

Variable Air Volume

叶大法 杨国荣 编著

变风量 空调系统设计

Design of VAV Air Conditioning System

中国建筑工业出版社

TU831.3/14

2007

变风量空调系统设计

叶大法 杨国荣 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

变风量空调系统设计/叶大法, 杨国荣编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2007
ISBN 978-7-112-09547-6

I. 变… II. ①叶…②杨… III. 空气调节系统-
系统设计 IV. TU831.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 135766 号

本书以变风量空调系统设计为主线, 涵盖了系统设计的主要内容, 兼述与全空气空调系统相关的新的设计理念, 供暖通专业技术人员参考。

全书分为 18 章, 内容包括: 负荷计算, 变风量末端装置, 变风量末端装置整定测试, 变风量空调系统选择, 变风量空调系统设置, 变风量末端装置选型, 空气处理装置设计选型与节能运行, 低温送风变风量空调系统, 变风量地板送风系统, 变风量空调系统新风设计, 变风量系统气流组织, 风管系统设计, 噪声控制与自动控制, 变风量系统设计实例, 变风量空调系统的运行管理及常用变风量末端装置主要技术参数等。

* * *

责任编辑: 姚荣华 张文胜

责任设计: 赵明霞

责任校对: 王 爽 王雪竹

变风量空调系统设计

叶大法 杨国荣 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京建筑工业出版社印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 25¹/₄ 字数: 624 千字

2007 年 12 月第一版 2007 年 12 月第一次印刷

印数: 1—5,000 册 定价: 55.00 元

ISBN 978-7-112-09547-6

(16211)

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)

序 言 一

变风量空调系统是全空气空调系统的一种方式。它是随着空调的节能要求而发展出来的一项新技术。国外始于20世纪六、七十年代,我国则始于20世纪80年代。改革开放20多年来,我国经济建设飞速发展,办公楼等公共建筑大量兴建,空调方式也趋向多元化。近十年来,在学习消化吸收国外先进技术的基础上,变风量空调技术逐步得到推广应用,以上海为例,据2000年前的调查,200幢高层建筑中采用变风量空调系统者仅17幢。到2002年底全国估计已有30余幢办公楼采用变风量空调系统。然而,对于这种系统的设计原理、方法、系统类别的适用性、系统结构和末端装置的选定、系统的控制与调整、故障的分析等,未必为广大技术人员全面掌握。

有鉴于此,上海现代设计集团华东建筑设计研究院叶大法、杨国荣两位高级工程师,通过多年在变风量空调工程设计实践的基础上,大量阅读消化吸收国外(以美、日为主)技术资料与经验,完成了本书的编写工作。本书既是变风量空调系统设计的专著,同时又融合了空调工程设计的整体概念。

本书以办公楼建筑为主要对象,阐述了办公楼标准层的分区、空调负荷的计算与分析、对内、外区存在混合损失的对策、变风量系统新风量确定的新理念和对不同系统的计算方法。结合我国国情对现有各种系统方式进行分析和选择应用,并就各种类型变风量末端装置的构造和传感器的适用性进行分析。此外,对末端装置的整定与测试亦作了相应的介绍。

本书对变风量系统的风道设计原则、室内气流组织与噪声控制的设计要领也作了详尽的介绍,使全书具有相对的完整性。

本书对变风量空调系统工程的技术应用也作了扩展,如与低温送风系统的结合以及与地板送风方式的整合设计。

为了发挥变风量空调系统的节能实效性和运行可靠性,书中对该系统的自动控制作了有针对性的介绍。

本书在各个章节还提供了相关的设计参考数据以及各主要厂商生产的变风量末端产品的性能规格,供设计选用。因此,它也具有手册的使用功能。

在应用实例一章中,介绍了一个完整的办公楼工程变风量空调系统设计实例,通过实例演绎,不仅可消化本书的内容,同时还起到设计示范作用,必将为读者所欢迎。

本书是目前国内外鲜有的变风量空调系统设计专著,不仅可供暖通领域的工程技术人员阅读,亦可给大专院校的师生参考。

本书是编者利用业余时间,长期积累所作出的劳动成果,所产生的社会效益是显著的。同时,他们忘我、刻苦钻研的精神,足以对我国暖通界的同仁们产生巨大的榜样力量和鼓舞作用。

