



建经教育[®]
Construction Economy Education
企业人才孵化器
www.ceedu.org

看实例 学识图

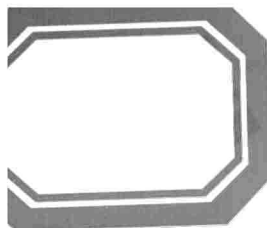
建设工程制图 与识图入门秘笈 钢结构工程 制图与识图

张红星 主编

凌云 景明 尚峰 夏兰 副主编

建经教育企业人才培养工程实施领导小组 审定

不同类型超多典型实例——活学活用 快速掌握
众多图纸元素详尽解析——工程语言 清晰易学



建经教育®

Construction Economy Education

企业人才孵化器

www.ceedu.org

建设工程制图 与识图入门秘笈 钢结构工程 制图与识图

张红星 主编

凌云 景明 尚峰 夏兰 副主编

建经教育企业人才培养工程实施领导小组 审定

图书在版编目(CIP)数据

钢结构工程制图与识图/张红星主编. —南京:江苏凤凰科学技术出版社, 2014. 9
(建设工程制图与识图入门秘笈)
ISBN 978-7-5537-3106-3

I. ①钢… II. ①张… III. ①钢结构—建筑工程—建筑制图—识别 IV. ①TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 08267 2 号

建设工程制图与识图入门秘笈 钢结构工程制图与识图

主 编 张红星
项 目 策 划 凤凰空间/翟永梅
责 任 编 辑 刘屹立
特 约 编 辑 翟永梅

出 版 发 行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏凤凰科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
总 经 销 天津凤凰空间文化传媒有限公司
总经销网址 <http://www.ifengspace.cn>
经 销 全国新华书店
印 刷 大厂回族自治县彩虹印刷有限公司

开 本 889 mm×1 194 mm 1/16
印 张 10.25
字 数 261 000
版 次 2014 年 9 月第 1 版
印 次 2014 年 9 月第 1 次印刷

标 准 书 号 ISBN 978-7-5537-3106-3
定 价 25.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向销售部调换 (电话: 022-87893668)。

编写委员会

主 编	张红星		
副主编	凌 云	景 明	尚 峰
	夏 兰		
委 员	赵德华	张振霞	孙丽芳
	郭向辉	刘 颖	李颖茹
	杨玉香	王丽美	闫舞凤
	焦晓宁	高 靖	解云龙
	丰醒明	辛国胜	周跃强
	高秀玲	张凌霄	康 曦
	文 芳	秋 晨	左 瀚

内容提要

本书共分六章,内容主要包括钢结构工程基础知识、钢结构工程制图与识图基础知识、门式刚架施工图识读、钢网架结构施工图识读、钢框架结构施工图识读、钢结构工程图实例等。

本书内容系统,图文并茂,通俗易懂,实践性强,既可供钢结构工程技术人员使用,也可作为钢结构专业大中专院校师生学习参考。

前 言

随着国民经济和科学技术的发展,建筑业已成为当今最具活力的行业之一,建筑工程队伍的规模也日益扩大,大批从事建筑行业的人员迫切需要提高自身专业素质。

电气工程图是设计人员科学表达工程性质与功能的通用工程语言。它不仅关系到设计构思是否能够准确实现,同时关系到工程的质量,因此无论是设计人员、施工人员还是工程管理人员,都必须掌握绘制和识读工程图的基本技能,这样既有利于施工的顺利进行,同时也有助于提高工程施工质量和施工效率。

为了帮助广大建设工程设计、施工和工程管理人员系统的学习并掌握建筑工程制图识图的基本知识,我们编写了本书。由于建筑物的千姿百态,建筑工程的千变万化,所以在本书中我们提供的看图实例总是有限的,但能起到帮助掌握看懂施工图纸的基本知识和具体方法的作用,给读者以初步入门的指引。

本书的目的,一是培养读者的空间想象能力;二是培养读者依照国家标准,正确绘制和阅读建筑工程图的基本能力。本书在编写过程中,既融入了编者多年的工作经验,又配有大量识读实例,具有内容简明实用,重点突出,与实际结合性强等特点。

本书在编写过程中,参考了大量的文献资料,吸收引用了该科目目前研究的最新成果,特别是援引借鉴改编了大量案例,为了行文方便,对于所引成果及材料未能在书中一一注明,谨在此向原作者表示诚挚的敬意和谢意。本书第六章的工程图实例,我们在官网放置了电子稿,以供读者查看:www.ifengspace.cn 或 www.ceedu.org。

