



CAD/CAM/CAE工程应用丛书

AutoCAD系列

# AutoCAD 2012

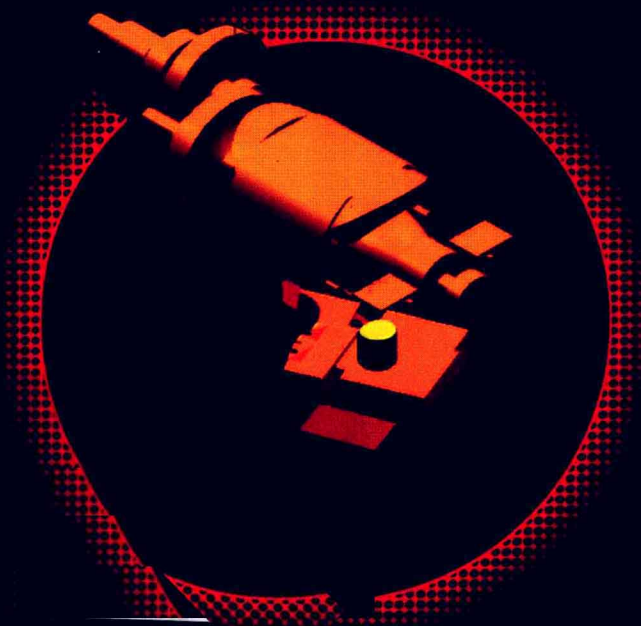
## 注塑模具

### 布局与结构设计

◎ 贾广浩 黄成 等编著

#### 本书核心内容包含

- 模具技术基础及应用
- LTOOLS 2010注塑模具辅助设计系统
- 涂料片模具结构设计
- 充电器面壳注塑模具结构设计
- 电话机听筒底壳模具结构设计
- 手机电池盖模具结构设计
- 茶叶罐模具结构设计
- 注塑模具浇口及排位设计



附赠超值  光盘  
视频操作+范例素材



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS



CAD/CAM/CAE 工程应用丛书 · AutoCAD 系列

# AutoCAD 2012 注塑模具 布局与结构设计

贾广浩 黄 成 等编著



机械工业出版社

本书由具有多年实际设计经历和工作经验的资深专家编写, 内容安排完全面向企业需求, 与企业完全接轨。本书主要介绍各种结构设计解决方案, 贯彻设计与生产实际相结合的理念。在实际结构设计之前首先介绍注塑模具结构设计的基本原理及经验知识, 接着运用理论原理进行实际的结构设计。

本书的主要章节结构分注塑模具基础、CAD 应用技术和模具结构设计案例 3 大部分。其中:

第 1 章: 注塑模具基础部分中主要介绍模具技术基础及应用。

第 2、3 章: 这一部分主要介绍 AutoCAD 2012 软件在注塑模具设计中的功能应用, 以及注塑模具辅助设计系统 LTOOLS 的扩展功能的入门知识。

第 4~9 章: 通过大量的、具有较高模具技术含量的经典案例, 详解 AutoCAD 2012 注塑模具的结构设计及所含的技术要点。

本书可作为零基础又想快速掌握模具设计的爱好者及从事模具设计的初、中级的用户的自学用书, 也可作为广大制图及各相关行业从业人员作为自学手册使用, 还可以作为各类院校或短训班的教材。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

AutoCAD 2012 注塑模具布局与结构设计/贾广浩等编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.12

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书·AutoCAD 系列)

ISBN 978-7-111-36562-4

I. ①A… II. ①贾… III. ①注塑—塑料模具—计算机辅助设计—AutoCAD 软件  
IV. ①TQ320.66-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 241280 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张淑谦

责任编辑: 张淑谦 谷玉春

责任印制: 杨 曦

保定市中国画美凯印刷有限公司印刷

2012 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·24.75 印张·613 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-36562-4

ISBN 978-7-89433-270-7 (光盘)

定价: 59.80 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页, 倒页, 脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010) 68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010) 88379649

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版



## 前言

AutoCAD 是由 Autodesk 公司开发的通用计算机辅助绘图和设计软件。它被广泛应用于机械、建筑、电子、航天、造船、石油化工、土木工程、冶金、气象、纺织、轻工等领域。在我国, AutoCAD 已成为工程设计领域应用最为广泛的计算机辅助设计软件之一。AutoCAD 2012 是为适应当今科学技术的快速发展和用户需要而开发的面向 21 世纪的 CAD 软件。它贯彻了 Autodesk 公司一贯为广大用户考虑的方便性和高效率的宗旨, 为多用户合作提供了便捷的工具体与规范和标准, 以及方便的管理功能, 因此用户可以与设计组密切而高效地共享信息。

在众多应用领域中, AutoCAD 在机械领域中的应用无疑是最为广泛的, 作为一位机械行业从业者, 如果不了解 AutoCAD, 就不是一位合格的机械行业从业者, 至少不能进入机械制造业的核心产业领域。由此可以知道, AutoCAD 软件对于制造业尤其是机械行业有着极其重要的地位。

### 本书内容

全书共 9 章, 主要包括模具技术基础与应用、AutoCAD 2012 应用入门、LTOOLS 2010 注塑模具辅助设计系统、涂料片模具结构设计、充电器面壳注塑模具结构设计、电话机听筒底壳模具结构设计、手机电池盖模具结构设计、茶叶罐盖模具结构设计、注塑模具浇口及排位设计等章节。

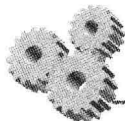
本书的主要章节结构分注塑模具基础、CAD 应用技术和模具结构设计案例等 3 大部分。

