

# 《建筑施工光污染监测技术指南》

## 编制说明

标准编制组

2026 年 7 月

# 目 录

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <b>1. 项目背景</b>                   | 1  |
| 1.1. 必要性、目的及意义                   | 1  |
| 1.2. 国内外相关研究                     | 2  |
| 1.3. 本标准与国内外相关标准的关系              | 3  |
| <b>2. 工作简况</b>                   | 4  |
| 2.1. 任务来源                        | 4  |
| 2.2. 工作过程                        | 5  |
| <b>3. 标准制定的创新性、编制原则和技术路线</b>     | 6  |
| 3.1. 标准创新性                       | 6  |
| 3.2. 标准编制原则                      | 7  |
| 3.3. 标准的适用范围和主要技术内容              | 7  |
| 3.4. 标准制定的技术路线                   | 8  |
| <b>4. 研究报告</b>                   | 10 |
| 4.1. 研究目标                        | 10 |
| 4.2. 调查对象与研究方法                   | 10 |
| 4.3. 监测结果汇总与初步分析                 | 11 |
| 4.4. 监测指标体系构建与指标选取               | 14 |
| 4.5. 照明灯具朝向室内发光强度监测方法选择          | 15 |
| <b>5. 主要内容</b>                   | 18 |
| 5.1. 内容组成                        | 18 |
| 5.2. 章节说明                        | 18 |
| <b>6. 是否涉及专利等知识产权问题</b>          | 20 |
| <b>7. 重大意见分歧的处理依据和结果</b>         | 20 |
| <b>8. 与现行相关法律、法规和强制性标准的关系</b>    | 20 |
| <b>9. 预期的社会效益及贯彻实施标准的要求和措施建议</b> | 21 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 9.1. 预期的社会经济效益 .....      | 21 |
| 9.2. 贯彻实施标准的要求和措施建议 ..... | 21 |

# 1. 项目背景

## 1.1. 必要性、目的及意义

《中华人民共和国生态环境法典》（以下简称“法典”）将于 2026 年 8 月 15 日起施行，设置了光污染防治专章，对光污染的定义、污染防治要求及相关部门管理职责作出明确规定。《深圳经济特区生态环境保护条例》《深圳市生态环境保护“十四五”规划》等法规和政策文件，进一步对建筑施工活动中的光环境影响提出管控要求。上述法律法规和政策文件对建筑施工领域光污染防治提出了明确的管理要求，但在现行标准体系中，尚缺乏与之相配套、可直接用于监管执法和投诉处置的监测技术规范，制约了政策要求在基层监管实践中的有效落地。因此，制定《建筑施工光污染监测技术指南》，是将法律法规和政策要求转化为可操作技术规范的重要抓手，是推动光污染防治工作落地实施的现实需要。

建筑施工工地具有数量多、分布广、施工阶段变化快、照明形式多样等特点，是当前城市光污染投诉的高发源之一。以深圳市南山区为例，2022—2023 年期间，涉及建筑施工工地的光污染投诉数量呈持续增长趋势，年增长率近 40%，部分工地存在重复投诉、长期投诉现象，已对周边居民夜间休息和正常生活造成明显影响。在现行技术标准中，与建筑施工照明相关的标准主要集中于作业安全和照明功能需求，如《室外作业场地照明设计标准》（GB 50582—2010）等，重点关注施工区域内部照度水平和作业安全，对施工照明对周边环境造成的入侵光影响关注不足。部分文件虽原则性提出应采取遮光、限时施工等光污染防治措施，但缺乏明确的监测指标、测量方法和数据处理要求，难以支撑环境监管、执法取证和投诉处置工作。在实际监管中，生态环境部门在处理建筑施工光污染投诉时，普遍面临无统一标准、无规范方法、难以量化判定等问题，往往只能依赖经验判断或现场感知，缺乏客观统一的技术依据。制定专门针对建筑施工工地的光污染监测技术指南，有助于填补施工工地光污染监测与评价领域的技术标准空白，为执法监管提供统一科学的技术支撑。

标准实施后，可为生态环境部门开展建筑施工光污染投诉处理、日常监管和执法取证提供统一、规范的技术依据，推动建筑施工光污染监管由经验判断向标准化、量化管理转变，有助于减少因标准缺失引发的执法争议，提升监管公信力。同时，通过规范施工照明行为，降低夜间入侵光强度，改善城市夜间光环境质量，

缓解邻避矛盾。作为建筑施工领域光污染监测的专项技术规范，本标准可作为光污染防治环境监测标准体系的重要组成部分，为后续完善景观照明、户外广告、建筑幕墙等其他光污染源监测技术标准提供实践经验和技术参考，具有良好的示范意义和推广价值。

## 1.2. 国内外相关研究

随着全球城市化进程的不断推进，城市光污染问题日益凸显，已逐渐成为继废气、废水、固体废弃物和噪声之后的另一大环境污染源。国际上对光污染的关注可追溯到 20 世纪 80 年代，非营利性组织国际暗夜协会于 1988 年在美国成立，旨在保护暗夜天空。目前，其他国家针对光污染主要关注其对居民生活的影响，光污染防治管理策略主要集中于对光源属性、遮光措施及光源开启时间的约束控制。美国已有 21 个州或特区颁布相关地方法律条例，日本、意大利、英国、法国、德国及韩国等国家也均已出台了专门的光污染防治法律或控制指南，初步实现了光污染管理的法制化与规范化。然而，国外学术界及管理部门针对建筑施工工地的污染研究主要集中于大气、水、土壤和噪声，涉及光污染的研究相对较少，且内容基本为原则性的提及，目前建筑施工工地光污染相关研究尚未形成系统的理论框架和技术指南。

在国内，随着生态文明建设的深入，大多数城市的环境保护政策在施工工地管理章节中，都会提及施工单位应尽量减少对周边环境的光污染，并要求施工单位在夜间作业时合理控制照明设备的使用，避免过度照射。上海、广东、福建、广西和湖南等地均出台了相关地方性法规或政策要求施工单位采取有效的遮蔽光照措施。但总体而言，目前国内大多数地区的光污染相关政策条例仅停留在原则性提及阶段，缺乏量化的控制指标与具体操作细则，导致环境执法往往面临“界定难、取证难”的困境，相关政策难以有效落实。

在标准体系建设方面，相较于建筑施工噪声、扬尘等已有成熟国家监测标准的常规污染源，光污染领域的标准化工作明显滞后，存在较大的监管制度空白。目前，我国现有的建筑施工工地照明相关标准，如《室外作业场地照明设计标准》（GB 50582—2010），其核心目标是规定施工作业区、构件拼装区等场地的水平照度、场地内眩光指数限值等，主要关注的是建筑施工工地夜间照明能否满足夜间安全作业的需求，而非从环境保护的角度限制光污染向外围的溢出。现行涉及

