

建筑物采光系数和采光均匀度的测量方法

齐春晓¹, 秦大为²

(1.济南市城市照明服务中心, 山东 济南 250012
2.盐城师范学院电光源检测技术研究所, 江苏 盐城 224002)

摘要: 在建筑设计领域, 自然采光作为建筑物采光节能设计的核心环节, 其性能直接关联室内视觉舒适度、光生物安全性以及建筑物生命周期的能耗。本文围绕国家最新颁布的《采光测量方法》(GB/T 5699—2025) 标准中的采光系数 (DF) 与采光均匀度 (DU) 两大核心评价指标, 分别阐述其光学定义、测量方法及测量干扰因素及规避。为现代绿色建筑实现“光环境品质—节能效益—人居健康”的协同优化提供理论支撑与技术路径, 推动建筑行业向低能耗、高舒适度的可持续发展转型。

关键词: 自然采光; 采光系数; 采光均匀度; 测量方法; 影响因素

中图分类号: TU113

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1002-6150.2026.08.000

Application Experience of Building Lighting Design Operation

Qi Chunxiao¹, QIN Dawei²

(1.Jinan City Urban Lighting Service Center, Jinan 250012, China

2.Institute of Electric Light Source Testing Technology, Yancheng Teachers University, Yancheng 224002, China)

Abstract: In the field of architectural design, natural lighting serves as a core component of energy-efficient lighting design, with its performance directly impacting indoor visual comfort, photobiological safety, and the energy consumption throughout the building's lifecycle. Focusing on the two core evaluation indicators—daylight factor (DF) and daylight uniformity (DU)—specified in the newly promulgated national standard "Methods for Measurement of Daylighting" (GB/T 5699—2025), this paper elaborates their optical definitions, measurement methods, and factors influencing measurement accuracy along with their mitigation strategies. It provides theoretical support and technical pathways for the synergistic optimization of "lighting environment quality-energy efficiency-human health" in modern green buildings, thereby promoting the transition of the construction industry towards sustainable development characterized by low energy consumption and high comfort.

Keywords: natural lighting; daylight factor; daylight uniformity; measurement method; influencing factors

0 引言

随着“双碳”目标与《采光测量方法》(GB/T 5699—2025) 标准的全面实施, 建筑物采光节能技术已成为建筑行业降碳的关键切入点。良好的自然采光设计作为典型的节能技术, 其节能潜力与环境效益已

被量化证实: 通过优化窗地比、遮阳系数及室内反射体系, 可使建筑照明能耗降低 20%~30%, 同时减少空调系统因人工照明散热产生的附加能耗, 间接降低二氧化碳排放 15%~20%。

采光系数与采光均匀度是衡量自然采光性能的核心量化指标, 前者通过处理排除天气、时段等动态干

作者简介: 齐春晓, 高级工程师。长期从事城市道路照明技术与管理工作。

通讯作者: 秦大为, 教授。主要从事道路照明教学、科研工作。

扰,客观反映建筑自身的光环境供给能力;后者聚焦光照分布的空间均衡性,直接影响人体视觉疲劳阈值与光生物节律稳定性。当前建筑采光设计中,部分项目因缺乏精细化光环境模拟与形态优化,还存在“采光系数达标但采光均匀度失衡”“眩光控制与采光效率矛盾”等问题。

1 采光系数与采光均匀度

1.1 定义说明

采光系数(DF)是指全阴天条件下,室内某点在特定工作面高度(通常 0.75 m)的天然光照度(E_n)与室外同一水平面上的天空漫射光照度(E_w)的比值,其核心作用是消除太阳直射光、天气变化等动态因素干扰,量化建筑自身的采光潜力,公式如式(1):

$$C_i = \frac{E_n}{E_w} \times 100\% \quad (1)$$

式中: C_i 为该点的采光系数,%; E_n 为室内该点的照度,lx; E_w 为与该点同时测量的室外漫射光照度,lx。

采光均匀度(DU)是评价室内光照分布均衡性的核心指标,适用于一般建筑空间其计算公式如式(2):

$$U = \frac{C_{\min}}{C_{\text{av}}} \quad (2)$$

式中: U 为采光均匀度; $C_{\min}$ 为参考平面上的采光系数最小值,%; C_{av} 为参考平面上的采光系数平均值,%^[1]。

1.2 规范要求

根据《建筑采光设计标准》(GB 50033—2013)的要求,建筑物采光系数指标规范如表 1 所示。

表 1 建筑物采光规范要求

Table 1 Building lighting code requirements

建筑类型	功能空间	采光系数标准值	采光均匀度标准值
居住建筑	卧室、客厅	1.0%	0.7
办公建筑	普通办公室	2.0%	0.7
教育建筑	教室、实验室	3.0%	0.5

