

# VAV 系统的深化、施工以及配合调试的方案

## 1.1 设计方案

### 1.1.1 项目简介

工程 4~38 层办公用房采用“VAV”空调系统，本工程为单风道 VAV 系统，根据招投标要求，VAV 空调系统的调试由智能化专业公司完成，本方案着重介绍 VAV 系统的机械物理调试以及配合智能化专业公司调试所需的注意点和专业方面介绍。

### 1.1.2 方案及深化设计依据

《采暖通风与空气调节设计规范》GB500019-2003

《公共建筑节能设计标准》GB50189-2005

《全国民用建筑工程设计技术规范—建筑节能篇》

《民用建筑热工设计规范》GB50176-93, 1993

《全国民用建筑工程设计技术措施/暖通动力》2003 版

《室内空气质量标准》GB/T18883-2002

《全国民用建筑工程设计技术措施暖通空调·动力》2003 年版

《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ134-2001, J116-2001

《建筑设计防火规范》GB50016-2006

《民用建筑防排烟技术规程》DGJ08-88-2006

《城镇直埋供热管道工程技术规程》CJJ/T81-98

《通风管道技术规程》JGJ141-2004

《制冷设备通用技术规范》GB9237-88

《美国制冷协会 ARI-550》

《机械制冷 ANSIB9.1 安全规范》

《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242-2002

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2002

《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231-2009

《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275-98

《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274-98

《采暖与卫生工程施工及验收规范》GBJ242

《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235-2010

《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236-2010

- 《工业设备及管道绝热工程施工及验收规范》GB50126—2008
- 《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》GB50185-2010
- 《智能建筑设计标准》GB/T50314-2006
- 《民用建筑电气设计规范》JGJ16-2008
- 《综合布线系统工程设计规范》GB50311-2007
- 《计算机场地技术条件》GB2887-2000
- 《建筑物电子信息系统防雷设计技术规范》GB50343-2004
- 《民用建筑设计通则》GB50352-2005
- 《公共建筑节能设计标准》GB50189—2005

### 1.1.3 系统概述

VAV 变风量空调系统一般由带变频调节电机的空调机组和多个与压力无关型变风量末端（VAVBOX）组成，每个 VAV BOX 控制器可根据空调负荷的变化和室内要求参数的变化自动调节 VAV BOX 的送风量，以达到调节供风区域温度的目的。安装于现场的 VAV 箱由主空调机组供风，空调机组的出风温度则由基于所有 VAV 箱的最高“末端负荷”要求进行重置。

本项目办公楼层采用单风管变风量系统，末端送风装置采用压力无关型（无内置风机型）VAV 送风箱，楼层新风通过布置在设备层的新风处理机进行集中预处理，经竖向风管输配到每个标准层内的空气处理机的入口端。新风机组的风机配有变频装置，并在各楼层设置 CO2 传感器，根据室内 CO2 浓度监测值调节室内所需的新风量。

VAV 及其空调控制优劣势：

VAV 变风量系统是根据空调负荷的变化及室内要求参数的改变，自动调节空调送风量，以满足室内人员的舒适要求或其它工艺要求。同时，根据实际送风量自动调节送风机的转速，最大限度地减少风机动力，节约能量。

