

ISSN 1000-0933

CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

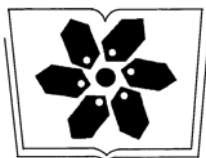
中国生态学会 2013 年学术年会专辑



第 33 卷 第 19 期 Vol.33 No.19 **2013**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第33卷第19期

2013年10月 (半月刊)

目次

中国生态学会 2013 年学术年会专辑 卷首语

- 生态系统服务研究文献现状及不同研究方向评述 马凤娇, 刘金铜, A. Egrinya Eneji (5963)
- 非人灵长类性打搅行为研究进展 杨 斌, 王程亮, 纪维红, 等 (5973)
- 密度制约效应对啮齿动物繁殖的影响 韩群花, 郭 聪, 张美文 (5981)
- 食物链长度远因与近因研究进展综述 王玉玉, 徐 军, 雷光春 (5990)
- AM 真菌在植物病虫害生物防治中的作用机制 罗巧玉, 王晓娟, 李媛媛, 等 (5997)
- 保护性耕作对农田碳、氮效应的影响研究进展 薛建福, 赵 鑫, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, 等 (6006)
- 圈养大熊猫野化培训期的生境选择特征 张明春, 黄 炎, 李德生, 等 (6014)
- 利用红外照相技术分析野生白冠长尾雉活动节律及时间分配 赵玉泽, 王志臣, 徐基良, 等 (6021)
- 风速和持续时间对树麻雀能量收支的影响 杨志宏, 吴庆明, 董海燕, 等 (6028)
- 白马雪山自然保护区灰头小鼯鼠的巢址特征 李艳红, 关进科, 黎大勇, 等 (6035)
- 生境片段化对千岛湖岛屿上黄足厚结猛蚁遗传多样性的影响 罗媛媛, 刘金亮, 黄杰灵, 等 (6041)
- 基于 28S, COI 和 Cytb 基因序列的薛荔和爱玉子传粉小蜂分子遗传关系研究
..... 吴文珊, 陈友铃, 孙伶俐, 等 (6049)
- 高榕榕果内 *Eupristina* 属两种榕小蜂的遗传进化关系 陈友铃, 孙伶俐, 武蕾蕾, 等 (6058)
- 镉胁迫下杞柳对金属元素的吸收及其根系形态构型特征 王树凤, 施翔, 孙海菁, 等 (6065)
- 邻苯二甲酸对萝卜种子萌发、幼苗叶片膜脂过氧化及渗透调节物质的影响
..... 杨延杰, 王晓伟, 赵 康, 等 (6074)
- 极端干旱区多枝怪柳幼苗对人工水分干扰的形态及生理响应 马晓东, 王明慧, 李卫红, 等 (6081)
- 贝壳砂生境酸枣叶片光合生理参数的水分响应特征 王荣荣, 夏江宝, 杨吉华, 等 (6088)
- 陶粒覆盖对土壤水分、植物光合作用及生长状况的影响 谭雪红, 郭小平, 赵廷宁 (6097)
- 不同林龄短枝木麻黄小枝单宁含量及养分再吸收动态 叶功富, 张尚炬, 张立华, 等 (6107)
- 珠江三角洲不同污染梯度下森林优势种叶片和枝条 S 含量比较 裴男才, 陈步峰, 邹志谨, 等 (6114)
- AM 真菌和磷对小马安羊蹄甲幼苗生长的影响 宋成军, 曲来叶, 马克明, 等 (6121)
- 盐氮处理下盐地碱蓬种子成熟过程中的离子积累和种子萌发特性 周家超, 付婷婷, 赵维维, 等 (6129)
- CO₂ 浓度升高条件下内生真菌感染对宿主植物的生理生态影响 师志冰, 周 勇, 李 夏, 等 (6135)
- 预处理方式对香蒲和芦苇种子萌发的影响 孟 焕, 王雪宏, 佟守正, 等 (6142)
- 镉在土壤-金丝垂柳系统中的迁移特征 张 雯, 魏 虹, 孙晓灿, 等 (6147)
- 马尾松人工林近自然化改造对植物自然更新及物种多样性的影响 罗应华, 孙冬婧, 林建勇, 等 (6154)
- 濒危海草贝克喜盐草的种群动态及土壤种子库——以广西珍珠湾为例
..... 邱广龙, 范航清, 李宗善, 等 (6163)
- 毛乌素沙地南缘沙丘生物结皮对凝结水形成和蒸发的影响 尹瑞平, 吴永胜, 张 欣, 等 (6173)
- 塔里木河上游灰胡杨种群生活史特征与空间分布格局 韩 路, 席琳乔, 王家强, 等 (6181)
- 短期氮素添加和模拟放牧对青藏高原高寒草甸生态系统呼吸的影响 宗 宁, 石培礼, 蔺 婧, 等 (6191)
- 松嫩平原微地形下土壤水盐与植物群落分布的关系 杨 帆, 王志春, 王云贺, 等 (6202)

广州大夫山雨季林内外空气 TSP 和 PM _{2.5} 浓度及水溶性离子特征	肖以华,李 炯,旷远文,等 (6209)
马鞍列岛岩礁生境鱼类群落结构时空格局	汪振华,赵 静,王 凯,等 (6218)
黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化	陈云龙,单秀娟,周志鹏,等 (6227)
三种温带森林大型土壤动物群落结构的时空动态	李 娜,张雪萍,张利敏 (6236)
笔管榕榕小蜂的群落结构与物种多样性	陈友铃,陈晓倩,吴文珊,等 (6246)
海洋生态资本理论框架下的生态系统服务评估	陈 尚,任大川,夏 涛,等 (6254)
中国地貌区划系统——以自然保护区体系建设为目标	郭子良,崔国发 (6264)
生态植被建设对黄土高原农林复合流域景观格局的影响	易 扬,信忠保,覃云斌,等 (6277)
华北农牧交错带农田-草地景观镶嵌体土壤水分空间异质性	王红梅,王仲良,王 堃,等 (6287)
中国北方春小麦生育期变化的区域差异性与气候适应性	俄有浩,霍治国,马玉平,等 (6295)
中国南方喀斯特石漠化演替过程中土壤理化性质的响应	盛茂银,刘 洋,熊康宁 (6303)
气候变化对东北沼泽湿地潜在分布的影响	贺 伟,布仁仓,刘宏娟,等 (6314)
内蒙古不同类型草地土壤氮矿化及其温度敏感性	朱剑兴,王秋风,何念鹏,等 (6320)
黑河中游荒漠绿洲区土地利用的土壤养分效应	马志敏,吕一河,孙飞翔,等 (6328)
成都平原北部水稻土重金属含量状况及其潜在生态风险评价	秦鱼生,喻 华,冯文强,等 (6335)
大西洋中部延绳钓黄鳍金枪鱼渔场时空分布与温跃层的关系	杨胜龙,马军杰,张 禹,等 (6345)
夏季台湾海峡南部海域上层水体的生物固氮作用	林 峰,陈 敏,杨伟锋,等 (6354)
北长山岛森林乔木层碳储量及其影响因子	石洪华,王晓丽,王 媛,等 (6363)
植被类型变化对长白山森林土壤碳矿化及其温度敏感性的影响	王 丹,吕瑜良,徐 丽,等 (6373)
油松遗传结构与地理阻隔因素的相关性	孟翔翔,狄晓艳,王孟本,等 (6382)
基于辅助环境变量的土壤有机碳空间插值——以黄土丘陵区小流域为例	文 雯,周宝同,汪亚峰,等 (6389)
基于生命周期视角的产业资源生态管理效益分析——以虚拟共生网络系统为例	施晓清,李笑诺,杨建新 (6398)
生态脆弱区贫困与生态环境的博弈分析	祁新华,叶士琳,程 煜,等 (6411)
“世博”背景下上海经济与环境的耦合演化	倪 尧,岳文泽,张云堂,等 (6418)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 464 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 55 * 2013-10



封面图说: 毛乌素沙地南缘沙丘的生物结皮——生物土壤结皮广泛分布于干旱和半干旱区,它的形成和发育对荒漠生态系统生态修复过程产生重要的影响。组成生物结皮的藻类、苔藓和地衣是常见的先锋植物,它们不仅能在严重干旱缺水、营养贫瘠恶劣的环境中生长、繁殖,并且能通过其代谢方式影响并改变环境。其中一个重要的特点是,生物结皮表面的凝结水显著大于裸沙。研究表明,凝结水是除降雨之外最重要的水分来源之一,在水分极度匮乏的荒漠生态系统,它对荒漠生态系统结构、功能和过程的维持产生着重要的影响。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201305241160

郭子良, 崔国发. 中国地貌区划系统——以自然保护区体系建设为目标. 生态学报, 2013, 33(19): 6264-6276.

Guo Z L., Cui G F. Geomorphologic regionalization of China aimed at construction of nature reserve system. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(19): 6264-6276.

中国地貌区划系统 ——以自然保护区体系建设为目标

郭子良, 崔国发*

(北京林业大学自然保护区学院, 北京 100083)

摘要:地貌类型是重要的自然地理特征,是影响区域生物多样性空间格局变化的重要因子。地貌研究能使人们深入认识地理环境特点,有利于完善对区域自然环境和地域分异规律的认识,同时对生物地理区划和区域自然保护研究也具有很好的参考价值。采用“自上而下”的区域分割和“自下而上”的区域合并的区划方式,以中国地形 DEM 作为基础,使用 GIS10.0 对其进行高程重分类、坡度分析等量化分析,并结合现有气候区划、自然地理区划和地貌类型等资料,对中国地貌格局进行了分析。在考虑生物多样性保护过程中以地貌为主体的地理单元差异性基础上,根据分析结果,提出了以区域自然保护区体系构建为目标的中國地貌区划系统,该地貌区划系统包括了东部季风淋蚀地貌大区、西北干燥风蚀地貌大区、青藏高原高寒冻蚀地貌大区、南海诸岛地貌大区等 4 个地貌大区,大兴安岭、小兴安岭和内蒙古高原等 40 个地貌地区,完达山、老爷岭和张广才岭等 127 个地貌亚地区,以及 473 个地貌区。其地貌区划方案科学构建了区划等级系统,体现了中国地貌类型的基本特征和分布格局,其中地貌大区基本反映了中国大的地貌格局,地貌地区基本反映了高原、山地、平原等地貌特征的水平分异,地貌亚地区和地貌区基本反映了区域地貌特征。中国地貌区划系统为自然保护区体系构建提供了参考和依据,而且区划界线准确,便于使用。

关键词:中国; 地貌类型; 地貌区划; 量化分析

Geomorphologic regionalization of China aimed at construction of nature reserve system

GUO Ziliang, CUI Guofa*

College of Nature Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Given that it is an important natural geographic feature, geomorphic type is an important factor that results in a change in spatial pattern of regional biodiversity. The study of natural landforms can promote greater understanding of geographic environment characteristics. At the same time, the present study has great reference value in the investigation of natural geographic divisions and regional nature conservation research. It is also conducive to improvement of the understanding of the natural environment and differentiation in a region. In the present study, the landscape pattern of China was analysed using a qualitative and quantitative approach, based on data of the terrain digital elevation model. We then determined a geomorphologic regionalization system for the country. In the course of analysis, relative consistency, completeness and hierarchical division were the guiding principles. Further, the methods of “top down” regional segmentation and “bottom up” regional merger were used. Through a quantitative analysis using GIS10.0 software, we obtained the outcomes of reclassification of elevation, slope analysis, and others. According to the result and the data of climate regionalization, natural geographic regionalization, geomorphic types and others, the geomorphologic regionalization system of the country is proposed, which is aimed at construction of a regional nature reserve system and biodiversity protection. This geomorphologic regionalization system included four geomorphologic zones (the eastern monsoon rain erosion geomorphologic zone, the northwest dry wind erosion geomorphologic zone, Qinghai-Tibet Plateau high frost weathering

