

暖通空调设计通病分析手册

李斌飞 编著

中国建筑工业出版社

暖通空调设计通病分析手册

李城飞 编著

中国建筑工业出版社

本书分上下两篇。上篇介绍设计各阶段的设计深度、工种负责人工作指南、施工图校对提纲、保证设计质量的工序控制要点、互提资料要求、投资估算及冷热水电各量和机房面积估算参考值等资料。下篇介绍各种设计失误的现象、原因、对策。这是一本从反面总结经验，指导设计的工具书。

本书除供设计人员参考，避免重蹈覆辙外，施工、基建、维修、管理人员也可根据本书发现问题，加强监督，改进已经运行的系统。

责任编辑 吴文侯
技术设计 黄 燕
责任校对 杨凤荣

暖通空调设计通病分析手册

李娥飞 编著

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 7 $\frac{1}{2}$ 插页: 1 字数: 166千字

1991年8月第一版 1991年8月第一次印刷

印数: 1—15,190册 定价: 3.50元

ISBN7-112-01262-7/TU·917

(6306)

目 录

上篇 民用建筑采暖通风与空调设计须知

1. 怎样做好暖通空调设计	1
1.1 方案阶段应吸收设备工种参加	1
1.2 设计前对建筑物要了解清楚	3
1.3 民用空调系统设计注意点	5
1.4 设备所占空间安排	8
1.4.1 设备间布置的基本要求	8
1.4.2 机房设置	10
1.4.3 空气的输送系统	16
1.5 做方案设计时的初估值采用	18
2. 采暖、通风与空调设计工作须知	29
2.1 本专业设计文件编制深度	29
2.2 暖通空调工种负责人工作指南	35
2.3 暖通空调施工图校对提纲	43
2.4 暖通空调专业工序控制表	插页
2.4.1 初步设计工序控制表	插页
2.4.2 施工图设计工序控制表	插页
2.5 暖通空调向其它专业提供资料的深度	48
2.5.1 初步设计	48
2.5.2 施工图	49
2.6 民用建筑暖通空调投资估算	52

下篇 采暖通风和空调工程设计失误及改正

1. 采暖系统	61
1.1 机械循环热水采暖系统的特点	61
1.1.1 热水采暖系统的“水力平衡”	62
1.1.2 热水采暖系统的空气排除	67
1.2 机械循环热水采暖系统设计失误	72
1.2.1 住宅小区大面积暖气不热	72
1.2.2 供热网末端建筑物暖气不热	73
1.2.3 采暖热负荷计算错误	75
1.2.4 采暖系统设计问题	76
1.2.5 建筑物中上层过热下层不热	81
1.2.6 采暖系统中前端热末端不热	82
1.2.7 开式膨胀水箱连接错误	83
1.2.8 系统中的阀门问题	85
1.2.9 系统积气与空气塞	86
1.2.10 采暖入口处供回水干管的循环管弊多利少	88
1.2.11 采暖系统的热媒流入自来水管	89
1.2.12 明设回水干管过门处窝气	90
1.2.13 立管与干管连接的设计错误	91
1.2.14 末端立管不热的其他问题	92
1.2.15 某些非设计原因造成的局部暖气不热	92
1.3 自然循环热水采暖系统的特点	95
1.4 自然循环热水采暖系统设计失误	95
1.4.1 锅炉安装位置不够低	95
1.4.2 供水干管低于采暖锅炉	96
1.4.3 供水干管低于锅炉回水干管又往上反	97
1.4.4 立管与供水干管连接时反坡	98
2. 空调、通风系统	100

2.1 基本数值采取不当	100
2.1.1 室内人员数照明数与实际不符	100
2.1.2 室内设备的发热量取值不当	101
2.1.3 设计标准确定不当	103
2.1.4 设计取值过分安全	103
2.1.5 北方地区民用空调的新风处理系统不加湿不行	104
2.1.6 洗衣房太热	104
2.2 室内气流组织考虑不周	105
2.2.1 客房送风	105
2.2.2 气流达不到发热地点	107
2.2.3 热风送不下来	108
2.2.4 送回风气流短路	110
2.3 空调系统设计失误	111
2.3.1 系统分区不当造成失败	111
2.3.2 双风机系统设计问题	113
2.3.3 送回风管布置不好	114
2.3.4 排气系统设计诸问题	116
2.3.5 空调机并联运行互相干扰风量受影响	119
2.3.6 舞台应有送风	120
2.3.7 空调公共建筑物主要入口的处理——防止冷、 热风侵入的措施: 冷、热风幕	120
2.3.8 空调箱凝结水排不出箱外	121
2.3.9 新风回风混合不均的气流分层	122
2.3.10 送风口结露	123
2.3.11 厨房通风问题多	124
2.3.12 防火设计的错误	128
2.4 冷、热水及蒸汽系统的常见故障	132
2.4.1 高压蒸汽回水系统问题	132
2.4.2 蒸汽加热器表面温度不均匀	136
2.4.3 空调箱风机带水问题	138

