《夜间光环境质量监测中夜空亮度的测量方法（征求意见稿）》
编制说明

目　录

1 工作简况.....1
1.1 任务来源.....1
1.2 工作过程.....1
1.2.1 成立标准编制组.....1
1.2.2 文献资料调研.....1
1.2.3 初稿及编制说明编写.....1
1.3 标准编制主要参加单位及其所做的工作.....2
2 标准编制的必要性.....2
2.1 落实国家要求，服务美丽江苏建设的必然需要.....2
2.2 回应民众诉求，提升光环境质量的现实需要.....2
2.3 填补行业空白，开展监测方法研究的客观需要.....3
3 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....3
3.1 美国.....3
3.2 国际天文学会及国际照明委员会.....4
3.3 韩国.....4
3.4 中国.....5
3.4.1 中国生物多样性保护与绿色发展基金会星空工作委员会.....5
3.4.2 中国科学院天文台.....5
3.4.3 地方层面.....6
4 标准编制的基本原则和技术路线.....6
4.1 标准编制原则.....6
4.1.1 生态优先原则.....6
4.1.2 科学性原则.....6
4.1.3 可行性原则.....6
4.2 技术路线.....6
4.3 解决的主要问题.....7
4.4 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性.....7
5 标准主要内容及制定依据.....7
5.1 范围.....7
5.2 规范性引用文件.....7
5.3 术语和定义.....7
5.4 一般要求.....8
5.4.1 测量目的.....8
5.4.2 测量条件.....8
5.4.3 测量设备.....9
5.5 夜空亮度的测量方法.....10
5.5.1 适用区域.....10
5.5.2 测点布设.....11
5.5.3 测量范围.....11
5.5.4 测量要求.....11
5.6 结果表示.....11

5.7 质量保证和质量控制.....11
5.7.1 计量检定.....11
5.7.2 测量过程.....12
5.7.3 人员要求.....12
5.8 测量记录.....12
6 主要试验（或验证）情况.....12
7 社会效益及对产业发展的作用.....12
8 标准涉及专利情况.....13
9 重大分歧意见的处理经过和依据.....13
10 贯彻协会标准的要求和措施建议.....13
11 其他需要说明的事项.....13

《夜间光环境质量监测中夜空亮度的测量方法（征求意见稿）》编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

随着我国城市化进程加速及夜间经济的快速发展，户外广告、景观照明、道路照明等光源的设置不当，正在逐步影响着群众身边的生态环境质量。“十四五”以来苏州便民服务热线接到市民对夜间光污染扰民的投诉事件约为8700余件，且年投诉量呈小幅上升趋势，光污染带来的扰民问题开始显现。2026 年《中华人民共和国生态环境法典》设立光污染防治专章，标志着光污染防治法治化进程已开启新时代。目前，国家及省级层面尚未出台生态环境领域夜间光环境质量监测相关标准，且现行标准在监测方法规范性方面仍存在规范内容不全面、测量方式不完善及软硬件要求不明确等技术短板，亟需制定系统、规范、统一的方法体系支撑生态环境监测开展。为响应“十五五”光污染防治新要求，加强生态环境监测在光污染防治中的支撑作用，填补相关监测方法空白，启动本标准编制项目。项目牵头单位为：江苏省苏州环境监测中心；参加单位为：深圳华萤光电技术有限公司和苏州优康检测技术服务有限公司。

1.2 工作过程

1.2.1 成立标准编制组

江苏省苏州环境监测中心、深圳华萤光电技术有限公司及苏州优康检测技术服务有限公司，于2026年1月成立标准编制组，开展标准研究和制定工作。

1.2.2 文献资料调研

根据标准编制项目推进相关要求，编制组于 2026 年 1~2 月底完成相关法律法规、国内外标准、文献的收集整理工作，了解国内外光环境质量监测方法研究进展以及相关评，为标准制定提供坚实技术支撑。

1.2.3 初稿及编制说明编写

标准编制组于2026年3月完成标准草案，并于3月底召开专家论证会，听取专家意见。4-8月，标准编制组在专家意见基础上继续修改标准文本，并开展了照度、眩光值及夜空亮度的现场监测和验证工作，根据现场工作实际进一步完善标准文本，并同步形成了

