

CAD/CAM模具设计与制造指导丛书

附赠视频DVD

UG NX5 中文版

产品设计经典实例解析

郑福禄 战祥乐 朱派龙 编著



- ★经典实例、思路技巧！
- ★融会贯通、举一反三！
- ★视频讲解、经验点评！
- ★工厂一线工程师倾情力作！



清华大学出版社

CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书

UG NX5 中文版产品设计经典实例解析

郑福禄 战祥乐 朱派龙 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是产品造型设计实例书籍,是国内一线编程工程师的倾情力作。作者根据多年的设计、编程以及模具设计经验,从工厂所需、一切结合实际的原则出发,通过典型的实例向读者详细地阐述设计的过程及设计工艺知识。另外,书中还包含了大量的操作技巧,读者可以轻松地掌握UG软件中的造型设计功能。

全书共8章,内容精炼简要,主要包括设计前的准备知识、熊猫卡通造型设计、量尺造型设计、头盔造型设计、QQ卡通造型设计、电水壶造型设计、企鹅电水壶造型设计和海豚造型设计等。

本书的最大特色就是内容丰富、实例有代表性,并且实例中穿插了大量的设计工艺和操作技巧,实用性非常强,适合造型工程师或机构工程师作为产品造型(实体或曲面)设计使用,也适用于中专、大专、本科以及社会相关培训班学员学习。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

UG NX5 中文版产品设计经典实例解析/郑福祿,战祥乐,朱派龙编著.北京:清华大学出版社,2007.11
(CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书)

ISBN 978-7-302-16373-2

I. U… II. ①郑… ②战… ③朱… III. 工业产品-计算机辅助设计-应用软件, UG NX5 IV. TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第167636号

责任编辑:许存权 张丽萍

封面设计:范华明

版式设计:王世倩 魏 远

责任校对:王 云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社总机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印刷者:北京国马印刷厂

装订者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.25 字 数:449千字

附DVD光盘1张

版 次:2007年11月第1版 印 次:2007年11月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:39.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:027538-01

序

随着我国改革开放步伐的进一步加快,中国正逐步成为全球制造业的基地,特别是加入 WTO 后,作为制造业基础的模具行业近年来得到了迅速发展。

模具是工业生产的基础工艺装备,在电子、汽车、电机、电器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都依靠模具成型。国民经济的五大支柱产业机械、电子、汽车、石化、建筑,都要求模具工业的发展与之相适应。模具是“效益放大器”,用模具生产的最终产品的价值,往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。模具生产水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。因此,我国要从一个制造业大国发展成为一个制造业强国,必须振兴和发展我国的模具工业,提高模具工业的整体技术水平。同时,模具工业的发展也日益受到人们的重视和关注,国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》也把模具列为机械工业改造序列的第一位、生产和基本建设序列的第二位。

随着 CAD/CAM、数控加工及快速成型等先进制造技术的不断发展,以及这些技术在模具行业中的普及应用,模具设计与制造领域正发生着一场深刻的技术革命,传统的二维设计及模拟量加工方式正逐步被基于产品三维数字化定义的数字化制造方式所取代。在这场技术革命中,逐步掌握三维 CAD/CAM 软件的使用,并用于模具的数字化设计与制造是其中的关键。

我国模具工业发展前景非常广阔,国内外模具及模具加工设备厂商已普遍看好中国市场。随着对模具设计质量与制造要求的不断提高,以及 CAD/CAM 技术在模具制造业中的大规模推广应用,急需大批熟悉 CAD/CAM 技术应用的模具设计与制造的技术人才。这是企业最为宝贵的财富,也是企业走向世界、提高产品竞争力最根本的基础。而目前这方面的专业人才非常缺乏,据了解,在目前就业形势相当严峻的环境中,我国制造业 CAD/CAM 方面的技术人才却供不应求。为满足这类人才培养的需要,同时也为提高目前从业人员的整体技术水平,我们组织了具有丰富教学、科研经验的高校教师和具有丰富生产实践经验的工程技术人员,共同编写了这套“CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书”,以飨广大读者和相关的从业工程技术人员。

编 者

前 言

UG 软件简介

Unigraphics Solutions 公司（简称 UGS）是全球著名的 MCAD 供应商，主要为汽车、交通、航空航天、日用消费品、通用机械以及电子工业等领域，通过其虚拟产品开发（VPD）的理念提供多级化的、集成的、企业级的包括软件产品与服务在内的完整的 MCAD 解决方案。

