

职业技能培训教程与鉴定试题集

ZHIYEJINENGPEIXUNJIAOCHENGYUJIANDINGSHITIJI

管子修理工

GUAN ZI XIU LI GONG

(下 册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编



石油大学出版社

PETROLEUM UNIVERSITY PRESS

职业技能培训教程与鉴定试题集

管子修理工

(下册)

中国石油天然气集团公司人事服务中心 编

石油大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

管子修理工(下册)/中国石油天然气集团公司人事服务中心
编. —东营:石油大学出版社, 2003

ISBN 7-5636-1851-1

I. 管... II. 中... III. ① 石油管道-维修-基本知识
② 液化气管道-维修-基础知识 ③ 天然气输送-集输管道-维
修-基本知识 IV. TE973.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 088733 号

丛 书 名: 职业技能培训教程与鉴定试题集

书 名: 管子修理工(下册)

作 者: 中国石油天然气集团公司人事服务中心

责任编辑: 陆丽凤 (电话 0546-8395938)

出 版 者: 石油大学出版社 (山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://sunctr.hdpu.edu.cn>

电子信箱: cbs@mail.hdpu.edu.cn

排 版 者: 石油大学出版社排版中心

印 刷 者: 东营市新华印刷厂

发 行 者: 石油大学出版社 (电话 0546-8399580)

开 本: 185×260 印张: 22.5 字数: 576 千字

版 次: 2004 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

定 价: 38.00 元

职业技能培训教程与鉴定试题集

编审委员会名单

主 任：孙祖岭

副主任：刘志华 孙金瑜 徐新福

委 员：向守源 任一村 职丽枫 朱长根 郭向东

史殿华 郭学柱 丁传峰 郭进才 刘晓华

巩朝勋 何坤琦 王阳福 刘 英 申 泽

商桂秋 赵 华 时万兴 熊术学 杨诗华

刘怀忠 张 镇 纪安德

前 言

为提高石油工人队伍素质,满足职工培训、鉴定的需要,中国石油天然气集团公司人事服务中心组织编写了这套《职业技能培训教程与鉴定试题集》。这套书包括石油天然气行业的44个特有工种的职业技能培训教程与鉴定试题集,以及21个社会通用工种试题集,每个工种依据《国家职业(工人技术等级)标准》分初级工、中级工、高级工、技师、高级技师五个级别编写。

本套书的编写坚持以职业活动为导向,以职业技能为核心的原则,打破了过去传统教材的学科性编写模式。依据职业(工种)标准的要求,教程分为基础知识部分和技能操作与相关知识部分。基础知识部分是本职业(工种)或本级别应掌握的基本知识;技能操作与相关知识是本级别应掌握的基本操作技能与正确完成技能操作所涉及到的相关知识。试题集中理论知识试题分为选择题、判断题、简答题、计算题四种题型,以客观性试题为主;技能操作试题在编写中增加了考试内容层次结构表,目的是保证鉴定命题的等值性和考试质量的统一性。为便于职工培训和鉴定复习,在每个工种、等级理论知识试题与技能操作考试试题前均列出了《鉴定要素细目表》,《鉴定要素细目表》是考试的知识点与要点,是工人培训的知识大纲和鉴定命题的直接依据。为保证职工鉴定前能够进行充分的考前培训、学习,真正达到提高职工技术素质的目的,此次编入试题集中的理论知识试题只选取了试题库中的部分试题,职工鉴定前复习时应严格参照教程与试题集的《鉴定要素细目表》,认真学习本等级教程的规定内容。

本书由华北石油管理局组织编写,檀惊涛、高峰、耿国清任主编。檀惊涛编写了第二部分第二、三、七章,第六部分第三、四章;高峰编写了第一部分第一、三章;耿国清编写了第七部分;王趁强编写了第一部分第四、五、六章,第二部分第一章;许斌编写了第一部分第二章,第六部分第一、二章;朱春梅编写了第二部分第四、五章;王建义编写了第二部分第六章,第六部分第五、六、九章,第三、四部分;鱼少明编写了第二部分第八章,第六部分第八章;曹淑芳编写了第六部分第七、十一章;张生贵编写了第八部分,第六部分第十章。由集团公司职业技能鉴定指导中心组织专家进行了终审。参加审定的人员有胜利油田于建军、吉林油田张喜军等。由于编者水平有限,疏漏、错误之处在所难免,恳请读者提出宝贵意见。

