

西安交通大学对口支援新疆大学系列教材项目

工程实践与基础训练

主 编 赵冬梅

副主编 尼加提·玉素甫 滕文静



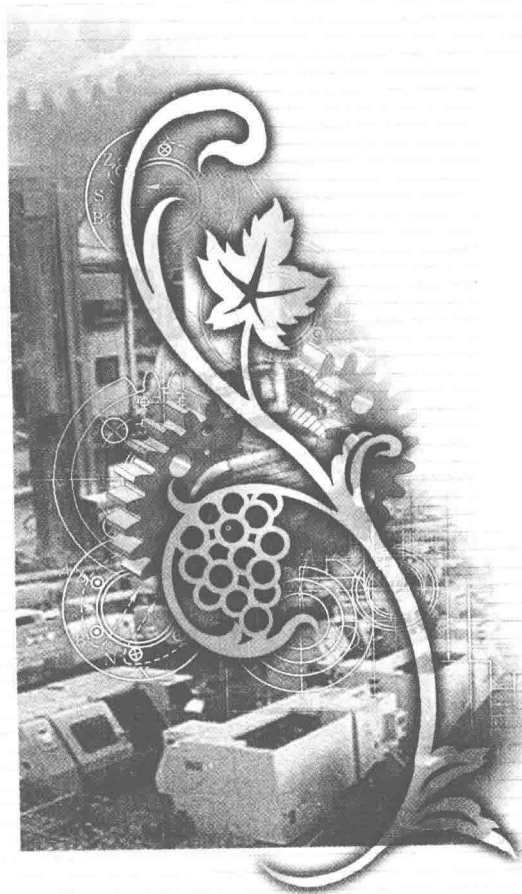
西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交通大学对口支援新疆大学系列教材项目

工程实践与基础训练

主 编 赵冬梅

副主编 尼加提·玉素甫 滕文静



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

工程实践与基础训练/赵冬梅主编. —西安:西安
交通大学出版社,2017.6
西安交通大学对口支援新疆大学系列教材项目
ISBN 978-7-5605-9755-3

I. ①工… II. ①赵… 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(2017)第 137705 号

书 名 工程实践与基础训练
主 编 赵冬梅
副 主 编 尼加提·玉素甫 滕文静
责任编辑 王 欣

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)
网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315(总编办)
传 真 (029)82668280
印 刷 西安明瑞印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 20.25 字数 510 千字
版次印次 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-9755-3
定 价 36.00 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。
订购热线:(029)82665248 (029)82665249
投稿热线:(029)82669097 QQ:8377981
电子信箱:lg_book@163.com

版权所有 侵权必究

前 言

高等工程教育在我国高等教育中占有重要的地位。深化工程教育改革、建设工程教育强国,对服务和支撑我国经济转型升级意义重大。当前,国家推动创新驱动发展,实施“一带一路”“中国制造 2025”“互联网+”等倡议和重大发展战略,以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展,对工程技术人才提出了更高要求,迫切需要加快工程教育改革创新。在“一带一路”倡议中,新疆位于丝绸之路经济带核心区,并以日益凸显的区位优势 and 辐射效应,与 21 世纪海上丝绸之路逐步衔接。新疆高校近 70% 的毕业生留在新疆就业,因此新疆的工程教育应以培养具有创新创业精神和工程实践能力的高素质应用型人才为目标,服务新疆,面向全国,辐射中亚。

多年来,新疆高校的机械制造基础训练课程采用的都是国内知名高校出版的工程训练系列教材,但是由于少数民族学生受到语言和基础知识的局限性,出现了两个突出的问题:一是学生对语速较快的汉语教学以及专业性强的术语难以做到完全准确理解,典型的情况是教师讲完一段话,学生还没有完全听懂,新的一句话又讲了出来,学生难以听懂教师所讲内容,更无法理解知识点。二是在师生交流方面最大的障碍就是学生不能把自己想说的话用准确的汉语语法规则表达出来,师生沟通不畅。例如,少数民族语言具有自己的语法特征,学生讲话时习惯用本民族语法结构进行汉语表达,这种表达会造成听者理解偏差。由于以上两点问题导致少数民族学生各工种实训过程中,学习理解能力与实际操作水平有限,实训效果不佳。

为解决以上问题,本书在以下几个方面进行了尝试:

(1) 针对机械制造技术实训专业术语采用了正文中首次出现时以英汉维三种语言进行对照,并以附录的形式列在书后方便学生查阅。

(2) 每一工种列举了实例教学分析,从图纸分析、工艺设计、加工工序等各方面详细讲解,使学生更加深刻地掌握该工种实训操作技能。

(3) 在现代制造方法章节对数字化体验项目进行驱动式教学案例分析,模拟现代企业的生产经营场景,使学生能够在日常学习、实训过程中实现职业素养的逐步养成。

本书的内容主要包括:机械制造基础知识、铸造、焊接、锻压、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、数控加工技术、数控车床操作与编程、数控铣床操作与编程、特种加工技术、逆向工程与反求设计、机械加工的经济性分析与绿色设计。本书可作为新疆高校工程实践训练、高职机电类学生金工实习专用教材和相关工程技术人员的参考用书。

本教材由新疆大学教务处及西安交通大学对口支援办牵头,新疆大学工程训练中心组织编写,赵冬梅任主编,尼加提·玉素甫、滕文静任副主编,周建平主审。各章具体编写分工为:赵冬梅编写第1、5、6、7章;尼加提·玉素甫编写第2章和附录1;滕文静编写第3、4章;王小荣和李志磊编写第4、14、15章;李梅编写第8章;周壮编写第9章;李建军编写第10章;朱晨光编写第12章;张冠、余萍编写第13章;张海编写第14章;张文祥、亚力青·阿里玛斯编写第15章。

由于编写时间有限,难免存有不当之处,希望广大读者批评指正。

编 者

2017年3月

目 录

第 1 章 机械制造基础知识.....	(1)
1.1 工程材料及金属热处理	(1)
1.2 精度及表面粗糙度.....	(18)
1.3 常用量具及其使用.....	(20)
1.4 公差配合基础知识.....	(25)
第 2 章 铸造	(30)
2.1 铸造概述.....	(30)
2.2 砂型铸造.....	(31)
2.3 特种铸造.....	(54)
第 3 章 焊接	(64)
3.1 焊接概述.....	(64)
3.2 手弧焊.....	(65)
3.3 气焊.....	(76)
3.4 切割.....	(80)
3.5 其他常用焊接方法简介.....	(83)
3.6 常见的焊接缺陷及检验.....	(90)
第 4 章 锻压	(93)
4.1 坯料的加热和锻件的冷却.....	(93)
4.2 自由锻.....	(96)
4.3 冲压	(101)
第 5 章 车削加工.....	(105)
5.1 概述	(105)
5.2 普通车床	(107)
5.3 车刀	(109)
5.4 工件的安装及所用的附件	(115)
5.5 榔头柄车削加工实例分析	(120)
第 6 章 铣削加工.....	(124)
6.1 概述	(124)
6.2 铣床	(125)
6.3 铣刀及其安装	(127)
6.4 铣床附件及工件的安装	(130)

6.5 正六棱柱铣削加工实例分析	(134)
第7章 刨削加工	(141)
7.1 概述	(141)
7.2 牛头刨床	(142)
7.3 刨刀的选择及安装	(145)
7.4 工件的装夹	(146)
7.5 刨削加工的方法	(148)
第8章 磨削加工	(150)
8.1 概述	(150)
8.2 砂轮	(151)
8.3 磨床	(153)
第9章 钳工	(160)
9.1 概述	(160)
9.2 钳工常用设备	(160)
9.3 钳工基本操作中常用工具、量具	(163)
9.4 划线	(163)
9.5 锉削、锯削和錾削	(169)
9.6 钻孔	(177)
9.7 螺纹加工	(180)
9.8 装配	(183)
9.8 榔头加工钳工加工实例分析	(188)
第10章 数控加工技术	(191)
10.1 数控技术的定义	(191)
10.2 数控机床的组成	(191)
10.3 数控加工的特点	(192)
10.4 数控机床的加工原理及加工步骤	(193)
10.5 数控加工程序编制	(194)
10.6 机床坐标系	(196)
第11章 数控车床操作及编程	(198)
11.1 数控车床基础知识	(198)
11.2 数控车床编程基础	(199)
11.3 数控车床操作实训	(201)
11.4 数控车床建立工件坐标系	(203)
11.5 零件的车削工艺设计与加工实训	(205)
11.6 基于项目的数字化设计制造案例	(216)
第12章 数控铣床操作及编程	(231)
12.1 数控铣床基础知识	(231)

12.2	数控铣床编程基础·····	(232)
12.3	数控铣、加工中心操作实训·····	(242)
12.4	数控铣、加工中心建立工件坐标系·····	(245)
12.5	零件的铣削工艺设计与加工实训·····	(247)
第 13 章	特种加工技术·····	(256)
13.1	特种加工概述·····	(256)
13.2	电火花成型加工·····	(257)
13.3	数控电火花线切割加工·····	(260)
13.4	激光加工·····	(264)
13.5	快速成型技术·····	(268)
13.6	超声波加工·····	(270)
13.7	超高压水射流加工·····	(274)
第 14 章	逆向工程与反求设计·····	(279)
14.1	逆向工程概述·····	(279)
14.2	逆向工程的测量系统·····	(281)
14.3	实物反求设计与创新·····	(283)
14.4	反求设计实例——倒车灯开关的反求设计·····	(288)
第 15 章	机械加工的经济性分析与绿色设计·····	(292)
15.1	机械加工经济精度相关知识·····	(292)
15.2	机械加工工艺方案的经济分析·····	(293)
15.3	零件加工成本估算·····	(294)
15.4	绿色设计·····	(296)
15.5	机械制造业的节能减排·····	(301)
附录	专业术语汉、维、英对照·····	(303)
参考文献 ·····		(314)

第 1 章 机械制造基础知识

1.1 工程材料及金属热处理

1.1.1 工程材料概述

凡与工程有关的材料均可称为工程材料,工程材料按其性能特点可分为结构材料 and 功能材料。结构材料通常以硬度、强度、塑性、冲击韧性等力学性能为主,兼有一定的物理、化学性能。而功能材料是以光、电、声、磁、热等特殊的物理、化学性能为主的功能和效应材料。

工程材料按化学成分、生产过程、结构及性能特点,可分为金属材料、非金属材料两大类,如图 1-1 所示。

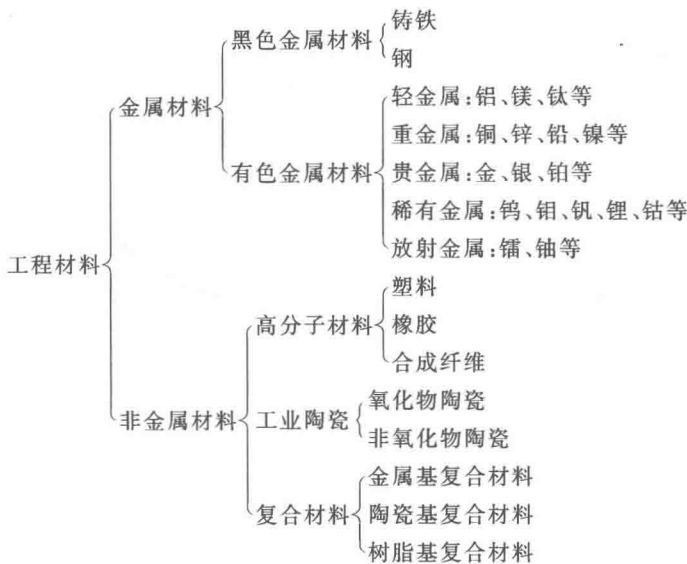


图 1-1 常用工程材料分类

金属材料是目前应用最广泛的工程材料。它包括各种纯金属及其合金。在工业领域,金属材料被分为两类:一类是黑色金属,主要指应用最广的钢铁;一类是有色金属,指除黑色金属之外的所有金属及其合金。

非金属材料是近年来发展非常迅速的工程材料,因其具有金属材料无法具备的某些性能(如电绝缘性、耐腐蚀性等),在工业生产中已成为不可

专业术语

工程材料
قۇرۇلۇش ماتېرىيالى
engineering materials

结构材料
قۇرۇلما ماتېرىيالى
structural materials

功能材料
فۇنكسىيەلىك ماتېرىيالى
functional materials

硬度
قاتتىقلىق دەرىجىسى
hardness

塑性
پلاستىكىلىق
plasticity

冲击韧性
زەربىگە چىداشلىقلىقى
impact strength

金属材料
مېتال ماتېرىيالى
metallic materials

黑色金属
قارا مېتال
ferrous metal

有色金属
رەڭلىك مېتال
nonferrous metal

专业术语

复合材料
بىرىكمە ماتېرىيالى
composite materials

专业术语

粉末冶金
پاراشوك مېتاللورگىيىسى
powder metallurgy

钢铁材料
پولات - تۆمۈر ماتېرىيالى
steel materials

碳素钢
كاربونلۇق پولات
carbon Steel

铸铁
چۆيۈن
cast iron

灰口铸铁
كۈل رەڭ چۆيۈن
grey cast iron

合金钢
قېتىشما پولات
alloy steel

特殊性能钢
ئالاھىدە ئىقتىدارلىق پولات
special steel

专业术语

球墨铸铁
شارچە گرافىتلىق چۆيۈن
nodular cast iron

蠕墨铸铁
سازاڭسىمان گرافىتلىق چۆيۈن
vermicular cast iron

可锻铸铁
سوقۇلما چۆيۈن
malleable cast iron

切削加工
قىرىپ پىششىقلاپ ئىشلەش
cutting machining

替代的重要材料,如高分子材料、工业陶瓷及复合材料。

1.1.2 金属材料

1. 金属材料的基础知识

金属材料分为黑色金属材料 and 有色金属材料。黑色金属指铁和铁与其他元素形成的铁合金,即一般所称的钢铁材料。合金是以一种基体金属为主(其含量超过 50%),加入其他金属或非金属(合金元素),经熔炼、烧结或其他工艺方法而冶炼成的金属材料。有色金属指除铁与铁合金以外的各种金属及其合金。此外还有粉末冶金材料、烧结材料等。

由于金属材料具有制造机械产品及零件所需要的各种性能,容易生产和加工,所以成为制造机械产品的主要材料。合金材料可以通过调节其不同的成分和进行不同的加工处理获得比纯金属更多样化的更好的综合性能,是机械工程中用途最广泛、用量最大的金属材料。钢铁材料是最常用和最廉价的金属材料。其他常用的金属材料有铝、铜及其合金。

(1) 钢铁材料

以铁为基体金属、以碳为主要的合金元素形成的合金材料就是碳素钢或铸铁(灰口铸铁)。从理论上讲,钢中的含碳量为 0.02%~2.11%,低于 0.02%为纯铁,高于 2.11%就是铸铁。此外,在一般的钢铁材料中,都会含有很少量的硅、锰、硫、磷,它们是因为钢铁冶炼而以杂质的形态存在于其中的。为了改善钢铁材料的性能,有意识地加入其他合金元素则成为合金钢或合金铸铁。

钢的种类繁多,可按不同的方法分类。如可按化学成分将钢分为碳素钢和合金钢两大类,进而还可分为含碳量低于 0.25%的低碳钢,含碳量 0.25%~0.6%的中碳钢,含碳量高于 0.6%的高碳钢。按在机械制造工程中的用途,可将钢分为结构钢、工具钢和特殊性能钢三大类。按钢中所含 S, P 等有害杂质多少作为质量标准,可将其分为普通钢、优质钢和高级优质钢三大类等。钢的分类如图 1-2 所示。

铸铁可按其所含碳的形态不同来分类。例如,碳以石墨态存在其中的有灰口铸铁(片状石墨)、球墨铸铁(球状石墨)、蠕墨铸铁(蠕虫状石墨)、可锻铸铁(团絮状石墨),碳以化合物(Fe_3C)态存在其中的为白口铸铁。石墨态铸铁具有较好的机械性能、减振性、减磨性、低缺口敏感性等使用性能,以及良好的铸造性能、切削加工性能等工艺性能,生产工艺简单,成本低,因此,成为机械制造工程中用途最广、用量最大的金属材料。但是铸铁中石墨碳的存在,特别是灰口铸铁中的片状石墨碳的存在严重地降低了铸铁的抗拉强度,尽管对抗压强度的影响不大,也使铸铁的综合机械性能远不如钢好。

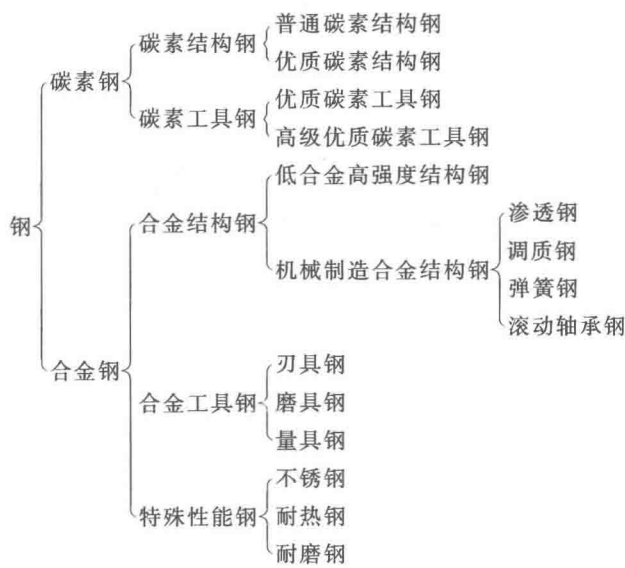


图 1-2 钢的分类

(2) 有色金属

机械工程中常用的有色金属有铜及其合金、铝及其合金、滑动轴承合金等。

工业纯铜又称紫铜，以其良好的导电性、导热性和抗大气腐蚀性而广泛地应用于导电、导热的机械产品和零部件。铜合金主要有以锌为主要合金元素的黄铜，以镍为主要合金元素的白铜和以锌镍以外的其他元素为合金元素的青铜。铜合金一般用做除机械性能外对物理性能或化学性能尚有一定要求的机械产品和零部件。

工业纯铝也有较好的导电性、导热性和抗大气腐蚀性，而密度仅为铜的 1/3，价格又远较铜低廉，在很多场合都可代替铜。铝合金因加入的合金元素不同而表现出不同的使用性能和工艺性能，按其工艺性能可分为形变铝合金和铸造铝合金。形变铝合金塑性好，适于锻压加工，机械性能较高。铸造铝合金铸造性好，用于生产铝合金铸件。铝及其合金还广泛地应用于电器、航空航天器和运输车辆。

滑动轴承合金主要用于制造滑动轴承内衬。它既可以是在软的金属基体上均匀分布着硬的金属化合物质点，如锡基轴承合金、铅基轴承合金；也可以是在硬的金属基体上均匀分布着软的质点，如铜基轴承合金、铝基轴承合金。

(3) 粉末冶金与功能材料

粉末冶金是用金属或金属化合物粉末作原料，经压制成型、烧结等工艺直接制造机械零件。它是一种不需熔炼的冶金工艺。机械制造工程中常用的粉末冶金材料有金属陶瓷硬质合金和钢结硬质合金两大类。金属陶瓷硬质合金如钨钴类、钨钴钛类等，由金属碳化物粉末（如 WC，TiC）和

专业术语

轴承
ئوق قازان
bearing

专业术语

硬质合金
قَاتتق قېتشما
hard metal, carbide

黏结剂(如 Co)混合制成,一般只用作刀具。钢结硬质合金是金属碳化物粉末(如 WC, TiC)由合金钢粉末为黏结剂制成,可作各种机械零件和刀具。

功能材料则是指各种具有特殊的物理化学性能(如电、磁、声、光、热)和特殊的理化效应(如形状记忆效应)的材料。机械制造工程中常用的功能材料有磁性材料、电阻材料、热膨胀材料、超导材料、非晶态材料、形状记忆合金等。

2. 金属材料的性能

金属材料的性能主要有力学性能、物理性能、化学性能以及工艺性能。用来制造机械设备的金属及合金,首先应该具有优良的力学性能和工艺性能。因此,在设计机械零件时,必须首先熟悉金属及合金的性能,才能依据零件的技术要求合理地选用所需的金属材料。

1) 金属材料的力学性能

机械零件在工作过程中都要承受各种外力的作用。力学性能是指材料在受到外力的作用时所表现出来的特性。衡量力学性能的指标主要有弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧性等。

(1) 弹性和塑性

金属材料承受外力作用时产生变形,在去除外力后能恢复原来形状的性能,叫做弹性,该状态下的变形为弹性变形。金属材料在承受外力作用时产生永久变形而不破坏的性能,叫做塑性,该状态下的变形为塑性变形。常用的塑性指标是伸长率和断面收缩率 Ψ ,其数值通过金属拉伸试验测定。伸长率和断面收缩率的数值越大,材料的塑性越好。

(2) 强度

金属材料在承受外力作用时,抵抗塑性变形和断裂的能力称为强度。衡量强度的指标主要是屈服强度和抗拉强度。屈服强度指材料产生塑性变形初期时的最低应力值,用 σ_s 表示,单位为 MPa。抗拉强度指材料在被拉断前所承受的最大应力值,用 σ_b 表示,单位为 MPa。屈服强度和抗拉强度是机械零件设计时的重要依据参数。

(3) 硬度

金属材料抵抗硬物压入其表面的能力称为硬度。衡量硬度的指标主要有布氏硬度和洛氏硬度两种。它们均由专用仪器测量获得。

① 布氏硬度。布氏硬度试验是用一定的载荷 P ,将直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球,在一定压力作用下,压入被测金属的表面,如图 1-3 所示,保持一定时间后卸去载荷,以载荷与压痕表面积的比值作为布氏硬度值,用 HB 表示,其单位是 N/mm^2 ,但一般不标出单位,如 HB230。由于载荷 P 和钢球直径 D 一定,所以一般是先测得压痕直径 d ,根据 d 的值查表就可确定材料的布氏硬度值。HB 值愈大,表示材料愈硬。

有时为了区别不同压头测出的硬度,将淬火钢球压头测出的硬度标以符号 HBS,而将硬质合金球压头测出的硬度标以符号 HBW。

专业术语

弹性
ثَبَاطِيئِيَّة
elasticity

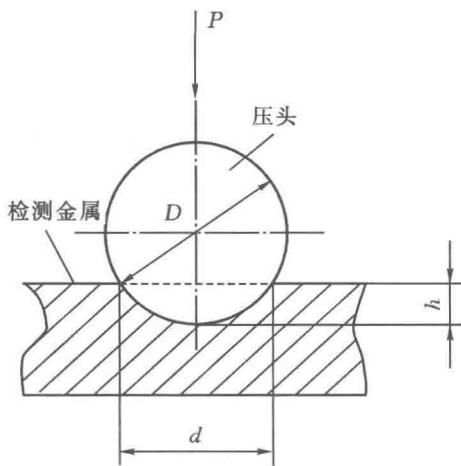


图 1-3 布氏硬度试验原理

用布氏硬度试验测量材料的硬度值,因其压痕较大,其测试数据比较准确。但不能测试太薄的试样和硬度较高的材料。

②洛氏硬度。洛氏硬度试验是用一定的载荷将顶角为 120°的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm 的淬火钢球压入被测试样表面,然后根据压痕的深度来确定它的硬度值。洛氏硬度值可以从洛氏硬度计刻度盘上直接读出。

用洛氏硬度计可以测量各种软硬不同的材料,这是因为它采用了不同的压头和载荷组成各种不同的洛氏硬度标度,如 HRA, HRB, HRC 等。生产和设计中,一般以 HRC(用 120°顶角金刚石圆锥体作压头,载荷为 1500 N)用得最多。

(4)冲击韧性

大多数零件在工作状态时,常常受到各种各样冲击载荷的作用,如内燃机的连杆、冲床的冲头等。金属材料承受冲击载荷作用抵抗断裂破坏的能力称为冲击韧性。

冲击韧性测定方法:将试样放在试验机两支座上,把质量为 m 的摆锤抬到 H 高度,使摆锤具有位能为 mHg 。摆锤落下冲断试样后升至 h 高度,具有位能为 mhg ,故摆锤冲断试样推动的位能为 $mHg - mhg$,这就是试样变形和断裂所消耗的功,称为冲击吸收功 A_K ,即

$$A_K = mg(H - h)$$

用试样的断口处截面积 $S_N(\text{cm}^2)$ 去除 $A_K(\text{J})$ 即得到冲击韧度,用 a_k 表示,单位为 J/cm^2 。

$$a_k = \frac{S_N}{A_K}$$

2)金属材料的物理性能

金属材料的物理性能是指密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁

专业术语

刻度盘
شكالىق دېسكا
Scale

专业术语

加工工艺

پیش‌ساختاپ ئىشلەش

تېخنىلوگىيىسى

machining process,
manufacturing operation

高速钢

يۇقىرى سۈرئەتكە چىداملىق

پولات

rapid steel

锻造

بازغانلاپ ياساش، سوقۇپ

ياساش

forging

专业术语

轧制

پروكاتلاش، بېسىپ

ياپىلاقلاش

rolling

挤压

قىسىش

crushing

性等。由于机器零件的用途不同,对其物理性能的要求也不同。例如,飞机、汽车等交通工具,为了减轻自重,需要采用密度小的材料;熔点高的合金可用来制造耐热零件;制造散热器、热交换器等要选用导热性好的材料;制造电机、无线电元件、电真空器件则需考虑材料的导电性和磁性等。

金属材料的物理性能有时对加工工艺也有一定的影响。例如,高速钢的导热性较差,锻造时应采用低的速度来加热升温,否则容易产生裂纹;而材料的导热性对切削刀具的温升有重大影响。

3) 金属材料的化学性能

金属材料的化学性能主要是其在常温或高温时,金属材料抵抗各种介质侵蚀的能力,如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。

对于在腐蚀介质中或在高温下工作的机器零件,由于比在空气中或室温时的腐蚀更为强烈,故在设计这类零件时应特别注意金属材料的化学性能,并采用化学稳定性良好的合金。如化工设备、医疗用具等常采用不锈钢来制造,而内燃机排气阀和电站设备的一些零件则常选用耐热钢来制造。

4) 金属材料的工艺性能

工艺性能是金属材料物理性能、化学性能和力学性能在加工过程中的综合反映,是指是否易于进行冷、热加工的性能。按工艺方法的不同,工艺性能可分为铸造性能、锻造性能、焊接性能、热处理性能和切削加工性能等。

(1) 铸造性能

铸造性能是指金属在铸造成型过程中,获得外形准确、内部健全铸件的能力,它是铸造成型中重要的工艺性能。铸造性主要包括流动性、收缩性和偏析性。流动性是指液态金属充满铸模的能力;收缩性是指铸件凝固时,体积收缩的程度;偏析性是指金属在冷却凝固过程中,因结晶先后差异而造成金属内部化学成分和组织的不均匀性。

(2) 锻造性能

锻造性能是指金属在锻造过程中经受塑性变形而不开裂的能力,它包括在热态或冷态下能够进行锤锻、轧制、拉伸和挤压等加工。可锻性的好坏主要与金属材料的化学成分有关。常用塑性和变形抗力两个指标来综合衡量。塑性越好,变形抗力越小,则金属的锻压性能越好;反之,锻压性能差。

(3) 焊接性能

焊接性能是指金属材料在一定的施工条件下焊接成按规定设计要求的构件,并满足预定工作要求的能力。它包括两个方面的内容:一是接合性能,即在一定的焊接工艺条件下,形成焊接缺陷的敏感性;二是使用性能,即在一定的焊接工艺条件下,焊接接头对使用要求的适应性。

(4) 热处理性能

热处理性能是指金属对各种热处理工艺的适应性,主要内容包括淬透

性、淬硬性、回火稳定性以及变形和开裂等(在 1.1.4 节中会详细介绍)。

(5)切削加工性能

切削加工性能指用刀具对金属进行切削加工时的难易程度。切削加工性好坏常用加工后工件的**表面粗糙度**、允许的切削速度以及刀具的磨损程度来衡量。它与金属材料的化学成分、力学性能、导热性及加工硬化程度等诸多因素有关,通常用硬度和韧性作为切削加工性好坏的大致判断。一般来说,金属材料的硬度愈高就愈难切削,硬度虽不高但韧性大,切削也较困难。对一般钢材来说,硬度在 HBS230 左右时,切削加工性较好。

专业术语

表面粗糙度
سۈرتقى يۈزنىڭ يىرىكلىك
دەرىجىسى
surface irregularities

3. 常用钢铁材料的牌号及用途

1)碳素钢

碳素钢的牌号是以其含碳量为基础确定的,碳素钢的分类、牌号及用途见表 1-1。

表 1-1 碳素钢的分类、牌号及用途

分类	牌号		应用举例
	牌号举例	说明	
碳素结构钢	Q235 - A	Q 表示屈服强度汉字拼音首字母,235 表示屈服强度值, A 表示质量等级	螺钉、螺母、垫圈及型钢等
优质碳素结构钢	08~25	数字的万分之一表示钢的平均碳含量,如 45 钢的平均碳含量为 0.45%。化学元素 Cr 表示钢的含铬量较高	壳体、容器
	30~50 40Cr		轴、杆、齿轮、连杆
	60 以上		弹簧等
碳素工具钢	T7、T7A T8、T8A	T 表示碳素工具钢,数字的千分之一表示该钢的平均含碳量,A 表示质量等级	冲头、铰子、手钳、锤子
	T9、T9A T10、T10A		板牙、丝锥、钻头、车刀
	T12、T12A T13、T13A		刮刀、锉刀、量具等

专业术语

齿轮
چىشلىق چاق
gear

(1)碳素结构钢

碳素结构钢的牌号由机械性能指标中的“屈服点”的汉语拼音的首字母“Q”、屈服点的数值(MPa)、质量等级符号(A、B、C、D,从左至右质量依次提高)及脱氧方法符号(F、b、Z、TZ,从左至右依次为沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢)四部分顺序组成。如 Q235 - A · F 即为屈服点为 235 MPa、质量 A 级的沸腾钢。碳素结构钢一般以热轧空冷的各种型

专业术语

碳素结构钢
كاربونلۇق قۇرۇلمىلىق پولات
carbon construction steel

钢、薄板状态供应,主要用做冲压件、焊接结构件和对机械性能要求不高的机械零件。

(2) 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢的牌号用钢中碳量的平均质量分数(含碳量)的万倍的两为数字表示。例如 45 钢就是平均 $\omega_c=0.45\%$ 的优质碳素结构钢。在制造机械零件常用的优质碳素结构钢中,15,20 等含碳量较低的优质碳素结构钢具有较好的塑性,其强度、硬度都较低,常用做冲压件、焊接件和要求不高的渗碳件;40,45 钢在经过调质热处理后,具有较好的综合机械性能,是制造轴、齿轮、螺栓、螺母等基础机械零件用量最多的钢铁材料之一;60,65 等含碳量较高的优质碳素结构钢经淬火和随后的中温回火后,具有较高的弹性极限和屈强比(σ_s/σ_b),一般用于要求不高的小型弹簧。

(3) 碳素工具钢

碳素工具钢分为优质碳素工具钢和高级优质碳素工具钢。优质碳素工具钢的牌号顺序包括字母 T 及表示碳平均质量分数(含碳量)的千倍为数字。对于高级优质碳素工具钢则还要在数字后加字母 A。例如 T10A 钢表示平均 $\omega_c=1.0\%$ 的高级优质碳素工具钢。碳素工具钢具有很高的硬度,且随着含碳量的增加,碳素工具钢的耐磨性增加而韧性则降低。碳素工具钢适合于制造小型的手动工具,如各种钳工工具中就有用 T7、T8 钢制作的凿子,用 T9、T10、T11 钢制作的丝锥、钻头,用 T12、T13 钢制作的锉刀、刮刀等。