编制说明。

1.3 标准编制主要参加单位及其所做的工作

江苏省苏州环境监测中心作为牵头单位负责统筹协调各单位工作，同时负责测量方法的制定及现场监测的验证工作。深圳华萤光电技术有限公司负责提供现场监测设备技术指导及测量设备技术要求制定工作。苏州优康检测技术服务有限公司负责国内外标准、文献的整理收集及配合开展现场监测工作。

2 标准编制的必要性

2.1 落实国家要求，服务美丽江苏建设的必然需要

2014 年修订的《中华人民共和国环境保护法》第一次明确指出光辐射是环境污染的具体形态，标志着全国性立法已将光污染行为纳入其适用范围。2022 年生态环境部《“十四五”生态环境监测规划》提出，要围绕改善人居环境、保障公众健康，积极推动光污染监测研究；2024 年生态环境部《关于加快建立现代化生态环境监测体系的实施意见》指出，要稳步开展光监测，强化高水平监测业务支撑。2026 年，《中华人民共和国生态环境法典》正式发布，在第九分编第三十六章首次设立“光污染防治”专章，明确生态环境主管部门对光污染防治工作实施统一监督管理的职责要求，标志着光污染防治工作已纳入法制化、规范化轨道。

2.2 回应民众诉求，提升光环境质量的现实需要

长三角地区作为中国经济发展最活跃的区域之一，城市化程度高，夜间照明亮化、景观美化工程多，核心区夜间灯光辐射亮度 均值约为全球乡村区域的 30~50 倍，随之产生的夜间光污染问题也较为突出。从长三角区域来看，苏州市夜间光环境质量（2023 年平均夜空亮度为 19.53 mag/arcsec^2）仅优于上海市，受光污染影响程度与一线城市相当。“十四五”以来，苏州便民服务热线“12345”接到夜间光污染扰民投诉事件总量为 8700 余件，年均投诉量增长约 20.9%。光污染来源方面，主要涉及道路照明、广告标识、施工场地照明、LED 屏幕等，投诉量分别约 3415 件、1685 件、1028 件和 835 件，总占比近 80%；受影响对象方面，以住宅居室受干扰为主，投诉量约 6903 件，占比 79.3%，此外，道路驾驶以及户外活动受干扰投诉量约 1793 件，占比 20.6%。由此可见，光污染带来的扰民环境问题正逐步显现，光污染防治需求不断增长。

2.3 填补行业空白，开展监测方法研究的客观需要

目前，国内已发布 20 余项有关室外照明及光环境标准规范，国家标准方面，《室外照明干扰光限制规范》（GB/T 35626-2017）等首次从干扰光角度提出不同类型室外照明的限制指标及测量方法；《室外运动和区域照明的眩光评价》（GB/Z 26214-2010）对室外照明眩光的测量及评价做出规定；《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）提出了不同照明场景下的测量指标、测量方式及仪器要求；行业标准方面，《城市夜景照明设计规范》（JGJ/T 163-2008）对城市建筑物及夜景等照明规定了限制指标及限值；地方标准方面，深圳市出台的《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）是我国首个光环境质量地方标准，并提出了测量指标及对应限值。

但是，现行标准在光环境监测方法规范性方面仍存在以下技术短板：一是规范内容不全面：《室外照明干扰光限制规范》等监测对象仅针对照明光源，不适用于光环境监测，《城市夜景照明设计规范》等存在监测场景缺失等局限；二是测量方式不完善：《室外运动和区域照明的眩光评价》等对监测要求描述不详实，未结合软硬件使用细化测量步骤，《夜间光环境区域限值》等对监测点位设置不明确，可操作性不高；三是软硬件要求不明确：《照明测量方法》等未明确在光环境监测中二维影像亮度计的计量要求，《夜间光环境区域限值》等未明确二维影像亮度计视角范围、过程参数等软硬件功能需求，对测量设备选型造成困难。综上，亟需制定系统、规范、统一的监测方法体系支撑光污染防治。

