

新疆师范分类号:

密

级:

学 号: 1076212009415

单位代码: 10762

新疆师范大学

2012 年届硕士学位论文

基于 GIS 的艾比湖周边绿洲动态变化研究
**Dynamic changes based on GIS the Ebinur
surrounding oasis**

研究生姓名: 帕力孜旦·吾不力

学科、专业: 自然地理学

研 究 方 向: 干旱区水文水资源及 GIS 应用研究

院系、年级: 地理科学与旅游学院 09 级

指 导 教 师: 迪丽努尔·阿吉

新疆师范大学
2012 年 6 月 2 日

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：_____

摘 要

艾比湖绿洲近几十年人口的急剧增长,对水土资源的开发规模和强度迅速增长,使原有的自然生态平衡受到严重的干扰,荒漠化和绿洲化的冲突明显加剧,生态环境日益恶化,严重制约着国民经济和社会发展,直接威胁着当地人民的生活、生存和身体健康。这里环境的优劣还直接关系到天山北坡经济带的工农业生产和经济的可持续发展,影响亚欧大陆桥干线国际运输的畅通无阻。因此搞好艾比湖灌区绿洲和荒漠交接带水土流失治理及荒漠化防治工作对保护当地生态环境和社会经济的可持续发展至关重要。

本文在野外考察和总结前人研究的基础上,研究区 1990 年、2001 年和 2009 年的陆地卫星 TM/ETM+影像数据为主要信息源,首先在 ENVI4.5 遥感图像处理软件的支持下,获得研究区三期的土地利用分类,然后在 ArcGIS9.x 软件下对三期数据进行矢量化,空间叠加,建立了研究区近 20 年土地类型 GIS 数据库。其次,依托数据库进行了土地利用现状分析,并找出研究区近 20 年艾比湖绿洲的时空变化特征。最后,分析研究区绿洲动态变化的发展趋势。

研究表明:(1) 1990 年比 2009 年水量缩减了 0.45%,但缩小的不明显,基本上保持稳定趋势,艾比湖绿洲分布特征上均明显变化,面积也有显著的扩张,在转入和转出过程中,绿洲和未利用地之间的转移为密切,从转入贡献率中看占有优势的为绿洲,而转出贡献率中占优势的未利用地。主要原因 90 年代以来降水量增多了,水土资源开发趋势于稳定,再加上节水技术的广泛应用,农业引水量进本保持稳定湖面有所扩张。2003 年以后,博尔塔拉河的入湖水量基本与常年持平,人口和面积的增加不明显,因此艾比湖面积比较稳定。

(2) 自然因素和人为因素共同的作用强度处于较低的水平,人为因素作用强度却处于较高的水平,这与其地处荒漠绿洲地区过渡地带,生态本底比较脆弱,经济上属于农牧交错地带,农业生产条件的变动比较频繁有关。在人为因素的作用中,人口数量、农 GDP、耕地面积的作用最大。但水土开发、气候变化,注入艾比湖的水量逐渐减小,艾比湖湖面萎缩引起土地盐渍化、沙尘暴、扬尘、浮尘天气增加;不合理使用化肥、农药、地膜等,导致农村污染;有些工业企业存在污染物排放不达标问题;出现环境保护问题。

关 键 字: 遥感影像; 绿洲; 动态变化; 驱动因子

Abstract

Of oasis in recent decades of rapid population growth, land and water resources development scale and intensity of the rapid growth of the original natural ecological balance was broken. Oasis ecosystems are subjected to severe interference, desertification and the oasis of the conflict significantly intensified, deteriorating ecological environment, seriously restricting the basin of the national economy and social development, and a direct threat to life, survival and physical health of local people. The pros and cons of the environment here is also directly related to the sustainable development of the northern slope of Tianshan economic zones, industrial and agricultural production and economic impact of the Eurasian Continental Bridge Link smooth international transport. So do a good job essential for sustainable development of oasis and desert in the handover of the Ebinur Lake Irrigation District with the control of soil erosion and desertification control to protect the local ecological environment and socio-economic.

This article is in a field survey and summary of the study area in 1990, 2001 and 2009, Landsat TM / of ETM + image data as the main information source on the basis of previous research, remote sensing image processing software support in ENVI4.5 first, access to four of the study of land desertification of land desertification classification, and then four data ArcGIS9.x software for vectorization, spatial overlay, the region was established nearly 20 years of land desertification GIS database. Second, relying on the database the status quo of land use analysis, and to identify the spatial and temporal variations of the study area for nearly 20 years of oasis. Finally, the fully explore the land use dynamic changes of the main driving factor on the basis of analysis of land use development trends of the dynamic changes.

The results show that: (1) in 1990 than 2009 water shrank 0.45 percent, but the narrowing is not so obvious, has remained largely stable trend of oasis distribution characteristics are significant changes in the area also has a significant expansion in the transferred and roll-out process, the transfer between the oasis and unused land close, and transferred to the contribution rate seen in the dominant oasis, instead, the dominant contribution rate unused land. Precipitation increased since the main reason for 90 years, soil and water resources development trends in stability, coupled with the extensive application of water-saving technologies, agricultural water diversion into the stable lake some expansion. 2003 Bortala River into the lake of basic flat with year-round, no significant increase of the population and area, Ebinur Lake area is relatively stable. (2) the role of natural factors and human factors, the strength at a lower level of intensity of human factors in the higher level, its located in the desert oasis region of the transition zone the ecological background is relatively weak, economically belong to pastoral Transitional Zone, agricultural production conditions change more frequently relevant. In the role of human factors, population, agricultural GDP, the role of the cultivated area. Land and water development, climate change, and gradually decreases the amount of water injected into the Ebinur Lake Ebinur Lake lake atrophy caused land salinization, dust storms, dust, dust weather increases; irrational use of chemical fertilizers, pesticides, plastic films, etc., leading to rural pollution; Some industrial enterprises in pollutant emissions compliance issues; emergence of environmental protection issues

Keywords: remote; sensing image; oasis; Dynamic changes; in driving factors

目 录

第一章 绪论	1
1.1 选题依据和研究意义.....	1
1.1.1 选题依据.....	1
1.1.2 绿洲的概念与内涵.....	1
1.1.3 国内外研究进展.....	2
1.1.4 研究意义.....	4
1.2 研究内容及研究目标.....	5
1.2.1 研究目标.....	5
1.2.2 研究内容.....	5
第二章 研究区概况	7
2.1 地理位置.....	7
2.2 气温.....	7
2.3 降水量.....	8
2.4 蒸发量.....	8
2.5 光热资源.....	8
2.6 地形地貌.....	8
2.7 盆地.....	9
2.8 水文特征.....	9
2.9 土地资源.....	9
2.10 动植物资源.....	9
2.11 动物资源.....	10
2.12 社会经济情况.....	10
第三章 研究区数据及预处理	11
3.1 数据的选取.....	11
3.1.1 数字影像选取.....	11
3.1.2 影像特点.....	11
3.1.3 数据来源.....	12
3.2 遥感图像预处理.....	12
3.2.1. 遥感影响多波段图像的假彩色合成处理.....	12
3.2.2. 遥感影像几何校正.....	13
3.2.3 遥感图像裁剪.....	13
3.2.4 遥感图像增强处理.....	14
3.3 遥感信息提取.....	15
3.3.1 目视解译原理.....	15
3.3.2 解译标志.....	15
3.3.3 图像分类方法.....	17
3.3.4 图像分类结果.....	18
第四章 艾比湖流域绿洲动态变化监测.....	20
4.1 二十年来艾比湖周边土地利用变化.....	20
4.1.1 1990 研究区土地利用分析.....	20
4.1.2 2001 研究区土地利用空间分析.....	20

4.1.3 2009 研究区土地利用空间分析	21
4.2 土地利用利用动态分析方法	21
4.2.1 土地利用类型动态度分析	21
4.2.2 土地利用类型转移概率矩阵	21
4.2.3 土地利用类型类型转入/转出贡献率	22
4.3 艾比湖区域近 20 年土地利用类型动态变化分析	22
4.3.1 1990-2001 年土地利用类型时空变化特征	22
4.3.1.1 面积变化	22
4.3.2 2001-2009 年土地利用类型时空变化特征	23
4.3.3 1990-2009 年土地利用类型时空变化特征	24
4.4 艾比湖流域土地利用类型 20 年总体变化特征分析	25
4.4.1 不同时期同土地利用类型的动态分析	25
4.4.2 艾比湖流域土地利用类型 20 年变化速度分析	26
4.4.3 各类型转入/转出贡献率	27
4.5 小论	27
第五章 土地利用类型动态度预测	29
5.1 马尔科夫模型	29
5.2 转移概率与动态模拟	29
5.3 对马尔科夫过程模拟土地利用变化的检验	31
5.4 预测结果	31
5.5 小结	32
第六章 艾比湖流域土地利用动态变化驱动因子分析	33
6.1 自然因素的系统分析	33
6.1.1 统计分析方法	33
6.1.2 气温	34
6.1.3 降水量	36
6.1.4 风速	39
6.1.5 沙尘暴	40
6.2 人文因素的驱动分析	41
6.2.1 人口数量变化	41
6.2.2 播种面积的变化	42
6.2.3 经济增长	42
6.3 研究区自然与人为因素贡献率的定量分析	43
6.3.1 资料与方法	43
6.3.2 结果与分析	44
6.4 小结	45
第七章 结论	47
参考文献	48
在读期间发表的论文	51
致 谢	52

第一章 绪论

1.1 选题依据和研究意义

1.1.1 选题依据

本研究以基于 GIS 技术艾比湖周边绿洲动态变化研究为题目,系导师所承担的《艾比湖受损生态系统恢复保育中的水文学机制研究》的子内容。

绿洲化是干旱区由于人与自然因素共同作用所导致的由荒漠向绿洲转变的过程;荒漠化是干旱,半干旱和亚湿润干旱区由于气候变化和人类活动等多种因素造成的土地退化^[1]。绿洲化和荒漠化都是在气候变化的背景下,人类活动,主要是在水土资源利用方面,改变了干旱区水、土、气过程及其相互作用的结果^[2]。研究绿洲动态变化具有重要的理论意义,同时也可作为区域水土资源优化配置和可持续发展提供科学依据。

艾比湖湿地位于北疆绿洲区西部的博尔塔拉河谷地和艾比湖盆地,北依阿拉套山和巴尔鲁克山,南至别珍套山和科古琴山,是一个近东西走向的狭长谷地与椭圆形盆地的复合体,其东部(即艾比湖洼地)是准噶尔西部山地与天山山地的分界^[3]。以艾比湖绿洲为例进行研究,为干旱区绿洲城市的存在和可持续发展提供经验和模式,具有较强的现实意义。同时,选择较小空间范围的典型地区进行空间差异性对比分析,是深入研究绿洲动态变化规律的一个有效手段。

1.1.2 绿洲的概念与内涵

绿洲是干旱地区通过灌溉而使农牧业发展的地方,是荒漠地带特有的地理现象,也是人类长期改造利用自然环境的产物^[4]。它镶嵌于荒漠景观中、寓于荒漠、异于荒漠,两者又依一定条件互向其对立的景观转化^[5]。绿洲系统是干旱区的一个子系统,其面积虽仅占干旱区总面积的3%~5%。直到今天,干旱区90%以上的人口、95%的工农业产值仍分布在绿洲;绿洲研究问题往往在干旱区名义之下来进行或干旱区的一些问题放在绿洲之中进行探讨。即使是未来,干旱区的发展,仍要依托绿洲。因此,研究绿洲,发展绿洲,是我国实现干旱区可持续发展的最主要任务^[6]。我国绿洲开发历史悠久,新疆、宁夏等少数民族居住地的开发绿洲的时间更早,真么多年来绿洲不断的发展中,尤其是改革开放以来,国家鼓励开垦、人工造林的基础上,绿洲面积扩张,我国绿洲有以下特点;处于重要政治环境、少数民族多聚居的区域,是我国重要的能源生产基地和农牧业生产基地、它具有垄断性旅游资源,这些特点对于干旱发展有重大的意义^[7-8]。尽管绿洲总是发展趋势,但对生态环境的破坏性也不少,比如绿洲区域土地沙漠化状况广大、生态多样性丧失严重、自然灾害发生频繁率大、水资源环境恶化、生态环境脆弱,稳定性差,如果不及时采取有效的防御措施,将严重威胁绿洲的稳定和经

济的持续发展。因此, 研究绿洲, 发展绿洲, 是我国实现干旱区可持续发展的最主要任务。

1.1.3 国内外研究进展

绿洲是干旱荒漠地带中的一种独具特色的景观。全球绿洲面积虽仅占干旱区总面积的4 %左右, 但却养育了干旱区95 %以上的人口, 创造了干旱区璀璨的古代文明。研究者很早就认识到历史时期以来, 在人类活动和气候变化的影响下, 水文过程、生物过程、土地变化和大气过程及其相互作用决定了绿洲化的演化。

Aranbaev 等^[9] 的研究结果表明, 长期耕作导致了绿洲特殊的灌溉系统和古老绿洲土壤形成。Grave 等^[10] 对中亚干旱区灌溉渠道对绿洲荒漠生态的影响研究表明, 人工渠系的影响主要集中于渠道交汇处、灌溉农田以及排水点一带。Pannkov 等^[11] 对前苏联南部戈壁绿洲的研究表明, 自然绿洲只形成于具有弱矿化度的地表水地带, 当人工绿洲扩大时, 由于水资源利用不当, 其他一些地区就可能出现盐渍化, 风蚀过程也得到加强。

从时间上看, 真正推动全球范围干旱区研究工作开展的, 当属1977 年召开的世界沙漠化会议。此次会议以后, 各国(尤其是受沙漠化影响程度较深的国家) 学者在世界范围内, 对于干旱区影响程度最大、危害最深的荒漠化过程进行了研究; 而做为干旱区与荒漠化相对立的另一过程—绿洲化, 以及绿洲化载体的绿洲景观本身的研究工作, 总的说来, 进展不大。

随着人类赖以生存的地球环境日益恶化, 环境问题越来越受到各国政府的高度重视, 也推动了陆表过程研究中与水文、生态、气候及相关学科, 特别是与人文和社会经济学学科的交叉研究。尤其是1992 年联合国环境与发展大会(UNCED) 以来, 考虑到人与自然关系的环境效应综合评价研究倍受关注。1996 年联合国可持续发展委员会提出驱动力状态响应模型, 将人类活动对环境的影响更全面地纳入到评价指标框架内; 2000 年联合国的“千年生态系评估”标志着区域生态环境评价进入了一个全新的发展阶段, 全球尺度的土地利用/ 土地覆盖变化(LUCC) 及其环境效应评价研究成为热点。自然环境与社会经济的协调发展, 是资源高效利用、经济稳定发展、环境良好的一种稳定有序的状态。目前的研究主要集中在资源利用的多目标优化模拟方面, 如在水资源和能源的合理开发利用与野生动植物的保护等方面, 一些兼顾经济发展的多目标优化模型及实证分析相继出现。但这些研究更多地以生态环境为出发点去审视经济目标的合理性, 并且只关注单一资源的优化配置, 缺乏对生态环境与社会经济多目标平衡机制的综合研究。

Schlesinger 等^[12-13] 在《Science》上发表的荒漠化的生物学反馈研究, 揭示了荒漠化过程中人为活动和气候变化导致的水文过程变化往往会引起植被和土壤资源格局的改变, 阐明了干旱区不同尺度植被和土壤异质性规律及其与荒漠化的

关系,促进了荒漠化研究中以生物过程为主线与其他学科的交叉。Reynolds 等^[14]分析总结了荒漠化、环境与社会变化以及消除贫穷等方面的进展、经验和教训,提出了集成土地退化、生物多样性安全、贫穷和文化保护等方面的干旱区开发范式。在人们不断获取新知的进程中,也引出了一系列亟待解决的问题,气候变化与人类活动对生态系统和环境影响的量化研究成为了新的研究热点,并相继出现了一些国际研究计划,如全新世晚期以来人类对陆地生态系统的影响(HITE)和BIOME300、BIOME 6000等研究计划。Ramankutty 等^[15]利用农用地、税收、土地测量的历史统计档案,以及不同的空间分析技术,重建了全球过去300 a来土地利用/覆盖变化。在干旱区,绿洲化与荒漠化是陆表过程的两个主导过程,人类活动与气候变化对绿洲化与荒漠化过程的影响,成为各国政府、科学家普遍关注的全球性问题。但迄今为止,关于这方面的量化分析研究还比较薄弱。

我国早在20世纪50年代即开展了有关荒漠化侵蚀过程的研究。如朱震达早期进行的风蚀-风积研究,从风沙流的结构、风力与沙丘表面吹蚀堆积之间数量关系的分析,阐明了沙丘形成发育与形态变化的机制^[16]。从50~80年代,国家相继组织了各种大型考察活动,开展了干旱区农、林、牧、水等资源调查、评价、开发工作,虽其并未直接以绿洲为主旨,但各方面的工作都对绿洲有所涉及,这为以后的绿洲研究工作的进一步开展奠定了基础。进入90年代之后,随着黄盛璋建立“绿洲学”倡议的提出,以及围绕绿洲的各种课题的展开,才真正迎来了绿洲学研究的热潮。而同期的国外绿洲研究一方面成果不多,另一方面其研究内容大多集中于生物资源调查、水资源利用对绿洲的影响、环境变化、经济开发等方面^[17]。为了及时总结过去的研究成就,以指导未来的绿洲研究工作,作者曾两次运用STN和Dialog系统(1967~1997年)以及中科院中文文献计算机检索系统,对绿洲学研究文献进行了联机检索。另外,研究的关键区集中在几个较大的气候敏感区,模拟结果可比性较差,但普遍认为植被退化不仅导致退化区温度升高,还可减弱东亚夏季风环流,进而影响我国降水分布^[18]。到目前,还缺乏干旱区强烈发生的地表过程对我国气候变化重大影响的深入研究。

上述研究,从不同角度论证了以绿洲动态变化研究的可行性,在一些问题上获得了重要的进展和突破,为绿洲变化研究奠定了良好的基础。同时,我们也应看到,上述研究多以绿洲变化受植被变化、土地利用变化、气候变化、径流变化及其变化的原因,以及上述变化对生态系统服务功能和生态安全的影响^[19]。本采用试验观测与模型拟相结合的方法,在充分考虑艾比湖周边荒漠植被生态过程的基础上,着重分析绿洲的改变面积矩阵,气候特征,土壤水分,盐分,径流变化等环境因子间的耦合关系与规律,为艾比湖湖面变化对周边绿洲动态变化的影响提供定量的科学依据。