2.4.4	水泵扬程选得过高	139
2.4.5	冷却水系统存在的问题	142
2.4.6	冷凝水排水系统常遇到的问题及解决办法	142
2.4.7	水系统设计应注意的问题	142
2.5	噪声与振动	143
2.5.1	不能忽视回风口的传声	143
2.5.2	选消声器风速不能太大	146
2.5.3	振动	147
2.5.4	风机吸入段尺寸太小引起振动	149
2.5.5	空调机房紧靠会议室噪声大	150
2.5.6	冷却塔与制冷机房的噪声	152
2.5.7	某建筑物的厨房排烟噪声太大	153
2.5.8	管道层最好不作通风机房	154
2.5.9	窗式空调器及分体式空调器的噪声	155
2.5.10	空调设计时控制噪声的重点	156
2.6	风机选择, 风管设计诸问题	166
2.6.1	设备选择的安全系数不能太大	166
2.6.2	两台风机并联运转产生噪声	168
2.6.3	防振基础偏斜水泵产生噪声	169
2.6.4	冷却水配管的噪声	170
2.6.5	分体式空调机的风冷冷凝器失效	172
2.6.6	风道设计问题	173
2.6.7	风管系统的配置	176
2.6.8	通风机进、出口与风管的连接很重要	178
2.6.9	风管防火阀门的设置	182
2.7	空气加热器冻裂问题	185
2.7.1	表冷器、加热器冻裂	187
2.7.2	空调系统中加热器冻结的原因分析	187
2.7.3	对策	189
2.7.4	新风空调箱加热器的防冻	193

2.7.5	几种建筑物内空调设备的冻结及防止	200
2.8	冷却塔及冷却水系统设计应予以重视	201
2.8.1	水击	201
2.8.2	一边溢流, 一边补水	202
2.8.3	冷却水循环泵的位置不对	204
2.8.4	冷却塔水位控制不好	207
2.8.5	吸入管段堵塞	208
2.8.6	冷却塔设计参考	209
2.8.7	冷却塔中防冻结的电加热器起火	211
2.9	风机盘管系统设计问题	212
2.9.1	回风口不装过滤器不行	212
2.9.2	暗装风机盘管检查口的尺寸	212
2.9.3	风机盘管及冷水管道的凝结水问题	213
2.9.4	风机盘管选配不当噪声大	216
2.9.5	设计风机盘管系统时应注意之点	216
2.10	与建筑设计配合欠佳	217
2.10.1	利用土建风道问题多	217
2.10.2	空调设计应与建筑设计紧密配合	221
2.10.3	进风、排风百叶、管井等问题	225
2.10.4	管道打架问题	226
2.10.5	其它	228

上篇 民用建筑采暖通风与 空调设计须知

1. 怎样做好暖通空调设计

1.1 方案阶段应吸收设备工种参加

建筑设计必须是建筑与设备的整体计划。过去，设备工种的设计是由建筑师将接近完成的建筑平面图交给设备工种，然后设备工程师才着手设计。设备工程师按照设备的要求在建筑平剖面图上安排机房位置，规划管道系统。在设计中常因建筑师原分配给设备的面积不足，或管道与结构矛盾，再由设备工种将这些问题通知建筑师修改设计图纸。这种设计配合是原始的“以建筑为主”的设计方式。这种方式对于只有一般给水排水及采暖的建筑物比较合适。而对于设有空调及各种电气装置的现代建筑，若建筑设计未充分考虑设备所需占用的空间位置，则在施工图设计时必然会产生问题，且很难合理解决。结果造成一是机房面积过小，设备拥挤，给安装维修带来困难；二是机房位置安排不妥。所以在建筑设计方案深化的阶段就应当有设备工种进行配合。这个

