

全国造价工程师执业资格考试培训教材

2013 年版

建设工程技术与计量

(安装工程)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会



中国计划出版社

► **2013年版**

► 全国造价工程师执业资格考试培训教材

建设工程技术与计量

(安装工程)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

中国计划出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程技术与计量: 2013 年版. 安装工程/全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会编. —6 版. —北京: 中国计划出版社, 2013. 5

全国造价工程师执业资格考试培训教材

ISBN 978-7-80242-841-6

I. ①建… II. ①全… III. ①建筑安装工程—建筑造价管理—工程技术人员—资格考试—教材 IV. ①TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 082128 号

全国造价工程师执业资格考试培训教材 (2013 年版)

建设工程技术与计量 (安装工程)

全国造价工程师执业资格考试培训教材编审委员会

中国计划出版社出版

网址: www.jhpress.com

地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层

邮政编码: 100038 电话: (010) 63906433 (发行部)

新华书店北京发行所发行

北京世知印务有限公司印刷

787mm×1092mm 1/16 33 印张 810 千字

2013 年 5 月第 6 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—10000 册

ISBN 978-7-80242-841-6

定价: 79.00 元

版权所有 侵权必究

本书环衬使用中国计划出版社专用防伪纸, 封面贴有中国计划出版社专用防伪标, 否则为盗版书。请读者注意鉴别、监督!

侵权举报电话: (010) 63906404

如有印装质量问题, 请寄本社出版部调换

前 言

造价工程师执业资格考试制度实施至今,《全国造价工程师执业资格考试培训教材》经历了不断改进和完善的过程。为适应我国工程造价管理改革发展的需要,在总结近年考试培训教材使用经验的基础上,我们组织有关专家对2009年版考试培训教材进行了修订,经专家论证和确认,形成了2013年版全国造价工程师执业资格考试培训教材,供广大应考人员和考务工作者在2013年及以后一个时期使用。

2013年版考试培训教材在保持整体框架不变的基础上,依据2013年版《全国造价工程师执业资格考试大纲》的要求,对教材名称、内容等方面做了部分调整:一是对教材的名称做了更改并调整了相关内容,如将原教材《工程造价管理基础理论与相关法规》更名为《建设工程造价管理》,将原教材《工程造价计价与控制》更名为《建设工程计价》、将原教材《工程造价案例分析》更名为《建设工程造价案例分析》;将原教材《工程造价计价与控制》中涉及工程造价控制的内容全部纳入新教材《建设工程造价管理》。二是根据执业资格考试加强技能考核的要求,增加了对实际能力考核的知识点,删减了部分基本概念的内容。三是增补了最新出台的涉及工程造价管理的法律、法规和相关规定,补充了新的工程计价业务的内容。四是对《建设工程技术与计量》(安装工程)教材的专业进行了调整,选考部分由原来的三个专业合并为两个专业:A.管道和设备工程;B.电气和自动化控制工程。

调整后的《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2013年版)仍分为四个科目:《建设工程造价管理》、《建设工程计价》、《建设工程技术与计量》(土木建筑工程、安装工程各一册)、《建设工程造价案例分析》。

本次修订得到了各册主编、副主编、参编及主审专家的大力支持与配合,在此对现在和以往参加编写和支持本教材编写工作的专家及有关单位一并表示由衷的感谢!

《全国造价工程师执业资格考试培训教材》(2013年版)在使用中如存在不足之处,还望读者提出宝贵的意见和建议。

此外,为了方便考生查阅最新的有关工程造价法律、法规及规章制度,本次教材修订,同时编选了2013年版《建设工程造价管理相关文件汇编》,作为考试培训辅助用书供考生参考。

目 录

第一章 安装工程材料	(1)
第一节 建设工程材料	(1)
一、金属材料	(1)
二、非金属材料	(11)
三、复合材料	(19)
第二节 安装工程常用材料	(23)
一、型材、板材和管材	(23)
二、焊接材料	(30)
三、防腐材料	(35)
第三节 安装工程常用管件和附件	(41)
一、管件	(41)
二、附件	(41)
三、法兰	(42)
四、阀门	(46)
五、其他附件	(53)
第四节 常用电气和通信材料	(56)
一、电气材料	(56)
二、有线通信线缆	(62)
第二章 安装工程施工技术	(69)
第一节 切割和焊接	(69)
一、切割	(69)
二、焊接	(72)
三、焊接质量检验	(85)
四、焊接热处理	(87)
五、无损检测 (探伤)	(90)
第二节 除锈、防腐蚀和绝热工程	(93)
一、除锈和刷油	(93)
二、衬里	(96)
三、喷镀 (涂)	(98)
四、绝热工程	(98)
第三节 吊装工程	(103)
一、吊装机械	(103)
二、吊装方法	(110)