中国石油天然气集团公司人事服务中心

2004年9月

目 录

高 级 工

工人技术等级标准(高级管子修理工).....	(2)
------------------------	-----

第一部分 高级工基础知识

第一章 金属材料与热处理.....	(4)
第一节 金属材料的分类.....	(4)
第二节 金属材料的机械性能.....	(6)
第三节 热处理工艺基础.....	(8)
第二章 机械加工基础知识	(13)
第一节 机械制图	(13)
第二节 机械切削基础知识	(19)
第三节 测量工具的种类及使用	(22)
第四节 管螺纹车床原理及结构	(25)
第三章 电工基础	(28)
第一节 基本概念	(28)
第二节 磁与电磁的基本知识	(29)
第三节 交流电基本知识	(30)
第四节 常用电工工具和仪表	(31)
第五节 电动机	(32)
第六节 常用低压电器	(34)
第七节 简单照明及动力线路	(46)
第四章 钳工基础知识	(48)
第一节 钳工操作技能	(48)
第二节 攻螺纹与套螺纹	(51)
第三节 维修钳工基础知识	(53)
第四节 设备维修知识	(57)
第五章 质量管理与质量认证	(58)
第一节 质量术语	(58)
第二节 全面质量管理	(60)
第三节 ISO9000—2000 质量管理标准	(66)
第六章 健康、安全与环境管理知识.....	(69)

第一节 健康、安全与环境管理	(69)
第二节 一般安全技术	(72)

第二部分 高级工技能操作与相关知识

第一章 检验钻具、套管材料的机械性能	(76)
第二章 校检钻具螺纹工作量规	(83)
第三章 制造钻具配件	(86)
第四章 钻具焊接	(91)
第五章 喷焊耐磨带	(97)
第六章 车削配制特殊螺纹	(101)
第七章 分析钻具套管失效	(110)
第八章 无损检测钻具及套管	(120)

第三部分 高级工理论知识试题

鉴定要素细目表	(135)
理论知识试题	(138)
理论知识试题答案	(161)

第四部分 高级工技能操作试题

考试内容层次结构表	(166)
鉴定要素细目表	(167)
技能操作试题	(168)
组卷示例	(190)

技 师

工人技术等级标准(管子修理工技师)	(196)
-------------------------	-------

第五部分 技师基础知识

见高级工基础知识	(199)
----------------	-------

第六部分 技师技能操作与相关知识

第一章 检验钻具、套管材料的理化性能	(200)
第二章 调修钻具螺纹工作量规	(206)

第三章 制造钻具配件	(208)
第四章 钻具焊接	(214)
第五章 喷焊耐磨带	(223)
第六章 车削配制特殊螺纹	(231)
第七章 钻具套管失效分析及预防	(237)
第八章 无损检测钻具及套管	(255)
第九章 修理稳定器	(263)
第十章 维护保养设备	(267)
第十一章 管理	(270)

第七部分 技师理论知识试题

鉴定要素细目表	(276)
理论知识试题	(279)
理论知识试题答案	(309)

第八部分 技师技能操作试题

考试内容层次结构表	(315)
鉴定要素细目表	(316)
技能操作试题	(317)
组卷示例	(344)
参考文献	(349)

