

学 校 代 码:	10135
论文分类号:	
学 号:	20084017011
研究生类别:	全日制

内蒙古师范大学

硕士学位论文

鄂尔多斯市生态灾害风险评价

Ecological disaster risk assessment in Ordos

学 科 门 类:	理学
一 级 学 科:	地理学
学 科 、 专 业:	自然地理学
研 究 方 向:	自然灾害监测与防治
申 请 人 姓 名:	萨仁其其格
指 导 教 师 姓 名:	银山 教授

二〇一一年六月十五日



Y1891710

独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果，尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含本人为获得内蒙古师范大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。本人保证所呈交的论文不侵犯国家机密、商业秘密及其他合法权益。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示感谢。

签名： 蔺仁其其格

日期： 2011年 6月 17日

关于论文使用授权的说明

本学位论文作者完全了解内蒙古师范大学有关保留、使用学位论文的规定：内蒙古师范大学有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，并且本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。

保密的学位论文在解密后也遵守此规定。

签名： 蔺仁其其格

导师签名：

银山

日期： 2011年 6月 17日

中文摘要

本文主要运用遥感地理信息系统(GIS)技术,根据2006年5月1日起试行的《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T192-2006)对鄂尔多斯市地区进行生态环境质量评价的基础上通过探用地理信息系统技术编制生态灾害等级分区图,最后探讨了生态灾害风险管理对策。通过2000年、2005年、2007年和2009年的遥感影像的解译获得的鄂尔多斯市土地利用和荒漠化图为基础,以多年生态灾害的统计资料为依据,即选择旱灾、沙尘暴、火灾、雨涝、风灾、冰雹、霜冻和雪灾等八项因子进行了叠加分析评价,完成鄂尔多斯市地区的生态灾害危险评价图。以湖泊、有林地、灌木林地、疏林地和其他林地、高覆盖草地、中覆盖草地、地覆盖草地、滩涂湿地、耕地、建筑用地和未利用地为易损性分析指标,并借助于GIS分析软件,将危险评价图与易损性图进行叠加分析,完成了鄂尔多斯市的生态灾害风险区划图。区划结果表明GIS方法能够有效地进行空间分析和集成分析影响生态灾害的因子。该风险区划图可通过对生态灾害易泛区的不同风险地带的土地利用规划的决策而减轻生态灾害,此外,也为生态灾害易泛区的决策提供有关生态灾害风险信息。

结果表明鄂尔多斯市整体上植物覆盖度较高,生物多样性也比较丰富。但评价指数各旗县间同一地区不同年份在数值上还是有差距的。从生物环境状况变化度分级8个旗(区)中,只有乌审旗在2007年至2009年这时间段略有变化,其余的都无明显变化。经过计算分析,鄂尔多斯市各个旗(区)危险度评价表明,研究区五级危险区面积占全区面积11.63%、四级危险区面积占全区面积的26.97%、三级危险区面积占全区面积的20.18%、二级危险区占面积全区面积的28.04%、一级危险区面积占全区面积的13.18%。从生态灾害分区图中可以看出鄂尔多斯市地区北部的生态灾害危险性明显高于南部,这与降水量、植被覆盖率和土地退化密切相关。鄂尔多斯市各个旗(区)生态灾害风险区划结果为五级风险区域所占比例较少,所占比例为6.00%;二级风险区和三级风险区所占比例基本一样,所占比例在12%左右,一级风险区面积占全区面积的最大,各年份比例为47.95%、61.54%、64.85%和60.86%。

关键词: 鄂尔多斯市, 生态环境状况, 生态灾害风险评价

ABSTRACT

This paper mainly using Remote Sensing Geographic Information Systems (GIS) technology, according to "ecological environment evaluation techniques (for Trial Implementation)" (HJ/T192-2006) which put into trial use on May 1st, 2006, ecological environmental quality assessment offered for Ordos city area. On this basis, through the exploration of geographic information system technology, this paper compiled the ecological disaster level zoning maps and finally discussed the ecological disaster risk management measures. Based on the land utilization and desertification figure of Ordos city that obtained from the interpretation of 2000, 2005 and 2007 and 2009 years' remote sensing images, in accordance with statistical data of ecological disasters in many years, namely, select eight factors including drought, sandstorm, fire, heavy rains, storm, hail, frost and snow storms, etc, offered the superposition analysis and evaluation for Ordos city area, completing Ecological disaster risk evaluation map of Ordos city area. Takes the lake, forest land, shrub land, open forest land and other woodlands, high covering grassland, the covering grassland, low covering grassland, wetland, farmland, construction land and unused land as the vulnerability analysis index, with GIS analysis software, executes the superposition analysis for the risk evaluation map and vulnerability figure, completing ecological disaster risk zoning map of Ordos city area. Division results show that the GIS method can conduct efficiently for spatial analysis and integrated analysis to the influence factors of ecological disaster. This map can reduce the ecological disaster risk through the land use planning decisions of different risk zones in ecological disaster-prone areas. In addition, it can also provide the ecological disaster risk information for decisions in ecological disaster-prone areas.

The results showed that plant coverage of Ordos City is relatively high as a whole, and also rich in biological diversity. But there were numerical gaps in evaluation index of same area of each banner county in different years.

Classification of biological environment condition change degree of eight banners (area) showed that only wushen banner has slight changes in period from 2007 to 2009, and the others are no obvious change. Through calculation and analysis, Ordos city each banner (area)'s risk evaluation showed that in study area, fifth class dangerous region account for 11.65% area of the whole region, fourth class dangerous region account for 26.97% area of the whole region, third class dangerous region account for 20.18% area of the whole region, second class dangerous region account for 28.04% area of the whole region, first class dangerous region account for 13.18% area of the whole region. The ecological disaster zoning map showed that ecological disaster risk in Ordos city area's northern part was higher than the risk of ecological disaster in the south, which is closely related to precipitation, vegetation cover and land degradation. Ordos city each flag (area)'s ecological disaster risk division results was fifth class risk area has less proportion, for 6.00% proportion; The proportion of second class risk area and third class risk area were basic and same, the percentage was 12%; first class risk area had the maximum proportion, the percentage of the four periods were 7.95%, respectively 64.85% and 60.86% 61.54%, respectively.

KEY WORDS: Ordos, Ecological environment, Ecological risk assessment

目 录

1. 引言	1
1.1 生态灾害风险及其形成理论	1
1.1.1 生态灾害风险的概述	1
1.1.2 生态灾害风险形成理论依据	2
1.2 国内外研究现状	3
1.3 存在的问题	5
1.4 研究的目的意义	6
1.5 研究内容与方法	6
1.5.1 研究内容	6
1.5.2 研究方法	9
1.6 论文框架	9
2、研究区概况及主要生态环境问题	11
2.1 鄂尔多斯市概况	11
2.1.1 鄂尔多斯市生态环境概况	11
2.1.2 社会经济特征	12
2.2 鄂尔多斯市主要生态环境问题	12
3、鄂尔多斯市生态环境状况评价	14
3.1 评价指标的选择	14
3.1.1 评价指标选取原则	14
3.1.2 评价指标及其含义	14
3.1.3 评价指标的权重及其计算方法	16
3.1.4 生态环境质量指数计算方法及评价分级	17
3.2 生态环境评价指数计算过程及其评价分析	19
3.2.1 评价单元划分	19
3.2.2 生物丰度指数计算过程及其评价分析	19
3.2.3 植被覆盖指数计算过程及其评价分析	21
3.2.4 水网密度指数的计算过程及其评价分析	22
3.2.5 土地退化指数计算过程及其评价分析	23

3.2.6 污染负荷指数.....	24
3.3 生态环境质量指数计算及评价	24
3.3.1 生态环境质量指数计算.....	24
3.3.2 生态环境评价结果.....	25
3.4 生态环境质量分级及生态环境质量变化幅度分级	26
4 生态灾害风险评价	28
4.1 风险受体与生态终点	28
4.2 各风险源描述	28
4.2.1 干旱.....	28
4.2.2 沙尘暴.....	29
4.2.3 火灾.....	31
4.2.4 雨涝.....	32
4.2.5 风灾.....	33
4.2.6 冰雹.....	34
4.2.7 霜冻.....	34
4.2.8 雪灾.....	35
4.3 风险叠加	36
4.3.1 生态风险的计算.....	36
4.3.2 确定各灾害因子权重.....	37
4.3.3 易损性的计算.....	38
4.3.4 生态灾害风险的计算.....	39
5、鄂尔多斯市生态灾害风险管理对策.....	43
6、结论与讨论	45
6.1 结论	45
6.2 问题与讨论	45

1. 引言

1.1 生态灾害风险及其形成理论

地球表层系统自然环境, 能量和物质输入输出不均匀或系统各部分平衡系统失调时, 导致生态灾害的发生。生态灾害是自然界与人类社会经济系统相互作用的产物, 随着人类社会经济迅速发展, 人口的增加以及人类生活水平的提高和科学技术的进步, 人口、资源与环境矛盾日益突出, 大面积的植被遭到不同程度的破坏, 同时生态系统严重退化, 引发了一系列的生态环境问题, 甚至出现严重的生态灾害。土地荒漠化、沙尘暴、水土流失、森林消减、生境破碎化和生物多样性锐减等生态问题或生态灾害对社会经济的危害除了直接扰动和打击之外(如洪水, 风灾), 更重要的是表现为生态系统的功能(生产力或资源供给能力)衰退。因此最大限度地减轻生态灾害的影响和损失已经成为社会经济可持续发展的重要前提之一。

1.1.1 生态灾害风险的概述

牛文元等认为生态灾害是指生物圈生态过程异常变化给社会经济系统造成的危害^[1, 2]。严立冬将生态灾害表述为生态灾害是指自然发生的或人类对生态系统的干预而引起生态系统灾变, 导致产生各种自然灾害或人为灾害^[3]。刘全友、梁恒田等指出生态灾害是生态系统过程(能量转化和物质循环)的异常变化给社会系统所造成的危害^[4, 5]。生态系统与外部的物质、能量的输入和输出遭到破坏是生态系统出现异常, 造成生态灾害的主要原因。

1.1.1.1 风险的定义

风险概念最初是在经济学领域中提出的, 目前对风险的定义有很多种解释。Maskrey 把风险定义为: “风险是某一自然灾害发生后所造成的总损失”; 联合国赈灾组织的定义: “风险是在一定的区域和给定的时段内, 由于某一自然灾害而引起的人们生命财产和经济活动的期望损失值”; 唐少卿认为: “自然灾害的风险评估, 是对某一区域一种或多种尚未发生、但可能发生的自然灾害, 一旦发生, 将对社会经济及人员造成危害的评估”; 黄崇福认为“自然灾害风险应该泛指灾害发生的时间、空间、强度的可能性”; 简单地说, 风险是不利事件或损失发生概率及其后果的函数^[6]。

1.1.1.2 生态风险的定义

曾辉等人提出生态风险是指一个种群、生态系统或整个景观的正常功能受外界胁迫从而在目前或将来减小该系统内部某些要素或其本身的健康、生产力、遗传结构、经济价值和美学价值的可能性^[7]。简单说, 生态风险就是生态系统及其组分所承受的

风险。它指在一定区域内,具有不确定性的灾害、事故及人类行为对生态系统及其组分可能产生的不利作用,包括生态系统结构和功能的损害,从而危及生态系统的安全和健康^[8-11]。

1.1.1.3 生态风险评价的定义

马娅娟认为生态风险评价是指在一个或多个胁迫因素影响后,对不利的生态后果出现的可能性进行评价的过程^[12]。李国旗等认为生态风险评价(Ecological Risk Assessment ERA)是环境风险评价的重要组成部分。它是指对生态系统及其组分受一个或多个胁迫因素影响后,对不利的生态后果出现的可能性进行的评估^[13]。

不确定性和危害性是生态风险的两个根本属性。生态风险根据生态系统的机理和机制来预测、评价具有不确定性的危害或事故对生态系统及其组分可能造成的损伤。一般而言,生态风险评价包括4个部分:危害评价(Hazard Assessment)、暴露评价(Exposure Assessment)、受体分析(Receptor Assessment)和风险表征(Risk Characterization)。殷浩文在“水环境生态风险评价程序”中将生态风险评价过程分为5个基本部分:源分析、受体评价、暴露评价、危害评价和风险表征^[14, 15]。生态风险评价的一般程序中主要包括如下步骤:选择终点、定性和定量描述风险源、鉴别和描述环境效应、采用适宜的环境迁移模型,评估暴露的时空模式、定量计算生物暴露水平与效应之间的相关性和综合以上步骤而得的最终风险评价^[16]。

1.1.1.4 区域生态风险评价的定义

区域生态风险评价是在区域尺度上描述和评估环境污染、人为活动或自然灾害对生态系统及其组分产生不利作用的可能性和大小的过程,其目的在于为区域风险管理提供理论和技术支持^[17]。

1.1.2 生态灾害风险形成理论依据

1.1.2.1 自然灾害风险形成原理

国内外很多灾害研究中都涉及到灾害理论问题的研究,出现了孕灾环境论、致灾因子论、承灾体论和区域灾害系统论^[18, 19]。孕灾环境论、致灾因子论和承灾体论三种灾害理论都有其突出的特点,即强调主导因素而忽视次要因素,因而都有片面性。国内外有关学者在研究区域灾害安全的基础上系统的进行了理论总结,认为致灾因子、孕灾环境与承灾体的相互作用都对最终灾情的时空分布、程度和大小造成影响。

美国学者 Blaikie, Cannon, Davis 和 Wisner 从致灾因子、孕灾环境、承灾体的综合作用的角度,系统地总结了区域资源开发与自然灾害的关系,指出灾害是脆弱度、承灾体与致灾因子综合作用的结果^[20]。高庆华,张业成认为致灾因子活动的强度

越大,成灾规模越大;承灾体密度和价值越高,对灾害的抗御能力和可恢复性越差,成灾规模越大^[21]。

史培军等提出了区域灾害系统理论观点,认为灾害系统是由孕灾环境、致灾因子、承灾体与灾情共同组成具有复杂特性的特殊的变异系统。灾情是由孕灾环境、致灾因子、承灾体之间相互作用形成的^[22]。致灾因子是灾害产生的充分条件,承灾体是放大或缩小灾害的必要条件,孕灾环境是影响致灾因子和承灾体的背景。一个特定区域的灾害,都是致灾因子,孕灾环境,承灾体综合作用的结果。其轻重程度取决于孕灾环境的稳定性、致灾因子的危险度以及承灾体的脆弱度,是由上述相互作用的三个因素共同决定的^[23]。

1.1.2.2 生态灾害风险形成原理

生态灾害是生态系统过程(能量转化和物质循环)的异常变化给社会系统所造成的危害。区域生态灾害风险的形成及其大小,是孕灾环境、致灾因子和承灾体综合影响决定的。其轻重程度取决于孕灾环境的稳定性、致灾因子的危险度以及承灾体的脆弱度,是由上述相互作用的三个因素共同决定。区域生态风险评价主要是研究相对较大范围的区域中各生态系统所承受的风险。因此评价区域生态风险时,必须注意参与评价的风险源和其危害的作用结果在区域内不同地点具有空间异质性。这种地域分异现象在非区域风险评价中是不必考虑的,但在区域风险评价中却至关重要。

1.2 国内外研究现状

生态风险评价是20世纪90年代初兴起的新研究领域。美国科学家 Joshua Lipton 等提出了被普遍接受的 ERA 框架。在生态风险评价领域,美国一直处于领先地位,1992年美国国家环保局发表了生态风险评价工作框架,并提出生态风险评价的概念,1998年又公布了《生态风险评价指南》,对1992年的工作框架进行探讨、完善和补充。并提出生态风险评价的问题形成、风险分析和风险表征“三步法”,同时还要求在正式科学评价之前,首先制定一个总体规划,以明确评价目的。国内研究生态风险评价大都是基于美国 EPA 在1998年公布的《生态风险评价指南》的基础上发展的,其详细的框架(图1—1)。

