

GANGJIEGOU
GOUZAOYUSHITU

◆ 马瑞强 何林生 主编

钢 结 构

构造与识图



人民交通出版社

China Communications Press

GANGJIEGOU
GOUZAOYUSHITU

◆ 马瑞强 何林生 主编

钢 结 构

构造与识图



人民交通出版社

内 容 提 要

本书根据国家现行的《建筑制图标准》《房屋建筑制图统一标准》《建筑结构制图标准》和《钢结构设计制图深度和表示方法》等规范、标准进行编写,涵盖了识读钢结构设计施工图所需的基本知识。书中主要讲解了轻型门式刚架、多层及高层钢结构、网架网壳工程、管桁架工程等常见的钢结构施工图的识读。

本书的主要读者对象是高等院校土木工程专业在校大学生,以及刚刚从事钢结构设计与施工的工程技术人员。

图书在版编目 (C I P) 数据

钢结构构造与识图 / 马瑞强, 何林生主编. -- 北京:
人民交通出版社, 2010.9
ISBN 978-7-114-08496-6

I. ①钢… II. ①马… ②何… III. ①钢结构-建筑构造②钢结构-建筑工程-识图法 IV. ①
TU391②TU758.11

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第182527号

书 名: 钢结构构造与识图

著 作 者: 马瑞强 何林生

责任编辑: 陈志敏 王 霞 (wx@ccpress.com.cn)

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757969、59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 天津紫阳印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 18

字 数: 450 千

版 次: 2010年9月第1版

印 次: 2010年9月第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08496-6

定 价: 35.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

土木工程图纸是土木工程技术人员的书面语言。熟练掌握钢结构施工图的基本知识和正确理解钢结构施工图纸,是参加钢结构工程施工的技术人员必备的基本技能。

钢结构建筑以其强度高、抗震性能好、施工周期短等优点,在我们国家的工程中的使用呈现快速上升的趋势,但掌握钢结构技术的技术人员和工人却相对较少。对于刚参加工程建设的技术人员,也迫切希望了解钢结构房屋建筑的基本构造,看懂建筑施工图纸的需求。为了帮助钢结构技术人员快速识读钢结构施工图,编写了此书。

本书根据国家现行的《建筑制图标准》《房屋建筑制图统一标准》《建筑结构制图标准》和《钢结构设计制图深度和表示方法》等规范、标准进行编写,涵盖了识读钢结构设计施工图所需的基本知识。在编写过程不追求知识的系统性,讲求知识的实用性与灵活性,书中主要讲解了轻型门式刚架、多层及高层钢结构、网架网壳工程、管桁架工程等常见的钢结构施工图的识读。在编写中,我们尽量以图文并茂的方式,来呈现给读者,使读者对所学内容有更清晰、明了的认识,降低学习的难度,提高学习的效率。

全书共分9章:第1~7章主要由马瑞强编写,其中第7章的第2节、第3节由郭猛编写,第4节、第5节由王莹瑜编写;第8、9章由何林生编写。在前7章的编写过程中,文字输入工作得到了吴彦林的大力协助。

书中列举的常见的钢结构构造做法与施工图,选自各设计单位的施工图或标准图,为了方便读者阅读,作者对部分施工图作了一些必要的修改,在此谨向设计者表示敬意。

限于时间和编者的水平,不当和谬误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。您可以登录博客 <http://amajs.blog.163.com> 来发表自己看法,书中的勘误表也将发布到博客上。

编 者

2010年6月

目 录

第 1 章 钢结构概述	1
第 1 节 钢结构发展的历史、现状与趋势	1
第 2 节 钢结构的特点	4
第 3 节 钢结构的应用	6
第 2 章 钢结构材料	9
第 1 节 钢结构用钢材的分类	9
第 2 节 钢结构用钢材的选用	15
第 3 节 结构钢材的品种与规格	19
第 3 章 钢结构的连接	30
第 1 节 钢结构连接概述	30
第 2 节 螺栓连接	31
第 3 节 焊缝连接	40
第 4 节 焊接材料与表示方法	47
第 5 节 钢结构的其他连接方式	52
第 4 章 钢结构施工图的基本规定	56
第 1 节 钢结构设计制图阶段划分及深度	56
第 2 节 结构施工图识读注意事项	58
第 3 节 结构施工图的幅面规格与比例	60
第 4 节 结构施工图的定位轴线	66
第 5 节 结构施工图的尺寸标注	67
第 6 节 结构施工图的剖面图与断面图	73
第 7 节 结构施工图的索引符号与详图符号	75
第 5 章 焊缝常用符号识读	78
第 1 节 焊缝符号表示方法概述	78
第 2 节 焊缝常用符号识读	79
第 3 节 标准焊缝节点详图	90
第 6 章 轻型门式刚架施工图识读	96
第 1 节 轻型门式刚架结构概述	96