谨对他们完成此书表示衷心的祝贺和由衷的敬佩。

范存养

2007年4月

序 言 二

当叶大法、杨国荣先生要我为此书写“序”时，我欣然同意。这是因为我十分了解作者撰写此书的全过程，包括最初意向、章节安排、突出重点等，也十分了解在此过程中有过的困难和他们付出的辛劳。当前，工程设计人员所处的工作背景为业内人士共知：能静下心来很难，想悉心研究更难。然而，他们两位却心不浮躁，做到了以上两点。据我所知，他们对变风量空调系统这一课题关注了多年，在广泛阅读国内外资料、与同行深入切磋难点、注意总结工程经验的基础上，利用了两年多业余时间才取得了这一成果。对此，我由衷地表示钦佩。

变风量空调系统对于多数暖通工程师而言，也许是一个既熟悉又陌生的系统。言熟悉，是由于这些年来在专业杂志上已有不少论文，言陌生，是因为该系统进入国内市场的时间毕竟较短，直接参与设计、有感性认识、获工程经验者甚少。当一些变风量空调系统投入使用后不太理想、遭到非议时，对设计者影响很大，甚至将这一系统说成是“屡战屡败”的系统。我想，这样说是片面的。事实上，现在已经有更多的系统在正常使用。其实，自改革开放以来，随着新技术的发展与引进，我们不是成功地设计了许多冰蓄冷系统、低温送风系统吗？正在实践的地板送风系统不是也有了良好的开端吗？因此，对于变风量系统设计，我们应变“怯战”为“迎战”。

本书全面介绍了变风量系统设计所需的概念、理论与方法，也有实例演示。尤其在新风量计算方面，虽感烦琐，但为我们拓展了视野，了解了国际上在这方面的动态。我相信，本书的出版将有助于暖通工程师全面掌握变风量空调系统的知识，使系统设计得更合理；也有助于国内开发商全面掌握这一末端装置的性能特点，把产品做得更好，以替代进口；更有助于系统设计、调试与运行管理三方掌握装置与系统之间的有机联系，将变风量空调技术的国内水平推向新高度。

胡仰書

2007年6月

前 言

变风量空调系统作为全空气空调系统的一种形式,因系统的室内空气品质良好、部分负荷时节能性能优越以及空调区域控制灵活,广泛应用于国外的各类办公、商业建筑。

近年来,随着我国办公建筑设计标准的提高,变风量空调系统正在替代传统的风机盘管加新风系统,得到了推广和应用。

在我国,变风量空调系统作为一种新技术,虽然在学术论文、专业教材、设计手册和规范措施上有所涉及,经验和教训也散落在已落成的各类工程之中,但始终缺少一本设计方面的系统性专著。空调设计人员的主要技术支持来源于空调设备和自动控制供应商,缺少一套较为完整且系统的设计思路和设计方法。这些已成为我国目前变风量空调系统推广发展不快的重要原因,迫切需要对变风量空调系统进行全面和系统的总结。

在多年变风量空调系统设计实践的基础上,通过对比和借鉴国外变风量空调技术,颇有心得。在业内老师、同行的鼓励下撰写了本书,以期对系统掌握变风量空调技术有所帮助。

本书以变风量空调系统设计为主线,涵盖了系统设计的主要内容,兼述与全空气空调系统相关的新的设计理念,供暖通专业技术人员参考。

全书共有十八章:

第1章 绪论:介绍了现代化办公楼的特点、分类和舒适性,并对办公建筑空调系统进行了分类和比较。

第2章 负荷计算:介绍了办公楼内、外分区的理念,给出了确定外区进深的具体方法。提出了气流混合的概念以及防止混合损失的设计方法,并且分析了负荷计算中一些特殊问题和负荷归类方法。

