



一、二级注册结构工程师专业考试复习丛书

# 钢结构

(第二版)

李 峰 主编

YONGSHU

KAOSHI

YONGSHU

KAOSHI

YONGSHU

KAOSHI

KAOSHI



中国建筑工业出版社

一、二级注册结构工程师专业考试复习丛书

# 钢 结 构

(第二版)

李 峰 主编

陈向荣 苏明周 江洪燕 编

永毓栋 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

一、二级注册结构工程师专业考试复习丛书·钢结构/  
李峰主编. —2版. —北京:中国建筑工业出版社,2004

一、二级注册结构工程师专业考试复习丛书

ISBN 7-112-06391-4

I. 一… II. 李… III. 钢结构—建筑师—资格考核  
—自学参考资料 IV. TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 024778 号

本书根据一、二级注册结构工程师专业考试大纲编写而成。编写时依据的主要规范有:《钢结构设计规范》GB 50017—2003、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81—2002、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018—2002。

全书内容共分为十一章。即:材料、基本设计规定、受弯构件计算、轴心受力构件计算、拉弯和压弯构件计算、疲劳计算、连接计算、钢结构的构造要求、塑性设计、钢与混凝土组合结构、解题指导。本书模拟考试题型编入了大量的习题,而且对全部习题均给出了答案及提示;同时,书中也编入了各类的典型例题。

本书主要为全国一、二级注册结构工程师考试的复习指导书,但本书也可作为土木工程本科、专科、成人教育、自考、函授师生的教学参考书;同时,也可作为研究生及工程技术人员了解及掌握《钢结构设计规范》的参考书。

\* \* \*

责任编辑 戚大庆 郭 栋

责任设计 彭路路

责任校对 王 莉

一、二级注册结构工程师专业考试复习丛书

钢 结 构

(第二版)

李 峰 主编

陈向荣 苏明周 江洪燕 编

永毓栋 主审

\*

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

有色曙光印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:14½ 字数:348千字

2004年5月第二版 2004年5月第二次印刷

印数:8,001—14,000册 定价:23.00元

ISBN 7-112-06391-4

TU·5643(12405)

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>

## 前 言

为了满足广大考生应试全国一、二级注册结构工程师的需要,本书根据一、二级注册结构工程师专业考试大纲编写而成。编写时依据的主要规范有:《钢结构设计规范》GB 50017—2003、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001、《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81—2002、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018—2002。

全书内容共分为十一章。即:材料、基本设计规定、受弯构件计算、轴心受力构件计算、拉弯和压弯构件计算、疲劳计算、连接计算、钢结构的构造要求、塑性设计、钢与混凝土组合结构、解题指导。为了便于考生复习,本书紧扣《钢结构设计规范》GB 50017—2003,论述了钢结构设计的基本原理,并模拟考试题型编入了大量的习题,而且对全部习题均给出了答案及提示;同时,书中也编入了各类的典型例题,以便考生系统理解钢结构设计计算的方法。

西安建筑科技大学永毓栋教授为本书主审,提出许多宝贵意见与建议,这些对提高本书的质量有很大帮助。

编写人员分工如下:主编及第一、二、六、七、八、十一章——李峰(西安建筑科技大学);第三、四章——陈向荣(西安建筑科技大学);第五章——苏明周(西安建筑科技大学);第九、十章——江洪燕(上海鑫筑钢结构技术有限公司)。

本书主要为全国一、二级注册结构工程师考试的复习指导书,但本书也可作为土木工程本科、专科、成人教育、自考、函授师生的教学参考书;同时,也可作为研究生及工程技术人员了解及掌握《钢结构设计规范》的参考书。

