

火力发电厂智能照明布置原则和设计

王 力

中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司 上海 200063

摘 要：本文探讨了火力发电厂智能照明系统的布置原则和设计方法。在布置原则上，强调了安全性、功能性、节能性和可靠性四大核心要素。设计上，详细阐述了照明系统架构、设备选型、布线设计及控制系统设计等方面的具体策略，还介绍了智能照明系统的实施步骤与维护要点，确保系统稳定运行。

关键词：火力发电厂；智能照明；布置原则；设计

引言

火力发电厂作为重要的能源供应基地，其照明系统的智能化设计对于提高生产效率、保障人员安全和实现可持续发展具有重要意义。随着科技的进步，智能照明系统逐渐应用于火力发电厂，通过精确控制照明亮度和开关状态，实现节能高效的目标。本文将详细阐述火力发电厂智能照明系统的布置原则和设计方法，以期对相关领域的实践提供参考。

1 火力发电厂智能照明布置原则

1.1 安全性原则

火力发电厂的智能照明布置是一项至关重要的设计任务，它直接关乎电厂的运行安全、人员作业效率以及在紧急情况下的疏散安全，在进行这一设计时，安全性原则被放在首位，贯穿于照明系统的各个细节。为了满足不同区域的功能和作业要求，照明设计严格遵循国家和行业相关照明标准，在主控室、配电室等关键操作区域，照度被精心设定在300至500勒克斯之间，确保操作人员能准确无误地监控设备状态，及时响应异常情况，从而保障电厂稳定运行。而对于一般通道、楼梯间等通行区域，照度则适当调整为100至200勒克斯，既满足基本照明需求，又避免能源浪费。完善的应急照明系统设计是保障紧急情况下人员安全疏散的关键，应急照明灯具配备独立电源系统，确保在主电源中断时能立即启动，持续照明不少于30分钟；在疏散通道、安全出口等位置，设置醒目的疏散指示标志和应急照明灯具，照度不低于1勒克斯，确保人员能迅速识别逃生路径，安全撤离。

1.2 功能性原则

在火力发电厂这一复杂而高效的生产环境中，照明设计不仅关乎日常运营的顺畅与员工的作业舒适度，还直接影响到能源的有效利用与环境保护，所以功能性原则成为照明系统规划的核心指导理念，每个区域要根据其独特需求与特点进行量身定制的照明设计。在生产

区，局部照明与一般照明相结合，前者针对关键设备或操作点提供高强度、无眩光的光源，确保设备检修时的精准操作；后者覆盖整个区域，为日常巡视与常规作业提供基础照明，营造明亮安全的工作环境。办公区则注重营造舒适高效的工作氛围，采用均匀分布的一般照明，光线柔和不刺眼，有效减少视觉疲劳，同时兼顾美观与实用性，打造专业而温馨的办公环境。针对主控室、会议室等对照度需求随时间变化的区域，引入了智能调光控制系统，该系统能智能识别工作场景与时间变化，自动调节照明亮度，白天充分利用自然光降低亮度，夜晚或阴雨天增强照明，既提升工作效率又显著降低能源消耗，彰显绿色照明理念^[1]。

1.3 节能性原则

在节能性原则的引领下，照明系统的设计与实施需紧密围绕高效性、智能化与合理性三大核心要素，旨在确保照明需求得到充分满足的同时，最大限度地削减能源消耗。高效节能灯具，尤其是LED灯具，凭借其出色的性能表现，已成为现代照明系统的优选。LED灯具不仅发光效率高，普遍达到100至200流明每瓦（lm/W），远超传统荧光灯和高压钠灯，而且使用寿命极长，可连续照明50000至100000小时，显著降低了灯具更换频率和维护成本。同时，LED灯具的显色指数（Ra）通常不低于80，能够精准还原物体色彩，为用户营造出一个更为舒适、自然的视觉环境。相较于传统照明设备，LED灯具的应用极大地减少了能源消耗，为绿色建筑和可持续发展目标的实现做出了积极贡献。智能控制节能技术的融入，为照明系统能效的进一步提升开辟了新途径。通过集成智能照明控制系统，实现对整个照明网络的自动化管理和节能调度，该系统利用人体红外传感器、光纤传感器等尖端设备，实时感知环境参数变化，智能调节灯具的开关状态及亮度水平，在无人活动的区域自动关闭灯具，避免能源浪费；在自然光充足的时段自动调低