第3章 变风量末端装置:概括了各种末端装置的分类、结构和性能,对末端装置的各类风速传感器、调节风阀、均流器、内置风机和加热器作了详细的介绍。

第4章 变风量末端装置整定测试:介绍了末端装置整定测试的必要性,测试的装置、仪器以及风量整定、盘管热工和声学性能等测试方法。

第5章 变风量空调系统选择:详细介绍了各种变风量空调系统的分类、特点、调节性能和适用场合。

第6章 变风量空调系统设置:对比分析了北美和日本在变风量空调系统设计上的理念、特点和得失,从而提出适合我国国情的设计思路和典型系统布置方式。

第7章 空气处理装置设计选型与节能运行:介绍了常用的各种空气处理设备的特点、选型与设计方法,并且详细提出了空调系统自然冷却节能的概念分类、控制方法与设计要点。

第8章 变风量末端装置选型:详细介绍了变风量末端装置的各种风量计算、选择要点和选型实例。

第9章 低温送风变风量空调系统:全面介绍了低温送风变风量系统的分类特点、冷

源设置、系统设计、设备选型和机房布置。

第10章 变风量地板送风系统：全面介绍了变风量地板送风系统的概念、特点、空气分布和系统设计，对系统特有的送风口、末端装置、架空地板、地板静压箱的设计与选型也作了详细的描述。

第11章 变风量空调系统新风设计：详细介绍了单、双通道多分区变风量空调系统新风设计的新概念，结合实例具体给出了计算方法，同时总结了几种常见的新风处理方式。

第12章 风管系统设计：全面介绍了风管系统的系统分类、计算方法、风管布置和设计要点。

第13章 变风量系统气流组织：全面介绍了室内气流分布原理和设计，各种风口的选型计算和设置，并概要描述了空气分布CFD模拟。

第14章 噪声控制：主要论述了变风量空调系统的噪声问题，对空调器的噪声控制方法以及末端装置的噪声计算和噪声控制也作了详细的叙述。

第15章 自动控制：对变风量空调系统几个重要的控制环节，如末端控制、系统风量控制、送风温度控制及新风控制，作了全面的介绍。

第16章 变风量空调系统的运行管理：对变风量空调系统运行管理的概念、方法和维修保养的要点作了简要的介绍。

第17章 设计实例：以华东建筑设计研究院已完成的一个实际变风量空调系统工程设计为实例，应用前述各章的概念和方法进行示范性设计计算。

第18章 常用变风量末端装置主要技术参数：介绍了现有国产、合资生产和进口的几种常用的变风量末端装置的技术参数。

在本书编写过程中，同济大学范存养教授、华东建筑设计研究院有限公司胡仰耆总工程师亲自指导了本书的编写工作。在审稿过程中，提出了许多理论性、方向性和文字图表表达方面的意见，并分别为本书作序。同济大学声学研究所王謏贤教授对本书有关噪声控制部分的章节进行了审阅，提出了宝贵的意见。

中国建筑西北设计研究院陆耀庆总工程师、同济大学钱以明教授、上海建筑设计研究院有限公司寿炜炜总工程师、上海现代设计集团都市设计研究院项弼中总工程师非常关心本书的编写工作，给予了多方面的指导和鼓励。

很多变风量末端装置的生产或销售企业，变风量空调自动控制系统的生产和工程承包企业，非常支持本书的编写工作，提供了大量的咨询意见、技术资料和设计样本。他们是：

- ① 上海江森自控有限公司；
- ② 上海大智科技发展有限公司；
- ③ 美国皇家空调设备工程有限公司；
- ④ 北京海鼎易能工程技术有限公司（代理 TITUS 变风量末端装置）；
- ⑤ 鑫辉国际有限公司（代理 ETI 变风量末端装置）；
- ⑥ 日本协立空调株式会社；
- ⑦ 江苏特灵空调系统有限公司。

很多业内好友：陈向阳先生、霍小平先生、高志长先生、李阳辉女士、顾建新先生、李伟先生、尤宏毅先生、徐平先生、赵济安先生、徐志伟先生、杨凌先生、郭建雄先生都

为本书的编写工作提供了宝贵的意见和珍贵的资料。

华东建筑设计研究院有限公司的董涛、梁韬、吴玲红、刘览、黄翔、周铭铭、方伟、魏炜、林叶红、陈敏等同志在插图绘制、实例收集、文字处理等方面做了大量的工作。

在此一并向上述各位专家、教授、先生、女士以及相关的公司、企业表示衷心的感谢，也向关心本书编写的各位同行、向关注变风量空调系统发展的业内人士表示诚挚的谢意。

在我国，变风量空调系统尚属发展阶段，设计理念、思路和方法有待成熟和完善。同时，限于作者的水平和实践经验的局限性，书中尚有很多欠缺和错误之处，恳请广大同行和读者批评指正。

