

智能远程电力照明管理系统的设计与实现

唐玉兵

(四川省泸州职业技术学院, 四川 泸州 644600)

【摘要】针对当前电力照明控制系统中存在的问题,提出了一种基于网络通信技术的远程电力照明管理系统,设计了基于嵌入式的电力照明控制终端,实现了对照明电源开关的控制和用电数据的采集,并通过GPRS通信方式将数据传输到监控中心。实验结果表明:该系统能实现对照明电源开关的远程控制和用电数据的实时采集,而且具有使用方便、节约能源、降低成本等特点;可满足人们对照明的需求,具有良好的应用前景。

【关键词】智能远程; 远程监控; 电力照明

引言:

随着经济的发展和人们生活水平的提高,人们对照明环境的要求越来越高,因此,智能远程电力照明管理系统在建筑中具有较大的市场潜力和应用前景。该系统集网络通信、远程数据采集、计算机技术和智能控制等技术于一体,对建筑内所有用电设备进行集中、统一、实时监控和管理。在该系统中,可以实现对照明设备的远程开关控制、数据采集和分析处理以及节能管理等功能。该系统不仅可以提高照明质量,降低能源消耗,而且可以为管理人员提供实时数据和分析,使建筑节能达到最大化。

一、系统概述

智能远程电力照明管理系统主要包括(如图1):

智能远程电力照明管理系统
网络接入层
通信层
应用层
数据库层
应用服务器

图1

网络接入层:为各电力照明配电箱、配电箱、灯具、灯杆等提供网络接入服务,采用GPRS/CDMA/WLAN/3G等多种通讯方式,实现集中监控管理;

通信层:实现照明系统内各用电设备的状态和信息的采集与控制,以及与综合监控系统的通信;

应用层:为照明系统提供智能化监控管理,实现远程控制、状态检测、故障诊断以及信息查询等功能;

数据库层:实现照明系统中各种数据的存储和管理;

应用服务器:提供综合监控系统软件和电力照明监控管理软件,实现远程管理。

在分析了智能远程电力照明管理系统的功能需求后,我们将智能远程电力照明管理系统划分为四个层次。

设备层:对各用电设备进行在线实时监测和控

制,如灯具开关、插座、空调等;

控制层:实现对所有用电设备的集中控制,如通过计算机进行远程的实时监控和集中控制;

管理层:对整个电力照明配电系统进行管理,实现实时监控、报警和信息查询等功能;

服务层:提供灵活的管理手段,提供不同的应用服务。

根据以上四个层次,我们设计了一套智能远程电力照明管理系统。该系统将所有用电设备接入网络,通过网络把各个用电设备的状态和信息发送到中央服务器上,然后在中央服务器上对这些数据进行分析处理。^[1]这样就实现了对整个电力照明配电系统的远程监控和集中管理,对故障进行诊断和报警,提高了工作效率和节约了维修费用。

二、系统功能

(一) 现场管理

现场管理主要是对各个点位的开关状态进行查看,根据用电设备的实际需要,对某一区域内的设备进行统一管理。主要功能有:实时监控功能;通过管理端可以查看每个点位的开关状态,包括正常状态、工作状态、故障状态、断电状态等,并且可以实现开关状态的自由切换。查看历史记录;用户可以查看该区域内所有设备的历史开关状态和报警信息,并且可以在此基础上进行查询和导出,方便日后的运维。根据设定的阈值,如停电时间和报警时间等,系统自动对区域内所有设备进行断电或故障报警。定期对现场设备进行巡检,通过系统对巡检点进行查看。

(二) 远程管理

该系统除了可以实现对电力照明的远程开关、控制和数据采集外,还可以实现对数据的远程查看、设置和维护,其主要功能包括:

1. 数据查询:用户可以通过此功能来了解现场的电力照明设备运行状态。

2. 实时监测:当有电力照明设备发生故障时,用户可以通过此功能及时了解现场电力照明设备的

运行状态，并在系统中作出相应的提示。

3. 远程控制：用户可以通过该功能来对现场电力照明设备进行控制操作，如开、关、停等。^[2]

4. 故障报警：用户可以通过该功能来实现对电力照明设备进行故障报警，在系统中，当现场出现故障时，系统将自动上传故障信息到管理后台。

（三）事件报警

当发生事故或异常时，系统可自动记录故障信息，并自动将故障信息以短信、邮件、APP 通知等方式通知相关人员。当发生故障时，系统可根据预设的报警方式自动发送短信到相关人员的手机上。

