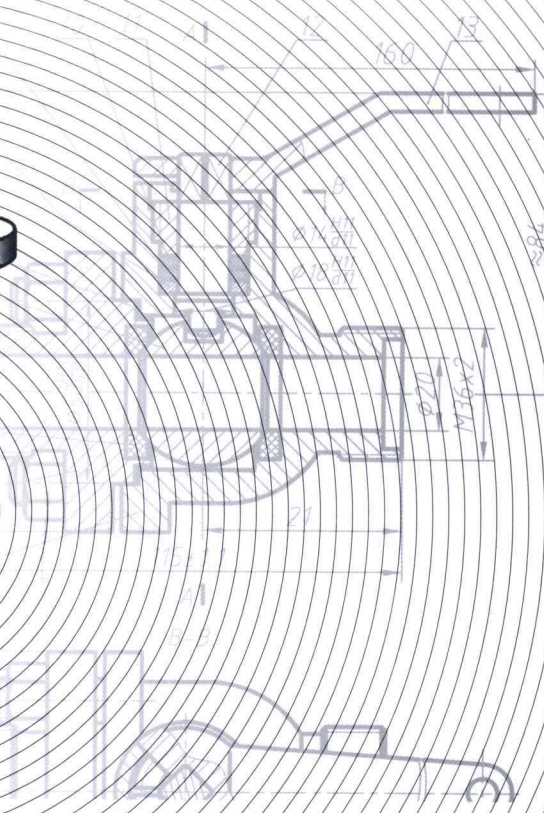
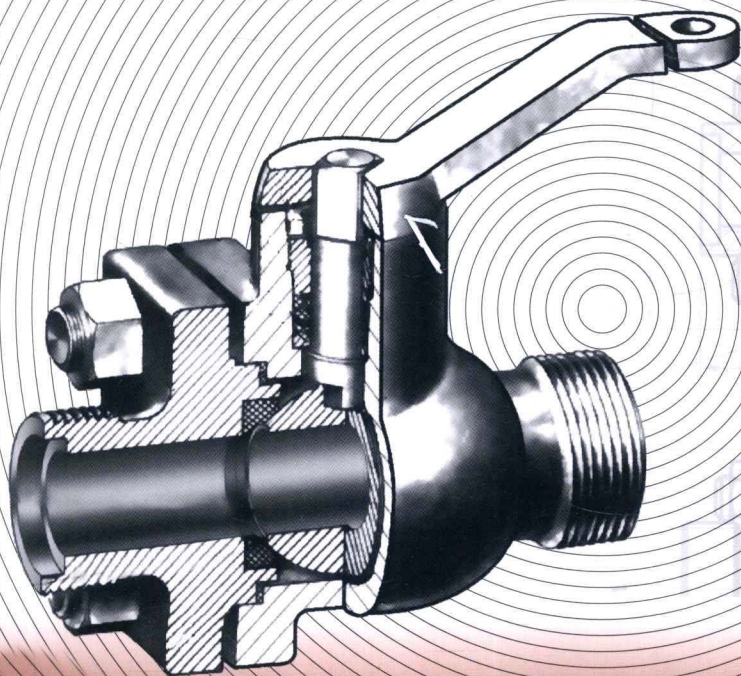




普通高等教育“十二五”规划教材

现代机械制图

主 编 王志忠 雷淑存
副主编 宋春明 李 涛
主 审 郑 镁



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材

现代机械制图

主 编 王志忠 雷淑存
副主编 宋春明 李 涛

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本套教材分两册出版。其中,《工程图学基础》(已于2011年7月在科学出版社出版)是高等院校“工程制图”课程的公共基础通用教材;《现代机械工程制图》(本书)专为机械类、近机械类专业“机械制图”课程编写,与《工程图学基础》配套使用。

本书依照教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”,参考国内同类优秀教材,采用最新的相关国家标准,并吸收“工程制图”陕西省精品课程建设和多项教学研究与改革的成果,经过精心组织编写而成。

全书分上、下两篇和附录三部分。上篇为传统的机械工程制图内容,包括机械工程图预备知识、标准件与常用件、零件的技术要求、零件图、装配图、表面展开图和焊接图;下篇介绍 SolidWorks 三维机械设计绘图应用程序的命令与工程图的生成等内容;附录包括图样的简化表示法、机械制图常用的国家标准等参考资料。

本书可作为高等工科院校本科及专科机械类、近机械类各专业机械工程制图课程的教材,也可作为函授、电大、夜大和职业技术教育同类专业或职工技术培训的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

现代机械工程制图/王志忠,雷淑存主编. —北京:科学出版社,2011
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-03-032657-7

I. ①现… II. ①王…②雷… III. ①机械制图-高等学校-教材
IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 222714 号

责任编辑:匡 敏 朱晓颖 张丽花 / 责任校对:张林红
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市文林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2012 年 1 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2012 年 1 月第一次印刷 印张:15

