

# 中国大陆国土尺度荒野地识别与空间分布研究

Research on the Identification and Spatial Distribution of Wilderness Areas at the National Scale in Mainland China

曹越 / CAO Yue  
龙瀛 / LONG Ying  
杨锐\* / YANG Rui

**摘要:** 荒野地具有重要的价值和保护意义,但目前中国尚未开展荒野地调查统计工作。首次从空间角度识别中国现存荒野地,绘制出第一个中国大陆国土尺度荒野地图(分辨率为1km<sup>2</sup>)。以荒野连续谱作为概念基础,采用经典荒野制图方法,首先分别对距聚居点遥远度、距道路遥远度、生物物理自然度及外观自然度4项指标进行评估,在此基础上应用多指标评价法(MCE)进行等权重叠加,得到中国荒野度指数(WQI)地图。根据中国荒野地图识别结果,定义的中国高质量荒野地、较高质量荒野地、中质量荒野地、低质量荒野地、其他土地分别占我国陆地总面积的4.3%、12.4%、11.9%、24.0%、47.4%。首次揭示了中国荒野地空间分布情况,有望为中国荒野保护政策制定、各类自然保护地发展规划,以及生态保护红线划定与评估提供重要依据。

**关键词:** 风景园林; 荒野; 中国荒野地; 荒野制图; 荒野连续谱; 自然保护地

**文章编号:** 1000-6664(2017)06-0026-08

**中图分类号:** TU 986 **文献标志码:** A

**收稿日期:** 2017-04-10; **修回日期:** 2017-04-16

**基金项目:** 国家社会科学基金重大项目“中国国家公园建设与发展的理论与实践研究”(编号14ZDB142)和国家自然科学基金项目“基于突出价值识别的风景名胜区保护与监测研究”(编号51478234)共同资助

**Abstract:** Wilderness areas have great value and protection significance. China, however, has not yet conducted an up-to-date wilderness resources inventory. This study presents the first wilderness map for the continental areas in mainland China using a resolution of one square kilometer measuring unit. Based on the concept of the Wilderness Continuum, a classic wilderness mapping method is applied. A wilderness map is produced considering four key attributes of wilderness assessments including remoteness from settlements, remoteness from access, and biophysical naturalness as well as the apparent naturalness of the landscape. The result is evaluated through combining them with equal weight using Multi-Criteria Evaluation (MCE). In the end, the Chinese Wilderness Index (WQI) Map distinguishing different levels of wilderness for the land evaluated is produced. According to the Chinese Wilderness Map, the five categories assigned including the high-quality wilderness, relatively high-quality wilderness, medium-quality wilderness, low-quality wilderness and other remaining areas, are respectively taken up to 4.3%, 12.4%, 11.9%, 24.0% and 47.4% of the total continental areas of China. This study describes the spatial distribution of wilderness areas in China for the first time, which is expected to provide an important basis for the development of wilderness protection policies in China, containing great contribution to the establishment of development plans of all kinds of protected areas and to a more scientific delineation of ecological protection redlines.

**Key words:** landscape architecture; wilderness; Chinese wilderness area; wilderness mapping; wilderness continuum; protected area

## 1 研究背景

“荒野地”(wilderness area或wild land)是指自然过程占主导的野性自然环境,是受到人类干扰程度最低的自然景观。荒野地具有多元价值,其主要价值为生态价值,同时还包括社会、文化、精神、经济等多重价值。随着对荒野地价值认知的逐渐深入,荒野的保护和管理已得到多方关注,将“荒野地”通过法律或行政手段认定为“荒野保护地”已成为国际趋势。截至目前,

共有48个国家通过法律认定了IUCN-1b类自然保护地(即荒野保护地),22个国家通过行政手段建立了荒野区或保护地中的荒野分区<sup>[1]</sup>。

从各国实践经验来看,荒野地空间识别是落实荒野地保护政策的重要基础,因为只有识别荒野地空间分布的基础上,才能合理制定荒野保护战略、准确划定荒野保护地边界、科学开展荒野管理实践。

中国的荒野研究和保护实践尚显不足,特

别是在我国现有的自然保护地体系中缺乏对于荒野地的统筹考虑。由于我国尚未开展对荒野地的调查统计,因此至今还不清楚中国现存荒野地的数量与空间分布情况,这将严重制约中国荒野的保护实践。在此背景下,本研究聚焦中国大陆国土尺度荒野地识别与空间分布,以定量的、图示的方式来回答“中国荒野地有多少?在哪里?”这一关键问题,从而为制定中国荒野保护政策提供理论依据。

\* 通信作者(Author for correspondence) E-mail: yrui@mail.tsinghua.edu.cn

表1 国家尺度荒野制图研究总结

研究区域(国家)	研究者	发表时间/年	荒野地识别指标或方法
澳大利亚	Lesslie、Maslen	1995	指标: 1)距聚居点的遥远度; 2)距可达道路的遥远度; 3)生物物理自然度; 4)外观自然度
美国	Aplet等	2000	特性和指标: 1)自由度(提供孤独机会的程度、距机动交通的遥远度、生态过程不被人类控制的程度); 2)自然度(保持自然组分的程度、未被人类设施改变的程度、未受污染程度)
英国	Carver等	2002	指标: 1)距当地人口的遥远度; 2)距国家人口中心的遥远度; 3)距机动车交通的遥远度; 4)外观自然度; 5)生物物理自然度; 6)海拔高度
冰岛	Ólafsdóttir、Runnström	2011	指标与方法: 1)邻近度分析(距机动交通的遥远度、距聚居点的遥远度、外观自然度); 2)视域分析
丹麦	Müller等	2015	指标: 1)人口密度; 2)距现代人工物的距离; 3)地形崎岖度; 4)地表覆盖的感知自然度
奥地利	Plutzer	2016	指标: 1)距聚居点的遥远度; 2)距可达道路的遥远度; 3)生物物理自然度; 4)外观自然度

## 2 荒野制图的概念与方法

### 2.1 荒野连续谱: 荒野制图的概念基础

在尝试定义荒野的过程中,“一个区域有多野才能称得上是荒野”众说纷纭,而如何将复杂的荒野定义转化为有意义的荒野地图(wilderness map),是首先需要解决的问题。