第2节	轻型门式刚架柱脚锚栓的构造	119
第3节	轻型门式刚架梁与刚架柱的构造	120
第4节	轻型门式刚架檩条与墙梁的构造	131
第5节	柱间支撑与屋面支撑的构造	141
第6节	压型钢板、保温夹心板的构造	149
第7节	门式刚架施工图的内容	154
	工程实例图识读	159
第7章	多层及高层钢结构施工图识读	170
第1节	多层及高层钢结构概述	170
第2节	多层及高层钢结构的柱脚构造	174
第3节	多层及高层钢结构的柱子构造	185
第4节	多层及高层钢结构的梁构造	192
第5节	多层及高层钢结构的梁柱节点构造	201
第6节	多层与高层钢结构的支撑构造	212
	工程实例图识读	235
第8章	网架网壳工程施工图识读	236
第1节	网架结构概述	236
第2节	网架结构识图	240
第3节	网架配件连接的识图	247
第4节	网架支座的识图	253
第5节	网架与屋面板连接的识图	254
第6节	网架检修马道的识图	258
	工程实例图识读	260
第9章	管桁架结构工程施工图识读	265
第1节	管桁架结构形式与分类的认识	265
第2节	管桁架的节点形式	267
第3节	管桁架相贯线焊接	268
第4节	管桁架连接接点识图	270
	工程实例图识读	275
	参考文献	281

第1章 钢结构概述

主要内容: 钢结构发展的历史、现状和趋势;钢结构的优缺点与应用范围。

目标: 了解钢结构发展的历史、现状和趋势;熟悉钢结构的优缺点。

重点: 钢结构的优缺点与应用范围。

技能点: 钢结构的优缺点与应用范围。

第1节 钢结构发展的历史、现状与趋势

一、钢结构发展的历史

钢是铁碳合金,人类采用钢结构的历史与炼铁、炼钢技术的发展是密不可分的。中国早在春秋时期已发明铸铁技术。现代所知的早期铸铁器件如江苏六合铁丸、湖南长沙铁铤、铁鼎等,其年代都在公元前6世纪左右,这与《左传》昭公二十九年(公元前513年)“赋晋国一鼓铁以铸刑鼎”的记载是相符合的。商周时期高度发展的青铜冶铸业,从生产能力到矿石燃料整备、筑炉、制范技术,为铸铁技术的发明和迅速发展提供了前提。最初的铸铁件,形制与同类青铜铸件相近。铁矿石由竖炉熔炼,得到铁水后直接用陶范铸造。早期的铸铁都是高碳低硅的白口铁,性脆硬,易断裂。为使铸铁能制作生产工具,战国前期发明了韧性铸铁,通过脱碳热处理和石墨化热处理,分别获得脱碳不完全的白心韧性铸铁和黑心韧性铸铁。战国中期以后,铸铁器逐步取代铜、木、石、蚌器,成为主要的生产工具,出土实物有犁铧、耒、铲、铤、镰、锄、斧、铤、凿等。

公元65年(汉明帝时代),已成功地用锻铁为铁环,环环相扣成链,建成了世界上最早的铁链悬桥——霁虹桥(又名兰津桥),见图1-1。霁虹桥是博南古道上的重要桥梁,横跨于永平县西部杉阳镇岩洞村和保山市水寨乡平坡村之间的澜沧江上。霁虹桥全长106米,宽3.7米,净跨60余米,由18根铁索组成,铁索两端固定在澜沧江两岸的峭壁上,桥的两端建有一亭和两座关楼。

我国古代建有许多铁建筑物,比如公元694年在洛阳建成的“天枢”,高35m,直径4m,顶有直径为11.3m的“腾云承露盘”,底部有直径约16.7m用来保持天枢稳定的“铁山”,相当符合力学原理。公元1061年(宋代)在湖北荆州玉泉寺建成的13层铁塔(图1-2),目前依然存在。这些结构都表明,我们中华民族对铁的应用,曾处于世界领先地位。



图 1-1 霁虹桥(兰津桥)

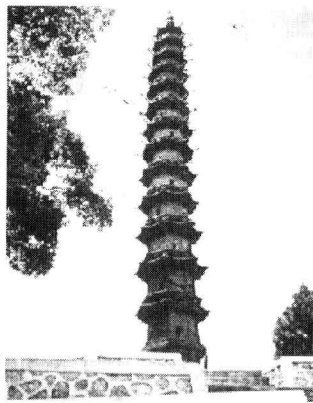


图 1-2 玉泉寺建成的 13 层铁塔

欧美等国家中,英国是最早将铁作为建筑材料的国家,但在 1840 年以前,还只能采用铸铁来建造拱桥。1840 年以后,随着铆钉连接和锻铁技术的发展,铸铁结构逐渐被锻铁结构取代,1846~1850 年间在英国威尔士修建的布里塔尼亚桥是这方面的典型代表。该桥共有 4 跨,跨长分别为 $70+140+140+70\text{m}$,每跨均为箱型梁式桥,由锻铁型板和角铁经铆钉连接而成。在 1855 年英国人发明贝氏转炉炼钢法,1865 年法国人发明平炉炼钢法,以及 1870 年成功轧制出工字钢之后,西方国家形成了工业化大批量生产钢材的能力,强度高且韧性好的钢材才开始在建筑领域逐渐取代锻铁材料,自 1890 年以后成为金属结构的主要材料。20 世纪初焊接技术的出现,以及 1934 年高强度螺栓连接的出现,极大地促进了钢结构的发展。