建筑施工工地光污染的各类建筑规范及评价标准，内容多为原则性提及。例如，《建设工程施工现场环境与卫生标准》（JGJ 146—2013）和《建筑与市政工程绿色施工评价标准》（GB/T 50640—2023）中，仅粗略规定了施工现场应对强光作业采取遮挡措施、实行限时施工以及防止光线外泄等内容。这些指导性文件均未规定标准化的监测布点方案、测量仪器要求或数据处理规则。这种“有要求、无标准、无方法”的现状，导致实际监管工作缺少有力的理论与技术支撑。因此，行业内亟需由宏观的“原则性指导”向微观的“量化监测”转变，建立一套专门针对建筑施工光污染监测的技术指南标准。

在光污染的表征与现场监测技术方面，目前业界主要依赖照度、亮度、眩光和发光强度等关键物理指标进行评估，但将其系统应用于复杂多变的施工现场仍面临诸多技术挑战。照度作为表示受光表面被照亮程度的量，在监测中常细分为用于表征对人眼影响的人眼方向垂直照度、表征对居室影响的居室窗户外表面垂直照度，以及满足安全需求的工作场地和路面照度。亮度指标则多用于表征户外广告、LED 显示屏等自发光面的发光强弱。针对引起视觉不舒适或降低观察能力的眩光现象，现阶段多利用环境眩光指数进行量化客观评价，但现有标准在针对室内暗适应状态下、“居室窗户外眩光指数”这一直接关系居民投诉的关键评估值上仍存在技术指标的空白。此外，室外探照灯等灯具朝向室内的发光强度也被用于直接限制特定方向的强光。在评估灯具对夜空泛光的影响以及能源浪费情况时，上射光通量比是一个极其重要的参数，但该指标受灯具设计及现场安装姿态影响极大，现场测量难度高，往往需要使用专业光学实验室进行测量，难以满足工地现场的实时执法监测需求。同时，侧重于评估眩光导致光幕效应、多用于道路照明设计的阈值增量也具有一定的参考价值。制定本技术指南，不仅需要明确各项光学指标的适用场景，还亟需规范现场监测的技术手段，从而推动光污染监测技术的工程化与标准化应用。

### 1.3. 本标准与国内外相关标准的关系

现行国家、行业及地方标准中，尚未发现专门以建筑施工照明为污染源、以周边敏感建筑为受影响对象，对监测对象、施工工况、测量条件、点位布设、测量方法和记录要求等作出系统规定的技术标准。现有相关标准主要针对室外照明干扰光的一般测量或者区域夜间光环境质量评价，尚不能完全满足建筑施工照明

具有临时性、动态性和现场条件复杂等特点下的监测需求。因此，本标准在适用对象和施工场景监测技术体系方面具有一定的创新性，其监测指标、测量原理和基础技术要求则与现行相关标准相衔接。

本标准的监测指标和主要测量方法参考了《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439—2019）。该标准规定了室外照明干扰光测量的一般要求，并将居住区干扰光测量分为居住建筑窗户外表面上的垂直照度和照明灯具朝向居室的发光强度。本标准结合建筑施工照明对周边敏感建筑的主要影响途径，选取敏感建筑居室窗户外表面上的垂直照度和照明灯具朝向居室的发光强度作为监测指标。垂直照度的中心布点、测点数量、平均值计算以及发光强度的测量和计算方法，主要参照 GB/T 38439—2019 的相关规定。在此基础上，针对建筑施工场景，进一步细化了施工照明运行工况、施工光源可见及遮挡情况、背景光干扰控制、监测位置示意和现场记录等内容。

本标准的监测条件、仪器设备和监测结果应用与《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333—2023）相衔接。该标准规定了深圳市夜间光环境区域分类、区域限值和测量要求，其中包括住宅建筑居室窗户外表面上垂直照度限值，以及测量人员、仪器计量性能、气象条件、杂散光控制和测量报告等要求。本标准参考其相关规定，结合建筑施工光污染监测需要，对测量人员、照度计和亮度计计量性能、测量环境条件及记录内容进行了细化。

综上，本标准与 GB/T 38439—2019、DB4403/T 333—2023 之间属于通用测量方法和区域限值标准与建筑施工专项监测指南的衔接关系。本标准不替代上述标准，而是在沿用相关光环境指标和基本测量原理的基础上，针对建筑施工照明特点补充专项监测要求，为建筑施工光污染调查、投诉处理、监督管理和防治措施效果验证提供技术依据。

## **2. 工作简况**

### **2.1. 任务来源**

为贯彻《深圳经济特区生态环境保护条例》《深圳市生态环境保护“十四五”规划》等有关要求，规范施工工地光污染监测，健全建筑施工工地光污染管理制度，确保相关执法工作科学、规范，深圳市生态环境监测站基于“深圳市南山区光污染现状调查监测”项目监测经验，提出编制团体标准《建筑施工光污染监测

技术指南》，向深圳市环境监测协会提出该团体标准制定计划，并开展了相关预研工作。

深圳市生态环境监测站启动《建筑施工光污染监测技术指南》地方标准的制订工作。

## **2.2. 工作过程**

### **2.2.1. 成立标准编制小组**

2025 年 11 月，深圳市瀚宸环保科技有限公司承担了深圳市生态环境监测站团体标准《建筑施工光污染监测技术指南》的编制工作，成立了标准编制小组，确定了标准制定计划。

### **2.2.2. 前期研究阶段**

2025 年 11 月，标准编制组成员系统开展了国内外相关政策标准与研究现状的全面调研工作。针对国外情况，广泛收集并梳理了国际照明委员会等国际组织及美国、日本、德国等发达国家在建筑施工照明、夜间作业光环境管控方面发布的法规、标准与技术导则。同时，标准编制组全面研读了我国现行涉及环境保护、建筑施工及城市照明管理的国家标准、行业规范和地方性管理文件，为后续指南框架的构建与具体条款的编制提供了现状依据与技术参考。

### **2.2.3. 深度调研阶段**

2025 年 12 月至 2026 年 3 月，标准编制组成员开展针对建筑施工工地光污染的深度调研工作。标准编制组对国内外现行有效的涉及光污染监测与评价的标准、规范及技术导则进行了系统整理与对比分析，选取典型建筑施工工地开展现状实地调查与监测，对对现有监测指标的代表性与可操作性进行评估与筛选，对所采纳监测方法进行校核。

### **2.2.4. 标准起草阶段**

2026 年 3 月至 5 月，标准编制组开展标准起草工作。编制组基于前期资料收集与调研分析所形成的研究基础，明确标准的整体编制思路，监测工作流程、适用范围与章节内容架构。在此基础上，依据标准化文件编写规范，组织开展了指南正文及相关附录的集中起草与汇编工作。

2026 年 3 月 16 日，深圳市生态环境监测站组织召开了《建筑施工光污染监测技术指南》标准专家咨询会，专家组提出标准修改意见共 4 条，标准编制组采

纳 3 条，解释说明 1 条。

### 3. 标准制定的创新性、编制原则和技术路线

#### 3.1. 标准创新性

本标准立足建筑施工照明对周边敏感建筑可能产生的光环境影响，在衔接现有室外照明干扰光测量方法和深圳市夜间光环境管理要求的基础上，针对建筑施工场景建立专项监测技术体系。