UG 公司的产品主要为机械制造企业提供，包括从设计、分析到制造应用的 Unigraphics 软件、基于 Windows 的设计与制图产品 Solid Edge、集团级产品数据管理系统 iMAN、产品可视化技术 ProductVision 以及被业界广泛使用的高精度边界表示的实体建模核心 Parasolid 在内的全线产品。

UG 在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械以及其他高科技应用领域的机械设计和模具加工自动化的市场上得到了广泛的应用。多年来，UGS 一直在支持美国通用汽车公司实施目前全球最大的虚拟产品开发项目，同时 Unigraphics 也是日本著名汽车零部件制造商 DENSO 公司的计算机应用标准，并在全球汽车行业得到了很好的应用，如 Navistar、底特律柴油机厂、Winnebago 和 Robert Bosch AG 等。

编写目的

（1）我国的模具和数控行业已经日益普及和使用 UG，尤其是在广东的深圳、东莞及中山等工业发达的地区最为普及，很多工厂都开始接受和使用 UG 进行产品设计、编程和模具设计等。

（2）目前市场上优秀的 UG 模具设计和编程类书籍并不多，多数都是些简单的功能介绍、命令讲解等，离实际的生产设计、加工相差很远，一些读者学完了整本书都还没达到入门的水平。本书作者有多年的编程设计经验，且愿意把这些工作经验和技巧呈现出来与大家一起分享，希望读者在编程设计方面有所提高，并达到真正的学以致用。

本书特色

- （1）最新版软件。
- （2）重点体现操作技巧，技术含量高。
- （3）工厂一线经典实例，有代表性，且穿插了大量的设计技巧与思路。
- （4）工程师点评、经验总结，使读者技高一筹。

如何学习本书

如何有效地学习本书，才能真正达到融会贯通、举一反三的效果呢？相信很多读者都

想知道答案。根据本书的内容，本书作者提出以下几点建议：

(1) 应该按章节顺序学习本书，应先学习第 1 章内容，掌握一定的设计工艺知识；接着学习第 2~3 章，掌握实体和曲面的基本功能和技巧，然后学习第 4~6 章，其实例经典，含有复杂的曲面，读者必须掌握二（三）维曲线、曲面、编辑曲线、编辑曲面等功能的运用，在造型设计方面才能得到提高。学习本书第 4~6 章后，还剩下最后两章内容，读者可以先看第 7~8 章的设计流程和运用知识点，然后将前面学习的知识和自己的设计方法综合运用，并在自己的脑海中构建一个完整的设计思路与过程，最后再参考本书的操作步骤完成实例操作。

(2) 学习本书的同时，应从其他资料了解更多的数控刀具知识和电脑锣知识，这样有助于对书上的知识更深入地掌握。

(3) 花更多的时间了解产品结构和工艺知识，掌握其产品设计、模具设计和编程加工等流程。

(4) 应有目的地了解家电、玩具、数码等产品的设计工艺要求。

本书编写人员

本书由郑福禄、战祥乐、朱派龙主笔，其他参与编写和光盘开发的还有赵战峰、韩思明、黄支风、张满潮、陈金华、郑志明、招才文、韩思远、张罗谋、郑福达、王泽凯、何志冲、揭英军、陈文胜、林华崧、陈卓海、朱小华等。

本书在编写过程中得到了广东轻工职业技术学院机电系众多高级讲师和教授的技术支持和指导，在此表示衷心的感谢！

由于时间仓促，书中难免存在一些不足之处，望广大读者提出批评和指正，可通过 E-mail: x_xcq@sina.com 与我们联系。

编 者

目 录

第 1 章 设计前的准备知识	1
1.1 常用材料及特性	1
1.1.1 产品常用的材料	1
1.1.2 材料的特性	1
1.2 塑胶制件需注意的设计工艺	3
1.2.1 避免侧孔和侧凹	3
1.2.2 脱模斜度	3
1.2.3 塑件壁厚	4
1.2.4 加强筋	5
第 2 章 熊猫卡通造型设计	6
2.1 产品外观效果	6
2.2 设计流程	6
2.3 运用知识点	7
2.3.1 主体设计	8
2.3.2 上盖设计	28
2.3.3 下盖设计	32
2.3.4 辅助件设计	34
2.4 设计工程师总结经验点评	35
第 3 章 量尺造型设计	37
3.1 产品外观效果	37
3.2 设计流程	37
3.3 运用知识点	38
3.3.1 主体设计	39
3.3.2 上盖设计	70
3.3.3 上盖扣位设计	75
3.3.4 下盖设计	82
3.4 尺头设计	83
3.5 设计工程师总结经验点评	87

