

CAXA 大学



# CAXA

CAXA大学教研中心组编  
杨伟群 等编著

## 实体设计

### 机械设计篇



北京大学出版社  
<http://cbs.pku.edu.cn>



责任编辑 范 晓  
封面设计 韩大为

# CAXA 实体设计

## 机械设计篇

CAXA 实体设计是具有国际先进水平的新一代三维创新设计软件, 被誉为“自参数化技术产生 15 年来 CAD 技术的最大突破”, 是美国最新专利技术与 CAXA——我国自主知识产权软件知名品牌——多年来在 CAD/CAM 领域所积累丰富经验的结晶。

本书突出行业应用, 从机械设计和制作的角度出发, 按照机械设计的过程, 通过典型实例向用户介绍了 CAXA 实体设计在机械设计中的应用和技巧, 适用于各类设计或制造专业的学生和工程技术人员阅读, 主要内容包括:

图素库在机械设计中的应用

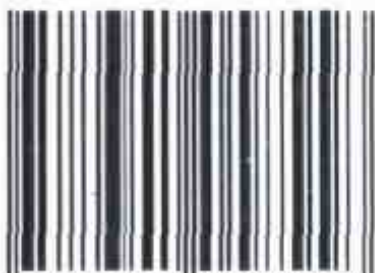
机械零件设计、装配设计及钣金设计

机械机构的三维动画制作



**CAXA 实体设计 系列丛书**

ISBN 7-301-05855-1



9 787301 058558 >

ISBN 7-301-05855-1/TP · 0685

定价: 26.00 元(含光盘)



TP

**CAXA**大学 三维数字化创新设计 培训教材

# CAXA 实体设计——机械设计篇

**CAXA**大学 教研中心 组编

杨伟群 任 霞 王 锦 编著

北 京 大 学 出 版 社

• 北 京 •

## 内 容 简 介

CAXA 实体设计是由北京北航海尔软件有限公司通过国际合作研发的具有国际先进水平的三维设计软件, 该软件把美国的最新专利技术和 CAXA 多年来在 CAD/CAM 领域所积累的经验相结合, 真正使得实体设计做到了简单易用。

本书是《CAXA 实体设计》系列丛书中的一本, 主要通过具体实例的操作方式来说明软件的使用方法和特点, 其内容包括机械图素库、零件设计、装配设计、钣金设计、机构三维动画等。通过对本书的学习, 读者可以在短时间内掌握先进的三维工程设计工具, 进一步开发个人的潜能。

本书主要适用于已具有一定机械基础知识的各类设计或制造专业的学生和工程技术人员, 是“CAXA 大学”各“CAXA 教育培训中心”三维数字化创新设计之机械设计提高课程的培训教材, 随书所附光盘包括书中提到的范例文件, 方便学员学习使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

CAXA 实体设计——机械设计篇/杨伟群, 任霞, 王锦等编著. —北京: 北京大学出版社, 2002.9  
(CAXA 实体设计系列丛书)

ISBN 7-301-05855-1

I. C... II. ① 杨... ② 任... ③ 王... III. 机械设计: 计算机辅助设计—软件包, CAXA IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 067293 号

书 名: CAXA 实体设计——机械设计篇

著作责任者: 杨伟群 任 霞 王 锦

责任编辑: 范 晓

标准书号: ISBN 7-301-05855-1/TP·0685

出 版 者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区中关村北京大学校内 100871

网 址: <http://cbs.pku.edu.cn> <http://www.macrowin.net>

电 话: 发行部 62754140 62765127 编辑室 62765126 邮购部 62752015

电子信箱: [macrowin@263.net.cn](mailto:macrowin@263.net.cn)

排 版 者: 北京东方人华科技发展有限公司

印 刷 者: 河北省滦县滦兴书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

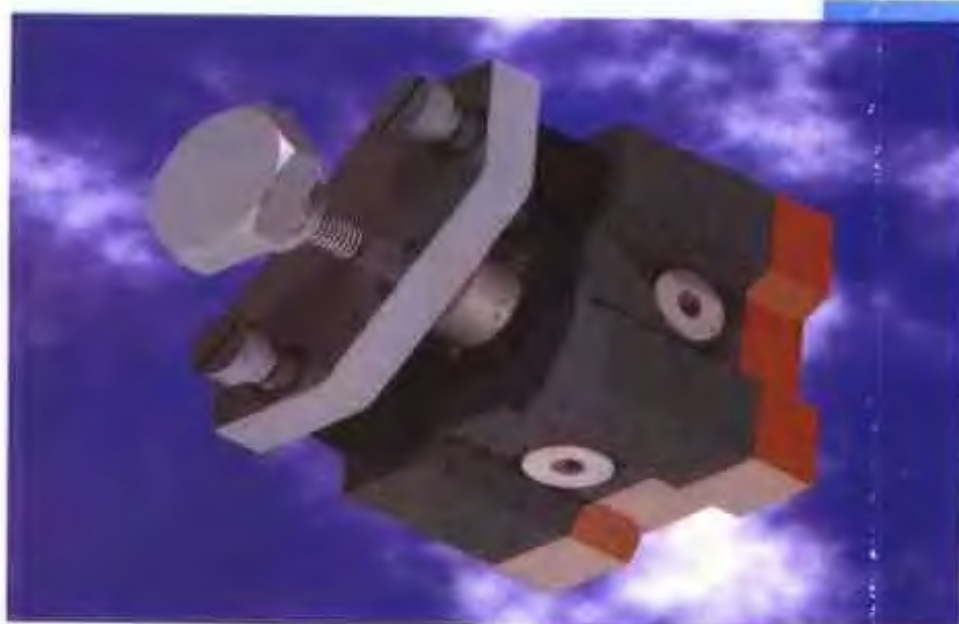
经 销 者: 新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14 印张 336 千字

2002 年 9 月第 1 版 2002 年 9 月第 1 次印刷

定 价: 26.00 元(含光盘)











# 总 序

当前,计算机网络信息技术发展迅猛,正逐步渗透到方方面面:全球经济一体化的趋势正在加速,世界范围的产业格局正快速调整,全球制造业的重点正按照垂直整合的方式迅速向亚太地区转移。随着我国综合国力的进一步增强和加入世界贸易组织(WTO),我国经济全面与国际接轨,大批跨国企业抢滩登陆,在国内高起点设厂、将生产加工向中国转移;国内制造企业更是背水一战,大举通过信息化、广泛应用现代制造技术积极参与国际竞争。我国制造业进入了一个空前蓬勃发展的新时期。

作为我国制造业信息化领域自主知识产权软件的知名品牌,CAXA以推动中国CAD/CAM技术应用和制造业信息化发展为目标。10年来CAXA系列软件为我国CAD/CAM技术的应用发挥了积极的作用。日前,CAXA软件正版用户超过80000家(其中3D软件10000家;CAM数控软件10000家),并连续5年(1997、1998、1999、2000、2001)荣获“国产十佳软件”称号,正日益成为易学、实用、好用的国产CAD/CAM软件的象征;并以市场占有率最大、产品系列齐全、研发实力强劲、国际化联盟经营等,正在从我国CAD/CAM软件行业的一匹“黑马”快速成长为制造业信息化应用服务的主要供应商之一。

制造业信息化,人才是基础,应用是关键,掌握CAD/CAM信息化设计制造技术的大量应用型人才是关键的关键。自2000年初CAXA与北京航空航天大学共同启动“CAXA教育培训计划”以来,得到了社会各界的广泛欢迎和积极参与。日前使用CAXA软件开展教学和培训的院校与培训机构超过600家,先后培训师资3000多人次,编写出版了教材/图书150多套,年直接培训学生/学员15多万人。同时CAXA软件也先后成为劳动部“制图员”职业资格考试软件、劳动部“数控编程工艺师”职业资格考试软件、教育部NIT(全国计算机应用技术证书考试)“计算机绘图”考试软件,教育部“优秀职业教育软件”等。CAXA在CAD/CAM应用人才的培训/培养方面迈出了可喜的一步。

这套CAXA系列教材的编写出版,既是应市场对学习掌握CAXA的强烈要求,也是CAXA与清华大学、北京航空航天大学、一汽培训中心、核九理工学院等全国600多家CAXA院校及培训机构合作的结晶。相信通过这套CAXA系列软件教材的编写出版,必将会为我国CAD/CAM应用人才的培养、为我国制造业信息化的发展做出新的贡献。

中国的制造业将是未来全球制造业的中心。CAXA愿与各界朋友一起为此而努力,为中国的制造业—全球最大制造业的发展插上信息化的翅膀!

CAXA总裁: 殷 毅 博士

2002年4月20日

# **CAXA 大学**教材编写委员会

## **顾问：**（按姓氏笔画排序）

朱心雄 北京航空航天大学教授  
刘占山 教育部职业教育与成人教育司副司长  
孙林夫 四川省制造业信息化专家组组长/生产力促进中心主任  
陈李翔 劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心副主任  
陈贤杰 科技部上海培训中心特别专务/原全国 CAD 应用工程办公室主任  
武 哲 北京航空航天大学副校长  
杨海成 国家“制造业信息化工程”重大专项专家组组长  
周保东 《机械工人》杂志社副社长  
唐荣锡 中国工程图学学会理事长  
黄永友 《CAD/CAM 与制造业信息化》杂志总编  
韩新民 机械科学院系统分析研究所所长  
雷 毅 CAXA 总裁  
廖文和 江苏省数字化设计制造工程中心主任

## **主任委员：**

鲁君尚 杨伟群 王 冬 任黎明

## **编委：**（按姓氏笔画排序）

马金盛	冯荣坦	刘 炜	刘长伟	刘锡峰	刘雅静	邹小慧
牟文英	许修行	任柏林	李 秀	李 超	李文革	邱建忠
陈红康	吴百中	宋国梁	宋放之	杨明华	杨国平	罗广思
尚凤武	赵宝录	赵春江	张导成	张建中	洪 亮	贺 伟
胡松林	胡建生	徐嵘峰	章晓林	谢小星	熊本俊	蔡历风

## **本书作者：**

杨伟群 任 霞 王 锦 闵志刚等



# 三维数字化创新设计 与未来 CAD 技术的发展 (代序)

随着网络化的发展,工业界也正面临着更激烈的竞争,这就对制造业企业提出了更高的要求:一个产品由最初的概念构想到制造完成再到销售所需的时间要尽量短;产品质量要尽可能优良;制造成本要尽量低。为了达到以上目的,各种各样的软件被应用到设计、制造当中来提升生产力。

传统 CAD 软件主要应用在产品的详细设计阶段,作为一个实体造型的工具,在企业的产品生产中发挥了巨大的作用。但是近年来,市场的需求越来越广泛,用户的需求也越来越趋向于个性化。为了满足这些新需求,就需要在设计的过程中对设计结果进行不断的、实时的修改。像美国的一些鞋厂,直接把订单放在网上,希望根据这个订单来完成设计,甚至希望把每一个预订用户的名字都设计在鞋上,而传统 CAD 软件技术主要用在产品的造型方面,不能满足这种新需求,同时这些造型软件在产品细部设计过程中提升的生产力在整个产品生命周期中也很有限。

在强烈的国际化竞争面前,企业需要的不是在某一个产品细节上有一个工具做的更好,而是一个完整的解决方案,所以目前国际知名的 CAD 厂商都开始宣传自己要做一个协同设计(CPC),而不是一个 CAD 软件,这样才能满足用户、扩大市场。

市场需求的变化,使 CAD 在企业中所扮演的科技角色发生了重大变化,CAD 从单一的生产力提升手段已成为整个产品生产各个阶段的协同部分。需求与角色的改变,也就要求 CAD 技术有所提升、有所突破。因为传统的 CAD 不是帮助设计人员进行创新设计,而是把一个想好的设计做成实体;另外参与整个产品协同设计的人员范围很广,不但需要经过长期训练,成为 CAD 方面专家型人才来进行设计,而且需要从产品概念设计到详细设计到制造前设计到最后上市销售的市场人员、销售服务人员都能共享使用这些资料,这样就使应用 CAD 相应技术的用户层面扩大了很多,这些人都需要同样的数据,这就需要有一个很好管理这些设计资料文件的系统,来通过网络让更多人共享,这样 CAD 技术和网络就结合在一起,也带来了能适应网络设计工具的新技术要求。

那么什么样的产品能适应市场上的这些需求,让产业界、企业界来提高生产力呢?

首先它应是一个易学易用的产品,因为使用的人不再是经过长期训练的专家,而是整个企业所有参与协同设计的人员,从而让服务人员、销售人员都可以利用 CAD 工具来解决各自的问题,如在制造中生产不出来,目前的设计制作成本太高以及市场上又出现了新需求等,那么就可以利用 CAD 软件把这些资料传给以前的设计人员,从而快速地进行修改,这一点对于处于激烈市场竞争的企业来讲非常重要。所以市场上需要的 CAD 使用方式,应是让所有不同部门的工程技术人员不要把太多时间都耗费在使用这项技术和工具上,另外,很多情况下不可能先预测到将要做的设计是什么样,预测到以后的修改会怎样,然后根据实体造型去设计特定的约束,再去修改。而是根据市场上客户的需求变化来快速

地做出反应，既能进行创新的设计，又能方便地进行动态修改。

其次在企业协同设计中，我们不可能要求上游的厂商、下游的厂商，同一个工厂不同部门的协同设计、不同部门的不同设计过程，不同企业都使用同一个 CAD 软件。协同设计实际上需要不同的设计软件，这就要求供应商使用某一个设计软件时，必须先处理这些不同的数据，这就需要一个兼容性很强的软件来处理不同的数据，把他们集成在一起，来继续这个设计，才能完成协同设计。

另外一个值得注意的是资料管理需要跟 CAD 软件结合在一起，传统的 PDM 系统非常没有弹性，不仅需要花费许多金钱和时间，而且经过测试、装机以后使用起来也不是十分方便。所以要把这项技术广泛推广到中小企业，最需要一个操作简单、在网络上可以接触到、不需要太长时间的 CAD 系统。虽然它有可能不是那么完善、那么复杂，但基本功能都有，且能满足市场上的大部分需求。这样大家就可以迅速共享一个设计结果，各个供应商也就可以把不涉及技术秘密的产品设计通过网络提供给大家，这样 CAD 就与网络结合在一起。像某家做螺丝钉的公司，它就可以按照目录表把以往不同规格产品设计的原始资料放在网络里并提供一些工具让你使用，当你有同样的设计需求时，就可以避免重复设计。这样单一的设计就能让更多人分享，但同时新的需求也需要新的工具，满足这些需求，技术上就必须更新。

CAD 要被大多数人广泛应用，就必须简单，而不是要经过一两个月的专门训练，那么什么样的技术才是更方便的工具呢？大家知道，随着电脑的普及化，我们已习惯了用鼠标拖放文件管理器这种操作方式，那么能不能把这种操作方式移植过来，直觉地把一个东西摆过来、摆过去来完成设计呢？这就是**最新的拖放式 (drag&drop) 技术**。

大家知道传统的 CAD 造型一开始就已经想好了将来的三维实体是什么形状，然后从二维草图开始去创造三维模型，但对于一个没有经过长时间训练的协同设计人员或市场人员，他按照这种方式操作起来就比较复杂。还有如果传统的 CAD 产生的一些设计结果跟你预期的不同，你设计半天也得不到想要的图样，又由于缺乏对 CAD 系统的了解，不知道怎么做，就会造成非常的不方便。

而采用直觉简单的**拖放式 (drag&drop) 技术**，设计人员就能像小孩搭积木一样把一个个想要的实体摆放进来，然后对它进行空间定位，像一个把手一样，想拉长就拉长，想缩短就缩短，这样轻松有趣地就完成了设计，而不需要长时间去学习。

另外同样添加一些技术，将会使设计更方便，一些特有的行业，像脚踏车、建筑、机械零件等常常需要一些基本件，行业的差别就造成了基本件的不同。如果你的软件中包含了丰富的标准件图库(用户还可任意扩充自己的图库，将个人想要的“积木块”先造好，建成目录式图库)，那么当你需要使用它们时，只需从目录中拖出放到你想要的地方，就可以完成不同行业的设计要求。

还有在同一套集成工具下面全面解决产品的概念设计、零件设计、装配设计、钣金设计、产品真实效果模拟和动画仿真等等，也将大大提高你的设计速度。以下是两种系统的比较一览表。



传统参数化造型 CAD 系统与创新式协同设计 CAD 系统的比较

	传统参数化造型 CAD 系统	创新式协同设计 CAD 系统
目标用户	CAD 专业人员	一般工程背景设计人员
操作界面	不同的功能模块采用不同的操作环境	设计、装配、渲染和动画等都集成在同一个操作界面下
接受程度	不可预测，需要经过长期的训练和丰富的知识背景	直觉可预测，只需最短的设计训练时间
设计方式	从二维草图开始进行三维造型	在三维空间直接拖放式设计
设计思维	基于参数化的严格约束关系，修改不方便	基于直接的设计思路并可以进行动态修改
设计流程	严格基于历史树，需要尺寸与参数	不局限于历史树、尺寸与参数
数据交换能力	基于第三方接口或特征识别技术，不能对特征表面直接修改	本身具有转换能力，也可通过接口，具有直接特征修改能力

通过上面的分析，我们可以总结一些结论，同时转变一些观念：原有 CAD 系统在设计中所占的设计量很小，因为你在做设计时，已经想好了这个设计的形状，并没有进行真正的设计，大部分时间花费在迁就 CAD 系统，怎样把它做出来，从而使设计大打折扣。从最初绘图类的 CAD 再到参数化造型的 CAD，我们可以看到 CAD 下一个发展趋势就是要进行真正的创新设计：它不需要先想好我要做成什么样，只要有一个模糊的概念，然后在设计的进程中不断把自己的想法表达出来，并判断是否正确，并经过动态的修改得出精确的设计，而不是一个结果好不容易设计出来却并不理想，只好从头开始。总之未来的设计将是一个弹性的过程，富有创造性的过程。在使用上就连小学生都会操作，只要他能理解精确设计的基本概念。

CAXA 联盟-IRONCAD 公司主席、著名图形学家

韩道阳 博士

2002 年 6 月

## 韩道阳先生简介

韩道阳先生毕业于台湾大学，1984 年在美国康奈尔大学获工程与 CAD 博士学位，并先后出任 3D/EYE 和 ALVENTIVE 公司的 CTO。2001 年初创建 IRONCAD 公司。2002 年进入“CAXA 联盟”。

韩道阳博士 17 年来在计算机图形学、CAD 以及基于网络的协同设计方面做了大量的工作，并于 1995 年第一个将拖放式 3D 设计转化到 CAD 软件应用之中，之后又领导研发了多项专利技术，这些技术被美国 CAD 界誉为“自参数化设计问世 15 年以来，CAD 技术发展的又一项重大突破”。



# 前 言

在一个充满竞争和机会的社会中,从事制造业的个人或公司想要成功地保持技术领先的地位,必须不断地创新并付诸实施。而任何一种产品的创新都是从设计开始的,传统的设计是将人脑中的概念或思维用图纸(图形)的形式表达出来,这样才可以让制造者理解并进行加工,CAD 技术的出现让我们可以甩掉图板和画笔,极大地提高设计效率。随着个人电脑硬件和图形图像技术的发展,三维图形图像的设计实现了“未造先得”的效果,从而拉近了设计者和用户的距离。但现有的 CAD 工具只能帮助我们表达思维,并不能拓展思维,目前三维设计应用的参数化特征造型技术对设计结果进行任意阶段的修改是非常困难的,另外一些国外的高端 CAD 软件虽然功能强大,但学习和入门颇费时日。

作为国内 CAD/CAM 技术和市场佼佼者的北航海尔软件有限公司,通过国际合作开发出了具有国际领先水平的“CAXA 实体设计”CAD 软件,并率先提出了“创新设计”的新设计理念,被业界誉为“近 15 年来 CAD 技术的唯一突破”,使设计变得像搭积木一样快捷简单,同时能最大限度地拓展设计者的思维,该软件的主要特点如下:

**具有创新设计和协同设计的特征。**所谓创新设计,指在产品概念设计阶段我们并不需要非常具体的空间几何要素的尺寸、坐标和拓扑关系,也不受 CAD 系统本身对设计的束缚,而是主要依靠人机智能交互操作来获得最佳的符合顾客需求的产品设计。而所谓协同设计,是指真正的设计工作是一种团队协作,团队的成员可能在不同的地方或用不同的设计软件,CAXA 实体设计能够利用互联网功能和畅通无阻的数据接口,将多人应用不同 CAD 软件设计的结果集成到同一设计环境中进行装配或组合。

**软件的高度集成。**可以在同一软件环境中完成三维零件设计、装配设计、钣金成形及自动展开、自动生成和三维造型关联的工程图纸(符合中国国家标准或 ANSI 标准)、高级智能渲染、三维实体智能动画等工作。

**同时具有可视化设计和精确设计、约束和非约束设计。**可以基于坐标或基于参数设计,也可以通过“拖放”式可视化操作实现“搭积木”或“捻橡皮泥”式的概念设计。传统的参数化造型对几何拓扑关系的约束很严格,所以我们并不能对那些较复杂的造型零件作随心所欲的改动,而 CAXA 实体设计却能做到任意阶段的任意修改。

**畅通无阻的数据接口。**CAXA 实体设计具有目前世界上唯一的双内核(ACIS&Parasolid)CAD 系统,它可以读取或输出 AutoCAD、3ds max、Pro/E、CATIA、UG 等著名的工程设计软件所需的文件格式。

CAXA 实体设计是一个可以充分发挥创新理念并将它们表达出来的先进工具。从软件技术层面讲,它是目前国际上最先进的 CAD 设计平台;从应用层面讲,它可以改变传统 CAD 设计软件的设计方法,传统的 CAD 软件本身对创新思维是一种束缚,设计过程需要迁就 CAD 软件本身的操作,学习起来也很麻烦。而创新设计可以挣脱软件操作对思维的束缚,它的推广和应用将能改革目前高等院校各类设计专业的课程体系,应用此软件的企业能极大提高技术人员的设计效率和产品的竞争力。

高级三维设计在中国尚未进入普及阶段,CAXA 实体设计所涉及的技术代表了国际上

最先进的 CAD 技术,这一技术的传播需要一定的时间,但如果读者从现在开始学习和掌握,不久的将来就一定会成为本领域的高手。这一软件的易学易用及快速设计的特点是它区别于目前国际上其他三维 CAD 系统的最大特点,同时它的强大功能保证用户能设计出复杂而具真实感的电子样机,所以我们有理由相信不管读者具有什么样的学历或工作背景,都有可能成为一名创新设计师。当然,借此机会我们要感谢北大出版社宏博信息技术公司,是他们的不懈努力促成了这一创新设计系列丛书的出版,使那些准备依靠自己的头脑或灵感来改变生活的有志之士终于有了一种充满灵性的工具。

本系列丛书按 CAXA 实体设计不同的应用领域分 4 册来写,读者对象为各类设计或制造专业的学生和工程技术人员。

**应用基础篇:**介绍 CAXA 实体设计的应用基础,首先简述创新设计的概念和软件的基本功能,配合基础性实例向读者详细介绍每一步的操作步骤,最终教会读者学会软件的基本操作和应用。为学习后 3 本丛书打基础。

**机械设计篇:**通过实例讲解来介绍运用 CAXA 三维实体设计技术进行机械零件设计、装配、钣金设计、工程图纸的自动生成、机械机构的三维动画等。所选实例均选自于实际生产或教学案例,具有较高的实用价值,但在阅读本书之前,读者最好已具备一定的机械知识基础。

**工业设计篇:**介绍运用 CAXA 实体设计 XP 进行工业设计的方法和实例。CAXA 实体设计 XP 集成了计算机图形图像领域最先进的技术,利用它除了可以设计出任意想象的空间几何造型外,还可以表现出真实感的色彩、材质、灯光、倒影等效果,CAXA 实体设计完全可以用来进行工业创意设计并输出高清晰度图片。

**建筑装饰篇:**用于建筑装饰设计的软件要求将可视化设计和精确设计相结合,用于展示模型或效果图重在整体效果和美感,而用于结构或施工的设计要求精确,CAXA 实体设计同时具有可视化设计和精确设计的特点,所以运用 CAXA 实体设计进行建筑和家居设计方便而快捷。和传统的 CAD 设计软件相比,CAXA 实体设计 XP 具有更高的集成度,它可以将外观造型、内部构造、平面施工图、任意视向的效果图、动画浏览放在一个软件环境内完成,这样的设计软件能明显提高设计效率。本书通过讲解一个别墅式建筑的模型构建、建筑图纸生成、室内环境设计、渲染等内容来展示 CAXA 实体设计在建筑设计方面的应用。

本书为机械设计篇,共分 5 章进行介绍,其中第 1 章综述机械设计的工作流程和专用工具,如标准件、钣金件平面图形库的操作等;第 2 章讲解零件设计,包括三维造型和 3D/2D 的自动关联与图纸生成;第 3 章介绍装配设计,装配所需零件在书附光盘(\score\example\jixie)中都可以找到,根据书中的步骤边学边练,就能得到尽可能大的阅读效果;第 4 章讲解钣金件的设计和装配;第 5 章介绍机械机构的三维动画制作,要进行产品演示或教学多媒体制作的读者都可在本章大有所获。

由于作者水平有限,书中错误之处在所难免,恳请读者多加指正。

# 目 录

第 1 章 图素在机械设计中的应用 .....	1
1.1 新产品设计的不同阶段 .....	1
1.1.1 概念设计阶段 .....	1
1.1.2 详细设计阶段 .....	4
1.1.3 产品的外观或包装设计阶段 .....	7
1.2 学会使用标准件——工具类设计元素的应用 .....	7
1.2.1 自定义孔 .....	7
1.2.2 标准连接件 .....	9
1.2.3 齿轮 .....	13
1.2.4 轴承 .....	17
1.2.5 热轧型钢和冷弯型钢 .....	17
1.2.6 弹簧 .....	18
1.2.7 图库标准件 .....	20
1.3 钣金设计工具——钣金图素 .....	28
1.3.1 钣金件设计元素 .....	28
1.3.2 板料图素 .....	30
1.3.3 钣金顶点图素 .....	33
1.3.4 板料弯曲图素 .....	33
1.3.5 成型图素和型孔图素 .....	39
1.3.6 钣金件的切割和展开 .....	42
1.3.7 自定义轮廓图素 .....	43
1.3.8 钣金件属性和工具表的修改 .....	44
第 2 章 机械零件设计 .....	46
2.1 减速器机盖 .....	46
2.1.1 箱体的基本造型 .....	46
2.1.2 凸台的制作 .....	48
2.1.3 盖板的设计 .....	51
2.1.4 方形窥视孔的造型 .....	53
2.1.5 内腔的造型 .....	54
2.1.6 生成分布的孔系 .....	56
2.1.7 机盖的棱边过渡 .....	61
2.2 生成仪表机架的布局图纸 .....	63
2.2.1 生成标准视图 .....	63
2.2.2 改变视图比例和渲染选项 .....	64

2.2.3 零件的测量和标注.....	65
2.2.4 生成中心线和参考线.....	70
2.2.5 视图的表达方式.....	71
2.2.6 使用布局图环境的绘图工具.....	75
2.2.7 零件与图纸的关联.....	76
2.3 模具的设计——叶轮凸模.....	78
2.3.1 建立叶轮主曲面.....	78
2.3.2 生成主曲面减料实体.....	80
2.3.3 构建叶轮基础造型.....	84
2.3.4 生成叶轮实体.....	86
2.3.5 过渡棱边.....	88
2.3.6 建立动模板.....	89
2.3.7 生成孔系和倒角.....	91
2.3.8 投影到二维视图.....	94
第3章 装配设计.....	96
3.1 自行车中轴的装配.....	96
3.1.1 打开光盘文件.....	96
3.1.2 装配中轴套.....	96
3.1.3 装配中轴碗.....	97
3.1.4 装配滚珠.....	97
3.1.5 装配中轴档.....	98
3.1.6 装配垫圈.....	99
3.1.7 装配左脚蹬.....	100
3.1.8 利用镜像复制零件.....	102
3.1.9 装配右脚蹬和销钉.....	102
3.2 换向机构的装配.....	104
3.2.1 主动轴组件的装配.....	104
3.2.2 新建一个装配文件.....	106
3.2.3 装配内衬套.....	107
3.2.4 装配密封垫.....	108
3.2.5 装配密封管.....	108
3.2.6 装配从动齿轮.....	109
3.2.7 装配齿轮.....	110
3.3 钻模设计的装配.....	111
3.3.1 零件造型.....	111
3.3.2 装配钻套.....	114
3.3.3 装配定位板.....	115
3.3.4 装配柱销和螺钉.....	116



3.3.5 装配衬套 .....	117
3.3.6 装配支承衬套 .....	117
3.3.7 装配回转板 .....	118
3.3.8 装配螺钉 .....	118
3.3.9 光面压块 .....	118
3.3.10 装配手柄 .....	119
3.3.11 生成标准视图 .....	120
3.3.12 输出到 CAXA 电子图板 .....	122
3.4 组装减速器 .....	123
3.4.1 装配低速轴 .....	123
3.4.2 装配高速轴 .....	128
3.4.3 装配油标尺和螺塞 .....	129
3.4.4 装配高低速轴和机盖 .....	131
3.4.5 装配轴向端盖 .....	136
3.4.6 装配视孔盖和透气塞 .....	141
3.4.7 生成装配图纸 .....	144
<b>第 4 章 钣金设计 .....</b>	<b>149</b>
4.1 电源盒的钣金设计 .....	149
4.1.1 板料的选择 .....	149
4.1.2 平板与板料的弯曲 .....	149
4.1.3 编辑板料截面重新生成图素 .....	152
4.1.4 添加其他板料 .....	153
4.1.5 型孔与冲孔的生成 .....	154
4.1.6 钣金件的展开 .....	160
4.2 仪表机箱的钣金设计 .....	162
4.2.1 机箱配件 .....	162
4.2.2 左边框的设计 .....	166
4.2.3 上盖板的设计 .....	168
4.2.4 侧板的设计 .....	172
4.2.5 后盖板的设计 .....	174
4.2.6 机箱的装配 .....	176
<b>第 5 章 机构动画 .....</b>	<b>182</b>
5.1 齿轮定轴轮系的动画制作 .....	182
5.1.1 轮系的组成和传动比 .....	182
5.1.2 生成轮系的智能动画 .....	183
5.2 棘轮机构的动画 .....	185
5.2.1 棘轮机构的装配 .....	185
5.2.2 制作棘轮的装配动画 .....	188

---

5.2.3	制作凸轮的装配动画.....	190
5.2.4	制作压盖及销钉的装配动画.....	191
5.2.5	制作棘轮工作原理的动画.....	193
5.3	机械手动画的制作 .....	196
5.3.1	左右夹的动画制作.....	197
5.3.2	4 个连杆的动画添加.....	198
5.3.3	滑板移动的动画制作.....	199
5.3.4	时间效果的编辑.....	200

# 第1章 图素在机械设计中的应用

目前全球制造业正逐步向中国转移，同时我国加入 WTO 后也要面对激烈的竞争。为了能在激烈的国际化竞争中赢得先机，企业就需要一个不仅适应中国国情，而且能与国际先进技术接轨的创新三维设计软件，CAXA 就是这样一种实体设计软件。在加工制造企业，应用 CAXA 实体设计可以明显提高新产品开发的效率，同时能降低市场风险。CAXA 实体设计区别于其他 CAD 系统的最大优点是：

- 它能将人脑思维形成的没有明确几何尺寸和约束关系的初步设想或概念用图素的拖放式操作表达出来，设计师可以在三维场景中不断改进拖入的图素形状和尺寸，并形成复杂的装配件，得到具有虚拟现实效果的设计结果或叫做电子样机。如果设计结果得到用户认同，CAXA 实体设计将自动生成符合工艺或生产要求的工程图纸。
- CAXA 实体设计具有强大的协同设计功能，三维零件的造型数据可以输出到当前一些流行的 CAM 系统中用于 NC 加工。

在机械设计过程中，利用系统提供的标准图素库和自定义图素库可以极大地提高设计质量和效率。CAXA 实体设计的设计元素库中有许多图素目录能用于各种设计中，这些图素中有些是通用的，有些是专用的(有关标准或常用基本图素的内容请参考本套系列丛书中的《CAXA 实体设计——应用基础篇》)。

本章重点介绍专门用于机械设计的两类图素：工具图素和钣金图素。

作为入门章节，本章论述的重点如下：

- 图素在新产品开发的概念设计和详细设计阶段的大致应用。
- 工具图素的定义和用法。
- 钣金图素的定义和用法。

## 1.1 新产品设计的不同阶段

在产品的生命周期，从概念设计、详细设计、生产设计一直到产品宣传，都有 CAXA 实体设计的用武之地，但在不同阶段其工作内容和工作方式都是有区别的，CAXA 实体设计具有集成化和智能化特点，能保证在整个设计阶段通行无阻。

### 1.1.1 概念设计阶段

一个产品的诞生，从市场调研到设计和制造、鉴定至产品定型，是一个复杂细致的过程(图 1.1)。当完成市场调查后，设计者要进入概念设计，而结构设计和零件图/装配图的确定属于详细设计阶段，详细设计之后要进入生产设计阶段，生产设计阶段的主要任务是要考虑零件的结构工艺性，目的是为了让生产者用最短的时间和最少的成本来进行生产，并最终形成工艺文件，CAXA 实体设计的各类图素工具是概念设计的高效工具，而强大的装配功能和工程图自动生成功能能为详细设计阶段节省更多的时间，在生产设计阶段用

CAXA 实体设计形成的结果有助于生成数控加工程序和 PDM(产品数据管理)数据。

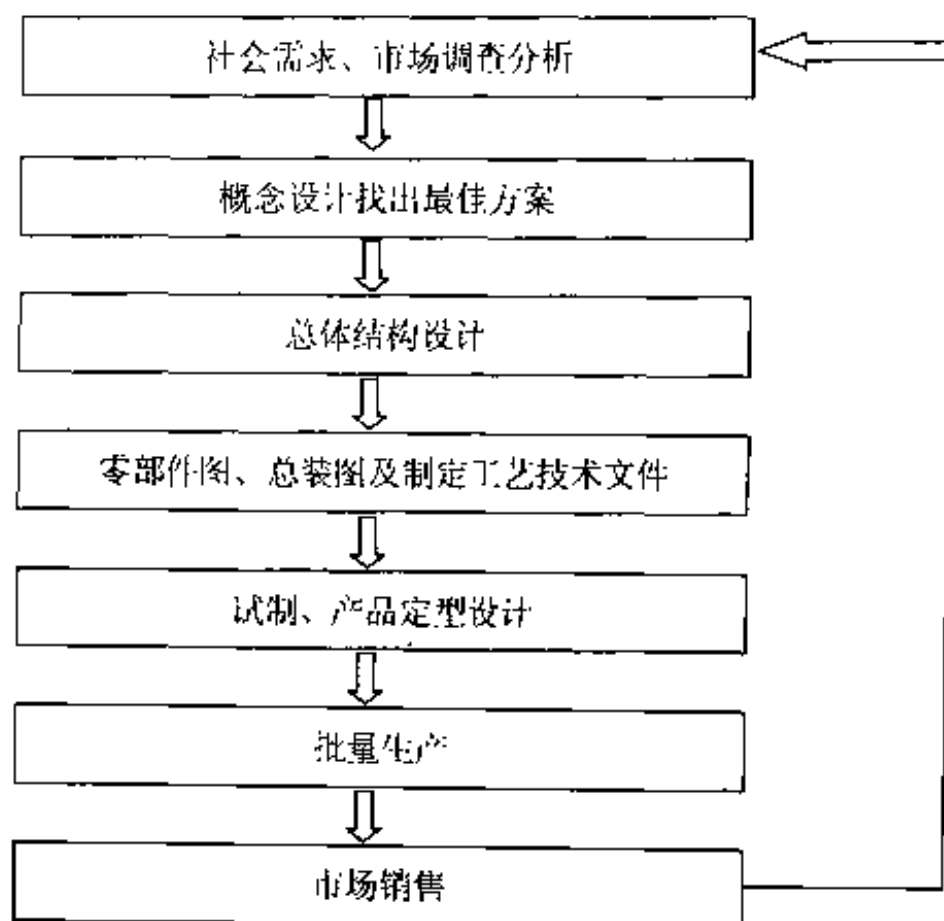


图 1.1 产品的生命周期

下面以设计一个形状较为简单的机械零件手柄为例，说明如何在概念设计阶段应用图素工具。

在用 CAXA 实体设计进行工作前，设计者手头需有一些基础性资料，如手绘草图、同类产品的图纸、模型或三维曲面曲线的扫描测绘数据等，图 1.2 表示手柄零件的概念设计草图及零件的几何构成，零件主要由带孔圆柱体图素、长方体图素、U 形体图素和自定义图素 4 个智能图素组成，其中前 3 个图素属于标准智能图素，自定义图素通过旋转增料获得，自定义图素的包围盒需单独设定。利用图素进行概念设计的步骤简述如下：

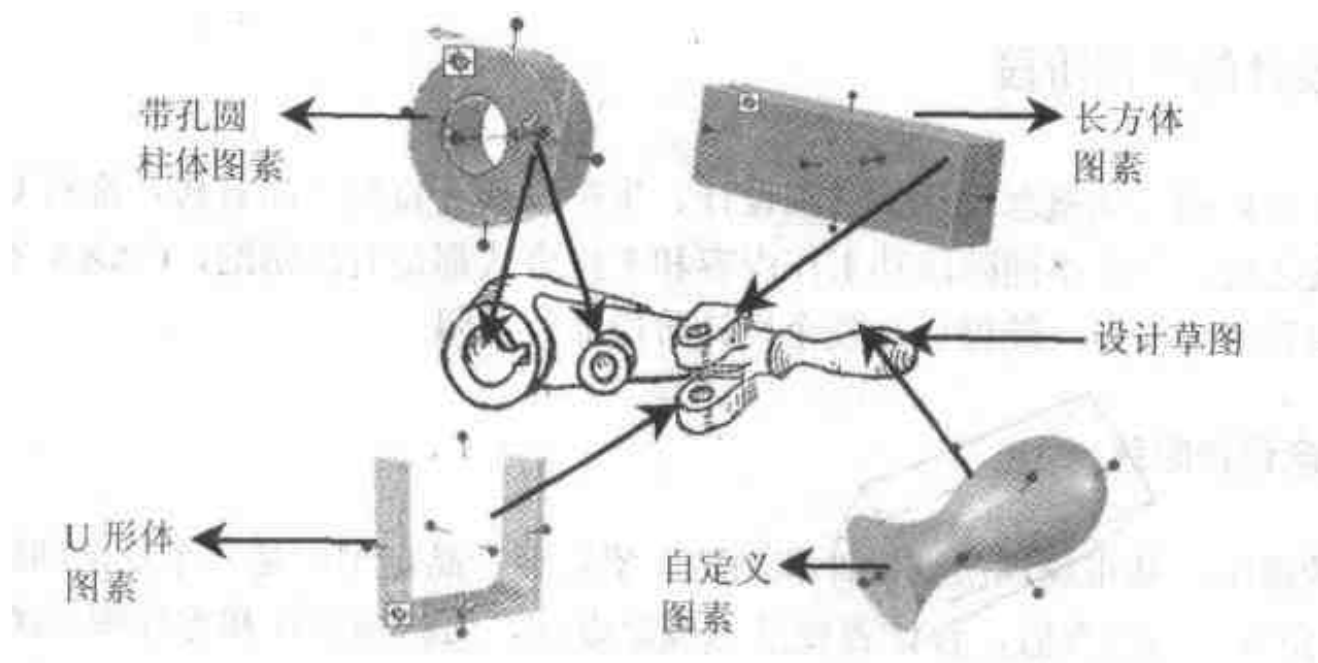


图 1.2 组成手柄零件的 4 个基本图素

1. 将带孔圆柱体图素和长方体图素组合，并进行面移动

(1) 给设计环境中拖入如图 1.2 左上角所示的带孔圆柱体图素，设定外圆直径为 100，



高度为 50，从【图素】设计元素目录中将【长方体】图素拖到带孔圆柱体，定位锚(绿色锚状图标)在圆柱体图素的外圆边缘(图 1.3A)。

- (2) 调整长方体图素的尺寸手柄，用智能捕捉(按住 Shift 键的同时拖动手柄)使长方体两侧边和背面和圆柱体对齐，或右击长方体图素的长度手柄(B)，选择【编辑包围盒】命令，在弹出的对话框中设置宽度为 100(和外圆直径相等)，结果如图 1.3 右图所示。

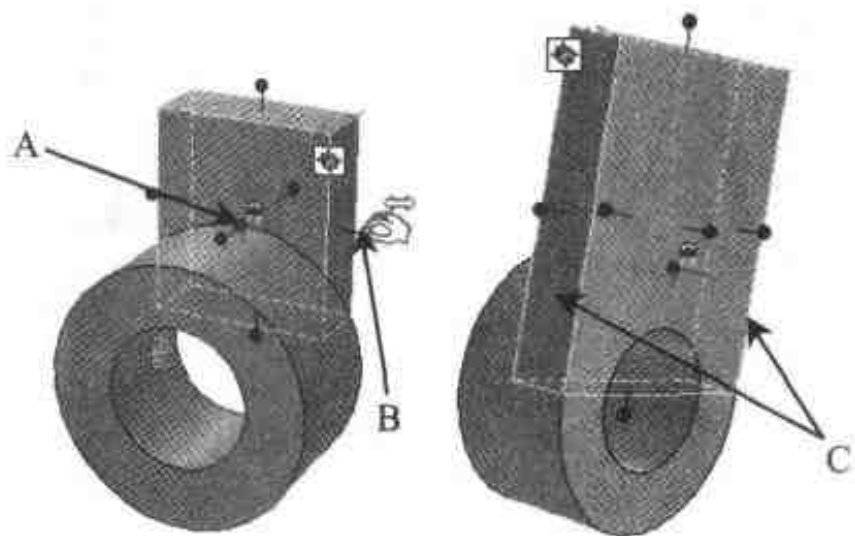



图 1.3 将长方体和带孔柱体对齐

- (3) 将长方体长度定为 150，先后分别选择长方体两侧面(图 1.3C)，处于面编辑状态，右击，在弹出的快捷菜单中选择【移动】命令，弹出【移动】工具条。然后单击【三维球】按钮，并将它定位到角点(图 1.4A)，转动直线约束手柄(图 1.4 B)，设置转动角度值为 12，单击【移动】工具条上的【应用并退出】按钮，即实现侧面的转动，对另一侧面实施同样的操作，结果如图 1.4 右图所示。

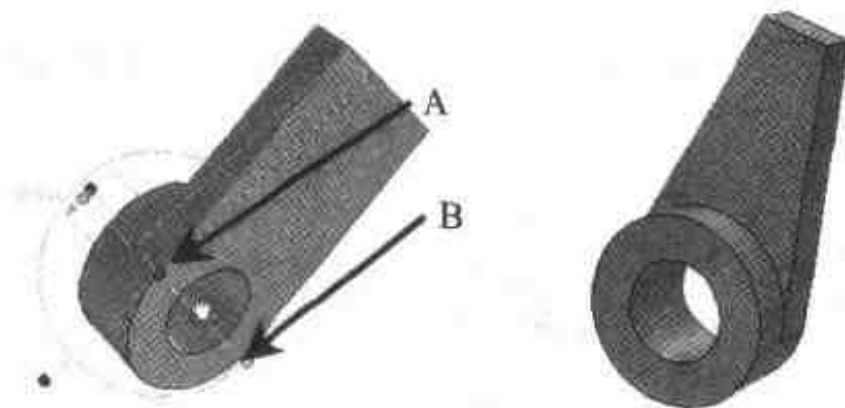


图 1.4 面的移动(绕轴转动)

**注意** 到此为止就不能再基于包围盒来编辑圆柱体和长方体图素，因为这两个图素已被组合，现在只能基于面来编辑图素。

## 2. 引入 U 形体

- (1) 从【高级图素】目录将【U 形体】图素拖放到长方体顶部(如图 1.5 所示的位置)，按下 Shift 键的同时拖动手柄(A)和长方体背面对齐，按下 Shift 键的同时拖动手柄(图 1.5 B)和长方体顶面对齐，而 U 形体的两内侧面(C)要和长方体顶面两边对齐。

- (2) 再从【图素】目录中将【孔类圆柱体】图素拖放到 U 形体上形成孔(图 1.5), 设置孔的直径为 12, 右击 U 形体上的 4 条边(D), 选择【边过渡】命令, 在打开的对话框中设置过渡半径为 14, 结果如图 1.5 右图所示。

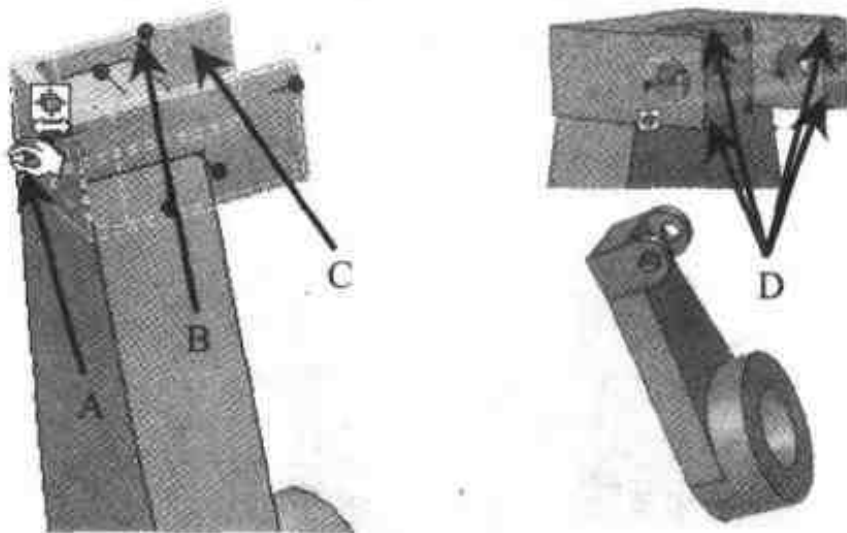


图 1.5 拖放并定位 U 型体

### 3. 组合自定义图素

- (1) 自定义图素是由一样条线绕轴旋转形成的, 为了使它和本节前面 1、2 得到的实体合理组合, 请先在 U 型体顶部引入一直径为 22, 高度为 15 的圆柱体图素。
- (2) 如图 1.6 所示, 选择自定义图素, 单击【三维球】按钮, 指向球心并右击, 选择【到中心点】命令, 即可拖放到圆柱体中心(A)。调整自定义图素的包围盒, 使其底部和 U 型体顶部的圆柱体相匹配, 结果如图 1.6 右图所示。

### 4. 完成圆柱凸台、键槽、倒角、过渡等工作

凸台和键槽的生成可以直接应用相关图素, 而边或面的倒角和过渡则需在面/边编辑状态下进行, 最后结果如图 1.7 所示。

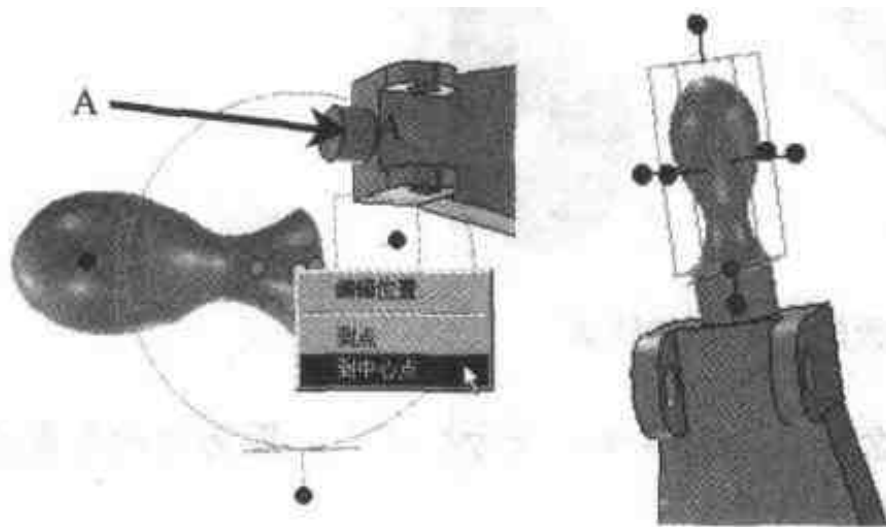


图 1.6 自定义图素的组合结果



图 1.7 概念设计结果

#### 1.1.2 详细设计阶段

如果概念设计结果能得到用户和制造商的认可, 下一步就需要进行结构分析、工艺分析、选材分析、绘制工艺图纸等更加接近于生产的设计工作了。为了方便加工, 降低材料成本, 如图 1.7 所示的零件手把部分属于受载荷较小的部分, 可以选用轻质材料(如塑料、

木材等), 以螺纹形式和柄体部分相连接, 从而形成装配结构, 并生成输出零件的二维工程图纸。

- (1) 将带孔圆柱体、长方体和 U 型体组合形成柄体零件, 自定义图素作为手把零件, 选择【工具】设计元素中的【自定义孔】, 将其拖放到柄体零件顶部, 如图 1.8 所示。

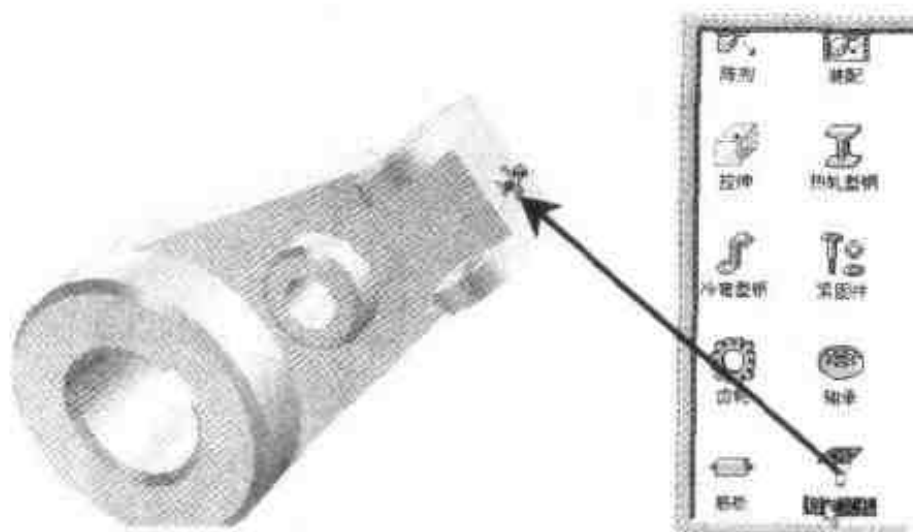


图 1.8 将【自定义孔】拖放到柄体零件上

- (2) 在弹出的【定制孔】对话框中填写或选择合适的参数和选项, 如图 1.9 所示。将【工具】图素目录中的【紧固件】拖放到手把底部, 并在弹出的【紧固件】对话框中按照如图 1.10 所示设置其参数和选项, 修改后的柄体零件和手把零件如图 1.11 所示。

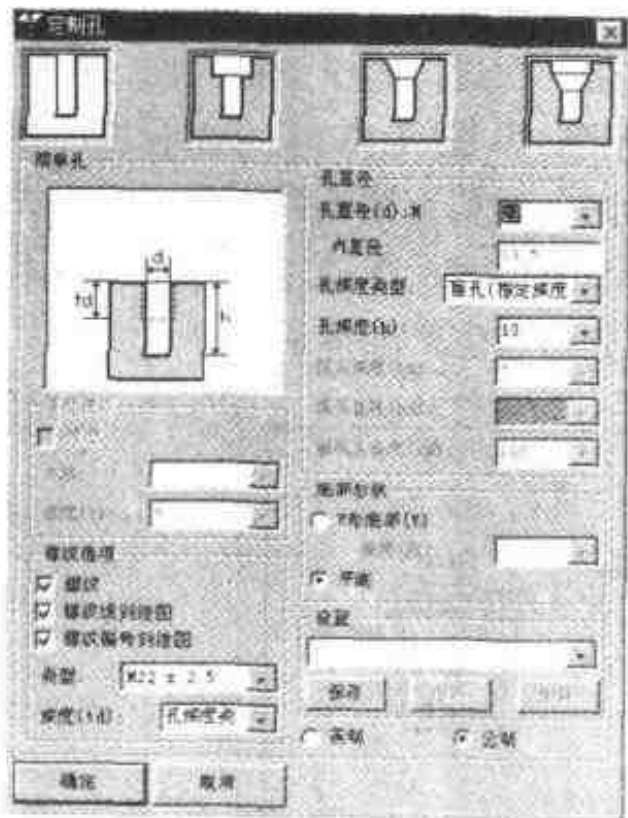


图 1.9 定制螺纹孔

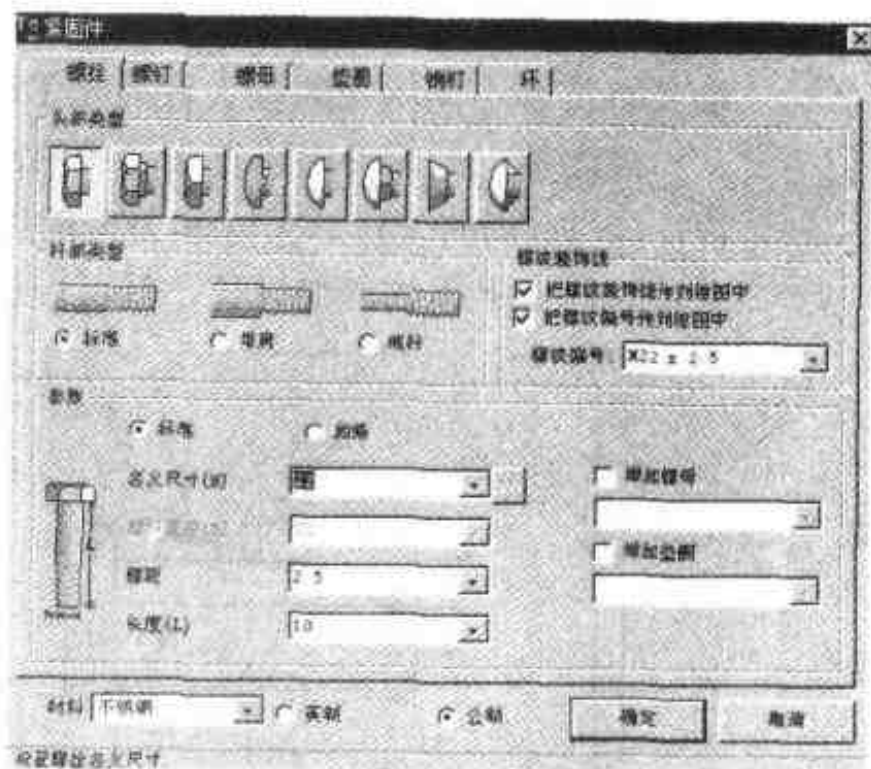


图 1.10 生成螺栓



图 1.11 修改后的零件设计



- (3) 生成柄体零件的平面布局图。CAXA 实体设计可以将三维实体零件自动投影到二维平面，生成平面布局图，视图的选择应根据零件的特点来决定，在二维布局图环境中先选择【工具】|【视角选择】|【第一角度】命令，然后选择【生成】|【布局】|【标准视图】命令，即可选定所需的视图，图 1.12 安排了主视图、俯视图、剖视图和渲染的轴测图 4 个视图。为了得到加工图纸，还需要将主视图、俯视图、剖视图输出到 CAXA 电子图板进行工程标注。

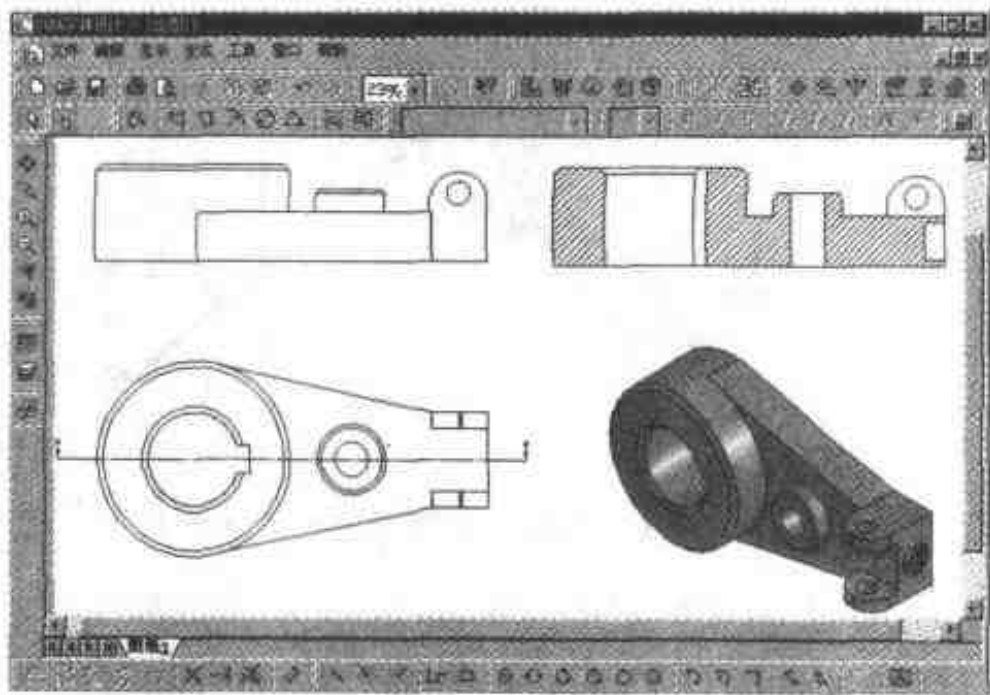




图 1.12 生成自动关联的二维布局图

- (4) 单击【接口】工具条上的【输出布局】按钮，系统弹出【输出选项】菜单，确定后即完成输出。单击【启动电子图板】按钮，即进入电子图板界面，电子图板具有符合中国国标的强大智能化工程标注功能，从图 1.13 中可以看出，在对从布局图输出的零件图进行必要的修改和编辑时，主要有图纸和标题栏的生成、视图(剖视图)的安排、尺寸和公差标注、基准的标注、粗糙度的标注和技术要求等。经过上述的详细设计，就可以进行工艺分析和生产准备了。