由于时间仓促且编者的水平有限,书中的不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者
2014 年 8 月

Contents

目 录

第一章 钢结构工程基础知识	1
第一节 钢结构概述	1
第二节 建筑钢材的类型	4
第三节 钢结构的连接方法	15
第二章 钢结构工程制图与识图基础知识	27
第一节 钢结构工程制图基本知识	27
第二节 钢结构工程识图基本知识	36
第三节 投影的基本知识	38
第四节 钢结构施工图常用图例	42
第三章 门式刚架施工图识读	58
第一节 门式刚架结构概述	58
第二节 门式刚架施工图识读	61
第四章 钢网架结构施工图识读	88
第一节 钢网架结构概述	88
第二节 钢网架结构施工图识读	100
第五章 钢框架结构施工图识读	109
第一节 钢框架结构概述	109
第二节 钢框架结构施工图识读	114
第六章 钢结构工程图实例	129
参考文献	154

第

一

章

钢结构工程基础知识

第一节 钢结构概述

一、钢结构的基本知识

钢结构主要是由钢板、热轧型钢、薄壁型钢、钢管等构件组合而成,它是土木工程的主要结构形式之一。

钢虽然密度较大,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,因此在同样受力的情况下,钢结构与钢筋混凝土结构和木结构相比,构件较小,重量较轻。以同样的跨度承受同样的荷载,钢屋架的重量最多为钢筋混凝土屋架的 $1/3 \sim 1/4$ 。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。钢结构也具有较好的抗震性能和耐热性。

钢结构所用材料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。钢结构采用焊接连接后可以做到安全密封。

但钢材在潮湿环境中,特别是在有腐蚀性介质的环境中很容易锈蚀,新建造的钢结构应定期刷涂料加以保护,需要较高的维护费用。钢结构耐火性较差,因此需要防火时,应采取防火措施。钢结构在低温和某些条件下,可能发生脆性断裂、厚板的层状撕裂等。

