钟乐，杨锐，赵智聪 . 国家公园的一半是暗夜：暗夜星空研究的美国经验及中国路径 [J]. 风景园林，2019，26（6）：85-90.

国家公园的一半是暗夜：暗夜星空研究的美国经验及中国路径

Half the Park Is After Dark: America's Experience and China's Route in the Study of Night Skies

钟乐 杨锐 赵智聪 *

ZHONG Le, YANG Rui, ZHAO Zhicong*

中图分类号：TU986
文献标识码：A
文章编号：1673-1530(2019)06-0085-06
DOI: 10.14085/j.fjyl.2019.06.0085.06
收稿日期：2019-01-06
修回日期：2019-04-02

钟乐 / 男 / 博士 / 清华大学建筑学院景观学系在站博士后 / 江西农业大学园林与艺术学院讲师、硕士生导师 / 研究方向为风景园林遗产保护、国家公园与自然保护地、世界遗产

ZHONG Le, Ph.D., is a postdoctoral researcher in Department of Landscape Architecture, School of Architecture, Tsinghua University. He is also a lecturer and master supervisor in the College of Landscape Architecture and Art, Jiangxi Agricultural University. His research focuses on landscape architecture heritage protection, national park and protected areas, and world heritage.

杨锐 / 男 / 博士 / 清华大学建筑学院景观学系主任、教授、博士生导师 / 清华大学国家公园研究院院长 / 本刊编委 / 研究方向为国家公园与自然保护地、世界遗产、风景园林理论与教育

YANG Rui, Ph.D., is a professor, doctoral supervisor and dean in Department of Landscape Architecture, School of Architecture, Tsinghua University. He is also the president of the Institute for National Parks, Tsinghua University, and an editorial board member of this journal. His research focuses on national parks and protected areas, world heritage, theory and education of landscape architecture.

赵智聪 / 女 / 博士 / 清华大学建筑学院景观学系助理教授 / 本刊特约编辑 / 研究方向为风景园林遗产保护、国家公园与自然保护地、世界遗产

通信作者邮箱（Corresponding author Email）：zhaozc@mail.tsinghua.edu.cn

ZHAO Zhicong, Ph.D., is an assistant professor in Department of Landscape Architecture, School of Architecture, Tsinghua University, and a contributing editor of this journal. Her research focuses on landscape architecture heritage protection, national parks and protected areas, and world heritage.

摘要：暗夜星空是自然价值、文化价值、经济价值、荒野价值的综合载体，是国家公园和自然保护地的重要保护对象之一。中国有大量研究聚焦于国家公园与自然保护地体系建设的相关领域，但针对暗夜星空的研究尚少。美国国家公园管理局认为暗夜星空是“国家公园的一半”，并在保护与利用方面取得了突出成绩，其经验值得借鉴。通过介绍美国国家公园管理局的经验，包含暗夜星空的概念界定、保护价值、保护需求，分析国家公园体系单位的保护优势，从星空监测、规划设计、访客管理、活动组织、价值展示、法律保障、国际合作等方面总结保护管理举措和保障措施。最后，分析中国开展暗夜星空保护与研究的必要性和可行性，从“筑境之道”“营境之理”“成境之术”3 方面对中国的暗夜星空保护和研究提出建议。

关键词：风景园林；暗夜星空；评述；国家公园；保护管理；境其地

基金项目：国家社会科学基金重大项目（编号 14ZDB142）；国家自然科学基金项目（编号 51708323）；国家社会科学基金项目（编号 18BGL178）；江西省教育厅科学技术研究项目（编号 GJJ160398）

Abstract: Night Skies is a comprehensive carrier of natural, cultural, economic and wilderness values. In this way, U.S. National Park Service points out that “half the park is after dark” and it has made superior achievements in conservation and utilization of night skies. In contrast, in China, although countless researches have focused on national parks and the protected area system, few are related to night skies. This paper introduces the experience of the U.S. National Park Service on night skies conservation, including the definition, protective value and requirements. By analyzing the conservative advantages of the U.S. national park system units, it summarizes the conservation and management measures of Night Skies, such as monitoring, planning and design, visitor management, event organization, value display, legal protection, as well as international cooperation. Finally, the paper analyzes the necessity and feasibility of carrying out the conservation measures and research programs of night skies in China, and proposes suggestions in this field from the angles of method, theory and technology.