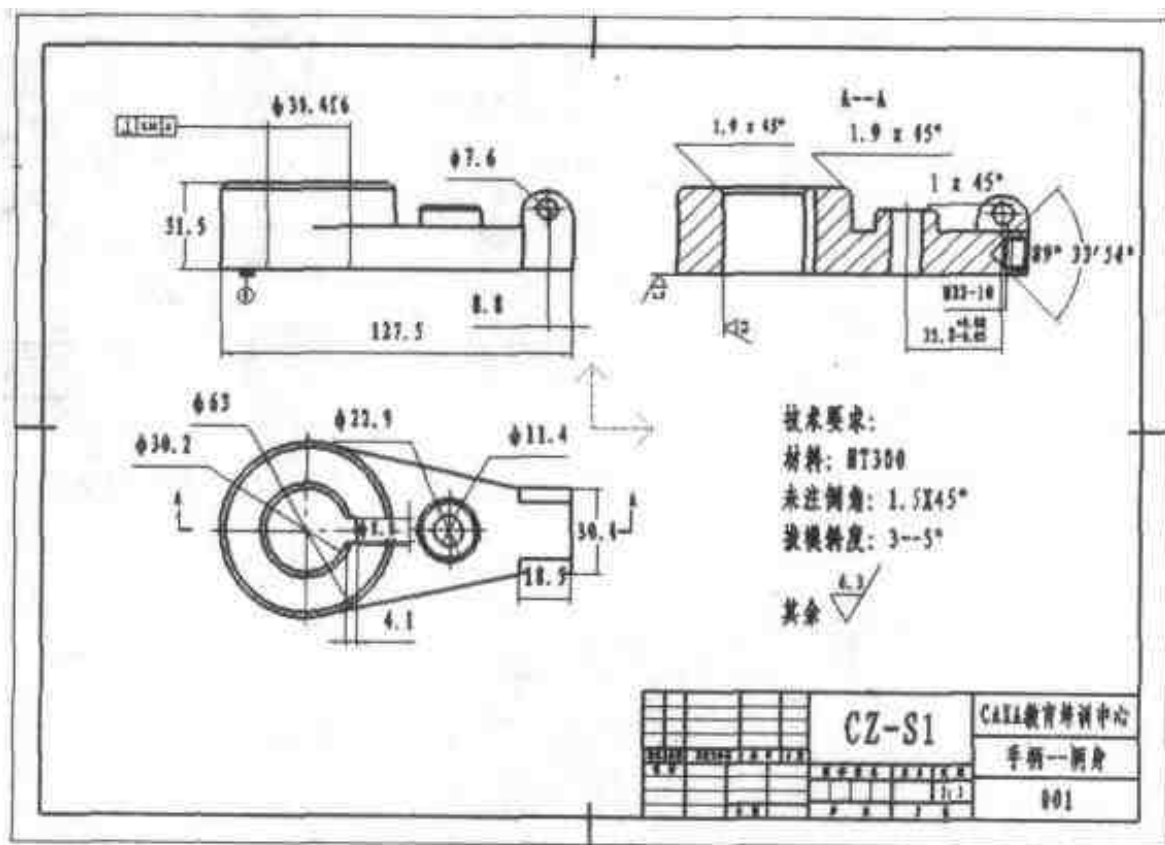


图 1.13 在电子图板中进行工程图设计

### 1.1.3 产品的外观或包装设计阶段

如果设计的是生活用品或轻工产品,则外观设计很重要,CAXA 实体设计具有功能齐全的渲染和三维动画功能,可以实现灯光、材质、背景、阴影及反射等渲染效果,最后还可以把这个经过渲染的具有真实感的效果图放到网上宣传,对于本例的外观,可以将切削加工部分应用光亮金属图像做贴图或智能渲染,铸造成型面还可以做成带有粗糙感的深色金属。

## 1.2 学会使用标准件——工具类设计元素的应用

在设计机械产品时,为了提高零件的互换性,降低生产成本和周期,每位专业设计人员要尽量使用标准件。CAXA 实体设计元素库中的工具类元素目录提供了符合 ANSI 标准的可以参数驱动的三维常用标准件,而 CAXA 实体设计内置的 CAXA 电子图板则提供了绝大部分符合 GB 标准的参数驱动二维标准件。

### 1.2.1 自定义孔

需要在已有的实体上进行打孔或攻螺纹时,利用【工具】设计元素库中【自定义孔】智能图素,可以生成与标准紧固件(如螺栓和螺钉)对应的自定义孔。CAXA 实体设计自定义孔有简单孔、沉头孔、锥形沉头孔和综合孔 4 种孔型可供选择,自定义孔是通过鼠标拖放到相应实体表面上的方式添加到设计环境中现有图素或零件上的。在释放自定义孔时,屏幕上将出现一个自定义孔的【定制孔】对话框(图 1.14)。

自定义孔的第一步是从【定制孔】对话框顶部图像中选择对应的孔,然后所选择类型的孔就会出现在图像下方的预览窗口中,同时还标示出其尺寸参数。常用的选项和参数如下:

#### 1. 【锥度选项】选项组

- **【锥度】**: 选择此复选框可生成一个锥形孔,并激活该选项组中的其他选项。如果选择此复选框,【螺纹选项】选项组即为非激活状态。

其中从【方法】该下拉列表中选择自定义孔拔模斜度的确定方法。

- ◆ **【按比率】**: 选择此选项可按比例值( $t = x/y$ )确定拔模斜度。
- ◆ **【按角度】**: 选择此选项可按角度( $t = \Phi$ )确定拔模斜度。

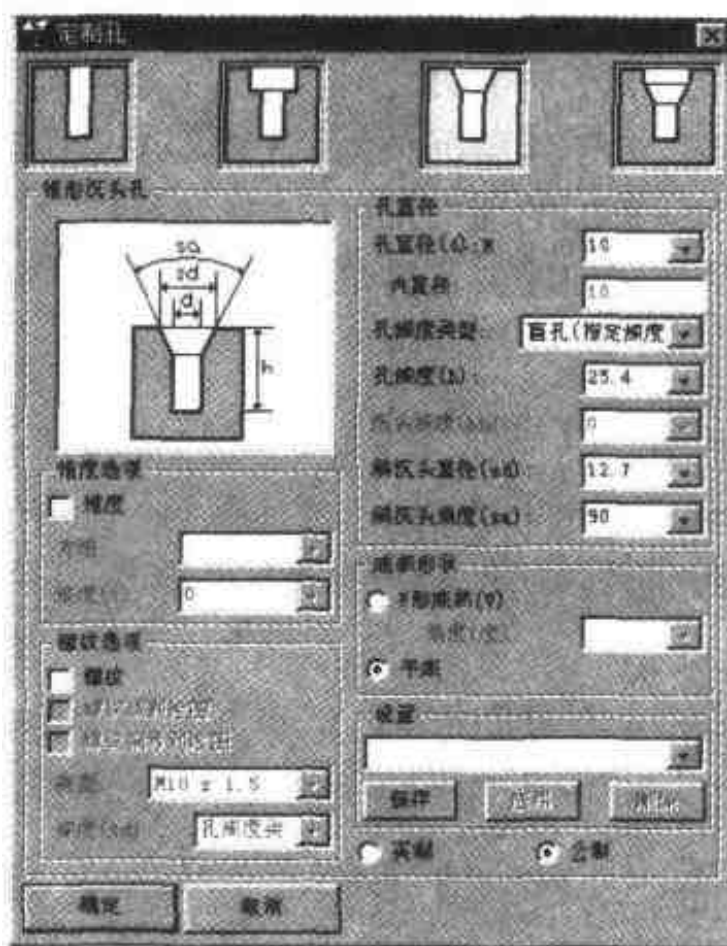


图 1.14 【定制孔】对话框

- **【锥度】**: 从下列有单中选择需要的拔模斜度值。

## 2. **【螺纹选项】** 选项组

- **【螺纹】**: 选择此复选框, 可生成一个螺纹孔并激活该选项组中的其他选项。如果选择该复选框, **【锥度选项】** 选项组即为非激活状态。
- **【螺纹线到绘图】**: 选择此复选框, 可为工程图上的孔显示出螺纹线。
- **【螺纹编号到绘图】**: 选择此复选框, 可为工程图上孔的螺纹线显示螺纹类型。
- **【类型】**: 在该下拉列表中可为自定义孔选择所需的螺纹类型。
- **【深度】**: 从该下拉列表中可为自定义孔选择所需的螺纹深度。

## 3. **【孔直径】** 选项组

利用以下选项可定义孔的特定尺寸(与预览窗口中显示的尺寸相对应的尺寸), 激活的尺寸字段由选定孔的设置值确定。

- **【孔直径】**: 适用于所有自定义孔设置值, 可从下拉列表中为自定义孔选择所需直径。
- **【孔深度类型】**: 当选定**【盲孔】**选项时, 适用于所有自定义孔设置, 然后指定孔所需要的长度。
  - ◆ **【盲孔(指定深度)】**: 选择此选项, 可指定下一个尺寸选项上的深度。
  - ◆ **【通孔】**: 如果需要把孔穿透整个零件, 则可选用此选项。
- **【孔深度】**: 适用于所有自定义孔设置。从下拉列表中为自定义孔选择所需深度。
- **【沉头深度】**: 适用于自定义锥形沉头孔和对钻孔。从下拉列表中选择自定义孔所需的深度。
- **【沉头直径】**: 用于自定义锥形沉头孔和对钻孔。可从下拉列表中选择自定义孔所需的锥形沉头孔数据。
- **【斜沉头直径】**: 仅适用于自定义埋头孔。可从下拉列表中为自定义孔选择所需的埋头孔直径。
- **【斜沉头角度】**: 适用于自定义埋头孔和对钻孔。可从下拉列表中为自定义孔选择所需的埋头孔角度。

## 4. **【底部形状】** 选项组

利用该选项组可以指定孔的底部形状。

- **【V 形底部】**: 选择此单选按钮, 可为孔生成一个锥型底部, 并激活相关的角度。
- **【角度(度)】**: 从下拉列表中选择 V 型底部所需的角度。
- **【平底】**: 选择此单选按钮, 可为孔生成平底。

## 5. **【设置】** 选项组

利用此选项组可以为当前选定的自定义孔命名, 然后予以保存供以后使用。在文本框中输入相应的名称, 然后单击**【保存】**按钮即可。也可以从下拉列表选择现有的已保存设置值, 然后选择应用方式, 从而把选定的设置值应用到当前的自定义孔中, 或者单击**【删**



除】按钮把它们从列表中删除。

### 1.2.2 标准连接件

【紧固件】工具图素库可用于生成零件设计中用作紧固件的6种标准或自定义零件,如螺栓、垫圈、螺钉、销钉、螺母和环,这些零件也被称为标准接件。

对各种类型的紧固件,CAXA 实体设计提供了几种标准设置,同时还按需要为它们的自定义提供全面的参数选项。把一个紧固件拖放到设计环境中的适当位置后,屏幕上会出现一个对话框(图 1.15),其中显示了各种紧固件类型和选项属性列表,以及指定材料和选择度量衡,英制(英寸)或公制(毫米)。

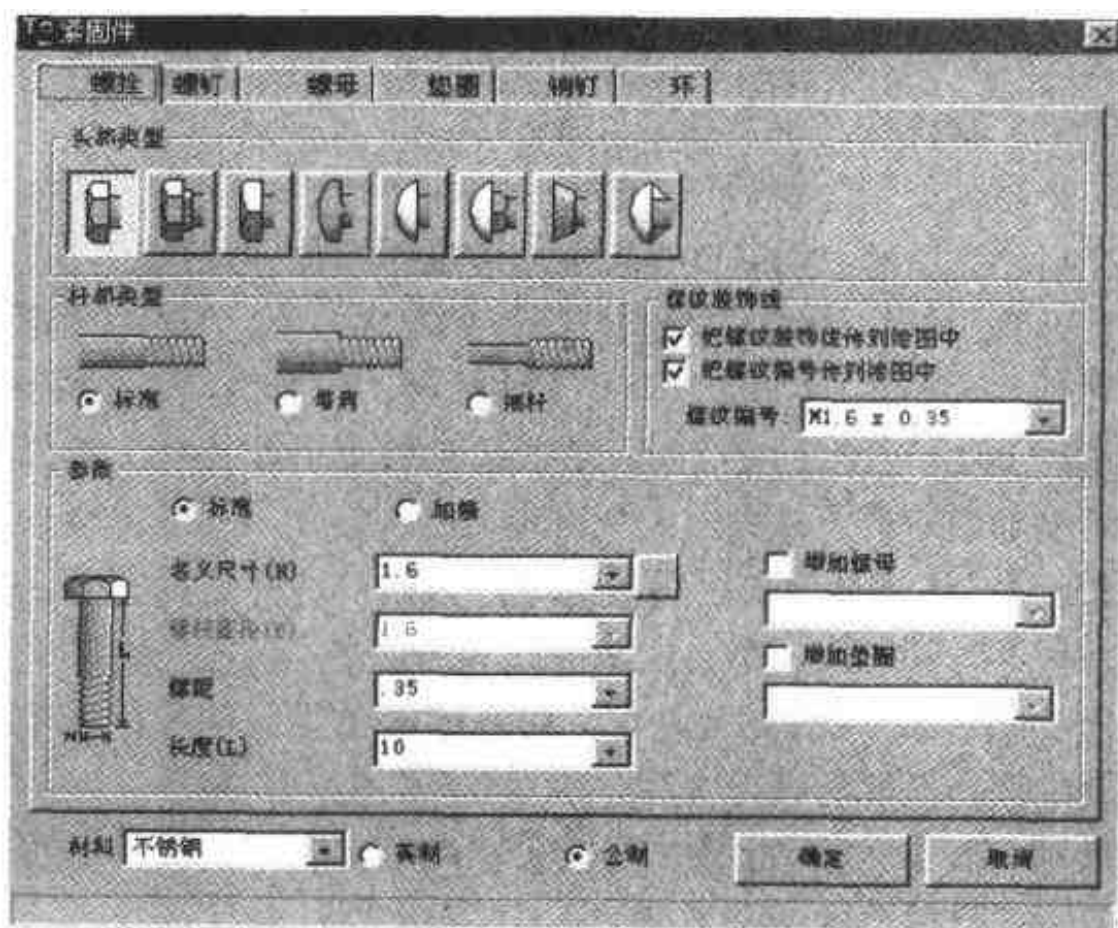


图 1.15 【紧固件】对话框

#### 1. 【螺栓】选项卡

默认状态下,只要打开【紧固件】对话框就会打开【螺栓】选项卡。

该选项卡上端显示的是可用螺栓头类型的按钮。在这些按钮上移动光标时,会弹出标识各个螺栓头类型的图标。在相应的螺栓头按钮上单击,可选定该螺栓头,继续操作可定义其余选项。

##### • 【杆部类型】选项组

从下述选项中选择适当的单选按钮可指定螺栓杆的类型,各个选项上方都有相应的图形可供选择。

- ◆ 【标准】: 选择此单选按钮,可生成杆直径与螺纹段直径相同的螺栓杆。
- ◆ 【带肩】: 选择此单选按钮,可生成杆直径大于螺纹段直径的螺栓杆。
- ◆ 【细杆】: 选择此单选按钮,可生成直径小于螺纹段直径的螺栓杆。

##### • 【螺纹装饰线】选项组

从下述选项中选择适当的选项,以指定工程图上为螺栓显示的螺纹线选项。

- ◆ **【把螺纹装饰线传到绘图中】**: 选择此复选框, 可在工程图中显示螺栓的螺纹线。
- ◆ **【把螺纹编号传到绘图中】**: 选择此复选框, 可在工程图中显示螺栓螺纹线的规格编号。
- ◆ **【螺纹编号】**: 显示螺栓指定**【参数】**选项的规格编号。从这个下拉列表中选择其他的规格编号, 可自动把相关的修改应用到**【参数】**选项。
- **【参数】选项组**

这些选项显示选定螺栓头类型的默认尺寸值, 并可进一步自定义螺栓的外观和设置。

  - ◆ **【标准】和【加强】**: 选择相应的 ANSI 工程设计规格选项。
  - ◆ **【名义尺寸】**: 从这个下拉列表的可用尺寸中为螺栓的基本尺寸选择符合要求的值, 或者输入一个自定义值。
  - ◆ **【螺杆直径】**: 显示标准型的值, 但用户不可对其进行编辑。CAXA 实体设计在自动指定螺纹的基础上按英寸值编辑螺栓杆直径。
  - ◆ **【肩部直径】**: 显示**【带螺栓肩型】**螺栓杆的值, 为可编辑值。
  - ◆ **【削减型直径】**: 显示**【削减型】**螺栓杆的直径值, 为可编辑值。
  - ◆ **【螺距】**: 利用这个下拉列表中的选项可编辑螺栓杆上单位长度的螺纹数, 或者删除当前值, 并输入一个自定义值。
  - ◆ **【长度】**: 从下拉列表可用的选项中为螺栓选择适当的长度值, 也可以删除当前值并为其输入一个自定义值。
  - ◆ **【增加螺母】**: 选择此复选框, 可在螺栓上生成螺母, 并可从被激活的下拉列表中选择需要的螺母类型。
  - ◆ **【增加垫圈】**: 选择此复选框, 可在螺栓上生成垫圈, 并可从被激活的下拉列表中选择需要的垫圈类型。

**注意** 如果在生成螺栓时选择了**【增加螺母】**或**【增加垫圈】**复选框, 可在以后对其进行修改、删除或添加。如果其中任何一个复选框都没被选中, 那么在以后就不能添加螺母或垫圈了。

## 2. 【螺钉】选项卡

在**【紧固件】**对话框中单击**【螺钉】**标签, 就可以打开**【螺钉】**选项卡(图 1.16)。

同样, 螺钉头的类型以按钮的形式显示在对话框的顶部。单击相应的图标即可选定需要生成的螺钉类型, 然后利用其他选项即可自定义设计。

- **【杆部类型】选项组**

从可用的选项中选择适当的选项即可为螺钉指定螺钉杆类型。各个选项上方都有相应的图形可供选择。其前 3 种类型螺钉杆的描述与前文中对螺栓杆的相应描述相同。请注意, 螺钉杆还有一种类型: No Body, 选择此单选按钮, 可生成没有螺钉杆部分的螺钉。

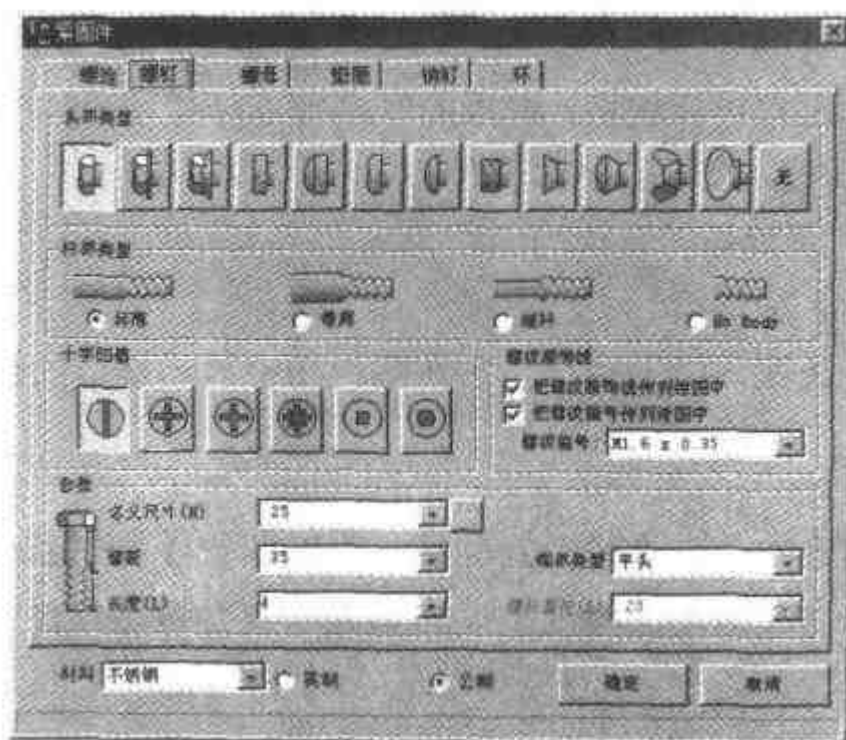


图 1.16 【螺钉】选项卡

- 【十字凹槽】选项组

该选项组以按钮的形式显示，可用于指定符合要求的十字凹槽螺钉帽。

- 【螺纹装饰线】选项组

该选项组用于指定是否在工程图中显示螺钉的螺纹线选项。

- 【参数】选项组

该选项组显示的是选定螺钉帽的默认尺寸值，允许进一步自动设置螺钉的外观和选项。除下述选项外，所有其他描述都与螺栓的对应选项类似。

【端部类型】：从下拉菜单中选择螺钉的端部类型，包括平头、锥头、带倒角、尖头、圆形条目等选项。

### 3. 【螺母】选项卡

在【紧固件】对话框中单击【螺母】标签，就可以打开【螺母】选项卡(图 1.17)。

选项卡顶部的按钮显示了可选用螺母的类型。螺母类型一经选定，就会出现用于定义螺母的选项。

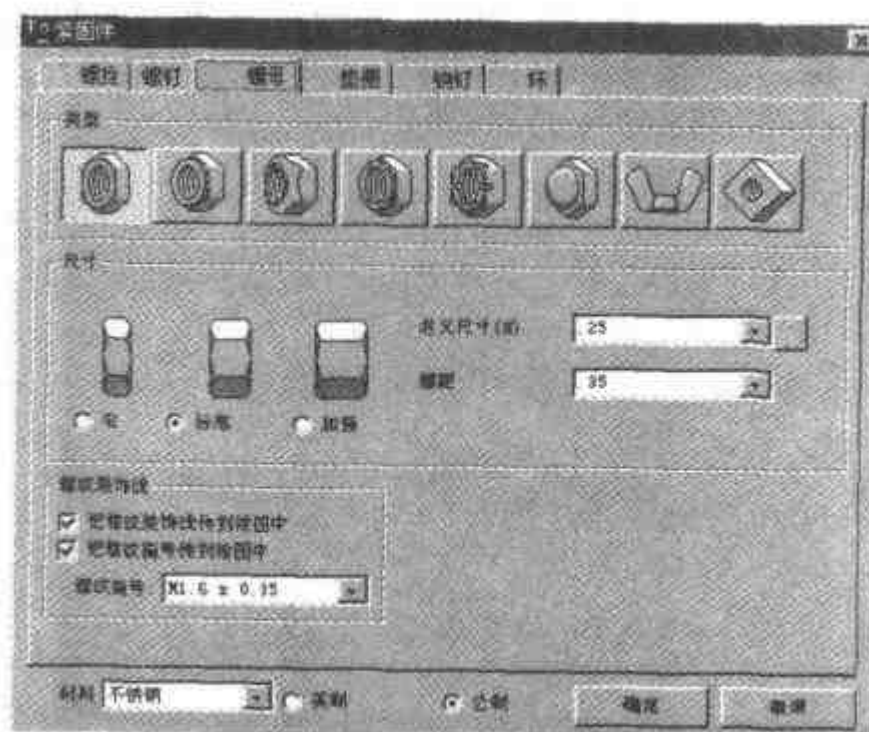


图 1.17 【螺母】选项卡

- **【尺寸】选项组**

对应于 ANSI 工程设计规格, 螺母的厚度有 3 种规格: **【窄】**、**【标准】**和**【加强】**。

- ◆ **【名义尺寸】**: 螺母的公称直径。
- ◆ **【螺距】**: 螺纹每转一周的导程。

- **【螺纹装饰线】选项组**

如同前述这些选项, 用于指定是否在工程图中显示螺母的螺纹线。

#### 4. **【垫圈】选项卡**

在**【紧固件】**对话框中单击**【垫圈】**标签, 即可打开**【垫圈】**选项卡(图 1.18)。

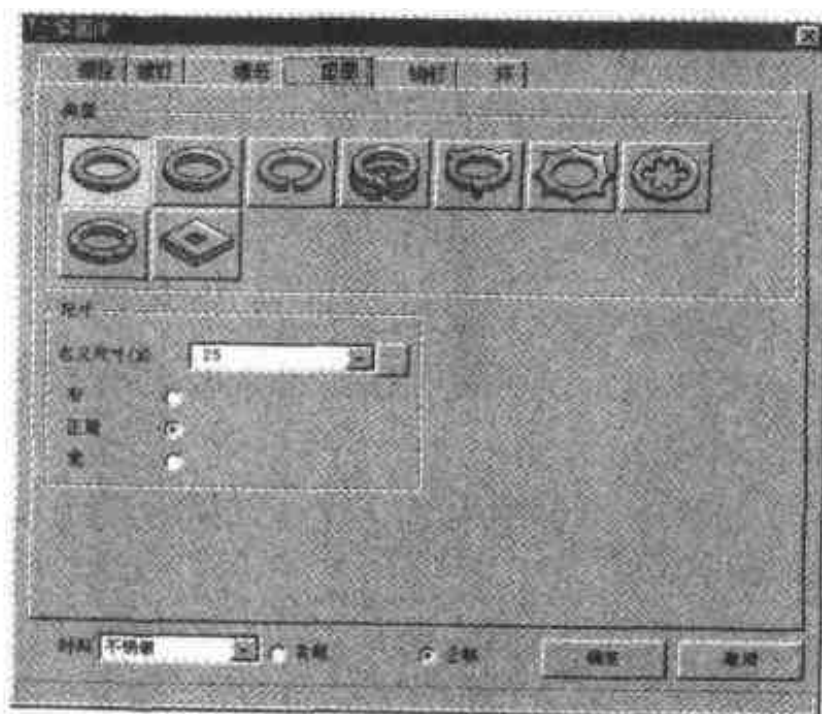


图 1.18 **【垫圈】**选项卡

与其他紧固件一样, 选项卡上端同样以图标按钮的形式显示了可用的垫圈类型。选定某种类型的垫圈之后, 就可以定义它的选项。这些选项可按照 ANSI 针对垫圈尺寸的工程设计规格进行定义。

#### 5. **【销钉】选项卡**

在**【紧固件】**对话框中单击**【销钉】**标签, 即可打开**【销钉】**选项卡(图 1.19)。

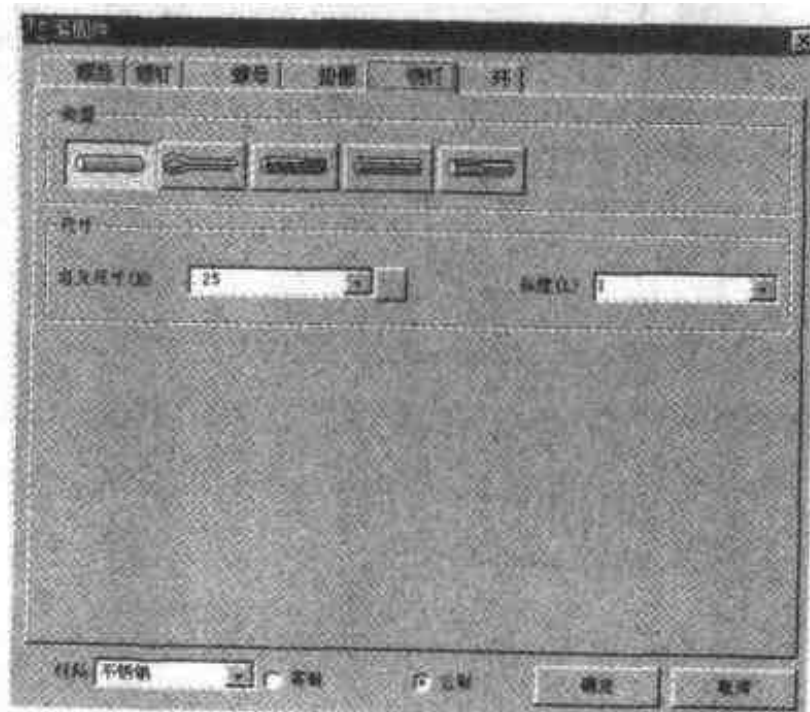


图 1.19 **【销钉】**选项卡



通过对话框顶部的按钮可以选择所需的销钉类型, 然后按照对【螺栓】选项卡的描述指定【尺寸】选项即可。

#### 6. 【环】选项卡

【紧固件】对话框还提供了定义弹性环的选项卡(图 1.20)。

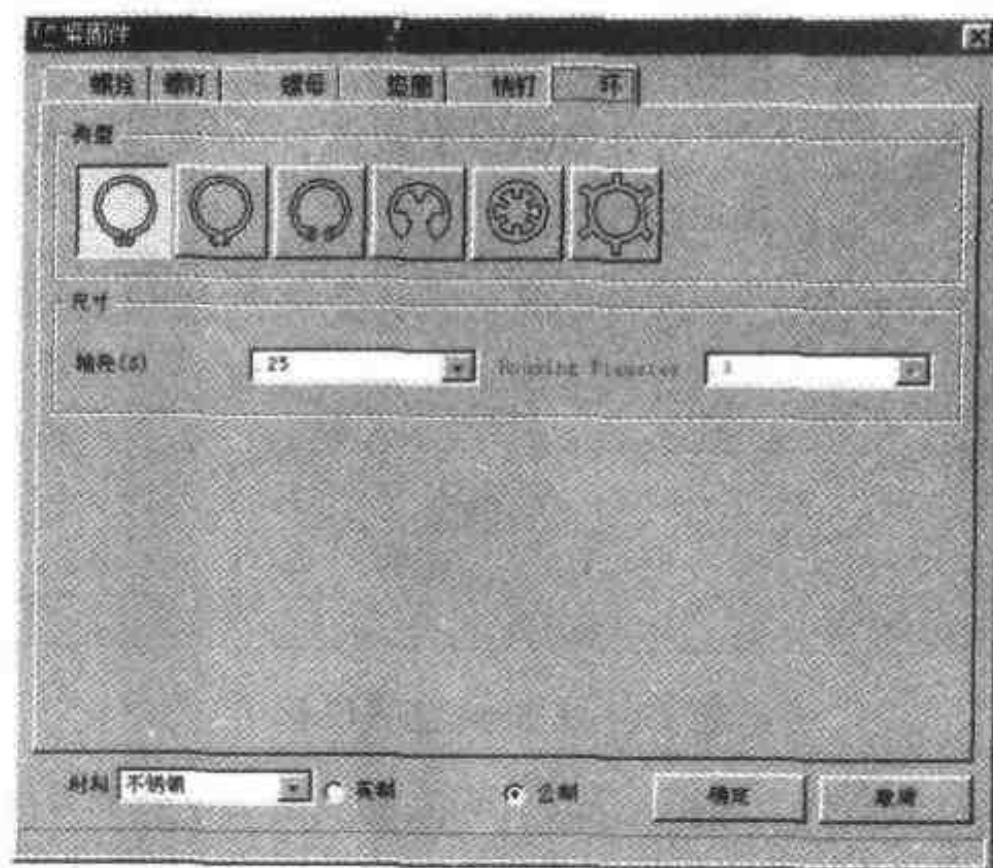


图 1.20 【环】选项卡

从对话框顶部显示的按钮中选择相应的环类型后, 即可在【尺寸】选项组中完成环的定义:

- 【轴径】: 从下拉列表中可选择环所需的内径。
- Housing Diameter 从下拉列表中可选择环所需的外径。

#### 1.2.3 齿轮

齿轮工具提供了大量可用于生成三维齿轮设计的参数配置和选项。把【工具】设计元素库中的【齿轮】图标拖放到设计环境中后, 就会出现 5 种齿轮类型的对话框, 即直齿轮、蜗杆、斜齿轮、齿条和圆锥齿轮。

##### 1. 【直齿轮】选项卡

在【齿轮】对话框中单击【直齿轮】标签, 即可打开【直齿轮】选项卡(图 1.21)。

在如图 1.2 所示对话框的预览窗口中显示了齿轮类型及其相关尺寸的详细说明。这一预览窗口有助于用户迅速选择可用的齿轮类别和尺寸属性, 窗口内的图形随齿轮类别和属性配置的不同而改变, 随齿轮配置的不同而改变, 但是所有类别选项都包含【尺寸属性】和【齿属性】选项组, 其中的有些属性是每种齿轮所共有的, 说明如下:

- 【尺寸属性】选项组

利用下列选项可为选定类型的齿轮确定尺寸。

- ◆ 【厚度】: 用于为齿轮输入相应的厚度值。

- ◆ **【孔半径】**: 用于为齿轮输入和轴相应的孔半径, 在该下拉列表中可进行如下选择:

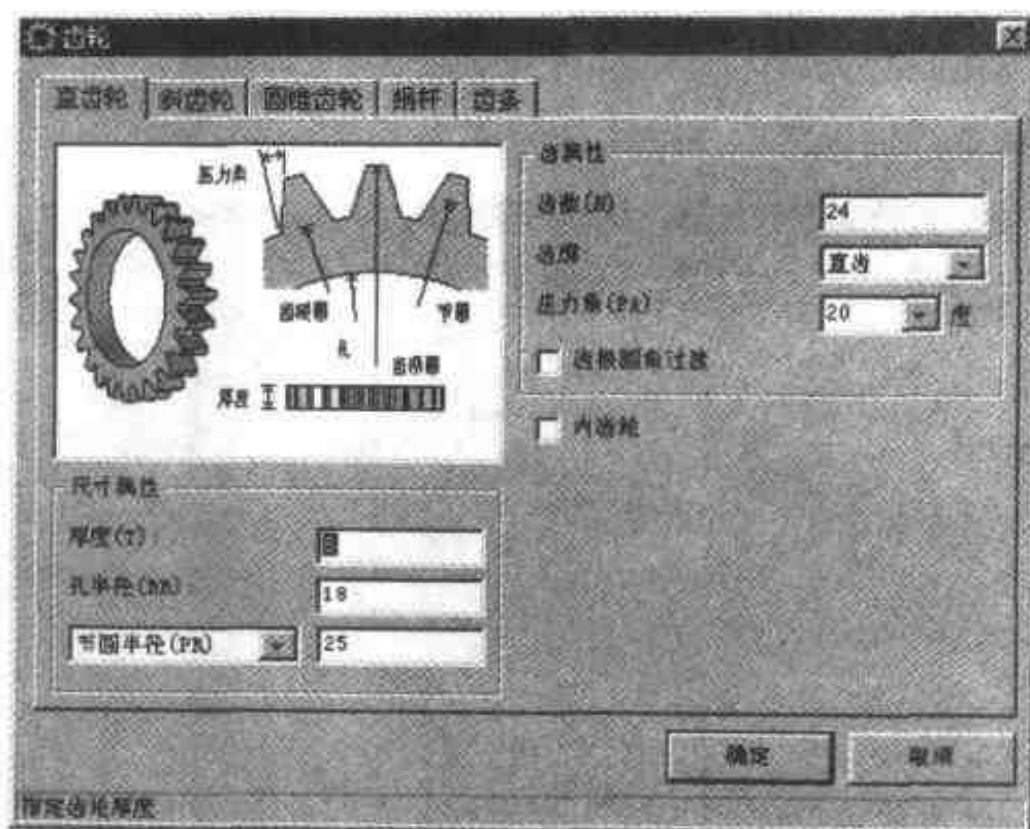


图 1.21 【直齿轮】选项卡

- ◆ **【齿顶圆半径】** 选择此选项, 可在相关的文本框中为齿轮设定精确外半径值, 并自动相应地重新调整**【节圆半径】**和**【齿根圆半径】**的设置值。
- ◆ **【节圆半径】** 选择此选项, 可在相关文本框中确定齿轮的精确齿距半径, 并相应地自动重新调整**【齿顶圆半径】**和**【齿根圆半径】**的设置值。
- ◆ **【齿根圆半径】** 选择此选项, 可在相关文本框中确定齿轮的精确根半径, 并相应地自动重新调整**【齿顶圆半径】**和**【节圆半径】**的设置值。
- **【齿属性】选项组**  
利用该选项组, 可为齿轮定义齿轮的齿属性。
  - ◆ **【齿数】**: 用于为齿轮输入相应的齿数。
  - ◆ **【齿廓】**: 该下拉列表可以确定齿轮的齿形轮廓, 其中包括**【直齿】**、**【棘齿】**、**【圆弧】**、**【双曲线】**、**【样条】**和**【渐开线】**等选项, 这些选项对蜗杆不起作用。
  - ◆ **【压力角】**: 输入齿轮压力角采用的角度值。
  - ◆ **【齿根圆角过渡】**: 选择此复选框, 可为齿轮齿根部倒圆角。此复选框对蜗杆不适用, 直齿轮除上述选项外还包含唯一一个附加选项。
- **【内齿轮】复选框**  
选择此复选框, 可生成一个内啮合直齿轮, 并在预览窗口中出现一个内啮合齿轮。

## 2. 【斜齿轮】选项卡

因斜齿轮特性所致, 除前面讨论过的选项外, **【斜齿轮】**选项卡(图 1.22)中的**【齿属性】**选项组中还包含下列特有选项:

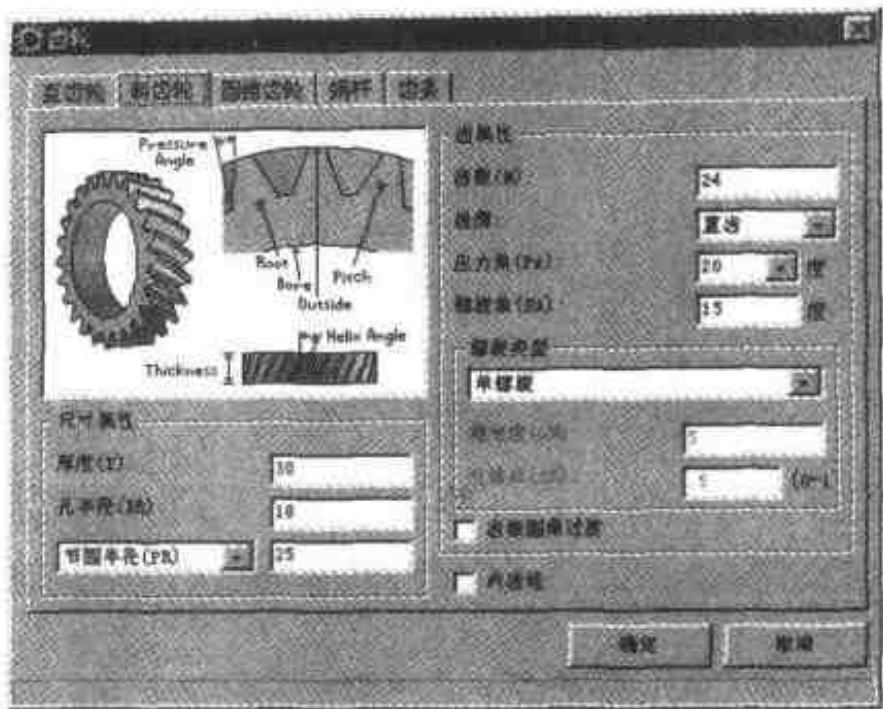


图 1.22 【斜齿轮】选项卡

- **【螺旋角】** 用于输入斜齿轮上齿轮的齿倾斜角度值。
- **【螺旋类型】** 通过下拉列表选择螺旋类型，包括**【单螺旋】**、**【双螺旋-常规】**、**【双螺旋-交错】**、**【双螺旋-连续】**等选项。请注意，每次选择不同选项时，预览窗口中的内容将更新，并显示选定类型的相关说明。

选择不同的螺旋类型，可激活不同的选项：

- ◆ **【槽宽度】** 该文本框适用于双螺旋-常规型和双螺旋-交错型，用于输入齿轮坡口宽度的对应值。
- ◆ **【交错度】** 该文本框适用于双螺旋-交错型，用于为齿轮的齿输入一个 0 到 1 之间的合适交错度值。
- ◆ **【内齿轮】** 选择此复选框，可生成一个内啮斜齿轮，并在预览窗口中出现一个内啮斜齿轮。

3. 【圆锥齿轮】选项卡

**【圆锥齿轮】**选项卡(图 1.23)中包含一组特有的选项，即**【倾斜类型】**选项组，其中**【倾斜类型】**下拉列表包括**【直齿】**、**【斜齿】**、**【倾斜齿】**和**【螺旋】**等选项。

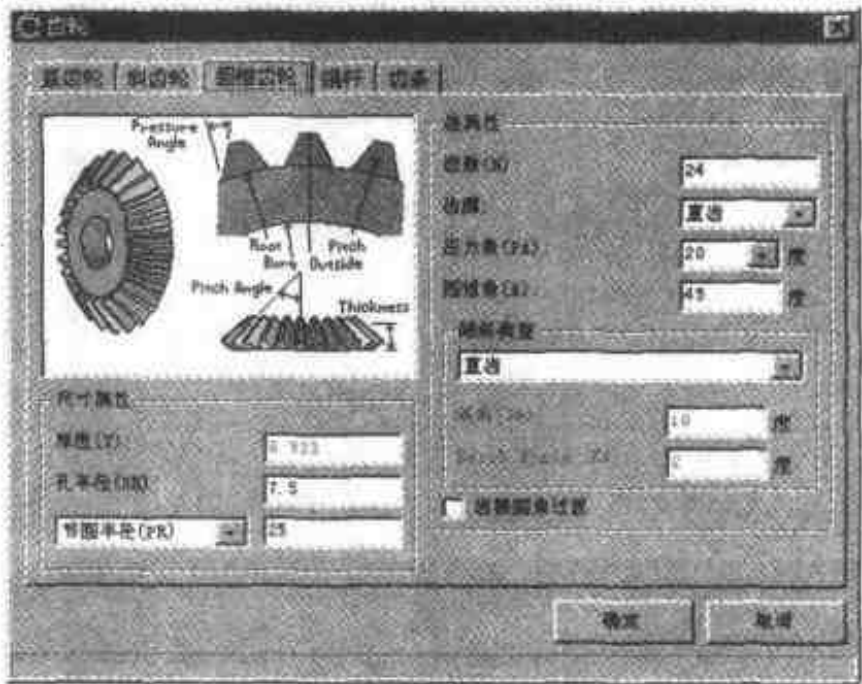


图 1.23 【圆锥齿轮】选项卡

只有选择适当的圆锥齿轮选项，才可激活以下选项：

- **【斜角】** 适用于**【斜齿】**和**【螺旋】**选项，该文本框用于输入斜齿轮斜交角的相应角度值。
- **Zero Angle** 适用于**【倾斜齿】**选项，该文本框用于输入斜齿轮零度螺旋角的角度值。

#### 4. 【蜗杆】选项卡

**【蜗杆】**选项卡(图 1.24)包括下列特有参数：

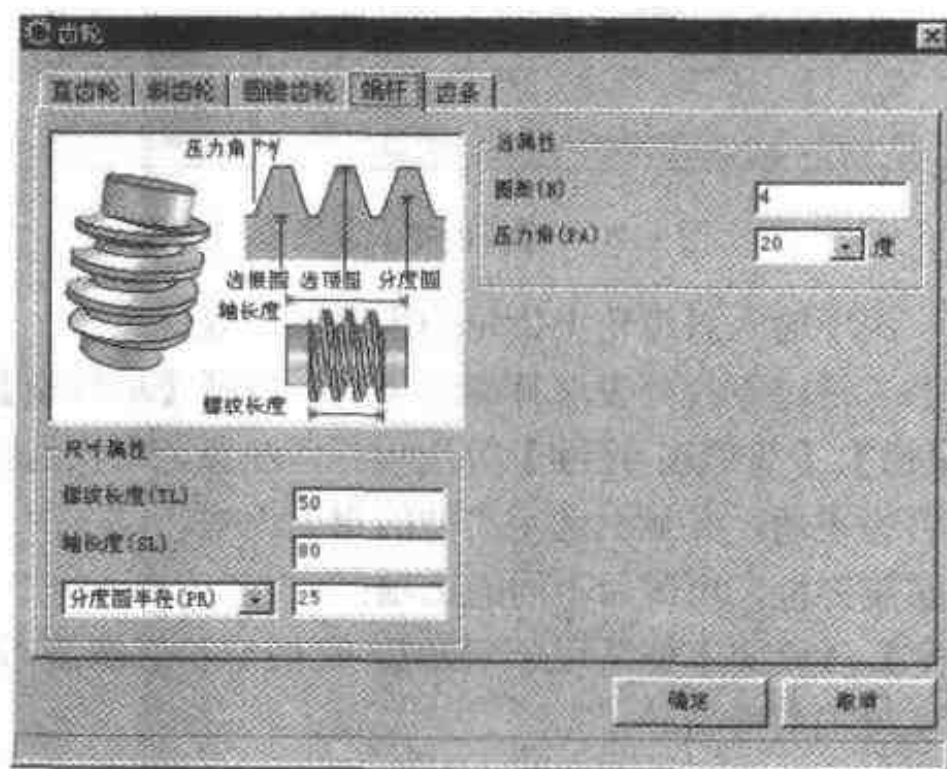


图 1.24 【蜗杆】选项卡

- **【螺纹长度】** 该文本框用于输入蜗杆齿轮的螺纹长度。
- **【轴长度】** 该文本框用于输入蜗杆齿轮轴的长度值。

#### 5. 【齿条】选项卡

**【齿条】**选项卡(图 1.25)提供两种特有的尺寸属性选项：

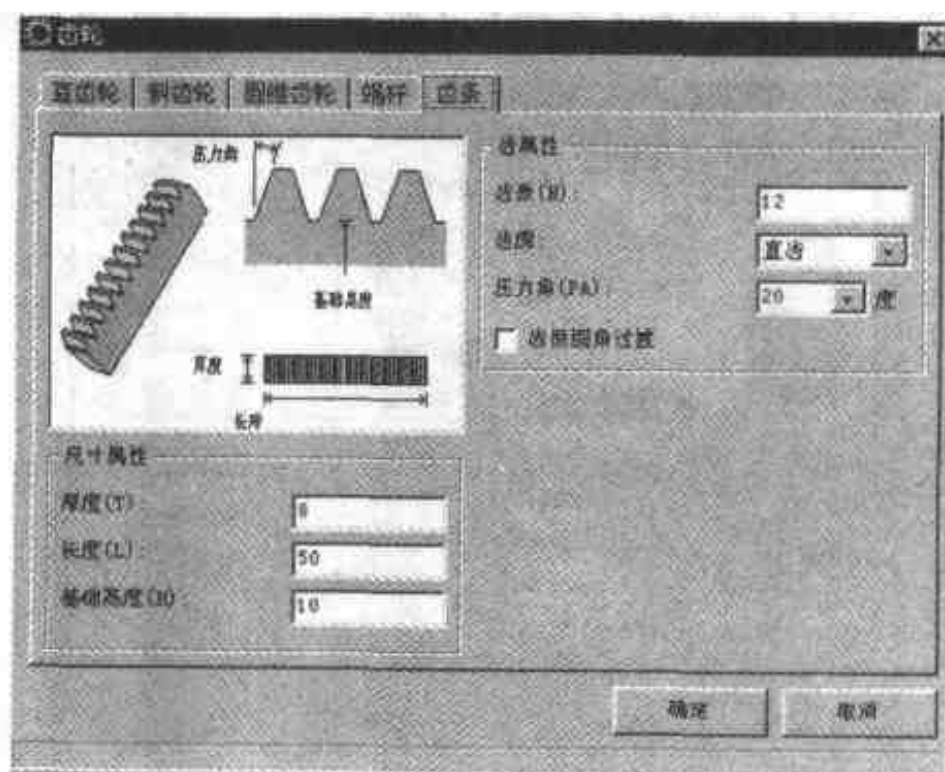


图 1.25 【齿条】选项卡



- **【长度】** 输入齿条长度的相应值。
- **【基础高度】** 用于输入相应的齿轮底高度值。

#### 1.2.4 轴承

**【轴承】** 工具提供生成球轴承、滚子轴承、推力轴承 3 种轴承选项。

把**【轴承】**图标释放到设计环境中后,就会出现包含各种轴承选项的设置对话框(图 1.26)。

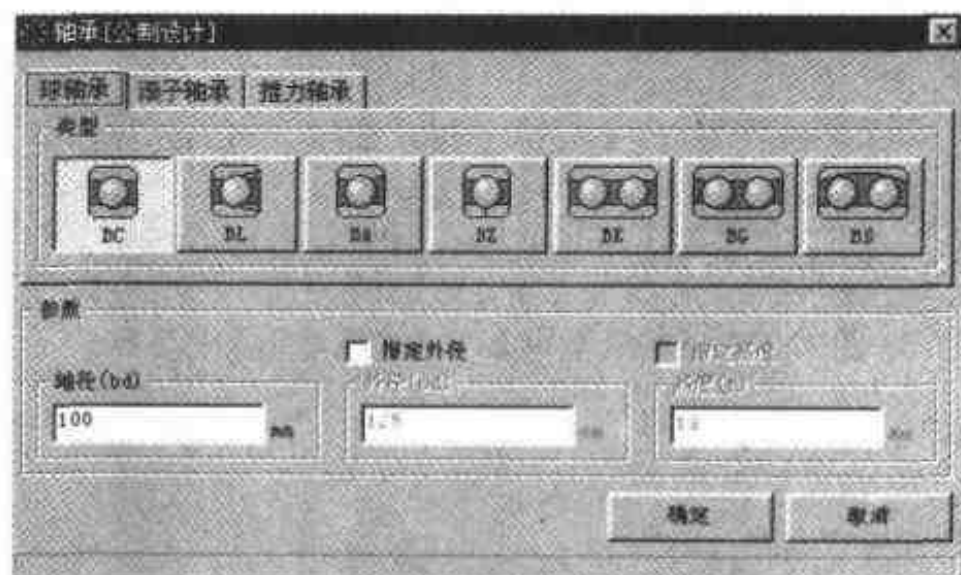


图 1.26 **【轴承】**对话框

各类轴承的可用类型都以按钮的形式显示在对话框的上方。可供选择的参数选项有:

- **【轴径】** 该文本框主要用于输入轴承孔径的相应值。
- **【指定外径】** 选择此复选框,可定义选定轴承的外径,并将激活**【外径】**文本框,该文本框主要用于输入轴承外径的相应值。
- **【指定高度】** 选择此复选框,可定义所选轴承的高度,并将激活**【高度】**文本框,该文本框主要用于输入轴承的相应高度值。

#### 1.2.5 热轧型钢和冷弯型钢

向三维设计环境添加热轧型钢和冷弯型钢时采用的是标准拖放法。释放图标后,即显示设计选项的对应对话框。在对话框顶部显示热轧型钢或冷弯型钢图素的可用类型。选定需要的类型时,其参数选项就显示在对话框的下面部分中,同时在预览窗口中显示了相应的图形(图 1.27)。

热轧型钢包括槽钢、工字梁、角钢、T 型梁、方管钢、圆管钢和它们的组合。

冷弯型钢包括 C 型(直边和卷边)、Z 型(直边和卷边)、角钢、管钢等类型。

根据选定的类型,参数选项包括如下内容:

- **【名称】** 提供冷弯型钢和某些热轧型钢优先尺寸选项的一个下拉列表。
- **【名义直径】** 提供圆管类热轧型钢优先尺寸选项的一个下拉列表。
- **【名义尺寸】** 提供某些热轧型钢类型外形尺寸选项的一个下拉列表。
- **【长度】** 利用此文本框可为冷弯型钢和热轧型钢零件输入需要的型材长度值。

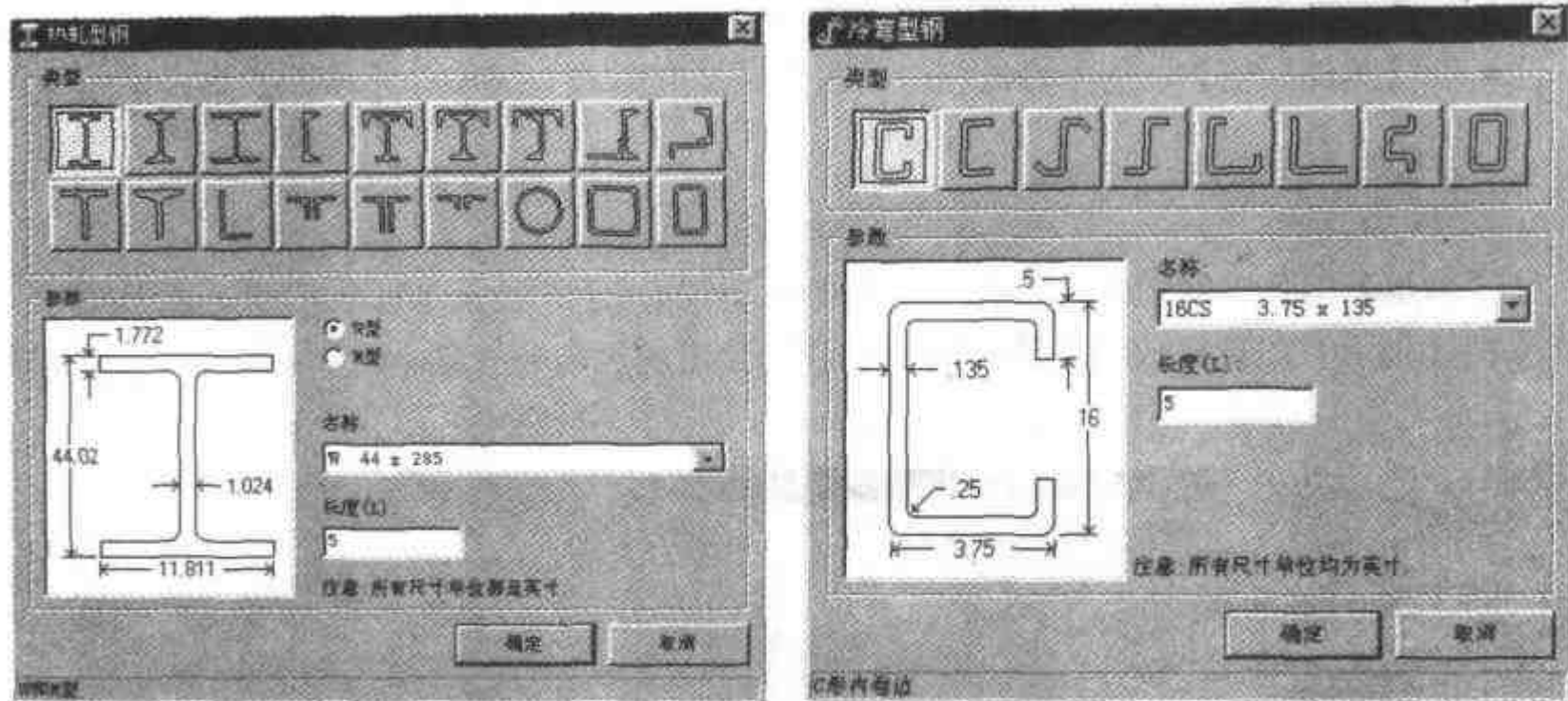


图 1.27 【热轧型钢】和【冷弯型钢】对话框

### 1.2.6 弹簧

CAXA 实体设计中有大量可用于生成螺旋形零件的属性选项，它们为自定义螺旋的生成提供了许多强大功能。当从【工具】设计元素库中拖出【螺旋】并释放到设计环境中时，会弹出说明该螺旋及其尺寸标注的【螺旋】对话框(图 1.28)。

接下来具体介绍如何设置【螺旋】对话框。

#### • 【高度】选项组

利用该选项组可设定如何确定螺旋的高度。

- ◆ **【用高度值】**：此选项表示螺旋的高度以尺寸度量的长度单位为标准值。
- ◆ **【用圈数】**：选择该单选按钮，表示可把螺旋条数作为螺旋的高度标准值。

#### • 【螺距】选项组

表示每旋转一周螺旋线前进的距离。

- ◆ **【等螺距】**：选择该选项，表示螺距在螺旋高度方向是一样的。
- ◆ **【变螺距】**：表示螺距在螺旋方向上是渐增或渐减的。

选定的螺距类型不同，可激活的选项也不同。

- ◆ **【初始螺距】**：选择【等螺距】

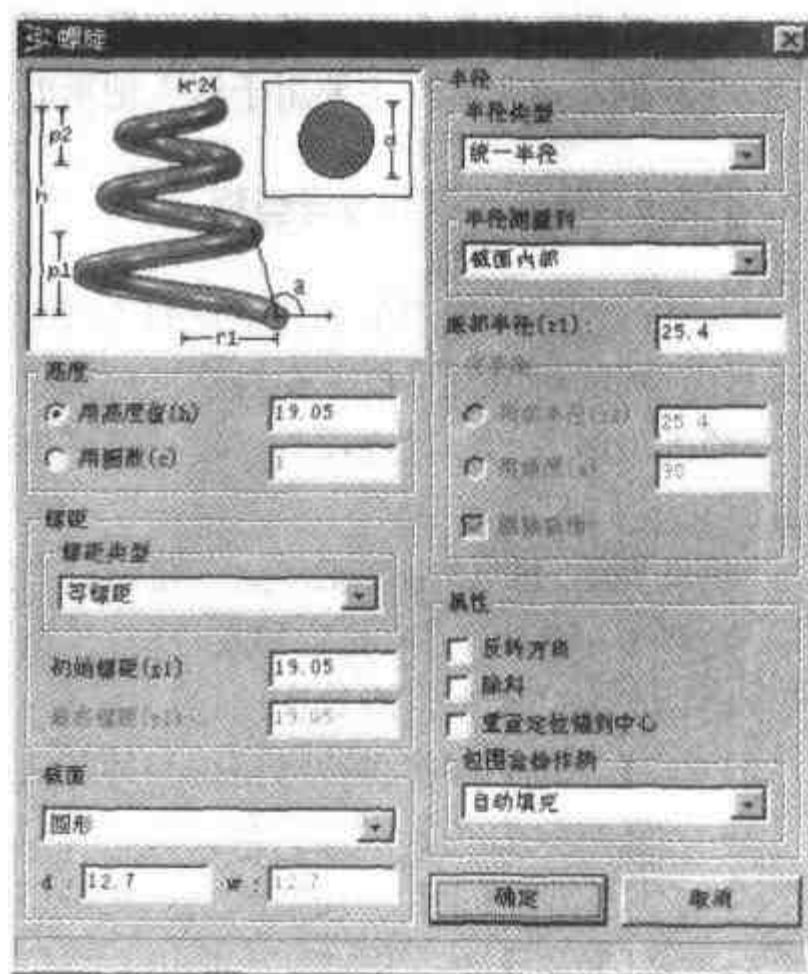


图 1.28 【螺旋】对话框

和【变螺距】选项，都会激活该文本框，该文本框用于输入作为螺旋线第一螺距的数值。

- ◆ 【最终螺距】：选择【变螺距】选项才会激活该文本框，该文本框主要用于输入螺旋线的最终螺距值。
- 【截面】选项组  
从下拉列表中，为螺旋线选择相应的截面类型。选定某个截面类型时，该截面就会出现在预览窗口中。可供选择的截面有圆形、矩形、三角形及自定义等4种。在该下拉列表中选择选项不同，即所选的截面类型不同，可激活的选项也不同。
  - ◆ d：适用于圆形截面，用于输入相应的截面直径值。
  - ◆ l：适用于三角形截面，用于输入相应的截面长度值。
  - ◆ w：适用于三角形和矩形截面，用于输入相应的截面宽度值。

**注意** 选定【自定义】截面时，应在绘制螺旋之前选择现有二维智能图素、选择设计环境中现有三维造型的截面(通过打开【编辑截面】对话框访问)，或选择设计环境中的一个新二维剖面。

- 【半径】选项组  
设定螺旋线圈的半径类型和数值。
  - ◆ 【半径类型】：该下拉列表包括【统一半径】和【变半径】两个选项。
  - ◆ 【半径测量到】：该下拉列表包括【截面内部】、【截面外部】或【截面中心】等选项，以设定螺旋线的半径测量终点。
  - ◆ 【底部半径】：用于输入螺旋线的基础半径值。
  - ◆ 【变半径】：这一选项仅当从【半径类型】下拉列表中选择【变半径】选项时可用。
  - ◆ 【顶部半径】：用于输入变半径螺旋的相应顶部半径值。
  - ◆ 【用角度】：用于输入相应的值类，设定变半径螺旋所采用的角度。
  - ◆ 【固接截面】：选择此复选框，可指示 CAXA 实体设计旋转截面，与同变半径螺旋的角度匹配。
- 【属性】选项组  
利用该选项组中的各选项可设定各种螺旋属性。
  - ◆ 【反转方向】：选择此复选框，可使螺旋的旋转方向反向(右旋或左旋)。
  - ◆ 【除料】：选择此复选框，可把螺旋作为一个除料图素应用到某个现有的图素或零件。
  - ◆ 【重置定位锚到中心】：选择此复选框，可把螺旋的定位锚重置到其包围盒的中心。
  - ◆ 【包围盒操作柄】：从下拉列表中选择下列3个选项，可以定义螺旋包围盒尺寸的修改结果。
    - 【无】：选择此选项，可设定在改变包围盒尺寸时不改变螺旋。
    - 【自动填充】：选择此选项，可在必要时增加或减少螺旋中的圈数，以便与其包围盒的尺寸重设相适应。

【自动间隔】：选择此选项，可按需要使螺旋的圈数不变，但增加或减小它们之间的间距，以便与其包围盒的尺寸重设相适应。


### 1.2.7 图库标准件

CAXA 实体设计具有三维/二维无缝集成功能，虽然二维工程图的图形大部分可由三维实体自动投影生成，但标准件部分(如连接件、轴承、齿轮、销钉、弹簧等)并不完全符合国标规定，所以往往要在电子图板环境中修改和重新编辑图形，这时系统提供的图库标准件就成为制图的重要工具。