叶大法 杨国荣

2007年5月20日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 变风量空调系统基本构成	1
1.3 变风量空调系统基本原理	2
1.4 现代化办公建筑特点与热舒适性	3
1.4.1 办公建筑分类	3
1.4.2 建筑节能与环境保护	4
1.4.3 现代办公建筑特点	5
1.4.4 热舒适性与室内空气品质	5
1.5 办公建筑常用空调系统	7
1.5.1 全空气定风量空调系统	8
1.5.2 风机盘管加新风系统	8
1.5.3 全空气变风量空调系统	9
第 2 章 负荷计算	11
2.1 民用建筑空调负荷计算问题	11
2.1.1 表面换热系数	11
2.1.2 内围护结构负荷	12
2.1.3 渗透空气负荷	13
2.1.4 设备负荷	14
2.1.5 间歇性空调的蓄热负荷	15
2.1.6 通风窗方式	17
2.1.7 通风双层幕墙方式	17
2.1.8 其他	18
2.2 内、外分区与空调负荷	19
2.2.1 现代化办公楼分区	19
2.2.2 外区进深与空调负荷分配	21
2.3 分区间的气流混合	23
2.3.1 混合损失和混合得益	23
2.3.2 室内气流混合损失的主要原因	24
2.3.3 室内混合损失量化分析	25
2.3.4 室内混合损失预防措施	26
2.4 内、外区冷热负荷计算步骤	26
2.4.1 划分内、外区	26
2.4.2 划分温度控制区	27
2.4.3 初步布置空调末端装置	27
2.4.4 确定室内设计温、湿度	27

2.4.5 负荷计算和累计	27
第3章 变风量末端装置	29
3.1 变风量末端装置分类	29
3.2 变风量末端装置的基本结构及性能	29
3.2.1 单风道型变风量末端装置	29
3.2.2 风机动力型变风量末端装置	33
3.2.3 旁通型变风量末端装置	34
3.2.4 诱导型变风量末端装置	35
3.2.5 变风量风口	37
3.3 变风量末端装置用各类风速传感器	41
3.3.1 皮托管式风速传感器	42
3.3.2 螺旋桨式风速传感器	44
3.3.3 超声波式风速传感器	45
3.3.4 霍耳效应电磁式风速传感器	47
3.3.5 热线(热膜)式风速传感器	48
3.3.6 各种风速传感器性能参数比较	50
3.4 变风量末端装置调节风阀及均流器	50
3.4.1 调节风阀	50
3.4.2 均流器	51
3.5 变风量末端装置加热器	52
3.5.1 变风量末端装置热水再热盘管	52
3.5.2 变风量末端装置电加热器	52
3.6 变风量末端装置执行器与控制器简介	52
3.6.1 执行器	52
3.6.2 控制器	53
第4章 变风量末端装置整定测试	54
4.1 变风量末端装置整定测试的必要性	54
4.2 变风量末端装置整定测试	55
4.2.1 变风量末端装置风量整定测试装置	55
4.2.2 风量整定测试装置及仪表性能	56
4.2.3 风量整定测试	57
4.2.4 末端装置再热盘管热工性能测试	59
4.2.5 末端装置声学性能测试	59
第5章 变风量空调系统选择	61
5.1 单风道型变风量空调系统	63
5.1.1 单冷型单风道系统	63
5.1.2 单冷再热型单风道系统	65
5.1.3 冷热型单风道系统	68
5.1.4 单风道系统小结	70
5.2 风机动力型变风量空调系统	70
5.2.1 串联型变风量系统	70
5.2.2 并联型变风量系统	73
5.2.3 风机动力型变风量系统选择因素	75