1.1.4 研究意义

针对特定区域,利用遥感数字图像技术分析绿洲动态变化,是分析区域资源,环境及生态问题上政策效应的重要手段,也是近年来绿洲动态变化研究的焦点和重点。

绿洲是干旱地区人类活动的载体有沙漠存在,才有绿洲的形成,依托绿洲,才能对山区和戈壁沙漠进行有效开发沙漠和绿洲是一个问题的两个方面整治沙漠就是保护绿洲开发绿洲就是改造沙漠治理沙漠和建设绿洲是统一整体,在干旱地区研究沙漠,必须同时研究绿洲我国广大西北地区,绿洲的存在和发展,对国家的政治建设经济建设和文化建设极为重要^[20]。绿洲是我国重要的能源生产基地和农牧业生产基地,拥有不少垄断性的旅游资源对发展干旱地区经济有深远意义。争取绿洲系统向稳定性、有序化方向深化并实现可持续发展,是干旱区人类生存发展所追求的基本目标,这也促使地理、生物、环境等学科都纷纷从不同视角和领域涉足于绿洲研究。但是,绿洲研究的关键在于定量化获取和分析绿洲系统中的信息,如果利用传统的地面调查方法来确定人类活动对绿洲的影响,不仅费钱、费时、费力,也很难反映绿洲要素的空间及时间变化特征^[21]。遥感技术具有感测范围广、信息量大、获取信息快、更新周期短等特点,遥感信息的应用分析也已从单一遥感资料向多时相、多数据源的复合分析过渡,从静态分析向动态监测过渡,从对资源与环境的定性调查向计算机辅助的定量分析过渡,从对各种现象的表面描述向软件分析和计量探索过渡,因此,随着现代空间信息技术特别是遥感和地理信息系统技术的发展,使得绿洲研究拥有了新的技术手段和方法^[22]。本文的目的在于总结与回顾遥感技术在绿洲学研究中的应用现状、特征和存在的主要问题,并就今后的发展提出具体的意见和建议,以便为后续研究提供经验性参考。本文对近年来中国绿洲研究中遥感技术应用状况,从绿洲的形成演变研究、绿洲水资源研究、绿洲土地资源利用与覆被变化研究、绿洲农业资源研究以及绿洲生态环境研究。

在西北干旱地区的众多湖泊中,新疆的艾比湖最具代表性,湖盆面积5500平方公里,流域面积 $5.06 \times 10^4 \text{Km}^2$ 。艾比湖历史上享有“绿色迷宫”之称,荒漠物种是宝贵的财富,周边分布有旱生、沙生、中生、湿生、水生等多养生植物群落,到20世纪50年代,植被覆盖率在60%以上。但随着今年来人口的迅猛增加,耕地面积不断扩大,各河流区大量修建饮水和蓄水工程,是主要补给湖水的奎屯河、四棵树河和古尔图河全部断流,入湖水水量锐减,湖水面积退缩,同时加剧了湖周植被的大面积衰败。生物多养生严重受损,沙漠化过程加剧发展已对区域社会经济可持续发展和生态安全构成了严重威胁,发展和稳定的基础,而且决定着绿洲化过程和荒漠化过程这两类极具对立与冲突性的生态环境演化过程,艾比湖周

边天然荒漠化植被生态过程和格局的绿洲动态变化研究已势在必行。

本文以干旱区艾比湖周边绿洲为研究对象，自然地理学和可持续发展的理论为指导，在统计数据，室内试验级数字遥感图像技术的基础上，理论体系和应用实践相结合，显示艾比湖周边绿洲变化，而且，对艾比湖周边受损绿洲系统统计上有重大的意义。

1.2 研究内容及研究目标

1.2.1 研究目标

本文以地理信息，自然地理学等学科理论为指导，在室内试验级模型模拟基础上，结合统计资料的收集，GIS 空间数据的采集以及遥感影像分析技术，理论分析和应用实践相结合，显示艾比湖绿洲动态变化特征。着重湖面变化以及气候特征，土壤水分，径流量等因子对绿洲面积变化的影响，深刻理解绿洲特性，提出植被退化原因，旨在对区域绿洲进行优化配置，实现可持续开发。

1.2.2 研究内容

根据上述研究思路，确定本文主要的研究内容，具体如下：

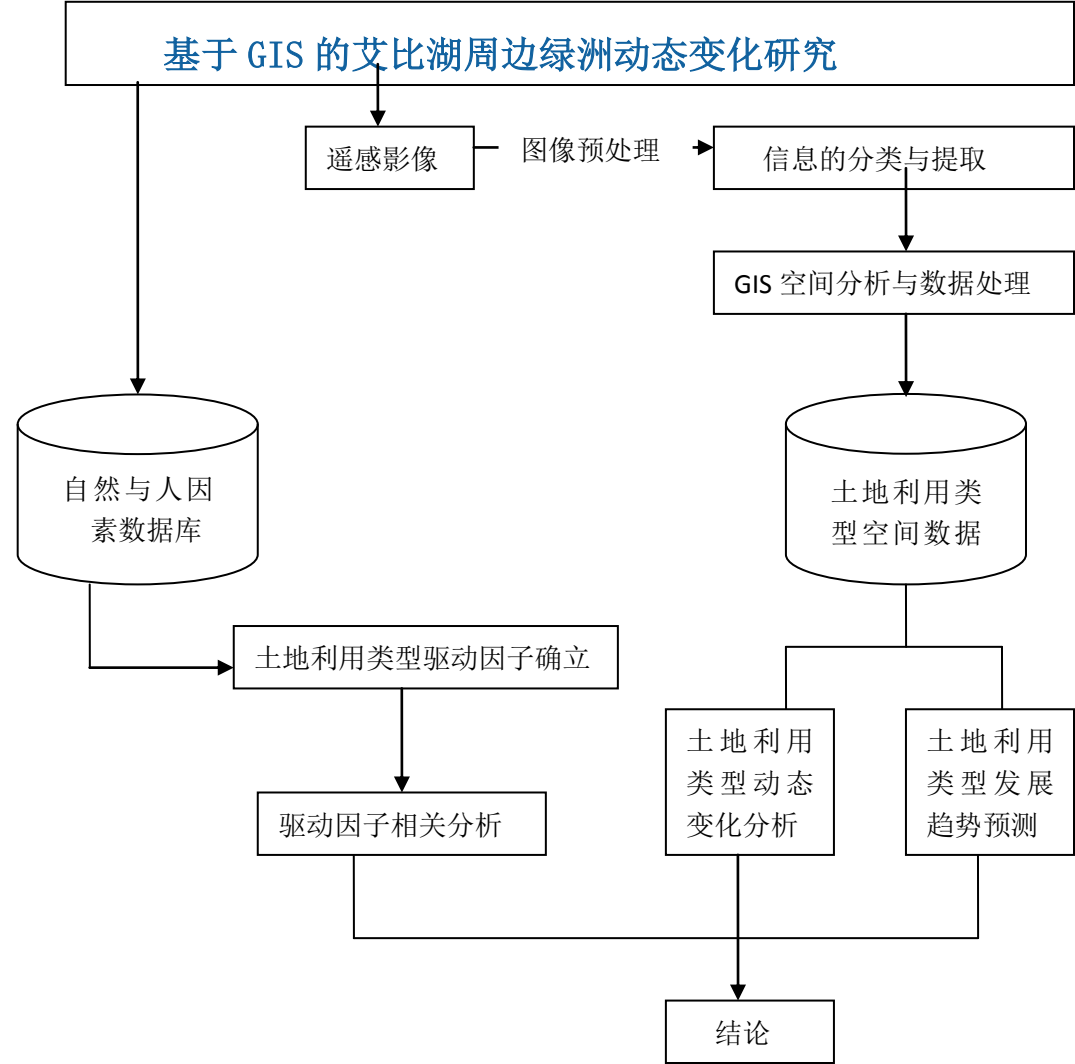
(1)研究区绿洲变化的表现与遥感数据预处理。主要从自然环境和社会经济两个方面介绍艾比湖区域的概况，提出并分析艾比湖区域土地利用的表现。确定以 LandsatTM/ETM+遥感影像作为基本数据源，界定研究区的具体范围，对剪裁后的图像进行几何精校正预处理。

(2)艾比湖区域绿洲动态变化分析。采用 ENVI4.5 软件对研究区土地类型进行分类，根据研究区多时相遥感数据及野外调查数据制作 1990、2001、2009 年的土地利用类型图。使用动态度模型、转移矩阵等方法分析研究区土地土地利用的时空动态变化。

(3)艾比湖区域绿洲发展趋势评价。利用马尔科夫链尝试预测未来二十年研究区的土地利用类型发展情况。

(4)艾比湖区域绿洲动态变化影响因子分析。分析近 20a 研究区域土地利用类型时空变化驱动因素的相关性。

技术路线

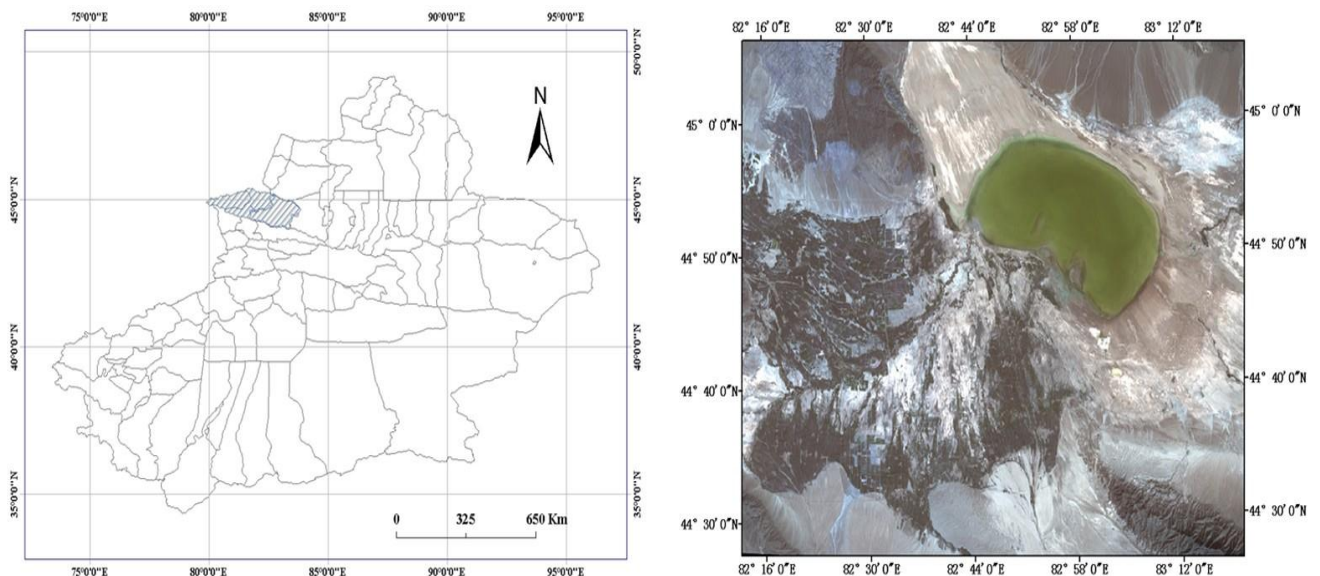


第二章 研究区概况

2.1 地理位置

研究区深处亚欧大陆的腹地，位于新疆维吾尔自治区西北部，准噶尔盆地的西端，阿拉山口的东南方，西部有北天山西段以西北—东南方向而走，另有别珍套山，察汗乌逊山，科尔古琴山，婆罗科努山和依连哈比尔山西段自西向东横亘环绕，最高山峰是北部阿拉套山的主峰厄尔格图尔格山——海拔 4569 米，最低为东北部的艾比湖，海拔 189 米。地貌特征大致由南北两侧山地、中部博尔塔拉谷地和东部艾比湖盆地三大单元组成。地形由东向西呈坡形逐渐增高。研究区包括艾比湖沿岸博乐，精河两个绿洲，地外艾比湖流域的中部偏西，包括艾比湖。艾比湖流域位于东经 80°53′~85°02′，北纬 43°38′~45°52′，西抵温泉，东达奎屯，地跨博尔塔拉蒙古自治州的博乐市，温泉县和精河县，塔城地区的乌苏县和托里县南部。

该区深处亚欧大陆腹地，远离海洋，属北温带干旱性气候，主要特点是干燥



2—2 艾比湖地区遥感图像

少雨，气温日差，年较差大，夏季炎热，冬季寒冷，降水稀少，分布不均，蒸发量大，空气干燥，光照充足；夏季多雷阵雨和冰雹，春秋季节多大风，冬日连隐雾，生态环境十分脆弱。

2.2 气温

该地区属典型的温带大陆性气候，日照时间长，昼夜温差大，极端最高气温 44℃，极端最低气温 -36℃，年平均气温 3.7℃—7.4℃^[23]。年平均气温分布差异较大，平均气温随海拔升高而降低，海拔每上升 100 米，平均气温下降 0.3℃~0.4℃。

由于地势是西高东低，因而平均气温由西向东逐渐升高。东部地势较低的阿拉山口，精河平原，年平均气温 7℃~8℃，博尔塔拉河中下游年平均气温为 5℃~6℃，温泉县年平均气温为 3℃，平原地区因地貌不同，一年平均气温也有差异，戈壁，沙漠和荒原的气温要高于农区和低凹沼泽地区^[24]。

2.3 降水量

该区降水量为 90~500 毫米，降水量在新疆仅次阿勒泰和伊利，但总的来说是干旱少雨，西部多于东部，山区多于平原。降水量主要集中在春、夏两季，平原地区年降水量在 200 毫米以下^[25]。博尔塔拉河下游奶奶平均降水量在 170~190 毫米，精河平川地区的降水量最少，不足 100 毫米。山区最大降水带在 2000~2500 米之间，主要分布阿拉套山中段的哈日图热格、南部的科古尔琴山、婆罗科努山，这些山区年降水量在 300~500 毫米。全年降水以夏季最多，占全年降水量的 44%，春秋次之。境内降雪较多，阵雪量占降水量的 20%左右。山区降雪历时约 8 个月，积雪厚度最深可达 35 厘米上。

2.4 蒸发量

研究区蒸发量在 1500~3500 毫米之间，是降水量得 7~35 倍。蒸发量的年变化与气温，太阳辐射一致，呈“一峰一谷”形。4—9 月的蒸发量占年总量的 7%~90%，总的分布趋势是东部大于西部，平原大于山区，戈壁大于农田。阿拉山口的年蒸发量为 3421.3 毫米，精河为 1626 毫米，博乐 1569.2 毫米^[22-25]。

2.5 光热资源

该地区日照充足，太阳辐射年平均每平方米 5390~5700 兆焦耳。艾比湖盆地因地势低，年太阳辐射总量为每平方米 5400 兆焦耳。博尔塔拉河谷地势稍高，年太阳辐射总量为每平方米 5760 兆焦耳。全州年可照时数 4444.4 小时，年日照总时数为 2709.4 小时^[26-27]。

2.6 地形地貌

自治州南、西、北三面群山环绕，构成了巍峨的地势骨架和复杂的地貌组合，中间是喇叭状的谷底平原。最高峰是北部的阿拉套山的主峰厄尔格图尔格山，海拔 4569 米，最低位东部的艾比湖，海拔 189 米。

(1) 阿拉套山 位于北部的阿拉套山东西走向，西接空郭罗鄂博山，东至阿拉山口，绵延 275 米。山势西高东低，海拔由 2000 多米上升到 4000 多米，山势险峻宏伟。

(2) 天山西部山脉 研究区南部是天山山脉西部的一部分，最西端与空郭

罗鄂博山交会。天山山脉东西走向，自西向东分别由别珍套山，莫逊山，查干乌拉山，呼苏木奇山，科古尔琴山和婆罗科努山等山脉组成的。

(3) 空郭罗鄂博山 研究出西部的空郭罗鄂博山位于昆得仑牧场以西 100 千米，海拔 4224 米，南北走向。

2.7 盆地

艾比湖盆地 艾比湖盆地主要由山前洪积平原，冲积—洪积平原及湖积平原组成。海拔最高点 1300 米，位于盆地南端。盆地北部的艾比湖海拔 189 米，是准噶尔盆地西南部的汇水中心。

2.8 水文特征

艾比湖流域共有大小河流 23 条，其中较大的自东向西有奎屯河、四棵树河、古尔图河、托托河，精河、阿卡尔和、博尔塔拉河、西北部有一些季节性小河均注入准噶尔地西部最低的积水中心——艾比湖。但目前水能直接流入湖的只有博尔塔拉河、精河，博尔塔拉河全长 252 千米，年净流量 3.294 亿立方米，流域面积达 11376 平方公里。精河由南向北注入艾比湖，全长 114 千米，年径流量 3.657 亿立方米，流域面积 2150 平方公里。博尔塔拉河补给期集中在 12 月，精河补给期集中在 7 月^[28-29]。

2.9 土地资源

研究区土壤构造复杂，按成土过程及属性，土壤可分为 21 个土类、42 个亚类、92 个土属。又根据成土过程的共同特点及土壤的共性，可归纳为 10 个土纲，15 个亚纲。从其中 22 个耕作土壤中可又进一步划分出 79 个土种、128 个变种。土壤的主要类别为：灌耕土、潮土、草甸土、碱土、风沙土、石质土、灰棕漠等^[30]。

2.10 植物资源

在艾比湖盆地的湖积平原和较大的河漫滩上，生长着茂密的芦苇、柽柳、胡杨等耐盐生植被和林灌草植被以及草间植被和沼泽植被。在海拔 3000 米以上地带，主要生长着垫状植被、蒿草、苔草等原始高山草甸植被。在海拔 3000 米以下的山区主要生长着蒿草、骆驼刺，混生大量的羽衣草、龙胆等亚高山草甸植被。在各河下游的广大地区以及艾比湖以东、以南的荒漠中，生长着天然的胡杨林和新疆最大的梭梭林。梭梭是该研究区分布最广泛的植被，它耐高温、耐寒冷，抗盐碱，木质坚硬重实，是理想的防风固沙树种。在广阔的荒漠中还生长着红柳、羊茅、蒿类、猪毛草、假木贼、沙拐枣、沙生针茅等荒漠植被^[31-32]。

2.11 动物资源

野生动植物资源 博州野生动物有上百种，初步查明属于珍稀野生动物有 3 纲、10 目、17 科、39 种。其中国家一级保护动物有 9 种，主要有紫貂、雪豹、北山羊、金雕、白肩雕、玉带雕、胡兀鹫、河狸、大鸨等；二级保护动物有 27 种，主要有棕熊、石貂、雪兔、高山雪鸡、马鹿、大天鹅、小天鹅等。属于自治区一级保护动物有 3 种，二级保护动物有 1 种。有植物类药用资源 79 科、413 种，以甘草、麻黄、沙棘、枸杞、大芸、罗布麻、贝母等为主。

2.12 社会经济情况

多年来，在国家改革开放和西部大开发战略实施的机遇带动下，博州经济发展、政治大局稳定，民族团结，人民安居乐业，边防巩固，社会进步。2004 年全州实现国内生产总值 36.9 亿元(含农五师)，比上年增长 11.9%。其中地方生产总值 25.5 亿元，增长 11.7%，其中第一产业 9.19 亿元，增长 6.9%；第二产业 5.37 亿元，增长 9.2%；第三产业 10.94 亿元，增长 16.9%。全社会固定资产投资 11.01 亿元，比上年增长 1.1%。全年对外进出口贸易总额为 5.54 亿美元，比上年增长 96.8%。全州全口径财政收入 4.53 亿元，比上年增长 34.5%。其中地方财政收入 2.56 亿元，比上年增长 26.8%，在岗职工年平均工资 1.1 万元，比上年增长 7.6%；农牧民人均纯收入 3904 元，比上年增加 382 元，增长 10.8%^[33]。

