

附赠DVD

多媒体教学系统
+ 范例文件



SolidWorks

中文版

2015 模具设计培训教程

张云杰 郝利剑 编著

- 完善的知识体系和教学套路，按照天数和课时合理安排课程
- 行业知识链接与软件功能讲解紧密结合，读者能够即学即用
- 采用阶梯式教学方法深入讲解专业知识、软件构架及应用方向
- 通过大量内训案例对功能模块进行讲解，提高读者的应用水平



设计师职业培训教程

SolidWorks 2015 中文版模具设计培训教程

张云杰 郝利剑 编 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD/CAM 软件, 该软件具有强大的模具设计功能。本书主要将模具设计职业知识和 SolidWorks 软件专业设计方法相结合, 通过分课时的培训方法, 以详尽的视频教学讲解 SolidWorks 2015 中文版的模具设计方法。全书分 6 个教学日, 共 50 个教学课时, 主要包括模具设计基础、曲面实体工具、分模工具、分型面设计、模具布局和系统设计、模架设计等内容, 本书还配备了多媒体互动教学光盘, 方便实用。

本书结构严谨、内容翔实, 知识全面, 可读性强, 设计实例专业性强, 步骤明确, 主要针对使用 SolidWorks 2015 中文版的广大初、中级用户, 也可作为计算机辅助设计课程的职业培训教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

SolidWorks 2015 中文版模具设计培训教程/张云杰, 郝利剑编著. —北京: 清华大学出版社, 2016
(设计师职业培训教程)
ISBN 978-7-302-43831-1

I. ①S… II. ①张… ②郝… III. ①模具—计算机辅助设计—应用软件—岗位培训—教材 IV. ①TG76-39
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 101731 号

责任编辑: 张彦青
装帧设计: 杨玉兰
责任校对: 李玉萍
责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 清华大学印刷厂

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 203mm×260mm 印 张: 19 字 数: 462 千字
(附 DVD 1 张)

版 次: 2016 年 6 月第 1 版

印 次: 2016 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 1~2500

定 价: 45.00 元

产品编号: 066080-01

前 言

本书是“设计师职业培训教程”丛书中的一本，这套丛书拥有完善的知识体系和教学套路，按照教学天数和课时进行安排，采用阶梯式学习方法，对设计专业知识、软件的构架、应用方向以及命令操作都进行了详尽的讲解，循序渐进地提高读者的使用能力。丛书本着服务读者的理念，通过大量的内训，用经典实用案例对功能模块进行讲解，提高读者的应用水平，使读者全面地掌握所学知识。

本书主要介绍的是 SolidWorks 软件的模具设计和数控加工。SolidWorks 是世界上第一套基于 Windows 系统开发的三维 CAD/CAM 软件，该软件具有强大的模具设计功能。为了使读者能更好地学习软件，同时尽快熟悉 SolidWorks 2015 版的模具设计功能，笔者根据多年在该领域的设计经验，精心编写了本书。本书将模具设计职业知识和 SolidWorks 软件模具专业设计方法相结合，通过分课时的培训方法，以详尽的视频教学讲解 SolidWorks 2015 中文版的模具设计方法。全书分 6 个教学日，共 50 个教学课时，详细介绍了 SolidWorks 2015 的模具设计方法和设计职业知识。

笔者的 CAX 设计教研室长期从事 SolidWorks 的专业设计和教学，数年来承接了大量的项目，参与 SolidWorks 的教学和培训工作，积累了丰富的实践经验。本书就像一位专业设计师，将设计项目时的思路、流程、方法、技巧和操作步骤面对面地与读者交流，是广大读者快速掌握 SolidWorks 模具设计的自学实用指导书，也可作为大专院校计算机辅助设计课程的指导教材和公司模具设计培训的内部教材。

本书还配备了交互式多媒体教学演示光盘，将案例过程制作为多媒体视频进行讲解，由从教多年的专业讲师全程多媒体语音视频跟踪教学，以面对面的形式讲解，便于读者学习使用。同时光盘中还提供了所有实例的源文件，以便读者练习使用。关于多媒体教学光盘的使用方法，读者可以参看光盘根目录下的光盘说明。另外，本书还提供了网络的免费技术支持，欢迎大家登录云杰漫步多媒体科技的网上技术论坛 <http://www.yunjiework.com/bbs> 进行交流。论坛分为多个专业的设计板块，可以为读者提供实时的软件技术支持，解答读者问题。

本书由云杰漫步科技 CAX 教研室编著，参加编写工作的有张云杰、郝利剑、靳翔、张云静、尚蕾、刁晓永、杨飞、贺安、董闯、宋志刚、李海霞、贺秀亭、彭勇、白晶、陶春生等。书中的设计范例、多媒体和光盘效果均由北京云杰漫步多媒体科技公司设计制作，同时感谢出版社的编辑和老师们的全力协助。

