



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

建筑设备自动化

江 亿 姜子炎 著
吴德绳 主审

中国建筑工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

建筑设备自动化

江 亿 姜子炎 著
吴德绳 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑设备自动化/江亿, 姜子炎著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-08879-9

I. 建… II. ①江…②姜… III. 智能建筑-房屋建筑设备-自动化系统-高等学校-教材 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 030061 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高校建筑环境与设备工程专业指导委员会规划推荐教材

建筑设备自动化

江 亿 姜子炎 著

吴德绳 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京密云红光制版公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 13½ 字数: 325 千字

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 26.00 元 (附网络下载)

ISBN 978-7-112-08879-9

(15543)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书结合实际工程系统地介绍建筑设备自动化系统。通过四个工程问题的分析,由浅入深逐步介绍了控制系统的基本概念;控制原理的初步知识以及通断控制、PID控制等控制调节方法;建筑热湿环境的控制;并从整体设计出发全面介绍了建筑自动化系统的通信技术、设计过程、分析方法和关键问题。

在本书附带的建立在 simulink 仿真软件上的各章所讨论的控制系统模型可在网上下载,网址为: www.cabp.com.cn/td/cabp15543.rar。读者可利用这些模型验证本书所讨论的内容,并可编辑相关模型以解决实际工程中类似的问题。

本书可供高校建筑环境与设备工程专业、建筑电气与智能化专业的学生使用,也可供相关专业技术人员参考。

* * *

责任编辑:齐庆梅 姚荣华

责任设计:董建平

责任校对:陈晶晶 张虹

自序

经过前后七年的素材准备和整整一年时间的写作，今天终于使这本教材交稿了！一种如释重负的感觉。看着这一页页文稿，心中忐忑不安，如同小学生准备交考卷，不知读者会是什么样的评价，能够打 80 分吗？

我是学习暖通空调专业出身。20 世纪 80 年代初，开始在彦启森先生和张瑞武先生的指导下，和陆致成、束际万老师一起，开始了计算机控制的学习和实践。当时手中只有作为学习和实验用的 TP801 单板机，加上后来的一台采用 Z80CPU 的个人电脑。我们几个摸着石头过河，围绕着实际工程探索。在京棉一厂的师傅和技术人员的支持下，尝试着用分布式概念出发的控制系统解决纺织车间的空调控制；在北京冷冻机厂的一批技术人员的支持下，为当时风靡一时的 LH48 空调机组配上了我们自己开发的计算机控制器（这也就是本书第 3 章讨论的例题）；在内蒙古赤峰市热力公司的充分信任下，我们自己设计制造出用于城市集中热网控制的全套计算机控制系统。由于找不到关于通信协议的资料，当时硬是自己定义了整套通信规则，作出硬件和软件，1987 年在赤峰热网上成功运行（这是一套波特率为 300bit/s 的通信系统，和现在宽带通信的 10M/s 或 100M/s 比，速度慢 10 万倍！）。1989 年以这个小组为基础成立了清华人环工程公司，全面开发和推广空调供热系统的计算机控制技术。到 1990 年，开发出包括全套传感器、执行器、控制器和通信网的 RH 系列，并且很快在国内暖通空调工程界推广。在国内同行的热情支持和鼓励下，这一系统迅速在集中供热网和各类工业厂房环境控制等领域广泛使用，我们也在这些工程应用中一次又一次经受磨难，得到教训，增长才干。

这段历史说的是一群计算机和控制的外行怎样在工程实践中硬趟出一条外行的路，发展出自己的一套用于供热空调领域自动控制和管理计算机系统，并逐渐从外行转为半个内行的历史。这段历史也是我自己的学习过程。那么，它能否作为建筑环境与设备工程专业的学生学习自动化课程的一个可行的途径呢？

我是 2000 年开始重新为建筑环境与设备工程专业的本科生开建筑设备自动化课程的。由于自己的外行出身，再加上面对的是外行的学生，我就试图用自己走过的这段路的方式来组织这门课的教学。不是基础知识—专业知识—工程实践这样的“三段论”，而是直接接触工程实际问题，以一系列的工程问题为主线，通过一个一个问题的解决，使同学逐渐了解建筑设备自动化的问题，并在解决问题的过程中逐渐掌握基本方法。这样的思路和传统的教学模式大不相同。在刚开始尝试时也确实遇到了很大的困难。感谢从 98 届开始的清华历届建筑环境与设备工程专业的同学，在我的“坑害”下，和我一起摸爬滚打，一起克服一个个困难，共同探索出这样一条建筑设备自动化学习的新路。

