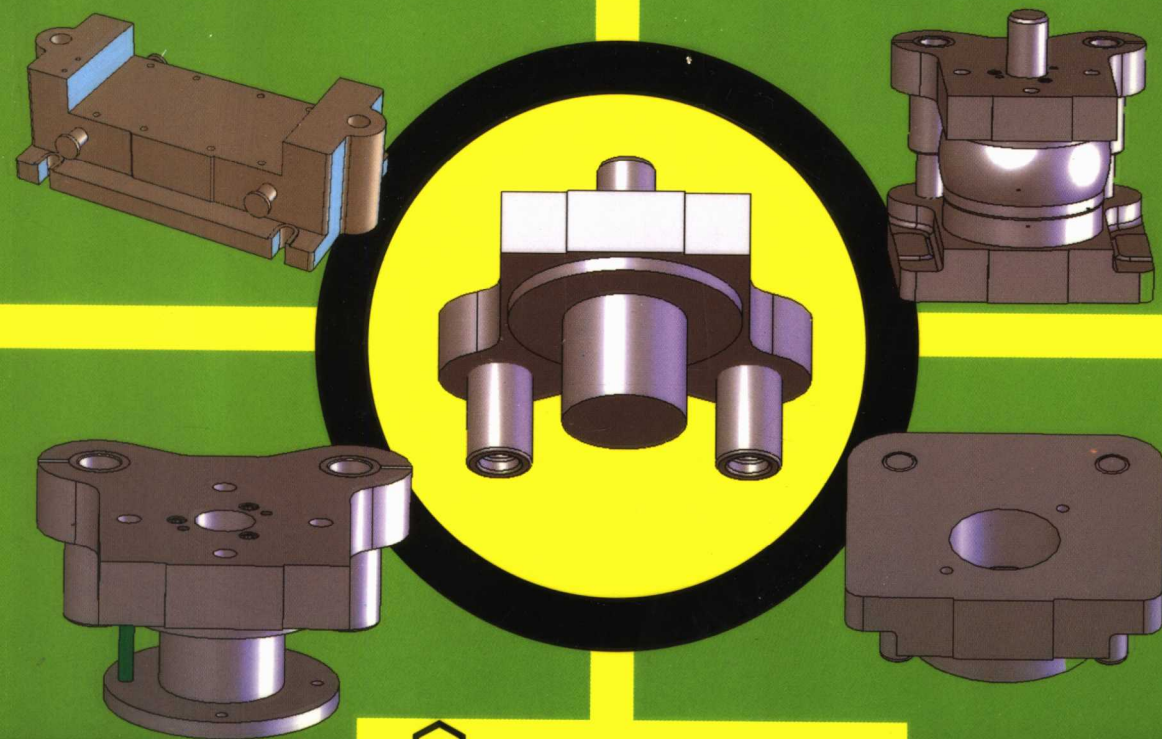


随书附光盘

冲压模具

设计自动化及实例 —— SolidWorks应用

季忠 王晓丽 刘韧 等编著



化学工业出版社

冲压模具

设计自动化及实例

——SolidWorks应用

作者：(美) 詹姆斯·P·麦卡锡 著



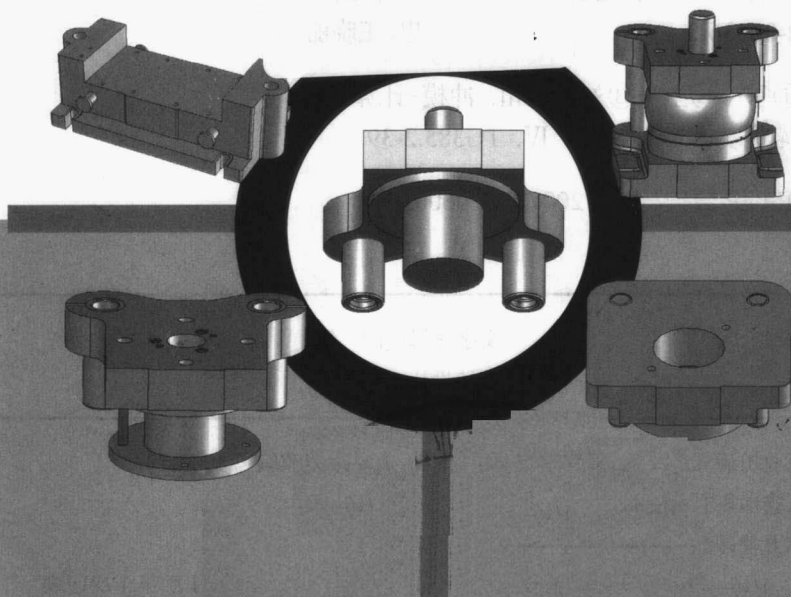
机械工业出版社



冲压模具

设计自动化及实例 —— SolidWorks应用

季忠 王晓丽 刘韧 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书主要介绍了如何基于 SolidWorks 几何建模核心进行冲压模具设计并实现设计过程的自动化。书中围绕典型冲压模具实例,介绍了包括草图、零件、装配体和工程图在内的 SolidWorks 基本操作,用大量篇幅讲述了在 SolidWorks 环境下采用自底向上和自顶向下的方式进行模具设计的基本方法以及用 VB 对 SolidWorks 进行二次开发,以实现模具设计自动化的方法和步骤。其中关于冲压模具的三维建模、用 SolidWorks 本身的特性进行冲压工艺分析计算、工艺计算与三维设计的融合、SolidWorks 二次开发的接口技术、图表的数据库化、参数化零件库和装配体库的建立、模型库组织、参数化建模的程序实现等,都是 SolidWorks 模具设计的高级实用技术。通过对本书的学习,读者能够学会在 SolidWorks 上进行模具设计,并开发适合自己的专用系统,从而最大限度地提高设计质量和效率。