2005 年，全州实现生产总值 54.99 亿元（含农五师），其中地方生产总值 42.79 亿元；全口径财政收入 7.49 亿元，其中地方财政收入 3.6 亿元；全州人均生产总值为 12085 元；农牧民人均纯收入达 4056 元，比上年增加 152 元；全州工业增加值达 2.99 亿元，较上年增长 27.8%；全州实现进出口贸易总额 6.91 亿美元（约合 56 亿元人民币），较上年增长 24.8%。农业经济 博州是一个农牧结合的地州，地形由东向西呈坡形逐渐增高，宜农、宜牧、宜林、宜渔。主要农作物有棉花、枸杞、小麦、玉米、油葵、甜菜及各类瓜果等^[33]。全州以博乐市区为界，形成东部以棉花、枸杞为主，西部以粮食、油料、甜菜为主的种植格局。区域内生态状况明显改善，绿洲内部生态趋于稳定，绿洲外部生态治理步伐加快，荒漠化扩张速度减缓，抵御自然灾害的能力显著提高。自然保护区 目前博州已建成各类自然保护区 4 个，总面积 31.78 万公顷，约占自治州总面积的 11.8%。有全球面积最大的国家级白梭梭自然保护区；自治区级自然保护区有新疆艾比湖湿地自然保护区、新疆北鲟自然保护区、新疆夏尔希里自然保护区^[33]。

第三章 研究区数据及预处理

3.1 数据的选取

3.1.1 数字影像选取

在地球上,进行资源和环境调查时,大面积同步观测所取得的数据时宝贵的。依靠传统的地面调查,实施起来非常困难,工作量很大。而遥感观测则可以为此提供最佳的获取信息的方式,并且不受地形阻隔等限制。遥感是应用探测仪器,不与探测目标接触,从远处把目标的电磁波特性记录下来,通过分析,显示出物体的特征性质及其变化的综合性探测技术^[37]。但是,在实际的遥感技术应用研究和生产中,并不可能获得所有的遥感影像数据,同时也不是数据越多越好,而是要根据研究需要、数据成本、数据质量、数据可获得性和数据性价比等因素来选择最适宜的遥感影像数据^[37-38]。

3.1.2 影像特点

Landsat 系列卫星自发射以来,凭借着其良好的性能价格比、丰富的光谱信息、快捷的图像更新周期和政府支持下的连续后续星计划等优势,成为土地利用/覆被分类与调查、农业估产、区域规划、灾害监测、能源和矿产探测等诸多方面应用极为广泛的遥感数据源。卫星由北向南运行,每 16 天覆盖地球 1 次,瞬时视场为 30m,地面观测宽度为 185km,数据通过跟踪与数据中继卫星 TDRS 传送到地面。TM 采用 7 个波段来记录遥感器获取的目标地物信息。不同波段对应不同地物在波段内的反射和辐射特性,可根据不同应用需要,进行多种波段组合和专题信息的提取。Landsat 一 7 上搭载的传感器

ETM+(Enhanced Thematic Mapper plus)在保持了 TM 数据延续性的基础上,增加了一个 15m 分辨率的全色波段,利用一个全孔径检校板来改进辐射定标,并把热红外波段的空间分辨率从 120m 改进到 60m(表 3-1)。并以该绿洲地图为辅助资料。影像的成像时间均在秋季,研究区域内没有云层覆盖影像质量良好。

表 3-1 Landsat TM 和 ETM+ 技术参数

波段	波长/	波段名称	地面分辨率/m	主要用途
TM1	0.45~0.52	蓝色	30	用于水体穿透,土壤植被分辨
TM2	0.52~0.6	绿色	30	用于土壤植被分辨
TM3	0.63~0.69	红色	30	用于探测健康植物
TM4	0.76~0.90	近红外	30	测定生物量和作物长势
TM5	1.55~1.57	短波红外	30	用于探测植物含水量及土壤湿度
TM6	10.4~12.5	热红外	60	用于植物和地物的强度测定分析
TM7	2.08~2.35	短波红外	30	分辨识别植被含水量和湿润土壤
PAN	0.50~0.90	全色波段	15	用于增强分辨率,提供分辨功能

3.1.3 数据来源

- 根据研究需要，选取了遥感数据及相关地面资料，基本数据如下：
- (1)研究区 1990、2001、2009 年的 TM/ETM+影像，见表 3-2：
 - (2)1:10 万地形图及其矢量化数据；
 - (3)土地利用详查图；森林分布图；土壤分布图
 - (4)研究区历年的气象、水文地质、人口、社会经济及前人研究成果等统计资料；

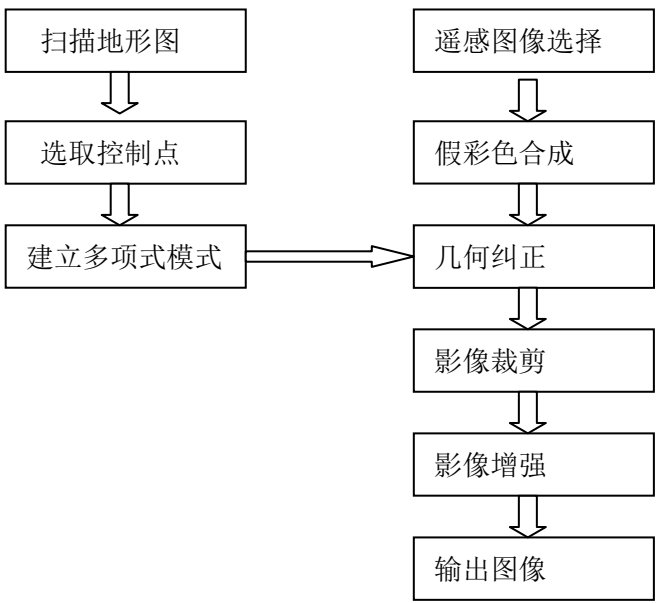
表 3-2 遥感图像特征

年份	传感器	波段	日 期	数据分辨率
1990	TM	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	1990 年 10 月 5 日	30m
2001	ETM+	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	2001 年 9 月 25 日	15m
2009	TM	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2009 年 8 月 30 日	30m

这 3 期影像，云层覆盖量小、噪声小，数据质量较好，在季相上也较为接近，有利于减小由于季相的差异带来的影像信息的不确定性。但是由于空间分辨率与年份的不同，在实际研究中还应该考虑到削减它们之间的信息不确定性。

3.2 遥感图像预处理

处理流程：



3.2.1. 遥感影响多波段图像的假彩色合成处理

人对彩色图像的分辨能力要比对黑白图像的分辨能力高得多，所以为了更充

分的利用遥感资料，使影响更加清晰，从中提出更多，在遥感图像处理软件的技术下，通过红、绿、蓝三基色的合成通道，进行合并，生成了艾比湖流域假彩色合成图。主要过程在 ERDAS9.1 Main-ImageInterpreter-unilities-Layer Stack 对话中进行。图 3—1

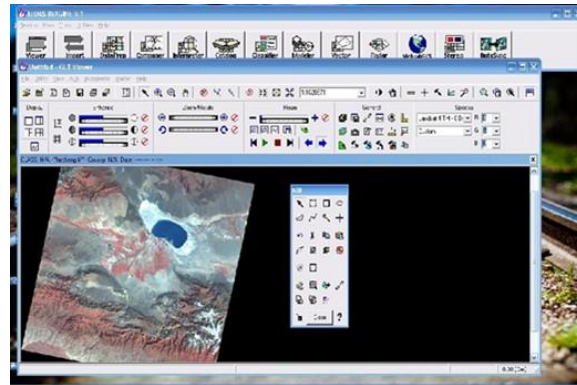


图 3—1 遥感图像波段合成

3. 2. 2. 遥感影像几何校正

在传感器采集地面光谱数据的时候，由于遥感平台位置变化和运动状态变化（比如航高、航速、俯仰、翻滚、偏航等）、地形起伏、地球表面曲率、大气折射和地球自转的影响，产生诸如行列不匀均，像元大小与地面大小对应不准确，地物形状变化等畸变。遥感影像的总体变形时平移、缩放、旋转、偏扭、弯曲及其他变形总和作用的结果。产生畸变得图像给定量分析及位置配准造成困难，因此遥感数据接收后，首先由接受部门进行校正，这种校正往往根据遥感平台、地球、传感器的各种参数进行处理。而用户拿到这种产品，由于使用目的的不同或投影机比例尺的不同，仍旧需要进行一步的几何校正。

纠正方法是：在 ERDAS9.1 模块中，影像校正影响，配准后的误差小于 1 个像素。采用其他年代的以纠正影像做标准。在图上选取对应的地面控制点对 GCP。GCP 的选取原则是：

有一定的数量保证，均匀分布在整個校正区域内，具有明显的精确的定位识别标志，以保证精度。校正时，地图坐标(x, y)与图像数据坐标(认 v)之间的对应关系为：

$$u=F(x, y), v=C(x, y)(2-1) \quad (3-1)$$

纠正后与标准影响重叠，如果发现有局部地区不准确，可在不准确的地区增加控制点，进行校正。

3. 2. 3 遥感图像裁剪

图像裁剪的目的是将研究之外的区域去除。我们研究的重心区域土地利用/

土地覆盖变化分析，所以本研究从1990年的TM 和2001年的ETM+、2009年的TM遥感图像中切割出了绿洲主要分布的这一部分区域：左上角（Upper Left）坐标为：584335.50E，5010300.0N，右下角（Lower Right）坐标为：706743.0E，4919755.50N。将校正后的1990年的图像切割成与2001和2009年的图像同样的像元大小，同样的边界范围。切割时利用了遥感图像在处理是ERDAS9.1 图像处理软件Main-Data Prepration-Subsat Image 模块中完成 图（3—2）。

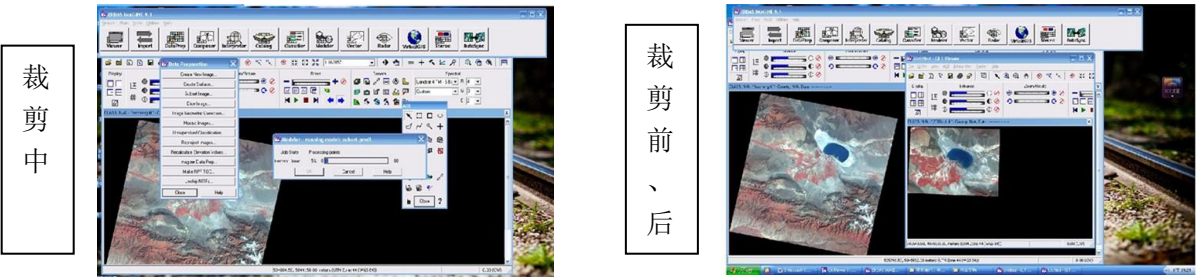
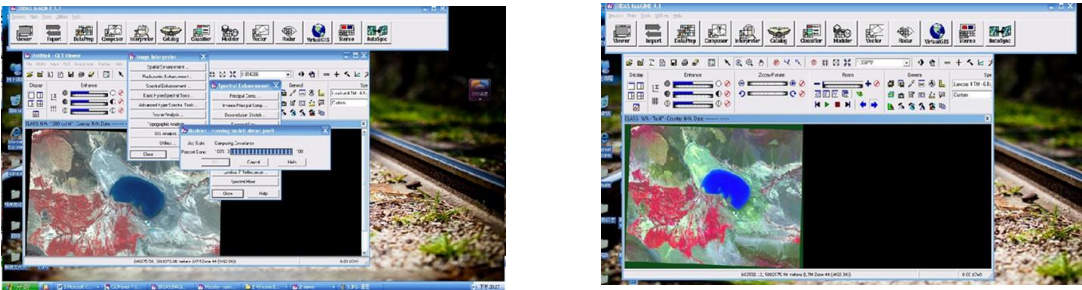


图 3—2 遥感图像裁剪处理

3. 2. 4 遥感图像增强处理

当一幅图像的目视效果不太好，或者有用的信息突出不够时，就需要作图像增强处理。数字图像处理方法，主要有对比度扩展、空间滤波、图像运算和多光谱变换等，通过增加颜色提高图像目视效果也不失为图像增强的方法之一。共同的目的都是提高图像质量和突出所需信息，有利于分析判读或作进一步的处理 [40-41]。

为了突出图像的信息，区分不同地类特征，对通过上述步聚处理后的波段 2、3、4 合成图像，采用多段线性灰度拉伸变换，改变换既可在全辐射亮级 0~255 范围内对所有地物进行线性拉伸，也针对一定灰度范围的目标地物进行不同的线性拉伸，而对其他非目标地物进行压缩处理，达到提取和增强目标地物的目的 图（3—3）。



影像拉伸处理中 影像拉伸处理后

图 3—3 遥感图像增强处理

3.3 遥感信息提取

3.3.1 目视解译原理

遥感技术可以时实、准确地获取资源与环境信息。而目视解译则是信息社会中地学研究和遥感应用的一项基本技能^[40]。

遥感图像解译 (Imagery Interpretation) 是从遥感图像上获取目标地物信息的过程。遥感图像解译分为两种：一种是目视解译，又称目视判读，或目视判译，它指专业人员通过直觉观察或借助判读仪器在遥感图像上获取特定目标地物信息的过程。另一种是遥感图像计算机解译，又称遥感图像理解 (Remote Sensing Imagery Understanding)，它以计算机系统为支撑环境，利用模式识别技术与人工智能技术相结合，根据遥感图像中目标地物的各种影响特征，结合专家知识库中目标的解译经验和成像规律等知识进行分析和推理，实现对遥感图像的理解，完成对遥感图像的解译^[40]。

遥感影像目视解译须遵循一定基本程序和步骤，其步骤为：

(1) 目视解译准备工作阶段

包括明确解译任务与要求；收集并分析相关资料；选择合适波段与恰当时相的遥感影像。

(2) 初步解译与判读区的野外考察

掌握解译区域特点，确立典型解译样区，建立目视解译标志，探索解译方法，制定野外调查方案和调查路线。

(3) 室内详细判读

把握目标地物的综合特征，综合运用解译标志和各种解译方法，及时将解译中出现的疑难点和有待验证的问题详细记录下来。

(4) 野外验证与补判

对室内目视判读中出现的疑难点和有待验证的地方进行野外补充判读，根据野外实际情况，对遥感影像进行再次解译。

(5) 目视解译成果的转绘与制图

即将遥感图像目视判读的成果，以专题图或遥感影像图的形式表现出来。

3.3.2 解译标志

由于地物在遥感中的成像主要由地物的光谱反射特性来决定的，不同的地物在遥感影像上所表现的亮度和色调是不相同的^[40]。按其表现形式的不同，目标地物特征可以概括分为“色、形、位”三大类：

色：指目标地物在遥感影像上的颜色，这里包括目标地物的色调、颜色和阴影等；

形：指目标地物在遥感影像上的形状，这里包括目标地物的形状、纹理、大小和图形等；

位：指目标地物在遥感影像上的空间位置，这里包括目标地物的空间位置、相关布局等；

目标地物识别特征。

色调 (tone)：全色遥感图像中从白到黑的密度比例叫色调（也叫灰度）。色调标志是识别目标地物的基本依据，依据色调标志，可以区分出目标地物。在一些情况下，可以识别出目标地物的属性。

颜色 (colour)：是彩色遥感图像中目标地物识别的基本标志。遥感图像中目标地物的颜色是地物在不同波段中反射或发射电磁辐射能量差异的总和反映。按照遥感图像与地物真实色彩的吻合程度，可以把遥感图像分为假彩色图像和真彩色图像。假彩色图像上地物颜色和实际地物颜色不同，它有选择地采用不同的颜色组合，目的是突出特定的目标。真彩色图像上地物颜色能够真实反映实际地物颜色特征。

阴影 (shadow)：是遥感图像上光束被地物遮挡而产生的地物的影子，根据阴影形状、大小可判读物体的性质或高度、阴影的长度、方向和形状受到光照射角度、光照射方向和地物起伏等影响。

形状 (shape)：目标地物在遥感图像上呈现的外部轮廓。用于图像判读的图像通常多垂直摄影的，遥感图像上表现的目标地物形状是顶视平面图，它不同于我们日常生活中经常看到的物体形状。由于成像方式的不同，飞行姿态的改变或地形起伏的变化，都会造成同一目标在图像上呈现出不同形状。解译必须考虑遥感图像的成像方式。

纹理 (texture)：也叫内部结构，指遥感图像中目标地物内部色调有规则变化造成的影响结构。

大小 (size)：指遥感图像上目标的形状、面积与体积的度量。它遥感图像上测量目标地物最重要的数量特征之一。根据物体的大小可以推断物体的属性。判读地物大小时必须考虑图像的比例尺。根据比例尺的大小可以计算或估算出图像上物体所对应的实际大小。

位置 (site)：指目标地物分布的地点。目标地物与周围地里环境总是存在着一定的空间联系，并受周围地理环境的一定制约。位置是识别目标地物的基本特征之一。位置分为地里位置，相对位置。依据遥感图像周框注记的地理位置，可以推断出区域所处的温度带，依据相对位置，可以为具体目标地物解译提供重要判据。

图形 (pattern)：目标地物有规律的排列而成的图形结构。

相关布局 (association): 多个目标地物之间的空间配置关系。地面物体之间存在着密切的物质与能量上的关系, 依据空间布局可以推断目标地物的属性。

本文通过野外实地调查和 GPS 定位, 对研究区域的遥感影像进行准确分辨, 利用不同地物在遥感影像(TM)2、3、4 波段合成假彩色图像中的色调、色彩、形状、大小、阴影、纹理、图案、位置和布局等特征和研究区土地的自然生态和利用属性, 并结合其它非遥感数据进行综合分析和逻辑推理, 从而确定了艾比湖区域不同程度的土地类型的遥感解译标志。

根据本文研究的内容及研究区特殊的自然环境状况, 将研究区土地类型划分为 3 种类水体、绿洲、未利用地。分类系统详见表 3—3。

表 3-3 解译标志

土地类型	色 调	形 状 , 纹 理
水体	蓝 色	有规则 大面积块状
绿洲不匀均	绿 色	无规则 有块状, 片状。纹理结果
未利用地	黄 色	无规则 有块状, 片状

3.3.3 图像分类方法

遥感图像分类的主要依据是地物的光谱特征, 即地物电磁波辐射的多波段测量值, 这些测量值可以作用遥感图像分类的原始特征变量。然而, 就默写特定地物的分类而言, 多波段影响的原始亮度值并不能很好地表达类别特征, 因此需要对数字图像进行运算处理, 以寻找能有效描述地物类别特征的模式变量, 然后利用这些特征变量对数字图像进行分类。分类过程中采用的统计特征变量包括: 全局统计特征变量和局部统计特征变量。

