

分类号:

密 级:

学号: 1076201014496

单位代码: 10762

新疆师范大学

2013 届硕士学位论文

新疆阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价研究

Vulnerability assessment of natural of natural disasters
in cities of Aksu prefecture, Xinjiang

研究生姓名: 戴锐

学科、专业: 人文地理学

研究 方向: 城市地理与规划

院系、年级: 地理科学与旅游学院 2010 级

指导 教师 : 安瓦尔·买买提明 (教授)

新疆师范大学

2013 年 6 月 4 日

新疆师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明： 所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

关于论文使用授权的说明

学位论文作者完全了解新疆师范大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属新疆师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。（保密的学位论文在解密后遵守此规定）

保密论文注释：本学位论文属于保密在_____年解密后适用本授权书。

非保密论文注释：本学位论文不属于保密范围，适用本授权书。

学位论文全文电子版同意提交后可在校园网上发布，供校内师生浏览。

本人签名：_____

日期：_____

导师签名：_____

日期：_____

中文摘要

本世纪以来,自然灾害频繁发生,城市作为人类活动的主要聚居地 and 政治、经济、文化中心,一旦发生自然灾害,将会造成巨大的经济损失。特殊复杂的地理环境和气候条件决定了塔里木盆地是自然灾害的频发带以及生态系统的脆弱带,该地区干旱、大风、沙尘暴、洪水以及地震、雪灾等自然灾害频繁。塔里木盆地虽地广,但人口多聚集在狭小的绿洲地带,遭受自然灾害会造成严重的人员和经济损失。为了提高塔里木盆地城市应对自然灾害的能力,本文以阿克苏地区为例,以多灾种复合情况为背景,构建阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体系,开展自然灾害脆弱性评估研究,对其城市的防灾、减灾、救灾以及城市的可持续发展具有重要理论意义和实践价值。

本文着眼于提高阿克苏地区城市的防灾能力为出发点,通过构建评价指标体系与方法,对其进行城市灾害脆弱性研究。本文在广泛借鉴前人的研究基础上,从致灾因素、经济、人口、城市环境设施等四方面选取指标,构建阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体系,并对其进行自然灾害脆弱性评价研究。

本文首先阐明自然灾害脆弱性的相关概念,对于国内外对自然灾害脆弱性发展历程、现状和存在的问题进行了综述研究。然后选取阿克苏地区的八县一市为研究对象,从自然地理环境和社会经济环境两方面分析其孕灾环境,通过搜集 1949-2010 年阿克苏地区各类自然灾害的相关数据,分析其自然灾害的特征。本文在所确定的脆弱性评价理念和思路的指导下,结合阿克苏地区自然灾害的特征,构建了阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体系,并运用模糊综合评价法对其进行城市灾害脆弱性研究评价。分析结果表明:阿克苏地区八县一市中,阿克苏、新和县、阿瓦提县为高脆弱度;温宿县、沙雅县为中脆弱度;库车县、拜城县、乌什县、柯坪县为低脆弱度。同时,提出了防灾抗灾的对策建议。最后,对论文的研究工作进行总结,提出今后深入研究的方向。

关键词: 自然灾害;阿克苏地区;脆弱性评价;指标体系

Abstract

In this century, natural disaster happened frequently all over the world. It will cause huge economic loss to the city, which are the political, economical and cultural center and the main habitat for the human activity, if natural disaster hits the city.

Tarim Basin is the vulnerable area with a weak ecological system where natural disaster happens with a high frequency such as drought, strong wind, sand storm, flood and earthquake due to the special geographic environment and climate.

Although Tarim Basin is a vast region, the most of the population concentrates in the narrow oasis zone. There will be severe personnel and economic loss if natural disaster hits this area. This article takes the Aksu region with a background of multiple kinds of disaster as an example to build the evaluation index system for the vulnerability against natural disaster in order to start the vulnerability evaluation against natural disaster, which will create theoretical significance and practical value for the disaster prevention, disaster reduction, disaster relief and the sustainability for the city.

The paper is based on how to improve the capability of Aksu for disaster resistance via the establishment of evaluation index system and the research on the city's vulnerability. Based on the experience of the former research, this paper describes how to build the evaluation index system by selecting indexes from the aspects of the elements to cause the disaster, economy, population and the environmental facilities. After build the system, the paper then evaluate and study on the vulnerability of Aksu.

The paper firstly illustrates the conception of natural disaster vulnerability which is followed by a research summary on development history, current status and existing problems of natural disaster vulnerability domestically and abroad. The paper takes one city and eight counties of Aksu province as research object to analyze hazard-formative environment from geographic characteristics and social economic conditions and to analyze its natural disasters characteristics through the collection of relevant data of natural disasters from 1949-2010 of Aksu area. Under the guidance of the established vulnerability evaluation concept, the article builds the evaluation system. Furthermore, this article applies the fuzzy comprehensive evaluation to assess the city's vulnerability. The analysis indicates that Aksu city, Toksu county, Awat county are with the highest level of vulnerability, Wensu county with moderate the level of vulnerability and Kuche county, Baicheng county, Uqturpan county, Keping county with the lowest level of vulnerability. In the meantime, this paper puts forward countermeasures and suggestions about how to prevent and fight the natural disaster and raises the resource orientation for the further research.

Key words: natural disaster; Aksu province; vulnerability assessment; index system

目录

1 绪论	1
1.1 选题背景	1
1.1.1 国际背景	1
1.1.2 国内背景	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 国外灾害脆弱性研究现状	2
1.2.2 国内灾害脆弱性研究现状	4
1.2.3 新疆自然灾害研究现状	5
1.3 自然灾害与城市化发展的相互关系	6
1.4 研究意义	6
1.5 研究内容	7
1.6 研究方法和技术路线	7
1.6.1 研究方法	7
1.6.2 技术路线	9
2 自然灾害脆弱性	10
2.1 自然灾害脆弱性概念	10
2.2 自然灾害脆弱性的构成与类别	11
2.3 自然灾害脆弱性评价的方法	12
3 阿克苏地区城市自然灾害孕灾环境及其灾害特征	14
3.1 阿克苏自然灾害孕灾环境	14
3.1.1 阿克苏地区自然环境	14
3.1.2 阿克苏地区社会经济环境	17
3.2 阿克苏地区自然灾害特征	18
3.2.1 阿克苏地区自然灾害空间分异	19
3.2.2 主要自然灾害	20
4 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体系	26
4.1 研究区自然灾害脆弱性评价体系的构建原则	26
4.1.1 系统性原则	26
4.1.2 科学性原则	26
4.1.3 可操作性和简明性	26
4.1.4 兼容性和适合性原则	26
4.1.5 定量与定性相结合原则	26
4.2 指标体系的建立及指标解释	27

4.2.1 评价指标体系	27
4.2.2 指标解释	27
4.3 确定指标权重	29
4.3.1 熵值法的基本步骤及权重确定	30
4.4 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性模糊综合评判模型构建	31
4.4.1 建立因素集	31
4.4.2 确定评价指标的分级标准	32
4.4.3 构建隶属函数	32
4.4.4 模糊综合评判	34
5 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价	35
5.1 数据资料来源	35
5.2 研究区自然灾害脆弱性评价结果及分析	35
5.3 降低脆弱性对策建议	38
结论	40
参考文献	42
在读期间发表的论文	46
后记	47

1 绪论

1.1 选题背景

1.1.1 国际背景

近年来，随着城市经济的高速发展，城市已经是人类活动的主要聚居地，是区域内政治、经济、文化等方面的中心，也是区域或国家国民经济和社会发展的战略中心。城市的发展将促使农村人口向城市集中和提升城市产生的经济比重。黄金川、方创琳指出占地球全部陆地面积的 1%城市土地总面积负载的人口已接近总人口的 50%，所获得的经济产值则高达全球经济产值产出的 70%^[1]。自然灾害虽然是在一定的自然地理环境下产生的，但是自然界与人类社会经济环境相互作用的结果，自然灾害发生后，人类往往无法承受、难以控制，会造成人类生命和财产损失^[2]。城市相对于自然灾害来说一个巨大的承灾体，很多自然灾害难以预测和控制，一旦发生，城市显得相当的脆弱，必将酿成巨大的损失。因此，城市灾害和安全减灾已经受到世界各国的广泛关注。据 1900-2010 年全球范围内自然灾害数据统计表明，人类社会正遭受着自然灾害越来越来严峻的威胁，损失也越来越巨大^[4]。2008 年是近几十年来全球受自然灾害最严重的一年，自然灾害造成的损失达 2000 亿美元，造成全球约有 20 多万人死亡，经济损失数额达 2000 亿美元。2008 年 5 月初热带风暴“纳尔吉斯”袭击缅甸，造成近 8.45 万人伤亡，其中约 5.38 万人失踪，1.94 万人受伤，735 万人受灾，造成经济损失达 40 亿美元。2011 年 3 月日本东北部发生 9.0 级地震，震源深度 10 米。由地震引起的海啸，导致上万人死亡，失踪人数大约有 2 万多人，造成的经济损失高达约 3000 亿美元。2011 年 7 月，受台风和强降雨的影响，泰国连降暴雨引发洪水，洪水持续三月有余，700 多人死亡，数百万人受灾，三分之一省份被淹，是泰国 50 年来最严重的一次。

1.1.2 国内背景

我国城镇化正处于高速发展阶段，城市数量已由 1949 年的 136 个发展到目前的 660 个。根据中国统计年鉴，中国城市化水平已由 1978 年的 17.92%上升为 2011 年的 47%，34 年间上升了 29.08 个百分点，年平均上升 0.856 个百分点。2000-2011 年，城市化水平增加 1.09 个百分点（图 1-1）。预测到 2050 年代末，我国的城市化水平将达到 75%左右。

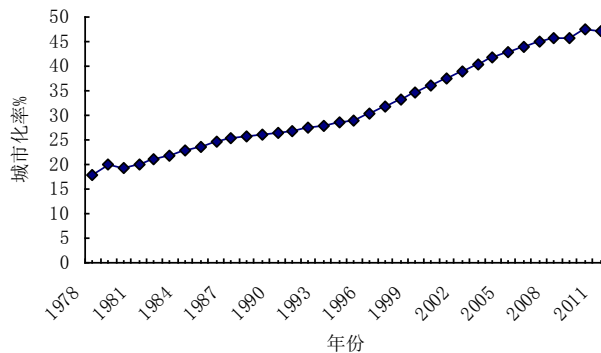


图 1-1 1978-2011 年全国城市化水平

改革开放以来我国城市得到了快速的发展，于此同时城市遭受自然灾害而造成的经济损失也逐步增加。我国幅员辽阔，人口众多，地形、气候等地理条件复杂，自然变化强烈，是世界上自然灾害严重的国家之一，灾害频发，种类多，强度大，影响范围广，成灾比率高。由于我国城镇化进程的加速发展，人口数量急剧膨胀、城市经济增长模式落后、生态环境恶化和城乡差距进一步扩大等趋势，致使自然灾害频繁发生，自然灾害造成的损失日益严重。据统计，近年来我国每年因自然灾害造成生命财产损失值达 2000 亿元以上^[4]。进入二十一世纪以来，发生重大自然灾害有：2008 年 1 月，受西南暖湿气流的三次影响，长时间滞留在长江中下游及南方地区，形成雨雪天气，因灾死亡、失踪 133 人，紧急转移安置 166 万人，严重破坏南方大部分地区的水电供应系统、交通设施，造成直接经济损失 1516.5 亿元。2008 年 5 月 12 日，四川省汶川县发生里氏 8 级地震，这是中国建国以来有历史记录发生的最大的地震，最大烈度 11 度，其成因是印度洋板块和亚欧板块相冲撞，造成青藏高原抬升，其具有极大的破坏性，同时救灾难度也极大，直接造成的受灾面积约 10 万 km²，确定约 7 万人遇难，37 万人受伤，约 1.8 万人失踪，北川、汶川等个别县城几乎夷为平地，只能将其县城迁移重建，造成直接经济损失 8451 亿元人民币。这些突发性灾害的发生不可预知性强，发生时往往出乎于人们的意料，对人类所产生的破坏是全面的、持续永久的。

1.2 国内外研究综述

1.2.1 国外灾害脆弱性研究综述

国外灾害脆弱性研究大致可以分为三个阶段：萌芽阶段、发展阶段、提升阶段。
(1) 萌芽阶段

灾害脆弱性研究源于前期学术界盛行的“致灾因子论”，致灾因子论认为用致灾因子的强度和频率来划定灾害等级不同，但各个研究区的人口、经济及社会环境抵御灾害的能力是不同的，所造成的灾害损失和影响方式也有所差距，这也是其缺点所在。在 1945 年，White and Burton 等地理学家在 *Environment as Hazards* 一书中，

提出了适应与调整的观点，首次指出降低灾害损失和影响不仅仅是从简单的致灾因子研究和工程防御措施出发，调节人类社会行为活动也是可以到达其目的，为其后的综合防灾减灾奠定了理论基础^[6]。在这段时期，在灾害学中由于工程技术与自然科学仍居于主要地位，自然灾害发生后的成灾因子、建筑物性质等受到更多的关注，人类的社会经济活动因素所起的作用被忽略。人们普遍认为影响灾情大小的主要原因是致灾因子，因此对社会因素所起的作用未曾关注。此时，灾害脆弱性研究处于起步阶段，发展进展较为迟缓。

（2）发展阶段

防御灾害、减少灾害的实践研究从上世纪 80 年代起，在全球范围内展开。学术界开始在，国际越来越多的灾害学者逐渐开始关注灾害形成过程中脆弱性在所起的作用。认为在相同致灾强度下，灾害的影响会随脆弱性的增强而增大。许多学者认为，减少脆弱性是降低灾害损失最为直接和有效的方法。进入 90 年代，防灾、减灾实践研究趋于综合化方向转移。1981 年成立了国际风险协会，他们开始分析灾害风险，研究风险管理与政策。1987 年，在第 42 届联合国大会上宣布将从 1990 年至 2000 年的 20 世纪最后一个十年制定为“国际减轻自然灾害十年”，于此相关的世界各国科学家及各类组织，采用不同方法和不同角度对灾害风险进行了一系列研究。1992 年，Keith smith 在“Environmental Hazards”一书中，系统总结了人类对灾害的脆弱性及对灾害的调整。此后，1994 年 5 月，联合国第一届世界减灾大会在日本横滨市召开，会议上将脆弱性和灾害风险达成了一个共同的认识，为建立更安全世界大会制定了的防灾、减灾、抗灾的指导方针，并将防灾、备灾、减灾的基础是灾害风险性和脆弱性评估研究。开始关注脆弱性在灾害中作用的学者们越来越多，他们进行了大量的实践，对与脆弱性相关的重要方面进行了研究，特别是人口构成结构、政府决策等。政府间气候变化委员会(IPCC)先后发布三个评估报告中强调了脆弱性问题及其定义，报告指出：脆弱性研究主要关注的是特定系统对气候变化影响的敏感程度及系统对这种影响的适应能力。此后，国际地理联合会成立了特大城市灾害脆弱性研究小组，通过研究分析城市的灾害历史案例，发现脆弱性、暴露性是城市致灾因子中，对城市人口安全、经济损失的影响最为严重的。1999 年，通过国际学者的商讨决定，国际全球环境变化的人文因素计划之一是建立全球环境变化与人类安全综合研究办公室，开始重视对自然灾害与城市脆弱性的研究。自此开始，联合国减灾行动计划也做出了调整，进一步强调了国际上减少灾害和环境灾害的政府合作机制和公众参与制度的建立，并用联合国国际减灾战略计划(ISDR)代替了原来的国际减灾 10 年计划，注意减少人类社会系统对灾害的脆弱性，建立一个安全性较高的世界。

在此期间，那些较早研究灾害，对其研究处于领先地位的国家遭受越来越多灾害，并且造成了巨大的损失。此时，相关学者对致灾因子论展开了激烈的讨论，对

灾害的认识也从单一的致灾因子论转变为致灾因子-社会-经济-人为系统论。学者也越来越重视灾害中脆弱性所发挥的作用,并做了大量的研究和实践工作,特别是探究了影响脆弱性的重要因素,这对后期学者继续研究灾害脆弱性奠定了良好的基础。

