

民用建筑热工设计应用图说

主 编 戎卫国

现行建筑设计规范图说大全

总主编 元育岱

J Z S J G
F T S D Q
J Z S J G
F T S D Q

MINYONGJIANZHUREGONGSHEJINGYONGTUSHUO

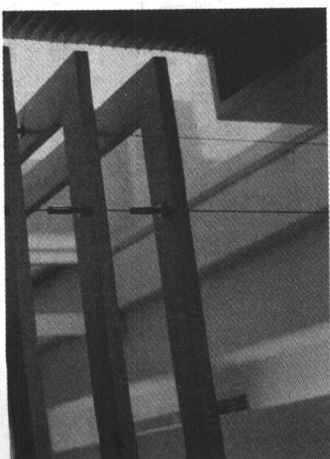
building

民用建筑热工设计应用图说

现行建筑设计规范图说大全

Minyong Jianshu Regong Sheji Yingyong Tushuo

总主编 孟广林
主编 戎卫国



● 山东科学技术出版社

现代建筑设计规范图说大全
民用建筑热工设计应用图说

总主编 元青岱
主 编 戎卫国

出版者：山东科学技术出版社

地址：济南市玉函路16号

邮编：250002 电话：(0531)2098088

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：slkj@sdpress.com.cn

发行者：山东科学技术出版社

地址：济南市玉函路16号

邮编：250002 电话：(0531)2098071

印刷者：山东新华印刷厂

地址：济南市胜利大街56号

邮编：250001 电话：(0531)2079112

图书在版编目(CIP)数据

民用建筑热工设计应用图说 / 元青岱, 戎卫国主编.
—济南: 山东科学技术出版社, 2005.3
(现行建筑设计规范图说大全)
ISBN 7-5331-3942-9

I. 民… II. ①元…②戎… III. 民用建筑—
建筑热工—建筑设计—中国—图解 IV. TU24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 006483 号

开本：787mm×1092mm 横 1/16

印张：9

字数：100 千

版次：2005 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

印数：1-4000

ISBN 7-5331-3942-9 TU·196

定价：18.00 元

《现行建筑设计规范图说大全》

编辑委员会

总 主 编 亓育岱 刘 魁 刘学伦 吕春华 江海涛 焦铭起 孙永志
编 委 戎卫国 张 原 张福岭 郑金琰 张军民

《民用建筑热工设计应用图说》

主 编 戎卫国
编 著 (以姓氏笔划为序)
李永安 刘学来 戎海燕 沈庆峰

责任编辑 王玉龙

编者 的话

《现行建筑设计规范大全》、《现行建筑结构规范大全》、《现行建筑施工规范大全》共计十六卷,一百余个规范,已先后面世,涉及面广、影响力大。该规范由国务院有关部委批准、颁发,作为强制性标准或推荐性标准在全国各地贯彻执行,因此行文准确、精炼、概括,是我国建筑界常用的标准的表达形式,是建筑界共同遵守的准则和依据,成为全国建筑界读者案头必备的图书,影响很大。

基于规范的严肃性、法律性、权威性和形式的规定性,读者在对规范的阅读理解上存在一定的差异。鉴于此,我们计划编撰一套《现行建筑规范图说大全》系列丛书,从编者工作实践中学习、执行规范的经验角度出发,利用图说的方式提出个人对规范的理解,以帮助广大读者更好地学习和运用规范。

现行颁布的建筑规范内容广泛、数量可观,本次编撰《现行建筑规范图说大全》系列丛书,计划首先从建筑设计中最为通用的规范着手,然后逐步完善扩大,以满足广大读者的需求。本丛书可供从事建筑管理、设计、施工、监理、教学等方面工作的技术人员、干部参考,也可供建筑类在校大专院校学生及参加各建筑类注册师考试的人员学习参考。

限于编者的水平,在较短的时间里推出的首批图书一定存在不少的错误和不足,万望读者能在使用过程中,发现和提出中肯的意见,帮助我们不断地修改和完善。

本书在编写过程中,得到了山东建筑工程学院、山东大学、山东省建筑设计研究院、山东省环境保护科学设计研究院、济南市设计研究院、济南市化工设计研究院等单位工程技术人员的鼎力协助,在此一并致谢。

