



中国生态系统研究网络丛书

科尔沁沙地风沙环境与植被

刘新民 赵哈林 赵爱芬 主编



科学出版社

5-8181
191

中国生态系统研究网络丛书

科尔沁沙地风沙环境与植被

刘新民 赵哈林 赵爱芬 主编

科学出版社

1996

(京)新登字 092 号

内 容 简 介

本书为中国生态系统研究网络奈曼沙漠化研究站等单位共同承担的国家“八五”科技攻关项目“生态环境综合整治研究”中“科尔沁沙地生态环境综合整治研究”的成果。全书共分 10 章, 1—6 章主要介绍科尔沁沙地风沙环境的特征及其形成发展的原因和过程; 概述科尔沁沙地的植被类型及其区系组成、生活型和生态类群特点; 研究在现代风沙环境持续恶化的情况下各种植被的沙漠化演变规律。7—9 章主要探讨风沙环境治理的基本原理、天然植被及野生经济植物的保护和合理利用、人工植被建设的途径、方法及其生态作用。最后一章对未来全球气候变化、科尔沁沙地近十几年气候变化和土地沙漠化发展趋势、植被的演替作了分析预测。书后还附有科尔沁沙地植物名录。

本书可供有关科研、教学人员及研究生阅读, 对于当地有关业务部门的领导和技术人员也有一定参考价值。

中国生态系统研究网络丛书

科尔沁沙地风沙环境与植被

刘新民 赵哈林 赵爱芬 主编

责任编辑 朱升堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码 100717

新华公司 激光照排

香河县第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1996 年 5 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1996 年 5 月第一次印刷 印张: 19 1/4

印数: 1—750 字数: 436 000

ISBN 7-03-005422-9/P·918

定价: 47.50 元

《中国生态系统研究网络丛书》编辑委员会

主 任 孙鸿烈

委 员 (按姓氏笔画为序)

王明星 孙鸿烈 孙九林

陈宜瑜 沈善敏 陆亚洲

张新时 赵士洞 赵其国

钱迎倩 唐登银

秘 书 王群力

本书编写人员分工：

统稿 刘新民 赵哈林

审稿 赵兴梁

校排 赵爱芬 赵哈林

刘新民、赵哈林：前言、第五章的第一节、第六章的第二节、第七章的第二节、第八章的第一节和第三节。

赵爱芬：第四章的第一节、第二节、第三节、第四节和第七章的第三节。

李胜功：第三章的第三节、第五章的第二节、第三节、第十章的第四节和附录(植物名录)

徐 斌：第二章的第二节、第三章的第二节、第九章的第二节。

何宗颖：第二章的第一节、第十章的第一节、第二节。

胡梦春：第三章的第一节、第十章的第三节、第二章的第一节。

常学礼：第四章的第五节、第九章的第一节、第五章的第一节。

王其存：第一章的第一节、第二节、第三节。

赵学勇：第六章的第一节、第七章的第一节。

黄学文：第六章的第三节、第八章的第五节。

张铜会：第二章的第三节、第八章的第四节。

韩天宝：第八章的第二节。

申建友：第二章的第四节。

《中国生态系统研究网络丛书》序

中国科学院自 1949 年建院以来,陆续在全国各重要生态区建立了 100 多个以合理利用资源,促进当地农业、林业、牧业和渔业发展,以及观测和研究诸如冰川、冻土、泥土流和滑坡等一些特殊自然现象为目的的定位研究站。在过去几十年中,这些站无论在解决本地区资源、环境和社会经济发展所面临的问题方面,还是在发展生态学方面,都发挥了重大的作用。

自本世纪 80 年代以来,一方面由于地球系统科学的出现与发展,特别是由于国际地圈-生物圈计划 (IGBP) 的提出与实施;另一方面,由于日益严重的全球性资源、环境问题所造成的压力,使生态学家们提出了以从事长期、大地域尺度生态学监测和研究为目的的国家、区域乃至全球性网络的议题。就是在这种背景下,中国科学院从已有的定位研究站中选出条件较好的农田、森林、草原、湖泊和海洋生态系统定位研究站 29 个(见中国生态系统研究网络生态站分布图),并新建水分、土壤、大气和生物 4 个学科分中心及 1 个综合研究中心,于 1988 年开始了筹建“中国生态系统研究网络(英文名称为 Chinese Ecosystem Research Network,缩写为 CERN)”的工作。目前,中国科学院所属 21 个研究所的千余名科技人员参与了该网络的建设与研究工作。

