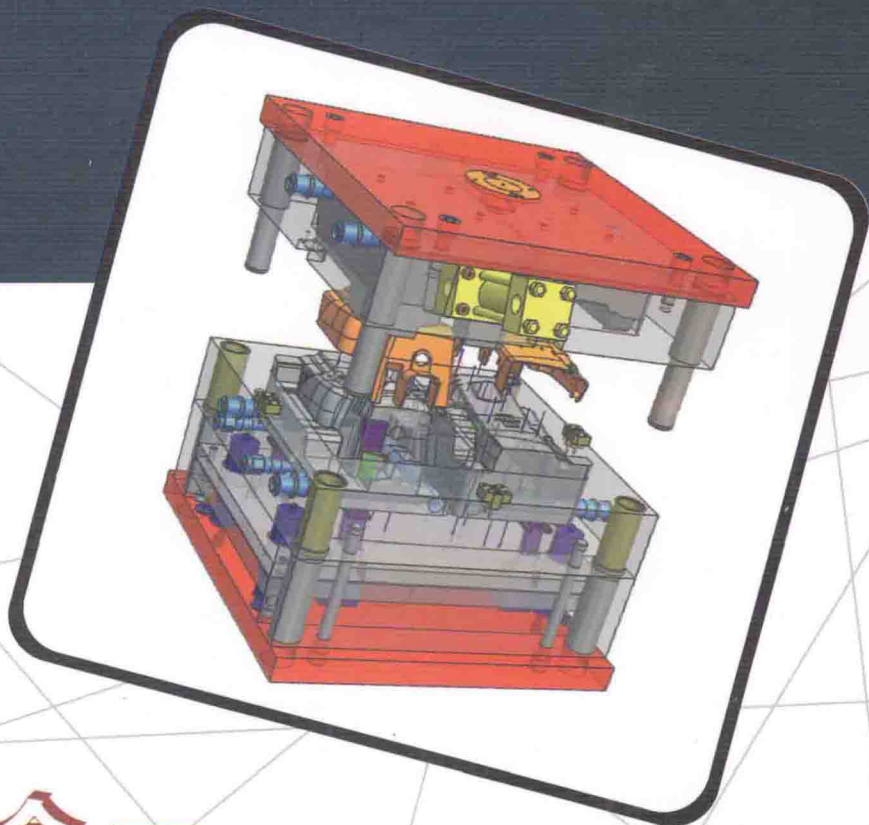


Siemens PLM Software 公司 GO PLM 计划推荐教材
卓越工程师教育培养计划、应用型本科人才培养教材

基于NX的注塑模设计

Injection Mold Design Process using NX

陈青 夏建生 窦沙沙◎主编



知行合一
能力为本



电子工业出版社

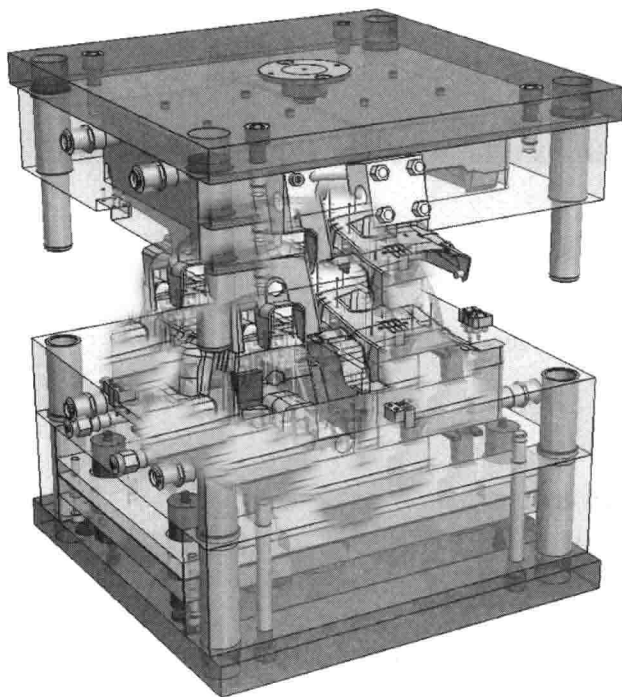
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Siemens PLM Software 公司 GO PLM 计划推荐教材
卓越工程师教育培养计划、应用型本科人才培养教材