2 测量方法及检测案例

2.1 测量条件与仪器

气象条件:全阴天(无直射阳光)。

仪器及要求:照度测量采用测量精度为一级的

照度计(含余弦修正器),照度计的量程应满足 0.1~100000 lx,且在校准有效期内。根据我们的测量体会,建议使用北师大 ST-80C 照度计,配三脚架、钢卷尺或激光测距仪的示值误差绝对值不应超过 1 mm、数据记录设备。

准备工作:关闭被测建筑物内人工照明;清洁采光窗口玻璃;室内外照度传感器均水平放置,高度一致(一般为 0.75 m)。

2.2 测点布置(关键)

室外参考点:无遮挡开阔处的空地,避开反射面。

室内测点:按功能区布点,常用 1~2 m 网格;重点覆盖工作面、离窗远区、墙角等。

特殊区域:异形空间、采光口边缘、家具遮挡处加密测点。

2.3 现场测量步骤

1)布点架设:固定好室内外照度计,同步测量。

2)参数设置:记录起止时间、天气、云量。

3)测量环境:全程关闭人工光源,避免人员、物体遮挡传感器。

4)数据取样:剔除异常值(如瞬时遮挡、仪器抖动),取有效数据均值。

2.4 测量注意事项

1)测量时,照度计先用大量程档数,然后根据指示值的大小逐渐找到合适的档数,原则上不允许指示值在最大量程 1/10 范围内读数。

2)照度示值稳定后再读数。照度计显示的读数,最后一位有时不稳定,应该记录出现次数较多的数字。

3)测量人员宜着深色服装,防止测量人员、围观者的身影对接收器的影响。

4)为提高测量的准确性,一个测点可取 2~3 次读数,然后取其平均值。

5)根据有关规定,测量时需要将照度计的传感器垂直向上,定位于距地面 0.75 m 左右的高度处并保持相对稳定^[2]。

2.5 测量案例

1)单点采光系数:按采光系数计算公式计算各测点值。

2)统计指标:计算采光系数平均值、最大值、

最小值、采光均匀度。

3) 达标判定：对照 GB 50033—2013《建筑采光设计标准》，检查各功能区最小值是否满足等级要求，如表 2 所示。

表 2 现场实测数据记录 Table 2 Field measurement data record			
检测对象 基本信息	检测环境参数	检测结果	达标情况
盐城师范学院普通教室； 9 m×6 m×4 m； 共 54 个测点	室外漫射光照射度 6200 lx；室内光 照射度 192 lx； 高度 0.75 m	最小值 2.2%； 平均值 3.2%； DU=0.79	达标
盐城市金融城写字楼办公室； 12 m×8 m×3 m； 共 28 个测点	室外漫射光照射度 5800 lx；室内光 照射度 133 lx； 高度 0.75 m	最小值 1.6%； 平均值 2.3%； DU=0.9	达标
盐城市某小区南向卧室； 4 m×3 m×3 m； 共 9 个测点	室外漫射光照射度 5550 lx；室内光 照射度 148 lx； 高度 0.75 m	最小值 2.1%； 平均值 2.7%； DU=0.78	达标

3 建筑物采光系数与采光均匀度的关键影响因素

3.1 建筑间距与遮挡的影响

遮挡物的“天空遮挡角(α)”直接影响建筑获得的天空漫射光通量。根据《城市居住区规划设计标准》(GB 50180—2018)，北方地区大寒日太阳高度角较低(约 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$)，建筑间距需满足 $L=H\times\cot\alpha$ (L 为间距， H 为遮挡建筑高度)，如图 1 所示，否则会导致底层住户采光系数低于 0.5%；不规则遮挡物(如异形建筑、高大乔木)会产生“光斑—阴影”交替区域，破坏采光均匀度均衡性。正常室外测量时其 $\alpha\leq10^{\circ}$ 。

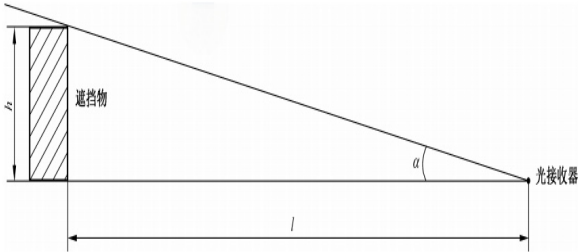


图 1 建筑间距测量要求图
Fig. 1 Building spacing measurement requirements diagram

3.2 地理位置与气候条件的影响

高纬度地区，光线入射深度有限，需增大窗地比至 1/5 以上；低纬度地区，易产生直射眩光，需结合遮阳系数的构件设计。此外，天空亮度分布对采光系

数影响显著：多雾地区天空亮度约为晴天的 1/3，需通过高透光率玻璃补偿。

3.3 建筑形态与平面布局的影响

建筑进深与采光系数呈负相关，当进深超过 12 m 时，仅靠单侧采光无法满足室内深处采光系数 $\geq1\%$ ，需采用“中庭—天井”式通透布局，利用顶部天窗的漫射光实现“二次采光”；多层建筑的核心筒布局若遮挡主要采光面，会导致周边房间形成“采光死角”，采光均匀度降低 20% 以上。

