

现代设计集团丛书

上海现代建筑设计(集团)有限公司 编

NUANTONG DONGLI

JIANZHU JIENENG SHEJI TONGYI JISHU CUOSHI

建筑节能设计统一技术措施

(暖通动力)

中国建筑工业出版社



建筑节能设计统一技术措施

(暖通动力)

上海现代建筑设计(集团)有限公司 编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑节能设计统一技术措施(暖通动力)/上海现代建筑设计
(集团)有限公司编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

ISBN 978-7-112-11044-5

I. 建… II. 上… III. ①节能—建筑设计②采暖设备—节能—建筑设计③通风设备—节能—建筑设计④空气调节设备—节能—建筑设计 IV. TU201.5 TU83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 096050 号

责任编辑: 徐 纺 邓 卫

责任设计: 张政纲

责任校对: 刘 钰 王雪竹

建筑节能设计统一技术措施

(暖通动力)

上海现代建筑设计(集团)有限公司 编

*

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

北京红光制版公司制版

北京中科印刷有限公司印刷

*

开本: 889×1194 毫米 1/16 印张: 7 字数: 220 千字

2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月第一次印刷

定价: 30.00 元

ISBN 978-7-112-11044-5

(18293)

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)

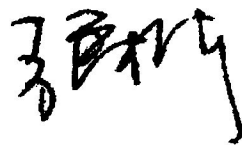
序

近些年来，有关节能、生态、环境保护和可持续发展等问题已越来越成为全社会关注的焦点，也引发了人类对于日益严重的生态环境问题的反思。针对我国的能耗状况，建筑节能已成为我国一系列应对措施中的一个重要环节，国家与地方相继出台了一大批有关建筑节能的规范与标准，而建筑节能设计则是实现建筑节能目标的第一步，完善的建筑节能设计，将为建筑长期的低能耗运行打下良好的基础。

由于影响到建筑能耗的因素繁多，涉及范围广，需要各专业的设计人员共同努力才能完成。为此上海现代建筑设计(集团)有限公司汇聚了各专业专家的智慧，编制了这本《建筑节能设计统一技术措施》，旨在帮助设计人员更好地理解并贯彻执行相关的节能规范与标准，进一步规范节能设计的各项技术标准，提高建筑节能设计的整体水平。但“统一”并不代表单一，建筑项目的功能类型、使用需求及所处的地理环境、自然条件等千变万化，建筑设计通常会采用各不相同的对策。本措施从最基本的概念与方法入手，指导设计人员根据各自项目的特点，依照节能设计的相关步骤，从建筑前期设计阶段就开始进行建筑节能方面的研究，确定建筑、设备等的节能方案，并在设计的各个阶段循序渐进地进行各项节能计算及系统和构造设计。同时，本措施还收集并引用了部分节能规范、标准、措施等的有关要点、一些地区的节能审查要求以及部分设计计算与构造实例，因此，本措施兼有节能设计手册的功能，供设计人员参考。

建筑节能设计应当不仅仅是规范的执行，也不仅仅是套用标准的节能计算与构造，通过对一个又一个新项目的建筑节能技术的探索，将会发现一片充满绿色创意的天空。

上海现代建筑设计(集团)有限公司总裁



2009年7月

前言

《建筑节能设计统一技术措施》是由上海现代建筑设计(集团)有限公司组织编制的一套以指导集团内各单位进行建筑节能设计的技术文件,编制的目的是为了更好地贯彻落实国家及上海地区关于节能的有关法规,供集团内各设计单位参照执行。

《暖通动力》分册的内容包括了采暖与供热、通风、空调系统、冷热源站房与供给系统、空调蓄能、可再生能源、冷热电联供分布式能源系统、保温与保冷和控制检测等。详述了节能新技术,突出上海地区的地域特点,对设计人员进行节能设计具有实用性和可操作性的指导意义。

本分册编写组的具体分工如下:

总则 寿炜炜

1 马伟骏

2 杨 光

3 陆 燕 万嘉凤

4 杨国荣 何 焰 寿炜炜 朱学锦 万嘉凤

5 何 焰 刘 毅 李 毅 宋 静 韩国海

6 何 焰 张伟程

7 郑 兵 张伟程 朱学锦

8 申南生 梁庆庆

9 寿炜炜

10 马伟骏

本分册由寿炜炜、郑兵统稿,寿炜炜、胡仰耆和梁庆庆审校。

由于本分册是首次编写,时间仓促,掌握的资料有限,因此,所涵盖的内容和深度不够,有不少内容有待补充和完善,也会存在一些问题和不足,敬请读者批评指正,以便我们今后修订和更新。

