



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
高等职业教育机电类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

金工实习

主编 王俊伟 杨淑启



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

金工实习

内容简介

主编 王俊伟 杨淑启

 北京师范大学出版社

内容简介

本教材根据高职高专教育的特点,以就业为导向,以职业岗位核心能力为目标,结合《金工实习》课程的教学实践和工程实践,精选教学内容,力求叙述简单、灵活应用,学用结合。本书的基本内容包括:文明生产及安全规程、铸造、压力加工、焊接、金属切削加工、钳工和数控加工简介,各章后面均附有思考题。

本教材可作为高职高专院校机械类和非机类专业实训的教学用书,也可作为成人高校、夜大、电大等大专层次的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/王俊伟,杨淑启编著. —北京:北京师范大学出版社,2005.12
(21世纪高职高专系列规划教材)
ISBN 7-303-07814-2

I. 金… II. ①王…②杨… III. 金属加工-实习-高等学校:技术学校-教材 IV. TG-145

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 142147 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京京师印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:185mm×260mm 印张:8 字数:166千字

2006年2月第1版 2006年2月第1次印刷

印数:1~3 000 定价:14.00元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序地发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3. 教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫囵吞枣,死记硬背。

4. 教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5. 反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近 20 年的职业教育教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对 2/3 年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007 年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司高等职业教育推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重而道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组

北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院
山东劳动职业技术学院
济宁职业技术学院
辽宁省交通高等专科学校
浙江机电职业技术学院
杭州职业技术学院
西安科技大学电子信息学院
西安科技大学机械学院
天津渤海职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心
连云港职业技术学院
景德镇高等专科学校
徐州工业职业技术学院
广州大学科技贸易技术学院
江西信息应用职业技术学院
浙江商业职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院
济源职业技术学院
河南科技学院
苏州经贸职业技术学院
浙江工商职业技术学院
温州大学
四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院
河北工业职业技术学院
太原理工大学轻纺学院
浙江交通职业技术学院
保定职业技术学院
绵阳职业技术学院
北岳职业技术学院
天津职业大学
北京轻工职工职业技术学院
石家庄信息工程职业学院
襄樊职业技术学院
九江职业技术学院
青岛远洋船员学院
无锡科技职业学院
广东白云职业技术学院
三峡大学职业技术学院
西安欧亚学院实验中心
天津机电职业技术学院
漯河职业技术学院
济南市高级技工学校
沈阳职业技术学院
江西新余高等专科学校

前 言

本教材根据高职高专教育的特点,以就业为导向,以职业岗位核心能力为目标,针对高职高专院校机械类和近机类专业编写的实训教材。结合《金工实习》课程的教学实践和工程实践,精选教学内容,灵活应用,学用结合。

高等职业教育是要把学生培养成既掌握专业技能、同时理论功底又扎实的第一线应用型技术人才。随着我国高等职业教育体制改革的深入,高等职业教育已进入快速发展阶段,并被社会各界所关注。为了达到高职教育的培养目标,必须加强实践环节的训练和实际动手能力的培养,使学生在具有一定基础理论知识的同时,又具有较强的实际操作能力及解决实际工程问题的能力。为了适应高等职业教育的发展需要,我们在北京师范大学出版社的组织下编写了本教材。

作为实训教材,本书编写力求适合高职的特点,具有实用性、通用性,做到叙述简练,深入浅出,图文并茂,专业术语及型号、牌号、符号均采用国家最新标准或国际标准。

本教材由河北工业职业技术学院王俊伟、山东济宁职业技术学院杨淑启担任主编。参加编写的教师有:河北师范大学职业技术学院杜皓、山东济宁职业技术学院孔凡成、河北工业职业技术学院刘杰、解景浦。全书由王俊伟统稿。