三、系统硬件组成

（一）监控中心

监控中心主要由智能照明监控服务器、防火墙设备以及各种管理软件组成。智能照明监控服务器主要接收和解析来自各个智能照明控制系统的数据；显示各智能照明控制系统的当前状态，包括：状态信息、状态设置信息、设备运行信息等；同时，根据用户的需要，监控中心可以通过网络实现对各智能照明控制系统的远程控制，即远程开/关、远程调光、远程寻址、远程报警等；通过 Internet 或局域网与其他智能照明控制系统进行数据交互，实现远程控制及管理。

（二）监控终端

监控终端的功能是对照明设备的状态进行采集、传输、处理，并将结果发送给监控中心。

本系统选用了具有良好抗干扰性能、通信能力强的工业级芯片，用来对现场照明设备进行控制和监测，同时可以与监控中心进行数据的交互。该系统采用工业级的嵌入式芯片，包括一块大容量 RAM，用于存储用户数据和采集数据，还有一个 32 位的 MCU，用于对终端控制功能和通信功能进行处理。其工作原理是：用工业级芯片 STM32 作为主控芯片，通过串口与监控中心进行通信；通过 STM32 内部的 32 位处理器和 16 位中断向量处理模块来进行数据处理、显示和存储。

（三）照明设备

照明设备的主要作用是为了方便对用电的监控，对环境的调节以及对照明时间的控制，一般照明设备都是由开关、灯具以及相关控制电路等组成。在整个系统中，灯具是与控制电路相连接的，它的主要功能是给配电回路提供照明用电。该系统中所有的灯具都是通过 RS-485 总线来实现和控制回路相连接，即每个灯具都有一个 RS-485 的接口。对于照明设备来说，它主要有两种状态：正常运行、故障状态。在正常运行状态下，可以进行正常工作；在故障状态下，就需要对该设备进行断电操作，并且切断其供电线路。本系统中用到的照明设备主要有：开关、灯具、控制器、传感器等。^[3]

四、系统的整体架构

远程电力照明管理系统的功能是实现电力照

明设备的远程控制和用电数据的实时采集。其中，远程控制是指用户可通过手机或电脑等设备对电力照明设备进行远程操作，而用电数据的采集是指当用户需要用电时，系统根据采集到的用电数据计算出当前需要使用的电量。远程控制系统主要由中心节点（路由器）、边缘节点（电力照明终端节点）和网络连接 3 个部分组成。

中心节点（路由器）负责将整个系统的信息传递给边缘节点，对中心节点传递过来的信息进行处理，并将结果发送给中心节点。其中，终端节点（电力照明控制终端）是负责将用电数据传输给中心节点。这样，网络连接就是从边缘节点向中心节点传递数据，再由中心节点向边缘设备进行数据处理的过程。通信网络由两条通信链路组成：一条为数据传输链路，另一条为数据接收链路。当用户需要用电时，通过数据传输链路将用电数据发送给中心节点，然后由中心节点进行处理；当用户需要关闭照明设备时，通过数据接收链路将照明设备关闭信息发送给中心节点，然后由中心节点进行处理。通过在用户端设置专用的通信终端对用电设备进行控制。当用户需要用电时，通过模块与电力照明控制终端进行通信；当用户需要关闭电力照明设备时，通过模块与电力照明控制终端进行通信。

五、软件功能

电力照明控制系统软件功能主要包括：

1. 用户登录管理。通过用户登录可以对用户进行管理，包括用户权限的设定、修改和删除等。

2. 用电数据采集。用电数据采集主要包括：照明用电的分类（可按时段或不同用途）、照明电压、电流、功率、功率因数等数据的采集。

3. LED 显示屏控制。LED 显示屏控制主要包括：可根据用户需求，设置显示屏的亮度及颜色等参数；在设置好相关参数后，可实现在显示屏上显示相应的文字或图案，并可控制其亮度和颜色；同时 LED 显示屏还能将当前使用的电量信息显示出来，方便用户查看和使用。LED 灯控制主要包括：当某一个区域需要照明时，就按下控制按钮，LED 灯就会亮起来；当某一个区域不需要照明时，按下停止按钮，LED 灯就会熄灭。

4. 数据存储管理。数据存储管理主要包括：通过对用电数据进行分析后得出照明电源开关的最佳控制时间和最佳开关方式；通过对用电数据进行分析后得出不同时段照明功率大小及用电总量；根据分析结果，控制每一个 LED 灯的开闭时间，实现节能目的。

5. 故障报警功能。当发生故障时，LED 显示屏将显示相应故障信息，并根据故障类型自动进行报警处理。

在电力照明控制系统中应用远程监控技术，使管

理人员可以通过远程方式对电力照明设备进行远程监控、维护、管理和决策，并通过远程管理系统向用户提供数据存储和管理功能，实现了对电力照明设备的智能化管理。

六、系统实现的技术路线

（一）网络通信

在照明监控系统中，网络通信是实现远程控制的关键。目前，工业现场的网络通信一般有两种方式：

1. 传统的以太网技术。其特点是以太网数据传输速率高，数据传输量大，可以同时传送多个数据；但由于其采用了以太网技术，其网络中设备的互联、信息交换和安全等问题将会限制其在工业控制领域的应用。

