

建筑电气工程照明的设计标准及光源运用

文 / 刘东辰 中晨智博工程设计集团有限公司

张建锋 陕西卓朗鸿泰建设工程有限公司

摘要：建筑电气工程照明设计是建筑功能与艺术表现的重要载体。本研究从照明系统的功能需求和节能降耗出发，结合相关标准，深入探讨照明体系设计中光源选型、照度参数匹配、智能化控制等关键技术。重点分析LED等新型节能光源与传统光源的兼容配置策略，提出通过光度模拟技术优化照明布局方案，构建兼顾能效指标与视觉舒适度的复合型照明系统。研究成果可为提升建筑物照明质量与能源利用率提供技术参考。

关键词：建筑电气工程照明；设计标准；光源运用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.101

引言

随着智慧建筑技术的快速发展和绿色建筑理念的深入推进，现代建筑照明系统正朝着智能化、低碳化的方向发展。当前建筑电气照明工程既要满足《建筑照明设计标准》(GB/T 50034-2024)等规范的技术指标要求，又要适应建筑功能多元化带来的视觉体验需求。如何在照度均匀度、色温控制等专业技术参数与空间美学呈现之间建立平衡点，已成为行业关注的焦点问题。本文着重从设计标准执行、新型光源适配两个维度展开研究，通过分析不同建筑场景的照明负荷特性，探讨绿色照明技术在现代化建筑中的创新应用路径，为构建可持续发展的建筑照明系统提供理论支撑。

一、建筑电气工程照明的设计原则

(一) 核心功能要求

建筑照明设计应立足功能需求导向原则。部分工程方案过度追求能效参数与节能目标，可能弱化光环境质量与功能适配性，导致实际效果偏离用户预期。设计人员需始终遵循“功能优先”准则，通过前期调研精准把握业主对照明模式、亮度阈值及视觉舒适度的核心诉求，建立科学的设计指标体系。在满足现行节能规范前提下，借助BIM技术构建三维模型进行方案比选，结合多轮反馈优化设计细节，最大限度降低施工阶段的方案变更概率。

(二) 能效优化设计

照明系统中普遍采用的灯具能效较低且缺乏节能优化设计，导致电能利用率长期偏低。这不仅造成资源浪费与运营成本上升，还与低碳环保的发展要求存在差距。为实现绿色可持续发展目标，设计团队需以高效节能为核心导向，在保障建筑照明品质与使用功能的基础上，通过优化整体能效表现、提升灯具性能参数、动态调整用电负荷、合理控制照明时长等系统性方案，综合运用多种节能手段，全方位提升照明系统的节能效率，最终达成建筑实用性与人居体验的协同发展。

(三) 亮度均横

在建筑照明系统设计中，空间环境亮度是需要重点考虑的关键参数之一，这一参数直接关系到照明品质和

能源效率。当环境亮度过高时，不仅会导致照明能耗超出设计标准，还会引发眩光现象，造成视觉舒适度显著下降。反之若亮度过低，则会使室内空间缺乏必要的照度梯度，特定区域可能产生影响视觉功能的暗区。

因此，在照明系统设计过程中，工程技术人员需要依据亮度均衡准则，通过以下技术措施提升光环境质量：首先在项目前期阶段全面收集相关工程资料，根据建筑物功能分类与标准等级，科学设定室内各区域照度基准参数，确保实际照明效果与设计规范高度吻合。针对不同使用场景，建议采用分级调光技术实现区域亮度精准控制，需要着重消除暗区盲点，同时防止光污染现象。以居住类建筑为例，各功能空间建议执行如下照度标准：卫浴区域照度值应控制在75勒克斯(1x)以上，入户过渡区维持100勒克斯基准，公共通行区域(含楼梯间、走道)最低照度不低于50勒克斯，电梯等候区宜保持100勒克斯照明水平。

(四) 美学外观表现

照明灯具作为建筑装饰的关键构成要素，其设计需兼顾实用功能与艺术表达的平衡关系。过度侧重电气参数与能效标准而弱化装饰功能，可能引发空间艺术表现力与使用体验的双重弱化。设计师需要系统整合三大核心要素：光源技术参数匹配、造型语言协调性以及空间布设位置规划，使其与建筑装饰的整体语汇形成有机呼应。

