

21世纪应用型本科院校规划教材

工程训练

GONGCHENGXUNLIAN

主 编 祝小军 文西芹
主 审 张永忠



 南京大学出版社

21世纪应用型本科院校规划教材

工程训练

主 编 祝小军 文西芹
副主编 杨瑞军 陶 俊

机械工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程训练 / 祝小军, 文西芹主编. — 南京: 南京大学出版社, 2009. 6

ISBN 978-7-305-05895-0

I. 工… II. ①祝…②文… III. 机械制造工艺 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 059952 号

文西芹 祝小军 编
南京紫藤制版印务中心 编辑

出版者 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号
网 址 <http://www.NjupCo.com>
出版人 左 健

丛 书 名 21 世纪应用型本科院校规划教材

书 名 工程训练

主 编 祝小军 文西芹

责任编辑 张黄群

编辑热线 025-83686531

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 盐城市华光印刷厂

开 本 787×1092 1/16 印张 15.75 字数 382 千

版 次 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1~5000

ISBN 978-7-305-05895-0

定 价 27.00 元

发行热线 025-83594756

电子邮箱 Press@NjupCo.com

Sales@NjupCo.com(市场部)

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购
图书销售部门联系调换

南京出版集团

前言

本书是根据教育部颁布的高等工科院校“工程训练教学基本要求”和教育部工程材料及机械制造基础课程指导小组修订的“工程训练教学基本要求”的精神,并结合培养应用型工程技术人才的实践教学特点而编写的。

工程训练是一门实践性很强的技术基础课,是工科大学生必备的基本功训练,包括了传统机械制造冷加工和热加工以及现代制造的各种常用加工方法,如铸造、锻造、冲压、焊接、热处理、车削加工、铣削加工、磨削加工、刨削加工、钳工、数控加工和特种加工等内容。尤其是机械类和近机类各专业学生学习机械制造基础的基本工艺方法、完成工程基本训练、培养工程素质和创新能力的重要必修课。

教学基本要求规定,工程训练的主要任务是:

1. 了解机械制造的一般过程。熟悉机械零件的常用加工方法、主要设备的工作原理和安全操作规程。了解机械制造的基本工艺知识和一些新装备、新工艺、新技术在机械制造中的应用。

2. 对简单机械零件具有初步进行工艺分析和选择加工方法的能力。在主要工种上应具有独立完成简单零件加工制造的实践能力。

3. 培养劳动观念、创新精神和理论联系实际的科学作风。初步建立市场、信息、质量、成本、效益、安全、团队和环保等工程意识。

在编写过程中,编者根据多年实践教学经验,力求反映上述要求,使教材突出了以下特点:

1. 以实践为基础,注重教材内容的基础性、实用性,理论够用为度、文字简明扼要、图文并茂,力求起到指导实践教学的目的。

2. 以传统工艺为基础,强调先进的制造装备、制造工艺和制造方法,并较好地处理了传统制造工艺和现代制造工艺之间的比例关系。

3. 注重培养学生理论联系实践的意识、安全生产的意识,通过学生实际制作作品来强化学生的训练效果,激励学生的学习潜力,培养学生的创新意识。

4. 各章后的复习思考题体现了教学基础要求,以帮助学生明确实习要求和掌握重要内容。

本书由祝小军、文西芹担任主编,并负责全书的统稿;杨瑞军、陶俊担任副主编;中国矿业大学张永忠教授担任主审。

参加本书编写的有祝小军、文西芹、杨瑞军、陶俊、张海涛、刘虎、成岗、马卫明、邵立等老师。

本书参考和引用了不少同类教材和资料,在此也向相关作者表示衷心感谢!

本书编写过程中得到了淮海工学院工程训练中心、盐城工学院工程训练中心指导教师的大力支持,同时也得到了盐城工学院教材基金资助出版,在此深表感谢!

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正,以求改进!

编者

2009年4月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 工程训练的主要内容、目的要求	1
第二节 工程训练的安全技术与要求	4
第二章 铸造训练	6
第一节 铸造概述	6
第二节 砂型铸造	7
第三节 特种铸造简介	20
第四节 铸造合金的熔炼、浇注与铸件质量分析	22
复习思考题	25
第三章 锻压训练	26
第一节 锻压概述	26
第二节 锻造	27
第三节 板料冲压	34
复习思考题	38
第四章 焊接训练	39
第一节 焊接概述	39
第二节 手工电弧焊	40
第三节 气体保护焊	46
第四节 气焊和气割	48
第五节 其他焊接方法	53
第六节 焊接缺陷分析与焊接质量检验	56
第七节 典型零件焊接训练	57
复习思考题	58
第五章 热处理训练	59
第一节 金属材料性能	59
第二节 常用钢铁材料	64
第三节 金属材料热处理	70
第四节 热处理常用设备	74
复习思考题	77

第六章 车削加工训练	78
第一节 概述	78
第二节 车床	80
第三节 车刀及其安装	82
第四节 常用量具	84
第五节 车削加工基本方法	87
第六节 典型零件车削加工	97
第七节 机床附件及工件的安装	100
复习思考题	102
第七章 铣削加工训练	103
第一节 铣削加工概述	103
第二节 铣床	105
第三节 铣刀	107
第四节 铣床的附件及工件装夹	109
第五节 铣削基本操作	112
第六节 铣削加工实例	117
复习思考题	118
第八章 刨削加工训练	119
第一节 刨削加工概述	119
第二节 刨床	120
第三节 刨刀	124
第四节 刨削基本训练	125
第五节 刨削加工实例	128
复习思考题	130
第九章 磨削加工训练	131
第一节 磨削加工概述	132
第二节 砂轮	133
第三节 外圆磨床及其磨削工作	138
第四节 内圆磨床及其磨削工作	141
第五节 平面磨床及其磨削工作	142
第六节 磨床的润滑和保养	144
第七节 磨削新工艺	145
第八节 磨削加工实例	146
复习思考题	147

第十章 钳工训练	148
第一节 钳工概述	148
第二节 划线	149
第三节 锉削	153
第四节 锯削	156
第五节 钻孔、扩孔和铰孔	158
第六节 攻丝和套丝	162
第七节 刮削	163
第八节 装配	165
第九节 钳工综合工艺	170
复习思考题	171
第十一章 数控车削加工训练	172
第一节 数控车床概述	172
第二节 数控车削加工编程基础	175
第三节 数控车削加工常用编程指令及示例	180
第四节 数控车床基本操作	184
第五节 数控车削加工综合实例	191
复习思考题	194
第十二章 数控铣削训练	195
第一节 数控铣床概述	195
第二节 数控铣床编程	197
第三节 数控铣床的操作	209
第四节 加工中心	215
复习思考题	219
第十三章 特种加工训练	220
第一节 特种加工方法概述	220
第二节 数控电火花成形加工	221
第三节 数控电火花线切割加工	227
第四节 其他特种加工方法简介	239
复习思考题	243
参考文献	244

第一章 绪 论

工程训练是以机械制造为主要内容的技术基础性实践环节。机械制造是我国基础行业,在国民经济和科学技术发展过程中具有十分重要的地位,从家用电器、汽车、船舶到飞机、航天飞行器等都与机械制造行业密不可分,机械制造的技术水平决定了科技产品的发展水平。机械制造行业的发展使我们今天的物质生活丰富多彩,使科学技术突飞猛进。

工程训练的基础是金工实习课程,由于过去机械加工都是以金属材料主要加工对象,便有了“金属加工工艺”的说法,金属加工工艺简称“金工”。随着材料科学的不断发展,许多金属材料被非金属材料所代替,许多机械产品是用非金属材料加工而制成的,如用塑料、陶瓷等,所以名词“金工实习”具有一定的局限性。工程训练既包括了金属材料和非金属材料的加工,也包括了传统的加工工艺方法和先进的加工方法(如数控加工、特种加工)。工程训练是在一定的工程实践环境中对学生进行机械和电子、信息和系统等领域的融工程设计、制造、管理、创新等环节为一体的综合工程技术训练;它不同于课堂教学的理论课,也不同于以验证理论和原理为主的实验课;而是采取工厂化的管理模式,利用对工程技术人员进行素质训练和培养的工作学习环境,以设备操作和零件加工为主要内容,以培养学生的动手能力和工程意识、积累机械工程领域的感性知识为主要目的的实训课;能为后续专业课程的理论学习、课程设计、毕业设计以及将来从事的工程技术工作建立实践基础,具有其他理论课程和实验课程不可替代的作用。

工程训练对机械专业和近机械专业学生非常重要,对非机械专业学生也是很有用的。目前许多学校对非理工专业学生(如文科、艺术类)也开设了这门课,这说明掌握工程实践知识是现代社会对人才的基本要求之一。

第一节 工程训练的主要内容、目的要求

一、主要内容

按加工方法分类,工程训练可分成四个模块:① 热加工模块;② 传统切削加工及钳工模块;③ 数控加工模块;④ 特种加工模块。

工程训练主要内容详见表 1-1。

机械制造专业知识内容丰富,但工程训练涉及到的深奥理论和繁杂的原理并不多,经过认真的训练和基本的归纳总结一定能取得意想不到的效果。工程训练强调的是实践性和能力培养,其物化成果是零件,能使同学们产生自我价值实现的感觉。一只苹果,如果只听别人介绍或看书本描述,自己不亲自品尝,你永远也不能体会到苹果的真实味道。作为一名工程技术高级人才,不亲自经历机械制造的基本过程,不接触机床设备和车间厂房,不经过基本的训练,如果仅凭参观了解或通过书本理论学习,你会感到巧妇难为无米之炊,将会在专

业上很难有大的作为。

表 1-1 各工种简介

模 块	工种名称	简 介	主 要 设 备
热加工	铸 工	熔融金属液浇入具有一定形状的型腔,凝固后形成与型腔相似的铸件,主要应用于生产复杂零件的毛坯。如塑像、机床床身等	冲天炉、坩埚炉、砂箱等
	锻 压	分为锻造和板料冲压,锻造俗称“打铁”,是指金属材料在外力作用下产生塑性变形,获得所需形状的毛坯,如农具、齿轮毛坯等;板料冲压是指外力作用下使板料产生分离或变形,获得所需形状的零件,如各种罩壳等就是冲压成型的	电阻炉、压力机、胎模、冲模等
	焊 工	通过加热(压)使两个零件永久连接,分为熔焊、压力焊和钎焊等。如各种钢梁结构等就是焊接连接的	电焊机、氩弧焊机、气瓶等
	热 处 理	将零件加热,改变组织结构,以满足各种要求。如刀具的刀口经过热处理,变得更硬更锋利	电阻炉、盐浴炉、硬度计等
传统切削加工及钳工	(普通)车工	在(普通)车床上,工件作旋转运动,车刀按一定的路径移动,切削出一定形状的零件表面,主要加工回转表面、端面 and 螺纹	卧式车床、立式车床、仿形车床、转塔车床等
	(普通)铣工	在(普通)铣床上,做旋转运动的铣刀切削零件表面,主要用于加工零件内外表面和沟槽	卧式铣床、立式铣床
	刨 工	在刨床上,用刨刀切削零件表面,主要用于加工平面、简单曲面和沟槽	牛头刨床、龙门刨床、插床
	磨 工	在磨床上用砂轮对零件进行加工,主要用于提高零件精度、降低零件表面粗糙度	外圆磨床、内圆磨床、平面磨床
	钳 工	以手工为主,完成零件的切削加工和产品的装配和维修	立式钻床、摇臂钻床、台式钻床
数控加工	数控车工	在数控车床上,用程序控制切削加工零件表面	数控车床、车削中心
	数控铣工	在数控铣床或加工中心上,用程序控制切削零件表面	数控铣床、加工中心
特种加工	线切割加工	做轴向运动的线状电极(铜丝或钼丝等)通过脉冲式火花放电,按规定轨迹移动的工件进行切割,加工成所需形状的零件	电火花线切割加工机床
	电火花成形加工	又称电腐蚀加工,利用直流脉冲电流对导电材料进行腐蚀以去除材料,以满足一定形状和尺寸要求的一种加工方法	电火花成形加工机床
	激光加工	把光束聚集在工件表面上,使材料瞬间急剧熔化和蒸发,并产生很强的冲击波,使熔化物质爆炸式地喷射去除,利用这种原理可进行打孔、切割等加工	激光打孔机床、激光切割机床
	超声波加工	利用工具作超声频(16~30 Hz)振动,通过磨料撞击和抛磨工件,从而使工件成形的一种加工方法	超声波加工机床