高 级 工

工人技术等级标准

高级管子修理工

职业功能	工作内容	技 能 要 求	相 关 知 识
一、 检 验 钻 具、 套 管 材 料 的 性 能	(一) 检验钻具、套管材料的机械性能	1. 能宏观检验钻具材料 2. 能对各种材料进行硬度分析 3. 能根据钻具材料做出试件	1. 金属材料及热处理方法 2. 钻杆、钻铤试件的取样方法
	(二) 检验钻具、套管材料的化学性能	能做出材料的试样	钻具套管的化学成分分析方法
	(三) 横向冲击及试验套管	1. 能做出横向冲击套管试样 2. 能进行横向冲击试验	横向冲击及试验方法
	(四) 压扁试验套管	1. 能制作压扁试样 2. 能进行压扁试验	套管压扁要求及试验方法
二、 校 检、 存 放、 保 养 螺 纹 量 规	(一) 校验螺纹量规	1. 能使用清洗剂清洗螺纹量规各个部件 2. 能选择卡具和工具 3. 能制作一副击锤和击杆 4. 能用校对塞规对工作环规进行校验 5. 能测量、记录综合余隙的实际数据 6. 能根据测量值判断量规超差尺寸	1. 螺纹量规的结构及分类 2. 量规使用尺寸 3. 量规的检验方法
	(二) 存放、保养螺纹量规	1. 能清洗保养防护量规 2. 能按量规存放条件进行存放 3. 能对量规进行防腐、防尘处理	1. 螺纹量规的维护和保养要求 2. 螺纹量规的存放条件
三、 制 造 钻 具	(一) 制造钻杆对焊接头、转换接头、弯接头、偏心接头	1. 能选定接头材料及热处理方法 2. 能按图纸进行加工 3. 能进行检验	1. 钻杆接头的制造方法 2. 一般转换接头的制造方法 3. 特殊接头的制造方法
	(二) 制造提升短节 1. 制造有细扣提升短节	1. 能加工管体螺纹 2. 能加工两端接头 3. 能上紧两端螺纹	提升短节的作用、标准、加工方法
	2. 制造整体提升短节	1. 能车制整体提升短节 2. 能选用使用材料	整体提升短节制造方法
	(三) 摩擦对焊钻杆 1. 处理焊接时所发生的机构、液压故障	1. 能解除摩擦顶锻时发生的机构液压故障 2. 能解除卡紧时机构、液压故障 3. 能排除液压系统压力不正常故障 4. 能调整摩擦顶锻压力 5. 能按摩擦工艺焊接	1. 摩擦对焊基本知识 2. 摩擦对焊的原理与操作方法 3. 摩擦焊机的结构与故障排除方法

职业功能	工作内容	技能要求	相关知识
三、 制 造 钻 具	2. 制定热处理工艺	1. 能选定热处理方法 2. 能选定淬火、正火及回火温度	1. 摩擦对焊缝的热处理方法 2. 焊缝热处理工艺原理
	(四) 喷焊耐磨带	1. 能处理焊机系统机械故障 2. 能选用不同化学成分的合金粉	1. 喷焊机的结构与原理 2. 喷焊系统故障处理方法 3. 喷焊材料选用方法
	(五) 手工对焊	1. 能按技术要求车削坡口 2. 能检查对焊两部分的坡口 3. 能进行预热处理 4. 能选用焊条 5. 能按技术要求进行焊接 6. 能进行保温	1. 手工对焊钻具的准备工作 2. 手工对焊的预热方法 3. 手工对焊应解决的关键问题
四、 车 削 、 配 制 特 殊 螺 纹	(一) 车削特殊螺纹 1. 车削 TM 扣	1. 能选择或磨削刀具 2. 能车削螺纹 3. 能按图纸检验螺纹	1. 特殊螺纹的密封要求 2. 特殊螺纹的类型 3. 特殊螺纹的结构及加工特点
	2. 车削 7 英寸套管偏梯形扣	1. 能选择和磨削刀具 2. 能车削螺纹 3. 能按图纸检验螺纹	
	(二) 配制特殊螺纹	1. 能测绘螺纹参数 2. 能进行车削	1. 螺纹参数的测量方法 2. 螺纹的加工方法
五、 分 析 钻 具 、 套 管 失 效	(一) 分析钻具失效 1. 分析钻杆失效	1. 能清洗失效钻杆部位 2. 能收集失效钻杆的背景数据 3. 能取样分析项目 4. 能判断失效原因	1. 失效分析的基础知识 2. 石油钻杆失效分析方法 3. 钻杆腐蚀疲劳失效现象 4. 接头失效的形式及特点
	2. 分析钻铤失效	1. 能了解钻铤的服役条件及服役史 2. 能检查失效钻铤断口 3. 能取样 4. 能判断失效原因	1. 磨损及粘连失效特征 2. 螺纹的断裂失效特征 3. 钻铤螺纹的刺漏失效特征
	(二) 分析套管失效 1. 分析套管螺纹滑脱的原因	1. 能查出井队下井套管资料 2. 能查套管检验资料及留井资料 3. 能进行分析	1. 套管螺纹失效特征 2. 套管螺纹滑扣、脱扣的原因分析方法
	2. 分析进下套管本体失效的原因	1. 能查阅井身设计书、钻井资料、电测及下套管资料 2. 能查供井套管资料 3. 能进行分析	套管的变形失效和腐蚀失效特征
六、 无 损 检 测 钻 具 及 套 管	(一) 无损检验钻具和套管	1. 能操作超声波探伤仪 2. 能操作测厚仪 3. 能操作综合检测仪	1. 超声波探伤的操作方法 2. 荧光探伤、着色探伤 3. 钻具及套管的探伤方法
	(二) 确定缺陷	1. 能对有伤部位用不同的两种探伤方法进行检测 2. 能编写探伤报告	