这里要特别感谢姜子炎。他连续 5 年担任这门课的助教，完成了所有的实践实验环节的设计。本书中用于仿真试验的全部仿真软件都是他精心开发完成的。许多程序是经过几年的研究和修订，经过几届学生的试用，才逐步完善。他在这门课程上花的心血和时间应

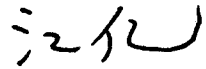
该比我还多，现在我们奉献出这样一门还算完整的课程，姜子炎功不可没。

奉全国建筑环境与设备工程专业教学指导委员会之命，总结我们这些年的教学经验，写出这本教材。感谢齐庆梅编辑的不断叮嘱。这本书一拖再拖，迟迟不能交稿，如果不是齐编不厌其烦的催促和耐心等待，此书很可能搁浅。

本书第7章是姜子炎所著，其余由我完成。全书中所有图表和有关大作业分析的内容都是姜子炎所作。本书附有各个大作业的仿真软件（见 www.cabp.com.cn/td/cabp15543.rar），这是姜子炎多年精心编制而成的。

如前所说，对于控制来说，我还是个“非科班”。只能从应用角度，从暖通空调工程师角度去体会和理解。书中一些提法，包括一些名词，可能不十分准确。希望科班专家们能够指出以便将来及时修订。否则作为教材，误人子弟，责任就太大了。

自动控制和管理对充分发挥建筑的各项功能，并实现节能运行，真是太重要了。可惜的是目前此领域还做得太差。多数计算机控制系统没能发挥其应有的作用，这与我国暖通空调事业和计算机应用技术的飞速发展相比，显得很不协调。如果能够通过这本书呼唤出更多的致力于改变目前这种不协调状态的革新者，使建筑设备自动化系统在越来越多的大楼中真正发挥其作用，那么这本书的目的就达到了。这是一条困难重重，但又充满刺激和希望的路，让我们共同努力吧。



于清华园节能楼

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 什么是建筑自动化	1
1.2 自动控制系统一例	1
1.3 建筑自动化系统的目的	3
1.4 建筑自动化的昨天、今天和明天	5
1.5 本书的主要内容与学习方法	8
第 2 章 恒温水箱的通断控制	10
2.1 恒温水箱的通断控制器的构成	10
2.2 通断控制下恒温水箱的调节特性	13
2.3 恒温水箱的实际控制过程	18
2.3.1 温度传感器惯性的影响	18
2.3.2 执行器惯性的影响	19
2.3.3 水箱温度的不均匀性	20
2.4 拉氏变换分析方法	20
本章小结	31
第 3 章 恒温恒湿空调机的控制器	32
3.1 恒温恒湿空调机及其控制管理需求	32
3.2 基于计算机的控制器	33
3.3 执行器的选择及其接口电路	35
3.3.1 电加热器、加湿器的控制	35
3.3.2 风机、制冷压缩机的电机控制	38
3.3.3 电动水阀及其控制	41
3.3.4 其他电动执行机构及其控制	44
3.4 传感器的选择及其接口电路	45
3.4.1 温湿度等物理参数的准确测量	45
3.4.2 开关型输出的传感器	50
3.5 控制器外电路	51
3.6 控制、保护和调节逻辑	54
3.7 控制调节过程	56
3.7.1 初始调节和室内状态的建立	56
3.7.2 温湿度状态的维持和恒温恒湿的实现	57
本章小结	69
第 4 章 散热器实验台的控制系统	70

4.1 采暖散热器性能实验台	70
4.2 比例调节器的调节特性	71
4.3 PID 调节器	79
4.3.1 积分调节	79
4.3.2 微分调节	82
4.3.3 PID 调节器	84
4.4 PID 调节的实现和实际工程中的问题	91
4.4.1 比例调节时的比例带	91
4.4.2 积分饱和问题	92
4.4.3 微分调节的噪声影响	93
4.4.4 数字控制带来的新问题	93
4.4.5 控制系统的鲁棒性	95
4.5 其他的单回路闭环控制调节方法	96
4.5.1 模糊控制	96
4.5.2 神经元方法	97
4.5.3 控制论方法	97
本章小结	98
思考题与习题	98
本章大作业	99
第 5 章 空调系统的控制调节	100
5.1 单房间全空气系统的温湿度控制	100
5.1.1 单房间的室温调节	100
5.1.2 房间的湿度调节	101
5.1.3 变风量时的调节过程	102
5.2 多房间的全空气控制	103
5.3 空气处理过程的控制	104
5.3.1 空气处理装置的调节策略	105
5.3.2 各空气处理段闭环调节的实现	109
5.3.3 水-空气换热设备的调节特性	110
5.4 变风量系统的变风量箱及其控制	121
5.5 变风量系统的控制	128
5.5.1 送风机转速的确定	128
5.5.2 回风机转速的控制	131
5.5.3 送风状态的确定	131
5.6 风机盘管加新风系统的控制	132
5.6.1 风机盘管的控制	132
5.6.2 新风机组的控制	133
本章小结	133
思考题与习题	134