全局统计特征变量时将整个数字图像作为研究对象, 从整个图像中获取或进行变换处理后获取变量。

局部统计特征变量时将数字图像分割成不同识别单元, 在各个单元内分别抽取得统计特征变量。

很多情况下, 利用少量特征就可以进行遥感图像的地学专题分类, 因此需要从遥感图像 n 个特征中选取 k 个特征作为分类依据 (这里 $n>k$), 我们把从 n 个特征中选取 k 个更有效特征的过程成为特征提取。

遥感数字图像计算机分类基本过程:
首先明确遥感图像分类目的及其需要解决的问题, 在此基础上根据应用目的选取特定区域的遥感数字图像。

根据研究区域, 收集与分析地面参考信息与有关数据。
对图像分类方法进行比较研究, 掌握各种分类方法的优缺点, 然后根据分类

要求和图像数据的特征，选择合适的图像分类方法和算法。

- 1) 交出测定这些类别的统计特定。
- 2) 为了测定总体特征，在监督分类中可选择具有代表性的训练场地进行采样，测定特征。
- 3) 对遥感图像中各像素进行分类。
- 4) 分类精度检查。
- 5) 对判别分析的结果统计检验。

图像分类方法

遥感图像的计算机分类方法包括监督分类和非监督分类。

监督分类方法：首先需要从研究区域选取有代表性的训练场地作为样本。根据已知训练区提供的样本，通过选择特征参数，建立判别函数，据此对样本像元进行分类，依据样本类别的特征来识别非样本像元的归属类别。

非监督分类方法：是在没有先验类别作为样本的条件下，即事先不知道类别特征，主要根据像元间相似度的大小进行归类合并的方法。

3.3.4 图像分类结果

本文利用历年实地考察时拍摄的样点照片，以及记录资料作为遥感数据分类时选取样本的依据。将上述样点转换为 shp 格式的矢量文件，进行空间插值，叠加在遥感图像上，以上述样点为中心在附近 3*3 像元范围内选择颜色和纹理相近的像元作为分类感兴趣区，同时对比较明显的地表类型(如绿地、未利用地、水体等)采用目视判读，最后采用人工神经网络分类方法进行监督分类。

监督分类方法包括最小距离分类法、多级切割分类法、特征曲线窗口法和最大似然比分类法四种类型，为了更好的突出图像上的信息，本文采用最大似然比分类法(maximum likelihood classifier)，它通常过求出每个像素对于各类型别的归属概率，把该像素分到归属概率最大的类别中的方法。最大似然比法假定训练区地物的光谱特征和自然界大部分随机现象一样，近似服从正态分布，利用训练区可求均值、方差以及协方差等特征参数，从而可求出总体的先验概率密度函数。

最大似然比分类法在多类别分类时，常用统计学方法建立起一个判别函数集，然后根据这个判别函数集计算各待分像元的归属概率^[40]。这里，归属概率是指：对于待分像元 x ，他从属于分类类别 k 的概率。归属概率 L_k 可表示为如下形式的判别函数：

$$L_k = p(k/x) = p(k) \times p(x/k) / \sum p(i) \times p(x/i) \quad (3-2)$$

式中， x 为待分像元， $p(k)$ 为类别 k 的先验概率，它可以通过训练区来决

定。

由于假定训练区地物的光谱特征和自然界大部分随机现象一样,近似服从正态分布,通过训练区,可求出其平均值及方差、协方差等特征参考,从而可求出总体的先验概率密度函数。此时,像素 x 归为类别 k 的归属概率 L_k 表示如下:

$$L_k = \left\{ (2\pi)^{n/2} \times (\det \Sigma_k)^{-1/2} \right\} \times \exp \left\{ (-1/2) \times (x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k) \right\} p(k) \quad (3-3)$$

式中, n 为特征空间维数;

$P(k)$ 为类别 k 的先验概率;

$L_k(x)$ 为像素 x 归并到类别 k 的归属概率;

X 为像素向量;

μ_k 为类别 k 的平均向量 (n 维列向量)

$\det$ 为矩阵 A 的行列式;

Σ_k 为类别 k 的方差、协方差矩阵 ($n \times n$ 矩阵)。

须注意,各类别的训练数据至少为特征位数的 2 到 3 倍以上,这样才能测定具有较高精度的均值及方差,协方差:如果 2 个以上的波段相关性很强,那么方差、协方差矩阵的逆矩阵可能不存在,或非常不稳定,此时可将维数压缩成只剩下相互独立的波段。

遥感分类的后处理。由于监督分类和非监督分类都是按照图像光谱特征进行聚类分析的,带有一定的盲目性。因此,计算机自动分类后的结果需要进行分类后处理,才能得到理想的分类效果,主要是小图斑的处理操作^[41]。计算机分类后的艾比湖土地利用分类影像中存在较多的细碎图斑,所以分类结果过于细碎的话就会影响实际的应用^[42]。因此对分类的影像数据进行小图斑的处理^[43-44]。ERDAS 系统中的 GIS 分析命令 Clump, Eliminate 可以联合使用,来完成小图斑的处理工作。首先,利用 Image Interpreter-GIS Analysis--Clump 命令计算研究区遥感分类影像中每个分类图斑的面积,记录相邻区域中最大图斑面积的分类值,并产生一个聚类统计类组输出文件。其次,用 Eliminate 命令对产生的 Clump 类组文件进行去除分析,就是说 Eliminate 命令先将聚类统计类组文件中小于所定义的最小尺寸的小图斑删除,再将删除的小图斑合并到相邻的最大的分类当中,并将分类图斑的属性值自动恢复为 Clump 处理前的原始分类的属性。最后对没有把握的地方,有时会有同物异谱,异物同谱的现象出现,实行实地踏查修边。经过分类后处理后的影像将能够满足实际应用和专题制图的要求。在 ERDAS 中将属性表导出 *.dat 的文件形式,再利用 EXCEL 软件进行汇总,调查出艾比湖湿地保护区各地类的面积(表 4—4)。空间数据导出 *.E00 格式进入 ArcGIS 中编制专题图。

第四章 艾比湖流域绿洲动态变化监测

4.1 二十年来艾比湖周边土地利用变化

4.1.1 1990 研究区土地利用分析

1990 年监测的艾比湖流域土地面积(掩膜后)为 11089.39km²，其中水体总面积为 544.19 km²，占总土地面积的 4.19%。其土地利用如图 4-1 所示。绿洲面积 1289.05 km²，占土地总面积的 11.62%；未利用地面积 9256.15 km²，占土地总面积的 83.47%。由以上数据可知，1990 年未利用地占比例最大，水体面积最小。

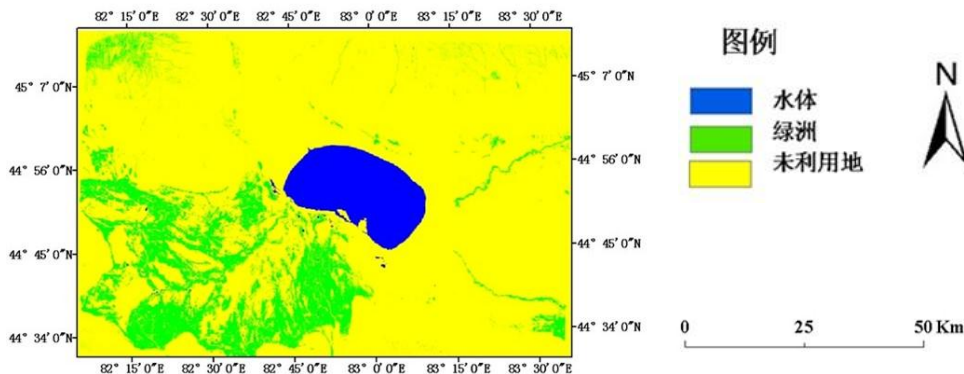


图 4-1 1990 年艾比湖流域土地利用类型图

4.1.2 2001研究区土地利用空间分析

2001 年艾比湖流域土地面积为 11089.39km²，其中水体总面积为 598.79 km²，占总面积的 5.40%；绿洲总面积 1584.18 km²，占总面积的 14.29%；未利用地面积为 8906.43 km²，占总面积的 80.32%如图 4-2. 比 1990 绿洲和水体面积面积扩大了，未利用地面积缩小，绿洲面积

扩张主要是中央及自治区政府推出一系列优惠政策如人工造林，保护绿洲的加强和水利工程的发达，鼓励开垦土地。

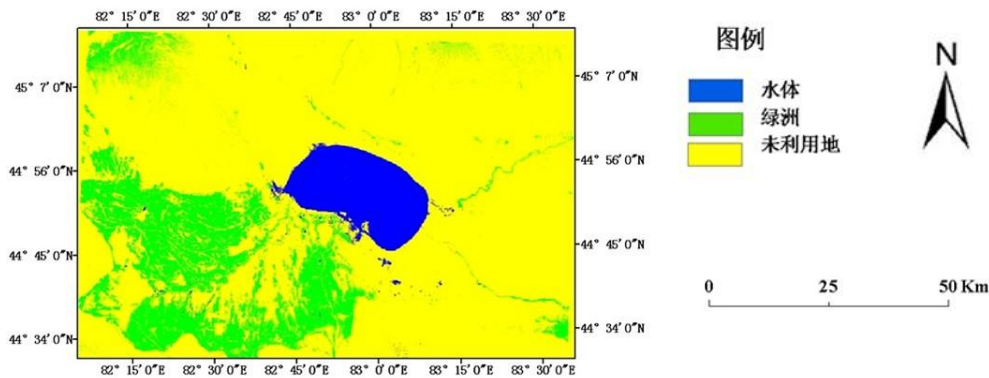


图 4-2 2001 年艾比湖流域土地利用类型图

4.1.3 2009 研究区土地利用空间分析

2009 年艾比湖流域土地面积为 11089.39km²，其中水体面积是 494.41 km²，占总面积的 4.46%；绿洲总面积为 2291.79 km²，占总面积的 20.69%；未利用地总面积是 8302.28 km²，占总面积的 74.87%。如图 4-3，以上数据可知，2009 年艾比湖周边绿洲不断地扩张，主要扩张范围是艾比湖流域沿岸地区，因为这里水利工程发达，主要从事农田地区。

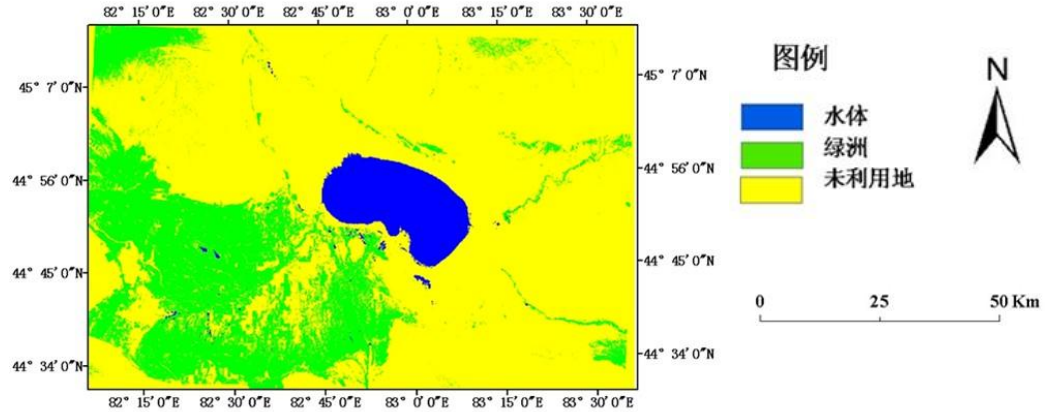


图 4-3 2009 年艾比湖流域土地利用类型图

4.2 土地利用类型动态分析方法

4.2.1 土地利用类型动态度分析

单一土地利用类型动态度 单一土地利用类型动态度，表达的是某研究区一定时间范围内，某种土地利用类型的数量变化情况，其表达式为^[49]。

$$k = \frac{u_b - u_a}{u_a} \times \frac{1}{T} \times 100\% \quad (4-1)$$

式中：K 为研究时段内某一土地利用类型动态度；U_a、U_b分别为研究期初及研究期末某一土地利用类型的数量；T 为研究时段长，当 T 的时段设定为年时，K 值就是研究区某种土地利用类型年变化率。

4.2.2 土地利用类型转移概率矩阵

在某种程度土地利用类型转移矩阵的基础上，建立某种程度土地利用类型转移概率矩阵描述某种程度土地利用类型的变化剧烈程度^[50]，公式为：

$$D_{ij} = \sum_{ij}^n \left[\frac{ds_{i-j}}{s_i} \right] \times 100\% \quad (4-2)$$

式中, S_i 为研究初期第*i*类某种程度土地利用类型总面积; ds_{i-j} 为研究初期至研究末期间第*i*类土地利用类型转化为第*j*类土地利用类型的面积总和; n 为研究区发生某种程度土地利用类型变化的数量; D_{ij} 为研究时段第*i*类土地利用类型转化为第*j*类土地利用类型的转移概率。

4.2.31 土地利用类型类型转入/转出贡献率

转移矩阵的方法描述了不同土地利用类型自身变化的情况,为了充分的体现出不同土地利用类型的地位和作用信息,对比分析各土地利用类型转入和转出的空间格局和数量特征,本研究采用土地利用类型转入 / 转出贡献率。

1) 转入贡献率

$$l_{ii} = \sum_{j=1}^n S_{ji} / S_t \quad (4-3)$$

式中: l_{ii} 为除第*i*类外的其他土地利用类型向第*i*类土地利用类型转入面积占总转移发生量的比例; s_{ji} 为第*j*种土地利用类型向第*i*种土地利用类型转移的面积; s_t 为土地利用类型发生转移的总面积; n 为土地利用类型的数量(下同)。 l_{ii} 可以用于比较不同土地利用类型在动态变化的转入过程中面积增量分配的差异。

2) 转出贡献率

$$l_{oi} = \sum_{j=1}^n S_{ij} / S_t \quad (4-4)$$

式中: l_{oi} 为第*i*类土地利用类型向除*i*类外的其他土地利用类型转移的面积占土地利用总转移发生量的比例; s_{ij} 为第*i*种土地利用类型向第*j*种土地利用类型转移的面积。 l_{oi} 可用于比较不同土地利用类型在动态变化的转出过程中面积减量分配的差异

4.3 艾比湖区域近 20 年土地利用类型动态变化分析

4.3.1 1990-2001年土地利用类型时空变化特征

4.3.1.1 面积变化

自1990年到2001年绿洲土地总面积大幅度的扩张,(图4—4)。在12年的时间里绿洲化土地面积从1289.05 km²扩大到1584.18 km²,绿洲土地面积在总土地面

积的比例从11.62，涨到14.29%。其中，未利用地土地面积急剧减少，减少面积349.72 km²；水体土地面积有所增加，增加面积44.60 km²。分析结果表明绿洲化所占比正发型比例大，1990年绿洲和水体占比率是15.81%，到了2001年比例达到19.75%。

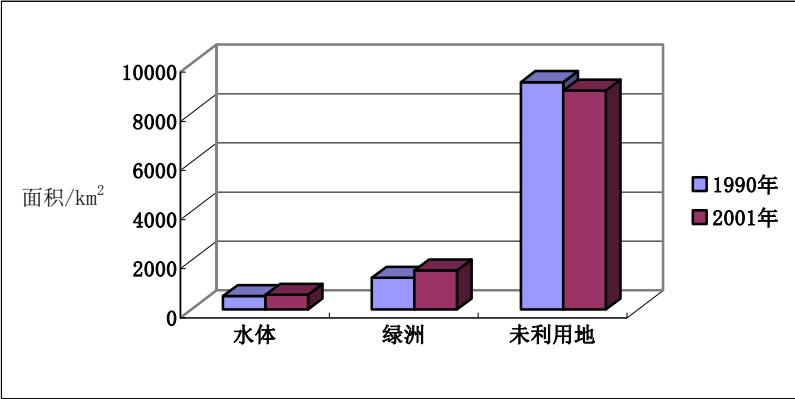


图 4-4 1990-2001 年土地类型变化动态

4.3.1.2 土地利用类型转化

1990-2001水体的536.42 km²不变，1.29 km²转化为绿洲，6.49 km²转化为未利用地。绿洲的1007.46 km²不变，2.26 km²的绿洲转化为水体，279.32 km²的绿洲转化为未利用地8620.61 km²未利用地不变，60.18 km²未利用地转化为水体，575.42 km²未利用地转化为绿洲。从表（4—1）中可以看出，水体、绿洲和未利用地之间的转化均比较明显，各类型的面积转移比例可以看出，绿洲面积的增加量主要是由未利用地转化而来，而未利用地的增加量也都来自绿洲。转化为绿洲的未利用地主要是，大规模的开垦和人工造林所导致的

表（4—1）1990-2001 年土地利用类型转移矩阵 （单位：km²）

1990-2001年	水体	绿洲	未利用地	1990年总计
水体	536.42	1.29	6.49	544.19
绿洲	2.26	1007.46	279.32	1289.05
未利用地	60.18	575.42	8620.61	9256.15
2001年总计	598.79	1584.18	8906.43	11089.39

4.3.2 2001-2009年土地利用类型时空变化特征

4.3.2.1面积变化

自2001年到2009年绿洲土地总面积保持大幅度的扩张，（图4—5）。在8年的时间里绿洲化土地面积从1584.18 km²扩大到2291.79 km²，绿洲土地面积在总土

地面积的比例从14.29%，涨到20.69%。其中，未利用地土地面积急剧减少，减少面积604.15km²；水体土地面积有所减少，减少面积104.38 km²。分析结果表明绿洲和未利用化所占比正发生比例大，2001年绿洲和未利用地占比是94.62%，到了2009年比例达到95.56%。

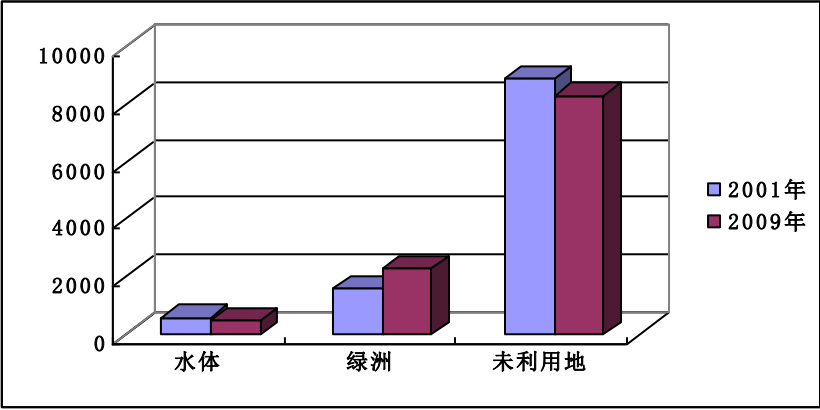


图 4-5 2001-2009 年土地类型变化动态

4.3.2.2 土地利用类型转化

2001年-2009年水体的481.86 km²不变，10.61 km²转化为绿洲，106.32 km²转化为未利用地。绿洲的1445.91 km²不变，1.37 km²的绿洲转化为水体，136.89 km²的绿洲转化为未利用地。8106.43 km²未利用地不变，10.76 km²未利用地转化为水体，834.28 km²未利用地转化为绿洲从表（4—2）。在这8a期间还是各类型转化绿洲概率比较大，主要是由于在此时间段内, 艾比湖绿洲区人口的增长, 生产力水平的提高和开荒力度的加大导致耕地面积迅速扩大。

