



2011

| 执业资格考试丛书 |

全国造价工程师执业资格考试 **三阶段**复习法应考指南

科目三
建设工程技术与计量（安装）

丛书主编 贾宏俊 本册主编 王海苓

中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

全国造价工程师执业资格考试 三阶段复习法应考指南

科目三 建设工程技术与计量（安装）

丛书主编 贾宏俊

本册主编 王海苓

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

科目三 建设工程技术与计量·(安装)/王海苓本册主编.
—北京:中国建筑工业出版社,2011.4

(全国造价工程师执业资格考试三阶段复习法应考指南)

ISBN 978-7-112-13037-5

I. ①科… II. ①王… III. ①建筑安装工程-建筑造价
管理-工程技术人员-资格考试-自学参考资料 IV. ①TU723.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 042023 号

本书为全国造价工程师执业资格考试科目三:建设工程技术与计量(安装)的复习备考用书。全书内容分为考点串讲、习题解析、模拟冲刺三个阶段,并为考生制定了 28 天复习计划。本书可供参加全国造价工程师执业资格考试的考生自学使用,也可作为培训机构的培训教材使用。

* * *

责任编辑:武晓涛 刘婷婷 李天虹

责任设计:董建平

责任校对:王 颖 赵 颖

执业资格考试丛书

全国造价工程师执业资格考试三阶段复习法应考指南

科目三 建设工程技术与计量(安装)

丛书主编 贾宏俊

本册主编 王海苓

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

*

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:21 字数:518 千字

2011 年 4 月第一版 2011 年 4 月第一次印刷

定价:45.00 元

ISBN 978-7-112-13037-5

(20416)

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)

丛 书 编 委 会

主 任：贾宏俊

副主任：吴新华 孙凌志 王洪强

编 委：丁园园 王海苓 陈 云

张金玉 段宏亮 唐 娜

前 言

造价工程师执业资格考试从1997年启动以来,已经经历了15个年头,在这过程中,考试大纲几经修改,教材也一版再版,不断完善。相对于其他的执业资格考试而言,造价工程师执业资格考试是相对稳定和成熟的考试制度。同时,造价师考试试题结构也由单一测试转变为综合考核,这就要求应试人员不仅要有扎实的专业理论和实践基础,而且还应具有灵活掌握、巧妙应用所学知识并解决实际问题的能力和水平,同时还要准确把握考试用书,快速适应考试,具备较好的考试心理素质。从满足社会经济发展要求和控制造价工程师的含金量的角度出发,国家每年会对造价工程师考试的通过率有一个宏观的控制,这就造成了直观上造价工程师考试近几年的通过率不是很高,换句话说,造价工程师考试的难度系数加大,广大考生普遍面临着复习时间有限,考试难度大等困惑。

为了配合广大应试人员考试复习,减少大量的资料查阅和收集时间,准确把握考试大纲,提高复习效率,用尽可能短的时间内达到好的复习效果,我们组织参与2009年版培训教材及考试大纲编写人员及部分常年从事注册造价师考前培训的教师编写了《2011年全国造价工程师执业资格考试三阶段复习法应试指南》(共分5册)系列辅导教材。

《2011年全国造价工程师执业资格考试三阶段复习法应试指南》在多年从事考前培训及征求广大应试人员的意见基础上,将复习过程分为三个阶段来完成,精心设计安排每一阶段的复习时间。第一阶段,考点串讲,对考点进行归纳总结,理清哪些知识点是常考内容,哪些知识点需要重点理解,哪些知识点仅需要简单记忆甚至不需花费过多时间去学习。同时,针对每部分的考点进行典型例题训练,达到对考点理解清晰透彻之目的。第二阶段,习题解析,在完成第一阶段复习后,通过本阶段的强化训练,再去反馈检验对知识点的掌握情况,并且给出了每一道习题的详细解答过程。第三阶段,模拟冲刺,进行考前模拟演练,达到适应考试环境,检验学习效果,巩固知识的目的。

