

学校编码: 10384  
学 号: 22320051302490

分类号\_\_\_\_\_密级\_\_\_\_\_  
UDC\_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

公共照明远程监控设备的设计和实现

Design and Realization of Public Lighting  
Remote Monitor Equipment

周文博

指导教师姓名: 刘瞰东 副教授

专 业 名 称: 系统工程

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 5 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评阅人: \_\_\_\_\_

2008 年 5 月

## 厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日



## 摘 要

传统的公共照明控制和管理维护手段存在效率低、成本高、无法监控等问题，已经不能适应现代化城市的发展速度。随着社会和科技的不断发展，采用先进的公共照明远程监控系统，具有自动化程度高、运行可靠、使用维护方便等特点，成为各市政府极为关心的市政形象工程。本文在分析比较现存公共照明监控设备功能的基础上，研究了公共照明远程监控系统的工作原理、实现的功能及特点，结合当今社会对公共照明控制管理的要求，针对其中的传统通讯方式存在的不足，借助自动化控制、数据采集系统和当今先进的远程无线通讯技术——GPRS 无线通信的方式，设计了一套公共照明远程监控设备。

该设备以 TI 公司的 MSP430F149 型单片机为主控制器，实现对现场接触器状态、电压、电流等开关量和模拟量的检测控制。通过 GPRS 无线远程通讯的方式与监控中心建立网络连接，接受监控中心的命令，并将检测到的数据通过 GPRS 无线网络上传到监控中心，并在此基础上制定了一套成熟的通信规约。该设备设计有带 LCD 的人机接口界面，使用户可以现场更直观地查询公共照明设施的运行状况。另外，对主控器的串口进行了扩展，实现了以电力载波扩频技术为基础的电缆防盗功能和基于 DL/T-645 规约的远程抄表功能，使用户在监控中心就可以了解到现场状况，及时采取措施解决问题。

本文第一章首先简要概述了课题的背景和研究意义、国内外公共照明监控系统的现状和发展及本人的主要工作；第二章在分析各种远程通讯方式的优劣，结合公共照明远程监控系统应具有的功能和设计原则，确定了监控设备的总体设计方案；第三章详细阐述了公共照明远程监控设备的硬件设计；第四章分析了公共照明远程监控设备软件的整体架构及具体实现方法；第五章对监控中心软件的配置方案及实现的功能进行了初步的研究；第六章介绍所设计的公共照明远程监控设备的实现；第七章对本文进行了总结。

**关键词：**远程监控；GPRS；MSP430；远程抄表；电缆防盗

## ABSTRACT

The controlling method for traditional public light system can't satisfy the needs of modern city, for the questions existing in it such as low efficiency, high cost, unable to monitor. Along with social and technical unceasing development, the characters of advanced public light remote measuring and controlling system are automatic, reliable, saving and convenient, the public light remote computer supervisory system has already become municipal administration vivid project which various municipal governments care for extremely. In this paper, within the analysis of extant public light supervisory system's function and the society request to the public light control management, studing the working principles, functions and characters of the public light remote measuring and controlling system, we unify with the aid of the automation control and data acquisition system and the advanced communication technology---GPRS wireless communication. Also a new public light remote measuring and controlling device is designed, which the real-time computer measuring and controlling of the urban public light is realized.

This equipment use the MSP430F149 of TI company as MCU, which the detection and control of contactor status、voltage、current are realized. The equipment connects to monitor center via GPRS wireless remote communication method. Also it can receive monitor center command, upload the data to monitor center, and on the basis the communication protocol is made. The LCD HMI is designed, so users can check the public light establishment status. Besides, the MCU serial port is extended, which realize the cable anti-burglary function based on power line carrier technology and remote meter reading function base on DL/T-645 protocol, so users can know the locale status and adopt measures to solve problems.

The first chapter has first summarized briefly the system project background, the situation and development of domestic and foreign street lights supervisory system and my main work. The second chapter analyse the advantadges and disadvantadges of different remote communication method, combined with public light remote measuring and controlling system functions and

principles, determine the general design scheme. The third chapter describes the hardware design of public light remote measuring and controlling device in detail. The fourth chapter analyzes the entire structure and the implementation method of public light remote measuring and controlling device. The fifth chapter studies the configuration scheme and functions of center monitor software. The sixth chapter introduces the realization of public light remote measuring and controlling device. At last, we summarize the article.