第四节 辅助项目	(114)
一、吹洗、脱脂、钝化和预膜	(114)
二、管道压力试验	(118)
三、设备压力试验	(119)
第三章 安装工程计量	(122)
第一节 建筑安装编码体系	(122)
一、建筑安装编码的原则和方法	(122)
二、中国的分类编码体系	(123)
第二节 安装工程计量	(124)
一、安装工程计量规定和项目划分	(124)
二、分部分项工程量清单	(126)
三、措施项目清单	(128)
四、其他项目清单	(133)
第四章 通用设备工程	(134)
第一节 机械设备安装	(134)
一、常用机械设备的分类和安装	(134)
二、固体输送设备和电梯	(139)
三、泵、风机和压缩机	(150)
四、工业炉和煤气发生设备	(162)
五、机械设备安装工程计量	(165)
第二节 热力设备安装	(167)
一、锅炉概述	(167)
二、工业锅炉本体安装	(171)
三、锅炉辅助设备	(179)
四、热力设备安装工程计量	(187)
第三节 静置设备与工艺金属结构制作、安装	(190)
一、静置设备的分类	(190)
二、静置设备的制作和安装	(192)
三、金属油罐的制作和安装	(203)
四、球罐的制作和安装	(210)
五、气柜的制作和安装	(217)
六、工艺金属结构的制作和安装	(220)
七、石油化工静设备无损检测	(226)
八、静置设备工程计量	(229)
第四节 消防工程	(231)
一、水灭火系统	(231)
二、气体灭火系统	(237)

三、泡沫灭火系统·····	(239)
四、消防工程计量·····	(242)
第五节 电气照明及动力设备工程·····	(248)
一、常用电光源和安装·····	(248)
二、电动机种类和安装·····	(254)
三、常用低压电气设备·····	(258)
四、配管配线工程·····	(261)
五、电气照明工程计量·····	(265)
第五章 管道和设备工程·····	(271)
第一节 给排水、采暖、燃气工程·····	(271)
一、给排水工程·····	(271)
二、采暖工程·····	(288)
三、燃气工程·····	(308)
四、给排水、采暖、燃气工程计量·····	(315)
第二节 通风空调工程·····	(322)
一、通风工程·····	(322)
二、空调工程·····	(338)
三、通风、空调系统的安装·····	(357)
四、通风空调工程计量·····	(364)
第三节 工业管道工程·····	(373)
一、热力管道系统·····	(374)
二、压缩空气管道系统·····	(376)
三、夹套管道系统·····	(378)
四、合金钢及有色金属管道·····	(380)
五、高压管道·····	(387)
六、工业管道工程计量·····	(392)
第六章 电气和自动化控制工程·····	(397)
第一节 电气工程·····	(397)
一、变配电工程·····	(397)
二、变配电工程安装·····	(402)
三、电气线路工程安装·····	(406)
四、防雷接地系统·····	(410)
五、电气调整试验·····	(411)
六、电气工程计量·····	(413)
第二节 自动控制系统·····	(424)
一、自动控制系统·····	(424)
二、自动控制系统主要设备·····	(427)

三、自动控制仪表系统的安装.....	(439)
四、自动控制系统工程计量.....	(447)
第三节 通信设备及线路工程.....	(449)
一、网络工程和网络设备.....	(449)
二、有线电视和卫星接收系统.....	(454)
三、音频和视频通信系统.....	(459)
四、通信线路工程.....	(462)
五、通信设备及线路工程计量.....	(465)
第四节 建筑智能化工程.....	(469)
一、智能建筑系统.....	(469)
二、楼宇自动化系统.....	(471)
三、安全防范自动化系统.....	(472)
四、火灾报警系统.....	(486)
五、办公自动化系统.....	(488)
六、综合布线系统.....	(490)
七、建筑智能化工程计量.....	(503)
参考文献.....	(509)

第一章 安装工程材料

第一节 建设工程材料

工程材料种类繁多,应用广泛,有着多种不同的分类方法。一般将工程材料按化学成分划分为金属材料、非金属材料 and 复合材料三大类,如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 常用的工程材料分类

金属材料	黑色金属		铁、碳素钢、合金钢
	有色金属		铝、铅、铜、镁和镍等及其合金
非金属材料	无机非金属材料	耐火材料	耐火砌体材料、耐火水泥及耐火混凝土
		耐火隔热材料	硅藻土、蛭石、玻璃纤维(又称矿渣棉)、石棉制品
		耐蚀(酸)非金属材料	铸石、石墨、耐酸水泥、天然耐酸石材和玻璃等
		陶瓷材料	电器绝缘陶瓷、化工陶瓷、结构陶瓷和耐酸陶瓷等
	高分子材料	橡胶	天然橡胶、丁苯橡胶、氯丁橡胶、硅橡胶等
		塑料	聚四氟乙烯、ABS、聚丙烯、聚砜和聚乙烯等
		合成纤维	聚酯纤维和聚酰胺纤维等
复合材料	无机-有机材料		玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土等
	非金属-金属材料		钢筋混凝土、钢丝网水泥、塑铝复合管、铝箔面油毡等
	其他复合材料		水泥石棉制品、不锈钢包覆钢板等