(3) 提升阶段

回顾 21 世纪前自然灾害脆弱性的研究情况,自然灾害脆弱性研究在理论上的研究虽然仍处于定性的描述和度量阶段,但已经有了很大的发展。进入 21 世纪以来,极端、突发自然灾害事件的越来越多,尤其是近年来灾害发生的频率、强度、损失的提高,自然灾害人们生活生产带来极大的影响,甚至是毁灭性的。灾害的研究、灾害脆弱性研究受到越来越多学者的关注,正在被提升到前所未有的高度,国际社会对脆弱性的认识日益明晰。

2003 年 6 月 22-25 日,比利时的首都布鲁塞尔召开了第一届世界风险大会,大会重点关注人类经济、社会和文化系统对各种灾害的脆弱性水平,及他们适应风险的能力,且脆弱性分析就是分析人类经济、社会和文化系统对灾害的驱动力与抑制机制,以及响应能力^[7]。2005 年 1 月 17-22 日,在日本神户市举行了联合国第二届全球性减灾防灾会议,提出了《兵庫宣言》,《兵庫宣言》中的目标就是加强世纪全球减灾活动,在整个减灾过程中,要实现有效的减灾综合措施就是要通过降低社会的脆弱度来减少灾害风险水平,又或是通过提高国家和社会的减灾抗灾能力来实现^[8]。从 21 世纪以来,脆弱性研究已成国际灾害研究的趋势,它是可持续发展性科学领域和全球环境变化所关注的热点问题和重要的分析工具,被许多学者视为一门新兴的科学。为了能高效的服务于区域防灾减灾,当前的主要任务是通过各种方式实现脆弱性的定量评估。脆弱性的定量评估的方法中基础、运用最多、最重要的方法就是建立一整套自然灾害脆弱性评价指标体系以及相应的评价模型。

1.2.2 国内灾害脆弱性研究综述

在 20 世纪 80 年代,国内学者才开始关注灾害脆弱性研究。在进三十年的研究中学对其做了大量的工作。商彦蕊、史培军等^[15]以旱灾为例研究其脆弱性,采用定性分析法和建立概念模型,而通过构建自然灾害脆弱性指标体系的方法来进行脆弱性评价。樊运晓等(2003)选取地震、洪灾、地质灾害三种灾害,建立研究区承灾体脆弱性指标体系、运用层次分析法合理的确定指标的权重、对脆弱性评价理论模型进行了初步探讨^[16]。石勇,孙蕾等人选取上海沿海六县为研究对象,从承灾体的角度,选取影响灾害脆弱性的 5 个方面进行分析,构建指标体系,运用层次分析法确定权重,建立自然灾害脆弱性模型,对其进行评价研究^[17];石勇、许世院等以上海农业水灾为例,收集上海历史灾情的基础上运用 DEA 方法进行水灾脆弱性评估^[18]。邵传青,张芳等以天津为例采用两种评价方法对沿海城市自然灾害脆弱性进行研究^[19]。严浏娜、孙长等运用以浙江沿海地区台风灾害为例,采用投影寻踪技术优化其

模型参数, 建立一个特殊的台风灾害脆弱性评价模型进行研究^[20]。

国内学者在对自然灾害的研究中, 在研究对象上, 主要是对洪灾、旱灾、水灾等单灾种灾害研究比较广泛; 在研究方法上, 主要是采用定性分析法和建立概念模型, 近几年学者逐渐开始通过构建自然灾害脆弱性指标体系的方法来进行脆弱性评价的方法。而对城市自然灾害脆弱性评价研究主要集中在沿海城市, 还未出现对我国西部干旱区城市自然灾害脆弱性研究。因此, 建立一套适合塔里木盆地周边城市自然灾害脆弱性评价指标体系、评价模型和方法是当前首要的任务, 以实现灾害脆弱性从定性到定量的评估, 有效服务于区域防灾减灾。

1.2.3 新疆自然灾害研究综述

新疆自古以来是我国自然灾害多发地区之一, 对自然灾害研究的文献也比较多。韩璐^[21]从自然环境和社会因素两方面分析清代新疆灾害产生的原因, 并分析了清代政府对新疆的救灾政策; 刘德才^[22]总结了 1949-1990 年新疆发生的各类自然灾害对新疆国民经济的造成的重大损失;

孙希华^[23] (1993) 根据自然灾害类型区划原则将新疆自然灾害分为了山区自然灾害类型区、沙漠边缘自然灾害类型区、绿洲自然灾害类型三类; 叶民权^[24] (1996) 在讨论自然灾害区划的原则、指标和方法的基础上, 对新疆地震、干旱、洪水、病虫害等灾害进行了综合区划研究。陈亚宁, 乔木等^[25]总结了塔里木盆地周围山地主要自然灾害类型, 按灾害发育的环境、灾害成因和灾害发生的时间三方面对其分析了自然灾害地理分布特征。

另外, 还有很多学者对新疆单灾种灾害从较长的时间尺度上研究其空间变化和趋势。崔彩霞^[26]分析 1961-1999 年 40 年的新疆气象资料, 分析其气候变化特征及变化趋势, 和沙尘暴天气在时间和空间分布特征。满苏尔, 沙比提, 陆吐布拉, 依明等^[27, 28]选取 1949-2008 年 60 年间南疆大风、冰雹灾害灾次、受灾面积、经济损失、死亡牲畜等指标研究其时空变化特征和对农业生产的影响。姜逢清^[29]从成灾面积、灾次和直接经济损失研究了 1950-2000 年新疆洪水灾害在时空分布、受灾面积、灾次和经济损失等方面的趋势。

徐海量, 陈亚宁等^[30]以塔里木盆地为例对风灾危险性进行了评价, 分析风灾的空间分异特点, 在此基础上它是风沙致灾强度和承灾强度的综合反映。陈亚宁、杨思全等^[31]选取灾害密度、灾害频率、断道时间、次数和强度作为评估指标, 对新亚欧大陆桥新疆段沿线的 6 个工务段的易损性评估指标进行分区计算, 并根据各指标贡献率赋予权重值和进行灰色分级, 然后构造模型, 将初始化后各指标值代入分别求算各工务段辖区段的易损度。

目前国内对新疆自然灾害的研究主要集中在以下几方面: 灾害类型总结、灾害原因分析、御防对策研究、自然灾害类型区划、单灾种灾害时空变化特征分析等;

而对社会经济对诱发自然灾害的研究粗略研究，没有深入的研究人类活动、社会经济条件和自然灾害之间的因果关系。对新疆区域内自然灾害脆弱性从未有人研究过，本文在查阅其他区域自然灾害脆弱性研究的背景下，结合新疆地区特殊的地理环境和社会经济环境对某一区域自然灾害脆弱性评价，为区域的防灾减灾提供一定的理论依据。

1.3 自然灾害与城市化发展的相互关系

自然灾害是在一定的孕灾环境中形成的，是自然环境变异、社会经济环境和人类活动的综合反映，它形成的强度、频率、成灾强度以及灾后建设都与这些因素有关，在这些因素中自然变异所造成的灾害大多是人力不可控的，而人、财产以及环境等作为受灾体是造成经济损失的可控因素。由此可见，城市化发展和自然灾害有着一定联系，何爱平曾提到城市化与灾害互为因果^[32]。城市化快速发展必定伴随着人口的快速增长、城市不断扩建和新建，城市超标排污、过量开采地下水等，从而导致城市环境恶化，环境的生态承载力无法负担城市化进程，这就意味着新的灾害会不断增加，暴露在灾害危险中的受灾体（人口、财富、基础设施等）不断扩大。比如，日益加剧的人类活动，是全球变暖原因之一，气候变暖后，我国发生干旱、高暖、冰雪等气候极端事件的发生频率趋多、趋强。

城市人口密集，经济发达，各类设施高度集中，一旦发生城市自然灾害，造成的损失更为严重，灾害放大效应明显，自然灾害已成为建设安全、和谐城市的主要障碍之一。1976年，唐山大地震使整座城市瞬间成为废墟，与同年在四川西北和云南的强烈地震相比，无论是人员伤亡，还是经济损失都要大的多。2008年初，南方雪灾造成城市大面积交通线路、生命系统瘫痪，给人民群众的生产生活造成巨大影响和损失。由此可见，自然灾害发生则会影响城市化水平和城市的可持续发展、社会稳定，甚至可能成为限制城市化发展的重要原因。李宏也曾提出自然灾害与经济增长之间存在正相关，自然灾害损失会随着经济增长而增长^[33]。灾害的发生往往不仅对人类生命财产造成破坏，影响人们正常生活和身心健康，同时也会严重影响经济、政治、文化等各个领域，而且给资源和环境也会带来严重的破坏。

1.4 研究意义

阿克苏地区位于南疆中心地带，是新疆重要的交通枢纽，是天山南坡产业带的中心城市之一。2010年，中央新疆工作座谈会和全国对口支援新疆工作启幕后，阿克苏地区城镇化水平快速提高，越来越多的农村人逐步迁移到城镇，城镇的经济水平，基础设施等条件也快速提高，城镇面临的诸如地震、冰雪灾害、洪旱、环境污染等自然灾害也逐渐增多，给城市发展造成损害和影响。城市灾害损失程度一方面

与灾害发生的强度和频率有关，另一方面则与载体自身的脆弱性有密切的关系，因此降低各类承灾体的脆弱性成为减灾的核心部分^[34]。

本文选取阿克苏地区八县一市为研究对象，从研究区的孕灾环境和灾害特征入手，建立自然灾害脆弱性指标体系和评价模型，实现对研究区城市自然灾害脆弱性的定量评估，其意义主要体现在一下几方面：

(1)开展阿克苏地区城市自然灾害脆弱性研究，可以补充新疆城市的自然灾害脆弱性研究的空白，丰富自然灾害脆弱性评价的理论和方法。

(2)可以了解灾害发展势态、估计灾难发生后可能造成的损失以及受灾体的抗灾能力，为载体系统恢复和重建提供依据。

(3)进行灾害脆弱性评价对城市的防灾、减灾及救灾工作以及城市规划、城市安全与可持续发展具有重要理论意义和实践价值。

1.5 研究内容

本文主要研究主要以阿克苏地区自然灾害主要类型及其空间差异，探讨灾害脆弱性因素，构建塔里木盆地城市灾害脆弱性评价指标体系，分析其危险性，为塔里木盆地城市的合理开发以及防灾减灾提供依据。

(1)本文在系统论述国内外自然灾害脆弱性研究进展的基础上，对自然灾害脆弱性的概念、构成及评价方法进行了阐述，并阐明本文所秉持的脆弱性评价理念。

(2)选择阿克苏为研究对象，分析其城市发展水平、社会经济条件，利用研究区域灾害的历史资料分析自然灾害主要类型、特征及其空间分异。

(3)广泛借鉴脆弱性评价的指标体系和评价模型，从自然条件、经济因素、人口因素和环境设施因素等方面进行指标的筛选，构建阿克苏地区城市灾害脆弱性评价指标体系，确定了其城市综合脆弱性的评价模型以及计算指标的权重。

(4)分别计算阿克苏地区八县一市^①自然灾害脆弱度，通过对所建立的各因素脆弱性评价指标体系进行具体分析。

(5)根据所得的评价结果，提出降低各城市自然灾害脆弱性的有效措施，以及减少灾害损失的相应对策。

1.6 研究方法和技术路线

1.6.1 研究方法

(1) 文献分析法

在研读自然灾害相关文献的基础上，对前人的论文进行归纳总结，并对近几年内出现的相关研究进行整理分析，奠定本文的研究基础。

^① 由于农一师各团场直属于新疆生产建设兵团，不在本文研究内容。

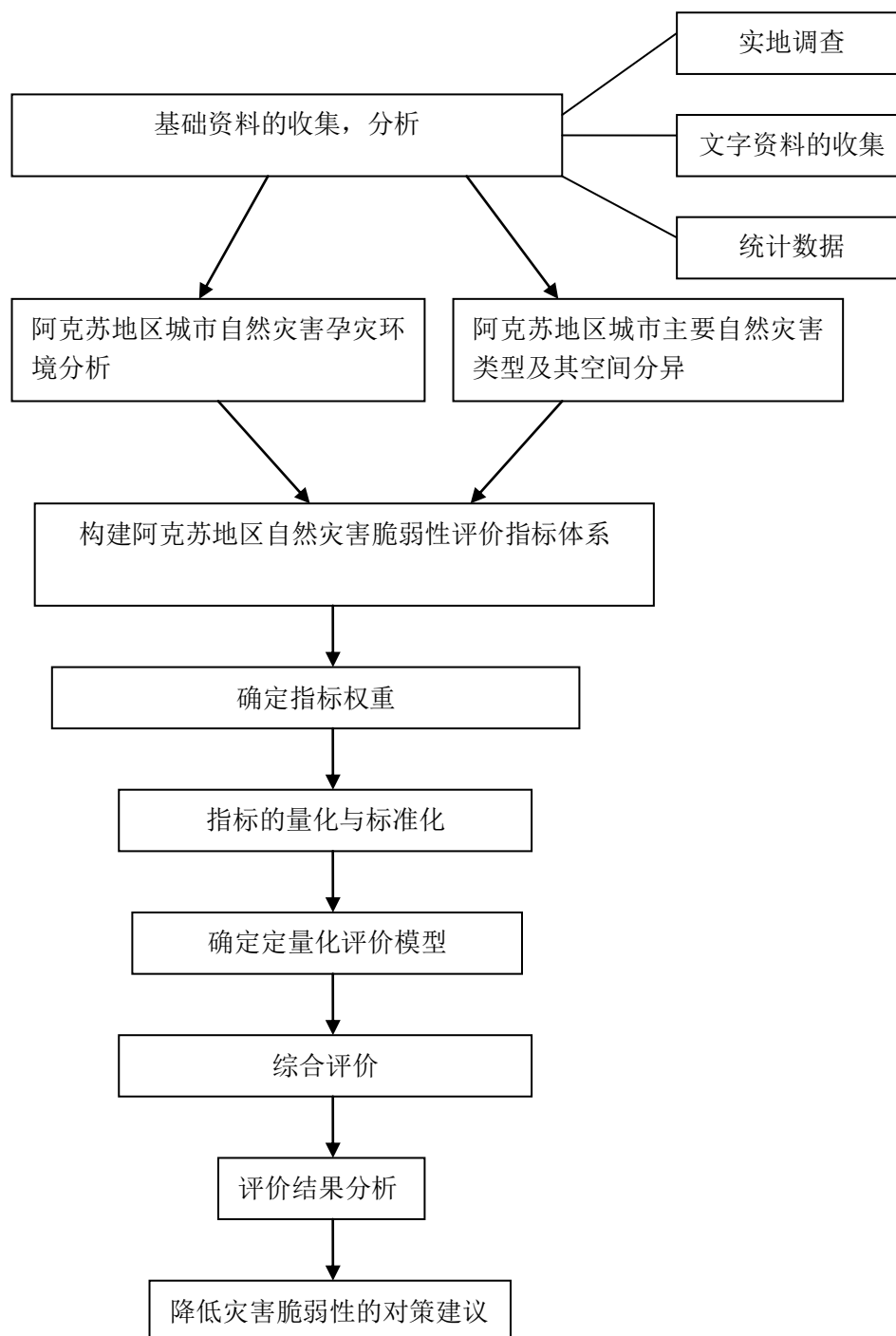
（2）统计分析法

本文将分析研究区域内自然灾害孕灾环境，统计收集大量阿克苏地区历史灾害数据，将统计数据进行了筛选，结合图表具体分析其自然灾害类型及时空差异。

（3）模糊综合评价法

模糊数学方法是一种基于模糊数学的综合评价方法，是 1965 年，由美国著名计算机与自动控制专家查德（L.A.Zadch）首次提出，并发表了第一篇用数学方法研究模糊现象的论文模糊集合，开创了模糊数学的新领域。模糊综合评判方法，它是以模糊数学为基础，应用模糊关系合成的原理，将一些边界不清、不确定和不易量化的因素有定性转为定量，从多个因素对被评价事物隶属等级状况进行综合性评价的一种方法。

