

基于无线技术的智慧校园-安科瑞物联网数据网关的探讨

产品名称	基于无线技术的智慧校园-安科瑞物联网数据网关的探讨
公司名称	安科瑞电气股份有限公司
价格	.00/件
规格参数	品牌:安科瑞 型号:物联网数据网关 产地:江苏江阴
公司地址	上海市嘉定区育绿路253号
联系电话	19821750213 19821750213

产品详情

摘要：智慧校园的显著特征在于对校园内各种类型传感器的感知，其核心部件是智慧校园数据网关，使用无线通信技术进行构建，具有易于布线、易于施工、易于维护等优点。然后使用诸如Zigbee、WIFI、蓝牙等传统无线传输技术，在传输距离、功耗、效率等多方面都表现出明显的缺陷。论文设计并实现了一种基于LoRa技术的智慧校园物联网数据网关，其具有部署简单、低成本、易于维护等显著特点，可在智慧校园解决方案中广泛使用。

关键词：LoRa；数据网关；物联网；智慧校园

0引言

随着电子技术和信息技术的发展与创新，物联网产业与物联网紧密结合并快速发展，其已成为推进全球经济增长的主要支撑点。物联网数据网关设备，作为解决“物联网”的数据传感和数据传输的关键设备，具有广泛的用途。物联网数据网关有效解决了“物联网”发展的数据链路问题，其市场需求必将随着“物联网”的发展而不断大幅度增加，其将为国民经济的各领域的发展起到一定的推进作用。

物联网的发展推进了新型智慧城市以及智慧校园的快速发展，其是“互联网+”的重要功能扩展，其对构建城市以及校园的基础设施、信息化管理与服务起到了关键性的作用。物联网需要将种类繁多、格式各异、不同协议的数据进行分布式采集、存储和处理，而物联网数据网关能够对多类型的数据进行整合和处理，实现数据之间的转换与互联。

智慧校园的显著特征在于对校园内各种类型传感器的感知，例如温度、湿度、PM2.5、烟雾、门禁、漏水、门窗、电压、电流、功率、用电量、用水量等。由于这些传感器在校园内广泛分布，为了避免布线的困难，其与中心服务器的传输一般采用无线方式。利用传统的短距离无线传输技术（例如Zigbee、WIFI、蓝牙等）实现智慧校园的感知具有不可克服的困难，主要表现为：

（1）传输距离有限，不能将数据直接或少量中继跳转传递给中心服务器；

(2) 采用传统的自组网技术（例如Zigbee）技术进行远距离传输，由于传输距离远，导致网络内节点数目较多，网络管理复杂，传输效率低下；

(3) 功耗普遍较高，在一些只能采用电池供电的特定应用场合，难以实现。

为了解决上述问题，论文设计并实现了一种基于LoRa技术的智慧校园物联网数据网关，其使用LoRa传输方式与传感器进行通信，采集传感器数据，并通过数据网关传递给中心服务器。由于LoRa技术传输距离远，在园内，传感器数据可以直接或仅通过1-2个中继便可传递到中心服务器；由于LoRa技术自身功耗低，可在电池供电的情况下长时间工作（与电池容量和输出频率相关，一般设计为2-3年），所以传感器可以安装在校园内的任何地点。论文设计的数据网关具有部署简单、低成本、易于维护等显著特点，可在智慧校园解决方案中广泛使用。

1 LoRa技术

1.1 简介

LoRa是LPWAN（Low Power Wide Area Network，低功耗广域网）通信技术中的一种，是美国Semtech公司研发的一种基于扩频技术的超远距离无线传输技术。LoRa技术颠覆了过去通信技术领域中有关远距离与低功耗的传统认知。设计者采用LoRa技术完成数据通信可以兼顾远距离与低功耗的各自优点，并由于LoRa技术传输距离远，其可以大大节省额外的中继开销，使得系统部署简单，传输效率较高。目前，LoRa技术主要在ISM（Industrial Scientific Medical，工业科学医疗）频段运行，主要包括433、868、915MHz等。

LoRa技术将扩频调制技术（Spread Spectrum Modulation，SSFM）和循环冗余码校验技术（Cyclic Redundancy Check，CRC）相结合，实现通信信号的调制解调。相对于频移键控技术（Frequency Shift Keying，FSK），LoRa技术在扩大无线通讯链路覆盖范围的同时，又提高了系统的鲁棒性。所以LoRa技术具有较强的抗干扰性，设计者通过调整扩频因子，以及带宽和编码率，就可以对LoRa网络进行优化。