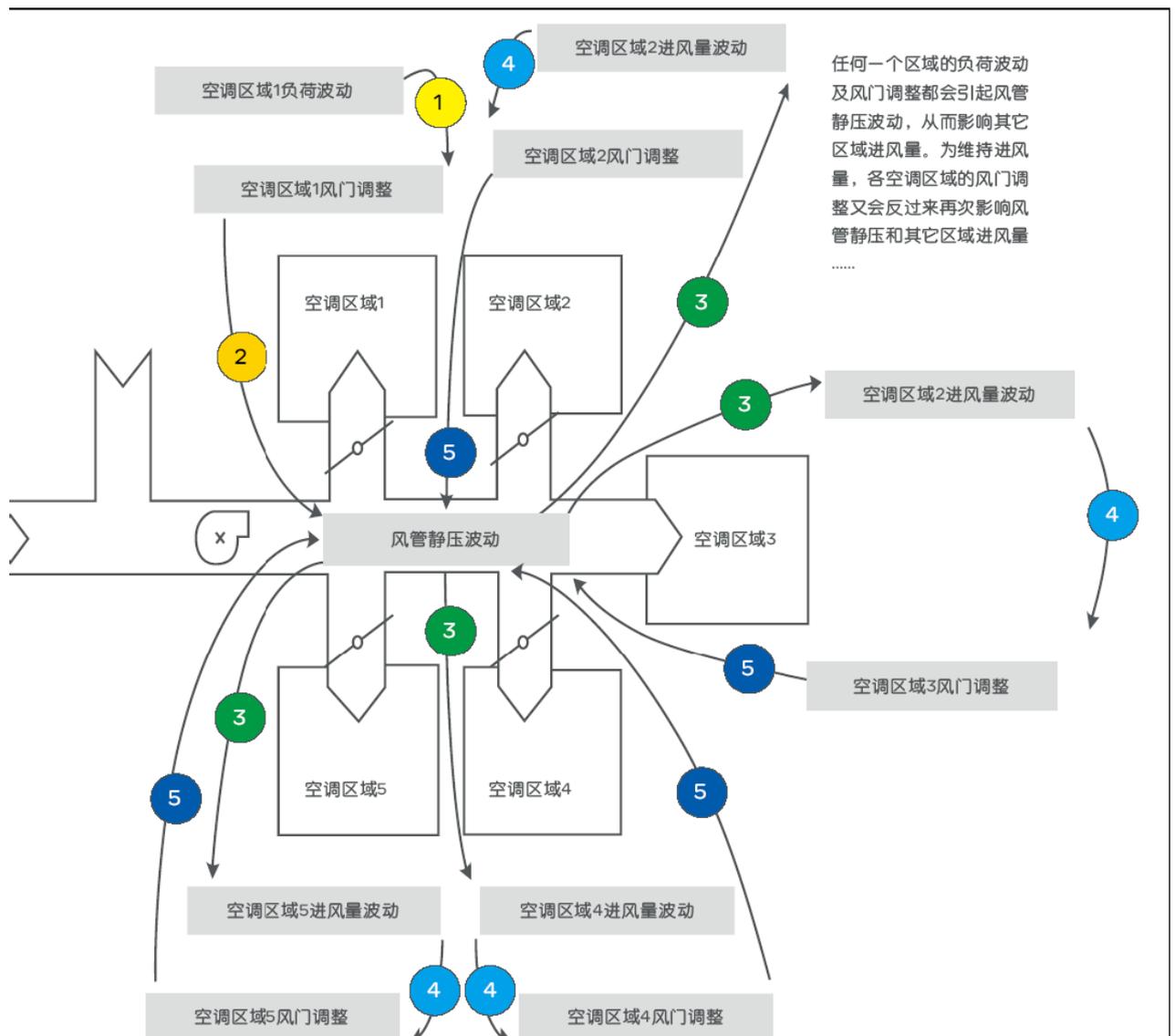
变风量系统的基本单元由空调处理设备、风道系统、末端单元及自动控制系统组成。

与传统风机盘管加新风系统、全空气定风量系统相比，VAV 具有众多空调控制优势，具有风机变频节能、温度个性调节、再分割灵活、低噪音和无冷凝水害等优点，详细比较见下表：

	风机盘管加新风系统	全空气定风量系统	VAV 变风量系统
全年空调新风保障	可以	可以	可以

区域温度个性化设置	可以	不可以	可以
空气品质	空气过滤差，有可能产生霉菌	好	好
热舒适性	相对湿度偏高	存在区域温差	好
冷凝水害	有	无	无
能源利用有效性	无法全新风供冷	风机无法变频节能，无法对部分区域进行调	可实现行全新风空调控制，各区域可独立设置，风机按照实际需求变频控制节能
噪声与震动	差	一般	好
区域再分割灵活	差	一般	好
投资	低	低	较高
维护管理费用	高	低	较高

如下图所示，VAV 系统就是通过改变 VAV 送风末端风阀的开度可以控制送入各区域的风量，从而满足不同区域的个性负荷需求。如何通过有效控制策略消除各空调区域间的影响，在满足各末端风量需求的基础上尽可能降低送风机运行频率以节约能源是 VAV 控制的主要难点。