因其特点,钢结构目前在房屋建筑、地下建筑、桥梁、塔桅、海洋平台中都得到了广泛应用。

二、建筑钢结构的主要结构形式

1. 工业厂房常用的结构形式

由一系列的平面承重结构通过支撑构件联结而成的空间整体叫做工业厂房。这种结构形式的外荷载主要由平面承重结构承担,纵向水平荷载由支撑承受和传递。

如图 1-1 所示为单层工业厂房的空间刚性骨架。

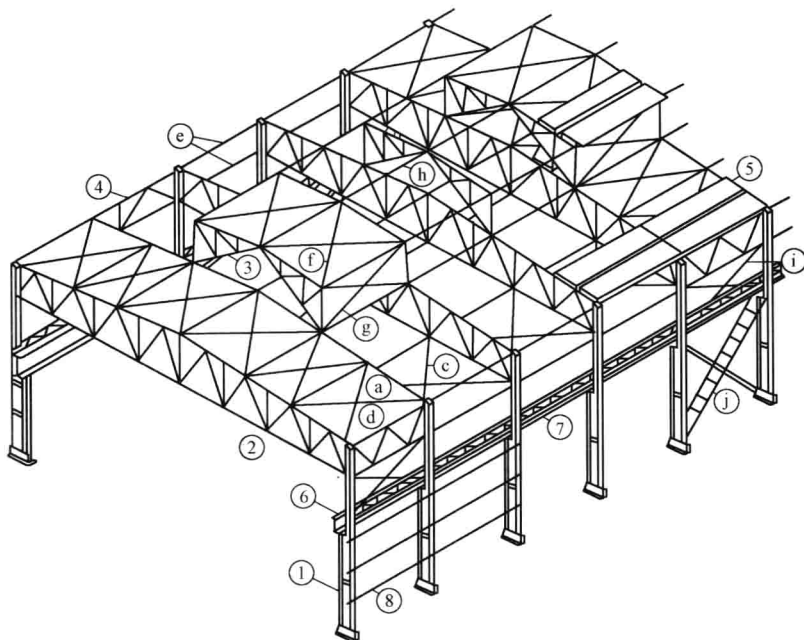


图 1-1 单层厂房钢结构骨架

1—柱；2—屋架；3—天窗架；4—托架；5—屋面板；6—吊车梁；7—吊车制动桁架；

8—墙架梁；a~e—屋架支撑（上弦横向、下弦横向、下弦纵向、垂直支撑、系杆）；

f~h—天窗架支撑（上弦横向、垂直支撑、系杆）；i~j—柱间支撑（上柱柱间、下柱柱间）

注：下弦横向支撑 b 未示出。

2. 大跨度房屋的结构形式

大跨度房屋的结构形式分类见表 1-1。

表 1-1 大跨度房屋的结构形式分类

分类	内容
网架结构	广泛应用在单层工业房屋中，主要有平板网架、网壳、球状网壳等
空间桁架或空间刚架体系	目前经常使用的管桁架结构就属于空间桁架体系。如图 1-2 所示为空间桁架结构体系
悬索结构	如图 1-3 所示为悬索结构
张拉集成结构	少数间断受压构件与一组连续的受拉单元组成的由预应力提供刚度并自支承、自平衡的空间结构体系称为张拉集成结构
索膜结构	由索和膜组成，自重轻，体形灵活多样，多用于大跨度公共建筑

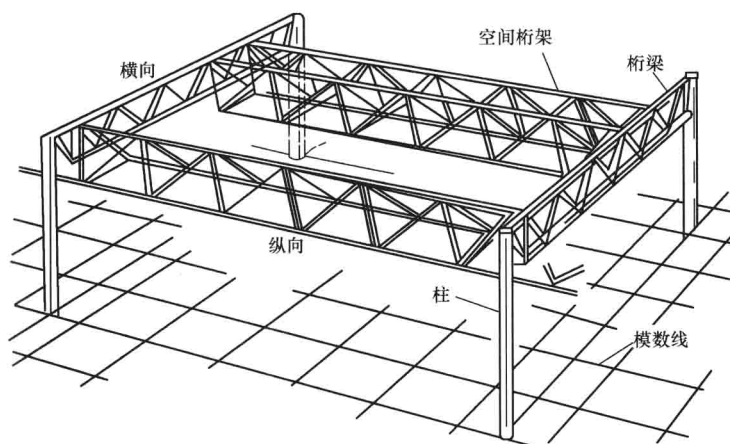


图 1-2 空间桁架结构体系

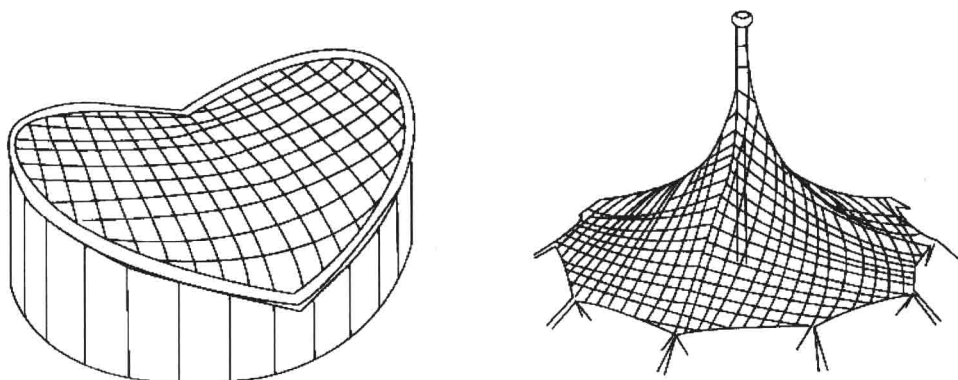


图 1-3 悬索结构

3. 多层、高层及超高层建筑结构形式

(1) 框架结构

如图 1-4(a)所示,梁和柱刚性连接形成多层多跨框架,用以承受竖向和水平荷载。多用于一般的多层钢结构民用建筑中。

(2) 框架-支撑结构

该结构由框架和支撑体系(包括抗剪桁架、剪力墙和核心筒)组成。钢材的质量轻、强度高,故钢结构结构体系的整体刚度较小,结构体系和局部构件的水平位移较大。为了控制较大的水平位移,在钢框架结构体系中往往需要增加支撑体系,尤其是在一些钢结构的高层建筑中。图 1-4(b)所示为一框架-支撑结构。

(3) 框筒、筒中筒、束筒等筒体结构

在高层和超高层建筑中,随着建筑物高度的增加,建筑物承担的水平荷载也随之增大,从而加大了整个结构体系的水平位移。同时刚架结构体系的自身刚度较小,常采用筒体结构来抵抗较大的水平力。图 1-4(c)所示为一束筒结构形式。