第一部分 高级工基础知识

第一章 金属材料与热处理

第一节 金属材料的分类

金属材料包括纯金属及其合金,金属材料的结合键主要为金属键,内部的原子成规则排列,成为金属晶体。我们经常遇到的是碳钢,由于碳钢价格低廉,工艺性能好,在石油工业中得到广泛的应用。

一、碳钢的分类

碳钢的分类有以下三种:

1. 按含碳量分

低碳钢:含碳量小于 0.25% 的钢;

中碳钢:含碳量为 0.25% ~ 0.6% 的钢;

高碳钢:含碳量大于 0.6% 的钢。

2. 按钢的质量(主要根据钢中含杂质硫、磷的多少)分

普通钢: $S \leq 0.055\%$, $P \leq 0.045\%$;

优质钢: S 、 P 均小于 0.04%;

高级优质钢: $S \leq 0.03\%$, $P \leq 0.035\%$ 。

3. 按用途可分为两类

碳素结构钢:主要用于各种工程构件(如桥梁、船舶、建筑用的钢)和机械零件。这类钢属于低碳钢和中碳钢。

碳素工具钢:主要用于各种刀具、量具和模具。这类钢属于高碳钢。

二、碳钢的编号和用途

1. 普通碳素结构钢

这类钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号四部分按顺序组成。例如:Q235—A·F,“Q”为钢材屈服点“屈”字的汉语拼音首位字母;后面的数字为屈服点(MPa);A、B、C、D 表示质量等级,从左至右,质量依次提高;F、b、Z、TZ 依次表示沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢。Q235—A·F 表示屈服点为 235 MPa,质量为 A 级的沸腾钢。

这类钢应确保力学性能符合标准规定,化学成分也应符合一定要求。一般在供应状态下使用,但也可根据需要在使用前对其进行热加工或热处理。塑性好的钢如 Q235,有一定的强度,用于制造受力不大的零件,如螺钉、螺母、垫圈、焊接件、冲压件及桥梁建筑等金属结构件。强度较高的钢如 Q255,用于制造承受中等载荷的零件,如小轴、销子、连杆、农机零件等。

2. 优质碳素结构钢

这类钢既保证化学成分,也保证机械性能。这类钢的牌号是以两位数字来表示的。它表

示钢中平均含碳量的万分之几。例如,45号钢表示钢中的平均含碳量为万分之四十五,即0.45%(变动范围为0.42%~0.50%C)。优质碳素钢用来制造重要的机器零件,一般要经过热处理。

10~25号钢强度低,但塑性好、韧性好,具有良好的焊接性能,可用作冲压件、焊接件和渗碳钢。

35~50号钢调质热处理后具有良好的机械性能,得以广泛的应用。常用40号、45号钢制造齿轮、轴、键等零件。

60号以上的钢经过热处理后具有良好的弹性,一般主要用于制造弹簧。

3. 碳素工具钢

碳素工具钢都是高碳钢,经热处理后具有较高的硬度和耐磨性。碳素工具钢的牌号是在“碳”或“T”后加数字来表示平均含碳量的千分之几。例如平均含碳量为0.7%的碳素工具钢表示为碳7(T7)。如果是高级优质钢,则在数字之后加“高”或“A”,如平均含碳量为0.8%的高级优质碳素工具钢,用碳8高(T8A)表示。

