



阿拉善荒漠区 生态环境特征与环境保护

裴 浩 朱宗元 梁存柱 等 著

 气象出版社
China Meteorological Press

阿拉善荒漠区 生态环境特征与环境保护

裴 浩 朱宗元 梁存柱 等 著

内 容 简 介

阿拉善荒漠位于亚洲内陆中心的蒙古高原西南部,为亚非荒漠区的东翼,是一个中温向暖温型过渡的以灌木、半灌木为主的荒漠。阿拉善荒漠经历了晚第三纪以来气候旱化的环境演变,虽然动植物种类比较贫乏,但许多古老残遗物种及特有种属却成为中国 8 个生物多样性中心之一,是亚洲大陆中部干旱荒漠区特有植物集中分布区之一。本书系统分析了阿拉善荒漠区气候、土壤、生物多样性、植被及其景观与生态系统特征,揭示了 20 世纪后 50 年该地区生态系统变化与环境演变,进一步提出了未来该地区生态恢复与环境保护对策。

本书可供从事荒漠区生态环境研究的科研人员及相关行业的管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

阿拉善荒漠区生态环境特征与环境保护/裴浩等著. —北京:
气象出版社, 2011. 10
ISBN 978-7-5029-5296-9

I. ①阿… II. ①裴… III. ①荒漠-生态环境-环境保护-
研究-阿拉善盟 IV. ①X321. 226. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 192062 号

阿拉善荒漠区生态环境特征与环境保护

裴 浩 朱宗元 梁存柱 等 著

出版发行: 气象出版社

地 址: 北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码: 100081

总 编 室: 010-68407112

发 行 部: 010-68406961

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@263.net

责任编辑: 章澄昌 王桂梅

终 审: 黄润恒

封面设计: 博雅思企划

责任技编: 吴庭芳

责任校对: 永 通

印 刷: 北京中新伟业印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 14

插 页: 4

字 数: 372 千字

版 次: 2011 年 10 月第 1 版

印 次: 2011 年 10 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换。

前 言

阿拉善荒漠位于亚洲内陆中心的蒙古高原西南部,为亚非荒漠区的东翼。阿拉善高原经历了晚第三纪以来气候旱化的环境演变,尽管动植物种类比较贫乏,但仍有许多古老残遗物种及特有种属,是中国 8 个生物多样性中心之一,是亚洲大陆中部干旱荒漠区特有植物集中分布区之一。阿拉善荒漠区的许多特有属、种及古老残遗物种,已列入国家珍稀濒危保护物种的红皮书,是备受关注的重要自然遗产。根据前人和我们的多年研究,本书系统介绍了阿拉善荒漠区气候、土壤、生物多样性、植被、景观及生态系统特征。这些领域的研究是本书基于多年调查研究的重要成果。

荒漠化是阿拉善盟环境演变和生态系统退化的主要特征。20 世纪阿拉善全盟各类生态系统普遍受损,在世纪之交的五年间进行考察研究的结果表明,全盟受损面积占 79.84%。生态系统受损的主要退化类型有:草原化荒漠带的草牧场,梭梭生态系统,沙漠中的湖盆绿洲生态系统,固定与半固定沙漠生态系统,额济纳绿洲生态功能区;受损比较轻微的类型是贺兰山山地复合生态系统。本书对阿拉善地区上述环境恶化的严峻形势进行了较全面的分析,也对额济纳绿洲作为亚洲内陆重要生态防护带的百年演变做出了历史考证和阐述。提出了贺兰山、梭梭带与绿洲生态功能区加强保育、建立生态保护区的战略性意义及区域可持续发展和环境治理措施的建议。

本书是 1998—2003 年承担国家自然科学基金重点项目——“阿拉善干旱荒漠区生态系统受损机理与重建研究”(No. 39730100)的主要成果之一。该项目先后由甘肃草原生态研究所的朱兴运、周志宇主持。本项目的第一课题:“阿拉善荒漠区的景观类型、生态格局与环境演变研究”由朱宗元、刘钟龄主持完成;第二课题:“荒漠与绿洲生态系统功能、受损机理及重建对策研究”由王伟主持完成。裴浩、梁存柱、郝敦元均参加了这两个课题的研究工作。同时,本书也是国家自然科学基金项目——“贺兰山山地系统景观生态多样性及其功能研究”(No. 40161001)(2002—2004)和“内蒙古荒漠与草原一年生植物层片的生态适应与主要生态功能研究”(No. 30660119)(2007—2009)的研究成果之一。

全书由裴浩、朱宗元、梁存柱等撰写。书中的内容有些已作为专题论文和相关报告发表,也有些内容是在承担本项目以前多年来对阿拉善地区生物多样性、植被生态学、景观与环境演变研究的积累。特别是朱宗元,从 1958 起先后参加内蒙古自治区草原勘察队、中国科学院内蒙古宁夏综合考察队、阿拉善苁蓉药用植物调查队和国家科委内蒙古草地资源遥感考察队等考察工作,并持续多次承担阿拉善地区植物学、生态学、土壤学与环境、经济考察研究工作,不仅有 40 多年研究的丰富积累,而且对 17 世纪以来俄、日、欧、美各国学者到阿拉善考察及我国学者考察研究的论著资料进行广泛收集,并发表了考察研究史和植物学、生态学等多项专题论文等,对本书的编著奠定了扎实的基础,又撰写出本书的大部分初稿。最后由裴浩、梁存柱完成了本书的统稿工作。

本书内容共分为 8 章,撰写分工如下:

前言:刘钟龄,裴浩,梁存柱;

第一章:裴浩,梁存柱,朱宗元,敖艳红;

第二章:梁存柱,朱宗元,裴浩,敖艳红;

第三章:梁存柱,朱宗元,刘钟龄,王立新,裴浩;