机械产品的加工过程主要经过设计、准备毛坯、加工和装配等阶段,各工种在各阶段中所起作用见图 1-1。

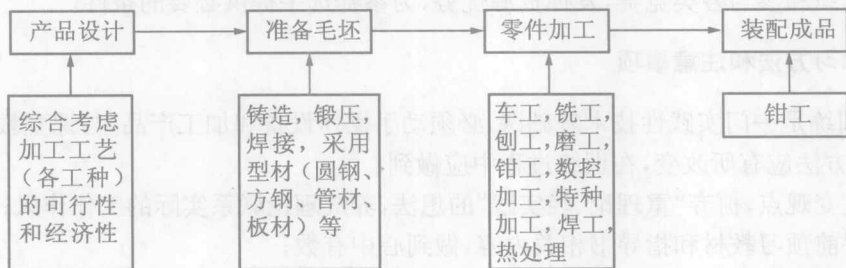


图 1-1 各工种在产品制造过程中的应用

二、目的要求

1. 应达到基本要求

- (1) 了解各工种的主要内容、工艺特点和在产品加工过程中的作用；
- (2) 了解主要设备的结构、用途，掌握其基本操作方法；
- (3) 学会正确使用常规工具、量具和夹具；
- (4) 了解车间布置形式和厂房结构；
- (5) 熟悉管理制度、图纸、工艺文件和安全要求；
- (6) 适应车间工程环境，了解工程术语，避免内行人讲外行话、做外行事、出现低级错误。

2. 增强工程意识，提高工程素质

如今，科学发展观已深入人心，科学发展、可持续发展已成为社会进步的主流，对人才的综合能力也提出了更高的要求。工程训练在原来的“只强调培养动手能力、学习工艺知识”的教学要求基础上，增加了“学习新知识新工艺、增强工程意识和提高工程素质、注重创新能力的培养”的教学要求，是十分必要和卓有远见的。工程训练过程中，“增强工程意识，提高工程素质”的要求是一个综合体，应贯穿于训练过程的始终，具体应在以下几方面得到加强：

- (1) 培养市场意识、管理意识、法律意识、竞争意识、经济意识、质量意识、环境意识和安全意识；
- (2) 发扬脚踏实地、严谨求实、不怕吃苦、埋头苦干、团结合作的奋斗精神；
- (3) 提高从事工程技术工作的兴趣，保持工作和学习的热情。

3. 培养创新能力，适应二十一世纪社会和经济对工程技术人才的要求

创新是一个民族的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力。创新能力的培养是教育的基本要求，也是工程训练的主要目标。工程训练基地设备齐全，贴近现代企业的大工程背景，能为培养创新能力提供合适的平台。根据目前的实际情况，主要从以下几方面培养创新能力：

- (1) 在训练中发挥主观能动性，不断思考、讨论和总结，捕捉思想的火花；

- (2) 自主设计产品,自主确定加工方法,自主加工和装配,自主调试产品功能;
- (3) 开放式教学,吸引各类学生到工程训练基地开展各种创新活动;
- (4) 组织和参与各类竞赛,发挥资源优势,为参赛选手提供必要的条件。

三、学习方法和注意事项

工程训练是一门实践性技术基础课,必须动手操作设备和加工产品,与课堂教学有很大区别,学习方法应有所改变,在训练过程中应做到:

- (1) 改变观点,摒弃“重理论、轻实践”的想法,养成理论联系实际的工作作风;
- (2) 课前预习教材和指导书相关内容,做到心中有数;
- (3) 对设备的性能和使用方法不熟悉,严禁上机操作;
- (4) 操作设备时注意力一定要集中,严禁一心二用,认真学习和执行设备安全操作规程,树立“安全第一”的观点,注意手、脑、眼、耳、鼻五官合理利用;
- (5) 遵守劳动纪律,保持良好的教学秩序;
- (6) 认真加工产品,完成作业题和实习报告,做好记录,积极参与讨论。

第二节 工程训练的安全技术与要求

确保安全生产是制造行业永恒的主题,没有安全保障的生产,随时有可能导致机毁人亡的惨剧发生,一切都将回归零,令人痛心。以机械制造为主的工程训练基地聚集了许多莘莘学子,但他们没有安全经验;集中了大量高速运转的设备;布满了大量的线路和电器元件;有可能储存各式各样的易燃易爆或有毒的气体,这些因素结合在一起有可能导致安全事故的发生,后果不堪设想。在训练过程中,产生安全隐患的主要因素有以下几个方面。

一、主观因素

- (1) 安全意识和工作责任心不强,自由散漫,精力不集中,工作时闲谈或不认真;
- (2) 违规操作或工作技术不熟练,劳动保护用品未使用或使用不当;
- (3) 不执行岗位责任制,串岗、漏岗,工作中互相配合不协调。

二、设备和工具因素

- (1) 无保护装置或保护装置不全,设备制动装置失灵,设备带“病”运转或超负荷运转;
- (2) 设备开始使用前没有仔细检查设备运转情况,设备发生异常情况未能及时关停,设备维修、调整、保养不当;
- (3) 工具附件有缺陷或使用不当,工件有尖角和毛刺。

三、用电因素

- (1) 设备电气未接地,线路老化,绝缘不好,电器装置线路裸露,电气保险装置失灵,电源负载不符合要求,操作者鞋绝缘性不好;
- (2) 设备开始使用前没有仔细检查电器元件和线路,设备使用结束后未及时关闭电源。

四、空间位置和环境因素

- (1) 设备布置位置不合理,空间位置不够,没有安全通道;
- (2) 光线不好,通风不好,作业场地散乱,零件、工具乱放,地面打滑,零件加工工序或加工过程不合理;
- (3) 交通路线不合理,在车间交叉运输过多。

为了维护正常的教学秩序,确保人身安全和财产安全,必须采取各种形式的安全措施,制定周密的安全制度,严格执行安全规范和要求,加强监督,加强劳动保护,最大限度地消除不安全因素。每个工种的安全要求并不相同,各工种具体安全要求每个章节都有介绍,在此不再赘述,但必须遵守如下共同安全规则:

(1) 从思想上认识安全的重要性,树立“安全第一”的思想意识。进入车间前必须经过安全教育与培训;

(2) 按规定做好劳动保护,穿着必须符合规定;

(3) 操作设备前一定要学习和理解设备安全操作规程,没有一定的把握严禁操作设备。开始使用设备时应检查并空运转一段时间,应在指导人员的指导下使用,操作时注意力应集中,严禁一心二用。看到异常情况、听到异常声音、闻到异常味道,应立即停机停电检查。操作结束后应及时进行清扫和加油保养;

(4) 如发生意外事故,应保持镇静,沉着应对,及时关机断电,保护现场,并做好现场记录,及时分析事故原因。

改革开放三十年来,我国教育事业蓬勃发展,许多学校建立了工程训练基地,并积累了大量为工程训练服务的物质财富,这是十分宝贵的教学资源。同学们在环境优雅、设施先进、教学氛围浓厚、具有现代化工程背景的训练基地,在老师的悉心指导下,亲自操作设备,亲自设计和加工产品,亲自创造物质财富,亲自体验机械制造的基本过程,在工程实践这个海洋里自由翱翔,一定会受益匪浅、其乐无穷,这也许是你一生中一次特殊的、难忘的实践和学习经历,请倍加珍惜吧!

