



T/CECS XXX -202X

中国工程建设标准化协会标准

暗天空保护社区规划标准

Dark Sky Protection Community Planning Standards

(征求意见稿)

XXX出版社

2024年11月

中国工程建设标准化协会标准

暗天空保护社区规划标准

Dark Sky Protection Community Planning Standards

T/CECS xxx-202X

主编单位：中国城市规划设计研究院

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20xx年x月x日

中国计划出版社

20xx 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2023年第一批协会标准制定、修订计划〉的通知》（建标协字〔2023〕第10号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分6章和2个附录，主要内容包括：总则、术语、基本规定、规划设计、灯具和控制系统、管理措施等。

本标准由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区归口管理，由中国城市规划设计研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中，如有意见或建议，请反馈给中国城市规划设计研究院（地址：广东省深圳市福田区深南大道7006号万科富春东方大厦26楼，邮编：518040，邮箱：zmzx_caupd@126.com）

主编单位：中国城市规划设计研究院

参编单位：重庆大学

哈尔滨工业大学（深圳）

大连理工大学

深圳市城市照明学会

中国科学院东北地理与农业生态研究所

建科环能科技有限公司

昕诺飞（中国）投资有限公司

东莞市爱加照明科技有限公司

东平生态保护公益协会

上海麦索照明设计咨询有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(3)
4	规划设计	(4)
4.1	一般规定	(4)
4.2	天文观测类	(5)
4.3	生态保护类	(6)
5	灯具和控制系统	(8)
5.1	光源与灯具	(8)
5.2	照明控制系统	(10)
6	管理措施	(12)
附录A 市县国土空间规划基本分区及城市功能规划分区		(14)
附录 B 环境亮度的区域划分		(16)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(1)
3	Basic requirements	(1)
4	Lighting fixtures and control systems	(1)
4.1	Light source and lighting fixtures	(1)
4.2	Lighting Control	(1)
5	Plan and design	(1)
5.1	General requirements	(1)
5.2	Astronomical observation category	(1)
5.3	Ecological protection category	(1)
6	Management measures	(1)
Addition A: Basic zoning and urban functional planning zoning in the spatial planning of cities and counties (1)		
Addition B: Regional division of environmental brightness (1)		

1 总 则

1.0.1 为指导我国城乡暗天空保护区照明的全生命周期建设和管理，营造暗天空友好的城市照明光环境，确保相关保护、夜间经济及研究的可持续发展，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于我国新建、扩建和改建的、具备暗天空保护区需求的国土空间。

1.0.3 城乡暗天空保护区的全生命周期建设和管理应根据经济社会发展水平，遵循暗夜友好、以人为本、统筹规划、因地制宜、安全可靠、经济适用、绿色环保的原则。

1.0.4 城乡暗天空保护区的规划、建设、管理除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 暗天空保护区 dark sky protection area

基于天文观测、生态保护及人居健康等考虑，具有暗天空保护需求的国土空间，包括暗天空保护核心区和缓冲区。

2.0.2 城市照明 urban lighting

城市道路、隧道、广场、公园以及建（构）筑物等的功能照明和景观照明的统称。

2.0.3 功能照明 functional lighting

通过人工光，以保障公众的出行、户外活动安全和信息获取方便为目的的照明，主要包括道路、道路特殊区段及与道路相关的场所、公园、广场、标志标识等所必备的照明。

2.0.4 景观照明 functional lighting

通过人工光，以塑造城市夜间景观、丰富公众夜间活动为目的的照明，主要包括建（构）筑物、广场、公园、广告标识等的装饰性照明和灯光造景。

2.0.5 暗夜经济 dark sky economy

通过暗天空保护，对当地的星空、生态资源等进行保护及修复，依托相关文旅、科研、产业等发展起来的的城市经济类型。

2.0.6 生态廊道 ecological corridor

连接隔离生境斑块并适宜生物生存、扩散和基因交流等活动的生态走廊。

2.0.7 全遮光型灯具 Fully shielded luminaire

灯具遮蔽光源直射光，且避免任何光线发散到灯具最低发光位置的水平面以上。

1 基本规定

3 基本规定

3.0.1 城乡暗天空保护区的规划应重视光污染防控, 充分满足当地的人居健康、生态保护及星空保护需求。优先保障功能照明, 严格控制景观照明建设范围, 合理确定城市照明方式、照明灯具及启闭时间等, 统筹协调功能照明与景观照明建设, 营造整体性强、低碳节能、符合暗天空保护要求的夜景照明效果。

3.0.2 对于城乡暗天空保护区内的既有城市照明建设, 应充分研究其载体条件、使用情况和照明效果等, 在避免引发安全问题, 限制当地经济文化发展, 影响片区日常功能及日间景观的基础上, 合理制定拆除、改造、新增照明设施方案。

3.0.3 新建、改建、扩建的城乡暗天空保护区的城市照明设施建设应与主体工程同时设计、同时施工并同时投入使用。

3.0.4 城乡暗天空保护区规划应贯彻全生命周期的绿色、低碳、环保理念, 明确城市照明设施的分类、分时控制要求, 满足节能、环保控制指标; 鼓励使用高效、节能产品; 推广环保、暗天空友好的照明技术; 提出城市照明光污染防控及天空溢散光限制要求。

3.0.5 城乡暗天空保护区涉及生态保护区、自然保留区、永久基本农田集中区、农业农村发展区、海洋发展区及具有暗夜保护需求的城镇发展区, 重点涉及天文观测类和生态保护类两大类。应结合本标准要求, 编制暗天空保护规划, 指导片区内的城市照明建设。

