《夜间光环境质量监测中照度的测量方法（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.....2
3 主要国家、地区及国际组织相关标准研究.....3
3.1 国际照明委员会（CIE）.....3
3.2 日本.....4
3.3 韩国.....4
3.4 中国.....4
4 标准编制的基本原则和技术路线.....4
4.1 标准编制原则.....4
4.1.1 以人为本原则.....4
4.1.2 科学性原则.....4
4.1.3 可行性原则.....5
4.2 技术路线.....5
4.3 解决的主要问题.....5
4.4 与现行相关法律、法规、规章及相关标准的协调性.....5
5 标准主要内容及制定依据.....5
5.1 范围.....5
5.2 规范性引用文件.....6
5.3 术语和定义.....6
5.4 一般要求.....6
5.4.1 测量目的.....6
5.4.2 测量条件.....6
5.4.3 测量设备.....7
5.5 人眼方向垂直照度的测量方法.....9
5.5.1 适用区域.....9
5.5.2 测点布设.....9
5.5.3 测量朝向.....10
5.5.4 测量要求.....10
5.6 窗口垂直照度的测量方法.....11
5.6.1 适用区域.....11
5.6.2 测点布设.....11
5.6.3 测量要求.....11

5.7 结果表示.....12
5.8 质量保证和质量控制.....13
5.8.1 计量检定.....13
5.8.2 测量过程.....13
5.8.3 人员要求.....13
5.9 测量记录.....13
6 主要试验（或验证）情况.....14
7 社会效益及对产业发展的作用.....14
8 标准涉及专利情况.....14
9 重大分歧意见的处理经过和依据.....14
10 贯彻协会标准的要求和措施建议.....14
11 其他需要说明的事项.....15

《夜间光环境质量监测中照度的测量方法（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和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 国际照明委员会（CIE）

国际照明委员会标准文件 CIE 150:2017《室外照明设施干扰光影响限制指南》对垂直照度的测量做了相关规定。测量目的方面，窗口处垂直照度测量的是室外照明投射至邻近建筑窗户、外墙的总垂直照度，用于评价居住空间光侵入干扰。测量点位布置方面，是针对“居民受侵入光影响”的核心场景，测量位置需覆盖关键敏感点，包括：物业边界（如相邻住宅的院落、围墙）、建筑立面（尤其是窗户等易受光侵入的部位）、相邻住宅的窗户（需明确窗户高度与朝向）。测量仪器方面，选用准确度与重复性达标的照度计，需定期由认可校准实验室校准（参考 ISO/CIE 19476:2014）。仪器类型、制造厂、序列号等需在测量记录中明确标注。测量条件与程序方面，需在大气清澈的条件下进行，避免雾霾、雨雪等干扰；测试过程中探头需严格对准垂直平面（与墙面、窗户等受光面垂直），确保测量方向准确；测量人员需避免在光电池上投下阴影，或阻挡被测装置的光线；若存在反射光（如周围建筑反光），需单独记录并区分直接光与反射光；测量记录需包含测量位置（附参考图纸）、测量时间、仪器参数、环境条件（如天气、温度）、测量数值等，确保结果可追溯。

3.2 日本

日本的标准文件 JIS Z 9126:2021（工业测量标准）对窗口处垂直照度测量做了部分规定。测点位置为窗户几何中心，无全国强制固定高度； 多层建筑分层检测各楼层窗口；优先选择室内受干扰最明显的窗口测量。测量设备方面，照度计需符合 JIS C 7612 照度计检定标准，定期校准。

3.3 韩国

窗口处垂直照度测点布置应位于窗户中心；京畿道、釜山等地方实操导则建议低层窗口参考 1.5 m 高度，仅为现场操作参考，非强制国标硬性指标；每栋建筑选取光照最强 2 处窗口检测。 仪器校准方面，测量设备必须通过 KS 韩国工业标准认证并按期校准。测量时段规则方面，国家基准统一以 22:00 划分两段管控时段，地方可小幅微调。