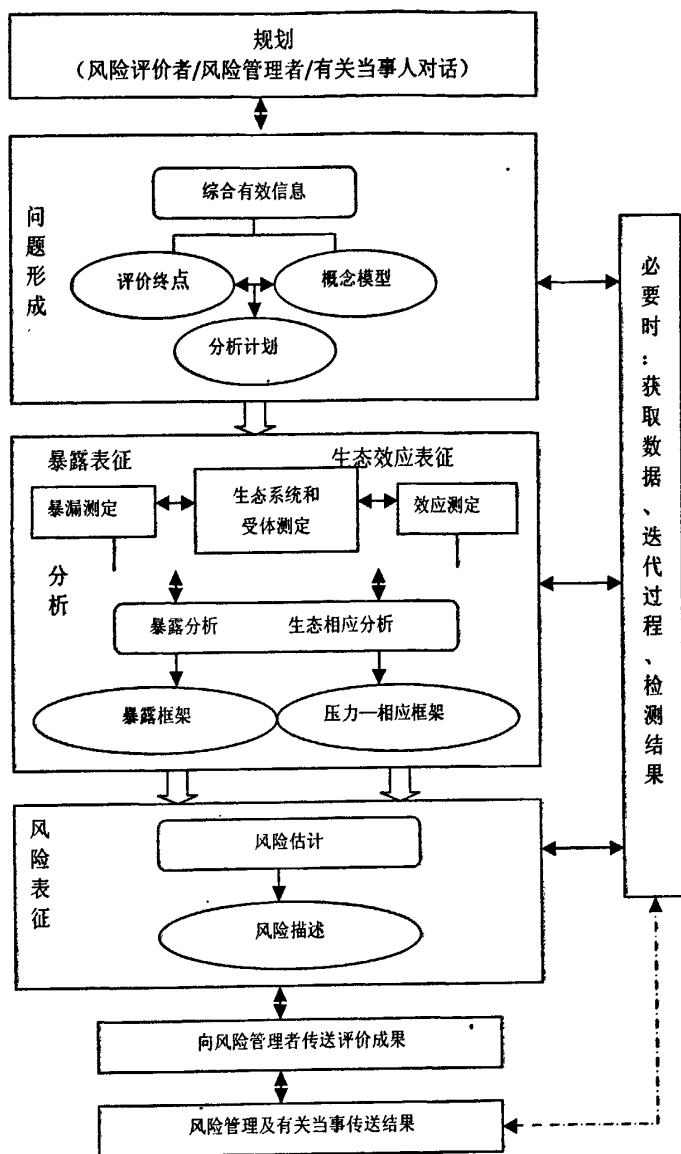


图 1-1 美国生态风险评价流程

我国的生态风险评价研究起步较晚，从 20 世纪 90 年代介绍和应用国外的研究成果的同时^[24]，对水环境生态风险评价和区域生态风险评价等领域的基础理论及技术方法进行了探讨^[25]。生态风险评价的相关基本概念是韩丽，戴志军^[26]较早的进行了阐述，详细论述了三种生态风险各自的评价方法，并介绍了生态风险管理的有关理论；李国旗等^[27]提出了生态风险产生的原因以及评价的方法；曹洪法、沈英娃简要论述了生态风险评价研究的现状，介绍了生态风险评价的研究方法及生态风险评价中的研究重点和发展趋势及方向；殷浩文^[28]在“水环境生态风险评价程序”中提出生态风险评价过

程分为 5 个基本部分：源分析、受体分析、暴露分析、危害评价和风险表征。这也是目前国际上生态风险评价研究最集中同时成果最丰富的领域。李自珍和何俊红^[29]对生态风险评价与风险决策模型中简述了生态风险的内涵和评价模型等方面进行了理论上的研究，以河西走廊荒漠绿洲区为例建立了数学模型，并用之于农业经济系统的风险管理与防范。徐镜波、王咏^[30]在生态风险评价中建立了一套风险评价的生态系统指标体系。曾辉、刘国军^[31]对基于景观结构的区域进行了生态风险分析。许学工^[32]等在研究区域生态风险评价时指出，环境中对生态系统具有危害作用并具有不确定的因素不仅仅是污染物，同时还包括各种自然灾害和人为事故，如洪水、地震、风暴、火灾、滑坡和核泄漏等，这些灾害性事件也是生态系统的风险源，而且将影响到较高层次和较大尺度的生态系统。周婷等^[33]在研究区域生态风险评价时综述了生态风险评价和区域生态风险评价的概念、方法和实践研究的进展，总结了具有代表性的生态风险评价概念模型框架和步骤以及评价方法。

生态风险评价理论和方法已引起越来越多国家的关注，在国内近十几年也获得了很大的发展，取得了较大的成绩。国内外学者从致灾因子分析、承灾体易损性评价、灾情损失评估、减灾对策等进行了深入的研究，形成了一套完整的理论体系。内容涉及自然灾害风险的特点、分类、形成原因、构成要素、结构层次、分析方法等各个方面。

1.3 存在的问题

在灾害科学的研究中，“生态灾害”虽被归为一类，但并未根据其特点，对之进行系统总结与研究；在风险科学中，当前有关生态风险评价的研究主要是评价污染物可能给生态系统及其组分带来的概率和损失；在灾害风险领域中有关自然灾害风险的研究相对较多，相关理论也较为成熟，而到目前为止从综合角度对于区域多灾种的生态灾害的风险评价研究尚属研究成果较少的阶段。

灾害系统既有自然属性，也有社会属性。不同历史时期考虑的内容不尽相同。人类社会早期阶段，由于生产技术落后，没有防御能力而被动接受自然界异常变化而带来的灾难，所以早期阶段的灾害系统以自然属性为主。在人口日益增多、科学技术和生产力快速发展的现代社会，灾害系统的社会属性越来越重要，尤其是人类预防和对抗灾害的自助、自救能力也应成为灾害系统的重要社会属性。但各地区的生产水平和科技水平的差异而导致其他条件相近的情况下所造成的灾害损失程度不同。如发生大地震后，发达国家和欠发达国家（地区）所形成的灾情完全不同。灾害系统各子系统是非常复杂的，由于不同区域灾情的大小还与防灾能力以及防灾减灾措施等的不同，

学者们建立的指标体系不尽统一,依据致灾因子和承灾体综合评价灾情,会产生误差积累的现象。

1.4 研究的目的意义

鄂尔多斯位于内蒙古自治区西南部,气候属温带大陆性气候,全年降水主要集中在夏季,年内降水分配极不均匀,生态环境比较脆弱。随着经济社会的快速发展,资源开发力度的加强,生态灾害将成为鄂尔多斯市最主要的自然灾害,其影响范围扩大、出现频次、持续时间和危害程度越来越大。

随着社会的发展,生产方式的转变,人口急剧增加,对水资源的需求日益上升,使生态环境更加恶劣,给当地经济社会可持续发展构成严重的影响,潜在的危害也越来越大。环境中对生态系统具有危害作用的各种灾害(包括自然灾害和人为灾害),如洪水、干旱、地震、滑坡、火灾和核泄漏等,对人类生存和生态系统的结构、功能都产生极大的威胁,一旦发生灾害必然会造成生态系统的损害,危及生态系统及内部组成部分的安全,因而它们也是生态系统的风险源。生态风险评价要利用生物学、毒理学、生态学、环境学、地理学等多学科的综合理论和研究方法,目前一般采用数学、概率论等风险分析的技术手段来预测、评价具有不确定性的灾害或事故对生态系统及其组分可能造成的损伤。

本文将自然灾害风险分析原理和生态灾害形成原理为基础结合鄂尔多斯市生态灾害的特点对区域生态灾害风险评价的理论进行初步探索。建立完善的生态灾害评价指标体系;综合分析鄂尔多斯市生态灾害;探索和掌握生态灾害的空间分布、致灾作用规律以及对防灾减灾对策进行研究和讨论,力图实现鄂尔多斯市生态灾害管理的科学化、系统化、定量化奠定基础,为防灾、减灾、救灾提供科学的决策依据,对鄂尔多斯市的经济社会发展提供理论和实践依据。

1.5 研究内容与方法

1.5.1 研究内容

本文主要有一下几个方面的研究内容组成:

(1) 选取生态环境风险评价指标

选取区域内的耕地、草地、林地、建筑用地、未利用土地、水资源量以及环境污染状况等为生态环境风险评价指标,并对上述指标赋予不同的权重,计算区域生态环境状况指数(Ecological Index)(简称EI)。从而综合评价区域的总体生态环境质量。确定鄂尔多斯市地区主要的风险源。

(2) 应用地理信息系统技术编制生态灾害危险区划图

以 2000 年、2005 年、2007 年和 2009 年鄂尔多斯市土地利用和荒漠化矢量图为基础,对旱灾、沙尘暴、火灾、雨涝、风灾、冰雹、霜冻和雪灾等八项因子进行单项分析和叠加综合分析评价,完成鄂尔多斯市地区的生态灾害危险区划图,并进行分区评价。

(3) 生态灾害风险区的分析与评价

以湖泊、有林地、灌木林地、疏林地和其他林地、高覆盖草地、中覆盖草地、地覆盖草地、滩涂湿地、耕地、建筑用地和未利用地作为易损性分析指标,绘制易损性图。利用 GIS 分析工具,将危险区划图与易损性图进行叠加分析,完成鄂尔多斯市生态灾害风险区划图,并进行评价。具体的研究技术路线图 1—2。

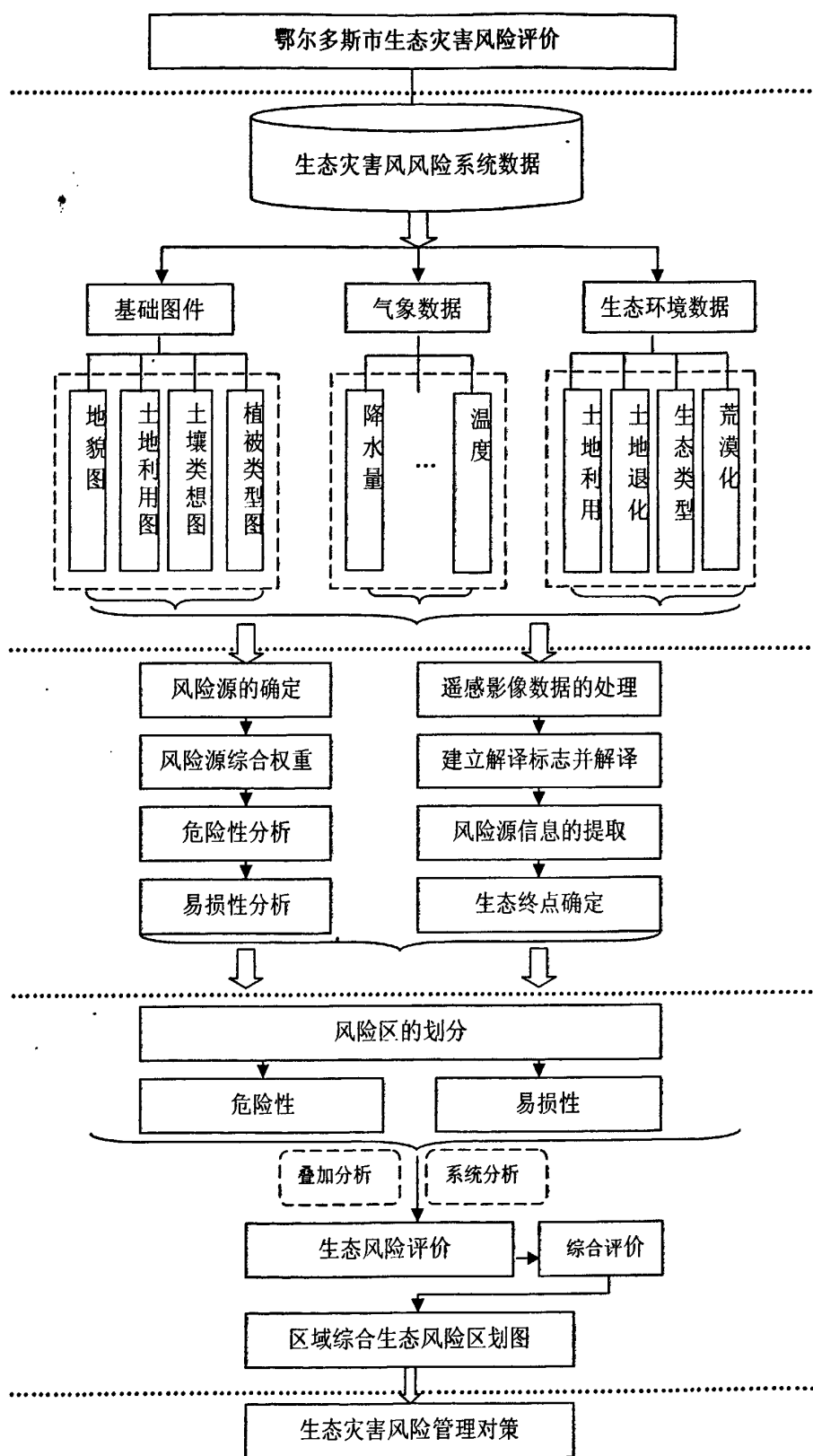


图 1-2 技术路线示意图

1.5.2 研究方法

(1) 叠加分析法: 多边形叠加是将两幅矢量文件的属性和几何形状结合成一个新矢量文件的一种 GIS 操作方法。其输出文件合并是来自输入文件和叠加文件的多边形边界, 形成一个新的多边形, 新的矢量文件携带了两幅文件的属性。本文应用 arcgis9.2 软件的 Union 工具将多个风险源的矢量文件进行叠加, 得到最小评价单元。

(2) 空间插值法: 降水为生态灾害最主要的风险源, 是生态灾害风险源描述中不可缺少的区域空间信息。然而, 气象观测站点的数量是有限的, 且站点空间分布也不均匀, 需要利用空间插值法将点数据转换成区域面数据信息。插值方法是利用采样点数据对未采样点进行估计的数学方法, 被广泛用于对连续空间的数值计算^[34, 35]。为基于区域内少量的气象数据点数值计算, 而对区域内任一地点的气候条件进行可靠估计提供了可能。

空间插值结果直接影响着气候分析的质量, 空间插值法有很多种, 其中最常用的气候空间插值法有反距离权重法 (Inverse Distance Weighted, 简称 IDW)、克里格 (kriging) 和样条函数 (spline) 等。Wahba^[36]对比了 spline 和 kriging 法, 认为二者都容易扩展到多维空间, 当半变异函数有好的选择效果和样条粗糙度稳定时两种方法都能获得准确的插值效果。克里格 (kriging) 方法是以空间自相性为基础, 利用原始数据和半方差函数的结构性, 对区域化变量的未知采样点进行无偏估值的差值方法。样条函数 (spline) 法有不受空间尺度影响和不直接依赖空间平稳的协方差的优点, 显得更为实用。因此本文应用 spline 法做空间插值, 生成鄂尔多斯市风险源空间分布图。

1.6 论文框架

本文共分六章。第一章为引言, 主要论述生态灾害的概述及其形成理论依据、介绍国内外生态灾害风险研究的进展, 总结生态灾害风险研究中存在的问题及研究意义, 进一步介绍本文的研究内容和研究方法。第二章介绍研究区的地理位置和生态环境状况, 充分分析研究区生态系统, 建立生态各子系统的评价指标体系。第三章分析鄂尔多斯市生态环境问题, 在鄂尔多斯市生态环境质量指数的计算的基础上, 对鄂尔多斯市生态环境质量分级及生态环境质量变化幅度分级。第四章描述研究区域各风险源, 绘制出生态《灾害风险强度分级分布图》, 再利用层次分析法计算出各风险的权重, 通过风险叠加绘制生态灾害《风险危险等级图》。再进行易损性分析, 并借助于 GIS 分析工具, 将危险评价图与易损性图进行叠加分析, 完成了鄂尔多斯市地区的生态灾害风险等级图, 并进行评价。以旗 (区) 为单位研究, 分别进行横向和纵向进行