第四章:朱宗元,梁存柱,王伟,裴浩;

第五章:朱宗元,梁存柱,裴浩,刘钟龄;

第六章:朱宗元,王永利,梁存柱,裴浩,王立新,李朝生;

第七章:朱宗元,裴浩,梁存柱,王永利,郝敦元;

第八章:朱宗元,裴浩,刘钟龄,梁存柱;

附录 1(阿拉善野生植物名录):梁存柱,朱宗元,王立新;

附录 2(阿拉善野生动物名录):朱宗元,梁存柱,王立新;

附图 1(阿拉善盟气候分区):裴浩,梁存柱,赵登亮;

附图 2(阿拉善盟植被类型):梁存柱,朱宗元,裴浩,李朝生,王永利,王伟,刘钟龄,赵登亮;

附图 3(阿拉善盟景观类型):朱宗元,梁存柱,裴浩,李朝生,王永利,王伟,刘钟龄,赵登亮;

附图 4(阿拉善盟草场类型):裴浩,朱宗元,梁存柱,李朝生,王永利,王伟,刘钟龄,赵登亮;

附图 5(阿拉善盟天然草场载畜量):朱宗元,裴浩,梁存柱,赵登亮。

目 录

前 言

第 1 章 阿拉善荒漠区环境概况	(1)
1.1 地貌与地质环境	(2)
1.2 气候区划与气候变化	(4)
1.3 土壤	(17)
第 2 章 阿拉善荒漠区生物多样性组成及特色	(27)
2.1 植物分类群的多样性	(27)
2.2 植物区系成分的复杂性	(30)
2.3 植物分类群的特有性	(31)
2.4 动物类群特色与珍稀性	(35)
2.5 生物多样性的演化特征	(37)
第 3 章 阿拉善荒漠区植被	(41)
3.1 山地植被	(41)
3.2 荒漠植被	(46)
3.3 绿洲植被	(55)
第 4 章 阿拉善荒漠区生态系统	(57)
4.1 荒漠生态系统的划分	(58)
4.2 阿拉善荒漠区生态系统分类	(59)
4.3 阿拉善荒漠区主要生态系统简介	(59)
4.4 梭梭荒漠生态系统的结构与功能	(61)
4.5 阿拉善荒漠生态系统一年生植物层片的结构与功能	(76)
第 5 章 阿拉善荒漠区景观结构	(86)
5.1 阿拉善荒漠区景观类型	(86)
5.2 主要景观类型特征及其空间格局	(87)
5.3 景观类型组合及其特征	(92)
5.4 景观空间格局的特异性	(93)
5.5 影响阿拉善景观生态类型及其空间格局的主要因素	(96)
5.6 阿拉善荒漠景观分区	(99)
第 6 章 阿拉善荒漠区生态环境变化	(105)
6.1 20 世纪阿拉善荒漠生态系统受损概况	(105)

6.2	阿拉善荒漠生态系统受损导因	(114)
6.3	额济纳绿洲环境变迁	(128)
第 7 章	阿拉善荒漠重点生态功能区保护与建设	(149)
7.1	额济纳绿洲生态功能区的恢复与重建	(149)
7.2	贺兰山重点生态功能区的保育	(161)
7.3	梭梭荒漠生态系统保育	(167)
第 8 章	欧美学者对阿拉善地区地理与环境考察	(171)
8.1	18 世纪的舆地考察	(171)
8.2	19 世纪的探险考察	(172)
8.3	近代地理环境的科学考察	(173)
8.4	对我国地理环境研究的影响	(178)
参考文献		(180)
附录 1	研究区野生植物名录	(185)
附录 2	研究区野生动物名录	(211)
附图 1	阿拉善盟气候分区	
附图 2	阿拉善盟植被类型	
附图 3	阿拉善盟景观类型	
附图 4	阿拉善盟草场类型	
附图 5	阿拉善盟天然草场载畜量	

第 1 章 阿拉善荒漠区环境概况

阿拉善荒漠位于亚洲内陆中心的蒙古高原西南部,为亚非荒漠区的东翼,是一个中温向暖温型过渡的以灌木、半灌木为主的荒漠。本书研究的阿拉善荒漠区是指东起内蒙古乌兰布和沙漠东部黄河岸边(107 °E),与内蒙古巴彦淖尔盟、乌海市以及宁夏回族自治区接壤;西至内蒙古额济纳西部的马鬃山(98 °E),与甘肃省相连;北邻蒙古国的戈壁阿尔泰山(43 °N),南达甘肃河西走廊北山(37 °—39 °N)的广大地区。其主体位于内蒙古自治区西部的阿拉善盟,为便于描述和制图,研究区以内蒙古阿拉善盟行政边界为界(图 1. 1)。



图 1. 1 阿拉善荒漠位置示意图

阿拉善荒漠气候干旱,年平均降水量 40~180 mm,地表水稀少,水资源匮乏是生态系统的主要胁迫因子。全年风多,冬春季节平均风速 4.2~4.8 m/s,地表侵蚀作用强烈。阿拉善荒漠区在东亚季风气候环流系统中,是冬季风由俄罗斯西伯利亚和蒙古国入侵我国的主要通道之一,成为我国北方沙尘暴的动力因素。但风能又是可开发的重要能源,对本区域的环境、经济的可持续发展有重大资源价值。阿拉善荒漠区也是太阳辐射强度和总量最高的地区,预示着太阳能的开发利用有十分广阔的前景。本地区是中温带向暖温带过渡的地带,全年的热量资源也很丰富,为绿洲生产提供了有利的条件。本书对阿拉善荒漠区的气候条件和资源做了全面分析,阐述了中温带向暖温带过渡的气候特征。