基金项目:林业公益性行业科研专项资助(201104029)

收稿日期:2013-05-24; 修订日期:2013-07-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fa6716@163.com

geomorphologic zone, and the South China sea islands geomorphic zone), 40 geomorphologic areas (for example the Da Xing'an Mountains, Inner Mongolia Plateau, and the Xiao Xing'an Mountains), 127 geomorphologic subareas (for example Wandashan, Laoyeling, and Zhangguangcailing), and 473 geomorphologic regions. The division level of the geomorphologic regionalization system was scientifically constructed, and reflects the basic features of geomorphic distribution. The geomorphologic zone reflects the diverse landscape pattern of China. The geomorphologic area reflects the horizontal differentiation features of plateaus, mountains, and plains. The geomorphologic subarea and geomorphologic region indicate regional geomorphic characteristics. It is difficult to use mathematical methods to directly determine morphological differences, on account of the complexity of natural geographic features. However, the results of quantitative analysis can be used as a reference for qualitative analysis. The features of geomorphologic regionalization system are listed as follows: (1) The South China Sea, which has unique climate characteristics and geological geomorphologic features, was distinguished as an independent zone. (2) Given the intent of constructing the nature reserve system, there is a substantial difference with other geomorphologic regionalization. Further, our regionalization system appears to be more scientific and accurate, as well as having greater definition. Thus, the system can be used as the basis of natural conservation geographic regionalization, and provides a reference and foundation for the construction of a nature reserve system. (3) Our system is easier to understand and master, using the usual naming convention in the geomorphologic system. (4) Large quantities of topographic data and an advanced geographic information technology were used to ensure the objectivity and scientific integrity of the results.

Key Words: China; geomorphologic type; geomorphologic regionalization; quantitative analysis

地貌区划是自然地理区划的重要内容,也是各类地理区划研究的基础,属于地貌学和系统科学的交叉内容。地貌区划就是根据各地域地貌的相似性和差异性,将其划分为不同等级和不同区域的研究工作,是对地貌形成过程和区域分异特征的综合反映^[1-2]。从区划方法论的角度看,地貌区划既是对地貌划分的结果,也是地貌划分的方法与过程,同时还是认识地貌特征和发现地貌规律的一种科学方法^[3]。早在 1956 年,周廷儒等已经明确提出了地形区划的原则和指标,并对全国地形进行了划分,将中国分为 9 个地形区组、29 个地形区^[3-4]。但是我国比较系统的地貌区划研究始于 20 世纪 60 年代的全国自然区划工作,代表性的论著为 1959 年的中国地貌区划(初稿)。而后中国科学院地理研究所等机构的研究人员对中国地貌区划方案进行了进一步的探讨,并提出了相应的区划方案^[2,5-6]。但是许多地貌区划中各个区的界线都是示意性的,缺少系统的研究,影响了这些区划方案的进一步应用。而且早期地貌区划由于对地貌整体的了解和软件技术的限制,已有地貌区划仅仅限制在对大区域的地貌特征的概念性分析,而没有更精细的进行划分,并不适用于作为区域自然保护区体系建设的依据。

自然保护区体系是在地理区划的基础上,建立一个覆盖特定区域的自然保护区网络,以保障我国区域生态系统的平衡和健康,其包括自然保护区和生境廊道两部分。到 2012 年初,我国的自然保护区数量已经达到 2640 个,包括了 363 个国家级自然保护区,形成了我国自然保护区体系的雏形^[7-10]。随着自然保护区建设和布局研究的深入,构建区域性的自然保护区体系,提高生物多样性保护效果,逐渐受到了人们的重视,而适应现有自然保护区建设进程,能够反映小区域地貌格局的地貌区划系统并没有被提出。本研究在已有中国地貌区划方案的基础上,结合中国地貌类型、中国地形 DEM 以及中国自然地理图集等资料,在定性定量分析研究的基础上,提出了新的中国地貌区划系统,有助于为区域自然保护区体系建设提供依据和参考。

1 区划原则、依据与方法

区划原则和方法是判断一个区划系统科学性的重要依据,也是区划过程中应解决的核心问题和关键所在。在本研究中,地貌区划除了考虑地带性与非地带性相结合、主导因素与综合分析相结合^[1,11]等一般性区域原则以外,还遵循了以下原则和方法。

1.1 区划原则

(1) 相对一致性原则 地貌区划应充分体现区域地貌的空间组合及其空间分异特征,保持区域的相对一致性。相对一致的地貌单元,其生态系统和野生动植物之间密切关联,有助于自然保护区网络中相同类型或种类的野生动植物之间的交流。虽然地貌类型数据是地貌区划的重要依据,但在不同层次地貌区划时参考的主要区划依据有所差别^[2]。

(2) 地貌完整性原则 地貌分区在参照地貌类型的基础上进行的,但一个地貌区内可能存在多种地貌类型。为了确保地貌的完整性,在每一个地貌区以地貌分区中代表该区明显地貌特点的地貌类型为主导和区划依据,有助于自然保护区体系建设中对区域整体的保护。

(3) 分级区划原则 本地貌区划系统从整体到局部、从高级到低级逐级分区,采用地貌大区、地貌地区、地貌亚地区和地貌

区的四级区划体系。系统细化的地貌区划系统,为自然保护区体系建设研究中提供了实用的地理信息。

1.2 命名原则

为了反映每个地貌单元的主要地貌特征,本次区划拟采用自然名称命名法。目前很多区划单元的命名与人们习惯用法不一致,给人们带来了很大困惑。而本次区划系统命名时,尽量采用人们惯用名称,便于人们理解和记忆,以主要山体、高原、盆地和平原等主要地貌类型作为命名依据。本地貌系统所使用的地貌名称均依据 2010 年出版的《中国自然地理图集》^[5] 和 1980 年出版的《中国自然地理地貌》^[2]。

1.3 地貌区划依据

(1)一级区划单元依据 中国地貌区划系统一级区划单元的基本特征和范围与大地构造单元相当,以明显的气候差异和地质构造运动为基础,即以地貌发育内营力和外营力的区域差异为主要依据。在二级区划单元基础上,根据《中国自然地理地貌》和中国气候区划^[2,5],并以地貌类型相对一致性为原则,聚类合并得到。

(2)二级区划单元依据 二级区划单元以中国地质地貌结构特点及其时空演变过程为依据,以自然地理上的主要山脉、大平原、大高原、大盆地作为分区基础,并结合高程重分类、坡度分析和地形起伏度分析确定各区边界,并反映出宏观的地貌格局和地势特点^[11]。其中主要通过坡度分析并参考中国地形 DEM 确定平原、盆地和高原与山地地貌地区的分界线,以及内蒙古高原与黄土高原的分界线;通过高程重分类分析并结合地表起伏度分析确定山地地貌之间的分界线以及高原与盆地间的分界线。

(3)三级区划单元依据 三级区划单元是以每个地貌地区为分析单元,在四级区划单元的基础上,进行聚类分析,合并得到的。三级区划单元更多的是关注地貌相对一致性和地貌完整性。

(4)四级区划单元依据 以保证由相似的地貌结构和相对连续的地貌特征构成的区域地貌的完整性为主要目标,根据对地貌地区的高程重分类、坡度分析、坡向分析和地形起伏度分析结果,通过人工选择,以地理资料中相对一致和完整的地理单元为参考,进行地貌区划分。

1.4 区划方法

区划技术路线如图 1。首先对二级区划单元进行划分,得到地貌区划二级区(地貌地区),然后将地貌地区进行合并得到地貌区划一级区(地貌大区)。同时,分别以每个地貌地区为分析单元,以地貌类型栅格数据为基础,分别对每个地貌地区内地貌类型进行分析和合并,得到地貌区划四级区(地貌区),在保证地貌相对一致性的前提下,修正地貌区边界。最后,继续合并地貌区,得到地貌区划三级区(地貌亚地区)。此外,通过已收集到各地自然保护区的地理地貌数据和中国山脉山峰名称代码对区划方案进行检验修正后,确定中国地貌区划系统。

(1)资料查阅法 通过文献查阅收集已有地貌区划图和地貌类型图,将其置于同样比例尺的地图系统中,并对已有地貌区划和地貌类型图进行比较分析,吸收比较合理的方案并对区划边界进行修正。

(2)空间叠置法 通过地理信息系统多个图层叠加,分析比较各类型和各级别地貌区划的轮廓,以及根据地形图确定的基础地貌单元,而并非机械地搬用这些叠置网格。

(3)相关分析法 通过地理信息系统的高程重分类、坡度分析、坡向分析和地形起伏度分析,得到中国区域地貌间的连通性和地貌纹理特征,利用比较明显的天然界线作为地貌单元边界,并根据相关性进行人工聚类划分各级地貌单元。在相关性分析时,采用“自上而下”分类和“自下而上”聚类双管齐下的工作方式。

2 中国地貌区划系统

根据上述的区划原则、区划依据和区划方法,在已有中国地貌区划方案的基础上,提出了包括 4 个一级区(地貌大区)、40 个二级区(地貌地区)、127 个三级区(地貌亚地区)和 473 个四级区(地貌区)的中国地貌区划系统,如图 2 和表 1。

由于受到地球内营力的深刻影响使中国形成了阶梯状分布的地貌,特别是青藏高原的隆起。而高大山体和高原的分布规律也影响到了区域性气候,而气候因子则对地貌进行了重塑,进而影响了植被和野生动植物的分布。以明显的气候差异和地质构造运动为基础,即以地貌发育内动力和外动力的区域差异为主要依据^[2,12],可将中国地貌划分为东部季风淋蚀地貌大区、西北干燥风蚀地貌大区、青藏高原高寒冻蚀地貌大区、南海诸岛地貌大区等四个一级区划单元。

2.1 东部季风淋蚀地貌大区

在青藏高原和内蒙古高原以东的广大东部地区受大洋季风影响,气候湿润,季节性降水明显,淋溶水蚀作用明显,形成了典型的淋蚀地貌。该区域地貌类型较为复杂,纬度跨度大,自然生态系统和野生动植物复杂多样,自然保护区体系建设应强调区域自然保护区群的作用。

东部季风淋蚀地貌大区的东北部包括了大兴安岭、小兴安岭、长白山脉以及东北平原四个地貌地区,其中东北平原穿插其间,将三大山脉分割开,森林、草甸和草原交错分布。地貌相对单一,主要包括了三江平原、兴凯湖湖积平原、松辽平原、小兴安岭山前台地以及大黑山山前台地等 5 个地貌亚地区,以及 10 个地貌区。而大兴安岭位于内蒙古高原和松辽平原之间,地形总势呈东北-西南走向,北部、西部和中部高,北段多寒冻地貌和高寒侵蚀地貌,中段地势较高,高寒侵蚀和流水侵蚀地貌发育强烈,南段为中山带,可以划分为 3 个地貌亚地区、10 个地貌区。而小兴安岭西接大兴安岭,东到松花江畔,在更新世初才沿北北

