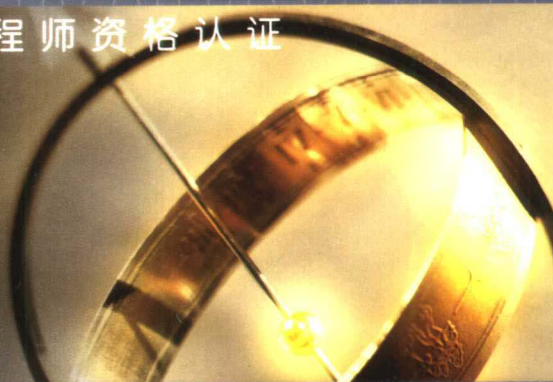


ASEA

培训与考试指定参考丛书

ASEA

自动化系统工程师资格认证



建筑智能化系统

中国自动化学会 ASEA 办公室 组编
董春利 编著



机械工业出版社
MACHINE PRESS



ASEA 培训与考试指定参考丛书

建筑智能化系统

中国自动化学会 ASEA 办公室 组编
董春利 编著



机械工业出版社

本书系统地介绍了建筑智能化系统及其主要子系统的基础知识、检测和控制技术及应用、重要子系统的工程设计。主要内容包括：空调控制系统、给排水设备监控系统、电气设备监控系统、消防自动化系统、闭路监控系统、防盗报警系统、智能卡系统、综合布线系统、计算机网络系统、电话通信系统、扩声和音响系统、卫星与有线电视系统、办公自动化系统、社区数字化系统、建筑智能化系统的施工和项目管理等。本书侧重于建筑智能化领域常见的、有代表性的系统，提供了许多实际案例，叙述深入浅出可读性强。不仅是 ASEA 培训与考试指定参考书，也可供从事建筑智能化的工程技术和管理人员自学，或作为大专院校相关专业的教学参考资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑智能化系统/中国自动化学会 ASEA 办公室组编.
—北京: 机械工业出版社, 2006.4
(ASEA 培训与考试指定参考丛书)
ISBN 7-111-18719-9

I. 建… II. 中… III. 智能建筑-自动化系统-
工程技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. TU855

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 022854 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 孙业 版式设计: 张世琴
责任校对: 张莉娟 责任印制: 洪汉军
北京京丰印刷厂印刷
2006 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm × 1092mm $\frac{1}{16}$ ·13.75 印张·337 千字
0 001—3 500 册
定价: 24.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社图书热线电话 (010) 68326294
编辑热线电话 (010) 88379739
封面无防伪标均为盗版

自动化系统工程师资格认证 (ASEA)

领导小组

戴汝为 吴启迪 孙优贤 李衍达 孙柏林 马正午 李爱国

培训与教材编审委员会

主 任	吴惕华 (河北省科学院)
常务副主任	萧德云 (清华大学, 兼丛书执行主编)
副主任	韩崇昭 (西安交通大学)
秘书长	刘朝英 (河北科技大学) 胡毓坚 (机械工业出版社)
委 员	(按姓氏笔画排序): 马竹梧 (冶金自动化院) 尹怡欣 (北京科技大学) 王建辉 (东北大学) 王钦若 (广东工业大学) 刘祥官 (浙江大学) 刘朝英 (河北科技大学) 关新平 (燕山大学) 孙鹤旭 (河北工业大学) 杨煜普 (上海交通大学) 金以慧 (清华大学) 胥布工 (华南理工大学) 段建民 (北京工业大学) 胡毓坚 (机械工业出版社) 董春利 (大连职业技术学院) 廖晓钟 (北京理工大学) 潘立登 (北京化工大学)

编者的话

为适应在我国开展自动化系统工程师资格认证 (Automation System Engineer Accreditation, ASEA) 的需要, 中国自动化学会全国 ASEA 办公室决定, 由 ASEA 培训与教材编审委员会负责策划、组织编写了这套《ASEA 培训与考试指定参考丛书》。全套丛书共有 20 本左右, 从 2006 年起开始陆续出版问世, 计划用 2~3 年时间完成, 以满足广大自动化系统工程技术人員参加不同层面的 ASEA 培训与考试的需求。

本套丛书主要面向 ASEA 考试, 同时兼顾 ASEA 培训及后续的工程教育, 分五大类出版: (1) 自动化专业基础知识, 包括自动控制理论、自动化控制系统、仿真技术、自动化元件等; (2) 自动化技术基础知识, 包括计算机控制、网络与通信、单片机技术、监控组态技术、嵌入式系统等; (3) 行业自动化专业知识, 包括石油化工自动化、电站过程自动化、冶金工业自动化、机械制造自动化、轻工与制药自动化、煤炭工业自动化、农业自动化、交通智能管理、航空航天自动化、军事工业自动化、建筑智能化、企业信息化、数字化服务、自动化系统工程设计、自动化项目管理等; (4) 自动化专业技能知识, 包括过程控制技能、运动控制技能、计算机控制技能等; (5) ASEA 培训与考试指南, 包括 ASEA 报考范围、考试规则、评审标准及有关 ASEA 的综合问答等。