现代建筑设计集团技术委员会
《建筑节能设计统一技术措施》编写组

2009年7月

目 录

0 总则	1
1 室内外设计参数	2
1.1 室内环境节能设计计算参数	2
1.2 室外气象参数	5
2 采暖与供热	6
2.1 采暖热负荷	6
2.2 室内采暖系统	6
3 通风	9
3.1 自然通风	9
3.2 机械通风	12
3.3 排风热回收	14
4 空调系统	17
4.1 基本要求	17
4.2 变风量系统	24
4.3 低温送风系统	26
4.4 置换通风	29
4.5 地板送风	30
4.6 变制冷剂流量多联分体式空调系统	32
4.7 水环热泵空调系统	33
5 冷热源站房与供给系统	36
5.1 制冷站	36
5.2 锅炉房与热交换站	38
5.3 空调水系统	43
5.4 室外供热与供冷管网	46
6 空调蓄能	49
6.1 基本要求	49
6.2 冰蓄冷	49
6.3 水蓄冷	53
6.4 电水蓄热	54
7 可再生能源	57
7.1 太阳能供暖	57
7.2 地表水地源热泵系统	61

7.3	地埋管地源热泵系统	62
7.4	空气源热泵系统	63
8	冷热电联供分布式能源系统	65
8.1	基本要求	65
8.2	冷热电联供系统及设备配置	65
8.3	冷热电联供分布式能源系统设计要点	67
9	保温与保冷	69
9.1	基本要求	69
9.2	圆管道保温	70
9.3	圆管道保冷	73
9.4	平面绝热	76
10	检测与控制要求	82
10.1	基本要求	82
10.2	检测与控制要求	82
10.3	检测仪表及控制装置要求	83
附录 A	室外气象参数	84
附录 B	常用绝热(保热、保冷)材料及制品的主要技术性能	100
附录 C	部分绝热材料导热系数参考方程	102
参考文献		103

总 则

0.1 为了更好地贯彻、落实国家颁布的有关节约能源的法规和方针政策，提高民用建筑的节能设计水平，推广节能技术，保证能源利用效率和建筑节能设计质量，减少污染物的排放，制定本技术措施。

0.2 本技术措施中的节能原则是：在合理满足和完善建筑物使用功能的前提下，减少能源消耗，提高能源效率，积极推广和应用节能新材料、新工艺、新设备和新技术，提高室内空气环境质量。

0.3 本技术措施适用于新建、改建和扩建的民用建筑工程以及既有建筑节能改造工程中暖通空调的节能设计。

0.4 本技术措施总结了设计人员多年的工程设计和实践经验，以建筑设备与系统节能中的共性问题为重点进行编制，因此可作为国家、行业现行规范、标准的细化、延伸和补充。

0.5 本节能措施除应符合与建筑节能设计相关的国家标准的规定外，还应符合国家现行的有关强制性标准的规定。如本技术措施引用的规范、标准、规定等有了新版本时，应以新版本为准。