本书在考点串讲中,注重复习方法的讲解,详细安排每一天的复习内容,包括大纲要求、今日重点、考点归纳、典型练习,符合科学的学习规律,定能起到事半功倍之效果。

本系列丛书由贾宏俊组织编写并审定,各分册主编为:第一分册主编吴新华、第二分册主编张金玉、第三分册(土建)主编王洪强、第三分册(安装)主编王海苓、第四分册主编孙凌志。

由于编写时间仓促,书中肯定有不当之处,请各位同仁批评指正,并希望能将建议和意见及时地反馈给我们,以便在今后的工作中予以改正。

目 录

第一阶段 考 点 串 讲

第一章 安装工程材料(3 天)	2
第 1 天	2
第一节 工程材料	2
第 2 天	13
第二节 安装工程常用材料	13
第 3 天	20
第三节 安装工程常用管件、附件	20
第四节 电气材料与器材	24
第二章 安装工程施工技术(4 天)	30
第 4 天	30
第一节 切割与焊接(一)	30
第 5 天	37
第二节 切割与焊接(二)	37
第 6 天	46
第三节 热处理	46
第四节 吹扫、清洗、脱脂、钝化和预膜	48
第五节 除锈、刷油和衬里	51
第 7 天	55
第六节 绝热	55
第七节 吊装	57
第八节 压力试验	61
第三章 安装工程施工项目管理规划(1 天)	64
第 8 天	64
第一节 概述	64
第二节 施工项目管理规划大纲	65
第三节 施工项目管理实施规划	69

第四章 安装工程计量方法(1天)	75
第9天	75
第一节 概述	75
第二节 工程量清单计量	76
第三节 施工措施项目及其计量	81
第五章 通用工程安装(3天)	82
第10天	82
第一节 机械设备安装	82
第11天	92
第二节 热力设备安装	92
第三节 消防工程安装	95
第12天	102
第四节 电气照明及设备安装	102
第六章 管道工程供热、供水、通风、空调及燃气工程安装(4天)	108
第13天	108
第一节 给水排水、采暖、燃气工程安装(一)	108
第14天	117
第二节 给水排水、采暖、燃气工程安装(二)	117
第15天	123
第三节 通风空调工程安装(一)	123
第16天	130
第四节 通风空调工程安装(二)	130
第七章 工业管道、静置设备和工艺金属结构工程安装(4天)	138
第17天	138
第一节 工业管道安装(一)	138
第18天	144
第二节 工业管道安装(二)	144
第19天	148
第三节 静置设备分类	148
第20天	158
第四节 工艺金属结构安装	158
第五节 工程量示例	159
第八章 电信、电气及自动化仪表工程安装(4天)	162
第21天	162

第一节 电气设备	162
第二节 仪表设备	167
第 22 天	173
第三节 电气工程安装	173
第 23 天	182
第四节 通信工程安装	182
第五节 自动控制系统	185
第 24 天	188
第六节 仪表工程安装	188
第七节 楼宇智能化技术	191

第二阶段 习 题 解 析

第九章 安装工程材料、施工技术、施工项目管理规划习题解析(1 天) ... 198

第 25 天	198
第一节 安装工程材料习题解析	198
第二节 安装工程施工技术习题解析	208
第三节 安装工程施工项目管理规划习题解析	223

第十章 第四至八章习题解析(1 天) 232

第 26 天	232
第一节 安装工程计量习题解析	232
第二节 通用工程安装习题解析	237
第三节 管道工程供热、供水、通风、空调及燃气工程安装习题解析	252
第四节 工业管道、静置设备和工艺金属结构工程安装习题解析	258
第五节 电信、电气及自动化仪表工程安装习题解析	265

第三阶段 模 拟 冲 刺

第十一章 模拟试题一及答案(1 天) 276

第 27 天	276
--------	-----

第十二章 模拟试题二及答案(1 天) 301

第 28 天	301
--------	-----

3

2

1

第一阶段

考 点 串 讲

第一章 安装工程材料（3 天）

大纲要求：

- 1. 熟悉安装工程材料的分类、性能和用途；
- 2. 掌握型材、板材、管材、线材的种类、性能和使用；
- 3. 掌握常用管件、附件的种类、性能和使用；
- 4. 熟悉防腐、绝热材料的种类、性能和使用；
- 5. 熟悉电气材料与器材的种类、性能和使用。