碳素工具钢有以下几种牌号:T7(T7A)、T8(T8A)、T9(T9A)、T10(T10A)、T11(T11A)、T12(T12A)、T13(T13A)。随着钢号的增大,含碳量增加,钢的硬度和耐磨性也增加,而韧性则下降。T7、T8用来制造中等硬度、高韧性的工具。T9、T10、T11用来制造高硬度、中等韧性的工具。T12、T13用来制造高硬度的工具。

三、合金钢的种类与编号

合金钢是为了改善钢的机械性能,加入一种或几种合金元素所制造的钢。合金钢按用途可分为三类:合金结构钢、合金工具钢、特殊性能钢。

1. 合金结构钢

合金结构钢按用途分为:普通低合金结构钢、渗碳钢、调质钢、弹簧钢、滚动轴承钢。

合金结构钢的编号采用“数字+元素符号(或汉字)+数字”的方法表示。前面的数字表示钢中平均含碳量的万分之几,元素符号(或汉字)表示所含的合金元素,符号后面的数字表示该合金元素含量的百分之几。如果平均含量低于1.5%,则不标明含量。如果平均含量大于1.5%、2.5%、3.5%...则相应的以2、3、4表示。如60Si2Mn表示平均含碳量为0.6%,平均含硅量为2%,平均含锰量小于1.5%的合金结构钢。若为高级优质钢,则在钢号的最后加符号“A”或汉字“高”,如20CrNiMo4A。

滚动轴承钢前面冠以G(或滚),含碳量不予标出。含碳量以千分之几表示。

目前石油钻具行业经常使用的是调质钢,这类钢具有良好的综合机械性能,既具有高的强度,又具有足够的韧性。它的平均含碳量为0.3%~0.6%。合金调质钢中加入的合金元素主要是Cr、Ni、Mo、Mn、Si等。它们所起的主要作用是增加钢的淬透性,并使调质后的索氏体组织强化,如40CrMo、40CrNiMo等。

2. 合金工具钢

合金工具钢按用途分为:刃具钢、量具钢、模具钢。合金工具钢的编号与合金结构钢相似,区别仅在于钢号前面只用一位数字表示含碳量的千分之几。如9CrSi的平均含碳量为0.9%,而平均含碳量大于1%时不予标出。如Cr12的含碳量为2.0%~2.3%。高速工具钢的编号与一般合金工具钢又有不同,通常不标出碳的含量。合金工具钢具有淬透性好,耐磨性、热硬性高,淬火变形小的特点。

常用来制造刀具的合金工具钢有9SiCr、9Mn2、CrW5等等。高速钢是一种含W、Cr、V、Mo

等合金元素的高合金钢。热硬性可达 600°C , 既切削温度高达 600°C 时, 硬度仍无明显下降。常用的高速钢有 W18Cr4V、W9Cr4V2 等。

3. 特殊性能钢

特殊性能钢有不锈钢、耐热钢和磁钢等。其编号方法与合金工具钢相同。下面重点介绍不锈钢。

不锈钢具有抵抗空气、水、酸、碱或其他介质腐蚀作用的能力。不锈钢都含有较高的 Cr、Ni, 含碳较低。Cr 一方面形成一层致密的 Cr_2O_3 保护膜, 使钢与腐蚀介质隔开; 当 Cr 含量超过 12.5% 后, 使钢防止电化学腐蚀的能力显著提高。所以不锈钢的含 Cr 量都在 13% 以上。加入 Ni, 并同时加入较多的 Cr, 能使钢在常温下呈单一的奥氏体组织。而单一均匀的固融体组织可以避免电化学腐蚀。

Cr、Ni 不锈钢常用的牌号有 0Cr18Ni9、1Cr18Ni9、2Cr18Ni9、0Cr18Ni9Ti、1Cr18Ni9Ti 等。这类钢经热处理后呈单一的奥氏体组织, 无磁性, 其腐蚀性、塑性、韧性、可焊性较好。

四、铸铁

含碳量大于 2.06% 的铁碳合金称为铸铁。工业用铸铁的含碳量一般为 2.5% ~ 4.0%, 此外还含有 Si、Mn、P、S 等杂质, 其含量比碳钢高。铸铁根据其中碳的存在形式不同分为白口铸铁和灰口铸铁。