3 主要国家、地区及国际组织相关标准研究

3.1 美国

暗夜保护运动最早源于美国。美国国家公园管理局出台了多项政策文件保护暗夜星空。其中《国家公园管理政策(1988)》首次提出“暗夜星空”的概念；在《创造我们的未来：国家公园服务的战略计划(1993-1994)》中认定暗夜星空是国家公园管理局的重要保护对象；在《国家公园系统附近的可再生能源开发备忘录(2010)》中明确能源开发的过程可能给暗夜星空造成不利影响，并将暗夜作为其评估考量的因素。 美国非盈利性的暗夜保护活动也走在世界前列，1988 年成立了世界上第一个保护暗夜的国际性非盈利组织—国际黑色星空协会（International Dark-Sky Association，IDA）。天空等级越低，光污染程度约高，可见星星数量就越少。John Bortle 提出的波特尔暗黑天空分类法（Bortle Dark-Sky Scale）是衡量夜空黑暗程度的重要标准。这一分类法将夜空从最黑暗到光污染最严重的区域划分为 9 个等级（1-9 级），为天文观测者和环境保护者提供了量化光污染的工具。

表 1 波特尔暗黑天空分类

天空等级	肉眼极限星等	位置	污染程度
1	7.6~8.0 等	原始黑暗天空	黄道光、银河星光等都能看到
2	7.1~7.5 等	典型真正黑暗天空	沿着地平线气辉微弱可见
3	6.6~7.0 等	乡村天空	在地平线附近出现了一些光污染的迹象
4	6.1~6.5 等	乡村与郊区过渡区天空	在人口聚集区方向光污染可见
5	5.5~6.0 等	郊区天空	银河非常的微弱,地平向方向不可见
6	5.5 等	明亮的郊区天空	即使在最好的夜晚也无法看到黄道光， 仅可看天顶处的银河
7	5.0 等	郊区与城市过渡区天空	整个天空背景呈现模糊的灰白色,银河已完 全不可见
8	4.5 等	城市天空	天空发出灰白色或橙红色的光
9	4.0 等或更小	中心区主城区天空	整个天空被照的通亮

3.2 国际天文学会及国际照明委员会

国际天文学会（International Astronomical Union，IAU）世界上最早研究天文光污染的国际研究组织便是 IAU，1984 年，IAU 与 CIE 联合制定了《减少天文台附件城市辉光指南》；1997 年在日本京都的 IAU 大会期间，IAU 与 CIE 就“保护天文窗口”共同展开了探讨；IAU 还在 1999 年 7 月与联合国一道，举办了“保护天文天空协会”，随后出版了会议论文集。

目前，国际照明委员会（CIE）与国际天文学联合会（IAU）联合发布的 2025 版标准，是当前全球光污染阈值界定的核心依据，摒弃了单一亮度指标，采用“多维度复合阈值”的体系。其核心基准为自然夜空亮度，即无人工光源干扰下，由大气辉光、星光、银河光构成的固有夜空亮度。夜空亮度指自然夜空（无光污染时）与人造光源造成的光污染叠加后的背景亮度天文学家传统上使用单位星等每平方角秒（mag/arcsec² 或 mpsas）。典型值约为 22.0 mag/arcsec²-22.5 mag/arcsec²（SQM 光度计测量值）。截至 2026 年，国际通用阈值分级统一采用 SQM 测光单位与波特尔分级对标，实现不同监测方法的数据互通。SQM 值可采用便携式天空质量计进行测量，实时、自动地获取天顶方向的夜空亮度。

3.3 韩国

韩国依托《人工照明光污染防治法》，构建分区分类管控体系，兼顾首尔等大都市夜景需求与居民睡眠健康，核心指标兼顾夜空亮度与溢散光照度。标准将区域划分为 4 类照明管理区：I类（自然保护区/暗夜公园）夜空亮度≥ 21.5 mag/arcsec²；II类（郊区居住区）夜空亮度≥ 20.5 mag/arcsec²；III类（一般城区）夜空亮度≥ 19.5 mag/arcsec²；IV类（商业核心区）夜