分析。第五章以风险管理理论为基础，有针对性地提出生态灾害风险管理对策。第六章为结论与讨论，对本文的研究成果做总结，对研究中存在的问题进行探讨。

2、研究区概况及主要生态环境问题

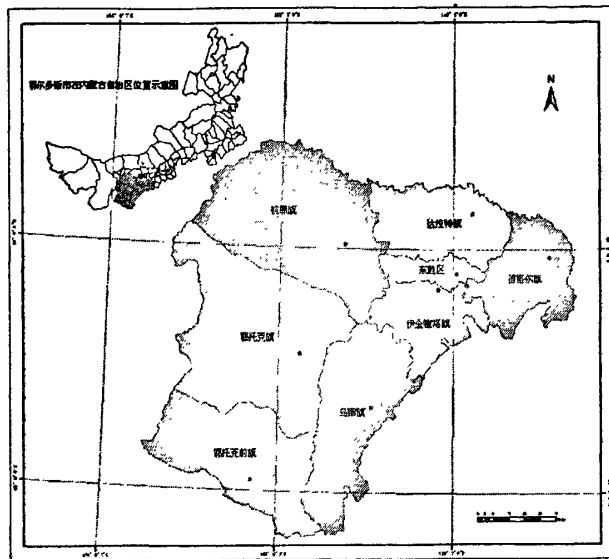


图 2-1 研究区位置示意图

2.1 鄂尔多斯市概况

2.1.1 鄂尔多斯市生态环境概况

鄂尔多斯市地处中国地形的二级阶地，地质上属东胜台地和陕西台凹的北部地区。区内西北侧的主峰桌子山自北向南延伸，海拔为 2149m，该区海拔较高地区（1450~1600m）是东胜以西至杭锦旗以东一带，全市的东南部为构造凹陷盆地，分布着第四纪沉积层和现代河湖沉积^[37]。

鄂尔多斯市被黄河“几字弯”三面环抱，其地势由中间向南北两侧逐级递减。该区的地貌以带状分布为主要特征，毛乌素沙地、准格尔—东胜高原、库布齐沙漠和黄河沿岸冲击平原自南而北呈带状分布；由东部的黄河谷地、准格尔黄土丘陵、东胜准格尔砒砂岩丘陵、东胜剥蚀丘陵、杭锦高原、桌子山前丘陵、桌子山中山地、桌子山西侧丘陵及平原和黄河谷地自东而西排列。风积沙和残积沙覆盖着大部分地区地表，较大面积的分布着固定沙丘、半固定沙丘和流动沙丘。

鄂尔多斯市属温带大陆性季风气候。年均气温 5.5~9℃，1 月均温 -14~-8℃，7 月均温 22~24℃，≥10℃活动积温 2500~3200℃，无霜期 130~170 天。全年降水多集中在夏季，年内降水极不均匀，多年平均降水量在 250mm~400mm 之间，自东南向西北递减，干燥度随之增加。全年以偏西风为主，冬天盛行西北风，夏天多东南风和

西南风。随着温度增高、湿度降低、云量减少和日照时间的增加,鄂尔多斯市地区蒸发量也由东向西加大。大部分地区年蒸发量在 2000~3200mm 之间,年变化量最大值出现在 5~6 月份,约 330mm;最小值出现在 12 月至次年 1 月,约 30~60mm。整个研究区多数地区年蒸发量相当于年降水量的 5~7 倍,西部鄂托克旗、杭锦旗超过 9 倍。

鄂尔多斯市既有外流河又有内流河,外流水系属黄河水系,分东、南、西、北四大片,分为东部丘陵沟壑区外流水系、南部沙漠区外流水系、西部波状高原区外流水系和北部外流水系^[24],内流水系主要集中在中西部地区,流域总面积 54568.7km²,占全市总面积的 62.4%,年径流量达 17502 万 m³。

据鄂尔多斯市第二次土壤普查,全市土壤共分为 9 类,21 亚类,60 土属,107 土种^[24]。鄂尔多斯市位于东亚季风和南亚季风的边缘区,由于受季风气候的影响,土壤自东南向西北依次更替,经度地带性分布规律明显,而纬度地带性分布规律不明显。土壤类型的分布形式几乎与降水量的分布形式趋于一致,呈东南向西北逐级过度的带状分布。

鄂尔多斯市地处干旱半干旱地区,受水分条件的限制,植物的生长和多样性分布受到了较大的影响,全市境内主要植被以沙生、旱生的半灌木为主的干草原和荒漠草原植被为主,植被覆盖率约在 40%左右。另外,鄂尔多斯市又是一个非常复杂的生态过渡带^[25],从东南向西北,境内植被依次可划分为典型草原亚带、荒漠草原亚带和草原荒漠化亚带。

2.1.2 社会经济特征

鄂尔多斯市与呼和浩特市和包头市一起形成了内蒙古自治区经济发展最为活跃的“金三角”,居住着蒙古族、汉族、回族和满族等 16 个民族,其中以汉族人口最多。全市辖 7 旗 1 区,包括达拉特旗、准格尔旗、伊金霍洛旗、乌审旗、杭锦旗、鄂托克旗、鄂托克前旗和东胜区,114 个乡、苏木和镇,总面积达 8.69 万平方公里。2009 年末总人口 159.13 万。

鄂尔多斯市作为我国重要的能源重化工战略基地,目前正在推进依托自然资源优势向构建社会资源优势的转变,推进城乡二元分割向统筹城乡发展的转变,推进依靠优惠政策拉动向依靠自主增长的转变,把鄂尔多斯市建设成更具实力、充满活力、富有魅力和文明和谐的现代化城市。

2.2 鄂尔多斯市主要生态环境问题

鄂尔多斯市地处我国季风边缘带,是一个典型的环境过渡地带,是风沙高原与黄

土高原的过渡带，是干旱与半湿润气候过渡带，是风蚀与水蚀的过渡带，农业和牧业的交错带，灌溉农业和旱作农业的杂织带。鄂尔多斯市生态环境非常脆弱，环境问题突出，是我国水土流失较为严重、荒漠化最为严重的地区之一，主要表现在土地沙化、土地侵蚀、草场退化、土地盐渍化等，另外，鄂尔多斯市又是风沙活动最频繁的区域之一，加之地质基础的原因，致使鄂尔多斯市沙化现象异常严重。

3、鄂尔多斯市生态环境状况评价

生态环境状况评价是指依照一定的评价指标和评价方法,对某一区域内的生态环境质量状况进行分析和评价,主要目的在保护和改善生态环境,为科学的开发利用自然资源提供依据^[38、39]。

3.1 评价指标的选择

3.1.1 评价指标选取原则

评价指标体系选择的合理与否,将直接影响鄂尔多斯市生态环境质量评价结果的准确性。本文针对鄂尔多斯市生态环境状况实际出发,按照科学性原则、代表性原则、可操作性原则、综合性原则和可持续性原则来实现研究区生态环境质量评价。

3.1.2 评价指标及其含义

本文依据国家环境保护总局科技标准司提出的,并由中国环境监测总站起草,2006年3月9日发布,2006年5月1日起实施的《生态环境状况评价技术规范(试行)》(HJ/T192-2006)^[40](下简称《规范》)中提出的评价指标体系选取了生物丰度指数、植被覆盖指数、水网密度指数、土地退化指数、污染负荷指数/环境质量指数5个评价指标,对参评因子耕地、草地、林地、建筑用地、未利用土地、水资源量以及环境污染状况等赋予不同的权重,计算区域生态环境状况指数(Ecological Index)(简称EI)。从而综合评价区域的总体生态环境质量。指标体系见表(3—1)。

3-1 生态环境质量评价指标体系

生态环境质量评价指标体系	生物丰度指数	耕地	水田
			旱地
		草地	高覆盖度草地
			中覆盖度草地
			低覆盖度草地
		森林	有林地
			灌木林地
			疏林地和其它林地
		水域湿地	河流
			湖泊(库)
			湿地
		建筑用地	城镇建设用地
			农村居民点
			其它建设用地
		未利用地	沙地
			盐碱地
			裸土地
			裸岩石砾
	植被覆盖指数	农田	水田
			旱田
		草地	高覆盖度草地
			中覆盖度草地
			低覆盖度草地
		林地	有林地
			灌木林地
			疏林地和其它林地
		建设用地	城镇建设用地
			农村居民点
			其它建设用地
		未利用地	沙地
			盐碱地
			裸土地
			裸岩石砾
	水网密度指数	河流	
		湖库	
		水资源量	
	土地退化指数	轻度侵蚀	
		中度侵蚀	
		重度侵蚀	
	环境质量指数	二氧化硫 (SO ₂)	
		化学需氧量 (COD)	
		固体废物	

(1) 生物丰度指数

生物丰度指数是指通过单位面积上不同生态系统类型在生物物种数量上的差异,间接地反映被评价区域内生物丰度的丰贫程度^[40]。生态系统中的物种及其结构越多样、越复杂,它的抗干扰的能力越强,则生态系统越稳定,反之,越不稳定。所以生物多样性与生物丰度是反映生态环境质量的重要指标之一。

(2) 植被覆盖指数

植被覆盖指数指被评价区域内林地、草地、农田建设用地和未利用地五种地类面积占被评价区域面积的比重,用于反映被评价区域植被覆盖的程度。是表征生态环境状况的重要指标之一。

(3) 水网密度指数

采用评价区域内河流总长度、水域面积和水资源量来反映评价区域的水网密度指数。水是人类赖以生存的重要资源。在生态系统中,水同样具有重要的作用,它是生物体的重要组成部分,也是不可缺少的部分。

(4) 土地退化指数

土地退化指数指被评价区域内风蚀、水蚀、面积占被评价区域面积的比重,用于反映评价区域内土地退化程度。土地是人类赖以生存的最基本的生产和生活资料,随着经济社会的迅速发展和人口数量的不断增加及不合理的土地开发利用,导致土地生产力降低,盐碱化、沙化的加速,加剧了土地荒漠化程度及影响范围的进一步扩张。因此,土地退化也是生态风险评价中的重要指标之一。

(5) 环境质量指数

环境质量指数指被评价区域内接纳污染物负荷,反映评价区域所能承受的环境污染压力。随着城市化和工业化的发展,大量废弃物被排放,如工业的“三废”、生活的污水和固体废弃物,引起大气、水、土地污染等多种不利影响。当排放废弃物的数量超过生态系统本身的自净能力时,会导致严重的生态环境问题。从而导致生态环境质量下降,人类健康受到威胁,同时经济社会的发展也会受到严重的影响。因此环境质量指数在生态环境质量评价中具有重要研究意义。

3.1.3 评价指标的权重及其计算方法

依据《规范》,各评价指标的权重及其计算方法见表:

3-2 评价指标的权重及其计算方法

指数	计算公式	式中
生物丰度 指数	$A_{bio} \times (0.35 \times \text{林地} + 0.21 \times \text{草地} + 0.28 \times \text{水域湿地} + 0.11 \times \text{耕地} + 0.04 \times \text{建设用地} + 0.01 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积}$	A_{bio} 指生物丰度指数的归一化系数, $A_{bio} = 692.096020$
植被覆盖 指数	$A_{veg} \times (0.38 \times \text{林地面积} + 0.34 \times \text{草地面积} + 0.19 \times \text{耕地面积} + 0.07 \times \text{建设用地} + 0.02 \times \text{未利用地}) / \text{区域面积}$	A_{veg} 指植被覆盖指数的归一化系数, $A_{veg} = 601.110997$
水网密度 指数	$A_{riv} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{lak} \times \text{湖库(近海)面积} / \text{区域面积} + A_{res} \times \text{水资源量} / \text{区域面积}$	A_{riv} 指河流长度的归一化系数, $A_{riv} = 71.768110$; A_{lak} 指湖库面积的归一化系数, $A_{lak} = 805.664908$; A_{res} 指水资源量的归一化系数, $A_{res} = 88.366160$ 。
土地退化 指数	$A_{ero} \times (0.05 \times \text{轻度侵蚀面积} + 0.25 \times \text{中度侵蚀面积} + 0.7 \times \text{重度侵蚀面积}) / \text{区域面积}$	A_{ero} 指土地退化指数的归一化系数, $A_{ero} = 238.683982$
污染负荷 指数	$(A_{so2} \times 0.4 \times \text{SO}_2 \text{排放量} + A_{so1} \times 0.2 \times \text{固体废物排放量}) / \text{区域面积} + A_{cod} \times 0.4 \times \text{COD排放量} / \text{区域年均降雨量}$	A_{so2} 指 SO_2 的归一化系数, $A_{so2} = 1.725721$; A_{so1} 指固体废物的归一化系数, $A_{so1} = 2.424802$; A_{cod} 指 COD 的归一化系数, $A_{cod} = 0.052749$

3.1.4 生态环境质量指数计算方法及评价分级

(1) 各项评价指标权重

表 3-3 各项评价指标权重

指 标	生物丰度 指 数	植被覆盖 指 数	水网密度 指 数	土地退化 指 数	污染负荷 指 数
权 重	0.3	0.2	0.25	0.15	0.1

(2) 生态环境质量指数 (Ecological Quality Index, EQI) 计算方法

生态环境质量指数=0.3×生物丰度指数+0.2×植被覆盖指数
+0.25×水网密度指数+0.15×(100-土地退化指数)
+0.1×(100-环境质量指数)

(3) 生态环境质量分级

根据生态环境质量指数, 将生态环境质量分为五级, 即优、良、一般、较差和差。

表 3-4 生态环境质量分级

级 别	优	良	一 般	较 差	差
指 数	EQI≥75	55≤EQI<75	35≤EQI<55	20≤EQI<35	EQI<20
状 态	植 被 覆 盖 度 高, 生物多样 性丰富, 生态 系统稳定, 最 适合人类生 存。	植 被 覆 盖 度 较高, 生物多 样性较丰富, 基本适合人 类生存。	植 被 覆 盖 度 中 等, 生物多样 性一般水平, 较适合人类生 存, 但有不 适合人类生 存的制约性 因子出现。	植 被 覆 盖 较 差, 严重干旱 少雨, 物种较 少, 存在着明 显限制人类 生存的因素。	条 件 较 恶 劣, 多属戈 壁、沙漠、 盐碱地、秃 山或高寒山 区, 人类生 存环境恶 劣。

(4) 生态环境质量变化幅度分级

生态环境状况变化幅度分为 4 级, 即无明显变化、略有变化 (好或差)、明显变
化 (好或差) 和显著变化 (好或差)。

表 3-5 生态环境状况变化度分级

级 别	无明显变化	略有变化	明显变化	显著变化
变化值	$ \Delta EI \leq 2$	$2 < \Delta EI \leq 5$	$5 < \Delta EI \leq 10$	$ \Delta EI > 10$
生态环境状 况无明显变 化。 描 述	如果 $2 < \Delta EI \leq 5$, 则生态环境状况略 微变好; 如果 -2 $> \Delta EI \geq -5$, 则生 态环境状况略微变 差。	如果 $5 < \Delta EI \leq 10$, 则生态环境状况明 显变好; 如果 $-5 >$ $\Delta EI \geq -10$, 则生 态环境状况明显变 差。	如果 $\Delta EI > 10$, 则 生态环境状况显著 变好; 如果 $\Delta EI <$ -10 , 则生态环境 状况显著变差。	

3.2 生态环境评价指数计算过程及其评价分析

3.2.1 评价单元划分

根据《规范》，技术规范规定了生态环境状况评价的指标体系和计算方法。该规范适用于我国县级以上区域生态环境现状及动态趋势的综合评价。本研究区域的评价单元划分为：杭锦旗、达拉特旗、准格尔旗、东胜区、伊金霍洛旗、鄂托克旗、鄂托克前旗、乌审旗、，共计 8 个评价单元（旗区位评价单元）（见图 3-1）。