1.6.2 技术路线



2 自然灾害脆弱性

2.1 自然灾害脆弱性概念

脆弱性这一概念最早就是起源于对自然灾害的研究,“脆弱性”源于拉丁语意为“vulnus”和“ulnerare”,意为“伤害”表示“受损害的潜在可能性”,后来发展起来的各種概念似乎均未脱离词源涵义,多数只是在学科立场和视角上有所扩展(Birkmann,2007)^[35]。在地学领域里是 Timmerman 于 1981 年最早提出脆弱性概念的,他认为“脆弱性是一种程度,即系统在灾害事件发生时产生不利响应的程度。”由此可见他把脆弱性理解为系统的特性及反应。特别是在近几十年来,社会学、生态学、经济学、环境学、土地利用、气候变化、可持续发展等学科在各自的领域里对脆弱性进行了广泛的研究和运用。在不同领域的研究对象和学科视角不同,对“脆弱性”这一概念的界定角度和方式存在着很大的差异,并且不同研究领域的学者在引用同一概念时其内涵有所不同^[36];

在生态和环境方面,分析人类社会活动对自然灾害脆弱性的影响,这里的脆弱性主要是指生态系统受干扰的能力。当生态系统遭受破坏时,容易从量的变化转换成质的变化,一旦改变,就难以恢复^[37]。

在饥饿与食物安全方面,脆弱性是指可能造成居民出现食物安全问题(营养不良)所存在的因素,把脆弱性的只要侧重点是食品安全问题的潜在因素的分析,表现为能力的缺乏和权力的丧失^[36, 37]。

在气候变化方面,脆弱性是指在某一区域内自然或人文系统易受到气候变化的影响和破坏或缺乏抗拒气候变化的不利因素的能力,通过已经发生的和可能发生的灾害情景,对脆弱人群和灾害危险地带进行识别^[36, 37]。

在灾害学方面,脆弱性是指人类社会活动场所暴露于灾害,导致生命、财产及环境发生损害的可能性的一种性质或状态,其注重强调人类社会经济系统在遭到灾害破坏时的抵御、敏感性、应对及恢复能力,在理解灾害脆弱性概念时可以从以下几方面来理解:(1)承受灾害的个体面对灾害的遭受不利影响和遭受损失的可能性,表现为承灾体对损害的暴露性、敏感性以及灾害影响造成承灾体的损失率;(2)社会脆弱性调查,主要侧重于对脆弱性产生的社会人文因素进行研究,在一定的自然环境和社会环境中,从社会群体和社会个体两方面更深入的分析承灾个人及群体的脆弱性根源;(3)综合定义。灾害脆弱性反映的是社会承受不利影响或遭受损失的程度^[35, 37, 38]。

综上所述,本文认为灾害脆弱性是在一定自然、社会文化、经济、政治背景下,孕灾环境区域内特定承灾体受自然灾害干扰、威胁的程度以及缺乏应对和恢复能力

从而使区域的结构和功能容易发生改变的一种属性，这种属性是区域自然环境和人类社会活动相互作用的结果。脆弱性的程度不仅取决遭受自然灾害的程度大小，还取决于人类居住区及其公共基础设施的状况、政府的行政能力及政策和行政部门从事灾害管理的方式和提供信息和教育的水平等等。

2.2 自然灾害脆弱性的构成与类别

自然灾害系统自从引入脆弱性这一概念以来，其内涵不断在深入，从最初单一的受灾个体本身的敏感性，到其后引入了应对力形成了二元结构，到再把适应性和暴露性等理念融合在内形成多元结构(如图 1-1)。目前，脆弱性成为一个多尺度综合性词语^[39]。

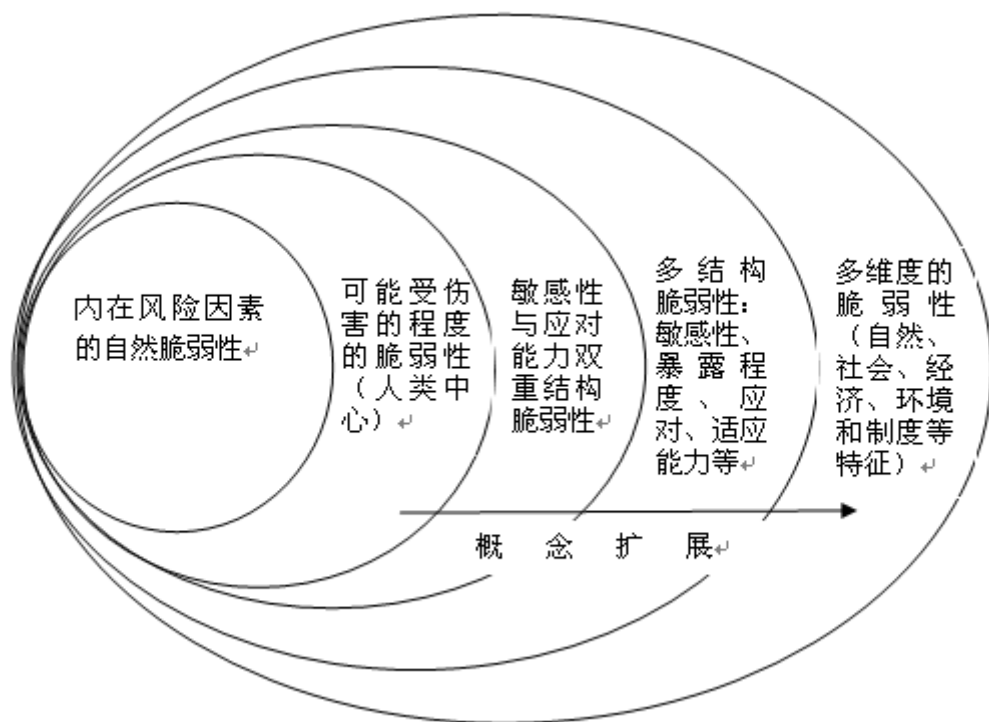


图 1-1 脆弱性概念的扩展变化趋势(BIRKMANN, 2006)

与脆弱性意义相关的概念有暴露性、恢复力、敏感性、易损性、应对能力、适应性等，不同学者对它们之间的关系理解不同。国外学者中，George 认为脆弱性是暴露性、应对能力和恢复力的共同作用结果。克拉克大学的学者认为脆弱性由暴露性、敏感性、适应性、弹性四个部分组成^[42]。Cutter 等(1996, 2006)把脆弱性分为三类：（1）脆弱性即为暴露性，为区域及居民可能受到危险的自然条件；（2）区域可能存在的暴露性和应对能力有效的结合在一起；（3）脆弱性被看成社会经济因子，衡量其应对灾害的能力。国内学者中，史培军认为脆弱性、恢复力和适应性并列构成风险^[45]。苏桂武等从敏感性、暴露性、弹性和恢复能力 4 个角度对脆弱性进行了描述^[48]。王静爱^[45, 46]认为脆弱性和恢复力并列，脆弱性是描述灾害系统状态的物理量，指承灾体承受和抵抗致灾因子而产生不同程度损失的能力，包括敏感性、暴露性、

易损性等；恢复力则是一种表示运动状态的量，特指承灾体在遭受自然灾害产生灾情后，补救损失、恢复的能力；适应性是脆弱性和恢复力的综合。

本文认为，从宏观角度来划分脆弱性结构，主要包括：暴露性、敏感性、恢复力和应对能力。暴露性是取决于致灾因子的危险性和承载体总量（数目或价值量），反应的是承灾体暴露在外部环境的性质，是致灾因子与承灾体相互作用的结果，并非承灾体的本有属性，但是在实际中，暴露性和脆弱性都通过承灾体反映出来，很难分开，为了使脆弱性的评估具备可行性，本文从宏观的角度出发，研究中包括暴露性的影响因素。敏感性强调承受灾害的个体本身属性，灾害是否发生它都存在。恢复力则为灾害发生后区域重建能力的脆弱性属性。应对能力则是灾害发生时的反应能力。

2.3 自然灾害脆弱性评价的方法

自然灾害脆弱性研究的分析方法主要包括定性分析和定量分析两大类。

定性分析法^[49]，研究的重点是了解不同的人类特性如何面对环境的变化，并调整个体行为或社会组织制度以适应环境的变化，采用的方法论以及使用的研究途径，主要是社会学与人类学式的长期野外调查或是通过历史文献、实地考察来获取第一、二手资料，进行提取来获得具象的认识，然后，在了解研究区实际情况的基础上，结合相关的脆弱性研究，对研究对象进行评价。在脆弱性定性分析研究中，RH(the Risk-Hazard)模型、PAR(Pressure-and-Release)模型和 HOP(Hazards-of-Place)模型是三个著名的概念模型^[50-53]。

定量分析法^[54]，是目前运用最广的、也是最具有说服力的一类方法，它是依据统计数据，通过构建一个数学模型，用数学的思维形式表示研究对象各项指标及数值的变化。对评价系统体系的历史变化、系统体系的脆弱性、暴露性、稳定性和敏感性等性质以及外界环境威胁对系统可能造成的影响所进行定量描述的一种方法。目前，脆弱性评价研究中一些定量或半定量的脆弱性评价方法已经被提出并得到应用，根据脆弱评价的思路将脆弱性评价方法分为以下五种类型^[36]。

1) 综合指数法

该方法是运用比较广泛的一种方法，利用统计方法或其他数学方法综合成脆弱性指数，采用数学统计方法综合形成脆弱性指数，进而来评价脆弱性程度的相对大小。要求采取系统的观点，比较各要素之间的作用机制，然后结合脆弱性的内涵来进行评价，克服区域的差异性和时空的变化性，平衡主观与客观的理解，追求评价结果的有效性。本方法操作方便简单，但难以确定指标选择和权重、区域性与普适性无法结合、难以检验评价结果。

2) 图层叠置法

在研究自然生态脆弱性领域运用比较多，主要是采用遥感技术，截取同一斑块

在时间和空间上的变化，进行对比、叠加等技术处理，把区域的变化性表现出来，从而抓住差异性进行分析。多适用于极端自然灾害和多重灾害背景下的脆弱性评价，但是在评价结果不能反映研究区针对单灾害的脆弱性程度，对各种扰动的风险及其对系统整体脆弱性影响程度的差异无法顾及。

3) 函数模型法

前人在研究脆弱性时已经构筑了相应的评价模型，结合研究对象的现状运用模型进行评价，该方法比较简易，但是要求所需的模型具有代表性，而且要进行使用性的判断，或者对模型进行修正。

4) 危险度分析

该方法多用于生态环境脆弱性评价，计算评价对象的现状矢量值与自然状态下的矢量值之间的欧氏距离，距离与系统脆弱性成正比的关系，反映的是实际量与趋势量的偏离程度，要求所述的自然状态比较理想化，是排除了人类活动干扰的参照状态。

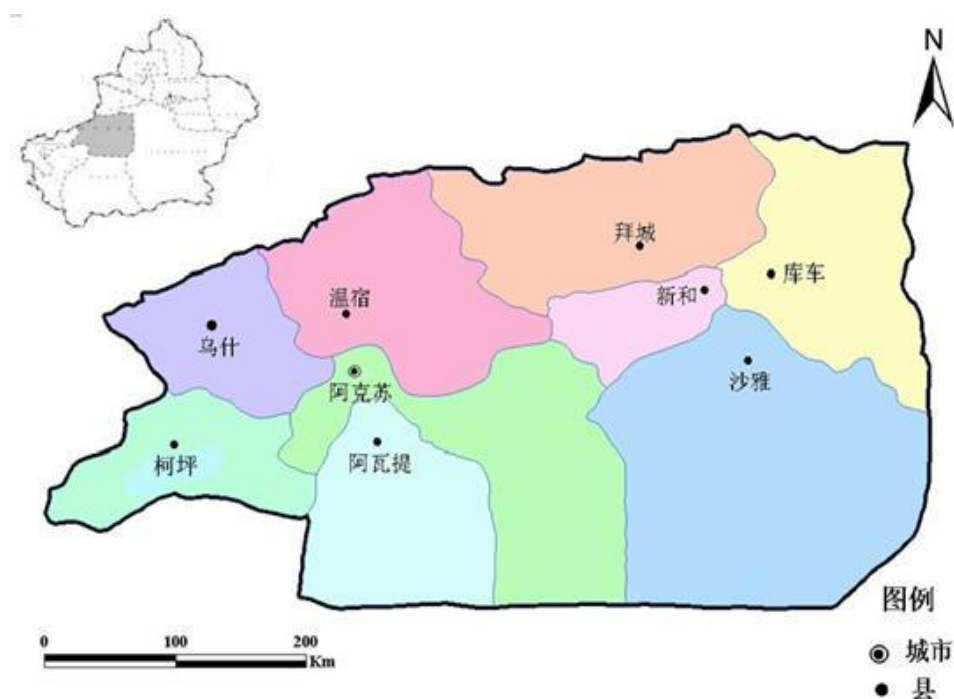
5) 模糊数学法

系统内外之间的联系非常复杂，符合模糊数学处理对象所具有的“模糊性”，对于系统脆弱性的影响因子还没有确定的情况之下，很难用定量的数值来表达的，只能用客观模糊或主观模糊的准则进行推断或识别，所以模糊数学在系统脆弱性的应用将会越来越广泛和深入。

3 阿克苏地区城市自然灾害孕灾环境及其灾害特征

3.1 阿克苏自然灾害孕灾环境

阿克苏地区位于新疆天山中段南麓、塔里木盆地北缘，北纬 $39.31' \sim 42.41'$ ，东经 $78.02' \sim 84.05'$ 之间，东西最长处 513 千米，南北最宽处约 386 千米。总面积 13.25 万平方公里，占新疆面积的 8%。东邻巴音郭楞蒙古自治州，南与和田地区隔塔克拉玛干沙漠相望，西南连接喀什地区和克孜勒苏柯尔克孜自治州，北以天山山脉为分水岭同伊犁哈萨克自治州交界，西北同哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦接壤，边境线长 235 公里。全地区所辖库车县、新和县、沙雅县、拜城县、温宿县、阿瓦提县、乌什县、柯坪县 8 个县和阿克苏市。2011 年全地区总人口 237.08 万人，由 36 个民族组成，其中维吾尔族和汉族分别占 73% 和 26%，是一个以维吾尔族为主体的多民族聚居地区。阿克苏市地势广阔平坦，土层深厚，光热丰富，无霜期长，适宜农林牧渔业全面发展，是历史悠久的农业区。



3-1 阿克苏地区行政区划图

3.1.1 阿克苏地区自然环境

(1) 气候条件

阿克苏地区地处欧亚大陆深处，远离海洋，具有典型的暖温带大陆性干旱气候特征。气候干燥，年平均降雨量 144.1mm，降水稀少，而年蒸发量大，达到 2000-2900mm，为降水量的 25-100 倍；全年无霜期长达 169-247d，无霜期较长且年季变化大；年平均气温 9.9℃-11.6℃年均气温，气温的日较差较大，平均日较差变化在 12℃-16℃，全年日照时数 2702h-3167.7h。

全地区由于地形复杂，其气候内部差异显著，因此将阿克苏区域地形气候划分为四类^[58]：(1)平原气候区：包括阿克苏市、库车、阿瓦提县、新和、沙雅等五县市以及温宿县的平原地区；(2)谷地气候区：指位于地区西南部的柯坪县；(3)山间盆地气候区：主要包括乌什、拜城两县及温宿山区；(4)沙漠气候区：本区具有沙漠气候特征，分布于阿克苏地区南部的阿拉尔垦区及塔里木河流域灌区。平原气候区北部、西部山区湿润多雨，夏季凉爽，冬季寒冷，高山带四季降雪；山间盆地气候区，拜城盆地、乌什谷地则年气温均偏低，夏季炎热，冬季寒冷，降水偏多；谷地气候区，夏半年气温高，降水多，光照少，冬季降雪偏少；沙漠气候区，具有沙漠气候特征干燥少雨，多风沙，夏季酷热，冬季寒冷，多出现沙尘天气。

(2) 地形地貌

阿克苏地区地势北高南低，由西北向东南倾斜。海拔 7435 米的托木尔峰是境内最高点，全长 1020km 的塔里木河两岸则是境内的最低处。全区域由北向南可分为高山区、山谷盆地区、山谷盆地低山区、山前冲洪积平原、大河三角洲及塔里木沙漠区。北部为高山带是天山主干，内分布有冰川，是储蓄极为丰富的一座巨大的固体水库；中山和低山丘陵带，地势起伏较小，内部分布有大面积水草丰茂的天然草场，少量耕地分布在海拔 2000 米以下的谷地、坡地和台地上；再到地区中部的山前冲洪积绿洲平原广泛分布于乌喀公路以北，往南至南部的冲湖积平原、沙漠平原，地形也降至海拔 944m。