本书所有造型及程序均在 SolidWorks 2006 及 VB 6.0 上测试通过,内容编排遵循由浅入深、循序渐进的原则,从 SolidWorks 模具设计基础逐渐过渡到高级应用,特别适合高校师生作为教学用书,同时也可作为广大 SolidWorks 爱好者和工程技术人员的自学用书和参考书。

为便于读者深入学习,随书发行配套光盘,包含书中所有实例及代码文件。

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计自动化及实例——SolidWorks 应用 / 季忠, 王晓丽, 刘韧等编著. —北京: 化学工业出版社, 2007.6
ISBN 978-7-122-00336-2

I. 冲… II. ①季…②王…③刘… III. 冲模-计算机辅助设计-应用软件, SolidWorks IV. TG385.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 060029 号

责任编辑: 张兴辉

文字编辑: 闫 敏

责任校对: 凌亚男

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18 1/2 字数 464 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.00 元

版权所有 违者必究

前言

SolidWorks 是当今世界范围内应用最为广泛的三维 CAD 软件之一,遍布全球 100 多个国家 8 万多个公司的 50 多万用户应用 SolidWorks 进行产品设计,有超过 4500 所大学和科研机构采用 SolidWorks 进行教学与科研工作。SolidWorks 在 API 上的创举,使微软的优秀技术在系统集成方面跨越了障碍,全球 CAD、CAE、CAM、CAPP、PDM 等领域的专业应用系统,作为第三方软件在极短的时间里无缝地集成到了 SolidWorks 统一环境下的同一个数据模型上,从而满足了各种工程需求。在制造领域,二维 CAD 已得到广泛应用并将有持久的需求,但用三维 CAD 完成设计必将在未来处于主导地位,这种趋势在模具行业表现得尤其明显。在三维模具设计环境中进行成形过程分析、模具受力分析、运动干涉检查及模具加工前的数据准备等,这些功能都远远超越了二维 CAD 能够给用户提供的价值,并使企业的产品水平产生了质的飞跃。

目前, SolidWorks 在模具行业一般表现出三个应用层次:其一是为 CAE/CAM 而进行某些零部件的三维几何造型;其二是利用 SolidWorks 软件或借助于某些插件如 IMOLD 等,完成整套模具的完整设计,甚至包括模具 CAE 和 CAM 的整个流程;其三则是在完成模具设计的同时,结合产品特点,开发适合自己或行业的专用功能模块或形成 SolidWorks 插件形式的专业 CAD 系统,从而最大限度地提高产品质量和设计效率,使产品最快投入市场。

作为 SolidWorks 应用技术专业书籍,本书从基本的参数化造型入手,引导读者从上述第一个应用层次逐渐过渡到第三个层次,旨在使具有模具和 Visual Basic 一般知识的读者,用 SolidWorks 进行冲压模具设计并实现设计过程的自动化,以充分发挥 SolidWorks 的应用效率,使模具设计水平产生质的飞跃。

本书的重点不是对软件的基本功能和操作命令进行重复介绍,而是围绕典型冲压模具实例,着重讲述完成各项特定任务所采用的方法和遵循的步骤,并强调用 SolidWorks 进行冲压模具设计所应用的独特功能,以及用户容易混淆的概念和命令。本书大量吸取了工程技术人员软件应用和开发经验,其中关于零件和装配体的建模技术、用 SolidWorks 本身的特性进行冲压工艺分析计算、工艺计算与三维设计的融合、SolidWorks 二次开发的步骤及接口技术、图表的数据库化、参数化零件库和装配体库的建立、模型库组织、参数化建模的程序实现、应用程序的执行方法等,都是 SolidWorks 高级实用技术。书中模具设计自动化的方法和步骤也可应用于其他产品设计或机械设计自动化中,而设计自动化的思想也可推广于 UG 或 Pro/E 等多种 CAD 平台。

本书所有几何造型和开发程序均在 SolidWorks 2006 及 VB 6.0 上测试通过,为便于教学实践和学习交流,随书发行包含所有实例和代码的配套光盘,并拟在网上开通学习论坛。

本书主要编著者是季忠、王晓丽、刘韧，刘文亮撰写了第4章部分内容的初稿，孙莉莉、杨婕、张明浩、徐丽丽、王歆、张鹏、甄洪栋等也为本书成文做了很多工作，栾贻国教授、赵振铎教授、贾玉玺副教授曾提出很多宝贵意见，在此深表感谢。同时，在相关研究过程中，得到了山东省优秀中青年科学家奖励基金（03BS100）的资助，在此一并致谢。