经调研和标准检索，现行相关标准主要面向室外照明干扰光的一般测量或区域夜间光环境质量评价，尚未形成专门针对建筑施工照明光污染的系统性监测标准。建筑施工照明具有临时性、动态性和现场条件复杂等特点，现有通用标准难以完全覆盖施工现场的实际监测需求。为此，本标准以建筑施工照明为污染源、以周边敏感建筑为受影响对象，系统规定了监测原则、监测内容、测量条件、测量方法、数据处理和监测记录等内容，弥补了建筑施工光污染专项监测技术要求的不足。

本标准根据施工照明对周边居室的主要影响途径，选取敏感建筑居室窗户外表面上的垂直照度和照明灯具朝向居室的发光强度作为监测指标。前者用于表征照明投射至居室窗户的受光水平，后者用于反映灯具向居室方向的光输出及其可能产生的视觉干扰，从而兼顾施工照明对居室光环境的侵入影响和室内人员直视灯具时受到的干扰光影响。

在此基础上，本标准结合建筑施工照明运行工况动态变化、现场遮挡物较多和背景光源复杂等特点，对通用干扰光测量方法进行了场景化细化。标准明确了监测对象、点位、时段及运行工况应具有代表性，并对施工光源可见范围、现场遮挡情况、背景光干扰以及居室内部照明控制等作出规定，使监测过程能够尽可能保持敏感建筑处的实际观察状态，提升监测结果对施工照明实际影响的代表性。

为提高标准的可实施性，本标准进一步细化了测量位置、测点布设、仪器放置、测量步骤和数据处理方法，并配套设置布点示意图、监测位置示意图和现场监测记录表。通过将原则性要求转化为清晰、直观的现场操作流程。

本标准在形成建筑施工专项监测方法的同时，注重与现行相关标准保持协调。监测指标和主要测量原理与《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439—2019）保持衔接，监测条件、仪器性能及结果应用与《夜间光环境区域限值》（DB4403/T

333—2023)相协调。在不重复现有通用规定的基础上,本标准补充了建筑施工场景下的专项要求,形成了通用测量方法与建筑施工专项监测之间的技术衔接。

## 3.2. 标准编制原则

本标准依据《团体标准管理规定》(国标委联[2019]1号)、《关于促进团体标准规范优质发展的意见》(国标委联[2022]6号)、《深圳市环境监测协会团体标准管理办法》、《标准化工作导则第1部分:标准的结构和编写》(GB/T 1.1-2020)的相关要求进行编制,参考国内施工光污染监测领域已积累的实践经验与研究成果,同时充分考虑建筑施工工地实际情况及现有监测机构的技术能力,确保方法标准的科学性、可行性和可操作性。

本标准制订的基本原则如下:

借鉴融合。充分借鉴我国现行的环境影响评价相关技术规范,参考建筑设计及现行夜间光环境质量检测标准等编制技术指南。

广泛参与。在指南编制全过程中,采取广泛参与的原则。通过座谈会、专家论证会、公开征求意见等形式,广泛听取生态环境主管部门、建筑施工监管部门、照明与监测领域专家、检测机构以及公众的意见与建议,确保指南对建筑施工光污染监测工作具有普遍的指导作用和较强的落地性。

落地可行。标准编制充分考虑现场生态环境监测的可操作性。选用的指标不依赖复杂的全景计算或实验室推导,现场测量路径清晰、数据直观。

## 3.3. 标准的适用范围和主要技术内容

### 3.3.1. 标准的适用范围

标准适用于周边为人居环境的建筑施工光污染监测;不适用于抢修、抢险施工过程中产生的光污染监测。

### 3.3.2. 主要技术内容

结合我国环境监测仪器设备的现状和规范管理要求,研究采用现场实测法与数理解析法相结合的技术路径,锁定居室窗户外表面垂直照度、照明灯具朝向居室发光强度及建筑施工场界眩光指数进行定量监测,推广操作简便、切实有效的现场监测方法,为城市建筑施工期的光环境监管与污染防治提供技术支撑。

本标准的主要技术内容包括监测基本要求与布点原则、居室窗户外表面垂直照度监测方法、灯具朝向室内发光强度监测方法、建筑施工场界眩光指数监测方

法及监测记录与可追溯性管理。

### **3.4. 标准制定的技术路线**

本指南的编制工作严格依据标准化工作导则的要求执行。首先广泛调研国内外建筑施工工地现行政策标准与研究现状，分析标准建立的可行性与定位方向。然后，编制组通过深入施工现场开展摸底调查，结合居民改善人居环境质量的核心诉求，筛选并确立了“居室窗户表面垂直照度”、“照明灯具朝向居室发光强度”及“建筑施工场界眩光指数”三项监测指标。在此基础上，通过多轮实地校核与数理验证，建立并完善了涵盖仪器设备要求、气象与光路边界条件、现场网格化布点测量及数据处理公式等核心内容，明确了质量保证与记录表格式。最后，标准通过公开征求意见和组织专家评审等程序，对文本内容与格式进行了严格的修改完善与规范，完成成果验证并上报。

