

建筑施工

安全技术规范

工程建设标准规范分类汇编

GONGCHENG
JIAN SHE

OZHUNGUIFAN
LEIHUIBIAN

● 中国建筑工业出版社



现代建筑装饰

——铝合金玻璃幕墙与玻璃采光顶

彭政国 张芹 孟庆范 编著



中国建筑工业出版社

(京) 新登字 035 号

铝合金玻璃幕墙与玻璃采光顶作为现代建筑装饰的重要手段越来越受到广大用户的欢迎,本书就是介绍这种现代建筑装饰技术的应用图书。

该书全面、系统地介绍了铝合金玻璃幕墙、采光顶、门窗的构造、材料性能、结构设计计算、制作安装、质量检验与控制、施工工艺等,并介绍了国内比较流行的各种铝合金玻璃幕墙、采光顶、门窗的品种系列。特别是对构造设计与节点、结构计算公式和设计参数等作了详细的阐述。该书特点是技术内容新颖、系统、全面、实用性强。

本书可供建筑装饰行业的设计、施工、管理人员使用,也可供广大用户单位参考。

* * *

责任编辑:余永祯

现代建筑装饰
——铝合金玻璃幕墙与玻璃采光顶
彭政国 张芹 孟庆范 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

北京市二二〇七工厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:25½ 字数:619千字

1996年9月第一版 1996年9月第一次印刷

印数:1 8,100册 定价:32.50元

ISBN 7-112-02890-6

TU·2202(8004)

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

铝合金玻璃幕墙、铝合金玻璃采光顶和铝合金门窗，这类现代建筑装饰技术已在我国广泛使用。1989年以来铝合金隐框玻璃幕墙在我国开始应用，为了帮助设计、使用、制造单位的工程技术人员掌握这门高新技术，编著者为锡厦铝门窗厂、太湖铝窗厂等单位举办的学习班，编写了《隐框型铝合金玻璃幕墙》讲义，经过近两年教学，培养了一批隐框幕墙技术人才。1991年底经过补充作为南通市土木建筑学会隐框玻璃幕墙学习班教材。中国建筑装饰铝制品协会将这份教材进行补充，充实了彭政国、孟庆范、王能三等撰写的章节，编成《铝合金隐框玻璃幕墙》一书，作为中国建筑装饰铝制品协会全国第一、二、三期隐框幕墙学习班教材；以后又编写了《铝合金玻璃采光顶》一书，作为中国建筑装饰铝制品协会全国第一、二期玻璃采光顶学习班教材。此外，编著者还为上海民用建筑设计院、华东建筑设计院、机械工业部设计研究院等单位学习班编写了讲课大纲。在以上各次讲课中，陆续编写了例题集、问题解答等，现又根据编著者参与近100项工程（约20万平方米幕墙）设计、施工积累的经验与资料，和近年来国内外开发的有关各种门窗、幕墙、采光顶的风压、气密、水密、抗震测试，以及粘接性、相容性试验资料，由张芹同志整理成书，取名《现代建筑装饰——铝合金玻璃幕墙与玻璃采光顶》。

本书编写过程中得到建设部建筑业司原副司长傅鹏高级工程师，中国建筑科学研究院工程抗震研究所王亚勇所长，同济大学结构学院副院长兼建工系主任颜德姮教授，上海民用建筑设计院副总建筑师张绍华高级建筑师、技术处副处长孙宝莲高级工程师，华东建筑设计院技术处长马锡元高级工程师等同志的指导；国家门窗质量监督检测部上海分部施伯年同志，以及西安飞机制造公司、沈阳飞机制造公司、美国通用电气（上海）公司、陶氏康龄公司上海代表处等单位为本书提供了各种测试资料和密封胶标准；清华大学建筑学院王朝风老师对本书提出很多建议。本书还采用了同济大学研究生院硕士研究生马锦明关于玻璃幕墙抗震研究的部分成果，在此一并致谢。

本书插图由吴社祥、陈喻军两同志设计绘制。

本书全面介绍了铝合金玻璃幕墙、采光顶、门窗的构造、结构计算、制作安装的原理和国内比较流行的幕墙、采光顶、门窗的品种、系列，特别是对构造设计与节点，结构计算公式和设计参数，主要材料的性能和技术参数等作了详细介绍。因此，本书兼有设计手册和材料手册的功能。

