



山西大學  
Shanxi University

2014 届 博 士 学 位 论 文

# 明清山西自然灾害及其防治技术

作者姓名	邹文卿
指导教师	高 策 教授
学科专业	科学技术史
研究方向	地方科技史
培养单位	科学技术史研究所
学习年限	2010 年 9 月至 2014 年 6 月

二〇一四年六月

山西大学  
2014 届博士学位论文

# 明清山西自然灾害及其防治技术

作者姓名	邹文卿
指导教师	高 策 教授
学科专业	科学技术史
研究方向	地方科技史
培养单位	科学技术史研究所
学习年限	2010 年 9 月至 2014 年 6 月

二〇一四年六月

**Thesis for Doctor's degree, Shanxi University, 2014**

Natural Disasters and Its Prevention and Control  
Technologies in Shanxi Province in the Ming and Qing  
Dynasties

Student Name	Zou Wenqing
Supervisor	Prof. Gao Ce
Major	History of Science and Technology
Specialty	Local History of Science and Technology
Department	Institute for History of Science and Technology
Research Duration	2010.09-2014.06

June, 2014

## 承 诺 书

本人郑重声明:所提交的学位论文,是在导师指导下独立完成的,学位论文的知识产权属于山西大学。如果今后以其他单位名义发表与在读期间学位论文相关的内容,将承担法律责任。除文中已经注明引用的文献资料外,本学位论文不包括任何其他个人或集体已经发表或撰写过的成果。

作者签名:

2014 年 月 日

## 学位论文使用授权声明

本人完全了解山西大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留并向国家有关机关或机构送交论文的复印件和电子文档，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等手段保存、汇编学位论文。同意山西大学可以用不同方式在不同媒体上发表、传播论文的全部或部分内容。

保密的学位论文在解密后遵守此协议。

作者签名：

导师签名：

2014 年 月 日

# 目 录

中文摘要.....	I
ABSTRACT .....	V
导 论.....	1
0.1 选题意义.....	1
0.2 研究现状.....	3
0.3 研究思路.....	16
0.4 研究方法.....	17
0.5 研究难点.....	19
0.6 创新之处.....	19
第一章 明清山西自然灾害统计与计量基础.....	21
1.1 山西自然环境特点.....	21
1.1.1 地理环境.....	21
1.1.2.气候环境.....	22
1.2 明清山西行政区划界定.....	23
1.2.1 明代山西行政区划的界定.....	23
1.2.2 清代山西行政区划的界定.....	24
1.3 资料来源和统计方法.....	25
1.3.1 资料来源.....	25
1.3.2 统计方法.....	25
1.4 本章小结.....	30
第二章 明清山西自然灾害时空分布特征.....	31
2.1 旱灾.....	31
2.1.1 明代山西旱灾时空分布特征.....	31
2.1.2 清代山西旱灾时空分布特征.....	33
2.2 涝灾.....	36
2.2.1 明代山西涝灾时空分布特征.....	36
2.2.2 清代山西涝灾时空分布特征.....	39
2.3 雹灾.....	42
2.3.1 明代山西雹灾时空分布特征.....	42
2.3.2 清代山西雹灾时空分布特征.....	45

2.4 蝗灾 .....	47
2.4.1 明代山西蝗灾时空分布特征 .....	48
2.4.2 清代山西蝗灾时空分布特征 .....	50
2.5 霜冻 .....	54
2.5.1 明代山西霜冻灾害时空分布特征 .....	54
2.5.2 清代山西霜冻灾害时空分布特征 .....	57
2.6 风灾 .....	59
2.6.1 明代山西风灾时空分布特征 .....	60
2.6.2 清代山西风灾时空分布特征 .....	62
2.7 震灾 .....	64
2.7.1 明代山西地震时空分布特征 .....	65
2.7.2 清代山西地震时空分布特征 .....	67
2.8 瘟疫 .....	70
2.8.1 明代山西瘟疫时空分布特征 .....	70
2.8.2 清代山西瘟疫时空分布特征 .....	72
2.9 本章小结 .....	75
<b>第三章 明清山西自然灾害的特点和影响 .....</b>	<b>76</b>
3.1 明清山西自然灾害的特点 .....	76
3.1.1 种类多 .....	76
3.1.2 频率高 .....	77
3.1.3 范围广 .....	78
3.1.4 关联性强 .....	79
3.1.5 季节特征明显 .....	81
3.2 明清山西自然灾害的影响 .....	82
3.2.1 人口锐减 .....	83
3.2.2 家园毁坏 .....	84
3.2.3 社会动乱 .....	86
3.2.4 道德沦丧 .....	86
3.2.5 经济萧条 .....	88
3.3 本章小结 .....	89
<b>第四章 明清山西自然灾害的原因分析 .....</b>	<b>91</b>

4.1 自然环境原因 .....	91
4.1.1 天象异常 .....	91
4.1.2 气候地理 .....	93
4.1.3 湖泊消亡 .....	96
4.2 人类活动原因 .....	98
4.2.1 毁坏植被 .....	98
4.2.2 采煤冶铁 .....	102
4.2.3 政治腐败 .....	106
4.2.4 种植鸦片 .....	108
4.2.5 战争影响 .....	109
4.3 本章小结 .....	112
<b>第五章 明清山西自然灾害的防治技术 .....</b>	<b>114</b>
5.1 旱灾防治技术-兴建灌溉工程 .....	114
5.1.1 引河灌溉 .....	115
5.1.2 引泉灌溉 .....	121
5.1.3 凿井以灌 .....	123
5.1.4 引洪灌溉 .....	126
5.2 旱灾防治技术-农业技术防旱 .....	129
5.2.1 抗旱栽培法 .....	129
5.2.2 抗旱保墒耕作技术 .....	131
5.2.3 耐旱作物的引进和种植 .....	133
5.2.4 种子处理防灾 .....	134
5.3 洪涝灾防治技术 .....	136
5.3.1 修筑堤坝 .....	137
5.3.2 古城防洪 .....	141
5.3.3 分洪滞洪 .....	144
5.3.4 禁止伐林 .....	145
5.3.5 柜田防涝 .....	147
5.4 蝗灾防治技术 .....	148
5.4.1 挖掘蝗卵 .....	150
5.4.2 捕杀蝗蝻 .....	151

5.4.3 灭杀飞蝗 .....	152
5.5 霜冻灾害防治技术 .....	154
5.5.1 绳索刮霜 .....	154
5.5.2 熏烟去霜 .....	154
5.5.3 草裹土埋 .....	155
5.6 瘟疫防治技术 .....	155
5.6.1 遣医施药 .....	156
5.6.2 接种疫苗 .....	157
5.6.3 临床疗法 .....	158
5.7 地震防治技术 .....	159
5.7.1 震前预测 .....	159
5.7.2 震时躲避 .....	161
5.7.3 建筑抗震 .....	161
5.8 风灾防治技术 .....	162
5.8.1 农业技术防风 .....	162
5.8.2 测风器的使用 .....	163
5.9 本章小结 .....	164
结束语 .....	166
1. 论文总结 .....	166
2. 不足之处 .....	167
3. 研究展望 .....	168
参考文献 .....	170
附录 1 明代各类自然灾害年度统计表 .....	180
附录 2 清代各类自然灾害年度统计表 .....	187
附录 3 明代山西各县自然灾害统计表 .....	194
附录 4 清代山西各县自然灾害统计表 .....	197
附录 5 明代各朝山西自然灾害统计表 .....	200
附录 6 清代各朝山西自然灾害统计表 .....	201
攻读学位期间取得的科研成果 .....	202
致 谢 .....	203
个人简况及联系方式 .....	205

承 诺 书 .....	206
学位论文使用授权声明 .....	207

# Contents

<b>Chinese abstract</b> .....	I
<b>Abstract</b> .....	V
<b>Introduction</b> .....	1
0.1 Significance of the topic .....	1
0.2 The present status of research.....	3
0.3 Research ideas .....	16
0.4 Research methods .....	18
0.5 Research difficulties .....	19
0.6 Main innovative points.....	19
<b>Chapter 1 Statistics and measurement basis of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties</b> .....	21
1.1 Characteristics of the natural environment in Shanxi Province .....	21
1.1.1 Geographical environment .....	21
1.1.2 Climate environmengt .....	22
1.2 Definitions of the administrative districts in Shanxi's Ming and Qing dynasties .	23
1.2.1 Definitions of the administrative districts in Shanxi's Ming dynasty .....	23
1.2.2 Definitions of the administrative districts in Shanxi's Qing dynasty .....	24
1.3 Source and hierarchies.....	25
1.3.1 Source .....	25
1.3.2 Statistical Methods .....	25
1.4 Summary of this chapter.....	30
<b>Chapter 2 Time-space distribution features of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties</b> .....	31
2.1 Drought.....	31
2.1.1 Time-space distribution features of drought in Shanxi's Ming dynasty.....	31
2.1.2 Time-space distribution features of drought in Shanxi's Qing dynasty .....	33
2.2 Waterlog.....	36
2.2.1 Time-space distribution features of waterlog in Shanxi's Ming dynasty ....	37
2.2.2 Time-space distribution features of waterlog in Shanxi's Qing dynasty .....	39

2.3 Hailstorm .....	42
2.3.1 Time-space distribution features of hailstorm in Shanxi's Ming dynasty ...	42
2.3.2 Time-space distribution features of hailstorm in Shanxi's Qing dynasty....	45
2.4 Locust plagues .....	47
2.4.1 Time-space distribution features of locust plagues in Shanxi's Ming dynasty	
.....	48
2.4.2 Time-space distribution features of locust plagues in Shanxi's Qing dynasty	
.....	50
2.5 Frost.....	54
2.5.1 Time-space distribution features of frost disasters in Shanxi's Ming dynasty	
.....	54
2.5.2 Time-space distribution features of frost disasters in Shanxi's Qing	
dynasty.....	57
2.6 Wind disaster .....	59
2.6.1 Time-space distribution features of wind disasters in Shanxi's Ming dynasty	
.....	60
2.6.2 Time-space distribution features of wind disasters in Shanxi's Qing dynasty	
.....	62
2.7 Earthquake.....	64
2.7.1 Time-space distribution features of earthquakes in Shanxi's Ming dynasty	
.....	65
2.7.2 Time-space distribution features of earthquakes in Shanxi's Qing	
dynasty.....	67
2.8 Plague .....	70
2.8.1 Time-space distribution features of plagues in Shanxi's Ming dynasty .....	70
2.8.2 Time-space distribution features of plagues in Shanxi's Qing dynasty.....	72
2.9 Summary of this chapter.....	75
<b>Chapter 3 Characteristics and influences of natural disasters in Shanxi's Ming and</b>	
<b>Qing dynasties.....</b>	<b>76</b>
3.1 Characteristics of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties.....	76
3.1.1 Various kinds of disasters .....	76

3.1.2 High disaster frequency .....	77
3.1.3 Wide range of disasters .....	78
3.1.4 A close correlation between disasters .....	79
3.1.5 Apparent seasonal characteristics of the disasters .....	81
3.2 Influences of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties .....	82
3.2.1 Population declines .....	83
3.2.2 Destroy homes .....	84
3.2.3 Social unrest .....	86
3.2.4 Moral decays .....	86
3.2.5 The economic depression .....	88
3.3 Summary of this chapter .....	89
<b>Chapter 4 An analysis of the causes of the natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties .....</b>	<b>91</b>
4.1 Causes of natural environment .....	91
4.1.1 Abnormal astronomical phenomena .....	91
4.1.2 Climate and geography .....	93
4.1.3 Dying lakes .....	96
4.2 Causes of human activity .....	98
4.2.1 Damage to vegetation .....	98
4.2.2 Coal mining for iron smelting .....	102
4.2.3 Political corruption .....	106
4.2.4 Opium cultivation .....	108
4.2.5 The effects of the wars .....	109
4.3 Summary of this chapter .....	112
<b>Chapter 5 Prevention and control technologies of the natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties .....</b>	<b>114</b>
5.1 Prevention and control technologies in drought-irrigation project .....	114
5.1.1 Irrigation through rivers .....	115
5.1.2 Irrigation through springs .....	121
5.1.3 Irrigation through wells .....	123
5.1.4 Irrigation through flood .....	126

5.2 Prevention and control technologies in drought-agricultural technologies in resisting drought .....	129
5.2.1 Drought-resistant cultivation .....	129
5.2.2 Farming technologies in resisting drought and soil moisture conservation .....	131
5.2.3 Introducing and planting of drought-resistant crops .....	133
5.2.4 Treatment seed for preventing disasters .....	134
5.3 Prevention and control technologies in flood disasters .....	136
5.3.1 Construct dams .....	137
5.3.2 Ancient cities used to resist flood .....	141
5.3.3 Diverse flood and block flood .....	144
5.3.4 prohibit logging .....	145
5.3.5 ‘GuiTian’ for preventing flood disasters .....	147
5.4 Prevention and control technologies in locust plague .....	148
5.4.1 Dig eggs to destroy the locust .....	150
5.4.2 Kill hoppers .....	151
5.4.3 Neutralizing the migratory locust .....	152
5.5 Prevention and control technologies in frost disaster .....	154
5.5.1 Use ropes to scrape frost .....	154
5.5.2 Use smokes to melt frost .....	154
5.5.3 Use grass to cover and soil to bury .....	155
5.6 Prevention and control technologies in plague .....	155
5.6.1 Send doctors and use medicines .....	156
5.6.2 Vaccination .....	157
5.6.3 Clinical therapy .....	158
5.7 Prevention and control technologies in earthquake .....	159
5.7.1 Prediction before the earthquake .....	159
5.7.2 Escape during the earthquake .....	161
5.7.3 Architectures used to resist earthquake .....	161
5.8 Prevention and control technologies in wind disasters .....	162
5.8.1 Agricultural technologies in resisting wind .....	162

5.8.2 The use of anemoscopes .....	163
5.9 Summary of this chapter .....	164
<b>Conclusion</b> .....	166
1 Summary of this paper .....	166
2 Inadequates of this chapter .....	167
3 Research prospects .....	168
<b>Bibliography</b> .....	170
<b>Appendix 1 An annual statistical table of all kinds of natural disasters in the Ming dynasty</b> .....	180
<b>Appendix 2 An annual statistical of all kinds of natural disasters in the Qing dynasty</b> .....	187
<b>Appendix 3 A statistical table of natural disasters in each county of Shanxi province in the Ming dynasty</b> .....	194
<b>Appendix 4 A statistical table of natural disasters in each county of Shanxi province in the Qing dynasty</b> .....	197
<b>Appendix 5 A statistical table of natural disasters in the dynasties of Ming in Shanxi province</b> .....	200
<b>Appendix 6 A statistical table of natural disasters in the dynasties of Qing in Shanxi province</b> .....	201
<b>Research achievements</b> .....	202
<b>Acknowledgement</b> .....	203
<b>Personal profiles</b> .....	205
<b>Letter of commitment</b> .....	206
<b>Authorization statement</b> .....	207

## 中文摘要

山西是中华民族古代文明的发祥地之一，历史悠久，文化底蕴深厚，但在漫长的发展历程中，自然灾害与之相伴相随，给人们的生产和生活带来了巨大损失和危害，至今我们仍然不能完全抵御。明清时期是一段特殊的历史时期，这一时期包含了“明清宇宙期”和“清末宇宙期”两个自然灾害群发期，生态环境恶化、自然灾害频发是山西在这一时期的典型环境特征。山西自然灾害史是中国灾害史、区域灾害史以及山西科技史的重要研究领域，目前学术界对山西历史时期尤其是明清时期自然灾害的研究尚显薄弱。本文对明清山西自然灾害进行系统化的研究，不仅可以弥补灾害史的研究不足、充实地方科技史的研究领域，而且对当今山西自然灾害的防治工作具有重要的现实意义。

本文以《山西自然灾害史年表》、《中国三千年气象记录总集》、《中国古代重大自然灾害和异常年表总集》、《中国气象灾害大典（山西卷）》和《山西省地震历史资料汇编》等灾害史料汇编为基本资料库，参照正史、明清实录尤其是明清山西通志、山西各县志以及碑刻资料对明清山西自然灾害逐一甄别，以县为单位对明清时期山西旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻灾、风灾、地震、瘟疫等诸种灾害进行统计，建立明清山西自然灾害数据库。在数据库的基础上，本文借助 Excel 软件对数据进行汇总计算，利用 Sigmaplot 和 Photoshop 软件绘制明清山西自然灾害时间变化趋势图和空间分布图，形象直观地反映明清山西自然灾害的时间变化特征和空间分布特征。在此基础上，总结明清山西自然灾害的特点，研究自然灾害对政治、经济和社会造成的影响。从自然因素和人类活动两个方面分析明清山西自然灾害发生的原因，最后深入研究明清时期山西自然灾害的防治技术。全文以“灾害统计-灾害规律-灾害特点和影响-灾害原因-灾害防治”的内在逻辑关系展开，各章之间紧密联系、环环相扣，共同构成了明清山西自然灾害的体系化研究。

本文主体包括导论、正文（共五章）、结束语三个部分。

导论部分主要阐述本文的研究目的和意义、国内外研究现状、研究思路、研究方法、研究难点和创新之处。

正文的写作框架分为五章，第一章为明清山西自然灾害统计与计量基础，第二章为明清山西自然灾害的时空分布特征，第三章为明清山西自然灾害的特点和影响，第四章为明清山西自然灾害原因分析，第五章为明清山西自然灾害的防治技术。

第一章是全文的基础，包括山西自然环境特点、明清山西行政区划界定、资料来源和统计方法三个部分。自然灾害的发生与自然环境有紧密联系，本章首先从地理和气候两个方面介绍了山西自然环境的特点。由于古代对自然灾害的记载大多数都是以县为单位的，灾害对于一个县而言是一件大事，因此在县志中会有记载。明清时期山西丰富的地方志为本研究提供了丰富的史料。为了统计的科学性与准确性，本研究采用以县为单位的灾害统计方法，对明清山西各种自然灾害进行逐年统计，建立明清山西自然灾害数据库。根据《中国历史地图集》和《山西省历史地图集》对明清时期山西行政区划以及变动情况进行历史考察，把握明清山西各县的地理位置。

第二章在以上统计数据的基础上，分析明清时期山西各种自然灾害（旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻灾害、风灾、地震、瘟疫）的时间变化特征和空间分布特征。首先，本文利用动态分析法以10年为单位作出各种自然灾害的时间变化趋势图，在图中可以直观看到各种自然灾害在对应时间段内的波动变化情况、受灾县次平均值以及滑动平均值；其次，本文绘制明清山西各类自然灾害季节分布图和月份分布图，借助图像分析每种灾害的季节分布特征和月份分布特征；最后，本文绘制明清山西自然灾害空间分布图，分析自然灾害的空间分布特征，研究各类灾害在山西的主要分布区域。

第三章是在第二章的基础上，通过分析明清山西各种自然灾害的时空分布特征，研究明清山西自然灾害的整体特点和对当时山西政治、经济和社会等方面产生的影响。明清山西自然灾害具有种类繁多、发生频率高、分布区域广、灾害关联性强、季节特征明显等特征。明清山西严重的自然灾害对当时以小农经济为主的社会环境造成严重的破坏，大量劳动力迁徙或死亡，灾民在得不到有效赈济的情况下，往往会铤而走险、揭竿而起，从而引发社会动乱，甚至朝代更替。灾害致使人们打破儒家所推崇的以仁义为中心的道德底线，卖儿鬻女、易子而食、掘尸而食的残忍景象在史料记载中屡见不鲜。

第四章分析了明清时期山西自然灾害的发生原因。灾害具有自然和社会的双重属性，自然的异常变化是导致各种灾害发生的直接诱发因素。明清时期处于整个气候变迁特殊的天文历史时期，16和17世纪为“明清宇宙期”，1810~1911这段时期为“清末宇宙期”。由于气候变冷、太阳黑子活动微弱、九星地心会聚力矩效应、宇宙线作用等原因，致使宇宙期内灾害种类多、频次高、强度大，因此宇宙期也被称为自然灾害群发期。从统计明清山西自然灾害发生频次可以看出，山西在“明清宇

宙期”和“清末宇宙期”内发生的自然灾害频次明显高于其他历史时期，这说明自然界的异常变化对于自然灾害的发生具有直接作用。另外山西独特的地理和气候环境也容易导致灾害的发生，与同纬度华北平原其他地域相比，山西地势较高、山脉众多、温差较大、降水量偏少、气候寒冷干燥，致使自然灾害频发。随着人口的增加，生产力的提高，人类对大自然的改造能力日益增强，人类活动因素在自然灾害的发生中占有越来越重要的比重。历史上一些灾害的发生是由于人类活动直接引发的，比如战争中决水攻城，使得城镇被淹，这种现象在历史上屡屡发生；战争中大量人员伤亡也会导致瘟疫的爆发；明清时期大规模的军屯、民屯、商屯以及大兴土木、伐薪冶炼等人类活动致使山西森林植被遭到严重破坏，生态环境恶化，水土流失严重，也是明清山西自然灾害频繁发生的重要原因。

第五章论述了明清山西自然灾害的防治技术。面对严重的灾情，山西先民在长期与自然灾害做斗争的过程中采用了各种技术手段积极应对，在一定程度上抵御了自然灾害的侵袭，其中许多技术在当时处于领先地位。这些防治技术对于当前的防灾减灾工作具有一定的借鉴作用。旱灾是山西最严重的自然灾害，为了能够抵御旱灾，明清山西先民修建了大量农田水利工程引河引泉灌溉，明清山西各大水系泉源都得到了不同程度的开发，当时山西修建的农田水利工程超过了豫陕两省的总和。明清时期山西利用凿井抗旱也很普遍，如明万历二十七年（1599年），介休县全县共凿灌溉水井 1300 余口<sup>①</sup>。清代学者王心敬在其所著《井利说》中指出山西“井利甲于诸省”<sup>②</sup>。山西山区丘陵众多，能够引水灌溉的农田不足 6%<sup>③</sup>。针对此种情况，山西先民在长期的农业实践中总结出了一套以水为中心精耕细作的抗旱保墒耕作体系，通过农业技术充分利用地中水分和养料，在干旱的气候条件下争取获得最大的收成。明清山西先民对洪涝灾害的防治采取了“堵-疏-用”的综合技术手段。在城镇和河流中修建堤坝，几乎村村建有护村围埝对洪水进行围堵。山西先民早在大禹时就认识到单纯利用堵的方法不能治水，有时采取疏导的措施更为有效，明清时期山西建有数量众多的引水疏水工程。尤其在山间峪口，山洪时常爆发难以抵制，修建引水渠道不仅可以将洪水引流到安全的河流中，保障人民安全，而且沿渠附近村民还可加以利用引洪灌溉，达到变害为利的目的。城镇中的排水渠道、城内湖泊池塘、古城墙和城外的护城河构成一套综合防治体系，对抵御洪涝灾害具有重要作用。山西作为蝗灾的频发区域之一，山西先民在与蝗灾长期的斗争过程中，总结出一套

<sup>①</sup> (嘉庆)介休县志[M].卷2.水利.123.

<sup>②</sup> [清]王心敬.丰川续集[M].卷8.井利说.

<sup>③</sup> 李三谋.清代山西主要农田水利活动[J].古今农业.2005(2):80.

较为科学实用的治蝗技术体系（掘杀蝗卵-捕杀蝗蛹-灭杀飞蝗）。明清山西先民采用了绳索刮霜、熏烟去霜和草裹土埋的技术手段抵御霜冻。山西具有悠久的医学传统，不仅涌现出许多德才兼备的医师，而且多样的地理环境蕴藏了丰富的中草药资源。明清时期山西发生瘟疫后，一方面官府遣医施药组织赈灾，另一方面众多的民间医师也投入到救灾抗灾的工作中，他们采用针灸、服药、熏蒸、佩挂、接种、隔离等多种方法防治瘟疫，在官医极缺的情况下对民间瘟疫的防治做出了重大贡献。在抵御风灾方面，山西浑源县恒山北麓圆觉寺的砖塔塔顶之上，立有一铁制翔鸟，名为候风鸟或相风鸟，是目前我国唯一留存的凤凰形风向器，至今仍具有指示风向的作用。此外，在农业实践中也有许多技术手段以增强作物茎秆强度防风抗倒伏，如深耕壅土、及时收割、晒田烤田等措施。在抵御地震灾害方面，明代山西虞乡县拔贡《地震记》总结了许多防震抗震的方法，如震前的预兆，包括地声地光、气象异常和动物异常等现象，震时的应急处理措施等。此外，山西一些古建筑的防震技术非常高超，如应县木塔历时近千年经历数次大震仍然巍然屹立，显示出极高的抗震技术水平，为提高我国现代建筑抗震性能提供了宝贵的实物样本。

结束语部分包括三个方面内容：一是对全文的概括总结；二是指出了本文研究的不足之处和仍需努力的方向；三是提出了对灾害史研究的体会和建议。

山西省作为一个灾害多发区域，其灾害的发生规律、特点、影响、原因以及防治技术在华北平原以至全国都具有典型的代表性。当今社会科技发达，粮食产量连年增加，国家储备日益丰厚，建立了相对完善的灾害防治体系。但是，随着社会财富的急剧增长，出现了许多新的环境问题，如水源枯竭、大气污染、沙尘暴等，严重影响了人类的生存环境，对人体健康带来了极大的威胁，处理这些问题更为复杂和棘手。通过全面梳理明清时期山西自然灾害及其防治技术，结合山西目前的发展状况，本文认为山西作为一个资源大省，山脉众多、沟壑万千、水土流失严重，自然灾害时有发生。我们坚决不能忽视自然灾害的潜在威胁，需要不断加强对灾害的科学研究，保护生态环境，借鉴国内外先进经验，以史为鉴，构建现代化灾害防治体系，尽最大努力为社会主义现代化建设提供和谐安定的发展环境。

**关键词：**明清；山西；自然灾害；防治技术

## ABSTRACT

Shanxi is one of the cradles of ancient China's civilization, it has a long history and profound culture, but during the long development period, there were natural disasters now and then which caused great losses and harm to people's production and life, so far we still can not completely resist these natural disasters. The period between Ming and Qing was a special historical period, it contained a period of two natural disasters: "the universal period in the Ming and Qing dynasties" and "the universal period in the late Qing dynasty, these two disasters always broke out at the same time, so the ecological environmental deterioration and frequent natural disasters were the typical environmental characteristics of Shanxi Province during this period. History of natural disasters in Shanxi is the important research field for the disaster and famine history, the regional disaster history and the history of science and technology in Shanxi, but academia's research on the history of natural disasters in Shanxi's historical period especially the ages between Ming and Qing dynasties at present is still weaker than researches in other areas, so the research on the rules and technologies in prevention and control of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties can not only enrich the research field in the history of regional disasters and expand the depth and width of the local history of science and technology, but also has important practical significance for today's prevention on natural disasters in Shanxi.

This paper uses the following historical books as its basic database: "chronology of the history of Shanxi's natural disasters""record collections of China's meteorology in three thousand years""collections of ancient China's significant natural calamities and abnormal chronology""ceremony of China's meteorological disasters (Shanxi)" "collections of historical earthquake datas in Shanxi province"this paper refers to many ancient books: official history, records in the Ming and Qing dynasties, especially, province annals and county annals of Shanxi, and stone carving materials to screen all

kinds of natural disaster records one by one, and use county as a unit to do statistics on many kinds of disasters in the Ming and Qing dynasties, such as: drought, waterlog, hailstorm, locust plague, frost, wind disaster, earthquake, plague and etc, building a database of time- space distribution of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties. On the basis of this database, this paper collects and calculates datas with the help of Excel, draw the time changing trend and space distribution diagrams of Shanxi's various kinds of natural disasters in the Ming and Qing dynasties with the help of Sigmaplot and Photoshop, it vividly and intuitively reflects the characteristics of the time changing trend and the space distribution of all kinds of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties. On this basis, we sum up the characteristics of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties, study the impact that those natural disasters caused to politics, economy and society at that age. This paper analyzes the causes of natural disasters at that age from two aspects: natural variation and human activities, and futher studys every prevention technology and resistance technology in Shanxi's Ming and Qing dynasties. The paper is based on the intrinsic logical relationship of "disaster statistics-law of disaster-disaster characteristics and influences-cause of disaster-prevention and control of disaster" to develop, there is a close contact between chapters and the chapters are linked with one another well, all of which constitute the systematic study of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties.

This article includes three parts: introduction, main body (five chapters) and conclusion .

The introduction part mainly describes the purpose and significance of this paper, the domestic and foreign research situation, research ideas, research methods and research difficulties, innovation and deficiency.

The main body of this paper can be divided into five chapters, the first chapter describes the foundation of statistics and measurement of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties, the second chapter describes the time and space distribution characteristics of various natural

disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties, the third chapter describes the characteristics and influences of Shanxi's natural disasters in the Ming and Qing dynasties, the fourth chapter is the analysis of the causes of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties, the fifth chapter is about the prevention and control technologies of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties.

The first chapter is the basis of the paper, providing a precise statistical basis and specification for defining an analysis of the natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties. The occurrence of natural disasters is closely linked with the natural environment, this chapter first introduces the characteristics of Shanxi's natural environment from two aspects: geography and climate. As in ancient times the records of natural disasters were mostly using the county as a unit, disaster was a great thing for a county in ancient times, so they were recorded in the county annals. The rich local Chronicles in Shanxi's Ming and Qing dynasties provide substantial historical materials for this study, the scientific nature and accuracy of the statistics, this study uses county as a unit to do statistics of the frequency of all kinds of natural disasters in each county during the Ming and Qing dynasties. According to the "atlas of Chinese history" and "atlas of Shanxi's history", this paper reviews the history of the administrative divisions and changes of Shanxi's Ming and Qing dynasties, to grasp the geographical locations of the counties of Shanxi Province in Ming and Qing dynasties.

The second chapter is on the basis of the above statistics to analyze the characteristics of the changes of time and space distribution of various kinds of natural disasters (drought, waterlog, locust plague, hailstorm, frost disasters, storm, earthquake, plague) in Shanxi's Ming and Qing dynasties. First of all, this paper, by using dynamic analysis and ten years as a unit makes a time changing diagram of all kinds of natural disasters, in the diagram we can intuitively see the fluctuation changes of all kinds of natural disasters in the corresponding period, the average times of disasters and the moving average. Second, draw a diagram of seasonal distribution and month

distribution of natural disasters; we can see the characteristics of the season in distribution and month in distribution of each natural disaster. Finally, this paper analyzes the characteristics of the spatial distribution of various natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties, using county as a unit to make diagrams of space distributions of each disaster and further study each disaster's main distribution area in Shanxi.

The third chapter is on the basis of the second chapter, through analyzing characteristics of the space distributions of various natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties, we study the overall characteristics of the natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties and the influences they had on Shanxi's politics, economy and society at that time. Shanxi's natural disasters during the Ming and Qing dynasties had many characteristics: wide variety, high frequency, wide distribution, a close correlation between disaster and disaster, obvious seasonal characteristics. The serious natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties brought about serious damage to the social environment which was based on the small-scale peasant economy at that time, a large number of labor migrate or dead, the victims often risked danger in desperation and revolted which would caused social unrest, even the replacement of dynasties if they couldn't get effective relief. Disasters made people completely go beyond the righteousness recommended as the center of the Confucian's bottom line of moral, they sold their children, ate their children, and ate the dead, these cruel scenes are very common in historical records.

In the fourth chapter, the author analyzes the reasons of natural disasters in Shanxi's Ming and Qing dynasties. Disaster has a dual nature: natural and social, the natural change is the original power of various disasters. The period between Ming and Qing dynasties was a special astronomical period which was a history of climate change, the 16<sup>th</sup> century and the 17<sup>th</sup> century were regarded as "the universal period in the Ming and Qing dynasties", and the period between 1810 and 1911 was called "the universal period in the late Ming period". As the weather was becoming colder, the sunspot activity was

weak, the torque effect of the nine stars converged in the center of the earth and cosmic rays all of which caused varieties of disasters during the universal period which had many characteristics: variety of disasters, high frequency, huge intensity, therefore the universal period was also called as a mass of natural disasters. From the disaster recording table of the county, we can see that the times of the natural disasters happened in county during “the universal period in the Ming and Qing dynasties” and “the universal period in the late Ming period” was significantly higher than in any other historical period, it shows that the changes of nature has direct effect on the occurrence of natural disasters. Besides, the unique geographical and climatic environment in Shanxi is also prone to natural disasters. Compared with other regions of the same latitude on the north China plain, Shanxi has a higher ground, more mountains, larger temperature difference, less rainfall, drier climate, colder weather, all of these lead to high frequency of natural disasters. Besides, with the increase of population and the improvement of productivity, human’s ability to transform nature is also growing, human’s activity plays an increasingly important role in the occurrence of natural disasters. Some disasters in history is due to a direct result of human activities, such as people dug up the dams in the wars to attack the cities which caused towns flooded, this kind of phenomenon repeatedly took place in the long history; A large number of casualties in the war also led to the outbreak of the plague; human activities as large-scale army reclamation, peasant reclamation, merchant reclamation, building, cutting firewood and smelting during the Ming and Qing dynasties caused serious destruction of forest vegetation in Shanxi, deteriorating ecological environment, serious soil and water loss were also important factors for the frequent occurrence of natural disasters in Shanxi’s Ming and Qing dynasties.

The fifth chapter discusses the prevention and control technology of natural disasters in Shanxi’s Ming and Qing dynasties. Facing the serious disasters, Shanxi’s ancestors in the long practice adopted various technical means to respond actively, some of the technologies were in a leading

position all over the country, and obtained certain achievements in the prevention and control of natural disasters, so they have a certain reference value for preventing and reducing the current disasters. Drought is the worst natural disaster in Shanxi, in order to prevent drought disasters, ancestors in the Ming and Qing dynasties built a large number of irrigation and water conservancy engineering to irrigate in Shanxi, major drainage springs had been developed in various degrees in Shanxi's Ming and Qing dynasties, the construction of farmland water conservancy engineering in Shanxi had exceeded the total number of engineering of Henan and Shanxi at that time. Sinking drought resistance was commonly used during the Ming and Qing dynasties, such as in the Ming dynasty's wanli 27(1599 years), a total number of 1300 wells for irrigation were dug up in Jiexiu county. As was described in Wang Xinjing's "the advantages of wells": technology in well was better than in any other province. There were a great number of mountains in Shanxi, but farms for irrigation were less than 6%, so there was no water for irrigation in these areas. Facing this drought climate environment, Shanxi's ancestors in long-term's agricultural practice summarized a set of farming system which included intensive cultivation, drought prevention and soil conservation, through making full use of water and nutrients in the earth; they won the biggest harvest in the arid climate condition. Flood prevention included the comprehensive technical means of "block- scatter-use" to build dams in towns and rivers, there were cofferdams almost in every village. Ancestors in the age of dayu had realized that by simply using the method of blocking couldn't prevent flood, so in the Ming and Qing dynasties there were many water diversion and hydrophobic projects. Especially at the entrance of the mountain, flash floods often broke out, it's difficult to stop them, building water diversion channels couldn't only lead water to the safe river, ensured the safety of the people, but also the water could be used by villagers near the canals to irrigate which could achieve the goal of changing harm to benefit. Drainage channels, lakes and ponds in town, ancient cities, moats outside of town played an important role in resisting floods. As one of the frequent

locust area, people of Shanxi in the process of fighting against the locust, summed up a set of more scientific locust preventing technology system(dig up and kill the eggs of locusts-kill hoppers-neutralizing the migratory locust). Ancestors in Shanxi's Ming and Qing dynasties used ropes to scrape frost, smoke to melt frost, grass to cover and soil to bury to fight against frost. Shanxi has a long medical tradition, during this period not only did many physicians with both good ability and moral sense sprung up, but also were the Chinese herbal medicine resources very abundant in the diversified geographical environment. After the occurrence of the plague in the Shanxi province during the Ming and Qing dynasties, on the one hand, the Chinese government sent doctors and medicines to the people and direct relief operations, on the other hand, many folk physicians threw themselves actively to the disaster to save people, using acupuncture, medication, fumigation, wear, vaccination, keeping the environment clean and etc to prevent and control plague. They made a significant contribution to the folk of plague prevention in the case of extreme lack of official medical. In terms of resisting the wind disasters, at the top of the two-foot-tall tower of the round temple in Heng Mountain of Shanxi's Hun Yuan county, stood a iron flying bird, called Hou Feng bird or windy bird which was the only remaining phoenix shaped container at present in our country, so far it still has the function of indicating the direction of wind. In addition, there were a number of agricultural technologies to resist wind and lodging by using the method of enhancing the intensity of crop stalks, such as: plow land deeply, harvest in time, dry and roast the fields. In fighting against earthquake disasters, "earthquake" in Ba Gong of Shanxi's Yu Xiang County summarizes many earthquake preventing and controlling technologies, such as warning before the earthquake, including acoustic and gigantic phenomenon, abnormal weather, abnormal animal, response measures in earthquake, etc. Besides, some ancient architectures' earthquake prevention technologies in Shanxi was excellent, just as the tower in Ying county still stood for thousand years although experienced many strong earthquakes, it reflects the high level

of seismic technology, provides valuable physical samples for the modern buildings of our country.

The conclusion part includes three parts: firstly, it summarizes the full text; secondly, it points out the deficiencies of the present study and the directions where we still have to work; thirdly, it comes up with three ideas and suggestions on the history of disasters.

Shanxi is a disaster-prone area, the occurrence rules, characteristics, effects, reasons, and prevention and control technology of the disaster have typical representatives. In today's society, science and technology developed well, the food production is increasing year by year, national reserves are rich, for major natural disasters, our country has perfect emergency treatment methods. However, with the rapid growth of social wealth, there emerges many new environmental problems, such as exhaustion of water source, air pollution, dust storms which seriously affect the human's survival environment and bring great threat to human's health, to deal with these problems is becoming more complicated and difficult. Through a comprehensive analysis of the natural disasters and its prevention technology in Shanxi's Ming and Qing dynasties and combined with the current development status in Shanxi, this paper argues that Shanxi, as a big resource province, has a large number of mountains and ravines, but it has severe soil and water loss problem, natural disasters happen now and then, We must not ignore the potential threats of natural disasters, so we need to constantly enhance the scientific research on disasters, protect the ecological environment, draw lessons from advanced experience both at home and abroad, take history as a mirror and build a modern disaster prevention system, we will try our best to provide a harmonious and stable developing environment for the construction of socialist modernization.

**Key words:** The Ming and Qing dynasties; Shanxi; Natural disasters; Prevention and control technologies.

## 导 论

### 0.1 选题意义

科学技术发展到今天，人类取得了辉煌的成就，但是自然灾害仍然威胁着我们的生命和财产安全，给人类生产生活造成了巨大损失。我国是世界上自然灾害最严重的国家之一，近几年来，我国自然灾害呈现增长的态势。经官方统计，2013年我国各类自然灾害共造成全国38818.7万人次受灾，1851人死亡，433人失踪，1215万人次紧急转移安置；87.5万间房屋倒塌，770.3万间房屋不同程度损坏；农作物受灾面积31349.8千公顷，其中绝收3844.4千公顷；直接经济损失5808.4亿元<sup>①</sup>。受灾情况较之2012年明显提高。山西作为能源大省，为国家的发展做出了重大贡献，独特的气候地理环境形成了自然灾害多发的特点，经山西省民政厅调查，2013年7月由于持续降雨引发了洪涝等自然灾害，造成全省119万人受灾，20764间房屋严重破坏<sup>②</sup>。除此之外，随着经济的快速发展，环境问题日益严重，如水源枯竭、河流污染、雾霾天气、沙尘暴等现象严重影响了人类的生存环境，对人体健康构成了极大威胁，处理这些问题更为复杂和棘手。许多研究已经表明自然灾害的发生与生态环境破坏有着密切的关系。因此，在经济快速发展的今天，人与自然的关系需要重新理解，发展与环境的问题需要再次考量。虽然我国多年来一直秉持“可持续发展”战略，但在实施过程中仍然遇到许多具体问题，环境问题依然严峻。如何处理发展与保护环境的关系仍然是一项艰巨而复杂的任务。面对严峻的形势，一方面需要运用现代科技手段提高防灾抗灾能力、大力宣传防灾减灾知识以及完善防灾抗灾体系建设；另一方面，以史为鉴，进一步加强灾害史的研究刻不容缓。

我国是具有五千年灿烂文化的文明古国，但是从人类诞生的那一刻起，自然灾害无不与人类相伴相随，可以说我国古老文明的发展史同时也是一部与自然灾害做斗争的历史。长期以来，我国是以小农经济为主的传统农业社会，农业是国之根本，农业生产受环境的制约作用很强。自然灾害的发生会造成大量劳动力流亡、水利设施损坏、农田禾稼受损，甚至引发社会动乱、农民起义和朝代更替。历代政府为了稳定社会环境、保证财政税收和巩固统治地位，无不重视和加强对灾害的认识和防灾抗灾体系的建设。据甲骨文考证，我国在殷商时起已经开始有对“灾”的记载。我国古代先民在长期与灾害做斗争的过程中积累了丰富的经验，留下了世界上独一

<sup>①</sup> <http://politics.people.com.cn/n/2014/0104/c1001-24023367.html>

<sup>②</sup> <http://www.sxmz.gov.cn/article/12052.shtml>

无二的灾害史料，广泛存在于正史、地方志、碑刻、文人笔记和其他各类资料中，这些史料不仅详细记载了灾时、灾情和赈灾措施，而且记录有大量的灾害防治技术。丰富的资料对我们开展灾害史的研究提供了便利条件。通过研究这些珍贵的史料，我们可以加强对灾害的认识，探索灾害的演变规律，分析灾害的发生原因，总结灾害的防治技术，对于当前构建现代化防灾体系具有重要的现实意义。

本文选取明清时期作为研究的历史背景具有重要意义。明清时期是我国历史上自然灾害发生最为频繁的时期之一。在这一时期内，灾害发生次数多，频率高，范围广，强度大，前所未有，包括“明清宇宙期”和“清末宇宙期”两个自然灾异群发期。中国灾害史研究的拓荒者邓云特先生通过统计中国历史上的自然灾害频次，指出明代共发生自然灾害 1010 次，这是前所未有的记录，清代灾害次数达到 1121 次，较明代更加频繁<sup>①</sup>。因此，明清时期在自然灾害发展史中具有典型的代表性。另外，相对于其他朝代来说，明清时期灾害记录更加完整，在正史、地方志、文人笔记和碑刻资料中都有关于灾害的记载，尤其是数量众多的地方志对当地灾害记载更为完备。同时，在这一时期出版的救荒文献也极为丰富，现今遗留下来的救荒著作主要为明清时期所出，丰富的史料为准确研究明清灾害演变规律、发生原因及防治技术提供了资料保障。

山西是中华民族的发祥地之一，在漫漫的历史长河中，处于黄河中游腹地的山西凭借其得天独厚的地理条件曾经数次在中国历史上发挥了重要作用。从原始时代起，人类的远祖先民就繁衍生息在这片肥沃的土地上，开辟了人类文明社会的新纪元，创造了古老灿烂的三晋文明。在很长时期内，山西境内遍布茂密的森林，众多的湖泊，“昭余祁”曾是全国十大湖泊之一。但是随着人口的增长和技术的进步，人类改造自然的能力逐渐增强，山西的生态环境发生了巨大变化。到了明清时期，山西森林遭到大量砍伐，水土流失严重，河流水量减少，泥沙量增多，生态环境恶化，自然灾害频发。与之前山西气候湿润、山清水秀、植被繁茂的自然环境形成巨大反差，这种变化一方面是由自然环境变迁导致的，另一方面人类活动对于大自然的严重破坏也是重要因素。明清时期山西自然灾害在华北乃至全国都具有典型的代表性。因此，研究明清时期山西的自然灾害对于目前研究环境变迁、环境保护和自然灾害防治都具有重要作用。

长期以来，灾害史就是研究的热点领域之一，学界已从全方位、多角度展开对灾害史的研究工作。但是从研究现状来看，多是从历史学、社会学、政治学和人类

<sup>①</sup> 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京. 商务印书馆. 2011:31~33.

学的角度进行, 这些领域研究人员已颇具规模, 相关成果亦蔚为大观。从科技史的角度对历史时期自然灾害的规律、发生原因以及防治技术的研究尚显薄弱, 目前主要是南京农业大学在进行相关方面的研究。另外, 山西省是全国受灾最严重的省份之一, 素有“多灾省”之称, 不仅自然灾害种类多, 而且发生频繁。但是与其他灾害多发区域的灾害史研究相比, 学界对山西自然灾害史的研究尚显不足, 仍然有广阔的研究空间。因此, 本文的研究不仅可以充实区域灾害史的研究领域, 而且能够扩充山西科技史的研究范围, 具有重要的学术意义。

本文以明清山西自然灾害为研究对象, 在充分利用前人灾害史料汇编的基础上, 结合明清山西通志、县志和碑刻资料, 以县为单位对山西自然灾害逐年统计, 首次建立明清山西自然灾害数据库。在此基础上, 借助 Excel 软件对数据进行一系列的汇总计算, 利用 Sigmaplot 和 Photoshop 绘图软件绘制明清山西自然灾害时空分布图, 形象直观地反映自然灾害的时间变化趋势和空间分布特征, 总结灾害发生特点, 分析灾害发生原因, 研究灾害的防治技术, 对明清山西自然灾害进行系统化研究。本文不仅可以充实灾害史的研究领域, 弥补区域灾害史的研究不足, 加强地方科技史的研究深度, 而且可以对目前自然灾害的防治工作也具有重要意义。

## 0.2 研究现状

民国以来, 关于灾害史的相关成果蔚为大观, 本节从以下四个方面对灾害史的研究进行综述: 一是关于自然灾害的通史研究; 二是关于自然灾害的史料汇编; 三是山西自然灾害史的专题研究; 四是国外学者对中国灾害史的研究。最后本节对研究现状进行了总结与思考。

### (1) 关于自然灾害的通史研究

对中国灾害史的研究始于二十世纪二三十年代, 当时战乱频发、社会动荡、自然灾害严重, 学者们纷纷开展了对自然灾害史的研究, 取得了不少研究成果。邓云特的《中国救荒史》<sup>①</sup>是中国灾害史研究的拓荒之作, 这部著作具有划时代的意义, 为我国第一部自然灾害通史性著作, 出版后在国内外引起强烈反响, 为之后开展自然灾害史的研究奠定了基石。邓云特先生是在研究中国经济史的过程中发现了中国古代留存有大量关于灾害的记录, 这引起了极大的兴趣, 并以此作为他在河南大学经济系就读时的毕业论文选题, 并于 1937 年春撰写了题为《论中国灾荒问题》的毕业论文, 在此基础上完成了《中国救荒史》一书, 于当年由上海商务印书馆出版。

<sup>①</sup> 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京: 商务印书馆, 2011.

邓云特先生以翔实的史料、缜密的思维、科学地论证，第一次对中国灾害史进行全面考查。全书共包含三编内容：第一编为“历代灾荒的史实分析”，作者通过仔细爬梳中国古代历代灾害史料，总结灾荒发展的趋势和特征，同时分析灾荒发生的原因和灾荒造成的实际影响。需要指出的是，作者用大量的史实佐证了自然条件（气候变迁、地理环境）是构成灾荒发生的原因之一，但并不是终极的唯一原因。自然环境属于外部条件，只有通过内部条件才能对社会带来灾祸，邓云特认为灾荒发生的根本原因“无不在于统治阶级的横征暴敛”，这种认识一反当时社会对于灾荒成因比较流行的“自然条件决定论”、“技术落后决定论”和“人口决定论”，对灾害成因提出了全新的认识；第二编为“历代救荒思想的发展”，作者对历代救荒思想进行提炼和总结，分为“天命主义的禳弭论”、“消极救济论”和“积极的预防论”三部分；第三编为“历代救荒政策的实施”，当救荒思想付诸于实践后，就会产生各种救荒政策。作者在第二编的基础上，全面系统总结了与救荒思想相对应的救荒政策，总结利弊得失，分析经验教训，为之后的学术研究奠定了基石。中国气象学奠基人竺可桢也对灾害史进行了研究，在 1925-1927 年发表了四篇颇有价值的学术论文，分别是《中国历史上之旱灾》<sup>①</sup>、《中国历史上气候之变迁》<sup>②</sup>、《论祈雨禁屠与旱灾》<sup>③</sup>和《直隶地理的环境和水灾》<sup>④</sup>。1934 年，冯柳堂著《中国历代民食政策史》<sup>⑤</sup>，作者详细梳理了从大禹至清代各朝统治者为了解决百姓粮食问题而采取的各种措施，其中包括许多荒政措施和增加粮食产量的技术措施，是我国古代荒政研究的开山之作，首次全面论述了我国历代救荒制度，行文有史有论，资料翔实，为之后荒政研究奠定了坚实的基础。

建国后，我国全面开展了自然灾害的研究工作，取得了一批丰富的研究成果：在灾害通史方面，孟昭华、彭传荣合著《中国灾荒史（现代部分）》<sup>⑥</sup>，该书主要研究了从 1949~1989 年间在我国发生的主要自然灾害，初步总结了新中国的防灾减灾活动，之后孟昭华继续研究中国古代灾荒史并于两书稿重新编纂整理，合编为《中国灾荒史记》<sup>⑦</sup>。该书按照历史朝代顺序系统研究了上至原始社会下到新中国成立后各代所发生的自然灾害及采取的防治措施，作者详细介绍了历代防灾减灾措施、

<sup>①</sup> 竺可桢. 中国历史上之旱灾[J]. 史地学报, 1925, 6.

<sup>②</sup> 竺可桢. 中国历史上气候之变迁[J]. 东方杂志, 1926, 3.

<sup>③</sup> 竺可桢. 论祈雨禁屠与旱灾[J]. 东方杂志, 1926, 13.

<sup>④</sup> 竺可桢. 直隶地理的环境和水灾[J]. 科学, 1927, 12.

<sup>⑤</sup> 冯柳堂. 中国历代民食政策史[M]. 北京: 商务印书馆, 1934.

<sup>⑥</sup> 孟昭华, 彭传荣. 中国灾荒史（现代部分）[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.

<sup>⑦</sup> 孟昭华. 中国灾荒史记[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1999.

救灾思想和荒政建设。中国人民大学清史研究所自 1985 年成立专题组研究灾害史以来,不断有新的著作和论文发表,如李文海等多位学者对近代灾荒史展开了系列研究,撰写了我国第一本近代灾荒简史——《灾荒与饥馑 1840~1919》<sup>①</sup>,这部著作填补了当时我国近代灾荒史的研究空白,首次对我国从鸦片战争到五四运动这段动乱时期的自然灾害进行全面分析,对这一时期重大灾害的发生时间、范围、原因、影响和赈灾措施及弊端进行了全面研究。如果说《灾荒与饥馑 1840~1919》是对近代灾荒史的宏观描述,那么《中国近代十大灾荒》<sup>②</sup>则是对近代灾荒史的具体分析。作者选取了近代中国危害极为严重的十大灾害进行个案研究。继上述研究成果后,中国人民大学清史研究所多年来一直致力于中国灾荒史研究,为我国灾害史研究中实力最强的队伍,陆续有诸多成果相继问世,普遍受到了业内好评,对推动我国灾害史的研究起到了重要作用,如《民国时期自然灾害与乡村社会》<sup>③</sup>、《天有凶年:清代灾荒与中国社会》<sup>④</sup>、《20 世纪中国灾变图史》<sup>⑤</sup>等著作,此外还发表了大量学术论文。1997 年,由高文学主编的一部中国灾害通史性论著《中国自然灾害史(总论)》<sup>⑥</sup>出版发行,作者分别对宋前、宋元、明、清、中华民国、建国后六个历史时期自然灾害概况和防治措施进行了系统研究,总结概括了中国自然灾害的发生特点和历史演化规律,对自然灾害的发展趋势做出了预测。由中国国际减灾委员会、武汉大学、湖南人民出版社共同发起,由中国科学院院士马宗晋和武汉大学教授郑功成主编,同时有全国 20 多位中青年学者参与编著的《中国灾害研究丛书》于 1998 年全部出版完成,包括《灾害历史学》<sup>⑦</sup>在内的 12 本著作,从管理学、经济学、社会学、统计学和医学等各个方面对自然灾害进行了全面论述。

由袁祖亮主编的《中国灾害通史》(共 8 卷)(郑州大学出版社,2008-2009)详细论述了先秦至清末各朝代自然灾害的时空分布特征、发生原因、救灾制度和救灾思想。西北农林科技大学卜风贤教授多年来一直致力于农业灾害史的研究工作,取得了一系列研究成果,如出版著作《周秦汉晋时期农业灾害和农业减灾方略研究》<sup>⑧</sup>。郝治清主编的《中国古代灾害史研究》<sup>⑨</sup>收录了我国学者研究灾害史的 20 篇有

<sup>①</sup>李文海,周源.灾荒与饥馑 1840~1919[M].北京:高等教育出版社,1991.

<sup>②</sup>李文海.中国近代十大灾荒[M].上海:上海人民出版社,1994.

<sup>③</sup>夏明方.民国时期自然灾害与乡村社会[M].北京:中华书局,2000.

<sup>④</sup>李文海,夏明方.天有凶年:清代灾荒与中国社会[M].北京:生活·读书·新知三联书店,2007.

<sup>⑤</sup>夏明方,康沛竹.20 世纪中国灾变图史[M].福建教育出版社,2011 年.

<sup>⑥</sup>高文学.中国自然灾害史(总论)[M].北京:地震出版社,1997.

<sup>⑦</sup>张建民,宋俭.灾害历史学[M].长沙:湖南人民出版社,1998.9.

<sup>⑧</sup>卜风贤.周秦汉晋时期农业灾害和农业减灾方略研究[M].北京:中国社会科学出版社出版,2006.

<sup>⑨</sup>郝治清.中国古代灾害史研究[M].北京:中国社会科学出版社,2007.

代表性的学术论文。

在地震史研究方面,1978年,由唐锡仁编著的《中国地震史话》由科学出版社出版,作者通过广泛搜集整理我国古籍中关于地震的灾害史料,梳理了古代人民对于地震的认识过程,着重叙述了古代文献中关于地震前兆的记载和古代人民群众的抗震经验。

在瘟疫史研究方面,由张剑光撰写的《三千年疫情》<sup>①</sup>是我国第一部研究瘟疫史的通史性论著,该书记载了从上古时代到清朝的疫情概况和防治措施。由邓铁涛主编的《中国防疫史》<sup>②</sup>是继上书之后又一部研究我国瘟疫史的力作,该书全面反映了从先秦到2004年间我国人民与瘟疫做斗争的历史,介绍了历代瘟疫的流行概况、医疗体系、政府和民间的防疫措施、对瘟疫的认识以及防疫技术等,对于研究瘟疫史具有重要价值。香港中文大学历史系教授梁其姿近年来致力于中国医疗史和明清慈善组织的研究,作者打破了传统的医史研究,注重从社会史和文化史的角度研究中国古代的医疗体系,发掘医疗史与中国社会和文化的密切关系,撰写了多部经典著作:如《麻风:一种疾病的医疗社会史》(Leprosy in china: A History)<sup>③</sup>,该作品2013年被译成中文;《面对疾病:传统中国社会的医疗观念与组织》<sup>④</sup>,该著作凝聚了作者多年来研究医疗社会史研究心得;《施善与教化——明清时期的慈善组织》<sup>⑤</sup>和《东亚华人社会近代健康与卫生史》(英文,2010)等。

在环境变迁史方面,中国现代历史地理学的创始人之一史念海先生非常重视对生态变迁史的研究,多年来撰写了多部关于黄土高原生态环境变迁的论著,如《黄土高原森林与草原的变迁》<sup>⑥</sup>、《黄河流域诸河流的变迁与治理》<sup>⑦</sup>和《黄土高原历史地理研究》<sup>⑧</sup>,山西属于黄土高原的重要组成部分,境内最长的河流汾河是黄河的第二大支流,所以在史念海先生的这些著作中都包含有对山西历史时期生态环境变化的论述,如植被变迁、河流流量变化以及原因分析等。

在灾害防治技术方面,2008年由高建国、宋正海主编的《中国近现代减灾事业和灾害科技史》<sup>⑨</sup>是第一部分以灾害科技史命名的著作。作者在掌握丰富史料的基础

<sup>①</sup>张剑光.三千年疫情[M].南昌:江西高校出版社,1998.

<sup>②</sup>邓铁涛.中国防疫史[M].南宁:广西科学技术出版社,2006.

<sup>③</sup>梁其姿.麻风:一种疾病的医疗社会史[M].北京:商务印书馆,2013.

<sup>④</sup>梁其姿.面对疾病:传统中国社会的医疗观念与组织[M].北京:中国人民大学出版社,2012.

<sup>⑤</sup>梁其姿.施善与教化——明清时期的慈善组织[M].北京:北京师范大学出版社,2013.

<sup>⑥</sup>史念海,曹尔琴,朱士光.黄土高原森林与草原的变迁[M].西安:陕西人民出版社,1985.

<sup>⑦</sup>史念海.黄河流域诸河流的变迁与治理[M].西安:陕西人民出版社,1999.

<sup>⑧</sup>史念海.黄土高原历史地理研究[M].郑州:黄河水利出版社,2001.

<sup>⑨</sup>高建国,宋正海.中国近现代减灾事业和灾害科技史[M].济南:山东教育出版社,2008.

上,对近现代的减灾事业和防治技术进行研究,包括减灾事业和减灾机构、抗旱事业和抗旱技术、防洪涝技术风暴潮研究史、地震学史、泥石流研究和防治史、虫灾防治和研究史、疫病研究和防治史等。作者主要研究了民国和建国以来防灾事业和防灾技术,对古代我国的灾害防治技术涉及较少。南京农业大学龚光明撰写了题为《中国古代害虫观念与防治技术研究》<sup>①</sup>的博士论文,作者以时间为线索研究了先秦至明清时期各代害虫的发生概况、人们对害虫的认识、防治政策与技术等内容。郑州大学陈超撰写了硕士论文《秦汉黄河中下游地区作物病虫害灾害研究》<sup>②</sup>,作者研究了黄河中下游地区作物病虫害灾害发生的基本情况、原因以及防治技术与策略。西北农林科技大学邵侃撰写了题为《中国古代农业灾害防减体系研究》<sup>③</sup>的博士论文,作者研究了我国古代农业灾害的防测机制,包括灾象特征识别、雨雪度量器具的应用、引进和推广高产作物;古代农业减灾系统,包括农业技术减灾、工程技术减灾和生物技术减灾;农业灾荒赈济体系,包括政府救灾、社会救灾和灾民自救;最后作者全面梳理了古代农业救荒文献。

在区域灾害史方面,各地陆续开展对自然灾害的研究工作,涌现出许多研究地方灾害史的论著,如尹钧科的《北京历史灾害研究》<sup>④</sup>,王林的《山东近代灾荒史》<sup>⑤</sup>,杨鹏程的《湖南灾荒史》<sup>⑥</sup>,于德源的《北京灾害史》<sup>⑦</sup>,刘昌森的《上海自然灾害史》<sup>⑧</sup>,内蒙古师范大学于志勇、复旦大学吴媛媛、南京农业大学汪志国分别研究了内蒙古、徽州和安徽的自然灾害,分别撰写了博士论文《明清内蒙古中西部的自然灾害与救灾措施》<sup>⑨</sup>、《明清时期徽州的灾害及其社会应对》<sup>⑩</sup>、《自然灾害重压下的乡村——以近代安徽为例》<sup>⑪</sup>等。

## (2) 自然灾害史料汇编

在我国古代文献中,灾害记载极为丰富,时间系列长,连续性好,是我国灾害史研究极为宝贵的财富。民国时期国人已开始对自然灾害史料进行搜集、整理和汇编,国立暨南大学史地系陈高傭教授历时4年编成我国第一部大型的灾害史料分类

<sup>①</sup> 龚光明. 中国古代害虫观念与防治技术研究[D]. 南京: 南京农业大学. 2010.

<sup>②</sup> 陈超. 秦汉黄河中下游地区作物病虫害灾害研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2010.

<sup>③</sup> 邵侃. 中国古代农业灾害防减体系研究[D]. 西安: 西北农林科技大学, 2009.

<sup>④</sup> 尹钧科. 北京历史灾害研究[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1997.

<sup>⑤</sup> 王林. 山东近代灾荒史[M]. 济南: 齐鲁书社, 2004.

<sup>⑥</sup> 杨鹏程. 湖南灾荒史[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 2008.

<sup>⑦</sup> 于德源. 北京灾害史[M]. 北京: 同心出版社, 2008.

<sup>⑧</sup> 刘昌森. 上海自然灾害史[M]. 上海: 同济大学出版社, 2010.

<sup>⑨</sup> 于志勇. 明清内蒙古中西部的自然灾害与救灾措施[D]. 呼和浩特: 内蒙古师范大学, 2010.

<sup>⑩</sup> 吴媛媛. 明清时期徽州的灾害及其社会应对[D]. 上海: 复旦大学, 2007.

<sup>⑪</sup> 汪志国. 自然灾害重压下的乡村——以近代安徽为例[D]. 南京农业大学. 2006.

统计专著《中国历代天灾人祸表》<sup>①</sup>，作者参照《资治通鉴》、《续资治通鉴》、《清史纪事本末》、《明史》、《清史稿》以及各朝会典、实录等各种史籍，统计了上至秦始皇元年下至清宣统三年 2000 余年对民生有直接关系的水、旱、风、雹、蝗、螟、瘟疫、地震等自然灾害以及内忧外患造成的人祸频率，以年表形式进行记载，资料翔实，内容丰富，对研究自然灾害提供了便利条件。

新中国成立后，我国科研工作者投入了大量精力对自然灾害史料进行仔细爬梳，认真辨别，编纂了一批具有重要研究价值的自然灾害史料。如 1953 年由中国科学院地震工作委员会组织，中国科学院历史研究所和地球物理研究所查阅 8000 多种历史文献编写的《中国地震资料年表》（上下册）<sup>②</sup>。该著作是我国首部地震史资料汇编，为我国开展地震史研究提供了重要的文献资料。在此基础上，在 1960 年和 1971 年又对其进行修改完善制成《中国地震目录》。唐山大地震发生之后，人们又一次掀起了对地震研究的热潮，在国家的统一组织领导下，各省市抽调人员搜集整理本地区的地震历史资料，完成了 5 卷本的《中国地震历史资料汇编》等重大成果。

1972 年全球气候出现异常，在周恩来总理的倡议下，由中央气象局研究所和华北东北十省（市、区）整理历史气候资料，1975 年编成《华北、东北近五百年旱涝史料》<sup>③</sup>。1981 年，由中国国家气象局气象科学院主持编纂修订的《中国近 500 年旱涝分布图集》<sup>④</sup>由地图出版社出版，该书在详细统计我国自 1470 年到 1979 年灾害史料的基础上，制定旱涝等级划分标准，首次将气候史料进行量级化处理，绘制历年旱涝分布图 510 幅，为我国灾害史的研究提供了翔实的资料。

中国科学院南京地理研究所徐近之研究员查阅了大量地方志，整理了黄、淮、长江等流域各省、市、自治区历史上出现过的特大旱涝和严重自然灾害史料，编写《气候历史记载初步整理》<sup>⑤</sup>丛书，其中包括四川、云南、贵州、山西等地区气候历史资料 20 篇。1988 年出版的《中国历代自然灾害及历代盛世农业政策资料》<sup>⑥</sup>收录了自汉至清代的自然灾害原始记录和历代盛世时期的农业政策资料，是我国第一部收录历代农业政策的著作，对农业灾害史的研究奠定了基础。

1987 年，第 42 届联合国大会上决议把 20 世纪最后十年确定为“国际减灾十年

<sup>①</sup> 陈高儒. 中国历代天灾人祸表[M]. 上海: 上海书店, 1986. 6.

<sup>②</sup> 中国科学院地震工作委员会历史组[M]. 中国地震资料年表. 北京: 科学出版社, 1956.

<sup>③</sup> 中央气象局. 华北东北近五百年旱涝史料[M]. 北京: 北京大学地球物理系, 1975.

<sup>④</sup> 中央气象局气象科学研究所. 中国近 500 年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1982.

<sup>⑤</sup> 徐近之. 气候历史记载初步整理[M]. 南京: 江苏地理研究所, 1976.

<sup>⑥</sup> 中国社会科学院历史研究所资料编纂组. 中国历代自然灾害及历代盛世农业政策资料[M]. 北京: 农业出版社, 1988.

活动”。为了响应联合国的号召，同时也为了加强我国自然灾害的研究，1989年4月21日，我国成立了中国国际减灾十年委员会，掀起了我国研究自然灾害的热潮，涌现出一批灾害史方面高质量的研究成果，相关著述蔚为大观，在委员会的统一组织领导下，出版了多部研究灾害的大型丛书。1985年，中国人民大学清史研究所李文海、林敦奎、宫明、周源等同志组建“近代中国灾荒研究”课题组，深入挖掘大量古籍文献，查阅清宫档案，摘录灾情报告，编写成70余万字的《近代中国灾荒纪年》<sup>①</sup>，该书以编年体的形式逐年叙述了1840年到1919年全国各省灾情，包括自然灾害发生的时间、地点、受灾范围和程度以及清政府的救荒措施等。这部著作是中国第一部近代灾荒史料集，是研究近代灾荒史的必备资料型工具书。《中国近代灾荒纪年》出版后取得了良好的社会反响，课题组为了使这部著作更加完整，又经过一年多的努力，完成了近50万字的《近代中国灾荒纪年续编》<sup>②</sup>，该书记载了从1919到1949年间的全国各省灾情。1992年12月，由宋正海担任主编，40多位学者经过两年多全力以赴工作，完成了《中国古代重大自然灾害和异常年表总集》<sup>③</sup>，该书收集二十五史、通志、府志、重要县志、古医书、古水利书、杂记及其他古籍中的自然记录，将自然灾害和异常现象分为天象、地质象、地震象、气象、水象、海洋象、植物象、动物象、人体象九类。每一类以时间为顺序记载，该书不仅收集了历史时期（公元前841年～公元1911年）重大灾害史料，而且也有许多古代记载的异常史料，为全面开展对中国古代自然灾害和异常的相关性和整体性研究提供了基础性资料。张波教授主编的《中国农业自然灾害史料集》<sup>④</sup>将农业灾害分为农业气象灾害、农业生物灾害、农业环境灾害三大类，以经史典籍为本，收录了自远古至清末的大量农业灾害记载，是研究农业灾害史的重要著作。

进入21世纪后，对灾害史的研究呈现出更加繁荣的景象，有许多优秀研究成果问世，进一步推动了我国灾害史研究的快速发展。《中国气象灾害大典》是第一部全面反映我国气象灾害史的大型资料性工具书，共32卷，分为综合卷和地方卷（31个省、自治区、直辖市各1卷），《大典》全面记载了各地发生过的气象灾害和赈灾措施。由李文海、夏明方主编的《中国荒政全书》<sup>⑤</sup>（第一、二辑）分别于2003年和2004年陆续出版，该部著作首次系统辑录了先秦至清末出版的各类救荒著作并予以

<sup>①</sup> 李文海. 近代中国灾荒纪年[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1990. 3.

<sup>②</sup> 李文海. 近代中国灾荒纪年续编[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1993. 9.

<sup>③</sup> 宋正海. 中国古代重大自然灾害和异常年表总集[M]. 广东: 广东教育出版社, 1992.

<sup>④</sup> 张波. 中国农业自然灾害史料集[M]. 西安: 陕西科技出版社, 1994.

<sup>⑤</sup> 李文海, 夏明方. 中国荒政全书(第一、二辑). 北京: 北京古籍出版社, 2003, 2004.

点校。在此基础上，课题组继续对中国救荒文献史料进行爬梳整理，搜集到汉至清末现存荒政书 411 部，辑佚书目 65 部，另有译著或国外学者编撰的中文著述 15 部，于 2010 年出版了国内外首部系统、完备的大型中国荒政资料汇编《中国荒政书集成》<sup>①</sup>（共 12 册），该部著作的出版对于中国灾荒史的研究意义重大，一方面对我国古代众多救荒著作进行抢救性的保护；另一方面，对我国学者开展灾荒史的研究提供了便捷条件。

国家气候中心张德二研究员联合 20 多位学科专家历时二十年辑录了我国自公元前 13 世纪至公元 1911 年有关气象的文字记载，编写《中国三千年气象记录总集》<sup>②</sup>（共四册），该部著作以编年体形式分省区将灾害记载逐条罗列，为本文的研究提供了大量史料。宋正海等人在《中国古代重大自然灾害和异常年表总集》和其他灾荒史料汇编的基础上，对中国古代自然灾害史进行整体研究，编著成《中国古代自然灾异整体性研究》丛书（安徽教育出版社，2002 年），该套丛书共有三卷：第一卷为《中国古代自然灾异动态分析》<sup>③</sup>，该书对自然灾害史料进行量化处理，制定统一尺度对几十种自然灾异进行动态分析，用图表的形式反映出各种灾害的规律和特点，这种研究方法具有很强的创新性；第二卷为《中国古代自然灾异群发期》<sup>④</sup>，该书是在第一卷的基础上，利用数据对自然灾异群发期进行论证，综合学术界有关中国古代自然灾异群发期的各种研究成果，揭示自然界复杂的内在联系和变动的整体性；第三卷为《中国古代自然灾异相关性年表总汇》<sup>⑤</sup>，该书首次对具有相关性的自然灾异史料进行汇编，由于自然灾害之间具有种种相互关系，因此本书的出版对于研究中国古代自然灾异的相关性具有重要的参考价值。

### （3）山西灾害史的专题研究

山西是一个自然灾害频发的省份，山西自然灾害的专题研究兴起于 20 世纪 80 年代，第一部山西自然灾害的专著是由郭雅儒主编的《山西自然灾害》<sup>⑥</sup>，在该书中作者辑录了部分山西自然灾害史料，对山西历史上出现的各类自然灾害进行简要的总结和概述，但是由于篇幅所限，该书对山西古代自然灾害的分析不够充分，对历史时期山西自然灾害的原因和防治措施论述较少。1996 年，由山西省水利厅水旱

<sup>①</sup> 李文海，夏明方，朱浒. 中国荒政书集成[M]. 天津：天津古籍出版社，2010. 3.

<sup>②</sup> 张德二. 中国三千年气象记录总集[M]. 南京：江苏教育出版社，2004.

<sup>③</sup> 宋正海，宋建国等. 中国古代自然灾异动态分析[M]. 合肥：安徽教育出版社，2002.

<sup>④</sup> 宋正海，宋建国等. 中国古代自然灾异群发期[M]. 合肥：安徽教育出版社，2002.

<sup>⑤</sup> 宋正海，宋建国等. 中国古代自然灾异相关性年表总汇[M]. 合肥：安徽教育出版社，2002.

<sup>⑥</sup> 郭雅儒. 山西自然灾害[M]. 太原：山西科学教育出版社，1989.

灾害委员会编写的《山西水旱灾害》<sup>①</sup>出版发行,该书主要对建国后山西省的旱涝灾害进行研究,包括灾害的规律、特点、发生原因以及防治措施等方面。中国科学院南京地理研究所徐近之研究员编写的《气候历史记载初步整理》<sup>②</sup>中包含有《山西省气候历史记载初步整理》的部分,但该作由于篇幅较短,对山西自然灾害史料的收集恐有较多遗漏。山西省气象局张杰同志从1984年开始根据山西省图书馆、省文史馆、省档案馆现存的省志、州志、府志、县志以及有关历史文献等历史资料,并查阅了大量气象、农业、防汛、地震、民政、统计等部门的历史灾情资料,历经三年时间认真查证、鉴别编纂成《山西自然灾害史年表》<sup>③</sup>。该著作是山西省第一部也是目前唯一一部较为系统的自然灾害史料专集,为研究山西自然灾害提供了大量的灾害史料,同时也是本文统计明清山西自然灾害频次的重要资料来源。在上述1956年编写的《中国地震资料年表》中有收录《山西省地震年表》,在此基础上,山西省地震历史资料工作组继续搜集整理相关文献资料,最终编写《山西省地震历史资料汇编》<sup>④</sup>,该书系统整理了自公元前23世纪至1986年的山西地震灾害史料,对研究历史时期山西地震灾害具有重要价值。

史念海先生的弟子李心纯研究了明代山西、河北的农业生态环境,对明代山西、河北的人口、土地、森林、灾害、水利设施、粮食作物、经济作物等方面进行了详细论述,出版专著《黄河流域与绿色文明——明代山西河北的农业生态环境》<sup>⑤</sup>。山西水利部门张荷同志在工作之余致力于山西水利史的研究,先后编纂完成《山西通志·水利志》<sup>⑥</sup>和《汾河志》<sup>⑦</sup>两部关于山西水利的专著,这两部著作主要介绍了建国后山西水利的发展状况,对古代山西水利涉及较少。2009年,由张荷编著的《晋水春秋——山西水利史述略》<sup>⑧</sup>出版发行,这部著作收集了作者多年来研究山西水利史的研究成果,作者简明扼要地阐述了山西有史以来水利事业的发展过程,总结概括了各个历史时期山西水利的特点和规律,探讨了具有山西特色的水利工程。翟旺曾任山西省林学会理事、山西省政府参事等职,从事林业科技工作,利用业余时间研究山西森林与生态史,通过实地考察、查阅古籍,对历史时期山西森林和生态

<sup>①</sup> 山西水利厅水旱灾害编委会. 山西水旱灾害[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996.

