



普通高等院校“十一五”规划教材

金工实习

JINGONG SHIXI

主 编 宋瑞宏 施昱

副主编 章志荣 高凯 柳铭



国防工业出版社

National Defense Industry Press

金工实习

主 编 宋瑞宏 施 昱
副主编 章志荣 高 凯 柳 铭

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是根据国家教育部新近颁布的“金工实习教学基本要求”的文件精神,“以学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,结合作者多年的生产实践和金工实习的教学经验编写的。

本书共分十二章,内容包括机械工程基本知识、机械工程材料、铸造、锻造、焊接、钳工、车削、铣削、刨削、磨削、数控机床及其加工、特种加工等。内容力求精选,讲求实用,图文并茂,便于自学。

本书可作为高等工科院校学生金工实习使用,也可供相关专业的工程技术人员和技术工人参考选用。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习 / 宋瑞宏,施昱主编. —北京:国防工业出版社,2010.5

ISBN 978 - 7 - 118 - 06771 - 2

I. ①金... II. ①宋...②施... III. ①金属加工-实习 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 070572 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限公司

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 15 字数 336 千字

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—6000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

本书根据“工程材料和机械制造基础”课程指导小组制定的金工实习教学基本要求,结合我校及兄弟院校多年来金工实习教学实践,在我校原金工实习讲义基础上经修订而成。

金工实习是高等工科院校对学生进行工程训练的重要实践环节之一,它是一门传授机械制造基础知识和技能的技术基础课。本书着重介绍金属的主要成型方法和加工方法、毛坯制造和零件加工的一般工艺过程,所用设备的构造、工作原理和使用方法,所用的材料、工具、附件与刀具及安全技术等。

本书编写中以“学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质,培养创新意识和创新能力”为宗旨,力求突出重点和讲求实用,强调可操作性和便于自学,供学生在金工实习期间预习和复习时使用。各章后的复习思考题体现了教学基本要求,可帮助学生明确实习要求和掌握重点内容。

本书重视实践性内容,并力求内容精练、实用,便于学生自学,有利于学生动手能力和综合分析能力的提高;适合于高等院校工科类学生的金工实习使用。

本书主要由常州大学组织编写。参加编写工作的人员有:常州大学宋瑞宏(绪论、第1章、第4章)、柳铭(第2章、第12章)、施昱(第3章)、史文杰(第9章)、朱晓清(第10章)、王烨(第11章),江苏技术师范学院高凯(第5章、第7章),常州工学院章志荣(第6章、第8章),由宋瑞宏、施昱主编,高凯、章志荣、柳铭担任副主编,本书承常州大学葛乐通教授主审。

由于编者的水平所限,编写时间较紧,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年1月

目 录

绪论	1
第1章 机械制造工程基本知识	5
1.1 机械产品的质量	5
1.1.1 零件的加工质量	5
1.1.2 装配质量	8
1.1.3 质量检测的方法	9
1.2 产品加工工艺	11
1.2.1 产品的生产过程	12
1.2.2 产品的加工方法	12
1.3 计量器具	14
1.3.1 量具的种类	14
1.3.2 量具的保养	20
1.4 基准、定位、夹具	21
1.4.1 基准	21
1.4.2 工件的定位	21
1.4.3 夹具	22
复习思考题	23
第2章 机械工程材料	24
2.1 工程材料基础知识	24
2.1.1 工程材料的分类	24
2.1.2 金属材料性能	24
2.2 常用金属材料简介	27
2.2.1 钢	27
2.2.2 铸铁	28
2.2.3 有色金属	29
2.3 钢铁材料的现场鉴别	30
2.3.1 火花鉴别法	30
2.3.2 断口鉴别法	31
2.3.3 音响鉴别法	32

2.3.4 涂色标记法	32
2.4 钢的热处理	33
2.4.1 热处理的基本概念	33
2.4.2 热处理常用设备	33
2.4.3 普通热处理	35
2.4.4 表面热处理	36
2.4.5 热处理常见缺陷	37
复习思考题	38
第3章 铸造	39
3.1 铸造生产工艺过程及特点	39
3.2 砂型铸造生产过程简介	39
3.3 特种铸造	40
3.3.1 熔模铸造	40
3.3.2 金属型铸造	41
3.3.3 压力铸造	41
3.3.4 离心铸造	41
3.4 砂型的组成及作用	42
3.4.1 造型材料的性能及制备	42
3.4.2 浇注系统的作用和类型	42
3.4.3 铸型的组成和作用	43
3.4.4 型(芯)砂的性能	44
3.4.5 型(芯)砂的组成	45
3.4.6 型(芯)砂的制备	45
3.4.7 模样、芯盒与砂箱	46
3.5 造型和造芯	47
3.5.1 手工造型	47
3.5.2 手工造芯	51
3.5.3 机器造型	52
3.6 合金的熔炼、浇注、落砂和清理	55
3.6.1 合金熔炼	55
3.6.2 浇注	57
3.6.3 落砂和清理	58
3.7 铸件质量检验和缺陷分析	58
3.7.1 对铸件质量的要求	58
3.7.2 铸件质量检验	59
复习思考题	59