本套丛书采用了“单元”与“模块”结构的编写风格, 每本书将所要涵盖的自动化知识分成若干“单元”, 每个“单元”由若干“模块”组成, 每个“模块”又按“知识点”、“知识点分析”和“考试训练”分节论述。其中, “知识点”给出本“模块”所应包含的知识要点, 起到画龙点睛的作用; “知识点分析”则以论述或实例的方式对本“模块”所涉及的知识点进行深入分析; “考试训练”就所述的知识点, 从考试训练的角度, 列出或设计出多种考试训练题, 包括思考题、论述题、综合题、设计题、计算题、选择题等题型, 并对考试训练题作必要的分析, 给出解题概要或提示, 以供备考之用。采用这种独具一格的编写风格是从 ASEA 培训与考试的实际需要出发的, 可以使参加 ASEA 培训与考试的学员以较高的效率掌握应知应会的知识点并以较快的速度进入临考状态。应该说, 这是一套系统性和实用性强, 既具有创新性和先进性, 又富有特色的 ASEA 培训与考试参考用书。

本套丛书的主要读者群是准备参加 ASEA 培训与考试的自动化专业及相关专业的工程技术人员和高等学校的本科生与研究生等。我们希望它既是 ASEA 培训与考试指定用书, 也能为广大自动化工程技术人员的知识更新与继续学习提供适合的参考资料。衷心感谢自动化同仁们的热情支持, 并欢迎对本丛书提出批评和意见。

ASEA 培训与教材编审委员会

2006 年 1 月于北京

序

为了逐步改变我国长期以来专业技术职称终身制的状况，不惟学历、不惟资历、以业绩和能力作为考核标准，进行社会化的专业技术资格认证，并逐步实现与国际接轨，在中国科协的领导下，中国自动化学会于2004年在自动化领域开始策划、开展了自动化系统工程师资格认证（Automation System Engineer Accreditation, ASEA）。这是落实中央人才工作会议精神，积极推进专业技术职称改革的一个重要举措，对充分开发和利用我国自动化人才资源，更好地为社会主义现代化建设服务也具有重要的意义。

中国科协学会学术部专门为这项工作进行了批复，要求中国自动化学会“按照国家有关政策，借鉴国外先进经验，积极探索，认真做好自动化系统工程师的培训、考核、认证以及相应的服务工作，并及时总结经验，推动学会改革发展，促进工程师资格的国际互认，促进我国专业技术人才成长和学科发展，不断提高技术人员水平，为我国自动化事业的发展做出新的更大贡献”。这正是我们开展 ASEA 工作的目的和准绳。

为了顺利开展 ASEA 工作，中国自动化学会专门成立了 ASEA 领导小组，下设 ASEA 办公室并分设若干委员会与工作部，依靠全国自动化领域的专家、教授和学者，按照中国科协的指示精神，正在一步一个脚印地开展起来了。

《ASEA 培训与考试指定参考丛书》是在 ASEA 办公室领导下，由 ASEA 培训与教材编审委员会策划、组织编写的，这是一项非常有意义的基础性工作。这套为 ASEA 培训和考试专门设计的参考丛书，内容涵盖自动化专业基础知识、自动化技术基础知识和国民经济主要行业的自动化专业知识，编写风格独树一帜，确有成效地将先进性、实用性和系统性有机地结合起来。在这套参考丛书的编写过程中，充分发挥了高等院校强大的师资力量，也全力调动了自动化企业技术人员的参与，从 ASEA 培训与考试的实际需要出发，全面考虑了理论和技能两个方面的知识考核，充分保证了 ASEA 的质量和水平。

相信本套参考丛书的出版，将为 ASEA 提供特色鲜明的培训与考试资料，对 ASEA 工作一定会起到积极的作用，对大学后的继续教育也是一套宝贵的参考资料。在此，我谨向参与这套参考丛书编写的自动化技术工程师、高校老师，致以诚挚的感谢。对参考丛书的整体结构到每本书的内容所存在的不足甚至谬误之处，还望使用本套参考丛书的各界人士不吝批评指正。

戴汝为 院士

2006年1月于中国科学院

前 言

计算机技术、控制技术、通信技术、图形显示技术的发展，催生了建筑智能化系统的飞速发展，也催生了对建筑智能化系统人才的旺盛需求。编写本书的宗旨正是为适应国民经济发展与改革的需要，进一步提高建筑智能化行业从业人员的综合素质，促进人才竞争，规范任职水准，推动国际互认。

本书是 ASEA 培训与考试指定参考书，重点放在建筑智能化领域常见的、有代表性的、作为一个合格的自动化系统工程师必须掌握的内容上。

本书在结构上以“单元—模块”为基本结构，在顺序上以控制对象分析、常见回路分析、特殊回路分析、控制器及其整定、控制元件及其电路、工程设计、实际工程案例等主线一一展开；在每一单元，按照论及的理论和实际的具体内涵形成几个模块；每个模块按“知识点—知识点分析—考试训练”格式编写。其中，“知识点”概括阐述了本模块应掌握的主要知识；“知识点分析”则对该模块的知识点逐一进行简明扼要的论述；“考试训练”是以考题的形式，给出本模块所要掌握的重点和资格认证考试的基本内容。同时，重点的子系统都会列举实际的案例，可供读者进行更加真实的模拟训练。这将有利于申报资格认证的读者掌握为获取证书必要的“应考应知”。全书力求贴近读者，不仅可以作为考试的参考书，也可以作为从业人员的参考书。