一、金属材料

金属材料是最重要的工程材料,包括金属和以金属为基的合金。工业上把金属及其合金分为黑色金属材料 and 有色金属材料两大部分。

(一) 黑色金属

黑色金属材料一般是指铁和以铁为基的合金,即钢铁材料。

钢铁材料是工业中应用最广、用量最多的金属材料。以铁为主要元素,含碳量一般在 2% 以下,并含有其他元素的材料称为钢;而含碳量大于 2% 的铁合金材料称为生铁。钢和铸铁中除了含铁、碳以外,还含有一些其他元素,其中一类是杂质元素,如硫、磷、氧、氮等;另一类是根据使用性能和工艺性能的需要,在其生产过程中适量添加的合金元素,常见有铬、镍、锰和钛等,铁碳合金中加入这些合金元素就成为合金钢或合金铸铁。

1. 钢的分类和用途

钢具有许多优良特性,如材质均匀、性能可靠,具有较高的强度和良好的塑性、韧性和延展性,可承受各种性质的荷载,加工性优良(如可焊、可铆、可制成各种形状的型材和零件)。

钢中主要化学元素为铁,另外还含有少量的碳、硅、锰、硫、磷、氧和氮等,这些少

量元素对钢的性质影响很大。钢中碳的含量对钢的性质有决定性影响,含碳量低的钢材强度较低,但塑性大,延伸率和冲击韧性高,质地较软,易于冷加工、切削和焊接;含碳量高的钢材强度高(当含碳量超过1.00%时,钢材强度开始下降)、塑性小、硬度大、脆性大和不易加工。硫、磷为钢材中有害元素,含量较多就会严重影响钢材的塑性和韧性,磷使钢材显著产生冷脆性,硫则使钢材产生热脆性。硅、锰等为有益元素,它们能使钢材强度、硬度提高,而塑性、韧性不显著降低。

钢材的力学性能(如抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击韧度和硬度等)取决于钢材的成分和金相组织。钢材的成分一定时,其金相组织主要取决于钢材的热处理,如退火、正火、淬火加回火等,其中淬火加回火的影响最大。

(1) 钢的分类。《钢分类》GB/T 13304.1—2008按照化学成分将钢材分为非合金钢、低合金钢和合金钢三类,其合金元素规定含量界限值如表1.1.2所示。

表 1.1.2 非合金钢、低合金钢和合金钢部分合金元素规定含量界限值

合金元素	合金元素规定含量界限值(质量分数)(%)		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
Al	<0.10	—	≥0.10
B	<0.0005	—	≥0.0005
Bi	<0.10	—	≥0.10
Cr	<0.30	0.30~<0.50	≥0.50
Co	<0.10	—	≥0.10
Cu	<0.10	0.10~<0.50	≥0.50
Mn	<1.00	1.00~<1.40	≥1.40
Mo	<0.05	0.05~<0.10	≥0.10
Ni	<0.30	0.30~<0.50	≥0.50
Nb	<0.02	0.02~<0.06	≥0.06
Pb	<0.40	—	≥0.40
Se	<0.10	—	≥0.10
Si	<0.50	0.05~<0.90	≥0.90
Te	<0.10	—	≥0.10
Ti	<0.05	0.05~<0.13	≥0.13
W	<0.10	—	≥0.10
V	<0.04	0.04~<0.12	≥0.12
Zr	<0.05	0.05~<0.12	≥0.12
Ln系(每一种元素)	<0.02	0.02~<0.05	≥0.05
其他规定元素 (S、P、C、N除外)	<0.05	—	≥0.05

注:1. 因为海关关税的目的而区分非合金钢、低合金钢和合金钢时,除非合同或订单中另有协议,表中Bi、Pb、Se、Te、La系和其他规定元素(S、P、C和N除外)的规定界限值可不予考虑。