在模具设计案例章节中, 其内容均按本章导读→概述或简介→设计任务→设计思路分析→产品缩水设置→模架设计→模具总装图设计→模具零件拆画的模具设计流程来展开编写。

- 章前页导读: 主要说明各章中学习的知识要点及“动手操练”、“项目演练”等部分的实例引介。
- 设计任务: 设计任务中列出了该章产品的生产任务和设计任务。
- 设计思路分析: 这部分列出该章模具结构设计的思路及设计依据等内容。
- 产品缩水率设置: 此节内容主要介绍如何利用 AutoCAD 来设置模具产品的收缩率。
- 模架设计: 主要讲解利用 LTOOLS 系统来设计标准的模架。
- 模具总装图设计: 主要讲解利用 LTOOLS 系统来设计模具 4 大系统及尺寸标注。
- 模具零件拆画: 主要讲解拆分模具模仁的过程。

### 本书特色

本书主要是以注塑模具设计为导线, 全面详解 AutoCAD 2012 与 LTOOLS 2010 注塑模辅助设计系统的模具设计功能。在讲解经典案例的过程中, 穿插了大量的模具技术要点及软件操作注意事项, 兼顾了读者既要学习软件又要掌握注塑模具设计技术的迫切愿望。本书的创新点就是实战性强, 所有案例均为一线工程师在日常工作中所设计的经典方案, 这为大学毕业



生与工厂之间搭起“专业对口”的桥梁。

本书内容丰富，语言通俗易懂，并具有很强的实用性和操作性。本书在编写上形式新颖，特别是理论知识部分与案例部分的独特版面设计，巧妙结合，让人耳目一新。

此外，本书教程的多媒体光盘中包括近 1200 分钟的多媒体教学，对书中内容进行了全程的同步讲解，读者可以将两者结合使用，以达到事半功倍的学习效果。另外，光盘中还提供了部分实例的素材文件和最终效果文件，读者可以随时调用以便进行学习。

### 作者信息

本书在编写过程中得到了成都盛世博文科技有限公司多位同仁的大力帮助，在此诚表谢意。盛世博文科技公司是专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务的机构，并提供专业的 SolidWorks、Pro/ENGINEER、UG、CATIA 以及 AutoCAD 等软件的培训及技术咨询。

本书主要由贾广浩和黄成编写，此外参与编写的还有张启眉、曹明宝、张红霞、黄海力、张俊英、吕洋波、赵斌、刘顺、张云杰，他们为本书提供了大量的实例和素材。

感谢您选择了本书，希望我们的努力对您的工作和学习有所帮助，也希望您把对本书的意见和建议告诉我们。

编 者

## 目 录

## 前言

|                          |    |                                   |    |
|--------------------------|----|-----------------------------------|----|
| 第 1 章 模具技术基础及应用 .....    | 1  | 1.8 AutoCAD 在模具设计中的应用 .....       | 34 |
| 1.1 注塑成型原理与工艺特点 .....    | 1  | 1.8.1 AutoCAD 制图特点 .....          | 34 |
| 1.1.1 注塑机的组成 .....       | 1  | 1.8.2 AutoCAD 在模具结构设计中的运用特点 ..... | 35 |
| 1.1.2 注塑成型原理与特点 .....    | 2  | 1.9 本章小结 .....                    | 36 |
| 1.2 材料成型技术与装备 .....      | 3  | 第 2 章 AutoCAD 2012 应用入门 .....     | 37 |
| 1.2.1 金属液态成型 .....       | 3  | 2.1 AutoCAD 2012 简介 .....         | 37 |
| 1.2.2 金属塑性成型 .....       | 3  | 2.2 AutoCAD 2012 工作界面 .....       | 38 |
| 1.2.3 连接成型 .....         | 5  | 2.3 绘图环境的设置 .....                 | 41 |
| 1.2.4 粉末冶金成型 .....       | 6  | 2.3.1 选项设置 .....                  | 42 |
| 1.2.5 非金属材料成型 .....      | 7  | 2.3.2 草图设置 .....                  | 42 |
| 1.3 模具的种类与结构 .....       | 9  | 2.3.3 特性设置 .....                  | 43 |
| 1.3.1 塑料成型模具 .....       | 9  | 2.3.4 图形单位设置 .....                | 43 |
| 1.3.2 金属成型模具 .....       | 12 | 2.3.5 绘图图限设置 .....                | 44 |
| 1.3.3 陶瓷成型模具 .....       | 13 | 2.4 图形绘制辅助工具 .....                | 45 |
| 1.3.4 玻璃成型模具 .....       | 13 | 2.4.1 捕捉模式 .....                  | 45 |
| 1.4 模具设计与制造的一般流程 .....   | 13 | 2.4.2 栅格显示 .....                  | 45 |
| 1.5 模具与产品设计的注意事项 .....   | 14 | 2.4.3 对象捕捉 .....                  | 46 |
| 1.5.1 产品的形状与结构设计 .....   | 15 | 2.4.4 对象追踪 .....                  | 46 |
| 1.5.2 模具设计依据 .....       | 16 | 2.4.5 正交模式 .....                  | 47 |
| 1.5.3 模具设计注意事项 .....     | 16 | 2.4.6 锁定角度 .....                  | 48 |
| 1.6 模具分型面设计要点 .....      | 17 | 2.4.7 动态输入 .....                  | 48 |
| 1.6.1 分型面的类型与形状 .....    | 17 | 2.5 管理图层 .....                    | 50 |
| 1.6.2 分型面的选择原则 .....     | 18 | 2.5.1 图层特性管理器 .....               | 50 |
| 1.7 模具系统与机构设计要点 .....    | 20 | 2.5.2 图层工具 .....                  | 53 |
| 1.7.1 浇注系统的设计要点 .....    | 20 | 2.6 AutoCAD 2012 坐标系 .....        | 54 |
| 1.7.2 冷却系统的设计要点 .....    | 28 | 2.6.1 世界坐标系和用户坐标系 .....           | 54 |
| 1.7.3 脱模机构的设计要点 .....    | 30 | 2.6.2 笛卡儿坐标系(二维) .....            | 54 |
| 1.7.4 侧向分型与抽芯的机构设计 ..... | 32 | 2.6.3 极坐标系(二维) .....              | 55 |
|                          |    | 2.6.4 笛卡儿坐标系(三维) .....            | 56 |
|                          |    | 2.6.5 柱坐标系(三维) .....              | 57 |
|                          |    | 2.6.6 球坐标系(三维) .....              | 57 |