3.0.6 自然保留区、永久基本农田集中区不应进行城市照明建设; 生态保护区、农业农村发展区、海洋发展区不应进行景观照明建设, 仅可结合功能需求进行必要的功能照明、农业照明及作业照明建设。

3.0.7 城乡暗天空保护区的新建、改建、扩建照明设施应符合本标准的要求。对于需在一定时期内继续沿用的既有照明设施, 宜通过局部改造、增设配件等方式, 满足暗天空保护的相关管控要求。

3.0.8 城乡暗天空保护区内的常态化及临时性户外照明规划、建设、管理均应执行本标准要求。

4 规划设计

4.1 一般规定

4.1.1 应结合城市发展需求、公众活动需求以及自然地理特征等，合理划定城乡暗天空保护区范围。城乡暗天空保护区范围和保护区内的城市照明管控分区划分应保持地区原有自然要素边界、城市功能单元等的完整性。

4.1.2 城乡暗天空保护区的规划设计应包括以下主要内容：

- 1 确定暗天空保护区的类别；
- 2 划定暗天空保护区的范围；
- 3 划定暗天空保护区的城市照明管控分区；
- 4 提出分区照明设计指引；
- 6 进行夜间公众活动规划；
- 7 提出配套服务建设要求；
- 8 提出运营、维护和管理要求；
- 9 制定分期建设计划。

4.1.3 城乡暗天空保护区的照明设计，应合理确定照明选型、安装方式、照射角度、遮光措施和照明启闭时间等，色温和亮度应符合暗夜星空观测的需求，避免产生城市照明光污染。

4.1.4 城乡暗天空保护区照明规划设计时应潜在受干扰对象进行干扰光影响评估，夜空的光污染限制应采用灯具上射光通比限值进行评价。

4.1.5 城乡暗天空保护区照明规划应根据保护区的地理位置、地形、边界、面积和现状情况，结合对相关政策的解读、公众和专家咨询意见，确定照明发展的定位和目标。

4.1.6 城乡暗天空保护区照明规划设计应满足所在地区的相关城市规划、设计要求，应符合国家现行标准《室外照明干扰光限制规范》GB/T 35626、《建筑环境通用规范》GB 55016、《LED 显示屏干扰光评价要求》GB/T 36101、《城市夜景

照明设计规范》JGJ/T 163、《城市户外广告和招牌设施技术标准》CJJ/T 149 的规定，干扰光测量应符合现行国家标准《室外照明干扰光测量规范》GB/T 38439 的规定。

4.1.7 应结合城乡暗天空保护区的发展实际，依据城市照明建设项目的重要性、紧迫性，因地制宜、科学合理地制定分期建设计划。

4.1.8 户外广告、户外招牌照明应具备亮度调节功能，严格控制照明方式及灯具选型，不应影响居民正常生活、交通安全和周边生态环境。

4.1.9 城乡暗天空保护区的室内照明设计需充分考虑对室外光环境的影响，建筑灰空间、临近窗户、洞口等的室内照明，在保证使用功能的前提下，应符合如下要求：

1 优先采用低色温照明，照明色温不宜超过 3000K；

2 灯具任何部分低于窗户、洞口、灰空间外立面的上边缘，宜完全遮蔽；

3 灯具任何部分低于窗户、洞口、灰空间外立面的上边缘，无法实现完全遮蔽的，或照明色温高于 3000K 的，应设置窗帘等遮蔽设施或预留遮蔽设置安装节点，在有暗夜保护需求的时段，进行必要遮光处理，避免室内照明对室外光环境的不利影响。

4.1.10 对于同时涉及多类暗天空保护需求的城市空间，应同时满足各类暗天空保护区的照明建设控制要求。

4.1.11 暗天空保护核心区内不应进行景观照明、演绎照明建设；缓冲区内不宜进行景观照明建设，不应进行媒体立面建设，不应利用暗天空保护区内的山体、水体开展灯光表演。

4.2 天文观测类

4.2.1 天文观测类暗天空保护区由暗天空保护核心区和暗天空保护缓冲区组成。

4.2.2 天文观测类暗天空保护区核心区不应进行景观照明建设，功能照明应严格控制光源色温和亮度，所有户外固定夜间照明设施的最大光强照射方向应当低于水平线向下 30 度，确保上射光通量为 0。

4.2.3 天文观测类暗天空保护区缓冲区，应严格控制景观照明的建设范围、照明手法及启闭时间，所有常态化的户外照明设施的照射方向应当控制在水平线以下。

4.2.4 天文观测类暗天空保护区内不应规划建设对当地天文观测产生不利影响的项目及活动。组织下列活动，需报相关部门审查批准。活动结束后，应当立即关闭、移除相关设备：

- 1 增设临时户外照明设施；
- 2 临时使用无人机、直升机等空中设备的；
- 3 需要使用信号弹、烟雾弹等指示物的；
- 4 其他影响天文观测环境的。

4.2.5 天文观测类暗天空保护区内的监控照明、应急照明灯具在不影响使用功能的前提下应采用全截光型灯具，或进行必要的遮光处理。为避免出现安全隐患，可在适当区域设置反光贴作为提示性警戒照明。

4.2.6 特殊天象期间，前往天文观测类暗天空保护区参加夜间活动的公众，应控制便携式照明设施的开启时间，鼓励使用红光照明。

4.2.7 特殊现象期间，应结合观测需求，在不影响城市安全的前提下，对天文观测类暗天空保护区内影响天文观测的户外照明进行调控、关闭，对影响天文观测的内透照明采取必要的遮光措施。