表（4—2）2001-2009 年土地利用类型转移矩阵 （单位：km²）

2001-2009年	水体	绿洲	未利用地	2001年总计
水体	481.86	10.61	106.32	598.79
绿洲	1.37	1445.91	136.89	1584.18
未利用地	10.76	834.28	8106.43	8906.43
2009年总计	494.41	2291.79	8302.28	11089.39

4.3.3 1990-2009年土地利用类型时空变化特征

4.3.3.1面积变化

自1990年到2009年绿洲土地总面积仍然保持大幅度的扩张，（图4—6）。在20年的时间里绿洲化土地面积从1289.05km²扩大到2291.79 km²，绿洲土地面积在总

土地面积的比例从11.62%，涨到20.69%。其中，未利用地土地面积急剧减少，减少面积954.07km²；水体土地面积有所减少，减少面积49.78 km²。分析结果表明绿洲和未利用化所占比发生比例大，1990年绿洲和未利用地占比是94.09%，到了2009年比例达到95.56%。

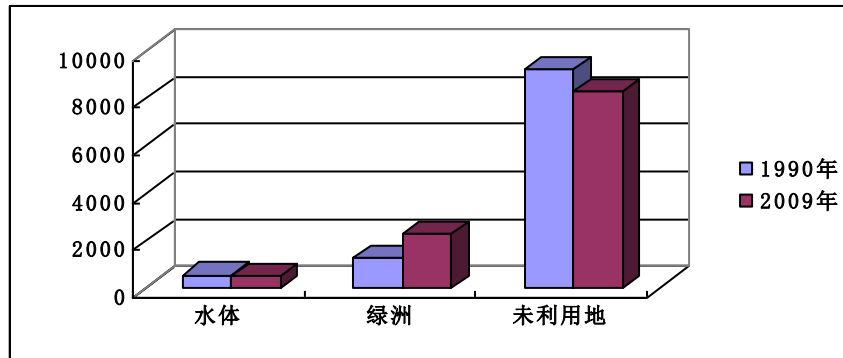


图 4-6 1990-2009 年土地类型变化动态

4.3.3.2 土地利用类型转化

1990年-2009年水体的476.90 km²不变，2.30 km²转化为绿洲，64.99 km²转化为未利用地。绿洲的1118.80 km²不变，3.13 km²的绿洲转化为水体，176.16 km²的绿洲转化为未利用地。8072.50 km²未利用地不变，13.94 km²未利用地转化为水体，1169.69 km²未利用地转化为绿洲从表（4-3）。在这20a期间各类型的面积转移比例可以看出，未利用地的转移比较明显，主要是20 世纪开始，绿洲的面积在外围和内部均有所扩张，扩张基本受控于人工渠道。外围绿洲的扩张主要表现为渠道旁的荒地大量开垦。同时，绿洲内部大量的沿河道分布和自然条件较好的荒地也被大规模开垦，农作物植被所占比例增大。

表（4-3） 1990-2009 年土地利用类型转移矩阵 （单位：km²）

1990-2009年	水体	绿洲	未利用地	1990年总计
水体	476.90	2.30	64.99	544.19
绿洲	3.13	1118.80	176.16	1289.05
未利用地	13.94	1169.69	8072.50	9256.15
2009年总计	494.41	2291.79	8302.28	11089.39

4.4 艾比湖流域土地利用类型 20 年总体变化特征分析

4.4.1 不同时期同土地利用类型的动态分析

对不同时期同等土地利用类型进行重新分类，可以较好地直观上表达研究区过去20年来不同土地类型的变化趋势。利用ArcGIS对 1990、2001、和2009年3

期土地利用类型图进行分析与统计,获得各程度土地类型的面积及比例,见表(4—4)。

表(4—4) 艾比湖区域 3 个时期的土地利用类型面积及比例

土地类型	1990年		2001年		2009年	
	总面积/km ²	比率/%	总面积/km ²	比率/%	总面积/km ²	比率/%
水体	544.19	4.19	598.79	5.40	494.41	4.46
绿洲	1289.05	11.62	1584.18	14.29	2291.79	20.69
未利用地	9256.15	83.47	8906.43	80.32	8302.28	74.87

从表(4—4)可以看出,2001年相比1990年水体面积有所扩张,1990年湖面积544.19km²到了2001年湖面积扩大了598.79 km²,但到了2009年湖面积呈现出缩减趋势。1950—1977 年期间湖水面积由1070km² 迅速缩小到522 km²。20 世纪80 年代前期稳定在500 km²,进入90 年代降水量增多,水资源开发趋势稳定,入湖水量增加了,湖面也所扩张。进入了21世纪以来,入湖水量基本与常年持平,因此艾比湖面积比较稳定。

绿洲的面积有明显的加速扩大趋势。从1990 年的11.62%扩大到2001年的14.29%。11 a 间绿洲面积所占扩大了2.67 %。从2001—2009年的8 a 中,绿洲所占比例从11.62 %增加至20.69 %,增长了9.07 %。绿洲扩张主要是90年代以来艾比湖流域人口不断的增多了,生产力水平提高和开垦力度加大导致耕地面积增加了。

研究区各土地类型中面积最大的为未利用地,1990年,2001年和2009年所占比例分别为83.47%,80.32%和74.87%,该种土地利用类型的生命支持能力非常弱,这也反映出研究区生态环境比较脆弱。但绿洲面积扩张同时,未利用地呈现出面积缩减趋势。

4.4. 2艾比湖流域土地利用类型20年变化速度分析

从表(4—5)可以明显的看出1990年—2001年水体和绿洲动态度和年变化率增加值是正,未利用地增加值为负。这表明在11a期间水体和绿洲面值扩张,未利用地缩减。从2001年—2009年绿洲变化率和动态度增加值为正,绝对值也高,保留面积扩张趋势,水体出现负值,面积缩减。从1990年—2009年19a期间,绿洲的面积变化最为剧烈,其增加值为正且绝对值最大,同时未利用地的增加值为副,其绝对值也较大。而水体的增加值为副,且绝对值较小。主要是20世纪以来艾比湖绿洲人口数量增加,绿洲内部大量的沿河道分布和自然条件较好的荒地也被大规模开垦,农作物植被所占比例增大。水体面积缩小主要是随着入住艾比湖的三条主要河流上有耕地面积不断扩大和实惠经济发展用水量增多,入湖水量剧减趋

势，导致水体面积缩小。

表(4—5) 1990-2009 年土地利用类型年变化率和动态度

土地利用类型	年变化率			动态度/%		
	1990-2001年	2001-2009年	1990-2009年	1990-2001年	2001-2009年	1990-2009年
水体	5.9	-9.53	-3.53	0.09	-3.48	-0.48
绿洲	31.9	64.23	70.49	2.08	5.58	4.09
未利用地	-37.81	-54.71	-66.97	-0.03	-0.84	-0.54

4.3.3 各类型转入/转出贡献率

从表(4—6) ①1990 年-2001 年占优势的是绿洲和未利用地，转入和转出贡献率分别为 62.35%，30.90%和 30.44%，68.71%。②2001 年-2009 年从转入贡献率来看绿洲占优势，转入贡献率为 76.80%，从转出贡献率来看占优势的是未利用地，转出贡献率为 76.81%。③1990 年-2009 年从转入贡献率来看占优势的绿洲，转入贡献率 82.47%，从转出贡献率来看未利用地占优势的，转出贡献率是 83.30%。在土地类型转入和转出过程中，绿洲和未利用地的转移比较活跃。

表(4—6) 1990-2009 年间各土地利用类型转入/转出贡献率

土地类型	1990-2001年		2001-2009年		1990-2009年	
	转入贡献率/%	转出贡献率/%	转入贡献率/%	转出贡献率/%	转入贡献率/%	转出贡献率/%
水体	6.74	0.84	1.10	10.63	1.20	4.73
绿洲	62.35	30.44	76.80	12.57	82.47	11.98
未利用地	30.90	68.71	22.10	76.81	16.33	83.30

4.5 小结

依据上面的表和地图可以看出，1990 年，2001 年和 2009 年 19 年间，艾比湖绿洲具有明显的变化。

(1) 根据研究区的分析结果来说，2009年比1990年绿洲区域面积扩大了 1007.74km²，绿洲区域面积扩大的原因是多方面的，主要是20世纪70年代以来艾比湖流域人口数量急剧增加，人口急剧增加导致大规模的耕地面积扩张，2000 年比1980年耕地面积扩大了28万亩。而在绿洲面积扩大的同时城市规模的扩大和交通事业的发展又占用了部分绿洲，在一定程度上抵消了扩大部分的绿洲面积，

但绿洲面积仍有大幅扩展。但农业大规模开发会带来河水的大量引用，这样会导致艾比湖湖面缩小，地下水位下降，艾比湖流域周边植被衰败。由于植被面积减小，盖度降低，土地退化和荒漠化急剧增加，自然环境收到破坏。

(2) 1990 年比 2009 年水量缩减了 0.45%，但缩小的不明显，基本上保持稳定趋势，主要原因 90 年代以来降水量增多了，水土资源开发趋势于稳定，再加上节水技术的广泛应用，农业引水量进本保持稳定湖面有所扩张。2003 年以后，博尔塔拉河的入湖水量基本与常年持平，人口和面积的增加不明显，因此艾比湖面积比较稳定。

(3) 1990 年比 2009 年未利用地面积缩减 8.60%，缩减的原因是自然和人文因素的影响。

第五章 土地利用类型动态度预测

5.1 马尔科夫模型

马尔科夫过程是一种特殊的随机运动过程。一个运动系统在 $T+1$ 时刻的状态和 T 时刻的状态有关, 而和以前的状态无关。这一点用于湿地景观格局变化的预测是适合的。成功地应用马氏模型的关键在于转移概率的确定。马尔科夫过程对于土地利用类型的动态演变较为适宜的, 他有一些性质: 1) 一定区域内, 不同土地利用类型之间具有相互可转化性; 2) 土地利用类型之间相互转化过程包含着较多尚难用函数关系准确描述的事件^[51-52]。

马尔科夫链模型是应用广泛的一种随机模型, 它通过对系统不同状态的初始概率以及状态之间的转移概率的研究来确定系统各状态变化趋势, 从而达到对未来趋势预测的目的^[53]。

马尔柯夫链是时间和状态都是离散的马尔柯夫过程, 在马尔可夫链中, 系统状态的转移可用概率矩阵 P 表示:

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & p_{13} & \cdots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & p_{23} & \cdots & p_{2N} \\ p_{31} & p_{32} & p_{34} & \cdots & p_{3N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{N1} & p_{N2} & p_{N3} & \cdots & p_{NN} \end{bmatrix} \quad (5-1)$$

式中, p_{ij} 为土地利用类型 i 转化为土地利用类型 j 的转化概率。转化矩阵的每一项元素需满足一下条件:

$$\textcircled{1} \quad 0 \leq p_{ij} \leq 1, \quad \text{即元素为非负值}$$

$$\textcircled{2} \quad \sum_{j=1}^N p_{ij} = 1, \quad \text{即每行元素之和为 1}$$

5.2 转移概率与动态模拟

成功的利用马尔科夫模式关键在于确定转移概率。转移概率可以通过一定时间段内某类型的年平均转化率获得。即某类型转化后的各类型面积占转化前该类型的年平均百分比。

以1990-2001年时间段的干扰条件不变为例确定转移概率。初始状态矩阵 $A_t=0$ 以1990年各类型面积的整个研究区面积百分比表 (式5-3)。

$$A_{t=0} = \begin{bmatrix} 4.19 \\ 11.62 \\ 83.47 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{水体} \\ \text{绿洲} \\ \text{未利用地} \end{bmatrix} \quad (5-2)$$

根据1990—2001年间各种土地利用类型面积的转化情况（表4—1），求出各种土地利用类型面积的年平均转化情况（ km^2/a ），再由平均转化情况求出1990—2001年各湿地土地利用类型的转移概率矩阵（步长为1 a），该矩阵为初始状态转移概率矩阵。（表5—1）

表（5—1）初始状态各种土地利用类型的转移概率矩阵（ $n=0$ ）

土地类型	水体	绿洲	未利用地
水体	0.9987	0.0002	0.0010
绿洲	0.0001	0.9801	0.0197
未利用地	0.0005	0.0058	0.9936

根据马尔科夫过程性质和条件概率的定义，可以运用马尔科夫过程的基本方程

$$P_{ij}^{(n)} = \sum_{k=0}^{n-1} P_{ik} P_{kj}^{(n-1)} = \sum_{k=0}^{n-1} P_{ik}^{(n-1)} P_{kj} \quad (5-3)$$

土地利用类型的转移概率矩阵 $P(n)$ 中，任何一年的各元素 $P(n)_{ij}$ 及各土地利用类型所占比例，因此可以模拟出各土地利用类型所占比例的变化情况。上述式子即为马尔可夫预测模型，可以根据初始时刻各种状态的概率，通过状态转移概率矩阵，预测以后任何一时刻的概率，即各种程度土地类型所占比例的变化情况，进而清楚地反映了土地转移状况及时空上的变化。比如我们利用初始状态矩阵，经过 $n=12$ 步转移到2001年得到两个转移该路矩阵（表5—2）预测2001年各土地利用类型所占比例为：

水体=（初始状态水体所占比例） $\times (P_{11})^{11}$ +（初始状态绿洲所占比例） $\times (P_{21})^{11}$ +（初始状态未利用地所占比例） $\times (P_{31})^{11}$ =4.68%

以此类推，绿洲为14.27%、未利用地为80.75%。

表（5—2）2001年各种土地利用类型的转移概率矩阵（ $n=12$ ）

土地类型	水体	绿洲	未利用地
水体	0.9857	0.0023	0.0119
绿洲	0.0017	0.7815	0.2167
未利用地	0.0064	0.0621	0.9313

我们利用上面同样的方法，以年为单位，把艾比湖绿洲土地利用类型的变化分成一系列离散的过程，根据各土地利用类型的年平均转化率（即2001年到2009年的各土地类型转化面积除以年代间隔8a得到平均每年的转化面积占原

有该类型的面积百分比) 来确定土地利用单元的转移概率, 把水体转化为其它土地利用的转移概率作为第一行, 绿洲转化为其它土地利用类型类型的转移概率作为第二行, 依此类推, 建立转移概率矩阵表 (5—3)

表 (5—3) 2001—2009 年各种土地利用类型的转移概率矩阵

土地类型	水体	绿洲	未利用地
水体	0. 8047	0. 017	0. 1775
绿洲	0. 0008	0. 9127	0. 0864
未利用地	0. 0012	0. 0936	0. 9051

5.3 对马尔科夫过程模拟土地利用变化的检验

对马尔科夫过程模拟土地利用类型的模拟值和实测值比较及检验表 (5-4) 可以看出, 而至查异不明显, 模拟值和实测值基本上吻合, 说明土地利用类型面积的转化速率所确定转移概率, 通过马尔科夫模拟预测土地利用格局表花的方法是可行的。从表 (5-4) 表明绿洲和未利用地模拟预测较好, 说明对图斑判读明确, 量算精确, 反映20年来人们对该区域的干扰一致。但水体模拟中存在较大的差异, 这是一方面判读误差造成, 另一方面受人为因素影响较大。20世纪50年代初至70年代末, 艾比湖湖水呈下降趋势: 1950年—2007年的27a的时间, 水位下降了546cm。到了20世纪70年代末至90年代末, 湖水位比较稳定: 进入21世纪以来, 湖水位迅速回升, 达到几乎接近50年代的水平, 因此水体实际面积比例大于模拟比例。由此可见, 要想马尔科夫过程达到理想的预测结果, 必须根据社会经济发展, 环境条件的变化和人为干扰的变化来, 调整各项转移概率, 再通过马尔科夫模拟预测, 这样做效果更好。

表 (5—4) 马尔科夫过程模拟土地利用类型的检验

土地利用类型	2001年			2009年		
	模拟值 (%)	实测值 (%)	差值	模拟值 (%)	实测值 (%)	差值
水体	4. 68	5. 40	-0. 72	3. 82	4. 46	-0. 64
绿洲	14. 27	14. 29	-0. 02	20. 65	20. 69	-0. 04
未利用地	80. 32	80. 75	0. 43	74. 80	74. 87	-0. 07

5.4 预测结果

由公式 (5—3), 以1990年各土地利用类型所占面积百分比作为初始状态量,

乘以各预测年份的转移概率矩阵，分别计算从2010年开始，到2015年、2020年、2025年、2030的各类型土地所占的面积百分比(表5—5)

表（5—5）研究区土地利用类型动态变化预测结果

土地类型	2010	2015	2020	2025	2030
水体	4.36	3.94	3.56	3.22	2.92
绿洲	21.33	24.32	26.97	29.35	31.46
未利用地	74.30	71.62	69.22	67.05	65.07

由表（5—5）所示的预测结果可知，在未来的20年来艾比湖周边的水体和未利用地在一定时间内减小，绿洲增加，这表明在人为持续干扰的情况下，艾比湖西部沿岸地区绿洲化程度将逐步好转，只要政府和农牧民在气候没有较大波动的情况下保证持续的开垦，人工造林必将取得丰硕的成果;但是，为农业大规模开发会带来河水的大量引用，这样会导致艾比湖湖面缩小，地下水位下降，艾比湖流域周边植被衰败。由于植被面积减小，盖度降低，土地退化和荒漠化急剧增加，自然环境收到破坏。

5.5 小结

（1）根据土地利用类型面积的转化速率所确定转移概率，用马尔科夫模拟的艾比湖地区土地利用变化结果与实际情况基本吻合，这说明，马尔科夫模拟预测过程土地利用格局变化的一种较为使用的方法。

（2）从表（5—5）马尔科夫过程预测土地利用变化结果来看，艾比湖流域土地利用格局处于变化状态，绿洲面积不断扩张，水体和未利用地面积有所减小趋势，到了2030年水体2.92%，绿洲31.46%，未利用65.07%，这表明政府和农牧民在气候没有较大波动的情况下保证持续的开垦，人工造林必将取得丰硕的成果;但是，为农业大规模开发会带来河水的大量引用，这样会导致艾比湖湖面缩小，地下水位下降，艾比湖流域周边植被衰败。

（3）通过马尔科夫过程对艾比湖地区土地利用格局动态分析，并预测土地利用变化，这将对土地合理开发，管理与使用提供有力工具，同时宏观调整中提供科学依据。

第六章 艾比湖流域土地利用动态变化驱动因子分析

某一区域的土地利用动态变化是该区域的自然因素和人文因素共同作用的结果，自然因素是最基本要素，而人为作用的强烈、合理与否将对该区域土地利用动态变化产生显著影响。

在土地利用类型转换研究中，驱动因子问题一直占据着重要地位，驱动因素是指导致土地利用类型转换发生的主要生物物理因素和社会经济因素。驱动因素一般分为自然驱动因素和人类驱动因素。其中，自然因素相对较为稳定，人类驱动因素则相对较活跃。本研究以艾比湖沿岸绿洲为例，采用常规数理统计分析法对绿洲化驱动因素的累加效应进行分析，以期揭示绿洲化驱动因素在时间尺度上的累加效应，对本地区绿洲化治理有积极影响，也对艾比湖整个流域、塔里木河流域和整个北疆地区的环境保护，以及保障我国的生态安全和可持续发展具有至关重要的意义。

