

DOI: 10.5846/stxb202004261001

高峻, 李杰, 付晶, 鲍燕妮, 马施彤, 李巍岳, 郭鑫. 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉生态区类型与保护地空间分布格局. 生态学报, 2021, 41(3): 912-923.  
Gao J, Li J, Fu J, Bao Y N, Ma S T, Li W Y, Guo X. Spatial patterns of ecoregions and protected areas in the Karakoram-Himalayan region. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(3): 912-923.

# 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉生态区类型与保护地空间分布格局

高峻<sup>1,2</sup>, 李杰<sup>1,4,\*</sup>, 付晶<sup>1,2</sup>, 鲍燕妮<sup>1</sup>, 马施彤<sup>3</sup>, 李巍岳<sup>1,2</sup>, 郭鑫<sup>1</sup>

1 上海师范大学环境与地理科学学院, 上海 200234

2 上海师范大学城市发展研究院, 上海 200234

3 上海师范大学生命科学学院, 上海 200234

4 美国普渡大学林业与自然资源系, 印第安纳州西拉法叶 47907

**摘要:** 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉是泛第三极区域的重要组成部分。对中国与阿富汗、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹和缅甸等 6 国交界的喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区生态区和保护地分布开展研究。喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区总面积 902843.76 km<sup>2</sup>, 跨古北界和东洋界两大全球重要的生物地理区域, 分布有 14 个生态区, 其中有 55 处保护地。保护地由国家公园和自然保护区组成, 主要分布在东喜马拉雅亚高山针叶林、喜马拉雅亚热带阔叶林和东喜马拉雅阔叶林 3 个生态区内, 面积为 159063.30 km<sup>2</sup>, 占喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区总面积的 17.62%。保护地中有 41 处国家公园, 占保护地总数的 74.5%; 有 25 处为多国毗邻, 占总数的 45.45%。保护地的地理集中指数都大于完全平均分布值(37.796), 空间分布呈集聚状态; 其中自然保护区分布的不均衡度高于国家公园, 分布在中国, 尼泊尔和印度三国境内。核密度分析显示中尼边境与中印边境区域的保护地分布集中度高。20 世纪 30 年代开始, 特别是 80 年代以来各国建立保护地, 目前已经形成全球著名的保护地集群带。对于进一步推进喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区国家公园跨境合作具有重要意义。

**关键词:** 生态区; 保护地; 国家公园; 自然保护区; 空间格局; 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区

## Spatial patterns of ecoregions and protected areas in the Karakoram-Himalayan region

GAO Jun<sup>1,2</sup>, LI Jie<sup>1,4,\*</sup>, FU Jing<sup>1,2</sup>, BAO Yanni<sup>1</sup>, MA Shitong<sup>3</sup>, LI Weiyue<sup>1,2</sup>, GUO Xin<sup>1</sup>

1 School of Environmental and Geographical Sciences, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

2 Institute of Urban Studies, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

3 School of Life Science, Shanghai Normal University, Shanghai 200234, China

4 Department of Forestry and Natural Resources, Purdue University, West Lafayette, IN 47907, USA

**Abstract:** The Karakoram-Himalaya region is a vital part of the Pan Third Pole area. In this paper, we studied the spatial patterns and characteristics of the ecoregions and protected areas in the Karakoram-Himalaya region, which is the transboundary area of China, Afghanistan, Pakistan, India, Nepal, Bhutan, and Myanmar. We found that the Karakoram-Himalaya region spanned Palearctic and Indo-Malayan biogeographic realms with a total area 902843.76 km<sup>2</sup>. It covers 14 ecoregions and 55 protected areas are included. The protected areas are composed of the national parks and nature reserves, which are mainly distributed in the eastern Himalayan subalpine conifer forests, Himalayan subtropical broadleaf forests,

**基金项目:** 第二次青藏高原综合科学考察研究(2019QZKK0401); 中国科学院 A 类战略性先导科技专项(XDA2002030103); 国家重点研发计划项目(2017YFC0506404)

收稿日期: 2020-04-26; 修订日期: 2020-12-18

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jerryli1201@163.com

and eastern Himalayan broadleaf forests. The total area of the protected areas is 159063.30 km<sup>2</sup> accounting for 17.62% of the Karakoram-Himalaya region. There are 41 national parks that account for 74.50% of the number of the protected areas; 25 protected areas are adjacent to more than two countries and account for 45.45%. The geographical concentration indexes of the protected areas are all above the completely average value of 37.796, which means the spatial distribution is concentrated. Among which the distribution of nature reserves is more maldistribution than the national parks, mainly distribute in China, Nepal, and India. The kernel density estimation showed that the protected areas were highly grouping in the transboundary of China-Nepal and China-India. Since the 1930s, more and more countries in this region have established protected areas especially since the 1980s, and now they have formed the most noted protection aggregation stripe. This paper is significant to the research of transboundary cooperation between the national parks in the Karakoram-Himalaya region in the future.

**Key Words:** ecoregion; protected area; national park; nature reserve; spatial pattern; Karakoram-Himalaya region

以青藏高原为核心的第三极<sup>[1]</sup>以及受其影响的东亚、南亚、中亚、西亚、中东欧等泛第三极地区是地球上生态环境最脆弱和人类活动最强烈的地区,面积广达 2000 多万 km<sup>2</sup><sup>[2]</sup>,其中喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区则是泛第三极的重要组成部分。这个地区位于青藏高原的边缘地带,受大断裂控制,由一系列高大山系和山脉组成<sup>[3]</sup>,生态环境极其独特,集聚了全球所有 14 座海拔 8000 m 以上的高峰,是地球上最壮观的高山景观,平均海拔都在 4500 m 以上,众多世界大河或者国际河流皆出于此。这个区域涵盖了全球 34 个生物多样性热点地区中的 3 个,属于多种地理成分的动植物交汇过渡地带<sup>[4]</sup>。