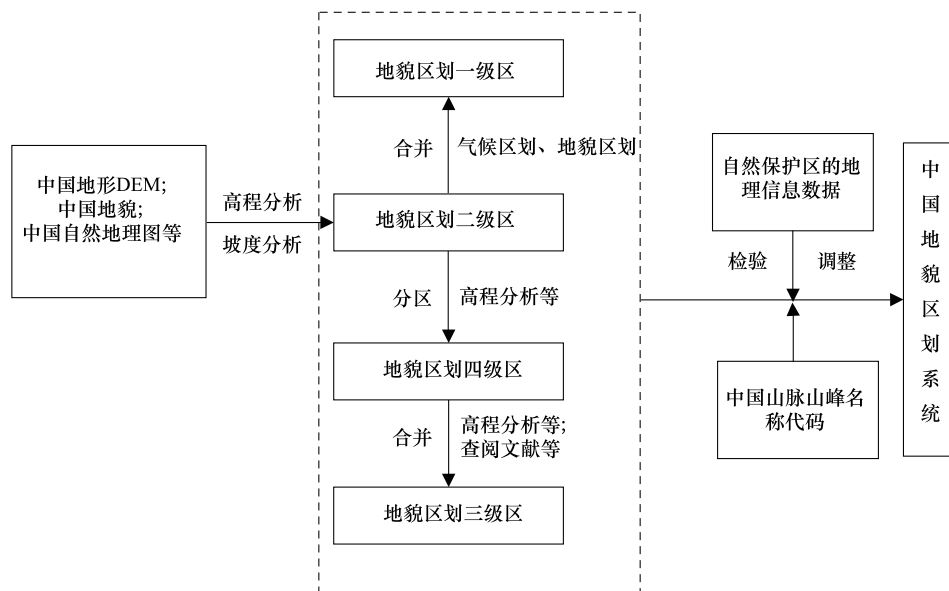


图1 区划技术路线图

Fig.1 The technology roadmap of division

东方向和北西方向的断裂抬升为高地,属低山丘陵,西部多台地、宽谷,中部低山丘陵,山势和缓,东部属低山,山势较陡^[2,13],根据地貌特点分为3个地貌亚地区、5个地貌区。此外,长白山脉位于东北地区东部,由多列东北-西南向平行褶皱断层山脉和盆地组成,根据地貌差异可以分成8个地貌亚地区、31个地貌区。

在华北范围内,包括了冀北辽西山、山东丘陵、太行山、黄土高原和华北平原等地貌地区,栽培植被将森林植被分割在较为独立的山地区域。冀北辽西山西靠内蒙古高原,北接东北平原,南邻华北平原,地势西北高,东南低,北部和西北部多中山,低起伏中山和丘陵间常为宽阔的河谷分割,南部和东南部则以浅低山和丘陵为主,形成了复杂的低山丘陵地貌,可分为4个地貌亚地区、11个地貌区。而山东丘陵位于黄河以南,由古老的结晶岩组成的断块低山丘陵,构成了山东半岛的主体,半岛中部的胶莱平原将山东丘陵分隔为鲁东丘陵和鲁中丘陵两部分^[2],分为3个地貌亚地区、11个地貌区。太行山西接黄土高原,东临华北平原,呈东北-西南走向,区内新构造运动发育,特征明显,峰谷交错,谷深沟险,太行山北高南低,大部分海拔在1200 m以上,中段出露部分片麻岩,南段和北段主要为石灰岩^[14],根据其地貌特点分为3个地貌亚地区、7个地貌区。黄土高原位于秦岭以北、长城以南,是世界最大的黄土沉积区,平均海拔1000—1500 m,除少数石质山地外,高原上覆盖着连绵起伏的黄土层^[15]。黄土高原按地形差别分山西高原、陕北高原、陇中高原和关中盆地等4个地貌亚地区,以及27个地貌区。此外,华北平原是中国第二大平原,主要由黄河、淮河、海河、滦河冲积而成,与长江中下游平原相连,分南北两个地貌亚地区,即黄淮平原和海河平原,以及5个地貌区。

在秦岭以南,地形破碎化明显,主要由秦岭、大巴山和滇西南山地等山体,江南丘陵、浙闽丘陵和两广丘陵等破碎丘陵,南阳盆地-淮阳丘陵,长江中下游平原,云贵高原,四川盆地、台湾岛以及海南岛等组成。整个区域低山丘陵地貌广布,山间盆地和平原等地貌类型镶嵌其中,森林植被破碎化分布。秦岭为中国中部的东西走向山脉,中山地貌,褶皱紧密,山大谷小,山体以花岗岩和石灰变质岩为主^[2],可分为3个地貌亚地区、14个地貌区。大巴山是四川盆地和汉中盆地的界山,自西北向东南,包括米仑山、大巴山和武当山等,由坚硬的结晶灰岩构成高山峻岭,喀斯特地貌发育,山体长期受河流强烈的切割后,多峡谷,谷坡陡峭^[16],可分为6个地貌亚地区、12个地貌区。南阳盆地-淮阳丘陵包括淮河以南低山、丘陵为主,但山体破碎的大别山、大洪山、桐柏山以及桐柏山以西以冲积湖积平原为主的南阳盆地,可将其分为2个地貌亚地区、5个地貌区。其东南部为低山、丘陵为主的大别山地区,海拔不高,但山体破碎,地堑谷、断块山和断陷盆地呈斑块状镶嵌于山体之中^[2,17]。而江南丘陵则有低山、丘陵、盆地交错分布,以湘江、赣江流域为中心,包括长江以南、南岭以北、武夷山以西、武陵山以东的丘陵,可分为11个地貌亚地区、33个地貌区。台湾岛和海南岛多山地和丘陵,是以山势高峻,山谷幽深的山地丘陵和狭小平原组成的典型大陆性岛屿地貌^[18-19]。其中台湾岛可分为2个地貌亚地区、4个地貌区;海南岛可分为2个地貌亚地区、3个地貌区。

浙闽丘陵包括钱塘江至广东惠东、河源一线以东的中国东南沿海丘陵,地形较为破碎,流水切割作用强烈,形成许多峡谷急流、河谷小盆地及河口小平原,可分为2个地貌亚地区、10个地貌区。武夷山地处江西和福建交界,境内山峰林立,山高坡陡,地势起伏剧烈,峡谷纵深,构造侵蚀地貌特点明显,流水侵蚀、风化剥蚀、重力崩塌等作用强烈,可分为2个地貌亚地区、4个地貌区。南岭是我国重要的自然地理界线,由一系列不连续的山地组成,地形破碎,没有统一的走向,大部分是低山和丘陵,核心

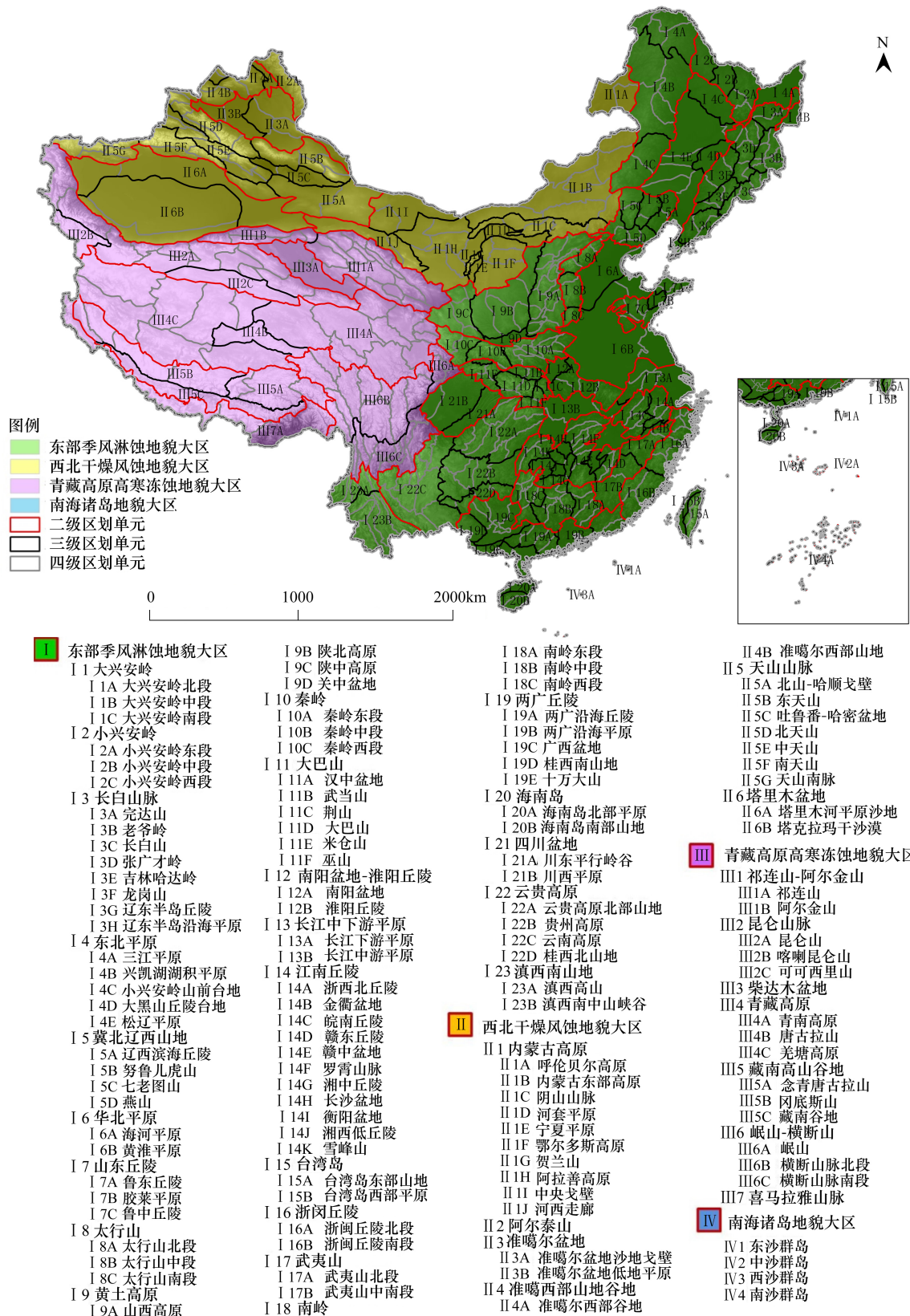


图2 中国地貌区划图

Fig.2 The geomorphologic regionalization map of China

为花岗岩体,上覆岩层多为泥盆纪硬砂岩和石炭纪灰岩,南岭地势不高,山岭间夹有低谷盆地,可分为3个地貌亚地区、17个地貌区。两广丘陵为广东、广西两省区大部分低山、丘陵的总称,广东境内多花岗岩,红砂岩地形,广西境内多石灰岩地形,可分为

