

(特约组稿专家 叶大法 杨国荣)

暖通空调
自动控制

栏 首 语

近年来,在国家节能减碳、绿色环保政策推动的大背景下,空调技术日益发展,空调自动控制也日显重要。变风量、变水量、全新风、热回收、能源系统等形形色色的空调系统无一不依赖自动控制。空调系统和自控系统早已无法分离,缺一不可。可以说,不了解控制技术的空调系统设计只能是静态的、单工况的,当然更无法满足全年节能运行的要求。

然而目前我国空调自控水平和工程质量与国际先进水平还存在不小的差距。究其原因,一是空调设计与自控设计相分离,暖通专业尚停留在传统的空调设计层面上,由于不懂控制,对空调系统全年运行控制逻辑不甚了解。另一方面,电气专业又不懂空调工艺,鲜有专门研究空调控制设计的。空调控制设计成了大家敬而远之的真空地带,最后大家放弃设计,拜托 BA 公司越位凑合。

借鉴国外空调工程设计经验,空调控制的概念设计是由空调专业完成的。空调系统与其自控系统应该同时研究,同时构思,同时设计。这就要求在我国暖通专业的课程教学、设计专业分工等方面作出一系列的改革创新……。

本期“暖通空调自动控制”专栏共有 6 篇文章。围绕空调自控系统总体情况、常用空调系统的自控逻辑与方法,以及相关的 BA 网络作了较为详细的介绍。专栏文章从暖通专业的角度出发讨论自动控制问题,旨在抛砖引玉,希望能对空调系统自动控制方面的科研、教学、设计、建设有所帮助和启示,热诚欢迎暖通空调专业人士批评指正。同时期待本专业有更多的有识之士能投入到空调自控领域的研究和设计中来,改变我国民用建筑空调自控设计的落后局面。

(叶大法)

我国暖通空调自动控制系统 的现状与发展

中国建筑设计研究院 潘云钢[☆]

摘要 概要总结了我国暖通空调自动控制系统经历的四个发展阶段,指出暖通空调设计人员在自动控制系统设计中的地位非常重要,目前空调自动控制系统的实施与实际运行情况并不尽如人意,很多工程没有达到设计所期望的效果。对目前存在的问题进行分析,提出了相关的建议和对策,展望了暖通空调自动控制系统的发展。

关键词 暖通空调 自动控制系统 节能 对策建议 发展

Present situation and trend in development of automatic control system of HVAC in China

By Pan Yungang[★]

Abstract Outlines four developing stages in automatic control system of HVAC in China. Points out that the designers of HVAC play an important role in designing of automatic control system. For the

moment, the implementation and actual operation status of the system are unsatisfied and many projects have not achieved desired design results at present. Analyses the existing problems. Gives some relevant suggestions and solutions. Points out the trend in development of the system.

Keywords HVAC, automatic control system, energy effect, suggestion and solution, development

★ China Architecture Design & Research Group, Beijing, China

①

0 引言

国家标准 GB 50155—92《采暖通风与空气调节术语标准》第 7.1.1 条对自动控制的定义为:“在无人直接参与下,采用控制装置使被控设备、系统、生产过程或环境按着预定的方式运行或使被控参数保持规定值的操作”。从这一定义来看,暖通空调自动控制系统至少包含以下内涵:

1) 为了完成自动控制功能而形成的各环节(或装置),本身具有相互的逻辑关系或联系,由此形成了系统的概念;

2) 自动控制系统针对的对象为暖通空调设备、系统、过程和环境;

3) 自动控制系统实现的目标是使被控对象按照预定的方式运行,或者保持规定的参数;

4) 自动本身有两个含义,一是无人参与,二是保证时效(又称“实时控制”)。

暖通空调系统的自动控制,对于保证空调系统本身的合理运行、减少人力、实现安全操作起到了非常关键的作用;它也对暖通空调系统和技术的发展起到了极大的推动作用。同时,作为暖通空调系统工程的一部分,自动控制系统也随着空调系统的要求和空调技术的发展,不断取得新的突破,真正呈现出了“百花齐放,百家争鸣”的局面。