我国由于长期处于封建主义统治之下,束缚了生产力的发展,1840 年鸦片战争以后,更沦为半封建半殖民地国家,经济凋敝,工业落后,古代在铁结构方面的技术优势早已丧失殆尽。1907 年我国才建成了汉阳钢铁厂,年产钢只有 0.85 万吨。在半封建半殖民地的百年历史中,中国也曾建造过一些钢桥和钢结构高层建筑,但绝大多数是外国人设计的。

二、钢结构发展的现状

新中国成立以后,随着经济建设的发展,钢结构在重型厂房、大跨度公共建筑、铁路桥梁以及塔桅结构中得到一定程度的应用。重型厂房方面,我国几个大型钢铁联合企业如鞍山、武汉和包头等钢厂的炼钢、轧钢和连铸车间等都采用钢结构。在公共建筑方面,1975 年建成跨度达 110m 的三向网架上海体育馆、1962 年建成直径为 94m 的圆形双层辐射式悬索结构北京工人体育馆、1967 年建成的双曲抛物面正交索网的悬索结构浙江体育馆也都采用钢结构。桥梁方面,1957 年建成的武汉长江大桥和 1968 年建成的南京长江大桥都采用了铁路公路两用双层钢桁架桥。在塔桅结构方面,广州、上海等地都建造了高度超过 200m 的多边形空间桁架钢电视塔;1977 年北京建成的环境气象塔是一个高达 325m 的 5 层纤绳三角形杆身的钢桅杆结构。但由于受到钢产量的制约,钢结构被限制使用在其他结构不能代替的重大工程项目中,严重制约了钢结构在中国国内的发展。

实行改革开放政策以来,我国经济建设有了日新月异的发展,钢铁产量逐年增加。自 1996 年超过 1 亿吨以来,一直位列世界钢产量的首位,成为钢铁大国。我国的建筑结构用钢政策,也从“限制使用”改为积极合理地推广应用。钢结构才有了前所未有的发展,应用的领域有了较大的扩展。

高层和超高层房屋、多层房屋、单层轻型房屋、体育场馆、大跨度会展中心、大型客机检修库、自动化高架仓库、城市桥梁、大跨度公路桥梁、粮仓以及海上采油平台等大多采用钢结构。应用示例见图 1-3~图 1-8。

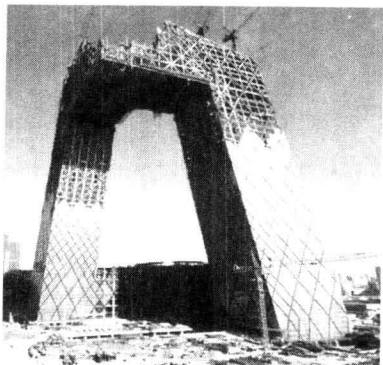


图 1-3 CCTV 新台址

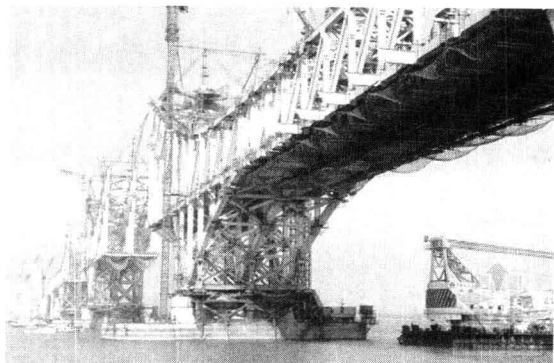


图 1-4 南京大胜关大桥



图 1-5 国家体育场(鸟巢)