编者

目

录

第一章 总则	1
第一节 制定民用建筑热工设计规范的目的及适用范围	3
第二节 民用建筑热工设计规范与其他标准规范的衔接	4
第二章 室外计算参数	5
第一节 围护结构冬季室外计算温度的确定	7
第二节 围护结构夏季室外计算温度的确定	8
第三节 夏季太阳辐射照度的取值	10
第三章 建筑热工设计要求	11
第一节 建筑热工设计分区及设计要求	13
第二节 冬季保温设计要求	15
3-2-1 建筑朝向要求	16
3-2-2 建筑体型要求	17
3-2-3 减少冷空气对建筑物的渗透	18
3-2-4 门窗的设计要求	19
3-2-5 围护结构的热工要求	20
3-2-6 改善壁龛的热工条件	21
3-2-7 热桥处的保温要求	22
3-2-8 底层地面的保温要求	23
3-2-9 围护结构的防潮要求	24
第三节 夏季防热设计要求	25
3-3-1 夏季防热的综合措施	26
3-3-2 夏季防热的平面设计要求	27
3-3-3 夏季防热的遮阳措施	28
3-3-4 围护结构隔热	29
3-3-5 地面防潮	30

第四节 空调建筑热工设计要求	31
3-4-1 空调建筑的布置	32
3-4-2 空调房间的层高要求	33
3-4-3 空调建筑的外表面积与色彩	34
3-4-4 空调建筑窗的设计要求	35
3-4-5 空调建筑围护结构的热工要求	35

第四章 围护结构保温设计

第一节 围护结构最小传热阻的确定	39
4-1-1 围护结构最小传热阻的计算方法	40
4-1-2 轻质外墙或内侧复合轻质材料的最小传热阻	42
4-1-3 寒冷和夏热冬冷地区屋顶和东、西外墙的最小传热阻	44

第二节 围护结构保温措施

4-2-1 提高围护结构热阻的措施	47
4-2-2 提高围护结构热稳定性的措施	48

第三节 热桥部位内表面温度验算及保温措施

4-3-1 热桥部位内表面温度的要求	50
4-3-2 室内空气露点温度的确定	51
4-3-3 热桥部位内表面温度的验算	52
4-3-4 单一材料外墙角处的内表面温度和内侧最小附加热阻的计算	55
4-3-5 其他形式热桥内表面温度的验算	56

第四节 窗户的保温性能、气密性和面积的规定

4-4-1 窗户的传热系数	58
4-4-2 窗户的保温性能	58
4-4-3 阳台门下部门肚板的传热系数	59
4-4-4 窗户的气密性	60

4-4-5 窗墙面积比	61
第五节 采暖建筑地面热工要求	63
4-5-1 采暖建筑地面热工性能类别	64
4-5-2 地面热工性能要求	65
4-5-3 严寒地区采暖建筑的底层地面的保温	66

第五章 围护结构隔热设计

第一节 围护结构隔热设计要求

5-1-1 隔热与保温的区别	70
5-1-2 室外综合温度	71
5-1-3 内表面最高温度的限定	73

第二节 围护结构隔热措施

5-2-1 墙体外表面对作浅色处理	78
5-2-2 设置通风间层	79
5-2-3 绝热节能墙体	81
5-2-4 蓄水屋顶	82
5-2-5 建筑绿化措施	83
5-2-6 窗口遮阳	87
5-2-7 建筑物的自然通风	90

第六章 采暖建筑围护结构防潮设计

第一节 围护结构内部冷凝受潮验算

6-1-1 概述	93
6-1-2 内部冷凝的检验	93
6-1-3 冷凝受潮重量湿度	97
6-1-4 冷凝计算界面内侧面蒸汽渗透阻的计算	98
6-1-5 冷凝界面湿度的计算	99
6-1-6 冷凝计算界面的位置	100
6-1-7 不设通风口的屋顶渗透阻	101