<sup>②</sup> 徐近之. 气候历史记载初步整理[M]. 南京: 江苏省地理研究所印, 1976.

<sup>③</sup> 张杰. 山西自然灾害史年表[M]. 太原: 山西省新华印刷厂, 1988.

<sup>④</sup> 山西省地震局. 山西省地震历史资料汇编[M]. 北京: 地震出版社, 1991.

<sup>⑤</sup> 李心纯. 黄河流域与绿色文明——明代山西河北的农业生态环境[M]. 北京: 人民出版社, 1999.

<sup>⑥</sup> 张荷, 李乾太. 山西通志·水利志[M]. 北京: 中华书局, 1999.

<sup>⑦</sup> 裴群. 汾河志[M]. 太原: 山西人民出版社, 2006.

<sup>⑧</sup> 张荷. 晋水春秋——山西水利史述略[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.

变迁进行了整理和总结，撰写了多篇专著，如《山西森林与生态史》<sup>①</sup>、《太岳山区森林与生态史》<sup>②</sup>、《管涔山林区森林与生态变迁史》<sup>③</sup>、《太行山系森林与生态简史》<sup>④</sup>、《五台山森林与生态史》<sup>⑤</sup>等。

以行龙教授为带头人的山西大学社会史研究中心多年来从社会史的角度研究山西人口、资源、和环境史，取得了丰硕成果。行龙教授通过对晋水流域文献资料的阅读和实地田野调查，撰写论著《以水为中心的晋水流域》<sup>⑥</sup>，作者研究了宋金以来晋水区域水资源日益匮乏现象、晋水流域 36 村的水利祭祀系统和晋水流域的“峪水为灾”。《环境史视野下的近代山西社会》<sup>⑦</sup>是作者的又一力作，是第一部从环境史的角度研究山西近代社会的著作，从灾荒、水利、森林、煤炭开采等多方面开展对山西环境史的研究。2012 年由山西大学中国社会史研究中心编的《山西水利社会史》<sup>⑧</sup>汇集了研究山西水利社会史的 10 篇高质量论文，内容既有专题论文，也有学术评论、碑刻资料。郝平教授围绕光绪初年“丁戊奇荒”这次特大灾荒展开了系列研究，从人口亡失情况、时限和地域、受灾强度、民众的心态、粮价问题、救荒思想和社会应对等各个方面全方位再现了这次特大灾荒中山西地区的灾害全貌，出版专著《丁戊奇荒：光绪初年山西灾荒与救济研究》<sup>⑨</sup>，发表论文 20 余篇。由郝平教授和高建国教授主编的《多学科视野下的华北灾荒与社会变迁研究》<sup>⑩</sup>汇编了 30 余篇灾害史研究论文。胡英泽教授通过充分挖掘山、陕地区有关黄河滩地的一手文献资料，通过调查走访，关注生态环境与区域社会之间、国家与地方之间的相互关系，著有《流动的土地：明清以来黄河小北干流区域社会研究》<sup>⑪</sup>一书，在该书中作者研究了黄河小北干流生态环境变迁过程以及在此背景下滩地的边界制度、滩地地权制度、滩地资源与村庄权力结构等内容。张俊峰教授主要研究明清时期山西水利社会史，从社会史的角度对明清山西开展了以水为中心的考查，全面反映了明清时期山西农村的水冲突与水文化，发表相关论文 10 余篇，著有专著《水利社会的类型：明清以来洪洞水利与乡村社会变迁》<sup>⑫</sup>。马维强副教授研究了抗战时期太行根据地的蝗灾与社会

<sup>①</sup> 翟旺，米文精. 山西森林与生态史[M]. 北京：中国林业出版社，2009.

<sup>②</sup> 翟旺，段贵书. 太岳山区森林与生态史[M]. 太原：山西高校联合出版社，1996.

<sup>③</sup> 翟旺，杨丕文. 管涔山林区森林与生态变迁史[M]. 太原：山西高校出版社，1994.

<sup>④</sup> 翟旺，张守道. 太行山系森林与生态简史[M]. 太原：山西高校联合出版社，1994.

<sup>⑤</sup> 翟旺，米文精. 五台山森林与生态史[M]. 北京：中国林业出版社，2008.

<sup>⑥</sup> 行龙. 以水为中心的晋水流域[M]. 太原：山西人民出版社，2007.

<sup>⑦</sup> 行龙. 环境史视野下的近代山西社会[M]. 太原：山西人民出版社，2007.

<sup>⑧</sup> 山西大学中国社会史研究中心编. 山西水利社会史[M]. 北京：北京大学出版社，2012.

<sup>⑨</sup> 郝平. 丁戊奇荒：光绪初年山西灾荒与救济研究[M]. 北京：北京大学出版社，2012.

<sup>⑩</sup> 郝平，高建国. 多学科视野下的华北灾荒与社会变迁研究[M]. 太原：北岳文艺出版社，2010.

<sup>⑪</sup> 胡英泽. 流动的土地：明清以来黄河小北干流区域社会研究[M]. 北京：北京大学出版社，2012.

<sup>⑫</sup> 张俊峰. 水利社会的类型：明清以来洪洞水利与乡村社会变迁[M]. 北京：北京大学出版社，2012.

应对<sup>①</sup>。

太原师范学院汾河流域科学发展研究中心以王尚义教授为学科带头人的学术团队多年来研究汾河流域的生态变迁，主持 2004 年度国家自然科学基金资助项目——《历史时期汾河上游人类活动影响下的生态安全研究》，发表了多篇学术论文。王尚义教授主要对历史时期汾河流域的生态环境变化、湖泊与河流变迁及其土地利用、人口变动等关系进行分析，提出“历史流域学”的研究思路，将流域作为一个完整的地域系统研究以水资源为核心的人地关系演化规律。

中国中医科学院单联喆撰写了题为《明清山西疫病流行规律研究》<sup>②</sup>的博士论文，在该文中，作者通过梳理明清山西瘟疫灾害史料，对明清时期山西瘟疫的分布特征、瘟疫种类、背景和原因以及赈济情况进行研究，是目前唯一一部全面系统研究明清山西瘟疫灾害的成果。陕西师范大学张慧芝撰写了题为《明清时期汾河流域经济发展与环境变迁研究》<sup>③</sup>的博士论文，作者从历史地理学的视角研究了明清时期汾河流域上、中、下游的经济发展概况以及由此而导致的流域环境变迁，包括农业、林木业、工商业、工矿业、手工业等方面对环境造成的影响。武小平研究了元代山西的自然灾害，撰写硕士论文《元代山西地区自然灾害研究》<sup>④</sup>，在该文中作者研究了元代山西各种自然灾害的时空分布特征。另外，张丽芬、白燕斌、苏慧慧分别从各自专业方向对明清山西的自然灾害进行了研究，分别撰写了硕士论文《明代山西灾荒研究》<sup>⑤</sup>、《明代晋北地区的自然灾害与社会应对研究》<sup>⑥</sup>、《山西汾河流域公元前 730 年至 2000 年旱涝灾害研究》<sup>⑦</sup>，李楠研究了清代山西祈雨活动，撰写硕士论文《清代山西祈雨研究》<sup>⑧</sup>，面对严峻的旱情，在长期天人感应的思想影响下，清代山西人民展开了广泛的祈雨活动，作者主要研究了清代山西官方和民间的祈雨活动。这些文章或者囿于篇幅限制，或者由于专业所限，都没有对明清山西自然灾害进行全面深入研究，尤其是在统计灾害频次时都没有明确说明统计方法，没有对严重的自然灾害进行必要的等级划分，也没有深入分析自然灾害发生的规律和特点，对自然灾害的防治技术几乎没有涉及。

#### （4）国外学者对中国灾害史的研究

<sup>①</sup> 马维强. 抗战时期太行根据地的蝗灾与社会应对[J]. 中国党史研究, 2009. 5.

<sup>②</sup> 单联喆. 明清山西疫病流行规律研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2013.

<sup>③</sup> 张慧芝. 明清时期汾河流域经济发展与环境变迁研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2005.

<sup>④</sup> 武小平. 元代山西地区自然灾害研究[D]. 广东: 暨南大学, 2010.

<sup>⑤</sup> 张丽芬. 明代山西灾荒研究[D]. 重庆: 西南大学, 2006.

<sup>⑥</sup> 白燕斌. 明代晋北地区的自然灾害与社会应对研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2011.

<sup>⑦</sup> 苏慧慧. 山西汾河流域公元前 730 年至 2000 年旱涝灾害研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2010.

<sup>⑧</sup> 李楠. 清代山西祈雨研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2009.

国外学者对中国灾害史的研究成果较少，马龙格（D·H·Mallong）著有《饥荒的中国》<sup>①</sup>，全书共8卷，统计了中国自108年至1911年1825次灾荒，并分析了灾荒的原因及防治对策。何西（A.Hosie）统计了中国古代旱灾次数，发表论文《中国之旱灾》（Droughts in China），法国学者魏丕信（Pierre Etienne Will）在1980年出版《18世纪中国的官僚制度与荒政》<sup>②</sup>，2003年被译为中文版。英国伦敦大学亚非学院（SOAS）历史系讲师安维雅（Andrea Janku）撰写学术论文《临汾方志传记中的灾害体验1600-1900》<sup>③</sup>，美国斯沃斯莫尔学院历史系教授Lillian M.撰写了题为《1690-1990年间华北的饥荒：国家、市场与环境的退化》（Fighting Famine in North China: State, Market, and Environmental Decline, 1690s-1990s）（美国斯坦福大学2007年版）的著作，该部著作出版后引起了西方学者的重视，受到了高度评价。法国蓝克利（Christian Lamouroux）与董晓萍合著《不灌而治——山西四社五村水利文献与民俗》<sup>④</sup>，该书是首部研究中国华北旱作农村节约用水文化习惯的学术专著，从人类学、社会学、历史学、民俗学的角度研究山西民间以自治为主的用水模式，提出了新的观点和看法。

#### （5）对研究现状的总结与思考

通过对自然灾害史研究成果细致的梳理，可以看出自然灾害史越来越受到关注，涌现出一大批优秀的研究成果。在这些论著中，无论是全国灾害通史，或是对某一种灾害的专题研究，或是对自然灾害史料的整理汇编都或多或少包含山西灾害史的内容，但是从目前对山西自然灾害史的研究来看，还存在以下几个方面的不足：

##### 第一，在研究程度方面

山西是一个自然灾害频发的地区，自然灾害种类多、频次高、范围广。同时山西具有五千年文化历史，蕴藏有丰富的自然灾害史料，这些史料系列长、连贯性好，为研究山西自然灾害史提供了丰富的资料来源。但是相对于其他地区而言，对山西自然灾害史的专题研究明显薄弱。如其他地区已陆续出版了《北京历史灾害研究》、《北京灾害史》、《山东近代灾荒史》、《湖南灾荒史》、《上海自然灾害史》、《自然灾害重压下的乡村——以近代安徽为例》、《明清内蒙古中西部的自然灾害与救灾措施》和《明清时期徽州的灾害及其社会应对》等多部论著。对山西自然灾害史的研究成

<sup>①</sup> Walter H. Mallory. 吴鹏飞译. 饥荒的中国[M]. 上海：民智书局，1929.

<sup>②</sup> [法]魏丕信（Pierre-Etienne Will），徐建青译. 18世纪中国的官僚制度与荒政[M]. 南京：江苏人民出版社，2003.

<sup>③</sup> [德]安维雅（Andrea Janku），曹新宇，刘希付. 临汾方志传记中的灾害体验1600-1900[J]. 清史研究，2009. 1

<sup>④</sup> 董晓萍，[法]蓝克利. 不灌而治——山西四社五村水利文献与民俗[M]. 北京：中华书局，2003.

果较少，目前学界对山西自然灾害史的研究或者局限于某种灾害，如单联喆的《明清山西疫病流行规律研究》；或者局限于某个时域，如郝平的《丁戊奇荒：光绪初年山西灾荒与救济研究》，对明清时期山西自然灾害整体作为研究对象的系统性研究尚无所见，同时利用自然科学和社会科学的综合方法对古代山西自然灾害进行研究的成果也较缺乏。山西自然灾害史仍然具有广阔的研究空间，无论是对山西自然灾害史料的汇编，或是对山西自然灾害的通史性研究，或是对明清山西自然灾害的研究，都有必要进行深入挖掘，这也是本文作者以后长期的研究方向。

### 第二，在研究内容方面

目前学界对山西自然灾害史的研究内容多集中在灾害影响、荒政、社会救助等方面，如山西大学社会史研究中心郝平教授多年来致力于从社会史的角度推进灾荒史的研究，他的研究主要集中在光绪初年“丁戊奇荒”这次特大旱灾对山西人口的影响、灾情、粮价和社会应对等方面，这些成果集中体现在他的专著——《丁戊奇荒：光绪初年山西灾荒与救济研究》中。太原师范学院王尚义教授从人类活动原因分析历史上汾河流域的生态环境变迁。山西大学黄土高原研究所则致力于现代黄土高原或山西气候变化的研究。以灾害本身发展规律、分布特征和防治技术等方面为研究对象的成果较少。自然灾害具有本身的内在特征，尤其是气象灾害和生物灾害，其发生时间和分布范围是由灾害本身特性决定的，对灾害规律特征的研究对于加强灾害的认识具有重要作用。另外，人类在长期与自然灾害做斗争的过程中，创造出许多切实可行的科学技术，目前虽然在山西科技史的论著中包含有一些防灾减灾技术内容，但总体来说比较零散和浅显，仍然有许多宝贵的经验尘封在古籍中或散落于民间，山西灾害防治技术仍然有广阔的研究空间，这项研究工作不仅可以充实山西科技史的研究内容，弘扬中国传统文化，而且对当今自然灾害的防治工作也具有重要意义。

### 第三，在灾害统计方法方面

在目前已出版的灾害史研究的众多论著中可以看到有许多灾害的统计结果，是自然灾害史研究的重要成果，但是多数都缺乏对统计方法的论述，使我们只知结果，不知结果如何而来。如果统计方法不同，得出的结果自然不同。目前对历史时期灾害的统计结果正是因为统计方法的不同而存在较大差异。古人对灾害的记载多是对灾情的描述，没有现在发达科学仪器记录的准确数据，所以对古代自然灾害的量化工作更需要对灾害史料进行认真辨别，利用科学的统计方法，只有这样在灾害史的研究中才能得出较为准确的统计结果。另外，目前学界对于灾害等级的划分标准也

存在不同，大多都是根据史料记载确定当时整个区域的灾害等级，虽然这样可以直观地看出一个区域受害程度，但是史料对灾害的记载多是以县为单位的，那么在统计灾害频次和划定灾害等级时就存在很多的人为性，并且忽略了整个区域灾害的空间差异性，而所有对于灾害的统计和分析都是以正确统计和等级划分为基础的，因此对历史时期灾害统计是否正确，灾害等级划分是否合理，对灾害规律的分析具有重大意义。

### 0.3 研究思路

本文以明清山西自然灾害为核心，每章内容之间都具有紧密的内在联系，环环相扣，层层递进，首次对明清山西灾害史进行系统全面的研究。导言部分介绍了本文的选题意义、研究现状、创新之处等方面，正文五章以“灾害统计-灾害规律-灾害特点和影响-灾害原因-灾害防治”内在逻辑关系展开，结束语部分对全文进行的总结概括，提出以后的研究方向和对灾害科技史研究的几点建议。

#### (1) 建立以县为单位的明清山西自然灾害数据库。

对自然灾害规律的分析必须建立在准确的数据统计基础上，目前学界对灾害的统计方法不一，不同的统计方法得出的结果也不一样。本文在充分利用前人对灾害史料的汇编成果基础上，以《中国气象三千年记录总集》、《中国古代重大自然灾害和异常年表总集》、《中国气象灾害大典（山西卷）》、《山西自然灾害史年表》和《山西省地震历史资料汇编》等灾害史料汇编为基本资料库，参照正史、明清实录，尤其是明清山西各地方志和碑刻资料对灾害记载进行分析考订，以县为单位对明清山西自然灾害进行逐年统计，建立以县为单位的明清时期山西自然灾害数据库，为研究明清山西自然灾害规律提供数据支持。

#### (2) 绘制明清山西自然灾害时空分布图。

在明清时期山西自然灾害数据库的基础上，本文借助 Excel 软件对数据进行汇总计算，利用 Sigmaplot 软件以 10 年为单位绘制明清时期山西各种自然灾害时间变化趋势图、季节和月份分布图。时间变化趋势图中包括了受灾县次平均值、每 10 年受灾县次、5 年滑动平均值。本文依据《中国历史地图集》和《山西省历史地图集》明确明清时期山西行政区划，界定明清时期山西各县地理位置。利用明清山西自然灾害数据库，利用 photoshop 软件绘制明清山西自然灾害空间分布图，形象直观地反映明清山西自然灾害空间分布。

#### (3) 总结明清山西自然灾害的规律和特点。

在明清山西自然灾害时空分布图的基础上,本文分析各类灾害在明清两代的年变化趋势、季节分布特征和月份分布特征,根据国际气象标准求异常值的方法计算灾害极值年份,以此确定重大灾害和重大灾年。山西南北跨度大,气候地理环境多样,不同区域主要发生的自然灾害各异,自然灾害有着明显的空间异质性,通过明清山西各类自然灾害的空间分布图,结合各府县受灾频次数据,研究明清山西各类灾害的空间分布特征。在对明清两代山西各种灾害进行具体分析的基础上,本文对明清山西自然灾害的整体特点进行宏观总结和描述。

#### (4) 分析明清山西自然灾害影响和原因

明清山西自然灾害给古代人民造成了严重影响,灾害后哀鸿遍野、饿殍载道、赤地千里的现象在史籍记载中屡见不鲜。灾害史料包括灾情、灾期和灾区三个方面,灾害三要素之一的灾情,是灾害史料记载的核心内容。古人对灾情的记录,多采用形象性的文字予以描述。翻阅灾害史料,每次灾害为害之情景历历在目。在充分查阅山西大学图书馆、山西省图书馆中所藏山西通志、各县地方志以及明清山西碑刻资料,文人笔记的基础上研究明清时期自然灾害对山西经济、社会、政治等方面造成的影响,对于客观全面认识历史具有一定作用。灾害具有自然和社会的双重属性,自然因素是灾害发生的直接推动力,但是自然灾害的发生需要作用与做为受灾体的人类才能导致灾荒,明清时期人类活动对大自然的破坏也直接或间接导致了自然灾害的发生,战争和政治腐败也是自然灾害发生的重要原因。因此本文从自然因素和人类活动两个方面研究明清时期山西自然灾害的成因。

#### (5) 研究明清时期山西自然灾害防治技术

在自然灾害给人类造成巨大灾难的同时,我国古代先民一直在与之做坚决的斗争,大禹治水的事迹是古代先民抵抗自然灾害的成功代表。中华民族的发展史同时也是一部人类与自然灾害做斗争的历史,山西作为中华民族的发祥地之一,有着五千年的文化历史,在长期与自然灾害做斗争的过程中,总结了大量的富有成效、科学实用的自然灾害防治技术,这些宝贵的经验一方面载于史书,另一方面以众多文物古迹的形式留存下来。本文通过文献阅读和实地调查二者相结合的研究方法,深入研究明清山西自然灾害的防治技术,不仅具有一定的学术价值,而且可以对当前山西自然灾害的防治提供借鉴。

## 0.4 研究方法

### (1) 查阅文献

历史学的研究离不开大量的资料保障，只有在大量阅读文献资料的基础上，研究才更具真实性和可靠性。查阅文献是历史学研究的基本方法，本文在研究过程中不断搜集查阅文献资料。不仅在正史、明清实录、明清山西通志、各县志和碑刻资料中有大量灾害的记载，而且明清丰富的救荒文献、古农书以及文人笔记中也有许多相关记录，这些资料都为本文研究提供了充实的资料保障。

### （2）学科综合

目前学界对灾害史的研究仍然存在较强的学科壁垒，自然科学工作者多是利用现代科技仪器所检测的数据对灾害进行规律分析，人文社会科学工作者多是从荒政和社会学的角度研究灾害史，他们都分别在各自的领域取得了丰富的成果，但是这种单兵作战的方法忽视了自然灾害同时具有自然性和社会性的双重属性，我们采用自然科学和社会科学相结合的研究方法，充分利用学科交叉优势作用对明清山西自然灾害进行综合研究。如在对山西蝗灾的研究过程中，我们深入到山西大学生物技术研究所的蝗虫实验室对蝗虫不同生长阶段的发育形态、生长习性、喜好食物等方面进行连续观察。事实证明，这样的方法非常有助于我们对明清山西蝗灾的研究，许多问题变得迎刃而解。此外，我们先后与自然地理学、生态学、生物学以及历史学专业的多位学者就明清山西自然灾害的相关问题进行探讨，他们都从各自专业的角度对我们研究过程中面临的一些问题给予了解释，对研究给予了无私帮助，在此，我们深表感谢。

### （3）实地调研

我国古代劳动人民在长期与自然灾害做斗争的过程中一方面保存了众多灾害史料，救荒文献等文字性资料，另一方面也有大量实物留存，如在历史上抵抗了数次大震的应县木塔、浑源县圆觉寺塔刹上用于测风的相风鸟以及为了抗旱防涝而兴建的数量众多的水利工程，这些实物留存充分体现了古代山西劳动人民防灾抗灾方面高超的聪明才智。为了研究的深入开展，我们先后赴山西稷山、万荣、侯马、洪洞、霍州、柳林和原平等县进行实地考察，主要对当地自然环境、用水方式和山区农业抗灾技术等方面进行了考查。通过有限的实地走访，一方面我们获得了许多有价值的信息和资料，对于更好地理解灾害发生原因与古人所采取的灾害防治技术有很大帮助；另一方面我们深感山西灾害科技史有着广阔的研究领域，仍有许多问题值得继续深入挖掘和探讨。

## 0.5 研究难点

本文对明清山西自然灾害进行全面系统地研究，研究时空范围大，灾害种类多是本文研究的最大难点。首先，一方面由于明清时期是中国历史上典型的灾害多发期，另一方面因为只有较长的时间跨度才能凸显出灾害自身的特征规律，本文选取了明清时期（1368-1911）544年这一较长时间段作为历史背景对山西全境进行研究，所以研究时空范围大为研究的第一大难点；其次，本文选取了旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻灾害、风灾、震灾和瘟疫这8种山西常见的自然灾害为研究对象，灾害种类多是本文研究的第二大难点。再次，大量的统计计算工作需要研究者具有顽强的毅力和较高的计算机运用能力。对灾害原因的分析 and 防治技术的研究需要有多学科的专业知识，这些都为研究带来了重重障碍。

## 0.6 创新之处

本文的创新之处主要表现在以下三个方面：

### （1）选题创新

灾害史是目前学界研究的热点领域之一，无论是对全国性灾害史展开宏观考查，还是对区域灾害史进行具体研究，相关著作和成果不断涌现。但是与其他区域灾害史研究状况相比较，对山西自然灾害史的研究尚显薄弱，本文利用自然科学和社会科学的综合方法以明清山西自然灾害整体作为研究对象进行系统的研究，不仅可以弥补山西灾害史的研究不足，充实区域灾害史和山西科技史的研究内容，而且对于当代山西自然灾害的防治也具有一定的实际意义。

### （2）研究内容创新

目前学界对山西自然灾害史的研究内容大多都是从政治学、社会学和人类学的角度进行，研究内容主要集中于灾害概况、灾害影响、荒政、社会救助等方面，对明清山西自然灾害的规律、原因和防治技术等系统化研究还很薄弱，本文首次以明清山西自然灾害整体为研究对象对其进行系统深入的研究。

首先，本文在前人史料汇编的基础上，充分利用明清时期山西丰富的自然灾害史料，对明清山西自然灾害量化统计，首次建立明清山西自然灾害数据库。自2010年开始，我们就着手明清山西自然灾害的统计工作，经过长时间坚持不懈地努力，完成了对明清山西自然灾害的量化处理，建立了明清山西自然灾害数据库，这可以为研究者研究山西自然灾害以及区域自然灾害提供帮助。其次，在对山西自然灾害的研究中我们发现，大多数研究都只是对自然灾害进行概况性整体描述，很少有对

各类灾害进行规律和特征分析;

其次, 本文在明清山西自然灾害数据库基础上, 绘制明清山西各类自然灾害时空分布图, 研究灾害规律和特点, 对明清山西各类灾害进行时间趋势分析、季节特征分析、月份特征分析和空间分布分析, 对加深自然灾害的认识以及当前山西自然灾害的防治工作具有一定的借鉴作用;

再次, 本文分析明清山西自然灾害对当时政治、经济和社会造成的严重影响, 从自然因素和人类活动两个方面研究明清山西自然灾害的发生原因;

最后, 目前在山西科技史的研究中包含有一些古人对自然灾害的防治技术内容, 但是总体来说比较零散和浅显, 还没有进行系统化深入化研究, 本文对明清山西自然灾害的防治技术进行系统深入研究, 形成明清山西自然灾害防治技术体系, 对充实山西科技史的研究内容和当前山西自然灾害的防治都具有重要意义。

### (3) 灾害统计方法创新

目前, 在许多关于自然灾害史的研究成果中, 只能看到统计的最后结果而不知其统计方法, 一些研究中虽然告知了统计方法, 但是比较笼统和模糊, 存在许多疑点。古人对于自然灾害的记载主要侧重于灾情的描述, 并没有当前先进仪器测量的数据, 因此如果不采取恰当的危害统计方法, 则必然导致统计结果的不准确, 这样会影响到对灾害的分析, 本文采用以县为单位的灾害统计方法对明清山西自然灾害进行量化处理, 利用此种统计方法将提高灾害量化的准确性, 进而能够更准确地研究明清山西自然灾害的规律和特点。

## 第一章 明清山西自然灾害统计与计量基础

本章内容为开展全文的基础，对三个基本问题做出明确界定：一是明确山西自然环境特点，包括地理环境和气候环境，这对于分析山西自然灾害的原因和分布具有重要意义；二是明确明清山西行政区划，到县或散州一级，尤其要清楚县或散州的变动情况，这对于本文的灾害统计工作非常重要；三是明确自然灾害史料来源和统计方法，所有对于灾害规律和特点的分析都是建立在科学的统计方法上，所以权威的资料来源和科学的统计方法对于获得正确的统计结果至关重要。

### 1.1 山西自然环境特点

山西位于华北大平原西部，全境处于黄土高原之上，与华北其他地区相比具有自己独特的地理环境和气候特征。本节从地理环境和气候环境两个方面介绍山西的自然环境特点。

#### 1.1.1 地理环境

山西地处黄河中游，东经  $110^{\circ}14'42'' \sim 114^{\circ}33'17''$ ，北纬  $34^{\circ}34'58'' \sim 44^{\circ}44'30''$ ，因处于太行山之西而得名，为中华民族主要发祥地之一。全省疆域辽阔，呈东北斜向西南的平行四边形，总面积有 156579 平方千米，占全国总面积的 1.63%。全省地貌复杂多样，以山脉和丘陵居多，山地占 40%，丘陵占 40.3%，平川河谷只有 19.7%。全省群山环绕，东依巍巍太行，西靠雄伟吕梁，北有高耸恒山，南接连绵中条，其间还有五台山、系舟山、太岳山、云中山、管涔山等众山脉分布其间，可以说山西就是一片山的海洋。中部由北至南依次排列有五大断陷盆地，分别为大同盆地、忻定盆地、太原盆地、临汾盆地和运城盆地，这五大盆地历来是山西经济和文化中心。此外，在诸山之间，还有一些小型盆地分布，如东南部有长治、晋城、阳城、黎城和襄垣盆地，其中以长治盆地面积最大；晋中东部有平定、寿阳盆地；晋北有广灵和灵丘盆地。境内海拔多在 1000 米以上，在整个华北平原上，山西尤其显得高耸挺拔，海拔最高处为 3058 米，位于北部五台山主峰北台顶（叶斗峰），同时也为华北地区最高峰，最低处仅有 167.7 米，位于南部垣曲县黄河入口处，由北至南海拔逐渐降低。由此可见，山西地势起伏之大，南北高差悬殊。全省位于黄土高原上，大部分土地都覆盖有 10~30 米厚的黄土。

除西部和西南部省境有黄河流经外，省内主要河流分属于黄河和海河两大水系，中部为省内最长河流，即被誉为山西母亲河的黄河第二大支流——汾河。汾河发源于晋北宁武县管涔山，流经太原和临汾两大盆地，全长 694 公里，经山西六个地市，

流域面积达 39826 平方公里，约占全省总面积的四分之一，为全省工农业最为发达的地区。此外，还有 9 条较大河流，流域面积都在 3000 平方公里以上，北部有桑干河和滹沱河；东南部有沁河、丹河、清漳河和浊漳河；南部有涑水河；西南有昕水河；西部有三川河。在地形和气候因素的影响下，山西河流有山地性和季节性的双重特点。水量有明显的季节变化和年际变化，水量不稳定，夏汛且时间短，河流水量的补给主要源于大气降水，有结冰期，流域内植被覆盖率低，含沙量大。一是山西山脉起伏、沟壑相间、峡谷众多，坡陡流急，河流冲刷严重，含沙量大，山地特征明显；二是山西全年降雨主要集中于夏季汛期，河流流量主要集中于汛期，枯水期径流量小且不稳定，季节性特征明显。此外，在山地和平原接壤地带的断层处常有泉水涌出，流量较大且有悠久历史的有朔州市的神头泉、平定县的娘子关泉、太原市的晋祠泉、介休县的洪山泉、临汾县的龙子祠泉和洪洞县的霍泉等，这些泉源为当地工农业生产提供了重要的水源保证。

### 1.1.2. 气候环境

山西地处中纬度内陆地区，省境东部山脉阻挡了海洋的影响，为典型的温带大陆性季风气候，夏季高温多雨，冬季寒冷干燥，气温的日较差和年较差大。春季风大、少雨干燥，降水稀少，春旱现象普遍存在，有“十年九春旱”之说，这时正是农作物需水重要时期，干旱导致农作物出苗及返青受限，减产或死亡现象普遍。另外，山西地表黄土覆盖，土质疏松，植被覆盖率差，地表摩擦力小，对大风的削弱作用差，春季风沙频发，在中部和北部地区易形成沙尘暴天气；夏季高温高湿，降雨量集中，可达全年降水量的 70% 以上，容易形成暴雨、冰雹、雷雨大风和伏旱等灾害性天气。但是温带季风气候较不稳定，在夏季风强或者来的早的年份，降水量会较其他年份水量大，而在夏季风弱或者来的晚的年份，降水量会较其他年份水量少，容易形成伏旱天气；秋季受高压控制，天气晴朗，气温适中，但持续时间短，若农作物尚未成熟，气温降低极易形成霜冻灾害；冬季受蒙古-西伯利亚冷高压控制，寒冷干燥，降水极少，盛行北风和西北风。因南北纬度差异较大，跨越 6 个纬距以上，并且地势起伏不平，冷空气越过山脉后在背风一侧由于气流下沉而出现焚风效应，所以全省各地气温悬殊较大。总体来说，北部低于南部，山区低于盆地，自南向北平均气温差在  $14\sim 4^{\circ}\text{C}$  之间，北部山区气温最低，可低至  $-40^{\circ}\text{C}\sim -30^{\circ}\text{C}$  之间，如岢岚、右玉和五寨处于高寒地带；南部在夏季最高气温可达  $40^{\circ}\text{C}$  以上。昼夜温差也较大，最大温差可达  $20^{\circ}\text{C}$ 。山西全年降水总量偏少，基本不能满足农作物需求，大部分地区年平均降水量居于  $400\sim 600\text{mm}$  之间。从地域上看，降水南北相差较大，总体表现

为东南向西北递减，山地多于盆地的特征，北部地区降水仅为南部的一半。由于吕梁山和太行山的阻挡，太平洋东南暖湿气流对山西内部的影响小，沿着东部太行山脉走向急剧抬升而出现降雨，因此在太行山东部山区降水显著，如五台山雨坡区、中条山东部、陵川东部和太岳山区为降水量集中区域，西南气流受西部吕梁山脉的影响而出现降雨，暴雨洪涝冰雹等灾害时有发生。另外，吕梁山背风一侧即太行山西部由于受到高山阻挡降水量普遍减少，为雨影区，易发生干旱高温等灾害性天气。

## 1.2 明清山西行政区划界定

本文采用以县为单位的灾害统计方法，对于明清时期山西的行政区划尤其是县或散州需要有准备的把握，因此需要厘清明清山西所辖各县或散州的地理分布和变动情况，这是本文对灾害统计的基础性工作。在此基础上，绘制明清山西各类自然灾害空间分布图，研究灾害的空间分布特征。

### 1.2.1 明代山西行政区划的界定

公元 1368 年，朱元璋建立明朝，改元洪武，定都南京。明成祖永乐十九年（1421 年）迁都北京。明代的行政区划是省、府（州）、县三级制（少数地区为省、府、州、县四级制）。明初采取元代的“行中书省”制，废路改府，洪武九年（1376 年）始改元代的“行中书省”为承宣布政使司。至宣宗宣德以后，分全国为京师、南京两直隶府，包括山西在内的十三布政使司，简称十三司，俗称十三省。连同两个直隶府共计十五个省级行政区，又称十五省。每一布政使司政区，习惯上称为“省”，省下设府，府下设县，在边防要塞要豁地方还设置卫、所。

洪武二年（公元 1369 年）置山西等处行中书省，洪武三年（1370 年）置太原都卫，洪武八年（公元 1375 年）改都卫为山西都指挥使所，洪武九年（1376 年）改行中书省为承宣布政使司。治所为太原府，其辖区北至大同，东至真定，南至黄河，西抵河套，大约为今山西全境和内蒙古自治区一部分。共领五府、三直隶州，十六属州、七十九县，其中有一县（广昌县）不在山西，故实有七十八县。

明代山西的变化的行政区划为（1）改路为府：洪武元年（公元 1368 年）改冀宁路为太原府，改晋宁路为平阳府，次年改大同路为大同府。嘉靖八年（公元 1529 年）升潞州为潞安府。万历二十三年（公元 1595 年）升汾州为汾州府。洪武二年（公元 1369 年），升泽州、沁州、辽州为直隶州。（2）省置州：洪武初省武州。洪武二年（公元 1369 年）降河中府为蒲州。洪武七年（公元 1374 年）置岢岚县，次年升为岢岚州。隆庆元年（公元 1567 年）改石州为永宁州。（3）县级政区变化：明代各

县大体沿用元代县名，洪武初省西河县入汾州。万历二十三年（公元 1595 年）升汾州为汾州府复置县，改为汾阳县。洪武二年（公元 1369 年）省上党县入潞州。嘉靖八年（公元 1529 年）升潞州为潞安府，复置县，改为长治县。洪武八年（公元 1375 年）改平晋县为太原县。洪武初省秀容县入忻州、省正平县入绛州、省霍邑县入霍州、省隰州县入隰州、省离石县入永宁州、省金城县入应州、省鄆阳县入朔州、省晋城县入泽州、省铜鞮县入沁州、省辽山县入辽州。洪武二年（公元 1369 年）省河东县入蒲州。洪武间废白瓮县，二十六年（公元 1393 年）置为阳和卫，同时又省宣宁县。洪武二年降崞州为崞县、降台州为五台县、降坚州为繁峙县、降孟州为孟县、降管州为静乐县、降临州为临县、降兴州为兴县、降岚州为岚县。洪武十三年（公元 1380 年）置河曲县。嘉靖七年（1528 年）析潞城、壶关、黎城地置平顺县。

### 1.2.2 清代山西行政区划的界定

根据《中国历史地图集》<sup>①</sup>、《山西省历史地图集》<sup>②</sup>、《山西历史政区地理》<sup>③</sup>，清代地方行政区划为三级制，分别为：省（顺天府同省一级）、府（直隶厅、直隶州同）、县（散厅、散州同）。雍正二年（公元 1724 年）增平定、忻、代、保德、解、绛、吉、隰八直隶州。次年（公元 1725 年）增宁武、朔平两府。雍正六年（公元 1728 年）升蒲州及直隶州泽州为府。乾隆三十七年（公元 1722 年）改吉州为府隶州，属平阳府；同年升霍州为直隶州。总计山西巡抚共领九府、十直隶州、六属州、八十五县、十二直隶厅（不在今山西境内）。在清代山西县级政区变化的有：乾隆二十八年（公元 1763 年）省清源县入徐沟县，次年（公元 1764 年）又省平顺县入潞城县，嘉庆元年（公元 1796 年）省乐平县入平定州，同时改马邑县为朔县之一乡；雍正三年（公元 1725 年）改阳高卫为阳高县，改天镇卫为天镇县，改右玉卫为右玉县，改左云卫为左云县，改平鲁卫为平鲁县，改宁化府为宁武县，改偏关守御所为偏关县，改神池堡为神池县，改五寨堡为五寨县；雍正六年（公元 1728 年），增置永济县、凤台县；雍正八年（公元 1730 年），析临晋县地置虞乡县；洪武二年降崞州为崞县、降台州为五台县、降坚州为繁峙县、降孟州为孟县、降管州为静乐县、降临州为临县、降兴州为兴县、降岚州为岚县；洪武十三年（公元 1380 年）置河曲县；嘉靖七年（公元）析潞城、壶关、黎城地置平顺县。至嘉庆元年（1796），山西有 9 府、10 州，8 厅，分治州 6，县 85。8 厅为山西 4 道之一的归绥道所辖，因不在今山西境内，所以不在本文考察范围。

<sup>①</sup> 谭其骧. 中国历史地图集·清时期[M]. 北京. 中国地图出版社出版. 1996:20~21.

<sup>②</sup> 山西省地图集编纂委员会. 山西省历史地图集[M]. 北京. 中国地图出版社. 2000:80~83.

<sup>③</sup> 张纪仲. 山西历史政区地理[M]. 太原. 山西古籍出版社. 2005:229~235.

### 1.3 资料来源和统计方法

对自然灾害的统计工作而言,权威的资料来源和科学的统计方法对于灾害统计结果至关重要,只有二者紧密结合,才能保证正确的灾害统计结果,为研究明清山西自然灾害时空分布规律提供准确的数据支撑。

#### 1.3.1 资料来源

本文以《中国三千年气象记录总集》<sup>①</sup>、《山西自然灾害史年表》<sup>②</sup>、《山西省地震历史资料汇编》<sup>③</sup>、《中国气象灾害大典(山西卷)》<sup>④</sup>为基本资料库,结合《山西通志》与明清山西各县地方志、碑刻资料对明清山西灾害史料逐条统计,建立以县为单位的明清山西自然灾害数据库。《中国三千年气象记录总集》是由国家气候中心张德二研究员联合20多位学科专家历时二十年编写的大型灾害史料汇编丛书,该套丛书共分四册,其中第一册史料汇编从甲骨文、远古至元时期,第二册为明代,第三、四册都为清代,该套丛书以编年体形式分省区将灾害记载逐条罗列,是本文研究重要的参考资料。《山西省自然灾害史年表》为山西省气象局张杰同志从1984年开始根据山西省图书馆、省文史馆、省档案馆现存的省志、州志、府志、县志以及有关历史文献等历史资料,并查阅了大量气象、农业、防汛、地震、民政、统计等部门的历史灾情资料,历经三年时间认真查证、鉴别编纂而成。该著作是山西省第一部也是目前唯一一部自然灾害史料专集,为研究山西自然灾害史提供了大量的灾害史料,这本灾害史料汇编为本文研究提供了大量准确的灾害记载。《山西省地震历史资料汇编》是山西省地震历史资料工作组在1956年编写的《中国地震资料年表》基础上,继续搜集整理相关文献资料,最终编写而成,该书中收录有丰富的明清山西地震史料记载,为本文研究地震灾害提供了重要文献。此外,《中国气象灾害大典(山西卷)》中也收录了大量明清山西自然灾害记载。古人非常重视对灾异的观察和记载,《中国地方志集成》丛书中收录的山西各县志和成化、嘉靖、万历、康熙、雍正和光绪版山西通志中都有对灾异的详细记录,这是我们统计工作的重要资料来源。明清山西遗留有大量碑刻资料,有相当数量的碑刻内容都是以灾害为主题的,这些资料也具有重要的参考价值。

#### 1.3.2 统计方法

明清山西灾害多是以县为单位记载的,在统计中占到了灾害记录的98%以上,如

<sup>①</sup>张德二.中国三千年记录总集[M].南京.凤凰(江苏古籍)出版社.2004.

<sup>②</sup>张杰.山西自然灾害史年表[M].太原.山西省地方志编纂委员会办公室.1988.

<sup>③</sup>山西省地震局编.山西省地震历史资料汇编[M].北京.地震出版社.1991.

<sup>④</sup>温克刚.中国气象灾害大典(山西卷)[M].北京.气象出版社.2005.

清康熙十九年（1680），广灵县春夏大旱<sup>①</sup>；清道光十二年（1832），浑源县岁大旱，村民饥甚<sup>②</sup>；榆次大旱，斗米钱一千五百<sup>③</sup>。另外还有少部分灾害记录是记载一个府或州的灾害情形，或是受灾区域记载模糊。针对这种情况，我们将结合《山西通志》、各县方志以及碑刻中的灾害记载，查询相关记录以明确受灾县次。为了研究的准确性与科学性，本文采用以县为单位的灾害统计方法，统计出明清山西各县的受灾频次。具体统计方法如下：首先分别做明代和清代山西旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻、风灾、地震、瘟疫的工作表，如表 1.1。如果某县灾害记载明确月份特征的，则在该县对应月的位置上计为 1 次；如果某县受灾记载中没有明确月份特征，但明确季节特征的，则在该县对应季节上记为 1 次；如果某县灾害记载既没有明确月份也没有明确季节特征的，我们则在该县对应“年”一栏记为 1 次。以 1648 年泽州府各县为例，史料记载清顺治五年（1648），阳城县六月暴雨，将东关城堡冲毁一半；则在阳城县对应 6 月那一栏记为 1。史料记载陵川大水伤禾，则在陵川对应“年”一栏记为 1。按照这样的方式统计出明代（1368-1644）和清代（1644-1911）山西各县的受灾情况。在此表的基础上进行汇总求和。

<sup>①</sup>（康熙）广灵县志[M]. 卷一. 灾祥.

<sup>②</sup>（光绪）浑源州续志[M]. 卷二. 祥异.

<sup>③</sup>（同治）榆次县志[M]. 卷十六. 祥异.

表 1.1 清代涝灾统计图（以 1648 年泽州府为例）

		泽州府				
		凤台（晋城）	高平（高平）	阳城（阳城）	陵川（陵川）	沁水（沁水）
1648	1 月					
1648	2 月					
1648	3 月					
1648	4 月					
1648	5 月					
1648	6 月			1		
1648	7 月					
1648	8 月					
1648	9 月					
1648	10 月					
1648	11 月					
1648	12 月					
1648	春					
1648	夏	1				
1648	秋					
1648	冬					
1648	年				1	

但是，如果按照上述方法进行统计，仍然会导致统计结果的不准确，因为如果某县明确月份记载，其实表明该县在对应季节和对应年也发生了灾害，但在统计表季节和年一栏中却没有记载，这样求和后，仍会导致数据的不准确，为了修补这个问题，我们利用编写程序在 excel 表中运行，以此对该问题进行修补。具体编程语言如下：

```

For i = 3 To 4711 Step 17
    For j = 5 To 105
        qiuhu_spring = Cells(i + 1, j).Value + Cells(i + 2, j).Value + Cells(i,
j).Value
        If Cells(i + 12, j).Value = "" Or Cells(i + 12, j).Value < qiuhu_spring
Then
            Cells(i + 12, j).Value = qiuhu_spring
        End If
        qiuhu_summer = Cells(i + 3, j).Value + Cells(i + 4, j).Value + Cells(i +

```

```

5, j).Value
    If Cells(i + 13, j).Value = "" Or Cells(i + 13, j).Value < qiuhe_summer
Then
        Cells(i + 13, j).Value = qiuhe_summer
    End If
    qiuhe_autumn = Cells(i + 6, j).Value + Cells(i + 7, j).Value + Cells(i +
8, j).Value
    If Cells(i + 14, j).Value = "" Or Cells(i + 14, j).Value < qiuhe_autumn
Then
        Cells(i + 14, j).Value = qiuhe_autumn
    End If
    qiuhe_winter = Cells(i + 9, j).Value + Cells(i + 10, j).Value + Cells(i +
11, j).Value
    If Cells(i + 15, j).Value = "" Or Cells(i + 15, j).Value < qiuhe_winter
Then
        Cells(i + 15, j).Value = qiuhe_winter
    End If

    qiuhe_annual = Cells(i + 12, j).Value + Cells(i + 13, j).Value + Cells(i
+ 14, j).Value + Cells(i + 15, j).Value
    If Cells(i + 16, j).Value = "" Or Cells(i + 16, j).Value < qiuhe_annual
Then
        Cells(i + 16, j).Value = qiuhe_annual
    End If
    qiuhe_spring = 0
    qiuhe_summer = 0
    qiuhe_autumn = 0
    qiuhe_winter = 0
    qiuhe_annual = 0
Next j
Next i

```

## End Sub

按照这套程序运行后，如果某县某月发生了灾害，则在其对应的季节和“年”一栏会加上这一次灾害，如史料记载清顺治五年（1648），阳城县六月暴雨，我们在表 1.1 中阳城县对应 6 月的那一栏记为“1”，运行完程序后，则阳城县对应夏季那一栏和对应“年”那一栏也会相应记为“1”，最终我们只要对需要的某一项求和就可以准确统计灾害次数。利用上述统计方法，我们可以对山西各类灾害在明清两代时间和空间分布规律进行较为准确的分析，即使在灾害统计时难免会有一些灾害史料的遗漏，这也并不影响我们对灾害整体规律的把握。

由于在山西旱灾发生最为严重，旱灾的发生频次为其他灾害的数倍以上，为了准确研究旱灾的规律和特征，我们在以县为单位统计明清山西旱灾发生频次时，根据史料对灾情、灾时的记载对每次旱灾进行等级划分，等级划分标准如下：

由于根据历史文献资料描述旱灾的特点，参照赵景波等人对历史旱灾的等级划分标准<sup>①</sup>，本文从单位县出发，主要考察灾害对本县的影响和灾害持续的时间，同时参照相邻县的受灾情况，将旱灾划分为 1 级（偏旱）、2 级（旱）、3 级（大旱）、4 级（特大旱）四个等级，具体评判标准如下：

1 级（偏旱）：原文只记载“旱”、“伤苗”、“歉收”。如明万历七年（1579），六月，岳阳旱<sup>②</sup>；清乾隆十七年（1752），乡宁县，旱，歉收<sup>③</sup>。

2 级（旱）：记载有“旱饥”、“旱蝗”、“夏秋旱”或跨月、跨季度旱，减免赋税、缓征额赋，小河流的水竭，不在夏季以内的“河水竭”、“井泉涸”，农作物“禾槁”、“禾枯”。如明嘉靖六年（1527），代州春夏旱，无麦苗<sup>④</sup>；清圣祖康熙三年（1664），五台县旱饥<sup>⑤</sup>。

3 级（大旱）：较大区域大旱，赤地千里，粮食严重歉收；记载有“大旱”、“旱大饥”、“大旱蝗”等。如明万历十年（1582），闻喜县大旱，瘟疫<sup>⑥</sup>；清康熙六十年（1721），沁县：大旱，民饥。自五十九年八月不雨，至次年五月终，麦苗尽死，颗粒无收<sup>⑦</sup>。

<sup>①</sup> 赵景波. 郁耀闯. 王长燕. 1850~1949 年关中地区干旱灾害研究[J], 陕西师范大学学报(自然科学版). 2006(4): 100.

<sup>②</sup> (万历) 平阳府志[M]. 卷 10. 灾祥.

<sup>③</sup> (民国) 乡宁县志[M]. 卷 8. 大事记.

<sup>④</sup> (万历) 代州志书[M]. 卷 2. 灾祥.

<sup>⑤</sup> (康熙) 五台县志[M]. 卷 8. 祥异.

<sup>⑥</sup> (民国) 闻喜县志[M]. 卷 24. 旧闻.

<sup>⑦</sup> (乾隆) 沁州志[M]. 卷 9. 灾异.

4级（特大旱）：大河水竭以及夏季多雨季节时河流“竭”、“涸”；人口大面积死亡，人民生命财产受到重大损失，记载有“岁大饥，人相食”。如明万历十四年（1586），太原郡属大旱，赤地千里，饿殍盈野，又大疫<sup>①</sup>；太谷县大旱，官为煮粥济饥，人多相食；<sup>②</sup>清光绪三年（1877），凤台县大旱，野无青草，人食树皮草根，牛马鸡犬皆尽，继食人肉，斗米值钱二千五百文，有全室俱毙者，有阖村同尽者<sup>③</sup>。

#### 1.4 本章小结

本章内容详细论述了山西自然环境特点、明清山西行政区划以及灾害史料来源和统计方法。通过大量的统计工作，笔者完成了对明清山西各类自然灾害的量化工作，建立了明清山西自然灾害数据库。虽然这一部分内容只能作为全文研究的基石，但是此项工作需要投入大量的时间和精力才得以完成，我们自从2010年开始就着手明清山西自然灾害的统计工作，几年来一直沉浸于明清山西自然灾害史料当中，也每每为先民所遭受的苦难而恻然难过。明清山西自然灾害数据库的建设为我们研究明清山西各类自然灾害的时间变化趋势、季节特征、月分布特征和空间分布特征提供了重要的数据支撑。

<sup>①</sup>（乾隆）太原府志[M].卷49.祥异.

<sup>②</sup>（咸丰）太谷县志[M].卷8.灾祥.

<sup>③</sup>（光绪）凤台县续志[M].卷4.纪事.

## 第二章 明清山西自然灾害时空分布特征

在对明清山西自然灾害进行量化的基础上,本文统计出明清山西每种自然灾害每年发生的总县次、各季发生的总县次、各月发生的总县次和各县的受灾频次,借助 Excel 软件对数据进行汇总计算,利用 sigmaplot 软件绘制各类自然灾害在明清两代的年变化趋势图、季节分布图、月分布图,利用 photoshop 软件绘制灾害空间分布图。从时间和空间两个方面研究明清时期山西旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻灾害、风灾、地震和瘟疫这 8 种自然灾害的时空分布特征。

### 2.1 旱灾

山西处于干旱与半干旱气候交错区,干旱所造成的危害程度远大于其他灾害,与其他灾害相比具有范围广、历时长、灾情重的特点。一直以来山西就有“十年九旱”之说,由于干旱影响范围广、持续时间长,古代人们往往望旱生畏、闻旱而栗。从整理山西历史灾害资料可以看到,明清山西旱灾尤为严重,因旱灾造成“赤地千里、饿殍遍野、僵尸相望、饥民相食”的悲惨景象比比皆是。严重的旱情对人民的生产生活造成了巨大影响,“晋土高亢,水泽不通,一遇旱灾,焦土千里,且山麓险巖,势难转输,即有产之家,束手莫策,贫富俱困,势所必然。”<sup>①</sup>

#### 2.1.1 明代山西旱灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西旱灾分布特征,其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

##### 2.1.1.1 明代山西旱灾时间特征

###### (1) 年度分布

本文统计出明代山西每年每个县的受灾频次,结果显示:在明代 276 年(1368~1644)中,共有 170 个年份发生了旱灾<sup>②</sup>,出现频率高达 62%,平均 1~2 年即发生一次,山西共发生旱灾 1278 县次,平均每个灾年有 7~8 个县受灾。其中:1 级旱灾发生 260 个县次,2 级旱灾发生 390 个县次,3 级旱灾发生 339 个县次,4 级旱灾发生 289 个县次。根据国际气象标准求异常值计算方法(异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差),在这 276 年中,共有 7 个年份为极度旱灾年:明宣德三年(1428)、明弘治九年(1496)、明弘治十一年(1498)、明弘治十三年(1500)、明万历十四年(1586)、明万历三十七年(1609)和明崇祯十三年(1640),受灾县次分别为 45 次、32 次、44 次、32 次、

<sup>①</sup>王三才.创建儒学常平仓纪事[M].收录于雍正《山西通志》卷二八,文渊阁四库全书全本.

<sup>②</sup>注:该年度只要有一个县发生旱灾,即记为该年发生一次旱灾.

41 次、46 次和 34 次。其中明万历三十七年（1609）灾害最严重。

从明代各朝山西旱灾发生情况来看，泓治年间（1488~1505）旱灾最为严重，18 年间共发生旱灾 207 县次，平均每年发生旱灾 11.5 县次，其次为崇祯（1628~1644）年间，17 年中共发生旱灾 171 县次，平均每年发生旱灾 10.06 县次。另外，宣德、万历年间旱灾也很严重，分别发生旱灾 69、330 县次，平均每年发生旱灾 6.90 和 6.88 县次。

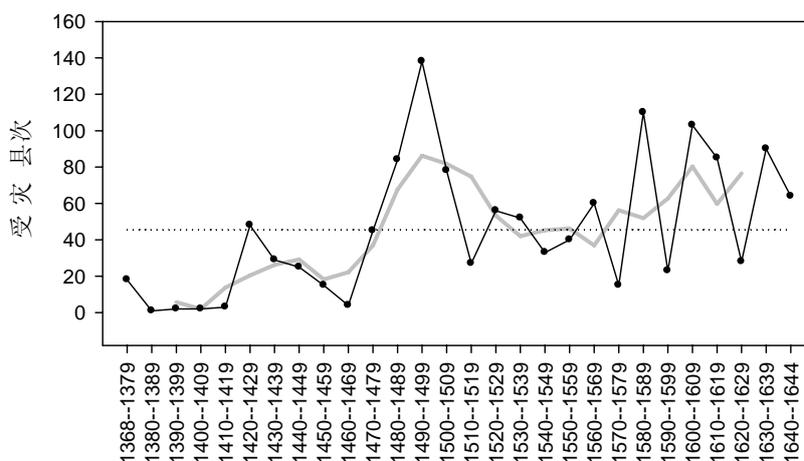


图 2.1 明代山西旱灾时间变化趋势图

(2) 季节分布

明代山西旱灾史料记载中明确旱灾发生季节的有 373 个县次，统计显示：夏秋两季发生旱灾的有 295 个县次之多，占 79.09%，其中在夏季旱灾发生最多，共有 193 个县次发生灾害，占 51.74%；秋季次之，共有 102 个县次发生涝灾，占 27.35%；春季旱灾有 71 个县次受灾，占总数的 19.03%；冬季旱灾发生最少，只有 7 个县次受灾。如图 2.2（左）。

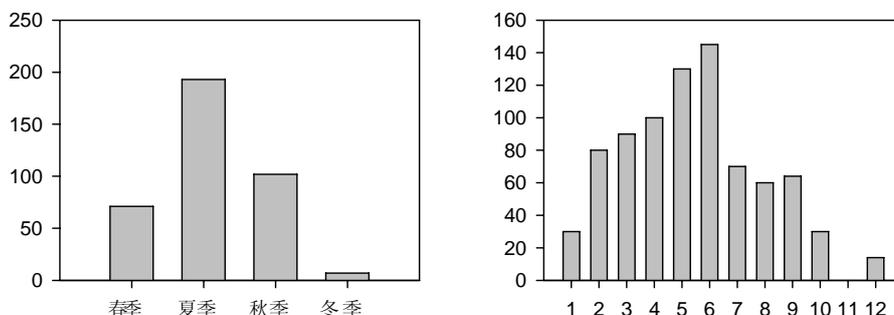


图 2.2 明代山西旱灾季节、月份分布图

### (3) 月份分布

明代山西旱灾史料中明确月份记载的有 136 县次（农历一月到三月为春季、四月到六月为夏季、七月到九月为秋季、十月到十二月为冬季，以下各类灾害与此相同），统计显示：明代山西旱灾主要发生最多的是在 3~8 月，这 6 个月是明代山西旱灾群发期，共发生 125 县次，占总发生次数的 91.91%。其中 6 月份发生旱灾次数最多，发生 39 县次，占 28.68%；5 月份和 7 月份次之，分别发生 26 县次和 22 县次，占总数的 19.12%和 16.18%；8 月、4 月、3 月分别发生 17 县次、13 县次和 8 县次，可见明代山西旱灾的发生月份较为集中，如图 2.2（右）。

#### 2.1.1.2 明代山西旱灾空间特征

本文统计出明代山西各县发生旱灾频次，据此绘制出明代山西旱灾频次分布图，如图 2.3（左），通过颜色深浅变化反映不同区域的受灾程度。明代山西所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数达到 100%。其主要分布在晋东南、晋中东部以及晋北部分地区。明代山西旱灾发生严重的州府有太原府、平阳府、大同府、潞安府和汾州府。明代山西受灾最为频繁的县有太原（55 次）、临汾（50 次）和大同（43 次），这些县发生的旱灾次数都在明代各县发生旱灾次数平均值的 3 倍以上。旱灾发生较为频繁的县为曲沃（27 次）和安邑（28 次），这两个县发生的旱灾次数均高于明代山西各县发生旱灾次数平均值的 2 倍。

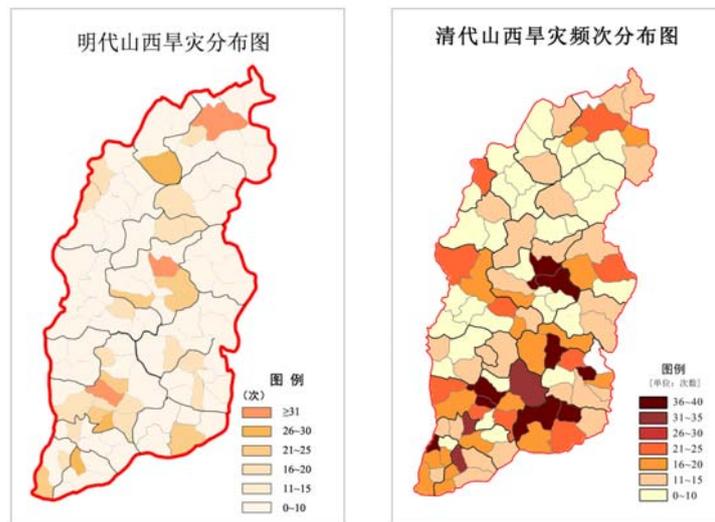


图 2.3 明清山西旱灾空间分布图

#### 2.1.2 清代山西旱灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西旱灾分布特征，其中时间特征分为

年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.1.2.1 清代山西旱灾时间特征

在上述数据库的基础上,本文统计出清代山西每年每个县的受灾频次,结果显示:在清代 268 年(1644~1911)中,共有 212 个年份发生了旱灾,出现频率高达 79%,平均 1~2 年即发生一次,每个灾年有 7.66 个县受灾。共发生旱灾 1623 县次,其中:1 级旱灾发生 511 县次,2 级旱灾发生 424 县次,3 级旱灾发生 578 县次,4 级旱灾发生 110 县次。可见清代山西旱灾主要以 3 级旱和 1 级旱为主,分别占到了旱灾总县次的 35.61%和 31.48%。统计得出,清代发生连年干旱的次数为 32 次,其中连续 2 年干旱的次数为 11 次,连续 3 年干旱的次数为 3 次,连续 4 年干旱的次数为 3 次。

#### (1) 年度分布

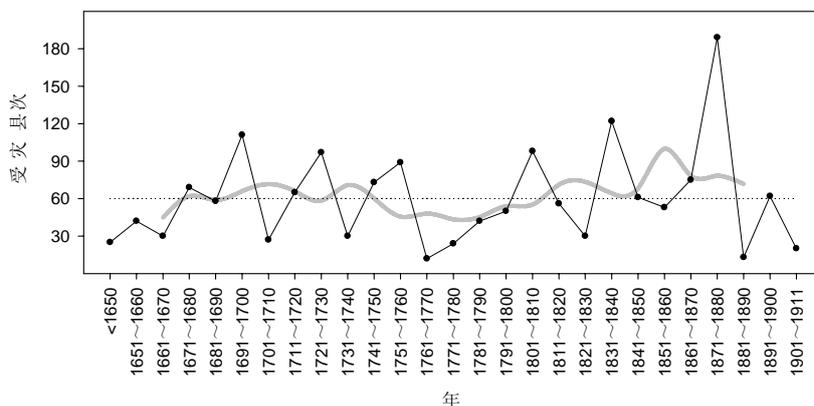


图 2.4 清代山西旱灾时间变化趋势图

本文以 10 年为单位做出清代山西受灾县次时间变化趋势图(折线代表每十年清代山西受灾县次变化图,曲线代表滑动平均值,点线代表受灾县次平均值),如图 2.4。从图中可以看出清代山西受灾县次随时间呈波动变化趋势,并没有明显的上升或下降趋势。1761~1800 年间旱灾发生频次低,前期和后期为旱灾高发期,并且后期旱灾频次高于前期。根据国际气象标准求异常值计算方法[即:异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差(为 35.43)]:在清代 268 年中,共有 5 个年份为极度旱灾,即清康熙五十九年(1720)、清康熙六十年(1721)、清乾隆二十四年(1759)、清光绪三年(1877)和清光绪四年(1878),受灾县次分别为 45 次、51 次、58 次、78 次和 42 次。其中清光绪三年灾害最重。另外,清康熙十八年(1679)、清康熙二十九年(1690)、清康熙三十年(1691)、清乾隆十年(1745)、清嘉庆九年(1804)、清嘉庆十年(1805)、

清道光十二年（1832）、清道光十五年（1835）、清道光二十六年（1846）、清同治六年（1867）、清光绪二年（1876）和清光绪二十六年（1900）受灾很重，受灾县次在年平均受灾县次的3倍以上。此外，受灾县次在清代年受灾县次均值以上的共有71个年份，占26.49%。

从各朝代旱灾发生情况来看，光绪年间（1875~1908）旱灾最为严重，共发生旱灾271县次，平均每年发生旱灾7.97县次；其次为道光（1821~1850）年间，共发生旱灾213县次，平均每年发生旱灾7.1县次；康熙朝（1662~1722），共发生旱灾430县次，平均每年发生旱灾7.05县次。

### （2）季节分布

清代山西旱灾史料中，共有818个受灾县次明确记载了季节特征。清代山西旱灾最主要发生在夏季，发生375县次，占到了45.84%；其次为春旱和秋旱，分别发生205县次和194县次，占25.06%和23.72%；冬季发生干旱最少，仅有44县次，占5.38%。如图2.5（左）。主要是由于冬季山西省处于干冷的极地大陆性气团控制下，干旱少雨。另外清代山西旱灾中春夏连旱的有30次，夏秋连旱的有21次，秋冬连旱的有4次，春夏秋连旱的有32次，夏秋冬连旱的有7次，全年旱的有10次。虽然山西降雨量主要集中在夏季，一般占全年降水量的50%以上，但是多以高强度暴雨形式出现，并非均匀的分配于整个作物的需水期，造成降水与农作物生长需水不相适应，所以无助于作物生长，反而加剧了干旱的程度。

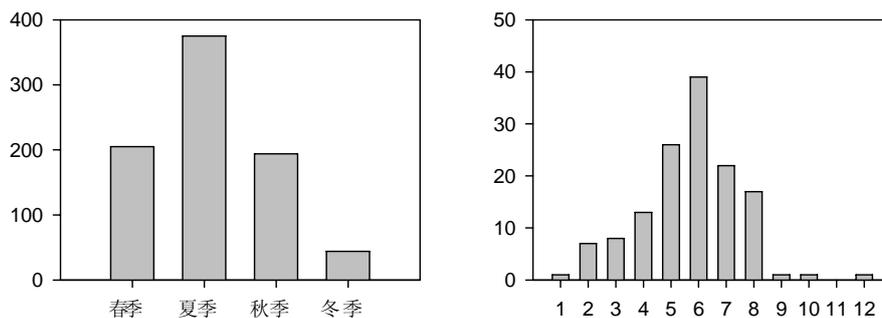


图 2.5 清代山西旱灾季节、月份分布图

### （3）月份特征

从图2.5（右）可以看出，清代山西旱灾主要分布与5~7月之间，其中在6月份旱灾发生最为严重，其次为5月和7月，可见，山西旱灾的月份特征表现在：春季容易在2月和3月旱；夏季在6月发生干旱频次高；秋季在7月易旱。伏旱（即

夏旱)对秋作物生长发育危害最大,秋作物在这一时期为需水量最大,生长最旺盛,山西民间有“伏里无雨,锅里无米”的谚语,这一时期长时间缺水则会发生“卡脖子旱”,导致严重减产。

山西旱灾严重主要有以下几个方面的原因:一是山西地处内陆,为典型的大陆季风气候,省内山脉众多,由于海洋影响减少致使全省降水总量小,一般不能满足农作物需水的要求。二是降水在时间上分布很不均匀,年际变化大,年内分配不均,春季多风少雨,夏季雨量集中,有高强度暴雨。再者山西高温低湿、旱风强、蒸发大,因而常常出现旱情。

### 2.1.2.2 清代山西旱灾空间特征

如图 2.3(右)所示,清代山西各县中除了兴县与五寨之外,所有的县都发生了不同程度的灾害,受灾县数占清代山西总县数的 98%。清代山西旱灾主要分布在晋南、晋东南以及晋中和晋北部分地区。清代山西受灾最为频繁的县有荣和、高平、襄陵、太原、长治、临汾、榆次、沁水、沁县、岳阳和安邑,这些县发生的旱灾次数都大于清代各县发生旱灾次数平均值的 2 倍。旱灾发生较为频繁的县为新降、大同、曲沃、平定、河曲、翼城、太平、吉州、临县、襄垣、汾阳、凤台、乡宁、永济、临晋、猗氏、武乡、文水、阳城、浮山、寿阳、介休、永宁、屯留、怀仁、沁源、闻喜、解州和芮城。这些县发生的旱灾次数都多于清代山西各县发生旱灾次数的平均值。其他各县旱灾发生次数都在清代山西各县旱灾次数平均值以下,为旱灾少发区。

## 2.2 涝灾

山西以旱灾为主,但是洪涝灾害也经常发生,如:2013 年 7 月,暴雨致晋城、晋中、吕梁、大同 4 市 5 个县 2.2 万人受灾,近 200 间房屋倒塌,600 余间不同程度损坏,寿阳县因暴雨引起板房坍塌事故,导致 19 人被埋,其中 12 人死亡<sup>①</sup>。据统计,山西洪涝灾害平均每年造成的受灾面积占全省总耕地面积的 1.8%<sup>②</sup>。山西洪涝灾害具有局地性强、危害大、灾情重的特点,在史料记载中有“大水、河溢、水涝、害稼、淹没民舍”等描述。历史上山西洪涝灾害的原因主要是:第一,山西降水雨集中,降水主要集中在汛期的 6~9 月(尤其是 7~8 月),就当今平均状况,全省汛期降水量占全年的 72.5%;7、8 月份可占全年的 47%;第二,山西秋季阴雨连绵(史书称“淫雨”);第三,山西河道行洪能力差,堤防失修。

### 2.2.1 明代山西涝灾时空分布特征

<sup>①</sup>中国新闻网 2013 年 7 月 11 日报道, <http://www.chinanews.com>

<sup>②</sup>温克刚. 中国气象灾害大典(山西卷)[M]. 气象出版社, 北京, 2005 年.