5 个地貌亚地区、18 个地貌区。四川盆地由连结的山脉环绕而成,可明显分为边缘山地和盆地底部两大部分,四川盆地底部按其地理差异,又可分为川西成都平原、川中丘陵和川东平行岭谷 3 部分^[2,19]。根据四川盆地地貌特点,将其分为 2 个地貌亚地区、3 个地貌区。云贵高原位于我国西南部,西起横断山脉,北邻四川盆地,东到雪峰山,西面的云南高原海拔在 2000 m 以上,高原地形较为明显,东面的贵州高原起伏较大,山脉较多,高原面保留不多,可分为 4 个地貌亚地区、28 个地貌区。滇西南山地属于横断山脉向南延伸的部分,由一系列的横向山脉组成,山间山川纵横,坝子分布在山间盆地中,可分为 2 个地貌亚地区、11 个地貌区。其中长江中下游平原是指中国长江三峡以东由于长江河水常年冲积,穿梭于山地丘陵之间形成的沿岸带状平原,可将其划分为 2 个地貌亚地区、8 个地貌区。

2.2 西北干燥风蚀地貌大区

在西北内陆由于远离海洋并且受到南北走向山体的阻隔作用,降水较少,气候干燥,而且普遍受到风蚀影响,形成了独特的干燥风蚀地貌。该区域以草原和荒漠植被为主,在山地中上部分布有山地森林,自然生态系统较单一,大型野生动物活动范围大,自然保护区体系建设应加强对野生动物种群的保护,进而维持区域生态系统平衡。

在西北干燥风蚀地貌大区,地貌特征突出、界限明显。内蒙古高原分布于其东部,与东部季风淋蚀地貌大区相邻,南高北低,地面平坦完整,起伏和缓,古剥蚀夷平面显著,由于受降水影响,自东向西草原草甸逐渐过渡为荒漠植被。熔岩台地广布于高原东部,台地呈阶梯状,北部形成东西向低地,最低海拔降至 600 m 左右,在中蒙边境一带是断续相连的干燥剥蚀残丘。内蒙古高原戈壁、沙漠、沙地依次从西北向东南略呈弧形分布;高原西北部边缘为砾质戈壁,往东南为砂质戈壁,高原中部和东南部为沙地,可分为 10 个地貌亚地区、33 个地貌区。

而其西部高山盆地地貌分异明显,主要由阿尔泰山、准噶尔盆地、准噶尔西部山地谷地、天山山脉和塔里木盆地等组成,山地草原、山地森林和荒漠植被特征明显。其中,阿尔泰山位于新疆最北端,呈西北-东南走向,西高东低,阿尔泰山山体浑圆,古冰川作用地貌明显,山坡广布冰碛石,古冰斗成层排列,层状地貌清晰^[3,20]。因其地貌特征相对一致,不再对其进行更低层次地貌单元的划分。天山山脉位于准噶尔盆地和塔里木盆地之间,是一条典型的褶皱断块山,从地质构造在地貌上的表现来看,天山可以分为北、中、南三带,出现了许多平行山岭,并在山岭间出现了陷落盆地和谷地,发育有较大规模的现代冰川^[21],可分为 7 个地貌亚地区、33 个地貌区。而准噶尔盆地和准噶尔西部山地谷地位于阿尔泰山和天山之间,准噶尔盆地中部为草原和沙漠,边缘则是山麓和绿洲^[3,22],可分为 2 个地貌亚地区、7 个地貌区;准噶尔西部山地谷地由断块山和断陷盆地组成,有许多相互并不连续的山地与谷地,海拔 2000—3000 m,大致呈东西走向^[3],可分为 2 个地貌亚地区、7 个地貌区。塔里木盆地处于天山、昆仑山和阿尔金山之间,地势西高东低,盆地的中部是著名的塔克拉玛干沙漠,边缘为山麓、戈壁和绿洲^[3],边界受东西向和北西向深大断裂控制,成为不规则的菱形,可分为 2 个地貌亚地区、4 个地貌区。

2.3 青藏高原高寒冻蚀地貌大区

青藏高原则受喜马拉雅造山运动影响形成,高原主体海拔极高,气候寒冷,终年低温,降水较少、冰川众多,造就了独具特征的高寒冻蚀地貌。高原地貌对其产生了极大的影响,该地貌大区主要由高山、高原和高山盆地组成,包括昆仑山脉、岷山-横断山、喜马拉雅山脉、青藏高原、藏南高山谷地和柴达木盆地组成。该区域以高寒生态系统为主体,而在高原边缘分布有大面积的山地森林,自然保护区体系应重点加强高原特有种和高原边缘特殊生态系统的保护。

祁连山-阿尔金山由祁连山和阿尔金山两个相接的山脉组成,可将其分为 2 个地貌亚地区、20 个地貌区。祁连山脉位于中国青海省东北部与甘肃省西部边境,由多条西北-东南走向的平行山脉和宽谷组成,属褶皱断块山^[23]。而阿尔金山为塔里木盆地和柴达木盆地的界山,呈东北东走向,平均高度 3000—4000 m,山地地貌垂直分带清楚,4000 m 以下,干燥侵蚀作用占优势,干沟发育,残积物广布^[2]。昆仑山脉西起帕米尔高原东部,东到柴达木河上游谷地,东部与巴颜喀拉山脉和阿尼玛卿山(积石山)相接,山势宏伟峻拔,地形复杂,地势起伏大,峰顶终年积雪^[24],可分为 3 个地貌亚地区、14 个地貌区。柴达木盆地为高原型盆地,位于青海省西北部,盆地略呈三角形,其中雅丹地貌世界闻名,盆地边缘广泛发育着洪积、冲积平原^[25],不再对其地貌亚地区进行划分,但可划分为 2 个地貌区。青藏高原西起帕米尔高原,东至横断山脉,南自冈底斯山、念青唐古拉山,北迄昆仑山-祁连山南侧,高原内高原面保存完整,还有众多高原山脉,高原内部被山脉分隔成许多盆地、宽谷^[26],可分为 3 个地貌亚地区、18 个地貌区。藏南高山谷地位于青藏高原南部,雅鲁藏布江横贯其间,区内北部山体高峻,南部河谷发育明显,地形切割强烈,山高谷深,可分为 3 个地貌亚地区、8 个地貌区。岷山-横断山地地貌地区位于青藏高原东南部,岷山主要由石灰岩构成,地形切割强烈,山高谷深;而横断山脉是中国最长、最宽和最典型的南北向山系,山间盆地、湖泊众多,古冰川侵蚀与堆积地貌广布,现代冰川作用发育,重力地貌作用强烈。岷山-横断山地地貌地区可分为 3 个地貌亚地区、30 个地貌区。喜马拉雅山脉是世界海拔最高的山脉,分布于青藏高原南缘,西起克什米尔的南迦-帕尔巴特峰,东至雅鲁藏布江大拐弯处的南迦巴瓦峰,具有脉深深切割的地形,深不可测的河流峡谷,复杂的地质构造,不再对其地貌亚地区进行划分,但划分为 4 个地貌区。

2.4 南海诸岛地貌大区

南海诸岛位于中国海南岛东面和南面海域,地处热带海洋,常年皆夏,气温变化极小,包括数百个由珊瑚礁构成的岛、礁、滩和沙。该地貌大区位于远海,岛屿隔离明显,洋底构造复杂。按照位置不同南海诸岛可分为 4 个地貌地区:东沙群岛、西沙群

岛、中沙群岛、南沙群岛,但不再对更低层次的地貌亚地区和地貌区进行划分。该区域以岛屿生态系统和海洋生态系统为主,对维持我国生物多样性具有重要意义,应进一步加强该区域海洋自然保护区和海岛自然保护区的建设。

表 1 中国地貌区划系统

Table 1 The geomorphologic regionalization of China

地貌大区 Geomorphologic zone	地貌地区 Geomorphologic area	地貌亚地区 Geomorphologic subarea	地貌区 Geomorphologic region
东部季风淋蚀	大兴安岭 I 1	大兴安岭北段 I 1A	额尔尔山 I 1A(1)、伊勒呼里山 I 1A(2)、雉鸡场山 I 1A(3)、大兴安岭北段丘陵 I 1A(4)
地貌大区 I	小兴安岭 I 2	大兴安岭中段 I 1B	大兴安岭中段北部东侧 I 1B(1)、大兴安岭中段北部西侧 I 1B(2)、雅克山 I 1B(3)、大兴安岭中段南部中低山 I 1B(4)
		大兴安岭南段 I 1C	苏克斜鲁山北段 I 1C(1)、苏克斜鲁山南段 I 1C(2)
		小兴安岭东段 I 2A	青黑山 I 2A(1)、大管山 I 2A(2)、平顶山 I 2A(3)
	小兴安岭 I 2	小兴安岭中段 I 2B	小兴安岭中段 I 2B(1)
		小兴安岭西段 I 2C	小兴安岭西段 I 2C(1)
	长白山脉 I 3	完达山 I 3A	完达山 I 3A(1)、那丹哈达岭 I 3A(2)、分水岗 I 3A(3)
		老爷岭 I 3B	太平岭 I 3B(1)、肯特阿岭 I 3B(2)、老爷岭 I 3B(3)、大丽岭 I 3B(4)、哈尔巴岭 I 3B(5)、盘岭 I 3B(6)、高岭 I 3B(7)
		长白山 I 3C	南岗山 I 3C(1)、英额岭 I 3C(2)、长白山 I 3C(3)、老岭 I 3C(4)
	东北平原 I 4	张广才岭 I 3D	锅盔山 I 3D(1)、张广才岭北段 I 3D(2)、张广才岭南段 I 3D(3)、张广才岭山前丘陵 I 3D(4)、大青山 I 3D(5)、威虎岭 I 3D(6)、牡丹岭 I 3D(7)
		吉林哈达岭 I 3E	老爷岭 I 3E(1)、吉林哈达岭北段 I 3E(2)、吉林哈达岭南段 I 3E(3)
		龙岗山 I 3F	龙岗山北段 I 3F(1)、龙岗山中段 I 3F(2)、龙岗山南段 I 3F(3)
		辽东半岛丘陵 I 3G	千山北段 I 3G(1)、千山南段 I 3G(2)、鸭绿江沿岸丘陵 I 3G(3)
		辽东半岛沿海平原 I 3H	辽东半岛沿海平原 I 3H(1)
		三江平原 I 4A	三江平原 I 4A(1)
		兴凯湖湖积平原 I 4B	兴凯湖湖积平原 I 4B(1)
		小兴安岭山前台地 I 4C	小兴安岭山前台地 I 4C(1)
		大黑山丘陵台地 I 4D	大黑山丘陵台地 I 4D(1)
		松辽平原 I 4E	松嫩平原 I 4E(1)、松花江河谷平原 I 4E(2)、松辽分水岭 I 4E(3)、西辽河平原 I 4E(4)、科尔沁沙地 I 4E(5)、辽河平原 I 4E(6)
	冀北辽西山 I 5	辽西滨海丘陵 I 5A	医巫闾山 I 5A(1)、松岭 I 5A(2)
		努鲁儿虎山 I 5B	努鲁儿虎山北段 I 5B(1)、努鲁儿虎山南段 I 5B(2)
		七老图山 I 5C	七老图山北段 I 5C(1)、七老图山南段 I 5C(2)
		燕山 I 5D	都山 I 5D(1)、黑山 I 5D(2)、雾灵山 I 5D(3)、燕山东段山前丘陵 I 5D(4)、燕山西段 I 5D(5)
	华北平原 I 6	海河平原 I 6A	渤海西部滨海平原 I 6A(1)、海河冲积平原 I 6A(2)
		黄淮平原 I 6B	黄河三角洲平原 I 6B(1)、苏北平原 I 6B(2)、黄淮冲积平原 I 6B(3)
	山东丘陵 I 7	鲁东丘陵 I 7A	昆崙山 I 7A(1)、大泽山 I 7A(2)、艾山 I 7A(3)、崂山 I 7A(4)
		胶莱平原 I 7B	胶莱平原 I 7B(1)
		鲁中丘陵 I 7C	泰山 I 7C(1)、鲁山 I 7C(2)、沂山 I 7C(3)、蒙山 I 7C(4)、抱犊崮丘陵 I 7C(5)、鲁东南丘陵 I 7C(6)
	太行山 I 8	太行山北段 I 8A	军都山 I 8A(1)、西山 I 8A(2)、太行山北段 I 8A(3)、五台山 I 8A(4)
		太行山中段 I 8B	太行山中段北部 I 8B(1)、太行山中段南部 I 8B(2)
		太行山南段 I 8C	太行山南段 I 8C(1)
	黄土高原 I 9	山西高原 I 9A	大同盆地 I 9A(1)、晋北高原 I 9A(2)、恒山 I 9A(3)、管涔山 I 9A(4)、芦芽山 I 9A(5)、云中山 I 9A(6)、忻州盆地 I 9A(7)、太原盆地 I 9A(8)、关帝山 I 9A(9)、太岳山 I 9A(10)、吕梁山南段 I 9A(11)、火焰山 I 9A(12)、沁河谷地 I 9A(13)、中条山 I 9A(14)、临汾盆地 I 9A(15)、运城盆地 I 9A(16)

