

内蒙古农业大学

硕士学位论文

呼伦贝尔市生态功能区划研究

姓名：王昭才

申请学位级别：硕士

专业：森林经理学

指导教师：张秋良

20090501

摘 要

本研究通过调研呼伦贝尔市自然概况及生态环境建设现状，对呼伦贝尔市的生态环境现状进行了系统分析，指出了森林资源的生态功能衰竭，草原沙化退化，自然灾害（沙尘暴）频发，湿地萎缩退化，水土流失是该市突出的生态问题。

在生态环境现状调查的基础上，结合研究区实际，从生态、社会、经济三个方面构建了生态功能区划指标体系，利用 SPSS 软件对原始样本进行因子分析，逐步从指标体系中筛选出 14 个主要指标，选入了 3 个主因子，分别从生态、社会、经济方面代表呼伦贝尔市的 88.63%信息。构建了综合评价模型求得呼伦贝尔市各旗市在 3 个主因子方面的综合得分 Z 值，利用 Z 值对各旗市进行综合排序。

选取因子分析的 F 值，进行聚类分析，将 13 个旗市划分为呼伦贝尔高原中温型半干旱草原区、大兴安岭山地寒温型湿润森林区、大兴安岭岭东丘陵温型湿润半湿润林牧农业结合区、中心城市生态经济区四个生态功能区，对各生态功能区进行了描述，指出各功能区的主要生态问题，提出了主要保护管理建议措施。

关键词：生态功能区划，定量分析，生态环境，呼伦贝尔市

Study on the Ecological Function Regionalization of Hulunbeir City

Abstract

Through studying natural overview and status of ecological environment in Hulunbeir, the study systematically analyzes the status of ecological environment in Hulunbeir. The study points out many ecological problems in the city, such as ecological function failure of forest resources, grassland desertification and degradation, natural disasters (sandstorm) which happen frequently, wetland shrinking and degradation, soil erosion. And the study sets forth the main reasons of the occurrence and development.

On the basis of the survey on the present ecological environment and with the combination of the neal conditions of the study area, ecologically regional index system has been established based on ecology, society and economy. Though factor analysis on the original samples by using SPSS software, 14 key indexes have been gradually selected out, from which factors have been chosen to represent 88.63% information in Hulunbeier in terms of ecology, society and economy. A comprehensive evaluation model has been constructed and comprehensive scoring (Z value) of county or city in 3 main factors aspects in Hulunbeir is obtained and the ranking is determined according to Z value.

F value of the factors analysis was chosen to do cluster analysis. 13 banners and cities were divided into temperale and semi-arid grassland, area in Hulunbeier Plateau, cold and humid forest area in Daxinganling Mountain, temperate humid and semi-humid forest-grassland area in the east hill of Daxinanling, and the ecological and economic erea in the central city. In the end this paper presents mainly ecological problems in each function areas and presents main protection and management measures.

Key words: *Ecological function regionalization; Principal component analysis; Ecological environment; Hulunbeir city*

Directed by: Prof. Zhang Qiuliang

Applicant for Master degree: Wang Zhaocai (Forest Management)

(College of Forestry, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010018. China)

插图和附表清单

1. 图 1 呼伦贝尔市生态功能区划的技术路线	2
2. 图 2 专题图叠置形成新专题图的方法	9
3. 图 3 草原沙化变化情况.....	13
4. 图 4 草原沙化程度分类图.....	13
5. 图 5 呼伦贝尔市沙尘暴发生情况.....	13
6. 图 6 2007 年与 1962 年呼伦湖水域变化情况	14
7. 图 7 呼伦贝尔市开发建设以来耕地资源变化.....	14
8. 图 8 呼伦贝尔市主要生态问题产生的原因.....	15
9. 图 9 呼伦贝尔市生态功能区划指标体系.....	16
10. 图 10 综合聚类谱系图.....	22
11. 图 11 呼伦贝尔市生态功能区划图.....	24
12. 表 1 林区开发建设以来天然林资源变化情况.....	12
13. 表 2 呼伦贝尔沙地分布情况.....	13
14. 表 3 各因子初始特征值.....	18
15. 表 4 因子特征值、贡献率和累计贡献率.....	19
16. 表 5 初始因子载荷矩阵.....	19
17. 表 6 正交后的因子载荷阵.....	20
18. 表 7 旋转后的因子特征值、贡献率和累计贡献率.....	20
19. 表 8 各旗市生态功能区划综合得分及排名.....	21
20. 表 9 呼伦贝尔市生态功能分区情况.....	23
21. 附表 1 呼伦贝尔市经济指标数据.....	37
22. 附表 2 呼伦贝尔市生态指标数据.....	37
23. 附表 3 呼伦贝尔市社会指标数据.....	38
24. 附表 4 呼伦贝尔市 2007 年水土流失现状表.....	39

内蒙古农业大学研究生学位论文独创声明

本人申明所呈交的学位论文是我本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包括其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包括为获得我校或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料，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谢意。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任。

论文作者签名：王昭才 日期：2009年6月9日

导师指导研究生学位论文的承诺

本人承诺：我的研究生王昭才所呈交的学位论文是在我指导下独立开展研究工作及取得的研究结果，属于我现任岗位职务工作的结果，并严格按照国家及学校有关学术道德规范的规定要求而获得的研究结果。如果违反，我必须接受按国家及学校有关规定的处罚处理并承担相应导师连带责任。

指导教师签名：王昭才 日期：2009.6.10.

内蒙古农业大学研究生学位论文版权使用授权书

本人完全了解内蒙古农业大学有关保护知识产权的规定，即：研究生在攻读学位期间论文工作的知识产权单位属内蒙古农业大学。本人保证毕业离校后，发表论文或使用论文工作成果时署名为内蒙古农业大学，且导师为通讯作者，通讯作者单位亦署名为内蒙古农业大学。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文档，允许论文被查阅和借阅。学校可以公布学位论文的全部或部分内容（保密内容除外），采用影印、缩印或其他手段保存论文。

论文作者签名：王昭才 指导教师签名：王昭才
日期：2009.6.10

1 引言

1.1 目的和意义

生态系统是指一定空间范围内生物与其环境通过能流、物流和生物群落之间相互作用等过程而形成的在最大空间尺度上能自我维持的实体。生态系统与体现整个生态系统功能的机制过程所形成和维持的人类赖以生存的自然环境条件与效用被称作生态系统服务功能,它是人类生存与现代文明的基础^[1-4]。

随着人类活动强度的增加,自然生态系统越来越多地受到人类的干扰,以土地退化沙化、水生态失调、植被退化破坏和生物多样性锐减为主要特征的生态问题日益突出,持续恶化的生态环境已严重影响到社会经济的可持续发展^[5]。

生态系统具有明显的地域分异性,由于不同地区的地形、气候、水文、土壤、动植物群落和经济、社会状况均不相同,人类活动对生态的影响也不尽一样,形成了不同的生态系统。因此,进行生态功能区划是实施区域生态环境分区保护与管理的基础与前提。

呼伦贝尔市有着丰富的生态系统类型,因而在我国东北具有重要的生态战略地位。但随着人类的不断开发和破坏,这些生态系统不同程度地受到干扰,生态功能下降。如何即保证人类发展,又能促进自然生态系统的稳定,这是呼伦贝尔市面临的重大问题。该市是中国纬度最高,位置最北的地区之一,是内蒙古生态防线的东部起点,其构筑形成我国北方重要绿色生态屏障,是确保首都北京和东北三省免受风沙侵袭的安全线;同时也是防治松辽流域洪涝灾害的生命线,对于维护我国北方生态安全具有重要的意义。在气候、动植物与地貌地形的影响和作用下,形成了大兴安岭山地森林系统,呼伦贝尔高平原草原生态系统和低山平原丘陵农林复合生态系统类型,是生态环境区域分异特征突出的地区,针对这一特殊区域进行分区研究,对我国市域生态功能区划工作在理论和方法上都有参考、借鉴意义。

基于以上的目的,本研究将运用区域经济理论、现代生态学理论和定量分析的数学统计分析方法,在充分研究呼伦贝尔市生态环境特征和面临的主要生态环境问题、生态系统服务功能空间分异规律的基础上,按照生态功能分区的原则、构建定量分区的指标体系,采用统计分析的方法,对呼伦贝尔市进行生态功能区划,试图为呼伦贝尔生态市建设提供科学理论基础和决策依据。

1.2 研究内容、技术路线和方法

本研究将围绕以下内容进行探讨。

- (1) 研究区域研究区域社会经济现状及主要生态环境问题及其成因;
- (2) 构建呼伦贝尔市生态功能区划的指标体系,并逐步筛选出具有代表性的指标;
- (3) 利用 SPSS 软件,对原始样本进行因子分析,找到主因子,并计算 F 值

和 Z 值, 利用 Z 值将各旗市进行综合实力排序;

(4) 采用聚类分析方法, 进行生态功能分区, 并对各功能进行描述, 明确各功能区的主要生态环境问题, 提出主要保护管理建议措施。

本研究在参照目前已有研究成果的基础上, 参考生态功能区划的有关理论、方法结合呼伦贝尔市的实际情况, 运用定量分析方法, 选取生态、经济、社会三个方面的区划指标, 构建相应的指标体系, 从定量的角度进行生态功能分区。区划过程主要分为三个步骤: 首先通过查阅有关资料收集相关数据, 确定指标体系, 运用 SPSS 统计分析软件进行因子分析和聚类分析, 根据分析结果, 与遥感数据进行综合比较, 进行生态功能分区, 采用 MAPGIS 软件制分区图。最后对各个分区进行描述, 指出各个分区中存的主要生态问题, 提出主要保护管理措施建议, 实现区域可持续发展的目标。

技术路线见图 1。

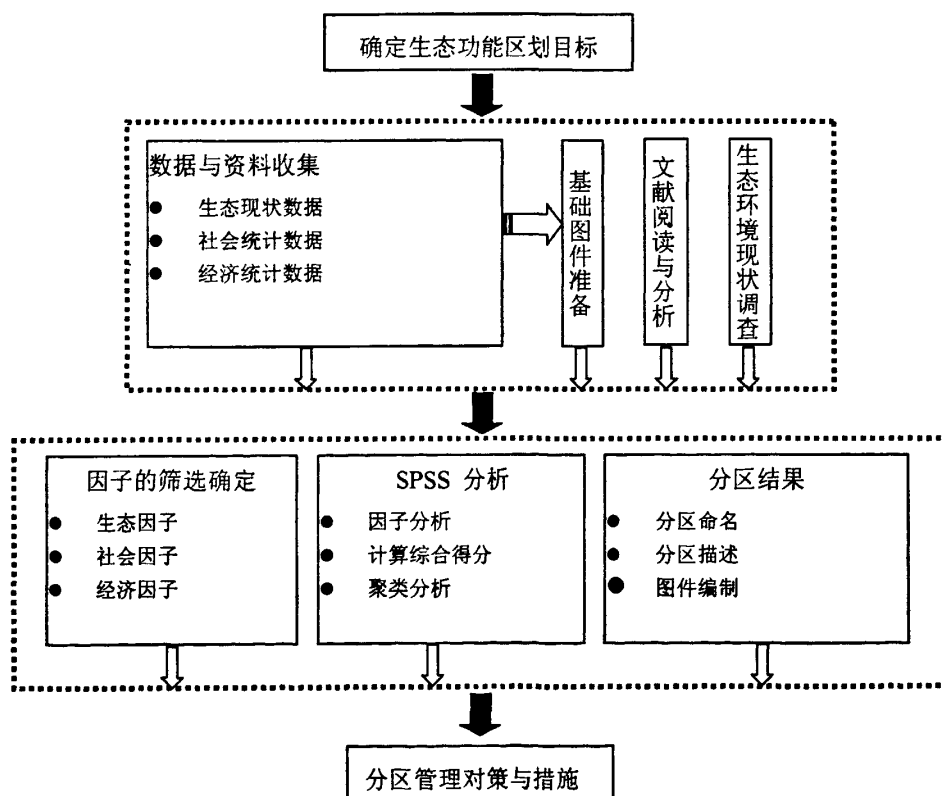


图 1 呼伦贝尔市生态功能区划的技术路线

Fig.1 Technical route of ecological function regionalization in Hulunbeier city

2 生态功能区划研究进展

2.1 国外研究进展

生态功能区划是在最早的生态区划基础上根据生态系统的主要生态服务功能进行的进一步的划分。生态区划则是以自然区划为基础发展而来的。19 世纪初,德国地理学家洪堡德(A.V.Humboldt)首创了世界等温线图,把气候与植被的分布有机地结合起来。俄国地理学家道库恰也夫(Dkouchaev)也提出了按土壤形成过程和气候来划分自然土壤带的概念,并建立了土壤地带学说。德国地理学家霍迈尔

(H.G.Hommever)提出了地表自然区划及在主要单元内部逐级分区概念,并设想出 4 级地理单元,即小区(Ort)、地区(Gegend)、区域(LandSchaft)和大区域(Land),这些研究开创了现代自然区划研究的先端^[9]。

但早期的区划理论缺乏对自然界内在规律的认识和了解,研究还主要停留在对自然界表现的认识上,区域划分的指标也以气候、地形地貌等因素为主,比较单一。随着人们对自然界各生态因素的深入研究,自然区划工作也在深入发展。孟利亚姆(Merrima)^[7] 1898 年对美国的生命带和农作物地带进行了区划工作,这是首次以生物作为自然区划的依据,也可以认为是最早的生态区划研究工作。俄国地理学家道库恰也夫(Dkouchaev)^[8] 1951 年从自然地带的概念发展了生态区(ecoregion)的概念,指出“气候植物和动物在地球表面上的分布,皆按一定的严密的顺序,由北向南有规律地排列着,因而可将地球表层分成若干带”。英国生态学家赫伯逊

(Herbertson)^[9] 1905 年对全球主要区域单元进行了区划并进行描述,指出开展全球生态地域划分的必要性,他认识到人类活动在区划中的重要性。此后,许多的生态学家与地学家也日益关注到生态区划的重要性,并投入到生态区划的研究工作中。

英国生态学家坦斯利(Tansley) 1935 年提出了生态系统(ecosystem)的概念,并指出生态系统是各个环境因子综合作用的表现,随后各国许多生态学家相继对生态系统的形成、演化、结构和功能及影响因子做了大量研究工作。此后,以植被为主体的自然生态区划方面的研究取得长足的进展,并以主要是水热因子为主的气候作为影响生态系统分布的主导因子,确立了一系列自然生态系统区划气候方面的指标体系。