3.4 中国

我国的标准文件 GB/T 38439-2019《室外照明干扰光测量规范》 对居住区干扰光的测量中规定了对居住建筑窗户外表面上的垂直照度的测量方法。测量定义与目的方面，测量室外各类照明（景观、道路、广告、楼宇亮化等）投射至相邻居住建筑窗户外表面的垂直干扰照度，配合 GB/T 35626-2017 分区限值，判定光侵入是否超标。测量基本条件方面，无降雨、无浓雾、无明显扬尘、无强对流大风；雨雪、雾霾天气禁止测量；尽量避开满月直射；若存在月光照射，必须在原始测量记录中完整备注；测量时段严格匹配国标两段管控时间。测点布设方面，采用中心网格布点法，以窗户外表面为测量面，采用网格中心布点；窗户面积＜1 m^2：测点数量≥6 个；窗户面积≥1 m^2：测点数量≥9 个；测点均匀分布在窗面网格中心点。测量仪器要求方面，照度计需须按照 JJG 245《照度计检定规程》经检验检定机构计量合格，并满足一级计量要求。

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 以人为本原则

以人的实际感受为评价光环境质量的重要依据，采用人眼方向垂直照度、窗口垂直照度作为生态保护区及住宅区光环境质量指标。

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、光学等相关学科方法，科学制定照度测量方法。

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照度的测量方法，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，从对人眼、居室产生干扰的角度确定照度测量内容，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人眼方向垂直照度和窗口垂直照度的测量方法、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。生态保护区及以生态保护为主、兼顾公众旅游功能区域环境亮度较暗，人工照明光源较少且来源单一，而人眼方向垂直照度反映的是干扰光源产生的一个整体影响，能够比较好的反映暗环境下的光环境质量。同样，用窗口垂直照度来表征居室窗口处的光环境质量，此外，本标准中所涉及的夜间光环境是指受到户外人工照明的影响程度，因此居室内部照明产生的影响不适用于本标准。

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《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）、《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）、《光照度计检定规程》（JJG 245-2005）、《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333）。

5.3 术语和定义

本标准涉及 3 个术语，分别为光环境区域、垂直照度和测点位置。

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。

垂直照度是指与水平地面垂直的平面上单位面积上接受到的光通量，主要参考《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）中 3.1“照度”及《体育场馆照明设计及检测标准》（JGJ 153-2016）中 2.1.2 “垂直照度”的相关内容制定。本标准主要针对人眼方向的垂直照度和窗口垂直照度 2 项指标进行测量。

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。

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照度的测量方法，主要针对人眼方向垂直照度和窗口垂直照度 2 项指标。其中，测量人眼方向垂直照度是为了表征生态保护区域及以生态保护为主、兼顾公众游览功能区域的光环境质量；测量窗口垂直照度是为了表征居室光环境受户外干扰光源影响程度。

5.4.2 测量条件

室内环境方面，照度计内置有余弦校正器，其测试范围通常可以达到半球面（180°）。在室内光源开启状态下，若测点设置在户内，则照度计接收器不仅会接收到户外光线，也会接受到户内光源甚至是窗户玻璃反射光，对测试结果造成较大影响，因此应当关闭。此外，窗户应当保持干燥且无窗帘遮挡，以保证测量取景能够真实反映人眼受室外光源的影响。

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。同时，参考《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）、《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）等相关要求，可以认为应当避免在上述气象条件下开展测量。天气、能见度、空气质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。

防干扰方面，遮挡仪器采样器及镜头会造成取景范围缩小，被动屏蔽光污染源，造成测量结果严重失真；此外也应当主要避开窗框、遮阳等设施防止其干扰正常取景测试范围；参考《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）、《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）等相关要求，应当避免上述干扰及遮挡。

测量时段方面，测量应当在光源相对稳定且传统意义上的天黑后开展，以避免自然光的影响，真实反映人工光源的干扰。首先日落后 1 小时光源较稳定：不管是点光源、线光源及面光源，日落后 1 到 2 小时内，均已正常工作并达到额定值的 70%。其次，日落后 1 小时自然光影响基本可忽略：日落后 1 小时时刻成为民用暮光终，太阳中心点位于地面线以下 6°，此时仅能分辨物体轮廓，自然光对居室的影响可以忽略。因此可以认为夜间光污染测量时段的选择至少从日落后 1 小时开始，并应当不晚于在日出前。日落时刻以当地气象部门发布的的信息为准，提高现场操作性及信息权威性。此外，重大活动和灯光秀期间，光环境质量较日常时期会有较大情况，此时段的测量数据无法真实反映光环境质量，代表性不足。参考《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）及上述原因，应当避免在上述时段测量。

