



“十一五”重点规划教材

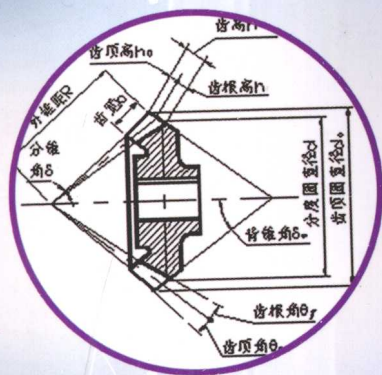
新世纪工程训练系列丛书

工程训练

(非工科类)

主编 李文双 邵文冕 杜林娟

主审 耿 雷



HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

工 程 训 练

(非工科类)

主 编 李文双 邵文冕 杜林娟

主 审 耿 雷

哈尔滨工程大学出版社

内 容 简 介

本书突出机械工程训练的实用性、先进性和全面性。全书分两编,其中第1编包括机械工程训练概述、金属材料及热处理、铸造、锻压、焊接、切削加工基础知识、车削、铣削、刨削、镗削、齿轮加工、磨削、钳工、数控加工技术、现代加工方法、综合创新训练;第2编包括电气工程训练概述、安全用电、电工基本操作工艺、内线工程与照明电路、电工技能训练主要内容。

本书可以作为高等学校工程训练(或金工实习)的基本教材,适用于非工科类专业,其他专业也可选用,还可作为机电工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程训练 / 李文双主编. —哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2010. 8

非工科类专业适用 ISBN 978 - 7 - 81133 - 874 - 4

I. ①工… II. ①李… III. ①机械制造工艺 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 160072 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451 - 82519328
传 真 0451 - 82519699
经 销 新华书店
印 刷 哈尔滨市石桥印务有限公司
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 15.5
字 数 369 千字
版 次 2010 年 8 月第 1 版
印 次 2010 年 8 月第 1 次印刷
定 价 26.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前言

PREFACE

本书根据教育部教学指导委员会的《普通高等学校工程训练教学基本要求》《工程材料及机械制造基础教学基本要求》和《普通高等学校工程训练中心建设基本要求》的精神,汲取和总结了新的教学经验与改革成果,结合普通高等学校工程训练基地教学的实际需要,在黑龙江科技学院李文双等主编的《机械工程训练》基础上修订而成。

本教材具有如下特点:

1. 对机械工程训练的知识和技能体系进行了整体优化,以基本要求为基础,教学实际应用为主线;努力做到通俗易懂,实用性强。
2. 工程训练系列教材共三部,本书适用于非工科类专业,教材内容突出了基础性与认知性,目的在于吸引学生学习工艺基本知识、增强工程实践能力、提高基本工程素质和创新意识,使学生在将来的学习、工作和生活中如虎添翼。
3. 总结与借鉴了工程训练新的教学成果和教学经验,采用了国家新标准。
4. 本教材配有目的与要求、复习思考题和安全操作规程,方便广大师生使用。

本教材由黑龙江科技学院工程训练与基础实验中心组织编写,由李文双、邵文冕和杜林娟主编。其中李文双编写了第1,4,5,8,10,13,14章,邵文冕编写了第17,19章,杜林娟编写了第7,9,11,12章,徐靖编写了第2,3章,刘明明编写了第16,18章,刘安平编写了第15章,并做了第2编的校对和插图处理工作,全书由耿雷主审。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年7月

第1编 机械工程训练

第1章 机械工程训练概述——迈入新殿堂(一)	1
1.1 机械工程训练的内容	1
1.2 机械工程训练的目的	2
1.3 机械工程训练的要求	3
第2章 金属材料及热处理——材料真奇妙	5
2.1 金属材料的性能	5
2.2 常用金属材料	7
2.3 热处理概述	10
2.4 零件表面处理	12
2.5 热处理安全操作规程	13
复习思考题	14
第3章 铸造——铸就辉煌	15
3.1 概述	15
3.2 砂型铸造	15
3.3 铸造合金的熔炼、浇注和落砂	21
3.4 铸件质量检验与缺陷分析	23
3.5 特种铸造	24
3.6 安全操作规程	25
复习思考题	26
第4章 锻压——打造希望	27
4.1 概论	27
4.2 锻压工艺	27
4.3 锻压件质量检验与缺陷分析	34
4.4 锻压安全操作规程	35
复习思考题	35
第5章 焊接与切割——工业裁缝	36
5.1 焊接方法概述	36
5.2 焊条电弧焊	40
5.3 气焊	44
5.4 热切割	46
5.5 焊接安全操作规程	48
复习思考题	50

第6章 切削加工基础知识——有备而来	51
6.1 概述	51
6.2 切削运动和切削要素	51
6.3 机械零件的加工质量	53
6.4 机械加工工艺装备	55
复习思考题	58
第7章 车削——车出圆滑	59
7.1 概述	59
7.2 卧式车床及其基本操作	60
7.3 车刀及其安装	63
7.4 车床的夹具	66
7.5 车削操作及加工	67
7.6 车削安全操作技术规程	73
复习思考题	74
第8章 铣削和齿轮加工——“铣”出望外	75
8.1 铣削概述	75
8.2 铣床	76
8.3 铣刀及其材料	77
8.4 工件的装夹	78
8.5 铣削典型表面	79
8.6 齿轮加工	81
8.7 铣削安全操作技术规程	82
复习思考题	82
第9章 刨削和镗削——内外兼修	83
9.1 概述	83
9.2 牛头刨床	84
9.3 刨刀和工件的安装	84
9.4 典型表面的刨削	85
9.5 镗床及其加工范围	85
9.6 刨削安全操作技术规程	87
复习思考题	87
第10章 磨削——精益求精	88
10.1 概述	88
10.2 外圆磨床及其用途	89
10.3 平面磨床	90
10.4 磨削安全操作技术规程	91
复习思考题	91

第 11 章 钳工——能工巧匠	92
11.1 概述	92
11.2 钳工常用的设备	92
11.3 划线	95
11.4 锉削	99
11.5 锯削	102
11.6 钻孔	104
11.7 攻螺纹	105
11.8 钳工安全操作技术规程	106
复习思考题	106
第 12 章 数控加工技术——神奇数控	107
12.1 概述	107
12.2 数控机床的组成与分类	111
12.3 数控机床的程序编制	113
12.4 数控车床加工	115
12.5 数控铣床加工	124
12.6 数控加工中心	127
12.7 数控机床通用操作规程	129
复习思考题	130
第 13 章 现代加工方法——奇葩斗艳	131
13.1 概述	131
13.2 电火花加工	132
13.3 电火花线切割加工	136
13.4 激光加工	139
13.5 超声加工	141
13.6 快速原形制造技术	144
复习思考题	147
第 14 章 综合创新训练——创出新天地	148
14.1 创新的概念及特性	148
14.2 工程综合创新训练	150
14.3 综合创新训练的技法	151
复习思考题	153

第 2 编 电气工程训练

第 15 章 电气工程训练概述——迈入新殿堂(二)	154
15.1 电气工程训练的内容	154
15.2 电气工程训练的目的	154

15.3 电气工程训练的要求	155
第16章 安全用电——警钟长鸣	157
16.1 有关人体触电的知识	157
16.2 触电急救	161
16.3 电气安全技术知识	164
16.4 电气工程训练安全操作技术规程	168
复习思考题	168
第17章 电工基本操作工艺——厚“基”博学	169
17.1 常用电工工具	169
17.2 常用导线的连接及焊接工艺	175
17.3 常用电工仪表	183
复习思考题	189
第18章 内线工程与照明电路的安装——连通光明	190
18.1 室内配线的基本知识	190
18.2 常用室内配线方式	191
18.3 配电箱的安装	199
18.4 电气照明的基本知识	201
18.5 照明电路的安装	202
复习思考题	218
第19章 电工技能训练——如虎添翼	219
19.1 触电急救技能训练	219
19.2 电工工具和仪表技能训练	221
19.3 导线的连接和绝缘的恢复技能训练	224
19.4 家庭照明电路设计、安装技能训练	228
参考文献	235

第1编 机械工程训练

第1章 机械工程训练概述 ——迈入新殿堂(一)

机械工程训练,又称金工实习,是一门实践性很强的技术基础课,它通过传授机械制造和电气工程的基础知识和技能,实现“学习工艺知识,锻炼实践能力,提高综合素质,培养创新精神”的教学目的。它是工科院校实践教学不可缺少的重要环节之一。

1.1 机械工程训练的内容

1.1.1 机械制造过程

机械是机器和机构的统称。机器和机构都是人为的组合体,各部分都有确定的相对运动,但机器还能代替人做功或转变能量。例如自行车、汽车、轮船、飞机等都属于机械,还有家用电器、计算机、打印机等都含有机械部分。我们的日常生活、学习和工作是离不开机械的。

各种先进的仪器设备是机械、电子、计算机、自动控制、光学、声学 and 材料科学,甚至化学、生物与环境科学结合与交叉的产物。因此无论学生将来从事何种专业,学习机械制造过程对他们的未来发展都会起着重要作用。

机械制造是人类按照市场的需求,运用主观掌握的知识和技能,借助于手工或可以利用的客观物质工具,采用有效的工艺方法和必要的能源,将原材料转化为最终机械产品,投放市场并不断完善的全过程。可以描述为宏观过程和具体过程。

1. 机械制造的宏观过程

机械工程训练涉及一般机械制造的全过程。首先是设计图纸,再根据图纸制定工艺文件和进行工装的准备,然后是产品制造,最后是市场营销。再将各个阶段的信息反馈回来,使产品不断完善。

2. 机械制造的具体过程

机械制造的具体过程如图1-1所示。原材料包括生铁、钢锭、各种金属型材及非金属材料等。将原材料用铸造、锻造、冲压、焊接等方法制成零件的毛坯(或半成品、成品),再经过切削加工、特种加工制成零件,最后将零件和电子元器件装配成合格的机电产品。

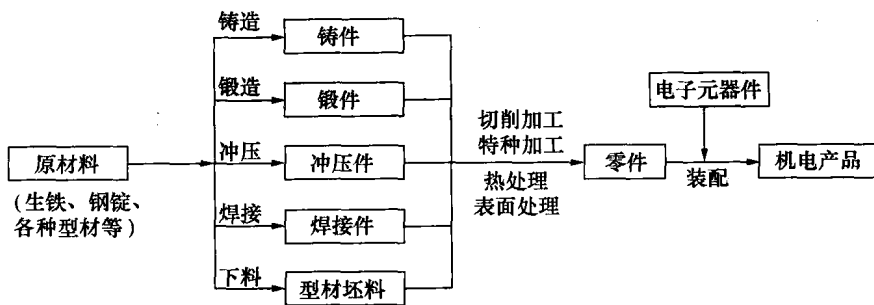


图 1-1 机械制造的具体过程

1.1.2 机械工程训练的内容

机械工程训练的项目有铸热、锻压、焊接、车工、铣刨磨工、钳工、特种加工和数控加工等,可以根据教学需要有所选择。具体训练内容如下:

1. 常用钢铁材料及热处理的基本知识;
2. 冷热加工的主要加工方法及加工工艺;
3. 冷热加工所用设备、附件及其工、夹、量、刀具的大致结构、工作原理和使用方法。

1.1.3 机械工程训练的教学环节

训练按工种进行,教学环节有实际操作、现场示范和训练讲课等。

1. 实际操作是训练的主要环节,通过实际操作获得各种加工方法的感性知识,初步学会使用有关的设备和工具;
2. 现场示范在实际操作的基础上进行,以扩大必要的工艺知识面;
3. 训练讲课包括概论课、理论课和专题讲座。

1.2 机械工程训练的目的

机械工程训练的目的在于学习工艺知识,增强实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力。

1.2.1 学习工艺知识

学生不仅应该具备较强的基础理论知识和专业技术知识外,还必须有一定的机械制造的基本工艺知识。与一般的理论课程不同,学生在机械工程训练中,主要是通过自己的亲身实践来获取机械制造的基本工艺知识。这些工艺知识都是非常具体、生动而实际的,对于各专业的学生学习后续课程、进行毕业设计乃至以后的工作,都是十分重要的。

1.2.2 增强实践能力

这里所说的实践能力,包括动手能力,向实践学习、在实践中获取知识的能力,以及运用所学知识和技能,独立分析和亲手解决工艺技术问题的能力。这些能力,对于理工科大学生

是非常重要的,而这些能力只能通过训练、实验、作业、课程设计和毕业设计等实践性课程或教学环节来培养。

在机械工程训练中,学生亲自动手操作各种机器设备,使用各种工、夹、量、刀具,尽可能结合实际生产进行各工种操作培训。在有条件的情况下,还要安排综合性练习、工艺设计和工艺讨论等训练环节。

1.2.3 提高综合素质

作为一个工程技术人员,应具有较高的综合素质,即应具有坚定正确的政治方向,艰苦奋斗的创业精神,团结勤奋的工作态度,严谨求实的科学作风,良好的心理素质及较高的工程素质等。

工程素质是指人在有关工程实践工作中所表现出的内在品质和作风,它是工程技术人员必须具备的基本素质。工程素质的内涵应包括工程知识、工程意识和工程实践能力。其中工程意识包括市场、质量、安全、群体、环境、社会、经济、管理、法律等方面的意识。机械工程训练是在生产实践的特殊环境下进行的,对大多数学生来说是第一次接触工人,第一次用自身的劳动为社会创造物质财富,第一次通过理论与实践的结合来检验自身的学习效果,同时接受社会化生产的熏陶和组织性、纪律性的教育。学生将亲身感受到劳动的艰辛,体验到劳动成果的来之不易,增强对劳动人民的思想感情,加强对工程素质的认识。所有这些,提高学生的综合素质,必然起到重要的作用。

1.2.4 培养创新意识和创新能力

培养学生的创新意识和创新能力,最初启蒙式的潜移默化是非常重要的。在机械工程训练中,学生要接触到几十种机械、电气与电子设备,并了解、熟悉和掌握其中一部分设备的结构、原理和使用方法。这些设备都是前人和今人的创造发明,强烈地映射出创造者们历经长期追求和苦苦探索所燃起的智慧火花。在这种环境下学习,有利于培养学生的创新意识。在训练过程中,还要有意识地安排一些自行设计、自行制作的创新训练环节,以培养学生的创新能力。

1.3 机械工程训练的要求

1.3.1 机械工程训练的教学特点

机械工程训练以实践为主,学生必须在教师的指导下,独立操作,它不同于一般理论性课程,特点如下:

1. 它没有系统的理论、定理和公式,除了一些基本原则以外,大都是一些具体的生产经验和工艺知识;
2. 学习的课堂主要不是教室,而是具有很多仪器设备的训练室或实验室;
3. 学习的对象主要不是书本,而是具体生产过程;
4. 教学不仅有教师,而且以工程技术人员和现场教学指导人员为主导。

1.3.2 机械工程训练的学习

机械工程训练具有实践性的教学特点,学生的学习方法也应作相应的调整 and 改变。

1. 要善于向实践学习,注重在生产过程中学习工艺知识和基本技能;
2. 要注意训练教材的预习和复习,按时完成训练作业、日记、报告等;
3. 要严格遵守规章制度和安全操作规程,重视人身和设备的安全;
4. 建议学生按照以下认知过程学习。

教学目的导向→预习复习→认真听讲→记好日记→遵章守纪→积极操作→确保安全→循序渐进→听从安排→完成作业(件)→主动学习→勇于创新→提高素质能力。

1.3.3 机械工程训练,安全第一

安全教学和生产对国家、集体、个人都是非常重要的。安全第一,既是完成机械工程训练学习任务的基本保证,也是培养合格的高质量工程技术人员应具备的一项基本的工程素质。在整个机械工程训练中,学生要自始至终树立安全第一的思想,必须遵守规章制度和安全操作规程,时刻警惕,不要有麻痹大意的情绪。

第2章 金属材料及热处理

——材料真奇妙

【目的与要求】

1. 了解热处理生产工艺过程及其特点；
2. 了解常用钢铁材料的牌号、性能特点及选用方法；
3. 掌握热处理的安全操作技术规程；
4. 了解金属材料的一些主要内容,了解热处理工艺的一些主要内容；
5. 了解表面处理的一些方法、特点和应用；
6. 了解热处理生产环境保护知识。

2.1 金属材料的性能

金属材料的性能主要表现在两个方面:一个是使用性能,一个是工艺性能。金属材料的性能是指用来说明金属材料在给定条件下的行为参数。使用性能是指物理、化学、力学等方面的性能,工艺性能是指铸造、热处理、锻压、焊接、切削加工等方面的性能。

2.1.1 物理性能和化学性能

1. 物理性能

金属材料的物理性能主要包括密度、熔点、导热性、导电性、磁性、热膨胀性等。

密度:是指在同一温度下单位体积物质的质量,一般用 ρ 表示,单位为 g/cm^3 或 kg/m^3 。

熔点:是指材料在缓慢加热时由固态转变为液态并有一定潜热吸收或放出时的转变温度。

导热性:是指材料传导热量的能力。用热导率 λ 表示,单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

导电性:是指材料传导电流的能力。用电导率 γ 表示,单位为 S/m 。

磁性:是指材料在磁场中能被磁化或导磁的能力,也称为导磁性。一般用磁导率 μ 表示。单位为 H/m 。

热膨胀性:是指材料因温度改变而引起体积变化的现象。一般用线膨胀系数表示。

2. 化学性能

化学性能也就是指金属材料的化学稳定性,包含抗氧化性和耐蚀性。耐蚀性包含耐酸性和耐碱性。在腐蚀性介质中或在高温下服役的零部件比在正常的室温条件下腐蚀强烈。在设计这类零部件时应考虑选用化学稳定性比较好的合金钢。

2.1.2 力学性能

金属材料在外力作用下所表现出的各项性能指标统称为金属材料的力学性能,具有四大力学性能指标:强度、塑性、硬度、韧性。力学性能是金属材料的主要性能,是机械设计、制造选择材料的主要依据。

1. 强度

金属材料在载荷的作用下抵抗变形和开裂的能力称为强度。其数值测定是按国家标准规定的标准试样(见图 2-1)在试验机上测出的。

根据试样在拉伸过程中承受的载荷和产生的变形量之间的关系可以获得拉伸曲线,见图 2-2。试样在拉伸过程中可以看出有以下几个变形阶段。

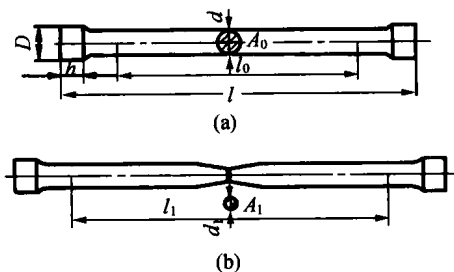


图 2-1 标准拉伸试样

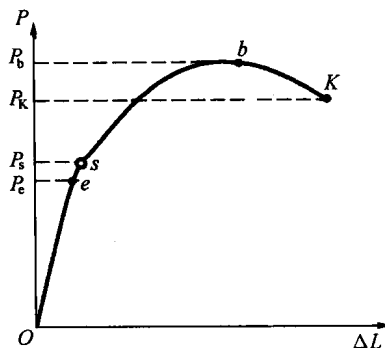


图 2-2 低碳钢的拉伸曲线图

(1) 弹性变形阶段—*oe*

这个阶段载荷 P 低于 P_e , 伸长量与拉力成正比, 试样只产生弹性变形, 当外力去除后, 试样能恢复到原来的长度。 P_e 为能恢复原状的最大拉力, 弹性极限用 σ_e 表示。

(2) 屈服阶段—*es*

载荷达到 P_s 时曲线出现一个平台或锯齿形线段, 这时不再增加载荷试样仍继续变形。屈服强度就是指材料开始屈服时的应力。屈服现象结束后曲线继续上升, 表明试样又能承受更大的载荷了, 材料在屈服点后得到了强化, 这种现象叫屈服强化或形变强化, 也叫冷作硬化或加工硬化。屈服强度用 σ_s 表示, 单位用 MPa 表示。其计算公式为

$$\sigma_s = \frac{P_s}{A_0}$$

式中 σ_s ——屈服强度, MPa;

P_s ——试样产生屈服时的最小载荷, N;

A_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

(3) 强化阶段—*sb*

当载荷超过 P_s 后, 试样的伸长量又与载荷成曲线关系上升。在载荷增加不大的情况下而变形量却较大, 表明这时试样产生大量的塑性变形。图中 P_b 是试样拉伸时的最大载荷。材料在拉断前所承受的最大拉应力称为抗拉强度, 用 σ_b 表示。其计算公式为

$$\sigma_b = \frac{P_b}{A_0}$$

式中 σ_b ——抗拉强度, MPa;

P_b ——试样断裂前所承受的最大载荷, N;

A_0 ——试样原始横截面积, mm^2 。

σ_b 越大说明材料抵抗破坏的能力越强, 所以说 σ_b 是一个重要的强度指标。

(4) 缩颈阶段—*bk*

当载荷超过 P_b 时,试样的局部截面开始变小,这种现象称为“缩颈”。试样局部截面越来越小,载荷也会越来越小,当载荷达到曲线上的 K 点时,试样被拉断。

屈服强度和抗拉强度是评定材料性能的主要指标,也是设计零件的主要依据。

2. 塑性

金属材料在外力的作用下产生永久变形而不断裂的能力称为塑性。常用的塑性指标是拉断后的断后伸长率(也叫延伸率) δ 和断面收缩率 Ψ 。

3. 硬度

金属材料抵抗其他更硬的物体压入其表面的能力称为硬度。硬度是衡量金属材料的一个重要指标,是体现金属材料表面抵抗局部塑性变形、压痕或划痕的能力。

(1) 布氏硬度(HBS/HBW)

把规定直径的淬火钢球(HBS)或硬质合金球(HBW)以一定的试验力压入被测材料表面,保持规定时间后测量压痕直径,经计算得出布氏硬度值。HBS 适合打硬度值在 450 以下的材料,HBW 适合打硬度值在 650 以下的材料。

(2) 洛氏硬度(HRA/HRB/HRC)

由于被测材料越硬,压入深度增量越小,这与布氏硬度所标记的硬度值大小的概念相矛盾。为了与习惯上数值越大硬度越高的概念相一致,采用常数 K 减去压入深度来表示硬度值。为简便起见又规定每 0.002 mm 压入深度为一个硬度单位。

实际操作中,洛氏硬度值可以直接在硬度试验机的表盘上读出。由于压头和施加试验力的不同,洛氏硬度有多种标尺,常用的有 HRA, HRC, HRB。

(3) 维氏硬度(HV)

维氏硬度采用金刚石正棱角锥,可以准确测量金属零件的表面硬度或测量硬度很高的零件。一般用于测量氮化硬度。

4. 冲击韧性

材料抵抗冲击载荷作用的能力称为冲击韧性。通常以材料被冲断所消耗的冲击能量来衡量冲击韧性的大小。

2.2 常用金属材料

金属材料一般分为以下四大类:

- (1) 工业纯铁($C \leq 0.0218\%$),一般不用来制造机械零件;
- (2) 钢($0.0218\% < C \leq 2.11\%$);
- (3) 铸铁($2.11\% < C \leq 6.69\%$);
- (4) 有色金属,一般包括铝、铜及其合金等。

2.2.1 钢的分类及应用

1. 钢的分类

(1) 按化学成分分类

a. 碳钢:按碳的含量不同可分为低碳钢($C \leq 0.25\%$)、中碳钢($0.25\% < C \leq 0.6\%$)和高碳钢($C > 0.6\%$)。

b. 合金钢:按合金元素的含量不同可分为低合金钢(合金元素含量 $< 5\%$)、中合金钢

(合金元素含量为 5% ~ 10%)、高合金钢(合金元素含量 > 10%)。

(2) 按硫磷含量分类

- a. 普通钢($S \leq 0.05\%$, $P \leq 0.45\%$);
- b. 优质钢($S \leq 0.035\%$, $P \leq 0.035\%$);
- c. 高级优质钢($S \leq 0.02\%$, $P \leq 0.03\%$)。

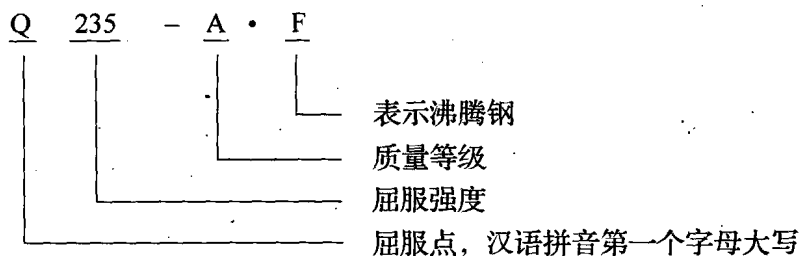
(3) 按使用特性分类

- a. 结构钢;
- b. 工具钢;
- c. 特殊性能钢。

2. 碳钢的牌号、主要性能及用途

(1) 普通碳素结构钢

常用的 Q235 - A · F 代号示意如下:



(2) 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的牌号是用两位数表示平均含碳量的万分比, 如 08F, 45, 65Mn 等。

(3) 碳素工具钢

常用的碳素工具钢牌号中“T”是“碳”的汉语拼音字母的字首, 数字表示平均含碳量的千分比, 如 T8, T10, T12A 等。

(4) 碳素铸钢

在一些工程机构上, 个别零件由于形状复杂而难于用锻造和切削加工等方法来完成, 同时又要求具有相当的强度, 用铸铁满足不了性能要求, 因此用碳素钢经熔化铸造而成。牌号中“ZG”是“铸钢”的汉语拼的字母字首, 后边两组数字中第一组表示屈服点, 第二组表示抗拉强度。

3. 合金钢的分类及牌号

所谓合金钢就是在碳钢的基础上加入某些合金元素, 以便提高钢的某些性能。

合金钢可分为合金结构钢、合金工具钢、特种性能钢。

(1) 合金结构钢含碳量为万分比, 合金元素含量为百分比, 合金元素含量小于 1.5% 时只标符号而不标含量。如 42CrMo 含碳量为 0.42%, 铬、钼的含量均小于 1.5%。

(2) 合金工具钢含碳量为小于 1% 时的千分比, 含碳量大于或等于 1% 时不标出。如 9CrSi 表示含碳量为 0.9%。

(3) 特殊性能钢含碳量小于千分之一时, 则用“0”表示, 如 0Cr13Al; 含碳量 $\leq 0.03\%$ 时, 则用“00”表示, 如 00Cr17Ni4Mo2。

2.2.2 铸铁的分类及应用

铸铁是含碳量大于2.11%的铁碳合金。一般含有硅、锰元素及磷、硫等杂质。铸铁在工业生产上应用比较广泛。与碳素钢比较,铸铁的机械性能相对较差,但其具有优良的减震性、耐磨性、切削加工性和铸造性能,生产成本也比较低。

1. 根据碳在铸铁中存在的形式分类

- (1) 白口铸铁
- (2) 灰口铸铁
- (3) 麻口铸铁

2. 根据石墨在铸铁中的形状分类

- (1) 普通灰铸铁
- (2) 球墨铸铁
- (3) 可锻铸铁

2.2.3 有色金属

1. 铜及其合金

(1) 纯铜

纯铜的密度为 8.93 g/cm^3 , 熔点 1083°C 。退火状态下的机械性能: $\sigma_b = 240 \text{ MPa}$, $\text{HBS} = 35$, $\delta = 45\%$ 。由于它具有高的导电率、高的抗腐蚀性和良好的加工性,所以被广泛地应用于电气工业的电缆、电线、线圈、触点等。还可用于冷却器、热交换器、容器等。

(2) 黄铜

黄铜是以锌为主加元素构成的铜基合金。用“H”表示,如 H68,表示含铜 68%,含锌 32% 的黄铜。

(3) 青铜

青铜是以锡、铝、硅、铍等为主加元素构成的铜基合金。其牌号分别由“QSn”“QAl”“QSi”“QBe”和两组或三组数字组成。

2. 铝及其合金

(1) 纯铝

纯铝,银白色,密度为 2.72 g/cm^3 ,熔点 660.4°C 。机械性能: $\sigma_b = 90 \text{ MPa}$, $\text{HBS} = 28$, $\delta = 38\%$,面心立方结构,无同素异构转变。导电性好、导热性好、抗蚀性能好、塑性好、强度低。

(2) 铝合金

铝合金分为变形铝合金和铸造铝合金两类。

a. 变形铝合金

变形铝合金分为防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金和锻铝合金。防锈铝合金强度比纯铝高,具有良好的耐蚀性、塑性和可焊性。切削性能较差,不能进行热处理强化处理,只能进行冷塑变形强化。

b. 铸造铝合金

铸造铝合金用“ZL”加三位数字表示,如 ZL107。分成铝硅、铝铜、铝镁及铝锌等四大系列,其铸造性能好,导热性及抗蚀性较好,又具有一定的强度。