阶段的配合不可能过细，只要考虑好机房位置，初估风管大小，将影响建筑层高，结构形式和平面布局的大问题定下即可。在估算风量时可按指标套用，也可凭经验判断决定。决定的尺寸不宜太大，但应留有余量，以备建筑平、立面有点变动时仍可适用。

建筑空间、建筑面积在现代化的建筑中日趋昂贵。旅馆、饭店、公寓、出租办公楼等对外营业性的建筑中面积尤为珍贵。设备系统所占的空间增大，就相当于有收益的部分减少。所以设备空间应尽量利用无法获得收益的空间，应在满足维护管理的前提下，注意节约空间。

现在有不少工程，在方案阶段只有建筑师埋头创造，不吸收设备工程师参加方案设计，结果建筑方案中选后设备空间没有考虑，造成设备设计很大困难。机房设在某一角落，风道拉得很远，既不经济也影响通风效果；进风口与排风口挤在一起，不合规定；管道夹层当机房使用，噪声、振动直接影响上、下客房，不但增加了消声减振的费用，还难以取得满意的效果。诸如此类举不胜举。要改变这一现实，要想适用、经济、美观地建造起现代化建筑，建筑师在方案阶段就吸收设备工程师参加设计实为当务之急。特别是空调系统，风管断面大，风机有噪声，更需及早配合。

为了使空调系统的效果良好，同时也为了建筑空间的合理利用，民用建筑还应特别考虑美观和适用的统一。在设计时对风管与供冷供热管道甚至其他各种管线必须有合理的安排与规划。为此在做建筑设计方案时，即应当同时考虑送、回风系统与建筑的关系。对送风管、回风管、排风管、新风管的敷设路线与竖井位置等建筑师应加以妥善安排并与设备工程师共同研究，对建筑艺术造型或内装修有重大影响时，要加

以解决，并给设备工种以合理的建议。一个完美的建筑物必须是建筑设计和设备设计紧密配合，协调一致的产物。目前许多建筑外型漂亮，可使用起来有许多问题，当然原因各有不同。建筑师在方案设计时与设备工程师配合不好，当绘制施工图时，平面立面都已定局，使设备工作造成先天不合理的系统布置，造成运行能耗增加，前后风量不均匀等无法弥补的缺点。当然配合好的例子也不少，风管布置合理的例子也很多。这里只是强调一下方案阶段工种初步配合的重要性。

1.2 设计前对建筑物要了解清楚

要想做好一个建筑物的空调设计，达到真正良好的使用效果，应当是各工种综合的好效果。用我们的政策语言，就是适用、经济、美观三者俱备。为此目标在做设计的时候各工种必须配合好。配合好不仅是要互提资料，还有很重要的一点是相互了解。对暖通来讲，首先要了解清楚你的设计对象。一般说来以下几个问题首先要了解清楚，才好采取对策，即选用适合的方案和系统。

(1) 弄清该建筑物在总图中的位置，四邻建筑物及其周围供热、供水、供电等管线的敷设方式与可能的接口地点。这可为本建筑物设计供热入口时的客观条件。也可作为计算负荷时考虑风力、日照等因素的参考，还可以根据主要入口的朝向，确定大门的做法。