鉴于编者水平有限,书中难免存在不少缺点和不当之处。希望读者多提宝贵意见,以便今后改进。

# 目 录

第一章 材料 .....	1
第一节 钢材的主要性能 .....	1
第二节 钢材的种类与规格 .....	2
第三节 钢材的选用 .....	4
第四节 连接材料 .....	5
第五节 练习题 .....	6
第六节 练习题解答 .....	8
第二章 基本设计规定 .....	11
第一节 设计原则 .....	11
第二节 钢结构设计的影响系数 .....	12
第三节 设计指标 .....	13
第四节 结构或构件变形规定 .....	16
第五节 练习题 .....	17
第六节 练习题解答 .....	19
第三章 受弯构件计算 .....	21
第一节 梁的类型和应用 .....	21
第二节 梁的强度和刚度 .....	22
第三节 梁的整体稳定 .....	25
第四节 梁的局部稳定 .....	28
第五节 例题 .....	32
第六节 练习题 .....	43
第七节 练习题解答 .....	46
第四章 轴心受力构件计算 .....	49
第一节 轴心受力构件的计算长度 .....	49
第二节 轴心受力构件的强度和刚度 .....	51
第三节 实腹式轴心受压构件的整体稳定和局部稳定计算 .....	53
第四节 格构式轴心受压构件计算 .....	58
第五节 例题 .....	61
第六节 练习题 .....	70
第七节 练习题解答 .....	75
第五章 拉弯和压弯构件计算 .....	81
第一节 拉弯和压弯构件的应用和破坏形式 .....	81
第二节 拉弯和压弯构件的强度 .....	82
第三节 实腹式压弯构件的整体稳定计算 .....	83
第四节 实腹式压弯构件的局部稳定计算 .....	86
第五节 格构式压弯构件计算 .....	87

第六节	压弯构件的计算长度 .....	89
第七节	例题 .....	92
第八节	练习题 .....	95
第九节	练习题解答 .....	99
第六章	疲劳计算 .....	102
第一节	疲劳断裂的特性 .....	102
第二节	一般规定 .....	103
第三节	疲劳计算 .....	103
第四节	例题 .....	104
第五节	练习题 .....	107
第六节	练习题解答 .....	109
第七章	连接计算 .....	113
第一节	钢结构的连接方法 .....	113
第二节	焊接连接 .....	114
第三节	普通螺栓连接 .....	120
第四节	高强度螺栓连接 .....	124
第五节	节点连接计算 .....	126
第六节	例题 .....	131
第七节	练习题 .....	143
第八节	练习题解答 .....	148
第八章	钢结构的构造要求 .....	154
第一节	一般规定 .....	154
第二节	结构构件 .....	155
第三节	钢结构的制作、运输和安装 .....	160
第四节	防护、隔热和防火 .....	162
第五节	练习题 .....	165
第六节	练习题解答 .....	167
第九章	钢结构的塑性设计 .....	170
第一节	一般规定 .....	170
第二节	构件的计算 .....	171
第三节	容许长细比和构造要求 .....	172
第四节	练习题 .....	172
第五节	练习题解答 .....	175
第十章	钢与混凝土组合结构 .....	179
第一节	组合结构的类型和特点 .....	179
第二节	钢与混凝土组合梁设计和构造要求 .....	179
第三节	练习题 .....	183
第四节	练习题解答 .....	185
第十一章	解题指导 .....	186
第一节	桁架计算 .....	186
第二节	刚框架计算 .....	197
第三节	连接计算 .....	204

附录一 螺栓的有效面积 .....	211
附录二 型钢规格表 .....	212
附表 2.1 普通工字钢 .....	212
附表 2.2 普通槽钢 .....	213
附表 2.3 等肢角钢 .....	214
附表 2.4 不等肢角钢 .....	216
附表 2.5 宽、中、窄翼缘 H 型钢 .....	219
附表 2.6 剖分 T 型钢 .....	221
参考文献 .....	223

# 第一章 材 料

## 第一节 钢材的主要性能

### 一、对钢结构所用钢材性能的要求

国民经济各部门几乎都需要钢材,但由于各自用途的不同,所需钢材性能各异。用作钢结构的钢材必须具有下列性能:

#### 1. 较高的强度

即抗拉强度  $f_u$  和屈服点  $f_y$  比较高。屈服点高可以减小截面,从而减轻自重,节约钢材,降低造价。抗拉强度高,可以增加结构的安全保障。

#### 2. 足够的变形能力

即塑性和韧性性能好。塑性好则结构破坏前变形比较明显,从而可减少脆性破坏的危险性,并且塑性变形还能调整局部高峰应力,使之趋于平缓。韧性好表示在动荷载作用下破坏时要吸收比较多的能量,同样也降低脆性破坏的危险程度。对塑性设计的结构和抗震结构,变形能力具有特别重要的意义。