|                            |     |                        |     |
|----------------------------|-----|------------------------|-----|
| 2.7 二维图形的绘制与编辑             | 57  | 3.3.3 模架的选用            | 101 |
| 2.7.1 绘制二维图形               | 58  | 3.3.4 LTOOLS 2010 模架库  | 101 |
| 2.7.2 图形编辑                 | 59  | 3.4 模具标准件              | 103 |
| 2.8 尺寸标注与文字注释              | 62  | 3.4.1 支承与固定零件          | 103 |
| 2.8.1 图形的尺寸标注              | 62  | 3.4.2 导向零件             | 104 |
| 2.8.2 文字注释                 | 67  | 3.4.3 定位与限位零件          | 105 |
| 2.8.3 表格                   | 69  | 3.4.4 推出零件             | 106 |
| 2.9 图案填充                   | 71  | 3.4.5 LTOOLS 2010 标准件库 | 106 |
| 2.9.1 定义填充图案的边界            | 71  | 3.5 LTOOLS 2010 应用案例   | 107 |
| 2.9.2 添加填充图案和实体填充          | 71  | 3.5.1 创建标准模架           | 108 |
| 2.9.3 选择填充图案               | 72  | 3.5.2 创建注塑模具标准件        | 109 |
| 2.9.4 【图案填充创建】选项卡          | 72  | 3.5.3 BOM 设计           | 120 |
| 2.9.5 渐变色                  | 72  | 3.6 本章小结               | 124 |
| 2.9.6 面域                   | 73  | 第4章 涂料片模具结构设计          | 125 |
| 2.10 块                     | 73  | 4.1 涂料片模具结构设计思路分析      | 125 |
| 2.10.1 块的定义                | 74  | 4.1.1 设计思路分析步骤         | 125 |
| 2.10.2 创建块                 | 74  | 4.1.2 产品缩水设置           | 130 |
| 2.10.3 块编辑                 | 76  | 4.1.3 模具成型结构设计         | 131 |
| 2.11 实例应用                  | 77  | 4.2 标准模架               | 136 |
| 2.11.1 绘制曲柄图形              | 77  | 4.2.1 调用标准模架           | 136 |
| 2.11.2 绘制机夹具图形             | 79  | 4.2.2 装配模仁             | 138 |
| 2.11.3 绘制常用标准件             | 84  | 4.3 模具总装图设计            | 141 |
| 2.12 本章小结                  | 90  | 4.3.1 浇注系统设计           | 141 |
| 第3章 LTOOLS 2010 注塑模具辅助设计系统 | 91  | 4.3.2 顶出系统设计           | 145 |
| 3.1 LTOOLS 2010 简介         | 91  | 4.3.3 冷却系统设计           | 148 |
| 3.1.1 LTOOLS 发展历程          | 91  | 4.3.4 紧固系统设计           | 152 |
| 3.1.2 LTOOLS 2010 的安装      | 92  | 4.3.5 总装图尺寸标注          | 154 |
| 3.2 LTOOLS 2010 界面功能       | 95  | 4.3.6 BOM 设计           | 157 |
| 3.2.1 LTOOLS 2010 系统集成面板   | 95  | 4.4 模具零件图拆画            | 161 |
| 3.2.2 LTOOLS 2010 选项卡      | 95  | 4.5 本章小结               | 162 |
| 3.2.3 LTOOLS 2010 菜单及工具栏   | 96  | 第5章 充电器面壳注塑模具结构设计      | 163 |
| 3.3 模架零件的应用                | 97  | 5.1 设计任务               | 163 |
| 3.3.1 中小型模架                | 97  | 5.2 设计思路分析             | 164 |
| 3.3.2 大型模架                 | 100 | 5.3 产品缩水设置             | 170 |
|                            |     | 5.4 模具成型结构设计           | 171 |