1.1 地貌与地质环境

1.1.1 地貌

阿拉善荒漠地处蒙古高原西南部,地貌以高平原为主,同时广泛分布山地、丘陵及沙漠。地势南高北低,东高西低,高原面平均海拔 1 000 m 左右。境内海拔最低处位于西北部的居延海,海拔 820 m,最高处位于贺兰山主峰,海拔 3 556 m。

阿拉善地区东起贺兰山,西至马鬃山,北连戈壁阿尔泰山脉,南接河西走廊北山,使本地区成为四周环山的山盆复合地域系统,其间所分布的中、低山地又分隔成三个鼎足分布的山盆地系统。以腾格里沙漠为中心,形成了贺兰山—巴音乌拉山—雅布赖山—雷公山所环绕的山盆地系统;以银根盆地与乌兰布和沙漠为中心,构成狼山—巴音乌拉山—戈壁阿尔泰山山盆地系统;以巴丹吉林沙漠和居延盆地为中心,组成雅布赖山—龙首山—合黎山—马鬃山—戈壁阿尔泰山山盆地系统。各个盆地及其中的绿洲及大小湖盆的地表水与地下水是以周围各山地的降水和冰雪融化水为补给来源的,盆地中泥土的沉积和地球化学元素也多来自山地,山地与盆地的气候变异又是生物多样性演化的历史环境。总之,山盆地系统成为一个庞大的能量与物质传输系统,这是阿拉善地区大尺度的景观格局。山地的森林、灌丛、草原等生态系统的空间分布,大小不同的天然绿洲与湖盆洼地星罗棋布,是居民生活与生产最集中的景观生态缀块。

中国八大沙漠中的三大沙漠:巴丹吉林沙漠、腾格里沙漠及乌兰布和沙漠位于本区境内,约占阿拉善盟总面积的 30%。巴丹吉林、腾格里及乌兰布和三大沙漠表层为深厚疏松的沙层覆盖。集中分布在阿拉善荒漠中、东部。目前,三大沙漠被较小的雅玛雷克沙漠串连在一起。巴丹吉林沙漠以高、陡著称,大部分为复合型链状沙山,也有金字塔沙山。一般高 200~300 m,最高可达 500 m。腾格里沙漠及乌兰布和沙漠多为新月形沙丘或沙丘链,一般高 10~200 m。

阿拉善境内有两条主要河流:黄河由宁夏的石咀山市入境,于二十里柳子出境,过境流程约 85 km。西部的额济纳河是本区最大的内流河,在其流域形成了著名的额济纳绿洲。额济纳河为黑河下游,黑河由甘肃金塔县北部入境后称为额济纳河。黑河水系源于祁连山,全长 800 余 km,额济纳河为黑河下游,全长 370 km,在内蒙古境内狼心山(巴音宝格达)分成东西两条河:东河又称鄂木纳河,最后汇入苏古淖尔内(东居延海);西河也称穆林河,最后汇入嘎顺淖尔(西居延海)。东西两条河流至额济纳旗政府达来库布和赛汉陶来一带又分成 10 余条大小分支,形成扇形三角洲,故额济纳绿洲,也称黑河下游三角洲绿洲。目前,西居延海已完全干枯,成为干裸湖盆。

此外,沙漠中由于沙丘渗水条件较好,沙漠中心的地下水溢出处常形成湖泊或泉溪,在腾格里沙漠、乌兰布和沙漠和巴丹吉林沙漠的大小湖盆有数百个。在山间、丘间或洪积扇缘由于洪积、冲积和湖积作用形成湖盆、洼地或盐碱湖,随着干旱化与湖盆老化则成为干湖盆。阿拉善地区东北部较大盆地有银根盆地和乌力吉盆地;西部较大的盆地有怪柳大泉盆地和乌兰布拉格盆地;东南部较大盆地为锡林高勒—李井盆地、潮水盆地和雅布赖盆地。

1.1.2 地质环境与气候历史

1.1.2.1 元古代与古生代地质环境

阿拉善地区在地质构造上是一个长期稳定隆升的剥蚀区(郭华东等,2000)。元古代震旦纪时期尚属海盆;大约在6亿年前,由于震旦运动而褶皱隆起并与阿尔金岛连成一体形成阿尔金—阿拉善岛;早古生代的寒武纪—奥陶纪是中国大陆最大范围的海侵时期,西部仍保持了孤立的阿拉善古陆;晚奥陶纪—志留纪发生大规模的海退,阿拉善古陆又与华北古陆相连接;志留纪末—泥盆纪又逐渐与华北古陆、柴达木古陆、塔里木古陆连成一体,成为北方大陆的中心;泥盆世晚期至石炭纪大海侵时期,华北古陆向北退缩,但阿拉善古陆仍为陆地;二叠纪北方广泛发生海退,西伯利亚—蒙古大陆与北方大陆对接拼合形成统一大陆(中国科学院中国地理编辑委员会,1986)。

1.1.2.2 中生代地质环境

中生代三叠纪—侏罗纪,随着全局性海退,阿拉善地区在北方大陆上形成了盆地与高地相间的构造格局。侏罗纪末期,在燕山运动影响下,贺兰山、北大山、雅布赖山等山地相继隆起成山(王培玉等,1998)。贺兰山以西、龙首山以北的北山—阿拉善地区,发育有巴彦浩特、雅布赖、潮水和武腾等一系列侏罗纪和白垩纪盆地(郑孟林等,2003;刘池洋等,2005),形成内陆湖盆,奠定了阿拉善地区现代构造地貌的基本格局。白垩纪末期,一直到新生代上新世早期,燕山运动最后一幕,阿拉善地区大部分处于上升隆起剥蚀之中(王培玉等,1998)。

