

2008

全国造价工程师执业资格考试

备考精要

及

习题精练

建设工程技术与计量

(安装)

应试指导专家组 编写



化学工业出版社

全国造价工程师执业资格考试
备考精要及习题精练

建设工程技术与计量

(安装)

应试指导专家组 编写



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

建设工程技术与计量. 安装/应试指导专家组编写. —北京:
化学工业出版社, 2008. 2

(全国造价工程师执业资格考试备考精要及习题精练)

ISBN 978-7-122-02007-9

I. 建… II. 应… III. 建筑安装工程-建筑造价管理-工程
技术人员-资格考核-自学参考资料 IV. TU723. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 012780 号

责任编辑: 左晨燕

文字编辑: 王 琳

责任校对: 蒋 宇

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 314 千字 2008 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686)

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 36.00 元

版权所有 违者必究

前 言

我国在工程造价领域实施造价工程师执业资格制度，要求凡从事工程建设活动的建设、设计、施工、工程造价咨询、工程造价管理等单位和部门，必须在计价、评估、审查（核）、控制及管理岗位配备具有造价工程师执业资格的专业技术人员。建设部、人事部共同组织的全国造价工程师执业资格考试从1998年起实施，到如今已经有10年的历程，这项考试制度为我国的建设事业培养了大批高素质的造价工程师。但随着2008年北京奥运会的举办，全国的城市建设工程必将加快，造价工程师人才的需求量将越来越多，现有的造价工程师数量还远不能满足建设的需要。

随着执业资格制度的逐年完善，执业资格考试的难度不断增大，竞争越来越激烈，为了帮助广大参加全国造价工程师执业资格考试的考生能顺利通过考试，我们组织了一批工作在第一线的造价工程师共同编写了这套《全国造价工程师执业资格考试备考精要及习题精练》丛书。在编写过程中，我们力求在全面把握考试大纲的基础上，将多年来的工作实践经验与课本上的知识点相结合，使考生能够灵活掌握所学知识，最大可能地增强应考能力。

参加本套丛书编写的人员有（以姓氏拼音为序）：董文柯、胡水静、赖清华、雷怡、李敏、刘明、宋晓婷、宋雅娜、孙凯、孙丽、田华、王先念、闫平、易海、于建华、于娇一、余艳欢、张冰、张国林、张彦丰、张友鑫、张玉、周刁婵、周树辉。

由于时间紧迫，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。为了更有效地帮助考生，应对可能出现的变化，我们将尽可能把有关考试复习内容的补充和更新在化学工业出版社网站（<http://www.cip.com.cn>）的“资格考试专区”及时予以公布，敬请广大考生留意。

最后祝广大考生顺利通过考试！

编 者

2008年3月

目 录

第一章 安装工程常用材料	1	一、吹扫	35
第一节 常用工程材料及分类	1	二、清洗	35
一、常用工程材料分类	1	三、脱脂	36
二、常用工程材料	1	四、钝化和预膜	36
第二节 安装工程常用材料	7	第四节 除锈、刷油、衬里	36
一、型钢	7	一、除锈	36
二、板材	8	二、油刷	37
三、管材	9	三、衬里	37
四、金属线材	10	第五节 绝热工程	38
五、其他金属材料	10	一、绝热的目的	38
六、防腐材料	10	二、绝热材料的分类	38
七、绝热材料	12	三、绝热结构	38
第三节 安装工程常用管件及附件	13	四、结构保护层	38
一、常用管件及附件	13	五、绝热施工	39
二、法兰、螺栓及垫片	13	第六节 吊装工程	39
三、常用控件——阀门	14	一、吊装设备	39
四、设备其他附件	15	二、吊装方法	40
第四节 电气材料与器材	15	第七节 压力试验	40
一、裸导线	15	一、管道压力试验	40
二、绝缘导线	16	二、设备压力试验	41
三、电缆	16	第八节 历年真题及练习题	42
四、常用低压控制和保护电器	17	一、历年真题	42
第五节 历年真题及练习题	18	二、练习题	55
一、历年真题	18	第三章 安装工程施工组织设计	58
二、练习题	25	第一节 工程施工组织设计	58
第二章 安装工程施工技术基础知识	28	一、工程施工组织设计概述	58
第一节 切割与焊接	28	二、工程施工组织设计的分类和内容	58
一、切割	28	三、工程施工组织设计的编制原则和程序	59
二、焊接	29	第二节 施工方案及工程施工组织设计技术经济分析	59
三、焊接接头、坡口及组对	32	一、施工方案	59
四、焊接质量检验	33	二、工程施工组织设计技术经济分析	60
第二节 热处理	34	三、单位工程施工组织设计技术经济分析	60
一、热处理概述	34	第三节 施工进度计划	61
二、常用热处理方法	34		
三、焊接后热处理加热方法	35		
第三节 吹扫、清洗、脱脂、钝化和预膜	35		