第 6 章 冷热源与水系统的控制调节	135
6.1 冷热源系统的基本启停操作与保护	135
6.2 制冷机的冷量调节和台数启停控制	139
6.2.1 单台冷机的冷量调节方式与调节能力	139
6.2.2 多台冷机的冷量调节	140
6.2.3 冷机最佳运行方案的确定	141
6.3 冷却塔与冷却水系统的控制	141
6.4 冷冻水循环系统的控制	145
6.4.1 冷冻机侧冷量与水量的关系	145
6.4.2 用冷末端冷量与水量的关系	146
6.4.3 制冷站与末端的联合运行	148
6.4.4 冷水温度的确定	150
6.5 蓄冷系统的优化控制	151
6.6 循环水系统的优化控制	153
6.7 小型热源的控制调节	154
本章小结	157
第 7 章 通信网络技术	158
7.1 被控设备的网络连接	158
7.1.1 拓扑结构	158
7.1.2 传输介质	160
7.2 数据的传输	162
7.2.1 逻辑 1 和逻辑 0 的收发	162
7.2.2 数据帧的构成	164
7.2.3 数据的收发服务	166
7.2.4 几种典型通信协议的帧结构	166
7.3 网络设备的协调	167
7.3.1 局部网络中设备的协调机制	167
7.3.2 地址、路由和中继	169
7.4 建筑自动化系统中的数据特点	171
7.4.1 数据的产生和接收特点	171
7.4.2 设备的对话机制	172
7.4.3 建筑自动化设备对通信数据的应用	173
7.5 OSI 通信参考模型	173
7.5.1 OSI 七层模型的内容	173
7.5.2 OSI 参考模型的设计原则	175
7.6 常见的通信网络技术	176
7.6.1 现场总线技术	176
7.6.2 系统集成和 BACnet 技术	178
7.6.3 工业以太网在建筑自动化中的应用	180

7.7 通信技术在建筑自动化系统中应用的展望	181
本章小结	182
第8章 建筑自动化系统	184
8.1 建筑物的信息系统（弱电系统）	184
8.2 建筑自动化	186
8.2.1 输配电系统的监测控制	186
8.2.2 照明系统的监测控制	187
8.2.3 电梯扶梯的监测控制	187
8.2.4 给排水系统的监测控制	187
8.2.5 通风系统的监测控制	188
8.2.6 采暖空调系统的监测控制	188
8.2.7 采暖空调冷热源系统和生活热水制备系统的监测控制	189
8.2.8 可调节围护结构的监测控制	189
8.3 建筑自动化系统的实现方法	190
8.3.1 自动化系统的功能分析与设计	190
8.3.2 传感器、执行器的选择	192
8.3.3 信息点的确定与信息流的设计	193
8.3.4 设计和选择硬件平台	196
8.3.5 执行器手动、自动的模式转换	199
8.3.6 中央控制管理功能	200
8.3.7 系统的安全性与解决方案	203
本章小结	204
参考文献	205

本书附配套软件，下载地址如下：

www.cabp.com.cn/td/cabp_15543.rar

第 1 章 概 论

1.1 什么是建筑自动化

建筑自动化系统, 又称 BAS (Building Automation System), 也称为建筑设备自动化, 是对建筑物机电系统进行自动监测、自动控制、自动调节和自动管理的系统。通过建筑自动化系统实现建筑物机电系统的安全、高效、可靠、节能的运行, 实现对建筑物的科学化管理。所谓建筑物机电系统, 通常指下列系统:

采暖空调系统, 又称 HVAC (Heating, Ventilation, & Air-Conditioning), 维持建筑物内各区域环境, 通过控制室内温度、湿度和空气质量, 以提供满足建筑物的使用要求 (对于工业建筑和实验室) 并向使用者提供健康舒适的室内环境。

冷热源系统, 英文为 Plant, 指为满足采暖空调系统要求而设立的冷冻站、换热站、锅炉等设备和系统, 也包括为生活热水供应的换热设备和水箱。虽然冷热源系统应该是采暖空调系统的一部分, 但由于运行维护管理等方面的特殊性, 在涉及建筑自动化时, 往往将其单独列出。