1 中国暖通空调自动控制系统应用的历史沿革与发展

在中国,暖通空调自动控制的发展大体上经历了四个阶段或四种系统形态。

1.1 设备集中启停控制系统

该系统的特点是:通过电力系统(强电系统)的开关、接触器、继电器及强电线路等,使得暖通空调设备能远距离启停,同时通过设置某些指示标志(如信号指示灯等),显示设备目前的运行状态(启或停)。

按照 GB 50155—92 对自动控制系统的定义,这种系统不能称为自动控制系统,只是系统中的某些设备的启停受人工集中掌控而已。

1.2 模拟仪表控制系统

模拟仪表控制系统是具有代表性的自动控制系统之一,20 世纪 80 年代之前的暖通空调控制系统基本上都采用了这种系统。其原理是:通过传感器、控制器、执行器等环节(装置),使得被控参数维持在规定的数值或者在规定的范围之内。以室内温度控制为例,其控制系统原理如图 1 所示。

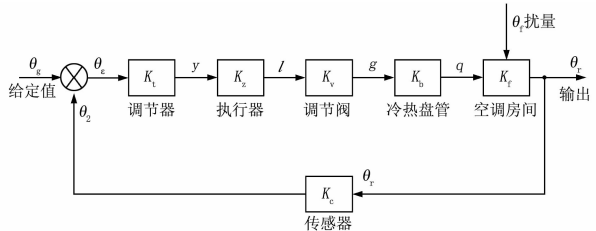


图 1 室温自动控制系统原理图

从图 1 可以看出,这是一个典型的负反馈系统,在传感器对室温的测量反馈后,通过若干控制环节,使得最终的室温得到有效的控制。根据控制信号的特点,模拟仪表控制系统大多是弱电系统(电压 0~10 V、电流 1~20 mA)。

模拟仪表控制系统中,最关键的是控制器(又称调节器)的功能特性。常见的模拟控制器有:双位控制器(On/Off 控制)、比例控制器(P 控制)、比例积分控制器(PI 控制)和比例积分微分控制器(PID 控制)。早期的模拟控制器的特性参数(比例带、积分时间、微分时间等)是固化的,不能根据现场的需求来变更。随着技术的进步,逐渐更新的产品基本上能根据控制内容的要求,对特性参数进行现场整定。由于模拟仪表具有可靠性好、适应性强、价格低等特点,因此,模拟控制目前仍然在很多场所(尤其是工业建筑的空调系统)广泛使用。

模拟控制系统的一些仪表(传感器等)与强电系统组合,可以对一些控制参数进行监测和显示(采用单点或多点巡回检测仪方式);同时,也可以

①☆ 潘云钢,男,1962 年 8 月生,大学,教授级高级工程师,副总工程师

100044 北京西城区车公庄大街 19 号中国建筑设计研究院

(010) 68343882

E-mail: panyg@cadg. cn

收稿日期:2012-08-06

实现远距离集中启停设备的功能。

1.3 集散式监控系统

集散式控制系统是数字技术在暖通空调控制系统中的雏形,于 20 世纪 80 年代初期开始进入我国的暖通空调系统控制领域(代表性产品是 Honeywell 公司当时在中国推出的 DGP 系统),其中的参数控制依然采用了模拟控制仪表。但在参数与设备监控方面,则采用了数字传输技术——设备的运行状态和被控参数信号由相应的传感器检测后送至数据采集仪;数据采集仪对输入的检测信号进行模数转换后,以数字信号的方式传送到集中监测用计算机中,从而完成对设备和参数进行集中监测、显示。由于具备了一定的数模转换和数字通讯功能,后期产品中也有一些能通过计算机对部分控制参数进行再设定。

显然,数字技术的引入,替代了设备集中启停系统的功能和多台模拟显示仪表同时工作才能完成的显示功能,并使得人机界面更为友好。对于民用建筑要求监控点数多、控制环节分布广的暖通空调系统来说,有着更好的适用性。因此,20 世纪 80 年代中期之前建造的许多大中型民用建筑,广泛采用了这种系统。