在此对指导和帮助本教材编写工作的同志,谨表衷心感谢。

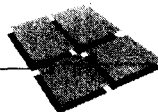
由于编者水平有限,书中难免存在不妥之处和疏漏,恳请读者批评指正。

编 者

2005年6月

目 录

第 1 章 文明生产及安全规程	(1)	2.3.1 模样、型腔、铸件和 零件之间的尺寸与 空间关系	(14)
1.1 文明生产	(1)	2.3.2 铸造工艺图	(15)
1.2 安全规程	(2)	2.4 铸铁的熔化及浇注	(16)
1.2.1 车削实习的安全规程 ...	(2)	2.4.1 冲天炉的构造	(17)
1.2.2 刨削实习的安全规程 ...	(2)	2.4.2 炉料	(17)
1.2.3 铣削实习的安全规程 ...	(2)	2.4.3 冲天炉的基本操作	(18)
1.2.4 磨削实习的安全规程 ...	(3)	2.4.4 浇注	(19)
1.2.5 钳工实习的安全规程 ...	(3)	2.5 铸件的落砂、清理及常见 缺陷	(19)
1.2.6 铸造实习的安全规程 ...	(4)	2.5.1 铸件落砂与清理	(19)
1.2.7 锻造实习的安全规程 ...	(4)	2.5.2 常见铸件缺陷	(20)
1.2.8 气焊、气割实习的安全 规程	(4)	2.6 特种铸造	(22)
1.2.9 数控机床实习的安全 规程	(4)	2.6.1 熔模铸造	(22)
第 2 章 铸造	(5)	2.6.2 金属型铸造	(23)
2.1 概述	(5)	2.6.3 离心铸造	(23)
2.1.1 铸造生产在机械制 造中的地位和作用	(5)	2.6.4 压力铸造	(23)
2.1.2 砂型铸造生产过程 简介	(6)	2.6.5 低压铸造	(23)
2.2 造型造芯方法	(6)	2.6.6 实型铸造	(23)
2.2.1 造型材料性能及组成 ...	(6)	第 3 章 压力加工	(25)
2.2.2 常用造型方法	(7)	3.1 概述	(25)
2.2.3 浇注系统的作用及 组成	(12)	3.2 坯料的加热和锻件的 冷却	(26)
2.2.4 型芯的结构及制作	(13)	3.2.1 坯料的加热	(26)
2.3 造型工艺分析	(14)	3.2.2 锻件的冷却	(28)
		3.3 自由锻造	(29)



3.3.1 自由锻造设备	(29)	第5章 金属切削加工	(55)
3.3.2 自由锻造工具	(30)	5.1 概述	(55)
3.3.3 自由锻造工序	(30)	5.1.1 切削运动	(56)
3.3.4 自由锻造工艺规程	(32)	5.1.2 切削用量	(56)
3.4 胎模锻和模锻	(34)	5.1.3 刀具材料及几何角	(57)
3.4.1 胎模锻	(34)	5.1.4 常用量具	(60)
3.4.2 模锻	(34)	5.2 车削加工	(63)
3.5 板料冲压	(36)	5.2.1 车床简介	(63)
3.5.1 冲压设备	(36)	5.2.2 车刀的刃磨与安装	(65)
3.5.2 冲压工序	(36)	5.2.3 工件安装	(66)
3.5.3 冲模	(37)	5.2.4 车削基本工艺	(68)
3.5.4 典型冲压件工艺	(39)	5.3 刨削加工	(72)
第4章 焊接	(42)	5.3.1 概述	(72)
4.1 概述	(42)	5.3.2 牛头刨床简介	(73)
4.1.1 焊接方法与分类	(42)	5.3.3 刨刀及安装	(73)
4.1.2 焊接方法的特点及应用	(42)	5.3.4 刨削基本工艺	(74)
4.2 手工电弧焊	(43)	5.4 铣削加工	(76)
4.2.1 手工电弧焊方法	(43)	5.4.1 概述	(76)
4.2.2 焊接电弧	(43)	5.4.2 铣床简介	(76)
4.2.3 电焊机	(44)	5.4.3 铣床的主要附件	(78)
4.2.4 电焊条	(45)	5.4.4 铣削基本工艺	(80)
4.2.5 手工电弧焊工艺	(46)	5.5 磨削加工	(82)
4.3 气焊与切割	(48)	5.5.1 概述	(82)
4.3.1 气焊	(48)	5.5.2 磨床简介	(83)
4.3.2 切割	(50)	5.5.3 磨削基本工艺	(85)
4.4 其他焊接方法简介	(51)	第6章 钳工	(89)
4.4.1 埋弧焊	(51)	6.1 概述	(89)
4.4.2 气体保护焊	(52)	6.1.1 钳工的加工范围	(89)
4.4.3 电阻焊	(53)	6.1.2 钳工的主要设备	(89)
4.4.4 钎焊	(53)	6.2 钳工的基本操作	(90)
		6.2.1 划线	(90)