6-1-8	蒸汽渗透阻计算	101
第二节	围护结构防潮措施	102
6-2-1	维护结构材料层布置	103
6-2-2	设置隔汽层	104
6-2-3	屋面不设置隔汽层的防潮措施	105
附录一	名词解释	106
附录二	建筑热工设计计算用表	107
附录三	室外计算参数(部分)	111
附录四	建筑材料热物理性能计算参数	119
附录五	窗墙面积比与外墙允许最小总热阻的对应关系	126
附录六	主要符号	132
参考文献		133
后记		134

第一章

总 则

ZONGZE

■制定《民用建筑热工设计规范》的目的

■《民用建筑热工设计规范》的适用范围

■《民用建筑热工设计规范》与其他标准规范的衔接

在当前世界建筑发展的大潮中,人们可以清楚地看出,建筑节能是其中一个极为重要的热点,是建筑技术进步的一个重要标志,也是建筑业实施可持续发展战略的一个关键环节。发达国家为此已进行了长久的努力,并取得了十分丰硕的成果。在我国,大多数既有建筑围护结构热工性能差、传热系数大,属于高耗能建筑。特别是过去在精简节约的口号下,不少地方都曾建成了一批简易房屋,致使冬天墙面结霜、挂霜,采暖能耗大;夏天室内温度偏高,空调能耗大。在建筑总能耗中,采暖、空调等能耗约占90%,其中外墙能耗约占43%,通过窗户的能耗约占46%。因此,建筑节能的重点应放在改善外墙和窗户的保温隔热性能上。

我国于1993年8月1日起实施的《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93),对建筑热工设计分区、民用建筑冬季保温、夏季防热设计要求、围护结构保温设计、隔热设计和防潮设计等均作出了规定,其主要目的在于保证室内基本的热环境质量,并使围护结构满足最低限度的保温、隔热要求。热工规范适用于全国各地区(包括严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区)的各类民用建筑的建筑热工设计。

通过本章的学习,读者应了解《民用建筑热工设计规范》(GB50176-93)制定的目的,明确该规范与其他现行国家标准、规范之间的关系,能正确应用该规范。

第一节 制定民用建筑热工设计规范的目的及适用范围

●目的

我国基本建设投资以民用建筑所占比重最大,涉及面最广。制定民用建筑热工设计规范的主要目的,就在于使这些民用建筑的热工设计与地区气候相适应,保证室内基本的热环境要求,符合国家节约能源的方针,发挥投资的经济和社会效益。

建筑热工设计主要包括建筑物及其围护结构的保温、隔热和防潮设计。

●范围

室内基本的热环境要求系指人们生活和工作的最低限度的热环境要求。例如,室内空气的温度、湿度、气流速度等参数应在允许范围之内,冬季采暖房屋围护结构内表面温度不应低于室内空气露点温度,夏季自然通风房间房屋围护结构的内表面最高温度不应高于当地夏季室外计算温度最高值等。若建筑物设有

空调,其室内计算参数应满足下列要求。夏季温度 $24 \sim 28^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $40\% \sim 65\%$,风速 $\leq 0.3\text{m/s}$;冬季温度 $18 \sim 22^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $40\% \sim 60\%$,风速 $\leq 0.2\text{m/s}$ 。

我国 20 世纪 60 年代中期至 70 年代,由于片面强调降低基本建设造价和减轻结构自重,导致一再削弱围护结构保温隔热水平,采暖和空调能耗大大增加,经济和社会效益都很差。70 年代能源危机以后,这种状况才有所改变。为了节约采暖和空调能耗,提高投资的经济和社会效益,研究开发的主要节能技术有门窗密封条、中空玻璃窗、墙体外保温、热量按户计量及控温技术、供热管网控制调节技术、热反射保温隔热技术、城市太阳能建筑技术、计算机模拟技术等。因此,我们对能源供应应有沉重的危机感,对生态环境应有深刻的忧患意识,对于子孙后代的生存条件应有历史责任感,把节能看作是保护地球、保护环境、造福人类的大事。

民用建筑的范围很广,但主要包括居住建筑和公共建筑。考虑到建筑热工设计与使用要求和室内温、湿度状况密切相关,因此,可按使用要求和室内温、湿度状况,把民用建筑分成下列三类:

第一类:居住建筑(主要包括住宅、宿舍、旅馆等)、托幼建筑、疗养院、医院病房等。

这类建筑大多数连续使用,对室内温、湿度有较高要求。

第二类:办公楼、学校、门诊部等。这类建筑大多数间歇使用,对室内温、湿度要求一般低于第一类。

第三类:礼堂、食堂、体育馆、影剧院、车站、机场、港口建筑等。这类建筑中除部分建筑对室内温、湿度有较高要求外,一般是间歇使用,对室内温、湿度要求一般低于第二类。

公共建筑中的图书馆、档案馆、博物馆等,有些建筑或有些房间对温、湿度有特殊要求,建筑热工设计上应考虑这些要求,但一般来说,对室内温、湿度的要求与第二类接近,因此,可按第二类进行设计。

地下建筑、室内温、湿度有特殊要求和特殊用途的建筑,以及简易临时性建筑,因其使用条件和建筑标准与一般民用建筑有较大差别,故民用建筑热工设计规范不适用于这些建筑。

第二节 民用建筑热工设计规范与其他标准规范的衔接

为了精简民用建筑热工设计规范的内容,凡引用或参照其他全国通用的设计标准规范内容,除必要的以外,一般不再另立条文。民用建筑热工设计规范引用或参照的主要标准规范有:《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ19-87)、《建筑外窗空气渗透性能分级及其检测方法》(GB7107-86)、《建筑外窗保温性能分级及其检测方法》(GB8484-87)等。

节能标准与热工规范是密切相关的,我国于1996年7月1日起实施的新的节能50%的《民用建筑节能设计标准(采暖居住建筑部分)》(JGJ26-95),对采暖居住建筑的能耗指标、建筑热工设计和采暖设计等均做出了规定,其主要目的在于保证建筑物使用功能和室内热环境质量条件下,将采暖能耗控制在规定水平。

节能标准和热工规范在内容、目的和适用范围方面是有区别的,但在节能标准

中建筑热工设计部分与热工规范中保温设计部分的原理和方法是一致的,只不过节能标准从控制采暖能耗出发,对围护结构的保温和门窗的气密性进一步提高了要求。这就是说,在严寒和寒冷地区,节能标准对采暖居住建筑围护结构的保温和门窗气密性要求,要高于热工规范的要求,因此,在严寒和寒冷地区,采暖居住建筑应按节能标准执行,其他民用建筑应按热工规范执行;在夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区,各类民用建筑应按热工规范执行。由于节能标准中包含许多建筑热工设计内容,如建筑物耗热量指标的计算、建筑物布置和形体设计、围护结构设计等,其原理和方法与热工规范是一致的;有些计算方法 and 计算参数,热工规范已做出规定,在进行节能设计时,常常需要引用。

第二章

室外计算参数

SHIWAIJISUANCANSHU

■ 围护结构冬季室外计算温度的确定

■ 围护结构夏季室外计算温度的确定

■ 夏季太阳辐射照度的取值

建筑物常年经受室外各种气象因素的影响,如空气干球温度、空气湿球温度、太阳直射、太阳散射、云量、风向、风速等。室外计算参数是建筑热工设计的重要依据,它不仅直接影响室内气候状况,也在一定程度上影响建筑物采暖、空调的能耗。

建筑热工设计主要关注两类空气气象参数:室外空气温度和太阳辐射。

室外空气温度变化是由于地球接受太阳辐射和放出热量而形成的。在白天,地球吸收太阳辐射热,使靠近地面的空气温度升高;到夜晚,地面得不到太阳辐射,还要由地面向大气层放散热量。黎明前为地面放热的最后阶段,故气温一般在凌晨四五点钟最低,随着太阳的逐渐升高,地面获得的太阳辐射热量逐渐增多,到下午两三点钟,达到全天的最高温度。此后,气温又随太阳辐射热的减少而下降,到下一个凌晨,气温又达到最低值。

太阳是一直径相当于地球 110 倍的高温气团,其表面温度为 6000K 左右,内部温度则高达 2×10^7 K。太阳表面不断地以电磁辐射方式向宇宙空间发射出巨大的热能,地球接受的太阳辐射能量约为 1.7×10^{14} KW,仅占其总辐射量的二十亿分之一左右。地球表面上,太阳光谱的波长范围在 $0.28 \sim 3.0\mu\text{m}$ 之间。