基于 NX 的注塑模设计

Injection Mold Design Process Using NX

陈青 夏建生 窦沙沙 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在介绍注塑成型基本理论的基础上,重点介绍塑料性能、塑料制品设计、注塑成型工艺设计,以及注塑模成型零件、模架及导向机构、浇注系统、脱模机构、抽芯机构、模具工程图等的设计方法,同时结合 Siemens PLM Software 公司的 MoldWizard 模块进行注塑模全流程设计,并结合具体案例进行教学。

本书图文并茂,讲解深入浅出,避繁就简、贴近工程,把注塑成型工艺、注塑模专业知识和软件知识有机地融合到每章具体内容中。

本书可作为高等院校机械类、材料工程类专业的本科和专科教材,也可供从事注塑模设计的工程人员和科研工作人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

基于 NX 的注塑模设计/陈青,夏建生,窦沙沙主编. —北京:电子工业出版社,2014.3

ISBN 978-7-121-22469-0

I. ①基… II. ①陈… ②夏… ③窦… III. ①注塑—塑料模具—计算机辅助设计—应用软件
IV. ①TQ320.66-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 028123 号

策划编辑:许存权

责任编辑:许存权 特约编辑:鲁秀敏

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17 字数:425 千字

印 次:2014 年 3 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书根据塑料行业、企业的发展需要和“卓越工程师教育培养计划”的要求进行编写，将传统的“塑料成型工艺及模具设计”教材内容进行重组，优化教学内容，既讲授注塑模成型工艺的基础知识，又将传统的模具设计与 Siemens PLM Software 公司的 Mold Wizard 注塑模设计流程相融合。

NX MoldWizard 是基于 NX 平台开发的，专门用于注塑模具设计的解决方案。Mold Wizard 利用向导式技术将模具设计的流程进行优化，提供了基于专家的最佳实践的工作流程、自动化的模具设计任务和标准零件库，最大化地提升了工作流程的效率。

本书根据注塑模设计的通用流程来组织编写，一共 10 章，每章都分为理论知识和 NX 设计方法两部分。第 1 章为绪论，第 2 章为塑料及塑料制品设计基础，第 3 章为注塑模设计基础，第 4 章为成型零件设计，第 5 章为模架及导向机构设计，第 6 章为浇注系统设计，第 7 章为脱模机构设计，第 8 章为抽芯机构设计，第 9 章为温度调节系统设计，第 10 章为模具工程图设计。

本书的一大特色就是注重理论与实际的结合，每章先讲授理论基础知识，接着结合 NX 工具进行三维设计的详细讲解。另外，再进行对应的实例练习（练习指导书），加深读者对模具基础知识和三维设计方法技能的理解。

本书为 Siemens PLM Software 公司 GO PLM 计划推荐教材，在编写过程中得到 Siemens PLM Software 公司上海研发中心的大力帮助，在此表示衷心感谢。

本书适合于应用型高等工科院校机械类专业模具方向学生使用，也可供材料成型类等其他专业学生选用，还可供模具企业工程技术人员参考。

本书由盐城工学院陈青（第 1 章和第 6 章）、夏建生（第 2 章~第 5 章和第 7 章、第 8 章）、窦沙沙（第 9 章和第 10 章）编写。

限于编者的水平，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

Preface for the Textbook

Injection Mold Design Process using NX

UGS College derived from the Siemens global opportunities in product lifecycle management academic program GO PLM™ program, is the fruit of long-term cooperation between Siemens PLM Software and Yancheng Institute of Technology (China). Guided by talent requirements for the job market, UGS College integrates attributes and processes from Siemens' NX™ software into its curriculum. NX is an integrated computer-aided design, manufacturing and engineering simulation (CAD/CAM/CAE) solution used by leading manufacturing companies around the globe to develop some of the world's most sophisticated products.

This course initiates a distinctive talent-cultivating model of incorporating the learning and application of NX into the 5 years of undergraduate school. Since Apr. 2008, I have visited the beautiful campus of Yancheng Institute of Technology several times. I was pleasantly surprised at the innovative engineering design projects developed by students from UGS College through the comprehensive employment of professional knowledge and NX. Now I am fully confident that UGS School will realize the expected goals of cultivating high quality talents in the digital manufacturing field for a wide variety of enterprises, especially for those using NX.