由于编著者水平和收集资料范围的局限，难免有遗漏和错误之处，请广大读者及专家指正。

目 录

第一章 绪论.....	1
第二章 幕墙（采光顶）的主要材料	5
第一节 钢材	5
第二节 铝镁合金（LD31）型材.....	9
第三节 密封胶	15
一、常用密封胶种类和性能	15
二、建筑密封胶（耐候胶）	18
三、结构密封胶	23
四、中空玻璃二道密封胶	29
五、管道防火密封胶	30
第四节 玻璃	31
一、普通平板玻璃	32
二、浮法玻璃	33
三、钢化玻璃	35
四、夹层玻璃	36
五、中空玻璃	37
六、吸热平板玻璃	39
七、压花玻璃	39
八、热反射玻璃	39
第五节 聚碳酸酯片与丙烯酸片	43
第六节 垫条与垫杆	44
一、垫条	44
二、垫杆	45
第三章 荷载与间接作用	46
第一节 概述	46
第二节 风荷载	47
一、基本风压	47
二、风压高度变化系数	50
三、风荷载体型系数	52
四、风振系数	54
五、阵风风压系数	55
六、设计风荷载标准值表达式	56
七、风压变形性能等级分级值与设计风荷载	57
第三节 雪荷载	57
一、基本雪压	58
二、屋面积雪分布系数	58

第四节 自重和活荷载	60
第五节 地震作用	60
一、震级和烈度	60
二、三个水准设防和二阶段设计	62
三、幕墙抗震设计原理	64
第六节 温度变化	65
第四章 结构设计原理和方法	68
第一节 结构设计方法的变迁	68
第二节 结构设计原理	70
第三节 概率极限状态设计法	73
第五章 幕墙的种类和构造特点	79
第一节 概述	79
第二节 幕墙与建筑物配合的构造设计	81
一、一个立面设幕墙	81
二、多个立面设幕墙	81
三、折线形幕墙	82
四、圆弧形幕墙	84
五、幕墙杆件与建筑物框架立面配合构造设计	86
第三节 幕墙的细部构造设计	88
第四节 幕墙防火构造设计	93
第五节 幕墙防雷构造设计	95
第六章 幕墙的物理性能及其分级	97
第一节 风压变形性能	98
第二节 空气渗透性能	101
第三节 雨水渗漏性能	103
第四节 保温性能	105
第五节 隔声性能	108
第六节 平面内变形性能	109
第七节 耐撞击性能	113
第七章 普通玻璃幕墙	115
第一节 普通玻璃幕墙的种类	115
一、整体镶嵌槽式	115
二、组合镶嵌槽式	116
三、混合镶嵌槽式	116
四、隐窗型	116
五、隔热型	116
第二节 普通玻璃幕墙构造设计	119
一、普通玻璃幕墙构造型式	119
二、元件式幕墙构造设计	120
三、转角部位构造	121
四、端部收口构造	123
五、曲面玻璃幕墙与折线型玻璃幕墙	125

六、幕墙连接节点	126
七、单元式幕墙构造设计	128
第三节 选用玻璃幕墙要注意的问题	129
第四节 铝合金玻璃幕墙系列和标记	132
第五节 铝合金型材截面设计	133
第六节 玻璃幕墙杆件设计计算	140
一、立挺计算简图及立挺验算	140
二、横梁的计算简图与横梁验算	145
第七节 玻璃幕墙连接设计计算	146
第八节 幕墙玻璃的选用与校核	150
一、幕墙玻璃初选	151
二、玻璃强度及刚度校核	151
三、玻璃热应力校核	156
第八章 铝合金隐框玻璃幕墙	162
第一节 隐框玻璃幕墙的发展过程和趋势	162
第二节 隐框玻璃幕墙构造设计	165
一、整体式幕墙	165
二、分离式幕墙	165
三、转角细部构造	172
四、圆弧形(折线形)细部构造	172
五、减少幕墙噪声细部构造	173
第三节 胶缝标准设计	173
第四节 胶缝设计计算	177
第五节 半隐框幕墙	186
第九章 全玻璃幕墙、铝板(不锈钢板、搪瓷钢板)幕墙、石材幕墙	194
第一节 全玻璃幕墙	194
第二节 铝板幕墙	198
一、单层铝板	198
二、复合铝板	206
三、蜂窝铝板	215
第三节 不锈钢板幕墙	217
第四节 搪瓷板幕墙	225
第五节 石材板幕墙	229
第十章 幕墙的制作、安装、检验与质量控制	241
第一节 生产准备工作	241
一、设计图纸	241
二、选料	244
第二节 杆件加工	246
一、放样	246
二、下料	246
三、加工	246
四、组件(开启扇、框)拼装	247

