

# 智慧城市背景下市政路灯照明系统的智能化改造与节能效益评估

黄树林

中节能铁汉生态环境股份有限公司, 广东省深圳市, 518000;

**摘要:** 随着智慧城市建设的推进, 市政路灯照明系统智能化改造与节能效益评估也越来越受到重视。基于智慧城市背景, 本文从工程实践出发, 结合智能照明系统的关键技术及设备, 从节能原理与技术路径两方面, 对市政路灯照明系统智能化改造技术进行了探讨, 并对相关节能效益评估方法进行了总结与分析。研究发现: 采用智能化改造技术后, 能显著提升市政路灯照明系统的节能效益, 在满足道路照明基本需求的前提下, 通过节能效益评估可发现: 将改造后的路灯照明系统替换为传统的人工控制模式后, 可将节能率提升至3%~10%, 同时也降低了运营成本。

**关键词:** 智慧城市背景; 市政路灯照明系统; 智能化改造; 节能效益

**DOI:** 10.64216/3080-1508.25.10.022

## 引言

智慧城市背景下, 市政路灯照明系统的智能化改造成为必然趋势。传统的人工控制模式下, 照明设施存在诸多问题, 如能源浪费、维护成本高、照明质量差等。随着节能减排要求的不断提高, 传统的人工控制模式已难以满足当前智慧城市建设的需要。基于此, 本文以上海市松江区某道路为例, 从实际工程应用出发, 探讨市政路灯照明系统智能化改造技术并分析节能效益。该项目通过将路灯照明系统由传统的人工控制模式升级为智能控制模式, 并集成了大数据管理平台、道路能耗监测系统和基于云服务的路灯运维管理系统等功能, 实现了城市道路照明系统的智能化升级。

## 1 市政路灯照明系统现状与问题

当前, 我国城市照明总体水平仍然较低, 由于缺乏统一规划, 市政路灯照明系统的智能化水平较低。具体表现为: 照明设施分散: 路灯数量众多, 但缺少统一的规划设计, 造成资源浪费; 控制模式单一: 现有的市政路灯控制系统大多采用人工控制模式, 无法实现实时监控、数据采集与处理; 节能效果不明显: 传统的人工控制模式下, 城市道路照明设施的用电量较高且能耗大、维护成本高。因此, 在智慧城市背景下, 市政路灯照明系统需要由人工控制模式向智能控制模式升级, 以提升系统运行效率、降低运营成本、提升系统稳定性和可靠性<sup>[1]</sup>。

## 2 智能化改造的必要性

(1) 实现精细化管理, 提高能源利用效率。对路灯照明系统进行智能化改造后, 可结合大数据、云计算

等技术, 将照明设施的运行状态、能耗状况等相关数据信息接入后台管理系统, 进而对路灯的开关状态和使用时间进行智能调整, 以减少不必要的能源消耗。(2) 延长路灯寿命, 保障照明质量。由于路灯照明系统的设计标准通常比较低, 导致在运行过程中容易出现故障问题。例如: 在道路上某一处路面出现裂缝, 可能会导致交通事故; 若某个路段的路灯亮度过高, 就会影响附近居民的正常生活。通过智能化改造后, 可有效降低这些问题发生的概率<sup>[2]</sup>。

## 3 市政路灯照明系统智能化改造技术

### 3.1 智能照明系统架构设计

从路灯照明系统的实际需求出发, 提出基于大数据技术的智能化改造方案, 建立基于云服务的路灯运维管理系统, 并集成路灯能耗监测系统、大数据管理平台、智能照明控制系统及基于云服务的路灯运维管理系统等功能。其中, 大数据管理平台主要负责数据存储与管理、大数据分析、数据挖掘等工作, 主要功能包括: 实时采集与存储道路照明设备的运行状态与能耗信息; 根据历史数据进行统计分析与预测, 并基于分析结果对设备运行状态进行调整; 可依据相关政策法规及标准要求, 对设备的运行状态进行实时监控<sup>[3]</sup>。

### 3.2 关键技术及设备

#### 3.2.1 LED 照明技术

LED照明技术是由LED发光二极管构成的一种新型照明技术, 其具有亮度高、寿命长、光色好、环保等优点。与传统光源相比, LED光源具有高效率、低发热等特点, 从而能够显著提高城市照明的节能效果。将LED

技术应用到路灯照明系统中,能够使路灯的照度和功率得到显著提升,同时还能够提高灯杆的抗风能力,延长灯杆的使用寿命。与传统光源相比,LED光源在进行照明时能够显著降低能源损耗,而且还能够将电能消耗降低至传统光源的20%左右。通过将LED应用于路灯照明系统中,能够实现对路灯照明亮度及照度的远程控制,进而提升路灯照明系统的整体效率。