由于作者水平有限，不妥之处在所难免，欢迎读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 模具设计与 SolidWorks	1
1.1 SolidWorks 及其模具设计能力	1
1.1.1 SolidWorks 的特点	1
1.1.2 SolidWorks 的模具设计能力	4
1.2 冲压工艺及冲压模具	7
1.2.1 冲压模具设计的一般步骤	7
1.2.2 典型模具结构	12
1.2.3 模具的主要零部件	13
1.3 用 SolidWorks 进行冲压模具设计	17
1.3.1 模具行业的 SolidWorks 应用层次	17
1.3.2 计算机辅助造型与模具结构设计	19
1.3.3 基于二次开发的模具设计自动化	21
第 2 章 SolidWorks 模具设计基础	25
2.1 SolidWorks 操作界面	25
2.1.1 下拉式菜单	25
2.1.2 工具栏	31
2.1.3 鼠标操作	32
2.2 草图	33
2.2.1 草图绘制工具	34
2.2.2 绘制草图	35
2.2.3 草图状态	37
2.2.4 标注尺寸	37
2.2.5 几何关系	38
2.2.6 草图实例	39
2.3 零件	52
2.3.1 基础特征	52
2.3.2 基于特征的零件建模	53
2.4 装配体	61
2.4.1 装配体工具	61
2.4.2 配合	62
2.4.3 自底向上的零件装配	63
2.4.4 自顶向下的关联设计	70

2.4.5	零部件间的干涉检查	78
2.4.6	爆炸装配体	79
2.5	零件和装配体的配置	80
2.5.1	配置与设计变体	80
2.5.2	手动生成配置	82
2.5.3	系列零件设计表	87
2.5.4	装配体中的零部件配置	91
2.6	钣金	94
2.6.1	钣金特征	94
2.6.2	展开状态	99
2.6.3	用 SolidWorks 求钣金件毛坯	101
2.7	工程图	107
2.7.1	建立工程图模板	108
2.7.2	创建工程图	115
2.7.3	尺寸标注	120
2.7.4	注解与注释	122
2.7.5	装配体工程图	124
2.7.6	材料明细表	126
2.8	利用 AutoCAD 图形	131
2.8.1	输入 AutoCAD 文件到草图	132
2.8.2	草图修正和编辑	133
2.8.3	转换到 SolidWorks 三维实体	135
第 3 章	SolidWorks 模具设计实例	137
3.1	冲压模具设计计算常用图表	137
3.1.1	冲裁模具设计常用图表	137
3.1.2	拉深模具设计常用图表	140
3.1.3	弯曲模具设计常用图表	142
3.2	冲裁模具设计实例	143
3.2.1	工艺分析计算	143
3.2.2	模具零部件的设计计算	145
3.2.3	冲裁模装配体工程图	170
3.2.4	冲裁模零件工程图	175
3.3	落料拉深模具设计实例	178
3.3.1	工艺分析计算并选择模具结构形式	178
3.3.2	模具工作部分尺寸和公差计算	179
3.3.3	模具零部件的设计计算	179
3.3.4	落料拉深复合模的工程图	190
3.4	弯曲模具设计实例	192
3.4.1	工艺分析计算	193
3.4.2	弯曲模工作部分尺寸计算	196

3.4.3	凸模和凹模的设计	197
3.4.4	模架的设计	200
3.4.5	模具装配体	200
3.4.6	弯曲模的工程图	201
第 4 章	模具设计自动化基础	204
4.1	SolidWorks API 简介	204
4.1.1	SolidWorks API 术语	204
4.1.2	SolidWorks 宏操作	207
4.1.3	开发工具及以 VB 为代表的接口技术	208
4.2	SolidWorks 对象	209
4.3	用 VB 进行 SolidWorks 二次开发	213
4.3.1	SolidWorks 二次开发的一般步骤	213
4.3.2	用户化程序的执行方式	218
4.4	参数化设计原理及建模方法	221
4.4.1	参数化设计原理	221
4.4.2	基于 SolidWorks 的参数化建模方式	222
4.4.3	编程法和尺寸驱动法建模的程序代码比较	223
4.5	用尺寸驱动法创建参数化模型库	224
4.5.1	参数化建模时对草图的要求	224
4.5.2	使用方程式定义尺寸间的关系	225
4.5.3	尺寸重命名	226
4.6	参数数据库	228
4.6.1	图表数据库的建立	228
4.6.2	数据库操作	229
第 5 章	开发基于 SolidWorks 的冲压模具设计系统	231
5.1	系统设计	231
5.1.1	系统功能分析	231
5.1.2	系统开发步骤	232
5.2	冲压模具标准模型库的建立	232
5.3	冲压模具数据库的建立	236
5.3.1	模具标准工艺参数数据表	236
5.3.2	冲裁模具的参数数据库	237
5.4	冲压模具设计系统开发	238
5.4.1	界面设计	239
5.4.2	菜单设计	241
5.4.3	实现菜单与窗体的连接	243
5.4.4	设置窗体 FrmPunching_M 的 Load 事件	243
5.4.5	设置 Frame 控件——FSchemeControl 内的控件	243
5.4.6	设置 Frame 控件——FPartInfo 内的控件	245
5.4.7	编写工艺计算函数——Function Caculate()	247

5.4.8	设置 CommandButton 控件——CmdCaculate 的 Click 事件	264
5.4.9	设置 CommandButton 控件——CmdDesign 的 Click 事件	265
5.4.10	设置窗体 FrmPunching_S 的 Load 事件	265
5.4.11	编写 TreeView1 控件的 NodeClick()函数	266
5.4.12	编写模具零件和装配体的重建模型函数	269
5.4.13	编写 CmdBuild 控件的 Click()	280
5.4.14	生成*dll 文件	281
第 6 章	模具设计自动化实例	282
6.1	系统装入	282
6.2	设计实例	283
6.2.1	准备工作	283
6.2.2	冲裁模零件自动设计	285
6.2.3	冲裁模装配体自动设计	286
参考文献		289