第三节 杆件安装	247
一、准备工作	247
二、测量放线	247
三、安装	248
第四节 普通幕墙安装玻璃	249
一、玻璃裁划及磨边	249
二、玻璃安装	250
第五节 结构玻璃装配组件制作	251
一、检查金属框与玻璃质量	251
二、净化	251
三、定位	252
四、涂胶	252
五、养护	253
六、清洗污渍	253
七、检查组件质量	253
第六节 隐框玻璃幕墙组装	254
第七节 检验规则	255
第八节 型式试验	256
第九节 质量控制检查	258
第十一章 玻璃采光顶设计原理与性能	260
第一节 玻璃采光顶设计原理	260
一、玻璃采光顶建筑的发展	260
二、玻璃采光顶的造型	262
三、玻璃采光顶的种类	266
第二节 玻璃采光顶物理性能及其分级	270
一、强度	271
二、抗震性能	272
三、空气渗透性能(气密性)	273
四、雨水渗漏性能(水密性)	274
五、保温性能	276
六、隔声性能	276
七、防冰雹(抗冲击)性能	276
八、防火设计	277
九、防雷设计	278
第十二章 玻璃采光顶的构造设计	279
第一节 概述	279
一、外力的影响	279
二、自然条件的影响	279
三、人为的影响	279
第二节 构造设计	280
一、铝合金明框玻璃采光顶	281
二、铝合金隐框玻璃采光顶	285
三、玻璃框架玻璃采光顶	287

第三节 连体玻璃采光顶构造	290
第四节 聚碳酸酯透明采光顶	291
一、透明塑料采光顶类型	291
二、透明塑料采光顶的性能	291
三、透明塑料片的裁割和装配	292
四、聚碳酸酯采光顶设计计算	293
第十三章 玻璃采光顶结构设计	295
第一节 玻璃采光顶典型结构型式	295
一、斜梁	295
二、曲线三铰拱	296
三、直线三铰拱	298
四、双铰圆拱	300
第二节 玻璃采光顶杆系设计方法	301
一、玻璃采光顶的设计荷载	301
二、设计方法和设计指标	303
第三节 铝合金采光顶杆件设计计算	303
一、单坡	303
二、双坡	304
三、四角锥(偶角锥)型	305
四、五角锥(奇角锥)型	306
五、半圆型	307
六、1/4 圆型	308
七、抛物线型	308
第四节 隐框玻璃采光顶胶缝设计计算	309
第五节 玻璃框架(全玻璃)玻璃采光顶结构设计	311
一、板式结构	311
二、梁式结构	312
三、肋形结构	313
第六节 玻璃采光顶主支承结构体系简介	314
一、单梁	314
二、井字梁系	315
三、桁架	315
四、网架	315
第七节 玻璃采光顶与主支承结构的连接	316
第十四章 玻璃采光顶的制作与安装	320
第一节 概述	320
第二节 玻璃采光顶的制作与安装	322
一、铝合金明框玻璃采光顶	322
二、铝合金隐框玻璃采光顶	323
三、全玻璃采光顶	324
第三节 玻璃采光顶质量控制	324
一、质量标准	324
二、全面质量管理	328

三、工程验收	330
第十五章 铝合金门窗	331
第一节 概述	331
第二节 建筑外窗物理性能及其分级	331
第三节 固定窗	341
第四节 平开窗	347
一、合页平开窗	349
二、滑轴平开窗	352
三、隐框平开窗	353
四、平开窗的技术要求	354
第五节 推拉窗	354
一、物理性能要求	354
二、推拉窗常用系列	357
三、推拉窗附件	368
第六节 组合窗	372
一、拼樘料类型	372
二、拼樘料计算	374
第七节 平开门	376
第八节 推拉门	381
第九节 地弹簧门	383
一、地弹簧门的技术要求	383
二、地弹簧的技术要求	384
第十节 连窗门	384
第十一节 制作与安装	385
第十二节 质量控制与检验	388
附录 建设部关于确保玻璃幕墙质量与安全的通知	393
附件 玻璃幕墙设计、制作、施工安装的若干技术规定	394
参考文献	396

第一章 绪 论

以铝合金玻璃幕墙和铝合金玻璃采光顶为代表的现代建筑装饰技术是建筑技术发展的产物。它是融建筑技术、建筑功能、建筑艺术为一体的建筑外部围护构件,是建筑物的高级装修。在一些经济发达的国家早就得到广泛应用。从某种意义上讲,它成为现代建筑的标志。