#### 3. 良好的加工性能

即适合冷、热加工,同时具有良好的可焊性,不因这些加工而对强度、塑性及韧性带来较大的有害影响。

此外,根据结构的具体工作条件,在必要时还应该具有适应低温、有害介质侵蚀(包括大气锈蚀)以及疲劳荷载作用等的性能。在符合上述性能的条件下,同其他建筑材料一样,钢材也应该容易生产,价格便宜。

多年实践证明,Q235钢、Q345钢是符合要求的。根据新的实践,结合我国资源特点又推荐了Q390钢、Q420钢。按照上述要求,实际工作中还有类似钢材可供使用。

### 二、影响钢材性能的因素

#### 1. 化学成分

碳是形成钢材强度的主要成分,对于焊接结构,为了良好的可焊性,以不大于0.2%为好,因此结构用钢大都是低碳钢。

锰是有益元素,是弱脱氧剂,它能显著提高钢材强度且不过多降低塑性和冲击韧性。

硅是有益元素,是强脱氧剂,能使钢材粒度变细。

钒、铜、钛、硼都是有益元素,钒能提高强度、铜能提高抗锈蚀能力,钛、硼能使钢晶粒细化,从而提高强度、韧性与塑性。

硫、磷、氧、氮都属有害杂质,硫能降低钢的冲击性能和疲劳性能,磷能降低塑性、增大脆性,硫、氧能使钢热脆,磷、氮能使钢冷脆。

实际上,多种元素的不同组合,是影响钢材性能的主要因素,所谓“有害”元素,对某些钢



种反而是“有益”元素。

## 2. 冶炼、浇注、轧制

熔炼与浇注这一冶金过程形成钢的化学成分与含量、钢的金相组织结构,以及不可避免的冶金缺陷,从而确定不同的钢种、钢号及其相应的力学性能。

钢材的轧制能使金相的晶粒变细,也能使气泡、裂纹等焊合,因而改善了钢材的力学性能。薄板因辊轧次数多,故其强度比厚板略高。

## 3. 热处理

钢材经过适当的热处理程序,例如调质(淬火后高温回火)等,可以显著提高强度,并有良好的塑性与韧性。

## 4. 温度

钢材的内部晶体组织对温度很敏感,温度升高与降低都使钢材性能发生变化。相比之下,低温变脆的性能更重要。

在大约 200℃ 以内钢材性能没有很大变化;250℃ 附近有蓝脆现象;在 250~320℃ 时有徐变现象;430~540℃ 之间则强度( $f_y$ 、 $f_0$ )急剧下降;600℃ 时强度很低,不能承担荷载。

## 5. 应力集中

当截面完整性遭到破坏,如有裂纹、孔洞、刻槽、凹角时以及截面的厚度和宽度突然改变时,构件中的应力分布将变得很不均匀。在缺陷和截面变化处附近将出现应力集中,并有双向或三向应力的应力状态。因此,材料沿力作用方向塑性变形的发展受到很大约束,材料容易脆性破坏。

## 6. 重复荷载

钢材中缺陷(裂纹、孔洞)会在连续重复荷载作用下不断扩展直至脆性断裂,即疲劳破坏。

## 7. 钢材的硬化

冷拉、冷弯、冲孔、机器剪切等冷加工使钢材产生很大塑性变形,从而提高了钢材的屈服点,同时降低了钢材的塑性和韧性,即材料发生了冷加工硬化。

随时间的增长,钢材的强度提高,塑性和韧性下降,即发生时效硬化。时效硬化的过程一般很长,但如在材料塑性变形后加热,可使时效硬化发展特别迅速,这种方法称为人工时效。

在一般钢结构中,不利用硬化所提高的强度,有些重要结构要求对钢材进行人工时效后检验其冲击韧性,以保证结构有足够的抗脆性破坏能力。必要时,应将局部硬化部分刨边或扩钻予以消除。