3.4 窗户设计参数的影响

窗地比(WFR)：在一定范围内($WFR\leq30\%$)，采光系数与 WFR 呈线性正比，但 WFR 超过 35% 后，节能效益边际递减(因冬季散热损失增加)，需结合建筑能耗情况制定特定的优化方案。

窗户位置：高窗设计(窗台高度 ≥1.8 m)可使光线入射深度增加 30%，通过天花板反射改善室内深处光照，提升采光均匀度；对称式窗布局(如双列窗、转角窗)可使光照覆盖范围扩大 20%，避免单侧采光的“明暗分区”^[3]。

4 建筑物采光系数与采光均匀度的提升策略

4.1 精细化控制

基于当地纬度与光气候分区，确定最优进深：北方严寒地区(如哈尔滨)居住建筑进深 ≤7 m，南方夏热冬暖地区(如广州)可放宽至 9~10 m；公共建筑核心功能区(教室、办公室)优先布置在南向，辅助功能区(卫生间、储藏室)集中布置在北向或建筑核心区，形成“采光优先”的布局逻辑。

4.2 间距与朝向优化

基于太阳视运动轨迹模拟，采用“大寒日/冬至日日照时数”与“采光系数达标率”双目标优化，北方地区建筑间距系数(L/H) ≥1.5 ，南方地区 ≥1.2 ；建筑主朝向偏离正南向 $\pm15^{\circ}$ 以内，可在保证冬季日照的同时，减少夏季直射眩光。

4.3 优化室内装修与家具布置

4.3.1 高反射率材料适配

根据《建筑采光设计标准》GB 50033—2013 中表 D.0.5 饰面材料的反射比可知，墙面选用白色乳胶

漆 ($\rho=0.65\sim0.85$) 或浅米色无机涂料 ($\rho=0.55\sim0.70$) , 地面采用浅灰色抛光砖 ($\rho=0.25\sim0.35$) 或浅色实木地板 ($\rho=0.20\sim0.30$) , 天花板采用白色石膏板 ($\rho=0.60\sim0.70$) 或铝扣板 ($\rho=0.55\sim0.65$) , 通过分层反射设计, 使室内平均反射率提升至 0.45 以上, 显著改善采光均匀度, 通过“形态优化+材料适配+构件创新”的设计并结合现场实测的数值, 当墙面用白色乳胶漆 ($\rho=0.75$) , 地面用浅灰色抛光砖 ($\rho=0.25$) , 天花板用白色石膏板 ($\rho=0.65$) , 室内平均反射率 0.43。这样不仅满足建筑物设计规范要求, 且采光均匀度优于标准 20% 以上, 年均节约电费约每户 200 元, 实现了光环境品质与节能效益的协同^[4]。

4.3.2 家具布局采光友好设计

采用“离窗间距 $\geq 0.5\text{ m}$ ”的家具布置原则, 客厅沙发、卧室衣柜等大型家具避免遮挡采光窗; 开放式办公空间采用低矮隔断 (高度 $\leq 1.2\text{ m}$) , 减少对光线的遮挡; 厨房、卫生间等功能区选用透明或半透明隔断, 提升空间通透性。

5 结论与展望

采光系数与采光均匀度的协同优化是实现“充足、均匀、节能”光环境的关键, 需通过量化计算与动态模拟避免“单指标达标”的片面设计, 建筑形态、采光构件、室内反射率是影响采光性能的核心因素, 其优化需结合当地光气候条件与建筑功能需求。BIM 参数化建模、智能调控系统等技术工具, 显著提升了采光设计的精细化水平, 是未来绿色建筑光环境设计的主流技术路径。未来将通过 AI 计算与智能家居相结合, 实现“人-光-能耗”的实时动态匹配, 推动建筑光环境设计向“智能化、健康化、低碳化”深度发展。

参 考 文 献

- [1] GB/T 5699—2025 采光测量方法 [S].
- [2] 秦大为. 道路照明测量技术 [M]. 南京: 南京大学出版社, 2021.
- [3] 蒋文平. 公共建筑的室内采光设计与节能技术研究 [J]. 城市开发, 2025.12.
- [4] GB 50180—2018 城市居住区规划设计标准 [S].