**Key words:** Remote Measuring and Controlling; GPRS; MSP430; Remote Meter Reading; Cable Anti-Burglary.

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 课题产生的背景和研究意义 .....	1
1.2 国内外公共照明监控系统的现状和发展 .....	2
1.3 本人的主要工作 .....	2
<b>第二章 公共照明远程监控设备的总体设计方案</b> .....	<b>4</b>
2.1 公共照明远程监控系统总体设计方案 .....	4
2.1.1 系统设计所遵循的原则 .....	4
2.1.2 系统的功能设计需求 .....	4
2.1.3 系统的总体设计方案 .....	5
2.2 现有通讯方式的比较和选择 .....	6
2.3 本章小结 .....	9
<b>第三章 公共照明远程监控设备的硬件设计</b> .....	<b>10</b>
3.1 设备硬件总体构成 .....	10
3.2 微处理器的选择 .....	10
3.3 电源模块的设计 .....	12
3.3.1 12V 电源 .....	12
3.3.2 5V 及 3V 电源 .....	13
3.4 外围测控模块的设计 .....	14
3.4.1 人机接口模块 .....	14
3.4.2 开关量采集及控制模块 .....	16
3.4.3 电参量采集模块 .....	17
3.4.4 时钟模块 .....	23
3.4.5 温度采集模块 .....	26
3.5 GPRS 通讯模块 .....	29
3.5.1 SIM300 模块简介 .....	29
3.5.2 通讯模块硬件设计 .....	29
3.6 通讯模块扩展 .....	30
3.6.1 远程抄表 .....	31
3.6.2 电缆防盗模块 .....	32
3.7 监控设备的硬件抗干扰措施 .....	33
3.8 本章小结 .....	33
<b>第四章 公共照明远程监控设备的软件设计</b> .....	<b>35</b>
4.1 MSP430 的 C 语言开发调试环境 .....	35
4.2 监控设备的总体软件设计方案 .....	35

4.3 初始化模块中完成的工作 .....	37
4.4 人机接口模块程序设计 .....	37
4.5 开关量控制及采集模块程序设计 .....	38
4.6 电参量采集模块程序设计 .....	38
4.6.1 有功功率和无功功率的计算 .....	39
4.6.2 电压有效值的计算 .....	39
4.6.3 电流有效值的计算 .....	39
4.7 时钟模块程序设计 .....	40
4.8 温度采集模块程序设计 .....	41
4.9 电力抄表功能程序设计 .....	43
4.10 电缆防盗功能程序设计 .....	43
4.11 GPRS 通讯程序设计 .....	44
4.11.1 SIM300 的 AT 命令解析 .....	44
4.11.2 GPRS 通讯功能的实现 .....	46
4.11.3 GPRS 通讯程序的设计 .....	46
4.11.4 远程监控设备与监控中心通讯规约 .....	48
4.12 软件抗干扰措施 .....	49
4.13 本章小结 .....	49
<b>第五章 监控中心配置方案及其实现功能 .....</b>	<b>51</b>
5.1 硬件配置方案 .....	51
5.2 软件开发平台 .....	52
5.3 软件规划配置 .....	52
5.4 监控软件实现的功能 .....	53
5.5 本章小结 .....	55
<b>第六章 公共照明远程监控设备的实现 .....</b>	<b>57</b>
<b>第七章 结束语 .....</b>	<b>60</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>61</b>
<b>致 谢 .....</b>	<b>62</b>
<b>攻读学位期间发表的学术论文 .....</b>	<b>63</b>



