

玻璃幕墙工程技术规范

理解与应用

张 芹 编著



玻璃幕墙工程技术规范 理解与应用

张 芹 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

玻璃幕墙工程技术规范理解与应用/张芹编著. —北京:
中国建筑工业出版社, 2004

ISBN 7-112-06539-9

I. 玻... II. 张... III. 玻璃-幕墙-建筑规范-中国
IV. TU767-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 035958 号

玻璃幕墙工程技术规范理解与应用

张 芹 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

北京蓝海印刷有限公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 25 $\frac{3}{4}$ 字数: 628 千字

2004 年 8 月第一版 2004 年 8 月第一次印刷

印数: 1—5000 册 定价: 32.00 元

ISBN 7-112-06539-9

TU·5710(12493)

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)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书根据《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 编写,着重于理解和应用玻璃幕墙工程技术规范,为此对玻璃幕墙工程技术规范所依据的理论、概念和设计方法等作了全面、扼要的阐述,对规范中规定的主要材料标准作了重点介绍,对规范规定的计算公式和设计计算用参数一一予以列出,还通过照片、图片对玻璃幕墙的构造和工艺作了全面介绍,使读者对《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 有比较系统、全面的理解。还根据设计计算要求,给出了一部分设计实例和例题,同时对应用《玻璃幕墙工程技术规范》中应注意的一些问题进行了探讨。

本书面向一般工程技术人员,强调实用性,可供建筑设计单位、幕墙企业、工程监理单位的工程技术人员学习新规范时参考,也可用作规范培训教材。本书也可作玻璃幕墙工程设计手册用。

* * *

责任编辑:郭洪兰

责任设计:崔兰萍

责任校对:王金珠

前 言

建设部 2003 年 11 月 14 日第 193 号公告发布了《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003,从 2004 年 1 月 1 日起实施。

规范修订从 2000 年开始,2000 年建设部以建标[2000]284 号文,通知对《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—96 进行修订。

2001 年 2 月,完成了规范修订大纲(讨论稿)。

2001 年 3 月,修订组成立暨第一次全体工作会议,讨论通过规范修订大纲和工作计划。

2001 年 4 月~2002 年 2 月,完成规范第一稿(讨论稿)。

2002 年 3 月,召开修订组第二次全体工作会议,对规范第一稿进行讨论,介绍有关试验研究情况。

2002 年 4 月、5 月,完成规范征求意见稿;

2002 年 5 月,向有关单位寄发规范征求意见稿,广泛征求意见,共向全国有关单位寄送了 109 份规范征求意见稿,其中,建筑设计单位 20 份,高等学校和研究单位 7 份,玻璃幕墙生产、施工单位 10 份,有关规范编制组、玻璃幕墙行业有关专家 22 份,本规范修订组、主管部门及有关行业协会等 20 份。截止 2002 年 10 月底,修订组共收到 35 个单位和个人反馈的书面意见和建议共计 96 页,经过整理、合并后共计 222 条。

2002 年 9 月~2002 年 11 月,完成规范反馈意见处理和规范送审初稿。

2003 年 1 月,召开修订组第三次全体工作会议,讨论规范送审初稿和条文说明,初步议定规范的强制性条文,并讨论了有关规范审查会事宜;

2003 年 2 月,完成规范送审稿。

2003 年 3 月 30~31 号在北京召开了规范送审稿审查会,到会审查委员 14 人,审查会对规范送审稿进行逐章逐条审查,经过认真讨论、审查,通过了规范审查会议纪要。编制组按规范审查会议纪要对规范送审初稿进行修改后,完成规范报批稿,报建设部审批。

新规范采用近年来发布的一系列新规范(GB 50017—2003、GB 50018—2002、GB 50011—2001、GB 5009—2001 等)和新标准(GB 18915.1~2—2002、GB 11944—2002、GB/T 18701—2002 等)。

“国家技术标准落后,其他工作都要落后”。“当今世界谁掌握了标准的制定权,谁就在一定程度上掌握了技术和经济竞争的主动权。”就是说谁掌握了标准的制定权,谁的技术成为标准,谁就掌握了市场的主动权。标准影响的是一个产业,甚至是一个国家的竞争力。如果一个国家的技术标准达不到国际标准,在出口方面就会受到越来越多的限制,成为扩大出