室内外设计参数

1.1 室内环境节能设计计算参数

1.1.1 仅设置采暖系统的民用建筑的室内设计计算温度宜按表 1.1.1 确定。

集中采暖系统室内设计计算温度

表 1.1.1

建筑类型	房 间 名 称	室内温度 (℃)	建筑类型	房 间 名 称		室内温度 (℃)
普通住宅	卧室、起居室、一般卫生间	18	图书馆	报告厅、会议室		18
	厨房	15		特藏、胶卷、书库		14
	设采暖的楼梯间及外廊	14	交通	民航候机厅、办公室		20
银行	营业大厅	18		候车厅、售票厅		16
	走道、洗手间	16		公共洗手间		16
	办公室	20	医疗及疗养建筑	成人病房、诊室、治疗、化验室、活动室、餐厅等		20
	楼（电）梯	14		儿童病房、婴儿室、高级病房、放射诊断及治疗室		22
高级住宅、公寓	卧室、起居室、书房、餐厅、无沐浴设备的卫生间	20		门厅、挂号处、药房、洗衣房、走廊、病人厕所等		18
	有沐浴设备的卫生间	25		消毒、污物、解剖、工作人员厕所、洗碗间、厨房		16
	厨房	15		太平间、药品库		12
	门厅、楼梯间、走廊	16	影剧院	门厅、走道		14
办公楼	门厅、楼（电）梯	16		观众厅、放映室、洗手间		16
	办公室、设计绘图室	20		休息厅、吸烟室		18
	会议室、接待室、多功能厅	18		化妆室		20
	走道、洗手间、公共食堂	16	体育	比赛厅（不含体操）、练习厅		16
餐饮	餐厅、饮食、小吃、办公室	18		体操练习厅		18
	洗碗间	16		休息厅、观众区		18
	制作间、洗手间、配餐间	16		运动员、教练员更衣、休息室		20
	厨房、热加工间	10		游泳池	游	池区
	干菜、饮料库	8			观众区	22～24
图书馆	大厅	16			检录处	20～24
	洗手间	16				
	办公室、阅览室	20				

续表

建筑类型	房 间 名 称	室内温度 (℃)	建筑类型	房 间 名 称	室内温度 (℃)
集体宿舍、 旅馆、 招待所	大厅、接待处	16	学校	人体写生美术教室模特所在局部 区域	26
	客房、办公室	20		风雨操场	14
	餐厅、会议室	18	幼儿园、 托儿所	活动室、卧室、乳儿室、喂奶、 隔离室、医务室、办公室	20
	走道、楼（电）梯间	16		盥洗室、厕所	22
	公共浴室	25		浴室及其更衣室	25
	公共洗手间	16		洗衣房	18
商业	营业厅（百货、书籍）	18	展览建筑	厨房、门厅、走廊、楼梯间	16
	鱼肉、蔬菜营业厅	14		展览厅	14
	副食（油、盐、杂货）、洗手间	16		门厅	12
	办公区	20		办公室	18
	米面贮藏库	5		会议室	18
	百货仓库	10			
学校	厕所、门厅、走道、楼梯间	16			
	教室、阅览室、实验室、科技活 动室、教研室、办公室	18			

1.1.2 空气调节房间的室内设计计算参数宜符合表 1.1.2 的规定。

空气调节系统室内设计计算参数 表 1.1.2

建筑类型	房间类型	夏 季		冬 季	
		温度 (℃)	相对湿度 (%)	温度 (℃)	相对湿度 (%)
住宅	卧室和起居室	26~28	—	18~20	—
旅馆	客房	24~27	50~65	18~22	>30
	宴会厅、餐厅	24~27	55~65	18~22	≥40
	文体娱乐房间	25~27	40~60	18~20	>40
	大厅、休息厅、服务房间	26~28	50~65	16~18	>30
医院	病房	25~27	45~65	18~22	55~40
	手术室、产房	25~27	40~60	22~26	60~40
	检查室、诊断室	25~27	40~60	18~22	60~40
办公建筑	一类标准办公建筑	24	≤55	20	≥45
	二类标准办公建筑	26	≤60	18	≥30
	三类标准办公建筑	27	≤65	18	—
	会议室	25~27	<65	16~18	—
	计算机房	25~27	45~65	16~18	—
	电话机房	24~28	45~65	18~20	—

续表

建筑类型	房间类型	夏 季		冬 季	
		温度 (°C)	相对湿度 (%)	温度 (°C)	相对湿度 (%)
影剧院	观众厅	26~28	≤65	16~18	≥30
	舞台	25~27 ^①	≤65	16~20	≥35
	化妆室	25~27 ^②	≤60	18~22	≥35
	休息厅	28~30	<65	16~18	—
展览建筑	展览厅	25~27	≤65	16~18	—
	门厅	25~27	≤65	16~18	—
	办公室	24~26	≤65	18~20	≥30
	会议室	24~26	<65	18~20	≥30
	餐厅	24~26	<65	16~18	≥30
学校	教室	26~28	≤65	16~18	—
	礼堂	26~28	≤65	16~18	—
	实验室	25~27	≤65	16~20	—
图书馆	阅览室	26~28	45~65	16~18	—
博物馆	展览厅	26~28	45~60	16~18	50~40
美术馆	善本、舆图、珍藏、 档案库和书库	22~24	45~60	12~16	60~45
档案馆	缩微胶片库 ^③	20~22	30~50	16~18	50~30
体育馆	观众席	26~28	≤65	16~18	50~35
	比赛厅	26~28	≤65	16~18	—
	练习厅	26~28	≤65	16~18	—
	游泳池大厅	26~29	≤75	26~28	≤75
	休息厅	28~30	≤65	16~18	—
百货商店	营业厅	26~28	50~65	16~18	50~30
电视、广 播中心	播音室、演播室	25~27 ^④	40~65	18~22	50~40
	控制室	24~26	40~60	20~22	55~40
	机房	25~27	40~60	16~18	55~40
	节目制作室、录音室	25~27	40~60	18~20	50~40