1.1.2.3 新生代第三纪地质环境与气候特点

印度板块与欧亚板块碰撞,青藏高原隆起是新生代晚期亚洲大陆发生的最伟大的地质事件(李吉均等,1979)。青藏高原隆起,不仅塑造了中国现代地势格局,对阿拉善地区现代干旱环境的形成也具有极为深刻的影响。新生代第三纪以来,古新世(65~54 Ma)—始新世(54~38 Ma),印度板块与欧亚板块尚未碰撞,喜马拉雅地区为热带海洋,东亚季风环流尚未形成,中国大陆仍受行星风系控制,阿拉善地区应地处内陆干热环境(刘东生等,2004),始新世有大量犀牛分布(王培玉等,1998)。渐新世(38~24 Ma),印度板块与欧亚板块开始碰撞,青藏高原小幅抬升,阿拉善地区仍为干热环境,仍有犀牛活动(刘东生等,2004)。中新世(24~6.5 Ma),喜马拉雅运动开始,青藏高原隆起,但直到上新世,高度在1000 m左右(李吉均等,1979)。由于贺兰山体隆起,南阿拉善区下陷成断陷盆地,形成了东自贺兰山西麓,西至雅布赖山的大湖。这一时期,阿拉善地区河、湖众多(郭华东等,2000)。从晚中新世到上新世(6.5~3.4 Ma),我国干旱带缩小,仅位于祁连山以西(刘东生等,2004),东阿拉善已处于或接近湿润区。河、湖有龟鳖、介形虫,疏林草原有三趾马(王培玉等,1998)。上新世(3.4~2.6 Ma)喜马拉雅运动加剧,随着青藏高原隆起,干旱带向东扩张(刘东生等,2004),阿拉善全区又重新进入干旱区。伴随贺兰山的继续抬升,阿拉善大部则相对下降,上新世末期,喜马拉雅运动进一步加剧,全区处于上升状态,第三纪湖盆萎缩(王培玉等,1998)。

1.1.2.4 新生代第四纪地质环境与气候特点

我国西北地区新生代第四纪总的气候特点是旱化加剧,但存在周期性和不稳定性,在大约

2.6 Ma BP, 1.1 Ma BP 和 0.6 Ma BP 分别有三次干旱化加剧的事件(刘东生等, 2004)。更新世早期气候相对湿润, 在准平原化的地形基础上仍有局部的湖积与洪积过程。早更新世末期, 随着气候趋于干冷, 湖泊萎缩, 洼淀消失, 并出现了沙漠化过程。至中更新世, 青藏高原进一步隆升, 改变着气候的纬度分带, 阿拉善地区作为内陆闭合区更趋旱化, 风成沙沉积过程也更加强烈(中国科学院中国地理编辑委员会, 1986)。但期间仍有相对湿润期, 在晚更新世 23 000~39 000 a BP 期间腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠等较低洼的地貌部位均有大片连续水域分布, 风沙作用区大大减少(张虎才, 1997)。晚更新世末期—全新世, 气候仍趋旱化, 现代的乌兰布和沙漠、腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠就是在这一时期的荒漠化过程中形成的(中国科学院中国地理编辑委员会, 1986)。

1.2 气候区划与气候变化

气候区划是在气候分类的基础上, 根据气候的相似性进行气候区域划分的综合性研究。目的是为了客观地阐明气候条件和资源的分布与分异规律, 进而合理地利用气候资源与信息, 为经济建设、生态环境保护与治理和社会文化科技需求服务。气候形成的三大自然因子是太阳辐射、下垫面状况和大气环流(张家诚, 1991; 中国自然地理编辑委员会, 1984)。近百年来随着社会生产力的发展, 人类的生产生活实践对气候的影响日益显著。人类活动改变下垫面特性和大气成分, 而对水热等气候要素发生作用, 引起气候的变化, 所以形成了当今世界“全球变化”的研究热点和有关的前沿科学领域。

1.2.1 阿拉善地区气候区划研究概括

20 世纪 60 年代中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 在进行内蒙古地区的综合考察工作中对气候变化进行了研究, 于 1976 年出版了《气候与农牧业的关系》。书中的内蒙古气候分区一节将阿拉善盟划分出 7 个小区, 认为阿拉善盟可以划入我国西部的暖温带(中国科学院内蒙古宁夏综合考察队, 1976)。1983 年内蒙古自治区气象局编写了《内蒙古自治区农牧业气候资源和区划》, 将阿拉善划分为 3 区, 并指出巴彦浩特—海勃湾—巴彦高勒一线以西地区属于暖温带大陆性气候(内蒙古自治区气象局农牧业气候区划编写组, 1983)。1990 年刘味农主编的《内蒙古阿拉善盟农牧业气候资源及区划》将阿拉善盟划分为 15 个气候区, 认为阿拉善应属中温带(刘味农, 1990; 1991)。上述三种气候区划工作都是用常规方法进行的, 在确定不同气候类型之间的界线时, 虽然考虑了地形因素, 但是区域界线较为平滑。1990 年出版的《内蒙古自治区资源系列地图》将阿拉善盟划为中温带, 并划分出 4 个气候湿润度类型、6 个气候热量型和 12 个气候类型(内蒙古自治区资源系列地图编辑委员会, 1990a)。这项研究工作应用了陆地卫星遥感技术, 通过下垫面植被、土壤的遥感信息来反映气候条件, 使气候区间界线的确定更加客观准确。甘肃省气象局的气候区划研究将阿拉善盟划为河西冷温带干旱气候区。此外, 《宁夏气候与农业》(董永祥等, 1986)、《内蒙古自治区盟市旗(县)综合农牧业区划简编》(内蒙古自治区农牧业区划委员会办公室, 1993)、《内蒙古气候图集》(内蒙古自治区气象局编制, 1998)等著作也零星涉及阿拉善地区的气候区划。