6.2.2 镗削	(91)	7.1.2 数控机床的组成及 工作过程	(106)
6.2.3 锯削	(93)	7.1.3 数控机床的分类	(108)
6.2.4 锉削	(95)	7.1.4 数控机床的坐标系	(111)
6.2.5 钻孔、扩孔和铰孔	(96)	7.2 数控加工程序编制 ...	(112)
6.2.6 攻丝和套扣	(99)	7.2.1 程序编制的指令 代码与程序结构	(112)
6.2.7 刮削与研磨	(100)	参考文献	(118)
6.3 装配与拆卸	(102)		
6.3.1 装配	(102)		
6.3.2 拆卸	(102)		
第7章 数控加工简介	(105)		
7.1 数控加工概述	(105)		
7.1.1 数控加工的特点	(105)		

第1章 文明生产及安全规程

主要内容

1. 文明生产知识。
2. 各种操作的安全规程。

1.1 文明生产

《金工实习》是工科院校的一门实践性很强的技术基础课，是机械类、近机类各专业学生学习工程材料、机械制造基础及专业课程必不可少的先修课，是机械制造各主要工种基础性、综合性的工程实践课程。通过实习，学习机械制造工艺知识，了解机械制造生产过程，培养实践工作能力，为学习有关课程和今后从事相关工作奠定必要的实践基础。

《金工实习》应以实践教学为主的原则，认真贯彻教学实习基本要求。实习的学生必须进行独立操作，适当配合一些现场教学方式。在实习过程中要培养学生的质量意识、安全意识、群体意识、经济意识、管理意识及劳动观念，培养理论联系实际的学习方法，培养学生作为 21 世纪的工程技术人员应具备的基本工程意识，成为具有一定素质的创新人才。

为保证金工实习正常进行和金工实习的质量与安全，特作以下规定：

(1) 学生到工厂实习，应尊重指导教师，并虚心学习，听从指导教师的组织和指导。在指导教师讲解示范时，认真听、看。在实习中，要不怕脏、不怕累，培养良好的劳动态度。

(2) 实习期间，在遵守《大学生日常行为规范》的同时，还应严格遵守实习工厂的安全制度和其他规章制度，如：进车间要穿工作服，不穿裙子和拖鞋，女同学要戴工作帽，不得擅自用工厂的机械设备及工具干私活等。

(3) 严格遵守各工种的安全操作规程，确保人身安全和设备安全，严格遵守劳动纪律和实习考勤制度。尊敬师长，虚心学习，勤于思考，刻苦钻研。

(4) 严格遵守生产场地的环境保护制度，对工作中的废水、废液、废屑以及其他有毒、有害物品均应按有关规定处理，不能乱倒乱放，保持生产场地环境的清洁卫生。

(5) 搞好文明生产，把用毕的工、量具擦净，按保养规定放置好，防止损坏。工具和工件应放在指定的位置上，不得乱拿或错拿别人的工件和工具。

(6) 爱护国家和工厂财物，丢失或损坏工具要赔偿。由于违反制度或不听教师指导而造成非技术原因的事故者，要作检查，并对造成的经济损失按有关规定进行赔偿。



1.2 安全规程

1.2.1 车削实习的安全规程

(1) 开车前必须进行下列检查：①各手柄位置是否正确；②各转动部分是否正常，润滑情况是否良好；③防护装置是否盖好；④机床及其周围是否堆放有碍安全的物件；⑤工件装夹是否牢固；⑥卡盘扳手在夹紧工件后，是否已取下。