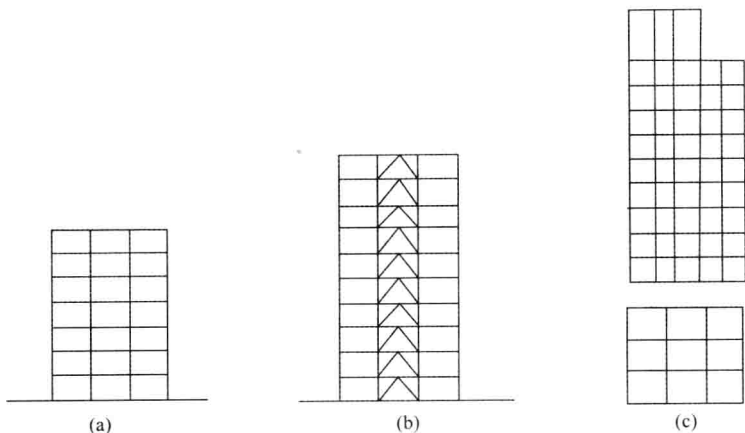


图 1-4 多层、高层及超高层建筑结构形式

(a) 框架结构; (b) 框架-支撑结构; (c) 束筒结构

第二节 建筑钢材的类型

一、建筑钢材的性能

钢材的性能主要包括力学性能和工艺性能两个方面。力学性能有强度、塑性和韧性等;工艺性能有冷弯性能和可焊性等,钢材的这两种性能均须由实验测定。

1. 力学性能

(1) 钢材的强度

钢材的主要强度指标和变形性能都是根据标准试件一次拉伸试验确定的。试验一般采用符合国家标准规定形式和尺寸的标准试件,在室温 20°C 左右,按规定的加载速度在拉力试验机上进行。

钢材的拉伸试验所得的屈服点 f_y 、抗拉强度 f_u 和伸长率 δ 是钢结构设计中对钢材力学性能要求的三项重要指标。

屈服点是建筑钢材的一个重要力学特性参数,它是作为结构计算中材料强度标准或材料抗力标准,也是形成理想弹塑性体的模型,为发展钢结构计算理论提供基础。

由于加载速度及试件状况等试验条件的不同,屈服开始时总是形成曲线的上下波动,波动最高点称为上屈服点,最低点称为下屈服点。下屈服点的数值对试验条件不敏感,并形成稳定的水平线,所以计算时以下屈服点作为材料抗力的标准(用符号 f_y 表示)。

钢材的抗拉强度 f_u 是钢材抗破坏能力的极限。抗拉强度 f_u 是钢材塑性变形很大且即将破坏时的强度,此时已无安全储备,只能作为衡量钢材强度的一个指标。

钢材的屈服点与抗拉强度之比(f_y/f_u)称为屈强比,它是表明设计强度储备的一项重要指标, $f_y/$

f_u 愈大,强度储备愈小,不够安全; f_y/f_u 愈小,强度储备愈大,结构愈安全,但此时强度利用率低且不经济。

(2) 钢材的塑性

反映钢材塑性的指标是钢材的伸长率 δ ,它是指试件拉断后,标距长度的伸长量与原标距长度的百分比。伸长率越大,塑性越好。

试件标距长度与试件截面直径之比越大,伸长率就越小。

(3) 钢材的韧性

韧性是钢材断裂时吸收机械能能力的量度。

吸收较多能量才断裂的钢材,其韧性较好。钢材在一次拉伸静载作用下断裂时所吸收的能量,用单位体积吸收的能量来表示,其值等于应力—应变曲线下的面积。塑性好的钢材,其应力—应变曲线下的面积大,韧性值也大。

在实际工作中,是用冲击韧性衡量钢材抗脆断的性能。钢材的冲击韧性是钢材在冲击荷载作用下,抵抗脆性断裂的能力。冲击韧性也叫做缺口韧性,是评定带有缺口的钢材在冲击荷载作用下抵抗脆性破坏能力的指标。因为实际结构中脆性断裂并不发生在单向受拉的地方,而总是发生在有缺口高峰应力的地方,在缺口高峰应力的地方常呈三向受拉的应力状态。因此,最有代表性的是钢材的缺口冲击韧性,简称冲击韧性或冲击功。