气候要素不能像地貌、土壤、植被那样在卫星影像上可以直接反映出来。但一定的气候和地貌是形成其土壤和植被的条件。因此, 土壤和植被是指示气候最好的指标(王文辉,

1990)。研究表明,利用卫星影像所反映的下垫面信息来判断气候类型,在实践上也是可行的(内蒙古自治区资源系列地图编辑委员会,1990b)。当然,不同的植被类型其适应于气候的生态幅度是不同的,有的植物群落类型可以跨越几个气候类型区,有的植被类型则可能只局限于某一个气候类型区中。因此,气候类型和植被类型是不可能一一对应的,应对下垫面进行综合研究。

1.2.2 数据资料与研究方法

1.2.2.1 气候区划的原则

在上述阿拉善气候区划研究成果的基础上进行了一定的改进。气候区划时主要以地带性气候指标确定第一级气候分区——气候区(中央气象局,1979);综合考虑气候、地貌、植被等因素确定第二级气候分区——气候亚区和第三级气候分区——气候小区。鉴于山地气候垂直地带的分异也具有水平气候地带的烙印,应从属于水平气候地带,所以确定为气候水平地带的下一级单位。在确定气候分类指标和气候分区时,综合运用气候要素和地貌的相关参数以及植被对气候的适应作为分区的原则。

1.2.2.2 数据和方法

采用阿拉善盟各气象台站及其相邻的巴彦淖尔盟、伊克昭盟与甘肃、宁夏各有关台站建站以来直到2003年的气象数据。包括 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的年积温、年降水量、年蒸发量、月降水量、月均温、月蒸发量、月沙尘暴日数、月均风速、月均大风日数、最大冻土深度、月均大气压等气候要素的数据。植被、土壤、地貌、气候、土地利用等专题图,采用1:150万《内蒙古自治区资源系列地图》(内蒙古自治区资源系列地图编辑委员会,1990a)。同时,利用了近几年阿拉善的极轨气象卫星假彩色影像和植被指数图。使用的基础图件是1:20万、1:50万、1:100万阿拉善盟的地形图。查阅利用了各年代有关阿拉善气候区划、植被、土壤、地貌等方面的研究文献与成果。

采用TREND软件综合分析阿拉善地区40年(1964—2003)间温度在统计上的显著跃变点。TREND是一个进行趋势检测的软件,包括WMO推荐的M-K等12种趋势分析方法。并采用其中 t -检验方法。跃变检验表明,内蒙古阿拉善地区40年(1964—2003)间温度有显著的跃变($\alpha < 0.05$),1964—1983年年均温为 8.095°C ,1984—2003年年均温为 8.946°C ,即1964—1983年的年平均气温明显低于1984—2003年。

基于上述气温跃变检验结果,将1964—2003年的40年划分为1964—1983和1984—2003年前、后两个20年。一年被划分成73个候(1候为5d),较高时间分辨率可以使气候变化分析更为细致,使聚类间邻接关系更为清晰。Whitfield等(2002)的研究表明,使用较短的时间段有利于气候变化空间聚类之间的分离。通过使用较短时间段的数据,可获得比使用月值更为详细的分析结果(Whitfield等,2004)。

数据的处理方法与Whitfield等(2001)和Song(2007)的相似。首先,计算前、后两个20年73候的温度和降水量平均值,然后计算两个20年各候的中值,进而获得各候两个20年之间的中值差。我们之所以使用中值,是因为它对特殊值的影响不敏感(Larry和Woollcott,1993),可以更好地反映两个20年各自的平均状态。其次,利用Mann-Whitney U检验方法检验两个20年候值之间差异的显著程度,计算每个候的 $1-p$ (可信度,下同)。利用Katsavouni-

dis 等(1994)的最大归一化方法,初始化 k-means 聚类算法,得到台站温度和降水变化的聚类。聚类的最佳数量由 Calinski 指数(Calinski 和 Harabasz,1974)、SS 指数(Scott 和 Symons,1971)、痕迹 W 指数(Milligan 和 Cooper,1985)和 DB 指数(Davies 和 Bouldin,1979)确定。再次,利用 Whitfield 和 Cannon(2000)首创的极图(图 1.2 和图 1.3,另见彩图 1.2 和彩图 1.3)表示各候温度、降水中值和两个 20 年之间的中值差。最后,利用箱须图(box and whisker plot)表现每个聚类的中值、中值差和 $1-p$ 。为便于描述,对前、后两个 20 年温度和降水变化的显著程度做了定义(表 1.1)。另外,对 11 d 时段的温度和降水量进行了处理分析,用于 5 和 11 d 数据结果的对比分析,以期阐明数据时间分辨率对研究结果的影响。

前、后 20 年的候中值分别用蓝线和红线标示。蓝红线之间的绿色表示增加,黄色表示减少。红色箭头表示统计学意义的显著增加,蓝色箭头表示统计学意义的显著下降。蓝色沿半径方向的线表示前 20 年的候最大中值,红色沿半径方向的线表示后 20 年的候最大中值。沿圆周方向弧线上的黑色箭头表示候最大中值出现时间的提前或推迟。