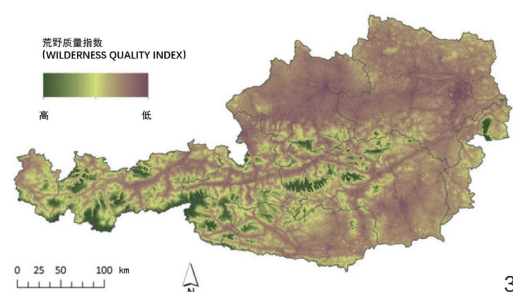
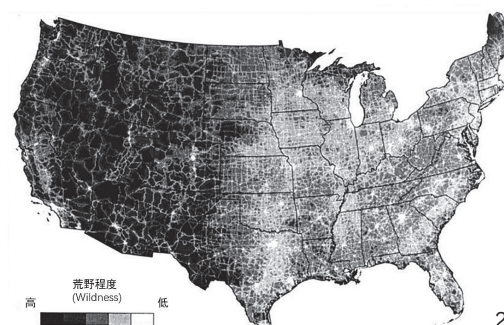
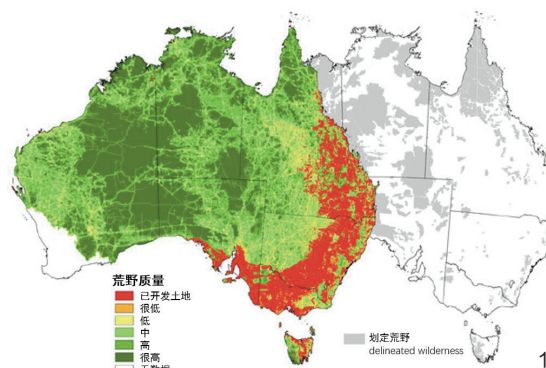
罗德里克·纳什(Roderick Nash)提出了以环境光谱来定义荒野的想法,即在人类对自然环境影响的连续带谱中,荒野地处于带谱中最自然的那一端,其自然程度较高而受人类影响程度较低,这个环境光谱强调的是人类影响程度的变化,而非黑白分明的绝对性<sup>[2-3]</sup>。Lesslie和Taylor在纳什的基础上进一步发展出“荒野连续谱”(wilderness continuum)的概念,并首次将其应用在荒野地空间分布的研究中<sup>[4]</sup>。荒野连续谱强调了从城市到原始自然的过渡,这种过渡体现在人类对环境的改变强度上,而荒野地的基本属性包括遥远度(remoteness)和自然度(naturalness),因此荒野度(wilderness quality或称荒野质量)随着遥远度和自然度的增加而增加,因而可以据此将荒野质量分为高、较高、中、低几个层次。按照相对性的思路定义荒野,有助于我们从空间角度理解荒野地的概念,并以此为基础开展荒野地空间识别研究。

### 2.2 荒野制图研究简述

以荒野连续谱作为概念基础,荒野制图(wilderness mapping或wilderness quality mapping)是利用地理信息系统(GIS)对荒野地进行识别和制图的技术方法,可以得出荒野地的荒野质量及其分布位置、面积、格局等空间属性。而理解荒野地的空间分布,对于野生生物保护<sup>[5-6]</sup>、生物多样性制图<sup>[7-8]</sup>、自然保护地网络规划<sup>[9-10]</sup>、野生生物廊道设计<sup>[11]</sup>,以及生态系统服务保护<sup>[12]</sup>均具有十分重要的意义。

随着20世纪90年代以后卫星技术与地理信息系统的快速发展,在各种空间尺度上进行荒野制图逐渐成为可能。在过去30年中,荒野制图在全球<sup>[13-15]</sup>、大洲(欧洲)<sup>[16-17]</sup>、国家、地区和单个保护地<sup>[18-22]</sup>的多种空间尺度中均取得了一定研究成果,有效辅助了荒野地的规划和管理。

一些国家开展了国土尺度荒野制图研究,包括澳大利亚<sup>[23-24]</sup>、美国<sup>[25]</sup>、英国<sup>[26]</sup>、冰岛<sup>[27-28]</sup>、丹麦<sup>[29]</sup>和奥地利<sup>[30]</sup>(图1~3)。本文总结了这些国家尺度荒野制图研究中采用的荒野地识别指标和方法(表1)。这些研究有效支持了相应国家荒野保护政策的制定,可为中国的相关研究提供启示。

图1 澳大利亚荒野地图<sup>[24]</sup>图2 美国荒野地图<sup>[25]</sup>图3 奥地利荒野地图<sup>[30]</sup>

### 3 中国大陆荒野地识别与空间分布

#### 3.1 方法与模型

在中国荒野制图研究中,研究问题是“中国荒野地有多少?在哪里?”研究目的是查清中国现存荒野地的空间分布情况,从而为进一步制定中国荒野保护战略提供理论依据。研究区域为中国大陆的陆域荒野地(由于数据获取的原因暂未包括中国台湾地区),尚未包括对于海洋荒野(marine wilderness或ocean wilderness)<sup>[32]</sup>的研究。

研究方法见中国荒野制图模型(图4)。在荒野连续谱概念的基础上,首先确定荒野地的属性包括自然度和遥远度。应用经典荒野制图方法,选取反映荒野地属性的4项指标,包括:1)距聚居点遥远度(与永久聚居点的距离);2)距道路遥远度(与机动车道路的距离);3)生物物理自然度(受到现代人类社会的生物物理干扰程度);4)外观自然度(受到现代人工设施的介入程度)。4项指标同时反映出荒野定义的2个方面:1)从“生态的”角度考虑,荒野地是受人类干扰较少的、自然度较高的区域;2)从“感知的”角度考虑,荒野地是较为遥远的、几乎没有人工设施的区域。

为评估上述指标,选取中国国土尺度的城镇和农村建设用地、道路交通、土地利用、人工设施等数据,通过地理信息系统构建适宜的计算方法,分别得出4个指标的评估结果。进而利用多指标评价法(Multi-Criteria Evaluation, MCE)将单个指标的计算结果进行等权重叠加分析,从而得到中国荒野度指数(Wilderness Quality Index, WQI)地图,并进一步识别出不同质量等级的荒野地。

本研究的分辨率(resolution)为1km<sup>2</sup>,即将中国大陆国土分为1km×1km的网格进行评估,每一个1km<sup>2</sup>网格都将对应1个荒野度指数数值,取值范围0~100,该数值越高代表这个栅格内的土地具有的荒野度越高。此分辨率对于中国国土尺度的荒野地识别研究已经足够精细。