(五) 安全防护保障

照明系统隐患可能引发电气火灾事故。设备线路老化导致短路故障时，持续电弧放电易形成建筑安全风险。为确保使用安全，设计环节需严格采用符合《建筑照明设计标准》GB 50034-2013的照明设备，例如，泳池、桑拿房等高温高湿环境需选用IP54及以上防水防尘灯具，避免水汽侵蚀导致短路或光衰。海边或高盐碱地区应定制防腐蚀材质灯具，防止盐雾腐蚀造成掉漆或发霉。火锅店、烤肉店等油烟密集场所需采用IP54防护或特殊防尘结构灯具，防止化学物质进入灯具内部导致光源失效。

二、建筑电气工程照明的设计标准

(一) 优选合适的光源类型

合理选择照明灯具类型是民用建筑电气设计的关键环节。设计人员需结合建筑空间功能需求，对作业面照度标准、显色性要求及节能指标进行综合评估。现场勘测应重点关注建筑结构特征、自然采光条件和设备安装可行性，通过参数比对确定最优光源方案。

(1) 室内照明光源。民用建筑常规照明设计中多采用气体放电灯或 LED 灯作为光源。对于存在电磁干扰限制要求的建筑空间，需避免选用气体放电灯作为照明方案，图 1 为室内 LED 灯示意图。

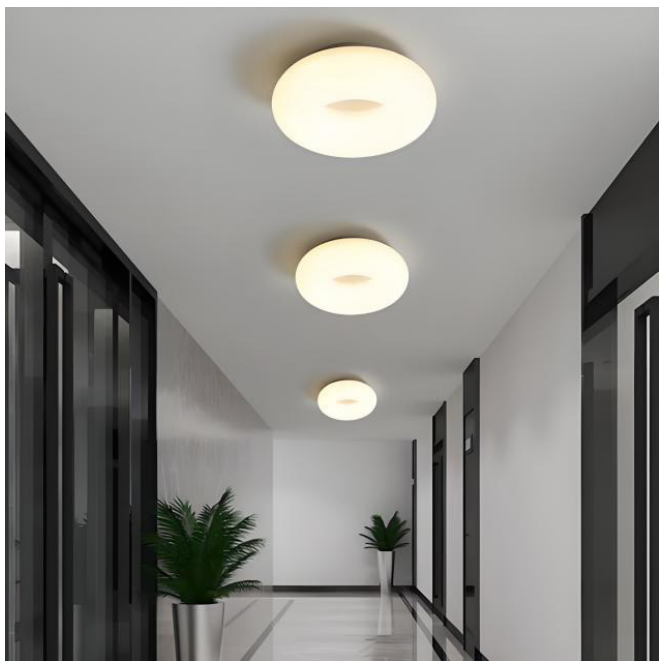


图 1 室内 LED 灯示意图

(2) 振动场所光源选用方案。针对存在明显振动的作业环境，优先选用抗震性能优良的高压汞灯作为照明设备。对于建筑层高较高或需大范围照明的场所，可选用光效突出的高压钠灯作为补充光源^[1]。

(3) 照明显色性能优化。LED 在显色性方面表现较好，适用于对照明品质要求较高的专业空间。当特定建筑环境需要满足更高显色标准时，单一光源类型可能难以达到理想效果，因此可采用混合照明方式，通过一般照明与局部重点照明的配合使用实现色彩还原度的综合提升。

(二) 合理搭配照明方式与照度参数

民用建筑光环境设计需精准控制三个要素：调节照明强度应作为关键技术环节，不当的照明强度设置易造成视觉疲劳问题并增加能源消耗量。设计阶段应优先保障视觉舒适性，在达到标准照度基础上，采用分区布光与混合光源结合的节能模式。对于显色性不足的光源，可通过优化光谱分布特性提升综合照效。特殊空间通过主照明的定向布设配合辅助照明组合方案，能有效控制

镜面反射现象。建筑功能差异应按实际需求建立阶梯式照度规范，对应配置适用的照明技术参数。

(三) 开展照度模拟验证

在民用建筑的光环境营造过程中，科学合理照度测算是保障视觉舒适度的核心要素。实施过程中应严格参照国家现行照明设计规范，通过对灯具空间分布模型与光电参数的综合比对，同时统筹考量积尘导致的效能衰减及界面材质光反射特性等多维度影响因素。基于系统性计算分析，既可形成节能性与功能性兼顾的照明系统配置，亦能在特定设备参数框架下，精准验证设计区域照度指标对行业标准的符合性。