空亮度≥ 18.8 mag/arcsec²，日落至 23:00 放宽照度限值，23:00 后强制减半。

3.4 中国

3.4.1 中国生物多样性保护与绿色发展基金会星空工作委员会

我国在暗夜星空保护方面起步较晚，主要由中国生物多样性保护与绿色发展基金会星空工作委员会发展推动。中国生物多样性保护与绿色发展基金会星空工作委员会（简称“星空会”）成立于 2015 年 9 月，是中国绿发会的二级机构，也是国内首个专注于推进夜间环境保护和星空文化发展的专门组织。其核心使命是倡导控制和治理光污染，在具备条件的地方建立符合标准的暗夜星空保护地，并推动以星空保护、科普、旅游和创意为核心的星空文化产业。其主要工作涵盖了标准制定、保护地建设、政策倡导、公众教育和国际合作等多个层面：一是建立国内标准。参照国际标准并结合中国国情，制定了《中华暗夜星空保护行动纲领》和《暗夜星空保护地和项目标准》（T/CGDF 0001-2018），为国内保护地的设立和认证提供了依据。二是建设保护地网络。在中国绿发会的指导下，已在全国多省市推动建立了 11 个“中华暗夜星空保护地”，例如西藏阿里和那曲、江苏盐城野鹿荡、山西太行洪谷、浙江开化等。三是积极与国际接轨。已成功推荐其中 7 个保护地入选世界自然保护联盟（IUCN） 的《世界暗夜保护地名录》，包括西藏阿里、那曲以及江苏盐城野鹿荡等，让中国的暗夜保护工作获得了世界认可。四是推动政策与立法。长期致力于推动光污染防治立法，曾向全国两会提交相关提案建议稿，并积极与地方政府合作，通过地方性法规等形式为暗夜保护提供法律保障。五是开展公众教育与科普。通过举办“地球一小时”联动活动、星空文化节、观星活动、全球征文和校园讲座等多种形式，广泛提升公众对暗夜保护和光污染危害的认识。六是促进国际合作。与国际暗夜协会（IDA）、世界自然保护联盟暗夜顾问委员会（IUCN DSAG）等国际组织保持密切合作，并将中国保护地纳入国际体系，代表中国在全球暗夜保护领域发声。

3.4.2 中国科学院天文台

2025 年 3 月，中国科学院国家天文台发布了全国首个针对暗夜等级划分的专业标准——《暗夜环境等级划分》（Q/GT001-2025）。以实际测量和观测数据为依据，通过天空背景天顶亮度值和综合亮度值（单位：mag/arcsec²）将暗夜环境划分为 5 个等级，明确了夜空亮度与暗夜质量的分级分类关系：

一级暗夜：夜天光天顶亮度值≥ 21.7 mag/arcsec²，综合亮度值≥ 21.3 mag/arcsec²。

二级暗夜：夜天光天顶亮度值≥ 21.4 mag/arcsec²，综合亮度值≥ 21.0 mag/arcsec²。

三级暗夜：夜天光天顶亮度值≥ 21.0 mag/arcsec²，综合亮度值≥ 20.6 mag/arcsec²。

四级暗夜：夜天光天顶亮度值≥ 20.6 mag/arcsec²，综合亮度值≥ 20.2 mag/arcsec²。

五级暗夜：夜天光天顶亮度值≥ 20.2 mag/arcsec²，综合亮度值≥ 19.6 mag/arcsec²。

3.4.3 地方层面

我国在地方层面也出台了针对性的管理规范。2024 年 3 月，全国首个暗夜社区相关地方标准《暗夜社区光环境规范》在深圳正式实施。该标准规定，暗夜社区无光区域的夜空亮度不宜小于 19 mag/arcsec²，天顶方向的目视星等宜≥ 5.0，旨在通过科学管理社区照明来防止光污染。深圳《夜间光环境区域限值》（DB 4403/T 333-2023）参考《暗夜星空保护地和项目标准》（T/CGDF 00001-2018）规定 I 类光环境区域内的天文观测区夜空亮度限值≥20 mag/arcsec^2。

测量方法方面，除了使用便携式天空质量计进行测量外，国内也开始使用二维影像亮度计进行测量。如深圳华萤光电技术有限公司的 GM-1000 二维影像亮度计设备可对夜空亮度进行测量，还可以给出天空亮度分布图，以及极限星等等测量结果。《夜间光环境区域限值》（DB 4403/T 333-2023）标准中也采用二维影像亮度计对夜空亮度的测量做了简要规定及描述，“将二维影像亮度计竖直朝向天顶并连续进行 5 次拍摄,利用软件功能,计算图像中 20°视角范围内(天顶区域)的平均亮度,取 5 次测量结果的平均值作为评价指标”。