真正意义上的生态区划方案是美国生态学家贝利(Robert Bailey)^[10] 于 1976 年首次提出的。他为实现从不同尺度上管理森林、牧场和土地,从生态系统的观点出发,认为区划是按照其空间关系来组合自然单元的过程,按地域(Domain)、区(Division)、省(Province)和地段(Section)4 个等级进行分区,制定了美国生态区域的等级系统,编制了 1: 750 万美国生态区域图。此后,各国生态学家对生态区划的原则、依据以及区划的指标、等级和方法等进行了大量的研究和讨论,并在国家和区域的尺度上进行各种生态区划。贝利(Bailey) 1985 年在大量实际调查研究的基础上,编制了北美和美国范围内的陆地生态区域图和海洋生态区域图;1989 年

在研究北美和美国生态区域的基础上编制了世界各大陆的生态区域图^[11,12]。欧曼米克 (Omernik) 也对美国本土进行了生态分区, 对生态地区 (ecoregion) 和生态亚地区 (subcoregion) 的划分进行了较为详细的论述, 同时进行了方法上的评价。在加拿大, 从 1980 年开始也进行了一系列的生态区划工作。比较典型的有: 威肯 (Wiken)^[13] 1982 年提出了按生态地带 (ecozone)、生态省 (ecoprovince)、生态地区 (ecoregion 或 ecolandscape region) 和生态区 (ecodistrict) 4 个等级进行划分的加拿大全国生态区划方案, 随后他又进行修订和制图; 1996 年在加拿大生态区划协会 (The Canada Council on Ecological Areas) 的支持下, 威肯 (Wiken) 等人进一步完成了加拿大陆地和海洋的生态区域划分^[14], 该方案按生态地带 (ecozone)、生态地区 (ecoregion)、生态区 (ecodistrict)、生态地段 (ecosection)、生态地点 (ecosite) 和生态元素 (ecoelement) 6 个等级进行分区, 将加拿大划分为 5 个海洋生态地带、15 个陆地生态地带, 对每一生态地带进行了动植物、气候、地形、土壤等方面的详细描述。

在地区尺度的生态区划上, 丹顿 (Denton) 等 1988 年对美国密西根的生态气候分区^[15], 维克威尔 (Wickware) 等 1989 年对加拿大安大略市的生态地区的划分^[16], 盖伦 (Gallant) 等人 1995 年对阿拉斯加的生态区域划分^[17], 艾伯特 (Albert) 于 1995 年对密执安、明尼苏达和威斯康星三州区域景观生态系统的划分^[18], 哈丁 (Harding) 等 1997 年对新西兰南部岛屿的生态区域划分^[19]等。在洲际尺度上, 北美环境合作委员会 CEC (Commission for Environmental Cooperation) 1997 年将北美地分区分为 15 个 I 级、52 个 II 级和 200 个 III 级生态区^[20]。

生态学家们对生态地域区划的原则、依据以及区划指标、等级和方法等进行了深入的研究探讨, 相继提出了一批以生物群区 (biome) 为单位的全球分类方案。如赫德利奇 (Holdridge)^[21] 1996 年的生命地带分类系统、马休斯 (Matthews)^[22] 1983 年的世界主要生态系统类型、斯托兹 (Stolz) 等^[23] 1989 年的陆地生物群区系统、帕雷梯斯 (Prentice) 等^[24] 1992 年的全球生物群区类型、波克斯 (Box)^[25] 1995 年的全球潜在优势植被类型、斯库兹 (Schultz)^[26] 1995 年的世界生态区划。

在全球尺度上, 贝利 (Bailey) 于 1996 年提出了生态系统地理学 (Ecosystem Geography) 的概念, 强调从整合的观点出发, 采用生态系统地理学的方法对生态区域进行划分的必要性, 并利用该方法对全球的陆地和海洋生态地域进行了划分, 分别编制了陆地和海洋的生态区域图^[27], 1998 年他又一次对全球尺度的生态地域划分进行了论述和分区^[28]。

从 19 世纪初以来, 这些区划工作主要是从自然生态因素出发, 几乎没有考虑到人类在生态系统中的作用。近年来, 由于人口急剧增长而导致的资源、环境等全球性生态问题日异突出, 各国生态学也越来越重视对生态的进行区划, 逐渐认识到了以前各类自然区划的局限性, 开始关注人类活动在资源开发和环境保护中的作用和地位。与此同时, 生态学家们也开始广泛应用生态区划与生态制图的方法与成

果,分析区域生态环境问题形成的原因和机制,进一步对生态系统进行综合评价,为区域资源的开发利用,生物多样性保护,以及可持续发展战略的制订等提供科学的理论依据^[27, 28]。

2.2 国内研究进展

我国现代自然区划工作起步较晚,竺可桢于1931年发表的“中国气候区域论”^[29]标志着我国现代自然区划工作的开始;40年代初期黄秉维首次对中国的植被进行了区划^[30-31],将全国植被划分为26个区。

50年代以来,我国自然科学家在区划研究方面进行了大量的工作,并取得了一定的成果。20世纪五、六十年代,自然科学家为了摸清中国自然资源的底子,分几大行政区在全国范围内对自然资源进行了大规模的科学调查,在调查分析的基础上开展了各单项区划和综合自然区划工作,从而提出了一系列符合中国自然地域的区划原则和指标体系^[32-34]。其中最具影响和最为完整的自然区划方案,是1959年中国科学院自然区划工作委员会编写出版的《中国综合自然区划(初稿)》^[35],它的研究目的是为农、林、牧、水等事业服务,涵盖了地貌、气候、水文、土壤、植被、动物和昆虫等八个部门,拟订了既适合中国特点又便于与国外相比较的分区原则和方法。在此期间,以植被为主体的单项区划也相继开展,侯学煜、马溶之^[36]1956年提出的中国植被土壤分区,刘慎谔^[37]1959年提出中国植被区划的一些原则,侯学煜在1960年完成中国1:800万植被图和植被分区图及1964年对中国各种植被分区方案的意见^[38]。随着经济发展的需要,区划的目的主要是针对农、林、牧、副、渔业的发展^[39],而且越来越向实用方面发展,由此提出了一系列全国农业区划的方案。进入80年代,各单项区划和综合自然区划方案更加趋于完善,尤其是《中国植被》、《中国土壤》和《中国自然地理》等丛书的出版,形成了我国自然区划的体系。

总之,中国自然区划的历史虽然较短,但取得了较为丰硕的研究成果。然而这些区划依据的主要是自然环境的分异规律,按区内结构的相似性和区际间的差异性所进行的自然分区,虽然也部分考虑了人类活动的因素,但主要是针对人类利用自然和改造自然的方面,忽略了人类活动对生态环境来的影响。单纯以特征分区为主的自然区划已反映不出生态环境状况的改变,也满足不了社会经济发展的需求。20世纪80年代初,我国自然工作者开始在区划中引进生态系统的观点,应用生态学的原理和方法,对生态区划进行一般性的讨论,陆续开展了一些区域性的生态区划工作^[41-42]。侯学煜先生1988年出版了《中国自然生态区划与大农业发展战略》,是中国最早直接以生态区划为目的全国性研究成果。该研究对自然生态区划的原则和依据进行了详细的讨论,并且明确其分区目的,即为农、林、牧、渔业服务。该书首先按温度的差异将我国划分为6个温度带,然后根据植被分布的地域差异将全国划分为22个生态区,根据各生态区自然资源的特点以及对生态系统的理解,为各个区域的大农业发展方向提出了意见^[43]。

目前,现有的区划方案都缺乏在自然生态环境变化中人类活动的作用和影响,尤其是忽略了对生态系统服务功能以及敏感性等指标的研究。随着我国人口的增长和经济的快速发展,很多地区片面追求经济效益,忽略对生态系统的保护,造成生态环境的严重受损,严重地阻碍本地经济的发展,从而危及到整个区域的可持续发展。因此,如何协调日益突出的经济社会发展与生态保护的矛盾,维护区域经济和资源的可持续发展是我国目前亟待解决的问题。

针对上述问题,国内研究人员从制订区域经济发展政策、合理开发利用自然资源和生态环境保护提供科学的理论依据的角度出发,进行了全国生态区划的相关研究^[44]。欧阳志云等以海南省为例进行了生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性的评价^[45],先后完成了中国生态环境敏感性及其区域差异^[46]、中国水土流失敏感性分布规律及分区^[47]、中国生态环境胁迫分区等一系列工作^[48],初步揭示了中国生态环境敏感特征及人类活动对生态环境的影响规律;杨勤业等^[49]则进行了全国生态地域的基本分区研究;傅伯杰等^[5]在此基础上提出了全国生态区划,将全国划分为3个生态大区,13个生态地区,54个生态区。

为了能更有效地指导全国各区域生态环境建设与保护工作,协调区域经济发展与生态环境保护的矛盾,促进区域可持续发展,国家环境保护总局从2001年始会同有关部门组织开展了全国生态现状调查。在调查的基础上,中国科学院以甘肃省为试点开展了省级生态功能区划研究,并编制了《全国生态功能区划规程》^[50],对省域生态功能区划的一般原则、方法、程序、内容和要求作了规定,用以指导和规范各省开展生态功能区划。2002~2004年,我国内地31个省、自治区、直辖市和新疆生产建设兵团全部进行并完成了生态功能区划编制工作。在综合运用我国建国以来自然区划、农业区划、气象区划,以及生态系统及其服务功能研究成果基础上,结合各省的生态功能区划工作,中国科学院于2005年起草了《全国生态功能区划》。2007年,修改完善的《全国生态功能区划》方案正式公布实施。目前,全国生态功能一级区共有3类31个区,生态功能二级区共有9类67个区,生态功能三级区共有216个。

但这些生态功能区划大都采用以GIS空间分析为主,辅以专家集成的定性分析方法,虽然有的分区也采用了定量分析的方法,但定量分析不是主要的分区方法。

2.3 生态功能区划概述

2.3.1 生态功能区划的意义

按照区域不同等级生态系统的整体联系性、空间连续性、相似性和相异性,探讨其生态过程的特征和服务功能的重要性,以及人类活动影响强度,并以此为依据进行空间区域的划分。

开展生态功能区划的研究对于确定区域生态系统特征、生态系统服务功能重要性、指出区域生态功能分区的主要生态问题,为制定生态环境保护与建设规划、维

护区域生态安全、促进社会经济可持续发展都有重大理论指导意义,为决策和管理者提供管理信息和管理手段。其要点是以正确认识区域生态环境特征,生态问题性质及产生的根源,以保护和改善区域生态环境为目的,依据区域生态系统功能的不同,人类活动影响程度的不同,分别采取不同的对策,它是研究和编制区域生态保护规划的重要内容;是运用现代生态学的理论,按照分区的原则和方法,将区域划分为不同级别的功能单元,并进行综合分析和评价,揭示其空间分布规律,为区域生态环境综合整治提供科学依据。

生态功能区划有别于基于生态系统的生态区划。生态区划是生态特征区划,是在对生态系统客观认识和充分研究的基础上,根据生态系统类型及其组合特征、环境要素特征的相似性和差异性规律进行整合和分区,划分不同的生态区域单元。目前我国的生态区划也考虑了人类活动与生态环境的相互作用,以人类活动强度和人类开发利用状况作为划分生态区域单元的依据^[48,49]。生态功能区划则是综合性功能区划,它是在生态区划的基础上发展而来的,是在充分考虑区域生态环境特征和面临的生态问题,以生态、社会、经济等因素的综合空间分异为主要依据划分生态功能区,同时根据各功能区的生态环境特征、生态环境问题、主导生态服务功能,提出生态环境保护与建设对策,为区域资源开发利用、工农业生产布局以及生态环境综合整治提供科学依据。

2.3.2 生态功能区划的作用

生态功能区划的结果是通过对区域的生态环境现状、主要生态问题等进行分析评价,获得空间上的分布与分区信息,其主要作用是为区域生态环境规划、管理和生态资源的合理配置提供一个地理空间上的框架,为管理者、决策者和科学家提供以下服务:(1)科学认识各生态功能区的生态环境特征、主要生态问题,明确各功能区生态环境保护、建设与管理的主要内容。(2)预测未来人类活动对区域生态环境影响的演变规律。根据各生态功能区内当前人类活动的规律以及生态环境的演变过程和恢复技术的发展,预测区域内未来生态环境的演变趋势。(3)根据各生态功能区内的生态资源和环境特点,对资源的开发利用和工农业生产布局进行合理规划,既使区域内的资源得到充分的利用,而又不至于对生态环境造成很大的影响,持续地发挥区域生态环境对人类社会发展的服务支持作用。

总体来说,通过生态功能分区可以合理地把经济发展、社会发展和生态保护的矛盾统一起来,因地制宜地进行产业结构的布局调整,扬长避短,发挥区域优势,在提高经济效益的同时兼顾生态效益,提高生态系统的服务功能,保护现有物种的生命力,使研究区域水土流失、土地退化沙化、湿地萎缩、森林质量下降的程度不再发展,逐步恢复生态服务功能,达到呼伦贝尔市社会、经济与生态可持续发展的战略目标。

2.4 生态功能区划的原则和方法

2.4.1 生态功能区划的原则

生态功能区划要在一定的理论和方法论准则指导下进行,即通常所称的区划原则。它是选取区划方法,确定分区依据和指标,建立等级单位体系的基础。制定生态功能区划的原则,就是为了保证区划对象的区域分异规律在区划中能得到真实、客观地反映。根据生态功能区划的目的和意义,生态功能区划工作必须遵循以下基本的原则^[51]:(1)区内相似性和区间差异性原则。生态功能区划是对区域生态环境特征、生态过程与生态服务功能的地域差异性和相似性加以识别,然后进行区域的划分与合并。(2)主导因素原则。进行生态功能区划时,必须综合分析区域生态环境要素的相互作用与生态系统结构、过程、格局的区域分异的关系,以及区域生态问题、生态服务功能与生态系统结构、过程、格局的相互关系,找出起主导作用的因素,选取主导因素指标作为分区的依据。(3)区域共扼性和生态完整性原则。区域共扼性原则要求区划所划分出来的任何一个分区单位,必须是具有个体性的,不重复出现的和空间上完整的区域。强调自然生物群落的组成、结构和功能是完整的稳定的生态组合;保持生态系统正常的能量、物质和物种流动关系,保持景观内生命主体具备的调节和控制功能。(4)发生学原则。在生态功能区划分中应分析区域生态环境问题、生态系统服务功能与生态系统结构、功能及其时空变化的关系,明确区划中的主导因子及区划的生态学基础与依据。(5)与区域社会经济建设和可持续发展相结合的原则与前瞻性原则^[52]。生态功能区划的目的是促进资源的合理利用与开发,避免盲目的资源开发和生态环境破坏,增强区域社会经济发展的生态环境支撑能力,促进区域的可持续发展。生态功能区划要在充分把握生态系统结构与功能演变趋势的基础上,结合区域社会经济发展方向,高度重视区域未来社会经济发展而导致的生态环境效应、生态服务功能的变化,使区划具有前瞻性。(6)便于管理原则。市域生态功能区的划分应尽可能保持县或乡镇行政边界的完整性,这样即可满足管理部门宏观决策的需要,也便于综合管理措施的实施。