第二章 铸造训练

训练重点

1. 了解铸造的生产过程和应用范围。
2. 理解模样、芯盒、铸型、铸件、零件之间的关系。
3. 熟悉砂型铸造的工艺特点,掌握砂型手工造型(芯)的常用方法,能独立完成简单的手工造型(芯)。
4. 了解特种铸造主要铸造原理和特点。
5. 了解铸铁、铸钢、铝合金的熔炼方法。
6. 能对铸件进行简单的质量分析。

安全操作规程

1. 工作服、帽、鞋、眼镜要穿戴整齐,保持室内通风,留出合理的安全通道和足够的空间进行浇注。
2. 造型时要正确使用造型工具,翻转和吊运砂箱应小心,选择无人方向吹散砂粒。
3. 与高温金属熔液接触的工具或部位(如浇包和铸型型腔等)应清洗干净,保持干燥,不含易燃易爆气体。
4. 金属熔液在搬运和浇注过程中保持平稳,严防发生倾翻和飞溅事故。操作者与金属熔液保持一定的距离。浇注时操作者不能位于熔液易飞溅的方向,严禁从冒口正面观察砂箱。
5. 清理铸件时,应注意正确使用清理工具,合理掌握用力大小和方向,防止清理物伤人。

第一节 铸造概述

铸造是将熔炼后的液态金属,浇注到具有一定形状的铸型型腔中,经过凝固、冷却和清理,获得所需形状和精度的零件或毛坯(合称“铸件”)的成型方法。我国应用铸造技术已有几千年的历史,从殷商时期的青铜器,到明朝永乐的青铜大钟,以及大量出土文物证明铸造技术凝聚了中华民族的勤劳和智慧,铸造技术发展史就是一部中华民族文明发展史。

一、铸造成型技术生产特点

铸造生产是一种独特的加工工艺方法,其主要特点是:

(1) 铸造适用范围广,可以生产尺寸从几毫米到几十米、重量从几克到几百吨、形状和结构十分复杂的铸件,更为重要的是可以形成难以切削加工的铸件内腔,如各种箱体、螺旋桨、机床床身等。