阿克苏市境内以冲积平原和沙漠为主，共占市境总面积的 95.4%，西北部的阴干山区面积仅占 4.6%，位于阿克苏市西大桥至沙井子的乌喀公路以西，中部绿洲地带，处于西部阴干山区与东南部沙漠区之间，东南部是沙漠区，位于塔里木新垦区以南，是塔克拉玛干西北部的一部分；温宿县全县地势北高南低，北部山地有托木尔峰、汗腾格里峰为一巨大隆起山汇，其拱形的山脉恰与复背斜构造相符，而南部丘陵平原区主要分布在阿克苏流域的河谷平原带；阿瓦提县在阿克苏河、喀什葛尔河、叶尔羌河、和田河下游冲积平原上，海拔 1020-1064 米，地势平坦，由西北向东南倾斜，北部为绿洲平原，南部为沙漠，南北部交会于叶尔羌河河床，是县境内最低地带；新和县境内地貌可分为平原和山地两大类型，天山支脉却勒塔格山蜿蜒县境北部，呈东西走向，面积 1071km² 占全县总面积的 13.3%。平原可分为渭干河冲积平原和却勒塔格山洪积平原，地形北高南低，由东北向西南倾斜，以渭干河龙口为中心，呈扇形辐射状，自然坡降 1/100~1/200，1/400~1/1000，南部为 1/2000~1/14500，

平原北部山区海拔最高点 1030m，平均海拔 1015m，海拔最低点 980m，东北部的渭干河出山后，即成散流，形成渭干河冲积平原；库车县地形北高南低，自西北向东南倾斜，最高海拔高程 4550m，最低海拔高程 922m，北部天山山地走向多为东南走向，地形较为复杂，海拔在 1700~4550m 之间，靠山区有 762.18 km² 的冲击扇形砾石戈壁地，南部为冲积平原，地势平坦，面积 7648.39 km²，海拔在 930~1225m 之间；拜城县位于渭干河流域拜城盆地，地势自西北向东南倾斜，自然坡度较大。北面是雄伟的天山主干，海拔多在 4500m 以上，西部和南部是却勒塔格山，海拔在 1400-1180m 之间。阿克塔什山间盆地位于天山主干南麓与克孜尔山之间，拜城山间盆地介于克孜尔山与却勒塔格山之中；乌什县位于的阿克苏河流域支流托什干河的中下流，地形西高东低，坡度 7%左右，海拔 2500-1280m，北面是天山难脉的主脉，南面是黑尔塔格山，谷底为托什干河谷冲洪积平原。柯坪县地势西高东低，盆地平原窄小，东西宽 27km，南北长约 36km。受北侧阴干山、西侧克孜勒塔格山河东南侧的柯坪山环绕而形成，山势较低，最高也只有 2000m 左右。

(3) 水土、植被资源

阿克苏境内有 1293 条冰川，总面积达 4098km²，储水量 2154 亿 m³，源源不断的供给大小 16 条河流，水资源丰富。发育有区内主要水系有阿克苏河、塔里木河、渭干河、木扎尔特河、库车河等（见表 3-1）。阿克苏地区河流的主要特点流程短，水量少，自净能力低，年内时空分布不均，夏季易爆发洪水。如渭干河经库木吐拉水文站测量，年平均量 21.713 亿立方米，集流面积 16784 平方千米，河道流程 452 千米。多为补给型，冰川、积雪融水、降雨水、地下水是该河流的主要水源，经千佛洞水文站测量：冰川和融雪水占 30.8%，降雨占 16%，地下水占 53.2%，丰水年 25.445 亿立方米，平水年 21.845 亿立方米，枯水年 19.662 亿立方米，变化相对稳定，春季分水只占全年用水的 14.5%，导致春水紧缺，夏季分水占全年分水的 48.3%，又较为集中，河床淤积严重。

表 3-1 阿克苏地区境内主要水系水文情况

水系名	流域面积 (km ²)	河道总长 (km)	年径流量 (亿 m ³)	河名	流域面 积 (km ²)	河道总长 (km)	年径流量 (亿 m ³)
台兰河	1324	90	7.171	卡拉苏河	1350	70	3.655
阿克苏河	43123	132	84.81	黑孜河	3342	110	5.588
木扎提河	2845	282	17.83	渭干河	16660	168	35.93
卡普斯浪	1834	65	7.183	库车河	3118	221.6	3.822
台勒外丘克	1639	95	0.6924				

阿克苏自然条件差。盐碱荒漠，沙地多，形成土地面积大，总体质量差的特点。全地区现有土地面积约 1313.40km²，但其中山地约 3.87 万 km²，占总面积 29.4%，荒地 91.33 万 km²，人均 0.42 km²，天然草场 353.87 万 km²，林地面积 584.16 千公顷，森林覆盖率 7.58%；土壤有棕漠土、灌淤土、潮土、草甸土、水稻土、沼泽土、胡杨林土、盐土和风砂土等，计 9 个土类，11 个亚类，33 个土种。

3.1.2 阿克苏地区社会经济环境

在城镇化水平方面：西部大开发以来阿克苏地区城镇化水平有明显的提高，1995 年阿克苏地区整体的城镇化率仅 21.51%，到 2009 年其城镇化达到 27.26%，15 年来城镇化率增长了约 5.6%（见图 3-1）。阿克苏地区八县一市城镇化率均有所提高（见图 3-2），2009 年城镇化率最高的是阿克苏市达到 53.76%，其次是库车县城镇化率较高为 33.30%，从 1995-2009 年城镇化率增长约 10%，是增长最快区域，而城镇化率最低的是乌什县为 17.09%，其城镇化率 15 年来仅增长了 2.7%，是城镇化水平最低的区域。通过分析可以看出，阿克苏地区城镇化水平差异较大，导致其城镇化水平总体处于较低的水平，城镇发展潜力大。

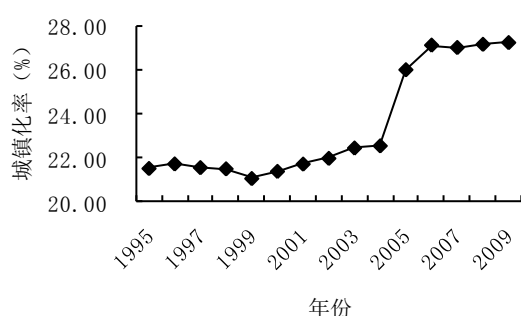


图 3-2 阿克苏地区城镇化率

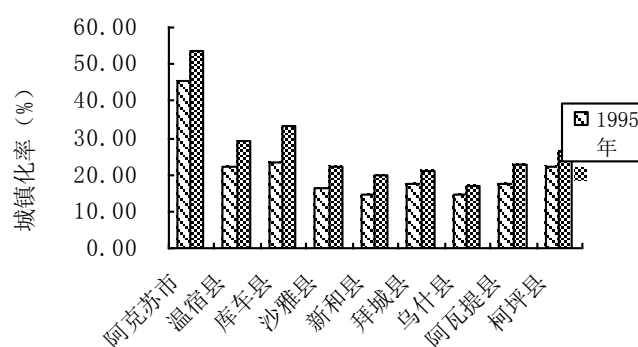


图 3-3 阿克苏地区各县市城镇化对比

国民经济快速平稳发展，综合实力显著增强。阿克苏地区至建国以来都是以第一生产总值为主，至到 2000 才逐步转变为第二产业为主，到 2011 年三次产业结构比为 25.45: 35.33: 39.22。城镇居民人均可支配收入增长 98.6%、年均增长 14.7%。阿克苏地区 2004 年金融机构人民币各项存款金额 208.42 亿元到 2011 年增长到 600.13 亿元，年平均增长率总体呈上升趋势，年平均增长率为 21.62%，经济势头发展良好，人民经济水平逐步提高。

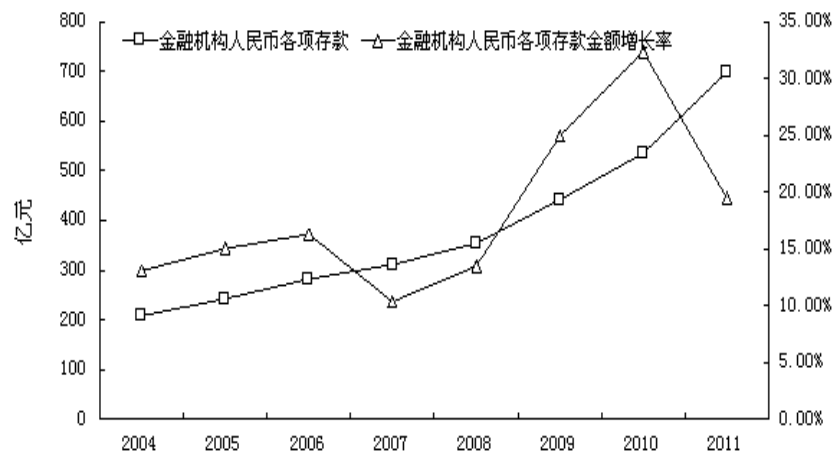


图 3-4 阿克苏地区金融机构人民币各项存款金额

人口增长方面：1992 年年底阿克苏地区人口为 17.69 万人，到 20 世纪末达到 201.35 万人，2010 年人口达到了 237.08 万人(不计阿拉尔市)，城镇人口为 149.71 万人，农村人口为 84.37 万人，其中少数民族人口增加速度远远高于汉族人口，这主要与新疆少数名族计划生育政策有关。该区域人口密度达 18.05 人/km²，远远超过了联合国干旱区人口临界指标 7 人/km²，超出了自然环境和生态环境的承载能力，着主要是由于阿克苏地区虽然土地宽广，但多数是一望无际的戈壁和沙漠，真正适合人居住的地方只有一小片绿洲。因此，人口的快速增长，使得研究区人口密度增大，环境承载率大大降低，人均可利用地减少，从而加剧了人类与地理环境的矛盾。

公共基础设施建设方面：从表 3-1 可以看出阿克苏公共基础设施比较完善，且较上一年都有稳步增长，阿克苏地区境内公路里程比上年增长 282.96km，营运车辆同比增长 6921 辆。

表 3-1 2010 年阿克苏地区公共基础设施建设情况

公 共 基 础设施	境 内 公 路 里 程 (km)	高 等 级 公 路 (km)	境 内 铁 路 里 程 (km)	火 车 站 (个)	营 运 车 辆 (辆)
	12064.99	18.19	405	10	30939
公 共 基 础设施	用 水 普 及 率 (%)	用 气 普 及 率 (%)	人 均 拥 有 道 路 面 积 (m ²)	人 均 公 共 绿 地 面 积 (m ²)	
	97.71%	91.37	17.08	10.25	

(数据来源：阿克苏地区 2010 年国民经济和社会发展统计公报)

3.2 阿克苏地区自然灾害特征

自然界给人类提供了生存和发展的条件，同时由于自然和人为的原因，自然界也给我们带来了各种各样的自然灾害。本世纪以来，随着工业化和城市化的发展，人类赖以存在的环境条件遭受愈来愈严重的破坏，导致了各种自然灾害的频繁发生。

塔里木盆地是新疆地区多种自然灾害群发的典型地区，也是自然灾害多发的地区。自然灾害的频繁发生给阿克苏地区社会经济发展带来了巨大的损失，如1955年和1985年两次7级大地震使乌恰县城两次被毁，两次迁建，损失大数亿元。阿克苏地区地处边疆，社会经济发展比较落后，对自然灾害的承受能力和恢复能力较弱，对自然灾害的反应可能更敏感。因而研究阿克苏地区自然灾害发生的时间和空间规律，有助于提高防灾减灾能力，有利于其社会经济的发展。

3.2.1 阿克苏地区自然灾害空间分异

本节所用数据来自《新疆减灾40年》^[56]、《中国气象灾害大典·新疆卷》^[57]、《新疆灾荒史》^[58]以及民政局提供的相关数据与资料。

依据《新疆减灾40年》所记录的自然灾害事件，以县域为基本统计单元，统计了自然灾害起止时间、灾害类型、灾害范围、人员伤亡、受灾面积、减产幅度、直接经济损失等。依据建立塔里木盆地1949-1990年自然灾害数据库分析，1949-1990年阿克苏地区共发生自然灾害826次，有10种自然灾害发生，其中雹灾275次、暴雨168次、洪灾166次、病虫害78次、风灾72次、寒霜冻27次、旱灾18次、雷击11次、地震9次、火灾2次，分别占总灾次的33.3%、20.3%、20.1%、9.44%、8.71%、3.27%、2.18%、1.33%、1.09%、0.24%。

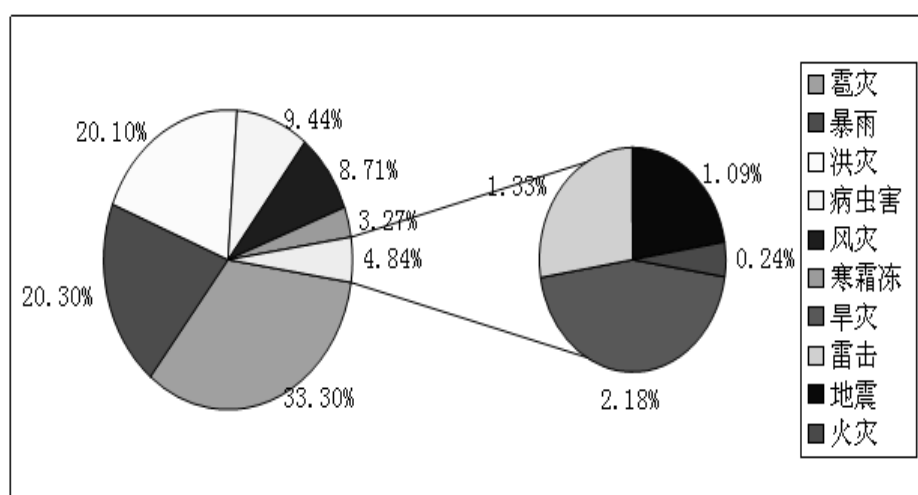


图3-5阿克苏地区自然灾害次数（1949-1990年）

根据塔里木盆地自然灾害记录的完备性，在自然灾害数据库的支持下，建立了自然灾害的灾次比（ZC）、均灾次（JZ）以及综合灾害强度模型，对阿克苏地区各县域进行特征值计算。

(1) 自然灾害灾次比（1949-1990年）

自然灾害在一定区域内的群发程度为自然灾害灾次比（ZC）

$$ZC=m/M$$

公式（3-1）

公式中m为某县域41年自然灾害发生次数，M为阿克苏地区41年自然灾害发生次数。

(2) 自然灾害均灾次（1949-1990 年）

自然灾害在一定区域内发生频率为自然灾害均灾次（JZ），

$$JZ=m/Y$$

公式（3-2）

公式中m为某县域41年自然灾害发生次数，Y为42年。

(3) 自然灾害成灾指数（1949-1990 年）

自然灾害在一定区域内的综合灾害强度为成灾指数（CH），

$$CH=m/\max(m)+ZC/\max(ZC)+JZ/\max(JZ)$$

公式（3-3）

公式中max()为阿克苏地区各市县灾次、灾次比和均灾次的最大值。

根据公式求出阿克苏地区县市自然灾害成灾指数，依据计算出研究区自然灾害成灾值数的值，把各县域灾害比分为三个类型，由低到高依次为：低值区（ $1.73\leq CH\leq 2.19$ ）、中值区（ $2.31\leq CH\leq 2.51$ ）、高值区（ $2.75\leq CH\leq 3.00$ ）。阿克苏市、拜城县、乌什县为高值区，其发生自然灾害次数占全区域的39.3%，库车、新和县、温宿县为中值区，其发生自然灾害次数占全区域的33.3%，沙雅县、阿瓦提县、柯坪县为低值区，其发生自然灾害次数占区域的27.3%（图3-3）。