钢材的冲击韧性与钢材的质量、缺口形状、加载速度、时间长度、温度有关,其中温度的影响最大。试验表明,钢材的冲击韧性值随温度的降低而降低,但不同牌号和等级钢材的降低规律又有很大的不同。因此,在寒冷地区承受动力荷载作用的重要承重结构,应根据工作温度和所有钢材牌号,对钢材提出相应温度下的冲击韧性指标要求,以防脆性破坏的发生。

2. 工艺性能

(1) 钢材的冷弯性能

钢材的冷弯性能是衡量钢材在常温下弯曲加工产生塑性变形时产生裂纹的抵抗能力的一项指标。钢材的冷弯性能由冷弯试验确定。试验时,根据钢材牌号和板厚,按国家相关标准规定的弯心直径,在试验机上把试件弯曲 180° ,以试件表面和侧面不出现裂纹和分层为合格,冷弯试验不仅能检验材料承受规定的弯曲变形能力的大小,还能显示其内部的冶金缺陷,因此是判断钢材塑性变形能力和冶金质量的综合指标。

结构在加工制造和安装过程中进行冷加工时,尤其对焊接结构焊后变形的调直,都需要钢材具有较好的冷弯性能。用于承重结构的薄壁型钢的热轧带钢或钢板也应有冷弯性能保证。

(2) 钢材的焊接性能

钢材的焊接性能是指在一定的焊接工艺条件下,获得性能良好的焊接接头。焊接过程中要求焊缝及焊缝附近金属不产生热裂纹或冷却收缩裂纹;在使用过程中焊缝处的冲击韧性和热影响区内塑性良好。我国钢结构设计规范中除了Q235A不能作为焊接构件外,其他几种牌号的钢材均具有良好的焊接性能。在高强度低合金钢中低合金元素大多对可焊性有不利的影响,我国的行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》(JGJ 81—2002)推荐使用碳当量来衡量低合金钢的可焊性,当 C_E 不超过0.38%时,钢材的可焊性很好,可以不采取措施直接施焊;当 C_E 在0.38%~0.45%范围内时,钢材呈现淬硬

倾向,施焊时要控制焊接工艺、采用预热措施并使热影响区缓慢冷却,以免发生淬硬开裂;当 C_E 大于 0.45% 时,钢材的淬硬倾向更加明显,需严格控制焊接工艺和预热温度才能获得合格的焊缝。

钢材焊接性能的优劣除了与钢材的碳当量有直接关系外,还与母材的厚度、焊接的方法、焊接工艺参数以及结构形式等条件有关。

二、影响钢材性能的因素

1. 化学成分

(1) 碳(C)

碳是形成钢材强度的主要成分。随着含碳量的提高,钢的强度逐渐增高,而塑性和韧性下降,冷弯性能、焊接性能和抗锈蚀性能等也变差。

按碳的含量区分,小于 0.25% 的为低碳钢,0.25%~0.6% 的为中碳钢,大于 0.6% 的为高碳钢。钢结构用钢的含碳量一般不大于 0.22%。对于焊接结构,为了获得良好的可焊性,以含碳量不大于 0.2% 为好。所以,建筑钢结构所用钢材基本上都是低碳钢。

(2) 锰(Mn)

锰既能显著提高钢材的强度,又不会过多降低其塑性和冲击韧性。

锰有脱氧作用,是弱脱氧剂,可以消除硫对钢的热脆影响,改善钢的冷脆倾向,但锰可以使钢材的可焊性降低。我国的低合金钢中锰的含量一般为 0.8%~1.8%。

(3) 硅(Si)

适量的硅可以细化晶粒,提高钢的强度,同时对钢的塑性、韧性、冷弯性能和焊接性能没有显著的不良影响。

硅有更强的脱氧作用,是强氧化剂,常与锰共同除氧。硅在镇静钢中的含量一般为 0.12%~0.30%,在低合金钢中为 0.2%~0.55%。

(4) 钒(V)、铌(Nb)、钛(Ti)

钒、铌、钛等元素在钢中形成微细碳化物,适量加入能起到细化晶粒和弥散强化的作用,从而提高钢材的强度和韧性,又可保持良好的塑性。我国的低合金钢中都含有这三种元素,作为锰以外的合金。

(5) 铝(Al)、铬(Cr)、镍(Ni)

