



应用型本科机电类专业“十二五”规划精品教材

金工实训教程

(含实训报告)

李启友 常万顺 李喜梅 主 编
容一鸣 主 审



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

应用型本科机电类专业“十二五”规划精品教材

金工实训教程

(含实训报告)

主 编 李启友 常万顺 李喜梅
主 审 容一鸣

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书是根据教育部基础课程教学指导委员会颁发的“高等工业学校金工实习教学基本要求”和教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组修订的“工程训练教学基础基本要求”，并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点编写的。

本书含教材和实训报告两册。教材共分12章，主要内容包括工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、刀具及常用量具、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、数控加工基础、特种加工等。实训报告包括11项实训内容，要求学生完成车、铣、刨、磨、钳工、铸造、焊接、热处理等常规的加工操作并填写实训报告。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类专业金工实习教材，也可供工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实训教程：含实训报告/李启友 常万顺 李喜梅 主编. —武汉：华中科技大学出版社，2011.10

ISBN 978-7-5609-7333-3

I. 金… II. ①李… ②常… ③李… III. 金属加工-实习-高等学校-教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 176218 号

金工实训教程(含实训报告)

李启友 常万顺 李喜梅 主编

策划编辑：袁 冲

责任编辑：狄宝珠

封面设计：潘 群

责任校对：张 琳

责任监印：张正林

出版发行：华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编：430074 电话：(027)87557437

录 排：武汉佳年华科技有限公司

印 刷：华中科技大学印刷厂

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：18

字 数：460千字

版 次：2011年10月第1版第1次印刷

定 价：35.00元(含实训报告)



华中科大

本书若有印装质量问题，请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线：400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

应用型本科机电类专业“十二五”规划精品教材

编 委 会

总策划:袁 冲

顾 问:文友先

成 员(排名不分先后):

容一鸣	潘 笑	李家伟	卢帆兴	孙立鹏
杨玉蓓	胡均安	叶大萌	冯德强	张胜利
李立慧	张 荣	贾建平	严小黑	王 伟
石从继	邓拥军	桂 伟	姜存学	蒋慧琼
李启友	赵 燕	张 融	李如钢	江晓明
徐汉斌	熊才高	肖书浩	王 琨	卢 霞

应用型本科机电类专业“十二五”规划精品教材

鸣谢学校名单

(排名不分先后)

华中科技大学武昌分校	广西工学院鹿山学院
武汉东湖学院	燕山大学里仁学院
海军工程大学	长春理工大学光电信息学院
武汉工业学院工商学院	广州大学松田学院
武汉工程大学邮电信息学院	沈阳航空航天大学北方科技学院
湖北工业大学工程技术学院	大连理工大学城市学院
武汉生物工程学院	武汉科技大学城市学院
中国地质大学江城学院	电子科技大学中山学院
湖北工业大学商贸学院	吉林大学珠海学院
武汉理工大学华夏学院	北京理工大学珠海学院
江汉大学文理学院	东莞理工学院城市学院
江西理工大学应用科学学院	集美大学诚毅学院
河海大学文天学院	河南理工大学万方科技学院
北京化工大学北方学院	浙江大学城市学院
华东交通大学理工学院	安徽工程大学机电学院
广州技术师范学院天河学院	长沙理工大学城南学院
大连工业大学艺术与信息工程学院	青岛滨海学院
北京交通大学海滨学院	南京航空航天大学金城学院



2010年12月,我们邀请了十多所二本和三本层次院校的机电学科教学负责人和骨干教师召开了应用型本科院校机电类专业的教学研讨和教材建设会议。会议重点研讨了当前应用型本科机电专业建设、课程设置、招生就业、教材使用、实验实训课程改革等情况。大家一致认为,教材建设是专业建设发展的重要环节,配合教学改革进行教材改革已迫在眉睫。尤其是独立学院面临脱离母体学校独立发展的紧迫形势,编写适合自身特点的教材,也是水到渠成;大家认为编写应用型本科教材,切合市场的需要,也切合各个学院内涵提升的需要;会议决定开发一套应用型本科机电类专业“十二五”规划精品教材,它以独立学院为主体,广泛吸纳民办院校(包括二类本科院校)参与。