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西涝灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.2.1.1 明代山西涝灾发生的时间特征

#### (1) 年度分布

本文统计出明代山西每年每个县发生涝灾的次数，结果显示：在明代 276 年（1368~1644）中，共发生洪涝灾害 498 县次<sup>①</sup>，平均每年发生涝灾 1.8 个县次，有 152 个年份发生不同规模的涝灾，平均 1.82 年发生一次涝灾，平均每个灾年有 3.28 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出明代山西涝灾县次变化趋势时间分布图，如图 2.6 所示。从图中可以看出：明代山西涝灾呈现出波动变化的趋势，可以分为三个阶段：（1）1368 到 1464 年的 97 年间为涝灾低发期，在这期间每年发生的涝灾县次数都在均值以下，共有 40 个县次发生涝灾，平均每年有 0.41 个县次发生涝灾，占到涝灾发生总县次的 8.03%；（2）1465 到 1620 年的 156 年为涝灾高发期，总共有 422 个县次发生涝灾，占涝灾发生总县次的 84.74%；（3）1621 到 1644 年的 24 年间涝灾发生有所降低，共有 36 个县次发生蝗灾，平均每年有 1.50 个县次发生涝灾，占到涝灾发生总县次的 7.23%。根据国际气象标准求异常值计算方法：异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差（为 35.43）。在明代 276 年中，共有 5 个年份为极度涝灾年，分别为明正德八年（1513）、明嘉靖二十三年（1544）、明隆庆四年（1570）、明万历二十七年（1599）和明万历四十一年（1613），受灾县次分别为 14 次、12 次、11 次、12 次和 17 次，其中明万历四十一年（1613）涝灾最为严重。另外，受灾县次在清代年受灾县次均值以上的共有 101 个年份，占 36.59%。

从明代各朝山西发生涝灾分布情况来看，万历年间（1573~1620）涝灾最为严重，共有 173 个县次发生发生灾害，年均受灾县数为 3.60 个，其次为嘉靖年间（1522~1566），共有 115 个县次发生灾害，年均受灾县次为 2.56 个，正德、成化、崇祯、弘治年间涝灾也较为严重，受灾县次分别为 58、35、27 和 21 个，年均受灾县次分别为 3.63、1.52、1.59 和 1.17 个。

<sup>①</sup>这里的县次并不是代表有 498 个县发生涝灾，而是指清代山西各县发生涝灾的总次数。

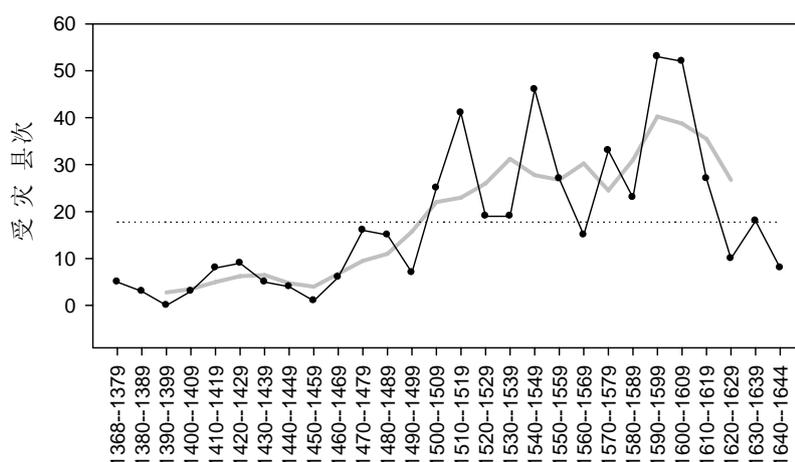


图 2.6 明代山西涝灾时间变化趋势图

### (2) 季节特征

明代山西涝灾史料记载中明确涝灾发生季节的有 296 个县次，统计显示夏秋两季发生涝灾的就有 275 个县次，占 92.9%，其中在夏季涝灾发生最多，共有 144 个县次发生涝灾，占 48.6%；秋季次之，共有 131 个县次发生涝灾，占 44.3%，秋季涝灾往往是连阴雨造成，覆盖面积较大，范围也较广。可见明代山西涝灾发生季节分明，主要在夏季和秋季发生，春季和冬季发生涝灾的频次很低。如图 2.6（左）。

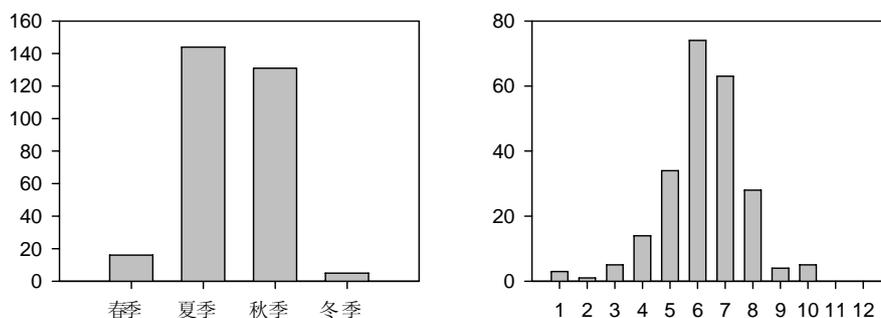


图 2.7 明代山西涝灾季节、月份分布图

### (3) 月份特征

明代山西涝灾史料中明确月份记载的有 231 县次，统计显示：明代山西涝灾主要发生最多的是在 5~8 月，这 4 个月是涝灾群发期，共发生 199 县次，占总发生次数的 86.15%，尤其是 6~7 月份涝灾发生频次最高，其中 6 月份发生涝灾次数最多，发生 74 县次，占 32.04%；7 月份次之，发生 63 县次，占 27.27%；8 月和 4 月分别发生 28 县次和 14 县次，可见明代山西涝灾的发生月份有着高度的集中性，如图 2.7

(右)。

### 2.2.1.2 涝灾发生的空间特征

本文统计出明代山西各县发生涝灾频次，据此绘制出明代山西涝灾频次分布图，如图 2.8 (左)。明代山西各县中除了壶关、平顺、沁水、浮山、汾西、大宁、绛县、稷山、广灵和榆社等 10 县没有记载发生涝灾之外，所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占明代山西总县数的 87.18%。明代山西涝灾主要分布在汾河流域内。明代山西涝灾发生严重的州府有太原府（太原、太谷、祁县、交城、文水、榆次、清源、河曲、静乐、平定州、忻州和保德州）、汾州府 3 县（平遥、介休和孝义），平阳府（临汾、洪洞、翼城、曲沃、襄陵、赵城、灵石、蒲州、解州和绛州），泽州 2 县（高平和阳城），沁州。明代山西涝灾发生最为频繁的县是太原（25 次）和大同（23 次），这 2 个县发生的涝灾次数都在明代各县发生涝灾次数平均值的 3 倍以上；明代涝灾发生较为频繁的县为祁县、文水、榆次、介休、孝义、高平、赵城和荣河，这些县发生的涝灾次数都多于明代山西各县发生涝灾次数的平均值的 2 倍。

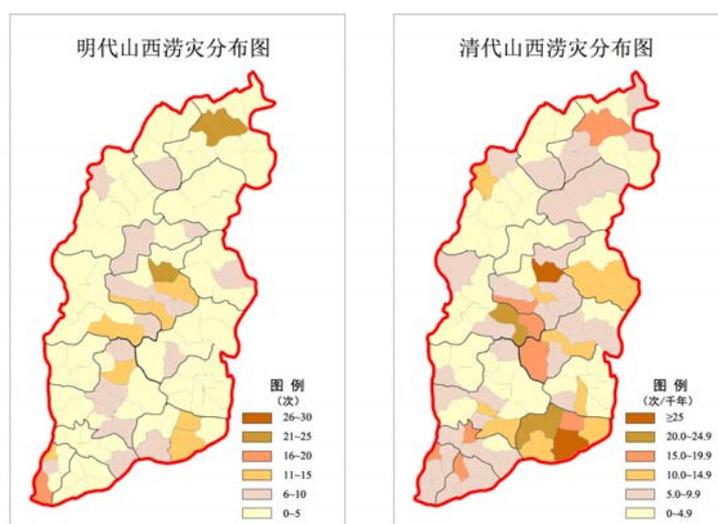


图 2.8 明清山西涝灾空间分布图

## 2.2.2 清代山西涝灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西涝灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.2.2.1 涝灾发生的时间特征

#### (1) 年度分布

本文统计出清代山西每年每个县发生涝灾的次数，结果显示：在清代 268 年

(1644~1911)中,共发生洪涝灾害 795 县次<sup>①</sup>,平均每年发生涝灾 2.97 个县次,有 186 个年份发生不同规模的涝灾,平均 1.44 年发生一次涝灾,平均每个灾年有 4.27 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出清代山西涝灾县次变化趋势时间分布图,如图 2.9 所示。从图中可以看出清代山西涝灾呈现出波动变化的趋势,根据国际气象标准求异常值计算方法:异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差。在清代 268 年中,共有 7 个年份为极度涝灾年,分别为清顺治六年(1649)、清顺治九年(1652)、清康熙元年(1662)、清乾隆二十六(1761)、清嘉庆六年(1801)、清同治十年(1871)、清光绪四年(1878),受灾县次分别为 16 次、17 次、24 次、16 次、17 次、24 和 18 次,其中清康熙元年(1662)和清同治十年(1871)涝灾最为严重。受灾县次在清代年受灾县次均值以上的共有 94 个年份,占 36.07%。

从清代各朝山西发生涝灾分布情况来看,同治年间(1862~1874)涝灾最为严重,同治帝在位 13 年时间内共有 85 县次受到涝灾危害,平均每年有 6.54 个县发生灾害;其次为顺治年间(1644~1661),在位时间内共有 98 个县次发生涝灾,年均受灾县次为 5.44 个;此外,咸丰、嘉庆、光绪和道光年间涝灾也较为严重,受灾县次分别为 37、82、109 和 96 个,年均受灾县次分别为 3.36、3.28、3.21 和 3.20 个。

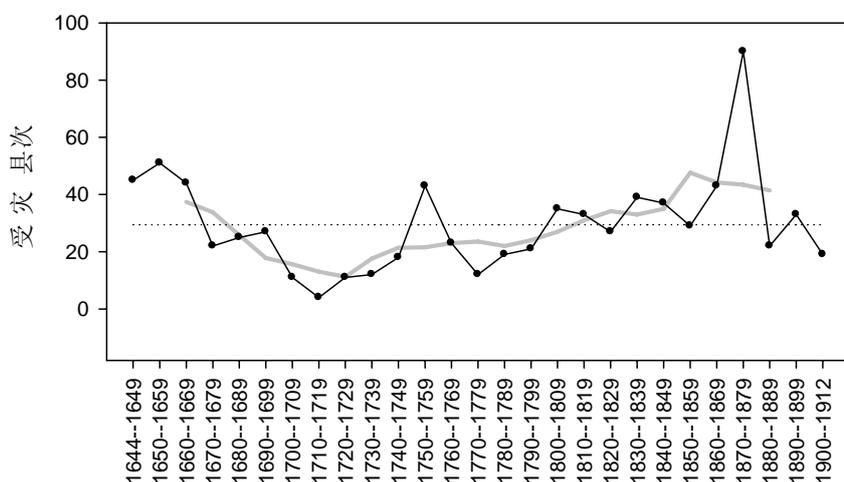


图 2.9 清代山西涝灾时间变化趋势图

## (2) 季节特征

清代山西涝灾史料记载中明确涝灾发生季节的有 554 个县次,统计显示夏秋两

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 795 个县发生涝灾,而是指清代山西各县发生涝灾的总次数。

季发生涝灾的就有 533 个县次，占 96.21%，其中在夏季涝灾发生最多，共有 274 个县次发生涝灾，占 49.46%；秋季次之，共有 259 个县次发生涝灾，占 46.75%。可见清代山西涝灾发生季节分明，主要在夏季和秋季发生，春季和冬季发生涝灾的频次很低，如图 2.10（左）。

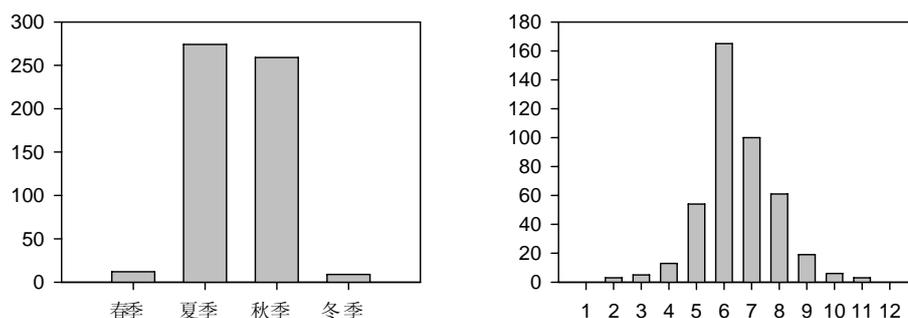


图 2.10 清代山西涝灾季节、月份分布图

### （3）月份特征

清代山西涝灾史料中明确月份记载的有 429 县次，统计显示：清代山西涝灾主要发生最多的是在 5~8 月，这 4 个月是涝灾群发期，共发生 380 县次，占总发生次数的 88.58%，其中 6 月份发生涝灾次数最多，发生 165 县次，占 38.46%；7 月份次之，发生 100 县次，占 23.31%；8 月和 5 月分别发生 61 县次和 54 县次，占总发生县次的 14.22%和 12.59%。可见清代山西涝灾的发生月份有着高度的集中性。如图 2.10（右）。

#### 2.2.2.2 涝灾发生的空间特征

由于山西省的特殊地形影响，既有太行山脉及吕梁山脉分别斜贯山西省东、西部，又有恒山、五台山、太岳山、中条山等一系列山脉呈东北/东南向排列，把山西省分割为黄河、海河两大流域，又自南至北形成了一系列多字形断陷盆地，使各河系的自然条件有较大差异，所以洪水不如干旱覆盖面积大，只局限在较小范围内。即使是特大洪水年，也极少有省境内各个河系同时发生大洪水的机会，但对同一地区来说，却可能先旱后涝，或先涝后旱。本文统计出清代山西各县发生涝灾频次，据此绘制出清代山西涝灾分布图。如图 2.8（右）所示，清代山西各县中除了宁乡、石楼、壶关、汾西、五寨、乐平和绛县之外，所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占清代山西总县数的 92.71%。清代山西涝灾主要分布在晋南、晋东南以及

晋中和晋北部分地区。清代山西太原府、汾州府、泽州府、蒲州府、沁州、絳州以及保德州的涝灾发生频率较高。清代山西受灾最为频繁的县有太原、介休和凤台，这些县发生的涝灾次数都在清代各县发生涝灾次数平均值的 3 倍以上。涝灾发生较为频繁的县为文水、汾阳、平遥、高平、沁水、岳阳、荣河、大同、沁源和安邑，这些县发生的涝灾次数都在清代山西各县发生涝灾次数的平均值的 2 倍以上。

## 2.3 雹灾

山西的冰雹灾害是我国冰雹灾害较严重的省份之一，山西山峦起伏，沟谷盆地参杂、植被不良，地面受热不匀，极易形成局地强大的热力对流，促进雹云的生成与发展，产生降雹天气。冰雹是从发展旺盛的积雨云中，以冰球或冰块的形态降落到地面的固态降水，人们通常称它为“雹子”，也有叫“冷子”、“冷蛋子”的。冰雹直径一般为 5~50 毫米，大的可达几十厘米。它的出现虽然范围较小、时间短促，但来势猛、强度大，并常伴有狂风暴雨，给农作物和人民的生命财产安全带来严重的危害。据对新中国成立以来的资料统计，每年全省约有 500 万亩农田遭受冰雹袭击，受灾地区可达 60 个县市，受灾减产的约有 40 个县市，平均每年因雹成灾面积为 160~170 万亩。<sup>①</sup>据史料记载，山西从公元 36 年开始即有了冰雹记载，大量史料形象生动地记载了冰雹及其危害，如雹大“如卵”、“如拳”、“如杯”、“如盂”、“如斗”，甚至还有记载“如杵”、“如卧牛”，给山西人民造成严重的伤害。

### 2.3.1 明代山西雹灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西雹灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.3.1.1 雹灾发生的时间特征

##### (1) 年际分布

本文统计出明代山西每年每个县发生雹灾的次数，结果显示：在明代 276 年（1368~1644）中，共发生雹灾 373 县次<sup>②</sup>，平均每年发生雹灾 1.35 个县次，有 121 个年份发生不同规模的雹灾，平均 2.28 年发生一次雹灾，平均每个灾年有 3.08 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出明代山西雹灾时间变化趋势图，如图 2.11 所示。从图中可以看出明代山西雹灾呈现出波动变化的趋势，可以分为三个阶段：明代前期山西雹灾发生频次较低，1368~1464 年共有 15 个县次发生雹灾，平均每年有 0.15 个

<sup>①</sup>裴巨才. 李培仁等. 山西冰雹[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 16.

<sup>②</sup>这里的县次并不是代表有 373 个县发生雹灾，而是指明代山西各县发生雹灾的总次数。

县次发生雹灾,占雹灾发生总县次的 4.02%;明代中期雹灾发生非常严重,1465~1600 年间共有 304 个县次发生雹灾,平均每年有 2.24 个县受灾,占雹灾发生总县次的 81.50%。明代后期雹灾发生有所回落,1601~1644 年间共有 54 个县次发生雹灾,平均每年有 1.23 个县发生雹灾,占雹灾发生总县次的 14.48%。根据国际气象标准求异常值计算方法(异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差):在明代 276 年中,明嘉靖三十九年(1560)雹灾发生最为严重,共有 64 个县次发生雹灾。另外,受灾县次在明代年受灾县次均值以上的共有 79 个年份,占 28.62%。

从明代各朝山西发生雹灾分布情况来看,正德年间(1506~1521)雹灾最为严重,在位 16 年中共有 51 个县次发生雹灾,年均受灾县数为 3.19 个,其次为嘉靖年间(1522-1566),45 年中共有 140 个县次发生雹灾,年均受灾县次为 3.11 个,隆庆、万历、崇祯和成化年间雹灾也较为严重,受灾县次分别为 15、86、23 和 31 个,年均受灾县次分别为 2.5、1.80、1.35 和 1.35 个。

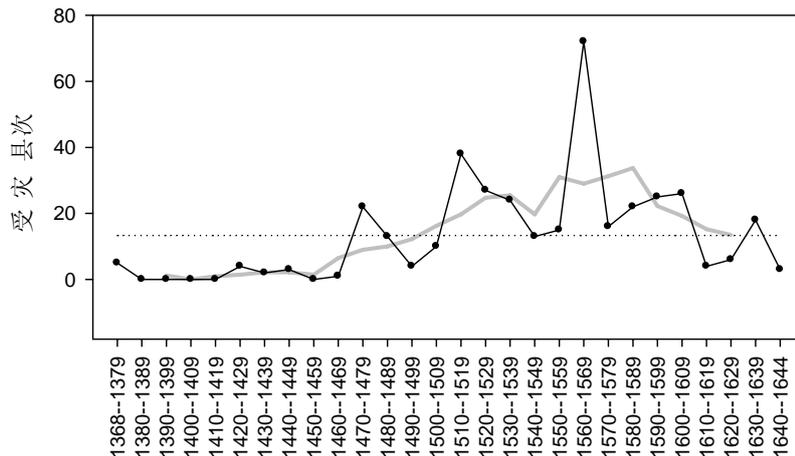


图 2.11 明代山西雹灾时间变化趋势图

### (2) 季节特征

明代山西雹灾史料记载中明确雹灾发生季节的有 220 个县次,其中在夏秋两季发生的雹灾占到了绝大多数,共 200 个县次,占 90.91%。其中在夏季雹灾发生最多,共有 133 个县次发生雹灾,占 60.45%;秋季共有 67 个县次发生雹灾,占 30.45%。可见明代山西雹灾发生季节分明,呈现出夏秋多、春冬少的特点,如图 2.12 (左)。

### (3) 月份特征

明代山西雹灾史料中明确月份记载的有 205 县次,统计显示:明代山西雹灾主要发生在 4~8 月份,这 5 个月总共发生雹灾 185 县次,占到 90.24%。其中在 6 月份雹灾发生次数最多,发生 53 县次,占 25.85%;5 月份发生 48 县次,占 23.41%;7、

4 和 8 月份分别发生了 38、26 和 20 县次，分别占 18.54%、12.68%和 9.76%，可见明代山西雹灾的发生月份有着高度的集中性，如图 2.12（右）。

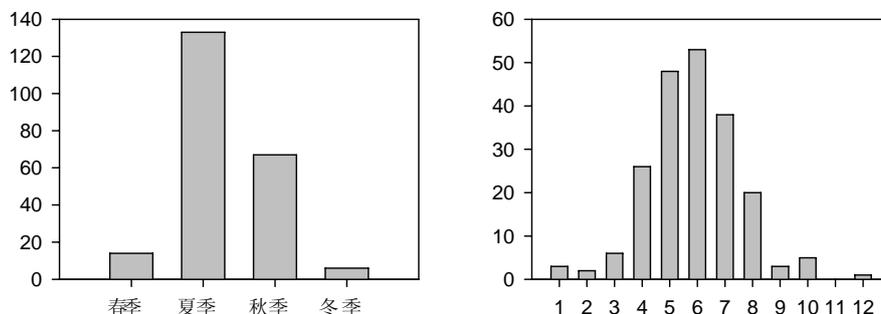


图 2.12 明代山西雹灾季节、月份分布图

### 2.3.1.2 雹灾发生的空间特征

本文统计出明代山西各县发生雹灾频次，据此绘制出明代山西雹灾分布图，如图 2.13（左）。明代山西各县中除了清源、乐平、兴县、繁峙、孝义、平顺、沁水、浮山、汾西、灵石、河津、猗氏、芮城、浑源州和灵邱等 15 州县没有记载发生雹灾之外，所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占明代山西总县数的 80.77%。明代山西雹主要分布在晋东南、晋中东部以及晋北部分地区。明代山西雹灾发生严重的州府有太原府 10 县 3 州（太原、太谷、祁县、交城、文水、榆次、寿阳、盂县、河曲、静乐、平定州、忻州和代州），潞安府 4 县（长治、长子、屯留和壶关），沁州 2 县（武乡和沁源），平阳府 1 县 2 州（曲沃、隰州和绛州）。明代山西雹灾发生最为频繁的县是太原、太谷、榆次和大同，这 4 县发生的雹灾次数都在明代各县发生雹灾次数平均值的 3 倍以上，分别发生了 13 次、19 次、19 次、17 次和 21 次；明代山西雹灾发生较为频繁的县为祁县、河曲、沁源、屯留、壶关和高平，这些县发生的雹灾次数都多于明代山西各县发生雹灾次数的平均值的 2 倍。

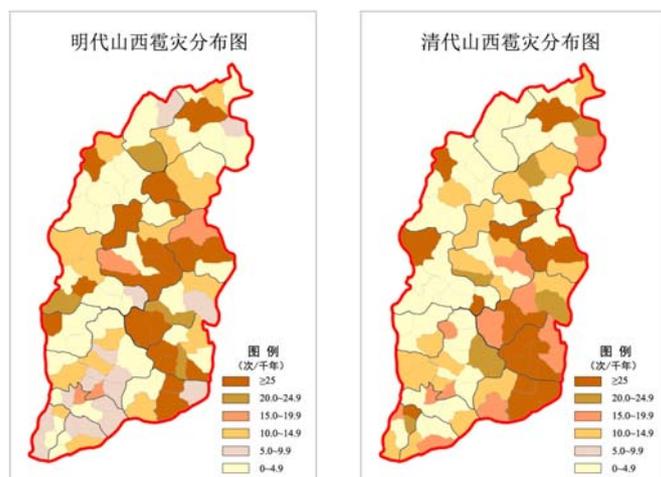


图 2.13 明清山西雹灾空间分布图

### 2.3.2 清代山西雹灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西雹灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.3.2.1 雹灾发生的时间特征

##### (1) 年际分布

本文统计出清代山西每年发生雹灾的县次数，结果显示：在清代 268 年（1644～1911）中，共发生雹灾 423 县次<sup>①</sup>，平均每年发生雹灾 1.58 个县次，有 169 个年份发生不同规模的雹灾，平均 1～2 年发生一次雹灾，平均每个灾年有 2.50 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出清代山西雹灾时间变化趋势图，如图 2.14 所示。从图中可以看出清代山西雹灾呈现出波动变化的趋势，可以分为三个阶段：（1）清代前期雹灾发生频率高，1644～1749 年间共有 199 个县次发生雹灾，平均每年发生 1.88 个县次，占总县次的 47.04%。（2）清代中期雹灾发生频率低，1750～1828 年共有 56 个县次发生雹灾，平均每年发生 0.71 个县次，占雹灾总县次的 13.24%。（3）清代后期雹灾发生严重，1829～1911 年间共有 168 个县次发生雹灾，平均每年发生 2.02 个县次，占雹灾总县次的 39.72%。

从清代各朝山西发生雹灾分布情况来看，顺治年间（1644～1661）雹灾最为严重，在位 18 年共有 66 个县次发生雹灾，年均受灾县数为 3.67 个；其次为同治年间（1862～1874），在为 13 年共有 35 个县次发生雹灾，年均受灾县次为 2.69 个；咸丰和光绪年间雹灾也较为严重，受灾县次分别为 23 和 66 个，年均受灾县次分别为

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 423 个县发生雹灾，而是指清代山西各县发生雹灾的总次数。

2.09 和 1.94 个。

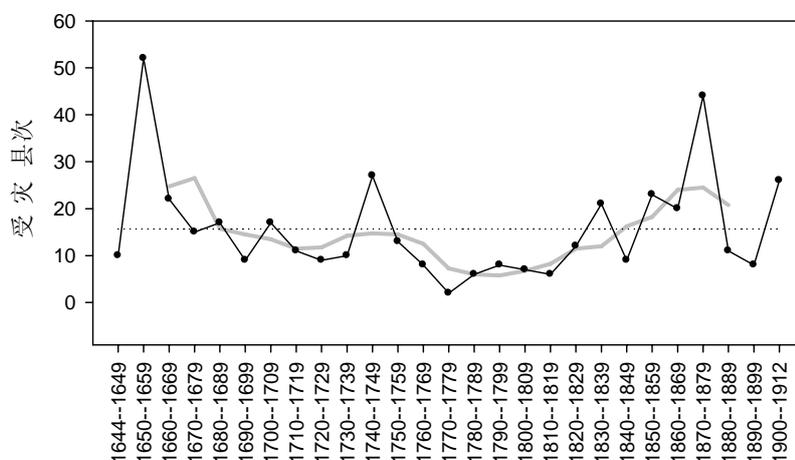


图 2.14 清代山西雹灾时间变化趋势图

### (2) 季节特征

清代山西雹灾史料记载中明确雹灾发生季节的有 348 个县次，统计显示在夏季雹灾发生次数最多，共有 233 个县次发生雹灾，占 66.95%；秋季次之，共有 99 个县次发生雹灾，占 28.45%；春季和冬季发生次数最少，分别只有 12 个县次和 4 个县次受灾。如图 2.15（左）。

### (3) 月份特征

清代山西雹灾史料中明确月份记载的有 324 个县次，统计显示：清代山西雹灾主要发生在 4~8 月份，这 5 个月总共发生雹灾 295 个县次，占到 91.05%，其中 6 月份发生雹灾次数最多，有 81 个县次受灾，占 25.80%；5 月份次之，发生 73 个县次，占 23.25%，可见清代山西雹灾的发生月份有着高度的集中性。如图 2.15（右）。

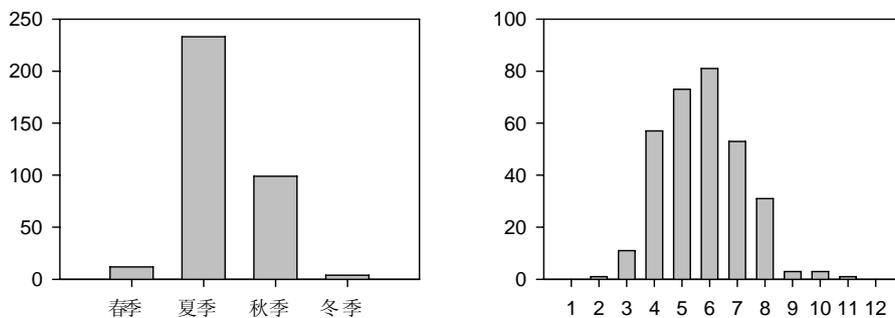


图 2.15 清代山西雹灾季节、月份分布图

### 2.3.2.2 雹灾发生的空间特征

本文统计出清代山西各县发生雹灾频次，据此绘制出清代山西雹灾分布图，如图 2.13（右）。清代山西各县中除了徐沟、永宁州、石楼、洪洞、临晋、阳高、浑源县、宁武、偏关、五寨、左云、平鲁、马邑、河津和永和等 15 县没有记载发生雹灾之外，所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占清代山西总县数的 84.38%。清代山西雹灾主要分布在晋东南、晋中东部以及晋北部分地区。清代山西雹灾发生严重的州府有太原府 5 县（阳曲、文水、榆次、介休和临县）、潞安府 8 县（长治、长子、屯留、潞城、壶关、襄垣、平顺和黎城）、泽州府 4 县（凤台、高平、阳城和陵川）、平阳府 3 县（岳阳、曲沃和汾西）、蒲州府 3 县（荣河、万泉和猗氏）、大同府 3 县（大同、广灵和灵邱）、沁州（沁源和武乡）、保德州。清代山西雹灾发生最为频繁的县是长治、襄垣、高平和武乡，这 4 县发生的雹灾次数都在清代各县发生雹灾次数平均值的 3 倍以上，分别发生了 18 次、14 次、24 次和 19 次；清代雹灾发生较为频繁的县为介休、长治、长子、潞城、壶关、襄垣、凤台、高平、万泉、寿阳和武乡，这些县发生的雹灾次数都多于清代山西各县发生雹灾次数的平均值的 2 倍。其他各县旱灾发生次数都在清代山西各县旱灾次数平均值以下，为旱灾少发区。

## 2.4 蝗灾

蝗灾是我国历代农业生产中最大的自然灾害之一，是我国最主要的生物灾害，徐光启《除蝗疏》中说：“凶饥之因有三：曰水、曰旱，曰蝗。地有高卑，雨泽有偏，被水旱为灾，尚多幸免之处。惟旱极而蝗，数千里间草木皆尽，或牛马帛皆尽，其害有惨过于水旱者也。”由于太行山、吕梁山以及黄河的地理屏蔽作用，山西界外蝗虫一般难以迁飞进入山西，故有“蝗虫不吃山西”一说，但事实却是山西自古以来屡受蝗虫的侵袭，据郭郛，陈永林等研究表明：山西为蝗虫的适生地<sup>①</sup>，蝗灾在山西有较多的分布<sup>②</sup>。近年来随着全球气候变暖，山西蝗灾日趋严重，2011 年 6 月，山西省永济市突发 2500 亩高密度东亚飞蝗，据省农业厅在永济市实地调查，发生地蝗蛹密度一般为 500 到 800 头，严重地块最高密度达到每平方米 1500 头，沿黄河的万荣县、临猗县等蝗区也出现高密度蝗蛹点片。山西特殊的地理屏障可以阻挡外来蝗虫的迁入，但山西本地的蝗虫种群在一定自然条件下对农业生产带来的危害不可避免。正是由于山西特殊的地理屏障作用，蝗灾一旦发生，蝗虫不易迁移扩散，给局部造成的后果更加严重。近年来学者多从现代科学的角度研究山西蝗虫的生物学及

<sup>①</sup>郭郛，陈永林，卢宝廉. 中国飞蝗生物学[M]. 济南：山东科学技术出版社，1991.

<sup>②</sup>施和金. 论中国历史上的蝗灾及其社会影响[J]. 南京师范大学学报（社会科学版），2002，（2）：148-154.

生理学规律,对历史时期山西蝗灾发生规律及其防治技术的研究还很薄弱。明清时期山西蝗灾范围广,频次高,给农业生产和人民生活带来严重危害,如清顺治四年七月,太谷、祁县、徐沟、岢岚蝗;静乐飞蝗蔽天,食禾殆尽;定襄蝗,坠地尺许;吉州、武乡、辽州、大同蝗;广灵、潞安蝗;长治飞蝗蔽天,集树折枝;灵石飞蝗蔽天,杀稼殆尽<sup>①</sup>。本节对明清山西蝗灾的时空分布特征进行分析,对当今山西蝗灾的预测和治理提供科学依据。

#### 2.4.1 明代山西蝗灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西蝗灾分布特征,其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

##### 2.4.1.1 蝗灾发生的时间特征

###### (1) 年度分布

本文统计出明代山西每年发生蝗灾的县次数,结果显示:在明代276年(1368~1644)中,共发生蝗灾196县次<sup>②</sup>,平均每年发生蝗灾0.71个县次,有54个年份发生不同规模的蝗灾,平均5.11年发生一次蝗灾,平均每个灾年有3.63个县受灾。蝗灾发生最为严重的时期是17世纪30年代,受灾县次为65个,占到33.16%;其次为17世纪前10年,受灾县次为36个,占18.37%;另外16世纪20、30、80年代蝗灾受灾县数也达到21、15、10次,分别占到了10.71%、7.65和5.10%。

本文以10年为单位做出明代山西蝗灾县次变化趋势时间图,如图2.16。从图中可以看出明代山西蝗灾呈现出波动变化的趋势,明代前期山西蝗灾发生频次较低,1368~1527年的前160年间共有20个县次发生蝗灾,平均每年有0.13个县次发生蝗灾,占明代山西蝗灾发生总县次的10.20%;明代山西蝗灾的灾害年主要发生在明代后期,1615~1644年共有112个县次发生蝗灾,占明代山西蝗灾总县次的40.58%,平均每年有3.73个县受灾,其中1616年、1617年、1631年和1639年蝗灾发生严重,分别有15个、11个、22个和15个县次发生蝗灾。

从明代各朝山西发生蝗灾分布情况来看,崇祯年间(1628~1644)蝗灾最为严重,崇祯在位17年共有76个县次发生蝗灾,年均受灾县数为4.47个,其次为万历年间(1573~1620),共有54个县次发生蝗灾,年均受灾县次为1.13个,嘉靖年间蝗灾也较为严重,受灾县次为44个,年均受灾县次为0.98个。

<sup>①</sup> 清史稿[M].卷40.灾异志一.

<sup>②</sup> 这里的县次并不是代表有196个县发生蝗灾,而是指明代山西各县发生蝗灾的总次数。

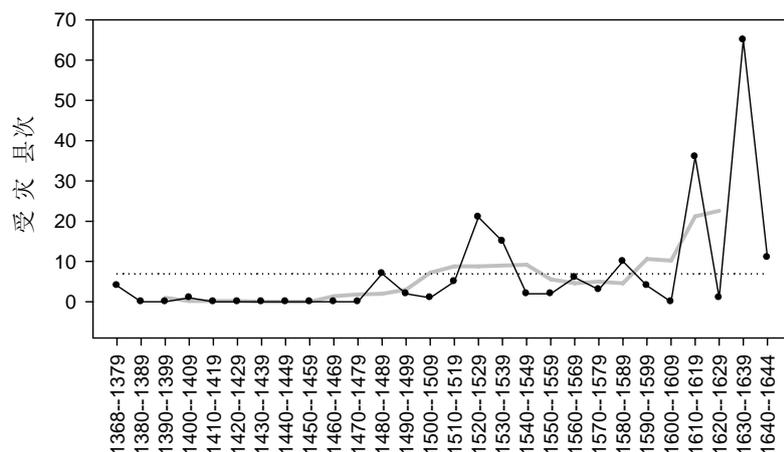


图 2.16 明代山西蝗灾时间变化趋势图

### (2) 季节分布

明代山西蝗灾史料记载中明确蝗灾发生季节的有 88 个县次，其中在夏秋两季发生的蝗灾占到了绝大多数，共 84 个县次，占 95.45%；其中在夏季蝗灾发生最多，共有 52 个县次发生蝗灾，占 59.09%；秋季共有 32 个县次发生蝗灾，占 36.36%。可见清代山西蝗灾发生季节分明，呈现出夏秋多、春季少、冬季无的特点，如图 2.17(左)。

### (3) 月份特征

明代山西蝗灾史料中明确月份记载的有 66 县次，统计显示：明代山西蝗灾主要发生在 4、6 和 7 月份，这三个月总共发生蝗灾 56 县次，占到 84.85%，其中 6 月份发生蝗灾次数最多，发生 27 县次，占 40.91%；4 月份和 7 月份分别发生 15 县次和 14 县次，分别占 22.73%和 21.21%。可见清代山西蝗灾的发生月份有着高度的集中性，如图 2.17(右)。

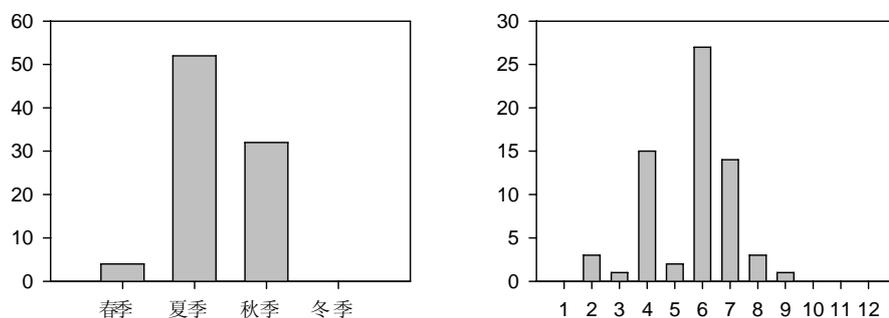


图 2.17 明代山西蝗灾季节、月份分布图

#### 2.4.1.2 明代山西蝗灾空间特征

本文统计出明代山西各县发生蝗灾频次，据此绘制出明代山西蝗灾分布图，如

图 2.18 (左)。明代山西各县中除了阳曲、徐沟、乐平、岚县、兴县、崞县、繁峙、平遥、临县、石楼、宁乡、壶关、平顺、大宁、乡宁、怀仁、山阴、马邑和和顺等 19 县没有记载发生蝗灾之外，其他所有的县都发生了不同程度的蝗灾，受灾县数占明代山西总县数的 75.64%。明代山西蝗灾主要分布在晋南、晋东南、晋中东部以及晋北部分地区。明代山西蝗灾发生严重的州府有太原府 6 县 1 州（太原、太谷、祁县、榆次、寿阳、河曲和平定州）、潞安府 4 县（长治、长子、屯留和潞城）、平阳府 4 县 4 州（临汾、翼城、曲沃、太平、蒲县、蒲州、解州和绛州）。明代山西蝗灾发生最为频繁的县阳城、临汾、荣河和安邑，这 4 县发生的蝗灾次数都在明代各县发生蝗灾次数平均值的 3 倍以上，分别发生了 7 次、8 次、7 次和 7 次；明代蝗灾发生较为频繁的县为太原、榆次、长治、长子、太平、蒲县、垣曲、稷山和大同，这些县发生的蝗灾次数都多于明代山西各县发生蝗灾次数的平均值的 2 倍。

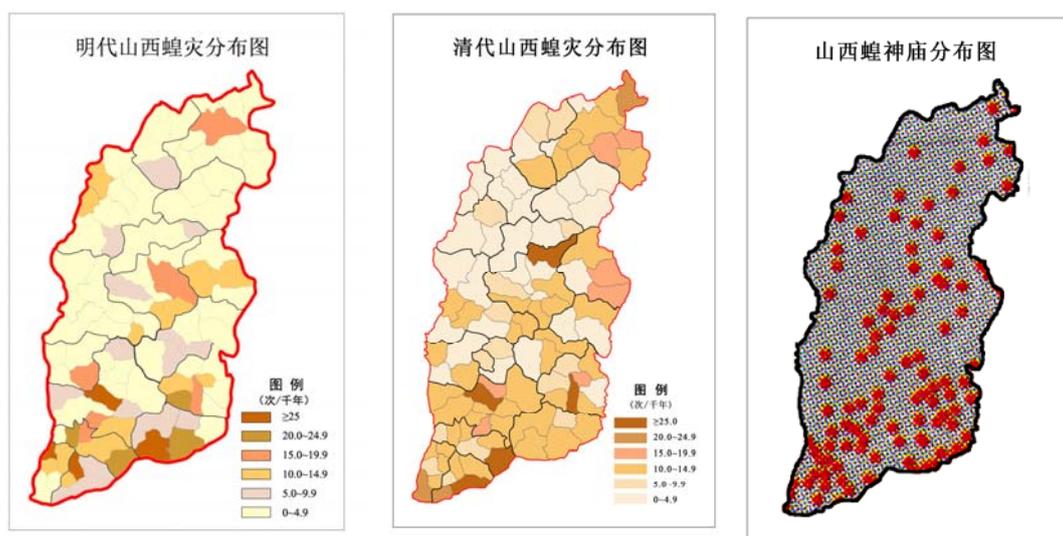


图 2.18 明清山西蝗灾空间分布图

图 2.19 山西蝗神庙分布图<sup>①</sup>

## 2.4.2 清代山西蝗灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西蝗灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.4.2.1 蝗灾发生的时间特征

#### (1) 年际分布

本文统计出清代山西每年发生蝗灾的县次数，结果显示：在清代 268 年（1644～

<sup>①</sup>此图是从陈正祥所绘《中国古代蝗神庙分布图》中截取的山西部分，该图藏于陈正祥. 中国文化地理[M]. 北京：三联书店，1983：52～53

1911) 中, 共发生蝗灾 283 县次<sup>①</sup>, 平均每年发生蝗灾 1.06 个县次, 有 56 个年份发生不同规模的蝗灾, 平均 4~5 年发生一次蝗灾, 平均每个灾年有 5.05 个县受灾。在这 56 个蝗灾年中, 连续 8 年发生蝗灾的有一次 (1644~1651), 连续四年发生蝗灾的有三次 (1823~1826)、(1856~1859)、(1861~1864), 连续三年发生蝗灾的有三次 (1671~1673)、(1690~1692)、(1835~1837)。蝗灾发生最为严重的时期是 17 世纪 40 年代, 受灾县次为 87 个, 其中 1647、1648 和 1649 年分别有 45、18 和 12 个县次发生蝗灾 (1647 年为清代山西发生蝗灾县次最多的年份); 其次为 17 世纪 90 年代, 受灾县次为 57 个, 其中 1690 和 1691 年分别有 13 和 35 个县次发生蝗灾; 另外 19 世纪 30、50 和 60 年代蝗灾受灾县数也达到 29、28 和 27 次。

本文以 5 年为单位做出清代山西蝗灾县次变化趋势时间分布图, 如图 2.20 所示。从图中可以看出清代山西蝗灾呈现出波动变化的趋势, 可以分为三个阶段: (1) 1644 到 1694 年的 50 年间为蝗灾高发期, 共有 166 个县次发生蝗灾, 平均每年有 3.25 个县次发生蝗灾, 占到蝗灾发生总县次的 58.66%; (2) 1695 到 1822 年的 128 年为蝗灾低发期, 总共只有 18 个县次发生蝗灾, 占蝗灾发生总县次的 6.36%; (3) 1823 到 1911 年的 89 年间为蝗灾频发区, 共有 99 个县次发生蝗灾, 平均每年有 1.11 个县次发生蝗灾, 占到蝗灾发生总县次的 34.98%。

从各朝代发生蝗灾分布情况来看, 顺治年间 (1644~1661) 蝗灾最为严重, 共有 98 个县次发生蝗灾, 年均受灾县数为 5.44 个; 其次为咸丰年间 (1851~1861), 共有 32 个县次发生蝗灾, 年均受灾县次为 2.91 个; 同治、康熙、道光年间蝗灾也较为严重, 受灾县次分别为 23、74 和 36 个。年均受灾县次分别为 1.77、1.21 和 1.20 个。

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 283 个县发生蝗灾, 而是指清代山西各县发生蝗灾的总次数。

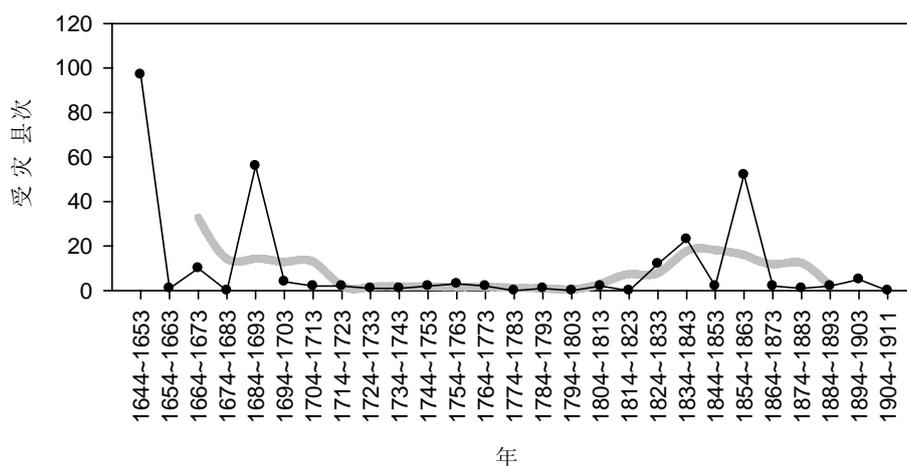


图 2.20 清代山西逐年蝗灾县次变化趋势时间分布

### (2) 季节特征

清代山西蝗灾史料记载中明确蝗灾发生季节的有 162 个县次，统计显示夏秋两季发生蝗灾的有 153 个县次，占 94.4%，其中在秋季蝗灾发生最多，共有 89 个县次发生蝗灾，占 54.9%；夏季次之，共有 64 个县次发生蝗灾，占 39.50%。可见清代山西蝗灾发生季节分明，呈现出夏秋多、春季少、冬季无的特点。如图 2.21（左）。此规律正符合清代陈仅在《捕蝗汇编》中所写的：“蝗虫最盛，莫过于夏秋之间。地脉松湿，天气炎蒸。入土螭子，旬日便能生发，较春时更速。”<sup>①</sup>

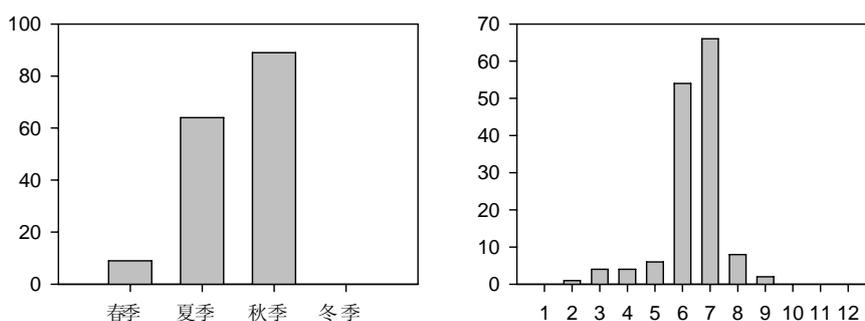


图 2.21 清代山西蝗灾季节、月份分布图

### (3) 月份特征

清代山西蝗灾史料中明确月份记载的有 145 县次，统计显示：清代山西蝗灾主要发生在 6、7 月份，这两个月总共发生蝗灾 120 县次，占到 82.76%，其中 7 月份发

<sup>①</sup> [清]陈仅. 捕蝗汇编[M]. 收录于李文海. 夏明方. 中国荒政全书·第二辑·第四卷[C]. 北京: 北京古籍出版社. 2003:710.

生蝗灾次数最多，发生 66 县次，占 45.52%；6 月份次之，发生 54 县次，占 37.24%，可见清代山西蝗灾的发生月份有着高度的集中性。如图 2.21（右）。清代山西蝗灾没有明显的周期性特征，而是呈现清代早期和晚期多，中期蝗灾少的特点。

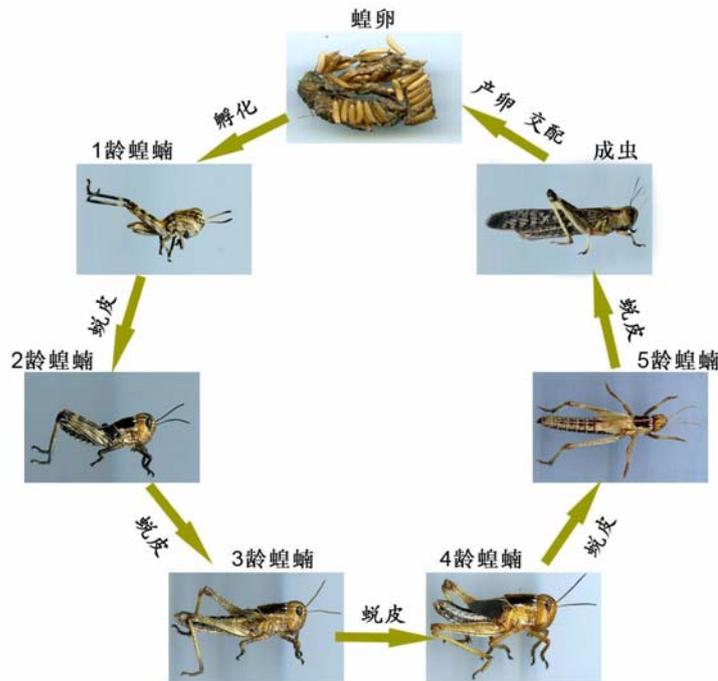


图 2.22 东亚飞蝗群居型生活史

#### 2.4.2.2 蝗灾发生的空间分布特征

本文统计出清代山西各县发生的旱灾次数，据此绘制出清代山西蝗灾分布图，见图 2.18（右）。清代山西蝗灾分布广泛，受灾县数占到清代山西总县数的 87.13%。从图 3 中可以看出：清代山西蝗灾主要分布在晋南、晋东南以及晋中部分地区（包括介休、平遥、祁县、太谷、文水、榆次和阳曲）、晋中东部（平定州所辖各县）和晋北东部（包括天镇、广灵、浑源、阳高、大同、怀仁、应州、山阴、朔州和灵邱）。这与被誉为“中国地理第一人”的著名学者陈正祥先生在 20 世纪 50 年代绘制的我国古代蝗神庙分布图——山西省部分（图 2.19）所反映出的蝗灾分布区<sup>①</sup>基本一致。从图 2.19 可以看到，上述蝗灾频发区都有一定数量的蝗神庙分布。

从图 2.18（右）可以看出，清代山西蝗灾具有明显的地域差异性。在太行山和吕梁山系的高山地区，蝗灾发生频次少，其主要原因有以下两个方面：一是高山地

<sup>①</sup> 陈正祥先生利用 3000 多种地方志中的八蜡庙、虫王庙和刘猛将军庙的记录，找出了中国蝗灾分布的范围。

区气温相对较低且土壤过于干燥，不利于蝗虫的繁殖；二是高山地区植被（禾本科植物）长势较差，不能提供蝗虫生长发育所必需的食料。在平原和丘陵地带，该地区土壤相对湿润、气温较高、地面植被良好，为蝗虫产卵、孵化和生长提供了适宜的自然条件，造成了该地区蝗灾暴发频次较高，尤其是沿黄河一带，是山西蝗灾高发区。

## 2.5 霜冻

霜冻是指春末和秋初农作物生长期，由于冷空气入侵影响，地面温度或者植物株冠附近的气温降至 0℃ 以下，导致作物受害或死亡的一种低温灾害。当气温至 0℃ 以下时，作物或物体有水汽凝成的白色结晶体为“白霜”，无白色结晶体为“黑霜”，两者统称为霜冻。发生在春季正当小麦返青拔节期的叫春霜冻，也叫晚霜冻；入秋后冷空气来的早，使尚未成熟的作物遭霜冻危害，称为秋霜冻，也叫早霜冻。明清时期霜冻灾害对山西农业生产造成极大危害，如明万历八年（1580 年）九月，临晋、猗氏陨霜杀稼<sup>①</sup>；明万历十四年（1586）春，洪洞无雨，陨霜杀麦尽枯死<sup>②</sup>；清顺治六年（1649）秋八月，太原州县陨霜杀稼<sup>③</sup>。

### 2.5.1 明代山西霜冻灾害时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西霜冻灾害分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.5.1.1 霜冻发生的时间特征

##### （1）年度分布

本文统计出明代山西每年每个县发生霜冻灾害的次数，结果显示：在明代 276 年（1368~1644）中，共发生霜冻灾害 196 县次<sup>④</sup>，平均每年发生霜冻灾害 0.71 个县次，有 61 个年份发生不同规模的灾害，平均 4.52 年发生一次霜冻灾害，平均每个灾年有 3.21 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出明代山西霜冻灾害变化趋势时间分布图，如图 2.23 所示。从图中可以看出明代山西霜冻灾害主要集中在明代后期，1580~1644 年间共有 123 个县次发生灾害，平均每年有 1.89 个县发生霜冻灾害，占明代山西霜冻灾害发生总县次的 62.76%。

从明代各朝山西发生霜冻灾分布情况来看，万历年间（1573~1620）灾害最为严

<sup>①</sup>（雍正）山西通志[M]. 卷 163.

<sup>②</sup>（雍正）洪洞县志[M]. 卷 8.

<sup>③</sup>（嘉庆）灵石县志[M]. 卷 12.

<sup>④</sup> 这里的县次并不是代表有 196 个县发生霜冻灾害，而是指明代山西各县发生霜冻灾害的总次数。

重，48 年中共有 107 个县次发生灾害，年均受灾县数为 2.23 个；其次为宣德年间（1426~1435），在位 10 年共有 13 个县次发生灾害，年均受灾县数为 1.3 个；崇祯、景泰和天启年间霜冻灾害也较为严重，受灾县次分别为 16、7 和 5 个。年均受灾县次分别为 0.94、0.88 和 0.71 个。

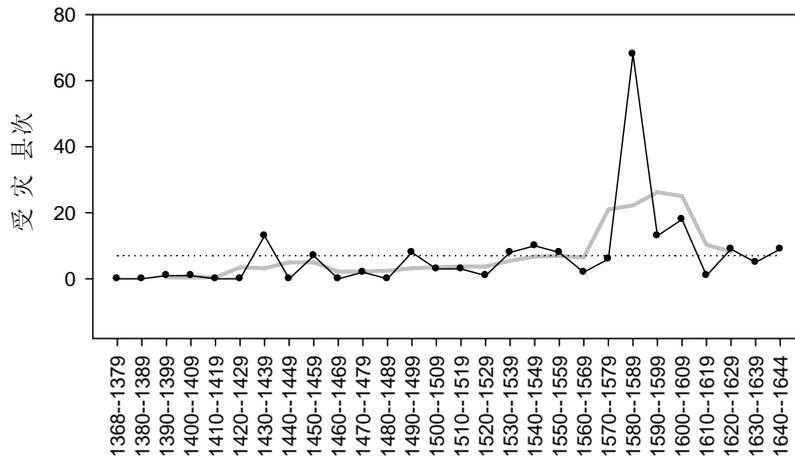


图 2.23 明代山西霜冻灾害时间变化趋势图

### （2）季节特征

明代山西霜冻灾害史料记载中明确霜冻灾害发生季节的有 133 个县次，秋季发生次数最多，有 80 个县次受灾，占 60.15%；夏季次之，共有 36 个县次发生灾害，占 27.07%；春冬最少，分别只有 8 个和 9 个县次受灾。可见明代山西霜冻灾害季节分明，呈现出夏秋多、春冬少的特点。如图 2.24（左）。

### （3）月份特征

明代山西霜冻史料中明确月份记载的有 100 县次，统计显示：明代山西霜冻主要发生在 4、7、8 月份，这 3 个月总共发生霜冻灾 74 县次，占到 74%。其中在 8 月份灾害发生次数最多，发生 39 县次，占 39%；4 月份发生 20 县次，占 20%；7 月份发生 15 县次，占 15%。可见明代山西霜冻的发生月份有着高度的集中性。如图 2.24（右）。

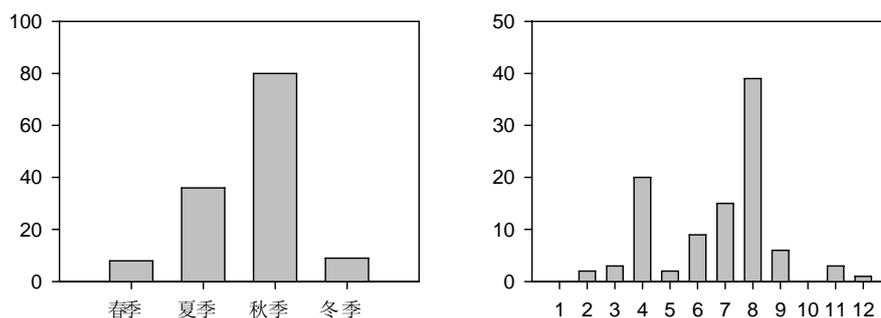


图 2.24 明代山西霜冻灾害季节、月份分布图

### 2.5.1.2 霜冻发生的空间特征

本文统计出明代山西各县发生霜冻灾害频次，据此绘制出明代山西霜冻灾害频次分布图，如图 2.25（左）。明代山西各县中交城、清源、寿阳、孟县、乐平、岚县、兴县、崞县、孝义、宁乡、平顺、沁水、荣河、万泉、河津、大宁、闻喜、夏县、垣曲、怀仁、浑源州、马邑、灵邱和和顺等 24 县没有记载发生霜冻灾害，其他所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占明代山西总县数的 69.23%。明代山西霜冻灾害主要发生的州府为太原府 6 县 1 州（太原、太谷、文水、榆次、河曲、静乐和代州），沁州 2 县（武乡和沁源），潞安府 2 县（屯留和潞城），平阳府（临汾、洪洞、翼城、曲沃、灵石、解州、绛州、吉州和朔州）和辽州（榆社）。明代山西霜冻灾害发生最为频繁的县是临汾县（9 次），该县发生的霜冻灾害次数大于明代各县发生霜冻灾害次数平均值的 3 倍。霜冻灾害发生较为频繁的县为太原、太谷、榆次、河曲、平遥、沁源、高平、洪洞和稷山，这些县发生的霜冻灾害次数都多于明代山西各县发生霜冻次数的平均值的 2 倍。

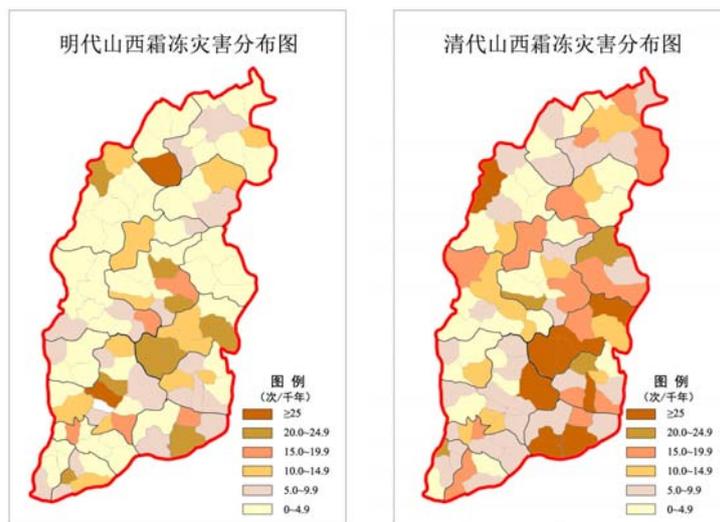


图 2.25 明清山西霜冻灾害空间分布图

### 2.5.2 清代山西霜冻灾害时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西霜冻灾害分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.5.2.1 霜冻发生的时间特征

##### (1) 年际分布

本文统计出清代山西每年发生霜冻灾害的县次数，结果显示：在清代 268 年（1644~1911）中，共发生霜冻灾 279 县次<sup>①</sup>，平均每年发生灾害 1.04 个县次，有 89 个年份发生不同规模的灾害，平均 3 年发生一次雹灾，平均每个灾年有 3.14 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出清代山西霜冻灾害县次变化趋势时间分布图，如图 2.26 所示。从图中可以看出清代山西霜冻灾害呈现出波动变化的趋势，可以分为三个阶段：（1）清代前期山西霜冻灾害发生严重，1644 到 1699 年间共有 106 个县次发生灾害，平均每年有 1.89 个县次发生灾害，占到清代山西霜冻灾害发生总县次的 37.99%；（2）清代中期山西霜冻灾害发生频次低，1700 到 1829 年间共有 55 个县次发生灾害，平均每年有 0.42 个县受灾，占清代山西霜冻灾发生总县次的 19.71%；（3）清代后期山西霜冻灾害较为严重，1830~1911 年间共有 118 个县次发生灾害，平均每年有 1.44 个县次发生霜冻灾害，占到清代山西霜冻灾害发生总县次的 42.29%。

从清代各朝山西发生霜冻灾害分布情况来看，同治年间（1862~1874）霜冻灾

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 279 个县发生霜冻灾害，而是指清代山西各县发生霜冻灾害的总次数。

害最为严重，13年间共有33个县次发生灾害，年均受灾县数为2.54个；其次为道光年间（1821~1850），30年共有55个县次发生灾害，年均受灾县数为1.83个；康熙、顺治年间霜冻灾也较为严重，受灾县次分别为95、19个，年均受灾县次分别为1.56、1.05个。

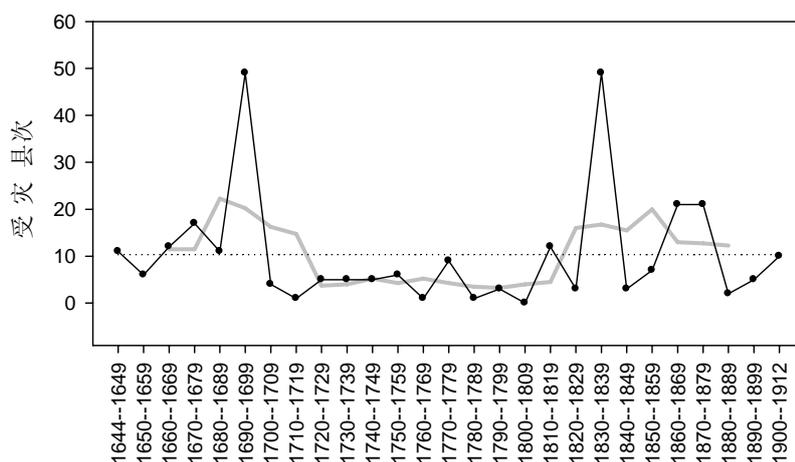


图 2.26 清代山西霜冻灾害年度变化趋势图

### (2) 季节特征

清代山西霜冻灾害史料记载中明确霜冻灾害发生季节的有259个县次，统计显示清代山西霜冻灾害呈现出高度的季节集中性，在秋季霜冻发生次数最多，共有149个县次发生霜灾，占57.53%，春、夏、冬季发生霜冻灾害的几率基本相同，分别有36、36、38个县次受灾。如图2.27（左）。

### (3) 月份特征

清代山西霜冻史料中明确月份记载的有182个县次，统计显示：清代山西霜冻灾害月分布特征比较明显，主要发生在8月份，该月发生灾害67县次，占到36.81%。另外，2、3、4和7月霜冻灾害也较为严重，分别有12、20、25和30个县次受灾。如图2.27（右）。

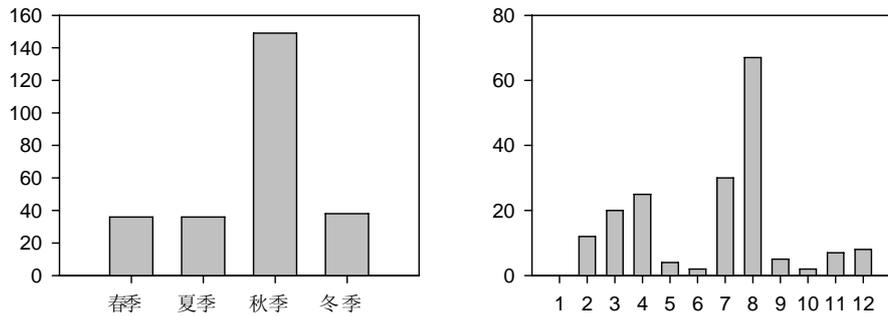


图 2.27 清代山西霜冻灾害季节、月份分布图

### 2.5.2.2 清代山西霜冻灾害空间特征

本文统计出清代山西各县发生霜冻灾害频次，据此绘制出清代山西霜冻灾害频次分布图，如图 2.25（右）。霜冻灾害在北部和东部山区较为严重。清代山西各县中有交城、兴县、徐沟、清源、平遥、孝义、石楼、黎城、洪洞、汾西、乡宁、永济、宁武、神池、五寨、左云、平鲁、马邑、夏县、大宁、五台和繁峙等 22 县没有记载发生霜冻灾害，其他所有的县都发生了不同程度的灾害，受灾县数占清代山西总县数的 77.08%。清代山西霜冻灾害主要发生的州府为太原府 5 县（太原、太谷、文水、岢岚州和榆次），汾州府 3 县 1 州（汾阳、介休、临县和永宁州），潞安府 5 县（长治、长子、潞城、壶关和襄垣），泽州府 3 县（凤台、高平和阳城），大同府 5 县（大同、怀仁、阳高、广灵和灵邱），忻州 2 县（定襄和静乐），保德州，平定州 3 县（盂县、乐平和寿阳），沁州 2 县（武乡和沁源），辽州 2 县（和顺和榆社）。清代山西霜冻灾害发生最为频繁的县有长治、岳阳、武乡、和顺和河曲，这些县发生的霜冻灾害次数都大于清代各县发生霜冻灾害次数平均值的 3 倍。霜冻灾害发生较为频繁的县为文水、襄垣、凤台、阳城、荣河、盂县和沁源，这些县发生的霜冻灾害次数都多于清代山西各县发生霜冻次数的平均值的 2 倍。

## 2.6 风灾

风灾是山西经常发生的一种灾害性天气，历史上风灾对人民的生产和生活造成的危害也比较严重，史料中经常把大风称为“赤风”、“灾风”、“烈风”、“暴风”等。山西地处大陆性季风气候区，地理位置偏北，海拔较高，为冬半年强大寒潮南下必经之地；境内太行、吕梁两大山脉呈东北-西南走向，黄河谷地与中部盆地呈狭长带状，气流经过时易产生狭管作用，使风速加大，形成大风；东部是黄土高原边缘，太行山脉与华北平原截然相切，夏季暖湿气流北上，极易形成气流交绥，从而造成

伴随雷雨、冰雹的大风天气，导致灾害发生。山西常见的大风天气主要有寒潮大风、雷雨大风，有时也有局地性龙卷风，这几种大风天气在山西历史上都有发生。

### 2.6.1 明代山西风灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西风灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.6.1.1 风灾发生的时间特征

##### (1) 年际分布

本文统计出明代山西每年每个县发生大风灾害的次数，结果显示：在明代 276 年（1368~1644）中，共发生大风灾害 113 县次<sup>①</sup>，平均每年发生大风灾害 0.41 个县次，有 61 个年份发生不同规模的灾害，平均 4.52 年发生一次大风灾害，平均每个灾年有 1.85 个县受灾。

本文以 10 年为单位做出明代山西风灾县次变化趋势时间分布图，如图 2.28。从图中可以看出明代山西风灾呈现出波动变化的趋势，明代山西风灾主要分布在中期和后期，可以分为三个阶段：（1）明代前期山西风灾发生频次较低，1368 年到 1467 年的一百年间只有 2 个县次有记载发生风灾；（2）从 1468 年开始风灾的发生频次呈波动上升趋势，1468~1559 年的 92 年间共发生风灾 60 县次，占明代山西风灾总发生县次的 53.10%；（3）1560~1644 年的 85 年间共有 51 个县次记载发生风灾，占明代山西风灾总发生县次的 45.13%，为明代山西风灾频发阶段。

从明代各朝山西发生风灾分布情况来看，崇祯年间（1628~1644）风灾最为严重，17 年中共有 17 个县次发生风灾，年均受灾县数为 1.00 个；其次为嘉靖年间（1522~1566），45 年中共有 34 个县次发生风灾，年均受灾县次为 0.76 个。

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 113 个县发生风灾，而是指明代山西各县发生风灾的总次数。

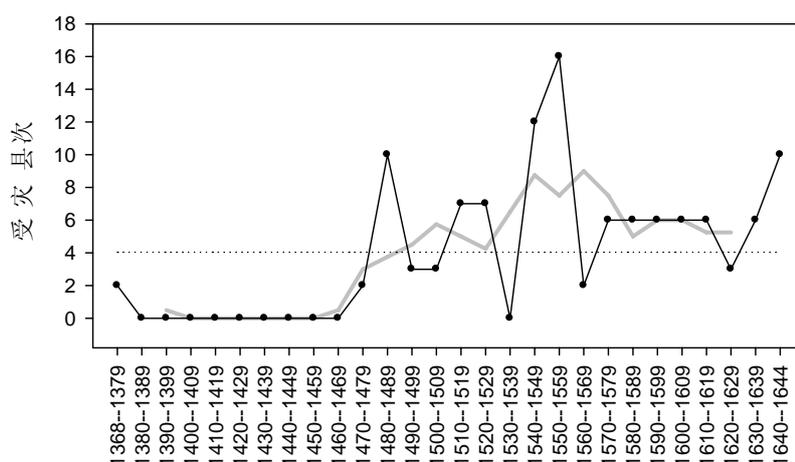


图 2.28 明代山西风灾年度变化趋势图

### (2) 季节特征

明代山西风灾史料记载中明确发生季节的有 77 个县次，统计显示：明代山西风灾在夏季发生次数最多，有 34 个县次受灾，占 44.16%；春季和秋季次之，分别有 26 和 12 个县次发生灾害，占 33.77%和 15.58%；冬季最少，只有 5 个县受灾。可见明代山西风灾季节特征也较为明显，主要发生在春季和夏季，如图 2.29（左）。

### (3) 月份特征

明代山西风灾史料中明确月份记载的有 65 县次，统计显示：明代山西风灾主要发生在 1、4、6 月份，这 3 个月总共发生霜冻灾 35 县次，占到 53.85%。其中在 4 月份灾害发生次数最多，发生 13 县次，占 20%；1 月和 6 月各有 11 个县次发生灾害。如图 2.29（右）。

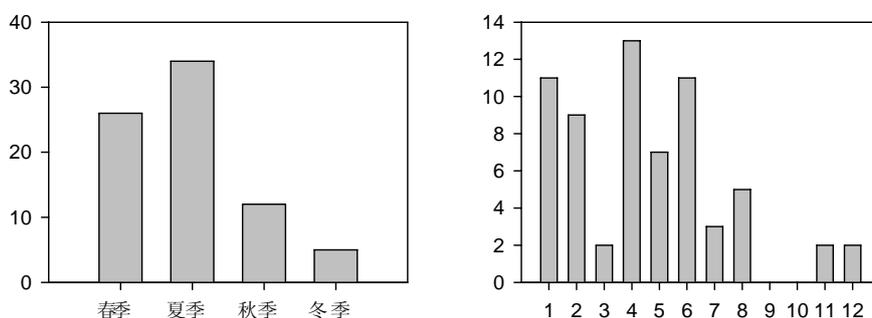


图 2.29 明代山西风灾季节、月份分布图

#### 2.6.1.2 风灾发生的空间特征

本文统计出明代山西各县发生风灾频次，据此绘制出明代山西风灾分布图，如图 2.30（左）。明代山西风灾受灾县数占明代山西总县数的 48.71%。明代山西风灾主要分布在晋东南、晋中东部以及晋北部分地区。明代山西风灾发生严重的州府有太原府 7 县 2 州（阳曲、太原、祁县、交城、文水、榆次、孟县、忻州和代州），潞安府 5 县（长治、长子、屯留、潞城和襄垣），大同府（大同、山阴、朔州和广灵）和沁州（武乡和沁源）。明代山西风灾发生最为频繁的县是阳曲、太原、祁县、文水、崞县、屯留、闻喜和大同，这 8 个县发生的风灾次数都在明代各县发生风灾次数平均值的 3 倍以上，分别发生了 8 次、4 次、5 次、4 次、4 次、6 次、5 次和 5 次；明代山西风灾发生较为频繁的县为交城、榆次、定襄、长治、襄垣、高平、山阴和广灵，这些县发生的风灾次数都多于明代山西各县发生风灾次数的平均值的 2 倍。

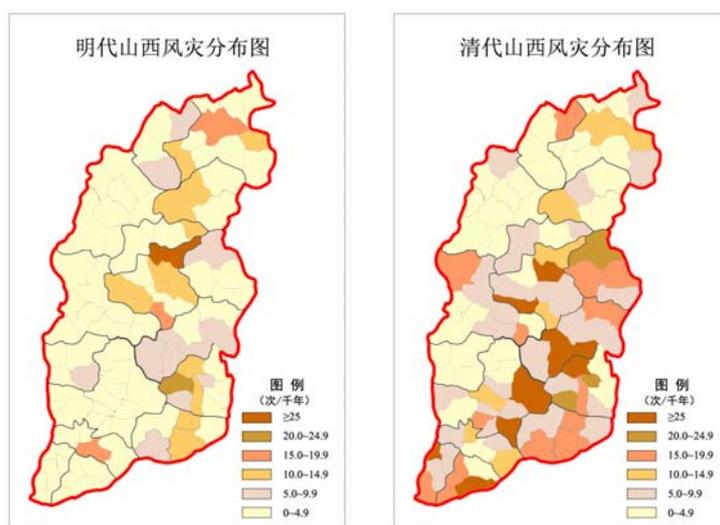


图 2.30 明清山西风灾空间分布图

## 2.6.2 清代山西风灾时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西风灾分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.6.2.1 清代山西风灾时间特征

#### (1) 年度分布

本文统计出清代山西每年发生大风灾害的县次数，结果显示：在清代 268 年（1644~1911）中，共发生风灾 235 县次<sup>①</sup>，平均每年发生灾害 0.88 个县次，有 110 个年份发生不同规模的灾害，平均 2~3 年发生一次风灾，平均每个灾年有 2.14 个

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 283 个县发生风灾，而是指清代山西各县发生风灾的总次数。

县受灾。

本文以 10 年为单位做出清代山西风灾年度变化趋势图，如图 2.31。从图中可以看出清代山西风灾呈现出波动变化的趋势，其中在清代中期和后期风灾发生比较频繁。清代山西风灾发生最为严重的时期是 18 世纪 50 年代，受灾县数为 26 个，其中 1757、1752 和 1755 年分别有 8、5 和 5 个县次发生蝗灾（1757 年为清代山西发生风灾发生县次最多的年份）；其次为 19 世纪 70 年代，受灾县数为 24 个，另外 19 世纪 30、60 年代风灾受灾县数也较多，达到 17 和 14 县次。

从清代各朝山西发生风灾分布情况来看，同治年间（1862~1874）风灾最为严重，13 年中共有 18 个县次发生风灾，年均受灾县数为 1.38 个；其次为顺治年间（1644~1661），18 年中共有 24 个县次发生风灾，年均受灾县数为 1.33 个；道光、乾隆和康熙年间风灾也较为严重，受灾县次分别为 34、52 和 43 个，年均受灾县次分别为 1.13、0.87、0.70 个。根据国际气象标准求异常值计算方法（异常值 $\geq$ 平均值+3\*标准差）：在清代 268 年中，共有 6 个年份为极度灾年，分别为清顺治元年（1644）、清乾隆二十二年（1757）、清道光六年（1826）、清道光十年年（1830）、清光绪三年（1877）和清光绪十八年（1892），受灾县次分别为 8 次、8 次、6 次、6 次、6 次和 7 次，其中清顺治元年（1644）和清乾隆二十二年（1757）风灾最为严重。

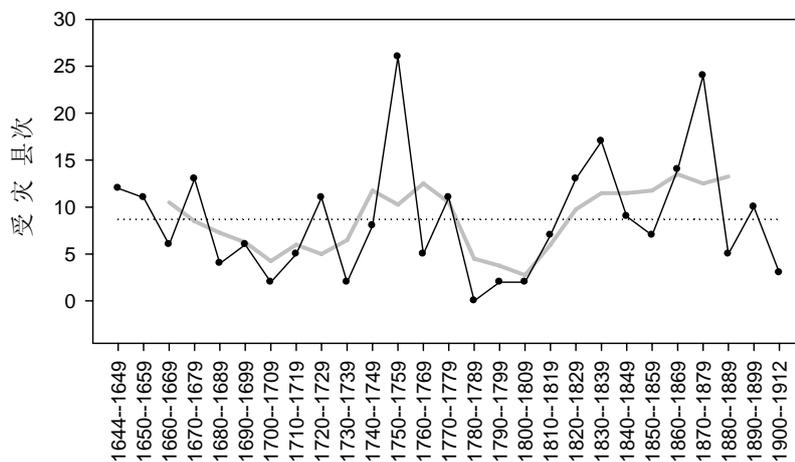


图 2.31 清代山西风灾时间变化趋势图

## （2）季节特征

清代山西大风灾害史料记载中明确大风灾害发生季节的有 207 个县次，统计显示：在清代山西各个季节都有大风灾害发生，各季发生大风灾害的频次总体差异不大，春季和夏季比秋季和冬季较多，春、夏、秋、冬四季分别有 58、69、45 和 35

个县次受灾，分别占到了 28.02%、33.33%、21.74%和 16.91%。如图 2.32（左）。

### （3）月份特征

清代山西风灾史料中明确月份记载的有 160 个县次，统计显示：清代山西风灾在 1-8 月发生较多，9-12 月发生较少，发生最多的是在夏季 6 月，有 25 个县次受灾，其次为春季的 3 月，有 22 个县次受灾。右如图 2.32（右）。

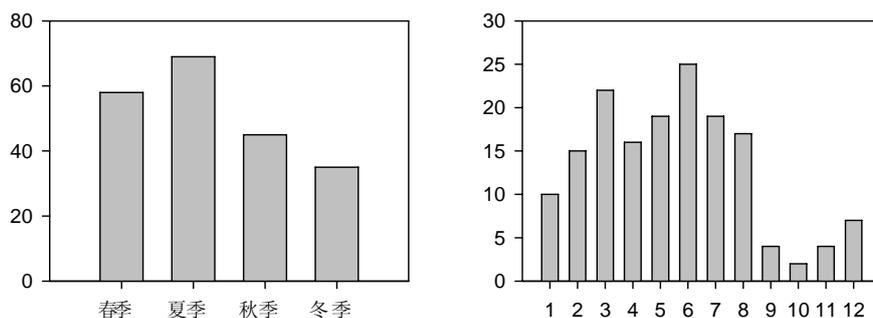


图 2.32 清代山西风灾季节、月份分布图

#### 2.6.2.2 风灾发生的空间特征

本文统计出清代山西各县发生风灾频次，据此绘制出清代山西风灾分布图，如图 2.30（右）。清代山西风灾发生县数占清代山西总县数的 69.79%。清代山西风灾主要发生的州府有：太原府 4 县（阳曲、太原、祁县和文水），潞安府 4 县（长治、长子、潞城和襄垣），泽州府 3 县（凤台、高平和阳城），平阳府 4 县（临汾、岳阳、翼城和太平），大同府 3 县（大同、广灵和左云），平定州（盂县和寿阳），解州 3 县（安邑、平陆和芮城）。清代山西风灾发生最为频繁的县有太原、文水、襄垣、岳阳、翼城、荣河、武乡和平陆，这些县发生的风灾次数都大于清代各县发生风灾次数平均值的 3 倍。风灾发生较为频繁的县为长子、潞城、凤台、阳城、永济、孟县、寿阳和芮城，这些县发生的风灾次数都多于清代山西各县发生风灾次数的平均值的 2 倍。清代山西没有风灾发生记载的有兴县、岢岚州、岚县、平遥、宁乡、石楼、平顺、黎城、乡宁、怀仁、山阴、阳高、浑源州、应州、宁武、神池、五寨、右玉、平鲁、马邑、朔州、闻喜、夏县、赵城、大宁、永和、五台、繁峙和河曲。