口的障碍;进口方面亦然。如果技术标准不够完善和统一,技术手段落后,很难起到合理、有效保护本国民族产业的目的。“三流的企业卖产品,二流的企业卖技术,一流的企业卖专利,超一流的企业卖标准。”20世纪经济发展的经验表明,谁制定的标准一旦为世界所认可,谁就会从中获得莫大的市场和经济利益。因此,标准化的问题已成为国家经济竞争,包括科技竞争当中一个重要的组成部分。随着经济全球化进程的加快,技术标准已经成为世界各国发展贸易、保护民族产业、规范市场秩序、推动技术进步和实现高新技术产业化的重要手段,在经济和社会发展中发挥着越来越重要的作用。但长期以来,由于缺乏对技术标准工作的足够重视,缺乏对一些重点领域关键技术标准深入系统的研究,我国技术标准总体水平偏低,在采用国际标准化方面明显低于发达国家水平,由我国主导制定的国际标准更是寥寥无几。在多数情况下,我们只能被动地执行国外或国际标准,这样就很容易受制于人。由于经营体制和运行机制等方面的原因,我国目前标准的制定与相关技术的研究存在脱节现象,尤其是在高新技术领域,标准制定不能及时适应市场及技术快速变化和发展的需求。这种脱节不仅造成标准水平低,而且导致标准滞后,不可避免地会影响我国高技术产业的国际竞争力。我国已将“重要技术标准研究”项目列入“十五”重大科技专项,力争在今后5~10年内,研制出一批重要技术标准,填补一批与重要技术标准研制相关的检测手段、方法和计量标准的空白,并使之成为相关产品和技术的国际公认标准。从现在开始进行重点领域重要技术标准研制的战略运作,并根据“整体设计、重点突破、分类实施、滚动支持”的原则加快研究和实验,尽快缩小我国在工农业产品和重要技术方面的各类标准与国际标准的差距。我国的幕墙标准不仅要和世界接轨,提高采用国际标准的比例,而且要在原始创新的基础上,使我国编制的幕墙规范(标准)是世界最新技术的结晶,成为国际上争先采用的幕墙规范(标准)。

对新发布的标准(规范)进行深入的学习、贯彻是一件重要的工作,它是提高我国幕墙技术水平的重要方面。为帮助广大工程技术人员学习和掌握《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003和J 280—2003规范采用的新标准(规范),特编制本书。

本书依据《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003编写。本书对规范不是逐条逐句解释,而是将规范作为玻璃幕墙知识键的中心环节来阐述玻璃幕墙系统知识,将规范内容寓于本书中。本书通过系统全面地介绍玻璃幕墙知识来解释规范,达到在实际工程中能熟练应用规范,同时从法律、法规、规章、技术标准的法律构架体系中来理解《玻璃幕墙工程技术规范》,达到全面系统的理解规范,而不是对规范作咬文嚼字式的解释,本书编写时还突出下面三个方面要求:

1. 严肃性 本书采用的标准(规范)全部为到2004年2月底止国家发布的现行标准(规范),对这些标准(规范)一律通过联网查核,对标准(规范)内容与原件进行了仔细的核对,完全符合最新版本(含标准局部修改),对重要内容都逐一请有关权威机构及专家审核,以保准确无误。

2. 系统性 本书编写时是以幕墙产品为主线,将有关标准组成一个系统的知识键,而不是简单将标准(规范)汇编成一个资料库,同时将相关标准逐一收集,凡是现行幕墙产品设

计、计算的资料均列入本书。

3. 可操作性 本书编写时,对设计、计算规划了最优化流程,指出了每项设计、计算最佳切入点及工作先后次序,并通过例题对各类型幕墙设计、计算作出系统演示,只要掌握了本书介绍的方法,即可完整设计出符合《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 和 J 280 —2003 规范采用的新标准(规范)的玻璃幕墙。

本书编写承蒙规范主编和编制组成员黄小坤研究员、赵西安教授、黄拥军总工程师、王洪敏高级工程师,规范审查委员会主任及委员龙文志教授、郑金峰教授、李少甫教授、姜仁高级工程师、万树春高级工程师、刘明总工程师以及石民祥教授指导(提供资料,审阅部分章节),在此深表谢意。

参加本书编写(资料整理、绘图)的还有丁鸥、姜伟荣、瞿哲、邹华、周婕、章峰、张吉、肖建华、路荣等。

目 录

第一章 概论	1
第一节 规范修订的历史背景	1
第二节 规范修订的主要内容	3
第三节 正确理解和应用幕墙技术规范	5
第二章 材料	11
第一节 钢材	11
第二节 铝合金材料	24
第三节 紧固件	40
第四节 密封材料	50
第五节 玻璃	60
第三章 建筑设计	88
第一节 一般规定	88
第二节 构造设计	89
第三节 物理性能	95
第四节 防火构造设计	105
第五节 防雷构造	108
第四章 结构设计的基本规定	113
第一节 结构设计原理	113
第二节 风荷载	120
第三节 雪荷载	129
第四节 地震作用	132
第五节 自重和活荷载	147
第六节 温度变化	148
第七节 设计计算方法	150
第八节 胶缝设计计算	167
第五章 框支承玻璃幕墙结构设计	170
第一节 构件构造设计	170
第二节 构件设计计算	172
第三节 连接设计	227
第六章 全玻幕墙结构设计	262
第一节 玻璃肋胶接全玻璃幕墙	262
第二节 玻璃肋点连接全玻璃幕墙	271
第七章 点支承玻璃幕墙结构设计	283