Keywords: landscape architecture; Night Skies; critical review; national parks; conservation and management; Jing-qi-di

Fund Items: The Major Program of National Social Science Foundation of China (No. 14ZDB142); The National Natural Science Foundation of China (No. 51708323); The National Social Science Foundation of China (No. 18BGL178); Science and Technology Research Foundation of Jiangxi Provincial Education Department (No. GJJ160398)

暗夜星空（Night Skies）是亟待保护的重要自然资源之一。国际夜空协会（International Dark-Sky Association）在暗夜星空保护方面做了大量努力，并设立了专门的国际夜空保护地，但囿于其本身是国际合作机构，并非实体管理单位，因此在真正的管理实践操作方面相对欠缺。相比国际夜空保护协会，作为实体管理机构的美国国家公园管理局在暗夜

星空的保护和利用上做出的大量卓有成效的工作和取得的经验更值得研究和借鉴。如：成立了专门的自然之声与暗夜星空司（Natural Sounds and Night Skies Division），更邀请天文学家、艺术家、摄影师泰勒·诺德格伦（Tyler Nordgren）创作了51张国家公园暗夜星空的宣传海报并在其中使用了颇具号召力的口号，即“国家公园的一半是暗夜”（half the park is after dark）。这一口号得到了美国国家公园管理局的充分认可及大力宣扬。显然，对于美国国家公园管理局而言，暗夜星空所具有的重要价值足以令其成为“国家公园的一半”。

暗夜星空对于中国而言同样重要。但目前中国对于暗夜星空的研究较少，为数不多的研究聚焦于国际夜空保护协会的夜空公园介绍[1]、夜空公园的建设与开发[2]、夜空亮度测量[3-4]，以及夜空光污染问题[5-6]，敞未展开以美国国家公园暗夜星空为对象的研究。笔者对美国国家公园的暗夜星空实践经验展开深入剖析，以期为中国提供借鉴。

1 背景

1.1 暗夜星空概念缘起

1988年，美国《国家公园管理政策（1988）》中指出国家公园的资源和价值“包含了各种有形的自然和文化特征，……它们也有一些无形的特质，如自然的寂静、孤独、空间、风景、历史感、自然之声以及清澈的暗夜星空”[7]，首次明确出现暗夜星空一词；同年，国际夜空协会成立，并明确自己的目标是“倡导保护暗夜星空”“教育公众和政策制定者有关暗夜星空保护的知识”。其后，暗夜星空的概念不仅在国家公园管理局和国际夜空协会的相关政策、文件中反复重现，也被学者和大众所熟知。

1.2 暗夜星空定义

虽然国家公园管理局和国际夜空协会均未给出暗夜星空的定义，但综合两者对各自目标、工作、活动、组织等的相关介绍，可以明确的是暗夜星空是不被光污染的夜间天空，具有如下特征：1）不被光污染；2）是重要的自然资源；3）具有自然、文化等多重价值；4）是可恢复的濒危资源。

1.3 暗夜星空保护需求

目前，暗夜星空已经成为一项亟待保护的濒危资源。截至2016年，已有超过1/3的全球人口、60%的欧洲人和80%的美国人看不见银河[8]。北美从1947—2000年光照每年增长约6%，而意大利北部地区的年均光照增长率为10%[9]。人工光产生的光污染是暗夜星空最大的威胁[10]。光污染不仅威胁暗夜星空，更带来如下恶果：1）危害所有夜行性动物的生活习性；2）影响人类的昼夜节律；3）过度的照明造成资金和能源浪费；4）过度的人工照明加剧气候变化。

2 暗夜星空价值

2.1 自然价值

暗夜星空的自然价值包含风景审美价值、生态系统价值、空气质量指示价值等。暗夜星空的风景审美价值已得到广泛认可，吸引了无数观星爱好者。黑暗对于维持整个生态系统稳定运行不可或缺[11]，昼夜交替是植物生长发育、完成物候和夜行性动物生存必不可少的因素。暗夜星空还可以指示空气质量。空气中的颗粒能降低恒星的能见度并加剧城市灯光的散射，令夜空出现灰色外观。

2.2 历史价值

暗夜星空一直是人类历史密不可分的重要组成。星座划分、天文历、航海导航等都与暗夜星空密切关联。黑夜环境还构成了许多美国国家公园的历史[12]，如美国总统西奥多·罗斯福、《沙乡年鉴》的作者奥尔多·利奥波德、著名诗人卡尔·桑德堡都曾在黑夜中与国家公园结缘。

2.3 经济价值

暗夜星空的经济价值在两方面得以体现：1）通过“天文旅游”创造经济收益；2）通过控制光照节约资金。天象景观是人类最好奇的自然现象之一[13]，观星活动吸引更多访客停留更长的时间，因此创造更多经济利益。而为了保护星空，需要消除散射到夜空中的无用光线，这一举措可以节约大量的能源耗费和资金浪费。据研究，使用更加友好的户外照明方案，每年可节约20~100亿美元[14]。

