

HVAC

暖通空调设计指南

陆耀庆 主编

中国建筑工业出版社



TU83-62
9600373

H V A C

暖通空调设计指南

陆耀庆 主编

中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

为了确保设计质量,统一设计技术,提高设计水平,特组织编写本“指南”。书中对涉及的所有设计技术问题,都比较明确地作出了回答,指明了解决问题的方法和途径,或介绍了当前技术界的普遍做法,使广大设计人员——特别是经验不足的新人,在处理实际设计工作中遇到的技术问题时,能有一个参考、借鉴和遵循的原则。书中给出的技术措施和具体处理问题的方法等,在技术上都是比较成熟和可靠的。

本书可供暖通、空调设计、科研技术人员及有关大专院校师生学习参考。

H V A C
暖通空调设计指南
陆耀庆 主编

*

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

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 13½ 字数: 357 千字

1996 年 5 月第一版 1996 年 5 月第一次印刷

印数: 1—6,600 册 定价: 21.00 元

ISBN 7-112-02765-9

TU·2121 (7875)

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)

前 言

为了确保设计质量，统一设计技术，提高设计水平，原中国建筑西南设计院、中国建筑东北设计院、中国建筑西北设计院、上海工业建筑设计院和湖北工业建筑设计院联合组织了一个编写组，在总结五个院多年来从事设计与科研经验的基础上，广泛吸收国内外先进技术，编写出版了《供热通风空调制冷设计技术措施》。该《措施》问世以后，得到了广大设计同行们的欢迎和好评。

通过多年应用，实践证明该《措施》确实对保证质量、统一技术和提高水平起到了积极的作用。但是，随着时间的推移和科学技术的不断发展，十几年前的内容，已越来越明显地不能适应当前设计工作的需要。为此，中国建筑工业出版社吴文侯编审多次建议与敦促组织修编。但是，由于事隔多年，情况变化很大，原编者有的已不在原单位工作，有的已不幸去世（吴全恩、邓汉民和刘成纹先后去世），因此，要组织原编者进行修编已无可能。幸得中国建筑工程总公司设计部李承鳌经理的关心与支持，不辞辛苦，多方联系与协调，并得到几个编写人员单位的大力支持，遂组成了目前的编写组，决定参照《措施》模式，根据十多年来科学技术的发展和变化，重新进行编写。

本次编写的原则是：“实用精炼、突出重点、观点明确、措施可靠、条理清楚、方法具体。”根据这个原则，书中对涉及的所有设计技术问题，都比较明确地作出了回答，指明了解决问题的方法和途径，或介绍了当前技术界的普遍做法，使广大设计人员——特别是经验不足的新人，在处理实际设计工作中遇到的技术问题时，能有一个参考、借鉴和遵循的原则。

本《指南》中给出的技术措施和具体处理问题的方法等，在技术上都是比较成熟和可靠的。不过，由于实践中遇到的问题，往

往千变万化，错综复杂，所以，必须根据本《指南》指出的原则，灵活地对具体问题进行具体分析，千万不要生搬硬套。

本《指南》编写组的组成与分工如下：

主持：李承鳌

主编：陆耀庆

编写：陆耀庆（中国建筑西北设计研究院）：第一章、第三章、第四章、第七章、第八章和第九章。

赵先智（中国建筑东北设计研究院）：第二章和第十章。

韦荫辉（中国电子工程设计院）：第五章第一节至第九节。

魏贻宽（中国电子工程设计院）：第五章第十节至第十三节。

吕开盛（中国电子工程设计院）：第六章（本章校核由中国电子工程设计院张维君高级工程师负责）。

从约稿起直至最后出版的全过程中，中国建筑工业出版社吴文侯编审给予了极大的关心与支持，付出了辛勤的劳动，特致以真挚的谢意。

由于受水平的限制，书中难免有不妥甚至谬误之处，欢迎广大同行不吝赐教，批评指正，以便再版时更正。

目 录

第一章 暖通空调设计的一些基本原则	1
第一节 现行规范、规程和标准	1
第二节 室内、外空气的计算参数	2
第三节 设计估算指标汇总	5
第四节 法定计量单位的使用	14
附录 1 室外气象参数	18
第二章 供暖	40
第一节 建筑热工	40
第二节 热负荷	45
第三节 散热器供暖	51
第四节 辐射供暖	53
第五节 热风供暖与热风幕	61
第六节 供暖管道	65
第七节 管道水力计算	70
第八节 供暖设备与附件	73
附录 2 建筑材料导热系数 λ 值	90
附录 3 建筑物围护结构传热阻 $R(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W})$ 及传热系数 $K(\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ 值	93
第三章 空气调节	95
第一节 一般规定	95
第二节 负荷计算	100
第三节 空调系统的选择与划分	101
第四节 系统设计	105
第五节 空调水系统设计	110
第六节 气流组织	115