第 1 章 模具设计与 SolidWorks

1.1 SolidWorks 及其模具设计能力

1.1.1 SolidWorks 的特点

SolidWorks 是基于 Windows 平台的三维设计工具；在 Windows 下实现了自顶向下的设计方法，创造了特征管理器的设计思想；开发了特征自动识别功能；具备了智能化装配和动态装配干涉检查；提供了基于 Internet 的电子图板发布工具。

(1) SolidWorks 是开放的 CAD 系统

从早期版本开始，SolidWorks 就提供了 VBA、VB、VC 等开发工具，2004 版还增加了对 .NET 的支持能力。SolidWorks 的用户程序界面（API）是基于 OLE 自动化的应用编程接口，其中包含了数以百计的功能函数，这些函数提供了程序员直接访问 SolidWorks 的能力，从而有力地支持了客户和合作伙伴的二次开发工作，用户在 SolidWorks 上开发的各种专用 CAD 系统不胜枚举。SolidWorks 在全球还拥有数百家合作伙伴，其中包括 50 多家无缝集成和数据全相关的黄金伙伴，它们提供了完全整合到 SolidWorks 同一窗口下的多种被称之为插件的应用程序，从公差分析、概念设计、工艺规划、数控加工、工程制图、文档管理，直至有限元分析等领域，满足了用户在完成机械设计时对各专业的深层次需求。SolidWorks 不仅提供了 IGS、STEP 等多种格式的输入输出接口，它的文档转换程序几乎可以在当今市场上的所有机械 CAD 产品（如 UG、Pro/E、CATIA、CADKEY）之间相互转换，能够直接生成或读取这些 CAD 系统文件，从而为国际交流与合作提供了基础平台。SolidWorks 内置的 DWG 文件编辑环境和二维转三维功能，可使 AutoCAD 等二维 CAD 用户平滑地过渡到 SolidWorks 三维实体设计。这种开放和基于开放的合作都大大提升了 SolidWorks 的使用价值。

(2) SolidWorks 支持协同工作

SolidWorks 提供了全球化制造网络和实时更新的三维零部件库，用户可以直接在网上下载世界著名零部件供货商的几百万个零部件的三维实体模型，也可以将自己所设计的产品直接发布到互联网上，异地共享三维设计。它与提供专业产品搜索的 Globalspec 公司的合作，则使用户能够在 SolidWorks 界面上在线搜索产品及其相关的工程文献和专利等。

SolidWorks 功能强大但易学易用，其 Windows 风格的拖放、点击、剪贴等功能，使设计者在进行三维产品设计的过程中自始至终享受着如同 Windows 系统所带来的便捷与优势，极大地增强了完成复杂零件和装配体的设计效率。SolidWorks 具有与 Windows 资源管理器一样的 CAD 文件管理器，用它可以方便地管理设计档案，它独有的任务板管理器，则将特征库、标准件库、网上三维零部件、PDMWorks 以及资源管理器整合在一起，让用户高效地进行特征、零部件及文档的查询，并通过拖放操作进行设计的重复利用。使用 SolidWorks，可在较短的时间内完成更多的工作，将高质量的产品更快地投放到市场。

(3) SolidWorks 软件是基于特征的参数化、全相关实体建模工具

模型是由许多单独的元素组成的，就像装配体是由零件构成的一样，这些元素称为特征。如图 1-1 所示。其中基于二维草图的特征，如线条、圆角等称为草图特征，它可通过拉伸、

旋转等来生成实体。在草图设计的基础上，通过拉伸、旋转、扫描、放样等进一步形成的特征称为基体特征。而在已有的基体特征上所添加的各种特征，如孔、圆角、倒角、拔模、抽壳、筋、圆顶等，则称之为附加特征。对已有特征进行移动或复制称为特征操作。SolidWorks 将特征直接应用到零件中来实现产品设计，并通过特征管理器来显示或修改特征创建的顺序。特征管理器为建模过程中的特征关系提供了明晰的结构，而用于创建特征的驱动尺寸，以及特征之间的关联信息（如平行、相切、同心等），则作为参数被存储于模型之中，并在设计过程中很容易地被捕捉修改，这使用户能够快速而方便地修改模型。

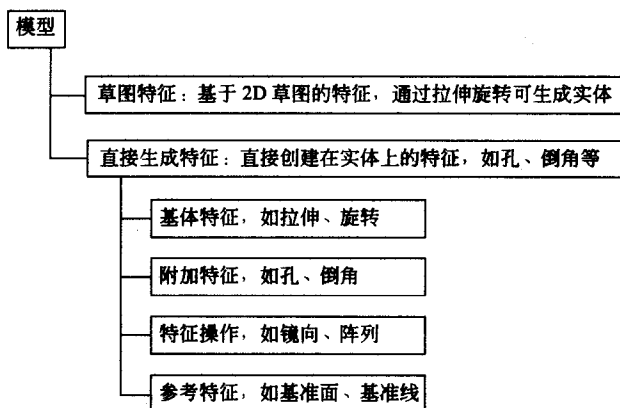


图 1-1 构成模型的特征

SolidWorks 的零件模型与它的工程图以及引用它的装配体是全相关的，对模型的修改会自动反映到与之相关的工程图和装配体中，同样，对工程图和装配体的修改也会驱动零件模型的变更。但是，SolidWorks 的零件、工程图、装配体又可单独操作，允许二维图和三维模型暂时脱离关系，同时又允许随时同步，可以灵活、快速地修改模型。