续表

地貌大区 Geomorphologic zone	地貌地区 Geomorphologic area	地貌亚地区 Geomorphologic subarea	地貌区 Geomorphologic region
	秦岭 I 10	陕北高原 I 9B	陕北高原北部河谷 I 9B(1)、白于山 I 9B(2)、黄龙山 I 9B(3)、子午岭 I 9B(4)、庆阳湖盆 I 9B(5)
		陇中高原 I 9C	罗山 I 9C(1)、屈吴山 I 9C(2)、六盘山 I 9C(3)、陇山 I 9C(4)、陇中盆地 I 9C(5)
		关中盆地 I 9D	关中盆地 I 9D(1)
		秦岭东段 I 10A	崤山 I 10A(1)、熊耳山 I 10A(2)、嵩山 I 10A(3)、伏牛山 I 10A(4)、外方山 I 10A(5)、华山 I 10A(6)、蟒岭 I 10A(7)、新开岭 I 10A(8)、流岭 I 10A(9)、秦岭东段 I 10A(10)
		秦岭中段 I 10B	秦岭中段 I 10B(1)、凤凰山 I 10B(2)
		秦岭西段 I 10C	陇南东部山地 I 10C(1)、陇南西部山地 I 10C(2)
	大巴山 I 11	汉中盆地 I 11A	汉中盆地 I 11A(1)
		武当山 I 11B	武当山 I 11B(1)、沧浪山 I 11B(2)
		荆山 I 11C	荆山 I 11C(1)
		大巴山 I 11D	大巴山东段 I 11D(1)、大巴山西段 I 11D(2)、大巴山山前丘陵 I 11D(3)
	南阳盆地-淮阳丘陵 I 12	米仓山 I 11E	米仓山东段 I 11E(1)、米仓山西段 I 11E(2)、米仓山山前丘陵 I 11E(3)
		巫山 I 11F	巫山北段 I 11F(1)、巫山南段 I 11F(2)
		南阳盆地 I 12A	南阳盆地 I 12A(1)
		淮阳丘陵 I 12B	大别山东段 I 12B(1)、大别山西段 I 12B(2)、桐柏山 I 12B(3)、大洪山 I 12B(4)
	长江中下游平原 I 13	长江下游平原 I 13A	长江三角洲平原 I 13A(1)、张八岭 I 13A(2)、宁镇丘陵 I 13A(3)、巢湖平原(皖中平原) I 13A(4)
		长江中游平原 I 13B	长江中游河谷平原 I 13B(1)、江汉平原 I 13B(2)、洞庭湖平原 I 13B(3)、鄱阳湖平原 I 13B(4)
	江南丘陵 I 14	浙西北丘陵 I 14A	天目山 I 14A(1)、昱岭 I 14A(2)、千里岗 I 14A(3)、龙门山 I 14A(4)
		金衢盆地 I 14B	金衢盆地 I 14B(1)
		皖南丘陵 I 14C	黄山 I 14C(1)、九华山 I 14C(2)、齐云山 I 14C(3)、白际山 I 14C(4)、怀玉山 I 14C(5)
		赣东丘陵 I 14D	于山北段 I 14D(1)、于山南段 I 14D(2)、灵华山 I 14D(3)、天湖山 I 14D(4)、玉华山 I 14D(5)
		赣中盆地 I 14E	赣中盆地 I 14E(1)
		罗霄山脉 I 14F	幕阜山北段丘陵 I 14F(1)、幕阜山南段低山 I 14F(2)、九岭山 I 14F(3)、连云山 I 14F(4)、武功山北部丘陵 I 14F(5)、武功山 I 14F(6)、万洋山-诸广山-八面山 I 14F(7)
		湘中丘陵 I 14G	九党荆山 I 14G(1)、衡山 I 14G(2)、阳明山 I 14G(3)
		长沙盆地 I 14H	长沙盆地 I 14H(1)
		衡阳盆地 I 14I	衡阳盆地 I 14I(1)
		湘西低丘陵 I 14J	湘西低丘陵 I 14J(1)
		雪峰山 I 14K	雪峰山东北支 I 14K(1)、雪峰山东南支 I 14K(2)、雪峰山西北支 I 14K(3)、雪峰山西南支 I 14K(4)
	台湾岛 I 15	台湾岛东部山地 I 15A	台湾山 I 15A(1)、雪山 I 15A(2)、阿里山 I 15A(3)
		台湾岛西部平原 I 15B	台湾岛西部平原 I 15B(1)
	浙闽丘陵 I 16	浙闽丘陵北段 I 16A	天台山 I 16A(1)、大盘山 I 16A(2)、会稽山 I 16A(3)、四明山 I 16A(4)、括苍山 I 16A(5)、洞宫山 I 16A(6)、太姥山 I 16A(7)、鹞峰山 I 16A(8)
		浙闽丘陵南段 I 16B	戴云山 I 16B(1)、玳瑁山 I 16B(2)、博平岭 I 16B(3)

续表

地貌大区 Geomorphologic zone	地貌地区 Geomorphologic area	地貌亚地区 Geomorphologic subarea	地貌区 Geomorphologic region
西北干燥风蚀地貌 大区 II	武夷山 I 17	武夷山北段 I 17A	仙霞岭 I 17A(1)、武夷山北段 I 17A(2)
		武夷山中南段 I 17B	武夷山中段 I 17B(1)、武夷山南段 I 17B(2)
	南岭 I 18	南岭东段 I 18A	大庾岭 I 18A(1)、滑石山 I 18A(2)、青云山-九连山 I 18A(3)、罗浮山 I 18A(4)
		南岭中段 I 18B	骑田岭 I 18B(1)、九嶷山 I 18B(2)、萌渚岭 I 18B(3)、架桥岭 I 18B(4)、瑶山 I 18B(5)、五指山 I 18B(6)、大桂山 I 18B(7)
		南岭西段 I 18C	都庞岭 I 18C(1)、越城岭 I 18C(2)、海洋山 I 18C(3)、八十里大南山 I 18C(4)、天平山 I 18C(5)、大瑶山 I 18C(6)
	两广丘陵 I 19	两广沿海丘陵 I 19A	云开大山-勾漏山 I 19A(1)、大容山 I 19A(2)、六万大山-罗阳山 I 19A(3)、莲花山 I 19A(4)、莲花山沿海丘陵 I 19A(5)、云雾山 I 19A(6)、云雾山沿海丘陵 I 19A(7)
		两广沿海平原 I 19B	珠江三角洲平原 I 19B(1)、雷州半岛平原 I 19B(2)、北部湾平原 I 19B(3)
		广西盆地 I 19C	广西盆地西北部台地 I 19C(1)、凤凰山-东风岭 I 19C(2)、大明山-高峰岭 I 19C(3)、都阳山 I 19C(4)、桂北平原 I 19C(5)、桂东南平原 I 19C(6)
	海南岛 I 20	桂西南山地 I 19D	桂西南山地 I 19D(1)
		十万大山 I 19E	十万大山 I 19E(1)
		海南岛北部平原 I 20A	海南岛北部平原 I 20A(1)
	四川盆地 I 21	海南岛南部山地丘陵 I 20B	五指山 I 20B(1)、黎母岭 I 20B(2)
		川东平行岭谷 I 21A	川东平行岭谷 I 21A(1)
	云贵高原 I 22	川西平原 I 21B	四川盆地中部平原丘陵 I 21B(1)、成都平原 I 21B(2)
		云贵高原北部山地 I 22A	壺瓶山 I 22A(1)、方斗山 I 22A(2)、武陵山北段 I 22A(3)、武陵山南段 I 22A(4)、梵净山 I 22A(5)、大娄山东支 I 22A(6)、大娄山中支 I 22A(7)、大娄山西支 I 22A(8)、齐岳山 I 22A(9)
		贵州高原 I 22B	苗岭东段 I 22B(1)、苗岭中段 I 22B(2)、苗岭西段 I 22B(3)、黔西北高原 I 22B(4)、黔西南高原 I 22B(5)
	滇西南山地 I 23	云南高原 I 22C	五莲峰 I 22C(1)、乌蒙山 I 22C(2)、堂狼山 I 22C(3)、拱王山 I 22C(4)、三台山 I 22C(5)、白草岭 I 22C(6)、云南高原中东部 I 22C(7)、云南高原中西部 I 22C(8)、六诏山 I 22C(9)、元江河谷 I 22C(10)
		桂西北山地 I 22D	九万大山 I 22D(1)、桂西北喀斯特岩溶丘陵 I 22D(2)、青龙山 I 22D(3)、金钟山 I 22D(4)
		滇西高山 I 23A	高黎贡山余脉 I 23A(1)、怒山余脉 I 23A(2)、清水郎山 I 23A(3)、点苍山 I 23A(4)、德宏切割山原 I 23A(5)
	内蒙古高原 II I	滇西南中山峡谷 I 23B	哀牢山 I 23B(1)、无量山 I 23B(2)、澜沧江下游河谷 I 23B(3)、老别山 I 23B(4)、邦马山 I 23B(5)、滇西南边缘山原 I 23B(6)
		呼伦贝尔高原 II 1A	呼伦贝尔丘陵 II 1A(1)、呼伦贝尔沙地 II 1A(2)
		内蒙古东部高原 II 1B	乌珠穆沁北部高原 II 1B(1)、乌珠穆沁盆地 II 1B(2)、锡林郭勒高原北部 II 1B(3)、锡林郭勒高原南部 II 1B(4)、乌兰察布高原 II 1B(5)、坝上高原 II 1B(6)、浑善达克沙地 II 1B(7)、巴彦淖尔高原 II 1B(8)
		阴山 II 1C	大马群山 II 1C(1)、灰腾梁 II 1C(2)、大青山 II 1C(3)、乌拉山 II 1C(4)、阴山西段低缓丘陵 II 1C(5)、狼山 II 1C(6)
		河套平原 II 1D	河套平原 II 1D(1)
		宁夏平原 II 1E	宁夏平原 II 1E(1)
		鄂尔多斯高原 II 1F	库布齐沙地 II 1F(1)、桌子山 II 1F(2)、鄂尔多斯高原中部台地 II 1F(3)、毛乌素沙地 II 1F(4)
		贺兰山 II 1G	贺兰山 II 1G(1)