第七节 空气处理	125
一、空气的过滤	125
二、空气的冷却	126
三、空气的加热	130
四、空气的加湿	134
五、空气的除湿	135
第四章 空调节能设计	137
第一节 一般规定	137
第二节 温湿度基数及新风量	138
第三节 风系统设计中的节能措施	139
第四节 水系统设计中的节能措施	142
第五节 设备选择方面的节能	144
第六节 热能回收	146
第七节 热泵应用	147
第五章 空气洁净	150
第一节 一般规定	150
一、总体要求	150
二、对生产工艺的要求	150
三、对总图的要求	151
四、对建筑的要求	152
五、人员和物料净化	153
第二节 空气洁净度等级	154
第三节 洁净室的气流组织	157
第四节 洁净室的计算	160
第五节 空气净化处理及净化空调系统	165
第六节 洁净室的正压控制	169
第七节 真空吸尘系统	172
第八节 防火	174
第九节 风机、风管及附件	175
第十节 生物洁净室一般规定	178
第十一节 生物技术对环境的要求	180

第十二节 生物洁净室的计算	190
第十三节 生物洁净室一些特殊要求	191
第六章 制冷	194
第一节 一般规定	194
第二节 压缩式制冷	202
一、设计参数	202
二、冷凝器及蒸发器	207
三、辅助设备	215
第三节 冷热水机组	221
一、机组选型与布置	221
二、溴化锂吸收式制冷机	227
第四节 系统及机房设计	230
一、氨制冷系统	230
二、氟利昂制冷系统	233
三、机房设计	241
四、设备布置	244
第五节 小型冷库	245
一、冷藏设计条件	245
二、库房布置与建筑热工	255
三、冷负荷计算	259
四、设备选择和系统设计	268
五、食堂冷库与装配式冷库	274
第六节 气调库 (CA)	276
一、气调贮藏特点及分类	276
二、气调库设计	279
三、制冷设计	283
四、气调系统	288
第七章 供暖与空调系统的自动控制	294
第一节 一般规定	294
第二节 供暖系统的自动控制	296
第三节 空调系统的自动控制	296
第四节 空气加热器和空气冷却器的自动控制	301

第五节 调节阀·····	303
第六节 检测、联锁和信号显示·····	303
第七节 自动保护·····	305
第八章 消声与隔振·····	307
第一节 一般规定·····	307
第二节 通风与空调系统的噪声·····	312
一、通风机的噪声·····	312
二、风管系统的气流噪声·····	315
第三节 消声设计·····	321
一、管道系统的噪声自然衰减·····	321
二、消声器的选择与应用·····	324
三、消声设计·····	325
第四节 隔声设计·····	325
第五节 隔振设计·····	327
第六节 管道的隔振·····	332
第九章 水泵、通风机与电动机·····	335
第一节 水泵·····	335
第二节 通风机·····	339
第三节 电动机·····	344
第十章 通风及防排烟·····	348
第一节 全面通风·····	348
一、全面通风设计原则·····	348
二、全面通风的气流组织·····	349
三、全面通风换气量确定·····	350
第二节 局部排风·····	357
一、局部排风系统设计原则·····	357
二、伞形罩和侧吸罩·····	359
三、槽边排风罩·····	361
四、吹吸罩·····	362
五、通风柜·····	365
六、有害气体净化与排放·····	367

第三节 除尘·····	368
第四节 事故排风·····	374
第五节 防排烟·····	375
一、自然排烟·····	375
二、机械防烟·····	376
三、机械排烟·····	377
四、防火、防烟阀·····	379
五、通风和空调·····	379
第六节 风管设计·····	380
第七节 防火防爆·····	386
一、一般规定·····	386
二、通风机房的设计·····	387
三、管道及附件·····	388
产品介绍·····	391

第一章 暖通空调设计的一些 基本原则

第一节 现行规范、规程和标准

1.1.1 进行供暖、通风和空气调节工程设计时,必须遵守国家颁布的各种有关规范、规程和标准中的各项规定。

1.1.2 与暖通空调工程设计有较密切和直接关系的现行规范、规程和标准有:

1. 《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ19—87)
2. 《洁净厂房设计规范》(GBJ73—84)
3. 《采暖通风与空气调节术语标准》(GB50155—92)
4. 《高层民用建筑设计防火规范》(GB50045—95)
5. 《建筑设计防火规范》(GBJ16—87)
6. 《民用建筑热工设计规范》(GB50176—93)
7. 《冷库设计规范》(GBJ72—84)
8. 《民用建筑节能设计标准》(采暖居住建筑部分)(JGJ26—86)
9. 《住宅建筑设计规范》(JGJ96—86)
10. 《图书馆建筑设计规范》(JGJ38—87)
11. 《中小学校建筑设计规范》(GBJ99—86)
12. 《托儿所、幼儿园建筑设计规范》(JGJ39—87)
13. 《商店建筑设计规范》(JGJ48—88)
14. 《剧场建筑设计规范》(JGJ57—88)
15. 《电影院建筑设计规范》(JGJ58—88)

16. 《综合医院建筑设计规范》(JGJ49—88)
17. 《办公建筑设计规范》(JGJ67—89)
18. 《旅馆建筑设计规范》(JGJ62—90)
19. 《汽车库设计防火规范》(GBJ67—84)
20. 《城市区域环境噪声标准》(GB3096—82)
21. 《工业企业噪声控制设计规范》(GBJ87—85)
22. 《民用建筑隔声设计规范》(GBJ118—88)
23. 《工业企业设计卫生标准》(TJ36—79)
24. 《工业“三废”排放试行标准》(GBJ4—73)
25. 《放射防护规定》(GBJ 8—74)
26. 《旅游旅馆建筑热工与空气调节节能设计标准》
(GB50189—93)
27. 《人民防空地下室设计规范》(GB50038—94)
28. 《六级人民防空地下室设计规程》(1990 年)
29. 《人民防空工程设计防火规范》(GB98—87)
30. 《采暖与卫生工程施工及验收规范》(GBJ242—82)
31. 《通风与空调工程施工及验收规范》(GBJ243—82)
32. 《洁净室施工及验收规范》(JGJ71—90)
33. 《湿陷性黄土地区建筑规范》(GBJ25—90)
34. 《制冷设备安装工程施工及验收规范》(GBJ86—84)
35. 《机械设备安装工程施工及验收规范》(第五册)压缩机、
风机、泵、空气分离设备安装) (TJ231 (五) —78)
36. 《商场(店)、书店卫生标准》(GB9670—88)

第二节 室内、外空气的计算参数

1.2.1 设计集中供暖系统时,冬季室内的计算温度,可根据建筑性质和用途按表 1.2-1 采用。

冬季室内的计算温度 (°C)

表 1.2-1

序 号	建筑类别和用途	冬季室内计算温度 (°C)
1	民用建筑：主要房间	16~20
	次要房间（走道、楼梯间、厕所）	14~16
2	生产厂房的工作地点：轻作业	≥ 15
	中作业	≥ 12
	重作业	≥ 10
3	辅助建筑：浴室	25
	更衣室	23
	医务室、托儿所、幼儿园	20
	办公室	16~18
	食堂	14
	盥洗室、厕所	12

注：1. 作业种类的划分，应按《工业企业设计卫生标准》执行。

2. 当每名工人占有面积为 50~100m² 时，室内设计温度可降低至下列值：轻作业 10°C；中作业 7°C；重作业 5°C。

1.2.2 供暖建筑室内生活和工作区域内的平均气流速度，不应超过下列数值：

民用建筑及辅助建筑 0.3m/s

生产厂房的作业区： 室内散热量 $< 23\text{W/m}^2$ 0.3m/s

室内散热量 $\geq 23\text{W/m}^2$ 0.5m/s

1.2.3 空调房间的冬季室内计算参数，可按下列原则确定：

舒适性空调： 干球温度 $t = 18 \sim 22^\circ\text{C}$

相对湿度 $\varphi = 40 \sim 60\%$

空气流速 $v \leq 0.2\text{m/s}$

工艺性空调： 根据工艺要求确定，空气流速不宜大于 0.3m/s。

注：当使用条件无特殊要求时，舒适性空调的相对湿度可不受限制。

1.2.4 舒适性空调房间夏季的室内计算参数，可按下列原则确定：

干球温度 $t = 24 \sim 28^\circ\text{C}$

相对湿度

$$\varphi=40\sim 65\%$$

空气流速

$$v\leq 0.3\text{m/s}$$

1.2.5 工艺性空调房间夏季的室内计算参数,应根据工艺要求确定;工作区的空气流速宜保持 $0.2\sim 0.5\text{m/s}$,室内空气的干球温度高于 30°C 时,空气流速可大于 0.5m/s 。