5.4.3 测量设备

目前，市面上照度测试设备按测试原理不同可分为普通照度计及光谱照度计两大类。

普通照度计主要由余弦修正器、V（λ）滤光片、硅光电池、信号放大器等部分组成，光经余弦校正器角度修正、V（λ）滤光片过滤形成人眼视觉波长分布光线，通过硅光电池将总的光信号转换为电信号，并经过一定信号放大转换为照度数字信号。光谱照度计主要由余弦修正器、衍射光栅、阵列探测器（CMOS）、信号处理等部分组成，光经余弦校正器角度修正、通过光栅被分散为各波长单色光，再由阵列传感器捕捉每个波长的强度，结合人眼视觉函数 V（λ）积分得到精确光谱分布信息后得到照度结果。

两种设备主要区别：一是测试原理不同。普通照度计仅测量所有波长光信号的总响应，不区分波长；光谱照度计通过测量不同波长光响应从而获得总的光响应。二是获得的光源信息量不同。普通照度计只能得到照度信息，无法获得各波长信息；光谱照度计除了得到照度信息，还能获得色温、显色指数、色坐标、光谱分布等多种信息。三是实现人眼视觉匹配的方式不同。普通照度计通过物理层面的 V（λ）滤光片实现模拟人眼对不同波长光的响应；而光谱照度计从软件和数学层面采用人眼视觉函数 V（λ）实现，精度更高。

由于光谱照度计集成了一套光谱分析系统，硬件成本高，且需要处理大量光谱数据，软件算法层面要求更高，因此较普通照度计价格更高；但由于通过测量光谱分布计算照度值，光谱照度计精度较普通照度计更高。

表 1 市面主流照度计性能及价格

照度计类型	品牌国家地区	品牌型号	性能	价格
普通照度计	德国	高森 MAVOLUX 5032B	一级	15820
	日本	柯尼卡美能达 T-10A	一级	9900
	中国杭州	远方光电 Z-10	一级	2270
	中国台湾	泰仕 TES1332A	/	436
	中国东莞	深达威 SW582	/	139
光谱照度计	日本	柯尼卡美能达 CL-700A	一级	53700
	德国	高森 MAVOSPEC Base	一级	28250
	中国台湾	群耀 UPR MK 350 premium	一级	15999
	中国杭州	远方光电 SPIC-500AW	一级	5499
	中国深圳	林上科技 LS335	一级	1120

5.4.3.1 计量性能

计量性能方面，《光照度计检定规程》（JJG 245-2005）对照度计有标准级、一级、二级 3 种级别规定，二级照度计示值误差要求为不大于±8%，接近 10%，而窗口垂直照度测量值范围一般为几到几十 lx 数量级，接近 10%误差会对测量结果产生较大影响。目前市面主流专业照度计可以达到一级要求，且参考《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）、《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）等标准，可以认为本标准测量窗口垂直照度在计量性能方面需要达到一级要求。

5.4.3.2 采样时间

普通照度计采样时间通常由仪器内部自动设定，操作界面无法人为调整，且显示读数间隔基本为 0.5s/个，即每秒 2 个读数。硅光电池作为光电传感器，仅需微秒级别就能采集到测量所需光信号，可以根据测试环境的情况调整测试档位（改变信号放大倍数），因此采样时间不会有较大变化，亦无必要人为调节；显示读数间隔相对固定，一方面是由于采样时间短、变化小，另一方面是业界形成的一种响应速度和读数便捷之间的平衡。

光谱照度计采样（积分）时间可由设备自动设置，也可由操作者人为设置；时间范围大，可以从微秒级到秒级。显示读数间隔与积分时间相关，最快约为 0.5s/个，如果采样时间接近或大于 0.5s，则显示读数间隔将相应延长并大于采样时间，采样时间越长，2 次读数间隔越长。光谱照度计需测量各波长下的光谱信息，且不存在内部档位切换，因此设备需要通过控制采样时间保证足够但不过量的光子落在传感器上，提高测试精度并防止过曝。在暗光条件

下，被光栅分散到每个像素上的光子少，各波长的信噪比较高，需延长采样时间使每个波长的像素都有足够时间积累起足够的光子，降低干扰，提高测量精度；在亮光条件下，微秒级别的采样时间即可满足测量精度要求，但由于没有换挡机制，若采样时间过长会导致过量光子进入而超出传感器线性范围造成过曝，因此需缩短采样时间。