字数:380 000

定价:29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

本套教材分两册出版。其中,《工程图学基础》(已于2011年7月在科学出版社出版)是高等院校“工程制图”课程的公共基础通用教材;《现代机械工程制图》(本书)专为机械类、近机械类专业“机械制图”课程编写,与《工程图学基础》配套使用。

全书内容分为上、下两篇和附录三部分。上篇为传统的机械工程制图内容;下篇主要介绍SolidWorks 2008三维机械设计绘图应用软件的命令、操作以及工程图的生成等;附录I是简化表示法,摘录了国家标准《简化表示法》的部分内容[图样画法(GB/T 16675.1—1996)和尺寸注法(GB/T 16675.2—1996)],附录II则为机械制图常用的国家标准等参考资料。

本书采用了最新的国家标准,并对各章节及附录中相应标准的内容或图例做了适当的简化,以便于查阅和使用。为了培养和提高学生的工程素质,第1章简要介绍了与机械工程制图相关的预备知识,以便于学生更好地理解 and 掌握机械工程制图的教学内容。

本书在体系上力求把传统机械制图与现代机械设计、制造与工艺,以及现代设计制图技术融为一体,因此,在下篇中详细介绍了SolidWorks 2008三维机械设计绘图软件的应用,旨在使学生掌握这一现代设计制图技术,以满足当今社会对新型人才知识结构的需求。

本书由王志忠、雷淑存任主编。上篇编者依次为:张政武(第1章),陈华(第2章部分),吴信联(第2章部分,第3章部分),王幼苓(第3章部分),雷淑存(第4章),李涛(第5章),王志忠、宋春明(第6章);下篇由雷淑存、李涛和宋春明编写;附录I和附录II分别由张政武和王志忠编写。

西安交通大学郑镁教授仔细审阅了全书并提出许多宝贵的修改意见,在此谨表示衷心感谢!

由于编者经验与水平所限,书中不当之处敬请读者批评指正。

编 者

2011年11月

目 录

前言

上篇 机械工程制图

第 1 章 机械工程图预备知识	2
1.1 机器概述	2
1.1.1 机器的作用与分类	2
1.1.2 机器的构成	2
1.1.3 机器的制造与装配顺序	3
1.2 机械设计与制造过程简介	3
1.2.1 机械产品设计过程与方法	3
1.2.2 机械制造过程	4
1.3 机械制造方法简介	5
1.3.1 机械制造方法	5
1.3.2 机械装配方法	9
1.3.3 成形表面加工及成形刀具	10
1.4 机械工程材料简介	11
1.4.1 金属材料	11
1.4.2 非金属材料	12
第 2 章 标准件与常用件	13
2.1 螺纹和螺纹紧固件	13
2.1.1 螺纹及螺纹要素	13
2.1.2 螺纹的规定画法与标注	15
2.1.3 螺纹紧固件及其连接画法	18
2.2 键	23
2.2.1 键的作用和种类	23
2.2.2 键的规定标记	24
2.2.3 普通平键的键槽尺寸与标注	24
2.2.4 普通平键联结的画法	25
2.3 销	25
2.3.1 销的作用和种类	25
2.3.2 销的规定标记	25
2.3.3 销的连接画法	26
2.4 滚动轴承	26
2.4.1 滚动轴承的作用、结构和种类	26
2.4.2 滚动轴承的画法	26
2.4.3 滚动轴承的代号与标记	28
2.5 齿轮	29
2.5.1 直齿圆柱齿轮的各部分名称及尺寸	29
2.5.2 圆柱齿轮的规定画法	31

2.6	弹簧	33
2.6.1	圆柱螺旋压缩弹簧的参数	33
2.6.2	圆柱螺旋弹簧的规定画法	33
第3章	零件的技术要求	36
3.1	零件的表面结构及其标注	36
3.1.1	概述	36
3.1.2	表面结构的评定参数	36
3.1.3	表面结构的图形符号、代号及其标注方法	37
3.1.4	表面结构要求在图样和其他技术产品文件中的注法	40
3.1.5	表面结构参数的选用	43
3.2	极限与配合	43
3.2.1	互换性	43
3.2.2	极限与配合的概念	44
3.2.3	极限与配合在图样中的标注	48
3.2.4	极限偏差数值的查表方法	50
3.2.5	极限与配合的选择	51
3.3	几何公差标注	53
3.3.1	几何公差种类、几何特征及其符号	53
3.3.2	几何公差的标注	54
第4章	零件图	57
4.1	零件图概述	57
4.2	零件的视图选择	58
4.2.1	主视图的选择	58
4.2.2	其他视图的选择	58
4.3	零件的尺寸标注	60
4.3.1	尺寸基准的种类和选择	60
4.3.2	合理标注尺寸应注意的问题	61
4.3.3	标注零件尺寸的方法与步骤	64
4.4	典型零件分析	64
4.4.1	轴套类零件	64
4.4.2	轮盘类零件	66
4.4.3	叉架类零件	68
4.4.4	箱体类零件	70
4.5	零件上常见结构的画法及尺寸注法	72
4.6	读零件图	79
第5章	装配图	83
5.1	装配图的内容	83
5.2	装配图的表示方法	85
5.2.1	装配图的规定画法	85
5.2.2	装配图的特殊画法	85
5.3	装配图中的尺寸标注和技术要求	87
5.3.1	装配图中的尺寸标注	87
5.3.2	装配图中的技术要求	88
5.4	装配图中零件序号的编排及明细栏、标题栏填写	88
5.4.1	零件序号的编排	88