由于本书编写时间紧张，编写人员的水平有限，因此在编写过程中难免有不足之处，在此，编写人员对广大用户表示歉意，望广大用户不吝赐教，对书中的不足之处给予指正。

编 者



目 录

| | | | |
|--|-----------|---------------------------------|------------|
| 第 1 教学日 | 1 | 第 3 课 分析诊断工具 | 62 |
| 第 1 课 设计师职业知识——模具 | | 2.3.1 拔模分析 | 62 |
| 塑料及成型工艺 | 2 | 2.3.2 底切分析 | 64 |
| 1.1.1 模具成型工艺 | 2 | 第 4 课 修正工具 | 65 |
| 1.1.2 模具结构和类别 | 5 | 2.4.1 分割线、比例特征 | 65 |
| 第 2 课 SolidWorks 模具设计流程 | 7 | 2.4.2 拔模 | 66 |
| 1.2.1 CAD 技术 | 7 | 课后练习——插卡口零件 | 68 |
| 1.2.2 模具 CAD 技术 | 9 | 第 5 课 分模工具 | 79 |
| 课后练习——电池盒 | 11 | 2.5.1 分型线、修补破孔 | 79 |
| 第 3 课 SolidWorks IMOLD 插件概述 | 28 | 2.5.2 分型面、切削分割 | 82 |
| 1.3.1 SolidWorks IMOLD 插件 | 28 | 课后练习——线盒盖 | 84 |
| 1.3.2 IMOLD 环境设置 | 29 | 阶段进阶练习 | 93 |
| 第 4 课 IMOLD 模块介绍 | 30 | 第 3 教学日 | 95 |
| 课后练习——塑料盖及模具 | 33 | 第 1 课 设计师职业知识—— | |
| 阶段进阶练习 | 44 | 模具分型概述 | 96 |
| 第 2 教学日 | 45 | 第 2 课 模具数据准备 | 98 |
| 第 1 课 设计师职业知识——冲压 | | 3.2.1 数据准备过程 | 99 |
| 模具及原理 | 46 | 3.2.2 数据准备编辑 | 100 |
| 2.1.1 模具设计基础知识 | 46 | 第 3 课 项目管理 | 102 |
| 2.1.2 模具设计工具概述 | 49 | 3.3.1 创建新的项目 | 102 |
| 第 2 课 曲面实体工具 | 52 | 3.3.2 打开设计项目 | 105 |
| 2.2.1 延展曲面、直纹曲面、缝合 | | 第 4 课 分型面和成型零部件的设计 | 105 |
| 曲面 | 52 | 3.4.1 分型面的概念和形式 | 106 |
| 2.2.2 放样曲面、延伸曲面、剪裁 | | 3.4.2 成型零部件工作尺寸的 | |
| 曲面 | 54 | 计算 | 111 |
| 课后练习——插座外壳 | 56 | 3.4.3 模具型腔侧壁和底板厚度的 | |
| | | 设计 | 114 |
| | | 课后练习——电话外壳 | 115 |

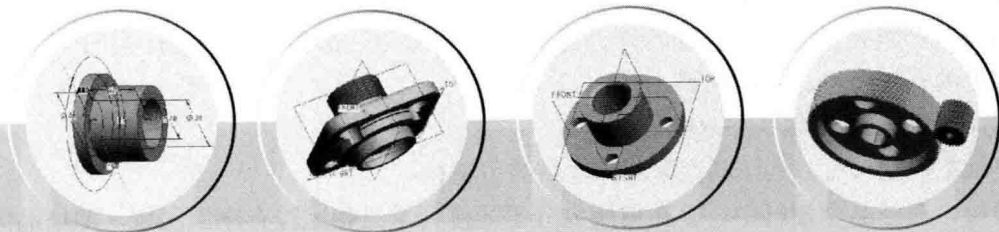
| | | | |
|----------------------------------|------------|-------------------------------|------------|
| 第5课 IMOLD 插件功能 | 127 | 课后练习——塑料壳模具的冷却 通路 | 216 |
| 3.5.1 分型设计和分模向导 | 128 | 阶段进阶练习 | 220 |
| 3.5.2 定义分型线 | 131 | 第5教学日 | 221 |
| 3.5.3 分型面和侧型芯面 | 134 | 第1课 设计师职业知识——模架 结构特征 | 222 |
| 3.5.4 补孔和延展面 | 136 | 5.1.1 支撑零件的结构设计 | 222 |
| 3.5.5 插入模坯和复制曲面 | 140 | 5.1.2 合模导向装置的结构设计 | 223 |
| 课后练习——塑料外壳 | 141 | 第2课 IMOLD 模架设计 | 226 |
| 阶段进阶练习 | 152 | 5.2.1 加入新模架 | 226 |
| 第4教学日 | 155 | 5.2.2 编辑模架 | 228 |
| 第1课 设计师职业知识——冲压模具 分类及结构 | 156 | 5.2.3 模架工具 | 230 |
| 4.1.1 冲压模具分类 | 156 | 课后练习——电子表壳 | 232 |
| 4.1.2 冲压模具的典型结构 | 157 | 第3课 IMOLD 顶出机构设计 | 245 |
| 第2课 模具布局 | 157 | 5.3.1 顶出机构结构 | 245 |
| 4.2.1 型腔数量 | 157 | 5.3.2 IMOLD 顶杆设计 | 249 |
| 4.2.2 多型腔模具型腔的分布 | 158 | 第4课 IMOLD 标准件功能 | 254 |
| 第3课 浇注系统设计 | 159 | 课后练习——电源闸刀外壳 | 257 |
| 4.3.1 浇注系统的组成及设计 原则 | 159 | 阶段进阶练习 | 267 |
| 4.3.2 流道设计 | 162 | 第6教学日 | 269 |
| 4.3.3 浇口设计 | 164 | 第1课 设计师职业知识——模具 装配图 | 270 |
| 第4课 IMOLD 布局和浇注设计 | 169 | 第2课 智能螺钉和材料表 | 270 |
| 4.4.1 IMOLD 布局设计 | 169 | 6.2.1 智能螺钉 | 270 |
| 4.4.2 IMOLD 浇注设计 | 172 | 6.2.2 材料表(BOM) | 273 |
| 课后练习——把手零件 | 177 | 第3课 视图管理和工程图 | 275 |
| 第5课 侧向分型与滑块抽芯机构 | 190 | 6.3.1 视图管理 | 275 |
| 4.5.1 侧向分离与滑块抽芯机构 | 190 | 6.3.2 工程图 | 276 |
| 4.5.2 IMOLD 滑块设计 | 193 | 课后练习——塑料盒 | 277 |
| 4.5.3 IMOLD 内抽芯设计 | 196 | 第4课 1课时 IMOLD 的其他功能 | 293 |
| 课后练习——塑料壳 | 198 | 6.4.1 创建槽腔 | 293 |
| 第6课 冷却系统设计 | 210 | 6.4.2 智能点 | 294 |
| 4.6.1 模具冷却设计 | 211 | 6.4.3 指定 IMOLD | 296 |
| 4.6.2 IMOLD 冷却设计功能 | 212 | 阶段进阶练习 | 297 |