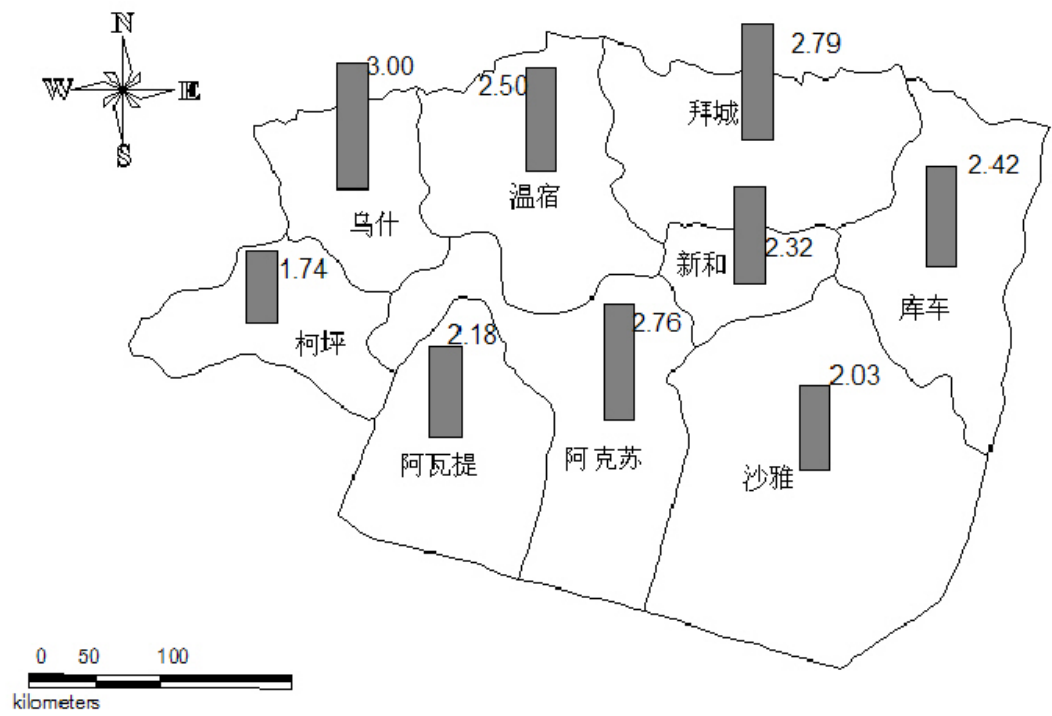


图 3-3 阿克苏地区自然灾害成灾指数区域分异图

3.2.2 主要自然灾害

通过以上分析可以看出阿克苏地区发生冰雹、洪灾、暴雨、病虫害灾害比较多，另外地震虽然发生总次数不多，一旦一场大地震发生对城市及居民安全将带来严重的伤害。本文从灾害对城市影响大小考虑，选取地震、冰雹、洪灾具体分析其时空分布特征。

（1）地震灾害

新疆地处欧亚大陆腹地，新疆地震主要是由北面的西伯利亚块体向南挤压和印度板块与欧亚板块碰撞两方面的影响而造成构造运动强烈，因此，新疆一直以来是我国地震活动频度高、强度大的地震区。据统计，自1600-2007年8月，新疆及周边（约100km）共记载14万多次地震，其中5~5.9级地震524次，6~6.9级地震112次，7~7.9级地震27次，8级以上地震4次，1902年8月22日阿图什8.25级地震是新疆最大强度的地震^[59]。新疆地震活动范围分布区域广，境内可分五个地震带，其中南天山地震带活动水平较高，地震强度大、发生频率高，是新疆主要强地震带之一。南天山主要位于天山南侧与塔里木盆地的交界处，且其西段位于帕米尔高原的前缘，东起库尔勒，经库车呈东西向延伸至阿克苏转为北东南西向，整个地震带主要是由于山脉的抬升和盆地的断陷而形成，强震多发生在盆地边缘及山前地带。

根据收集到1949-2012年阿克苏地区各县市发生5级以上地震的资料，按县域分别统计5-5.9级地震、6.0-6.9级地震。从图3-4可以看出，研究区地震发生次数空间分布呈北部多，南部少的趋势，这主要是由于北部县域离南天山地震带较近，受南天山地震带影响较大，发生5级以上地震有7个县市，其中6-6.9级地震乌什县发生4次，库车县发生3次，柯坪县、温宿县发生1次。5-5.9级地震发生次数最多的为乌什县，其次是库车县和拜城县分别为12次、13次。63年来乌什县发生5级以上地震次数最多18次。

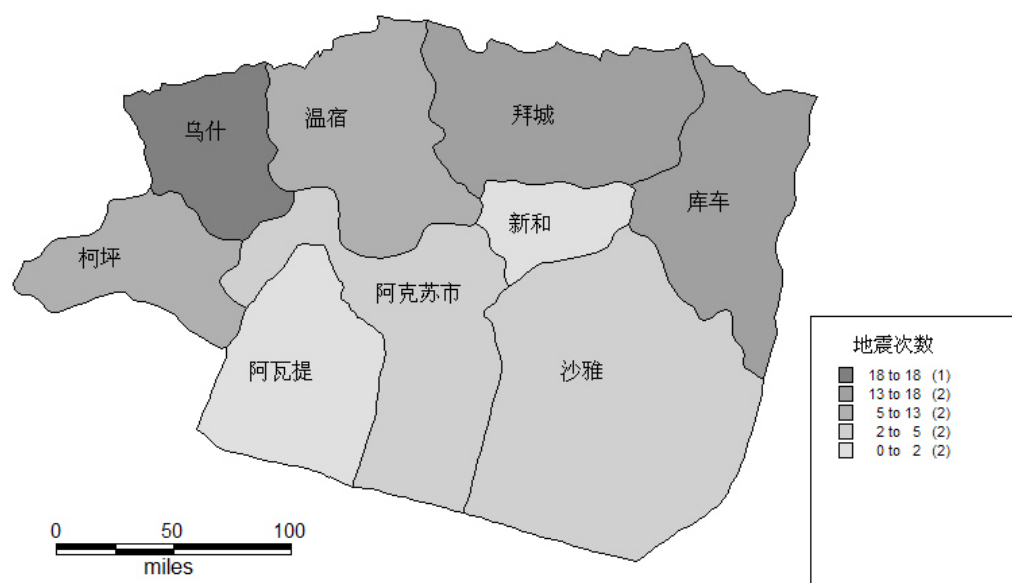


图3-4 阿克苏地区1949-2012年5级地震以上县域分布

为了量化研究地震灾害的危险性，建构建了评价地震灾害危险性的评价模型。

$$H = \sum i \cdot A_i \cdot m_i \quad \text{公式 (3-5)}$$

式中：H为地震危险性；i为各级地震强度； A_i 为某级强度地震的权重； m_i 为与强度值i相对性的地震发生次数。根据国家自然灾害综合研究组的报告，确定5-5.9、6.0-6.9和7级以上地震的权重分别为0.2、0.3和0.5依据公式（1）计算出研究区域9个县市的地震危险性（图3-5）。根据计算结果和各县市地震发生次数把9个县市地震危害性分为4个等级，0-5为低地震危害区，5-10为中等地震危害区，10-20为较高地震危害区，20-25为高地震危害区。

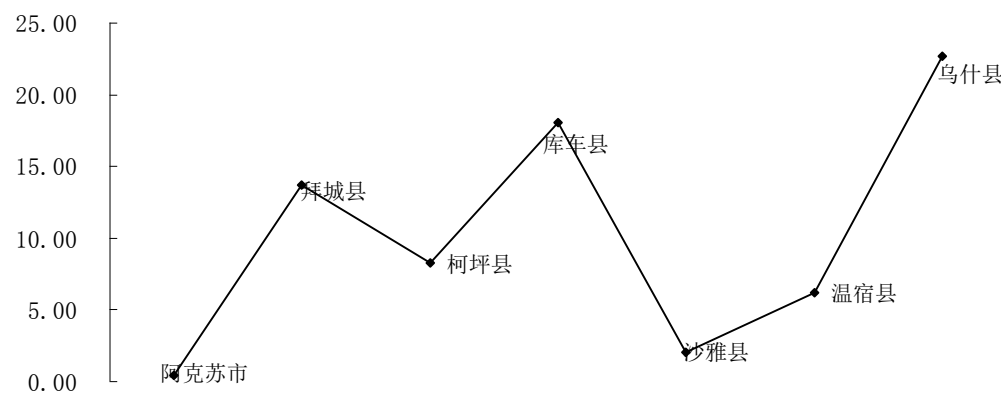


图3-5 阿克苏地区各县市地震危险性

从图可以看出，研究区内低地震危险区有4个，分别是新和县、阿瓦提县、阿克苏市、沙雅县，其中新和县和阿瓦提县至建国以来，从未发生过地震，因此其地震危险性为0；中等地震危险区有2个，分别是温宿县和柯坪；较高地震危险区有2个，分别是库车县和拜城县；高地震危害区只有乌什县。1969乌什县城北其（41° 27′ N，79° 22′ E）发生6.5级地震，震源深度为16公里，震中烈度为IX度，这次地震使2000余间房屋倒塌或遭破坏，多人死亡。库车县在1976-1979年4年间发生三次5.5级以上地震，这几次地震使库车县民房普遍裂缝，县内的许多工厂、车间等房屋墙体开裂，县煤矿民房多处裂缝，煤井坍塌，死伤人数较多。

（2）洪灾

新疆产生洪水主要受积雪、气温、降水三个因素影响，不同的气象条件产生不同类型的洪水。大致可以分为以下几类：春季升温型，由于新疆河水补给主要是融水型，降水的 84%落于山区，大气降水的雪线以上部分转化为冰川和永久积雪，降雪时间从当年 11 月到翌年 3 月，当气温上升到 7℃以上时，山区积雪大量融化，形成了春季升温洪水，这种洪水历时长、波及范围广、洪量大、洪峰高，对水库安全及农田、交通设施、城市公共基础设施危害很大；夏季暴雨型：这类洪水常发生在

山间盆地、谷地、喇叭口地形深入地带。由于地形陡、降雨量大、集流迅速，因而来势猛、历时短、洪峰高，常夹冰雹、泥石流，陡涨陡落，破坏力极强；冰川堵塞型：这是由于冰川堵塞形成冰川堵塞湖突然溃决暴发洪水，这类洪水多发生在汛后，又多发生在山区，难于监测；水库垮坝型：这类洪水主要是水库自身问题的原因，发生垮塌导致洪水。

根据新疆发生洪水的情况，将洪水发生地区分为多洪区、次洪区、少洪区 3 个区域。阿克苏地区分布在多洪区，如图 3-6 所示，1950-2000 年 50 年间，洪灾在温宿县发生次数最多，占全区的 16.9%，其次为库车县、新和县、乌什县分别为 13.9%、11.5%、11.1%，沙雅县、拜城县、柯坪县、阿克苏市分别占 10.6%、10.1%、9.6%、8.7%，阿瓦提县为最少占 7.7%。从空间分布来看，总体上呈北部，东北部多，南部，西南部少。

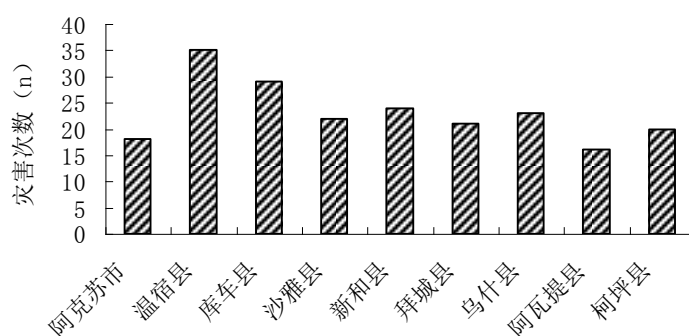


图3-6 1950-2000年阿克苏地区各县累计发生洪灾次数

从研究区各县市发生洪灾年际变化来看，1950-1959 年、1960-1969 年、1970-1979 年、1980-1989 年、1990-2000 年分别累计发生洪灾 20 次、25 次、20 次、70 次、73 次，分别占整个期间 9.6%、12.1%、9.6%、33.7%、35.1%，可以看出 1950-2000 年间洪灾发生次数呈波动上升的趋势，20 世纪 80、90 年代频繁发生洪灾，1981 年温宿县共发生了 5 次洪灾，是各年各县发生次数最多的，洪灾发生次数最多的年份是 1987 年，为 25 次，这一年里阿克苏市、温宿县、乌什县均发生了 4 次洪灾。

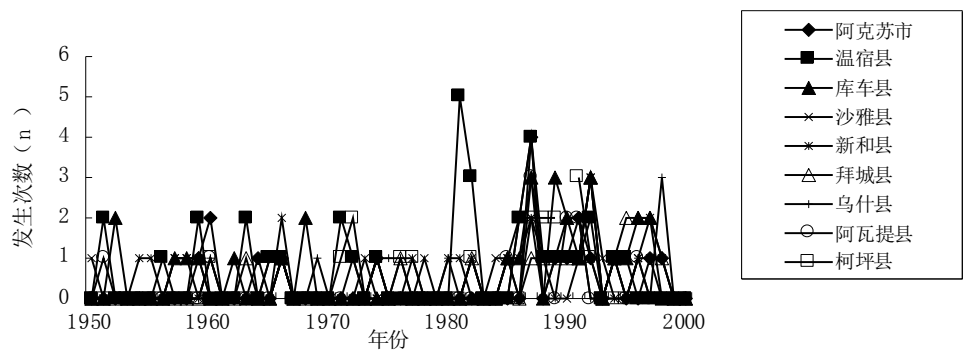


图3-7阿克苏地区各县市洪灾年变化

由阿克苏地区 1950-2008 年各月洪灾发生的月变化可知，3-10 月、12-1 月均可发生洪灾，12 月和 1 月出现的洪灾分别出现在新和县、库车县、沙雅县，这 6 次洪水均属于水库自身的原因，发生垮塌导致洪水。从表可以看出，洪灾集中发生在 5-8 月，洪灾次数占全年洪灾次数的 85.6%，6-7 月为洪灾灾害发生频率高峰期，两个月洪灾次数占全区洪灾总次数的 52.4%。季节上春季（3-5 月）洪灾次数占全年洪灾次数的 23.1%，夏季（6-8 月）洪灾次数占全年洪灾次数的 70.2%，秋季（9-11 月）洪灾次数占全年冰雹次数的 3.85%，这说明夏季是阿克苏地区的洪灾爆发期。

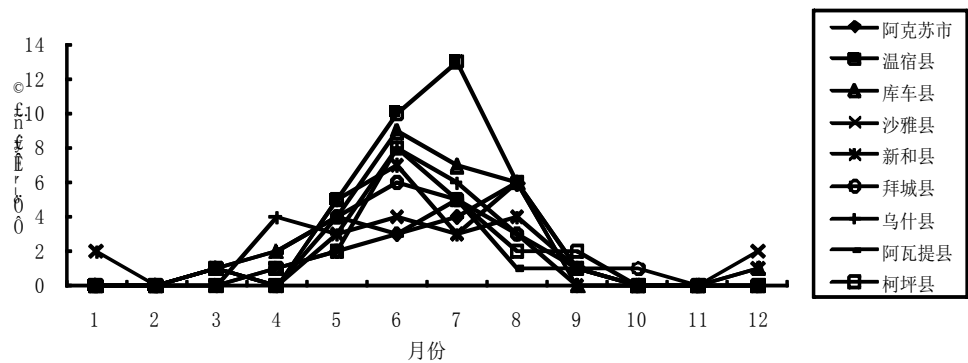


图3-8 阿克苏地区各县市洪灾发生的月变化

洪水一旦发生将会给当地的居民带来严重的损失。库车县发生百年一遇的洪水，洪水以1150m³/s的流量冲进县城，使库车县遭受毁灭性灾害。县城受灾居民3762户，占总户数的61%，冲毁大桥1座、房屋6168间，死亡516人，物资损失约1000万元。1997年8月10-12日，阿克苏地区北部山区及浅山带暴雨、洪水，降雨量43毫米。洪水直泻阿克苏市，冲毁东城区3处永久性防洪堤坝，淹没城区，冲断314国道和通讯光缆，造成交通、通信、供电、供水全部中断，10多万居民受灾，死亡16人，倒塌民房902间，造成危房2318间，冲走大量粮食和其他生活用品。

(3) 冰雹

冰雹灾害是一种局地的灾害现象，出现灾害范围一般不大，时间短，但来势猛，强度大、频次高，并常伴有狂风暴雨。我国冰雹灾害的总体分布格局是中东部多，西部少，空间分布呈现一区域、两条带、七个中心的格局，喀什—阿克苏高值区则是七个中心之一。就全疆范围来讲，阿克苏地区发生冰雹灾害次数最多及雹灾最严重的严重灾区，这主要是由于该研究区常受南疆纬向型和低涡型天气过程的影响降雹，雹云以对流云、冷云核、云系云区为主，但冷云核和云系云最多，另外区内山脉的背风面多于迎风面，山区的盆谷地带多于开阔地区，向东开阔的喇叭形河谷地区多，盆地中心少，有助于大规模冷空气加速，使雹云移动加快、动能增加，因增大降雹机会。