(2) 得到指导教师允许，方可开车。

(3) 开车后应注意：①工作时注意力要集中，要当心溜板运行的极限位置；②严禁用手接触工作中的刀具、工件等，不要将身体靠在机床上；③遇到刀具磨损、破裂等情况，应立即停车，并向指导教师报告；④切断时，严禁用手抓住将要断离的工件；⑤切削中不准用棉纱擦工件或刀具；⑥变速时必须先停车，后调整；⑦切削中途要停车，不允许用倒车来代替刹车，也不允许用手掌压住卡盘去刹车；⑧切削时，头不要离工件及刀具太近，人站立位置应偏离切屑飞出的方向，不能用手触摸工件，也不能用量具测量工件，以防损坏量具和发生人身事故；⑨清除切屑时，应该用铁钩或刷子，不能用手去拉；⑩操作中不得擅自离开工作岗位，若因故离开，应随手关闭电门。

(4) 工作结束后，切断电源，清除切屑，擦拭机床，加油润滑，保持良好的工作环境。

1.2.2 刨削实习的安全规程

(1) 开机前必须检查手柄位置是否正确，用手动操作移动各运动部件，检查旋转部分及机床周围有无碰撞或不正常现象，操作者必须在机床的两侧。

(2) 工件、刀具和夹具都必须装夹牢固。

(3) 刨削时，不能迎着切屑方向看工件，不能测量正在加工的工件或用手去摸工件，不能用手直接去清除切屑，应该用钩子或刷子进行清除。

(4) 凡两人操作一台机床时，一定要注意相互配合，以一人操作为主，严禁两人同时操作，以防意外。

(5) 在刨床变速、装卸工件、紧固螺钉、测量工件时，必须先停车。

(6) 发现机床运转有不正常现象，应停车，切断电源，报告指导教师。

(7) 工作结束后，应清理机床并在导轨面上加润滑油，并认真擦拭工具、量具和其他辅具，清扫工作地，切断电源。

1.2.3 铣削实习的安全规程

(1) 检查铣床主要部件是否处于正常状况及确定周围无障碍后，试车 1~2min 后，情况正常，方可开车。

(2) 先开电源开关再开铣床运转开关，并应避免带负荷直接开动铣床。停车时

应先关铣床运转开关,再切断电源开关。

(3) 铣床运转中,操作者应站在安全位置,不得触摸工件、刀具和传动部件,并要防止切屑飞溅伤人。不得隔着运转部件传递和拿取工具等物品,工作台面不准任意放置工具或其他物品。

(4) 调整铣床、变换速度、调换附件、装夹工件和刀具及测量等工作应在停车时进行。

(5) 铣床运转中不得离开工作岗位,因故离开必须停车断电。不能用手拨或嘴吹除切屑,需要时可停车用专用刷子或器具清除。运转中发现异常情况或故障应立即停车检修。

(6) 注意做好铣床保养工作,按规定加润滑油。工作结束切断电源,扫清切屑,擦净铣床,导轨面上涂防锈油,调整有关部件,使铣床处于完好的正常状态。

1.2.4 磨削实习的安全规程

(1) 应根据工件材料、硬度及磨削要求,合理选择砂轮。新砂轮要用木锤轻敲检查有否裂纹,有裂纹的砂轮严禁使用。

(2) 安装砂轮时,在砂轮与法兰盘之间要垫衬纸,砂轮安装后要做砂轮静平衡。砂轮的工作速度应符合所用机床的使用要求,高速磨床特别要注意校核,以防发生砂轮破裂事故。

(3) 开机前应检查磨床的机械、砂轮罩壳等是否坚固,防护装置是否齐全。

(4) 砂轮装好后,操作者应站在侧面,先试车空转 5 min,确定砂轮运转正常时才能开始磨削。

(5) 不得在加工中测量,测量工件时要将砂轮退离工件。

(6) 外圆磨床纵向挡铁的位置要调整得当,防止砂轮与顶尖、卡盘、轴肩等部位发生撞击;在平面磨床上磨削高而窄的工件时,应在工件的两侧放置挡块。使用切削液的磨床,使用结束后应让砂轮空转 1~2 min 脱水。