5.4.2	标题栏和明细栏	89
5.5	常见装配结构分析及画法	90
5.6	画装配图的方法及步骤	94
5.7	读装配图的方法及步骤	103
5.8	由装配图拆画零件图	106
第6章	表面展开图和焊接图	113
6.1	表面展开图	113
6.1.1	概述	113
6.1.2	锥面的表面展开	114
6.1.3	柱面的表面展开	117
6.1.4	不可展表面的近似展开	120
6.1.5	表面展开的工程应用实例	122
6.2	焊接图	123
6.2.1	焊接的连接形式及焊缝的规定画法	123
6.2.2	焊缝的标注方法	124
6.2.3	焊接件图例	129

下篇 SolidWorks 三维机械设计基础

引言	132	
第7章	SolidWorks 的操作基础	133
7.1	程序启动及文件管理	133
7.1.1	系统的启动	133
7.1.2	保存文件	134
7.2	SolidWorks 的零件模型工作界面	134
7.3	模型的显示与鼠标的快捷操作	136
7.3.1	SolidWorks 中各鼠标按键的作用及快捷操作	136
7.3.2	显示控制	136
第8章	草图的绘制	138
8.1	草图的作用及草图模式	138
8.1.1	草图的作用	138
8.1.2	草图模式的进入	138
8.2	草图的绘制	139
8.2.1	草图绘制工具的应用	139
8.2.2	草图绘制过程中应注意的问题及实例	146
第9章	实体特征设计	148
9.1	实体特征的创建	148
9.1.1	实体特征的形成	148
9.1.2	实体特征工具及应用	148
9.2	创建实体特征应注意的问题及实例	163
9.2.1	创建实体特征过程中应注意的问题	163
9.2.2	实体特征创建实例	163
9.2.3	实体特征的再编辑	166
第10章	装配体的建立	167
10.1	装配体设计的基本方法	167
10.2	装配体的建立	167

第 11 章 工程图的创建	171
11.1 工程图中各种视图的创建	171
11.1.1 工程图模式的进入	171
11.1.2 视图的创建	171
11.1.3 剖视图的创建	174
11.1.4 视(剖视)图创建中的常见问题	178
11.1.5 装配体的工程图创建	179
11.1.6 工程图创建过程实例	179
11.2 工程图中的尺寸标注	183
11.3 工程图中的技术要求	184
11.4 系统选项设定	185

附 录

附录 I 简化表示法	188
I.1 图样画法(摘自 GB/T 16675.1—1996)	188
I.1.1 基本要求	188
I.1.2 简化画法	188
I.2 尺寸注法(摘自 GB/T 16675.2—1996)	190
I.2.1 基本要求	190
I.2.2 简化注法	191
附录 II 机械制图常用国家标准及常用材料与热处理方法	195
II.1 螺纹基本尺寸和螺纹要素	195
II.2 螺纹紧固件	199
II.3 键联结和销连接	208
II.4 滚动轴承	212
II.5 极限与配合	215
II.6 产品几何技术规范(GPS)	224
II.7 机械零件的结构要素	226
II.8 其他标准	229
II.9 材料与热处理	230
参考文献	232