第 1 天

● 今日重点难点：

- 1. 工程材料及其分类；
- 2. 常用工程材料的分类、表示方法、特性及其用途。

第一节 工 程 材 料

一、工程材料及其分类

工程材料有各种不同的分类方法。一般都将工程材料按化学成分分为金属材料、非金属材料、高分子材料和复合材料四大类。具体内容见表 1-1。

工程材料及其分类 表 1-1

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。工业上把金属和其合金分为两大部分： 1. 黑色金属材料 铁和以铁为基的合金（钢、铸铁和铁合金）。 2. 有色金属材料 黑色金属以外的所有金属及其合金。 应用最广的是黑色金属。以铁为基的合金材料占整个结构材料和工具材料的 90.0％以上。黑色金属材料的工程性能比较优越，价格也较便宜，是最重要的工程金属材料。 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。它们是重要的有特殊用途的材料
非金属材料	非金属材料也是重要的工程材料。它包括耐火材料、耐火隔热材料、耐蚀（酸）非金属材料 and 陶瓷材料等
高分子材料	高分子材料为有机合成材料，也称聚合物。它具有较高的强度、良好的塑性、较强的耐腐蚀性能，很好的绝缘性和重量轻等优良性能，在工程上是发展最快的一类新型结构材料。 高分子材料种类很多，工程上通常根据机械性能和使用状态将其分为三大类：塑料、橡胶、合成纤维

续表

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，其性能是其他单质材料所不具备的。复合材料可以由各种不同种类的材料复合组成。它在强度、刚度和耐蚀性方面比单纯的金属、陶瓷和聚合物都优越，是特殊的工程材料，具有广阔的发展前景

二、常用工程材料

1. 金属材料

金属材料是历年考核的重点内容，包括黑色金属和有色金属，考核点主要集中在钢及其合金的分类、牌号表示方法以及性能、铸铁的类别等，复习过程中应熟练掌握。

(1) 黑色金属

黑色金属一般是指钢铁材料，钢铁材料是工业中应用最广、用量最多的金属材料，它们是以铁为基的合金。含碳量小于 2.11%（重量）的合金称为钢；而含碳量大于 2.11%（重量）的合金称为生铁。工程实际中用的钢和铸铁除含铁、碳以外，还含有其他元素，其中一类是杂质元素，如硫、磷、氢等，另一类是根据使用性能和工艺性能的需要，有意加入的合金元素，常见有铬、镍、锰和钛等，铁碳合金中加入上述元素就成了合金钢或合金铸铁。钢及其合金的内容见表 1-2，铸铁的具体内容见表 1-3。

钢及其合金的内容 表 1-2

钢及其合金 的分类	按冶炼方式分类		按炉的种类分 - 平炉钢 - 转炉钢 - 电炉钢 - 锅炉钢 按炉衬材料分类 - 酸性 - 碱性
	按脱氧程度和浇注方法分		沸腾钢 (F) 镇静钢 (Z) 半镇静钢 (b) 特殊镇静钢 (TZ)
	按化学成分分类		碳素钢 - 碳素结构钢 - 低碳钢：一般含碳量不大于 0.25% - 中碳钢：一般含碳量大于 0.25%~0.6% - 高碳钢：一般含碳量大于 0.6% - 优质碳素结构钢 合金钢 - 低合金钢：合金元素总含量一般小于 5.0% - 中合金钢：合金元素总含量一般大于 5.0%~10.0% - 高合金钢：合金元素总含量一般大于 10.0%
	按质量分类		普通钢：含硫量不大于 0.055%~0.065%，含磷量不大于 0.045%~0.085% 优质钢：含硫量不大于 0.03%~0.045%，含磷量不大于 0.035%~0.04% 高级优质钢：含硫量不大于 0.02%~0.03%，含磷量不大于 0.027%~0.035%
	按用途分类		建筑钢 结构钢 - 碳素结构钢 - 合金结构钢 工具钢 - 碳素工具钢 - 合金工具钢 - 高速工具钢 特殊性能钢：不锈钢、耐酸钢、耐热钢和磁钢等