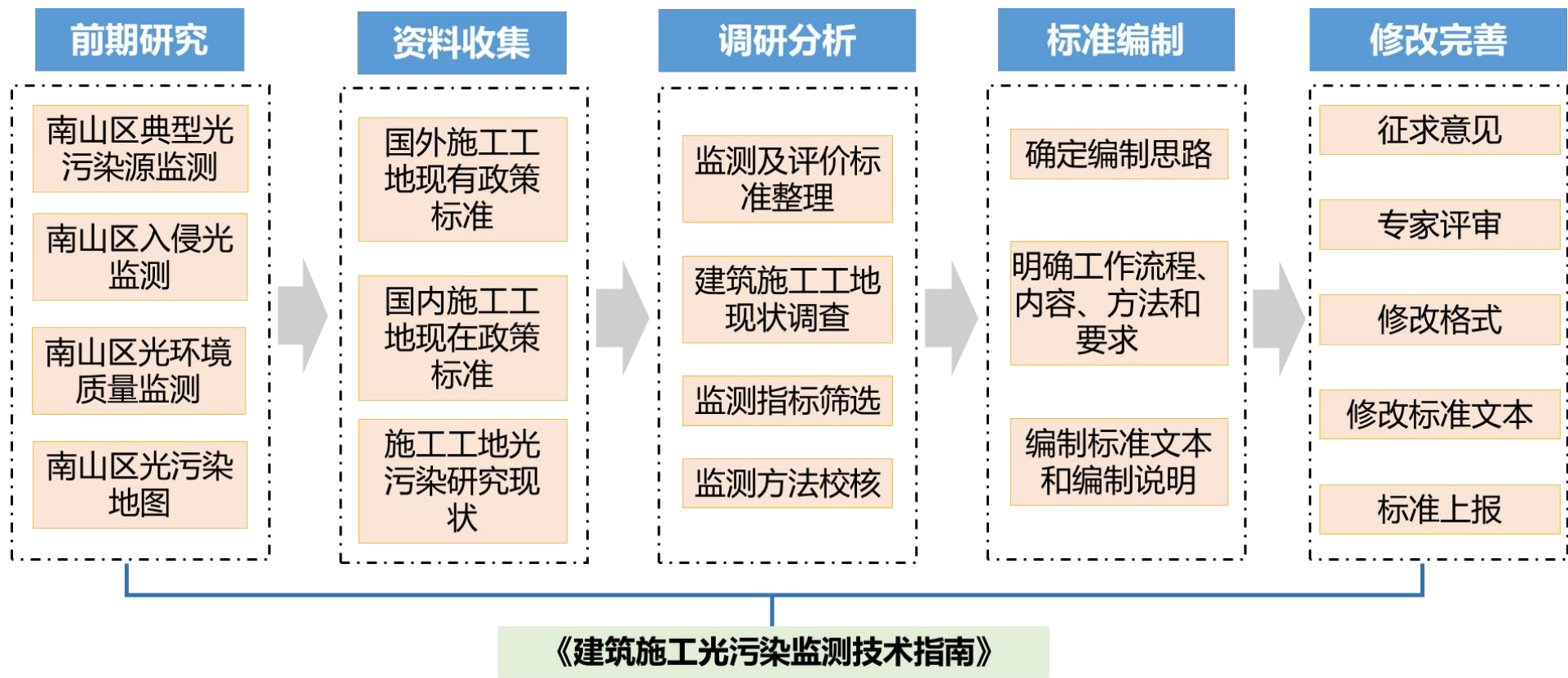


图 3-1 标准制订技术路线图

## 4. 研究报告

### 4.1. 研究目标

研究以支撑《建筑施工光污染监测技术指南》制定为总体目标，围绕建筑施工活动夜间照明可能产生的光污染问题，系统分析建筑施工光污染的形成机制、影响特征、监测需求和技术管理重点，明确适用于建筑施工场景的光污染监测对象、监测指标、测量方法和记录要求，为建筑施工光污染现场监测提供技术依据。研究拟在梳理国内外光污染防治经验、相关政策标准和现有监测方法的基础上，结合建筑施工照明临时性、阶段性、动态性以及周边敏感受体复杂等特点，识别建筑施工光污染与一般室外照明、景观照明、道路照明等场景的差异，分析现有光环境监测指标在建筑施工场景中的适用性，提出符合建筑施工光污染影响路径和现场实施条件的监测指标体系。

研究通过典型建筑施工工地现场调查与监测，验证相关监测指标和测量方法的可行性，重点论证居室窗户表面垂直照度、照明灯具朝向室内发光强度、建筑施工场界眩光指数等指标在表征施工照明外溢影响和直射眩光风险方面的适用性。在此基础上，进一步提出《建筑施工光污染监测技术指南》的框架构想和核心技术内容，为后续标准文本编制、施工现场光污染管控和城市夜间光环境精细化治理提供支撑。

### 4.2. 调查对象与研究方法

本次建筑施工工地光污染现状调查监测分为两个阶段开展。第一阶段以建筑施工工地光污染监测指标体系构建为主要目标，共选取 10 个建筑施工工地开展现场监测。该阶段重点围绕建筑施工照明实际运行情况和周边敏感目标受影响情况，识别施工工地光污染的主要表现形式和典型影响场景，并对拟纳入监测指标体系的指标进行初步验证。第一阶段调研监测所涉及的工地包括哈尔滨工业大学（深圳）重点实验室集群项目、深圳市 C 塔及相邻地块项目、深圳职业技术学院西丽湖校区保障性租赁住房项目、深圳市深圳湾滨海商务中心项目、深圳市春晓科技大厦主体项目、深圳市南山区粤海街道桂庙新村城市更新单元项目、深圳市南山智造（红花岭基地）城市更新项目（一期）、南华村中心学校、深富创大厦以及中建五局平安汽车金融大厦项目部等。上述工地周边分布有爱文学校、清华

大学国际研究生院实验楼、集悦城 A 区、宏域紫荆园、瑞河耶纳、臻湾汇小区、九祥岭西区、新围村、华侨城湿地公园、欢乐海岸、厚德品园、翰熙典居、学林雅院、锦隆花园、博林天瑞、南华新苑、佳兆业佳园、东山花园等敏感或潜在敏感建筑。

在第一阶段调查基础上，第二阶段进一步选取 12 个建筑施工工地开展监测，主要用于对前期形成的监测指标体系进行校核，并结合现场实施情况细化监测流程、监测记录内容及关键技术环节。第二阶段监测对象包括留仙七街坊学校、西湖沁园居、南方科技大学附属医院、湾涛假日海岸大厦、中建前海金融控股大厦、深圳湾超级总部基地项目、中信信悦湾项目、望海玥家园项目、万星林花园项目、深圳市眼科医院、国家技术标准创新基地（深圳）以及中海云启源境等项目。上述项目周边涉及文光村、南山区文理实验学校（集团）文理二小、西丽山庄、金众麒麟公馆、资本市场学院、南方科技大学、汉园茗院、臻湾汇、翡翠海岸、澳城花园、渔二村、德尚世家、大南山紫园、深业龙溪花园、中旅国际公馆、凯丽花园、帝景园、豪方天际花园等敏感建筑或环境受体，同时也包含部分周边暂未识别明显敏感建筑的工地。通过第二阶段监测，可以进一步检验不同现场条件下监测指标的适用性，完善监测点位选择、监测时段确定、现场环境记录和数据质量控制等技术要求。

本研究结合现有光污染相关标准规范及建筑施工场景特点，重点围绕人眼方向垂直照度、居室窗户表面垂直照度、照明灯具朝向室内发光强度及建筑施工场界眩光指数开展监测与校核。其中，人眼方向垂直照度主要用于反映施工照明对场界外人员及周边公众视觉感受的影响；居室窗户外表面垂直照度主要用于评价施工照明对周边居住建筑及室内环境的潜在干扰；照明灯具朝向室内的发光强度则用于识别和评价施工灯具直射居民窗户或室内观察者时可能产生的不舒适眩光影响；建筑施工场界眩光指数主要用于表征建筑施工照明灯具于场界对人眼产生的不舒适眩光程度。通过对上述指标在不同施工工地、不同敏感目标和不同现场照明条件下的监测应用，分析其对建筑施工光污染影响的表征能力、现场测量可行性和标准化应用基础。

### 4.3. 监测结果汇总与初步分析

为进一步掌握深圳市建筑施工工地夜间照明光污染现状，验证建筑施工光污

染监测指标的适用性。本次调研监测共涉及 22 个建筑施工工地，其中第一阶段选取 10 个建筑施工工地，以建筑施工工地光污染监测指标体系构建为主要目标，重点通过典型工地现场监测，识别施工照明光污染的主要表现形式、典型影响场景以及拟纳入指标的现场适用性；第二阶段在第一阶段调查基础上，选取 12 个建筑施工工地，进一步围绕已初步形成的监测指标体系开展校核，重点检验相关指标在不同施工工地和不同周边环境条件下的可实施性，并结合现场监测过程细化监测流程、监测记录内容和关键技术环节。