2. La系元素含量,也可作为混合稀土含量总量。

3. 表中“—”表示不规定,不作为划分依据。

(2) 钢牌号的表示方法。

《钢铁产品牌号表示方法》GB/T 221—2008 对钢牌号的表示方法作了如下规定：

1) 碳素结构钢和低合金结构钢。

碳素结构钢和低合金结构钢的牌号通常由四部分组成：

第一部分：前缀符号+强度值（以 N/mm^2 或 MPa 为单位），其中通用结构钢前缀符号为代表屈服强度的拼音字母“Q”，专用结构钢的前缀符号见表 1.1.3。

表 1.1.3 专用结构钢的前缀符号

产品名称	采用的汉字及汉语拼音或英文单词			采用字母	位置
	汉字	汉语拼音	英文单词		
热轧光圆钢筋	热轧光圆钢筋	—	Hot Rolled Plain Bars	HPB	牌号头
热轧带肋钢筋	热轧带肋钢筋	—	Hot Rolled Ribbed Bars	HRB	牌号头
细晶粒热轧带肋钢筋	热轧带肋钢筋+细	—	Hot Rolled Ribbed Bars+ Fine	HRBF	牌号头
冷轧带肋钢筋	冷轧带肋钢筋	—	Cold Rolled Ribbed Bars	CRB	牌号头
预应力混凝土用螺纹钢筋	预应力、螺纹、钢筋	—	Prestressing、Screw、Bars	PSB	牌号头
焊接气瓶用钢	焊瓶	HAN PING	—	HP	牌号头
管线用钢	管线	—	Line	L	牌号头
船用锚链钢	船锚	CHUAN MAO	—	CM	牌号头
煤机用钢	煤	MEI	—	M	牌号头

第二部分（必要时）：钢的质量等级，用英文字母 A、B、C、D、E、F……表示。

第三部分（必要时）：脱氧方式表示符号，即沸腾钢（F）、半镇静钢（b）、镇静钢（Z）、特殊镇静钢（TZ）。镇静钢、特殊镇静钢表示符号通常可以省略。

第四部分（必要时）：产品用途、特性和工艺方法表示符号，见表 1.1.4。

表 1.1.4 产品用途、特性和工艺方法表示符号

产品名称	采用的汉字及汉语拼音或英文单词			采用字母	位置
	汉字	汉语拼音	英文单词		
锅炉和压力容器用钢	容	RONG	—	R	牌号尾
锅炉用钢（管）	锅	GUO	—	G	牌号尾
低温压力容器用钢	低容	DI RONG	—	DR	牌号尾
桥梁用钢	桥	QIAO	—	Q	牌号尾
耐候钢	耐候	NAI HOU	—	NH	牌号尾
高耐候钢	高耐候	GAO NAI HOU	—	GNH	牌号尾
汽车大梁用钢	梁	LIANG	—	L	牌号尾
高性能建筑结构用钢	高建	GAO JIAN	—	GJ	牌号尾
低焊接裂纹敏感性钢	低焊接裂纹敏感性	—	Crack Free	CF	牌号尾
保证淬透性钢	淬透性	—	Hardenability	H	牌号尾
矿用钢	矿	KUANG	—	K	牌号尾
船用钢	采用国际符号				

例如, Q235AF 表示最小屈服强度 235N/mm^2 、质量等级为 A 级的沸腾钢, Q345D 表示最小屈服强度 345N/mm^2 、质量等级为 D 级的特殊镇静钢, HRB335 表示屈服强度特征值 335N/mm^2 的热轧带肋钢筋, L415 表示最小规定总延伸强度 415MPa 的管线用钢。

2) 优质碳素结构钢。

优质碳素结构钢牌号通常由五部分组成:

第一部分: 以两位阿拉伯数字表示平均含碳量 (以万分之几计)。

第二部分 (必要时): 较高含锰量的优质碳素结构钢, 加锰元素符号 Mn。

第三部分 (必要时): 钢材冶金质量, 即高级优质钢、特级优质钢分别以 A、E 表示, 优质钢不用字母表示。

第四部分 (必要时): 脱氧方式表示符号, 即沸腾钢 (F)、半镇静钢 (b)、镇静钢 (Z), 但镇静钢表示符号通常可以省略。

第五部分 (必要时): 产品用途、特性和工艺方法表示符号, 见表 1.1.4。

例如, 优质碳素结构钢: 08F 表示碳含量为 $0.085\% \sim 0.11\%$, 锰含量为 $0.25\% \sim 0.50\%$ 的沸腾钢; 优质碳素结构钢: 50MnE 表示碳含量为 $0.48\% \sim 0.56\%$, 锰含量为 $0.70\% \sim 1.00\%$ 的特级优质镇静钢。

3) 合金结构钢。

合金结构钢牌号通常由四部分组成:

第一部分: 以两位阿拉伯数字表示平均含碳量 (以万分之几计)。

第二部分: 合金元素含量, 以化学元素符号及阿拉伯数字表示。具体表示方法为: 平均含量小于 1.50% 时, 牌号中仅标明元素, 一般不标明含量; 平均含量为 $1.50\% \sim 2.49\%$ 、 $2.50\% \sim 3.49\%$ 、 $3.50\% \sim 4.49\%$ 、 $4.50\% \sim 5.49\%$ ……时, 在合金元素后分别写成 2、3、4、5……

第三部分: 钢材冶金质量, 即高级优质钢、特级优质钢, 分别以 A、E 表示, 优质钢不用字母表示。

第四部分 (必要时): 产品用途、特性或工艺方法表示符号, 见表 1.1.4。

例如, 25Cr2MoVA 表示碳含量为 $0.22\% \sim 0.29\%$, 铬含量为 $1.50\% \sim 1.80\%$ 、钼含量为 $0.25\% \sim 0.35\%$ 、钒含量为 $0.15\% \sim 0.30\%$ 的高级优质合金结构钢。