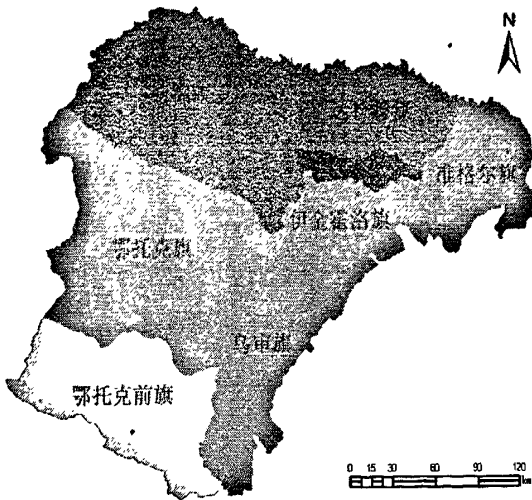


图 3-1 鄂尔多斯市生态环境状况评价单元

3.2.2 生物丰度指数计算过程及其评价分析

3.2.2.1 生物丰度指数计算

根据《规范》，结合表 3-2，得到各旗区分权重计算的森林面积、草地面积、水

域湿地面积、耕地面积、建筑用地面积和未利用地面积，而后将计算得出的各地类面积代入生物丰度指数公式，最终得到 2000 年、2005 年、2007 年和 2009 年鄂尔多斯市各旗（区）生物丰度指数（表 3-6）。

表 3-6 鄂尔多斯市各旗（区）生物丰度指数

生物丰度指数 旗（区）	2000 年	2005 年	2007 年	2009 年
鄂尔多斯市	35.83	35.19	35.55	35.46
达拉特旗	35.83	34.77	35.04	35.14
东胜区	48.79	47.66	46.41	41.25
鄂托克旗	44.39	44.16	45.56	45.53
鄂托克前旗	33.86	33.78	33.89	33.68
杭锦旗	25.75	25.69	25.58	25.67
乌审旗	28.49	28.56	28.61	28.78
伊金霍洛旗	40.21	40.94	41.38	41.49
准格尔旗	38.23	39.83	39.92	40.08

3.2.2.2 生物丰度指数评价及其分

评价结果显示，鄂尔多斯市生物丰度指数总体状况 2000 年为 35.83，2005 年为 35.19，2005 年为 35.55，2007 年为 35.55，2009 年为 35.46。可见 2000—2009 年间鄂尔多斯市生物丰度指数波动不大，属于相对稳定的状态，2000 年 7 个旗 1 区中，生物丰度指数最高的是东胜区，指数为 48.79，其次为鄂托克旗，指数为 44.39，再次为伊金霍洛旗，为 40.21，其余旗（区）的生物丰度指数均<40，最低的是杭锦旗，为 25.75。2005 年生物丰度指数最高的是东胜区，指数为 47.66，其次为鄂托克旗，指数为 44.16，再次为伊金霍洛旗，为 40.94，其余旗区的生物丰度指数均小于 40，最低的是杭锦旗，为 25.69。2007 年生物丰度指数最高的是东胜区，指数为 46.41，其次为鄂托克旗，指数为 45.56，再次为伊金霍洛旗，为 41.38，其余旗（区）的生物丰度指数均小于 40，最低的是杭锦旗，为 25.58。2009 年生物丰度指数最高的是鄂托克旗，指数为 45.53，其次为伊金霍洛旗，指数为 41.49，再次为东胜区，指数为 41.25，第四是准格尔旗，指数为 40.08，其余旗区的生物丰度指数均小于 40，最低的是杭锦旗，为 25.67。从地理分布上看，生物丰度指数超过 40 的均处在南部毛乌素沙地和北部库布齐沙漠之间，具有相对充足的水资源和较好的草原、森林环境，

适宜生物种群繁殖,生物种类较多。同时,东胜区、鄂托克旗、伊金霍洛旗和准格尔旗,是鄂尔多斯市的主要政治、经济和工业中心,也是适宜农业生产的区域,人口相对集中,耕地面积较广,所以耕地、林地、草地、水域湿地等生态类型面积的比例较大。杭锦旗、乌审旗、鄂托克前旗和达拉特旗,大部分为沙丘覆盖,草地、林地面积、耕地面积相对较少,植被覆盖率较低,生物多样性较差。从2000年到2009年生物丰度指数总体呈下降趋势。

3.2.3 植被覆盖指数计算过程及其评价分析

3.2.3.1 植被覆盖指数计算过程

根据《规范》,结合表3-2,得到各旗(区)分权重计算的林地面积、草地面积、农田面积、建筑用地面积和未利用地面积,将计算得出的各地类面积代入植被覆盖指数公式,最终得到各年份的鄂尔多斯市各旗(区)植被覆盖指数(表3-7)。

表3-7 鄂尔多斯市各旗(区)植被覆盖指数

植被覆盖指数 旗(区)	2000年	2005年	2007年	2009年
鄂尔多斯市	44.62	44.60	45.11	45.13
达拉特旗	43.51	40.54	41.57	41.65
东胜区	43.76	50.17	49.16	51.12
鄂托克旗	58.90	58.45	60.27	60.28
鄂托克前旗	46.72	46.58	46.74	46.47
杭锦旗	32.35	32.53	32.44	32.46
乌审旗	34.41	34.51	34.57	34.37
伊金霍洛旗	47.84	48.53	49.06	49.21
准格尔旗	48.16	49.65	49.27	49.47

3.2.3.2 植被覆盖指数评价及其分析

从表3-10可以看出,2000年到2009年鄂尔多斯市植被覆盖指数基本乘上升趋势,2000年为44.62,2009年为45.13;7个旗1区中,植被覆盖指数最高的是鄂托克旗,2000年、2005年、2007年和2009年分别为58.90、58.45、60.27和60.28,其次为准格尔旗和伊金霍洛旗,再次为东胜区,植被覆盖指数最低的是杭锦旗,为32.35。东胜区、鄂托克前旗、伊金霍洛旗、准格尔旗的植被覆盖指数,差值范围在0.14~1.96之间。杭锦旗、乌审旗的植被覆盖指数与生物丰度指数相对较低,杭锦

旗与乌审旗分别位于鄂尔多斯市的东南部和西北部地区，均有大范围的沙区分布，植被的覆盖程度较差，特别是西北部的杭锦旗，既有大面积的沙漠分布，又缺乏充足的降水，干旱的气候环境使得该地区的植被更为稀疏。

3.2.4 水网密度指数的计算过程及其评价分析

3.2.4.1 水网密度指数计算过程

根据鄂尔多斯市水环境特征，结合国家保总局 2006 年制定的《规范》，将河流长度、湖库面积、水资源量三个指标代入水网密度指数公式：水网密度指数= $A_{riv} \times \text{河流长度} / \text{区域面积} + A_{lak} \times \text{湖库（近海）面积} / \text{区域面积} + A_{res} \times \text{水资源量} / \text{区域面积}$ （式中： A_{riv} 指河流长度的归一化系数， $A_{riv}=71.768110$ ； A_{lak} 指湖库面积的归一化系数， $A_{lak}=805.664908$ ； A_{res} 指水资源量的归一化系数， $A_{res}=88.366160$ 。），得出鄂尔多斯市各旗（区）水网密度指数（表 3-8）。

表 3-8 鄂尔多斯市各旗（区）水网密度指数

水网密度指数 旗（区）	2000 年	2005 年	2007 年	2009 年
鄂尔多斯市	9.01	9.07	9.06	8.25
达拉特旗	10.58	10.56	10.24	9.73
东胜区	35.03	29.96	29.98	30.16
鄂托克旗	5.00	5.67	5.74	5.66
鄂托克前旗	5.54	5.94	5.93	5.76
杭锦旗	4.87	5.09	5.06	4.94
乌审旗	13.33	13.19	13.24	8.94
伊金霍洛旗	18.17	16.58	16.88	15.97
准格尔旗	12.89	13.46	13.37	12.64

3.2.4.2 水网密度指数评价及其分析

通过分析鄂尔多斯市河流长度、湖泊面积、水资源量和水网密度指数（表 3-8）发现，2009 年鄂尔多斯市水网密度指数为 8.25，7 旗 1 区的水网密度指数最大的是东胜区，指数为 30.16，其次是伊金霍洛旗，指数为 15.97，水网密度指数最小的是杭锦旗，为 4.94。水网密度指数的这种空间分布特征，充分体现了鄂尔多斯市生态环境状况和气候分布特征。在水网密度指数的大值区，具有良好的生态环境气候环境，诸如东胜区和伊金霍洛旗，是鄂尔多斯市的政治、经济和文化中心，同时也是年

降水量集多的区域,水源较充足。而水网密度指数较小的杭锦旗,是鄂尔多斯市降水量最少的地区,被大范围的沙漠覆盖着,风蚀沙化严重,水资源短缺。

3.2.5 土地退化指数计算过程及其评价分析

3.2.5.1 土地退化指数计算过程

根据《规范》,将土地退化分为轻度侵蚀、中度侵蚀、重度侵蚀三类,本文通过遥感影像解译得出土地退化数据,代入土地退化指数公式,即可以得出各年份鄂尔多斯市土地退化指数(表3-9)。

表 3-9 鄂尔多斯市各旗(区)土地退化指数

土地退化指数 旗(区)	2000 年	2005 年	2007 年	2009 年
鄂尔多斯市	52.53	51.44	50.87	57.29
达拉特旗	45.89	41.98	44.03	49.07
东胜区	39.16	33.06	32.98	24.52
鄂托克旗	31.18	31.31	31.27	44.26
鄂托克前旗	64.19	65.22	61.25	53.40
杭锦旗	86.19	84.70	84.06	85.16
乌审旗	48.84	48.87	48.40	74.76
伊金霍洛旗	39.55	38.68	38.49	41.72
准格尔旗	33.53	29.39	29.64	32.47

3.2.5.2 土地退化指数评价及其分析

从计算的土地退化指数表中可以看出,土地退化严重的地区是鄂尔多斯市南部和北部的沙地和沙漠分布为主的旗(区)。很明显,北部的杭锦旗土地退化程度最严重,指数高达 85.16,杭锦旗年降水量不足 200mm,水资源的缺失致使该地区干旱程度异常严重,土地退化状况不容忽视。同样,土地退化严重的地区诸如鄂托克前旗(53.40)、乌审旗(74.76)、达拉特旗(49.07)均处在沙区或沙区边缘,与杭锦旗不同的是,这三个旗(区)的降水量相对较多,有利于植被的生长。而土地退化程度较轻的东胜区、准格尔旗、伊金霍洛旗和鄂托克旗,处在南北两大沙地和沙漠的中间地带,是人口和各类生物密集分布的地区,降水量适中,土壤保水性能较强,使生物赖以生存的自然环境和气候环境得以维持,另外,人类对土地的规划和维护,也是使该区域土地退化程度相对较弱的重要原因。

3.2.6 污染负荷指数计算过程及其评价分析

3.2.6.1 污染负荷指数计算过程

根据国家环保总局 2006 年制定的《规范》，将收集到二氧化硫、化学需氧量、固体废物排放量，结合表 3-2 各因子权重系数，代入污染负荷指数公式进行计算，从而得到年鄂尔多斯市的污染负荷指数（表 3-10）。

表 3-10 鄂尔多斯市各旗（区）污染负荷指数

污染负荷指数 旗（区）	2000 年	2005 年	2007 年	2009 年
鄂尔多斯市	1.20	3.19	2.26	2.92
达拉特旗	3.45	8.00	6.75	6.74
东 胜 区	2.21	1.75	3.90	3.89
鄂托克旗	2.77	3.30	3.68	3.68
鄂托克前旗	0.09	0.47	0.16	0.16
杭锦旗	0.24	0.33	0.50	0.49
乌审旗	0.12	0.18	0.19	0.19
伊金霍洛旗	0.17	8.80	0.95	5.04
准格尔旗	0.71	10.02	5.12	9.59

3.2.6.2 环境质量指数评价及其分析

从表 3-10，2000 年鄂尔多斯市全市的污染负荷指数为 1.20，2005 年为 3.19，2007 年为 2.26，2009 年为 2.92，近十年全市的污染负荷指数总体上比较小，反映研究区内所承受的环境污染压力相对较小。其中鄂托克前旗、乌审旗、杭锦旗、伊金霍洛旗的污染负荷指数大体相似；东胜区、鄂托克旗的环境质量指数相差不大，差值范围在 0.22~1.44 之间。污染最为严重的旗是准格尔旗和达拉特旗，指数为 6.75 和 5.12。全市污染负荷指数较小的原因，研究区面积相对较大，人口密度为 17.8 人/km2，还有几个旗部分分布在库布齐沙漠和毛乌素沙地，工业分布不均匀，从而研究区的污染负荷指数相对较小。

3.3 生态环境质量指数计算及评价

3.3.1 生态环境质量指数计算

结合各项评价指标权重表 3-6，再利用公式：

$EI=0.3\times\text{生物丰度指数}+0.2\times\text{植被覆盖指数}+0.25\times\text{水网密度指数}+0.15\times$
 $(100-\text{土地退化指数})+0.1\times(100-\text{污染负荷指数})$,

最后得出各年份鄂尔多斯市各旗（区）生态环境质量指数，见(表 3-11)。

表 3-11 鄂尔多斯市各旗（区）生态环境状况

旗（区）	2000 年	2005 年	2007 年	2009 年
鄂尔多斯市	38.74	38.71	39.10	37.84
达拉特旗	39.87	39.08	39.11	38.27
东 胜 区	51.05	51.69	50.91	51.07
鄂托克旗	46.39	46.33	47.1	45.12
鄂托克前旗	36.25	36.10	36.79	37.81
杭锦旗	27.46	27.75	27.77	27.60
乌审旗	36.42	36.42	36.53	31.53
伊金霍洛旗	45.22	44.45	45.58	44.52
准格尔旗	44.22	44.84	45.21	44.25

3.3.2 生态环境评价结果

根据以上的评价结果，再结合生态环境状况分级表可以看出，鄂尔多斯市生态环境质量属于“一般”，评价 EI 的范围在 36.42~51.69 之间，其中杭锦旗的生态环境质量属于较差(其 EI 为 27.66)。生态环境质量属于“一般”的区域面积为 68005.042 平方千米，占全地区面积的 78.30%；生态环境质量属于“较差”的区域面积为 18843.06 平方千米，占全地区面积的 21.70%。说明鄂尔多斯市生态环境质量总体属于一般水平，表现为植被覆盖度处于中等水平，生物多样性、降水及其水资源量和水域面积均处于一般水平。

在 7 旗 1 区（除杭锦旗外）中生态环境最好的是东胜区，生态环境质量状况为 50.62，本地区的生物的多样性水平相对好于其他旗，植被覆盖度也要比其它旗高。近几年东胜区工业发展迅速，同时注重环境问题的治理和工业的排放污染物的监测工作。杭锦旗的生态环境质量较差，由于本地区的生物多样性指数不高，受自然因素和人类活动的影响，植被覆盖度较低。

从评价结果的空间分布来看，鄂尔多斯市的生态环境质量状况由中间向南北两侧有逐渐变差的态势，这种空间分布特征的形成原因主要是南北两侧分布大面积的沙地

和沙漠,植被覆盖差,水网密度稀疏,生物多样性贫乏,生态系统较脆弱。中部东胜区生物多样性高,植被的覆盖较好,土地退化较低,工农业相对发达,因此,从整体看中部旗(区)生态环境质量要好,但也有局部地区由于人们一些不合理的开发利用自然资源,生态环境质量也在逐步恶化。南北两侧旗的生态环境质量相对差的主要原因,就是气候较干燥、荒漠化严重、草场退化等综合因素造成了生态环境质量低劣。