综上，光谱照度计会对环境进行判断，自动选择合适的积分时间，这会导致亮光条件下读数间隔较短、暗光条件下读数间隔较长；但相较于使用换挡功能实现暗光条件测量的普通照度计，光谱照度计测试精度更高。若由于测试要求，需保持一定的读数频率，这时可选择人为减少积分时间，但会导致测试结果的准确性降低。

表 2 市面主流照度计积分时间与测量间隔

照度计类型	品牌国家地区	品牌型号	采样(积分)时间	显示读数间隔
普通照度计	德国	高森 MAVOLUX 5032B	设备自动设置，人为无法调整，时间小于 0.5s	0.5s/次
	日本	柯尼卡美能达 T-10A		0.5s/次
	中国杭州	远方光电 Z-10		0.5s/次
	中国台湾	泰仕 TES1332A		0.5s/次
	中国东莞	深达威 SW582		0.5s/次
光谱照度计	日本	柯尼卡美能达 CL-700A	0.3s-5s（从开始到显示读数）	2 次读数间隔根据具体采样（积分）时间不同而不同，大于采样时间
	德国	高森 MAVOSPEC Base	10ms~3s	
	中国台湾	群耀 UPR MK 350 premium	0.1ms~1s	
	中国杭州	远方光电 SPIC-500AW	0.1ms~5s	
	中国深圳	林上科技 LS335	<0.7s（从开始测量到显示读数）	

因此，根据上述内容普通照度计无法人为设置采样时间，而光谱照度计的采样时间若人为设置不当会造成测量结果偏差，因此，为保证测试精度，应当规定设备采样时间优先设置为由设备自动设置的模式。

5.5 人眼方向垂直照度的测量方法

5.5.1 适用区域

生态保护区及以生态保护为主、兼顾公众旅游功能区域环境亮度较暗，人工照明少且单一，人眼方向垂直照度与环境亮度有较强的统一性，能较好的反映暗环境下的光环境质量。

5.5.2 测点布设

人眼方向垂直照度的测量目的是模拟人眼对环境亮度感知，快速判定暗环境的光环境质量。较《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）附录 B 中单点和普查测量位置的

设置，本标准针对生态保护区及以生态保护为主、兼顾公众旅游功能区域实际情况，做了细化规定。首先生态保护区及相关区域内的光源主要对动植物产生影响，因此测点应优先设置在区域内部，受光源影响显著且动植物长期聚集的区域，如栖息地附近。仅当此类区域在夜间无法进入到达时，可考虑在靠近区域边界外进行布点；为保证布点代表性，可使用无人机对区域边界光源情况做总体勘察，并结合人眼感受，选择边界 5m 内受光源影响最大的位置作为测点，并记录测点与区域边界实际距离。同时，根据《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333-2023）等标准及行业内对站立时测量高度的统一高度规定，以模拟人眼高度实际，确定测点高度为 1.5 m。

5.5.3 测量朝向

人眼方向垂直照度模拟人眼对环境亮度感知，在生态保护相关区域内，光源较少且单一，有显著的方向性，因此测量朝向对测量结果有较大影响。《室外运动和区域照明的眩光评价》（GB/Z 26214-2010）作为评价人眼眩光的指导性文件，明确了对于具有显著测量朝向的人眼眩光，任何一个朝向的测量值均不应过大。人眼方向垂直照度与人眼眩光具有较高相似性，因此在测量时需确定受光源影响最大的朝向。参考《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）及《室外运动和区域照明的眩光评价》（GB/Z 26214-2010）中眩光值 GR 测量朝向确定的方法，采用 15° 旋转预测照度。由于照度测试较快，可以快速定位受光源影响最大的朝向范围，可再结合人眼实际感受，最终确定测量朝向。

5.5.4 测量要求

影响生态保护相关区域光环境质量的光源较为单一，一是内部的道路功能型照明，二是区域外部临近处的光源。大部分道路功能性照明光源较稳定，感官上亮度变化较小；而外部可能存在闪烁的霓虹灯、LED 显示屏、动态广告标识、建筑外立面闪烁灯带等光源，其亮度存在时间或空间维度上的显著变化。干扰光源亮度或强度的变化直接引起窗口垂直照度的大小变化，因此考虑到光源以上特点，并结合普通照度计与光谱照度计在不同亮度环境下采样时间及数据显示间隔的差异，因此在测试时间、数据采集个数等方面上对窗口垂直照度测量方法做出规定。