十分感谢在本书编写过程中提供资料案例的同志们，也感谢大连职业技术学院的有关领导为本书的编写提供了许多便利条件。

由于时间仓促和编写经验不足，书中错误和遗漏之处，请读者批评指正。联系方式：
dongcl@yeah.net

董春利

目 录

编者的话	二、知识点分析	52
序	三、考试训练	60
前言	模块七 楼宇设备监控系统的	
概论	工程设计	62
1	一、知识点	62
第一单元 楼宇设备监控系统	二、知识点分析	63
3	三、考试训练	71
模块一 空调控制系统的	第二单元 消防自动化系统	84
基础知识	模块一 火灾报警探测系统	84
3	一、知识点	84
一、知识点	二、知识点分析	84
3	三、考试训练	93
二、知识点分析	模块二 火灾报警控制系统	95
3	一、知识点	95
三、考试训练	二、知识点分析	95
6	三、考试训练	103
模块二 空调控制系统的	模块三 自动灭火控制系统	105
常用设备	一、知识点	105
9	二、知识点分析	105
一、知识点	三、考试训练	110
9	模块四 消防自动化系统的	
二、知识点分析	工程设计	111
9	一、知识点	111
三、考试训练	二、知识点分析	112
19	三、考试训练	120
模块三 空调控制系统方案	第三单元 安防自动化系统	125
与设计	模块一 闭路监控系统	125
22	一、知识点	125
一、知识点	二、知识点分析	125
22	三、考试训练	130
二、知识点分析	模块二 防盗报警系统	132
22	一、知识点	132
三、考试训练		
31		
模块四 空调控制系统调试		
与整定		
34		
一、知识点		
34		
二、知识点分析		
34		
三、考试训练		
40		
模块五 给排水设备监控系统		
42		
一、知识点		
42		
二、知识点分析		
42		
三、考试训练		
49		
模块六 电气设备监控系统		
52		
一、知识点		
52		

二、知识点分析	132	模块五 卫星与有线电视系统	179
三、考试训练	140	一、知识点	179
模块三 智能卡系统	142	二、知识点分析	179
一、知识点	142	三、考试训练	186
二、知识点分析	142	第五单元 办公自动化系统与社区	
三、考试训练	148	智能化系统	189
模块四 安防自动化系统的		模块一 办公自动化系统	189
工程设计	150	一、知识点	189
一、知识点	150	二、知识点分析	189
二、知识点分析	150	三、考试训练	191
三、考试训练	152	模块二 社区智能化系统	193
第四单元 通信自动化系统	158	一、知识点	193
模块一 综合布线系统	158	二、知识点分析	193
一、知识点	158	三、考试训练	194
二、知识点分析	158	第六单元 建筑智能化系统的实施	197
三、考试训练	161	模块一 建筑智能化系统的施工	197
模块二 计算机网络系统	163	一、知识点	197
一、知识点	163	二、知识点分析	197
二、知识点分析	163	三、考试训练	203
三、考试训练	165	模块二 建筑智能化系统的	
模块三 电话通信系统	168	项目管理	205
一、知识点	168	一、知识点	205
二、知识点分析	168	二、知识点分析	205
三、考试训练	171	三、考试训练	208
模块四 扩声和音响系统	173	参考文献	210
一、知识点	173		
二、知识点分析	173		
三、考试训练	177		

概 论

智能建筑 (Intelligent Building System) 的概念, 在 20 世纪末诞生于美国。进入 20 世纪 90 年代, 美国开始实施信息高速公路计划, 作为信息高速公路“节点”的智能建筑备受重视。智能建筑是信息时代的必然产物, 建筑智能化程度随科学技术的发展而逐步提高。

美国智能建筑协会将智能建筑概括为“对建筑的结构、系统、服务和管理这四个基本要素进行优化, 使其为用户提供一个既高效又经济的环境”。

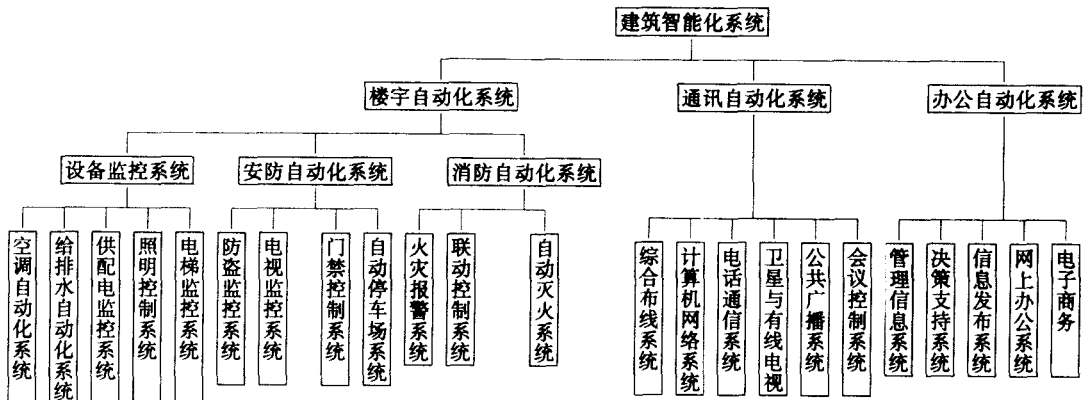
国际智能工程学会的定义是: 在一座建筑中设计了可响应的功能并具有适应用户对建筑物用途、信息技术要求变动时的灵活性。智能建筑应该是安全、舒适、系统综合、有效利用投资、节能和具备很强的使用功能, 以满足用户实现高效率的需要。