一、流水施工介绍	61	三、用户采暖系统	106
二、流水施工的基本方式	63	四、高层建筑热水采暖系统	106
三、工程网络计划技术	64	五、其他采暖系统	106
第四节 历年真题及练习题	68	六、采暖系统的设备和部件	107
一、历年真题	68	七、采暖管道和设备的安装	107
二、练习题	72	第三节 燃气管道工程安装	107
第四章 通用安装工程	76	一、燃气的分类	107
第一节 机械设备安装	76	二、燃气系统	107
一、机械设备分类	76	三、燃气管道安装	108
二、机械设备安装	76	第四节 通风空调工程安装	110
三、泵的安装	78	一、通风工程	110
四、风机的安装	79	二、空调工程	111
五、压缩机的安装	80	三、工程量清单项目设置及工程量计算	
六、电梯的安装	80	规则	114
七、散料输送设备的安装	82	第五节 历年真题及练习题	114
第二节 热力设备安装	83	一、历年真题	114
一、锅炉的分类	83	二、练习题	124
二、锅炉设备组成	83	第六章 工业管道、静置设备和工艺	
三、锅炉的主要性能指标	84	金属结构工程安装	127
四、锅炉的规格与型号	84	第一节 工业管道安装	127
五、锅炉的安装	85	一、热力管道系统	127
第三节 消防安装工程	86	二、压缩空气管道系统	128
一、水灭火系统	86	三、夹套管道系统	129
二、气体灭火系统	88	四、合金钢及有色金属管道系统	129
三、泡沫灭火系统	88	五、高压管道系统	132
四、消防管道系统安装	89	第二节 静置设备安装	133
第四节 电气照明及设备安装	90	一、静置设备的分类	133
一、电气照明系统	90	二、容器	133
二、常用低压电气设备	91	三、反应器	134
三、室内动力、照明系统的安装	91	四、塔器	134
四、配管配线工程安装	92	五、换热设备	134
五、电机的安装	93	六、油罐	135
第五节 安装工程计量	93	七、球罐	136
第六节 历年真题及练习题	93	八、气柜	137
一、历年真题	93	第三节 工艺金属结构安装	137
二、练习题	99	一、工艺金属结构件的种类	137
第五章 管道工程安装	102	二、工艺金属结构的制作安装	138
第一节 给排水工程安装	102	第四节 工程量清单项目设置及工程量	
一、给水系统	102	计算规则	138
二、排水系统	104	一、静置设备制作工程	138
三、热水供应系统	104	二、静置设备安装工程	138
第二节 采暖工程安装	105	三、金属油罐制作安装工程	139
一、供热锅炉	105	四、气柜制作安装工程	140
二、热网	106	五、工艺金属结构制作安装工程	140

第五节 历年真题及练习题(选做题)	140	八、架空线路	176
一、历年真题	140	九、火灾自动报警系统	176
二、练习题	160	十、天线系统安装	177
第七章 电气、仪器设备安装	166	第四节 电气调试	177
第一节 工程供电系统设备	166	一、电气调试的3个阶段	177
一、开关设备	166	二、电气设备试验	177
二、其他开关设备	166	第五节 自动控制系统常识	178
三、变配电设备	167	一、自动控制系统的种类	178
四、蓄电池与直流系统	168	二、自动控制系统的常用术语	178
五、有线电视系统设备	168	三、自动控制系统的常识	178
六、火灾探测器	169	四、自动控制系统的表示方法	179
第二节 仪表设备	169	五、基本调节规律	179
一、温度检测仪表	169	六、自动控制系统	179
二、压力检测仪表	170	第六节 仪表安装	179
三、流量检测仪表	170	一、自控仪表附件安装	179
四、物位测量仪表	171	二、自控仪表控制室与盘箱柜安装	180
五、过程分析仪表	171	三、电缆(线)敷设与保护管安装	180
六、数据显示仪表	171	四、仪表管路敷设	180
七、自动调节控制器	172	五、自控仪表的调试	181
八、参数控制及执行器	172	六、集散系统的安装调试	181
第三节 电气安装工程	172	第七节 楼宇智能化技术	181
一、电气工程安装及施工内容	172	一、智能建筑系统组成和主要功能	181
二、变配电安装工程	173	二、楼宇自动化系统	182
三、直流系统安装工程	173	三、通信自动化系统	182
四、电缆安装工程	174	四、办公自动化系统	182
五、防雷接地	175	第八节 历年真题及练习题(选做题)	183
六、起重设备电气安装	175	一、历年真题	183
七、电梯电气安装	176	二、练习题	194

第一章 安装工程常用材料

第一节 常用工程材料及分类

一、常用工程材料分类

工程材料分类常按化学成分分为金属材料、非金属材料、复合材料和高分子材料 4 大类。

1. 金属材料

金属材料是最重要的工程材料，包括金属和合金两类。一般在工业上把金属材料分为黑色金属材料和有色金属材料两类。

(1) 黑色金属材料 黑色金属材料是铁和以铁为基的合金，包括钢、铸铁和铁合金等。

(2) 有色金属材料 有色金属材料是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不同可分为轻金属、易熔金属、难熔金属、贵金属、稀土金属和碱土金属。