给排水系统, 指生活用水、饮用水和其他要求的供水系统, 污水处理系统和排水系统。建筑自动化系统的任务是对此系统的状况进行监测, 对水泵等设备进行控制。

照明系统, 监测建筑物各照明系统状况, 并对部分系统, 尤其对公共区域照明系统, 进行各种控制。

电梯与扶梯, 也属于机电设备系统。除了电梯、扶梯自身的控制系统外, 建筑自动化系统要监测各电梯、扶梯的状态, 有些场合还要求一些必要的集中控制。

建筑物围护结构, 又称 Building Fabric, 随着现代化建筑的发展和对舒适与节能要求的提高, 开始要求对窗的开闭、各种遮阳装置的调整、建筑物的自然通风等实现自动控制, 以同时满足采光要求、通风要求以及热环境要求。

目前, 主要是通过各种计算机系统完成建筑自动化的任务, 实现对上述系统的监测、控制和管理。

1.2 自动控制系统一例

为了进一步理解建筑自动化系统的功能, 下面来看一个空调系统的自动控制实例。图 1-1 为一个有恒温恒湿要求的房间的空调系统。空调房间回风, 经蒸发器降温除湿, 再经过电加热器加热、水盘式电加湿器加湿后, 送入房间, 以实现房间的恒温恒湿要求。现在来看对于这样一个系统, 自动控制要做哪些事情。

(1) 设备启停

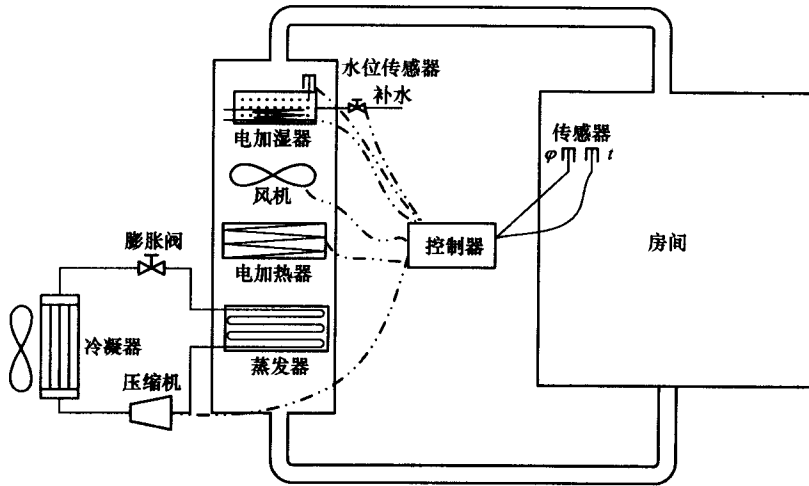


图 1-1 恒温恒湿机组

首先要能够启停空调器的各个设备。此例中是风机、室外机（压缩机）、电加热器、电加湿器。启停这些设备并非是简单的将电源接通或断开，而要做相应的检查并遵循一定的顺序。风机可以直接启动，但不能直接断开。要检查电加热器、电加湿器、压缩机都已停止后，才能停止风机。电加热器和电加湿器都要当风机可靠运行，机组内有足够的风速时才能启动，否则会导致温度过高出现火灾。电加湿器还需要确定加湿器水盘内的水位足够高时，才能启动，否则也会干烧而出现事故。对活塞式压缩机，有时由于停机时大量冷媒存于曲轴箱内，导致润滑油油温过低，不能直接启动，这时需要先启动安装在油箱内的油预热器，待油温满足要求后，再启动压缩机，同时启动冷凝器风机。自动控制系统检查启停要求的状态，按照程序顺序启停各台设备，这可以保证设备的安全运行，也可减少对操作人员的要求。

(2) 工况调节

要实现室内的恒温恒湿，就需要恰当的对室外机、电热器、电加湿器等设备进行适当的控制调节。这时需要解决的是：1) 该运行制冷、加热、加湿三个设备中的哪一个或哪两个才能恰好满足温湿度调节的需要？对应于某个工作状况，绝不应该同时开这三个设备。2) 怎样具体调节需要运行的设备？例如电加热器，某个工况下所要求的热量一般不会是加热器的最大加热量。这就需要调整电加热器的加热量。可以用可控硅元件调节电加热器电压，也可以不断地根据需热量启停电加热器而改变实际的加热量，还可以将加热器分组，通过有选择地接通其中几组来改变加热量。某时刻所需要的加热量只能根据房间湿度的变化情况来确定。怎样确定加热量和调节方法，使室内温湿度恰好稳定地维持于所要求的设定值^①呢？

