

一款楼宇自控系统设计

1 楼宇自控系统设计

楼宇自控系统是建筑设备自动化控制系统的简称。建筑设备主要是指为建筑服务的、那些提供人们基本生存环境（风、水、电）所需的大量机电设备，如暖通空调设备、照明设备、变配电设备以及给排水设备等，通过实现建筑设备自动化控制，以达到合理利用设备，节省能源、节省人力，确保设备安全运行之目的。

前些年人们提到楼宇自控系统，主要所指仅仅是建筑物内暖通空调设备的自动化控制系统，近年来已涵盖了建筑中的所有可控的机电设备，并成为“智能建筑”不可缺的基本环节。楼宇自控系统的发展也是经历了从无到有，从低级到高级这一过程，实际上就是一个工业自动化控制系统发展的缩影。随着信息技术、网络技术、计算机技术、通信技术、显示技术、半导体集成技术、控制技术、表面安装技术及其他高新科学技术的发展，楼宇自控系统也将得到长足的发展，可以预见：

- 1) 集散控制系统是现阶段楼宇自控系统的主流；
- 2) 现场总线技术是集散控制系统发展方向；
- 3) VLAN、TCP/IP 等网络技术在楼宇自控系统应用，网络实现 Web 化；
- 4) 通用控制器与智能仪表共存；
- 5) 广泛采用以状态空间方法为基础的现代控制理论解决楼宇自控问题，取得成效；
- 6) 系统集成技术取得进展，OPC、ODBC 等技术被广泛应用；
- 7) 人机界面、操作环境改善，符合人机工程学基本机理。

按建设部设计深度要求，一般民用建筑（对于具有特殊工艺要求的建筑物可能不完全适用）楼宇自控系统（BAS）设计，设计院至少应做下列工作：

- 1) 充分了解受控对象的工艺要求，作出相应的控制原理图；
- 2) 受控对象控制种类统计（或称控制器输入/输出状态点表）；
- 3) 控制网络规划设计；
- 4) 平面布线规划设计；
- 5) 设计说明。

承包商（或供货商）应按设计院的设计内容要求，做进一步的深化施工图设计，包括提供产品的规格、材料、接线、安装与维护等技术文件，并负责最终的安装（或指导安装）、调试及验收申请。

但从目前众多实施的工程来看效果不理想。有调查显示：顾客对楼宇自控系统运行情况评价，“满意”的占 30%，“一般”的占 40%，“差”的占 30%。因此，本文旨在从专业设计实际出发，检讨设计中易出现的问题，以期举一反三。

2 若干问题

2.1 对受控对象的工艺要求的了解不准确。

目前，电气工程师（或自控工程师）对其他专业受控对象的工艺要求理解上的肤浅，甚至存在认识上的错误，而导致BAS运行效果欠佳的事例屡屡发生，其中暖通空调系统占较大比重，下面是一些工程中易出错的实际问题，如：

（1）、设备专业规范《采暖通风与空气调节设计规范》（GBJ19—87）中对舒适性空调的室内参数曾作了总的规定：

需要注意的是，上述数据仅指设计基数的取值范围，不是指受控对象允许变化波动的范围，民用建筑舒适性空调设计一般也不提空调精度要求。空调设计基数的选择非常重要，实际工程应由设备工程师结合我国气候特点和国情分析研究慎重确定，选择不利不但对投资、运行、能源消耗起负面的影响，而且还危及人员的健康。

（2）、对夏季、冬季及过渡季的认识深度不够。空调系统所指的夏季、冬季及过渡季控制参数是按照夏季、冬季及过渡季三种状态划分的三种工况，对应相应的温度、湿度或焓值等工作环境参数，如果仅仅按照夏季、冬季及过渡季的实际季节变化来简单的理解，往往使得空调系统最终获得不理想的控制效果。

（3）、暖通空调自控系统，其精髓在于把握空调工艺中的“定”和“变”两字上。往往未能根据不同管路、不同工况下的“定风（或定流）量”或“变风（或变流）量”的特性要求设计自控系统，如制冷机冷冻/冷却循环水定流量；新风处理机组一般定新风量；变风量的空调机组分变新风量（或定新风比）和定新风量（或变新风比）等。

（4）、新风处理机组大都采用“定新风量”的设计，这一点往往没有引起电气控制工程师的足够重视，在新风阀的控制上一般仅要求位式控制，新风阀多采用双向单相（AC 220V/AC24V，三线）电机或电动执行机构位式控制；为盘管防冻新风阀设计成与送风机联动；为防止风阀压差过大无法开启，通常先打开新风阀，后开送风机，停风机即关阀。