复杂的生态环境、过渡地带特征、政治边界的分割,使得喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区作为一个地理区域在全球尺度上难以区划。Schultz 将其北部划为干旱中纬度的荒漠和半荒漠,南部则划为夏季湿润热带或中年湿润热带,未能对内部结构细分<sup>[5]</sup>;Bailey 只能将其粗略划分为山地草原、山地荒漠和山地稀树草原<sup>[6]</sup>。Olson 等提出的以多套生物群区为基础的,自下而上的全球陆地生态区划<sup>[7-8]</sup>,较好地将生物地理分区与生态功能单元相衔接,着重强调地理单元中生态系统特征分异,形成具有相对同质性的以植被为基础的生态系统组合-生态区(ecoregion)的概念,被世界野生生物基金会和大自然协会采用,为本地区生态系统保护发挥了关键的空间指引作用<sup>[9]</sup>。

从 20 世纪 30 年代开始,特别是 80 年代以来,中国以及周边国家在此建立了多个国家公园和自然保护区,有效地促进了喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区生态环境的保护。随着本地区跨国合作和大尺度景观保护的需求增加,连续性保护理念在跨国项目中体现为跨界保护理念<sup>[10]</sup>,跨界自然保护区作为跨界资源管理的一种典型方式正成为研究热点<sup>[11]</sup>,加强国际间或国家内不同行政区之间的合作来保证资源的可持续利用可能是必然的选择。喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区包含东喜马拉雅山、干城章嘉等跨境景观<sup>[12]</sup>,当前主要研究包括整合地理空间数据进行生物多样性和物种信息保护、应用跨界景观方法保护文化遗产、总结跨界保护合作机制及管理经验等<sup>[13-20]</sup>。尽管在部分热点区域已进行跨界研究,但目前缺少从喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区的角度对涉及的 7 个国家进行全面评估的研究,因此厘清本区域生态区划特征和主要类型,阐明保护地现状及其空间分布规律,掌握保护地与生态区之间的相互关系,有利于未来更好地确定喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地跨境合作的重点区域和建设路径,促进泛第三极(Pan-TPE)地区的可持续发展。

## 1 区域简介

喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区位于 24°0′31.76″—39°5′38.97″N, 71°16′3.23″—99°56′41.77″E 之间,涵盖了 中国、阿富汗、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹和缅甸等 7 个国家的边境山地,全长约 2500 km,宽 200—300 km<sup>[21]</sup>。喀喇昆仑山脉是世界山岳冰川最发达的高大山脉,位于中国、塔吉克、阿富汗、巴基斯坦和印度等国的边境上,包括东延部分(西藏高原的羌臣摩山和潘顿山)在内的喀喇昆仑山,宽度约为 240 km,长度为 800

km,平均海拔超过 5500 m,是世界上高山和高纬度之外最长的冰川最集中的地区。喜马拉雅山脉西起巴属克什米尔境内的南迦帕尔巴特峰,山麓有印度河上游大峡谷围绕,东至南迦巴瓦峰,有雅鲁藏布江下游围绕作急转弯南流而形成的举世闻名的大拐弯峡谷,主体由四列大致平行的山脉组成,呈向南凸出的弧形,从南至北被命名为外喜马拉雅山脉、小喜马拉雅山脉、大喜马拉雅山脉和西藏喜马拉雅山脉。本地带北接青藏高原,南连恒河、印度河平原,喜马拉雅山连绵成群的高峰挡住了从印度洋上吹来的湿润气流,喜马拉雅山脉南坡雨量充沛,植被茂盛,而北坡的雨量较少,植被稀疏,形成鲜明的对比。

## 2 数据与方法

### 2.1 数据来源与处理

本文所使用的生态区数据来源于 Olson 等基于生物地理区划的全球陆地生态区划方案<sup>[7]</sup>,数据来自于世界自然基金会网站(<https://www.worldwildlife.org/biome-categories/terrestrial-ecoregions>)。该数据对全球陆地、淡水和海洋三大主要生境类型进行生物多样性区域分析得出陆地包含 26 种栖息地类型(Habitat types),用于描述全球具有相似的环境条件、栖息地结构和生物复杂性模式,并包含相似的群落和物种适应性的不同区域。为了代表世界各大洲和海洋的独特动植物,每种生境类型都进一步细分为 7 个生物地理区:埃塞俄比亚界、澳新界、东洋界、新北界、新热带界、大洋界、古北界。最后在每个生物地理领域内,将物种丰富度、分类学唯一性、生态或进化现象、稀有性等作为参数,选择确定代表主要生境类型的 867 个生态区。

国家公园和自然保护区位置、面积、设立时间、级别等数据来自于研究区涉及的 7 个国家政府网站的公开数据,包括中国生态环境部(<http://www.mee.gov.cn/>)、阿富汗野生动物保护组织(<https://afghanistan.wcs.org/>)、巴基斯坦野生动物网(<http://www.wildlifeofpakistan.com/>)、联合国教科文组织世界遗产中心(<https://whc.unesco.org/en/list/>)、印度政府环境、森林和气候变化部自治机构(<https://wii.gov.in/>)、尼泊尔国家森林与环境部(<http://www.dnpwc.gov.np/>)、不丹森林和公园服务部(<http://dofps.gov.bt/>)、世界保护区数据库(<https://www.protectedplanet.net/>)等。

### 2.2 研究方法

#### 2.2.1 空间分布均衡性分析

##### (1) 地理集中指数

用来衡量保护地在各个国家之间的集中程度。计算公式为<sup>[22]</sup>:

$$E = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i/S)^2} \quad (1)$$

式中, $E$  为地理集中指数, $P_i$  为  $i$  国家内保护地的个数, $S$  为保护地的总数, $n$  为研究区内国家的个数,即  $n=7$ 。 $E$  值越大,保护地分布越集中。若研究区中的保护地完全平均分布于各个国家内,则其集中指数为:

$$\bar{E} = 100 \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (1/n)^2} = 37.7962 \quad (2)$$

##### (2) 不平衡指数

不平衡指数采用来衡量保护地各规模级分布的齐全程度,采用罗伦兹曲线中计算集中指数的公式,计算式为<sup>[23]</sup>:

$$B = \frac{100(\sum_{i=1}^n C_i) - 50(n+1)}{100n - 50(n+1)} \quad (3)$$

式中, $B$  为不平衡指数; $C_i$  为各研究单元保护地的数量占总样本数量的比重,把各个研究单元的比重从大到小排列后求累计百分比, $C_i$  为排在第  $i$  位的累计百分比; $n$  为研究单元的个数。如果保护地平均分布在不同等级中,则  $B=0$ ;如果保护地分布极不平衡,集中在一个规模级,则  $B=1$ 。