注：①②④ 此处参数还应根据工艺要求确定。

③ 缩微胶片库保存胶片的环境要求，必要时可根据胶片类别按国家标准规定，并考虑其储藏条件等因素确定。

1.1.3 公共建筑主要房间的设计新风量，应符合表 1.1.3 的规定，也可根据呼吸区所需新风量（由室内人员人均所需新风量 R_p 和单位建筑面积所需新风量 R_a 两部分组成）按式 4.1.4 计算，当计算结果与表 1.1.3 的规定不一致时，宜采用较小值。

公共建筑主要房间的设计新风量

表 1.1.3

建筑类型	房 间 类 型		新风量 [m³/(h·p)]
旅游 旅馆	客房	5 星级	50
		4 星级	40
		3 星级	30
	餐厅、宴会厅、多功能厅	5 星级	30
		4 星级	25
		3 星级	20
		2 星级	15
	大堂、四季厅	4~5 星级	10
	商业、服务	4~5 星级	20
		2~3 星级	10
美容、理发、康乐设施		30	
旅店	客房	一~三级	30
		四级	20
文化 娱乐	影剧院、音乐厅、录像厅		20
	游艺厅、舞厅（包括卡拉 OK 歌厅）		30
	酒吧、茶座、咖啡厅		10
展览 建筑	展览厅		15
	门厅		10
	办公室		30
	会议室		30
	餐厅		20
体育馆			20
商场（店）、书店			20
饭馆（餐厅）			20
办公建筑			30
住宅			30
学校	教室	小学	11
		初中	14
		高中	17

1.2 室外气象参数

室外气象参数见附录 A。

采暖与供热

2.1 采暖热负荷

- 2.1.1** 施工图设计阶段，必须对每一采暖房间进行热负荷计算。
- 2.1.2** 采暖热负荷的计算应按《采暖通风与空气调节设计规范》（GB 50019—2003）的规定执行。采用同一热源系统的建筑，其采暖热负荷的计算方法和标准应一致。
- 2.1.3** 计算房间热负荷时，应扣除房间内稳定的得热量，对于经常而不稳定的房间得热量，应按小时平均值扣除，不经常的散热量可不计算。
- 2.1.4** 房间采用低温热水地板辐射方式全面采暖时，采暖热负荷应按房间耗热量乘以 0.9~0.95 的修正系数确定，或按将室内设计温度取值降低 2℃ 进行计算，且不计算敷设有加热管道的地面耗热量。
- 2.1.5** 房间采用燃气红外线辐射方式全面采暖时，采暖热负荷应按房间耗热量乘以 0.8~0.9 的修正系数确定，可不计算建筑物高度附加耗热量。如辐射器安装高度超过 6m 时，热负荷可按每增高 0.3m 增加 1% 进行高度修正。
- 2.1.6** 房间局部区域采用低温热水地板辐射或燃气红外线辐射方式采暖（其他区域不采暖）时，采暖热负荷可按房间采用该方式全面采暖时的热负荷乘以该区域面积与房间面积的比值和表 2.1.6 中所规定的附加系数确定。

局部辐射采暖热负荷附加系数

表 2.1.6

采暖区面积与房间面积的比值	0.55	0.40	0.25
附加系数	1.3	1.35	1.5

- 2.1.7** 新建住宅建筑宜按连续采暖模式进行采暖热负荷计算。对于不要求全天保持室内温度、定时允许自然降温的公共建筑，如教学楼、办公楼、商店、礼堂、教堂等，计算采暖热负荷时，其基本耗热量和附加耗热量（不包括外门附加耗热量）宜乘以间歇附加系数。间歇附加系数应根据采暖系统运行时间及停用时间等因素确定，一般可按下列原则取值：仅白天供暖，如教学楼、办公楼等，取 1.2；不经常使用，如礼堂、教堂等，取 1.3。
- 2.1.8** 在设计分户热计量采暖系统时，房间热负荷中所包含的向邻室传热引起的附加耗热量不应计入采暖系统总热负荷内。