在我国, 智能建筑被广泛接受的描述性定义是: 通过对建筑物的结构、系统、服务和管理四个基本要素以及它们之间的内在联系, 进行最优化的设计, 采用先进的 4C (计算机、控制、通信、显示) 技术, 建立计算机网络集成管理系统, 提供一个投资合理又拥有高效率、幽雅舒适、便利快捷、高度安全的环境空间。

智能建筑的系统集成经历了从子系统功能集成到控制系统与控制网络的集成, 再到当前的信息系统与信息网络集成的发展阶段。

近年又有人提出智能建筑的新定义, 认为智能建筑是根据适当选择优质环境模块来设计和构造, 通过设置适当的建筑设备, 获取长期的建筑价值来满足用户的要求。他们提出智能建筑的核心是下列 8 个优质环境模块: 环境友好 (包括健康和能量)、空间 (包括利用率和灵活性)、生命周期成本 (包括使用与维修)、人的舒适性、工作效率、安全 (包括火灾、保安与结构)、文化、高科技的形象。

建筑智能化系统是一个新生事物, 就像它的定义那样, 任何不同的机构对它的组成有不同的看法, 特别是新技术和新的子系统的不断出现, 使得建筑智能化系统的分类和组成更加复杂的内涵, 有许多时候一个子系统可以划分到多个系统中。本书的内容依目前比较流行的划分方法为主线, 形成了下图给出的建筑智能化系统的基本组成。



智能建筑的发展,是建筑技术与信息技术相结合的产物,是随着科学技术的进步而逐步发展和充实的,现代建筑技术(Architecture)、现代计算机技术(Computer)、现代控制技术(Control)、现代通信技术(Communication)、现代图形显示技术(CRT),即A+4C技术是智能建筑发展的技术基础。自动控制原理、过程控制技术、自动检测仪表、调节阀技术、计算机软件技术、计算机硬件技术、计算机网络技术、电子电工技术、微波通信技术、卫星通信技术、无线电技术、建筑技术、机械与机电一体化技术、视频技术、扩声技术、供配电技术、照明技术、给排水技术、空调通风技术与消防技术等许多专业和领域,是建筑智能化系统的各个子系统的支撑技术。

建筑智能化的发展方向将沿着:智能大楼、智能小区(智能建筑)—智能社区(数字化社区)—智能城市(数字化城市)—智能国家(数字化国家)—智能地球(数字化地球)发展。其中作为细胞和基本单元的智能建筑将成为最重要的部分和环节。

智能大厦的基本框架是将楼宇自动化(BA)、通信自动化(CA)、办公自动化(OA)三个子系统结合成一个完整的整体,发展趋势则是向系统集成化、管理综合化和多元化以及智能城市化的方向发展,真正实现智能大楼作为现代化办公和生活的理想场所。

智能化住宅的发展分为三个层次,首先是家庭电子化,其次是住宅自动化,最后是住宅智能化。智能化住宅是指通过家庭总线把家庭内的各种与信息相关的通信设备、家用电器和家庭保安装置都并入到网络之中,进行集中或异地的监视控制和家庭事务性管理,并保持这些家庭设施与住宅环境的协调,提供工作、学习、娱乐等各项服务,营造出具有多功能的信息化居住空间。

智能建筑将从单幢大楼转变为成片开发,形成一个位置相对集中的建筑群体,称之为智能建筑群。而不现局限于办公类大楼,会向公寓、酒店、商场、医院、学校等建筑领域扩展。

智能化小区泛指有一定智能程度的住宅小区。智能化小区的基本智能被定义为“居家生活信息化、小区物业管理智能化、智能卡通用化”。智能化小区建筑物除满足基本生活功能外,还要考虑安全、健康、节能、便利、舒适五大要素,以创造出各种环境:绿色环境、回归自然的环境、多媒体信息共享环境、优秀的人文环境等,从而使小区智能化有不同的等级。

智能城市的主要标志首先是通信的高度发达,光纤到路边、光纤到楼宇、光纤到办公室、光纤到小区、光纤到家。其次是计算机的普及和城际网络化,届时,在经历了“统一的连接”、“实时业务的集成”、“完全统一”三个发展阶段后,将出现在网络的诸多方面进行统一的“统一网络”。计算机网络将渗透到人们的工作、学习、办公、购物、炒股、休闲等几乎所有领域。再次是办公作业的无纸化和远程化,电子商务成为时尚。