|                        |     |                               |     |
|------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 5.4.1 抽取前后模轮廓线 .....   | 171 | 7.1 设计任务 .....                | 266 |
| 5.4.2 排位设计 .....       | 172 | 7.2 设计思路分析 .....              | 267 |
| 5.4.3 创建模仁 .....       | 174 | 7.3 产品缩水设置 .....              | 274 |
| 5.5 模架设计 .....         | 177 | 7.4 模具成型结构设计 .....            | 275 |
| 5.5.1 调用标准模架 .....     | 179 | 7.4.1 抽取前后模轮廓线 .....          | 275 |
| 5.5.2 装配模仁 .....       | 181 | 7.4.2 排位设计 .....              | 276 |
| 5.6 模具总装图设计 .....      | 183 | 7.4.3 创建模仁 .....              | 277 |
| 5.6.1 浇注系统的设计 .....    | 184 | 7.5 模架设计 .....                | 280 |
| 5.6.2 顶出系统的设计 .....    | 189 | 7.5.1 调用标准模架 .....            | 281 |
| 5.6.3 冷却系统的设计 .....    | 193 | 7.5.2 装配模仁 .....              | 282 |
| 5.6.4 紧固件的设计 .....     | 198 | 7.6 模具总装图设计 .....             | 285 |
| 5.6.5 总装图尺寸标注 .....    | 201 | 7.6.1 浇注系统的设计 .....           | 285 |
| 5.6.6 BOM 设计 .....     | 204 | 7.6.2 斜滑块机构的设计 .....          | 291 |
| 5.7 模具零件图拆画 .....      | 209 | 7.6.3 顶出系统的设计 .....           | 294 |
| 5.8 本章小结 .....         | 211 | 7.6.4 冷却系统的设计 .....           | 296 |
| <b>第 6 章 电话机听筒底壳模具</b> |     | 7.6.5 紧固件的设计 .....            | 301 |
| 结构设计 .....             | 212 | 7.6.6 总装图尺寸标注 .....           | 303 |
| 6.1 设计任务 .....         | 212 | 7.6.7 BOM 设计 .....            | 306 |
| 6.2 设计思路分析 .....       | 214 | 7.7 模具零件图拆画 .....             | 310 |
| 6.3 产品缩水设置 .....       | 220 | 7.8 本章小结 .....                | 312 |
| 6.4 模具成型结构设计 .....     | 221 | <b>第 8 章 茶叶罐盖模具结构设计</b> ..... | 313 |
| 6.4.1 抽取前后模轮廓线 .....   | 221 | 8.1 设计任务 .....                | 313 |
| 6.4.2 排位设计 .....       | 222 | 8.2 设计思路分析 .....              | 314 |
| 6.4.3 创建模仁 .....       | 223 | 8.3 产品缩水设置 .....              | 319 |
| 6.5 模架设计 .....         | 227 | 8.4 模具成型结构设计 .....            | 320 |
| 6.5.1 调用标准模架 .....     | 227 | 8.4.1 抽取前后模轮廓线 .....          | 320 |
| 6.5.2 装配模仁 .....       | 229 | 8.4.2 排位设计 .....              | 321 |
| 6.6 模具总装图设计 .....      | 232 | 8.4.3 创建模仁 .....              | 322 |
| 6.6.1 浇注系统的设计 .....    | 232 | 8.5 模架设计 .....                | 325 |
| 6.6.2 顶出系统的设计 .....    | 238 | 8.5.1 调用标准模架 .....            | 326 |
| 6.6.3 滑块机构的设计 .....    | 242 | 8.5.2 装配模仁 .....              | 327 |
| 6.6.4 冷却系统的设计 .....    | 247 | 8.6 模具总装图设计 .....             | 330 |
| 6.6.5 紧固件的设计 .....     | 252 | 8.6.1 浇注系统的设计 .....           | 330 |
| 6.6.6 总装图尺寸的标注 .....   | 255 | 8.6.2 顶出系统的设计 .....           | 338 |
| 6.6.7 BOM 设计 .....     | 258 | 8.6.3 冷却系统的设计 .....           | 340 |
| 6.7 模具零件图拆画 .....      | 262 | 8.6.4 紧固件的设计 .....            | 345 |
| 6.8 本章小结 .....         | 265 | 8.6.5 塑料拉钩的设计 .....           | 348 |
| <b>第 7 章 手机电池盖模具</b>   |     | 8.6.6 水口拉杆的设计 .....           | 349 |
| 结构设计 .....             | 266 | 8.6.7 总装图尺寸标注 .....           | 353 |



|                              |            |                      |     |
|------------------------------|------------|----------------------|-----|
| 8.6.8 BOM 设计 .....           | 355        | 9.2.1 主流道的设计 .....   | 366 |
| 8.7 模具零件图拆画 .....            | 360        | 9.2.2 分流道的设计 .....   | 368 |
| 8.8 本章小结 .....               | 361        | 9.3 典型排位设计案例 .....   | 370 |
| <b>第 9 章 注塑模具浇口及排位设计</b> ... | <b>362</b> | 9.3.1 镜片模排位的设计 ..... | 370 |
| 9.1 浇口设计特点 .....             | 362        | 9.3.2 装饰件的排位设计 ..... | 373 |
| 9.1.1 浇口的类型 .....            | 362        | 9.3.3 电话机按键排位设计 ...  | 377 |
| 9.1.2 浇口的位置设计 .....          | 365        | 9.3.4 瓶盖排位设计 .....   | 383 |
| 9.2 流道设计特点 .....             | 366        | 9.4 本章小结 .....       | 387 |

# 第1章 模具技术基础及应用

## 本章导读

模具设计是一门涵盖领域广、专业知识极强的学科，随着技术的发展，任何想学好这门学科的人，都要脚踏实地地从最基础做起。对于模具技术的初学者而言，本章就是进入模具设计的门槛。

| <br>学<br>习<br>要<br>求 | 学习目标              | 了解 | 理解 | 应用 | 实践 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----|----|----|----|
|                                                                                                       | 知识点               |    |    |    |    |
|                                                                                                       | 注塑成型原理与工艺特点       | √  |    | √  |    |
|                                                                                                       | 材料成型技术与装备         |    | √  | √  |    |
|                                                                                                       | 模具种类与结构           |    | √  | √  |    |
|                                                                                                       | 模具设计与制造一般流程       | √  |    | √  |    |
|                                                                                                       | 模具与产品设计注意事项       |    | √  | √  |    |
|                                                                                                       | 模具分型面设计要点         |    | √  | √  |    |
|                                                                                                       | 模具系统与机构设计要点       |    | √  | √  |    |
|                                                                                                       | AutoCAD 在模具设计中的应用 | √  |    | √  |    |