6.1 自然因素的系统分析

对于绿洲而言，自然影响因素很多，但考虑到影响因素的连续数据获得的可能性，选取 1961—2010 年的年均气温、降水量和 1990—2010 年平均风速、1957—2010 沙尘日数等代表自然因素，建立指标数据库，借助常规数理统计分析方法，计算研究区绿洲化驱动因素的时间序列变化、累加效应及其贡献率，从而探讨研究区绿洲化驱动因素相互作用机制。由于所选区域都位于博州，所以使用博州的数据。

6.1.1 统计分析方法

6.1.1.1 一元线性回归模型

一元线性回归模型描述的是两个要素之间的线性相关关系。利用地里要素之间的时间序列，一时间 t 为自变量，另一要素 y 为因变量^[68]。建立 y 与 t 之间的一元线性回归方程：其趋势变化率为：

$$y(t) = b_0 + b_1(t) \quad (6-1)$$

b_1 反应因变量 y 上升或下降的变化趋势， $b_1 < 0$ 表示其在计算时段内呈下降趋势； $b_1 > 0$ 则表示其呈上升趋势， b_1 的绝对值的大小可以度量其演变趋势上升或下降的程度^[68]。

一元回归方程需要评价方程的拟合程度、检验回归方程和回归系数的显著性。

(1) 拟合程度检验

所谓拟合程度，是指样本观测值聚集在样本回归线周围的紧密程度。判断回归模型拟合程度优劣最常用的数量指标是可决系数（又称决定系数）。该指标是

建立在对总离差平方和进行分解的基础之上的^[68]。其定义为：

$$R^2 = SSR/SST = 1 - SSE/SST \quad (6-2)$$

上式中，SST 为离差平方和，SSR 为回归平方和。SSE 为残差平方和。

R^2 越大，模型拟合程度越高。 R^2 越小，则模型对样本的拟合程度越差。可决系数 R^2 有两种特征①可决系数 R^2 具有非负性。可决系数的取值范围 $0 \leq R^2 \leq 1$ 。

(2) 回归方程的显著性检验 (F 检验)

回归模型建立之后，需要对模型的可信度进行检验，以坚定模型的而质量。线性回归方程的显著性检验一般利用 F 检验^[68]。

F 统计量定义 为：

$$F = U / \frac{Q}{n-2} = \frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{\frac{\sum(\hat{y} - \bar{y})^2}{n-2}} \quad (6-3)$$

上式中，U 为回归平方和，Q 误差平方和，n 为样本。F 统计量服从第一自由度 1、第二自由度为 n-2 的 F 分布。即

$$F \sim F(1, n-2) \quad (6-4)$$

从 F 统计计量的定义可以看出，如果 F 值越大，模型的效果越佳。

6.1.1.2 距平

距平是常用的表示气候变量偏离正常情况的量，一组数据的某一个数 x_i 与 $\bar{x}$ 均值之间的差就是距平即

6.1.1.3 累积距平

累积距平曲线的变化可以作为气候趋势分析的又一种方法。对于序列，其某一时刻 t 的累积 $y_t = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})$ 距平表示为： (6-5)

将 n 个时刻的累积距平值全部算出，即可会出累积距平曲线进行趋势分析，累积距平曲线呈上升趋势，表示距平值增加；呈下降趋势则表示距平值减小。从曲线明显的上下起伏，可以判断其长期显著的演变趋势及持续性变化^[59, 69]。

6.1.2 气温

研究区属典型的温带大陆性气候，日照时间长，昼夜温差大，极端最高气温 44℃，极端最低气温 -36℃，年平均气温 3.7℃—7.4℃。年平均气温分布差异较大，平均气温随海拔升高而降低，海拔每上升 100 米，平均气温下降 0.3℃~0.4℃。由于地势是西高东低，因而平均气温由西向东逐渐升高。

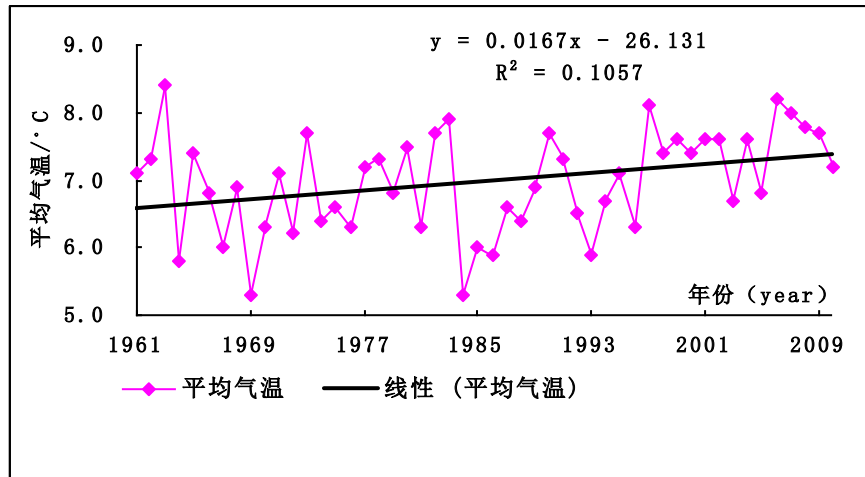


图 6.1 研究区 1961-2010 年气温变化特征

6.1.2.1 气温变化特征分析

(1) 气温年平均变化特征

从图 6-1 中我们可以看出，49a 来研究区的年均气温呈缓慢上升趋势。最高温度达到 1963 年和 2006 年的 8.4℃ 和 8.2℃，最低气温为 1969 年和 1984 的 5.3℃，20 世纪 60 到 90 年代最高温度为 8.4℃，最低为 5.3℃，20 世纪 90 年代最高气温 8.1℃ 最低气温 5.9℃，21 世纪头十年最高温度为 8.2℃，最低温度为 6.7℃。

1961—2010 年期间研究区年均气温略有上升趋势，变化波动不大。1961—1990 年的平均气温为 6.7℃，1990—2000 年的平均气温 7.1℃，2000—2010 年的平均气温为 7.5℃，这段期间最高温度达到 8.4℃ (1963 和 2006 年)。可见，研究区年均气温在近 20 年内变化波动不大，但整体上趋于明显的上升趋势。总之，近 49a 来，研究区年平均气温升高幅度大，倾向率 0.0167mm/10a，相关系数为 0.325。

(3) 各气象站点气温变化特征分析

从主要气象站历年气温累积变距平可以看出 (图 6-2)，近 49 年来气温变化各站有所不同，除了温泉意外，其他气象站呈现出增多趋势，其中六十年代、七十年代气温累积距平曲线成波动式下降趋势，但趋势较为平缓，到了 90 年代以后呈现出波动式上升趋势。平均而言，90 年代与前 30 年平均值相比，整个流域气温上升了 0.4℃；而温泉的年平均气温下降趋势，比前 30 年平均值下降到 0.9℃；2000 年后，阿拉山口、精河、博乐气温急剧上升，累积距平曲线明显上升状态；而温泉气温急剧下降，累积距平曲线呈下降状态。

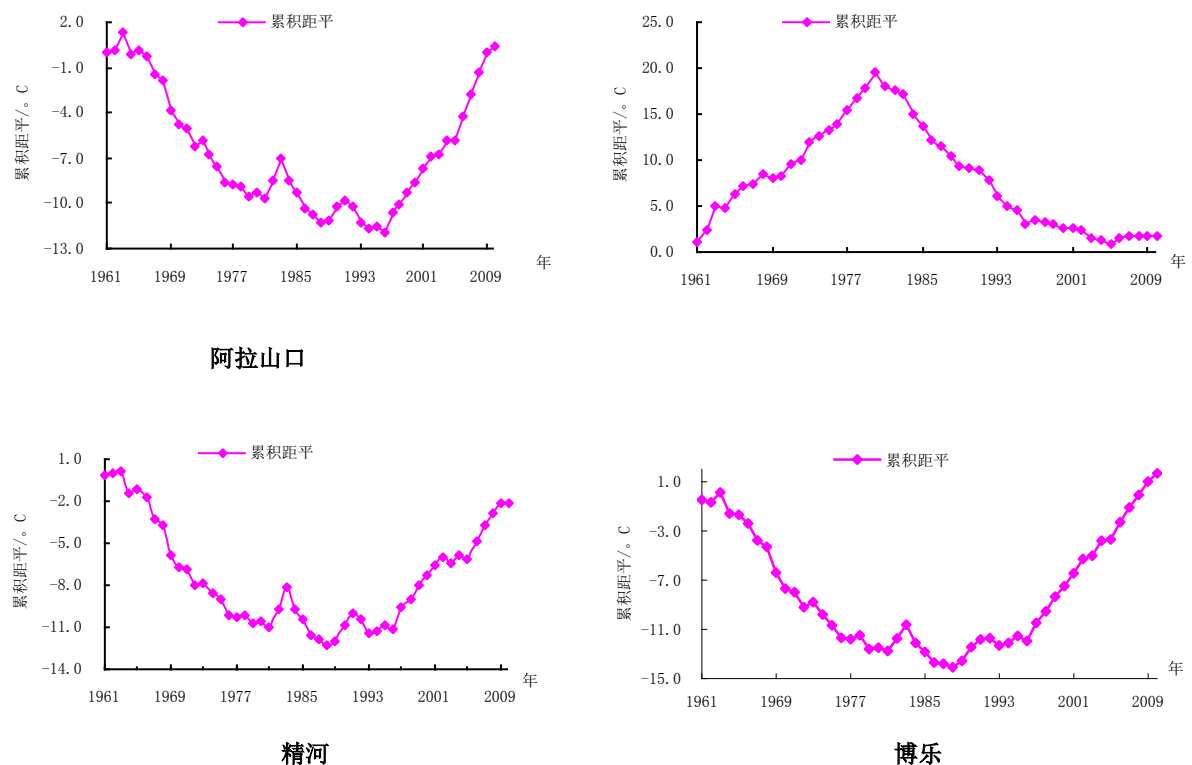


图 6-2 1961-2010 年研究区各地气温累积距平图

从计算结果看，艾比湖流域各站点的年气温变化倾向率和相关系数有正值和负值（表 6-1），它们的倾向率分别为 0.0276mm/10a、-0.0341mm/10a、0.0328mm/10a、0.0422mm/10a，相关系数分别为 0.46、0.48、0.53、0.67。除了温泉站意外其他多正值，这说明在全球气温变暖下，阿拉山口、精河、博乐地区全年总的趋势都在变暖，其中个气象站和年平均气温的相关系数值达到了0.05的显著性水平，这说明艾比湖流域气温变化十分突出，增温比较突出。温泉的倾向率是负值，平均气温的相关系数没有通过 0.05 的显著性水平检验，由此可见，温泉这区域增温最为缓慢。

表 6-1 研究区主要站点气温变化趋势（1961-2010）

气 象 站	趋势向 N (t)	相关系数	显著性 (0.05)
阿拉山口	0.0276t-45.863	0.46	显著
温 泉	-0.0341t+72.414	0.48	不显著
精 河	0.0328t-57.166	0.53	显著
博 乐	0.0422t-77.359	0.67	显著

6.1.3 降水量

6.1.3.1 降水量的空间分布特征

研究区降水量空间分布上有所不同（图 6-3），博尔塔拉河下游年平均在

170~190 毫米，精河平泉地区的降水量最少，不足 100 毫米。在海拔 1500~2000 米的山区，年平均降水 300 毫米。山区最大降水带在 2000~2500 米之间，主要分布在阿拉套山中段的哈日图热格、南部的科古尔琴山、婆罗科努山，这些山区年降水量在 300~500 毫米。

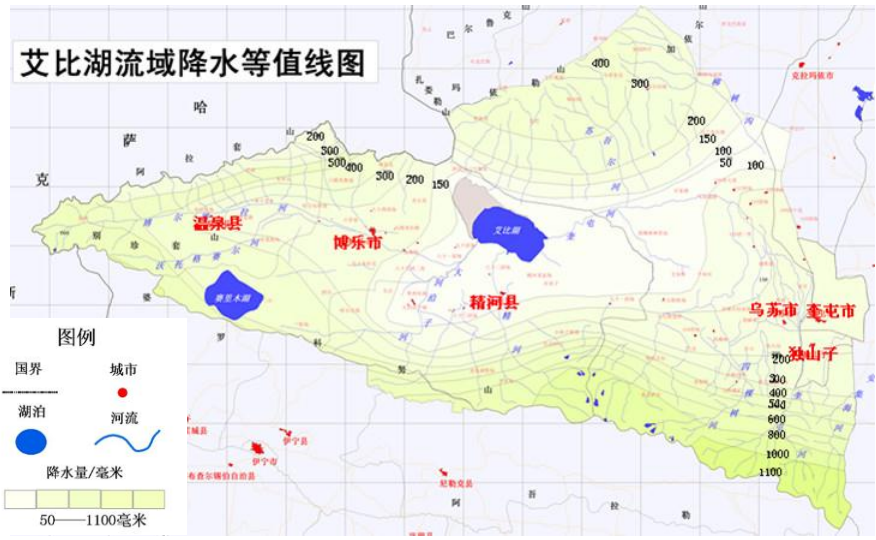


图 6—3 艾比湖流域降水等值线图

6.1.3.2 降水量变化特征分析

(1) 降水量年平均变化特征

从图 6—4 中我们可以看出，近 49a 来研究区的年均降水量呈现增加趋势。最高降水量为 2002 年的 257.9mm，最低降水为 1968 年的 65.8mm，振幅为 192.1mm；20 世纪 60 年代到 90 年代最高降水量为 232.8mm，最低降水量为 65.8mm，降水量振幅为 167.0mm；90 年代最高降水量为 209.7mm，最低为 90.4mm，降水量振幅均为 119.3mm；21 世纪头十年最高降水量为 257.9mm，最低为 135.5mm，振幅为 122.4mm。可见，90 年代的年平均降水量振幅低于 21 世纪初。

1961—2010 年期间研究区年均降水量略有上升趋势，变化波动不大。1961—1990 年平均降水量为 145.1mm，1990—2000 年的平均降水量为 159.5mm，2000—2010 年的平均降水量为 183.3mm，这段期间最高降水量达到 257.9mm (2002 年)。可见，研究区年均降水量在近 49 内变化波动不大，但整体上趋于上升趋势。该研究区倾向率为 1.2042mm/10a，相关系数为 0.44，均正值，这说明艾比湖流域的降水全年总的趋势都在增多了。

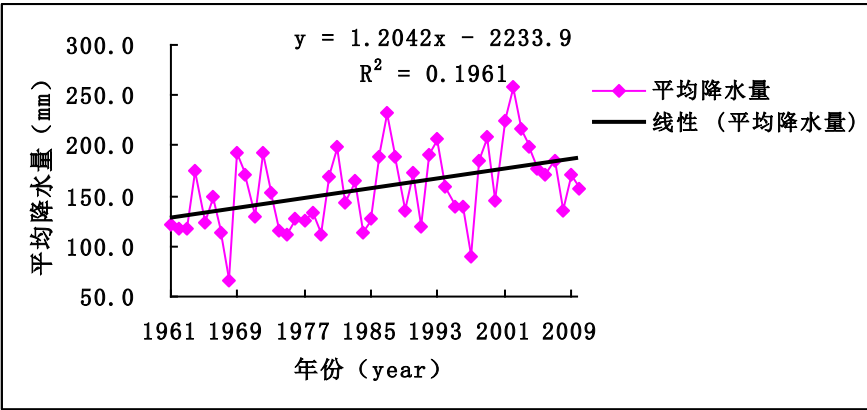


图 6-4 研究区 1961-2010 年年平均气温变化特征

(4) 各气象站点降水量特征分析

从个气象站点历年降水量累积变化距平可以看出（图 6—5），近 49 年来，艾比湖流域降水量增多趋势，60 年代、70 年代降水量偏少，累积距平波动上呈现下降趋势，80 年代开始，降水量增多，累积距平波动曲线呈现上升趋势。各气象站的波动趋势有所不同，平均而言，90 年代与前 30 年代相比，整个区域年平均降水量增加了 9.02%，其中温泉增幅最大，为 25.6%，其次精河，增幅度为 6.8%，阿拉山口和博乐的降水量减小，减小率分别为 9.8%和 2.18%；2000 年起，全区域降水量增多，累积距平艾比湖流域各站点的年降水量变化倾向率和相曲线呈现上升趋势。

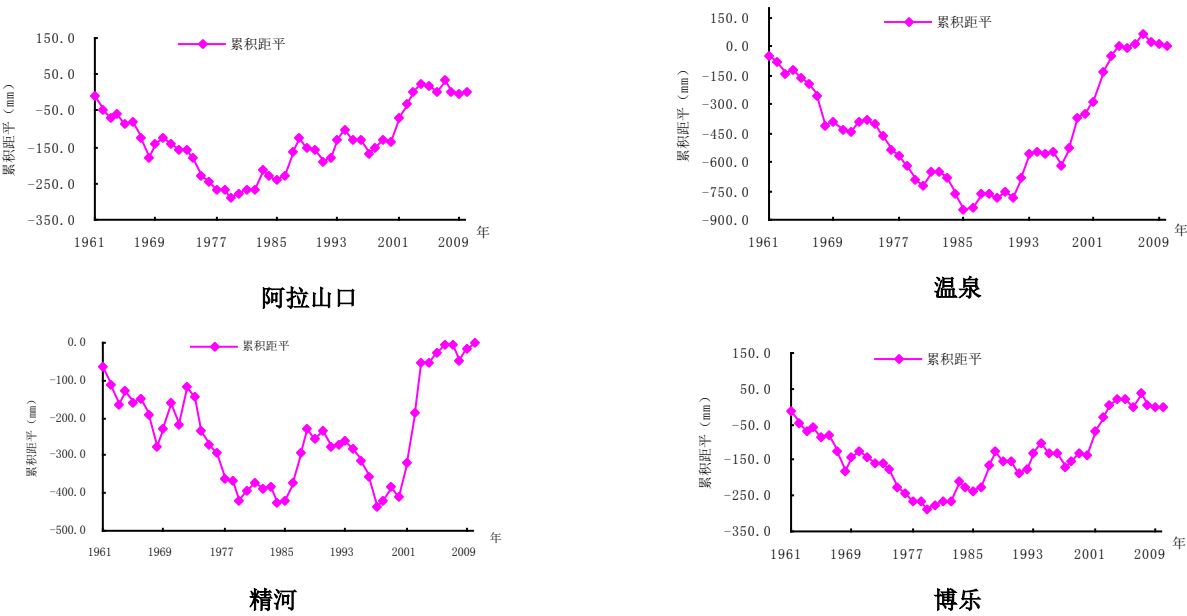


图 6-5 1961-2010 年研究区各地降水量累积距平图

关系数有正值和负值（表 6-2），它们的倾向率分别为 1.0203mm/10a、2.0079mm/10a、0.6352mm/10a、1.1533mm/10a，相关系数分别为 0.40、0.46、0.32、0.32。这说明在全球气温变暖下，阿拉山口、精河、博乐和温泉地区全年总的趋势都在降水量增多，其中精河气象站和年平均降水量的相关系数值达到了 0.05 的显著性水平，这说明精河地区降水量变化十分突出，降水量增加趋势比较突出。其他气象站平均降水量的相关系数没有通过 0.05 的显著性水平检验，由此可见，这区域降水量增加趋势比较暖慢。