2.2 室内采暖系统

- 2.2.1** 严寒地区的公共建筑，宜设热水集中采暖系统，不宜利用空气调节系统进行冬季采暖。对于寒冷地区，应根据建筑等级、采暖期天数、能源消耗量和运行费用等因素，经技术经济综合比较后确定是否设置热水集中采暖系统。
- 2.2.2** 集中采暖系统应采用热水作为热媒。
- 2.2.3** 除了符合下列情况之一且技术经济比较合理外，房间不应直接采用电热采暖：
1. 无集中采暖空调系统，且无法利用小型热泵供暖，建筑内有采暖需求的个别房间；

2. 夏热冬暖地区采暖持续时间短、负荷小的建筑；
3. 夏热冬冷地区围护结构热工性能很好、负荷很小的局部区域。
- 2.2.4 新建住宅热水集中采暖系统，应设置分户室温控制装置和分户（分单元）热计量装置；其建筑内的公共用房和公用空间，宜单独设置采暖系统，并应设置热计量装置。
- 2.2.5 公共建筑内的高大空间，宜采用辐射采暖方式，或采用辐射采暖作为其他采暖方式的补充。
- 2.2.6 公共建筑内的集中采暖系统，管路宜按南、北向分环布置，且设置能根据室温改变热媒流量或温度的调控装置。
- 2.2.7 公共建筑内部分属不同使用单位的各部分，宜分别设置采暖系统，并应设置热计量装置。
- 2.2.8 热水采暖系统应进行管道水力平衡计算，并使各分支环路间（不包括公共段）的压力损失差额不大于 15%，必要时应在管路上设置水力平衡装置。
- 2.2.9 采暖管道敷设在室外、不采暖房间、地沟、技术夹层、闷顶、管道井内或其他无益热损失较大时应保温，保温材料厚度应按本技术措施第 9 章的规定执行。
- 2.2.10 采用区域热源供热时，建筑物的每个热力入口处均应设置热量计量装置和系统水力平衡装置。
- 2.2.11 设计集中热水散热器采暖系统时应符合以下要求：
 1. 合理划分和均匀布置环路系统；
 2. 采用双管式和分层布置的水平单管式系统时，应充分考虑到重力水头作用对垂直水力平衡的影响，必要时应采取可靠措施加以防止；
 3. 垂直单管系统应采用跨越式，不应采用顺序式。
- 2.2.12 分户热计量的住宅热水散热器采暖系统，应采用公用立管的分户独立系统形式。户内采暖系统宜采用单管水平跨越式、双管水平并联式、上供下回等形式，以实现室温调节和控制。
- 2.2.13 公共建筑的热水散热器采暖系统，能保证分室（区）进行室温调控和分区热计量的制式有：上/下分式垂直双管系统、下分式水平双管系统、上分式垂直单双管系统、上分式全带跨越管的垂直单管系统、下分式全带跨越管的水平单管系统等形式。
- 2.2.14 垂直双管系统每组散热器上宜设置高阻力手动调节阀或自力式两通恒温阀；全带跨越管垂直单管系统每组散热器间设跨越管，并宜设低阻力手动三通调节阀或自力式三通恒温阀；垂直单双管系统、水平双管系统宜设置高阻力手动调节阀或自力式两通恒温阀；全带跨越管水平单管系统宜设手动三通调节阀或自力式三通恒温阀。
- 2.2.15 散热器的外表面应刷非金属性涂料。
- 2.2.16 散热器宜明装。暗装时装饰罩应有合理的气流通道和足够的通道面积。暗装散热器设置温控阀时，应采用外置式温度传感器，温度传感器应设置在能正确反映房间温度的位置上。
- 2.2.17 设置热量表和恒温阀的热水采暖系统不宜采用水流通道的内含有黏砂的铸铁散热器。
- 2.2.18 散热器的散热面积应根据房间热负荷经计算确定。确定散热器面积时应扣除室内明装不保温采暖管道的散热量。
- 2.2.19 热水散热器采暖系统的管道全部采用钢管连接时，供水温度不宜超过 95℃，供、回水设计温差不得小于 25℃；当系统中部分管道采用塑料管材连接时，供水温度不宜超过 80℃，供、回水设计温差不得小于 20℃。
- 2.2.20 散热器采暖系统的供回水管道，宜与下列系统的管道分开设置，必要时应设置水力平衡装置：
 1. 通风、空气调节系统；
 2. 热风采暖和热风幕系统。
- 2.2.21 住宅采用低温热水地板辐射采暖时，应分户设置采暖热水集配器，并按分户调控和计量要求设置入口装置。
- 2.2.22 低温热水地板辐射采暖的加热管及其覆盖层与外墙、楼板结构层间应设绝热层。当使用条件允许楼板双向传热时，覆盖层与楼板结构层间可不设绝热层。