4.2.9 天文观测类暗天空保护核心区的夜天光天顶亮度不应小于 21.4mag/arcsec^2 ，夜天光综合亮度应不小于 21mag/arcsec^2 。天文观测类暗天空保护缓冲区内的夜天光天顶亮度不应小于 21mag/arcsec^2 ，夜天光综合亮度不应小于 20.6mag/arcsec^2 ，且应保障天文观测类暗天空保护核心区的夜天光天顶及综合亮度达标。

4.3 生态保护类

4.3.1 生态保护类暗天空保护区由暗天空保护核心区和暗天空保护缓冲区组成。

4.3.2 生态保护类暗天空保护区核心区不应进行景观照明建设，可结合实际

间公众活动需求，进行必要的功能照明建设。功能照明的设置不应对动植物的生活、生长产生不利影响，应严格控制光源色温和亮度，应确保上射光通量为 0。

4.3.3 生态保护类暗天空保护区缓冲区，应合理控制景观照明的建设范围、照明手法及启闭时间，所有常态化的户外照明设施的照射方向宜控制在水平线以下。对于有生态保护需求具有明显时段性的城市空间，应推行智慧照明系统及多模式夜景效果设计，通过适度、适宜、适时的多模式夜景照明设计及调控，兼顾生态保护及城市发展需求。

4.3.4 对于有候鸟保护需求的生态保护类暗天空保护区缓冲区，其城市照明建设应符合下列要求：

1 功能照明应严格控制光源色温和亮度，应确保上射光通量为 0，应具备调光功能，候鸟迁徙期间，在满足夜间活动安全的前提下，进行适度的亮度调降；

2 景观照明应进行候鸟季夜景模式设计。候鸟迁徙期间，应部分关闭景观照明或调降照明亮度，减少动态及彩色照明使用，不应开启媒体立面、植物照明、地埋灯照明以及射向天空的激光、大功率光束灯；

3 按当地相关管控要求进行城市照明启闭及模式转换。

5 灯具和控制系统

5.1 光源与灯具

5.1.1 照明产品选择，应在满足光谱、配光、光色等要求的前提下，综合考量灯具产品的节能、造价、维护管养等，进行全生命周期的综合经济分析，确定合理的灯具选型。

5.1.2 灯具性能应符合现行国家标准《灯具 第 1 部分：一般要求和试验》GB 7000.1、《LED 夜景照明应用技术要求》GB/T 39237、《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832、《电磁兼容 限值 第 1 部分：谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$)》GB17625.1、《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》GB/T 17626.5、《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB/T 17743、《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595 的规定。

5.1.3 选用的照明灯具应具有光学性能测试报告和光学配光文件。

5.1.4 选用的 LED 照明灯具应能在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 环境温度内正常工作，并应满足暗天空保护区的环境温度、湿度和腐蚀性等其它要求。

5.1.5 选用的照明灯具宜进行全生命周期的碳足迹核算。

5.1.6 暗天空保护核心区的 LED 照明灯具效能，不应低于国家能效等级标准 3 级的要求，缓冲区的 LED 照明灯具效能不应低于国家能效等级标准 2 级的要求。

5.1.7 暗天空保护核心区内的功能照明灯具的光谱特性应满足以下要求：

1 灯具额定相关色温不应大于 3000K；生态保护区、天文台或天文观测地点的灯具额定相关色温不应大于 2200K；

2 当灯具额定色温不大于 2200K 时，其光谱中 380nm $\sim$ 520nm 波长范围内的光谱辐射功率占比不应大于 8%；

3 灯具光谱中不应含有小于 380nm 的紫外成份；

4 在特定敏感区域附近，如敏感野生动物栖息地、生态保护区、天文台或天文观测地点等，灯具光谱中 380nm $\sim$ 520nm 波长范围内的光谱辐射功率宜为 0%，