### 2.2.2 空间核密度估计法

核密度估计法的基本思想在于地理事件在空间点密度大的区域发生的概率大,在空间点密度低的区域发生的概率低<sup>[24]</sup>。核密度估计法的原理是以  $P$  点为圆心,阈值  $r$  为半径,统计以  $P$ 、 $r$  为圆的范围内保护地分布的数量,并除以圆的面积。一般以  $P$  点为圆心的保护地的核密度为:

$$P(x) = \frac{1}{nh} \sum_{i=1}^n \left\{ K \left[ \frac{d(x, x_i)}{h} \right] \right\} \quad (4)$$

式中,  $n$  表示距离尺度范围内所包含的内保护地分布的数量;  $K(\cdot)$  表示核密度函数。  $h$  表示距离阈值,即核密度估计法的尺度,  $d(x, x_i)$  表示两点之间的欧式距离。

本文的核密度估计借助 ArcGIS 10.7 的密度分析工具,对保护地空间分布进行分析。

## 3 结果与分析

### 3.1 保护地与生态区关系紧密,跨界特征明显

喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区是全球两大重要生物地理区,古北界和东洋界的过渡地带。根据 Olson 等对陆地生态区的分类<sup>[7]</sup>,在古北界中,主要为温带针叶林和山地草原和灌丛二大群落,合计有 7 个生态区,面积为 572058.50 km<sup>2</sup>,占总面积的 63.36%。在东洋界中,则有热带和亚热带湿润阔叶林、热带和亚热带针叶林、温带阔叶和混交林、温带针叶林等四大群落,合计 7 个生态区,面积为 330785.26 km<sup>2</sup>,占总面积的 36.64%。在合计面积 902843.76 km<sup>2</sup> 的范围内分布有 55 处国家公园和自然保护区(表 1,表 2,图 1)。高海拔造成植被垂直带分带明显,自下而上从热带、亚热带、温带以至寒带等各种景观交替出现;在水平方向上,喜马拉雅山脉的南北向山谷使得印度洋暖湿气流得以通达,南北动植物也借此迁移运动,形成交汇过渡地带。高海拔的山地使得本地区植被类型极其丰富,为各类动植物生存栖息提供了多样化的生境,成为全球重要的生物多样性热点地区。

表 1 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地现状统计表

Table 1 Protected Areas in Karakoram-Himalaya region

编号 No.	保护地名称 Name	成立时间 Time of establishment	面积 Area/km <sup>2</sup>	毗邻国家 Adjoining countries
CH-1	塔什库尔干野生动物国家级自然保护区	1984	15000.00	塔吉克斯坦、阿富汗、巴基斯坦
CH-2	班公错湿地自治区级自然保护区	2008	563.03	印度
CH-3	札达土林自治区级自然保护区	2000	5600.00	—
CH-4	玛旁雍措湿地国家级自然保护区	2008	1011.90	—
CH-5	珠穆朗玛峰国家级自然保护区	1988	33819.00	尼泊尔
CH-6	雅鲁藏布大峡谷国家级自然保护区	1985	9168.00	印度
CH-7	察隅慈巴沟国家级自然保护区	1985	1014.00	—
CH-8	高黎贡山国家级自然保护区	1983	4052.00	缅甸
AF-1	Wakhan 国家公园	2014	10950.00	中国、塔吉克斯坦、巴基斯坦
PK-1	Khunjerab 国家公园	1975	2269.13	中国
PK-2	Central Karakoram 国家公园	1993	10557.73	中国
PK-3	Deosai 国家公园	1993	3584.00	—
PK-4	Ayubia 国家公园	1984	16.84	—
PK-5	Chitral 国家公园	1984	77.50	—
PK-6	Shandur-Hundrup 国家公园	1993	1640.00	—
PK-7	Ghamot 国家公园	2004	273.94	—
PK-8	Lulusar-Dudipatsar 国家公园	2003	880.00	—
IN-1	Hemis 国家公园	1981	3350.00	—

续表

编号 No.	保护地名称 Name	成立时间 Time of establishment	面积 Area/km <sup>2</sup>	毗邻国家 Adjoining countries
IN-2	Dachigam 国家公园	1981	141.00	—
IN-3	Kishtwar 国家公园	1981	425.00	—
IN-4	Pin Valley 国家公园	1987	675.00	—
IN-5	Great Himalayas 国家公园(世界自然遗产)	1984	754.40	—
IN-6	Govind 国家公园	1990	472.08	—
IN-7	Gangotri 国家公园	1989	2390.02	中国
IN-8	Valley of Flowers 国家公园(世界自然遗产)	1982	87.50	—
IN-9	Nanda Devi 国家公园(世界自然遗产)	1982	624.60	—
IN-10	Khangchendzonga 国家公园(世界文化与自然双重遗产)	1977	1784.00	中国、尼泊尔
IN-11	Mouling 国家公园	1986	483.00	—
IN-12	Inderkilla 国家公园	2010	104.00	—
IN-13	Khirganga 国家公园	2010	710.00	—
IN-14	Jim Corbett 国家公园	1936	520.82	—
IN-15	Namdapha 国家公园	1983	1807.82	—
NP-1	Api Nampa 自然保护区	2010	1903.00	中国、印度
NP-2	Shey-Phoksundo 国家公园	1984	3555.00	中国
NP-3	Annapurna 保护区	1992	7629.00	中国
NP-4	Manaslu 自然保护区	1998	1663.00	中国
NP-5	Langtang 国家公园	1976	1710.00	中国
NP-6	Gaurishankar 自然保护区	2010	2179.00	中国
NP-7	Sagarmatha 国家公园(世界自然遗产)	1976	1148.00	中国
NP-8	Makalu Barun 国家公园	1992	1500.00	中国
NP-9	Kanchenjunga 自然保护区	1998	2035.00	中国、印度
NP-10	Khaptad 国家公园	1984	225.00	—
NP-11	Rara 国家公园	1976	106.00	—
NP-12	Shivapuri Nagarjun 国家公园	2002	159.00	—
NP-13	Banke 国家公园	2010	550.00	—
NP-14	Chitwan 国家公园(世界自然遗产)	1973	952.63	印度
NP-15	Parsa 国家公园	1984	627.39	—
NP-16	Bardiya 国家公园	1976	968.00	—
BT-1	Jigme Khesar Striet 自然保护区	2010	609.51	中国、印度
BT-2	Jigme Dorji 国家公园	1974	4319.00	中国
BT-3	Wangchuck Centennial 国家公园	2008	4914.00	中国
BT-4	Jigme Singye Wangchuck 国家公园	1995	1730.00	—
BT-5	Phrumsengla 国家公园	1998	905.00	—
BT-6	Royal Manas 国家公园	1964	1057.00	印度
MM-1	Hkakaborazi 国家公园	1998	3812.46	中国
合计 Total	国家公园 41 自然保护区 14	—	159063.30	—

