

基于可编程控制技术的中央空调物联网系统

徐昌荣¹⁾张洁²⁾吕卫阳²⁾

¹⁾(北京蓝普锋科技有限公司)²⁾(北京科技大学)

摘要：根据中央空调应用需求和电气自动化发展趋势，本文构建基于可编程控制技术的中央空调物联网系统。在系统方案设计的基础上，描述中央空调物联网系统的主要功能，阐述该系统在稳定性、先进性、经济性等方面的优势。

关键词：中央空调；可编程控制技术；物联网

Central Air Conditioning System Based on Internet of Things and Programmable Control Technology

Xu Changrong¹⁾Zhang Jie²⁾Lu Weiyang²⁾

¹⁾(Beijing Runpower Co., Ltd.)²⁾(University of Science & Technology Beijing)

ABSTRACT With the application requirements of central air conditioning and its development trends of electrical automation, the central air conditioning system based on internet of things and programmable control technology is presented in this paper. After the system scheme being designed, main functions of the system are described, and also the advantages are introduced, such as reliability, advancement and economical property.

KEY WORDS Central Air Conditioning; Programmable Control Technology; Internet of Things

中央空调广泛应用于各类工业和民用领域，以实现制冷、供热和除湿等功能^[1]。近二十年来，随着我国经济的高速发展和人民生活水平的稳步提升，中央空调的应用范围不断扩大，应用需求也呈现多元化发展趋势，包括功能完善、性能提升、节能环保和产品智能化等。以前只有北方需冬季供暖，现在越来越多的南方地区通过中央空调等方式实现冬季供暖。二十年前只有少量的高档建筑通过中央空调系统实现夏季制冷，现在的商业建筑一般都配备中央空调系统实现制冷功能。以前蔬菜、水果主要通过自然环境保存，现在越来越多的菜农、贸易商、用户通过冷库等保存瓜果。医药、食品等行业的产品性能和产品质量不断提升，对生产过程中原材料、半成品、产成品的存储环境也提出了更高要求，中央空调系统是满足这些要求的重要手段。

中央空调系统的性能不断提升和功能不断增加，对电气控制的要求也不断提高。如何通过先进、实用的自动化技术对中央空调进行监视、控制、管理，是中央空调领域电气自动化从业人员面临的重要课题^[2]。要实现中央空调系统的安全、高效工作，首先要对压缩机、泵等设备进行可靠控制和有效管理，同时采集各类设备运行参数和状态数据。在此基础上，需搭建中央空调系统的监控平台，对一组设备进行集中管理和协调控制。随着自动控制技术和物联网技术的发展，越来越多的中央空调生产企业希望对分布在各地的中央空调机组进行监视和管理，以实时掌握机组运行状况，收集第一手运行数据，为预测性维护和产品改进提供技术支撑。因此，构建基于可编程控制器（PLC）技术的中央空调物联网系统，是中央空调行业的发展趋势之一^[3]。

目前，大部分中央空调机组采用单片机控制器或 PLC 进行控制，仅实现了基本的单机控制，没有实现多机组的群控和协调控制，更没有构建综合监控平台。因此，不同机组之间的联动功能较少，区域性的联合调度更不可能。由于没有综合监控平台，几乎没有数据挖掘和系统优化等功能^[4]。

中央空调的控制过程需与工艺要求紧密结合，早期的中央空调多采用单片机等专用控制器进行控制，在当初条件下选择该方案是合理的。但随着中央空调机组的功能不断增加，对控制器的性能、

处理能力、稳定性、环境适应性、开放性和通讯能力等提出了更高要求。从发展趋势看，传统的单片机控制器在实现中央空调的控制功能时其劣势逐步显现。首先，单片机控制器不提供用户可编程的环境，所有控制程序需由单片机控制器厂商完成，既不利于提高工作效率，也不利于中央空调生产厂商的知识产权保护。其次，相比经受各类恶劣环境考验的 PLC 而言，单片机控制器的稳定性及可靠性要差一些。第三，单片机控制器的信号处理能力，特别是模拟量调节能力比 PLC 要差，不利于提高中央空调机组的经济效益。最后一点，单片机控制器在开放接口和网络的互联互通上性能要差一些，不利于构建中央空调物联网系统^[5]。

1 中央空调物联网系统方案设计

在设计中央空调物联网系统时，首先要考虑系统的稳定性和可靠性，其次要考虑系统的开放性和先进性，最后要充分融合中央空调机组的工艺要求。只有这样，设计的方案才能够代表中央空调电气自动化的发展方向^[6]。

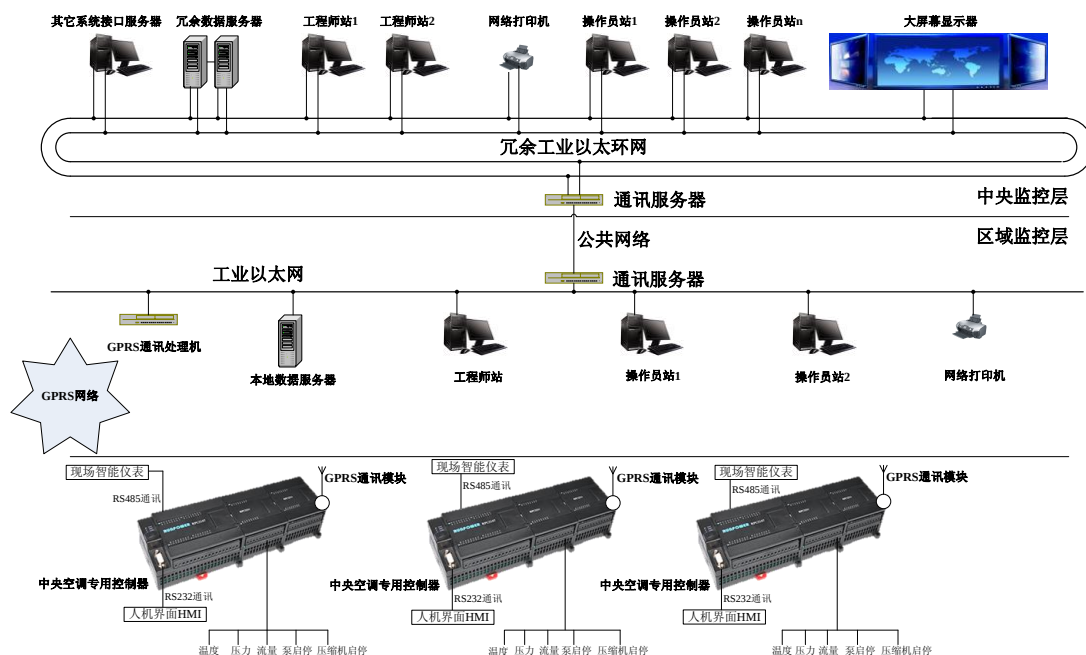


图 1 中央空调物联网系统图

本方案设计的基于 PLC 技术的中央空调物联网系统采用 3 层体系结构，如图 1 所示。

1) 现场控制层

最底层为现场控制层，主要设备为 PLC 或基于 PLC 技术的专用控制器，用于接收各类现场信号，进行控制运算，并输出信号控制各类现场设备。输入信号包括温度、压力和流量等模拟量信号，以及压缩机和水泵的启、停等开关量信号。PLC 或基于 PLC 技术的专用控制器也可通过 RS485 等通讯接口与现场智能仪表进行数据交换，还可通过标准接口与其他控制产品进行连接。PLC 或基于 PLC 技术的专用控制器通过串口与人机界面 HMI 进行连接，工作人员可在中央空调机组附近对机组进行调试与维护。作为中央空调物联网系统的基础控制单元，底层控制器在实现上述功能的基础上通过无线通讯模块与中间监控层进行数据交互，目前用得较多的无线通讯方式是 GPRS。

2) 中间监控层

中间监控层通过无线设备接收各类现场数据，并在监控计算机上显示各类设备的运行状态和参数。监控计算机上运行监控软件，对各类数据进行处理与存储，然后通过公用网络与中央监控系统进行数据交互。

3) 中央监控系统

中央监控系统位于最上层，用于对中央空调系统各类设备的集中监视和运行管理。中央监控系统一般位于中央空调生产企业的监控大厅内，由各类数据服务器、操作员工作站、工程师工作站、大屏幕显示器和打印机等部分组成。

上述 3 层体系结构组成了一个完善的中央空调物联网系统，实现了分散控制和集中管理的系统要求。如果监控的中央空调机组数量不太多，为了提高系统的经济性，也可省去中间监控层，底层数据直接通过无线方式送入中央监控层。

2 中央空调物联网系统硬件选型

PLC 或基于 PLC 技术的专用控制器是中央空调物联网系统的核心基础部件，控制器的选择决定了中央空调物联网系统的性能和档次。从产品性能、稳定性和开放性等方面考虑，本方案设计的中央空调物联网系统的硬件平台选择 RPC2000 系列 PLC。

RPC2000 系列 PLC 是笔者开发的新一代 PLC 产品。RPC2000 系列 PLC 为模块式结构，包括 CPU、DI、DO、AI、AO 和热电偶、热电阻、热敏电阻、交流信号采集等模块，以及 GPRS 和 Profibus 等通讯模块，具有如下优点：

- 1) CPU 性能优越，单指令处理时间为 $0.1\mu\text{s}$ ，CPU 本体自带 RS232 和 RS485 串口各一个，单 CPU 可扩展 10 个模块。
- 2) 可直接采集交流信号，并实现电气保护功能。
- 3) 编程语言符合 IEC61131-3 国际标准，具有 ST，LD，IL，FBD 和 SFC 五种语言。
- 4) 支持各类标准软硬件接口，可与各类组态软件和人机界面无缝集成。
- 5) 支持 Modbus，GPRS 和 Profibus 等通讯协议，可与各类设备互联互通。
- 6) 接线端子可插拔，方便系统实施和售后维护。
- 7) 具有良好的环境适应性，电磁兼容性好，抗干扰能力强。

3 中央空调物联网系统功能实现

中央空调物联网系统以中央监控系统为中心，对各类现场设备的运行参数和状态进行监视，并对各类数据进行处理和管理。中央监控系统采用全中文界面，可实现多任务调度。遵循国际标准，采用开放接口以连接第三方系统。高效数据库能提供方便、快捷和经济、海量的过程数据采集和存储，实现过程数据与管理系统的集成。基于 Web 的实时信息门户软件，提供通用的、基于 Web 的客户端环境。中央监控系统实现的主要功能有：

- 1) 采集并记录各类运行数据，包括实时数据、历史数据、工作记录、故障记录等。
- 2) 通过监控画面、趋势图、棒图等方式显示各类设备运行状态和运行参数，根据权限修改各类设定参数。
- 3) 根据采集到的运行参数和设备状态，以及生产要求，对各设备发出调度指令。
- 4) 为其他管理系统提供实时运行数据，助力企业管理水平的提升。

在上位机的调度和管理下，PLC 或基于 PLC 技术的专用控制器可实现如下功能：

- 1) 具有多种开关机方式，系统可以采用本地、远程控制以及定时开关机。
- 2) 二阶模糊温度控制算法：系统采用二阶模糊控制算法进行系统加减载控制，在指定的周期比较反馈温度与设定温度的差值，以及温度的变换趋势，综合判断机组压缩机应该执行的动作。
- 3) 压缩机保护及均衡运行：系统会对压缩机进行频繁启停的保护，并且会根据压缩机运行时间优先启动运行时间短的压缩机，优先停止运行时间长的压缩机的原则保证压缩机均衡运行。
- 4) 压缩机协同控制及非满载保护：压缩机协同控制避免压缩机频繁启动，非满载保护避免压缩机长时间在不利于压缩机的低负荷下运行。

5) 机组防冻功能：在冬季机组会自动启动防冻功能，防冻功能包括冷凝器的三级防冻以及蒸发器的防冻功能。

6) 水泵巡检功能：在过渡季，避免水泵长时间不用而生锈，系统会自动启用水泵巡检功能，空调泵、井水泵在设定的时间周期会运行指定的时间。

7) 定时开机功能：可选择一周 7 天，每天 4 个时段的定时启动。

8) 机组故障保护功能：系统有完善的机组故障保护功能，包括缺相、压缩机故障、水泵故障、排气温度过高等，除此之外还有传感器短路、断线检测。

10) 多级权限设置：设置用户权限以及厂家权限，拥有特定权限可设置相应系统参数。

11) 人机界面：PLC 通过 RS232 与触摸屏连接，能够在屏上显示系统运行工况、更改系统参数，如目标设定温度、机组工艺参数、时间参数、机组功能参数等。

4 典型应用案例

通过中央空调物联网系统，管理人员不仅能够随时获取中央空调机组设备的静态信息，而且还能够实时远程监控中央空调系统的运行状态，为提高中央空调系统的调度、管理和运行水平提供依据，优化中央空调系统的运行模式，进而达到节能减排的目的。

本文以北京密云某度假村水源热泵中央空调系统为例，介绍中央空调物联网系统的应用情况。图 2 所示为通过物联网所获得的中央空调机组运行状态，画面直观地显示了相关设备的运行参数。如果需要查看更多的工况参数信息，可以点击相关的按钮进行查看。

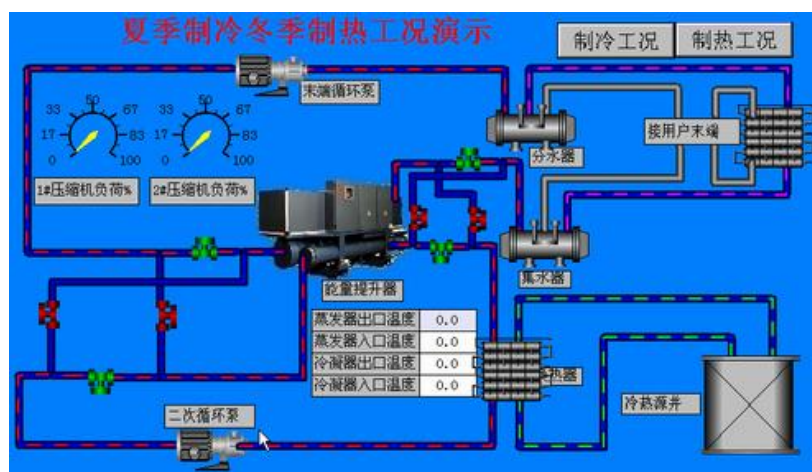


图 2 中央空调机组运行状态

5 结束语

物联网技术的发展为中央空调系统的应用带来了新的契机。随着人们对信息化、智能化、节能化生活的追求，融入物联网技术的中央空调系统是未来发展的趋势。随着国家对物联网技术的推进，本文所设计与实现的基于物联网的中央空调系统，在市场上将有广阔的应用前景。

本文研究的中央空调系统所涉及的相关技术还能够适用于其他控制系统，为物联网在其他控制领域的应用提供了新的思路与方法。

参考文献

- [1]黄虎，束鹏程，李志浩.中央空调系统的节能与能源合理利用[J].节能，1998（8）：18-21.
- [2]刘辉.浅谈中央空调自动控制的发展[J].科技创新与应用，2014（4）：97.
- [3]楼东东，王杭兵.基于物联网技术的中央空调管控一体化系统[J].物联网技术，2012（11）：79-81.

- [4]禹海涛.PLC 在中央空调系统中的应用[J].科技创新与应用, 2014 年 (13): 286.
- [5]杨晶.基于物联网的中央空调 SCADA 系统研究与实现[D].江西理工大学, 2013: 45-47.
- [6]车远强.基于物联网的中央空调节能控制[D].山东大学, 2011: 8-12.