## 1.1 注塑成型原理与工艺特点

设计者在进行模具设计之前，需要先了解一些模具的基础知识。这些基础知识包括注塑机的组成及注塑成型原理、成型工艺等。

### 1.1.1 注塑机的组成

注塑机（又叫注射机）一般由以下4个部分组成，如图1-1所示。

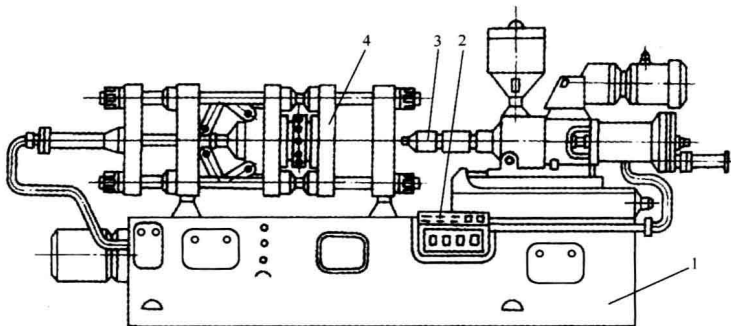


图 1-1 卧式注塑机外形图

1—机架 2—控制系统 3—注塑装置 4—合模装置

## 1. 注塑部分

注塑部分包括加料装置、料筒、加热装置、螺杆和喷嘴等。注塑部分是注塑机最主要的组成部分，它的作用是使塑料均匀塑化，并达到理想的流动状态，然后在高压作用下快速注射到成型模具之中。注塑部分的主要部件是螺杆和喷嘴，螺杆的作用是拌料和加压，它的长度、头部形状和螺纹的结构形式与注塑塑料的种类有关，对于结晶型、低黏度的塑料，采用头部带有止逆环的突变压缩型螺杆；而对于非结晶型塑料则可采用渐变压缩型螺杆。喷嘴的作用是使塑料熔体具有一定的射程，它的结构形式与塑料种类和制品形状等因素有关，对于高粘度、热稳定性差的塑料宜采用直通式喷嘴，对于低黏度的结晶型塑料宜采用带有加热装置的自锁式喷嘴，对于壁薄和形状复杂的塑件可采用小直径大射程的喷嘴，而对于厚壁较大的塑件则应选用大直径补缩性好的喷嘴。

## 2. 合模部分

合模部分包括锁模机构和顶出机构等。合模部分是为了保证成型模具可靠的闭合、实现模具的开启和关闭动作和取出成型后的塑件。

## 3. 传动部分

传动部分包括液压泵和机电动力装置等。传动部分的作用是为注塑和合模部分准确合理地动作提供动力，如机械的减速、调速，运动方式的转变等。

## 4. 控制部分

控制部分包括温度、压力和注塑速度等参数的控制电路和仪表等。控制部分的作用是控制注塑机的工作循环过程和成型工艺条件，使注塑机按预定的动作要求准确有效地工作。

### 1.1.2 注塑成型原理与特点

注塑成型工艺原理是将颗粒状的塑料放入注塑机的料筒内加热使之塑化、熔融成流动状态后，通过注塑机的柱塞或螺杆加压，使粘流态塑料以很高的压力和较快的速度，从料筒末端的喷嘴注塑到形状与所需制品一致的闭合模具型腔之中，经一定时间的冷却、定型后取出制品，获得塑件。如图 1-2 所示为注塑成型过程示意图。

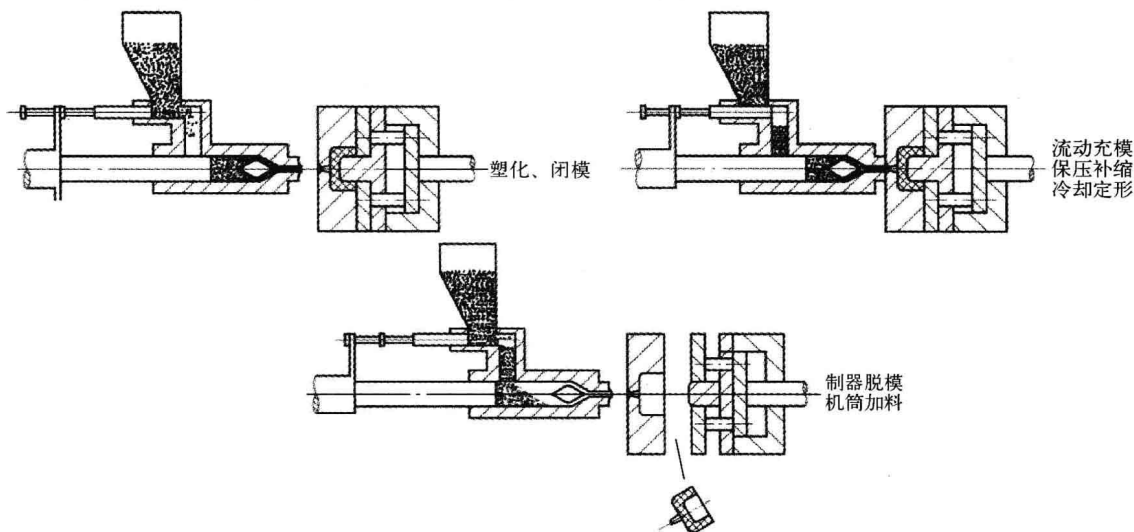


图 1-2 注塑成型过程示意图

## 1.2 材料成型技术与装备

材料成型技术是研究各种可成型工程材料的工艺及加工方法的一门制造基础学科。材料成型的方法有很多种，它主要包括金属液态成型、金属塑性成型、连接成型、粉末冶金成型以及非金属材料成型等。

### 1.2.1 金属液态成型

金属液态成型（铸造）：将液态金属在重力或外力的作用下充填到型腔中，待其凝固冷却后，获得所需形状和尺寸的毛坯或零件的方法。金属液态成型的优点在于：

- 适应性广、工艺灵活性大（材料、大小、形状几乎不受限制）。
- 最适合形状复杂的箱体、机架、阀体、泵体、缸体等。
- 成本较低（铸件与最终零件的形状相似、尺寸相近）。

金属液态成型的缺点是：组织疏松、晶粒粗大，铸件内部常有缩孔、缩松、气孔等缺陷产生，导致铸件力学性能，特别是冲击性能较低。传统的金属砂型铸造工艺的流程如图 1-3 所示。