2.4 荒野价值

暗夜星空是荒野区域的一项重要特质。荒野区域作为大面积自然原貌得到基本保留或只被轻微改变的区域，是人类开发程度和控制程度相对最低的自然区域，因而具有最高的原真性和重要的保护价值[15]。光污染在某种程度上反映了人类活动的强度，是对荒野区域产生威胁的主要因素之一。因此，拥有高质量的暗夜星空是荒野区域的重要标准之一，暗夜星空具有重要的荒野价值。

3 美国国家公园对暗夜星空的保护

3.1 优势

由于美国大多数的国家公园体系单位①，特别是分布其中的荒野区，都保留了最高的原真性并执行了最为严格的人类活动管控，具有最暗的夜空，因此成为暗夜星空保护的天然载体及绝佳的天象观察点。

3.1.1 拥有最暗的星空

国家公园体系单位拥有全美最暗的星空。波特尔夜空分类法（Bortle Dark-Sky Scale）根据裸眼观星和望远镜观星所看到的星象的不同将夜空分为9个类别[16-17]，天空质量计（Sky Quality Meters）被用于测度某地点暗度，其值越大代表越暗，大多数人无法裸眼看到值≥21的地方[18]。根据对部分国家公园的实地测度（表1、图1），它们多数拥有典型、真正甚至杰出的黑暗。

3.1.2 绝佳的天象观察点

国家公园体系单位往往是绝佳的天象观察点，不仅可以进行常规观星，还可以在特定单位看到特殊的天象奇观，如北极光，流星雨，金星、地球、火星的气候变化等。在特殊天象偶发时，国家公园体系单位还会组织额外的观察盛典，如2017年的日全食就有21个国家公园单位和7条国家步道为民众提供观察机会。

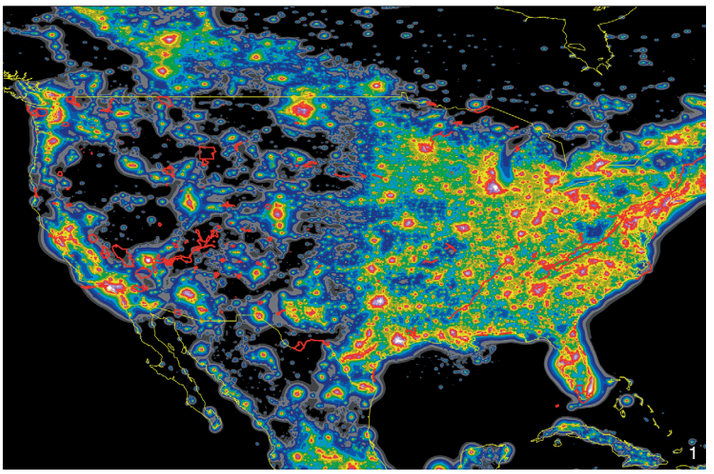
3.2 举措

3.2.1 星空监测

从2001年开始，自然之声和暗夜星空司就使用便携式仪器对国家公园体系单位进行夜空的亮度监测（图2），每张图均为上北左东拍摄，和人们凝视天空时的方位一致。

表 1 波特尔夜空分类与天空质量计测量指标表及部分美国国家公园的测度值
Tab. 1 Bortle Dark-Sky Scale & Sky Quality Meters measurement index table and some U.S. national parks' measurements

序号	名称	天空质量计测量值 /（mag/arcsec^2）②	部分美国国家公园名称及其天空质量计测量值 /（mag/arcsec^2）
1	杰出的暗夜星空	21.7~22.0	布莱斯峡谷国家公园，21.9 大本德国家公园，21.9
2	典型、真正的暗夜星空	21.5~21.7	冰川国家公园，21.5 查科文化国家历史公园，21.6
3	农村的天空	21.3~21.5	阿卡迪亚国家公园，21.4 大拱门国家公园，21.4
4	郊区过渡到农村的星空	20.4~21.3	黄石国家公园，20.8 约书亚树国家公园，20.9
5	郊区星空	19.1~20.4	
6	明亮的郊区天空	18.0~19.1	
7	城乡接合部的天空		
8	城市天空	<18.0	
9	市中心的天空		



1 美国国家公园体系单位与夜空亮度的关系示意图（图中红色细线为国家公园体系单位边界；颜色由冷趋暖表示光照的亮度，黑色表示无光照，白色表示光照强度最大）
The relationship between U.S. national park system units and brightness of night skies (The red line is the national park system units boundary. The color difference represents difference in illumination brightness, the black means no light, the white means maximum light intensity)

正中间是位于洛杉矶和马里布之间的圣塔莫尼卡山国家休闲区，是郊区夜空的典型代表。他们使用 CCD 相机（带电荷耦合的研究级数码相机）[19] 系统地测量 116 个国家公园超过 317 个地点的夜空亮度。每一份完整的监测数据报告都包括如下内容：公园名、监测地名、经纬度、海拔高度、监测时间、监测相机、监测者、空气温湿度、裸眼可见的极限星、波特尔夜空分类、全天空测度质量指标等。通过夜空亮度监测项目，国家公园管理局掌握了大量一手数据，能随时察觉到任何可能产生的光污染，并及时做出应对措施。