工程用铸造碳钢牌号中 ZG 表示铸钢,前三位数表示最小屈服强度值,后三位数表示最小抗拉强度值,如 ZG340~640。

2) 合金钢

合金钢是在碳素钢中加入一种或数种合金元素的钢。常用的合金元素有 Mn、Si、Cr、Ni、Mo、W、V、Ti 等。

表 1-2 合金钢的分类、牌号及用途

分类	牌号举例	应用举例
合金结构钢	Q235	船舶、桥梁、车辆、起重机械
	40Cr	曲轴、齿轮、连杆、凸轮
	20CrMnTi	汽车、拖拉机齿轮、凸轮
合金工具钢	Cr12	拉丝模、压印模、搓丝板及冲模冲头
	9SiCr	丝锥、板牙、铰刀
	W18Cr4V	齿轮滚刀、插齿刀、拉刀
	5CrMnMo	中、小型热锻模

专业术语

碳素工具钢
كاربونلۇق سايىمان پولىتى
carbon tool steel

续表 1-2

分类	牌号举例	应用举例
特殊性能钢	GCr15	滚动轴承
	60Si2Mn	汽车、拖拉机减震板弹簧
	1Cr18NiTi	汽轮机叶片

不同种类的合金钢牌号的编号方法不同,常用合金钢的分类、牌号及用途见表 1-2。低合金高强度结构钢的牌号由代表屈服点的汉语拼音的首字母“Q”、屈服点的数值(MPa)、质量等级符号(A、B、C、D,从左至右质量依次提高)三部分顺序组成,如 Q390-A。此类钢属低碳、低合金钢,在具有良好的塑性、韧性、抗冲压性和焊接性的同时,强度和耐腐蚀性明显高于相同含碳量的碳素钢。常用于锅炉、车辆、船舶、桥梁建造等。

合金结构钢牌号中首数字表示平均含碳量的万分之几,牌号中标明主要合金元素及平均含量(数字为含量的百分之几),含量少于 1.5%时一般不标出含量;高级优质钢则在其后加 A;合金结构钢中的滚动轴承钢牌号前加 G,并标明平均含铬量(数字为含量的千分之几)。如 18Cr2Ni4W、38CrMoAlA、60Si2Mn、GCr15。合金结构钢比碳素结构钢具有更广泛和更好的性能,用于制造比较重要的、服务条件比较恶劣的、有特殊使用性能或工艺性能要求的机械零件,如传动轴、变速齿轮、连杆、弹簧、滚动轴承等。

在合金工具钢中,当平均含碳量 $\geq 1.0\%$ 时不标出,当平均含碳量 $< 1.0\%$ 时,牌号首数字为平均含碳量的千分之几(作为例外,高速钢的含碳量不标出,如 W18Cr4V);合金元素及含量的表示法同合金结构钢。如 Cr12MoV、SCrMnMo、9SiCr。合金工具钢特别是高速钢用做刀具比碳素工具钢具有更高的红硬性,即在高温下可保持硬度 $HRC\geq 60$,广泛用于制造各种刀具。而模具钢、量具钢则用于制造各种冷热模具和量具。

在特殊性能钢牌号中,当平均含碳量 $\leq 0.03\%$ 时,号首数字以 00 表示;当平均含碳量 $\leq 0.08\%$ 时,号首数字以 0 表示;其余牌号号首数字表示平均含碳量的千分之几;合金元素及含量的表示法同合金结构钢。如 00Cr18Ni10、0Cr18Ni9Ti、2Cr13。特殊性能钢用量最多的是不锈钢和耐热钢,它们广泛地用于各种化工设备、医疗器械、高温下工作的零件等。

3) 铸铁

铸铁中硅、锰、硫、磷等杂质较钢多,抗拉强度、塑性和韧性不如钢好,但容易铸造,减震性好,易切削加工,且价格便宜,所以铸铁在工业中仍然得到广泛的应用。常用铸铁的分类、牌号及用途见表 1-3。

专业术语

合金结构钢

قېتىشما قۇرۇلمىلىق پولات

structural alloy steel

专业术语

传动轴

ھەرىكەت ئۆزگەرتۈچى ئوق

transmission shaft

变速齿轮

سۈرئەت ئۆزگەرتىش

چىشلىق چاقى

change gear change wheel

滚动轴承

دۈمىلىيا قازان

rolling Bearing

专业术语

合金工具钢

قېتىشما سايمان پولاتى

alloy tool steel