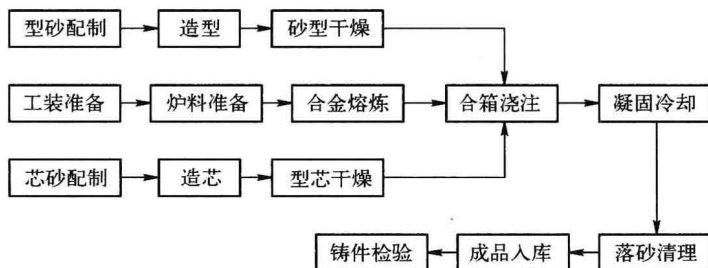


图 1-3 砂型铸造工艺流程

如图 1-4 所示为金属的连接盘零件的一般铸造方法及过程。

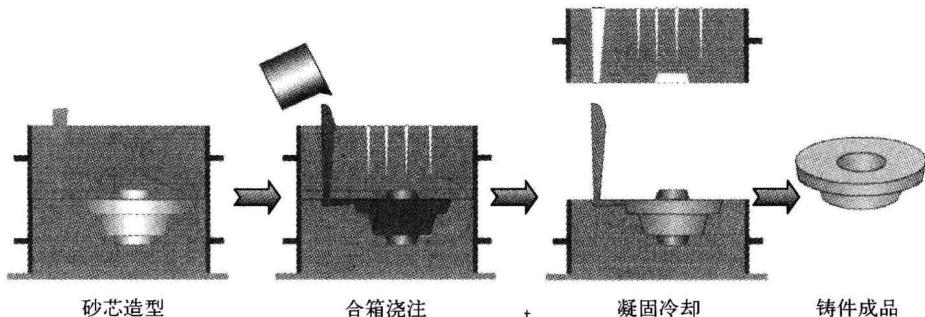


图 1-4 金属连接盘零件的一般铸造过程

### 1.2.2 金属塑性成型

金属塑性成型是指在外力的作用下金属材料通过塑性变形，获得具有一定形状、尺寸和

力学性能的零件或毛坯的加工方法。

## 第 1 章

### 1. 金属塑性成型的特点

金属塑性成型的特点如下：

- 改善金属的组织并提高其力学性能。
- 材料的利用率高。
- 较高的生产率。
- 毛坯或零件的精度较高。

### 2. 材料

钢和非铁金属可以在冷态或热态下压力加工。

### 3. 用途

承受冲击或交变应力的重要零件（如机床主轴、齿轮、曲轴、连杆等），都应采用锻件毛坯加工。所以压力加工在机械制造、军工、航空、轻工、家用电器等行业得到了广泛的应用。例如，飞机上的塑性成型零件的质量分数占 85%；汽车、拖拉机上的锻件质量分数占 60%~80%。

### 4. 金属塑性成型的缺点

不能加工脆性材料（如铸铁）和形状特别复杂（特别是内腔形状复杂）或体积特别大的零件或毛坯。

金属塑性成型在工业生产中称为压力加工。其成型方法包括自由锻、模锻、板料冲压、挤压、拉拔、轧制，如图 1-5 所示。

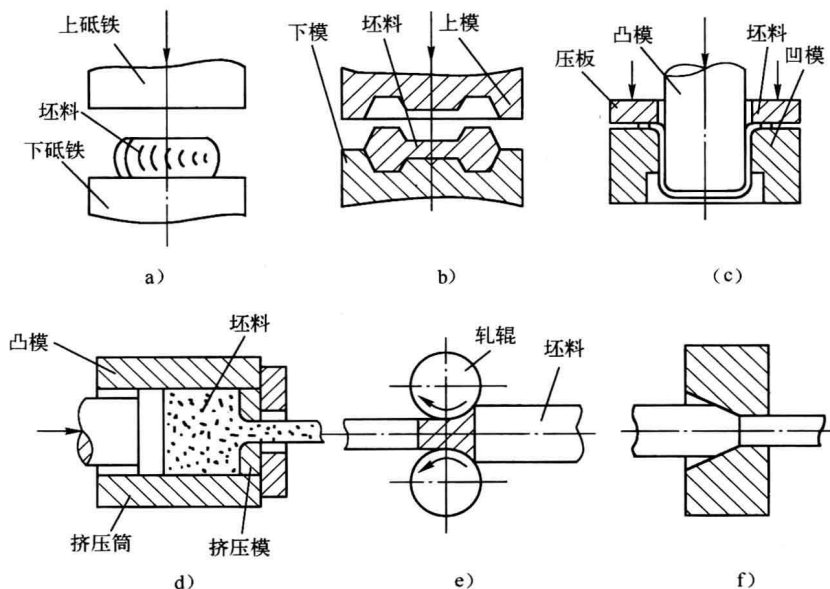


图 1-5 常用压力加工方法

a) 自由锻 b) 模锻 c) 板料冲压 d) 挤压 e) 轧制 f) 拉拔

## 1.2.3 连接成型

常见的连接成型工艺包括焊接、胶接和机械连接等。

### 1. 焊接

焊接通常是指金属的焊接,是通过加热或加压,或两者同时并用,使两个分离的物体产生原子间结合力而连接成一体成型方法。焊接技术在机器制造、造船工业、建筑工程、电力设备生产、航空及航天工业等应用十分广泛。焊接生产的优点如下:

- 节省金属材料,结构重量轻。
- 以小拼大、化大为小,制造重型、复杂的机器零部件,简化铸造、锻造及切削加工工艺,获得最佳技术经济效益。
- 焊接接头具有良好的力学性能和密封性。
- 能够制造双金属结构,使材料的性能得到充分利用。

焊接生产的缺点:焊接结构不可拆卸,给维修带来不便;焊接结构中会存在焊接应力和变形;焊接接头的组织性能往往不均匀,并会产生焊接缺陷等。

手工电弧焊的焊接示意图,如图1-6所示。

### 2. 胶接

胶接技术使用胶黏剂来连接各种材料。与其他连接方法相比,胶接不受材料类型的限制,能够实现各种材料之间的连接(例如各种金属、各种非金属和金属与非金属之间的连接),而且具有工艺简单,应力分布均匀、密封性好、防腐、节能、应力和变形小等特点,已被广泛应用到现代化生产的各个领域。胶接的主要缺点是固化时间长,胶黏剂易老化,耐热性差等。