（5）、只有设有新风预热器的空气处理机组，或混合点（或加湿后的状态点）有可能低于0℃的空气处理机组，或者冬季过渡季要求作全新风运行且新风温度可能低于0℃的空气处理机组，才有必要考虑运行防冻问题，采取新风阀与机组联动等防冻措施。

（6）、为了保证基本的室内空气品质，可采用测量与控制室内CO₂浓度的方法来实现。但实际上暖通空调专业往往是以设计确定最小新风量或换气次数来实现的，若只是采用简单的启停机组的方式来控制室内CO₂浓度则没有必要；否则涉及变风量控制，控制较复杂，投资较大。

2. 2 控制原理描述不全面，受控对象控制种类统计不具体。

设计图中见到的控制原理往往是千篇一律，不能根据具体实际工程做到有的放矢。受控对象的种类往往不能简单的局限于AI、AO、DI、DO四种状态，尤其是施工图应反映每种状态中不同信号特点的电特性，以便控制模块的选配。

2. 3 IBMS 和 BAS 以及集成概念模糊。

IBMS 和 BAS 应是两个层次的概念，BAS 体现在控制子系统间的网络通讯的互连；IBMS 则体现在网络信息系统的整合，也就是说 IBMS 体现集成的概念比较准确。一般在设计中比较注重控制子系统间控制功能联动的描述，这往往被理解称集成设计，从信息系统集

成来讲。设计应以用户需求为基础，做运行维护管理业务模型的规划设计，IBMS与BAS共用管理工作站。

(1)、服务模块——提供性能优越的服务环境。

现代智能大厦在应用了楼宇自控系统之后，可根据季节、空气状态情况的变化，通过调节新风阀的开度等方式，自动控制空调机组、新风机组的送风温度，并可针对不同区域提供最佳的温湿度控制，保证各区域环境参数。在中控室，提供给用户一个观察整个系统运行状态的窗口，通过测量实际信息，可对温度、压力、流量等重要信息进行实时显示和存储，操作人员可以查看某个变量一段时间的变化统计曲线作出趋势预测，提前作出有效响应，进而保障整个系统的平稳运行。软件规划多种运行服务功能。

(2)、节能模块——降低能耗和管理成本。

在满足舒适性的前提下，楼宇自控系统通过合理组织设备运行，使大楼的运行费用为最低，也就是进行系统优化控制，降低能耗值。系统软件设有节能程序，可以根据季节、人员和空气流动情况的变化，将各区域的温度加以合理调整，控制设备合理运行，使大楼的能耗降至最低，而且系统可以在运行一到两年后分析历史运行数据，提供优化调整，使大楼能耗进一步下降。软件规划多种运行节能措施。

(3)、安全模块——提供突发故障的预防手段。

如果现代智能大厦的机电设备突然发生故障而停机，将对大厦产生严重后果。楼宇自控系统可从以下几个方面预防这种局面的出现：

①、随时检查设备的实际负载和额定负载，一旦发现设备过载，立即自动卸载同时向中央控制室发出报警信号，以防损坏贵重设备。

②、监视设备运行状况，一旦发现其中某台设备运行异常，立即报警通知检修人员前去检查，以防引起更大范围的设备故障。

③、自动记录设备的累计运行小时数。当累计值达到规定的维修时间时，自动报告中央控制室，及时提醒进行设备检修。

④、当一组设备中的某台设备出现故障不能继续运转时，自动切换到备用设备；同时，对于临时停电的情况，当恢复供电后，系统自动执行顺序启动程序，可保证设备投运顺利，避免对设备的损害。

通过上述检测、报警和处理方式，使现代智能大厦对机电设备突发故障具备有效的预防手段，以确保设备和财产安全。

(4) 维护模块——提高设备运行效率、减少管理人员数量。

通过对设备运行状况的监测、诊断和记录，早期发现和排除故障，及时通知维护和保养，保证设备始终处于良好的工作状态。

楼宇自控系统对设备的有效监控，可使设备的故障率大大降低，同时也使维修工人可以更有效的工作，减少维修人员的数量；一体化管理方式，使操作、值班和管理人员尽可能地减少。

(5) 扩展模块——系统具有良好的扩展性，保证今后扩展的需要。

系统选用时应始终遵循标准化、开放性的原则，系统容量可以有适当的冗余，以适应日后的扩展。且应保证与其它系统的兼容性，可方便实现网络的信息共享。

(6)、仿真模块——系统具有自学习功能，可进行人员培训、资料管理等。

2.4 各系统设计界面不够周到、清晰。

楼宇自控系统作为大楼内的一个重要组成系统，其实现自身的功能设计已经比较成熟和完善，但在系统实施过程中，经常由于系统界面的问题而导致系统的最终功能不够完善，丢项、甩项等事情经常发生。