(3) 工程中常用钢及其合金的性能和特点。

1) 普通碳素结构钢。普通碳素结构钢的碳、磷、硫及其他残余元素的含量控制较宽, 某些性能如低温韧性和时效敏感性较差。

普通碳素结构钢生产工艺简单, 有良好的工艺性能 (如焊接性能、压力加工性能等)、必要的韧性、良好的塑性以及价廉和易于大量供应, 通常在热轧后使用。如 Q195 钢强度不高, 塑性、韧性、加工性能与焊接性能较好, 主要用于轧制薄板和盘条等; Q215 钢主要用于制作管坯、螺栓等; Q235 钢强度适中, 有良好的承载性, 又具有较好的塑性和韧性, 可焊性和可加工性也好, 是钢结构常用的牌号, 大量制作成钢筋、型钢和钢板, 用于建造房屋和桥梁等; Q275 钢强度和硬度较高, 耐磨性较好, 但塑性、冲击韧性和可焊性差, 主要用于制造轴类、农具、耐磨零件和垫板等。

2) 优质碳素结构钢。优质碳素结构钢是含碳小于 0.8% 的碳素钢, 这种钢中所含的硫、磷及非金属夹杂物比碳素结构钢少。与普通碳素结构钢相比, 优质碳素结构钢塑性和

韧性较高，并可通过热处理强化，多用于较重要的零件，是广泛应用的机械制造用钢。根据含碳量的不同，优质碳素钢分为低碳钢、中碳钢和高碳钢。低碳钢强度和硬度低，但塑性和韧性高，加工性和焊接性能优良，用于制造承载较小和要求韧性高的零件以及小型渗碳零件；中碳钢强度和硬度较高，塑性和韧性较低，切削性能良好，但焊接性能较差，冷热变形能力良好，主要用于制造荷载较大的机械零件。常用的中碳钢为 40、45 和 50 钢，但由于碳素钢的淬透性不高，零件的尺寸越大，调质处理的强化效果越差，因此只有中、小型零件采用调质处理才能获得较好的强化效果。

3) 普通低合金钢。普通低合金钢比碳素结构钢具有较高的韧性，同时有良好的焊接性能、冷热压加工性能和耐蚀性，部分钢种还具有较低的脆性转变温度。如 Q295 (09MnV、09MnNb) 具有良好的塑性、韧性、冷弯性能、冷热压力加工性能和焊接性能，且有一定的耐蚀性能。用于制造各种容器、螺旋焊管、建筑结构、车辆用冲压件和船体等；Q345 (18Nb) 具有综合力学性能、耐低温冲击韧性、焊接性能和冷热压加工性能良好的特性，可用于建筑结构、化工容器和管道、起重机械和鼓风机等。另外，由于普通低合金钢的生产工艺与碳素结构钢类似，故普通低合金钢的价格与碳素结构钢相近。

4) 优质低合金钢。优质低合金钢广泛用于制造各种要求韧性高的重要机械零件和构件。当零件的形状复杂、截面尺寸较大、要求韧性高时，采用优质低合金钢可使复杂形状零件的淬火变形和开裂倾向降到最小。因此，形状复杂或截面尺寸较大或要求韧性高的淬火零件，一般为优质低合金钢，如用 15MnVg 制造锅炉和压力容器、用 70Mn 制造起重机钢轨、用 20MnSiV 制造承受较高荷载或高速冲击的齿轮轴、齿圈、齿轮、主轴、蜗杆和离合器（机床用）等。

5) 不锈钢耐酸钢。不锈钢耐酸钢简称不锈钢。它是指在空气、水、酸、碱、盐及其溶液和其他腐蚀介质中具有高稳定性的钢种。它在化工、石油、食品机械和国防工业中广泛应用。

按不锈钢使用状态的金相组织，可分为铁素体、马氏体、奥氏体、铁素体加奥氏体和沉淀硬化型不锈钢五类。现将各类不锈钢的特点简述如下：

①铁素体型不锈钢。铬是铁素体型不锈钢中的主加元素，通常含铬的质量分数大于或等于 13.00%。某些钢种还添加有铝和钛等。高铬钢（17.0%~30.0%Cr）有良好的抗高温氧化能力，在氧化性酸溶液如硝酸溶液中，有良好的耐蚀性，故其在硝酸和氮肥工业中广泛使用。另外，0Cr13 不锈钢在弱腐蚀介质如淡水中，也有良好的耐蚀性。高铬铁素体不锈钢的缺点是钢的缺口敏感性和脆性转变温度较高，钢在加热后对晶间腐蚀也较为敏感。