第4章 头盔造型设计	89
4.1 产品外观效果	89
4.2 设计流程	89
4.3 运用知识点	90
4.3.1 主体线架设计	91
4.3.2 主体设计	93
4.3.3 花纹设计 1	95
4.3.4 花纹设计 2	100
4.3.5 花纹设计 3	104
4.3.6 花纹设计 4	108
4.3.7 花纹设计 5	109
4.3.8 花纹设计 6	116
4.4 设计工程师总结经验点评	122
第5章 QQ卡通造型设计	123
5.1 产品外观效果	123
5.2 设计流程	123
5.3 运用知识点	124
5.3.1 主体设计	125
5.3.2 嘴设计	127
5.3.3 翅膀设计	129
5.3.4 眼睛设计	137
5.3.5 脚设计	152
5.3.6 围巾设计	155
5.4 设计工程师总结经验点评	164
第6章 电水壶造型设计	165
6.1 产品外观效果	165
6.2 设计流程	165
6.3 运用知识点	166
6.3.1 底座设计	167
6.3.2 主体设计	168
6.3.3 壶嘴设计	169
6.3.4 壶盖和手柄设计	175
6.3.5 壶身花纹设计	184
6.3.6 按钮设计	205
6.4 设计工程师总结经验点评	212

第 7 章 企鹅电水壶造型设计	213
7.1 产品外观效果	213
7.2 设计流程	213
7.3 运用知识点	213
7.3.1 主体设计	214
7.3.2 壶身花纹设计	232
7.3.3 壶身设计	237
7.3.4 壶盖设计	254
7.3.5 壶身外盖设计	270
7.3.6 壶身左右外盖设计	272
7.3.7 设计工程师总结经验点评	274
第 8 章 海豚造型设计	275
8.1 产品外观效果	275
8.2 设计流程	275
8.3 运用知识点	276
8.3.1 主体设计	276
8.3.2 鱼翅设计	285
8.3.3 鱼尾设计	298
8.3.4 鱼眼设计	301
8.4 设计工程师总结经验点评	309
附录 A 练习题	309
A.1 练习题 1	309
A.2 练习题 2	310
A.3 练习题 3	310
A.4 练习题 4	311

第 1 章 设计前的准备知识

要想成为一名合格的产品设计工程师，除了熟练掌握软件外，还必须熟悉产品所使用的塑料和塑料的特性、产品设计工艺等。总而言之，产品设计应以成本低、结构简单和外表美观为原则。

1.1 常用材料及特性

产品设计不是一个简单的过程，产品图样设计完成及生产出产品后，还必须进行各种检查和测试，如达不到要求则是失败的设计。例如，某公司生产的玩具小童车，客户必须进行“投箱”测试。由于小童车中的部分塑胶件材料是 ABS，“投箱”测试证明这些材料为 ABS 的塑胶件容易破裂，故这些塑胶件产品的设计是不合格的，需要将这些产品改为柔韧性更好的 PE 材料。但如果这些产品只需要进行运输测试，则使用 ABS 材料即可，因为 ABS 材料要比 PE 材料便宜。所以设计产品时不能盲目，应根据实际情况选择最合适的材料。

1.1.1 产品常用的材料

目前市场上产品种类繁多，最常使用的材料主要有 ABS（丙烯腈、丁二烯和苯乙烯的合成物）、PP（聚丙烯）、PE（聚乙烯）、PC（聚碳酸酯）、PVC（聚氯乙烯）、POM（聚甲醛）、PA6（尼龙 6）、PA66（尼龙 66）、PS（聚苯乙烯）、PPE（聚丙烯）、PBT（聚对苯二甲酸丁二酯）、PC/ABS（聚碳酸酯和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物）和 PC/PBT（聚碳酸酯和聚对苯二甲酸丁二醇酯的混合物）等。