由于变风量系统仅根据各控制区域的负荷需求决定总负荷输出，在低负荷状态下送风能

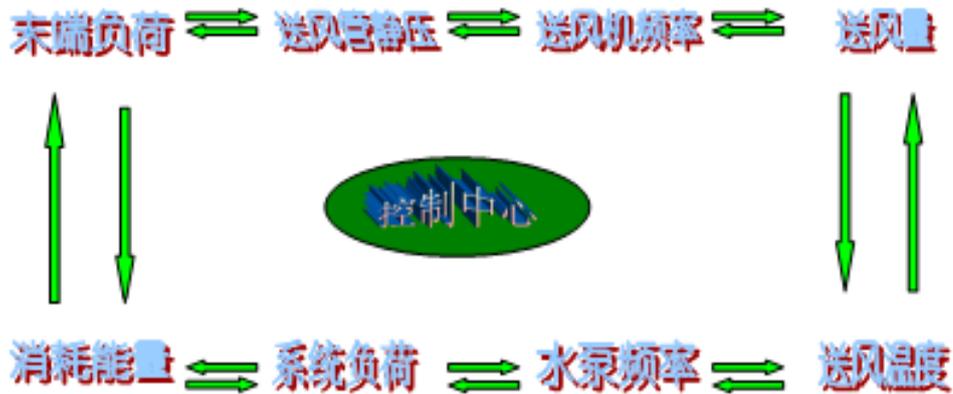
源、冷热量消耗都获得节省（与定风量系统相比），尤其在控制区域负荷差别较大的情况下，节能效果尤为明显。与新风机组加风机盘管相比，变风量系统属于全空气系统，舒适性更高，同时避免了风机盘管的结露问题。由于其舒适性和节能性，变风量系统在近几年获得广泛应用，特别适合于高档办公楼等应用场合。为实现 VAV 系统有效控制，一般从末端控制、系统控制、空调机组控制以及其他连锁控制等几方面着手予以解决。

“变风量”系统的控制应该是安装、设备、自控、调试以及运行各个环节密切配合的系统，为保证达到变风量空调的舒适性和节能性，安全可靠在以下从 VAV 末端到冷源控制各个环节必须紧密结合。

以下是整个空调系统的负荷变化过程：

房间负荷的变化——>VAV（变风量末端）风量调节——>AHU（空调机）冷冻水的供水量和送风量调节（AHU 表冷器换热量改变）——>调节单台 AHU 冷冻水供水量——>调节机房冷冻水的供水量——>主机的供冷量调节——>冷源系统相关水泵等设备调节。通过以上的可靠控制（包括 VAV BOX 和每台 AHU），才能达到系统设计的效果。