建筑室内照明设计中，照度计算的核心方法包含逐点分析与光通量计算两类技术体系。前者依托平方反比定律建立数学模型，重点处理点光源的光照分布问题；后者基于空间反射特性构建计算模型，主要用于预测整体光环境质量。从工程应用角度考量，逐点法更适用于美术馆展陈、手术室操作台等需要精准控光的特殊场景，而光通量法则普遍应用于办公场所、教学空间等具有规范反射参数的室内环境评估。

三、建筑电气工程照明的光源运用策略

(一) 采用节能型照明光源

在建筑照明系统节能改造中，优先选用高效能电光源是实现节能减排的核心路径。光源能效等级与节能效益呈正向关联，通过采用 LED、紧凑型荧光灯等高效产品替代传统白炽光源，可在保障空间照度标准及视觉舒适度的前提下，显著降低系统运行能耗。选型过程中需构建多维度评估体系，重点考量光源流明效率、额定寿命等关键性能指标，择优选用全生命周期能效最优的照明产品^[2]。

实验数据表明四种光源性能存在明显差异。白炽灯表现出最低能效特征，其 7.3-25 流明 / 瓦的光效水平伴随不足 2000 小时的使用寿命，综合能效为 (7.3-50) × 10³ 流明 · 时 / 瓦。相比之下，紧凑型荧光灯在光效 (44-87 流明 / 瓦) 和使用时长 (5000-8000 小时) 方面均有提升，综合能效达 (2.2-6.96) × 10⁵ 流明 · 时 / 瓦。金属卤化物灯性能参数进一步优化，在保持 52-130 流明 / 瓦光效的同时，使用寿命延长至 5000-10000 小时区间，综合能效范围扩大至 (2.6-13) × 10⁵ 流明 · 时 / 瓦。白光 LED 技术参数表现最为突出，虽然光效区间为 25-60 流明 / 瓦，但长达 10000-50000 小时的使用寿命使其综合能效达到 (4.25-21.25) × 10⁵ 流明 · 时 / 瓦。综合分析证实，白光 LED 在照明领域具备显著技术优势。

(二) 配置高效能照明器具

光能转化效能表征照明器具的核心性能指标，其量化参数与光通量维持率存在显著线性关联。该参数直接影响照明系统的能源转换效率，结构设计与反射系统构成关键制约因素。工程实践中，开敞式灯具因消除二次光学损耗，普遍展现最优能效特性。典型荧光照明单元

对比表明：无遮挡出光模式相较透明罩体提升约 1/4 效能，较磨砂 / 棱镜处理或格栅结构增幅达 30%。

开敞式灯具因无遮挡出光结构具备优异的光能输出特性，其光效表现处于行业优势水平。建议优先选用这类灯具，但需结合实际场景评估眩光抑制效果、设备安全性及外观协调性。针对环境反射需求，可通过安装定制形状与材质的反光罩提升光反射效率，有效降低罩体吸光损耗，精准控制光束传输角度，使光源产生的有效光通量最大程度作用于目标照射区域。灯具附件选型对节能效果具有重要影响。传统电感镇流器因功耗较高，其能耗占比直接影响系统能效。更新型节能镇流器在稳定性与光频控制方面表现更优，以 40W 光源为例，节能型镇流器功耗占比不足，相比传统产品节能优势明显^[3]。

（三）引入智能化控制系统

有效照明时长是评估建筑光效管理的关键参数。传统电气系统因技术局限，普遍采用人工调控模式，人工操作存在滞后性导致灯具关闭延迟，形成非必要照明。实际运行中，照明周期超出功能需求既造成能源损耗，也加速设备性能衰退。针对此类问题，可采用自动化控制方案构建照明管理系统，着重提升环境响应性能与自主调节能力。基于传感装置实时监测区域光照条件，系统自主完成灯具开关操作并执行亮度调节，显著减少非必要照明时段的能源消耗^[4]。