随着改革开放,铝合金玻璃幕墙(采光顶)在我国已逐步推广,起初主要在一些涉外工程中应用,其中大部分工程是由国外承包商承建的。从1978年起,我国铝合金幕墙(采光顶)工业开始起步,它和铝合金玻璃幕墙在建筑中推广应用同步发展,从无到有,从仿制到自行研究开发,从承担小工程到包揽大工程,从生产中、低档产品到生产高新技术产品,从做中低层建筑门窗到干高层建筑现代化隐框玻璃幕墙,从只能加工简单中低档型材到挤压复杂截面的高档型材,从依靠进口发展到对外承包工程,其发展之快,势头之猛,连外国人都感到吃惊。近几年铝合金隐框玻璃幕墙在我国大面积使用,由于这种幕墙的特殊魅力,倍受建筑师和建设单位的青睐,在全国掀起隐框幕墙热,不仅大中城市成片建造,沿海开放地区的小城镇与农村也遍地开花。深圳、上海等地已在建造一个单位工程中使用3.5万~4万 m^2 的隐框幕墙;在建单位工程中使用2万 m^2 以上隐框玻璃幕墙的建筑也有几十个。在江苏靖江市到无锡市的公路两侧,每个集镇都有采用隐框玻璃幕墙的建筑;村一级单位在民用建筑中采用隐框玻璃幕墙装修的也比比皆是,上海县马桥乡旗忠村文化中心、无锡县雪浪镇电话电缆厂托儿所和综合楼等也都采用隐框玻璃幕墙装修。1994年全国隐框玻璃幕墙使用量将超过150万 m^2 ,价值近20亿人民币。至于铝合金玻璃门窗,已逐步取代钢门窗成为大众化住宅门窗的主要品种,就是农村民居也开始大量使用铝合金门窗。无锡县港下镇张缪舍村丰元小区18户民居使用铝合金门窗810 m^2 ,平均每户45 m^2 ;无锡县玉祁镇黄泥坝村农民新村100户住宅全部使用铝合金门窗,使用面积5000 m^2 。到1993年底,全国已有近百家铝型材生产厂,300多条铝合金型材挤压生产线,年产量近20万t。全国生产铝合金门窗的工厂有近4000家,其中约300家生产隐框玻璃幕墙,与之相配套的镀膜玻璃生产厂已有近50家。这些说明铝合金玻璃幕墙(采光顶)在我国虽然起步较晚,但其发展迅猛,确有后来居上的气势。

铝合金玻璃幕墙(采光顶)十多年发展的实践造就了一大批铝合金玻璃幕墙(采光顶)的设计、施工、工艺人才,他们承担了各种复杂工程的设计与施工任务,开发出各种性能优良的铝合金玻璃幕墙(采光顶)。

随着建筑向高层、高级发展,对幕墙的性能和质量要求越来越高。许多高等院校,科研院所、门窗厂对幕墙的性能、作用、效能等开展了多学科、多课题研究,如幕墙抗震、抗风、气密、水密性能的研究、已取得一批成果,国家有关主管部门已制定了门窗国家标准20项(建筑外窗物理性能标准5项,铝合金门窗标准5项、铝合金门窗附件标准10项)。对铝合金玻璃幕墙标准也抓紧制订,已颁布的有国家标准《建筑幕墙物理性能分级》及风压