1.1.2 材料的特性

只有清楚地了解塑料材料的特性和用途，才能正确地选择合适的材料。下面以表 1-1 的形式详细讲述常用材料的特性及用途。

表 1-1 材料的特性及用途

序号	材料名称	材 料 特 性	材 料 用 途
1	ABS	具有超强的易加工性、外观特性、低蠕变性、优异的尺寸稳定性和很高的抗冲击强度	用于制作电器设备壳体和综合性能要求较好的零部件
2	PE-HD	抗冲击能力较低,但具有较强的抗渗透性	用于制作电冰箱容器、存储容器、家用厨具和密封盖等
3	PE-LD	收缩率较高,容易产生开裂现象	用于制作碗、箱柜和管道连接器等
4	PC	具有较高的抗冲击强度	用于制作计算机元件、连接器、车辆的前后灯、仪表板等
5	POM	具有很低的摩擦系数、很好的几何稳定性和耐高温性	用于制作管道器件,如阀门和泵壳体等
6	PA6	具有很好的耐磨性,但吸水性特别强	广泛用于结构部件,如轴承等
7	PA66	具有较高的抗冲击性和抗溶性	广泛应用于汽车工业、仪器壳体和其他需要具有抗冲击、强度要求高的产品
8	PS	具有非常好的几何性、热稳定性、光学透过性、电绝缘性和极小的吸湿性,但能够被强氧化酸所腐蚀,并且在有机溶液中容易膨胀变形	用于制作家用餐具、托盘、透明容器、绝缘薄膜等
9	PVC	具有不易燃性、高强度、耐气候变化性以及优良的几何稳定性	供水管道、家用管道、电子产品的包装、医疗器械和食品包装等
10	PP	具有较高的熔点和较高抗冲击能力,但同样具有低透明性、低光泽性和低刚性	挡泥板、通风管、风扇、冰箱门衬垫和日用消费品等
11	PC/ABS	具有 PC 和 ABS 两者的特性,同时还具有优良的流动特性	用于制作计算机、商业机器、电器设备的外壳
12	PC/PBT	耐腐蚀性、热稳定性和抗冲击性均比较强	用于制作齿轮箱、汽车保险杆等
13	PMMA	具有良好的抗冲击性和光学特性	主要用于制作信息灯设备、仪表盘、灯光散射器和饮料杯等
14	SA	具有较强的承受载荷能力、抗化学反应能力以及抗热变形能力等	用于制作电气插座、壳体、厨房器械和底座等
15	PEI	具有很强的耐高温稳定性和很好的韧性	用于制作温度传感器、燃料和空气处理器、芯片外壳和飞机内部的设备等
16	PPE	吸湿性很小,具有优良的电绝缘性和较低的热膨胀系数	用于制作洗碗机的壳体、洗衣机壳体、控制器壳体和光纤连接器等

1.2 塑胶制件需注意的设计工艺

产品设计应以结构简单为最基本的原则，减少模具加工成本和生产周期。所以设计产品时，应尽量避免侧孔或侧凹，设置合理的脱模斜度、壁厚和加强筋等。

1.2.1 避免侧孔和侧凹

设计产品时，应尽量避免侧孔和侧凹。如果产品中存在侧孔或侧凹，则模具需要有侧抽芯，如图 1-1 所示。斜顶机构，如图 1-2 所示，这样大大增加模具的难度和加工成本。当然，不可避免侧孔或侧凹时，则应设计侧孔或侧凹。

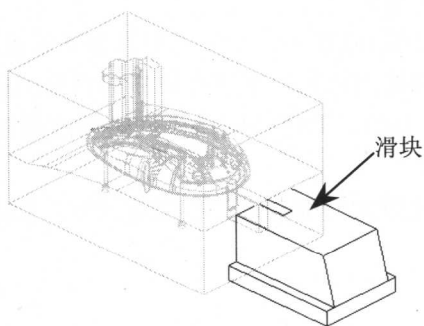


图 1-1 滑块

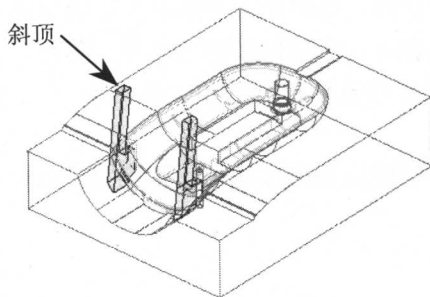


图 1-2 斜顶机构

1.2.2 脱模斜度

塑料从熔融状态转变为固体状态将产生一定量的尺寸收缩，制品在冷却或固化过程中围绕凸模和型心产生收缩而包紧。为了便于塑料制品脱模，防止脱模时划伤制品表面，与脱模方向平行的塑件表面一般应具有合理的脱模斜度。