铝是强氧化剂,用铝进行补充脱氧,不仅能进一步减少钢中的有害氧化物而且能细化晶粒,也能提高钢的强度和低温韧性。铬和镍是提高钢材强度的合金元素,用于 Q390 及以上牌号的钢材中。

(6) 磷(P)

磷可以提高钢的强度和抗锈蚀性能,但会严重降低钢的塑性、韧性、冷弯性能和焊接性能,特别是在温度较低时能够促使钢材变脆,即“冷脆”。

随着钢材牌号和等级质量的提高,含磷量的限值由 0.045% 依次降为 0.025%。但是当采用特殊的冶炼工艺时,磷也可以作为一种合金元素用来制造含磷的低合金钢,此时磷含量可达 0.12%~0.13%。

(7) 硫(S)

硫属于杂质,能产生易于熔化的硫化铁,当热加工及焊接温度达到 $800\sim 1\,000^{\circ}\text{C}$ 时,硫化铁会熔化使钢材变脆,可能出现裂纹,这种现象称为“热脆”。此外,硫还会降低钢材的冲击韧性、疲劳强度、抗锈蚀性能和焊接性能等。因此,一般硫的含量不超过 $0.045\%\sim 0.05\%$ 。随着钢材牌号和等级质量的提高,含硫量的限值由 0.05% 下降到 0.025% ,近年来发展的厚度方向性能钢板(抗层状撕裂钢板)的含硫量更要求控制在 0.01% 以下。

(8) 氧(O)、氮(N)

氧能使钢热脆,其作用比硫剧烈。氮能使钢冷脆,与磷相似。

钢在浇铸的过程中,应根据需要进行不同程度的脱氧处理。碳素结构钢的氧含量不应大于 0.008% 。氮有时作为合金元素存在于钢中,如桥梁用钢 15 锰钒氮(15 MnVN),氮的含量控制在 $0.010\%\sim 0.020\%$ 。

2. 成材过程

(1) 冶炼

建筑钢结构中主要使用氧气顶吹转炉生产的钢材。氧气顶吹转炉因其投资少、生产率高、原料适用性广等已成为主流炼钢方法。通过冶炼这一冶金过程,既形成了钢的各种不同含量的化学成分,也不可避免地产生了冶金缺陷,相应确定了不同钢种、钢号及其力学性能。

(2) 浇铸

把熔炼好的钢水浇铸成钢锭或钢坯有两种方法,既可以浇入铸模做成钢锭,也可以浇入连续浇铸机做成钢坯。前者是传统的方法,所得钢锭需要经过初轧才成为钢坯。后者是近年来发展的新技术,需要浇铸和脱氧同时进行。

铸锭过程中钢因脱氧程度不同,可以分为镇静钢、半镇静钢、沸腾钢。镇静钢因浇铸时加入强脱氧剂(如硅、铝或钛),因而氧气杂质少且晶粒较细,偏析等缺陷不严重,所以钢材性能比沸腾钢好,而传统的浇铸方法因存在缩孔,所以成材率较低。连续浇铸可以生产出镇静钢而没有缩孔,并且化学成分分布比较均匀,只有轻微的偏析现象。

钢在冶炼和浇铸的过程中不可避免地会产生冶金缺陷。常见的冶金缺陷有偏析、非金属杂质、气孔及裂纹等。偏析是指金属结晶后化学成分分布不均匀;非金属杂质是指硫化物等杂质;气孔是指浇铸时由 FeO 与 C 作用所产生的 CO 气体不能充分逸出而滞留在钢锭内形成的微小空洞。这些缺陷都将影响钢的力学性能。

(3) 轧制

轧制能使钢材的金属晶粒变细,也能使气泡、裂纹等焊合,因而可以改善钢材的力学性能。

薄板因轧制的次数多,其强度比厚板略高。浇铸时的非金属夹杂物在轧制后能造成钢材的分层,所以分层是钢材(尤其是厚板)的一种缺陷。钢结构设计时应尽量避免拉力垂直于板面的情况,以防止层间撕裂。

(4) 热处理

一般钢材以热轧状态出厂,某些高强度钢材则在轧制后经热处理才出厂。钢材热处理是为了使钢材在取得高强度的同时能够保持良好的塑性和韧性。

3. 残余应力

残余应力是一种自相平衡的应力,退火处理后可部分乃至全部消除。结构受荷后,残余应力与荷载作用下的应力相叠加,将使构件某些部位提前屈服,降低构件的刚度和稳定性,降低构件抵抗冲击断裂和抗疲劳破坏的能力。