## 2.7 震灾

地震灾害因其破坏力强，是自然灾害中最严重的一种，山西是我国地震灾害严重的省份之一，山西境内的破坏性地震，主要发生在人口稠密和经济发达的各个盆

地，每当发生灾害后，伤亡惨重。历史文献对山西地震的记载极为丰富，从大量史料得知，早在公元前 23 世纪，即帝舜时期，就有关于山西南部一带发生过强烈地震的记载。明清时期在正史和地方志中对地震的记载显得更为丰富，强烈的地震对山西古代人民造成严重的伤害。如明天启六年（1626 年）六月初五丑时，灵丘发生强烈地震，目前鉴定为 7 级。《明史》卷 30《五行志》记载：“（天启）六年六月丙子，京师地震。济南、东昌及河南一周六县同日震。…山西灵丘昼夜数震，月余方止。城郭、庐舍并摧，压死人民无算。”这次地震殃及浑源、大同、涞源等 14 州县，波及山西、河北、京师、河南、陕西、山东等省 61 府州县。

### 2.7.1 明代山西地震时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西地震分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.7.1.1 地震发生的时间特征

##### （1）年际分布

本文统计出明代山西每年每个县发生地震的次数，结果显示：在明代 276 年（1368~1644）中，共发生地震 243 县次<sup>①</sup>，平均每年发生地震 0.88 个县次，有 75 个年份发生不同规模的灾害，平均 3.68 年发生一次地震灾害，平均每个灾年有 3.24 个县受灾。明代山西地震发生最为严重的时期是 16 世纪 80 年代和 17 世纪前 10 年，受灾县次均为 38 个；其次为 16 世纪前 10 年，受灾县次为 27 个；另外 16 世纪 50 年代风灾受灾县数达到了 22 次。

本文以 10 年为单位做出明代山西地震年度变化趋势图。如图 2.33. 从图中可以看出明代山西地震灾害主要集中在中后期，呈现出波动上升的趋势，明代前期山西地震频次较少。可以将明代山西地震年度变化分为二个阶段：（1）1368 到 1499 年的 132 年间为山西地震少发期，共有 26 个县次发生地震，占到明代山西地震发生总县次的 10.70%；（2）1500 到 1644 年的 145 年为山西地震高发期，总共有 217 个县次发生地震，占明代山西地震发生总县次的 89.30%。

从明代各朝山西发生地震分布情况来看，万历年间（1573~1620）山西地震最为严重，48 年中共有 91 个县次发生地震，年均受灾县数为 1.90 个，其次为天启年间（1621~1627），7 年内共有 13 个县次发生地震，年均受灾县次为 1.86 个，弘治、崇祯和嘉靖年间蝗灾也较为严重，受灾县次分别为 30、24 和 49 个，年均受灾县次分别为 1.67、1.41 和 1.09 个。

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 243 个县发生地震，而是指明代山西各县发生地震的总次数。

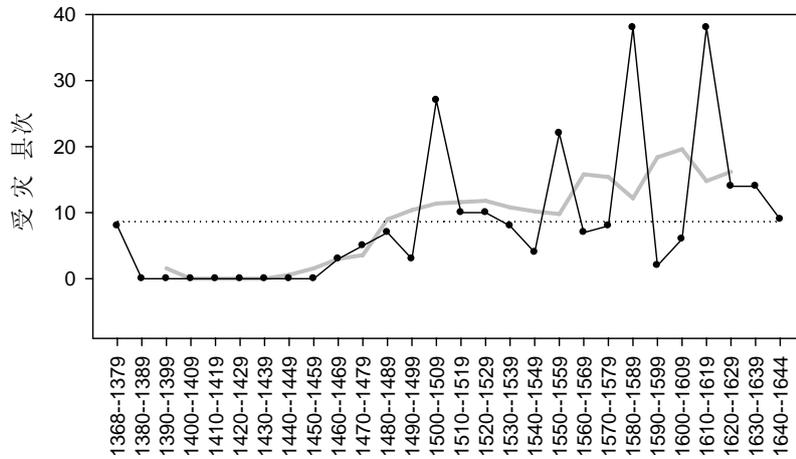


图 2.33 明代山西地震时间变化趋势图

(2) 季节特征

明代山西地震史料记载中明确地震灾害发生季节的有 131 个县次，由图 2.34(左) 可以看出明代山西地震在各个季节都有分布，没有明显的季节分布特征，在秋季发生地震次数最多，为 50 县次，占总数的 38.17%，春、夏、冬三季分别有 26、35、20 个县次受灾。

(3) 月份特征

明代山西地震史料中明确月份记载的有 115 县次，统计显示：明代山西地震主要发生在 6 月和 9 月份，这 2 个月中总共发生地震 35 县次，占到 49.57%。其中在 9 月份灾害发生次数最多，发生 32 县次；另外在 3、8、10 月份发生地震灾害也较多，分别有 11、10、10 个县次发生灾害。如图 2.34 (右)。

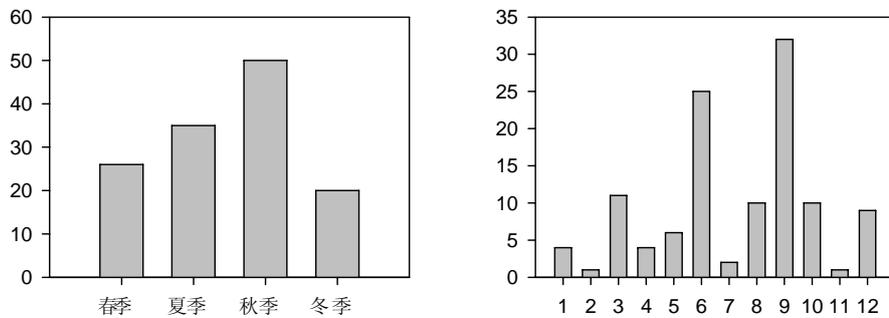


图 2.34 明代山西地震季节、月份分布图

### 2.7.1.2 明代山西地震空间特征

本文统计出明代山西各县发生地震频次，据此绘制出明代山西地震频次分布图，如图 2.35（左）。明代山西地震发生县数占明代山西总县数的 79.49%。明代山西地震主要发生的州府有：太原府 8 县 2 州（祁县、文水、榆次、清源、寿阳、孟县、河曲、静乐、岢岚州、代州），潞安府 3 县（长治、潞城、襄垣），泽州 2 县（高平和阳城），平阳府 3 县 2 州（临汾、岳阳、蒲县、蒲州、解州），大同府（大同、浑源县、应州、朔州、蔚州），汾州府 2 县（平遥和介休），沁州 2 县（武乡和沁源）。明代山西地震发生最为频繁的县有太原（21 次）、河曲（8 次）、安邑（8 次），这些县发生的地震次数都大于明代各县发生地震次数平均值的 3 倍。明代山西地震发生较为频繁的县为阳曲、武乡、大同、孟县、平遥和广灵，这些县在明代发生的地震次数都多于明代山西各县发生地震次数的平均值的 2 倍。明代山西没有记载发生地震灾害的有乐平、岚县、兴县、石楼、壶关、平顺、黎城、汾西、襄陵、灵石、河津、大宁、绛县、乡宁、怀仁和和顺。

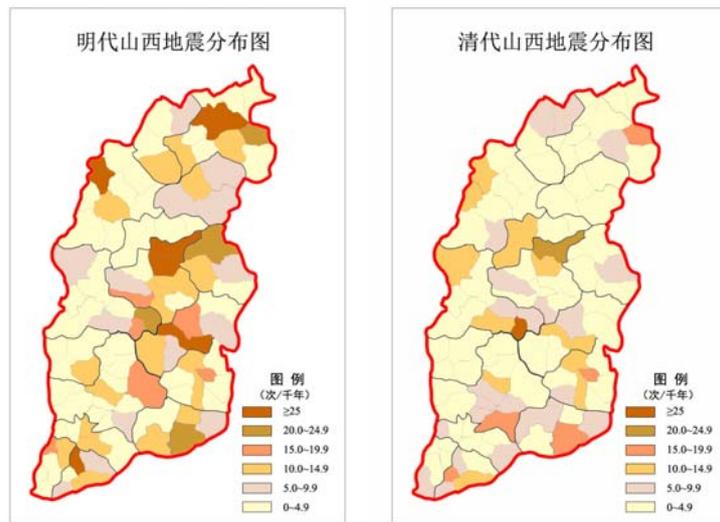


图 2.35 明清山西地震空间分布图

### 2.7.2 清代山西地震时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西地震分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.7.2.1 清代地震发生的时间特征

##### (1) 年度分布

本文统计出清代山西每年每个县发生地震灾害的次数，结果显示：在清代 268 年（1644~1911）中，共发生地震灾害 141 县次<sup>①</sup>，平均每年发生地震灾害 0.53 个县次，有 58 个年份发生不同规模的灾害，平均 4.62 年发生一次地震灾害，平均每个灾年有 2.43 个县受灾。清代山西地震发生最为严重的时期是 17 世纪 80 年代，受灾县次为 28 个；其次为 17 世纪 70 年代，受灾县次为 20 个；另外 17 世纪 90 和 60 年代地震受灾县数也达到 15 和 12 次。

本文以 10 年为单位做出清代山西地震年度变化趋势图，如图 2.36 所示。从图中可以看出清代山西地震主要发生在清代前期和后期，中期地震发生频次较少：（1）1644 到 1719 年的 76 年间为地震高发期，共有 99 个县次发生地震，平均每年有 1.30 个县次发生地震，占清代山西地震发生总县次的 70.21%；（2）1720 到 1809 年的 90 年为清代山西地震低发期，总共只有 7 个县次发生地震，占清代山西地震发生总县次的 4.96%；（3）1810 到 1911 年的 102 年间为山西地震频发区，共有 35 个县次发生地震，占到清代山西地震发生总县次的 24.82%。从清代各朝山西发生地震分布情况来看，康熙年间（1662~1722）山西地震最为严重，61 年间共有 82 个县次发生地震，年均受灾县数为 1.34 个，其次为顺治年间（1644~1661），18 年间共有 17 个县次发生地震，年均受灾县次为 0.94 个。

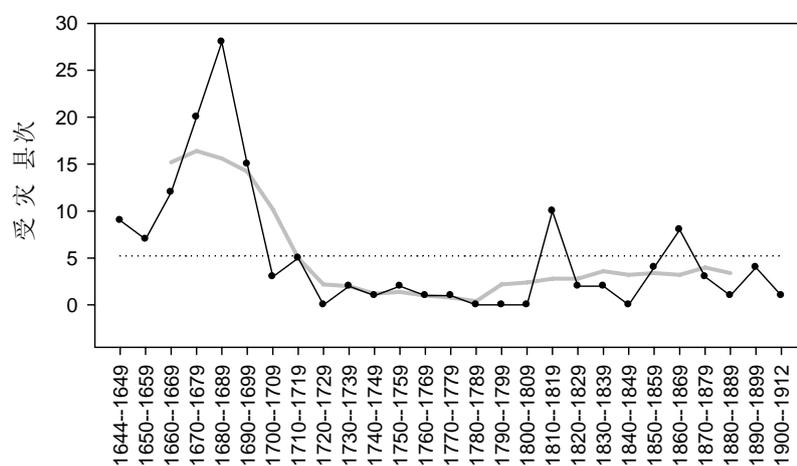


图 2.36 清代山西地震时间变化趋势图

## （2）季节特征

清代山西地震史料记载中明确地震灾害发生季节的有 107 个县次，由图 2.37(左)可以看出清代山西地震在各个季节都有分布，没有呈现出明显的季节特征。在冬季

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 141 个县发生地震，而是指清代山西各县发生地震的总次数。

发生地震次数最多,为 39 县次,占总数的 36.45%;夏季发生 34 县次,占总数的 31.78%;春季和秋季分别有 11 和 23 个县次受灾。

### (3) 月份特征

清代山西地震史料中明确月份记载的有 103 县次,统计显示:清代山西地震主要发生在 10 月份和 4 月份,在这 2 个月中总共发生地震 35 县次,占到 47.57%。其中在 10 月份灾害发生次数最多,发生 31 县次;另外在 6 月和 9 月分别有 10 个和 14 个县次发生灾害。

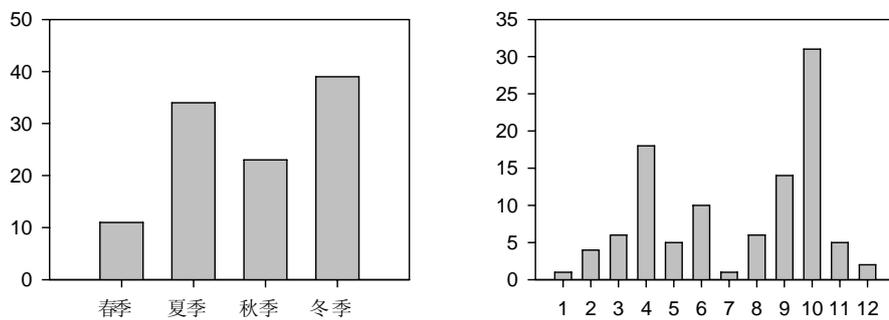


图 2.37 清代山西地震季节、月份分布图

#### 2.7.2.2 清代山西地震空间特征

本文统计出清代山西各县发生地震频次,据此绘制出清代山西地震频次分布图,如图 2.35 (右)。清代山西地震发生县数占清代山西总县数的 65.63%。清代山西地震主要发生的州府有:太原府 5 县(阳曲、太原、祁县、交城、岢岚州),汾州府 5 县(汾阳、平遥、介休、孝义、临县),潞安府 4 县(长治、长子、潞城、襄垣),泽州府 3 县(凤台、陵川、沁水),平阳府 7 县(临汾、洪洞、浮山、翼城、曲沃、襄陵、太平),解州 3 县(安邑、平陆、芮城),朔平府 2 县(右玉、左云),保德州。清代山西地震发生最为频繁的县有阳曲(6 次)、介休(7 次)和翼城(5 次),这些县发生的地震次数都大于清代各县发生地震次数平均值的 3 倍。清代山西地震发生较为频繁的县为太原、孝义、临县、长治、潞城、襄垣、凤台、洪洞、曲沃、广灵、武乡、平陆、静乐和河曲,这些县在清代发生的地震次数都多于清代山西各县发生地震次数的平均值的 2 倍。清代山西没有记载发生地震灾害的有太谷、兴县、清源、岚县、永宁州、石楼、屯留、平顺、黎城、乡宁、吉州、万泉、猗氏、怀仁、山阴、阳高、应州、偏关、五寨、平鲁、乐平、寿阳、沁源、闻喜、稷山、夏县、赵城、

灵石、大宁、蒲县和繁峙。

## 2.8 瘟疫

通过对明清山西瘟疫灾害的统计可以看出,明清时期山西瘟疫灾害较为严重,由于古代环境卫生条件差,在大灾之后大量尸体来不及掩埋,生态环境遭到极大破坏,继而会有瘟疫的发生。

### 2.8.1 明代山西瘟疫时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析明代山西瘟疫分布特征,其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

#### 2.8.1.1 瘟疫发生的时间特征

##### (1) 年际分布

本文统计出明代山西每年每个县发生瘟疫灾害的次数,结果显示:在明代 276 年(1368~1644)中,共发生瘟疫灾害 262 县次<sup>①</sup>,平均每年发生瘟疫灾害 0.95 个县次,有 46 个年份发生不同规模的灾害,平均 6 年发生一次瘟疫灾害,平均每个灾年有 5.70 个县受灾。瘟疫发生最为严重的时期是 16 世纪 80 年代,受灾县次达到 103 个,占到明代山西瘟疫总发生县次的 39.31%;其次为 17 世纪前 10 年,受灾县次为 41 个;另外 17 世纪 40、30 年代瘟疫受灾县数也达到 21、20 次。

本文以 10 年为单位做出明代山西瘟疫受灾县次变化趋势时间分布图,如图 2.38 所示。从图中可以看出明代山西瘟疫主要集中在明代后期发生,可以将明代山西瘟疫年度变化分为两个阶段:(1) 1368~1578 年的 211 年间为明代山西瘟疫低发期,共有 53 个县次发生瘟疫,平均每年有 0.25 个县受灾,占到明代山西瘟疫发生总县次的 20.23%;(2) 1579~1644 年的 66 年为瘟疫高发期,总共有 209 个县次发生瘟疫,平均每年有 3.17 个县发生灾害,占明代山西瘟疫发生总县次的 79.77%。

从明代各朝山西发生瘟疫分布情况来看,万历年间(1573~1620)山西瘟疫最为严重,48 年间共有 170 个县次发生瘟疫,年均受灾县数为 3.54 个;其次为崇祯年间(1628~1644),17 年间共有 42 个县次发生瘟疫,年均受灾县次为 2.47 个;隆庆、成化和嘉靖年间瘟疫也较为严重,受灾县次分别为 7、15 和 22 个。年均受灾县次分别为 1.16、0.65 和 0.49 个。

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 262 个县发生瘟疫,而是指明代山西各县发生瘟疫的总次数。

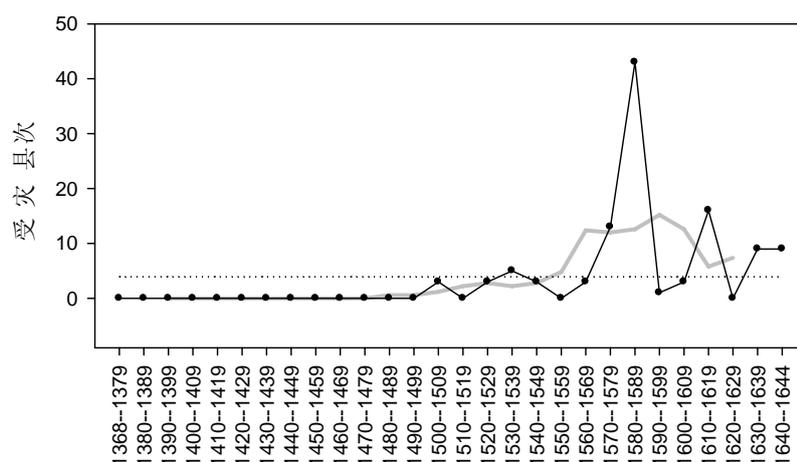


图 2.38 明代山西瘟疫灾害时间变化趋势图

### (2) 季节特征

明代山西瘟疫灾害史料中明确瘟疫发生季节的有 94 个县次，统计显示在秋季瘟疫发生次数最多，共有 45 个县次发生瘟疫，占 47.87%；春季和夏季次之，分别有 23 个县次和 26 个县次发生瘟疫；冬季没有发生瘟疫记载。如图 2.39（左）。

### (3) 月份特征

明代山西瘟疫史料中明确月份记载的有 50 个县次，统计显示：明代山西瘟疫灾害具有明显的月分布特征，主要发生在秋季的 8 月和 9 月，这两个月总共发生瘟疫灾害 36 县次，占到 72%。其中 9 月份发生瘟疫灾害次数最多，有 22 个县次受灾，占 44%；7 月份次之，发生 6 县次。可见，明代山西瘟疫灾害的发生月份有着高度的集中性。如图 2.39（右）。

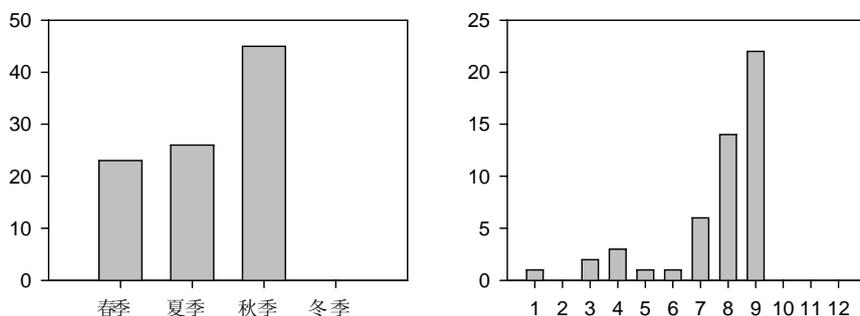


图 2.39 明代山西瘟疫季节、月份分布图

## 2.8.1.2 明代山西瘟疫空间特征

本文统计出明代山西各县发生瘟疫频次，据此绘制出明代山西瘟疫频次分布图，如图 2.40（左）。明代山西瘟疫发生县数占明代山西总县数的 84.62%。明代山西瘟疫主要发生的州府有：太原府 6 县（阳曲、太原、太谷、祁县、文水、清源、孟县、河曲、静乐、平定州、岢岚州、忻州、代州），潞安府（长治、长子、屯留、潞城、壶关、襄垣、平顺、黎城），平阳府（临汾、浮山、翼城、曲沃、汾西、太平、蒲州、解州、绛州、吉州），大同府（大同、浑源县、朔州、蔚州），沁州（武乡、沁源），泽州（高平、阳城、沁水）和辽州（和顺、榆社）。明代山西瘟疫发生最为频繁的县有太原（8 次）、长治（6 次）和襄垣（6 次），这些县发生的瘟疫次数在明代山西各县发生瘟疫次数平均值的 2 倍以上。明代山西没有记载发生瘟疫灾害的有徐沟、平遥、石楼、赵城、灵石、万泉、河津、猗氏、大宁、永和、芮城和绛县。

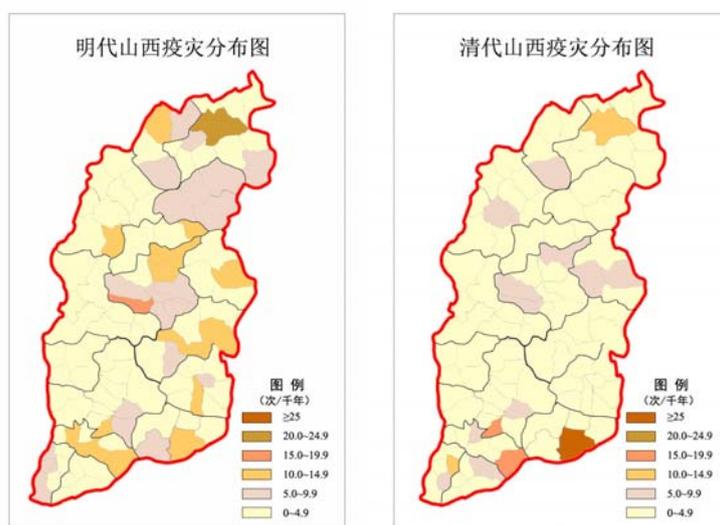


图 2.40 明清山西瘟疫空间分布图

## 2.8.2 清代山西瘟疫时空分布特征

本节内容从时间和空间两个方面分析清代山西瘟疫分布特征，其中时间特征分为年度变化趋势分析、季节分布特征和月分布特征三个方面。

### 2.8.2.1 瘟疫发生的时间特征

#### (1) 年际分布

本文统计出清代山西每年每个县发生瘟疫灾害的次数，结果显示：在清代 268 年（1644~1911）中，共发生瘟疫灾害 227 县次<sup>①</sup>，平均每年发生瘟疫灾害 0.85 个县次，有 88 个年份发生不同规模的灾害，平均 3.05 年发生一次瘟疫灾害，平均每

<sup>①</sup> 这里的县次并不是代表有 227 个县发生瘟疫，而是指清代山西各县发生瘟疫的总次数。

个灾年有 2.58 个县受灾。清代瘟疫发生最为严重的时期是 19 世纪 70 年代，受灾县次为 54 个，占清代山西瘟疫总发生县次的 23.79%；其次为 17 世纪前 90 年代和 19 世纪 60 年代，受灾县次均为 26 个。

本文以 10 年为单位做出清代山西瘟疫受灾县次变化趋势时间分布图，如图 2.41 所示。从图中可以看出清代山西瘟疫呈现出波动变化的趋势，清代前期和后期瘟疫发生严重，中期瘟疫发生频次低，可以分为三个阶段：（1）1644 到 1729 年的 86 年间为瘟疫高发期，共有 72 个县次发生瘟疫，占清代山西瘟疫发生总县次的 31.72%；（2）1730 到 1819 年的 90 年为蝗灾低发期，总共只有 15 个县次发生瘟疫，占清代山西瘟疫发生总县次的 6.61%；（3）1820 到 1911 年的 92 年间为瘟疫频发期，共有 140 个县次发生瘟疫，平均每年有 1.52 个县次发生瘟疫，占清代山西瘟疫发生总县次的 61.67%。

从清代各朝山西发生瘟疫分布情况来看，同治年间（1862-1874）蝗灾最为严重，13 年间共有 35 个县次发生瘟疫，年均受灾县数为 2.69 个；其次为光绪年间（1875-1908），34 年间共有 63 个县次发生瘟疫，年均受灾县次为 1.85 个；道光、雍正和咸丰年间瘟疫也较为严重，受灾县次分别为 28、12 和 10 个。年均受灾县次分别为 0.93、0.92 和 0.90 个。

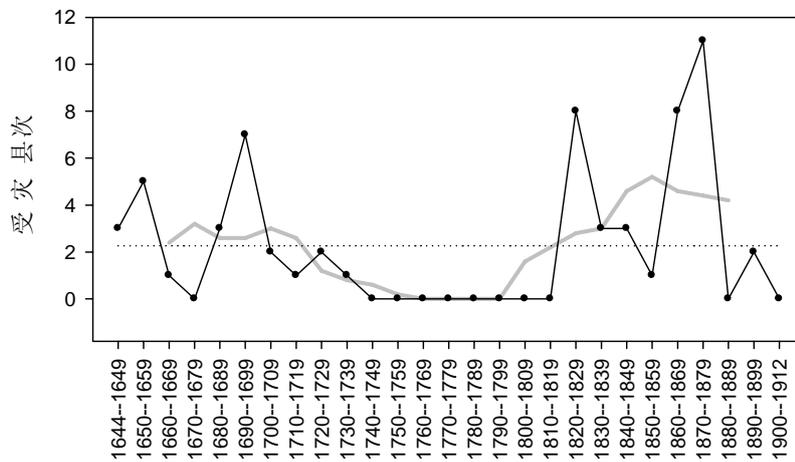


图 2.41 清代山西瘟疫时间变化趋势图

## （2）季节特征

清代山西瘟疫灾害史料记载中明确瘟疫发生季节的有 123 个县次，统计显示清代山西瘟疫灾害主要分布在春、夏、秋三季，分别发生 37、42 和 39 县次，占总数的 30.08%、34.15%和 31.71%；冬季发生瘟疫灾害次数最少，只有 5 个县次记载发生

灾害，占总数的 4.07%。如图 2.42（左）。

### （3）月份特征

清代山西瘟疫灾害史料中明确月份记载的有 53 个县次，统计显示：清代山西瘟疫灾害的发生月份有着高度的集中性，主要发生在秋季的 7 月份，该月发生的瘟疫频次明显高于其他月份，该月记载有 19 个县次受灾，占总次数的 35.85%；其次为秋季的 8 月，共有 7 个县次受灾，另外，在春季的 1~3 月和夏季的 4~6 月也都有瘟疫发生，可见，如图 2.42（右）。

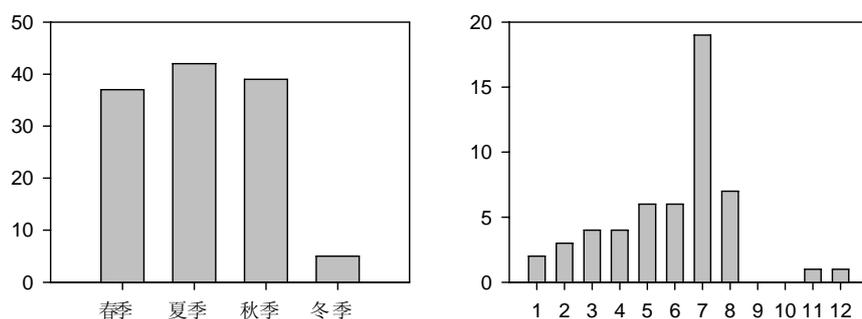


图 2.42 清代山西瘟疫季节、月份分布图

### 2.8.2.2 清代山西瘟疫空间特征

本文统计出清代山西各县发生瘟疫频次，据此绘制出清代山西瘟疫频次分布图，如图 2.40 右。清代山西瘟疫发生县数占清代山西总县数的 75%。清代山西瘟疫主要发生的州府有：太原府 6 县（太原、交城、文水、兴县、榆次、清源），汾州府 5 县（汾阳、平遥、介休、孝义、临县），泽州府 3 县（凤台、阳城、沁水），平阳府 6 县（临汾、浮山、翼城、曲沃、太平、乡宁），蒲州府 4 县（临晋、虞乡、荣河、猗氏），大同府 5 县（大同、天镇、广灵、灵邱、浑源州），平定州（乐平、寿阳），绛州 2 县（垣曲、稷山），解州 2 县（夏县、平陆）和保德州。清代山西地震发生最为频繁的县有凤台（10 次）、阳城（8 次）沁水（7 次）和垣曲（7 次），这些县发生的瘟疫次数都大于清代各县发生瘟疫次数平均值的 3 倍。清代山西瘟疫发生较为频繁的县为兴县（6 次）、虞乡（6 次）和灵邱（6 次），这些县在清代发生的瘟疫次数都多于清代山西各县发生瘟疫次数的平均值的 2 倍。清代山西没有记载发生瘟疫灾害的有岚县、平遥、石楼、长子、壶关、平顺、黎城、岳阳、汾西、永济、山阴、阳高、应州、宁武、神池、五寨、平鲁、孟县、榆社、河津、赵城、五台、崞县和繁峙。

## 2.9 本章小结

本章通过对明清山西各类自然灾害时空分布特征分析,我们发现明代山西各类自然灾害主要分布于明代中后期,明代前期自然灾害发生频次较少。清代山西旱灾、蝗灾、雹灾、霜冻灾害、瘟疫这五类灾害在前期和后期发生比较频繁,涝灾、风灾和地震呈现波动变化的趋势。从世纪分布情况来看,明清山西自然灾害主要集中于16、17和19世纪,其中在17世纪发生频次最多。从季节分布情况来看,明清时期山西旱灾主要分布于春、夏、秋三季,其中夏旱发生频率最高,冬旱发生频率最少。虽然山西全年降水主要在5~8月(农历),但是往往以短时间高强度暴雨形式出现,并非均匀分配与农作物需水的各个环节,非但不利于抗旱,而且会导致洪涝灾害发生;涝灾绝大多数都发生与夏季和秋季;蝗灾也主要发生在夏秋两季;雹灾也主要发生在夏秋两季;霜冻灾害在秋季的发生频次明显高于其他季节;风灾在春夏两季发生频次较高;地震的发生没有明显的季节特征;瘟疫除了在冬季极少发生外,在其他三季都有较高频次发生。从月份特征来看,旱灾在每年6月发生次数最多,在春季至秋季的其他月份也有分布;涝灾主要集中于每年的5~8月这4个月之间,其中6月份发生频率最高,7月次之。蝗灾主要集中于6~7月,另外明代山西在4月蝗灾发生频率也较高;雹灾主要集中于4~8月这5个月内,其中6月发生频率最高,5月次之;霜冻灾害在8月份发生频率明显高于其他月份,另外在4月和7月发生频率也较高;风灾没有明显的月份分布特征,在春夏秋各月都有发生;地震灾害没有明显的月份特征;瘟疫在7~9月发生概率明显高于其他月份。从空间分布来看,明清山西旱灾在全省都有发生,南部发生频次明显高于北部和中部;在汾河流域范围,涝灾发生频次较高,另外在晋东南今晋城市涝灾也较为严重;蝗灾主要分布于晋南、晋东南、晋中东部和晋北部分地区;雹灾主要分布于山西中部和东南部地区;霜冻灾害在北部和东部山区较为严重;风灾主要分布在晋南、晋东南、晋中和晋北部分地区;地震主要集中于山西一系列断陷盆地内;瘟疫没有明显的地域分布特征。

### 第三章 明清山西自然灾害的特点和影响

第二章是从时间和空间的角度分别对明清山西的八种自然灾害进行具体分析，在此基础上，本章则是从宏观角度对明清山西自然灾害整体呈现出的特点和产生的影响进行研究。从古至今，自然灾害的发生都是一件大事，尤其是在古人对于自然灾害的认识和抵御能力较弱的时候，自然灾害的发生会对当时政治、经济、社会等各个领域产生重大影响。

#### 3.1 明清山西自然灾害的特点

在对明清山西各类自然灾害时空分布特征研究的基础上，本节将对明清山西自然灾害的特点进行宏观性整体分析。明清山西自然灾害呈现出种类繁多、发生频率高、受灾范围广、灾害关联性强和灾害季节特征明显等五大特点。

##### 3.1.1 种类多

山西地处中纬度内陆地区，属温带大陆性季风气候，总体海拔较高，平均海拔在 1000 米以上，在华北平原上显得格外高耸，省内海拔众多，群山环绕，山地和丘陵面积将近 80%，山西地势起伏大，南北高差悬殊，温度、降水的季节变化和年际变化不稳，独特的自然环境形成了山西自然灾害种类繁多、发生频繁的特点。从统计明清山西自然灾害频次可以看到，明清在山西常见的自然灾害有八种，如表 3.1，分别为旱灾、涝灾、雹灾、蝗灾、霜冻灾害、地震、风灾、瘟疫，危害最为严重的前三类灾害分别是旱灾、涝灾和雹灾，其中旱灾为明清山西最严重的自然灾害，受灾县次达到了 40% 以上，为山西第一大灾害，所以山西素有“十年九旱”之称。灾害种类繁多的另一个重要原因是灾害之间具有很强的相关性，一种灾害发生后会引起另外一种灾害的发生，如旱灾与蝗灾、涝灾与雹灾以及大灾之后由于大量人员伤亡，环境恶化，很容易发生瘟疫。从具体的史料记载中也可以发现明清山西自然灾害的多样性，如明正德八年（1513 年），山西共有旱、涝、蝗、风、冰雹、霜冻、地震、风等 7 种灾害发生：

曲沃县十月大雨雹，平地水深丈余<sup>①</sup>。大同旱<sup>②</sup>；山西平阳、太原等府，汾、沁等州所属，赵城、介休、曲沃、屯留等县大雨冰雹，平地水深丈余，冲毁人畜庐舍。春正月屯留大风，星陨如矢流如火；平定雨雹；六月榆次旱，忽风雷大作，拔木百余株。泽州、阳城、荣河蝗；秋八月沁州、沁源、泽州无云而震，既而大风雨，平

<sup>①</sup>（乾隆）新修曲沃县志[M]. 卷 37. 祥异.

<sup>②</sup>（道光）大同县志[M]. 卷 2. 星野.

地水深丈余，漂没民田四千顷；蒲县库拔山风吼如雷，三日崩。<sup>①</sup>十一月，平陆黄河坚冰，次年二月解<sup>②</sup>。

从以上史料记载可以看出，在明正德八年（1513）这一年中，山西共有 7 种灾害发生，大同、榆次发生了旱灾，太原、汾阳、介休等 14 个县发生了涝灾，泽州、阳城、荣河三县发生蝗灾，平陆发生霜冻灾害，太原、汾阳介休等 9 个县发生雹灾，榆次、屯留、蒲县发生风灾，沁州、沁源、泽州三县发生地震。由此可见，山西灾害种类之繁多，危害之严重。在这 7 种灾害中，涝灾与雹灾表现出很强的关联性，太原、汾阳、介休、屯留、临汾、曲沃、平定、沁州、赵城这 9 个县在发生涝灾的同时也发生了雹灾。

表 3.1 明清山西各类自然灾害分布表

	灾害种类	旱灾	涝灾	雹灾	地震	蝗灾	霜冻灾	瘟疫	风灾
明代	受灾县次	1278	498	373	243	196	196	262	113
	所占比例	40.46%	15.76%	11.81%	7.69%	6.20%	6.20%	8.29%	3.58%
清代	受灾县次	1623	795	423	141	283	279	227	235
	所占比例	40.51%	19.85%	10.56%	3.52%	7.06%	6.96%	5.67%	5.87%

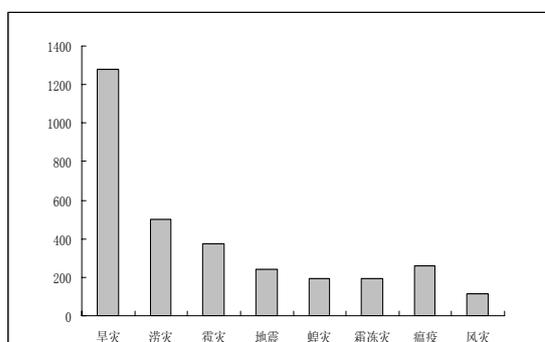


图 3.1 明代各类自然灾害分布图

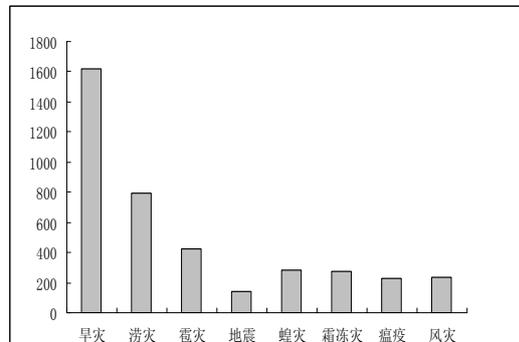


图 3.2 清代各类自然灾害受灾分布图

### 3.1.2 频率高

统计得出，在明清两代山西共发生自然灾害 7165 县次，平均每年发生各类自然灾害 13.17 县次，其中明代山西共发生灾害 3159 县次，平均每年发生自然灾害 11.45 县次，清代山西共发生灾害 4006 县次，平均每年发生各类自然灾害 14.95 县次。可以看出，在明清时期，平均每年都有 11~15 个县受灾，并且可以说几乎达到了无年不灾，无年不荒的程度。在明代（1368-1644）276 年间，有 227 个年份都发生了不

<sup>①</sup>（雍正）山西通志[M]卷 163. 祥异.

<sup>②</sup> 温克刚. 中国气象灾害大典·山西卷[M]. 北京：气象出版社. 2005:738.

同程度的灾害；在清代（1644-1911）268年间，除了1711年没有记载有县发生灾害外，其余每年山西都发生了不同程度的灾害，最严重的是1877年，共发生各类灾害110县次，其中旱灾就发生78县次，这就是著名的“丁戊奇荒”。在灾害的统计过程中，山西灾害发生之频繁令人震惊，如万历十四年（1586）平遥县接连发生旱灾，“旱至七月，五谷未种，秋后方雨，民有因之种麦者。一冬无雪，又旱至次年五月，麦田尽槁。”<sup>①</sup>清顺治七年（1650），山西各地在正月、四月、五月、六月、七月接连发生旱灾、风灾、雹灾、蝗灾和涝灾，灾害发生频率之高给山西人民带来巨大灾难：

太原正月大风拔木；

吉州自春至夏旱；

临汾春正月大风拔树，夏五月大风雹，大风拔树，并农器吹至空中；

河曲春夏旱；

万荣县春夏旱，秋淫雨，民不得稼；

永宁、宁乡夏大旱；

四月垣曲大风雨；

临县五月雨雹如鸡卵，积尺余，麻麦尽毁；

介休五月蝗；

武乡六月雨雹，形如刀，禾大损，稍存者蝗又食之；

中阳、永宁夏大旱，秋七月蝗为灾，大饥；

长治、潞城、陵川七月大雨雹；

解州秋七月大雨；

长子秋禾已熟，大风拔树，雹大如斗伤稼，野无青草；

屯留七月雨雹大如斗，秋禾尽杀，大木撕拔，民大困。<sup>②</sup>

### 3.1.3 范围广

从灾害统计数据可以看到，明清时期山西自然灾害非常普遍，几乎是无处无灾，无处不荒。明代山西所有的州县都有灾害发生，清代除了五寨没有灾害记录外，其他州县也都有灾害发生的记载，见附表3和附表4。在清代，我省至光绪时共有9个府和10个直隶州，共辖95个县和6个散州，其中清源县1763年并入徐沟，平顺县1529年建，1764年省，马邑县1796年并入朔州，乐平县1796年入平定州，到光绪时山西领91个县和6个散州。散州按照县统计的话，有清一代，共有93个县发生

<sup>①</sup>王夷典. 录疏平遥县志[M]. 康熙四十六年八卷本. 太原：山西经济出版社. 2008：363.

<sup>②</sup>根据张杰《山西自然灾害史年表》和张德二.《中国气象三千年气象记录总集》第三册中1649年灾害记载整理。

旱灾，88个县发生涝灾，81个县发生蝗灾，80个县发生雹灾，73个县发生霜冻，71个县发生瘟疫，66个县发生风灾，64个县发生地震。由此可见明清山西自然灾害发生范围之广，灾害遍及全省各个州县。明清山西灾害范围广表现为两个方面，一是一种灾害覆盖范围广；另外一种是在不同的区域同时发生不同的灾害。如在明万历三十五年（1607年），在该年度山西有10个县发生灾害：

阳曲县汾水环抱省城。（四月）汾水涨于东，形如环抱。

清徐县五月二十三日，大水，冲入南关，平地水深丈余，淹坏居民大半，头畜物产漂末无算。

右玉县秋七月，南乡大水，禾皆漂没。

五台县霖雨坏垣屋，山谷崩，洪流至县南，城濠水与街平，淹没民舍地基大半，南城女墙无存。

高平县闰六月，冷气如冬，长河有霜。时当酷暑薰蒸，忽阴风袭人，寒冷如冬月之状，其夜长河结霜，亦如冬月。说者谓行冬令，民疫。

武乡县三十五年堤被水决。

临汾县夏旱，民饥。

稷山县大雨雹，时在五月十四日，形如拳，人多毙，在白池太阳村。

夏县旱，麦不熟，民饥。

平陆县旱。<sup>①</sup>

从以上史料可以看出，在明万历三十五年这一年中，山西从北到南发生着不同的灾害，晋北的右玉、五台发生涝灾，晋中阳曲、清徐发生涝灾，晋东南高平发生霜冻、武乡发生水灾，晋南临汾、夏县、平陆发生旱灾，稷山发生雹灾。

#### 3.1.4 关联性强

自然界是由各种要素组成的一个相互依存、相互影响、相互制约的综合复杂体，当其中某一种要素发生变化造成灾荒时，它常会引起其他要素的异常而形成次生灾害，乃至进一步形成衍生灾害。灾荒学上把这种由于内在联系，两种或多种自然灾害（和自然异常）在时间上相继出现的现象叫做自然灾害链。明清时期山西大量的灾害史料表明，各种灾害之间的关联性和连续性是自然灾害发生的一个重要特点，旧伤未复，新灾又起是明清时期山西灾害发生非常普遍的现象。

旱灾与蝗灾的关联性强。古代人民很早就注意到旱灾与蝗灾相伴而生的这一现象，有“旱极而蝗”、“久旱必有蝗”的记载，如明崇祯十二年（1639），昔阳县六月

<sup>①</sup>张德二. 中国三千年记录总集·第二册·明代卷[M]. 南京：江苏教育出版社. 2004：1387.

旱，蝗<sup>①</sup>；沁水县夏旱，蝗<sup>②</sup>；明崇祿十四年（1641）芮城县，连岁旱蝗，大无禾<sup>③</sup>。造成这一现象的原因主要与蝗虫的生活特性有关，蝗虫是一种喜干不喜湿的昆虫，干旱的环境促使水位下降，土壤变得坚实，地面植被稀疏，低洼地裸露，为蝗虫产卵和生长提供了合适的环境，使得蝗虫大量繁殖，迅速生长，酿成灾祸。从图 3.3 可以看出清代山西旱灾主要分布在晋南、晋东南以及晋中和晋北部分地区；清代山西蝗灾主要分布在晋南、晋东南以及晋中部分地区、晋中东部、晋北东部，如图 3.4，可见清代山西旱灾与蝗灾的分布区域有较大的重合，这是由于旱灾与蝗灾有很强的关联性，旱灾之后往往会引发蝗灾的发生。

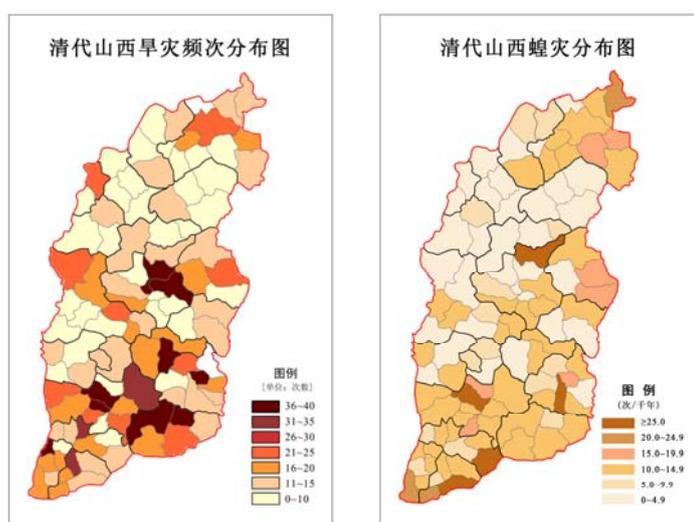


图 3.3 清代山西旱灾分布图 图 3.4 清代山西蝗灾分布图

涝灾与雹灾的关联性强。山西全年降水主要集中于七八月份，并且多以短时间内高强度暴雨形式出现，降雨中总有冰雹夹杂其中，涝灾与雹灾同时并发现象严重。如明嘉庆十五年芮城县发生特大雨雹，“天大雨雹，四约而有。平地水深三尺，人畜淹死无数，麦禾尽扫”<sup>④</sup>。道光二十二年（1842 年），山西巡抚梁萼涵奏：“本年六七月间，山西省大雨时行，河水涨发，雨中带有冰雹。……南寿阳等六村庄于初四日天降大雨，带有冰雹，打伤田禾。”<sup>⑤</sup>

大灾之后往往会爆发瘟疫。这是因为大灾之后会造成大量的人口死亡，由于死

<sup>①</sup>（民国）昔阳县志[M]. 卷 2. 祥异.

<sup>②</sup>（嘉庆）沁水县志[M]. 卷 10. 祥异.

<sup>③</sup>（康熙）. 芮城县志[M]. 卷 2. 灾祥.

<sup>④</sup>张正明，科大卫. 明清三喜碑刻资料选第 1 辑. 太原：山西人民出版社，2005：660.

<sup>⑤</sup>李文海. 近代中国灾荒纪年[M]. 长沙：湖南人民出版社. 1990：21.

亡者的尸体往往得不到及时掩埋而容易发生腐烂，产生大量的致病菌，这种由于人体腐烂而产生的病菌特别容易感染人类。另外，在大灾之年，粮食严重匮乏，人体一直处于饥饿状况，抵抗力下降，因此疫病可以趁虚而入，发生疫情。在明清山西各种自然灾害中，旱灾是最主要的灾害，灾害发生次数多，范围广，历史长，灾情重，以致出现“饿殍遍野”、“人相食”的惨状。在这种状况下，往往会出现大范围的瘟疫，在灾害史料中经常会有“旱疫”、“旱饥疫”、“旱大疫”或“大旱疫”的记载，因此在山西旱灾与瘟疫的关联性最强。如：

明成化二十二年大旱，禾尽稿，人相食。二十三年，岁荐饥，瘟疫大作，饿莩盈野。<sup>①</sup>万历十四年，太原、平阳、汾、泽、潞安等属大旱，赤地千里，饿莩盈野，疫疠死者枕藉。<sup>②</sup>万历十五年，泽州县复大旱，民大饥，疫疠死亡如故。<sup>③</sup>康熙三十六年，汾阳、宁乡、临县、永宁、临汾、永和、蒲县旱疫。<sup>④</sup>光绪三年，夏秋不雨，西至陕、南到豫东、北至省，赤地千里，荒旱异常。民苦无食，往往衣履完整一蹶辄则不复起，又多疫疾传染，几于全家，加以盗贼蜂起，肆行抢掠，民不堪命，鬻妻卖子，去产变业，艰苦情状不堪言状。<sup>⑤</sup>

### 3.1.5 季节特征明显

山西属于典型的温度大陆性季风气候，四季分明，各种自然灾害也具有典型的季节特征。从统计明清山西自然灾害可以看出，明清时期山西除了地震没有明显的季节特征之外，其他灾害季节特征比较显著，另外明清时期山西自然灾害整体也显示出了明显的季节特征。

表 3.2 明代山西自然灾害各季受灾县次表

	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	大风	地震	瘟疫
春季	71	16	4	14	8	26	26	23
夏季	193	144	52	133	36	34	35	26
秋季	102	131	32	67	80	12	50	45
冬季	7	5	0	6	9	5	20	0

<sup>①</sup>（乾隆）潞安府志[M]. 卷 11. 纪事.

<sup>②</sup>（雍正）山西通志[M]. 卷 163. 祥异 2

<sup>③</sup>（雍正）泽州府志[M]. 卷 50. 祥异.

<sup>④</sup>（雍正）山西通志[M]. 卷 163. 祥异 2.

<sup>⑤</sup>（光绪）临晋县志[M]. 卷 2. 祥异.

表 3.3 清代山西自然灾害各季受灾县次表

	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	大风	地震	瘟疫
春季	205	12	9	12	36	58	22	37
夏季	375	274	64	233	36	69	68	42
秋季	194	259	89	99	149	45	46	39
冬季	44	9	0	4	38	35	78	5

从表 3.2 和 3.3 可以看出，旱灾主要发生在夏季和秋季，清代时春旱也比较严重。涝灾、蝗灾、雹灾这三种灾害主要都集中于夏季和秋季，春冬季发生较少，霜冻灾害在秋季发生最多，大风在各个季节都有分布，地震没有明显的季节特征，瘟疫在冬季发生较少。

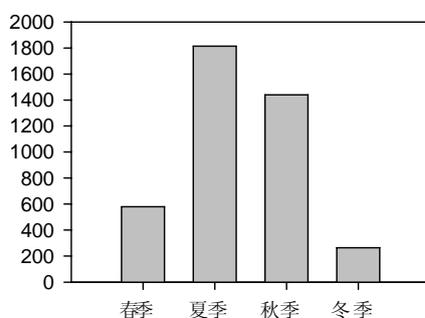


图 3.5 明清山西自然灾害季节分布图

在所统计明清山西各种自然灾害受灾县次中，明确有季节特征（包括史料中明确灾害月份的也加到对应的季节中）的共有 4097 个县次，从表 3.5 可以看出，明清时期山西自然灾害具有明显的季节特征，夏季和秋季为灾害高发期，受灾县次分别有 1814 和 1439 个县次，占总县次的 44.28% 和 35.12%；春季发生灾害次数相对较少，有 579 个县次，占总县次的 14.13%；冬季发生灾害最少，只有 265 个县次发生灾害，占总县次的 6.47%。

### 3.2 明清山西自然灾害的影响

长期以后，我国都是以小农经济为主的农业社会，农业收成的好坏与大自然有着紧密联系，像自然灾害这样剧烈的自然活动会直接造成农产品的绝收，严重扰乱人们的正常生活，破坏正常的社会秩序，给人们带来无尽灾难，明季吴甡巡抚山西，他指出：“晋民有三苦。一苦凶荒，无计糊口。一苦追呼，无力输租。一苦杀掠，无

策保全。”<sup>①</sup>可见灾荒对晋民造成的苦难是非常严重的。

### 3.2.1 人口锐减

灾害对人口的损失是空前的，是除战争之外对人口影响最重要的因素。著名历史地理学家邹逸麟教授指出：灾害对中国人口数量的增减和分布都产生过重大影响<sup>②</sup>，我国自公元初到辽宋时期长达千年时期内中国人口一直徘徊在 6000~10000 万之间，人口一直没有显著增长的重要原因就是灾荒的影响。直到 17 世纪后增长速度才有所增加，17 世纪接近 2 亿，18 世纪末超过 3 亿，19 世纪中叶达到 4.3 亿，这是因为耐旱耐碱作物的引进和种植，人们收获了较多的粮食，增强了抵御灾害的能力，可以使得灾荒期间饿死人口数量有所降低。从历史时期中国人口的变化中，我们可以清楚看到灾害对人口的巨大影响。据李文海先生统计，发生在清光绪年间的特大灾害——丁戊奇荒，造成大批人口流失和死亡，受灾人数约在 1.6 亿到 2 亿，约占当时全国人口的一半，直接死于饥饿和瘟疫的人口约在 1000 万左右<sup>③</sup>。

元末明初，山西由于特殊的地理环境避免了朝代更替动乱之苦，人口众多，明初山西人口比河南、河北人口的总和还多 25 万。朱元璋采取轻徭薄赋、发展农业、修养生息的政策，明初山西风调雨顺，灾荒较少，山西人口持续增长，明前期山西人口在全国都还保持在前列。明中期以后，贵族生活奢侈糜烂，社会动乱，人民赋役加重，自然灾害频发。人们由于储备不足，抵御自然灾害的能力较弱，在自然灾害来临之时，人民得不到救济，即使得到赈济，也只能勉强度过几日，因而出现了在灾荒之年人口大量迁移和死亡的现象。在无法生存之际，不得已选择背井离乡，逃往他处以求得生存，这样就出现了每到大的灾荒之年，山西就出现了流民现象。图 3.6（左）为“官留逃荒，饥民哭谢”，该图形象直观地描绘出山西在灾荒之年百姓大量逃亡而当地官员苦劝让他们留下等待赈济的场面。图 3.6（右）为“妇女逃荒，中路弃儿”，该图刻画了山西妇女在逃荒途中因无力抚养孩子而忍痛弃儿的凄惨画面。山西人民自古安土重迁，不到万不得已百姓不会舍弃家园，背井离乡，自然灾害迫使人们去往他处寻找生路。明宣德三年，工部侍郎李新自河南还，言：山西民饥，流移至南阳诸郡，不下十余万口，有司军卫各遣人捕逐，民死亡者多。<sup>④</sup>明成化八年太原大祲，所在骚然。雷復抚上言，自山西至榆林道路险绝……岁旱民饥，逃

<sup>①</sup> 明史[M]卷 252《吴牲传》，北京：中华书局，1974：6522。

<sup>②</sup> 复旦大学历史地理研究中心. 自然灾害与中国社会历史结构[M]. 上海：复旦大学出版社，2001：5。

<sup>③</sup> 李文海. 中国近代十大灾荒[M]. 上海：上海人民出版社，1994：98。

<sup>④</sup> (雍正)山西通志[M]. 卷 163. 祥异。

亡载道；泽州冬十月山陕荒旱，众庶流移，边地早寒，死亡相继。<sup>①</sup>明成化二十年，山西连年灾伤，全省饿死人不计其数，仅平阳一府逃移者五万七千八百余户，内西邑县饥饿死男妇六千七百余口，蒲、隰等州，临晋等县，饿殍遍野，不可计数<sup>②</sup>。崇祯年间，山西连年大旱，大旱造成死者不计其数，至万历八年，山西人口约为八百九十万，山西行都司约四十万人，合计共九百三十万人，以百分之二十五计算，死于万历时期灾荒的人口约有二百三十万，损失的人口以千分之十年平均增长率计算，也需要十八年的时间才能恢复。<sup>③</sup>清顺治四年，陵川蝗飞蔽天，民多流亡。清顺治十二年，沁州民大饥，州属民众流亡殆尽。武乡大饥，斗米一千二百文，民流亡殆尽。清康熙三十年，夏县：二麦全无，蝗灾，大伤民禾，农人急种晚秋，夏末蝻复生，尽食禾苗，人民卖妻鬻子，道殍相望，奔窜河南者数千家。光绪初年的特大灾害“丁戊奇荒”对山西人口造成极大损失，大量人口死亡或逃离，对山西的农业生产造成极大影响。据郝平教授研究，山西在这次大灾中人口平均亡失率在 50%~60%，亡失数在 800~1000 万之间。<sup>④</sup>在古代社会，人口的密集程度决定了当地的发展水平，山西频繁发生的自然灾害对人口增加起到了极大地抑制作用，严重阻碍了当地的发展。



图 3.6 《晋灾泪尽图》

(采自郝平：《光绪初年山西灾荒与救济研究》，北京大学出版社，35、44 页。)

### 3.2.2 家园毁坏

自然灾害不仅造成大量人口流亡，而且破坏人类的生活家园。一方面人们生活

<sup>①</sup> [清]康基田. 晋乘蒐略[M]. 卷 28. 15.

<sup>②</sup> 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京：商务印书馆. 2011:109.

<sup>③</sup> 葛剑雄. 曹树基. 中国人口史·第四卷[M]. 复旦大学出版社. 2005:430.

<sup>④</sup> 郝平. 山西“丁戊奇荒”的人口亡失情况[J]. 山西大学学报, 2001. 6: 12.

的房屋庐舍被摧毁，另一方面人们赖以生存的土地被淹，禾稼受损。从明清山西众多的灾害史料中我们可以明显感觉到灾害对于人类生存家园的极大破坏，其中尤以涝灾、地震和旱灾对农民的生活环境破坏最为严重。

涝灾直接冲毁房屋和农田，如明万历四十一年（1613），山西 17 州县发生洪涝灾害，大水冲塌村房民舍，淹死人畜，漂末农田，人民生活家园受到严重破坏；1381 年，交城夏大雨，河水冲坏城垣；1409 年，徐沟七月河水涨发，夜入东门，居民人畜淹死甚多；1464 年，静乐水决堤六十丈，没民田百顷；1481 年，夏六月孝义县大水漂末南关及乡村庐舍三千区<sup>①</sup>。

地震的发生虽没有旱灾和涝灾那样频繁，但是危害极为严重，如清康熙三十四年（1695）四月初六，平阳府发生地震，城垣、衙署、庙宇、民舍尽行倒塌，压死人民数万；襄陵县城东北倾塌数十丈，城楼雉堞无存、学校、公署、庙宇、牌坊、仓库、民居倾覆殆尽，死者不可胜计，破坏面纵长五百公里。浮山城垣、县署、庙坊倾圮，坏民房之十五，压死数万人，民皆露处。南关房屋尽倾，仅存瓦砾遗址。洪洞地裂涌水，城楼毁坏，衙署、庙宇、民居半倾倒，压死数众。安泽桥屋倒塌，压死人畜无算。翼城官署、庙宇、庐舍倾坏，西门塔圮。城门楼、女墙尽圮，压死者甚众。曲沃坏县城，太尖山上桥倾颓，庙宇毁。汾城鼓楼圮，屋宇皆如铺地者，尘土迷天，人有压死者。石楼房屋倒塌，城乡压死二百余人。此次地震全省中南部均有损坏，轻者屋瓦摇落，邑中井溢；重者房屋倒塌，压死人畜。此次大震，山西全部地区、陕西、甘肃、河南、河北、江苏、山东、湖北等省均有震感，人们的生存家园遭到极大破坏。

旱灾是山西最频繁的自然灾害，虽不能直接破坏房屋，毁坏农田，但是在严重的灾情之下，人们为了能够获得救命之粮，往往以极为低廉的价格变卖自己的房屋与农田。大灾之年，即使房屋价格足够低廉，但是仍然少有人问津，这种情况下房屋主人只能把房屋拆掉，以柴薪的形式变卖。李用清是光绪三年发生“丁戊奇荒”特大旱灾后朝廷派往山西赈济的官员，其所著《大荒记》中详细描述了在这次特大旱灾中人们房屋遭到毁坏的凄惨景象：“大房屋无从出售，则折毁而零卖之，栋梁大材无从出卖，则截为薪而零卖之。三年冬季制钱一文可得薪四五斤，四年冬则制钱四五文止得薪一斤，盖已拆无可拆。通都大邑，窥户无人，鞠养为茂草；若失依山而居，陶复陶穴，层叠相乘，无门无窗，形若蜂窠，询之士人，将死则自毁其门窗盖恨宛其死矣，他人入室不欲留门窗以贻来者也。芮城朱吕村一千三百余户止留二

<sup>①</sup>（雍正）山西通志[M]. 卷 163. 祥异.

百余户，新庄百余家止留一户，仍合三家为一户，乃修男女环城二三十里土坑生草。汾西及蒲州府城一门之内院院相连不知底止，盖比邻人口既绝，推倒其墙彼此连属故也。武乡城内买房一间止钱三百。平阳府城内深夜只闻拆屋之声与哭泣之声。”<sup>①</sup>

### 3.2.3 社会动乱

严重的灾害发生后，饿殍遍野，饥民成群，如果不能得到朝廷的救助，一方面盗抢险象屡屡发生，另一方面，灾民往往会揭竿而起，扯旗造反，引发社会动乱，甚至加速朝代更替。现存阳城县河北镇南梁城村的一块碑记中记载了光绪年间该地发生灾荒后严重的盗抢现象：“有节者合家自缢，无耻者成群为暴，遭贼蜂起，非抢夺于家，即劫截于路，或绝墓窃物，或伤命图财，盗窃鸡、犬、豕、豚、骡、马、牛、羊。只身不敢行路，单人不敢投宿。”<sup>②</sup>中国历史上发生的众多农民起义甚至朝代更迭无不与灾荒的发生有很大关系。元末灾荒遍野，人民得不到救助纷纷揭竿而起，元朝灭亡。崇祯末年华北、西北6省特大旱灾，1627年3月，陕西澄澄城饥民王工因为严重的自然灾害，明朝政府的苛捐杂征，引领数百人杀知县张计耀，揭开了明末农民大起义的序幕，此后由李自成、张献忠领导的农民大起义席卷全国，最终导致了明朝的灭亡。成化六年，山西大饥，交城县民孙关儿乘机利用秘密宗教宣传发动民众起事。成化六年十二月，太谷县民杜文翥自称都太岁，与兄弟数人勾结一帮地痞恶少号称“十虎”、“二贤”“八大王”，横行乡里，聚众淫乱，人民生活雪上加霜。明嘉靖十三年（1534），石州（今离石）因饥荒，农民起事。至明万历崇祯年间，山西屡受天灾、饥荒不断，民众无以为生，灾荒遍野，饥民流离，而明廷仍横征暴敛，人民百姓不得不铤而走险，各地纷纷起义造反，成为李自成起义军的核心力量，加速了明廷的灭亡。崇祯年间，山西连年旱蝗，流寇犯乱，抢夺财物，杀掳男女，焚民房屋不知其数。崇祯六年（1633）太仆寺卿郑宗周上疏说：“晋土自天启初年以来，无岁不灾，而去年尤甚。……弱者转于沟壑，强者嗔目难语，斩揭四起，势必所至。”<sup>③</sup>

### 3.2.4 道德沦丧

自然灾害严重时，正常的社会秩序会被完全打破，人们的思维方式与平时也会完全不同，传统伦理纲常无法解决民众口粮问题，人们为了求得生存，不得不突破传统道德的底线，在粮食断绝、树皮草根食尽的极端情况下，会出现卖儿鬻女、父子相食、抢食尸体等悲惨现象，是灾害发生后百姓不得已而采取的极端行为，这是

<sup>①</sup> 李用清. 大荒记. 原载民国四年《昔阳县志》. 第三册. 卷 42: 39-42.

<sup>②</sup> 张正明. 科卫民. 王勇红. 明清山西碑刻资料选续 1[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2007: 689.

<sup>③</sup> [清]汪楫. 崇祯长编[M]. 卷 44.

对长期以来以仁义礼智为核心的中国传统道德规范的极大践踏，对礼仪之邦忠孝为上的极大冲击。明清时期灾荒食人各省占食人总州县比例中，山西发生的人相食县次数在全国排第四位<sup>①</sup>。“卖儿鬻女”“人相食”的记载在明清山西灾害发生后屡屡发生：明崇祯十四年（1641），山西大旱，自十三年大饥，到处木皮草根剥掘既尽，复食人，至有父子、夫妇、兄弟相食者，至是年春，斗米麦自八九钱至一两二钱、一两五六钱者。黄昏人无有敢行<sup>②</sup>；洪洞县记载百姓食糟糠，甚至树皮草根，究其人相食。鬻子女仅易一餐，商旅不敢独行，在襁褓者父母弃于道路不顾而去。饿殍盈野，惨不忍睹<sup>③</sup>。如图 3.7 左为“鬻子为奴，豪暴抑勒”，画面中描述了一位母亲为了能够生存不得已卖掉自己的孩子，即使孩子会终生为奴，母亲也要含泪卖儿，因为只有这样孩子才能有生存的希望；图 3.7 右为“客居新丧，噤不敢哭”，一位亲人因饥饿离世，家人悲伤难过悲痛欲绝，但是友人急忙劝诫其不要哭出声音，还有一人匆匆关闭房门，以免外人发现后来抢食尸体，而在画面右上方可以看到在另一院落中一人正在偷挖尸体。以清朝为害最为严重的是发生在光绪初年的“丁戊奇荒”，山西、陕西、河南、直隶、山东五省都受到大面积旱灾，此次灾荒中山西出现了大面积的“人相食”现象，为害情形惨不忍睹，兹就高平一县举例说明：

“光绪丁丑之岁，高邑大饥。户产品逃亡故绝，村疃沦灭以九分计，城郭殄绝以多半计。……且又有杀子女以省米食，更有父食子，兄食弟，夫食妻，妇食夫，婴儿幼女抛弃道路，遍野填苍，惨不忍见。饥饿频死之人，遂窃抢而煮食，诚不乏矣。如米山镇查收人骨满缸，生人餐死人之肉；如宰里村查收尼姑人血两盆，生人剥死人之皮。”<sup>④</sup>

表 3.4 1877~1878 年灾荒食人县数统计表<sup>⑤</sup>

	河北	山西	内蒙	陕西	河南	总计
1877	4	22	4	23	15	68
1878		18		7	6	

<sup>①</sup> 陈岭. 明清时期灾荒食人现象研究[D]. 2012. 南京师范大学.

<sup>②</sup> (康熙) 山西通志[M]. 卷 30. 祥异.

<sup>③</sup> (雍正) 洪洞县[M]. 卷 8. 祥异.

<sup>④</sup> 张正明. 科卫民. 明清山西碑刻资料选第 1 辑[M]. 太原: 山西人民出版社, 2005: 662.

<sup>⑤</sup> 陈岭. 明清时期灾荒食人现象研究[D]. 2012. 南京师范大学.

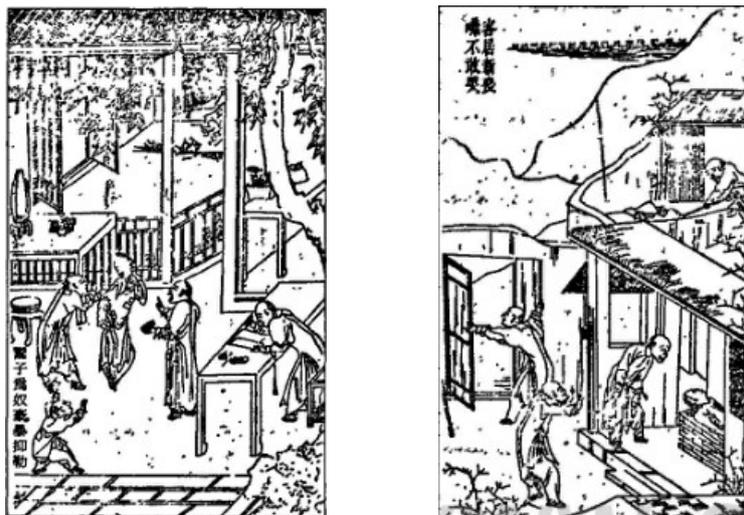


图 3.7 《晋灾泪尽图》

(采自郝平：《丁戌奇荒：光绪初年山西灾荒与救济研究》，北京大学出版社，42、47页。)

### 3.2.5 经济萧条

自然灾害发生后，劳动力大量流亡，土地荒芜，农业生产遭到极大破坏，必然会影响到当地经济的发展。我国古代是以小农经济为主的农业社会，农业是国之根本，农业收成的多寡直接影响到国家的财政税收、社会稳定和经济繁荣程度。同时农作物的收成很大程度上受气象条件的影响，明清时期山西自然灾害种类繁多，发生频次高，自然灾害对经济的影响是多方面的：一是直接导致大量劳动力锐减，这种现象在明清时期山西发生灾害后十分普遍，灾害发生会直接导致大量劳动力的迁移或死亡，虽然导致人口流亡还有其他因素，但是灾荒无疑是其中最直接和最重要的原因之一，劳动力的大量缺乏，在灾荒过后导致大量农田土地荒芜、无人种植，势必会影响农业收成。洪武二十四年九月，太原府代州五台县民饥流移者众，田土荒弃复霜灾<sup>①</sup>，在古代，人口的多少是一个国家强盛与否的重要标志，是生产力发展的关键因素，人口多则国家盛，明初朱元璋为了尽快恢复经济和巩固政权施行的全国移民政策正是有由此；饥荒还造成了大量人口迁徙，严重阻碍了当地经济的发展。二是自然灾害毁坏房屋、农田设施，禾稼受损，农产量大量减产，如万历三十二年，平遥县城北汾水泛涨，径入沙河，夏秋两禾尽末。万历三十八年，平遥大旱，一粒不收，饿殍载道；万历四十一年，大水漂末田苗、房屋极多，溺死者甚众。顺治九年至十一年，大水泛滥，沿河禾稼淹没殆尽<sup>②</sup>。三是自然灾害发生后，粮食价格大涨，致使众多百姓为了求得生存不得不忍痛卖儿鬻女，变卖自己的全部家产，包括赖以

<sup>①</sup> 明太祖实录[M]. 卷 212.

<sup>②</sup> 王夷典录疏. 平遥县志[M]. 康熙四十六年八卷本. 太原：山西经济出版社. 2008. 1:361.

生存的土地、生产工具和耕牛，通过这种极端的方式即使勉强能够躲过灾荒，也失去了灾后进行再生产基本的物质条件，使得经济复苏极为缓慢，现存于平陆县洪池乡洪池村《灾年后掩藏暴骨记》中记载了光绪初年“丁戊奇荒”给当地民众带来的巨大影响：“十室九孔，束手无策。斗麦价高五、六两，无银难余升合之粮；沃壤钱值百余文，数亩略充一餐之饱。饲牲畜之户，卖牛羊、宰鸡犬，聊裹饥肠；缺供养之家，剥树皮、拔草根，苟延生命。首饰重金玉，货变时轻若泥沙；器物纵精良，售卖者只做柴草。”<sup>①</sup>灾荒发生后政府也采取一定的赈济措施，如减免税收，开设粥厂，但从大量的史料记载可以看出，这些救助措施非常有限，“虽蒙我圣上轸念民依，给发帑金数十万两，差买粟米，县城设粥厂，乡村设赈局。究之走死逃亡，枕骸遍野，能相救活者，每村十分之中不过二、三。”<sup>②</sup>

### 3.3 本章小结

通过对明清山西自然灾害的整体分析，可以看出：明清山西自然灾害表现出种类多、频率高、范围广、关联性强和季节性明显的特点。旱灾、涝灾、蝗灾、雹灾、霜冻灾害、风灾、地震、瘟疫这 8 种自然灾害都是明清时期山西较为常见的灾害，并且这 8 种灾害之间有着很强的关联效应，如旱灾与蝗灾、涝灾与雹灾、霜冻与风灾、大灾后有瘟疫等，灾害间的关联性导致了灾害的接连发生，进一步加剧了灾害的破坏程度。通过对明清山西灾害的空间分布可以看出，山西几乎无处不灾，从北至南，从东至西，每个地区都或多或少出现了灾害，尤其是在盆地平川地区，由于人口密集，受灾更为严重。明清山西自然灾害除了地震外都显示出了明显的季节特征，从整体上来看，在夏季和秋季发生的灾害次数要远高于春季和冬季；从各单项自然灾害来看，除了地震外其他灾害也都具有明显的季节特征。

明清时期频繁发生的自然灾害给山西人民带来了无尽灾难，尤其是在统治阶层横征暴敛、腐败无能的历史时期，土地越来越集中到少数人手中，大量百姓失去了最基本的衣食来源，更何谈有充实的储备抵御灾荒。明代山西自然灾害主要集中于中后期则是很好的例证。灾害发生后，百姓无依无靠，可怜至极，多数情况下政府的赈济只能勉强度过几日，由于食物的严重欠缺，大量百姓被活活饿死，在万般无奈之下，山西人民往往选择流亡这条迫不得已的道路，对于一向安土重迁，固守家园的山西人民来说不得不舍弃家园，背井离乡，可想而知这是多么艰难的决定。在灾害降临的非常时期，社会秩序已经被完全打乱，法律纲常已全然不在，盗贼四起，

<sup>①</sup> 张正明. 王勇红. 明清山西碑刻资料选. 第 1 辑[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 3:661

<sup>②</sup> 张正明. 王勇红. 明清山西碑刻资料选. 第 1 辑[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 3:662

恶人横行，匪患肆虐，民不聊生。为了能够生存，百姓不惜变卖一切家当，寻常中产阶层瞬间也会变得一无所有；为了能够生存，青年女子苦求有人收留，即使当仆做役也心甘情愿；为了能够生存，母亲含泪卖掉自己的孩子，即使自己的骨肉终生为奴也要忍痛割爱，因为只有这样，孩子才有活的希望；为了能够生存，人相食的残忍现象屡屡发生。在防御体系不完备，救灾制度不完善的情况下，自然灾害严重干预人类生活，打破社会秩序，造成人口大量锐减、家园被毁、社会动乱、道德沦丧和经济萧条的惨痛局面。

## 第四章 明清山西自然灾害的原因分析

自然灾害具有自然和社会的双重属性，自然条件是自然灾害发生的直接诱发因素，尤其是在科技水平低下，人们改造自然环境能力低下的时候，自然灾害更多地受自然条件的支配。但是并不是自然条件对于自然灾害的发生起决定作用，自然灾害的发生只有作用于人类社会这个承受体才能发挥其危害的作用，如果人类社会生产力比较发达，建立了比较完善的防灾抗灾机制，国家有丰厚的储粮，各级政府重视兴修水利，人民安居乐业，抵御灾害的能力强，这时则灾害对人类的影响就小，即使发生灾害，也不会造成饿殍遍野，百姓逃亡的景象。反之如果统治者不重视荒政建设，没有未雨绸缪的防灾思想，水利废弛，政治腐败，百姓受苛捐杂税的压迫饥寒交迫，则自然灾害势必会造成大量人口死亡，社会动乱，甚至朝代更替。本章从自然条件和人类活动两个方面分析明清山西自然灾害的发生原因。

### 4.1 自然环境原因

自然环境原因是自然灾害发生的基本因素，旱灾、涝灾、蝗灾、雹灾、风灾、霜冻灾害受气候条件的影响非常显著，地震灾害受地质条件的影响显著，本节将对明清山西自然灾害发生的自然环境原因进行论述。

#### 4.1.1 天象异常

自然灾害群发期是指在一定时期中，灾害种类多、频次高、强度大，这一时期被称为自然灾害群发期，又称宇宙期。目前学界已公认我国自然灾害群发期为 3 个时期：夏禹洪水期、两汉宇宙期和明清宇宙期，还有两个较小的灾害群发期，即清末宇宙期和 20 世纪年代末迄今正在进行的自然灾害期。1645~1715 年被称作“蒙德极小期”，在这期间太阳黑子活动非常微弱，地球气候异常，天灾频繁，我国天文学家徐道一把包括“蒙德极小期”在内的 16 世纪、17 世纪称作“明清宇宙期”。1980 年，徐道一、安振声、裴申等人根据中国、日本、朝鲜有关地震、气象、太阳活动、陨石、彗星、火山爆发等自然现象的历史记录，第一次解释了明清自然灾害群发期的成因机制是由于那个时期宇宙因素的作用，特别是宇宙线。<sup>①</sup>另外 1988 年在李树菁的研究论文中也证实了明清宇宙期的存在。<sup>②</sup>我国气象学家竺可桢根据历史和考古发掘材料，研究了中国近五千年来的气候变迁，提出我国 15~17 世纪为“小冰河期”，

<sup>①</sup> 徐道一、安振声、裴申. 宇宙因素与地震关系的初步探讨[J]. 天体测量学术讨论会论文集[M]. 中国科学院上海天文台陕西天文台编辑出版. 1981.