1.4 直接数字控制系统

随着数字技术的不断发展,模拟控制逐渐被数字控制方式替代。北美从 20 世纪 70 年代后期开始,在空调自动控制系统中引入了数字控制方式。与集散式系统相比,其核心是:控制器采用了直接数字控制器(简称 DDC 控制器)来替代模拟仪表。因此实现了从被控参数到控制信号的传输、运算等全部数字化。

20 世纪 80 年代中后期,直接数字控制系统开始逐渐引入我国。至今,在大型民用建筑中,这仍然是一个主流的系统,得到了广泛的应用。

1) DDC 控制器的结构及原理

DDC 控制器是一个集计算、数模(模数)转换、输入、输出、存储、编程等功能于一体的,以微处理器为核心的数字控制设备,其构成及原理如图 2 所示。

2) DDC 系统网络结构

DDC 系统网络结构主要有 Bus 总线结构和环流结构两种主要形式,见图 3、4。

上述两种网络结构都曾经在空调自控系统中得到广泛应用。前者比较直接,但当 DDC 控制器比较

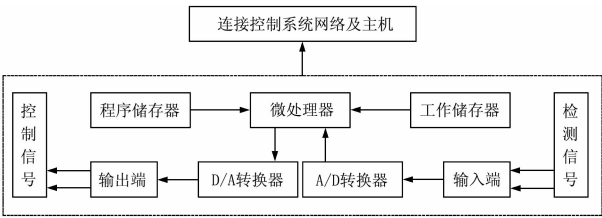


图 2 DDC 控制器构成及原理图

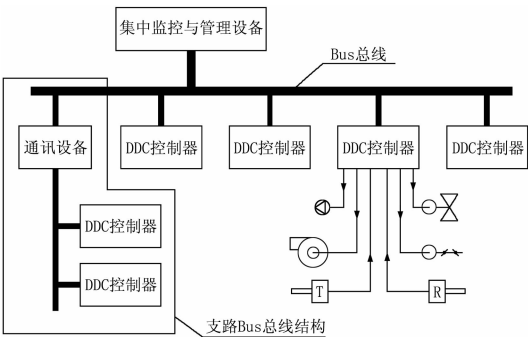


图 3 Bus 总线结构示意图

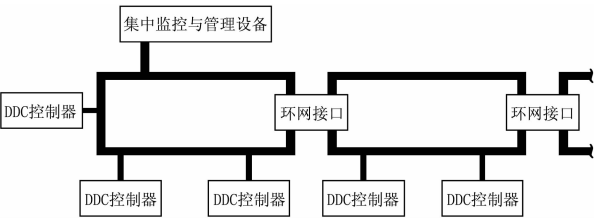


图 4 环流结构示意图

多时,需要较高的网络技术支持;后者具有较好的扩充能力。随着网络技术的发展,通讯速度越来越快,带宽也越来越大。从目前的情况来看,以以太网为支持平台、在通讯带宽达到 100~1 000 MHz 的情况下,图 3 的结构逐渐成为相对主流的方式。

2 暖通空调设计人员的任务和作用

在暖通空调自动控制系统应用中,暖通空调设计人员究竟应该发挥什么样的作用? 这个问题直到现在行业中也并没有明确的说法。从自控系统是暖通空调系统服务这一角度出发,笔者认为暖通空调系统和自控系统的关系类似于工业建筑中的工艺系统和暖通空调系统的关系。这也与自控系统的构成类似——每个环节既接受前一个环节的服务(输入),同时也向后一个环节提供服务(输出)。因此,暖通空调设计人员应在充分明确本系统的设计、施工和使用要求(因为暖通空调的运行参数是随着全年的气候变化而变化的,尤其是全年的全过程中系统的运行方式)的基础上,提出对其

自控系统的控制逻辑、控制原理、控制参数等相关应用条件,并向自控系统设计人员清晰明了地表达出来。通常来说,有如下一些任务需要完成。

2.1 确定控制参数

控制参数的确定包括两个方面:一是作为最终结果的被控对象使用参数,例如房间温湿度等;二是保证最终控制结果所需要的中间过程(设备的连锁、启停等)及其参数(例如压差、阀门切换、电动机转速等)。前者与设计参数在很大程度上是等价的,后者则需要通过技术分析、人工干预、“前馈与补偿控制”等来实现。