第一节	概述	283
第二节	单梁点支承玻璃幕墙	289
第三节	桁架点支承玻璃幕墙	292
第四节	张拉索杆结构点支承玻璃幕墙	303
第五节	点支承玻璃幕墙构造设计	336
第六节	张拉索杆结构设计计算	340
第八章	加工制作和安装施工	350
第一节	选料	350
第二节	构件式幕墙加工制作	353
第三节	单元式幕墙	367
第四节	全玻璃幕墙	384
第五节	点支承玻璃幕墙	384
第六节	安全规定	386
第九章	工程验收	388
第十章	保养和维修	399
附录(参考件)	玻璃幕墙使用维护说明书(草案)	402

第一章 概 论

第一节 规范修订的历史背景

21 世纪,我国幕墙行业进入到一个新发展阶段——从世界幕墙生产(使用)大国,向世界幕墙技术强国发展的新阶段。

我国建筑幕墙工业从 1978 年开始起步,经过 20 多年发展,特别是 20 世纪 90 年代的高速发展,到 21 世纪初,我国已成世界第一幕墙生产大国和世界第一幕墙使用大国。2003 年我国生产(使用)了约 900 万 m^2 建筑幕墙(其中点式玻璃幕墙约 80 万 m^2),当年幕墙产量(使用量)占全世界 1400 万 m^2 的 2/3 左右,到 2003 年底止我国共安装了约 6000 万 m^2 建筑幕墙,占世界总量 11000 万 m^2 的一半以上。现在国内幕墙生产企业已能为各种不同建筑提供所需的各种类型幕墙,国内企业在国内市场中占有 80% ~ 85% 左右份额,境外公司(含港、澳、台公司)占有不到 20% 市场份额。

随着北京申奥、上海申博成功,我国建筑幕墙会从目前平缓增长阶段进入新一轮增长,即从 1999 ~ 2002 年 5% ~ 7% 的年增长率,上升到两位数(11% ~ 15%)的年增长率。除了奥运(世博)场馆(展馆)及配套的生活设施有很大一部分要采用建筑幕墙外,申奥、申博成功将带动经济全面发展,申奥、申博成功不仅给北京、上海带来大的发展机遇,而且会带动环渤海经济圈和长江三角洲经济圈的发展。这两个经济圈有 30 个以上城市也会相应进入发展新阶段,这些城市将兴建一大批高层建筑和公共建筑(展览中心、大剧院、旅馆、商场),同时,珠江三角洲经济圈、开发大西北、振兴东北,一批城市将兴建高层建筑和公共建筑,而这些建筑都会大量使用建筑幕墙。上海已渡过公共(办公)建筑房地产发展的低谷,进入新一轮发展,上海在 20 世纪 90 年代兴建了一大批公共(办公)建筑,20 世纪 90 年代后期开始放慢发展速度,由于这些高楼不能在竣工后全部售(租)完,而有一定比例空置,到 2003 年上海高层建筑出售(租)率已超过 80%。根据房地产发展规律,当出售(租)率达到 80% 时,就是新一轮发展的开始,因为建筑有一定周期,等到已建房产全部售(租)完后开始开工,就会衔接不上。这样预期建筑幕墙年增长率将逐步增长到 15% 左右,“十五”期间建筑幕墙用量预测如表 1-1 所示。

建筑幕墙发展情况表(万 m^2)

表 1-1

年 份	合 计	玻 璃 幕 墙			石 材 幕 墙	其 他
		小 计	隐 框	点 式		
2001	750	500	350	50	40	210
2002	800	550	380	70	60	190
2003	900	600	400	80	80	220

续表

年 份	合 计	玻 璃 幕 墙			石 材 幕 墙	其 他
		小 计	隐 框	点 式		
2004	1000	650	400	100	100	250
2005	1150	730	450	110	120	300

根据建筑幕墙发展 50 多年的历史经验,当建筑幕墙某一项技术得到突破,对某些品种幕墙将产生重大影响,甚至是关键性影响,例如,硅酮结构胶技术的突破,使隐框玻璃幕墙突飞猛进发展,从 1992~1997 年,我国隐框玻璃幕墙年增长率平均达 35%。世界建筑幕墙发展的历史告诉我们,新式幕墙都是由建筑师创意、幕墙工程师最终实现的,建筑师们要站在建筑幕墙发展潮流的前列,领导这个潮流健康发展。近年来,国内建筑师创意设计了许多新型幕墙,如北京植物园温室、深圳市民中心平行弦网采光顶、上海科技馆卵形大厅、由东南大学高民权教授创意的南京新街口地下商场锥形玻璃采光顶与张拉膜雨篷组合,巧妙地将点支式玻璃结构与张拉膜组合并创造了新的结构体系,令人耳目一新。