4. 应力集中

由于钢结构的构件存在孔洞、槽口、凹角裂纹、厚度变化、形状变化及内部缺陷等构造缺陷,此时截面中的应力分布不再保持均匀,同时主应力线在绕过孔口等缺陷时发生弯转,不仅在孔口边缘处会产生沿力作用方向的应力高峰,而且会在孔口附近产生垂直于力的作用方向的横向应力,甚至会产生三向拉应力,而且厚度越厚的钢板,在其缺口中心部位的三向拉应力也越大。这是因为在轴向拉力作用下,缺口中心沿板厚方向的收缩变形受到较大的限制,形成所谓平面应变状态所致。

应力集中现象还可能由内应力产生。力系在钢材内自相平衡,而与外力无关,其在浇铸、轧制和焊接加工过程中,因不同部位钢材的冷却速度不同,或因不均匀加热和冷却而产生应力集中。焊接残余应力的量值往往很高,在焊缝附近的残余拉应力常达到屈服点,而且在焊缝交叉处经常出现双向、甚至三向残余拉应力场,使钢材局部变脆。当外力引起的应力与内应力处于不利组合时,会引发脆性破坏。

因此,在进行钢结构设计时,应尽量使构件和连接节点的形状和构造合理,防止截面的突然改变。在进行钢结构的焊接构造设计和施工时,应尽量减少焊接残余应力。

5. 钢材的硬化

钢材的硬化分为时效硬化、冷作硬化(应变硬化)和应变时效硬化。

时效硬化(也称老化)是指高温时溶于铁中的少量氮和碳,随着时间的增长逐渐从固溶体中析出,生成氮化物和碳化物,散存在铁素体晶粒的滑动界面上,对晶粒的塑性滑移起到遏制作用,从而使钢材的强度提高,塑性和韧性下降。产生时效硬化的过程一般较长,但在振动荷载、反复荷载及温度变化等情况下,会加速发展。

冷作硬化是指通过冷加工(或一次加载)使钢材产生较大的塑性变形,卸荷后再重新加载,钢材的屈服点提高而塑性和韧性降低的现象,如图 1-5(a)所示。

应变时效硬化是指钢材在产生一定数量的塑性变形后,铁素体晶体中的固溶氮和碳将更容易析出,从而使已经冷作硬化的钢材又发生时效硬化现象,如图 1-5(b)所示。

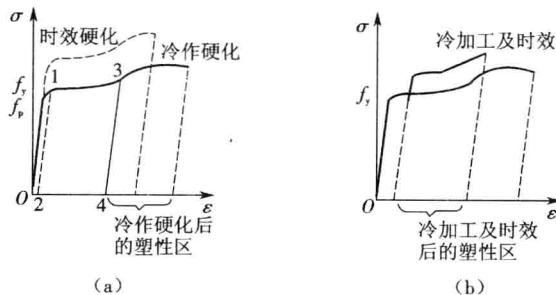


图 1-5 硬化对钢材性能的影响

(a)时效硬化及冷作硬化;(b)应变时效硬化

对于比较重要的钢结构,要尽量避免局部冷作硬化现象的发生。如钢材的剪切和冲孔,会使切口和孔壁发生分离式的塑性破坏,在剪断的边缘和冲出的孔壁处产生严重的冷作硬化,甚至出现微细的裂纹,促使钢材局部变脆。此时,可将剪切处刨边,冲孔用较小的冲头冲完后再进行扩钻或完全改为钻孔的办法来除掉硬化部分。

6. 温度

如图 1-6 所示为低碳钢在不同温度下的单调拉伸试验结果。

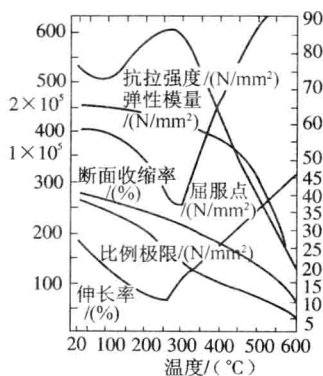


图 1-6 低碳钢在不同温度下的性能

由图中可以看出,在 150°C 以内,钢材的强度、弹性模量和塑性均与常温相近,变化不大。但在 250°C 左右,抗拉强度有局部性提高,伸长率和断面收缩率均降至最低,出现“蓝脆”现象(钢材表面氧化膜呈蓝色)。显然钢材的热加工应避开这一温度区段。在 300°C 以后,强度和弹性模量均开始显著下降,塑性显著上升;达到 600°C 时强度几乎为零,塑性急剧上升,钢材处于热塑性状态。