2.4.2 生态功能区划的方法

生态功能区划的方法是贯彻和落实区划原则的手段,因而区划所采用的方法是与区划的原则密不可分的。区划的目的不同,所采用的方法上也有很大的差异。归纳起来,区划的方法可分为基本方法和一般常用方法两类^[53]。

(一) 基本方法

分区的基本方法就是指各类分区都要使用的通用方法,也就是通常所说的顺序划分法和合并法。

顺序划分法又称“自上而下”的区划方法。它是以空间异质性为基础,按区域内差异最小、区域间差异最大的原则,找出空间分异的主导因素和主要标志,划分

最高级区划单元，再自上而下逐级划分。一般大范围的区划和区划高、中级单元的划分多采用这一方法。

合并法又称“自下而上”的区划方法。它是以相似性为基础，从划分最小区域单元开始，按相对一致性原则和区域共扼性原则依次向上合并为高级单位。多用于小范围和分区低级单位单元的划分。本研究采用的是合并法。

（二）一般方法

根据区划的目的不同，在使用基本方法进行区划时，采用不同的技术，即形成多种多样的方法，主要有：

（1）地理相关法

即运用各种专业地图、文献资料和统计资料对区域各种生态要素之间的关系进行相关分析后进行区划。该方法要求将所选定的各种资料、图件等统一标注或转绘在具有坐标网格的工作底图上，然后进行相关分析，按相关紧密程度编制综合性的生态要素组合图，并在此基础上进行不同等级的区域划分或合并。

（2）空间叠置法

以各个区域要素或各个部门的和综合的区划图（气候区划、地貌区划、植被区划、土壤区划、农业区划、林业区划、综合自然区划、生态地域区划、生态敏感性区划、生态服务功能区划等）为基础，通过空间叠置，以相重合的界线或平均位置作为新区划的界线（图2）。在实际应用中，该方法多与地理相关法结合使用，特别是随地理信息系统技术的发展，空间叠置分析得到越来越广泛的应用。

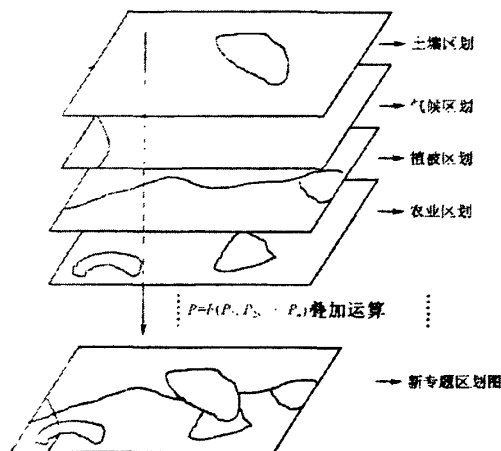


图2 专题图叠置形成新专题图的方法

Fig.2 The method that thematic maps overlay form new thematic map

（3）主导标志法

该方法为主导因素原则在区划中的具体应用。在区划过程中，通过综合分析确

定并选取反映生态环境功能地域分异主导因素的标志或指标,作为划分区域界线的依据。同一等级的区域单位即按此标志或指标划分。例如农业综合区划中常采用 $\geq 0^{\circ}\text{C}$ 积温和 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的积温作为主导因子划分农业种植制度区域和农作物种植区域。当然,用主导标志或指标划分区界时,还需用其它生态要素和指标对区界进行必要的订正。

(4) 景观制图法

应用景观生态学的原理,编制景观类型图,在此基础上,按照景观类型的空间分布及其组合,在不同尺度上划分景观区域。不同的景观区域其生态要素的组合、生态过程及人类干扰是有差别的,因而反映着不同的环境特征。例如在土地分区中,景观既是一个类型,又是最小的分区单元,以景观图为基础,按一定的原则逐级合并,即可形成不同等级的土地分区单元。

(5) 定量分析法

针对传统定性区划分析中存在的一些主观性、模糊不确定性缺陷,近来数学分析的方法和手段逐步被引入到区划工作中,如主成分分析、因子分析、聚类分析、相关分析、对应分析、逐步判别分析等一系列方法均在区划工作中得到广泛应用。

上述区划方法各有特点,在实际工作中往往是相互配合使用的,特别是由于区划对象的复杂性,随着GIS技术的迅速发展,在空间分析基础上将定性分析与定量分析相结合的专家集成方法正在成为各类分区工作的主要方法。

3 生态环境现状及主要生态问题

3.1 地理位置

呼伦贝尔市地处中国东北边疆,位于北纬 $47^{\circ} 05' \sim 53^{\circ} 20'$,东经 $115^{\circ} 31' \sim 126^{\circ} 04'$ 。全市南北长630 km,东西宽700 km,面积 $25.34 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

3.2 自然条件概况

呼伦贝尔市属于高原型地貌,由于地质原因形成了大兴安岭山地、呼伦贝尔高平原、河谷平原低地三个较大的地理单元。大兴安岭山地呈北北东—南南西走向,是呼伦贝尔高平原与松嫩平原的天然分界线,西侧以缓斜接呼伦贝尔高平原,东侧作梯状连接松嫩平原。同时也是额尔古纳河与嫩江的分水岭,河流主要源于大兴安岭山脉,西侧多流入额尔古纳河,东侧多汇入嫩江水系。呼伦贝尔高平原又称巴尔虎草原,位于大兴安岭西侧,地貌类型复杂,有侵蚀剥蚀的低山丘陵,有侵蚀的高平原以及冲积平原、湖积平原、沙地等。河谷平原低地是嫩江西岸河谷冲积平原,也是大兴安岭与松辽平原的过渡地带,西自大兴安岭分水岭呈阶梯状中山、低山、丘陵下降至松辽平原的西部边缘。相对高差1000多米,为一沿山体延伸的丘陵、谷地和带状平原。

土壤类型种类繁多呈地带性分布, 自东向西依次为黑土—山地暗棕壤—山地棕色针叶林土—山地灰色森林土—黑钙土—栗钙土等土壤带。

水资源较丰富, 可重复利用, 污染少, 有大小河流 3000 多条, 由嫩江水系和额尔古纳水系组成。水域面积 $48.32 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。湖水面积大于 0.1 km^2 以上的湖泊有 349 个, 最大的湖泊为呼伦湖和贝尔湖。水资源总量为 316.19 亿 m^3 。

植被水平方向的地带分化明显, 大兴安岭山脉主要分布有以兴安落叶松为主的明亮针叶林带, 以其为轴线, 其东部与小兴安岭温带针阔叶混交林相邻, 有一互相交错、过渡性质的地带, 植被组成以阔叶的蒙古栎为主, 混生黑桦及一些小兴安岭常见的北五味子、山葡萄等, 为夏绿阔叶林带; 西部呼伦贝尔草原发育着本区最发达的植被地带之一——中温型草原带。在大兴安岭山地外围, 森林与草原之间有一过渡地带——森林草原带, 阴坡岛状分布着白桦林, 阳坡无林地段上发育着以地榆、日阴营、线叶菊、贝加尔针茅等为主的杂草草甸; 在山地、沙地和河流沿岸边广泛分布着中生阔叶灌丛。此外, 境内还有草甸和沼泽植被及栽培植被。总体植被类型分为针叶林、阔叶林、灌丛、草原、草甸、沼泽和栽培植被七大类型。有野生植物 1400 多种 (全市有植物 1502 种, 包括一部分栽培植物), 野生动物有 513 种。

全市各地年平均气温为 $-5 \sim -3^\circ\text{C}$ 。年平均气温的地理分布是, 岭西为自西南向东北, 岭东为自东南向西北逐渐降低。全市年平均降水量 150~550mm, 降水量由东向西递减。大兴安岭山地年平均降水量 340~550mm。岭西为 250~340mm, 岭东为 450~500mm^[54]。

3.3 社会经济发展概况

呼伦贝尔市辖海拉尔区、满洲里市、牙克石市、扎兰屯市、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗、陈巴尔虎旗、鄂温克自治旗、鄂伦春自治旗、额尔古纳市、根河市、阿荣旗、莫力达瓦达斡尔族自治旗等 13 个旗、市、区。总人口 269.88 万人^[55]。

2008 年全市生产总值 632.66 亿元^[56]。其中, 第一产业增加值完成 144.01 亿元; 第二产业增加值完成 230.45 亿元; 第三产业增加值完成 258.20 亿元。三次产业结构由上年的 23.7: 33.4: 42.9 调整优化为 22.8: 36.4: 40.8。人均 GDP 为 23413 元。

2008 年全市农林牧渔业增加值 144.01 亿元, 农作物总播种面积 $152.14 \times 10^4 \text{ hm}^2$; 农作物总播面积中粮食作物、经济作物和其他农作物的比重由 1978 年的“90.1: 3.2: 6.7”调整到 2007 年的“79.2: 15.8: 5.0”。

3.4 呼伦贝尔市的生态地位

呼伦贝尔市是由森林、草地、湿地等有机组合形成的复合生态系统, 是我国北方重要绿色的生态屏障。由于大兴安岭所处的特殊位置对受西伯利亚高压带控制的南下冷空气起到阻滞作用, 形成了天然屏障, 对东北、华北起到了庇护功能。^[57]对

保护呼伦贝尔大草原，保护呼伦贝尔生态环境，有十分重大的生态意义。

呼伦贝尔草原被誉为“绿色净土”和“北国碧玉”^[50]，是欧亚大陆草原的重要组成部分，是世界著名的温型半湿润草原，也是我国迄今保护相对完好、纬度最高的天然草地。它是确保华北、东北地区免受风沙侵袭安全线的重要组成部分，也是东北临近省区生态安全线的起始点，是我国东北、华北地区的绿色生态屏障。

湿地为人类社会提供了大量产品，具有巨大的生态、经济、社会功能。湿地能抵御洪水、调节径流、控制污染、净化水质，是自然环境中自净能力很强的区域之一^[50]，它对保护环境、维护生态平衡、保护生物多样性、蓄滞洪水、涵养水源、补充地下水、控制土壤侵蚀、保墒抗旱、净化空气、调节气候等起着极其重要的作用。

20 世纪以来，由于大兴安岭林区开发、气候干旱、人类活动加剧等因素的影响，呼伦贝尔市的生态环境日益恶化，严重影响了整个东北和华北地区的生态安全。

3.5 主要生态问题

3.5.1 可采森林资源大幅度减少，生态服务功能下降

大兴安岭林区是呼伦贝尔市林业资源的主体，居全国第二位，由于长期的不合理利用，森林资源的结构和功能发生了很大变化^[60-61]：森林资源总量降低，以兴安落叶松为主的天然林可采资源面积、蓄积锐减，林分质量与生产力持续下降；白桦、山杨次生林逐步增多。幼、中龄林增多，成、过熟林递减^[62]，由此引发了生物多样性降低、水土流失、土地沙化、森林火灾与病虫害等自然灾害频发，森林的生态服务功能削弱（详见表 1）。

表 1 林区开发建设以来天然林资源变化情况

Tab. 1 Changes of the natural forest resources since the development and construction in the forest areas

指标	单位	开发初期 1952 年	第六次森林资源连续清查结果
可采资源面积	万hm ²	350.8	206
可采资源蓄积	亿m ³	4	2.2
单位面积蓄积量	m ³ /hm ²	94.5	79.5
单位面积出材量	m ³ /hm ²	42	22.5

3.5.2 草原沙化、退化，沙尘暴频发

由于长期自然和人为因素的影响，2006 年末全市约有 1/6 的草原发生不同程度沙化，近 111 万 hm² 的土地有明显沙化趋势，1999~2004 年间，沙漠化土地总面积增加了 42.89 万 hm²（见图 3，图 4）^[63, 64]。目前已经形成了 3 条不规则分布的大沙带（详见表 2）^[65, 66]。虽然，呼伦贝尔市不断在加大草原沙化退化的治理力度，局部地区得到了有效控制，但整体沙化退化仍然比较严重。全市近 20 年牧区天然草原退

化面积达 $344.56 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 占草原面积的 39.15%。而同期的人工草地和改良草地的建设速度每年只有 0.2%, 仅占退化速度的 1/10。

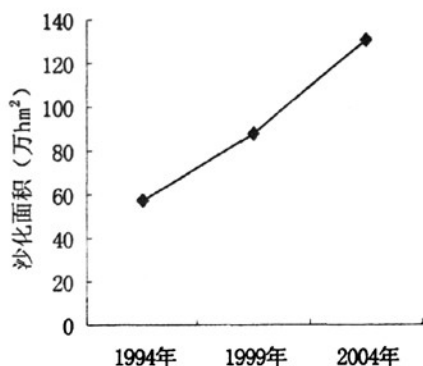


图3 草原沙化变化情况

Fig.3 Changes of the grassland
desertification

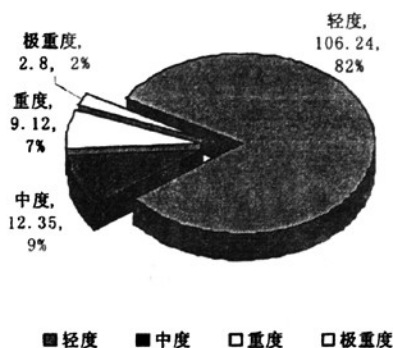


图4 草原沙化程度分类图

Fig.4 Classification of the degrees of
grassland desertification

表2 呼伦贝尔沙地分布情况

Tab 2 Distribution of the sandlots in Hulunbeier

名称	分布	长宽 (km)	面积 (万 hm^2)
北部沙带	沿海拉尔河两岸分布, 东起海拉尔西山, 西到海拉尔河与达兰鄂罗木河交汇处, 新左旗嵯岗牧场	长190 宽3~35	29
中部沙带	沿新左旗吉布郎图苏木, 经阿木古郎镇至乌布尔宝力格苏木东部分布	长30 宽5~10	15
东部沙带	从鄂温克旗的白音查岗苏木起, 经锡尼河和伊敏河东岸至新左旗的罕达盖林场, 呈不规则分布	长80 宽15	31