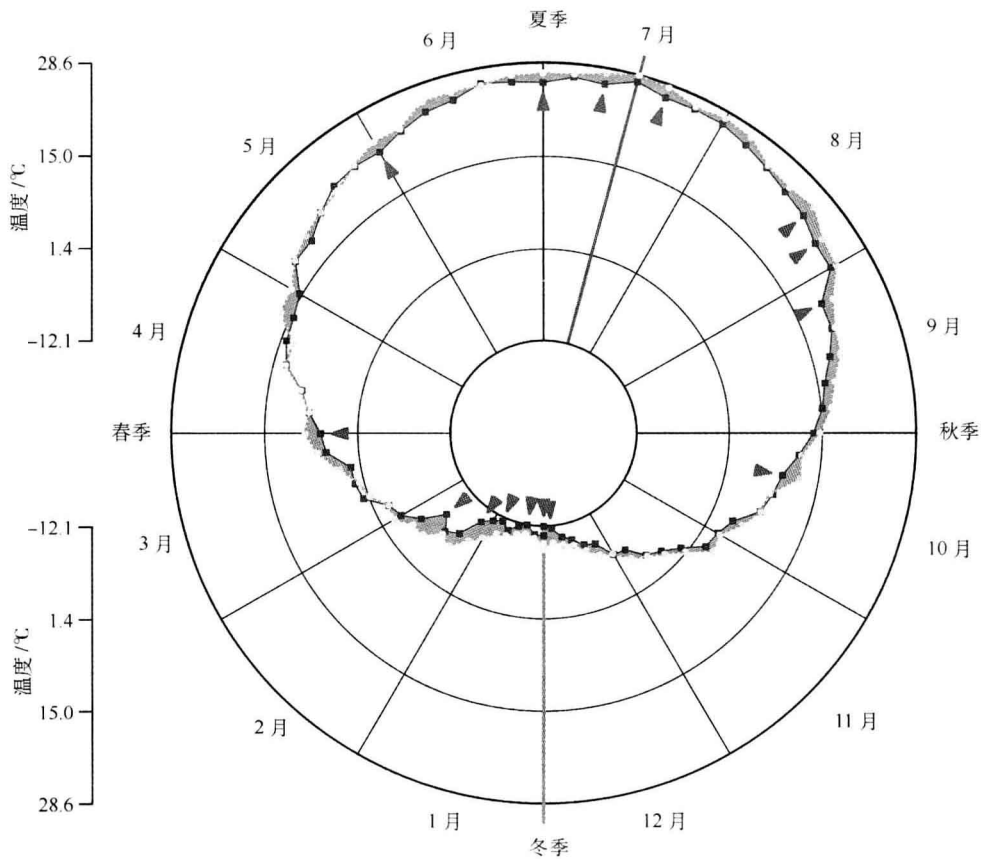


图 1.2 拐子湖温度极图

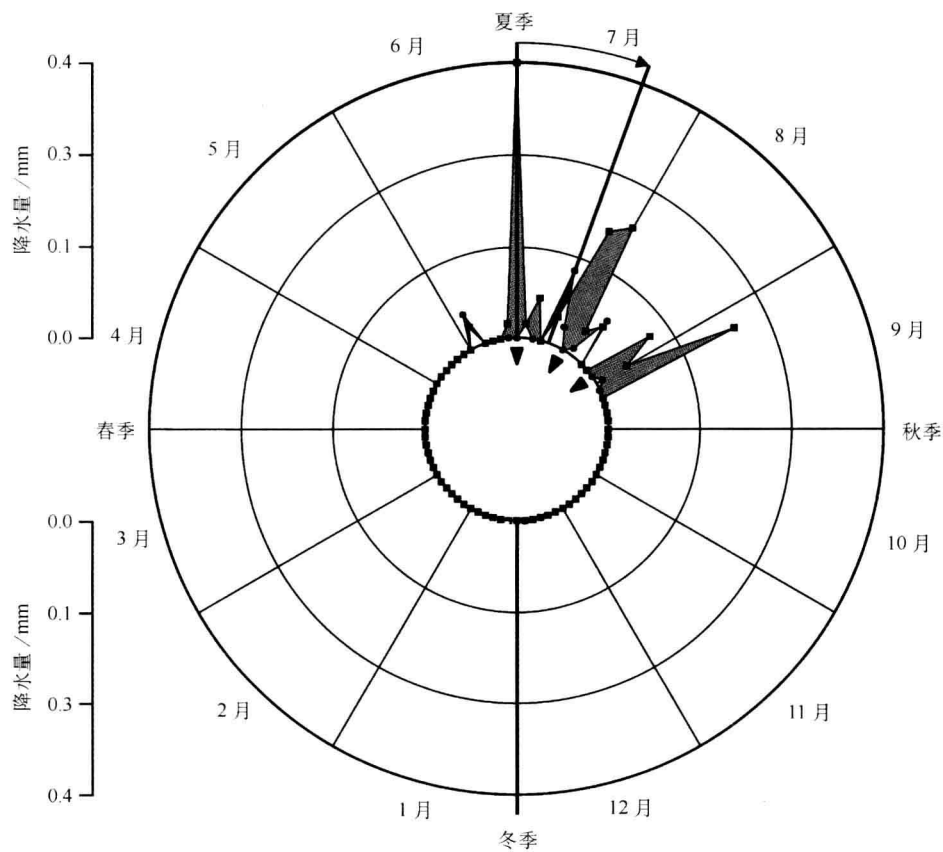


图 1.3 拐子湖降水极图

表 1.1 前、后两个 20 年温度变化显著程度定义

变化程度	$ 1-p $
显著	>0.95
近于显著	>0.9 和 ≤ 0.95
明显	>0.50 和 ≤ 0.90
轻微	>0.00 和 ≤ 0.50

1.2.3 气候区划

1.2.3.1 气候热量分类

气候分类的热量指标采用 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温及其日数和最冷月平均气温。气候的热量分类是参照《内蒙古自治区资源系列地图》(1990)的农牧业气象热量分类方案并考虑到阿拉善的气候特点经调整而制订的(表 1.2)。