建筑热工设计的任务就是依据室外气象条件,合理地解决建筑物的保温、隔热、防潮、节能等问题,以创造良好的室内气候环境。

通过本章的学习,读者应了解温度波在围护结构中衰减的规律,明确围护结构冬、夏季室外计算温度确定的原则和方法,能够根据实际工程的情况,正确选用冬、夏季室外计算温度及夏季太阳辐射照度。

第一节 围护结构冬季室外计算温度的确定

●规范要求

围护结构根据其热惰性指标 D 值分成四种类型，其冬季室外计算温度 t_e 应按表 2.1.1 的规定取值。

●理解与应用

各种材料都具有“阻碍”传热和“储藏”热量的能力，“阻碍”传热的能力叫热阻，“储藏”热量的能力叫蓄热性。

例如用容积不同、瓶口大小相同的两个瓶子同时盛雨水，虽然进入这两个瓶子的雨水量一样多，但大瓶的水位要比小瓶水位升得慢；要它们都盛满，大瓶就比小瓶需要的时间长。材料的蓄热系数相当于瓶子的容积，水位的高低类似围护结构的表面温度波幅；盛满两个瓶子的相应的时间，相当于围护结构的延迟时间。所以，材料的蓄热系数大，吸收和容纳的热量多，就使围护结构内表面的温度波幅小，延迟时间长；反之，内表面的温度波幅大，延迟时间也就短。研究表明：使外围护结构发

生衰减和延迟的现象是同它的热阻和材料的蓄热系数的乘积有直接关系的，这个乘积叫做围护结构的热惰性指标。热惰性指标越大，围护结构的衰减值越大，延迟时间越大，热稳定性越好。

确定围护结构冬季室外计算温度的基本原则是：根据围护结构的热惰性指标 D 值不同，取不同的室外计算温度，以保证不同 D 值的围护结构，在室内温度保持稳定，室外温度以各自的计算温度降至当地最冷一个日平均温度条件下，在围护结构内表面上引起的温降不超过 1°C ，内表面最低温度都不低于露点。

确定围护结构冬季室外计算温度的具体方法是：根据围护结构的 D 值不同，将围护结构分成四种类型，然后按表 2.1.1 的规定取不同的室外计算温度。

围护结构冬季室外计算温度 t_e ($^{\circ}\text{C}$)

表 2.1.1

类型	热惰性指标 D 值	t_e 的取值
I	>6.0	$t_e = t_w$
II	$4.1 \sim 6.0$	$t_e = 0.6t_w + 0.4t_{e,\min}$
III	$1.6 \sim 4.0$	$t_e = 0.3t_w + 0.7t_{e,\min}$
IV	≤ 1.5	$t_e = t_{e,\min}$

注：①热惰性指标 D 应按《民用建筑热工设计规范》附录二(二)的规定计算。

② t_w 和 $t_{e,\min}$ 分别为采暖室外计算温度和累年最低一个日平均温度，其值可查《采暖通风与空气调节设计规范》(GBJ9-87)附录二。

③全国主要城市四种类型围护结构冬季室外计算温度 t_e 值可按本书附录三附表 3.1。

第二节 围护结构夏季室外计算温度的确定

●规范要求

1. 围护结构夏季室外计算温度平均值 $t_{e, \text{max}}$ ，应按历年最热一天的日平均温度的平均值确定。

2. 围护结构夏季室外计算温度最高值 $t_{e, \text{max}}$ ，应按历年最热一天的最高温度的平均值确定。

3. 围护结构夏季室外计算温度波幅值 A_{te} ，应按室外计算温度最高值 $t_{e, \text{max}}$ 与室外计算温度平均值 t_e 的差值确定。

●理解与应用

计算举例：

【例1】某城市 1960~1984 年历年夏季最热一天 2:00、8:00、14:00、20:00 时刻的温度见表 2.2.1。

围护结构夏季室外计算温度用于计算确定围护结构的隔热厚度。这一隔热厚度应满足在夏季较热的天气条件下，其内表面温度不致过高，内表面与人体之间的辐射换热不致过量，并能使大多数的人们