3.4 生态环境质量分级及生态环境质量变化幅度分级

总体上看鄂尔多斯市各旗(区)生态质量状况都处在一般状态,这说明鄂尔多斯市地区整体上来看植物覆盖度还是比较高的,生物多样性也比较丰富。但评价指数各旗县间同一地区不同年份在数值上还是一些差据的。从生物环境状况变化度分级上看8个旗(区)中没有明显变化,而略有变化的只有乌审旗在2007年至2009年这时间段上(见表3-12)。说明了在鄂尔多斯市地区生态环境状况是比较稳定的。

表 3-12 鄂尔多斯市各旗(区)生态环境状况分级及变化度分级

旗/区 名称	年份	EI	生态环境 状况级别	ΔEI	Δ 生物 丰度 指数	Δ 植被 覆盖 指数	Δ 水网 密度 指数	Δ 土地 退化 指数	Δ 污染 负荷 指数	生态状况 变化度 分级
鄂尔多斯市	2000	38.74	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	38.71	一般	-0.03	-0.01	-0.02	0.06	-1.08	1.99	无明显变化
	2007	39.1	一般	0.39	0.36	0.51	0.00	-0.57	-0.93	无明显变化
	2009	37.84	一般	-1.25	-0.09	0.03	-0.81	6.42	0.66	无明显变化
杭锦旗	2000	27.46	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	27.75	一般	0.29	-0.06	0.18	0.22	-1.49	0.09	无明显变化
	2007	27.77	一般	0.02	-0.11	-0.09	-0.03	-0.64	0.17	无明显变化
	2009	27.60	一般	0.17	0.09	0.02	-0.12	1.10	-0.01	无明显变化
达拉特旗	2000	39.87	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	39.08	一般	-0.79	-1.06	-2.97	-0.03	-3.91	4.56	无明显变化
	2007	39.11	一般	0.03	0.27	1.02	-0.31	2.05	-1.25	无明显变化
	2009	38.27	一般	-0.84	0.10	0.09	-0.51	5.04	-0.01	无明显变化
准格尔旗	2000	44.22	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	44.84	一般	0.62	1.60	1.49	0.58	-4.14	9.31	无明显变化
	2007	45.21	一般	0.37	0.08	-0.38	-0.10	0.24	-4.90	无明显变化
	2009	44.25	一般	-0.96	0.17	0.20	-0.73	2.83	4.47	无明显变化
东胜区	2000	51.05	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	51.69	一般	0.64	-1.13	6.41	-5.07	-6.09	-0.46	无明显变化
	2007	50.91	一般	-0.78	-1.24	-1.00	0.02	-0.08	2.15	无明显变化
	2009	51.07	一般	0.16	-5.16	1.96	0.17	-8.46	-0.01	无明显变化
伊金霍洛旗	2000	45.22	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	44.45	一般	-0.77	0.73	0.69	-1.60	-0.88	8.62	无明显变化
	2007	45.58	一般	1.13	0.45	0.52	0.30	-0.19	-7.85	无明显变化
	2009	46	一般	0.42	0.11	0.15	-0.91	3.23	4.09	无明显变化
鄂托克旗	2000	46.39	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	46.33	一般	-0.06	-0.23	-0.44	0.67	0.13	0.53	无明显变化
	2007	47.1	一般	0.77	1.40	1.81	0.06	-0.04	0.38	无明显变化
	2009	45.12	一般	-1.98	-0.04	0.01	-0.07	12.99	0.00	无明显变化
鄂托克前旗	2000	36.25	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	36.1	一般	-0.15	-0.08	-0.14	0.40	1.03	0.39	无明显变化
	2007	36.79	一般	0.69	0.11	0.16	-0.01	-3.97	-0.31	无明显变化
	2009	37	一般	0.21	-0.22	-0.26	-0.17	-7.85	0.00	无明显变化
乌审旗	2000	36.42	一般	—	—	—	—	—	—	—
	2005	36.42	一般	0	0.08	0.10	-0.14	0.03	0.07	无明显变化
	2007	36.53	一般	0.11	0.04	0.05	0.05	-0.47	0.01	无明显变化
	2009	31.53	一般	-5.00	0.18	-0.20	-4.31	26.36	0.00	略有有变化

4 生态灾害风险评价

4.1 风险受体与生态终点

各种土地利用类型是生态环境状况评价的风险受体。生态终点指的是在具有无法确定的风险源的作用下,风险受体可能受到的伤害,以及由此而发生的区域生态系统结构和功能的损伤^[41]。在鄂尔多斯市地区,可能的生态终点包括土地荒漠化、生态系统功能的损伤等。

4.2 各风险源描述

一个区域的生态风险源分为自然风险源和人为风险源,在本文中只研究自然风险源,在鄂尔多斯市地区自然风险源主要包括干旱、沙尘暴、火灾、风灾、雨涝、雪灾、霜冻和冰雹等。

采用的资料主要来源于,内蒙古自治区气象局编制的《内蒙古气候图集》中的内蒙古自治区年最大积雪深度图;比例尺 1:1120 万的内蒙古自治区年大风日数分布图;内蒙古自治区无霜冻期分布图;内蒙古自治区年冰雹日数分布图;1:1000 万比例尺的内蒙古自治区年沙尘暴日数图;内蒙古自治区雨涝区域分布图;内蒙古自治区森林与草原防火期界限图等。

4.2.1 干旱

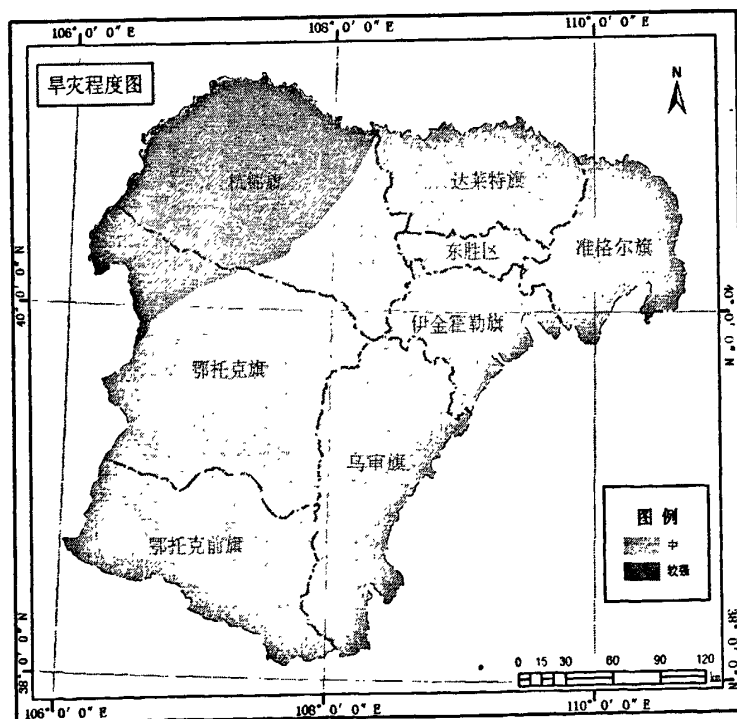


图 4-1 鄂尔多斯市旱灾程度图

因长时间缺水,造成空气干燥、土壤缺水、植物植株生长发育不良而减少作物和牧草产量的一种灾害叫干旱。鄂尔多斯市各旗(区)旱灾是普遍存在的,是常发性自然灾害,旱灾的影响面积、出现频次、持续时间和危害程度在各类气候灾害中都占居首位。干旱对各个行业造成直接或者间接影响及其危害程度与干旱强度、发生时间及生产力发展水平等因素密切相关。其中农牧林业受灾最直接且最严重。鄂尔多斯是生态环境相对较脆弱,农牧业生产条件也比较恶劣,生产水平较低,受环境因素影响很大,干旱的发生及严重程度常常能决定该年度农牧业生产的丰欠。根据鄂尔多斯市2000-2009年国家级8个气象观测点每月降水量观测资料,并计算每个点4-9月份的每月距平值,选出实际降水量达不到多年同期平均值80%的作为旱灾发生事件。然后用插值计算的数据处理方法将点数据转换成面数据,形成旱灾程度图。

干旱发生的强度和频率决定旱灾程度。根据近16年植物生长期(4-9月)各月降水量距平值绘制出干旱强度分布图,总体规律是西北部干旱少雨区降水量年际变化大,干旱强度也相应较强;向东南随着降水量的增加和年际变化率的减小,旱灾程度也逐步降低(见图4-1)。

4.2.2 沙尘暴

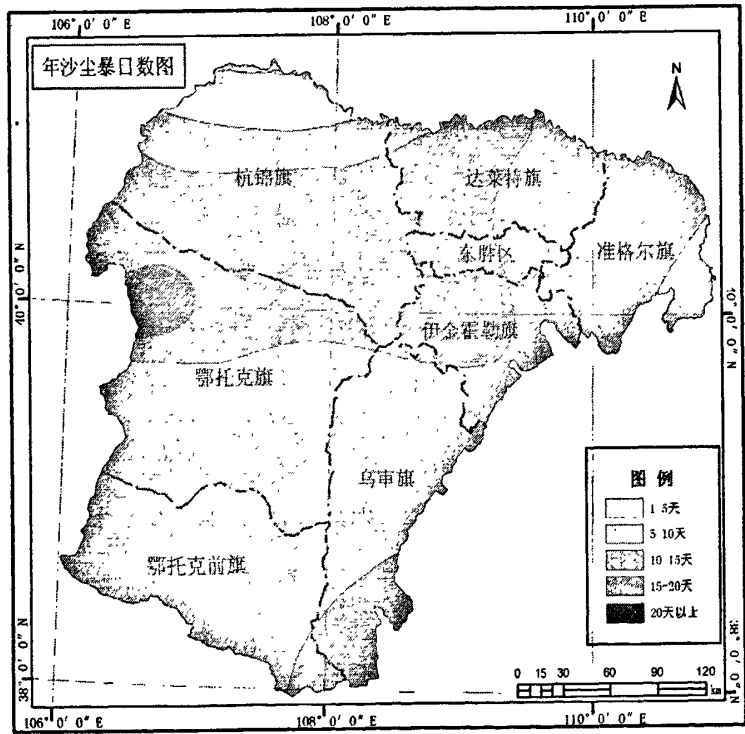
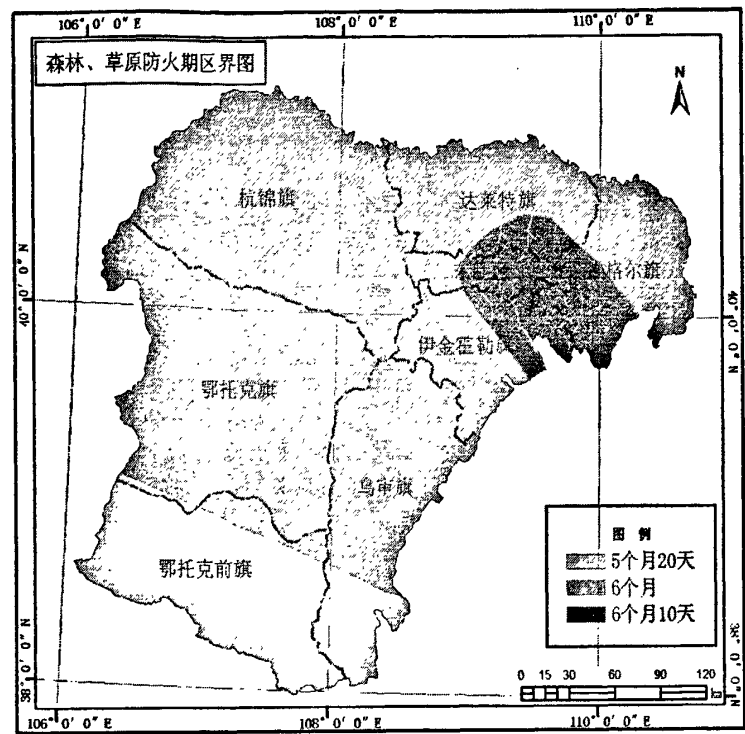


图4-2 鄂尔多斯市年沙尘暴日数图

沙尘暴指强风把地面大量的沙尘物质吹起后卷入空中,使空气变得混浊,水平能见度小于 1km 的严重风沙天气现象。可造成污染自然环境,破坏作物生长,严重时会造成房屋倒塌、交通供电受阻或中断、人畜伤亡等,给人民生命财产安全和生态环境造成严重损失和极大危害。鄂尔多斯市沙漠化和草场退化日趋严重,疏松裸露的地表面积较大,同时在区域内分布着面积较大的毛乌素沙地和库布齐沙漠,为沙尘暴的发生提供了丰富的沙源,严重危害这此地区的人民生活 and 经济发展。由于沙源地存在地区差异,大风路径不同,所以各地区发生沙尘天气、造成的危害程度也不尽相同。根据一年之内发生的沙暴日数可将全区划分为不同的 5 个类型区,即沙尘暴日数 20 日以上为危害强区,15-20 日为较强区,10-15 日为危害中等区,小于 5 日为沙尘暴危害弱区。空间分布总体规律为北部严重,向南逐渐减轻(见图 4-2)。

4.2.3 火灾



4-3 鄂尔多斯市森林、草原防火期区界图

火灾不仅是森林和林业的最大灾害，同时对草原也有非常大的危害。火灾直接损毁森林资源和草场资源及矿产资源，对林业、畜牧业造成直接经济损失，危及林区牧区人民生命、财产安全的同时还加剧水土流失、强化干旱化等一系列生态环境问题。鄂尔多斯市有广阔的草原面积和丰富煤矿资源，而且还具备了利于火灾发生的干旱、雷电等气象条件。客观评价火灾发生的危险性对减灾、防灾和救灾有重要意义。本文评价火灾发生的危险性时以防火期长短作为依据，反映火灾发生的自然概率。全区防火期最长的地区是东胜区、伊金霍勒旗东北部和准格尔旗西部，其次是鄂托克前旗和乌审旗南部地区以外地区。危险性最低的是植被盖度最低，燃烧物质来源缺少的南部区（见图 4-3）。

4.2.4 雨涝

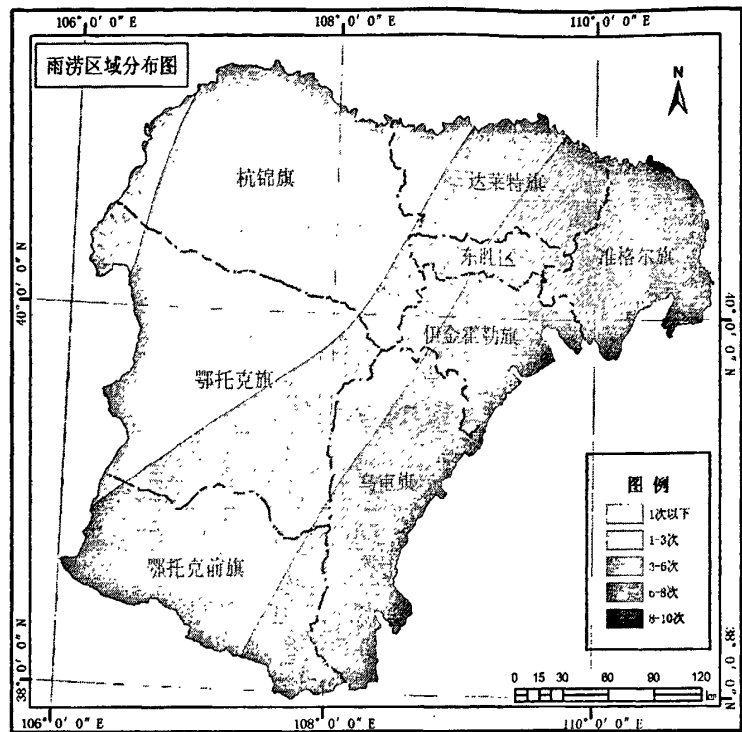


图 4-4 鄂尔多斯市年雨涝区域分布图

因大雨、暴雨或持续降雨等降水偏多造成低洼地区被水淹没、渍水的现象叫雨涝。由于长期大量降水而使地势低洼、地形闭塞的区域大量积水，淹没农田和草场，使得作物和牧草生长而减产所造成的灾害。雨涝灾害与气候、地型等自然因素有关。鄂尔多斯市年降水量的 60—70%集中于夏季，历时短，强度大，范围小的暴雨则经常发生，再加之不少地区防洪标准低，设施简陋，容易造成洪涝灾害。一旦灾害发生，破坏力极大。鄂尔多斯市地区雨涝灾害具有农区重牧区轻，季节性强，年际变化大的特点。且雨涝集中发生在 7 月上旬至 8 月中旬。雨涝灾害标准，通常根据雨涝出现区域和范围确定。鄂尔多斯市地区雨涝灾害发生的区域差异性是由降水分布规律和地势地貌特点共同决定的。根据一年内发生的雨涝次数进行分等，生成了雨涝灾害图。图上可以看出雨涝灾害具有东南部向西北部减少的空间分布特点（见图 4-4）。

