

# 多联机空调远程监控系统<sup>①</sup>

陶亮<sup>1,2</sup>, 王志鹏<sup>1</sup>, 申斌<sup>3</sup>, 张道良<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(山东建筑大学 信息与电气工程学院, 济南 250101)

<sup>2</sup>(山东建筑大学 山东省智能建筑技术重点实验室, 济南 250101)

<sup>3</sup>(山东建筑大学 计算机科学与技术学院, 济南 250101)

**摘要:** 空调的智能化是智能建筑发展的一个分支, 尤其在办公建筑中, 其智能化程度对节约电能有着重要的意义. 本文针对多联机空调系统远程监控技术进行研究, 提出了两种远程监控方案, 一种是线控方案; 一种是群控方案, 分别给出了两种方案的底层硬件实现, 软件协议和控制流程, 从而支持连接远程服务器, 并使用客户端监控对应的多联机空调室内机. 通过测试比较, 两种方案均可以实现多联机空调的远程控制, 性能可靠稳定.

**关键词:** 多联机空调; 智能建筑; 远程控制

## Multi-Split Air Conditioning Remote Monitoring and Control System

TAO Liang<sup>1,2</sup>, WANG Zhi-Peng<sup>1</sup>, SHEN Bin<sup>3</sup>, ZHANG Dao-Liang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(School of Information and Electrical Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

<sup>2</sup>(Shandong Provincial Key Laboratory of Intelligent Buildings Technology, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

<sup>3</sup>(School of Computer Science and Technology, Shandong Jianzhu University, Jinan 250101, China)

**Abstract:** Intelligent air conditioning is a branch of intelligent buildings, and especially in the office buildings, the intelligent level is of great significance to save electric energy. Aiming at the remote monitor and control technology of multi-split air conditioning system, this paper presents two remote monitoring schemes: one is the line control scheme, the other is the group control scheme. Both schemes present respectively the implementation of bottom hardware, software protocol and control flow to support connecting to a remote server, monitoring corresponding multi-split air conditioning indoor machine with client. By the comparison tests, the two schemes can realize the remote control of the multi-split air conditioning, and the performance is reliable and stable.

**Key words:** multi-split air conditioning; intelligent buildings; remote control

随着人们生活水平的提高, 越来越多的空调涌入家庭或办公场所, 由于传统的中央空调只能整机运行、调节范围有限、低负荷时运行效率低, 因此多联机空调在中小型建筑和部分公共建筑中得到了日益广泛的应用<sup>[1-2]</sup>. 然而, 在办公建筑中, 为了创造舒适的室内空调环境, 必需消耗大量的能源. 目前, 建筑能耗占我国能源总消耗的 35%以上. 而在建筑能耗中, 空调能耗又占主要比例, 约为 65%. 以此计算, 我国空调能耗约占能源总能耗的 22%左右<sup>[3]</sup>. 空调的能耗问题受到越来越多的关注, 成为建筑节能工作的重点.

针对上述问题, 本文提出了两种远程监制方案, 进

而实现了对多联机空调的实时监控、工作模式切换、故障原因处理提示、自动化节能控制管理、远程控制, 同时克服了传统遥控器和线控器控制过程中存在的弊端, 使人们在工作之余或出门在外时, 可通过网页或手机 APP 远程控制空调, 节能环保、方便快捷.

## 1 系统概述

多联机空调系统, 俗称“一拖多”, 指的是一台室外机通过配管连接两台或两台以上室内机, 室外侧采用风冷换热形式、室内侧采用直接蒸发换热形式的一次制冷剂空调系统<sup>[4]</sup>. 多联机系统目前在中小型建筑和

① 基金项目: 山东省优秀中青年科学家奖励基金项目(BS2013DX045); 山东省高校科研发展计划项目(J13LG52); 山东建筑大学博士科研基金项目(XNBS1249)

收稿时间: 2016-06-02; 收到修改稿时间: 2016-07-14 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005623]

部分公共建筑中得到日益广泛的应用. 其系统结构图如图1所示.

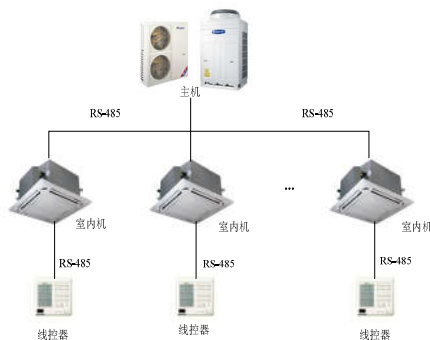


图1 多联机空调系统结构图

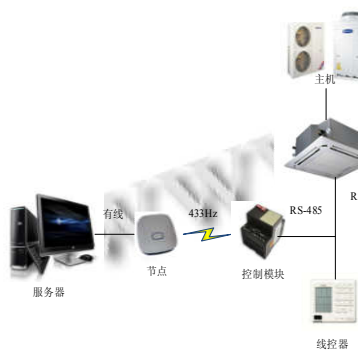


图2 线控方案系统结构图



图3 群控方案系统结构图

在了解多联机空调的工作原理、类型、控制技术的基础上, 由此提出了多联机空调的两种远程控制方案, 一种是线控方案, 其系统构架如图2所示<sup>[5,6]</sup>; 另一种是群控方案, 其系统构架如图3所示<sup>[7]</sup>. 线控系统方案主要由手机APP、服务器、智能节点、控制模块、RS-485网关、无线收发模块等组成. 其中智能节点主要功能是实现以太网通信协议与无线网通信协议的转换, 是建筑设备物联网系统的核心设备; RS-485网关实现空调机组控制模块与上位工作站直接的信息转化. 群控方案须在多联机空调主机上安装通信板卡, 再将

通信板卡输出端口与服务器相连实现数据收发.

## 2 系统硬件设计

多联机空调远程监控系统的硬件设计分为线控方案硬件设计和群控方案硬件设计, 下文分别对其对应的硬件设计过程.

### 2.1 线控方案

线控方案硬件主要由控制器模块、无线收发模块、RS-485通信模块组成, 硬件框图<sup>[8]</sup>如图4所示.

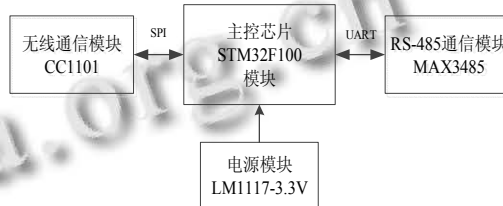


图4 线控方案硬件框图

#### 1) 控制器模块

核心控制器采用意法半导体 ARM Cortex-M0 内核的 STM32F100, 该控制器工作频率高、功能强大、功耗低<sup>[9]</sup>, 符合本设计对控制器的需求, 其最小系统如图5所示.

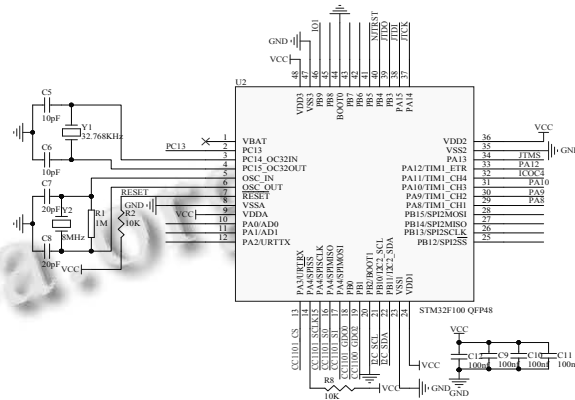


图5 控制器最小系统

#### 2) RS-485通信模块

本方案采用的MAX3485芯片是用于RS-485通信的3.3V低功耗收发器, 每个器件中都具有一个驱动器和一个接收器, 可以实现半双工通信. 如图6所示.

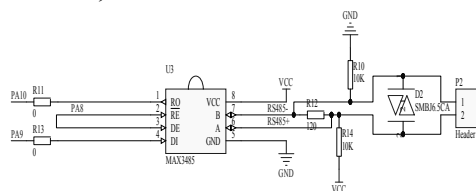


图6 RS-485通信模块

### 3) 无线收发模块

采用TI公司的CC1101芯片<sup>[10]</sup>. CC1101是一款低于1GHz 极低功耗 RF, 其工作频段为 387.0MHz~464.0MHz, 可提供对数据包处理、数据缓冲、突发传输、接收信号强度指示(RSSI)、空闲信道评估(CCA)、链路质量指示以及无线唤醒(WOR)的广泛硬件支持, 如图7所示. 本方案中, CC1101工作在433MHz的频

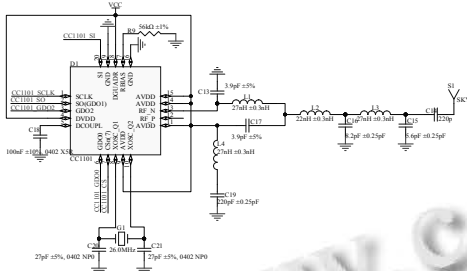


图7 无线收发芯片及外围电路

### 4) 电源转换模块

电源转换模块采用LM1117-3.3V, 可以直接将5V电源转化成3.3V, 输出电流可达800mA. 如图8所示.

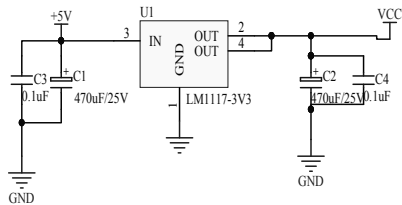


图8 电源转换模块

## 3.2 群控方案

群控方案由于须在多联机空调主机上安装通信板卡并使其通信端口与服务器直接相连, 因此其硬件设计比较简单, 重点在于布线问题. 本设计中空调采用的是RS-485通信总线, RS-485最大的通信距离约为1200m, 最大传输速率为10Mbps, 传输速率与传输距离成反比. 在某些中小型建筑和部分公共建筑中, 若通信距离较近时, 可以直接使用RS-485进行串行通信, 但是当通信距离较远时, 通信稳定性大大降低, 同时在某些场合, 往往因干扰比较严重而不能正常工作.

为了解决上述RS-485不能远程布线问题, 须在通信线路上加装RS-485转光纤转换器. RS-485转光纤转换器可实现一路RS-485在光纤上的透明传输, 由于采

用光纤通信, 解决了电磁干扰、地环干扰和雷电破坏的难题, 大大提高了数据通讯的可靠性、安全性和保密性. 其安装布线图如图9所示.

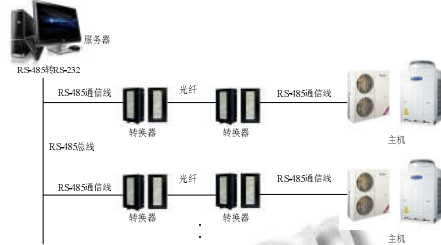


图9 群控方案布线图

## 3 系统软件设计

多联机空调远程监控系统的软件设计主要是控制模块中主控芯片与空调的通信设计, 主控芯片STM32F100与空调之间采用RS-485半双工异步通信, 其波特率为2400bps, 开始位是8位, 停止位是1位, 奇偶校验位是Even. 其通信过程如图10所示.

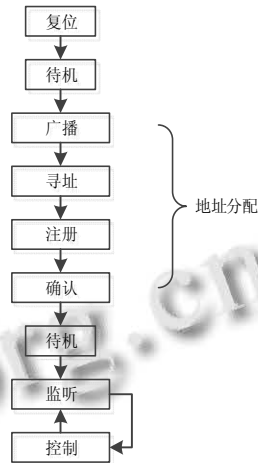


图10 通信过程

主控芯片与空调通信时, 地址分配过程注册一个新的室内机单元地址以实现正常通信, 控制/监听过程目的是获取室内机的状态信息(如温度, 运行状态, 风扇状态, 故障等)及发送控制命令.

控制模块与空调通信的数据包结构如表1所示.

表1 STM32F103C8与空调通信数据包

Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5-12(1 or 8 bytes)	Byte13	Byte14
STX	SA	DA	Mode	Data	CS	ETX

其中, STX表示传输开始位, 地址总为32H; SA表示源地址, 即发送设备的逻辑地址, 控制设备地址为84H,

空调地址为 00H-3FH 或 20H-2FH; DA 表示目的地址, 即接收设备的地址, 控制设备地址为 84H, 空调地址为 00H-3FH 或 20H-2FH; Mode 表示通信方式, 包括地址分配, 监听和控制; Data 表示包含运行状态信息的固定字段(1 字节或 8 字节); CS 表示 1 字节数据包错误检验码, 用 SA 到 Data 之间的字段异或计算; ETX 表示传输结束, 地址总是 34H.

首先, 控制设备发送待机命令数据包到所有室内机来设置其为 14 字节的通信模式. 待机命令数据包如表 2 所示.

表 2 待机命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data	CS	ETX
32H	84H	EBH	F9H	00H	96H	34H

控制设备发送完待机命令数据包之后, 再发送广播数据包到所有空调室内机以获得其物理地址. 广播命令数据包如表 3 所示.

表 3 广播命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1	Data2..Data8	CS	ETX
32H	84H	EBH	FBH	03H	00H	96H	34H

空调室内机接收到广播数据包后, 通过其新的地址来响应控制设备. 寻址命令数据包如表 4 所示.

表 4 寻址命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data	CS	ETX
32H	00H	84H	FCH	15H	6DH	34H

其中, SA 为新的室内机主地址, 地址范围是 00H-63H.

当室内机响应控制设备后, 控制设备给室内机发送注册数据包来设置新的通信地址. 注册寻址命令数据包如表 5 所示.

表 5 注册命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data	CS	ETX
32H	84H	00H	FDH	00H	79H	34H

其中, DA 为新的室内机主地址, 地址范围是 00H-63H. Data 为新的室内机地址, 范围是 00H-0FH.

控制设备发送注册数据包之后, 新注册的地址被室内机确认, 并给控制设备发送确认数据包. 确认命令数据包如表 6 所示.

表 6 确认命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data	CS	ETX
32H	84H	00H	FEH	00H	7AH	34H

确认过程完成后, 控制设备必须再次发送待机机数据包使室内机变为 14 字节的通信模式.

监听过程中, 控制设备发送监听数据包来监听室内机当前的运行状态. 控制设备要发送运行状态请求, 其命令数据包表 7 所示.

表 7 运行状态请求命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1..Data8	CS	ETX
32H	84H	20H	52H	00H	F6H	34H

其中 DA 的地址为新的室内机地址加 20H.

室内机接收到控制设备请求后, 会发送响应命令数据包, 其数据包结构如表 8 所示.

表 8 运行状态请求响应命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6..Data8	CS	ETX
32H	84H	00H	52H	4DH	50H	50H	D0H	82H	00H	A9H	34H

其中 SA 的地址为新的室内机地址加 20H.

由于控制设备与空调室内机采用常见的 RS-485 通信方式, 确保数据被正常发送是非常重要的, 因此控制设备会向室内机发送错误状态请求, 来检测数据包是否被正常发送. 其命令数据包格式如表 9 所示.

表 9 错误状态请求命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1..Data8	CS	ETX
32H	84H	20H	53H	00H	F7H	34H

室内机接收到错误状态请求后, 会发响应控制设备的请求, 其数据包格式如表 10 所示.

表 10 错误状态请求响应命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1..Data5	Data6	Data7	Data8	CS	ETX
32H	20H	84H	53H	00H	00H	7DH	01H	91H	34H

其中, 错误码=Data6\*256+Data7.

空调的控制过程中, 控制设备会向室内机发送控制命令数据包, 调节空调的状态, 其数据包格式如表 11 所示.

表 11 控制命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6..Data8	CS	ETX
32H	84H	20H	A0H	1FH	00H	1CH	04H	F4H	00H	F7H	34H

机接收到控制命令后, 会向控制设备发送响应数据包, 其数据包格式如表 12 所示.

表 12 响应控制命令数据包

STX	SA	DA	Mode	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5	Data6..Data8	CS	ETX
32H	20H	84H	50H	1FH	00H	1CH	04H	F4H	00H	72H	34H

#### 4 工程验证

通过在某办公楼上对两种远程监控方案进行测试, 使用线控方案远程控制空调, 当多用户同时发送控制

命令时,会产生控制延迟或冲突,这是因为线控方案中空调控制信号编码比较长,数据量大,信息交换频繁所致.而群控方案则可以较快速响应用户控制命令,空调控制实时性较好,性能稳定,但是该方案需要空调厂家提供通信接口板,成本较高.

## 5 总结

通过原理图设计、PCB板印制和硬件调试,采用线控方案和群控方案对某品牌多联机空调进行远程监控,均可以达到预期的控制效果.两种方案既降低了办公建筑中的空调能耗,又使用户可以远距离实现对空调的控制,同时避免了原有控制方式的缺点,让用户切实感受到现代智能化生活带来的便利性.

### 参考文献

- 1 叶建新.多联系统空调系统的绿色节能设计特点和优势.建筑节能,2015,6:23-25.
- 2 王凌杰,罗伦.多联机空调技术及其应用.中国西部科技,2007,(17):22-23.
- 3 中国制冷空调技术网.建筑与暖通空调能耗浅析,2014.
- 4 张双德,赵卿.多联机空调系统设计分析.甘肃科技,2014,30(22):84-85.
- 5 武一,马树宇.基于 ZigBee 与 ARM 的远程监控系统设计与实现.电子设计工程,2014,22(11):114-117.
- 6 石磊.基于 GPRS 的中央空调远程监控系统设计.微型电脑应用,2012,28(1):31-33,68.
- 7 林成霖,龚钊潮.基于 Modbus 协议的空调远程监控系统设计.科技创业家,2013:4-8.
- 8 李俊湘.中央空调远程实时监控系统的的设计.电气传动自动化,2014,(4):39-42.
- 9 张鑫,丁志刚,郑树泉.基于 Cortex-M3 的 M2M 监控终端.计算机应用,2011,31(11):3165-3168.
- 10 蒋立兵.基于 STM32 的智能家居控制系统的设计与开发[学位论文].北京:北京邮电大学,2011.