4 标准编制的基本原则和技术路线

4.1 标准编制原则

4.1.1 生态优先原则

以环境本底值为评价光环境质量的重要依据，采用夜空亮度作为表征天文观测等完全黑暗区的光环境质量指标。

4.1.2 科学性原则

坚持科学严谨态度，在充分调研资料结合现场实际基础上，采用环境、天文、光学等相关学科方法，科学制定夜空亮度测量方法。

4.1.3 可行性原则

结合区域光环境特征与监测实际，在测点布设、数据采集等方面兼顾现场操作的可行性及便捷性。

4.2 技术路线

开展国内外文献资料、标准规范调研，同时与高校、科研院所、仪器厂商开展深度技

术交流，重点明确点位布设、测量过程、测量时间及频次、设备要求、质控措施等方面内容，初步形成标准草案及编制说明；通过进一步开展现场监测验证并汲取专家意见，形成征求意见稿；面向行业协会和社会公众广泛征求意见，修改形成送审稿并通过技术审查，最终形成报批稿，经审查、批准后发布实施。

4.3 解决的主要问题

本标准明确了夜间光环境质量监测中夜空亮度的测量方法，对点位布设、测量实施、设备要求及质量控制等多个方面规范技术要求，并具有以下特点：一是立足环境质量监测，对现行国家、行业、地方标准进一步补充完善，形成符合苏州光环境区域实际的测量方法，填补该领域空白；二是突出人的主观感受，以人眼对眩光的不舒适程度角度出发，确定眩光测量方法，并根据不同光环境区域特点进行细化；三是经过与设备制造单位的深入交流，明确监测软硬件技术要求，并根据实践验证，增强可操作性的同时，确保测量数据准确、有效。

4.4 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性

本标准符合国家相关法律法规及相关行业规章制度，与其他相关标准无矛盾、无不协调。

5 标准主要内容及制定依据

5.1 范围

本标准对夜间光环境质量监测中夜空亮度的测量方法、设备要求及环境条件、质量保证和质量控制、测量记录等技术要求做了规定。在暗夜星空保护、天文观测等户外区域内，室外光源使用被严格限制，环境照度较低且在相关区域内，主要从事天文观测和暗夜保护工作，对夜空质量有较高要求。因此，使用夜空亮度作为表征该户外区域光环境质量指标具有较好代表性，也契合暗夜保护、天文观测功能。

5.2 规范性引用文件

本章节列出在标准编制过程中引用的相关规范标准，包括《室外照明干扰光限制规范》（GB/T 35626-2017）、《光亮度计检定规程》（JJG 211-2021）、《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）、《暗夜等级划分》（Q/GT 001-2025）及《图像亮度测量设备》（CIE 244:2021）。

5.3 术语和定义

本标准涉及 4 个术语，分别为光环境区域、夜空亮度、测点位置和熄灯时段。

光环境区域是根据地块功能性质及亮度状况等内容，对相应区域所作的划分，主要参考《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）中 3.2“光环境区域”和《城市夜景照明设计规范》（JGJ/T 163-2008）中 2.0.29“环境区域”的相关内容制定。

夜空亮度是用于表征天空辉光对夜空天顶区域影响的物理量，其反映了天顶范围内夜空背景的明暗程度，定义主要参考国家天文台《暗夜等级划分》（Q/GT 001-2025）3.4“天空背景天顶亮度”中及《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）中 3.3“夜空亮度”的相关内容制定。

测点位置即测量位置，在现场实际操作中为测量设备光接收器所在的位置。

熄灯时段是根据当地相关规定，对非功能性照明进行严格控制的时间段。若当地行业主管部门有具体规定的，应遵循其规定；若无规定的，应当以当地 22:00 后到日出前为熄灯时段，定义主要参考《室外照明干扰光限值规范》（GB/T 35626-2017）中 3.5“熄灯时段”和《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）中 3.4“熄灯时段”的相关内容制定。