1.2.6 设计供暖、通风和空气调节时,室外空气的计算参数,可按附录所给出的数据确定。

1.2.7 对于附录中未列入的城市和台站的气象参数,可以按下列简化统计方法确定:

1. 供暖室外计算温度 t_{wn} ($^\circ\text{C}$):

$$t_{wn}=0.57t_{lp}+0.43t_{p\cdot\min} \quad (1.2-1)$$

式中 t_{lp} ——累年最冷月平均温度, $^\circ\text{C}$;

$t_{p\cdot\min}$ ——累年最低日平均温度, $^\circ\text{C}$ 。

2. 冬季空调室外计算温度 t_{wk} ($^\circ\text{C}$):

$$t_{wk}=0.3t_{lp}+0.7t_{p\cdot\min} \quad (1.2-2)$$

3. 夏季通风室外计算温度 t_{wf} ($^\circ\text{C}$):

$$t_{wf}=0.71t_{rp}+0.29t_{\max} \quad (1.2-3)$$

式中 t_{rp} ——累年最热月平均温度, $^\circ\text{C}$;

$t_{\max}$ ——累年极端最高温度, $^\circ\text{C}$ 。

4. 夏季空调室外计算干球温度 t_{wg} ($^\circ\text{C}$):

$$t_{wg}=0.47t_{rp}+0.53t_{\max} \quad (1.2-4)$$

5. 夏季空调室外计算湿球温度 t_{ws} ($^\circ\text{C}$):

$$t_{ws}=0.72t_{s\cdot rp}+0.28t_{s\cdot\max} \quad (\text{适用于北部地区}) \quad (1.2-5)$$

$$t_{ws}=0.75t_{s\cdot rp}+0.25t_{s\cdot\max} \quad (\text{适用于中部地区}) \quad (1.2-6)$$

$$t_{ws}=0.80t_{s\cdot rp}+0.20t_{s\cdot\max} \quad (\text{适用于南部地区}) \quad (1.2-7)$$

式中 $t_{s\cdot rp}$ ——与累年最热月平均温度和平均相对湿度相对应的湿球温度, $^\circ\text{C}$;

$t_{s\cdot\max}$ ——与累年极端最高温度和最热月平均相对湿度相对应的湿球温度, $^\circ\text{C}$ 。

注: $t_{s\cdot rp}$ 和 $t_{s\cdot\max}$ 值, 都可在当地大气压力下的 $h-d$ 图上查出。

6. 夏季空调室外计算日平均温度 t_{wp} ($^{\circ}\text{C}$):

$$t_{wp} = 0.80t_p + 0.20t_{\max} \quad (1.2-8)$$

1.2.8 当空调房间内的温湿度基数要求全年保证时,空气调节室外计算参数应另行确定。对于仅在部分时间(如夜间)工作的空调系统,可以不按附录给出的室外气象参数采用。

1.2.9 山区的室外气象参数,应根据就地的调查、实测和与地理及气象条件相似的邻近台站的气象资料进行比较而确定。

注:用计算机统计温湿度和焓表明:湿球温度和焓的不保证小时数分布相似;焓分布与温度和水汽压相关;按不保证小时数分布,各地可以划分为 t_{ph} (温湿焓)类、 t_h (温焓)类、 p_h (湿焓)类三类六种型式。

不同类型的地区、空调恒温恒湿、降温、降湿的不同用途,不同生产班次与不同保证率要求的工程,室外设计参数的选取和不保证小时数采用标准应有所区别。一般空调工程用平均每年不保证 50h 的干、湿球温度进行设计,对 t_{ph} 和 t_h 类地区均偏于安全,对 p_h 类地区将产生大的负荷偏差。以降湿为主的工程,设计参数宜用温度和水汽压,不保证小时数的统计标准可以较大幅度降低。一般降湿工程可用《空气调节设计手册》提供的方法及标准设计。