如图1-7所示为常见的金属胶接形式。

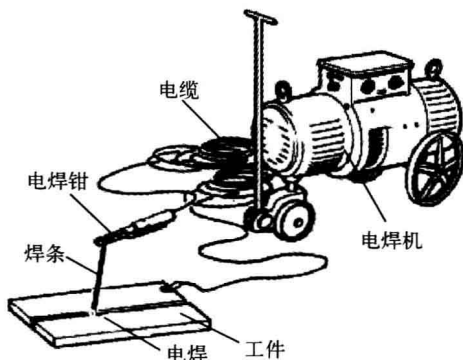


图 1-6 手工电弧焊焊接示意图

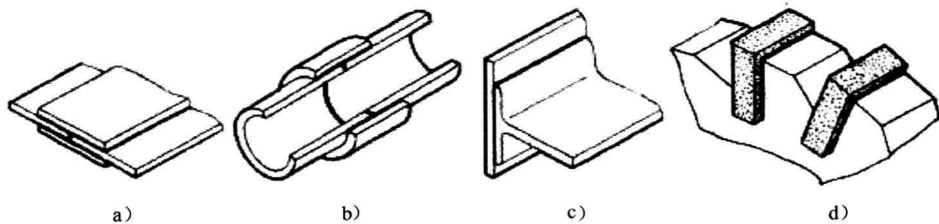


图 1-7 常见金属胶接形式

a) 板材搭接形式 b) 管材套接形式 c) 型材对接形式 d) 铣刀钳接形式

### 3. 机械连接

机械连接中有螺栓连接、键连接和铆钉连接等,其中铆钉连接为不可拆连接,其余均为可拆连接。机械连接的主要特点是所采用的连接件一般为标准件,具有良好的互换性,选用方便、工作可靠、易于检修,其不足之处是增加了机械加工工序,结构重量大,密封性差,

影响外观，且成本较高。如图 1-8 所示为机械连接的几种形式。

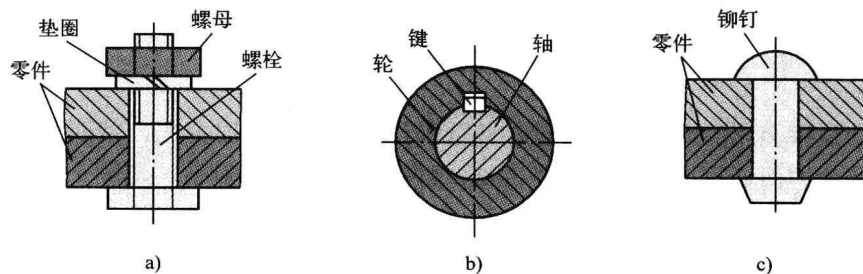


图 1-8 机械连接形式

a) 螺栓连接 b) 键连接 c) 铆钉连接

## 1.2.4 粉末冶金成型

粉末冶金是采用成型和烧结等工序，将金属粉末或金属与非金属粉末的混合物制成金属制品的工艺技术。由于粉末冶金的生产工艺与陶瓷的生产工艺在形式上类似，因此工艺方法又被称为金属陶瓷法。

粉末冶金工艺的基本工序是：

- 1) 原料粉末的制取和准备。粉末可以是纯金属或它的合金、非金属、金属与非金属的化合物以及其他各种化合物等。
- 2) 将金属粉末及各种添加剂均匀混合后制成所需形状的坯块。
- 3) 将坯块在物料主要组元熔点以下的温度进行烧结，使制品具有最终的物理、化学和力学性能。

粉末冶金的工艺过程如图 1-9 所示。

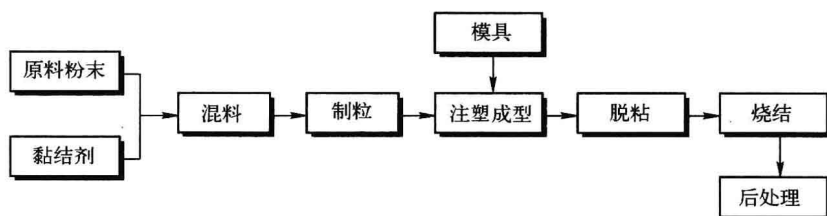


图 1-9 粉末冶金的工艺过程

粉末冶金方法与液态成型方法相比，其优点主要表现在：

- 1) 可避免或者减少偏析、机加工量大等缺点。用粉末冶金法生产零件制品时，金属的总损耗只有 1%~5%。
- 2) 材料某些独特的性能或者显微组织也只能用粉末冶金方法来实现。例如，多孔材料、氧化物弥散强化合金、硬质合金等。另外，这种方法也有可能用来制取高纯度的材料而不给材料带来污染。
- 3) 一些活性金属、高熔点金属制品用其他工艺成型是十分困难的。这些材料在普通工艺过程中，随着温度的升高，材料的显微组织及结构受到明显的损害，而粉末冶金工艺却可避免。

## 1.2.5 非金属材料成型

非金属成型是指金属以外的材料进行成型的方法。其成型材料主要包括塑料、橡胶、陶瓷、复合材料等。非金属材料成型的特点：可以是流态成型，也可以是固态成型，可以制成形状复杂的零件。

### 1. 塑料成型

塑料除了用注塑、挤塑、压塑、吹塑成型，还可以用浇注和粘接等方法成型。

#### (1) 注塑成型

注塑成型也称注塑，是热塑型塑料成型的重要方法。它是将粒状或粉状塑料加入到注塑机的料筒中，经加热溶化呈流动状态，然后在注塑机的柱塞或螺杆快速而又连续的压力下，从料筒前端的喷嘴中以很高的速度注入闭合的模具中，并充满模腔，随后经冷却或加热（热固性塑料）固化后，开模得到制品。

#### (2) 挤塑成型

挤塑成型也叫挤出成型，是使加热或未经加热的塑料，在挤出机的螺杆或柱塞的挤压作用下通过一定形状的口模而连续成型，所得的制品为具有恒定端面形状连续型材，如管材、板材、薄膜和中空制品等。挤出成型设备主要是挤出机和挤出模具，如图 1-10 所示为单螺杆挤出机及其成型原理示意图。