世界上主要幕墙企业都在我国承包了工程,建成了若干有影响的工程,我国成了世界幕墙博览会。国外承包的工程,部分是以中外合作方式进行的,这样就为我们了解世界幕墙技术新发展,不出国门就能学习国外幕墙技术创造了条件。在建筑幕墙大发展的同时,相关产业如玻璃、硅酮密封胶、铝合金建筑型材等也同步发展,不仅在数量上满足了幕墙的需要(即建筑幕墙的大部分材料由国内生产、提供,仅小部分进口),而且这些行业的产品质量也与世界先进水平相近,有些甚至超过了世界先进水平,这就为建筑幕墙的发展提供了坚实基础。幕墙虽然是由国外开发传到我国的,由于我国生产和使用了如此大数量的幕墙,在生产、使用中积累了丰富的经验,在建造这些幕墙时进行了几千次物理性能试验和抗震试验,揭示了建筑幕墙的内在规律,如此巨大的市场使人们看出了中国发展幕墙技术的学术价值和市场价值,同时也因存在巨大的市场,从政府、学校到企业都筹集资金投入幕墙技术的开发和研究,并在开发研究中取得了丰硕的成果,在某些领域对世界幕墙技术发展作出了新贡献。在生产经验和科学实验的基础上,发扬我国已形成的产、学、研协同配合作战的传统,除了幕墙生产企业、专业试验机构(检测中心)对生产、试验进行总结外,全国很多科研院所、高校(含所属研究所)对建筑幕墙进行了多学科的研究,将上述生产经验、试验结果上升为科学理论,提出一大批研究报告,开发出一大批新技术、新检测方法、新工艺以及新理论和设计原理。同济大学结构学院颜德姮教授根据上海气象台的风速仪纪录分析结果,提出了阵风系数随不同粗糙度地区、不同高度变化的原理,并应用到上海市标准,现在 GB 50009 也按这一原理规定了阵风系数。颜教授还和她的研究生马锦明、马彩霞在世界上率先进行隐框玻璃幕墙抗震性能振动台试验;华南建设学院西院抗震研究中心徐忠根博士、中国建筑科学院王明贵博士先后进行了石材幕墙抗震性能振动台试验,这些试验揭示了模拟地震试验中建筑幕墙的反应机理,证明了只要构造设计合理,脆性材料面板幕墙也可具有良好的抗震性能,为大规模建造隐框玻璃幕墙和石材幕墙奠定了理论基础,并据此编出了世界上第一个国家标准《建筑幕墙抗震性能振动台试验方法》GB/T 18575。中国建筑科学院赵西安教授提出的板材“沿四周边缘为简支边,中肋支承线为固定边”的原则,为正确划分板区格支承条件奠定了基础。郑金峰教授和中国建筑科学院林若慈高工根据光学原理研究成果编制的《玻璃幕墙光

学性能》GB/T 18091,深入剖析了玻璃幕墙的光影响及相关光学性能指标和技术要求,澄清了关于光污染的种种非议,使玻璃幕墙健康发展。李之毅教授和厦门市建委甘南山高级工程师对玻璃幕墙在厦门市 9914 号台风中受损情况的全面调查、分析,使人们对玻璃幕墙安全、可靠性有了更明确的认识。上海金茂大厦建设过程中碰到风荷载的强度与其沿高度分布要比我国当时规范规定的小、型材壁厚小于当时规范要求的问题,这两个问题都由我国专家论证、试验顺利解决,这对于我国工程设计走出国门非常重要。清华大学李少甫教授领导的“建筑玻璃与金属结构研究所”在点支式幕墙的理论研究和计算机软件开发上作出了重大贡献(例如提出“对一个确定的结构,其预应力施加有一个可行的范围,即保证结构受力索的拉力小于其容许的最大拉力,平衡索的拉力仍大于零而不松弛”的原理,对拉索幕墙设计有重大指导作用)。我国已开发出多种建筑幕墙设计、计算软件,并在大部分幕墙企业中推广使用,初步实现了建筑幕墙设计、计算电脑化。

我国在幕墙技术理论开发上有了新进展,在进一步阐明“雨幕原理”(在外壁消除渗漏三要素中的作用要素,达到水淋不到内壁,而使内壁消除渗漏三要素中水的要素,达到不渗漏或少渗漏)的基础上,开发出超高性能单元式幕墙(水密性 $\geq 2500\text{Pa}$),新开发的具有三向转角微调功能、幕墙连接构件一侧固定定位、一侧活动并复位的单元式幕墙连接装置,使单元式幕墙在吊装、固定过程中能顺畅就位,避免了单元式幕墙在吊装过程中受损。

在 20 多年幕墙发展过程中,我国自行培养了一大批幕墙技术人才,这支人才队伍以博士、硕士为骨干,他们不仅成功地设计了很多大型工程幕墙,同时在幕墙试验和理论研究领域有许多重大成果,这支上千人的队伍分布在幕墙生产企业、专业试验机构(检测中心)、高等院校、科研院所,他们是我国幕墙技术的骨干力量。我国已建起了幕墙技术人才培养机制,自行编写了各种类型幕墙(隐框玻璃幕墙,金属与石材幕墙,单元式幕墙,点式幕墙等)系统教材,随着幕墙技术的发展,不断对幕墙技术人员进行培训和再教育,提高他们的技术素质,正因为有了这样的人才培训机制,极大地促进了幕墙行业的健康发展。