续表

钢的力学性能的决定因素	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,这些少量元素对钢材性质影响很大。钢中碳的含量对钢的性质有决定性影响,含碳量低,钢的强度较低,但塑性大,延伸率和冲击韧性高,钢质较软,易于冷加工、切削和焊接,含碳量高,钢的强度高、塑性小、硬度大、性脆和不易加工。硫、磷为钢中有害元素,含量稍多会严重影响钢的塑性和韧性,磷使钢显著产生冷脆性,硫则产生热脆性。硅、锰为有益元素,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)决定于钢的成分和金相组织。钢的成分一定时,其金相组织主要决定于钢的热处理,如退火、正火、淬火加回火等,其中淬火加回火的影响最大
钢牌号表示方法	按照国家标准《钢铁产品牌号表示方法》(GB/T 221-2008)中规定,我国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表示方法。为了便于国际交流和贸易的需要,也可采用大写英文字母或国际惯例表示符号。具体要求如下: (1) 牌号中化学元素采用国际化学元素表示。 (2) 采用汉语拼音字母或英文字母表示产品名称、用途、特性和工艺方法时,一般从产品名称中选取有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)汉字或英文单词的首位字母。采用汉语拼音字母或英文字母,原则上只取一个,一般不超过三个。 (3) 钢铁产品中的化学元素含量(%)采用质量分数(阿拉伯数字)表示。 ① 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/mm² 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的字母“Q”,专用结构钢的前缀符号见《钢铁产品牌号表示方法》GB/T 221-2008 的表 3; 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、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢分别以“F”、“b”、“Z”、“TZ”表示。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《钢铁产品牌号表示方法》GB/T 221-2008 的表 4。 碳素结构钢屈服强度值共分为 Q195、Q215、Q235、Q255 和 Q275N/mm² 五种;质量等级以硫、磷杂质含量多少,分别用 A、B、C、D 符号表示,脱氧方式如上所述,Z 和 TZ 在表示钢的牌号时可以省略。如 Q235-AF 表示屈服强度为 235N/mm²、质量等级为 A 的沸腾钢。 ② 优质碳素结构钢牌号通常由五部分组成: 第一部分:以二位阿拉伯数字表示平均碳含量(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、半镇静钢、镇静钢分别以“F”、“b”、“Z”表示,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、特性或工艺方法表示符号,见《钢铁产品牌号表示方法》GB/T 221-2008 的表 4。 示例如下表:

续表

序号	产品名称	第一部分	第二部分	第三部分	第四部分	第五部分	牌号示例
1	优质碳素结构钢	碳含量： 0.05%~0.11%	锰含量： 0.25%~0.50%	优质钢	沸腾钢	--	08F
2	优质碳素结构钢	碳含量： 0.47%~0.55%	锰含量： 0.50%~0.80%	高级优质钢	镇静钢	—	50A
3	优质碳素结构钢	碳含量： 0.48%~0.56%	锰含量： 0.70%~1.00%	特级优质钢	镇静钢	—	50MnE

钢牌号
表示方法

低合金高强度结构钢原名为普通低合金钢。低合金高强度结构钢以屈服强度等级为主，划分成五个牌号。屈服强度等级：Q295、Q345、Q390、Q420 和 Q460。质量等级：E、D、C、B、A。由于合金元素的强化作用，使低合金结构钢不但具有较高的强度，且具有较好的塑性、韧性和可焊性。低合金高强度结构钢主要用于焊接结构，其制造工艺主要是冷、热压力加工和焊接。根据需要，低合金高强度结构钢的牌号也可以采用二位阿拉伯数字（表示平均含碳量，以万分之几计）加化学元素符号及必要时加代表产品用途、特性和工艺方法的表示符号，按顺序表示。