CH: 中国 China; AF: 阿富汗 Afghanistan; PK: 巴基斯坦 Pakistan; IN: 印度 India; NP: 尼泊尔 Nepal; BT: 不丹 Bhutan; MM: 缅甸 Myanmar

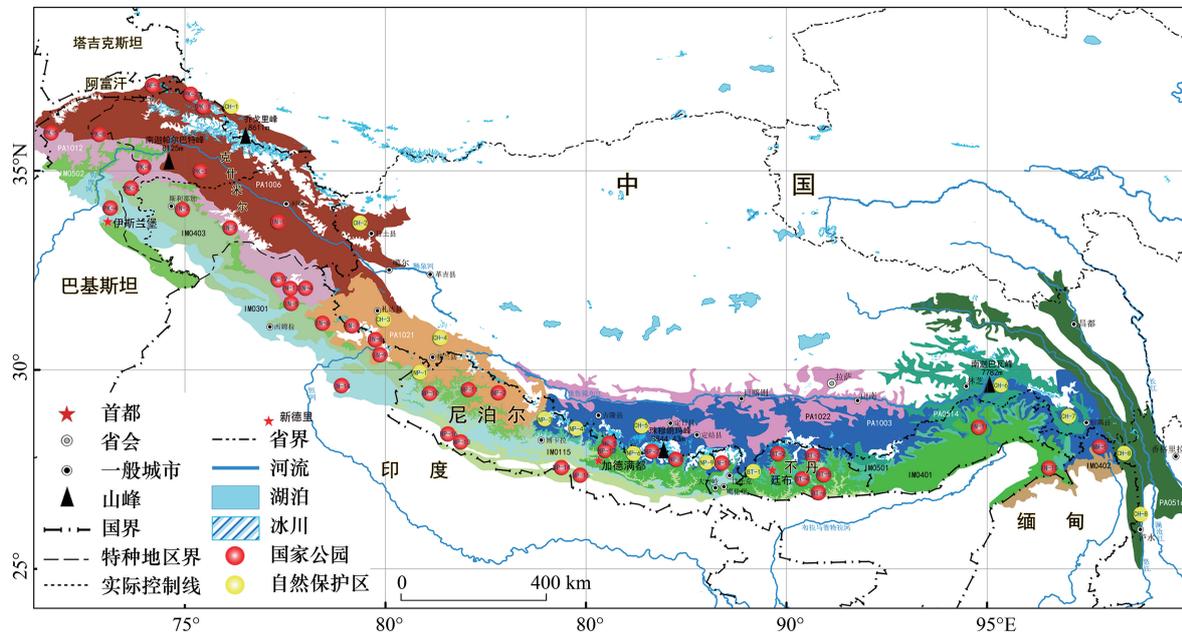


图 1 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区生态区与保护地分布图

Fig.1 Distribution of ecoregions and protected areas in Karakoram-Himalaya region

表 2 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区生态区统计表

Table 2 Ecoregions and protected areas in Karakoram-Himalaya region

生物地理区 Biogeographic realm	栖息地类型 Habitat type	代码 Code	生态区 Ecoregion	面积 Area /km <sup>2</sup>	保护地 Protected area
古北界 Palearctic (PA)	温带针叶林	PA0514	东北喜马拉雅高山针叶林	46220.24	CH-6, CH-7
		PA0516	怒江澜沧江峡谷高山针叶林和混交林	82699.02	CH-8
	山地草原和灌丛	PA1003	东喜马拉雅高山灌木和草地	121013.77	CH-5, CH-6, CH-7/IN-10/NP-3, NP-4, NP-5, NP-6, NP-7, NP-8, NP-9/BT-1, BT-2, BT-3, BT-4 / MM-1
		PA1006	喀喇昆仑山脉西部青藏高原高山草原	143264.61	CH-1, CH-2/AF-1/PK-1, PK-2, PK-3, PK-6/IN-1
		PA1012	西北喜马拉雅高山灌木和草地	49389.78	PK-5, PK-8/ IN-3, IN-4, IN-5, IN-12, IN-13
		PA1021	西喜马拉雅高山灌木和草地	70090.43	CH-3, CH-4/IN-6, IN-7, IN-8, IN-9/ NP-1, NP-2, NP-3
东洋界 Indo-Malayan (IM)	热带和亚热带湿润阔叶林	IM0115	喜马拉雅亚热带阔叶林	38124.69	NP-13, NP-14, NP-15, NP-16/ BT-3, BT-6
		IM0301	喜马拉雅亚热带松树林	76125.44	IN-10, IN-14/ NP-3, NP-4/PK-4/ BT-4
	温带阔叶和混交林	IM0401	东喜马拉雅阔叶林	82915.80	IN-10, IN-11, IN-15/NP-5, NP-6, NP-8, NP-9, NP-12/BT-1, BT-2, BT-3, BT-4, BT-6
		IM0402	北部三角温带森林	10708.54	MM-1
		IM0403	西喜马拉雅阔叶林	55824.86	IN-2, IN-3, IN-6/ NP-1, NP-3/PK-7
	温带针叶林	IM0501	东喜马拉雅高山针叶林	27435.85	IN-10, IN-15/ NP-3, NP-4, NP-5, NP-6, NP-7, NP-8, NP-9 /BT-1, BT-2, BT-3, BT-4, BT-5
		IM0502	西喜马拉雅高山针叶林	39650.08	IN-3, IN-5, IN-6/ NP-1, NP-10, NP-11
		合计 Total			902843.76

喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区是全球保护地的集中区域。对中国、阿富汗、巴基斯坦、印度、尼泊尔、不丹和缅甸等 7 国在此地区的保护地进行统计分析,可以看到这个地区已经形成一个举世闻名的保护地集聚带(表 3, 图 1)。初步统计共有 55 处国家公园和自然保护区,合计面积为 159063.30 km<sup>2</sup>,占总面积的 17.62%。这 55 个保护地全部覆盖 14 处生态区,其中有 22 处涵盖 2—5 个生态区,占总数的 40%,某些保护地更是跨越了古北界和东洋界两大生物地理区单元,充分显示本区域生态环境复杂多样性,过渡性强的特征。从各保护地中生态区的数量统计看(表 4),同时跨 5 个生态区有尼泊尔安娜普尔纳保护区,其正处于东、西喜马拉雅生态区交汇处;跨 4 个生态区的有印度干城章嘉国家公园、不丹旺楚克百年国家公园和吉格·辛格·旺楚克国家公园;跨 3 个生态区的保护地数量最多,达到 10 个,其中尼泊尔数量最多达到 6 个;跨 2 个生态区的保护地为 8 个,中国占其中 3 个。

表 3 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区各国保护地统计表

Table 3 Protected areas in Karakoram-Himalaya region countries

国家 Country	属性 Attributes	自然保护区 Nature Reserve	国家公园 National Park	小计 Total
中国 China	数量/个	8		8
	面积/km <sup>2</sup>	70227.93		70227.93
阿富汗 Afghanistan	数量		1	1
	面积		10950.00	10950.00
巴基斯坦 Pakistan	数量		8	8
	面积		19299.14	19299.14
印度 India	数量		15	15
	面积		14329.24	14329.24
尼泊尔 Nepal	数量	5	11	16
	面积	15409.00	11501.02	26910.02
不丹 Bhutan	数量	1	5	6
	面积	609.51	12925.00	13534.51
缅甸 Myanmar	数量		1	1
	面积		3812.46	3812.46
合计 Total	数量	14	41	55
	面积	86246.44	72816.86	159063.30

表 4 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区单个保护地中生态区数量统计表/个

Table 4 Number of ecoregions in each single protected area in Karakoram-Himalaya region countries

单个保护地中生态功能区数量 Number of ecoregions in each single protected area	1	2	3	4	5
中国 China	5	3			
阿富汗 Afghanistan	1				
巴基斯坦 Pakistan	8				
印度 India	10	2	2	1	
尼泊尔 Nepal	8	1	6		1
不丹 Bhutan	1	1	2	2	
缅甸 Myanmar		1			
合计 Total	33	8	10	3	1

喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区 55 处保护地中,有 25 处与其他国家毗邻(表 5),占总数的 45.45%,其中中国塔什库尔干野生动物自然保护区和阿富汗瓦罕国家公园 2 个保护地同时与 3 个国家相邻;印度干城章嘉国家公园、尼泊尔阿皮南帕自然保护区、尼泊尔干城章嘉自然保护区、不丹吉格梅·凯萨尔严格自然保护区等

4 个保护地同时与二个国家相邻;19 个保护地与一个国家相接,其中中国的珠穆朗玛峰自然保护区同时与尼泊尔的萨加玛塔国家公园、马卡鲁贝润国家公园、朗塘国家公园、高里三喀自然保护区和马纳斯鲁自然保护区等 5 个保护地接壤,形成由 6 个保护地组成的规模巨大的世界第一高峰保护地集群。

表 5 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地毗邻国家数量统计表/个

Table 5 Number of adjacent countries for each single protected area in Karakoram-Himalaya region

单个保护地毗邻国家数量 Number of adjacent countries for each single protected area	0	1	2	3
中国 China	3	4		1
阿富汗 Afghanistan				1
巴基斯坦 Pakistan	6	2		
印度 India	13	1	1	
尼泊尔 Nepal	6	8	2	
不丹 Bhutan	2	3	1	
缅甸 Myanmar		1		
合计 Total	30	19	4	2

### 3.2 保护地在不同生态区内密度差异较大

喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区自然环境的复杂多样,造就了多个生态区跨越不同国家,不同国家在这些生态区中典型地段布局保护地的格局(表 6)。在 14 个生态区中,共有 3 个布局了 10 处及以上保护地,只有 3 个功能区仅有 1 处保护地。从每万平方千米生态区内保护地数量来看,东喜马拉雅亚高山针叶林(IM0501)生态区密度最高,包括印度、尼泊尔、不丹 3 个国家的 14 个保护地,每万平方千米达到 5.10 个;喜马拉雅亚热带阔叶林(IM0115)生态区和东喜马拉雅阔叶林(IM0401)生态区密度次之,均达到 1.57 个/万  $\text{hm}^2$ ;东喜马拉雅高山灌丛和草地(PA1003)生态区则涵盖 5 个国家的 16 处保护地,数量最多,密度达到 1.32 个/万  $\text{hm}^2$ 。每万平方千米内保护地不到 0.5 个的生态区分别为:东北喜马拉雅亚高山针叶林(PA0514)生态区覆盖中国雅鲁藏布大峡谷自然保护区和察隅慈巴沟自然保护区,密度 0.43 个/万  $\text{hm}^2$ ;雅鲁藏布干旱草原(PA1022)生态区覆盖中国珠穆朗玛峰自然保护区,密度 0.17 个/万  $\text{hm}^2$ ;怒江澜沧江峡谷高山针叶林和混交林(PA0516)生态区覆盖中国高黎贡山自然保护区,密度 0.12 个/万  $\text{hm}^2$ 。这些保护地密度过低的生态区应该是今后着重布局保护地的区域。

### 3.3 保护地空间结构呈现集聚性分布

将研究区中的保护地按照建立时间共分为 3 个批次,分别是第一批次(1936—1984 年)、第二批次(1985—1999 年)和第三批次(2000—2014 年),分别计算喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区的国家公园、自然保护区和保护地的地理集中指数以及不均衡指数,结果如表 7 所示,表中的保护地的数量为国家公园与自然保护区数量的总和。