2.2 全年运行工况分析与工况转换边界条件

暖通空调系统的运行参数随着全年的气候和使用要求而变化,例如:冬季需要供热而夏季需要供冷,在不同室外参数时对新风比进行调整,等等。这些调整和变化,原理上属于前馈控制,因此都需要根据相应的条件(人工设定后)来进行,这也就构成了全年工况转换的边界条件。显然,为了提出这些边界条件,暖通空调系统设计中,设计人员对全年运行工况的分析是必不可少的。

2.3 提出自控原理(或原理图)

提出了自控原理,就明确了空调系统设计、运行和使用过程中的逻辑关系和要求。对于自控系统设计人员来说,这相当于是自控设计的基础工艺资料和要求;而这些要求是建立在空调系统本身的特点和使用要求的基础上的。因此只能由暖通空调设计人员来提出。自控原理可以用文字来说明,也可以用原理图表示。从工程设计来说,用原理图+文字说明的方式更有利于工程设计人员的理解和对整体情况的把握。

2.4 相关控制元器件的选择

暖通空调设计人员对控制元器件的选择,分为两个任务:

1) 直接相关产品的选择与布置

各种控制阀(电动水阀、电动风阀)应由暖通空调专业人员选择。因此本专业人员必须掌握电动水阀、电动风阀等的基本知识和应用要求(其他专业人员并不能全面了解和替代这一工作),合理选择、设置和使用。

2) 其他元器件

对于需要掌握大量电气与控制专业知识方能够完全掌握其技术性能与应用要求的控制元器件

(例如:传感器、控制器、执行器、控制系统网络等),本专业人员应当提出使用的要求,例如整个控制系统或者传感器等的控制(测量)精度、设置位置、工作范围、工作环境要求等性能化要求,并与自控系统设计人员协作进行产品选型。

2.5 协助进行集中监控系统选择

集中监控系统的功能与建筑暖通空调系统的整体运行管理要求是相关的。本专业人员参与集中监控系统的选择工作,有利于将本专业的运行要求融入集中监控系统中,为集中监控系统的安装、调试和运行打下一个良好的基础。

3 目前存在问题的原因分析与对策

无论是工业建筑还是民用建筑,自控系统已经成为暖通空调系统的一个基本配置。GB 50019—2003《采暖通风与空气调节设计规范》、GB 50736—2012《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》和 GB 50189—2005《公共建筑节能设计标准》都明确规定,采暖(供暖)、通风与空调系统应设置监测与控制系统,可以看出对此非常重视。尤其是在国家大力推进节能减排国策的今天,自控系统对于建筑暖通空调系统运行的节能,起到的作用也越来越大。从国家政策、标准与规范规定并结合空调系统需要实时满足使用需求等综合来看,对暖通空调自动控制系统的重要性,无论怎么强调都不为过。

在我国许多民用建筑的暖通空调系统中,自动控制系统的应用也的确起到了保证暖通空调系统的正常安全运行、提升管理水平、节省能源费用、降低人力成本等作用;在工业建筑中,对工艺要求的保证更是起到了不可替代的作用。

但是,通过对大量实际情况的调研和总结,发现有相当一部分实际工程项目的空调自控系统没能充分发挥其功能,一些甚至成了摆设,不但浪费了投资,也使得暖通空调系统的运行管理水平和能源效率低下,甚至一些项目因使用要求不满足而出现较大的争议。归纳起来,出现这些问题大致有如下一些主要的原因。

3.1 当前存在的问题与原因分析

1) 暖通空调设计人员对本专业的设计缺乏全面认识

目前相当一部分工程的暖通空调设计仅仅是基于冬、夏各自的设计工况点来进行的。这种设计方法实际上只是确保了暖通空调系统对建筑室内环境质量的保障能力而没有注重到全年的运行调

节问题。据笔者了解,一些暖通空调设计人员不能清晰地说明其所设计的暖通空调系统在全年应该如何运行,或者如何才能实现节能的运行方式。由于未考虑工程全年的实时运行和控制问题,也就无法提出相应的系统控制要求、控制参数(尤其是工况转换的边界条件)等内容,导致自控系统成为无米之炊,其设计与实施无从下手。