第一阶段监测围绕人眼方向垂直照度、居室窗户外表面垂直照度和照明灯具朝向室内发光强度三个指标开展，目的在于从现场应用角度判断上述指标是否能够有效表征建筑施工光污染影响。监测结果显示，第一阶段 10 个工地的人眼方向垂直照度均值介于 4.1 lx 至 23.4 lx 之间，不同工地之间存在一定差异。这说明，在部分建筑施工工地周边，施工照明可能对场界外人员视线方向产生一定照度贡献，人眼方向垂直照度在识别施工照明外溢影响方面具有一定参考价值。

然而，第一阶段现场监测也反映出人眼方向垂直照度作为建筑施工光污染常规评价指标仍存在一定局限。一方面，深圳市建筑施工工地多分布于 III 类、IV 类夜间光环境区域，而根据《夜间光环境区域限值》等相关标准中，III 类、IV 类光环境区域目前未对人眼方向垂直照度提出限值要求，导致该指标在实际评价中缺乏明确的达标判定依据。另一方面，人眼方向垂直照度通常采用照度计进行测量，目前市面上普遍使用的照度计光接收器结构相对简易，对非目标光源的屏蔽能力有限。建筑施工工地周边夜间环境往往同时存在道路照明、商业照明、景观照明等多种光源，现场监测时难以有效排除路灯等非施工光源干扰，监测结果难以准确表征施工照明本身对人眼方向的影响。基于上述情况，第二阶段监测不再将人眼方向垂直照度作为监测内容。

第一阶段 10 个工地的居室窗户表面垂直照度均值介于 2.1 lx 至 29.3 lx 之间。该阶段结果表明，施工照明对周边居住建筑或其他敏感建筑窗户外表面的影响具有较强的场地差异性，部分工地因施工灯具布设、照射方向或敏感建筑距离等因素，可能导致窗户外表面照度较高。由此可见，居室窗户外表面垂直照度能够较直接地反映施工照明对周边居住环境和室内环境的潜在干扰，符合建筑施工光污染监测的受体导向要求。

调研第二阶段在第一阶段初步判断的基础上,继续将居室窗户外表面垂直照度作为重点校核指标。监测结果显示,第二阶段 12 个工地的居室窗户外表面垂直照度均值介于 1.8 lx 至 27.7 lx 之间。从结果看,建筑施工照明外溢至周边敏感建筑窗户方向是较为常见的影响形式。

照明灯具朝向室内发光强度是用于识别施工灯具定向直射敏感目标及可能产生不舒适眩光影响的补充性指标。第一阶段监测结果显示,10 个工地的照明灯具朝向室内发光强度监测值介于 132 cd 至 11250 cd 之间。不同工地监测值差异较大,说明施工灯具在安装角度、照射方向和遮光控制方面仍存在明显差别。该阶段结果表明,发光强度指标能够从定向光强角度补充反映施工灯具对周边敏感目标的直射影响,与居室窗户外表面垂直照度共同构成对施工照明外溢和直射干扰的综合表征。

调研第二阶段继续对照明灯具朝向室内发光强度进行校核。监测结果显示,12 个工地的照明灯具朝向室内发光强度监测值介于 76.1 cd 至 6050 cd 之间。该结果说明,在部分工地中,即使总体照度水平并非最高,仍可能因灯具朝向、光束角度或遮光措施不足,造成朝向居民窗户或其他敏感目标方向的发光强度较高。与居室窗户外表面垂直照度相比,照明灯具朝向室内发光强度更侧重于识别定向直射和不舒适眩光风险,能够弥补单一照度指标难以反映局部强光直射影响的不足。

建筑施工场界眩光指数主要用于表征建筑施工照明灯具于场界对人眼产生的不舒适眩光程度。第一阶段监测结果显示,10 个工地的建筑施工场界眩光指数监测值介于 34 至 90 之间。调研第二阶段继续对建筑施工场界眩光指数进行校核,监测结果显示,12 个工地的建筑施工场界眩光指数监测值介于 1.7 至 83.5 之间。两阶段监测结果均显示,不同工地的场界眩光水平差异较大,部分工地存在较高的眩光指数测量值,表明施工照明可能因灯具亮度、投射方向、观察位置及背景亮度等因素,在场界周边产生不舒适眩光。与主要反映施工照明对敏感建筑居室影响的窗户垂直照度和灯具朝向居室发光强度相比,建筑施工场界眩光指数侧重反映施工照明对场界周边人员的视觉影响,能够补充评价前述指标难以表征的场界眩光问题。

#### 4.4. 监测指标体系构建与指标选取

结合现有光污染相关标准中常用指标的适用性分析,以及建筑施工现场调研监测结果,本研究认为建筑施工光污染监测指标体系宜以居室窗户表面垂直照度、照明灯具朝向室内发光强度及建筑施工场界眩光指数为主体。居室窗户表面垂直照度及照明灯具朝向室内发光强度分别从敏感受体受照结果和光源定向直射影响两个角度表征建筑施工光污染,建筑施工场界眩光指数反映施工照明对场界周边人员的视觉影响,上述指标能够较好覆盖施工照明对周边环境造成干扰的主要表现形式。其中,居室窗户外表面垂直照度侧重评价施工照明外溢至敏感建筑窗户方向后形成的受光水平,反映施工照明对居住空间及室内环境的潜在影响;照明灯具朝向室内发光强度侧重评价施工灯具在朝向居民窗户或室内观察者方向上的发光强弱,反映灯具直射敏感目标可能造成的不舒适眩光风险;建筑施工场界眩光指数侧重评价施工照明在场界处形成的不舒适眩光程度,反映施工照明对场界周边人员视觉舒适性及光环境的潜在影响。

以居室窗户表面垂直照度、照明灯具朝向室内的发光强度和建筑施工场界眩光指数构建监测指标体系,有利于从光线外溢、定向直射和场界眩光等方面识别建筑施工光污染,并实现监测评价与污染防治的衔接。居室窗户表面垂直照度超限,通常表明施工照明外溢对敏感建筑的影响较为明显,可重点采取控制照射范围、优化照明布设、增设遮光设施以及减少非必要高强度照明等措施。照明灯具朝向室内的发光强度超限,通常表明灯具定向直射敏感目标的问题较为突出,可重点通过调整灯具朝向和投射角度、安装遮光罩或改变灯具安装位置等方式进行控制。建筑施工场界眩光指数较高,通常表明施工照明对场界周边人员视觉舒适性的影响较为明显,可重点通过降低灯具可见发光面的亮度、调整灯具投射方向和安装高度、完善遮光措施以及优化灯具数量和空间布局等方式进行改善。三项指标分别对应敏感建筑受光、灯具定向直射和场界不舒适眩光等不同污染表现及控制路径,能够增强监测结果对施工照明管理和污染防治的指导作用。

在建筑施工光污染监测指标筛选过程中,人眼方向垂直照度、照明灯具亮度、上射光通量比和阈值增量虽均属于光环境评价中的常见指标,但综合考虑建筑施工场景特征、监测目标、现场可操作性和评价适用性,暂不纳入本标准常规监测指标体系。人眼方向垂直照度可在一定程度上反映场界外人员视线方向的受光情