续表

地貌大区 Geomorphologic zone	地貌地区 Geomorphologic area	地貌亚地区 Geomorphologic subarea	地貌区 Geomorphologic region
青藏高原高寒冻蚀 地貌大区Ⅲ	阿尔泰山Ⅱ2 准噶尔盆地Ⅱ3 准噶尔西部山 地谷地Ⅱ4 天山山脉Ⅱ5 东天山Ⅱ5B 吐鲁番-哈密盆地Ⅱ5C 北天山Ⅱ5D 中天山Ⅱ5E 南天山Ⅱ5F 天山南脉Ⅱ5G 塔里木盆地Ⅱ6 塔克拉玛干沙漠Ⅱ6B	阿拉善高原Ⅱ1H	乌兰布和沙漠Ⅱ1H(1)、察汗毛里脱沙窝Ⅱ1H(2)、雅布赖山Ⅱ1H(3)、南吉冷沙漠Ⅱ1H(4)、腾格里沙漠Ⅱ1H(5)、巴丹吉林沙漠Ⅱ1H(6)
		中央戈壁Ⅱ1I	中央戈壁Ⅱ1I(1)、包尔乌拉山Ⅱ1I(2)
		河西走廊Ⅱ1J	龙首山Ⅱ1J(1)、河西走廊谷地Ⅱ1J(2)
		阿尔泰山Ⅱ2A	阿尔泰山Ⅱ2A(1)
		准噶尔盆地沙地戈壁Ⅱ3A	北塔山Ⅱ3A(1)、乌伦古河流域戈壁Ⅱ3A(2)、淖毛湖Ⅱ3A(3)、古尔班通沙漠Ⅱ3A(4)、霍景涅里辛沙漠Ⅱ3A(5)
		准噶尔盆地低地平原Ⅱ3B	准噶尔盆地南部低地平原Ⅱ3B(1)、艾比湖河谷Ⅱ3B(2)
		准噶尔西部谷地Ⅱ4A	额尔齐斯河谷地Ⅱ4A(1)、额敏河谷地Ⅱ4A(2)
		准噶尔西部山地Ⅱ4B	萨吾尔山Ⅱ4B(1)、吾尔喀什尔山Ⅱ4B(2)、塔尔巴哈台山Ⅱ4B(3)、巴尔鲁克山Ⅱ4B(4)、玛依勒山Ⅱ4B(5)
		北山-哈顺戈壁Ⅱ5A	北山Ⅱ5A(1)、哈顺戈壁Ⅱ5A(2)
		东天山Ⅱ5B	二百四戈壁Ⅱ5B(1)、北天山Ⅱ5B(2)、巴里坤山Ⅱ5B(3)、哈尔力克山Ⅱ5B(4)、博格达山Ⅱ5B(5)
		吐鲁番-哈密盆地Ⅱ5C	哈密盆地Ⅱ5C(1)、吐鲁番盆地Ⅱ5C(2)
		北天山Ⅱ5D	博罗科努山Ⅱ5D(1)、天格尔山Ⅱ5D(2)、依连哈比尔尕山Ⅱ5D(3)、阿吾拉勒山Ⅱ5D(4)、科古琴山Ⅱ5D(5)、阿拉套山Ⅱ5D(6)、别珍套山Ⅱ5D(7)
		中天山Ⅱ5E	觉洛塔格Ⅱ5E(1)、阿拉沟山Ⅱ5E(2)、焉耆(qi)盆地Ⅱ5E(3)、额尔宾山Ⅱ5E(4)、巴音布鲁克盆地Ⅱ5E(5)、那拉提山Ⅱ5E(6)、伊犁河谷Ⅱ5E(7)、乌孙山Ⅱ5E(8)
		南天山Ⅱ5F	库鲁克塔格Ⅱ5F(1)、霍拉山Ⅱ5F(2)、哈尔克他乌山Ⅱ5F(3)、拜城谷地Ⅱ5F(4)
		天山南脉Ⅱ5G	天山南脉北段Ⅱ5G(1)、黑尔塔格Ⅱ5G(2)、喀拉铁热克山Ⅱ5G(3)、喀拉塔格山Ⅱ5G(4)、柯坪山Ⅱ5G(5)
		塔里木盆地Ⅱ6	塔里木河沙地平原Ⅱ6A(1)、喀什冲积平原Ⅱ6A(2)
		塔克拉玛干沙漠Ⅱ6B	塔克拉玛干沙漠Ⅱ6B(1)、昆仑山山前冲积平原Ⅱ6B(2)
	祁连山-阿尔金山Ⅲ1 昆仑山脉Ⅲ2 柴达木盆地Ⅲ3 青藏高原Ⅲ4 唐古拉山Ⅲ4B	祁连山Ⅲ1A	照壁山Ⅲ1A(1)、野马山Ⅲ1A(2)、党河南山Ⅲ1A(3)、托来南山Ⅲ1A(4)、疏勒南山Ⅲ1A(5)、走廊南山Ⅲ1A(6)、托来山Ⅲ1A(7)、冷龙岭-乌鞘岭Ⅲ1A(8)、大通山-达坂山Ⅲ1A(9)、拉脊山Ⅲ1A(10)、日月山Ⅲ1A(11)、青海南山Ⅲ1A(12)、土尔根达坂山Ⅲ1A(13)、宗务隆山Ⅲ1A(14)、祁连山山原Ⅲ1A(15)
		阿尔金山Ⅲ1B	阿尔金山Ⅲ1B(1)、阿哈提山Ⅲ1B(2)、阿斯腾塔格Ⅲ1B(3)、玉苏普阿勒克塔格Ⅲ1B(4)、苏拉木塔格Ⅲ1B(5)
		昆仑山Ⅲ2A	昆仑山西段Ⅲ2A(1)、喀拉塔格山Ⅲ2A(2)、喀拉塔什山Ⅲ2A(3)、喀什塔什山Ⅲ2A(4)、托库孜达坂山Ⅲ2A(5)、昆仑山中段山原Ⅲ2A(6)、阿尔喀山Ⅲ2A(7)、祁漫塔格山Ⅲ2A(8)、布尔汗布达山Ⅲ2A(9)、阿尔格山Ⅲ2A(10)、博卡雷克塔格Ⅲ2A(11)、库木库勒盆地Ⅲ2A(12)
		喀喇昆仑山Ⅲ2B	喀喇昆仑山Ⅲ2B(1)
		可可西里山Ⅲ2C	可可西里山Ⅲ2C(1)
		柴达木盆地Ⅲ3A	柴达木北部沙漠Ⅲ3A(1)、柴达木南部低地Ⅲ3A(2)
		青南高原Ⅲ4A	鄂拉山Ⅲ4A(1)、黄南山-西倾山Ⅲ4A(2)、陇南高原Ⅲ4A(3)、迭山Ⅲ4A(4)、松潘高原Ⅲ4A(5)、阿尼玛卿山Ⅲ4A(6)、巴颜喀拉山北段Ⅲ4A(7)、巴颜喀拉山南段Ⅲ4A(8)、长江源Ⅲ4A(9)、金沙江上游谷地Ⅲ4A(10)
		唐古拉山Ⅲ4B	唐古拉山Ⅲ4B(1)

续表

地貌大区 Geomorphologic zone	地貌地区 Geomorphologic area	地貌亚地区 Geomorphologic subarea	地貌区 Geomorphologic region
南海诸岛礁Ⅳ	藏南高山谷地 Ⅲ5	羌塘高原Ⅲ4C	羌塘高原西北部Ⅲ4C(1)、羌塘高原中北部Ⅲ4C(2)、羌塘高原东北部Ⅲ4C(3)、祖尔肯乌拉山Ⅲ4C(4)、阿里高原Ⅲ4C(5)、羌塘高原中南部Ⅲ4C(6)、羌塘高原东南部Ⅲ4C(7)
		念青唐古拉山Ⅲ5A	念青唐古拉山东段Ⅲ5A(1)、念青唐古拉山中段Ⅲ5A(2)、念青唐古拉山西段Ⅲ5A(3)
		冈底斯山Ⅲ5B	冈底斯山东段Ⅲ5B(1)、冈底斯山中段Ⅲ5B(2)、冈底斯山西段Ⅲ5B(3)、阿依拉山Ⅲ5B(4)
		藏南谷地Ⅲ5C	藏南谷地Ⅲ5C(1)
	岷山-横断山 Ⅲ6	岷山Ⅲ6A	摩天岭Ⅲ6A(1)、龙门山Ⅲ6A(2)、岷山北段Ⅲ6A(3)、岷山南段Ⅲ6A(4)、茶坪山Ⅲ6A(5)
		横断山脉北段Ⅲ6B	邛崃山Ⅲ6B(1)、红岗山-羊拱山Ⅲ6B(2)、大雪山Ⅲ6B(3)、工卡拉山Ⅲ6B(4)、沙鲁里山北段Ⅲ6B(5)、沙鲁里山南段Ⅲ6B(6)、金沙江上游谷地Ⅲ6B(7)、芒康山Ⅲ6B(8)、他念他翁山北段Ⅲ6B(9)、他念他翁山南段Ⅲ6B(10)、伯舒拉岭Ⅲ6B(11)
		横断山脉南段Ⅲ6C	大相岭Ⅲ6C(1)、小相岭Ⅲ6C(2)、大凉山Ⅲ6C(3)、牦牛山Ⅲ6C(4)、鲁南山-龙帚山Ⅲ6C(5)、锦屏山Ⅲ6C(6)、绵绵山Ⅲ6C(7)、白林山Ⅲ6C(8)、玉龙山Ⅲ6C(9)、雪山Ⅲ6C(10)、云岭Ⅲ6C(11)、雪盘山Ⅲ6C(12)、怒山Ⅲ6C(13)、高黎贡山北段Ⅲ6C(14)
	喜马拉雅山脉 Ⅲ7	喜马拉雅山Ⅲ7A	藏东南高山峡谷Ⅲ7A(1)、喜马拉雅山东段Ⅲ7A(2)、喜马拉雅山中段Ⅲ7A(3)、喜马拉雅山西段Ⅲ7A(4)
	东沙群岛Ⅳ1	东沙群岛Ⅳ1A	东沙群岛Ⅳ1A(1)
	中沙群岛Ⅳ2	中沙群岛Ⅳ2A	中沙群岛Ⅳ2A(1)
	西沙群岛Ⅳ3	西沙群岛Ⅳ3A	西沙群岛Ⅳ3A(1)
	南沙群岛Ⅳ4	南沙群岛Ⅳ4A	南沙群岛Ⅳ4A(1)