3.2.2 规划设计

国家公园管理局认为应通过 3 步规划来实现暗夜星空保护：1）正确识别暗夜星空的价值；2）平衡暗夜星空保护和照明需求，进行合理的功能区划；3）实现户外照明的最佳管理实践。提出国家公园体系单位在具体的管理实践中应遵守的 6 点建议：1）只在必须地点使用照明；2）使用感应装置，只在必须时间使用照明；3）使用指向地面的灯罩避免灯光向四射；4）使用暖色灯具；5）减少照明功率以降低照度；6）使用现代化、高效的、最节能的照明设备。同时还指出并非所有的节能照明都对夜空友好，应综合天空质量测量、户外照明能源使用统计及其他数据来进行规划效果跟踪，并反馈指导未来行动。

3.2.3 访客管理

为实现向访客提供最佳暗夜星空体验的目标，许多国家公园体系单位提出参加暗夜星空活动时的照明友好要求，以实现最小化人工光照干扰。这些要求集中于：1）优先使用红光设备；2）禁止使用白光，包含手电、头灯、手机；3）改造照明设备，使用屏蔽式照明；4）降低照明功率；5）使用 LED 或感应式照明。

3.2.4 活动组织

众多国家公园体系单位也开展了暗夜星空活动，活动主要有 4 类：1）一年四季均可进行的观星活动；2）常在夏季开展的满月远足活动；3）一年一度的天文节，包含讲座、汇演、观星等活动；4）须使用特殊的太阳望远镜进行的观日活动。此外，还有部分国家公园开展特色项目，如大盆地国家公园的“列车观星之旅”，拉森火山国家公园的“少年夜间游侠”等。

3.2.5 价值展示

美国国家公园管理局通过官方网站、海报、邮票、出版物等多种方式对暗夜星空的价值进行展示和宣传。暗夜星空的价值、光学知识、光景观的管理、探索途径及暗夜星空的照片、视频、地图等在国家公园管理局的官方网站得到大篇幅介绍。其中宣传介绍国家公园的暗夜星空的海报就有 51 张（图 3）。2016 年雷尼尔山国家公园的星轨照入选庆祝国家公园管理局成立 100 周年的 16 张纪念邮票。以上充分显示了暗夜星空对国家公园的价值。此外，《暗夜中的公园：国家公园观星初学者指南》（*Parks After Dark: A Beginner's Guide to Stargazing in The National Parks*）[20]《星星在上，大地在下——国家公园天文学指南》（*Stars Above, Earth Below: A Guide to Astronomy in the National Parks*）《天文探险和假期——如何在休闲时间最大限度地学习天文学》（*Astronomy Adventures and Vacations: How to Get the Most out of Astronomy in your Leisure Time*）[21] 更是向大众普及国家公园暗夜星空的利器，帮助人们更深入、生动地了解国家公园的暗夜星空知识。

3.3 保障

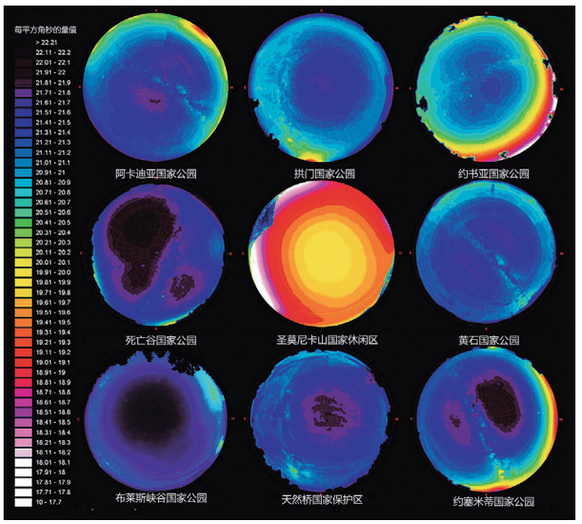
3.3.1 法律保障

国家公园的保护对象是《1916 国家公园组织法》中规定的“风景资源、自然和历史资源、野生动物资源”[22]，虽然在这项奠基性的法案中并未特别针对暗夜星空做出规定，但暗夜星空在自然、历史、经济、荒野等方面所具有的价值决定了它是保护“风景资源、自然和历史资源、野生动物资源”不受损害

的前提之一，两者在保护目标上具有天然的一致性。为保护好暗夜星空，国家公园管理局颁布了一系列政策（表 2）。随着时间的推移，国家公园管理局更加重视暗夜星空，尤其重视暗夜星空在满足访客体验、科普宣教方面的功能。