(7) 注意安全用电,不得随意打开电气箱;操作时若发现电气故障应请电工维修。

(8) 实习中应注意文明操作,要爱护工具、量具、夹具,保持其清洁和精度完好;要爱护图样和工艺文件。

1.2.5 钳工实习的安全规程

(1) 所有工具使用前必须检查,发现问题及时解决。

(2) 使用钻床时不得带手套,切削的切屑不得用嘴吹;使用手锤应先检查锤头是否牢固,若有松动,应及时紧固;锉刀面被锉屑堵塞后,顺锉纹方向用钢丝刷刷去锉屑。

(3) 有尖锋、快口的工具用完后应放于安全地方,不要将锋口暴露在人容易碰着的地方。

(4) 工作结束后,必须仔细检查,不得将工件或工具乱放在机器或工装内部,



切断电源,清理场地。

1.2.6 铸造实习的安全规程

- (1) 工作时应穿好工作服,长发要纳入帽内,不允许戴手套操作。
- (2) 造型所用的工具应放置在工具箱内,每人一套。
- (3) 熔化铁水时,应注意防止铁水飞溅伤人。
- (4) 浇注前,要准备好浇包和挡渣钩,清理场地,使浇注场地走道通畅。
- (5) 上、下砂型要用螺栓或压铁压箱紧固,以免浇注时铁水“跑火”而伤人。
- (6) 清理铸件时,注意温度,防止烫伤。

1.2.7 锻造实习安全规程

(1) 锻锤开动后,应思想集中,按照指令准确地进行操作,严禁在操作过程中谈笑打闹。

(2) 钳口形状必须与坯料断面形状和尺寸相符,夹牢工件,并在下砧中央放平、放正、放稳,先轻打后重打。

(3) 手钳或其他工具的柄部应靠近身体的侧旁,不许将手指放在钳柄之间,以免伤害腹部和手指。

(4) 踩踏杆时脚跟不许悬空,以便稳定地操作踏杆,保证操作安全。

(5) 锤头应做到“三不打”:工模具或锻坯未放稳不打,过烧或锻坯已冷不打,砧上没有锻坯不打。

(6) 锤头工作时严禁将手伸入锤头行程中,砧座上的氧化皮必须用长柄扫帚清除。

(7) 不要直接用手去触摸锻件和钳口。

(8) 不要在锻造时易飞出毛刺、料头、火星、铁渣的危险区停留。

1.2.8 气焊、气割实习的安全规程

(1) 焊前应检查焊炬、割炬的射吸能力,是否漏气,焊嘴、割嘴是否有堵塞等。

(2) 严禁在氧气阀和乙炔阀同时开启时,用手或其他物体堵塞焊嘴和割嘴,更不能把已燃的焊炬、割炬卧放在工件、地面上或对准他人。

(3) 在焊、割过程中若遇到回火,应迅速关闭氧气阀,然后关闭乙炔阀,等待处理。

(4) 不用手直接接触及被焊工件和焊丝的焊接端。

1.2.9 数控机床实习的安全规程

操作数控机床除了要遵守普通机床的安全操作技术规范外,还应注意数控机床的操作特点,由于数控机床是按已编制的程序自动运行的,因此断电后重新开机或紧急停止、复位后,应先回参考点确立机床坐标系,以保证实际走刀路线与编程走刀路线的一致性,防止撞刀并达到零件加工要求。初学者在正式加工前最好空车运行一遍,检查一下走刀路线是否正确无误,确认后再正式加工。