2. 非金属材料

非金属材料包括耐火材料、耐火隔热材料、耐蚀（酸）非金属材料 and 陶瓷材料等。

(1) 耐火材料 耐火材料是指能承受高温作用而不易损坏的材料。常用的耐火材料有耐火砌体材料、耐火水泥及耐火混凝土。

(2) 耐火隔热材料 耐火隔热材料又称为耐热保温材料。常用的隔热材料有硅藻土、蛭石、玻璃纤维（又称矿渣棉）、石棉以及它们的制品。

(3) 耐蚀（酸）非金属材料 耐蚀（酸）非金属材料的组成主要是金属氧化物、氧化硅和硅酸盐等，在某些情况下它们是不锈钢和耐蚀合金的理想代用品。常用的耐蚀（酸）非金属材料有铸石、石墨、耐酸水泥、天然耐酸石材和玻璃等。

(4) 陶瓷材料 陶瓷材料是以黏土为成分烧结而成，常用的陶瓷材料有电器绝热陶瓷、化工陶瓷、日用陶瓷等。

3. 复合材料

复合材料就是用两种或两种以上不同材料组合的材料。

4. 高分子材料

高分子材料种类很多，工程上通常根据力学性能和使用状态将其分为 3 大类：①塑料；分热塑性塑料和热固性塑料两种；②橡胶；③合成纤维。

二、常用工程材料

1. 金属材料

(1) 黑色金属 含碳量小于 2.11%（质量分数）的合金称为钢，含碳量大于 2.11%（质量分数）的合金称为生铁。

① 钢及其合金的分类 钢的力学性能决定于钢的成分和金相组织。钢中碳的含量对钢

的性质有决定性影响。在工程中更通用的分类如下。

a. 按化学成分分类：碳素钢；低合金钢；合金钢。

b. 按主要质量等级分类：普通碳素钢、优质碳素钢和特殊质量碳素钢；普通低合金钢、优质低合金钢和特殊质量低合金钢；普通合金钢、优质合金钢和特殊质量合金钢。

② 钢牌号的表示方法 按照国家标准《钢铁产品牌号表示方法》规定，我国钢铁产品牌号采用汉语拼音字母、化学符号和阿拉伯数字相结合的表示方法，即：

a. 牌号中化学元素采用国际化学元素表示；

b. 产品名称、用途、特性和工艺方法等通常采用代表该产品汉字的汉语拼音的缩写字母表示；

c. 钢铁产品中的主要化学元素含量（%）采用阿拉伯数字表示。

合金结构钢的牌号按下列规则编制：数字表示含碳量的平均值。合金结构钢和弹簧钢用两位数字表示平均含碳量的万分之几，不锈钢耐酸钢和耐热钢含碳量用千分数表示。平均含碳量 $<0.1\%$ ，用“0”表示；平均含碳量 $<0.03\%$ ，用“00”表示。合金工具钢平均含碳量 $>1.00\%$ 时，不标含碳量，否则用千分数表示。高速工具钢和滚珠轴承钢不标含碳量，滚珠轴承钢标注用途符号“C”。平均合金含量 $<1.5\%$ 者，在牌号中只标出元素符号，不注其含量。

③ 工程中常用钢及其合金的性能和特点

a. 碳素结构钢 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。在桥梁、建筑、船舶上获得了极广泛的应用。某些不太重要、要求韧性不高的机械零件也广泛选用。

b. 低合金高强度结构钢 低合金高强度结构钢比碳素结构钢具有较高的韧性，同时有良好的焊接性能、冷热压力加工性能和耐蚀性，部分钢种还具有较低的脆性转变温度。

c. 合金结构钢 合金结构钢广泛用于制造各种要求韧性高的重要机械零件和构件。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合金结构钢。

d. 不锈钢耐酸钢 不锈钢耐酸钢在化工、石油、食品机械和国防工业中广泛应用。

不锈钢按使用状态的金相组织不同，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5类。现将各类不锈钢的特点简述如下。

(a) 铁素体型不锈钢 铬是铁素体型不锈钢中的主要合金元素。高铬钢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，故在硝酸和氮肥工业中广泛使用。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。

(b) 马氏体型不锈钢 铬是钢中的主要合金元素。通常用在弱腐蚀性介质，如海水、淡水和水蒸气等中，使用温度小于或等于 580°C ，通常作为受力较大的零件和工具的制作材料。由于此钢焊接性能不好，一般不用作焊接件。

(c) 奥氏体型不锈钢 钢中主要合金元素为铬和镍。这类钢具有高的韧性、低的脆性转变温度、良好的耐蚀性和高温强度、较好的抗氧化性以及良好的压力加工和焊接性能。

(d) 铁素体加奥氏体型不锈钢 铁素体加奥氏体型不锈钢是在奥氏体型不锈钢基础上加铬、钼等形成。

(e) 沉淀硬化型不锈钢 沉淀硬化型不锈钢主要用于制造要求高强度和耐蚀的容器、结

构件零件，也可用作高温零件，如汽轮机零件。

e. 铸钢 铸钢具有较好的强度、塑性和韧性，可以铸成各种形状、尺寸和质量的铸钢件。

④ 铸铁的分类和牌号表示方法 铸铁是含碳量 $>2.11\%$ 的铁碳合金。

a. 铸铁的分类 铸铁按照石墨的形状特征，可分为灰口铸铁（石墨成片状）、球墨铸铁（石墨成球状）和可锻铸铁（石墨成团絮状）3大类。

铸铁按照成分中是否含有合金元素，可分为一般铸铁和合金铸铁两大类。一般铸铁又可分为普通铸铁和变质（孕育）铸铁。

b. 铸铁牌号的表示方法

(a) 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。

(b) 在牌号中一般不标注常规元素 C、Si、Mn、S 和 P 的符号，当它们有特殊作用时才标注其元素符号和含量。

(c) 牌号中代号后面的一组数字表示抗拉强度值。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，两组数字之间用“-”隔开。