示例：碳含量为 0.15%~0.26%，锰含量为 1.20%~1.60% 的矿用钢牌号为 20MnK。

合金结构钢的牌号按下列规则编制。用两位阿拉伯数字表示平均含碳量（以万分之几计），放在牌号头部。合金元素含量，以化学元素符号及阿拉伯数字表示。合金元素含量为 1.50%~2.49%、2.50%~3.49%、3.50%~4.49%、4.50%~5.49%……时，在合金元素后相应地写成 2、3、4、5……平均合金含量小于 1.5% 时，在牌号中只标出元素符号，一般不标明含量。必要时在牌号尾加代表产品用途、特性和工艺方法的表示符号。如 30CrMnSi 表示碳、铬、锰、硅平均含量分别为 0.30%、0.95%、0.85%、1.05% 的合金结构钢。高级优质合金结构钢，在牌号尾部加符号“A”表示，如“30CrMnSiA”；特级优质合金结构钢，在牌号尾部加符号“E”表示，如“30CrMnSiE”

工程中常用
钢及其合金
的性能和
特点

① 碳素结构钢。碳素结构钢包括普通碳素结构钢（GB/T 700—2006）和优质碳素结构钢（GB/T 699—1999）。

碳素结构钢生产工艺简单，有良好工艺性能（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。

② 优质碳素结构钢。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。

③ 低合金高强度结构钢。与低合金高强度结构钢相比，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。

④ 合金结构钢。合金结构钢是在优质碳素结构钢的基础上加入适量的一种或数种合金元素而形成的，它的综合力学性能优于优质碳素结构钢。合金结构钢是合金钢中用量最多的一类钢，广泛用于制造各种要求韧性高的重要机械零件和构件。

⑤ 不锈钢。不锈钢简称不锈钢。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。

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，通常含铬量的质量分数不小于 13.00%，不含镍。某些钢种还添加有铝、钛和硫等。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。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，钢在淬火一回火状态使用，有较高的强度、硬度和耐磨性。通常用在弱腐蚀性介质，如海水、淡水和水蒸气等中，使用温度不大于 580℃、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，故一般不用作焊接件。

c. 奥氏体型不锈钢。钢中主要合金元素为铬和镍，其次是钛、铌、钼、氮和锰等。此钢具有奥氏体组织，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。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。

d. 铁素体—奥氏体型不锈钢。这类钢是在奥氏体不锈钢基础上，添加更多的铬、钼和硅等有利于形成铁素体的元素，或降低钢的含碳量而获得的。其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。

e. 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的强度，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，如汽轮机零件。

续表

工程中常用钢及其合金的性能和特点	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、尺寸和质量的铸钢件。某些冷、热变形性能差或难切削加工的钢，则能由铸造成型。 a. 碳素钢铸钢。牌号有两种表示方法，也即是以强度表示的铸钢牌号和以化学成分表示的铸钢牌号。以强度表示的是碳素钢铸钢牌号，即在 ZG 后面加两组力学性能数字，第一组数字表示该钢的屈服强度最低值 (MPa)，第二组数字表示该钢的抗拉强度最低值 (MPa)，例如 ZG 200-400。以化学成分表示的是合金钢铸钢牌号，即在 ZG 后面依次加上表示铸钢的名义万分含碳量及合金元素的名义百分含量，例如 ZG15Cr1Mo1V。 b. 低合金钢铸钢。根据 JB/T 6402—2006 低合金钢铸钢牌号表示方法，以化学成分表示低合金钢铸钢牌号，即在 ZG 后面依次加上表示铸钢的名义万分含碳量及合金元素的名义百分含量，例如 ZG35CrMnSi
------------------	---