且宜为窄带光谱；

5 在动物夜间长时间活动的区域，照明灯具的光谱选择应满足动物特点及其活动特性的要求；

6 海龟栖息地附近的灯具光谱应为主波长不小于 565nm 的琥珀色、橙色或红色的窄带长波光。

5.1.8 暗天空保护核心区内的功能照明灯具的相关色温在 2200K~3000K 时一般显色指数（Ra）应符合下列规定：

1 选用 LED 照明灯具时，其一般显色指数（Ra）不应低于 70；

2 城市居住类区域的照明灯具，其一般显色指数（Ra）不应低于 80，特殊显色指数 R9 不应低于零；

3 有要求识别安全色的区域，其一般显色指数（Ra）不应低于 80，特殊显色指数 R9 不应低于零。

5.1.9 暗天空保护核心区内的 LED 道路照明灯具配光特性应满足以下溢散光分类的要求：

1 灯具溢散光分类为 SP1 的 LED 道路照明灯具不应在 E0 区和 E1 区使用；

2 灯具溢散光分类为 SP2 的 LED 道路照明灯具不应在 E0 区、E1 和 E2 区使用；

3 灯具溢散光分类为 SP3 的 LED 道路照明灯具不应在 E0 区、E1、E2 和 E3 区使用。

5.1.10 暗天空保护核心区内的功能照明灯具的上射光应满足以下要求：

1 道路照明和区域照明灯具的上射光比例应不大于 0.5%，或 50lm，以较低者为准；在 90-100 度内的上射区域内光通量不应大于 10lm；

2 城市居住类区域室外照明灯具的上射光不应大于 50lm；或为全遮光型灯具；

3 特定敏感区域附近的灯具应没有上射光，BUG 等级 U-0；

4 海龟栖息地附近的灯具应没有上射光，BUG 等级 U-0。

5.1.11 暗天空保护核心区的灯具应具有预安装或后安装的光学挡光器件选项。

5.1.12 暗天空保护核心区的灯具光输出应可调整，最小光输出应可调至额定光通量的 10%，特定敏感区域附近的灯具，最小光输出应可调至额定光通量的 1%。

5.1.13 暗天空保护核心区内的功能照明应采用截光型灯具，缓冲区内的功能照明宜采用截光型灯具。

5.2 照明控制系统

5.2.1 应设置智能照明控制系统，所有城市照明设施均应纳入智能照明控制系统进行统一智能调控。

5.2.2 智能控制系统的设计与选型，应根据暗天空保护区的照明功能要求、管理需求、系统性能特点、信息安全要求和建设条件等因素综合确定。

5.2.3 智能控制系统应根据暗天空保护区的地理位置、季节变化和区域内特定动植物特性等，合理确定开、关灯时间和照明场景。

5.2.4 智能控制系统可根据暗天空保护区内的天气、活动和天文、生态观测等要求，对照明设施进行参数变量控制。

5.2.5 采用的智能照明控制系统宜具备下列功能：

- 1** 具备开关控制、感光控制、时间控制、模式控制、场景控制等功能；
- 2** 能通过远程或本地进行系统和设备参数的设置；
- 3** 能通过分析环境数据和照明控制需求，实现自动预设模式运行；
- 4** 具备能耗信息采集及数据储存功能，并支持能耗数据自动分析和报表生成功能；
- 5** 具备运行状态实时监测、故障告警及反馈功能。

5.2.6 道路照明开灯时的天然光照度水平宜为 15lx, 关灯时的天然光照度水平，

快速路和主干道宜为 301x, 次干道和支路宜为 201x。

5.2.7 智能控制系统的通信网络和控制协议应满足以下要求：

1 通信网络采用有线通信方式，在有线通信网络布线受限的情况下，可采用无线通信网络；

2 当采用无线通信网络时，无线频率和性能应符合国家无线电管理规定；

3 控制协议应根据功能需求、现场条件、成本以及协议特点确定，应采用标准协议或开放的协议。

5.2.8 在特定敏感区域附近的智能控制系统宜通过设置人体感应器，开关或调节功能照明亮度。

6 管理措施

6.0.1 各地区应因地制宜制定暗天空保护区管理办法，明确管理主体及职责，制定建设计划、明确考核目标，保障暗天空保护有效实施。

6.0.2 重大节庆活动期间设置临时性照明，应由有关部门批准，并组织相关专家论证对其必要性、可行性及光污染进行论证。

6.0.3 对于临时照明的设置，应向相关管理部门提交临时照明设置申请的详细说明，在获得相关管理部门许可后方可设置，到期后需及时关闭及拆除。临时照明设置申请涉及的内容包括：

- 1 使用临时照明设置的目的、必要性；
- 2 临时照明的设置方案，含完整的灯具布置图、灯具选型及照射角度说明等；
- 3 临时照明设置及使用对照明载体及区域景观风貌的影响分析；
- 4 临时照明可能产生的城市照明光污染评估及应对措施；
- 5 临时照明设置及使用可能产生的安全问题及应对措施；
- 6 临时照明的设置时间安排，含拆、装时间及启闭时间等。

6.0.4 应结合片区管理实际及暗天空保护的照明管控要求，合理制定片区城市照明设施的管养维护标准，为相关管养维护工作提供依据。

6.0.5 结合相关照明限值标准要求，针对暗天空保护区进行必要的跟踪测量，根据测量需求，进行测量设备布点建设。

6.0.6 天文观测类及生态保护类的暗天空保护区需要区域内的天文台、生态保护机构以及天文、生态相关的学校、组织、社团，承担面向本地公众和外地访客的暗天空保护科普教育工作。

6.0.7 所有车辆在进入暗天空保护区后应减少使用远光灯，车辆在停放完毕后立即关闭车辆灯光。夜间驶入天文观测类及生态保护类暗天空保护区的车辆，车灯前宜用红布遮盖。

6.0.8 可调节安装的灯具应避免灯具朝上或朝水平方向照射安装，避免因安装产生大量的上射光线。

6.0.9 对于有夜间经济发展需求的暗天空保护区，应依托当地资源优势，发展暗夜经济。引入暗天空友好、因地制宜的公众活动，兼顾城市经济发展与暗天空保护需求。

附录A 市县国土空间规划基本分区及城市功能规划分区

表 A.0.1 市县国土空间规划基本分区

目 标	市域、县域（6类）	含义
保 护 与 保 留	生态保护区	具有特殊生态功能或生态环境敏感脆弱、必须保护的陆地和海洋自然区域，包括陆域生态保护红线、海洋生态保护红线集中区域，以及需进行生态保护与生态修复的其他陆地和海洋自然区域。
	自然保留区	不具备开发利用与建设条件，也不需要特别保护的陆地和海洋自然区域。
	永久基本农田集中区	永久基本农田相对集中需严格保护的区域。
开 发 与 利 用	城镇发展区	城镇开发边界围合的范围，是城镇集中开发建设并可满足城镇生产、生活需要的区域。
	农业农村发展区	永久基本农田集中区外，为满足农林牧渔等农业发展以及农民集中生活和生产配套为主的区域。
	海洋发展区	允许集中开展开发利用活动的海域，以及允许适度开展开发利用活动的无居民海岛。