#### (3) 压缩成型

压缩成型是将粉状、粒状或纤维状的塑料放入加热的模具型腔中，然后合模加压使其成形固化，最后脱模成为制品的成型方法。如图 1-11 所示为塑料模压缩成型工艺示意图。

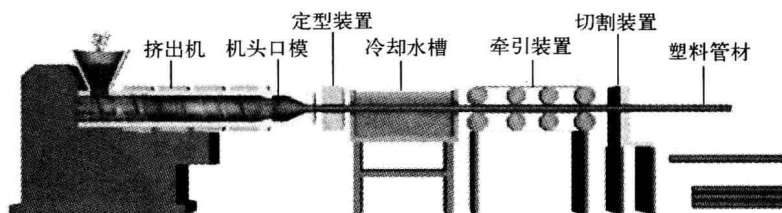


图 1-10 单螺杆式挤出机挤出成型原理

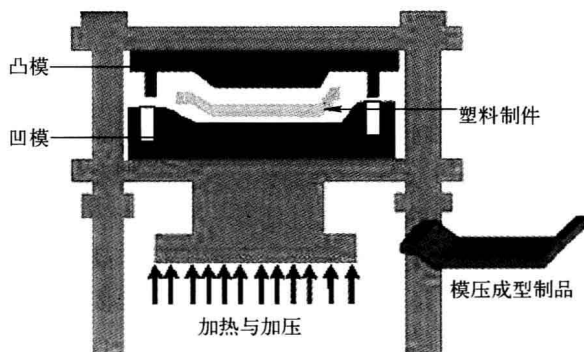


图 1-11 塑料成型工艺示意图

#### (4) 吹塑成型

吹塑成型是用压缩空气使进入型腔的塑料型坯膨胀形成中空制品的方法。具体地说，是

通过将挤出或注塑的管坯或型坯趁热于半熔融的类橡胶状态时，置于各种形状的模具中，并及时在管坯或型坯中通入压缩空气将其吹胀，使其紧贴于型腔壁上成型，经冷却脱模后，即可得到中空制品。

吹塑成型的工艺过程如图 1-12 所示。首先注塑机将熔融塑料注入注塑模内，形成管坯，管坯成型在周壁带有微孔的空心型芯上，如图 1-12a 所示；接着趁热移至吹塑模内，如图 1-12b 所示。然后从芯轴的管道内通入压缩空气，使型坯吹胀并贴于模具的型腔壁上，如图 1-12c 所示；最后经保压、冷却定型会放出压缩空气，且开模取出塑件，如图 1-12d 所示。

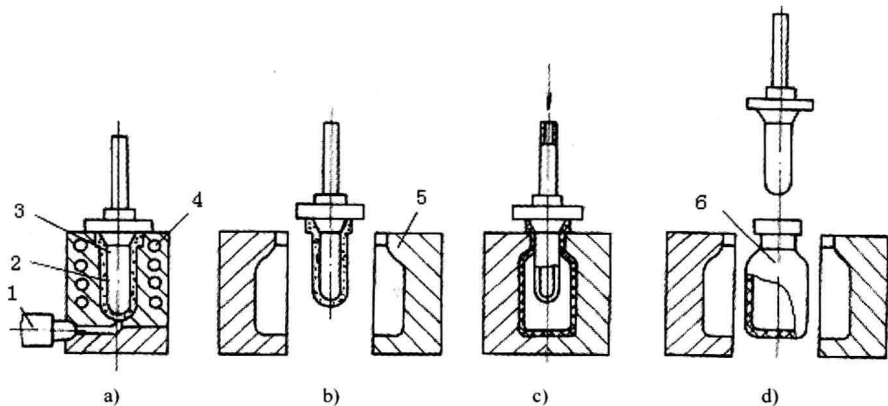


图 1-12 吹塑成型工艺过程

a) 注入熔融塑料 b) 通入压缩气体 c) 保压、冷却塑件 d) 开模取出塑件  
1—注塑机喷嘴 2—注塑型坯 3—空心型芯 4—加热器 5—吹塑模 6—塑件

## 2. 橡胶成型

橡胶成型就是将混炼胶制成所需形状、尺寸和性能的过程，是橡胶半成品的成型过程。常用的橡胶成型方法有压延成型、注塑成型、模压成型等。

## 3. 陶瓷成型

陶瓷可以用注浆成型，也可用注塑、压注等方法成型。如图 1-13 所示为陶瓷注浆成型过程。

## 4. 快速成型

快速成型（Rapid Prototyping, RP）技术是 20 世纪 80 年代中期发展起来的一种崭新的原型制造技术。RP 技术集机械工程、CAD、数控技术、激光技术及材料科学技术于一身，可以自动、直接、快速、精确地将设计思想转变为具有一定功能的原型或直接制造零件，从而可以对产品设计进行快速评估、修改及功能试验，大大缩短产品的研制周期和减少新产品开发的投资风险。由于其具有敏捷性、适合于任何形状、高度柔韧性、高度集成化等优点而广泛应用于机械、汽车、电子、通信、航空、航天等领域。

目前快速成型的工艺方法已有十余种，如光固化法、叠层法、激光选区烧结法、熔融沉积法、掩膜固化法、三维印刷法、喷粒法等。其中，掩膜固化法（SLA）是最早商品化、技术最为成熟、市场占有率最高的 RP 技术。

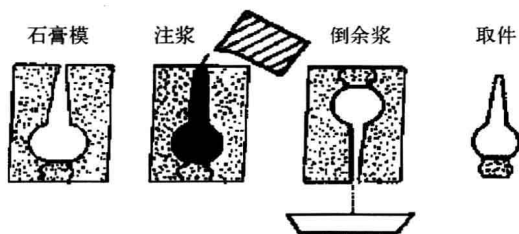


图 1-13 陶瓷注浆成型过程