- 2.2.23** 低温热水地板辐射采暖的绝热层敷设在土壤上时，绝热层下部应做防潮层。在潮湿房间（如卫生间、厨房等）敷设地板辐射采暖系统时，加热管覆盖层上应做防水层。
- 2.2.24** 低温热水地板辐射采暖系统的阻力应计算确定。加热管内的流速不应小于 0.25m/s ，同一集配装置的每个环路加热管长度应尽量接近，每个环路的阻力不宜超过 30kPa 。
- 2.2.25** 采用燃气红外线辐射方式全面采暖时，沿四周外墙、外门处的辐射器散热量，不宜少于总热负荷的 60% 。

通 风

3.1 自然通风

3.1.1 基本要求

1. 自然通风方式是以热压和风压作用,不消耗机械动力、经济的通风方式,常用于夏季的夜间和过渡季节(春、秋)建筑物室内通风、换气以及降温。对于长年需要空调的建筑物,具有很大的节能和改善室内空气品质的作用。

2. 对于夏季室外气温低于 30°C ,但高于 15°C ,累计时间达 1500h 以上的地区,在建筑物设计时,应考虑采用自然通风的可能性。

上海属于亚热带季风气候,四季分明,全年平均气温为 16°C ,见图 3.1.1-1。在夏季少量夜间时段和春秋季节的大量时段内,室外热环境参数会优于室内,因此在居住建筑和公共建筑等的设计中,应充分利用自然通风。

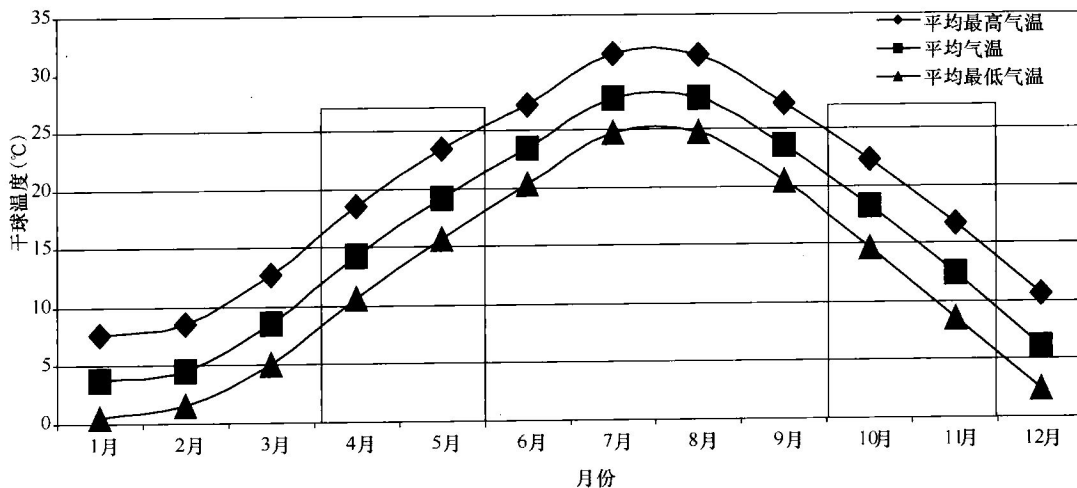


图 3.1.1-1 上海平均气温图

3. 对于以消除建筑物余热为主要目的的通风设计,应优先利用自然通风。

4. 居住建筑的通风应结合建筑设计,确定全年各季节的自然通风措施,做好室内气流分布设计,提高自然通风效率,减少机械通风和空调的使用时间。

5. 自然通风或联合通风条件下的夏季室内“可接受”设计参数,可按表 3.1.1-1 确定;亦可参照美国采暖、制冷与空调工程师学会所编制的资料中的自然通风舒适度图选取,见图 3.1.1-2。