设计师职业培训教程

第 1 教学日

SolidWorks IMOLD 插件应用于塑料注射模具设计及其他类型的模具设计过程。IMOLD 的高级建模工具可以创建型腔、型芯、滑块以及镶块等，而且非常容易使用。同时它还可以提供快速、全相关、三维实体的注射模具设计解决方案，提供设计工具和程序来自动进行高难度的、复杂的模具设计任务。

本教学日首先介绍了模具的基础知识，然后介绍模具设计流程，给出了塑料模具设计和模具 CAD 的基本概念，并应用于 SolidWorks IMOLD 模具设计过程。



第 1 课

1 课时

设计师职业知识——模具塑料及成型工艺

1.1.1 模具成型工艺

由于本书中所讲解的模具是注射模具，其主要材料为塑料，所以要讲解模具的成型工艺，首先来介绍一下塑料的分类和性能，然后再介绍注塑成型的工作原理和工作参数。

1. 塑料的分类

目前，塑料品种已达 300 多种，常见的有 30 多种。可根据塑料的成型性能、使用特点和微观聚集状态对塑料进行分类。

1) 按成型性能分类

根据成型工艺性能，塑料可分为热塑性塑料和热固性塑料。

- 热塑性塑料。该塑料的分子链为线性或支链型结构，成型加工时发生物理变化，可反复多次加热软化和冷却硬化。常用的热塑性塑料包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等。
- 热固性塑料。该塑料的分子链为体型结构，成型加工时发生化学反应，引起分子间的黏结或交联、硬化或聚合，即使再加热也不能使其恢复到成型前的原始软化状态。常用的热固性塑料包括酚醛、环氧树脂等。

2) 按塑料的使用特点分类

根据使用特点，塑料可分为通用塑料、工程塑料和特种塑料。

- 通用塑料。该塑料指常用的塑料品种，这类塑料产量大、用途广、价格低，包括聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、酚醛和氨基塑料 6 种。其产量占整个塑料产量的 80% 以上。
- 工程塑料。该塑料是具有优良力学性能的一类塑料，它能代替金属材料，可制造承受载荷的工程结构零件。常见的工程塑料包括 ABS、聚甲醛、聚碳酸酯、聚酰胺等。
- 特种塑料。该塑料是具有某一方面特殊性能的塑料(如导电、导磁、导热等)，用于特殊需求场合。常见的有氟塑料、有机硅等。

3) 以高分子化合物的微观聚集状态分类

根据微观聚集状态，塑料可分为结晶型塑料和非结晶型塑料。

- 结晶型塑料。在结晶型塑料中，存在树脂大分子的排列呈三相远程有序的区域，即结晶区。一般的结晶型高聚物如尼龙、聚乙烯等，其结晶度为 50%~95%。

结晶区的大小对塑料性能有重要影响，通常结晶区越大，分子间作用力越强，塑料的熔点、密度、强度、刚性、硬度越高，耐热性、化学稳定性也越好，但弹性、伸长率、耐冲击性则降低。

- 非结晶型塑料。在非结晶型塑料中，组成塑料的大分子链杂乱无章地相互穿插交缠着，无序地堆积在一起。这类塑料的性能主要取决于高聚物本身的特性、分子链的结构、分子量的大小和分子链的长短等因素。常见的非结晶型塑料有 ABS、聚碳酸酯、聚苯乙烯等。