SolidWorks 完整的实体建模功能，除提供零件级的分离实体功能外，还能够在特征层面上对多体结构进行控制，它的实体模型包含了几何模型中最完整的信息，除了线框以及各表面的数据外，还包括几何体之间的拓扑关系和时序关系等，如倒圆角，只需指定一条边及圆角半径。为了满足越来越多的消费者对于曲面设计的需求，SolidWorks 提供了强大的曲面建模能力，不但可以使用放样和扫描生成复杂的曲面，还可以方便地对曲面进行剪裁、扩展、嵌缝，或将曲面缝合到一起，也可以缩放和排列曲面等。这些都使 SolidWorks 成为完美表达设计意念的最佳工具。

（4）SolidWorks 众多的特性改变了传统产品设计的工作模式

在机械设计中，设计师可以根据零部件运动需求，在 SolidWorks 下先造出机构的简略模型，用运动学分析插件进行动态仿真，以其受力、位移、速度、加速度等结果，应用后续的有限元插件，对结构与零部件进行分析和优化。由于其零部件与结构是全相关的，尺寸与特征是可驱动的，因此可以很容易地修改结构，并为相近的工作需求做出利于重用的零件系列。SolidWorks 还可通过 eDrawing 电子图板、PhotoWorks 高质素渲染及其网络功能，方便地与其他工程师或客户进行交流。在产品的设计完成后，通过 CAM 插件（如 CAMWorks 等）生成 NC 程序，并直接由内部网络或 Internet 送到加工中心进行零件生产。SolidWorks 所提供的基于国际标准的与各种 CAD 或 CAE 之间的数据接口，保证了它所生成的模型数据与其他 CAM

或 CAE 软件包之间传递的完整性。

为了适应不同用户的需要, SolidWorks 产品有三个不同配置的软件包, 依次是三维机械设计解决方案——SolidWorks 三维建模软件、工作组级三维 CAD 解决方案——SolidWorks Office Professional 和完整的产品设计解决方案——SolidWorks Office Premium, 其构成如图 1-2 所示。SolidWorks 三维建模软件是各个软件包都包含的核心内容, 各软件包都在 SolidWorks 三维建模软件所提供的单一窗口下操作和运行, 所有的 SolidWorks 产品都应用同一设计数据, 每一项设计变更都自动地反映到各项工程应用之中。而 SolidWorks Office Professional 除了包括 SolidWorks 三维建模软件外, 还包括产品数据管理解决方案 PDMWorks。而 SolidWorks Office Premium 的目的则是在一个封装中为团队提供需要的所有设计、验证、数据管理和通信工具。

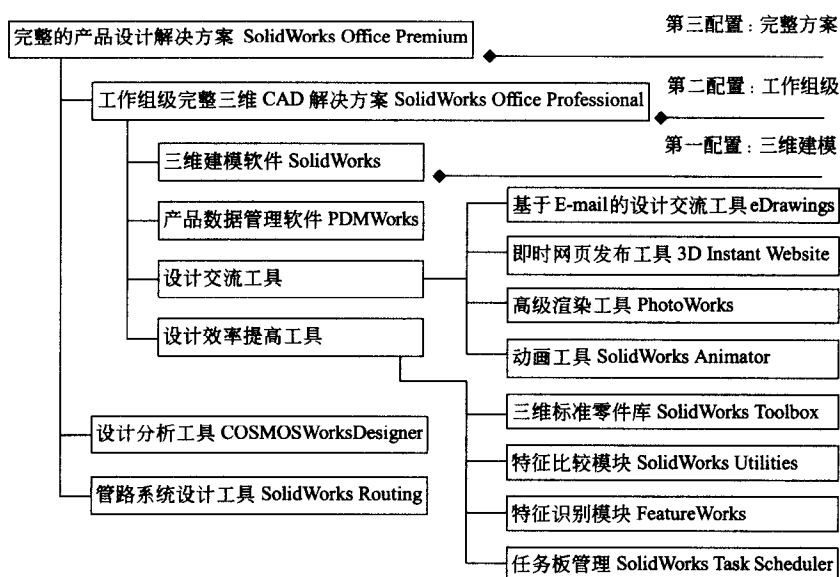


图 1-2 SolidWorks 产品的构成

为了解决用户设计大型装配体的问题, SolidWorks 正在使用 64 位计算机硬件系统、应用 64 位软件系统、使用分布式计算方法、采用客户机/服务器模式等, 通过充分发挥计算机软、硬件的功能, 来达到性能与速度的完美结合。2006 年 2 月 10 日, SolidWorks 发行了 64 位版本的 SolidWorks 2006, 该版本利用了 MS Windows XP Professional x64 Edition 操作系统的性能和伸缩性, 可为客户提供 8GB 的内存, 比原先 32 位操作系统的可用内存大几百倍。工程师使用此版本可以更有效地设计超大型的装配体。更让老用户欣慰的是, SolidWorks 将继续支持在 64 位操作系统上以 32 位模式运行的 SolidWorks, 并将继续提供所有 SolidWorks 文件之间的兼容性, 而不管这些文件是在哪个操作系统上创建的。2006 年 8 月 SolidWorks 发布的 2007 版本, 推出了以特征专家、配合专家、草图专家和公差专家四个专家系统为核心的 SolidWorks 智能特征技术 (SWIFT), 该技术颠覆了“强大软件必然复杂”的观念, 在简化软件使用的同时还带来了效率的指数级增加, 而模型文件反而缩小为原先的 50% 左右。