况，但建筑施工工地多位于Ⅲ类、Ⅳ类夜间光环境区域，相关区域缺乏对应限值要求，且该指标现场测量易受道路照明、商业照明、景观照明及天空辉光等非施工光源干扰，监测结果难以准确归因于施工照明。照明灯具亮度主要适用于户外广告、景观照明、LED 显示屏等自发光面控制，而建筑施工照明的主要影响表现为外溢光和直射干扰，采用灯具亮度难以直接反映周边敏感受体受到的实际影响。上射光通量比主要用于评价夜空泛光、能源浪费和灯具光学性能，现场测量条件要求较高，且与建筑施工照明对周边居民住宅、学校、医院等敏感建筑的直接干扰关联性相对较弱。阈值增量主要用于道路照明和交通视觉安全评价，侧重反映眩光对目标识别能力的影响，其应用场景、计算条件和评价目的与建筑施工光污染监测不完全匹配。因此，本标准常规监测指标体系重点选取与施工照明扰民问题关联更直接、现场可测性更强、评价依据更明确的居室窗户外表面垂直照度和照明灯具朝向室内发光强度。

#### 4.5. 照明灯具朝向室内发光强度监测方法选择

根据《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439—2019）相关技术思路，照明灯具朝向居室的发光强度可采用两类方法进行估算，即照度测量法和亮度测量法。照度测量法通常在受干扰光影响的居室窗户处开展测量，主要测量要素包括光接收器朝向干扰光光源时的照度（ $E$ ）以及干扰光光源至测量位置的距离（ $d$ ），并按照  $I=Ed^2$  计算发光强度。亮度测量法则以干扰光光源亮度（ $L$ ）、发光面表面积（ $A$ ）以及发光面法线与观察者视线之间夹角 $\theta$ 为主要测量要素，并按照  $I=LA\cos\theta$  计算发光强度。两种方法均具有相应的理论基础，但在建筑施工现场复杂光环境条件下，其适用性和结果稳定性存在明显差异。

从计算原理看，照度测量法的结果与测量位置处接收到的照度以及光源至测量位置距离的平方直接相关。在照度测量值一定的情况下，光源距离越远，按照  $I=Ed^2$  计算得到的发光强度越大。距离参数的变化会被平方放大，从而显著影响最终结果。建筑施工工地与周边敏感建筑之间的距离通常可达数十米甚至上百米，即使窗户处测得的照度仅为较低水平，乘以距离平方后也可能得到较高的发光强度估算值。对第二阶段监测方法的对比结果也表明，针对同一测量对象，照度测量法所得结果普遍高于亮度测量法，且照度测量法结果通常可达到千级以上，现场监测中最大值甚至达到 62450 cd。这说明照度测量法对距离参数高度敏感，

在建筑施工场景中容易因距离放大效应导致结果偏高。

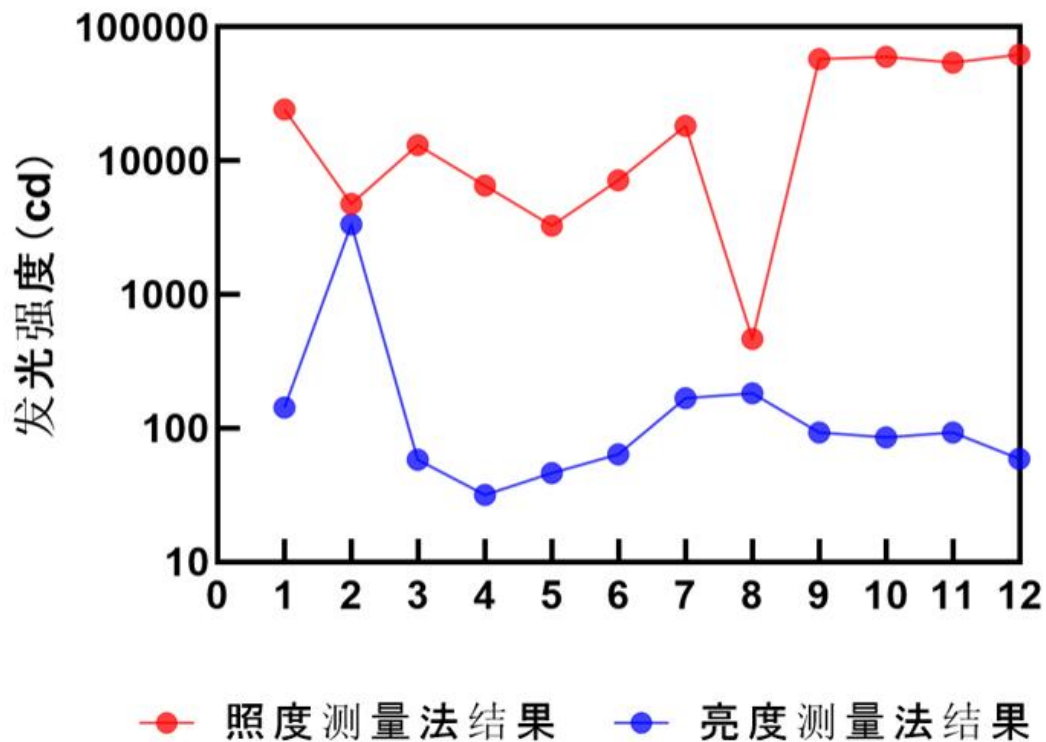


图 4-1 同一监测对象亮度测量法及照度测量法的监测结果

除距离敏感性外，照度测量法还存在较难排除环境光干扰的问题。建筑施工工地通常位于城市建成区或建设活动密集区域，周边夜间环境中往往同时存在道路照明、商业照明、景观照明、楼宇照明、车辆灯光以及天空辉光等多种光源。照度测量法是在受干扰光影响的窗户处测量光接收器朝向干扰光光源方向的照度，但在实际现场条件下，照度计接收到的光并不一定完全来自目标施工灯具。特别是在工地周边存在天空辉光或其他背景光源的情况下，即使关闭施工灯具，测量点仍可能存在一定照度值。进一步开展的开关灯对比监测结果显示，受天空辉光影响，部分施工工地即使在关灯后，对应照度仍可达到 0.4 lx 至 0.7 lx。在结合光源至测量位置距离后，按照照度测量法计算得到的发光强度仍可达到百级至千级。这表明照度测量法难以有效区分目标施工灯具贡献与背景光贡献，容易将天空辉光或其他环境光源影响计入发光强度结果。