<sup>②</sup> 李树菁. 明清宇宙期宏观异常自然现象分析. 收录于历史自然学进展[M]. 北京：海洋出版社. 1988.

即这 200 年为中国五千年来气温最低的，尤其是 1650-1700 年间气温最低。<sup>①</sup>长时间的低温天气不仅使得低温霜冻灾害比较严重，同时低温可以导致干旱、洪涝和地震等自然灾害的发生。中国科学院自然科学史研究员宋正海先生按照天象、地质象、地震象、气象、水象、海洋象、动物象、植物象、人体象等方面进行认证，确认了明清宇宙期的存在，并指出了明清宇宙期的全球性特征。1810~1911 年为清末宇宙期，在这一时期气候寒冷，自然灾害频发。1987 年，李树菁通过进一步充实 19 世纪的危害史料，发现 1900 年前后地球自转率变化尤为剧烈，太阳黑子活动极弱，各种自然灾害关联性强，把 19 世纪末到 20 世纪这一时期定义为灾害群发期，确定为清末宇宙期。

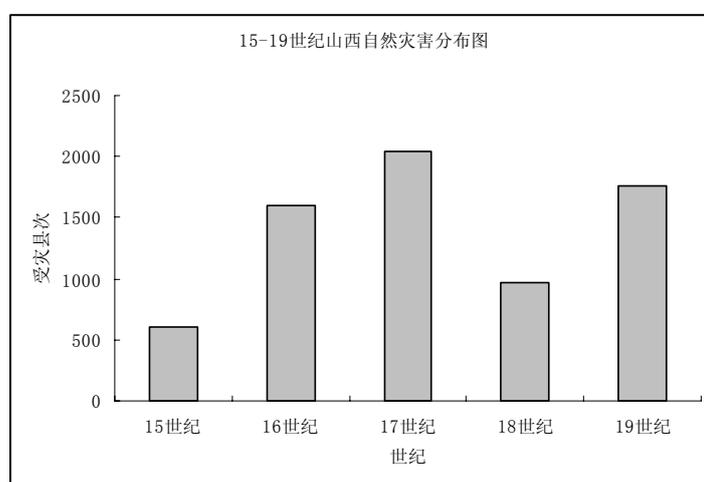


图 4.1 15~19 世纪山西自然灾害分布图

从图 4.1 可以看出，明清时期山西自然灾害在明清宇宙期（公元 1500-1700）和清末宇宙期（1810-1911）内发生自然灾害的县次数明显较多，共发生 5408 县次，占明清山西自然灾害总县次的 75.48%。其中明清宇宙期发生次数最多，共有 3647 个县次受灾，占受灾总县次的 50.90%，在明清宇宙期中 17 世纪发生自然灾害最多，受灾 2042 县次，占总受灾县次的 28.50%，16 世纪共发生自然灾害 1605 个县次，占总受灾县次的 22.40%；清末宇宙期（1810~1911）共发生自然灾害 1761 县次，占总发生县次的 24.58%。

<sup>①</sup> 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报[J]. 1972. 1.

表 4.1 15-19 世纪山西自然灾害分布表

	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	风灾	地震	瘟疫	总和
15 世纪	393	74	10	49	31	15	18	15	605
16 世纪	494	301	69	262	122	65	136	156	1605
17 世纪	702	329	279	182	148	83	172	147	2042
18 世纪	508	174	16	111	40	72	15	30	966
19 世纪	726	388	97	161	123	108	34	130	1767

从明清山西各单项自然灾害来看,如表 4.1,明清山西各种自然灾害在明清宇宙期和清末宇宙期内发生次数都远高于其他历史时期,受灾县次都在 65%以上,其中蝗灾和瘟疫发生次比在 90%以上,分别为 93.53%和 90.80%;霜冻和地震发生次数比分别为 84.84%和 89.32%;涝灾、雹灾和风灾发生次数比为 77.49%、78.39%和 73.85%;旱灾发生次数比为 65.05%,由此可以看出,由于受到太阳黑子活动异常、气候变化等大自然变异活动,明清山西各种自然灾害在明清宇宙期和清末宇宙期内具有明显的灾害突发特性。

关于自然灾异群发期的成灾原因,目前学术界还没有定论,据宋正海先生研究<sup>①</sup>,目前主要有四种假设:第一种是太阳活动异常假设。这一假设以李树菁和高建国的研究为代表,他们认为宇宙期的存在是由于太阳活动微弱的表现;第二种是九星地心会聚力矩效应假设。1978 年,任振球、李致森通过研究行星运动对中国五千年来气候的影响,首次提出自然灾异群发期是由九星地心会聚的力矩效应形成的;第三种是宇宙线作用的成因假设。1980 年徐道一、安振声、裴申提出自然灾异群发期的宇宙线作用假设理论<sup>②</sup>。该理论认为宇宙因素在自然灾异群发期中起了重要作用,来源于太阳系外的宇宙线是很可能的一个因素;第四种是地球深部流体活动的成因假设。杜乐天在其论文《裂谷地球化学》中提出了地球深部流体(地幔)的活动来解释自然灾异群发期的成因,由于 HACOONS(十分活跃的地幔流体)的活动,地幔气体出露造成自然灾害的群发现象。

#### 4.1.2 气候地理

干旱是山西省最严重的自然灾害,有“十年九旱”之说,频繁干旱的发生与山西独特的地理环境和气候要素有着紧密的联系,发生的原因有二:一是降雨量少,二是雨量分配不均。山西四周的山脉形成了一个天然屏障,尤其是太行山,阻挡了北

<sup>①</sup> 张秉伦,孙关龙,高建国,宋正海等.中国古代自然灾异群发期[M].合肥:安徽教育出版社.2002.

<sup>②</sup> 徐道一,安振声,裴申.宇宙因素与地震关系的初步探讨.天体测量学术讨论会论文集.中国科学院上海天文台、陕西天文台编辑出版.1981.

太平洋暖湿气流的深入,季风环流的夏季风带来的暖湿气流是山西降水的主要来源,山西全年降水总量偏少,这构成了山西容易发生干旱的大背景。其次,年内降水分配不均是导致干旱的另一主要原因,山西有限的降水并不是均匀分配到农作物生长的各个时期,而是主要集中于夏季的汛期,即使有的年份降雨总量丰富,但由于年内分配不均仍然导致干旱发生。春季为万物复苏,农作物播种和出苗的重要时期,俗语讲“春雨贵如油”,表明这一时期雨水对农作物的重要性。山西春季降水偏少,只占到全年降水量的 10%~20%,并且该季节风沙大、日照充足、空气干燥、蒸发力强,春旱现象在山西各地普遍存在。

洪涝的发生与山西气候特点和地形地质条件有紧密的关系,山西虽然年降水总量不多,但主要集中于农历 5~8 月(阳历 6~9 月),并多以短时间暴雨形式出现,秋季也经常出现连阴雨天气,汛期(阳历 6~9 月)的降水量占全年降水量的 72.5%,6、7 月份(阳历 7、8 月份)更为集中,占全年降水量的 47.0%。从统计明清两代涝灾季节特征可以看出,明代和清代山西涝灾在 5~8 月发生的涝灾县次分别占总数的 86.15%和 88.58%,6~7 月份更为集中。高强度的暴雨是导致山西易发生洪涝灾害的重要原因。另外,河道越陡,坡度越大则河流越容易泛滥,山西属于黄土高原地区,除少数地方为基岩裸露外,其余大部分地表为 3~5 厘米黄土覆盖,土质疏松,一遇大雨,降水携带泥沙滚滚流入河流,日积月累,泥沙淤积,河床抬高,决堤横流,酿成洪灾。山西秋季持续发生的连阴雨天气也容易引发洪涝灾害。

雹灾是山西危害较为严重的气象灾害之一,在历史记载中也有许多冰雹打伤庄稼、牲畜和致人死亡的记载。山西独特的地理条件是冰雹形成的重要原因,据研究表明,冰雹的形成需要有特殊的气象地理条件,需要有强烈而不均匀的上升气流推动作用、适当的 0℃层高度和发展特别强烈的积雨云(垂直厚度一般超过 8km)<sup>①</sup>。山西山脉众多,垂直落差大,地面受热不均,空气在局地极易形成强对流天气,进而促进雹云的形成,并且山西平均海拔在 1000 米以上,在整个华北平原上显得格外突出,五台山北台主峰叶斗峰为华北最高峰,山西日照充沛,高海拔地区日照尤其强烈,地表与气温相差较大,极易形成对流天气,零度层低,容易形成冰雹。山西太行山脉、恒山、太岳山区都为雹云形成的主要地带。雹云形成后,在强风作用下发生快速移动。山西省雹云主要沿高空引导气流的方向及山区谷地大致向东南方向移动。<sup>②</sup>

<sup>①</sup> 裴巨才、李培仁等. 山西冰雹[M]. 北京: 气象出版社, 2004:16.

<sup>②</sup> 裴巨才、李培仁等. 山西冰雹[M]. 北京: 气象出版社, 2004:22.

霜冻是指在农作物生长季节,由于冷空气的影响,植物表面或土壤表面温度降到 $0^{\circ}\text{C}$ 以下而使农作物幼苗或尚未成熟的庄稼受损的灾害性天气。山西山地、丘陵地带较多,地势起伏变化较大,在低洼沟谷处冷空气容易积聚,与外界气流交换程度弱,容易形成霜冻;山西从南至北日温差逐渐增大,山地又比平原温差大,因此,在北部山地,霜冻较易发生。入秋后,受西北冷空气侵袭,气温下降至 $0^{\circ}\text{C}$ 以下,一直到第二年春季气温回暖,此间均会出现霜冻灾害。

蝗灾也是山西较易发生的自然灾害之一。蝗虫自身习性为喜干不喜湿,蝗灾往往与旱灾相伴而生,大旱之后往往有蝗灾的发生,史料中经常有“旱极而蝗”、“久旱必蝗”的记载。蝗灾的发生主要是由干旱引起的,山西干旱的环境为蝗虫的生长提供了有利环境,在干旱年份,河流湖水水位下降,低洼地裸露,土壤含水量在 $10\%\sim 20\%$ 是蝗虫产卵的最佳条件。蝗虫在干旱的环境下生长繁殖较快,山西的气候条件下飞蝗一年可繁殖两代,一般情况下第一代蝗虫在5月中旬开始孵化,经过大约50天的蝗蛹期,6~7月份为大龄蝗蛹<sup>①</sup>(3龄以上)或陆续发育为成虫的时期,在这一阶段,蝗虫取食量逐渐增大,也是对农作物为害最严重的时期。第二代飞蝗在7月底开始孵化出土,这一代飞蝗生长受到气温降水等气候条件的影响,成活率低,不易形成大规模蝗灾。从10月~次年4月,山西由于气温所限,蝗卵在土壤中越冬。

风灾为山西常见的灾害性天气之一,山西每年农作物因大风受灾面积占总耕地面积的 $1.1\%$ 。常见的有寒潮大风和雷雨大风两种形式,有时也会有局地性龙卷风天气发生。山西整体地势较高,东西有太行山和吕梁山相夹,中间从北至南一系列断陷盆地呈雁列形排列,南下寒潮经过时受到两侧山地的狭管作用使得风速加大,形成寒潮大风。夏季汛期出现暴雨天气时常伴有大风,风速较大,局地性强,破坏力大,使得夏秋作物大面积折断或倒伏,民间称之为“倒伏风”。

地震是破坏力最严重的自然灾害,山西是全国地震最严重的省份之一,有一条著名的地震带——山西地震带即汾渭地震带,为我国著名的强震带之一,是由一系列断陷盆地构成的,这些断陷盆地自古就为山西经济文化正在中心,属于鄂尔多斯断裂系的东部与南部活动断裂系。该地震带纵观山西全省,由北至南呈“S”形分布,为板内地震的典型,北起河北宣化-怀安盆地、怀来-延庆盆地,向南经阳原盆地、蔚县盆地、大同盆地、忻定盆地、灵丘盆地、太原盆地、临汾盆地、运城盆地至渭河盆地,全长 $1600\text{km}$ ,宽 $30\sim 50\text{km}$ ,历史上山西发生的大震都位于这一地震带上,如1303年山西洪洞 $8.0$ 级地震、1556年陕西华阴县 $8.0$ 级地震。该地震带与华北平

<sup>①</sup> 生物学研究表明:蝗虫从三龄开始食量明显大增。

原其他地震带之间有紧密的联系，为历次华北平原地震活跃期的主要区域。该地震带的存在是古代山西地震发生的重要原因。

#### 4.1.3 湖泊消亡

湖泊对于涵养水源，改善气候环境，减少灾害发生具有重要作用。南宋大理寺丞张抑指出湖泊对于预防灾害的重要性：“陂泽湖塘，水则资以潴泄，旱则资以灌溉”，即湖泊可以在发生洪涝时蓄水，在发生干旱后可以放水救灾，他指出当时苏、湖、常、秀一带常发旱涝灾害与围湖占田具有重要关系，“苏、湖、常、秀昔有水患，今多旱灾，盖出于此。”河流与湖泊具有明显的水文调节作用，可以抗御旱灾和洪灾、涝灾的侵扰，但是到了明清时期山西的重要河流和湖泊逐渐退化、消亡，失去了防治各种灾害的作用。

山西最重要的河流为汾河，代表性湖泊主要有昭余祁和文湖，是山西历史上很大的湖泊，曾起过非常重要的作用。山西地处温带大陆性季风气候区，降雨量的季节差异非常明显。在雨量充沛的夏秋季节，河流和湖泊可以接纳暴雨导致的洪水，避免了水涝之灾；在干旱少雨的冬春季节，湖泊仍有充足的水源来满足农田的需求，避免了干旱之灾。汾河上游为峡谷型河段，河道比较宽大，洪水宣泄能力强，因此灾害较少；但是汾河中游、下游大多为宽浅式游荡型河槽，因此洪水泛滥比较频繁，是洪水灾害发生的主要地段。<sup>①</sup>在明清时期，随着上游植被破坏导致的汾河中泥沙含量的增加，使得汾河的防洪能力更加退化，再加上中下游河槽形制的先天性影响，抗御洪涝灾害的能力进一步退化。《汾河志》根据古籍记载摘录了一些明清时期的洪灾<sup>②</sup>：

明弘治十四年六月，太原汾水涨约四丈余，滨河村落房屋禾稼漂没殆尽。

明嘉靖二十三年六月，汾阳大水，平地数尺，庐舍田亩多灾；文水县大水没稼；孝义大水伤稼，坏官舍民庐。

万历三十二年，汾河水泛滥，入城坏舍，伤人甚众。太原、文水、孝义、平遥、介休、襄陵、绛州等受灾重。

清顺治六年，汾水涨溢至稷山城内，淹倒房屋数百间。

清康熙二十三年七月，汾水涨，交城县郑村、段村等平地水深三尺。

道光十五年六月，太原县大雨，汾河发洪溢没古寨村，淹没九十四村。

由此可见，在防御洪涝灾害功能逐步退化后的汾河，反而成为导致汾河中游、

<sup>①</sup>山西省水利厅编纂. 汾河志[M]. 太原: 山西人民出版社. 2006:142.

<sup>②</sup>山西省水利厅编纂. 汾河志[M]. 太原: 山西人民出版社. 2006:142~147.

下游相关县城、村庄发生灾害的诱因之一，尤其是对太原和晋中地区的影响，尤为明显。

昭余祁是太原盆地最大的湖泊，在古代曾被称之为“九蔽”之一。昭余祁的形成及其成长与汾河有密切联系，历史上汾河的频繁改道导致昭余祁的水源不稳定，进而湖泊的边界开始萎缩，直至最后湮塞。而且，昭余祁长年累月接纳各条大小河流的伴有泥沙的注入，最终导致湖底淤塞也是一个重要原因。而河流泥沙的增多就在于本文已作出分析的明清时期由于人口增多、战争破坏、大兴土木所导致的自然植被的破坏引起的水土流失，这是一个环环相扣的过程。到了金元时期，昭余祁终于湮废消失了。“元至元十一年(1274)，浚凿得细水，溉田及浸隍下树木。”<sup>①</sup>到了明清时期，昭余祁仅存纪念性的名字，连最后的残留沼泽也没有了，不能够再起到抗御洪涝灾害和旱灾的作用。

昭余祁消亡后，山西最重要的能够起到水文调节作用的湖泊当属文湖。文湖位于汾阳东部，兼具泄洪和灌溉功能，几经存废后，明朝称之为潞城泺，与较早时期的文湖相比已经萎缩。由于湖盆泥沙的不断淤积，导致在暴雨时节出现了文湖淹没农田的现象。而且，由于人口压力带来的耕地紧张关系，万历四年(1576)开始对文湖进行泄湖，至迟到万历九年(1581)文湖彻底消亡。文湖消失后，一些本应经文湖经过缓冲之后再流入汾河的河流变为直接流入汾河，汾河的含沙量增大，逐渐变得浑浊，潜在威胁增大。尤其是在雨季时节，导致汾河暴涨，河道难以承载，造成洪灾。

文湖湮废后汾阳的洪涝灾害明显增加，频率增高，严重程度增大，乾嘉以来几乎每十年就发生一次水灾。文湖消亡后，汾阳境内汾河在明万历十九年(1591)首次改道，原来应该注入汾河的支流因此肆意流失而无定处。<sup>②</sup>失去文湖的调蓄作用，遇到连续降雨，汾河和洪水便会一起泛滥，造成洪涝灾害，使得汾阳水文环境恶化，进而影响到下游的一些县城的水文稳定。

昭余祁和文湖的消亡，以及汾河的频繁改道其原来对于山西生态环境的调节功能锐减甚至丧失，洪、涝、旱等自然灾害进入频发期。失去昭余祁和文湖的调蓄作用，周边的河流没有规则的横冲直撞，冲毁庐舍，毁坏农田。而且，这两大湖泊周围的农田变成没有灌溉资源的劣等地，饱受旱灾的侵害。

<sup>①</sup>孟万忠. 太原盆地湖泊变迁过程中人地关系的透视. 太原师范学院学报[J]. 2010. 5.

<sup>②</sup>程森. 环境压力与土地利用形势的转变——以汾阳文湖变迁为例. 中国历史地理论丛[J]. 2009. 2.

## 4.2 人类活动原因

自然环境是自然灾害发生的基本因素，但并不是决定性因素。人类的乱砍滥伐、毁林开荒、伐薪冶炼以及政治腐败，水利废弛，荒政不修等活动是自然灾害能够为害一方，造成灾荒饥馑的重要原因。为了防备灾荒，我国自古就有“耕三余一，耕九余三”的记载，其主要就在于告诫人们未雨绸缪，厉行节约，提前做好储备工作以备灾荒。如果不知积蓄，不善荒政，灾害来临之后只能坐以待毙。现存闻喜县白石乡十八堰村的一块碑记中指出天灾能够造成饥馑的原因是没有很好的补救措施，如果有充足的储备，则不会发生严重灾情：“道说者谓：饥馑残生，天实为之，予辈窃谓不然。夫天灾流行，何地蔑有，所赖以补救者人耳。古人耕三余一，耕九余三，岂畏岁凶哉！<sup>①</sup>”

### 4.2.1 毁坏植被

森林对于涵养水源、保持水土、改善局部气候环境具有重要作用。山西作为中华民族的发祥地、华夏文明的摇篮，表里河山，形势完固，历史上很长一段时间山西气候湿润、植被繁茂、湖泊众多，具有优美的自然环境，与今天气候干燥、光山秃岭、灾害繁多、水土流失严重的环境截然相反，如此巨大的反差固然不是短时间内导致的，这其中自然原因固然起到了重要作用，如气候变化、河流变迁，但人类无休止地对大自然进行索取，乱砍滥伐、毁林开荒等活动无疑也具有不可推脱的责任。明清时期山西自然灾害比其他任何时候都要剧烈，据我国历史地理学家史念海教授研究：“明清时期是黄河中游森林受到摧毁性破坏的时代，尤其是在明代中叶以后更是如此，山西北部雁门、偏关之间长城附近森林的破坏就是一个典型的例证”<sup>②</sup>。大量森林被砍伐由此而导致的水土流失、土壤沙化、旱涝频繁给山西人民带来了无尽的灾难。

明成祖定都北京后，为了抵御蒙古族入侵中原，明朝沿着长城东从鸭绿江（今辽宁境内）西到嘉峪关（今甘肃境内）长达万里设置了九个边防重镇，史称“九边”，在边防布以重兵，实行“在外兵马尽是屯兵，官俸兵粮，皆出于是”的政策，在这九边重镇中山西独占 2 个，即大同镇和太原镇。大同边治所在今大同市，管辖范围东起镇口台（天镇东北），西到偏关东北的鸦角山，长达 640 里；太原边治所在今山西偏关东北，管辖范围西起山西保德黄河岸，经偏关、老营、宁武、雁门关、平型关、龙泉关（阜平西）、井陘、固关，到黄榆关（和顺东），总长 1600 里，可见此两

<sup>①</sup> 张正明. 科大卫. 王勇红. 明清山西碑刻资料选续 1[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2007: 687.

<sup>②</sup> 史念海. 黄土高原历史地理研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社. 2001. 8: 493.

关主要集中在山区丘陵地带，此区域范围内森林众多，边防驻军为了建造营地、城堡、边墙、敌楼以及获得生活燃料和烧砖所需燃料，对此带树林进行了大量砍伐，军人私自进行伐木的现象也时有发生。据邱仲麟先生研究，军人以修建营房为由砍伐山林，似已成为默许的通例。嘉靖二十五年（1546年），山西阳和口一带，由天城至李信屯东西两边，修边墙一道，添设100余座墩台，加上大小土堡5座，其敌楼、官厅、营房共用檀梓枋等木149720根，围竿130根，松椽330480根，板栈2549100片<sup>①</sup>。

明代山西森林的砍伐对北京主要有两个用途：一是供应皇宫及各王府衙门厂库所需的生活燃料；二是为其修建宫殿，营建工事所用。北京作为京师，其所需日常燃料数量惊人，山西东部的太行山脉山高树茂，据京师较近，是官方指定采办柴炭的场所之一。除了供应朝廷所需木炭燃料之外，明代迁都北京，大建工事，对太行山、五台山区森林都造成了一定破坏，明永乐期间开始修建紫禁城，规模宏大，耗时15年，工匠23万人之多，民夫上百万，此后又不断扩建修葺，而且我国古代建筑主要以木制，所以营建工事对木材的需求相当巨大，为了获得优质木材，永乐帝派遣大臣采木于四川、湖广、江西、浙江、山西等地，在山西的开采之地为五台山，除皇宫之外，各王府大臣修建府邸，营建林园，所需林木也相当可观。山西作为主要采林地，北部山林遭到砍伐，主要是在太行山、五台山及恒山一带。尤其是五台山上森林茂密，木质优良，曾被专门指定为朝廷营造宫殿府库的采木之区。明代中叶以后，社会物质财富积累到较高水平，奢靡之风渐起，官民竞起第宅，互相攀比，所需林木日增，在巨大利益的引诱下，一些官员联合边关驻守军队甚至将边防上抵御胡虏禁止砍伐的树木也任意砍伐，或者营建私宅，或者馈送亲友，致使宣府、大同树木已经“十去其六七”。

“永乐、宣德、正统年间，边山树木，无敢轻易砍伐，而胡虏亦不敢轻犯。自成化年来，在京风俗奢侈，官民之家，争取第宅，木植价贵，所以大同、宣府窥利之徒、官员之家，专贩伐木，往往雇觅彼处军民，纠众入山，将应禁树木，任意砍伐。中间镇守、分守等官，或缴福而起盖淫祠，或贻后而修造私宅，或修盖不急衙门，或馈送亲戚势要，动辄私役官军，入山砍木，牛拖人拽，艰苦万状，怨声盈途，莫敢控诉。其本处取用者，不知其几何；贩运来京者，一年之间，岂止百十余万。且大木一株，必数十年方可长成，今以数十年生成之木，供官私砍伐之用，即今伐

<sup>①</sup> 邱仲麟. 国防线上：明代长城沿边的森林砍伐与人工造林. 明代研究[J]. 2005. 8:23.

之，十去其六七，再待数十年，山林必为之一空矣。”<sup>①</sup>

宣德九年（1434年），开采禁之风，“除成材大木，不许采取，其小木，及椽枋之类，听人采取货卖，经过抽分去处，每十根，抽三根。”<sup>②</sup>由于进山开采合法化，木商纷纷涌入山林，虽然规定只能采伐小木，但建材和燃料利润丰厚，木商在利益的驱动下经常盗采“成材大木”，并且深入禁伐区采伐，之后朝廷虽屡次禁伐，但盗伐现象屡禁不止，山西北部一带树林造成了严重破坏，五台山在明朝初期仍“茂林森耸，飞鸟不度”，但在嘉靖末万历年后当地商民渐以采伐为业，“诸州傍山之民，率以伐木自活，日往开来，渐伐渐尽，川木既尽，又入谷中，千百成群，蔽山罗野，斧斤如雨，喊声震山”<sup>③</sup>。经过严重砍伐，五台山林木已“所存百之一耳”，除五台山之外，恒山、芦芽山林木也遭砍伐。据《静乐县志》记载“迩来禁令稍弛，有借称王府、势官斫伐者，有假托寿木、桥梁采取者，有贫民、小户盗贩圈版者，络绎道路，日夜不休。”

明代实行屯田垦荒政策，并对屯垦非常重视，把军屯当为重要的军务。明朝开国皇帝朱元璋认为若粮饷全部取之于民，则会加重人民负担，他鼓励将士屯田，且战且耕解决军粮问题。为了能够解决边关军队的粮饷问题，朝廷鼓励在山区开垦荒田，边关九镇驻扎有大量军队，是屯田的重点地区，明代屯田历时时间长、规模大，深入到深山老林之中，对森林植被造成严重破坏，山西占据了大同镇和太原镇两处重要关隘，两镇范围内山脉众多，森林植被覆盖面积广，自建立九边起至明朝灭亡，在本区大肆开垦山林，正统九年（1514年），大同前、后、左、右、玉林、威选、阳和、高山、天成、镇虏、朔州、安东中屯计13个卫和井坪、马邑、山阴三个千户所，共屯地11582顷<sup>④</sup>。隆庆年间，总理屯盐都御史庞尚鹏在《清理山西三关屯田疏》中描述：“顷入宁武关见有锄山为田，麦苗满目…及西渡黄河，历永宁入延绥，即山之悬崖峭壁，无尺寸不耕”，“今前项屯田，俱错列万山之中，冈阜相连，并无水利可资蓄泄。间有平地，亦多山涧相参”<sup>⑤</sup>，由此可见屯田以至万山之中，悬崖峭壁也无尺寸不耕，并且为了鼓励军队官兵开垦荒田，制定奖罚章程，各队之间要通力合作，对于开垦积极的将士从重嘉奖，如果安于游惰，不务稼穡之事则要进行处罚，“今宜督责副参游守等官，分率部伍、躬耕境上。凡山麓肥饶之地，听其自行采择，定为

<sup>①</sup> [明]马文升. 为禁伐边山林木以资保障疏. 收录于明经世文编[M]. 卷 63. 北京: 中华书局. 1962. 528.

<sup>②</sup> [明]李东阳. 大明会典[M]. 卷 240.

<sup>③</sup> (万历)清凉山志[M]. 卷 5. 乾隆二十年重刊本: 25b

<sup>④</sup> (正德)大同府志[M]. 武备. 卷 5.

<sup>⑤</sup> [明]庞尚鹏. 清理山西三关屯田疏. 收录于明经世文编[M]. 卷 359.

经界，议立章程。各伍以队长主之务要彼此相联耕则通力合作……所耕之地，永不起科。”在山地开荒地贫瘠，气候寒冷，农作物收成微薄，抛荒现象非常普遍，“有今岁开种而明年即抛荒者，有歇种此段而复新开别段者。”<sup>①</sup>众多土地被开垦后因为收获不佳而被撂荒，地表植被被完全破坏，而这种只顾一时之利，掠夺式的开荒方法只能使得大量土地退化、土壤沙化。据庞尚鹏在《清理大同屯田疏》中记载，明中叶以后，山西大同府左云、右玉、平鲁一带，由于屯田，“地本接壤，粮有定额，而水冲沙压、咸薄不堪者多有之”<sup>②</sup>，正是由于不合理地掠夺式地抛荒轮荒方法，使得大量土地土壤沙化。山西处于黄土高原地区，区内沟壑纵横起伏，生态恢复能力差，地表植被一旦破坏，容易造成土壤沙化、水土流失，进而导致河流泥沙量增长，洪涝灾害次数增加。在朝廷的优惠政策下，大开屯垦之风，屯垦农田数量大为增长，虽然屯田广泛，但是由于多为山地，没有水利可以灌溉，加之地形条件复杂，纵有水源也很难为之利用，在冈阜、坡耕地上耕种，土壤有机质会逐渐消耗，所以明代屯垦广种薄收，产量很低，军屯仍然不能满足军队所需口粮。为了解决军粮问题，明朝政府施行“开中制”，即商人可以向边关军队运粮以获得“盐引”，进而可以凭盐引去指定的盐场进盐贩卖，起初商人还向边关运粮，后来由于路途遥远，耗费巨大，纷纷改为在军队驻扎地区屯垦种粮，开中盐法最先在山西施行，许多晋商以此发家致富，而晋商屯垦地点即为晋北山区，盐商雇大批流民在边区山地垦荒，进一步向山区纵深处开垦，甚至砍伐林木以获得田地。由于明代积极推行“开中制”政策，大量陡坡丘陵植被被破坏，又加剧了土壤沙化和水土流失，万历末年明政府官员涂宗浚描述了长城内外被大量狂沙覆盖的情形：“中路边墙三百余里，自隆庆末年创筑，楼榭相望，雉堞相连，屹然为一路险阻。万历二年以来，风壅沙积，日甚一日。高者至于埋没墩台，卑者亦如大堤长坂，一望黄沙，漫衍无际。”<sup>③</sup>

明初期，明太祖朱元璋为了恢复生产，积极鼓励百姓开垦荒田，但是河南、山东等地由于元末连年战乱，人烟寥寥，地广人稀，大量土地被闲置，没有足够的劳动力进行开垦。而在山西江南等地由于没有遭到战乱，经过多年发展，地狭民稠，耕地数量不足，出现大量的闲散无地人员。为了更快地恢复农业生产，增加社会财富，改善各地劳动力数量两极化分配的现象，朱元璋施行移民政策，从山西、江西、两浙地带调配大量人口迁往河南、山东和直隶地区，并给予土地和耕牛。明初期由于政治清明、官吏廉洁，人民赋役较轻，通过国家有组织地移民活动，对于巩固明

<sup>①</sup> [明]褚铁. 乞堪新增牧地银两疏. 收录于明经世文编[M]. 卷 386.

<sup>②</sup> [明]庞尚鹏. 清理大同屯田疏. 收录于明经世文编[M]. 卷 359.

<sup>③</sup> [明]涂宗浚. 修复边垣扒除积沙疏. 收录于明经世文编[M]. 卷 448.

朝政权，恢复农业生产，提高社会经济，增加国库收入起到了明显的促进作用。但是明中叶弘治、正德以后，社会物质财富积累到较高水平，吏治松弛，官员腐败，达官贵族土地兼并现象非常严重，耕地随之集中于少量人手中，大量农民失去土地成为佃农或流民。为了继续生存下去，逃脱严重的苛捐杂税，众多百姓逃往深山，毁林开荒，山西山脉众多，沟壑相间，流民只能在陡坡上耕种，经过风吹水冲，水土流失严重，土壤沙化，收成降低。人们又不得不向更深远山区垦荒，如此形成了越垦越荒，越荒越垦的恶性循环，不仅大量林木被伐，榛莽灌丛地表植被也被大量破坏。如明代进士阎绳芳在其所著《重修镇河楼记》中指出正德前（1506年前），祁县诸山仍树木丛茂，人民很少砍伐，山泉涌出“汇而为盘陀水，流而为昌源河，长波澎湃”，由于山地植被覆盖丰富，河流终岁不竭，也没有迁徙洪涝之灾，并且给人们带来灌溉之利，但是正德后（1506年后），树木大量被砍伐，开垦山地，大小植被一律被铲，“南山之木，采无虚岁，土人利用山之濯濯，垦以为田，寻株尺孽，必铲削无疑”，经过此番毁林开荒过后，祁县水土流失严重，河流含沙量增加，屡次暴涨，改道迁徙，最终给当地百姓带来灾难。

#### 4.2.2 采煤冶铁

明清时期山西冶铁业在全国居于领先地位，明初全国共有 13 个官办铁冶所，山西独占 5 家。山西生产的优质铁具畅销海内外，包括兵器、农具以及日常用品等，阳城犁镜更是享誉全国。山西冶铁业是朝廷的重要财政来源。但是大量记载表明明清时期山西大量的冶炼活动对当地生态环境造成严重破坏，尤其是煤炭开采和砍伐植被，对环境的影响不可低估。现代研究表明，自然灾害的发生与生态环境破坏有着紧密的关联。

##### 4.2.2.1 燃料对环境的影响

明清时期山西冶铁业大量耗费煤炭或木炭，《天工开物》：“凡铁一炉载土二千余斤，或用硬木柴，或用煤炭，或用木炭”，“凡炉中炽铁用炭，煤炭居十七，木炭居十三。凡山林无煤之处，锻工先择坚硬条木烧成火墨（俗名火矢，扬烧不闭穴火），其炎更烈于煤。”从表三可看出，每炉以出铁 450 公斤计算，需用煤 1430 公斤（无烟煤、黑土与煤粉之和）、木柴二十公斤。如果按此比例计算，按照 1899 年英国人宿克来的统计，山西坩埚铁全年产量 50248 吨，则山西每年炼铁需要煤炭 159677 吨。冶炼阳城犁镜的铁矿石在投料前需要经过焙烧，所用燃料是木柴，一般焙烧矿石 5000 千克，消耗木料 4000 千克。犁炉冶铁主要是以木炭为燃料，最好的烧炭木料就是当地生产的木质致密的江木、千荆木。为了保证燃料的强度，烧制木炭要求“三茬七

炭”，即七成烧制为炭，三成仍为木材。

山西有着极为丰富的煤炭资源，煤炭储量居全国首位，早在先秦时，山西的祖先就对煤炭有了认识，对煤炭的开发则可以上溯到汉代，据记载，唐代煤炭开采已很受重视，当时太原周围从事采煤业的人很多，到宋代山西采煤业进入空前鼎盛时期，开始有组织地开采和销售，工业冶炼，人民生活广泛烧用煤炭。宋徽宗时期李昭出任泽州的知州，《宋史·李昭传》记载：“阳城旧铸铁钱，民冒山险，而输矿炭，苦其役，为奏罢铸钱。”阳城为泽州（今山西省晋城县）的属县，矿炭即为煤。说明山西一带在12世纪初叶已把煤应用于冶铁。明清时期山西成为全国主要产煤省区，清代采煤地有57处，分布于51个县，明清时期煤炭的用途非常广泛，不仅用作生活燃料，而且大规模应用于冶铁，并且我国使用焦炭炼铁，至少起于明代<sup>①</sup>。杨宽介绍，在宋元以后，大体上是北方用煤炼铁，南方用木炭炼铁。<sup>②</sup>，山西煤炭资源丰富，炼铁应以煤炭为主。明正统十二年，英宗颁发圣旨：“军民自取石炭，免纳课钞”，乾隆在批复了大学士兼礼部尚书赵国麟“广开煤炭”的奏章后，于乾隆五年（1740年）颁谕：“各省采煤之处无关城池龙脉，古昔陵墓，堤岸衢者，奚弛其禁，该督抚酌量情形开采。”，煤炭的大量开采也对生态环境造成了一定影响。万历三十一年（1603年），高平唐安里煤窑即有瓦斯爆炸，发生火灾。万历三十三年（1605年）泽州有煤窑发生大火，数月未熄。之类记载不胜枚举。在陵川县郭峪大庙的封窑碑记中记载：

“……履堪，郭谷镇堡城西门外胡家堆，有卫姓未行井窑一座，离堡城十步；往西北有卫姓旧窑口一座，与卫姓新窑口南北两山相离十余步，中隔山水小河一道，离堡城三十步。窑口东南有西庵小庙一座，俱已崩塌。复咨询輿情，其郭谷一镇，向来人多殷实，户有盖藏。自卫、张二姓功凿窑口以来，迄今十数年间，日见消乏，总由地脉伤损。况开采年久，山谷空虚，有碍居民庐舍，自应严行封禁。……碑存郭峪大庙”<sup>③</sup>

可见，煤炭的大量开采对当地的地质造成了很大波动，地脉受损，山谷空虚，居民庐舍受到影响。清朝《大同府志》记载：“《水经注》火山水发火山东溪，东北流出山，山有石炭，火之热同樵炭也。疑火山即今口泉，其西山犹产石炭。”火山东溪为口泉沟，火山西溪为云冈和马脊梁沟。因为这一带矿山的煤层被采空后，顶板陷落，地表产生裂缝，古塘残煤一经风化，就要发生自燃。其次，山西煤炭虽然开

<sup>①</sup>杨宽. 中国古代冶铁技术发展史[M]. 上海: 上海人民出版社. 2004:167.

<sup>②</sup>杨宽. 中国古代冶铁技术发展史[M]. 上海: 上海人民出版社. 2004:166.

<sup>③</sup>张正明, (英)科大卫, 王勇红. 明清山西碑刻资料选续2. [M]. 太原: 山西经济出版社, 2009. 5: 11.

采历史久远，但开采技术落后，绝大部分仍使用土法开采，并且小煤窑极多，设备简陋，安全设施极差，不仅投资大，获利小，而且因窑口繁多，散乱开采，资源受到严重破坏。《平定州志》记载：“嘉庆二十四年四月，大雨淤没固庄沟（今阳泉市）炭窑，内淹浸工人驴骡四五十口。”在平定县一带，冶铁业发达，人们采煤用煤的程度很高，“所剩煤渣、灰渣堆积如山，竟能堵塞嘉河河道，造成乾隆二十七年（1762年）的溢河大水灾，引起当局关注。”<sup>①</sup>

晋城的煤炭资源丰富，但直到清中叶，大阳县的铁业生产仍以木柴为燃料。阳城县的冶铁历来比较发达，有丰富的矿产资源与大量林木。阳城人民则靠山吃山，在冬闲时间到林区砍伐木材，卖到济源，用来烧矿炼铁铸货，长期成为那里的主要原料供给部。济源人来县境，往往选择在有矿石与山林的地点火开炉，随原料变化移动炉址。晋城人生产的风箱，是以木炭作燃料的犁炉相配套的。但阳城犁镜虽系名产，销量甚广，但为了保证其生产质量，必须采用木炭做燃料，因此随着犁镜的大规模生产，太行山区大量木材被消耗，山林一旦被砍伐，短期内则不能恢复，致使片片青山变为荒坡，人称犁炉为“吃山虎”。现存阳城县杨柏大庙中的邑侯征大老爷禁止烧木打窑碑记载：

“吾析城之南山，名曰杨柏，居民鲜少，石广山多，田稀于寡，人皆开山耘石而食力，采樵负薪而为炊，并无烧炭之窑厂，物力维艰，诚苦不胜言之地也。同治四年，河南行商在附近之处开设犁炉，且用木炭，并非寻常，居民惟希蝇头之利，不顾心腹之患，山穷水尽，不但无梁檩之材，更且悉烧烟之忧。值年社首太合等以深忧，会同耆老，公呈鸣官。蒙邑侯仁慈恻隐，尝示勒石，永远不许打窑烧木。郭峪佩芝柴充嵩撰，原德亮书，大清同治五年丙寅巧月日立石。”

从此碑记可以看出，至同治五年，因犁镜的生产，已使得“山穷水尽，不但无梁檩之材，更且悉烧烟之忧”，严重破坏了当地的森林植被，加重了水土流失现象，对当地的生态环境造成了一定影响。

#### 4.4.4.2 炉渣对环境的影响

在坩埚炼铁中，坩埚只能使用一次，因此会产生大量废弃的坩埚。德国地质学家李希霍芬在1870年详细考察了山西晋城县的冶铁生产后，在《中国》一书中写到“给人印象最深的是那些庞大的、废弃不用的、破碎了的坩埚堆。”<sup>②</sup>另外，随坩埚出炉的还有大量的炉渣，据范百胜实验，每炉出铁450公斤，出渣大概600-800公

<sup>①</sup>山西省史志研究院编，山西通史[M]·第五卷，太原：山西人民出版社，2001：40。

<sup>②</sup>李希霍芬，中国，1882，转引自中国近代手工业史资料[M]·第二卷，北京：三联书店，1957：138。

斤，这些炉渣大部分都废弃不用，随意堆放，“晋城南村的铁工业应当是由来已久。因为河谷里到处都是很大的矿渣堆，大道穿行其间往往横亘若干里。其中绝大部分是属于久已结束的厂子的。”<sup>①</sup>光绪《高平县志》记载：“铁冶炉颇有利然，铁渣堆积如山，塞河雍道，炉废时，其地遂终为不毛，而河冲余渣，复漫灭邻田，每至赋无所出，旧时凤台阳城业此者多，近则高平较增尔”。时至今日，在晋城郊区南村、大阳、阳城县润城的河谷，陵川县附城的山沟，均有历代倾倒的连亘数量的矿渣，阳城县润城的城墙、民舍，仍留有不少冶铁坩埚叠砌的段落。在当时的生产技术水平下，还不能对炉渣充分利用。这种炉渣堆积如山的现象，不仅侵占了大量土地资源，影响农业生产，加剧了人地关系紧张局面，而且壅塞河道，致使河床抬高，直接加强了水患灾害。

土法开采铁矿采用人工选矿，方法极为简单，开采设备只有锤子、钻子、绳子、筐子等，挖一个几丈到十几丈的洞进行开采，往往富矿也被当为贫矿而弃之。“把含铁低于 45% 杂矿一律用手选去掉，每吨矿约去除 20%”<sup>②</sup>在开采的过程中，遇到进水的情况则另选新矿，而之前开采的铁矿则废弃不用。这些铁矿零星而分散，不仅破坏了当地的植被覆盖，加剧了水土流失，严重影响了生态环境，而且这种“浅尝辄止”的开采方式对再次开采利用造成了很大影响，严重浪费了自然资源。矿产资源有限而不可再生，由于不合理的开发利用，综合利用低，矿石损失和贫化大，造成资源的浪费。没有回收的矿物散入环境，不断转移、扩散，固然会污染环境，更严重的问题是使得矿产资源耗竭时间缩短。另外，坩埚炼铁法炼铁效率不高，“常常由于因陋就简，选取原料不讲究，炼出生铁质量不高。特别是使用煤作为燃料和渗碳剂以后，煤中硫磷等杂质容易渗入铁中，影响到生铁的质量”<sup>③</sup>，用坩埚炼铁法炼出的生铁由于硫、磷含量高，根本无法用于炼钢。被誉为“现代地质学”之父的丁文江在考察了山西坩埚炼铁后，指出：“平定一带的铁矿，平均 100 斤矿，含铁 40 多斤，但是土法来炼，100 斤矿，只能炼出 30 多斤生铁，而且所谓生铁，不能与普通的生铁比较，因为里面杂了很多的渣子。要炼成熟铁，先要把渣子去掉，而去渣子的时候，连带的又损失了许多铁。所以 100 斤铁矿，原来含 40 多斤铁，都流到渣子里去了。假如在最近 1000 年，平定出了 3000 万吨生铁，我们的老祖宗至少把 1500 万吨的铁，消耗到无用的铁渣里去了，就土法而论，不能不说是暴殄天物。”<sup>④</sup>

<sup>①</sup>李希霍芬. 中国. 1882. 转引自中国近代手工业史资料[M]·第二卷. 北京: 三联书店. 1957. 140.

<sup>②</sup>范百胜. 山西晋城坩埚炼铁调查报告. 科技史文集[M]. 上海: 上海科学技术出版社. 1985: 144.

<sup>③</sup>杨宽. 中国古代冶铁技术发展史[M]. 上海: 上海人民出版社. 2004. 84.

<sup>④</sup>丁文江. 漫游日记[M]. 郑州: 河南人民出版社. 2008. 9: 54.

### 4.2.3 政治腐败

自然灾害的发生固然是由于自然变异引起的，但灾害发生后能否给人带来危害则与人具有重要关系。如果政治清明、社会安定，统治者注重兴修水利、完善仓储，人民生活安居乐业，则即使遇到灾害，百姓也可以抵御；但如果政治腐败、社会黑暗，人民生活衣不蔽体，食不果腹，一旦灾害来临，往往会发生饿殍千里、人相食的惨象。灾害发生之后，有些官员非但不积极赈灾，而且中饱私囊，克扣赈粮，虚报灾情，更有甚者在灾害时卖官鬻爵，趁机以低贱的价格掠夺土地，抢占民宅，腐败的政治制度非但不能安抚百姓，反而扩大了灾情，加剧了危害。所以灾害与政治具有重要的关系。元末明初，山西特殊的地理环境避免了战争，山西得以风调雨顺，人口众多，明朝建立后，采取修养生息的政策，鼓励民众开荒，积极开垦，因此明朝前期山西自然灾害较少，明初，朱元璋采取轻徭薄赋、发展农业、修养生息的政策，“天下初定，百姓财力俱困，譬犹初飞之鸟，不可拔其羽，新植至木，不可摇其根，要在安养生息之。”<sup>①</sup>洪武四年正月，免山西旱灾田租。洪武七年二月平阳州旱蝗，并免租税，免山西等处被灾田租，嗣平阳告饥，亟命赈之，命有司察郡民，告者给瓦舍衣食。<sup>②</sup>朱元璋为了恢复农业，使得人们有地可耕，鼓励垦荒，并且专门设司农司掌管其事。洪武三年规定，凡是开垦荒地的，“不限顷亩，皆免三年租税。”<sup>③</sup>洪武永乐是垦荒田永不起科。朱元璋非常重视农业生产，规定地方官员任满赴京考课时，“必书农桑、学校之绩”<sup>④</sup>。明前期“仁宣之治”。明代对诸王进行严密的控制和防范，诸王分封单不赐土，在政治上不会产生很大影响，但是这些皇亲贵族拿着优厚俸禄，在明前期还可供应，但是到明中期后，宗室人员繁衍众多，如弘治时晋王府朱钟镒子女竟达 94 人。<sup>⑤</sup>众多的诸王公主造成了明中期日益严重的财政困难，嘉靖年间巡按御史林润曾给皇帝上书，深刻描绘了这一严重情形：“今天下之事极弊而大可虑者，莫甚于宗藩……天下财赋岁供京师粮四百万石，而各处王府禄米凡八百五十三万石，不啻倍之。即如山西，存留米一百五十二万石，而禄米三百一十二万石。”可见王室贵族奢靡腐朽的生活大大加重了人们的生活负担，农民赋税增加，加上蒙古军事不断烧杀抢掠，山西人民处于水深火热之中，勉强生存已实属不易，更难抵御灾害的侵袭。邓云特指出：“就一般状况说来，我国历史上每次大灾荒的来

<sup>①</sup> 明太祖实录[M]. 卷 25.

<sup>②</sup> [清]康基田. 晋乘蒐略[M]. 卷 27.

<sup>③</sup> 明太祖实录[M]. 卷 53.

<sup>④</sup> 明太祖实录[M]. 卷 77.

<sup>⑤</sup> [明]孙承泽. 春明梦余录[M]. 卷 29. 宗例.

临，常与农村剥削的加紧和土地兼并集中过程相联系，这绝不是偶然现象。”<sup>①</sup>明中期，由于政治腐败、社会黑暗，加之自然灾害频发，农民在灾荒之年得不到救助，民众揭竿而起，发动起义，令有一些地方流氓恶势力乘机作乱。成化六年，山西大饥，交城县民孙关儿乘机利用秘密宗教宣传发动民众起事，后背抓获处死。成化六年十二月，太谷县民杜文翥自称都太岁，与兄弟数人勾结一帮地痞恶少号称“十虎”、“二贤”“八大王”，横行乡里，聚众淫乱，人民生活雪上加霜。明之衰，衰与万历。万历的奢靡导致财政空虚，御灾能力极为低弱。崇祯时期战乱的动荡环境使得灾荒更加严重。由于明中后期明王朝逐渐走向衰败，从明代各朝山西受灾情况可以看到，从成化开始，灾荒明显加剧，年均受灾县次都在 10 次以上，万历和崇祯时期最为严重，年均受灾县次为 21.63 和 23.29 县次。到了清代，虽然创造了康乾盛世，但是康熙中期以后，山西土地兼并的现象日益严重。许多官商富豪在灾荒之年低价买入土地，大量土地都集中到了少数人手中，至道光年间土地兼并已达到疯狂地步，如静乐县西南部 35% 的土地被不足农户 5% 的少数富豪占有，晋中平、太、祁等县 70% 的土地被不足 5% 的地主占据着。<sup>②</sup>严重的土地兼并现象致使广大贫苦农民失去了生存最基本的保障，没有了最重要的粮食来源后只能受雇于地主成为佃农，受人剥削和压迫，基本上失去了防灾抗灾的能力。另一方面，康熙中期以后，由于康熙对山西贪官污吏的纵容，使得山西地方政治昏暗，吏治腐败，地方官员横征暴敛，巧夺民财，虐待百姓，中饱私囊。康熙末年，山西粮驿道严昉侵吞亏空道库白银 3 万多两，大同知府乐廷芳冒销贪污官银 4 万多两。<sup>③</sup>常平仓是国家为了调节稳定粮价，在灾荒之年救济贫民的重要粮食储备，没有灾荒的年份则不允许出借，至清朝中后期，山西一些地方官员竟然卖掉灾荒之年的救命之粮以攫取利益。道光十年，山西州县官以“春来市价渐昂，积存陈谷必须出易”的借口强加卖给民众，如果有不愿“领谷”之人，则每石粮强制缴纳一千四五百文不等，拒不缴纳的民众则被押解入狱，如此行径“盖为接济民食，实则朘削民膏；明为出陈入新，实则那新易旧。”<sup>④</sup>清朝规定税种除中央制定之外，各地不能再另行征收，但是山西地方官员却置朝廷法规于不顾，擅自征收税银，名目繁多，民怨沸腾，雍正七年九月，户科掌印给事中宋筠在给皇帝的奏折可以看出当时山西落地税（各地自行制定的税种）种类庞杂，征收对

<sup>①</sup> 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京: 商务印书馆. 2011. 10:73.

<sup>②</sup> 刘泽民. 山西通史[M]·明清卷. 太原: 山西人民出版社. 2001. 6: 260.

<sup>③</sup> 山西巡抚诺岷, 石麟题奏. 前三朝内阁题本[M]. 胶卷 97~99. 中国第一历史档案馆档案. 转引自刘泽民. 山西通史[M]·明清卷. 252.

<sup>④</sup> 赵之恒, 牛耕, 巴图. 大清十朝圣训[M]·清宣宗圣训. 北京: 燕山出版社. 1998. 10:8801.

象不仅有店铺富商，而且对贫苦农民、挖山采铁者、炼打钉头者、零星摊贩等最底层阶级征收，对卖生铁、熟铁、麻油、干粉按斤收税。邓云特先生指出，“从来灾荒的发生，其根本性的原因无不在于统治阶级的剥削苛敛”，繁杂的苛捐杂税使贫苦百姓不堪其扰，生活饥困，平时所获疲于应对各类苛捐杂税，不能留有足够的粮食应对灾荒，防灾能力自然丧失，《礼记·王制》记载：“三年耕，必有一年之食；九年耕，必有三年之食”，应对灾荒最后的办法无非是平时年景好时多储备粮食，但是山西黑暗的政治环境造成大面积土地兼并、苛捐杂税众多，贫苦百姓勉强生存已属不易，基本丧失了防灾能力。

“臣闻潞安等处，落地税物甚多，系知府委人收管，细查历来相沿旧规，当店每店一年税银十两五前，生铁百斤税银一分，熟铁粗者百斤三分，细者六分，麻子每石二分，麻油百斤八分，干粉百斤一钱二分，故衣网帛每件八厘，布衣四厘，白布每个税钱三分，麻一斤一文，椽子一根一文，每起一票六文，此其大概也。”<sup>①</sup>

#### 4.2.4 种植鸦片

鸦片在民间称为大烟或烟土，是从罌粟果实中的白色乳汁提炼出来的，具有麻醉镇痛的药用价值，但是久食后却容易上瘾，产生强烈的依赖性，对人的身体造成严重危害。17世纪末18世纪初，葡萄牙人和荷兰人将鸦片的吸食方法引进中国，由沿海传到内地，但是山西的情况却比较特殊，清代在商业领域极为活跃的晋商受到利益的驱使早在嘉庆年间就将鸦片带回故乡，设立烟馆谋取暴利。在嘉庆和道光年间山西吸食鸦片现象已很严重。“太谷、平遥、介休各县人民，多在广东及南省等处贸易，日久沾染，颇有吸食之人。”<sup>②</sup>起初山西的鸦片是由商人由外省贩运进来，自道光十七年开始，山西已开始种植罌粟，道光十九年山西罌粟的种植已成气候，从道光帝的一份上谕中可以说明：“传闻鸦片烟籽已由陕西传入山西，三晋百姓沾染恶习，数处可见栽种罌粟者。如此下去，自产自用的土烟膏增多，其危害将不可收拾”<sup>③</sup>。至咸丰七年至八年，正值鸦片弛禁之时，山西罌粟种植范围更为扩大，至同治年间，山西种植罌粟已相当普遍，山地、坡地、平田、水地等皆有种植。至光绪初年，山西的罌粟种植达到了最高峰，全省各州县平均种植面积达到了40%。山西各地清代山西罌粟种植范围广、面积大，与西北的陕西和甘肃诸省一起被列为全国第二大罌粟种植区<sup>④</sup>，大面积的种植罌粟为广大山西农民吸食鸦片提供了便利，不仅殷实之

<sup>①</sup>（雍正）朱批奏折[M].第36册.16

<sup>②</sup>清宣宗实录[M].卷312.27.

<sup>③</sup>清宣宗实录[M]卷318.

<sup>④</sup>傅建成.百年瘟疫——烟毒问题与中国社会[M].西安：陕西人民教育出版社.2000:81.

家、游手无赖吸食，而且普通百姓农户之家也开始吸食，受到鸦片的毒害，不仅耗尽家财，而且体质消瘦，目光呆滞，神情恍惚，严重者出现急性中毒，呼吸系统、循环系统、消化系统和神经系统等都会受到损害而死亡。吸食鸦片的瘾君子无暇耕地，整日沉浸于烟雾之中，农业生产受到极大的影响。另外，由于种植罌粟获利巨大，人们往往将最肥沃土地种植罌粟，良田被大面积侵占，粮食作物的种植大为减少，直接导致了粮食产量的大幅下降。山西土地贫瘠，十年九旱，水田良田本就很少，在正常年景下，粮食产量勉强能够自给已属不易，在这样的情况下还将优质土地、水源和养分等都让给罌粟，使得本已存在的粮食危机更加突出。罌粟极耗地力，在土地上种植罌粟后再种植其他农作物数年后仍然收获不丰。光绪四年，山西巡抚曾国荃指出山西农民“往往以膏腴水田，遍种罌粟，而五谷反置诸蹊瘠之区，此地利之所以日穷也”<sup>①</sup>。光绪八年，山西巡抚张之洞指出：“晋省山农多，水利少，种植罌粟之功倍于蔬卉，偶有山溪水洴可资灌溉，悉归之罌粟。……夫仅有此区区难得之水利，而养此毒民之物。”<sup>②</sup>罌粟播种收获之际，也正是粮食作物栽种丰收之时，山西农民往往将主要精力集中于罌粟之上，“查罌粟收浆之际，正是农功吃紧之时，人力尽驱于罌粟，良田反荒芜而不治，此人力之所以日弛也。”<sup>③</sup>由此导致山西农民存粮严重不足，口食需要依靠贩运外省之粮，粮食价格远高于其他省份，人们抵抗自然灾害的能力大为降低，一遇天灾则因粮食储备不足而酿成灾祸。现存闻喜县白石乡十八堰村的一块碑记中指出了鸦片是当地发生灾荒的重要原因：“余庄数年以来或吸食洋烟，或贪好奢靡，以至十室九空，毫无蓄积，一遇岁凶，束手待毙而已”<sup>④</sup>。光绪初年，华北地区发生了震惊中外的灾荒事件“丁戊奇荒”，这次灾荒造成山西大面积人口死亡，曾国荃认为导致此次山西受灾深重的主要原因正是由于山西境内广种罌粟之过。“此次晋省荒歉，虽曰天灾，实由人事。自境内广种罌粟以来，民间积蓄渐耗，几无半岁之粮，猝遇凶荒，遂至无可措手”。由此可见，由于清代中后期山西大范围的鸦片种植，使得山西吸食鸦片人数激增，劳动力锐减，人民体质虚弱，粮食减产，存储不足，遇到灾荒之年则无力抵抗，酿成灾祸。

#### 4.2.5 战争影响

战争也是导致灾荒发生的重要因素之一，战争的爆发直接破坏生产力的发展，动辄上万人死亡，社会经济遭到极大破坏，农业生产受到严重影响。士兵多数为农

<sup>①</sup> 萧荣爵. 申明栽种罌粟旧禁疏. 曾忠襄公奏议[M]. 卷8.

<sup>②</sup> 张之洞. 禁中罌粟片. 张文襄公奏稿[M]. 卷3.

<sup>③</sup> 萧荣爵辑. 申明栽种罌粟旧禁疏. 曾忠襄公奏议[M]. 卷8.

<sup>④</sup> 张正明. 科大卫. 王勇红. 明清山西碑刻资料选续1[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2007: 687.

民百姓，至使贫苦家庭失去主要劳动力，家庭之中没有收入来源，稍遇歉收则遭饥荒，同时连年战争严重消耗国库储备。战争紧要之时当局一方面加紧对百姓的剥削，另一方面灾害来临之时朝廷无力赈济，致使百姓流离，饿殍遍野。并且军队所到之处，经常劫掠民财，强夺牲畜，大军过后疫病丛生，人民苦不堪言。战争当中，毁坏堤坝用水攻敌的策略在我国古代历史上屡见不鲜，公元前 453 年，智伯联合韩、魏攻打赵国，智伯决晋水以灌晋阳。赵匡胤陈桥兵变建立宋朝后，但晋阳城却久攻不下，赵匡胤御驾亲征，效仿智伯决晋水和汾河以灌晋阳城，在攻下晋阳城后，赵光义担心太原再出天子，随火烧水淹晋阳城，使得这座千年古城成为一片废墟。山西北界长城与蒙古接壤，战略地位极其重要，经常受到蒙古族的侵扰。明永乐时期，明成祖朱棣为安定北部边患，五次亲征漠北，而练兵备战之地正是在山西境内。正统年间，蒙古族瓦剌部也先屡次南下进犯大同，为阻止也先继续南下，英宗多次增设军马与大同，当时大同每年需用马草 63 万束，这些粮草全部从山西境内征集，百姓苦不堪言。由于明英宗朱祁镇的昏庸，太监王振当权，正统十四年（1449 年），明英宗听信王振谗言，不顾群臣反对御驾亲征讨伐瓦剌，两军会战明军全军覆没，英宗被俘，史称“土木之变”，这次大败造成近 50 万将士死亡，50 余位大臣殉葬。“土木之变”后，瓦剌仍对山西内地不断侵扰。正统十四年，也先多次挟英宗南下到大同索要金币，景泰元年（1450 年），瓦剌又先后进犯朔州、代州、大同、忻州，连年战乱致使当地百姓大量死亡，流离失所，流民外逃。景泰二年（1451 年），山西大同府重新调查当地人口，“本府所隶 4 州 7 县内充军死者 480 余户，被寇杀掳者 821 户，流移在外者 2685 户”<sup>①</sup>，明中叶在河北霸州爆发了刘六、刘七领导的农民起义，这次起义共历时三年，山西为其主要战场之一，明后期政治腐败，奸臣当政，北部边防废弛，蒙古族频繁进犯山西，两军交战不断，烧杀抢掠，人烟断绝。嘉靖十九年（1540）正月，蒙古俺答进犯山西内地，太原、交城、文水、汾州等地被抢掠。嘉靖二十一年（1542）五月，俺答纠青台吉由左卫吴家口侵入朔州，掠广武，入雁门关，南入太原，大肆烧杀抢掠，后转入太原，屠杀四万余人，大掠十日，南掠平遥、太谷、介休、沁源，至永宁城下，渡河北还，共抢掠 10 卫 38 州县，杀戮男女 20 万人。<sup>②</sup>除了蒙古各部落侵扰之外，明后期统治阶级横征暴敛，农民不堪忍受苛捐杂税，爆发了多次起义与兵变，名称后期战乱的环境使得灾害接连发生，如：“崇祯四五年流寇犯乱，抢夺财物，杀掳男女，焚民房屋不知其数。及七八九年，荒旱

<sup>①</sup> 刘泽民. 山西通史[M]·明清卷. 太原: 山西人民出版社. 2001: 70.

<sup>②</sup> (清) 康基田. 晋乘蒐略. [M]. 太原: 山西古籍出版社. 2006: 2328.

不秋，八年又遭蝗蝻，田苗尽食。”<sup>①</sup>清代自嘉庆元年开始，为了反对清朝统治的剥削和压迫，爆发力著名的反清斗争“白莲教起义”，朝廷连年镇压白莲教起义，在这次历时九年多的战斗中，双方死伤人数众多，清朝在抗击叛乱的过程中也付出了沉重代价，军费浩繁，财政紧缺，为了筹集军费，清廷在全国范围大搞“捐输”活动，山西官员为完成任务，强迫百姓捐银，“晋中有一县派捐 10 万两者，也有派捐 20 万两者。县官声称奉旨行事，强行逼民，若民户未能措交，即行捆绑杖责，锁闭班房，名为进黑窑”。<sup>②</sup>在 19 世纪中叶，为了反对清朝统治和外国资本主义侵略，爆发了一场长达 14 年席卷 18 个省的大规模农民起义战争，清军与起义军路经山西则抢掠人民财物，使得百姓家中积蓄大部被掠走，人民为躲避战祸争相逃亡，大批良田荒芜，农业生产遭到极大损失。曾国藩曾鲜明地指出战争给百姓所带来的严重危害“近年从事戎行，每驻扎之处，周历城乡。所见无不毁之屋，无不伐之树，无不破之富家，无不欺之穷民。……目击心伤，喟然私叹，行军之害民一至此乎！”<sup>③</sup>，可见行军扰民已经到了无以复加的程度，明清时期战争的发生加重了山西人民生活重担，毁坏社会生产，另外战争在发生之时也大量毁坏山西森林植被，许多战争发生过后，茂密森林被洗劫一空，郁郁青山成为童山濯濯，生态环境遭到严重破坏，明朝蒙古宗室为了便于南下侵袭，大肆砍伐静乐至五寨森林，两军长期交战使得晋北森林毁坏殆尽，清康熙田记载：“洪武初元裔盘踞于岢岚山，山木砍伐殆尽，道路四达。从水泉营下岢岚，由宁化入静乐，俱为坦途。”<sup>④</sup>近代思想家郑观应曾深刻地指出森林对于保持生态环境防止灾害的重要作用，“自树木广植后，不特名材美木获利无穷，且树旁之田瘠者变为腴，因树根能吸土膏，能烂沙石，故硗确之地悉化膏腴也……则御旱、御水无所不宜。……自粤、捻构乱，燕、齐、晋、豫诸省，所有树木斩伐无余，水旱频仍，半由于此。”<sup>⑤</sup>可见郑观应清晰地解释了战争是导致森林破坏，进而引发了水旱之灾的重要原因。此外，战争严重破坏水利设施，庞大的军费开支使得朝廷无暇顾及兴修水利，疏通河道，致使众多水利河道废弛，失去防洪灾能力，致使一遇大水则河水泛滥、淹没农田。李鸿章指出：“道咸以来，军需繁巨，更兼顾不遑。即便定岁修之费，亦层叠减。于是河务废弛日甚。”<sup>⑥</sup>

<sup>①</sup> 闻喜县侯村乡侯村“闲事碑”，现藏于闻喜县博物馆，引自单联喆. 明清山西疫病流行规律研究[D]. 中国中医科学院. 2013:5.

<sup>②</sup> 刘泽民. 山西通史[M]·明清卷. 太原：山西人民出版社. 2001. 6：256.

<sup>③</sup> (清) 曾国藩. 曾国藩书信[M]. 北京：中国致公出版社. 2001. 6：143.

<sup>④</sup> (清) 康基田. 合河纪闻[M]. 卷 8.

<sup>⑤</sup> 夏东元. 郑观应集[M]. 上册. 上海：上海人民出版社. 1982：745.

<sup>⑥</sup> 畿辅通志[M]. 卷 84:52.

### 4.3 本章小结

本章从自然因素和人类活动两个方面分析了明清时期山西自然灾害发生的原因。从统计数据上来看，明清山西自然灾害在明清宇宙期和清末宇宙期的发生频次明显高于其他时期，目前学界对宇宙期（即自然灾害群发期）的原因还在进一步探讨之中，但可以确定的是在这一时期自然环境确实发生了变化，如气候变冷，太阳黑子活动减弱、宇宙线作用等，尤其是在蒙德极小期（1645~1715）内，太阳活动非常微弱，这一时期也处于地球的小冰河期内，这些自然因素的变化和自然灾害之间有着紧密联系，但是目前还不能确定它们之间的确切关系，这也是本文作者在以后需要进一步研究的领域。另外，山西独特的气候地理条件也是各种自然灾害易发的重要原因。山西境内山脉丘陵众多，尤其是太行山，阻挡了北太平洋暖湿气流的深入，季风环流的夏季风带来的暖湿气流是山西降水的主要来源，山西全年降水总量偏少是山西容易发生干旱的大背景；山西全年有限的降水主要以短时间高强度暴雨形式出现，加上山高坡陡，植被覆盖率低，导致洪涝灾害屡屡发生；山西平均海拔在 1000 米以上，在华北大平原上显得格外突兀，并且山丘众多，山脉平均海拔在 1500 米以上，地势落差和日气温差都较大，容易形成雹灾和霜冻灾害；蝗虫喜干不喜湿，山西常年干旱的环境易于蝗虫产卵发育，导致蝗灾；山西全境处于全国著名的地震带即山西地震带（也叫汾渭地震带）上，这是山西易于发生地震的重要原因；由于古代医疗卫生条件较差，大灾之后尸体不能得到及时掩埋，加上灾后环境恶化，极易导致瘟疫的发生。

自然因素是自然灾害发生的直接诱发力，但是人类活动对于大自然的影响也是非常显著的，明清时期，由于京城大规模修建宫殿、陵寝以及一系列的军屯、商屯和民屯活动，山西森林受到摧毁性破坏。明清山西冶铁业名闻天下，尤其是阳城犁镜行销全国，与此同时则带来了生态环境的巨大破坏。中国救荒史的开拓者邓云特先生指出，苛政是灾荒发生的决定性因素，正是由于统治阶级的横征暴敛，腐败贪婪，荒政不修，水利荒废，国家储备不足，人民自身难保，抵御灾害的能力不足，才造成自然灾害一旦爆发则会出现大量人口流亡、社会动乱的景象。明中期以后，由于政治腐败、社会黑暗，自然灾害频发，山西农民在灾荒之年得不到救助，揭竿而起，发动起义。清朝虽然创造了康乾盛世，但是由于康熙对山西贪官污吏的纵容，山西地方官吏有恃无恐，使得山西地方政治昏暗，吏治腐败，地方官员横征暴敛，巧夺民财，虐待百姓。山西黑暗的政治环境造成大面积土地兼并、苛捐杂税众多，

贫苦百姓勉强生存已属不易，基本丧失了防灾能力。清代道光年间山西开始种植鸦片，至道光十九年已经颇具气候，鸦片的种植大量侵占民田，并且极耗地力，使得山西粮食储备严重不足，这也是清代山西自然灾害大量人口死亡的重要原因。战争对于灾害的影响也是显著的，战争不仅严重破坏农业生产、水利设施，而且为了战事需要，砍伐森林，决水攻城也时有发生，使得民众完全丧失抗灾能力。

## 第五章 明清山西自然灾害的防治技术

明清山西自然灾害严重，面对严重的灾情，一方面，山西官民受天人感应观念思想的影响，把灾害的发生归结为上天的主宰，上至帝王下至百姓在大灾来临之时都把希望寄托在神灵的身上，采用祭神的方式求得上天宽恕，山西各地普遍存在的龙王庙、蝗神庙等就是很好的例证；另一方面，山西先民在灾难中反省，在灾难中磨练，在长期与灾害做斗争的实践中采用各种技术措施积极应对，在一定程度上减少了灾情所带来的危害。

### 5.1 旱灾防治技术-兴建灌溉工程

水利是农业的命脉，历朝政府都非常重视农田水利的建设。明清时山西的水利建设比前朝有了较快发展，这一时期山西修建的农田水利灌溉工程超过了当时豫陕两省的总和。明朝政府命令各地地方官吏，如有当地人关于兴办水利的建议，要立即呈报，对不重视水利事业的官吏，则要严加处罚。<sup>①</sup>在政策的指引下，各地官吏纷纷把水利当作重要的业绩来抓，有明一代，山西农田水利成就极大，建设的水利工程有 97 处，比陕西多 49 处，比河南多 23 处<sup>②</sup>。清代乾隆年间，山西农田水利工程可资引灌者有 38 州县。农田水利工程达 156 处，比陕西多 118 处。明清时期山西修建主要有以下几种类型：引河灌溉、引泉灌溉、凿井抗旱、引洪灌溉、水窖防旱。从图 5.1 可以看到，道光十年赵城县兴建的水利灌溉工程纵横交错，有引汾河水灌溉，引泉灌溉和引洪灌溉三种方式，是山西众多水利工程中的集中代表，体现出山西水利技术精而细的特点。

水利工程对于防旱抗旱具有重要作用，并且沿河占有渠利之便的村庄一般都比较富庶，如洪洞县通利渠，始建于宋末金兴定二年（1218），该渠历代相沿，从原赵城石止村至原汾西县师家庄沿汾河取水，浇灌赵城、洪洞、临汾三县共 18 村土地，在光绪三年北方五省大旱的情况下，由于通利渠的灌溉之利，沿渠村庄并未至十分困厄，<sup>③</sup>可见水利对于防旱抗旱的重要价值。

<sup>①</sup> 明太祖实录[M]. 卷 200.

<sup>②</sup> 徐月文. 山西经济开发史[M]. 太原: 山西经济出版社. 1992:234.

<sup>③</sup> 孙免仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原: 山西人民出版社. 1992:36.