变形、空气渗透,雨水渗漏测试方法4项;行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》、《建筑幕墙产品标准》即将颁发;中国建筑装饰铝制品协会产品标准《铝合金玻璃幕墙》已于1993年8月颁发,从9月1日起实施。加上国家颁布的有关铝合金建筑型材、玻璃等国家标准,已初步形成质量标准化体系,这些标准的贯彻、执行,将使我国铝合金玻璃幕墙(门窗)的技术水平和质量跃上一个新台阶。但由于铝合金玻璃幕墙生产厂分散在全国各行各业,有建材系统的专业厂,有航空工业厂和有色金属行业的工厂,有空军修理厂,中外合资企业,而大多数是乡镇企业,全国尚没有一个部门或一个统一的全国行业协会能对这些工厂进行有效的行业管理,这些工厂技术水平相差悬殊,特别是量大面广的乡镇企业,缺少技术人员,从业人员缺少系统的技术知识,生产时看人家怎么做就跟着做。尤其对铝合金隐框玻璃幕墙这种高科技产品的技术复杂程度和风险度没有足够认识,殊不知铝合金隐框玻璃幕墙不是采用传统镶嵌槽机械夹持方法安装玻璃的,而是采用结构玻璃装配方法安装玻璃,即采用一种硅酮密封胶将玻璃固定在铝合金框架上,玻璃镶片所承受的水平方向的风荷载、垂直方向的自重荷载以及温度变化引起的伸缩效应,地震作用产生的效应均通过结构密封胶传给铝合金框架,一幢隐框玻璃幕墙由几百块、上千块、上万块玻璃用结构密封胶固定在铝合金框架上,如果有一块出了问题,就会造成严重的后果,因此结构胶的性能和质量、胶缝的节点设计、净化和涂胶工艺对安全起着关键作用,因此风险特别大。1987年美国A.G山福特曾写过一篇文章,题目是:“结构式装配玻璃是高技术,还是一场灾难的降临”。如果只看到一些表面的情况,不了解其实质,生产出来的产品质量就不会过关,尤其是物理性能差。铝合金玻璃幕墙行业小部分从业人员,利欲熏心,置质量于不顾,销售假冒伪劣产品;还有少数国外承包商欺我部分建设者缺少铝合金玻璃幕墙(采光顶)技术知识,倾销质次价高产品。各地曾出现了一些工程质量事故。如上海市青浦县一家镀膜玻璃厂,为宣传其镀膜玻璃产品,在建造厂房时由当地建筑公司制作安装了约300m²铝合金隐框玻璃幕墙,由于使用酸性胶,不久玻璃变色,不得不全部敲掉重做。包头市昆区五金交电商店的隐框玻璃幕墙完工不到2个月,成百块玻璃全部破碎。1991年7月19日7号台风在汕头登陆,在这次强台风摧撼下,不少高层建筑铝合金玻璃幕墙(门窗)松动脱落,连同破碎的玻璃像纸片一样随风飘跌,造成众多人员受伤。汕头特区某房地产公司一幢厂房1910m²铝合金门窗全部被狂风整排吹落,落地时的轰隆声不绝于耳。仅汕头特区范围内,受损单位40多个,损失折合人民币183万元。为此,汕头经济特区建设主管部门规定,所有铝合金玻璃幕墙(门窗)工程必须由设计部门提供设计图纸方准施工;设计部门在施工图中,必须对铝型材的型号、规格、性能,配件的材质、规格和安装方法等提出具体要求;应对工程结构受力进行计算校核;施工单位在施工前必须将主要铝型材样品送检,同时办理审定签证手续后方能施工。汕头市在沉痛的教训面前采取措施,亡羊补牢犹未晚也。其他地方虽还未发生像汕头市这样惨痛的损失,也应该未雨绸缪。一些地方可能原来就注重抓了质量,但也可能尚未碰上50年一遇的阵风。要知道像铝合金玻璃幕墙(门窗)这种薄壁轻型结构,要按50年一遇阵风袭击的安全目标来考虑,平均出现周期为50年的大风,究竟在哪一天出现带有随机性,不能认为十年、八年未出现大风就掉以轻心。1989年杭州一场台风就有几十幢建筑整层铝合金门窗掉落,值得我们深思。

十多年铝合金玻璃幕墙(采光顶)的生产、使用实践积累了许多宝贵的经验,不少工程在设计、制作中都有很多创造性成果,尤其是近几年对铝合金隐框玻璃幕墙进行大量的

粘接性试验、相容性试验、风压试验、抗震性能试验及相关的专题研究,提出了测试与研究报告,更丰富了铝合金玻璃幕墙的技术宝库。要使这些经验与成果成为全民的财富,就要总结经验,使之系统化,用这些经验和成果进一步补充、完善质量标准体系,更重要的是要使每个从事铝合金玻璃幕墙(采光顶)设计、制作、安装的人员都能充分掌握这些技术知识,并贯彻到每幢幕墙(采光顶)的设计、制作、安装全过程中,就是建设(使用)单位的技术人员也应具备一定基础知识。因此,要宣传这些技术,解释这些规范(标准),这个工作做好了,将使我国铝合金玻璃幕墙(采光顶)技术进一步提高,从而为赶超世界先进水平奠定坚实的基础。