# 第二节 钢材的种类与规格

## 一、钢材的种类

钢材按其用途可分为结构钢、工具钢和特殊钢(如不锈钢等)。结构钢又分建筑用钢和机械用钢。按冶炼方法,可分为转炉钢和平炉钢(还有电炉钢,是特种合金钢,不用于建筑)。按浇铸时的脱氧方法,又分为沸腾钢(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。镇静钢脱氧充分,沸腾钢脱氧较差,半镇静钢介于镇静钢和沸腾钢之间。按成型方法分类,钢又分为轧制钢(热轧、冷轧)、锻钢和铸钢。最后按化学成分分类,钢又分为碳素钢和合金钢。在建筑工程中采用的

是碳素结构钢、低合金高强度结构钢和优质碳素结构钢。

### 1. 碳素结构钢

按质量等级,钢分为 A、B、C、D 四级,A 级钢只保证抗拉强度、屈服点、伸长率,必要时尚可附加冷弯试验的要求,在化学成分中对碳、锰可以不作为交货条件。B、C、D 级钢均保证抗拉强度、屈服点、伸长率、冷弯和冲击韧性(分别为 +20℃、0℃、-20℃)等力学性能。化学成分对碳、硫、磷的极限含量要求更严。

钢材的牌号由屈服点的汉语拼音字母 Q、屈服点数值、质量等级符号(A、B、C、D)、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。如 Q235A、Q235A·b;Q235B;Q235C;Q235D 等。冶炼方法一般由供方自行决定,设计者不再另行提出,如需方有特殊要求时可在合同中加以注明。

### 2. 低合金高强度结构钢

采用与碳素结构钢相同的牌号表示方法。钢的牌号仍有质量等级符号,除与碳素结构钢 A、B、C、D 四个等级相同外增加一个等级 E,主要是要求 -40℃ 的冲击韧性。钢的牌号如 Q345B、Q390C、Q420 等等。低合金高强度结构钢的 A、B 级属于镇静钢,C、D、E 级属于特殊镇静钢,因此钢的牌号中不注明脱氧方法。冶炼方法也由供方自行选择。

### 3. 优质碳素结构钢

以不热处理或热处理(退火、正火或高温回火)状态交货。要求热处理状态交货的应在合同中注明;未注明者,按不热处理交货。如用于高强度螺栓的 45 号优质碳素结构钢需经热处理,以便有较高强度,同时对塑性和韧性又无显著影响。

## 二、钢材的规格

钢结构采用的型材有热轧成型的钢板和型钢以及冷弯(或冷压)成型的薄壁型钢。

### (一) 钢板

热轧钢板有厚钢板和薄钢板,还有扁钢符号表示为“一厚×宽×长”,其规格如下:

#### 1. 厚钢板

厚度 4.5~60mm,宽度 600~3000mm,长度 4~12m。

#### 2. 薄钢板

厚度为 0.35~4mm,宽度 500~1500mm,长度 0.5~4m。

#### 3. 扁钢

厚度为 4~60mm,宽度 12~200mm,长度 3~9m。

### (二) 型钢

热轧型钢有角钢、工字钢、槽钢和钢管等。

#### 1. 角钢

角钢分等边和不等边两种。不等边角钢的表示方法为,在符号“L”后加“长边宽×短边宽×厚度”,如 L 125×80×10,对于等边角钢则以边宽和厚度表示,如 L 90×10,单位均为毫米。

#### 2. 工字钢、H 型钢

工字钢有普通工字钢、轻型工字钢和 H 型钢。普通工字钢和轻型工字钢用号数表示,号数即为其截面高度的厘米数。20 号以上的工字钢,同一号数有三种腹板厚度分别为 a、b、c 三类。如 I 32a、I 32b、I 32c,a 类腹板较薄,用作受弯构件较为经济。