标准规定，每个测点每 5~10 秒获取 1 测量值，这是基于表 2 中照度计积分时间及采样间隔的调研结果。在暗光条件下，光谱照度计以自动模式采样，单次采样时间可长达 5s 以上，因此保证测试精度的前提下，应当设置一个相对宽泛的采样间隔时间，5~10 秒的浮动范围基本可覆盖市面主流设备单次采样时长，较为合理。关于光源的“稳定、动态”不给出具体定义，主要以观察人肉眼观察为依据，文中也举出了典型例子，方便统一判断口径及现场

操作：典型稳定光源为道路功能性路灯、画面静止的 LED 屏幕、广告标识等；典型动态光源为切换画面或播放视屏的 LED 大屏、动态霓虹灯、闪烁建筑立面装饰灯带等。当光源较稳定时，数据较稳定，5 次测量在保证数据可靠性的前提下提高测试效率。当光源动态变化时，记录测量值不少于 20 个，提供了足够的测值数量可以反映光源动态变化造成的照度波动信息。《环境监测分析方法标准制订技术导则》（HJ 168-2020）中绘制校准曲线需用包含零点的 6 点数据，因此 5 个测量值可以认为是有统计意义的。另外，在光源动态变化时，为提高测量值的采样代表性，应当在受光源影响较大时段采集。

5.6 窗口垂直照度的测量方法

5.6.1 适用区域

用窗口垂直照度来表征居室窗口处的光环境质量，因此窗口垂直照度测量应在建筑居室开展。

5.6.2 测点布设

窗口垂直照度的测量目的是客观反映居室中人受室外光污染的影响，因此人的主观感受应当在设点时予以重点考虑。《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）中将关注对象聚焦于整面窗户，将窗户分为 6～9 个网格并在其中心点测量，目的是反映窗户外表面受室外光源的影响。因此，区别于上述窗户外网格法布点方式，为反映住户内人员受干扰程度，本文中测点设在贴近受影响居室窗户内表面或在窗口处受影响较大位置，且照度计探头垂直指向窗外，原因如下：一是大部分窗户外表面设备无法放置测量，不具现场操作性，因此室内及窗口处可操性强。二是因个人生活习惯不同，居室窗户有开有闭，为了真实反映人在室内感受，不应当设置开窗及关窗测量条件，若住户经常开窗，可在窗口处测量，若闭窗较多，可在窗户内测量。三是为了数据结果有可比性，需规定窗内应靠近内表面，窗口处应与窗户齐平的具体测量位置，并规定测量方向垂直于窗户朝外，规范数据结果。若窗户宽度较小或居室仅受到单一方向光源影响时，可设置在受影响最大窗户处设置 1 个测点；若窗户宽度大于 2m（普通窗户 2 扇玻璃大约为 1.8m）或室外有多处分散光源产生光污染影响，参考《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）中网格数量与面积的关系，测点数量设置为至少 3 个，增加测点代表性并兼顾测量便捷性。此外，本文设置 0.8m 坐位和 1.6m 站位之间的测量高度，分别对应坐姿与站姿之间的人眼高度，可真实反映人眼处的感受。

5.6.3 测量要求

对居室产生光污染影响的光源较多，部分光源较稳定，如道路照明，感官上亮度变化较

小；而闪烁的霓虹灯、LED 显示屏、动态广告标识、建筑外立面闪烁灯带等光源亮度存在时间或空间维度上的显著变化，且此类场景较为普遍。干扰光源亮度或强度的变化直接引起窗口垂直照度的大小变化，因此考虑到光源以上特点，并结合普通照度计与光谱照度计在不同亮度环境下采样时间及数据显示间隔的差异，因此在测试时间、数据采集个数等方面上对窗口垂直照度测量方法做出规定。

基于表 2 调研及实际情况，具体测量间隔、测量次数、获取数据个数规定与人眼方向垂直照度规定相同：当光源为道路功能性路灯、画面静止的 LED 屏幕、广告标识等较稳定光源时，每 5~10 秒获取 1 测量值，每个测点记录 5 个测量值，保证数据可靠性的前提下提高测试效率；当光源为切换画面或播放视屏的 LED 大屏、动态霓虹灯、闪烁建筑立面装饰灯带等动态光源时，记录测量值不少于 20 个，提供了足够的测值数量可以反映光源动态变化造成的照度波动信息。另外，在光源动态变化时，为提高测量值的采样代表性，应当在受光源影响较大时段采集。