综上所述，AHU 控制流程参数控制可概述为如下图所示。

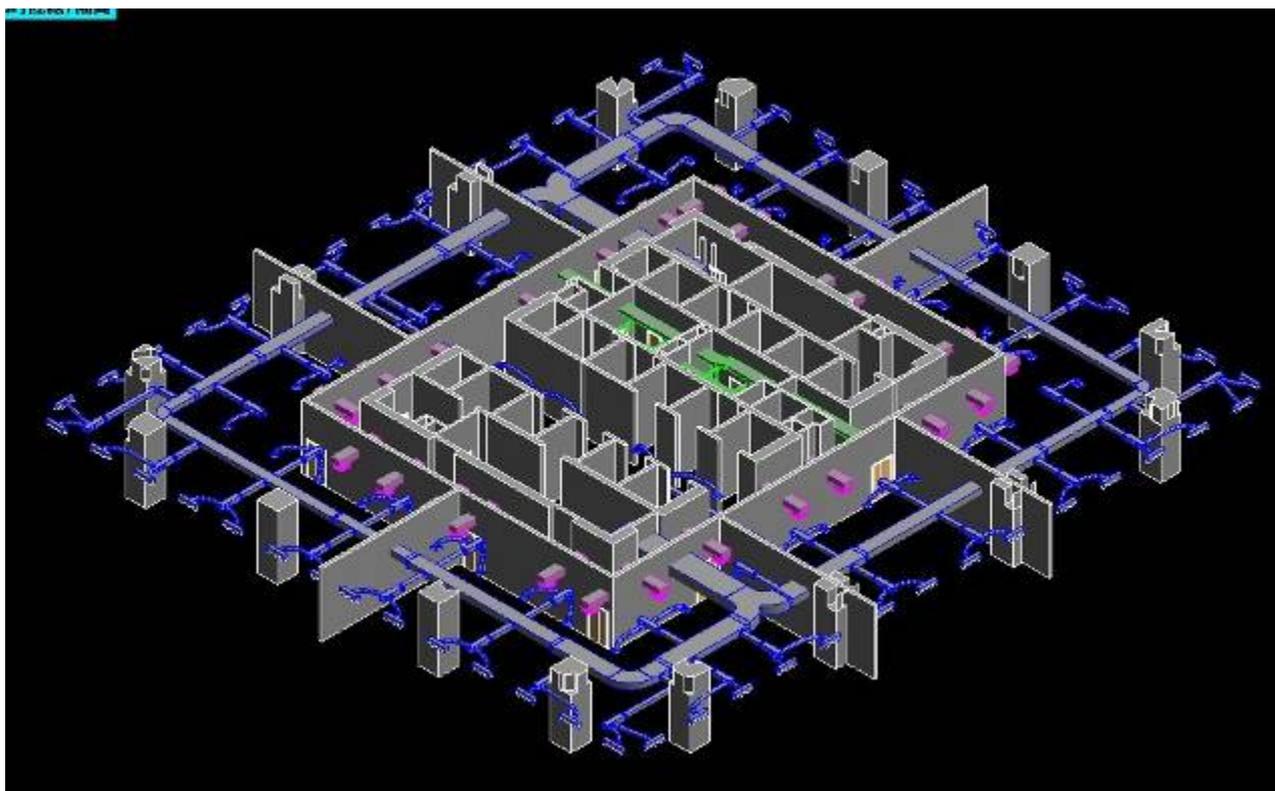


因此，变风量系统的成功应用需工艺和自控工程师反复进行参数设置和测试，经验丰富的多个专业工程师进行密切配合并取得第一手数据，共同分析、改进和完善，针对项目特点实现静压控制、送风温度控制以及新风控制等功能，才能完成项目调试，实现节能和舒适的目标。