5.3 组合式单风道型变风量空调系统	77
5.3.1 风机盘管机组加单风道型变风量系统	77
5.3.2 周边散热器加单风道型变风量系统	80
5.3.3 无外区单风道型变风量系统	83
5.4 双风道型变风量空调系统	84
5.4.1 系统构成	84
5.4.2 双风道混合型变风量末端装置	86
5.4.3 系统全年运行与送风温度	87
5.4.4 特点与适用性	89
5.5 诱导型变风量空调系统	91
5.5.1 系统构成	91
5.5.2 诱导型变风量末端装置	91
5.5.3 特点与适用性	92
第6章 变风量空调系统设置	93
6.1 系统设置理念与得失	93
6.1.1 北美国家的系统设置	93
6.1.2 日本的系统设置	96
6.2 系统设置方法	98
6.2.1 系统规模比较	98
6.2.2 适合我国国情的系统设置思路	99
6.2.3 典型系统布置方式	101
6.3 系统设置实例	103
6.3.1 上海国际航运金融大厦	103
6.3.2 上海浦东发展银行大厦	103
6.3.3 上海环球金融中心	104
6.3.4 上海平安保险金融大厦	105
第7章 空气处理装置设计选型与节能运行	107
7.1 空气处理装置	107
7.1.1 组成与分类	107
7.1.2 常用空气处理系统简介	107
7.2 系统风量	110
7.2.1 关于风量问题	110
7.2.2 计算过程	111
7.2.3 例题	113
7.3 自然冷却节能	115
7.3.1 自然冷却概念与分类	115
7.3.2 空气节能器控制方法	117
7.4 空气处理装置各部件选用	122
7.4.1 风机	122
7.4.2 风量调节装置	123
7.4.3 冷、热盘管	125
7.4.4 空气过滤器	126
7.4.5 全热交换器	127

7.4.6 加湿器	129
第8章 变风量末端装置选型	130
8.1 末端装置风量计算	130
8.1.1 一次风最大风量	130
8.1.2 一次风最小风量	131
8.1.3 风机动力型末端装置内置风机风量	134
8.1.4 例题	134
8.2 末端装置选型	136
8.2.1 基本概念	136
8.2.2 选型注意要点	139
8.2.3 选型实例	139
第9章 低温送风变风量空调系统	143
9.1 概述	143
9.1.1 低温送风系统分类	143
9.1.2 低温送风系统优点	143
9.1.3 低温送风系统的适用性	144
9.2 低温送风系统冷源	144
9.2.1 冷源形式与送风温度关系	144
9.2.2 冷水机组	144
9.2.3 冰蓄冷系统	145
9.3 低温送风变风量空调系统设计	145
9.3.1 空调冷负荷计算	145
9.3.2 低温送风变风量空调系统设计	151
9.4 低温送风空调器选型及机房布置	160
9.4.1 空调器选型	160
9.4.2 空调机房布置	161
9.5 低温送风空调系统运行	161
9.5.1 低温送风系统的软启动	161
9.5.2 送风温度的再设定	162
9.5.3 利用自然冷源节能运行	162
第10章 变风量地板送风系统	163
10.1 概述	163
10.1.1 地板送风空调系统特点	163
10.1.2 地板送风与置换通风的区别	165
10.1.3 地板送风室内气流分布简介	166
10.2 变风量地板送风口与末端装置简介	167
10.2.1 变风量地板送风口	167
10.2.2 变风量地板送风末端装置	170
10.3 架空地板体系与地板静压箱	172
10.3.1 架空地板体系	172
10.3.2 地板送风静压箱	172
10.4 地板送风系统空调器基本要求	174