我国建筑幕墙发展的成就和发展的需要,对规范提出了修订要求,也为修订规范准备了条件。

第二节 规范修订的主要内容

(1)规范的适用范围。JGJ 102—2003 规范规定规范适用于非抗震设计和抗震设防烈度为 6、7、8 度抗震设防地区的民用建筑玻璃幕墙的设计、制作、安装施工、验收,以及保养和维修。

规范适用范围未包含工业建筑玻璃幕墙,主要考虑到工业建筑范围很广,往往有不同于民用建筑的特殊要求,如可能存在腐蚀、辐射、高温、高湿、振动、爆炸等特殊条件,本规范难以全部涵盖。当然,一般用途的工业建筑,其玻璃幕墙的设计、制作等可参照本规范的有关规定;有特别要求的,应专门研究处理,采取相应的措施。

设防烈度为 9 度的建筑物,尚无采用玻璃幕墙的可靠经验,并且 9 度时地震作用很大,主体结构的变形很大,甚至破坏可能比较严重,而目前玻璃幕墙的设计、制作、安装水平难以保证幕墙在 9 度抗震设防时达到规范第 1.0.3 条的要求,因此规范未将 9 度设防地区列入适用范围。对因特殊需要,不得不在 9 度抗震设防区使用的玻璃幕墙工程,应专门采取更有效

的抗震措施。

JGJ 102—2003 规范取消了玻璃幕墙适用高度的限制,同时增加了玻璃幕墙高度大于 200m 或体型、风荷载环境复杂时,宜进行风洞试验确定风荷载;

原规范 JGJ 102—96 的房屋高度适用范围是不超过 150m,本次修订取消了规范的适用范围,主要原因是:

1)编制规范 96 版本时,超过 150m 的玻璃幕墙工程不多,经验还比较少;1996~2002 年间,国内超过 150m 的玻璃幕墙工程迅速增加,积累了丰富的工程经验,为规范扩展其应用范围提供了技术依据和工程经验。另外,规范扩大应用范围也跟主体结构适用的最大高度调整有关,行业标准《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3—2002 中增加了 B 级高度高层建筑的有关规定,使房屋的最大适用高度有较大提高,非抗震设计时最高已达 300m。

2)玻璃幕墙自身质量较轻,按目前的地震作用计算方法,其地震作用效应非常有限,且地震作用的大小与幕墙高度无直接关系。经验表明,玻璃幕墙的设计主要取决于风荷载作用,对于形体复杂的幕墙工程或房屋高度较高(比如超过 200m)的幕墙工程应确保风荷载作用下的可靠性。规范第 5.3.4 条已有相关的规定和要求。

3)在保证重力、风荷载、地震作用计算合理,并且幕墙构件的承载力和变形能力符合规范有关要求的前提下,高度是否超过 150m 并不是主要的控制因素。

4)国外相关标准一般也没有最大适用高度的限制。

(2)根据新的《建筑结构荷载规范》和《建筑抗震设计规范》,修订了玻璃幕墙风荷载计算、地震作用计算、作用效应组合等内容。

(3)取消了有关温度作用效应计算的内容。

1)幕墙玻璃热炸裂是由于玻璃不同部位的温度不均匀,玻璃暴露在阳光直射的部分吸收红外线和可见光转化为热量,温度升高,这一部分玻璃受热膨胀(伸长),而处于镶嵌槽或阴影下的那一部分玻璃因受不到阳光的辐射,不能同步膨胀(伸长),内部热应力形成,受热多的区域对受热少的区域产生张应力,这种张应力超过玻璃的抗拉强度就会导致玻璃破裂。在玻璃边缘存在微小裂纹情况下更易引发热炸裂。JGJ 96—102 中式 5.4.4 给出了验算玻璃中部与边缘温差应力 σ_{tk} 的计算公式: $\sigma_{tk} = 0.74 E \alpha \mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4 (T_c - T_s)$,但规范修订时取消了该公式(该公式引自 JASS 14—85, JASS 14—96 已取消该公式),这并不是不再要求考虑热裂应力,而是由于该公式本身不够成熟,按该公式计算的结果不能真实反映热裂应力的本质,会导致对玻璃热裂应力的误解,必须对玻璃热裂应力的发生和发展进行深入地研究,待成熟后再列出计算公式,在没有计算公式的情况下,要采取必要的构造措施来防止热炸裂。