电子图板已经定义了用户在设计时经常要用到的各种标准件和常用的图形符号，如螺栓、螺母、轴承、垫圈及电气符号等。用户在设计绘图时可以直接提取这些图形并插入图中，避免不必要的重复劳动，提高绘图效率。用户还可以自定义自己要用到的其他标准件或图形符号，即对图库进行扩充。

电子图板把图库中的标准件和图形符号统称为图符，图符分为参量图符和固定图符两大类：

- 参量图符：包含尺寸的图符，使用时按用户指定的尺寸规格生成图形。
- 固定图符：不包含尺寸的图符，使用时用户分别指定水平方向和垂直方向缩小或放大的比例系数。

电子图板为用户提供了对图库的编辑和管理功能。此外，对于已经插入图中的参量图符，还可以通过【驱动图符】功能修改其尺寸规格。单击【电子图板】工具条上的【库操作】按钮，激活【库操作】工具条(图 1.29)，利用该工具条即可对图库进行提取图符、定义图符、图库管理和驱动图符等操作。

#### 1. 提取图符

就是从图库中选择合适的图符(如果是参量图符还要选择其尺寸规格)，并将其插入到图中合适的位置。提取图符的步骤如下：



- (1) 单击【库操作】工具条上的【库操作】按钮，再单击该按钮下方的【提取图符】按钮，弹出【提取图符】对话框(图 1.30)，在这个对话框中选定要提取的图符。
- (2) 在【提取图符】对话框中，单击打开【图符大类】下拉列表，从弹出的【图符大类】列表中选择需要的大类，此时【图符小类】下拉列表框中的内容自动更新为与该大类对应的小类列表。用鼠标单击任一图符名或用键盘方向键选择任一图符名，该图符则成为当前图符，预显框中会显示出该图符的图形。如果想要查看图符的属性信息，则单击【属性】标签。单击【图形】标签，则恢复为用图形显示。如果不清楚要提取的图符在哪个类，就在【检索】文本框中输入图符的名字，也可以只输入名字的一部分，再单击【开始检索】按钮，电子图板将在图库中查找符合条件的图符，如果找到了则将其设置为当前图符。
- (3) 在【提取图符】对话框中，一次只能查看一个图符的图形。如果觉得不够方便，



图 1.29 【库操作】工具条



可以单击【浏览】按钮,进入【图符浏览】对话框(如图 1.30 所示),图符浏览功能尤其适用于小类中图符个数较多且图形差异明显的情况。

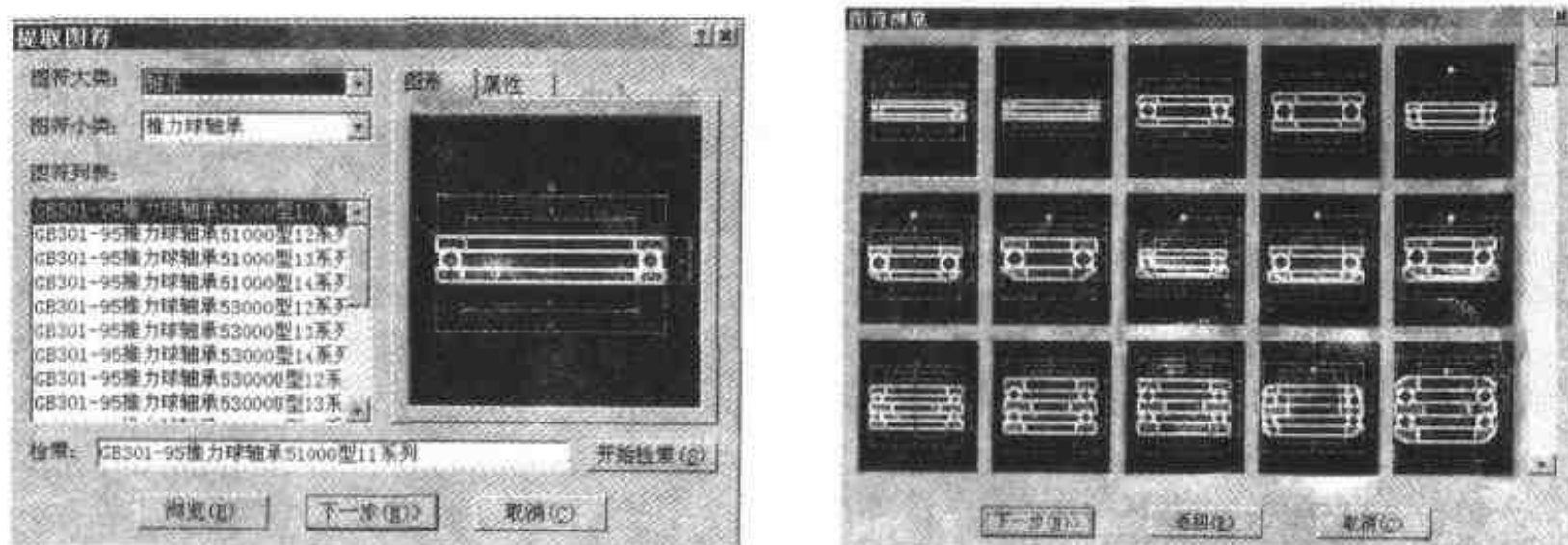


图 1.30 【提取图符】和【图符浏览】对话框

- (4) 选定了要提取的图符后,如果选定的是固定图符,则直接进入插入图符的交互过程,将图符插入到图中合适的位置;如果选定的是参量图符,则进入【图符预处理】对话框(图 1.31),进行尺寸规格的选择及尺寸开关、视图开关等选项的设置。

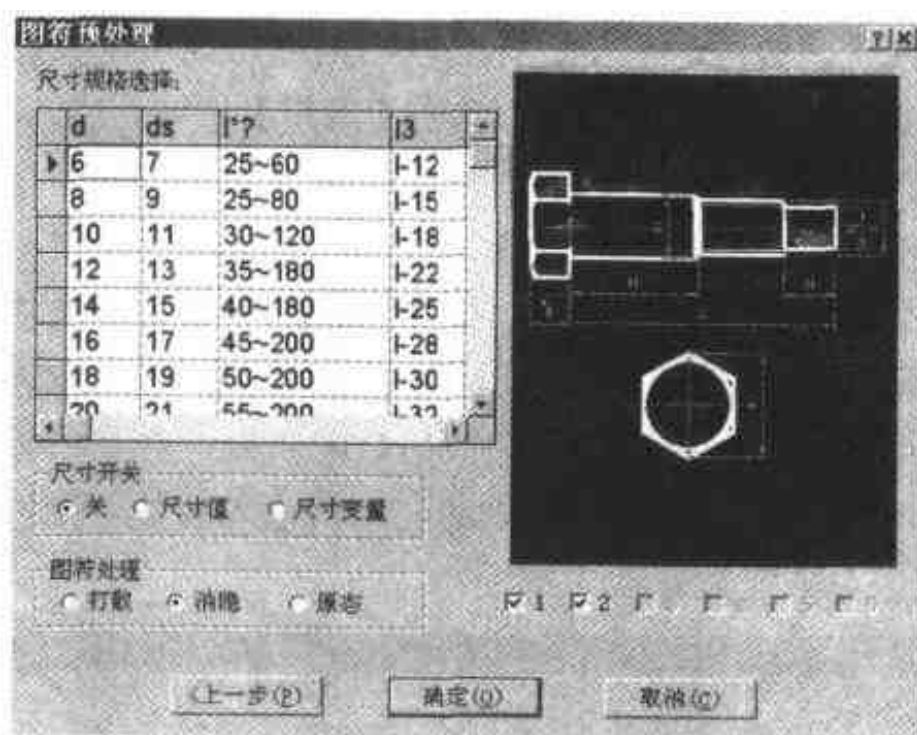


图 1.31 【图符预处理】对话框

【图符预处理】对话框用于为已选定的参量图符选择尺寸规格,以及设置图符中尺寸标注的形式,是作为一个整体提取还是打散为各图形元素、是否进行消隐,对于有多个视图的图符,还可以选择提取哪几个视图。从左边的表格中选择合适的规格尺寸,按 F2 键,则当前单元格进入编辑状态,且光标被定位在单元格内文本的最后。单元格列头的尺寸变量名后如果有星号,说明该尺寸是系列尺寸,单击相应行中系列尺寸对应的单元格,单元格右端将出现一按钮,单击此按钮弹出一个下拉列表框,从中选择合适的系列尺寸值;尺寸变量名后如果有问号,说明该尺寸是动态尺寸。

右击相应动态尺寸对应的单元格,单元格内尺寸值后将出现一问号,这样在插入图符时可以通过鼠标拖动来动态决定该尺寸的数值。再次右击该单元格,则问号消失,插入时不做为动态尺寸。确定系列尺寸和动态尺寸后单击相应行左端的选择区,选择一组合适的

规格尺寸。

- **【尺寸开关】选项组**

控制图符提取后的尺寸标注情况。

- ◆ **【关】**：选择该单选按钮，表示提取出的图符不标注任何尺寸。
- ◆ **【尺寸值】**：选择该单选按钮，表示提取后标注实际尺寸值。
- ◆ **【尺寸变量】**：选择该单选按钮，表示提取出的图符中的尺寸文本是尺寸变量名，而不是实际尺寸值。

- **【图符处理】选项组**

控制图符的输出形式，图符的每一个视图在默认情况下做为一个块插入。

- ◆ **【打散】**：选择该单选按钮，表示将块打散，也就是将每一个视图打散成相互独立的元素。
- ◆ **【消隐】**：选择该单选按钮，表示允许图符提取后可消隐。
- ◆ **【原态】**：选择该单选按钮，表示提取图符后，保持原有状态不变，不被打散，也不消隐。

**【图符预处理】**对话框右边是图符预览区，下面排列有 6 个视图控制单选按钮开关。如果预览区里的图形显示太小，右击预览区内任一点，则图形将以该点为中心放大显示，并可以反复放大；在预览区内同时单击鼠标的左右两键，则图形恢复最初的显示大小。在设置完各个选项并选取了一组规格尺寸后，单击**【确定】**按钮，进入插入图符的交互过程。

(5) 插入图符，包括插入固定图符和参量图符两种情况。

- **插入固定图符**

如果选择的是固定图符，则在当前操作窗口的左下角状态栏中弹出立即菜单，可以在其中设置其横向缩放倍数和纵向缩放倍数，如图 1.32 所示，默认值均为 1。如果不想采用默认值，可以单击缩放倍数编辑框，在其中输入新值并按回车键，也可以按 **Alt+1** 或 **Alt+2** 组合键激活文本框输入新值。图符将按指定的缩放倍数沿水平和/或竖直方向进行放大或缩小。



图 1.32 插入固定图符时的界面

根据状态栏的提示“图符定位点”，将图符的基点定位在合适的位置。在拖动过程中可以按下空格键，弹出工具点菜单帮助精确定位，也可以利用智能点、导航点等定位。定位图符后，状态栏的提示变为“图符旋转角度(0)”，此时右击则接受默认值，图符的位置完全确定。否则输入旋转角度值并按回车键，或拖动图符旋转至合适的角度并单击左键定位。

- 插入“参量图符”

如果提取的是参量图符并设置了动态确定的尺寸，且该尺寸包含在当前视图中，则在确定了视图的旋转角度后，状态栏出现提示“请拖动确定 x 的值”，其中 x 为尺寸名，此时该尺寸的值随鼠标位置的变化而变化，拖动到合适的位置时单击就确定了该尺寸的最终大小，也可以用键盘输入该尺寸的数值。图符中可以含有多个动态尺寸。

## 2. 定义图符

定义图符就是用户把自己要用到而图库中没有的参数化图形或固定图形，定义并存储到图库中，供以后调用。可以定义到图库中的图形元素有直线、圆、圆弧、点、尺寸、块、文字、剖面线及填充等类型。如果有其他类型的图形元素(如多义线及样条等)需要定义到图库中，可以将其先做成块。

定义图符的步骤如下：


- (1) 首先绘制好要定义的图形，并标注好尺寸(如果有)。单击【库操作】工具条上的【定义图符】按钮。
- (2) 状态栏提示“请输入图符的视图个数(1)”，在文本框中输入视图个数，或者直接按回车键接受默认值 1。
- (3) 状态栏提示“请选择第一视图”，用鼠标框选图符的第一视图，如果一次没有选全，可以接着选取遗漏的图形元素。选取完后，右击结束选择。
- (4) 状态栏提示“请指定视图的基点”，用鼠标指定基点，指定基点时可以用按空格键弹出工具点菜单的方式来帮助精确定点，也可以利用智能点、导航点等定位。

**注意** 基点的选择很重要，如果选择不当，不仅会增加元素定义表达式的复杂程度，而且使提取时图符的插入定位很不方便。


- (5) 指定基点后，如果视图中不包含尺寸，则进入下一视图的选择(当有多个视图时)，操作方法同上；如果视图中包含尺寸，则状态栏提示“请为该视图的每个尺寸指定一个变量名”，单击当前视图中的任一个尺寸，在弹出的文本框中输入给该尺寸起的名字，尺寸名应与标准中采用的尺寸名或被普遍接受的习惯一致。为当前视图中的所有尺寸指定变量名对，可以再次选中已经指定过变量名的尺寸来为其指定新名字。指定完变量名后右击，结束对当前视图的操作。
- (6) 指定完所有的视图后，如果是固定图符，直接进入【图符入库】对话框；如果是参量图符，则弹出【元素定义】对话框。

## 3. 驱动图符

驱动图符就是对已经插入到图中的参量图符的某个视图的尺寸规格进行修改。单击【库

操作】工具条上的【驱动图符】按钮。状态栏提示“请选择想要变更的图符”，选取要驱动的图符，弹出【图符预处理】对话框。在这个对话框中修改该图符的尺寸及各选项的设置。操作方法与图符预处理时相同。然后单击【确定】按钮，被驱动的图符的原尺寸将被新尺寸取代，但其坐标位置和位向(即旋转角)不变。

#### 4. 图库管理

图库管理是为用户提供对图库文件及图库中的各个图符进行编辑修改的功能。单击【库操作】工具条上的【图库管理】按钮，弹出【图库管理】对话框(图 1.33)。在此对话框中进行图符浏览、检索及设置当前图符的方法与【提取图符】对话框完全相同，具体功能有：

- **【图符编辑(E)】** 单击该按钮，可以对已经定义的图符进行全面编辑修改，也可以利用这个功能从一个定义好的图符出发去定义另一个类似的图符，以减少重复劳动。

在【图库管理】对话框中选定要编辑的图符后，单击【图符编辑】按钮，将弹出如图 1.34 所示的菜单。

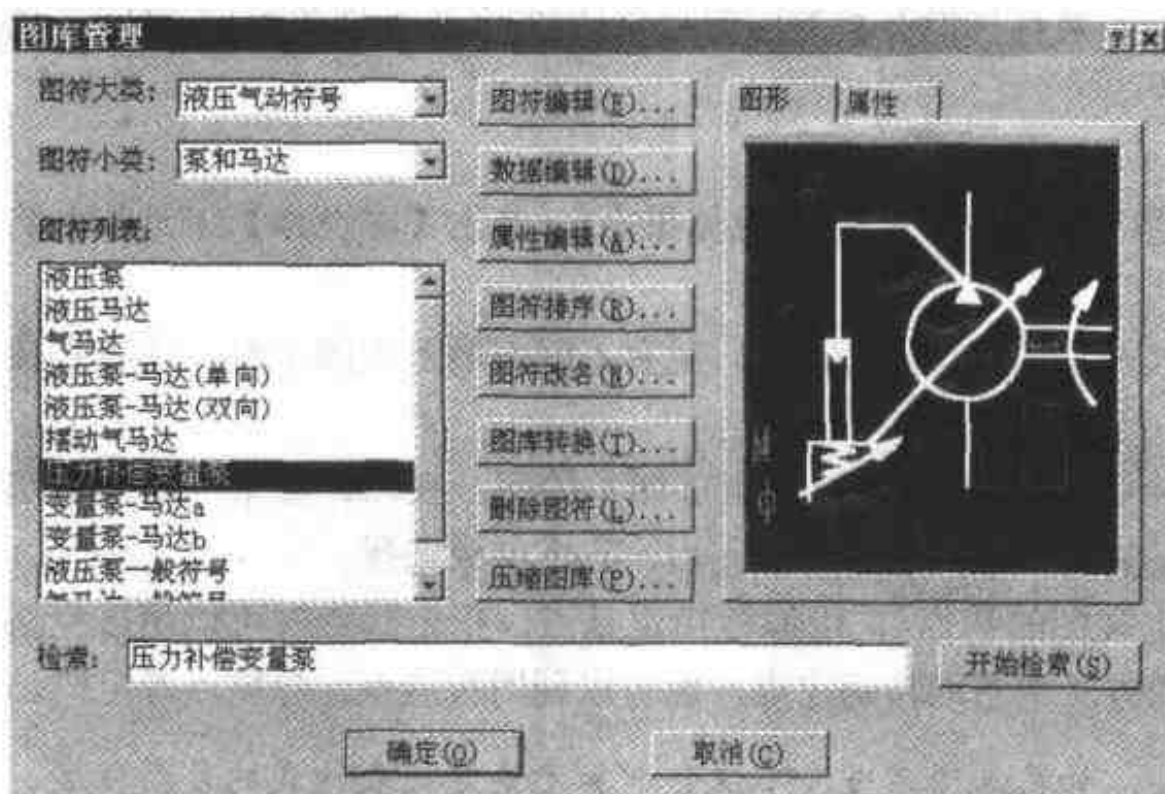


图 1.33 【图库管理】对话框



图 1.34 【图符编辑】按钮菜单

如果只是要修改参量图符中图形元素的定义或尺寸变量的属性，可以选择【进入元素定义】命令，则【图库管理】对话框被关闭，进入元素定义，开始对图符的定义进行编辑修改。元素定义就是对参量图符所包含的除尺寸外的图形元素进行参数化定义，即将各种图形元素的定位特征点坐标及圆的半径表示成尺寸变量名的函数，所有的坐标都是相对于该图形元素所在视图基点的相对坐标，即该视图的基点为(0,0)。横坐标和纵坐标的表达式之间用逗号分隔。需要定义的特征点有直线的起点、终点，圆的圆心，圆弧的起点、终点、圆心，孤立点本身，块、剖面线、文字、填充的定位点。

**注意** 直线、圆弧有起点和终点的区别，这可以从默认显示的坐标定义表达式来判断。



定义中心线时,起点和终点的定义表达式不一定要和绘图时的实际坐标相吻合,按超出轮廓线2到5个绘图单位定义即可。

有些图符中的部分图形元素并没有严格的位置和大小要求,标准中也没有标注其尺寸,如电机中的部分图形元素。对这些图素,可以从图中量出其位置、长短与已标注尺寸的大致比例关系,按比例定义即可。

定义剖面线和填充的定位点时,应选取一个在尺寸取各种不同的值时都能保证总在封闭边界内的点,提取时才能保证在各种尺寸规格时都能生成正确的剖面线和填充。

电子图板对图形元素提供了默认定义,并且当用户定义了任一图形元素后,如果【定义图符参数控制】对话框(图1.35)中设置了视图关联吸附,则电子图板自动根据用户的定义对其他尚未定义的图形元素的默认定义进行修改。

用户当前正在定义的图形元素在预显框中高亮显示,以区别于其他元素。定义了任一图形元素(例如想要定义一个如图1.36所示的弹簧参数)后,可以单击【上一元素】按钮或【下一元素】按钮,进行图形元素的定义。



图 1.35 【定义图符参数控制】对话框

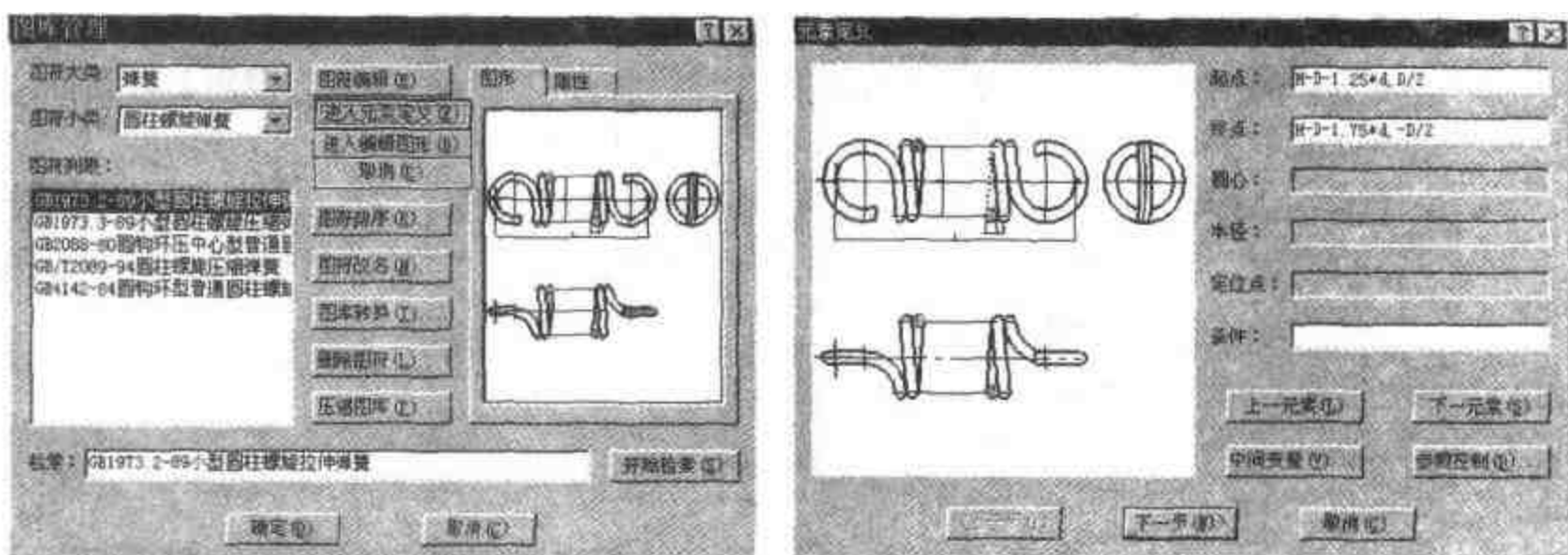


图 1.36 定义图符参数时的元素定义

单击预显框内除尺寸外的任一图形元素,同样可以将其设置为当前图形元素,并对其进行定义或编辑,这样就打破了通过【上一元素】、【下一元素】按钮编辑各元素的固定顺序。在某些情况下比较方便或有利于自动匹配,但也有可能会遗漏一些未定义的元素,必须注意。

右击预显框内任一点,则图形将以该点为中心放大显示,可以反复放大;在预显框内同时按下鼠标的左右两键,则图形恢复最初的显示大小。

对于元素定义过程中需要多次用到的表达式,以及不直接出现在图形中但可以作为选择尺寸规格依据的信息,可以定义成中间变量。单击【中间变量】按钮,则弹出【中间变量定义】对话框,可以进行中间变量的定义和编辑。

如果在元素定义过程中发现绘制的图形有错误或遗漏,可以单击【上一步】按钮,回到电子图板的绘图区,系统会保存已经做的定义。在绘图区可以对图形进行编辑时,单击【定义图符】按钮,重新进入定义过程。



在定义完所有的图形元素后,单击【下一步】按钮,开始定义变量属性。

如果需要对图符的图形、基点、尺寸或尺寸名进行编辑,可以选择第二项,同样【图库管理】对话框被关闭。由于电子图板要把该图符插入绘图区以供编辑,因此如果当前打开的文件尚未存盘,将提示用户保存文件。如果文件已保存,则关闭文件并清除屏幕显示。图符的各个视图显示在绘图区,此时可以对图形进行编辑修改。修改完成后单击【定义图符】按钮,后续操作与【定义图符】完全一样。该图符仍含有除被编辑过的图形元素的定义表达式外的全部定义信息,因此编辑时只需对要变动的地方进行修改,其余保持原样即可。在【图符入库】对话框如果输入了一个与原来不同的名字,就定义了一个新的图符。

- **【数据编辑(D)】** 就是对参量图符的标准数据进行编辑修改。在【图库管理】对话框中选定要编辑的图符后,单击【数据编辑】按钮,将弹出【标准数据录入与编辑】对话框(图 1.37),对话框中的表格里显示了该图符已有尺寸数据供编辑修改。单击【读入外部数据文件】按钮,可以将已经用其他编辑软件编辑好的数据以纯文本文件的格式读入,填写到表格中。对数据文件的要求见帮助文件的【外部数据文件的格式】。

单击【另存为数据文件】按钮,可以将当前表格中的数据存储到一个纯文本文件中,可以在编辑图符时或经修改后在定义数据相类似的图符时读入,以减少重复劳动。

- **【属性编辑(A)】** 对图符的属性进行编辑修改。在【图库管理】对话框中选定要编辑的图符后,单击【属性编辑】按钮,将弹出【属性录入与编辑】对话框,对话框中的表格里显示了该图符已定义的属性信息供编辑修改。
- **【图符排序(R)】** 用来将图符大类、图符小类以及任一图库文件中的各个图符按自己的意愿排列顺序,以便将用户最常用到的类别和图符排到前面,方便了图符的提取,如图 1.38 所示。

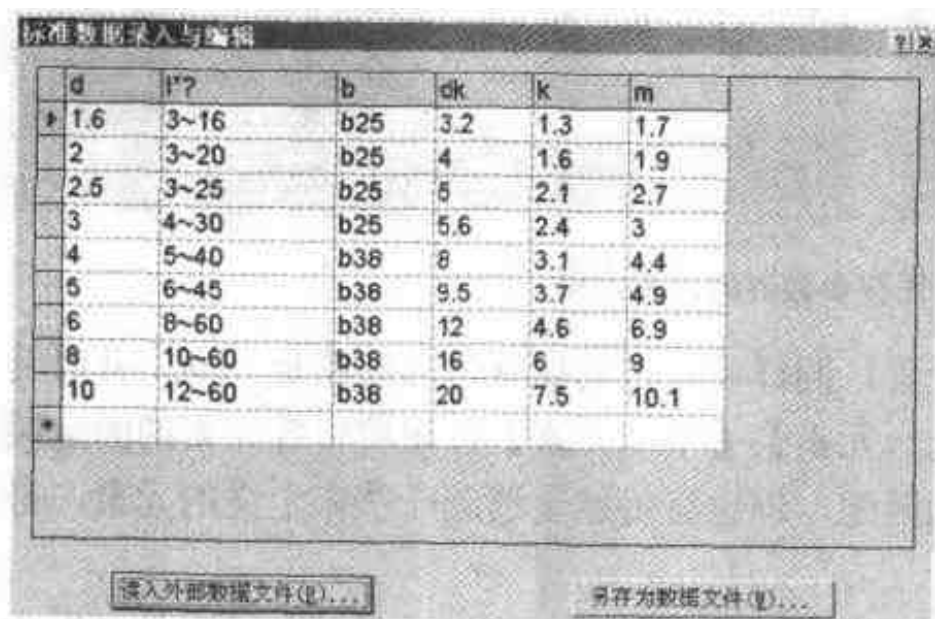


图 1.37 【标准数据录入与编辑】对话框

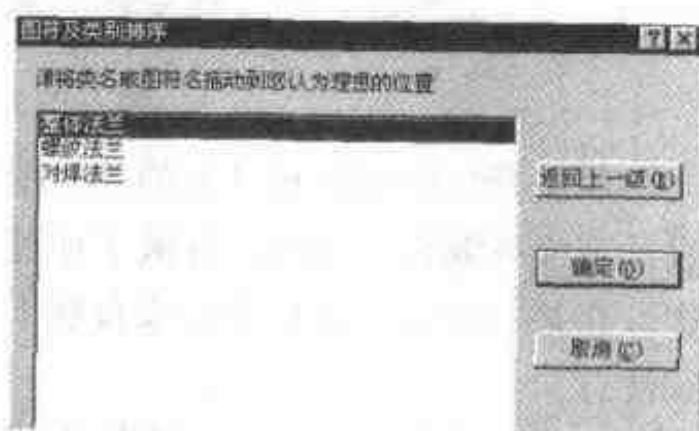


图 1.38 图符排序对话框

在【图库管理】对话框中单击【图符排序】按钮,弹出【图符及类别排序】对话框,对话框中按当前顺序列出了图符的所有大类,可以直接用鼠标将各个大类拖动到合适的位置。大类顺序排列好后,双击任一大类,电子图板将记录新的的大类顺序,并将列表框中的显示变成该大类对应的所有小类。

同样可以通过鼠标拖动来排列小类的顺序。小类顺序排列好后,双击任一小类,新的小类顺序被记录下来,同时列表框中的显示变成该小类中包含的所有图符。

排列好图符顺序后,单击【确定】按钮则记录新的图符顺序并退出,单击【返回上一级】按钮,则记录新的图符顺序并返回小类列表,再次单击【返回上一级】按钮返回大类列表。完成排序后下次提取图符时图符及类别将按新的顺序显示。

- **【图符改名(N)】** 用来给图符起一个新名字。

单击【图符改名】按钮,弹出【图符改名】对话框(图 1.39),在其中输入新名字,单击【确定】按钮完成改名;单击【取消】按钮则放弃修改。



图 1.39 【图符改名】对话框

- **【图库转换(T)】** 用来将用户在旧版本中定义的图库转换为当前版本的图库格式,或者将用户在另一台计算机上定义的图库加入到本计算机的图库中,具体步骤如下:

- (1) 单击【图库转换】按钮,弹出【打开旧图库索引文件】对话框。
- (2) 在对话框中选择要转换的图库索引文件,单击【确定】按钮,该对话框被关闭,弹出【图库转换】对话框。
- (3) 在【图库转换】对话框的列表框中列出了要转换或加入图库文件中的所有图符。在列表框中选择所有转换后要存到同一个图符小类的图符,再在列表框中选择转换后要存入的图符大类和小类。如果要创建新的大类或小类,直接在列表框中输入新类名。
- (4) 单击【转换】按钮,被选中的图符转换成新格式(如果原来是旧格式)并存入指定的类别。转换成功后,被转换的图符从列表中消失。
- (5) 用相同的方法进行其余图符的转换。如果要将所有图符转换到同一个小类,单击【全选】按钮就一次选中了所有图符。


- **【删除图符(L)】** 删除图符功能用于从图库中删除图符。
- **【压缩图库(P)】** 在进行图符的图形、数据、属性的编辑及删除图符时,都会在图库文件中产生冗余信息。压缩图库功能用于去除图库文件中可能存在的冗余信息,减少图库文件占用的硬盘空间,提高读取图符信息的效率。

## 5. 构件库

构件库是一种新的二次开发模块的应用形式,构件库的开发和普通二次开发基本上是一样的,只是在使用上与普通二次开发应用程序有以下区别:

- 它在电子图板启动时自动载入,在电子图板关闭时退出,不需要通过应用程序管理器进行加载和卸载。
- 普通二次开发程序中的功能通过菜单激活,而构件库模块中的功能通过构件库管理器进行统一管理和激活。
- 构件库一般用于不需要对话框进行交互,而只需要用菜单进行交互的情况。
- 构件库的使用更直观,它不仅具有功能说明等文字说明,还有图片说明(图 1.40)。

**注意** 在使用构件库之前,首先应该把编写好的库文件.eba 复制到电子图板安装路径下的构件库目录\ConLib 中,该目录中已经提供了一个构件库的例子

EbcSample, 然后启动电子图板, 选择【绘制】|【库操作】命令, 再单击构件库按钮.

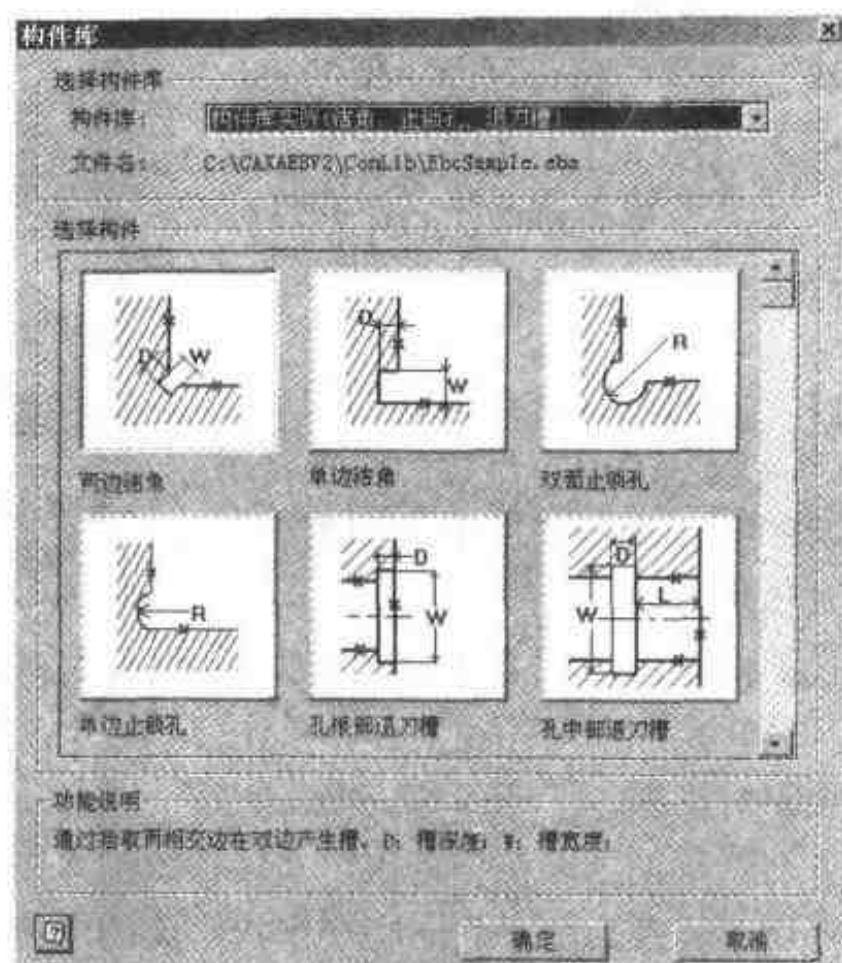


图 1.40 【构件库】对话框

### 1.3 钣金设计工具——钣金图素

大部分零件的机械加工都是从铸件、锻件或型材开始经过一步步工序完成的, 但对于汽车、飞机、电子电器等产品来讲, 大部分壳体类零件或大型覆盖件均是以金属板材为原料进行加工的, 钣金工艺和金属的其他冷热加工方法相比具有一定的特殊性, 钣金工艺的生产率高、自动化程度高, CAXA 实体设计提供的钣金设计智能图素为钣金快速设计提供了可能。

CAXA 实体设计具有生成标准和自定义钣金件的功能。其过程始于钣金设计元素库中的智能几何图素, 如钣金板料图素、弯曲图素、成型图素和孔型图素。零件可单独设计, 也可在一个已有的零件上创建。初始零件生成后, 就可以利用各种可视化编辑方法和精确编辑方法, 按需要进行自定义。尽管 CAXA 实体设计包括大量钣金材料和默认图素, 仍然可修改或补充可以利用的材料, 以及添加自定义设计元素。如果对钣金件设计感到满意, 就可以利用 CAXA 实体设计的绘图功能生成已展开或未展开钣金件的详细二维工程图。为了便于对钣金件设计文件进行查找和访问, 可利用 CAXA 实体设计的零件属性定义和保存相关信息。

#### 1.3.1 钣金件设计元素

本系列丛书的《CAXA 实体设计——应用基础篇》已介绍了 CAXA 实体设计的默认

设计元素库,包括钣金件设计元素。本节将深入探讨钣金智能图素的使用方法,以便能进行专业设计。

### 1. 钣金设计元素分类

- 板料图素:由板料、弯曲板料、添加板料和添加弯板组成,默认时用灰色图标显示,这4种图素是形成初步设计的基础,板料和弯曲板料的主要区别在于拉伸方向的不同。板料在平面方向拉伸,弯曲板料则沿垂直于弯曲轮廓截面方向进行拉伸。弯曲板料图素用于生成具有平滑连接拉伸边的钣金件。
- 顶点图素:顶点图素用三色图标显示,用于在平面板料的直角上生成倒圆角或倒角。
- 弯曲图素:弯曲图素用黄色图标显示,用于添加到平面板料侧边上需要圆弧弯曲的地方。
- 成型图素:这些图素用绿色图标显示,它们代表通过钣金生产过程中的压力成形操作产生的板料变形特征。
- 型孔图素:这些图素以蓝色图标显示,它们代表钣金生产的冲孔工艺在板料上生产的型孔特征。
- 自定义轮廓图素:这一项显示为一个深蓝色图标。自定义轮廓图素释放到某个零件或板料图素上后,其轮廓即可由用户编辑。

### 2. 钣金默认参数设置

如前所述,钣金件的设计同CAXA实体设计中的其他设计一样,是从基本智能图素库开始的,而且也同任何其他智能图素一样,通过同样的方式并且在同样的设计环境中应用。定义了所需钣金零件的基本属性之后,就可以用两个基本钣金板料(板料或弯曲板料)之一开始设计,其他的智能设计元素可以添加到初始板料之上。然后,零件及其组成图素就可以通过各种方式进行编辑,编辑方式包括菜单选项、属性表和编辑手柄或按钮。

在开始钣金件设计之前,必须定义某些钣金件默认参数,如:默认板料、弯曲类型和尺寸单位。步骤如下:

- (1) 选择【工具】|【选项】命令,然后单击【板料】标签,在【板料】选项卡中会显示板料属性表。
- (2) 选定相应的默认属性。板料属性表包含CAXA实体设计中所有的可用钣金毛坯的牌号,其中当前默认类型呈高亮显示状态。板料牌号定义了特定的属性,例如:板料厚度和板料统一的最小折弯半径。利用滚动条可浏览该列表,并从其中选择适合于设计的板料型号。

**注意** 板料牌号均为美国标准。

- (3) 单击【钣金】标签,显示板料毛坯选项。

使用【钣金】选项卡,可以设定弯曲展开类型、切口宽度和深度以及弯曲半径,这些设定值将作为新添弯曲图素的默认值。此外,可指定建立成型及型孔图素的约束条件。在设定了成型和型孔约束条件后,新加入成型或型孔图素时系统自动显示约束对话框,而且成型或型孔图素对弯曲图素与板料图素、顶点图素、弯板

图素之间的约束会自动建立。

- (4) 选择【设置】|【单位】命令，弹出【单位】对话框，并显示【长度】、【角度】、【质量】选项。

利用下拉列表查看并选择各种选项。

现在，就可以开始使用 CAXA 实体设计的钣金件设计功能了。

### 1.3.2 板料图素

#### 1. 开始钣金件设计

- (1) 从【钣金】设计元素库中单击【板料】和【弯曲板料】图标，然后把它拖放到设计环境中，成为钣金件设计的基础图素(图 1.41)。

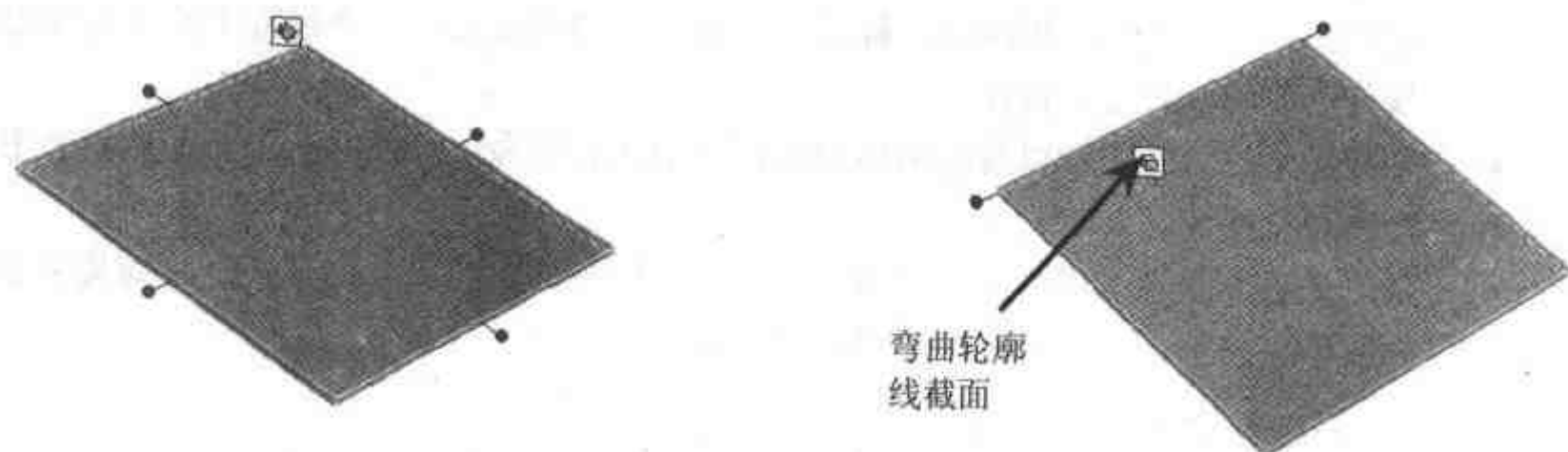


图 1.41 板料图素和弯曲板料图素

- (2) 默认状态下，板料图素的图素轮廓手柄处于激活状态。请记住，在把光标移到某条边的中心之前，图素轮廓手柄不会显示在图素上。若要显示板料图素的包围盒手柄，可右击图素，从弹出的快捷菜单中选择【显示编辑操作柄】命令，然后选择【包围盒】命令。

- (3) 按需要编辑平面板料图素。

拖动包围盒或图素手柄对图素进行可视化尺寸重设。若要精确地重新设置图素的尺寸，可在编辑手柄上右击，并分别从弹出的快捷菜单中选择【编辑包围盒】或【编辑距离】命令。如果需要修改弯曲轮廓截面，只需右击弯曲图素，从随之弹出的快捷菜单中选择【编辑截面】命令，然后按需要对该截面进行修改。

**注意** 弯曲图素手柄仅在垂直弯曲轮廓线截面方向上可用。

CAXA 实体设计的【添加板料】图素允许把扁平板料添加到已有钣金件设计中。【添加板料】将自动设定尺寸，使添加图素与原有图素的宽度或长度匹配。只需从钣金件设计元素库中选择【添加板料】图素，并把它拖动到板块的一条边上，直至该边上显示出一个绿色的智能捕捉显示区。该显示区一旦出现，

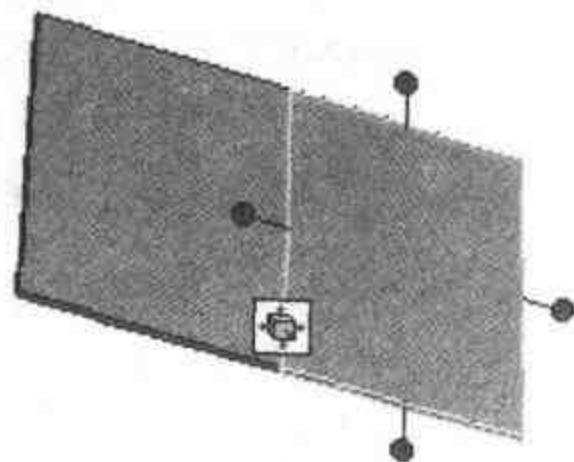


图 1.42 外接板料图素



即可释放添加板料图素(图 1.42)。图素到位后,就可以按照前述板料图素的尺寸设定方式进行尺寸重设。通过【添加弯板】图素可生成具有平滑曲面或非平滑弯曲的钣金件零件。

## 2. 板料图素的编辑手柄

如前所述,形状设计和包围盒手柄均可用于可视化和精确钣金件设计,这两种类型的手柄通常都用于板料图素的编辑,其方式同其他标准智能图素一样,唯一不同的是因钣金件厚度(高度)固定而导致高度包围盒手柄禁止。如图 1.43 所示为智能图素两种状态(形状和包围盒)的操作手柄图示,如果进入精确设计,需用到下列选项:

- **【编辑距离】** 选择此选项,可进入【编辑距离】对话框,并可指定一个值来重新设置扁平面板料图素相对于选定手柄默认位置的尺寸。
- **【与边关联】** 选择此选项,然后在其他钣金件对象上选定一条边,即可立即使选定手柄的关联面与指定边对齐。

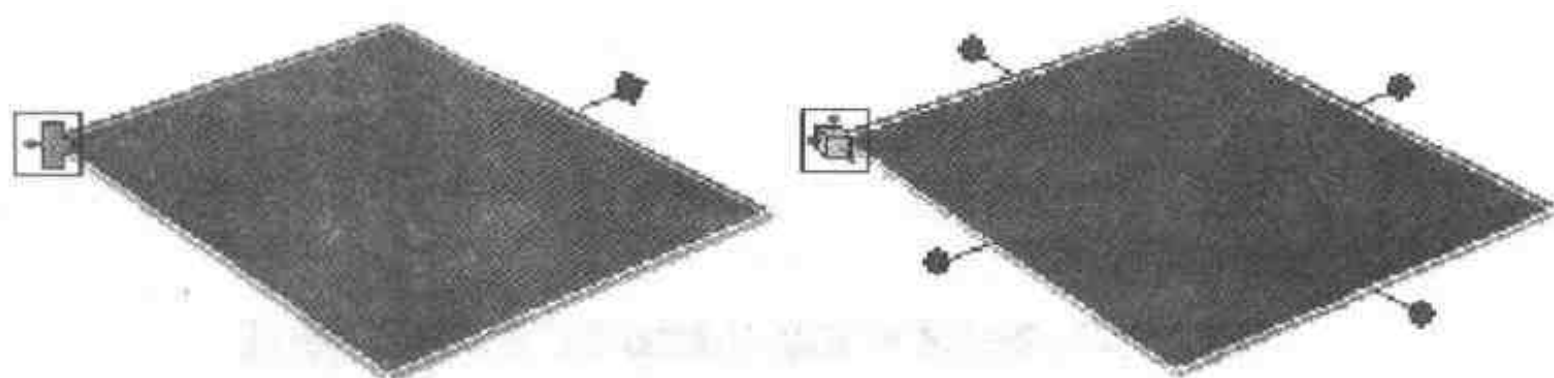



图 1.43 板料智能图素的两种状态

## 3. 生成曲面板料图素

- (1) 把【添加弯板】图素拖放到基础板料图素的一条边上。这时图素是扁平的(图 1.44)。
- (2) 在智能图素编辑状态右击弯曲板料图素,并从随之出现的快捷菜单中选择【编辑截面】命令。
- (3) 从二维绘图工具条上选择【连续圆弧】工具,并编辑弯曲图素的轮廓,连续圆弧工具生成了连续且相切的截面曲线(图 1.45)。

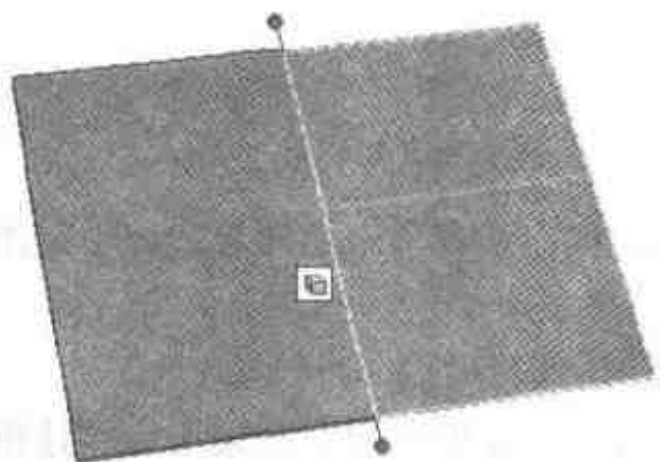


图 1.44 添加弯曲板料到基础板料图素上

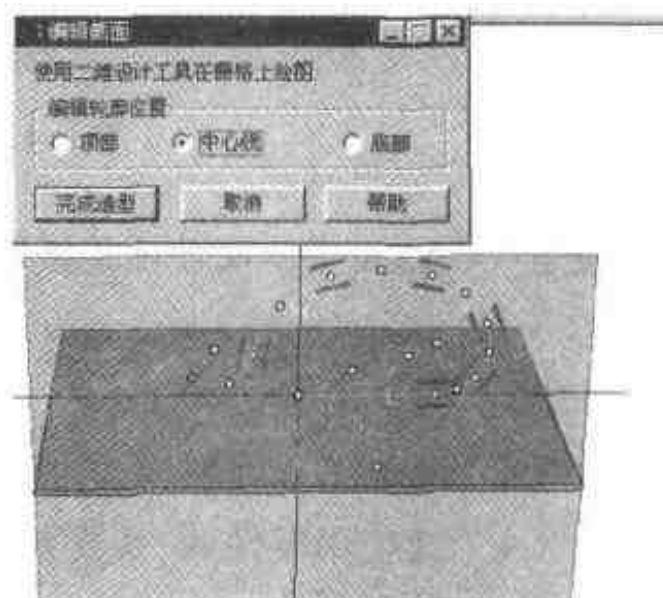


图 1.45 利用连续圆弧工具生成轮廓截面线

- (4) 待弯曲截面线完成后,在【编辑截面】对话框中选择【顶部】、【中心线】或【底

部】单选按钮来指定编辑轮廓的位置，从而确保得到平滑连接的相切截面。

- (5) 在【编辑截面】对话框中单击【完成造型】按钮，即得到如图 1.46 所示的曲面板料。



图 1.46 生成的曲面板料图案

#### 4. 弯曲板料属性

弯曲板料属性的设置主要在【钣金折弯特征】对话框中的【折弯】选项卡中进行。

- **【弯曲容限】**：提供弯曲图案折弯容限确定办法的选项，折弯容限仅用于确定圆柱形弯曲的展开长度，如图 1.47 所示。

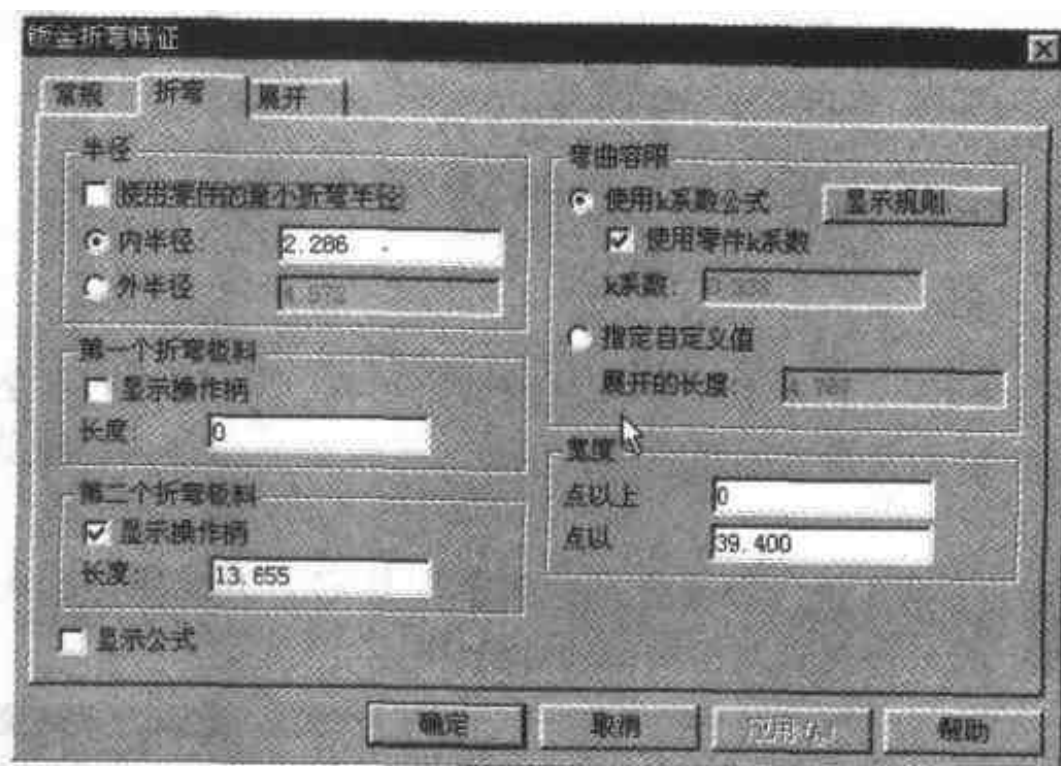


图 1.47 【钣金折弯特征】对话框

**注意** CAXA 实体设计计算折弯容限的方法，请参阅本节 1.3.4 节的内容。

- ◆ **【使用 k 系数公式】**：选择此单选按钮，可在折弯容限的计算过程中采用 k 系数公式。
- ◆ **【显示规则】**：单击此按钮，可显示【折弯容限计算】对话框。
- ◆ **【使用零件 k 系数】**：选择此复选框，可在确定折弯容限时采用为零件指定的 k 系数。
- ◆ **【k 系数】**：只有在前一选项未被选中时，此文本框才处于激活状态。利用它，可以为折弯容限指定一个精确的 k 系数。

- ◆ **【指定自定义值】**: 选择此单选按钮, 可指定弯曲图素的展开长度, 用于确定折弯容限。
- ◆ **【展开的长度】**: 此文本框仅在选定前一选项时激活, 在该文本框中应输入弯曲图素展开的精确值。
- **【宽度】**: 利用以下两个选项可定义弯曲图素相对于板料上放置图素的点的宽度。
  - ◆ **【点以上】**: 输入的值用于指定放置图素的板料上基准点以上的选定曲线宽度。
  - ◆ **【点以下】**: 输入的值用于指定放置图素的板料上基准点以下的选定曲线宽度。

### 1.3.3 钣金顶点图素

顶点图素以三色图标显示, 用于在平面板料的直角上生成倒圆角或倒角。

在 CAXA 实体设计的钣金件设计元素中有两种处于可用状态的顶点智能图素, 顶点倒圆角和顶点倒角。这些图素用于添加到扁平板料的直角上, 以生成倒圆或倒角后的角, 它可智能地在角的内侧作增料处理, 而在角的外侧则作除料处理(图 1.48)。两种类型的顶点图素按照适用于标准智能图素的可视化或精确方式之一编辑。

与平面板料图素一样, 图素包围盒的手柄可用于编辑顶点钣金件图素。这两种类型的手柄都可用于对顶点图素进行可视化编辑和精确编辑, 其方式与扁平板料钣金件图素一样。

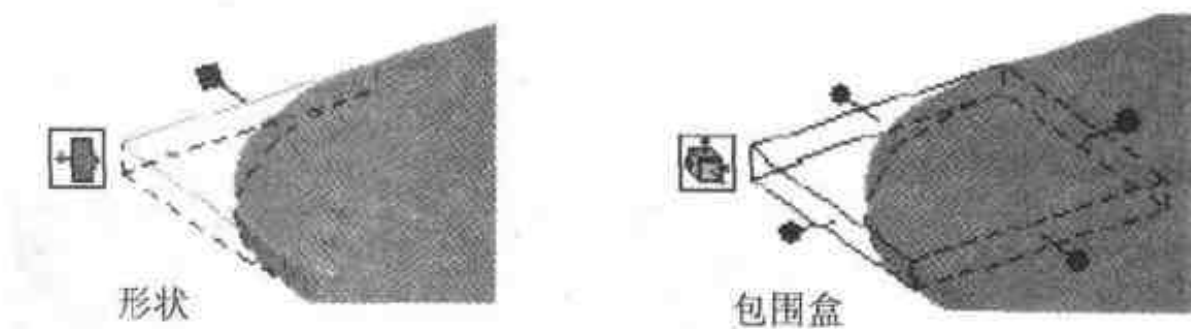


图 1.48 钣金顶点智能图素的形状和包围盒编辑

### 1.3.4 板料弯曲图素

弯曲图素在设计元素浏览器内以黄色图标显示, 用于添加到平面板料上需要圆柱面弯曲的地方。弯曲图素适合钣金工艺的折弯工艺, 在 CAXA 实体设计环境中, 一般是仅有平面板料存在时才能将弯曲图素拖放到平面板料的一边。

#### 1. 弯曲图素的类型

如果显示出**【钣金】**设计元素库中的内容并浏览到黄色的弯曲图素, 请注意其中包括 3 种类型:

- **【卷边】**: 选择这种类型可添加一个  $180^\circ$  角、内侧弯曲半径为 0 的弯曲。
- **【弯边连结】**: 选择这种类型可添加一个  $180^\circ$  角、弯曲半径为板厚度一半的弯曲。

- **【无补偿折弯】**：选择这种类型可添加一个  $90^\circ$  角的弯曲，同时为零件采用指定的弯曲半径。

3 种类型(【无补偿折弯】除外)都是【自动尺寸】图素，即它们会自动和被添加到曲面的宽度或长度相匹配。

对于弯曲类型，它有多种变体；这种弯曲是 CAXA 实体设计在钣金件设计方面的优势之一，能使弯曲类型轻易地使用个别设计需求。例如，除普通弯曲类型外，还有【内弯曲】和【外弯曲】图素。这 3 种弯曲的示意图如图 1.49 所示。