#### 1.1.4 VAV-BOX 系统空调深化设计

##### 1.1.4.1 设计基本情况

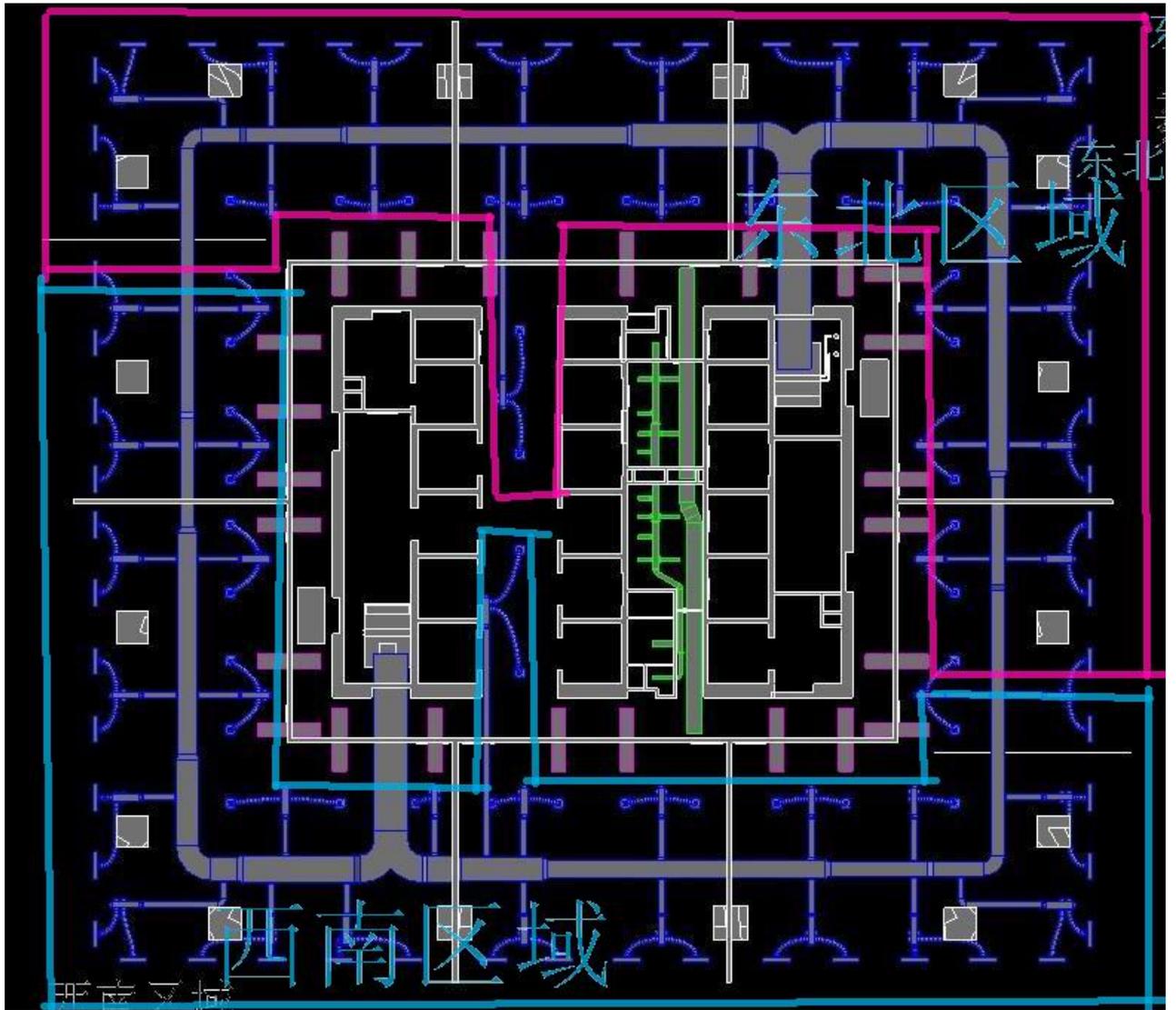
标准层建筑面积约 1971m<sup>2</sup>，空调面积约 1638m<sup>2</sup>。每个标准层采用 2 台空调机组，分别为标准层的东北侧和西南侧区域服务，系统采用封闭的环路风管系统，如下图所示：



标准层 VAV 空调系统布置

#### 1.1.4.2 功能分区

根据使用功能和负荷性质的不同，一个标准层可以划分几十个甚至更多的分区进行控制和调节，在各个功能分区内至少采用 1 台 VAV 末端，保证各个分区内的温度恒定。本项目因为楼层进深最深为 12 米，普遍进深为 8 米，故不分内外分区。根据 2 台变风量空调处理机的位置，将标准层划分为西南和东北两个区域。如下图所示：



#### 1.1.4.3 新风布置

新风系统竖向分段设置（每段两个新风系统）：其中4~8层一段、10~17层一段、18~24层一段、26~33层一段、34~38层一段，新风组合式空调器分别安装在避难层和屋面平面上。

#### 1.1.4.4 VAV 控制系统

VAV

控制系统不仅仅是在定风量系统上安装变风量末端装置和变速风机，而且还有一整套由若干控制回路组成的控制系统。变风量空调系统运行工况是随时变化的，它必须依靠自动控制才能保证空调系统的最基本要求——适宜的室温、足够的新鲜空气、良好的气流组织、正常的室内压力。比如在夏季，当某个房间的温度低于设定值时，温控器就会调节末端装置，风阀开度减少送入该房间的风量。风阀关小引起系统阻力增加，送风静压会升高。当超过设定值时，静压控制器会减少送风机转速。风道压力的变化将导致新风量的变化，通过调节新风阀和混风阀可以控制新风量，保证系统进出风量的平衡。可见，控制系统是变风量空调系统最主要的组成部分。