c. 工程中常用铸铁的性能和特点

(a) 灰口铸铁 灰口铸铁基体可以是铁素体、珠光体或铁素体加珠光体，相当于钢的组织。

(b) 球墨铸铁 球墨铸铁综合力学性能接近钢。可用球墨铸铁代替钢制造某些重要零件，如曲轴、连杆和凸轮轴等。

(c) 蠕墨铸铁 蠕墨铸铁的强度接近球墨铸铁，并具有一定的韧性和较高的耐磨性，同时又有灰口铸铁良好的铸造性能和导热性。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。

(d) 可锻铸铁 可锻铸铁可以部分代替碳钢。

(e) 耐磨铸铁 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。

(f) 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。

(g) 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。

(2) 有色金属

① 有色金属的表示方法 有色金属一般用主元素大写符号加其成分数值表示。

② 常用有色金属及性质

a. 铜及铜合金 铜对大气和水的抗蚀能力很强，是一种抗磁材料。铜具有优良的减摩擦性和耐磨性以及高的弹性极限和疲劳极限。黄铜易于加工成型，对一般大气、海洋大气及水等有相当好的耐蚀性，铸造性也很好。

b. 铝及铝合金 铝可用于制作盛装浓硝酸的容器、槽车，但稀酸和碱对铝的溶解力很强。铝合金分为铸造铝合金与变形铝合金。铸造铝合金包括铝硅合金、铝铜合金、铝镁合金、铝锌合金等；变形铝合金包括防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金及锻铝合金。

c. 镁及镁合金 镁在熔铸铜或镍合金时可以作去硫剂和脱氧剂使用，在熔铸球墨铸铁时是重要的球化剂。镁合金中加入的元素有铝、锌、锰、硅等。

d. 钛及钛合金 钛有优良的耐蚀性和耐热性，不受腐蚀，在硫酸、盐酸、硝酸、氢氧

化钠溶液等介质中都很稳定。钛的抗氧化能力优于大多数奥氏体不锈钢。钛在高温条件下仍能保持较高的强度。钛合金中常用的合金元素有铬、锰、钒、铝和钼等。

e. 镍及镍合金 镍有很好的化学稳定性，在潮湿空气和海水中耐腐蚀，在碱性溶液和有机酸中均有抗蚀能力。镍还有较高的热稳定性。

f. 铅及铅合金 铅在盐水和硫酸中很稳定，有很强的耐酸性，而且与氢氧化钠和碳酸钾等碱性溶液也不起化学反应。常用的铅管主要用铅锑合金、硬铅、特硬铅和铅银合金制造。

2. 非金属材料

(1) 耐火材料 能承受高温作用而不易损坏的材料称为耐火材料。常用的耐火材料有耐火砌体材料、耐火水泥及耐火混凝土。

① 耐火材料性能指标

(a) 耐火度。

(b) 荷重软化温度。

(c) 高温化学稳定性。

(d) 抵抗温度变化的能力越好，在经受温度急剧变化时越不易损坏。

(e) 抗压强度要好。

(f) 密度和比热容。

(g) 热导率要小，隔热性能要好，电绝缘性能要好。

② 常用耐火材料

a. 耐火堆砌材料 按材质高低分为普通耐火材料和特种耐火材料；按耐火材料的主要化学成分不同分为黏土砖、高铝砖、硅砖、氧化铝砖、石墨和碳制品以及碳化硅制品等。

b. 耐火水泥和混凝土 耐火混凝土按照胶结料的不同，分为水硬性耐火混凝土、火硬性耐火混凝土和气硬性耐火混凝土；按照密度的高低可分为重质耐火混凝土和轻质耐火混凝土两类。

(2) 耐火隔热材料 耐火隔热材料常用种类如下。

① 硅藻土耐火隔热保温材料 硅藻土砖、板广泛用于电力、冶金、机械、化工、石油、金属冶炼电炉和硅酸盐等工业的各种热体表面及各种高温窑炉、锅炉、炉墙中层的保温绝热方面。硅藻土管广泛用于各种化工、石油、气体、液体高温过热管道及其他高温设备的保温绝热方面。

② 硅酸铝耐火纤维 硅酸铝耐火纤维是轻质耐火材料之一。硅酸铝耐火纤维及其制品（毡、板、砖、管等）和复合材料广泛用于冶金、机械、建筑、化工和陶瓷工业中的热力设备，如锅炉、加热炉和导管等的耐火隔热材料。