由于森林资源减少, 草原沙化退化严重, 导致了沙尘暴发生频繁, 危害程度逐渐成上升趋势。建国以来该市沙尘暴发生情况 (见图5) [87, 88]。

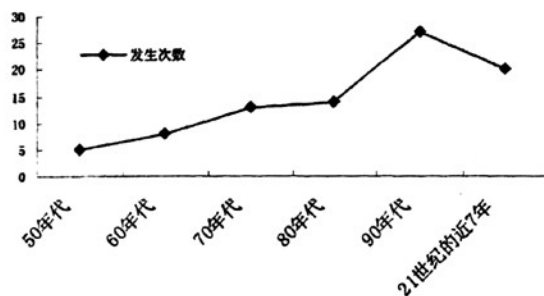


图5 呼伦贝尔市沙尘暴发生情况

Fig.5 Occurrence of sandstorm in Hulunbeier

3.5.3 湿地萎缩

呼伦贝尔市是我国湿地的重要分布区,重点湿地有:呼伦湖湿地(242910 hm^2),辉河湿地(75100 hm^2),莫尔格勒河湿地(70000 hm^2),二卡湿地(30760 hm^2),大兴安岭湿地(1128788 hm^2)^[69-71]。由于河流源头大面积的湿地开垦,水湿地造林以及水利工程建设的影响,造成湿地面积锐减,湿地景观丧失,破碎化严重,生态功能严重衰退。

境内的呼伦湖也在萎缩(见图6)。2006年,流经草原腹地的海拉尔河、伊敏河流量减少近1/2,克尔伦河、辉河^[72]先后断流干涸,成为季节性河流。林区由于冻土退化、水湿地造林,大量的破坏了原始湿地。干旱周期加长,丰水周期远不能恢复枯水周期所造成的破坏损失。

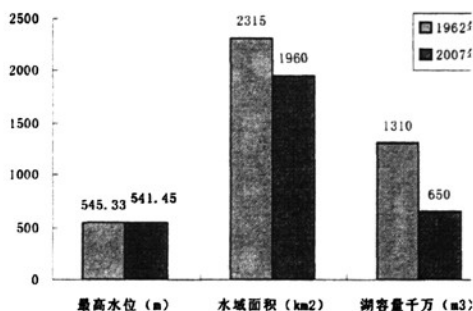


图6 1962年与2007年呼伦湖水域变化情况

Fig. 6 Changes of Hulun Lake water areas in 1962 and in 2007

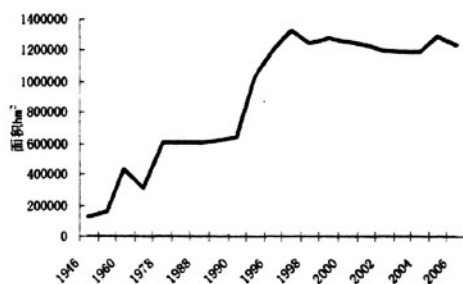


图7 呼伦贝尔市开发建设以来耕地资源变化

Fig. 7 Changes in the farmland resources since the development and construction in Hulunbeier

3.5.4 水土流失严重

水蚀、风蚀、冻融侵蚀是造成呼伦贝尔市水土流失的主要形式。据呼伦贝尔市水土保持站2007年的资料显示(附表4)全市现有水土流失面积106692.58 km^2 , 占总土地面积为42.11%。其中II级侵蚀面积92129.07 km^2 , III级及III级以上侵蚀面积14257.31 km^2 ^[73]。水蚀主要发生莫力达瓦达斡尔族自治县,阿荣旗,扎兰屯市等以种植业为主的5个旗市。风蚀主要发生在呼伦贝尔高平原上。冻融侵蚀主要分布在大兴安岭山地。

呼伦贝尔市开发建设以来,耕地面积持续增长(见图7),增长的耕地来自毁林毁草开荒所得,由于耕地破坏了原生植被,加剧了水土流失,全市的土壤侵蚀强度随着耕地面积的增加而逐步提高,水土流失的趋势还在加重。

呼伦贝尔市主要生态问题产生原因及对生态系统的影响见图8

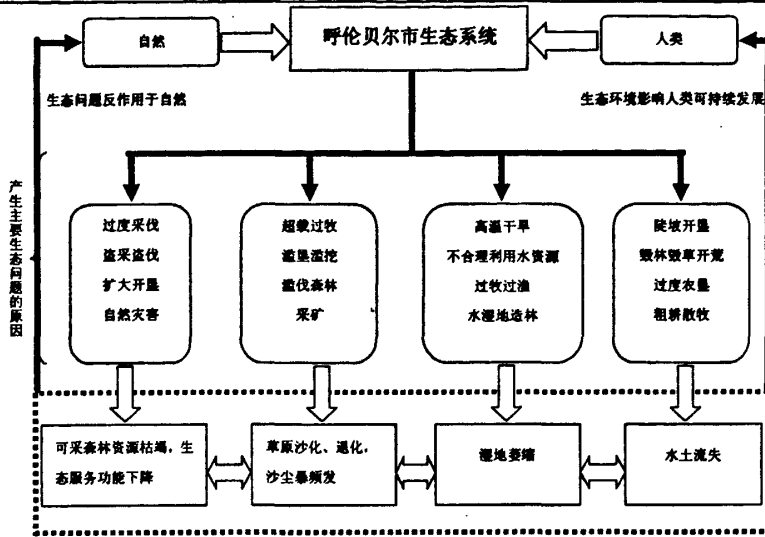


图 8 呼伦贝尔市主要生态问题产生的原因

Fig.8 Main causes of ecological problems in Hulunbeier

4 呼伦贝尔市生态功能区划

4.1 生态功能区划指标选取的原则

本研究在调研分析呼伦贝尔市生态现状后，以独立性原则、可操作性原则、全面性原则、可比性原则和代表性原则 5 个原则进行区划指标选取工作。

4.2 区划指标的建立

由于呼伦贝尔市地域环境比较复杂，资料收集困难，综合考虑生态社会状况，强调人与自然的有机耦合，以及从实用性出发，区划指标选取上要全面反映该市的所有生态、经济和社会发展情况，综合考虑生态功能区划与生态区划的异同，生态功能区划强调人类活动和社会经济活动对生态环境的影响作用，因此，指标选取时，生态、经济、社会各占部分比重，而且要选取能突出代表研究区的总体状况的指标，在参照前人指标体系选择的基础上，本研究以旗市为分区单位，从生态、经济、社会等三方面选取了 33 个指标，构建了生态功能区划的指标体系（图 9）。代表了各旗市的发展状况。

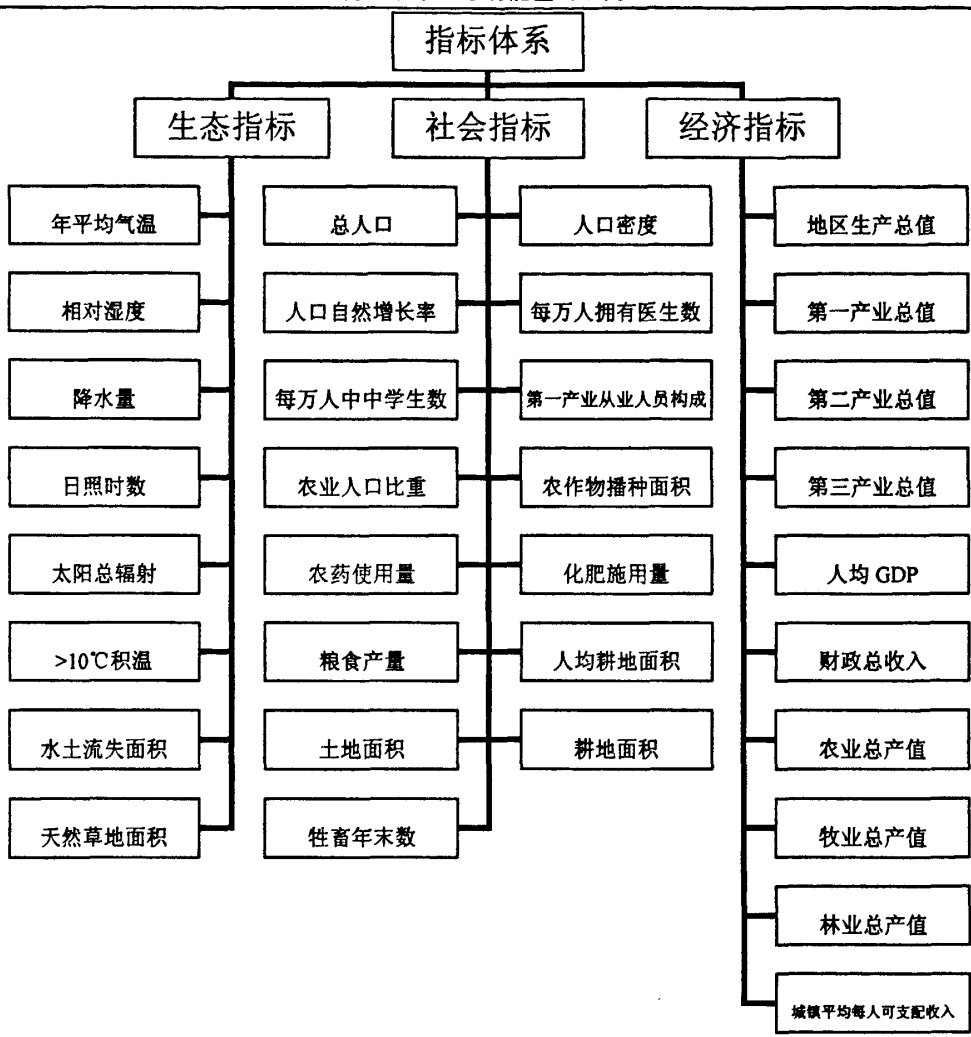


图9 呼伦贝尔市生态功能区划指标体系

Fig.9 Index system of ecological function regionalization in hulunbeier

反映自然生态方面的因素很多，但由于生态方面的资料收集难度大，本研究选择了年平均气温、相对湿度、降水量、日照时数、太阳总辐射、>10℃积温、水土流失面积、天然草地面积 8 个指标，其中>10℃积温为 80%保证率下的界限积温。

反映经济发展现状的指标包括：地区生产总值、第一产业总值、第二产业总值、第三产业总值、人均 GDP、财政总收入、农业总产值、牧业总产值、林业总产值、城镇平均每人可支配收入 10 个指标。

社会发展水平的指标选取了总人口、人口密度、人口自然增长率、每万人拥有医生数、每万人拥有中学生数、第一产业从业人员构成、农业人口比重、农作物播种面积、农药使用量、化肥施用量、粮食产量、人均耕地面积、土地面积、耕地面积、牲畜年末数 15 个指标，其中：

$$\text{人口密度} = \frac{\text{总人口}}{\text{土地面积}}, \quad \text{农业人口比重} = \frac{\text{农业人口}}{\text{总人口}} \times 100,$$

$$\text{每万人拥有医生数} = \frac{\text{卫生技术人员数}}{\text{总人口}} \times 10000$$

$$\text{每万人中中学生数} = \frac{\text{在校中学生数}}{\text{总人口}} \times 10000$$

以上指标数据均取自 2006 年呼伦贝尔市统计年鉴和 2007 年内蒙古统计年鉴, 2007 年水土流失面积由呼伦贝尔水土保持站提供, 天然草地面积来源于 1994 年《中国草地资源数据》。具体数据资料见附表 1, 2, 3, 4。

4.3 SPSS 指标数据分析处理

4.3.1 因子分析

因子分析是主成分分析的推广和发展, 它也是将具有错综复杂关系的变量(或样品)综合为数量较少的几个因子, 以再现原始变量与因子之间的相互关系, 同时根据不同因子还可以对变量进行分类, 它也是属于多元分析中处理降维的一种统计方法。^[74]

因子分析的基本思想是通过变量(或样品)的相关系数矩阵(对样品是相似系数矩阵)内部结构的研究, 找出能控制所有变量(或样品)的少数几个随机变量去描述多个变量(或样品)之间的相关(相似)关系, 但在这里, 这少数几个随机变量是不可观测的, 通常称为因子。然后根据相关性(或相似性)的大小把变量(或样品)分组, 使得同组内的变量(或样品)之间相关性(或相似性)较高, 但不同组的变量相关性(或相似性)较低。

因子模型研究有 P 个变量指标, m 个样品的实际对象, 有统计数据为样本矩阵 $X = [X_{ij}]_{p \times m}$ 。本研究中 $p=33$, $m=14$ 。

因子分析的数学模型^[75]如下:

$$\begin{cases} X_1 = a_{11}F_1 + a_{12}F_2 + \cdots + a_{1m}F_m + \varepsilon_1 \\ X_2 = a_{21}F_1 + a_{22}F_2 + \cdots + a_{2m}F_m + \varepsilon_2 \\ \vdots \\ X_p = a_{p1}F_1 + a_{p2}F_2 + \cdots + a_{pm}F_m + \varepsilon_p \end{cases}$$

简记为: $X = AF + \varepsilon$

其中: $A = (a_{ij})_{p \times m}$ ($m < p$) 为因子载荷矩阵, F 为 X 的公共因子, a_{ij} 为指标变量 X_i ($i=1,2,\cdots,p$) 在公共因子 F_j ($j=1,2,\cdots,m$) 上的载荷(或投影), ε 为特殊因子。

4.3.2 主因子构建及命名

4.3.2.1 因子提取

借助于 SPSS 15 统计分析软件，将原始样本矩阵标准化，得到 14 个指标的特征值（表 3），计算出其相关矩阵 R 的特征值和贡献率（表 4）以及正交因子表（表 5），进行因子提取。根据特征根大于 1 的原则，选入了 3 个公共因子（或称为主因子），由表 4 可以看出，3 个主因子的累计方差贡献率为 88.63%，说明这 3 个主因子已经代表了原始数据的 88.63%的信息，可以利用这 3 个主因子充分反映 13 个旗市的生态功能状况。