4.2.5 风灾

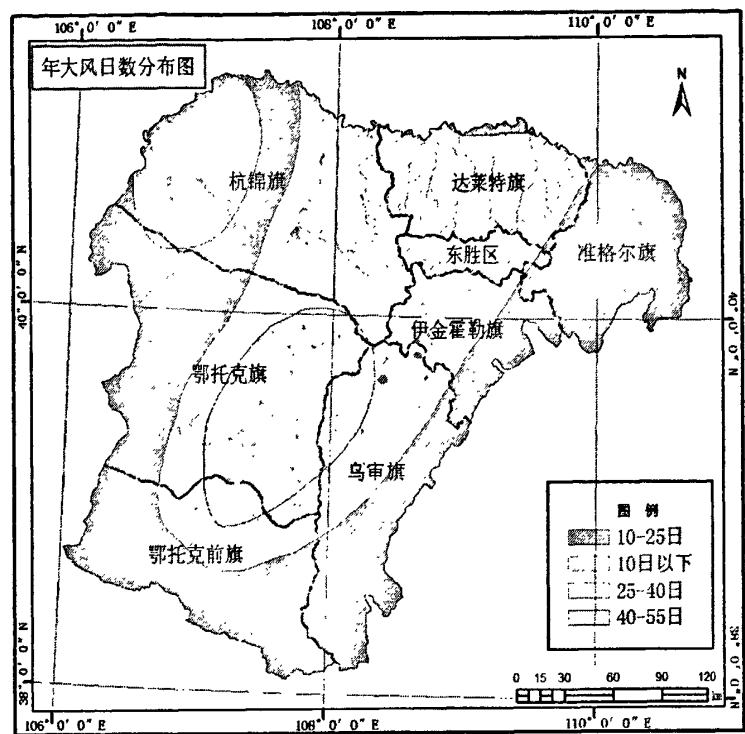


图 4-5 鄂尔多斯市年大风日数分布图

当强大风给人类正常生活、生产带来损失与祸患时,称为风灾害。气候上把瞬时风速 ≥ 17.2 米/秒(即 ≥ 8 级)的风称为大风。大风常常引起风蚀沙化,进而降低土壤肥力,破坏植被覆盖,生态系统平衡失调,降低生态环境对气候调节能力,恶化生态环境,促进大风和沙尘天气的形成,加剧风灾的严重性。从而在风灾与生态环境之间出现恶性循环。本文用大风发生发生日数反映风灾情况。鄂尔多斯市地区中部大风日数在 40 天以上,周围地区在 40 天以下(见图 4-5)。

4.2.6 冰雹

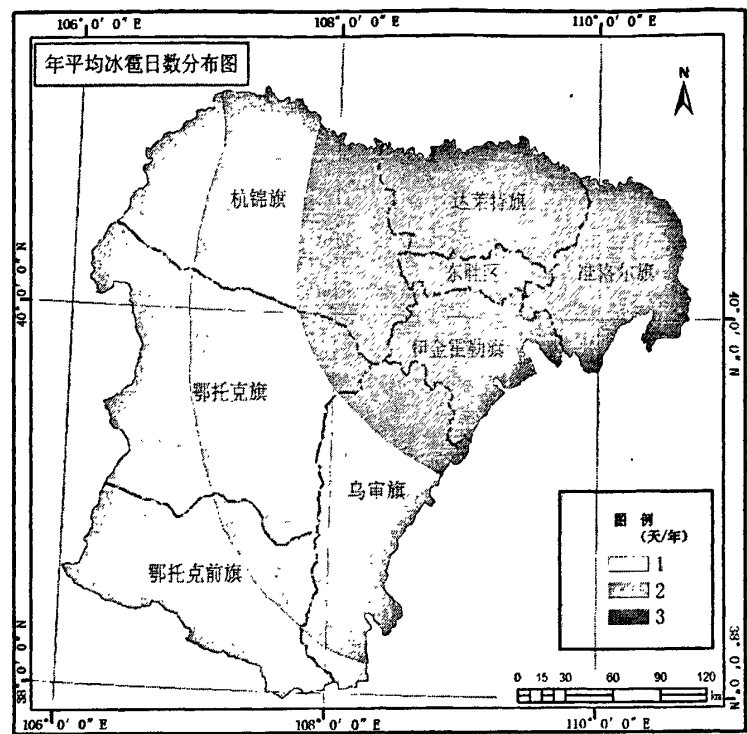


图 4-6 鄂尔多斯市年平均冰雹日数图

冰雹是一种由强对流天气系统所引发的剧烈天气现象。是从强烈发展的积雨云造成固体降水。虽然冰雹的出现具有典型的局域性和短时性,却常常伴有大风、强降水和急剧降温等突发性天气,给农业生产、交通运输、通讯电力、群众生命及生活等诸多方面带来很大影响,故称雹灾。鄂尔多斯市地区大部分地区都出现过冰雹,造成不同程度的灾害。冰雹的发生具有明显季节性和地域性的特征。冰雹的破坏力主要表现在使农作物、蔬菜的叶片,茎秆、果实等受损伤,以及造成土壤板结等,一般对农区的危害比较大,牧区相对要小(4-6)。

4.2.7 霜冻

霜冻是指作物表面上以及近地面空气层的温度迅速下降到作物生长的临界温度或以下时足以引起作物枯萎或死亡的现象^[41]。在内蒙古地区霜冻一般多出现在秋季和春季,当出现霜冻的时候,植物体表面温度会降到0℃以下,植物体内细胞之间的水分冻结成微小的冰晶体。继而冰晶体相互作用,细胞内部的水分会向外渗透,使植物的原生质胶体物质发生凝固,最终造成植物细胞脱水而枯萎死亡。

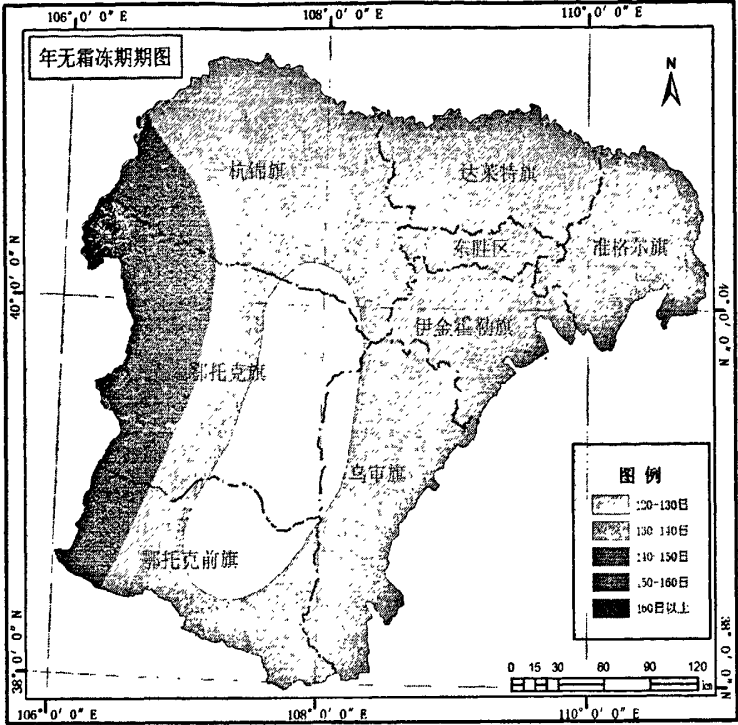


图 4-7 鄂尔多斯市霜冻危害分区图

霜冻发生的强度与地形、周围环境、作物本身生长状况等密切相关。春霜的推后和秋霜提前对农作物、牧草和牲畜等造成更加严重危害。一般当地面最低温度降到 0℃或 0℃以下时，大多数作物就会遭受霜冻伤害。因此，在鄂尔多斯市地区把空气最低气温≤2℃（相当于地面最低温度 0℃）定为轻霜冻，最低气温≤0℃（相当于地面最低温度-2℃时）定为重霜冻。用霜冻指数作为衡量霜冻危害程度的指标。霜冻指数用下式计算：

$$k = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

式中，K 为霜冻指数，A 为日平均气温稳定≥10℃的生长期，B 为日最低气温≥2℃的无霜冻期。霜冻指数越高，说明作物和牧草在生长期受到霜冻危害的可能性越小。反之，则作物和牧草在生长期受霜冻危害的可能性就会加大。根据霜冻指数，绘制了鄂尔多斯市霜冻危害分区图（见图 4-7）。

4.2.8 雪灾

雪灾亦称白灾，是因长时间大量降雪造成大范围积雪成灾的自然现象，是内蒙古冬季牧区的重大自然灾害。雪灾是鄂尔多斯市冬春季牧区的重大自然灾害之一。由于冬半年降雪过多积雪过厚，雪层厚度维持时间长，积雪掩盖草场。一般降雪不易成灾，

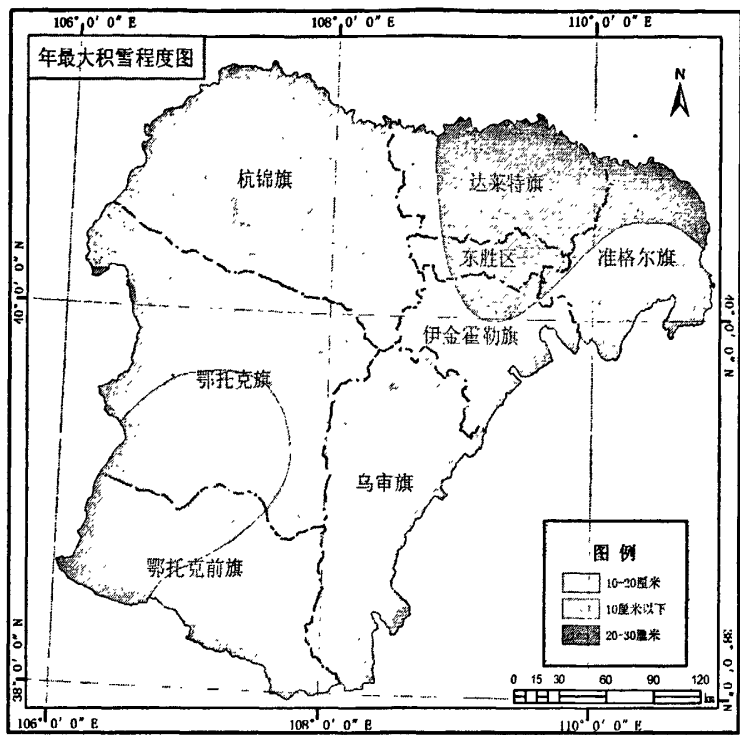


图 4-8 鄂尔多斯市积雪深度图

降雪后气温突然回升变暖，积雪表面融化，到夜间低温又形成冻层，牲畜难以扒开雪层吃草，冻饿而死，有时冰壳还易划破羊和马的蹄腕，又造成冻伤，致使牲畜瘦弱，对恶劣环境条件的抵抗力下降，常常造成母畜流产，仔畜成活率低，老弱幼畜饥寒交迫，死亡数量增多，影响正常放牧活动。同时，被积雪覆盖的地面，白天对太阳短波辐射的反射和夜间地表的长波辐射，形成了近地面稳定的逆温层，延长了灾期，加重了灾情^[42]。大量积雪还严重影响甚至破坏交通、输电线路等生命线干线，对牧民的生命安全和生活造成威胁。雪灾主要影响牧业旗，对农区、城区不会造成严重灾害。再加上近年，牧民们经济条件好转，冬天储备的草料也比较充裕，遇到大的雪灾，政策也比较优越，相应的提供草料级粮食补贴，所以造成的损失并不会很大。由于近年气温在逐渐上升，下大雪成灾的可能性也相应降低，雪灾造成的危害就更加少见了（见图 4-8）。

4.3 风险叠加

4.3.1 生态风险的计算

联合国提出的自然灾害风险表达式^[43]为风险 (risk)=危险 (hazard) × 易损性 (vulnerability)。本文对生态风险的描述模拟自然灾害的表达式进行构建，这主要

包括两方面，一方面是通过各种灾害的加权叠加，即对“危险”的评价，另一方面依据不同的土地利用类型确定土地的“易损性”。两者叠加便是该地区的风险。由于和当地土地利用类型的叠加，则一个地区的风险大就表示这一地区的生态环境状况差，反之风险小就表示这一地区的生态环境状况好。

4.3.2 确定各灾害因子权重

由美国匹兹堡大学运筹学家 TLSaaty 于 20 世纪 70 年代中期提出的一种多准则的决策方法层次分析法 (AnalyticHierarchyProcess, AHP) 是把一个复杂的问题表示为递阶层次结构, 通过人们对决策方案的判断, 进行优劣排序^[44, 45]。其方法是按约定的两两因子之间进行比较并赋值, 构造多因子比较判断矩阵, 从层次结构模型的第 1 级子因素开始, 对同属于上一层因素的各子因素, 用 1~9 比较尺度构造判断矩阵, 直到最下层。然后对每一个判断矩阵计算最大特征值和对应特征向量, 即可获得因子的权重系数(表 4-1), 并作一致性检验。由表 4-1 用方根法求得生态灾害危险因子: 干旱 (X_1)、雪灾 (X_2)、风灾 (X_3)、霜冻 (X_4)、火灾 (X_5)、雨涝 (X_6)、冰雹 (X_7) 和沙尘暴 (X_8) 的权重系数分别为 0.3280、0.0231、0.1585、0.1065、0.0327、0.0713、0.0479 和 0.2319 (表 4-1), 并通过了一致性检验。

表 4-1 各种风险源权重表

	干旱	雪灾	风灾	霜冻	火灾	雨涝	冰雹	沙尘暴	Wi
干旱	1	8	3	4	7	5	6	2	0.3280
雪灾		1	1/6	1/5	1/2	1/4	1/3	1/7	0.0231
风灾			1	2	5	3	4	1/2	0.1585
霜冻				1	4	2	3	1/3	0.1065
火灾					1	1/3	1/2	1/6	0.0327
雨涝						1	2	1/4	0.0713
冰雹							1	1/5	0.0479
沙尘暴								1	0.2319

由于生态灾害形成条件复杂, 各评价因子的影响程度不同, 且各评价指标的计量单位不同, 取值范围变幅大, 因此对数据进行标准化处理, 分别按数值 5、4, 3, 2, 1 代限界值赋给每栅格单元(表 2)。生成生态灾害危险因子图后, 在 ARCGIS 中 UNION 模块支持下进行因子加权叠加分析, 即将参与评价的 8 个因子数字图层与其对应的权重相乘后, 再按如下公式进行计算每个栅格单元的危险度 (X) :

$$X = 0.328X_1 + 0.0231X_2 + 0.1585X_3 + 0.1065X_4 + 0.0327X_5 + 0.0713X_6 + 0.0479X_7 + 0.2319X_8$$

根据对鄂尔多斯市生态灾害的成因和发育环境分析，给出了该地区生态灾害危险性等级划分标准(表 4-2)，即将每个栅格单元计算获得的危险度数值作为划分研究区生态灾害五级、四级、三级、二级和一级区的上下限界值(图 4-9)。需要指出的是评价因子的等级划分和危险分区指标反映的是其相对的差异性，不同的研究者可能有不同划分标准，重要是便于在实际减灾防灾中确定防御的重点区域和对象。