2. 塑料的性能

塑料的性能主要指塑料在成型工艺过程中所表现出来的成型特性。在模具的设计过程中，要充分考虑这些因素对塑件的成型过程和成型效果的影响。

1) 塑料的成型收缩

塑料制件的收缩不仅与塑料本身热胀冷缩的性质有关，而且还与模具结构及成型工艺条件等因素有关，故将塑料制件的收缩通称为成型收缩。收缩性的大小以收缩率表示，即单位长度塑件收缩量的百分数。

设计模具型腔尺寸时，应按塑件所使用的塑料的收缩率给予补偿，并在塑件成型时调整好模温、注射压力、注射速度及冷却时间等因素以控制零件成型后的最终尺寸。

2) 塑料的流动性

塑料的流动性是指在成型过程中，塑料熔体在一定的温度和压力作用下填充模腔的能力。

流动性差的塑料，在注塑成型时不易填充模腔，易产生缺料，在塑料熔体的汇合处不能很好地熔接而产生熔接痕。这些缺陷会导致零件报废。反之，若塑料的流动性太好，注塑时容易产生溢料飞边和流延现象。浇注系统的形式、尺寸、布置，包括型腔的表面粗糙度、浇道截面厚度、型腔形式、排气系统、冷却系统等模具结构都对塑料的流动性起着重要影响。

热塑性塑料按流动性可分为以下 3 类。

- 流动性好：有尼龙、聚乙烯、聚苯乙烯、聚丙烯、醋酸纤维等。
- 流动性一般：有 ABS、有机玻璃、聚甲醛、聚氯醚。
- 流动性差：有聚碳酸酯、硬聚氯乙烯、聚苯醚、氟塑料。

3) 塑料的取向和结晶

取向是由于各向异性导致的塑料在各个方向上收缩不一致的现象。影响取向的因素主要有塑料品种、塑件壁厚、温度等。除此之外，模具的浇口位置、数量、断面大小对塑件的取向方向、取向程度和各个部位的取向分子情况有重要影响，是模具设计中必须重视的问题。

结晶是塑料中树脂大分子的排列呈三相远程有序的现象，影响结晶的主要因素有塑料类型、添加剂、模具温度、冷却速度。结晶率对于塑料的性能有重要影响，因此在模具设计和塑件成型过程中应特别注意。

4) 吸湿性

吸湿性是指塑料对水分的亲疏程度。在成型加工过程中，当塑料的水分含量超过一定的限度时，水分在高温料筒中变为气体，促使塑料高温分解，导致成型缺陷。

据此塑料大致可以分为两类：一类是具有吸湿或黏附水分倾向的塑料，例如聚酰胺、聚碳酸酯、ABS、聚苯醚等；另一类是吸湿或黏附水分极少的塑料，如聚乙烯、聚丙烯等。

5) 热敏性

某些热稳定性差的塑料，在高温下受热时间长、浇口截面过小或剪切作用大时，料温增高就容易发生变色、降解、分解的倾向，塑料的这种特性称为热敏性。为防止热敏性塑料出现过热分解现象，可采取加入稳定剂、合理选样设备、合理控制成型温度和成型周期、及时清理设备等措施。另外还可以采取给模具表面镀铝、合理设计模具的浇注系统等措施。

3. 注塑成型工作原理

注塑成型又称注射成型，可以用来生产空间几何形状非常复杂的塑料制品。由于其具有应用广、成型周期短、生产效率高、模具工作条件可以得到改善、制品精度高、生产条件较好、生产操作容易实现自动化和机械化等诸方面的优点，因此在整个塑料制品生产行业中占有非常重要的地位。

利用塑料的可挤压和可模塑性，首先将松散的粒料或粉状成型物料从注塑机的料斗送入高温的机筒内加热熔解塑化，使之成为黏流态熔体；然后用柱塞或螺杆压缩并推动塑料熔体向前移动，使熔体以很大的流速通过机筒前端的喷嘴，并以很快的速度注射进入温度较低的闭合模具型腔中；经过一段保压冷却成型时间后，开启模具便可以从模腔中脱出具有一定形状和尺寸的塑料制品。

4. 注塑成型工艺参数

注塑成型工艺的核心问题，就是采用一切措施以得到塑化良好的塑料熔体，并将塑料熔体注射到型腔中，在控制条件下冷却成型，使塑料达到所要求的质量。注塑成型需要具备三大工艺条件，即温度、压力和成型时间。

1) 温度

注塑成型过程需控制的温度主要包括模具温度和料温。

(1) 模具温度。

模具温度直接影响塑料熔体的充模能力以及塑件的内在性能与外观质量。通常，提高模具温度可以改善熔体的流动性、增强制件的密度和结晶度及减小充模压力。但制件的冷却时间、收缩率和脱模后的翘曲变形将会延长和增大，且生产效率也会因冷却时间的延长而下降。因此模具冷却系统的设计对于塑件的成型质量和成型效率有非常重要的影响，是模具设计中需要特别注意的问题。