这套教材定位在应用型本科的培养层次。应用型本科终究还是本科,绝不等同于高职,因此,教材编写首先要力求摒弃传统本科的压缩版,也要避免陷入高职提高版的误区,必须围绕本科生所要掌握的基础理论展开,体现理论够用的原则,并要融入新知识、新技术、新内容、新材料,体现最新发展动态,具有一定的前瞻性。其次,我们希望每种教材最好是由一名教师和一名有企业实际岗位工作经验的工程师来联合主编,要求案例和实训方案来源于生产一线,具有代表性和典型性,突出实用性。在体例编排和内容组织上,建议主编根据课程实际情况,借鉴高职教材以职业活动为导向,以职业技能为核心,突出任务驱动的特点;在形式上能有所创新,达到编写体例新颖、主次分明的目的。条件成熟的教材要配上配套的习题和教学课件。

总之,我们希望这套教材能够体现“层次适用、理论够用、案例实用、体例创新”的“三用一新”的特点,并达到:思想性、科学性和方法论相统一;先进性和基础性相统一;理论知识和实践知识相统一;综合性和针对性相统一;教材内容与实际工作岗位对接。

需要特别说明的是,由于时间关系,我们没有邀请更多的院校参加会议,但是并不影响我们“博采众长”,我们通过电话、邮件、网络等,得到了很多有价值的信息:有的老师热情的提供人才培养方案,有的老师推荐兄弟院校教师参与,有的老师提供精品课程建设的经验,有的老师提供从企业获取的案例资料等。这些都极大地丰富了编写团队的素材,为教材编写提供了强有力的支撑。这些老师及其学校直接和间接地为本套教材的出版做出了贡献。因此,我们特意收录这些院校的名单,以示鸣谢!

本系列教材主编和编写人员都是经过精选的,主要选择富有教学和教学改革实践经验的教师或工程师来担任,并要求编写团队有一定精品课程建设经验。为了确保教材的编写质量,我们还邀请了当前国内一流的机电专业教学与研究方面的权威专家对个别教材进行



了认真的审稿。专家们普遍给予了高度的肯定,同时也提出了很多宝贵的意见和建议,使得这套教材能更加完善。相信这是一套学生便于学习实践、教师便于教学指导的好教材。也希望各院校在使用的过程当中,给我们提出宝贵的意见和建议,便于我们不断修订完善!同时,欢迎更多的老师参与到编写修订团队中来!

我们的联系方式如下。

联系人	QQ号	QQ群	E-MAIL
袁冲	151211854	126692072	yingxiao2995@yahoo.com.cn
地址	武汉市珞瑜路1037号华中科技大学出版社(430074)		

编委会

2011年6月



金工实训是高等院校机械类各专业学生重要的实践性教学环节,是一门技术性很强的技术基础课。金工实训的目的是使学生深入理解机械制造的基础工艺知识,熟悉加工过程和工程术语,熟悉机械零件常用加工方法及所使用的主要设备和工具、量具。通过实训,初步掌握实习机床和其他实习设备的操作技能并具有一定的操作技巧,了解新工艺、新技术、新材料在机械制造中的应用。培养学生工程意识,增强实践工作能力,为专业课学习及今后工作打下坚实基础。

本书根据教育部基础课程教学指导委员会颁发的“高等工业学校金工实习教学基本要求”和教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组修订的“工程训练教学基础基本要求”,并结合应用型工程技术人才培养目标、实践教学特点和经验编写,强调理论联系实际,直观形象、深入浅出。本书配套编写有《金工实训报告》,要求学生在实训过程中必须完成《金工实训报告》作业,巩固和深化实训效果。

本书含教材和实训报告两册。教材共 12 章,主要内容包括工程材料及热处理、铸造、锻压、焊接、刀具及常用量具、车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工、钳工、数控加工基础、特种加工等。

教材由武汉理工大学华夏学院李启友(第 2 章、第 12 章)、常万顺(第 7 章、第 10 章)、张瑞霞(第 1 章、第 4 章)、柯鑫(第 5 章、第 9 章)、李喜梅(第 11 章),武汉工业学院工商学院赵玉娟(第 3 章),武汉东湖学院陈艳(第 8 章),海军工程大学陈珊(第 6 章)编写。实训报告由武汉理工大学华夏学院金工教研室按机械专业工程训练要求编写,适用于高等学校机械类专业、非机械类专业的机械工程训练。编写实训报告时参考了由王志海、罗继相、吴飞主编的《工程实践与训练教程实训报告》,在此表示衷心的感谢。本书由李启友、常万顺任主编,并负责全书的统稿。本书由武汉理工大学机电工程学院容一鸣教授主审。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者
2011 年 6 月