照明亮度,充分利用自然光源,进一步降低能耗。

1.4 可靠性原则

在照明系统设计与实施的严谨过程中,可靠性原则确保了照明系统能在各类应用场景,尤其是安全性要求极高的环境如火力发电厂中,持续稳定地发挥作用。

(1) 照明系统的冗余设计。在主控室、配电室等关键地带设置双电源供电系统或备用照明线路,以便在主照明系统发生故障时,能迅速启动备用照明,保持照明水平,确保操作人员的视线清晰度和作业效率,为紧急情况下的快速响应和妥善处理提供有力支持。(2) 灯具的质量和稳定性。作为照明系统的基石,灯具的性能直接决定照明效果和使用寿命,所以在采购灯具时,我们必须严格遵循国家及行业相关标准,确保灯具的发光效率、色温、显色指数等关键参数达标,并注重灯具的耐用性和抗腐蚀性。(3) 定期维护和检修照明系统。通过完善的维护机制,及时发现并更换老化、损坏的灯具和设备,预防照明中断问题。而在智能化日益普及的今天,智能照明控制系统的通信可靠性也成为高效照明管理不可或缺的一环,选择稳定性高、抗干扰能力强的通信技术和设备,并采取必要的通信线路防护措施,进一步提升通信网络的可靠性和稳定性,为智能照明控制系统的远程控制、自动调度等功能的实现提供坚实保障。

2 火力发电厂智能照明设计

2.1 照明系统架构设计

火力发电厂的智能照明设计关键在于其系统架构的选择,这主要分为集中式控制系统和分布式控制系统两种。集中式智能照明控制系统结构紧凑,由中央控制器作为核心,负责汇总并处理来自各方的控制指令及传感器数据,再通过通信网络将这些精确地控制信号传达至各个照明终端设备,如灯具和调光器等。这种架构以其控制集中、管理便捷的特点,非常适合规模较小的火力发电厂,而对于规模较大、区域分布广泛的火力发电厂,分布式智能照明控制系统则显得更为合适,该系统采用分层分布式结构,自上而下分为管理层、控制层和设备层。管理层负责全局配置、系统监控与整体管理;控制层则配备多个智能控制器,专门负责各自区域的照明设备管理;设备层则直接连接各类照明终端设备。

2.2 照明设备选型

在火力发电厂的智能照明设备选型中,LED灯具凭借其诸多优势成为首选。根据具体区域的不同需求,可选用LED工矿灯、LED投光灯、LED日光灯等多种类型的LED灯具。选择时,需重点关注灯具的光通量、色温、显色指数以及防护等级等关键参数,以确保照明效果和

设备性能满足实际需求。智能照明系统还配备人体红外传感器、光照传感器和温度传感器等。人体红外传感器能检测人员活动,实现人来灯亮、人走灯灭的自动化控制;光纤传感器则根据环境光照强度的变化自动调节照明亮度;温度传感器则用于监测灯具工作温度,保障其在正常范围内运行。智能控制器作为系统的核心设备,分为单灯控制器和区域控制器两类。单灯控制器可独立控制单个灯具,实现调光、开关等功能;而区域控制器则负责集中控制和管理多个灯具,能够根据不同场景和需求预设多种照明模式,实现更加灵活高效的照明管理^[2]。

2.3 照明布线设计

一是强电布线,强电布线是照明系统能源供应的基础,其设计需严格根据照明设备的功率需求和分布情况进行,在选取电线电缆的规格和型号时,需充分考虑到电流负载、电压等级以及线路长度等因素,以确保电源的稳定供应和线路的安全运行,为避免电磁干扰对弱电系统的影响,强电线路与弱电线路之间需实施有效的隔离措施。在实际施工中,强电线路通常采用穿管敷设的方式,这不仅能保护线路免受外界环境的损害,还能提升整体的美观度,而且穿管敷设还有助于线路的维护和检修,为系统的长期稳定运行提供保障。二是弱电布线,弱电布线则是智能照明系统实现自动化控制的关键。它根据系统采用的通信技术和设备特性,选择适宜的布线方式。当系统采用RS485通信协议时,通常会选择双绞线进行布线,这种布线方式具有成本低、传输距离远、抗干扰能力强等优点。当系统采用ZigBee等无线通信技术时,则无需进行实体布线,只要确保无线信号的覆盖范围和稳定性即可,但是即使采用了无线通信技术,也要注意避免弱电设备与强电设备的近距离接触,防止潜在的电磁干扰,在无法完全避免并行敷设的情况下,应保持足够的安全距离,确保弱电信号的稳定传输。

2.4 照明控制系统设计

第一,在控制策略方面,系统融合了自动控制、手动控制和远程控制三种模式,以灵活应对各种照明需求。自动控制模式借助传感器对环境参数进行实时监测,根据环境光照强度、人员活动情况等数据,智能调节灯具的开关状态和亮度,实现节能高效的照明效果。手动控制模式则为操作人员提供了直接干预照明系统的手段,以便在特殊情况或紧急情况下,能够迅速调整照明状态,确保工作区域的安全与照明需求。远程控制模式则通过网络技术,实现了对照明系统的远程监控与管理,管理人员可以随时随地查看照明系统的运行状态,进行必要的调整和优化,极大地提高了管理效率。第

二,在软件设计层面,照明控制系统涵盖了上位机软件与下位机软件两大组成部分。上位机软件作为系统的核心管理平台,部署在监控计算机上,承担着系统配置、实时监控、数据分析与管理决策等多重任务,其用户界面设计注重友好性和易用性,确保操作人员能够轻松上手,高效地完成各项管理任务。而下位机软件则运行在智能控制器中,直接控制着灯具的开关、调光及数据采集等功能,下位机软件设计注重稳定性和实时性,确保灯具控制的精准执行与数据采集的准确无误。

3 火力发电厂智能照明系统的实施与维护

3.1 智能照明系统的实施步骤

(1)在项目初期,首要任务是依据发电厂的实际情况与具体需求,进行详尽的规划与设计,这包括照明布置的宏观原则、照明系统的架构设计、照明设备的精选、布线方案的优化以及控制系统的精密设计,每一环节都力求精准对接照明需求,为后续工作奠定坚实基础。(2)进入实施阶段,设备采购与安装成为核心,依据设计方案精心挑选符合标准的照明设备、高精度传感器及智能控制器等关键组件,并严格按照行业标准与操作规范进行设备安装与调试,确保每一步操作精益求精,为系统稳定运行提供有力保障。(3)系统调试与测试环节全面展开,对照明效果、控制功能完备性及通信系统稳定性进行细致评估与测试,旨在提前发现并解决潜在问题,为系统正式运行扫清障碍。(4)人员培训与验收工作同样不可或缺,通过系统的操作与维护培训提升操作人员和维护人员的专业技能水平,确保他们熟练掌握系统功能及操作方法,并在培训结束后组织全面验收,只有当系统性能达标、运行稳定且验收合格,智能照明系统方可正式投入使用,为火力发电厂的照明管理带来智能化、高效化的全新变革^[3]。

3.2 智能照明系统的维护要点

智能照明系统的稳定运行对于火力发电厂的高效运营至关重要,其维护工作需从定期巡检、设备维护到软件升级全面展开。定期巡检作为预防故障的第一道防线,要求细致检查灯具的亮度与颜色、传感器的灵敏度以及智能控制器的通信状态,确保所有组件均处于正常标准,一旦发现异常或潜在故障,需立即处理,防止问题恶化。在设备维护方面,定期清洁灯具以去除积尘与污渍,及时更换自然损耗或意外损坏的灯具及其他设备,同时定期检查智能控制器与传感器的运行状态,预防系统失控风险,保持系统最佳工作状态。随着技术进步与应用需求多样化,软件升级成为不可或缺的一环,通过定期升级软件,不仅能提升系统性能与稳定性,还能引入新功能,满足不断变化的需求,但升级过程中需谨慎操作,做好数据备份与系统测试,确保升级安全无虞。

结语

综上所述,火力发电厂智能照明系统的设计和实现是实现高效运营和保障安全的重要手段。通过遵循安全性、功能性、节能性和可靠性原则,以及科学合理的系统架构设计和设备选型,智能照明系统能够显著提升照明效果,降低能源消耗,为火力发电厂的可持续发展提供有力支持。

参考文献

- [1]刘庆雄,董瑞钧,胡佳敏.火力发电厂应急照明系统技术探讨及改进措施[J].今日自动化,2024(10):52-54.
- [2]李锋.火力发电厂电气节能降耗技术研究[J].大科技,2024(22):46-48.
- [3]方恒院.火力发电厂电气运行故障及应对措施[J].数码设计(下),2020,9(12):71.