(2) 料温。

料温指塑化物料的温度和从喷嘴注射出的熔体温度。其中，前者称为塑化温度，后者称为注射温度，分别取决于料筒和喷嘴两部分的温度。

料温应根据塑料的熔点和软化点、制作的大小、厚薄、成型时间来确定。通常靠近料斗处较低，喷嘴端较高。

2) 压力

注塑成型时需要选择与控制的压力包括注射压力、保压力和背压力。其中注射压力与注射速度相辅相成，对塑料熔体的流动和充模具有决定作用。注射压力的大小根据塑料的性能、制件的大小、厚薄和流程长短来确定。在塑料熔体黏度较高、壁薄、流程长等情况下，适合采用较高的注射压力。

3) 成型时间

成型时间是指完成依次注射成型全过程所需要的时间。成型时间过长，在料筒中原料因受热时

间过长而分解,制件因应力大而降低机械强度。成型时间过短,会因塑料不完全导致制件易变形。因此,合理的成型时间是保证制件质量、提高生产率的重要条件。

1.1.2 模具结构和类别

下面来介绍一下注塑模具的结构和类别。

1. 注塑模具的典型结构

注塑模具由动模和定模两部分组成,动模安装在注射机的移动模板上,定模安装在注射机的固定模板上。成型时,动模与定模闭合构成浇注系统和型腔,开模时动模与定模分离,以便取出塑料制品。根据各部件的作用,注塑模具可分为以下几个基本组成部分。

1) 浇注系统

浇注系统又称流道系统,其作用是为塑料熔体提供从注射机喷嘴流向型腔的通道。包括主流道、分流道、浇口、冷料穴、钩料杆等。

2) 成型部件

成型部件主要是由型腔和型芯组成。型芯形成制品的内表面形状,型腔形成制品的外表面形状。

3) 导向部件

导向部件的主要作用是保证各结构组件相互的移动精度。通常由导柱、导套或导滑槽组成。

4) 推出机构

推出机构也称顶出机构,主要作用是将塑件从模具中脱出,以及将凝料从流道内拉出并卸除。通常由推杆(或推管、推环、推块、推板)、推杆固定板、推板、拉料杆、流道推板组成。

5) 温控系统

为了满足注射工艺对模具温度的要求,需要温控系统对模具的温度进行调节,对模具进行加热或冷却。针对热塑性塑料注塑模具主要是设计冷却系统模具冷却,常用的方法是在模具内开设冷却水道,利用循环冷却水带走模具冷却时需要散除的热量。对于热固性塑料用注塑模具或热流道模具通常需要加热,可以采取通蒸汽的方法提高或保持模具温度,有时也需要在模具内部和周围安装电加热元件,因此需要在模具内设置加热孔或安装加热板以及防止热量散失的隔热板。

6) 排气槽

排气槽的作用是将成型过程中的气体充分排除,防止塑件产生气穴等缺陷,常用的办法是在分型面处或容易困气的部位开设排气沟槽。由于分型面、镶块、推杆之间存在微小的间隙,若它们可以达到排除气体的目的,可不必开设排气槽。

7) 侧抽芯机构

对于带有侧凹、侧凸或侧孔的塑件,若将成型部件做成整体,成型完成后塑件将无法脱模。因此需要在模具中设置侧抽芯机构,以便在完成塑件的成型后,该机构能在塑件脱模之前先行让出,保证塑件顺利脱模。

8) 模架

模架的主要作用是将各结构件组成整体的连接系统。包括定模座板、定模板、动模板、动模座板等。通常采用标准件,以减少繁重的模具设计与制造工作量。

2. 塑料模具的一般类别

塑料模具的一般类别可以按照模具的板型来划分，大致可分为以下几种。

1) 两板模(2 PLATE MOLD)

两板模又称单一分型面模，它是注塑模中最简单的一种。但是，其他模具都是两板模的发展，可以说，两板模是其他模具的基础。

两板模以分型面为界将整个模具分为两部分：动模和定模。

两板模的一部分型腔在动模，一部分型腔在定模，主流道在定模部分。分流道开设在分型面上。开模后，制品和流道留在动模，动模部分设有顶出系统以便取出制品，其常用结构如图 1-1 所示。

2) 三板模或细水口模(3 PLATE MOLD, PIN-POINT GATE MOLD)

三板模是由两个分型面将模具分成三部分的塑料模具，它的结构比两板模复杂，设计和加工的难度也比较高。三板模比两板模多了浇口板，适用于制品的四周不准有浇口痕迹的场合，这种模具采用点浇口，所以又叫细水口模具。这种模具结构相对复杂些，启动动力一般使用螺纹机构或拉板机构，如图 1-2 所示。

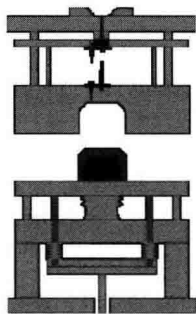


图 1-1 两板模具结构

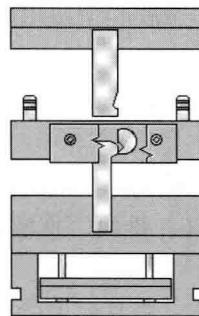


图 1-2 三板模具结构

3) 热流道模具(HOT RUNNER MANIFOLD)