Injection Mold Design Process Using NX is a representative work of UGS College which integrates correlative NX modules within its subjects. The characteristic of this book is the combination of theory and NX mold design practice. First, it teaches theoretical knowledge; second, it explains 3D mold design using NX tools; and finally, it offers corresponding examples to practice. This course will enhance the reader's basic knowledge and skills of mold 3D design methods.

According to the general process of injection mold design, each chapter is divided into two parts to help organize the material, the theory knowledge and the design method of NX. It includes ten chapters covering: design basics for plastic and plastic products; injection mold design based knowledge; the design of molding parts; the design of the mold and guide mechanism; the design of the cooling system; the design of core pulling mechanism; the design temperature control system; the design of formwork engineering.

This subject is one of the most important courses for UGS College students. Justified by the accomplishment of UGS School students in innovative engineering design projects, the textbook, I dare say, is very successful.

For three years it has been revised five times before this publication. Thus, other GO PLM universities in China may share the teaching outcome of UGS College. I also hope more universities will publish GO PLM textbooks to share their education fruits and experience and contribute more to China's talent cultivation in the digital design and manufacturing field.



Hulas King
November 21, 2013

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 本课程的学习目标、内容及学习方法.....	1
1.1.1 学习目标.....	1
1.1.2 学习内容.....	1
1.1.3 学习方法.....	2
1.2 NX MoldWizard 软件.....	2
1.2.1 NX MoldWizard 简介.....	2
1.2.2 基本功能命令.....	3
1.3 实例分析.....	6
1.3.1 设计要求.....	6
1.3.2 设计方案.....	6
1.3.3 实施路线.....	9
第 2 章 塑料及塑料制品设计基础	10
2.1 理论知识.....	10
2.1.1 塑料.....	10
2.1.2 常用热塑性塑料.....	11
2.1.3 塑料的工艺特性.....	15
2.1.4 塑件制品.....	17
2.2 NX 制品设计分析方法.....	34
2.2.1 NX 产品造型设计.....	34
2.2.2 模型可模塑性分析.....	36
第 3 章 注塑模设计基础	41
3.1 理论知识.....	41
3.1.1 注塑模的典型结构与分类.....	41
3.1.2 注塑机.....	46
3.1.3 注塑成型工艺.....	50
3.1.4 注塑机有关工艺参数的校核.....	53
3.1.5 型腔数量确定及型腔布局.....	57
3.1.6 注塑模设计流程.....	59

3.2	NX 工程准备设计	61
3.2.1	项目初始化	61
3.2.2	多腔模设计	67
3.2.3	模具坐标系	67
3.2.4	收缩率	68
3.2.5	工件	69
3.2.6	型腔布局	73
第 4 章	成型零件设计	78
4.1	理论知识	78
4.1.1	分型面的确定	78
4.1.2	成型零件结构设计	81
4.1.3	成型零件工作尺寸计算	87
4.1.4	型腔侧壁和底板厚度计算	89
4.2	NX 成型零件设计	94
4.2.1	分型设计	94
4.2.2	区域分析	98
4.2.3	曲面补片	101
4.2.4	定义区域	102
4.2.5	设计分型面	104
4.2.6	遍历分型线	110
4.2.7	创建引导线	113
4.2.8	定义型腔和型芯	115
4.2.9	模型交换	117
4.2.10	分型导航器	117
4.2.11	镶块设计	118
第 5 章	模架及导向机构设计	121
5.1	理论知识	121
5.1.1	注射模架	121
5.1.2	支承与固定零件的设计	130
5.1.3	合模导向和定位机构的设计	132
5.2	NX 模架设计	135
5.2.1	模架库概述	135
5.2.2	模架参数	138
5.2.3	常用的标准模架	139
5.2.4	模架库的编辑	143