上 篇
机械制图

第 1 章 机械工程图预备知识

1.1 机器概述

1.1.1 机器的作用与分类

机器是由零件组成的、执行机械运动的装置。机器的种类很多,其结构、功能和用途各异,按其用途和功能等可分为以下几类。

(1) 动力机器:如电动机、发电机和内燃机等,主要用以实现机械能与其他形式能量之间的转换。

(2) 加工机器:如普通机床、数控机床和工业机器人等,主要用来改变物料的结构形状、性质和状态。

(3) 运输机器:如汽车、火车、飞机和输送机等,主要用来改变物料的空间位置。

(4) 信息机器:如计算机、摄像机和复印机等,主要用来获取或处理各种信息。

图 1-1 所示为普遍使用的一种动力机器——电动机;图 1-2 所示为工业制造中最常用的加工机器——普通车床。

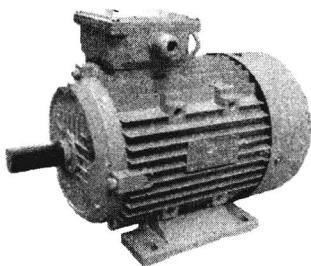


图 1-1 电动机

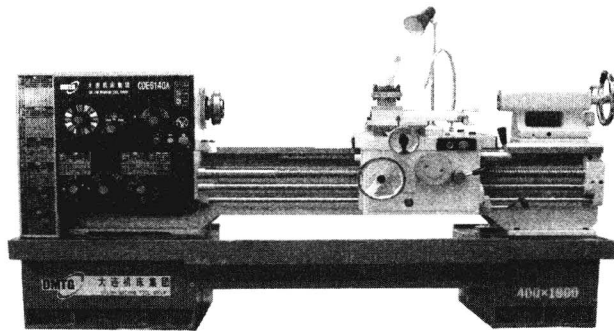
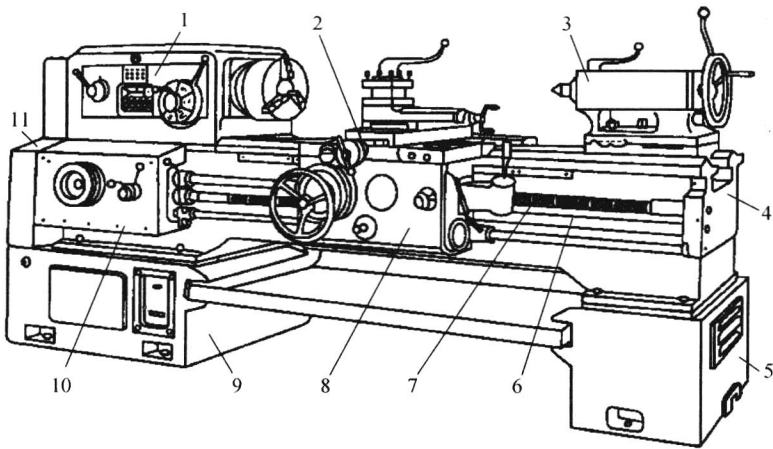


图 1-2 CDE6140A 型普通车床

1.1.2 机器的构成

任何一台机械产品(机器)都是用一定的材料,按预定的要求制造而成的,它具有一定的形状、大小和重量。如果从机器构成的角度来分析,机器是由部件和零件按预定的方式装配起来,彼此保持一定的相对关系,并能实现某种运动的装置。如果从制造的角度分析,任何机器都是由若干零件组成的,零件是机器中单独加工不可再分的单元体,不同的零件具有不同的结构形状和加工要求。

如图 1-3 所示为普通卧式车床外形图。它主要由床身、主轴箱、进给箱、溜板箱、刀架和尾座等部件构成。主轴箱由主轴部件、主传动变速及操纵机构、离合器及制动器、交换齿轮与换向机构、润滑装置等部件构成。而主轴部件又由主轴、轴承、套筒、传动齿轮及紧固件等零件构成。



1-主轴箱;2-刀架;3-尾座;4-床身;5、9-床腿;6-光杠;
7-丝杠;8-溜板箱;10-进给箱;11-挂轮变速机构

图 1-3 普通卧式车床外形图

1.1.3 机器的制造与装配顺序

制造一台机器,必须从每个零件的加工开始,将加工合格的零件连同外购件按照一定的要求进行组配、连接成符合设计要求的机器,这称为机器的装配。装配时,先将最基本的零件组装成小部件,再将若干个小部件装配成大部件,最后装配成机器。

1.2 机械设计与制造过程简介

1.2.1 机械产品设计过程与方法

1. 产品的设计过程

产品设计是产品整个生命周期中非常重要的环节。机械产品设计过程一般分为初期规划设计、总体方案设计、结构技术设计、生产施工设计等四个阶段。初期规划设计包括选题、调研和预测、可行性论证、确定设计任务;总体方案设计包括目标分析、创新构思、方案拟订、方案评价和方案决策;结构技术设计包括结构方案拟订、造型设计、结构设计、材料选择与尺寸设计、设计图绘制;生产施工设计包括工艺设计、工装设计和施工设计。

2. 产品现代设计方法——并行工程

传统的设计过程是一个直线链串行设计流程,从一个环节流向另一个环节。这种设计过程使得产品整个生命周期各环节相互独立,顺序作业,缺乏必要的信息交流和反馈,往往使产品开发周期长、反复次数多,并易造成设计与生产脱节。现代产品设计开发通常采用并行产品设计——并行工程,即在产品设计初期,就全面考虑产品的市场、制造、使用、销售及回收再利用等全过程,使各阶段交叉、重叠进行,从而缩短产品开发时间、降低生产成本,提高产品质量和生产率,为产品最终取得社会效益和经济效益打下良好的基础。产品并行设计过程如图 1-4 所示。