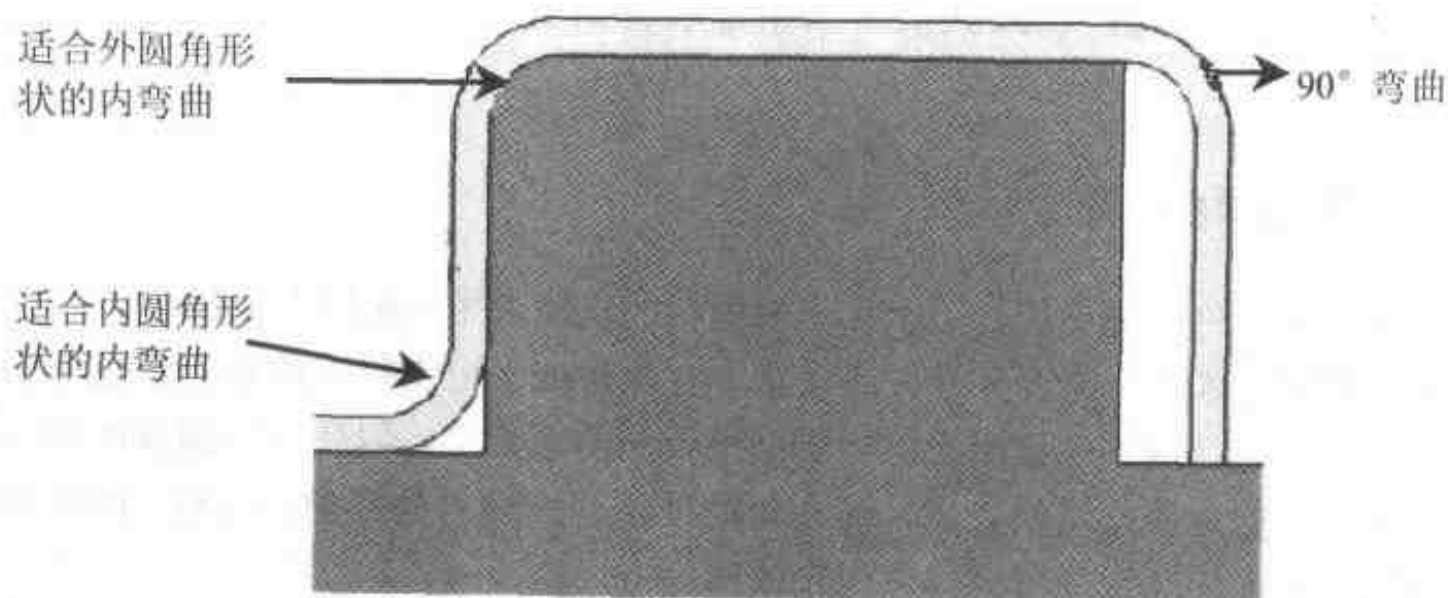


图 1.49 3 种弯曲图素

3 种弯曲的形式相同，区别在于它们相对于添加这些弯曲曲面的对齐方式不同，如下所述：

- **外弯曲**：这种弯曲图素对施加该弯曲的板料进行修剪，使弯曲的外表面与板料末端表面的原位置对齐(图 1.50)。

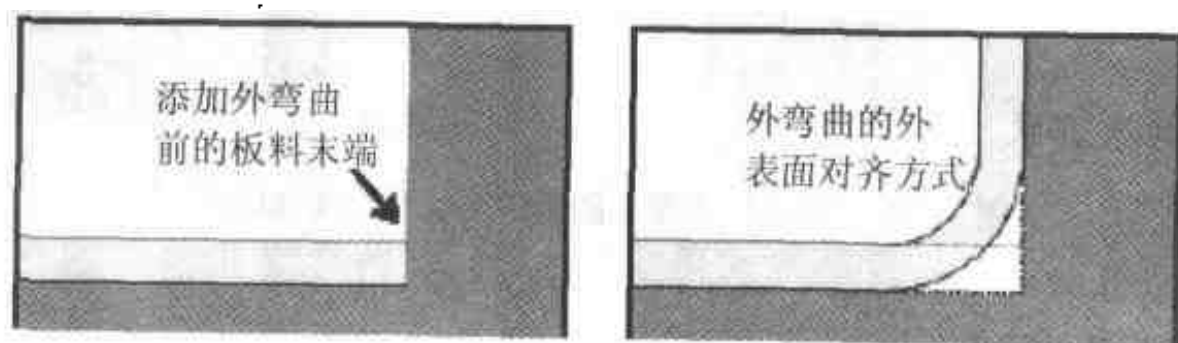


图 1.50 外弯曲示意

- **内弯曲**：这种弯曲图素对施加该弯曲的板料进行修剪，使弯曲的内表面与板料末端表面的原位置对齐，如图 1.51 所示。

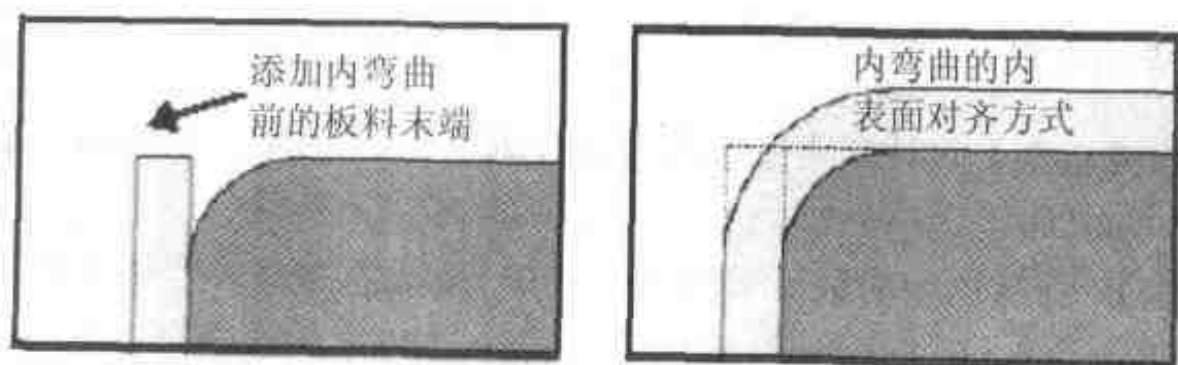


图 1.51 内弯曲示意图

- 弯曲：这种弯曲图素直接应用于板料上，不作修剪，如图 1.52 所示。

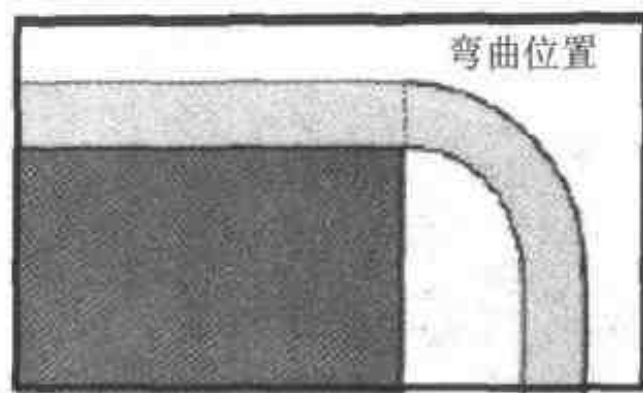


图 1.52 板料的弯曲示例

而不带料折弯、不带料内折弯和不带料外折弯是带有贴附平面板料的其他弯曲类型，能够在智能图素编辑状态独立编辑弯曲和曲面板料，以获得附加的自定义功能。尽管【折弯】、【向内折弯】和【向外折弯】图素还可在弯曲图素两端添加一段曲面板料，板料和弯曲被看作是一个图素，并且不能在智能图素编辑状态单独选定或编辑。此外，还有一个【无补偿折弯】图素，用于添加指定默认宽度的、以选定点为中心的弯曲。

最后还有一个重要的问题，就是在向钣金件添加任何类型的弯曲图素时需考虑弯曲方向。CAXA 实体设计提供一种指定弯曲图素类型方向的简单易懂的方法，该方法使用了添加曲面上下底边的智能捕捉反馈。在已有板料相应面的边上拖动图素，直至该边出现一个绿色智能捕捉提示，然后释放鼠标，即可添加一个向上的弯曲。若要添加一个向下的弯曲，对板料下面的边采取同样的操作即可，其操作如图 1.53 所示。

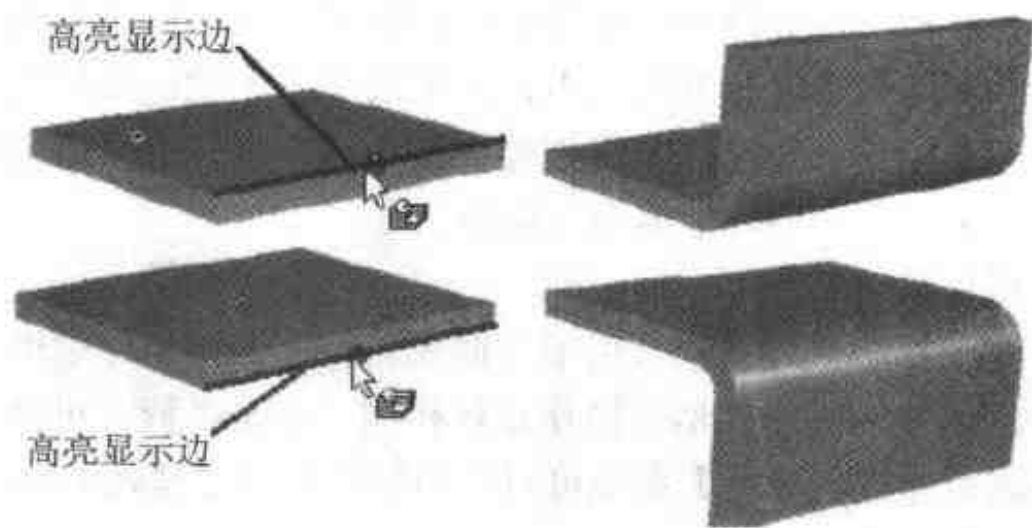


图 1.53 添加向上和向下弯曲的板料

为方便以下示例，应选中【以捕捉为默认手柄操作特征】复选框。为此，应选择【工具】|【选项】命令，在打开的对话框中单击【交互】标签，然后选定该复选框。

## 2. 弯曲图素的编辑工具

图素编辑手柄除了可用于弯曲钣金件形状和尺寸的设计外，还能用来编辑钣金的弯曲角度、弯曲半径及弯曲曲面板料的长度。另外 CAXA 实体设计还引入了用于弯曲钣金展开的工具，使用者可方便地选择是否显示弯曲展开和是否增加或减少弯曲的角展开。

### ● 弯曲图素编辑手柄

默认状态下，弯曲图素编辑手柄在智能图素状态出现。如果手柄弯曲图素中尚未激活，则可通过在右击图素，再选择【显示编辑手柄】|【形状】命令。智能图



素状态的编辑手柄如图 1.54 所示。

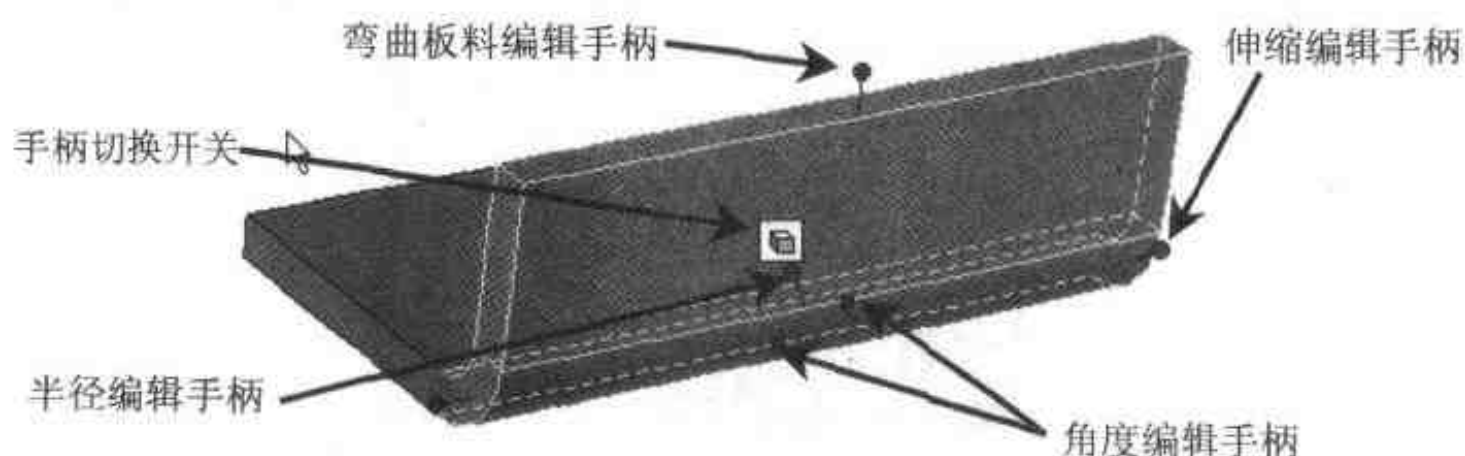


图 1.54 弯曲图素编辑手柄

- ◆ 角度编辑手柄

用于编辑折弯的角度( $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ ), 通过右击角度编辑手柄, 可输入精确角度值来切换边。

- ◆ 半径编辑手柄

这个方形的手柄可用于对弯曲半径进行可视化编辑。把光标移向球形半径编辑手柄, 直至光标变成带双向圆弧的小手形状。把光标拖向或拖离弯曲表面, 可减小或增大弯曲半径并对齐某条曲线。右击手柄, 弹出【编辑半径】菜单命令, 选择该命令可以指定是否应把零件的最小折弯半径用作弯曲的内半径, 或者确定是否为半径指定一个精确的内半径或外半径值。

- ◆ 伸缩编辑手柄

显示在弯曲图素的两端, 可用于弯曲图素长度的可视化编辑。把光标移到相应的手柄, 直至光标变成带双向箭头的小手形状, 然后拖动鼠标即可增加或缩短弯曲图素的长度。右击伸缩编辑手柄, 可弹出快捷菜单, 其中【编辑弯曲长度】命令可精确地编辑弯曲的长度。

- ◆ 弯曲板料编辑手柄

显示在板料的上表面, 可用于弯曲板料长度的可视化编辑。其操作过程与上面介绍的伸缩编辑手柄的操作过程相同。右击手柄, 可弹出快捷菜单, 选择【编辑折弯板料长度】命令可对弯曲的长度进行精确编辑。

- 弯曲展开编辑工具

单击上图的【手柄切换开关】可以得到弯曲展开编辑工具手柄, 如图 1.55 所示, 或者右击图素, 选择【显示编辑操作柄】|【展开】命令。

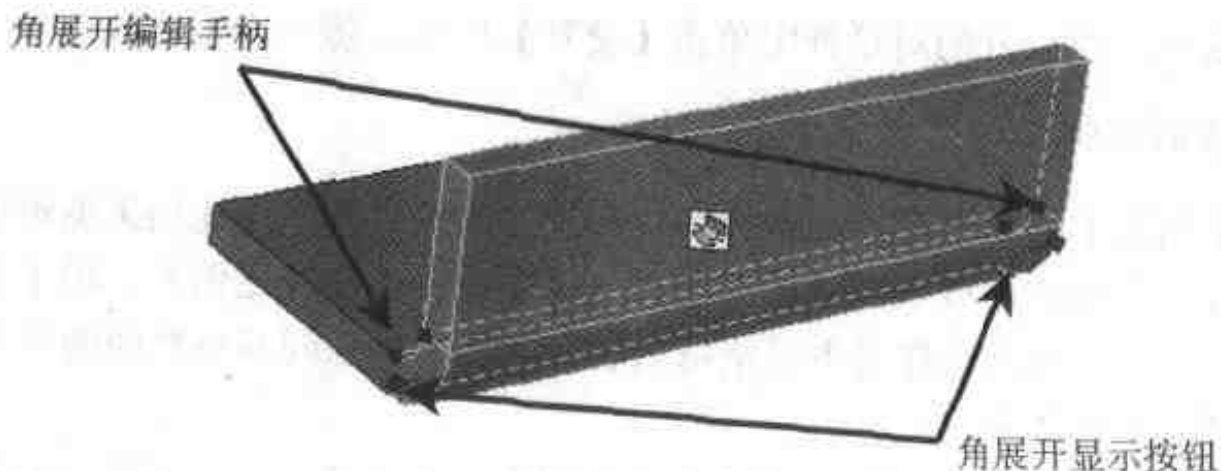


图 1.55 弯曲展开的编辑手柄

### ◆ 角展开编辑手柄

右击显示在弯曲两端与板料相接处的小方形按钮，可以设置其弯曲属性，在弹出的【钣金折弯特征】对话框中有展开类型的设置。

### ◆ 角展开显示手柄

显示在弯曲图素末端的棱形手柄，只需在拖动手柄可对角展开部分进行可视化增加或减小。右击手柄可精确地编辑弯曲的角展开尺寸，在【编辑角】文本框中输入相应的值即可。

## ● 弯曲智能图素属性

右击弯曲智能图素，会弹出【钣金折弯特征】对话框(图 1.56)，对话框内的【常规】选项卡使用办法和前面所讲其他实体图素的使用方法基本一样，而【折弯】和【展开】两项较为特殊，下面作一介绍。

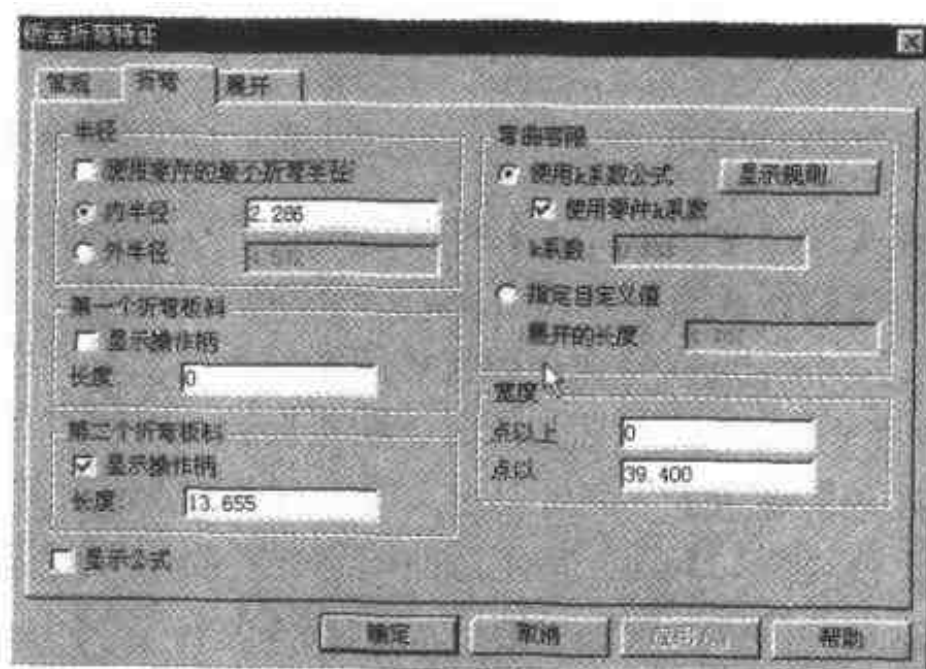


图 1.56 【钣金折弯特征】对话框

### ◆ 弯曲(折弯)属性

在未选择【使用零件的最小折弯半径】复选框时，可在【内半径】或【外半径】文本框中设置弯曲的内半径和外半径。

在选择【使用零件的最小折弯半径】复选框时，零件的弯曲半径由最小折弯半径决定，而最小折弯半径由材料的塑性所决定。

### ◆ 【第一个折弯板料】、【第二个折弯板料】

由图 1.57 可知，第一、第二折弯板料的性质完全是一样的，只不过是有时它们并不需要同时处于激活状态。

【显示操作柄】：此复选框可以决定是否显示折弯板料上的操作手柄。

【长度】：该文本框中的数值用来指定板料的伸展长度。

- ◆ 【弯曲容限】：提供有关弯曲图素折弯容限确定方法的选项，弯曲容限是在弯曲角度、材料厚度和内半径的基础上计算的。如果钣金材料是集中而均匀的，而且未超过材料的弹性限度，它的临界面与板材的中心平面是一致的。然而，当弯曲应力超过弹性限度时，临界面就会向弯曲的内表面移动。正常情况下，临界面的重新定位距离为板材厚度的 30%~50%之间。描述临界面重定位位置的值称为 k 系数(ANSI 对 k 系数的定义)。

折弯容限(BA)采用公式  $BA = A \times (R + Kt)$  计算(图 1.58), 其中  $R$  表示弯曲内半径值,  $t$  表示板料厚度,  $A$  表示为弯曲外表面上的测得弯曲弧度值。

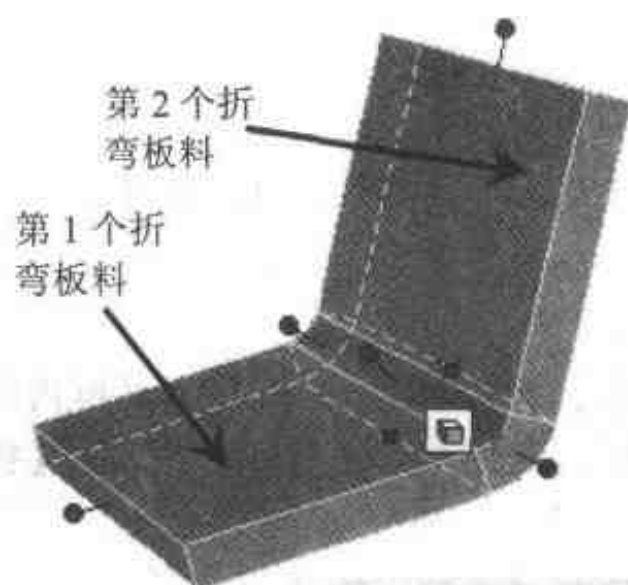


图 1.57 两个折弯板料的显示

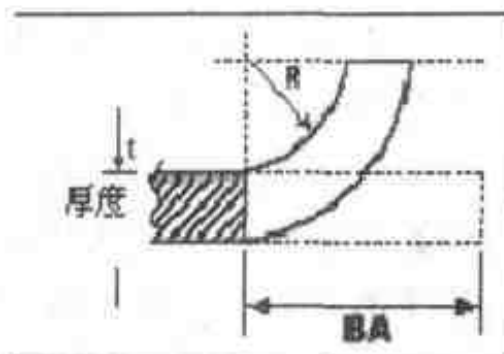


图 1.58 折弯容限(BA)计算示意图

在未选择【使用 k 系数公式】单选按钮时才可以选择【指定自定义值】单选按钮来为弯曲图素的展开长度指定一个精确的值。

- ◆ **【点以上】**: 指定选定弯曲在放置该图素的板料上对应点上方的宽度。
- ◆ **【点以下】**: 指定选定弯曲在放置该图素板料上对应点下方的宽度。

利用【展开】选项卡, 就可以定义用于弯曲图素展开的参数。

**【矩形】**或**【圆形】**用于指定弯曲图素展开的切口形状, 而**【宽度】**或**【深度】**文本框中的值, 则表示切口尺寸(图 1.59)。

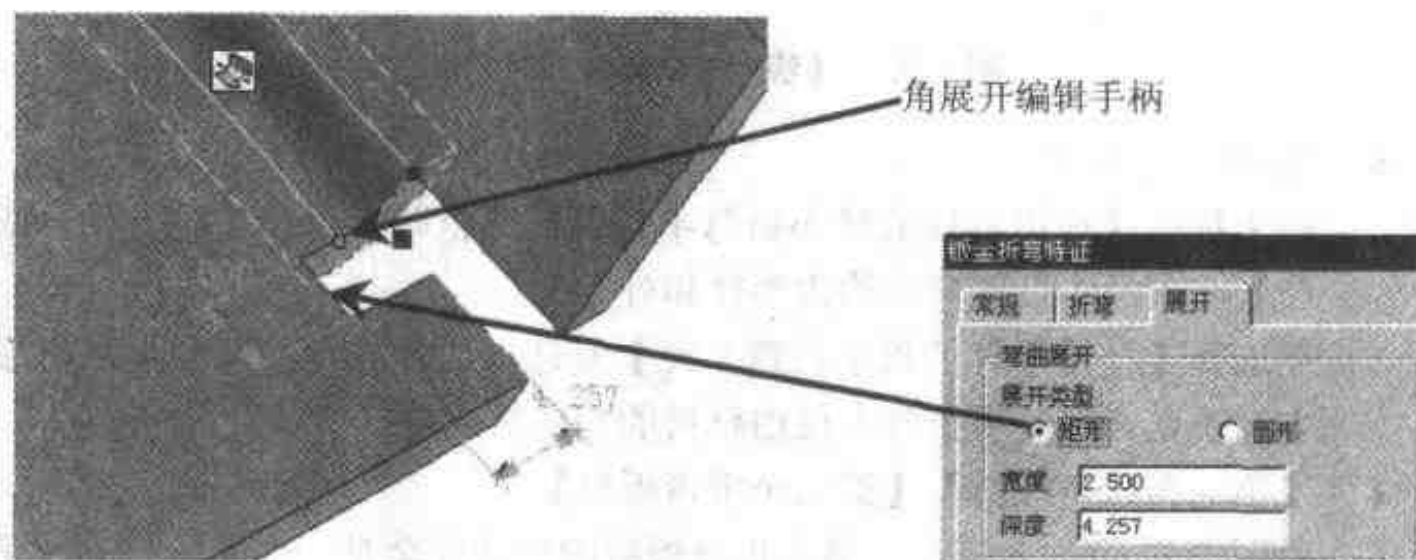


图 1.59 弯曲展开的切口形状和尺寸表示

**注意** 单击角展开编辑手柄才能显示弯曲展开时的切口。

- ◆ **【把弯曲线传递到工程图中】**: CAXA 实体设计具有把弯曲线显示在包含弯曲图素的钣金件相关工程图中的功能。在弯曲线上右击, 在弹出的快捷菜单中选择**【移动折弯线】**命令, 便可以将弯曲图素的弯曲线输出到展开钣金件的相关工程视图中。

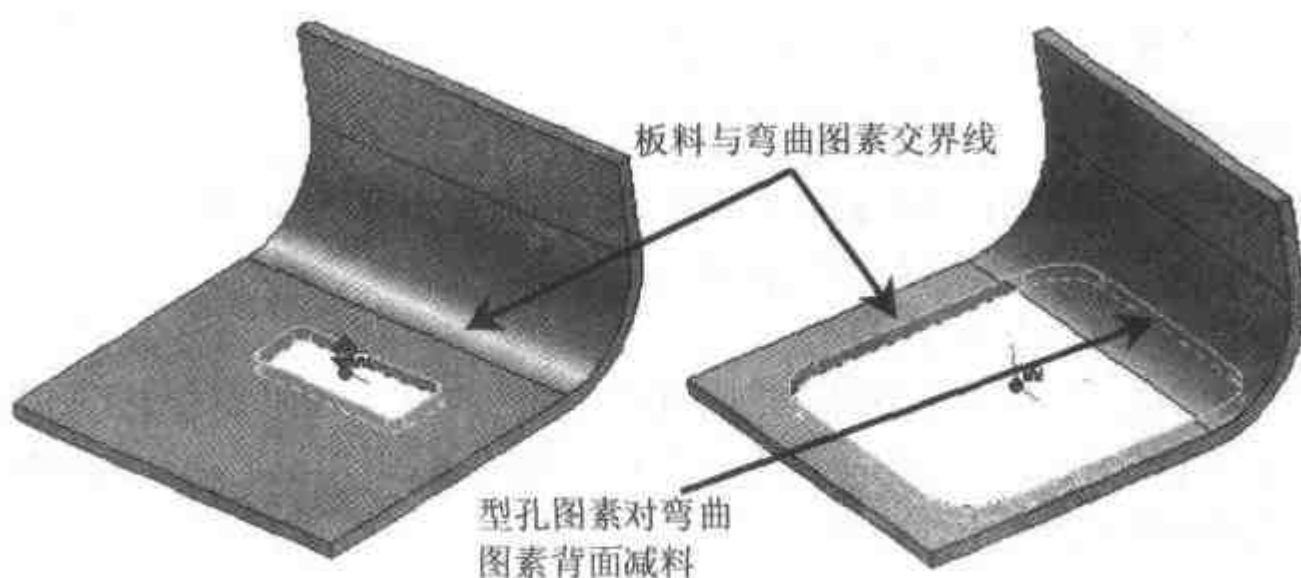


图 1.60 定位在板料图素上的型孔图素对弯曲图素的影响

### 1.3.5 成型图素和型孔图素

成型图素以绿色图标显示，是由生产过程中的冲压模压力加工操作使板料产生的变形特征。型孔图素以蓝色图标显示，是由冲床加工产生的板料除料型孔特征。

CAXA 实体设计的成型图素和型孔图素添加到钣金件上后，将使现有板料变形或除料，同时约束条件将自动显示出来，约束显示在新图素和已有图素上最近的两条边上。若要禁止显示约束条件，可选择【工具】|【选项】命令，并在打开的对话框中单击【钣金】标签，并从右下角的【约束】选项组中取消选择【生成冲孔并形成约束】复选框。如果显示出约束，就可指定一个用于精确定义或锁定这些约束的【编辑值】对话框。为此，应选择【当拖动冲孔后显示约束对话框】复选框，屏幕上将为拖放到钣金件设计或零件上的所有后续冲压模变形或型孔图素显示出【编辑值】对话框。

成型图素和型孔图素有一个特别针对钣金件设计的编辑系统，该系统有数量充足的备用尺寸供选择，为此，CAXA 实体设计提供了加工属性表，为一些特殊情况指定自定义选择并查看选定工具的精确值。还可以编辑已有的默认选项或在其中添加内容，若要使用加工属性，应在智能图素编辑状态右击成型图素和型孔图素，并从随之弹出的快捷菜单中选择【加工属性】命令。还可以通过在智能图素编辑状态右击显示的尺寸来访问加工属性。如图 1.61 所示为某型散热孔图素的加工属性编辑表。

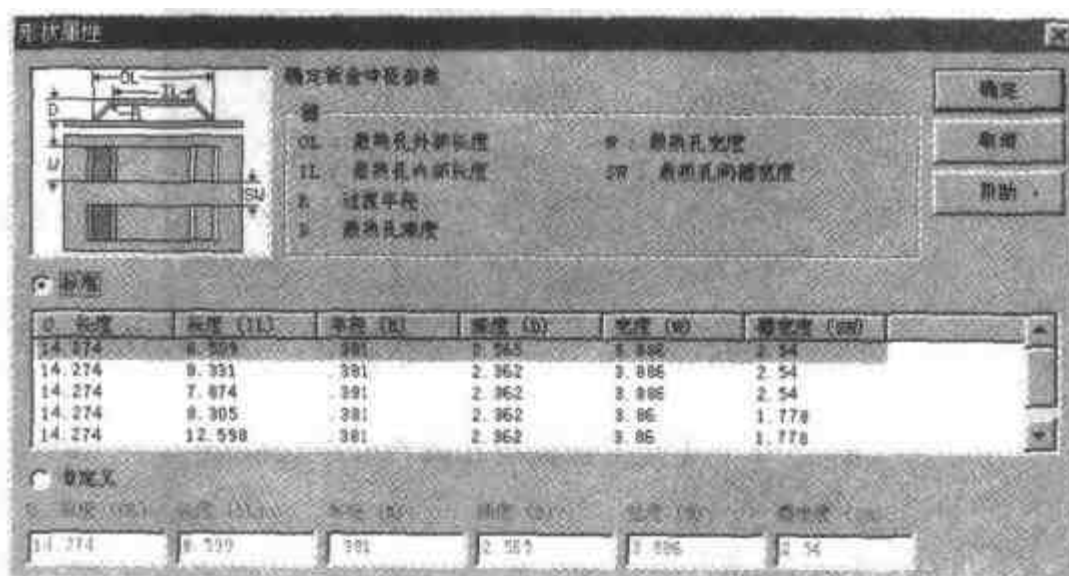


图 1.61 散热孔的加工属性编辑表

**注意** 设计复杂时, 应选用【设计树】来选择设计环境中的成型或型孔图素。

这个对话框显示了 CAXA 实体设计针对选定对象默认图素的全部参数。这些图素与利用箭头编辑按钮访问的图素相同。列表中各条目的显示顺序与使用上下箭头键浏览时的顺序一样。在使用滚动条浏览整个列表时, 会看到其中有的选项处于高亮显示状态。该选项为应用于选定图素的当前选项。

在对话框的底部, 是用于为图素生成自定义尺寸的输入选项。可在相应的文本框内输入其他值来定义某个图素, 然后单击【确定】按钮, 即可立即把输入值应用到图素中。但是, 自定义冲压模变形或型孔图素一旦生成并应用, 编辑按钮就会被禁止, 直至从加工属性列表中再次选定某个默认尺寸。

### 1. 成型图素和型孔图素编辑按钮

如图 1.62 所示, 当在智能图素编辑状态选择成型和型孔图素时, 会显示出上或下红色或灰色箭头按钮, 红色箭头按钮表示该按钮处于激活状态, 图素的其他默认尺寸则可通过单击该按钮来访问。灰色的箭头按钮表示该按钮处于禁止状态。若要为图素切换 CAXA 实体设计默认的尺寸, 可把光标移到红色上箭头键按钮上, 直至光标变成一个指向手指, 而箭头变成黄色(表示被选中), 然后单击鼠标。此时, 会发生如下变化:

- 出现黄色显示的新图素轮廓线, 用于在图素应用之前进行预览。
- 一个圆形的绿色【应用】按钮出现在箭头按钮的右边。如果查找到一个尺寸合适的图素, 单击此按钮就可以应用该图素。
- 灰色的箭头按钮变成红色时, 表示被激活。

用向上或向下箭头作为尺寸调整按钮可以为成型和型孔图素选用 CAXA 实体设计中的默认尺寸。利用这些按钮, 在图素定位后(图中的尺寸标尺), 单击绿色的应用按钮就可以确定成型和型孔图素的尺寸或定位。如果默认尺寸中没有符合要求的图素, 可以利用本节随后讨论的方法生成自定义图素。

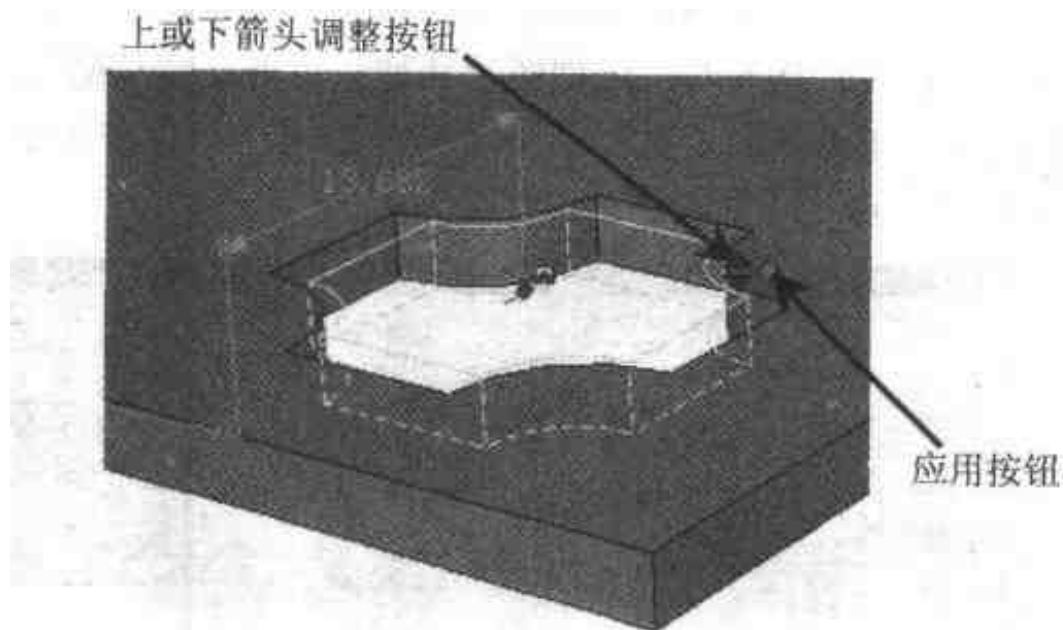


图 1.62 成型图素和型孔图素的编辑按钮

### 2. 把型孔图素添加到弯曲图素中

如图 1.63 所示, 从设计元素中拖动型孔图素, 然后在平板上单击释放, 如该图素不



和板料与弯曲图素交界线相交,则型孔图素的减料操作不会影响,但如将型孔图素扩大后,型孔图素会影响弯曲图素的背面,而正面对弯曲图素的影响仅到交界线为止。

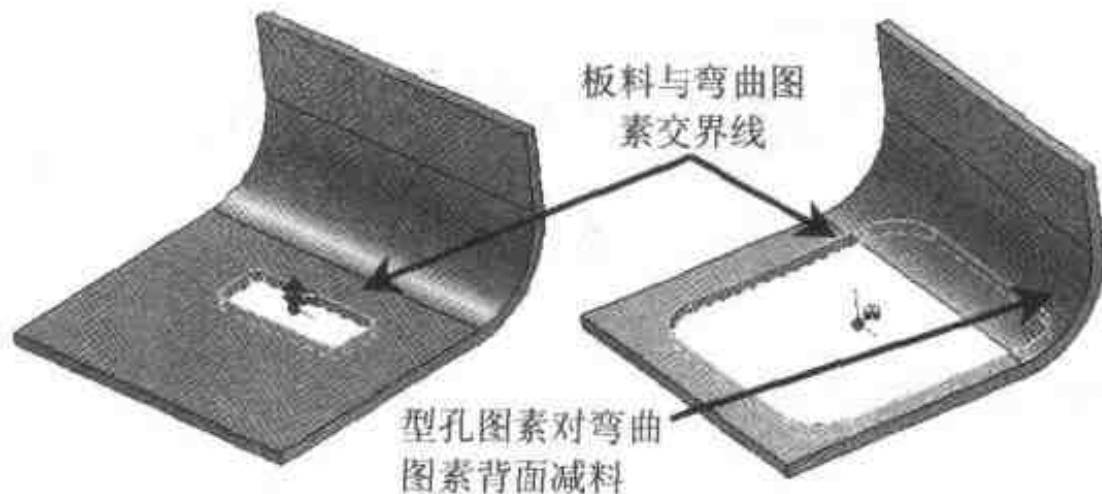


图 1.63 定位在板料图素上的型孔图素对弯曲图素的影响

但如果将型孔图素拖放到弯曲图素上任意点定位释放,型孔图素本身的定位就有两种,一种是以弯曲面的展开状态(平面)为定位基准,另一种是以板料平面为基准,如图 1.64 所示,在其中任何一种情况下,型孔图素都将保持它们在展开和未展开状态下的结构完整性。

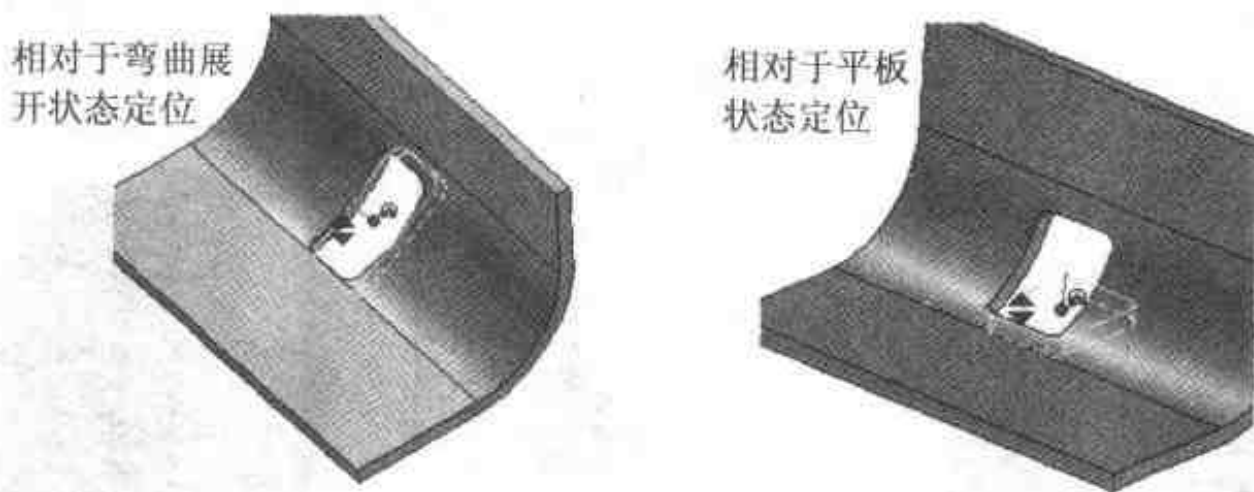


图 1.64 型孔图素在弯曲图素上的两种定位

选择型孔图素相对于弯曲展开状态还是平板状态存在,应选择【工具】|【选项】命令,并在打开的对话框中单击【钣金】标签,之后单击【高级选项】按钮,弹出【高级钣金选项】对话框(如图 1.65 所示),并选择【冲孔定位模式】选项组中的【折弯处冲孔相对平板定位】复选框,则可以得到相对平板定位新的型孔图素,否则将以弯曲展开状态定位。

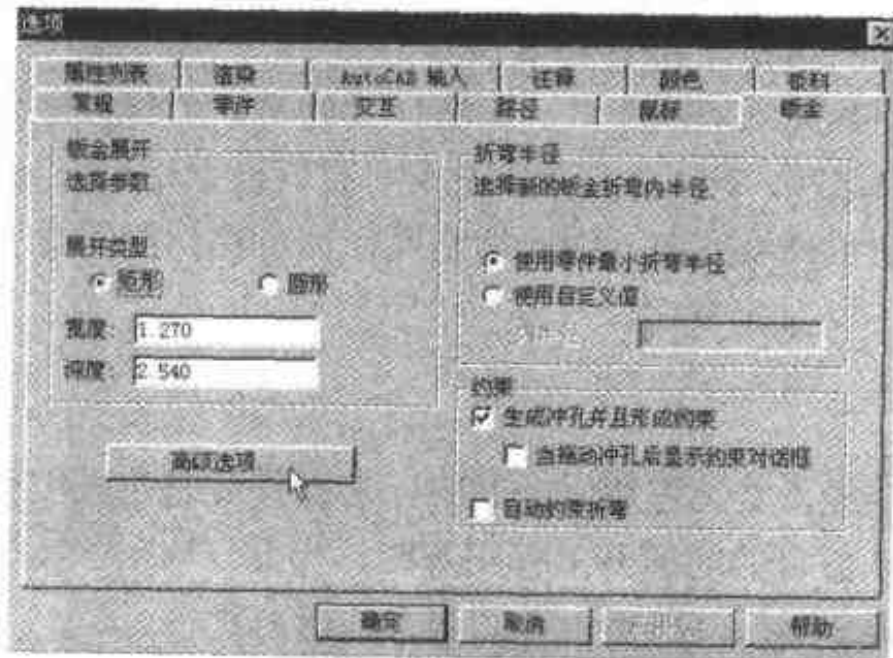




图 1.65 型孔图素定位选择

### 1.3.6 钣金件的切割和展开

#### 1. 钣金件的切割

CAXA 实体设计具有修剪钣金件和精确展开钣金件的功能，这一过程在实施时采用标准智能图素实体或钣金件零件作切割工具，假如当前设计环境环境中有一折弯零件和一长方体(图 1.66)，两者有部分相交，现将长方体作为切割工具，操作步骤如下：

- (1) 选定需要切割的钣金件，按 Shift 键，然后选择切割图素(长方体)。
- (2) 选择【工具】|【切割钣金件】命令，这时在设计树中显示出了一个切割操作，切割图素仍在设计环境中，如图 1.67 所示。

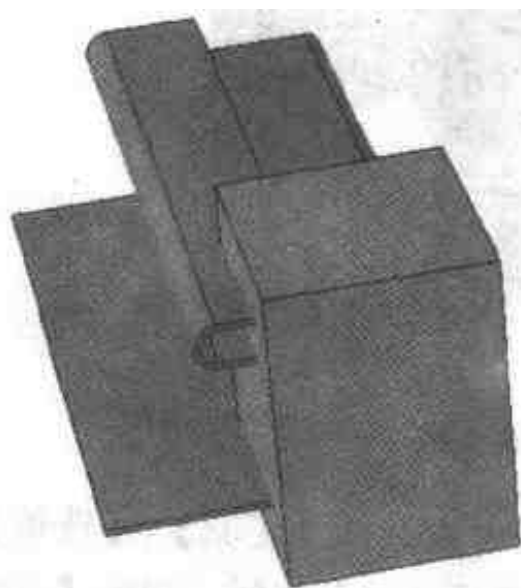


图 1.66 用一长方体切割钣金件

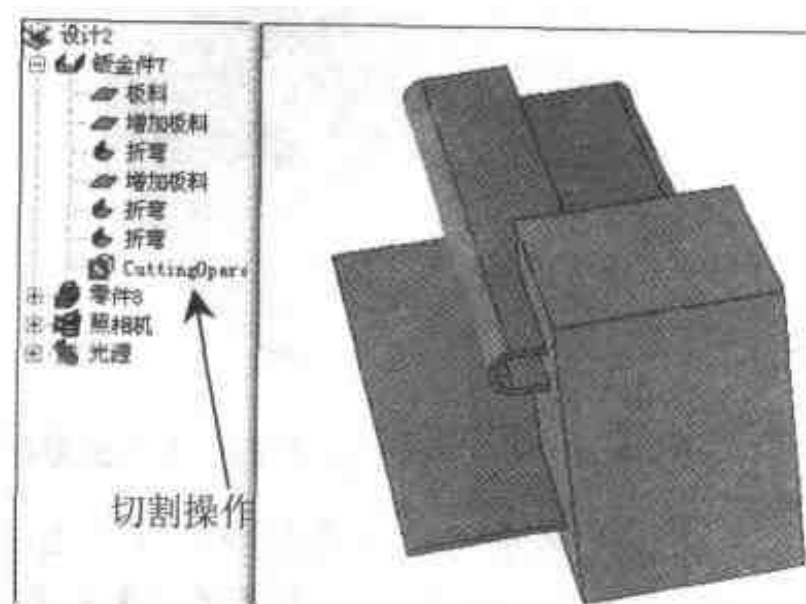


图 1.67 切割钣金件操作

- (3) 选定切割图素，然后按 Delete 键即可将其删除，尽管切割图素(长方体)已被删除，但切割操作仍然保留，如图 1.68 所示。

如果采用钣金件图素充当切割图素，则选择【切割钣金件】命令可激活一个对话框，其中显示 3 个切割方向选项：向上、向下和相交。方向根据切割钣金件的定位锚位置确定。例如，向上为定位锚的正高度方向，因此切割操作便可将切割图素上表面以上的钣金件部分切掉。

#### 2. 展开钣金件

钣金件设计一经完成，其工程逻辑上的下一步操作应是生成零件的二维工程图。由于钣金件设计需要用于制造目的的展开工程图视图，为此 CAXA 实体设计提供了一个简单过程来展开已完成的钣金零件，然后再返回到它的弯曲状态。

展开或折叠钣金件的步骤如下:

- (1) 在零件编辑状态选定如图 1.69 所示的钣金零件。
- (2) 选择【工具】|【钣金展开】命令, 零件将在设计环境中以展开状态显示。
- (3) 此时, 可以分别向二维布局图环境中生成钣金零件和展开件的二维工程图, 如图 1.70 所示。

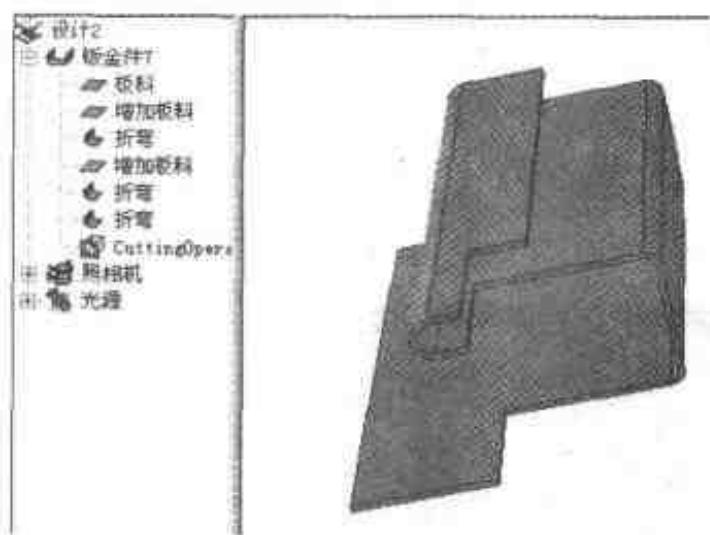


图 1.68 完成切割操作



图 1.69 被选定的钣金件

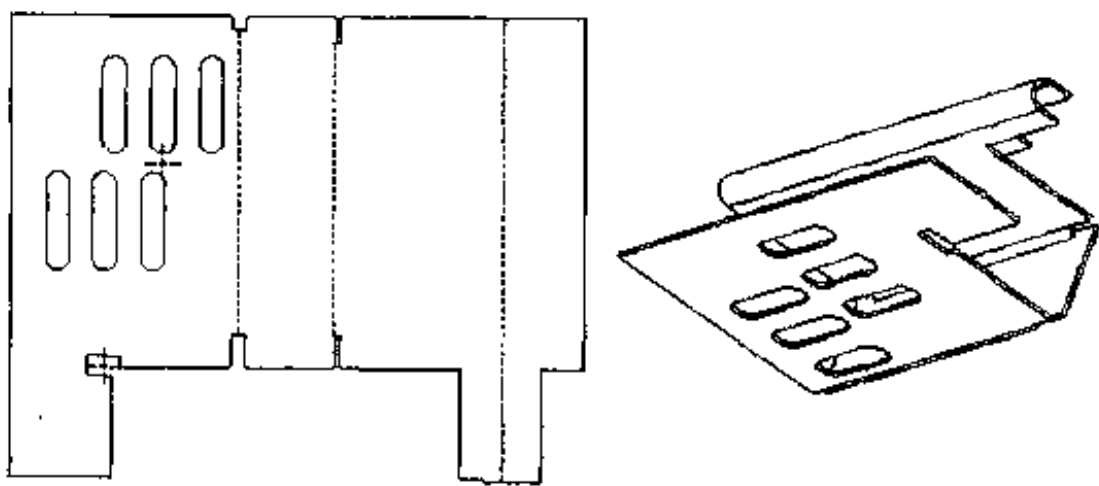


图 1.70 未展开和展开钣金零件的工程视图

- (4) 二维工程图完成后返回到设计环境中后, 再选择【工具】|【展开复原】命令就可以返回到零件的未展开状态。

在此, 需要特别注意的是, 当展开钣金件时, CAXA 实体设计应用【设置】|【配置】命令, 将自动为其展开和未展开状态生成配置文件, 如果重新复原钣金件, 对展开钣金件的任何修改都给予保存。

CAXA 实体设计能够利用展开钣金件的定位锚指定其方向和方位, 零件的定位锚可移动到其他板料或弯曲特征上, 从而使选定的特征作为展开基础的参考。

若要定位锚重新定位, 则应先选定钣金件, 单击定位锚图标, 在弹出的菜单中选择【空间自由移动】命令, 选定定位锚后利用三维球进行重定位。尤其需要注意的是, 如果把定位锚置于弯曲特征上, 展开方位的参考位置将以选定弯曲图素的第一个折弯板料为基准。

### 1.3.7 自定义轮廓图素

在设计元素库中显示为一个深蓝色图标, 自定义轮廓图素必需拖放到某个零件或板料

图素上后,才能对其轮廓进行编辑。默认状态下,是把它作为一种圆孔智能图素拖放到零件上,如要编辑智能图素的截面,可右击自定义轮廓图素,在弹出的快捷菜单中选择【编辑截面】命令,然后按二维截面编辑方法来修改截面轮廓。

### 1.3.8 钣金件属性和工具表的修改

#### 1. 钣金件属性

在零件编辑状态下,右击钣金件,在弹出的快捷菜单中选择【零件属性】命令,并打开【钣金件】对话框中的【钣金】选项卡(图 1.71)。



图 1.71 【钣金件】对话框

- **【名称】**: 这是一个不可编辑的文本框,其中显示的是当前默认板料类型。
- **【重量】**: 在该文本框中可输入选定钣金件所需的重量。
- **【厚度】**: 这个文本框显示的是当前默认板料的厚度,在该文本框中插入其他值并不改变设计环境环境中的板料厚度。
- **【最小折弯半径】**: 该文本框中的数值为当前钣金件需要采用的最小折弯半径。它只适用于已指定采用最小折弯半径作半径定义的弯曲。
- **【代码】**: 该文本框显示的是当前默认板料类型的代码。
- **【标尺】**: 该文本框显示的是当前默认板料的相关标尺。
- **【k 系数】**: 用来输入选定钣金件的板料 k 系数。
- **【选择一个新板料】**: 单击此按钮,打开【选择板料】对话框,在该对话框中可以浏览并指定选定钣金件的替代板料规格。
- **【使用 DIN6935 标准】**: 选择此复选框,可指定钣金件采用 DIN 6935 折弯容限标准。
- **【显示规则】**: 按钮此按钮,可显示 CAXA 实体设计用以计算折弯容限的公式。

#### 2. 工具表的修改

虽然 CAXA 实体设计中包含有许多用于设计钣金件的默认工具和材料,但如果有特殊需要,也可以选择 CAXA 实体设计中编辑已有的工具或材料,这个过程可通过修改工具表完成。

工具表是一个数据文件，用于指定 CAXA 实体设计中用以定义特定钣金件工具或图素的参数。若要访问使用该文件，应显示出 CAXA 实体设计系统文件，然后查找名为 tooltbl.txt 的文件。打开该文件，即可显示工具表的内容。

若要理解 CAXA 实体设计中编辑或添加钣金工具和材料所用的格式，则应仔细阅读该文件的开头部分。为了确保编辑或添加到表中的条目正确有效，就必须服从这一格式。该部分的末尾还包括英制和公制尺寸设定采用的单位。浏览该文件的其余内容时，将注意到该表还定义了 CAXA 实体设计默认成型和型孔图素的参数。在该文件的末尾，还可以看到 CAXA 实体设计中钣金板料材料的参数。

在进行任何改变或添加之前，最好先生成工具表文件的备份。建议采用相同的文件名，但扩展名采用“.bak”。如果原文件在编辑时不慎误删除或不符合需要，备份文件就可以保证不丢失有用信息。改变或添加操作完成后，应保存并关闭该文件。若要激活新设置值，就必须先退出正在运行的 CAXA 实体设计，然后再重新启动应用程序。之后，自定义的工具和材料将显示在 CAXA 实体设计的默认值列表中，供生成钣金板料、成型或型孔图素使用。



## 第2章 机械零件设计

机械零件设计包含的内容非常广,它涉及运动机构、力学、空间几何、制图和材料加工等基础知识。读者在阅读本章内容之前,最好先有一些机械设计或加工方面的基本知识,这样便于理解实体设计的操作步骤。本章所选的实例均来自笔者教学和科研资料,具有很强的实用性。

本章主要包括以下内容:

- 箱体类零件的设计,常具有复杂外形和内腔,属于设计和加工的难点。
- 模具型腔设计,空间曲面的设计以及曲面/实体的混合设计是难点和重点。
- 复杂零件的视图生成,这一内容对企业实现无纸化设计和生产具有重要意义,三维和二维的自动关联、智能标注及有关图纸的标准等内容是重点。

### 2.1 减速器机盖

减速器的机盖是典型的箱体类零件,为了适应铸造工艺的要求,其壁厚是均匀的。箱口的前后及左侧有向外伸出的斗圆柱形轴承座,两侧有带螺栓孔的凸台。机盖上面开有方形窥视孔。同时大量的螺孔、销孔也是机盖的重要组成部分,如图2.1所示。本节在《CAXA 实体设计——应用基础篇》的基础上,进一步深化CAXA 实体设计命令。机盖是典型、常见而且很重要的机械零件之一,学会减速器机盖的设计对以后进行其他机壳类机械零件的造型设计有一定的启发作用。



图 2.1 减速器机盖

#### 2.1.1 箱体的基本造型

- (1) 从窗口右侧【图素】目录中拖出一个【圆柱体】智能图素,单击圆柱体表面使其进入智能图素状态,右击任一智能图素手柄,选择【编辑包围盒】命令,在弹出的对话框中将长度改为400,高度改为230,单击【确定】按钮,按F8键后结果如图2.2所示。
- (2) 再向圆柱体的上表面中心点处拖入一个【圆柱体】智能图素,结果如图2.3所示。

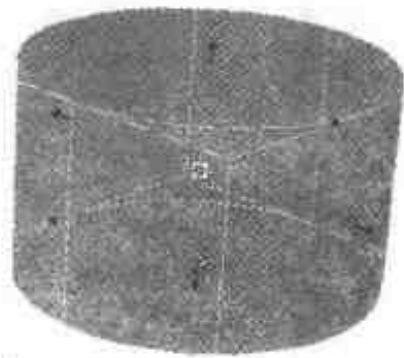


图 2.2 引入智能图素

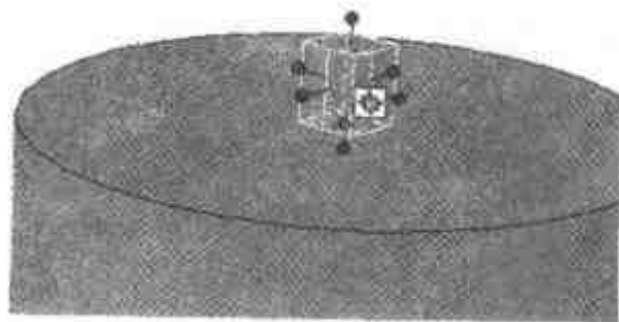


图 2.3 引入第2个图素

- (3) 右击如图 2.4 所示的手柄 A，选择【编辑包围盒】命令，在弹出的对话框中把高度改为 60，长度改为 190，单击【确定】按钮；用同样的方法右击手柄 B，把高度改为 350，单击【确定】按钮，按 F8 键后结果如图 2.4 右图所示。

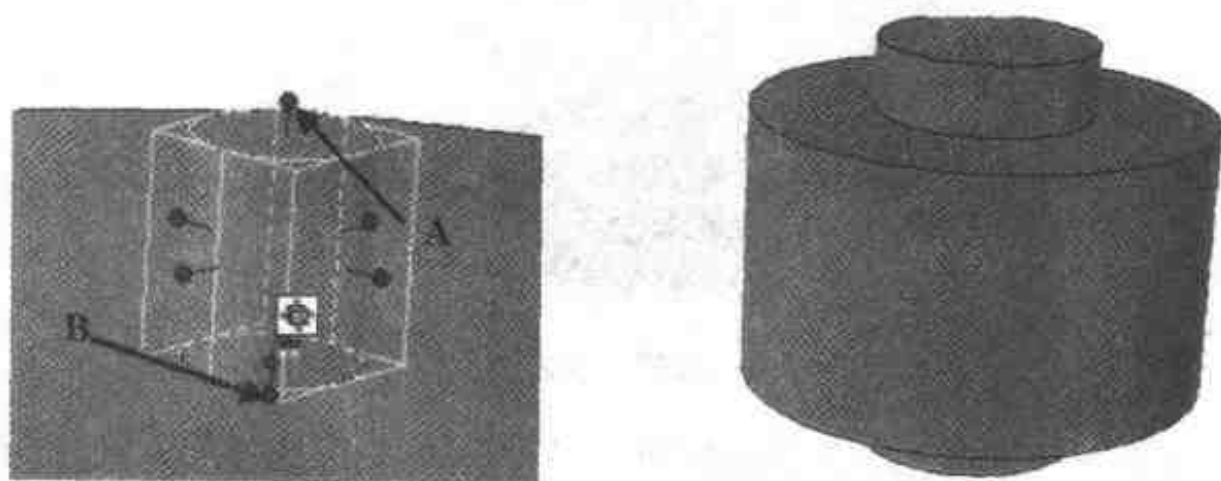


图 2.4 编辑包围盒

- (4) 向第一个圆柱体的边缘高亮点拖放一个【圆柱体】智能图素，打开【三维球】。  
(5) 沿如图 2.5 所示的轴 A 将新拖入的圆柱体顺时针旋转 90°，再右击手柄 B 并选择【移动】命令，在【距离】文本框中输入“115”，单击【确定】按钮，结果如图 2.5 右图所示。

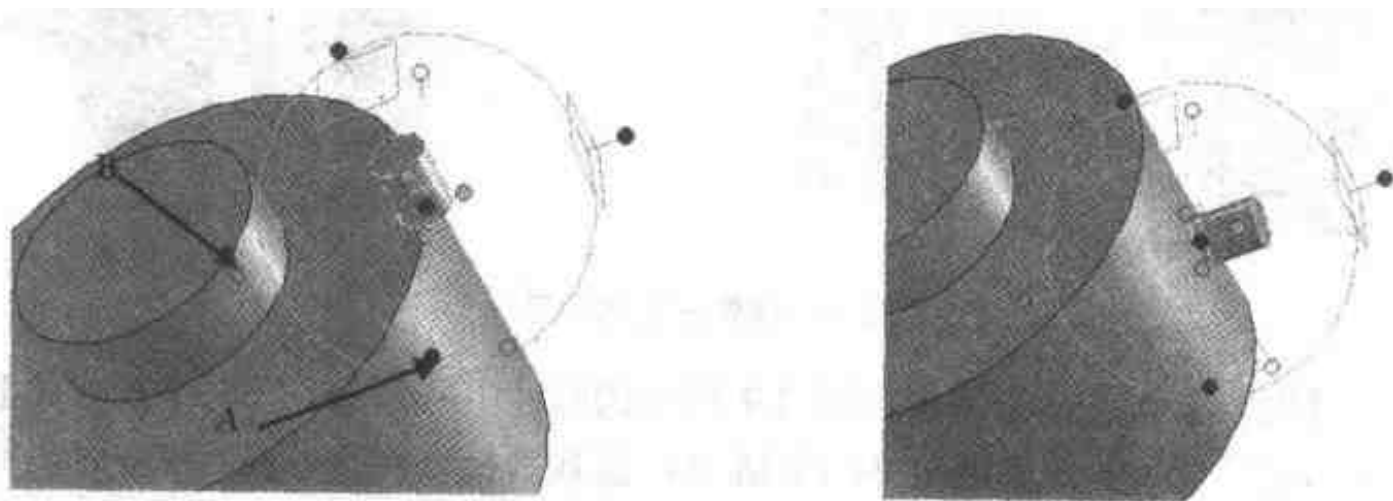


图 2.5 定位图素

- (6) 关闭【三维球】，按住 Shift 键的同时拖动如图 2.6 所示的手柄 A 到第 2 个圆柱体的中心，然后右击手柄 B，将高度改为 350，长度改为 190，单击【确定】按钮，可以生成两个相贯的圆柱体，如图 2.6 右图所示。