### 3.2.2 智能传感与控制技术

智能传感与控制技术是智能照明系统的关键技术,可实现对路灯照明设备的实时监控、数据采集与处理,以及对设备运行状态进行调整,进而实现对路灯照明设施的远程控制。基于智能传感与控制技术的路灯照明系统,可以实现对路灯照明设施的远程监测、控制和管理,进而保障道路照明设施的正常运行。基于此,智能路灯照明系统通常采用可编程逻辑控制器(PLC)、嵌入式计算机、传感器等设备,通过对这些设备进行智能化改造,可实现对路灯照明系统的远程监控、控制和管理,进而实现对路灯照明系统的智能化升级,满足路灯照明系统的基本需求<sup>[4]</sup>。

### 3.2.3 通信与网络技术

在智能化改造中,通信与网络技术的应用可实现照明设施的远程控制、数据采集和管理,可为市政路灯照明系统提供可靠、高效和安全的网络通信服务。无线传感器网络具有节点体积小、通信能力强、安装方便等优点,且数据传输可靠性高。无线传感器网络可实现无线远程监控,将路灯设施的实时运行状态进行采集,并通过传输网络将数据传输到监控中心。在此基础上,可利用无线传感网络的技术优势实现对照明设施的远程控制与管理。另外,基于ZigBee技术构建的照明系统中,其节点数量较少且具有良好的可靠性和抗干扰性,可实现对照明设施的远程监测和管理。

## 3.3 系统集成与平台建设

在智慧城市建设中,市政路灯照明系统集成与平台建设可为智慧城市的发展提供基础。在智慧城市建设中,市政路灯照明系统应集成和整合控制、监控、通讯等相关的技术和设备,实现对路灯的远程监控、管理和控制,提高系统整体运行效率和安全性。在智能化改造中,可采用基于物联网的智能控制技术、无线传感器网络技术等,通过接入市政路灯照明系统中的各类传感器设备实现对路灯运行状态的实时监控。另外,市政路灯照明系统还应具备数据集成管理和分析功能,以便于对路灯运行数据进行分析和管理,为智慧城市的发展提供基础保障。

## 3.4 智能路灯运维管理系统

在智能路灯运维管理系统中,通过采用无线传输技术和大数据技术,对数据进行采集、传输和处理,对路灯的运行情况进行监测、控制和管理。智能路灯运维管理系统能够实现对城市道路照明设施的集中监控和远程管理,并提供综合服务平台,便于路灯管理人员实时了解道路照明设施的运行状态。同时,该系统可以为城市管理者提供统一的信息发布平台,方便进行数据查询、分析以及决策。通过该系统,城市管理者能够实时了解道路照明设施的运行状态和状态变化情况,并根据道路照明设施运行状态对城市道路照明进行合理调度和分配资源。

## 4 智能化改造的节能效益分析

### 4.1 节能原理与技术路径

在目前的智能控制系统中,最常见的有基于时间控制模式和基于光强控制模式。前者通过设置控制时序,通过调整开灯时间或关灯时间,达到节电目的;后者通过设定光强范围,使灯在光强范围内处于最佳工作状态,从而减少能量的浪费。然而,时间和光强控制系统是根据环境和季节的变化而变化的。为了克服这种情况,需要在照明控制系统中添加一个基于光强控制模式的控制器。该控制器通过采集环境光强信息,并将其与设定值进行比较,从而调整灯的工作状态,实现节电目的。智能路灯照明控制系统中的所有控制方式都可以用于上述两种方式。

### 4.2 节能效益评估方法

#### 4.2.1 能耗数据统计与比较

在智慧城市背景下,根据市政路灯照明系统的实际需求,提出了基于大数据技术的市政路灯照明系统智能化改造方案。该方案以市政路灯照明系统的能耗数据为依据,通过分析现有系统中各控制模式下的能耗数据,结合基于大数据技术的智能照明控制系统,对其进行智能化改造。在改造过程中,可对各控制模式下的能耗数据进行统计与比较,并在此基础上采用多种节能技术手段对节能效益进行评估<sup>[5]</sup>。

#### 4.2.2 经济效益分析

(1)投入成本分析:系统硬件设备(如灯具、变压器等)的采购价格,改造过程中新增的网络通信设备、服务器等,改造完成后系统的维护成本等;(2)改造收益分析:本系统产生的节能效益包括两部分:一是增加照明时长带来的节能收益;二是减少照明能耗带来的节能收益。通过对已有项目进行数据分析,可得出本项目未来一年内可实现的节能收益,即设备在一年内产生

的节能效益；（3）投资回收期分析：通过计算每年的净现值，以及投资回收期，得出该项目在当前经济条件下的经济效益。其中，净现值可以通过项目年投资成本乘以预期回收期来计算。