表 3 各因子初始特征值
Tab.3 Initial eigenvalues of components

成分 Component	特征值 Total	初始特征值 Initial Eigenvalues	
		方差贡献率 (%) % of Variance	累计贡献率 (%) Cumulative %
1	6.682	51.403	51.403
2	2.973	22.869	74.272
3	1.867	14.358	88.630
4	.582	4.476	93.106
5	.401	3.081	96.188
6	.214	1.643	97.831
7	.169	1.300	99.131
8	.086	.658	99.789
9	.018	.137	99.925
10	.005	.036	99.961
11	.004	.032	99.993
12	.003	.021	99.995
13	.001	.007	100.000
14	8.79E-017	6.76E-016	100.000

表 4 因子特征值、贡献率和累计贡献率
Tab.4 Extraction sums of squared loadings

特征值 Total	方差贡献率 (%) % of Variance	累计贡献率 (%) Cumulative %
6.682	51.403	51.403
2.973	22.869	74.272
1.867	14.358	88.630

4.3.2.1 因子旋转

为方便对公共因子进行解释,了解每个公共因子的意义,通过 SPSS 软件对因子载荷矩阵进行了旋转。表 5 为初始因子载荷矩阵,表 6 为正交旋转后的因子载荷矩阵,表 7 为旋转后的主成分的特征值、贡献率和累计贡献率。

表 5 初始因子载荷矩阵

Tab. 5 Component matrix(a)

指标	主成分 Component		
	F1	F2	F3
年平均气温	.507	.697	-.447
相对湿度	.006	-.847	.417
太阳总辐射	-.068	.524	-.695
农作物播种面积	.975	.020	.132
农药使用量	.900	-.084	.222
化肥施用量	.901	.041	.178
地区生产总值	-.098	.685	.628
财政总收入	-.531	.648	.433
农业总产值	.979	.028	.095
牧业总产值	.818	.277	-.186
粮食产量	.979	.081	.091
耕地面积	.933	.009	.120
城镇平均每人可支配收入	-.316	.716	.513
水土流失面积	.340	.642	-.565

表6 正交后的因子载荷阵

Tab. 6 Rotated component matrix

指标	主成分 Component		
	F1	F2	F3
年平均气温	.460	.089	.851
相对湿度	.020	-.321	-.887
太阳总辐射	-.167	-.083	.853
农作物播种面积	.979	-.098	.010
农药使用量	.916	-.096	-.134
化肥施用量	.919	-.037	-.015
地区生产总值	.094	.929	.025
财政总收入	-.372	.861	.098
农业总产值	.976	-.118	.042
牧业总产值	.782	-.098	.400
粮食产量	.980	-.083	.081
耕地面积	.934	-.106	.006
城镇平均每人可支配收入	-.139	.918	.109
水土流失面积	.584	-.064	.871

表 7 旋转后的因子特征值、贡献率和累计贡献率

Tab. 7 Rotation sums of squared loadings

特征值 Total	方差贡献率 % of Variance	累计贡献率 Cumulative %
6.445	49.578	49.578
2.629	20.220	69.798
2.448	18.832	88.630

从正交后的因子载荷阵可以看出，第一主因子F1，在农作物播种面积、农药使用量、化肥使用量、农业总产值、牧业总产值、粮食产量、耕地面积这7项指标上有较大载荷。而这7个指标从不同侧面反映了社会方面的问题，因而可将其命名为社会基础因子；第二主因子F2，在地区生产总值、财政总收入、城镇平均每人可支配收入这3项指标上有较大载荷，而这3个指标代表了经济的发展状况，因而可将其命名为经济因子；第三主因子F3，在年平均气温、相对湿度、太阳总辐射、水土流失面积4项指标上有较大载荷，这4项指标均为生态气候方面的因子，因而可认为是生态特征因子。

4.3.2.1 评价模型的构建

根据各主因子的特征根占 3 个主因子特征根之和的比重作为权重进行加权汇总, 得出各旗市区划的综合评价模型如下:

$$Z = W_1 \times F_1 + W_2 \times F_2 + W_3 \times F_3 = 57.99\%F_1 + 25.8\%F_2 + 16.2\%F_3$$

其中: Z 为综合价值或称综合得分, W_i 是第 i 个主因子的权重 ($W_i = \lambda_i / \sum \lambda_i$)。

λ_i 为第 i 个主因子对应的特征根。

$$F_i = \beta_{i1}X_1 + \beta_{i2}X_2 + \cdots + \beta_{ij}X_j$$

其中, $i=1, 2, 3$; $j=1, 2, 3, \dots, 13$; β_{ij} 因子得分模型的系数, X_j 是各个地区的第 j 个变量 (指标) 的标准化数据。

运用 SPSS 软件可以直接计算出 F_i ($i=1, 2, 3$), 代入综合评价模型就可以得到综合得分 Z 值, 表 8 计算出各旗市的各主因子的分值和综合得分 Z 值及利用 Z 值进行综合排名情况。

表 8 各旗市生态功能区划综合得分及排名

Tab. 8 The scores and rankings of ecological function regionalization in each county or city

旗 市	因子			Z 值	排名
	F1	F2	F3		
莫力达瓦达斡尔族自治县	2. 22418	0. 02754	-0. 34002	1. 241888	1
阿荣旗	1. 44847	-0. 05534	1. 01619	0. 990399	2
扎兰屯市	0. 92283	0. 29076	1. 26686	0. 815484	3
满洲里市	-0. 74618	2. 58126	-0. 02794	0. 228775	4
海拉尔区	-0. 45199	1. 2945	-0. 02487	0. 067863	5
牙克石市	0. 19541	0. 01731	-1. 36345	-0. 10314	6
额尔古纳市	0. 11899	-0. 3536	-1. 02968	-0. 18908	7
鄂伦春旗	0. 21491	-0. 69829	-1. 00491	-0. 21838	8
鄂温克旗	-0. 66095	-0. 00473	0. 04849	-0. 37667	9
新巴尔虎右旗	-0. 98739	-0. 27928	1. 39825	-0. 41811	10
陈巴尔虎旗	-0. 49891	-0. 86417	0. 40044	-0. 44743	11
新巴尔虎左旗	-0. 89023	-1. 31141	1. 08351	-0. 67909	12
根河市	-0. 88913	-0. 64453	-1. 42286	-0. 9125	13

4.3.3 聚类分析

聚类分析又称群分析, 它是研究样品 (或指标) 分类问题的一种多元统计方法, 所谓类, 就是指相似元素的集合。是将一批样品或变量, 按其性质的亲疏程度进行分类。聚类分析的基本思想是: 采用多变量的统计值, 定量地确定相互之间的亲疏

关系，考虑对象多因素的联系和主导作用，按它们亲疏差异程度，归入不同的分类中一元，使分类更具客观实际并能反映事物的内在必然联系。聚类分析是依据实验数据本身所具有的定性或定量的特征来对大量的数据进行分组归类以了解数据集的内在结构，并且对每一个数据集进行描述的过程。其主要依据是聚到同一个数据集中的样本应该彼此相似，而属于不同组的样本应该足够不相似^[7]。

本研究采用的是系统聚类法（Hierarchical Cluster）中的类内平均链锁法（Within-groups Linkage），定义各样本点之间的距离采用的是平方欧氏距离（Euclidean distance），接着计算出每 2 个样本间的欧氏距离系数 D_{ij} ，其公式为：

$$D_{ij} = \left[\sum_k^m |X_{ik} - X_{jk}|^q \right]^{1/q}$$

其中： D_{ij} 为 ij 两点的距离系数； X_{ik} 为第 i 点第 k 因子的值； X_{jk} 为第 j 点第 k 因子的值； m 为因子的个数； q 为指数。

根据距离系数，按照最短距离法，使用表 8 中的主因子 F 值，选择距离系数相似的样本归为一类，将其组成新序列，继续计算新类同其它样本之间的距离，如此反复，每进行一次缩小一类，直到得到所需的结果为止。利用 SPSS 15 软件，通过系统聚类，得到树状谱系图（图 10）。

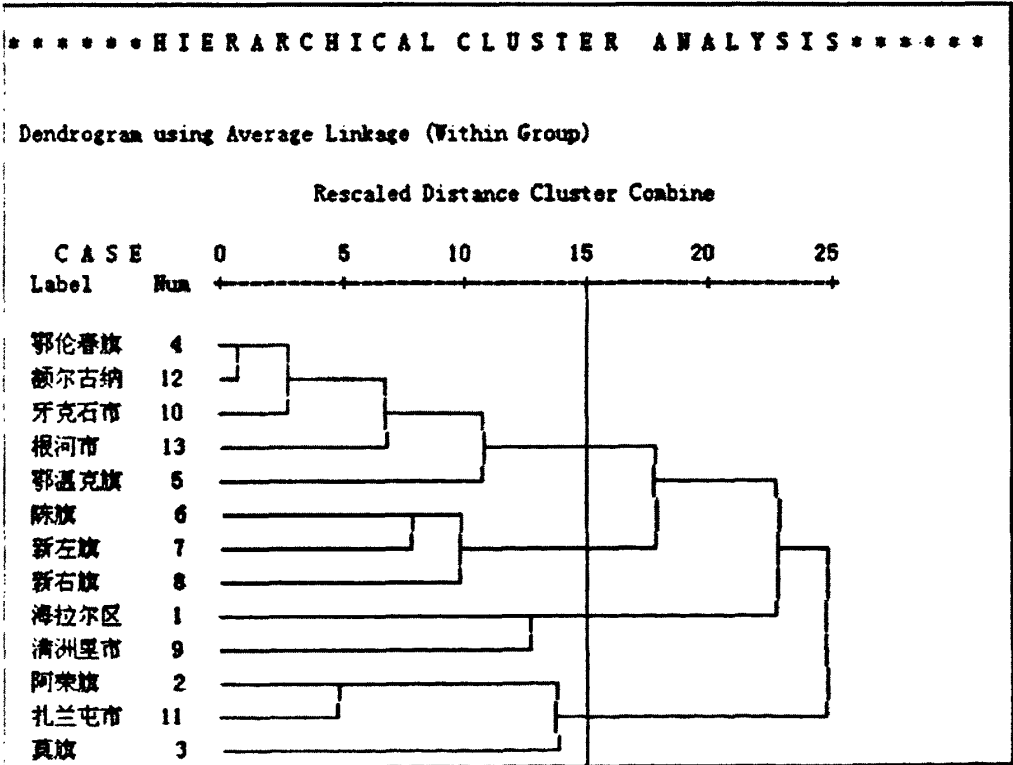


图 10 综合聚类谱系图

Fig.10 Dendrogram of cluster analysis on the Hulunbeir city with SPSS software

从图 10 的树状聚类谱系图可以看出, 在取欧氏距离为 15 时, 可以将各旗市划分为 4 类, 即: A.鄂伦春旗、额尔古纳市、牙克石市、根河市; B.陈巴尔虎旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗; C.海拉尔区、满洲里市; D.阿荣旗、扎兰屯市、莫力达瓦达斡尔族自治县。

4.4 生态功能区划结果分析与分区描述

4.4.1 分区命名原则

生态功能分区命名要体现出分区的位置、地貌特征、气候特征和宏观生态系统类型, 由地名+地貌特征+气候特征+主要生态系统类型构成, 地貌特征包括高平原、山地、丘陵等, 气候特征包括温型、中温型、寒温型; 湿润、半湿润、半干旱等, 命名时选择重要或典型者。

4.4.2 分区结果

在初步聚类结果的基础上, 根据呼伦贝尔市的自然地理条件和气候特征、主要生态环境问题、结合生态和经济、社会单类指标因子综合得分, 尽可能突出呼伦贝尔市“生态市”的特色, 并参照研究区的实际情况, 将聚类结果与 2007 年 8 月 27 日的 MODIS 卫星遥感影像对比, 发现定量分析结果与定性分类结果大致相符, 因此可以将研究区分为 I 呼伦贝尔高原中温型半干旱草原区、II 大兴安岭山地寒温湿润森林区、III 大兴安岭东丘陵温型湿润半湿润林牧农业结合区、IV 中心城市生态经济区四个生态功能区域 (见表 9、图 10)。

表 9 呼伦贝尔市生态功能分区情况

Tab.9 Regionalization of ecological function in Hulunbeier

分区编号	生态功能分区	包括的行政单位	土地面积 (km ²)	人口 (人)	主要保护管理措施
I	呼伦贝尔高原中温型半干旱草原区	陈巴尔虎旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗	68294	133308	禁止超载过牧, 实行草畜平衡, 发展生态畜牧业, 退化沙化土地治理, 保护重点湿地
II	大兴安岭山地寒温型湿润森林区	鄂伦春旗、鄂温克旗、额尔古纳市、牙克石市、根河市	154160	1060010	森林分类经营, 加大天然林保护力度, 提高涵养水源功能, 加强保护区建设
III	大兴安岭东丘陵温型湿润半湿润林牧农业结合区	阿荣旗、莫力达瓦达斡尔族自治县、扎兰屯市	39363	1088452	防治水土流失, 加强防护林带建设, 退耕还林还草, 坡耕地整治, 保护森林资源
IV	中心城市生态经济区	海拉尔区、满洲里市	2136	420961	建设绿色经济带, 发展生态效益工业, 发展集约生态农业、养殖业, 加快生态城市化建设



图 11 呼伦贝尔市生态功能区划图

Fig. 11 Ecological Function Regionalization of hulubeier City

4.4.3 分区描述

I 呼伦贝尔高原中温型半干旱草原区

该区域位于大兴安岭山地以西的呼伦贝尔高原，面积为 68 294 km²，包括陈巴尔虎旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗，占呼伦贝尔市总面积的 25.87%，从东到西依次分布着森林草原、草甸草原和典型草原三种草原类型，地貌类型为高原，地势大致东高西低，中部为呼伦贝尔凹陷区。植被从草甸草原的线叶菊、羊茅或线叶菊、贝加尔针茅草原到典型草原的羊草、大针茅草原和更为干旱的克氏针茅草原。土壤类型主要为黑钙土和栗钙土两类地带性土壤，其间分布一些风沙土、盐土、碱土等隐域性土壤，它与植被基本相对应的分布，构成了该区域的土壤环境。该区处于我国纬度较高、位置最北的草原区域，气候上总体表现为寒冷干旱、降水较少，属半湿润半干旱的草原气候。区域内年平均气温-3~0℃，降水量 250~340 mm，湿润系数为 0.3~0.6 之间。该区域的自然保护区¹包括达赉湖国家级自然保护区（743600 hm²），巴尔虎草原黄羊省级自然保护区（528388 hm²）陈旗草甸草原县级自然保护区（510200 hm²），胡列也吐县级自然保护区（68927 hm²），赫尔洪得县级自然保护区（48296 hm²），诺门罕湿地县级自然保护区（160900 hm²），乌日根山县级自然保护区（12037 hm²），莫达莫吉湿地县级自然保护区（6670 hm²）。该区域在提供生态