智能国家是在智能城市的基础上将各城际网络互联成广域网,地域覆盖全国,从而可方便地在全国范围内实现远程作业、远程会议、远程办公。也可通过Internet或其他通过手段与全世界相沟通,进入信息化社会,整个世界将因此变成地球村。

第一单元 楼宇设备监控系统

模块一 空调控制系统的基础知识

一、知识点

1. 空气的主要物理参数、焓值和空气的焓湿图等物理性质。
2. 空气的净化处理与空气过滤器；空气的热湿处理与热湿处理设备。
3. 集中式空调系统、半集中式空调系统、变风量空调系统、其他空调系统等空气调节系统的组成、分类。

二、知识点分析

1. 空气的物理参数与性质

(1) 空气的物理参数

1) 压力、温度、湿度

- ①压力参数包括：大气压力 p 、水蒸气分压力 p_q 。
- ②温度参数包括：干球温度 t_g 、湿球温度 t_s 、露点温度 t_l 。
- ③湿度参数包括：绝对湿度 X 、含湿量 d 、相对湿度 φ 。

2) 焓值

焓值 h 是反映单位质量空气能量大小的物理量。在工程上也称含热量。湿空气的焓是指 1 kg 干空气的焓和 d kg 水蒸气的焓的总和，单位为 kJ/kg（干空气）。

$$h = 1.1t + d(2500 + 1.84)t = (1.01 + 1.84d)t + 2500d$$

在空调控制设计中，根据室外空气的焓值变化进行工况转换，以实现节能。

(2) 空气的焓湿图 ($h-d$ 图)

1) 焓湿图

空气中的许多状态参数是有机地联系在一起的。根据空气各种状态参数及相互关系，制成以焓值 (h) 和含湿量 (d) 为座标的焓湿图 ($h-d$ 图)，又称温湿图 (见图 1-1)。它由五个参数组成：即在某一确定的大气压力下，空气的焓 (h)，含湿量 (d)，温度 (t)，相对湿度 (φ) 和水蒸气分压力 (p_q) 组成。焓湿图上任何一点，称为空气的状态点。

2) 焓湿图的应用

焓湿图在空调的设计、调试、运行管理时，分析空气的状态参数、确定合理的工艺方案中是十分方便有效的；同时，对进行空调控制系统设计时的系统分析与方案设计也十分有用在图 1-1 中：

- ①与纵座标轴相平行的垂直线是等含湿量线，即 d 为常数。
- ②与 d 相交成 135° 的平行线是等焓线，即 h 为常数。

③与横坐标轴有一定倾斜角，而相互间近于平行的斜线是等温线，即 t 为常数。

④等相对湿度线，即 φ 为常数曲线。逐条曲线由上至下，其相对湿度不断增加，最下边的一条曲线叫饱和曲线，即 $\varphi = 100\%$ 。上半部分属于未饱和空气区，下半部分是过饱和空气区。

⑤在焓湿图中有一条与横轴近似于平行的直线为饱和水蒸气分压力线 p_q 。

⑥在焓湿图的右下角还标有热湿比 ϵ ，这是为了说明空气自一个状态到另一个状态的热湿变化过程，焓湿图的热湿比线 (ϵ 线) 也称为过程线或角系数线。它说明了空气状态变化的方向和特征，其斜率等于状态变化前后焓差和含湿量差的比值。

例如，减焓减湿过程是夏季空调中最常用的湿空气热湿处理过程。如果用低于被处理空气的露点温度的水去喷淋空气，或者空气冷却器表面温度低于露点温度时，都可以出现减焓减湿过程，即湿空气的焓和含湿量都下降了。如果表冷器表面温度低于空气的露点温度，空气中的水蒸气将被凝结出来，同时实现对空气的降温 and 减湿处理。