#### 3.2 指标计算

##### 3.2.1 距聚居点遥远度

距聚居点遥远度(remoteness from settlements)反映某一栅格与现有城市和农村建设用地的距离远近。选取中国城镇和农村建

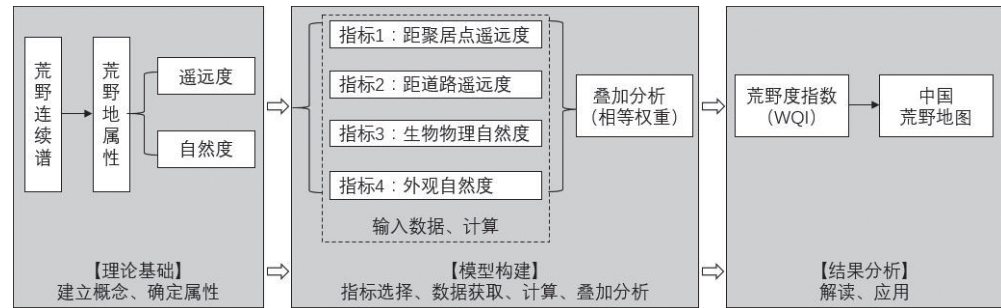


图4 中国荒野制图模型

表2 各种土地利用类型对应的自然度分级评价表

国土地类代码编号	土地利用类型	含义	生物物理自然度分级评价
11	水田	有水源保证和灌溉设施,在一般年景能正常灌溉,用以种植水稻、莲藕等水生农作物的耕地,包括实行水稻和旱地作物轮种的耕地	2
12	旱地	无灌溉水源及设施,靠天然降水生长作物的耕地;有水源和浇灌设施,在一般年景能正常灌溉的旱作物耕地;以种菜为主的耕地,正常轮作的休闲地和轮歇地	2
21	有林地	郁闭度>30%的天然木和人工林,包括用材林、经济林、防护林等成片林地	5
22	灌木林	郁闭度>40%、高度2m以下的矮林地和灌丛林地	4
23	疏林地	疏林地(郁闭度为10%~30%)	4
24	其他林地	未成林造林地、迹地、苗圃及各类园地(果园、桑园、茶园、热作林地等)	3
31	高覆盖度草地	覆盖度在>50%的天然草地、改良草地和割草地,此类草地一般水分条件较好,植被生长茂密	5
32	中覆盖度草地	覆盖度在20%~50%的天然草地和改良草地,此类草地一般水分不足,植被较稀疏	4
33	低覆盖度草地	覆盖度在5%~20%的天然草地,此类草地水分缺乏,植被稀疏,牧业利用条件差	4
41	河渠	天然形成或人工开挖的河流及主干渠常年水位以下的土地。人工渠包括堤岸	4
42	湖泊	天然形成的积水区常年水位以下的土地	5
43	水库坑塘	人工修建的蓄水区常年水位以下的土地	3
44	永久性冰川雪地	常年被冰川和积雪所覆盖的土地	5
45	滩涂	沿海大潮高潮位与低潮位之间的潮浸地带	4
46	滩地	河、湖水域平水期水位与洪水期水位之间的土地	4
51	城镇用地	大、中、小城市及县镇以上建成区用地	1
52	农村居民点	农村居民点	1
53	其他建设用地	独立于城镇之外的厂矿、大型工业区、油田、盐场、采石场等用地、交通道路、机场及特殊用地	1
61	沙地	地表为沙覆盖,植被覆盖度在5%以下的土地,包括沙漠,不包括水系中的沙滩	5
62	戈壁	地表以砾石为主,植被覆盖度在5%以下的土地	5
63	盐碱地	地表盐碱聚集,植被稀少,只能生长耐盐碱植物的土地	5
64	沼泽地	地势平坦低洼,排水不畅,长期潮湿,季节性积水或常积水,表层生长湿生植物的土地	5
65	裸土地	地表土质覆盖,植被覆盖度在5%以下的土地	5
66	裸岩石砾地	地表为岩石或石砾,覆盖面积>5%的土地	5
67	其他	其他未被利用的土地,包括高寒荒漠、苔原等	5

注:前3列资料引自全国土地利用数据分类系统说明<sup>[33]</sup>。



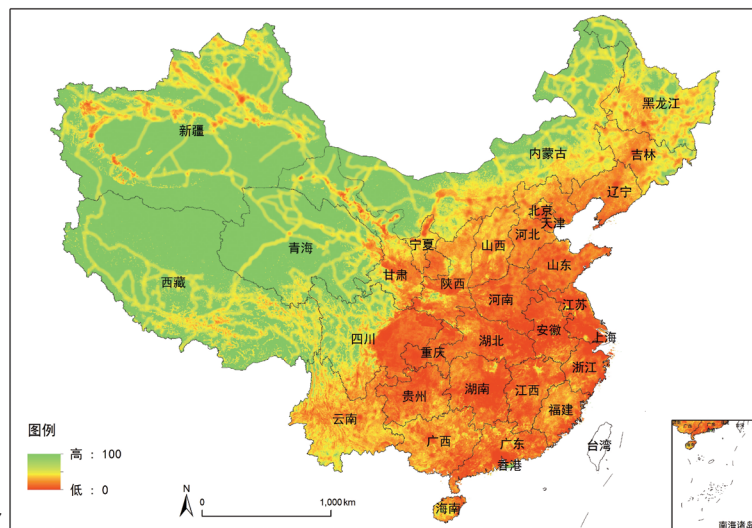
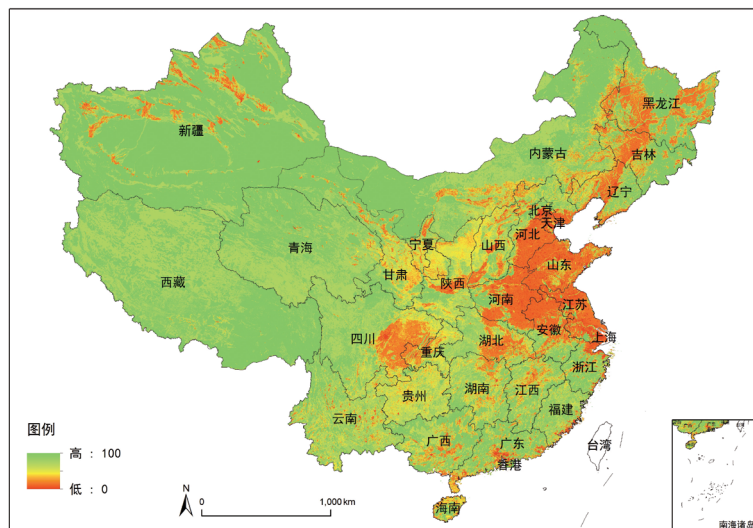
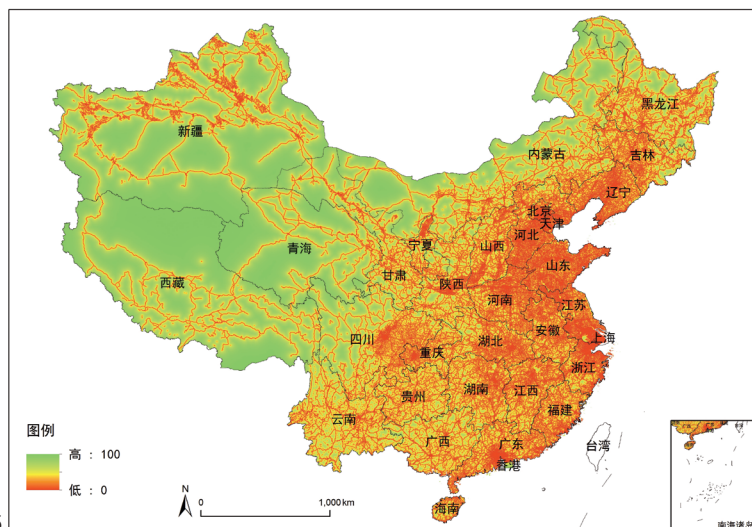
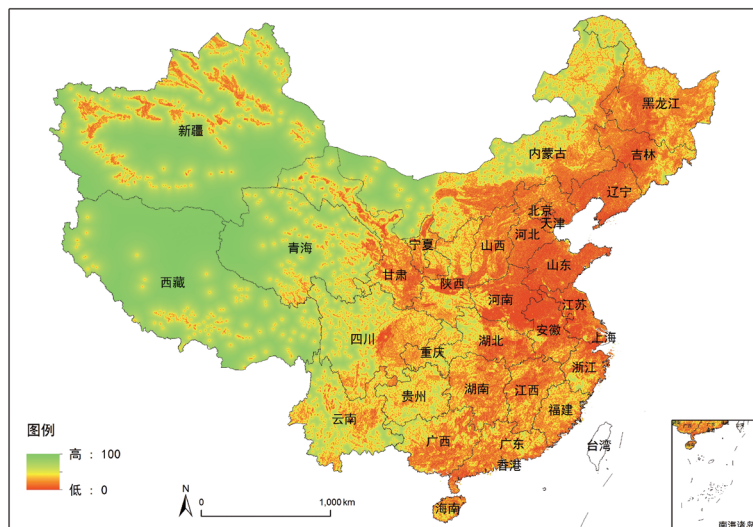