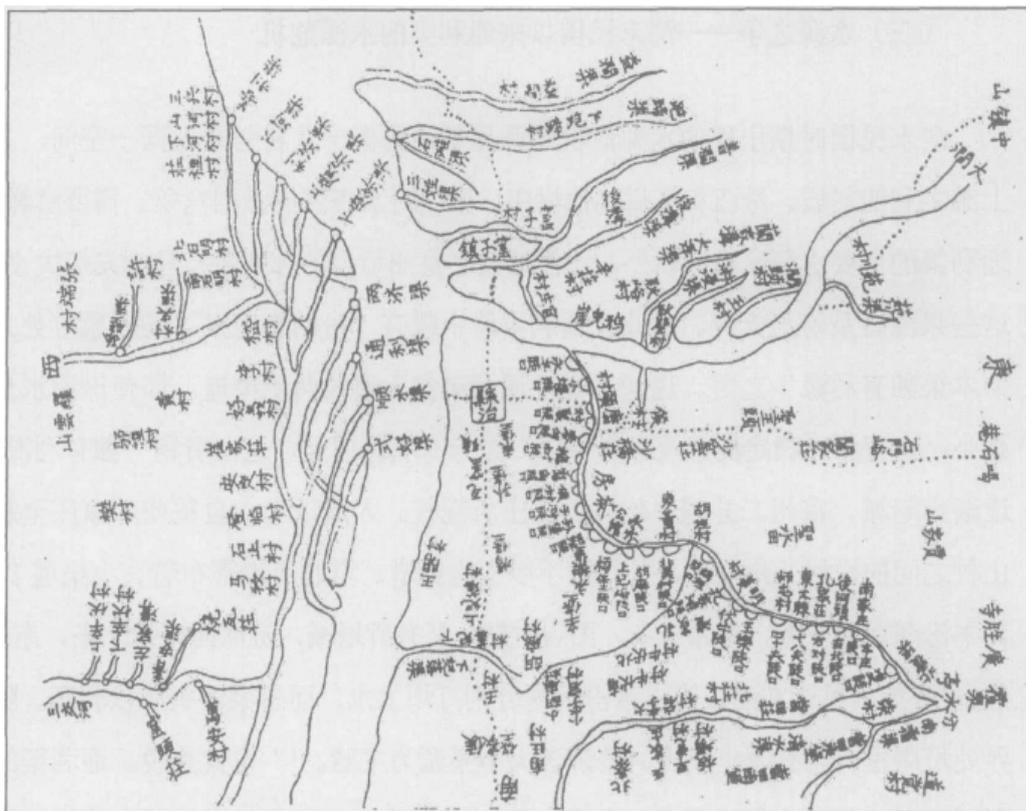


图 5.1 道光七年赵城县全景渠道总图

(采于：孙奂仑：《洪洞县水利志补》，太原：山西人民出版社，1992.277 页)

### 5.1.1 引河灌溉

山西处于干旱半干旱地区，水资源极度匮乏。明清是山西水利开发的一个高潮，境内主要河流及泉水都普遍得到利用。农田水利工程主要集中在汾河流域，此外潇河、文峪河、滹沱河、桑干河、阳武河等水系也得到开发。据《山西通志·临汾》记载，明嘉靖年间，曾请江浙善水车者引水溉田，知县杨君玺督造水车 21 具，疏渠 14 道，溉田 18 顷。万历时，用机械溉田发展到山西中部。《山西通志·平遥》记载，明万历二十七年（1599）引汾入渠，用车溉田。乾隆一朝，山西兴建的水利工程就达 156 处，比陕西多 118 处<sup>①</sup>。从康熙元年（1662）开始兴建广惠渠后，陆续在汾河中游兴建“八大冬埝”，至光绪二十八年，增至 10 埝，虽然受当时技术水平的限制，这些渠道都为土堰，但这些水利工程对农田灌溉起到了不可替代的作用。从图 5.1 可以看出，10 埝可以灌溉 190 个村庄，31.5~41.5 万亩土地，对于当地人民群众防旱抗旱起到了重要作用。至晚清时期晋北地区开地方之先河，集中民间资金创建水利公司以加强水利建设。如绅商齐尔昌、刘懋赏、刘彦斌等先后于光绪、宣统年间，在雁北地区分别办起来朔县六合公股份有限公司、朔县广裕水利公司、山阴县富山

<sup>①</sup> 清高宗实录[M]. 卷 45.

水利公司，开辟“三大渠”，引用桑干河、恢河、源子河水，灌溉农田 30~40 万亩<sup>①</sup>。

表 5.1 冬埝受益情况表<sup>②</sup>

埝别	受益村庄数	灌溉面积(万亩)
广惠埝	清徐 20 村、交城 4 村、文水 6 村共 30 村	7—9
广济埝	文水 24 村	1—1.5
广会埝	文水 14 村	1—2
利韧埝	文水 8 村	1.5—2.5
天德埝	文水 13 村	5—6
天义埝	祁县 8 村	2—2.5
天顺埝	平遥 15 村	3—5
公议埝	文水 10 村、平遥 3 村共 13 村	5—6
和顺埝	平遥 21 村、文水 1 村共 22 村	5—6
永济埝	平遥 45 村	2—3
合计	190 村	31.5—41.5

明清山西形成了一套完善的灌溉体系，包括渠首工程、输水渠道及其建筑物，田间渠系三部分，无论从渠首引水工程还是渠道工程都体现出较高的技术水平。渠首是引水入渠之地，渠首工程的建设直接影响到能否顺利将水引进渠种，在我国历史上的渠首工程分为两种形式，一种为有坝渠首，另一种为无坝渠首，如果河流水位较低，则需要建坝以抬高水位引水入渠，位于太原南郊的智伯渠即为我国第一个有坝引水工程。当河流水位较高、河流水量较大，河水可以直接流入渠道中时，则无需建坝，举世闻名的都江堰即为无坝引水工程。洪洞县通利渠兴建于宋末金兴定二年（1218），引汾河水浇灌赵城、洪洞、临汾三县土地，建立之初，通利渠渠首在汾河内用石灰砌成大坝，此大坝的作用是降低汾河水流速，“以作中流砥柱，可回狂澜，不至猛入冲入渠口，名曰大工”。另外在大工上开凿三个大孔，起到水闸的作用，可以使得由孔引汾入渠之水有一定分数，可以控制渠水大小，也可防止涨决泛滥。<sup>③</sup>

当河流水位低于农田时，则需要人为把水提到岸上渠道中，最常利用的器具为水车，水车在山西各流域内都有普遍应用。清代记载山西寿阳县的农书《马首农言》农器篇中也有使用翻车的记载。据万历《平阳府志》记载，明嘉靖年间，汾河流域

<sup>①</sup>张荷. 近代山西水利股份公司述要. 山西水利史志[J]. 1986. 4.

<sup>②</sup>张荷, 秦福海. 汾河八大冬埝的由来与兴变. 山西地方志通讯[J]. 1982. 11.

<sup>③</sup>孙奂仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原: 山西人民出版社. 1992: 36.

用水车进行灌溉，副使赵祖元“购浙江善水车者为水车汲水溉田，知县杨君尔造水车二十一具，疏浚十四道，灌一十八顷，后汾河淤徙，不常尽废”<sup>①</sup>。在猗县，成化年间，工匠“置水车教民灌田，迄今赖之”<sup>②</sup>。清代，官府在雁门北、五台东一带招募垦荒，该地苦寒，“有水而不能利用，当事遣人到南方求能造水车、水碾、水磨之人，与夫能出资以耕者”。<sup>③</sup>可知水车不仅在江南地带应用广泛，在山西近水地区也有广泛应用的记载。水车在我国历史上发挥了重要作用，从古至今，一直是我国实用价值极高的农田排灌工具，包括水转翻车、人力翻车、畜力翻车、筒车等，如图 5.2 和图 5.3。

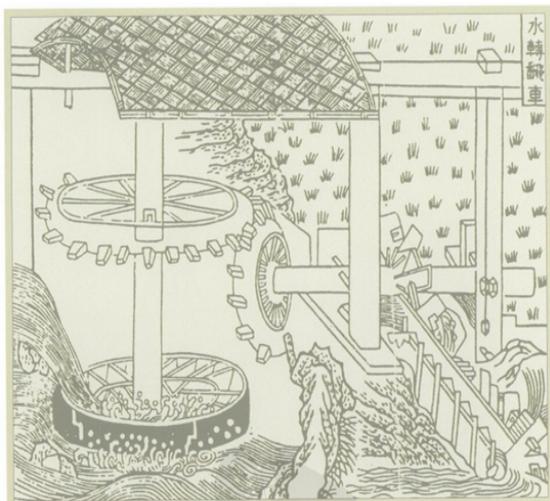


图 5.2 水转翻车



图 5.3 牛转翻车

(以上两图分别采于(元)王桢《东鲁王氏农书》译注, 575、577 页)

河流中的水通过渠首工程或水车等方法流入干渠后，为了能够控制水流进入各村灌溉，在干渠和各村口支渠处建有陡口（亦称陡门），以便能够对水进行合理控制。陡门按照用途分为两种，一种为进水，一种为泄水。如洪洞县通利渠上下共 4 节，各于本节首村建一大陡门，名曰“泄水陡口”，如果遇到河水泛滥，则将各处大小陡门一律开放，以分水势。如至光绪 33 年（1907），洪洞县通利渠沿渠各村庄共修大陡口 80 个，小陡口 91 个，见表 5.2。

<sup>①</sup> (万历) 平阳府志[M]. 山川.

<sup>②</sup> (康熙) 猗氏县志[M]. 剧谈.

<sup>③</sup> [清] 贺长龄. 皇朝经世文编[M]. 卷 37. 清道光刻本.

表 5.2 光绪 33 年洪洞县通利渠各村陡口分布表

村庄	大陡口	小陡口	村庄	大陡口	小陡口
石止村	10	4	洪堡村	6	12
马牧村	5	5	南王村	6	6
辛 村	5	5	太明村	3	2
北段村	9	4	阎侃村	3	12
南段村	4	1	吴 村	2	0
公孙村	4	4	太涧村	2	7
程曲村	4	3	王曲村	5	3
李 村	3	8	孙曲村	1	0
白石村	1	7	杜戍村	7	8

为了能够有效调节水量和合理分水，许多渠道安装了水闸，如图 5.4，水闸的应用既可以使得水资源得到合理利用，提高灌溉效益，还可以调节水量，起到泄洪的作用。按照闸的不同功用可以分为分水闸、泄水闸、调节闸。有的闸同时具有多种功效，分水闸能够合理分配灌溉，避免纠纷，泄水闸可以在洪涝期开启，起到泄洪作用，保证灌区的安全，调节闸可以调节水量大小，提高灌溉效益。从材质上可以分为石闸和木闸。洪洞县通霍渠，兴建于宋庆历六年（1046），可灌溉南官庄、北官庄、贾村、苗村等田地三千亩有余，明洪武年间被水冲毁，后在此基础上兴建小霍渠和副霍渠，两渠因分水不均，屡起纠纷，甚至酿成多起命案，经官府实地查勘，参照旧例，断定副霍渠只能得小霍渠的渗漏之水，小霍渠于闸口上不准堵搭土堰，仅用活石板闸其川河之水，仍为副霍正水。沿河一带亦不准截坝，双方遵行，免于争议。小霍渠在官村明应王庙东百余步外，置立石堰，为退水口堰，在西百余步置一泄水闸，以水之消长启闭水闸木板，俗名“龙口”。同治元年至十二年（1862-1873 年），任康泰在平遥县苏家堡村北永济渠上修桥闸 3 孔，通过水闸的启闭，可以控制流量，增大了灌溉效率。<sup>①</sup>

在渠道修建过程中，会遇到许多渠道相交叉的现象，为了能够解决这一问题，古代人民使用了架槽或涵洞的方式，如图 5.5。架槽的利用体现了山西水利工程高超的技术水平，这项技术在唐代时就在山西有所应用。唐贞观十三年（639），由于晋阳城井水苦不可饮，为了解决城中居民饮水问题，长史李绩“架汾引晋水入东城以甘民食，谓之晋渠”<sup>②</sup>，引晋水到汾河东岸则必须经过汾河，为了解决这一问题，李绩采用了架槽的技术，而这一技术在之后一直被山西人民所利用，小型渡槽的利用

<sup>①</sup> 平遥县地方志编纂委员会编. 平遥县志[M]. 北京: 中华书局. 1999:32.

<sup>②</sup> 新唐书[M]. 卷 39. 地理志 3.

则更为普遍。

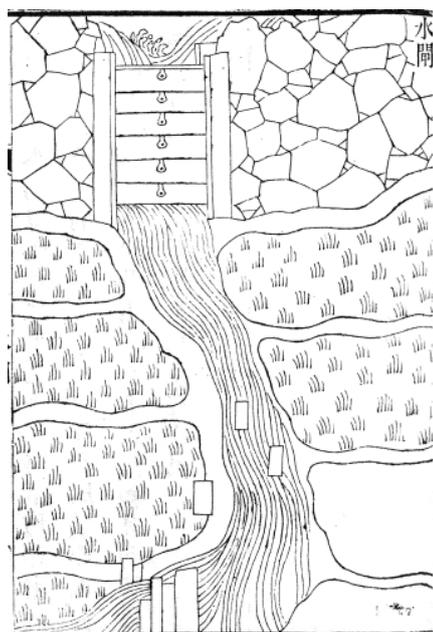


图 5.4 水閘



图 5.5 架槽

(以上两图采于(明)徐光启:《农政全书》,道光癸卯重刊,曙海楼藏板,卷 17,水利,灌溉图谱)

渠道作为灌溉农田的基础设施,常因水流冲击或泥沙淤积导致渠系破坏,为了保证渠道内引水通畅,必须定期进行疏浚和维修。不同渠段渠的高低长短不同,疏掏难易也不同,因劳力分配不均而起争端的情况也经常出现,因此山西多数地方都制定有非常完善的社规渠册。由渠长统一领导各村社按照社规各自疏浚各自渠道,如洪洞县小霍渠册中记载,每年在惊蛰节后,由渠丈择定日期,鸣锣起夫掏渠,母渠共 558 杆,由上水凭石,至下水凭石为则,自上而下,东社夫 19 名,掏渠 55 杆,北社夫 15 名,掏渠 56 杆,堰北沟夫 30 名,掏渠 82 杆,苗村沟夫 6 名,掏渠 52 杆,贾村沟夫 21 名,掏渠 92 杆,南社夫 35 名,掏渠 145 杆,西社夫 15 名,掏渠 64 杆,窑上村夫 5 名,掏渠 12 杆。掏渠沟浚,以三月清明节前渠长择日,传各夫子兴工堵堰治水,引水入渠依次灌溉。<sup>①</sup>

水对于农业产量极为重要,山西历史上因争水而发生冲突的现象非常普遍,有些还非常激烈甚至造成多人死亡,山西许多地方都流传有“油锅捞钱”的故事。且不论故事是否真实存在,其反映出惨烈的争水矛盾是毋庸置疑的。为了能够解决争水问题,地方官吏和乡绅只有通过合理公平的分水才能够化解激烈的矛盾,现实的

<sup>①</sup>孙奂仑.洪洞县水利志补[M].太原:山西人民出版社.1992:88.

需要必须要有先进的分水技术作为保障，分水技术最有代表性的是对霍泉泉水的分配，霍泉发源于赵城县东南霍山麓，自唐贞观时得到大规模开发，于泉源下流百步许创立南北二渠，从泉直流往西者为北霍泉，渠口宽一丈六尺一寸，可得水七分，从泉折注而南者，名南霍渠，渠口宽六尺九寸，得水三分，赵城县和洪洞县对于霍泉“三七分水”的历史由来已久，到宋朝开宝年间，由于南渠地势变低，水流流速增大，北渠地势平坦，水流平缓，由此打破了“三七分水”的格局，两邑为此争斗不已，为调停两邑矛盾，当事者在南渠渠底立一限水石（门限石），长6尺9寸，宽3尺，厚3寸，这样可以抬高渠底，使南霍渠水流有程，不致急泄，同时为了防止北渠河流流速增大，又于北渠内南岸，南渠口之西，立一根拦水柱（逼水石），高2尺，宽1尺，由此又可恢复“三七分水”的原状，到明隆庆二年（1568），由于长时间的水流冲击，两石损坏，分水不均，民争复起，官府依照旧例，精心策划，又立限水石和拦水柱，之后两石屡废屡置，两邑村民争执不断，雍正二年，为处理两邑紧张局势，知府刘登庸亲自查勘渠道，指出两邑冲突的原因固然有村民各怀私利，但是主要原因还在于一直沿用的两石分水有弊端，他指出：“盖广狭虽有尺寸，而两渠界限不分，则分数仍无定准。南渠虽立限石与渠底，而北渠仍无，则浅深不能相等，立拦石以障水，湍流之势，润下之性未必涓滴不淆。且六尺二尺石，既小而易于弃置，碎烂、毁败不能久矣”<sup>①</sup>，刘登庸明确指出了用限水石和拦水石的弊端，因此为能够长久保持公平合理分水，必须使用较之更为先进的分水技术，他指出：

“莫如于源下流，即今渠口上流丈许，法都门水栅之制，铸柱十一根，分为十洞，洪三赵七，则广狭有准矣，铁柱上下横贯铁梁，使十一柱相连为一，则水底如画，平衡不爽，栅之西南，自南而北；第四根铁柱，界以石墙，约长数丈，迤邐斜下，使南渠之口不致水势陡析，两渠彼此顺流，且升栅使高，令水下如建瓴，则缓急疾徐，亦无不相同矣。如此则门限、逼水二石可以勿用，庶三七分水永无不均之患。”<sup>②</sup>

刘登庸所实施的铁栅分水技术实现了数百年来由“石”向“铁”的升级，并且技术比两石（限水石和拦水柱）分水要高超许多。如图 5.6. 用铁栅分水可以确保分水设施不被水流损毁而使两邑再起争端，同时也避免了渠底高低不同、水流缓急有变而导致的分水不均，如此可使“两邑绅民，交口称便”。此分水设施非常牢固，至今仍发挥着南北两渠分水的作用，如图。之后其他地方也频频效仿利用铁栅加石墙

<sup>①</sup>孙奂仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原: 山西人民出版社. 1992:281.

<sup>②</sup>孙奂仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原: 山西人民出版社. 1992:281.

的方式分水，如清水渠引南北霍渠溢漏之水和太虫涧泉水，浇赵城北秦、大、小李宕各村地，而后入洪洞，浇李卫村等共三千亩左右，因分水不均，两邑村民时有冲突，为平息事端，乾隆四年，官府采用渠底铺石，限定陡口、渠口数目和尺寸等方式平均分水，乾隆十年，于洪洞李卫村渠口，赵城小李宕村陡口之上，建立木桥一座，木桥下安装十根铁栅，分定渠水分数，在渠内砌石墙使渠水分流，六分水归李卫村渠口，四分入李宕村陡口，渠口、陡口都被掩盖于木桥之下。



图 5.6 霍泉分水亭

### 5.1.2 引泉灌溉

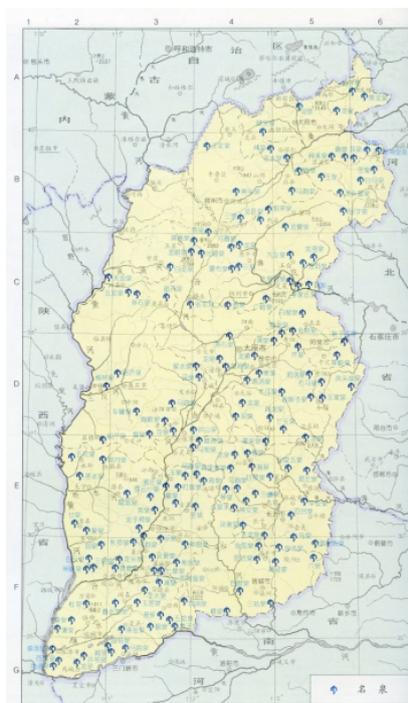


图 5.7 山西历史名泉图（采自《山西历史地图集》，中国地质出版社，2009）

山西山麓众多，蕴含丰富的泉水资源，如图 5.7。泉水相对于河流而言具有流量

稳定、泥沙量少的特点，不仅可以供人畜引用，还可以加以灌溉。因此，对泉水的利用在山西非常普遍。同时，引泉灌溉在山西具有悠久的历史，公元前 453 年，晋国四卿智伯引晋水灌晋阳，修建智伯渠，后人在此基础上改为灌溉农田的渠道，晋水即源于太原晋祠泉，为山西引泉灌溉之始。隋唐时期开发了三处大型泉灌区，隋开皇六年，引晋水灌溉，隋开皇十六年，引绛州（今新绛县）鼓堆泉水灌田，唐代引霍泉灌溉，晋祠、鼓堆和霍泉形成了汾河中下游大型的灌溉区，灌溉面积都在百顷以上，宋代以前对泉水的利用还主要集中于汾河中下游地区，至明清时期后，不仅对于历史名泉进一步开发利用，而且引泉灌溉的规模也大为扩大，山西从北至南凡是有泉源之地都得到了不同程度开发，据雍正《山西通志》卷三一至四三、卷六六至六九和《嘉庆重修一统志》卷一三六至一六零统计，清代山西引泉灌溉的有 49 个州县。<sup>①</sup>明徐光启提出用水五法，第一法即为利用泉水，即“用水之源”，泉水可以分为山下出泉和平地仰泉两大类，徐光启全面总结了利用泉水灌溉的五种方法，其一，泉在高处者，则可以直接开沟引之，但也需要进行准备测量，即“数里之外，当知其高下尺寸之数，不然沟成而水不至为虚费矣。”其二，泉低于田者，则用水车提升水入田，如果水流湍急，则可以用龙骨翻车、龙尾车、筒车等，利用水的流动驱使水车转动将水送入渠中，如果水流缓慢，则可以用人力、畜力或风力驱动水车转动；其三，如果泉比田高许多，则可以建梯田逐次浇灌；其四，如果溪涧距田较远并且地势较低，则从溪涧开河引水到田侧，再利用水车（视情况可用龙骨水车、筒车、人力或畜力水车）将水导入田中；其五，如果泉和田之间有河流相隔，则可架渡槽将两岸连接使水跨过；其六，泉从平地出，如果水流较大则直接引入田中，水流较小则在其侧建池塘或水库以蓄水。关于池塘和水库的防渗技术，徐光启也提出了具体的方法：“筑土者，杵筑其底。椎泥者，以椎椎底作孔，胶泥实之，皆令勿漏也。用水库者，以石砂瓦屑和石灰为剂，涂池塘之底，及四旁而筑之平之。如是者三。则涓滴不漏也”。<sup>②</sup>

<sup>①</sup> 张芳. 中国古代灌溉工程技术史[M]. 太原: 山西教育出版社. 2009:515.

<sup>②</sup> [明]徐光启. 农政全书[M]. 道光癸卯重刊. 曙海楼藏板. 卷 16. 水利.

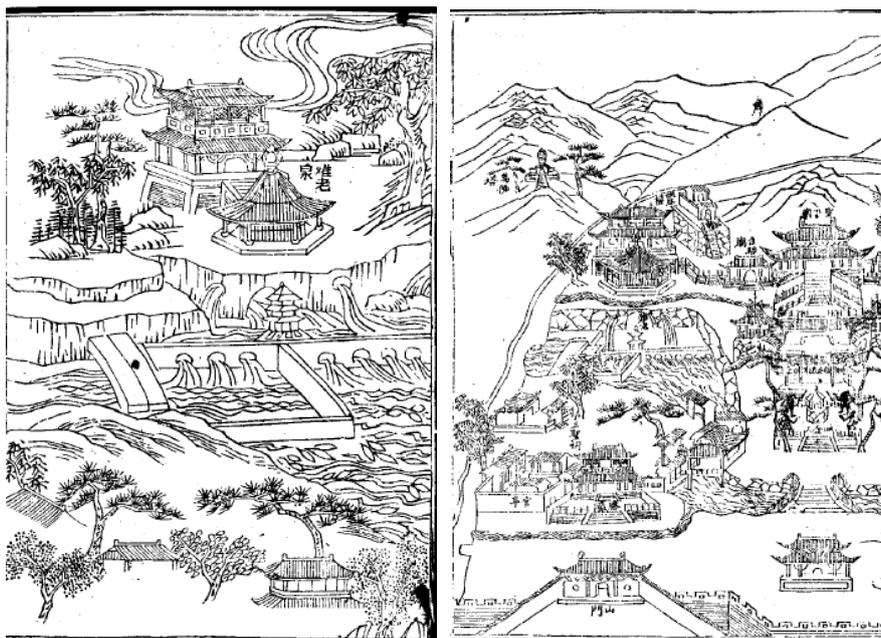


图 5.8 晋祠南老泉灌溉图

[采自(清)员佩兰、杨国泰, 中国方志丛书·太原县志, 台北: 成文出版社, 1986, 卷三, 49、39页]

### 5.1.3 凿井以灌

我国凿井的历史非常悠久, 据说伯益不仅辅佐大禹治水有功, 而且首次凿井引地下之水, 《世本·作》云: “伯益作井”, 《淮南子·本经训》曰: “伯益作井, 而龙登玄云, 神栖昆仑”, 之后经历代发展, 至明清时期井灌有了大规模使用, 出现了较多关于凿井和井灌的论著, 在北方主要利用井水灌溉的主要有山西、河北、陕西、山东、河南等省份。古代山西井的种类有土井、石井和砖井, 所用常见的提水工具为桔槔、辘轳和水车。凿井在山西具有悠久的历史, 据中国社会科学院考古研究所高天麟考古发掘, 襄汾县陶寺发现了皇帝时期所凿的两口水井, 被认定为目前我国最早的水井。<sup>①</sup>至明后期时, 许多资料表明山西井灌已经非常普遍, 在全国处于领先地位, 明万历二十七年(1599年), 介休县旱, 知县史公重视发展灌溉事业, “于无渠处, 教民穿井六百眼”, 如有贫民无力凿井者, 每凿一井, 贷谷五斗, 当时全县共凿灌溉水井 1300 余口。<sup>②</sup>徐光启指出包括山西在内的三晋地区凿井灌田最为普遍, 并且借助辘轳、桔槔等提水工具, 掌握了较为先进的井灌方法, 提高了灌溉速度, 起到了较好的防旱抗旱效果:

“既远江河, 必资井养, 井汲之法, 多从绠缶, 饔飧朝夕, 未觉其烦, 所见高原之处, 用井灌畦, 或加辘轳, 或藉桔槔, 似为便矣, 乃俛仰终日, 润不终亩, 闻

<sup>①</sup> 高天麟, 张岱海. 山西襄汾县陶寺遗址发掘简报[J]. 考古. 1980. 1

<sup>②</sup> (嘉庆)介休县志[M]. 卷 2. 水利. 123.

三晋最勤，汲井灌田，旱炎之岁，八口之力，昼夜勤动，数亩而止，他方习惰，既见其难，不复问井灌之法，岁旱之苗，立视其槁，饥成已后，非殍则流，吁可悯矣”

①

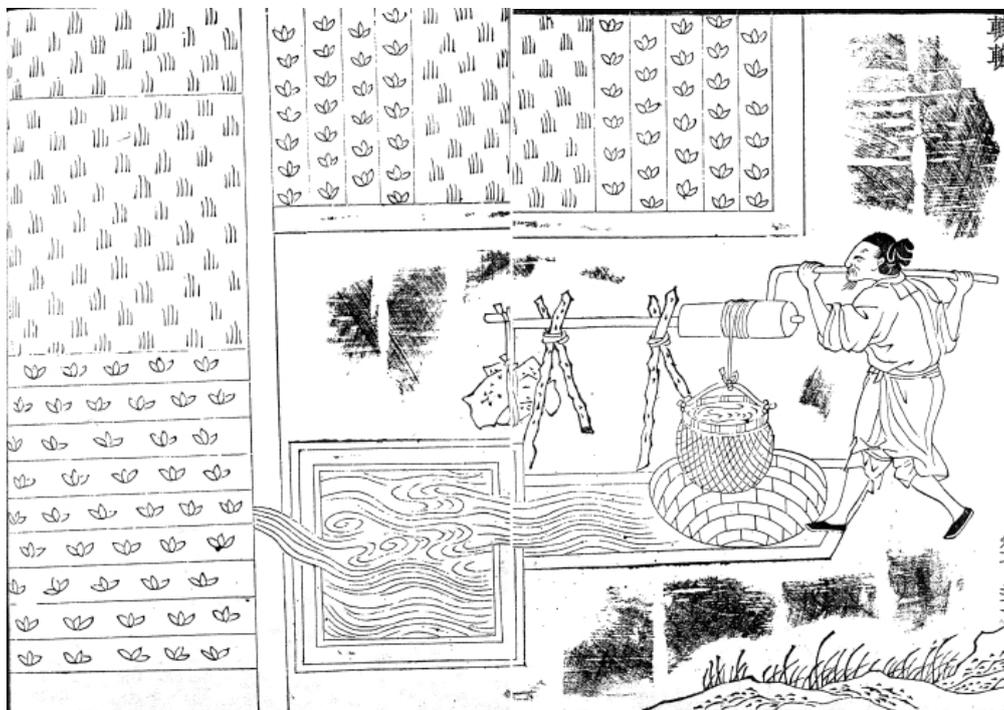


图 5.9 利用轱辘井灌图

[采自（明）徐光启：农政全书，道光癸卯重刊，曙海楼藏板，卷 17，灌溉图谱]

从以上徐光启的记述可以看出，井灌是抗旱的重要方法之一，山西相对于其他地方使用井灌更为普遍，使用了轱辘、桔槔等工具，使得井灌防旱抗旱的效果显著，“大井之滋苗则深井亦可灌二十余亩，浅者且可灌三四亩”<sup>②</sup>山西是当时华北地区井灌最为发达的地区。时任陕西巡抚的崔纪面对陕西连年干旱的现状，引进家乡山西的井灌技术抵抗旱灾：“至遇早年，虽井水亦必减少，然小井仍可灌三四亩，大井灌十余亩，在常田或颗粒无获，而此独仍有前康熙庚子、辛丑，晋省连旱二年，无井州县，流离载道，而蒲属五邑独完，即井利之明效大验也”“其灌溉之法，小井六七丈以下，皆可用人力汲引。大井深浅二丈上下，水车用牲口挽拽。”<sup>③</sup>徐光启提出了寻找泉源的四种方法：气试、盘试、缶试、火试，详细归纳了凿井方法：择地、量浅深、避震气、察泉脉、澄水。是这一时期凿井技术成就的集中展现。

① [明]徐光启. 农政全书[M]. 道光癸卯重刊. 曙海楼藏板. 卷 20.

② [清]王心敬. 丰川续集[M]. 卷 8. 井利说.

③ [清]高宗实录[M]. 卷 45.



图 5.10 桔槔图（采于（元）王桢《东鲁王氏农书》译注，586 页）

山西在井灌中广泛使用了一系列工具——桔槔、辘轳和水车，从井中汲水，浇灌庄稼。桔槔和辘轳是山西先民在打井水中最常用的工具，“小井用桔槔，大井用辘轳”，桔槔制造和使用方便，其构造是把一根横木从中间架起，支架可以用一个结实的分叉树干固定到地上，一端悬挂提水的汲器，另一端绑上重物，如石头，便成桔槔。



图 5.11 山西绛县裴家堡金代壁画的水井辘轳图  
（采自周昕：《中国农具发展史》，山东科学技术出版社，2005：707 页）

桔槔使用方便，但只可用于浅井，在深井取水时则必须使用辘轳。“辘轳的发明和使用，同桔槔一起，构筑了中国农村 2000 多年园圃灌溉的统治局面，成为旱地井灌的传统灌溉农具。”<sup>①</sup>山西绛县金墓壁画中的水井辘轳已安装有曲柄，如图 5.11。这说明了山西在辽金以前已经开始使用了曲柄辘轳，安装曲柄后可以利用杠杆的作用摇动轮轴，要比之前没有曲柄的辘轳提水时省力很多，明显提高了提水的功效。

#### 5.1.4 引洪灌溉

淤灌是利用含有较多泥沙的河水或山洪水浇灌农田的灌溉方法，我国黄河流域地区河流含沙量普遍较大，尤其黄河中游支流的含沙量最高，一方面河流含有大量泥沙抬高河床，造成河水改道迁徙，泛滥成灾，另一方面古人也注意到河流中泥沙可用的方面，引泥沙中含有一定养分，除了能给农作物提供水分之外，河水中泥沙还有多种功效，对于低洼地和沼泽地而言可以淤填土地，抬高地面，对于盐碱地而言，可以冲洗盐碱，改善土壤物理结构，提高土壤肥力，此外，山洪中又还有大量动植物腐殖质，富含有机物成分，利用山洪淤灌后的田地可以明显提高农业产量，增加经济效益。正如宋代诗人郑獬在《木渠》一诗中所说：“谁谓一石泥数斗，直是万顷黄金钱”<sup>②</sup>。淤灌法在我国具有悠久的历史，相传在 2300 年前先秦时期陕西富平赵老峪已经实行引洪漫地了，此后各朝都有引洪淤灌的记载，战国时期，魏国引漳水灌邺（今河北临漳县），汉武帝时兴建渠道引汾水和黄河淤灌皮氏（今山西河津县西）、汾阴（今万荣县西南）、蒲坂（今永济县西南），改贫瘠农田五千顷，淤灌法到宋朝加以大规模推广，宋仁宗时，河东九州 26 县共淤田 12 万公顷<sup>③</sup>。宋仁宗嘉祐年间，时任河东路提点刑狱公事的程师孟在山西推行淤田法，他认为：“河东多土山高下，旁有川谷，每春夏大雨，众水合流，浊如黄河矾山水，俗谓之天河水，可以淤田。”程师孟认识可以利用山西河东地区（今临汾运城一带）多山春夏大雨的地理气候特点，开展引洪灌溉，在绛州正平县（今新绛县）南董村旁有马壁谷水，程师孟带领绛州正平县（今山西新绛县）南董村民买地开渠，引马壁谷水淤灌瘠田五百多顷，皆成沃壤。有此成功案例，其余州县频频效仿，在有山水汇聚和泉源处皆开渠筑堰，“凡土州二十六县，共兴建田四千二百余顷，并修复旧田五千八百余顷，计万八千顷余。嘉祐五年毕功，攒成《水利图经》二卷。”淤灌后，田地收成大增，“闻南董村田亩旧直三两千，收谷五七石，自灌淤后，其直三倍，所收至三两石”<sup>④</sup>。

<sup>①</sup> 周昕. 中国农具发展史[M]. 济南: 山东科学技术出版社. 2005:319.

<sup>②</sup> [宋]郑獬. 獬溪集[M]. 卷 26. 文渊阁四库全书影印本

<sup>③</sup> [宋]李焘. 续资治通鉴长编[M]. 卷 277.

<sup>④</sup> 宋史[M]. 卷 95. 志 48. 河渠 5.

山西的引洪淤灌经验为熙宁时期的大规模淤田提供了很好的理论和实践经验。该法经王安石的大力提倡，专门设立了“总领淤田司”、“都大提举淤田司”等管理淤田事物的专职机构，利用黄河、汴河、漳河、胡卢河、滹沱河、汾河、泾河、惠民等河，在今陕西、河南、山西、河北、山东、安徽北部等广大地区进行大规模的人工淤灌，达到了人工淤灌的高潮。

至明朝时期，除了官府主导的大规模淤灌之外，民间也开展了数量众多的淤灌工程，山西境内山脉众多，山地和丘陵面积占全省总面积的 80% 以上，平原面积不足 20%，在山地和盆地的交汇地带，泉水分布较多，如朔州的神头泉、平定县的娘子关泉、太原市的晋祠泉、介休县的洪山泉、临汾县的龙子祠泉和洪洞县的霍泉等泉水水量较大，为当地居民的生活和农业灌溉提供了非常重要的水利资源。山西众多的山脉天然形成了跌宕起伏、沟壑相间的地势，同时山西每年降雨时间集中，主要在农历 5-8 月，尤其是 6-7 月最多，往往以高强度暴雨形式出现，每当这个季节，大量雨水携带泥沙和动植物腐殖质汇聚到山底沟涧向下方盆地奔涌而来，形成季节性洪水，由于其突发的性质，古人称之为“猛水”、“雷鸣水”或“天河水”，一方面山洪暴发给山下百姓造成了巨大威胁，官民也采取了许多措施进行防治，详细见 5.2.3。另一方面，山西先民认识到山洪中含有的大量养分非常有利于农作物生长，因此想方设法加以利用，山洪水沿涧而下，由涧截流引入渠中，由此可加以灌溉，此法不仅控制了急性的山洪，而且肥沃了农田，达到了变害为利的目的，虽然引洪灌溉具有季节性，不能常年灌溉，并且天愈旱而水愈涸，看似抗旱效果不佳，但是其富含粘沙和养分可以改善土壤结构、增加土壤养分，对于抗旱保墒增加产量具有重要作用，在山西应用非常普遍，成为一种非常重要的抗旱保墒措施。如洪洞县西部，山丘众多，山水主要汇集到三条山峪，一是通天涧，二是出佛峡，三是世尊峡，县民多利用山水灌田，自唐代以来开挖渠道，可灌溉洪洞河西 33 村庄，民国初年洪洞县令孙焕仑指出：“西乡一带，雷鸣水颇多，润民其最也。”<sup>①</sup>，即润民渠是众多引山洪水渠中最大的一条，该渠于唐贞观间（627 年）开挖，可灌溉万安镇、杨韩二村之地数千亩。淤民渠也为雷鸣山水渠之一，可浇洪洞上舍村地千余亩。该渠建于明初，在上舍村十余里，北有英神山，南有青龙山，群山万壑，层峦叠出，每当盛夏下暴雨之时，山洪携带泥沙滚滚而下，明初，村中壮士挖沟涧、导壅塞，使众山水合归一沟，继而开渠引水灌溉农田，并于沟口之处安装大闸口使得渠道牢固，在大闸之下留退水口，以防水势浩大冲毁渠道。广平渠为世尊峪下最大的渠道，自唐贞观元

<sup>①</sup>孙焕仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原: 山西人民出版社. 1992:203.

年（627）修建，可灌溉长命、郑家寨、沟北三村土地 2000 亩，“历年雷鸣水至，沿渠地亩一经灌溉，麦即卜丰收，实利源所在也。”<sup>①</sup>广平渠册中充分记述了广平渠对于当地百姓灌溉的重要性：

“本县崔长里地处山脚，陆地燥土，欲求水之利也甚难。即饮食斧甑之需，掘地三十始得水泉。间逢亢旱即井泉亦为枯乾。里民终岁勤苦，欲求贡国税而瞻衣食，忧心不给。所仰目而望者，有世尊一峪。每逢雷鸣天雨，沟澍水会，山水猛发，开渠引流，浇灌地亩是水也。于未雨时，山溪之间为牲畜来往，禽兽聚处，兼而木叶零落，间杂朽腐。一逢雨水冲流灌入田亩，于粪倍功。此田地生产自然之利也，诚大矣溥矣”<sup>②</sup>

我们通过调查，像洪洞县崔长里这样由于地处山区，海拔较高，无法引河和凿井灌溉的地区还有很多，凿井能够维持日常饮用已属不易，利用山洪灌溉是这些地区主要的抗旱措施。在清代山西北部地区也开展淤田法，清末民国初，晋北有代表性的工程是桑干河“北三渠”，朔县 60 多个村庄受益近 30 万亩，山阴县 30 多个村庄淤灌荒地和压碱 20 多万亩，应县 48 个村庄受益 10 万亩。<sup>③</sup>蒲县位于山西省西南部，地势东高西低，东、南、北三面环山，西部和中部为黄土沟壑区，东南部为土石山区，历史上蒲县人民充分利用当地地势条件发展引洪灌溉，修建了许多引洪渠道，是当地重要的防旱抗旱措施。如图 5.12。



图 5.12 蒲县山峪间渠道图<sup>④</sup>

（采于（清）巫慧修，王居正纂，中国方志丛书·蒲县志，台北：成文出版社，1977，卷 1 图考，67、68 页。）

<sup>①</sup>孙奂仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原：山西人民出版社. 1992:242.

<sup>②</sup>孙奂仑. 洪洞县水利志补[M]. 太原：山西人民出版社. 1992:243.

<sup>③</sup>山西省史志研究院编. 山西通志·土地志[M]. 北京：中华书局. 1998:350.

<sup>④</sup> [清]巫慧修，王居正纂. 中国方志丛书·蒲县志[M]. 台北：成文出版社. 1977. 卷 1. 图考:67~68.

此外，山西山区众多，到目前为止仍有许多村民生活在群山环绕或丘陵地区，我们通过走访调查发现，山西仍有许多地区不能引水引泉灌溉，并且地势较高，无法打井取水。那里的人们在院落、地头、场边等修建形如罐状或瓶状的容器，用来蓄积雨水雪水，俗称“水窖”（又称旱井），此设施的一大特点是上口小，其目的是为了减少水分蒸发，罐内主要技术是如何防止井水渗漏。水窖可以在下雨雪天时积聚一些水源，以备干旱时期人畜引用和进行小范围的灌溉。水窖多是以家庭为单位修建，还有一些村集体共同修建和利用的池塘或水库，蓄积雨雪，供全村人使用，明徐光启就指出蓄积雨水的重要性，他认为，在地势较低的地区，或者有河流的平原地带，可以引河凿井取水。

## 5.2 旱灾防治技术-农业技术防旱

山西山地和丘陵面积约占全省的80%以上，平原面积不足20%，所以有“八份山地二分田之称”，山西多山的地理环境严重制约着水利工程的发展，大部分土地属于旱地，如寿阳县地势较高，县中大部分田地不能得到灌溉，清代祈羲藻在其所著《马首农言》中指出：“寿阳向无水利。……《平定志》云：《通志》：寿阳民田多山坡旱地，不能设渠”。<sup>①</sup>清代山西省可浇灌的水田不足300万亩，还未达到全境耕地面积的6%，而且水利工程分布不平衡，水田主要集中在晋中、晋南的汾河沿岸地区<sup>②</sup>。因此，为了抵御干旱，山西先民在长期的耕作实践经验中，总结出一套以水为中心精耕细作抗旱保墒的旱地耕作方法，以至于即使得不到灌溉，还可以得有好的收成。

### 5.2.1 抗旱栽培法

清代山西农书《马首农言》备荒中记载：区田，劓地为区，布种而灌溉之，可备旱荒<sup>③</sup>。此方法是专为抗旱设计的，在清代山西旱地广为应用。区田法最早记载于西汉《汜胜之书》中，是《汜胜之书》的要旨所在。“汤有旱灾，伊尹作区田，教民粪种，负水浇稼”，区田法的增产效果非常明显，“区种天旱常溉之，一亩常收百斛。”并且该法适用广泛，“区田以粪气为美，非必须良田也。诸山林近邑，高危倾阪，及邺城上皆可为区田。”区田法的田间布置有两种方式，一种是把种子播在长条的沟中，即“宽幅区种法”，一种是播在方形的小穴中，即“小方形区种法”，主要的技术特点是不耕旁地，区内深耕，提高土地的使用效率，等距点播，保证作物有良好的透风透光条件。这是自耕农在有限的土地上精耕细作、取得好收成的一种可行的耕作

<sup>①</sup> [清]祈羲藻. 马首农言[M]. 高恩广, 胡辅华注释. 北京: 中国农业出版社. 1999. 10: 105.

<sup>②</sup> 李三谋. 清代山西主要农田水利活动[J]. 古今农业. 2005 (2): 80.

<sup>③</sup> [清]祈羲藻. 马首农言[M]. 高恩广, 胡辅华注释. 北京: 中国农业出版社. 1999. 10: 64.

方法。它的基本原理就是“深挖作区”（在特定的土地上深耕）。密植，集中而有效地利用水和肥料，加强管理，即在小面积土地上，保证充分供给农作物生长发育所必需的生活条件，使得农作物充分发挥其最大的生产潜力，以取得单位面积的高产。如图 5.13.

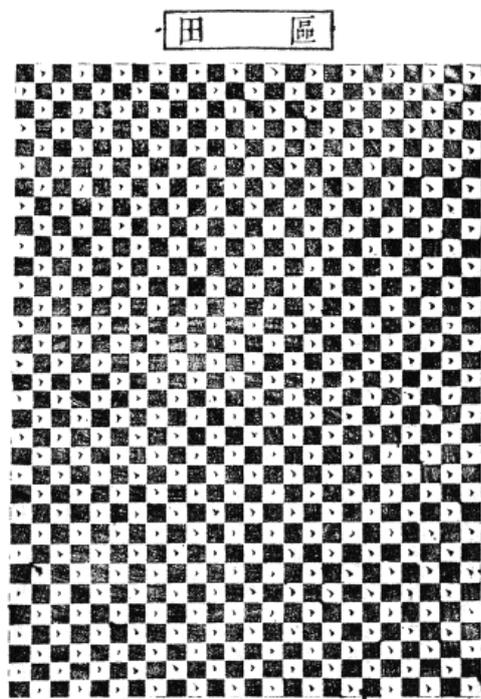


图 5.13 区田法

[采自（明）徐光启：农政全书，道光癸卯重刊，曙海楼藏板，卷 5，田制]

代田法最早在西汉时期由农学家赵过大力推行，是秦汉精耕细作农业的一个里程碑，是黄土高原地区在干旱与半干旱地区长期农业实践中总结出来的一种栽培方法，是对大面积土地的利用并使之增产的方法。代田法的推行加之一些配套新农具的发明，很大程度上促进了当时的农业生产水平。这种栽培方法能耐风与抗旱，在山西也得到普遍使用。这种方法的技术要点是在一亩地分垄和沟耕作，垄沟相间，并且垄和沟每年交替使用，“今年耕墒，明年耕垄，则地力有余矣”<sup>①</sup>。土壤轮休，高效利用，种子播在沟内，垄高于沟，沟内的水分蒸发慢，从而达到保墒的目的。幼苗出土后及时中耕除草，集中施肥，把垄上的土培壅在苗的根部从而扩大了根部吸水吸肥的范围，又能抗风防倒。根据《汉书·食货志》的记载，赵过任搜粟都尉时，通过试验的方法，达到了“用力少而得谷多”，“一岁之收，常过漫田一斛以上，善者倍之”的成效，武帝后，“边城、河东、弘农、三辅太常民皆便代田。”可见山

<sup>①</sup> [清]祈義藻. 马首农言[M]. 高恩广, 胡辅华注释. 北京: 中国农业出版社. 1999. 10: 31.

西南部也是当时推行代田法的主要地区，其产量比常年能增产 60 斤以上。

### 5.2.2 抗旱保墒耕作技术

无论是何种耕作栽培方法，也无论是垄作法还是平作法，都面临如何减少土壤水分散失的问题。这就涉及到一些具体的耕作技术，形成了“耕、耙、耨”三位一体的旱地耕作技术体系。明吕坤叙述：“沁水农政，令人起舞。大端多粪少苗，熟锄多耕，壅本有法，去冗无差而已。其粟穗长可尺半，四五穗便可盈升。……粪多力勤，八口饶养”，“膏田一亩，胜薄田十倍；精田一亩，胜荒田一倍”<sup>①</sup>，可见山西农民非常重视精耕细作，力争能够在有限的土地上多产粮食。

#### 5.2.2.1 适时深耕

我国从春秋战国开始就提倡深耕，在干旱的环境中，土壤浅层干燥，深耕可以让种子接触到土壤下层的水分，也可以疏松土壤，加大土壤的孔隙密度，提高蓄水能力。深耕可以改变土壤环境，消灭杂草和防止虫害。如春秋时期农书《吕氏春秋·士容论·任地》记载：“五耕五耨，必审以尽。其深殖之度，阴土必得，大草不生，又无螟蚘”对不同时期耕地深浅也有不同要求，“春犁宜浅，秋犁宜深”，“秋犁较春犁深五分或一寸”<sup>②</sup>，因秋季深耕可以留给土壤更多的熟化时间，土壤也可蓄积更多水分，春季浅耕是为了避免因播种作物而造成的土壤熟化时间不足和因春季多风而造成的跑墒。另外，耕地要掌握合适的时宜，“凡耕高下田，不问春秋，必须燥湿得所为佳，若水旱不调，宁燥不湿”，因为“燥耕虽块，一经得雨，地则粉解。湿耕坚垆，数年不佳”。<sup>③</sup>山西民间一直流传有“湿耕泽锄，不如归去”的谚语。

#### 5.2.2.2 及时耙耨

深耕之后，为了减少土壤水分流失，应及时耙耨，《马首农言》在总结种植谷子之时即强调“未种之先，耕一次，耙二次，以多为贵”，并有“耕三耙四锄五遍，八米二糠再没变”的民间谚语。因为及时耙耨可以打碎土壤表层土块，减少水分流失，从而可以起到保墒的效果。并且强调在下雪后，要及时耙耨，这样可以防治雪被大风吹走，可以留住难得的水分，还可以防止虫害，“有雪，勿令从风飞去，劳雪令地保泽，叶又不虫”<sup>④</sup>。还有一种防治跑墒的办法是在正月开春地表化冻之后，把羊群驱赶到地里踏地，俗称“踏破地皮”，这样可以踏破踏松农田地表层，留住水分，保

<sup>①</sup> 吕坤. 实政录[M]. 卷2

<sup>②</sup> [清]祈羲藻. 马首农言[M]. 高恩广, 胡辅华注释. 北京: 中国农业出版社. 1999. 10: 18~19.

<sup>③</sup> [北魏]. 贾思勰. 齐民要术[M]. 卷一. 耕田.

<sup>④</sup> [北魏]. 贾思勰. 齐民要术[M]. 缪启愉, 缪桂龙译注. 上海: 上海古籍出版社. 2013: 152.

住墒情，“不踏即枯涸，皮破即膏润”<sup>①</sup>，在开春之后，在山西广大农村地区仍可看到在田地里驱赶羊群的现象，这种抗旱保墒的方法在山西许多农村地区仍广泛使用。另在《齐民要术》中记载，“河东猗氏（今山西临猗县）出大枣，子如鸡卵。”在枣树下令牛马踏地，可以使得地表坚实，这样结的果实多，“欲令牛马履践令净，……地坚饶实，故宜贱也。”据缪启龙先生分析，牛马践踏后枣树结果多的真正原因是因为践踏可以踩断枣树地表浮根，使根系下扎，增强了树的抗旱抗寒能力，也可以除掉杂草较少其争夺养分<sup>②</sup>。

#### 5.2.2.3 重视中耕

《齐民要术》中记载“锄头三寸泽”，“矢旱不误锄田，雨涝不误浇园”，“早锄一寸，强如上粪”，山西多地一直流行有“锄钩上带着三分雨”的谚语，这就说明经常锄的庄稼比不锄或少锄的庄稼耐旱，干旱的时候锄地可以使土地保持水分。因为锄地一方面可以清除杂草，避免其与庄稼争夺水分；另一方面，在干旱时锄地，可以切断地表达毛细管，防止土壤深层的水分沿着毛细管从地下向地表蒸发，起到保水的作用。

#### 5.2.2.4 间作套种

我国勤劳智慧的农民在长期的农业生产实践中创造出了间作套种的耕作制度，是我国农业耕作制度中的重要发明。间作可以充分改善农作物的通风透光条件，提高地力和光能的利用率，改善农作物“前期空，后期挤”的现象。套种是古人根据不同的作物播种有早晚、生长有快慢、成熟有先后的特点，采取“早对晚、快对慢、老对少”的套种办法，间作套种可显著提高空间的利用率，防治虫害，对提高农作物产量有明显效果。早在《汜胜之书》中就有对间作套种技术的记载，“区种瓜，一亩为二十四科，区方圆三尺，深五寸。一科用一石粪，粪与土合和，令相半。以三斗瓦瓮埋著中。令瓮口上与地平，盛水瓮中，令满。种瓜瓮四面各一子。以瓦盖瓮口，水或减、辄增、常令水满。种常以冬至后九十日、百日，和戊辰日种之。又种薤十根，令周回瓮，居瓜子外，至五月瓜熟，薤可拔卖之，与瓜相避。又可种小豆于瓜中，亩四、五升，其藿可卖。此法宜平地，瓜收亩万钱。”文中记述了在瓜地中间套种薤和小豆并收到了良好效益的一种比较合理的间作套种方式。说明我国至迟在汉代就有了间作套种的萌芽，在魏晋南北朝时期有了初步发展，随后在前期基础上都有所改进，至明清时期该种耕作制度应用已经很普遍。

<sup>①</sup> [北魏]. 贾思勰. 齐民要术[M]. 缪启愉, 缪桂龙译注. 上海: 上海古籍出版社. 2013:152.

<sup>②</sup> [北魏]. 贾思勰. 齐民要术[M]. 缪启愉, 缪桂龙译注. 上海: 上海古籍出版社. 2013:226.

### 5.2.2.5 轮作复种

合理的轮作复种可以充分利用土壤养分，因为不同的农作物对养分的需求、根系分布的深浅是不同的，把它们轮作栽培，可以充分利用土壤中的养分，起到调节均衡养分的作用，达到增产的效果，所以农谚中有“换茬如上粪”的说法。其次，轮作复种可以抑制病虫害发生，因为每种作物都有自己的病虫害，长期连作是遭致病虫害危害严重的重要原因之一，通过改变种植农作物种类，可以变换田间环境，使农作物害虫因不适宜生长而死亡，从而达到减轻病虫害的效果。在《吕氏春秋》中已有“今兹美禾，来兹美麦”的说法。明清时期山西先民已经能够广泛应用轮作复种的耕作方法。清代记载山西寿阳县的农书《马首农言》种植篇详细记载了当地轮作套种的方法。“谷多在去年豆田种之。亦有种于黍田者，亦有复播者。谚云：‘不怕重种谷，只怕谷重种’”。“黑豆多在去年谷田或黍田种之，万勿复种。谚云：‘重复黑豆子种谷，一年一个没甚吃’”。“春麦于去年黑豆、小豆田春分时种之”。“高粱多在去年豆田种之。”“荞麦多在本年麦田种之”。“油麦多于去年黑豆田、瓜田种之。”

### 5.2.3 耐旱作物的引进和种植

清代山西先民在长期干旱的条件下尤其注重农作物的抗旱性，常种的耐旱作物有玉米、高粱、荞麦、小麦、谷子、马铃薯、黍子和豆子。玉米传入山西的时间约在明末清初，但是一直没有广泛推广种植，直到清后期玉米才得以广泛传播，成为山西主要粮食作物。嘉庆年间，马铃薯传入山西，“山西种之为田，俗称山药蛋，尤硕大，花白色”。山西当地有“五谷不收也无患，还有咱的二亩山药蛋”的谚语，山药蛋即马铃薯，马铃薯在嘉庆年间传入山西，因其耐寒耐旱，即使在贫瘠的土地上种植也能够有好的收成，也易于保存，是极佳的救荒食物，引进后很快在全省得到广泛种植，成为当地人民的主要粮食。马铃薯在山西有多种称呼，有土豆、阳芋、地瓜、山药蛋等。吴其俊曾任山西巡抚，著有《植物名实图考》一书，成书于清代嘉庆年间，书中记载“阳芋，黔、滇有之。……山西种之为田，俗称山药蛋”，到清朝时期“植尤广，边县以为粮”<sup>①</sup>。高粱茎秆蜡质丰富，水分蒸发小，根系发达，吸水性强，高粱以其良好的抗旱性能也备受山西人民喜爱，在干旱的年份种植高粱可以较少损失，山西民间有句俗语即通俗地说明了高粱的这种特性：“干不死的高粱，饿不死的厨房”，“今北方诸谷播种，高粱最先，粟次之，黍糜又次之。高粱最高大，又先种，故曰五谷之长，故司农之官曰后稷”<sup>②</sup>。高粱在山西的种植年代久远，1935

<sup>①</sup>（光绪）山西通志[M]. 卷100. 北京：中华书局. 1990.

<sup>②</sup>[清]祈羲藻. 马首农言[M]. 高恩广，胡辅华注释. 北京：中国农业出版社. 1999. 10: 7.

年在山西省万荣县荆村新时期时代的文化遗址中发现至少有两处碳化的高粱籽粒，由此也有学者认为高粱也有可能起源于中国，后来在公元 5 世纪的《广雅》中有记载山西北部种植高粱，“乌禾，塞北最多，农家种之，以备它谷下熟为粮耳。”《本草纲目》中也有记载：“蜀秫，北地种之，以备缺粮，余及牛马”，可见高粱是灾荒之年重要的救荒食物。从明崇祯年间的《山阴县志》中可以看出，到明代高粱在山西已经有多种品种，有大老汉，小老汉，蓬头高粱，红、黑、白、黄高粱等，直到现在山西省忻州地区东南部是中国著名的高粱产区之一，俗称“高粱之乡”。

枣树因其耐旱耐寒的特性在山西广为种植，山西山多地少，山坡之上农作物无法生长，但可见酸枣众多，“阜老之地，不任耕稼者，历落种枣则任矣。”即在一些庄稼不能生长的地方重上枣树可以长成，《齐民要术》记载：“河东猗氏县（今山西临猗县）出大枣，子如鸡卵。”“河东安邑枣”，《史记·货殖列传》记载“安邑千树枣”。新中国成立后，在山西晋南地区曾掀起了嫁接枣树的热潮，漫山遍野尽是红枣，成为粮食作物外重要的收成之一，灾荒之年可以充饥。

山西劳动人民根据本地气候地理特点，培育了许多抗旱新品种。如雍正《山西通志·物产》记载：谷，汾州（今汾阳）北诸地三四月种，早谷有一窝蜂、关东黄；夏谷诸种有四根齐、六根齐、九根齐、秤杆黄、老来白、临秋变等。汾州南诸地五六月种，早谷有马拖缰、白老汉、竹叶青等；晚谷有潞州黄、一把箭等。早谷中黄谷、白老汉、象尾谷三种耐旱；晚谷中潞州黄、青谷、猪咬齐三种耐旱，缠子条、红老汉、狼尾梢、菠菜根、狼尾谷五种耐风，红老汉、狼尾梢、獾尾谷三种耐旱雨。早谷以 60 日为率，宜旱田；晚谷以 120 日为率，宜水田。潞州黄一种，早种则晚收，晚种则早收，水旱田皆宜。

#### 5.2.4 种子处理防灾

种子质量直接关系着农作物是否有好的收成，如果种子性能差，那么再多的田间劳作也只能是事倍功半。如明代耿荫楼强调种子是禾稼最终能否有好收成的关键，每一粒都要经过仔细挑选，“凡五谷、果豆、蔬菜之有种，犹人之有父也，地则母耳。母要肥，父要壮，必先仔细拣种。”<sup>①</sup>为了能够从源头上增强作物的防灾抗灾能力，古代劳动人民不仅非常重视对种子的选育，而且在长期的摸索尝试中总结出各种方法对种子进行处理，经处理后的种子在发育后，农作物具有明显的抗灾效果。

##### 5.2.4.1 选种法

种子质量的好坏对于农作物的收成有很大影响。山西自古就有“种子选择好，

<sup>①</sup> 王永厚. 话说古代选种技术[J]. 中国种业, 2001. 3:14.

多收三成还不了”的民间谚语，种子选育的好，对农作物防虫耐旱抗灾能力有很大影响。种子经过处理后，可以有效地防风、耐旱、防虫以及抗倒伏。历代农学家对于种子的选育非常重视，提出来许多选育种子的方法。如《齐民要术》卷一中记载在选小麦种子时要选择“穗大而强者”，捆起来放在麦场又高又干燥的地方进行晾晒，一定要晒到麦穗非常干燥，否则种子不干则容易生虫。在麦种中不能有空瘪的麦穗，如果发现则利用有风的时候扬麦的方法去除。晾好后夹杂干燥的艾草一起存储到瓦或竹器中，麦一石，用艾草一把，用艾草的目的是为了防止生虫。用这样的精心挑选出的种子顺应时节下种，长出来的麦苗具有良好的抗旱防倒伏能力，收成也会增加几倍。选谷种子时则要找长得高大结实的谷子，带一节秆割下来，悬挂在干燥的高处，用这样挑选出来的种子长出来的禾苗则不易衰败。《齐民要术》中记载对于不同作物的种子要分别存放，不可交杂在一起，这是为了保护纯种的优良性能，“种杂者，禾则早晚不均，春复减而难熟。巢卖以杂糅见疵，炊爨失生熟之节：所以特宜存意，不可陡然”<sup>①</sup>。《要术》中还特别指出对于作为来年种子的田地要加倍管理，只有这样才能保证种子有很好的性能。不同作物的种子要分别收取，选择穗大饱满颜色纯正者，割掉后悬挂于高燥之处。在麦场中要对种子优先脱壳，以免其他谷物的混杂。种子最好储藏在地窖之中，这样比储藏在器皿中效果好，并且要单独存放，用该种子的稿秆封闭窖口。可以看出，古人已经总结出一套非常严密的种子选育和储藏方法，对于提高作物性能，增强防灾抗灾能力具有重要作用。

#### 5.2.4.2 溲种法

《汜胜之书》中所记载的农业技术反映出山西当时的农业科技水平。其中创造了一种种子处理方法即“溲种法”，可使处理后的种子增产、耐旱、防虫。该法是在要播种的种子外包上一层以蚕屎、羊屎为主要原料并附加用骨锉成碎片再加上附子浸液调合成的稠糊，干燥后即成为一层粪壳，现代科学称之为“种子包衣技术”。蚕粪和羊粪等具有较高的粘性，有较强的吸附性，并且骨汁中含有骨胶，能起到粘胶作用，和蚕粪羊粪一起能够很容易粘附在种子表皮上，并且有很强的保水能力。羊粪和蚕粪中富含氮、磷、钾、一定量的镁、锰、硅等微量元素和植物生长激素吲哚乙酸，这无疑对种子萌发和作物生长有很大的促进作用。附子是乌头的干燥块根，是一种热性有毒的中药，但是经过水漂、煮熟或盐渍后毒性可以降低，因为它有毒性，所以可以有效地防止种子被侵害。

#### 5.2.4.3 砒霜处理

<sup>①</sup> [北魏]贾思勰. 缪启愉, 缪桂龙译注. 齐民要术译注[M]. 上海: 上海古籍出版社, 2009: 42.

山西农民除了用“溲种法”拌种外，还经常使用的种子处理方法是使用砒霜处理种子。《天工开物·燔石》中记载：“凡烧砒时，立者必于上风十余丈外。下风所近，草木皆死。……然每岁千万金钱速售不滞者，以晋地菽、麦必用拌种，且驱田中黄鼠害。”<sup>①</sup>可见用砒霜处理种子在山西还是很普遍的。山西民间自古即有“油汗怕雪水、根虫怕砒霜”的谚语。

#### 5.2.4.4 雪水浸种

用雪水处理后的种子，可以使得作物根系发达，耐旱效果显著。雪水浸种在我国具有悠久的历史，《汜胜之书》记载：“雪汁者，五谷之精，使稼耐旱”，明代李时珍《本草纲目》上也有论述：“腊雪密封阳处，数十年亦不坏；用水浸五谷种，则耐旱不生虫。”明代耿荫楼在《国脉民天》种对此种方法有明确记载：“雪乃五谷之精，如遇冬雪，多放在缸内化水，至下种时，先将雪水浸种一日夜，每浸一炷香时，捞出滴干了些，又浸又涝，如此五六次，吃雪水既饱，自然耐旱。”现代科学研究表明，用雪水浸种可以提高种子的发芽率，芽谷表现出芽长、根长、根系发达、有效分蘖增多，禾苗耐旱，抗病虫能力显著提高，增产效果明显。

#### 5.2.4.5 酸浆蚕屎浸泡

如果到了该种麦子的时节由于天旱而导致地中墒情较差，为了增强种子的抗旱性能，可以将小麦种子短时间泡在酸浆水调和蚕屎中，“则薄渍麦种以酢且故反浆并蚕矢”<sup>②</sup>，在半夜里浸泡，清晨地中还有露水时速将其种下，这样可以使得小麦耐旱耐寒。

### 5.3 洪涝灾防治技术

“欲资其利，必先弥其害”，山西防洪具有悠久的历史，大禹治水的传说及发生于此，山西历史上也出现了许多有名的治河专家。清代就有两任山西籍治河总督——康基田和栗毓美，明清时期山西几乎所有的城镇都修有堤坝以抵御洪水，城外有堤坝古城墙抵御洪水，城内之水经过沟渠流入城外护城河中，再经由护城河流向河流。同时城内湖泊也可起到蓄水作用，以此来看山西古城形成了一套集障水系统、排水系统、蓄水系统为一体的综合防御体系。山西山脉众多，夏秋暴雨长有山洪暴发，给百姓带来巨大威胁，山西人民一方面修建堤堰抵御洪水，另一方面注重“急则治本，缓则治标”的治水思想，避其锋芒，修建渠道引洪入河，并且充分利用洪水富含养分可提高土壤肥力的性质，引洪水灌溉，山西是引洪淤灌利用最为发达的

<sup>①</sup> [明]宋应星.天工开物[M].潘吉星译注.上海:上海古籍出版社.2010:222.

<sup>②</sup> [北魏]贾思勰.齐民要术[M].缪启愉,缪桂龙译注.上海:上海古籍出版社.2013:111.

地区之一，由此可以达到变害为利的目的。可以看出，山西古代劳动人民为了保护自己的生存家园，充分发挥自己的聪明智慧与洪水做着顽强的斗争，总结出一套“防-导-用”的综合治理手段，对于防治洪涝灾害起到了一定作用。但是由于一定时期内政治昏暗、战争破坏，致使许多地区河床淤塞，堤堰被毁，城墙破损而无人修葺，抵御洪涝灾害能力几近丧失，遇到暴雨则农田被淹、庐舍被毁、人民逃亡。

### 5.3.1 修筑堤坝

古代大民为了能够有效解决供水问题，大多把城池建到河谷地带，这样一方面给人类生存带来了许多方便；另一方面也给人们带来了洪水灾害。山西一些城池紧邻河水，为防止河水泛滥危机人民生命财产安全，历代山西人民在城墙和河流之间修建土堤石堰以阻挡河水入侵。至明清时期修建土堰石堤抗洪已经非常普遍，平原区修坝阻止河流泛滥，山区修坝防止山洪暴发，凡临河县城或山脚下城池大多都修建了不同规模的堤坝。有些堤坝不仅起到了阻挡洪水的目的，而且同时修筑分水渠道，把洪水引到田地之中灌溉达到变害为利的目的，即洪灌或淤灌。此项技术直到现在山西的许多山区还在使用。宋太祖赵光义火烧晋阳，兴国七年（982年）在汾河东岸唐明镇的基础上重新扩建城池，县城紧邻汾河而建，之后汾水屡次暴涨，多次淹没庐舍，毁坏农田，为防止汾河水暴涨对城池带来的威胁，宋天禧二年（1018年），太原府知府陈尧佐在汾河东岸修建河堤抵御洪水，并且为巩固河堤，种植数万棵柳树，称为“柳溪”，“民赖其利”<sup>①</sup>，如图 5.14。熙宁初年，汾河大溢，太原府知府王素意识到“若坏平晋，遂灌州城”，于是“亟命具舟楫筑堤以堑之”，有了河堤的保护，“一夕水骤至，人赖以安”。

<sup>①</sup> [清]曾国荃,张煦等修,王轩,杨笃等纂. (光绪)山西通志[M]. 卷 66. 水利卷一. 收录于续修四库全书[M]. 卷 643. 史部. 地理类. 上海:上海古籍出版社.

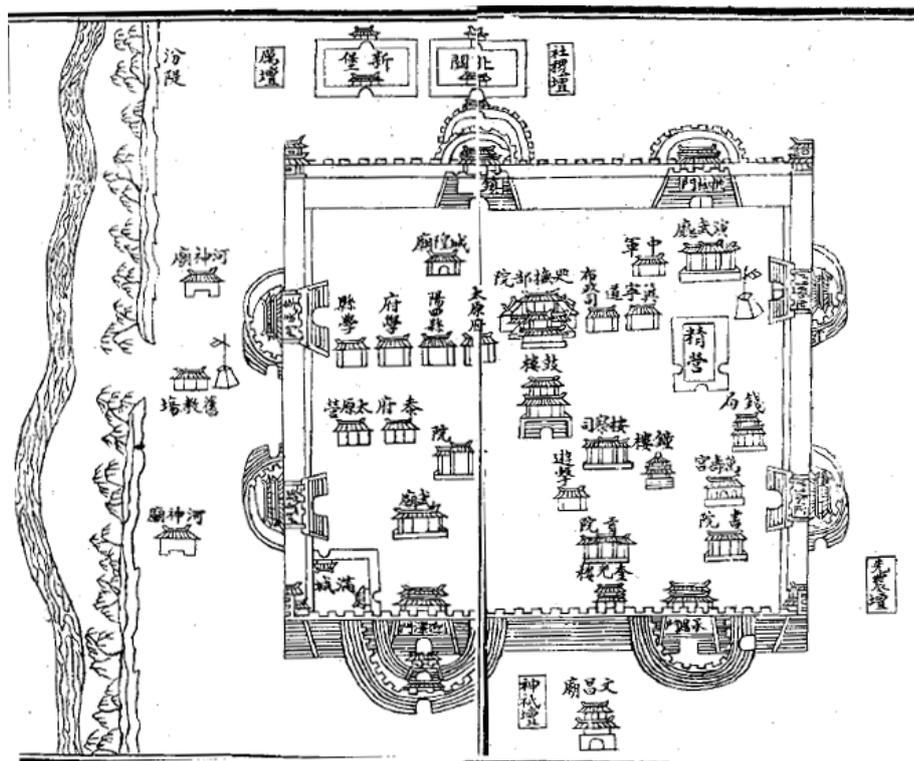


图 5.14 阳曲县城池图

(采于李陪谦, 阎士骧, 中国方志丛书·阳曲县志, 台北: 成文出版社, 1986, 卷三, 建置图, 223 页)

明洪武九年(1376年),为进一步保护太原城池免受洪水侵袭,修建了一条长约十余里,高1.2丈,顶宽1丈的防洪大堤,名曰“金刚堰”,这是古代汾河最完整的一道防洪大堤,清光绪年间,又在其基础上加筑了8条堤坝,分别取“长、堤、永、固、汾、泽、安、澜”8字为名,总称“汾河8大堰”,堤坝建好后,由于连年被水冲击,如果不加以维护则堤坝的防洪效果会减弱,洪水来临之时有决口的危险,因此对于堤坝的维护也非常重要,山西先民已经注意了护坝的重要性,多数在修建堤坝的同时种植树木以巩固堤坝,在枯水期护坝修坝,如光绪12年,重筑又接修金刚堰73丈,又于下兰村石壩外增筑土堤553丈5尺<sup>①</sup>。乾隆三年山西巡抚经查勘汾水东迁,堤坝需要培修,当即请帑1200余两修理,乾隆六年,巡抚喀尔吉善奏汾水近年傍东而行,每年五六月间山水骤发,大水直抵土堰,深虑决堤而入,为保证城池安全,“现今酌议,于每年水涸时加倍堤堰,使之坚厚”<sup>②</sup>。正是由于精心维修,屡次加固,金刚堰正如其名一样金刚不倒,阻挡汾河水保护太原城池达500年之久,

<sup>①</sup> [清]曾国荃,张煦等修,王轩,杨笃等纂. (光绪)山西通志[M]. 卷66. 水利卷一. 收录于续修四库全书[M]. 卷643. 史部. 地理类. 上海:上海古籍出版社.

<sup>②</sup> [清]曾国荃,张煦等修,王轩,杨笃等纂. (光绪)山西通志[M]. 卷66. 水利卷一. 收录于续修四库全书[M]. 卷643. 史部. 地理类. 上海:上海古籍出版社.

对于省城的防洪起到了不可磨灭的作用。当洪水对堤坝造成损害后，应第一时间及时抢修，这样才可以确保大堤的安全。乾隆六年，山西巡抚喀尔吉善指出除了每年水涸时加倍堤堰，使之坚厚外，“其最要者在水发时视其顶冲之处稍有冲刷立即抢修，庶免穿堤溃堰之患”，但要做到能够在发生险情后能够及时处理，必须未雨绸缪，有备而无患，如果临时抱佛脚则只能无济于事，喀尔吉善也注意到了这点并且提出了具体措施，“此等急工若不预为办料则临事无济，请于每年额定岁修银 600 两，在耗羨项下动给责令阳曲县预为办理，先于冬春水涸之际，培筑堤堰，其余物料预贮河干，一遇水发，紧工以资抢修，工竣据实销算，多余则缴还，不足则补，如此庶岁，缓急有备，费省工多。”<sup>①</sup>可以看出喀尔吉善具有完善的防洪理念，不仅注重堤坝的维护巩固，而且能够做好洪水来临后抢险的准备，即把“物料贮存河干”，发现堤坝受损，则可以随时抢修，这样即可以“河流不致为患，城池得保无虞”。日期当对几乎所有的临河临山县城都建有河堤外，山西汾河中游沿河村镇为了抵御洪水侵袭，保证生命财产安全，也在村落周围建有护村围埝，这些围埝简单易行，耗资少但行之有效，因此得到了广泛应用。根据光绪版《山西通志》，现录山西各县修筑防洪堤坝如下：

汾阳县：县东有文峪河堤。道光二十五年筑有百金堡堤。道光中筑雷家堡堤以遏原公水。

平遥县：城南门外建有中都堰。明嘉靖十四年，因中都河水冲城东北角，于城东南一里开渠筑堤名曰中都堰，水经城西南流。崇祯中堤坏渠淤，水遂北流。乾隆二十七年知县李在田乃与南门外筑堤护城，长 560 丈，以防南山诸溪涧水暴涨。

介休：县南建有利民石堰。崇祯十五年，绵山暴雨亟发，漂民田，王廷傅于河南谷口垒石堰一道，厚一丈，高 8 尺，长 120 丈，使山水都归于河。

孝义：孝河有南堰、西堰。义河有北堰。西郭门外有横堰。西南有护城大堤，创于明万历年间，知县孟德溥为阻孝河，堤起正西，绕城南而东。北堰在北关，旧有老堰以防义河，道光九年，为防兴隆渠水筑堰，自北门东边城基起北至老堰而止。南堰名柳堰，自孟公筑后各村皆有修补。西堰绕南，光绪六年增修 140 丈。

临县：东城外建有湫水堤。湫水暴涨，屡为城患，明宏治中，知县高峻创筑护城堤，嘉靖中知县相继维修，万历八年，知县陈舜道砌石增高，后被战乱所坏。清朝康熙四十六年知县沈天泳开渠引流，编柳作堰，之后历代屡加修葺。

<sup>①</sup> [清]曾国荃,张煦等修,王轩,杨笃等纂. (光绪)山西通志[M]. 卷 66. 水利卷一. 收录于续修四库全书[M]. 卷 643. 史部. 地理类. 上海:上海古籍出版社.