智能照明系统建设包含四项关键技术：场景模式管理、电能调节方案、照度稳定方案及智能感应控制。场景模式管理主要部署于办公场所，预设工作 / 会议 / 休息等差异化照明方案，支持人工切换或系统自动调节，灯具组根据选定模式智能调整运行数量及发光强度。电能调节方案基于电压调节技术优化设备工作状态，配置缓启电路消除电流突变，稳定电压波动幅度，实现光线平稳过渡与均匀分布。恒照度调节技术面向采光需求稳定的空间，通过光学传感器实时采集环境亮度数据，检测值超出阈值时自动修正至标准区间。智能感应控制适用于低频使用区域（如楼梯通道），采用人体红外传感器实时监测动态信息，联动灯具根据人员活动状态自主启停。

（四）优化灯具配光设计

优化灯具配光是提升照明质量的核心技术。实施光线分布调控可构建更符合人体工效的视觉环境，在保障基础照度的同时增强空间适人性。操作层面需同步优化光源调控与环境适配两个维度。光源维护环节需建立标准化流程：定期清洁灯具表面维持最佳出光效率，减少无效光通量损失；动态调整遮挡物布局确保光路畅通；优选高反射材料提升空间亮度与二次反射效果^[5]。环境适配照明应匹配空间功能特性：开放区域采用广角配光实现均匀覆盖，线性通道运用窄光束形成视觉引导。构建分级照明体系：基础层保障整体

亮度，功能层强化作业面照度，重点层塑造空间亮点，装饰层营造氛围层次。以教学空间为例，常规顶灯维持基准照度，黑板区配置防眩光定向灯具，讲台区部署可调焦照明模块，天花板周边嵌入间接光导引系统。该方案通过分区分级控光技术实现精准配光，将眩光指数控制在标准内。实际工程中，采用非对称光斑灯具可实现展示区高照度与过道区柔光过渡的平衡，视觉舒适指数提升。最终形成的照明系统既能契合建筑空间特征，又能通过光学设计强化功能属性^[6]。

（五）优先利用自然采光

建筑采光系统通常由两种方式实现：自然采光与人工照明。传统电气工程方案重点关注人工光源能效优化，然而该领域节能潜力接近上限，且存在光学参数与自然光源存在明显差异的技术瓶颈。现阶段行业技术研发重点已转移至日光利用领域，推荐采用光导照明系统，通过集光装置、导光管道及漫射组件构建光传输体系，实现室外光源在建筑内部的高效分配^[7]。实际运行中，日间依托导光系统完成空间照明需求，夜间则通过智能调控自动启用人工照明模块。自然光源存在稳定性不足且易受天气影响的特性，雾霾等恶劣天气可能影响光导系统照度。建议组合应用两种光源，如在顶棚交错布置光导管与 LED 灯，日常优先使用光导管照明，白天光线不足时开启 LED 辅助补光。

结语

建筑电气照明系统的科学设计与技术创新是推进绿色建筑发展的重要环节。本文研究表明，通过贯彻智能化控制策略与规范化照明设计流程，能够有效降低建筑能耗。应采用动态化设计思维，在控制眩光指数等关键参数的同时，注重采用模块化灯具实现空间光环境重构。建议未来研究着重关注光生物效应对人体节律的影响机制，开发基于物联网的场景自适应照明系统，推动建筑电气照明向健康化、智慧化方向纵深发展。

参考文献

- [1] 唐玉莲. 照明节能技术在建筑电气工程中的应用探究 [J]. 建材发展导向, 2024, 22 (17): 130-132.
- [2] 贾文海. 照明节能技术在建筑电气工程中的应用研究 [J]. 中国照明电器, 2024, (06): 22-24.
- [3] 刘松涛. 建筑电气工程中智能照明系统的应用研究 [J]. 光源与照明, 2024, (01): 59-61.
- [4] 王庆美. 照明节能技术在建筑电气工程中的应用探析 [J]. 中国高新科技, 2023, (17): 119-121.
- [5] 高培兴, 李向荣. 建筑电气照明安装工程施工关键技术与注意事项 [J]. 光源与照明, 2025, (01): 45-47.
- [6] 江总, 李美琴. 建筑电气工程中智能照明系统的应用研究 [J]. 石材, 2025, (02): 145-147.
- [7] 张硕, 张浩. 建筑电气照明安装工程施工技术与质量控制分析 [J]. 光源与照明, 2024, (11): 201-203.