五、碳及杂质对钢性能的影响

1. 碳

碳是钢中的主要元素, 对钢的性能影响也最大。在亚共析钢中, 随着含碳量的增加, 钢的强度和硬度增加, 塑性、韧性则下降。当含碳量超过 0.8% 以后, 钢的强度开始降低, 硬度增加。

2. 磷

磷溶于铁素体使钢的强度、硬度显著提高, 塑性、韧性急剧下降。特别是在低温下这种情况更加严重, 这种现象称为“冷脆性”。加上磷的偏析倾向, 更使冷脆现象容易发生。因此, 钢的含磷量必须加以限制, 一般磷的含量应小于 0.045%。

3. 硫

硫在钢中与铁化合生成 FeS, FeS 本身很脆, 如又呈网状分布时将显著降低钢的韧性, FeS 与铁形成共晶体, 其熔点为 985°C , 多存在于晶界。当钢在 $1000 \sim 1200^{\circ}\text{C}$ 进行锻造或轧制时, 由于共晶体溶化而使共晶体分离, 导致沿晶界开裂。这种现象称为“热脆性”。因此, 硫的含量必须加以限制, 通常硫的含量应小于 0.050%。

4. 硅

硅溶于铁素体中, 使钢的强度、硬度增加, 其作为杂质而存在于钢中时其含量一般不应超过 0.4%。

5. 锰

锰具有良好的脱氧能力, 能使钢中的 FeO 还原成铁, 改善钢的质量, 降低钢的脆性。锰能溶于铁素体, 也能溶于渗碳体, 使钢的强度、硬度增加。锰还与硫化合形成 MnS, 从而减少硫对钢的危害作用。锰作为杂质而存在于钢中时其含量一般不应超过 0.8%。

第二节 金属材料的机械性能

金属材料的机械性能是指金属材料在外力作用下表现出来的特性, 如强度、硬度、弹性、塑

性、韧性等。

1. 强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。按外力作用的不同,强度可分为抗拉强度、抗压强度和抗弯强度等。工程上常用来表示金属材料强度的是抗拉强度。

测定金属材料的抗拉强度的方法是,将被测金属材料做成标准试棒把它装试验机上,缓慢地对试棒施加载荷,使试棒受轴向拉力。随着拉力的增加,试棒逐渐变形伸长,直至拉断为止。其变形过程一般分为弹性变形、弹塑性变形、断裂三个阶段。

金属材料通过拉伸可以求得材料的强度指标。强度指标通常以应力的形式来表示。当材料受外力作用时,其内部也产生抵抗力,单位横截面积上的抵抗力就称为应力,以 σ (MPa) 表示

$$\sigma = P/F$$

式中 P ——外力, N;

F ——横截面积, mm^2 。

常用的强度指标有弹性极限、屈服极限和强度极限。

(1) 弹性极限:材料能保持弹性变形时的最大应力,以 σ_e 表示

$$\sigma_e = P_e/F_0$$

式中 P_e ——弹性极限载荷, N;

F_0 ——试棒原始截面积, mm^2 。

(2) 屈服极限(屈服强度):材料开始产生屈服时的应力,以 σ_s 表示

$$\sigma_s = P_s/F_0$$

式中 P_s ——屈服极限载荷, N。

因为大多数金属材料没有明显的屈服点,因此规定以产生 0.2% 塑性变形时的应力作为屈服强度,即条件屈服强度,以 $\sigma_{0.2}$ 表示。

(3) 强度极限(抗拉强度):材料能承受最大载荷时应力,以 σ_b 表示

$$\sigma_b = P_b/F_0$$

式中 P_b ——屈服极限载荷, N。

2. 塑性

塑性是指材料在外力作用下产生塑性变形而不被破坏的能力。塑性指标用延伸率 δ 和断面收缩率 ψ 来表示

$$\delta = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100\%$$

$$\psi = \frac{F_0 - F_k}{F_0} \times 100\%$$

式中 L_0 ——试棒原始长度, mm;

L_1 ——试棒拉断后长度, mm;

F_0 ——试棒原始截面积, mm^2 ;