3.3.2 国际合作

为更好地保护暗夜星空，美国国家公园体系单位还与国际夜空保护协会展开了密切合作。目前国际夜空保护协会共认定了来自 14 个国家的 62 个国际夜空公园，美国以 44 个位列全球第一；而美国的夜空公园中有 20 个为国家公园体系单位[③]（表 3）。



2



3

2 美国国家公园管理局暗夜星空团队制作的 9 个国家公园体系单位夜空亮度图（每张图均为上北左东拍摄，和人们凝视天空时的方位一致）。正中间是位于洛杉矶和马里布之间的圣塔莫尼卡山国家休闲区，是郊区夜空的典型代表[12]

Nine all-sky brightness mosaics made by the U.S. NPS Night Sky Team (for each, North is up and East is left to match the view when looking up at the sky). The central image is the sky over the Santa Monica Mountains National Recreation Area between Los Angeles and Malibu. This is a fairly typical representation of a suburban sky[12]

3 部分美国国家公园暗夜星空宣传海报

Night sky posters of some U.S. national park system units

4 中国暗夜星空研究的必要性与可行性

4.1 必要性

暗夜星空是中国重要的自然资源之一，具有丰富且突出的自然价值、经济价值、荒野价值、文化价值。以文化价值为例，因为中国悠久的 5 000 年文明史而更彰显分量，与天文相关的星野星宿、七政四余、二十四节气等早已融入中华民族的文化基因，不仅如此，中国古人将科技体系分为“农、医、天、算”四门，暗夜星空正是天文的重要组成部分，可见暗夜星空对中国文明的重要性。

暗夜星空同样是中国亟待保护的自然资源，中国高速的城市建设正不断蚕食着暗夜星空，人们正日益远离夜空。据国家统计局数据显示，2004—2017 年中国城市建成区面积从 30 406.19 km^2 增长至 56 225.38 km^2，增加了 25 819.19 km^2；城区面积从 2008 年的 178 110.28 km^2 到 2017 年的 198 357.17 km^2，增加了 20 246.89 km^2；显然，伴随着城镇的扩张，人工灯光正不断蚕食暗夜星空。与此同时，中国的城镇化率从 1998 年的 33.35% 上升到 2017 年的 58.52 %，充分表明越来越多的人群进入城市生活，逐渐失去体验夜空的机会。

4.2 可行性

自 2015 年启动国家公园体制试点工作以来，中国已设立 11 个国家公园体制试点区，其中青海三江源、东北虎豹、祁连山、大熊猫、湖北神农架、浙江钱江源、福建武夷山、云南普达措、湖南南山、海南热带雨林以保护生态系统为首要目标，均与中国最暗的天空所

表 2 美国国家公园管理局对暗夜星空的各项政策要求

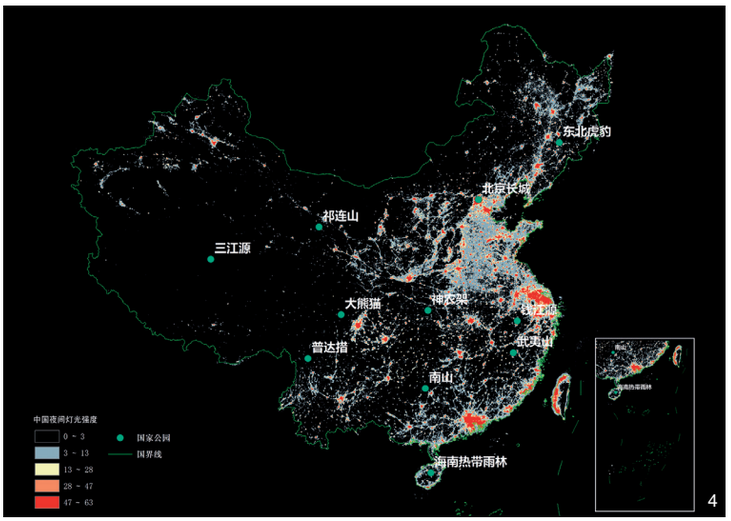
Tab. 2 The U.S. National Park Service’s policy requirements for night skies