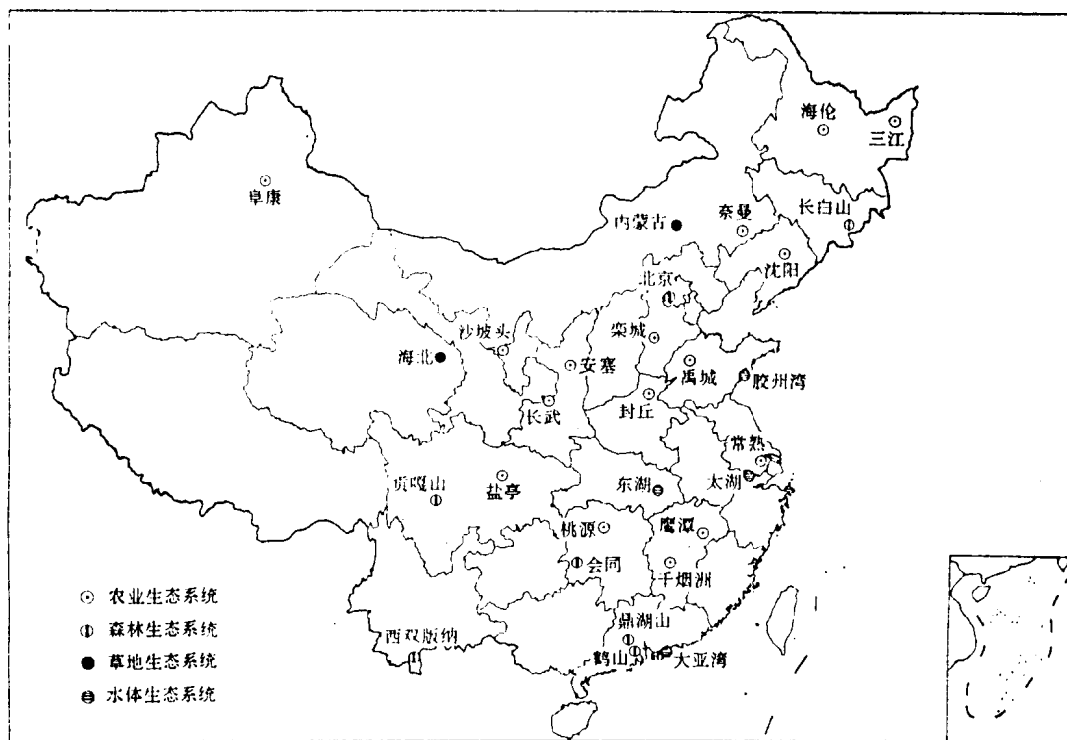
网络筹建阶段的中心任务,是完成 CERN 的总体设计。在 1988—1992 年的 5 年间,在中国科学院、国家计委、财政部和国家科委的领导与支持下,来自我院各有关所的科技人员,详细研究了生态学的最新发展动向,特别着重研究了当代生态学对生态系统研究网络所提出的种种新的要求;了解了世界上已有的或正在筹建的各个以长期生态学监测和研究为目标的网络的设计和执行情况,特别是分析了“美国长期生态学研究网络(英文名称为 U. S. Long-Term Ecological Research Network,缩写为 U. S. LTER Network)”的发展过程,注意吸取了它们的经验和教训;同时,结合我国的具体情况,经过反复推敲,集思广益,于 1992 年底完成了网络的设计工作,并开始建设。

与其他网络相比较,CERN 的设计有如下特征:在整个网络的目的性方面,强调网络的整体性和总体目标,强调直接服务于解决社会、经济发展与资源、环境方面的问题;在观测方面,强调观测仪器、设备和观测方法的标准化,以便取得可以互比的数据;在数据方面,强调数据格式的统一和数据质量的控制、数据共享和数据的综合与分析;在研究方法上,强调包括社会科学在内的多学科参与的综合研究,强调按统一的目标和方法进行的,有多个站参与的网络研究。

几年来,通过国内、外专家的多次评议,肯定了上述设计的先进性和可行性,这为 CERN 的总体目标和各项任务的实现奠定了可靠的基础。

CERN 的长期目标是以地面网络式观测、试验为主,结合遥感、地理信息系统和数学模型等现代生态学研究手段,实现对我国各主要类型生态系统和环境状况的长期、全面的监测和研究,为改善我国的生存环境,保证自然资源的可持续利用及发展生态学做贡献。它的具体任务是:

1. 按统一的规程对我国主要类型农田、森林、草原、湖泊和海洋生态系统的重要生态学过程和水、土壤、大气、生物等生态系统的组分进行长期监测;



中国生态系统研究网络生态站分布图

2. 全面、深入地研究我国主要类型生态系统的结构、功能、动态和持续利用的途径和方法；

3. 为各站所在的地区提供自然资源持续利用和改善生存环境的优化经营样板；

4. 为地区和国家关于资源、环境方面的重大决策提供科学依据；

5. 积极参与国际合作研究，为认识并解决全球性重大资源、环境问题做贡献。

为了及时反映该网络所属各生态站、分中心和综合研究中心的研究成果，CERN 科学委员会决定从 1994 年起设立出版基金，资助出版《中国生态系统研究网络丛书》。我们希望该丛书的问世，将对认识我国主要类型生态系统的基本特征和合理经营的途径，对促进我国自然资源的可持续利用和国家、地区社会经济的可持续发展，以及对提高生态学的研究水平发挥积极作用。

Handwritten signature

1995 年 4 月 16 日

前 言

人类赖以生存的生态环境的恶化与生物资源的锐减已经引起了全球范围的普遍关注,从而向科学研究提出了严峻挑战。最迫切需要研究的领域之一是沙漠化。在广阔的沙漠与沙漠化地带中,景观破碎程度最大、生态环境最为脆弱、恢复与重建难度最大的区域主要分布在半干旱地区的农牧交错带。科尔沁沙地即是我国生态环境脆弱带中的一个典型地区。

中国科学院在完成沙漠化大型科学考察的基础上,将科尔沁沙地作为研究生态环境及其整治的重点区域,于1985年在其中部正式建立了我国第一个沙漠化定位研究站——中国科学院奈曼沙漠化研究站。1989年该站被纳入“中国生态系统研究网络”,从此在科研设备、经费及人员诸方面得到了重点支持。奈曼沙漠化研究站建成后引起了国内外同行的关注。荷兰、德国、瑞典和日本等国的有关大学及研究所的一些专家和教授先后来站开展合作研究与学术交流,促进了我国的沙漠化研究。

随着国家对生态环境研究的重视,奈曼沙漠化研究站从1991年开始,联合中国科学院沈阳应用生态研究所、长春地理研究所、内蒙古哲里木盟农业科学研究所、哲里木盟林业科学研究所和内蒙古奈曼旗林业局等单位共同承担了国家“八五”科技攻关项目“生态环境综合整治研究”中的“科尔沁沙地生态环境综合整治和恢复技术的试验示范研究”课题。从该地区生态环境脆弱性特征及资源承载力的基础研究入手,探索整治与恢复的途径与生态技术,并完成了示范区的综合整治与建设,科学研究进展甚速。

本书是该攻关课题研究成果的结晶。参加课题的二十多位科研人员所从事的专业有风沙地貌、植被生态、固沙造林、草场管理、土壤农化、微气象学、农学、系统分析、恢复生态学以及沙区园艺学等,大家协作攻关,促进了研究工作的多学科交叉渗透,使其深涉到脆弱的生态系统分析和恢复生态学领域,并在某些方面改变了传统的沙漠化研究的论点与整治策略。

站上的研究工作紧密结合国家建设和区域治理,将自然—社会—经济复合系统作为研究对象,在脆弱生态带的持续发展战略、实用生态技术、示范区建设以及生态环境监测和宏观调控等方面为生态环境的保护、更新和合理利用提供了科学依据和实用技术及样板,增大了本书的实用性。

站上的研究工作是在中国科学院自然与社会协调发展局和生态系统研究网络秘书处的领导和支持下完成的。资源环境与土壤学家孙鸿烈院士、沙漠化与沙漠学家朱震达教授(前任中国科学院兰州沙漠研究所所长、第三世界科学院院士)和夏训诚所长多次亲临现场进行学术指导。在本书编写过程中固沙造林学家赵兴梁研究员给予了指导和审改。《中国沙漠》编辑部主任金炯副研究员及李志刚、郝美玲、云建英同志负责本书的编排工作。黄学文、赵爱芬、张铜会、何宗颖、王建华、郭迎胜等同志在图件清绘和贴字等方面也做了大量工作。在本书出版之际,谨向他们一并表示衷心的感谢。