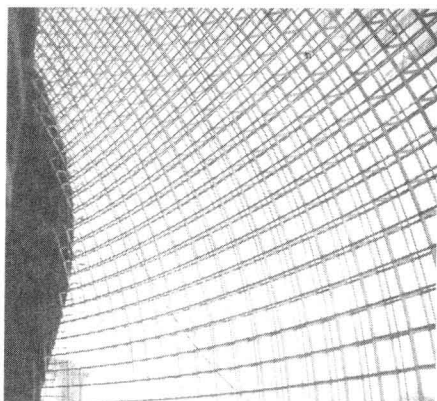


图 1-6 国家大剧院

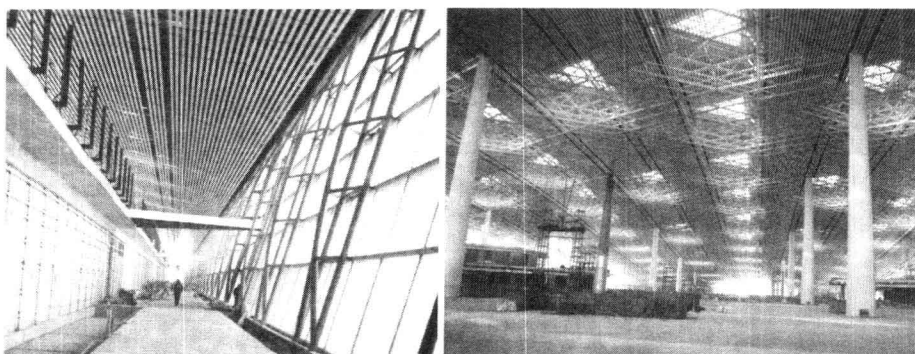


图 1-7 北京首都国际机场 T3 航站楼

我国钢结构的快速发展已受到世界各国的瞩目,其中北京 2008 年奥运会的体育设施[国家体育场(鸟巢)、国家游泳馆(水立方)]、CCTV 新台址、国家大剧院、北京首都国际机场 T3 航站楼、北京南站、北京电视中心、广州新白云国际机场等钢结构建筑的建成,更标志着我国的大跨度空间钢结构已进入世界先进行列。桥梁方面,九江长江大桥、上海卢浦大桥、

南京长江三桥、武汉天兴洲大桥和京沪高速铁路南京大胜关大桥等桥梁的建造,标志着我国已有能力建造现代化的桥梁。



图 1-8 南京火车站

三、钢结构发展的趋势

在多年工程实践和科学研究的基础之上,《钢结构设计规范》(GB 50017)和《冷弯薄壁型钢结构技术规范》(GB 50018)已发布实施,钢材质量及钢材规格已能满足建筑钢结构的要求,市场经济的发展与不断成熟更为钢结构的发展创造了条件。可以预期,今后我国钢结构的发展方向主要在以下几个方面:

1. 发展高强度低合金钢材

逐步发展高强度低合金钢材,除 Q235 钢、Q345 钢外,Q390 钢和 Q420 钢在钢结构中的应用尚有待进一步研究。

2. 钢结构设计方法的改进

概率极限状态设计方法还有待发展,因为它计算的可靠度还只是构件或某一截面的可靠度,而不是结构体系的可靠度,同时也不适用于疲劳计算的反复荷载作用下的结构。另外,结构设计上考虑优化理论的应用与计算机辅助设计及绘图都得到很大的发展,今后还应继续研究和改进。

3. 结构形式的革新

结构形式的革新也是今后值得研究的课题,如悬索结构、网架结构和超高层结构等近年来得到了很大的发展和应用。钢—混凝土组合结构的应用也日益推广,但结构的革新仍有待进一步发展。

第 2 节 钢结构的特点

一、钢结构的优点

钢结构体系具有自重轻、工厂化制造、安装快捷、施工周期短、抗震性能好、投资回收快、环境污染少等综合优势,与钢筋混凝土结构相比,更具有在“高、大、轻”三个方面发展的独特

优势。在全球范围内,特别是发达国家和地区,钢结构在建筑工程领域中已得到合理、广泛的应用。钢材已经被认为是可以可持续发展的材料,因此从长远发展的观点看,钢结构将有良好的应用发展前景。

目前,钢结构在房屋建筑、地下建筑、桥梁、塔桅和海洋平台中都得到广泛采用,这是由于钢结构与其他材料的结构相比,具有如下优点:

1. 建筑钢材强度高、自重轻

钢材强度高,与混凝土、木材相比,虽然密度较大,但其强度较混凝土和木材要高得多,其密度与强度的比值一般比混凝土和木材小,因此在承受同样荷载的情况下,钢结构与钢筋混凝土结构、木结构相比,构件较小,自重较轻,适用于建造跨度大、高度高、承载重的结构。结构的轻质性可用材料的密度和强度的比值——密强比来衡量,密强比值越小,结构相对越轻。以同样的跨度承受同样的荷载,钢屋架的质量不超过钢筋混凝土屋架的 $1/4\sim 1/3$,冷弯薄壁型钢屋架可达 $1/10$,为运输和吊装提供了方便。由于钢构件常较柔细,因此稳定问题比较突出,应充分注意钢结构的稳定性问题。

2. 钢结构的塑性好

钢材塑性好,钢结构在一般的条件下不会因超载而突然断裂,只会增大变形,故容易被发现。此外,还能将局部高峰应力进行重分配,使应力变化趋于平缓。

3. 材质均匀,和力学计算的假定比较符合

钢材内部组织比较均匀,接近各向同性,可视为理想的弹—塑性体材料,因此,钢结构的实际受力情况和工程力学的计算结果比较符合,在计算中采用的经验公式不多,计算的不确定性较小,计算结果比较可靠。