国家公园与自然保护区的地理集中指数( $E$ )都大于完全平均分布值(37.796),说明研究区各类保护地分布不均衡,且呈集中分布的趋势,但自然保护区的集中指数都在 65 以上,分布不均衡度大于国家公园。而第一批次的自然保护区地理集中指数更是达到了峰值 100,因为 1936—1984 年期间只有中国建立了 2 个自然保护区。

从不均衡指数( $B$ )看,保护地的不平衡指数大多数在 0.36—0.50 波动,说明保护地在喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区空间分布不均衡。第一批次的自然保护区不均衡指数为 1,是因为在第一批次中仅中国建立了 2 个自然保护区,与其他 5 个国家比不均衡;第二批次的自然保护区  $B$  值为 0,因为中国和尼泊尔各建立了 3 个自然保护区,平均分布在两个国家。在喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区,国家公园主要分布在印度、尼泊尔两个国家,自然保护区主要分布在中国和尼泊尔。总体看来,研究区中的不均衡指数为 0.45,还是呈集中分布的趋势。

表 6 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地密度表

Table 6 Protected area density in ecoregion, Karakoram-Himalaya region

生态区代码 Ecoregion Code	保护地数量 Number of protected areas	面积/km <sup>2</sup> Area	密度/(万 km <sup>2</sup> /个) Density
IM0501	14	27435.85	5.10
IM0115	6	38124.69	1.57
IM0401	13	82915.80	1.57
IM0502	6	39650.08	1.51
PA1012	7	49389.78	1.42
PA1003	16	121013.77	1.32
PA1021	9	70090.43	1.28
IM0403	6	55824.86	1.07
IM0402	1	10708.54	0.93
IM0301	6	76125.44	0.79
PA1006	8	143264.61	0.56
PA0514	2	46220.24	0.43
PA1022	1	59380.65	0.17
PA0516	1	82699.02	0.12

表 7 保护地分布的地理集中指数和不均衡指数

Table 7 Geographic concentrate index and unbalanced index of protected areas distribution

批次 Established phase	地理集中指数 (E) Geographic Concentrate Index (E)			不均衡指数 (B) Unbalanced Index (B)		
	保护地总计 Protected areas	其中:国家公园 National park	其中:自然保护区 Nature reserve	保护地总计 Protected areas	其中:国家公园 National park	其中:自然保护区 Nature reserve
	1 1936—1984 年	53.03	57.14	100.00	0.42	0.39
2 1985—1999 年	43.62	50.62	70.71	0.25	0.36	0.00
3 2000—2014 年	44.03	46.77	66.33	0.26	0.19	0.40
总计 Total 1936—2014 年	46.25	50.99	67.76	0.45	0.50	0.50

图 2 中显示了喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地的空间分布情况。将保护地空间分布的核密度分析共分为 9 个级别,从绿色到红色集中程度逐渐增加,其中绿色区域为密度最小地区,红色区域为密度最高地区。从图中可以明显看出喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区的保护地主要集中分布在三个区域(核密度在  $6.0512 \times 10^{-5}$ — $9.0768 \times 10^{-5}$  之间),分别是不丹境内,共包含 6 个保护地(5 个国家公园和 1 个自然保护区);尼泊尔-中国边境环珠峰地区,包含 11 个保护地(7 个国家公园和 4 个自然保护区);印度-中国边境普兰、札达县,包含 12 个保护地(11 个国家公园和 1 个自然保护区)。而缅甸与中国藏南及云南部分所分布的保护地核密度最低。巴基斯坦、阿富汗与中国新疆塔什库尔干县所在地区中的保护地的核密度中等。总的来说,喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地呈集中分布的趋势,具有很明显的不均衡性。

### 3.4 各国采取灵活策略,设置多样化的保护地

1936 年,印度成立喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区第一个国家公园-吉姆库柏国家公园(,从 20 世纪 60 年代开始,各国在边境地区纷纷开始建立各类保护地,至今已有 55 处(表 1),其中国家公园有 41 处,占总数的 74.55%,其余 14 处为自然保护区。在 41 处国家公园中,最多的是印度,计有 15 处,尼泊尔有 11 处,巴基斯坦有 8 处,不丹有 5 处,阿富汗和缅甸各有 1 处,中国尚没有国家公园。截止 2020 年 3 月,该地区共有 5 处世界遗产,涉及 6 个国家公园。除印度干城章嘉国家公园是自然和文化双重遗产外,印度大喜马拉雅山脉国家公园、花谷国家公园、楠达戴维国家公园和尼泊尔萨加玛塔国家公园、奇特旺国家公园均为世界自然遗产。

中国是本地区最早成立自然保护区的国家,重点保护青藏高原特有的高寒自然生态系统和生物多样性。1983 年在新疆喀喇昆仑山和帕米尔高原地区建立了塔什库尔干野生动物国家级自然保护区,1988 年在西藏