永宁州：赤洪水堤在西城外。州城西北隅，北川东川至此汇流为一，山水暴涨，州城屡被水患，明弘治初，知州吕大川筑堤防护，多植树以固堤，嘉靖中，知州乔迁重修后渐废坏，万历二十六年知州夏惟勤改筑大堤，旋被水冲，兼损西城，三十六年知州李橘重修。清康熙四十八年雍正二十二年相继修缮。

高平县：河堤在城西及唐安镇。元尹郭质筑郭公堤，明知县柳豸筑柳公堤，高平近西山，时有水患，明知县刘大实筑堤以御，但水泛土溃，万历元年，知县李楨凿濠引水由南之东抵龙曲村汇入丹河。清顺治十一年，知县范绳祖再筑石堤，名曰范公堤。雍正五年，知县甘士瑛增筑丹河石堤，高十八丈，长六丈。同治六年，知县龙汝霖重修西堤。高平水源发空仓山者汇为大河，经唐安镇之南，夙苦涨益，义民陈赛创石堤，水患稍有遏制。

山阴县：黄水河源出朔州东，经山阴县城南，明万历后，河北徙迫城西址，知县刘以守经疏浚后河归故道。乾隆年间，知县叶丕葆于东门外开头道河，把河水导向北边以阻止对城的冲击，乾隆三十三年，知县常恺疏睿。

应州：州之南有下社堤联合新旧渠道以防山水。大石溪水旧由城东门绕城北向西北入桑干河。康熙二十四年，水涨发没城，在下社村筑堤逼水北流入于浑河。

朔州：小北岔口一带两山雄峙，水势乘雨而来，若不设堤防，则奔溃四出。而此山以东，朔城以西，地皆沙瘠，岁苦狂霾，惟雨后山水所到，胶泥随涌，能使风伯不灾，播种无患，故昔人于各要害处筑堤以杀其势，浚（深挖河道使水畅通）渠以导其流。并于古城口设有护城坝，又开浚小渠二百余丈，曲折导行，归沟于恤而复疏其出口，使其总汇入城之西濠，使禾受灌溉而城池受保护。

宁武县：南城外有桑水堤。恢河自分水岭与诸山泉流汇合经过城南，在夏秋时节奔腾汹涌，为了保护城池安全，明代知县绕城东南西三面建坝。至清代时堤坝被毁，乾隆九年，知府魏元枢知县钱之青循旧迹重筑土堤 460 丈，又筑直堤 36 丈，为巩固堤坝，在南门植柳，大水过后屡次修补。

沁州：北城外建有小漳堤。城西北隅沁水南来，程侯筑石堤长 62 丈，高 1 丈 2 尺。

武乡县：城西南有石堤，万历五年知县申九铎筑长堤 30 余丈以抵御河水，十七年废，黄元曾重修加筑护堤 70 余丈。漳水经流城南一面，城西南隅首当其冲，明万历年间筑堤百余丈，之后又多次修葺，并命禁止粪厕垃圾倒入其中，疏加水道，不使蚁穴毁堤。

盂县：县南及待贤村建有香水堤。

静乐县：东城外建有碾河堤。明初知县杨大德在晋源旧址的基础上建，长百丈有余，民德之后，河涨堤圯，正德初知县朱麟增筑，又建碾河桥，十二年后河涨决堤，知县王鏞修复，嘉靖三十二年，河大涨冲南郭民庐三百所，隆庆万历年间屡修屡决，万历二十六年知县杨登科用石甃砌于旧址，纵长 97 丈，高 6 尺，底一丈五尺，顶一丈三尺，入地下石修三层，层厚一尺，宽一尺五七寸，逼水东南流，在郭门外又筑小堤二十余丈，以此可霪灾城池免于水患。清康熙十五年，典史辛日杰修旧堤，堤畔栽柳成林。

代州：北关外建有雁门水堤。东阔河发源雁门山麓，城东南入滹沱河，明时水涨危及城池，随筑堤以防护。

解州：万历十六年，蒲人修堰壅水道，水不入城 25 年。河堤有姚暹渠经州北，州西有底张堰、青龙堰、硝石堰，南有五龙堰、北有黄平堰、永安堰、七郎堰，东有卓刀堰、长乐堰、金盆堰、蚕房堰、常平堰、西姚堰、常家月堰、赵家湾堰、贺家湾堰、短堰、龙王堰、桑图堰。

安邑县：涑水堤、姚暹堤经县北，县南有黑龙堰、壁水堰、东禁堰、雷鸣堰、小李堰、大李堰、七里堰，东有新堰、沈家堰、申家堰、白家堰、匙尾堰、小堰、备水月堰、河北小月堰、河南小月堰。

夏县：白沙河堤在南城外，高德堰在县北，莲花堰在县南，李绰堰即姚暹渠首也经县西南。

绛州：南门外有汾河堤。明隆庆元年，知州宋应昌创砌石堤抵御汾水，自禹庙起至城西角止，共三百余丈。清顺治九年补修，康熙初石堤复坏修复。

闻喜县：石堤在南城外。长 160 余丈，高二十有二尺。

稷山：城东三十里建有铺头堰，阻碍马壁峪水。城西二十五里建薛村堤。

垣曲县：南城外建有黄河堤。垣曲城距山不过二百武（古代以六尺为步，半步为武），清河经其下与黄河口汇合，秋水泛涨，万壑奔注浸城，赵公创护城堤，堤广七尺，下地三尺，长二千七百尺，俱砌以石板，之后虽有大水冲堤，但堤屹立不倒。（卷 69，71 页）

隰州：西门外建有隰川河堤。

灵石：北门外建有万金堤

### 5.3.2 古城防洪

中国古代最开始建筑城墙的直接目的是应用于军事防御，即“城垣者，御暴保

民之所”<sup>①</sup>，除了抵御外敌之外，还可以起到抵御洪水的作用，太原古城墙非常坚厚，据太原县志记载，公元前 453 年，智伯决水以灌晋阳，但“灌之不浸者三版”，（版为古代计量城墙的度量单位，每版高二尺，长八尺），坚固的城墙把汾水档在了城外，足以看出古城墙对于抵御洪水的重要作用。我国先民很早就已经注意到了城墙的防洪功能，建于距今约 4500 年以前的龙山文化古城河南淮阳平粮台古城在建设之初，设计者已考虑到古城的防洪作用。该古城城基建于高台之上，古城高于周边地面。从图 5.15 可以看到，太原古城西侧为汾河流水，为了防止古城免受汾水的侵袭，古代山西人民把古城建立在很高的台基之上，这样可以有效抵御汾水泛滥后流入城区给百姓造成的洪涝之灾。在河水泛滥冲决堤坝后，城墙是保护人民安全的最后一道屏障，古代城墙维系着城内众多百姓的生命，所以设计者采用各种方法把城墙建设的尽可能高大坚固，早期的城墙是采用原始的夯筑法，之后历代有所改进，汉代开始利用砖砌墙，明清时期人们已经普遍采用砖石砌墙，这样可以使城墙更加牢固，并且具有良好的防渗作用，很大程度增加了城墙的防洪能力，如太原城于宋太平兴国七年（979 年）兴建，明洪武九年扩建，周长二十四里，高三丈五尺，并用砖石外包，城外护城池深三丈<sup>②</sup>。据凤台县志<sup>③</sup>记载，凤台县城池，唐贞观初建造，明洪武年间千户吴材修，十四年张规砖甃，宏治正德年间知州吴必显赵锦相继修葺，周九里三十步，高三丈五尺，护城池深二丈，共开三门，东西南各开一门，之后屡次加以修葺，疏浚护城壕河道。据介休县志记载<sup>④</sup>，介休古城墙外墙用砖包，内用土筑，周长 8 里，高 3 丈 5 尺，基阔 3 丈 2，并且历代数次修筑城墙，疏浚城壕，明嘉靖元年，介休县民董裳等用砖修筑北关门，树铁栅以泄水，万历三年知县康又民用砖筑东北关门并增筑瓮城，崇正十三年邑人御史张煊奏准外面易土为砖，知县徐擢等修筑五个水门。明清时期山西许多县城的古城墙在防御洪水方面多次起到了明显效果，光绪五年（1879 年）八月，山西平遥县惠济河堤决，水尽奔东小官道，北门外水深数尺，房屋淹没殆尽，城内由于城壕桥高，捍卫城垣不至损坏<sup>⑤</sup>。除了古城墙之外，城外的护城河也起到排水、排洪的重要作用。护城河与城内河道与城外河流相连，既可以向城内河道送水，供城内居民利用，另一方面在暴雨来临之时，城内河道可以将水导入护城河中，通过护城河排到城外河流之中，所以城外的护城河道对城内

<sup>①</sup>[清]员佩兰. 杨国泰. 中国方志丛书·太原县志[M]. 台北: 成文出版社. 清道光六年刊印本. 卷 2: 81.

<sup>②</sup>[清]李陪谦. 阎士骧. 中国方志丛书·阳曲县志[M]. 台北: 成文出版社. 1932. 卷 3: 224.

<sup>③</sup>（乾隆）凤台县志. 卷 3. 城池. 1983 年翻印版

<sup>④</sup>[清]张庚麟. 董重. 中国方志丛书·介休县志[M]. 台北: 成文出版社. 1930. 卷 1. 城池.

<sup>⑤</sup>平遥县地方志编纂委员会编. 平遥县志. 北京: 中华书局. 1999: 32.

排水具有重要作用。明清时期山西古城墙上大都修有瓮城，瓮城为城门外加筑的月城，可以加强军事防御，另外，瓮城的修建也能够起到抵御洪水的作用，使得洪水入城又多了一道障碍。清乾隆三十四年，介休县知县王谋文因河道久淤，自城南村疏至西壕到达韩屯村，长 2720 丈，由南壕绕城向北疏浚总计长 1351 丈，又从沙河桥凿北河一道入梁家堡长 358 丈，合流后注入汾河。乾隆五十八年，又疏浚城壕两千余丈。嘉庆二十四年，知县督率修补城墙，并重修北关出水门，移走南门外炭渣堆以疏浚城壕，疏通城内东大街沟道，掘水洞，洞深 6 尺，长 50 丈，上下四周各用石砌成。图 5.16 是泽州府凤台县古城图，从图中直观看到城外河流、护城河以及高大的城墙和瓮城。



5.15 太原古城图

(采于《中国方志丛书》，华北部分，第 431 号，(清)吕佩兰总裁，杨国泰纂修：太原县志，清道光六年刊本，成文出版社有限公司印行，第 51 页。)

城内湖泊对于抵御洪水也具有重要作用，干旱时可以储存蓄积雨水；大雨来临之时，城内沟渠可将部分雨水引流到其中，是古城排水的重要组成部分。如至清末道光年间，太原城内有大小海子四处，即城南的圆海子（现文瀛湖）和长海子、城西南角的尚家海子（今南海子）、城西的引马河<sup>①</sup>，在大雨来临后它们可以将雨水排出到城外的河流之中。嘉庆二十四年，介休知县督率购买相邻董族之地 13 亩，开挖

<sup>①</sup> 高磊，曹惠源. 太原古代城市防洪体系研究. 城市建筑[J]. 2013. 10: 35.

池塘用来积蓄雨水或城内积水<sup>①</sup>。

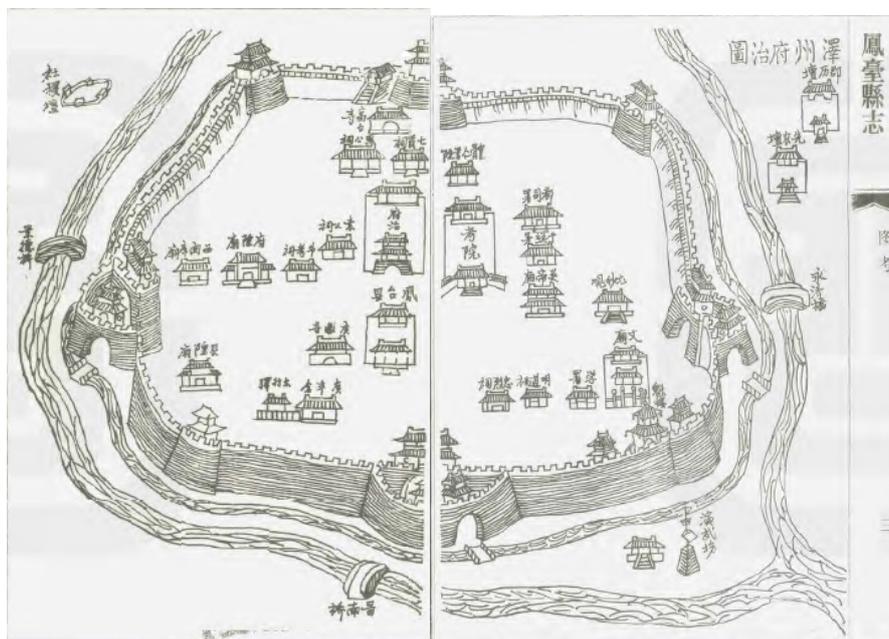


图 5.16 泽州府治图 (采于 (乾隆) 凤台县志, 图考, 1983 年翻印版)

### 5.3.3 分洪滞洪

无论是修建堤坝, 还是古城防洪, 防洪的思想主要是阻挡洪水的进犯, 但是仅仅利用阻挡的办法并不能完全抵御洪水的侵袭。据说大禹就是吸取了其父亲鲧仅采用堵截的方式从而治水失败的教训, 一方面修筑和巩固堤坝, 另一方面则采用开渠道、疏通河床, 让洪水重归河槽, 汇入大海, 即“决九川距四海, 俊畎浍距川”。即“善治水者, 不与水争地, 因而流而导之”。明清时期山西人民一方面建筑大量堤坝阻挡洪水, 另一方面经常疏浚河道, 降低河床, 避免汛期河水暴涨冲出河道, 对于傍山地方则开挖渠道引导山洪流入河道中, 蒲县位于山西省西南部, 东、南、北三面环山, 沟壑纵横, 自古以来山洪给当地百姓造成极大威胁, 乾隆年间, 蒲县知县巫慧提出治水之法在“多予之以地”, 从而使其“迂宽漫衍, 性不湍悍”, 正所谓“善治水者, 不与水争地”, 面对堤堰常被冲击致损的现象, 巫慧提倡大禹分水之法治水, “分水之力而缓其势也, 堤得以不坏”<sup>②</sup>, 从图 5.12 可以看到蒲县山间峪口修有许多渠道, 即为疏导洪水至河流所用。宋代新建太原县城距离西山很近, 并且城基低洼, 距城西五里有风峪口, 两旁大山蜿蜒一百余里, 夏秋大雨时各山之水汇集

<sup>①</sup>[清]李陪谦, 阎士骧. 中国方志丛书·介休县志[M]. 台北: 成文出版社. 1930. 卷 1. 城池:96.

<sup>②</sup>[清]巫慧修, 王居正. 中国方志丛书·蒲县志[M]. 台北: 成文出版社. 1976. 卷 1. 地理:130.

此口，大水奔腾而下直冲县城，明正德年间在峪口处修筑石堰 200 余丈阻止水北流，并且城北罗城等村修筑渠道引山洪到汾河，山洪得到控制，之后年久失修，乾隆四十一年，山西巡抚亲自查勘峪口，为防止山洪暴发，命令修筑石堰，高 2 丈，厚 5 丈，从峪口起北达罗城东至大柳树开挖渠道 1600 余丈，宽 5 丈，深 5 尺，自大柳树东至汾河起购置农田 58 余亩修筑河沟 1100 余丈，宽 2 丈，深 1 丈，历时十个月竣工，通过挑挖这样的引水工程，可以把山洪水直接引到汾河，“城北等村永免山水冲突之患矣”<sup>①</sup>。

### 5.3.4 禁止伐林

植被对于土壤免受侵蚀，防止水土流失具有重要作用。植被被破坏后，一方面地面阻水能力下降，降水流速加大，很快汇集到河流之中，使得水位急剧上升；另一方面，地面缺少植被的保护，大量泥土会随着降水流入到河流之中，使得河流淤积，水位提升，造成决堤。山西山脉众多，平川较少，河谷纵深，并且全年雨水主要集中在夏季 7~8 月，往往以高强度暴雨形式出现，如果没有植被保护，极易导致山洪暴发，抬高河床，淤塞河道，引发洪涝灾害，所以山西独特的气候地理环境更突显出森林植被对于防治洪涝灾害的重要作用。但是明清时期由于营造宫殿、大兴土木、边关驻军、屯垦严重，致使山西森林植被遭到毁灭性破坏，生态环境恶化，一遇强降水则成灾，详见本文第四章第二节，我国古代很早就已经注意到森林的重要作用，反对过度乱砍，《孟子·梁惠王上》记载：“斧斤以时入山林，林木不可胜用也”，到了明清时期，人们已经意识到植被对于保护生态、防止水土流失、避免洪涝灾害的重要作用，也提出了许多禁伐的建议。如明代进士阎绳芳在其所著《重修镇河楼记》<sup>②</sup>中就明确指出在其家乡祁县乱砍滥伐对于导致水土流失造成山洪暴发的直接影响：

“祁之东南有麓台、上下愤诸山，正德前，树木叶茂，民寡薪采，山之诸泉，汇而为盘陀水，流而为昌源河，长波澎湃，由六支丰泽等村，经上段都而入于汾，虽六七月大雨时，行为木石所蕴，放流故道，终岁未见其徙且竭焉，以故由来远镇迄县北诸村，咸俊支渠，溉田数千顷，祁以此丰富。嘉靖初元，民竞为居室，南木之岁，采无虚岁，而土人且利之濯濯，垦以为田，寻株尺孽，必铲削无疑。天若暴雨，水无所得，朝落于南山，而夕即达于平壤，延涨冲决，流无定所，屡徙于贾令南北，而祁之丰富，减于前之什七矣。”

<sup>①</sup>[清]员佩兰. 杨国泰. 中国方志丛书·太原县志[M]. 台北：成文出版社. 清道光六年刊印本. 卷 2. 桥堰. 123.

<sup>②</sup>(雍正)山西通志[M]. 卷 29. 水利 1:47.

文中描述的是处于山西中部祁县因过度砍伐而导致水土流失的情形，可以看出，在明正德（1506-1521年）之前，由于人民很少砍伐，祁县东南山麓树木茂密，山上众多泉水流入昌源河，河水“长波澎湃”，一直没见河水干涸也未造成洪灾，人们利用河水灌溉田地数千顷，祁县因此很富裕，人民安居乐业。但是嘉靖初年开始，人们大兴土木，连年争相砍伐树木，致使童山濯濯，山林砍光之后又垦之为田，最终导致遇到暴雨，没有森林植被的蕴藏截留，降水携带泥沙奔涌而下，冲毁河堤，漫过民田，庐舍尽毁，该县的贾令镇则由于屡次山洪侵袭而导致迁徙，祁县富裕的风貌已大不如前了，学者阎绳芳已经清楚地认识到森林植被对于防止水土流失，预防山洪暴发的重要性。明清之际在山西的众多县志中有许多记载描述了上至官府下至民间禁止伐木的事例，归纳起来主要有以下几个方面：一是地方官或乡绅禁止伐木，如明代万历年间山西河东道守备胡来贡和巡视山西的兵部侍郎高文荐积极保护五台山林木，采取措施禁止乱砍滥伐，有效阻止了商民对五台山林木的进一步破坏，五台山位于山西北部，为我国四大佛教名山之首。明代初年，五峰周边七百余里仍是“茂林森耸，飞鸟不度”，但是在万历八年，河东道守备胡来贡登清凉山后即发现此时五台山乱砍滥伐现象非常严重，“诸州傍山之民，率以伐木自活，日往开来，渐伐渐尽，川木既尽，又入谷中，千百成群，蔽山罗野，斧斤如雨，喊声震山，寒沿隐者，皆为驱逐，夺其居，食其食，莫敢与之争”，胡来贡随即把这一情形报告给来晋巡视的兵部侍郎高文荐，高文荐上书万历皇帝，在奏文中详细描述了五台山树林被破坏的严重情形，居民以伐木为业，奸商依山取利，州官却护其奸民，砍伐现象屡禁不止，致使“万阜童童…积弊已久，材木将尽”，并且指出了林木的重要性，“地之所持以为险要者山也，山之所持依为屏蔽者木也。……伐木为患，尤为大耳”，提出了严厉的措施禁止伐木，万历帝下旨兵部准议施行，将浑源、应州无籍人士全部驱逐，派五台僧侣、官兵日夜巡逻，发现奸商豪势入山砍伐山林则立即抓捕问罪，山中新木旧木一律不准变卖，禁止任何人以任何理由进山砍伐，如果发现有树木被砍伐运出山，则治当地官员卖放之罪，正是在这样坚决的打击之下，五台山的深山残林才得以保护。除了官方出动力量保护森林外，明清时期面对砍伐日益严重的局面，许多地方还出台了一些乡约民规制止伐木；二是一些寺庙僧人对森林进行保护，在宁武县石家庄乡清居寺遗址中存有大清同治拾年的碑刻，碑中记载清居寺处于崇山峻岭、饱林俊木之中，但由于连年砍伐，“迨至近年，欲伐山林，亦已濯濯呼殆尽矣”，以至对于修补寺庙建筑都缺乏木材，为了恢复旧貌，寺僧与各村寺主公议，“所

在正沟渠阳背两坡，禁止砍伐，永久保涵。斧斤不得入，牛羊不得牧”<sup>①</sup>；三是古代风水学约束人们对于陵地树木的砍伐。古代人民非常注重风水，砍伐陵园林木和寺庙周边的林木都被视为对祖先和神灵的不敬，虽然带有迷信色彩，另一方面却保护了树木。明清两代对陵园林木具有严格的保护制度，对盗伐陵园林木规定了严厉的惩罚措施，并且派人严加看管，如《明会典》明确规定，对于皇陵之地，如果有人盗伐树木则治以重罪，并且家属也要发配边远充军，并且令锦衣卫巡视<sup>②</sup>。明清两代不仅对于皇陵林木有保护的法规，而且对于民间陵寝的树木也以法律的形式加以保护，如《明律》规定：“若盗他人坟茔内树木者，杖八十”，清代《大清律》中也有对盗伐坟茔林木严厉的惩罚措施，乾隆三十二年，在阳城县陈廷敬墓地中立有“戒伐木碑”，碑中记载了严格保护陵墓中林木的情形，“茔中树株房舍，子若孙自应保护，世守勿替”，并且规定“如有擅东一草一木者察出送官”<sup>③</sup>。高平市下马游村玉皇庙内一碑立于清道光二十三年（1843年），碑中记载高平合社人恐冒犯神灵禁止在玉皇庙周边开窑盗树的事情，一方面禁止开矿挖窑，另一方面大量植树，以使得“地脉宝而灵机生焉，培植天地之灵气”，“无论川园沟壑，各自培养树木，社田社养，树木畅茂于一乡之中。”，并且禁止偷盗砍伐和六畜损伤，如有违反则“送官究治”<sup>④</sup>。

### 5.3.5 柜田防涝

利用柜田法可以有效阻止禾稼受涝，其方法是在低洼易涝的田地四周筑起高堤，一方面可以防止水流浸入田地，另一方面在水浸入田地后，可以利用水车将水排出。清代山西寿阳县名士祈羲藻在其所著《马首农言》备荒中指出，柜田是农业生产中防止禾稼受涝的常用方法，即“柜田，筑土如柜，种艺其中，以时疏泄，可备水荒。行之山国，则柜田尚可”。<sup>⑤</sup>元代王祯所著《东鲁王氏农书》和明代徐光启所著《农政全书》中对此法都有详细记载，二者都视柜田法为救水荒之上法，因其用于规模较小的种植，在四周筑土为堤，并且四边都留有倾斜的涵洞，如遇水荒一方面可以加筑四周土堤防止水进入，另一方面可以将水排出，在浅水浸渍的地块可以种黄粟稻（因此种水稻生长周期快，可以避免长时间水淹），而在地势较高无水的地块种植旱地作物，可见柜田法既可以防涝也可以抗旱，对抵御灾害具有良好效果，如图 5.17.王祯作诗赞其曰：

<sup>①</sup> 张正明. 科大卫. 明清山西碑刻资料选[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 3: 12.

<sup>②</sup> 明会典[M]. 卷 83. 收录于四库全书第 617 册. 上海: 上海古籍出版社. 1987.

<sup>③</sup> 张正明, 科大卫. 明清山西碑刻资料选[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 3: 6.

<sup>④</sup> 张正明, 科大卫. 明清山西碑刻资料选[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 3: 26.

<sup>⑤</sup> [清]祈羲藻. 马首农言[M]. 高恩广, 胡辅华注释. 北京: 中国农业出版社. 1999. 10: 115.

江边有田以柜称，四期封围皆力成；有时卷地风涛生，外御冲荡如严城。大至连顷或百亩，内少疆埂殊宽平。牛犁展用易为力，不妨陆耕及水耕。长弹一引彻两际，秧垄依约无斜横。旁置漉穴供吐纳，水旱不得为亏盈。素号常熟有定数，寄收粒食犹困京，庸田有例召民佃，三年税额方全征；便当从此事修筑，永护稼地非徒明。吾生口腹有成计，终焉愿依江乡氓”。<sup>①</sup>

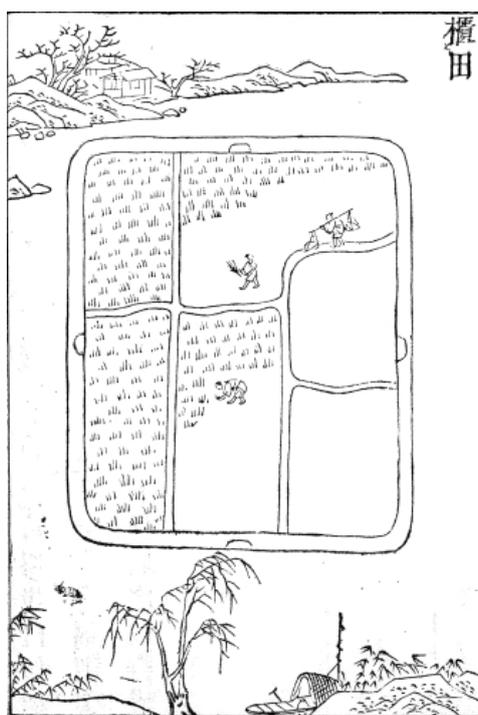


图 5.17 柜田法

[采自（明）徐光启：农政全书，道光癸卯重刊，曙海楼藏板，卷 5，田制]

#### 5.4 蝗灾防治技术

长期以来，蝗灾一直是危害我国农业生产的主要灾害，有时其带来的危害远过于旱涝等灾害。我国古代许多诗人都形象地描绘了蝗虫给农业生产造成的严重损失以及民众的苦难，如唐代戴叔伦《屯田词》：“新禾未熟飞蝗至，青苗食尽余枯茎。捕蝗归来守空屋，囊无寸帛瓶无粟。”白居易著有《捕蝗》：“荐食如蚕飞似雨，飞蝗蚕食千里间，不见青苗空赤土”，明代诗人郭敦也有名句：“飞蝗蔽空日无色，野老田中泪盈血，牵衣顿足捕不能，大叶全空小枝折”。由于受到天命主义思想的影响，我国古代人们一直都把蝗虫视为“天虫”、“神虫”，把自然灾害归结为上天的主宰，非人力所能避免，我国第一位提倡治蝗的人是前秦苻坚时的刘兰，但是经过秋冬两

<sup>①</sup> [元]王祯. 东鲁王氏农书[M]. 缪启愉, 缪桂龙译注. 上海: 上海古籍出版社. 2008. 6: 263.

季的整治蝗灾并没有被消除，由此人们更加坚定了蝗灾乃天意为之，惩罚人类的思想，真正采取大规模的灭蝗行动是从唐代开始的，在唐代姚崇积极的灭蝗主张被批准后，蝗虫可捕、蝗灾可治的思想才逐渐确立下来。经过历代的发展，至明清时期人们对蝗虫生活习性以及捕蝗技术都有了更进一步的认识。

国以农为本，在古代更是如此，大量的百姓从事农业活动。为了能够有效抵御蝗灾，康熙本人对于蝗虫的生活习性已经有了较为科学的认识。他认为蝗虫繁衍速度快，易于迁徙，以很快的速度可以使禾稼一扫而光，其所带来的危害甚至大于旱涝灾害。为了减少百姓损失，康熙能够从蝗虫的生活习性出发提出合理的捕蝗办法，他认为灭除蝗虫最重要也是最容易的办法是在岁冬之际挖掘蝗卵，首先从根本上将其消灭，即“除之于遗种之时，则易除之；于生息之后，则难除之。于跳跃之时，则易除之；于飞扬之后，则难除之。于稚嫩之时，则易除之；于长壮之后则难。”<sup>①</sup>如果没有掘除干净，则应在其稚嫩不能飞翔之时，利用其趋光特性，火烧土埋将其捕杀，对于长大的飞蝗，则可以在清晨由于蝗虫翅膀上沾有露水不能飞翔时将其捕捉，为了提高农民的捕蝗积极性，除令地方官吏严加督补外，康熙还规定对农夫捕获的蝗虫可以以蝗换钱或以蝗换粮。其积极的捕蝗思想对于防治蝗灾起到了良好效果。

山西作为蝗灾的频发区域（经以上论证清代山西每 4-5 年即发生一次蝗灾）之一，人们在遇到自然灾害时，一方面开展祈福祭天活动以免受灾害，如清道光十年朔平府知府张集馨把当地的蝗灾归之于“父子之间，慈孝甚薄；夫妇之际，去就颇轻。仁义之心不存，货财之念太重”，“与世道人心，大有关系”<sup>②</sup>，这种天命主义的思想一直存在于民间意识形态之中；另一方面，人们在与蝗灾长期的斗争过程中，总结出了一套较为科学实用的治蝗技术体系。现存山西省高平市马村镇东周仙师庙中的一块碑记中记载了当地民众抵御蝗灾的方法：

“同治元年六月二十七日，有蝗自南飞来，横空如云。……所到之处，以尾插地生有蛹子，其形似鸡毛上管甬，一管内有九十九子，入地寸余深，十分日便脱管而出。初生若蝼蚁，即能跳跃，咬伤田禾。其长甚速，月余即生羽能飞。凡田中菽粟瓜菜，无一不食。蛹子之害较蝗尤甚，是年秋景不过半收。闻他处消来蝗蛹之法，蝗至即用物齐打，打所不尽，蝗去即将愣头路旁土属强硬之处锄二寸余深，搅坏遗种即不蛹矣，此防卫蝗蛹法页”。<sup>③</sup>

<sup>①</sup> [清]康熙. 恭录圣祖仁皇帝御制捕蝗说. 收录于李文海, 夏明方. 中国荒政全书·第二辑·第四卷[M]. 北京: 北京古籍出版社. 2004. 10:705-706.

<sup>②</sup> [清]张集馨. 道咸宦海见闻录[M]. 上海: 中华书局. 1981:27.

<sup>③</sup> 张正明, 科大卫. 明清山西碑刻资料选第 1 辑[M]. 太原: 山西人民出版社, 2005: 669.

从以上记载可以看出，为了抵御蝗灾，有效地杀死蝗虫，山西先民对蝗虫的三个不同发育阶段：蝗卵、蝗蛹和成虫有了清晰认识，并且对蝗虫的产卵方式、卵的形态、数量、分布以及分化时间、蝗蛹形态、发育时间和为害情况等方面都进行了仔细观察，提出合理的防治措施。从现代科学研究的角度看，这些认识符合蝗虫的生长习性，能达到这样的水平非经过长期观察总结才可达到。以下将从三个方面分别论述明清山西先民对蝗灾的防治技术。

#### 5.4.1 挖掘蝗卵



图 5.18 山西省新绛县东岳稷益庙捕蝗图<sup>①</sup>



图 5.19. 捕蝗蛹图

(采于[清]钱忻和：捕蝗图说[M]（收入《四库未收书辑刊》第10辑，北京：北京出版社据清咸丰六年刻本影印，2000，5a-5b）)

蝗虫成虫数日之后，于地下一寸左右产子，“蝗至生翅能飞，腹中已盈满，不得不下。其性喜燥，恶湿，下子多在山脚土冈坚碛黑土高亢之地。以尾锥入，深不及寸。一生九十九子。”蝗卵最易去除，即“盖是物也，除之于遗种之时，则易除之；于生息之后，则难除之。当冬而预掘蝗种，所谓去恶绝其本也”<sup>②</sup>。因此清代官民都非常重视蝗卵的去除，康熙四十年谕大学士等：“去岁雨水连绵，今岁春时若或稍旱，蝗所遗种至复发生，遂成灾沴，以困吾民，未可知也。凡事必预防而备之，斯克有济”<sup>③</sup>。去除蝗卵主要采用的方法是在春冬陇亩之际翻耕土壤，掘除蝗卵，山西自古就有“春耕深一寸，害虫无处存”、“春耕三寸，虫儿灭尽”的谚语。因为翻耕土壤

<sup>①</sup> 画中作者以夸张的手法将蝗虫绘制的如人一般大小，并且描绘出一幅官民协力捕捉蝗虫的场景。

<sup>②</sup> [清]陈仪. 捕蝗汇编[M]. 清道光二十五年重刻本，收录于李文海，夏明方. 中国荒政全书·第二辑·第四卷[C]. 北京：北京古籍出版社. 2003:705.

<sup>③</sup> 清圣祖实录[M]. 卷 166:3.

一方面可以去除蝗卵，另一方面翻耕后使蝗卵暴露于外界空气中，不具备土壤中蝗卵孵化所需要的温度和湿度条件，因此蝗卵不能孵化成若虫，另外翻耕土壤后蝗卵露出地面也便于人们查找捡拾。如康熙三十二年的一则上谕：“命户部速檄直隶、山东、河南、山西、陕西巡抚等，示所领郡县，咸令悉知，必于今岁来春皆勉力耕耨田亩，蝗螟之灾务令消灭”<sup>①</sup>，山西朔平府知府张集馨向民众颁发的《捕蝗章程》<sup>②</sup>中记载：“其蛹子未曾出土者，仍行搜挖，将板荒田地，一律翻耕”。“有蝗之地，如非沙板田地，将跳跃者扑毕，雇牛翻耕，将子检出，蝗子与落花生形同，每甬百枚。”翻耕土地之后，“再用石滚将地压平，后又用铁钯刨出，无不糜烂”，“其平地用牛翻耕，用羊数百头来往践踏，顷刻如泥，试行已验。”

#### 5.4.2 捕杀蝗蛹

蝗初生时为蝗蛹，如苍蝇一般大小，没有翅膀，能够跳跃，清代官民采取多种办法捕杀蝗蛹，“若郡县有不能尽耕其田者，蝗或更生，则必力为捕灭，毋使蝗灾为民所患”。<sup>③</sup>一方面因其只能跳跃不能飞翔，迁移性较差，相对成虫较易捕捉，另一方面则是因为蝗蛹一旦发育为成虫，即可远飞不易捕杀，即“于跳跃之时，则易除之；于飞扬之后，则难除之。于稚弱之时，则易除之；于长壮之后则难”<sup>④</sup>，所以清代人们对捕杀蝗蛹非常重视。并且清朝法律规定州县官有责任杀灭蝗蛹。否则，一旦蝗虫成灾，破坏庄稼，将遭到革职。<sup>⑤</sup>

##### 5.4.2.1 掘坑土埋

把蝗蛹驱赶至已挖好的长壕之中，随即用土掩埋捶实，即可杀死蝗蛹，“扑蝗之法，如行军然，以十人为一队，二人持锹挖长壕丈余长，三四尺深，浮土堆在对面，四人在后，二人在旁，齐用长帚轰入沟中，二人在六人之后，用长柄皮掌，将轰不净尽者扑毙。一员官，领二百人，作二十队，每日可得数十担。蝗入沟中，即将所堆浮土，掀入捶实，何虑不死？”（《捕蝗章程》）可见此方法需众人参与，协调配合，明确分工，各司其职，该方法可高效率杀死蝗蛹，是捕杀蝗蛹最常用的方法。如图 5.19.

##### 5.4.2.2 人工拍打

作为掘坑土埋法的一种重要辅助手段，人工拍打法捕杀蝗蛹相对于掘坑土埋而

<sup>①</sup> 清圣祖实录[M]. 卷 160:14~15.

<sup>②</sup> [清]张集馨. 道咸宦海见闻录[M]. 上海:中华书局. 1981:26.

<sup>③</sup> 清圣祖实录[M]. 卷 160:14~15.

<sup>④</sup> [清]陈仪. 捕蝗汇编[M]. 清道光二十五年重刻本. 收录于李文海,夏明方. 中国荒政全书·第二辑·第四卷[C]. 北京:北京古籍出版社. 2003:705.

<sup>⑤</sup>为了这一目的,省督抚藩司们要向州县官们颁发关于扑灭蝗虫的技术指南(《钱谷备要》卷九,27页以下).

言，简单易行，操作方便，民众可以单兵作战，并且不伤禾稼，道光十七年（1837年），朔平府发生严重蝗灾，上至巡抚知府下至民众都积极捕蝗。知府张集馨即详细记载了人工拍打蝗蛹之法：“验得所生蛹子，已有头脚遍地跳跃，非专恃搜挖收买可以净尽。自应遵照蛹蝗成法，用牛皮截作鞋底式，或用旧鞋底钉于木棍之上，蹲地捆捕，自可应手而毙。”<sup>①</sup>

#### 5.4.2.3 水煮火烧

早在三千年前，中国古代人民已经认识到蝗虫趋光性的特征。《诗经》中就有“秉彼蠹贼，付畀炎火”的记载，唐代宰相姚崇就利用这种方法消灭了当时山东大量蝗虫。至清代，火烧法已为各地捕杀飞蝗普遍采用的方法，清代山西也利用了生石灰遇水变热的性质，向所捕飞蝗中浇灌石灰水以烫死飞蝗。“其在临河乱石中藏匿者，多用石灰水煮之；在峭壁上长帚不及者，用喷筒仰轰。”（捕蝗章程），为防止蝗蛹被土埋后仍能钻土而出，在将蝗蛹驱入壕沟之后，“复以干柴发火焚烧，或用开水煮灌再将对壕之土填筑，庶不至入土复生”，开水或石灰水都可以有效地烫死蝗蛹。

#### 5.4.3 灭杀飞蝗

蝗蛹蜕皮 5 次之后即变成有翅可飞的成虫，即飞蝗。蝗虫在这一阶段取食量大且迁移性强，也是最难捕杀的阶段。但是为了减少蝗虫的灾害，清代地方官员遇到蝗灾后即发动农民群众合力灭蝗。如乾隆二十五年（1760 年），康熙颁发上谕：“地方一有飞蝗，即尽力逮捕，无留余孽”<sup>②</sup>；道光十六年（1836 年）上谕：“飞蝗自山西界来，当经降旨著山西巡抚申启贤派委大员前往，严督扑除收买，务当克期尽净。”<sup>③</sup>

##### 5.4.3.1 人工扑捕

康熙丙子山西举人王勋<sup>④</sup>在《捕蝗历效》中写道：蝗从邻境飞来，鸣锣召集附近村落村民扑捕蝗虫，扑打器具有四：“曰棘针条，曰钉柄靴底，曰竹笆，曰口袋。棘条惟生于潞乡山西孟、寿等邑土坚高凸处者，最是利害，惹衣伤手，令人望而生畏。一切虫飞，偶着即为齏粉。”可见采用山西孟县寿阳所产棘条扑打蝗虫最为有效，如果没有棘条，“则用榆柳等条，要一枝数歧”，而榆柳亦为山西常见树种。用钢针把数根枝条穿起来扑打蝗虫，把蝗虫击落到地面上后即用靴底拍打，用笆勾成一堆，急装入袋内，随后即把收集蝗虫倒入坑中，或掩埋，或火烧，或水煮，或食用。

<sup>①</sup> [清]张集馨. 道咸宦海见闻录[M]. 上海: 中华书局. 1981:25.

<sup>②</sup> 清高宗实录[M]. 卷 616:5-6.

<sup>③</sup> 清宣宗实录[M]. 卷 286:3.

<sup>④</sup> 王勋是康熙丙子山西举人，此书是作者在直隶任邱做知县任内于雍正元年、二年连续扑灭飞蝗及蝗蛹的记载。

#### 5.4.3.2 生物防治

生物防治法作为防治飞蝗重要的方法之一，在我国古代有着广泛的应用。对于防治飞蝗来说，主要是种植一些飞蝗不喜食的农作物以及利用飞蝗的天敌来消灭蝗虫。东亚飞蝗主要取食禾本科植物，如小麦、玉米、高粱、粟、水稻、稷、芦苇等，一般情况下不食豆类，清代山西人们已认识到蝗虫的这种取食特征，如清顺治五年（1648年），永和县秋，飞蝗蔽日，一过而谷黍无存，只留荞麦、黑豆二种<sup>①</sup>；清乾隆五十一年（1786年），垣曲县闰七月，飞蝗蔽天，食禾十分之九，仅存豆苗<sup>②</sup>。另外，山西自唐代已经有了一些鸟类捕食蝗虫的记载，可知当时人们已经认识到自然界中有蝗虫的天敌存在。唐开元二十二年（734年）平定：八月蚜虫害稼，有群雀来食蝗，一日而蝗尽<sup>③</sup>；明万历四十五年（1617年）沁源县：七月初七日，飞蝗从东南来，旋有群鸦食蝗，禾稼不至甚损<sup>④</sup>；清咸丰七年（1858年），壶关县四月蝻生，有乌鸦无数，自西飞集，啄食及半<sup>⑤</sup>。

#### 5.4.3.3 贮存食用

据现代研究表明，东亚飞蝗是一类高蛋白、低脂肪、低糖、富含脂肪酸和微量元素的天然优质保健食品新资源。在古代由于科技水平所限，人们虽不能认识到蝗虫所含有的营养成分，但是已经知道蝗虫可食用的特征，并且把所捕蝗虫晒干储存做为灾荒之年重要的充饥食物之一。如元至正十九年（1359）平定：大蝗饥，民捕蝗为食。霍州赵城、灵石二县；隰之永和，沁之武乡，辽之榆社皆食禾嘉草木俱尽，所至蔽日，碍人马不能行，填沟堑节盈，饥民捕蝗以为食，或爆干而积之<sup>⑥</sup>。明嘉靖三十九年（1560），定襄县春夏，旱。八月初四日，夜星辰散落如雨，诘朝蝗从东方飞来，遮蔽天日，食尽禾稼，人多窖蝗充食<sup>⑦</sup>。据调查发现，目前山西长治、朔州一带仍然保留吃蝗虫的习俗。

除了积极的人工捕杀之外，清代已经形成了一套成熟的防蝗、捕蝗机制，建立了由皇帝监控下的总督巡抚负责制，如果发生蝗灾应逐级上报，并要组织大批人力进行扑打，州县官发现蝗灾要马上向上司报告，并督促农民除虫，对捕蝗不力之官员要严重惩处，甚至革职。道光十六年，山西发生蝗灾，大同县知县王联堂、怀仁县

<sup>①</sup>张德二. 中国气象三千年记录总集[M]. 南京：凤凰（江苏古籍）出版社. 2004：1677.

<sup>②</sup>张杰. 山西自然灾害史年表[M]. 太原：山西地方志编纂委员会办公室. 1988：226~227.

<sup>③</sup>张杰. 山西自然灾害史年表[M]. 太原：山西地方志编纂委员会办公室. 1988：40.

<sup>④</sup>张德二. 中国气象三千年记录总集[M]. 南京：凤凰（江苏古籍）出版社. 2004：1449.

<sup>⑤</sup>张德二. 中国气象三千年记录总集[M]. 南京：凤凰（江苏古籍）出版社. 2004：3177.

<sup>⑥</sup>张杰. 山西自然灾害史年表[M]. 太原：山西地方志编纂委员会办公室. 1988：84.

<sup>⑦</sup>张德二. 中国气象三千年记录总集[M]. 南京：凤凰（江苏古籍）出版社. 2004：1127.

知县蔡汝懋、山阴县知县李恩纶因扑捕蝗虫不力而被摘去顶带<sup>①</sup>。

## 5.5 霜冻灾害防治技术

霜冻灾害是山西较为常见的农业气象灾害，山西每年平均因霜冻成灾面积占耕地总面积的1.9%<sup>②</sup>，山区、谷地、洼地等都易遭受霜冻灾害的侵袭，对于霜冻灾害的防治，古人总结了三种方法：一是用绳索刮霜；二是采用烟熏；三是草裹埋土。

### 5.5.1 绳索刮霜

该法最早是在《汜胜之书》中记载，“植禾，夏至后八十、九十日，常夜半候之，天有霜若白露下，以平明时，令两人持绳索，相对各持一端，以概禾中，去霜露，日出乃止。如此，禾稼五谷不伤矣”。即在夏至后八十至九十天于夜间在田间观察，如果有霜或白露发生，在天刚亮时两人各持绳索一端，从禾苗上面刮过，以去除霜露，到太阳出来后即可以停止，用这样的方法可以使得庄稼免受霜冻的灾害。该方法可以利用绳索敲打掉禾苗上凝结的霜露，以免霜露在太阳出来后照射而融化蒸发时吸热造成禾苗受冻而减产，对于去除霜露具有良好的效果。但是此法是利用绳索对叶子的摩擦和震动，会对庄稼的叶子造成一定程度的伤害，尤其是当庄稼已经结穗后，采用这种方法会造成减产。

### 5.5.2 熏烟去霜

熏烟法的利用具有悠久的历史，《齐民要术》中最早记载了熏烟法防霜：“凡五果，花盛时遭霜，则无子。常预于园中，往往贮恶草、生粪；天雨新晴，北风寒彻，是夜必霜。此时放火作煴，少得烟气，则免于霜矣”<sup>③</sup>。可见古人已经发现了在果树花开正旺时如果遭遇霜冻则会严重影响结果，并且掌握了霜冻发生的时机，即在“天雨新晴，北风寒彻”时的夜晚一定会有霜冻发生。这是因为在雨后晴朗的夜晚，田间空气湿度大，大气逆辐射较弱，加上冷气团影响，温度骤降，因而成霜。古人虽不能用现代科学的方法解释此种现象，但是能够得到这样的结果也是在长期的仔细观察后得到，足以见得其聪明智慧。为了防治霜冻带来的危害，古人提出了利用燃烧柴草和生粪产生烟幕的办法。熏烟法可以有效阻止霜冻灾害的发生，该法在现在山西一些山区仍在使用，熏烟时燃烧柴草，不冒出火焰，只得烟气，可以提高田间温度，使作物免受霜冻的侵袭。另外，烟幕形成保温层，不仅可以吸收地面长波辐射，还可以向地面辐射热量，可以有效防止因温度下降过快而形成的霜冻灾害。

<sup>①</sup> 清宣宗实录[M]. 卷 285. 11.

<sup>②</sup> 郭雅儒. 山西自然灾害[M]. 太原: 山西科学教育出版社出版. 1989: 96.

<sup>③</sup> [北魏]贾思勰. 缪启愉, 缪桂龙译注. 齐民要术译注[M]. 上海: 上海古籍出版社. 2013. 5:220.

### 5.5.3 草裹土埋

冬天北方气温较低，为了防止不耐寒作物和果实在寒冷的冬天冻伤，古人很早就总结了可以采用草裹或埋土的方法防冻。在山西农村经常可见在冬日里将一些蔬菜水果和树茎用草裹和埋土的方法防冻，北魏贾思勰在其著《齐民要术》中则多处记载了利用该方法防冻。如记载葡萄“性不耐寒”，在寒冷的冬天“不埋即死”，因此在十月可在葡萄离根一步左右距离挖一个坑，将葡萄的枝条埋在坑里，“近枝茎薄安黍穰弥佳。无穰，直安土亦得。”即在葡萄的枝条上放上一层薄薄的秸秆，以起到良好的保温作用，如果没有秸秆则直接用土覆盖，等到下年二月份天气变暖后再把枝条挖出来。记载栗子怕冻，在成熟后“即于屋里埋着湿土中”，并且强调“埋必须深，勿令冻彻”<sup>①</sup>。为了防止新栽的石榴树在冬天冻死，贾思勰提到可以在十月里用蒲草或藁秆缠绕石榴树干，到下年二月再解掉。花椒树“性不耐寒，阳中之树，冬须草裹，不裹即死。”<sup>②</sup>

## 5.6 瘟疫防治技术

自从人类诞生之日起，疾病就一直困扰着人类，自从甲骨文开始就已经有了对人体疾病的记载。春秋战国时期，瘟疫的记载已经逐渐增多，并且已经有了一些简单的卫生和防疫知识。在医学理论方面最突出的成就是出现了我国医学领域的奠基之作——《黄帝内经》。其中有许多对疫病的认识和防治，此后经过历代的发展，我国对瘟疫的认识逐渐深化。至明清时期，史书对疫情的记载更为详细，并且这一时期对瘟疫的研究取得了重大进步，出现了一批重要的论著。如明末医学家吴有性的《瘟疫论》，这部著作是我国医学史上第一部论述瘟疫的成因和防治的专著，在瘟疫防治史上具有重要意义。清代中期，以叶桂的《温热论》、薛雪的《温热病篇》、吴瑭的《温病条辨》、王士雄的《湿热经纬》为代表的“瘟疫学派”逐渐形成，对疫病的诊断和防治有了进一步发展。山西具有悠久的医学传统，神农尝百草即发生与此，春秋战国名医扁鹊曾在山西一带活动。利用综合治疗手段医治好了山西境内虢国太子和赵国赵简子的病，以其崇高的医德和高超的医术深受山西人民爱戴，为了纪念他，山西人民在永济洗马村北侧建有扁鹊庙。晋代山西高平县人王叔和系统研究了历代医学著作，著有我国现存最早的脉学集大成者《脉经》，奠定了我国中医脉学的基础。此后历代山西名医辈出，明清之际山西名医首推傅山，傅山作为山西医学的重要代表，著有很多的医学著作，尤其擅长妇科，仅《傅青主女科》一部在清道光

<sup>①</sup> [北魏]贾思勰. 缪启愉, 缪桂龙译注. 齐民要术译注[M]. 上海: 上海古籍出版社. 2013. 5: 253.

<sup>②</sup> [北魏]贾思勰. 缪启愉, 缪桂龙译注. 齐民要术译注[M]. 上海: 上海古籍出版社. 2013. 5: 267.

至宣统的 90 年间翻刻版本达 40 余种，明清时期更是在傅山的影响下医家辈出，据《山西科技史》记载，明清之际山西有名的医师就有 120 位之多，其著作也颇丰，其中不乏有许多医治瘟疫的书籍，如明代申相所著《伤寒捷法歌》。除了官医之外，在山西各地有许多通过家传师授的“赤脚医生”，这些草根医生数量众多，在瘟疫发生后形成了一支重要的救援力量，他们以救人为己任，推动了山西医学领域的发展，形成了山西医疗力量的主体。此外山西的医药业也很发达，山西各地气候不一，南北差距较大，山高林密，蕴藏着数量和种类众多的中草药，是我国中药资源的主要产区，有包括植物药和动物药的上千种中药品种，在我国现存最早的药学专著《神农百草经》中收录山西的中草药近 50 种，在明代李时珍所著《本草纲目》中分布于山西的药物也有数百种之多，其中山西所产党参、黄芪、柴胡、山药、地黄、黄芩、酸枣仁等为全国地道药材，党参、黄芪为山西两大名贵特产药材，康熙《山西通志》中记载山西向皇帝进贡的有包括龙骨、麝香等近百种药材。明清时期山西药店也颇具规模，其中包括明嘉靖年间开设的太谷广盛号药店，崇祯年间的太原大宁堂，清代的药店数量在明代基础上又有所增加，这些药店制作和销售的药物多达 500 余种，行销海内外。

### 5.6.1 遣医施药

明代最高医药行政机关为太医院，各府、州、县也设立医学机构，医官由太医院派送，明朝政府规定其人员主要是“各布政使司，各府，首领官，医学正科各一员；各州，医学典科各一员；各县，西学训科各一员”<sup>①</sup>。惠民药局是官方在各地设立的诊病卖药的医疗机构，瘟疫发生后，最关键的救灾手段则是向瘟疫发生地区遣医送药，明代政府向瘟疫发生地区派遣医官巡视灾情，并由惠民药局免费散发药物。万历九年（1581 年）交城县“辛巳，自春徂夏大疫，至有举家毙绝者。知县吴腾龙集医于惠民药局，施药活之”<sup>②</sup>。万历三十八年九月，阳曲县大疫死者无算，晋府尤甚，抚院魏知府关遣医施药救之。<sup>③</sup>万历三十九年、四十年疫厉甚行，大人小儿多患，诊俗称号“采谷”，知州胡楠设局延医施人参败毒及二圣救苦丹，全活着甚众，建药王庙祭祀之。<sup>④</sup>清代没有设立惠民药局，但在瘟疫发生之后，官方也会设立临时性场所遣医施药，康熙四十七年，闰三月沁州疫，城市乡村传染甚众，知州张兆麟仲弟

<sup>①</sup> 明会典[M]. 卷 75. 官制. 收录于文渊阁四库全书[M]. 617 册:43~45.

<sup>②</sup> (康熙)交城县志[M]. 卷 1.

<sup>③</sup> (道光)新修阳曲县志[M]. 卷 16. 祥异.

<sup>④</sup> (乾隆)保德州志[M]. 卷 3. 风土. 祥异.

兆麒精于医学，立方施药全活多人。<sup>①</sup>官办的医疗机构在瘟疫发生后确实起到了一定的救助作用，但由于明清时期没有形成完善的医疗管理体系，加之朝廷没有对地方医疗机构予以相当的重视，致使各地医疗机构水平参差不齐，有许多医疗机构已经流于形式，逐渐废弛，“医学立于国初，每府州县皆有。近来医政废缺，有房屋倒塌而不修者，有基址变价而不存者”<sup>②</sup>。官办医疗机构的水平完全靠地方官员的责任，当瘟疫来临时往往缺乏足够的医师而无法进行有效的救助，这是明清时期瘟疫过后人口大量死亡的重要原因。

### 5.6.2 接种疫苗

天花属于烈性传染病，在瘟疫灾害中最为严重，造成了大量人口死亡。中国人对于天花的防治自其出现后就一直在进行直到天花被完全控制，并且人在患有天花后所产生的脓疱也带有大量携带病菌的痘浆，痘痂中也富含天花病毒，这样最有利于利用其接种，所以最初的免疫则首先应用于天花。目前发现我国最早对天花症状的描述是晋代名医葛洪大约于 340 年在其著作《肘后备急方》中的记载：“比岁有病时行，仍发疮头面及身，须臾周匝，状如火疮，皆戴白浆，随决随生，不即治，剧者多死，治得差后，疮痂紫黑，弥岁方灭。此恶毒之气，世人云永徽四年，此疮从西东流，遍于海内”<sup>③</sup>，这比伊斯兰国家要早几个世纪<sup>④</sup>。为了预防这种恶性疟疾，众多医士做出了不懈努力，提出了许多方法如“兔皮疗豌豆疮方”、“稀痘方”等，但都效果甚微，直到人痘术的出现才使得天花肆虐的现象得以阻止，人痘术最早起源于何时目前还无确切定论，但是至迟到明朝隆庆年间（1567-1572）人痘术已在中国南部有所应用，经清康熙时大力推行，人痘术得以广泛使用，由清朱纯嘏的《痘疹定论》和吴谦编修的《医宗金鉴》两部医学教科书中详细记载了种痘方法，使得该项技术除了在上层阶级流传外也可以得以在民间传播，随后在 17 世纪时该项技术传到了土耳其，接着传到了欧洲。英国人贞纳（E.Jenner）在中国人痘接种法的启发下于 1796 年接种牛痘成功，1805 年由澳门传入中国内地，但是此法在中国的推广并不顺利，一些保守者（多为人痘法从业者）出于一己私利故意散布“种牛痘必得天花的谎言”，严重阻碍了牛痘法在中国的传播，致使民众对牛痘法一直持半信半疑的态度，所以即使牛痘法对防治天花有良好的治愈效果，人痘法仍然存在。清末山西举人刘大鹏在其所著日记《退想斋日记》中记载了光绪二十年（1894 年）四月初四请

<sup>①</sup> (乾隆)沁州志[M].卷9.灾异.

<sup>②</sup> [明]吕坤.实政录[M].卷2.振举医学.

<sup>③</sup> [东晋]葛洪.肘后备急方[M].卷2:35.

<sup>④</sup> 李约瑟.中国科学技术史.第六卷.第六分册.医学[M].刘巍译.北京:科学出版社.2013.3:117.

医师为其儿接种牛痘的情形，文中详细描述了接种方法即“将痘痂捣烂和人乳少许，用小刃刀刺臂微见血，涂抹痘痂”，接种位置“凡三穴，一名清冷渊穴（肩以下），一名夹白穴（清冷渊穴、消砾穴中间）、一名消砾穴（圪纽上），左右皆同”。明清时期在山西民间，同时存在人痘术、牛痘术和不接种三种形式。人痘术由于存在一定感染风险一些民众望而生畏。牛痘术由于传入较晚直到清朝晚期才开始适用，由于反对势力的阻碍一直未能广泛应用。同时由于种痘术一直没有作为政府的强制措施而执行，种痘都是自发为之。像刘大鹏这样的知识分子毕竟只有少数，相当一部分的贫苦农民因无力承担接种费用或由于乡村闭塞而不能接种，所以在明清时期的山西仍有众人死于天花的现象。

### 5.6.3 临床疗法

明清时期山西对瘟疫非常重视，明清在山西各地方志中不仅有“瘟疫大作，吊问绝迹”、“死者过半”这样对疫情惨烈程度的描述，而且还有很多对病发症状和治疗方法的记载，如道光元年（1821年），阳泉、襄汾、垣曲、夏县、临猗等五县发生真性霍乱，其症状记录为“晕，吐泻，四肢发搐，指甲先青，遍体遂青，缓治即死。”<sup>①</sup>顺治十八年（1661年），潞安府发生瘟疫，该府志中记载了人们在感染瘟疫后的症状：“病者先于腋下股间生核，或吐淡血而即死”<sup>②</sup>，伍连德先生对于这条记载非常重视，据他研究，这项记载为我国鼠疫记载中论及肺疫症状的最早论述<sup>③</sup>。对于病症的记载非常重要，只有在确定病症之后，才可以对症下药，治疗病情。同时方志上也记录了治疗瘟疫的方法，如针对道光元年发生的真性霍乱，共记载了三种治疗方法，一种是针刺治疗，“看舌根下有青红紫泡，急用针刺见血，点以雄黄。蒙头出汗，忌风三日，多效。”第二种是服药治疗“或用平安散及藿香正气丸”。第三种是佩挂法，该法是用布袋包一些特定药物系在人的胸前或臂上，或挂于房间中，利用一些中药的易挥发特性，用药物释放的气味来防御病菌传播的方法，如道光《太平县志》中记载防治霍乱传播时“避疫佩带方：羌活、白芷、柴胡、细辛、吴茱萸、大黄各一钱。”此外，还有记述在瘟疫发生时禁止去探望病人，对传染病人进行隔离治疗的方法，该法是防止疫病传播最有效简单的途径，文献资料表明，我国自秦汉时期就已经注意到瘟疫的强烈传染性，采取隔离措施进行治疗。另外还有多种方法进行防疫，如对水源加强管理避免污染、消除老鼠蚊蝇切断传染途径、注意饮食环境卫生、对死尸及时掩埋或火葬、对感染病人衣物进行熏蒸消毒、烧熏艾叶、雄黄、白芷等

<sup>①</sup> (道光)太平县志[M]. 祥异.

<sup>②</sup> (顺治)潞安府志[M]. 卷15. 灾祥.

<sup>③</sup> 伍连德, 陈永汉. 鼠疫概论[M]. 卫生署海港检疫处. 1937:11.

药物进行杀毒灭菌。清光绪三年大旱，万荣县小淮村规定：“凡有外来乞丐、远方行人，村中无有亲故、饿而死者，无论死在官所、私所，无人领尸者，合村买棺材一幅掩埋”<sup>①</sup>。

## 5.7 地震防治技术

我国古代先民在与地震长期做斗争的过程中积累和保存了大量的地震史料，总结出一套因地制宜、切实可行的防震抗震经验。东汉时期张衡发明了世界上第一台地震仪（候风地动仪），保存至今仍然完好的许多古建筑实物在历史上多次强震的影响下仍然屹立不倒，充分反映出我国古代劳动人民在防震抗震方面的卓越智慧。这些经验即使在科学技术高度发达的今天，同样具有很强的实践意义和应用价值。山西处于地震带，历史上曾多次发生地震，历史文献记载非常丰富，在公元前 23 世纪帝舜时期就有关于山西南部发生强烈地震的记载，这也是目前我国发现最早的关于地震的历史记载。到了明清时期，各地编志兴起，关于地震的记载就更丰富了。通过阅读这些珍贵的文献资料可以看出，山西先民通过长时间细致入微的观察，一方面记载了地震后的严重灾情，另一方面总结了地震前的征兆、地震时的应对办法和震后的救灾措施，这些史料对于我们研究山西规律和防治具有重要的价值。

### 5.7.1 震前预测

在地震发生之前会有多种异常现象发生，我国古代先民在经历地震所带来的磨难之时也注意对其进行观察总结，在灾难中磨炼，在灾难上成长，提出了许多预测地震的前兆现象，如地声地光现象，气象异常和动物异常等。

#### 5.7.1.1 地声地光

地震在发生时或发生前产生的声音和发光现象称为地声和地光，地声和地光是地震发生的重要前兆，是地震预报的重要内容。现代研究表明，地声是由于地下岩石及其所含液体、气体运动变化时所产生的。我国早在北魏年间就有了关于地声的记载，这次地声的记载即是发生在山西的地震，北魏延兴四年（公元 474 年），“雁门崎城有声如雷，自上西引十余声，声止地震。”<sup>②</sup>其后在关于地震的文献记载中都详细描述了地声的现象。康熙十二年九月九日保德州清晨地震，“天昏地惨，地中有声如风，崖倒墙倾，半时方止。夜共震五次，二更地震时，地中亦有声。”<sup>③</sup>康熙二十二年（1683）十月五日未时，山西保德等 23 个州县受到地震破坏，陕西、河南、

<sup>①</sup> 张正明. 明清山西碑刻资料选第 1 辑[M]. 太原: 山西人民出版社. 2005. 661.

<sup>②</sup> 魏书[M]. 卷 112 上. 灵征治上.

<sup>③</sup> (康熙). 保德州志[M]. 卷三.

河北、山东等省都有震感，乾隆《崞县志》卷五记载：“康熙二十二年十月初五日未时地大震。初，西北声若震雷，黄尘遍野，树梢几至委地，毁坏民房，人多压死。”我国古代先民曾多次利用地声预测到了地震的来临避免了灾祸的发生，如清咸丰五年（1885），辽宁省金县发生六级地震，《故宫档案》记载：“且地未震之时，先闻有声如雷，故该处旗民早已预防，俱各走避出屋。是以未经压死多人，只伤男妇子女共七名。”<sup>①</sup>

#### 5.7.1.2 气象异常

地震发生前往往会有一些气象异常现象发生，如闷热、久旱不雨、狂风大作或淫雨不停等，我国古代人民通过详细的观察已经发现了地震和气象异常之间具有密切的联系，关于地震前的气象异常记载也很丰富。靖嘉庆二十年（1815年），山西平陆一代发生六又四分之三级强烈地震，震前已有经验者发觉到天象异常预测到大震的临近，“乙亥八月六日，阴雨连绵四旬，盆倾檐注。过重阳微晴，十三日大雾。乡老有识者谓淫雨后天大热宜防地震。闻者初不为意。二十日早微雨随晴，及午歛蒸殊甚，傍晚天西南大赤，初昏半天有红气如绳注下，见者诧之，亦不知何吉凶也。二鼓后或寝或否，从无音响。忽然屋舍倾倒，继有声逾迅雷，人身簸摇撼荡，莫知为在天在地也。”<sup>②</sup>该记载说明了明代山西先民在震前可根据天气异常“淫雨后天大热”作出地震预报。嘉靖三十四年十二月，平陆县十二日狂风大阵，夜更时分，炮响三声如鼓。十三日子时，震、声响如万雷。<sup>③</sup>该记载记述了平陆县十三日子时地震，在震前十二日时即发生狂风大作的异常现象。

#### 5.7.1.3 动物异常

许多动物由于某些器官高超的灵敏性在地震发生之前都会有异常的表现，这些异常的现象可以作为地震来临的预报。在唐代《开元占经·地境》中记载了在地震前老鼠成群跑到大街上并且群鸣的预兆现象，“鼠聚朝廷市衢中而鸣，地方屠裂。”在山西的地震史料中也有很多震前动物异常行为的描述，如1815年平陆地震，“震时鸡敛翅贴地，犬缩尾，吠声怪诞……牛马仰首，鸡犬声乱，即震验也。”<sup>④</sup>1879年，山西荣河县在五月十二日辰时地震前，鼠千百成群，穴处食苗，一夜尽数亩，室内几无完器。<sup>⑤</sup>

<sup>①</sup> 王仁康. 我国古代地震科学的伟大成就. 复旦学报(社会科学版) [J]. 1980. S1:142.

<sup>②</sup> [清]季元瀛. 地震记. [清]崔铸善, 陈鼎隆. 虞乡县志[M]. 卷 11.

<sup>③</sup> [明]佚名. 地震记.

<sup>④</sup> [清]季元瀛. 地震记. [清]崔铸善, 陈鼎隆. 虞乡县志[M]. 卷 11.

<sup>⑤</sup> (光绪)荣河县志[M]. 卷 14.

### 5.7.2 震时躲避

大震发生时，如果来不及跑到屋外，则需要选择狭小空间内就地避震，我国古代一些有识之士总结了在发生地震时的紧急应对策略，嘉靖三十四年十二月十二日午夜（1556年1月23日），在陕西渭南一带和山西蒲州等处发生8级地震，此次地震震中虽在陕西华县，但包括山西在内的数个省份都受到此次地震的袭击，受损非常严重，余震三年不止，山西境内死伤人数约有15万人。亲历了此次地震的进士秦可大，面对地震带来的严重灾难，根据自己的亲身体会，写成了一篇重要著作《地震记》，在该文中秦可大不仅对此次地震的过程进行了详细记载，而且总结了直到今天仍然可使用的避震方法。秦可大指出当地多地震，为了在地震发生之时能够保全性命，在家中应当预先置办坚实的木床和家具以备不时之需。“吾秦本乐土，而独多地震之变，因计居民之家，当勉置合厢楼板，内竖壮木床榻”“有力之家，多用木板合厢四壁，上起暗楼。公衙之内，别置板屋。士庶人家亦多有之，以防祸也。”当地震发生之时，不要仓皇外逃，躲藏在预先制备好的床榻之下，这样即使房屋倒了，也能保全人的性命。“率然闻变，不可疾出，伏而待定，纵有覆巢，可冀完卵。力不办者，预择空隙之处，审趋避可也”。现代研究表明，地震发生后的12秒内为黄金逃亡时间，在地震发生后，建筑物会在大约12秒的时间内倒塌，如果在有限的时间内不能逃到屋外空旷地带，则需就近选择相对安全的地点避震。秦可大通过详细的观察发现“富厚之家，房屋榱合，墙壁高峻，走未必出，即出，顾此误彼，反遭覆压”，指出富裕殷实之家，房屋都比较紧凑，墙壁也高峻，在短短的时间内不一定能走到屋外安全地带，即使出去也很有可能遭到倾轧，因此在这样的情况下应该在屋内躲在床榻下避震。秦可大提出的防震办法是非常科学有效的，直到今天我们仍在使用。我国先民发现大震之后经常会有余震的发生，为了躲避余震，应当在屋外空旷地带安置。1815年平陆发生了强烈地震，季元瀛在其《地震记》中记载“自初震及次日晚，如雷之声未绝。夜，人不敢室居，于场圃中戴星架木，铺草为寝所，丁壮结伴巡家，彻夜不息。”<sup>①</sup>对于建筑物的抗震性能方面，古人通过总结发现土窑的抗震性能很差，山西山地较多，多数人民依山打窑，窑洞是古代山西人民最常见的居住方式，至今山西仍有许多地区的人民居住在窑洞之中，这也是每次山西地震造成很强破坏力的原因，季元瀛在《地震记》中记载1813年平陆大地震时：“惟平陆、芮城依山多窑居。其全家而没者比比然也，故二邑伤人逾万。”

### 5.7.3 建筑抗震

<sup>①</sup> [清]季元瀛.地震记.[清]崔铸善,陈鼎隆.虞乡县志[M].卷11.

山西留存有众多古寺古塔，这些建筑在历史的长河中经历了数次地震仍能够巍然屹立，是我国研究抗震技术的典型的实体样本，如应县木塔建于辽清宁二年（公元 1056 年），高 67.13 米，是世界上最古老最高的木塔，外观五层六檐，应县城位于大同盆地，处于冀、晋、陕断陷盆地的地震带上，九百多年来，木塔多次受到强烈地震的影响，但至今依然保持完好，该塔在建筑设计上具有高超的防震抗震原理。明万历《应州志》记载：“塔历屡震，而屹然壁立”；顺治《云中郡志》记载：“元顺帝时地大震七日，塔傍舍宇尽皆倾颓，惟塔依然不动”。从 20 世纪 30 年代开始，学界对应县木塔高超的抗震性能进行了详细的研究。研究表明应县木塔能够千年抗震的重要原因在于其独特的全木结构设计。除了塔基是由石头筑成之外，全塔都是由木材所建，所有的连接点都是由榫卯相连，没有一钉一铁，土木结构具有很强的韧性，在地震的晃动之下，容易随之变形，之后又能够很快恢复。此外，塔基稳固、结构对称、使用暗层等都是木塔具有优良抗震性能的重要因素。位于山西省五台山的佛光寺祖师塔建于北魏孝文帝（公元 471-499）时期，是国内目前发现仅存的两座北魏古塔之一。该塔高 6 米，平面四方形，上下两层，下空上实。该塔在 1500 多年的历史长河中经历了 8 次 5 级以上的地震，是我国劳动人民防震抗震典型的实例，具有重要的科学技术价值。

## 5.8 风灾防治技术

风灾是山西常见的自然灾害之一，山西先民在农业实践中总结出多种技术增强作物的防风抗风能力。我国古人很早就开始了对风的观测，在晋北浑源县圆觉寺内的砖塔之上有一铁制翔鸟，是我国现存著名的候风仪实物，也是我国目前唯一仅存的凤凰形风向器，至今仍具有指示风向的作用。

### 5.8.1 农业技术防风

古代人们在风灾发生时往往束手无策，无法抗拒自然灾害的侵袭，但是面对山西多风的自然环境，在长期的耕作实践中也总结出许多防风抗风的方法。虽然不能完全抵御大风的侵袭，但在多风的自然环境中也能够争取有好的收成。山西劳动人民自古总结出大风对于农作物的危害：“三月三的风，四月四的雨，麦子黄疸谷子秕”、“三月初一的风，禾苗丢了空”。说明农作物尤其怕三月风多。“代田法”不仅具有抗旱的能力，而且由于把一亩地分成三畎三垄，年年轮番耕作以调节地力；另外可以做到深耕，下种时把种子播在畎里，幼苗长出后把垄上的土推一些到畎里，这样可以使农作物根深蒂固，根系发达，增强抗风能力。此外，对已经成熟的农作物及

时抢收，为了增强植株不高的农作物的抗风能力，要及时壅土，这样可以保证农作物茎秆有较强的抵抗力。贾思勰通过细致的观察，在其所著《齐民要术》中指出茎秆有高有矮，低秆的苗成熟早，但收获多，并且可以抗风霜，可以种在山田；而高秆的成熟晚，收获量少，植株比较软弱，抗风能力弱，容易倒伏，适宜在低地种植。为了防止大风吹落种子，在作物成熟后要及时收割，否则穗子容易被风吹断，谷粒容易被风吹落，造成减产，即“熟，速刈，刈早则镰伤，刈晚则穗折，遇风则收减。”<sup>①</sup>在水稻防风抗倒伏方面，现在仍然经常使用的方法是晒田、烤田、晾田等，目的是将稻田中的水排干，利用太阳光暴晒稻田田面，晒出裂纹，干到能挺住人站立。这样可以增加土壤中的氧气，有利于水稻根系下扎，茎秆挺实健壮，防止水稻倒伏，增加稻秆抗风能力。这项技术在 1400 多年前就已经有记载，即“薅讫，决去水，曝根令坚”<sup>②</sup>。

### 5.8.2 测风器的使用

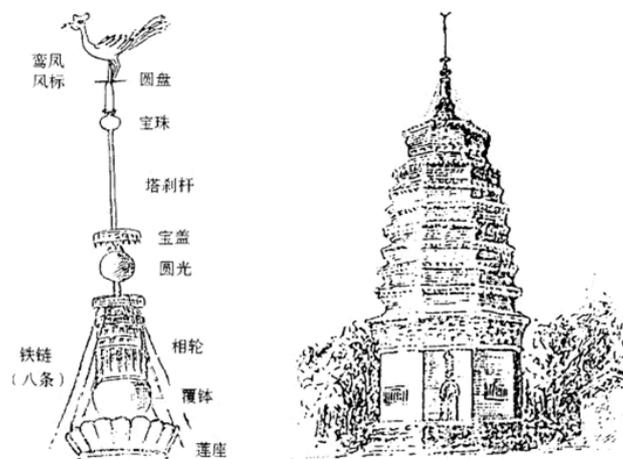
风对于农业生产具有重要作用，我国处于季风气候区，一年各季盛行风向不同，且有顺序变化，因此可由盛行风判定季节。季节又与历法有关，于是我国古代人民很早就注意对风的观测，在纪元前二千年发明了测风器<sup>③</sup>。在山西浑源县恒山北麓圆觉寺内，有一砖塔，建于金正隆三年（公元 1158 年），塔顶上立有一铁制翔鸟，是我国现存著名的候风仪实物，也是我国目前唯一仅存的凤凰形风向器，至今仍具有指示风向的作用，名为候风鸟（相风鸟），鸾凤两足立于一圆盘之上，鸾和盘随风而转，用于测风，该凤凰形风向器约建于辽后期，已经在塔顶上随风转动了八百多年，中国著名气象史学家王鹏飞先生 1988 年到山西浑源县考查鸾凤及宝塔，正值宝塔在整修之际，随之利用这一宝贵机会对拆卸下来的鸾凤做了详细考证，著有《浑源圆觉寺铃鸾风塔之研究》<sup>④</sup>一文，该文对祥鸾的结构及转动机理做出了详细说明，纠正了王其亨认为枢轴、套筒与鸾凤一起转动的说法，另外，王鹏飞先生认为不仅鸾凤具有指示风向的作用，宝塔、风铃与之也具有密切的联系，构成了测风的统一整体，宝塔命为“风塔”，为 8 边形，面向 8 个方位（四正四隅），当风吹来时，鸾凤凤首所指示的方向可由风塔的八边所确定，塔上有四十个铁铃，当有风吹来之时，铃声响动，提示观测者可观鸾凤测风。如图 5.20。

<sup>①</sup> 北魏贾思勰著：《齐民要术》，缪启愉，缪桂龙译注，上海：上海古籍出版社，2013:56.