第 1 章 金属材料及热处理实训	(1)
1.1 金属材料基础知识	(1)
1.2 铁碳合金	(4)
1.3 有色金属及其合金	(9)
1.4 热处理	(12)
1.5 本章实训	(15)
第 2 章 铸造实训	(16)
2.1 铸造基础	(16)
2.2 砂型(黏土砂)铸造	(22)
2.3 砂型制造	(26)
2.4 作业件实训	(32)
2.5 铸造合金的熔炼与浇注	(34)
2.6 铸件落砂及清理	(38)
2.7 铸件缺陷分析	(38)
2.8 特种铸造	(41)
第 3 章 铸压实训	(46)
3.1 锻压基础知识	(46)
3.2 锻造	(47)
3.3 锻造坯料的加热及锻件的冷却规范	(58)
3.4 锻件质量的检验与缺陷分析	(61)
3.5 板料冲压	(64)
第 4 章 焊接实训	(72)
4.1 焊接基础知识	(73)
4.2 焊条电弧焊	(75)
4.3 气焊与气割	(85)
4.4 常见焊接缺陷及检验方法	(90)
4.5 焊接综合实训	(94)
第 5 章 切削加工基础知识	(96)
5.1 概述	(96)

5.2	零件加工技术要求	(100)
5.3	切削刀具及材料	(102)
5.4	常用量具	(111)
第6章	车削加工实训	(117)
6.1	概述	(117)
6.2	卧式车床	(118)
6.3	车床附件及工件的安装	(122)
6.4	刻度盘及刻度手柄的应用	(128)
6.5	车刀的刃磨及安装	(128)
6.6	零件车削	(130)
第7章	铣削加工实训	(141)
7.1	概述	(141)
7.2	铣床	(142)
7.3	常用铣床附件	(145)
7.4	铣削加工的基本操作	(148)
7.5	铣削加工的工艺过程示例	(154)
第8章	刨削加工实训	(156)
8.1	刨削加工范围与精度	(156)
8.2	牛头刨床与插床	(156)
8.3	刨削加工	(162)
第9章	磨削加工实训	(167)
9.1	磨削加工特点	(167)
9.2	磨床	(168)
9.3	砂轮的选用、安装与修整	(172)
9.4	磨削加工	(173)
第10章	钳工实训	(176)
10.1	概述	(176)
10.2	划线	(178)
10.3	钳工加工	(182)
10.4	装配	(197)
第11章	数控加工实训	(204)
11.1	数控技术与数控机床概述	(204)
11.2	数控加工编程基础知识	(208)
11.3	数控加工编程	(213)
第12章	特种加工实训	(217)
12.1	特种加工说明	(217)
12.2	电火花加工	(218)
12.3	数控线切割机床	(222)
	参考文献	(227)

第 1 章 金属材料及热处理实训

【实训目的及要求】

- (1) 熟悉金属材料的分类、牌号、性能及用途。
- (2) 了解生产中常用钢铁材料的现场鉴别方法。
- (3) 掌握热处理的基本原理及热处理工艺。
- (4) 了解有色金属及合金的种类、性能和应用。

【安全操作规程】

- (1) 进行热处理操作时必须穿戴好劳动保护用品。
- (2) 使用仪器设备前,要求熟悉所用设备的结构及工作原理。首次使用时必须在实训指导人员的指导下进行操作。
- (3) 开、关炉门要快,炉门打开的时间不能过长,以免炉温下降,这样可以减少炉膛内耐火材料及电热元件的寿命。
- (4) 在放、取试样时不能碰到电阻元件和热电偶;往炉中放、取试样时必须使用夹钳;夹钳必须擦干,不得沾有油和水。
- (5) 用电阻炉加热时,工件进炉、出炉时应先切断电源,以防触电。出炉后的工件不能用手摸,以防烫伤。
- (6) 在热处理过程中,加热件附近不得存放易燃、可燃物品;禁止用易燃、可燃物作临时支撑;同时应配备消防器材。
- (7) 使用硬度计时,必须在试验方法规定的测量硬度范围内进行,以免压头使用不当而损坏。若不能确定被测试样的硬度范围,应先采用较小的试验力进行试验。
- (8) 在制备热处理件金相试样时,必须集中注意力,正确操作,以防止预磨、抛光时试样飞出伤人。
- (9) 进行金相试样腐蚀工作前必须穿好工作服,戴好口罩、胶皮手套和防护眼镜。准备好所用工具后,再打开通风设备,并检查通风是否良好。试样应轻轻放入腐蚀剂器皿中,避免酸液溅出灼伤。废弃腐蚀液应实行专人负责,严格做好保管工作。

1.1 金属材料基础知识

1.1.1 工程材料的分类

工程材料是指在机械、船舶、化工、建筑、车辆、仪表、航空航天等工程领域中用于制造工

程构件和机械零件的材料。工程材料可分为金属材料、非金属材料 and 复合材料几大类,如图 1-1 所示。

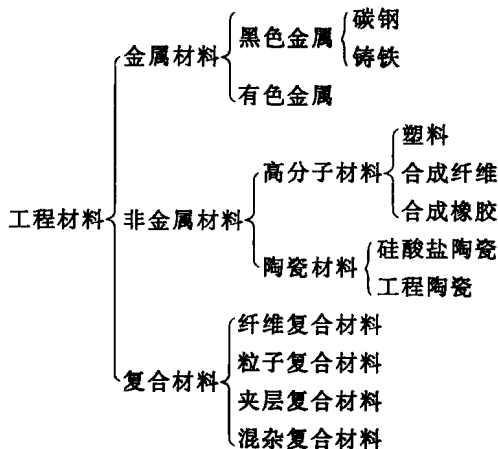


图 1-1 工程材料的分类

金属材料是以金属键结合为主的材料,具有良好的导电性、导热性、延展性和光泽。金属材料来源丰富,并具有良好的使用性能和工艺性能。

工业用钢、铸铁、有色金属等各种金属材料是目前机械工程用量最大、应用最广泛的工程材料。

1.1.2 材料的性能

1. 材料的使用性能

材料的使用性能包括力学性能、物理性能和化学性能。

1) 材料的力学性能

金属材料受外力作用时所表现出来的性能称为力学性能。力学性能主要包括强度、塑性、硬度、冲击韧度和疲劳性能等,它是选材、零件设计的重要依据。

(1) 强度 强度是指金属材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力。根据外力加载方式不同,强度指标有许多种,如屈服强度、抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗剪强度、抗扭强度等。强度指标一般用单位面积所承受的载荷来表示,符号为 σ ,单位为 MPa。工程中常用的强度指标有屈服强度和抗拉强度。屈服强度是指金属材料在外力作用下产生屈服现象时的应力,或开始出现塑性变形时的最低应力值,用 σ_s 表示。抗拉强度是指材料在被破坏前所能承受的最大应力值,用 σ_b 表示。对于大多数机械零件,工作时不允许产生塑性变形,所以屈服强度是零件强度设计的依据;对于因断裂而失效的零件,用抗拉强度作为其强度设计的依据。

(2) 塑性 塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形而不破坏的能力。工程中常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ ,均可通过金属拉伸实验测定。伸长率是指试样拉断后的伸长量与原来长度之比的百分率。断面收缩率指试样拉断后断面缩小的面积与原



来截面积之比。伸长率和断面收缩率越大,其塑性越好;反之,塑性越差。良好的塑性是金属材料进行压力加工、焊接的必要条件,也是保证机械零件工作安全、不发生突然脆断的必要条件。

(3) 硬度 硬度是指材料抵抗局部塑性变形的抗力。硬度的测试方法很多,生产中常用的硬度测试方法有布氏硬度测试法和洛氏硬度测试法两种。

① 布氏硬度 布氏硬度的测试方法是用一直径为 D 的淬火钢球或硬质合金球作为压头,在载荷 P 的作用下压入被测试金属表面,保持一定时间后卸载,测量金属表面形成的压痕直径 d ,以压痕的单位面积所承受的平均压力作为被测金属的布氏硬度值。布氏硬度指标有 HBS 和 HBW 两种,前者所用压头为淬火钢球,适用于布氏硬度值低于 450 的材料,如退火钢、正火钢、调质钢及铸铁、有色金属等;后者所用压头为硬质合金,适用于布氏硬度值为 450~650 的材料,如淬火钢等。布氏硬度测试法压痕较大,故不宜测试成品件或薄片金属的硬度。

② 洛氏硬度 洛氏硬度的测试方法是用顶角为 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.588 mm(1/16 英寸) 的淬火钢球为压头,以规定的载荷压入被测试金属材料表面,根据压痕深度直接在洛氏硬度计的指示盘上读出硬度值。常用的洛氏硬度指标有 HRA、HRB 和 HRC 三种(见表 1-1),其中 HRC 在生产中应用最为广泛。洛氏硬度测试操作迅速、简便、压痕小,不损伤工件表面,故适于成品检验。

表 1-1 洛氏硬度的试样规范和应用范围

符号	压头类型	载荷	测量范围	适用范围
HRA	120° 金刚石圆锥体	600 N	60~85	硬质合金、表面硬化钢和较薄零件
HRB	直径为 1.588 mm 的淬火钢球	1 000 N	25~100	有色金属、退火钢、正火钢、可锻铸铁
HRC	120° 金刚石圆锥体	1 500 N	20~67	淬火钢、调质钢

硬度测试设备简单、操作方便,并可根据硬度值估算出近似的抗拉强度值,因此在生产中得到广泛的应用。

(4) 冲击韧度 很多零件工作时受到很大的冲击载荷作用,如活塞销、连杆、冲模和锻模等。金属材料抵抗冲击载荷而不破坏的能力称为冲击韧度,用 α_k 表示,单位为 J/cm^2 。冲击韧度常用摆锤式冲击试验机测定。 α_k 值越大,则材料的韧度就越好。一般把 α_k 值低的材料叫做脆性材料, α_k 值高的材料叫做韧性材料。脆性材料在断裂前无明显的塑性变形,断口较平整,呈晶状或瓷状,有金属光泽;韧性材料在断裂前有明显的塑性变形,断口呈纤维状,无光泽。当机器零件承受冲击载荷时,不能只考虑静载荷的强度指标,还必须考虑金属材料抵抗冲击载荷的能力。

2) 材料的物理性能和化学性能

物理性能、化学性能虽然不是结构设计的主要参数,但在某些特定情况下却是必须加以考虑的因素。

(1) 材料的物理性能 包括密度、熔点、导热性、导电性、热膨胀性、磁性等。

(2) 材料的化学性能 包括耐腐蚀性、抗氧化性等。

2. 材料的工艺性能

选择材料时,不仅要考虑使用性能,还要考虑其工艺性能。如果所选用的材料制备工艺

复杂或难以加工,必然会带来生产成本提高或材料无法使用的后果。

材料的种类不同,其加工工艺也大不相同。金属材料是工业中使用最多的材料,其工艺性能主要包括铸造性能、焊接性能、切削加工性能和热处理性能等。

1.2 铁碳合金

钢和铸铁是制造机器设备的主要金属材料,它们都是以铁、碳为主要组元的合金,即铁碳合金。其中,铁的含量大于95%,是最基本的组元。工业上将碳含量小于2.11%的铁碳合金称为钢。钢具有良好的使用性能和加工性能,因此得到广泛的应用。铸铁是碳含量大于2.11%并含有较多硅、锰、硫、磷等元素的多元铁基合金。铸铁具有许多优良的性能且成本低廉,因而是应用最广泛的材料之一,例如,机床床身、内燃机的汽缸体、缸套等都可用铸铁制造。

1.2.1 钢的分类

1. 按化学成分分

碳素钢:低碳钢(碳含量 $w_c < 0.25\%$)、中碳钢(w_c 为 $0.25\% \sim 0.60\%$)和高碳钢($w_c > 0.6\%$)。

合金钢:低合金钢(合金元素质量分数 $w_{Me} < 5\%$)、中合金钢(w_{Me} 为 $5\% \sim 10\%$)和高合金钢($w_{Me} > 10\%$)。

2. 按用途分

结构钢:包括工程用钢和机器用钢。

工具钢:用于制作各类工具,包括刀具钢、量具钢和模具钢。

特殊性能钢:包括不锈钢、耐热钢、耐磨钢等。

3. 按质量(硫、磷含量)分

按质量(硫、磷含量)分类,可分为普通质量钢(硫、磷含量 $w_{S,P} \leq 0.05\%$)、优质钢($w_{S,P} \leq 0.04\%$)和高级优质钢($w_{S,P} \leq 0.03\%$)等。

1.2.2 钢材牌号的表示方法

1. 碳素钢

(1) 碳素结构钢 其牌号用代表屈服点的拼音字母“Q”、屈服点数值、质量等级符号(A、B、C、D,等级依次升高)、脱氧方法符号(F表示沸腾钢;b表示半镇静钢;Z表示镇静钢;TZ表示特殊镇静钢,镇静钢和特殊镇静钢可不标符号,即Z和TZ都可不标)来表示。例如,“Q235AF”表示屈服点为235 MPa、质量为A级的沸腾钢。



常用的碳素结构钢:Q195、Q215 钢塑性和韧度好,用于制造薄板、冲压件和焊接件;Q235 钢强度较高,用于制造钢板、钢筋和承受中等载荷的机械零件,如拉杆、连杆和转轴等;Q255、Q275 钢强度高、质量好,用于制作建筑、桥梁等重要焊接结构件。

(2) 优质碳素结构钢 其牌号直接用两位数字表示,这两位数字表示钢的平均碳含量的万分之几。如“45 钢”表示平均碳含量为 0.45% 的优质碳素结构钢。

常用的优质碳素结构钢:10~25 钢有较好的塑性、韧度、焊接性和冷成形性,主要用于制造各种冲压件和焊接件;30~55 钢强度较高,有一定的塑性和韧度,经适当热处理后,具有较好的综合力学性能,用于制造齿轮、轴、螺栓等重要零件;65~85 钢有较高的强度、硬度和弹性,但塑性和韧度较低,经淬火加中温回火后有较高的弹性极限和屈强比,常用于制造弹簧和耐磨件。

(3) 碳素工具钢 其牌号冠以“T”,以免与其他钢类相混。牌号中的数字表示平均碳含量的千分之几。例如,“T8”表示平均碳含量为 0.8%。常用的碳素工具钢牌号为 T7~T13,其中 T7、T8、T9 用于制造承受冲击的工具,如冲子、凿子、锤子等;T10、T11 用于制造低速切削工具,如钻头、丝锥、车刀等;T12、T13 制造耐磨工具,如锉刀、锯条等。

2. 合金钢

为了提高钢的力学性能、工艺性能等,在冶炼时有意地加入一些合金元素,如硅、锰、铬、镍、钼、钨、钒、钛、铌、钴等所形成的钢称为合金钢。根据添加元素的不同,并采取适当的加工工艺,可获得高强度、高韧度、耐磨、耐腐蚀、耐低温、耐高温、无磁性等特殊性能。常用的合金钢的类型、牌号和用途见表 1-2。

表 1-2 常用合金钢的名称、牌号和用途

类 型	常用 牌 号	用 途
低合金高强度结构钢	Q345	石油化工设备、船舶、桥梁、车辆
合金结构钢	20CrMnTi	汽车、拖拉机的齿轮、凸轮
	40Cr	齿轮、轴、连杆螺栓、曲轴
合金弹簧钢	65Mn、60Si2Mn	汽车、拖拉机的板簧、螺旋弹簧
滚动轴承钢	GCr15	中、小型轴承内外套圈及滚动体
量具、刀具用钢	9SiCr	丝锥、板牙、钻头、铰刀、齿轮铣刀、轧辊
高速工具钢	W18Cr4V	高速切削车刀、钻头、锯片等
冷作模具钢	Cr12	冷作模、挤压模、压印模、搓丝板等
热作模具钢	5CrNiMo	大型热锻模
	5CrMnMo	中、小型热锻模

1.2.3 钢材鉴别

钢铁材料品种繁多、性能各异,因此对钢铁材料进行鉴别是非常必要的。常用的现场鉴别方法有火花鉴别法、色标鉴别法、断口鉴别法、音色鉴别法等。

1. 火花鉴别法

火花鉴别法是把钢材在旋转的砂轮上磨削,根据磨削过程中所产生的火花爆裂形状、流线、色泽、发火点等特点区别钢铁材料成分的方法。

(1) 火花组成 火花束是指被测材料在砂轮上磨削时产生的全部火花,常由根部、中部、尾部组成,如图 1-2 所示。从砂轮上直接射出的好像直线的火流称为流线,每条流线都由节点、爆花和尾花组成,如图 1-3 所示。流线上火花爆裂的原点称为节点,呈明亮点;爆花就是节点处爆裂的火花,由许多小流线(芒线)及点状火花(花粉)组成,通常爆花可分为一次、二次、三次等,如图 1-4 所示;钢的化学成分不同,尾花的形状也不同,通常,尾花可分为狐尾尾花、枪尖尾花、菊花状尾花、羽状尾花等。