轻型工字钢的腹板和翼缘均较普通工字钢薄,如表示为 I 32Q,因而在相同重量下其截面模量和回转半径均较大。

H型钢是世界各国使用很广泛的热轧型钢,与普通工字钢相比,其翼缘内外两侧平行,便于与其他构件相连。它可分为宽翼缘H型钢(代号HW,翼缘宽度 $B$ 与截面高度 $H$ 相等)、中翼缘H型钢[代号HM, $B=(1/2\sim 2/3)H$ ]、窄翼缘H型钢[代号HN, $B=(1/3\sim 1/2)H$ ]。各种H型钢均可剖分为T型钢供应,代号分别为TW、TM和TN。H型钢和剖分T型钢的规格标记均采用:高度 $\times$ 宽度 $\times$ 腹板厚度 $\times$ 翼缘厚度表示。例如HM340 $\times$ 250 $\times$ 9 $\times$ 14,其剖分T型钢为TM170 $\times$ 250 $\times$ 9 $\times$ 14,单位均为毫米。

### 3. 槽钢

槽钢有普通槽钢和轻型槽钢两种,也以其截面高度的厘米数编号,如[30a。号码相同的轻型槽钢,其翼缘较普通槽钢宽而薄,腹板也较薄,回转半径大,重量轻,如[30Q。

### 4. 钢管

钢管有无缝钢管和有缝钢管两种,用符号“ $\phi$ ”后面加“外径 $\times$ 厚度”表示,如 $\phi 400\times 6$ ,单位均为毫米。

### (三) 薄壁型钢

薄壁型钢是用1.5~5mm厚的薄钢板(一般用Q235或Q345钢)经模压或弯曲而成,其截面形式及尺寸可按合理方案设计。有防锈涂层的彩色压型钢板所用钢板厚度为0.4~1.6mm,一般用于轻型屋面及墙面。薄壁型钢能充分利用钢材的强度,节约钢材。

## 第三节 钢材的选用

### 一、钢材选用的条件

选择钢材的目的是要做到结构安全可靠,同时用材经济合理。为此,在选择合适的钢材牌号和材性时应考虑下列各因素:

- (1) 结构或构件的重要性;
- (2) 荷载性质(静载或动载);
- (3) 连接方法(焊接、铆接或螺栓连接);
- (4) 工作条件(温度及腐蚀介质);
- (5) 结构形式、应力状态、钢材厚度等。

承重结构的钢材宜采用平炉或氧气转炉Q235钢、Q345钢、Q390钢、Q420钢。

### 二、对钢材质量的要求

(1) 承重结构的钢材应保证抗拉强度、屈服点、伸长率和硫、磷的合格保证;对焊接结构尚应具有碳含量的合格保证(由于Q235A钢的碳含量不作为交货条件,故一般不用于焊接结构)。

(2) 焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材还应具有冷弯试验的合格保证。

(3) 对于需要验算疲劳的焊接结构的钢材,应具有常温冲击韧性的合格保证。当结构工作温度不高于0 $^{\circ}\text{C}$ 但高于-20 $^{\circ}\text{C}$ 时,Q235钢和Q345钢应具有0 $^{\circ}\text{C}$ 冲击韧性的合格保证,对Q390钢和Q420钢应具有-20 $^{\circ}\text{C}$ 冲击韧性的合格保证。当结构工作温度不高于-20 $^{\circ}\text{C}$ 时,对Q235钢和Q345钢应具有-20 $^{\circ}\text{C}$ 冲击韧性的合格保证;对Q390钢和Q420钢应具有-40 $^{\circ}\text{C}$ 冲击韧性的合格保证。

(4) 对于需要验算疲劳的非焊接结构的钢材亦应具有常温冲击韧性的合格保证。当结构工作温度不高于  $-20^{\circ}\text{C}$  时,对 Q235 钢和 Q345 钢应具有  $0^{\circ}\text{C}$  冲击韧性的合格保证;对 Q390 钢和 Q420 钢应具有  $-20^{\circ}\text{C}$  冲击韧性的合格保证。

注:吊车起重量不小于 50t 的中级工作制吊车梁,对钢材冲击韧性的要求应与需要验算疲劳的构件相同。

### 三、下列情况的承重结构和构件不应采用 Q235 沸腾钢:

#### 1. 焊接结构

(1) 直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构;

(2) 工作温度低于  $-20^{\circ}\text{C}$  时的直接承受动力荷载或振动荷载但可不验算疲劳的结构以及承受静力荷载的受弯及受拉的重要承重结构;