③ 微孔硅酸钙保温材料 微孔硅酸钙保温材料制品可用于高温设备热力管道的保温隔热工程。

④ 矿渣棉制品 矿渣棉制品可用作保温、隔热和吸音材料。

(3) 耐蚀（酸）非金属材料 耐蚀（酸）非金属材料常用种类如下。

① 铸石 铸石具有极优良的耐磨与耐化学腐蚀性、绝缘性及较高的抗压性能。在各类酸碱设备中，其耐腐蚀性比不锈钢、橡胶、塑性材料及其他有色金属高得多，但铸石脆性大、承受冲击荷载的能力低。因此，在要求耐蚀、耐磨或高温条件下，当不受冲击震动时，铸石是钢铁（包括不锈钢）的理想代用材料。

② 石墨 石墨材料在高温下有高的机械强度。石墨材料常用于制造传热设备。石墨具有良好的化学稳定性。除了强氧化性的酸（如硝酸、铬酸、发烟硫酸和卤素）之外，在所有的化学介质中都很稳定，甚至在熔融的碱中亦稳定。不透性石墨可作为耐腐蚀的非金属无机材料。

③ 玻璃 按形成玻璃的氧化物不同可分为硅酸盐玻璃、磷酸盐玻璃、硼酸盐玻璃和铝酸盐玻璃等，其中硅酸盐玻璃是应用最广泛的玻璃品种。硅酸盐玻璃化学稳定性很高，抗酸性强，组织紧密而不透水，但它若长期在某些介质作用下也会受侵蚀。硅酸盐玻璃具有较好的光泽和透明度，化学稳定性和热稳定性好，机械强度高，硬度大，电绝缘性强，但不耐氢氟酸、热磷酸、热浓碱液腐蚀。一般用于制造化学仪器和高级玻璃制品、无碱玻璃纤维、耐热用玻璃和绝缘材料等。

④ 耐蚀石料 花岗岩强度高，耐寒性好，热稳定性较差；石英岩强度高，耐久性好，硬度高，难于加工；辉绿岩及玄武岩密度高，耐磨性好，脆性大，强度极高，加工较难；石灰岩热稳定性好，硬度较低。

⑤ 水玻璃型耐酸水泥 水玻璃型耐酸水泥具有能抗大多数无机酸和有机酸腐蚀的能力，但不耐碱。水玻璃胶泥衬砌砖、板后必须进行酸化处理。

(4) 陶瓷材料 陶瓷材料有其独特的性能，如高温化学稳定性、超硬性和耐腐蚀性等。

陶瓷一般分为普通陶瓷和新型陶瓷。普通陶瓷包括日用陶瓷、电器绝热陶瓷、结构陶瓷等。

3. 复合材料

(1) 复合材料的性能特点 复合材料比强度、比模量高，抗疲劳性能好，结构件减振性能好，高温性能好，抗断裂性好。

(2) 复合材料的分类

① 复合材料按基体的类型不同可分为：有机材料基复合材料；无机非金属材料基复合材料；金属基复合材料。

② 按增强体类型不同可分为：颗粒增强型复合材料；纤维增强型复合材料；板状增强型复合材料。

③ 按用途不同可分为：结构复合材料；功能复合材料。

④ 按增强纤维类型不同可分为：碳纤维复合材料；玻璃纤维复合材料；有机纤维复合材料；复合纤维复合材料；混杂纤维复合材料等。

(3) 复合材料基体

① 树脂基体 树脂基复合材料是复合材料中最主要的一类，通常称为增强塑料。

常用的热固性树脂基体有不饱和聚酯树脂，它以室温低压成型的突出优点成为玻璃纤维增强塑料用的主要树脂；环氧树脂，广泛用作碳纤维复合材料及绝缘复合材料；酚醛树脂，大量用作摩擦复合材料。

热塑性树脂主要有通用型和工程型两类。

② 金属基体 金属基复合材料主要有3类：颗粒增强、短纤维或晶须增强、连续纤维或薄片增强。多种金属及其合金可用作基体材料。主要有以下几种：铝合金、钛合金、镁合金、铜。除此之外，还有金属间化合物，如镍铝化合物等。用金属间化合物作为基体材料制造复合材料以提高韧性是一种有效的方法。

③ 陶瓷基体 制作陶瓷基复合材料的主要目的是增加韧性。

（4）常用的几种复合材料

① 玻璃钢 玻璃钢有热塑性玻璃钢和热固性玻璃。

热塑性玻璃钢是以玻璃纤维为增强剂，具有高的力学性能、介电性能、耐热性能和抗老化性能，工艺性能也很好。

热固性玻璃质轻、比强度高、耐腐性能好、介电性能优越，是成形性能良好的工程材料。但刚度较差，容易老化，容易蠕变。

② 碳纤维复合材料 碳纤维较玻璃纤维具有更高的强度和理想的弹性模量，在高温下强度和弹性模量基本保持不变，是所有耐热纤维中最高的。

③ 硼纤维复合材料 硼纤维复合材料的抗压强度和抗剪切强度很高，蠕变小，硬度和弹性模量高，有很高的抗疲劳强度，耐辐射，对水、有机溶液和燃料、润滑剂很稳定。

④ 金属纤维复合材料 金属纤维复合材料的特点是除了强度和高温强度较高外，主要是塑性和韧性较好，而且比较容易制造。

4. 高分子材料

高分子材料是一种新型的结构材料，有天然和人工合成两类。其基本的性能及特点为：质轻，比强度高，有良好的韧性，减磨、耐磨性好，电绝缘性好，耐蚀性、热导率小，易老化，易燃，耐热性、刚度小等。常用的高分子材料有以下几种。