第 6 章 浇注系统设计	147
6.1 理论知识	147
6.1.1 主流道设计	148
6.1.2 冷料井设计	148
6.1.3 分流道设计	150
6.1.4 浇口设计	152
6.1.5 浇口的布置	156
6.2 NX 浇注系统设计	160
6.2.1 定位环设计	160
6.2.2 浇口套设计	160
6.2.3 浇口设计	161
6.2.4 分流道设计	163
第 7 章 脱模机构设计	169
7.1 理论知识	169
7.1.1 脱模力的计算	169
7.1.2 简单脱模机构	170
7.1.3 二次脱模机构	180
7.1.4 顺序脱模机构	181
7.2 NX 推出机构设计	182
7.2.1 推杆	182
7.2.2 推管	184
7.2.3 推杆后处理	184
第 8 章 抽芯机构设计	188
8.1 理论知识	188
8.1.1 侧向分型抽芯机构的分类	188
8.1.2 抽芯力与抽芯距的计算	190
8.1.3 斜导柱侧抽芯机构	191
8.1.4 斜滑块分型抽芯机构	202
8.1.5 弯销抽芯机构	206
8.1.6 斜导槽分型抽芯机构	207
8.1.7 弹簧分型抽芯机构	208
8.2 NX 抽芯机构设计	208
8.2.1 滑块侧抽芯机构设计	208
8.2.2 滑块滑动体的设计	211
8.2.3 斜顶抽芯机构设计	212

8.2.4	斜顶成型头的设计	212
8.2.5	斜顶库的使用	212
8.2.6	斜顶滑动体的设计	215
第 9 章	温度调节系统设计	216
9.1	理论知识	216
9.1.1	模具温度调节作用	216
9.1.2	冷却系统的设计与计算	217
9.1.3	冷却系统的设计原则与冷却回路布置	220
9.1.4	加热系统的设计与计算	225
9.2	NX 冷却系统设计	226
9.2.1	图样通道	227
9.2.2	直接通道	228
9.2.3	连接通道	231
9.2.4	延伸通道	233
9.2.5	调整通道	235
9.2.6	冷却连接件	239
9.2.7	冷却标准部件库	240
第 10 章	模具工程图设计	242
10.1	理论知识	242
10.1.1	模具工程图标准	242
10.1.2	通用要求	242
10.1.3	对模具装配图的要求	243
10.1.4	对模具零件图的要求	246
10.1.5	对塑胶产品图的要求	250
10.1.6	对模胚 2D 图的要求	250
10.1.7	模具图零件明细表的格式及填写方法	251
10.1.8	水路示意图、加热元件电路图、液压动作图的填写要求	253
10.2	NX 工程图设计	255
10.2.1	模具装配图	255
10.2.2	模具零件图	256
10.2.3	模具零件的孔表	257
10.2.4	物料清单 (明细表 BOM)	259
	参考文献	262

绪 论



1.1 本课程的学习目标、内容及学习方法

模具工业在各国经济发展中具有重要的地位，模具技术已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一。它是现代工业，特别是汽车、摩托车、航空、仪表、仪器、攻关器械、电子通信、兵器、家用电器、五金工具、日用品等工业必不可少的工艺装备。

塑料制品在汽车、机电、仪表、航天航空等国家支柱产业及与人们日常生活相关的各个领域得到了广泛的应用。塑料制品成型的方法虽然很多，但最主要的方法是注塑成型，世界塑料模具市场中塑料成型模具产量中约半数都是注塑模具。

注塑模的设计制造和加工精度均比其他塑料模具高、难度大，其设计及制造水平代表塑料模具的最高水平。

1.1.1 学习目标

通过学习，应达到以下目标：

(1) 要了解塑料的工艺特性与成型机理，掌握各种常用塑料在各种成型过程中对模具的工艺要求，掌握成型工艺所必备的各种技术知识。

(2) 塑件设计方面，在掌握正确分析塑件工艺性的基础上，根据塑料成型特点对一般塑料制件工艺进行三维设计。

(3) 在模具设计方面，要求学生掌握各种成型模具的结构特点及设计计算方法，在全面掌握塑料的特性与成型工艺性能、成型特点，模具零件的加工工艺性，标准件的选用等基础上，进行 NX MoldWizard 三维模具设计。

1.1.2 学习内容

面向机械设计制造及其自动化专业和模具设计制造专业，主要讲授塑料的基本知识、塑料制品成型加工的工艺、塑料模具的基本结构和模具设计方法。为适应社会发展，将传统的注塑模设计与大型 PLM 软件 NX 相结合，使学生熟练注塑模设计理论的同时也掌握 NX MoldWizard 模块三维模具设计技巧，符合现代企业发展的需求。