【例 1-1】 能够使钢材的强度、硬度提高，而塑性、韧性不显著降低的化学元素为 ()。

- A. 碳 B. 硅 C. 磷 D. 硫

【解答】 B。本题的考点是钢中化学成分对力学性能的影响。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，这些少量元素对钢材性质影响很大。钢中碳的含量对钢的性质有决定性影响，含碳量低，钢的强度较低，但塑性大，延伸率和冲击韧性高，钢质较软，易于冷加工、切削和焊接；含碳量高，钢的强度高、塑性小、硬度大、性脆和不易加工。硫、磷为钢中有害元素，含量稍多会严重影响钢的塑性和韧性，磷使钢显著产生冷脆性，硫则产生热脆性。硅、锰为有益元素，它们能使钢材强度、硬度提高，而塑性、韧性不显著降低。这些少量元素对钢材性能的影响是考试的高频点。

【例 1-2】 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，且屈服强度约为奥氏体型不锈钢的两倍，此种不锈钢为 ()。

- A. 铁素体型不锈钢 B. 马氏体型不锈钢
C. 铁素体—奥氏体型不锈钢 D. 铁素体—马氏体型不锈钢

【解答】 C。本题的考点是铁素体—奥氏体型不锈钢的特点。铁素体—奥氏体型不锈钢是在奥氏体不锈钢基础上，添加更多的铬、钼和硅等有利于形成铁素体的元素，或降低钢的含碳量而获得的。其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。

【例 1-3】 碳素结构钢中，具有良好的承载性，又具有较好的塑性、韧性、可焊性和可加工性，大量用来制成钢筋、型钢和钢板，此种钢的牌号为 ()。

- A. Q215 B. Q235 C. Q255 D. Q275

【解答】 B。本题的考点是不同牌号的碳素结构钢的特点。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 钢大量用作管坯、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；Q235 钢大量制作成钢筋、型钢和钢板，用于建造房屋和桥梁等；Q255 钢强度高、塑性和韧性稍差，不易冷弯加工，可焊性较差，主要用作铆接或栓接结构，以及钢筋混凝土的配筋；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。

铸铁的主要内容 表 1-3

铸铁小结	铸铁是碳含量大于 2.11% 的铁碳合金，并且还含有较多量的硅、锰、硫和磷等元素。它具有生产设备和工艺简单、价格便宜等优点。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。其原因是铸铁价廉，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、吸振性和低的缺口敏感性等
铸铁的分类	铸铁是铁碳合金的一种，与钢相比，其成分特点是碳、硅含量高，杂质含量也较高。但是，杂质在钢和铸铁中的作用完全不同，如磷在耐磨磷铸铁中是提高其耐磨性的主要合金元素，锰、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的质量分数小于 0.80% 钢的组织。故称铸铁的组织为石墨加钢的基体。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。 按照石墨的形状特征，铸铁可分为灰口铸铁（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）三大类
铸铁牌号的表示方法	① 用各种铸铁相应汉语拼音字母的第一个大写正体字母作为铸铁的代号，当两种铸铁名称的代号字母相同时，可在大写正体字母后加小写正体字母表示。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正体字母排在后面。 ② 在牌号中一般不标注常规元素碳、硅、锰、硫和磷的符号，但当它们有特殊作用时才标注其元素符号和含量。合金元素的质量分数不小于 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 QT400-18），两组数字之间用“-”隔开。当牌号中标注了元素符号及含量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
工程中常用铸铁的性能和特点	① 灰口铸铁。灰口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。 ② 球墨铸铁。球墨铸铁的抗拉强度远远超过灰口铸铁，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。不同基体的球墨铸铁，性能差别很大，球墨铸铁具有较好的疲劳强度，实验表明，球墨铸铁的扭转疲劳强度甚至超过 45 号钢。在实际应用中，大多数承受动载的零件是带孔或带台肩的，因此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。蠕墨铸铁是近十几年来发展起来的一种新型高强铸铁材料。它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；同时又有灰口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。 ④ 可锻铸铁。可锻铸铁是由白口铸铁通过退火处理得到的一种高强铸铁。它有较高的强度、塑性和冲击韧性，可以部分代替碳钢。 ⑤ 耐磨铸铁。在铸铁中加入某些合金元素而得到。 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。 ⑦ 耐蚀铸铁。常用耐蚀铸铁有高硅、高硅铝、高铝和高铬等耐蚀铸铁