表 6-2 研究区主要站点降水量变化趋势（1961-2010）

气象站	趋势向 N (t)	相关系数	显著性 (0.05)
阿拉山口	1.0203t-1915.7	0.40	不显著
温 泉	2.0079t-3757.6	0.46	不显著
精 河	0.6352t-1159.0	0.32	显著
博 乐	1.1533t-2102.9	0.32	不显著

6.1.4 风速

艾比湖西北区阿拉山口主风通道区，该山口由西北向东南倾斜，形成落差 150m 上下的狭长谷地。年平均大风日数 164d，年均有 8 级以上大风 241h，瞬间最大风速达 55m/s，年平均风速 6 m/s^[66]。研究区大风日数年际变化不大，但季节性明显，秋冬两季较少，多集中在 3-6 月，占全年大风日数的 50%左右。每次大风来时，西北-东南方向的风越过艾比湖面，在精河东南遇到突出的天山支脉喀拉久特山后分为两支，一支向东刮向准噶尔盆地，另一支转向西方，然后反旋向西北，席卷博乐一带^[70]。

从图 6—7 中我们可以看出，近 20 来研究区的年均风速呈现增减趋势。最高风速为 2007 年的 1.60m/s，最低风速为 2001 年的 1.10m/s，振幅为 0.50 m/s；20 世纪 90 年代最高风速为 1.50 m/s，最低为 1.13 m/s，振幅均为 0.37 m/s；21 世纪头十年最高降水量为 1.60 m/s，最低为 1.10 m/s，振幅为 0.50 m/s。可见，21 世纪初的年平均风速振幅高于 90 年代。

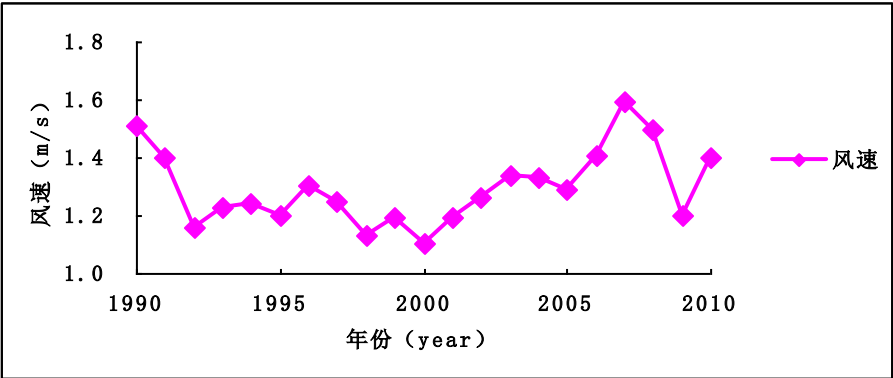


图 6-7 1990-2010 年研究区平均风速变化图

6.1.5 沙尘暴

人类活动一方面使绿洲扩大, 另一方面农业灌溉、工业、人民生活用水量增加又造成艾比湖水域退缩从而使盐漠面积增加, 并且对气候环境也造成了影响。笔者试图通过艾比湖流域 4 个气象站多年的观测资料, 对艾比湖流域沙尘气候的变化趋势进行分析, 进一步揭示气候变化与盐漠面积对艾比湖流域沙尘环境影响的作用机理。

众所周知, 沙尘天气的发生必须具备强风, 沙尘源与不稳定的热力条件三种原因, 除此之外干旱少雨、天气变暖、气温回升等因素也是沙尘天气的形成的特殊的天气和气候背景, 艾比湖西北部著名的一阿拉山口, 艾比湖周边绿洲城镇均在阿拉山口大风影响范围内^[71], 尤其是处于阿拉山口的下风向精河县, 是受风沙最严重的地区。

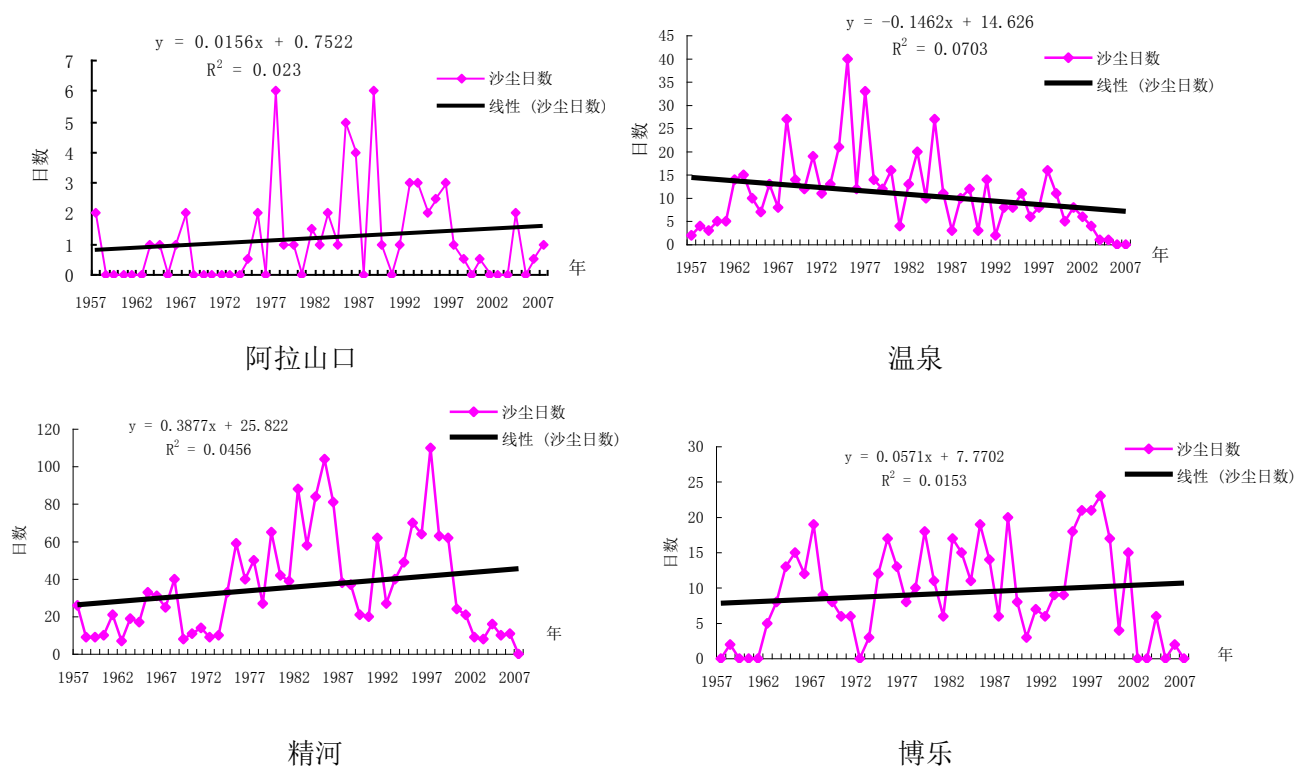


图 6-8 1961-2007 年研究区各沙尘日数变化图

从图 6—8 中我们可以看出, 近 50 来研究区的沙尘日数呈现增减趋势。但每气象站点的边比划情况有所不同。

①阿拉山口研究区内发生沙尘最小区域, 平均沙尘日数为 1d: 1957 年到 1990 年最多沙尘日数为 1987 年和 1988 年的 8d: 20 世纪 90 年代最多沙尘日 1992 年 3d: 21 世纪以来最多沙尘日是 2004 年的 2d, 90 年代的平均沙尘日数多余 21 世纪。

②温泉县是研究区内沙尘日数下降最明显区域,下降倾向率为 $-0.1462/10a$,平均沙尘日数为11d:1957年到1990年最多沙尘日数为1975年的40d:20世纪90年代最多沙尘日数为16d:21世纪以来最多沙尘日数为8d,90年代的平均沙尘日数多于21世纪。

③精河先是研究区内沙尘暴发生率最多区域,平均沙尘日数为36d:1957年到1990年最多沙尘日数为1985年的104d:20世纪90年代最多沙尘日数为1997年的110d:21世纪以来最多沙尘日数为2000年的24d,90年代的平均沙尘日数多于21世纪。

④博乐市的沙尘日数呈现下降趋势,下降倾向率为 $0.0571/10a$,平均沙尘日数为9d:1957年到1990年最多沙尘日数为1988年的20d:20世纪90年代最多沙尘日数为1998年的23d:21世纪以来最多沙尘日数为2001年的15d,90年代的平均沙尘日数多于21世纪。

6.2 人文因素的驱动分析

6.2.1 人口数量变化

博州1944年,总人口38934人,其中博乐市16651人、精河县11810人、温泉县10473人:到了2004年,总人口451975人,其中博乐市人口245586人,占总人口的54.34%;精河县人口132989人,占总人口的29.42%;温泉县人口73400人,占总人口的16.24%。根据上面数据来看博州人口呈现出增加趋势。从图(6-9)表明,博州总人口明显增加趋势,1949—1990年平均总人口为17.06万人,20世纪90年代平均总人口为36.62万人,增幅度为19.56万人,2000年到2010年平均人口为45.26万人,增幅度为8.64万人。

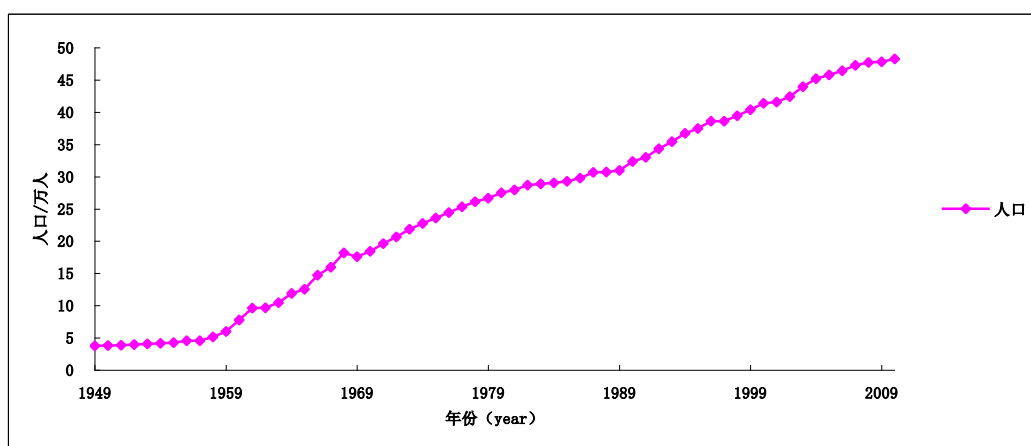


图 6-9 1949-2010 年研究区平均人口变化

6.2.2 播种面积的变化

从图(6-10)可以看出,博州耕地面积增加趋势,上升倾向率为 2.5335/10a。1949 年,博州总播种面积 12013.3 公顷,其中粮食播种面积 11200 公顷,改革开放以来,特别是 1982 年农村开始实行家庭联产承包责任制后,极大地激发了农民的生产热情。到 1985 年,全总播种面积 53413.3 公顷,是 1949 年的 5 倍。进入 21 世纪,自治区紧紧围绕农业增效、农民增收这个中心开展工作,坚持以市场为导向,因地制宜发挥优势,狠抓优势主导产业,以确保农牧农民收入稳步增长。2002 年,全州正复播种面积 7.16 万公斤,到了 2004 年全州总播种面积 7.11 万公斤,比 1985 年增长 33%。2009 年播种面积最多,为 255.8 万亩。播种面积迅速增长,这是艾比湖流域绿洲扩张的主要原因之一。

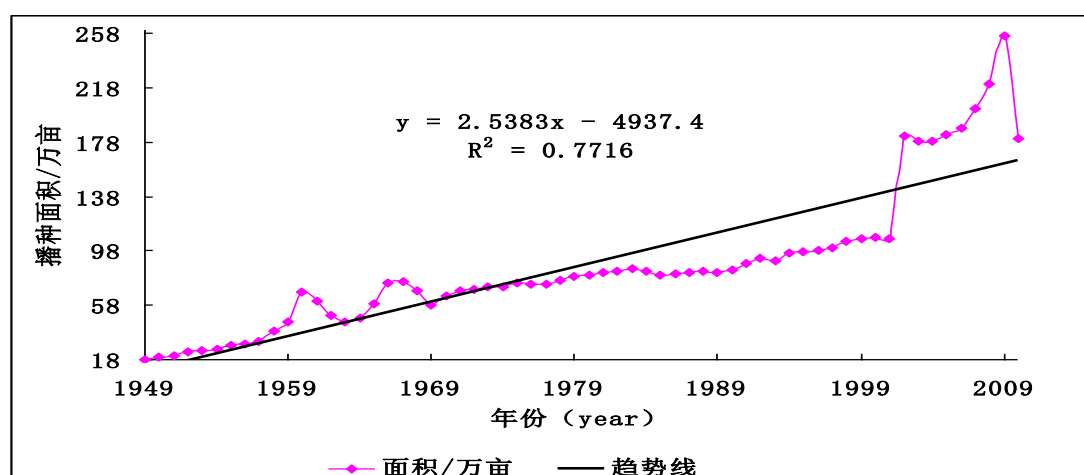


图 6-10 1949-2010 年研究区播种面积变化

6.2.3 经济增长

2005 年,全州实现生产总值 54.99 亿元(含农五师),其中地方生产总值 42.79 亿元;全口径财政收入 7.49 亿元,其中地方财政收入 3.6 亿元;全州人均生产总值为 12085 元;农牧民人均纯收入达 4056 元,比上年增加 152 元;全州工业增加值达 2.99 亿元,较上年增长 27.8%;全州实现进出口贸易总额 6.91 亿美元(约合 56 亿元人民币)。由图 5-9 图可知,艾比湖研究区国内生产总值一直呈上升趋势。1990—2002 年间国内生产总值增长比较缓慢,而 2002—2009 年间增长速度明显加快,增长了近 4 倍。

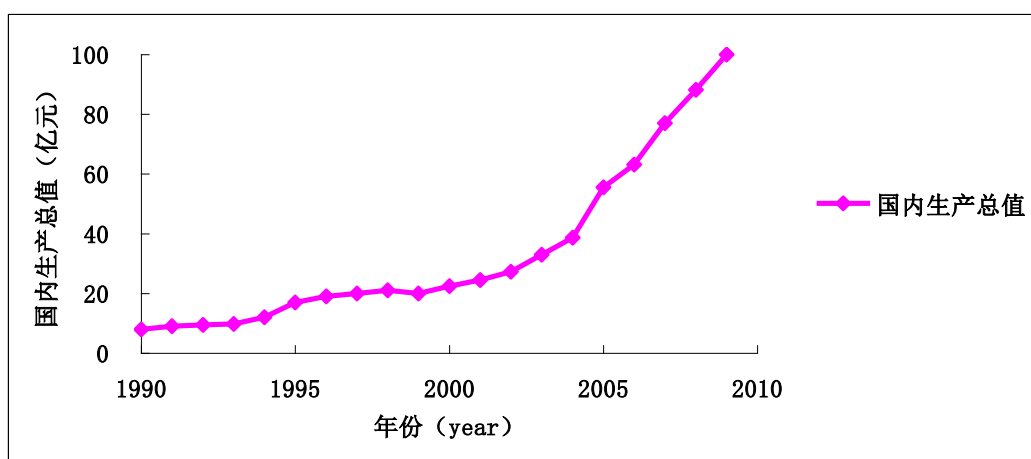


图 6-10 1990-2010 年研究区国内生产总值变化

6.3 研究区自然与人为因素贡献率的定量分析

为了进一步探讨驱动力和土地利用类型变化的相互关系,需要对影响土地利用类型变化的驱动因子进行定量分析。土地利用类型变化驱动力因素是指导致土地利用类型方式、目的发生变化的主要生物物理因素和社会因素,一般分为自然驱动力和社会经济驱动力,自然因子对土地利用类型的影响在一定时间内是比较稳定的,不会成为土地利用类型的驱动因素,社会经济因素起主导作用^[72-73]。

6.3.1 资料与方法

6.3.1.1 主成分分析法

主成分分析法是把原来多个指标划分为少数几个互不相关的综合指标的一种统计分析法。使较少的综合指标尽量多地反映原来较多变量反映的信息,从数学角度看是一种降维处理技术^[75]。计算步骤:(1) 计算相关系数矩阵:

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1p} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2p} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ r_{p1} & r_{p2} & \cdots & r_{pp} \end{bmatrix} \quad r_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)(x_{kj} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (x_{ki} - \bar{x}_i)^2 \sum_{k=1}^n (x_{kj} - \bar{x}_j)^2}}$$

(2) 计算特征值与特征向量: 首先解方程 $|\lambda I - R| = 0$, 并使其按大小顺序排列, 即 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \lambda_p \geq 0$, 然后分别出特征值 e_i 。这里要求 $\|e_i\| = 1$, 即 $\sum_{j=1}^p e_{ij}^2 = 1$,

其中 e_{ij} 表示向量 e_i 的第 j 个分量。

(3) 计算主成分贡献率级累计贡献率：主成分贡献率为 $Z = \frac{\lambda}{\sum_{k=1}^p \lambda_k}$ ，累计贡献

率为：
$$\frac{\sum_{k=1}^i \lambda_k}{\sum_{k=1}^p \lambda_k}$$

(4) 计算主成分载荷： $1_{ij} = p(z_i, x_j) = \sqrt{\lambda_1} e_{ij} (i, j = 1, 2, \dots, p)$

6.3.1.2 指标选取

影响作物产量的因子总体来看分为两大类，自然因素以及人文因素。人为因素中农业人口数（ X_6 ）体现了人口因子、播种面积（ X_7 ）和国内生产总值（GDP）（ X_8 ）反映了现代化情况，即技术因子。自然因素中气温（ X_1 ）、降水量（ X_2 ）、蒸发量（ X_3 ）和风速（ X_4 ）、沙尘日数（ X_5 ）反映了自然因素（表 6-4）。文中的气象资料来源亳州气象局，统计数据来源博州统计局。

表（6—4）评价体系指标

影 响 因 素		具 体 指 标	
自然因素	气 温	X_1	年平均气温（℃）
	降 水	X_2	年平均降水量（mm）
	蒸发量	X_3	年平均蒸发量（h）
	风 速	X_4	年平均风速（m/s）
	沙尘日数	X_5	
人为因素	人 口	X_6	年内人口数（万人）
	播种面积	X_7	农田播种面积（万亩）
	国内生产总值	X_8	GDP（亿元）