第4章 锻压	61
4.1 锻压生产工艺过程及特点	61
4.2 坯料加热和锻件冷却	62
4.2.1 坯料加热的目的和锻造温度范围	62
4.2.2 锻造加热炉	62
4.2.3 加热缺陷	64
4.2.4 锻件的冷却	64
4.3 自由锻造	64
4.3.1 机器自由锻	65
4.3.2 自由锻造的基本工序	66
4.4 模型锻造	70
4.5 胎模锻造	72
4.6 特种锻造简介	73
4.7 板料冲压	74
4.7.1 冲压设备	74
4.7.2 冲压基本工序	75
4.7.3 冲压模具	76
4.7.4 冲压新工艺简介	77
复习思考题	78
第5章 焊接	79
5.1 概述	79
5.2 电弧焊	79
5.2.1 焊接电弧	80
5.2.2 焊条电弧焊	81
5.2.3 焊接设备	85
5.2.4 常用电弧焊方法	88
5.3 气焊与气割	91
5.3.1 基本原理	91
5.3.2 气焊工艺	92
5.3.3 气割	95
5.4 电阻焊及其他焊接方法	96
5.4.1 电阻焊	97
5.4.2 电渣焊	98
5.4.3 电子束焊	99
5.4.4 激光焊	100

5.4.5 钎焊	101
复习思考题	101
第6章 钳工	103
6.1 钳工概述	103
6.1.1 钳工的加工特点	103
6.1.2 钳工常用的设备和工具	103
6.2 划线、锯割和锉削	105
6.2.1 划线	105
6.2.2 锯割	108
6.2.3 锉削	110
6.3 钻孔、扩孔和铰孔	113
6.3.1 钻孔	113
6.3.2 扩孔与铰孔	115
6.4 攻螺纹和套螺纹	117
6.4.1 攻螺纹	117
6.4.2 套螺纹	118
6.5 装配	120
6.5.1 装配概述	120
6.5.2 典型连接件装配方法	121
6.5.3 部件装配和总装配	123
复习思考题	124
第7章 车削加工	126
7.1 车削加工概述	126
7.1.1 车削加工的特点	126
7.1.2 卧式车床的组成	127
7.1.3 车床传动	129
7.1.4 其他车床	129
7.2 零件的安装及车床附件	130
7.2.1 三爪自定心卡盘	130
7.2.2 四爪单动卡盘	131
7.2.3 顶尖、跟刀架及中心架	132
7.2.4 心轴	134
7.2.5 花盘及弯板	134
7.3 车刀	135
7.3.1 车刀的分类	135

7.3.2	车刀的安装	136
7.3.3	车刀的刃磨	137
7.4	车床操作要点	137
7.4.1	刻度盘及其手柄的使用	137
7.4.2	车削步骤	138
7.5	车削工艺	139
7.5.1	车端面	139
7.5.2	车圆柱面	140
7.5.3	车圆锥面及成形面	142
7.5.4	车台阶面	144
7.5.5	车槽及切断	144
7.5.6	车螺纹	145
7.5.7	滚花	147
7.6	车削综合工艺分析	147
7.6.1	轴类、套类零件的车削	149
7.6.2	车削综合工艺	149
	复习思考题	150
第8章	铣削	152
8.1	概述	152
8.2	铣削运动及铣削用量	152
8.3	铣床及其附件	153
8.3.1	卧式万能铣床	153
8.3.2	立式铣床	154
8.3.3	龙门铣床	155
8.3.4	常用铣床附件及其应用	155
8.4	铣刀及其装夹	157
8.4.1	带孔铣刀及其安装	157
8.4.2	带柄铣刀及其安装	158
8.5	铣削加工	159
8.5.1	铣平面	159
8.5.2	铣斜面	160
8.5.3	铣沟槽	161
8.5.4	铣成型面	161
8.5.5	铣齿形	162
	复习思考题	163