表 4-2 生态灾害危险区等级划分标准

等级划分	五级危险区	四级危险区	三级危险区	二级危险区	一级危险区
指数	<1.70	1.70-1.90	1.90-2.05	2.05-2.20	2.20-2.50

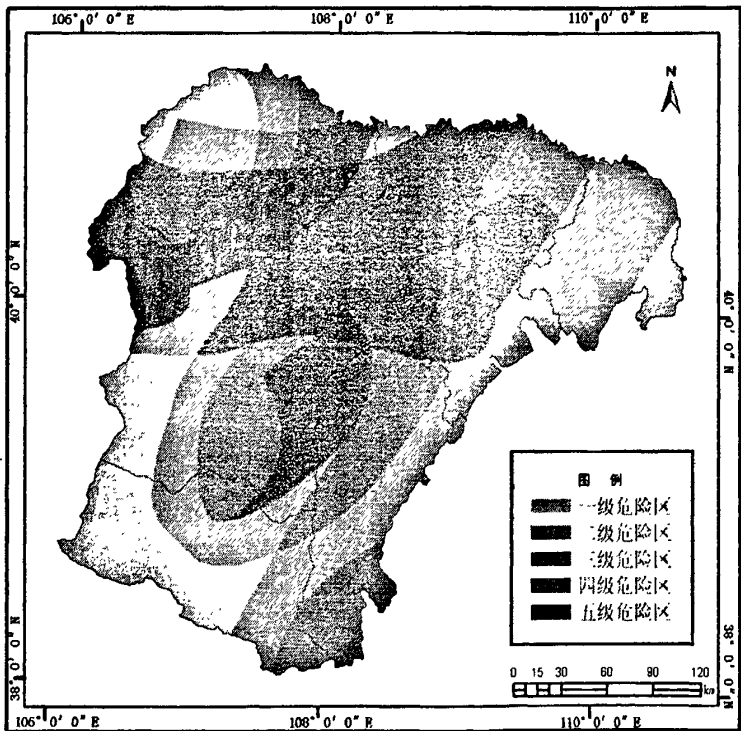


图 4-9 鄂尔多斯市灾害危险等级图

4.3.3 易损性的计算

生态易损性是指生态环境受到灾害的损害程度，它直接反映了生态环境在遭受灾时的脆弱性^[46]。易损性的计算是通过对生态系统中土地利用类型的脆弱度排序，排序后进行归一化即得到各土地利用类型的易损性系数。如表 4-3。

表 4-3 易损性系数

土地利用类型	湖泊	有林地	灌木林地	疏林地和其它林地	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	滩涂湿地	耕地	建筑用地	未利用地
易损度系数	0.015 152	0.03 03	0.04 45455	0.06 0606	0.07 5758	0.09 0909	0.10 6061	0.12 1212	0.13 6364	0.15 1515	0.16 667

将参与评价的土地利用类型面积与其对应的权重相乘后,再按如下公式进行计算每个栅格单元的易损性 (Y) :

$$Y=0.015152Y_1+0.0303Y_2+0.0445455Y_3+0.060606Y_4+0.075758Y_5+0.090909Y_6+0.106061Y_7+0.121212Y_8+0.136364Y_9+0.151515Y_{10}+0.16667Y_{11}$$

4.3.4 生态灾害风险的计算

灾害的“风险”包含有三方面的含义：即灾害造成的损失^[47, 48]、事件发生的概率^[48, 49]和可能产生的后果^[49, 50]。联合国提出的自然灾害风险表达式为^[51]：风险(risk)=危险(hazard)×易损性(vulnerability)在生态灾害风险区划中，危险度是前提，易损度是基础，风险则是结果^[52]。生态灾害造成的损失和危害很大程度上取决于承灾体承受能力，即社会经济易损性的大小^[52-54]。

生态灾害承灾体对不同的自然灾害具有不同的易损性特征和表示函数。许多学者对自然和经济易损性作了相应的研究，并且对多种自然灾害的易损性建立了分析体系和评价方法或模型，且将它们用于指导高风险地区人们的防灾救灾^[55-57]。通过公式对生态灾害风险值进行计算，然后对其分级就可以得到了鄂尔多斯市地区的风险等级分布图。

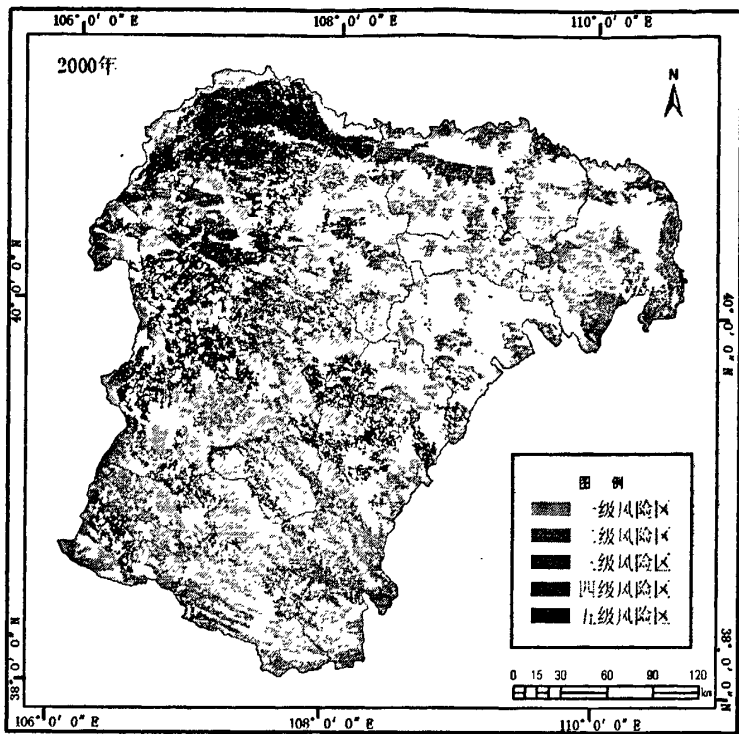


图 4-11 2000 年鄂尔多斯市风险等级分布图

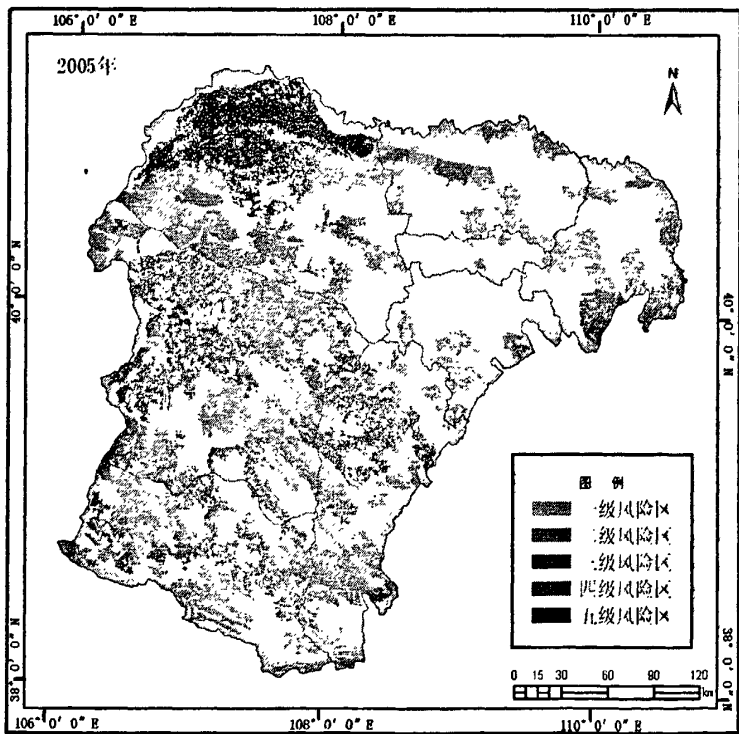


图 4-12 2005 年鄂尔多斯市风险等级分布图

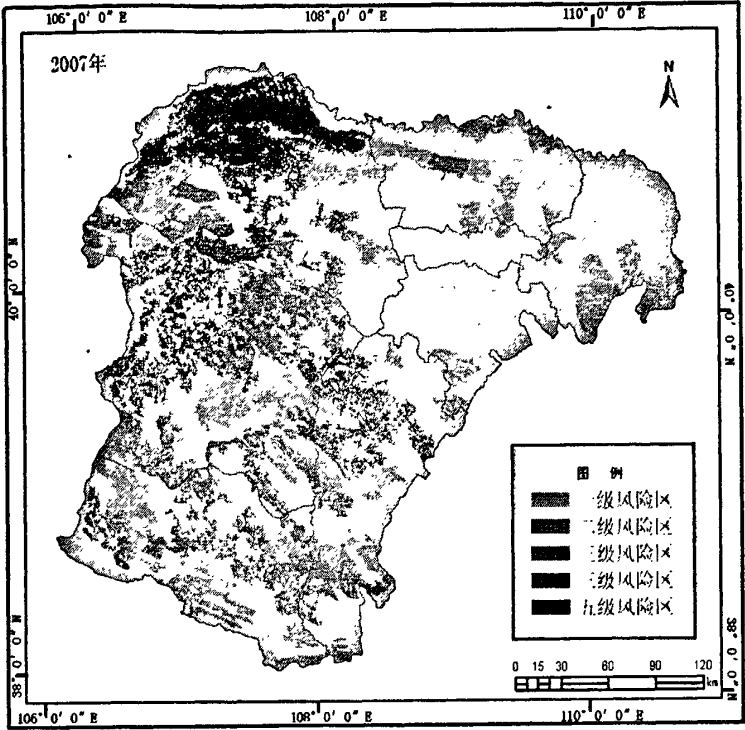


图 4-13 2007 年鄂尔多斯市风险等级分布图

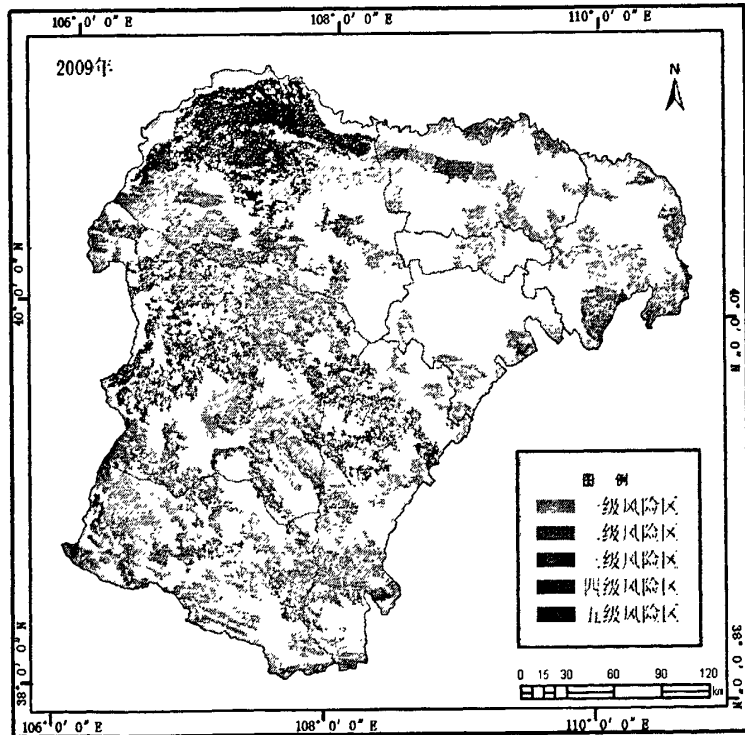


图 4-14 2009 年鄂尔多斯市风险等级分布图

表 4-4 鄂尔多斯市各旗（区）风险等级区占全区面积比例表

等级	一级	二级	三级	四级	五级
2009 年	60.86%	12.65%	12.25%	8.24%	6.00%
达拉特旗	7.20%	1.80%	0.48%	0.00%	0.00%
东胜区	2.13%	0.33%	0.00%	0.00%	0.00%
鄂托克旗	11.36%	2.01%	4.66%	5.28%	0.00%
鄂托克前旗	8.09%	3.52%	2.57%	0.00%	0.00%
杭锦旗	10.84%	1.23%	2.58%	1.05%	6.00%
乌审旗	8.44%	1.62%	1.42%	1.91%	0.00%
伊金霍洛旗	6.24%	0.54%	0.00%	0.00%	0.00%
准格尔旗	6.56%	1.59%	0.55%	0.00%	0.00%
2007 年	64.85%	10.15%	10.79%	8.21%	6.00%
达拉特旗	7.47%	1.68%	0.32%	0.00%	0.00%
东胜区	2.33%	0.13%	0.00%	0.00%	0.00%
鄂托克旗	12.01%	2.16%	3.89%	5.25%	0.00%
鄂托克前旗	8.95%	2.29%	2.95%	0.00%	0.00%
杭锦旗	11.20%	1.05%	2.40%	1.05%	6.00%
乌审旗	9.20%	1.05%	1.23%	1.91%	0.00%
伊金霍洛旗	6.49%	0.29%	0.00%	0.00%	0.00%
准格尔旗	7.20%	1.51%	0.00%	0.00%	0.00%
2005 年	61.54%	12.53%	11.67%	8.27%	5.99%
达拉特旗	7.43%	1.57%	0.48%	0.00%	0.00%
东胜区	2.28%	0.18%	0.00%	0.00%	0.00%
鄂托克旗	11.61%	2.53%	3.86%	5.31%	0.00%
鄂托克前旗	8.34%	2.89%	2.95%	0.00%	0.00%
杭锦旗	10.91%	1.32%	2.42%	1.05%	5.99%
乌审旗	8.39%	1.68%	1.41%	1.91%	0.00%
伊金霍洛旗	6.04%	0.73%	0.00%	0.00%	0.00%
准格尔旗	6.53%	1.63%	0.55%	0.00%	0.00%
2000 年	47.95%	17.93%	9.92%	9.53%	14.66%
达拉特旗	5.80%	1.84%	1.35%	0.49%	0.00%
东胜区	1.55%	0.69%	0.22%	0.00%	0.00%
鄂托克旗	8.94%	3.81%	1.61%	3.50%	5.45%
鄂托克前旗	5.88%	3.79%	2.68%	1.84%	0.00%
杭锦旗	8.35%	2.75%	0.91%	2.43%	7.26%
乌审旗	6.75%	2.52%	0.88%	1.28%	1.96%
伊金霍洛旗	5.34%	0.95%	0.48%	0.00%	0.00%
准格尔旗	5.33%	1.59%	1.79%	0.00%	0.00%

研究区生态灾害风险等级划分结果为 2000 年、2005 年、2007 年和 2009 年五级风险区面积占全区面积的 14.66%、5.99%、6.00%和 6.00%；四级风险区面积占全区面积的 9.53%、8.27%、8.21%和 8.24%；三级风险区面积占全区面积的 9.92%、11.67%、10.79%和 12.25%；二级风险区面积占全区面积的 17.93%、12.53%、10.15%和 12.65%；一级风险区面积占全区面积的 47.95%、61.54%、64.85%和 60.86%。详见表 4-4。这些风险性较大的生态灾害多分布在鄂尔多斯西北部的杭锦旗，由于此处鄂尔多斯高原与河套平原，境内有库布齐沙漠，年降水量较低，杭锦旗生物丰度指数、植被覆盖指数水网密度指数和污染负荷指数相对较低，土地退化指数较高。鄂尔多斯市一级风险区所占比例较大，其各旗区的所占比例也较大。二级风险区、三级风险区和四级风险区所占比例基本一样，主要分布鄂托克旗、鄂托克前旗和乌审旗。