图5 距聚居点遥远度评价图

图6 距道路遥远度评价图

图7 生物物理自然度评价图

图8 外观自然度评价图

设用地数据<sup>[33]</sup>，首先将面数据转换为点数据，然后以建设用地的点数据作为源，使用欧氏距离分析工具计算，所得结果作为距聚居点的遥远度指标(图5)。栅格数值越高，代表该栅格与聚居点的距离越远。

### 3.2.2 距道路遥远度

距道路遥远度(remoteness from access)反映某一栅格与可达机动车道路的距离远近，“无路的”(roadlessness)被认为是反映荒野属性的一项重要指标。选取中国交通路网数据(百度地图, 2014)将铁路、高速公路、国道、省道、市区道路5种交通线路数据合并，作为中国路网分布数据，然后以路网数据作为源，使用欧氏距离分析工具计算，所得结果作为距道

路遥远度的指标(图6)。数值越高，代表该栅格与道路的距离越远。

### 3.2.3 生物物理自然度

生物物理自然度(biophysical naturalness)反映现代社会对于自然生态系统功能的干扰程度，计算的依据是对不同土地利用类型进行自然度分级评价。选取2010年全国土地利用数据作为基础数据<sup>[33]</sup>，该数据是对遥感影像进行人工目视解译后生成的。其中土地利用类型包括耕地、林地、草地、水域、居民地和未利用土地6个一级类型以及25个二级类型。

将国土类代码(土地资源分类系统)对应的土地利用类型进行分级评价和重分类，从而反映人类活动对于自然生态系统的改变程度(表2)。评

价分为5个等级，1为自然度最低，5为自然度最高，然后据此权重计算生物物理自然度(图7)。数值越高，代表该栅格生物物理自然度越高。

### 3.2.4 外观自然度

外观自然度(apparent naturalness)反映某一栅格受到现代科技社会永久人工设施的影响程度，几乎没有人工设施被认为是反映荒野属性的一项重要指标。由于人工设施主要包括交通设施和建筑物，因此选取中国路网分布数据和村庄点数据作为基础数据(2014年)，其中路网数据也能反映路网附近的桥梁、大坝、电线等人工设施。使用核密度分析工具计算人工设施的密度，以反映外观自然度(图8)。数值越高，代表该栅格的外观自然度越高。



### 3.3 结果

#### 3.3.1 中国荒野度指数地图

由于以上4项指标的计算结果具有不同的量纲及单位,因此需要将以上计算结果进行归一化处理,使标准得分取值范围均为0~100。应用多指标评价法对4项指标的标准得分进行综合叠加,得到中国荒野度指数,计算公式如下。

$$WQI = \sum_{i=1}^n e_i$$

公式中WQI为荒野度指数,该数值反映某一个栅格的荒野度高低,数值越高代表该栅格内的土地具有越高的荒野质量; $e_i$ 为单项指标评估后的标准得分; $n$ 为指标个数,本研究中 $n=4$ 。需要说明的是,本研究在叠加4项指标时,为使结果简单明了,采用了相等权重。依据荒野度指数绘制出的中国荒野度指数地图反映出中国大地景观的荒野程度及其空间分布(图9)。

#### 3.3.2 中国大陆国土尺度荒野地图

在中国荒野度指数地图的基础上,本研究以荒野度指数的取值范围为分类标准,将中国国土景观划分为高质量荒野地、较高质量荒野地、中质量荒野地、低质量荒野地和其他土地5种类型(表3)。中国荒野度地图(图10)显示出不同质量等级荒野地的空间分布情况。4种类型的荒野地位于未开发土地(undeveloped land)范围,总面积约占国土面积的一半,这些区域共同构成了中国国土中具有最高和较高荒野质量的自然景观。

高质量荒野地占我国陆地总面积的4.3%,主要分布于羌塘、阿尔金山、可可西里、塔克拉玛干沙漠、罗布泊等区域。较高质量荒野地占我国陆地总面积的12.4%,主要分布于西藏北部、新疆南部、青海西部、内蒙古西部等区域。高质量和较高质量荒野地主要分布于我国西部,这些区域是我国国土中荒野度最高的景观,应予以重点保护,并严格限制对环境有负面影响的土地利用变更、人工设施建设及人类活动,从而为当代和子孙后代保存其荒野价值和荒野特征。

除此之外,中质量荒野地和低质量荒野地分别占我国陆地总面积的11.9%、24.0%,分布于中国西部、中部和东部的各个省份。虽然这2类荒野地的荒野度相对较低,但仍具有较高的保护价值,其中部分区域已经被纳入自然保护地范围。由于周边人口众多,社会经济发展需求加大,我国东部和中部的荒野地可能面临着比西部荒野地更多的威胁,因此需要得到更加密切的关注与研究。应强调这些区域在保护前提下的可持续利用,并尽可能维持其荒野价值和荒野特征。