热流道模具是一种新兴的模具类型，它的制作成本相比前两种模具结构都要高，制作复杂，不易加工。但是热流道模具有很多无可比拟的优点，例如热流道模具借助加热装置使浇注系统中的塑料不会凝固，也不会随制品脱模，所以更有利于节省材料和缩短周期。所以，热流道模具又称无流道模。

热流道模具具有以下优点。

- 无废料产生。
- 可降低注射压力，可以采用多腔模。
- 可大幅缩短成型周期。
- 可大幅提高制品的品质。

但是，并不是所有的塑料都适合使用热流道模具进行加工的，适合热流道模具的塑料必须具有以下特点。

- 塑料的熔融温度范围较宽，在处于低温状态时，流动性好；高温状态时，具有较好的热稳定性。

- 用于热流道模具的塑料对压力相对敏感，不加压力不流动，当施加压力时即可流动。
- 比热小，易熔融，而且又易冷却。
- 导热性好，以便在模具中很快冷却。

目前，用于热流道模具的塑料有：ABS、PC、PE、POM、HIPS、PS 等。目前常用的热流道有以下两种。

- 加热流道模具：参见图 1-3。
- 绝热流道模具：参见图 1-4。

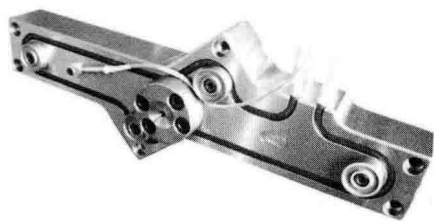


图 1-3 加热流道模具

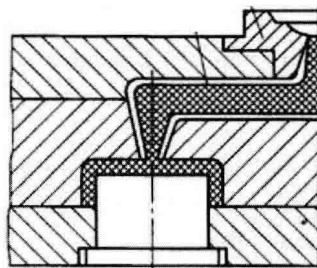


图 1-4 绝热流道模具

第2课

1课时

SolidWorks 模具设计流程

1.2.1 CAD 技术

行业知识链接：塑料模具用于压塑、挤塑、注塑、吹塑和低发泡成型，它主要包括由凹模组合基板、凹模组件和凹模组合卡板组成的具有可变型腔的凹模，由凸模组合基板、凸模组件、凸模组合卡板、型腔截断组件和侧截组合板组成的具有可变型芯的凸模。模具凹、凸模及辅助成型系统的协调变化，可加工不同形状、不同尺寸的系列塑件。如图 1-5 所示是塑料模具的下半部分。

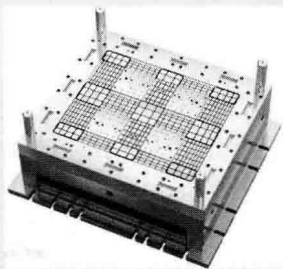


图 1-5 塑料模具的下半部分

1. CAD 的概念

运用 CAD 技术, MoldWizard 可以帮助广大模具设计人员由注射制品的零件图迅速设计出该制品的全套模具图,使模具设计师从烦琐、冗长的手工绘图和人工计算中解放出来,将精力集中于方案构思、结构优化等创造性工作。

利用 MoldWizard 软件,用户可以选择软件提供的标准模架灵活方便地建立适合自己的标准模架库。在选好模架的基础上,从系统提供的诸如整体式、嵌入式、镶拼式等多种形式的动、定模结构中,依据自身需要灵活地选择并设计出动、定模部件装配图。采用参数化的方式设计浇口套、拉料杆、斜滑块等通用件,然后设计推出机构和冷却系统,完成模具的总装图。最后利用 MoldWizard 系统提供的编辑功能,方便地完成各零件图的尺寸标注及明细表。

2. CAE 的概念

CAE 技术借助于有限元法、有限差分法和边界元法等数值计算方法,分析型腔中塑料的流动、保压和冷却过程,计算制品和模具的应力分布,预测制品的翘曲变形,并由此分析工艺条件、材料参数及模具结构对制品质量的影响,达到优化制品和模具结构、优选成型工艺参数的目的。

塑料注射成型 CAE 软件主要包括流动保压模拟、流道平衡分析、冷却模拟、模具刚度强度分析和应力计算、翘曲预测等功能。其中,流动保压模拟软件能提供不同时刻型腔内塑料熔体的温度、压力、切应力分布,其预测结果能直接指导工艺参数的选定及流道系统的设计;流道平衡分析软件能帮助用户对一模多腔模具的流道系统进行平衡设计,计算各个流道和浇口的尺寸,以保证塑料熔体能同时充满各个型腔;冷却模拟软件能计算冷却时间、制品及型腔的温度分布,其分析结果可以用来优化冷却系统的设计;刚度强度分析软件能对模具结构进行力学分析,帮助用户对型腔壁厚和模板厚度进行刚度和强度校核;应力计算和翘曲预测软件则能计算出制品的收缩情况和内应力的分布,预测制品出模后的变形。

3. CAM 的概念

运用 CAM 技术能将模具型腔的几何数据转换为各种数控机床所需的加工指令代码,取代手工编程。例如,自动计算钼丝的中心轨迹,将其转化为线切割机床所需的指令(如 3B 指令、G 指令等)。对于数控铣床,则可以计算轮廓加工时铣刀的运动轨迹,并输出相应的指令代码。采用 CAM 技术能显著提高模具加工的精度及生产管理的效率。MoldWizard 系统能够帮助节省设计的时间,并提供完整的 3D 模型给 CAM 系统。