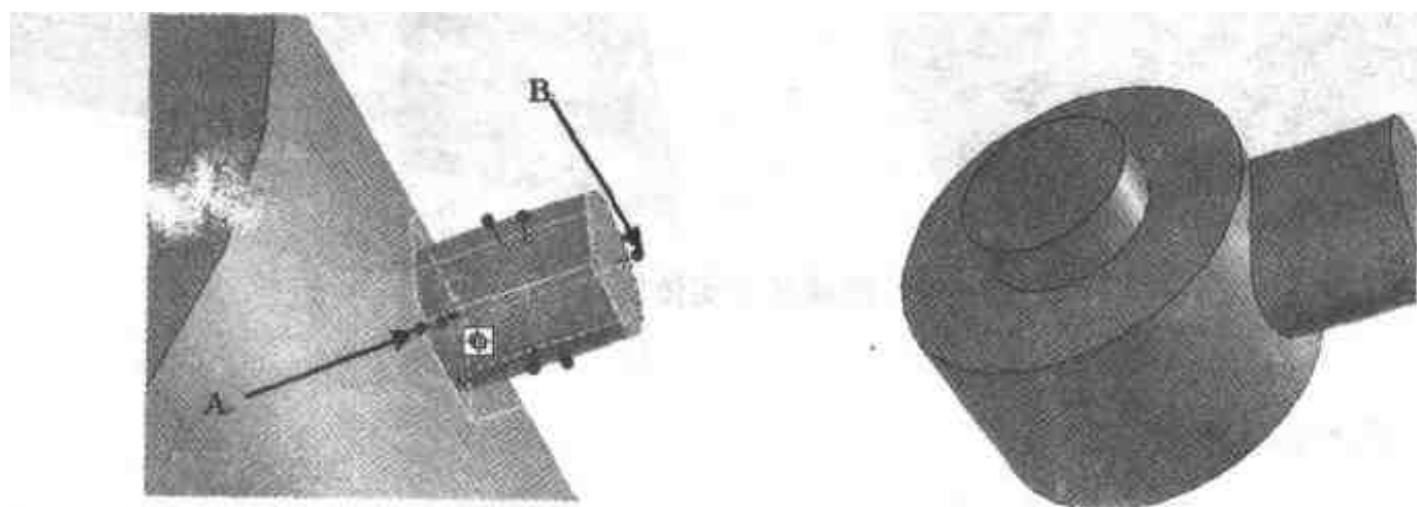


图 2.6 生成相贯体

- (7) 向新生成的右侧圆柱体表面中心拖入一【长方体】智能图素，结果如图 2.7 所示。



图 2.7 添加一长方体图素

- (8) 按住 Shift 键的同时拖动如图 2.8 所示的手柄 A 到圆柱体的右侧表面释放(智能捕捉), 然后右击手柄 B, 将宽度改为 15, 长度改为 350, 最后右击如图所示的智能手柄 C, 将高度改为 590, 按 F8 键后结果如图 2.8 右图所示。

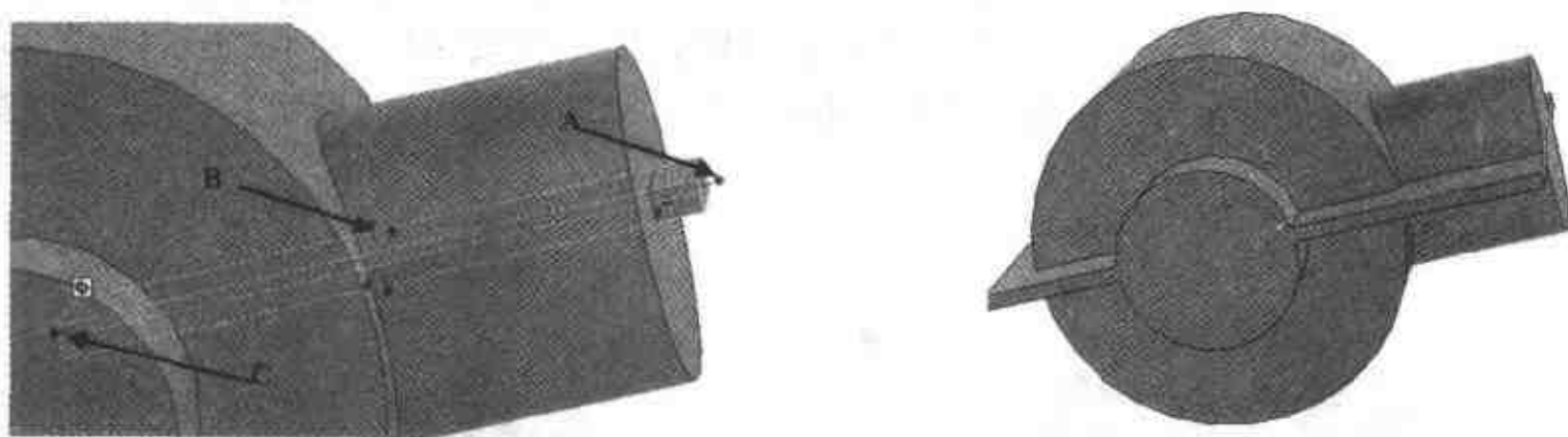


图 2.8 调整长方体的尺寸

- (9) 从【图素】设计元素库中向图 2.9 所示的圆柱中心拖入一【孔类长方体】智能图素, 按住 Shift 键的同时拖动手柄 A, 使其到长方体的下表面平齐时再释放, 然后拖动其他 5 个智能手柄将长方体以下的部分遮住, 结果如图 2.9 右图所示。

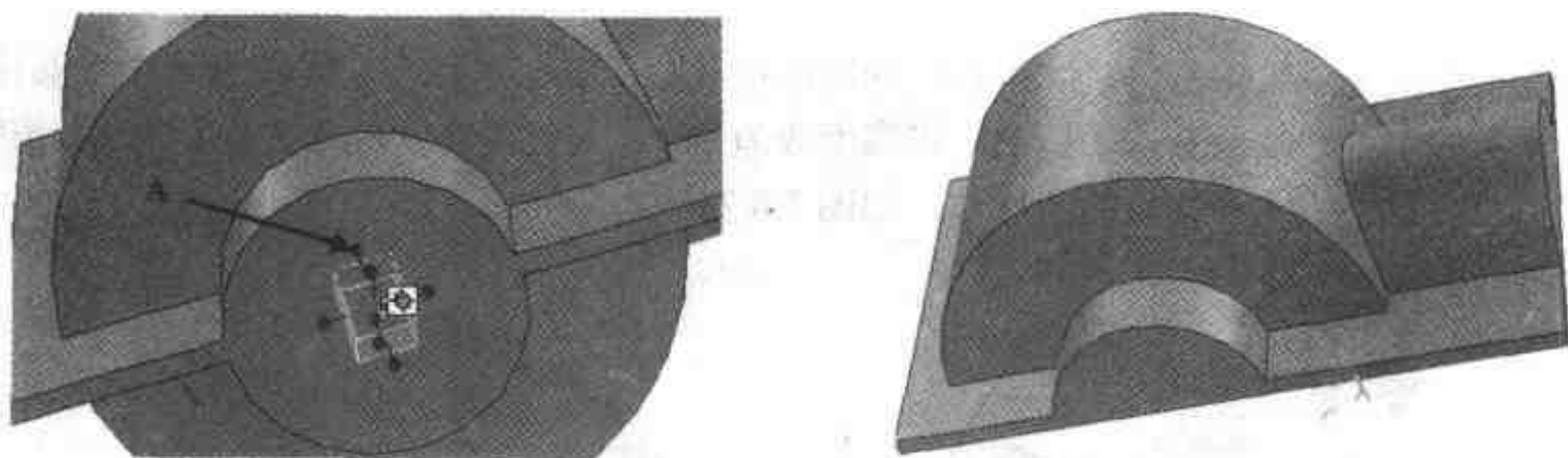


图 2.9 完成基本实体的造型

### 2.1.2 凸台的制作

- (1) 从【图素】设计元素库中向如图 2.10 所示交点处拖入一个【圆柱体】智能图素, 结果如图 2.10 右图所示。

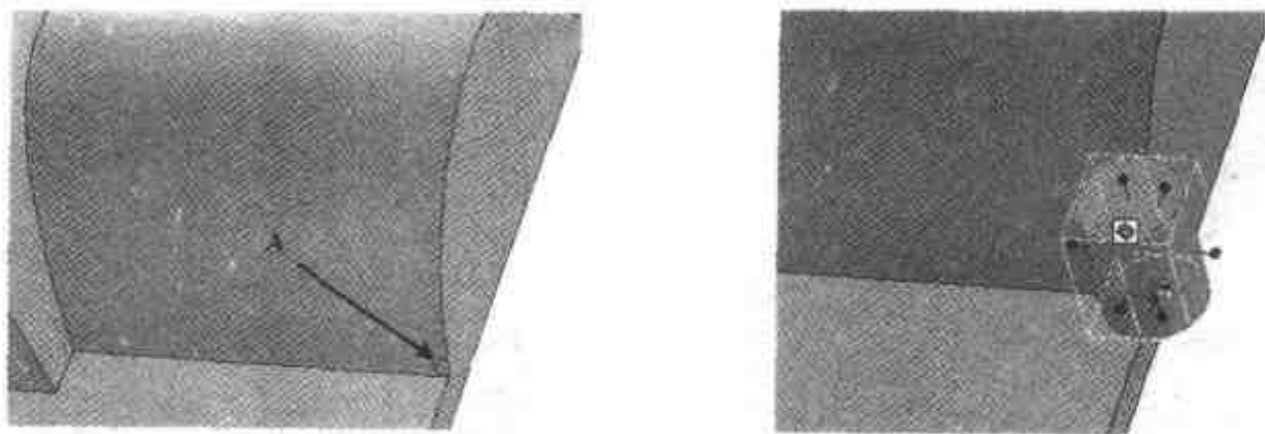


图 2.10 引入第一个凸台圆柱

- (2) 右击如图 2.11 所示的手柄 A，设置高度为 45、长度为 52，单击【确定】按钮；打开【三维球】后沿长方体长度方向向左移动 30，结果如图 2.11 右图所示。

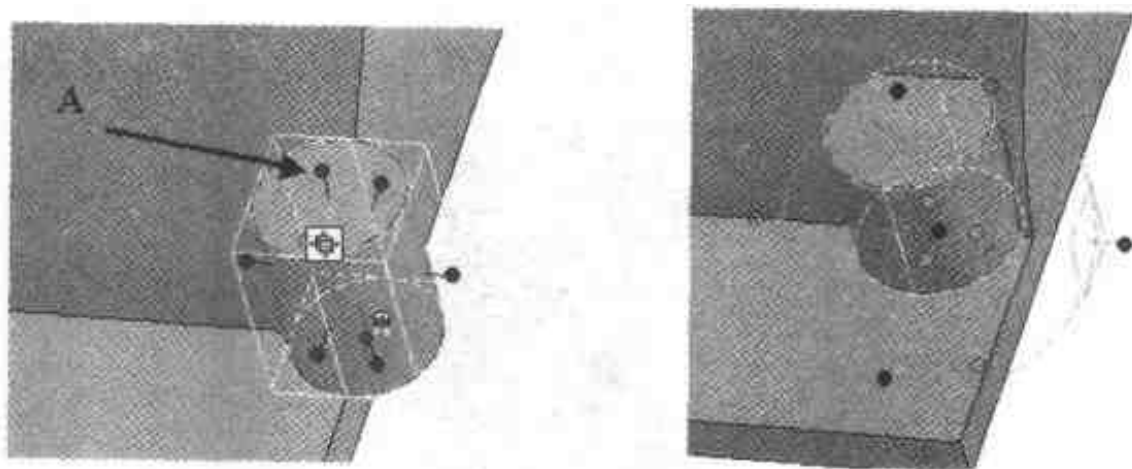


图 2.11 调整与定位圆柱

- (3) 单击如图 2.12 所示的手柄 A 使黄色轴线出现，然后右击如图 2.12 所示的智能手柄 B，选择【生成矩形风格】命令，在【第一方向距】文本框中输入“100”，在【第二方向距】文本框中输入“190”，单击【确定】按钮，结果如图 2.12 所示。

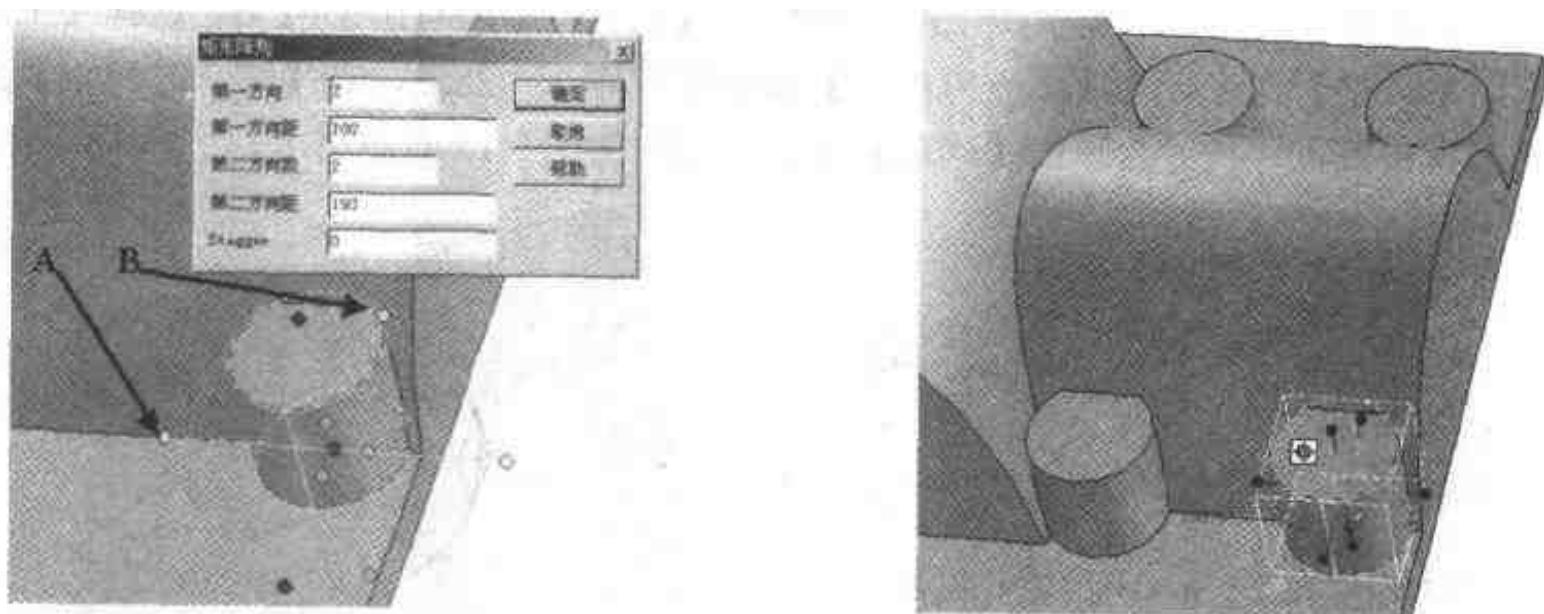


图 2.12 生成凸台圆柱的阵列

- (4) 从【图素】设计元素库中向如图 2.13 所示交点 A 处拖入一个【圆柱体】智能图素，结果如图 2.13 所示。



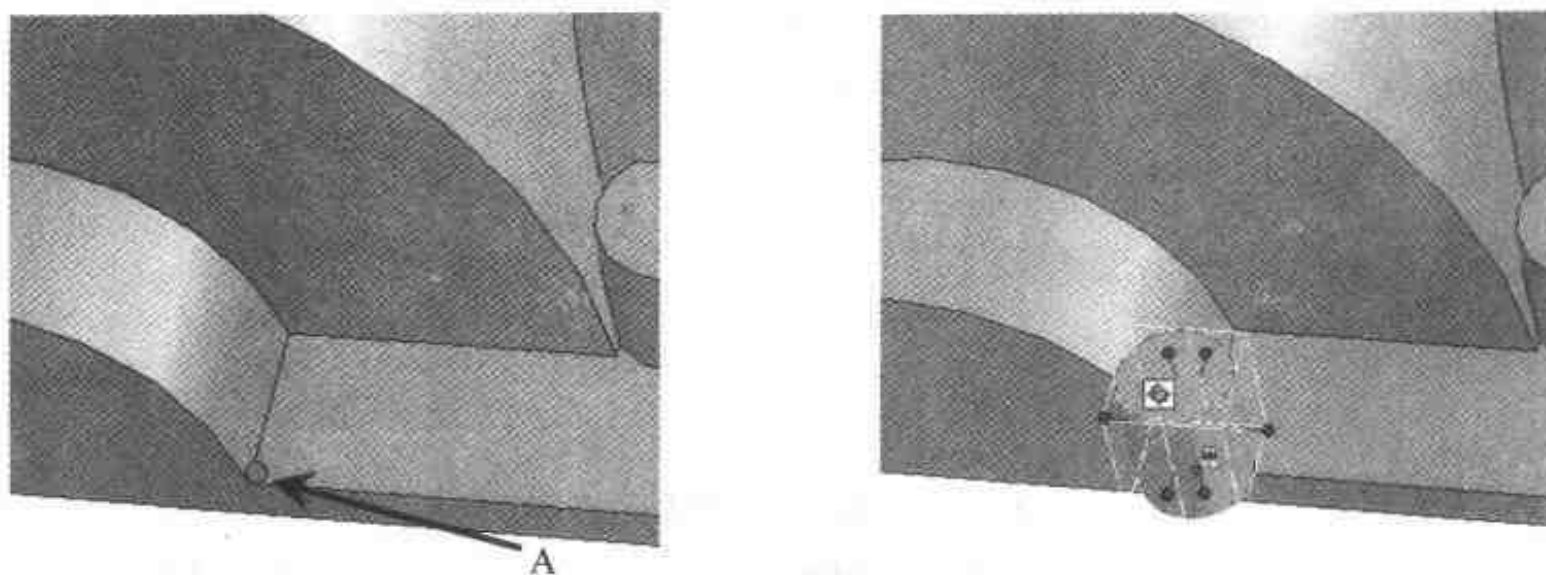


图 2.13 拖入一图素

- (5) 右击如图 2.14 所示的手柄 A，将高度改为 45，长度改为 50，单击【确定】按钮；打开【三维球】后沿长方体宽度方向向内移动 32.5，结果如图 2.14 所示。

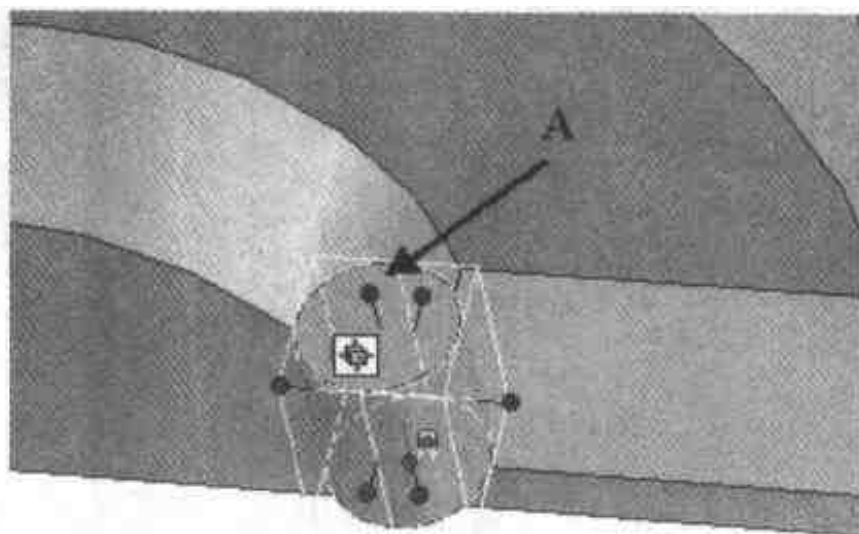


图 2.14 调整包围盒

- (6) 单击如图 2.15 所示的手柄 A 使黄色轴线出现，然后右击手柄 B，选择【生成矩形风格】命令，在【第一方向矩】文本框中输入“285”，在【第二方向矩】文本框中输入“190”，单击【确定】按钮，结果如图 2.15 右图所示。

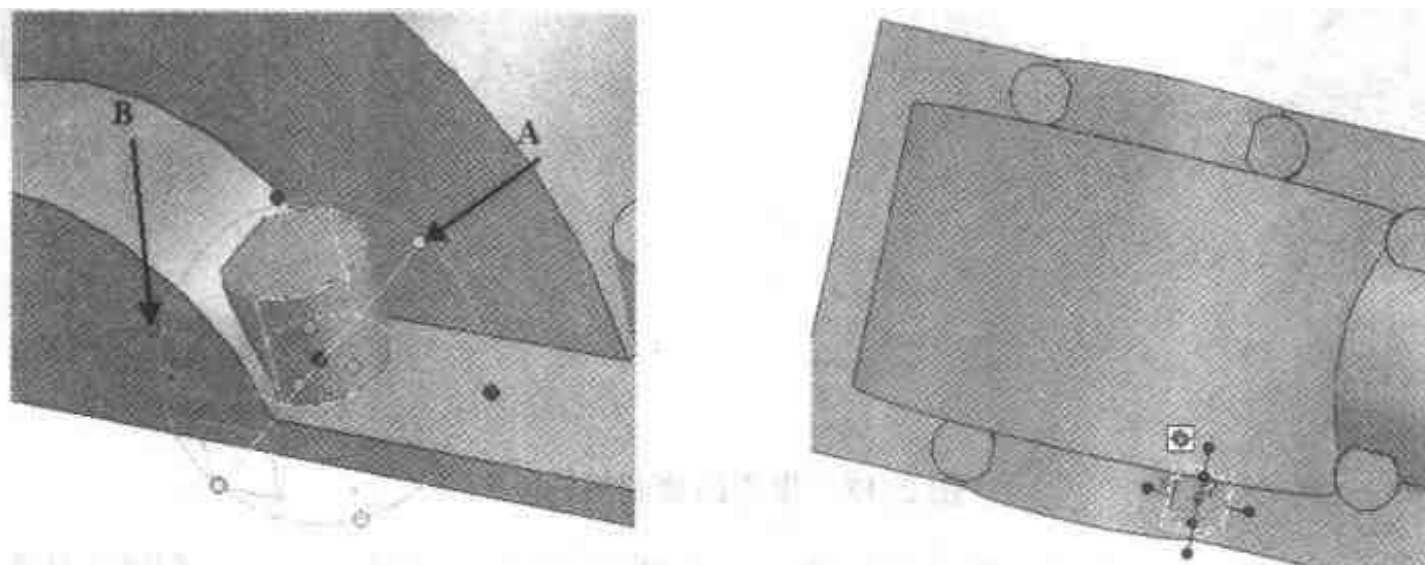


图 2.15 生成凸台的阵列

- (7) 从【图素】设计元素库中向如图 2.16 所示绿色高亮点 A 处拖入一个【圆柱体】智能图素，结果如图 2.16 右图所示。



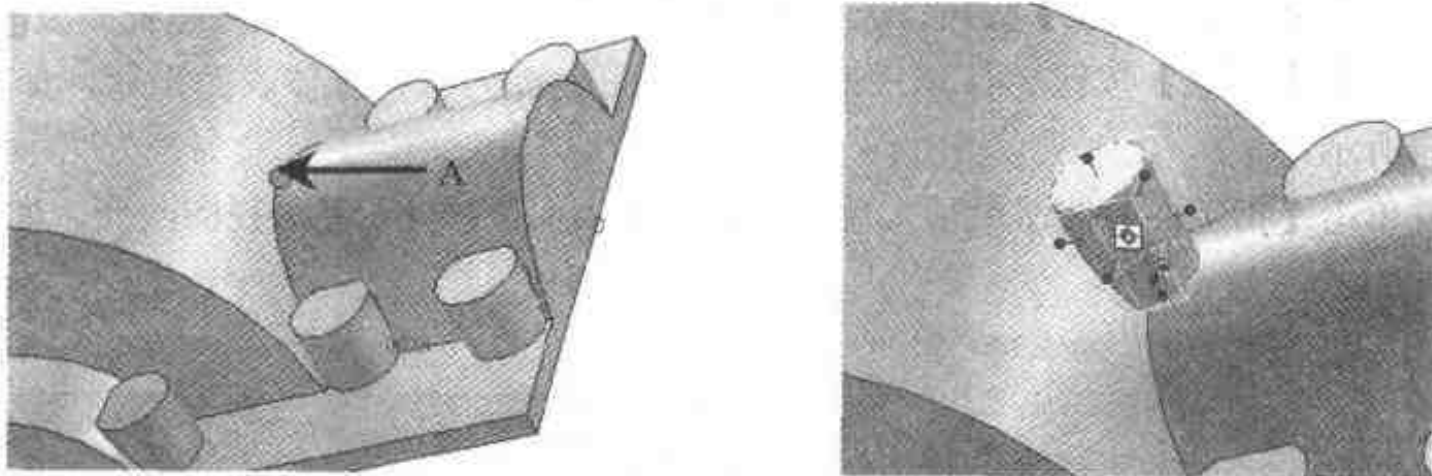


图 2.16 添加图素

- (8) 右击如图 2.17 所示智能手柄 A，将高度改为 10，长度改为 50，单击【确定】按钮；右击手柄 B，将高度改为 20，单击【确定】按钮；打开【三维球】后沿长方体长度方向向右移动 25，结果如图 2.17 右图所示。

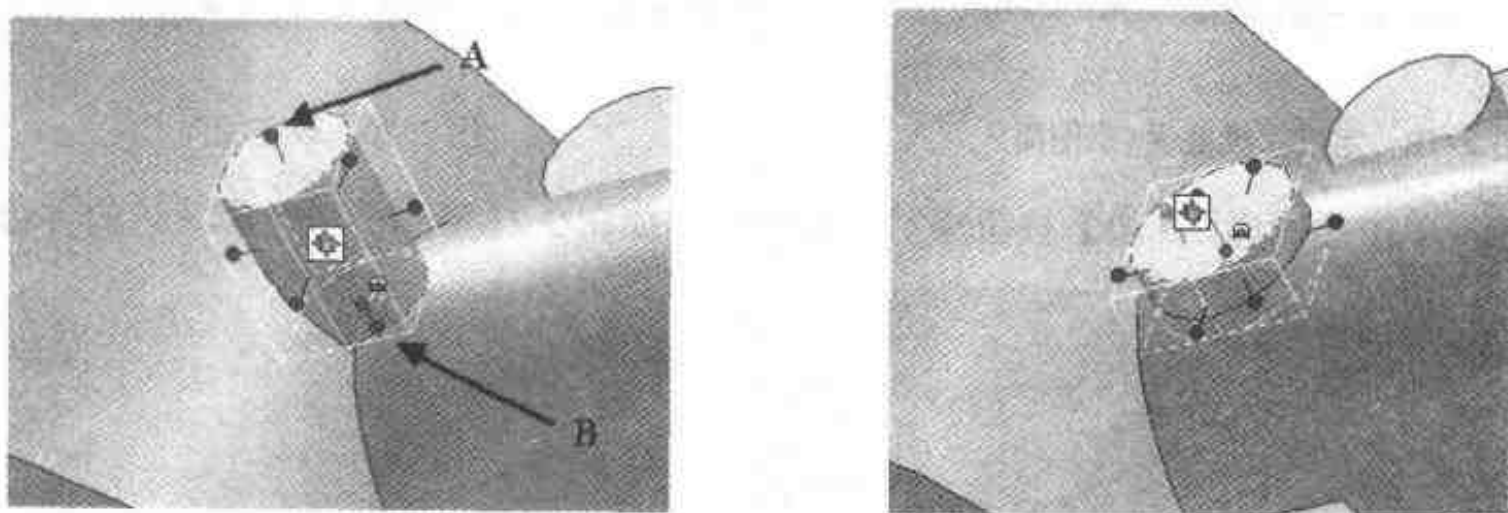


图 2.17 定位图素

- (9) 从【图素】设计元素库中向如图 2.18 左图所示中点 A 处拖入一个【圆柱体】智能图素。
- (10) 右击向上的智能手柄，将高度改为 125，长度改为 50，单击【确定】按钮；打开【三维球】后沿长方体长度方向向右移动 30，结果如图 2.18 右图所示。

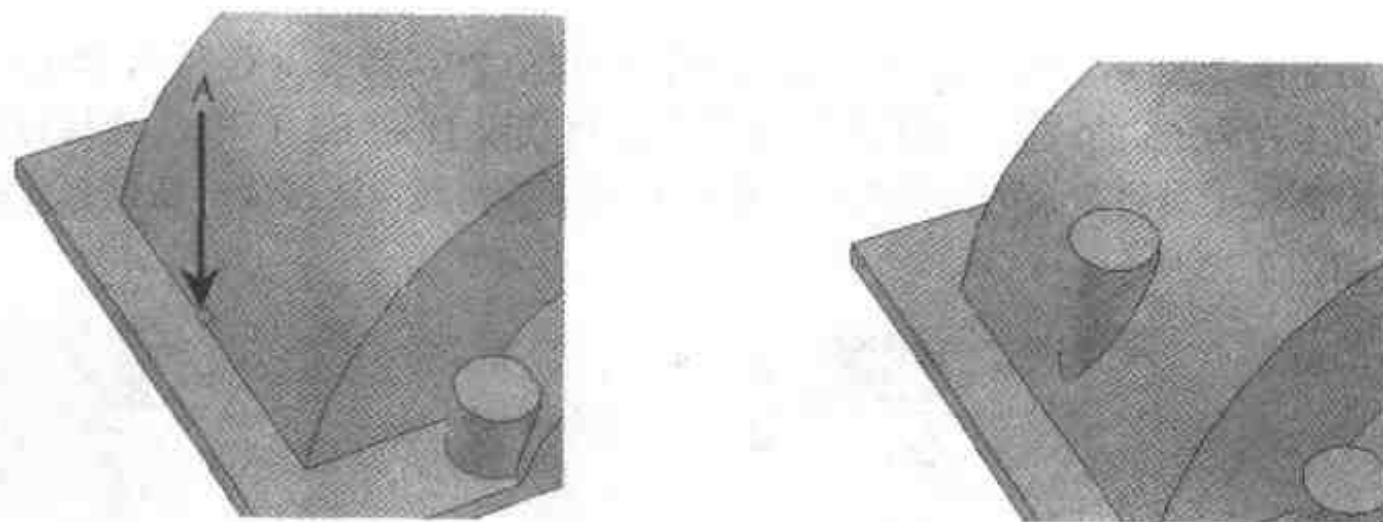




图 2.18 生成另一凸台

### 2.1.3 盖板的设计

- (1) 单击【拉伸特征】按钮，在长方体下表面的一个角上单击，在弹出的对话框中

依次单击【下一步】按钮，选择【除料】单选按钮，直至可以将拉伸距离改为 15，单击【完成】按钮。打开三维球，将平面旋转至与长方体表面平行，如图 2.19 所示。

- (2) 单击【指定面】按钮后，单击长方体上表面或按 F8 键后视图改变，如图 2.20 所示。

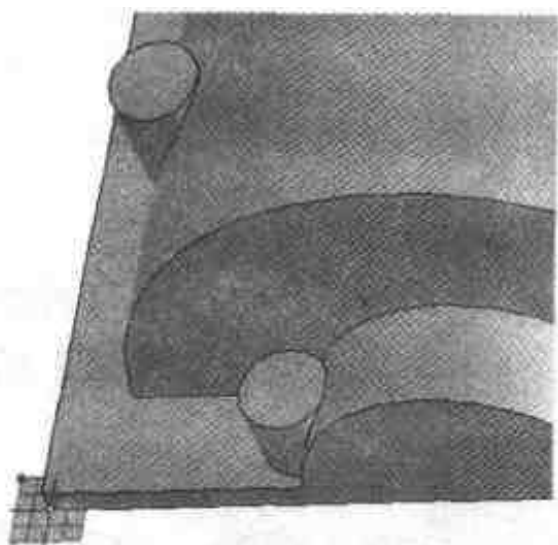


图 2.19 定位二维截面(草图面)

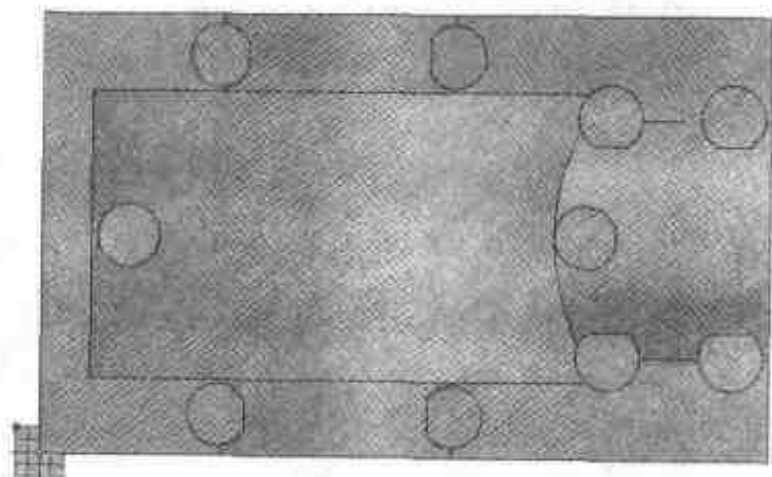



图 2.20 改变视向

- (3) 单击【投影 3D 边】按钮后，依次单击如图 2.21 所示的颜色为黄色的各边。

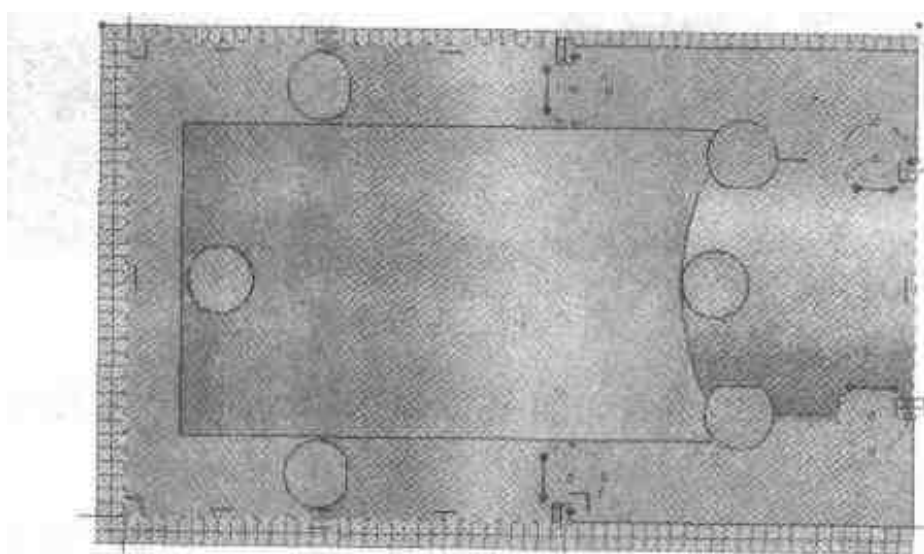


图 2.21 投影 3D 边到二维截面上

- (4) 将如图 2.22 所示的线段 A 和 B 分别向内移动 20；将线段 C 与 A 和 B 的相交处做半径为 55 的过渡；利用切线工具分别将线段 D 和 E、F 和 G 连接起来；用裁剪曲线工具将多余的线段剪掉；利用直线工具将线段连接成一条闭合曲线，结果如图 2.22 所示。

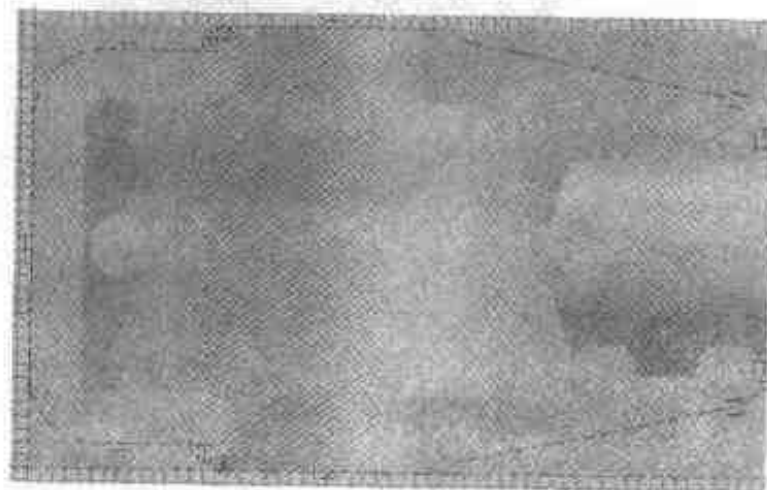
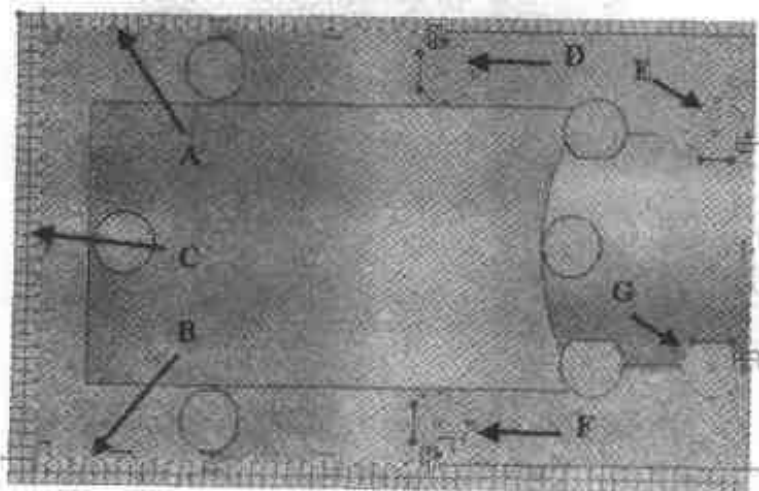


图 2.22 生成二维截面线

- (5) 完成造型, 将原有的长方体变成如图 2.23 所示的盖板形状。

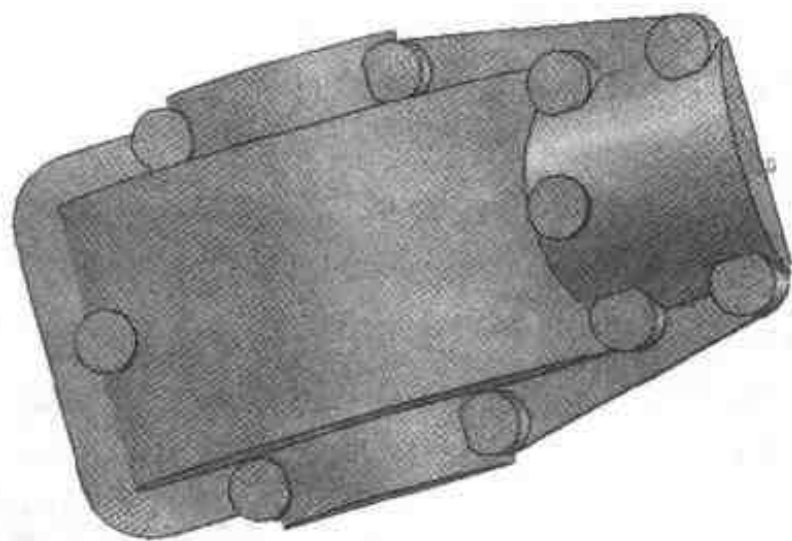


图 2.23 完成拉伸特征

#### 2.1.4 方形窥视孔的造型

- (1) 从【图素】设计元素库中向如图 2.24 所示的圆弧轮廓中点处拖入一个【长方体】智能图素。
- (2) 拖动前后两侧的智能图素手柄, 使它与直径较大的圆柱体表面平齐, 结果如图 2.24 所示。

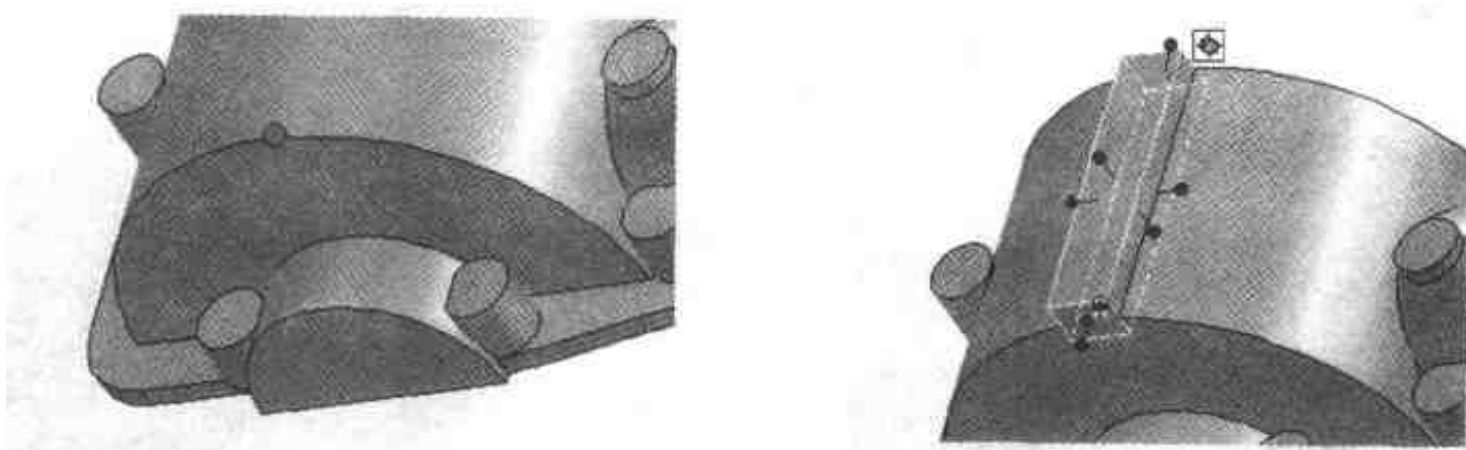


图 2.24 添加图素

- (3) 右击如图 2.25 所示手柄 A, 将长度改为 150, 高度改为 150, 单击【确定】按钮; 拖动智能手柄 B 使长方体浸没于下方圆柱体, 结果如图 2.25 所示。

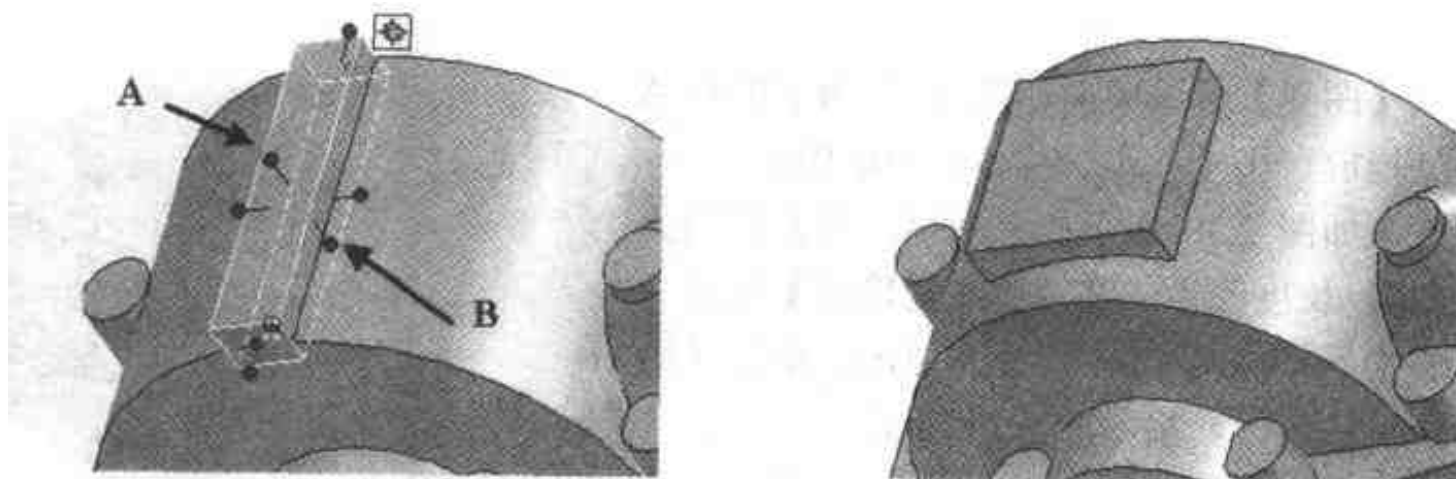


图 2.25 调整包围盒

- (4) 打开【三维球】，按空格键单独移动三维球，右击三维球中心手柄，然后选择【到中心点】命令，单击大圆柱体的中心，再按空格键，结果如图 2.26 所示。
- (5) 利用三维球沿着以圆柱体中心线为轴顺时针旋转  $15^\circ$ ，结果如图 2.27 所示。

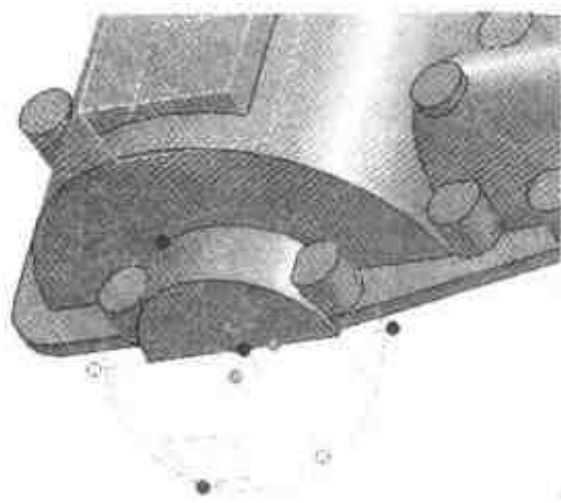


图 2.26 定位三维球

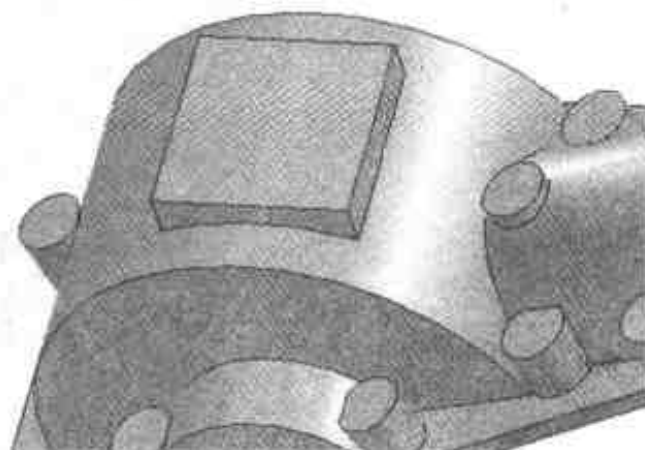




图 2.27 完成图素的旋转

- (6) 单击【拔模斜度】按钮, 单击如图 2.28 所示的【选择拔模基准面】按钮, 再单击新生成长方体的上表面，将【角度】文本框中的数值改为 15，按住 Shift 键的同时依次单击长方体周围的 4 个侧面，单击【完成】按钮，在弹出的对话框中单击【是】按钮，结果如图 2.28 所示。

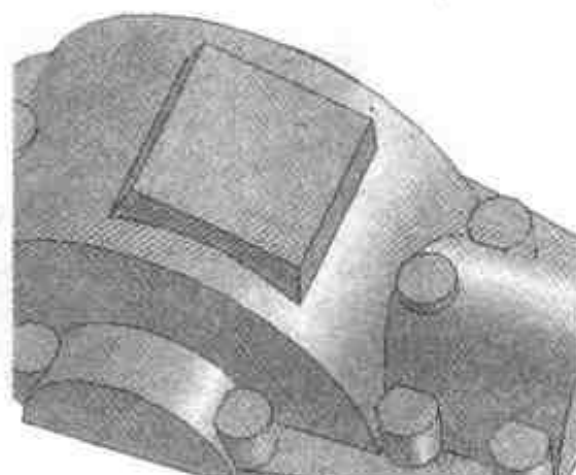
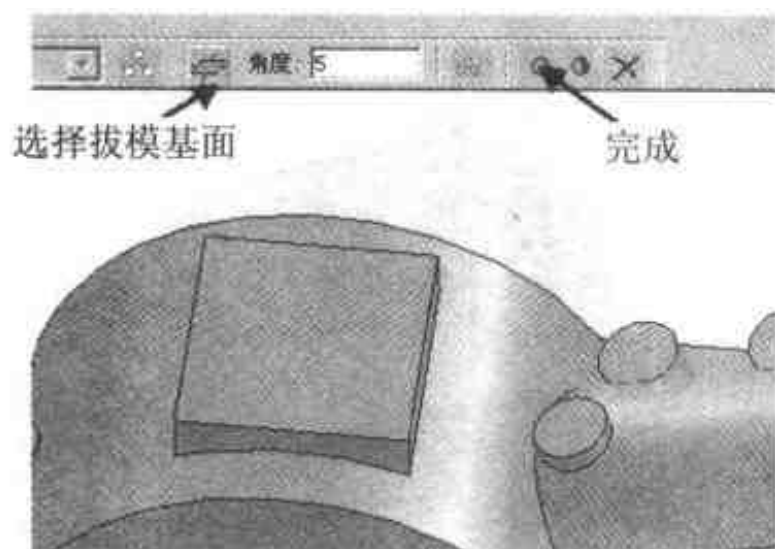


图 2.28 完成窥视孔的基本造型

### 2.1.5 内腔的造型

- (1) 从【图素】目录中向如图 2.29 所示中点 A 处拖放一个【孔类圆柱体】智能图素。
- (2) 右击如图 2.30 所示的手柄 A，将高度改为 280，长度改为 380，单击【确定】按钮。右击手柄 B，将高度改为 210，单击【确定】按钮，结果如图 2.30 所示。
- (3) 在与步骤(1)相同的位置拖入一个【孔类圆柱体】智能图素；右击如图 2.31 所示的手柄 A，将高度改为 350，长度改为 140，单

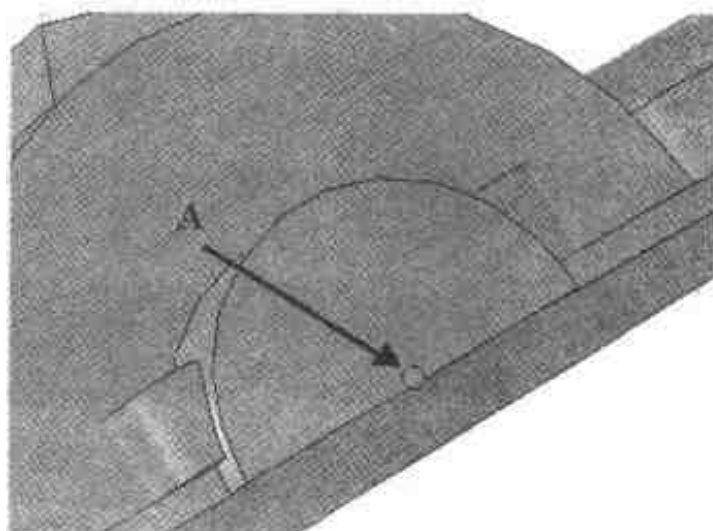


图 2.29 拖放【孔类圆柱体】图素



击【确定】按钮，结果如图 2.31 所示。

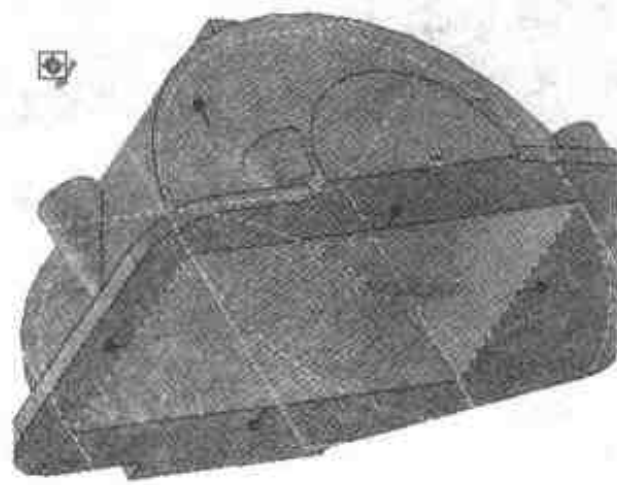
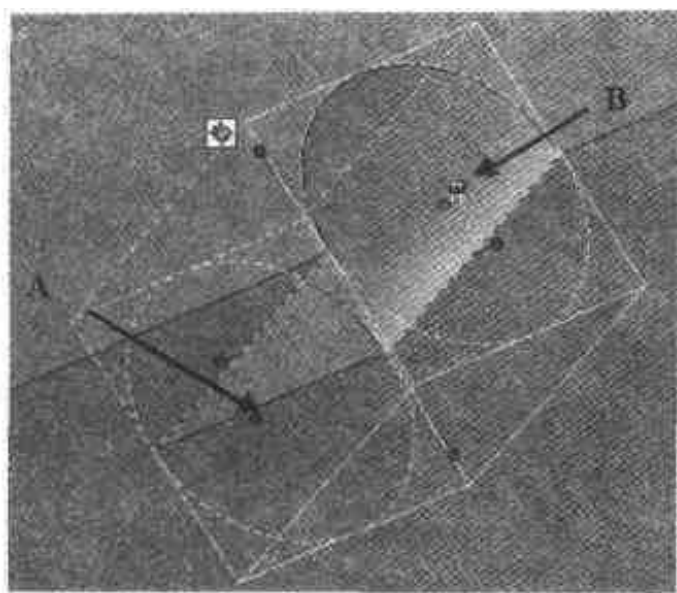