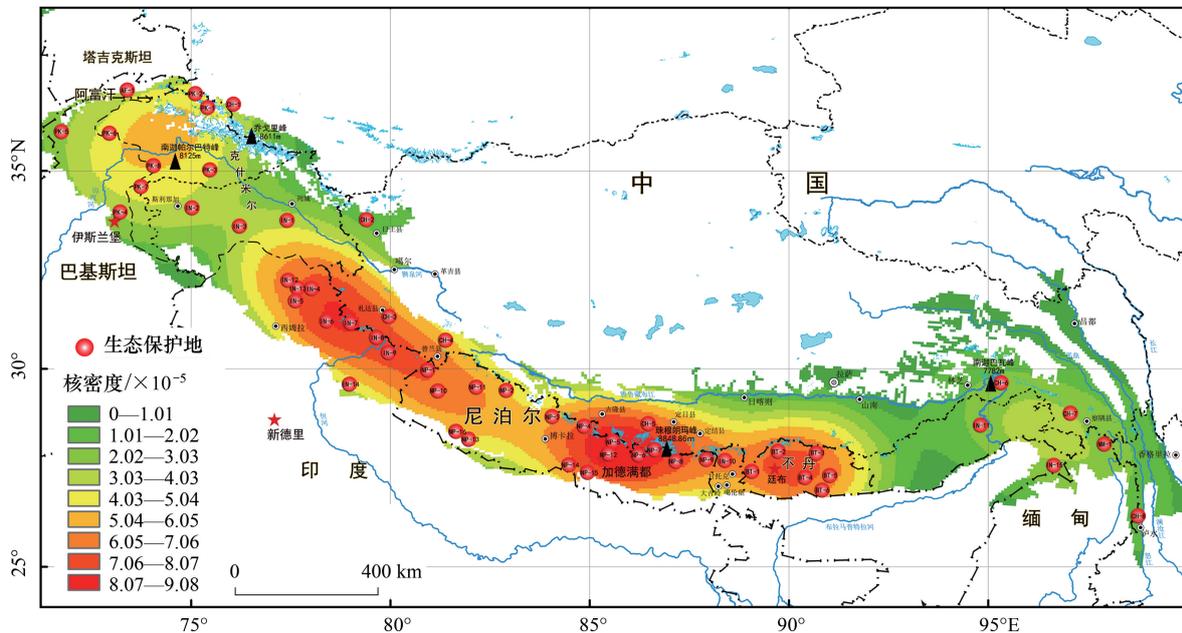


图2 喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地核密度分析图

Fig.2 Kernel density estimation of protected areas in Karakoram-Himalaya region

建立了跨越定日县、定结县、聂拉木县和吉隆县等四县的珠穆朗玛峰国家级自然保护区。此后又建立了主要保护山地亚热带森林生态系统及扭角羚 (*Budorcas taxicolor*)、孟加拉虎 (*Panthera tigris tigris*) 等濒危动物的察隅慈巴沟自然保护区,主要保护喜马拉雅山脉东端南坡山地垂直带带谱及野生动植物的雅鲁藏布大峡谷自然保护区<sup>[25]</sup>。在现有的 8 处自然保护区中,国家级自然保护区有 6 处。虽然数量不多,但总面积达到 70227.93 km<sup>2</sup>,是喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区保护地面积最大的国家。

印度的 15 处保护地成立于 1936—2010 年,形成了以“国家公园为核心区,野生动植物保护区、保护预留地、社区保护地、森林保护地为缓冲区或廊道”的保护地体系<sup>[26]</sup>。截止 2019 年 7 月,印度已建有 104 个国家公园、551 个野生动物保护地、88 个保护区、127 个社区保护地,共计 870 个自然保护区<sup>[27]</sup>,本论文梳理了印度在喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区的国家公园。印度国家公园总面积为 14329.24 km<sup>2</sup>,位列喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区第四,占 9.01%,其中还有 4 个被列入联合国教科文组织世界遗产名录。

自 1973 年成立第一个国家公园——奇特旺国家公园以来,尼泊尔建立了 20 个由“国家公园—野生动物保护地—自然保护区—狩猎保护区”组成的保护地网络。喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区 16 个保护地由 11 处国家公园和 5 处自然保护区组成,面积为 26910.02 km<sup>2</sup>,占 16.92%。其中萨加玛塔国家公园、奇特旺国家公园为世界自然遗产。尼泊尔保护地设立的特点就是集中在尼泊尔和中国边境的喜马拉雅山区,相互毗邻,单个面积不大,便于灵活管理。既相互衔接,又独立管理,与珠峰北侧中国境内覆盖四个县的珠穆朗玛峰自然保护区相比,类型多样,既有以严格保护为主的自然保护区,也有可供开展生态旅游的国家公园,同时由于面积都不大,对周边城镇影响较小,自然保护具有更好的操作性。

#### 4 结论

通过上述分析,可以看到喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区各国经过多年的建设,已经初步建成类型多样,设置灵活的自然保护地体系,中国-尼泊尔交界处的珠穆朗玛峰地区,以及中国-巴基斯坦交界处的喀喇昆仑山地区是本地区自然保护地分布较为集中的区域,具备较好的保护地跨境合作基础。2010 年颁布的《中国生物多样性保护战略与行动计划(2011—2030 年)》中,提出中国将在新疆红其拉甫山口、西藏珠峰等地区研究

建立跨国界保护区。2011年,为了应对喀喇昆仑-帕米尔跨界景观保护面临的挑战,保护马可波罗盘羊(*Ovis ammon polii*)这一帕米尔高原的特有种和旗舰种,中国和巴基斯坦学者共同提出《促进中巴跨界合作的喀喇昆仑山-帕米尔景观规划纲要草案》,以保护生活在两国毗邻保护地中野生动物<sup>[28]</sup>。