我们还应该看到,在我国恢复了关税与贸易总协定缔约国地位,成为世界贸易组织成员国后,我国与世界各国的贸易往来要进一步发展,国外商品更多的进入我国。我国的产品也要走向世界,其中铝合金玻璃幕墙是我国最有希望走向世界的产品之一。生产铝合金玻璃幕墙的主要材料的质量和价格,我国与世界水平相近,而我国劳动成本低于世界水平,我们对铝合金玻璃幕墙的技术研究领先于港台,这样铝合金玻璃幕墙出口前景看好,我们应抓住机遇,努力工作,我国不仅要成为铝合金玻璃幕墙的生产大国,也要成为铝合金玻璃幕墙的出口大国。

为了实现上述目标,我们从现在起就要做好规划。首先是玻璃幕墙的科学研究规划,变目前分散无系统研究为全国集中力量攻关,针对目前幕墙技术的薄弱环节和到2010年的发展远景,选出若干关键课题,由一个全国协调中心组织有关科研院所、高等学校及有条件的工厂协同作战,研究玻璃幕墙与周围环境及所依附建筑的关系,在各种自然及人为作用下破坏的机理,和建筑物发展对幕墙功能、艺术、技术提出新的要求。特别是对幕墙的主要材料如密封胶、镀膜玻璃、配件的研制开发,使幕墙主要原材料的供应立足国内。同时要组织全国性学术研究成果,及时交流研究成果,研讨重要技术问题,提高幕墙技术水平。

其次,要做好人才培养规划,要培养一批玻璃幕墙的高级技术人才,使他们成为这个行业的科学技术带头人,其实这个目标只要列入议事日程是不难解决的。同济大学研究生院92级两位硕士研究生专攻玻璃幕墙抗震,目前完成的玻璃幕墙抗震试验,突破了美国、日本等国试验方法的局限性,逼真的模拟了地震时建筑物地震作用的效应,对提高我国玻璃幕墙抗震性能具有重大意义。我们要继续培养玻璃幕墙方面的博士、硕士,要在一些有条件的院校建筑学专业、工民建专业开设玻璃幕墙课程,还要对现有从事建筑设计、幕墙工业有关的专业人员进行培训,帮助他们掌握玻璃幕墙的系统知识,提高他们从事设计、科研、生产工艺的技术水平。

第三,做好行业发展规划。玻璃幕墙行业包括型材制造、玻璃制造和二次加工、密封胶制作、配件制造和幕墙生产五大部分。目前的状况是幕墙生产规模大,但很多厂技术水平低,只能用现有材料拼装产品,质量不理想,型材生产规模也不少,但复杂截面的挤压工艺不过关,特别是表面处理技术单一(主要为阳极氧化着色),且氧化着色质量还不过关,色差及膜厚波动较大,型材厂实际上肩负玻璃幕墙品种开发任务,但显得力不从心;玻璃制造厂的浮法玻璃生产有了较大发展,但高质量的玻璃生产量仍小,二次加工有了一定发展,但品种质量还远远赶不上需要;尤其是配件生产始终是玻璃幕墙行业的薄弱环节,只能生产一般门窗通用的低档配件,尚未开发玻璃幕墙专用高档配件,因而制约了玻璃幕墙

技术质量的提高；国产密封胶的开发还处于起步阶段，在使用领域还处于空白阶段；更为突出的问题是没有一个研究开发中心，统筹玻璃幕墙品种及其型材截面、表面处理，玻璃品种及二次加工，密封胶品种质量，配件，幕墙加工工艺的研制开发。这样的研究开发中心可以有几个，可单独设立，也可由一个集团设立或几个工厂联合设立，每个研究开发中心可有一部分固定研究开发人员，还要吸收国内外专家参与研究开发。

在实现以上规划时，要改变目前幕墙行业工厂分散、规模小、不能形成批量生产和规模效益的局面，应逐步形成若干个大型集团，进行规模生产，才能集科研、开发、生产、出口于一体，形成拳头产品，服务于国内又承接国外工程，以适应我国改革开放的总形势。

第二章 幕墙（采光顶）的主要材料

幕墙（采光顶）是用各种不同材质、性能的材料组合而成的。了解和掌握这些材料在各种应力状态和不同使用条件下的工作性能，根据幕墙（采光顶）的使用要求、荷载（作用）的性质，周围环境受力特性和应力分布，慎重选择幕墙（采光顶）材料，使幕墙（采光顶）既能安全可靠地满足使用要求，又尽量节约材料，降低造价。正确选择幕墙（采光顶）材料是设计、制造幕墙（采光顶）一项重要内容，为此我们要对这些材料作深入的探讨，掌握必要的基本知识。