(3) 安全保护

维持各设备安全可靠运行、避免事故，是比工况调节、维持要求的恒温恒湿还重要的任务。在本例中，需要有如下安全保护措施：

^① 设定值：根据工艺要求确定的控制目标。例如本例中房间温湿度设定值就是所希望达到的房间温湿度。

机组内无风或风速过低，切断电加热器；
加湿器水盘中无水或水位过低，切断电加湿器；
压缩机出口压力过高，停止压缩机；
压缩机油压过低，停止压缩机；
压缩机入口压力过低，停止压缩机。
实现上述安全保护措施是控制系统的基本要求。

(4) 状态监测

为实现上述启停、调节和保护功能，必须全面了解系统的运行状况。这就要对系统进行全面的状态监测，也就是对相关的物理量进行测量。这包括如下几类：

被调节参数：如室内温湿度，送风温湿度等；

安全/报警状态：如风速正常/无风，高压正常/高压超压，加湿器有水/缺水等；

运行设备状况：风机启/停，室外机启/停，电热器启/停，加湿器启/停。

这些状态监测结果，除了向控制系统提供外，其中的部分参数还应该提供给运行管理者。这一般是由指示灯或显示仪表向操作者提供。

(5) 远程管理

在计算机和通信技术得以普及的今天，本例中的控制器就不能仅仅就地显示和就地操作了，一般还要求通过工业控制网络把信息传递到管理中心，使管理中心能实时了解此空调机的工作状态，远程启停设备，改变房间温湿度设定值和自动启停的时间。同时在中央计算机中，还可以相应地显示、记录各台设备的运行参数，进行统计、分析等管理工作，实施中央计算机的远程管理功能。

1.3 建筑自动化系统的目的

分析上例，可总结出建筑自动化系统的主要目的为：实现功能，保障安全，降低能耗，提高工效，改善管理。

(1) 实现功能

为了满足机电设备的一些工艺要求，必须有自动化系统。例如空调系统的功能就是根据气候的变化和室内热湿扰量的变化改变送入室内的冷热量。气候和室内各种热湿干扰是不断随时间变化的，空调系统就必须不断进行相应的调节，否则不可能满足室内环境控制的要求。上例的恒温恒湿功能无自动化系统几乎不可能实现。一些大型公共建筑公共区域的照明需要根据进行的活动开启不同的灯具和控制不同的亮度，实现所谓“场景控制”。这时也往往需要由建筑自动化系统实现。可调围护结构建筑的遮阳、窗等部件的调节更必须通过自动化系统进行。只有通过建筑自动化系统才能使建筑机电设备各系统的各项功能按照设计意图得以全面实施。

(2) 保障安全

上例列出的各项保护措施，是使空调机安全可靠运行的重要保障，也是自动化系统的主要目的之一。保护措施不完善，就会导致重大事故或影响工艺系统的正常运行。近年来冬季北方地区突然出现寒流气温急剧下降时，都可以发现大量的新风机组出现加热器冻裂的事故。这往往是由于加热器某段支路热水流量不足，水温降过大，导致冻结。而承担防

冻保护功能的传感器安装于热水出口，测出水的混合温度不能反映结冻危险；安装于加热器后的风侧，测出风的混合温度也不能反映结冻危险。新风机的防冻保护该怎样设计，至今还没有完全满意的解决方案。图 1-2 (a) 是某地铁空调的循环喷水式空气处理室。为防止水位过低使水泵入口吸入空气，设水位传感器 1。当水位传感器反映无水时，水泵不能启动，正在运行的水泵也要立即停止。实际工程中此传感器安装得略有偏高，水泵静止时传感器给出有水信号，水泵启动，部分水池中的水进入管道或喷洒在空中，导致水位急剧下降至水位传感器 1 以下。此时补水系统若水压不足，不能提供足够的补水流量，则保护系统动作，水泵停止。停止后，水返回水池，水位上升，水泵再次启动。重复循环，使系统不能正常工作，甚至使泵烧毁。实际上将系统改为图 1-2 (b) 所示，水泵启动后，尽管水泵入口高于水面，但仍可保证充满水，系统即可正常运行。安全保障系统的不恰当致使系统不能正常运行的类似例子在实际工程中会找到很多。