还要非常感谢国家计委国土司和社会发展司、国家科委、中国科学院以及内蒙古科

委的关怀和在科研经费方面的支持，感谢内蒙古自治区政府、哲里木盟盟署和奈曼旗领导对本站研究工作的关怀和支持。

在奈曼沙漠化研究站成立 10 周年之际，我们编著出版了这本书。希望从事生态环境和植被研究的同仁和沙漠科技工作者以及广大读者对本书感兴趣，同时也恳请读者对书中缺点、疏漏，甚至谬误之处提出批评指正。

刘新民 赵哈林 赵爱芬

1995 年 1 月于兰州

目 录

《中国生态系统研究网络丛书》序

前 言

第一章 自然概况	(1)
第一节 地理地貌特征	(1)
第二节 气候条件	(3)
第三节 水土条件	(6)
第二章 风沙环境特征	(9)
第一节 风沙环境特征	(9)
第二节 土壤环境特征	(18)
第三节 水环境特征	(31)
第四节 微环境特征	(36)
第三章 风沙环境的形成过程及其对植被的影响	(42)
第一节 风沙环境形成的地质条件及历史过程	(42)
第二节 现代风沙环境恶化的成因分析	(50)
第三节 风沙环境对植被的影响	(56)
第四章 植被类型	(71)
第一节 沙地植被类型划分原则及其分类系统	(71)
第二节 流动沙地(沙丘)先锋植被	(76)
第三节 固定、半固定沙地灌木、半灌木植被	(79)
第四节 固定沙地草本植被	(85)
第五节 沙地森林植被	(91)
第五章 植被特征	(95)
第一节 植被的一般特征	(95)
第二节 植物区系组成	(108)
第三节 植物的生活型和生态类群	(114)
第六章 植被的沙漠化演变特征及规律	(120)
第一节 森林植被的沙漠化演变特征及规律	(120)
第二节 草地植被的沙漠化演变特征及规律	(126)
第三节 农田植被的沙漠化演变特征及规律	(135)
第七章 沙地植被的保护及其合理利用	(145)
第一节 森林植被的保护与利用	(145)
第二节 天然草地的保护、培育和合理利用	(150)
第三节 野生经济植物的保护与利用	(161)
第八章 风沙环境治理与人工植被建设	(172)
第一节 风沙环境治理的基本原理	(172)
第二节 防风固沙林建设	(181)
第三节 人工草地建设	(191)

第四节 果园建设 (201)

第五节 农田植被建设 (211)

第九章 人工植被的生态作用 (222)

第一节 人工植被的防风固沙作用 (222)

第二节 培肥改土作用 (230)

第十章 环境变化预测 (242)

第一节 全球性气候变化趋势 (242)

第二节 科尔沁沙地近几十年气候变化 (250)

第三节 科尔沁沙地土地沙漠化发展趋势 (258)

第四节 科尔沁沙地植被演替 (261)

附 录 科尔沁沙地植物名录 (274)

WIND-SANDY ENVIRONMENT AND VEGETATION IN THE HORQIN SANDY LAND, CHINA

Contents

Foreword to Series from Chinese Ecosystem Research Network

Preface

1. Natural Conditions	(1)
1.1 Geographical and geomorphological features	(1)
1.2 Climate	(3)
1.3 Land and water resources	(6)
2. Features of Wind-sandy Environment	(9)
2.1 Wind and sand	(9)
2.2 Soil	(18)
2.3 Water	(31)
2.4 Microenvironment	(36)
3. Formation of Wind-sandy Environment and Its Influences on Vegetation	(42)
3.1 Geological conditions and historical processes of the formation of wind-sandy environment	(42)
3.2 Causation of the deterioration of the present wind-sandy environment	(50)
3.3 Influences of wind-sandy environmental factors on vegetation	(56)
4. Vegetation Types	(71)
4.1 Classification criteria and system for sandy land vegetation types	(71)
4.2 Pioneer vegetation in mobile sand dune area	(76)
4.3 Shrub and subshrub vegetation in fixed, semi-fixed sandy land	(79)
4.4 Herbosa in the fixed sand dune area	(85)
4.5 Forest vegetation in sandy land	(91)
5. Vegetation Features	(95)
5.1 General characteristics	(95)
5.2 Floristic composition	(108)
5.3 Life forms and ecological groups	(114)
6. Features of Vegetation Retro-succession with Desertification	(120)
6.1 Characteristics of changes in forest vegetation with desertification	(120)
6.2 Degeneration of grassland vegetation with desertification	(126)
6.3 Desertification of Agroecosystem	(135)
7. Protection and Rational Utilization of Sandy Land Vegetation	(145)
7.1 Sandy land forest protection and utilization	(145)
7.2 Protection and management of natural grassland	(150)