¹ 自然保护区数据资料为 2004 年 9 月内蒙古环保局的统计数据。

系统产品、保持水土、防治沙漠化、防治沙尘暴、维持生物多样性等方面发挥着重要的功能。

1、生态特征

本区处于大兴安岭森林草甸地区以西,为大兴安岭西麓低山丘陵区 and 典型草原区,海拔高度多在 800~900 m 左右,起伏较平缓,相对高度多在 100 m 上下。再往西,逐渐过渡到呼伦贝尔高原草原区。以典型草原为优势类型,草原植被的最基本群落类型是大针茅草原和克氏针茅草原两种群系。在大兴安岭林缘区,森林已不多见,在丘陵阴坡,分布了地榆、裂叶蒿、日阴菅、贝加尔针茅等组成的草原化五花草塘,有时还有团块状分布的山杏、柳树等灌丛。丘顶及坡地上部,广泛分布了线叶菊、羊茅或线叶菊、贝加尔针茅草原。坡地下部及漫岗广泛分布了羊草、杂类草和羊草、贝加尔针茅、杂类草草原。高河滩则生长了中生禾草、杂类草草甸。草本群落种类组成丰富、草群茂密,生产力及营养价值均高,是优良的打草场与放牧场,发育了肥沃的黑钙土。局部区域分布着以樟子松林为特征的沙地植被。再往西的大针茅草原是典型草原地带性植被的主要代表群系,广泛分布在排水良好的平原上,形成大面积的群落。克氏针茅草原是本区草原植被的基本类型,它比大针茅草原的旱生性强,分布也较普遍,在本区最西部,由于气候湿润度下降,克氏针茅草原取代了大针茅草原的作用,逐渐成为优势群系,这是克氏针茅草原的原生类型。此外,在局部地段还分布有羊草、羊茅草原和沙生冰草草原以及低湿地盐化草甸。

2、主要生态问题

由于地处呼伦贝尔高平原西部,大陆性气候显著,本区也是呼伦贝尔市较干旱和地表水缺乏的区域,草场过度放牧和人为破坏造成草场退化沙化、草地质量下降,草原防风固沙功能降低。沙地植被遭到破坏,固定沙丘活化,生态屏障功能衰退。严重的草场退化、沙化和潜在沙漠化危险、沙尘天气频发、湿地萎缩是本区的主要生态问题。此外,河流湿地也部分遭到破坏,面积逐渐缩小。

3、主要保护管理措施和任务

(1) 水土保持:鼓励发展旨在保护草原生态防护功能的生产建设项目,如自然保护区建设项目、天然草原保护建设项目、生态畜牧业建设项目等,限制在草原区开矿,重大工程开始之后一定要贯彻“三同时”制度,做好环境影响评价工作,开矿之后,必须进行生态建设,恢复防风固沙生态屏障功能;禁止超载放牧,禁止在草原上开垦土地,逐步将已经开垦的土地退耕还林还草。实施草甸草原生态功能保护区和封沙育林工程,采取强制性保护措施。按照牧区生态特点,重点抓好生态恢复重建工作;评估草原对牲畜的承载力,实行草畜平衡制度,严禁超载过牧,禁止滥挖中药材。划定禁牧区,严格执行轮牧、休牧。鼓励发展生态畜牧业。在草原建设方式上,要因地制宜采取稀树、灌、草相结合的治理模式,合理布局林带,人工、飞播造林种草相结合的方式,促进草原生态的恢复。

(2) 防风固沙: 草原生态建设必须坚持保护与建设并举, 以保护为主的原则, 加大天然草场保护力度。对于退化草原, 要结合当地实际实施围封禁牧、季节性休牧、划区轮牧、退耕退牧还草、饲料源种植、节水灌溉等草原保护和建设工程, 降低草原退化速度; 对于沙化草原, 要增加防沙治沙工程的投入, 人工促进林草植被的自然修复, 建立防风固沙体系, 遏制沙化土地扩展。积极推进生态畜牧业的发展。划定禁牧区, 禁垦区、禁止滥挖药材, 禁止砍伐放牧, 实施强制性保护措施。合理规划和鼓励舍饲养殖, 围栏封育退化沙地植被, 进行农村牧区新能源建设, 有步骤的实施生态移民工程, 开展生态旅游、生态农业等, 发展绿色食品、有机食品等名优特产品。对已经开垦的农田要逐步实施退耕还草工程, 鼓励建设草料基地; 禁止开垦草原。

(3) 防洪调蓄: 设立额尔古纳水系河流域河流湿地防洪调蓄生态功能保护区, 建设自然保护区, 发展节水灌溉项目; 禁止超采地下水, 禁止对额尔古纳水环境直接污染的项目建设, 对重点流域进行严格管制。对草原湖泊如达赉湖、海拉尔河的缩湖缩河造地等破坏湿地导致湿地生态功能丧失的生产行为要严格禁止, 严禁开发湿地泥炭资源; 制定合理的养渔业发展规划, 严抓偷捕偷猎行为, 防止湖泊富营养化, 发展灌溉项目; 加快建立湿地生态功能保护区和自然保护区。实施退耕还河(河道)工程。建立重点河流域湿地防洪调蓄生态功能保护区, 实施严格保护, 发展节水灌溉项目; 严禁在河道采挖砂, 严禁超采地下水, 保护地下水资源, 禁止对河流水环境直接污染的项目建设。

II 大兴安岭山地寒温型湿润森林区

该区域面积 154 160 km², 占全市总面积的 58.4%, 是本次区划中面积最大的区。主要分布在大兴安岭中北段中山区域和山地主脉两侧的低山区域, 在北部山地较为集中, 在北纬 47 度以北的大兴安岭山脉主体部分都有分布, 行政区域主要包括鄂伦春旗、鄂温克旗、额尔古纳市、牙克石市、根河市。该区域的自然保护区数量较多, 包括: 红花尔基樟子松国家级自然保护区 (20085 hm²), 汗马国家级自然保护区 (107348 hm²), 辉河国家级自然保护区 (346848 hm²), 维纳河省级自然保护区 (125564 hm²), 额尔古纳室韦省级自然保护区 (314018 hm²), 额尔古纳湿地省级自然保护区 (126000 hm²), 满归省级自然保护区 (64386 hm²), 欧肯河县级自然保护区 (20700 hm²), 四方山达尔宾湖县级自然保护区 (3279 hm²), 诺敏县级自然保护区 (22181 hm²), 乌西县级自然保护区 (300 hm²), 西日特旗县级自然保护区 (1000 hm²), 五泉山县级自然保护区 (800 hm²), 白音嵯岗县级自然保护区 (2100 hm²), 根河冷水鱼县级自然保护区 (1743 300 hm²), 查原始森林县级自然保护区 (43920 hm²), 西伯利亚红松林县级自然保护区 (33900 hm²)。

1、生态特征

区域主体为大兴安岭山地,以东北西南走向绵延于呼伦贝尔高原的东部边缘,纵贯呼伦贝尔市中部,构成气候的天然屏障,地形北宽南窄,山脉地势北低南高,海拔高度 800~1600 m,以中山占地面积为最广,大兴安岭是我国重要的水源涵养区。大兴安岭山地形成寒冷湿润的森林气候,区域气温年均 0~5℃, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年活动积温多低于 1600℃,无霜期少于 90 天,年均降水 340~500 mm,平均风速为 2~3.5 m,仅能满足黑麦、燕麦、土豆等少数耐寒作物的需要;湿润系数为 0.6~1.3,湿度较高;森林凋落物主要积聚于地表,进入土壤中的有机质很少。本区是我国重要针叶林区,森林植物主要是以兴安落叶松为主,其中间杂有少量的云杉、冷杉和桦木;并且生长有低温植物分布,如偃松、岳桦、高山桧、岩高兰、林奈草等,在大兴安岭岭西和岭东部分地区分布有针阔混交林。该区植物群落类型代表种为兴安落叶松,它是组成大兴安岭山地针叶林建群的树种,其纯林类型分布较大,主要林型有兴安落叶松—偃松、兴安落叶松—杜鹃等,林下灌木成分以兴安杜鹃、狭叶杜香、越桔等。土壤类型主要为棕色针叶林土。可为人类提供木材资源,具有重要生产生态服务功能;作为许多河流的源头,在水源涵养与水文调节、防洪调蓄方面具有重要的功能。森林生态系统在生物多样性产生与维持方面发挥着重要的生态服务功能。

2、主要生态问题

该区域为嫩江水系和额尔古纳河水系上游地区,由于大面积过度采伐破坏森林,不能及时更新造林,森林覆盖率下降,森林质量下降。使森林的水源涵养能力大大降低,出现水土流失现象,在多雨年份易造成洪涝灾害。同时,林区基础设施建设投入不足,特别是森林防火体系设施建设和森林病虫害预测预报及防治体系建设,不能适应林区发展的需要,致使森林火灾、病虫害时有发生。

3、主要保护管理措施及任务

重视林区的生态建设,继续落实天然林保护工程,实施退耕还林工作。实施生态保护区和商品林经营区的森林分类区划,将生态保护区划分为禁伐区和限伐区,建立公益林生态功能保护区。加大植树造林工作的力度,提高造林成活率,增加森林资源的总量。严厉打击各类盗伐、超采活动;进一步做好森林防火、病虫害防治工作;杜绝毁林、开垦等破坏森林资源现象。加快商品林、薪炭林基地建设,做好林下资源综合利用工作,增加林产工业投入,适度开采矿产,重点发展森林旅游等第三产业。推广“以煤代木”工程,减少过度樵采对森林、灌草植被的破坏。

III 大兴安岭岭东丘陵温型湿润半湿润林牧农业结合区

该区域面积 39363 km²,占全市总面积的 14.91%,分布在大兴安岭东麓低山丘陵及嫩江右岸河谷平原,四季分明,气候温和,降水较多,属温暖半湿润气候;年平均气温 1℃左右, $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年活动积温 1700~2000℃上下,无霜期 90~110 天,水分状况比针叶林地区有所改善。虽然年降水量为 450~500 mm,但因本区温度稍高,

土壤冻层融化较深,土壤过湿现象有所减轻。本区以蒙古栎林广泛分布为其重要标志,并分布有针阔混交林。该区域的自然保护区数目不多,只有两个旗县级自然保护区:复兴自然保护区(18425 hm²),扎兰屯柴河林业野生动物自然保护区(10691 hm²)。整个区域行政范围包括阿荣旗、莫力达瓦达斡尔族自治县、扎兰屯市。

1、生态特征

生态特征是以岛状的蒙古栎林分布为特征的针阔混交林和夏绿阔叶林,典型植物种类为蒙古栎、兴安落叶松、白桦、山杨、黑桦等为主,并伴有草原成分。土壤以暗棕壤、灰色森林土、黑土、草甸土、沼泽土为主要类型。该区域植被覆盖率较高,自然资源丰富,河流湿地众多,生态调节能力强,在正常范围内的扰动由自然调控即可恢复。但由于近几年无节制的乱砍乱伐以及毁林开荒,导致林线后退,植被逆向演替,水土流失加剧。一般海拔高度 200~500 m,是大兴安岭森林向东北河谷平原的过渡地带,丘陵顶部以蒙古栎、黑桦、胡枝子、虎榛子为主的森林灌丛,丘陵底部及波状平原以杂类草甸为主。该区域适于农业生产,大部分地区已被开垦,水热条件与肥厚的黑土与黑钙土土壤条件可满足豆类、玉米、谷子、高粱、水稻、蔬菜、瓜类和果树等作物生长发育的需要,是农业最集中的地区。

2、主要生态问题

本区的森林草原覆盖率低,涵养水源、保持水土的能力弱。在本区历史上开垦了大面积的农田,兴安落叶松林分布面积减少,森林严重次生化,森林覆盖率降低,森林涵养水源、保持水土的能力大大减弱。从而导致本区水土保持功能下降,造成严重水土流失。

3、主要保护管理措施及任务

(1) 保护森林资源,保持其涵养水源的功能。逐步实施退耕还林还草,开展森林生态重建,要适地适树,注重以当地物种为主,发展森林生态经济不与本区水土保持功能产生矛盾,鼓励自然恢复为主。

(2) 加强基本农田建设,保护基本农田,对不宜耕种的农田实施退耕还林还草,积极推动防护林建设。将现有农田控制在合理的范围内。

(3) 保护区内河流水质,保护区内各条河河流湿地,使其发挥调蓄供水的作用。限制对水资源不合理利用及大水漫灌的灌溉方式,鼓励发展节水灌溉农业。

(4) 扩大退耕还林还草工程的治理范围,对于岭东的坡耕地要重点整治、改造,退耕的坡地上应植树种草,建议种植乡土经济树种蒙古栎,山杨和榛树的乔灌木混交林。对退耕还林还草地区应采取严格封禁,采取人工促进天然更新等措施加以保护;不能退耕的坡耕地要进行改造,实行农林间作,建议在坡耕地改种优良牧草,发展牲畜圈养。草原区的农田防护林和牧场防护林造林带应垂直主风向,对处于风口的地区应采取乔、灌、草混种的综合治理,增强防风固沙效果。

IV 中心城市生态经济区

这个区域是呼伦贝尔市经济发展最快,以交通干线相连接的重要城镇和产业密集带,是中心地带。这里人口密集,工业化和城市化发展快,社会经济活动对自然环境作用强烈,区域生态系统基本上是人工生态系统或半自然生态系统。主要发挥城市景观生态经济服务功能,为人工生态服务区,包括海拉尔区和满洲里市,面积 2136 km^2 , 占总面积的 0.81%, 是生态功能区划中最小的分区。本功能区是城市及城郊农业结合区,是城镇生态系统的主体,具有调控中心、城市“大脑”的作用,主要提供人工系统服务,是生态系统人的作用力较激烈的单元,它不仅为整个生态系统提供社会保障和经济文化服务,同时又要发挥其一定的自然生态调节功能。该区域也包含海拉尔西山省级自然保护区 (14667 hm^2) 及二止湿地鸟类自然保护区 (6501 hm^2)。