6.3.2结果与分析

表（6-5）影响因子相关系数矩阵

因子	气温	降水量	蒸发量	风速	沙尘日数	人口	播种面积	GDP
气温	1.000							
降水量	-0.085	1.000						
蒸发量	0.999	-0.115	1.000					
风速	0.399	-0.075	0.403	1.000				
沙尘日数	-0.084	-0.578	-0.051	-0.404	1.000			
人口	0.381	0.337	0.357	0.183	-0.525	1.000		
播种面积	0.332	0.424	0.305	0.439	-0.704	0.892	1.000	
GDP	0.432	0.174	0.411	-0.050	-0.582	0.891	0.884	1.000

表（6—6）影响因子特征值与主成分贡献

因子	特征值	信息贡献率（%）	累积贡献率（%）
气温	4.090	51.128	51.128
降水量	1.960	24.53	75.630
蒸发量	0.877	10.962	86.592
风速	0.740	9.250	95.842
沙尘日数	0.227	2.840	98.682
人口	0.078	0.969	99.651
播种面积	0.028	0.346	99.997
GDP	0.000	0.003	100.00

运用主成分分析法对影响因子进行处理，并用 SPSS 软件 7 个指标进行分析，计算主成分因子的特征值，贡献率，累计贡献率级因子载荷（表 6—6），根据主成分对应的累计贡献率大于 85%级特征值大于 1 原则总和考虑，文中选取了二个主成分因子。

表（6—7）影响因子主成分载荷矩阵

因子	第一主成分	第二主成分
气温	0.606	0.722
降水量	0.351	-0.667
蒸发量	0.582	0.748
风速	0.571	0.274
沙尘日数	-0.697	0.504
人口	0.865	-0.181
播种面积	0.924	-0.263
GDP	0.920	-0.047

从载荷矩阵中可以看出，第一个主成分与年 GDP（ X_8 ）和播种面积（ X_7 ）有较大的正相关，反应了人文因子；第二个主成分的蒸发量（ X_3 ）载荷较大，可以作为水分因子；从各主成分因子贡献率来看，前二个因子贡献率分别为 51.12%、24.53%：累计贡献率 75.63%，因此影响的因子为人文因素和自然因子干扰。播种面积、GDP、气温量在因子载荷为较大的正值。

6.4 小结

研究区土地利用过程中自然因素和人为因素共同的作用强度处于较低的水平，人为因素作用强度却处于较高的水平，这与其地处荒漠绿洲地区过渡地带，生态本底比较脆弱，经济上属于农牧交错地带，农业生产条件的变动比较频繁有关。在人为因素的作用中，人口数量、农 GDP、耕地面积的作用最大。显然，随着人口数量的增长，其人们的需求也增加，一方面人们乱垦、乱伐，粗放性、无

节制的开发土地,对环境造成压力,另一方面,由于水土开发、气候变化,注入艾比湖的水量逐渐减小,艾比湖湖面萎缩引起土地盐渍化、沙尘暴、扬尘、浮尘天气增加;不合理使用化肥、农药、地膜等,导致农村污染;有些工业企业存在污染物排放不达标问题;出现环境保护问题。

上述各种强度经济活动与龙爪存在着反馈关系,由于人口增多导致过度开发时,土地利用过程,绿洲化面积不断地扩张趋势,而在绿洲面积扩大的同时城市规模的扩大和交通事业的发展又占用了部分绿洲,在一定程度上抵消了扩大部分的绿洲面积,但绿洲面积仍有大幅扩展。但农业大规模开发会带来河水的大量引用,这样会导致艾比湖湖面缩小,地下水位下降,艾比湖流域周边植被衰败。由于植被面积减小,盖度降低,土地退化和荒漠化急剧增加,自然环境收到破坏。

第七章 结论

(1) 根据研究区的分析结果来说, 2009年比1990年绿洲区域面积扩大了1007.74km², 绿洲区域面积扩大的原因是多方面的, 主要是20世纪70年代以来艾比湖流域人口数量急剧增加, 人口急剧增加导致大规模的耕地面积扩张, 2000年比1980年耕地面积扩大了28万亩。而在绿洲面积扩大的同时城市规模的扩大和交通事业的发展又占用了部分绿洲, 在一定程度上抵消了扩大部分的绿洲面积, 但绿洲面积仍有大幅扩展。但农业大规模开发会带来河水的大量引用, 这样会导致艾比湖湖面缩小, 地下水位下降, 艾比湖流域周边植被衰败。由于植被面积减小, 盖度降低, 土地退化和荒漠化急剧增加, 自然环境收到破坏。

(2) 马尔科夫过程预测土地利用变化结果来看, 艾比湖流域土地利用格局处于变化状态, 绿洲面积不断扩张, 水体和未利用地面积有所减小趋势, 到了2030年水体2.92%, 绿洲31.46%, 未利用65.07%, 这表明政府和农牧民在气候没有较大波动的情况下保证持续的开垦, 人工造林必将取得丰硕的成果;但是, 为农业大规模开发会带来河水的大量引用, 这样会导致艾比湖湖面缩小, 地下水位下降, 艾比湖流域周边植被衰败。

(3) 研究区土地利用过程中自然因素和人为因素共同的作用强度处于较低的水平, 人为因素作用强度却处于较高的水平, 这与其地处荒漠绿洲地区过渡地带, 生态本底比较脆弱, 经济上属于农牧交错地带, 农业生产条件的变动比较频繁有关。在人为因素的作用中, 人口数量、农GDP、耕地面积的作用最大。

参考文献

- [1] 韩德林. 中国绿洲研究之进展[J]. 地理科学, 1999, 19 (4): 313- 319.
- [2] 申元松, 汪久文, 伍光和等. 中国绿洲[M]. 开封市: 河南大学出版社, 2001.
- [3] 钱云. 艾比湖沿岸生态环境演变与保护重要意义[J]. 干旱区地理, 1996, 19 (1).
- [4] 杨发相, 穆桂金. 干旱区绿洲的成因类型及演变[J]. 干旱区地理, 2006, 29 (1): 70-75.
- [5] 刘普幸. 绿洲生态环境极其保护[J]. 农业环境保护, 2000, 19 (2): 126-128.
- [6] 刘永泉, 王晓峰, 吴颜. 艾比湖水位变化对湖滨地盐渍化的影响研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24 (6): 108—111.
- [7] 刘新平, 韩桐魁. 新疆绿洲生态环境问题分析[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19 (1): 22-29.
- [8] 王亚俊, 曾凡江. 中国绿洲研究文献分析及研究进展[J]. 干旱区研究, 2000, 27 (4): 502-504.
- [9] Aranbaev M P. The effect of soil cover structure and mineral nutrition levels on biological productivity of agriculture ecosystem in Irrigation Zone of Soviet Central Asia [J]. Agriculture Ecosystem Research (in Russian), 1977, 2: 150 - 165.
- [10] Ayres U, Jeroen C J M, van den Bergh. A theory of economic growth with material energy resources and dematerialization: Interaction of three growth mechanisms [J]. Ecological Economics, 2005, 55: 96 - 118.
- [11] Zhou Y H, Li W Q, Zheng X J. Particle dynamic method simulations of stochastic collisions of sandy grain bed with mixed size in aeolian sand saltation [J]. Journal of Geophysical Research, 2006, 111: D15108.
- [12] 张勃, 丁文晖, 孟宝. 干旱区土地利用的地下水水文效应分析——以黑河中游地区为例[J]. 干旱区地理, 2005, 28 (6): 764 - 769.
- [13] 汤发树, 陈曦, 罗格平, 等. 干旱区绿洲两种典型的LUCC 过过程与驱动力对比分析——以天山北坡三工河流域为例[J]. 中国科学(D 辑), 2006, 36 (增刊II): 58 - 67.
- [14] 贾宝全, 慈龙骏, 韩德林, 杨洁泉等. 干旱区绿洲研究回顾与问题分析[J]. 地球科学进展, 2000, 15, (4): 381-386.
- [15] 曹相东, 李志忠等基于遥感分析的艾比湖流域植被分布研究[J]. 绵阳师范学院学报, 2008, 27, (11).
- [16] 王亚俊, 米尼热. 中国绿洲研究回顾[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14 (3): 92-96.
- [17] 王涛. 干旱区绿洲化、荒漠化研究的进展与趋势[J]. 中国沙漠, 2009, 29, (1): 1-4.
- [18] 黄盛璋. 论绿洲研究与绿洲学[J]. 中国历史地理论从, 1990, 2.
- [19] 沈玉凌. “绿洲”概念小议[J]. 干旱区地理, 1994, 17 (2): 70-74.
- [20] 李述刚, 程心俊, 王周琼. 荒漠绿洲农业生态系统[M]. 北京: 气象出版社, 1998: 1-6.
- [21] 毋兆鹏, 金海龙. 遥感技术在中国绿洲研究中的应用与展望[J]. 干旱区资源与环境, 2007, 21 (7).
- [22] 马兴旺. 基于GIS与RS的策勒绿洲土地利用覆盖变化分析及驱动机制研究[D]. 2008, 6.
- [23] 湖江玲, 武胜利等. 艾比湖流域近48年来降水量变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, (9).
- [24] 何静, 高翔, 吕光辉, 等. 艾比湖自然保护区植物群落的数量分类及土壤环境解释[J]. 新疆农业科学, 2010, 47 (5).
- [25] 王伯超, 塔西甫拉提·特依拜, 张飞, 何祺胜, 丁建丽, 等. 基于数字遥感图像的艾比湖绿洲近30 年动态变化研究[J]. 水土保持通报, 2007, 27 (2).
- [26] 陈强, 陈正江, 张兴国, 等. 基于RS/GIS的艾比湖沿岸绿洲生态系统服务功能价值及其

- 演变[J]. 水土保持通报, 2005, 25 (2) .
- [27] 陈志军. 艾比湖流域气温变化基本特征分析[J]. 水文气象, 2008, 29 (4) .
- [28] 王军能, 张落成. 艾比湖流域水资源变化与区域响应[J]. 干旱区资源与环境, 2006, 20 (4): 157-161.
- [29] 高建芳, 章曙明等. 艾比湖流域水资源可利用量分析[J]. 水文, 2004, 24 (5): 32-36.
- [30] 杨军. 艾比湖湿地自然保护区典型植物群落土壤水文生态效应研究[D]. 2011, 5.
- [31] 博德平. 艾比湖湿地典型植物群落物种多样性及其优势种群生态位研究[D]. 2008, 5.
- [32] 杨军, 博德平等. 艾比湖湿地自然保护区典型群落物种多样性分析[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 24 (2): 145-149.
- [33] 奥曲尔, 胡兆斌等. 博尔塔拉蒙古自治州概况[M]. 民族出版社, 2009 年.
- [34] 傅德平, 何葵, 袁月, 吕光辉. 艾比湖湿地植物群落特征与土壤环境关系研究 [J]. 2008, 20(5).
- [35] 周驰, 何隆华, 杨娜. 人类活动和气候变化对艾比湖湖泊面积的影响 [J]. 2010, 30(2).
- [36] 冷中笑, 各丽玛, 努尔巴依等. GIS支持下的艾比湖流域功能分区的研究 [J]. 2006, 4 (1) .
- [37] 马建文, 田国良, 王长耀, 等. 遥感变化检测技术发展综述 [J] . 地球科学进展, 2004, 19(2) : 192-196.
- [38] 李德仁. 利用遥感影像进行变化检测 [J] . 武汉大学学报: 信息科学版, 2003, 28(增刊) : 7-12.
- [39] 李静, 吴连喜, 周珏. 遥感变化检测技术发展综述 [J] . 水利科技与经济, 2007, 13(3) : 153-155.
- [40] 梅安新, 彭望琬等. 遥感和 GIS 导论[M]. 高等教育出版社. 2006, (134—178) .
- [41] 邓书斌等. 遥感图像处理技术[M]. 科学出版社, 2010, (128—164) .
- [42] 边馥菩. 地理信息系统原理和方法 [M]. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1998.
- [43] ERDAS IMAGINE 遥感图像处理技术 [M]. 北京: 清华园, 2000, (65—105).
- [44] 徐殿元, 丁树柏. 遥感图像信息处理 [M]. 北京: 宇航出版社, 1990.
- [45] 宁书年等. 遥感图像处理与应用 [M]. 北京: 地震出版社, 1993.
- [46] 李晓媛. 基于 RS 和 DEM 的艾比湖周边灌丛沙堆空间分布格局[D]. 新疆师范大学: 2010.
- [47] 张鑫. 艾比湖湖区景观格局动态变化驱动动力研究[D]. 2009.
- [48] 潘海燕, 高敏华. 应用遥感和 GIS 技术进行绿洲变化分析[J]. 科技信息.
- [49] 刘晓, 李卫忠, 等. 基于 RS/GIS 的乡土地利用/覆盖变化及驱动研究 [J]. 西北农业科技大学学报 (自然科学版), 2010, 38 (7) .
- [50] 王光谦, 王思远, 陈志祥. 黄河流域的土地利用和土地覆被变化 [J]. 清华大学学报 (自然科学版), 2004, 44(9): 1218 — 1222.
- [51] 宋艳墩, 余世孝, 李楠, 等. 深圳快速城市化过程中的景观类型转化动态[J]. 应用生态学报, 2007, 18 (4) .
- [52] 彭目, 魏虹等. 基于马尔科夫模型的土地景观动态模型预测研究—以重庆永川市为例 [J]. 安徽农业科学, 2006, 34 (23): 6172—6173.
- [53] 李祥, 王心源等. 基于马尔科夫模型的芜湖市景观格局演变研究[J]. 资源开发与市场, 2006, 22 (1) .
- [54] 仝川, 郝郭元等. 利用马尔科夫过程预测锡林河流域草原退化格局的变化[J]. 自然资源学报, 2002, 17 (4) .
- [55] 徐岚, 赵羿等. 利用马尔科夫过程预测东陵区土地利用格局的变化[J]. 应用生态学报, 1993, 4 (3) : 272—277.
- [56] 边延辉, 张光辉等. 马尔科夫模型在洪河湿地景观变化研究中的应用[J]. 东北农业大学学报, 2008, 39 (3) : 53—57.

参考文献

- [57] 谢霞,王宏卫,塔西甫拉提·特依拜.基于RS和GIS的艾比湖区域景观格局动态变化研究[J].中国沙漠,2010,30(5).
- [58] 杨晓东,吕光辉,田幼华,杨军,张雪梅.新疆艾比湖湿地自然保护区植物的生态分组[J].2009,28(12).
- [59] 吴颜.艾比湖水位变化对湖滨湿地荒漠化的影响研究[D].新疆师范大学:2008.
- [60] 李永.基于MODIS数据的艾比湖湖面变化研究[D].新疆师范大学:2008.
- [61] 许超,何静等.基于遥感的土地利用/覆盖信息动态变化监测分析—以扬州市为例[J].东北农业大学学报,2010,38(4).
- [62] 贺振.基于TM影响的商丘市土地利用变化动态监测[J].资源与产业,2010,12(5).
- [63] 陈爱京,肖继东等.基于TM/ETM+影响的区域土地利用/覆盖变化研究[J].沙漠与绿洲气象,2008,2(4).
- [64] 格丽玛,何清等.新疆艾比湖流域近40年来气候变化特征分析[J].干旱区资源与环境,2007,21(1).
- [65] 王前进.艾比湖水面近50a变化成因分析[J].冰川冻土,2003,25(2).
- [66] 杨青,何清等.艾比湖流域沙尘气候变化趋势及其突变研究[J].中国沙漠,2003,23(5):503—508.
- [67] 张晶.艾比湖流域降水变化特征分析[J].水资源研究,2009,30(3).
- [68] 袁卫等.统计学[M].高等教育出版社,2000.
- [69] 格丽玛.新疆艾比湖流域近45年来气候变化及其影响研究[D].新疆大学:2006.
- [70] 咎梅.基于DEM的艾比湖阶地研究[D].新疆师范大学:2007.
- [71] 周长海,雷加强.艾比湖地区风沙危害趋势及对欧亚大陆桥的影响[J].干旱区地理,2005,28(1).
- [72] 黄宁生.广东省耕地面积变化的宏观驱动机制研究[J].地球科学,1999,24(4).
- [73] 王书转,赵先贵.陕西省耕地面积变化趋势及其驱动因子研究[J].干旱区研究,2006,23(1).
- [74] 白慧强.主成分分析法在SPSS中的应用—以文峪河河岸带林下草本群落为例[J].科技情报开发与经济,2009,19(9).
- [75] 徐健华.现代地理学中的数学方法[M].高等教育出版社,2001,(84—87).

在读期间发表的论文

[1]帕力孜旦, 迪丽努尔·阿吉.气候变化对喀什市粮食产量的影响. 现代农业科技[J], 2011, 8, 287-288.

致 谢

论文的顺利完成预示着我三年的硕士生活即将结束，也为我在母校的人生最美好的七年画上圆满的句号，三年的时间太长太长，经历了太多事情，三年的时间也太短太短，转瞬即逝大家都已经要分开了。还清楚地记得迎来新同学时的欣喜，集体活动中的欢声笑语，紧张的学习中的忙里偷闲，学术创造性的绞尽脑汁，没课时的百无聊赖，寻找工作时的焦急万分。时光如水般流逝，忙得我们仿佛还没有看清同窗的彼此就又要踏上新的征程。

首先，我要感谢我的导师——迪丽努尔老师，这篇论文是在迪丽努尔老师的悉心指导与鼓励下完成的。老师为我提供了良好的试验条件，在申请和开展项目，参加学术会议、撰写论文等方面提供了很多专业性的指导。老师渊博的学识、严谨的治学态度、精益求精的工作作风和诲人不倦的高尚师德，都将深深地感染和激励着我。在我攻读硕士学位的三年中，老师不仅在学业上给我依悉心指导，同时，还在思想和生活上给我无微不至的关怀，指导我成为一个热衷于好学生。谢谢迪丽努尔老师！

同时，感谢楚新正教授，海鹰教授，叶茂老师，武胜利老师等老师谢谢你们在这三年里给予我知识上的给养，你们为人师表的风范令我敬仰，严谨治学的态度令我敬佩。还有感谢研究生秘书来老师，他不辞辛劳的为我们安排课程、开题和各类学术活动，使我们的生活变得充实，也丰富了我们的知识和阅读。

我的朋友们，我要感谢研究生期间同学们对于我的理解和支持，在此也为我的不周向各位道歉。另外的是三年来我生活在一个和谐、温馨的宿舍里，我们的生活充满了相互的关心和爱护，经过了三年的时间我们有了深厚的感情，在此也向他们道声感谢。

在此，感谢加米拉同学在论文资料收集和整理中给予我极大帮助。

最后，我感谢父母和亲人多年来在生活上无微不至的照顾和精神上的支持，我能长这么大，还能够有机会读书，甚至硕士毕业，真的不知道对你们的付出说些什么，谁言寸草心，报的三春辉，千言万语化一句感恩话：辛苦了！衷心的祝福你们身体健康，万事如意！

帕力孜旦·吾不力
2012年6月2日 新疆