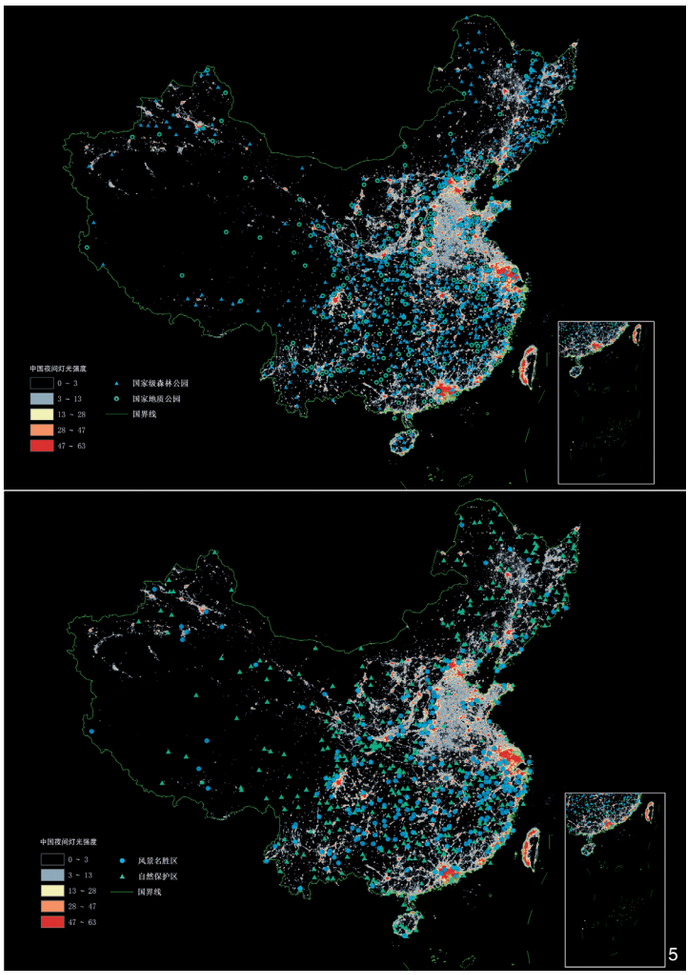
政策文件名	目的
《国家公园管理政策（1988）》	界定暗夜星空是《1916 国家公园组织法》中保护的自然资源和价值之一；明确最小化人工光干扰的要求
《创造我们的未来：国家公园服务的战略计划（1993—1994）》	认定夜空是国家公园管理局的重要保护对象之一
《国家公园管理政策（2001，2006）》	界定暗夜星空作为自然资源的价值属性；规定光景观管理策略
《国家环境政策法案和国家公园管理局授权（2004，2010）》	界定暗夜星空作为自然资源的价值属性
《国家公园系统附近的可再生能源开发备忘录（2010）》	明确对暗夜星空的影响是能源开发可能造成的跨界影响之一，确定这一影响是重要的自然资源问题；确定暗夜星空是评估考虑的主题之一
《回顾利奥波德：国家公园的资源管理（2012）》	确定光污染是国家公园的重要威胁；明确暗夜星空是国家公园访客的重要体验
《一个行动呼吁：为第二个世纪的管理和参与做准备（2015）》	界定暗夜星空作为国家公园管理局的基石之一；确定在科罗拉多高原建立美国第一个夜空合作社，并探索夜空保护的模式
《国家公园管理体系计划：一百年（2017）》	界定暗夜星空作为自然资源的价值属性；明确暗夜星空为访客提供游憩体验是国家公园管理的行动方向

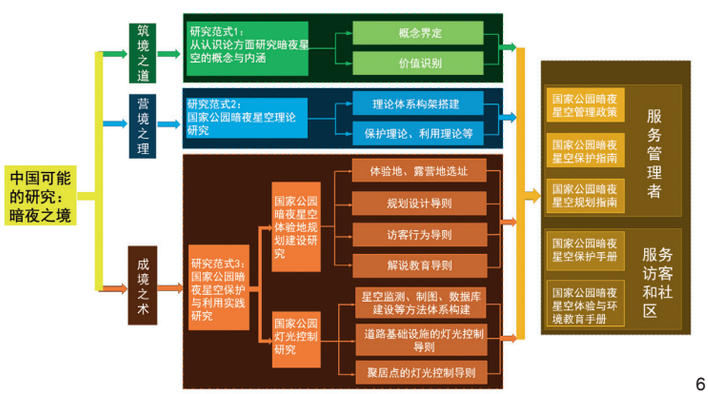
表 3 列入国际夜空公园的美国国家公园体系单位

Tab. 3 The U.S. National Park system units certified as the international dark sky parks

类别	数量	名称
国家公园	9	大本德国家公园、甘尼逊国家公园、峡谷地国家公园、国会礁国家公园、死亡谷国家公园、大峡谷国家公园、大盆地国家公园、约书亚树国家公园、石化林国家公园
国家纪念地	8	月球撞击坑国家纪念地、弗拉格斯塔夫地区国家纪念地、雪松残岭国家纪念地、大峡谷·帕拉山国家纪念地、霍文威普国家纪念地、天然桥国家纪念地、萨利纳斯普韦布洛使命国家纪念地、卡普林火山国家纪念地
国家历史公园	1	查科文化国家历史公园
国家保护区	1	大柏树国家保护区
国家野生和风景河流	1	奥比德野生和风景河流