<sup>②</sup> 同上，116 页.

<sup>③</sup> 王鹏飞：《王鹏飞气象史文选》，北京：气象出版社，2001:86.

<sup>④</sup> 王鹏飞：《王鹏飞气象史文选》，北京：气象出版社，2001:276.



图三 (左) 圆觉寺塔刹杆之装饰 (右) 圆觉寺铃鸾风塔全景  
鸾凤风标、圆盘、枢轴、套筒等,共重 5.5 公斤,刹杆连饰物长共约 5 米,重 77 公斤。

图 5.20 山西浑源圆觉寺塔刹相风鸟与塔全景

(采于王鹏飞:《王鹏飞气象史文选》,北京:气象出版社,2001,276页。)

## 5.9 本章小结

人类的发展史同时也是一部人类与自然灾害做斗争的历史,山西具有五千年的文化历史,是人类文明的主要发祥地之一,山西先民在长期与自然灾害做斗争的实践中,总结出一套实用性很强的防灾抗灾技术体系,尤其是在明清时期,在天命主义思想仍然盛行的环境下,人们已经能够积极地想尽各种办法抵御灾害,在这些防治技术中,不乏有许多在当时处于全国领先地位,如山西的凿井技术被明代徐光启誉为抵御旱灾的有效方法而推广全国。两千年来山西形成的以抗旱保墒为中心的农业精耕细作技术体系不失为我国劳动人民坚决与大自然做斗争的过程中高度智慧的结晶。在抵御洪水的过程中,既有以“堵”为主导的建立堤坝,加高城墙的防治措施,也有修筑引河,引洪灌溉的疏导体系;在蝗灾防治中,山西先民依据蝗虫的生活习性,采取了挖掘蝗卵-捕杀蝗蛹-灭杀飞蝗的综合防治技术体系;为了能够避免农作物受霜冻灾害和风灾的侵袭,在农业技术中采用各种方法保护禾稼免受霜冻;山西具有悠久的医疗传统,在瘟疫来临之后,除了官府派遣医生发送药物外,山西民间众多的医师采用针灸、服药和佩挂等多种方法防治瘟疫;明代山西虞乡县拔贡季元赢根据自己亲历地震的经验,总结前人的著述,著成《地震记》,对震前的各种异常现象和预防预测方法进行了论述,同时山西历史遗留下来大量的建筑物所体现出的高超的防震抗灾性能也反映出古代劳动人民的绝佳的技艺。这些技术措施虽然不能完全抵御自然灾害的侵袭,或者说我们仍然不能确定这些措施能在多大程度上抵御灾害,但是可以确定的是,这些技术是山西先民在与大自然做坚决斗争时所积

累的宝贵财富，有些在当代社会仍然适用。科学技术的发展具有传承性，古代丰富的灾害防治技术对于我们构建当代现代化的灾害防治体系具有重要的借鉴意义。

## 结束语

经过四年的艰辛努力，行文至此终于可以为本文写篇结束语了。结束语部分包括三方面的内容：一是对全面的总结归纳；二是指出本论文仍存在的不足之处和需要进一步充实的部分；三是对灾害史研究的几点体会和展望。

### 1. 论文总结

明清山西自然灾害具有典型的北方自然灾害代表性特征，在中国自然灾害史上具有自己的特色、地位，从而有较高的研究价值，本文研究的八种自然灾害基本上囊括了明清时期山西最主要的几种自然灾害。明清时期山西旱灾、涝灾、蝗灾、雹灾、霜冻、大风、地震、瘟疫都各不相同的时空分布特征，具体表现在年际分布、季节分布、月份分布、地域分布等方面。

明清山西自然灾害具有种类繁多、发生频率高、范围广、关联性强、季节性特征明显等特点。其中，旱灾是明清时期山西第一大灾害，其所发生的频次和强度远远超过其它七种自然灾害。明清山西自然灾害带来的后果和影响是严重的，最直接的后果便是在灾荒之年造成人口大量迁移和死亡，导致山西人口在明清时期锐减，经济萧条。自然灾害摧毁了人们赖以生存的土地和家园，产生了大批灾民，进而引发社会动乱。自然灾害严重时导致的大饥荒完全打破了正常的社会秩序，为了能够生存，人们突破传统伦理道德的底线，冲击以忠孝仁义为核心的传统道德规范，卖儿鬻女，父子相食，掘尸而食现象屡屡发生。

明清山西自然灾害的产生是由诸多因素造成的，主要分为自然环境原因和人类活动原因。“明清宇宙期”和“清末宇宙期”有不可抗拒的自然变异活动，造就了明清山西自然灾害群发期的大背景。山西地处内陆华北大平原的西侧，海拔较高，省内山脉众多，温差较大，“十年九旱，旱涝交错”是山西气候的主要特点，同时旱灾往往导致蝗灾的发生，涝灾与雹灾关联性强，大灾之后往往有大疫发生。而且，明清以来山西境内的河流和湖泊的功能发生退化，甚至消亡，使得其抗御旱涝灾害的功能大减。山西代表性湖泊昭余祁和文湖的消亡，以及汾河的频繁改道，都恶化了明清时期山西的水文环境。此外，植被的毁坏、冶铁业的发展、政治腐败、鸦片的种植、战争等人为因素也促成了明清山西自然灾害的发生和恶化，起了推波助澜的作用。人与环境、大自然关系的失衡、失调必然导致自然灾害接踵而至。

明清时期，人们对于山西频发的自然灾害已经有了相应的防治技术。对于旱灾，人们通过引河灌溉、引泉灌溉、凿井以灌、水窖防旱等一系列方法来兴建灌溉工程；

此外，在农业技术层面，还采用了抗旱栽培法、抗旱保墒耕作技术、耐旱作物的引进和种植、种子处理防灾等方法，均起到了一定效果。对于洪灾，人们使用修筑堤坝、古城防洪、分洪泻洪、保护森林等方法，总结出一套“防-导-用”的综合治理手段。对于蝗灾，人们通过挖掘蝗卵、捕杀蝗蛹、灭杀飞蝗等方法，与其进行斗争。在霜冻灾害方面，总结出了绳索刮霜、熏烟去霜、草裹土埋等防治方法；在瘟疫灾害方面，充分挖掘传统中医学的精髓，采取了遣医施药、临床治疗、接种疫苗等方法，尽量遏制瘟疫的传播，使其危害减到最小；在地震灾害方面，利用当时所能达到的技术水平充分进行震前预测，并总结了一些地震来临时可以减少伤亡率的逃生方法；在风灾方面，山西民众总结了各个时节的风灾规律及其危害，使用了测风器，并针对各种不同的庄稼制定了不同的抗风方法，收到了一定的成效。

对于明清时期山西自然灾害进行研究，具有代表性意义，可以为明清时代整个北方地区的气候、灾害、影响、防治技术的研究提供一个标本，并成为中国灾害史研究的重要组成部分。明清时期山西独特的地理和气候环境，造就了 8 种主要灾害的时空分布特征，研究其规律，对当今气候史研究都是有一定意义的，有助于厘清山西历史时期的气候变化过程。造成这些灾害的因素，有很多是山西当前所面临的自然灾害问题的原因所在，这些因素的影响是深远的、历史性的，值得我们当代人进行深思的。而明清时期对于各种自然灾害的防治技术，在进入现代化的今天，依然有一定的参考意义。博古通今，古为今用，同样也是科学技术史研究的宗旨所在，我们要明清时期山西自然灾害史的去，更要从历史中汲取经验和教训，以更好地对当今自然灾害进行科学有效地防治。

## 2. 不足之处

本文对明清时期山西自然灾害进行系统的整体研究，客观地讲，虽然我们已经对论文进行了多次研讨和反复修改，但是由于选题时间跨度长、空间范围大和灾害种类多等因素的制约，文中难免仍会存在一些不足之处，如统计不够精确，论证不够充分，研究不够深入等。除此之外，我们深知该篇论文只是研究一个阶段的完成，山西自然灾害史这座大厦还远没有建成，尤其是山西灾害科技史目前仍是学界研究的一片薄弱地带，仍有许多问题仍然需要进一步深入探讨，例如何种因素主导了宇宙期内自然灾害的频繁发生，灾害防治技术与其他防治措施如何相辅相成、山西自然灾害与其他地区灾害的比较以及在全国自然灾害中的地位 and 影响等。作为一名土生土长的山西人，也作为一名多年来致力于山西科技史研究的学生，这一领域正是

研究者以后长期的研究方向和毕生的事业追求。

### 3. 研究展望

通过四年来对明清山西自然灾害史的研究，我们对于当前灾害史研究的进一步开展有以下几点体会和展望：

#### 1 自然灾害史料的汇编工作仍需加强。

古人非常重视对灾害的记载，在正史、地方志、碑刻以及文人笔记中都有记述，尤其是正史和地方志当中列有“大事记”“灾祥”“祥异”等专栏对灾害进行集中记载。丰富的自然灾害史料为我们全方位、多角度开展自然灾害史的研究提供了保障。所以对自然灾害史料的汇编工作是一件非常有意义的事情，对于我们研究灾害规律、历史时期气候变化和灾害的防治工作将提供便捷条件，但是由于自然灾害史料数量庞大，汇编工作需要长时间埋头于古籍中对一条条记载爬梳整理，可想而知此项工作异常艰难，又枯燥乏味，非短时间内可以一蹴而就。因此此项工作令许多学者望而生畏。虽然目前也取得了一些成绩，出版了一些大型丛书，例如中国人民大学清史研究所所编《中国荒政集成》，但是仍有许多灾害史料遗失散落于各类古籍中等待去挖掘和整理，尤其是地方灾害史料的汇编工作亟需加强。本文在综合前人对山西灾害史料总结的基础上，主要参照山西通志和各县志以县为单位对明清山西自然灾害进行分类统计，建立明清山西自然灾害数据库，虽然在统计工作不可避免存在一些遗漏，但该项工作对进一步推动山西自然灾害史的研究具有一定的作用。

#### 2. 从科技史的角度对自然灾害史的探索仍需努力。

灾害史是目前学界研究的热点领域之一，可以说又一次达到了新的高峰，各种著述频频问世。但是从研究视角来看，主要集中于从政治学、社会学和历史学的角度进行，研究人员规模庞大，研究成果蔚为大观，并且不断有新的成果涌现。不可否认在这些领域仍有许多问题值得深入探讨，但是相比较而言，无论是研究人员规模还是学术成果数量，从科技史的角度对历史时期自然灾害的发生规律、发生原因以及防治技术的研究还很欠缺。从人文视角对自然灾害的研究可以反映出自然灾害的社会属性，但是不可否认的是自然灾害具有强烈的自然特征，并且古人在长期与自然灾害做斗争的过程中总结或发明有许多科学实用的防治技术，这些内容同样具有重要的研究价值。因为只有在一个较长的时间段内才能反映出自然灾害的规律特征，并且明清时期在自然灾害史上极具代表性，灾害史料颇为丰富，所以本文选取明清（1368-1911）544年这一较长的时间段作为研究背景。通过对明清山西自然灾

害的量化处理，对灾害的自然特征进行实证分析，对灾害发生的原因、影响和防治技术进行系统研究。虽然所取得的研究成果有限，挂一漏万，论证不足，但是希望能对推动山西灾害科技史的发展尽微薄之力。

### 3. 当代科技防灾体系的建设仍需完善。

科学技术发展到今天，即使已经取得了举世瞩目的成绩，但是我们仍然不能完全抵御自然灾害的发生，自然灾害无时无刻不在威胁着我们的生活。SARS 病毒、汶川大地震、禽流感、西南大旱、洪涝灾害等现象对我国社会生产、人民生活造成了巨大影响。自然灾害发生后，人们不仅要面临家园被毁、财产损失等现实问题，更要遭受丧失亲人之痛，严重影响了社会的安定和谐。为了能够进一步推动我国社会主义现代化建设事业，为经济的健康快速发展提供稳定环境，完善当代科技防灾体系刻不容缓。我们认为可以从以下几个方面开展工作：一是加强灾害科技史的研究，通过对历史时期灾害长时期的分析，研究灾害的动态变化规律，分析其原因和防治措施，为当代现代化灾害防治体系的构建提供借鉴；二是鉴于自然灾害具有自然性和人文性的双重属性，人文社会科学工作者和自然科学工作者应该通力合作，协同创新，打破学科壁垒，联合开展对自然灾害的研究工作，优势互补，交叉融合；三是充分学习国外发达国家先进的防灾经验。客观地讲，目前我国在灾害预测、灾害防治、灾害管理体系等方面同发达国家之间还有不少差距。充分借鉴学习国外先进经验对于提高我国灾害防治技术水平有很大帮助。如日本为应对其本国多灾的形势，多年来凭借其雄厚的经济实力、发达的科技水平和有效的组织管理构建了世界一流的灾害防治体系。为了能够完善我国现代化防灾体系，快速提高我国防灾技术水平，我们应结合我国本土国情，充分借鉴和吸收国外先进的灾害防治经验。

## 参考文献

### 一、古籍及译著：

- [1] (清) 张廷玉. 明史[M]. 北京: 中华书局, 1974.
- [2] (清) 赵尔龚等. 清史稿[M]. 北京: 中华书局, 1999.
- [3] (明) 胡广等纂修. 明实录[M]. 南京: 江苏国学图书馆传钞本影印, 1930.
- [4] (明) 申时行. 明会典[M]. 北京: 商务印书馆, 1986.
- [5] (北魏) 酈道元. 水经注[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1990.
- [6] (明) 徐光启, 石声汉校注. 农政全书校注[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1979.
- [7] (明) 宋应星. 天工开物[M]. 广东: 广东人民出版社, 1976.
- [8] (明) 顾炎武. 天下郡国利病书[M]. 上海: 上海书店, 1985.
- [9] (明) 顾祖禹. 读史方輿纪要[M]. 台北: 新兴书局, 1965.
- [10] (清) 雅德修. 山西志辑要[M]. 北京: 中华书局, 2000.
- [11] (清) 康基田. 晋乘蒐略[M]. 嘉庆刊本.
- [12] (清) 康基田. 合河纪闻[M]. 嘉庆刻本.
- [13] (清) 祁隽藻, 王毓瑚辑. 马首农言[M]. 中华书局, 1957.
- [14] (清) 吴淇浚. 植物名实图考[M]. 北京: 商务印书馆, 1963.
- [15] (清) 刘大鹏. 退想斋日记[M]. 太原: 山西人民出版社: 1990.
- [16] (明) 沈思孝. 晋录[M]. 四库全书存目丛书. 史部 247 册. 济南: 齐鲁书社, 1996.
- [17] (明) 熊三拔. 泰西水法[M]. 影印文渊阁四库全书. 台北: 台湾商务印书馆, 1986.
- [18] (明) 周履靖. 天文占验[M]. 影印文渊阁四库全书. 台北: 台湾商务印书馆, 1986.
- [19] 《田家五行》选释小组. 田家五行选释[M]. 北京: 中华数据出版社, 1976.
- [20] (明) 程羽文. 田家历[M]. 影印文渊阁四库全书. 台北: 台湾商务印书馆, 1986.
- [21] (明) 朱橚撰, 倪根金校注. 救荒本草校注[M]. 北京: 中国农业出版社, 2008.
- [22] (清) 郭云陞. 救荒简易书[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1995.
- [23] (明) 姚可成. 救荒野谱[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1995.
- [24] (元) 司农司. 救荒野谱[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1995.
- [25] (清) 杨景仁. 筹济篇[M]. 清道光 9 年刻本.
- [26] (清) 倪国珪. 钦定康济录[M]. 台北: 台湾商务印书馆, 中华民国 75 年影印本.
- [27] (宋) 董煟. 救荒活民书[M]. 台北: 台湾商务印书馆, 中华民国 75 年影印本.
- [28] (元) 欧阳玄. 拯荒事略[M]. 山东: 齐鲁书社, 1997.

- [29] (元) 张光大. 救荒活民类要[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1995.
- [30] (明) 俞汝为. 荒政要览[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1995.
- [31] (明) 林希元. 荒政丛言[M]. 上海: 上海鸿文书局, 清光绪 15 年(1889).
- [32] (明) 徐光启, 顾延龙, 徐光启著译集. 甘薯疏一卷[M]. 上海: 上海古籍出版社, 1983.
- [33] (清) 顾彦. 治蝗全法[M]. 影印文渊阁四库全书. 台北: 台湾商务印书馆, 1986.

## 二、碑刻资料:

- [1] 张正明, (英) 科大卫. 明清山西碑刻资料选第 1 辑[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2005.
- [2] 张正明, (英) 科大卫, 王勇红. 明清山西碑刻资料选·续一[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2007.
- [3] 张正明, (英) 科大卫, 王勇红. 明清山西碑刻资料选·续二[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2009.
- [4] 董瑞山, 古鸿飞, 高平. 三晋石刻总目·大同市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2005.
- [5] 钟声扬. 三晋石刻总目·朔州市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2006.
- [6] 张崇颜, 王德苓. 三晋石刻总目·太原市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2006.
- [7] 王怀中. 三晋石刻总目·长治市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2000.
- [8] 张鸿仁, 李翔. 三晋石刻总目·阳泉市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2003.
- [9] 晋华. 三晋石刻总目·晋中市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2004.
- [10] 解希恭, 张新智. 三晋石刻总目·临汾市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2004.
- [11] 吴广隆, 秦海轩. 三晋石刻总目·晋城市卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2004.
- [12] 吴均编. 三晋石刻总目·运城地区卷[M]. 太原: 山西古籍出版社, 1998.
- [13] 张学会. 河东水利石刻[M]. 太原: 山西人民出版社, 2004.
- [14] 刘文哲. 山西碑碣精华丛书[M]. 太原: 山西人民出版社, 2001.

## 三、资料汇编及工具书:

- [1] 张杰. 山西自然灾害史年表[M]. 太原: 山西省地方志编纂委员会办公室, 1988.
- [2] 张德二. 中国三千年气象记录总集[M]. 北京: 凤凰出版社, 2004.
- [3] 温克刚, 刘庆桐. 中国气象灾害大典·山西卷[M]. 北京: 气象出版社, 2005.

- [4]李文海, 夏明方主编. 中国荒政全书第一辑[M]. 北京: 北京古籍出版社, 2003.
- [5]李文海, 夏明方主编. 中国荒政全书第二辑(共四卷)[M]. 北京: 北京古籍出版社, 2004.
- [6]吴柏森等纂. 明实录类纂·自然灾害卷[M]. 武汉: 武汉出版社, 1993.
- [7]中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981.
- [8]谭其骧. 中国历史地图集(共8册)[M]. 北京: 中国地图出版社, 1985.
- [9]山西省地图集编纂委员会编制. 山西省历史地图集[M]. 北京: 中国地图出版社, 2000.
- [10]王毓瑚. 中国农学书录[M]. 北京: 农业出版社, 1979.
- [11]王毓瑚. 秦晋农言[M]. 北京: 中华书局, 1957.
- [12]张梅秀. 明实录山西史料汇编[M]. 太原: 三晋出版社, 2009.
- [13]任根珠. 清实录山西资料汇编[M]. 太原: 山西古籍出版社, 1996.
- [14]王铭等. 山西山河志[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 1994.
- [15]《晋祠水利志》编纂委员会. 晋祠水利志[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2002.
- [16]刘纬毅. 山西方志概述[M]. 长春: 吉林省地方志编纂委员会. 吉林省图书馆学会, 1988.
- [17]刘纬毅. 山西历史地名词典[M]. 太原: 山西古籍出版社, 2004.
- [18]柯病凡等. 山西中条山木材志[M]. 北京: 科学出版社, 1995.
- [19]山西省水资源管理委员会办公室. 山西水资源大事记[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 1993.
- [20]裴群. 汾河志[M]. 太原: 山西人民出版社, 2006.
- [21]汾河灌区志编纂委员会. 汾河灌区志[M]. 太原: 山西人民出版社, 1993.
- [22]葛全胜. 清代奏折汇编——农业·环境[M]. 北京: 商务印书馆, 2005.
- [23]陈高慵. 中国历代天灾人祸表 10 卷[M]. 上海: 上海国立暨南大学, 1939.
- [24]中国科学院地震工作委员会历史组编. 中国地震资料年表(上下册)[M]. 北京: 科学出版社, 1954.
- [25]顾功叙. 中国地震目录[M]. 北京: 地震出版社, 1983.
- [26]谢毓寿, 蔡美彪. 中国地震资料汇编[M]. 北京: 科学出版社, 1983~1987.
- [27]楼宝常. 中国古今地震灾情总汇[M]. 北京: 地震出版社, 1996.
- [28]国家档案局明清档案馆编. 清代地震档案史料[M]. 北京: 中华书局, 1959.

- [29]张波. 中国农业自然灾害史料集[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1994.
- [30]中国社会科学院历史研究所. 中国历代自然灾害及历代盛世农业政策资料[M]. 北京: 农业出版社, 1988年.
- [31]水利水电科学研究院水利史研究室. 清代黄河流域洪涝档案史料[M]. 北京: 中华书局, 2009.
- [32]李文海. 近代中国灾荒纪年[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1990.
- [33]李文海. 近代中国灾荒纪年续编[M]. 长沙: 湖南教育出版社, 1993.
- [34]宋正海等. 中国古代重大自然灾害和异常年表总集[M]. 广州: 广东教育出版社, 1992.
- [35]宋正海等. 中国古代自然灾异动态分析[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2002.
- [36]宋正海等. 中国古代自然灾异群发期[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2002.
- [37]宋正海等. 中国古代自然灾异相关性年表总汇[M]. 合肥: 安徽教育出版社, 2002.
- [38]江苏省地理研究所. 山西省气候历史记载初步整理[M]. 南京: 江苏省地理研究所, 1976.
- [39]张志斌. 中国古代疫病流行年表[M]. 福州: 福建科学技术出版社, 2007.
- [40]孟昭华. 中国灾荒史记[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1999.
- [41]山西省地震局. 山西省地震历史资料汇编[M]. 北京: 地震出版社, 1991.

#### 四、著作:

##### 1、中文著作

- [1]乔志强. 山西通史[M]. 山西省史志研究院编, 北京: 中华书局, 1997.
- [2]刘泽民等. 山西通史·明清卷[M]. 太原: 山西人民出版社, 2001.
- [3]张亮辑. 山西农谚[M]. 太原: 山西人民出版社, 1974.
- [4]刘逵九. 山西农家俚言浅解[M]. 太原: 大国民印刷厂, 1921.
- [5]山西省水利厅水旱灾害编委会. 山西水旱灾害[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 1996.
- [6]山西自然灾害编辑委员会. 山西自然灾害[M]. 太原: 山西科学教育出版社, 1989.
- [7]温泽先. 山西科技史[M]. 太原: 山西科学技术出版社, 2002.
- [8]行龙. 多学科视野下的山西区域社会史研究[M]. 北京: 商务印书馆, 2006.
- [9]行龙. 以水为中心的晋水流域[M]. 太原: 山西人民出版社, 2007.
- [10]行龙. 环境史视野下的近代山西社会[M]. 太原: 山西人民出版社, 2007.
- [11]黎风. 山西古代经济史[M]. 太原: 山西经济出版社, 1997.

- [12] 裴巨才. 山西冰雹[M]. 北京: 气象出版社, 2004.
- [13] 姚启明等. 山西省地理[M]. 太原: 山西教育出版社, 1994.
- [14] 吕荣民主编. 山西航运史[M]. 北京: 人民交通出版社, 1998.
- [15] 张荷. 晋水春秋——山西水利史述略[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2009.
- [16] 李乾泰, 啸虎. 山西水利史论集[M]. 太原: 山西人民出版社, 1990.
- [17] 杨纯渊. 山西历史经济地理述要[M]. 太原: 山西人民出版社, 1993.
- [18] 刘纬毅. 山西历史地名通检[M]. 太原: 山西教育出版社, 1990.
- [19] 李心纯. 黄河流域与绿色文明——明代山西河北的农业生态环境. 北京: 人民出版社, 1999.
- [20] 安介生. 山西移民史[M]. 太原: 山西人民出版社, 1999.
- [21] 黎风. 山西古代经济[M]. 太原: 山西经济出版社, 1997.
- [21] 张纪仲. 山西历史政区地理[M]. 太原: 山西人民出版社, 1992.
- [23] 徐月文. 山西经济开发史[M]. 太原: 山西经济出版社, 1992.
- [24] 邓云特. 中国救荒史[M]. 北京: 商务印书馆, 1993.
- [25] 李向军. 清代荒政研究[M]. 北京: 中国农业出版社, 1995.
- [26] 梁家勉. 中国农业科学技术史稿[M]. 北京: 中国农业出版社, 1989.
- [27] 周魁一. 中国科学技术史·水利卷[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- [28] 毛振培. 传统水利和近代水利技术, 中国近代水利史论文集[C]. 南京: 河海大学出版社, 1992.
- [29] 张芳, 王思明主编. 中国农业科技史[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2001.
- [30] 邹树文. 中国昆虫学史[M]. 北京: 科学出版社, 1981.
- [31] 董恺忱, 范楚玉. 中国科学技术史(农学卷)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [32] 邱国珍. 三千年天灾[M]. 南昌: 江西高校出版社, 1998.
- [33] 张剑光. 三千年疫情[M]. 南昌: 江西高校出版社, 1998.
- [34] 邓铁涛. 中国防疫史[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2006.
- [35] 高建国. 中国减灾史话[M]. 郑州: 大象出版社, 1999.
- [36] 张建民, 宋俭. 灾害历史学[M]. 长沙: 湖南人民出版社, 1998.
- [37] 黄春长. 环境变迁[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [38] 刘翠溶, 伊懋可主编. 积渐所止: 中国环境史论文集[C]. 台北: 中央研究院经济研究所, 1995.
- [39] 马世骏等. 中国东亚飞蝗蝗区的研究[M]. 北京: 科学出版社, 1965.

- [40]张丕远. 中国历史气候研究[M]. 济南: 山东科学技术出版社, 1996.
- [41]张芳. 明清农田水利研究[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 1998.
- [42]陶炎. 中国森林的历史变迁[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [43]申曙光. 灾害学[M]. 北京: 中国农业出版社, 1994.
- [44]李文海. 中国近代十大灾荒[M]. 上海: 上海人民出版社, 1994.
- [45]李文海, 周源. 灾荒与饥馑 1840-1919[M]. 北京: 高等教育出版社, 1991.
- [46]李文海, 夏明方. 天有凶年: 清代灾荒与中国社会[M]. 北京: 三联书店, 2007.
- [47]夏明方. 民国时期自然灾害与乡村社会[M]. 北京: 中华书局, 2000.
- [48]夏明方, 康竹沛. 20世纪中国灾变图史[M]. 福州: 福建教育出版社, 2001.
- [49]郝平, 高建国. 多学科视野下的华北灾荒与社会变迁研究[M]. 太原: 北岳文艺出版社, 2010.
- [50]张水良. 中国灾荒史(1927-1937) [M]. 厦门: 厦门大学出版社, 1990.
- [51]高文学. 中国自然灾害史(总论) [M]. 北京: 地震出版社, 1997.
- [52]罗桂环. 中国环境保护史稿[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1995.
- [53]复旦大学历史地理研究中心. 自然灾害与中国社会历史结构[M]. 上海: 复旦大学出版社, 2001.
- [54]柯象峰. 中国贫穷问题[M]. 北京: 中华书局, 1935.
- [55]向阳松. 中国水崇拜[M]. 上海: 三联书店, 1999.
- [56]陈正祥. 中国文化地理[M]. 上海: 三联书店, 1983.
- [57]蔡勤禹. 民间组织与灾荒救治——民国华洋义赈会研究[M]. 北京: 商务印书馆, 2005.
- [58]水利电力部. 中国历史大洪水[M]. 北京: 中国书店, 1990.
- [59]赫治清. 中国古代灾害史研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2007.
- [60]鲁军. 中国本草全书[M]. 北京: 华夏出版社, 1999.
- [61]姚国章. 日本灾害管理体系: 研究与借鉴[M]. 北京: 北京大学出版社, 2009.

## 2、外文著作

- [1][美]马罗立. 饥荒的中国[M]. 上海: 上海民智书局, 1929.
- [2][美]彭尼·凯恩. 1959-1961年中国的大饥荒[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1993.
- [3][美]尤金·N. 安德森著, 马樱, 刘东译, 刘东审校. 中国食物[M]. 南京: 中央人民

出版社, 2003.

[4][美]唐纳德·沃斯特. 尘暴: 1930 年代的美国南部大平原[M]. 北京: 三联书店, 2003.

[5][印度]让·德雷兹·阿马蒂亚·森著, 王宇, 王文玉译. 贫困与饥荒[M]. 北京: 商务印书馆, 2001.

[6][日]森田明, 郑栋生译. 清代水利社会史研究[M]. 台北: 编绎馆, 1996.

[7][法]魏丕信, 徐建青译. 18 世纪中国的官僚制度与荒政[M]. 南京: 江苏人民出版社, 2003.

[8]董晓萍, [法]蓝克利. 不灌而治——山西四社五村水利文献与民俗[M]. 北京: 中华书局, 2003.

[9]William T. Rowe, *Hankow: Conflict and Community in a Chinese City, 1796-1895*, Stanford, Calif: Stanford University Press, 1989.

[10]Pierre-Etienne Will & R. Bin Wong (魏丕信、王国斌): *Nourish the People: the state civilian granary system in China, 1650-1850*, Ann Arbor, Mich, 1991.

[11]Margarett Loke, *Chenkan: A Ming Village*, Orientations, Feb, 1999.

[12]Mark Elvin, *The Retreat of the Elephants: An Environmental History of China*, London: Yale University Press, 2004.

[13]Robert B. Marks, *Tigers, Rice, Silk, and Silt: Economy in Late Imperial South China*. New York: Cambridge University Press, 1998.

[14]Shan Deqi, *Hongcun Village, Anhui: A Place of Rivers and Lakes*, Ronald G Knapp ed., *China's Old Dwellings*, Honolulu, University of Hawaii Press, 2000.

[15]Joseph A Mcdermott, *Emperor, Elites, and Commoners: the Community Pact Ritual of the Late Ming*, Joseph P. Mcdermott ed, *State and Court Ritual in China*, Cambridge, U. K, Cambridge University Press, 1999.

## 五、论文:

### 1、博士论文:

[1]单联喆. 明清山西疫病流行规律研究[D]. 中国中医科学院, 2013.

[2]于志勇. 明清内蒙古中西部的自然灾害与救灾措施[D]. 内蒙古师范大学, 2010.

[3]张祥稳. 清代乾隆时期自然灾害与荒政研究[D]. 南京农业大学, 2007.

- [4] 卢勇. 明清时期淮河水患与生态、社会关系研究[D]. 南京农业大学, 2008.
- [5] 赵艳萍. 民国时期的蝗灾与社会应对[D]. 华南师范大学, 2007.
- [6] 汪志国. 自然灾害重压下的乡村——以近代安徽为例[D]. 南京农业大学, 2006.
- [7] 金麾. 清代森林变迁史研究[D]. 北京林业大学, 2008.
- [8] 王建文. 中国北方地区森林、草原变迁和生态灾害的历史研究[D]. 北京林业大学, 2006.
- [9] 邵侃. 中国古代农业灾害防减体系研究[D]. 西北农林科技大学, 2009.
- [10] 吴朋飞. 山西汾涑流域历史水文地理研究[D]. 陕西师范大学, 2008.
- [11] 张慧芝. 明清时期汾河流域经济发展与环境变迁研究[D]. 陕西师范大学, 2005.
- [12] 孟万忠. 历史时期汾河中游河湖变迁研究[D]. 陕西师范大学, 2011.
- [13] 蔡畅宇. 关于灾害的哲学反思[D]. 吉林大学, 2008.

## 2、硕士论文:

- [1] 白燕斌. 明代晋北地区的自然灾害与社会应对研究[D]. 陕西师范大学, 2011.
- [2] 张丽芬. 明代山西灾荒研究[D]. 西南大学, 2006.
- [3] 苏慧慧. 山西汾河流域公元前 730 年至 2000 年旱涝灾害研究[D], 陕西师范大学, 2010.
- [4] 张艳梅. 清代四川旱灾时空分布研究[D], 西南大学, 2008.
- [5] 祁磊. 明清时期救荒思想研究[D]. 武汉大学, 2005.
- [6] 张慧芝. 明清时期汾河流域经济发展与环境变迁研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2005.
- [7] 武小平. 元代山西地区自然灾害研究[D]. 广东: 暨南大学, 2010.

## 3、学术论文:

- [1] 李心纯. 黄土高原水土流失加剧的祸根——明代的军屯与九边所导致的土地演替[J]. 山西师大学报(社会科学版), 1999(1).
- [2] 邵侃, 卜风贤. 中国古代救荒书中的减灾技术资料价值评估[J]. 科学技术哲学研究, 2010(3).
- [3] 邵侃, 商兆奎. 传统农业时代的农业减灾技术研究[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2009.(5).
- [4] 高策. 山西清代地理学初探[J]. 科学技术与辩证法, 2000(4).
- [5] 高策. 从历史的角度看太原生态环境的变迁[J]. 经济师, 2002(5).

- [6]叶依能. 明清时期农业生产技术备荒救灾简述[J]. 中国农史, 1997 (4): 27-34.
- [7]卜风贤. 周秦两汉时期农业防灾抗灾技术措施[J]. 古今农业, 2001 (2): 9-22.
- [8]邵侃, 卜风贤. 明清时期粮食作物的引入和传播——基于甘薯的考察[J]. 安徽农业科学, 2007 (22): 7002~7004.
- [9]梁家勉, 彭世奖. 我国古代防治农业害虫的知识[J]. 中国古代农业科技[M]. 北京: 农业出版社, 1980.
- [10]彭世奖. 中国历史上的治蝗斗争[J]. 农史研究, 1983 (3): 122-130.
- [11]潘承湘. 我国东亚飞蝗的研究与防治简史[J]. 自然科学史研究, 1985 (1): 82-91.
- [12]罗桂环. 朱橚和他的《救荒本草》[J]. 自然科学史研究, 1985 (2): 189-194.
- [13]周肇基. 《救荒本草》的通俗性实用性和科学性[J]. 中国农史, 1988(1): 99-110.
- [14]邹树文. 论徐光启《除蝗疏》[J]. 科学史集刊, 1963 (6) .
- [15]马万明. 明清时期防治蝗灾的对策[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2002. (2)
- [16]王永厚. 梁章钜《农候杂占》[J]. 中国农史, 1990 (4) :95-96.
- [17]张波等. 中国农业自然灾害历史资料方面观[J]. 中国科技史料, 1992 (3) .
- [18]卜风贤. 中国农业灾害史研究综述[J]. 中国史研究动态, 2001 (2) .
- [19]萧廷奎, 彭芳草, 李长付. 河南省历史时期干旱的分析[J]. 地理学报, 1964, (3).
- [20]杨志荣, 张万敏. 湖南省历史旱灾时空分布规律[J]. 灾害学, 1994. (2) .
- [21]唐锡仁, 薄树人. 河北省明清时期干旱情况的分析[J]. 地理学报, 1962. (1) .
- [22]萧廷奎. 关于“河北省明清时期干旱情况的分析”一文的商榷意见[J], 地理学报, 1962. (4) .
- [23]苏宗正, 袁正明, 赵晋泉. 1303年山西洪洞8级大地震研究综述[J]. 山西地震, 2003 (3) .
- [24]陶君丽, 光春云. 1303年洪洞地震的震灾对策[J]. 中国地震, 2004 (3) .
- [25]范晓辉等. 山西省近50年日照时数时空变化特征研究[J]. 生态环境学报, 2010 (3) .
- [26]任健美, 王尚义, 刘彩英. 山西省历史时期洪、旱灾害统计特征分析[J]. 中国气象学会2007年年会气候变化分会场论文集, 2007.
- [27]马志正, 韩军青, 高兰玉. 汾河下游三万年来环境变迁及表现特征[J]. 山西师范大学学报(自然科学版), 2001 (2) .

- [28]王尚义,张慧芝,马义娟等.历史时期流域生态安全探研——以汾河上游为例[J].地理研究,2008(3).
- [29]王尚义,任世芳,孟万忠等.六百年来汾河上游人口压力增长与环境状态演变之关系[J].地理研究,2007(3).
- [30]赵海晓,任伯平,王尚义等.试论清代中晚期汾河上游人类活动与太原水患加剧之关系[J].太原师范学院学报(自然科学版),2006(4).
- [31]霍岳飞,王尚义.明代汾河上游土地增垦及其动因分析[J].太原师范学院学报(社会科学版),2007(2).
- [32]行龙.明清以来山西水资源匮乏及水案初步研究[J].科学技术与辩证法,2000(6).
- [33]行龙.晋水流域36村水利祭祀系统个案研究[J].史林,2005.(4).

附录 1 明代各类自然灾害年度统计表<sup>①</sup>

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1368							6		6
1369	3								3
1370	4								4
1371	1	1				1	1		4
1372			1		1	1			3
1373	1						1		2
1374	3	1	3		1				8
1375		3			3				6
1376	2								2
1377	1								1
1378	3								3
1379									
1380	1								1
1381		1							1
1382									
1383									
1384									
1385		1							1
1386									
1387		1							1
1388									
1389									
1390									
1391									
1392									
1393	1			1					2
1394									
1395									
1396									
1397									
1398									
1399	1								1
1400		1							1
1401									
1402									
1403									
1404			1						1
1405									

<sup>①</sup> 此附表和以下各附表都是在《山西自然灾害史年表》、《中国三千年气象记录总集》、《中国气象灾害大典·山西卷》、《山西地震历史资料汇编》的基础上，参照山西地方志统计得出。

附录1 明代各类自然灾害年度汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1406									
1407									
1408									
1409	2	2		1					5
1410									
1411									
1412		1							1
1413									
1414	1	5							6
1415		2							2
1416	2								2
1417									
1418									
1419									
1420									
1421									
1422									
1423									
1424		1							1
1425		6			4				10
1426		1							1
1427	3								3
1428	45	1							46
1429									
1430	11			11					22
1431	7			2					9
1432		2							2
1433	2	1							3
1434	1								1
1435		2			2				4
1436									
1437									
1438									
1439	8								8
1440		1			2				3
1441	15								15
1442									
1443					1				1
1444	2								2
1445	8	2							10
1446		1							1
1447									

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1448									
1449									
1450	4			5					9
1451	3			2					5
1452									
1453	2	1							3
1454	1								1
1455	2								2
1456									
1457	2								2
1458	1								1
1459									
1460									
1461									
1462	2								2
1463									
1464	1	2			1				4
1465									
1466		2							2
1467							3		3
1468	1	1							2
1469		1							1
1470	2	1			1				4
1471	3	1			6		2		12
1472	6				10	1	2		19
1473	28	9			4		1		42
1474				1	1	1			3
1475		1							1
1476		2		1					3
1477		1							1
1478									
1479	6	1							7
1480	1				1	3			5
1481	9	4							13
1482	7	9			2	1			19
1483	12		1		2				15
1484	24		2		2		1	6	35
1485	16		3				6		25
1486	11		1		2	1			15
1487	1	2				2			5
1488	3				4	3			10
1489									

附录1 明代各类自然灾害年度汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1490	3	2							5
1491	1	1							2
1492	1				1	2			4
1493	4			1	1	1	1		8
1494	20								20
1495	14		2	5					21
1496	32			2	2				36
1497	8	1					2		11
1498	44	1							45
1499	11	2							13
1500	32	1							33
1501	10	8			2	1	2		23
1502		2					8		10
1503	1	1					9		11
1504	8	2		3				2	15
1505	15						8	1	24
1506	1				1				2
1507	6		1		3				10
1508	2	6			2	2			12
1509	3	5			2				10
1510					1	1			2
1511	2	5	1	1	1	2			12
1512	8	2							10
1513	2	14	3	1	9	4	3		36
1514		1			6		7		14
1515		2		1	2				5
1516	7	3			5				15
1517		2	1		5				8
1518		6			3				9
1519	8	6			6				20
1520		4			4				8
1521	3	2			1	1			7
1522	4				3		5		12
1523	6	1			2	2			11
1524	9	3			1				13
1525					7				7
1526	1	3			2	3	3		12
1527	2				4		1		7
1528	25	4	6		2			3	40
1529	6	2	15	1	1	1	1		27
1530	2	1	1					4	8
1531	4		1		2				7

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1532	13				2			1	16
1533	14	3		6	3				26
1534	12	1			1				14
1535	1	2	1						4
1536	1	8	8	1	10		2		30
1537		1	4		2		2		9
1538					3		3		6
1539	5	3		1	1		1		11
1540	1	6	1						8
1541	3	6		3		2			14
1542		4					1		5
1543		9			1			2	12
1544		12			2	2		1	17
1545	23		1	2	2		1		29
1546		4			3		1		8
1547	3	3		2	3	3			14
1548	2	1		2	1	4			10
1549	1	1		1	1	1	1		6
1550	10	3		4		8			25
1551	2	1			1		1		5
1552	5	1			4		2		12
1553	4	7		2		1	1		15
1554	1	1					1		3
1555	1	1				1	7		10
1556		2					6		8
1557	2	2	1	2			2		9
1558	6	2			6	3	2		19
1559	9	7	1		4	3			24
1560	13	1	3		64			3	84
1561	23				1		3		27
1562	4								4
1563		1					1		2
1564	1	1			1				3
1565	3						1		4
1566	1	7	1	1					10
1567		3			1			1	5
1568	14	1	2		2	1	2		22
1569	1	1		1	3	1			7
1570	4	11			4			2	21
1571		1		1	3	1		1	7
1572	2	3			2	2	1	2	12
1573	3	3							6

附录1 明代各类自然灾害年度汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1574	1	2							3
1575		8			2		1	1	12
1576	2	2			2	1			7
1577			1						1
1578	1	1		5	1	2			10
1579	2	2	2		2		6	12	26
1580		7	1	2	3	1	7	11	32
1581	7	1		2		1	2	9	22
1582	9	2			2	1	3	3	20
1583	5		3	2	4		3		17
1584			1	7	2		3	1	14
1585	24	1	1	3	2	1	3	2	37
1586	41	3		6		2		6	58
1587	19	1	2	42	2		12	7	85
1588	4	5	1	4	6		4	10	34
1589	1	3	1		1		1		7
1590	1	3	2						6
1591		2		1	1		2		6
1592				1	1				2
1593		5			3	1			9
1594		3							3
1595	1	7		1	5	2			16
1596	4	3		1	3				11
1597		9		2	1				12
1598	4	9	2	4	7	3		1	30
1599	13	12		3	4				32
1600	10	4			3	1	1		19
1601	24	3		14	1		1	5	48
1602	2	5			1			1	9
1603	1	3			1				5
1604	1	8		1	6	1			17
1605	7	9		2	7	1			26
1606	7	6			3	2	3		21
1607	5	8		1	1				15
1608		4			1	1	1		7
1609	46	2			2				50
1610	25			1		1	1	7	35
1611	8						2	5	15
1612	9	1						3	13
1613	12	17	1				3		33
1614	1	3					15		19
1615	3	3	5		2		2		15

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1616	12		15						27
1617	12	1	11				6		30
1618			4		2		9	1	16
1619	3	2				5			10
1620			1	2	2				5
1621	1					1	1		3
1622									
1623							1		1
1624	2	4		2			1		9
1625	3	2							5
1626	1	3		1		1	8		14
1627	4			2	2		2		10
1628	15	1		2	1				19
1629	2				1	1	1		5
1630	1	2							3
1631	1	2	22	1	5				31
1632	3	10	6		1		12		32
1633	20	2			2			7	31
1634	13				1			3	17
1635	5		3		1	1	2	1	13
1636	6		8		3	1			18
1637	11		3		3			2	19
1638	15	2	8			2			27
1639	15		15	4	2	2			38
1640	34		5	5	1				45
1641	22	3	4					5	34
1642	5	3	1	1	1	5	8		24
1643	3	2				1		2	8
1644			1	3	1	4	1	2	12

附录2 清代各类自然灾害年度统计表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1644	1	1	1	6	2	8	1	2	22
1645	7	4	2	1	3		3		20
1646		4	9		2		1	1	17
1647	2	6	45	1	1				55
1648		14	18	1	1		2		36
1649	3	16	12	2	1	4	2		40
1650	12	2	9		10	4			37
1651	9	7	1		10		1	1	29
1652	1	17			13	1			32
1653	1	9		3		1	1	2	17
1654	5	7		1			1	3	17
1655	14	1	1		6				22
1656	7						1		8
1657	2	4			3	1	2		12
1658		2		1	3	1			7
1659		2		1	7	3	1		14
1660	3	2		2	3	1			11
1661	3				1		1		5
1662	3	24			2				29
1663		4			1				5
1664	4	8		3		2			17
1665	13			4	5	1			23
1666		3			1	1	1		6
1667		1			2				3
1668	1	2			1		9	1	14
1669	2			3	6	1	1	1	14
1670	4	1		4		4			13
1671	10		1		1	1			13
1672	10	1	7	8	1	4	1		32
1673	7	2	2		2		7		20
1674	5					1	2		8
1675							1		1
1676	1				1	1			3
1677	1				8	1			10
1678	1	7		3	1				12
1679	20	11		2	1	1	9		44
1680	14	3		2	7		3	1	30
1681	3			1			1	4	9
1682	2			2			1	1	6
1683	4	4		3	1		23		35

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1684	3	12			1				16
1685	5								5
1686	2	4				2			8
1687	3	2	1	1	4	1			12
1688	1			1	2	1			5
1689	13			1	2				16
1690	22			1			1		24
1691	30		13	2	1	2	1	1	50
1692	16	4	35	1		3		4	63
1693	3	12	7		1			1	24
1694	4	2		3	1		1		11
1695	10	1	2	13	2		11		39
1696	16	4		16					36
1697	18	1		8				3	30
1698	10	1		3				2	16
1699	2	2		2	4	1	1	1	13
1700	2	5							7
1701	4			1	5		1		11
1702			2		1			1	4
1703		2			1				3
1704	11		1	1	1				14
1705	2			2					4
1706	5		1		1				7
1707		1			1				2
1708	4	2			3			2	11
1709	1	1			4	2	2		10
1710					1		1		2
1711									
1712	5	1			2				8
1713	1								1
1714	8				2				10
1715	3				1				4
1716	1	1		1	2	3		1	9
1717	1	1							2
1718	1	1			2	2	2		8
1719			1		1		2		4
1720	45			3		3			51
1721	51				2	1			54
1722	22				3	4			29
1723	12	1	1					1	15
1724	1	2							3
1725	1	4		1					6

附录2 清代各类自然灾害时间汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1726	4	1			1			1	7
1727		1		1	1	1			4
1728	2	1			1	2		3	9
1729		1			1				2
1730	4			2	3				9
1731	4			3					7
1732	9	3						1	13
1733	3		1		1			1	6
1734	1	1			1				3
1735	2								2
1736		1			1	1			3
1737	6	6			3	1			16
1738					1		2		3
1739	5	1							6
1740		1			5				6
1741			1		1	4			6
1742	2				2				4
1743	7								7
1744	2			1	2	1			6
1745	27	8		3	2		1		41
1746	2	1		1	5	2			11
1747	8	3	2		2				15
1748	15				3				18
1749		5			5	1			11
1750	10				2				12
1751		11			1				12
1752	18				1	5			24
1753	3	6				1			10
1754		2				3	2		7
1755	2				2	5			9
1756	1	8	1	1	1				12
1757		6				8		1	15
1758	2	7			6				15
1759	58	3		5		4			70
1760	5		2		3	1	1	1	13
1761		16			1	1			18
1762	1	2							3
1763	1			1					2
1764	4								4
1765	2				2				4
1766			1						1
1767		3							3

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1768	2	2			2	1			7
1769	2					2			4
1770		2				2			4
1771	2	2				2			6
1772	3		1						4
1773						3			3
1774	3				1	3			7
1775		5							5
1776	3	1							4
1777		2			1		1		4
1778	12			9		1			22
1779	1								1
1780					1				1
1781	3	2			1				6
1782	1	2							3
1783	1	1							2
1784	2								2
1785	6	5			3				14
1786		6							6
1787	14		1						15
1788	13	1		1	1				16
1789		2							2
1790	2								2
1791	2								2
1792	8			1					9
1793	16	2						1	19
1794	2	8			2				12
1795	8	5			2				15
1796	3	1				1			5
1797	6	2		1		1			10
1798		3							3
1799	2			1	4				7
1800	3	1							4
1801	1	17			3				21
1802	6	2							8
1803	6								6
1804	29		1		1				31
1805	30	2				1			33
1806	5	9			2				16
1807	5	3			1	1			10
1808	3	1							4
1809	3								3

附录2 清代各类自然灾害时间汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1810	10				1	1			12
1811	9	3		1					13
1812	4		1		1				6
1813	8	9		1	1	4	4		27
1814	9	4		1			1		15
1815		5			1		5		11
1816	2				1	1			4
1817	17			9					26
1818		1				1			2
1819	2	11			1				14
1820	5	8			3	5		1	22
1821		1						5	6
1822	2	13						2	17
1823	1	2				1			4
1824	1		1						2
1825	6		1		2				9
1826	5		3			6			14
1827	6		1		1		1	1	10
1828	3	1		3		1			8
1829	4	2			6		1		13
1830	2	2		2	2	6	2	1	17
1831	1	5		17	2	2			27
1832	26	9		11		3			49
1833	8	1	6	2	3				20
1834	15	4		2	3	1			25
1835	30	9		11	3	3			56
1836	14		2	1	1			2	20
1837	7	2	11		1				21
1838		3	10		4	1			18
1839	16	4		3	2	1			26
1840	5	3			1	1			10
1841	2	8			1	3			14
1842	4	2							6
1843		6				1		1	8
1844	1	4	1		1	2			9
1845	5	1		1	1	1			9
1846	33	2		2	3				40
1847	10	5							15
1848	4	1			2	1			8
1849	2	5						2	9
1850		1			1				2
1851	1	5			4				10

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1852	3	3	1		3				10
1853	4	5			1	3	1		14
1854	2	3			2				7
1855	1	9	1		6				17
1856	9	2			3	1			15
1857	3	1	4		2		1		11
1858	9		19	2		2	2	3	37
1859	14		1	5	1	1			22
1860	7	8	2			1			18
1861	5	1		1	1	3			11
1862	10	6	4	7	2	1	6	2	38
1863	3	2	21	3	3	3		1	36
1864		5	1	5	1		1		13
1865	2	1	1	1	2			2	9
1866	3	3		3	3	2		1	15
1867	28	5				1	1	1	36
1868	7	9		1	2	2			21
1869	14	3			6	1		1	25
1870	3	9		2	5			1	20
1871	1	24		4	1	3		1	34
1872	4	7		5	3	1		1	21
1873	5	8		2	5	3			23
1874	3	3			2	1		1	10
1875	12	6			5	4		1	28
1876	27	1		3		3		1	35
1877	78	1		5	9	6		5	104
1878	42	18			2	1	1	15	79
1879	14	13			12	2	2		43
1880	3	8	1		8	3	1		24
1881		1			1	1			3
1882		2			1			1	4
1883		2			1				3
1884	1	4							5
1885	2								2
1886	2	2							4
1887	2								2
1888	3	1							4
1889	2	2		2		1		1	8
1890	1	3			1	1	1	1	8
1891	1	2			1	1	2		7
1892	16	10		5		7		1	39
1893	2	2	2		1			1	8

附录2 清代各类自然灾害时间汇总表

年	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
1894		3			2				5
1895		8			1	1			10
1896	1	2							3
1897		2							2
1898		1	1				1		3
1899	6				2				8
1900	36	1	1	7	3			1	49
1901	9	9		1	9	1			29
1902	6		3	1	3			2	15
1903		1				2			3
1904		1							1
1905				1	1			1	3
1906	2	1			2				5
1907	3				1			1	5
1908		2						1	3
1909		3			1		1		5
1910		1			3			1	5
1911					3			1	4

附录 3 明代山西各县自然灾害统计表

府、州	县	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	大风	地震	瘟疫
太原府	阳曲 (太原)	15	5		3	1	8	7	5
	太原 (太原南郊)	55	25	5	13	6	4	21	8
	太谷 (太谷)	23	7	4	19	6		1	3
	祁县 (祁县)	15	12	4	11	2	5	4	3
	交城 (交城)	15	6	2	5		3	2	2
	文水 (文水)	23	11	1	8	4	4	5	5
	盂 (盂县)	9	2	1	5		2	6	4
	寿阳 (寿阳)	15	2	3	7		1	4	1
	榆次 (榆次)	23	15	5	19	5	3	3	3
	徐沟 (清徐徐沟镇)	13	5		1	1		1	
	清源 (清徐)	5	6	1				3	4
	静乐 (静乐)	10	10	1	7	4	1	3	3
	河曲 (河曲东南 70 里)	9	4	2	7	3		4	2
岢岚州 (太原府)	兴县 (兴县)	5	3						3
	岚县 (岚县)	3	1		1				2
平定州 (太原府)	乐平县 (昔阳)	2	2				1		5
忻州 (太原府)	定襄 (定襄)	17	10	2	8	2	3	1	5
代州 (太原府)	五台 (五台)	3	3	1	3	2		2	4
	崞县 (原平崞阳镇)	17	3		8		4	2	5
	繁峙 (繁峙)	6	3			4		2	4
保德州 (太原府)	不领县	8	3	2	5	3		4	2
汾州府	汾阳 (汾阳)	18	5	1	1	2	1	2	2
	平遥 (平遥)	9	7		2	5		6	
	介休 (介休)	12	13	3	1	2		5	1
	孝义 (孝义)	12	11	1				2	3
	临县 (临县)	10	2		3	1		2	1
	石楼 (石楼)	15	2		6	2			
永宁州 (汾州府)	宁乡 (中阳)	6	2		7			1	2
潞安府	长治 (长治)	18	4	5	6	2	3	4	6
	长子 (长子)	10	2	6	7	2	2	1	4
	屯留 (屯留)	7	5	3	10	3	6	1	4
	潞城 (潞城)	18	4	4	4	3	2	5	4

附录3 明代山西各县自然灾害统计表

府、州	县	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	大风	地震	瘟疫
潞安府	襄垣(襄垣)	18	1	1	1	2	3	3	6
	平顺(平顺)	1							3
	黎城(黎城)	5	3	1	3	1	1		5
泽州	高平(高平)	12	15	2	12	5	3	4	4
	阳城(阳城)	12	9	7	4	2	2	3	4
	陵川(陵川)	6	1	1	2	2		2	2
	沁水(沁水)	5		2				1	3
平阳府	临汾(临汾)	50	8	8	4	9	1	4	3
	岳阳(安泽)	15	3	1	1	2	1	5	2
	洪桐(洪桐)	21	10	1	2	6		1	2
	浮山(浮山)	17		2		1		1	3
	翼城(翼城)	18	9	4	2	3		2	4
	曲沃(曲沃)	27	6	3	5	4	1	1	4
	汾西(汾西)	17		1		2			3
	襄陵(襄陵县襄陵镇)	19	7	1	2	1			2
	太平(襄汾汾城)	23	3	5	2	2		1	3
	灵石(灵石)	11	9	2		4			
	蒲(蒲县)	15	2	5	1	1	2	4	1
	赵城(洪桐赵城)	5	11	1	3	1	1	1	
吉州(平阳府)	乡宁(乡宁)	19	3		3	4			3
蒲州(平阳府)	临晋(临猗临晋镇)	15	9	4	2	1		1	3
	河津(河津)	6	1	1					
	荣河(万荣荣河镇)	12	13	7	2			5	4
	万泉(万荣)	14	5	3	3			3	
	猗氏(临猗)	16	3	4		1		3	
解州(平阳府)	闻喜(闻喜)	9	4	3	1		5	3	3
	安邑(运城安邑)	28	4	7	3	2	1	8	3
	夏(夏县)	10	4	2	2			2	1
	平陆(平陆旧城)	15	9	2	4	3	1	3	1
	芮城(芮城)	9	2	2		2		2	
绛州(平阳府)	垣曲(垣曲)	5	10	6	2			1	3
	绛县(绛县)	2		4	2	1			
	稷山(稷山)	15		6	2	5		1	4
霍州(平阳府)	不领县	12	15	2	2	4	1	1	

府、州	县	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	大风	地震	瘟疫
隰州（平阳府）	大宁（大宁）	1			1				
	永和（永和）	15	2	1	7	2		1	
大同府	大同（大同）	43	23	5	21	2	5	7	5
	怀仁（怀仁）	16	2		1				1
应州（大同府）	山阴（山阴）	12	5		4	2	3	4	1
朔州（大同府）	马邑（朔县西北）	3	8		4		1	2	3
蔚州（大同府）	广灵（广灵）	15		1	2	4	3	6	2
	灵邱（灵邱）	9	2	1				1	4
浑源州（大同府）	不领县	12	1	1			1	3	3
辽州	和顺	4	3		3				3
	榆社	5		1	1	3	1	5	3
沁州	武乡	12	1	2	6	3	2	7	4
	沁源	11	4	1	9	6	2	4	4
山西行都指挥使司 （各卫所对应现在县）	宁武	2	1					1	
	偏关	5	2		4	3			
	神池	2				1		1	
	五寨		1						
	右玉	4	1	1	1	1	1		2
	左云	12	3		2		2	2	3
	平鲁	1					1		2
	朔州	25	8	2	6	10	2	3	5
	阳高	10	4	1	4				2
天镇	12	1		1				2	

附录4 清代山西各县自然灾害统计表

府	县、州	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	风灾	地震	瘟疫
太原府	阳曲（太原）	12	8	8	8	1	3	6	2
	太原（太原南郊）	40	29		4	3	7	3	3
	太谷（太谷）	8	7	3	2	4	1		1
	祁县（祁县）	7	8	3	3	1	3	2	1
	交城（交城）	14	8	2	3		1	2	3
	文水（文水）	19	16	3	6	6	12	1	3
	兴县（兴县）		3		1				6
	岢岚州（岢岚县）	15	4	2	3	3		2	2
	榆次（榆次）	36	8	4	5	5	1	1	5
	徐沟（清徐徐沟）	5	6	1			1	1	2
	清源（1763年入徐沟）	5	12		2		1		4
岚县（岚县）	2	1		2	1				
汾州府	汾阳（汾阳）	21	23	2	1	3	2	2	1
	平遥（平遥）	11	17	3	2			2	
	介休（介休）	18	24	4	12	3	4	7	3
	孝义（孝义）	9	8		2		1	3	2
	临县（临县）	23	10	1	7	5	4	3	2
	宁乡（中阳）	6		3	2	2		1	1
	永宁州（离石）	18	4	1		3	1		3
	石楼（石楼）	7							
潞安府	长治（长治）	38	14	7	18	9	4	3	3
	长子（长子）	14	7	3	9	5	6	2	
	屯留（屯留）	18	4	2	8	2	2		2
	潞城（潞城）	8	3	5	9	3	6	4	1
	壶关（壶关）	11		4	10	5	2	1	
	襄垣（襄垣）	23	4	2	14	6	7	3	1
	平顺（1529建1764省）	16	2	1	5	1			
	黎城（黎城）	9	2	3	5				
泽州府	凤台（晋城）	21	28	3	11	8	5	4	10
	高平（高平）	46	17	2	24	5	4	1	1
	阳城（阳城）	19	14	3	5	7	5	1	8
	陵川（陵川）	11	5	3	8	2	1	2	1
	沁水（沁水）	36	22	4	4	2	2	2	7
平阳府	临汾（临汾）	37	6	7	3	1	3	2	3
	岳阳（安泽）	34	20	4	6	9	7	1	
	洪洞（洪洞）	14	6	5			2	3	1
	浮山（浮山）	19	1	3	2	2	2	2	3
	翼城（翼城）	24	11	4	1	1	7	5	3
	曲沃（曲沃）	26	14	5	5	3	2	4	5
	汾西（汾西）	14		2	5		1	1	

明清山西自然灾害及其防治技术

府	县、州	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	风灾	地震	瘟疫	
平阳府	襄陵（襄陵县襄陵镇）	41	14	3	1	2	2	2	1	
	太平（襄汾汾城）	24	9	4	4	4	4	2	5	
	乡宁（乡宁）	20	3	3	3				4	
	吉州（吉县）	24	6	4	3	2	2		1	
蒲州府	永济（永济西南）	20	9	6	4		5	2		
	临晋（临猗临晋镇）	20	8	2		2	1	1	3	
	虞乡（永济虞乡、清复置）	11	9	4	1	2	1	1	6	
	荣河（万荣荣河镇）	50	18	4	5	6	7	1	3	
	万泉（万荣万泉故城）	15	5	4	9	1	1		1	
	猗氏（临猗）	20	6	3	6	1	2		4	
大同府	大同（大同）	27	17	3	8	3	3	1	4	
	怀仁（怀仁）	18	6	4	2	4			2	
	山阴（山阴）	5	5	3	2	2				
	阳高（阳高，清复置）	11	3	3		4				
	天镇（天镇，清置）	11	5	6	4	1	1	1	3	
	广灵（广灵）	16	5	5	6	4	3	4	5	
	灵邱（灵邱）	13	1	4	5	4	1	1	6	
	浑源州（浑源）	9	4	5		2		2	3	
应州（应县）	6	6	4	1	2					
	宁武府	宁武（宁武）	2	2					1	
		偏关（偏关）	9	10	1		2	2		1
		神池（神池）	2	1	1	1			1	
五寨（五寨）										
朔平府	右玉（右玉）	7	1	2	1	1		2	1	
	左云（左云）	15	3	2			4	2	2	
	平鲁（平鲁旧城）	1	1							
	马邑（1796年并入朔县）	7	5					1	1	
	朔州（朔县）	15	7	4	1	1		1	2	
平定州	盂（盂县）	12	3	3	1	6	6	1		
	乐平县（1796年入平定州）	8		5	3	4	2		3	
	寿阳（寿阳）	19	15		9	4	5		4	
沁州	武乡（武乡）	20	12	3	19	10	8	3	2	
	沁源（沁源）	18	19	1	5	7	1		2	
辽州	和顺（和顺）	13	2	4	3	9	4	1	2	
	榆社（榆社）	7	5	1	5	5	1	2		
绛州	垣曲（垣曲）	12	8	11	3	2	3	2	7	
	闻喜（闻喜）	18	7	2	2	1			2	
	绛（绛县）	4		3	1	1	2	1	1	
	稷山（稷山）	15	9	3	2	3	2		4	
	河津（河津）	12	7	2		1	2	2		
解州	安邑（运城安邑）	34	18	3	1	5	4	2	2	
	夏（夏县）	12	8	3	1				4	

附录4 清代山西各县自然灾害统计表

府	县、州	旱灾	涝灾	蝗灾	雹灾	霜冻	风灾	地震	瘟疫
解州	平陆（平陆旧城）	13	6	7	5	1	8	3	3
	芮城（芮城）	18	7	6	3	4	5	2	1
霍州	赵城（洪桐赵城）	11	3		1	1			
	灵石（灵石）	12	5	2	1	2	1		2
隰州	大宁（大宁）	3	10		1				1
	蒲（蒲县）	11	3	3	4	3	1		2
	永和（永和）	15	1	3		1		1	5
忻州	定襄（定襄）	11	7	2	7	5	2	1	1
	静乐（静乐）	12	3	1	3	4	1	3	4
代州	五台（五台）	7	6	1	1			1	
	崞（原平崞阳镇）	11	6		4	4	3	1	
	繁峙（繁峙）	7	7	1	3				
保德州	河曲（河曲）	26	13	1	8	10		3	4

附录 5 明代各朝山西自然灾害统计表

年号	在位年代	在位时间	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
洪武	1368-1398	31	20	8	4	1	5	2	8		48
建文	1399-1402	4	1	1							2
永乐	1403-1424	22	5	11	1	1					18
洪熙	1425	1		6			4				10
宣德	1426-1435	10	69	7		13	2				91
正统	1436-1449	14	33	4			3				40
景泰	1450-1457	8	14	1		7					22
天顺	1457-1464	8	6	2			1				9
成化	1465-1487	23	127	35	7	2	31	9	15	15	241
弘治	1488-1505	18	207	21	2	11	10	7	30	4	292
正德	1506-1521	16	42	58	6	3	51	10	10	2	182
嘉靖	1522-1566	45	223	115	44	28	140	34	49	22	655
隆庆	1567-1572	6	21	20	2	2	15	5	3	7	75
万历	1573-1620	48	330	173	54	107	86	27	91	170	1038
泰昌	1620				1	2	2				5
天启	1621-1627	7	11	9		5	2	2	13		42
崇祯	1628-1644	17	171	27	76	16	23	17	24	42	396

附录6 清代各朝山西自然灾害统计表

年号	在位年代	在位时间	旱灾	涝灾	虫灾	霜冻	雹灾	风灾	地震	瘟疫	总计
顺治	1644-1661	18	70	98	98	19	66	24	17	15	425
康熙	1662-1722	61	430	131	73	95	92	43	82	48	1055
雍正	1723-1735	13	43	15	2	7	9	3		12	104
乾隆	1736-1795	60	287	138	9	23	65	52	7	11	652
嘉庆	1796-1820	25	168	82	2	14	20	16	10	2	339
道光	1821-1850	30	213	96	36	55	40	34	4	28	536
咸丰	1851-1861	11	58	37	28	8	23	11	4	10	190
同治	1862-1874	13	83	85	27	33	35	18	8	35	337
光绪	1875-1908	34	271	109	8	25	66	34	8	63	618
宣统	1909-1911	3		4			7		1	3	18

## 攻读学位期间取得的研究成果

### 发表论文:

[1]高策, 邹文卿. 明代汾河流域旱灾时空特征分析[J]. 山西大学学报(哲社版). 2013(1), 21~26.

[2]高策, 邹文卿. 清代山西的蝗灾规律及其防治技术[J]. 自然辩证法通讯. 2013(4):45~51.

[3]邹文卿, 高策. 清代山西旱灾规律及防治技术[J]. 科学技术哲学研究. 2013(6): 84~89.

[4]民国时期蝗虫研究的科学成就及经验[J]. 自然辩证法研究. 2013(10): 85~90.

### 主持参加科研项目:

[1]明清时期汾河流域自然灾害及其防治, 山西省研究生创新项目, 项目编号: 20113006, 主持;

[2]山西省科学史志研究, 山西省重大软科学项目, 项目编号: 041058, 参与。

### 获得奖项:

2013年博士研究生国家奖学金

## 致 谢

这篇博士论文的写作结束了，但我深感学术领域的浩瀚与博大。在四年充实的博士求学生涯中，我不仅收获了专业的知识和科研的方法，而且得到了诸多老师和亲人朋友的指导和支持，正是在他们的无私帮助下，本篇论文才得以顺利完成，在此向他们致以最崇高的敬意！

首先要感谢的是我的导师高策教授，自从 2008 年跟随先生学习以来，先生高瞻远瞩的眼光、严谨的治学态度、博大精深的学识深深地感动着我，激励着我，也是我终生追求的目标。先生常常告诫我们：“思想有多远，路就能走多远”，“年轻人要能经得住诱惑，努力奋斗，向更高的平台迈进！”，在高校毕业生逐年增多，就业形势异常严峻，多数年轻人迷茫徘徊的情形下，先生平实的话语为我们的人生道路指明了方向。正是由于先生的言传身教，我才坚定了继续求学的信念，才有今日博士论文的完成。在我步入博士阶段后，先生屡次告诫我们论文选题对于之后的研究至关重要，在与先生多次反复的分析论证后，深感山西作为拥有五千年文化历史的文明发源地之一，蕴含着丰富的科技资源，在先生的指导下，我选择了明清山西自然灾害作为自己的研究主题。在论文的写作过程中，大到论文的整体框架、思路把握，细到语言组织，符号运用，无不渗透着先生辛勤的汗水。先生为了能够让我安心科研，一心向学，不仅在生活上对我扶持帮助，而且积极鼓励我申请研究生创新项目，争取学业奖学金，正是在先生无微不至的关怀下，我才能够摆脱后顾之忧全心投入到学习科研中。

山西大学科学技术史研究所和科学技术哲学研究中心为我提供了优越的学习和科研环境，在论文的写作过程中，有幸得到了诸多不仅学术素养深厚而且师德高尚的老师们细心地指导和帮助，感谢殷杰教授、张培富教授、贺天平教授、杨小明教授、魏屹东教授、吴文清副教授、姚雅欣副教授以及中国政法大学费多益教授、中国科学院大学王佩琼教授、山西省委党校牛芳教授和太原理工大学梁变凤副教授对于论文提出的宝贵意见。山西大学黄土高原研究所王孟本教授及其弟子范晓辉博士多年来致力于黄土高原气候变迁问题，我曾数次向他们求教论文中遇到的问题，王老师以及范博士总是不厌其烦、耐心细致地为我解答，他们富有建设性的见解总能够使我豁然开朗、茅塞顿开。研究山西古代蝗灾需要对蝗虫的生长发育拥有一定的认识，在我对此一筹莫展时，非常感谢山西大学应用生物学研究所马恩波教授，马老师及其弟子刘耀明博士非常热情地带领我在蝗虫实验室持续观察数周并为我讲授

蝗虫生长发育知识，之后他们又对我写出来的关于山西蝗灾的学术论文给予了悉心指导和细致修改。山西大学环境与资源学院桑楠院长和李广科教授是我就读本科时的老师，感谢他们多年来一直对我的关心和鼓励。感谢资料室孙立真老师、祁大为老师为我提供了查阅资料的便利，感谢编辑部许玉俊老师、于捷老师对于学术论文所作的认真细致的编辑工作，在此各位老师致以最真诚的感谢！

特别感谢师兄赵云波、冯震宇、李德新、杨阳、丁宏、雷志华，师弟张登毅、张振新、王鹏飞，师妹冯偲、武晓媛、杨倩倩对我的帮助，感谢既为老师也是我博士同学的太原理工大学王金平教授、太原科技大学史宏蕾副教授，同时非常珍视在求学期间建立起的珍贵的同学友谊，王坚、孙磊、杨维恒、李爱花、王亚男、齐振英、刘耀明、乔增杰、田保华、王杰，感谢你们，正是你们的存在才使得我的博士生活丰富多彩。

最后，我想深情地对我的父母说：你们辛苦了！感谢父母，正是你们多年来无声的付出、默默的奉献才使得我能够顺利走完自己的求学之路，感谢我的爱人段美宇一直以来对我的鼓励和支持，在我求学期间她承担了大量的家务，保证了我充足的学习时间和安静的环境。感谢我刚出生的儿子，你带给了我巨大的动力和希望。

行文至此，我满怀感恩，如果没有各位老师和亲朋好友的支持和帮助，我不会顺利完成博士阶段的学习。祝愿各位老师以及亲朋好友都能够开心幸福！在以后的科研道路上，我将以只争朝夕、时不我待的精神、以更加饱满的热情和埋头苦干的态度继续努力！

2014年6月于山西大学

## 个人简况及联系方式

个人简况：

姓名：邹文卿

性别：男

籍贯：山西侯马

联系方式：

电话：

电子邮箱：