表 1.2 气候热量分类及干湿度分类

气候热量类型	≥10℃ 年积温/(℃·d)	气候干湿类型	干湿度 (AHI)	湿润系数(K)	中温带的 年降水量/ (mm)
		半湿润偏干	>10.0	0.6~0.8	350~400
寒冷	<1 200	半干旱偏润	10.0~7.5	0.4~0.6	300~350
寒温	1 200~1 600	半干旱	7.5~6.5	0.23~0.4	250~300
温寒	>1 600~1 800	半干旱偏干	6.5~5.0	0.13~0.23	200~250
温冷	>1 800~2 000	较干旱	5.0~3.5	0.1~0.13	150~200
较温冷	>2 000~2 200	很干旱	3.5~2.0	0.03~0.1	100~150
温凉	>2 200~2 400	强干旱	2.0~1.0	<0.03	50~100
较温凉	>2 400~2 600	极干旱	<1.0	<50	
温和	>2 600~2 800				
较温和	>2 800~3 000				
温暖	>3 000~3 200				
较温暖	>3 200~3 400				
很温暖	>3 400~3 500				
暖温	>3 500~3 700				
暖和	>3 700				

1.2.3.2 气候干湿度分类

度量气候干燥和湿润程度的指标采用本文提出的干湿度指数(Aridity and Humidity Index,AHI)。其定义及形式如下:干湿度指数(AHI)是指一定时期内实测降水量与同期蒸发量的比值。公式如下:

$$AHI=100\times P/E$$
 (1.1)

式中 AHI 为干湿度指数,E 为实测蒸发量,P 为同期降水量。

通常使用的气候干燥度和湿润度指标是根据气象要素值推算得到的,往往因下垫面不同使这些推算的公式不能普遍适用。例如,干燥度公式中的最大可能蒸散量是利用彭曼公式,根据平均气温、日照百分率、平均水汽压及平均风速四个要素计算得出的,而且它是以土壤经常保持湿润状态的绿色矮草地为标准的。但阿拉善绝大部分地区植被稀疏,土壤类型也不同,而且,用间接方法推算最大可能蒸散量的公式,很难囊括更多的对最大可能蒸散量有影响的气象要素,其推算结果的误差不可能小于使用统一型号观测仪器的实测数据。研究表明,干燥度和伊万诺夫湿润度用在湿润地区效果较好,在干旱地区效果较差(华北平原作物水分胁迫与干旱研究课题组,1991)。计算干湿度(AHI)所用的气象数据已有多年的数据积累,计算过程简便、直接,时空可比性强,可以较好地反映气候的干、湿程度。通过分析干湿度等值线图、年降水量等值线图和植被类型图,确定了各气候类型的干湿度范围(表 1.2)。

1.2.3.3 气候参数模型的建立

利用阿拉善盟各气象台站及相邻有关台站的气象观测数据,通过相关分析和回归分析建立≥10℃积温、年降水量、年蒸发量与海拔、经纬度的关系模型。

(1)年降水量(P)与海拔(h)、纬度(ω)、经度(j)的关系模型:

$$P = -556.037 + 0.063h - 12.827w + 10.632j \quad R = 0.9238 \quad (1.2)$$

(2) $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温(T)与海拔(h)、纬度(w)、经度(j)的关系模型:

$$T = 19\,247.710 - 1.395h - 155.248w - 76.754j \quad R = 0.9370 \quad (1.3)$$

(3) 年蒸发量(E)与海拔(h)、纬度(w)、经度(j)的关系模型:

$$E = 21\,389.09 - 0.1331h + 47.064w - 191.248j \quad R = 0.8343 \quad (1.4)$$

1.2.3.4 积温、年降水量和干湿度等值线图的编制

将阿拉善盟划分为 15 分(经度)×10 分(纬度)的网格,然后在 1:20 万地形图上查出每个网格中心点的经纬度和海拔,利用方程(1.2)、(1.3)和(1.4)分别计算出每个网格中心点的 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、年蒸发量和年降水量,进而计算出各网格中心点的干湿度。

将各网格中心点的 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温、年降水量和干湿度值,填入相应的网格中,形成三者的数字图。 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 年积温大于 $3\,000\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 等值线间距(等积温距)为 $100\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$,小于 $3\,000\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 的归入一类。年降水量等值线的间距(等降水量距)为 10 mm ,年干湿度等值线的间距(等干湿度距)为 0.5 。等值线图的绘制采用了 Winsurf 软件和手工操作方法。等值线各点位置的确定使用的是最小距离法,等值线各点位置是根据相邻网格中心点的值与等值线值之差的大小来确定的。最终形成 1:150 万的气候要素图。

对积温等值线图(图 1.4)进行分析可以看出,阿拉善盟额济纳旗中东部的积温最高,平均在 $3\,600\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 以上,由此向东、向西积温有递减的趋势。另外,在阿拉善左旗和阿拉善右旗的北部,以及阿拉善左旗吉兰泰地区还有两个高值区。在巴丹吉林沙漠及贺兰山、龙首山、