1.1.3 学习方法

塑料模具设计是一门理论性和实践性都很强的专业课，目前国内模具类的教学，大多基于传统的课堂灌输式教学方式，虽然也有高校通过增加双语教学或模具结构课程设计取得了一些效果，但仍停留在纸上谈兵的阶段，缺乏实际的训练，与企业的实际需要相差较远。本教材抛弃了传统的只着重于模具结构设计的思路，采用基于模具研发顺序和设计全过程的项目型知识传授模式。

只有改变以往的教育思想，打破旧的观念，重新探索更加合理、完善的实践教学模式，让教学与工程实际接轨，这样才能培养出适合时代要求的高素质工程技术人才。基于这种理念，提出并且实施了一种“项目实践型”的教学模式，加强实践环节，如图 1-1 所示。要求学生以模具项目为中心，边学边练，完成模具设计。

“项目实践型”教学模式虽然带来学习难度和工作量的明显增加，但由于学生的自主学习热情被激发出来，学习过程的互动性大大增加，促进了学生的思维能力、相互学习能力和动手能力，其综合素质得到培养，实际工作能力明显提高。

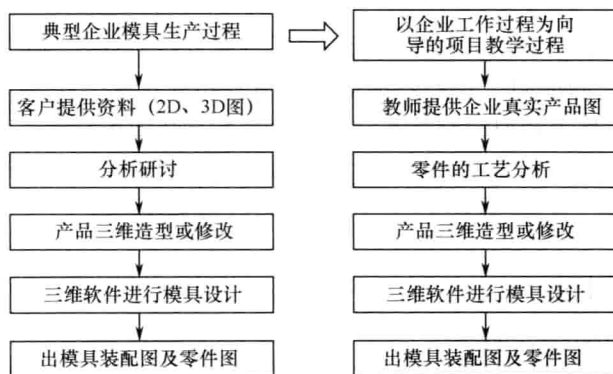


图 1-1 “项目实践型”的教学过程

将塑料模具设计理论知识的传授和实践技能的培养、传统模具技术与现代模具技术有机结合，在传统理论教学与实验相结合，做到基础理论适度，突出专业知识的实用性、综合性和先进性。

1.2 NX MoldWizard 软件

1.2.1 NX MoldWizard 简介

NX 是 Siemens PLM Software 公司开发的 CAD/CAM/CAE 一体化解决方案，它广泛应用于航空航天、国防、高科技电子、机械、生活消费品和教育等行业。

MoldWizard 是基于 NX 开发的、针对注塑模具设计的专业模块，它是一套专家系统，

融合了注塑模具行业中诸多的经验知识，它的出现让普通设计者也能完成一些中、高难度的模具设计。MoldWizard 经过多年持续的开发和测试，以及众多模具厂家的成功应用，证明了它能最大化地迎合模具设计的要求，是塑料注塑模具设计行业的最佳解决方案。

MoldWizard 对于模具设计中常见的、复杂的问题有专门的设计工具和流程来进行自动化处理。例如，在模具设计中，分型设计通常是很重要的一个环节，特别是对于那些具有复杂外形的产品来说更是如此，MoldWizard 提供的分型模块能通过一些高效率的工具（如 Mold Tools）来自动完成这一工作。

MoldWizard 提供了丰富的模架库和标准零件库，涵盖了绝大部分种类和规格型号，即使是滑块、斜顶、子镶件和电极也可以由标准件模块提供。同时，在标准件模块中，允许用户关联地放置标准零件，在模具设计发生变更时，相应的标准零件也可以自动更新。

MoldWizard 在提供界面友好的操作方式，方便用户管理各种不同类型的标准零件的同时，还允许用户根据企业的具体情况，开发定制适合本企业的标准零件库，从而可以更有效地发挥 MoldWizard 的高效率设计以及制造高质量模具的特点。

1.2.2 基本功能命令

当用户建模设计完成后，在“标准”工具栏中单击“起始”按钮，在弹出的菜单中选择“所有应用模块”→“注塑模向导”命令，程序随即进入注塑模设计模块，并弹出“注塑模向导”工具栏，如图 1-2 所示。注塑模具的设计工作主要是通过该工具栏来实现的。