在空间上，阿克苏地区发生冰雹次数较多区域有乌什县、阿克苏市、新和县、阿瓦提县，总体上呈现北部，西北部多，南部，东南部少，靠山地区降雹多于平原地区的趋势；在时间上，1990年前后是冰雹发生的高峰期，这期间各县发生冰雹灾害的次数都较其他时期多，其次，1960年、1980年、1990年和2006年出现不同程度的冰雹灾害；在年际变化上，当年的11月到翌年的3月冰雹灾害发生的次数很少甚至没有，5-8月是冰雹灾害发生频率的最为集中，其中6-7月为冰雹灾害发生频率高峰期，两个月冰雹次数占全区冰雹总次数的49.69%^[60]。

1900年7月9-15日阿克苏遭特大冰雹、暴雨灾害，冰雹最大直径10cm，全地区20.8万亩各种农作物受灾，倒塌房屋173间，牲畜死亡1244头，砸伤57人，死亡2人，洪水冲毁渠道8km，堤坝86km，道路15km，全区直接经济损失为2690万元。

4 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体系

在构建自然灾害脆弱性评价指标体系时，既要遵守指标体系构建的基本原则，也要充分考虑研究区域的自身特点来进行。因此，为了使构建的指标体系更加全面地反映阿克苏地区自然灾害的本质特征，必须做到科学、合理且符合实际情况。因此，本文依据前述自然灾害脆弱性评价的理论，参鉴国内外脆弱性评价指标体系，针对阿克苏地区城市自然灾害特征，构建指标体系。

4.1 研究区自然灾害脆弱性评价体系的构建原则

4.1.1 系统性原则

系统性亦既完整性和完备性。自然灾害脆弱性评价指标体系涉及自然、经济、社会等诸多领域，其评价指标体系要能够全面完整地反映自然灾害的综合情况。在选取的指标体系不能仅限某一方面，要从多个方面来反映自然灾害脆弱度，但指标并不是越复杂、越全面越好，应适当的取舍。

4.1.2 科学性原则

评价的过程之中一定要遵循科学性，了解自然灾害脆弱性研究的方法，明白所采用的研究手段的使用范围与局限，最大限度地使研究客观，排除一切可能存在的主观干扰，使得选取的指标科学，评价过程科学，从而才会实现评价的结果科学。

4.1.3 可操作性和简明性

在建立城市自然灾害脆弱性评价指标体系时应注意在选取的指标要有针对性地选取有代表性、概念明确，便于取得的指标即可，在合理、完整的基础上应尽量简单，使指标体系具有较强可操作性。这样才能在评价城市自然灾害脆弱性时，找出其中相对薄弱的部分，为城市的防灾抵灾减灾提供理论依据，从而达到降低灾害脆弱性的目的。盲目选出一大堆指标，不能突出重点，从而不能真实的反应事物。

4.1.4 兼容性和适合性原则

自然灾害脆弱性指标体系的建立必须要符合自然灾害从孕育、形成到发生及持续与平息的全过程的一般客观规律，这就要求所建立的指标体系更多适用性和广泛性，具有最大的兼容性和适合性。

4.1.5 灵活性

对自然灾害脆弱性的评价是个探索性的工作，所存在的参考性框架并不完整，自然灾害脆弱性评价依靠的是详细而科学的统计数据，但是现在我国关于自然灾害权威统计指标还很粗糙和不完善，所以如何在现有的自然灾害指标中提取有力的指标是比较大的挑战。所以应该在深入了解地区自然灾害的基础之上，结合现有的指标，灵活地转化出具有代表性的指标。

4.2 指标体系的建立及指标解释

新疆自然灾害脆弱性研究处于探索阶段，还没有很具体的指标体系和蓝本得以运用。现阶段的自然灾害统计指标比较粗糙和不完善，因此，主要是参考国内沿海城市对自然灾害脆弱性研究中的指标体系，并结合当地地理环境特点、构建原则和资料的可获得性等方面，建立塔里木盆地城市自然灾害脆弱性评价指标体系，并对指标进行解释（如表 4-1）。

4.2.1 评价指标体系

表 4-1 阿克苏地区城市灾害脆弱性评价指标体系

一级指标		二级指标		类型
致灾因子	U ₁	年平均气温	U ₁₁	正
		年平均降雨量	U ₁₂	负
		沙尘暴次数	U ₁₃	正
		3 级以上地震次数	U ₁₄	正
		成灾面积	U ₁₅	正
经济	U ₂	人均 GDP	U ₂₁	负
		经济密度	U ₂₂	正
		农产值所占 GDP 比重	U ₂₃	正
		金融机构存款余额	U ₂₄	负
人口	U ₃	得到国家救济人数（人次数）	U ₃₁	正
		成灾人口	U ₃₂	正
		人口密度	U ₃₃	正
		男女比重	U ₃₄	负
		万人教师数	U ₃₅	正
环境设施	U ₄	人均拥有公路面积	U ₄₁	负
		年人均用水量	U ₄₂	负
		年人均用电量	U ₄₃	负
		人均居住面积	U ₄₄	负
		城市绿化覆盖率	U ₄₅	负

4.2.2 指标解释

对研究区自然灾害脆弱性指标体系中所涉及的 19 项二级指标统一进行解释如下：

● 年均气温

研究区地处大陆干旱区，气温越高，引发各类自然灾害的可能性愈大，其自然灾害脆弱程度就越高。该指标与其呈正相关。

● 年平均降雨量

以年平均降雨量作为指标衡量其对自然灾害脆弱性的影响程度，由于研究区位于干旱区年平均降雨量越大，自然灾害脆弱性越低。该指标与其呈负相关。

● 沙尘暴次数

在塔里木盆地，沙尘暴每年春季都会发生，沙尘暴发生次数越多，城市自然灾害脆弱性越低。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

● 3 级以上地震次数

3 级以上地震次数发生次数越多，对城市产生破坏的可能性越大，城市自然灾害脆弱性越低。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

● 成灾面积

研究区遭受灾害的成灾面积直接反映该地区遭受自然灾害的经济损失情况，成灾面积愈大，城市自然灾害脆弱性愈低。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

● 得到国家救济人数（人次数）

当灾害发生后，政府机构做出的应急措施直接关系到受灾区域的脆弱度，因此，某区域在遭受灾害后，得到国家救济人数愈多，城市自然灾害脆弱性愈低。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

● 成灾人口

研究区遭受灾害的成灾人口直接反映该地区遭受自然灾害的人员损伤情况，成灾人口愈多，城市自然灾害脆弱性愈低。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

● 人均 GDP

人均国民生产总值=国民生产总值 / 人口总数。它可以反映研究区的经济水平状况，是衡量各人民生活水平的一个标准，人均 GDP 越大地区自然灾害脆弱性越小；反之，亦然。该指标大小直接影响该地区自然灾害脆弱性的高低，与其负相关。

● 经济密度

经济密度=国民生产总值 / 区域面积。表示研究区的城市每平方米上经济活动量，代表区域经济活动的效率的密集程度。人口、财富和经济集中性越大，自然灾害的脆弱性越低，该指标与自然灾害脆弱性呈正相关。

● 农产值所占 GDP 比重

农业产值所占 GDP 比重=农业总产值 / GDP 总产值×100%。该指标是用来反映研究区经济对农业的依赖程度。该指标与自然灾害脆弱性呈正相关。

● 金融机构存款余额

金融机构存款余额能够反映一个地区的经济能力，金融机构存款余额愈多，区

域发生自然灾害时所能获得的救灾资金就愈多，则自然灾害脆弱性愈低；反之，亦然。因此，该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●人口密度

人口密度=人口总数 / 区域总面积。它反映研究区内人口稠密程度。人类作为自然灾害的承载者，人口密度越高的地区，自然灾害脆弱性越高，损失越大；反之，亦然。该指标与自然灾害脆弱性呈正相关。

●男女比重

男女比例=男性人口数 / 女性人口数。此比例越大，在发生自然灾害时，脆弱性就越小。因此该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●万人教师数

万人教师数=专任教师数×10000 / 区域人口总数。反映研究区居民受教育程度，是间接反映研究区居民应对灾害能力与意识，是衡量研究区居民应对灾害意识和意识的一项重要指标。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●人均拥有公路面积

人均拥有公路面积=公路面积/区域人口总数。反映交通状况的重要指标。当灾害发生时，城市交通和外界联系是否畅通对城市的影响尤为重要。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●年人均用水量

年人均用水量=全年用水量 / 区域人口总数。如果年人均用水量高，则反映该区域供水设施的状况良好，当遭受自然灾害侵袭时，区域抵抗灾害和灾后恢复能力强，自然灾害脆弱性低；反之，亦然。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●年人均用电量

年人均用电量=全年用电量 / 区域人口总数。如果年人均用电量高，则反映该区域供电设施的状况良好，当遭受自然灾害侵袭时，区域抵抗灾害和灾后恢复能力强，自然灾害脆弱性低；反之，亦然。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●人均居住面积

人均住房面积=住房总面积/区域总人口。反映了区域自然灾害发生时可能受到的财产损失。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

●城市绿化覆盖率

城市绿化覆盖率=城市建成区绿化总面积 / 城市建成区总面积×100%。指城区内绿化植物的垂直投影面积占绿地面积的比率(%),是反映城市绿化水平和城市环境的重要指标。该指标与自然灾害脆弱性呈负相关。

4.3 确定指标权重

权重的选择在指标体系评价起着关键的作用，主要分为主观赋权和客观赋权两类。主观赋权的方法有德尔菲法、专家会议法、层次分析法等。主观赋权发多是由专家评分，然后对标准化后的数据进行综合，这类方法都是定性分析，受评价者主观意思影响，主观性较强；客观赋权法主层分分析法、熵值法、因子分析法等。客观赋权法主要是根据所选取的指标值所反映的客观信息来确定权重，其权重是根据各指标所提供的信息量的大小来决定的。本文为剔除人为因素的影响，显现客观性，本文选用熵值法来确定权重。

熵值法 (Entropy Method) 是一种根据各项指标观测值所提供的信息量的大小来确定指标权重的方法。熵 (Entropy) 原是热力学中的一个名词，之后由引入信息论，它是一个量度，是利概率论确定信息不确定性的，现在，熵引入其他各个领域。在信息论中，熵是对不确定性的一种度量。自然灾害脆弱性指标值离散程度越大，该指标提供的信息量越大，该指标的权重也应越大；反之，亦然。所以可以根据各项指标的离散程度，利用熵值法，计算出各指标的权重，为多指标综合评价提供依据。

4.3.1 熵值法的基本步骤及权重确定

本文依据系统性、科学性、可操作性、兼容性等原则，从阿克苏地区城市特点和数据可获得性出发，选取了致灾因子，人口、经济、环境设施等四个指标作为阿克苏地区城市脆弱性评价指标体系，并通过熵值法对每个指标进行权重赋值，评价指标及其权重（见表 4-2）。具体步骤如下

（1）指标的标准化。采用最大值、最小值标准化的方法，能够有效体现能够有效体现各个指标的重要程度。

$$\text{正向指标计算: } X'_{ij} = (X_{ij} - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad \text{公式 (4-1)}$$

$$\text{负向指标计算: } X'_{ij} = (X_{\max} - X_{ij}) / (X_{\max} - X_{\min}) \quad \text{公式 (4-2)}$$

X'_{ij} 为原始数据消除量纲后的值，取值范围 (0, 1)，将 $R = (X'_{ij})_{m \times n}$ 进行列向量归一化，得到 $F = (f_{ij})_{m \times n}$ 。

（2）计算权重：计算第 j 个指标的熵值：

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m f_{ij} \ln(f_{ij}) \quad \text{公式 (4-3)}$$

计算第 j 个指标的差异系数： $g_j = 1 - e_j$ ， g_j 越大，指标越重要。

$$\text{(3) 计算第 } j \text{ 个指标的权重: } W = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^m g_j} \quad \text{公式 (4-4)}$$

表 4-2 阿克苏地区自然灾害脆弱性评价指标体系及因子权重

一级指标	二级指标	类型	分权重	总权重
致灾因子	年平均气温	U ₁₁	正	0.052
	年平均降雨量	U ₁₂	正	0.053
	沙尘暴次数	U ₁₃	正	0.057
	3 级以上地震次数	U ₁₄	正	0.054
	成灾面积	U ₁₅	正	0.053
经济	人均 GDP	U ₂₁	负	0.051
	经济密度	U ₂₂	正	0.054
	农产值所占 GDP 比重	U ₂₃	正	0.053
	金融机构存款余额	U ₂₄	负	0.051
	得到国家救济人数 (人次数)	U ₃₁	正	0.051
人口	成灾人口	U ₃₂	正	0.054
	人口密度	U ₃₃	正	0.052
	男女比重	U ₃₄	负	0.053
	万人教师数	U ₃₅	正	0.051
	人均拥有公路面积	U ₄₁	负	0.052
环境设施	年人均用水量	U ₄₂	负	0.052
	年人均用电量	U ₄₃	负	0.052
	人均居住面积	U ₄₄	负	0.054
	城市绿化覆盖率	U ₄₅	负	0.052

4.4 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性模糊综合评判模型构建

模糊数学方法是一种基于模糊数学的综合评价方法，是 1965 年，由美国著名计算机与自动控制专家查德（L.A.Zadch）首次提出，并发表了第一篇用数学方法研究模糊现象的论文模糊集合。模糊综合评价法是模糊数学方法中的一个重要分支，是比较成熟的数学方法，它是以模糊数学为基础，应用模糊关系合成的原理^[61、62]。系统内外之间的联系非常复杂，符合模糊数学处理对象所具有的“模糊性”，对于系统脆弱性的影响因子还没有确定的情况之下，很难用定量的数值来表达的，只能用客观模糊或主观模糊的准则进行推断或识别，主要是应用模糊变换原理对自然灾害进行综合性评价，可以有效解决自然灾害脆弱性评价中指标确定标准的模糊性对于评价结果的影响，所以模糊数学在系统脆弱性的应用将会越来越广泛和深入，分以下几个步骤来构建模糊综合评价模型：

4.4.1 建立自然灾害脆弱性因素集

根据自然灾害评价指标体系建立的结构，也将因子集分为 2 层，由一级指标 U_i 和二级指标 U_{ij} 共 19 个基本因子组成，具体建立如下：第一层 $U=(U_1, U_2, U_3, U_4)$ ；第二层如 $U_1=(U_{11}, U_{12}, U_{13}, U_{14})$ 。

4.4.2 确定评价指标的分级标准

根据阿克苏地区自然灾害脆弱性评价的目的，结合研究区各评价指标标准化处理后新数据的特点，综合考虑研究区自然灾害脆弱性评价指标体系的各个指标，采用中位数法和平均值法并结合当地实际情况，确定自然灾害脆弱性评价指标等级划分的标准^[63]。本文将自然灾害脆弱性评价指标体系中的各个指标的评价等级分为 5 级，即： $V = (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5)$ ，代表各评价因脆弱度划分为 5 个等级，即低脆弱度、较低脆弱度、中脆弱度、较高脆弱度、高脆弱度。各评价指标的分级标准如表 4-3 所示。

表 4-3 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标分级标准

指标	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
U ₁₁	0.18	0.44	0.70	0.80	0.91
U ₁₂	0.01	0.28	0.54	0.70	0.90
U ₁₃	0.01	0.09	0.17	0.25	0.33
U ₁₄	0.10	0.18	0.25	0.33	0.40
U ₁₅	0.11	0.20	0.29	0.57	0.85
U ₂₁	0.48	0.56	0.63	0.79	0.95
U ₂₂	0.08	0.11	0.13	0.27	0.41
U ₂₃	0.08	0.22	0.36	0.67	0.98
U ₂₄	0.62	0.74	0.86	0.90	0.94
U ₃₁	0.55	0.68	0.80	0.86	0.92
U ₃₂	0.01	0.09	0.18	0.38	0.57
U ₃₃	0.21	0.35	0.48	0.65	0.82
U ₃₄	0.01	0.25	0.50	0.75	0.99
U ₃₅	0.72	0.74	0.77	0.85	0.93
U ₄₁	0.07	0.23	0.39	0.60	0.81
U ₄₂	0.12	0.26	0.39	0.65	0.90
U ₄₃	0.20	0.44	0.68	0.80	0.92
U ₄₄	0.02	0.14	0.26	0.43	0.60
U ₄₅	0.14	0.34	0.55	0.59	0.63