由上述现象可以看出,钢材具有一定的抗热性能,但不耐火,一旦钢结构的温度达 600°C 及以上时,会在瞬间因热塑而倒塌。

因此受高温作用的钢结构,应根据不同情况采取防护措施:当结构可能受到炽热熔化金属的侵害时,应采用砖或耐热材料做成的隔热层加以保护;当结构表面长期受辐射达 150°C 以上或在短时间内可能受到火焰作用时,应采取有效的防护措施(如加隔热层或水套等)。

当温度低于常温时,随着温度的降低,钢材的强度提高而塑性和韧性降低,逐渐变脆,这种现象称为低温冷脆。

7. 钢材的疲劳

钢材在连续反复的动力荷载作用下,裂纹生成、扩展以致脆性断裂的现象称为疲劳或疲劳破坏。疲劳破坏时,截面上的应力低于钢材的抗拉强度甚至低于屈服强度,破坏前没有征兆,呈脆性断裂特征。钢材在规定的的作用重复次数和作用变化幅度下所能承受的最大动态应力称为疲劳强度。疲劳强度的主要因素是应力集中,试验表明截面几何形状突变处最严重,然后是作用的应力幅和应力循环次数 n ,一般与钢材的静力强度无关。

三、钢材的破坏形式

钢结构需要用塑性材料制作,不能用脆性材料(如铸铁)来制造,因为脆性材料没有明显变形的突然断裂会在房屋、桥梁及船体等供人使用的结构中造成恶性后果。

塑性材料是指由于材料原始性能以及在常温、静载及一次加荷的工作条件之下可在破坏前发生较大塑性变形的材料。原来塑性表现极好的钢材,在改变了工作条件后,如在很低的温度之下受冲击作用,也完全可能呈现脆性破坏。因此,不宜把钢材划分为塑性和脆性材料,应该区分材料可能发生的塑性破坏与脆性破坏。

塑性破坏也称延性破坏,当构件应力达到抗拉极限强度后,构件产生明显的变形并断裂。破坏后的端口呈纤维状,色泽发暗;脆性破坏是指在破坏前无明显或没有塑性变形,而突然发生断裂。破坏后的断口平直,呈有光泽的晶粒状。

由于钢材在塑性破坏前有明显的变形,延续的时间较长,很容易及时发现和采取措施进行补救,因此在钢结构中未发现与补救而真正发生塑性破坏的情形是极少的。另外,塑性变形后出现的内力重新分布,会使结构中原先应力不均匀的部分趋于均匀,同时也可提高结构的承载能力。脆性破坏由于破坏前变形极小(拉断后试件的总长度与原长度几乎相等),无任何预兆突然发生,其危险性比塑性破坏要大。因此,应充分认识到钢材脆性破坏的危险性,在设计、制造、安装和使用中,均应采取措施加以防止。

四、钢结构常用钢材的种类

1. 建筑用钢结构的种类

承重结构的材料宜采用 GB/T 700—1988《碳素结构钢》中的 Q235 钢和 GB/T 1591—1994《低合金高强度结构钢》中的 Q345 钢、Q390 钢和 Q420 钢。采用其他牌号的钢材时,应符合相应标准的规定和要求。

(1)按冶炼方法(炉种)分为平炉钢和电炉钢、氧气转炉钢或空气转炉钢。承重结构钢一般采用平炉或氧气转炉钢。

(2)按炼钢脱氧程度分为沸腾钢(F)、半镇静钢(b)、镇静钢(Z)及特殊镇静钢(TZ)。

(3)钢的牌号按钢的屈服点数值命名,Q235 钢,其质量等级分为 A、B、C、D 四级,这四个等级与钢的化学成分、力学性能及冲击试验性能有关。碳素结构钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法四个部分按顺序组成。

例如,Q235—B·F,其符号含义如下:

Q——钢材屈服强度;

235——屈服点(不小于)235 N/mm²;

A、B、C、D——质量等级,从次到优顺序排列;

F、b、Z、TZ——沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢,在牌号表示中“Z”与“TZ”符号可忽略。