1.2 特点

(1) 灵敏度可达-148dBm，发射功率可达22dBm；

(2) 传输距离上限可达15km，建筑物密集区可覆盖2km左右的通信范围，空旷地带覆盖范围可达10km；

(3) 接收是功耗低至10mA，睡眠电流为200nA，可使用电池供电，长时间工作；

(4) 数据传输速率的范围是0.3kbps到50kbps，其可通过速率自适应技术动态调整数据传输速率，以均衡功耗和传输距离；

(5) 使用基于信号传输时间的测距技术进行定位，其精度可达5米。

1.3 LoRa网络构成

LoRa网络构成如图1所示，由传感器节点、网关、中心服务器和移动服务组成。传感器节点与网关之间通过LoRa技术进行通信，网关与中心服务器之间可以采用有线通信方式，也可以采用4G/5G等无线通信方式，移动服务通过Internet访问中心服务器。

图1 LoRa网络构成

2 数据网关的硬件实现

2.1 总体结构

数据网关硬件设计的总体结构如图2所示，由LoRa射频电路、微控制器、以太网控制器和以太网接口电路组成。LoRa射频电路主芯片采用Semtech公司的SX1268IMLRT，用于通过无线方式采集远端的传感器数据；微控制器电路采用ST公司的低功耗微控制器STM32L053R8T6用于处理接收到的传感器数据，并进行分析和存储；以太网电路采用WIZnet公司的W5500，W5500内部集成全硬件TCP/IP协议栈并自带MAC和PHY电路，使用便捷、稳定可靠；以太网接口电路采用HanRun公司的HR91105A，其内部集成网络变压器，并具有很强的EMI表现。

图2 数据网关硬件设计的总体结构

2.2 LoRa射频电路

LoRa射频电路主芯片采用Semtech公司的LoRa收发芯片SX1268，其内部结构图如图3所示。其内部集成了低噪放大器（LNA），在LoRa调制下，接收灵敏度上限可达-148dBm；同时集成了功率放大器（PA），其发射功率上限可达+22dBm。SX1268具有2种调制方式，分别为FSK和LoRa；2种供电方式，分别为低压差线性稳压器（LDO）和DC-DC电压转换器，当其工作在DC-DC方式下，其接收低电流信号可达4.2mA，可以实现实际意义的低功耗。SX1268通过SPI接口与微控制器进行数据交换。

图3 SX1268内部结构图

LoRa射频电路如图4所示，SX1268工作在内部DC-DC供电方式下，由于SX1268为半双工工作方式，所以电路中采用视频模拟开关PE4259进行射频电路的切换。PE4259有2种工作方式，1是单引脚控制，其实现方法是第6脚接电源，如第4脚接高电平，则将RFC切换给RF1；如第4脚接低电平，则将RFC切换给RF2。PE4259的第2种工作方式是第6脚给低电平，第4脚给高电平，则将RFC切换给RF1；第6脚给高电平，第4脚给低电平，则将RFC切换给RF2。SX1268的DIO2引脚为多功能引脚，可将其功能配置为收发控制，这样DIO2直接与PE4259的第4脚相连即可。微控制器控制PE4259的第6脚，其功能是天线开关（ATN_SW），当第6脚给高电平，打开天线，此时SX1268可通过DIO2直接控制射频收发；当第6脚给低电平时，关闭天线，以达到降低功耗的目的。

图4 LoRa射频电路

2.3 微控制器电路

微控制器电路用于接收LoRa射频电路采集的传感器数据，并进行分析、存储，并将其转换为专用格式通过以太网电路传递给中心服务器。微控制器电路核心芯片选择ST公司的超低功耗单片机STM32L053R8T6，其有7种低功耗模式，分别为：Sleep mode（睡眠模式）、Low-power run mode（低功耗运行模式）、Low-power sleep mode（低功耗睡眠模式）、Stop mode with RTC（带有RTC的停止模式）、Stop mode without RTC（不带RTC的停止模式）、Standby mode with RTC（带有RTC的旁路模式）、Standby mode without RTC（不带RTC的旁路模式），其具体功耗数值见表1。

表1 STM32L053R8T6低功耗模式电流

STM32L053R8T6的Stop模式分为2种，一种是启动内部RTC（实时时钟）电路，另一种是不启动内部RTC

。当芯片运行于Stop模式是，具有唤醒功能的外设，会在条件满足时，启动HISRC时钟，并且任何外部中断都可以在3.5us的时间内唤醒期间，处理器可以进入中断处理程序，进行相应的处理，所以论文所设计的网关微控制器在低功耗时，运行于Stop模式。

微控制器电路如图5所示，主芯片STM32L053R8T6的时钟，由外部晶振CSTCE12M0G55Z-R0提供，其频率为12MHz；电阻R1下拉，用于选择启动模式为内部Flash。为了增强系统的可靠性，对于复位电路除采用阻容复位外，额外焊接外部看门狗复位芯片TPS3823-33DBVR。STM32L053R8T6通过SPI接口与LoRa射频电路和以太网电路通信。

2.4 以太网电路

W5500是一款全硬件TCP/IP嵌入式以太网控制器，内部集成硬件TCP/IP协议栈，10/100M自适应的MAC层和PHY层，可使电路通过单芯片扩展以太网硬件链接。W5500使用SPI接口与微控制器进行通信，支持TCP、UDP、IPv4、ICMP、ARP、IGMP和PPPoE协议，内部集成32字节buffer用于处理和解析以太网数据包。W5500使用Socket进行以太网通讯设计，内部可同时使用8个硬件Socket进行通讯。

以太网电路如图6所示，W5500使用硬件SPI与微控制器进行通信，由CS、SCK、MOSI和MISO4路信号构成，W5500工作于从机模式。电路使用低温漂25M晶振为W5500提供时钟，使用磁珠FBMA-11-201209-601A20T进行数字信号与模拟信号的隔离。W5500使用TXN/TXP和RXN/RXP2路差分信号与以太网接口电路通信。

2.5 以太网接口电路

以太网接口电路如图7所示，其接口采用内部自带网络变压器的RJ46接口HR91105A，TXN/TXP差分对与HR91105A的1脚和2脚相连接，RXN/RXP差分对与HR91105A的3脚和6脚相连接，4脚和5脚为网络变压器的中心抽头，9脚和10脚为绿色指示灯，11脚和12脚为绿色指示灯。

图5 微控制器电路

图6 以太网电路

图7 以太网接口电路

3 系统软件设计

图8 软件总体架构

网关系统的软件设计采用层次化软件设计方法进行设计，其总体架构如图8所示。先在网关硬件上移植Free-RTOS操作系统，已实现多任务调度，然后实现SX1268和W5500驱动程序的移植，在此基础上使用Socket通讯库实现TCP/IP通信，使用文件系统完成传感器数据的本地存储。上层是应用程序设计，实现逻辑层与底层硬件的无关性。采用上述层次化软件设计方法进行系统软件设计后，使得系统在软件设计上具有如下特点：

(1) 具有较强的可读性：由于逻辑层与驱动程序分层设计，使得系统的软件代码具有较高的可读性。代码可读性提高，不仅有利于多人之间相互交流，也有利于代码的维护，代码可读性强是项目可持续性发展的必要条件。

(2) 具有较强的可复用性：由于逻辑层与驱动程序分层设计，在进行项目升级或者其它项目设计时，可以借助原有项目的程序设计代码，使得程序的开发效率大幅度提高。

(3) 具有可多人协作性：由于逻辑层与驱动程序分层设计，使得不同的设计人员根据自身的技术特点，仅专注于某一层进行程序设计，这样可以使得程序开发可以多人协作进行。

(4) 具有可移植性：由于逻辑层与驱动程序分层设计，则逻辑层与硬件无关，这就意味着逻辑层可以在其它满足逻辑层运行条件的硬件上运行，使得逻辑层可以跨硬件平台移植。

4 系统特点

本文所设计的智慧校园数据网关相对于传统的物联网数据网关，具有如下显著特点：

(1) 基于LoRa技术实现传感器数据的采集，通信距离远，网络简单，易于控制；

(2) 采用低功耗技术实现数据网关，可采用电池供电方案，亦可在供电电源断电工作较长时间；

(3) 采用W5500实现TCP/IP数据收发，实时性强；

(4) 软件系统采用层次化软件设计方法，使得软件具备可读性强、可复用、可多人协作和可移植的显著特点。

5 安科瑞网关介绍

5.1 通信管理机

5.1.1 概述

本系列智能通信管理机是一款采用嵌入式硬件计算机平台，具有多个下行通信接口及一个或者多个上行网络接口，用于将一个目标区域内所有的智能监控/保护装置的通信数据整理汇总后，实时上传主站系统，完成遥信、遥测等能源数据采集功能。

同时，本系列智能通信管理机支持接收上级主站系统下达的命令，并转发给目标区域内的智能系列单元，完成对厂站内各开关设备的分、合闸远方控制或装置的参数整定，实现遥控和遥调功能，以达到远动输出调度命令的目标。

5.1.2 产品介绍

名称

型号

图片

功能

通信管理机

ANet-1E1S1

通用网关，1路网口，1路RS485，可选配4G通讯、LORA通讯

ANet-1E2S1

通用网关，1路网口，2路RS485，可选配4G通讯，LORA通讯

ANet-2E4S1

通用网关，2路网口，4路RS485

ANet-2E8S1

通用网关，2路网口，8路RS485

ANet-2E4SM

通用网关，2路网口，4路RS485，可选配LORA通讯，断电告警

5.2数据转换模块

5.2.1概述

AF-GSM是安科瑞电气推出的新型的4G远程无线数据采集设备，采用嵌入式设计。内嵌TCP/IP协议栈，同时采用了功能强大的微处理芯片，配合内置看门狗，性能可靠稳定。

本产品提供标准RS485数据接口，可以方便地连接RTU、PLC、工控机等设备，仅需一次性完成初始化配置。就可以完成对MODBUS设备的数据采集，并且与安科瑞服务器进行通讯。

5.2.2产品介绍

名称

型号

图片

功能

AF-GSM数据转换模块

AF-GSM300

通用版，1路网口，1路LORA，可选转4G、CE通讯

AF-GSM400

通用版，1路网口，1路LORA，可选转4G、CE、NB、2G通讯

AF-GSM500

点阵液晶显示、4G通讯、全网通7模、LORA通讯、断点续传、U盘拷贝、内嵌8G SD卡、事件记录，可选择2路串口或6路串口

5.3无线通讯终端

5.3.1概述

AWT100数据转换模块是安科瑞电气推出的新型数据转换DTU，通讯数据转换包括2G、4G、NB、LoRa、LoRaWAN，GPS,WiFi,CE,DP等通讯方式，下行接口提供了标准RS485数据接口，可以方便连接电力仪表、RTU、PLC、工控机等设备，仅需一次性完成初始化配置，就可以完成对MODBUS设备的数据采集；同时AWT100系列无线通讯终端采用了功能强大的微处理芯片，配合内置看门狗技术，性能可靠稳定。

AWT200数据通讯网关应用于各种终端设备的数据采集与数据分析。实现设备的监测、控制、计算，为系统与设备之间建立通讯纽带，实现双向的数据通讯。实时监测并及时发现异常数据，同时自身根据用户规则进行逻辑判断，大大的节省了人力和通讯成本。

5.4.2产品介绍

名称

型号

图片

功能

AWT100无线通讯终端

AWT100-4G

4G通讯、RS485通讯接口，用于辅助RS485设备无线通讯

AWT100-4GHW

4G通讯、RS485通讯接口，用于辅助RS485设备无线通讯

AWT100-NB

NB-IoT通讯、RS485通讯接口，用于辅助RS485设备无线通讯

AWT100-LoRa

LoRa通讯、RS485通讯接口，用于辅助RS485设备无线通讯

AWT100-LW

LoRaWAN通讯、RS485通讯接口，用于辅助RS485设备无线通讯

AWT100-LW868

海外，下行RS485，上行LoRaWAN无线通讯

AWT100-LW923

海外，下行RS485.上行LoRaWAN无线通讯

AWT100-CE

RS485通讯接口，以太网通讯双向透明传输

AWT100-GPS

RS485通讯接口，GPS定位

AWT100-WiFi

RS485通讯接口，WiFi无线双向透明传输

AWT100-DP

RS485通讯接口，Profibus通讯双向透明传输

AWT200无线通讯终端

AWT200-1E4S

4路串口，不带显示按键

AWT200-1E4S-4G

4路串口，不带显示按键，4G通讯

AWT200-1E4S-4G/K

4路串口，不带显示按键，4G通讯、开关量功能

AWT200-1E4S-4G/LR

4路串口，不带显示按键，4G通讯、LORA通讯

AWT200-1E4SL

4路串口，带显示按键

AWT200-1E4SL-4G

4路串口，带显示按键，4G通讯

AWT200-1E4SL-4G/K

4路串口，带显示按键，4G通讯、开关量功能

AWT200-1E4SL-4G/LR

4路串口，带显示按键，4G通讯、LORA通讯

AWT200-1E8SL

8路串口，带显示按键

AWT200-1E8SL-4G

8路串口，带显示按键，4G通讯

6 结语

论文详细介绍了基于LoRa技术的智慧校园数据网关的硬件实现与软件架构，其具有传输距离远、超低功耗、联网简单、实时性强等显著特点。论文所设计的数据网关已在国内多所高校进行了安装，取得了较好的应用效果。

参考文献：

[1]NIE Zhou.The impact of communication technologies on social structure-take the example of smart city[J].Journal of Shanxi University of Finance and Economics,2016(s2):137-144.

[2]张皓.计算机物联网技术应用及发展研究[J].电子技术与软件工程,2016(22):10.

[3]智能电网用户端电力监控/电能管理/电气安全（产品报价手册）.2023.01版

[4]企业微电网设计与应用手册.2022.05版.