

文章编号: 2095-2163(2019)05-0262-04

中图分类号: TP393.1

文献标志码: A

# 基于 ZigBee 的沙盘节点电源控制网络的设计

汪燕

(淮安信息职业技术学院, 江苏 淮安 223003)

**摘要:** 大型展示用沙盘通常配置多个照明与电机电源控制点, 传统的有线控制方式不够灵活, 难以实现复杂的控制效果。本文设计了一种基于 ZigBee 协议的无线网络节点控制系统, 可实现沙盘电源的节点单独控制与成组控制, 节点可动态增减, 有效地克服了传统控制方式的缺点。节点设计基于 CC2530 片上系统, ZigBee 协议栈采用 TI 公司的 ZStack。设计了控制协议, 利用上位机软件可做出复杂的控制效果和获取节点的工作状态。

**关键词:** ZigBee; 沙盘; 节点控制; 网络设计

## Scale model design of nodes power control network based on ZigBee

WANG Yan

(Huai'an Vocational College of Information Technology, Huai'an Jiangsu 223003, China)

**[Abstract]** The large scale model for displays usually need to be equipped with multiple power control points for the purpose of lighting and motors, but the traditional wired control method is not flexible enough to achieve complex control effects. In this paper, a wireless network node control system based on ZigBee protocol is designed, which can realize the node separate control and group control of the scale model power supply with the benefit of increase or decrease in the number of nodes dynamically, which also can effectively overcome the shortcomings of the traditional control method. The ZigBee node design is based on SoC chip of CC2530, and the ZigBee protocol stack depends on the ZStack of TI Company. The specific control protocol is designed in the system, and the host computer software is used for some complex control effect, which could obtain the working state of the node.

**[Key words]** ZigBee; scale model; node control; network design

## 0 引言

沙盘广泛用于展示、教学、展览等场合, 沙盘一般都配有大量灯光和工作电机, 用于增强展示效果。现有沙盘的灯光等电源节点和电源控制多是采用机械开关或有线方式控制, 能够变换出一些简单的控制效果, 但导线用量大, 控制不灵活, 展示效果一般, 用户体验差<sup>[1-4]</sup>。基于 ZigBee 技术, 本文设计了一种沙盘节点组网控制系统, 实现多节点控制, 节点可动态组网和动态增减; 利用系统的命令接口, 上位机软件可灵活控制每个节点的开关, 实现沙盘的花式控制, 适合各种沙盘的控制需求, 方便施工和维护。

## 1 总体设计

沙盘电源总体结构如图 1 所示。市电通过总开关接入沙盘电源控制系统。所有工作节点的电源采用并联的形式。工作节点采用 TI 公司的 ZigBee 片上系统 CC2530<sup>[5]</sup>。节点通过驱动电路驱动继电器来控制插座电源的通断, 文中提供的设计插座方便电源输出接线, 方便连接节点灯光和电机电源等设

备。每个节点都扩展了温度传感器, 由 DS18B20 担任。

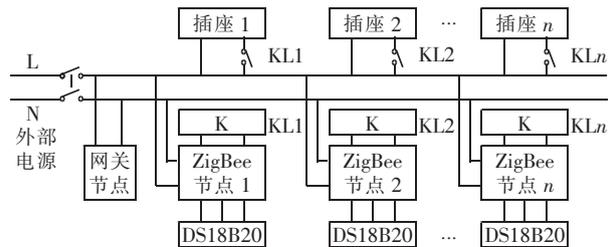


图 1 沙盘控制系统结构图

Fig. 1 Sand table control system structure diagram

由图 1 可见, 若干个 ZigBee 子节点构成整个 ZigBee 网络, 网关节点同时兼作协调器节点, 每个功能子节点都安装有继电器, 通过继电器控制沙盘中的电源控制点。协调器节点还发挥着网关节点功能, 扩展有 WiFi 模块, 用于与外网控制设备互联。每个子节点通过 ZigBee 片上系统的 MAC 地址进行标定后定位<sup>[6]</sup>。子节点安装有温度传感器, 具有温度自动监控与实时上报功能, 防止灯箱工作温度过高引发火灾。整个网络设计有专用的控制协议, 通过联网智能终端与各子节点交互, 下行数据发送约