4. 工业化程度高,工期短

钢结构所用材料皆可由专业化的金属结构厂轧制成各种型材,加工制作简便,准确度和精密度都较高。制成的构件可运到现场拼装,采用焊接或螺栓连接。因构件较轻,故安装方便,施工机械化程度高,工期短,为降低造价、发挥投资的经济效益创造了条件。

5. 密封性好

钢结构采用焊接连接后可以做到安全密封,能够满足一些要求气密性和水密性好的高压容器、大型油库、气柜油罐和管道等的要求。

6. 抗震性能好

钢结构由于自重轻和结构体系相对较柔,所以受到的地震作用较小,钢材又具有较高的抗拉和抗压强度以及较好的塑性和韧性,因此在国内外的历次地震中,钢结构是损坏最轻的结构,已被公认为是抗震设防地区特别是强震区的最合适结构材料。

7. 耐热性较好

温度在 200°C 以内,钢材性质变化很小,当温度达到 300°C 以上时,强度逐渐下降,达到 600°C 时,强度几乎为零。因此,钢结构可用于温度不高于 200°C 的场合。在有特殊防火要求的建筑中,钢结构必须采取保护措施。

8. 钢材的可重复使用性

钢结构加工制造过程中产生的余料和碎屑,以及废弃和破坏了的钢结构或构件,均可回炉重新冶炼成钢材重复使用。因此钢材被称为绿色建筑材料或可持续发展的材料。

二、钢结构的缺点

1. 耐腐蚀性差

钢材在潮湿环境中,特别是在处于有腐蚀性介质的环境中容易锈蚀。因此,新建造的钢结构应定期刷涂料加以保护,维护费用较高。目前国内外正在发展各种高性能的涂料和不易锈蚀的耐候钢,钢结构耐锈蚀性差的问题有望得到解决。

2. 耐火性差

钢结构耐火性较差,在火灾中,未加防护的钢结构一般只能维持 20min 左右。因此在需要防火时,应采取防火措施,如在钢结构外面包混凝土或其他防火材料,或在构件表面喷涂防火涂料等。

3. 钢结构在低温条件下可能发生脆性断裂

钢结构在低温和某些条件下,可能发生脆性断裂,还有厚板的层状撕裂等,都应引起设计者的特别注意。

第 3 节 钢结构的应用

钢结构行业通常分为轻型钢结构、高层钢结构、住宅钢结构、空间钢结构和桥梁钢结构 5 大子类。钢结构是指用钢板和热轧、冷弯或焊接型材通过连接件连接而成的能承受和传递荷载的结构形式。钢结构由于其自身的特点和结构形式的多样性,随着我国国民经济的迅速发展,应用范围越来越广。目前钢结构应用范围大致如下:

1. 大跨结构

结构跨度越大,结构自重荷载中所占的比例就越大,减轻结构的自重就显得更加重要。钢材强度高而结构自重轻的优势正好适合于大跨结构,因此钢结构在大跨空间结构和大跨桥梁结构中得到了广泛的应用。所采用的结构形式有空间桁架、网架、网壳、悬索(包括斜拉体系)、张弦梁、实腹或格构式拱架和框架等,见图 1-9。

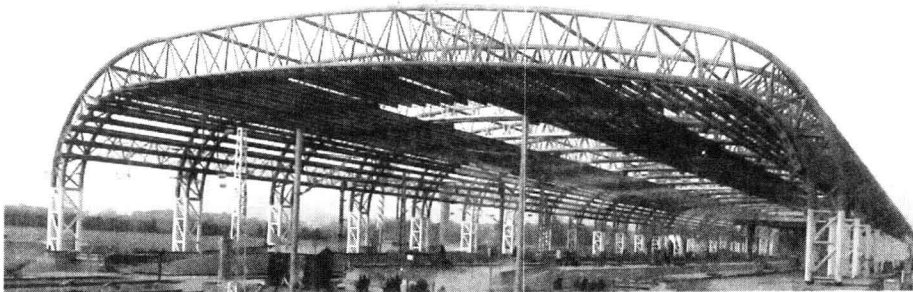


图 1-9 火车站站台

2. 工业厂房

吊车起重量较大或者其工作较繁重的车间的主要承重骨架多采用钢结构。有强烈辐射

热的车间,也经常采用钢结构。结构形式多为由钢屋架和阶形柱组成的门式刚架或排架,也有采用网架做屋盖的结构形式。

钢结构重量轻不仅对大跨结构有利,对屋面活荷载特别轻的小跨结构也有优越性。因为当屋面活荷载特别轻时,小跨结构的自重也成为一个重要因素。冷弯薄壁型钢屋架在一定条件下的用钢量可比钢筋混凝土屋架的用钢量还少。轻钢结构的结构形式有实腹变截面门式刚架、冷弯薄壁型钢结构(包括金属拱形波纹屋盖)以及钢管结构等,见图 1-10。