5.4 一般要求

5.4.1 测量目的

本标准规定了夜间光环境质量中夜空亮度的测量方法，测量夜空亮度是天顶夜空的明暗程度，用于表征暗夜星空保护区、天文观测区等完全黑暗区的夜间光环境质量。

5.4.2 测量条件

气象条件方面，在雨、雪、冰雹等天气情况时，水改变或遮挡光源光线传播干扰测量点正常取景，无法得到真实测量值；雷电会造成短时间环境亮度突增，显著提高光源因素以外造成的照度，造成测试结果偏高；雾霾显著会影响光线传播，造成漫反射，造成测量误差，无法正常反应光污染水平，当能见度≥10 km 且空气质量为优良时，可以认为无雾及无霾，适合开展监测；此外，有研究表明，云层会显著增加漫反射效应，呈现天空辉光，造成极大测量误差，因此根据多个天文台观测要求及经验。认为云量不超过 10%是适合开展夜空测量及观测的，同时天顶的测量区域内目测应无云。天气、能见度、空气质量、总云量均可以气象部门实时发布的信息为准，提高现场操作性及信息权威性。

防人为干扰方面，遮挡仪器采样器及镜头会干扰正常取样，造成测量结果严重失真，同时参考《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）等相关要求，应当避免人为干扰及遮挡。

测量时段方面，《暗夜星空保护地和项目标准》（T/CGDF 00001—2018）提到夜空亮度测量在每年 3 月上旬和 9 月上旬，此时段夜空亮度受自然光的影响最小。考虑到此规定测量

窗口期较短，因此从保证月度监测频次和避免月光影响角度，选取农历初一（新月）（新月时月光对地面影响最小情况）前后 3 天内作为测量窗口期。若此时段气象条件不满足，可前后适当延长 1~2 日，但需注意避免可能存在的月光干扰；若仍不满足气象条件，则后续测量日期受月光影响较为显著，不再适合测量，应当顺延至下月。此外，应当在熄灯时段测量，可以最大程度避免人工照明和自然光对夜空亮度的影响，测量值能够真实反映夜空质量，同时参考《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023），在重大活动和灯光秀期间，光环境质量较日常时期会有较大波动，此时段的测量数据无法真实反映光环境质量，代表性不足。基于上述原因，应当避免在上述时段测量。

5.4.3 测量设备

目前，测量夜空亮度通常有两种方案：一是采用二维影像亮度计测量，通常通过软件算法计算天顶 20°的平均亮度后换算。二是采用便携式天空质量计或其他具有亮度、角度等相同测量功能的设备测试。二维影像亮度计方面，国内专业做夜空亮度测量功能的设备较少，夜空亮度测量大多作为眩光测试设备中的一个子功能，采用多重曝光实现高动态范围亮度成像以提高测试准确度的，可得到数值，还可得到天顶亮度分布。便携式天空质量计主要为加拿大 Unihedron SQM 系列设备，是具有相同功能的专业测量设备。由于 SQM 设备为专用设备，本标准侧重对二维影像亮度计用于夜空亮度测量进行计量及功能规定。

5.4.3.1 计量性能

二维影像亮度计计量性能方面，《亮度计检定规程》（JJG 211-2021）对亮度计有标准级、一级、二级 3 种级别规定，二级亮度计示值误差要求为不大于±10%，精度偏低。不均匀性响应误差为二维影像亮度计的专项检定指标，反映的是图像中心与边缘亮度值的测量差异。由于眩光值测试设备需满通常采用鱼眼镜头或超广角镜头，边缘存在一定程度畸变，最小等达到 3.5%，通常有 5%的误差，无法满足一级计量性能中 3%的要求；此外，《室外运动和区域照明的眩光评价》（GB/Z 26214-2010）中提到，眩光值每增加 10 才会引起人眼明显的舒适程度变化，若仅满足二级不均匀性响应 6%的误差，也能够较好满足精度要求。因此，可以认为二维影像亮度计在测量夜空亮度时，不均匀性响应误差满足二级计量要求，其他计量性能需满足一级要求。便携式天空质量计方面，其检定/校准并不适用《亮度计检定规程》（JJG 211-2021），但其应具有一定的计量溯源体系来保证其数据准确度，例如 SQM 系列设备，其出厂通过 NIST（美国国家标准与技术研究院）统一溯源标准。因此，规定便携式天空质量计等设备，应符合相关计量溯源要求。