同时存在的另外一种倾向是,一些本专业设计人员将自动控制看成能解决所有问题的万能钥匙,因而放弃了对暖通空调系统本身设计合理性的追求。例如:无原则地加大设备容量和安全系数,认为即使实际不需要,只要通过自控系统,就可以在运行中将设备的余量减下来。比如一些比较常见的错误为,一些设计人员不清楚自控阀门应该如何选择,而是按照通常的管道设计流速来选择阀门口径,等等。其实,任何控制系统的控制能力和范围都是有限的,大口径阀门无法实现对小流量的较精确控制。暖通空调设计人员一般都明白,大容量的冷水机组,其最小可调容量必然大于同类小容量机组的最小可调容量,使得前者对空调部分负荷下的满足能力低于后者。自控系统也是同样的道理。

2) 暖通空调设计人员与自控设计人员的沟通不够

尽管在本专业本科学习的课程中设置了自动控制方面的专业课,但由于走上工作岗位之后各种原因使得许多暖通空调设计人员对自控系统变得生疏和望而却步,对一些基本的自控基础知识严重欠缺(有的甚至不知道最简单的房间温度控制系统是如何构成的)。因此常常见到暖通空调专业的设计人员在图纸中提出“这部分由自控系统解决”。

从另一方面看,目前从事暖通空调自动控制系统设计的人员绝大多数都是电气(或控制)专业的,他们对暖通空调专业各种要求的理解有限(有些甚至完全没有本专业方面的基础知识)。

把自动控制系统视为万能钥匙的也不仅仅是暖通控制设计人员,一些自控设计人员(或承包商)也有类似想法。例如,基于拓扑学原理的模糊控制系统、自适应系统等控制系统,在一些场合被某些技术人员神话,使人误以为能够解决所有的控制问题,从而放弃了对暖通空调系统本身的特点、本质、控制逻辑等方面的研究和要求。

在两个不同专业的设计人员无法进行正常的沟通和交流、互相不理解对方专业需求的情况下,

存在的问题不会得到有效解决,显然无法将暖通空调自控系统做好。更为严重的是,在一些民用建筑设计院中,暖通空调与弱电专业的设计人员均将自控系统作为二次设计的内容交由自控承包商负责,存在一定的失控风险。

3) 目前的市场环境

笔者曾经参与过一些工程项目暖通空调自控系统的评标工作。从整个情况来看,建设单位在技术上更注重的是投标方的硬件水平,如产品功能、网络速度等等。而在确定承包商时,对于工程的具体实施,尤其是如何与工程项目暖通空调系统设计完整协调与配合,其重视程度远远不够。不可否认,一些知名的专业承包商在暖通空调与自动控制的协调上具备了较好的技术能力,因此也取得了较好的业绩。但也有些技术能力相对较弱的承包商(有些承包商甚至没有配备了解暖通空调专业的技术人员),一旦项目承接下来,最多只能按照通常的做法去模仿,而无法有针对性地进行自控设计、施工与调试。由于设计院设计人员本身的水平问题,也无法对承包方给予有效的指导;或者即使设计院有技术能力,但因为种种原因无法对承包方进行有效的制约,也是导致一些工程的自控系统不能正常运行和使用的重要原因之一。本文只讨论与技术相关的内容,因此一些只追求低价而不注重承包商能力的建设单位,存在的问题不在此讨论。

4) 系统调试

大多数暖通空调自控系统具有一定的通用性,其设计与施工完成后,需要通过有针对性的调试以使系统满足具体工程的要求。从目前情况看,这一环节主要是由自控系统承包方进行,暖通空调设计人员参与的力度远远不够。许多工程的调试仅仅做到了“能够进行温度控制”,而对于一些与过程有关的其他参数控制在调试中并不完善。对于运行管理以及节能优化方面的控制与管理要求,有相当一部分工程项目(也包括笔者负责的工程)并没有完全做到,使得自控系统的功能没有得到有效地发挥。