第2章 铸造

主要内容

1. 了解铸造生产的工艺过程和特点。
2. 了解砂型的结构, 了解零件、模样和铸件之间的关系。
3. 能正确采用常用工具进行简单的两箱手工造型。
4. 能识别铸造工艺图并了解其制定原则。
5. 了解铸铁的熔化过程及浇注方法。
6. 了解铸件的落砂及铸件的清理过程, 了解常见铸件缺陷及其产生原因。
7. 了解常用的特种铸造方法及其特点。

2.1 概述

2.1.1 铸造生产在机械制造中的地位和作用

铸造是熔炼金属、制造铸型, 并将熔融金属浇入铸型, 凝固后获得一定形状与性能的成型方法, 采用铸造方法获得的金属制品称为铸件。在机械制造中, 大部分机械是用金属材料制成的, 采用铸造方法制成毛坯或零件, 有如下优点:

(1) 铸件的形状可以十分复杂。不仅可以获得十分复杂的外形, 更为重要的是能获得一般机械加工设备难以加工的复杂内腔。

(2) 铸件的尺寸和重量不受限制。铸件尺寸大到十几米、重到数百吨, 尺寸小到几毫米、轻到几克。

(3) 铸件的生产批量不受限制。可单件、小批量生产, 也可大批量生产。

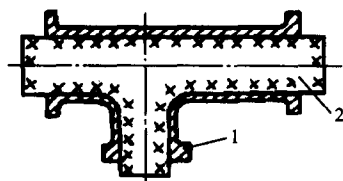
(4) 成本低廉, 节省资源。铸件的形状、尺寸与零件相近, 节省了大量的金属材料 and 加工工时, 材料的回收利用率高, 尤其是精密铸造, 可以直接铸出某些零件, 是少、无切削加工的重要发展方向。

我国有辉煌的传统冶铸历史, 在殷商时期就有灿烂的青铜器铸造技术, 如北京明朝永乐青铜大钟重达 46.5 t, 钟高 6.75 m、钟唇厚 22 cm、外径 3.3 m, 钟体内遍铸经文 22.7 万字, 击钟时尾音长达 2 min 以上, 钟声传播的距离达 20 km。外形和内腔如此复杂、重量如此巨大、质量要求如此高的青铜大钟, 正说明我们的祖先早有精湛的冶炼和铸造技术。又如图 2-1 所示的三通铸件, 难以用机加工的方法成



批制造，当采用了型芯形成三通的内腔后，三通铸件的大批生产问题便迎刃而解了。

铸件生产是机械制造业中一项重要的毛坯制造工艺过程，其质量和产量以及精度等直接影响到机械产品的质量、产量和成本。铸造生产的现代化程度，反映了机械工业的先进程度，反映了清洁生产和节能省材的工艺水准。



1—铸件；2—型芯。

图 2-1 三通铸件型芯形成内腔示意图

2.1.2 砂型铸造生产过程简介

铸造按生产方式不同，可分为砂型铸造和特种铸造。用砂型铸造方法生产的铸件，目前约占铸件总产量的 80% 以上。其生产过程的工艺流程，如图 2-2 所示。

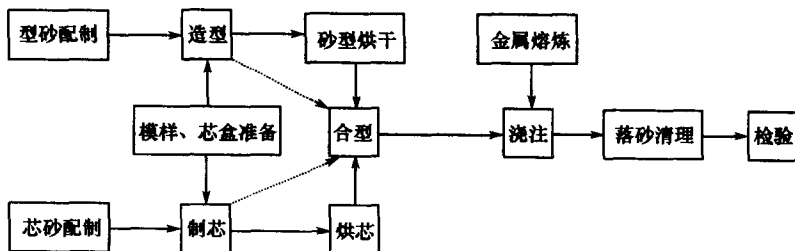


图 2-2 砂型铸造工艺流程

2.2 造型造芯方法

2.2.1 造型材料性能及组成

1. 对造型材料性能的要求

制造砂型与型芯的材料称为造型材料。用来制造铸型的型（芯）砂是由原砂、粘结剂及其他附加物配制而成。为保证铸件质量，型（芯）砂应具有以下基本性能。

(1) 强度。型（芯）砂抵抗外力破坏的能力称为其强度。足够的强度才能保证操作过程中铸型的完整性，并能在浇注中承受金属液的冲刷和压力。但型（芯）砂强度过高，会使透气性、退让性和落砂性变差。