(2) 弄清建筑物内的人员数量，使用时间，有无废气要排等。作为计算负荷及划分系统的依据。

(3) 层数、层高及建筑物的总高度，看其是否属于高

层建筑。按现行的规范规定：十层及十层以上的住宅；建筑高度超过24m的其他民用建筑，应遵守高层民用建筑设计防火规范的条款。

(4) 空间的实际尺寸，外墙、梁和柱子的尺寸。

(5) 防火分区的划分，防烟分区的划分及防火墙的位置及火灾疏散路线。不了解这些问题就无法设计防烟排烟系统。也不知道该在什么位置设防火门。

(6) 建筑结构的方案，剪力墙的位置，屋面做法，外墙做法等。

(7) 窗子的大小，层数及采用玻璃的热工性能。是否满足热工与节能的有关规定。

(8) 周围环境：

①是开敞的还是被楼群包围。周围环境的背景噪声水平。被楼群包围时计算采暖负荷时要考虑阴影区。

②有无水面、沙地、停车场及比该建筑低的建筑物屋顶。这些都能反射太阳辐射热给高层建筑，增加了太阳辐射热量。

③周围有无工厂、锅炉房、厨房，对设计室外进风口有一定影响。

(9) 室内的照度（照明负荷 W/m^2 ），电子设备，电动机及其他发热设备。

(10) 可能提供的空调机房位置，冷却塔位置，电源和仪表室及水泵房，热力点等。

(11) 建筑物的级别：一般分为特级、高级、中高级、一般、低档。

(12) 投资金额，回收年限。

(13) 施工水平，设备来源。

- (14) 运行管理水平, 维修更换标准是什么。
- (15) 建筑物各区的使用时间。
- (16) 假节日工作与否。
- (17) 装修设计是一次建成还是谁租谁建。
- (18) 建筑物为出租性质还是机关企业自己使用。
- (19) 空调的费用由谁负担。
- (20) 自动控制水平。

1.3 民用空调系统设计注意点

根据民用建筑空调设计的经验和教训, 深感空调系统的正确选择是建筑物适用、经济的前提。现除了一般教科书和手册的介绍外, 还需就几种常见的民用建筑空调系统的选用注意点介绍如下:

(1) 旅馆、公寓等居住建筑空调系统应考虑:

①室内上部、下部温度的均匀性, 切勿有吹风感。

②所采用的设备应选用噪声及振动较小者。尤其是晚上夜深人静后, 卧室出风口的噪声不宜超过 NC30, 最大不得超过 NC35。这在旅馆客房中采用风机盘管容易达到, 但在公寓采用空调机组时, 就必须有完善的消声措施。同时空调机房应设在远离卧室或起居室之处。若采用立式接风管的整体或分体机组时, 应设在有隔声的房间内。

③各房间应有单独调节与起停的可能。旅馆客房多用风机盘管, 可以做到按客人的需要自由设定室温, 也可以当客人离开房间时, 停掉风机盘管, 以利节能。

(2) 办公楼、事务所等行政办公建筑空调系统应考虑以下四个问题:

①分区问题：按其体型分为外区、内区，也可按朝向分区。分区太多会使设备的一次投资增加，但是合理分区可以节省运行费用。

②过渡季的问题：过渡季时外区可以不用冷、热源，但内区仍需降温，这时应考虑用室外空气直接送入内区降温，是既节能又简单的措施，或采用一台小容量的制冷机。

③个别办公室或某一层要节假日加班问题：为此最好不要设太大的集中空调系统，而采用分层机组或每层再分成二、三个小的空调系统。冷、热源选机组时不要全用大机组而要搭配一个小的冷水机组，以便在小负荷运行时可开小冷水机组，使其能在高效率点运行，以利节约能源。

④经理室等特殊房间的个别控制问题，在这类少数的小房间内最好采用风机盘管系统，便于单独控制。

⑤一般小型办公楼（ $\leq 3000\text{m}^2$ ）可用整体机组。大型办公楼多采用集中冷源，新风集中处理的分层机组。出租办公楼，由于业务性质对空调的要求不一，业主不同，室内隔墙的位置经常变更，空调负荷也不一样，因此，设计出租办公楼对设备容量要考虑到大大负荷与小负荷都能适应；从系统分配上要有灵活机动的可能；送、回风口最好在每个跨间均匀分布。

（3）百货公司、商场等商业建筑：

①百货公司的冷负荷主要来自照明和人员发热。按我国情况一般以每 1m^2 营业厅建筑面积 1 个人计算，照明为 $30\sim 40\text{W}/\text{m}^2$ 。

②商业建筑的空调系统以分层设机组为好，可以按各层的负荷分别调节。一般，一、二层的单位负荷指标较大。

③过渡季的换气非常重要，需有 80% 的排气。系统最好

用双风机或单风机加排风机的方式。

④商店中循环空气污染严重，空气过滤器以自动清洗式为佳。

⑤商业建筑人流不息，由主要出入口冬季流入大量室外空气，夏季漏掉大量室内空气，增加负荷。故在百货公司的主要出入口应设冷热风幕装置。风幕的风速以 $4 \sim 5 \text{ m/s}$ 为宜。