5) 系统运行管理

这是目前存在的又一个比较突出的问题。一些设置了自动控制系统的工程,其管理人员的技术水平达不到系统设计运行管理的要求。有的工程还是以二三十年前的所谓“锅炉工”、“冷冻工”等模式来配置管理人员。有些项目尽管引入了计算机专业的

管理人员,但因为对暖通空调和自控系统本身的理解不足,也无法真正做到优化的管理与运行。

在我国,目前设置了计算机集中监控系统的大量建筑中,通过实时的运行管理数据和年度(季度)运行数据报表,为运行管理的优化提供了非常好的条件。但遗憾的是,目前相当多的项目(据笔者调查,至少超过 60% 的项目)并没有形成一个运行数据监测、采集与分析的完整管理流程,系统中保存的大量基础运行数据没有充分发挥对工程的指导作用,更没有发挥其对行业的参考作用。

因此,系统运行流程与高水平管理人员的严重缺失阻碍了暖通空调自控系统的应用。

3.2 对策与建议

1) 暖通空调设计人员应不断提升自身的技术水平

应该明确认识到的一点是,自控系统的优劣将直接影响暖通空调系统的运行。与其在工程中出现问题时去解决(或去争议责任的分担),不如在设计时尽可能完善,将可能出现问题的风险尽可能降低。这包括以下两方面内容。

首先是本专业的技术水平。需要认识到暖通空调效果与运行条件密不可分,建筑的使用状态、室外气候等等,都是在设计中应充分关注的。因此,笔者建议在国内有能力的设计单位中,通过努力提倡“以全年为基础的设计”,逐渐改变目前仅仅以冬、夏两个设计点为基准的设计做法。当然,这一改变会增大暖通空调设计人员的设计工作量,因此,需要采取相关的配套措施。

其次,暖通空调设计人员应学习和掌握相关的自控系统知识。做到:① 能够完成本文第 2 章提出的任务;② 能够用自身的知识与自控系统设计人员进行良好的沟通。为此,我们应该认识到:仅仅在学校所学的暖通空调自控知识是远远不够的,暖通空调设计人员还应结合工程实际学习和研究自控系统。

2) 调整设计分工,加强专业沟通,完善自控设计

把自控系统完全交给系统承包商(或集成商),看似符合专业化分工的原则,而实际大量工程的情况表明,这样做的风险远远大于专业化分工带来的优势。承包商技术的优劣、水平的高低、责任心的强弱、商业利益的大小、招投标组织的好坏等因素,对自控系统本身的设计、施工、调试和运行都有重要影响,而作为项目设计的负责单位——设计院,地位反

而降低,这显然不利于对工程项目的整体把控。

因此,笔者建议,自控系统的设计(系统原理、控制逻辑、主要设备功能、系统布线等)应由设计院负责完成,或者在设计院的主导下来完成。承包商(或集成商)的主要工作是在设计院自控系统设计及相关要求的基础上,完成设备的接线图、施工及调试等。

在上述对设计院自控设计要求的前提下,设计院的自控设计人员(大多数设计院中通常是弱电专业设计人员)也应“与时俱进”,不但要掌握本专业的技术,还需要尽可能对暖通空调专业的基础知识有一定的了解,或者通过工程设计的不断沟通、交流,对暖通空调系统的控制要求能够心中有数,将暖通空调自动控制系统实施的第一个关口——自控系统设计把住,才能为后续的工作打下良好的基础。

同样应实事求是地看待关于模糊控制、自适应控制等先进控制技术的应用问题。当它们用于暖通空调自控系统时,其关键点并不在于模糊和自适应运算和处理的方式,而是在于取得大量参数信息后,如何确认这些参数的内在联系,以及如何将这些内在联系反映到控制系统的输入与输出之间的关系之中。因此,这不是用“将所有参数收集后,由计算机进行综合运算并给出最优化的控制”这样一句话就能够解决的。计算机本身并不具备人的思维能力和自适应、自学习、综合等能力,因此需要的是暖通空调和自动控制设计人员对这些参数的逻辑关系分析的能力与经验,而不能将其视为一个无人可以认识的“黑盒子”。