2. 空气调节系统

(1) 空气处理方法和空气处理设备

1) 空气的净化处理与空气过滤器

对空气进行净化处理的设备，称为空气过滤器。空气过滤器大都采用过滤的方法除去由室外新风、室内回风以及由人或设备带入室内的灰尘，使空气的洁净度达到规定的要求。

2) 空气的热湿处理与热湿处理设备

为了满足空调房间送风的温湿度要求，空调系统中必须设置热、湿处理设备，通过各种处理方法（如对空气加热或冷却、加湿或减湿），以达到所要求的送风状态。

①用喷水室处理空气：用喷嘴将不同温度的水喷成雾状，使空气与水之间进行强烈的热、湿交换，从而达到特定的处理效果。

②加热处理与加热设备：表面式空气加热器、电加热器。

③冷却处理与冷却设备：表面式空气冷却器、喷水式表面冷却器、直接蒸发式空冷器。

④加湿处理与加湿设备：蒸气喷管加湿器、电加湿器。

⑤减湿处理与减湿设备：加热通风法减湿、冷却减湿、吸湿剂吸收减湿。

(2) 空调系统的组成与分类

1) 空调系统的组成

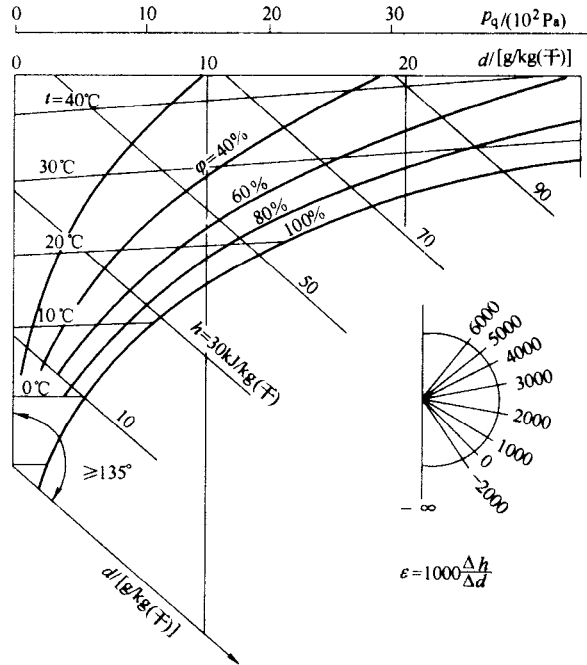


图 1-1 焓湿图

①空气处理部分由空气的新风部分、空气的净化部分、空气的热湿处理部分构成。

②空气的输送和分配部分由风管中的调节风阀、蝶阀、防火阀、启动阀及风口等组成。

③空调系统的冷、热源由热水锅炉或蒸气锅炉、压缩式和吸收式制冷、喷射式制冷等组成。

④空调控制部分是为了提高空气调节质量及实现某些特殊控制要求，对空调过程进行自动检测、监督、调节与控制，在空调系统中采用的各种检测仪表、调节仪表、控制装置。

2) 空调系统的分类

①按空气处理设备的集中程度，划分成集中式、半集中式、全分散式空调系统。

②按负担室内热湿负荷所用的介质不同，划分成全空气、全水、空气-水系统和制冷剂系统。

③按集中式空调系统处理的空气来源，划分为封闭式系统、直流式系统、混合式系统。

④按空调系统处理的空气流量的变化，划分为恒风量空调系统、变风量空调式系统。

(3) 常用的空调系统

1) 集中式空调系统

集中式空调系统由空气过滤器、喷水室、表冷器、空气加热器、送回风机、送回风通道、风量调节装置以及消声、防火设备组成。

室外新鲜空气经新风口进入空气处理室，经过过滤器清除掉空气中的灰尘，再经过喷水室、表冷器/加热器等设备的处理，使空气达到设计要求的温度和湿度，由送风机经风道系统送入各空调房间，吸收了房间里的余热、余湿后，经回风通道送回空气处理室或排室外。

2) 风机盘管空调系统

风机盘管空调系统采用风机盘管加独立新风系统的空调方式，主要由集中处理设备（新风机组）和局部处理设备（风机盘管机组）以及送风机、送风通道和送风口组成。

风机盘管机组是靠冷、热源来实现制冷或制热的。制冷时，由冷源为盘管提供 7℃ 左右的低温水，加热时，由热源为盘管提供 60℃ 左右的热水。

3) 诱导器空调系统

诱导器系统是以诱导器作为末端装置的半集中式空调系统。诱导器是以集中处理后的空气（一次风）作为动力，诱导室内空气（二次风）循环，并对空气进行冷却或加热处理的一种专用设备。

(4) 变风量空调系统 (Variable Air Volume System, VAV)

1) 系统的工作过程

变风量空调系统是通过空调送风量的调节实现空调区域温湿环境的控制。在变风量空调系统中，当室内空调负荷改变或室内空气参数设定值变化时，空调系统自动调节送入房间的风量，将空调环境的温湿参数调整到设定值，以满足室内的舒适要求或工艺生产的要求。送风量的自动调节可以最大限度地减少风机的动力消耗，节约空调系统运行能耗。

在送风温度不变时，变风量空调系统的送风量与空调负荷呈正比例的线性关系。变风量空调系统所需风量随负荷的减少而减少。在空调系统运行的大部分时间内，空调系统处于非满负荷的运行状态，达到设计负荷运行状态的时间很少，一般不超过总运行时间的 5%。与定风量空调系统相比，变风量空调系统在降低运行能耗方面有很大的优势。

2) 系统的组成与控制

变风量系统由变风量空调机组和变风量末端装置（VAV box）两大部分组成，其组成及控制原理图如图 1-2 所示。变风量系统的组成方式常见的有四种：单风管 VAV 系统、单风管再加热 VAV 系统、单风管送回风机联动 VAV 系统、单风管旁通式 VAV 系统，各种系统对变风量末端装置的控制方式是不一样的。