自然通风夏季室内空气设计参数

表 3.1.1-1

内容	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	相对湿度 (%)	风速 (m/s)
一般条件	≤ 28	≤ 80	≤ 1.5
特定条件	≤ 30	≤ 70	≤ 2.0

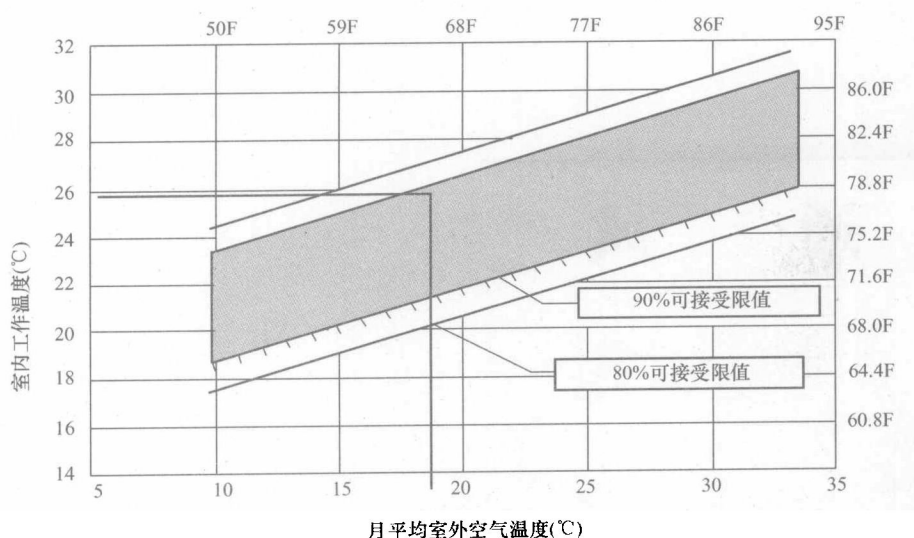


图 3.1.1-2 美国采暖、制冷与空调工程师学会 55-2004 自然通风舒适度图

注：该图的适用范围为：

- (1) 室内人员处于静坐状态，新陈代谢率为 $1.0 \sim 1.3 \text{ met}$ ($1 \text{ met} = 58.15 \text{ W/m}^2$ 人体表面积)；
- (2) 室内人员可以根据室内和（或）室外热环境自由地调整其衣着；
- (3) 该图所对应的热舒适模型是基于全球 21000 次室内热环境评价的实测调研数据（主要针对的是办公建筑）；
- (4) 不受室内空气湿度及风速限值的约束。

6. 采用自然通风时，进、排风系统的空气流速，应按资用压头通过计算确定，也可按表 3.1.1-2 选取。

自然进、排风系统的空气流速

表 3.1.1-2

地点	风速 (m/s)	地点	风速 (m/s)
进风百叶	0.5~1.0	地面出风口	0.2~0.5
进风竖井	1.0~2.0	顶棚出风口	0.5~1.0
水平干管	0.5~1.0	排风口	0.5~1.0
竖井	0.5~1.0	排风道	1.0~1.5

3.1.2 自然通风适用条件

1. 室内得热量宜小于等于 40 W/m^2 ；
2. 对室内温、湿度等无严格要求的热舒适性场所；
3. 不适用于对室内温度、湿度或含尘量有严格限制的场所；
4. 室外（特别是夏季）常年具有不小于 $2 \sim 3 \text{ m/s}$ 平均风速的地区；
5. 人员较多、室内余热较大且空间高大的公共建筑。

3.1.3 自然通风设计要点

1. 建筑物内自然通风设计，应首先详细了解室内、外的环境条件，从外部环境、外部构造、内部构造、得热负荷、舒适健康性等几方面考虑。上海地区可利用风玫瑰图（图 3.1.3-1 和图 3.1.3-2）及表 3.1.3-1 进行分析。

2. 自然通风的设计一般有两种方法（见表 3.1.3-2），即室内热压作用下的简化设计计算法（简称简化计算法）和室内热环境下的计算机模拟法（简称计算机模拟法）。