(2) 铸造经济实用。铸造采用的材料如金属合金、型砂等,来源广泛、价格低廉,铸件毛坯形状与零件相接近,节省了材料、能源和加工费用,提高了生产效率。

(3) 熔炼金属的过程中,可以调整铸件的化学成分和金相组织,改善其性能要求,满足对零件的各种功能需要。

(4) 铸造生产也面临许多缺点和难点,如:铸件质量不稳定、容易产生环境污染等。

二、铸造的分类

铸造生产的历史悠久,现正在使用的铸造种类很多,分类方法也较多,根据生产类型,铸造的常见分类方法见图 2-1。

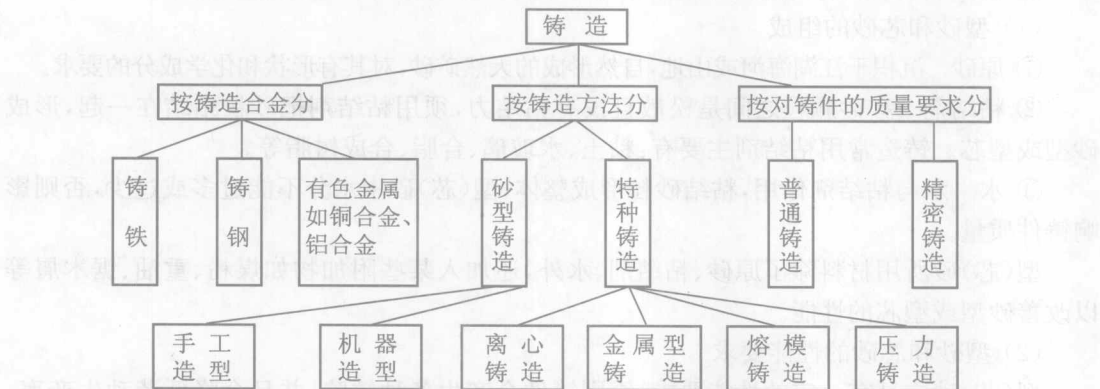


图 2-1 铸造的分类

三、铸造生产过程

各种铸造的生产过程基本相似,主要经过造型和造芯、熔化金属、浇注、清理等过程,砂型铸造是最常用的铸造方法,砂型铸造的生产过程见图 2-2。

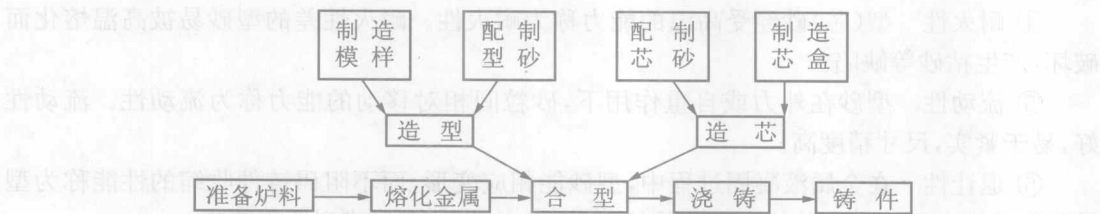


图 2-2 砂型铸造的生产过程

第二节 砂型铸造

从前面铸造的分类可以看出,砂型铸造是相对于特种铸造而言的。砂型铸造又称翻砂,是用原砂作为主要造型材料制成铸型,熔化的金属液依靠重力充填铸型型腔生产铸件的成形方法,钢、铁和大多数有色金属铸件都可用砂型铸造方法获得,这是最古老的铸造方法。由于砂型铸造所用的造型材料价廉易得、铸型制造简便、生产适应性强等特点,无论是单件生产、成批生产或大量生产均可采用。砂型铸造一直是铸造生产中的基本生产工艺,一般情况下,我们所称的铸造就是砂型铸造,本节主要讲解砂型铸造的基本知识。

一、型(芯)砂、模样、砂型、芯盒、型芯的基本概念及其相互关系

1. 型砂和芯砂

将自然界天然存在的原砂按比例与粘土、水和其他附加物等混合均匀,使其具有一定物理性能,用于制造铸型的混合材料称为型砂,制造型芯的混合材料称为芯砂。

(1) 型砂和芯砂的组成

① 原砂 沉积于江湖海河或山地,自然形成的天然矿砂,对其有形状和化学成分的要求。

② 粘结剂 矿砂颗粒之间是松散且没有粘结力,须用粘结剂把砂粒粘结在一起,形成砂型或型芯。铸造常用粘结剂主要有:粘土、水玻璃、合脂、合成树脂等。

③ 水 水与粘结剂作用,粘结砂粒形成整体,型(芯)砂中水分不能过多或过少,否则影响铸件质量。

型(芯)砂所用材料除了原砂、粘结剂、水外,还加入某些附加物如煤粉、重油、锯木屑等以改善砂型或型芯的性能。

(2) 型砂和芯砂的性能要求

型(芯)砂应具有一定的性能要求,否则铸件会产生各种缺陷,并且会降低劳动生产率,一般情况下,型砂或芯砂应具有如下性能:

① 强度 型(芯)砂抵抗外力破坏的能力称为强度,型(芯)砂应具备一定的强度,以承受各种外力的作用。

② 透气性 型(芯)砂让气体通过并顺利逸出的能力称为透气性。

③ 可塑性 型(芯)砂在外力作用下变形,外力去除后恢复原来形状的能力称为可塑性。

④ 耐火性 型(芯)砂经受高温的能力称为耐火性。耐火性差的型砂易被高温熔化而破坏,产生粘砂等缺陷。

⑤ 流动性 型砂在外力或自重作用下,砂粒间相对移动的能力称为流动性。流动性好,易于紧实,尺寸精度高。

⑥ 退让性 在金属液凝固过程中,型砂能相应变形,而不阻碍铸件收缩的性能称为型砂的退让性。退让性可防止在铸件收缩时,产生内应力、变形或裂纹等缺陷。

⑦ 耐用性 型(芯)砂使用后,能够保持原有性能,可再次使用的能力称为耐用性。

芯砂处于被金属液包围中,工作条件差,除具有上述性能外,还必须具有其他性能,如:吸湿性、落砂性等。

(3) 型(芯)砂的处理和制备

型(芯)砂是由新砂、旧砂、粘结剂、水、附加物按一定工艺配制而成的。在配制前,这些材料需经一定方式的处理才能使用。

制砂材料处理好后,就可以按一定比例制作铸造用砂。制砂材料一定要混合均匀,一般情况下,粘土砂混砂过程中加料顺序是:旧砂、新砂、粘结剂、附加物、水。为使混砂均匀,混砂时间不宜太短,否则会影响型砂的使用性能,但混砂时间也不宜太长,否则型砂温度升高,水分过多挥发,型砂易结成块状。

2. 模样和砂型

(1) 模样

模样与铸件外形相似,造型时用来形成铸型内腔,模样的尺寸和形状是由零件图和铸造工艺参数得出的。模样、铸件、零件的关系见图 2-3,其中图 2-3(a)是法兰零件图,图 2-3(b)是考虑铸造工艺参数而得出的铸造工艺图,图 2-3(c)是铸件图,图 2-3(d)是模样图,铸造工艺主要参数有:

① 加工余量 是预先在铸件上增加而在机械加工时切去的金属层厚度。加工余量大小和合金的种类、铸件尺寸及加工面在浇注时的位置有关,如小型灰铁铸件的加工余量约为 3~5 mm。

② 起模斜度 为便于模样从铸型中取出,在平行于起模方向留有一定的斜度称为起模斜度。起模斜度的大小和模样的厚度、材料和造型方法的特点等有关,中、小型铸件的起模斜度约为 $30' \sim 3^\circ$ 。

③ 铸造圆角 为保证金属熔液顺利充满型腔、防止铸件产生裂纹和应力,把铸件面与面交界处(尖边)变为过渡圆角。

④ 铸造收缩率 考虑到铸件凝固、冷却后尺寸要缩小,为保证铸件尺寸的要求,需将模样尺寸加上(减去)相应的收缩量。中、小型灰铸铁件的铸造收缩率为 10%。

根据制造模样材料的不同,常用模样分为:

① 木模 用木材制成的模样称为木模,木模是铸造生产中用得最广泛的一种。它具有价廉、质轻和易于加工成形等优点。木模的缺点是强度和硬度比较低,容易变形和损坏,使用寿命短,一般适用于单件小批量生产。

② 金属模 用金属材料制成的模样称为金属模,具有强度高、刚性大、表面光洁、尺寸精确、使用寿命长等特点,适用于自动化生产;但金属模也有制造周期长、工序多、不易制造、成本高等不利因素。金属模样一般是在工艺方案确定并且经试验成熟的情况下再进行设计和制造,制造金属模的常用材料是铝合金、铜合金、铸铁、铸钢等。

③ 塑料模 用塑料制成的模样,具有不易变形、重量轻、制造工艺简单、成本低、生产周期短、修复容易等优点,主要用于形状复杂和不易机加工的模様,特别适用于中、小件的成批生产。

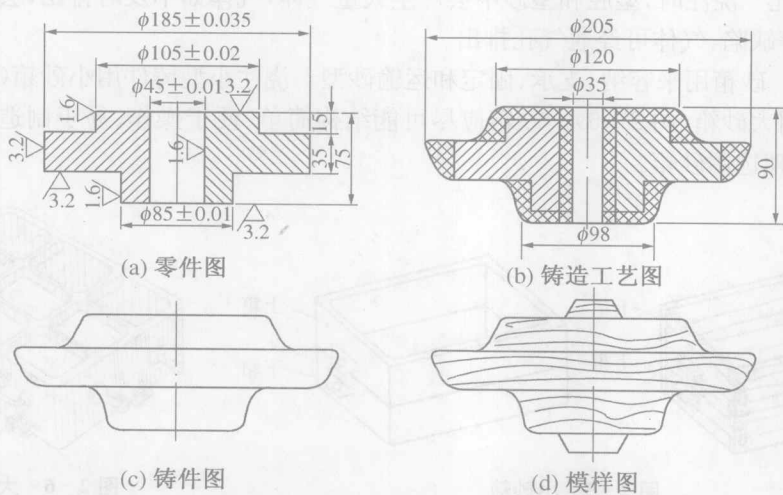


图 2-3 法兰盘的零件图、铸造工艺图、铸件毛坯图和模样图