第9章 刨削	164
9.1 概述	164
9.2 刨削运动及刨削用量	164
9.3 牛头刨床	165
9.4 刨刀及其安装	167
9.4.1 刨刀	167
9.4.2 刨刀的装夹	167
9.5 工件的装夹方法	168
9.5.1 用平口钳装夹	168
9.5.2 用压板、螺栓装夹	168
9.6 操作实例	168
复习思考题	171
第10章 磨削	172
10.1 概述	172
10.1.1 磨削的加工特点	172
10.1.2 磨削运动	173
10.1.3 磨削用量	173
10.2 磨床	174
10.2.1 外圆磨床及其工作	174
10.2.2 内圆磨床及其工作	177
10.2.3 平面磨床及其工作	178
10.3 砂轮	180
10.3.1 砂轮的特性及其选择	180
10.3.2 砂轮的安装与平衡	181
10.3.3 砂轮的修整	181
复习思考题	182
第11章 数控机床及其加工	183
11.1 数控机床概述	183
11.1.1 数控机床	183
11.1.2 数控机床的组成及工作原理	183
11.1.3 数控机床的分类	184
11.2 数控车床及加工	187
11.2.1 数控车床概述	187
11.2.2 数控车削加工基础	188

11.2.3	数控机床编程常用指令及程序格式	189
11.2.4	数控车床编程实例	193
11.3	数控铣床及加工	194
11.3.1	数控铣床概述	194
11.3.2	数控铣床坐标系简述	195
11.3.3	数控铣床的编程方法	195
11.3.4	数控铣床编程实例	200
11.4	加工中心及其加工	201
11.4.1	加工中心的特点及主要加工范围	201
11.4.2	加工中心的主要装置	202
11.4.3	加工中心坐标系简述	203
11.4.4	加工中心编程特点	204
11.4.5	加工中心编程实例	206
	复习思考题	208
第 12 章	特种加工	209
12.1	特种加工综述	209
12.1.1	特种加工产生背景	209
12.1.2	特种加工的特点	209
12.1.3	特种加工的分类	209
12.1.4	各种特种加工方法的比较	210
12.1.5	特种加工对机械制造的变革	211
12.2	电火花加工	212
12.2.1	电火花加工的基本原理	212
12.2.2	电火花加工的特点、应用及分类	212
12.3	线切割加工	214
12.3.1	线切割加工原理	214
12.3.2	线切割加工工艺特点	214
12.3.3	数控电火花线切割机床	215
12.3.4	编程指令及程序格式	217
12.3.5	线切割加工工艺流程	220
12.3.6	线切割加工实例	221
12.4	电解加工	221
12.4.1	电解加工的基本原理	221
12.4.2	电解加工的特点与应用	222
12.5	超声波加工	223
12.5.1	超声波加工的基本原理	223

12.5.2	超声波加工的特点与应用	223
12.6	激光加工	224
12.6.1	激光加工的基本原理	224
12.6.2	激光加工的特点与应用	224
12.7	电子束加工	225
12.7.1	电子束加工的基本原理	225
12.7.2	电子束加工的特点与应用	225
12.8	离子束加工	225
12.8.1	离子束加工的基本原理	225
12.8.2	离子束加工的特点与应用	225
	复习思考题	226
	参考文献	227

绪 论

金工实习是一门传授机械制造基础知识的实践性很强的技术基础课,是工科院校工程训练不可缺少的重要环节之一,是学生学习“工程材料及机械制造基础”与机械制造系列课程必不可少的先修课,也是获得机械制造基本知识的必修课。

一、金工实习的内容

金工实习涉及一般机械制造生产的全过程。机械制造过程如图 1 所示,根据设计图纸和工艺文件,将原材料用铸造、锻造、冲压、焊接等方法制成零件的毛坯(或半成品、成品),再经切削加工制成零件,最后将零件装配成合格的机械产品。现将机械制造过程中的主要工艺方法简介如下:

铸造:铸造是把熔化的金属浇注到具有和零件形状相适的铸型空腔中,待其冷却凝固后获得铸件毛坯的方法。铸造的主要优点是可以生产形状复杂、特别是内腔复杂的毛坯。铸造的应用十分广泛,在一般机器设备中,铸件约占总质量的 40% ~ 90%;在金属切削机床中占 70% ~ 80%,在一些重型机械、矿山设备中占 85% 以上。