4 中国国家公园体制试点区和中国光照亮度的耦合关系
The coupling relationship between China's pilot project of national park system and illumination intensity

5 中国主要国家级自然保护地和中国光照亮度的耦合关系
The coupling relationship between China's national natural protected areas and illumination intensity

6 中国国家公园暗夜星空研究框架
Research framework of night skies of China's national parks

在地有着高度的耦合性（图 4）。目前，中国已设立国家级自然保护区 474 处，国家级风景名胜区 244 处，国家森林公园 880 处，国家级地质公园 272 处④，各类自然保护地也均与中国最暗的天空有着高度的空间耦合性（图 5）。此外，中国荒野制图 [23] 也显示出中国暗夜星空分布与荒野地分布之间存在较强的相关性。显然，在中国的国家公园和其余各类自然保护地中开展暗夜星空研究是高度可行的。

当下，中国的国家公园体制建设不断深入，《建立国家公园体制总体方案》的颁布，“建立以国家公园为主体的自然保护地体系”的提出，自然资源部、国家公园管理局的成立不仅是国家公园体制发展的契机，更是暗夜星空保护的“东风”。

5 中国暗夜星空研究的可能路径

暗夜星空是宇宙赐予人类的独特资源，是维持生态系统不可或缺的关键环节。在国家公园和其余各类自然保护地中，暗夜星空应该持续惠及那些需要黑夜的动物、植物和人类。保护和管理好暗夜星空是国家公园应尽之责，是风景园林学的应尽之责。这也与“为了保持或提高生存、生产、生活和生态品质，人类个体或群体营造特定土地的过程”的“境其地”理论有高度耦合性 [24]。因此，借鉴“境其地”理论，对中国国家公园暗夜星空研究的可能路径进行预测。

总体而言，中国国家公园暗夜星空研究可从“筑境之道”“营境之理”“成境之术”3 方面展开。1）“筑境之道”是从认识论方面研究暗夜星空的概念与内涵，包括暗夜星空概念的界定，暗夜星空各类价值的识别等，是构筑暗夜星空研究领域的基础。2）“营境之理”是暗夜星空研究领域中所有自然科学和人文科学规律的集合，是暗夜星空理论研究，包括理论体系框架的搭建和暗夜星空的相关保护理论、利用理论等。尤其是在中国高度重视生态文明建设的背景下，暗夜星空与自

然保护、环境保护及治理等的联动研究，如夜空亮度与空气质量、人口密度之间的关联，夜空亮度制图与荒野制图之间的互为依据、互为作证，夜空亮度对植被、夜行性动物甚至对生态系统的影响等，是夯实暗夜星空研究领域的重中之重。3）“成境之术”是所有与“境”相关的技艺和方法概念的集合，属于暗夜星空研究领域中的实践探索，包括国家公园暗夜星空体验地的规划建设研究、灯光控制研究等，前者又包含体验地的选址、规划设计导则、访客行为导则、解说教育导则等，后者则包含星空监测、制图、数据库建设等方法和技术体系构建、道路基础设施、人类聚居点、科教设施等的灯光控制导则。在此基础上，大胆预测，从前述方面展开的中国国家公园暗夜星空研究能够产生一批高质量的研究成果，主要服务于两类人群：1）国家公园管理者，有助于制定国家公园暗夜星空管理政策、保护指南、规划指南等；2）访客和社区，有助于形成国家公园暗夜星空保护手册、环境教育手册。对于中国国家公园的主管部门和管理机构而言，1）应确立暗夜星空对于国家公园的价值，2）应鼓励、支持并组织各方力量参与到暗夜星空的保护与研究中，3）在国家公园里布局、引领暗夜星空体验活动。上述框架只是初步构想，还存在更多可能性，亟待有识之士共同去深入研究、发掘。

注释 (Notes)：

① 根据美国国家公园管理局官方网站介绍，国家公园管理局管理着包含国家公园、国家纪念地、国家海岸等 20 个分类共 418 个独立单位。

② 光度 / 平方角秒，角秒：一度的 1/3 600。

③ 根据国际夜空保护协会官方网站 https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsp/parks/ 的数据整理。

④ 各类国家级自然保护地数量来自国家林业和草原局自然保护地管理司所提供数据。

参考文献 (References)：

[1] 张天骋，杜雁，高翅 . 国际夜空公园管理和实践 [J]. 中国园林，2016，32（5）：124-128.

[2] 李军红 . 基于低碳旅游的夜空公园开发研究 [J]. 地域研究与开发，2014，33（3）：106-110.

[3] 刘鸣，马剑，张宝刚 . 城市夜景照明中的光污染和暗天空保护的研究 [J]. 城市规划，2008（8）：70-73.

[4] 苏晓明，郝占国，张明宇 . 国内外夜空亮度测量研究进展 [J]. 照明工程学报，2015，26（2）：37-41.