②马氏体型不锈钢。此钢具有较高的强度、硬度和耐磨性。通常用于弱腐蚀性介质环境中，如海水、淡水和水蒸气中，以及使用温度小于或等于 580℃ 的环境中，通常也可作为受力较大的零件和工具的制作材料。但由于此钢焊接性能不好，故一般不用作焊接件。

③奥氏体型不锈钢。钢中主要合金元素为铬、镍、钛、铌、钼、氮和锰等。此钢具有较高的韧性、良好的耐蚀性、高温强度和较好的抗氧化性，以及良好的压力加工和焊接性能。但是这类钢的屈服强度低，且不能采用热处理方法强化，而只能进行冷变形强化。

④铁素体-奥氏体型不锈钢。这类钢的屈服强度约为奥氏体型不锈钢的两倍,可焊性良好,韧性较高,应力腐蚀、晶间腐蚀及焊接时的热裂倾向均小于奥氏体型不锈钢。

⑤沉淀硬化型不锈钢。这类钢的突出优点是经沉淀硬化热处理以后具有高强度,耐蚀性优于铁素体型不锈钢。它主要用于制造高强度和耐蚀的容器、结构和零件,也可用作高温零件。

6) 铸钢。铸钢具有较高的强度、塑性和韧性,可以铸成各种形状、尺寸和重量的铸钢件。某些冷、热变形性能差或难切削加工的钢,则由铸钢成型。

用于轧材和锻件的钢号原则上都可用于铸钢件。少数钢号为满足铸造工艺要求,在成分上应适当调整。如采用 ZG35SiMn 制作大型铸钢件时,应将硅的质量分数从 1.1%~1.4%降低到 0.6%~0.8%,以降低铸钢的裂纹敏感性。

铸钢件的物理和化学性能、焊接性能与锻件相近,这主要决定于钢的成分,如铸件的碳含量和合金元素含量增加,则铸件的焊接性能变差。

2. 铸铁的分类和用途

铸铁是含碳量大于 2% 的铁碳合金,并且还含有较多量的硅、锰、硫和磷等元素。它是应用最广泛的铸造材料,具有生产设备和工艺简单、价格便宜等优点。大部分机械设备的箱体、壳体、机座、支架和受力不大的零件多用铸铁制造。某些承受冲击不大的重要零件,如小型柴油机的曲轴,多用球墨铸铁制造。其原因是铸铁切削性能和铸造性能优良,有利于节约材料,减少机械加工工时,且有必要的强度和某些优良性能,如高的耐磨性、吸震性和低的缺口敏感性等。

(1) 铸铁的分类。铸铁与钢相比,其成分特点是碳、硅含量高,杂质含量也较高。但杂质在钢和铸铁中的作用完全不同,如磷在耐磨铸铁中是提高其耐磨性的主要合金元素,锰和硅都是铸铁中的重要元素,唯一有害的元素是硫。铸铁的组织特点是含有石墨,组织的其余部分相当于碳含量小于 0.80% 钢的组织。铸铁的韧性和塑性主要决定于石墨的数量、形状、大小和分布,其中石墨形状的影响最大。铸铁的其他性能也与石墨密切相关。基体组织是影响铸铁硬度、抗压强度和耐磨性的主要因素。

按碳存在的形式分类,铸铁可分为灰口铸铁、白口铸铁和麻口铸铁三大类。灰口铸铁中的碳除微量溶入铁素体外,全部或大部以石墨形式存在,断口呈灰色,故名灰口铸铁;白口铸铁中的碳完全以渗碳体的形式存在,断口呈亮白色。白口铸铁很难切削加工,主要作炼钢原料使用。但由于它的硬度和耐磨性高,也可以铸成表面为白口组织的铸件,如轧辊、球磨机的磨球等。麻口铸铁中的碳以石墨和渗碳体的混合形式存在,断口呈灰白色。这种铸铁有较大的脆性,工业上很少使用。

按照石墨的形状特征,灰口铸铁可分为普通灰铸铁(石墨呈片状)、蠕墨铸铁(石墨呈蠕虫状)、可锻铸铁(石墨呈团絮状)和球墨铸铁(石墨呈球状)四大类。

(2) 铸铁牌号的表示方法。

1) 《铸铁牌号表示方法》GB/T 5612—2008 中规定,用各种铸铁相应汉语拼音字母的第一个大写字母作为铸铁的代号,当两种铸铁名称的代号字母相同时,可在大写字母后加小写字母表示。同一名称铸铁需要细分时,取其细分特点的汉语拼音字母第一个大写字母排在后面。各种铸铁的名称代号和牌号如表 1.1.5 所示。