东沙群岛由东沙岛和附近几个珊瑚暗礁、暗滩组成。西沙群岛由 30 多个沙岛、礁岛、沙洲和礁滩组成。中沙群岛以及黄岩岛由 20 多个海岛、暗沙、暗滩组成,一般距海面 10—20 m,大多尚未露出水面。南沙群岛由 200 多座沙岛、礁岛、沙洲、礁滩等组成。

3 讨论

本区划主要是为自然保护区体系建设提供基础数据的,因此,地貌景观上的连贯性、整体性以及实用性等就显得十分重要。自然地理特征是十分复杂的,很难用数学的方法来直接确定地貌差异,但量化分析的结果可以作为定性分析的重要依据。本研究使用 GIS10.0 对地貌进行量化分析并结合其他资料,建立了自己的区划系统,区划等级更加细化,与其他地貌区划有较大区别。其中地貌大区基本反映了中国大的地貌格局,地貌地区基本反映了高原、山地、平原等地貌特征的水平分异,地貌亚地区和地貌区基本反映了区域地貌特征。

首先,本区划系统在划分一级地貌单元时,基本参照了 1980 年出版的《中国自然地理地貌》^[2] 的划分原则,将中国陆地划分为 3 个地貌大区,这些区域的自然生态系统和野生动植物组成存在很大的差异,而且由于南海诸岛的生态系统和生物组成具有很明显的海洋特征,将其独立为一个地貌大区。

而在进行二级地貌单元划分时,对已有地貌资料进行了分析,并提出了 40 个地貌地区的划分方案,与其他地貌区划方案差异较大。例如,一些专家将大兴安岭和小兴安岭划分在同一个地貌单元里,但其地质成因、地貌特征、植被和生物区系具有明显不同,所以将其分为两个不同的地貌地区^[5,13]。此外,已有地貌区划方案对燕山、太行山、黄土高原等地区的区划差异也很大,但从地质成因、气候要素和生物组成上其具有明显差别,所以本区划将三者均划为独立的二级地貌单元。而这与秦岭、大巴山脉和南阳盆地-淮阳丘陵均划分为独立二级地貌单元的情况是相似的。

我国大陆东南部地区山地、丘陵和平原交错,地理特征复杂,区域分异明显,本区划根据地貌定量分析结果,将这个区域的长江中下游平原、江南丘陵和浙闽丘陵等自然地理区域,以及武夷山脉和南岭两个明显地理界线作为二级地貌单元,而由于海南岛和台湾岛地貌整体性明显、生物基因交流相对独立、特征突出,故将其也作为独立的二级地貌单元,这与现有地貌区划方案具有较大差异。对中国西南地区的地貌划分则与现有地貌区划方案较为一致,但根据地貌重分类和自然地理界线等对其边界

进行了修正。青藏高原高寒冻蚀地貌大区则根据其边缘气候特点、植被和生物区系差异,将周边大山脉、盆地和谷地独立划分为独立的二级地貌单元,并将比较平缓的高寒高原地貌作为一个独立的二级地貌单元,这与 1956 年的“周廷儒方案”和 1965 年的“中国科学院地理研究所方案”明显不同,但与 1999 年的“李炳元方案”相近似。

本地貌区划系统有以下特点:

(1)强调了“海洋国土”概念,将具有独特气候特征和地质地貌成因的中国南海地区独立作为一个独立的地貌大区。该地区由于其明显的大洋性气候和独特的珊瑚岛礁地貌,形成了别具特色的自然地貌特征,成为我国自然地理格局的重要组成部分。

(2)以自然保护区体系建设为目标,区划目的明确,等级区划系统更加科学和完善。本地貌区划系统对我国地貌格局区域差异进行了细化,最后确定了 473 个地貌小区,基本涵盖了主要的小盆地、小平原和山脉系统等,可以作为自然保护地理区划研究的重要基础,为自然保护区体系建设提供参考和依据。

(3)地貌系统的命名更加易于理解和掌握。现有的地貌区划方案采用的区划名称较为多样,未采用统一的命名方式。本区划在命名过程中采用了中国地图和中国自然地理等资料上常用名称进行标注,尽量采用惯用叫法,易于人们理解。同时考虑到各个自然地理区域之间的从属关系,便于使用。

(4)以高分辨率的地貌数据和先进的地理信息技术为基础,确保了区划结果的客观和科学。本研究中采用最新的中国地貌类型数据,该数据是通过参考 90 m 分辨率的 SRTM-DEM 数据获得。而且本研究在区划过程中以地理信息系统软件为操作平台,对地貌数据进行分析,从定量、定性的角度上精确定位区划界线,从而为地貌区划界线的精确定及区划制图提供了有力保障。此外,还根据已有资料,对地貌区划方案进行了验证。

References:

- [1] Zheng D, Ge Q S, Zhang X Q, He F N, Wu S H, Yang Q Y. Regionalization in China: retrospect and prospect. *Geographical Research*, 2005, 24 (3): 330-344.
- [2] Physical Geographic of China Editorial Board from Chinese Academy of Sciences. *Physical Geographic of China: Geomorphology*. Beijing: Science Press, 1980: 8-56.
- [3] Chai H X, Ou Y, Chen X, Cheng W M, Zhou C H. A new schema of Xinjiang geomorphologic regionalization. *Arid Land Geography*, 2009, 32 (1): 95-106.
- [4] Luo K F. Physical geographic partition draft of China. *Acta Geographica Sinica*, 1953, 20(4): 379-394.
- [5] Liu G M. *Physical Geographic Atlas of China*. Beijing: Sinomap Press, 2010: 19-202.
- [6] Li B Y, Pan B T, Cheng W M, Han J F, Qi D L, Zhu C. Research on geomorphological regionalization of China. *Acta Geographica Sinica*, 2013, 68(3): 291-306.
- [7] Tang X P. Analysis of the current situation of China's nature reserve network and a draft plan for its optimization. *Biodiversity Science*, 2005, 13 (1): 81-88.
- [8] Yan Y, Wang Z, Gao J, Xu W G, Jiang M K. Regional distribution characteristics of nature reserves and the influencing factors in China. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(18): 5091-5097.
- [9] Lu A G, Wang S J. Analysis on the development of nature preserves of China. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2010, 24(11): 7-11.
- [10] Wu J, Liu H. Economic analysis on the spatial distribution of nature reserves in China. *Journal of Natural Resources*, 2012, 27(12): 2091-2101.
- [11] Li B Y, Pan B T, Han J F. Basic terrestrial geomorphological types in China and their circumscriptions. *Quaternary Sciences*, 2008, 28(4): 535-543.
- [12] Zhong D L, Ding L. Processes and mechanism study for uplift of the Qinghai-Xizang Plateau. *Science in China (Series D)*, 1996, 26(4): 289-295.
- [13] Zhou Y L. *Vegetation of Xiao Xing'an Mountains*. Beijing: Science Press, 1994: 2-24.
- [14] Fan K F, Yang D C. Geomorphologic system in Taihang Mountain area. *Journal of Changchun Institute of Technology (Natural Sciences Edition)*, 2006, 7(1): 51-53.
- [15] Sang G S. *The Evolutionary Process of the Landform and Soil Erosion During Historical Period in Loess Plateau [D]*. Xi'an: Shaanxi Normal University, 2003.
- [16] Fu M Q. *Tectonic Geomorphological Characteristics and Evolution of the Daba Mountains [D]*. Xi'an: Northwest University, 2011.
- [17] Cheng S Y, Li Y J, Liu S F. Geomorphology features of the Dabie Orogenic Belt based on DEM data. *Journal of East China Institute of Technology: Natural Science*, 2010, 33(3): 270-275.
- [18] Feng S W, Xu D Y, Lei X Y. *Physical Geographic of China*. Beijing: Higher Education Press, 1989: 199-214.
- [19] Yuan J P, Yu L S, Deng G Q, Li T, Bi H, Zhao Z Z. Geomorphologic division and classification of Hainan Island. *Natural Science Journal of*

Hainan University, 2006, 24(4): 364-370.

- [20] Yuan F C. The landform of Altai in Xinjiang. *Geography of Xinjiang*, 1981, (9): 1-9.
- [21] Li J T, Wang K Z, Li Y P, Sun G H, Chu C H, Li L Q, Zhu Z X. Geomorphological features, crustal composition and geological evolution of the Tianshan Mountains. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(8): 895-909.
- [22] Yin H Z. The relationship between the tectonics and geomorphology in Jungur Basin. *Arid Land Geography*, 1987, 10(4): 9-17.
- [23] Wang Y X. The Digital Terrain Analysis and Uplift Mechanism of Qilian Mountains Based on GIS[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2008.
- [24] Wang S J. A discussion on difference of geomorphologic landscape between the western and eastern part of the Kunlun Mountains. *Arid Land Geography*, 1993, 16(2): 1-8.
- [25] Shan W D. General study the division of Qinchais geomorph. *Journal of Qinghai Normal University: Natural Science Edition*, 1988, (4): 79-84.
- [26] Li J J. Morphological framework and genetie mechanism of the Qinghai-Xizang Plateau. *Mountain Research*, 1983, 1(1): 7-15.

参考文献:

- [2] 中国科学院中国自然地理编辑委员会. 中国自然地理地貌. 北京: 科学出版社, 1980: 8-56.
- [3] 柴慧霞, 欧阳, 陈曦, 程维明, 周成虎. 新疆地貌区划的一个新方案. *干旱区地理*, 2009, 32(1): 95-106.
- [4] 罗开富. 中国自然地理分区草案. *地理学报*, 1953, 20(4): 379-394.
- [5] 刘光明. 中国自然地理图集. 北京: 中国地图出版社, 2010: 19-202.
- [6] 李炳元, 潘保田, 程维明, 韩嘉福, 齐德利, 朱澈. 中国地貌区划新论. *地理学报*, 2013, 68(3): 291-306.
- [7] 唐小平. 中国自然保护区网络现状分析与优化设想. *生物多样性*, 2005, 13(1): 81-88.
- [8] 闫颜, 王智, 高军, 徐网谷, 蒋明康. 我国自然保护区地区分布特征及影响因素. *生态学报*, 2010, 30(18): 5091-5097.
- [9] 卢爱刚, 王圣杰. 中国自然保护区发展状况分析. *干旱区资源与环境*, 2010, 24(11): 7-11.
- [10] 吴健, 刘昊. 中国自然保护区空间分布的经济分析. *自然资源学报*, 2012, 27(12): 2091-2101.
- [11] 李炳元, 潘保田, 韩嘉福. 中国陆地基本地貌类型及其划分指标探讨. *第四纪研究*, 2008, 28(4): 535-543.
- [12] 钟大赉, 丁林. 青藏高原的隆起过程及其机制探讨. *中国科学: D 辑*, 1996, 26(4): 289-295.
- [13] 周以良. 中国小兴安岭植被. 北京: 科学出版社, 1994: 2-24.
- [14] 樊克锋, 杨东潮. 论太行山地貌系统. *长春工程学院学报(自然科学版)*, 2006, 7(1): 51-53.
- [15] 桑广书. 黄土高原历史时期地貌与土壤侵蚀演变研究[D]. 西安: 陕西师范大学, 2003.
- [16] 付明庆. 大巴山地区构造地貌特征及演化[D]. 西安: 西北大学, 2011.
- [17] 程三友, 李英杰, 刘少峰. 基于 DEM 的大别山地区地貌特征研究. *东华理工大学学报: 自然科学版*, 2010, 33(3): 270-275.
- [18] 冯绳武, 徐德馥, 雷新彦. 中国自然地理. 北京: 高等教育出版社, 1989: 199-214.
- [19] 袁建平, 余龙师, 邓广强, 李婷, 毕华, 赵志忠. 海南岛地貌分区和分类. *海南大学学报: 自然科学版*, 2006, 24(4): 364-370.
- [20] 袁方策. 新疆阿尔泰地貌. *新疆地理*, 1981, (9): 1-9.
- [21] 李锦轶, 王克卓, 李亚萍, 孙桂华, 褚春华, 李丽群, 朱志新. 天山山脉地貌特征、地壳组成与地质演化. *地质通报*, 2006, 25(8): 895-909.
- [22] 尹荷中. 准噶尔盆地的构造与地貌的关系. *干旱区地理*, 1987, 10(4): 9-17.
- [23] 王义祥. 基于地理信息系统的祁连山地区数字地形分析和隆升机理研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2008.
- [24] 王树基. 昆仑山西段与东段地貌景观差异性探讨. *干旱区地理*, 1993, 16(2): 1-8.
- [25] 单伟东. 青海省地貌区划的初步研究. *青海师范大学学报: 自然科学版*, 1988, (4): 79-84.
- [26] 李吉均. 青藏高原的地貌轮廓及形成机制. *山地研究*, 1983, 1(1): 7-15.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33, No.19 Oct., 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