幕墙（采光顶）用的主要材料是钢材、铝合金型材、玻璃、密封胶、垫条（垫杆）。各种特殊幕墙的专用材料在有关章节中介绍。

第一节 钢 材

钢材在铝合金幕墙（采光顶）材料中占很重要的地位。比较大的铝合金幕墙（采光顶）工程，要以钢结构为主骨架，铝合金幕墙（采光顶）与建筑物的连接构件大部分采用钢材，使用的钢材以 Q235 钢为主，它是延性材料中力学性能比较典型的材料，其他很多材料的力学性能的描述是从 Q235 钢引伸出来的，所以重点介绍 Q235 钢。

一、Q235 钢化学成份

Q235 钢 化 学 成 分

表 2-1

等级	化学成分%					脱氧方法
	C	Mu	Si	S	P	
			不大于			
A	0.14~0.22	0.30~0.65	0.30	0.05	0.045	F. b. Z
B	0.12~0.20	0.30~0.70		0.045		
C	≤0.18	0.35~0.80		0.04	0.04	Z
D	≤0.17			0.035	0.035	TZ

注：1. Q235A、B 级沸腾钢锰含量上限为 0.60%。

2. 符号：

A、B、C、D —— 分别为质量等级；

F —— 沸腾钢；

b —— 半镇静钢；

Z —— 镇静钢；

TZ —— 特殊镇静钢。

钢材的化学成分直接影响钢的组织构造，并与钢的力学性能有密切关系，钢的基本元素是铁（Fe），普通碳素钢中纯铁约占 99%，此外便是碳（C）等元素，以及在冶炼过程中

不易除尽的有害元素硫 (S)、磷 (P)、氧 (O)、氮 (N) 等。碳和其他元素虽然含量不大 (仅占 1% 左右), 但对钢材的力学性能却有决定性的影响。因此, 在选用钢材时, 要注意钢的化学成分, 钢中含碳多了不利于焊接, 一般在焊接结构中含碳常限制在 0.2% 以内。

二、钢材的强度与变形

钢材在受到轴心外力作用时, 杆件处于静力平衡状态并产生变形, 同时杆件内部产生了各部分互相作用, 这种由于外力作用而引起的同一杆件两部分之间互相作用叫做内力。

假想杆是由很多与杆轴线平行的细长“纤维”组成的, 当杆受轴心力时, 它的每根“纤维”的伸长 (缩短) 都相同, 如果杆的材料是均匀的, 则每一“纤维”所受的力也都相等。因此可以认为在受轴心力作用时, 杆在横截面上所受的力是均匀分布的。轴力就是这种均匀分布力的合力。这种均匀分布力的集度叫做应力。因为轴力的方向是与横截面成正交的, 所以叫做正应力。一般规定轴力和正应力的正负号为: 拉力和拉应力为正 (+), 压力和压应力为负 (-)。

杆在受到轴心力后产生变形, 如原长为 L 的杆, 受轴心力后, 杆长变为 L_1 , 则其变形量:

$$\Delta L = L_1 - L \quad (2-1)$$

假想杆内各处受力程度相同, 因而杆内各处的变形程度也相同, 这样就可以用:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2-2)$$

表示杆的每一单位长度的伸长, 这就是杆内任一点处的纵向线应变, 线应变 ϵ 是无量纲量。同样 ϵ 也将随着 ΔL 而有正 (+)、负 (-) (轴心拉伸时为正, 轴心压缩时为负) 之分。

三、钢材的拉伸试验

钢材的拉伸试验能够比较充分地显示出它的力学特性, 所以拉伸试验是一种最基本的试验。

试件一般采用圆形截面, 但也有采用方形或长方形的标准试件, 尺寸规定如下:

对圆试件: $L = 10d$ 或 $5d$ 。

对非圆试件: $L = 11.3 \sqrt{A}$ 或 $L = 5.65 \sqrt{A}$ 。

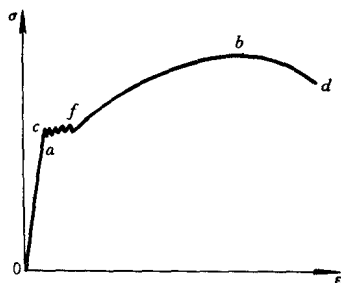


图 2-1 Q235 钢材 σ - ϵ 曲线

式中 L 为标距长度, d 为圆试件直径, A 为截面面积。试验结果可以画出拉伸图, 通常的做法是把拉伸图中的拉力除以试件的原截面积, 求得试件中的正应力 $\sigma = \frac{P}{A}$, 把伸长 ΔL 除以标距 L , 求得试件的纵向线应变 $\epsilon = \frac{\Delta L}{L}$, 然后根据求得的 σ 值和 ϵ 值画出材料的应力-应变曲线 (σ - ϵ 曲线)。许多试验机上都有自动画图设备, σ - ϵ 图可以在试验过程中自动画出。