1、生态特征

本区主要发挥城镇生态经济服务功能,是社会、经济和人口集中地,本功能区是城市生态系统的主体,具有调控中枢的作用,是生态系统人的作用力较激烈的单元,它不仅为整个生态系统提供社会保障和经济文化服务,同时又要发挥其一定的自然生态调节功能。而城郊则以农牧业生产为主,为城市提供粮食、蔬菜、肉类等产品,是生态重点保护区。

2、主要生态问题

城镇化建设导致大气污染、水污染、工业污染,城镇居民生活污染、农业面源污染和养殖污染以及土地高强度利用引起的土地退化和生态破坏等环境问题比较突出。

3、主要保护管理措施及任务

由于区域经济发展水平和经济实力较高,区域生态环境建设的能力强,同时社会经济可持续发展也要求有良好的生态环境支撑,因此,这些区域是全市生态环境建设的重点区域,其生态环境建设要针对快速的工业化和城市化过程中出现的生态环境问题,进行科学规划,加强生态建设和环境整治,建设新型的绿色经济带。建设的重点是培育和壮大以清洁生产和循环经济为模式的生态效益型工业、以绿色食品和有机食品生产为重点的集约化生态农业、集约高效生态养殖业。在加速城市化和城乡一体化过程中,有计划、有序地建设不同层次的生态城市、生态村镇,规划和建设好城市绿色通道,形成自然和谐的人居环境体系。及早进行经济推动环境建设的景观设计,在重点城镇外围和交通干线两侧目视所及范围逐步进行景观生态建设,形成山川秀美的绿色经济带,鼓励发展小城镇区生态经济建设。

5 结论

1、本研究首次对生态地位如此重要的市域开展生态功能区划研究;

2、本研究以定量分析为主的方法进行生态功能区划,这并不多见,而且探索地运用了因子分析和聚类分析的方法进行区划。

3、对呼伦贝尔市的生态环境现状进行了调查和系统分析,指出了森林资源的生态功能衰竭,草原沙化退化,沙尘暴频发,湿地萎缩退化,水土流失是该市突出的五个生态问题,并阐述了其发生的主要原因。

4、采用了以定量分析为主的统计分析方法,与专家集成法相结合,从生态、社会、经济三个方面构建了生态功能区划定量分析的指标体系,利用 SPSS 15 软件进行因子分析和聚类分析,结果表明:

5、对原始样本进行因子分析,逐步指标体系的 33 个指标中筛选出 14 个指标进行因子分析,选入了 3 个主因子,从生态、社会、经济方面代表呼伦贝尔市的 88.63% 信息。从正交后的因子载荷阵可以看出,第一主因子 F1,在农作物播种面积、农药使用量、化肥使用量、农业总产值、牧业总产值、粮食产量、耕地面积这 7 项指标上有较大载荷。而这 7 个指标从不同侧面反映了社会方面的问题,因而可将其命名为社会基础因子;第二主因子 F2,在地区生产总值、财政总收入、城镇平均每人可支配收入这 3 项指标上有较大载荷,而这 3 个指标代表了经济的发展状况,因而可将其命名为经济因子;第三主因子 F3,在年平均气温、相对湿度、太阳总辐射、水土流失面积 4 项指标上有较大载荷,这 4 项指标均为生态方面的因子,因而可命名为生态特征因子。

6、构建了综合评价模型,求得对呼伦贝尔市各旗市在 3 个主因子方面的综合得分,并利用综合得分进行排名,排名由高至低如下:莫力达瓦达斡尔族自治县,阿荣旗,扎兰屯市,满洲里市,海拉尔区,牙克石市,额尔古纳市,鄂伦春旗,鄂温克旗,新巴尔虎右旗,陈巴尔虎旗,新巴尔虎左旗,根河市。由排名情况可以看出气候条件较好的农业旗市莫旗、阿荣旗、扎兰屯排在前三位,而气候恶劣的以畜牧业和林业为主的旗市新右旗、陈旗、新左旗、根河市排名较靠后,说明生态因子在本次分区中发挥了很大的作用。

7、利用 SPSS 软件,将聚类结果与 2007 年 8 月 27 日的 MODIS 卫星遥感影像对比,发现定量分析结果与定性分类结果相符,所以将陈巴尔虎旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗归入呼伦贝尔高原中温型半干旱草原区、鄂伦春旗、额尔古纳市、牙克石市、根河市归入大兴安岭山地寒温型湿润森林区、将阿荣旗、扎兰屯市、莫力达瓦达斡尔族自治县归入大兴安岭岭东丘陵温型湿润半湿润林牧农业结合区、将海拉尔区、满洲里市归入中心城市生态经济区四个生态功能区,并进行了各功能分区的描述,指出各功能区的主要生态问题,并提出了主要保护管理建议措施。

6 讨论与展望

本次区划采用的是以定量分析为主的统计技术方法进行的区划,由于数据资料

的局限性和本人对生态功能区划认识的有限性，所以以旗市为区划单位进行功能分区，这个分区尺度大，分区较笼统，如果数据资料比较全，建议以乡镇为区划单位，进行小尺度的划分，这样对研究区的分区保护有更好的理论指导意义。

生态功能区划综合性较强，内容也比较复杂，因此掌握资料是否充分，具体的区划结果就有很大的差异性，本研究在具体区划指标选取上，经济、社会指标基本上资料还是比较容易获得的，但生态方面的指标资料获取就比较困难。呼伦贝尔市涉及的旗市比较多，而且还包含内蒙古大兴安岭的区域，所以林业方面、沙地方面的资料不容易获得，这些指标也可以从农业总产值、林业总产值、牧业总产值、耕地面积等数据体现出来，但不能完全代表这方面的资料；水资源分布状况等对研究区十分重要的生态方面的资料很难获全，而这些资料对生态功能区划来说非常重要，由于这些资料数据方面的欠缺，本研究在生态指标选取方面，存在不足。

如果将定量分析方法与 GIS 空间分析结合进行生态功能区划，将比单独利用 GIS 空间数据进行的分区更能全面反映研究的状况，也可克服单纯使用定量分析时受数据资料限制的因素，因此下一步的研究工作建议采用以定量分析与 GIS 空间分析相结合的技术方法进行市域生态功能区划，这生态功能区划研究具有重要理论意义。

致 谢

当这篇论文即将成为人生另一个节点之时,心中不胜感怀;本科毕业五年后,再次踏上研究生学习之路,对于我来说,也是圆了大学时的一个梦想,当这个愿望即将实现的时候,我想到最多的是要感谢三年来给予我无私帮助和大力支持的导师、同事以及朋友们。

首先,也是最重要的,我要感谢尊敬的导师张秋良教授!从论文的选题、前期准备工作、研究工作的展开、研究思路的确定、实地调查,以至论文的写作、修改、审阅,都凝集了张老师的辛勤汗水。导师活跃的学术思维、渊博的专业理论知识与极强的实践经验、严谨的治学态度以及对学生的谆谆教诲,令我受益非浅,终身难忘。张老师实事求是的工作作风和开拓创新精神是我在人生上、学术上永远学习的榜样。

感谢为我提供数据资料、遥感影像的朋友们,是你们给了我完成这篇论文的关键资料,而且在与你们的学术交流过程中,让我得到许多有益的启发。特别感谢海小辉老师,在她的指导下,完成了论文的统计分析工作。

感谢林学院森林经理教研室的老师们,你们永远是我学习的榜样。感谢韩胜利老师对我研究生期间学习和生活的帮助。

感谢我的研究生同学们在学业上和生活上给予我的关心和帮助;同时我也要感谢经济管理学院、国际教育学院的领导和同事,谢谢你们三年来对我的关怀和照顾;最主要我要感谢内蒙古农业大学学生工作战线的领导和同事们,谢谢你们对我工作方面的支持和帮助。

特别要感谢我的爱人,是她的理解和支持,使我的论文得以顺利完成。感谢所有关心、帮助和支持我的人们!

参 考 文 献

- 1 Daily, G. C. Nature' s Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington D. C: Island Press, 1997
- 2 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 607 — 613
- 3 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635 — 640
- 4 MA Secretariat , Overview of the MA Subglobal Assessments. [EB/OL] , <http://www.millenniumassessment.org/en/subglobal.overview.aspx>. 2003
- 5 傅伯杰, 刘国华, 陈利顶, 等. 中国生态区划方案[J]. 生态学报, 2001, 21(1): 1-6
- 6 傅伯杰, 陈利顶, 刘国华. 中国生态区划的目的、任务及特点[J]. 生态学报, 1999, 19(5): 591-595
- 7 Merriam C H, Life zones and crop zones of the United States. Bull. Div. Biol. Surv. 10. Washington, DC. U. S. Department of Agriculture, 1898: 1-79
- 8 Dokuchaev V V. on the theory of natural zones. 1899. In: Sochineniya (Collected Works). 6: Moscow-Leningrad. 1951
- 9 Herbertson A J. The major natural regions: an essay in systematic geography. Geogr J., 1905, 25: 300-312
- 10 Bailey, R. G. Ecoregions of the United States (map). Ogden, Utah: USDA Forest Service, Intermountain Region. 1: 7 500 000. Colored. 1976
- 11 Bailey R G. Explanatory Supplement to Ecoregions Map of the Continents. Environmental Conservation, 1986, 16(4)
- 12 Bailey R G, Hogg H C. A world ecoregions map for resource partitioning. Environ. Conserv., 1989, 13: 195-202
- 13 Wiken E B. Ecozones of Canada. Environment Canada. Lands Directorate. Ottawa. Ontario (mimeo). 1982
- 14 Wiken. E B. Ecozones of Canada. Environment Canada. Lands Directorate, 1996
- 15 Denton, S. R., Barnes, B. V. An ecological climate classification of Michigan: a quantitative approach Forest Science, 1988, 34: 119-138
- 16 Wickware, G. M., Rubec, C. D. A. Ecoregions of Ontario, Ecological Land Classification Series, No. 26. Sustainable Development Branch, Environment Canada-Ottawa, Ontario. 1989
- 17 Gallant, A. L., Binnian, E. F., Omelik, J. M. and Shasby, M. B. Ecoregions of Alaska. U. S. Geological survey Professional Paper 1567. U. S. Gov. Printing Office, Washington, D. C. 1995
- 18 Albert, D. A. Regional landscape ecosystems of Michigan, Minnesota, and Wisconsin: a

working map and classification. North Central Forest Experiment Station. Forest Service-U.S.Department of Agriculture,1995

19 Harding, J.S., Wintetboun, M.J. An eco-region classification of the South Island, New Zealand. *Journal of Environmental Managemeni*, 1997, 51(3): 275-287.

20 CEC(Commission for Environrnental Cooperation). Ecological Regions of North America-Toward a Cotnrnon Perspective. <http://www.cec.org/files/pdf/BIODIVERSITY/eco-eng EN.pdf>. 1997

21 Holdridge L.R. Life zone ecology. Tropical Science Cener. San Jose. Costa Rica. 1996

22 Matthews E.Global vegetation and land use:new high-resolution databases for climate studies. *Climate Appl. Meteorol*, 1983, 22: 474-487

23 Stolz J F, Botakin D B, Dastoor M N. The Integral Biosphere. In: Rambler M B, Margulis I, Fester Reds. *Global Ecology:Towards a Science of the Biosnhere*. San Diego:Academic Press, 1989: 36-37

24 Prentice I C, Cramer W, Harrison S P, et al. Global biome model predicting global vegetation patterns from plant physiology and dominance Soil properties and climate. *Biogeogr.*, 1992, 19: 117-134

25 Box E O. Factors determining distributions of tree species and plant functional types. *Vegetation*, 1995, 121: 101-116

26 Schultz J. Eco-zones of the World: the Ecological Divisions of the Geo-sphere. Berlin: Springer-Verlag Press, 1995: 5-71

27 Bailey, R.G.Ecosystem Geography. New York:Springer-Verlag, Inc. 1996

28 Bailey, R.G.Ecoregions: The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents, New York: Springer-Verlag, Inc. 1998

29 竺可桢. 中国气候区域论[J]. 气象研究所集刊, 1931, 第1号.