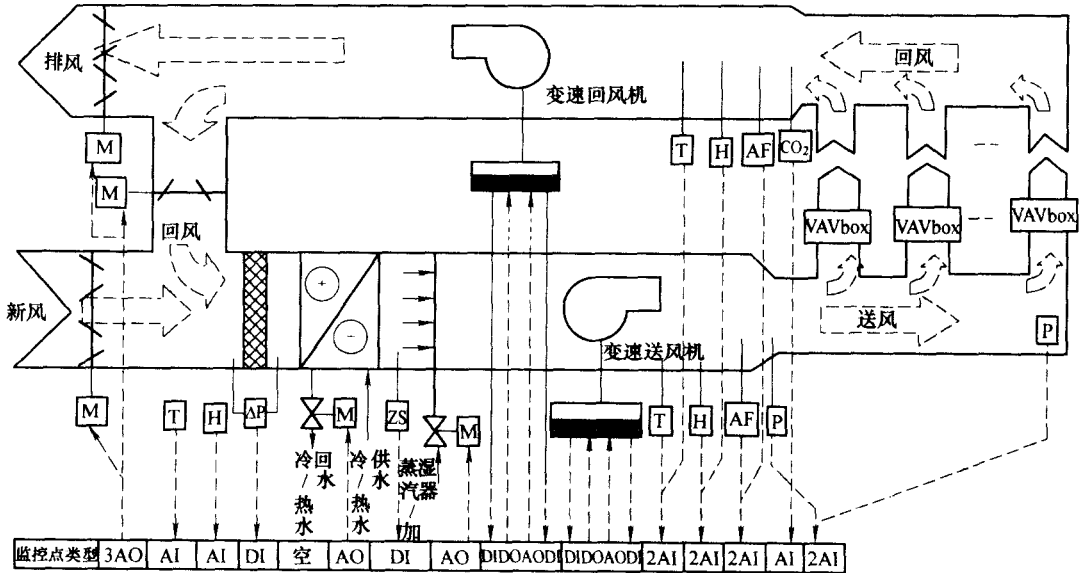


图 1-2 变风量系统组成及控制原理图

单风管 VAV 系统是在每个房间入口处的支风管上安装 VAV 箱作为送风量调节装置。VAV 空调机组根据空调系统所有末端用户所需的实际总风量进行风机风量调节。采用变频器控制风机转速方式，实现变风量系统的风量调节。这种变风量系统设计简单，应用范围最广。当系统总负荷降低时，过低的送风量会使风管与室内的气流特性、室内温度场、速度场的分布变差。为了保证这类 VAV 系统能够正常工作，要对系统运行时的最小风量作出限制，正常工作的最小风量值一般设定为满负荷风量的 60%。当空调负荷低于最小风量对应的负荷时，空调区域的温度调节不能通过调节风量而采用调节送风温度的方法。

如果在系统达到最小风量时，加上再热盘管的调节，便是单风管再加热 VAV 系统。该方式能保证室内的温度不出现过冷或过热状态，充分保证室内舒适度。

(5) 其他空调系统

常见的有：低温送风空调系统、冷热辐射板加新风空调系统、可变冷媒流量系统。

三、考试训练

需要了解和掌握空气的焓湿图的含义和应用，空气调节系统的组成与工作过程，常用空调系统与变风量空调系统的结构、特点、原理。理解空气等湿加热、等湿降温、减焓减湿、等焓加湿过程的工艺原理、工作流程及其状态变化在焓湿图上的过程描述。

1. 在焓湿图中查空气在 $t_1 = 25^\circ\text{C}$, $d_1 = 5\text{g/kg}$ 与 $t_2 = 0^\circ\text{C}$, $d_2 = 7\text{g/kg}$ 的焓。如相等说明原因?

参考答案: 在焓湿图中查阅发现两种空气的焓相同。这说明湿空气的焓是温度和含湿量的函数, 随着温度和含湿量的升高而增大, 随着温度和含湿量的降低而减小。这也表明了空气温度高时不一定比空气温度低时的焓值大, 因为还要看空气中的含湿量(湿度)的大小。

2. 在焓湿图上表示出空气在某一个状态时的五个参数。

参考答案: 在图 1-3 中, 设空气状态点为 A 点, 则可画出等焓线: h_A 与 $\varphi = 100\%$ 的饱和曲线相交于 D 点, 点 D 称为湿球温度点。

通过 D 点作等温线 t_D 。 t_D 为湿球温度值, 从 $h-d$ 图上可看出湿球温度值与空气的含热量 (h) 之间是单值对应关系。

过 A 点作含湿量线 d_A , d_A 与 $\varphi = 100\%$ 的饱和曲线相交于 B 点, B 点叫做 A 点状态空气的露点, 再过 B 点做等温线 t_B , 而 t_B 即为露点温度 (t_l)。

图中 C 点是 A 点状态的空气在等温 (t_A 为常数) 条件下, 水蒸气饱和, C 点称为 A 点状态的空气在 t_A 不变及同一大气压下的饱和点。

等湿线 d_A 与水蒸气分压力线 (p_e) 相交于正点, 该点即为水蒸气分压 (p_A)。

3. 在焓湿图上表示出以下工作过程。

(1) 表冷器的工作过程。

参考答案: 表面式空气冷却器在管中流通的是由冷源提供的冷媒水。当空气在肋管外流过的时侯, 与肋管内的冷媒水进行热量交换。如果表冷器表面温度低于空气的干球温度, 且等于或高于空气的露点温度, 可以实现对空气的等湿冷却处理, 如图 1-4 所示的 $1 \rightarrow 0$ 过程。