# Contents

<b>Chapter 1 Instruction .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Background and Significance of Subject .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Development of Public Lighting Monitor System.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Major Work .....</b>	<b>2</b>
<b>Chapter 2 General Design of System .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 General Design of Public Lighting Remote Monitor System.....</b>	<b>4</b>
2.1.1 Principle of System Design .....	4
2.1.2 Function Demand of System .....	4
2.1.3 General Design of System .....	5
<b>2.2 Comparison of Communication Methods.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Chapter Summary .....</b>	<b>9</b>
<b>Chapter 3 Hardware Design of Equipment.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Overall Construction of Hardware Design.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Chosen of MCU .....</b>	<b>10</b>
<b>3.3 Design of Power Module.....</b>	<b>12</b>
3.3.1 12V Power Module.....	12
3.3.2 5V and 3V Power Module .....	13
<b>3.4 Design of Peripheral Module .....</b>	<b>14</b>
3.4.1 HMI Module.....	14
3.4.2 Switch Signal Module .....	16
3.4.3 Electric Parameter Module.....	17
3.4.4 Clock Module .....	23
3.4.5 Temperature Collection Module.....	26
<b>3.5 GPRS Communication Module .....</b>	<b>29</b>
3.5.1 Instruction of SIM300 Module.....	29
3.5.2 Hardware Design of Communication Module .....	29
<b>3.6 Extension Communication Module.....</b>	<b>30</b>
3.6.1 Remote Meter Reading.....	31
3.6.2 Cable Anti-Burglary Module .....	32
<b>3.7 Hardware Antijamming Measure.....</b>	<b>33</b>
<b>3.8 Chapter Summary .....</b>	<b>33</b>
<b>Chapter 4 Software Design of Equipement .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 MSP430 C Language Development Environment .....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 General Software Design Scheme.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3 Work of Initialization Module .....</b>	<b>37</b>

<b>4.4 Software Design of HMI Module.....</b>	<b>37</b>
<b>4.5 Software Design of Switch Signal Module .....</b>	<b>38</b>
<b>4.6 Software Design of Electric Parameter Module.....</b>	<b>38</b>
4.6.1 Caculation of Active Power and Reactiove Power .....	39
4.6.2 Caculation of Energy Voltage.....	39
4.6.3 Caculation of Current Voltage .....	39
<b>4.7 Software Design of Clock Module .....</b>	<b>40</b>
<b>4.8 Software Design of Temperature Collection Module.....</b>	<b>41</b>
<b>4.9 Software Design of Remote Meter Reading.....</b>	<b>43</b>
<b>4.10 Software Design of Cable Anti-Burglary .....</b>	<b>43</b>
<b>4.11 Software Design of GPRS Communication .....</b>	<b>44</b>
4.11.1 AT Command Analysis of SIM300 .....	44
4.11.2 Realization of GPRS Communication Function.....	46
4.11.3 Software Design of GPRS Communication .....	46
4.11.4 Communication Protocol.....	48
<b>4.12 Software Antijamming Measure.....</b>	<b>49</b>
<b>4.13 Chapter Summary .....</b>	<b>49</b>
<b>Chapter 5 Configuration of Monitor Center.....</b>	<b>51</b>
<b>5.1 Hardware Configuration.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2 Software Develop Platform .....</b>	<b>52</b>
<b>5.3 Software Configuration .....</b>	<b>52</b>
<b>5.4 Function of Monitor Software .....</b>	<b>53</b>
<b>5.5 Chapter Summary .....</b>	<b>55</b>
<b>Chapter 6 Realization of Equipment.....</b>	<b>57</b>
<b>Chapter 7 Summarization .....</b>	<b>60</b>
<b>Reference.....</b>	<b>61</b>
<b>Acknowledge.....</b>	<b>62</b>
<b>Published Papers .....</b>	<b>63</b>

## 第一章 概述

### 1.1 课题产生的背景和研究意义

公共照明是城市形象的标志，是城市的窗口，也是城市建设中必需的公用基础设施。城市公共照明是关系到市民切身利益的重要环节，直接反映了城市的建设水平和市容风貌，其控制和管理水平更显示出城市的现代化程度。我国目前的公共照明设施监控系统总体来说技术还比较落后，大多数地区还在使用传统的控制方式，包括人工控制方式、时控方式和光控方式三种。人工控制方式是根据开关灯时间表由值班人员手动进行开、关灯操作。时控方式以时间为唯一的开、关灯依据，不论在任何季节气象条件下，均只能在规定的统一时刻开、关灯，随季节变化，需要人工干预来调整开关时间。光控方式是按光照度的差异来控制开、关灯的，但在光线不足的白天或有强光照的夜晚，可能会发生误动作。传统的公共照明控制方式由于没有远程数据采集和通讯功能，无法实现集中监控，所以运行、操作结果不能集中监视、记录和统计，达不到量化管理的要求。传统的控制方式中，设备是否正确动作、工作是否正常等无法及时知道，只有靠大量工作人员巡视、市民报修等手段来了解。随着近年来城市路灯、景观灯等公共照明设施数目的快速扩展，设备巡视的工作量也越来越大，在节假日及特殊情况需要保证全市亮化率的时候，人员上线巡视尚满足不了要求，同时由于人工巡视存在巡视周期问题，无法及时掌握设备故障情况，从而导致故障得不到迅速处理，亮灯率、故障率等数据也无法实时统计。

显然这种落后的控制与维护手段已远远不能适应城市现代化发展的要求。近年来，计算机技术发展迅速，结合各行业实际取得了许多成果，极大的推动了社会发展。城市公共照明监控系统要求符合时代进步要求，能够提高照明设施管理效率与现代化程度，提高照明质量，节省运行所需人力、物力。借助于计算机、通信等先进技术，开发研制一套自动化程度高、运行可靠、高效节电、使用维护方便的公共照明无线远程监控设备正是本课题要解决的问题<sup>[1]</sup>。

本论文采用无线监控系统以后，系统的运行情况将得到根本的改善。通过监控中心的实时监控，可以实时巡检各站点的工作情况，包括当前电压、电流以及

电能值和开关灯状态等。当站点出现故障的时候，信息能够很快反映到监控中心进行报警处理，从而使得故障能够尽快得到处理，保证照明设施处于良性状态。该远程监控系统还可以大大减小管理人员劳动强度，降低物资消耗，延长灯具使用寿命，减少电能消耗，具有很高的经济价值。同时应用该系统可以极大提高城市监控自动化水平，有效提高亮灯率，有助于提高城市形象，方便人民生活，减少交通事故，扼制夜间作案，社会效益也非同一般。

## 1.2 国内外公共照明监控系统的现状和发展

公共照明远程监控系统是一个典型的分布式监督控制和数据采集系统，集计算机技术、现代通信技术和自动控制技术于一体的高科技系统，利用计算机借助一定的通信通道，可以对全市路灯、景观灯等公共照明的箱式变电站、变电柜、控制柜等从站测控系统，集中实现监测和控制。

在国外，已经普遍利用计算机控制道路照明，如新加坡、法国、德国和瑞士等国，通过电脑来制定一个自动化程序，使公共照明的启闭与日出、日落密切配合，节省能源。

而我国的公共监控系统的发展还处于发展阶段，多数城市公共照明设施的开、关控制由每台变压器(配电箱)分散控制，统一性差、故障率高。由于没有远程数据采集和通讯功能，无法实现集中监控，所以运行、操作结果不能集中监测、记录和统计。而管理部门多数采用“人工巡视”的形式，设备的运行状况主要靠白天巡线、夜间巡灯来获得，不仅耗费大量的人力和物力，而且实时性很差，处理故障的效率非常低，很难满足现在高亮灯率的要求。同时由于不具备电力抄表、电缆防盗等功能，对公共照明设施的耗电量、电缆被盗等情况无法及时掌握<sup>[2]</sup>。

随着城市建设的不断发展，对公共照明系统从数量到质量上的要求都在提高，常规的监控方式既耗费大量的人力、物力又不能达到准确和全面，已落后于城市发展的需要。采用先进技术提高公共照明自动化控制与管理水平，已成为城市公共照明系统建设的当务之急。

## 1.3 本人的主要工作

参与了整个远程监控系统总体方案的设计，并负责整个监控设备软硬件的具

体实现，制定了监控设备与监控中心的通信机制，同时开发了一套基于 GPRS 无线传输技术的公共照明远程监控设备。

在前期调研的基础上，研究了国内外公共照明监控系统的现状，确定了该套远程监控系统所要实现的功能和具有的创新点。通过对其它现有产品通讯方式优点和不足之处的比较，确定了该系统采用 GPRS 无线传输技术，并研究了 GPRS 无线通讯技术的基本原理、技术优势等方面的内容。

具体设计并实现了分站点测控及通讯系统(下位机)。其中，鉴于远程测控系统对经济性、可靠性、可操作性和可维护性等方面的要求，以及公共照明远程测控系统自身的特点，本课题中选用 TI 公司的 MSP430F149 型单片机作为下位机的主控制器，用 Simcom 公司的 SIM300 模块作为 GPRS 通讯模块。该下位机系统具有信号测量、完成控制命令、执行键盘操作、液晶显示及 GPRS 通讯等功能。对远程监控设备的测控、现场操作及通讯等功能进行了实际的调试，解决了调试过程中出现的各种问题，最终使得下位机系统能够正常、稳定、准确、可靠地运行。

根据远程测控系统的工作原理和具有的功能，并遵循远程测控系统的设计原则，设计出了一个基于 GPRS 无线通讯技术的城市公共照明远程监控设备，并在本文中给出了该系统具体的设计和实现方案。同时该产品已经成功推向市场。另外，本文中还对对监控中心的硬件构成、操作系统的选择、应用软件的开发和要实现的具体功能进行了研究。最后总结了本课题的工作情况和课题现有工作所取得的成果，并指出了下一步工作的重点和方向。

## 第二章 公共照明远程监控设备的总体设计方案

### 2.1 公共照明远程监控系统总体设计方案

#### 2.1.1 系统设计所遵循的原则

(1) 经济性要求：由于测控系统是为实际工程需要所设计的，所以必须考虑经济性指标。为了获得较高的性价比，设计时不应该盲目追求复杂高级的方案，在满足性能指标的前提下，应尽可能采用简单的方案，从而节省工程的实际开支。

(2) 可靠性要求：可靠性是监控系统的重要指标，也是设备技术水平的主要体现，系统及监控终端在设计上增加了各种防范措施和纠错方案，具有良好的电磁兼容性和异常情况下的后备处理能力，确保系统和设备能经受高低温、电磁干扰、冲击耐压、静电辐射、振动等恶劣环境的考验，确保开关灯正常操作。

(3) 操作和维护要求：测控系统必须具备很强的可操作性，应该使工作人员能够简单方便的进行现场操作和中心监控操作。从维护要求上说，系统必须具备一定的故障诊断能力。

(4) 实时性要求：系统以无线通信网络为传输信道，各监控终端时刻保持在线，确保监控中心命令能够迅速及时下达执行，监控终端的数据、状态及各种异常报警信息能够立即传送至监控中心，为管理人员迅速反应提供技术保障。

#### 2.1.2 系统的功能设计需求

在监控中心实现对各分控点监控设备的遥控、遥测和遥信功能，实时监控各监控设备状态和运行参数，接收故障告警信息，并通过监控设备下达测控命令<sup>[3]</sup>。

具体内容如下：

##### (1) 遥控

- a) 接收监控中心根据开关灯时间曲线或程序设定的开关灯时间，自动发出群控开关命令；
- b) 接收操作员在监控中心发出的开关灯操作，实现群控开、关灯，部分群控开、关灯；
- c) 各监控设备根据预先设定的时间独立定时开、关灯；
- d) 接收监控中心向各设备下发时钟校准命令，各设备按校正后的时间自动开、关灯；

e) 在现场用户可通过人机操作界面手动对设备的参数进行设置。

(2) 遥测

- a) 各配电控制柜进线电压;
- b) 各回路三相电流;
- c) 电能计量;
- d) 现场设备环境温度;
- e) 每路灯具的开关状态;
- f) 电力载波通信设备运行状况;
- g) 现场电缆运行状况。

(3) 遥信

由各设备向监控中心上报工作状态和故障信息，遇故障时可主动报警。

- a) 停电告警信息;
- b) 接触器故障告警信息;
- c) 错误亮灯告警信息;
- d) 电流、电压超上、下限告警信息;
- e) 环境温度及变压器温度告警信息;
- f) 电缆被盗告警信息。

此外，监控系统终端还要有现场自动设定功能。通过键盘、液晶显示器，可以现场中文显示，便于现场的安装调试和维护、维修，并可控制该点的全夜灯、半夜灯、景观灯等，其显示的内容如下：

- (1) 时间（年、月、日、时、分、秒）;
- (2) 开、关灯的最后时限;
- (3) 采集的交流电流和电压值;
- (4) 输入的开关量状态;
- (5) 输出的开关量状态;
- (6) 可通过在线编程修改设置工作参数。