表 1.1.5 部分铸铁名称、代号及牌号表示方法

铸铁名称	代号	牌号表示方法实例	铸铁名称	代号	牌号表示方法实例
灰铸铁	HT	HT250	珠光体可锻铸铁	KTZ	KTZ650—02
蠕墨铸铁	RuT	RuT420	抗磨球墨铸铁	QTM	QTM Mn8—30
球墨铸铁	QT	QT400—18	耐蚀球墨铸铁	QTS	QTS Ni20Cr2
黑心可锻铸铁	KTH	KTH350—10	耐热球墨铸铁	QTR	QTR Si5
白心可锻铸铁	KTB	KTB350—04	冷硬球墨铸铁	QTL	QTL CrMo

注：摘自《铸铁牌号表示方法》GB/T 5612—2008。

2) 在牌号中一般不标注常规元素碳、硅、锰、硫和磷的符号，只在它们有特殊作用时才标注其元素符号和含量。合金元素的名义含量大于或等于 1.0% 时，用整数表示；小于 1.0% 时一般不标注。只有当该合金元素有较大影响，才予以标注。合金元素按其含量递减次序排列，含量相同者，按元素符号字母的顺序排列。

3) 牌号中代号后面的一组数字表示抗拉强度值（如灰铸铁 HT100），有两组数字时，第一组数字表示抗拉强度值，第二组数字表示伸长率值（如球墨铸铁 QT 400—18），两组数字之间用“—”隔开。当牌号中标注了元素符号及含量，且还需标注抗拉强度时，抗拉强度值置于元素符号及其含量之后，其间用“—”隔开。

4) 铸铁牌号示例（图 1.1.1）。

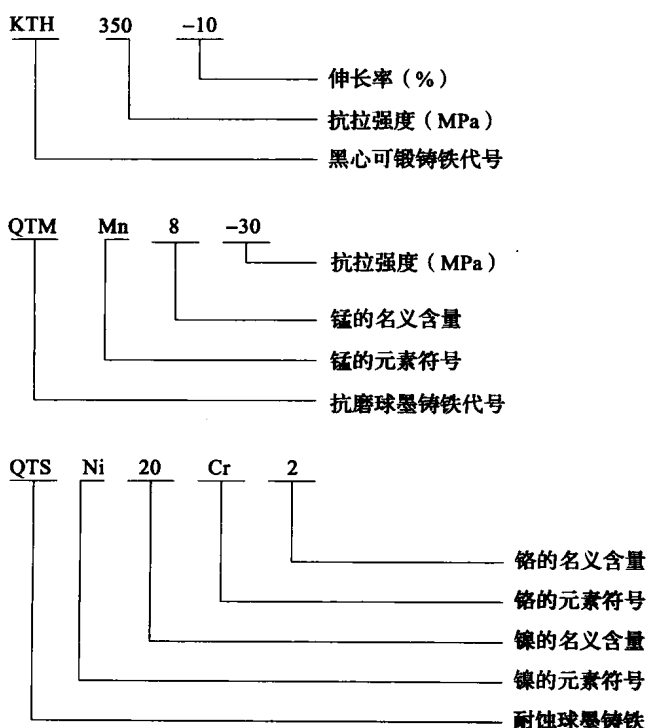


图 1.1.1 铸铁牌号示例

(3) 工程中常用铸铁的性能和特点。

1) 灰铸铁。灰铸铁的组织由石墨和基体两部分组成。基体可以是铁素体、珠光体或铁素体加珠光体, 相当于钢的组织。因此铸铁的组织可以看成是钢基体上分布着石墨。

灰铸铁包括普通灰铸铁、奥氏体灰铸铁、冷硬灰铸铁、耐磨灰铸铁、耐热灰铸铁和耐蚀灰铸铁六种, 灰铸铁价格便宜, 应用非常广泛。在各类铸铁的总产量中, 灰铸铁占80%以上。影响灰铸铁组织和性能的因素主要是化学成分和冷却速度。灰铸铁中的碳、硅含量一般控制在碳2.5%~4.0%, 硅1.0%~3.0%。

2) 球墨铸铁。球墨铸铁的综合机械性能接近于钢, 因铸造性能很好, 成本低廉, 生产方便, 在工业中得到了广泛的应用。球墨铸铁的成分要求比较严格, 与灰铸铁相比, 它的含碳量较高, 通常在4.5%~4.7%范围内变动, 以利于石墨球化。

球墨铸铁的抗拉强度远远超过灰铸铁, 而与钢相当。因此对于承受静载的零件, 使用球墨铸铁比铸钢还节省材料, 而且重量更轻, 并具有较好的耐疲劳强度。实验表明, 球墨铸铁的扭转疲劳强度甚至超过45钢。在实际工程中, 常用球墨铸铁来代替钢制造某些重要零件, 如曲轴、连杆和凸轮轴等。

3) 蠕墨铸铁。蠕墨铸铁的强度接近于球墨铸铁, 并具有一定的韧性和较高的耐磨性; 同时又有灰铸铁良好的铸造性能和导热性。蠕墨铸铁是在一定成分的铁水中加入适量的蠕化剂经处理而炼成的, 其方法和程序与球墨铸铁基本相同。蠕墨铸铁在生产中主要用于生产汽缸盖、汽缸套、钢锭模和液压阀等铸件。