表 A.0.2 城市功能规划分区

名称	含义
居住生活区	以住宅建筑和居住配套设施为主要功能导向的区域
综合服务区	以提供行政办公、文化、教育、医疗等服务为主要功能导向的区域
商业商务区	以提供商业、商务办公等就业岗位为主要功能导向的区域
工业物流区	以工业、仓储物流及其配套产业为主要功能导向的区域
绿地休闲区	以公园绿地、广场用地、滨水开放空间、防护绿地等为主要功能导向的区域
交通枢纽区	以机场、港口、铁路客货运站等大型交通设施为主要功能导向的区域
公用设施集中区	以垃圾填埋场、污水处理厂、水厂等大型公用设施为主要导向的区域
战略预留区	应对发展不确定性、为重大战略性功能控制的留白区域
特色功能区	体现城市特定发展意图, 需要实行特定管理政策的区域, 主要可包括创新发展区、文化创意区等

附录 B 环境亮度的区域划分

表 B. 0. 1 环境亮度的区域划分

环境亮度 类型	天然暗环境区	暗环境区	低亮度区域	中等亮度区域	高亮度区域
区域代号	E0	E1	E2	E3	E4
对应的区域	国家公园、自然保护区 和天文台所在地区等	无人居住的乡村地区等	低密度乡村居住区等	城乡居住区等	城市或城镇中心和商业区等

用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1** 表示很严格，非这样做不可的；
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2** 表示很严格，在正常情况下均应这样做的；
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3** 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的；
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4** 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”；

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版适用于本标准。

《室外照明干扰光测量规范》GB/T 38439

《建筑环境通用规范》GB 55016

《LED显示屏干扰光评价要求》GB/T 36101

《城市夜景照明设计规范》JGJ/T 163

《城市户外广告和招牌设施技术标准》CJJ/T 149

《灯具 第 1 部分：一般要求和试验》GB 7000.1

《LED 夜景照明应用技术要求》GB/T 39237

《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832

《电磁兼容 限值 第 1 部分：谐波电流发射限值(设备每相输入电流 $\leq 16\text{A}$)》
GB17625.1

《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》GB/T 17626.5

《电气照明和类似设备的无线电骚扰特性的限值和测量方法》GB/T 17743

《一般照明用设备电磁兼容抗扰度要求》GB/T 18595

中国工程建设标准化协会标准

暗天空保护社区规划标准

T/CECS XXX -202X

条文说明

1 总 则

1.0.1 自党的十八大以来，党中央一直把生态文明建设放在全局工作的突出位置，要求全面加强生态文明建设。当前生态环境已经成为关系党的使命宗旨的重大政治问题，以及关系民生的重大社会问题。党的二十大报告指出“大自然是人类赖以生存发展的基本条件。最终自然、顺应自然、保护自然，是全面建设社会主义现代化国家的内在需求。必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展”。纵观全球，在中国以外的国家地区，近年来已经兴起了暗天空保护热潮，各类国际暗夜社区、城市暗夜区的建立，为我国的城乡发展建设提供了环境友好的可持续建设新思路。立足有人生产、生活的城乡空间，因地制宜地划定暗天空保护区范围，制定暗天空保护技术标准及管理要求，发展兼顾当地文化旅游发展、引导公众绿色低碳生活、实现暗夜星空保护的新型城区，是一项高度符合我国生态文明建设、“二十大”精神和《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》的规划、建设工作。2023 年，深圳创建成功了我国首例国际暗夜社区，对我国的暗天空保护区划定及建设提供了重要范例。在深圳的引领下，目前全国各地已相继开展暗天空保护的规划、建设工作，此次标准的编制将为我国各类暗天空保护区照明的全生命周期建设和管理，提供重要的标准依据和技术支撑，将有助于营造暗天空友好的城市照明光环境，确保相关保护、夜间经济及研究的可持续发展。

3 基本规定

3.0.5 天文观测类暗天空保护区即天文台、天文观测基地及其周边区域组成的城镇发展区；生态保护类暗天空保护区对应国土空间规划中的生态保护区及其周边区域组成的城镇发展区；纳入管控的周边区域具体范围应结合当地实际光污染防治需求合理划定。

3.0.6 永久基本农田集中区的农业照明不受此条限制。

3.0.7 部分城乡暗天空保护区已经完成了城市照明建设，灯具设施相对完好，可满足城市基本功能照明要求，但不满足暗天空保护要求，可通过灯具局部改造，增设遮光、防眩、滤光配件等，改善光谱、降低对天空的溢散光等，以满足暗天空保护要求。

3.0.8 临时性户外照明主要包括因节假日、重大节庆活动及比赛、演出、宣传活动等设置的临时性的户外照明设施，包括灯光公共艺术装置、临时活动设施照明、活动宣传广告照明、引导标识照明、舞台照明、灯光表演照明、活动场地补充照明以及节庆、活动装饰照明等。

4 规划设计

4.1 一般规定

4.1.4 依据《室外照明干扰光限制规范》，要对潜在受干扰对象进行干扰光影响分析评估，同时明确光污染限制的评价指标。

4.1.10 例如某一城市空间既位于天文观测类暗天空保护区，又位于生态保护类暗天空保护区，则其既需要满足本标准天文观测类暗天空保护区的照明建设控制要求，又需要满足本标准生态保护类暗天空保护区的照明建设控制要求，秉承从严原则，开展相关规划设计工作。