产品的内、外表面都应有脱模斜度，若只有内壁面脱模斜度，脱模时制品将黏附在凹模表面。若只有外壁面脱模斜度，脱模时制品将黏附在凸模表面。确定脱模斜度时，应该从以下 4 个方面考虑：

- (1) 产品精度要求越高，脱模斜度越小。
- (2) 必须保证塑件尺寸精度和制品的特殊要求，脱模斜度造成的产品尺寸误差必须限制在该尺寸精度的公差之内并满足特殊要求。
- (3) 为避免或减小脱模力过大而损伤注塑件，对于收缩较大，形状复杂，型心包紧面

积较大的塑件，应该考虑较大的脱模斜度。

(4) 为使注塑开模后塑件留在动模一侧的型芯上，可以设置塑件的内表面为较小的脱模斜度。



设计工程师点评：

对有花纹的侧表面需设置特大的脱模斜度，常见的有 $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$ ，每 0.025mm 花纹深度要取 1° 以上脱模斜度。壳类塑件上有成排网格式孔板时，应取 $4^{\circ} \sim 8^{\circ}$ 以上型孔斜度。另外，孔越多越密，斜度越大。

1.2.3 塑件壁厚

壁厚的大小取决于产品需要承受的外力、是否作为其他零件的支撑、承接柱位的数量、伸出部分的多少以及选用的塑胶材料而定。一般情况下，热塑性材料的壁厚不会超过 4mm。过厚的产品不但增加物料成本，而且会大大延长冷却周期；另外，从设计角度看，过厚的产品在注射过程中容易产生气孔，导致产品中存在空穴。

设计时，尽量要求产品中各处的厚度均匀，如图 1-3 所示。均一的壁厚是非常重要的，厚胶的地方比旁边薄胶的地方冷却得慢，并且在相接的地方，表面在浇口凝固后出现收缩痕，严重的会导致缩水印、热内应力、挠曲部分歪曲、颜色不同或不同透明度等现象的发生。

如不能达到厚度均匀，则应将产品中厚度变化较大的部分设计成平缓过渡，如图 1-4 所示。

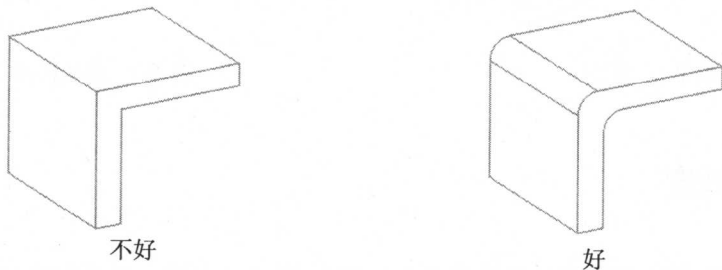


图 1-3 设计时壁厚尽量均匀

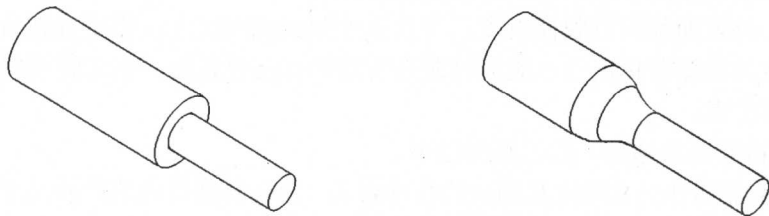


图 1-4 壁厚平缓过渡

1.2.4 加强筋

加强筋在塑胶部件上是不可或缺的功能部分，可以有效地增加产品的刚性和强度而无须增加产品的厚度和面积，对一些需要解决压力、扭力、弯曲等问题的塑胶产品尤其适用。此外，加强筋可充当内部流道，有助于模腔填充，对帮助塑料流入部件的枝节部分起很大的作用。

加强筋一般被放在塑胶产品的非接触面，其伸展方向应与产品最大应力和最大偏移量的方向一致，加强筋的位置亦受制于一些生产上的考虑，如模腔填充、缩水及脱模等问题，如图 1-5 所示。加强筋的长度可与产品的长度一致，或只占据产品部分的长度，如果加强筋没有连接产品外壁，末端部分亦不应突然终止，应该逐次地将高度减低，直至完结。这样可以减少出现困气、填充不满及烧焦痕等问题，这些问题经常发生在排气不足或封闭的位置上。