（1）塑料制品 常用的塑料制品都是以合成树脂为基本材料，再按一定比例加入填充料、增塑剂、着色剂和稳定剂等材料，经混炼、塑化，并在一定压力和温度下制成的。

① 聚乙烯（PE）、聚丙烯（PP） 聚乙烯具有良好的耐热性和耐寒性，力学性能优于低密度聚乙烯，介电性能优良，但略低于低密度聚乙烯，耐磨性及化学稳定性良好，能耐多种酸、碱、盐类腐蚀，吸水性和水蒸气渗透性很低，表面硬度高，尺寸稳定性好，但耐老化性能较差。聚乙烯主要用于制作单口瓶、运输箱、安全帽、汽车零件、贮罐、电缆护套、压力管道及编织袋等。

聚丙烯质轻，不吸水，介电性、化学稳定性和耐热性良好，力学性能优良，但耐光性能差，易老化，低温韧性和染色性能不好。聚丙烯主要用于制作受热的电气绝缘零件、汽车零件、防腐包装材料以及耐腐蚀（浓盐酸和浓硫酸除外）的化工设备等。

② 聚氯乙烯（PVC） 硬聚氯乙烯塑料常用于制作化工、纺织等工业的废气排污排毒塔，以及常用气体、液体输送管。软聚氯乙烯塑料常制成薄膜，用于工业包装等，但不能用来包装食品，因增塑剂或稳定剂有毒，能溶于油脂中，污染食品。

③ 聚苯乙烯（PS） 聚苯乙烯具有较大的刚度。聚苯乙烯密度小，常温下较透明，几乎不吸水，具有优良的耐蚀性，电阻率高，是很好的隔热、防震、防潮和高频绝缘材料。缺点是耐冲击性差，不耐沸水，耐油性有限，但可改性。

④ 工程 ABS 塑料 普通 ABS 是丙烯腈、丁二烯和苯乙烯的三元共聚物。综合力学性能良好，同时尺寸稳定，容易电镀和易于成形，耐热和耐蚀性较好，在 -40°C 的低温下仍有一定的机械强度。

⑤ 聚酰胺（PA） 聚酰胺通称尼龙，这种热塑性塑料由二元胺与二元酸缩合而成，是机械工业中应用较广的工程塑料。

⑥ 聚四氟乙烯（F-4） 聚四氟乙烯俗称塑料王，具有非常优良的耐高、低温性能，几乎耐所有的化学药品，在侵蚀性极强的王水中煮沸也不起变化，摩擦系数极低，不粘，不吸水，电性能优异，是目前介电常数和介电损耗最小的固体绝缘材料。缺点是强度低，冷流

性强。

⑦ 酚醛塑料 (PF) 酚醛塑料是以酚醛树脂为基材, 加入填料或添加剂制成的热固性塑料。

⑧ 聚碳酸酯 (PC) 聚碳酸酯誉称“透明金属”, 具有优良的综合性能, 耐冲击韧性和延性在热塑性塑料中是最好的, 弹性模量较高, 不受温度影响, 抗蠕变性能好, 尺寸稳定性高, 透明度高, 可染成各种颜色, 吸水性小, 绝缘性能优良。但自润滑性差, 耐磨性低, 不耐碱、氯代烃、酮和芳香烃腐蚀, 长期浸在沸水中会发生水解或破裂, 有应力开裂倾向, 抗疲劳强度较低。

⑨ 环氧塑料 (EP) 环氧树脂树脂强度较高, 韧性较好, 尺寸稳定性高, 耐久性好, 具有优良的绝缘性能, 耐热, 耐寒, 化学稳定性很高。缺点是有毒性。

(2) 橡胶 主要有以下几种: 天然橡胶; 丁基橡胶; 氯丁橡胶; 氟硅橡胶。

(3) 合成纤维 合成纤维具有强度高、密度小、耐磨和不霉不腐等特点, 广泛用于制作衣料。主要有以下 3 类: 聚酰胺纤维; 聚酯纤维; 聚丙烯腈纤维。

第二节 安装工程常用材料

一、型钢

型钢主要用于大跨度的桥梁、厂房等建筑结构及机械构件。型钢按照成材类型不同分为热轧型钢和冷轧型钢两种; 按照截面的类型不同分为圆钢、角钢、方钢、槽钢、工字钢、六角钢和扁钢等。

热轧型钢标记方式通常表示为:

$$\text{型钢名称} \frac{\text{型钢规格-型钢标准号}}{\text{原材牌号-原材标准号}}$$

1. 热轧圆钢、方钢和六角钢

热轧圆钢、方钢和六角钢的定义都是按照其截面形式定义的, 一般用于各种建筑结构、桥梁和车辆等, 也用于机械零件等的制造, 如螺栓和垫片等。

标记方式为 (以 20 钢轧成的 22mm 六角钢为例):

$$\text{六角钢} \frac{22\text{-GB/T } 705\text{-89}}{20\text{-GB/T } 699\text{-88}}$$