4. 模具 CAD 的发展

近 20 年来,以计算机技术为代表的信息技术的突飞猛进为注射成型采用高新技术提供了强有力的条件,注射成型计算机辅助软件的发展十分引人注目。CAD 方面,主要是在通用的机械 CAD 平台上开发注射模设计模块。随着通用机械 CAD 的发展经历了从二维到三维、从简单的线框造型系统到复杂的曲面实体混合造型的转变,模具 CAD 也有了较大的发展。目前国际上占主流地位的注射模 CAD 软件主要有 UG NX/Mold Wizard、Pro/E(Mold Design)、SolidWorks/IMold、CATIA/Mold Tooling Design 和 TopSolid/Mold 等。

1.2.2 模具 CAD 技术

行业知识链接：塑料模具在塑料加工工业中和塑料成型机配套，赋予塑料制品以完整构型和精确尺寸的工具。由于塑料品种和加工方法繁多，塑料成型机和塑料制品的结构又繁简不一，所以，塑料模具的种类和结构也是多种多样的。如图 1-6 所示是塑料扇叶的注塑模具。

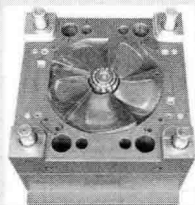


图 1-6 塑料扇叶的注塑模具

1. 注射模 CAD 系统的主要功能

(1) 注射制品构造。将注射制品的几何信息以及非几何信息输入计算机，在计算机内部建立制品的信息模型，为后续设计提供信息。

(2) 模具概念设计。根据注射制品的信息模型采用基于知识和基于实例的推理方法，得到模具的基本结构形式和初步的注射工艺条件，为随后的详细设计、CAE 分析、制造性评价奠定了基础。

(3) CAE 分析。运用有限元的方法，模拟塑料在模具型腔中流动、保压和冷却的过程，并进行翘曲分析，以得到合适的注射工艺参数和合理的浇注系统与冷却系统结构。

(4) 模具评价。包括可制造性评价和可装配性评价两部分。注射件可制造性评价在概念设计过程中完成，根据概念设计得到的方案进行模具费用估计来实现。模具费用估计可分为模具成本的估计和制造难易估计两种模式。成本估计是直接得到模具的具体费用，而制造难易估计是运用人工神经网络的方法得到注射件的可制造度，以此判断模具的制造性。可装配性评价是在模具详细设计完成后，对模具进行开启、闭合、钩料、抽芯、工件推出动态模拟，在模拟过程中自动检查零件之间是否干涉，以此来评价模具的可装配性。

(5) 模具详细结构设计。根据制品的信息模型、概念设计和 CAE 分析结果进行模具详细设计。包括成型零部件设计和非成型零部件设计。成型零部件包括型芯、型腔、成型杆和浇注系统；非成型零部件包括脱模机构、导向机构、侧抽芯机构以及其他典型结构的设计。同时提供三维模型向二维工程图转换的功能。