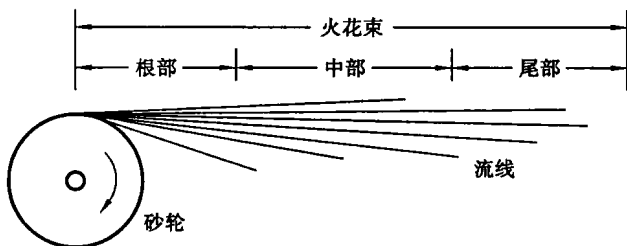


图 1-2 火花束形式示意图

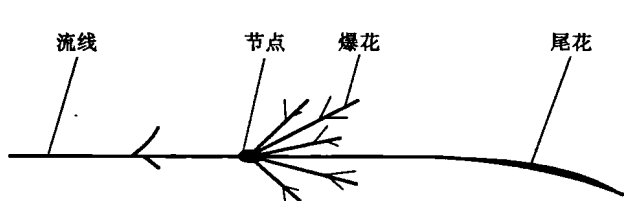


图 1-3 流线组成

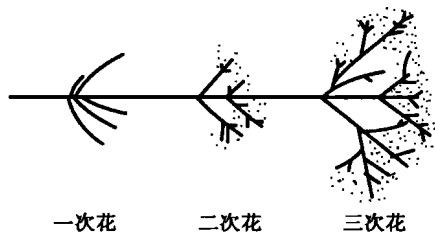


图 1-4 爆花的形式

(2) 常用钢铁材料的火花特征 碳是钢铁材料火花的基本元素,也是火花鉴别法测定的主要成分。由于碳含量的不同,其火花形状也不相同。

通常低碳钢火花束较长,流线少,芒线稍粗,多为一次花,发光一般,带暗红色,无花粉,图 1-5 所示为 20 钢的火花特征。中碳钢火花束稍短,流线较细长且多,爆花分叉较多,开始出现二次、三次花,花粉较多,发光较强,颜色为橙色,图 1-6 所示为 45 钢的火花特征。高碳钢火花束较短且粗,流线多而细,碎花、花粉多,分叉多且多为三次花,发光较亮,图 1-7 所示为 T12 钢的火花特征。



图 1-5 20 钢的火花特征



图 1-6 45 钢的火花特征



铸铁的火花束很粗,流线较多,一般为二次花,花粉多,爆花多,尾部渐粗下垂成弧形,颜色多为橙红色。火花试验时,手感较软,图 1-8 所示为 HT200 的火花特征。



图 1-7 T12 钢的火花特征



图 1-8 HT200 的火花特征

合金钢的火花特征与其含有的合金元素有关。一般情况下,镍、硅、钼、钨等元素抑制火花爆裂,而锰、钒铬等元素却可助长火花爆裂。所以对合金钢的鉴别很难掌握。一般铬钢的火花束白亮,流线稍粗且长,爆裂多为一次花,花形较大,呈大星形,分叉多而细,附有碎花粉,爆裂的火花心较明亮。镍铬不锈钢的火花束细,发光较暗,爆裂为一次花,五、六根分叉,呈星形,尖端微有爆裂。高速钢火花束细长,流线数量少,无火花爆裂,色泽呈暗红色,根部和中部为断续流线,尾花呈弧状。

2. 色标鉴别法

生产中为了表明金属材料的牌号、规格等,在材料上常做一定的标记,如涂色、打印、挂牌等。金属材料的涂色标志是表示钢号、钢种的,涂在材料一端的端面或端部。具体的涂色方法在有关标准中做了详细规定,生产中可以根据材料的色标对钢铁材料进行鉴别。部分钢号的涂色标记见表 1-3。

表 1-3 部分钢号的涂色标记

钢 种	牌 号	标 记
碳素结构钢	Q235	红色
优质碳素结构钢	20 钢	棕色加绿色
	45 钢	白色加棕色
合金结构钢	20CrMnTi	黄色加黑色
	40CrMo	绿色加紫色
滚动轴承钢	GCr15	蓝色
高速钢	W18Cr4V	棕色加蓝色
不锈钢	1Cr18Ni9Ti	绿色加蓝色
热作模具钢	5CrMnMo	紫色加白色

3. 音色鉴别法

根据钢铁敲击时发出的声音不同,以区别钢和铸铁的方法称为音色鉴别法。例如,当原材料钢中混入铸铁材料时,由于铸铁的减振性较好,敲击时声音较低沉,而钢材敲击时则可发出较清脆的声音。