【例 1-4】 对铸铁的韧性、塑性影响最大的因素为（ ）。

- A. 石墨的数量
- B. 石墨的大小
- C. 石墨的形状
- D. 石墨的分布

【解答】 C。本题的考点是铸铁性能的影响因素。铸铁的组织特点是含有石墨，组织的其余部分相当于碳的质量分数小于 0.80% 钢的组织。故称铸铁的组织为石墨加钢的基体。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。

按照石墨的形状特征，铸铁可分为灰口铸铁（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）三大类。

(2) 有色金属

具体内容见表 1-4。

有 色 金 属

表 1-4

铝及其合金	铝及其合金在采用各种强化手段后，铝合金可以达到与低合金高强度钢相近的强度，因此比强度要比一般高强度钢高得多。 纯铝材料按纯度可分为三类。有高纯铝、工业高纯铝和工业纯铝。 按照制造工艺，铝合金还可分为变形（加工）铝合金和铸造铝合金两类。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等。铸造铝合金（ZL）分为 Al-Si 铸造铝合金、Al-Cu 铸造铝合金、Al-Mg 铸造铝合金和 Al-Zn 铸造铝合金
铜及其合金	纯铜呈紫红色，常称紫铜，主要用于制作电导体及配制合金。根据杂质含量的不同，工业纯铜分为四种 T1、T2、T3、T4。编号越大，纯度越低。纯铜的强度低，不宜用作结构材料。 在铜中加入合金元素后，可获得较高的强度，同时保持纯铜的某些优良性能。一般铜合金分黄铜、青铜和白铜三大类
镍及其合金	镍及镍合金是化学、石油、有色金属冶炼、高温、高压、高浓度或混有不纯物等各种苛刻腐蚀环境的比较理想的金属材料。镍力学性能良好，尤其塑、韧性优良，能适应多种腐蚀环境
钛及其合金	钛具有较好的低温性能，可作低温材料，常温下钛具有极好的抗蚀性能，在大气、海水、硝酸和碱溶液等介质中十分稳定。但在任何浓度的氢氟酸中均能迅速溶解
铅及其合金	硬铅的密度比铅高，可作为结构材料，在化工防腐蚀设备中被广泛应用，但硬铅的耐腐蚀性比纯铅略有降低。铅在大气、淡水、海水中很稳定，铅对硫酸、磷酸、亚硫酸、铬酸和氢氟酸等则有良好的耐蚀性
镁及其合金	镁及其合金的主要特性是密度小、化学活性强、强度低。纯镁强度低，不能用于结构材料，主要用镁合金。镁合金的比强度和比刚度可以与合金结构钢相媲美，故镁合金是航空工业的重要结构材料，它能承受较大的冲击、振动荷载，并有良好的机械加工性能和抛光性能。其缺点是耐蚀性较差、缺口敏感性大及熔铸工艺复杂

【例 1-5】 某合金元素力学性能好，尤其塑性、韧性优良，能适应多种腐蚀环境，多用于制造化工容器、电气与电子部件、苛性碱处理设备、耐海水腐蚀设备和换热器等。此种合金元素为（ ）。

- A. 锰 B. 铬 C. 镍 D. 钒

【解答】 C。本题的考点是工程中常用有色金属的性能和特点。镍及镍合金是化学、石油、有色金属冶炼、高温、高压、高浓度或混有不纯物等各种苛刻腐蚀环境的比较理想的金属材料。由于镍的标准电位大于铁，可获得耐蚀性优异的镍基耐蚀合金。镍力学性能良好，尤其塑、韧性优良，能适应多种腐蚀环境。多用于食品加工设备、化学品装运容器、电气与电子部件、处理苛性碱设备、耐海水腐蚀设备和换热器，如海船中的阀门、泵、轴、夹具和紧固件，也常用于制作接触浓 CaCl_2 溶液的冷冻机零件以及化学加工设备、石油炼制设备，特别是发电厂给水加热器的管子等。

2. 非金属材料

非金属材料也是重要的工程材料，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。复习过程中，应重点掌握各种非金属材料的分类、性能及用途。具体

内容见表 1-5。

非金属材料

表 1-5

耐火材料	(1) 耐火材料的主要性能指标 ① 耐火度。耐火度是耐火材料受热后软化到一定程度的温度。 ② 荷重软化温度。 ③ 高温化学稳定性。高温化学稳定性是耐火材料抗炉气和炉料腐蚀的能力。 ④ 抵抗温度变化的能力越好, 则耐火材料在经受温度急剧变化时越不易损坏。 ⑤ 抗压强度要好。 ⑥ 密度和比热容。 ⑦ 热导率要小, 隔热性能要好, 电绝缘性能要好。 (2) 耐火材料的分类 ① 耐火砌体材料。按材质高低, 分为普通耐火材料和特种耐火材料; 按材料密度分为重质耐火材料和轻质耐火材料; 按耐火材料的主要化学成分分为黏土砖、高铝砖、硅砖、氧化铝砖、石墨和碳制品以及碳化硅制品等。 ② 耐火水泥及混凝土。低钙铝酸盐耐火水泥是用优质铝矾土和石灰石, 按一定比例配合经烧结、磨细制成。 耐火混凝土具有施工简便、价廉和炉衬整体密封性强等优点, 但强度较低。按照胶结料的不同, 耐火混凝土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
耐火隔热材料	耐火隔热材料, 又称为耐热保温材料。它是各种工业用炉(冶炼炉、加热炉、锅炉炉膛)的重要筑炉材料。常用的隔热材料有硅藻土、蛭石、玻璃纤维(又称矿渣棉)、石棉, 以及它们的制品如板、管、砖等
耐蚀(酸)非金属材料	(1) 铸石。铸石是以辉绿岩、玄武岩、页岩等天然岩石为主要原料, 经熔化、浇注、结晶、退火而成的一种硅酸盐结晶材料。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。其耐磨性能比钢铁高十几倍至几十倍。 (2) 石墨。石墨按照来源不同可分为天然石墨和人造石墨。它不仅具有高度的化学稳定性, 还具有极高的导热性能。 石墨材料具有高熔点(3700℃), 在高温下有高的机械强度。当温度增加时, 石墨的强度随之提高。石墨在 3000℃ 以下具有还原性, 并且在中性介质中有很好的热稳定性。在急剧改变温度的条件下, 石墨比其他结构材料都稳定, 不会炸裂破坏, 石墨的导热系数比碳钢大 2 倍多, 所以, 石墨材料常用来制造传热设备。 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, 甚至在熔融的碱中也很稳定。 (3) 玻璃。按形成玻璃的氧化物可分为硅酸盐玻璃、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为广泛的玻璃品种。 (4) 天然耐蚀石料。天然耐蚀石料的组成含二氧化硅的质量分数大于 55.0%, 且其含量越高耐酸性能越好。含氧化镁、氧化钙的质量分数在 50.0% 以上的石料, 有较好的或好的耐碱性能, 但不耐酸侵蚀。而某些耐酸石料含二氧化硅虽然很高, 由于结构致密也能耐碱侵蚀。 (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
陶瓷材料	陶瓷材料属于硅酸盐材料。目前陶瓷的应用已渗透到各类工业、各种工程和各个技术领域。陶瓷材料有着许多区别于其他材料的物理化学性能。比如高温化学稳定性、超硬的特点和极好的耐腐蚀性能。 (1) 陶瓷材料的分类 它们可用于制造某些工业构件、零件和工具。陶瓷的种类很多, 但缺乏统一的分类方法, 陶瓷一般分为普通陶瓷和新型陶瓷两大类。 (2) 常用的陶瓷材料 在工程中常用的陶瓷有电器绝缘陶瓷、化工陶瓷、结构陶瓷和耐酸陶瓷等