2)玻璃在温度变化影响下会热胀冷缩,玻璃的线胀系数为 1×10^{-5} ,一块边长 1500mm 的玻璃,当温度升高 80℃ 时会伸长 1.2mm。如果在安装玻璃时,玻璃与镶嵌槽底紧密接触,一旦伸长就会产生挤压应力,这种应力很大, $\sigma_1 = \alpha E \Delta T$ 。当 $\Delta T = 80^\circ\text{C}$ 时, $\sigma_1 = 1 \times 10^{-5} \times 0.72 \times 10^5 \times 80 = 57.6\text{N/mm}^2$,大于浮法玻璃强度标准值,因此在设计玻璃幕墙节点时,应使玻璃边缘与镶嵌槽底板间留有配合间隙,防止玻璃产生挤压应力。JGJ 102—96 式 5.4.3 给出在年温度变化影响下,玻璃边缘与边框之间发生挤压时,在玻璃中产生的挤压温度应力 σ_{tl} 的计算公式: $\sigma_{tl} = E[\alpha \Delta t - (2c - de)/b]$ 。在规范修订时已将此公式删除(该公式引自 JASS14—

85, JASS14—96 已删除该公式), 主要是该公式对挤压温度应力的描述不符合温度挤压应力的规律, 即温度挤压应力不会随 $\alpha\Delta t - (2c - de)/b$ 变化, 但并不是说规范否定了温度挤压应力, 而是要求在构造上采取措施, 务必使玻璃不产生挤压应力。

(4) 玻璃面板应力和挠度计算中, 考虑了几何非线性的影响, 对按弹性小变形理论的计算结果进行了修正。

(5) 增加了中空玻璃和夹层玻璃面板的计算方法和有关规定。

(6) 增加了单元式幕墙设计、加工制作、安装施工的有关规定。

(7) 增加了点支承玻璃幕墙设计、制作、安装等规定。

(8) 根据荷载和作用效应组合情况, 对正常使用状态下的玻璃幕墙构件的变形验算和变形控制条件进行了修改、调整, 更符合工程实际要求。

(9) 修改、增加了玻璃幕墙设计、安装、使用等环节的有关安全规定。

(10) 修改、调整了玻璃幕墙的有关构造设计规定。

《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 对幕墙的分类作了规定, 玻璃幕墙是建筑幕墙的一种形式。根据幕墙面板材料的不同, 建筑幕墙一般可分为玻璃幕墙、金属幕墙(不锈钢、铝合金等)、石材幕墙等。实际应用上, 尤其是大型工程项目中, 往往采用组合幕墙, 即在同一工程中同时采用玻璃、金属板材、石材等作为幕墙的面板, 形成更加灵活多变的建筑立面形式和效果。《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 适用于采用玻璃面板的建筑幕墙。

幕墙的分类方法较多, 而且不统一, 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003 按照下列方法分类:

(1) 根据幕墙玻璃面板的支承形式可分为框支承幕墙、全玻幕墙和点支承幕墙。框支承幕墙的面板由横梁和立柱构成的框架支承, 面板为周边支承板; 立面表现形式可以是明框、隐框和半隐框。全玻幕墙的面板和支承结构全部为玻璃, 玻璃面板通常为对边支承的单向板(整肋)或点支承面板(金属连接玻璃肋)。点支承幕墙的特点是支承面板的方式是点而不是线, 一般应用较多的为四点支承, 也有六点支承、三点支承等其他方式; 面板承受的荷载和地震作用, 通过点支承装置传递给其后面的支承结构(常为钢结构, 也有玻璃肋), 支承结构将面板的受到的作用传递到主体结构上。

(2) 根据框支承幕墙安装方式可分为构件式和单元式两大类。构件式幕墙的面板、支承面板的框架构件(横梁、立柱)等均在工程现场顺序安装; 单元式幕墙一般在工厂将面板、横梁和立柱组装为各种形式的幕墙单元, 以单元组件形式在工程现场安装为整体幕墙。

(3) 根据幕墙自身平面和水平面的夹角大小可分为垂直玻璃幕墙、斜玻璃幕墙和玻璃采光顶等。这种划分并无严格标准。根据与现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的协调意见, 《玻璃幕墙工程技术规范》的应用范围主要是垂直玻璃幕墙以及水平面夹角在 75° 和 90° 之间的斜玻璃幕墙。水平面夹角在 $0^\circ \sim 75^\circ$ 之间的各种玻璃幕墙(包括一般意义上的采光顶)属于行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的管理范围。

第三节 正确理解和应用幕墙技术规范

在幕墙技术大发展的同时, 我国幕墙技术标准化工作也同步发展, 先后颁发了《玻璃幕墙工程技术规范》、《建筑幕墙》、《金属与石材幕墙工程技术规范》、《建筑幕墙工程质量检验