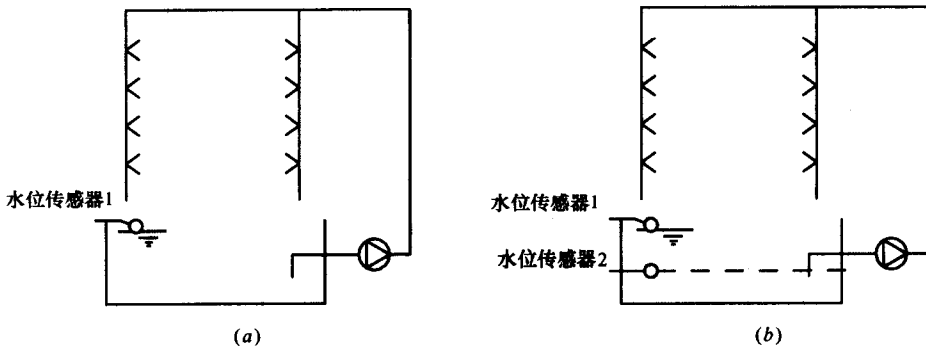


图 1-2 某地铁空调的循环喷水式空气处理室
(a) 原方案；(b) 改进后方案

(3) 降低能耗

上例中，在某种工况下实现房间的恒温恒湿有很多方法。例如实际需要的冷量仅为冷机制冷量的三分之一时，可以投入冷机满负荷运行，降温除湿，再开启电加热器和电加湿器补充过多的制冷量和除湿量，从而与实际的冷负荷、湿负荷匹配，实现恒温恒湿。也可以使冷机间歇运行，恰好满足冷负荷与湿负荷，从而不需要开启电加热器和电加湿器。这两种方式尽管都实现了恒温恒湿，但耗电量却相差几倍。类似的状况在空调系统中普遍存在。根据实际工况确定合理的运行方式和调节策略与不适当的运行方式相比，往往可产生运行能耗上的很大区别。自动控制系统的目的之一是通过采用优化的运行模式和调节策略实现节省运行能耗的目的。供热空调系统能耗一般占建筑能耗 60% 以上，也是节能潜力最大的系统，因此是优化控制和优化调节以降低运行能耗的主要对象。

(4) 提高工效

随着经济发展和社会进步，降低运行维护人员工作量和劳动强度也逐渐成为重要问题。北京西客站候车厅和商业区的空调由分布于各个机房的几十台空调箱构成。对各台空调箱巡视检查一遍要爬上爬下走十余千米，用 3~4h。如果没有遥控启停的系统，由运行工人到各个机房去开停空调箱，几乎不可思议。由建筑自动化系统对各空调箱进行远程监测和控制，可有效地减少运行维护人员工作量并显著降低运行维护工作的劳动强度。随着

建筑物的规模越来越大，系统越来越复杂，要求越来越高，自动化系统在节省人力、降低劳动强度方面的意义就越大。有些大型建筑，即使不考虑参数调节和节能，仅从节省运行人员这一角度，也必须安装建筑自动化系统。投入到建筑自动化系统的投资有时仅由于节省人力，就可以在几年内回收。提高工效，降低劳动强度逐渐成为使用建筑自动化系统的主要原因之一。

(5) 改善管理

采用计算机联网的建筑自动化系统的另一显著功能是有可能极大地改善系统管理水平。大型建筑的机电设备系统要求有完善的管理。这包括对各系统图纸资料的管理，运行工况的长期记录和统计整理与分析，各种检修与维护计划的编制和维护检修过程记录等。手工进行这部分管理工作需要很大的工作量，且难以获得好的效果。建筑自动化的计算机系统却可以出色地承担这部分工作，实现完善的管理。

1.4 建筑自动化的昨天、今天和明天

建筑自动化至今已有近百年历史。早期是为满足采暖和空调需要的简单温度控制、排污水泵的水位控制、电气设备的继电保护等构成简单的建筑自动化系统，提供基本的控制和保护功能。例如为满足采暖和空调系统的温度控制要求，采用两种具有不同热膨胀系数的金属片粘合在一起，成为双金属片感温器。双金属片的弯曲程度随温度而变化，直至改变弯曲方向。通过双金属片弯曲造成的位移，即可推动一个微动开关，带动继电器再驱动电源开关，带动电加热器或制冷机，形成简单的控制系统。还有在感温包内充入某种气体，温度变化导致感温包内压力变化，通过导压管将此压力引至压力驱动的微动开关，从而也可以由温度的变化改变微动开关的状态，实现简单的温度控制。20世纪90年代初期我国的一些电冰箱、窗式空调机等产品有的还在采用这种控制方式。目前采暖散热器上使用的恒温阀，也是以这种感温包传感器为基础发展起来的。环境温度不同导致感温包内压力不同，此压力与用来设定室温的弹簧压力相平衡，其差产生恒温阀阀杆的位移，从而改变散热器热水流量。