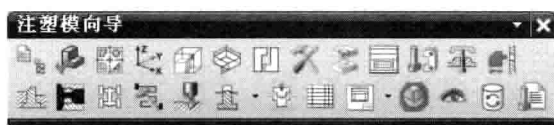


图 1-2 “注塑模向导”工具栏

使用 NX MoldWizard 进行注塑模具设计时，首先选择“开始”进入 MoldWizard 模块，由于在设计过程中有时需要对零件进行修改，所以同时也进入建模模块。选择“开始”→“所有应用模块”→“注塑模向导”命令，弹出 MoldWizard 工具栏，如图 1-3 所示。

1. 项目初始化

“项目初始化”用来载入需要进行模具设计的产品零件。载入零件后，系统将生成用于存放布局、分模图素、型芯和型腔等信息的一系列文件。

2. 多腔模设计

“多腔模设计”也叫模具族，在一个模具里可以生成多个塑料制品的型芯和型腔，适合于一模多腔不同零件的应用。

3. 模具坐标系

MoldWizard 的自动处理功能是根据坐标系的指向来进行的，例如 ZC 轴正向为产品的顶出方向，电极进给沿 ZC 轴方向进行等，因此需要先正确定义坐标系的方向。



图 1-3 NX MoldWizard 工具栏

4. 收缩率

因液态塑料凝固为固态塑料制品产生的收缩率，是用于补偿零件收缩的一个比例因子。

5. 工件

“工件”也叫毛坯，用来定义毛坯的形状及外形尺寸。

6. 型腔布局

若一个模具里放置了多个零件产品，且要指定零件产品在毛坯中的位置，需要使用该命令定义其方位。

7. 模具工具

模具工具是指为了简化分模的过程，改变型芯和型腔的结构，用以修补各种孔、槽以及修剪修补块的方法。

8. 分型

分型也叫分模，是把毛坯分割成型芯、型腔的一个过程。分型的过程包括了创建分型线、分型面和型芯、型腔等，是创建模具的关键步骤之一，也是本书论述的一个重点。

9. 模架

模架库中有标准模架供用户选择，并且用户可以对模架的某些部件尺寸进行修改，以符合生产实际的需要。

10. 标准件

标准件是用于模具设计中起固定、导向等作用的标准器件，MoldWizard 的标准件包括螺钉、导向柱、镶块、定位环和电极等。

11. 顶杆

顶杆也是一种标准件，用于开模时将成品顶出模腔。设计顶杆时，先从标准件库调出合适的标准件，修剪顶杆的顶部形状使其符合零件的顶出面。

12. 滑块和顶料装置

零件上通常有侧向凸出或凹进的特征，一般正常的开模动作无法分离这样的零件，需要创建能够侧向运动的滑块，在分模时提前滑动离开，使模具能够顺利开模、分离零件成品。这种能够侧向滑动的模块称为侧抽芯。