标准》、《建筑幕墙物理性能分级》、《建筑幕墙光学性能》、《建筑幕墙平面内变形性能检测方法》、《建筑幕墙抗震性能振动台试验方法》等标准,这些标准的发布使幕墙技术标准形成了一个比较完整的标准化体系。与幕墙有关的设计规范如《建筑结构荷载规范》、《建筑抗震设计规范》、《钢结构设计规范》、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》等进行了修订,与幕墙有关的(铝型材、铝板、密封胶、紧固件、石材)材料标准,也随着这些材料采用新技术、新工艺、发展新品种而不断更新,这些标准的发布(修订)对促进幕墙技术发展、保证幕墙的安全使用起了重要作用。也有一些地方也出台了地方标准,例如:上海市标准《建筑幕墙工程技术规程(玻璃幕墙分册)》DBJ 08—56—96;四川省地方标准《建筑幕墙技术规程》DB 56/5008—94。还有一些协会标准,如:中国工程建设标准化协会标准《点支式玻璃幕墙工程技术规程》CECS 127:2001、上海市工程建设标准化办公室推荐的上海市建筑产品推荐性应用标准《全玻璃幕墙工程技术规程》DBJ/CT 014—2001等。由于这些标准是由不同部门、不同编制单位,在不同年代编制的,因此出现对同一事物规定不一致,在执行时以何种标准为准的问题;随着新技术、新材料、新工艺不断涌现,而规范始终滞后于这种形势,在采用新技术、新工艺、新材料时,如何规范技术行为也是一个亟待给予明确的问题。在《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102—2003审查会上,笔者曾向建设部标准化主管部门负责同志建议,在规范(规范条文说明)中,对此作些规定,以便行政主管部门、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等有一致的理解,在实际工程中便于操作。

《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001 问答(1)在回答(序号 15)“新规范在执行中,若发现某些条款与以前颁发的国家标准或行业标准不一致时如何解决”时,指出:“根据国家标准法,当国家标准与行业标准对同一事物的规定不一致时,应按国家标准执行。当不同的国家标准之间规定不一致时,应按最新颁布的中国国家标准执行。”

《解答》为我们正解理解和应用幕墙技术规范指出了方向,现行 3500 余项工程建设标准中有 2700 项属强制性标准,其条款达 15 万条之多。对这些标准国家用《中华人民共和国立法法》、《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国行政许可法》来规范和协调这些标准之间的关系。

《中华人民共和国立法法》第七十八条规定:“宪法具有最高的法律效力,一切法律、行政法规、自治条例和单行条例、规章都不得同宪法相抵触。”第七十九条规定:“法律的效力高于行政法规、地方性法规、规章。”第八十三条规定:“同一机关制定的法律、行政法规、地方性法规、自治条例和单行条例、规章,特别规定与一般规定不一致的,适用特别规定;新的规定与旧的规定不一致的,适用新的规定。”

《中华人民共和国标准化法》第六条规定:“对需要在全国范围内统一的技术要求,应当制定国家标准。国家标准由国务院标准化行政主管部门制定。对没有国家标准而又需要在全国某个行业范围内统一的技术要求可以制定行业标准。行业标准由国务院有关行政主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门备案,在公布国家标准之后,该项行业标准即行废止(*行业标准在相应的国家标准实行后,自行废止)。对没有国家标准和行业标准而又需要在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品安全要求可以制定地方标准。地方标准由省、自治区、直辖市标准化主管部门制定,并报国务院标准化行政主管部门和国务院有关行政主管部门备案,在公布国家标准或者行业标准之后,该项地方标准即行废止(*地方标准在相应的国家标准或行业标准实施后,自行废止)。

《中华人民共和国标准化法实施条例》第八条规定：“省、自治区、直辖市人民政府标准化行政主管部门统一管理本行政区域的标准化工作履行下列职责：……组织制定地方标准”，第九条规定：“省、自治区、直辖市人民政府有关行政主管部门分工管理本行政区域内本部门、本行业的标准化工作，履行下列职责：……承担省、自治区、直辖市人民政府下达的草拟地方标准的任务”。第十六条规定：“地方标准由省、自治区、直辖市人民政府标准化行政主管部门编制计划，组织草拟，统一审批、编号、发布。”

《中华人民共和国行政许可法》第七十条规定“下列事项可以设定行政许可：

(一)直接涉及国家安全、公共安全、经济宏观调控、生态环境保护以及直接关系人身健康、生命财产安全等特定活动，需要按照法定条件予以批准的事项；

(二)有限自然资源开发利用、公共资源配置以及直接关系公共利益的特定行业的市场准入等，需要赋予特定权利的事项；

(三)提供公众服务并且直接关系公共利益的职业、行业，需要确定具备特殊信誉、特殊条件或者特殊技能等资格、资质的事项；

(四)直接关系公共安全、人身健康、生命财产安全的重要设备、设施、产品、物品，需要按照技术标准、技术规范，通过检验、检测、检疫等方式进行审定的事项；

(五)企业或者其他组织的设立等，需要确定主体资格的事项；

(六)法律、行政法规规定可以设定行政许可的其他事项。”

第十三条规定：“本法第十二条所列事项，通过下列方式能够予以规范的，可以不设行政许可；

(一)公民、法人或者其他组织能够自主决定的；

(二)市场竞争机制能够有效调节的；

(三)行业组织或者中介机构能够自律管理的；

(四)行政机关采用事后监督等其他行政管理方式能够解决的。”