某城市最热一天的日平均温度

表 2.2.1

时刻	年 份															
	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968							
2:00	28.5	29.0	27.9	27.5	28.1	28.2	27.9	28.6	27.6							
8:00	29.0	30.1	29.5	28.9	29.2	29.3	29.5	29.7	28.9							
14:00	35.0	36.5	34.5	35.5	36.0	35.9	34.7	35.2	36.0							
20:00	31.5	32.0	31.8	32.1	32.5	31.4	32.0	31.7	31.1							
日 平 均	24.3	31.9	30.9	31.0	31.5	31.2	31.0	31.3	30.9							

时刻	年 份															
	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977							
2:00	27.3	29.1	27.9	27.0	27.3	28.1	28.0	28.2	28.5							
8:00	28.6	28.3	28.7	28.4	28.1	29.3	29.1	29.2	29.1							
14:00	36.4	36.8	36.9	37.5	37.7	38.5	37.9	38.2	38.5							
20:00	31.5	31.7	32.9	32.6	31.7	34.6	33.7	33.6	33.9							
日 平 均	31.0	31.0	31.6	31.4	31.2	32.6	32.2	32.3	32.5							

时刻	年 份							
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	
2:00	28.0	28.4	28.3	28.1	28.0	27.9	28.2	
8:00	29.1	29.2	29.4	29.5	29.6	28.7	29.1	
14:00	38.7	38.6	38.2	38.5	38.4	37.6	37.7	
20:00	32.7	32.3	32.6	32.5	32.7	31.8	32.1	
日 平 均	32.1	32.1	32.1	32.2	32.2	31.5	31.8	

日平均温度 = (2:00 的温度 + 8:00 的温度 + 14:00 的温度 + 20:00 的温度) / 4。

$t_e = (24.3 + 31.9 + 30.9 + 31.0 + 31.5 + 32.2 + 31.0 + 31.3 + 32.5 + 32.1 + 32.1 + 32.2 + 32.2 + 31.5 + 30.8) / 25 = 29.3^\circ\text{C}$ ，即该城市夏季室外计算温度平均值为 29.3°C 。

所接受。

围护结构夏季室外计算温度平均值 $t_{e, \max}$ ，应按历年最热一天的日平均温度的平均值确定。

围护结构夏季室外计算温度最高值 $t_{e, \max}$ ，应按历年最热一天的最高温度的平均值确定。

围护结构夏季室外计算温度波幅值 A_{te} ，应按室外计算温度最高值 $t_{e, \max}$ 与室外计算温度平均值 $\bar{t}_e$ 的差值确定。

计算举例：

【例2】某城市1960~1984年历年最热一天的最高温度见表2.2.2。该城市夏季室外计算温度最高值

$$t_{e, \max} = 37.1 + 37.0 + 37.2 + 37.3 + 37.1 + 37.5 + 37.6 + 36.9 + 37.7 + 37.9 + 37.2 + 37.7 + 38.0 + 37.9 + 37.8 + 37.6 + 37.5 + 37.4 + 37.1 + 37.4 + 37.5 + 37.6 + 37.6 + 37.1 + 37.6 / 25 = 34.4^{\circ}\text{C}$$

【例3】：某城市夏季室外计算温度最高值 $t_{e, \max} = 37.4^{\circ}\text{C}$ ，室外计算温度平均值 $\bar{t}_e = 29.3^{\circ}\text{C}$ ，则室外计算温度波幅值 $A_{te} = t_{e, \max} - \bar{t}_e = 37.4 - 29.3 = 8.1^{\circ}\text{C}$ 。全国主要城市的 $t_{e, \max}$ 、 $\bar{t}_e$ 和 A_{te} 值，可按本书附录三附表3.2采用。

某城市历年最热一天的最高温度 表2.2.2

年份	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
最高温度(℃)	37.1	37.0	37.2	37.3	37.1	37.5	37.6	36.9	37.7
年份	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
最高温度(℃)	37.9	37.2	37.7	38.0	37.9	37.8	37.6	37.5	37.4
年份	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984		
最高温度(℃)	37.1	37.4	37.5	37.6	37.6	37.1	37.6		