4.1.11 暗天空保护缓冲区内，仅重要的商业、文体、旅游消费空间，可按需进行适度的植物照明、水体照明，但不应采用媒体立面的形式；居住、医疗、教育

建筑不宜进行景观照明建设。上述照明的启闭需满足周边暗天空保护核心区的暗天空保护要求。灯光表演类照明，在表演结束后需立即关闭使用。

4.2 天文观测类

4.2.1 针对天文观测类的暗天空保护核心区及暗天空保护缓冲区的范围划定，需结合当地实际观测需求、地理环境条件等综合确定，不同城市空间的范围划定具有明显的差异性。以海西蒙古族藏族自治州冷湖天文观测环境保护条例为例，冷湖天文观测环境区域，是指为保障冷湖天文观测基地光学观测环境所划定的区域，划分为暗天空保护核心区和暗天空保护缓冲区；暗天空保护核心区是指以冷湖天文观测基地总体规划选址用地几何闭合区域边界向外 50 公里内的区域；暗天空保护缓冲区是指以暗天空保护核心区边界向外 50 公里的区域。以深圳西涌国际暗夜社区光环境管理办法为例，西涌国际暗夜社区是指为保障深圳天文台夜间观测环境及市民夜间观星需求所划定的区域，为暗夜保护核心区，由深圳天文台、西涌海滩和 8 个村落组成，总面积为 10.9 平方公里。暗夜保护缓冲区是指西涌国际暗夜社区边界向外 10 公里的区域，包括东涌社区及三门岛片区。

4.2.9 天文观测类暗天空保护核心区需至少达到中国科学院国家天文台《暗夜保护质量标准》中划分的“二级夜空”，即夜天光天顶亮度达到 $21.4 \text{ mag/arcsec}^2$ ，夜天光综合亮度达到 21 mag/arcsec^2 。天文观测类暗天空保护缓冲区需至少达到中国科学院国家天文台《暗夜保护质量标准》中划分的“三级夜空”，即夜天光天顶亮度达到 21 mag/arcsec^2 ，夜天光综合亮度达到 $20.6 \text{ mag/arcsec}^2$ 。

4.3 生态保护类

4.3.2 不涉及特殊保护需求区域，功能照明应选用静态、暖白光照明，色温应小于等于 3000K。涉及特殊保护需求的，应结合当地的生态保护专项研究，兼顾生态保护与公众夜间活动的视觉光环境需求，选用合理的光色及色温，助力当地生态保护工作开展。

4.3.3 部分生态空间及生态廊道位于城市核心发展区域，其生态保护类暗天空保护区缓冲区为城市重要的开发建设空间，出于夜间活动需求及城市经济发展等，涉及大量功能照明及景观照明建设需求，应加强常态化城市照明光污染管控。其

中，由于部分生态保护需求具有明显时段性（如候鸟保护），为兼顾生态保护及城市发展需求，可通过引入智慧照明系统及多模式夜景效果设计，通过适度、适宜、适时的多模式夜景照明设计及调控，在不同季节及时段进行差异化的夜景营造。

4.3.4 由于不同地区的候鸟迁徙时间具有差异性，所涉及的生态保护类暗天空保护缓冲区的业态功能及夜间公众活动需求等具有差异性，故应结合候鸟保护需求及地区实际运营情况，合理制定候鸟迁徙季特殊照明管控模式执行时间及城市照明启闭时间。

5 灯具和控制系统

5.1 光源与灯具

5.1.1 选择暗天空保护区的照明设备时，应优先考虑满足暗天空保护区照明的光谱、配光、照明效果、智能控制、安全、高效、低碳、环保等要求，同时进行全寿命期的综合经济分析比较。

5.1.3 暗天空保护区内对灯具的上射光、溢散光、眩光等有严格要求，需要通过光学配光文件，更全面地了解灯具的光学性能，利用专业照明计算软件，模拟照明效果，以验证是否可以满足暗天空保护要求。因此，需要厂商提供灯具的光学性能测试报告和光学配光文件，这也是暗夜国际认证（DarkSky Approved）灯具的基本要求。

5.1.4 暗天空保护区的气候环境条件复杂多变，照明灯具除满足一般要求外，还需要满足区域内各种特殊复杂环境条件下的正常工作，以确保照明效果。

5.1.5 暗天空保护区的照明灯具选择对全生命周期能耗及碳排放至关重要。全生命周期的碳足迹核算和分析有助于更加科学合理地确定照明方案和效果，目前可依据 ISO 14067:2018 《Greenhouse gases-Carbon footprint of products-Requirements and guidelines for quantification》、《温室气体 产品碳足迹量化要求和指南》GB/T 24067-2024 进行碳排放测算，国内权威机构已可出具照明产品碳足迹证书。

5.1.6 《道路和隧道用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 37478-2019，《普通