4.4.3 构建隶属函数

为了更简洁快速地分析自然灾害脆弱性问题，使指标有一个统一的度量标准，通过构建隶属度函数的方式来确定各研究区不同指标的隶属度和等级更为合理。本文选取升、降半梯形和三角形来确定各等级的隶属函数^[63]。低度脆弱性为降半梯形函数，高度脆弱性为升半梯形，其他 3 级为三角形函数。相应的隶属函数为：

$$u_{i1}(x_i) = \begin{cases} 1 & 0 \leq x_i \leq V_1 \\ \frac{V_2 - x_i}{V_2 - V_1} & V_1 \leq x_i \leq V_2 \\ 0 & x_i \geq V_2 \end{cases} \quad \text{公式 (4-5)}$$

$$u_{i2}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq V_2 \text{ 或 } x_i \geq V_3 \\ \frac{x_i - V_1}{V_2 - V_1} & V_1 < x_i < V_2 \\ 1 & x_i = V_2 \\ \frac{V_3 - x_i}{V_3 - V_2} & V_2 < x_i < V_3 \end{cases} \quad \text{公式 (4-6)}$$

$$u_{i3}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq V_2 \text{ 或 } x_i \geq V_4 \\ \frac{x_i - V_2}{V_3 - V_2} & V_2 < x_i < V_3 \\ 1 & x_i = V_3 \\ \frac{V_4 - x_i}{V_4 - V_3} & V_3 < x_i < V_4 \end{cases} \quad \text{公式 (4-7)}$$

$$u_{i4}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq V_3 \text{ 或 } x_i \geq V_5 \\ \frac{x_i - V_3}{V_4 - V_3} & V_3 < x_i < V_4 \\ 1 & x_i = V_4 \\ \frac{V_5 - x_i}{V_5 - V_4} & V_4 < x_i < V_5 \end{cases} \quad \text{公式 (4-8)}$$

$$u_{i5}(x_i) = \begin{cases} 0 & x_i \leq V_4 \\ \frac{x_i - V_4}{V_5 - V_4} & V_4 < x_i < V_5 \\ 1 & x_i \geq V_5 \end{cases} \quad \text{公式 (4-9)}$$

然后，对评价因子 u_i 分别作出评价 V_j 的隶属度，记作 r_{ij} ，各因子的隶属度根据所建立的隶属函数求得，整个因子集内诸因子的隶属度向量组成隶属度矩阵 R 。

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{公式 (4-10)}$$

4.4.4 模糊综合评判

得到模糊矩阵 R 和权重 W 后，根据模糊变换进行自然灾害脆弱性综合评判：

$$B = W \bullet R = \{w_1, w_2, \dots, w_n\} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nn} \end{bmatrix} = \{b_1, b_2, \dots, b_n\} \quad \text{公式 (4-11)}$$

根据模糊集的运算方法，可以采用取最大原则、小中取大原则以及加权平均模型等确定向量 B 值。本文依据最大隶属性原则，取最大分量即 $b = \max \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ 。

5 阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价

5.1 数据资料来源

本文数据主要来自于《2011 年新疆统计年鉴》、《2011 年阿克苏地区统计年鉴》和通过网络收集的资源包括：阿克苏市、阿瓦提县、温宿县、库车县、新和县、拜城县、乌什县、柯坪县、沙雅县的 2011 年国民经济和发展统计公报。收集的数据通过整理，标准化处理（见表 5-1）。

阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价

表 5-1 阿克苏地区自然灾害脆弱性各指标标准化处理

一级指标	二级指标	阿克苏	温宿	库车	沙雅	新和	拜城	乌什	阿瓦提	柯坪
致灾因子	年平均气温	0.848	0.727	0.636	1.000	0.909	0.000	0.182	0.697	0.697
	年平均降雨量	0.616	0.462	0.909	1.000	0.620	0.164	0.007	0.885	0.000
	沙尘暴次数	0.333	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.333
	3 级以上地震									
	次数	0.100	0.100	0.100	0.200	0.100	1.000	0.300	0.000	0.400
经济	成灾面积	1.000	0.850	0.110	0.271	0.292	0.122	0.436	0.000	0.318
	人均 GDP	0.563	0.835	0.000	0.492	0.630	0.484	1.000	0.871	0.957
	经济密度	0.408	0.126	1.000	0.108	0.388	0.244	0.077	0.118	0.000
	农产值所占 GDP 比重	0.290	0.983	0.000	0.185	0.356	0.085	0.784	1.000	0.471
	金融机构存款余额	0.000	0.861	0.625	0.872	0.912	0.851	0.951	0.871	1.000
人口	得到国家救济人数(人次数)	0.918	1.000	0.550	0.752	0.837	0.550	0.000	0.574	0.736
	成灾人口	0.124	0.566	0.210	0.014	0.139	0.184	0.222	1.000	0.000
	人口密度	1.000	0.527	0.420	0.339	0.819	0.214	0.550	0.482	0.000
	男女比重	1.000	0.000	0.250	0.000	0.750	0.750	0.500	0.250	1.000
	万人教师数	0.927	0.716	0.850	1.000	0.847	0.740	0.798	0.732	0.000
环境设施	人均拥有公路面积	0.819	0.388	0.739	0.066	1.000	0.307	0.252	0.644	0.000
	年人均用水量	0.122	0.669	0.000	0.478	1.000	0.233	0.316	0.898	0.388
	年人均用电量	0.000	0.613	0.203	1.000	0.577	0.682	0.935	0.752	0.814
	人均居住面积	0.020	0.068	0.277	0.264	0.606	0.000	0.062	0.590	1.000
	城市绿化覆盖率	0.633	0.504	0.568	0.524	1.000	0.578	0.000	0.626	0.136

5.2 研究区自然灾害脆弱性评价结果及分析

根据脆弱性模糊综合评价模型，通过计算得出阿克苏地区自然灾害脆弱性（见图 5-1）。

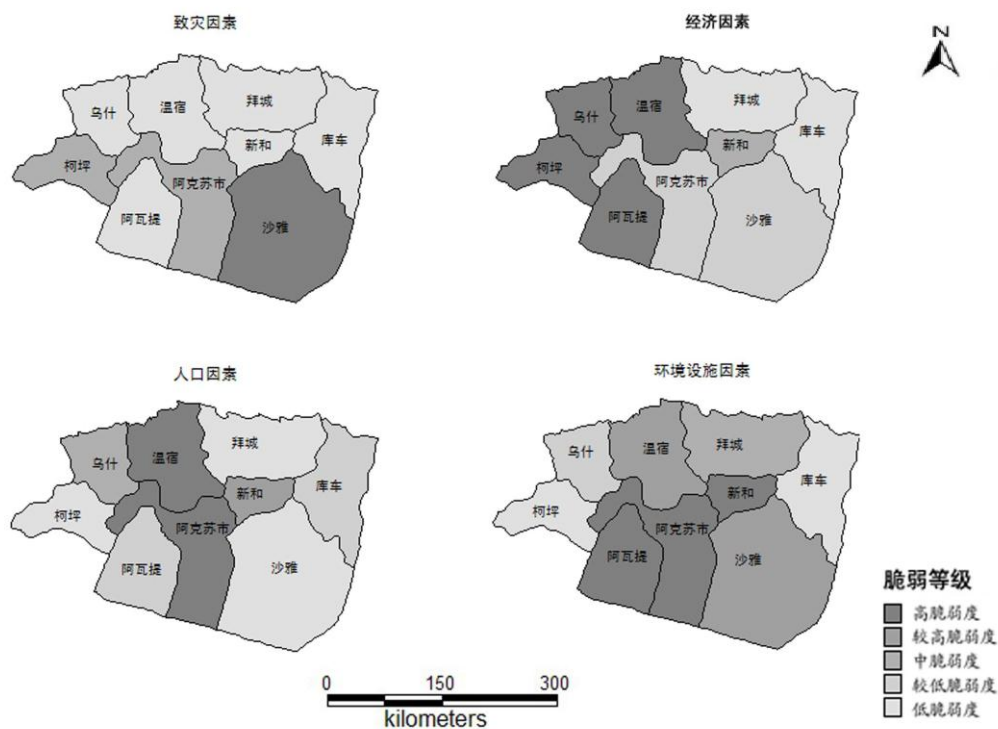


图 5-1 阿克苏地区自然灾害各因素脆弱性评价图

从灾害因素来看。因在同一区域，降水、气温上的条件悬殊不大，但各城镇受灾害的程度有所差异，特别是受沙尘暴的影响主要是由距离塔克拉玛干沙漠远近决定的。如脆弱度高的沙雅县位于沙漠边缘，每年春季沙尘暴发生次数最多；阿克苏市和柯坪属于中脆弱度；其余的阿瓦提县、温宿县、库车县、新和县、拜城县、乌什县均属于低脆弱度，其中虽然拜城县和阿瓦提县分别发生的地震次数和沙尘暴次数最多，但成灾面积并不大，对脆弱度的影响不大。

从经济方面来看。温宿县、乌什县、阿瓦提县、柯坪县均属于高脆弱度，这主要是因为这四个县经济实力较弱，人均 GDP 和金融机构的存款余额偏低，这就意味着当灾害来临时其抗灾救灾以及灾后重建的能力较差，这也是导致其经济方面脆弱度高的主要原因；库车县和拜城县均属于低脆弱度，库车县经济实力较强，经济密度最大在遭受同等强度灾害时，暴露性大、损失大，可是该区域人均 GDP 和金融机构的存款余额较高，经济实力雄厚，能够及时应对灾害和灾后恢复力较强，所以其脆弱度低。由于拜城县人均 GDP 较高，农业生产总值所占的 GDP 比重较低，这说明其区域经济依赖农业生产的程度小，这是造成该区域脆弱性低的原因；另外，新和县在经济因素上属于中脆弱度，阿克苏市和沙雅县属于较低脆弱度。

从人口方面看。阿克苏市和温宿县属于高脆弱度，新和县为较高脆弱度，乌什

县为中脆弱度，库车县、阿瓦提县均属于较低脆弱度。沙雅县、拜城县和柯坪县均属于低脆弱度。其中阿克苏市是地级市，经济发展水平高，伴随城市化水平高，人口密度大区域在遭受灾害时，暴露性大、损失大，而男女比重在 9 个区域中是最低，男性比例越低，区域在遭遇灾害时的应对能力就越弱。另外，该区域万人拥有的教师数量相对较少，这反应公众所受教育程度的指标，以上因素是导致该区域脆弱性高主要原因；导致温宿县脆弱度高的原因是，其成灾人口数在整个区域中最多，而得到国家救济的人数又是最少的。拜城县人口密度相对较低，获得国家救济人数相对较多，所以其脆弱度较低；柯坪县在整个区域中人口密度和成灾人口都是最低，加之其万人拥有的教师数量最多，所以其脆弱度低。

阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价
——在环境设施方面。阿克苏市、新和县、阿瓦提县均属于高脆弱度，其中阿克苏市的高脆弱主要是因为人均拥有公路面积和城市绿化覆盖率相对较低造成的，新和县和阿瓦提县除以上原因外，人均居住面积较低也是造成其脆弱度高的原因之一。库车县和柯坪县均属于低脆弱性，库车县年人均用水量和年人均用电量在整个区域中偏高，这是导致其脆弱度低的原因，而柯坪县由于城市绿化覆盖率和人均拥有公路量在整个区域中最高。

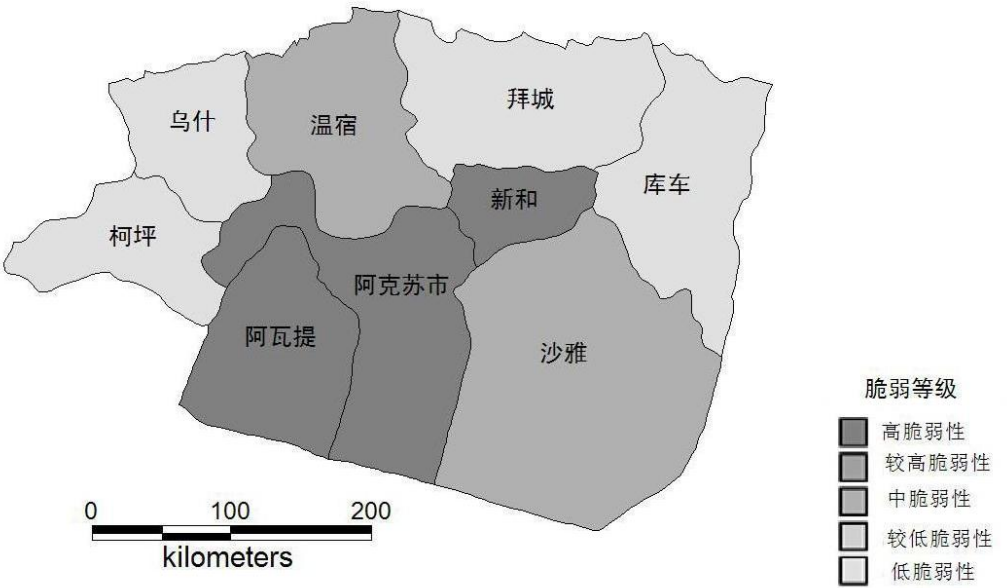


图 5-2 阿克苏地区自然灾害脆弱性评价图

从总体上看（如图 5-2）：阿克苏地区八县一市中，阿克苏、新和县、阿瓦提县为高脆弱度；温宿县、沙雅县为中脆弱度；库车县、拜城县、乌什县、柯坪县为低脆弱度。其中阿克苏、新和县高脆弱度主要是由于人口、环境设施因素脆弱度较高导致，而沙雅县高脆弱度是由于该区域灾害因素脆弱度高导致；库车在四个方面脆弱度都较低，拜城除环境设施方面处于中脆弱度，其他三方面处于低脆弱度，乌什县、柯坪县虽然在经济方面脆弱度高，但由于其他三方面脆弱度低导致其自然灾害

脆弱度低。

5.3 降低脆弱性对策建议

针对上述脆弱性的分析，本文提出以下降低脆弱性的建议：

（1）提倡植树造林、开垦荒地，增加城市及边缘地区的绿化面积和植被覆盖率。对远离海洋，毗邻沙漠，荒漠化严重、植被稀少的阿克苏地区来说，增加城镇绿化面积不仅可以美化环境、净化空气，还可以有效的防止一些突发性灾害的发生。而开垦城镇边缘地区的荒地不仅可以带来经济效益，还能起到防风固沙的作用。

（2）分析自然灾害特点，做好防御措施。如研究区发生较多的灾害有雹灾、洪灾等，这些灾害都有很强的季节性，在灾害多发期管理部门应积极做好灾前预测、防御，灾后救援工作；而对于地震这类突发性强、危害程度大的灾害，管理部门应对地震多发带的居民积极宣传避灾躲灾的方法。

（3）经济总体发展的同时，不能以破坏环境和过度开发资源为代价。经济发达的地区，政府就可以投入更多的物质和资金到灾害管理和灾害救助中，建立完善灾害管理体制，可以提高灾害的反应能力、抵御能力都，降低自然灾害的救灾减灾成本，所以，研究区应增强经济实力。但在发展经济的同时还要注意资源的合理开发，不能以破坏环境和过度开发来换取经济增长。特别是对生态环境本身就很脆弱的阿克苏地区来说，应该要更加的注重产业结构的调整，以建立资源节约型、环境友好型社会为宗旨来发展经济。这不仅能促进区域经济良好的发展，还能降低由于不合理的人类活动而引发的自然灾害。

（4）控制人口数量、提高人口素质、调整人口结构。人口增长使承载体的压力增强，也是影响自然灾害脆弱性降低的关键性因素。从全国范围来看阿克苏地区人口数不多，但从其脆弱的生态环境来看，在以后城镇的发展中，注意其人口增长的速度、人口密度还是很有必要的。另外，提高人口素质、采用电视、广播、讲座、网络等灵活的宣传方式和学校正规教育相结合，对公众进行灾害科学知识普及与公众防灾意识教育，加强人们防灾减灾意识，使其能够更很好的减轻系统脆弱性。调整人口结构，使经济协调发展，促进社会和谐。