锻造:锻造是将金属加热到一定温度、利用冲击力或压力使其产生塑性变形而获得锻件毛坯的加工方法。锻件的组织比铸件致密,力学性能高,但锻件形状所能达到的复杂程度不如铸件,锻造零件的材料利用率也较低。各种机械中受力复杂的重要零件,如主轴、传动轴、齿轮、凸轮、叶轮、叶片等,大都采用锻件。

冲压:冲压是利用装在冲压机床上的冲模,对金属板料加压,使之产生变形或分离,从而获得零件或毛坯的加工方法。冲压件具有质量小、刚性好、精度高等优点,各种机械中的板料成型件和电器、仪表及生活用品中的金属制品,绝大多数都是冲压件。

焊接:焊接是利用加热或加压(或两者并用)使两部分分离的金属形成原子间结合

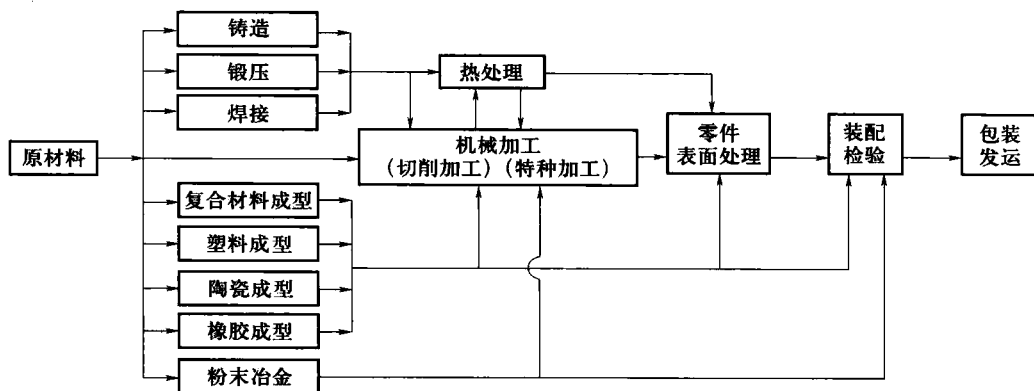


图 1 机械制造过程

的一种不可拆卸的连接方法。焊接具有连接质量好、节省金属、生产率高等优点。焊接可制造金属结构件,如机架、锅炉、桥梁、船体等;也可制造零件毛坯,如某些机座、箱体等。

下料:下料是将各种型材利用机锯、气割或剪切获得零件坯料的一种方法。

切削加工:切削加工是用切削工具从毛坯或型材坯料上切去多余的材料,获得几何形状、尺寸及表面粗糙度等方面均符合图纸要求的零件的方法。切削加工又分为钳工和机械加工(简称机工)两大部分。钳工一般是用手工工具对工件进行加工的,其基本操作包括划线、錾削、锯切、锉削、钻孔、铰孔、攻螺纹、套螺纹、刮削和研磨等。机工是由工人操纵机床进行切削加工的,常见的有车削、钻削、镗削、铣削、刨削和磨削等。切削加工在机械制造中占有十分重要的地位,几乎所有的机器零件都要经过切削加工。

热处理:在毛坯制造和切削加工过程中常常要对工件进行热处理。热处理是将固态金属在一定的介质中加热、保温后以某种方式冷却,以改变其整体或表面组织,从而获得所需性能的工艺方法。通过热处理可以提高金属材料的强度和硬度,或者改善材料的塑性和韧性等,以充分发挥金属材料的潜力。机器中很多零件要经过热处理,例如机床上有80%左右的零件要进行热处理。钢的常用热处理方法有退火、正火、淬火、回火和表面热处理等。

装配:装配是将零件按装配工艺要求组装起来,并经过调试和检验等使之成为合格产品的过程。

通常把铸造、锻造、焊接和热处理称为热加工,切削加工和装配称为冷加工。

金工实习的主要内容如下:

(1) 钢铁的基本知识;

(2) 冷、热加工的主要加工方法、加工工艺以及所用设备、附件、工具、量具和刀具的使用方法;

(3) 零件的一般结构工艺性问题。

实习在工厂内按工种进行。教学环节有实际操作、现场表演、专题课、综合训练和教学实验等。其中实际操作是实习的主要环节,通过实际操作获得各种加工方法的感性知识,初步学会使用有关的设备和工具;现场表演在实际操作的基础上进行,以扩大必要的工艺知识面;专题课是就某些工艺问题安排的专题讲解;综合训练是运用所学知识和技能,独立分析、解决一个具体的工艺问题,并亲自付诸实践的一种综合性练习;教学实验以介绍新技术新工艺为主,目的是扩大知识面和开阔视野。