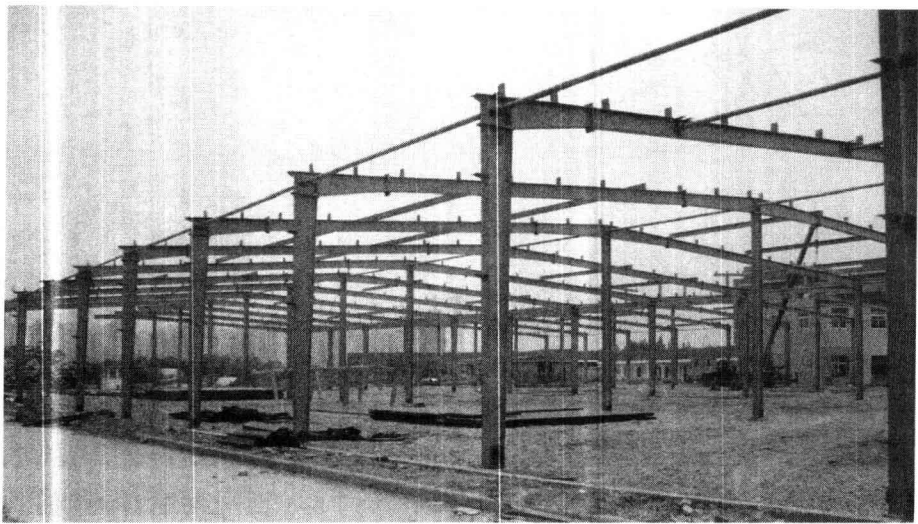


图 1-10 轻钢门式刚架

3. 受动力荷载影响的结构

由于钢材具有良好的韧性,设有大型吊车的工业厂房中,吊车梁往往由钢制成。对于抗震能力要求较高的工程结构,也适宜采用钢结构。

4. 多层和高层建筑

由于钢结构的综合效益指标良好,在国外多、高层民用建筑中得到了广泛的应用,国内也正在逐步扩大应用。其结构形式主要有多层框架、框架—支撑结构、框架—核心筒结构、悬挂、巨型框架等。

5. 高耸结构

高耸结构包括各种塔架和桅杆结构,如广播、通信和电视发射用的塔架,高压输电线路的塔架和桅杆等,见图 1-11。

6. 可拆卸的结构

钢结构不仅重量轻,可用螺栓来连接,因此适用于需要搬迁的结构,如各种野外作业的生产和生活临时用房的骨架等。建筑施工中,钢筋混凝土结构施工用的模板和支架,以及建筑施工用的脚手架等也大量采用钢材制作。

7. 容器和其他构筑物

工业生产中大量采用钢板做成的容器结构,包括油罐、煤气罐、高炉、热风炉等。经常使用的皮带通廊栈桥、管道支架、锅炉支架、海上采油平台等结构也常采用钢结构。

8. 钢和混凝土的组合结构

钢构件和板件受压时必须满足稳定性要求,一般不能充分发挥钢材强度高的作用,而混

凝土则最宜于受压不适于受拉,将钢材和混凝土并用,使两种材料都充分发挥它的长处,是一种合理的结构。此类结构形式广泛应用于高层建筑、大跨桥梁、工业厂房和地铁站台柱等。图 1-12 所示为上海环球金融中心。