2. 无线网络技术。无线通信技术可分为窄带无线通信技术和宽带无线通信技术。窄带无线通信技术是指数据速率较低的、多为模拟信号的、适用于近距离范围内的无线传输；宽带无线通信技术是指数据速率较高、多为数字信号的、适用于远距离范围内的无线传输。

（二）服务器软件

服务器软件是整个系统的核心，它为用户提供了一个统一的操作界面，用户可以在这个界面上进行各种操作，如：远程控制、实时数据查询、报警提示等。同时，服务器软件也是系统中实现与网络通信的一个重要环节，它是在客户端和服务器之间进行信息交换的媒介。

在本系统中，使用C/S结构来实现各个功能模块，服务器软件分为用户管理模块、系统管理模块和报表管理模块。

七、系统测试

系统测试主要分为硬件测试和软件测试两部分。硬件测试主要是通过搭建一个模拟环境，对终端节点和路由器节点进行功能和性能上的测试。终端节点被置于一个小房间内，它通过继电器来控制电路的通断，从而控制整栋楼的照明电源开关。当它检测到有电流流过时，就会将继电器拉至闭合状态，此时电路处于断开状态；如果电流不是很大时，继电器将被拉至断开状态；如果电流很大时，继电器将被拉至闭合状态。对于一个开关电源而言，其正常工作电流在100 mA左右。当该房间内的电流超过100 mA时，继电器就会断开电路；而当电流小于100 mA时，继电器就会被拉至闭合状态。^[4]

路由器节点安装在大楼的楼顶上，通过GPRS将数据传输到监控中心。该部分采用TCP/IP协议与路由器节点进行通信。在路由器节点中编写了一条TCP/IP协议栈，并设置好相应的参数：IP地址为192.168.1.1；端口号为192.168.1.1；数据包长度为128个字符。路由器节点采用RS-232接口与终端节点连接。终端节点用来采集电力照明系

统中各个用电设备的用电量、电压、电流等参数。在实际应用中，该系统可对大楼照明系统进行统一控制和管理：当检测到有电流流过时，将继电器拉至闭合状态；当检测到有电压流过时，将继电器拉至断开状态。在软件测试方面，首先使用Modbus协议对终端节点进行调试；然后分别在路由器节点和终端节点上测试网络通信情况。实验结果表明：路由器节点与终端节点之间的通信正常；路由器节点和终端节点都可以通过IP地址、端口号和数据包长度进行登录验证；在网络中存在干扰时，传输速率会有一定影响。此外，还对整个远程电力照明管理系统的运行情况进行了测试：首先通过串口连接路由器节点和终端节点进行数据采集；然后分别在路由器上对照明电源开关和大楼用电情况进行监测；最后在监控中心上对整个电力照明系统的运行情况进行了实时监测。

结束语：

本文设计的智能远程电力照明管理系统，采用嵌入式技术，结合GPRS网络通信，实现对电力照明设备的远程控制和实时采集用电数据。该系统可应用于城市的大中型企事业单位、商业大楼等场所，以满足单位用电管理的需求。该系统在网络通信技术上实现了对电力照明设备的远程控制和实时采集用电数据，并采用GPRS网络进行数据传输，为用户提供了一种快速、便捷、经济的远程电力照明控制方法。在当前能源短缺和环境污染严重的情况下，电力照明系统的智能化改造和建设是必然趋势。本文提出了一种基于网络通信技术的智能远程电力照明管理系统，以实现用电设备的远程控制和用电数据的实时采集，为电力照明系统的智能化改造和建设提供了一种新思路。该系统具有使用方便、节约能源、降低成本等优点，为用户提供了一种新的远程控制方式，具有较大的推广应用价值。

参考文献：

- [1] 古鑫蕊. 隧道智能照明远程监控系统的设计与实现[J]. 珠江水运, 2018: 48-49.
- [2] 涂保懂. 电力系统安全工器具智能管理系统的设计与实现[J]. 电力系统装备, 2021: 2.
- [3] 徐涛. 一种远程智能电源管理系统服务平台的设计与实现[J]. 测控技术, 2017: 139-144.
- [4] 赵景宏, 申扬, 黄兴. 电力通信站运维管理系统的智能化设计与实现[C]. 电力通信技术研究及应用, 2019.

本文章来自于“智能控制与电子器件应用技术泸州市重点实验室2022年度开放基金课题”项目“一种智能远程电力照明管理系统的研发”（项目编号：ZK202203）的阶段性研究成果。