10.5 地板送风空调系统设计	175
10.5.1 地板送风冷、热负荷计算	175
10.5.2 地板送风空调系统送风温度确定	178
10.5.3 地板送风系统分区	179
10.5.4 地板送风静压箱设计	180
10.5.5 地板送风变风量末端装置及地板送风口选型	181
10.5.6 地板送风系统设计	184
10.5.7 地板送风系统施工与调试	188
第11章 变风量空调系统新风设计	189
11.1 新风系统的设计概念	189
11.1.1 现行空调系统新风量计算方法	189
11.1.2 新风设计新的概念与方法	190
11.2 单通道多分区系统新风量计算	198
11.2.1 概念与方法	198
11.2.2 计算示例	199
11.3 双通道多分区系统新风量计算	202
11.3.1 概念与方法	202
11.3.2 计算示例	204
11.3.3 其他双通道多分区系统	207
11.4 两种新风量计算方法比较	207
11.5 新风处理方式	208
11.5.1 新风分散处理方式	208
11.5.2 新风集中处理方式	209
11.5.3 系统定新风量处理方式	209
11.5.4 末端定新风量处理方式	209
11.6 变风量空调系统与新风系统的组合	212
第12章 风管系统设计	214
12.1 风管系统分类	214
12.2 风管设计方法	214
12.2.1 等摩阻法	214
12.2.2 静压复得法	216
12.2.3 摩阻缩减法	217
12.2.4 T最优化法	218
12.2.5 各设计方法比较	218
12.3 风管系统布置	219
12.3.1 送风管	219
12.3.2 回风管	220
12.4 风管系统设计要点	222
12.4.1 末端装置一次风连接管	222
12.4.2 风机连接	224
12.4.3 配件连接	225
12.4.4 风管系统设计步骤	227
第13章 变风量系统气流组织	229

13.1 概述	229
13.1.1 合理选择送风散流器的必要性	229
13.1.2 气流分布基本原理	230
13.1.3 空气射流	235
13.2 房间气流混合	236
13.3 吊平顶送风散流器与回风口	237
13.3.1 送风散流器	237
13.3.2 回风口	248
13.4 室内气流分布设计	249
13.4.1 送风散流器选型基本过程	249
13.4.2 送风量计算	250
13.4.3 送风散流器类型选择与设置要求	251
13.4.4 送风散流器数量、风量的确定	252
13.4.5 冷风射流分离点	252
13.4.6 散流器噪声标准校核	253
13.4.7 送风散流器压力降校核	254
13.5 空调房间内风管与风口设置	255
13.6 热芯高诱导比低温送风散流器选择与布置要点	257
13.7 送风散流器选用实例	257
13.7.1 常温变风量空调系统方形送风散流器选择实例	257
13.7.2 低温变风量空调系统条缝型送风散流器选择示例	260
13.8 空气分布 CFD 模拟	261
13.8.1 CFD 技术的发展过程	261
13.8.2 CFD 数学模型介绍	262
13.8.3 数值计算方法	264
13.8.4 计算与实验结果分析	265
第 14 章 噪声控制	267
14.1 概要	267
14.1.1 声学基础	267
14.1.2 室内噪声评价方法与标准	268
14.1.3 变风量空调系统噪声分析及控制	270
14.2 空调器及风管系统噪声控制方法	272
14.2.1 空调器风机	272
14.2.2 风管配件	274
14.2.3 风口	275
14.2.4 机房	275
14.2.5 管井	276
14.3 变风量末端装置及吊平顶内的噪声控制	277
14.3.1 吊平顶噪声控制	277
14.3.2 末端装置噪声计算	282
14.3.3 吊平顶传声计算	285
第 15 章 自动控制	287
15.1 变风量末端装置控制	287

15.1.1 变风量末端装置控制内容	287
15.1.2 室温传感器的选择与设置	288
15.1.3 末端装置控制器与风阀执行器的选择	289
15.1.4 末端装置控制要求表	289
15.2 系统风量控制	289
15.2.1 定静压法	290
15.2.2 变定静压法	292
15.2.3 总风量法	292
15.2.4 变静压法	294
15.3 送风温度控制	297
15.3.1 高低负荷法	297
15.3.2 最大负荷法	299
15.3.3 投票法	299
15.4 新风控制	302
15.4.1 最小新风量控制	302
15.4.2 最小新风量设定值	303
15.5 变风量空调系统控制示例	304
15.6 BAS网络系统简介	307
第16章 变风量空调系统运行管理	310
16.1 运行管理阶段的几个概念	310
16.1.1 寿命周期费用	310
16.1.2 技术资料保管	311
16.1.3 运行管理人员	312
16.2 系统运行	312
16.2.1 节能运行方法	312
16.2.2 安全运行要点	313
16.3 系统维修保养	313
16.3.1 例行检查	313
16.3.2 维修保养	314
16.3.3 故障分析	316
第17章 设计实例	317
17.1 设计条件	317
17.1.1 建筑概况	317
17.1.2 冷、热源	318
17.1.3 室内、外空气设计参数	318
17.2 系统选择与设置	319
17.2.1 基本情况分析	319
17.2.2 系统比较	319
17.2.3 系统设置	319
17.3 内、外分区与负荷计算	320
17.3.1 内、外分区	320
17.3.2 负荷与风量计算	320
17.4 变风量末端装置选型	323