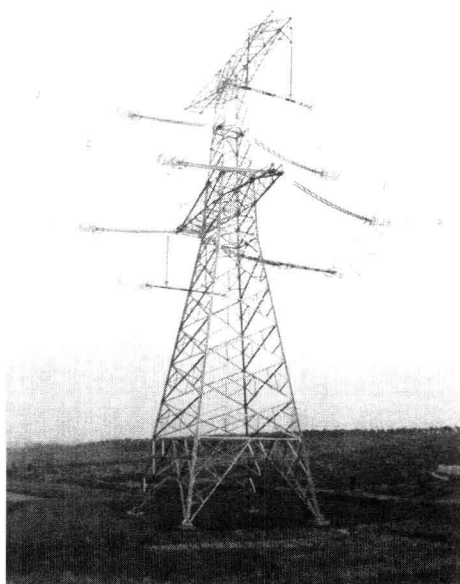


图 1-11 输电塔架

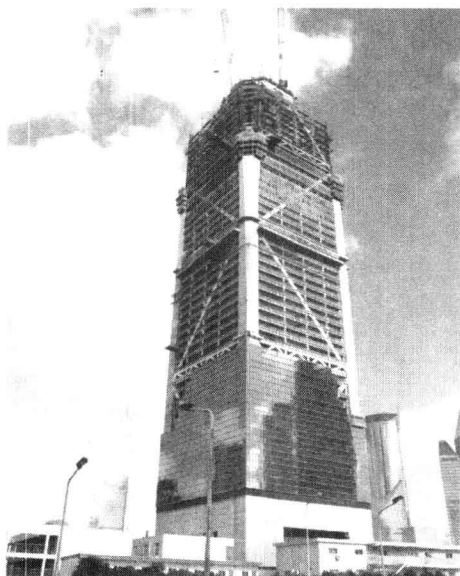


图 1-12 上海环球金融中心

第2章 钢结构材料

第2章

钢结构材料

主要内容: 钢结构用钢材的分类; 钢材的选用; 钢材的品种、规格和标准。

目标: 熟悉钢结构用钢材的分类和选用; 熟悉钢结构用钢材的品种、规格和标准。

重点: 钢结构用钢材的分类; 钢结构用钢材的品种、规格和标准。

技能点: 钢结构用钢材的分类; 钢结构用钢材的品种、规格和标准。

第1节 钢结构用钢材的分类

一、钢材的分类

钢的分类方法很多, 通常有以下几种分类方法(图 2-1)。

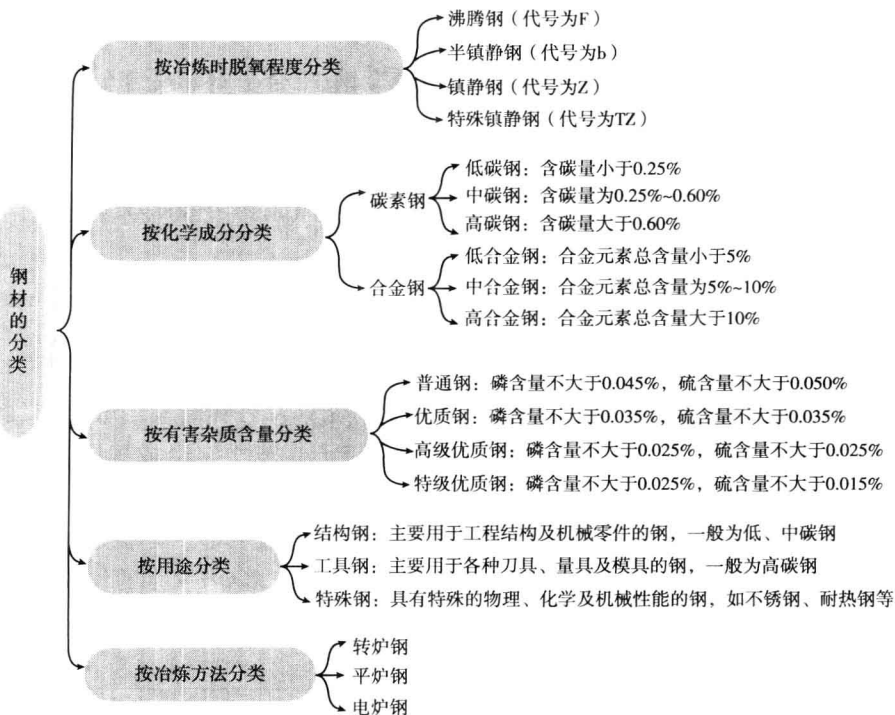


图 2-1 钢材的分类方法

1. 按冶炼时脱氧程度分类

按脱氧程度不同,钢分为沸腾钢(代号为 F)、半镇静钢(代号为 b)、镇静钢(代号为 Z)和特殊镇静钢(代号为 TZ),镇静钢和特殊镇静钢的代号可以省去。

(1)沸腾钢。炼钢时仅加入锰铁进行脱氧,脱氧不完全,钢液中还有较多金属氧化物,浇铸钢锭后钢液冷却到一定的温度,其中的碳会与金属氧化物发生反应,生成的大量一氧化碳气体外逸,引起钢液激烈沸腾,因而这种钢材称为沸(Fei)腾钢,其代号为“F”。

(2)镇静钢。炼钢时一般用硅脱氧,也可采用锰铁、硅铁和铝锭等作为脱氧剂,脱氧完全,钢液中金属氧化物很少或没有,在浇铸钢锭时钢液会平静地冷却凝固,这种钢称为镇(Zhen)静钢,其代号为“Z”。镇静钢组织致密,气泡少,偏析程度小,各种力学性能比沸腾钢优越,可用于受冲击荷载的结构或其他重要结构。

(3)半镇静钢。用少量的硅进行脱氧,脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢之间,钢液浇筑后有微弱沸腾现象,故称为半(ban)镇静钢,代号为“b”。半镇静钢是质量较好的钢。

(4)特殊镇静钢。比镇静钢脱氧程度更充分彻底的钢,故称为特(Te)殊镇(Zhen)静钢,代号为“TZ”。特殊镇静钢的质量最好,适用于特别重要的结构工程。

2. 按化学成分分类

(1)碳素钢。化学成分主要是铁,其次是碳,故也称碳钢或铁碳合金,其含碳量为 $0.02\% \sim 2.06\%$ 。碳素钢除了铁、碳外还含有极少量的硅、锰和微量的硫、磷等元素。