由于设计界面的问题牵扯的面比较多，涉及到工程实施中的暖通空调、给排水、变配电等多个专业。因此，在工程的前期将设计界面的问题进行明确，非常必要。

从另一个角度讲，将设计界面的问题进行明确，可以使业主在工程的前期或在设备定货之前，就明确提出界面接口要求，从而可以实现楼宇自控系统的完整性。

◎明确各方的责任及工作内容，避免出现问题时，互相扯皮。

◎确保实现系统设计的全部功能，避免资金的浪费。

(1)、与调节/控制的风阀及水阀的设计界面

一般系统中风阀与水阀的规格及控制模式，由设备工程师根据工况条件计算确定。因此，风阀与水阀调节/控制设计应与设备工程师配合，了解风阀与水阀的电动操作机构，配置相适应控制器。实际工程设计中，设备招标前风阀与水阀的电动操作机构往往难以准确确定，DDC 输出类型。

还存在另一种情况，调节阀由控制工程师选配，这时需设备工程师提出控制工况要求，控制工程师应根据管径计算选择调节阀规格及控制模式。

风阀的控制应根据工况要求选择电动操作机构或配电子定位装置。

(2)、与配电控制箱的设计界面

◎配电控制箱内设本地与远程转换开关和控制用隔离中间继电器(无源或有源 AC220V, 见下图)，本地手动控制，远程靠 BAS 的 DDC 向配电控制装置发出遥控启/停信号，并接收风机运行状态、过负荷及本地/远程控制转换开关状态信号。

◎本地 DDC 的电源 (AC 220V) 由配电控制箱提供，上图 DDC 有源控制和无源控制两种方式，笔者认为优选有源控制，因有时配电控制回路并未设控制隔离变压器，这样无源控制触点有可能直接接入 AC 220V 回路，造成与其他控制线路不能共管敷设；另一方面，自控系统的控制电源宜由自己提供，避免造成扯皮现象。

以上这些需要在采购配电控制箱之前提出来，便于厂家加工。

(3)、与制冷机组、电梯等自带控制装置的设计界面

一种是将监控信号采用干接点的方式接入 BAS 的 DDC；一种是采用通信接口点对点或总线的方式接入 BAS。干接点的方式实现起来比较简单，也比较可靠，不足之处是采集的信息量比较少；采用通信接口的方式可以克服干接点的不足，但实现起来比较难，受通信协议是否标准、厂家是否开放编码表等因素的制约。

(4)、与变配电、照明等系统的设计界面系统中的遥控单元、智能化仪表或开关、照明控制单元、电参数变送器等自动化器件，应配合强电设计选配，预置在配电柜或照明箱中。

2. 5 缺乏合理的网络架构规划设计。

在楼宇自控系统未招标选定设备前,设计院往往对楼宇控制网络架构规划设计不是很明确, DDC 的布置比较随意, 只注重控制原理及点表, 网络架构形式、执行标准、设备配置标准选用等方面的设计相对来讲比较薄弱。

现在提起“Bus (总线)”、“Network (网络)”可谓名目繁多, 令人眼花缭乱。但“Field Bus (现场总线)”因其对工控机(包括 DCS、PLC、工业 PC、数控等)、自动化仪表和过程控制自动化产生的巨大影响, 已成为世人瞩目“热点”。早已有人把现场总线描述成“21 世纪的过程控制总线”, “自动控制领域开创了一个新的时代——现场总线控制系统 (FCS, Fieldbus Control System)”。目前, 在楼宇各自动化控制系统中底层流行采用现场总线控制网络, 随着工控计算机及网络技术发展在建筑业广泛普遍的应用, 现场总线技术必将成为“智能建筑”领域主要的发展方向之一。

伴随着信息技术的不断发展, BAS 已不可缺少的成为 Internet/Intranet 网的一部分。楼宇自控系统双层网络结构内部也将随之发生变化, DDC 以上的物理链路可通过建筑物内综合布线系统完成, 采用 VLAN 技术可基于 TCP/IP 与其它系统共用 LAN, 通过 OPC 标准通信协议进行系统界面互联。

3 结论

为充分发挥楼宇自控系统的功能, 需要设计单位周密详细的设计论证、统一规划, 需要工程施工单位精心施工, 更需要系统集成商以高度负责的态度, 从用户角度出发, 为每一个项目选择一个适合它本身的功能配置, 甲方也尽早配备相应工程技术人员, 加入到项目实施中, 这样才有助于项目的接受和系统的运行维护, 从而真正发挥楼宇自控系统的功效, 创造良好的社会效益。

此外, 尽管要电气工程师或控制工程师全面掌握相关知识很困难, 但为便于与设备等相关专业工程师沟通, 使设计的控制系统符合工况要求, 正常合理运行, 必需了解一些概念性的知识, 及早消除目前设计行业中专业相关环节之间的“灰色地带”是关系系统成败的关键所在。