3) 推动以技术为导向的市场环境建设工作

暖通空调自动控制系统的全面实施是一个具有高技术特点的工作,这是一个系统工程而不仅仅是产品的供销。因此系统提供与承包商的技术能力、技术水平是确保自控系统正常运行的重要因素。

从 20 世纪 90 年代后期开始,国内有关政府主管部门就启动了弱电系统集成商和智能化设计的专项资质认证工作。这在一定程度上对集成商和智能化设计单位的能力、水平提出了要求。但是,目前的大多数(包括已经通过资质认证的)集成商仍然停留在传统的产品销售和简单的现场布线的水平,对于系统的综合技术,尤其是对智能建筑中自动控制逻辑最为复杂、控制要求最多多样性的暖通

空调自控系统的理解,还存在较大的缺失。工程招投标中,重产品轻系统、重造价轻技术的情况大量存在,亟待改进。

因此,以技术为导向的市场环境建设,既是政府主管部门作为规范市场的工作重点之一,更是建设方、设计单位和自控系统承包商能力建设所必需的。

4) 强化系统调试

在 20 世纪 80 年代后期,笔者在廖传善先生的指导下,比较完整地参与了北京新大都饭店暖通空调自控系统的调试工作。作为国内较早期采用 DDC 系统的工程,在调试过程中,承包方不但对每个空调系统的设定参数都进行了认真的设定和调整,而且对每个空调系统的服务对象都进行了实际的现场情况模拟,并从中得出了相应的系统整定参数。调试结果证明,即使是同样功能、空调系统形式相同的房间,但由于朝向、建筑热工、使用方式等不同,自控系统的内部整定参数也完全不同。以该饭店内两个采用全空气系统的中餐厅为例,通过对两个餐厅(中餐)房间温度飞升曲线的模拟(模拟夏季工况时,人为降温;模拟冬季工况时,人为升温),计算出两个餐厅的积分时间分别为 15 s 和 2 min,根据这一要求来整定 DDC 的参数,运行的结果完全满足了不同餐厅的使用要求。

上述承包方这样负责任的做法,笔者在以后的工程中很少见到。大部分承包商采用的都是根据经验直接整定(而不是模拟后得出)控制器内部参数,甚至一些承包方对内部参数不进行合理的整定,完全取决于产品的出厂整定值。显然这样做很难符合要求。

因此,设计院暖通空调和自控(弱电)专业设计人员应积极参与现场的调试工作。目前很多人对调试工作应达到的目标理解为系统开通,或者实现了相对简单的控制功能,这显然是不全面的。李先庭教授曾经提出:“我们需要的不是‘调试’,而是‘调适’”。一字之差,道破了调试工作的真谛。

5) 加强运行管理和数据分析

自控系统除了满足基本的使用功能外,还有一个重要的任务就是通过自控系统实现最优化的控制。所谓最优化,指的是在自控系统的基础上,增加人为干预的功能。因此,最优化运行控制需要运行管理人员来实现。

运行管理人员的专业技术水平亟待提升,引进

高素质的运行管理人员,是暖通空调系统的正常运行和实现运行节能的基本保证。

大量记录的年复一年的运行数据,为运行管理和优化策略提供了数据基础。因此应该提倡:①运行管理人员在工作中尽可能多地收集暖通空调系统的运行数据(目前已经很方便),并通过分析来积累,为以后的优化运行提出措施;②暖通空调设计人员主动参与运行数据的收集、整理与分析工作,对自己设计的项目的实际运行情况有一个更深入的了解,为提升设计水平建立良好的基础平台。

4 发展趋势

4.1 暖通空调系统需求的提升促使自控系统的进一步发展

暖通空调系统的设置,是以满足工艺要求(工业建筑或有特定工艺要求的建筑)或舒适性要求(民用建筑)为主要目的的。由于暖通空调系统的能耗占建筑能耗的比例相当大,在当今能源形势紧迫、环境保护要求越来越高的情况下,暖通空调系统也应承担“节能减排”的相应责任。系统形式的多样化、能源形式的多样化、可再生能源的有效利用等等,为暖通空调系统的节能提供了基础平台。