F_k ——试棒拉断后断口的截面, mm^2 。

δ 、 ψ 愈大,表明材料的塑性愈好。

3. 冲击韧性

材料抵抗冲击载荷而不被破坏的能力称为冲击韧性,简称韧性。

由于冲击载荷是一个能量,所以韧性指标是以材料受冲击破坏时单位面积上所消耗的能量来表示。通常用摆锤冲击试验测定金属材料的韧性。

4. 硬度

材料抵抗物体压入其表面的能力称为硬度。常用的硬度试验指标有布氏硬度和洛氏硬度两种。一般说来硬度高,耐磨性好。硬度和强度一样,都反映了材料塑性变形的抗力,强度越高,硬度也越高。

5. 疲劳强度

有些部件在工作过程中受到方向、大小反复变化的交变应力的作用,其表面反复受拉和压,在这种交变应力的长期作用下,部件在小于强度极限或屈服极限的应力下断裂,这种断裂叫做疲劳断裂。疲劳强度是指材料经受 N 次应力循环而不断断裂时的最大应力。

第三节 热处理工艺基础

一、铁碳合金状态图

钢和生铁都是铁碳合金,含碳量小于 2.06% 的铁碳合金称为钢,大于 2.06% 的称为生铁。为了制定热处理、压力加工等工艺规程,应首先懂得铁碳合金状态图。常用的铁碳合金状态图如图 1-1-1 所示。

1. 铁碳合金状态图中各组元和相的性能

1) 铁

在 910℃ 以下的铁呈体心立方晶格 α -Fe,在 910 ~ 1 390℃ 之间呈面心立方晶格 γ -Fe。碳既溶于 α -Fe,也溶于 γ -Fe 形成有限固溶体。

碳溶于 α -Fe 中的固溶体称为铁素体。它的强度、硬度较低,塑性很好。碳溶于 γ -Fe 中的固溶体称为奥氏体。奥氏体无磁性、塑性高。

2) 渗碳体

渗碳体在一定的条件下可分解为铁和石墨,渗碳体的晶格很复杂,硬度很高,塑性极低。

在铁碳合金状态图中存在液相以及铁素体、奥氏体和渗碳体三个固相,图中其他组织是由这四个相变化而成。

2. 铁碳合金状态图的分析

图中 ACD 线为液相线, $AECF$ 线为固相线。 A 点为纯铁的熔点(1 534℃), D 点为 Fe_3C 的熔点。 C 点为共晶点。在铁碳合金中,共晶点的温度是 1 147℃,共晶点的成分是 4.3% C。即具有 4.3% C 的铁碳合金在 1 147℃ 时,从液体合金中同时结晶出渗碳体晶体和奥氏体晶体形成一种称为莱氏体的共晶体组织。

含碳量大于 2.06% 的铁碳合金(生铁)当温度降至 ECF 线时,即降至 1 147℃ 时,都将发生共晶转变,生成共晶体——莱氏体。 ECF 线称为共晶线。

含碳量小于 2.06% 的铁碳合金,凝固后为单相奥氏体组织。

由于钢在初次结晶后形成单一的奥氏体,固相线 AE 以下, ES 、 GS 线以上的区域为奥氏体相区。各种成分的钢在冷至 ES 、 GS 线的温度之前,奥氏体不发生组织转变。