从所识别的荒野地保护状况来看,可将荒野地分为已被纳入自然保护地和尚未被纳入自然保护地2种类型。对于已经被纳入自然保护地的荒野地,应在管理分区中予以强调,并制定更加科学和精细的管理措施,从而加强对这些荒野地的保护强度和永久性。对于尚未被纳入自然保护地范围且荒野度较高的荒野地,应探讨以下研究和实践的必要性及可行性:在荒野地保护空缺中新建自然保护地或划定生态保护红线;将小面积荒野地连接为荒野地网络;对具有恢复潜力的荒野地开展再野化

(rewilding)实践。

#### 3.3.3 中国大陆区域尺度荒野地图(部分)

为更加直观、精确地反映中国荒野地空间分布情况,本研究选取中国七大地理分区中的部分代表性区域,绘制出区域尺度荒野地图,包括西北地区(新疆及周边)、西南地区(西藏、青海及周边)、东北地区(黑龙江及周边)、华北地区(北京、天津、河北、山西、山东及周边)、华中地区(河南、湖北及周边)、华东地区(上海、江苏、浙江、安徽及周边)和华南地区(广西、广东、海南及周边),如图11~17所示。

## 4 结论与讨论

本研究首次从空间角度识别了中国现存荒野地,绘制出第一个中国大陆国土尺度荒野地图,识别和定义的中国高质量荒野地、较高质量荒野地、中质量荒野地、低质量荒野地和其他土地分别占我国陆地总面积的4.3%、12.4%、11.9%、24.0%、47.4%。研究意义包括认知和实践2个层面。认知层面,增加了从荒野角度对国土景观的新认知,揭示了中国荒野地的空间分布情况,为进一步分析中国荒野地空间格局奠定了基础。实践层面,有望指导国家层面荒野保护政策的制定和荒野保护地体系的规划,并对各类自然保护地的发展规划<sup>[34]</sup>、生态保护红线划定<sup>[35]</sup>的研究和实践具有重要参考意义。

本研究尚有一些不足之处:1)由于数据或计算方法的影响,可能存在高估或低估荒野地的情况,因此需要在区域尺度荒野地图中进行验证和完善;2)在叠加4项指标时采用了简单的相等权重,在未来的研究中可以依据荒野感知(perception)研究,赋予各个指标不同的权重,得到不同的荒野地图,从而满足不同的应用需求,并更加符合中国的文化语境;3)对于荒野地质量的分类依据有待进一步完善。

本研究是对中国大陆国土尺度荒野制图的尝试性研究。有待继续开展的相关研究包括:1)应用大数据<sup>[36-37]</sup>、多源数据等优化完善中国国土尺度荒野地识别研究,并深入分析中国荒野地空间格局;2)系统评估中国荒野地的