《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）在窗户空间维度做了多点测量，但未针对光源可能随时间动态变化而造成测点照度值波动的情况在测量方法中做相关规定。相较之下，本标准通过在时间维度上多次测量，可以在室外干扰光源动态变化时更真实、科学反映户内受光污染影响情况。

5.7 结果表示

对于人眼垂直照度及窗口垂直照度测量，设有多个测点的情况，每个测点结果应单独计算表示。

对于光源较稳定的一般情况，取 5 次测量的平均值可以减少测量误差；对于光源动态变化的情况，开展 20 次测量覆盖的是受光源影响较大的代表性时段，期间测量值会因为光源变化原因有所波动。若仅有个别高值，取最大值会显著放大影响，但人体实际感官可能在一个测量时间段内仅 5%-10%处于高值影响范围内，整体对光污染感官反应没有高值体现的强烈。因此，取平均值是为了呈现这段代表性时段中照度的整体情况，能够较好反映代表性时段内的照度整体水平。

记录测量结果时，《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439-2019）、《照明测量方法》（GB/T 5700-2023）等标准均未规定照度测量结果的修约要求，应当以本标准应用实际结合仪器精度要求统筹考虑。测量结果应修约至小数点后 1 位，原因如下：一是人眼方向垂直照度及窗口垂直照度一般在几到几十 lx 范围，数值上比小数点后 1 位大 1～2 个数量

级，且市面上的一级照度计测量误差不大于 4%，保留至小数点后 1 位在仪器测试精度范围内。二是在几十 lx 的测量范围内，市面上一级性能设备通常能够达到小数点后 2 位的最小分度值，将结果修约至小数点后 1 位可抹去末尾误差。三是目前限值均为整数，修约至小数点后 1 位后做限值比较冗余一位数字，精度符合要求，不会造成限值判定分歧。

5.8 质量保证和质量控制

5.8.1 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。”《光照度计》（JJG 245-2005）要求“检定周期一般不超过一年”。为满足垂直照度测量准确性，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。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。

5.8.2 测量过程

《光照度计》（JJG 245-2005）要求在进行照度值示值误差检定时应当遮光调节零点后测试，表明零点调节会照度测试结果产生影响。市面上部分照度计开机后通常会设有零点校准（或暗校准）环节，因此，在现场测量时为保证测量结果准确，在测前需对照度计进行零点校准。此外，应当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。

5.8.3 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。

5.9 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、测量朝向及位置、零点校准确认、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，对太湖渔洋山水源地、太湖湖滨国家湿地公园等生态保护功能为主区域及“湖畔天城”小区、“城邦花园”商业街等居室的光环境质量开展了现场监测。经过现场验证，本标准所规定的人眼方向垂直照度及窗口垂直照度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

本标准填补生态保护与居住敏感区光环境质量监测方法空白，助力提升群众身边光环境质量守护公众健康与生态安全，具有以下几方面突出效益：一是直接惠及民生，明确窗口垂直照度的测量方法，为评估户外光源对居住环境的光污染程度提供了科学技术手段，为后续制定相关管控措施奠定数据基础，推动保障居民夜间休息。二是强化生态保护，通过在生物栖息地等敏感区域采用人眼方向垂直照度的标准化测量，为评估人工光对夜间动植物的干扰提供科学依据，支撑昆虫、候鸟等生物夜间栖息环境的保护工作。

产业发展方面，本标准为生态敏感区域及住宅周边提供了标准化的照度测量手段，引导照明产业关注敏感区域控光需求，推动产品精细化发展。一是推动产品技术迭代，促使灯具生产企业关注低溢散、截光型、可调光户外照明设备的研发，以满足生态敏感区及居住周边对光照控制的潜在市场需求。二是规范照明工程设计，为城郊公园、生态廊道、住宅周边景观照明工程的光环境评估提供了统一、可复现的测量方法，引导设计单位在设计阶段关注光照对周边环境和居住区的溢出影响，提升照明工程的环境友好度。

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。