第十四条规定：“本法第十二条所列事项，法律可以设定行政许可。尚未制定法律的，行政法规可以设定行政许可。

必要时，国务院可以采用发布决定的方式设定行政许可。实施后，除临时性行政许可事项外，国务院应当及时提请全国人民代表大会及其常务委员会制定法律，或者自行制定行政法规。”

第十五条规定：“本法第十二条所列事项，尚未制定法律、行政法规的，地方性法规可以设定行政许可；尚未制定法律、行政法规和地方性法规的，因行政管理的需要，确需立即实施行政许可的，省、自治区、直辖市人民政府规章可以设定临时性的行政许可。临时性的行政许可实施满一年需要继续实施的，应当提请本级人民代表大会及其常务委员会制定地方性法规。

地方性法规和省、自治区、直辖市人民政府规章，不得设定应当由国家统一确定的公民、法人或者其他组织的资格、资质的行政许可；不得设定企业或者其他组织的设立登记及其前置性行政许可。其设定的行政许可，不得限制其他地区的个人或者企业到本地区从事生产经营和提供服务，不得限制其他地区的商品进入本地区市场。”

第十六条规定：“行政法规可以在法律设定的行政许可事项范围内，对实施该行政许可证作出具体规定。

地方性法规可以在法律、行政法规设定的行政许可事项范围内,对实施该行政许可作出具体规定。

规章可以在上位法设定的行政许可事项范围内,对实施该行政许可作出具体规定。

法规、规章对实施上位法设定的行政许可作出的具体规定,不得增设行政许可;对行政许可条件作出的具体规定,不得增设违反上位法的其他条件。”

第十七条规定:“除本法条十四条、第十五条规定的外,其他规范性文件一律不得设定行政许可。”

以上说明行政许可(也就是通常所说的“行政审批”),是行政机关依法对社会、经济事务实行事前监督管理的一种重要手段。行政许可是一项重要的行政权力。设定行政许可属于立法行为,应当符合《中华人民共和国立法法》确定的立法体制和依法行政的要求。原则上只有全国人大及其常委会、国务院可以设定行政许可,省、自治区、直辖市和较大的市人大及其常委会、人民政府可以依据法定条件设定行政许可,国务院部门及其他国家机关一律不得设定行政许可。总的来说,只有法律、行政法规和国务院有普遍约束力的决定可以设定行政许可,其他规范性文件一律不得设定行政许可。

2000年1月30日国务院发布了《建设工程质量管理条例》,条例规定建设工程质量管理采取技术法规与技术标准相结合的管理体制,技术法规是强制性的,是把那些涉及建设工程安全、人体健康、环境保护和公共利益的技术要求用法规形式规定下来,严格贯彻在工程建设中,不执行技术法规就是违法,就要受到处罚。而技术标准除了被技术法规引用部分以外,都是自愿采用的,可由双方在合同中约定。2000年8月25日建设部第81号令发布了《实施工程建设强制性标准监督规定》,“规定”第三条指出“工程建设强制性标准是指直接涉及工程质量、安全、卫生及环境保护方面的工程建设标准强制性条文。”[建设部以建标[2000]85号通知发布了《工程建设标准强制性条文》(房屋建筑部分)],“规定”第六条规定建设项目规划审查机关、施工图设计文件审查单位、建筑安全监督管理机构、工程质量监督机构,对工程建设规划、勘察、设计、施工、监理、验收等阶段执行强制性标准(即强制性条文)的情况实施监督。这就明确了《工程建设标准强制性条文》是参与建设活动各方执行工程建设强制性标准和政府对执行情况实施监督的依据,凡是列入条文的所有条款都必须严格执行,如果不执行,政府主管部门就应当按《条例》的有关规定,给予相应的处罚。而技术标准除了被技术法规引用部分(即强制性条文)以外,都是自愿采用的,可由双方在合同中约定。

新颁发的国家标准对规范性引用文的规定采用统一的文本:“下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡当注日期的引用文件,其随后的所有修改单(不包括勘误的内容)或修订版,均不适用于本部分,然而鼓励根据本部分达成的协议的各方研究是否可使用这些文件的新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。”

理解《立法法》、《标准化法》、《行政许可法》和建设部《关于实施工程建设强制性标准监督规定》等是我们执行幕墙技术标准的关键。下面讨论几个具体的热点问题:

1. 风荷载和地震作用取值

(1)《建筑结构荷载规范》GB 50009—2002从2002年3月1日起实施,原GBJ 9—87于2002年12月31日废止。《建筑结构荷载规范》第7.1.1条关于风荷载标准值的规定为强制性条文。所有行业(地方)标准中关于风荷载标准的规定,在2002年12月31日后自行废止。不执行GB 50009—2002第7.1.1条规定就是违法,如果建设单位或某些地方(行业)有关部