(3) 工作温度等于或低于  $-30^{\circ}\text{C}$  的所有承重结构。

2. 非焊接结构。工作温度等于或低于  $-20^{\circ}\text{C}$  的直接承受动力荷载且需要验算疲劳的结构。

## 第四节 连接材料

连接所用钢材,如焊条、自动或半自动焊的焊丝及螺栓的钢材应与主体金属的强度相适应。

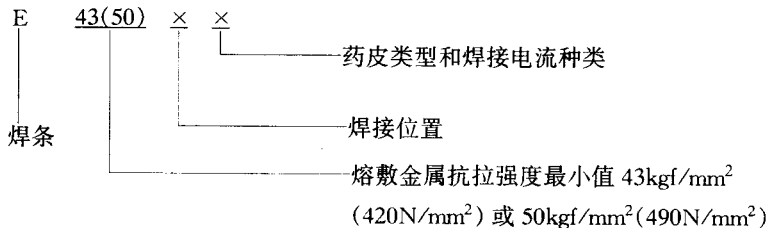
### 一、焊条(焊丝)

#### 1. 手工电弧焊

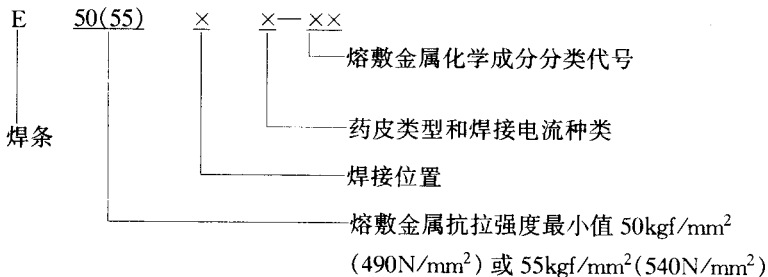
手工电弧焊焊条的表示方法为:开头用 E 代表焊条,其后两位数字表示熔敷金属的抗拉强度最小值,单位为“ $\text{N}/\text{mm}^2$ ”,第三位数字表示焊条的焊接位置,第三位和第四位数字组合时表示焊接电流种类及药皮类型。低合金钢焊条后缀字母为熔敷金属的化学成分分类代号。

我国建筑钢结构常用的焊条为碳钢焊条和低合金钢焊条。碳钢焊条有 E43 $\times\times$  和 E50 $\times\times$  系列;低合金钢焊条有 E50 $\times\times$ - $\times\times$  和 E55 $\times\times$ - $\times\times$  系列。碳钢焊条和低合金钢焊条型号所代表的意义如下:

#### 碳钢焊条



#### 低合金钢焊条



《钢结构设计规范》GB 50017—2003(本书以后有时简称《规范》)规定,手工焊接采用的焊条应符合现行标准《碳钢焊条》GB/T 5117 或《低合金钢焊条》GB/T 5118 的规定,选择的焊条型号应与焊件的金属力学性能相适应。对于一般钢结构(除重级工作制吊车梁、吊车桁架或类似结构外),对于 Q235 钢的焊件宜用 E43 系列焊条,对 Q345 钢的焊件宜用 E50 系列焊条,对 Q390 钢、Q420 钢的焊件宜用 E55 系列焊条。

当不同钢种的钢材连接时,宜用与低强度钢材相适应的焊条。

## 2. 自动焊或半自动焊

自动焊或半自动焊的焊丝应符合《焊接用钢丝》的规定,埋弧焊焊剂应符合《碳素钢埋弧焊用焊剂》的要求。

自动焊缝质量稳定,焊缝内部缺陷少,因此质量比手工焊缝高;半自动焊缝质量介于自动焊和手工焊之间。自动焊或半自动焊应采用与主体金属强度相应的焊丝和焊剂。如:Q235 钢的焊件可采用 H08、H08A 等焊丝;Q345 钢的焊件可采用 H08A、H08MnA 等焊丝;Q390 钢的焊件可采用 H08MnA、H10MnSi 等焊丝。