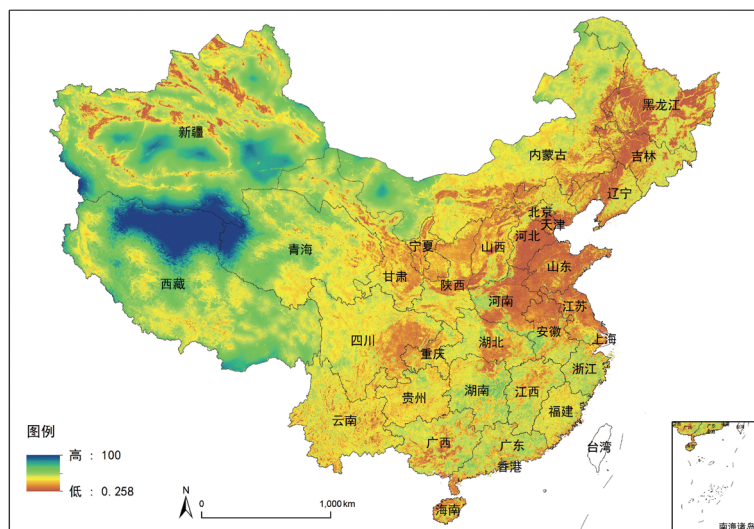


图9 中国荒野度指数(WQI)地图

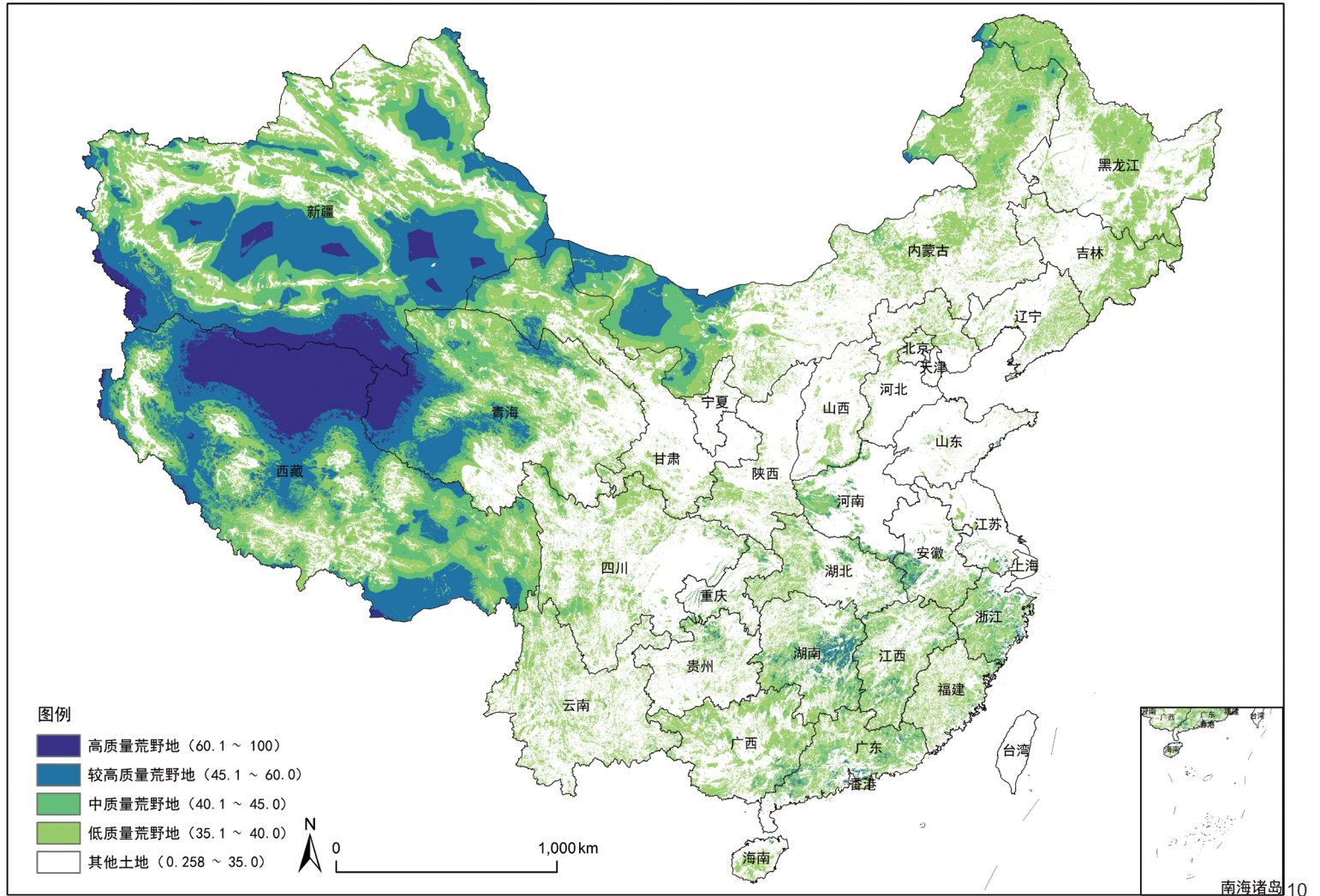


图10 中国荒野地图  
图11 西北地区荒野地图(新疆及周边)

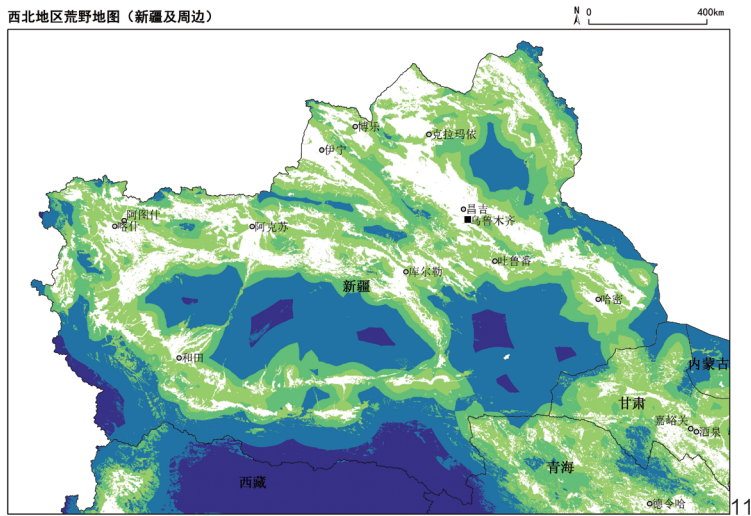


表3 中国荒野地质量等级及其面积比例

景观类型	占陆地总面积比例/%	分类依据(荒野度指数取值范围)
高质量荒野地	4.3	60.1~100
较高质量荒野地	12.4	45.1~60.0
中质量荒野地	11.9	40.1~45.0
低质量荒野地	24.0	35.1~40.0
其他土地	47.4	0.258~35.0

多元价值，特别是中国荒野地的生物多样性价值和生态系统服务功能；3)分析中国荒野地的保护状态并识别保护空缺，从而提出更具针对性的荒野保护政策建议；4)开展区域尺度和单个保护地尺度的荒野制图研究，从而直接辅助保护地的荒野管理，包括认定荒野保护区域、辅助管理分区规划，以及指导荒野游憩规划等。

荒野地兼具重要性和敏感性，因此应将荒野保护作为生态文明和“美丽中国”建设的核心内容之一。应在我国国家公园体制试点<sup>[38-39]</sup>和自然保护地体系重构<sup>[40]</sup>的背景下，探讨建立中国荒野保护地体系(Chinese Wilderness Preservation System)的必要性和可行性，并依托全国生态功能区划、全国主体功能区规划、中国生物多样性保护优先区域划定，以及生态红线划定等政策提升荒野地保护力度和管理质量，以维护人与自然和谐共生的大地景观，为当代与后代留下弥足珍贵的“野性中国”。