7.3	Protection and utilization of wild economic plants	(161)
8.	Comprehensive Control of Wind-sandy Environment and Its Rehabilitation	(172)
8.1	Principles	(172)
8.2	Windbreaks establishment and sand dune stablization	(181)
8.3	Artificial grassland	(191)
8.4	Orchard construction	(201)
8.5	Establishment and management of cultivated vegetation	(210)
9.	Ecological Effects of Artificial Vegetation	(222)
9.1	Wind breaking and dune fixation	(222)
9.2	Soil amelioration	(230)
10.	Forecast of Environmental Changes	(242)
10.1	Trends of climatic changes on the global scale	(242)
10.2	Climatic changes of the Horqin Sandy Land over the past few decades	(250)
10.3	Desertification trends of the Horqin Sandy Land	(258)
10.4	Succession of plant communities in the Horqin Sandy Land	(261)
Appendix:	Plant Names of the Horqin Sandy Land	(274)

第一章 自然概况

近代,尤其是近几十年来,科尔沁沙地的沙漠化过程不断加剧,人固然要负主要责任,但自然因素的脆弱性也是一个重要方面。只有正确地、全面地认识和了解自然,才能掌握其规律,为改造利用沙地,整治脆弱环境打下基础,才能谈到资源的合理开发和永续利用。

科尔沁沙地的形成与演变是一个复杂的过程。在地质历史时期的 73—26 万年前,沙地即已形成。之后,随气候的变迁,沙地经历了数次缩小,再扩大的正、逆演化过程。在晚更新世,沙地范围达到最大。此后,流沙固定,沙漠化面积再缩小。但全新世以来,沙漠化的正、逆演化更为频繁。

科尔沁沙地的形成演化过程,从自然因素看,受气候的影响最大,与地质过程也有极密切的关系。沙地的水分与土壤条件更是直接关系到资源的合理开发、利用和保护。

第一节 地理地貌特征

一、地理位置及地貌简史

科尔沁沙地位于我国东北部,地处东北平原向内蒙古高原的过渡地带。东起吉林省双辽县,西至巴林桥,南北介于燕山北部黄土丘陵和大兴安岭东麓丘陵之间。地理坐标为: $42^{\circ}41'$ — $45^{\circ}15'N$, $118^{\circ}35'$ — $123^{\circ}30'E$ 。面积 4.23 万 km^2 , 海拔 180—650 m。行政区域包括内蒙古哲里木盟的大部和赤峰市的一部以及吉林省的西部,主要旗(县)有科尔沁右翼中旗、扎鲁特旗、阿鲁科尔沁旗和巴林右旗的南部,翁牛特旗东半部,敖汉旗北部,奈曼旗中部,库伦旗北部,科尔沁左翼后旗大部,科尔沁左翼中旗北部及开鲁县北部。

科尔沁沙地第三纪以来地貌的发育与毗邻的内蒙古高原东部紧密衔接。大兴安岭自海西运动隆起后,曾经数次夷平作用,第三纪后期的新构造运动,使山岭西侧随着内蒙古高原不断上升,形成峰顶夷平面,东坡则不断下降,形成阶梯状山形。下沉的嫩江、辽河地区沉积了巨厚的沙砾、粉细沙粘土,形成了平原地貌。科尔沁沙地即处于平原西部向内蒙古高原的过渡地带,地势自西向东缓倾斜,在南北方向上自两侧丘陵向中部河谷倾斜,海拔高度自西向东由 650 m 降至 180 m。

二、现代地貌特征

科尔沁草原由于气候干旱,尤其春季风大降水少,虽有土壤发育但肥力瘠薄,沙层深厚,使其抗干扰能力很弱。滥垦、过牧、滥伐及不合理利用水资源,破坏了原本覆盖良好的植被和土壤层,使脆弱的生态环境遭到破坏。西辽河平原上深厚的沙层在风力作用下,