5.4.3.2 功能参数

根据《图像亮度测量设备》（CIE 244：2021）中的定义，II 型图像式亮度计（二维影像亮度计）需经过亮度及几何标定，能够获取图像中每个像素点对应的亮度值、方向信息（与测试轴线间的方位角和俯仰角）、位置信息（在传感器上的坐标信息），以及对应的立体角等信息。若使用二维影像亮度计进行夜空亮度测试，需得到每个像素点亮度值并选定 20° 的测量范围，因此用于夜空亮度测量的二维影像亮度计必须满足 CIE 244 中 II 型设备的功能要求。

视角方面，根据定义要求夜空亮度的测量需要测量天顶中心半径 10° 范围内的天区，此时需要设备视角范围必须大于 20°，目前市面上普通镜头便可满足要求，鱼眼镜头亦可。

分辨率方面，二维影像亮度计所使用的图形传感器需要保证一定的像素值，以提高采样画面场景细节处理，经工程实践证明，通常需要设备具备至少 500 万像素的分辨率，且目前市面设备能够满足。因此，借鉴对测量眩光值的二维影像亮度计的测试要求，提出至少 500 万像素的分辨率要求。

动态范围，在成像系统中，严格定义为系统可捕获的最高信号强度与最低可分辨信号强度之比，通俗可理解成最大可测光强与最小可测光强之比。自然场景中从无月暗夜至太阳直射动态范围约 10^9:1；而在夜晚户外眩光场景，动态范围可达 10^5:1~10^6:1;普通图像传感器因势阱容量受限，动态范围常约 $10^{3.5}$:1。在夜空亮度测试中，亮度本身较低，动态范围较小，因此不对动态范围提要求。但借助多重曝光，拍摄多张不同照片，取各照片中信号值最优的像素点进行 HDR 合成，可提高个像素点测试准确度。因此，在标准中相关规定，通过软件控制多重曝光实现高动态范围成像。

测量时间方面，由于需要多重曝光实现高动态范围亮度成像，因此设备单次测量时间较长。此外，夜空亮度波动较小，因此不需考虑采样时长对测量结果的影响。

软件层面，二维影像亮度计通过测量 20° 视角范围内的平均亮度后转化为夜空亮度得到测量结果，因此应当配备相关模块进行自动分析，并计算测量结果。

5.5 夜空亮度的测量方法

5.5.1 适用区域

夜空亮度用于天顶夜空的明暗程度，其适用于暗夜保护及天文观测区域光环境质量的测量。

5.5.2 测点布设

在天文台、天文观测站、天文观测基地等具备天文观测设施配套的区域内，通常都有固定天文观测位置，此时可以以此位置作为夜空亮度的测量点位。若该区域无天文光设备配套，则可根据现场情况，选择可以到达的观测条件最好的位置作为测量点位，应优先选择户外空旷处，并避免周围人工光源及山体、建筑遮挡等影响，具有较好代表性。

5.5.3 测量范围

根据定义要求，夜空亮度需测量天顶中心半径 10°范围内的天区，因此设备光接收器轴线方向应当垂直于地面，竖直朝向天顶，同时保证测量范围为 20°的全角区域。

5.5.4 测量要求

在本标准规定的测量条件下，夜空亮度结果通常较为稳定，是夜空明暗程度的真实反映。《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）相关资料提到夜空亮度在 1 小时内可能会出现 0.1 mag/arcsec^2 的波动，因此为保证数据采集的准确性、代表性，控制合理误差，因此规定对夜空亮度测量 5 次，符合生态环境监测领域数据采集的普遍做法。

5.6 结果表示

首先，各个测点的测量结果应当单独表示。由于夜空亮度数值较为稳定，因此每个测点的测量结果取 5 次测量的算数平均值可控制合理误差。修约方面，《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）、《暗夜等级划分》（Q/GT 001-2025）、《暗夜星空保护地和项目标准》（T/CGDF 0001-2018）等行业内规范均涉及到夜空亮度限值规定，保留位数均为小数点后 1 位，以此保证一定测量精度。为与行业普遍要求统一，方便后续进行限值评价，因此将结果修约至小数点后 1 位。