A review of ecosystem services and research perspectives	MA Fengjiao, LIU Jintong, A. Egrinya Eneji (5963)
Sexual interference in non-human primates	YANG Bin, WANG Chengliang, JI Weihong, et al (5973)
Density-dependent effect on reproduction of rodents; a review	HAN Qunhua, GUO Cong, ZHANG Meiwen (5981)
Proximate and ultimate determinants of food chain length	WANG Yuyu, XU Jun, LEI Guangchun (5990)
Mechanism of biological control to plant diseases using arbuscular mycorrhizal fungi	LUO Qiaoyu, WANG Xiaojuan, LI Yuanyuan, et al (5997)
Advances in effects of conservation tillage on soil organic carbon and nitrogen	XUE Jianfu, ZHAO Xin, Shadrack Batsile Dikgwatlhe, et al (6006)
Habitat selection of the pre-released giant panda in Wolong Nature Reserve	ZHANG Mingchun, HUANG Yan, LI Desheng, et al (6014)
Activity rhythm and behavioral time budgets of wild Reeves's Pheasant (<i>Syrnaticus reevesii</i>) using infrared camera	ZHAO Yuze, WANG Zhichen, XU Jiliang, et al (6021)
The energy budget of tree sparrows <i>Passer montanus</i> in wind different speed and duration	YANG Zhihong, WU Qingming, DONG Haiyan, et al (6028)
Nest site characteristics of <i>Petaurista caniceps</i> in Baima Snow Mountain Nature Reserve	LI Yanhong, GUAN Jinke, LI Dayong, HU Jie (6035)
Effects of habitat fragmentation on the genetic diversity of <i>Pachycondyla luteipes</i> on islands in the Thousand Island Lake, East China	LUO Yuanyuan, LIU Jinliang, HUANG Jiuling, et al (6041)
The molecular genetic relationship between the pollinators of <i>Ficus pumila</i> var. <i>pumila</i> and <i>Ficus pumila</i> var. <i>aukeotsang</i>	WU Wenshan, CHEN Youling, SUN Lingli, et al (6049)
The genetic evolutionary relationships of two <i>Eupristina</i> species on <i>Ficus altissima</i>	CHEN Youling, SUN Lingli, WU Leilei, et al (6058)
Metal uptake and root morphological changes for two varieties of <i>Salix integra</i> under cadmium stress	WANG Shufeng, SHI Xiang, SUN Haijing, et al (6065)
Effects of phthalic acid on seed germination, membrane lipid peroxidation and osmoregulation substance of radish seedlings	YANG Yanjie, WANG Xiaowei, ZHAO Kang, et al (6074)
The morphological and physiological responses of <i>Tamarix ramosissima</i> seedling to different irrigation methods in the extremely arid area	MA Xiaodong, WANG Minghui, LI Weihong, et al (6081)
Response characteristics of photosynthetic and physiological parameters in <i>Ziziphus jujuba</i> var. <i>spinosa</i> seedling leaves to soil water in sand habitat formed from seashells	WANG Rongrong, XIA Jiangbao, YANG Jihua, et al (6088)
Effects of ceramsite mulching on soil water content, photosynthetic physiological characteristics and growth of plants	TAN Xuehong, GUO Xiaoping, ZHAO Tingning (6097)
Dynamics of tannin concentration and nutrient resorption for branchlets of <i>Casuarina equisetifolia</i> plantations at different ages	YE Gongfu, ZHANG Shangju, ZHANG Lihua, et al (6107)
Sulfur contents in leaves and branches of dominant species among the three forest types in the Pearl River Delta	PEI Nancai, CHEN Bufeng, ZOU Zhijin, et al (6114)
Impacts of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus on growth dynamics of <i>Bauhinia faberi</i> seedlings	SONG Chengjun, QU Laiye, MA Keming, et al (6121)
Characteristics of ion accumulation and seed germination for seeds from plants cultured at different concentrations of nitrate nitrogen and salinity	ZHOU Jiachao, FU Tingting, ZHAO Weiwei, et al (6129)
Physio-ecological effects of endophyte infection on the host grass with elevated CO ₂	SHI Zhibing, ZHOU Yong, LI Xia, et al (6135)
Effects of pretreatment on germination of <i>Typha domingensis</i> and <i>Phragmites australis</i>	MENG Huan, WANG Xuehong, TONG Shouzheng, et al (6142)
Transfer characteristics of cadmium from soil to <i>Salix × aureo-pendula</i>	ZHANG Wen, WEI Hong, SUN Xiaocan, et al (6147)
Effect of Close-to-Nature management on the natural regeneration and species diversity in a masson pine plantation	LUO Yinghua, SUN Dongjing, LIN Jianyong, et al (6154)
Population dynamics and seed banks of the threatened seagrass <i>Halophila beccarii</i> in Pearl Bay, Guangxi	QIU Guanglong, FAN Hangqing, LI Zongshan, et al (6163)
Effects of biological crusts on dew deposition and evaporation in the Southern Edge of the Mu Us Sandy Land, Northern China	YIN Ruiping, WU Yongsheng, ZHANG Xin, et al (6173)
Life history characteristics and spatial distribution of <i>Populus pruinosa</i> population at the upper reaches of Tarim River	HAN Lu, XI Linqiao, WANG Jiaqiang, et al (6181)
Interactive effects of short-term nitrogen enrichment and simulated grazing on ecosystem respiration in an alpine meadow on the Tibetan Plateau	ZONG Ning, SHI Peili, JIANG Jing, et al (6191)

- The correlation between soil water salinity and plant community distribution under micro-topography in Songnen Plain YANG Fan, WANG Zhichun, WANG Yunhe, et al (6202)
- Comparison of TSP, PM_{2.5} and their water-soluble ions from both inside and outside of Dafushan forest park in Guangzhou during rainy season XIAO Yihua, LI Jiong, KUANG Yuanwen, et al (6209)
- Fish community ecology in rocky reef habitat of Ma'an Archipelago II. Spatio-temporal patterns of community structure WANG Zhenhua, ZHAO Jing, WANG Kai, et al (6218)
- Interannual variation in the population dynamics of snailfish *Liparis tanakae* in the Yellow Sea CHEN Yunlong, SHAN Xiujuan, ZHOU Zhipeng, et al (6227)
- Spatial and temporal variation of soil macro-fauna community structure in three temperate forests LI Na, ZHANG Xueping, ZHANG Limin (6236)
- Community structure and species biodiversity of fig wasps in syconia of *Ficus superba* Miq. var. *japonica* Miq. in Fuzhou CHEN Youling, CHEN Xiaoqian, WU Wenshan, et al (6246)
- Marine ecological capital: valuation methods of marine ecosystem services CHEN Shang, REN Dachuan, XIA Tao, et al (6254)
- Geomorphologic regionalization of China aimed at construction of nature reserve system GUO Ziliang, CUI Guofa (6264)
- Impact of ecological vegetation construction on the landscape pattern of a Loess Plateau Watershed YI Yang, XIN Zhongbao, QIN Yunbin, et al (6277)
- Spatial heterogeneity of soil moisture across a cropland-grassland mosaic: a case study for agro-pastoral transition in north of China WANG Hongmei, WANG Zhongliang, WANG Kun, et al (6287)
- The regional diversity of changes in growing duration of spring wheat and its correlation with climatic adaptation in Northern China E Youhao, HUO Zhiguo, MA Yuping, et al (6295)
- Response of soil physical-chemical properties to rocky desertification succession in South China Karst SHENG Maoyin, LIU Yang, XIONG Kangning (6303)
- Prediction of the effects of climate change on the potential distribution of mire in Northeastern China HE Wei, BU Rencang, LIU Hongjuan, et al (6314)
- Soil nitrogen mineralization and associated temperature sensitivity of different Inner Mongolian grasslands ZHU Jianxing, WANG Qiufeng, HE Nianpeng, et al (6320)
- Effects of land use on soil nutrient in oasis-desert ecotone in the middle reach of the Heihe River MA Zhimin, LÜ Yihe, SUN Feixiang, et al (6328)
- Assessment on heavy metal pollution status in paddy soils in the northern Chengdu Plain and their potential ecological risk QIN Yusheng, YU Hua, FENG Wenqiang, et al (6335)
- Relationship between the temporal-spatial distribution of longline fishing grounds of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and the thermocline characteristics in the Central Atlantic Ocean YANG Shenglong, MA Junjie, ZHANG Yu, et al (6345)
- Biological nitrogen fixation in the upper water column in the south Taiwan Strait during summer 2011 LIN Feng, CHEN Min, YANG Weifeng, et al (6354)
- Storage and drivers of forests carbon on the Beichangshan Island of Miaodao Archipelago SHI Honghua, WANG Xiaoli, WANG Ai, et al (6363)
- Impact of changes in vegetation types on soil C mineralization and associated temperature sensitivity in the Changbai Mountain forests of China WANG Dan, LÜ Yuliang, XU Li, et al (6373)
- Analysis of relationship between genetic structure of Chinese Pine and mountain barriers MENG Xiangxiang, DI Xiaoyan, WANG Mengben, et al (6382)
- Soil organic carbon interpolation based on auxiliary environmental covariates: a case study at small watershed scale in Loess Hilly region WEN Wen, ZHOU Baotong, WANG Yafeng, et al (6389)
- Eco-management benefit analysis of industrial resources from life cycle perspective: a case study of a virtual symbiosis network SHI Xiaoqing, LI Xiaonuo, YANG Jianxin (6398)
- The game analysis between poverty and environment in ecologically fragile zones QI Xinhua, YE Shilin, CHENG Yu, et al (6411)
- The coupling development of economy and environment under the background of World Expo in Shanghai NI Yao, YUE Wenzhe, ZHANG Yuntang, et al (6418)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 19 期 (2013 年 10 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 19 (October, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel: (010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail: journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add: 16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel: (010)64034563 E-mail: journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add: P.O.Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元