1.1.2 SolidWorks 的模具设计能力

模具行业作为现代制造业的重要组成部分，一直是计算机辅助技术应用最成功的领域。模具的种类很多，按工艺性质划分有冲压模、锻造模、铸造模、注塑模、橡胶模等；按其形状及制造特点划分则可粗略地划分为型腔模具和非型腔模具。模具设计具有机械设计的一些共性，同时也有其本身的特点。以注塑模和铸造模为代表的型腔模具的设计，因牵扯到分型、拔模等问题，与一般的机械设计有很大不同；而与冲裁模具类似的非型腔模具，则更多地体现为一般机械设计的共性。冲压模具中的某些拉深模具也可归入型腔模具的范畴。

模具是典型的订单式的单件小批量产品，随工件的形状、尺寸、精度、表面质量、工艺条件等因素的不同而变化，所以，每副模具都必须进行重新设计，设计工作量大，对设计效率的要求高。另外，模具制造是设计过程的延续，模具的受力分析、模具工作时材料的流动分析等，已经成为现代模具设计的重要环节。而模具的数控加工编程、模具分析时的有限元网格划分等，都必须基于三维几何造型数据才能完成。一辆新型轿车投产需要 2000 多套各类专用模具，一台冰箱投产约需 350 多套模具，就连比较简单的洗衣机的投产也需 200 套以上的模具，如此多的数量和种类，如果采用经验设计和人工设计图样的传统方法，不仅设计周期漫长，而且难以保证设计与制造过程的连续性，也难以在模具应用前的设计阶段通过计算机仿真及时发现设计缺陷，所以达不到优化设计的要求。SolidWorks 软件的深入应用，可以大大缩短模具设计周期，提高了模具设计质量和复杂模具的制造水平。

现代模具设计与其他产品的设计一样，一般分为两种类型，即创成设计和变型设计。创成设计过程更多地体现为创造过程，即设计一个与现有产品几乎完全不同的产品；变型设计也称为相似型设计或适应型设计，这种方式大量利用相似结构，如标准模架和典型模具结构等，并为适应不同的应用要求而变型。工程实际中，全球 70% 以上的产品是在现有模型的基础上进行更改的，所以变型设计是设计方式的主流。为了充分利用现有模型进行变型设计，以提高设计效率，需要对模型进行有效的组织，以利于查询和重用。SolidWorks 提供了对这两种设计方式的全面支持。

SolidWorks 内置的模具设计工具，具有很强的型腔模具设计能力。用 SolidWorks 设计型腔模具时，一般应首先进行工件造型，也可以将工件模型从其他应用程序输入到 SolidWorks。输入的工件模型可能会包含很多缺陷（如面与面之间的间隙等）。SolidWorks 的输入诊断工具，可以检查模型上有问题的区域。而矫正工具则可用于修正诊断工具发现的缺陷，此时可以应用所有的曲面建模工具，比如用户可以使用缝合曲面工具将两个或多个曲面组合成一个。放样曲面工具，可使用现有轮廓生成曲面放样。替换面工具用新曲面来替换原有曲面或实体中的面，并将这些曲面合并到零件中。同时还可使用删除面工具，从曲面模型或实体中删除一个面，并进行自动修补。如果工件的几何模型没有问题，可以使用拔模工具来添加拔模斜度，并使用拔模分析工具检查各个面以确保拔模充分。为充分考虑热加工时工件的收缩因素，SolidWorks 提供了比例工具，用以调整工件的几何模型的大小；使用 SolidWorks 的分型线工具，可以随意围绕工件模型自动生成分型线，并从生成的分型线处自动拉伸出曲面，这些曲面作为分型面，用于分割模具几何体，以自动创建模具的型腔和型芯。为了显示型腔和型芯，可以使用 SolidWorks 的透明工具，来观察模具内部。为了防止在注塑过程中型腔与型芯之间发生材料泄漏，可以检查可能的孔组，并将它们自动关闭。

SolidWorks 有专门用于三维注塑模具设计的插件，如 MoldWorks 和 IMOLD 等，这些都是业界一流的模具设计工具。IMOLD 是 SolidWorks 的合作伙伴 Manusoft 公司的产品，它完

全集成于 SolidWorks 环境下, 并形成一个造型设计的整体。IMOLD 提供给模具设计者一系列必需的工具, 如模架设计、浇口和流道设计、冷却设计、顶出设计、多工件的布局设计等, 设计师通过它可以完成设计方案管理、模具设计、模具加工和装配的整个处理过程。SolidWorks 为塑料零件和注塑模设计师提供了一个基于向导的设计验证工具 MoldflowXpress, 用以对注塑过程中的材料流动进行分析, 可以选出最好的浇口位置、最小化零件壁厚, 并优化所设计的塑料零件的可制造性等。另外, 在铸件或注塑件及其模具设计过程中, 经常要进行产品外形的快速反求, 即逆向工程 (RE)。SolidWorks 本身的逆向能力比较弱, 从 2007 版本开始, 才支持 Scan to 3D, 即从扫描到三维建模技术, 但其黄金伙伴的产品, 如 DesignWorks、RevWorks、ShapeWorks 等, 弥补了 SolidWorks 在逆向工程方面的不足。