5.7 质量保证和质量控制

5.7.1 计量检定

《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）要求“对监测结果的准确性或有效性有影响的仪器设备，包括辅助测量设备,应有量值溯源计划并定期实施，在有效期内使用。量值溯源方式包括：检定；校准。”《亮度计》（JJG 211-2021）要求“检定周期一般不超过一年”。为满足夜空亮度测量准确性，照度计需定期检定/校准合格，每年不少于一次，并在有效期内使用。与二维影像亮度计要求相同，其他相同功能的仪器也应当符合相同的计量溯源周期要求。此外，按照《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）相关要求，若仪器使用频繁，应在两次检定或校准间隔内进行期间核查。

5.7.2 测量过程

测量前应当提前开机，使在仪器处于稳定工况时进行测量，避免由于设备未完全稳定而造成的测量结果偏差。测量过程中，应通过观察云台上平衡仪水平情况保证设备竖直朝向天顶。

5.7.3 人员要求

参考《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630-2011）相关内容及工作实际，现场测量人员应具备光环境质量监测专业知识，确保科学布设测点，规范执行测量过程。因此以“监测人员经业务培训并考核合格”的要求使现场监测人员满足上岗监测要求，同时规定了培训需包括但不限于测量方法、仪器使用、现场实操等内容。人数方面，参考《检验检测机构资质认定生态环境监测机构 评审补充要求(2025 年)》等文件要求及工作实际，现场监测人员数量不得少于 2 人。

5.8 测量记录

现场测量时，根据《检验检测机构资质认定生态环境监测机构评审补充要求(2025 年)》第十八条相关要求，应当用具备定位、授时等功能的影像记录设备以拍照、摄像等方式记录测量位置、测量时间及周围环境等信息，做好记录及留痕。

根据《检验检测机构资质认定生态环境监测机构评审补充要求(2025 年)》相关要求，结合光环境质量监测内容，应当做好现场记录，内容包括但不限于：测量地址、测量日期、点位名称与位置信息、光环境类型、设备信息、气象条件、测量朝向确认、测量参数、测量数据及结果、测点示意图、光源情况、人员等。附录 A 为测量记录表，供参考。

6 主要试验（或验证）情况

标准编制组根据苏州市实际情况，对太湖西山国家地质公园等区域的夜间光环境质量开展了现场监测。经过现场验证，本标准所规定的夜空亮度的测量方法能够科学表征相关区域的光环境质量且具有较好的操作性。

7 社会效益及对产业发展的作用

本标准规定了夜空亮度的测量方法，能够量化以暗夜星空保护、天文观测为主要功能区域的夜间光环境质量且填补暗夜保护区光污染监测方法空白，为天文观测与暗夜资源保护提供技术支撑，其具有以下几方面突出效益：一是支撑天文观测与科研工作，通过对天顶区域夜空亮度的标准化测量，为天文台、天文观测站等设施评估周边光环境质量提供统一的技术手段，保障天文观测数据的准确性。二是支撑暗夜资源保护与管理，通过夜空亮

度的量化监测，为完全黑暗区域光环境质量状况评估和变化趋势分析提供基础数据，为相关保护政策的制定和实施效果评价提供科学依据。

产业发展方面，本标准明将带动暗夜经济与与相关配套产业发展，为暗夜资源的价值评估提供了可量化的技术手段。一是支撑暗夜文旅产业规范发展，依托符合夜空亮度标准的区域，为天文旅游、星空摄影、暗夜主题营地等项目的选址和环境质量评价提供统一依据，促进暗夜文旅产业的规范化、标准化发展。二是支撑天文科研及上下游产业，通过对天文台、观测站周边夜空亮度的长期监测，为天文观测设备的运行维护及观测辅助系统等相关产业提供环境质量数据支撑。

8 标准涉及专利情况

本标准无涉及专利问题。

9 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

10 贯彻协会标准的要求和措施建议

建议尽快征求意见并发布实施，进一步完善夜间光环境质量监测方法。在开展相关区域夜间光环境质量监测时，依据本标准进行。建议加大标准宣传力度，及时向相关管理部门、科研机构、检测单位等宣贯该标准，扩大标准影响力，推动其在夜间光环境质量监测的应用。

11 其他需要说明的事项

无。