照明用 LED 平板灯能效限定值及能效等级》GB 38450-2019,《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255-2019 均已开始实施,并要求最低能效等级不得低于 3 级,即能效 3 级为准入市场的最低要求。而国家发展改革委、工业和信息化部、财政部、住房城乡建设部、市场监管总局在 2022 年发布、2024 年更新了《重点用能产品设备能效先进水平、节能水平和准入水平》,包含了照明产品,准入水平与能效 3 级基本一致,节能水平与能效 2 级基本一致,先进水平高于能效 1 级。暗天空保护的照明产品选择首要原则是考量灯具的光谱、配光、防眩等特性,导致从能耗角度上看,未必是最节能的,因此暗天空保护的照明产品,不应过于追求节能指标而牺牲一些光污染防控参数的要求。为兼顾节能环保与暗天空保护要求,本标准规定暗天空保护核心区选用的 LED 照明灯具的效能不应低于国家能效等级标准 3 级的要求。缓冲区选用的 LED 照明灯具的效能不应低于国家能效等级标准 2 级的要求。

5.1.7 暗天空保护核心区内的照明光谱对区域光环境影响极大,应严格控制灯具光谱指标,以满足暗天空保护区内照明的特定要求。照明产品的选择应尽量减少对自然环境生态系统、人类健康、公共安全、天文观测和全球气候产生负面影响,灯具光谱指标也是暗夜国际认证(DarkSky Approved)灯具的基本要求,暗夜国际在 2021 年 1 月 28 日通过的关于照明应用原则的指导政策(Board Policy on the Application of the Lighting Principles)中提到了对灯具光谱的要求,。很多科学研究已经确认,在夜间环境中的短波(“蓝色”)可见光辐射是一个重大的天文和生物问题,应严格控制照明灯具光谱中的蓝光成份,因此暗天空保护区一般功能照明灯具额定相关色温不应大于 3000K;而在生态保护区、天文台或天文观测地等特殊区域的照明灯具额定相关色温不应大于 2200K。

暗夜国际认识到,在光谱评估方面,相关色温 CCT 是最广泛被采纳和得到认可的参数,因此在生态保护区、天文台等暗天空保护区内的功能照明灯具相关色温不应大于 2200K,同时,进一步要求其光谱中富含蓝光的 380nm~520nm 波长范围内的光谱辐射功率占比不应大于 8%。也应避免光谱中紫外线部分(低于 380 nm)的室外光照射,因为它通常对野生动物有害,对人类也有影响。而在特定敏感区域附近,如敏感野生动物栖息地、生态保护区、天文台或天文观测地等区域,对照明光谱的要求更高,应更严格控制富含蓝光的波长段的辐射能量,所以灯具

光谱中 380nm-520nm 波长范围内的光谱辐射功率宜为 0%。对海龟栖息地附近的照明国际上有许多研究，基本一致的结论，要求灯具光谱应为波长大于 560nm 的长波光。而暗夜国际认证（DarkSky Approved）的海龟栖息地灯具，要求采用特定光谱 560nm 单色琥珀色光源，但 560nm 的主波长通常为黄绿光，非琥珀色，而最近几年最新研究表明可以采用主波长 595nm 的 LED 琥珀色照明，因此对海龟栖息地附近的灯具光谱要求确定为主波长不小于 560nm 的琥珀色、橙色或红色的窄带长波光。

不同动物对不同波长的光的适应性不同，应充分研究区域内动物特点和活动要求，避免不适当的照明光谱。下表是法国的生物多样性相关研究（LES CAHIERS DE BIODIV’ 2050）给出的几类动物需要避免的光谱波段，可作为相应区域照明光源选择的参考，但实际项目中还需要根据具体物种类型进行具体研究、分析，得出最适宜的光谱和主波长。

表 不同动物应避免的光谱波段

动物分类	波长范围（nm）							
	< 400	400~420	420~500	500~575	575~585	585~605	605~700	>700
淡水鱼	×	×	×	×	×	×	×	
海鱼	×	×	×	×				
甲壳类	×	×*	×*					
两栖和爬行类	×	×	×	>550	×	×	×	×
鸟类	×	×	×	×		×	×	×
哺乳类 (蝙蝠除外)	×	×	×	×			×	
蝙蝠	×	×	×	×				
昆虫类	×	×	×	×				

注：*可能产生影响，但缺少明确文献支撑。

5.1.8 暗天空保护核心区的室外功能照明灯具显色性应以一般显色指数（Ra）作

为评价指标,由于特定色温的照明不用考核显色指数(Ra),因此仅对色温 2200K $\leq$ CCT $\leq$ 3000K 的照明灯具规定一般显色指数要求。

当前暗天空保护核心区的室外功能照明中 Ra 低于 70 的 LED 灯具已经很少出现,因此本条要求功能照明的 LED 灯具,一般显色指数(Ra)不应低于 70。同时美国 DLC 认证 LUNA V1.0 技术要求也规定 Ra 不低于 70。城市居住类区域,由于大量的人员活动需要良好的照明显色性,因此要求灯具的一般显色指数(Ra)不应低于 80。在有特殊安全色识别或其他颜色还原要求的暗天空保护核心区,照明同样需要有良好的显色性,因此要求灯具的一般显色指数(Ra)不应低于 80。

5.1.9 此条参考《LED 城市道路照明应用技术要求》GB/T 31832 制定。暗天空保护核心区内 LED 道路功能照明灯具除上射光通量以外,还应进一步控制其溢散光,以满足暗天空保护要求和眩光控制要求。本标准结合不同环境区域的环境亮度,以及美国 DLC 技术要求给出的灯具 BUG 分级,对不同溢散光分类的 SP1、SP2、SP3 的 LED 道路照明灯具的使用提出了相关要求。

5.1.10 暗天空保护核心区内照明上射光的控制对于暗天空保护至关重要,建议选择可以严格抑制上射光的灯具,尤其在特定敏感暗天空保护区以及海龟栖息地附近的灯具应完全没有上射光,BUG 等级 U-0。可以通过灯具上射光比例或区域内绝对上射光通量的限制选择灯具,也可以选择全遮光型灯具(Fully shielded)。