(2) 透气性。型（芯）砂空隙透过气体的能力称为透气性。透气性不足易造成铸件气孔等缺陷。

(3) 退让性。型（芯）砂能被压缩而不被破坏的能力称为退让性。良好的退让性可以防止铸件在凝固、冷却收缩过程中产生裂纹。

(4) 耐火性。型（芯）砂经受高温热作用的能力。耐火性不够则会导致铸件产生粘砂。

(5) 可塑性。起模和修型时，常在分型面上沿模样周围刷水，这是为了增加局

部砂型的含水量，以提高其可塑性，使操作时铸件不被破坏。

2. 型（芯）砂的组成

(1) 原砂。常用硅砂（石英砂），也可用其他颗粒耐火材料，如锆砂、刚玉砂等。

(2) 粘结剂。在砂型中用粘结剂把砂粒粘结在一起。粘土是最常用的粘结剂。此外生产上也采用水玻璃、水泥等无机物及植物油、淀粉、合成树脂等有机物作为粘结剂。

(3) 附加物。为满足某些性能要求，型（芯）砂中加入其他附加物，如粘土砂中为改善铸件表面质量而添加煤粉，为改善透气性加入锯末等。

2.2.2 常用造型方法

利用模样和砂箱等工艺设备将型砂制成铸型的方法统称为造型。按造型的方法不同分为手工造型和机器造型。手工造型装备简单，但对工人技术水平要求高；机器造型生产率高，质量较好。

1. 手工造型方法

手工造型常用工具如图 2-3 所示。单件、小批量生产时，模样、砂箱等用具常用木材制作；而大批量生产时则常用铸铁、钢或铝合金等金属材料制作。

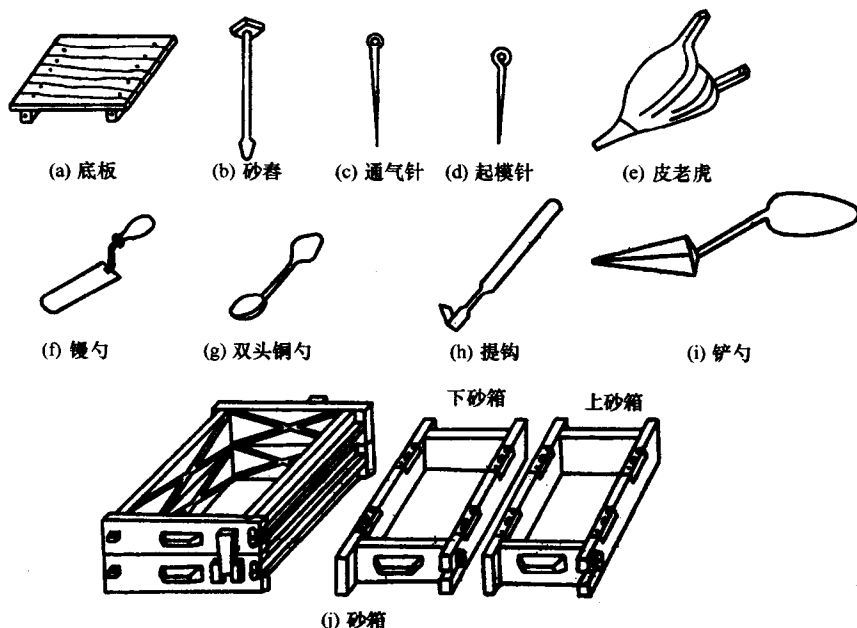


图 2-3 手工造型常用工具及用具

(1) 手工造型基本过程。

①造下型。安放下砂箱于底板上，将模样大端朝下置于砂箱的合适位置，然后分批加砂春实。第一次加砂时要轻轻放入，用于将模样周围的型砂塞紧，以免春砂