13. 镶块

模具上某些难以加工的特征，可以采用镶块方法解决，以减少制造的难度及成本。镶块的创建可以使用标准件，也可以添加实体创建，或者从型芯、型腔毛坯上分割实体再创建。

14. 浇口

液态塑料进入型腔的入口，它影响到液态塑料的流动速度、方向等。在 MoldWizard 中有 8 种浇口可供选择。

15. 流道

流道是浇口套与浇口之间的通道，形状及尺寸对于塑料件成型的好坏有很大的影响。

16. 冷却

模具工作时会因受热产生一定的变形，从而影响产品的精度，冷却系统的作用是减少模具的受热变形，可以使用标准件来设计。

17. 电极

具有复杂特征的型芯、型腔，使用一般的加工方法包括数控加工很难加工出来，从而需要使用特种加工方法，如电火花加工等。电极是电火花加工所必需的，使用此命令类似于镶块。

18. 模具修剪

用于把型芯或型腔毛坯上多余的部分修剪掉，从而获得所需的轮廓外形。

19. 型腔设计

用于在型芯、型腔上需要安装标准件的区域建立型孔并留出间隙，所有与之相交的零件部分都会自动切除标准件部分，并且保持尺寸及形状上与标准件的相关性。

20. 物料清单

物料清单也称为明细表，是基于模具的装配状态产生的与装配信息相关的模具部件列表。创建的物料清单上显示的项目可以由用户选择定制。

21. 模具图纸

根据实际的工艺要求, 创建出模具工程图, 可以在其上添加不同的视图或者截面图, 它包括装配图纸、组件图纸和孔表三个选项。

22. 创建模拟浇注零件

用于在模型中创建一个模拟浇注零件。

23. 视图管理器

对所设计模具的构件的视图进行管理。

24. 删除文件

将所设计模具的部分或者全部不合理的部分删除。

1.3 实例分析

以电器外壳模具设计为例, 并对产品造型设计的设计要求、设计方案和实施路线做出概要介绍。该模具设计项目的产品模型为电器外壳, 如图 1-4 所示。

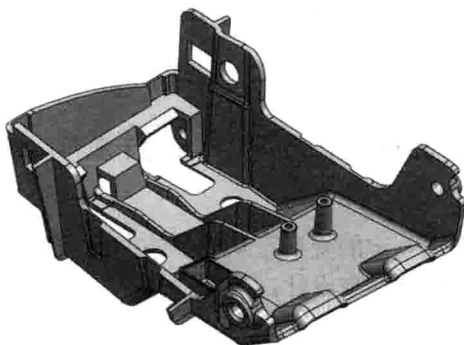


图 1-4 电器外壳模型

1.3.1 设计要求

- (1) 电器外壳模型的规格尺寸为: 210mm×210mm×52mm。
- (2) 电器外壳模型的壁厚尺寸为: 最大 3mm, 最小 2mm。
- (3) 模具设计任务与要求: 材料为 PC+ABS; 产品收缩率为 0.0045; 一模两腔布局; 产量为 50 000 个/年; 表面光洁度要求较高, 无制件缺陷。

1.3.2 设计方案

(1) 使用 MoldflowMPA 功能对电器外壳模型进行壁厚检查分析, 有助于提高零件的可模塑性, 分析结果如图 1-5 所示。

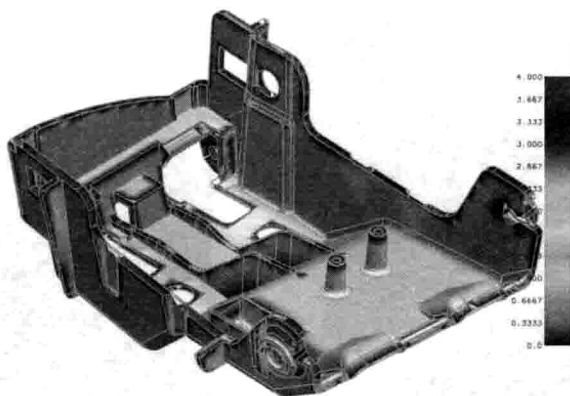


图 1-5 最佳浇口位置分析

(2) 使用 NX MoldWizard 的项目初始化功能、模具坐标系功能、工件功能和布局功能，做模具设计的准备工作。

(3) 使用注塑模工具和建模模式中的工具，设置工件镶块，工件库允许配置、重用和共享常用的工件镶块，如图 1-6 所示。

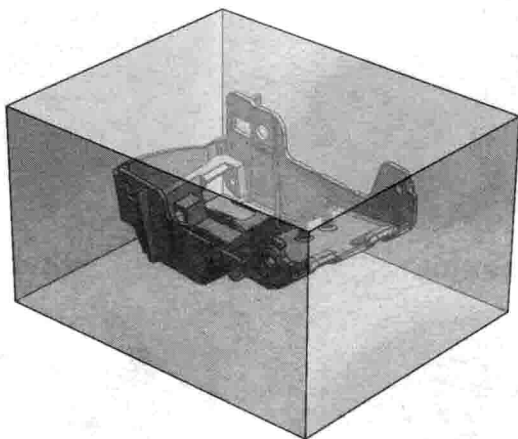


图 1-6 上、下外壳的曲面模型

(4) 使用模具分型工具，如塑模部件验证、定义区域、创建分型面及创建型腔和型芯等工具进行自动分模。创建的型腔与型芯如图 1-7 所示。

(5) 使用 MoldWizard 的模架库和标准件库，加载模具的模架及其他标准件，如图 1-8 所示。

(6) 使用 MoldWizard 的系统与机构设计功能，设计相机外壳模具的系统与机构，如图 1-9 所示。

(7) 使用 MoldWizard 的模具图纸功能，创建电器外壳模具的装配图和组件图，如图 1-10 所示。