5、鄂尔多斯市生态灾害风险管理对策

通过对鄂尔多斯市生态环境状况的评价和生态环境风险分级进行分析和总结发现鄂尔多斯市生态环境存一些问题,需采取一定措施,对区域的生态环境进行调整和治理。为防止生态环境状况继续恶化,应针对性的采取措施。生态环境的治理不只是技术问题,更是政策与管理问题。

(1) 生态风险管理首先贯彻可持续发展战略思想,通过发挥各级政府部门在生态环境保护中的作用,强化相关部门的监督和管理职能,地方政府要树立科学的发展观来提高全民生态环境意识,坚决落实环境保护与经济协调发展的指导思想和战略方针。

(2) 利用当地旅游资源,以生态环境保护和优化为基础,大力发展旅游业。鄂尔多斯市的草原旅游资源非常丰富,同时有着悠久的民族历史和灿烂的文化。要大力发展生态旅游,达到实现经济发展,保护自然目的,也是实现可持续发展的重要手段。

(3) 鄂尔多斯市是土地沙化严重地区,要加大投资力度、加快林业建设和草场建设,考虑到鄂尔多斯市自然环境条件复杂多样,应根据当地条件,选择适宜当地的树种和草种。广开投资渠道,筹集更多资金,用于育苗、栽培、管护等工作。强化土地利用的规划和管理,在一些耕地质量不好或者容易发生土壤侵蚀的坡耕地,要坚决落实国家的退耕还林还草政策,在退耕还林还草工作中还要避免重林轻草和重经济林、轻生态防护林的偏差。

(4) 加强管理,加强法制,严惩毁林毁草行为,建立和健全相关管理机构,搞好对中、幼龄林的抚育管理,搞好对天然次生林、人工林、中龄林的抚育改造和实施科学经营管理,促进林分质量的提高,提高生产力。要加强林区和牧草区的法制管理,依法制止、打击破坏生态环境的行为,形成生产发展、生活改善、生态恢复、人与自然和谐相处的局面。

6、结论与讨论

6.1 结论

对鄂尔多斯市各个旗(区)进行了生态环境质量指数的计算,并且对鄂尔多斯市各地区进行了生态环境状况进行了分级和生态环境状况变化度进行了分级。同时,通过选取鄂尔多斯市地区的主要生态灾害风险源(干旱、沙尘暴、火灾、雨涝、风灾、冰雹、霜冻、雪灾)进行危险度评价,且对鄂尔多斯地区进行易损性评价,最后得出风险区划图。对鄂尔多斯市各旗(区)2000年、2005年、2007年和2009年生态环境状况和不同级别风险区所占比例进行分析得出如下结论:

(1) 本文针对生态灾害孕灾环境、致灾因子和承灾体状况,形成了一套基于GIS的从数据采集、空间属性数据库建立、评价指标体系选择、生态灾害危险性评价与风险区划的技术路线和方法体系。建立了生态灾害危险性评价和划分风险等级的基本评价指标体系,并对其数量化与归一化。

(2) 鄂尔多斯市地区整体上来看植物覆盖度还是比较高的,生物多样性也比较丰富,满足了当地社会经济发展需求。但评价指数各旗(区)间和同一地区不同年份在评价指数还是有一定的差距。从生态环境状况变化度分级上看8个旗(区)中没有明显变化的居多,略有变化的只有在乌审旗在2007年至2009年这时间段上明显。

(3) 经过计算分析,鄂尔多斯市各个旗(区)危险度评价表明,研究区五级危险区面积占全区面积11.63%、四级危险区面积占全区面积的26.97%、三级危险区面积占全区面积的20.18%、二级危险区占面积全区面积的28.04%、一级危险区面积占全区面积的13.18%。从生态灾害分区图中可以看出鄂尔多斯市北部的生态灾害危险性明显高于南部,这与降水量、植被覆盖率和土地退化密切相关。

(4) 经过计算分析,鄂尔多斯市各个旗(区)生态灾害风险等级划分结果为2000年、2005年、2007年和2009年五级风险区面积分别占全区面积的14.66%、5.99%、6.00%和6.00%;四级风险区面积占全区面积的9.53%、8.27%、8.21%和8.24%;三级风险区面积占全区面积的9.92%、11.67%、10.79%和12.25%;二级风险区占面积全区面积的17.93%、12.53%、10.15%和12.65%;一级风险区面积占全区面积的47.95%、61.54%、64.85%和60.86%。

6.2 问题与讨论

随着遥感技术在生态环境监测与评价领域的广泛应用,人类对生态环境质量的好坏从客观上有了较好的衡量标准。区域生态风险评价与管理研究作为一个崭新的研究

领域,大家公认的遵循和借鉴的理论与方法较少,加之资料来源不足,笔者的理论素养、研究能力有限,尚有许多内容不够深入,主要表现在以下四个方面:

(1) 在遥感解译过程中,由于不够全面系统深刻的认识鄂尔多斯市生态环境特征,在生态环境灾害指标选择上可能没有全面系统考虑所有的信息。

(2) 区域生态灾害风险评价涉及自然诸多因子,要完全定量准确地分析其存在相应的难度,本文在这方面作了一定的探索,还需在选取风险源方面做大量的工作。

(3) 本文评价以行政区作为生态灾害风险评价的基本单元,生态灾害风险评价的精度还有待提高,相应的管理对策及实施途径的分析和理解不够深入具体。上述问题,笔者将在今后的科研工作中予以加强完善。

(4) 在以后的学习和研究中应进一步探讨按自然区域为研究的基本单元,更深刻系统的反映类次地理单元完整地区的生态环境灾害的风险评价研究,能更好的解释生态环境灾害风险的地理规律将是以后主要努力的方向。

参考文献

- [1]牛文元,曹明奎.生态灾害及其对我国的影响[J].地球科学进展,1990,(4).
- [2]贾宝全.吐鲁番盆地的生态灾害及其调控[J].灾害学,1995,10(1):46-50.
- [3]严立冬.灾害生态学问题研究[J].灾害学,1995,10(4):91.
- [4]刘全友,陆中臣.晋冀鲁豫接壤区生态灾害及灾情评估研究[J].生态学报.1999,19(1):23-29.
- [5]梁恒田,杨凯.环境灾害与可持续发展[J].江苏环境科技.2001,14(4):44.
- [6]钟政林.环境风险评价研究进展[J].环境科学进展,1996,4(6):17-21
- [7]曾辉,刘国军.给予景观结构的区域生态风险评级分析[J].中国环境科学,1999,19(5):454-457.
- [8]Barnhouse L W ,Suter II G W .1988.Use manual for ecological risk assessment.Oak Ridge National Laboratory-6251.
- [9]Hunsaker C T,Graham R L , Suter G W,et al. 1990.Assessing ecological risk on a regional scale[J].Environmental Management.3(14): 325-332.
- [10]Lipton J, Galbraith H, Burger J, et al. 1993.A paradigm for ecological risk assessment[J].Environmental Management. 9(17): 1-5.
- [11]USEPA. 1998. Guidelines for Ecological Risk Assessment.
- [12]马娅娟,傅桦.浅谈生态风险及其评价方法的要点[J].首都师范大学学报(自然科学版),2004,25(4): 80-84.
- [13]李国旗,安树青,陈兴龙.1999.生态风险研究述评[J].生态学杂志.18(4): 57-64.
- [14]殷浩文,水环境生态风险评价的原则与应用[J],污染防治技术,1995.6 第8卷第2期:113-115.
- [15]殷浩文,水环境生态风险评价程序[J],上海环境科学,第14卷第11期1995年11月:11-14.
- [16]Barnthouse LW, Suter GW. Use Manual for Ecological Risk Assessment [J]. ORNL-6251,1988
- [17]Rubenstein.Rubenstein M.Patterns in Problem Solving[M].New Jersey: Prentice Hall Inc, 1975.
- [18]万庆.洪水灾害系统分析与评估[M].北京:科学出版社.1999:6-44.
- [19]张继权,李宁.主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用[M].北京:北京师范大学出版社,2007,9.
- [20]BlakieCannon P.T, Davis, Wisner B.At Risk Natural Hazard, PeoPle's Vulnerability and Disasters[M].London:Routledge.1994: 13-21.
- [21]高庆华,张业成.自然灾害灾情统计标准化研究[M].北京:海洋出版社,1997.

- [22][23]史培军.四论灾害系统研究的理论与实践[J].自然灾害学报, 2005, 14(6):1-7.
- [24]毛小苓等.国内外环境风险评价研究进展[J].应用基础与工程科学学报, 2003, 11(3).
- [25]毛小苓,倪晋仁.生态风险评价研究述评[J].北京大学学报(自然科学版), 2005, 7.
- [26]韩丽,戴志军.生态风险评价研究[J].环境科学动态, 2001, 3:7-10.
- [27]李国旗等.生态风险研究评述[J].生态学杂志. 1999, 18(4): 57-64.
- [28]殷浩文.水环境生态风险评价程序[J].上海环境科学, 1995, 14(11): 11-14.
- [29]李自珍,何俊红.生态风险评价与风险决策模型及应用——以河西走廊荒漠绿洲为例[J].兰州大学学报(自然科学版), 1999, 35(3):149-156.
- [30]徐镜波,王咏.生态风险评价[J].松辽学刊(自然科学版), 1999(5):10-13.
- [31]曾辉,刘国军.给予景观结构的区域生态风险评级分析[J].中国环境科学, 1999, 19(5):454-457.
- [32]许学工,林辉平,付在毅,等.黄河三角洲湿地区域生态风险评价[J].北京大学学报(自然科学版), 2001, 37(1):111—120.
- [33]周婷,蒙古军.生态风险研究评述[J].生态学杂志. 2009, 28(4):762-767.
- [34]Krige DG. A statistical approach to some mine valuations problems at The Witwatersrand[J]. Journal of the Chemical, Metallurgical and Mining Society of South Africa, 1951, 52:119-138.
- [35]Wahba G, Wendelberger J. Some new mathematical methods for variational objective analysis using splines and cross-validation[J].Monthly Weather Review, 1980, 108: 1122-1145.
- [36]Wahba G. Spline models for observational data[M]. CBMS-NSF.Regional Conference Series in Mathematics.59.SIAM, Philadelphi-a, 1990.
- [37]伊克昭盟志编纂委员会编.伊克昭盟志[M].现代出版社, 1994:383-386.
- [38]毛文永.生态环境影响评价概论[M].北京:中国环境科学出版社, 2003:125-153.
- [39]张琪.高分辨率遥感影像在生态环境状况评价中的应用——以威浦塘生态调查为例[J]江苏环境科技 2007:62-63.
- [40]HJ/T192-2006,生态环境状况评价技术规范(试行)[S].HJ/T192-2006,Technical Criterion for Eco-environmental Status Evaluation[S](in Chinese).
- [41]白占雄.基于生态风险评价的宁夏海原地区防灾减灾预案研究[D].北京林业大学, 2006.
- [42]卓玛措.青南牧区雪灾危害及对策探讨[J].青海环境. 139-141.
- [43]唐川,朱静.基于GIS的山洪灾害风险区划[J].地理学报, 2005, 1(60): 87-94
- [44]郑丽娜.层次分析法在公路路线线形评价中应用[J].低温建筑技术, 2006(6):139-141.
- [45]李金成.土地整理效益的层次分析法评价[J].广东农业科学, 2007(5):103-105)

- [46]尹娜,肖稳安.区域雷灾易损性分析、评估及易损度区划.热带气象学报[J]. 2005(8) 441-448.
- [47]Maskrey A. Disaster Mitigation: A Community Based Approach. Oxford: Oxfam, 1989. 1-10.
- [48]Smith K. Environment Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster. London: Routledge, 1996. 1-389.
- [49]IUGS, Working Group on Landslide, Committee on Risk Assessment. Quantitative risk assessment for slope and landslides: the state of the art. In: D M Cruden, Landslide Risk Assessment. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. 3-12.
- [50]Leroi E. Landslide hazard: risk maps at different scales: objectives, tools and development. In: Proc. Seventh International Symposium on Landslides, Trondheim, Norway, 1996. 35-52.
- [51]United Nations, Department of Humanitarian Affairs. Mitigating Natural Disasters: Phenomena, Effects and Options: A Manual for Policy Makers and Planners. New York: United Nations, 1991. 1-164.
- [52]刘希林,莫多闻.泥石流风险评价[M]. 成都:四川科技出版社, 2002. 1-8.
- [53]金晓东. 区域社会经济“易灾性”综合评价实践[J]. 灾害学, 1994, 8(1): 32-37.
- [54]Wei Y M, Fan Y. The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method. Environmental Impact Assessment Review, 2004, 24: 427-439.
- [55]Einstein H H. Landslide risk-systematic approaches to assessment and management. In: D M Cruden, R Fell (eds.), Landslide Risk Assessment. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. 51-109.
- [56]唐川,朱大奎. 基于GIS技术的泥石流风险评价研究[J]. 地理科学, 2002, 22(3): 300-304.
- [57]罗元华. 泥石流堆积数值模拟及泥石流灾害风险评估方法[M]. 北京:地质出版社, 2000. 1-11.

论文资助项目及支撑数据

1 论文资助项目

1.1 国家行业公益项目,《鄂尔多斯地区综合节水与水资源优化配置项目(200801034)》;

1.2 内蒙古师范大学科研创新基金项目,《鄂尔多斯高原气象灾害的变化趋势与青藏高原季风环流的相关分析(CXJJS08015)》。

2 支撑数据

本文所用遥感影像数据由“内蒙古自治区遥感与地理信息系统重点实验室”提供。

致 谢

当我硕士学习阶段即将成为往事的刹那，如烟琐事重新浮现于脑海，怀着一份留恋而感恩的心，写下这篇致谢。感谢我回忆中的学习生活，丰富了我的专业知识，为我的人生经历增添了绚丽的一笔的三年生活犹如一场精彩纷呈的话剧，最后一一谢幕；感谢在我记忆中出现的所有关怀，所有感动，所有鞭策，所有情节，所有事，所有人。

首先，我要感谢我的导师银山教授。感谢他对我学习上的指导和帮助。导师的启发、指点、支持和督促，使我的论文能够得以顺利完成。从论文开题，研究内容确定，技术路线和课题研究思路上的指导，常常令我茅塞顿开，受益匪浅，三年来，在导师的谆谆教导和无微不至的关怀下，无论是学习还是做人，让我在学习过程中不断发现自我、充实自我、提升自我。特别是导师渊博的知识和高尚的人格潜移默化地影响着我，并将激励我在以后的工作和学习中不懈努力、不断进取。与我导师的师生情意将是我这一生最宝贵的精神财富。在此，我真心地感谢我的导师。

感谢海春兴、乌兰图雅、包玉海、秦树辉、阿拉腾图雅、包慧娟、春喜、王勇、王成安等老师。我所取得的每一项成绩都与各位老师的教导、关怀与帮助分不开。

感谢呼和浩特市伟力斯土地测绘有限责任公司给予我的帮助与理解。

感谢师兄张泽飞和师姐金阿丽、崔桂凤和姜淑琴和师妹素雅等对我学习和生活上的鼓励与帮助。

感谢我的朋友张海燕，陶格图等为我付出了真城的友情和无私的帮助，愿我们的友情永恒。而我也在这样一个团结互助的集体里面倍感温馨。

感谢我的家人这么多年来含辛茹苦为我的付出。他们对我无私而厚重的爱和鼓励永远都是我生存和不断前行的动力之源。感谢我的爸爸妈妈给予了我健康的身体和健全的人格，他们身体力行地教会了我如何做人，怎样做事真诚的祝愿我爱的人和爱我的人永远幸福快乐。

萨仁其其格

2010年6月15日