2. 冷拉圆钢、方钢和六角钢

冷拉圆钢、方钢和六角钢标记形式为:

$$\text{冷拉六角钢} \frac{11\text{-20-GB/T } 905\text{-94}}{40\text{Cr-GB/T } 3078\text{-94}}$$

以上标记表示的是: 用 40Cr 钢制造, 尺寸允许偏差 11 级, 对边距离为 22mm 的冷拉六角钢。

3. 热轧角钢

热轧角钢根据其两边是否相等分为等边角钢和不等边角钢。热轧角钢一般用于支撑构件。一般表示为“边宽度×边宽度×厚度”, 其标记形式为:

$$\text{热轧等边角钢} \frac{160 \times 160 \times 12\text{-GB } 9787\text{-88}}{\text{Q235-GB700/T-88}}$$

上式表示的是普通碳素钢 Q235 镇静钢, 尺寸为 160mm×160mm×12mm 的热轧等边角钢。

4. 热轧槽钢、工字钢

槽钢截面形式为凹槽状, 常表示为“腹板高度×翼缘宽度×厚度”, 当腹板和翼缘厚度不同时, 应该分别标出。

工字钢截面为“工”字, 常表示为“腹板高度×翼缘宽度×厚度”, 当腹板和翼缘厚度不同或上下翼缘宽厚不同时, 应该分别标出。

热轧槽钢、工字钢标记形式为:

$$\text{热轧工字钢} \frac{400 \times 200 \times 12 - \text{GB/T } 706 - 88}{\text{Q235A} - \text{GB/T } 700 - 88}$$

上式表示的是普通碳素钢 Q235 镇静钢, 腹板高度为 400mm, 翼缘宽度为 200mm, 腹板及翼缘厚度都为 12mm 的热轧工字钢。

5. 热轧扁钢

热轧扁钢是截面为矩形的钢材, 常表示为“厚度 (mm)×宽度 (mm)”。热轧扁钢常用于楼梯的踏步、栅栏等。

二、板材

1. 钢板

钢板是安装工程中使用最多的板材。常用的钢板有普通钢板、镀锌钢板、塑料复合钢板和不锈钢耐酸钢板等。

普通钢板俗称黑铁皮, 价格便宜, 应用广泛, 常用厚度有 0.5~4.0mm。

镀锌钢板俗称白铁皮。

钢板按照轧制形式不同分为热轧钢板和冷轧钢板, 钢板表示方法为“宽度 (mm)×厚度 (mm)×长度 (mm)”。按照厚度不同, 钢板又分为厚板和薄板, 两者以 4mm 为界限。

(1) 厚钢板 厚钢板一般厚度为 4.6~60mm, 一般用于建筑的结构受力、容器、设备外壳等。按照钢材的质量不同可以分为: 普通钢厚钢板; 优质钢厚钢板; 复合钢厚钢板, 由不同钢号的表层钢板和心部钢板复合而成。

(2) 薄钢板

① 按照钢材的质量不同可以分为: 普通薄钢板; 优质薄钢板。

② 按照生长方法不同可以分为: 热轧薄钢板; 冷轧薄钢板。

(3) 钢带

① 按照钢材的质量不同可以分为: 普通薄钢带; 优质薄钢带。

② 按照生长方法不同可以分为: 热轧钢带; 冷轧钢带。

(4) 硅钢片 硅钢片又称为硅钢薄板, 按其用途不同可以分为电机硅钢片、变压器硅钢片, 按照轧制方法不同分为冷轧和热轧两类。

2. 铝板

铝板延展性好, 耐腐蚀, 具有良好的导热性能, 常用于防爆的通风系统。

3. 塑料复合钢板

塑料复合钢板是在普通薄钢板上喷涂一层 0.2~4.0mm 厚塑料, 具有良好的耐腐蚀性。

三、管材

1. 金属钢管

(1) 无缝钢管 无缝钢管可以用普通碳素钢、普通低合金钢、优质碳素结构钢、优质合金结构钢和不锈钢制成。按照生产工艺不同，无缝钢管分为热轧无缝钢管和冷轧无缝钢管两类。

无缝钢管的规格用“外径×壁厚”表示。

(2) 焊接钢管 焊接钢管按焊缝的形式不同分为：直缝钢管；螺旋钢管；双层卷焊钢管。

直缝电焊钢管主要用于输送水、暖气和煤气等低压流体和制作结构零件等。螺旋缝钢管、单面螺旋缝焊管用于输送水等一般用途。双面螺旋焊管用于输送石油和天然气等特殊用途。

镀锌钢管的每米重量按下式计算：

$$W=C[0.02466 \times (D-S) \times S]$$

式中， W 为镀锌钢管的每米重量 (kg/m)； C 为镀锌钢管比黑管增加的重量因素，取 1.03~1.06； D 为黑管的外径 (mm)； S 为黑管的壁厚 (mm)。