(2) 空气等湿加热过程。

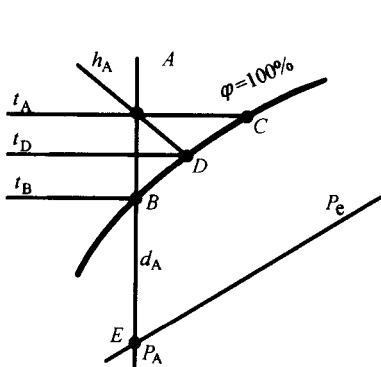


图 1-3 焓湿图中的五个参数

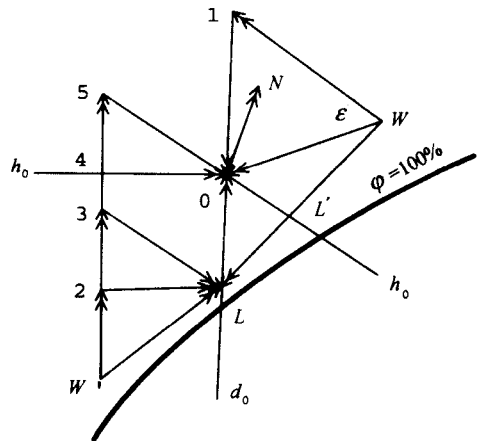


图 1-4 空气处理过程

等湿加热: 湿空气通过电热丝或表面式换热器, 温度升高, 但湿空气的含湿量却没有变化, 如图 1-4 中的 $0 \rightarrow 1$ 过程。

(3) 空气等焓加湿过程。

等焓加湿过程：在喷水室中向空气喷循环水时，由于此过程中循环水和空气都没有与外界热量交换，故可以视为绝热加湿过程，如图 1-4 中的 $0 \rightarrow 4$ 过程。

4. 变风量空调系统的特点有哪些？

参考答案：①全空气送风方式，送风温度不变，通过改变送风量来满足房间对冷热负荷的需要，用改变送风机的转速来改变送风量。

②变风量空调系统能实现局部区域的灵活控制，可根据负荷的变化或个人的舒适度要求调节个性化的工作环境，能适应多种室内舒适性的要求。

③变风量空调系统能自动调节送入各房间的冷量，系统内各用户间可以按实际需要调配冷量，考虑各房间同时使用系数和负荷的时间分布，空调系统冷源的总冷量配置可以减少 20% ~ 30%，设备投资相应有一定的削减。

④室内无过冷过热现象，由此系统运行时可减少空调负荷的 15% ~ 30%。

5. 以一次回风集中式空调系统为例描述其夏季工况工作过程，并在焓湿图上表示出来。

参考答案：图 1-5 中空气处理器将室外新风（空气状态为 W ）与室内回风（空气状态与室内空气状态相同，为 N ）混合后，进入喷水室（或表冷器）冷却减湿到机器露点 L 上，然后经再热器加热至所需的送风状态点 O ，送入室内，保持房间状态为 C 。送风在空调房间吸收余热、余湿后部分排至室外，部分进入空气处理室与室外新风混合，如此循环。图 1-6 为整个处理过程在 $h-d$ 图上的表示。

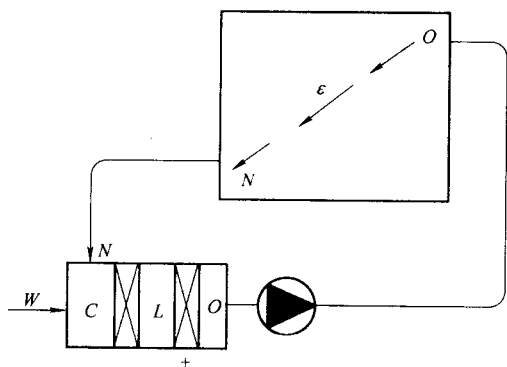


图 1-5 集中空调的工艺原理图

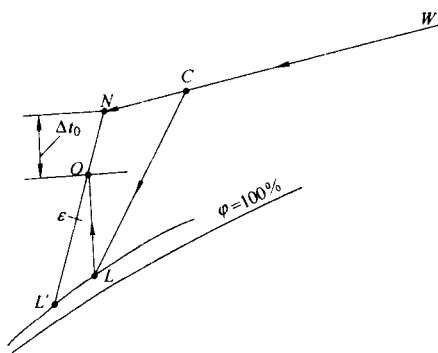


图 1-6 集中空调夏季工作的焓湿图

6. 采用独立新风系统的风机盘管系统主要有哪几种工作方式？

参考答案：采用独立新风系统的风机盘管系统主要有以下几种方式：

①把新风处理到室内干球温度。风机盘管机组只负担室内冷负荷、部分新风冷负荷和湿负荷，由新风机组承担部分新风冷负荷和湿负荷。

②新风处理到室内焓值。这时风机盘管机组承担室内冷负荷、室内湿负荷和部分新风湿负荷，由新风机组承担新风的全部冷负荷和部分湿负荷。

③新风处理到室内等含湿量线上。这时风机盘管承担部分室内冷负荷、室内湿负荷，新风机组承担新风冷负荷和湿负荷及部分室内冷负荷。