图 2.30 调整包围盒

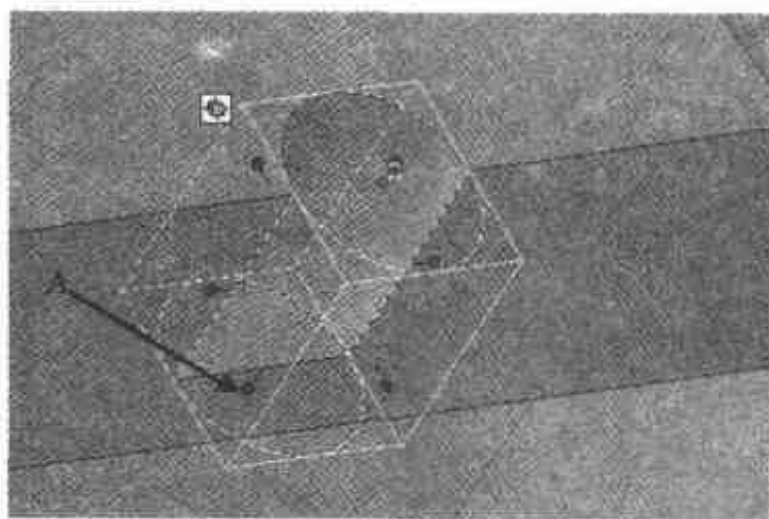


图 2.31 生成孔图素

- (4) 从【图素】设计元素库中向如图 2.32 所示的中点 A 处拖入一个【孔类圆柱体】智能图素。

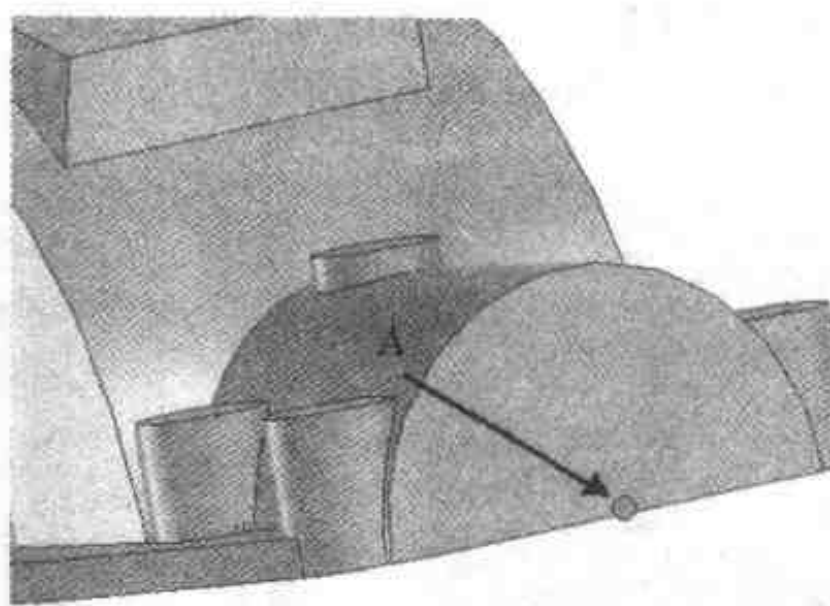


图 2.32 拖入孔类图素

- (5) 右击如图 2.33 所示的手柄 A，将高度改为 350，长度改为 140，单击【确定】按钮，结果如图 2.33 右图所示。



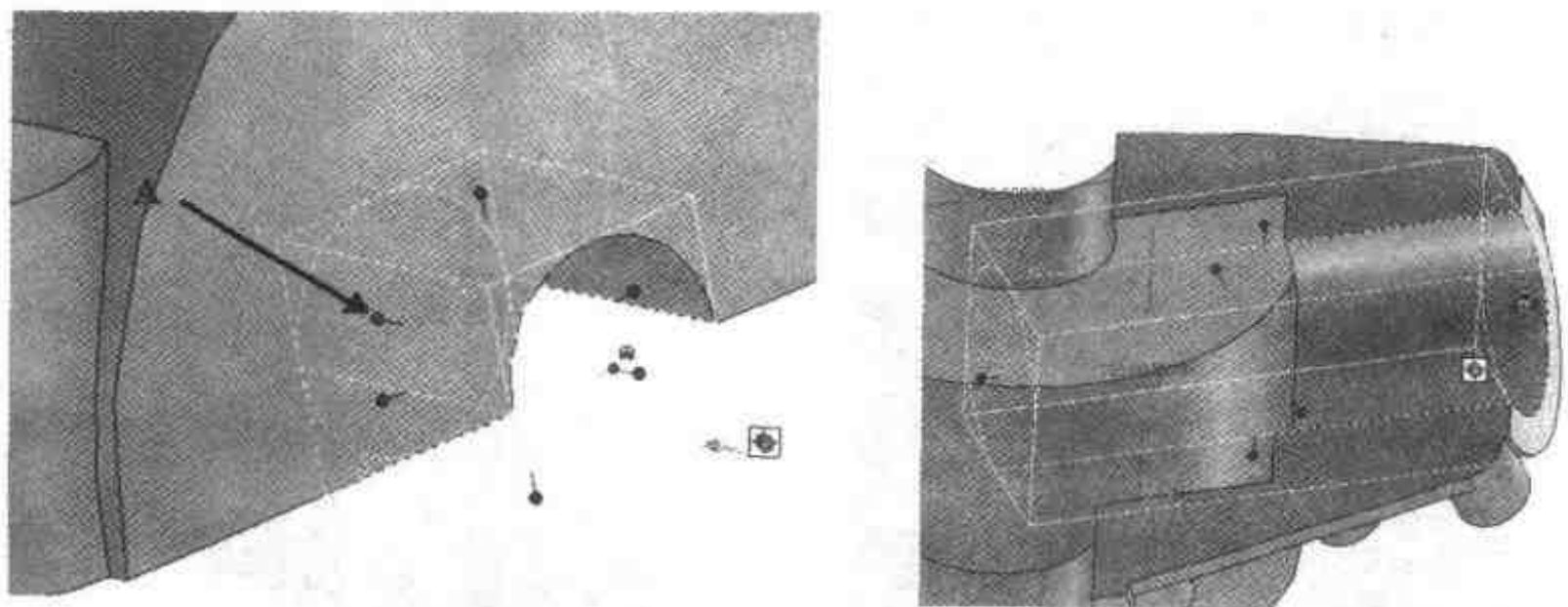


图 2.33 调整图素尺寸

- (6) 从【图素】设计元素库中向如图 2.34 所示的中点 A 处拖入一个【孔类长方体】智能图素。

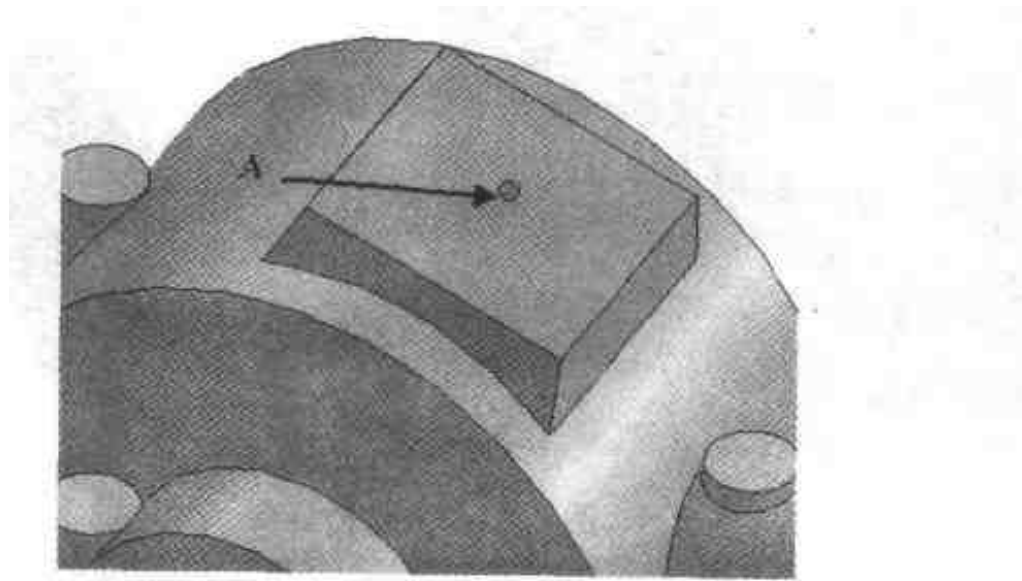


图 2.34 拖入【孔类长方体】图素

- (7) 右击如图 2.35 所示的手柄 A，将高度改为 100，长度改为 120，宽度改为 120，单击【确定】按钮，结果如图 2.35 右图所示。

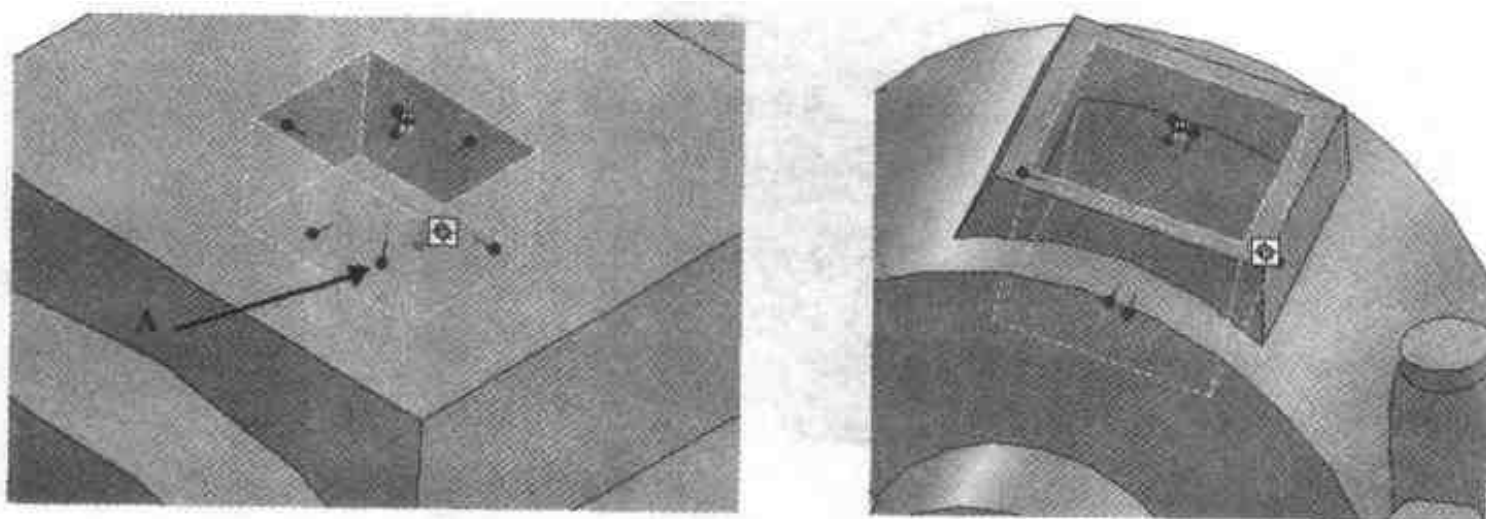


图 2.35 生成方形窥视孔

### 2.1.6 生成分布的孔系

- (1) 从【工具】设计元素库中向如图 2.36 所示中点 A 处拖入一个【自定义孔】智能

图素。

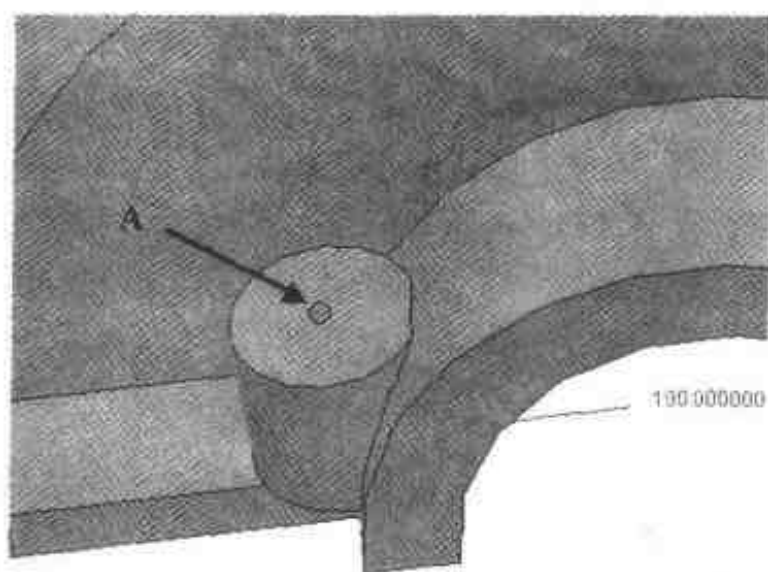


图 2.36 添加【自定义孔】图素

- (2) 在弹出的对话框中选择如图 2.37 所示的【沉头孔】，将孔直径改为 15，将 C 位置【孔深度】改为 75，将 D 位置【沉孔深度】改为 2，沉孔直径改为 32，单击【确定】按钮，结果如图 2.37 右图所示。

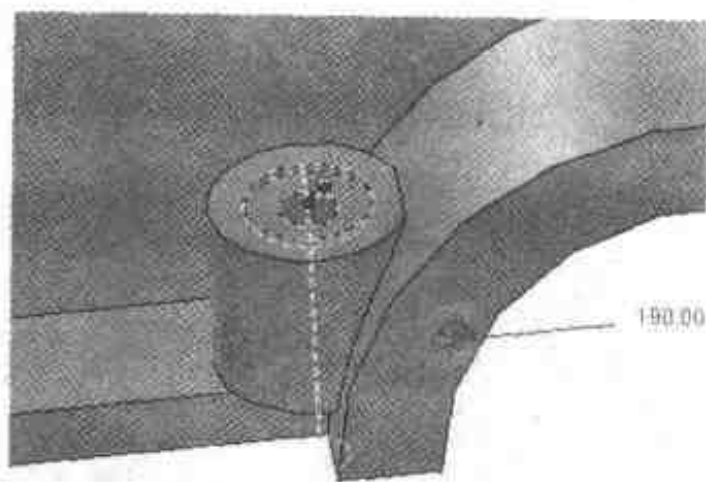
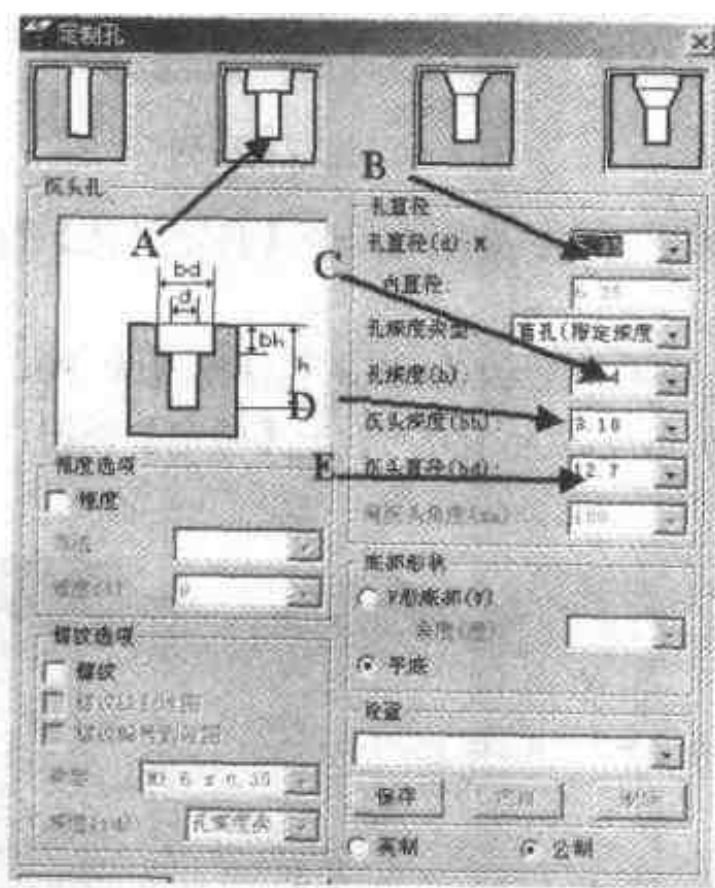


图 2.37 生成自定义沉孔

- (3) 同凸台造型步骤(3)一样打开【三维球】，单击一维手柄使第一方向轴线出现，然后右击此方向手柄选择【生成矩形风格】，在【第一方向矩】文本框中输入“285”，在【第二方向矩】文本框中输入“190”，单击【确定】按钮，结果如图 2.38 所示。
- (4) 从【工具】设计元素库中向如图 2.39 所示的中点 A 处拖入一个【自定义孔】智能图素。

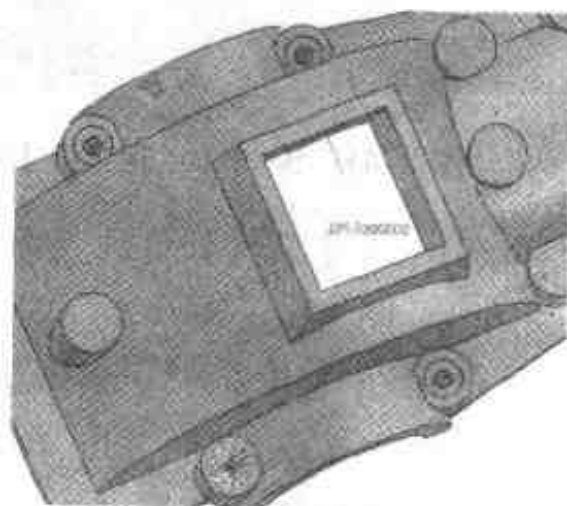


图 2.38 生成沉孔的矩形阵列

- (5) 在弹出的对话框中选择【沉头孔】，将孔直径改为 17，孔深度改为 75，沉孔深度改为 2，沉孔直径改为 32，单击【确定】按钮。
- (6) 同凸台造型步骤(3)一样打开【三维球】，单击二维手柄使第一方向轴线出现，然后右击智能手柄选择【生成矩形风格】命令，在【第一方向矩】文本框中输入“100”，在【第二方向矩】文本框中输入“190”，单击【确定】按钮，结果如图 2.40 所示。

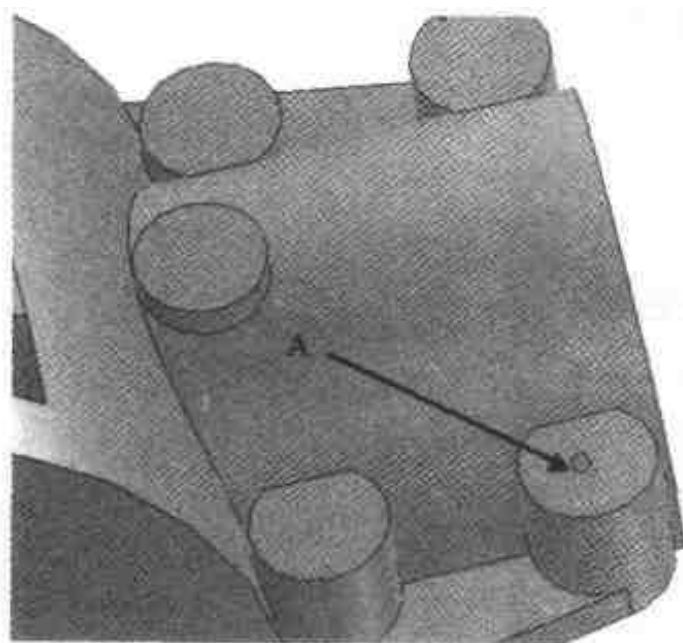


图 2.39 添加【自定义孔】图素

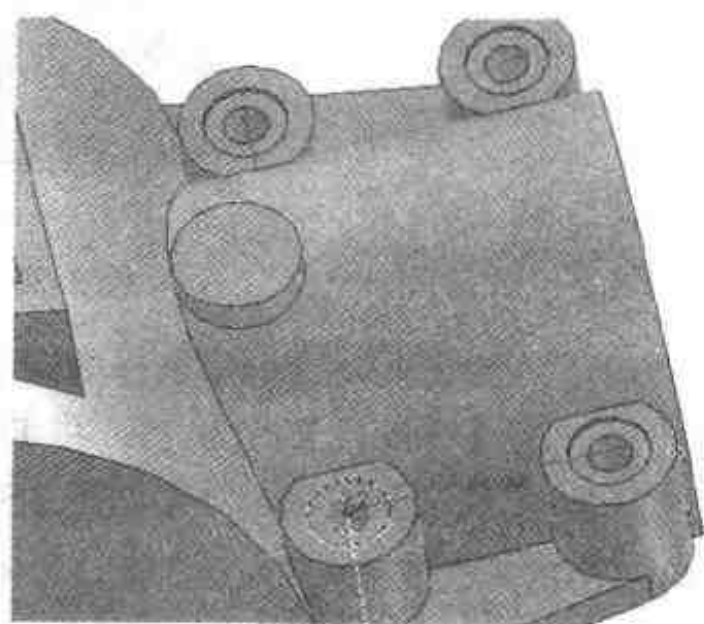


图 2.40 生成孔阵列

- (7) 从【工具】设计元素库中向如图 2.41 所示中点的 A 处拖入一个【自定义孔】智能图素。
- (8) 在弹出的对话框中选择【综合沉孔】选项，将孔直径改为 17，孔深度改为 80，沉头深度改为 1，沉孔直径改为 40，斜沉头角度改为 160，单击【确定】按钮，如图 2.42 所示。

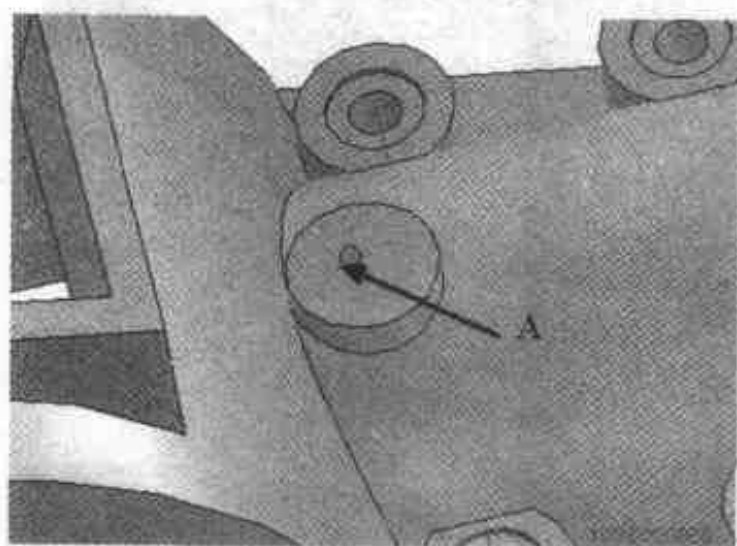


图 2.41 添加【自定义孔】图素

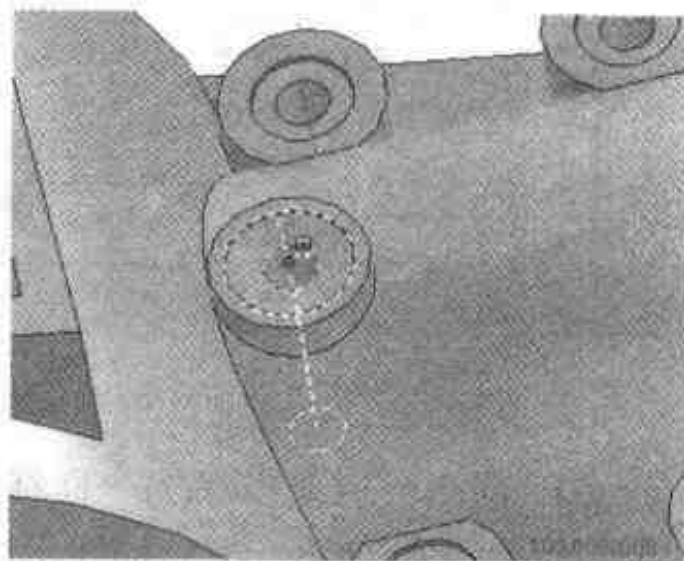


图 2.42 生成【综合沉孔】

- (9) 从【工具】设计元素库中向如图 2.43 所示中点的 A 拖入一个【自定义孔】智能图素。
- (10) 在弹出的对话框中选择【综合沉孔】选项，将孔直径改为 17，孔深度改为 80，沉头深度改为 1，沉孔直径改为 40，斜沉头角度改为 160，单击【确定】按钮，结果如图 2.43 所示。

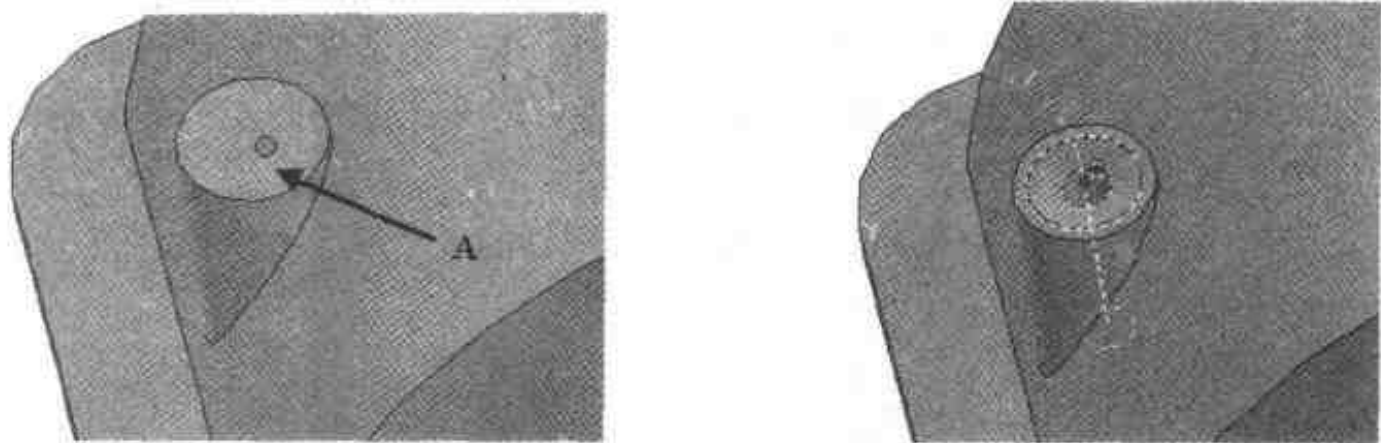


图 2.43 完成沉孔的生成

- (11) 从【工具】设计元素库中向如图 2.44 所示的中点 A、B、C 处分别拖入一个【自定义孔】智能图素。
- (12) 对于中间的自定义孔，在弹出的对话框中选择【简单孔】，将孔直径改为 12，孔深度改为 15，单击【确定】按钮。  
对于两侧的自定义孔，在弹出的对话框中选择【沉头孔】，并将孔直径改为 13，孔深度改为 15，沉头深度改为 2，沉孔直径改为 26，单击【确定】按钮。
- (13) 利用三维球将 3 个自定义孔分别沿长度方向向外侧移动 20，同时将两侧的自定义孔分别沿宽度方向向内移动 55，结果如图 2.45 所示。

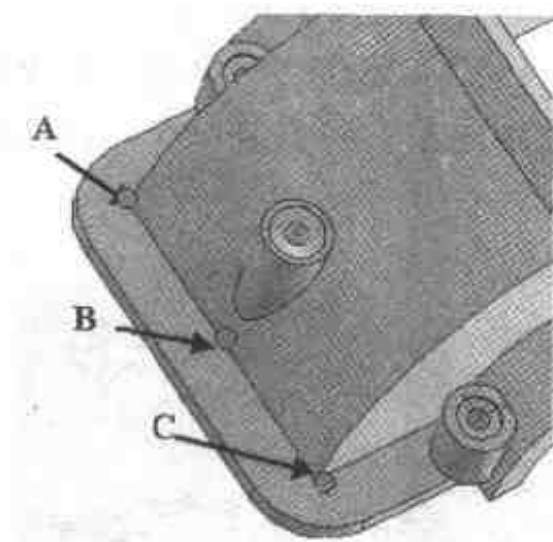


图 2.44 拖放【自定义孔】图素

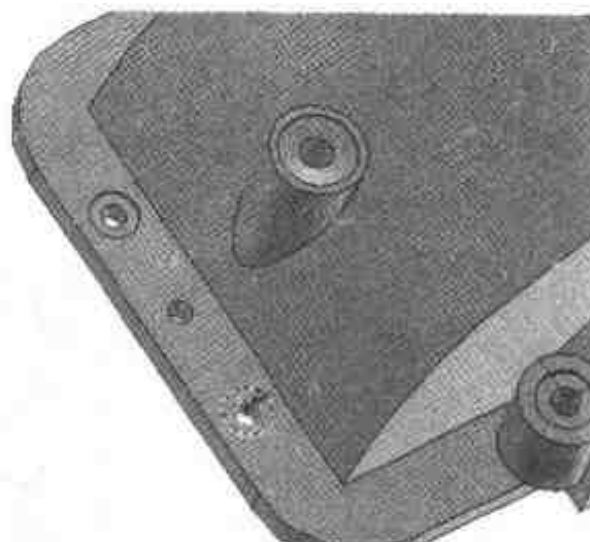


图 2.45 生成简单孔和沉孔

- (14) 从【工具】设计元素库中向如图 2.46 所示的中点 A 处拖入一个【自定义孔】智能图素。
- (15) 在弹出的对话框中选择【简单孔】，将孔直径改为 10，孔深度改为 24，在【底部形状】选项组中选择【V 形底部】单选按钮，单击【确定】按钮。

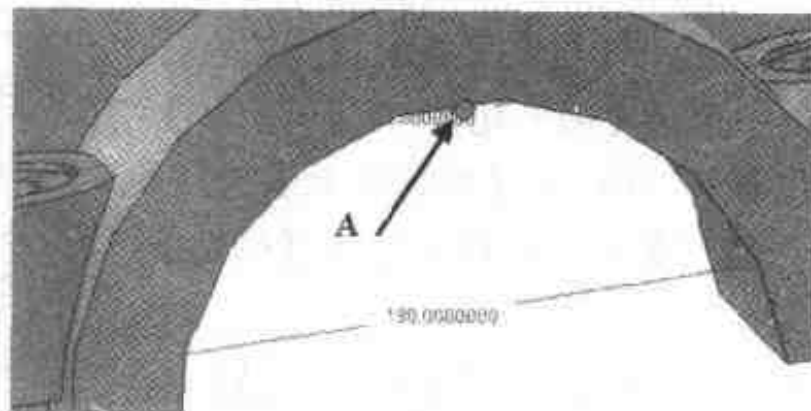


图 2.46 添加【自定义孔】图素



(16) 打开【三维球】，将自定义孔向上移动 10，按空格键单独移动三维球，向下移动 80，再次按空格键，然后利用旋转复制将自定义孔分别向左右各复制一个，结果如图 2.47 所示。

(17) 在另一侧再次应用步骤(14)~(16)，完成同样的 3 个孔，结果如图 2.48 所示。

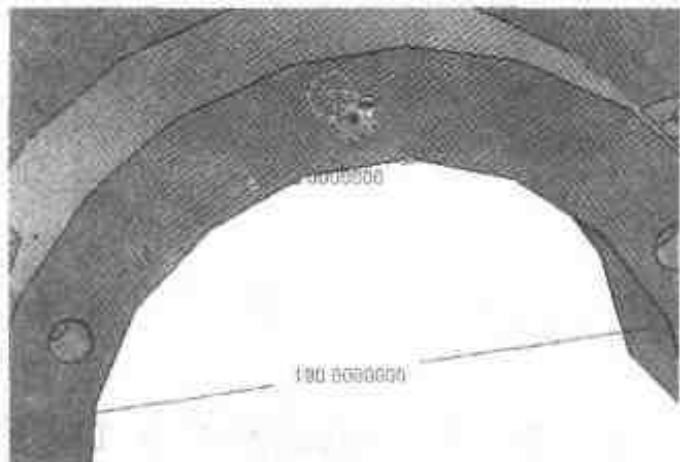


图 2.47 完成孔复制

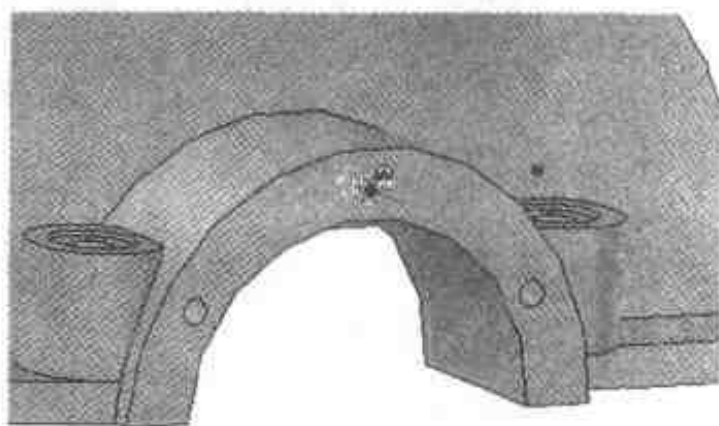


图 2.48 另一侧的 3 个孔

(18) 从【工具】设计元素库中向如图 2.49 所示中点 A 处拖入一个【自定义孔】智能图素。

(19) 在弹出的对话框中选择【简单孔】，将孔直径改为 10，将孔深度改为 24，在【底部形状】选项组中选择【V 形底部】单选按钮，单击【确定】按钮。

(20) 打开【三维球】，将自定义孔向上移动 10，按空格键单独移动三维球，向下移动 80，再次按空格键后利用旋转复制将自定义孔分别向左右各自制一个，结果如图 2.49 右图所示。

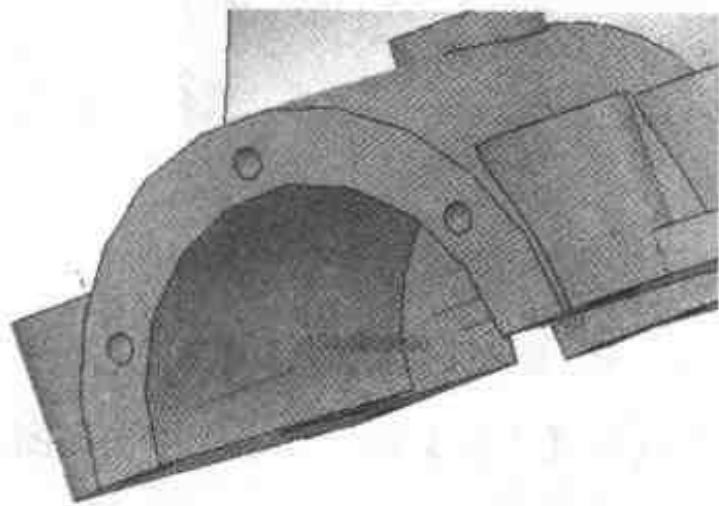
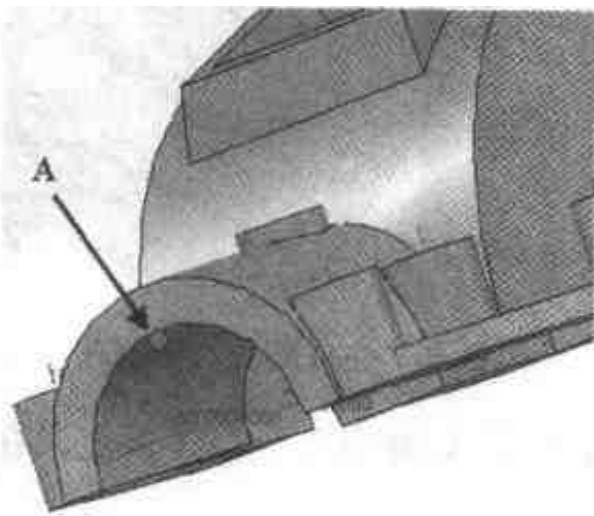


图 2.49 完成【自定义孔】的生成

(21) 从【工具】设计元素库中向如图 2.50 所示的窥视孔角点 A 处拖入一个【自定义孔】智能图素。

(22) 在弹出的对话框中选择【简单孔】，将【孔直径】改为 8，孔深度改为 20；在【底部形状】选项组中选择【V 形底部】单选按钮，单击【确定】按钮。

(23) 打开【三维球】，沿如图 2.51 所示轴 A 和轴 B 向下向左移动 7.5，单击手柄 C 使黄色轴线出现，然后右击手柄 D，选择【生成矩形风格】命令，

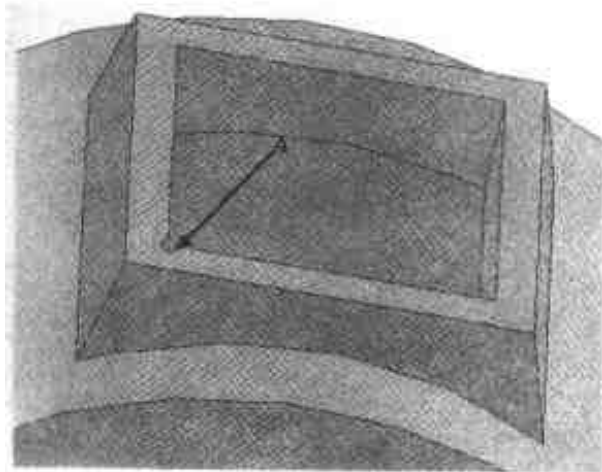


图 2.50 添加【自定义孔】图素



在【第一方向】文本框中输入“3”，在【第一方向距】文本框中输入“67.5”，在【第二方向距】文本框中输入“135”，单击【确定】按钮，结果如图 2.51 右图所示。

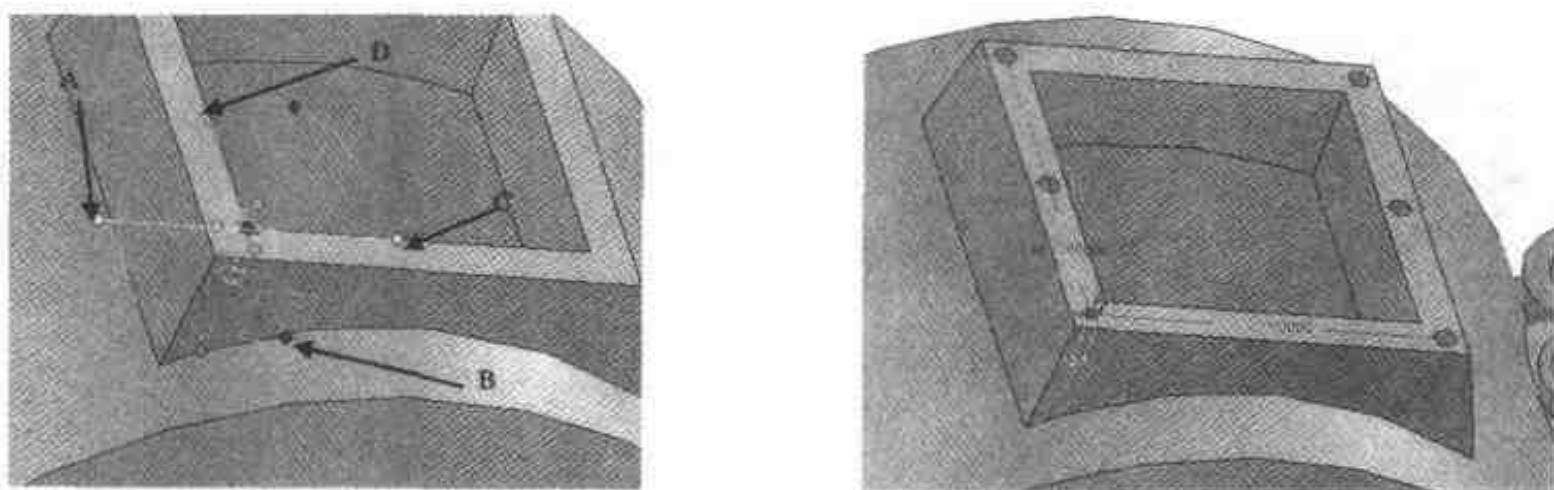




图 2.51 完成窥视孔盖板的安装孔

### 2.1.7 机盖的棱边过渡

- (1) 单击【边过渡】按钮，在【过渡半径】文本框中输入“2”，如图 2.52 左图所示依次单击所有凸台的上表面外边缘，单击【完成】按钮，结果如图 2.52 右图所示。

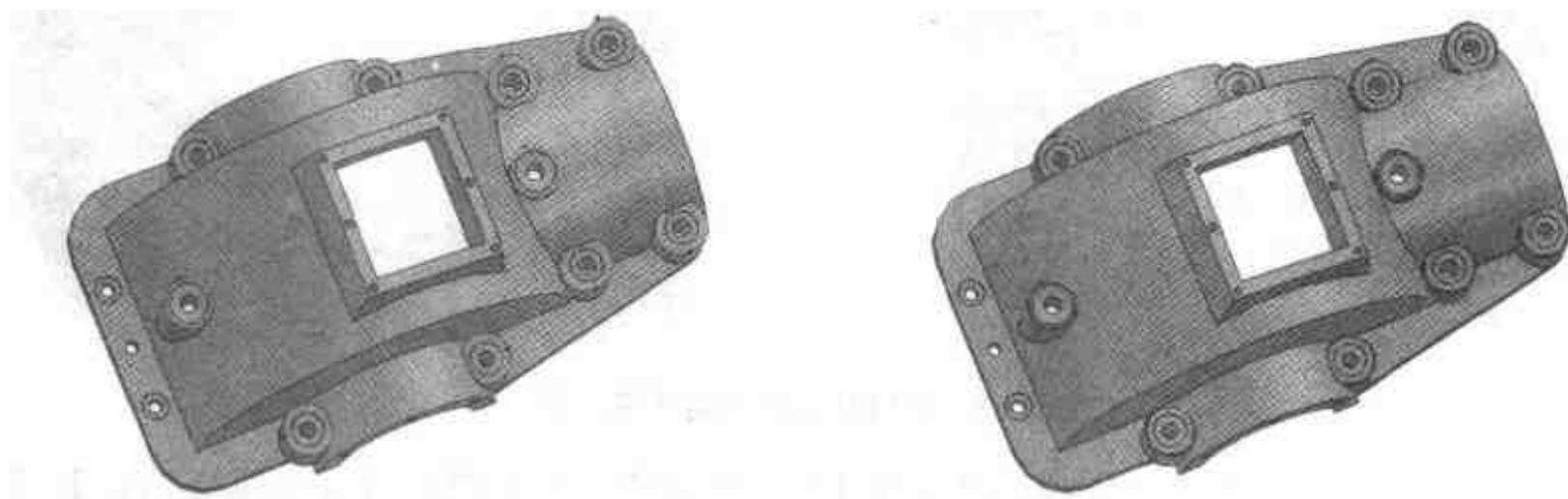




图 2.52 圆柱凸台的边缘过渡

- (2) 单击【边过渡】按钮，在【过渡半径】文本框中输入“5”，按照如图 2.53 所示依次单击 3 个半圆柱形轴承座凸台的上表面外边缘(A、B、C)，单击【完成】按钮，结果如图 2.53 右图所示。

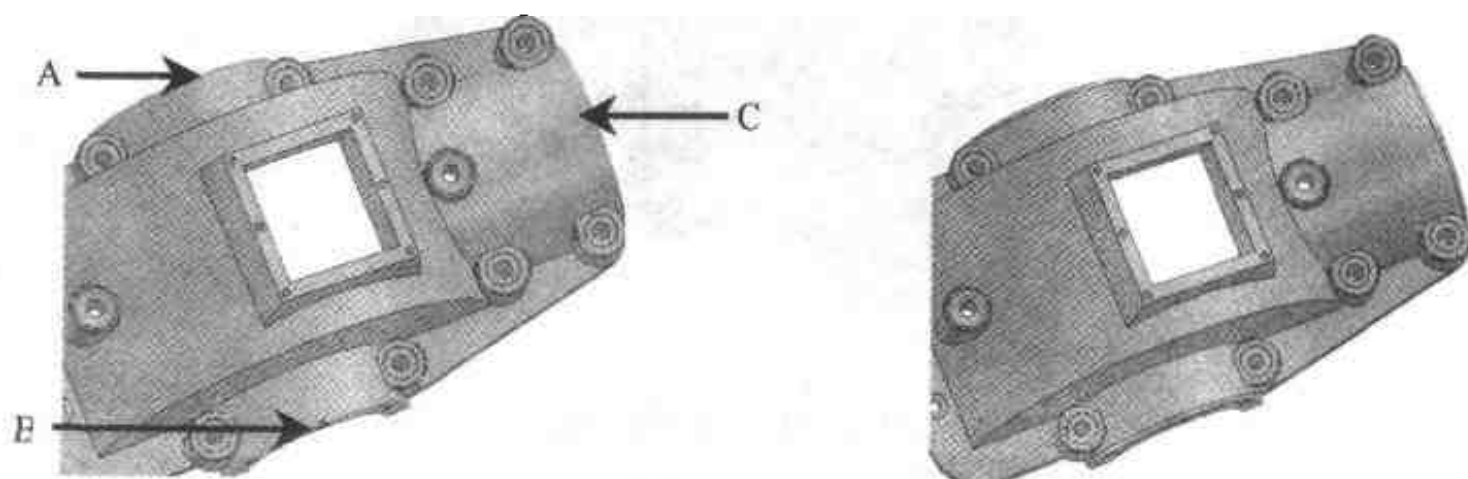




图 2.53 完成轴承座凸台边缘的过渡

- (3) 单击【边过渡】按钮，在【过渡半径】文本框中输入“5”，如图 2.54 所示依次单击需要过渡的边缘，单击【完成】按钮，结果如图 2.54 右图所示。

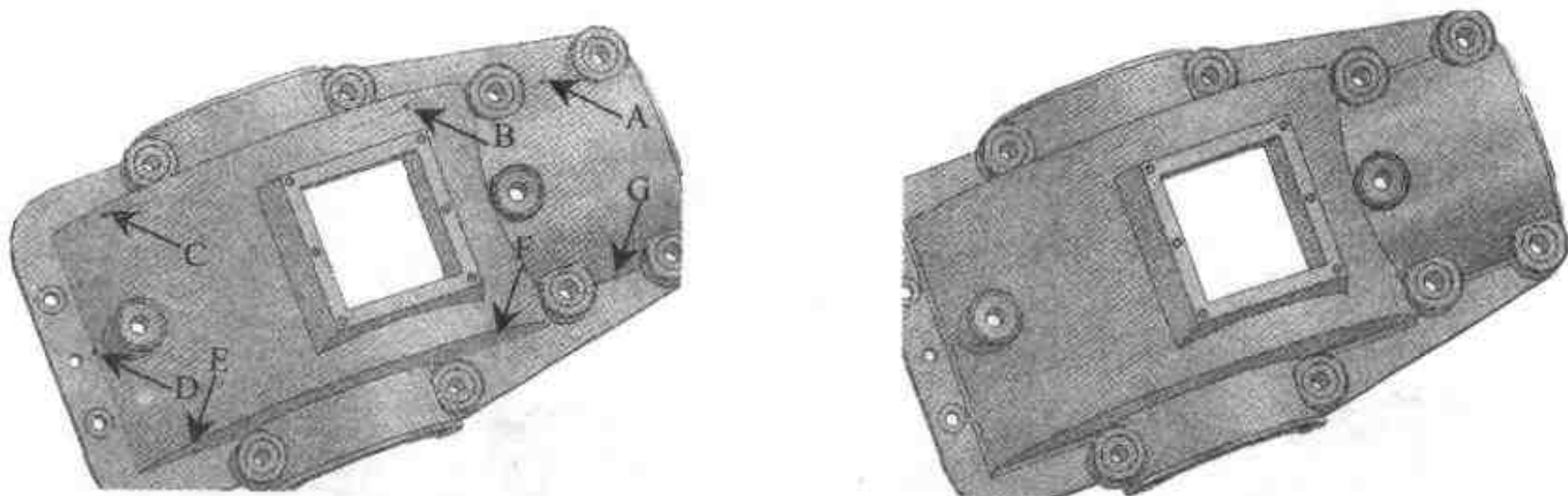




图 2.54 完成边的过渡

- (4) 单击【边过渡】按钮，在【过渡半径】文本框中输入“5”，如图 2.55 所示依次单击窥视孔的内外边缘，单击【完成】按钮，结果如图 2.55 右图所示。

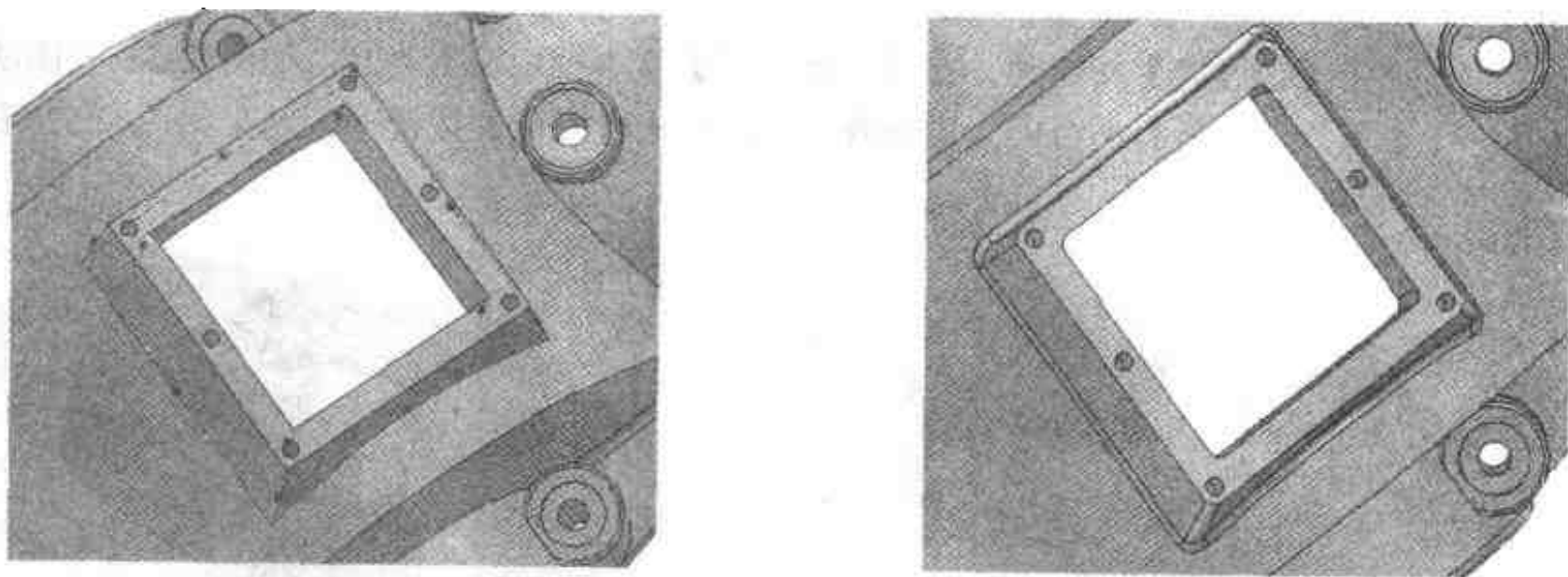


图 2.55 完成窥视孔的内外角过渡

- (5) 在设计环境的空白处右击后选择【渲染】命令，取消选择【显示零件边界】，同时对零件表面进行简单的色彩渲染，结果如图 2.56 所示。



图 2.56 零件的实体显示(简单渲染)

## 2.2 生成仪表机架的布局图纸

本节以某型仪表机架零件(图 2.57)为例,演示 CAXA 实体设计用于工程图设计的较为高级的特征。本节需要使用的文件是“仪表机架.ics,位于本书所附光盘\Score\example\jixie 文件夹内。

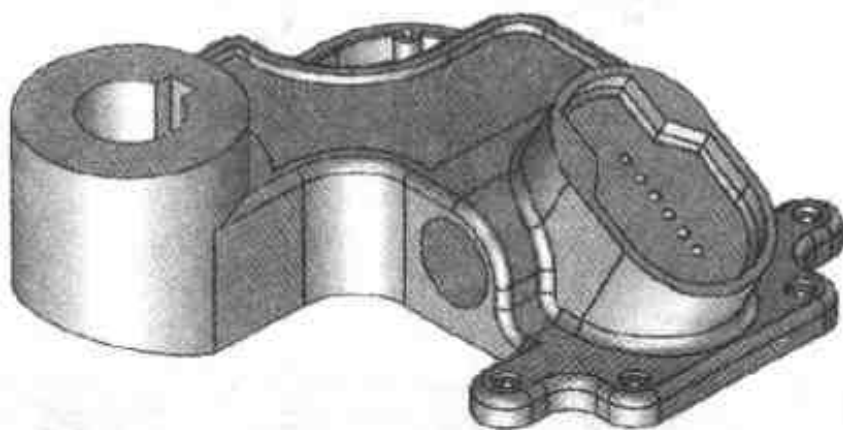


图 2.57 仪表机架

### 2.2.1 生成标准视图


- (1) 在 3D 设计环境打开仪表机架.ics 文件,选择【文件】|【新文件】命令,在打开的对话框中选择【绘图】选项,单击【确定】按钮。接着在打开的对话框中选择 A3.icd 模板,然后单击【确定】按钮,进入布局图设计环境。
- (2) 单击【标准视图】工具,出现【生成标准视图】对话框,调整右侧浏览窗口的按钮,零件视向位置如图 2.58 所示。



图 2.58 选择标准视图

- (3) 选择需要的【顶部视图】、【正视图】和【TFR(俯、前、右)】，如图 2.58 所示，然后单击【确定】按钮。现在布局图环境中得到的视图应该如图 2.59 所示。

**注意** 在【生成标准视图】对话框中的【当前主视图方向】预览窗口中显示的视向即为正视图的投影方向。

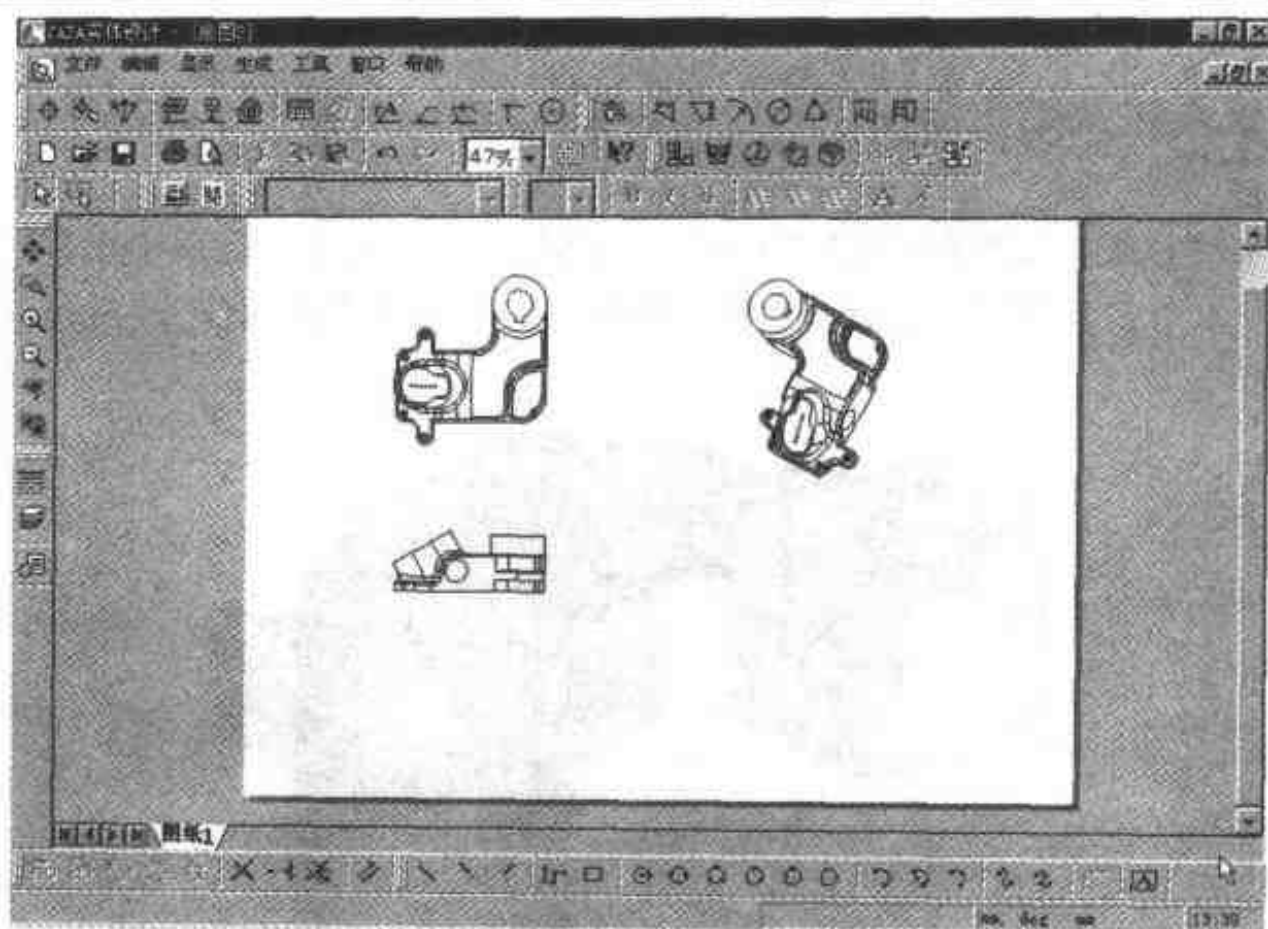


图 2.59 输入到布局图的 3 个视图

### 2.2.2 改变视图比例和渲染选项

- (1) 右击 T.F.R(俯.前.右)视图, 选择【属性】命令, 打开【视图属性】对话框, 在【比例】选项组中选择【标准】单选按钮, 并选择 1:2 选项。同时将视图名称改为“轴测图”, 并选择【名称】和【比例】复选框。单击【确定】按钮。名称和比例现在应出现在轴测视图下面, 如图 2.60 所示。

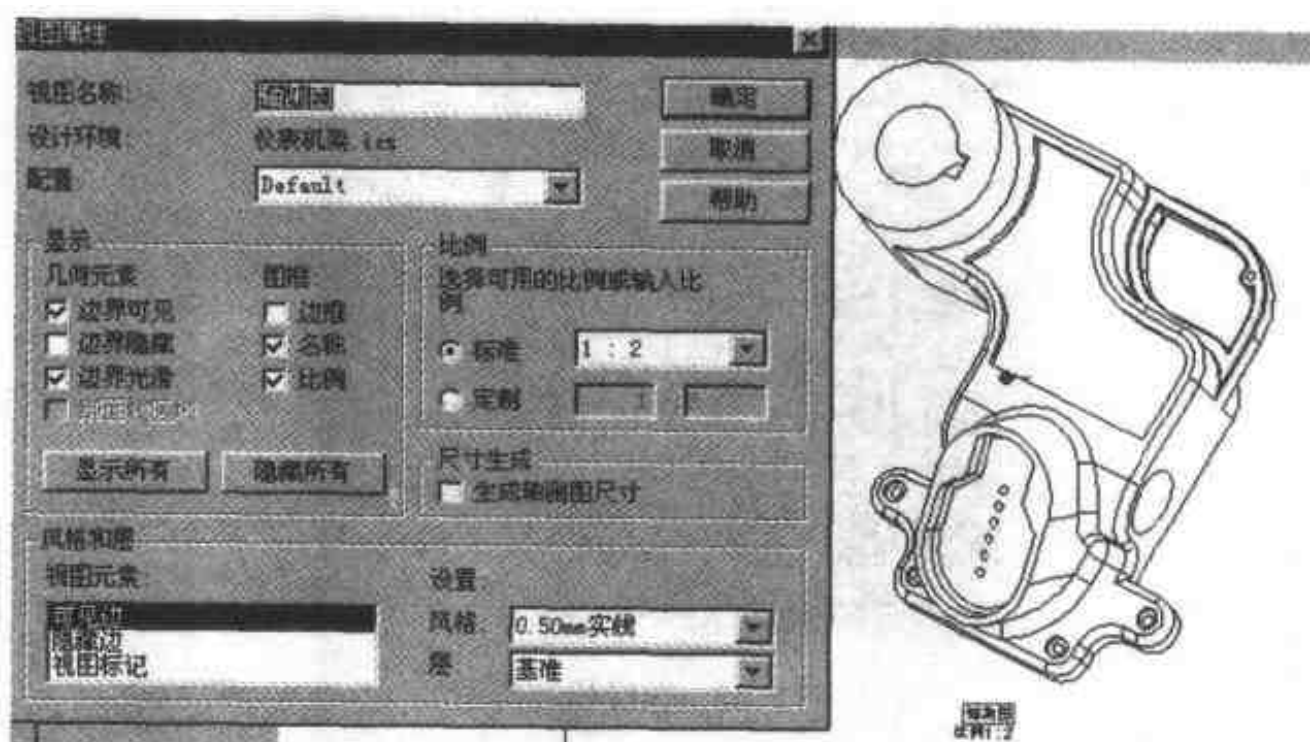


图 2.60 修改视图属性

- (2) 右击轴测视图, 然后选择【明暗图渲染】命令。
- (3) 使用同样的方法, 将【正视图】和【顶视图】的比例改为 1:2, 图形现在应如图 2.61 所示。



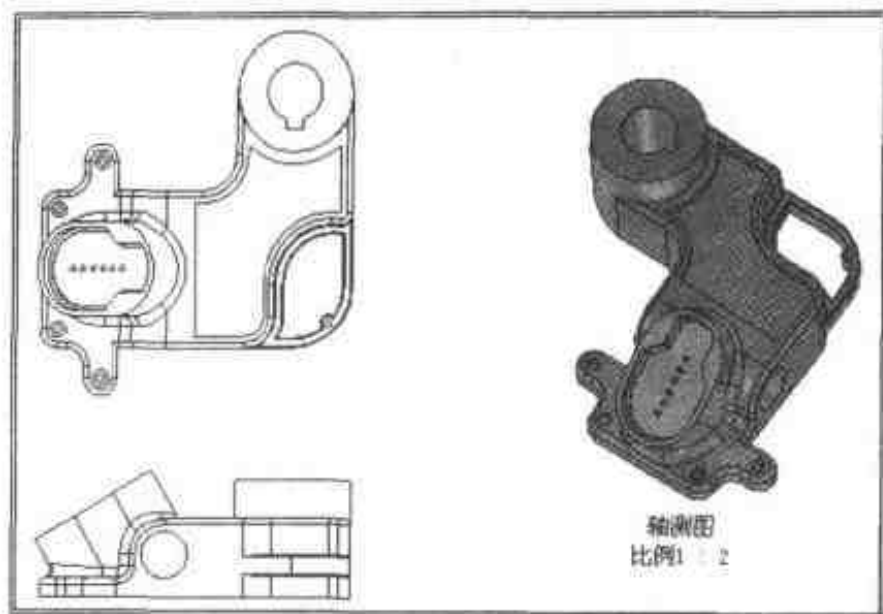



图 2.61 调整后的布局图

### 2.2.3 零件的测量和标注

#### 1. 生成参考基准

- (1) 选择【顶部视图】后将出现红色的边框，将光标移动到边框，光标在边框上时将变成一个四向箭头。单击然后拖动视图，同时注意到此视图与周围其他视图自动对齐。

**注意** 所谓顶部视图，相当于机械制图的俯视图。

- (2) 放大正视图。单击【注释】工具条中的【基准符号】按钮，选择零件的底部边缘，然后将图标拖至如图 2.62 所示的位置。在单击【基准特征符号】对话框中的【确定】按钮，接受默认的 A 基准。
- (3) 放大顶部视图。使用同样的方法，添加第 2 个基准(B)和第 3 个基准(C)基准，如图 2.63 所示。

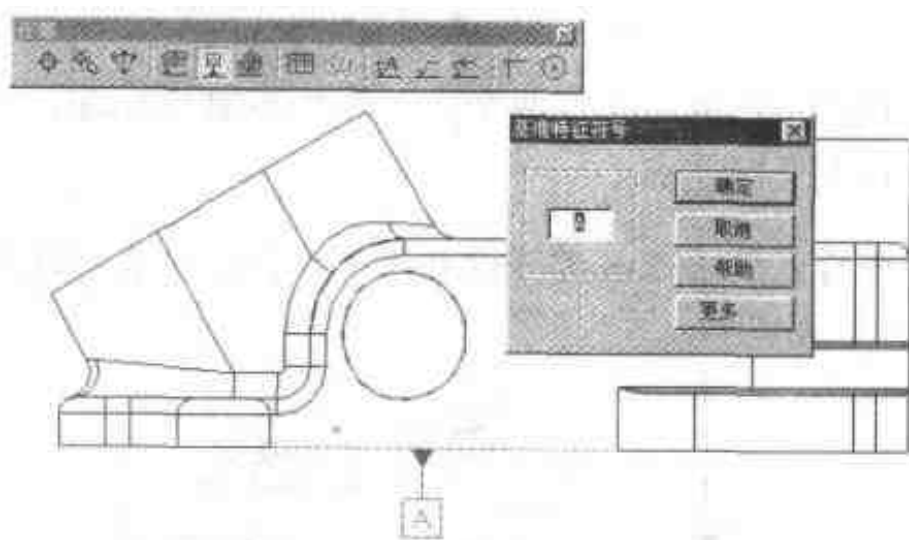


图 2.62 添加基准 A

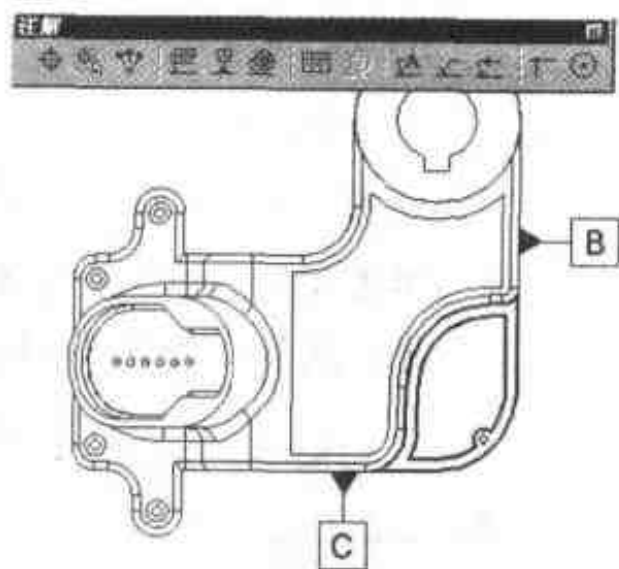




图 2.63 添加基准 B 和 C

#### 2. 进行智能标注

- (1) 单击【智能标注】按钮，然后按如图 2.64 所示顺序单击 A、B 两个点，添加图 2.64 所示的点到点标注。



- (2) 单击【尺寸】工具条上的【水平标注】按钮, 先后单击如图 2.65 所示的两个位置 A、B, 添加点到线的智能标注。请注意该尺寸是从点到直线的垂直距离。