由于非型腔模具种类很多, 而其零件设计过程与一般机械设计比较接近, 所以, SolidWorks 并没有内置专门的非型腔模具设计工具, 但它所具有的全部建模功能, 如草图绘制、零件造型、钣金、装配以及工程图等, 都可应用于这类模具设计之中, 因此, SolidWorks 在非型腔模具设计方面也表现出了超强的能力。对于承受大载荷的冲压模具, 有时要在设计阶段进行必要的强度校核。SolidWorks 内置的基于向导的有限元分析工具 COSMOSXpress, 就可在计算机上直接针对 SolidWorks 几何模型测试用户的设计, 帮助回答棘手的工程设计问题, 如零件会不会断裂、承载时的应力分布及变形情况如何、可否减少材料而不影响性能。图 1-3 即是用 COSMOSXpress 对拉深凸模所做的应力和变形分析, 可以看出气孔处存在强度隐患。SolidWorks 的合作伙伴也开发出针对不同类型的模具设计的专用插件, 较著名的有 3DQuickPress、Logopress3F、BLANKWORKS 等。3DQuickPress 是 3D QuickTool 公司开发的级进模设计软件, 用它可以进行工件的钣金特征的识别和分析、压力中心的计算、进行工件排样和条料设计等, 如图 1-4 所示。3DQuickPress 具有模具标准件库、模架库和用户自定义数据库, 能够自动完成孔的创建、模具零件的替换等, 能够自动生成三维冲裁模和弯曲模, 并用动画形式模拟冲压过程, 自动生成材料明细表。BLANKWORKS 是 SolidWorks 的黄金伙伴 FTI 公司的产品, 使用户无需具备有限元分析和钣金成形经验, 即可为简单或复杂的冲压零件计算板料毛坯形状, 并可获得材料成形后的厚度分布图形。图 1-5 是在 SolidWorks 环境下用 BLANKWORKS 对冲压件所做的分析, 毛坯形状可以直接用于模具设计, 也可用于早期成本分析、材料利用率计算, 并减少模具试制等。BLANKWORKS 允许用户自定义材料数据库, 以便获得更多材料方案的计算结果。该系统广泛地集成了试验数据, 计算十分精确, 最后还可以生成 HTML 格式的分析报告。当然, 如果自己的产品有很多共性, 用户也可以在 SolidWorks 平台上开发适合自己或行业的专用模具设计系统, 以便更高效地完成设计工作。



图 1-3 用 SolidWorks 内置工具 COSMOSXpress 对拉深凸模所做的应力及变形分析

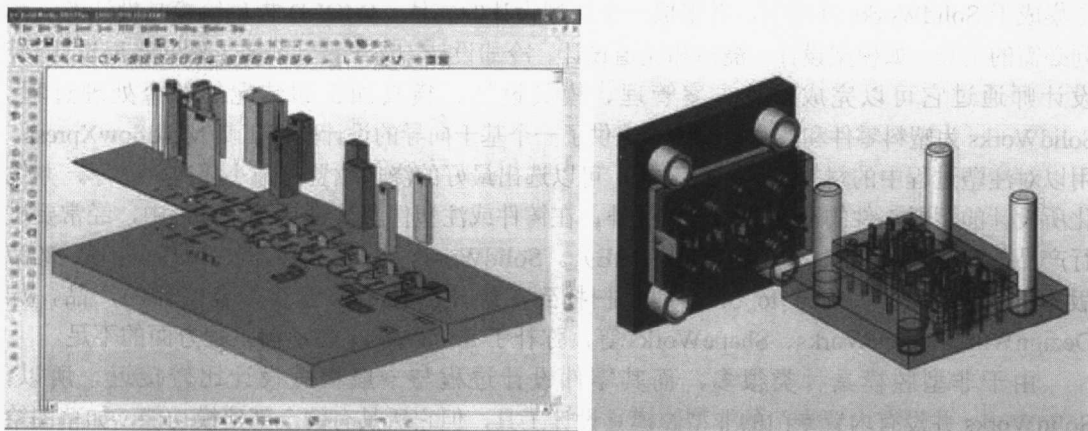


图 1-4 在 SolidWorks 环境下用 3DQuickPress 所做的级进模设计

借助于 SolidWorks 进行冲压模具设计，经常会使原本很复杂的问题变得非常简单。例如，利用 SolidWorks 阵列工具，可以方便地进行工件排样；利用质量特性工具，能够很快地求出零件质量；利用截面属性工具，则可统计各种工件的表面积，进而求出其毛坯尺寸，或者计算材料利用率；截面属性工具还可准确地求出表面的重心并确定工件的压力中心；利用智能标注和测量工具可以求解轮廓线长度，从而使冲裁力的计算变得更加容易；利用 SolidWorks 的钣金特征可以确定某些弯曲件的展开形状和毛坯；利用装配环境下的异形孔特征，则使穿过多个零件的螺钉孔或销钉孔的生成迅速而准确等。

为了更好地服务于模具制造业，SolidWorks 的黄金伙伴也为用户提供了强大可靠的数控加工系统，如 SolidCAM 和 CAMWorks 等。利用这些插件，可以简便地在 SolidWorks 环境中，调用刀具库和切削参数库、定义切削方式和切削材料等，并在 SolidWorks 的实体上进行二轴和三轴的数控加工模拟，刀具轨迹直接显示在 SolidWorks 的实体上，G 代码的生成也不脱离设计环境，但实体模型仍然是完全可编辑的，刀具轨迹可根据不同的切削参数进行多次生成，所有的加工功能均经实际生产验证，计算方法和专业的数控加工非常一致。图 1-6 是用 CAMWorks 对 SolidWorks 几何模型进行加工编程的情形。