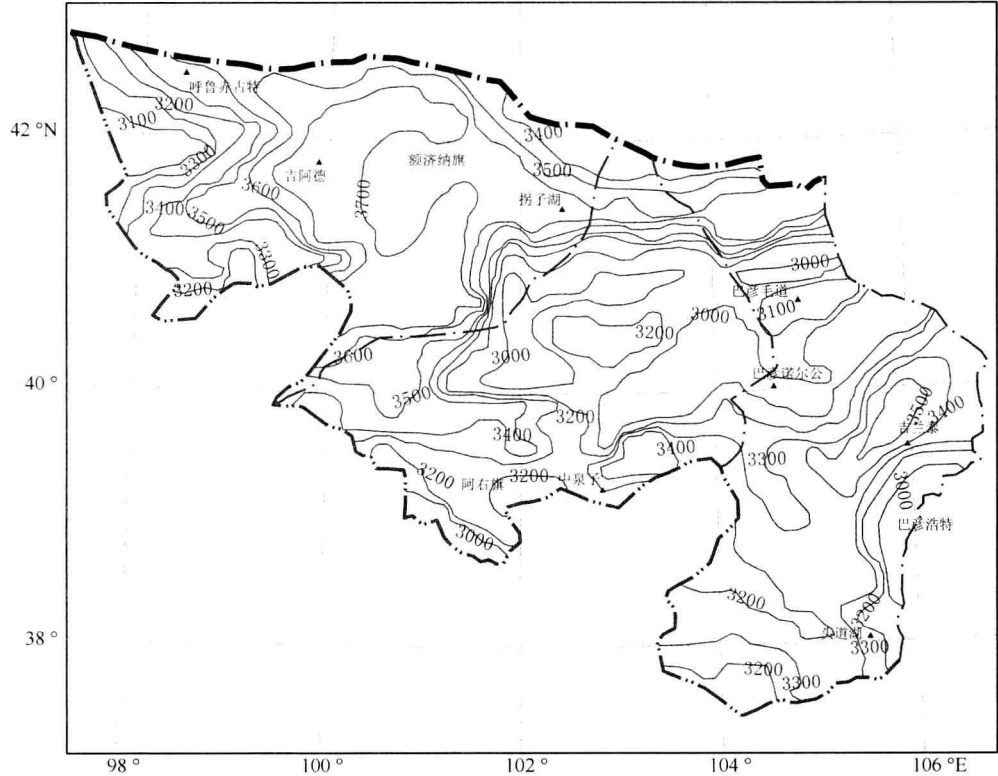


图 1.4 阿拉善地区 $\geq 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 积温等值线(单位: $^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$)

雅布赖山等山地,形成了低值区。对年降水量等值线图(图 1.5)进行分析可以看出,阿拉善盟境内居延海地区年降水量最少,由此向西、向南、向东降水量逐渐增加。阿拉善盟从东南向西北干湿度呈递减趋势,在居延海周围降到最低,再向西干湿度又趋增高。

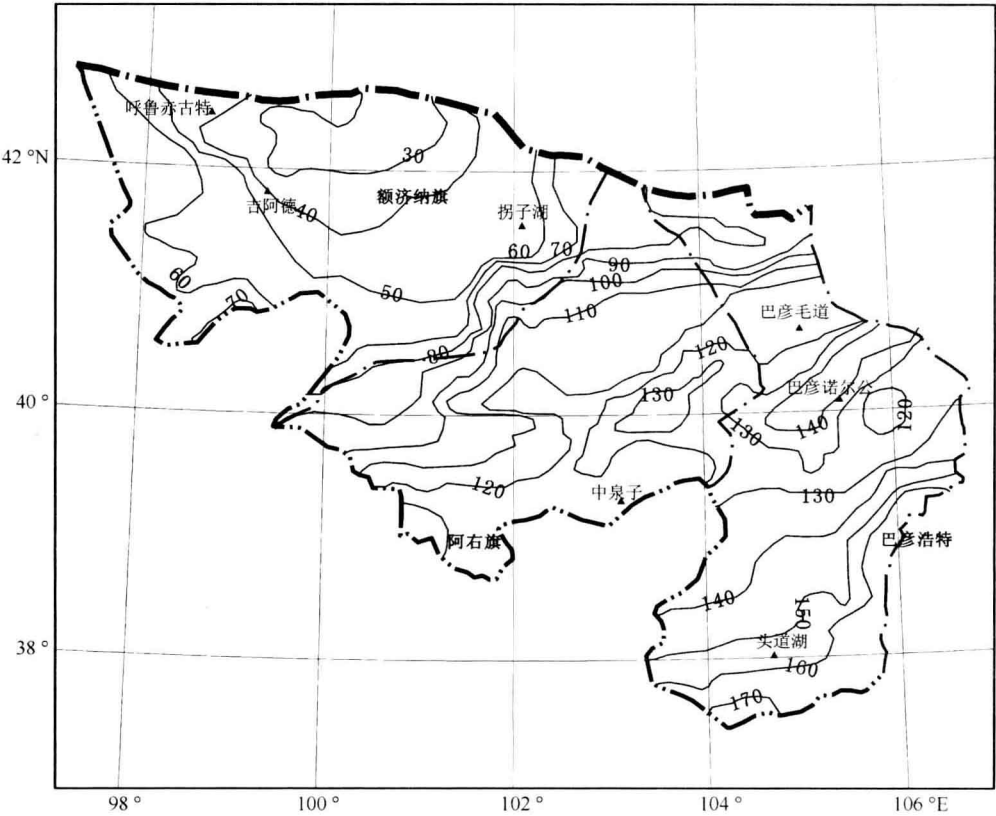


图 1.5 阿拉善地区年降水量等值线(单位:mm)

1.2.3.5 气候分区的确定

下垫面状况是气候形成的三大自然因子之一,因为下垫面是能量接收、贮藏和转化的重要场所。其主要因素是地貌、土壤和植被。阿拉善大部分地区由于植被稀疏,地貌、土壤对气候的作用则显得更为重要。考虑到农牧业生产活动及生态保护与建设措施,也因地貌、土壤和植被类型不同而异。植被和土壤又是在气候各要素的综合影响下演变的。因此,我们的气候分区未采取积温等值线图与干湿度等值线简单叠加的办法,而是综合考虑气候、地貌、土壤和植被等多因素所确定的。山地垂直气候带的划分,是根据实测气象数据和植被垂直地带分布,参照1:5万地形图的等高线来确定的。

1.2.3.6 气候带的划分

根据阿拉善盟及其周边各气象台站的气象数据及植被、土壤等有关因素的分析,可以认为以 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年积温 $3\,500^{\circ}\text{C}\cdot\text{d}$ 的等积温线作为划分暖温带和中温带的热量指标较为合理稳妥,这样阿拉善盟近一半的地区应划入暖温带。除海拔较高的山地、丘陵等区域的垂直分异外,其余地区均属于向暖温带过渡性质的中温带南缘。具体依据如下: