

# 智能建筑中的电气与控制系统设计与实现

王志浩

(中铁十一局集团电务工程有限公司, 湖北 武汉 430074)

**摘要** 随着信息技术的飞速发展和人们应用需求的提升, 建筑智能化的应用更加普遍, 并且在住宅、体育馆、政府建筑等方面提出了更高的要求。从实践中得知, 智能建筑的主体是其智能化控制系统的构建, 而作为高新技术的产物, 控制系统需要结合电气技术、电子技术、计算机技术等辅助, 实现对智能建筑各部分的智能化控制。在这里, 建筑物当中基于自动化技术支持下的集成系统是控制系统最关键的内容, 在保障建筑物内部所使用的各种能源、生活环境以及各种设施的安全性方面发挥着极其重要的监督和控制作用, 以便为建筑物用户提供更高质量的服务功能。基于此, 本文的研究主要是针对智能建筑中的电气与控制系统的设计与实现进行分析, 探讨各子系统的设计, 以及最终的集成效果。

**关键词** 智能建筑 电气与控制系统 系统设计 集成

**中图分类号:** TU85

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)01-0028-04

## 1 前言

随着智能家居的深入发展, 人们便提出了智能建筑的应用<sup>[1]</sup>。所谓智能建筑就是在融合应用了现代化智能技术的支持条件下将所建造建筑的内部结构、应用系统、服务项目以及各个方面的管理功能等, 依据建筑物用户的具体需求和要求实现最优化结合, 进而为建筑物用户提供一种高质量、人性化和舒适度极强的建筑服务环境, 其本质上是很多先进的计算机技术集成应用的产物。

智能建筑主要包括设备自动化、通信自动化以及办公自动化三大部分, 分别简称为: BAS、CAS 和 OAS。我们进行智能建筑相关问题的研究, 主要是想将上述各个系统之间联系到一起, 都连接到总控制系统中, 不同子系统的设备可以随便接入控制系统, 以达到子系统之间信息共享和相互联动的目的。本次研究想要打造的就是最后一种智能建筑控制系统形式, 借助电气设备与控制系统的的设计, 实现智能建筑整体的集成管理。

## 2 智能建筑中的电气设备自动化系统

### 2.1 智能建筑的组成

智能建筑自动化系统主要由三个子系统组成, 它们分别是: 办公自动化系统(OAS)、设备自动化系统(BAS)和通信自动化系统(CAS)。BAS中包括照明、空调、给排水、消防、保安和交通系统。具体的设备包括中央控制系统、智能控制器、智能检测设备以及执行元件等<sup>[2]</sup>。CAS中包含语音通信、数据通信、可视

图文、电视会议等部分。该系统主要是负责数据传输, 同时可支持进行图形、语言、文字等的传输。OAS包括局域网、决策支持系统、数据处理、信息管理以及电子信箱部分。该系统主要负责进行智能建筑管理人员的日常办公、动态信息管理、通知公告等事项。各个功能模块之间有明确的分工, 而且相互连接和依赖, 形成该系统的实效性、协调性和统一性。这三个子系统都受系统集成中心(SIC)的控制, 且能源都来自电力系统。

### 2.2 建筑设备自动化系统(BAS)

BAS有广义和狭义的区别, 广义上即上述所说的内容, 针对智能建筑内部的机电设备进行监控。而从狭义上分析, 主要包括供配电监测系统、火灾报警系统、消防联动系统、智能化照明系统、安全防范系统等内容。本篇文章讨论的是狭义意义上的BAS。

### 2.3 供配电系统的监测

这是BAS的重要部分, 主要用于保证智能建筑的用电稳定性和可靠性。供配电系统的监测一般是选择人工就地控制, 所以设备多数放置在配电柜、配电室、配电箱内。在整个智能建筑中, 针对所有用户进行分析, 按照他们的用电需求和设备类型, 划分出不同的负荷等级, 然后在此基础上合理设计出供配电线路<sup>[3]</sup>。

### 2.4 智能照明监控系统

照明监控系统是智能建筑物当中用电量较大的系统之一。具体的控制方式比较多样, 其中直接用开关进行控制的方式最为常见。该系统开关的位置和样式

可以随意更改,但节能效果较差,其定时控制功能主要是依照灯具的点亮规律进行控制起闭,虽有一定节能效果,但灵活性不强,无法适应环境和作息的变化;光电感应控制,是通过对比照度值与设定值控制起闭,也有良好节能效果。

### 2.5 火灾自动报警及消防联动系统

该系统主要由感烟/感温/火焰探测器、消防控制系统、消防设备和消防设备电源等组成。系统通过探测器(一般是感烟和感温)感知是否出现异常,有异常的话反映给报警器给出报警信号,然后系统可以控制电梯回到首层,强制打开所有的排烟阀、排烟口,并启动防排烟风机、排烟风机,停止防烟分区的空气调节系统等等,实现对火灾的应对和控制。

## 3 智能建筑控制系统的核心技术

### 3.1 KNX 总线技术

KNX 总线技术的应用十分广泛,总线元件有三种:总线设备、控制设备和执行器。

KNX 总线拓补结构:该总线传输介质有多种,可以用 TP1、PL110、RF、IP 等来实现,且各有各的传输方式,其中 IP 传输将成为未来主要发展形式。对于 KNX 总线的拓补结构,最小结构就是线路,i-bus 系统中最小的组成结构就是支线,每条支线上运行的总线元件的数量不能够超过 64 个<sup>[4]</sup>。在智能控制系统结构当中,主干线是最大的元器件,各个域在耦合器的作用下连接到主干线,一个主干线可以连接的域的最多数量是 15 个,由此计算得知,整个控制系统最好可以运行 14400 个元器件。

KNX 总线技术寻址方式:这里地址可以分为物理地址和群组地址两种,物理地址的目的是明确设备在系统当中的具体位置,每个设备都有各自的独立编码,其它地址也是如此,其地址编码是两个八位位组。群组地址是借助报文的作用实现若干个应用对象的连接,其中一个群组的设备可以相互通讯与控制,而且几个不同的组地址可以连接到同一个对象。

KNX 总线的应用十分广泛,包括住宅、体育场、娱乐场所、酒店建筑等,且在不同场所都有其相应的应用优势。

### 3.2 ABB i-bus 系统

该系统是 ABB 公司在 KNX 平台上研发的,主要用于实现对智能化建筑物的现场总线控制功能,在现场总线控制方面的应用最为广泛。该系统可支持对空调、照明、电动窗、现场设备、电气设备等各分支控制系统的控制,而且可以实现多种控制方式,比如现场面

板控制、单独控制、分组控制、分散集中控制等形式<sup>[5]</sup>。

### 3.3 CAN 总线技术

该技术是一种总线技术,属于通过总线实现控制功能的局域网系统,性能较高且可靠性强,所以应用越来越广泛。该技术有两种技术标准,CAN2.0 Part A 和 CAN2.0 Part B。

该技术的特点:没有主从区别的网络节点,以多种通信方式为主,且无需节点信息,通信灵活方便;网络节点存在优先级别,总线按照节点的优先级接收数据信息,这样可以避免出现数据传输冲突;可以利用报文快速达到运用多种方式进行通信的目的;通信过程中的主要数据格式是短帧,并且每一帧的数据信息都是经过检验与检错过程处理的,以提高数据传输的可靠性;当节点遇到较明显错误的时候能够自动停止数据信息的输出,这样可以避免对其他节点的功能发挥造成影响;数据兼容性强,在总线没有关闭的条件下可以拆除任意节点<sup>[6]</sup>。

该技术的应用有多个方面,比如对于智能消防报警系统的应用,利用该技术可以将火灾探测器、信号节点、消防报警主机等设备连接在一起,同时进行信号传输。在智能建筑监控系统中,支持对照明、空调、暖通、给排水、电梯等系统进行集中监控,利用该技术实现通信协议。

### 3.4 ZigBee 技术

ZigBee 技术所要实现的主要功能是在低速率状态和短距离条件下的无线通信。其主要应用领域有医院各个部门之间的通信、医疗监控系统、交通监测系统以及对智能化家用设备的无线控制等等。在智能化家居应用方面,在使用 ZigBee 技术的时候,首先要建立好一个 ARM 型的自动化网络控制系统,对智能家电实现运行控制,接着是 ZigBee 路由器的安装工作,以达到中心网络控制的功能。

### 3.5 OPC 技术

该技术是一项典型的通信接口,为智能建筑中的所有设备和控制系统建立连接,这样不同设备均可以介入,对通信方式没有任何要求。该技术的应用使得智能建筑的集成系统发展得更加开放,可维护性更强。

技术的标准是建立在 COM 技术的基层之上的,两者的结构相同,都属于 Client-Server (C/S) 结构。实际参考应用中的有自定义和自动化两种接口,两者最大的不同就是编程语言的不同,前者使用的是脚本编程语言,后者使用的是 C++ 编程语言。控制系统利用 OPC 技术将现场数据信息进行收集以后传递给客户

端,之后再由客户端的应用程序进行数据分析和应用。

该技术的主要应用领域:OPC技术主要应用于楼宇自动控制系统当中,为系统集成提供平台,以达到智能化建筑当中管理系统和各项控制系统协作运行、融合发展的目的。

#### 4 智能照明控制系统的设计

照明控制系统是智能建筑比较关键的部分,也是应用最普遍的部分。同时智能照明控制系统与其他系统通过OPC服务器进行通信连接、联动控制和系统集成。

##### 4.1 照明区域功能的划分

如果以某企业总部的办公建筑为例,进行照明控制的区域有办公区、走廊、电梯、各个办公室等。而不同区域对于照明的需求是不一样的,对光照度和灯光效果有不同的要求,而且有时候同一场所在需要进行不同活动时,也会表现出不一样的照明需求。比如办公楼的一层大堂、各个办公室等,需要多种不同的光源来达到各种不同的效果,所以可以设计出不同的灯光环境,然后利用遥控器进行控制和切换。据此,我们利用ABB i-bus智能照明控制系统制定了一套控制方案。

##### 4.2 系统的组成

该系统主要包括智能开关、电源模块、时间控制器、光电感应器、现场智能控制面板等模块。主控制室有触屏的控制面板,其他场所则按需求安装,智能建筑物的每个区域都安装有光电感应器组件,可以实时采集现场信息<sup>[7]</sup>。

##### 4.3 智能建筑系统控制的功能与实现过程

在办公楼内,使用ABB i-bus控制系统实现对照明系统的控制,整个智能建筑物当中所有的照明回路共有3000个左右,并且每一个照明回路都可以独立实现分散控制和集中控制,而且支持远程监控。整个系统有若干支线,每个支线都有智能控制单元,借助耦合器组件实现建筑物的局域网连接,可以实现办公楼照明中心的无人看守,智能控制。具体的控制方式,一是可以选择现场职能面板控制,在公共区域因为照明需求有间歇性,所以采取定时控制方式,并使用分回路进行集中控制<sup>[8]</sup>。对于办公区域,要求灯光具有可调节性,所以必须对智能化控制面板进行科学、合理的设计,使其能够具备对多种光源不同模式的灵活、智能控制,比如工作-休息-会客等控制模式,然后按照需求进行选择。二是可以选择中文触摸屏控制,在每一个控制中心都进行了中文触控屏的安装,并且支

持多种控制模式,同时还能够对灯具进行集中监控,保证安全性,同时可以设置操作权限密码,避免越级操作。三是中央图形化控制,智能控制系统的i-bus主机设备安装在建筑物地下一层的控制机房中,可以对智能建筑物中的每一个照明回路实现远程控制,并能动态监控每个照明回路的开关状态。四是光照自感应控制,借助光照感应探测器HS/3.1,通过对环境光照照度的收集,控制灯具回路的开关,保证照度在低于设定值时开启灯具,反之则关闭。

#### 5 其他智能化控制系统的设计

##### 5.1 智能火灾自动控制系统

该系统主要是通过传感器组件、各种现场总线技术功能等,来达到对智能建筑物中内部和外部环境的安全消防报警功能,可以实现对智能建筑物各个环境的二十四小时安全监控。进行消防联动,快速处理火灾问题,减少损失,提升智能建筑的消防能力<sup>[9]</sup>。具体应用时模仿人的思维模式,主动探测所负责区域的环境条件,包括温度的高低、烟雾浓度的大小、火焰趋势等信号,然后采集这些信息,转变成电信号,再传输到控制主机进行处理。

##### 5.2 安防系统

该系统主要应用的是ZigBee低速短距的无线网络传输技术,能够结合实际当中的各种需求以及特殊的环境条件,合理选择、配置合适的探测器,并且还可以根据探测器的报警信息发送出声光报警信号,前端的传感器组件将所感应采集到的信号数据通过ZigBee网络传输技术将数据传到基站,然后基站将之发给上位机,由上位机对此进行对比,如果与标准设定有差别就发出报警信号。该系统由ZigBee网络协议、门磁开关、报警主机、PC机以及各种传感器元件所构成<sup>[10]</sup>。

##### 5.3 智能消防电源监控系统

该系统主要是监控消防设备,主要由三个部分构成:消防设备电源、通信模块、监控模块。每台消防设备都有自己独立的编号,有监控主机轮流对消防设备的电源状态进行检测并发出检测信号,此时消防设备电源收到检测信号后,直接将自身的状态反馈出去。整个信号传递过程是利用以太网RS485接口形式进行的,对于远距离的消防设备电源的监控,是由监控主机借助GPRS实现实时数据传送,这个时候如果消防电源监控中心向监控主机发出数据查询请求,就会由GPRS终端先将数据传递给接入服务器,然后转发给消防电源监控中心。

## 6 智能化系统的集成

### 6.1 系统集成概述

建筑集成管理系统(BMS)集成楼宇自控系统、火灾自动控制系统、智能照明控制系统以及智能安防系统等子系统,利用整个系统平台的功能作用的发挥,可以实现各个子系统之间的相互协作与密切联动工作,如果遇到紧急情况的发生,各子系统之间可及时做出联动,快速给出反应<sup>[11]</sup>。考虑不同子系统所对应的控制网络有所不同,所以必须使用不一样的OPC服务器应用模式,并安装不同服务器,最终达到对各个子系统现场设备的数据采集功能,管理层通过组态软件的功能发挥实现与各个子系统的OPC服务器相连,实现整个集成系统的中央控制中心与各个子系统之间的联动控制,以及各个子系统之间的互联。

### 6.2 智能化集成管理系统的网络结构

该系统采取三级式的网络结构设计形式,分为设备层、控制层、管理层三个等级。在整个系统当中,其中设备层包括所有子系统当中的全部现场设备部件,主要包括传感器设备组件、变送器设备组件以及执行机构设备组件等。智能控制系统当中的控制层主要是覆盖每一个监控现场当中的所有区域智能节点,而智能控制系统当中的管理层,主要由来自中央控制中心的主服务器设备和各个分控中心的分控服务器设备所组成。在智能系统的控制层当中,各个控制器组件之间都是通过网络以点对点的形式实现通信功能的,在控制层当中所有的协议都必须安装相对应的现场总线网络系统,并且所有的现场总线网络系统都包含垂直网络系统和水平网络系统两个部分,垂直网络和水平网络全部都是应用总线式网络结构设计形式,并通过路由器设备来进行相互连接,从而构成二级网络系统。

### 6.3 系统集成方案分析

该系统的OPC服务器,主要包括OPC标准接口功能的实现和硬件设备通信接口的功能实现,所以开发关键就是这两个接口的实现。考虑到智能建筑的各个子系统的设备不一致,而不同的设备都有自己不同的数据信息采集模式及其控制网络技术形式,因此要想真正实现OPC服务器的硬件通信接口功能,必须调用各个子系统的硬件设备所使用的通信协议以及通信协议编写的I/O DLL,这也是OPC服务器设计的关键所在。同时OPC服务器还需要实现对其所读取的硬件设备的数据进行OPC封装的功能,然后传递数据。

总结来说,智能建筑的设备多样,而不同设备所

连接的子网系统和所使用的通信协议各不相同,所以系统需要使用OPC服务器和接口标准来实现集中管理平台与各个子系统之间的数据共享与联动控制。将子系统列为下层现场设备,平等地进行集成控制,所有设备的实时数据和运行状态都借助OPC标准接口的功能转换成统一的格式,方便客户端调用。这样一来,各个子系统全部以相同等级的身份利用OPC服务器实现集中管理和系统集成功能,中央管理平台通过核心的调度软件实现对各个子系统的统一管理和控制过程。

## 7 结论

当前智能建筑在我国的发展越来越快速,很多地区都出现智能建筑类似的口号,尤其是对于居住住宅。本次研究主要是论述了智能建筑中的智能电气设备系统,然后讨论了智能化建筑物控制系统各主要设备的重点技术,并分别论述了智能照明控制系统和其他智能化控制系统的设计,最后提出这些系统的集成化应用。未来随着5G技术的发展,智能建筑的智能化控制系统将进一步发展,实现更多的功能。

## 参考文献:

- [1] 佚名. 建筑智能化 [J]. 北方建筑, 2021,06(05):55.
- [2] 郝赫. 现代建筑工程中的智能建筑技术应用研究 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(10):146-147.
- [3] 陈辉. 智能建筑与电气自动化的设计研究 [J]. 智能城市, 2021,07(18):25-26.
- [4] 黄根, 刘小威, 李正飞, 等. 自动化控制技术在建筑智能化中的有效应用 [J]. 砖瓦, 2021(08):98-99.
- [5] 梁良. 智能建筑电气设计存在的问题及优化策略 [J]. 智能城市, 2021,07(13):52-53.
- [6] 曾远辉. 浅谈电气自动化技术在智能建筑中的应用 [J]. 房地产世界, 2021(13):93-95.
- [7] 高建涛, 黄开宏, 王建立. 建筑机电系统优化咨询及机电一体化系统探讨 [J]. 智能建筑电气技术, 2021,15(03):69-72.
- [8] 薛英杰. 基于智能建筑理念的建筑电气智能化设计研究 [J]. 绿色环保建材, 2021(04):71-72.
- [9] 郑一鑫. 建筑智能化系统集成设计 and 应用 [J]. 新型工业化, 2021,11(02):24-25,29.
- [10] 张雷, 蔡智明, 邱丰. 智能建筑电气控制技术的设计与应用研究 [A]. 中冶建筑研究总院有限公司. 2020年工业建筑学术交流会议论文集(中册)[C]. 中冶建筑研究总院有限公司:工业建筑杂志社, 2020:5.
- [11] 张志成. 电气工程及其自动化技术在智能建筑中的应用分析与探讨 [J]. 商品与质量, 2020(18):120.