30 黄秉维. 中国之植物区域(上)[J]. 史地杂志, 1940, 1(3): 19-30

31 黄秉维. 中国之植物区域(下)[J]. 史地杂志, 1941, 1(4): 38-52

32 林超, 冯绳武, 郑伯仁. 中国自然地理区划大纲(摘要)[J]. 地理学报, 1954, 20(4)

33 黄秉维. 中国综合自然区划草案[J]. 科学通报, 1959, 18: 594-602

34 任美镔, 杨幼章. 中国自然区划问题[J]. 地理学报, 1961, 27: 66-74

35 中国科学院自然区划工作委员会. 中国综合自然区划(初稿)[M]. 北京: 科学出版社, 1959

36 侯学煜, 马溶之. 中国植被土壤分区图[M]. 北京: 地图出版社, 1956

37 刘慎愕, 冯宗炜, 大昌. 关于中国植被区划的若干原则问题[J]. 植物学报, 1959, 8(2): 87-105

38 侯学煜. 中国的植被(附 1: 800 万中国植被图和植被分区图)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1960

39 侯学煜. 论中国植被分区的原则、依据和系统单位[J]. 植物生态学与地植物学丛

刊, 1964, 2 (2): 153-179

40 侯学煜等. 对于中国自然区的农、林、牧、副、渔业发展方向的意见[J]. 科学通报, 1963, (9): 8-26

41 傅伯杰. 农业生态区划几个问题初探[J]. 农村生态环境, 1985, (4): 31-34

42 傅伯杰. 渭北旱原农业生态区划及农业生产合理结构的初步研究[J]. 生态学报, 1985, 6 (3): 195-203

43 侯学煜. 中国自然生态区划与大农业发展战略[M]. 北京: 科学出版社, 1988

44 刘国华, 傅伯杰. 生态区域的原则及其特征[J]. 环境科学进展, 1998, 6 (6): 67-72

45 苗鸿, 王效科, 欧阳志云. 中国生态环境胁迫过程区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21 (1): 7-13

46 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国生态环境敏感性及其区域差异规律研究[J]. 生态学报, 2000, 20 (2): 9-12

47 王效科, 欧阳志云, 肖寒, 等. 中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究[J]. 生态学报, 2001, 21 (1): 14-19

48 杨勤业, 李双成. 中国生态地域划分的若干问题[J]. 生态学报, 1999, 19 (5): 596-601

49 傅伯杰, 刘国华, 孟庆华. 中国西部生态区划及其区域发展对策[J]. 干旱区地理, 2000, 23 (4): 289-297

50 国务院西部地区开发领导小组办公室, 国家环境保护总局. 生态功能区划暂行规程[R]. 2002

51 欧阳志云, 王如松. 区域生态规划理论与方法[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005

52 王炜, 步伟娜, 纪江海. 资源型城市生态功能区划研究——以焦作市为例[J]. 自然资源学报, 2005, 20 (1): 78-84

53 欧阳志云. 中国可持续发展总纲第 11 卷: 中国生态建设与可持续发展[M]. 北京: 科学出版社, 2007

54 王希平, 赵慧颖. 内蒙古呼伦贝尔市林牧农业气候资源与区划[M]. 北京: 气象出版社, 2006

55 呼伦贝尔市统计局. 呼伦贝尔市统计年鉴[M]. 内蒙古: 呼伦贝尔市统计局, 2006

56 呼伦贝尔市 2008 年国民经济和社会发展统计公报 [EB/OL].
<http://www.hulunbeier.gov.cn/zwgk/nr.asp?id=20226>. 2009

57 高景文, 刘景元, 张秋菊, 等. 大兴安岭森林生态形成对我国生态环境的影响及保护对策[J]. 内蒙古科技与经济. 2003, (11): 24-25

58 黄群慧. 关于呼伦贝尔市生态与经济建设的建议[J]. 中国经贸导刊, 2007, (21): 38

59 于国贤, 王文华, 马琰, 等. 呼伦贝尔湿地对草原生态环境的影响[J]. 内蒙古水利, 2006, (2): 49-50

60 李玉文, 赵秀洁, 宋玉珍. 呼伦贝尔市环境问题现状及对策初探[J]. 环境科学与管理, 2008, 33 (3): 31-35

61 于海俊. 内蒙古大兴安岭林区实施天然林资源保护工程的对策措施[J]. 内蒙古林业调查设计, 2006, 29 (2): 58-62

62 李桂芬. 内蒙古大兴安岭林区近两期二类调查森林资源动态变化分析[J]. 内蒙古林业调查设计, 2007, 30 (1): 30-31

- 63 朱立博,王世新,王宇,等.呼伦贝尔草原保护的对策思考[J].草业与畜牧,2008(5):27-31
- 64 王世新,杨胜利,高娃,等.呼伦贝尔草原资源面积变化分析[J].内蒙古草业,2008,20(1):49-51
- 65 张德平,冯宗炜,王效科,等.呼伦贝尔草原风蚀沙化的机理研究成果综述[J].中国沙漠,2006,26(2):300-306
- 66 赵慧颖.呼伦贝尔草原沙化现状及防治对策[J].草业学报,2007,16(3):114-119
- 67 梁宝君,魏永新.呼伦贝尔沙地现状及治理对策[J].防护林科技,2008,(2):39-41
- 68 姜吉生,安鹏飞,付振兴.谈呼伦贝尔草原土地沙化的问题[J].西部探矿工程,2008(7):121-124
- 69 孙志高,刘景双,李彬.中国湿地资源的现状、问题与可持续利用对策[J].干旱区资源与环境,2006,20(2):83-88
- 70 中国工程院“东北水资源”项目组.东北地区有关水土资源配置生态与环境保护和可持续发展的若干战略问题研究[J].中国工程科学,2006,8(5):1-24
- 71 于国贤,王文华,马琰,等.呼伦贝尔湿地对草原生态环境的影响[J].内蒙古水利,2006(2):49-50
- 72 单优良.抓住呼伦贝尔市建设生态市的历史机遇,促进辉河国家级自然保护区的全面发展[J].内蒙古环境保护,2006(12):51
- 73 李明品.呼伦贝尔市水土流失监测及防治[J].东北水利水电,2004,22(4):55-57
- 74 于秀林,任雪松.多元统计分析[M].北京:中国统计出版社,1999
- 75 海小辉,王力宾.昆明市服务业竞争力分析及对策研究[J].经济问题探索,2005,(11):129-133
- 76 李云晋.非标准化数据的聚类分析方法[J].昆明冶金高等专科学校学报,2005,(1):34-36,41

附 录

附表 1 呼伦贝尔市经济指标数据

	地区生 产总值 (万元)	第一产 业总值 (万元)	第二产 业总值 (万元)	第三产 业总值 (万元)	人均 GDP(元 /人)	财政总 收入 (万元)	农业总 产值 (万元)	牧业总 产值 (万元)	林业 总产 值 (万元)	城镇平 均每人 可支配 收入 (元)
海拉尔区	594312	39000	164116	391196	23026	51927	25324	37561	519	10188.9
阿荣旗	360637	187004	85098	88535	11155	12096	179721	104989	1259	8331
莫旗	300747	157848	67901	74998	9182	10948	188447	64826	1727	8434
鄂伦春旗	181525	80695	23334	77496	6483	6898	68292	34791	25341	7399.2
鄂温克旗	314501	42664	190946	80891	21988	52951	23936	39357	691	8335
陈旗	185528	45025	73718	66785	31343	23494	42587	39461	284	7764
新左旗	97150	38232	29395	29523	24195	3519	27096	32486	53	7704
新右旗	198991	23539	151505	23947	59089	47766	5997	26248	0	8649.57
满洲里市	641538	13184	198567	429787	32025	133998	3716	6450	0	11197.2
牙克石市	416084	110002	106847	199235	10740	32060	80696	55423	34363	7766.3
扎兰屯市	364834	120005	116894	127935	8458	19019	100099	92305	5186	9010
额尔古纳市	135495	70001	18560	46934	15892	6969	71767	27734	13505	8966
根河市	158682	37788	45211	75683	9531	7282	12225	7643	41873	8262

附表 2 呼伦贝尔市生态指标数据

	年平均 气温(℃)	相对湿 度(%)	降水量 (mm)	日照时 数(h)	太阳总辐射 (兆焦耳/ 米 ²)	>10℃积 温	水土流失 面积 (km ²)	天然草 地面积 (hm ²)
海拉尔区	-0.5	58	271	2378	5325.6	1960	649.87	115622
阿荣旗	2.9	55	286	2186	5357.1	2455	2724.66	452027
莫旗	1.7	61	366	2630	5284.44	2445	2884.58	357461
鄂伦春旗	-0.7	61	461	2639	4688.88	1816	27815.18	1260490
鄂温克旗	-1	59	226	2814	5362.72	1876	10177.66	1206104
陈旗	-0.6	60	251	2860	5663.4	1936	9785.39	1618760
新左旗	0.8	57	307	2543	5737.62	2052	13756.72	1851420
新右旗	1.6	53	179	2991	5672.94	2222	12795.06	2259124
满洲里市	-0.2	55	186	2871	5210.1	1805	158.52	86168
牙克石市	-3.5	64	354	2595	4961.04	1675	10743.54	832367
扎兰屯市	3.2	52	352	2717	5329.8	2442	3777.03	379904
额尔古纳市	-2.4	61	312	2726	4943.4	1772	6706.2	762796
根河市	-3.7	63	426	2592	4818.24	1341	4718.17	115815

附表3 呼伦贝尔市社会指标数据

	总人口 (人)	人口密度 (人/km ²)	人口自然 增长率(%)	每万人拥 有医生数 (人)	每万人拥 有中学生 数(人)	第一产 业从业 人员构 成	农业人口 比重(%)	农作物 播种面 积 (hm ²)
海拉尔区	259705	180.351	2.51	87.90743	966.828	10.5	8.659055	25467
阿荣旗	327517	27.1505	5.51	24.60941	525.103	77.4	70.99112	283831
莫旗	329269	31.359	8.97	23.38513	505.969	8136	75.47507	445998
鄂伦春旗	280308	4.68742	6.81	52.54934	613.611	66.1	23.18485	184205
鄂温克旗	143270	7.49673	1.21	60.72451	663.921	29.3	10.87178	27488
陈旗	59351	2.80063	1.39	72.11336	541.356	58.9	18.1328	63764
新左旗	40143	1.82468	5.58	73.9855	412.525	61.4	46.07777	23400
新右旗	33814	1.34706	1.78	70.08931	435.027	48.1	43.18034	1000
满洲里市	161256	231.69	1.53	90.78732	775.165	1.5	0.125267	1700
牙克石市	385523	13.9733	-1.34	75.87096	665.304	23.4	3.948921	100681
扎兰屯市	431666	25.6944	3.9	36.18538	491.005	66.3	61.42226	205529
额尔古纳市	85162	3.0415	1.9	89.71137	577.018	46.8	7.707663	105035
根河市	165747	8.4311	-0.61	70.16718	482.422	1.8	0.054903	2890
	农药使 用量 (吨)	化肥施用 量(折纯 量)吨	粮食产 量 (吨)	人均耕地 面积	土地面积 (km ²)	耕地面 积 (hm ²)	牲畜年末数 (头)	
海拉尔区	106	3471	32798	0.131414	1440	34129	84222	
阿荣旗	657	14201	750983	0.864407	12063	283108	2020047	
莫旗	1760	42579	882560	0.74861	10500	346494	1402321	
鄂伦春旗	602	14220	250910	0.305032	59800	85503	692325	
鄂温克旗	49	5824	59082	0.024136	19111	3458	605964	
陈旗	186	4836	143690	1.310239	21192	77764	709801	
新左旗	22	610	46031	0.589866	22000	23679	975131	
新右旗	40	46	55	0.009464	25102	320	1132121	
满洲里市	4	96	1024	0.011404	696	1839	53317	
牙克石市	274	11059	243878	0.404316	27590	155873	251534	
扎兰屯市	557	29622	415108	0.391782	16800	169119	1207413	
额尔古纳市	619	11992	219779	1.89264	28000	161181	289907	
根河市	68	674	3981	0.01308	19659	2168	27619	

附表中的数据资料均源于2006年《呼伦贝尔市统计年鉴》、2007年《内蒙古统计年鉴》。天然草地面积来源于1994年《中国草地资源数据》。沙漠化数据来源于2004年沙漠普查。

附表 4 呼伦贝尔市 2007 年水土流失现状表

地区	流失类型	合计	占总土地面积 (%)	II	III 及以上	水力侵蚀	风力侵蚀	冻融侵蚀
海拉尔区	丘陵区	649.87	44.57	151.33	462.56		1416.15	5.82
	小计	649.87	44.57	151.33	462.56		1416.15	5.82
满洲里市	高平原区	158.52	21.89	113.92	26.97		706.60	
	小计	158.52	21.89	113.92	26.97		706.60	
扎兰屯市	丘陵区	2252.75	34.20	1734.24	505.99	6573.90		
	土石山区	1524.28	14.71	1094.7	417.07	10323.09		26.25
	小计	3777.03	22.29	2828.94	923.06	16896.99		26.25
牙克石市	丘陵区	912.12	23.09	818.07	71.11	1892.49	1.44	2033.72
	土石山区	9831.42	41.51	9752.06	11.11	2214.52		21400.33
	小计	10743.54	38.88	10570.13	82.22	4107.01	1.44	23434.05
阿荣旗	丘陵区	805.46	23.20	552.03	249.5	3467.35		
	土石山区	1919.2	25.26	1249.49	663.82	7534.90		57.71
	小计	2724.66	24.61	1801.52	913.32	11002.25		57.71
莫旗	丘陵区	2109.46	27.57	1712.84	373.92	7627.88		
	土石山区	775.12	29.74	235.87	531.69	2598.54		
	小计	2884.58	28.12	1948.71	905.61	10226.42		
额尔古纳市	丘陵区	422.47	5.88	416.56	5.24	86.09	5.24	7087.74
	土石山区	6283.73	29.54	6282.18				21273.46
	小计	6706.2	23.57	6698.74	5.24	86.09	5.24	28361.20
根河市	丘陵区	223.27	11.21	221.62				1990.58
	土石山区	4494.9	25.07	4491.04				17926.21
	小计	4718.17	23.68	4712.66				19916.79
鄂伦春旗	丘陵区	2187.21	50.81	2156.43	29.45	1410.07		2893.05
	土石山区	25627.97	50.38	25141.09	486.88	17136.66		33727.76
	小计	27815.18	50.42	27297.52	516.33	18546.73		36620.81
鄂温克旗	丘陵区	7770.59	69.41	7319.08	429.11	4225.40	5026.73	
	土石山区	1329.78	25.50	1329.78				5213.97
	高平原区	1077.29	51.03	1053.27	15.3		2102.52	
新巴尔虎右旗	小计	10177.66	54.96	9702.13	444.41	4225.40	7129.25	5213.97
	高平原区	12795.06	50.93	5230.02	7541.23		25098.27	
	小计	12795.06	50.93	5230.02	7541.23		25098.27	
新巴尔虎左旗	丘陵区	3251.5	41.51	2109.29	1140.93	3915.54	3916.82	
	高平原区	10505.22	82.80	9529.67	971.7		12684.12	
	小计	13756.72	67.04	11638.96	2112.63	3915.54	16600.94	
陈巴尔虎旗	丘陵区	6495.55	50.68	6375.91	111.49	5798.19	5831.92	177.38
	高平原区	3289.84	69.41	3058.58	212.24		5720.99	
	小计	9785.39	55.74	9434.49	323.73	5798.19	11552.91	177.38

本表数据来源于呼伦贝尔市水保站。

作者简介

王昭才，男，汉族，1978年10月出生于内蒙古阿荣旗，2001年毕业于内蒙古农业大学林学院森林保护专业，获农学学士学位。2001年就职于内蒙古大兴安岭林管局（内蒙古森林工业集团有限责任公司）人事处，任科员；2005年就职于内蒙古农业大学经济管理学院，任辅导员。2006年，开始攻读内蒙古农业大学林学院森林经理学专业硕士学位，同时兼任国际教育学院辅导员，学生工作办公室主任，办公室主任。攻读硕士学位期间发表论文《呼伦贝尔市主要生态环境问题研究》一篇。