第三节 设计估算指标汇总

1.3.1 在进行方案设计和初步设计时,供暖、通风和空调系统的冷负荷、热负荷、耗电量、耗水量以及机房面积等数据,可按设计指标进行估算。

1.3.2 建筑物的供暖和通风热负荷,可按下列式估算:

$$Q_n = \alpha q_{vn} \cdot V (t_n - t_w) \quad (1.3-1)$$

$$Q_f = \alpha q_{vf} \cdot V (t_n - t_{wf}) \quad (1.3-2)$$

式中 Q_n 、 Q_f —— 建筑物的供暖、通风热负荷, W;

q_{vn} 、 q_{vf} —— 建筑物供暖、通风的体积热指标, 见表 1.3-1,
W/ ($\text{m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$);

α —— 温度修正系数, 见表 1.3-2;

t_n —— 室内计算温度, $^{\circ}\text{C}$;

t_w 、 t_{wi} —— 室外供暖、通风计算温度, $^{\circ}\text{C}$;

V —— 建筑物的外轮廓体积, m^3 。

建筑物供暖和通风热负荷的体积热指标 表 1.3-1

建筑名称	V (10^3m^3)	q_{vn} [$\text{W}/(\text{m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$]	q_{vt} [$\text{W}/(\text{m}^3 \cdot ^{\circ}\text{C})$]	t_n ($^{\circ}\text{C}$)
行政建筑、办公楼	≤ 5	0.60	0.12	18
	5~10	0.53	0.11	
	10~15	0.49	0.10	
	> 15	0.44	0.22	
俱乐部	≤ 5	0.52	0.35	16
	5~10	0.46	0.32	
	> 10	0.42	0.28	
电影院	≤ 5	0.50	0.60	14
	5~10	0.44	0.54	
	> 10	0.42	0.53	
剧 院	≤ 10	0.41	0.58	15
	10~15	0.37	0.56	
	15~20	0.31	0.53	
	20~30	0.28	0.50	
	> 30	0.25	0.48	
商 店	≤ 5	0.53	—	15
	5~10	0.46	0.11	
	> 10	0.43	0.40	
托儿所、幼儿园	≤ 5	0.53	0.16	20
	> 5	0.48	0.14	
学 校	≤ 5	0.54	0.12	16
	5~10	0.49	0.11	
	> 10	0.46	0.10	
医 院	≤ 5	0.56	0.41	20
	5~10	0.50	0.40	
	10~15	0.44	0.36	
	> 15	0.42	0.35	
浴 室	≤ 5	0.40	1.39	25
	5~10	0.35	1.32	
	> 10	0.32	1.25	
洗衣房	≤ 5	0.53	1.12	15
	5~10	0.46	1.09	

续表

建筑名称	V (10^3m^3)	q_{vn} [$\text{w}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$]	q_{vt} [$\text{w}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$]	t_n ($^\circ\text{C}$)
洗衣房	>10	0.43	1.04	15
公共饮食、餐厅、食品厂	≤ 5	0.49	0.97	16
	5~10	0.46	0.91	
	>10	0.42	0.84	
试验室	≤ 5	0.52	1.39	16
	5~10	0.49	1.32	
	>10	0.46	1.26	
消防车库	≤ 2	0.67	0.19	15
	2~5	0.64	0.12	
	>5	0.62	0.12	
汽车库	≤ 2	0.97	—	10
	2~3	0.84	—	
	3~5	0.77	0.97	
	>5	0.70	0.91	
铸铁车间	10~15	0.42~0.35	1.54~1.39	12
	50~100	0.35~0.31	1.39~1.26	
	100~150	0.31~0.25	1.26~1.12	
铸铜车间	5~10	0.56~0.49	3.49~2.78	14
	10~20	0.49~0.35	2.78~2.09	
	20~30	0.36~0.28	2.09~1.68	
热处理车间	<10	0.56~0.42	1.81~1.68	14
	10~30	0.42~0.35	1.68~1.39	
	30~75	0.35~0.28	1.39~0.84	
锻造车间	<10	0.56~0.42	0.97~0.84	8
	10~50	0.42~0.35	0.84~0.70	
	50~100	0.35~0.25	0.70~0.42	
机加车间	5~10	0.77~0.62	0.56~0.35	15
	10~15	0.62~0.56	0.35~0.20	
	50~100	0.56~0.53	0.20~0.17	
	100~200	0.53~0.49	0.17~0.11	
木工车间	<5	0.84~0.92	0.84~0.70	16
	5~10	0.92~0.62	0.70~0.62	
	10~50	0.62~0.56	0.62~0.56	
电镀车间	<2	1.09~0.84	6.98~5.58	16
	2~5	0.84~0.77	5.58~4.19	