#### 1.1.4.5 送风量测量及计算方法

VAV 系统控制，需要对变风量送风末端的送风量进行精确测量，纳入美国行业标准的毕托管法是最常用的方法，简单、稳定、精确，可以达到 1%精度。

因为在同一截面，空气流速各点不同，因此，VAV 箱的风量传感器（毕托管）都采用“十字正交，多点并联，中央平均”方法来提高测量精度。

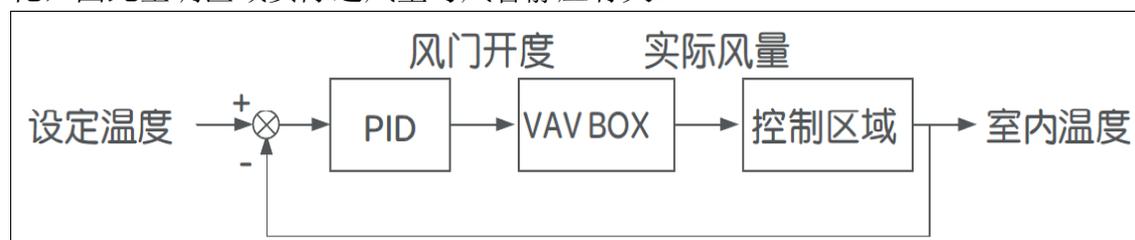
VAV 箱 DDC 控制器内部由一个专门连接 VAV 箱中的毕托管送风全压信号的和送风静压信号（两个红色管接头）的送风动压测量部件，由它计算出风速，再根据送风管道截面大小，即可由 DDC 控制器计算出该时刻的送风量。

#### 1.1.4.6 VAV 末端设备及控制要点

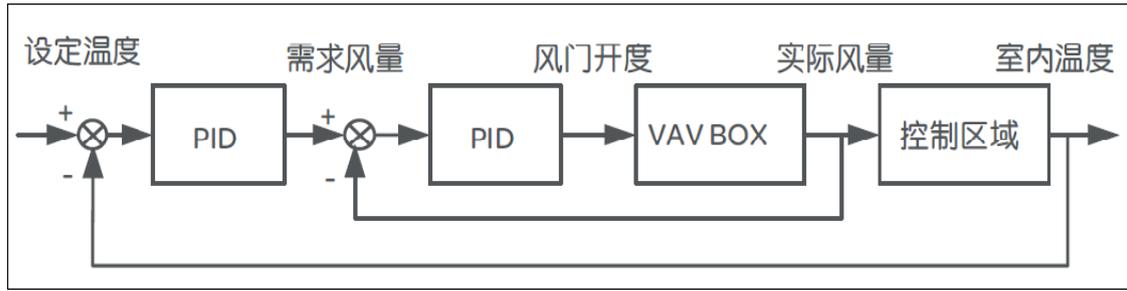
VAV 末端的压力补偿：

VAV 末端装置是保证空调区域温度的重要设备。尽管 VAV 末端种类繁多、控制策略各不相同，但是按照是否补偿系统压力变化，均可分为压力有关型和压力无关型两种。

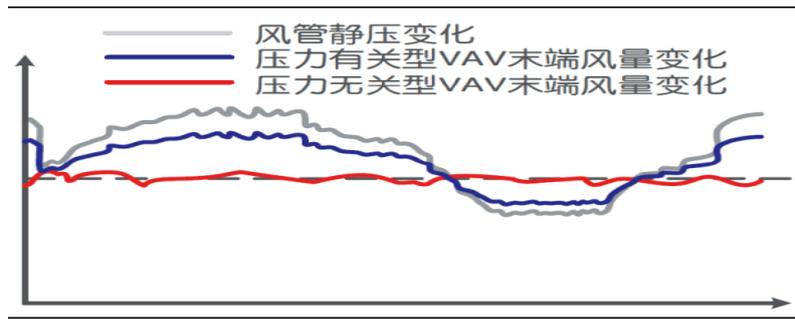
a) 压力有关型：室内温度作为一个较大的惯性环节，无法迅速反应风量变化，因此空调区域实际送风量与风管静压有关。