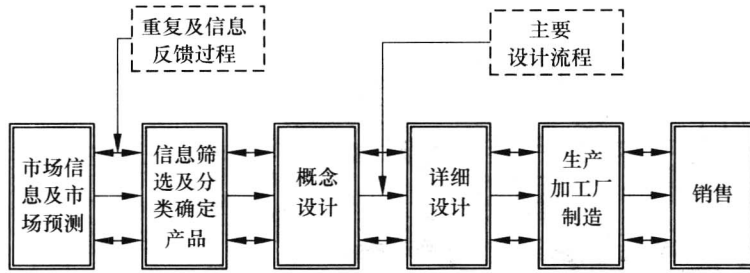


图 1-4 机械产品并行设计过程方框图

1.2.2 机械制造过程

机械产品的制造是一个包含产品设计、生产、销售、售后服务、信息反馈和设计改进等环节的系统。机械产品制造过程如图 1-5 所示。

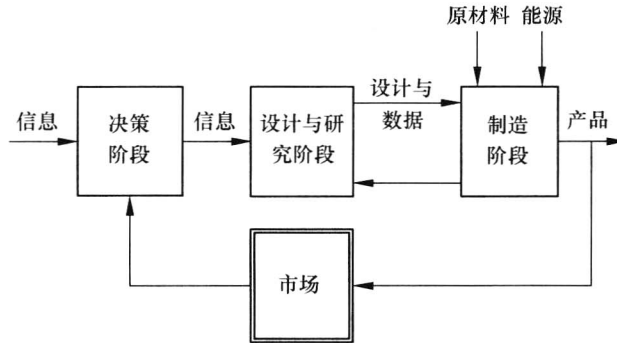


图 1-5 机械产品的制造过程

1. 生产过程

在制造机械产品时，把原材料转变为成品的各种有关劳动过程的总和，称为生产过程。生产过程是机械制造过程的核心，是机械产品由设计向产品转化的过程，主要包括下列内容：

- (1) 原材料、半成品的运输和保管。
- (2) 生产和技术准备工作，如工艺、工装的设计、制造以及生产组织等。
- (3) 毛坯制造，如铸造、锻造、焊接和冲压等。
- (4) 零件的机械加工、热处理等工作。
- (5) 部件和产品的装配、调整工作。
- (6) 产品测试与检验。
- (7) 产品的涂装和保管。

2. 工艺过程

机器的生产过程中，毛坯的制造、零件的机械加工与热处理、产品的装配等工作将直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使之成为成品或半成品，这一过程称为工艺过程。

原材料经过铸造、锻造、冲压或焊接等加工方法而成为铸件、锻件、冲压件或焊接件的过

它们的形状、尺寸和表面质量而使其成为合格零件的过程,称为机械加工工艺过程。对零件或半成品通过各种热加工处理而改变其表面材料性质的过程,称为热处理工艺过程。而将合格的机器零件和外购件、标准件装配成部件、机器的过程,则称为装配工艺过程。

3. 装配过程

装配过程是机器制造工艺过程中的重要组成部分。装配工艺过程主要包括清洗、连接、校正和配作、平衡、试验验收等。

1) 清洗

机械零件在装配前,必须进行清洗和检查,以清除零件表面的污物。

2) 连接

连接是最基本的装配。连接分为可拆卸连接和不可拆卸连接两大类。可拆卸连接包括螺纹连接、键联结、销钉连接、圆锥体连接,其中以螺纹连接应用最为广泛。不可拆卸连接包括焊接、铆接、胶合连接和过盈连接等。

3) 校正和配作

校正是指装配时对各零部件间相互位置的找正及调整。校正的过程同时也是对零部件的尺寸、形状及位置的检验过程。配作主要有配钻、配铰、配刮及配研等。

4) 平衡

转速较高的转动零件或部件,在装配时必须进行平衡,以消除或减轻运转时由惯性离心力而引起的振动,从而提高部件和机器工作的平稳性并降低噪声。

5) 试验验收

产品装配完成后,应根据产品技术规范或标准进行检验与试验。

1.3 机械制造方法简介

机械制造方法是指将原材料改变其形状或特性,最终形成产品的方法。生产中制造方法一般包括机械加工与机械装配两方面,而机械加工与机械装配中又有许多种不同方法,机械产品制造方法的分类如图 1-6 所示。

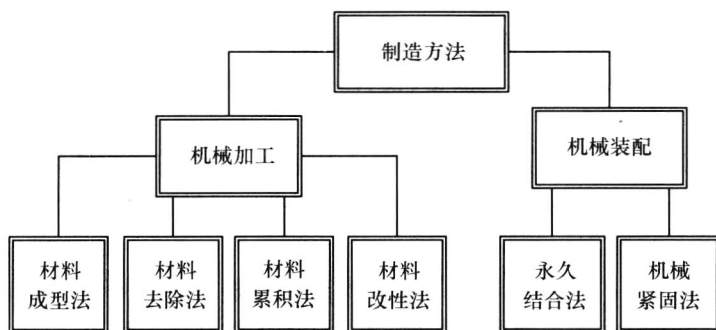


图 1-6 机械产品制造方法的分类

1.3.1 机械制造方法

1. 材料成型法

材料成型法是指将原材料加热成液态、半液态,并在特定模具中冷却成型、变形,或将粉末

状的原材料在特定型腔中加热、加压成型的方法。材料在成型前后没有质量的变化,故又常称为“质量不变工艺”。材料成型法是零件毛坯的主要生产形式,生产中常用的材料成型法有铸造、锻造、粉末冶金、挤压、轧制和拉拔等方法。