注：文中图片除注明外，均由作者绘制；中国地图底图引自<http://ngcc.sbsm.gov.cn/>。



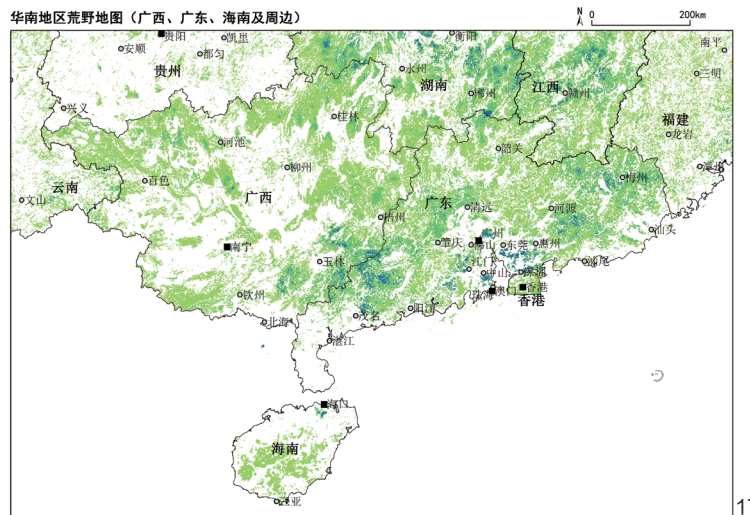
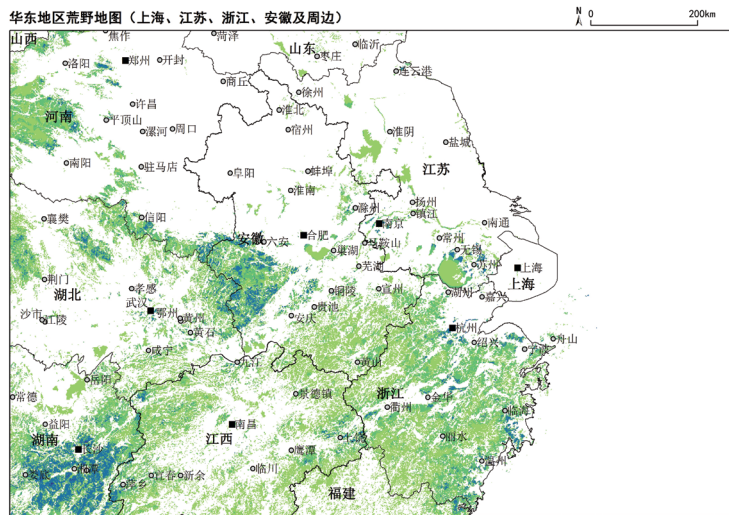
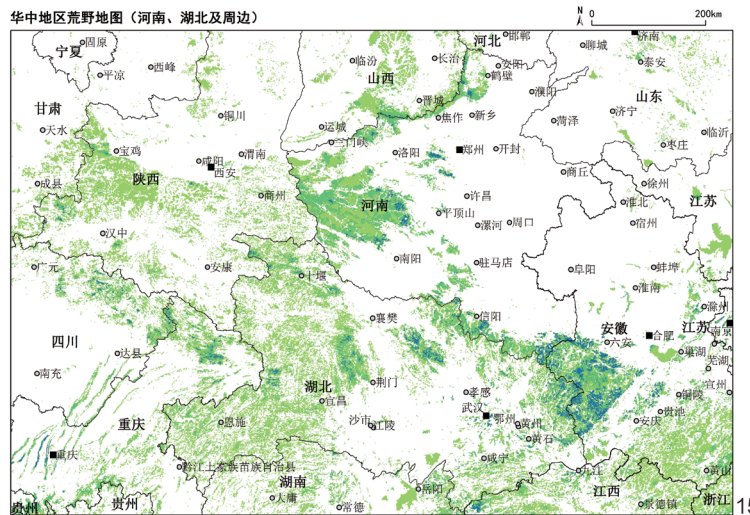
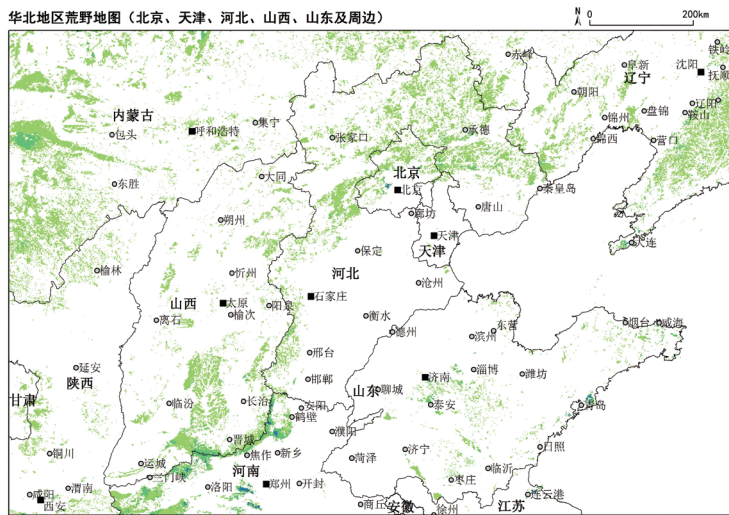
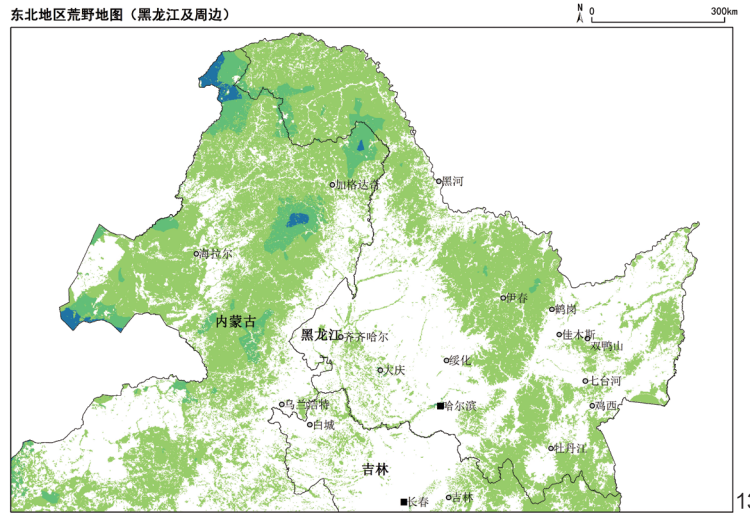
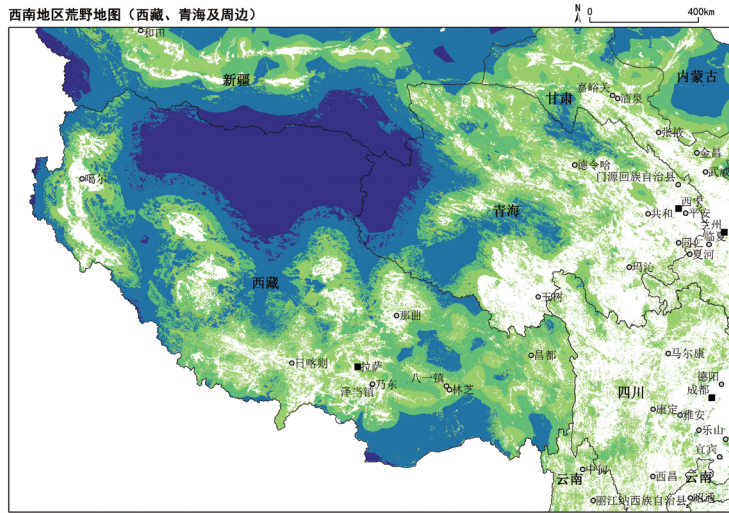


图12 西南地区荒野地图(西藏、青海及周边)

图13 东北地区荒野地图(黑龙江及周边)

图14 华北地区荒野地图(北京、天津、河北、山西、山东及周边)

图15 华中地区荒野地图(河南、湖北及周边)

图16 华东地区荒野地图(上海、江苏、浙江、安徽及周边)

图17 华南地区荒野地图(广西、广东、海南及周边)