ES 线是指碳在 α -Fe 中的溶解度曲线,线上的每一点代表在该点的温度下,碳在 α -Fe 中

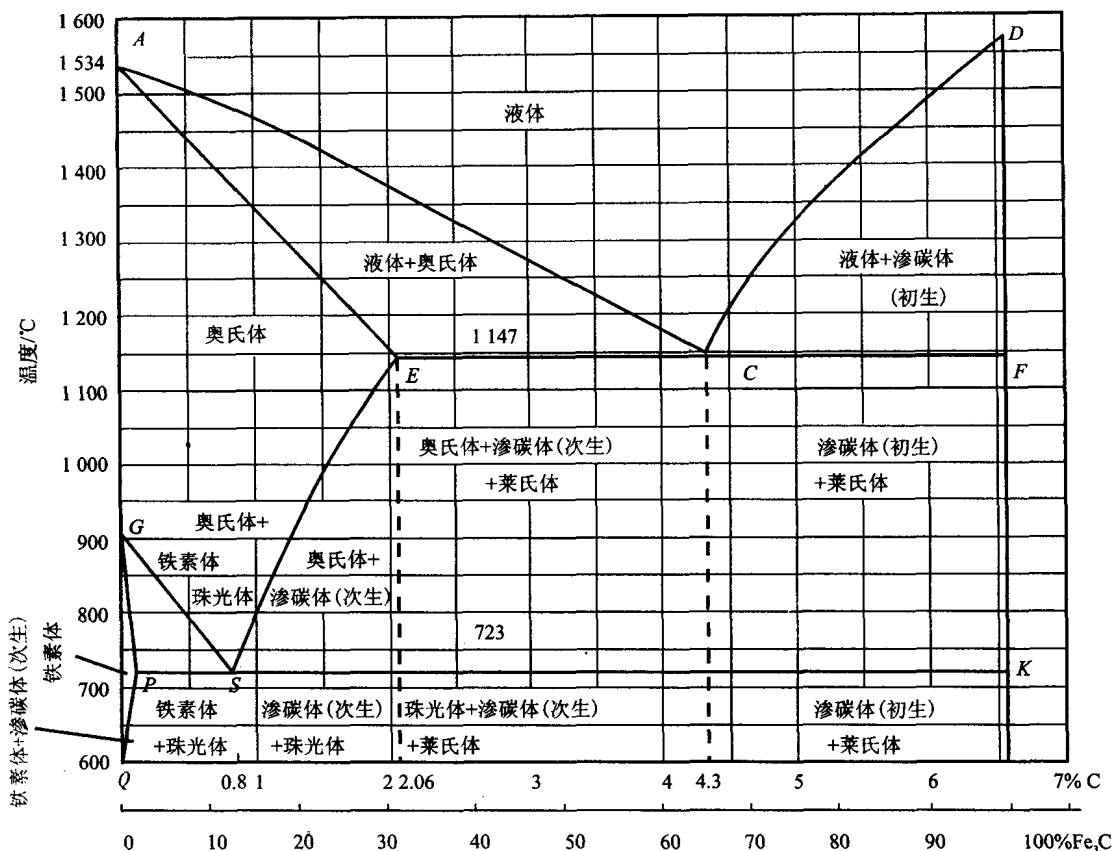


图 1-1-1 铁碳合金状态图

的溶解度。 E 点表示在 1147°C 时碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的最大溶解度为 2.06% 。随着温度的降低,碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中的溶解度也下降,到 723°C 时降为 0.8% 。在一定的温度下碳在 $\alpha\text{-Fe}$ 中溶解时,多余的碳将从奥氏体中以渗碳体的形式析出。为了与从液体中析出的渗碳体相区别,从奥氏体中析出的渗碳体称为次生渗碳体。

GS 线是冷却时奥氏体析出铁素体的转变线(或加热时铁素体转变成奥氏体的终了线)。奥氏体之所以要转变成铁素体,是由于铁的同素异晶转变所引起的。由于铁溶于碳,其转变温度随着含碳量的增加而降低。含碳量为 0.8% 时降至 723°C 。

从分析 ES 线和 GS 线可知,当含碳量为 0.8% 时钢冷至 723°C 时,奥氏体既要完成向铁素体的转变,又要从中析出渗碳体。因而产生了类似共晶转变的相变过程,这种过程称为共析转变。转变完成后,形成铁素体和渗碳体两种晶体的机械混合物,称为共析体—珠光体。 S 点称为共析点。

根据含碳量对于共析成分的关系,可将钢分为三类:

共析钢: 含碳量为 0.8% 的钢。

亚共析钢: 含碳量小于 0.8% 的钢。

过共析钢: 含碳量大于 0.8% 的钢。

铁碳合金状态图中的 SK 、 GS 、 ES 线反映了不同含碳量的钢在加热和冷却时组织转变的临界温度,在热处理工艺中要经常利用这些线。为了方便起见,常以 A_1 、 A_2 、 A_{cm} 来表示。状态图是在冷却极为缓慢的条件下制得的,在实际过程中,临界点的温度就与状态图中有所不同,