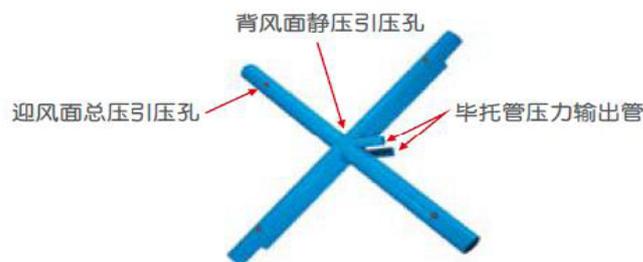
b) 压力无关型：通过实际风量监测直接调节风门开度以实现送风量与风管静压的无关性，提高送风量控制精度。本项目采用压力无关型 VAV 末端。



c) 控制效果比较



鉴于压力无关型 VAV 末端的优秀控制性能，目前工程中绝大多数使用的均为压力无关型 VAV 末端。它通常采用毕托管对风速进行检测。毕托管一般由 VAV 末端厂商提供，其工作原理是通过迎风面引压孔和背风面引压孔分别获得风管的总压与静压；VAV 控制器通过检测总、静压差（即动压），然后根据伯努利公式换算获得风速及风量。



配合空调区域的不同供冷/供热、气流组织、节能降噪以及控制策略等需求，市场上拥有多种 VAV 末端形式。本项目选择了 1 种 VAV 末端：

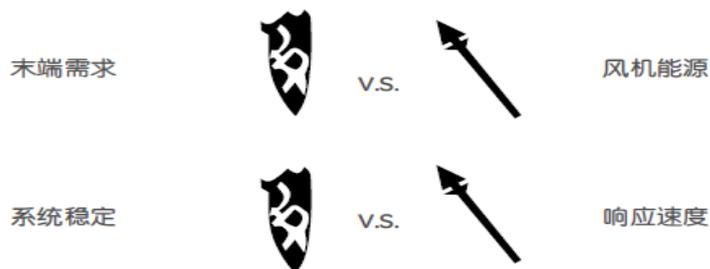
a) 温控压力无关型变风量末端（即单风道节流型）

最简单、最常用的 VAV 末端形式，出风口风量将随负荷变化波动。常应用于负荷变化较小的空调内区，此时通常无需再热设备。本项目全部选用此类 VAV 末端。

#### 1.1.4.7 系统风量控制

系统风量控制需要平衡两大矛盾：

- (1) 末端空调需求与风机能源消耗之间的矛盾
- (2) 系统稳定性与系统响应速度之间的矛盾



系统风量控制作为 VAV 系统的核心控制策略之一，当空调区域负荷减小、变风量末端装置一次风量减小时，控制器依照某种系统风量控制策略减小系统风量；反之，当空调区域负荷增加，变风量末端装置一次风量增加时，控制器将增大系统风量。目前主流控制策略包括定静压控制、变静压控制、总风量控制以及以这三种基本控制策略为基础的各种改进或衍生控制策略。

下表是三种基本控制策略的简单比较：

控制方法	风机频率控制思想	控制难点	优点	缺点	改进措施
定静压控制	稳定风管静压最不利点压力	当风道管网较复杂时，风管静压测量点数量及位置难以确定	各末端之间的相互影响小，控制简单	节能效果差	采用风管静压再设定
变静压控制	尽可能减少风管静压，保证所有末端风门都处于接近全开位置	变静压控制的多变量、强耦合、非线性、时变等特性使得系统难以稳定	可确保系统中没有风量不足的 VAV 末端，节能效果最明显	控制复杂，易产生震荡，工程风险较大	采用其他方法对风机频率进行粗调，然后再用变静压策略进行细调
总风量控制	建立风道模型，根据末端风量需求之和直接确定风机运行频率	难以建立精确的风道模型	采用前馈控制，如果模型精确，系统响应速度最快，且节能效果可接近甚至达到变静压控制	由于风道气密性较差或者模型误差，可能产生末端风量不足情况	采用总风量结合定静压控制法

### (1) 定静压控制

定静压控制简单，由于控制空调器的风机调节与末端装置的控制无直接联系，故该系统控制方法比较简单，运行可靠，适合于较大的变风量空调系统的场合。

该方法在送风系统管网的适当位置，通常在离送风机约 2/3

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/446205001020010204>