就地起沙,风沙流和尘暴蔓延,沙丘迅速移动,流沙面积不断扩大,形成了各种风沙地貌。地貌类型包括沙丘(坨子)、缓起伏沙地(沙沼)、丘间低地(甸子)及冲积平原。沙坨、沙沼与平原、甸子的面积约为3:1。沙丘相对高度10 m左右,最高可达20—30 m。沙沼地面起伏较缓,相对高度3—5 m。固定与半固定坨、沼地占90%,流动沙丘占10%。丘间甸子地又分湿甸子、碱甸子和沙甸子。在老哈河、西拉木伦河、乌尔吉木伦河等河流下游有面积较大的冲积平原。现将各类型地貌特征分述如下:

(一) 固定沙丘

植被盖度>40%,以小叶锦鸡儿、差巴嘎蒿、黄柳等群丛为主,并有榆等乔木。已改变了流沙性质,在起沙风作用下已不起沙,表面开始有土层发育。高度5—10 m,形态不规则,盾状、垄状、类新月形等均可见。沙丘两坡差异很小,延伸方向不甚明显。

(二) 半流动沙丘

植被盖度在20—40%,是流动沙丘经过封沙育草、造林种草、保护植被等治理后,达到半固定状态,尚未完全改变流沙性质。固定沙丘如果植被受到人为或其它因素影响而遭到一定程度破坏后亦可变为半流动沙丘。

(三) 流动沙丘

植被盖度在20%以下,地面基本裸露,多为固定、半固定沙丘植被遭破坏后形成。主要沿河两岸和交通沿线两侧分布,并散布于居民点和农垦区周围,高度8—10 m,最高者可达20 m以上。与盛行风向垂直,迎风坡缓,背风坡陡,沙丘形状以新月形沙丘和沙丘链为主,也有不规则形状的。沙丘一般呈带状分布。

(四) 平原

科尔沁沙地的平原,可分为两类:一类是风积冲积河谷平原;另一类是风积冲积波状平原。

(1) 风积冲积河谷平原 沿西辽河流域各河流两侧呈带状分布,地形微起伏。按形态特征可分为:一是沙垄覆盖的一级阶地,多为流动和半流动沙丘,由粉细沙、冲积亚细沙、中细沙组成;二是坨沼覆盖的一级阶地,沙丘多为固定状态,丘间洼地处可见阶面,前缘陡坎明显。坎高3—10 m,由粉细沙、冲积亚沙土、亚粉土、中细沙组成;三是河漫滩阶地,断续分布于河流沿岸,地势平坦开阔,高于河床3—10 m,前后缘陡坎明显,局部发生盐渍化。由冲积亚沙土、中细沙组成;四是河漫滩,断续分布于河流沿岸,地势平坦,由冲积粉细沙及薄层亚沙土组成。

(2) 风积冲积波状平原 分布于河流的河谷之间,地势呈波浪式倾斜,由上更新统顾乡屯组黄土状土及中细沙组成平原的轮廓。

科尔沁沙地有明显的地域性,开鲁—甘旗卡一线以西半固定沙丘分布较广泛;以东固定沙丘孤立或集中分布。沙地西北部的沙丘呈西北-东南向分布;东部的沙丘由东西向转为西南-东北向,呈弧形状分布。沙丘的分布亦受河谷控制,沿河谷呈条带状分布。西北向河谷沙带主要分布在东北岸,南北向河谷沙带主要分布在东岸,东西河谷沙带主要

分布在南岸。在主支河谷交汇地带，沙地开阔，沙丘强度发育。另外，沙丘的发育还受湖泊（泡子）的控制，一般迎风岸沙丘发育，背风岸沙丘少。

第二节 气候条件

一、光照条件

（一）太阳辐射总量

科尔沁沙地太阳辐射总量为 $5\,200—5\,400\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ，生长季节（4—9月）的总辐射量占全年总辐射量的 65%。总辐射的月变化呈单峰型，6 月份最高，12 月份最低。年较差 $400—5\,000\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

（二）各界限温度期间的太阳辐射总量

日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间为 $3\,800\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ，占全年的 70% 左右。日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间为 $2\,800\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ，约占全年的 50%。

无霜期（最低气温 $> 2^{\circ}\text{C}$ ）内太阳辐射总量略低于日平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间的太阳辐射总量。

（三）光合有效辐射

波长在 $380—710\text{ }\mu\text{m}$ 间的可见光为有效光合辐射，约占总辐射的 50%。生长季节有效光合辐射约 $1\,700\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ；日平均气温 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 期间为 $1\,900\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ，月平均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 期间为 $1\,300\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ ；无霜期内的有效光合辐射为 $1\,200\text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