[5] 郝影，李文君，张朋，等 . 国内外光污染研究现状综述 [J]. 中国人口·资源与环境，2014，24（S1）：273-275.

[6] 马俊涛，杨春宇，张志远，等 . 对光污染生态影响的关注与思考 [J]. 灯与照明，2015，39（4）：29-32.

[7] National Park Service. NPS Management Policies 1988[EB/OL].(2006-08-31)[2019-03-39]. https://www.nps.gov/policy/mp/policies.html.

[8] FABIO F, PIERANTONIO C, DAN D, et al. The New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness[J]. Science Advances, 2016, 2(6): e1600377. DOI:10.1126/sciadv.1600377.

[9] CINZANO P, ELVIDGE C D. Night sky brightness at sites from satellite data[J]. Memorie-Societa Astronomica Italiana, 2003, 74(2): 456-457.

[10] NORDGREN T. Stars Above, Earth Below: A Guide to Astronomy in the National Parks[M]. Berlin: Springer-Praxis, 2010.

[11] RICH C, LONGCORE T. Ecological Consequences of Artificial Lighting[M]. Washington, D.C.: Island Press, 2006.

[12] National Park Service. Night Skies as a Cultural-Historical Resource[EB/OL].(2018-07-23)[2019-03-39]. https://www.nps.gov/subjects/nightskies/cultural.html.

[13] GALLAWAY T. On Light Pollution, Passive Pleasures, and the Instrumental Value of Beauty[J]. Journal of Economic Issues, 2010, 44(1): 71-88.

[14] HUNTER T, CRAWFORD D. The Economics of Light Pollution[J]. Light Pollution, 1991, 17: 89.

[15] 曹越，杨锐 . 中国荒野研究框架与关键课题 [J]. 中国园林，2017，33（6）：10-15.

[16] BORTLE J E. Introducing the Bortle Dark-Sky Scale[J]. Sky & Telescope, 2001, 101(2): 126-129.

[17] Dark Skies Awareness. Sky Brightness Nomogram[EB/OL].(2009-05-17)[2019-03-39]. http://www.darkskiesawareness.org/nomogram.php.

[18] Globe at night. VU sing Sky Quality Meters to Measure Sky Brightness[EB/OL]. (2016-06-13)[2019-03-39]. https://www.globeatnight.org/sqm.php#Observations1.

[19] DURISCOE D M, LUGINBUHL C B, MOORE C A. Measuring Night-Sky Brightness with a Wide-Field CCD Camera[J]. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, 2007, 119(852): 192-213.

[20] SHAFFER R. Book Review: Parks After Dark: A Beginner's Guide to Stargazing in The National Parks/Western National Parks Association, 2006[J]. Sky & Telescope, 2007, 7(7): 49-70.

[21] TIMOTHY T. Astronomy Adventures and Vacations: How to Get the Most out of Astronomy in your Leisure Time[M]. New York: Springer, 2017.

[22] 杨锐 . 国家公园与自然保护地研究 [M]. 北京：中国建筑工业出版社，2016.

[23] 曹越，龙瀛，杨锐 . 中国大陆国土尺度荒野地识别与空间分布研究 [J]. 中国园林，2017，33（6）：26-33.

[24] 杨锐 . 论“境”与“境其地”[J]. 中国园林，2014，30（6）：5-11.

图表来源 (Sources of Figures and Tables)：

图 1、4~6 由江西农业大学园林与艺术学院风景园林专业硕士研究生钟鹏、陈小敏绘制；图 1 数据来源引自参考文献 [8]，美国国家公园体系单位边界数据来源为：美国国家公园管理局，https://irma.nps.gov/DataStore/Reference/Profile/2224545?lnv=Truehttps://irma.nps.gov/DataStore/Reference/Profile/2224545?lnv=True；图 4 数据来源：地理国情监测云平台，2013 年 DMSP/OLS 中国夜间灯光影像，http://www.dsac.cn/DataProduct/Detail/201116（影像的像元 DN 值代表平均灯光强度，其范围为 0-63，采用自然断点法进行灯光强度的分级，数值并非实际天空质量计测量值）；图 4、5 中国地图底图来源为国家基础地理信息中心（https://www.cehui8.com/e/wap/show.php?classid=42&id=205），审图号为 GS(2013)1879，国家公园和各国家级自然保护地空间点位数据由作者根据各方资料矢量化；图 2 引自参考文献 [12]；图 3 引自 http://www.tylernordgren.com/milky-way-posters/arches-national-park;表 1 根据参考文献 [12] 由作者整理；表 2 根据 NPS 发布的历年政策文件整理；表 3 数据来源：https://www.darksky.org/our-work/conservation/idsp/parks/。

（编辑 / 陈燕茹）