碳素钢按含碳量不同又可分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。低碳钢含碳量小于 0.25% ;中碳钢含碳量为 $0.25\% \sim 0.60\%$;高碳钢含碳量大于 0.60% 。

(2)合金钢。合金钢是在炼钢过程中,为改善钢材的性能,特意加入某些合金元素而制成的一种钢。常用合金元素有:硅、锰、钛、钒、铌、铬等。

按合金元素总含量不同,合金钢又可分为低合金钢、中合金钢和高合金钢。低合金钢合金元素总含量小于 5% ;中合金钢合金元素总含量为 $5\% \sim 10\%$;高合金钢合金元素总含量大于 10% 。

建筑结构上所用的钢材主要是碳素钢中的低碳钢和合金钢中的低合金钢。

二、建筑结构用钢的分类

钢结构用的钢材主要有 4 个种类,即碳素结构钢、低合金高强度结构钢、高层建筑结构用钢板和优质碳素结构钢。

钢铁产品牌号通常采用大写汉语拼音字母、化学元素符号和阿拉伯数字相结合的方法表示。为了便于国际交流和贸易的需要,也可以采用大写英文字母或国际惯例表示符号。常用汉语拼音字母或英文字母表示产品名称、用途、特性和工艺要求时,一般从产品名称中选取代表性的汉字的汉语拼音的首位字母或英文单词的首位字母。当和另一产品所取字母重复时,改取第二个字母或第三个字母,或同时选取两个(或多个)汉字的汉语拼音和英文单词的首位字母。常见的化学元素见表 2-1。

常见的化学元素

表 2-1

元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号
铁	Fe	锂	Li	钐	Sm	铝	Al
锰	Mn	铍	Be	锕	Ac	铌	Nb

续上表

元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号	元素名称	化学元素符号
铬	Cr	镁	Mg	硼	B	钽	Ta
镍	Ni	钙	Ca	碳	C	镧	La
钴	Co	锆	Zr	硅	Si	铈	Ce
铜	Cu	锡	Sn	硒	Se	钕	Nd
钨	W	铅	Pb	碲	Te	氮	N
钼	Mo	铋	Bi	砷	As	氧	O
钒	V	铯	Cs	硫	S	氢	H
钛	Ti	钡	Ba	磷	P	—	—

注：混合稀土元素符号用“RE”表示。

1. 碳素结构钢

(1)牌号及其表示方法

国家标准《碳素结构钢》(GB/T 700—2006)中规定,牌号由 Q+数字(屈服点数值,单位为 N/mm²)+质量等级符号(如 A、B、C、D)+脱氧方法符号(如 F、b)四个部分组成。其中以“Q”代表屈服点;屈服点数值(σ_s)共分 195、215、235、255 和 275 五种;质量等级以硫、磷等杂质含量由多到少,分别用 A、B、C、D 符号表示;脱氧方法以 F 表示沸腾钢、b 表示半镇静钢、Z 表示镇静钢和 TZ 表示特殊镇静钢,Z 和 TZ 在钢的牌号中予以省略。牌号举例见表 2-2。

牌 号 举 例 表 2-2

序号	产品名称	第一、二部分	第三部分	第四部分	牌号实例
1	碳素结构钢	最小屈服强度 235N/mm ²	A 级	沸腾钢	Q235AF
2	低合金高强度结构钢	最小屈服强度 345N/mm ²	D 级	特殊镇静钢	Q345D
3	热轧光圆钢筋	屈服强度特征值 235N/mm ²	—	—	HPB235
4	热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335N/mm ²	—	—	HRB335
5	细晶粒热轧带肋钢筋	屈服强度特征值 335N/mm ²	—	—	HRBF335
6	冷轧带肋钢筋	最小抗拉强度 550N/mm ²	—	—	CRB550
7	预应力混凝土用螺纹钢筋	最小屈服强度 830N/mm ²	—	—	PSB830
8	焊接气瓶用钢	最小屈服强度 345N/mm ²	—	—	HP345
9	管线用钢	最小规定总延伸强度 415MPa	—	—	L415
10	船用锚链钢	最小抗拉强度 370MPa	—	—	CM370
11	煤机用钢	最小抗拉强度 510MPa	—	—	M510
12	锅炉和压力容器用钢	最小屈服强度 345N/mm ²	—	特殊镇静钢	Q345R

以建筑钢结构中使用的 Q235 钢来说,A、B 两级钢的脱氧方法可以是 Z、b、F,C 级钢的只能为 Z,D 级钢的只能为 TZ。Q235—A(B、C、D)·F(Z、TZ)。

按其冲击韧性和硫、磷杂质含量由多到少分为 A、B、C、D 四个质量等级,由 A 到 D 表示质量由低到高,各级要求如下: