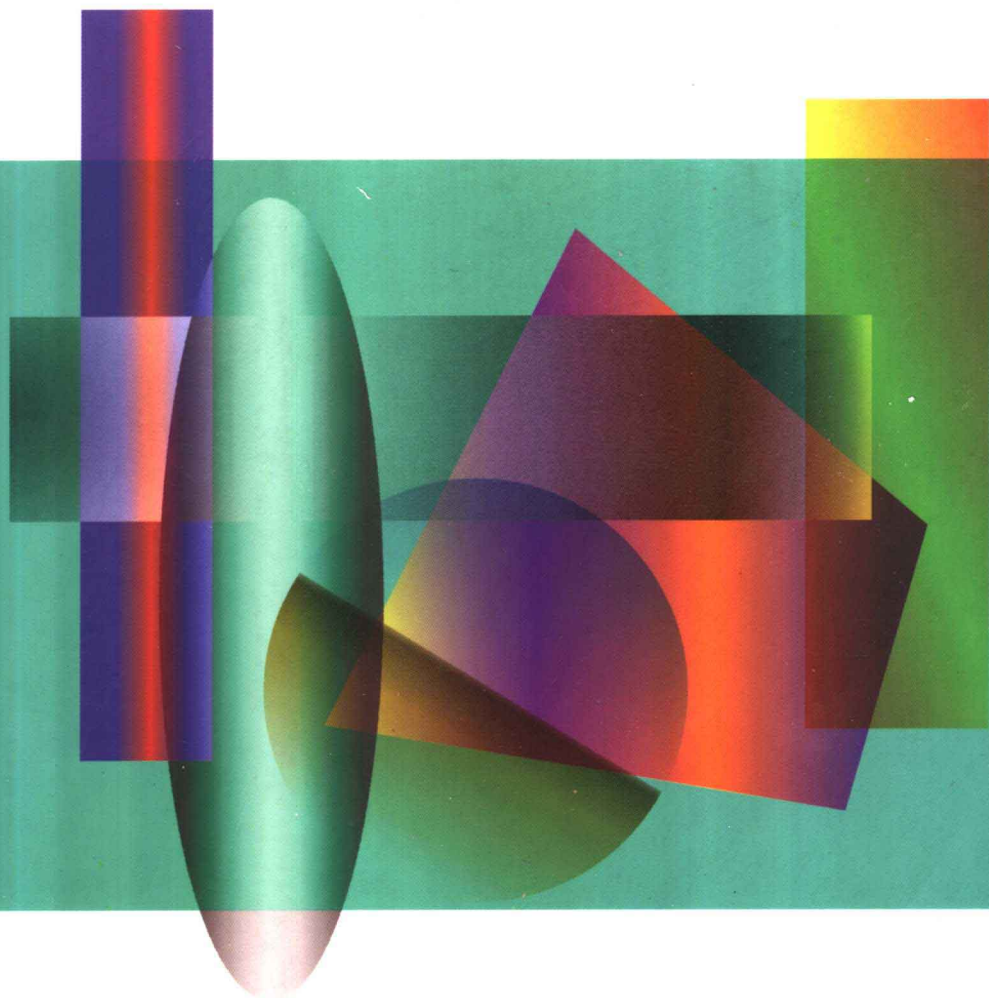


高等职业技术教育机电类规划教材

金工实习

机械工业职业教育基础课教学指导委员会金工学科组 组编

沈剑标 主编



 机械工业出版社
China Machine Press



高等职业技术教育机电类规划教材

金 工 实 习

机械工业职业教育基础课教学指导委员会金工学科组 组编

沈剑标 主编

范祖贤 副主编



机械工业出版社

本书是根据原机械工业部教育司 1996 年审定的机械类《教学计划与教学大纲》及高等职业技术教育特点,并结合我们多年来金工教学改革经验而编写的,是高等职业技术学校工科类学生进行教学实习、生产实习和工种技能等级培训所必备的教材,是金属工艺学系列规划教材之一。内容包括:铸造、锻压、焊接、热处理、钳工、车削、铣削、刨削、磨削、齿轮加工、数控加工、机械拆装、电工等工种的基本工艺训练。本书以实习操作技能为主线,重点突出了铸造、车削、铣削与数控加工。全书图、文并茂,并配合实例说明。

本教材供高等职业技术学校、高等专科学校及职业高中工科类学生在金工实习中使用,也可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

金工实习/沈剑标主编,一北京:机械工业出版社,
1999.7 (2001.12 重印)
高等职业技术教育机电类规划教材
ISBN 7-111-07140-9

I. 金... I. 沈... III. 金属加工—实习—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 089375 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:董连仁 版式设计:霍永明 责任校对:李秋荣
封面设计:鞠 杨 责任印制:路 琳
北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2003 年 9 月第 1 版·第 4 次印刷
787mm×1092mm 1/16·20.25 印张·495 千字
定价:23.50 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

前 言

本书根据原机械工业部教育司 1996 年审定的机械类《教学计划与教育大纲》及高等职业技术教育特点编写，是高等职业技术学校、高等专科学校工科类学生进行教学实习、生产实习所必备的教材。

本书主要包括：铸造、锻压、焊接、热处理、车削、铣削、刨削、磨削、钳工、数控加工、机械拆装、电工等工种的基本知识和操作方法。

本书以实习操作技能为主线，重点讲述了金属材料的切削加工和热加工的基本操作方法，并且突出了铸造、车削、铣削、数控加工，简明地对金属材料的基本知识和车间主要设备进行了分析。本书采用图文对照的方法，对各种主要工艺进行讲解，并配合实例说明，便于学生在实习中理解和掌握。

本书由机械工业职业教育基础课教学指导委员会金工学科组组织编写，江苏省无锡职业技术学院沈剑标任主编，江苏省无锡职业技术学院范祖贤、江苏常州铁路工业学校丁克强任副主编。参加编写的还有：江苏省无锡职业技术学院姜敏凤、董芳、杨小平，河北省机电学校孙建莉，河北省廊坊市工业学校李炜新，厦门工业学校林海岚，河南省机械制造学校任新梅，天津市机电工业学校李占军，衡水农机校张秀玲，江苏常州铁路工业学校朱建芳。

本书由肖智清、宫成立、王雅然主审。参加审稿的还有孟培祥、李伟杰、姜永顺、郭再全等。本书经机械中专金工学科组组织的审稿会审查通过。

本书在编写过程中，得到了机械工业职业教育基础课教学指导委员会、机械工业出版社教材编辑室、江苏省金工信息交流站的关心和支持，不少金工同行对书稿提出了很多宝贵意见。在此我们一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中错误与不妥之处在所难免，请广大读者批评指正。

编 者

1999 年 3 月

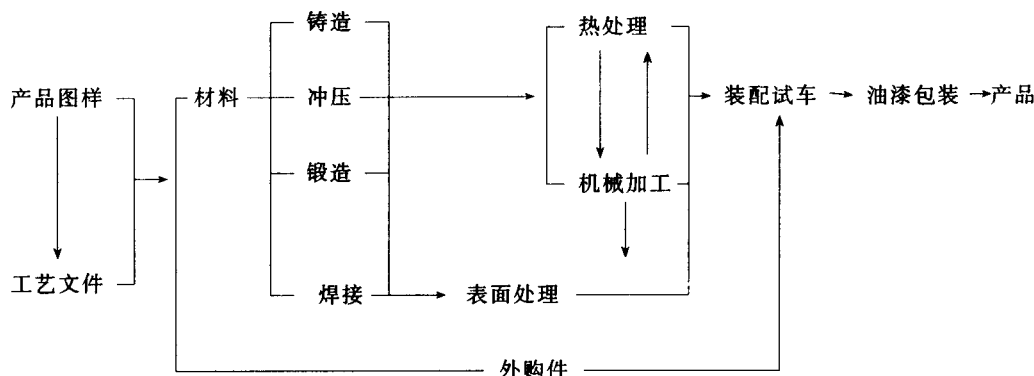
目 录

前言		
绪论	1	
第一章 实习基本知识	4	
第一节 金属材料	4	
第二节 常用量具	7	
第三节 零件加工的技术要求	13	
第二章 铸造	23	
第一节 入门指导	23	
第二节 砂型的制造	24	
第三节 手工造型的操作	35	
第四节 铸铁的熔炼与浇注	39	
第五节 铸件落砂、清理和缺陷分析	42	
第六节 特种铸造	45	
第三章 锻压	49	
第一节 入门指导	49	
第二节 自由锻	50	
第三节 模锻	55	
第四节 板料冲压	56	
第四章 焊接与气割	59	
第一节 入门指导	59	
第二节 焊条电弧焊	59	
第三节 气焊与气割	66	
第五章 热处理	70	
第一节 入门指导	70	
第二节 热处理操作方法	73	
第三节 热处理常见缺陷分析	74	
第六章 钳工	76	
第一节 入门指导	76	
第二节 划线	78	
第三节 錾削	83	
第四节 锯削	88	
第五节 锉削	92	
第六节 钻孔、扩孔、铰孔与铰孔	98	
第七节 攻螺纹与套螺纹	104	
第八节 铆接	107	
第九节 锉配	108	
第七章 车削	111	
第一节 入门指导	111	
第二节 车床的操作	115	
第三节 车刀及其刃磨	119	
第四节 车外圆	123	
第五节 车端面与台阶	126	
第六节 轴类零件的安装与车削	128	
第七节 切断与车槽	133	
第八节 车内孔	136	
第九节 盘套类零件的装夹与车削	143	
第十节 车圆锥	145	
第十一节 车三角牙型螺纹	150	
第十二节 复杂零件的车削	158	
第十三节 车梯形螺纹、螺杆螺纹、 多头螺纹	163	
第八章 铣削	169	
第一节 入门指导	169	
第二节 铣床操作	172	
第三节 铣刀及其装夹	174	
第四节 铣平面	177	
第五节 铣台阶面与斜面	184	
第六节 铣直角沟槽与切断	187	
第七节 铣T形槽和燕尾槽	189	
第八节 分度头与分度方法	191	
第九节 铣键槽	194	
第十节 铣花键	198	
第十一节 铣直齿圆柱齿轮	200	
第十二节 铣螺旋槽与螺旋齿轮	204	
第九章 刨削	207	
第一节 入门指导	207	
第二节 刨床的操作	209	
第三节 刨平面与平行面	210	
第四节 刨削垂直面与台阶面	212	
第五节 刨沟槽与切断	214	
第六节 刨斜面与V形槽	215	
第七节 刨燕尾槽与T形槽	217	
第十章 磨削	219	

第一节 入门指导	219	第六节 数控铣床的程序编制与操作	267
第二节 磨外圆	222	第十三章 机械拆装	280
第三节 磨内孔	224	第一节 入门指导	280
第四节 磨圆锥面	224	第二节 典型连接件的装配	282
第五节 磨平面	225	第三节 机器拆装方法	288
第十一章 其它加工方法	227	第十四章 电工	292
第一节 镗削	227	第一节 入门指导	292
第二节 齿形加工	229	第二节 照明线路	295
第十二章 数控加工	234	第三节 低压电器	299
第一节 入门指导	234	第四节 变压器	301
第二节 数控加工的编程规则	235	第五节 电动机的拆装	303
第三节 数控编程指令	238	第六节 机床线路	306
第四节 数控车床的程序编制	243	第七节 电子装配	310
第五节 数控车床的操作	255	主要参考文献	317

绪 论

机械产品的生产过程是将原材料转变为机械产品的全过程。大体上可划分为生产准备、毛坯制造、零件加工以及装配四个阶段,各阶段工艺之间的关系如下所示:



《金工实习》是论述金属材料成形和改性的操作技能的一门实践性课程。

一、课程的性质、地位和任务

“金工实习”是机类、电类、管理类各专业的一门必修课,旨在培养应用型技术人才,使学生获得机械制造的基本知识和具有较强的动手能力。本课程全面论述了金属工艺全过程中各种加工方法的操作技能,即包括机械制造过程中所用金属材料、毛坯制造、零件切削加工和装配四大生产环节。

通过本课程的学习和操作技能训练,加深学生对金属材料及其成形、改性工艺实质的理解,为《金属工艺学》及后续课程的学习打下了良好基础。并使学生了解工厂生产实践,具备基本操作技能,为等级技能鉴定作好准备。通过进一步强化训练后,可获得车工、钳工、数控等工种的技能等级证书,为今后工作创造条件。

通过本课程操作训练,培养学生理论联系实际、艰苦奋斗的创业精神和良好的工作作风,使学生的综合素质得到提高。

二、本课程的主要内容

《金工实习》包括机械制造生产的全过程,重点在于动手能力的培养。其主要内容包括以下几个部分:

1. 材料的基本知识

介绍生产实习中制作零件所选用的材料名称、牌号、性能等。

2. 热加工部分

内容包括铸造、锻压、焊接、热处理等加工方法的工艺过程和操作训练,所用设备、附件的使用情况。

3. 冷加工部分

内容包括钳工、车削、铣削、刨削、磨削、数控加工等加工方法的工艺过程及操作训练,所用

设备、附件、工量具、刀具的使用方法。

4. 机械拆装

内容包括装配和部件拆装的工艺过程和操作训练,各种装配用具及使用方法。

5. 电气拆装

内容包括电气元件的组装及拆卸的工艺过程和操作训练,电气拆装所用器具、仪表及使用方法。

三、课程的特点和学习方法

本课程的特点是理论联系实际,实用性强。为培养学生的动手能力和操作技能,突出了各种加工方法操作技能的论述。学生通过阅读本教材后,在指导教师的指导下,就能进行各种操作。

本课程的另一个特点是与专业实习相结合,在完成《金属工艺学》教学实习后,可继续指导轮换工种、固定工种的实习,并且为学生今后等级技能鉴定作了必要的准备。本书中把车削、铣削、数控加工内容作了延伸。

书中注意到同主教材《金属工艺学》在内容上的配合衔接,主教材论述理论知识,本书重点论述各工艺的操作技能。

学生在实习过程中,课前应复习,实习后应完成实习报告。特别要注意观察实习老师的操作示范,然后通过自己动手来掌握操作技能。

四、实习安全技术

在实习劳动中要进行各种操作,制作各种不同规格的零件,因此,常要开动各种生产设备,接触到加热炉、冲天炉、压力机、焊机、机床、砂轮机等。为了避免触电、机械伤害、爆炸、烫伤和中毒等工伤事故,实习人员必须严格遵守工艺操作规程。只有施行文明生产实习,才能确保实习人员的安全和健康。

1. 文明生产实习

实习劳动中必须自觉遵守实习工厂的劳动纪律,严格遵守电、冷、热加工中的安全操作规程。工作前必须穿好工作服,戴好防护用品;坚守工作岗位,不得擅自离岗;操作时必须思想集中,遵循工艺规程,尊重指导老师和工人师傅;零件堆放要整齐,周围场地保持整洁;工作结束后,机床必须擦拭干净,清理铁屑,打扫周围环境,做好交接班工作。

2. 坚持安全教育制度

实习工厂必须坚持安全教育制度,对学生负责,对学校负责。在学生进厂后,由实习工厂安全员负责,首先安排安全教育,其主要内容为:

- 1)安全规则。
- 2)防火、防爆、防毒安全。
- 3)实习车间安全用电。
- 4)热加工安全和冷加工安全。
- 5)常见事故及其教训。

参加实习的学生必须认真学习安全知识,考核合格后方能上岗。

五、实习要求

- 1)严格遵守实习工厂的劳动纪律和实习安全技术规则。
- 2)尊重实习老师,细心观察示范操作要领,认真领会操作技能。

- 3) 进入岗位要养成良好的操作习惯,操作时思想集中,不怕苦,不怕脏,努力完成实习任务。
- 4) 爱护设备和工、量具,节约原材料,降低能源消耗。
- 5) 在实习过程中要多看多问,了解常用金属材料和各种加工方法的工艺过程,做好实习笔记。
- 6) 实习前应预习,实习后应完成实习报告和老师布置的作业。

第一章 实习基本知识

第一节 金属材料

金属材料是机械制造中使用最广泛的材料,它应具备一定的使用性能,如力学性能、物理性能、化学性能等;还应具备加工制造过程中的工艺性能,如铸造性能、锻造性能、焊接性能、可切削性能等。

金属力学性能是金属在力作用下,所显示与弹性和非弹性反应相关或涉及应力-应变关系的特性,它是选择材料的主要依据。金属的力学性能常用主要判据有强度、硬度、塑性、韧性等,见表 1-1。

表 1-1 常用力学性能判据含义

力学性能	性能判据			含 义
	名 称	代 号	单 位	
强 度	抗拉强度	σ_b	MPa	拉伸试样在拉断前所受的最大拉应力
	屈服点	σ_s	MPa	拉伸试样产生屈服现象时的应力
硬 度	布氏硬度	HBS(W)		试样压痕单位面积上所受的载荷
	洛氏硬度	HRC	—	通过测量残余压痕深度增量计算的硬度值
塑 性	断后伸长率	δ	—	试样纵向相对伸长变形量
	断面收缩率	ψ	—	试样横向相对收缩变形量
韧 性	冲击吸收功	A_k	J	试样冲断时单位面积上所吸收的功

一、金属材料的分类

金属材料通常分为黑色金属和有色金属两大类,具体分类如图 1-1 所示。

二、常用材料的牌号、性能和用途

1. 铸铁

铸铁是主要由铁、碳和硅组成的合金总称。它是以铁和碳为主要组成元素,并含有硅、锰、磷、硫等杂质元素的合金。工业上常用的铸铁的 $w_C=2.5\% \sim 4.0\%$ 、 $w_{Si}=1.0\% \sim 3.5\%$ 。

根据碳在铸铁中存在的形态,一般可分为白口铸铁(碳主要以 Fe_3C 形态)、灰铸铁(碳主要以 G 形态)、麻口铸铁(碳以 Fe_3C+G 形态)。工业上最常用的有灰铸铁、球墨铸铁、可锻铸铁。

(1)灰铸铁 该铸铁中的碳主要以片状石墨存在,其断口呈灰色。这类铸铁铸造性能优良;减摩、减震、可切削性良好;缺口敏感性低,并且价廉,是目前工业上应用最广泛的金属材料之一。

灰铸铁的牌号是由“灰铁”两字的汉语拼音字首“HT”及一组数字组成,数字表示其最低抗拉强度。如 HT200,表示最低抗拉强度为 200MPa 的灰铸铁。

(2)球墨铸铁 球墨铸铁是铁液在浇注前经过球化处理,使石墨呈球状分布的铸铁。球状

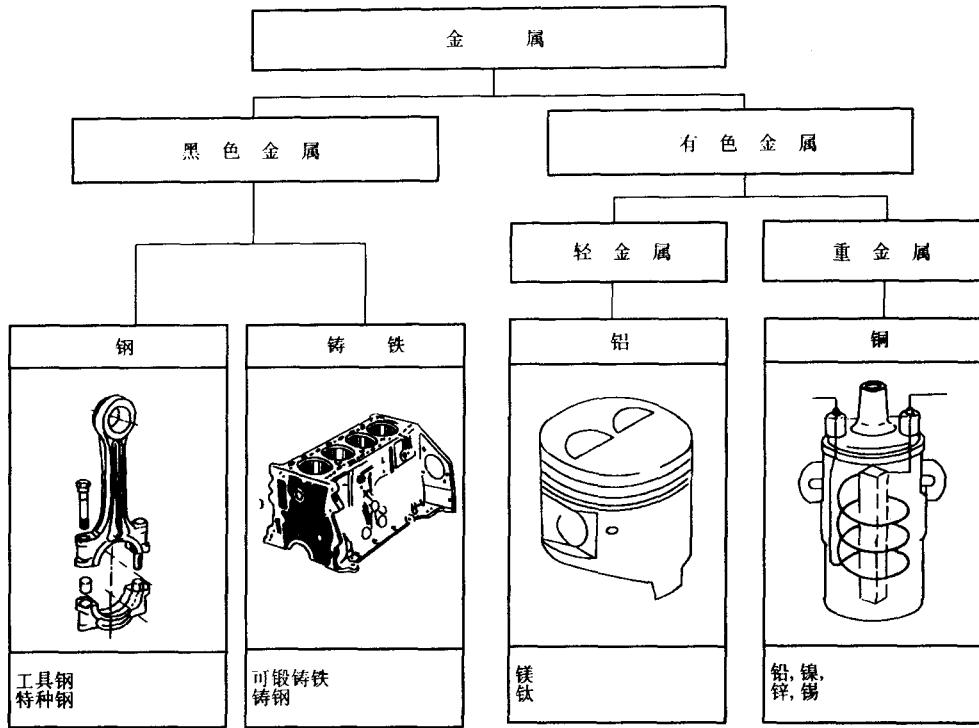


图 1-1 金属材料的分类

石墨减轻了对基体的割裂,减小了应力集中,使铸铁的强度、塑性、韧性均高于灰铸铁,而且还可通过热处理来提高力学性能。它可部分代替钢材使用。

球墨铸铁的牌号是由“球铁”两字的汉语拼音字首“QT”和两组数字组成,数字分别表示最低抗拉强度和断后伸长率。如QT600-3,表示最低抗拉强度为600MPa、最低断后伸长率为3%的球墨铸铁。

(3)可锻铸铁 可锻铸铁是由白口铸铁经过高温石墨化退火后获得的具有团絮状石墨的铸铁。它的力学性能比灰铸铁好,但比球墨铸铁差。可锻铸铁的牌号是由三个字母和两组数字组成的,其中“KT”是“可铁”的汉语拼音字首,后面的“H”表示黑心可锻铸铁,“Z”表示珠光体可锻铸铁,两组数字分别表示最低抗拉强度和断后伸长率。如KTH350-10,表示最低抗拉强度为300MPa、最低断后伸长率为10%的黑心可锻铸铁。

2. 碳素钢和合金钢

碳素钢是指碳的质量分数小于2.11%的铁碳合金,除铁和碳外,钢中常含有锰、硅、硫、磷等杂质元素。合金钢是在碳钢的基础上,冶炼时有目的地加入合金元素而得到的复杂合金。这两类钢的力学性能可满足工程及机械上各种结构件、零件、工具等的使用要求,因此在工业上广泛应用。

(1)碳素结构钢 具有较好的塑性和韧性,强度、硬度一般,价格低廉,主要用于制造工程结构件和不重要的机械零件,如拉杆、转轴等。最常用的牌号是Q235-A,牌号中“Q”是屈服点中“屈”字的汉语拼音字首;数值235表示该钢的屈服点为235MPa;“A”是质量等级。

(2)优质碳素结构钢 这类钢的质量优于碳素结构钢,有害元素硫与磷的含量低,常用于

制造中小型机器零件。牌号用两位数字表示钢中碳质量的万分之几,如 45 钢表示碳质量分数为 0.45% 的优质碳素结构钢。10、15、20 钢属低碳钢,强度、硬度较低,塑性、韧性良好,且具有良好的焊接性能,常用来制造冲压件、焊接件等。这类钢件进行渗碳、淬火、低温回火处理后可获得表面高的硬度,心部具有良好的韧性,适用于要求耐磨,又承受冲击的渗碳零件,如活塞销、齿轮等。

30、35、40、45、50 钢属中碳钢,对其进行调质处理后可获得良好的综合力学性能,其中 45 钢应用最为广泛,常用于制造轴、连杆、齿轮等受力复杂的零件。

55、60、65 属中高碳钢,进行淬火、中温回火处理后可获得高的屈服点和高的弹性,主要用于制造弹簧、钢丝绳、轧辊等。

(3) 碳素工具钢 这类钢的牌号用“T”和数字表示,其中“T”表示碳素工具钢,数字表示钢中碳含量的千分之几。如 T12 表示碳的质量分数为 1.2% 的优质碳素工具钢;高级优质钢在牌号末尾加“A”,如 T12A 表示碳的质量分数为 1.2% 的高级优质碳素工具钢。这类钢主要用于制造手用切削刀具、不重要的小型模具,如锉刀、手锯条、冲头、錾子等。

(4) 常用合金钢 合金钢种类很多,下面介绍常用的典型合金钢:

Q345(相当于旧牌号 16Mn)是低合金高强度结构钢,是在碳素结构钢的基础上加入少量合金元素锰(锰的质量分数小于 1.5%),强度高于碳素结构钢,具有良好的冷变形性能和焊接性能,常用于制造工程结构件、冲压件、焊接件等,如桥梁、船舶、压力容器等。

20CrMnTi 是合金渗碳钢, $w_c \approx 0.2\%$;Cr、Mn、Ti 的质量分数均小于 1.5%。对其进行渗碳、淬火、低温回火处理后,可获得表面硬、心部韧的性能,主要用于制造受冲击的耐磨零件,如汽车变速齿轮等。

40Cr 是合金调质钢, $w_c \approx 0.4\%$, $w_{Cr} < 1.5\%$ 。进行调质处理后,可获得优良的综合力学性能,常用于制造重要的轴、连杆、发动机连杆螺栓等。

60Si2Mn 为合金弹簧钢, $w_c \approx 0.6\%$, $w_{Si} = 2.0\%$, $w_{Mn} < 1.5\%$ 。对其进行淬火、中温回火处理后可获得高的弹性和耐疲劳性能,用于制造重要的弹簧,如汽车板簧等。

9SiCr 为合金工具钢, $w_c \approx 0.9\%$,硅和铬的质量分数均小于 1.5%。对其进行淬火、低温回火后可获得高的硬度和耐磨性,主要用于制造丝锥、板牙、铰刀等低速切削工具。

W18Cr4V 为高速工具钢, $w_c \approx 0.7\% \sim 1.65\%$, $w_w \approx 18\%$, $w_{Cr} \approx 4\%$, $w_v < 1.5\%$,对其进行特殊的热处理后可获得高的硬度、耐磨性和高的红硬性,常用来制造车刀、铣刀、钻头、拉刀、齿轮刀具等。

GCr15 为滚动轴承钢, $w_c \approx 0.95\% \sim 1.05\%$, $w_{Cr} \approx 1.5\%$ 。经淬火、低温回火后可获得 62~64HRC 的硬度值,主要用于制造中、小型滚动轴承的套圈、滚动体,也可用于制造高精度量具、模具等。

4Cr13 为不锈钢, $w_c \approx 0.4\%$, $w_{Cr} \approx 13\%$ 。经热处理后具有良好的耐腐蚀性能,并具有一定的强度和硬度,主要用于制造医疗器械,如手术刀等。

3. 有色金属

通常把除了钢铁以外的其它金属材料称为有色金属。有色金属具有特殊的物理、化学性能和其它优良的性能,因此,在工业生产中有特殊的用途,常用的有铜及铜合金、铝及铝合金。如 LF5(5A05)、LY11(2A11)、LC4(7A04)、LD6(2B50)等为形变铝合金,ZL102、ZL201 等为铸造铝合金,H70、H68、H62 等为普通黄铜,HPb59-1 为特殊黄铜,QSn4-3 为锡青铜。

三、钢铁材料简易鉴别方法

钢铁材料从冶炼、轧制到供货、贮藏、使用都有一套严格的管理制度。如果在车间现场出现钢材混料时,可以用火花鉴别方法来判断钢的化学成分。其方法是将钢在一定的压力下在砂轮上磨削,通过观察磨削时射出火花形状、颜色来鉴别钢材的化学成分。

一般选砂轮直径为 150mm,磨料为氧化铝,粒度号为 46~60,砂轮转速一般取 2800r/min~4000r/min,钢材与砂轮接触时的压力适当。试验时室内的光线不要太暗,操作时注意安全,应二人配合观察。观察结果与钢材成分标准试样相应的火花图进行比较,以便得出正确结论。例如,钢材在砂轮上磨削射出的火花束由许多根线条状的火花(流线)组成,火花束分为根部、中部、尾部,火花束每点上有节点、爆花、尾花等,火花束呈暗红色,流线多、细、密,火花束短粗为多次爆花,花多且重叠,花粉多,如图 1-2 所示。与标准火花图对照后可以判断为 $w_c \approx 1.3\%$ 的碳钢。又如,钢材磨削射出来的火花束中流线较多,不太平直而带弧形,火花束为略带红色的草黄色,火花束较长,流线中分支出来的线为芒线,它是碳元素专有的火花特征,芒线较粗,爆花为一次爆花,且分叉多,如图 1-3 所示,通过与火花鉴别图例对照,可以鉴定这种钢材为 $w_c \approx 0.2\%$ 的碳素钢。

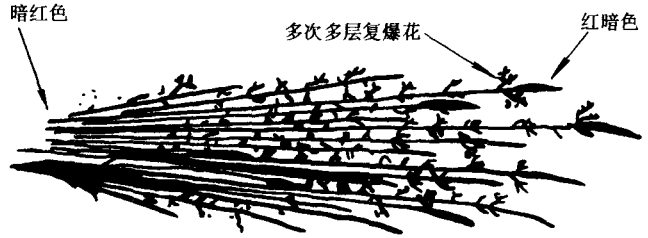


图 1-2 $w_c \approx 1.3\%$ 碳钢的火花图

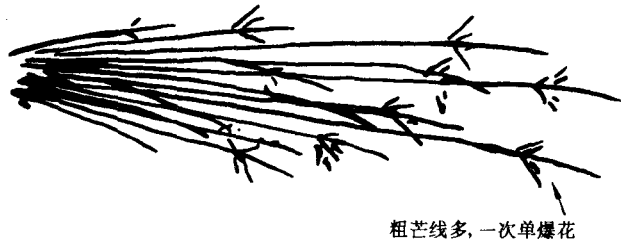


图 1-3 $w_c \approx 0.2\%$ 碳钢的火花图

第二节 常用量具

在工艺过程中,必须应用一定精度的量具来测量和检验各种零件尺寸、形状和位置精度。

一、常用量具及其使用方法

1. 钢直尺

钢直尺是最简单的长度量具,用不锈钢片制成,可直接用来测工件尺寸,如图 1-4 所示。它的测量长度规格有 150、200、300、500mm 等几种。测量工件的外径和内径尺寸时,常与卡钳配合使用。测量精度一般只能达到 0.2mm~0.5mm。



图 1-4 钢直尺

2. 卡钳

卡钳是一种间接度量工具,常与钢直尺配合使用,用来测量工件的外径和内径。卡钳分内

卡钳和外卡钳两种,如图 1-5 所示,其使用方法如图 1-6 所示。

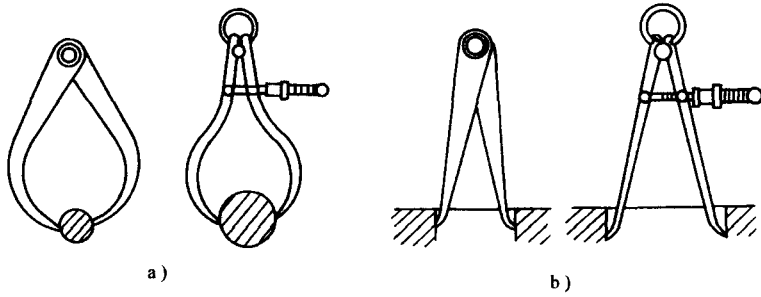


图 1-5 卡钳
a)外卡钳 b)内卡钳

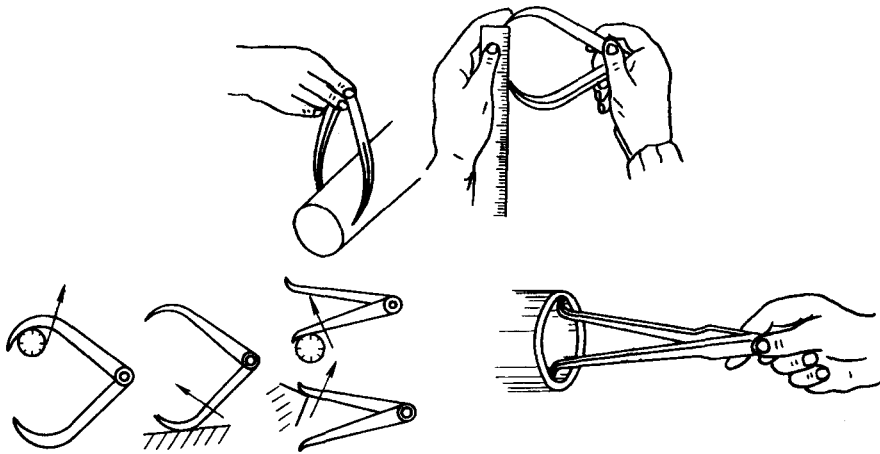


图 1-6 卡钳的使用

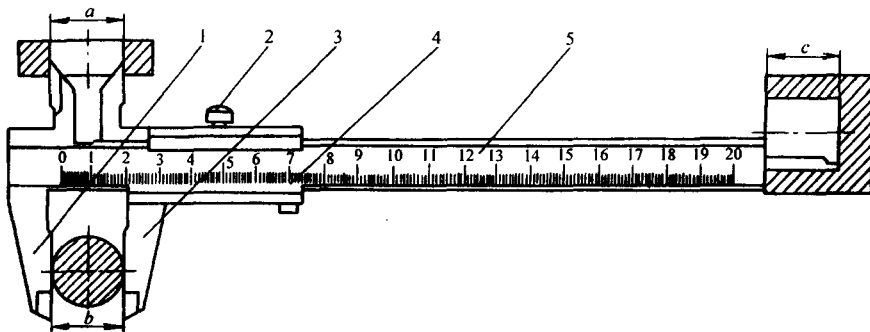


图 1-7 游标卡尺

a —测量外表面尺寸 b —测量内表面尺寸 c —测量深度尺寸
1—尺框 2—紧固螺钉 3—内外量爪 4—游标 5—尺身

3. 游标卡尺

游标卡尺是一种中等精度的量具,可以直接测量工件的外径、内径、长度、宽度和深度等尺寸。按用途不同,游标卡尺可分为:普通游标卡尺、游标深度尺、游标高度尺等几种。游标卡尺的测量精度有 0.1、0.05、0.02mm 三种,测量范围有 0~125mm、0~150mm、0~200mm、0~300mm 等。

图 1-7 所示为一普通游标卡尺,它主要由尺身和游标组成,尺身上刻有以 1mm 为一格间

距的刻度，并刻有尺寸数字，其刻度全长即为游标卡尺的规格。

游标上的刻度间距，随测量精度而定。现以精度值为 0.02mm 的游标卡尺的刻线原理和读数方法为例简介如下：

尺身一格为 1mm，游标一格为 0.98mm，共 50 格。尺身和游标每格之差为 $1 - 0.98 = 0.02\text{mm}$ ，如图 1-8 所示。读数方法是游标零位指示的尺身整数，加上游标刻线与尺身线重合处的游标刻线数乘以精度值之和，如图 1-9 所示。

用游标卡尺测量工件的方法如图 1-10 所示，使用时应注意下列事项：

(1) 检查零线 使用前应首先检

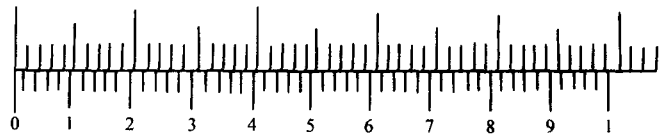


图 1-8 0.02 游标卡尺的刻线原理

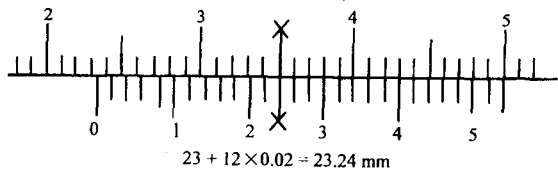


图 1-9 0.02 游标卡尺的读数方法

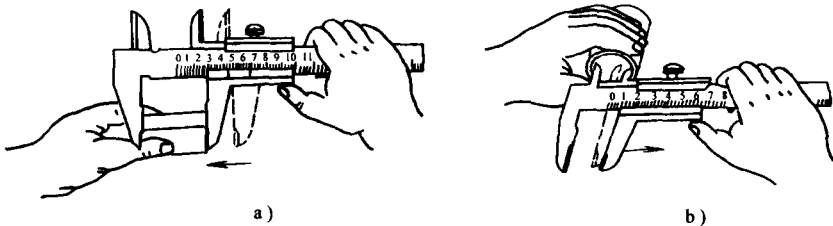


图 1-10 游标卡尺的使用

a) 测外表面尺寸 b) 测内表面尺寸

查量具是否在检定周期内，然后擦净卡尺，使量爪闭合，检查尺身与游标的零线是否对齐。若未对齐，则在测量后应根据原始误差修正读数。

(2) 放正卡尺 测量内外圆直径时，尺身应垂直于轴线；测量内孔直径时，应使两量爪处于直径处。

(3) 用力适当 测量时应使量爪逐渐与工件被测表面靠近，最后达到轻微接触，不能把量爪用力抵紧工件，以免变形和磨损，影响测量精度。读数时为防止游标移动，可锁紧游标；视线应垂直于尺身。

(4) 勿测毛坯面 游标卡尺仅用于测量已加工的表面，表面粗糙的毛坯件不能用游标卡尺测量。图 1-11 所示为游标深度尺和游标高度尺，分别用于测量深度和高度。游标高度尺还可用作精密划线。

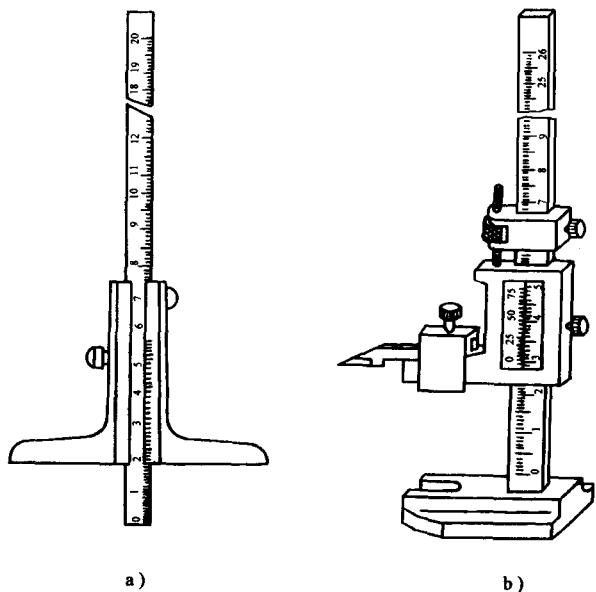


图 1-11 游标深度尺和游标高度尺

a) 游标深度尺 b) 游标高度尺

4. 千分尺

千分尺(又称分厘卡)是一种比游标卡尺更精密的量具,测量精度为 0.01mm ,测量范围有 $0\sim 25\text{mm}$ 、 $25\text{mm}\sim 50\text{mm}$ 、 $50\text{mm}\sim 75\text{mm}$ ……等规格。常用的千分尺分为外径千分尺和内径千分尺。

外径千分尺的构造如图 1-12 所示。

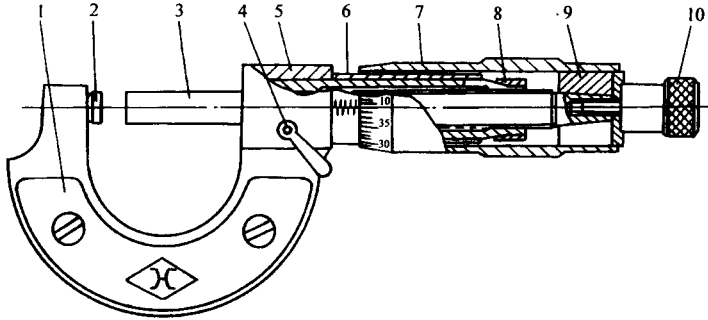


图 1-12 外径千分尺

1—尺架 2—砧座 3—测微螺杆 4—锁紧装置 5—螺纹轴套
6—固定套管 7—微分筒 8—螺母 9—接头 10—棘轮

千分尺的测量螺杆 3 和微分筒 7 连在一起,当转动微分筒时,测量螺杆和微分筒一起沿轴向移动。内部的测力装置是使测微螺杆与被测工件接触时保持恒定的测量力,以便测出正确尺寸。当转动测力装置时,千分尺两测量面接触工件,超过一定的压力时,棘轮 10 沿着内部棘爪的斜面滑动,发出嗒嗒的响声,这就可读出工件尺寸。测量时为防止尺寸变动,可转动锁紧装置 4 通过偏心锁紧测微螺杆 3。