（四）日照时数和日照百分率

科尔沁沙地全年日照时数约 $2\,900—3\,100\text{ h}$ ，日照百分率 65—70%，一年中 5 月份日照时数最多，12 月份最少。生长季节日照时数占全年总日照时数的 55% 左右。

二、温度条件

（一）基本特征

科尔沁沙地远离海洋，表现出较强的大陆性气候，气温的年较差和日较差都很大，年较差约 35°C ，日较差超过 10°C ，最高可达 15°C 。一年中 5—9 月是日均气温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 最集中时期，这一期间光照和降水亦集中，即所谓“雨热同季”。期间降水占全年降水量的 85%，日照时数占全年的 45%。同时由于沙地的增温、降温都快，气温日较差也大，有利于作物的生长发育，尤其是干物质的积累。科尔沁沙地年均气温 $5.8—6.4^{\circ}\text{C}$ ，1 月平均气温 $-12.6—-16.8^{\circ}\text{C}$ ，7 月平均气温 $20.3—23.5^{\circ}\text{C}$ ；极端最高气温 39°C ，极端最低气温 -29.3°C 。 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 积温为 $3\,200—3\,500^{\circ}\text{C}$ ；80% 保证率下为 $3\,200—3\,400^{\circ}\text{C}$ 。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 $3\,000—3\,200^{\circ}\text{C}$ ；80% 保证率下为 $2\,900—3\,100^{\circ}\text{C}$ 。

(二) 各界限温度的初终日

日平均气温稳定通过 0℃初日为 3 月 27—29 日, 终日为 11 月 2—6 日, 初终日间隔 220 天左右; 80% 保证率下, 初终日间隔 214 天。

日平均气温稳定通过 5℃初日在 4 月 9—13 日, 终日为 10 月 16—21 日, 初终日间隔约 190 天; 80% 保证率下, 初终日间隔约 180 天。

日平均气温稳定通过 10℃初日在 4 月 25—30 日, 终日为 10 月 3—7 日, 初终日间隔 160 天; 80% 保证率下, 初终日间隔 150 天左右。

(三) 无霜期

终霜日在 4 月 30 日—5 月 10 日, 初霜日在 9 月 25 日—10 月 5 日, 无霜期 140—160 天; 80% 保证率下, 无霜期略短几天。

(四) 与温度有关的自然灾害——霜冻

霜冻对不同的作物及品种的危害有所不同。早春季节, 大田喜温作物及菜园瓜豆类幼苗, 在气温降到 2℃以下, 就可能被冻伤, -3℃以下可以冻死全部植株。秋季, 因早霜或某些作物积温不够也可造成危害, 每年都有不同程度的表现。

三、降水

(一) 降水量及保证率

科尔沁沙地年降水量 343—451 mm, 北部少南部多。年降水量季节分配受大气环流制约, 各季节降水量分别是: 春季 35—70 mm, 夏季 250—320 mm, 秋季 50—70 mm, 冬季 5—10 mm。分别占全年降水量的 10%, 70%, 16% 和 1% 左右。最大年降水量可超过 500 mm, 最少年降水量在 250 mm 以下, 多雨年与少雨年的降水量可相差 300 mm 以上。年降水变率在 20% 以上。年降水量 80% 保证率, 北部不到 300 mm, 南部在 350 mm 左右。

(二) 干湿状况

科尔沁沙地全年大气平均相对湿度 50—55%; 季节变化明显, 夏季最大, 春季最小。7 月在 70% 以上, 4 月在 40—50%, 最小可达 36%。

根据 H. H. 伊凡诺夫确定蒸发力的公式:

$$E_0 = 0.0018(t + 25)^2(100 - f) \text{ (mm/月)}$$

式中, E_0 为蒸发力, t 为月平均气温, f 为空气的月平均相对湿度。

降水量与蒸发力之比即为湿润指数。年湿润度 ≥ 1.5 为过度湿润地带, 1.49—1.00 为足够湿润地带 (森林), 0.99—0.60 为湿润适中地带 (森林—草原), 0.59—0.30 为湿润不足地带 (草原), 0.29—0.13 为水分贫乏地带 (半荒漠), 0.12—0.00 为水分极少地带 (荒漠)。

以此方法计算, 科尔沁沙地的湿润度属湿润不足地带。