（5）加强基础设施的建设。由于阿克苏地区经济水平较低，其基础建设也较薄弱，政府应按照防灾减灾的要求，完善基础设施建设，提高基础设施的应急反应能力，尤其是要加强水、电、交通、通讯等生命线工程的建设，增加其防灾抗灾能力。

（6）建立机制健全的自然灾害应急管理机构，将民众、政府、军队有机的结合起来，构建全方位、多层次、规范化的灾害管理体制。储备和整合各种灾害管理资源，保证当灾害发生时能够及时的做出反应，将救灾资源有效地分散到各级部门。同时，政府在做城市规划时，还应制定可行性强的减灾总体规划，将其融合到城市

总体规划中，是城市建设、社会经济发展和城市减灾工作相互协调进行。

（7）注重对少数民族防灾减灾意识的教育。新疆是个多民族聚居的地区，主要有维吾尔族、汉、回、哈萨克、蒙古等，而阿克苏地区聚居 36 个民族，是一个以维吾尔族为主体的多民族聚居地区。他们拥有自己的语言和文字，并且大多数都聚居在一起，较少与外界沟通交流，影响了地区社会经济文化的快速发展，如果长此以往，将会形成一系列的连锁效应，从而妨碍城市防灾减灾工作的开展。

结论

1 结论

(1) 本文通过查阅大量关于自然灾害脆弱性的相关文献，系统的总结了国内外自然灾害脆弱性的研究进展，更深入的概括自然灾害脆弱性的内涵及其构成，阐述了自然灾害脆弱性的评价方法。

(2) 从自然地理环境和社会经济环境两方面阐述了阿克苏地区城市孕灾环境。从自然地理环境来说，干旱的气候环境为阿克苏地区的洪旱、沙尘提供了条件；冰川、河流以及复杂的地形都是造成阿克苏地区自然灾害发生的原因。从社会经济环境看，城市化水平的提高、人口的增长、公共基础设施的建设、医疗卫生和教育的发展等与成灾的大小和城市的抗灾能力有着直接的关系。

(3) 通过统计分析了 1949 年-2010 年阿克苏地区发生的各类自然灾害的特点发现：阿克苏地区发生冰雹、洪灾、暴雨、地震灾害比较多，自然灾害成灾指数区域分异呈南高北低的区域分异特征。地震灾害主要呈北部多，南部少的趋势，高地震危害区有乌什县，其次是库车县和拜城县；洪灾呈北部，东北部多，南部，西南部少，温宿县发生次数最多，1950-2000 年间洪灾发生次数呈波动上升的趋势，夏季是阿克苏地区的洪灾爆发期；雹灾总体上呈现北部，西北部多，南部，东南部少，5-8 月是冰雹灾害发生频率的最为集中。

(4) 在广泛借鉴国内外自然灾害脆弱性评价指标体系的基础上，考虑致灾因素、经济、人口、城市环境设施等四方面，建立了阿克苏地区城市自然灾害脆弱性评价指标体，运用熵值法和模糊综合评价法进行评价。

(5) 结果表明：阿克苏地区八县一市中，阿克苏、新和县、阿瓦提县为高脆弱度；温宿县、沙雅县为中脆弱度；库车县、拜城县、乌什县、柯坪县为低脆弱度。根据评价区域自然灾害脆弱性情况，总结其城市脆弱性特征、并有针对性地提出若干对策建议。

2 需进一步深入研究的问题

本文对自然灾害脆弱性研究虽做出了一定的探讨，但由于受限于自身的能力和客观资源和时间等因素，论文在撰写时还存在一些不足之处，需要进一步研究的工作，如：

(1) 本文在建立阿克苏地区城市脆弱性评价指标体系时，由于受到一些客观因素的限制在收集数据方面考虑的因素不够全面，指标体系还不够严谨，评价方法和

过程也有待提高，研究的科学性需进一步加强，在今后需要进一步研究的工作。

（2）本文在分析中涉及到的评价指标，由于数据资源较难获取以及时间有限，仅选用一年数据资料对评价区域进行了横向比较分析，在进一步的研究中，可以选择较长时间跨度的数据资料对评价区域进行纵向比较分析。

（3）新疆是一个很特殊的地区，阿克苏地区有大面积的荒漠无人区，在对数据统计时没有考虑到排除这个因素的影响，这在以后研究中也要考虑的问题。

结论

参考文献

- [1] 黄金川, 方创琳, 冯仁国. 三峡库区城市化与生态环境耦合关系定量辨识[J]. 长江流域资源与环境, 2004, 13(2):153-158.
- [2] 孙蕾. 沿海城市自然灾害脆弱性评价研究[D]. 华东师范大学, 2007.
- [3] 孙蕾, 石纯. 沿海城市自然灾害脆弱性评估研究进展[J]. 灾害学, 2007, 22(1): 102-105.
- [4] 尹占娥. 城市自然灾害风险评估和实证研究[D]. 华东师范大学, 2009.
- [5] 中国科学技术协会, 中国工程院, 陕西省人民政府. 中国西部生态重建与经济协调发展学术研讨会论文集. [C]成都:四川科学技术出版社, 2004.
- [6] 林霞. 辽宁省气象灾害风险评估[D]. 辽宁师范大学, 2009.
- [7] 史培军, 邹铭, 李保俊等. 从区域安全建设到风险管理体系的形成—从第一届世界风险大会看灾害与风险研究的现状与发展趋向[J]. 地球科学进展, 2005, 20(2):17-179.
- [8] 史培军, 郭卫平, 李保俊等. 减灾与可持续发展模式—从第二次世界减灾大会看中国减灾战略的调整[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(3):1-7.
- [9] IPCC CZMS. Global Climate Change and the Rising Challenge of thesea[R]. RePort of the Coastal Zone Management SubgrouP. IPCC ResPonseS strategies Working Group, Rijkswaterstaat, the Hague, 1992.
- [10] Leather man SP, Yohe GW. Coastal impact and adaPtation assessment In Benioff R, Guill S, Lee J(eds), Vulnerability and Adaptation Assessments: An International Hand book, Version 1.1[R]. Dordreeht: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- [11] Burtonl, FeenstraJ F, parryM L et al. UNEP handbook on methods for climate change imPact assessment and adaPtation studies, Version 2.1[M]. United Nations Environment Programme and Institute for Environmental Studies, New Universiteit, Amsterdam, 1998.
- [12] Juha I. U. The geograPhy of disaster vulnerability in megaeities[J]. Applied GeograPhy, 1998, 18(1), 7-16.
- [13] DaiF. C. LeeC. F. NgaiY. Y. Landslide risk assessment and management: overview[J]. Engineering Geology, 2002, 64, 65-87.
- [14] KhanduriaA. C, Morrow G. C. Vulnerability of buildings to windstorms and insuraneeloss estiomation[J]. Joumal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 2003, 91, 455-467.

- [15] 商彦蕊, 史培军. 人为因素在农业灾害形成过程中所起作用的探讨[J]. 自然灾害学报, 1998, 7(4): 35-43.
- [16] 樊运晓, 罗云, 陈庆寿. 区域承灾体脆弱性综合评价指标权重的确定[J]. 灾害学, 2001, 16(1): 85-87.
- [17] 石勇, 许世远, 石纯, 孙阿丽, 赵庆良. 基于 DEA 方法的上海农业水灾脆弱性评估[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(5): 188-192.
- [18] 石勇, 孙蕾, 石纯, 许世远, 孙阿丽, 王军. 上海沿海六区县自然灾害脆弱性评价[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(3): 156-161.
- [19] 邵传青, 张芳, 易立新. 沿海城市自然灾害脆弱性评价研究——以天津滨海新区为例[J]. 防灾科技学院学报, 2008, (04): 88-92.
- [20] 严浏娜, 孙长. 基于投影寻踪技术的台风灾害脆弱性评价[J]. 浙江气象, 2012, (02): 12-16.
- [21] 韩璐. 初探清政府在新疆的救灾政策[J]. 新疆地方志, 2011, (01): 52-54.
- [22] 刘德才. 略谈各种自然灾害(1949—1990 年)对新疆国民经济的最大影响概况[J]. 新疆气象, 1995, (06): 31-35.
- [23] 孙希华. 新疆自然灾害类型区划研究[J]. 山东师大学报(自然科学版), 1993, (04): 112-115-122.
- [24] 叶民权, 陈保华. 新疆自然灾害区划研究[J]. 自然灾害学报, 1996, (01): 14-21.
- [25] 陈亚宁, 乔木. 新疆塔里木盆地周围山地主要自然灾害类型及分布特征[J]. 灾害学, 1988, (02): 63-66.
- [26] 崔彩霞. 新疆近 40 年气候变化与沙尘暴趋势分析[J]. 气象, 2001, (12): 38-41.
- [27] 满苏尔·沙比提, 陆吐布拉·依明. 南疆近 60 年来大风灾害特征及其对农业生产的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2012, (01): 265-269.
- [28] 满苏尔·沙比提. 南疆近 60a 来冰雹灾害时空变化特征分析[J]. 冰川冻土, 2012, (04): 795-801.
- [29] 姜逢清. 20 世纪下半叶新疆洪水灾害的新趋向[J]. 灾害学, 2004, (02): 31-37.
- [30] 徐海量, 陈亚宁, 李卫红, 张锐. 风灾危险性评价——以塔里木盆地为例[J]. 干旱区地理, 2003, (03): 250-253.
- [31] 陈亚宁. 新亚欧大陆桥新疆段易损性分析[J]. 自然灾害学报, 1999, (04): 106.
- [32] 何爱平. 发展中国家灾害经济的特点、成因及对策[J]. 灾害学, 2000, 15.
- [33] 李宏. 自然灾害与经济增长关系的实证研究——基于 14 国 1970 年~2008 年面板数据分析[J]. 价格月刊, 2011, 404(1): 47-51.
- [34] 吕常荣. 区域农业洪水灾害脆弱性评价研究——以鄱阳湖区为例[D]. 上海师范大学, 2008.
- [35] Birkmann J. Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin-Towards

- Disaster-Resilient Societies[M]. UNU Press, Tokyo and New York, 2006.
- [36]李鹤,张平宇,程叶青.脆弱性的概念及其评价方法[J].地理科学进展,2008,27(2):18-23.
- [37]方修琦,殷培红.弹性、脆弱性和适应——IHDP 三个核心概念综述[J].地理科学进展,2007,(05):11-22.
- [38]杨洋.辽宁省城市自然灾害脆弱性评价研究[D].辽宁师范大学,2011.
- [39]Cannon Blaikie,Davis IPT and Wisner B.At Risk:Nature Hazards,People Vulnerability,and Disaster [M].London:Routledge,1994.141-156.
- [40]Birkmann J. Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin-Towards Disaster-Resilient Societies[M]. UNU Press, Tokyo and New York, 2006.
- [41].Birkmann J(ed.). Measuring Vulnerability to Hazards of Natural Origin-Towards Disaster-Resilient Societies [M].Tokyo and New York:UNU Press,2006.
- [42] George Abeyale D E.Race, ethnicity and the spatial dynamic: towards a realistic study of black crime,crime victimization and criminal justice processing of black[J]. Social Justice 1989 17 (3): 153-166.
- [43]Turner B L, Kasperson R E et al. A framework for vulnerability analysis in sustainability science[J] Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2003, 100(14): 8074-8079.
- [44]George Abeyale D E.Race, ethnicity and the spatial dynamic: towards a realistic study of black crime, crime victimization and criminal justice processing of black[J]. Social Justice 1989 17 (3): 153-166.
- [45]史培军,王静爱,陈婧等.当代地理学之人地相互作用研究的趋向——全球变化人类行为计划(IHDP)第六届开放会议透视[J].地理学报,2006,61(2):115-126.
- [46]史培军,王静爱等.中国水灾风险综合管理——平衡大都市区水灾致灾强度与脆弱性[J].自然灾害学报,2004,13(4):1-7.
- [47]史培军,邹铭,李保俊等.从区域安全建设到风险管理体系的形成——从第一届世界风
- [48]苏桂武,高庆华.自然灾害风险的分析要素[J].地学前缘,2003,10(特刊):272-279.
- [49]吕常荣.区域农业洪水灾害脆弱性评价研究——以鄱阳湖区为例[D].上海师范大学,2008.
- [50]B.L.Turner II,Roger E.Kasperson,Pamela A.Matson,et al.A framework for vulnerability analysis in sustainability science.PNAS[J]. 2003,100(14):8074-8079.
- [51]Downing,T.E.,M.J.Watts,H.G.Bohle.Climate Change and Food Insecurity: Towards a

- Sociology and Geography of Vulnerability. Downing,T.E.Climate Change andWorld Food Security[c].New York:Springer,1995:183-206.
- [52]Cutter,S.L.Vulnerability to environment hazards.Progress in Human Geography[J]. 1996,20(4): 529-539.
- [53]Cannon Blaikie,Davis IPT and Wisner B.At Risk:Nature Hazards,People Vulnerability,and Disaster [M].London:Routledge,1994.141-156.
- [54]孙良书. 煤炭城市社会系统脆弱性评估—以阜新市为例[D]. 东北师范大学, 2008.
- [55]张俊岚, 王华, 谢国辉. 阿克苏地区地理因素对气候分布的影响[J]. 气象, 2003, (03):46-48.
- [56]新疆减灾四十年编委会. 新疆减灾四十年[M]. 北京: 地震出版社, 1993.
- [57]温克刚. 中国气象灾害大典. 新疆卷[M]. 北京:气象出版社, 2006.
- [58]刘 星. 新疆灾荒史[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社, 1999.
- [59]陈建波. 新疆地震构造特征研究[D]. 中国地震局兰州地震研究所.
- [60]热汗古丽·吾买尔. 南疆地区近 60a 来冰雹灾害时空变化特征及其对农业生产的影响[D]. 新疆师范大学.
- [61]谢季坚, 刘承平. 模糊数学方法应用[M]. 湖北: 华中科技大学出版社, 2002.
- [62]徐建华. 现代理论学中的数学方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [63]杜鹃, 何飞, 史培军. 湘江流域洪水灾害综合风险评价[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(6):38-44.
- [64]汪朝辉, 王克林, 熊鹰等. 湖南省洪涝灾害脆弱性评估和减灾对策研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(6):587-592.

在读期间发表的论文

[1]戴锐,安瓦尔 买买提明. 新疆南疆城市建设用地空间结构变化分析[J]. 伊犁师范学院学报(自然科学版),2012,(01):42-47.

后记

岁月如梭，三年的研究生生活即将结束，辛勤的付出也将有了收获。在此，我首先应该衷心地感谢恩师安瓦尔·买买提明教授，感谢他三年来对我们孜孜不倦的教诲，对我们成长的关心和爱护。老师刻苦上进的精神，严谨治学的精神，渊博的学识、谦虚豁达的为人风范都让我们受益匪浅。

在研究生学习期间，还得感谢学院焦黎教授、李艳红教授、陈学刚副教授、陆亦农副教授、权晓燕副教授、来风兵老师，三年在学习和生活中，正是他们无微不至的关怀和帮助才使我得以顺利完成学业。

感谢师兄侯艳军，感谢同门唐兵、安晓亮、崔凤、张纯、塔伊尔江在论文材料数据、材料收集及论文写作期间给予我的关心与帮助。感谢与我同窗三年的2010级的同学们，他们是王彩艳、时珍霞、王亚娟、李莹子、张静、马静、韩梅感谢他们在生活、学习等各方面对我的热忱帮助和支持，是他们给了我很多有益的启迪，让我获益匪浅。

风中的风铃再次响起，似乎在奏响一首感恩之歌，感谢父母的鞭策和养育之恩在我十多年求学路上他们是我坚强后盾，在这里我要感谢父母的斥责，因为他们是为了助长你的智慧；感谢他们在学业和生活上给予我支持与鼓励，感谢父母赋予我们的一切，让我们用生命去珍惜，用感恩的心去呵护。正是他们的关心和宽容才使我顺利完成学业。

本论文的撰写获得国家自然科学基金项目（项目批准号：41061019）的资助，在此对它们的资助表示衷心的感谢。

最后，衷心感谢专家学者对论文认真的审阅和提出的宝贵建议，同时感谢所有参考文献的作者，正是你们先前的工作，给我提供了很多参考依据。

戴锐

2013年3月于乌鲁木齐