5.1.12 暗天空保护核心区内的照明对光输出有严格要求,不同区域、不同对象、不同时间等都需要不同的照明限制要求,因此需要灯具光输出可以被随时按需调整,最小光输出应可调至额定光通量的 10%,特定敏感区域附近的灯具,最小光输出应可调至额定光通量的 1%。

5.1.13 为全面控制灯具光线的分布,减少无效的光扩散和浪费,避免眩光和光污染,在控制灯具上射光的基础上还应尽量减少灯具产生的照明眩光,暗天空保护核心区内的功能照明灯具应为截光型灯具,尤其道路照明灯具。

5.2 照明控制系统

5.2.1 暗天空保护区内所有城市照明设施包括道路照明、公共空间照明、建(构)

筑物照明、植物照明、城市家具照明、广告照明、招牌照明、艺术装置照明等全部户外照明设施（监控照明除外）均应纳入统一的智能照明控制系统进行照明场景管理。

5.2.2 智能控制系统的设计与选型，应根据暗天空保护区照明的功能要求、管理需求、系统性能特点、信息安全要求和建设条件等因素综合确定。

5.2.3 对不同的暗天空保护区，应根据其区域特征、地理位置、区域内特定活动以及季节和每日变化，确定不同的照明控制程序，包括开关时间、强度等。

5.2.4 由于暗天空保护区的性质、功能和活动内容不尽相同，同时环境因素如天气、日出日落、天象、月相等也在不断变化，因此照明设施和系统的参数设置也需要实现因地、因时、因景、因需、因动植物特性等的变化。

5.2.5 本条是对暗天空保护区照明智能控制系统的功能要求。

在智能照明控制实践中，手动控制、开关控制、光电照度传感器控制和时钟控制是常用的控制方式，以实现暗天空保护区照明的特定要求。通过这些常用控制方式，为不同模式或不同场景提供相应的不同的照明，又可以进一步灵活实现暗天空保护区内个别的或特定的照明要求。

暗天空保护区照明的控制需求如开关时间、亮度水平等会有新的需求，需要在本地或通过远程，方便调整照明设备参数和系统的设置，以实现智能照明。

环境信息包括日出日落，环境照度，天气等，用户需求信息包括用户的控制功能要求信息。比如根据季节性变化，合理调整每天的开灯模式；需要进行调光的场所，应能对光照度（光亮度）按设定值进行调节。需要进行色温调节的保护区，应能对色温进行设置和管理，并按照照明需求实现色温的调整；需要进行照明场景切换的保护区场所，应能够按照照明需求对设定的场景模式进行自动切换。

照明能耗是暗天空保护区照明系统的重要指标，需要通过智能照明控制系统实时采集能耗数据，并存储、分析，定期按预设的格式自动生成报表。

实时监测照明设备运营，当设备发生故障或断电时自动反馈、自锁和存储记忆故障信息；以系统显示、邮件或短信等方式提示故障信息。

5.2.6 暗天空保护区道路照明开关灯时天然光照度水平的确定首先需要考虑驾驶员的行车安全。快速路/主干道道路照明一般平均水平照度为 30lx 左右，次干

道/支路为 20lx 左右，当天然光照度达到这个水平时关灯，可以平滑过渡道路照明环境，保证暗天空保护区交通安全。而开灯照度定为 15lx, 主要考虑到开灯时人眼在明适应环境，适应时间短，所以开灯照度比关灯照度低；而且 LED 照明灯具可以快速点亮至全光通量，所以不宜过高。

5.2.7 智能控制系统的通信网络和控制协议需要考虑稳定、可靠、安全、开放、可升级等要求。

从通信网络和控制协议的可靠性、安全性和技术成熟度方面考虑，优先使用有线网络。

按照《中华人民共和国无线电管理条例》和《无线电发射设备管理规定》要求，无线电设备的频率应符合《中华人民共和国无线电频率划分规定》。微功率短距离无线电发射设备使用说明中应当注明“使用微功率短距离无线电发射设备应当符合国家无线电管理有关规定”字样。

照明控制协议应为标准、开放的协议。目前常用的有线通讯照明控制协议有 0/1-10V, PLC 和 DALI 协议；运行在无线 Cat-1 网络上的控制协议包括：灯具与分控设备之间的常用控制协议 DMX512/RDM 等；分控设备到主控设备之间的控制协议采用 TCP/IP 或 UDP 的以太网通信网络，常用控制协议的有 ArtNet、KiNet、DyNet 等协议；主控设备到照明管理平台之间应提供基于 CoAP、MQTT、HTTP/ XML 或 HHTP/REST 等开放协议。

5.2.8 由于有些暗天空保护区内有特殊的敏感区域，如敏感珍稀野生动物栖息地、生态保护区、天文台或天文观测地点，对光的强度和方向有严格限制要求，而在其附近的区域同样需要严格控制照明，为照顾到附近区域人员夜间基本活动的安全，只有在人员到达这些区域后照明才会被开启或调整，人来灯亮，人走灯暗，所以建议在这些区域设置人体感应器控制照明。

6 管理措施

6.0.3 在保障活动安全的前提下，临时照明的使用持续时间应限制到尽可能短，宜将照射方向调整到水平以下。如在活动照明期间引发明显的光生态事故，应在确保交通、人流疏散等的前提下，及时关闭相关照明设施。