17.4.1 风量计算	323
17.4.2 末端装置性能表	324
17.5 新风设计	324
17.5.1 系统选择	324
17.5.2 区域新风量计算	324
17.5.3 系统新风量计算	326
17.6 风系统设计	327
17.6.1 风系统设计要点	327
17.6.2 风管管径计算	328
17.6.3 周边风机盘管机组设置	328
17.7 空调器选型计算	329
17.8 变风量末端装置噪声计算	330
17.9 自动控制设计	331
17.9.1 变风量末端装置控制	331
17.9.2 变风量空调系统控制	332
17.9.3 新风及排风系统控制	333
第 18 章 常用变风量末端装置主要技术参数	335
18.1 上海江森自控有限公司变风量末端装置	335
18.2 美国 Titus 公司变风量末端装置（北京海鼎易能工程技术有限 公司提供资料）	340
18.3 上海大智公司变风量末端装置	344
18.4 美国皇家公司变风量末端装置	351
18.5 美国环境技术公司（ETI）变风量末端装置（鑫辉国际有限公 司提供资料）	357
18.6 特灵空调公司变风量末端装置及成套式变风量系统	358
18.7 日本协立空调株式会社变风量末端装置	365
基本术语	372
结束语	380
参考文献	382

第 1 章 绪 论

1.1 概 述

变风量系统是全空气空调系统中的一种类别。它由单风道定风量空调系统演变而来，主要用于办公和其他商用建筑的舒适性空调。国外早期的变风量空调系统常采用单风道再热方式或双风道混合方式来满足各空调区域的温度要求。上世纪七十年代的石油危机使人们的观念有了改变，空调节能成为行业的关注点，变风量空调技术得到了较快的应用和发展。随着压力无关型末端装置、风机动力型末端装置的出现和风机变频调速技术的成熟，特别是 90 年代后，直接数字式控制（DDC）技术及 BA 系统在空调领域的应用和普及，更使变风量空调技术日趋成熟和完善。近年来，美国和日本的办公、商用建筑已普遍采用变风量空调系统。

在我国，办公建筑的舒适性空调起始于 20 世纪 80 年代，且多为风机盘管加新风系统。到了 90 年代中期，随着人们对室内空气品质（IAQ）的逐步重视，变风量空调系统开始应用于一些高级办公建筑，与该系统相关的技术也在不断地被消化和发展，变风量空调技术正在被加速推广和普及。

本书将以办公建筑为典型对象论述变风量空调系统的设计。

1.2 变风量空调系统基本构成

变风量空调系统有各种类型，它们均由四个基本部分构成：变风量末端装置、空气处理及输送设备、风管系统及自动控制系统。图 1-1 显示了变风量空调系统四个基本部分的构成、作用与相互关系。

1. 变风量末端装置

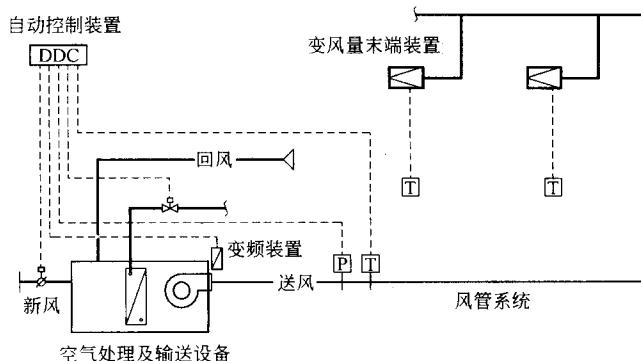


图 1-1 变风量空调系统基本构成