(6) CAM。主要是利用支撑系统下挂的 CAM 软件完成成型零部件的虚拟加工过程，并自动编制数控加工的 NC 代码。

2. 应用注射模 CAD 系统进行模具设计的通用流程

注射模 CAD 系统具有类似的设计流程，如图 1-7 所示。

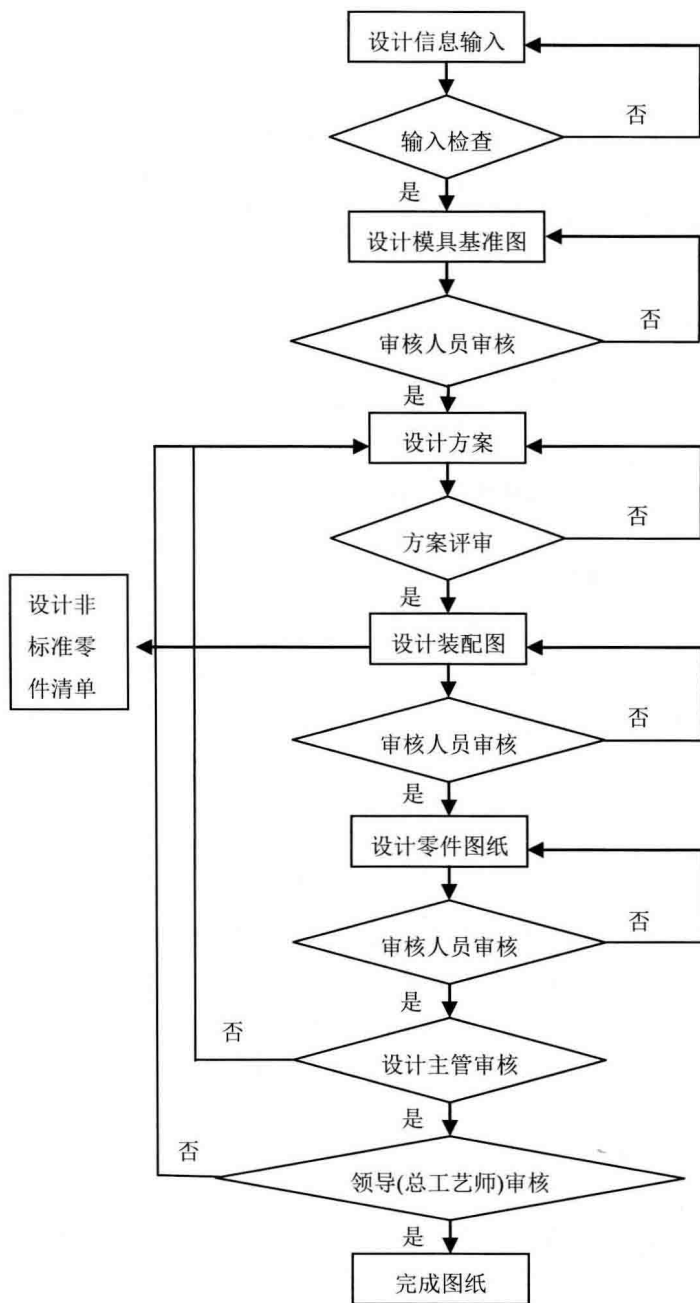


图 1-7 设计流程图

(1) 制品的造型。可直接采用通用的三维造型软件。

(2) 根据注射制品采用专家系统进行模具概念的设计。专家系统包括模具结构设计、模具制造工艺规划、模具价格估计等模块。在专家系统的推理过程中，采用基于知识与实例相结合的推理方法，推理的结果是注射工艺和模具的初步方案。方案设计包括型腔数目与布置、浇口类型、模架类型、脱模方式和抽芯方式等。其过程如图 1-8 所示的模具结构详细设计流程图。

(3) 在模具初步方案确定后,用 CAE 软件进行流动、保压、冷却和翘曲分析,以确定合适的浇注系统、冷却系统等。如果分析结果不能满足生产要求,那么可根据用户的要求修改注射制品的结构或修改模具的设计方案。

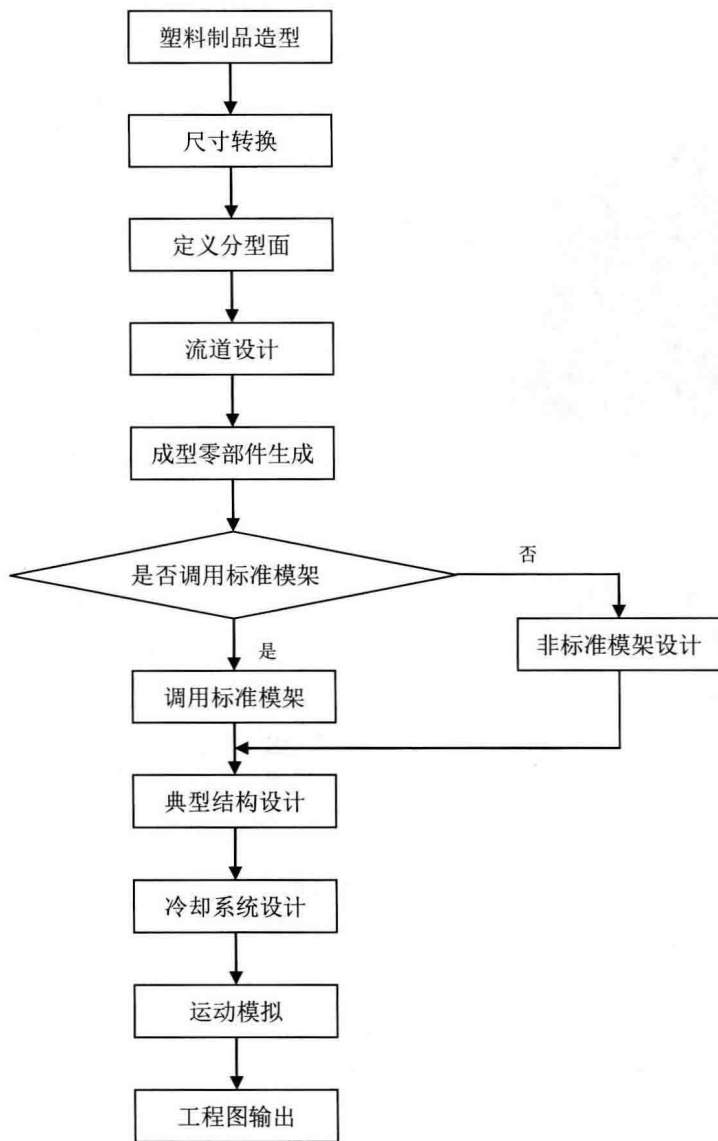


图 1-8 模具结构详细设计流程图

课后练习——电池盒

案例文件: ywj\01\01\01.SLDPRT 等模具文件

视频文件: 光盘\视频课堂\第 1 教学日\1.2

练习案例分析及步骤如下。

本课后练习是电池盒的设计过程及其模型初始化,即创建模具项目,如图 1-9 所示是创建完成的