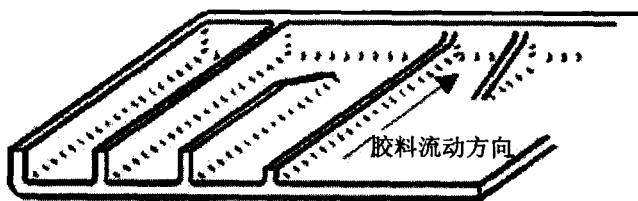


图 1-5 加强筋的设计

加强筋最简单的形状是一条长方形的柱体附在产品的表面上，不过从满足一些生产上或结构上的考虑，加强筋的两边应该设计一定的脱模斜度，底部相接产品的位置必须设置圆角以消除应力集中的现象，圆角的设计亦给予流道渐变的形状使模腔填充更为流畅，如图 1-6 所示。

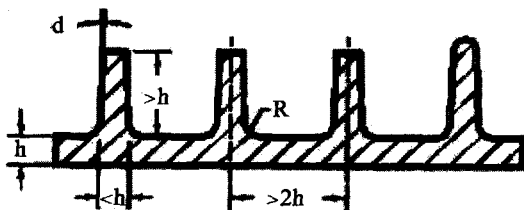


图 1-6 加强筋应设置脱模斜度

设计的加强筋过厚时，容易产生缩水纹、空穴、变形挠曲及夹水纹等问题，且会增加生产周期和生产成本。从生产的角度考虑，使用多数短而窄的加强筋比使用几个深而阔的加强筋效果更好。模具生产时，加强筋的阔度（也有可能深度）和数量应尽量留有余额，当试模时发觉产品的刚性及强度有所不足可适当地增加，因为在模具上去除钢料比使用烧焊或加上插入件等增加钢料的方法更加简单且成本低。

第2章 熊猫卡通造型设计

2.1 产品外观效果

本章将详细地介绍熊猫卡通造型设计的全过程，该产品的外观效果如图 2-1 所示。

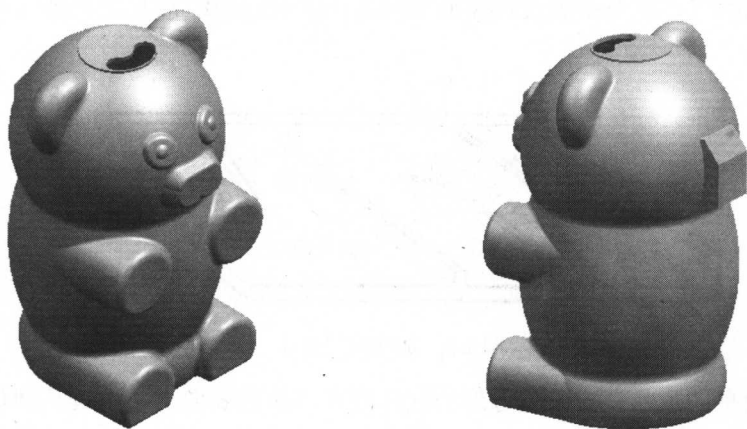


图 2-1 熊猫卡通造型设计

2.2 设计流程

通过分析产品的用途、结构及外观设计，从而确定产品的工艺设计要求。熊猫卡通造型设计流程如图 2-2 所示。读者初涉产品设计时，首先需要想好产品部位创建的先后顺序（即设计流程），这一点非常重要，如果盲目设计将会出现很多的问题。另外，设计前需要将使用的功能和命令大概地罗列出来，这样设计时就会更加得心应手。