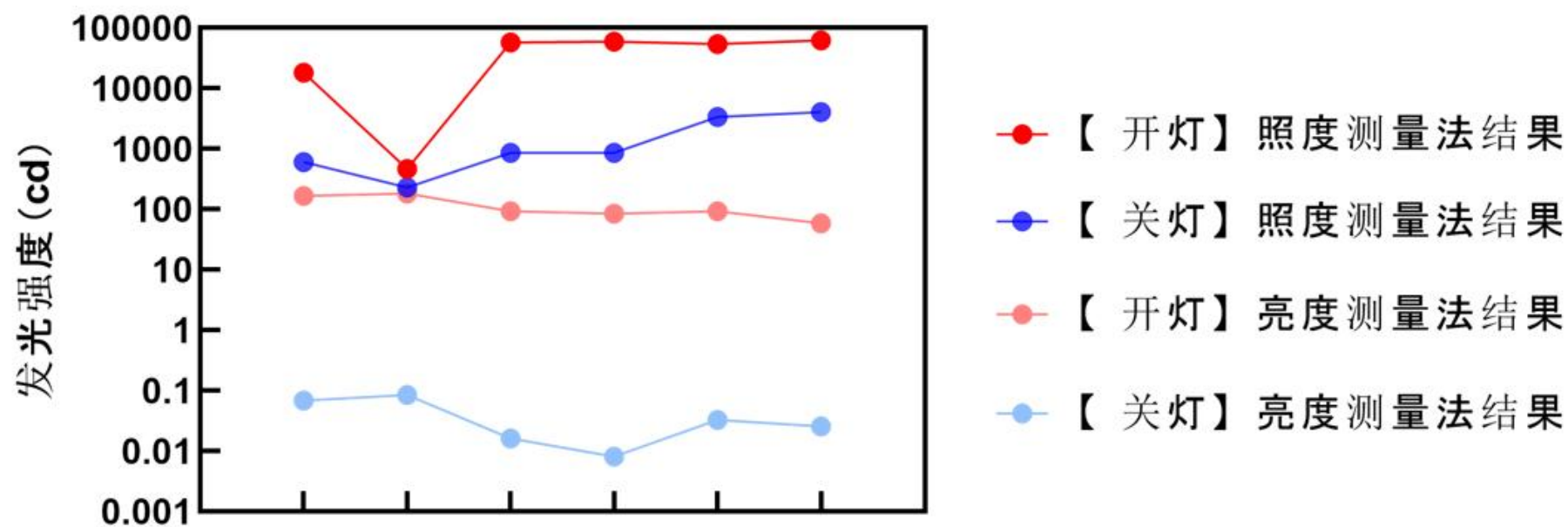


图 4-2 同一监测对象开关灯时亮度测量法及照度测量法的监测结果

综合比较两种方法，照度测量法虽然测量过程相对直观，但其结果与光源至测量位置距离的平方直接相关，在建筑施工工地与敏感建筑距离较远的情形下容易产生明显放大效应。同时，该方法难以有效避免天空辉光、道路照明及其他背景光源对窗户处照度测量结果的影响，导致发光强度估算结果存在偏高和归因不清的问题。亮度测量法则以目标灯具自身亮度和发光几何关系为基础，能够更直接表征施工灯具朝向室内方向的发光强度，受背景环境光影响相对较小，且更有利于问题溯源和现场整改。因此，在《建筑施工光污染监测技术指南》中，采用亮度测量法作为照明灯具朝向室内发光强度的监测方法。

## 5. 主要内容

### 5.1. 内容组成

《建筑施工光污染监测技术指南》由前言、6个章节、1个附录组成和参考文献组成。6个章节分别为：范围、规范性引用文件、术语和定义、总体原则、测量方法、测量记录。1个附录为施工工地光污染检测记录表。

### 5.2. 章节说明

《建筑施工光污染监测技术指南》的适用范围明确为“周围为人居环境的建筑施工光污染监测”，不适用于“抢修、抢险施工过程中产生的光污染监测”。

“规范性引用文件”包括室外照明干扰光限制规范、仪器检定规程、夜间光环境区域限值等。

“术语和定义”包括建筑施工、光污染、敏感建筑、居室、建筑居室场界、照度、亮度、发光强度、眩光指数，具体界定情况见表 5-1。

表 5-1 术语和定义的界定说明

| 序号 | 术语   | 界定说明                                                                                 |
|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 建筑施工 | 引用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2025），有修改                                                |
| 2  | 光污染  | 引用《中华人民共和国生态环境法典》第六百六十七条“本法所称光污染，是指过度、不恰当使用人工照明或者不恰当改变日光的照射条件，造成周围生活环境中人的视觉受到干扰的现象。” |
| 3  | 敏感建筑 | 参考《中华人民共和国噪声污染防治法》第十四条第二款关于噪声敏感建                                                     |

| 序号 | 术语     | 界定说明                                                |
|----|--------|-----------------------------------------------------|
|    |        | 筑物的规定：“将以用于居住、科学研究、医疗卫生、文化教育、机关团体办公、社会福利等的建筑物为主的区域” |
| 4  | 居室     | 参考《现代汉语词典》中“居室”的定义                                  |
| 5  | 建筑施工场界 | 引用《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB 12523-2025）                   |
| 6  | 照度     | 引用《照明测量方法》（GB/T 5700）                               |
| 7  | 亮度     | 引用《照明测量方法》（GB/T 5700）                               |
| 8  | 发光强度   | 引用《室外照明干扰光测量规范》（GB/T 38439）                         |
| 9  | 眩光指数   | 引用《夜间光环境区域限值》（DB4403/T 333—2023），有修改                |

除范围、规范性引用文件、术语和定义外，其他 3 个章节和 1 个附录的具体内容和编制要点详见表 5-2。

表 5-2 主要内容编制要点

| 序号 | 内容   | 编制要点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 总体原则 | 结合施工照明具有临时性、动态性和工况变化较大等特点，重点对监测代表性、工况真实性和记录完整性作出原则性规定，为后续测量工作的实施提供总体指导。监测对象、点位、时段和施工工况的选择应能够反映施工照明对敏感建筑居室及场界周边环境的主要影响。监测宜在施工照明正常运行状态下开展，避免非正常工况影响监测结果。同时，应真实、完整记录监测条件、测量过程和监测结果，保证监测数据具有可追溯性。                                                                                                                                              |
| 2  | 测量方法 | 规定建筑施工光污染监测项目、仪器设备、测量人员、测量条件以及各项指标的具体测量方法，形成针对敏感建筑居室和建筑施工场界周边环境的监测技术体系。编制时重点对照度计、亮度计和测距仪器提出计量性能要求，保证测量数据的准确性和可比性。同时规定现场测量人员不少于 2 人，并应了解仪器设备操作和测量流程，以满足现场测量组织和质量控制需要。测量条件方面，明确应在无雨、雪、雾、霾等可能引起光线严重散射或吸收的天气下进行，测量时段内风速不大于 5 m/s。具体测量方法方面，居室窗户表面垂直照度选择受施工照明影响最大的敏感建筑居室窗户进行测量。窗户可开启时在窗户外表面测量，窗户不可开启时在窗户内表面测量，并分别在窗户中心和经现场目视判断受影响最大的位置设置测点。照明灯具朝 |