20世纪40年代随着工业环境对空调系统控制要求的不断提高，这种简单控制在很多场合已不能满足要求，于是逐渐发展出气动控制系统。完善的气动控制系统由可以把被测物理量变换为气压大小的传感器，利用射流原理对气压进行放大和计算的气动调节器，及以压缩空气为动力可以根据输入气压值推动阀杆移动的气动执行器组成。同时也配有气压信号的显示记录装置。这就第一次构成了基本完整的自动控制系统。由于以气体压力为媒介来传递信息，因此气动系统速度较慢，测量控制精度较差，同时还要配备专门的气源和配气系统，系统结构较复杂。但气动系统可靠性非常高，除非管道堵塞或漏气，这类系统很少出现故障；尤其在抗干扰方面，在执行器的可靠性方面都有突出的优点。例如在恶劣的工业生产环境中，风阀很容易卡住不动，此时用气动执行器，会使气压加大推进活塞，最多卡住不动但很少毁坏执行器。相比早期的电动执行器就往往发生由于卡死而烧毁电机的事。20世纪40~50年代，气动系统在空调控制中得到广泛的推广。我国在这一时期内，除了很少的一些从国外引进的气动控制系统的工程案例外，没有出现过气动控制系统时期，也没有相关的标准、规范。

进入 20 世纪 50 年代，电子技术开始出现和迅速发展。由于电子控制系统在控制速度和精度上都要优于气动系统，因此以模拟电路构成的电子控制系统开始在建筑设备系统的控制中出现。在一开始，电子技术主要是替代气动系统中的传感器和控制调节器，逐渐到了 60 年代，才逐步全面替代气动系统。20 世纪 50 年代中出现了半导体晶体管，到了 60 年代就开始由晶体管替代体积大、耗电高的电子管制作的基于模拟电路的控制器。60 年代、70 年代初是电子模拟控制系统发展的黄金时代。由于工业建设发展的需要，我国也第一次开发出系统的控制产品并制定了国家的产品标准。这就是一直持续使用到 20 世纪末的 DDZ-3 型过程控制系统。在空调控制中，我国也陆续开发出一些专用的控制仪表，例如动圈式比例调节器，P4 型比例积分恒温控制器等。这些仪表产品的出现，也促成和保证了我国恒温恒湿空调系统的建成和发展。在 1958 年清华大学建成了我国第一个温度控制为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 的恒温试验室，在 20 世纪 70 年代中期为满足光栅刻线工艺的要求，我国建成了温度控制为 $\pm 0.01^{\circ}\text{C}$ 的恒温室。在这一阶段，自动控制主要是为了解决工业生产和科学研究中特殊环境的需求，而以人的舒适性为目标的舒适空调的控制和民用建筑的管理几乎没有涉及。

随着 20 世纪 50 年代计算机的出现和迅速发展，尤其是半导体集成电路进入计算机，使计算机的可靠性大幅度提高，成本大幅度降低，也使得计算机控制开始在建筑自动化中出现。目前认为世界上第一个采用计算机监测和控制的建筑是美国 911 中炸掉的纽约世界贸易中心。这是 1969 年开始试运行，与现在的计算机控制完全不同的系统。整个巨大的建筑用一台计算机管理，主要是监测各个设备的运行状况，启停主要设备和为一些主要的调节器给出设定参数。1973 年日本大林组公司在大阪的办公大楼也成为亚洲第一个采用计算机监测控制的建筑。在 20 世纪 70 年代，我国主要还使用国产的中小规模集成电路构成的 DJS 系列计算机，未能涉及建筑控制的计算机应用。

20 世纪 70 年代出现的微型计算机和后来陆续出现的单片计算机为计算机控制的发展开辟了崭新的天地，也带来了建筑控制和管理中计算机应用的飞速发展。单片机强大的计算能力，高度的集成性能，低廉的成本和出色的易开发、易使用性，使其迅速占领了控制领域，替代常规的模拟电子电路控制产品，并使控制系统产生了巨大的变化。我国在 20 世纪 80 年代初期开始出现了基于单片机的空调系统控制，并且逐渐在工业环境控制中推广。到了 90 年代，随着大型公共建筑的大规模兴建，计算机监测控制和管理系统开始全面进入民用建筑。