二、金工实习的目的要求

学习工艺知识,培养实践能力,训练良好作风,这既是金工实习的目的,也是对金工实习的三项基本要求。

1. 学习工艺知识

工科院校的学生,除了应具备较强的基础理论知识和本专业的技术知识外,还必须具备一定的机械制造过程的基本工艺知识。这对机械类专业是如此,对电类和其他大多数类型的专业也是如此,因为在技术科学领域中,无论从事哪种专业,都与机械有着或多或少的联系,都不可避免地要和机械打交道。例如,无线电、计算机等专业所设计和使用的

各种电子、电器元件及设备,均要用机械来制造,许多电子、电器设备本身还包含着机械部分;化工专业的化工设备,也大都是机械设备;自动控制专业的各种控制系统都必须与作为执行机构的机械装置相联系。因此,具备一定的机械制造工艺的基本知识,对某些后续课程的学习、毕业设计和今后的工作,都将大有益处。

2. 培养实践能力

对于工科院校的毕业生,具有一定的动手能力,具备向实践学习、运用所学知识技能去独立分析、亲自解决一般工艺技术问题的能力,是十分重要的。由于金工实习是一门实践性很强的课程,直接参加工厂的生产实践,接触机械制造的生产过程,操作各种机器设备,使用各种工具,为培养实践能力创造了良好的条件和环境。例如,机工实习可培养操纵机器设备的能力,铸工、钳工实习可培养手工使用工具的能力,综合训练环节可培养独立分析、解决实际问题的能力。

3. 训练良好作风

作为一名工程技术人员,在政治思想素质方面应具有坚定的、正确的政治方向,艰苦奋斗的创业精神,团结勤奋的工作态度和严谨进取的科学作风。由于金工实习是在生产实践的特殊环境下进行的,是学生第一次接触工人群众,第一次用自身的劳动为社会创造物质财富,第一次通过理论和实践的结合来检验自身的学习效果,第一次以劳动者的身份在组织纪律和作风上约束自己,必然在思想观念和作风上产生较大的影响。在实习中,能自觉地进行思想和作风方面的锻炼,向实际学习,向工人群众学习,培养劳动观点,加深对理论联系实际重要性的认识,加强组织性和纪律性,训练良好的作风,努力提高自己的整体素质。

三、金工实习课程的教学指导思想

金工实习课程的教学内容和教学过程应充分体现基础性、实践性和制造性三个方面的要求:

(1) 根据教学要求和教学条件,目前的金工实习尚难以过深地进入专业内容的教学,因此它应属于基础性的课程。

(2) 根据教学内容和教学方式,工科院校的金工实习的教学重点应立足于实践,充分体现其实践性要求。

(3) 就目前教改要求和教学现状,课程的教学除与学科相近的应用性内容外,主要还是工程制造范畴的实践内容,特别是机械制造系统的内容。

金工实习课程应有一个明确的教学基本指导思想。制订一个既符合实际情况,切实可行,又体现大刀阔斧进行改革的教学基本要求,是实现高质量的金工实习的重要环节。

众所周知,工科院校的教学过程都应有一个实践的环境,金工实习应是工程实践的基础和启蒙教育。

概言之,工程基础实践的面要广,面广才能使视野开阔,面广才能在实践的比较和思维中引发学生的思维冲动;工程基础实践的内容要新,它本身就应包含创新的实践,而且要精选能代表当前工程基础实践教学要求的新内容,尤其是对传统基本内容的改造。只有充分更新实习或实践的内容,包含解决问题的实验探索,才会引起学生浓厚的实践兴趣和主动参与的积极性。

可以认为金工实习教学的基本指导思想是:

(1) 宜广不宜深、宜新不宜旧、宜精不宜多。

(2) 增加工艺实践内容,增强实践动手能力。

(3) 经过扎实的教学和训练过程,逐步形成一个完整的、实践性很强、内容新和视野面宽广的金工实习课程。

所以,金工实习的教学应在一定理论的指导下重视加强基础、重视实践。通过有关工种的实践训练、金工实验、金工工艺实践、金工电化教学、金工工艺分析讨论等教学环节将三者溶为一体。结合机械制造的综合条件,着重于分析、综合、启发学生思维,注意培养学生的实践创新精神和解决问题的能力。

四、学生金工实习守则

(1) 要严格遵守上下班制度,不得迟到、早退、或无故不参加实习。有病凭医生证明请假。

(2) 实习期间不得会客,不得请事假,特殊情况必须经所在辅导员(班主任)证明,经实习工厂(或培训中心)批准方有效。

(3) 实习期间一般不得参加其他活动及各种会议,特殊情况必须持有教务处证明,并经实习工厂批准。

(4) 实习时,要耐心静听指导师傅讲解和示范,切实了解掌握后方可进行操作。

(5) 应在指定岗位上进行实习,工厂内任何未指定实习的设备、工具或电器开关等不得私自拨动或使用。

(6) 遵守安全操作规程,服从师傅指导。

(7) 实习时应保持严肃认真的态度,不许打闹、说笑或串岗,不得违禁看与实习无关的书。

(8) 实习时要穿工作服,不准穿拖鞋、凉鞋,不得围围巾、戴手套进行操作(规定可戴手套的除外),女同学要戴安全帽。

(9) 二人操作一台设备或分组操作实习时,应分工明确、互相配合,操作时必须注意他人的安全。

(10) 节约原材料,争取不出废品。

(11) 爱护设备,争取不发生事故,如发现所用设备有故障或异声,应立即停车并报告师傅进行检查,如发生事故,应保持现场并立即报告师傅听候处理。

(12) 搞好文明生产,保持工作岗位的整洁,工件和工具应放在指定位置,不得乱拿、错拿别人的工件和工具,更不得将这些公物归为己有。

(13) 每天实习完毕,要做到:

① 整理和清点好自己的工具和量具;

② 将设备擦拭干净,周围环境打扫干净;

③ 关好电源和窗户;

④ 经指导师傅核查后,方可离开。

(14) 实习前要预习《金工实习指导书》、《金工实习》教材,明确当天实习的目的和要求及其内容,实习后要复习教材和金工实习指导书,并做好实习报告。

(15) 如不遵守本守则规定,经劝告无效者,可令其立即退出工厂停止实习。

第1章 机械制造工程基本知识

机械制造业是国民经济的支柱产业,它担负着向社会各行业提供各种机械装备的任务。机械制造业所提供装备的水平对国民经济的技术进步、质量水平和经济效益有着直接的影响。

设计的机械产品必须经过制造,方可成为现实。从原材料(或半成品)成为机械产品的全过程称为生产过程。机械产品生产过程如图1-1所示。制造过程是生产过程的最主要部分。在市场经济条件下,企业生产的目的是向市场提供合格产品的同时获取相应的经济效益。企业在运行过程中主要解决两个问题:一是根据市场及其他条件决定制造什么产品(生产决策)并取得销售订单(经营决策);二是从技术和管理两方面进行生产组织,制造出合格的产品。产品的质量是企业生存与发展的根本保证,机械产品的质量是由机械制造生产过程决定的。

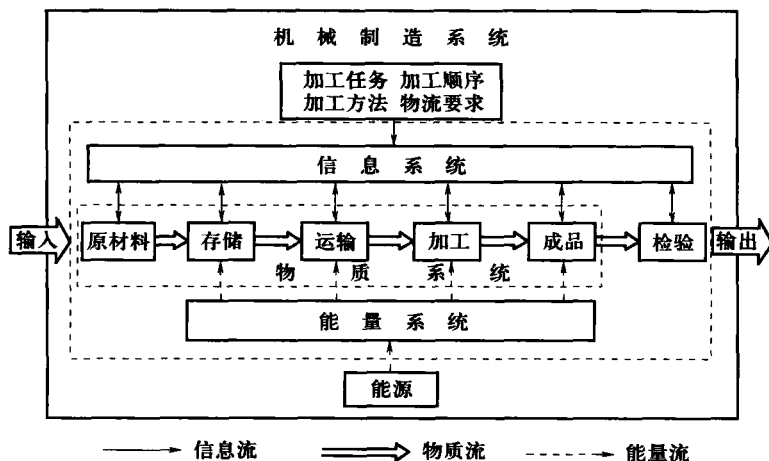


图1-1 产品生产过程

1.1 机械产品的质量

影响机械产品质量的因素很多,其中设计质量是保证产品质量的前提,而制造质量是保证产品质量的关键。制造质量主要包括零件的加工质量和装配质量。

1.1.1 零件的加工质量

零件的质量主要是指零件的材质、力学性能和加工质量等。零件的材质和力学性能将在下一章中叙述。零件的加工质量是指零件的加工精度和表面质量。加工精度是指加工后零件的尺寸、形状和表面间相互位置等几何参数与理想几何参数相符合的程度。相