## 参考文献:

- [1] Casson S A, Martin V G, Watson A, et al. *Wilderness Protected Areas: Management guidelines for IUCN Category 1b protected areas*[M]. Gland, Switzerland: IUCN, 2016.
- [2] Roderick N. *Wilderness and the American Mind*[M]. London: Yale University Press, 1982.
- [3] (美)罗德里克·弗雷泽·纳什. 荒野与美国思想[M]. 侯文蕙, 侯钧, 译. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [4] Lesslie R G, Taylor S G. The wilderness continuum concept and its implications for Australian wilderness preservation policy[J]. *Biological Conservation*, 1985, 32: 309–333.
- [5] Noss R F, Quigley H B, Hornocker M G, et al. Conservation biology and carnivore conservation in the Rocky mountains[J]. *Conserv. Biol.*, 1996(10): 949–963.
- [6] Mittermeier R A, Myers N, Thomsen J B, et al. Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: approaches to setting conservation priorities[J]. *Conserv. Biol.*, 1998(12): 516–520.
- [7] Myers N, Mittermeier R A, Mittermeier C G, et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities[J]. *Nature*, 2000, 403: 853–858.
- [8] Dymond C, Carver S, Phillips O L. Investigating the environmental cause of global wilderness and species richness distributions[C]//Watson A, Sproull J. Seventh World Wilderness Congress Symposium: Science and Stewardship to Protect and Sustain Wilderness Values. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Ogden, Utah, USA, 2003.
- [9] Zimmerer K S, Galt R E, Buck M V. Globalization and multi-spatial trends in the coverage of protected-area conservation (1980–2000)[J]. *AMBIO*, 2004, 33(8): 520–529.
- [10] Locke H, Dearden P. Rethinking protected area categories and the new paradigm[J]. *Environmental Conservation*, 2005, 32(1): 1–10.
- [11] Beier P, Spencer W D, Baldwin R, et al. Towards best practices for developing regional connectivity maps[J]. *Conserv. Biol.*, 2011, 25: 879–892.
- [12] Turner W R, Brandon K, Brooks T M, et al. Global conservation of biodiversity and ecosystem services[J]. *Bioscience*, 2007, 57(10): 868–873.
- [13] McCloskey J M, Spalding H. A reconnaissance-Level inventory of the amount of wilderness remaining in the world[J]. *AMBIO*, 1989, 18: 221–227.
- [14] Sanderson E W, Jaiteh M, Levy M A, et al. The human footprint and the last of the wild[J]. *Bioscience*, 2002, 52: 891–904.
- [15] See L, Fritz S, Perger C, et al. Mapping Human Impact Using Crowdsourcing[M]//Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness: Concepts, Techniques and Applications*. Springer Netherlands, 2016: 89–101.
- [16] Fisher M, Carver S, Kun Z, et al. Review of status and conservation of wild land in Europe[R]. Final Report, Tender Reference, 2010.
- [17] Carver S. Chapter 10.3 Mountains and Wilderness, in European Environment Agency Europe's Ecological Backbone: Recognising the True Value of Our Mountains[R]. EEA Report, 2010: 192–201.
- [18] Kliskey A D, Kearsley G W. Mapping multiple perceptions of wilderness in Southern New Zealand[J]. *Applied Geography*, 1993, 13(3): 203–223.
- [19] Carver S, Tricker J, Landres P. Keeping it wild: Mapping wilderness character in the United States[J]. *Journal of Environmental Management*, 2013, 131: 239–255.
- [20] Orsi F, Geneletti D, Borsdorf A. Mapping wildness for protected area management: A methodological approach and application to the Dolomites UNESCO World Heritage Site (Italy)[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2013, 120: 1–15.
- [21] Măntoiu D Ș, Nistorescu M C, Șandric I C, et al. Wilderness Areas in Romania: A Case Study on the South Western Carpathians[M]//Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness: Concepts, Techniques and Applications*. Springer Netherlands, 2016: 177–190.
- [22] Lin S, Wu R, Hua C, et al. Identifying local-scale wilderness for on-ground conservation actions within a global biodiversity hotspot[J]. *Scientific Reports*, 2016, 6: 25898.
- [23] Lesslie R G, Maslen M. *National wilderness inventory: Handbook of procedures, content and usage*[M]. Canberra: Australian Government Publishing Service, 1995.
- [24] Australian Government Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities[R]. Remote and natural lands delineation, 2008.
- [25] Aplet G, Thomson J, Wilbert M. Indicators of wilderness: Using attributes of the land to access the context of wilderness[J]. *USDA Forest Service Proceedings*, 2000(2): 89–98.
- [26] Carver S, Evans A, Fritz S. Wilderness attribute mapping in the United Kingdom[J]. *International Journal of Wilderness*, 2002, 8(1): 24–29.
- [27] Ólafsdóttir R, Runnström M C. How wild is Iceland? Wilderness quality with respect to nature-based tourism[J]. *Tourism Geographies*, 2011, 13(2): 280–298.
- [28] Ólafsdóttir R, Sæþórsdóttir A D, Runnström M. Purism Scale Approach for Wilderness Mapping in Iceland [M]//Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness: Concepts, Techniques and Applications*. Springer Netherlands, 2016: 157–176.
- [29] Müller A, Böcher P, Svenning J. Where are the wilder parts of anthropogenic landscapes A mapping case study for Denmark[J]. *Landscape and Urban Planning*, 2015, 144: 90–102.
- [30] Plutzer C, Enzenhofer K, Hoser F, et al. Is There Something Wild in Austria?[M]//Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness: Concepts, Techniques and Applications*. Springer Netherlands, 2016: 177–190.
- [31] Lesslie R G. The Wilderness Continuum Concept and Its Application in Australia: Lessons for Modern Conservation[M]//Carver S J, Fritz S. *Mapping Wilderness: Concepts, Techniques and Applications*. Springer Netherlands, 2016: 17–33
- [32] Kormos C F. We Need to Scale Up Marine Wilderness Protection[J]. *International Journal of Wilderness*, 2011, 17(3): 12–15.
- [33] 刘纪远, 匡文慧, 张增祥, 等. 20世纪80年代末以来中国土地利用变化的基本特征与空间格局[J]. 地理学报, 2014(1): 3–14.
- [34] 侯鹏, 杨旻, 翟俊, 等. 论自然保护地与国家生态安全格局构建[J]. 地理研究, 2017(3): 420–428.
- [35] 刘冬, 林乃峰, 邹长新, 等. 国外生态保护地体系对我国生态保护红线划定与管理的启示[J]. 生物多样性, 2015(6): 708–715.
- [36] 龙熾, 刘伦. 新数据环境下定量城市研究的四个变革[J]. 国际城市规划, 2017(1): 64–73.
- [37] Zhou Y, Long Y. SinoGrids: a practice for open urban data in China[J]. *Cartography and Geographic Information Science*, 2016: 1–14.
- [38] 王蕾, 苏杨. 中国国家公园体制试点政策解读[J]. 风景园林, 2015(11): 78–84.
- [39] 杨锐. 论中国国家公园体制建设中的九对关系[J]. 中国园林, 2014(8): 5–8.
- [40] 赵智聪, 彭琳, 杨锐. 国家公园体制建设背景下中国自然保护地体系的重构[J]. 中国园林, 2016(7): 11–18.

(编辑/刘欣雅)

## 作者简介:

曹 越/1992年生/男/北京人/清华大学建筑学院景观学系在读博士研究生/研究方向为荒野、国家公园、自然保护地(北京 100084)

龙 熾/1980年生/男/吉林四平人/清华大学建筑学院城市规划系副教授, 博士生导师/研究方向为城乡规划与设计、城市空间量化研究及其规划设计响应(北京 100084)

杨 锐/1965年生/男/陕西西安人/博士/清华大学建筑学院景观学系主任, 教授, 博士生导师/研究方向为风景名胜、世界遗产、国家公园规划与保护管理/本刊副主编(北京 100084)