在 20 世纪 80 年代初开始在我国出现建筑设备的计算机控制时，还有许多对它的可靠性的担心，使用者也都按照模拟电子控制器去要求和规范计算机控制器。计算机控制器是通过编程完成各项工作，而非直接通过模拟量电子电路完成，这是计算机控制与模拟电子控制的最大区别。使各界认同计算机控制的可靠性和计算机通过执行程序完成各项工作这一特点的认识的转换过程持续了近二十年。在 90 年代初还有很多控制仪表，外特性设计与模拟电子仪表完全相同，而内部却是基于单片机的控制器。只有这样才能被接受和认可。而到了今天，单片机构成的嵌入式系统已经深入到我们生活的各个角落。有时对着一个采用电子模拟电路的简单控制器已经有人问“这里的控制程序是什么？”。大众的文化已经从模拟控制真正转到了计算机程序控制！现在似乎不会再有人怀疑计算机控制器的可靠性了。

飞速发展的通信技术使建筑自动化进入了新的阶段。只有数字通信技术的大规模普及，才使得一座建筑乃至一片建筑群的测量与控制数据得以相互交换、集中管理和集中分析处理。这使得建筑自动化系统所涉及的功能大幅度扩展。目前，新建的大型公共建筑基本都装有全面的建筑自动化系统。楼内各类空调、照明、给排水、通风设备的控制设备，都通过数字通信网络实现与中央控制管理计算机的通信。在中控室了解全楼的运行状况，对某个设备进行启停控制或调节，已经成为司空见惯的事。在由若干座建筑组成的小区内实现联网控制和管理，在一个城市对某些建筑进行统一控制管理，都不成为问题。中国移动通信在每一地区都建设有分布在各个位置的基站，以支持蜂窝网通信。这些基站都是无人值守站，基站的温湿度环境又要求控制在一定范围内，这就是通过一套联网的远程控制管理系统，实现了各个基站的空调设备的控制和管理。

目前的状况是，计算机和通信技术的发展已经为更好的建筑设备控制管理提供了各种需要的技术手段，但如何充分利用这些新的技术手段，充分挖掘计算机与通信技术的潜力，更好地解决建筑自动化的问题，却做得很不够。建筑物内可以实现计算机控制下的全自动调节了，但怎样调节才能够更好地创造适宜的室内环境，怎样调节才能进一步节省机电系统的运行能耗？一个城市内的各座建筑的自动化系统可以联网，统一管理了，但应该怎样分析比较这些从不同建筑物中得到的运行数据，找到某座建筑物中可能出现的故障或运行问题而整体的提高用能效率和运行水平？这些方面的进展目前看来还远远不足。信息技术的发展为解决这些问题提供了前所未有的（20年前不可思议的）优秀工具，但怎样充分用好这些工具，真正提升建筑物的运行管理水平，成为目前的突出矛盾，也是今后一段时期着重解决的问题。

信息技术目前仍不断发展和创新。目前出现的新技术中可能给建筑自动化带来革命性影响的是无线传感器网络技术和 RFID（Radio Frequency Identification）技术。

无线传感器网络是一种低成本，超低功耗，短距离，适宜在建筑物内进行无线通信的技术。用这种技术制作的温度传感器，可以在微型电池的驱动下持续工作一年，在建筑物内可实现 100m 范围内的数据通信。这样，对建筑物内各处温度等物理参数的测量就成为非常容易实现的事。如果各种测量传感器和实现控制调节作用的执行器（如启停机电设备，调节电动阀门等）都采用这种无线方式，建筑自动化系统的硬件平台将非常灵活和易于实现，工程师就可以把主要精力集中在如何做好控制调节和管理，使系统真正可以改善建筑功能，降低运行能耗，完善管理功能。

RFID 则是一种廉价的无源无线通信技术。RFID 芯片可从接收器的射频信号中取得微弱的电能，从而支持其以无线方式发出身份信号。如果建筑物内每个人员都佩戴带有 RFID 芯片的证章，则系统在任何时候都可以精确地了解每个人所处的位置和建筑物内每个空间区域内的人数。利用这些信息，可以更好地根据人数控制好空调、通风、照明，并更有效地做好保安和人员流动控制；在火灾情况下，则因为准确掌握每个人的位置，也就有可能更有效地组织疏散和避难。

不断出现的信息技术的新技术为建筑自动化提供着功能更强大、性能更完备的解决问题的工具，也不断给建筑自动化提出新的课题：怎样把这些工具更有效的利用，使建筑更舒适和高效？