从 Q235 钢的应力-应变曲线中可以看到, 在整个拉伸过程中, 可以把钢材的工作特性分成四个阶段:

1. 弹性阶段 ($0c$) 段

在加载的最初阶段, 钢材处于弹性阶段, 亦即荷载增加时变形也增加, 荷载降低到零时 (完全卸荷) 则变形也降低到零 (回到原点)。其中 $0a$ 段是一条斜直线, 荷载与伸长成正

比, 完全符合虎克定律。 a 点的荷载为比例极限荷载 N_p , 相应的应力叫做比例极限 σ_p ($\sigma_p = \frac{N_p}{A}$, A 为试件截面积), $\sigma_p \geq 200\text{N/mm}^2$, $\epsilon_p \approx 0.1\%$, 在比例极限以前应力 σ 与应变 ϵ 成正比关系, 即

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad (2-3)$$

式中的 E 是一个比例常数, 它表示材料抵抗弹性变形的能力, 是衡量材料弹性性质的一个重要指标, 称为材料的“弹性模量”。

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \tan \alpha \quad (2-4)$$

即以应力-应变曲线中直线部分的斜率表示弹性模量。但弹性模量的测取并不依靠此式, 因为当开始测取应变时应力不一定是零, 就是说应力与应变不能保证同时从零开始测取, 因此弹性模量用力的增量来计算, 如下式:

$$E = \frac{\Delta P \cdot L}{A \cdot \Delta (\Delta L)} \quad (2-5)$$

式中 ΔP —— 为每次增加的荷载 (N);

$\Delta(\Delta L)$ —— 为与 ΔP 相应的伸长 (cm);

L —— 试件长度 (cm);

A —— 试件截面积 (cm^2)。

过 a 点后线即微弯, 比 a 稍高的 c 点称为弹性极限。如果应力不超过 c 点, 卸荷后杆可恢复原形; 如超过则杆即存有残余变形。 c 点的荷载为弹性极限荷载 N_e , 相应的应力叫做弹性极限 σ_e , a 点与 c 点非常接近, 实际测取非常困难。

2. 屈服阶段 (cf 段)

当荷载超过 N_e (应力超过弹性极限 σ_e) 后, 荷载与变形不成正比例关系, 变形增加很快, 曲线成锯齿形波动, 甚至出现荷载不增加而变形仍在继续发展的现象, 这就是钢材对外力的屈服, 这个阶段称为屈服阶段。此时钢材的内部组织发生了变化, 纯铁体晶粒与晶粒之间产生滑移, 试件除弹性变形外, 还出现了塑性变形, 卸荷后试件不能完全恢复原来的长度而留有残余变形。卸荷后能消失的变形叫弹性变形, 而不能消失的这一部分变形叫残余变形 (或叫塑性变形)。

屈服阶段曲线上下波动, 屈服荷载 N_y 取波动部分的最低值 (下限), 相应的应力 σ_y 叫屈服点或流限。屈服阶段从开始 (c 点) 到曲线再度上升 (称为强化) 的变形范围较大, 相应的应变幅度称为流幅。Q235 钢的屈服点 $\sigma_y \geq 235\text{N/mm}^2$, $\epsilon_y \approx 0.15\%$ 。流幅从 $\epsilon \approx 0.15\%$ 至 $\epsilon \approx 2.5\%$ 。

3. 强化阶段 (fb 段)

屈服阶段之后, 钢材内部晶粒重新排列, 使抵抗外荷载的能力有所提高, 但此时钢材的弹性并没有完全恢复, 塑性特征非常明显, 曲线只是略有上升而达到顶点 b , 这个阶段称为强化阶段。对应于 b 的荷载 N_b 是试件所能承受的最大荷载, 与此相应的应力 σ_b 叫抗拉强度或极限强度 (用符号 f_t 表示), Q235 钢的 $\sigma_b \geq 370 \sim 460\text{N/mm}^2$ 。

4. 颈缩阶段 (bd 段)

当荷载达到极限值 N_b 时, 在试件材料质量较差的截面出现局部横向收缩, 截面面积开始显著缩小, 塑性变形迅速增大, 这叫颈缩现象。此时荷载不断降低 (实际上颈缩处应力