(4) 餐厅、宴会场：以低速系统为好，可分区。餐厅因吸烟者多，故新风量宜大。且排风应有一部分经厨房排出，以防窜味。

(5) 影剧院、会堂建筑：这类建筑中的观众厅应为单独系统。其他如化妆室、排练室、工作人员办公、休息室等另设系统。电影放映室及剧场灯光因电器发热量大，应有单独的排风、降温系统，而且电影放映室的送、排风应装防火阀。

(6) 医院建筑：医院建筑空调设计重要的问题有：

- ①如何防止交叉感染；
- ②尘埃问题；
- ③病房的个别控制问题。

所以医院中何处为正压，何处为负压要十分注意。

手术室、恢复室、婴儿室、产房，过敏性治疗室等均应有空调系统。

手术室应保持正压（ $2 \sim 2.5 \text{ mm}$ 水柱），以防未经消毒的空气漏入室内。放射诊疗室、麻醉室应为负压（ $2 \sim 2.5 \text{ mm}$ 水柱）。为排除重麻醉气体，排风口应设在手术室的下部。

手术室空调风道的法兰垫圈应采用橡胶，禁止采用石棉

绳、油毡纸等。

医院建筑空调设计上另一个重要问题就是送、排风的过滤问题。如手术室应按净化等级设置过滤器，检查室、放射诊疗室的送、排风均应装中效加高效过滤器，且为直流系统。凡无菌室均应采用超高效过滤器HEPA。

另外当标准低的医院不设空调时，更得充分注意通风换气，以保持清洁的室内环境。

1.4 设备所占空间安排

1.4.1 设备间布置的基本要求

设备空间的位置，依照建筑物的种类、规模、设备方式、使用机器与系统的不同而异。一般中小型建筑，最下层设主要设备室，各层设辅助设备室，并配备相应的管井、管沟。

各类建筑物设备间的大致位置可见图1.4.1-1。

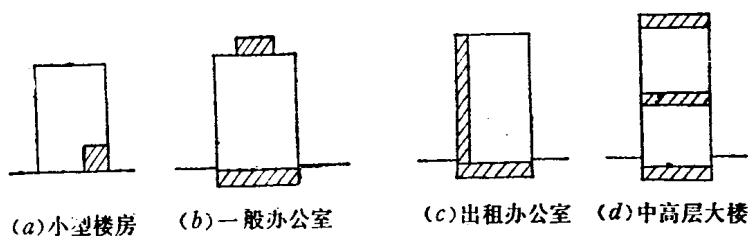


图 1.4.1-1 各类建筑物设备间的大致位置

主设备室由机械室、电气室、中央监控室组成。其中的机械室是各个设备与城市各对应的设施相连接，以供给能源、物质并进行交换、分配、处理等的中枢。所以当设计主设备室时，有必要对设备的流程、运行安全性进行充分研究。

流程：主要设备室既与外部有关系统相连，如冷、热水，电气等的引进引出，又与分布在建筑物内部的末端设备相连，因此要尽可能地形成全面经济的流动线，这样既能节约一次投资，又省经常费用。如：

制冷机房要与变电室、泵房一并考虑。而锅炉房要处于供应燃料方便又有可能在附近建立烟囱的地方，并且要考虑车辆出进的路线。空调机房的设置要考虑送风路线不长，且便于冷热水管连接，又能有室外空气接入的地方。排风机房要注意排出室外的风向和周围环境。

控制室应处于维护管理方便的地方，尽可能设在各设备室的中心地带；设在靠近楼梯或直接通往走廊等易于疏散的地方。

为确保主要设备搬入搬出的方便，宜直接通向道路，门向外开，运输时不应妨碍居住部位。应考虑必要的面积。此外，机电设备的寿命比建筑物本身要短，所以设置机房时对设备的更新问题，应予考虑。预留的安装孔洞用时要有保证能打开的措施。

（1）锅炉房、制冷机房有高压、可燃的危险，必须遵守国家的有关规范，采取可靠的安全措施。锅炉房燃烧要大量空气，电机要通风散热，而且引风、鼓风机噪声甚大，均要注意。制冷机房应设在一般人员不去的地方如地下室。机房内应有充分的维修通道。为了保证操作人员安全，原则上应考虑有两个门。因主机房有噪声及振动，所以在其上方不宜设置声音要求较严的房间。室外冷却塔还应考虑对周围环境的噪声影响。

（2）空调机房、配管、风道及排风机房等这些房间一般要配置在建筑的核心部位。在平面设计时，必须决定其位