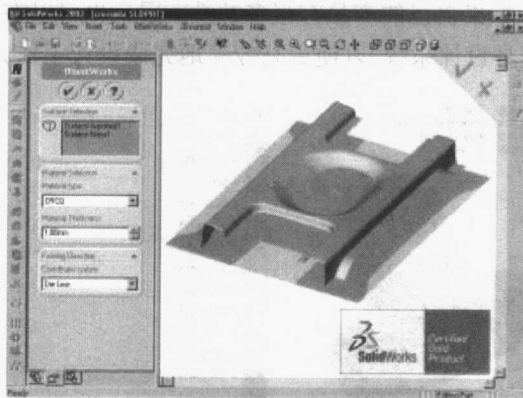


图 1-5 借助于 BLANKWORKS 求解冲压件毛坯

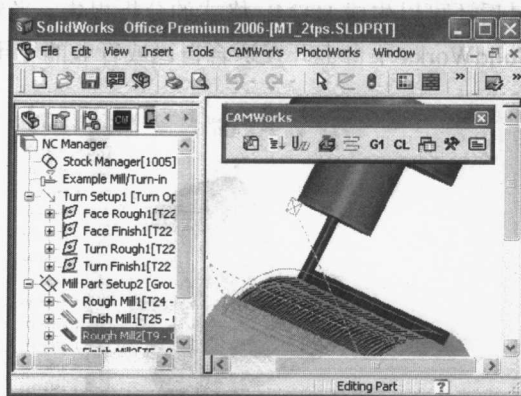


图 1-6 用 CAMWorks 进行数控铣削编程

1.2 冲压工艺及冲压模具

1.2.1 冲压模具设计的一般步骤

冲压是材料加工的基本方法之一，主要由压力机和冲压模具来实现。冲压模具是通过加压将金属或非金属材料或型材分离、成形或接合而得到工件的工艺装备，其中尤以板料冲压模具应用最为广泛。冲压模具的类型很多，根据国家标准 GB/T8845—88 中的有关术语，可按工艺性质分为冲裁模、弯曲模、拉深模等，也可按工序组合程度、模具结构、通用化程度或制模方法等，对板料冲压模具进行分类。如在压力机的一次行程中完成一道冲压工序的模具称为单工序模或简单模；在一次行程中于模具平面不同工位上连续完成数道冲压工序的模具则称为连续模；在模具平面的同一坐标位置上完成两道以上冲压工序的模具称为复合模。连续模和复合模又都是多工序模，如图 1-7 所示。在工程实际中，也常根据模具的应用领域分为汽车模具、电机模具等，或根据模具的大小分为大型模具、中型模具和小型模具。科学的分类方式和模具的标准化，对于模具 CAD，特别是模具的变型设计是非常重要的。

冲压模具设计过程常分为工件（即冲压件）的工艺分析、总体方案确定、模具结构设计、工程图绘制四个阶段。现代冲压模具设计将计算机技术引入工艺分析中，经常通过一些专业

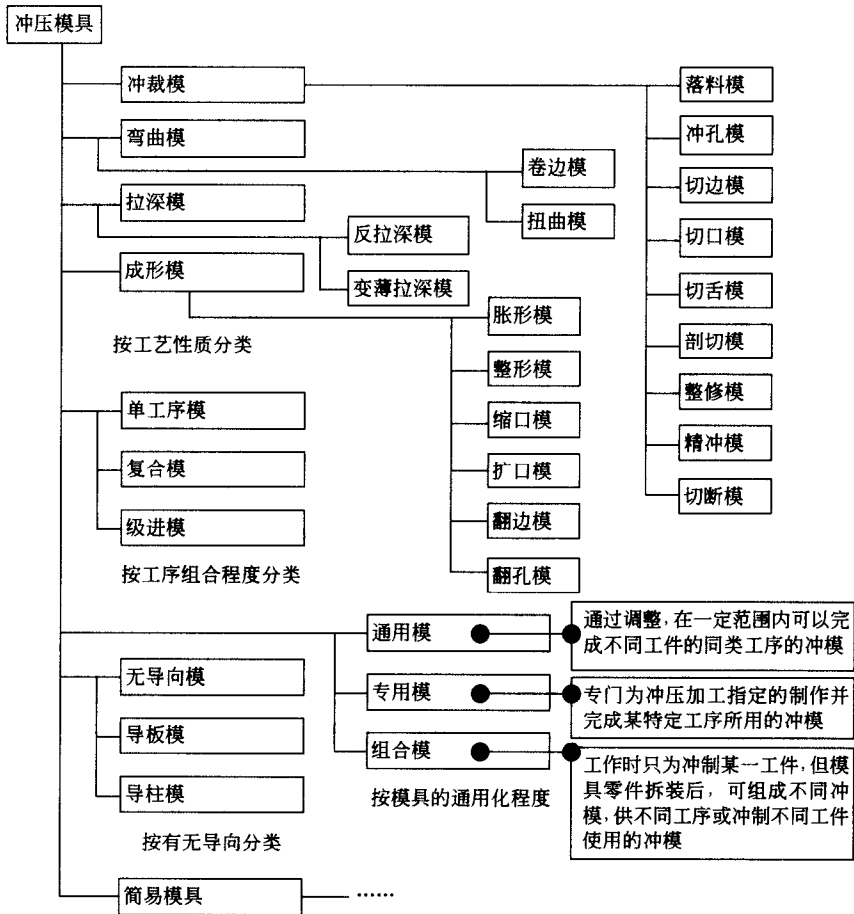


图 1-7 常见的模具类型