但是,仅仅有这些基础的硬件平台还是远远不够的,多样化及复合能源系统形式的优化,需要自动控制系统给予多方面的支持与配合。例如:可再生能源和低品位能源的利用,从原理上说并不是全年都能够使用的,设计的目标也只是全年最大程度地应用,因此这一“最大程度”主要取决于系统优化运行的逻辑和运行控制的实时保障措施。

因此,如果能够很好地解决目前出现的一些问题,暖通空调自动控制系统将随着建筑节能减排的深入而出现新的发展局面。

4.2 自控系统的专业化分工与协同

暖通空调自控系统的发展方向是大系统(楼宇控制系统)还是小系统(机电一体化)?大系统具有通用性好、管理能力强、系统整体优化功能强等特点;小系统具有针对性强、使用灵活等特点。因此这也成为多年来行业一直有争议的问题。

从市场和产品提供方的特点来看,一些有实力的大系统承包商积极研发暖通空调设备,或者结合暖通空调设备有针对性地研发相应的控制系统(国际知名的 Johnson 和 York 公司合并就是一个例子)。同时,更多的暖通空调设备制造商针对自身

产品研发了专门的控制器及系统(例如 Carrier 公司、Trane 公司冷水机组的单机控制技术与机房群控系统),并不断致力于系统全面解决方案的研发。

显然,大系统与小系统并没有明确的优劣划分标准,而是各自适合于不同的情况。因此笔者认为,大系统与小系统相结合,在充分发挥小系统针对性强这一特点的基础上,由大系统来完成更多的管理与优化职能,将是未来暖通空调自动控制系统的发展方向之一。

这种结合,在构架上与本文 1.3 节中提到的集散式控制系统有相同之处。但在数字技术飞速发展的今天,笔者认为数字控制器替代模拟控制器的趋势将是不可逆转的。在未来一段时间内,市场主流可能是通用 DDC 和专用 PLC(programmable logic controller)共存与竞争的模式。

PLC 在 20 世纪就已经问世。作为小系统,具有可靠性高、抗干扰能力强、使用方便、模块化组合灵活、编程简单、改造容易等优点,成为替代模拟控制仪表的主要选择之一。因此,在暖通空调设备控制方面有了较大的发展。目前常见的 PLC 与通用 DDC 一样,其核心技术原理都是采用了数字计算与控制原理,其硬件构成如图 5 所示。

计算机网络技术已经取得了飞速发展。在目前暖通空调自控系统常用的 BACNet, LonWorks 通讯协议、标准的 RS485 通讯接口等网络技术平台的基础上,不同制造商提供的大系统与小系统的完美结合成为了可能。

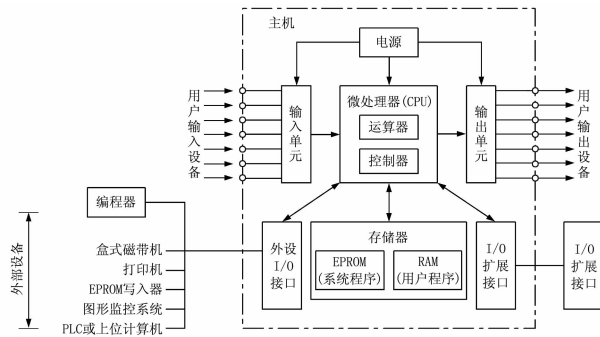


图 5 PLC 硬件构成原理图

5 结语

暖通空调系统与其自动控制系统都是为实现建筑的使用功能服务的。因此,系统最终的运行结果才是真正的检验依据。作为暖通空调设计人员,应努力做到提升技术能力、拓展专业知识、协调相关领域、关注运行效果。笔者有理由相信,在中国这个全世界最大的建设市场上,通过各行业的共同努力研究与实践,我国的暖通空调自动控制系统的应用将更为合理、技术更为提高,为节能减排作出更大的贡献。

6 致谢

本文写作过程中得到了中国建筑设计研究院李娥飞设计大师的指点和支持,对此表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 潘云钢. 高层民用建筑空调设计[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999
- [2] 叶景. 可编程控制器 PLC 应用技术[EB/OL]// 百度文库. <http://wenku.baidu.com>