4) 可锻铸铁。可锻铸铁具有较高的强度、塑性和冲击韧性, 可以部分代替碳钢。这种铸铁有黑心可锻铸铁、白心可锻铸铁、珠光体可锻铸铁三种类型。黑心可锻铸铁依靠石墨化退火来获得, 白心可锻铸铁利用氧化脱碳退火来制取。可锻铸铁常用来制造形状复杂、承受冲击和振动荷载的零件, 如管接头和低压阀门等。与球墨铸铁相比, 可锻铸铁具有成本低、质量稳定、处理工艺简单等优点。

5) 耐磨铸铁。在铸铁中加入某些合金元素而得到。耐磨铸铁是在磨粒磨损条件下工作的铸铁, 应具有高而均匀的硬度。白口铸铁就属这类耐磨铸铁。但白口铸铁脆性较大, 不能承受冲击荷载, 因此在生产上常采用激冷的办法来获得耐磨铸铁。

6) 耐热铸铁。耐热铸铁是在高温下工作的铸件, 如炉底板、换热器、坩埚、热处理炉内的运输链条等。在灰口铸铁中加入铝、硅和钼等元素, 一方面, 在铸件表面形成致密的氧化膜, 阻碍继续氧化; 另一方面, 提高铸铁的临界温度, 使基体变为单相铁素体, 不发生石墨化过程, 因此铸铁的耐热性得到改善。

7) 耐蚀铸铁。耐蚀铸铁主要用于化工部件, 如阀门、管道、泵、容器等。铸铁中加入硅、铬、铝、钼、铜和镍等合金元素, 在铸件表面形成保护膜, 或使基体电极电位升高, 可以提高铸铁的耐蚀性能。常用耐蚀铸铁有高硅、高硅钼、高铝和高铬等耐蚀铸铁。

(二) 有色金属材料

有色金属是指黑色金属以外的所有金属及其合金。

有色金属按照性能和特点可分为轻金属、易熔金属、难熔金属、贵金属、稀土金属和碱土金属, 其突出的优良性能主要体现在物理性能和化学性能方面, 如钛合金

的耐蚀性优于不锈钢；铜和铝的导电性明显高于铁合金；镍铬合金的比电阻较高，同时还有高的抗氧化性能和塑性，以及为零的电阻温度系数；铅具有高的抗 X 射线和 γ 射线穿透能力；铅锡基合金、铝铜基合金具有优良的减摩性能等。对于力学性能，多数有色金属塑性好，尤其是铝钛基合金的比强度和比刚度均比铁基合金高。

1. 有色金属及其合金牌号表示方法

常用有色金属及其合金牌号的表示方法如表 1.1.6 所示。

表 1.1.6 有色金属及其合金牌号的表示方法

产品种类	牌号表示方法	产品名称	牌号
黄铜	用“H”加基元素铜的含量表示，三元以上黄铜用“H”加第二个主加元素符号及除锌以外的成分数字组表示	68 黄铜 59—1 铅黄铜 77—2 铝黄铜	H68 HPb59—1 HA177—2
青铜	用“Q”加第一个主加元素符号及除基元素铜以外的成分数字组表示	6.5—0.1 锡青铜 1.9 铍青铜	QSn6.5—0.1 QBe1.9
白铜	用“B”加镍含量表示，三元以上白铜用“B”加第二个主加元素符号及除基元素铜以外的成分数字组表示	3—12 锰白铜 30—1—1 铁白铜 15—20 锌白铜	BMn3—12 BFe30—1—1 BZn15—20
镍合金	用“N”加第一个主加元素符号及除基元素镍以外的成分数字组表示	9 镍铬合金 0.19 镍硅合金	NCr9 NSi0.19
钛及其合金	用“T”加金属或合金组织类型的字母及顺序号表示，A、B、C 分别表示 α 型、 β 型和 $\alpha+\beta$ 型钛合金	1 号 α 型钛 5 号 α 型钛合金 4 号 $\alpha+\beta$ 型钛合金	TA1 TA5 TC4
铝合金	用“L”加合金组织类型的汉语拼音字母及顺序号表示	2 号防锈铝 4 号超硬铝	LF2 LC4
镁合金	用“M”加表示变形加工的汉语拼音字母“B”及顺序号表示	2 号变形镁合金	MB2
其他合金	除上述合金外的其他合金用基元素的化学元素符号加第一个主加元素符号及除基元素外的成分数字组表示	2 铅铋合金 13.5—2.5 锡铅合金 1.5 锌铜合金	PbSb2 SnPb13.5—2.5 ZnCu1.5

2. 工程中常用有色金属的性能和特点

常用有色金属的主要特性如表 1.1.7 所示。