千分尺的读数机构由固定套管和微分筒组成(图 1-13),固定套管在轴线方向上有一条中线,中线上、下方都有刻线,相互错开 0.5mm ;在微分筒左端锥形圆周上有 50 等分的刻度线。因测微螺杆的螺距为 0.5mm ,即螺杆转一周,同时轴向移动 0.5mm ,故微分筒上每一小格的读数为 $0.5/50=0.01\text{mm}$,所以千分尺的测量精度为 0.01mm 。测量时,读数方法分三步。

1) 先读出固定套管上露出刻线的整毫米数和半毫米数(0.5mm),注意看清露出的是上方刻线还是下方刻线,以免错读 0.5mm 。

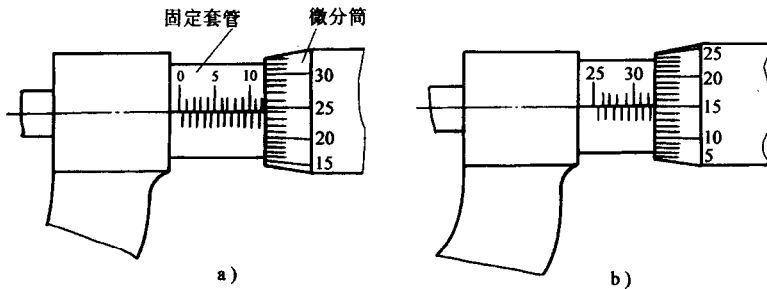


图 1-13 千分尺的刻线原理与读数方法

a) 读数 = $(12 + 0.24)\text{mm} = 12.24\text{mm}$ b) 读数 = $(32.5 + 0.15)\text{mm} = 32.65\text{mm}$

2) 看准微分筒上哪一格与固定套管纵向刻线对准, 将刻线的序号乘以 0.01mm , 即为小数部分的数值。

3) 上述两部分读数相加, 即为被测工件的尺寸。

使用千分尺应注意以下事项:

① 校对零点。将砧座与螺杆接触, 看圆周刻度零线是否与纵向中线对齐, 且微分筒左侧棱边与尺身的零线重合, 如有误差修正读数。

② 合理操作。手握尺架, 先转动微分筒, 当测量螺杆快要接触工件时, 必须使用端部棘轮, 严禁再拧微分筒。当棘轮发出嗒嗒声时应停止转动。

③ 擦净工件测量面。测量前应将工件测量表面擦净, 以免影响测量精度。

④ 不偏不斜。测量时应使千分尺的砧座与测微螺杆两侧面准确放在被测工件的直径处, 不能偏斜。

图 1-14 所示是用来测量内孔直径及槽宽等尺寸的内径千分尺。其内部结构与外径千分尺相同。

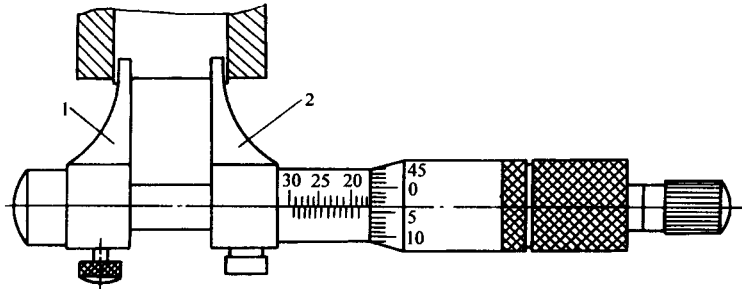


图 1-14 内径千分尺

1—尺框 2—内外量爪

5. 百分表

百分表是一种指示量具, 主要用于校正工件的装夹位置、检查工件的形状和位置误差及测量工件内径等。百分表的刻度值为 0.01mm , 刻度值为 0.001mm 的叫千分表。

钟式百分表的结构原理如图 1-15 所示。当测量杆 1 向上或向下移动 1mm 时, 通过齿轮传动系统带动大指针 5 转一圈, 小指针 7 转一格。刻度盘在圆周上有 100 个等分格, 每格的读数值为 0.01mm , 小指针每格读数为 1mm 。测量时指针读数的变动量即为尺寸变化值。小指针处的刻度范围为百分表的测量范围。钟式百分表装在专用的表架上使用 (图 1-16)。

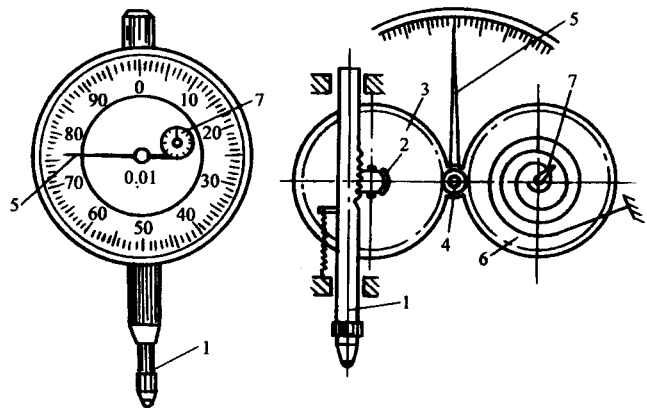


图 1-15 钟式百分表的结构

1—测量杆 2、4—小齿轮 3、6—大齿轮 5—大指针 7—小指针

图 1-17 所示为杠杆式百分表, 图 1-18 所示为测量内孔尺寸的内径百分表。

6. 塞尺