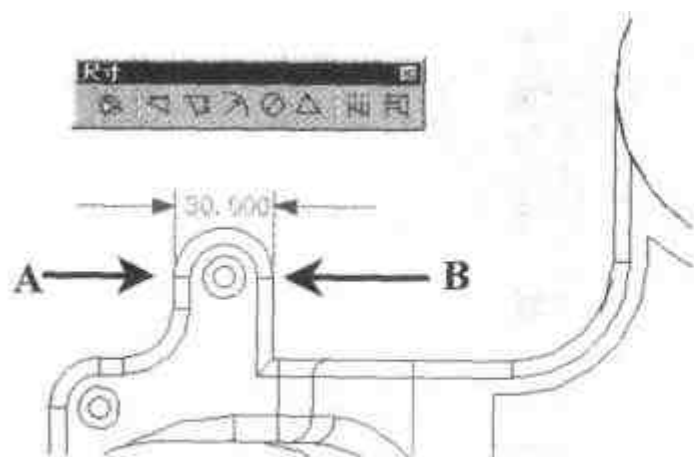


图 2.64 添加点到点尺寸标注

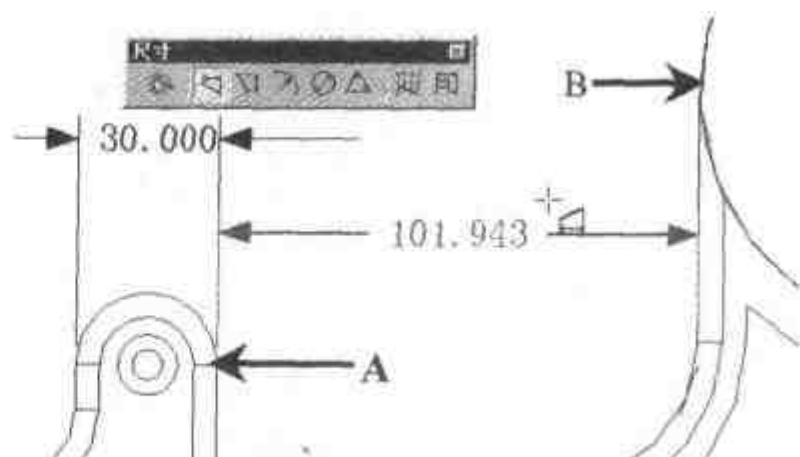




图 2.65 添加点到线的标注

- (3) 单击【半径标注】按钮, 添加如图 2.66 所示的两个半径尺寸。单击任何圆弧(除中点)时, 可以自动标出半径尺寸。
- (4) 单击【垂直标注】按钮, 单击如图 2.67 所示的 A、B 两个点, 添加点到点垂直标注。

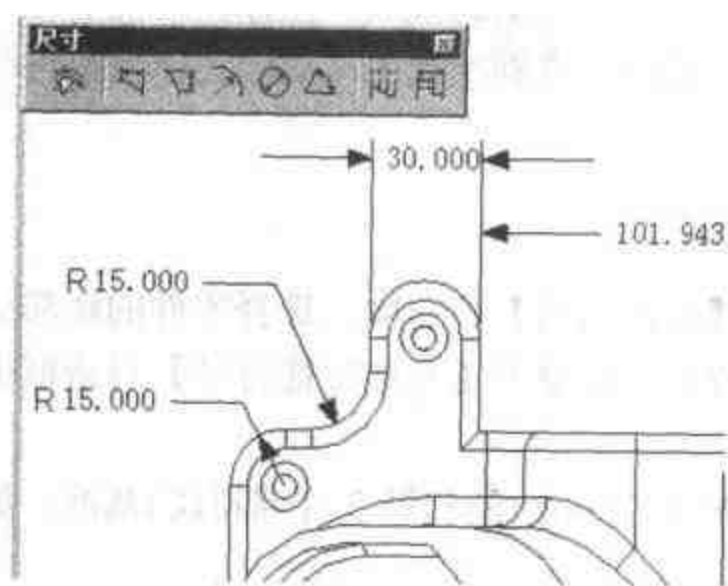


图 2.66 添加半径标注

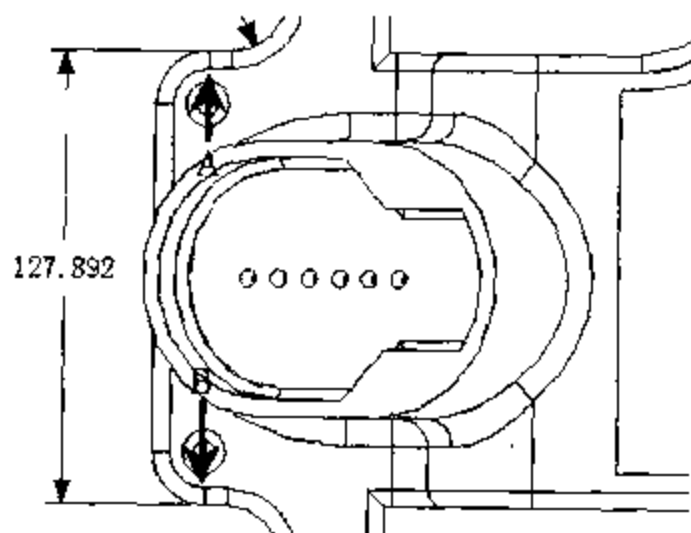



图 2.67 添加垂直尺寸标注

- (5) 单击【智能标注】按钮, 按如图 2.68 所示选择两个点, 添加点到点标注, 在选择第 2 个点时按 Tab 键, 切换到水平标注。

**注意** 单击【智能标注】的第 2 个点之后, 单击 Tab 键可以在水平标注、垂直标注和点到点标注之间进行切换。

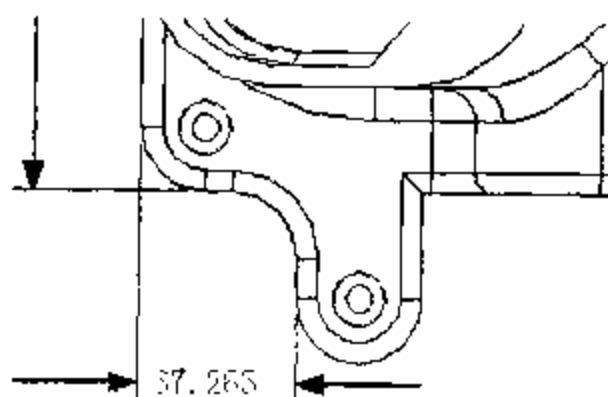
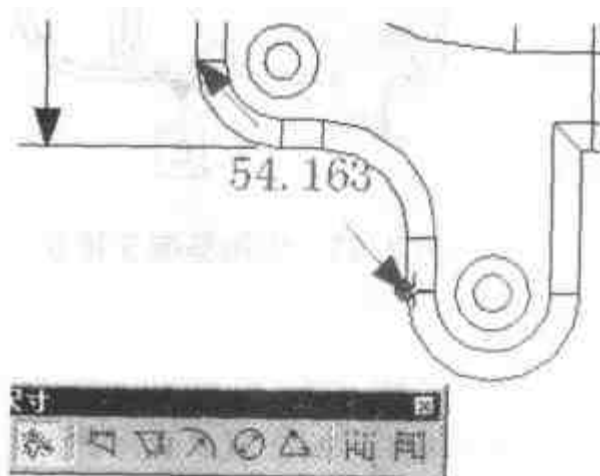


图 2.68 通过 Tab 键可以切换标注方式

- (6) 使用【智能标注】工具，按如图 2.69 所示先后选择 A、B 点，选择 B 点时按 Tab 键，可以添加点到线的标注。

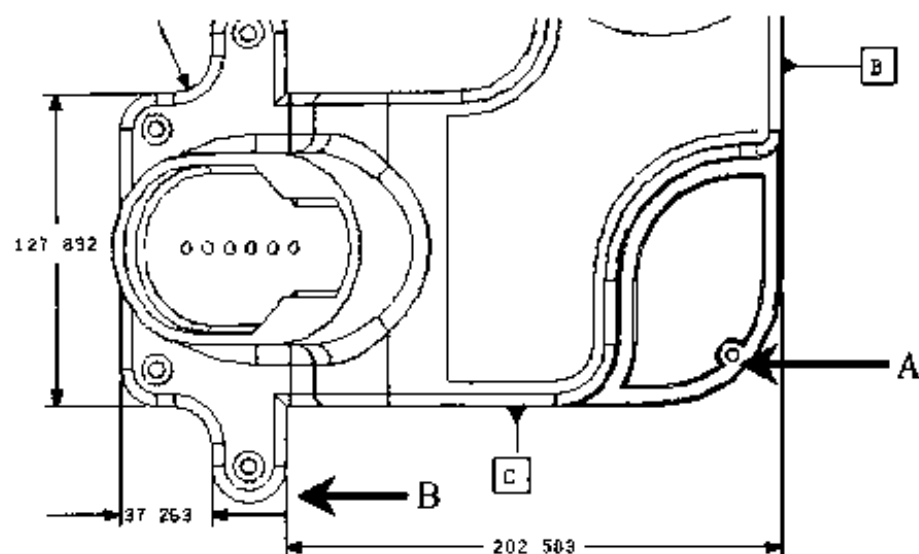


图 2.69 利用【智能标注】添加点到线尺寸

- (7) 使用【智能标注】工具还可以添加如图 2.70 所示的半径。单击任何圆弧(除了其中点)时，可以自动测出半径尺寸。

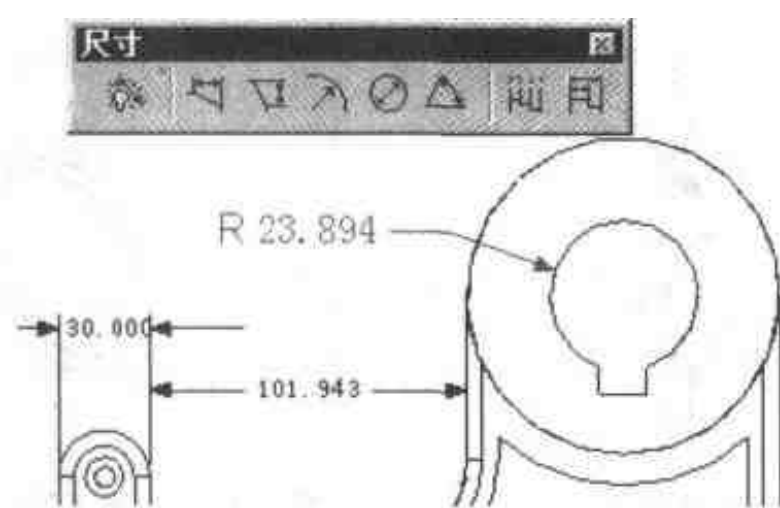


图 2.70 利用【智能标注】添加半径尺寸

**注意** 在使用【智能标注】工具单击任何圆弧(除了其中点)时，可以自动标出半径尺寸。在使用【智能标注】工具单击一个圆时，可以自动标出直径尺寸。如果不希望进行这种操作，可以使用半径或直径标注工具，而不用【智能标注】。

- (8) 使用【智能标注】工具来添加如图 2.71 所示的直径尺寸。单击一个圆时，可以自动测出直径尺寸。

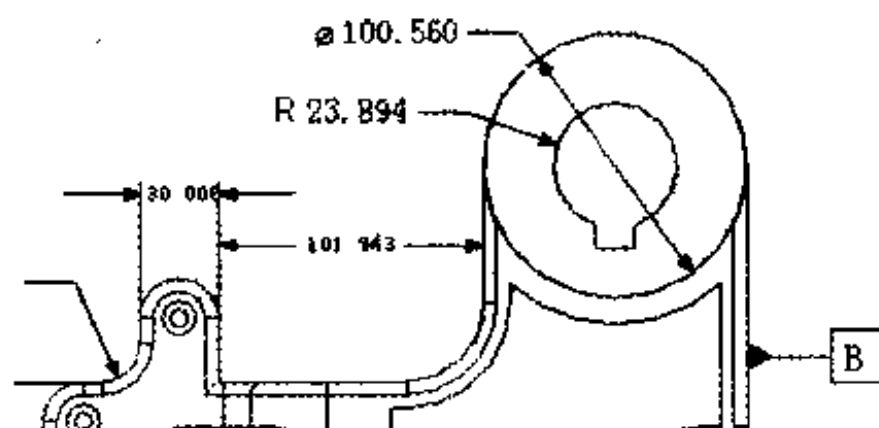


图 2.71 利用【智能标注】添加直径尺寸

- (9) 使用【智能标注】添加如图 2.72 所示的线到线尺寸。第一次单击时要按住 Shift 键(图中 A 所指)。按下 Shift 键将使【智能标注】的单击操作(标注选定直线的长度)无效。

**说明** 【智能标注】有一个默认的单击操作。当第一个选择的是直线、圆弧或圆时,这一操作允许单击鼠标来标注尺寸。要使这一操作无效,请在进行第一次选择时按下 Shift 键。

**说明** 要将显示的尺寸移到一边,例如想要移动图 2.72 中的尺寸 10.000,可以取消对【智能标注】的选择,然后单击并拖动尺寸到希望的位置。

- (10) 使用【智能标注】添加如图 2.73 所示的点到线尺寸。第一次单击时要按住 Shift 键指向圆(图示 A),标注点到线的尺寸 209.145。按下 Shift 键使【智能标注】的单击操作无效,此时圆心点为测量的起始点。

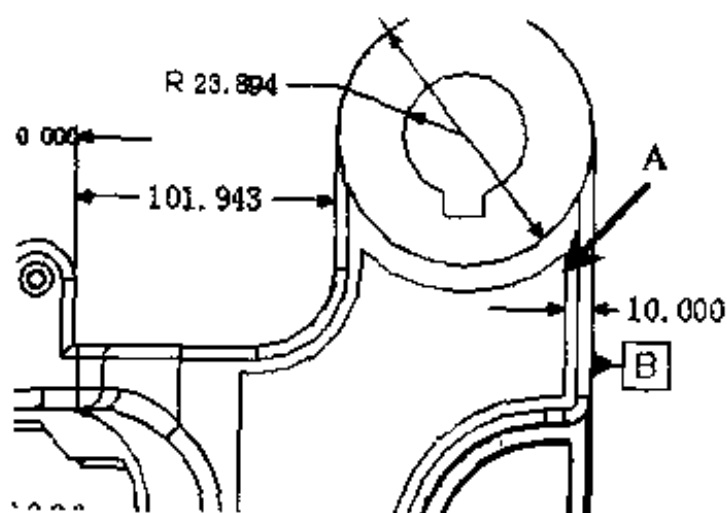


图 2.72 按下 Shift 键添加智能标注

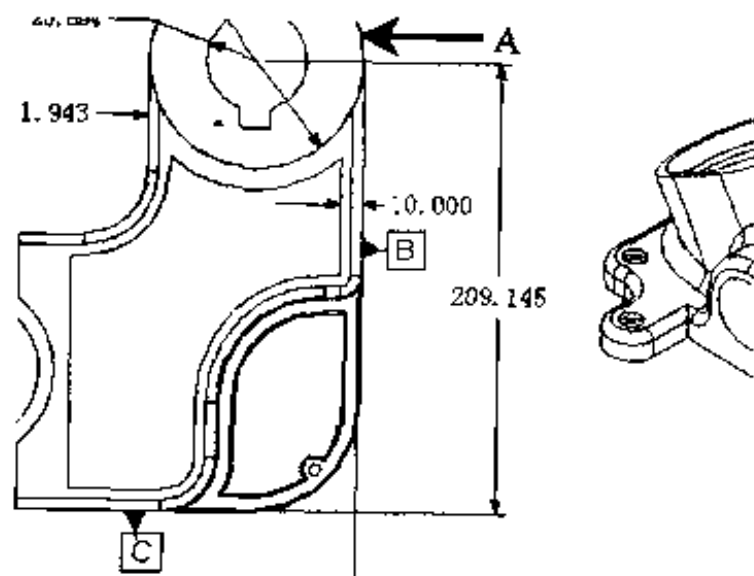


图 2.73 应用【智能尺寸】进行点到线的标注

### 3. 单个尺寸的修改

- (1) 右击图 2.73 中点到线尺寸(209.145),选择【属性】命令,弹出【直线标注属性】对话框,再选择【公差】选项卡(图 2.74),然后选择【基本尺寸】单选按钮,从而将这个尺寸变为基本尺寸。

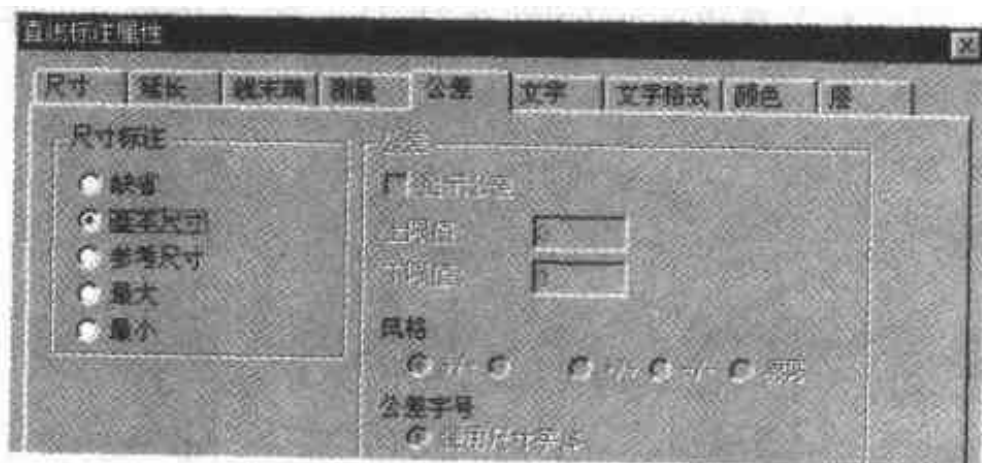


图 2.74 【公差】选项卡

- (2) 通过右击线到线尺寸(10.000),然后选择【属性】命令,接着在【文字】选项卡的,【后缀】文本框中输入“外形尺寸”,如图 2.75 所示。上述两个步骤的结果

如图 2.76 所示。

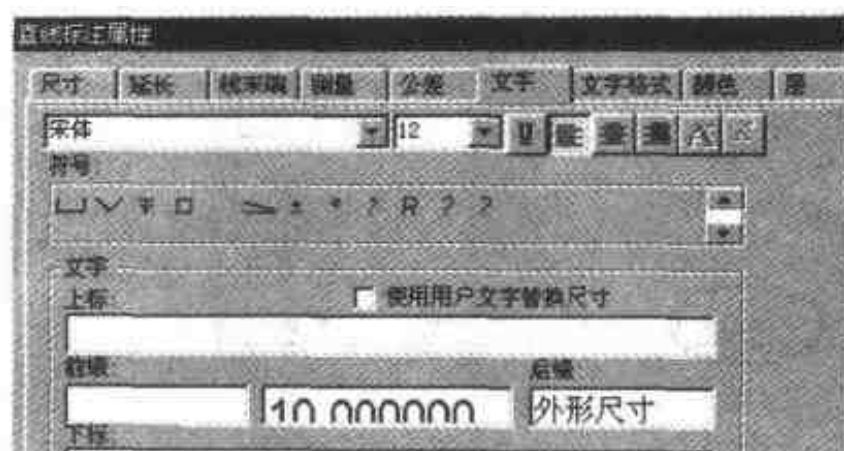


图 2.75 输入尺寸后缀

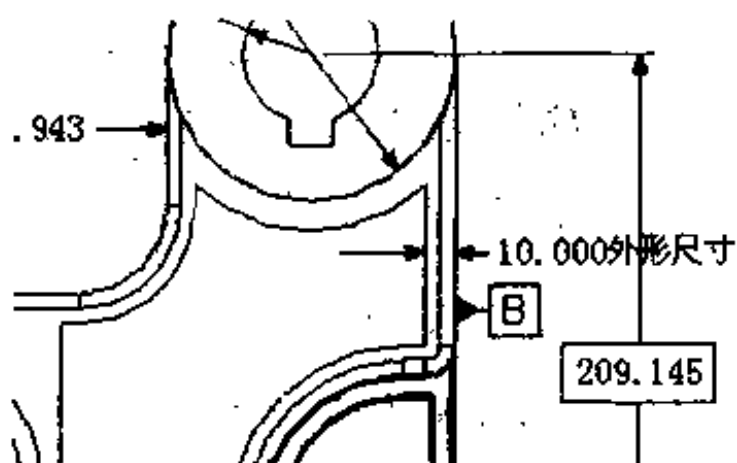


图 2.76 修改结果

- (3) 右击如图 2.77 所示的 2 个尺寸(201.503, 268.766), 选择【属性】命令, 再在【公差】选项卡中选择【参考尺寸】单选按钮, 从而将这两个尺寸变为参考尺寸。

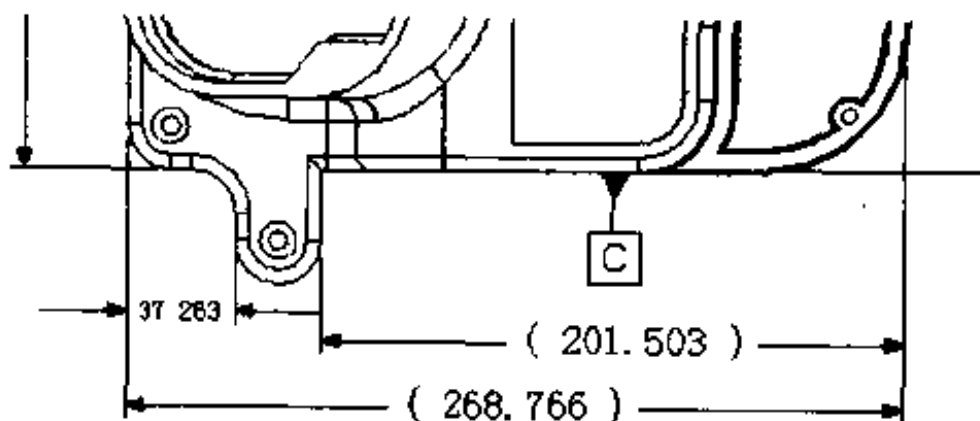


图 2.77 参考尺寸的标注

- (4) 选择圆孔的标注(R23.894), 右击选择【属性】命令, 再在【公差】选项卡中, 输入公差的上下限值和其他选项, 如图 2.78 所示, 结果可以生成带有公差的半径标注。

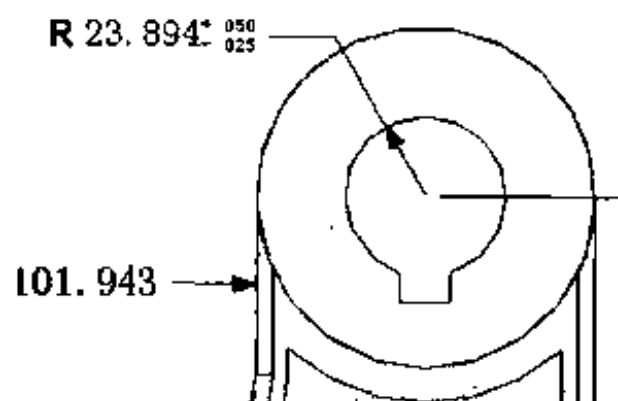
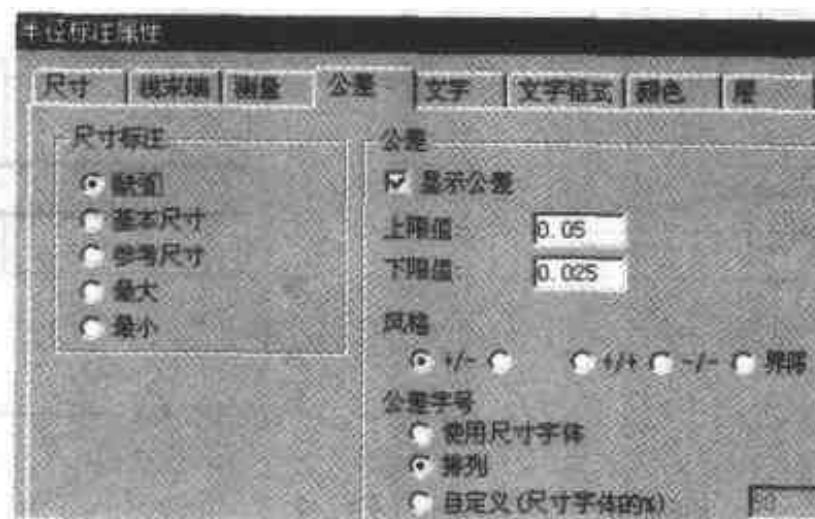



图 2.78 尺寸公差的标注

#### 4. 添加形位公差标注

单击【位置度公差】按钮, 然后单击内部圆形, 添加形位公差标注, 在【特征控制框架】对话框中输入同轴度公差值和相关符号, 如图 2.79 所示。

**注意** 要隐藏形位公差的引出线, 可单击如图 2.79 所示的【特征控制框架】对话框中的【更多】按钮, 在弹出的【形位公差属性】对话框中取消选择【显示引

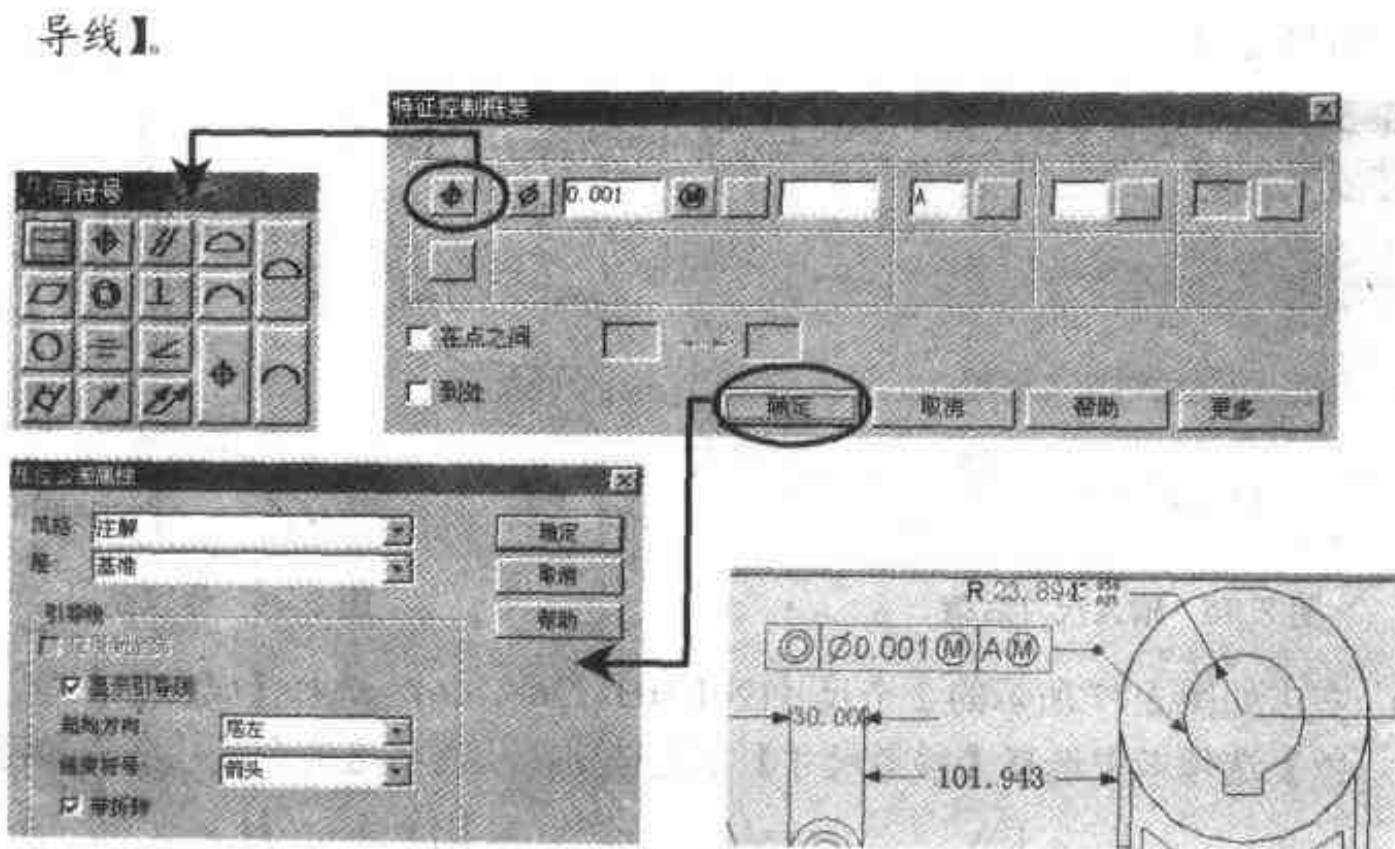



图 2.79 标注同轴度公差

## 2.2.4 生成中心线和参考线

### 1. 生成中心线

- (1) 放大正视图，单击【线性中心线】工具，然后单击如图 2.80 所示的圆，为孔添加中心线。中心线共有 4 条延伸线，在关掉中心线工具后，可以通过选择中心线，然后拖动红色的控制柄加以缩放，也可以使用这些延伸线标注尺寸。
- (2) 要改变中心线的角度定位，可以右击中心线，然后选择【属性】命令进行设置。另外通过中心线也可以标注尺寸，如图 2.81 所示。

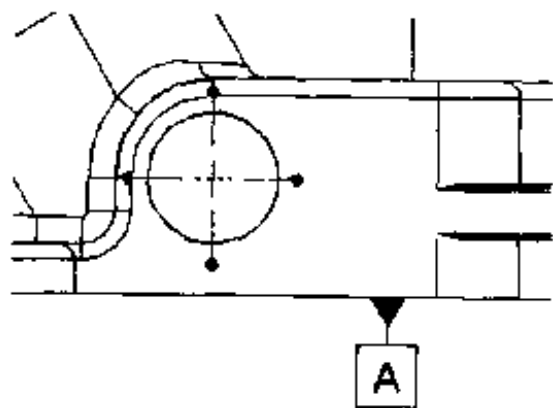


图 2.80 自动添加中心线

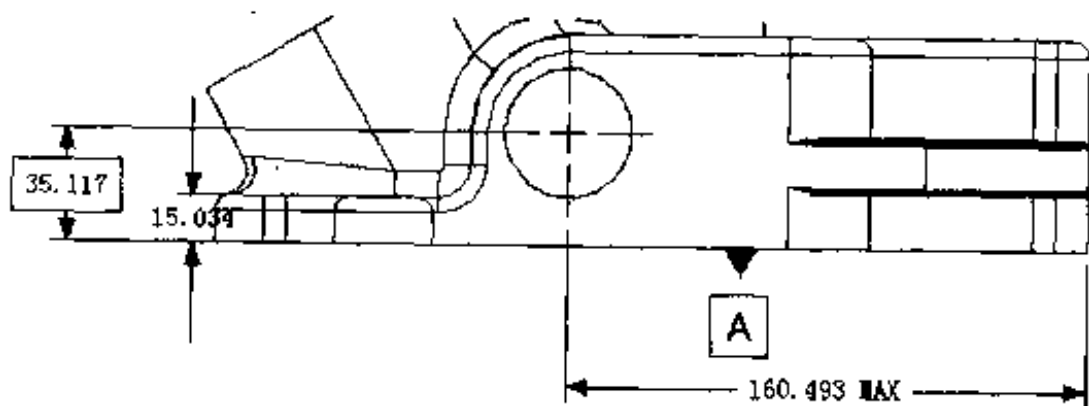



图 2.81 应用中心线标注

### 2. 生成参考曲线

- (1) 参考曲线是一条可以任意放在模型上的直线或圆，作为参考的几何图形同零件相关联，并且可以用来测量零件。
- (2) 单击【参考直线】按钮，并参照如图 2.82 所示单击直线，将它拖到左侧，根据显示的偏移量再次单击使之定位，可以添加一条参照线。
- (3) 右击参考线，选择【属性】命令，然后设置偏移量为 1.5，可以设置参考线的精确位置。还要将风格变为点划线，如图 2.83 所示。



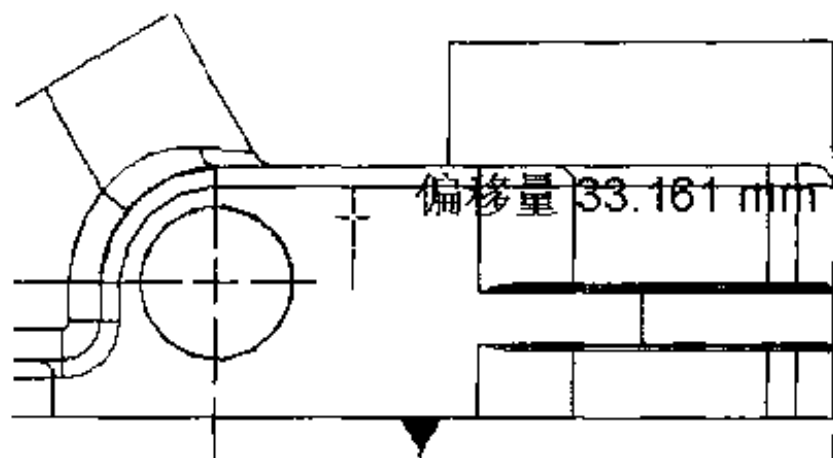


图 2.82 定位参考线

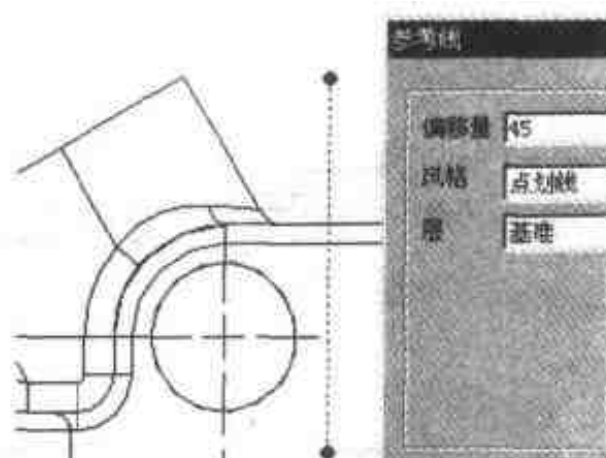



图 2.83 设置参考线

- (4) 重复以上步骤，可以添加另一条参考线，使其偏移值为 30。
- (5) 向参考线添加智能标注，如图 2.84 所示。

### 3. 添加文本框

单击【带引导线文字】按钮，单击零件，拖至如图 2.85 所示的位置，然后输入文本“涂层保护区”，输入的文字可以用【文字格式】工具条来编辑和修改。

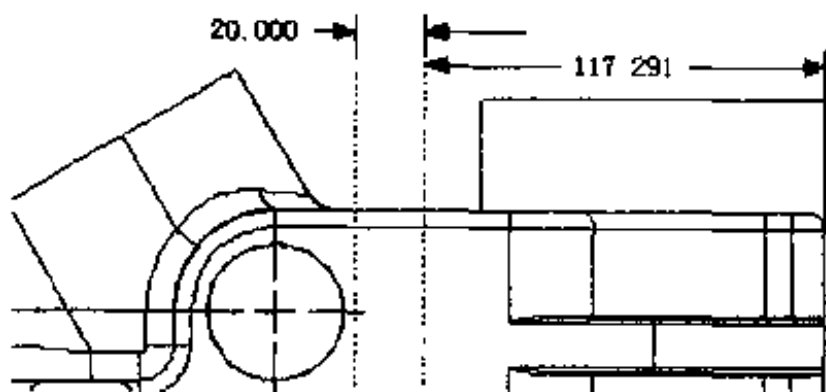


图 2.84 向参考线标注尺寸

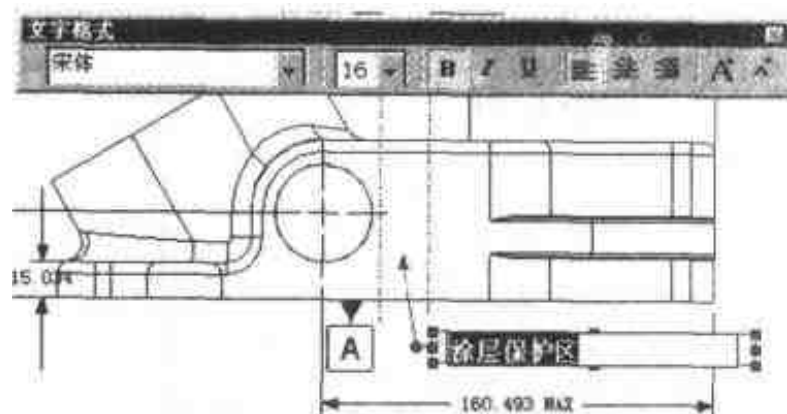



图 2.85 添加带引线的文本框

## 2.2.5 视图的表达方式

### 1. 多版面(图纸)绘图

- (1) 选择【生成】|【图纸】命令，可以生成一个新布局图图纸版面。这时在绘图区底部的图纸编号标签栏中，会出现【图纸 2】标签。
- (2) 选择第 2 张图纸，并选择【标准视图】工具，选择【顶部视图】和【正视图】，然后单击【确定】按钮。
- (3) 俯视图和正视图出现在新的图纸上。右击俯视图，然后选择【取消对齐】命令。现在可以使用手动方式重新安排视图(要移动一个视图，选择该视图，然后拖动它的边界)。如果需要，改变视图的比例，使它如图 2.86 所示。

### 2. 剖视图的生成

- (1) 放大俯视图。单击【剖视图】按钮，然后选择如图 2.87 所示的位置，放置剖切线。

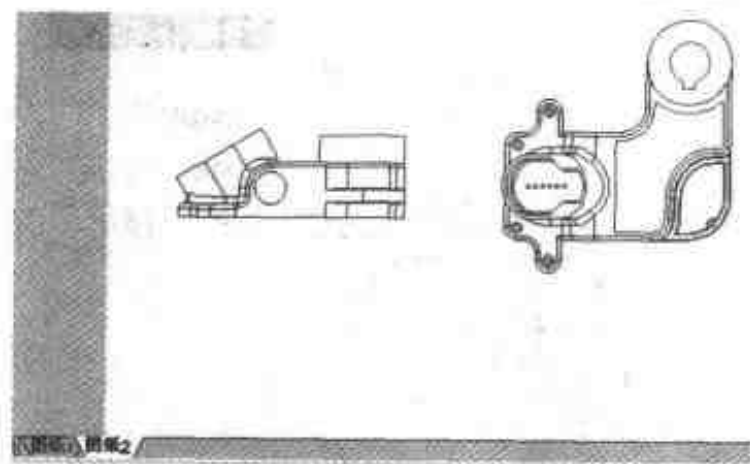


图 2.86 增加第二张图纸

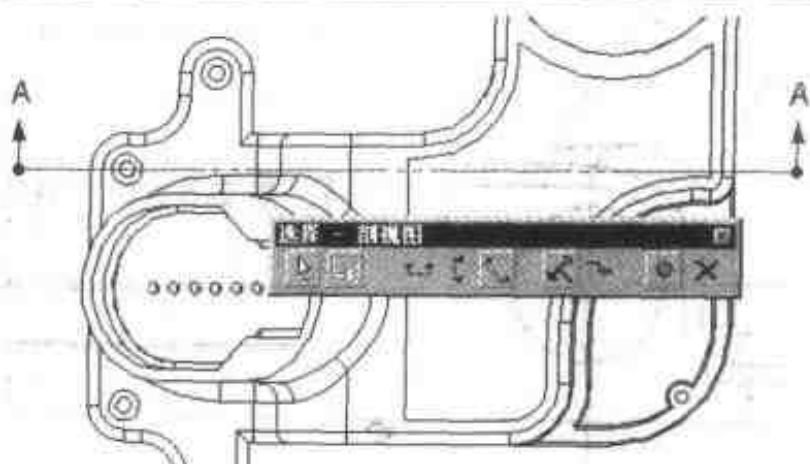




图 2.87 放置剖切线

- (2) 缩小视图，单击定位剖视图中的绿色按钮，然后放置新的视图，如图 2.88 所示。请注意视图将自动与剖切线对齐。
- (3) 右击剖视图，选择【属性】命令，然后打开【名称】选项卡，单击【确定】按钮，结果如图 2.88 所示。

### 3. 局部(放大)视图生成

- (1) 单击【局部放大视图】按钮，然后单击如图 2.89 所示的位置，放置局部区域的中心点。

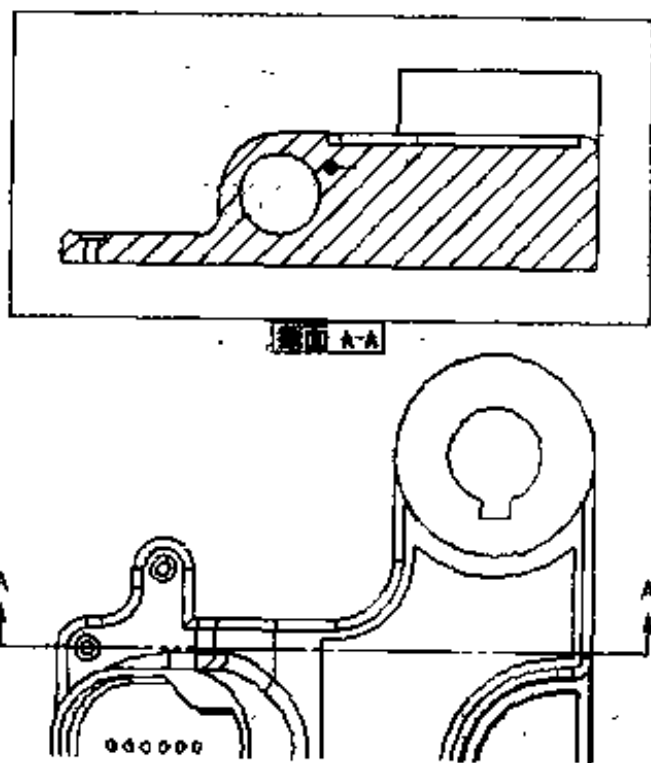


图 2.88 定位剖视图

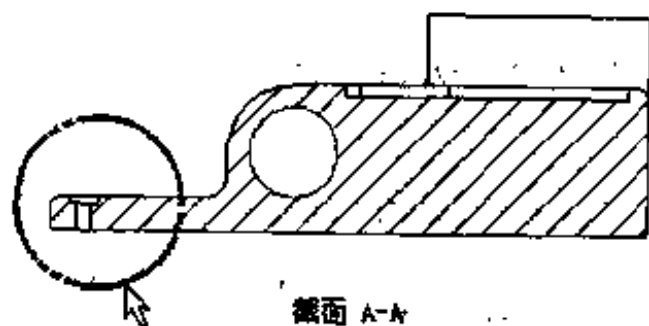


图 2.89 选择局部放大视图的中心和区域

- (2) 右击局部放大视图，然后选择【属性】命令。在弹出的【视图属性】对话框中选择【显示】复选框下的【名称】和【比例】选项。如果需要，将视图标签改为 B。单击【确定】按钮，如图 2.90 所示。

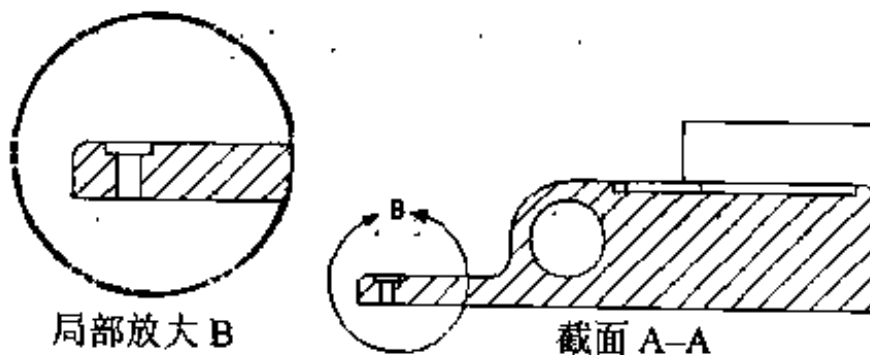




图 2.90 生成局部放大视图

## 4. 辅助视图(视向视图)

- (1) 放大正视图，接着单击【辅助视图】按钮，然后按如图 2.91 所示的 A、B 点位置，放置一条视向辅助线，单击【切换方向】按钮，将辅助线的箭头对准零件。单击绿色的按钮，生成辅助视图。
- (2) 缩小视图，然后单击放置视图，请注意生成的视图将与选定的视向(图 2.91 中的视图)方向自动对齐。为了合理布局视图，可以选择辅助视图的【取消对齐】。
- (3) 右击辅助视图，然后选择【属性】命令。改变视图标签为 C，然后选中【名称】复选框。单击【确定】按钮，请注意辅助线上的标注将更新，以反映新视图的名称，如图 2.92 所示。

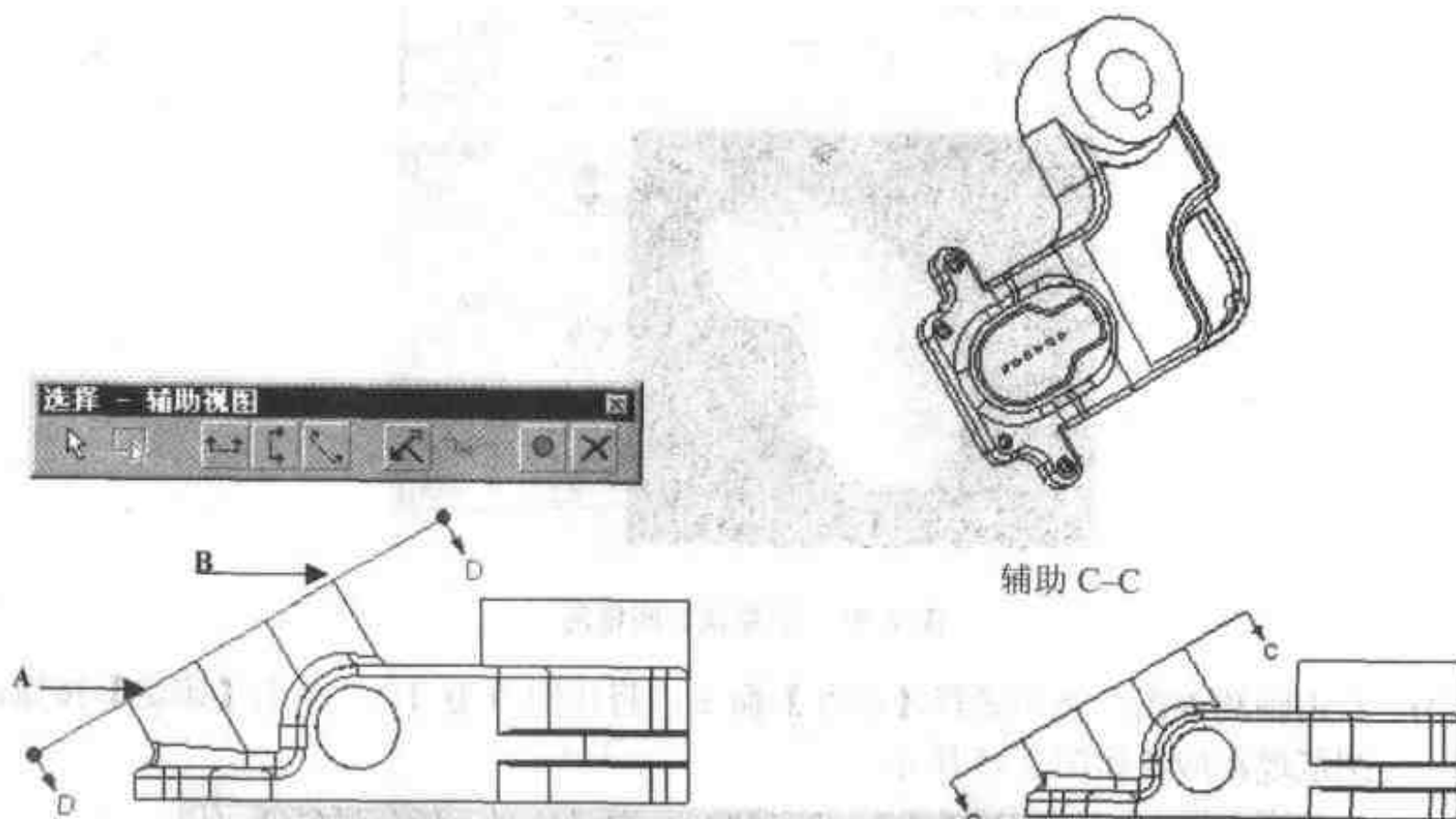


图 2.91 选择辅助视图的视向

图 2.92 定位 C-C 辅助视图

- (4) 经过布局调整，图纸现在的排列如图 2.93 所示。

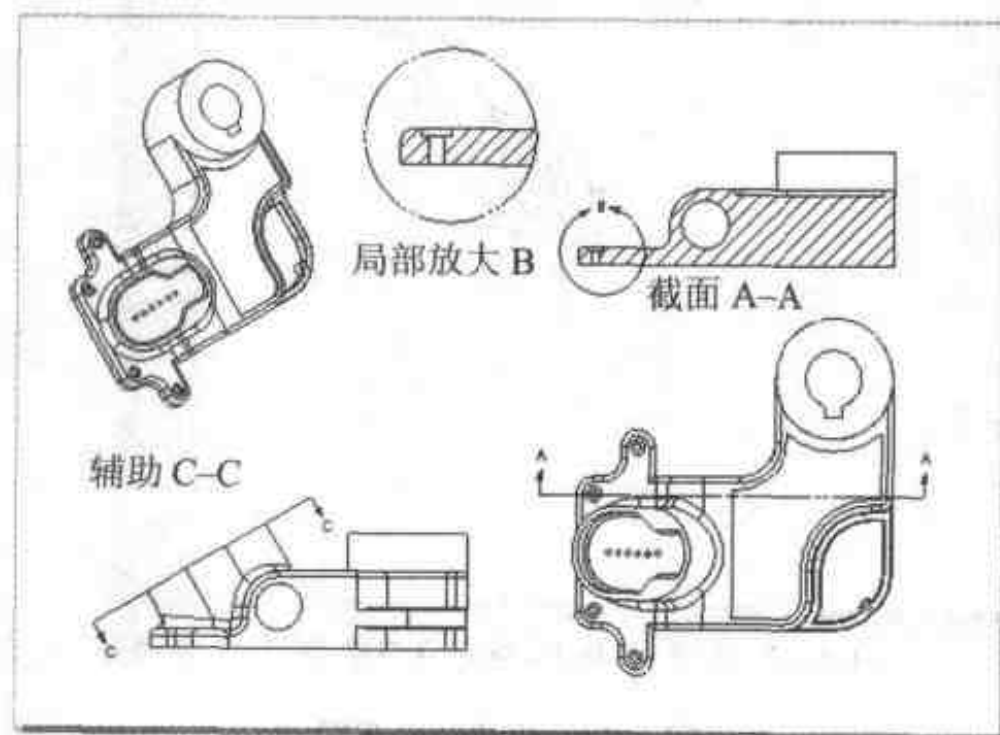



图 2.93 布局图的生成


## 5. 轴测图生成

- (1) 选择【生成】|【图纸】命令，生成第3张图纸。选择模板 A4.icd，然后单击【确定】按钮。
- (2) 单击【轴测图】工具，使用【轴侧视图生成】对话框预览定向控制，对视图进行视向定位，如图 2.94 所示，然后单击【确定】按钮生成视图。

**注意** 轴测图的默认定向与三维设计环境的视向直接相关。



图 2.94 调整轴测图视向

- (3) 右击轴测视图，然后选择【属性】命令，将比例改为 1:1，单击【确定】按钮，图纸现在应该如图 2.95 所示。

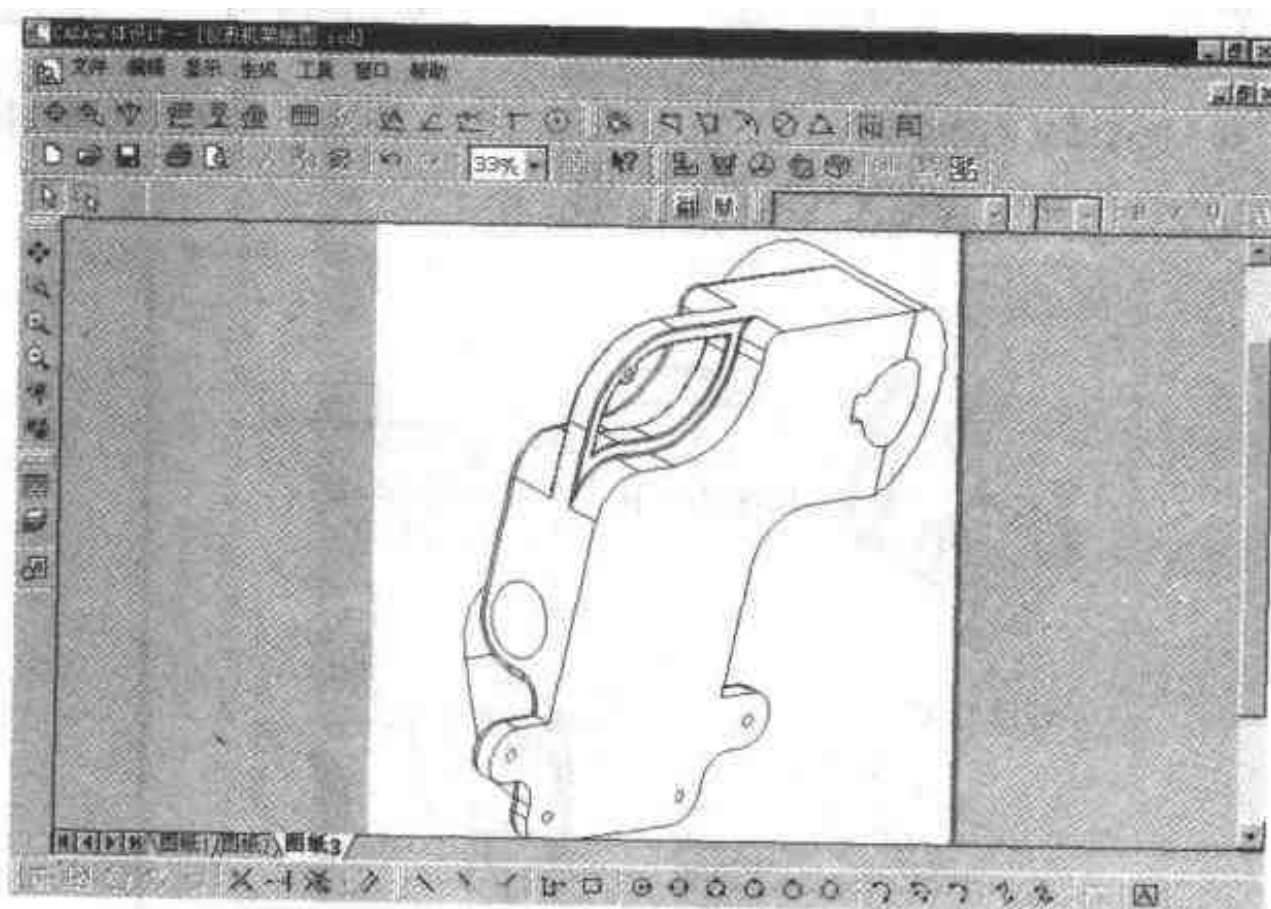



图 2.95 生成的轴测图

### 2.2.6 使用布局图环境的绘图工具

布局图绘图工具虽然可以用来绘制图形,但由于大部分图形是由三维环境投影生成的,所以绘图工具主要是用作二维几何图形的注释。使用线、样条线、贝塞尔曲线和文本工具,可以对已有图形编辑和生成注释。但是需要注意在布局图环境绘制的图形与三维几何实体没有关联。

#### 1. 命名的风格

有多种选项可以用来改变图形的外观,如尺寸风格和图层。举例来说,一种尺寸的风格,可以通过右击图形,然后选择【属性】命令而加以改变。另外,也可以使用【命名的风格】对话框一次改变整个图形的风格。

- (1) 要改变整个图形的尺寸标注风格,首先单击【命名风格】按钮,打开【命名的风格】对话框。在其中的【已命名风格的类型】下拉列表框中,选择【标注风格】选项,然后选择 ANSI(美国国家标准组织)作为命名的风格,并单击【更改】按钮,如图 2.96 所示。

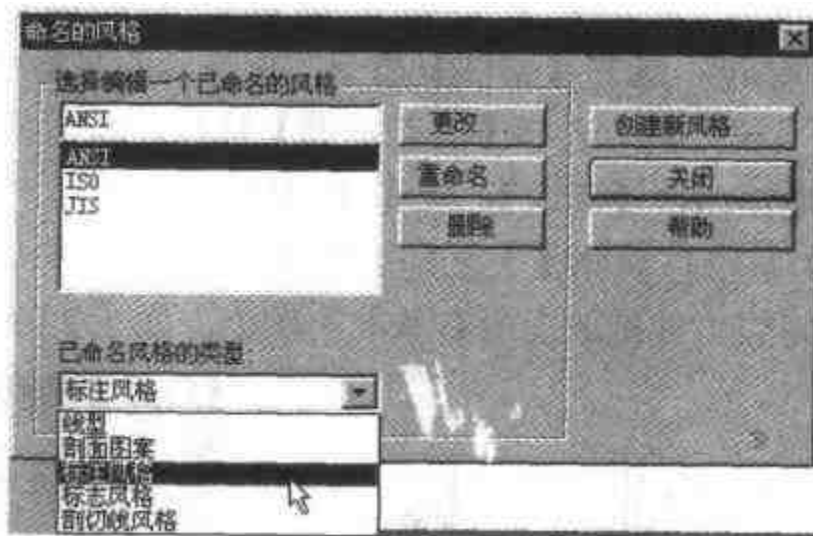


图 2.96 设定标注的风格

- (2) 打开如图 2.97 所示的对话框,然后打开其中的【字体】选项卡,并在【名称】选项组中选择【宋体】选项,字形为常规,字号为 12 号。接着单击【确定】按钮。图形上的所有尺寸现在都应该更新,以反映所发生的变化。