(3) 合金钢管 合金钢管用于各种加热炉工程、锅炉耐热管道及过热器管道等。合金钢具有高强度，在同等条件下采用合金钢管可达到节省钢材的目的。但合金钢管的焊接有特殊的工艺要求，焊后要对焊口部位采取热处理。

(4) 铸铁管 铸铁管分为给水管和排水管两类。其优点是耐用、抗腐蚀等。铸铁管按照连接形式不同分为承插式和法兰式两种。

给水承插铸铁管分为：高压管，压强 $<1.0\text{MP}$ ；普压管，压强 $<0.75\text{MP}$ ；低压管，压强 $<0.45\text{MP}$ 。

(5) 有色金属管 有色金属管按其材质的不同，常用的几类如下。

① 铅及铅合金管 铅管耐蚀性能强。铅管不宜在压力下使用。铅管的力学性能不高，但重量很大，是金属管材中最重的一种。

② 铜及铜合金管 铜管导热性能良好，适用工作温度在 250°C 以下，多用于制造换热器、压缩机输油管、低温管道、自控仪表以及保温伴热管和氧气管道等。

③ 铝及铝合金管 铝管的特点是重量轻、不生锈，但机械强度较差，不能承受较高的压力，用于输送浓硝酸、醋酸、脂肪酸、过氧化氢等液体及硫化氢、二氧化碳气体。铝管不耐碱及含氯离子的化合物，如盐水和盐酸等介质。

④ 钛及钛合金管 钛管具有重量轻、强度高、耐腐蚀性强和耐低温等特点，常用于其他管材无法胜任的工艺部位。

2. 非金属管材

(1) 混凝土管 混凝土管有预应力钢筋混凝土管和自应力钢筋混凝土管两类，主要用于管道输水，一般连接形式采用承插式接口。

(2) 陶瓷管 陶瓷管分为普通陶瓷管和耐酸陶瓷管两种。普通陶瓷管多用于建筑工程室外排水管道。耐酸陶瓷管耐腐蚀，用于输送除氢氟酸、热磷酸和强碱以外的各种浓度的无机酸及有机溶剂等介质。

(3) 玻璃管 玻璃管具有表面光滑、输送阻力小等特点，适合输送除氢氟酸、氟硅酸、

热磷酸和热浓碱以外的腐蚀性物质及有机溶剂。

(4) 玻璃钢管 玻璃钢管有质量轻, 隔音、耐腐蚀性好等特点, 适合输送除氢氟酸、热浓碱以外的腐蚀性物质和有机溶剂。

(5) 石墨管 石墨管具有热稳定性好、导热差、耐酸碱等特点, 一般用于高温耐腐蚀的加热器管材。

(6) 铸石管 铸石管耐磨、耐腐蚀, 有很好的抗压性能, 一般用于各种耐损、强酸碱的环境。

(7) 橡胶管 橡胶管耐腐蚀, 同时具有很好的物理性能, 一般用于输送水或耐酸碱的环境。

(8) 塑料管 塑料管种类繁多, 其特点为质轻、易加工和施工方便等。主要有以下几种。

① 硬聚氯乙烯管 (PVC 管)。管材的安装采用承插、法兰、丝扣及焊接等方法。

② 聚乙烯管 (PE 管)。一般用于输送无机稀酸及稀碱液。

③ 聚丙烯管 (PP 管)。

④ 耐酸酚醛塑料管。用于输送除氧化性酸 (如硝酸) 及碱以外的大部分酸类和有机溶剂等介质, 特别能耐盐酸、低浓度及中等浓度硫酸的腐蚀。

四、金属线材

金属线材是指普通低碳钢热轧圆盘条。常用种类有: 热镀锌低碳钢丝; 冷顶锻用碳素结构钢丝; 冷顶锻用合金钢丝。

五、其他金属材料

1. 钢筋混凝土结构用钢筋

2. 钢轨

(1) 重轨 每米重量大于 24kg 的钢轨叫重轨。按用途不同又分为一般重轨和起重机钢轨两种。一般重轨主要用于铁道道轨; 起重机钢轨主要用于起重机轨道。

(2) 轻轨 每米重量小于 24kg 的钢轨叫轻轨。主要用于城市和矿山运输。

六、防腐材料

1. 涂料

涂料可分两大类: 油基漆 (成膜物质为干性油类) 和树脂基漆 (成膜物质为合成树脂)。涂料的耐腐蚀性能是指漆膜而言。

涂料防腐蚀的特点是: 品种多, 选择范围广, 适应性强, 一般可以不受设备形状及大小限制, 使用方便, 适宜现场施工, 价格低廉等。

(1) 涂料的基本组成 涂料的品种很多, 就其组成而言, 一般可分为 3 部分, 即主要成膜物质、次要成膜物质和辅助成膜物质。

① 主要成膜物质 包括油料、天然树脂和合成树脂。

② 次要成膜物质 (颜料) 颜料是涂料的主要成分之一, 在涂料中加入颜料不仅可使涂料具有装饰性, 更重要的是能改善涂料的物理和化学性能, 提高涂层的机械强度、附着力、抗渗性和防腐蚀性能等, 还有滤去有害光波的作用, 从而增进涂层的耐候性和保