## 二、螺栓

### 1. 普通螺栓

普通螺栓可采用现行标准《普通碳素结构钢技术条件》中规定的 Q235 钢制作,其性能等级为 4.6 级(小数点前的数值表示公称抗拉强度,小数点后的数值表示公称屈服强度与公称抗拉强度的比值,即屈强比。如 4.6 级螺栓抗拉强度为  $400\text{N}/\text{mm}^2$ ;屈服强度为  $0.6 \times 400 = 240\text{N}/\text{mm}^2$ )。

### 2. 高强度螺栓

建筑钢结构中的高强度螺栓有大六角头型和扭剪型两种形式,大六角头型的规格和尺寸应符合《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角头螺母、垫圈及技术条件》GB/T 1228—1231 或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632、《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副 技术条件》GB/T 3633 的规定。

高强度螺栓的性能等级有 8.8 级和 10.9 级,8.8 级的螺栓及垫圈钢号为《优质碳素结构钢技术条件》规定的 45 号、35 号钢,螺母为 35 号钢。10.9 级高强度螺栓为《合金结构钢技术条件》规定的 20MnTiB 钢、40B 钢和 35VB 钢,其螺母和垫圈为 45 号钢或 35 号钢。扭剪型高强度螺栓只有 10.9 级一种,钢号为 20MnTiB,螺母钢号为 15MnVB 或 35 号钢,垫圈为 45 号钢。

### 3. 铆钉

铆钉可采用现行标准《标准件用碳素钢热轧圆钢》GB/T 715 中规定的 BL2、BL3 号钢制成。

### 4. 锚栓

锚栓可采用现行标准《碳素结构钢》GB/T 700 中规定的 Q235 钢或《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 中规定的 Q345 钢制成。

## 第五节 练 习 题

【习题 1-1】《钢结构设计规范》中推荐使用的承重结构钢材是下列哪一组?

- (A) Q235、45号钢、Q345; (B) Q235、Q345、Q390;  
(C) Q235、45号钢、Q420钢; (D) Q235、35号钢、Q190。

【习题 1-2】设计某重级工作制的焊接吊车钢梁,吊车起重量为 75t,工作温度低于 -20℃,宜选用下列哪一种钢材?

- (A) Q235A; (B) Q235B; (C) Q235C; (D) Q345E。

【习题 1-3】设计东北某地区的钢结构建筑,某冬季计算温度为 -28℃,非焊接吊车梁宜采用的钢号为下列哪一种?

- (A) Q235B; (B) Q235C; (C) Q235A; (D) Q345A。

【习题 1-4】设计北方某地区的钢结构建筑,其冬季计算温度为 -36℃,焊接承重结构宜采用的钢号为下列哪一种?

- (A) Q235B·F; (B) Q235A; (C) Q390B; (D) Q345D。

【习题 1-5】承重结构的钢材,应根据结构的重要性等不同情况选择其钢号和材质,下列哪种说法不符合规范的要求?

- (A) 焊接承重结构的钢材应具有冷弯试验的合格保证;  
(B) 承重结构的钢材应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证;  
(C) 工作温度低于 -20℃时的重级工作制吊车梁、吊车桁架或类似结构的钢材不宜采用 Q235 沸腾钢;  
(D) 对重级工作制的非焊接吊车梁、吊车桁架应具有冲击韧性试验的合格保证。

【习题 1-6】承重结构所用钢材应保证的基本力学性能内容应是什么?

- (A) 抗拉强度、碳含量、冷弯性能; (B) 抗拉强度、屈服强度、伸长率;  
(C) 屈服强度、伸长率、韧性性能; (D) 抗拉强度、伸长率、冷弯性能。

【习题 1-7】结构钢的三项主要力学(机械)性能指标是什么?

- (A) 抗拉强度、碳含量、冷弯性能; (B) 抗拉强度、屈服强度、伸长率;  
(C) 屈服强度、伸长率、韧性性能; (D) 抗拉强度、伸长率、冷弯性能。

【习题 1-8】某厂房承受静力荷载的焊接梯形钢屋架,在常温环境下工作,下列哪种说法不正确?

- (A) 可选 Q345 钢; (B) 可选 Q235 钢;  
(C) 钢材应有冲击韧性的保证; (D) 钢材应有三项基本性能保证。

【习题 1-9】以下关于常用建筑钢材的叙述中,下列哪种说法是正确的?