#### 4.2.3 环境效益评价

环境效益评价包括三个方面：①节能减排效益。节能减排的对象为能源，能源消耗的过程即能源的转化与利用过程，即能源利用的过程，同时也是消耗能源的过程。在整个过程中，如果没有采取相应措施，则会对环境造成严重污染。②对城市环境的影响。在节能减排措施实施后，能够有效减少空气、水和土壤污染等方面的影响。③对经济发展的影响。在节能减排措施实施后，城市建设中所需花费的成本大大减少，由此产生的经济效益能够为城市发展提供资金支持。综上所述，路灯照明系统的智能化改造可以带来较好的环境效益。

#### 4.3 智能照明系统节能效果实证分析

以深圳市罗湖区某街道为例，该路路灯由6杆单灯控制，每杆路灯的功率约为110W，按每盏路灯每天工作8h计算，则该街道每天照明时间约为14h。假设该街道采用传统的路灯照明控制方式，即按照传统的人工开关路灯来调节路灯亮度。该路每天的平均照度为（50~800）lx，根据城市道路照明设计规范要求，在没有交通灯和其他临时物体（如建筑、树木等）存在时，道路照明照度应保持在（500~1000）lx。而该路每天的平均照度仅为（200~800）lx，这也是该街道所使用的普通路灯与智能路灯之间存在的最大差异。

### 5 工程应用与案例分析

#### 5.1 智能化改造项目实施流程

（1）建设单位和施工单位进行工程需求分析、方案论证，并签订合同。（2）对道路照明设施进行勘察测量，制定改造方案，并在施工前完成技术交底。（3）根据方案编制施工组织设计和安全文明施工措施，并在施工过程中监督施工单位严格按照方案要求进行作业。（4）工程竣工验收合格后，对项目实施过程中的隐蔽工程和工程变更进行检查验收，对实施过程中发生的质量问题及时解决。（5）项目运营维护期内，定期开展道路照明设施的巡检和维护，对存在的问题及时解决，确保道路照明设施的完好率，保证道路照明设施安全、高效、节能运行。

#### 5.2 典型城市案例介绍与分析

以河南省新乡市为例，该城市拥有多座大型建筑和

商业中心，是一个交通发达、经济繁荣的城市。由于道路照明长期处于超负荷运行状态，造成灯具故障、安全隐患和照明能耗过高等问题。2018年6月，新乡市启动了城市道路照明智能化改造项目，以提升路灯照明系统的安全运行水平，实现节能降耗。经过近两年的改造，目前新乡市城市道路路灯已全部实现远程监控和智能控制，且各路段路灯照明的照度、亮度等指标均优于国家标准。目前，新乡市道路照明智能化改造项目已建设完成并投入使用，实现了城市路灯的统一监控管理和节能降耗。

#### 5.3 节能效益评估结果及问题探讨

在节能效益评估方面，典型城市的实际效果要比理论结果更好，但也存在一定的问题。主要原因是：在节能效果评估中，往往采用的是年平均节能量（EaR），而不是改造后每年的节能量（EaR）。虽然在改造后每年的节能效果会更好，但改造后每年的节能效果实际上会低于改造前，因此其评估结果是不能真实反映实际情况的。此外，在评估过程中采用的是以年为单位来进行计算的，而实际上一年内的照明时间要远远长于一年，因此在计算时也需要考虑照明时间的因素。同时由于智慧城市照明系统是基于互联网和移动终端来进行运行管理，因此其建设成本也是不容忽视的。

### 6 结语

本文首先从智慧城市背景下的市政路灯照明系统需求分析入手，阐述了市政路灯照明系统的智能化改造内容；然后以实际工程为例，对市政路灯照明系统智能化改造方案进行了详细介绍，并对其节能效益进行了分析；最后提出了市政路灯照明系统智能化改造中存在的问题并进行探讨，并提出了相应的解决对策。本文旨在通过对市政路灯照明系统智能化改造的研究，进一步推动智慧城市建设，提升城市管理水平。

#### 参考文献

- [1] 邹泉. 市政路灯照明电气系统无功补偿研究[J]. 中国照明电器, 2024, (07): 30-31+91.
- [2] 李晨源. 市政路灯照明节能设计[J]. 光源与照明, 2024, (03): 16-18.
- [3] 薛飞. 市政路灯照明的节能设计分析[J]. 现代建筑电气, 2024, 15(02): 30-35.
- [4] 张立超. 市政路灯照明电气系统补偿技术分析[J]. 电子技术与软件工程, 2020, (23): 204-205.
- [5] 李模林. 探讨市政路灯照明电气系统无功补偿技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017, (31): 3.