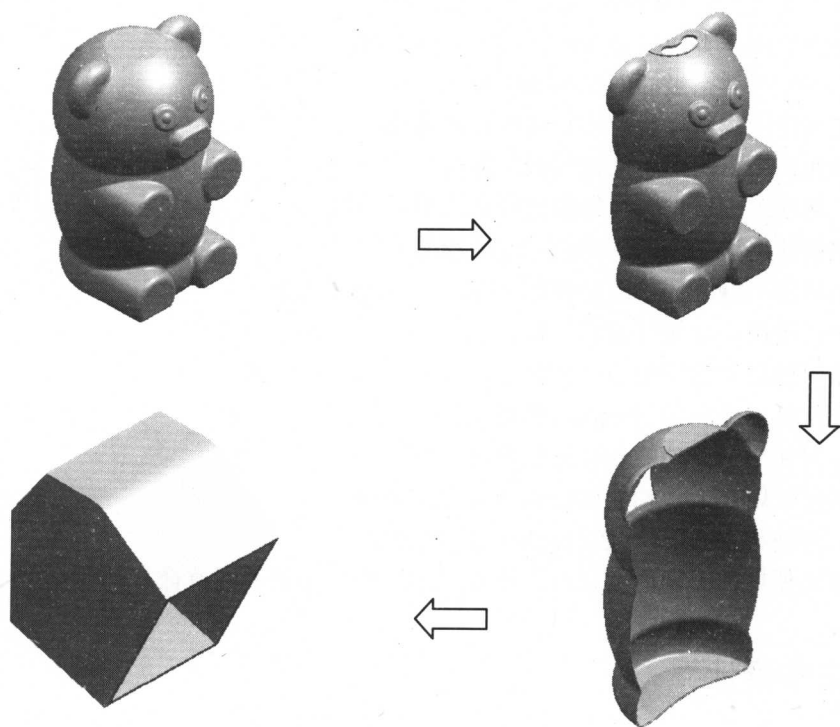


图 2-2 熊猫卡通设计流程

2.3 运用知识点

本例主要包括如下知识点。

- ☐ 如何使用草图功能创建平面。
- ☐ 如何使用回转功能创建回转（片体）特征。
- ☐ 如何使用拉伸功能创建拉伸（片体）特征。
- ☐ 如何使用直纹功能创建直纹曲面特征。
- ☐ 如何使用求和功能创建特征。
- ☐ 如何使用边倒圆功能创建边倒圆特征。
- ☐ 如何使用截面曲线功能创建截面曲线。
- ☐ 如何使用抽取功能创建抽取片体特征。
- ☐ 如何使用缝合功能创建缝合曲面。
- ☐ 如何使用镜像特征功能创建镜像特征。
- ☐ 如何使用偏置曲面功能创建偏置曲面特征。
- ☐ 如何使用修剪和延伸功能创建修剪片体。

- ❑ 如何使用直线功能创建直线（三维曲线）。
- ❑ 如何使用基本曲线功能创建圆（三维曲线）。
- ❑ 如何使用动态坐标创建调整坐标。
- ❑ 如何使用修剪体功能创建修剪片体特征。
- ❑ 如何使用草图功能创建拔模角特征。
- ❑ 如何使用图层设置功能创建隐藏或显示特征。
- ❑ 如何使用移动至图层功能创建图层号。
- ❑ 如何使用拆分体功能创建拆分体（上、下盖特征）。
- ❑ 如何使用点功能创建点特征。
- ❑ 如何使用球功能创建球体特征。
- ❑ 如何使用求和功能创建求和特征。
- ❑ 如何使用圆柱功能创建圆柱求和特征。
- ❑ 如何使用长方体功能创建长方体求差特征。
- ❑ 如何使用替换面特征功能创建替换面特征。
- ❑ 如何使用抽壳功能创建抽壳特征（上、下盖和辅助件特征）。

2.3.1 主体设计

(1) 打开 UG NX5 软件，在【标准】工具条中单击【新建】按钮，弹出【文件新建】对话框，接着在【名称】文本框中输入“xmkt”，并单击按钮进入建模主界面。

(2) 绘制草图轮廓。在【特征】工具条中单击【草图】按钮，弹出【创建草图】对话框。接着在【平面选项】下拉列表中选择【创建平面】选项，并在【指定平面】下拉列表中选择【XC-ZC】选项，然后在【参考】下拉列表中选择【竖直】选项，再选择【ZC】轴方向，如图 2-3 所示。最后单击按钮进入二维草图界面并绘制草图轮廓，如图 2-4 所示。

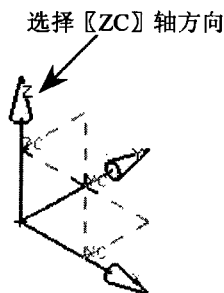


图 2-3 选择【ZC】轴方向

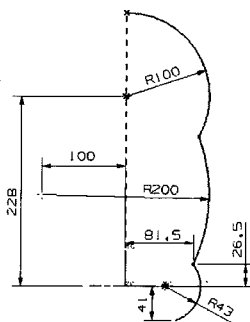


图 2-4 绘制草图轮廓