- (A) 常用建筑钢材一般分为普通碳素钢和优质碳素钢两大类;  
(B) 普通碳素钢随钢号增大,强度降低,伸长率降低;  
(C) 普通碳素钢随钢号增大,强度提高,伸长率增加;  
(D) 普通碳素钢按脱氧程度分为沸腾钢、镇静钢、半镇静钢三种。

【习题 1-10】建筑钢结构所用钢材,按含碳量划分应属于哪一种钢?

- (A) 各种含碳量的钢材; (B) 高碳钢;  
(C) 低碳钢; (D) 中碳钢。

【习题 1-11】在什么温度下,钢结构会失去承载力,产生很大的变形?

- (A) 150~200℃; (B) 250~300℃; (C) 350~400℃; (D) 450~600℃。

【习题 1-12】在钢材的化学成分中,下列哪种元素会使钢材转向冷脆?



【习题 1-4】 答案:(D)

提示:根据《钢结构设计规范》第 3.3.4 条规定:(B)、(C)、(A)为错误答案。

【习题 1-5】 答案:(D)

提示:根据《钢结构设计规范》第 3.3.2 及 3.3.3 条规定,对重级工作制的非焊接吊车梁、吊车桁架应具有冷弯试验的合格保证,并非冲击韧性试验。(A)、(B)、(C)为错误答案。

【习题 1-6】 答案:(B)

提示:根据《钢结构设计规范》第 3.3.3 条规定,承重结构的钢材,应具有抗拉强度、伸长率、屈服强度和硫、磷含量的合格保证;必要时尚应具有冷弯试验的合格保证。(A)、(C)、(D)为错误答案。

【习题 1-7】 答案:(B)

提示:依据《钢结构设计规范》第 3.3.3 条规定,(A)、(C)、(D)为错误答案。

【习题 1-8】 答案:(C)

提示:依据《钢结构设计规范》第 3.3.3 条规定:常温、静载作用不需冲击韧性条件,故(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-9】 答案:(D)

提示:依据钢结构材料的性能,(A)、(B)、(C)为错误答案。

【习题 1-10】 答案:(C)

提示:现行《钢结构设计规范》推荐的碳素结构钢为低碳钢。(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-11】 答案:(D)

提示:钢材的内部晶体组织对温度很敏感,约在 200℃ 以内钢材性能没有很大变化;250℃ 附近有蓝脆现象;在 250~320℃ 时有徐变现象;430~540℃ 之间则强度( $f_y$ 、 $f_u$ )急剧下降;600℃ 时强度很低不能承担荷载。(A)、(B)、(C)为错误答案。

【习题 1-12】 答案:(C)

提示:依据钢结构材料的性能:钢材的硫(S)、氧(O)元素使钢材热脆,而磷(P)、氮(N)会造成钢材冷脆。故(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-13】 答案:(C)

提示:碳是形成钢材强度的主要成分,对于焊接结构,为了良好的可焊性,以不大于 0.2% 为好。(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-14】 答案:(A)

提示:工字钢 I 20a 数字 20 表示其截面高度为 200mm,字母 a、b、c 表示工字钢截面腹板厚度类别,依次腹板厚度增大。故(B)、(C)、(D)为错误答案。

【习题 1-15】 答案:(C)

提示:工字钢代号中,字母 a、b 或 c 表示工字钢腹板厚度的类型,依次腹板厚度增大。(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-16】 答案:(C)

提示:钢结构的主要缺点是不耐火而且易腐蚀。(A)、(B)、(D)为错误答案。

【习题 1-17】 答案:(C)

提示:超高层建筑采用钢结构的主要原因是钢结构轻质高强延性好,特别是超高层建筑,钢结构能减轻结构自重,综合经济效益好。(A)、(B)、(D)为错误答案。



**【习题 1-18】** 答案:(A)

提示:薄板因辊轧次数多,故其强度比厚板略高。根据《钢结构设计规范》,钢材按厚度分组,根据表 3.4.1-1,可以看出,钢材厚度越大,则抗拉、抗压、抗弯、抗剪强度设计值越小。(B)、(C)、(D)为错误答案。