定格式的数据,可完成功能设置与电源开关;上行数据完成子节点温度和工作状态的采集。

## 2 节点设计

系统中的节点共分为 3 类。其中,第一类节点是中心节点,配备有 ZigBee 协调器功能和网关功能,采集点的数据最终由其送入 WiFi 模块,通过 WiFi 上传到上位机,中心节点上烧写协调器程序和网关程序;第二类节点是路由节点,也可承载电源控制与温度数据采集任务,主要执行路由节点程序;第三类节点是功能节点,用于灯光控制与数据采集,其上烧写功能节点程序<sup>[7]</sup>。3 类节点执行 ZigBee 协议,ZigBee 协议栈采用 TI 公司的 ZStack-CC2530-2.3.0-1.4.0,开发平台基于 IAR7.6。3 类节点的印刷电路板只需要设计一块共用,根据不同功能焊接不同的器件,烧写不同的程序。ZigBee 网络路由节点的最大节点数可设置为 10,最大深度可达 6 层。

ZigBee 节点设计模块如图 2 所示。主要功能通过主芯片扩展外部接口器件完成,共扩展了 4 种接口,可阐释分述如下:

- (1)通过 GPIO 扩展了继电器,用来控制强电输出。
- (2)通过 GPIO 输出芯片工作状态指示。
- (3)通过 UART 扩展 WiFi 模块 USR-C216,实现网关功能。
- (4)通过 GPIO 扩展了温度采集模块 DS18B20,用于温度报警。

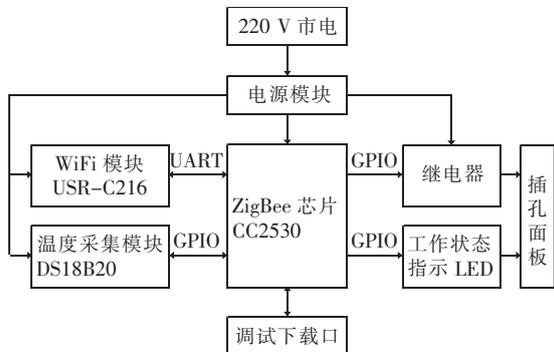


图 2 ZigBee 网络节点模块图

Fig. 2 ZigBee network node module diagram

为方便使用,系统特别设计了输出电源插座,插座的主视图如图 3 所示。图 3 中最外层为插座面板盒,露出的连接端子包括市电接线柱、工作状态指示灯、输出插座、输出接线柱,图中的 L 表示火线,N 表示零线,所有元件安装在线路底板上。ZigBee 无线传感网节点的电路设计原理如图 4 所示。

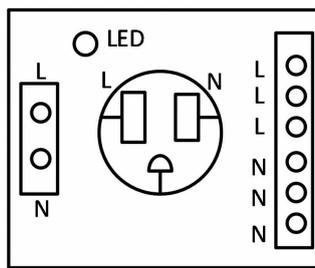


图 3 输出电源插孔面板主视图

Fig. 3 Main view of output power jack panel

图 2 中的继电器模块可更换为可控硅模块。使用继电器的性价比较高,响应速度能达到几十毫秒,可满足大多数的应用场景。如果需要做高速切换,选用可控硅切换则能达到微秒级。USR-C216 为 WiFi-UART 透传模块,配置方便,既可以工作在 Station 模式实现联网控制,也可以工作在 AP 模式,方便没有无线网络的场所使用<sup>[8]</sup>。温度传感器 DS18B20 采用 1-wire 总线接口,最大测量温度为 +125 ℃,精度为 0.5 ℃,一次测量时间最大为 750 ms,符合对塑料、纸板等可燃物的报警要求<sup>[9]</sup>。

由图 4 可见,U1 为主芯片 CC2530,通过 TLP521 光电耦合器件给继电器驱动电路输出控制信号。J2 为 WiFi 模块 USR-C216 插座,其引脚 1 和 8 分别连接 CC2530 的 P0.3 和 P0.2 引脚,用于连接 UART 信号。J2 模块只焊接在网关节点上。U3 为温度传感器 DS18B20,其数据口连接到主芯片的 P0.1。此外,12V 电源经电源芯片 U4 与 U5 处理分别得到 5 V 和 3.3 V,J1 为程序烧写口。整个节点外围器件用量较少,选型性价比较高。

## 3 通信与交互设计

上位机及整个网络的控制流程如图 5 所示。上位机可以是智能手机、平板电脑或台式电脑,通过图形界面和用户进行交互。上位机通过 WiFi 与网关节点通信,网关节点负责网络建立与信息转发。控制节点上运行的任务程序基于 ZStack 协议栈,通过问答方式与定时方式实现控制逻辑。

系统中节点逻辑结构采用树型拓扑结构,图 1 中的网关节点负责建立一个 ZigBee 网络,其它工作节点加入网络<sup>[10]</sup>。用户上位机程序设计的界面发送用户命令,获取系统的工作状态与报警指示。上位机可发出 3 种指令:广播指令、批处理指令与独立节点控制指令,可实现灵活组控与单独控制。上位机通过 WiFi 连接到系统网关节点。ZigBee 网络建立后,网关节点主要掌握命令与状态数据的转发。

功能节点完成执行器功能,也就是对用户命令加以解释执行。功能节点主要上报3种类型的状态数据:温度、开关状态与定时发送的心跳包。数据采集协议共由33字节组成,各段含义见表1。上报数据

隐含了节点的父子关系,据此可在上位机绘出节点拓扑结构图。命令数据格式共由12个字节组成,见表2。命令类型共有5种,分别是:‘C’表示查询,‘S’表示休眠,‘R’表示重启,‘K’表示开,‘G’表示关。

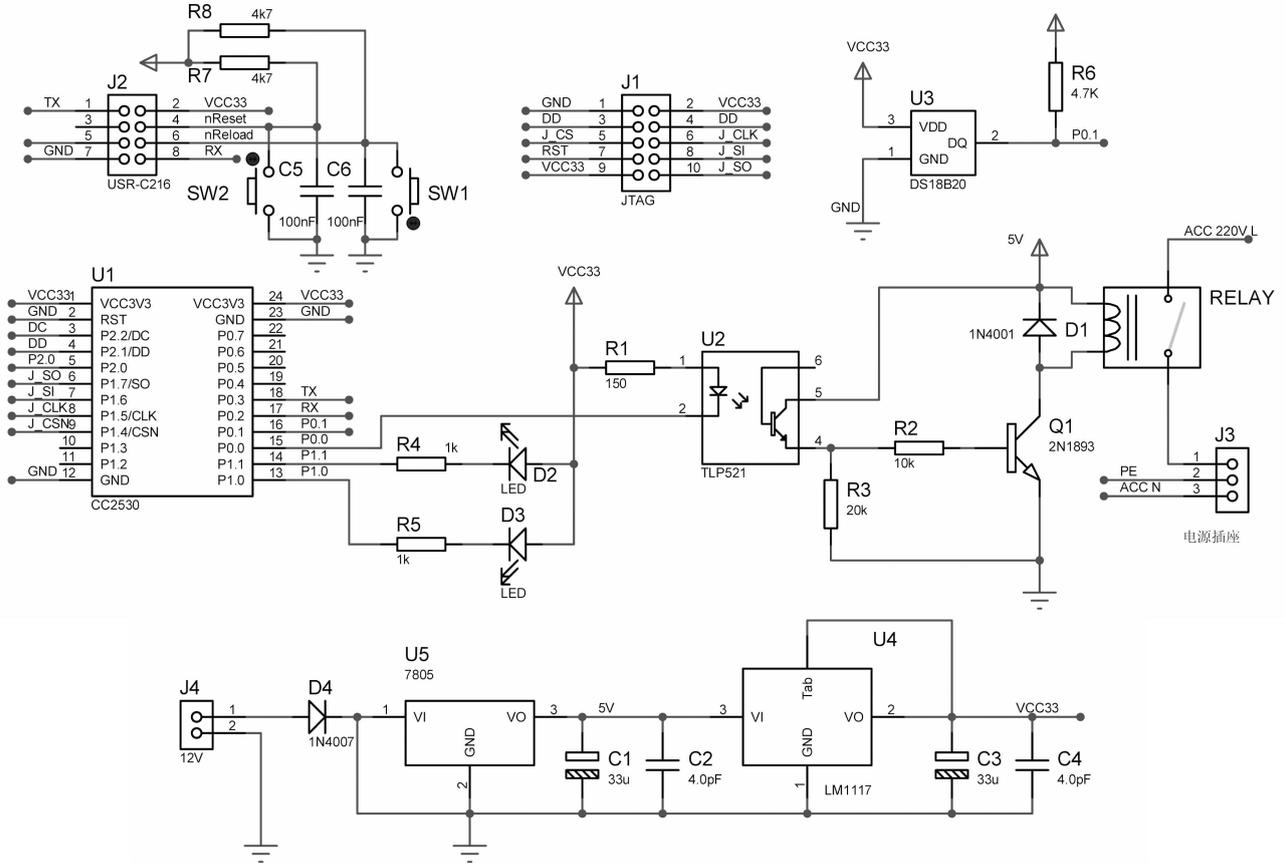


图4 ZigBee无线传感网节点电路原理图

Fig. 4 Circuit diagram of ZigBee wireless sensor network node

表1 数据采集协议

Tab.1 Data collection protocol

名称	长度/字节	含义
Sync	2	前导符
Head	1	#,表示开始
NodeType	1	节点类型:‘C’表示协调器,‘R’表示路由,‘E’表示终端节点
myNwk	2	发送短地址
myMac	8	发送扩展地址
pNwk	2	接收短地址
pMac	8	接收扩展地址
Len	1	数据长度
DataType	1	状态:‘K’开,‘G’关,‘H’心跳
Value	5	温度值,如“+105.6”表示105.6℃,“-23.6”表示零下23.6℃
Tail	1	恒为‘&’
Mark	1	0x0a

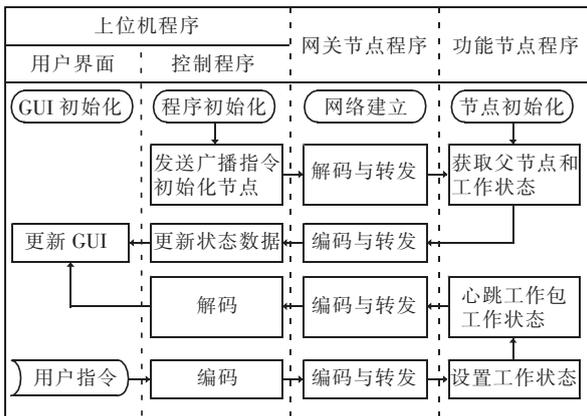


图5 沙盘交互与流程控制图

Fig. 5 Sandtable interaction and flow control chart

表 2 命令数据协议  
Tab.2 Command data protocol

名称	长度/字节	含义
Head	1	#,表示开始
rAddr	4	远程接收节点的短地址
Len	1	数据包长度
cmdType	1	'C'表示查询,'S'表示休眠,'R'表示重启,'K'表示开,'G'表示关
Value	4	保留,恒为'zigB'
Tail	1	结束符

## 4 结束语

本文设计了基于 ZigBee 网络的沙盘电源控制系统,可应对多节点的开关控制需求,通过上位机软件开发获得复杂的控制效果。本方案造价成本低,网络节点容量大,扩展性好,能实现节点动态增减,不仅可以节省大量的线缆,避免复杂的控制线路设计,而且可通过 WiFi 网关和命令接口实现远程实时控制与自动控制。该系统在沙盘和广告牌展示领域具有较好的应用前景。

(上接第 261 页)

SecureBaseAction 处理登录请求,并使用 AuthenticationEnforcer 调用用户的认证服务。

在安全设计中,还有一部分是数据库备份恢复设计。系统故障或介质故障都会导致整个信息系统的崩溃,因此经常对系统的数据库进行定期备份是十分必要的。每天凌晨自动执行表检查,并锁定服务器以确保无事务发生,进行数据库拷贝,将数据库文件打包,文件名为数据库名加备份日期时间,拷贝完成后,解锁。

## 4 结束语

安全设计的第一步是根据民航政务系统的安全分析结果提高安全模式。作为架构一部分,初步确定好要使用的安全模式。检查以上模式是否合适,必要时选择其它模式,然后开始数据建模,同时一并创建业务对象、数据访问对象和服务。

## 参考文献

- [1] 张健,王述全,滕绍祥. 微机控制下的沙盘灯光系统的研制[J]. 信息技术, 2002(6):22-23,25.
- [2] 牟奇春,牟奇志. 一种展厅电子沙盘控制系统[J]. 电脑编程技巧与维护, 2018(8):54-56.
- [3] 和江,许江淳,周靖,等. 基于单片机的沙盘系统功能控制与实现[J]. 工业仪表与自动化装置, 2012(3):102-104.
- [4] 张巍巍,顾宁. 基于局域网的综合沙盘灯光控制方法及实现[J]. 地矿测绘, 2008, 24(1):1-2.
- [5] 陶在红,杨宇,常建华. 基于 ZigBee 的智能家居控制系统设计[J]. 现代电子技术, 2014, 37(23):9-12.
- [6] 魏东,玉士蒙,庄俊华,等. 基于 ZigBee 的地下车库照明系统开发[J]. 计算机工程与设计, 2018, 39(4):1185-1189.
- [7] 白宏图. 基于 CC2530 的无线传感器网络节点设计[J]. 电子设计工程, 2019, 27(5):147-150,155.
- [8] 有人物联网公司. USR-C216 软件设计手册[EB/OL]. [2019-06-20]. <http://www.usr.cn/Download/512.html>.
- [9] DEDGAONKAR S, KAALAY A, BIYANI N, et al. Biogas monitoring system using DS18B20 temperature sensor and MQTT protocol[M]//BHALLA S, BHATEJA V, CHANDAVALEE A, et al. Intelligent Computing and Information and Communication. Advances in Intelligent Systems and Computing. Singapore: Springer, 2018, 673:567-577.
- [10] 钟永锋,刘永俊. ZigBee 无线传感器网络[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2011.

## 参考文献

- [1] 王婷. 政府电子政务网络系统安全体系的设计与实现[J]. 工业设计, 2015(5):92-93.
- [2] 王锦. 电子政务安全系统的研究与设计[J]. 信息与电脑(理论版), 2013(10):23-24.
- [3] 陈天伟. 基于 J2EE 的电子政务应用安全设计与实现[J]. 信息安全与通信保密, 2007(2):22-23,26.
- [4] SU Jindian, GUO Heqing, YU Shanshan. Security design model of E-government collaborative platform[C]//2004 International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science (DCABES 2004). 武汉:武汉理工大学计算机科学与技术学院, 2014:4.
- [5] KUN Dai, LIU Changchun, TENG Lingqiao, et al. Net security design of the E-Government[J]. Journal of Pingdingshan Institute of Technology, 2004, 13(1):34-36.