| 序号 | 内容                | 编制要点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                   | 向居室的发光强度采用亮度测量法，通过测量灯具亮度、发光面面积以及发光面法线与观察者视线的夹角计算发光强度，用于反映施工灯具定向直射敏感建筑居室的影响。建筑施工场界眩光指数根据场界周边的实际通视条件设置测点，采用二维影像亮度计直接测量或采用照度计、亮度计等仪器组合测量，用于表征施工照明在场界处产生的不舒适眩光程度。                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3  | 测量记录              | 规定建筑施工光污染监测过程中应记录的基本信息和数据内容。要求测量记录应包括测量区域基本信息、具体地址、测点示意图、测量依据、测量项目、被测光源及照明设备基本信息、测量日期和时间、天气情况、仪器设备型号及校准有效期、测试人员、记录人员以及测量数据汇总等内容。                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4  | 附录 A 施工工地光污染检测记录表 | 提供施工工地光污染检测记录表格式。围绕干扰光测量地点、测量设备、检测依据和检测结果四类内容设置记录表。干扰光测量地点表包括测量日期、测量时间、测量区域名称及地址、经纬度、天气状况、风速、测量点位信息、楼层、受影响居室窗户朝向、检测项目、居室内部灯具关闭情况及测量区域灯具布设图等内容。测量设备表用于记录设备名称、规格型号、计量等级、测量范围、设备编号和校准日期。检测结果表分别对应住宅建筑居室窗户外表面垂直照度和照明灯具朝向居室的发光强度，前者记录建筑施工照明开启时各测点垂直照度、平均垂直照度、窗户尺寸及布点图，后者记录测点位置、受影响居室位置、光源编号、光源类型（本标准中光源类型包括 LED 光源、高压钠灯、金属卤化物灯、卤钨灯、碘钨灯、高压汞灯等）、安装高度、光源朝向、测量亮度、发光表面积、夹角、 $\cos\theta$ 、计算发光强度及干扰光源照片等内容。 |

## 6. 是否涉及专利等知识产权问题

本文件不涉及专利等知识产权问题。

## 7. 重大意见分歧的处理依据和结果

本文件在文本编制及专家咨询过程中均未出现重大意见分歧情况。

## 8. 与现行相关法律、法规和强制性标准的关系

标准不违反任何国家现行法律法规及强制性标准，目前国内尚不存在专门针对“建筑施工光污染监测”的国家标准或行业标准，现阶段涉及建筑施工工地光污染的标准多为原则性提及。

## 9. 预期的社会经济效益及贯彻实施标准的要求和措施建议

### 9.1. 预期的社会经济效益

鉴本标准属于环境监测技术规范，直接经济收益不显著，但通过提升监管效率和降低社会治理成本，可产生明显的间接经济效益。标准实施后可减少因反复投诉、重复核查和执法争议带来的行政成本，提升监管资源配置效率。同时，通过规范施工照明运行和管理，减少过度照明和无效照明，有助于降低能源消耗和运行成本，实现环境监管与节能降耗的协同推进。

建筑施工光污染是城市夜间环境投诉的高发问题之一，且易引发重复投诉和邻避矛盾。标准实施后，可为光污染投诉处理提供清晰、客观的技术判定依据，减少因缺乏统一技术标准导致的争议和执法困难，提高投诉处置效率和公众满意度。同时，通过明确监测和评价依据，有助于引导施工单位规范夜间照明设置和使用行为，减少不必要的光线外泄，从源头降低光污染发生频率，推动社会矛盾的源头治理和精细化管理。

作为建筑施工领域光污染的专项环境监测技术指南，标准实施后可显著提升光污染监管工作的标准化和规范化水平，为生态环境部门开展建筑施工光污染投诉核查、日常监管和执法取证提供统一的监测指标体系和测量方法。同时，通过统一监测流程、数据记录和报告要求，有助于形成可比性强、可追溯的监测数据，为跨区域、跨项目的监管执法提供稳定的技术支撑，推动建筑施工光污染监管由经验判断向标准化管理转变。

### 9.2. 贯彻实施标准的要求和措施建议

#### 9.2.1. 加强标准宣贯

标准发布实施后，应结合建筑施工光污染防治工作的实际需要，组织开展面向建设单位、施工单位、监理单位、检测机构、行业协会及相关管理部门的标准宣贯和技术培训。建筑施工光污染具有一定的专业性和场景特殊性，其影响往往与施工照明设备布设、照射方向、周边敏感建筑分布、夜间环境背景光等因素密切相关。为保证标准有效实施，有必要通过专题培训、技术解读、案例交流和现场示范等方式，使相关单位准确理解标准的适用范围、监测对象、测量内容、监测条件、测量方法和记录要求，避免在实施过程中将建筑施工光污染监测简单等

同于一般照明检测或施工场界环境监测。

### **9.2.2. 强化监测能力建设**

为保证标准实施质量，检测机构及相关实施单位应根据标准要求配备满足计量性能要求的仪器设备，并加强设备检定、校准和日常维护管理。照度计、亮度计等仪器应在有效校准周期内使用，测距仪器应满足相应精度要求，确保监测数据具有准确性和可比性。

同时，应加强监测人员技术能力建设。建筑施工光污染监测涉及光源识别、敏感建筑判定、测点布设、背景光控制、亮度测量、发光面积确定、夹角测量和现场记录等多个环节，对监测人员的现场判断能力和操作规范性要求较高。建议相关单位建立专门的培训和考核机制，使监测人员熟悉标准规定的测量流程，掌握照度计、亮度计和测距仪器的正确使用方法，能够根据现场实际情况识别主要干扰光源、判断测量光路是否通畅，并采取必要措施减少背景光、月光和其他非被测光源的干扰。通过提升人员能力，可有效减少因操作不规范、点位选择不合理或现场记录不完整导致的结果偏差。

### **9.2.3. 加强部门协同**

建筑施工光污染监测涉及生态环境、住房建设、城市管理、市场监管、检测机构、建设单位和施工单位等多个主体。为推动标准有效实施，建议在标准发布后建立跨部门协同工作机制，明确不同主体在标准宣传、监督检查、监测实施、问题整改和技术指导中的职责分工。

建议将建筑施工光污染监测要求与绿色施工、文明施工、夜间施工管理和城市夜间光环境治理工作相衔接。对于邻近居民住宅、学校、医院等敏感建筑的施工项目，可在施工前或夜间施工方案制定阶段提前开展光环境风险识别，合理布设照明设施，减少后期投诉和整改成本。对于重点区域、重点项目和反复投诉工地，可将标准作为现场核查和技术判断依据，提高监管工作的科学性和一致性。

### **9.2.4. 建立反馈机制，持续完善标准技术内容**

建筑施工光污染监测受施工阶段、光源类型、工地周边环境、敏感建筑布局和城市背景光条件影响较大，标准实施过程中可能出现不同类型的现场问题。建议在标准实施后建立应用反馈和动态完善机制，及时收集检测机构、监管部门、建设单位、施工单位和社会公众在标准使用过程中的意见建议，重点关注监测点

位布设、背景光扣除、复杂多光源场景处理、亮度测量法实施细节、发光面积确定、夹角测量、记录表填报和结果解释等方面的问题。通过持续跟踪标准实施效果，可为后续修订完善提供依据。后续可结合更多现场监测数据和典型案例，进一步研究不同施工阶段、不同光环境区域和不同敏感建筑类型下的监测方法适用性，完善背景光干扰处理、数据质量控制和异常情况说明要求。