1) 铸造

将熔化成液态的金属浇入事先做好的铸型中,金属凝固后获得一定形状和性能的铸件,称为铸造工艺。砂型铸造是生产中使用最广泛的铸造方法,常用于毛坯制造。其工艺过程如图 1-7 所示。

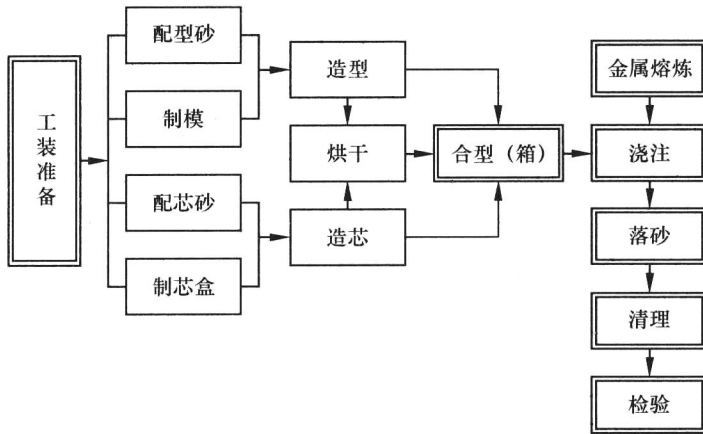


图 1-7 砂型铸造工艺过程

2) 锻造

锻造是指利用外力使材料产生塑性变形并形成所需形状和尺寸的方法。锻造也是生产中制造毛坯的主要方法之一。

3) 其他方法

另外,还有粉末冶金、挤压、轧制和拉拔等其他材料成型法。

2. 材料去除法

材料去除法是利用机械能、热能、光能、化学能等去除毛坯上多余材料而形成所需的形状和尺寸的方法。生产中常见的有车、铣、钻、铰、镗、磨等材料去除方法。

1) 车削

车削加工是机械加工方法中应用最广泛的方法之一,主要用于回转体零件的加工,如轴套类、轮盘类零件的内外圆柱面、圆锥面、台阶面及各种成形回转面等。其典型的加工表面如图 1-8(a)、(b)所示。

车床是完成车削加工的机器。车床的种类按其结构和用途主要分为卧式车床、立式车床和转塔车床等。图 1-3 所示为普通卧式车床,图 1-9 所示为立式车床。

2) 铣削

铣削加工是在铣床上用旋转的铣刀加工各种平面和沟槽的方法,它在机械零件加工和工具制造中仅次于车削。铣削加工适应面广,可加工各种零件的平面、台阶面、沟槽、成形表面、型孔表面及螺旋表面等。其典型的加工表面如图 1-8(c)、(d)所示。

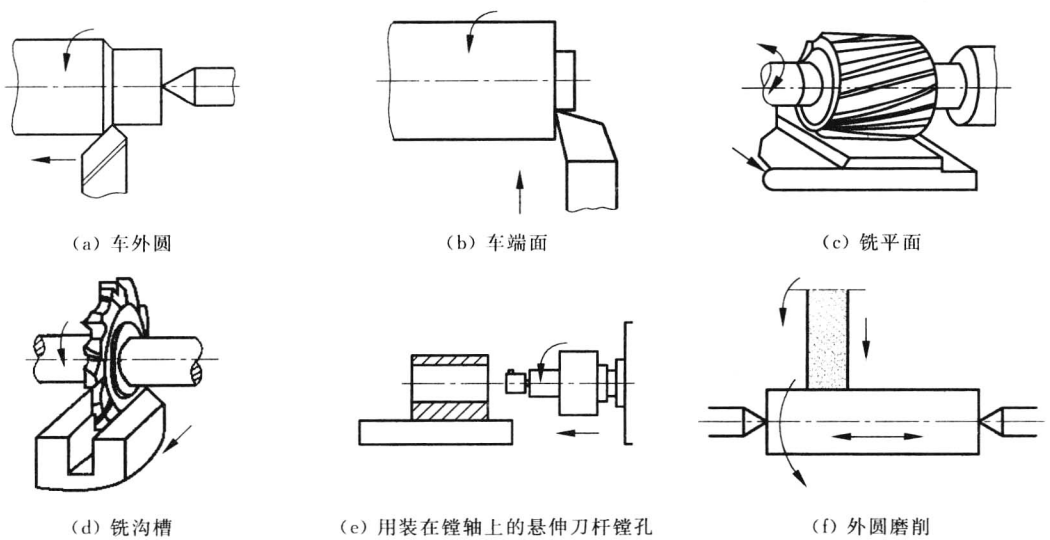
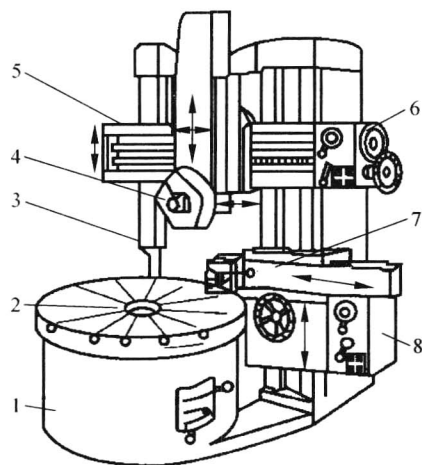


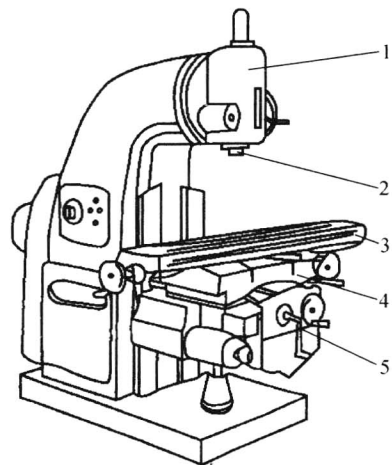
图 1-8 车、铣、镗、磨等最常见典型表面加工

铣床主要类型有卧式升降台铣床、立式升降台铣床、龙门铣床等。图 1-10 所示为立式升降台铣床的外形图。



1-底座;2-工作台;3-立柱;4-垂直刀架;5-横梁;
6-垂直刀架进给箱;7-侧刀架;8-侧刀架进给箱

图 1-9 立式车床



1-铣头;2-主轴;3-工作台;
4-床鞍;5-升降台

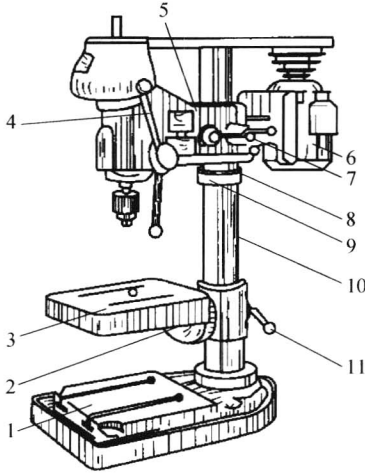
图 1-10 立式升降台铣床

3) 钻、铰、镗削

在钻床上以钻头的旋转做主运动,钻头沿工件上孔的轴向做进给运动,在工件上加工出孔的方法称为钻削;当工件上已加工有孔时,采用扩孔钻将孔径扩大的方法称为扩孔。铰削是用来对中、小直径的孔进行半精加工和精加工的常用方法,加工孔可以是圆柱孔,也可以是圆锥孔;既可加工通孔,亦可加工盲孔(不通孔)。镗削是指在镗床上以镗刀的旋转为主运动、工件或镗刀移动做进给运动、对孔进行扩大孔径及提高质量的加工方法。镗削加工的典型表面如图 1-8(e)所示。

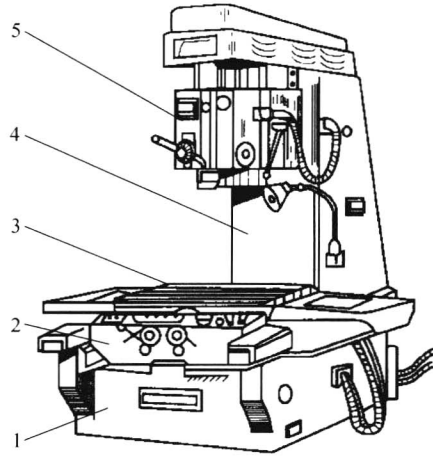
钻床是孔加工的主要机床之一,其种类主要有立式钻床、台式钻床和摇臂钻床等,图 1-11 所示为台式钻床的外形图。镗床主要用于加工重量和尺寸较大的工件上的孔系等,其主要类

型有卧式镗床、坐标镗床等。图 1-12 所示为立式单柱坐标镗床的外形图。



1-机座;2、8-锁紧螺钉;3-工作台;4-钻头进给手柄;5-主轴架;6-电动机;
7、11-锁紧手柄;9-定位环;10-立柱

图 1-11 台式钻床



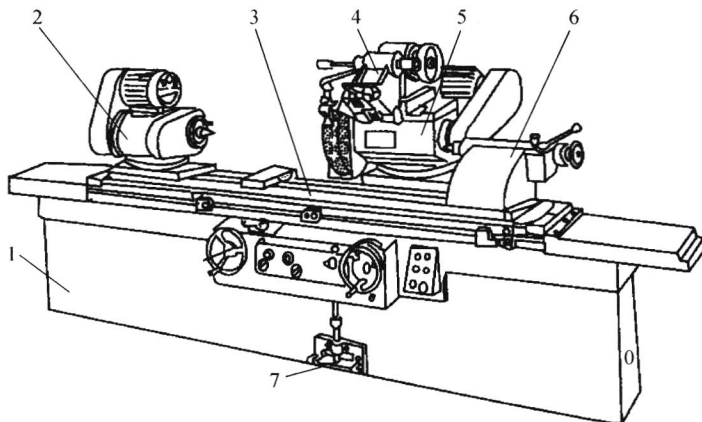
1-机座;2-滑座;3-工作台;
4-立柱;5-主轴箱

图 1-12 立式单柱坐标镗床

4) 磨削

磨削加工是指在磨床上使用砂轮与工件做相对运动、对工件进行的一种多刀多刃的高速切削方法。主要用于零件的精加工,尤其对难切削的高硬度材料,如淬硬钢、硬质合金、玻璃和陶瓷等进行加工。磨削加工的适应性很广,几乎能对各种形状的表面进行加工。磨削可分为外圆磨削(图 1-8(f))、内圆磨削、平面磨削等加工类型。

磨床的种类很多,生产中常用的有外圆磨床、内圆磨床和平面磨床等。图 1-13 所示为某型号万能外圆磨床的外形图。



1-床身;2-头架;3-工作台;4-内圆磨装置;5-砂轮架;6-尾座;7-脚踏操纵板

图 1-13 万能外圆磨床

3. 材料累加法

材料累加法是指将分离的原材料通过加热、加压或其他手段结合成零件的方法,又称质量

增加工艺。属于此类工艺的有焊接、快速原形制造等。

1) 焊接

焊接是指通过加热或加压、使用填充材料将分离的两部分结合成同一零件的加工方法。生产中焊接的方法很多,按照焊接过程的特点不同,可分为熔焊、压焊和钎焊三大类。

2) 快速原形制造

快速原形制造(RPM)是机械工程、计算机技术、数控技术以及材料科学技术的集成,它能够将计算机数学几何模型的设计迅速、自动地物化为具有一定结构和功能的原形或零件。RPM的核心是将零件(或产品)的三维实体按一定厚度分层,以平面制造方式将材料层层堆叠,并使每个薄层自动粘结成形,形成完整的零件。目前主要用于产品开发及模具制造方面。

快速原形制造技术工艺流程如图 1-14 所示。

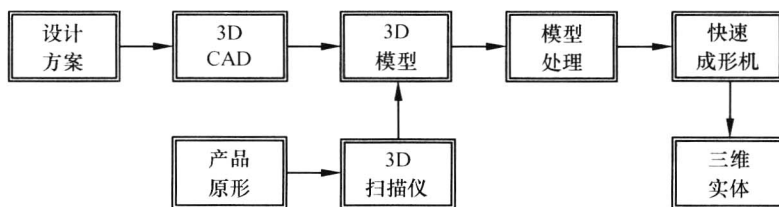


图 1-14 快速原形制造工艺流程

4. 材料改性法

材料改性法是生产中常用的热处理工艺,其主要目的是改善材料的加工性能、去除内应力以及提高零件的使用性能,常用的有退火、正火、淬火和回火等。

1) 退火和正火

退火是指将钢件加热到某一温度(对于碳钢,一般为 $750\sim 900^{\circ}\text{C}$),保温一段时间,然后随炉缓慢冷却的热处理工艺。退火工艺主要用于铸造、锻造及焊接零件的处理。退火的目的,一是均匀组织、细化晶粒;二是消除工件内应力,如经铸造、锻造或焊接后的钢件,因为有内应力的存在,会使工件变形,甚至开裂,所以必须退火处理,消除内应力;三是降低工件硬度,使其便于切削加工。

正火是指把钢件加热到 $780\sim 920^{\circ}\text{C}$,保温一段时间后,在空气中冷却的热处理工艺。与退火不同的是,正火的冷却速度较快,所获得的组织晶粒较细,力学性能得到改善。

2) 淬火和回火

淬火是指将钢件加热到 $780\sim 860^{\circ}\text{C}$,保温一段时间后,在冷却介质(如水或油)中快速冷却的热处理工艺。淬火的目的是提高零件表面的硬度和耐磨性,如各种刀具、量具、模具及许多机器零件都需要进行淬火处理。

回火是指将淬火后的零件,加热到一定温度并保温一段时间后,在空气中冷却的热处理工艺。

1.3.2 机械装配方法

1. 永久结合法

在装配方法中,属于永久结合的工艺主要有焊接、粘结等,其中焊接最常用。焊接后的工件