### 2.1.3 系统的总体设计方案

城市公共照明远程监控系统是一个典型分散式测控、集中式管理的系统，可对城市内的所有公共照明设施进行监视、控制和管理。城市公共照明远程监控系统

统主要由四部分构成：一是直接用于控制城市公共照明设施的监控设备；二是用于电缆防盗的的电缆智能防盗系统；三是用于远程无线通信处理任务的 GPRS 接口模块；四是位于管理处的监控中心，实现对整个城市公共照明网的远程监控、管理等功能。系统整体如下图所示。

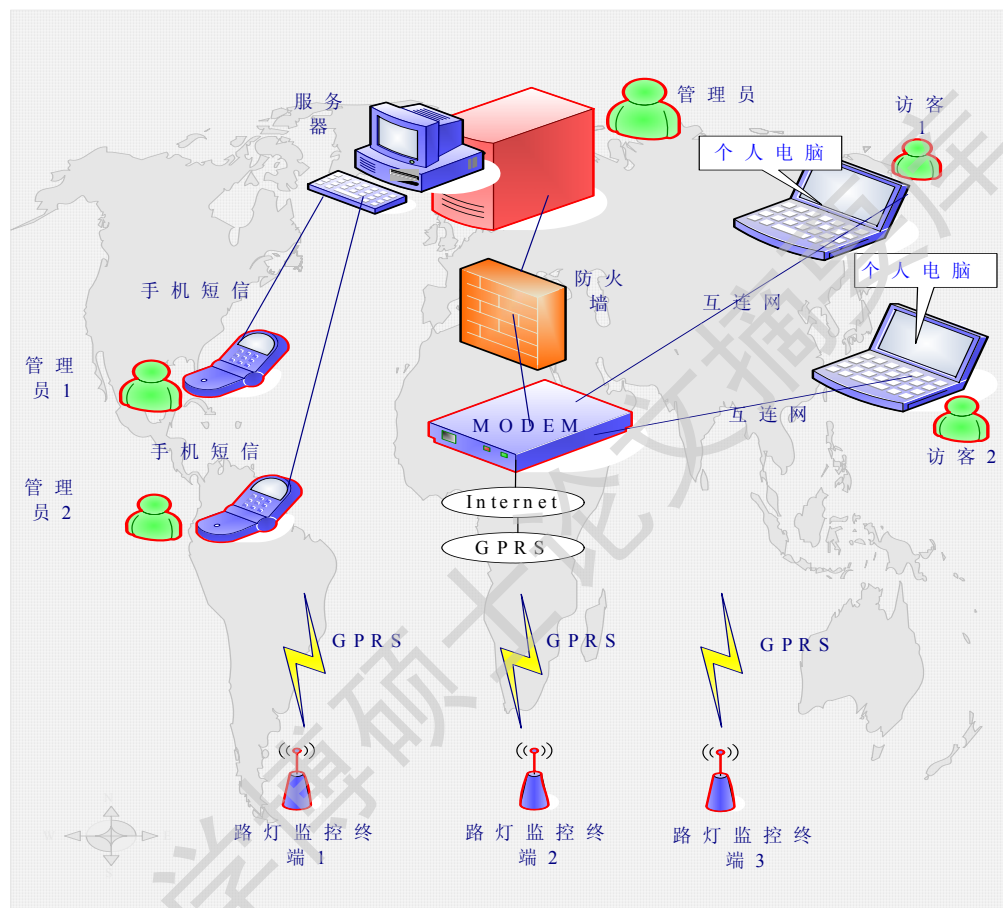


图 2.1.3.1 系统总体架构图

## 2.2 现有通讯方式的比较和选择

我国的路灯监控系统的发展还处于发展阶段，多数城市路灯景观灯的开、关灯控制由每台变压器（配电箱）分散控制，统一性差、故障率高。由于没有远程数据采集和通讯功能，无法实现集中监控，所以运行、操作结果不能集中监测、记录和统计。而路灯管理部门多数采用“人工巡视”的形式，设备的运行状况主要靠白天巡线、夜间巡灯来获得，不仅耗费大量的人力和物力，而且实时性很差，处理故障的效率非常低，很难满足现在高亮灯率的要求。

为了克服这一缺点，我国从上个世纪九十年代开始将监控技术应用于城市道路照明领域。经过十几年的发展，国内已有多种路灯远程监控系统软件投入使用，



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库