2019年中国政府发布《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》,明确将从2020年设立国家公园,并将自然保护地按生态价值和保护强度高低依次分为国家公园、自然保护区和自然公园,形成完整的自然保护地体系。中国也希望借鉴国际经验,注重与国际自然保护体系对接,积极参与全球生态治理,共谋全球生态文明建设<sup>[29]</sup>。同年,西藏宣布启动地球第三极国家公园群建设,青藏高原将规划布局一批以保护具有国家代表性的自然生态系统的国家公园群,对于加强青藏高原生态安全屏障建设,提高当地居民福祉水平、促进区域绿色发展、增强可持续性能力,促进青藏高原进入高质量的自然和人文生态系统良性循环过程具有重要意义<sup>[30]</sup>。因此未来中国将在边境地区加强国家公园建设,也有利于进一步推进国家公园跨境合作。通过跨境合作,进一步加强喀喇昆仑山-喜马拉雅山脉地区各国的生物多样性和生态环境保护,更好地应对全球气候变化,更好地落实联合国2030年可持续发展目标,促进当地社会经济发展。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] Qiu J. China; the third pole. *Nature*, 2008, 454(7203): 393-396.
- [ 2 ] 姚檀栋, 陈发虎, 崔鹏, 马耀明, 徐柏青, 朱立平, 张凡, 王伟财, 艾丽坤, 杨晓新. 从青藏高原到第三极和泛第三极. *中国科学院院刊*, 2017, 32(9): 924-931.
- [ 3 ] 郑度, 赵东升. 青藏高原的自然环境特征. *科技导报*, 2017, 35(6): 13-22.
- [ 4 ] DeY H. A Brief Introduction to Flora of Pan-Himalayas Project. *Plant Diversity and Resources*, 2011 (1): 7-7.
- [ 5 ] Schultz J. *The Ecozones of the World: The Ecological Divisions of the Geosphere*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1995: 5-71.
- [ 6 ] Bailey R G. *Ecoregions: The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents*. 2nd ed. New York: Springer-Verlag, 2014.
- [ 7 ] Olson D M, Dinerstein E, Wikramanayake E D, Burgess N D, Powell G V N, Underwood E C, D'Amico J A, Itoua I, Strand H E, Morrison J C, Loucks C J, Allnutt T F, Ricketts T H, Kura Y, Lamoreux J F, Wettengel W W, Hedao P, Kassem K R. Terrestrial ecoregions of the world: a new map of life on earth: a new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, 2001, 51(11): 933-938.
- [ 8 ] Olson D M, Dinerstein E. The global 200: priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 2002, 89(2): 199-224.
- [ 9 ] 刘焱序, 傅伯杰, 王帅, 赵文武. 从生物地理区划到生态功能区划——全球生态区划研究进展. *生态学报*, 2017, 37(23): 7761-7768.
- [ 10 ] 陆小璇. 跨国世界自然遗产保护现状评述. *自然资源学报*, 2014, 29(11): 1978-1990.
- [ 11 ] 石龙宇, 李杜, 陈蕾, 赵洋. 跨界自然保护区——实现生物多样性保护的新手段. *生态学报*, 2012, 32(21): 6892-6900.
- [ 12 ] Molden D, Sharma E, Shrestha A B, Chettri N, Pradhan N S, Kotru R. Advancing regional and Transboundary cooperation in the conflict-prone Hindu Kush-Himalaya. *Mountain Research and Development*, 2017, 37(4): 502-508.
- [ 13 ] Uddin K, Chettri N, Yang Y P, Lodhi M S, Htun N Z, Sharma E. Integrating geospatial tools and species for conservation planning in a data-poor region of the Far Eastern Himalayas. *Geology, Ecology, and Landscapes*, 2020, 4(3): 187-202.
- [ 14 ] 曾广权, 郭慧光, 邓晴, 李芝喜. 中、缅、印交界地区(东喜马拉雅山-横断山)生物多样性保护研究. *云南环境科学*, 2000, 19(1): 14-18.
- [ 15 ] Kandel P, Gurung J, Chettri N, Ning W, Sharma E. Biodiversity research trends and gap analysis from a transboundary landscape, Eastern Himalayas. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 2016, 9(1): 1-10.
- [ 16 ] Gurung J, Chettri N, Sharma E, Ning W, Chaudhary R P, Badola H K, Wangchuk S, Uprety Y, Gaira K S, Bidha N, Phuntsho K, Uddin K, Shah G M. Evolution of a transboundary landscape approach in the Hindu Kush Himalaya; key learnings from the Kangchenjunga Landscape. *Global Ecology and Conservation*, 2019, 17: e00599.
- [ 17 ] Chettri N, Sharma E, Shakya B, Bajracharya B. Developing forested conservation corridors in the Kangchenjunga landscape, eastern Himalaya. *Mountain Research and Development*, 2007, 27(3): 211-214.
- [ 18 ] Sherpa L N, Peniston B, Lama W, Richard C. *Hands around Everest: Transboundary Cooperation for Conservation and Sustainable Livelihoods*. Kathmandu: International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD), 2003: 83-83.
- [ 19 ] Wu N, Ismail M, Srijana J, Qamar F M, Phuntsho K, Yang W K, Khan B, Yi S L, Kotru R, Sharma E. Understanding the Transboundary Karakoram-Pamir Landscape. *Feasibility and Baseline Studies # 1*. Kathmandu: International Centre for Integrated Mountain Development

- (ICIMOD), 2014: 84-84.
- [20] Pandey A, Kotru R, Pradhan N. Kailash sacred landscape: bridging cultural heritage, conservation and development through a Transboundary landscape approach//Verschuuren B, Futura N, eds. *Asian Sacred Natural Sites: Philosophy and Practice in Protected Areas and Conservation*. New York: Routledge, 2016: 167-180.
- [21] Hewitt K. *Glaciers of the Karakoram Himalaya*. Dordrecht: Springer, 2014: 429-436.
- [22] 潘竟虎, 张建辉. 中国国家湿地公园空间分布特征与可接近性. *生态学杂志*, 2014, 33(5): 1359-1367.
- [23] 杨明举, 白永平, 张晓州, 张秋亮. 中国国家级风景名胜区旅游资源空间结构研究. *地域研究与开发*, 2013, 32(3): 56-60.
- [24] 邓敏, 刘启亮, 李光强, 黄健柏. *空间聚类分析及应用*. 北京: 科学出版社, 2011: 18-19.
- [25] 生态环境部. 2017 年全国自然保护区名录. (2019-05-14) [2020-03-15] <https://www.mee.gov.cn/ywgz/zrstbh/zrbhdjg/201905/P020190514616282907461.pdf>
- [26] 廖凌云, 杨锐, 曹越. 印度自然保护地体系及其管理体制特点评述. *中国园林*, 2016, (7): 31-35.
- [27] Protected Areas of India from 2000 to 2019. [2020-03-15] [http://wiienviis.nic.in/Database/Protected\\_Area\\_854.aspx](http://wiienviis.nic.in/Database/Protected_Area_854.aspx)
- [28] ICIMOD. *Towards Developing the Karakoram-Pamir Landscape; Report of the Regional Consultation to Develop Future Strategic Programme for Biodiversity Management and Climate Change Adaptation*. Kathmandu: ICIMOD, 2012.
- [29] 中共中央办公厅 国务院办公厅印发《关于建立以国家公园为主体的自然保护地体系的指导意见》(2019-06-26) [2020-03-15] [http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content\\_5403497.htm](http://www.gov.cn/zhengce/2019-06/26/content_5403497.htm)
- [30] 樊杰, 钟林生, 黄宝荣, 虞虎, 王亚飞, 陈东, 郭锐, 刘宝印. 地球第三极国家公园群的地域功能与可行性. *科学通报*, 2019, 64(27): 2938-2948.