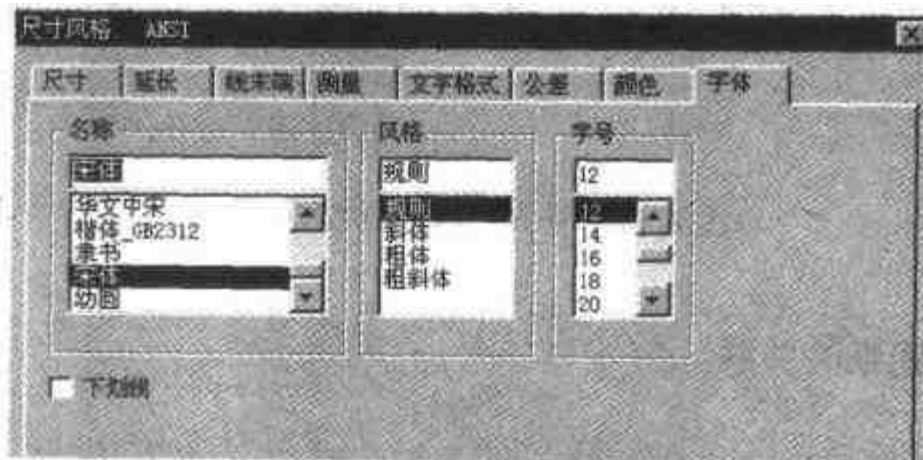


图 2.97 设置【字体】风格



## 2. 添加图层

图层可以用来组织图形元素，我们可以专门为绘图元素添加新的图层，并且给图层分配一种特定的颜色，使图形上同一图层的元素一目了然。


- (1) 单击【层】按钮，在打开的对话框中单击【新建层】按钮，如图 2.98 左图所示。
- (2) 在【名称】文本框中输入，如图 2.98 右图所示的“工艺基准”，设置颜色为蓝色，然后选择【绘制时使用层颜色】复选框。单击【确定】按钮两次。



图 2.98 定义图层

- (3) 右击图 2.99(B)基准，选择【属性】命令，在打开的对话框中单击【更多】按钮，然后在【层】下拉列表中选择【工艺基准】选项，从而将 B 基准移动到【工艺基准】图层。单击两次【确定】。现在 B 基准将在图形上显示为蓝色。重复这个步骤，可将 C 基准移动到【工艺基准】图层。现在，只需改变【工艺基准】图层的颜色，就可以方便地改变所有基准的颜色，如图 2.99 所示。

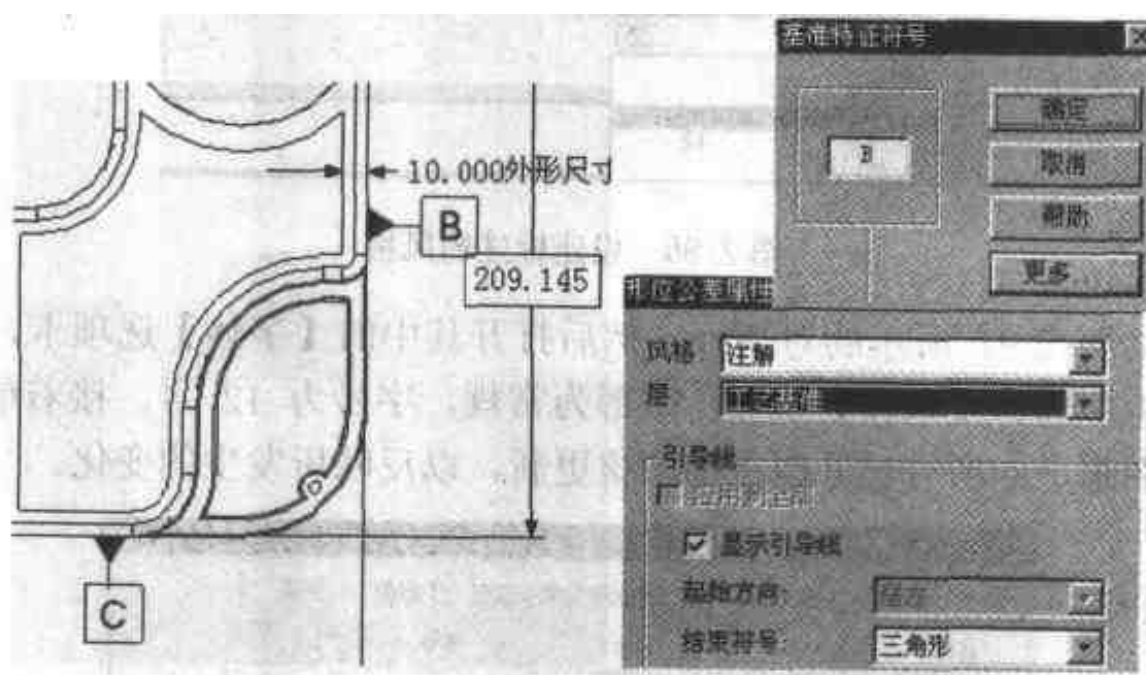


图 2.99 将 B、C 基准放入新图层

### 2.2.7 零件与图纸的关联

当改变一个三维零件的几何实体时，与之相关联的二维图形也会随之变化。在许多情况下，尺寸标注也将自动更新。

- (1) 右击轴测视图，然后选择【编辑设计环境】命令。打开三维零件的文件。选择孔的内侧圆柱形表面，右击，选择【编辑半径】命令，然后设置其半径为 25，如

图 2.100 所示, 之后单击【确定】按钮。

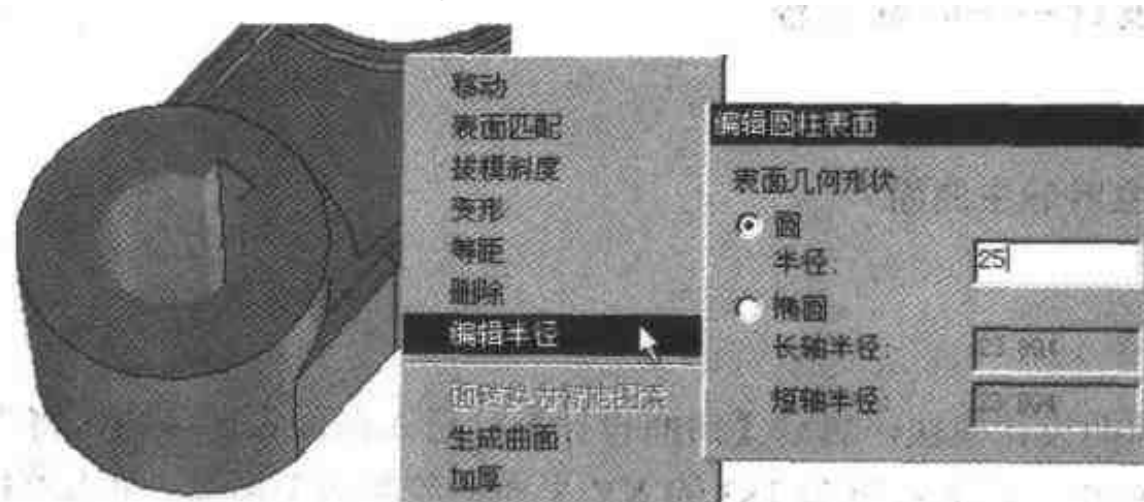



图 2.100 修改内孔圆的半径

- (2) 选择图示外侧圆形边缘, 当其处于面/边/点编辑状态时右击, 选择【边过渡】命令, 在打开的对话框中输入一个常量半径“5”, 然后应用过渡, 结果如图 2.101 右图所示。



图 2.101 圆角过渡

- (3) 使用【窗口】下拉菜单, 返回二维图形。
- (4) 放大俯视图, 然后单击【更新全部视图】工具。图形将全部更新, 以反映三维零件的变化。
- (5) 请注意半径尺寸已经自动更新, 反映模型的变化。不过, 直径的尺寸呈品红色, 表明该尺寸无效, 应该删除。发生这种情况是因为最初该尺寸标注的边缘, 已因为生成新的过渡而受到破坏。直径可以重新标注一次, 如图 2.102 所示。

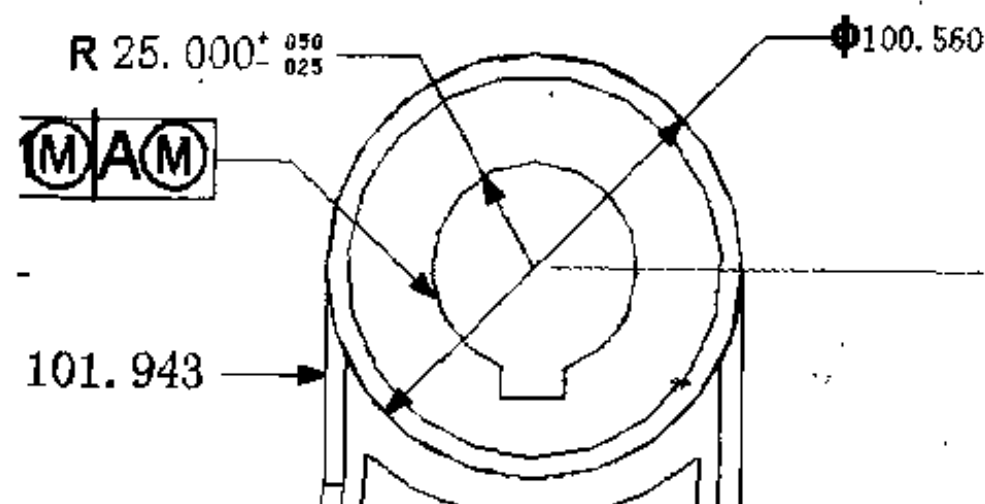



图 2.102 二维视图的标注会自动更新

## 2.3 模具的设计——叶轮凸模

### 2.3.1 建立叶轮主曲面

#### 1. 绘制线框

- (1) 加载曲面设计模块, 启动【曲面设计】后进入曲面设计环境, 将当前工作平面切换为 XOY, 在 Z 高度为 183 的 XY 平面内绘制两个圆弧: 单击  按钮, 选择【圆心-半径-起始角】, 设定第 1 个圆弧参数: 圆心(0, 0, 183), 半径 240, 起始角度  $245^{\circ}$ , 终止角度  $355^{\circ}$ 。第二个圆弧参数: 圆心(0, 0, 183), 半径 12, 起始角度  $245^{\circ}$ , 终止角度  $355^{\circ}$ 。用直线连接两圆弧端点, 如图 2.103 所示。

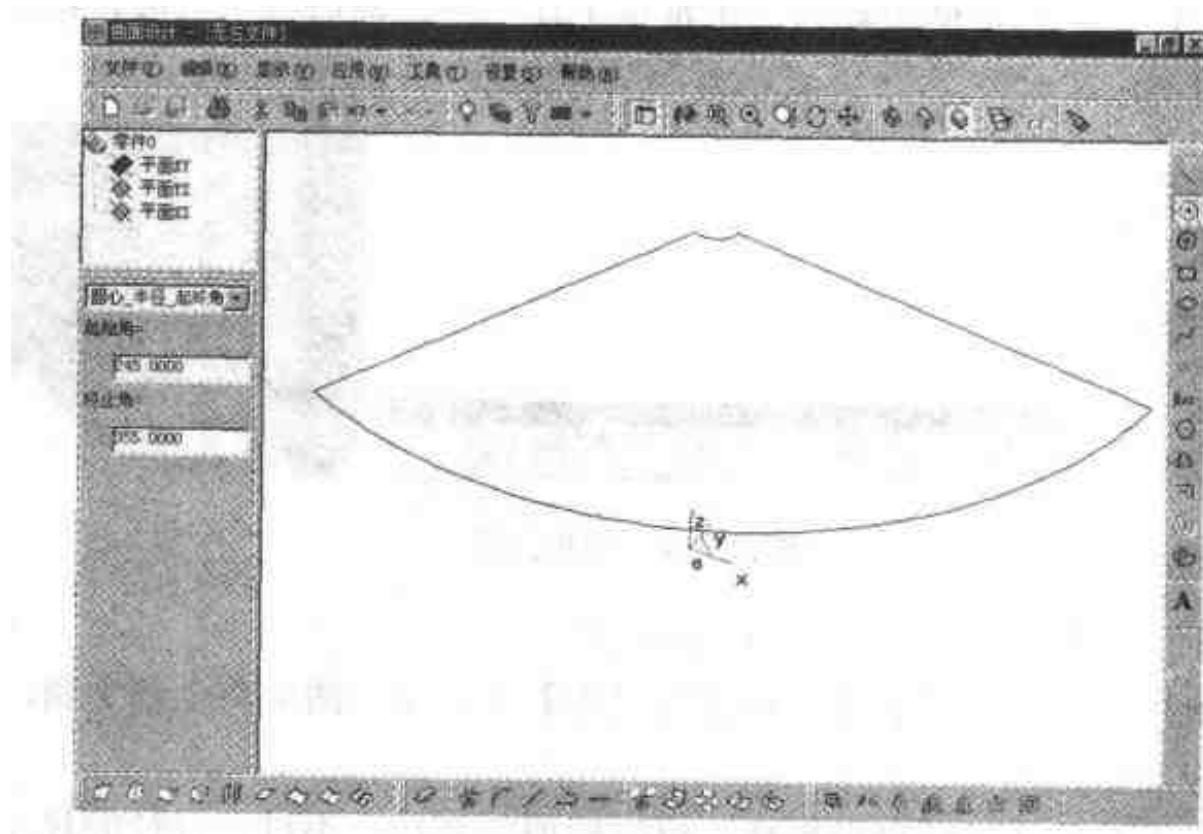


图 2.103 基础线架

- (2) 选择【工具】|【查询】|【坐标】命令, 先后拾取如图 2.104 所示的 4 个顶点, 得到它们各自的坐标。

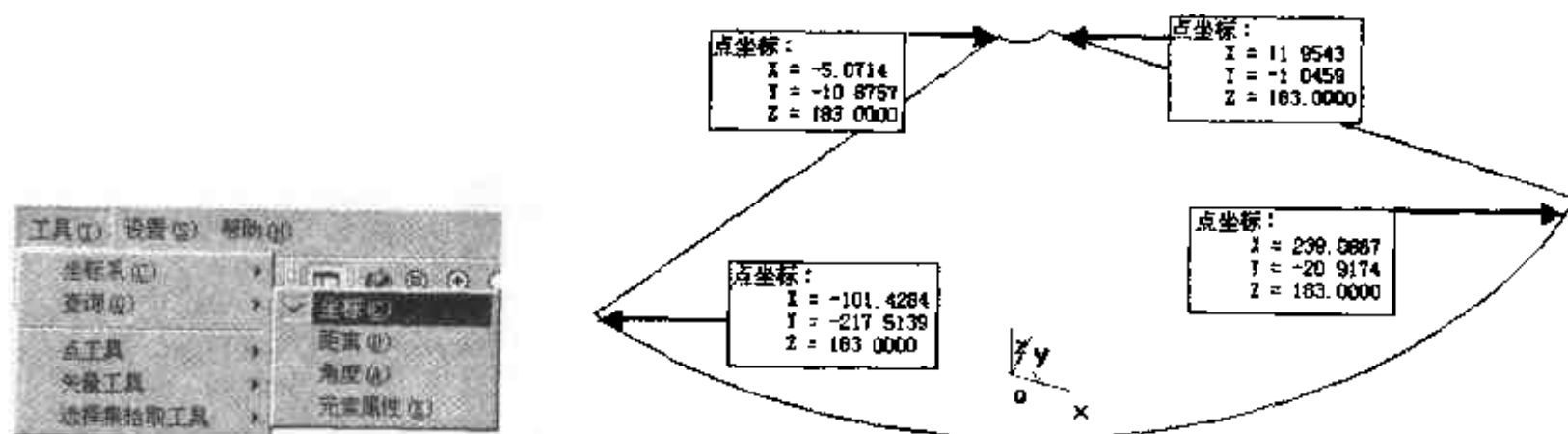


图 2.104 查询顶点的空间坐标

- (3) 在 4 个端点做负 Z 向垂线, 长度如图 2.105 所示。

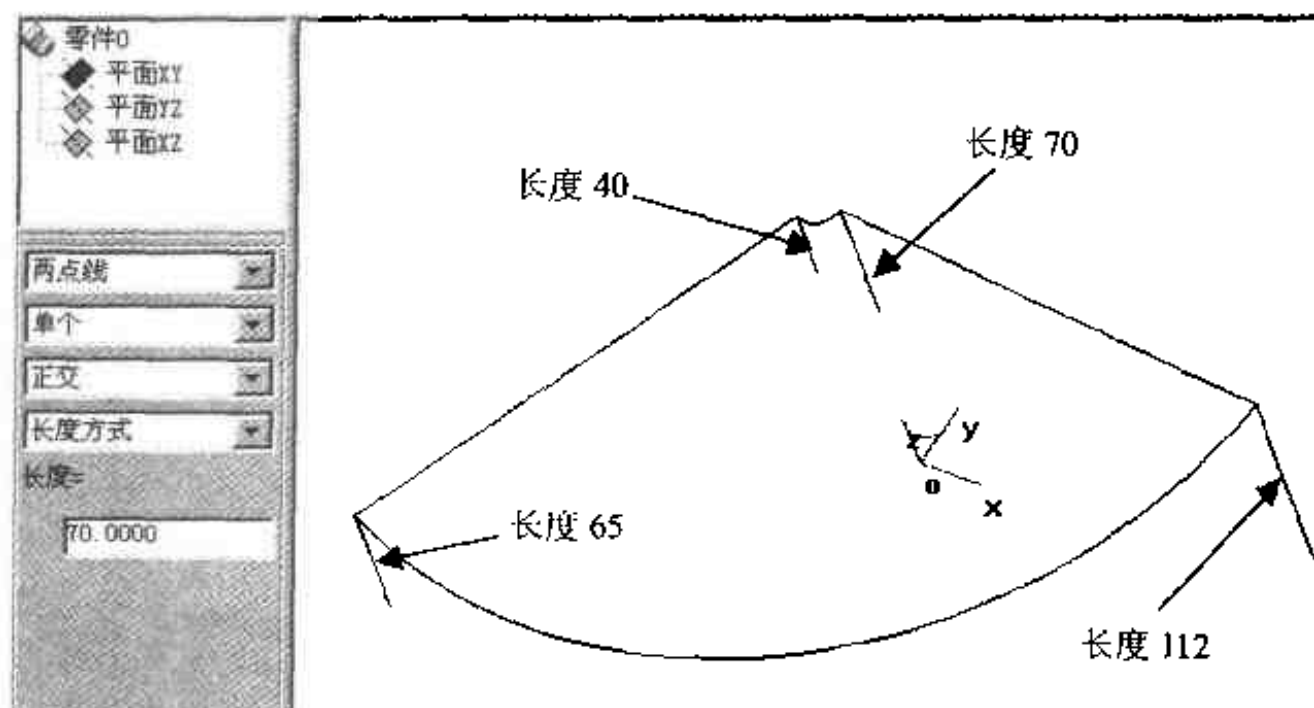


图 2.105 绘制负 Z 向垂线

- (4) 分别在直线的两个中点向负 Z 方向绘制直线，长度如图 2.106 所示。

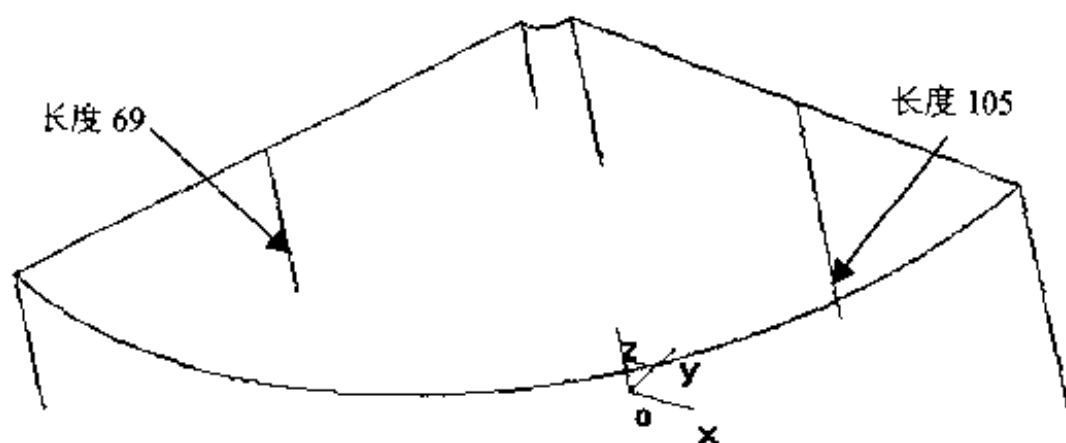


图 2.106 在直线的两个中点向负 Z 方向绘制直线

- (5) 用三点圆弧，捕捉直线端点，做如图 2.107 所示的图形。

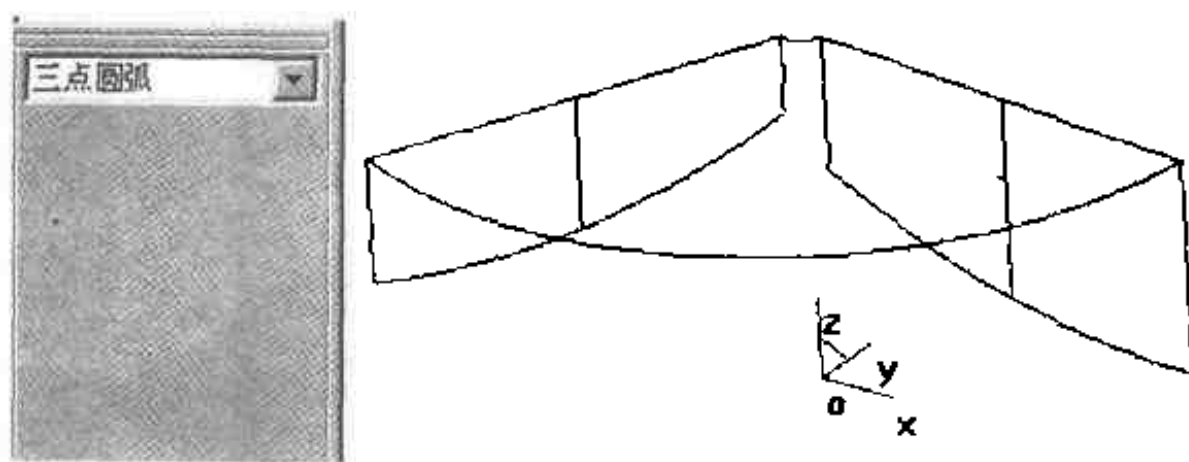


图 2.107 生成 3 点圆弧

- (6) 过与 XOY 平行面内两圆弧中点做两长度分别为 55 和 92 的垂直直线，如图 2.108 所示。

**注意** 可以通过按空格键选择中点进行智能捕捉。

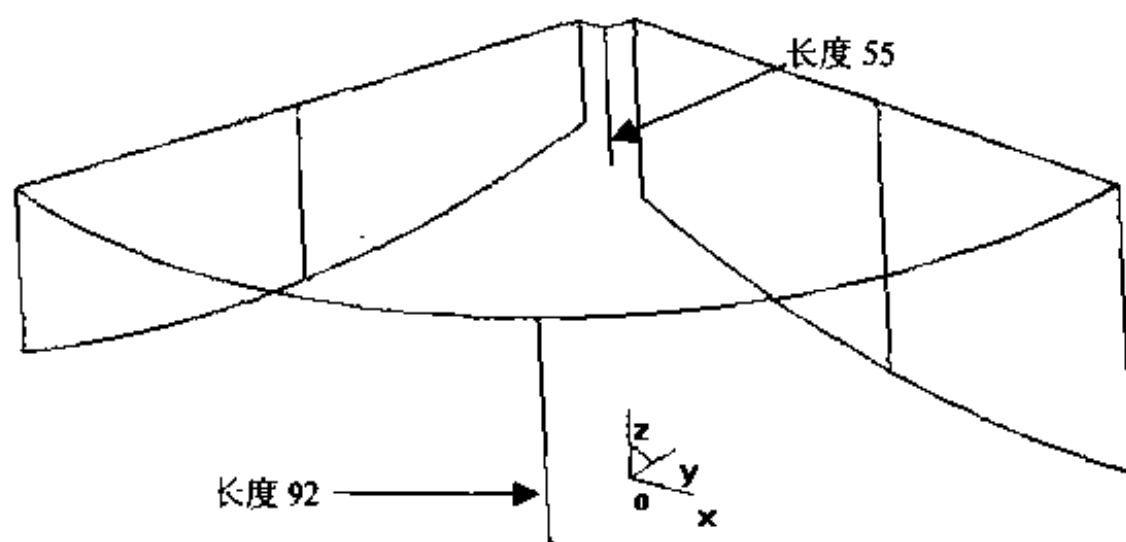


图 2.108 绘制负 Z 方向的两条垂线

(7) 用三点圆弧绘制如图 2.109 所示的图形。

## 2. 删除不用的线

删除不用的辅助线，清理画面显示，如图 2.110 所示。

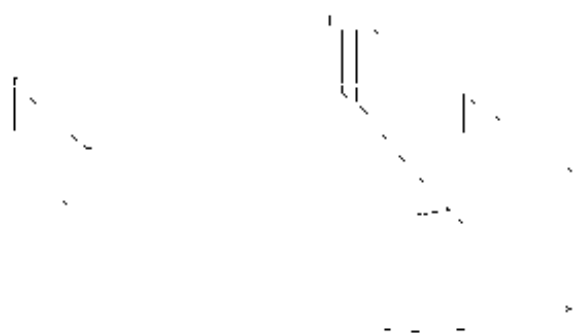



图 2.109 绘制圆弧



图 2.110 删除多余辅助线

## 3. 生成四边界曲面

单击  按钮，拾取底层图形的四边，即可生成如图 2.111 所示的曲面。

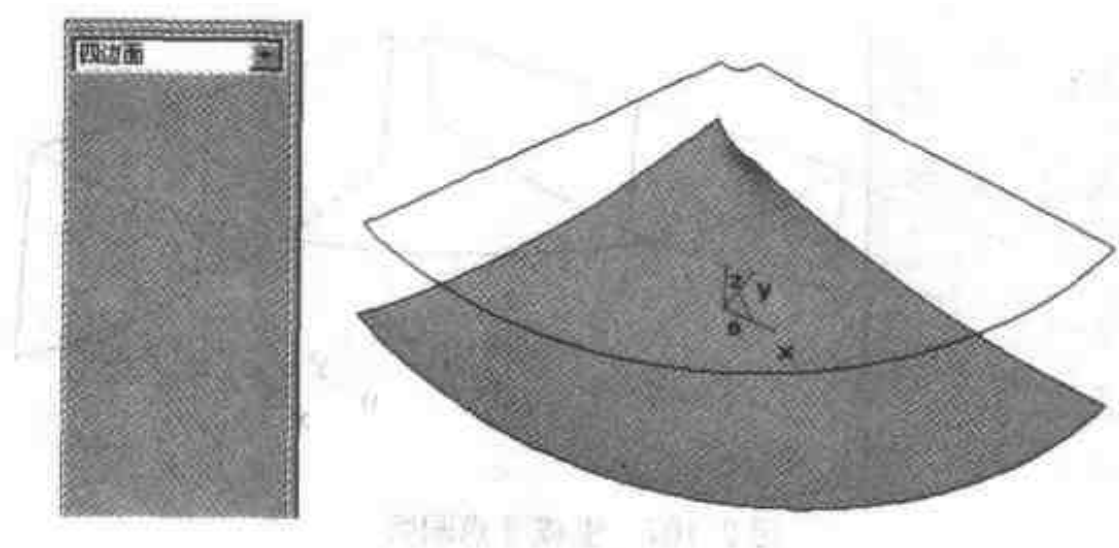


图 2.111 生成四边界曲面

## 2.3.2 生成主曲面减料实体

### 1. 向 3D 设计环境输出主曲面


(1) 选择【文件】|【输出曲面】命令，选择四边界面曲面然后右击，这时系统会提示



曲面的数量和缝合情况,如图 2.112 所示,单击【确定】按钮即完成曲面的输出。



图 2.112 完成曲面输出

- (2) 返回到 3D 设计环境,单击【读入曲面】按钮,弹出【读入曲面】对话框,选择曲面名称后单击【确定】按钮,即完成曲面的输入,如图 2.113 所示。
- (3) 默认状态下,输入的曲面数据格式为 IGES 文件,运算内核为 Parasolid。请单击曲面进入零件状态后右击,选择【IGES 零件属性】命令,在弹出的【IGES 零件】对话框中打开【常规】选项卡,将名称改为“主曲面”,内核改为 ACIS,如图 2.114 所示。

**注意** 在【位置】选项卡中可以查看输入曲面的空间位置,主曲面的原点坐标和目前的栅格原点是重合的。



图 2.113 输入曲面





图 2.114 修改曲面属性

## 2. 用主曲面的曲面轮廓线构造实体图素

- (1) 单击曲面处于零件状态,右击曲面选择【转换成实体】命令,这时曲面就变成了实体图素,如图 2.115 所示。



图 2.115 将曲面转变呈实体

- (2) 单击【拉伸特征】按钮, 单击背景, 在弹出的【拉伸特征向导/第一页】对话框选择【独立实体】单选按钮, 单击【完成】按钮, 窗口出现二维截面编辑状态, 如图 2.116 所示。
- (3) 单击【投影 3D 边】按钮, 依次选择主曲面的 4 条边, 结果此 4 条边都会投影到二维截面栅格上, 如图 2.117 所示。

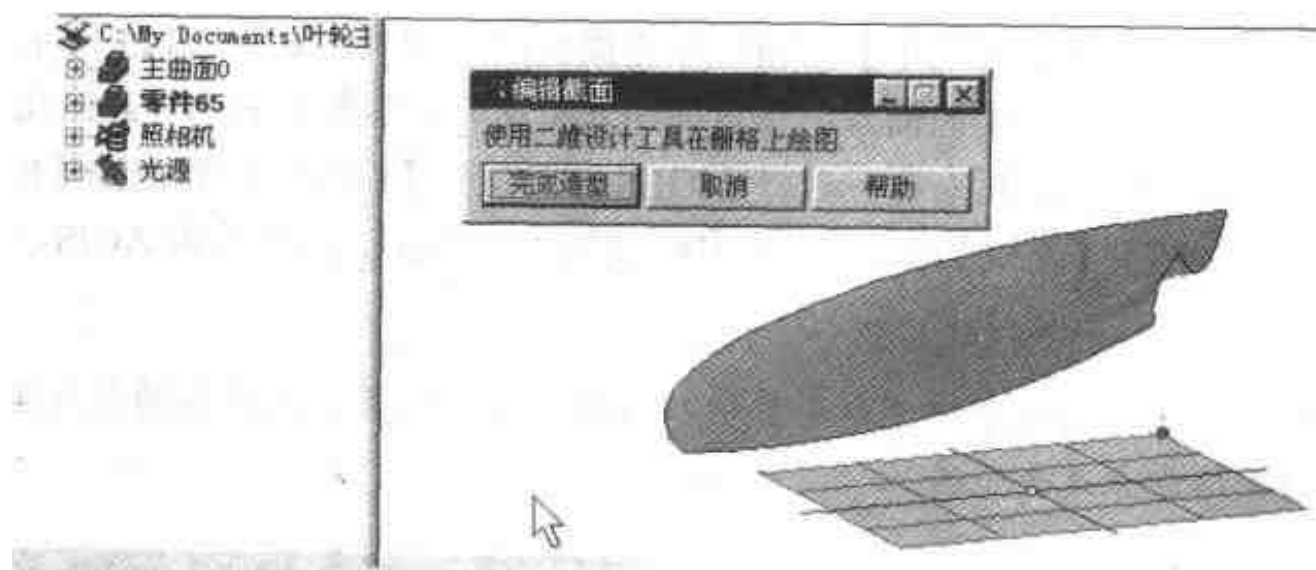


图 2.116 进入二维截面编辑

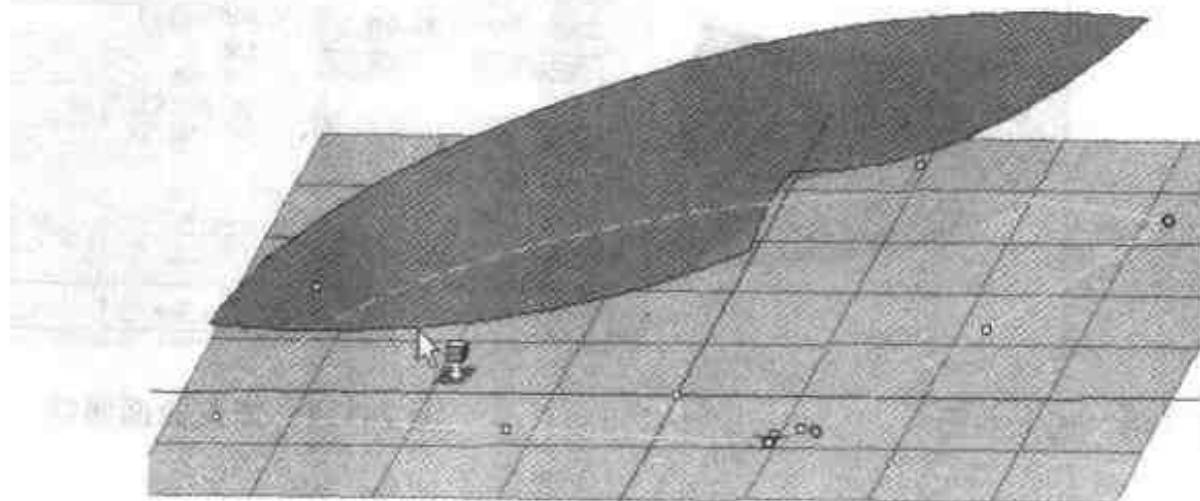


图 2.117 将曲面的四边投影到二维截面上

- (4) 单击【等距】按钮, 将上步得到的 4 条投影线再向内部平移 1.5, 如图 2.118 所示。

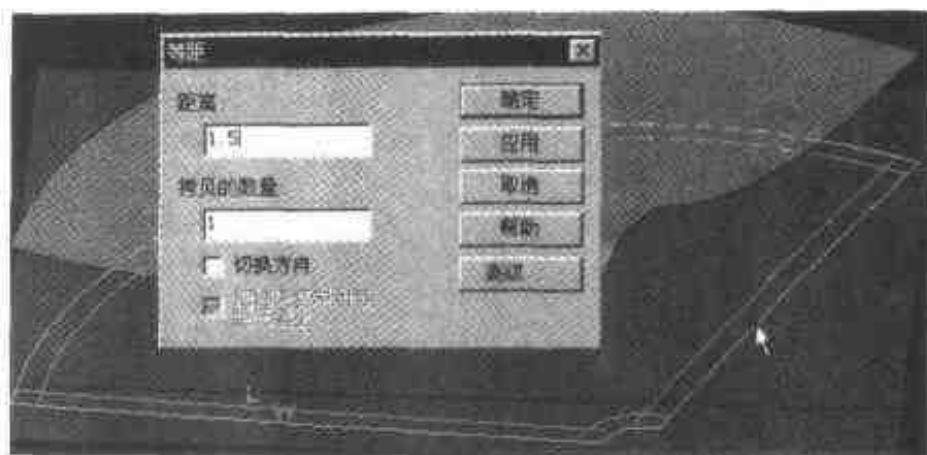



图 2.118 投影线向内平移 1.5

- (5) 将最先得到的 4 条投影线删除, 由于平移线发生两两相交, 所以用裁剪工具把多余线段剪掉, 结果如图 2.119 所示。

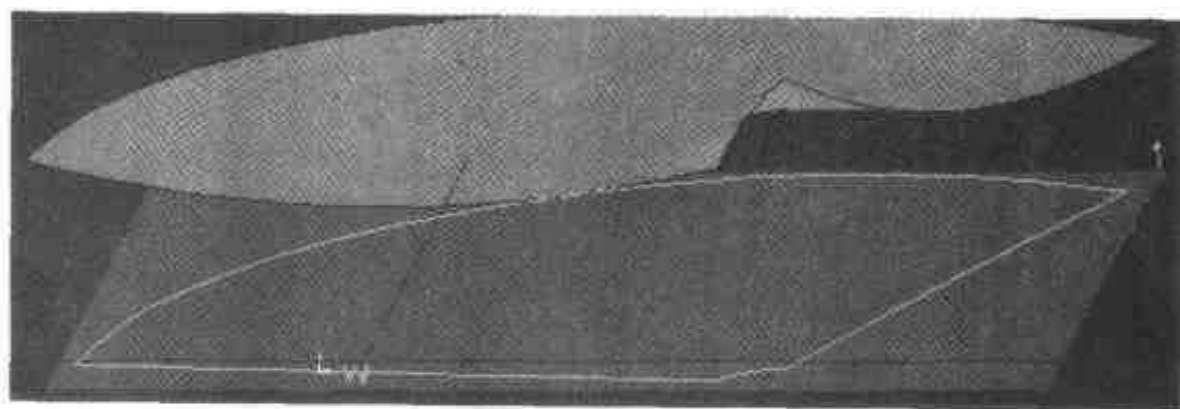


图 2.119 经过修剪得到封闭轮廓线

- (6) 单击【完成造型】按钮, 生成拉伸造型, 右击造型拉伸方向的手柄, 编辑距离使造型体完全包容了主曲面, 如图 2.120 左图所示。

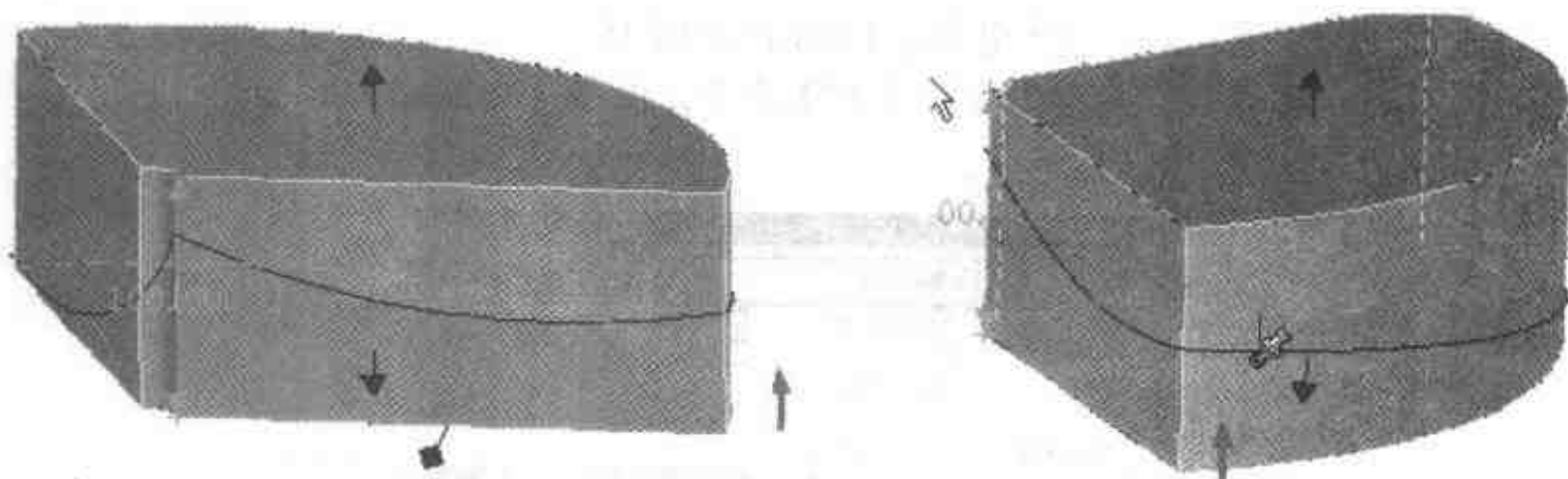


图 2.120 相嵌有曲面的曲面轮廓造型体

### 3. 分裂零件

- (1) 将新生成的造型更名为“曲面造型体”, 按住 Shift 键, 在设计树上先选择【曲面造型体】, 再选择【主曲面】。这时两个零件同时被选中, 其中后被选中的曲面是作为切割体。
- (2) 选择【修改】|【分裂零件】命令, 结果发现设计环境中有了两个【曲面造型体】, 如图 2.121 所示为分离前后的设计树。

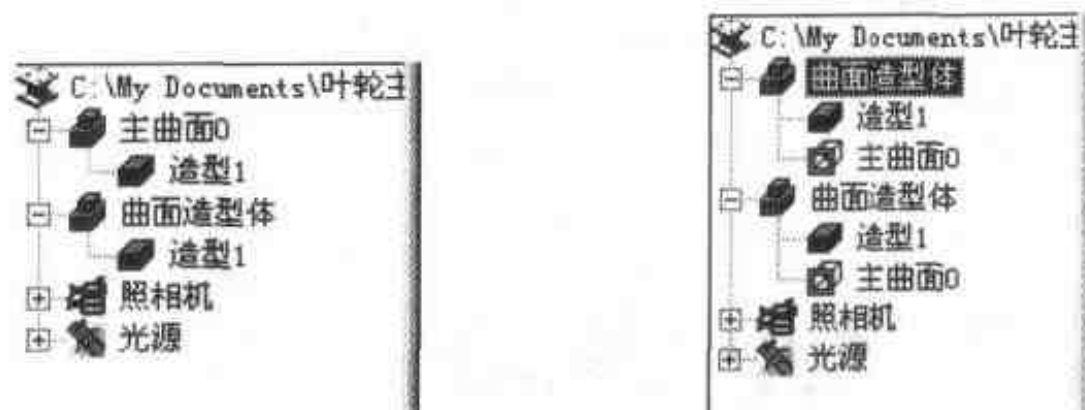


图 2.121 零件分裂前后的设计树对比

- (3) 原来的造型体被曲面一分为二，应用【三维球】可以将上面的一个造型体分开，以备后用，将作为“主曲面减料实体”文件保存起来，如图 2.122 所示。

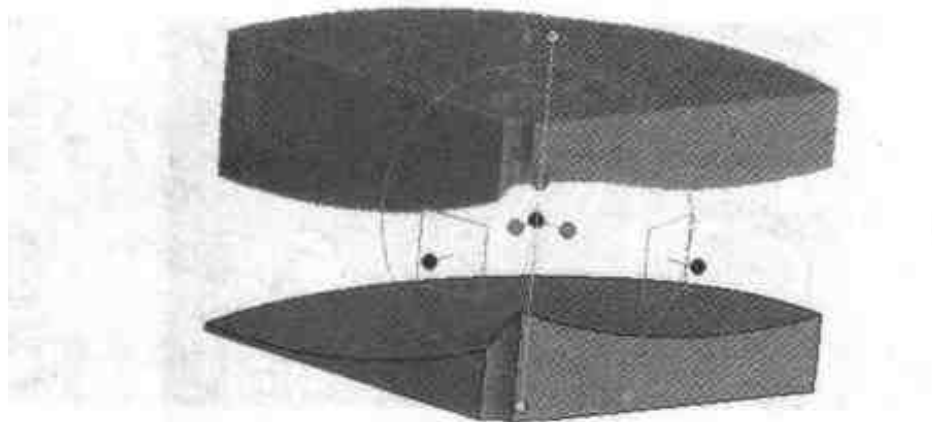


图 2.122 分裂后的造型体

#### 4. 保存主曲面减料实体


- (1) 将上一步选取的造型体更名为主曲面减料实体。
- (2) 选择【文件】|【另存为零件/装配】命令，保存文件名为“主曲面减料实体”，输出设置如图 2.123 所示。



图 2.123 保存主曲面减料实体文件

### 2.3.3 构建叶轮基础造型

#### 1. 运用旋转特征生成基础造型

- (1) 新建一个设计环境，单击【旋转特征】按钮，然后单击背景的任一点，在【旋

转特征向导-第1步】选择【独立实体】，单击【完成】按钮。

- (2) 在出现的二维截面栅格平面上绘图，单击【三点圆弧】按钮，绘制一条两点坐标为(18, 137)、(228, 116)，圆弧半径为324的圆弧，如图2.124所示。

注意 可以先画一条任意圆弧，然后右击，可以编辑端点位置和半径。

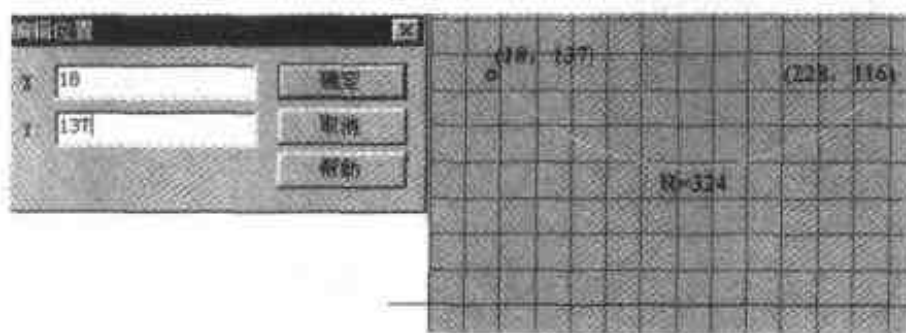


图 2.124 圆弧截面线

- (3) 分别作左边的垂线、水平线和右边的角度线，如图2.125所示。

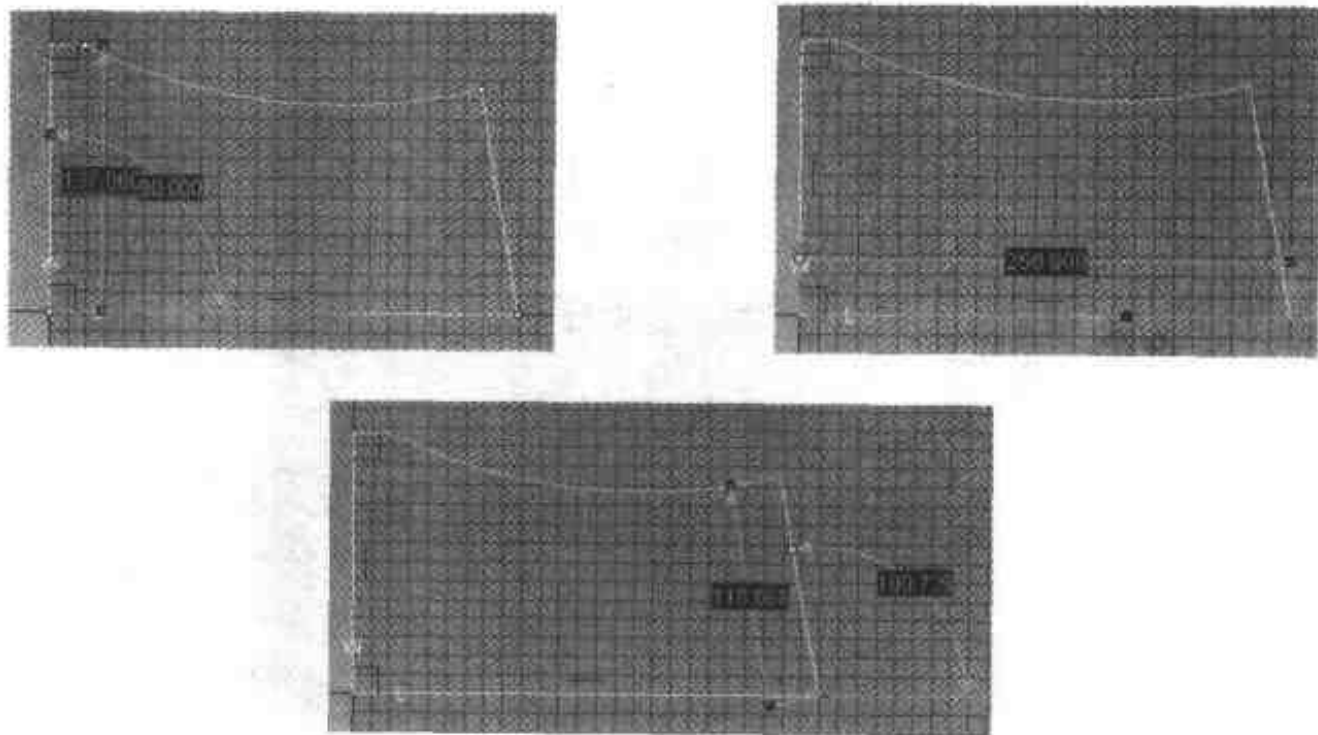


图 2.125 绘制二维截面轮廓线

- (4) 单击【完成造型】按钮，生成如图2.126所示的基础造型体。

## 2. 运用旋转特征构造中轴

- (1) 新建一个设计环境，在二维截面编辑状态，绘制如图2.127所示的中轴旋转截面曲线。

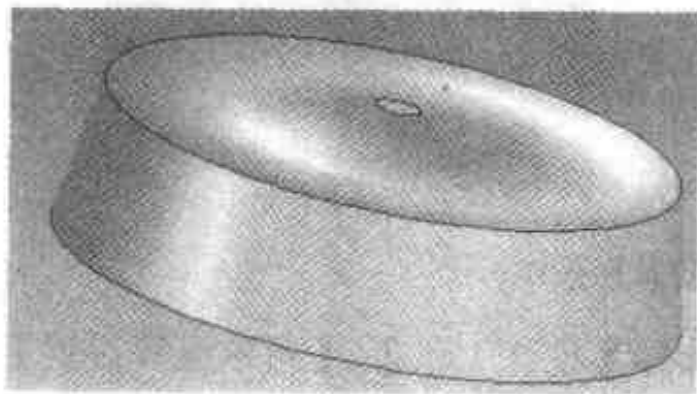


图 2.126 生成叶轮基础造型体

图 2.127 中轴的旋转截面线



- (2) 应用【旋转特征】命令，得到如图 2.128 所示的中轴实体造型。

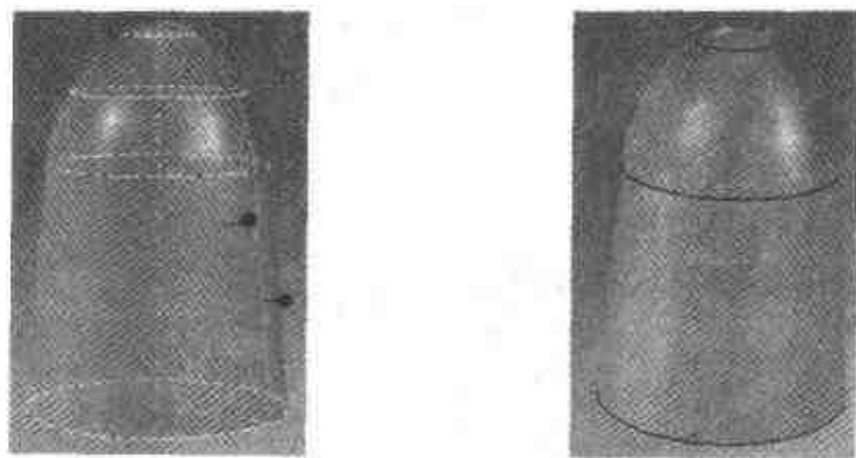


图 2.128 生成中轴

- (3) 将此造型另存为文件“中轴”以备后用。

#### 2.3.4 生成叶轮实体

##### 1. 减料布尔运算

- (1) 在叶轮基础体的设计环境，选择【文件】|【输入】命令，在弹出的【输入文件】对话框中，选择主曲面减料实体文件，结果如图 2.129 所示。

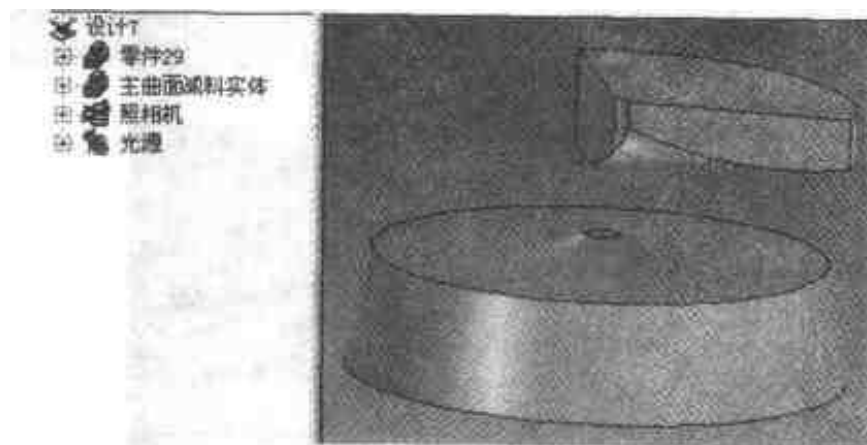


图 2.129 将主曲面减料实体输入环境

- (2) 选择主曲面减料实体，打开【三维球】，拖动三维球的垂直向手柄将主曲面减料实体拖入基础体内，使减料实体的外边缘比基础体的外边缘高 2，结果如图 2.130 所示。



图 2.130 定位减料实体

- (3) 将主曲面减料实体处于零件状态，选择【设计工具】|【布尔运算设置】命令，在弹出的对话框中选择【除料】单选按钮，然后单击【确定】按钮，如图 2.131 所示。

**注意** 在将主曲面减料实体设置为【除料】运算属性后，主曲面减料实体会显示为透明状态。



图 2.131 应用布尔运算设置

(4) 按住 Shift 键，先选择基础体，再选择减料实体。选择【设计工具】|【布尔运算】命令，结果在基础体上生成了一个具有曲面表面的叶轮形状，如图 2.132 所示。

**注意** 此时设计树中由原来的两个零件变成现在的一个零件。

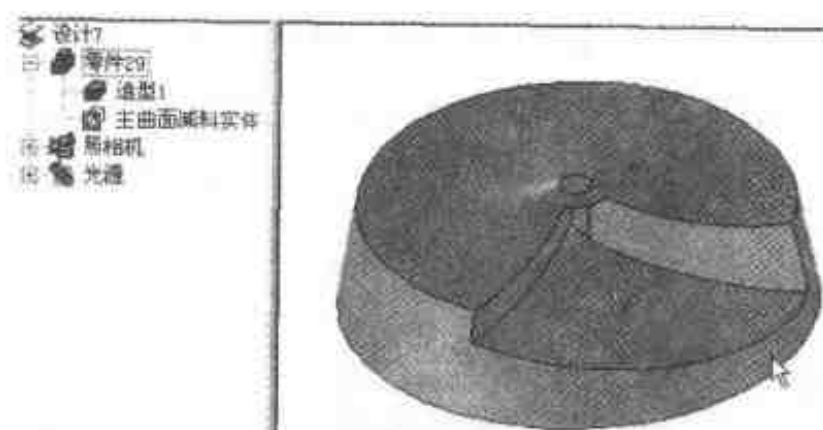


图 2.132 生成叶轮的一个叶面

## 2. 叶轮主曲面的圆形阵列

(1) 本例中共有 3 个主曲面，可以应用阵列功能来生成全部的曲面。在设计树中选择【主曲面减料实体】选项，激活【三维球】，按空格键使三维球脱离原图素，右击三维球的中心，选择【编辑位置】命令，将长、宽、高度都改为 0，使三维球中心定位到原点，再按空格键，三维球颜色呈深蓝，如图 2.133 所示。

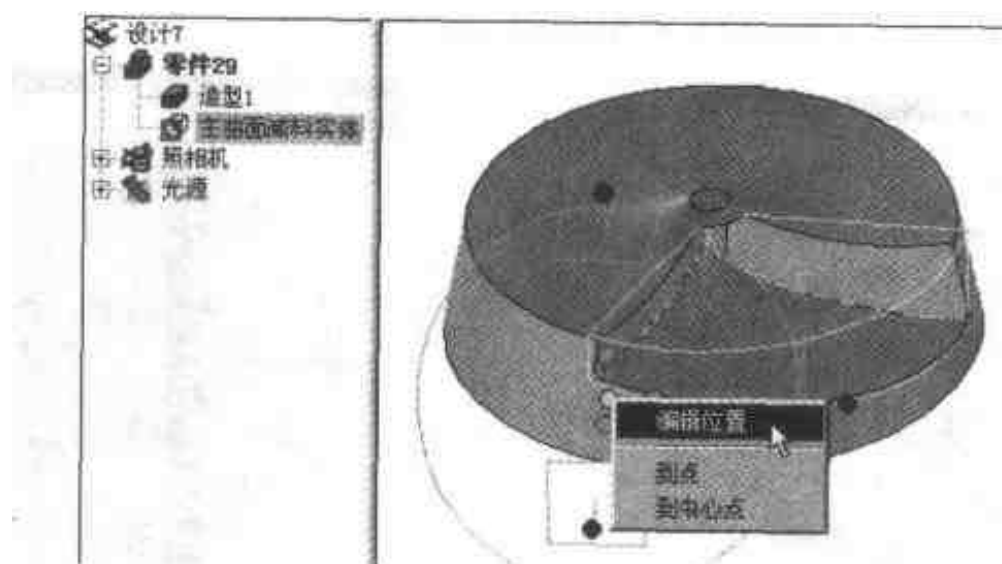


图 2.133 将三维球定位至原点

- (2) 按住右键，旋转三维球的垂直向手柄，选择【生成圆形阵列】命令，阵列参数如图 2.134 所示，最后生成的结果如图 2.135 所示。



图 2.134 应用阵列命令

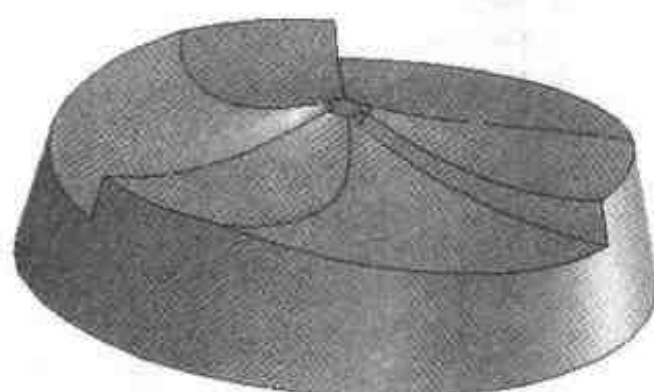


图 2.135 生成叶轮体曲面

### 3. 输入中轴

选择【文件】|【插入零件/装配】命令，将 2.3.3 节存盘的中轴.ics 文件读入，用三维球调整中轴的高度，结果如图 2.136 所示。

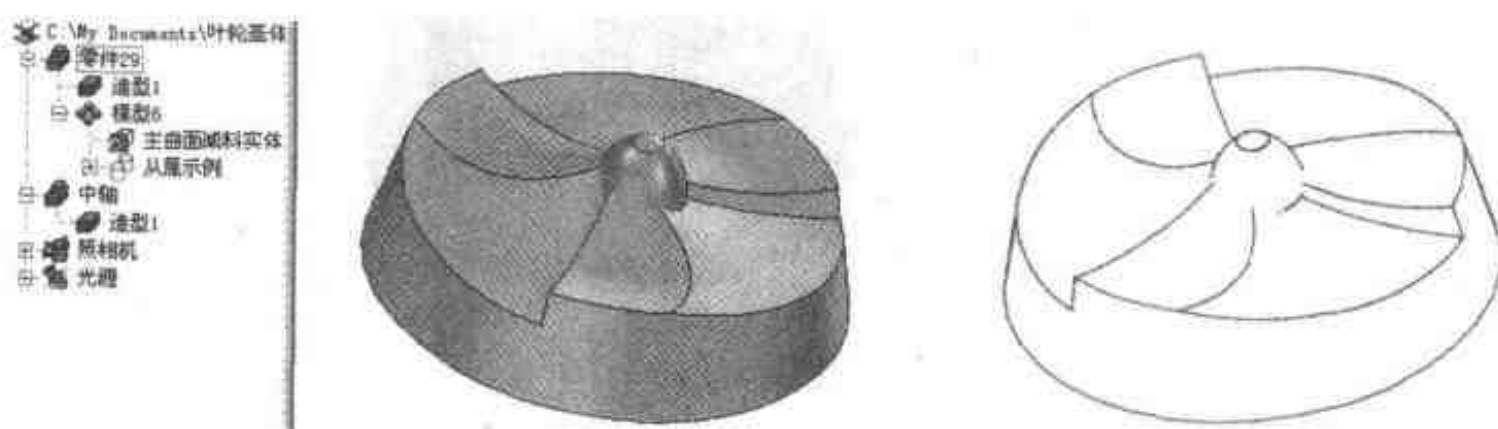


图 2.136 完成叶轮的造型

### 2.3.5 过渡棱边

- (1) 以 R12 为半径过渡如图 2.137 所示的三条棱边。
- (2) 用 R4 为半径过渡如图 2.138 所示的棱边。

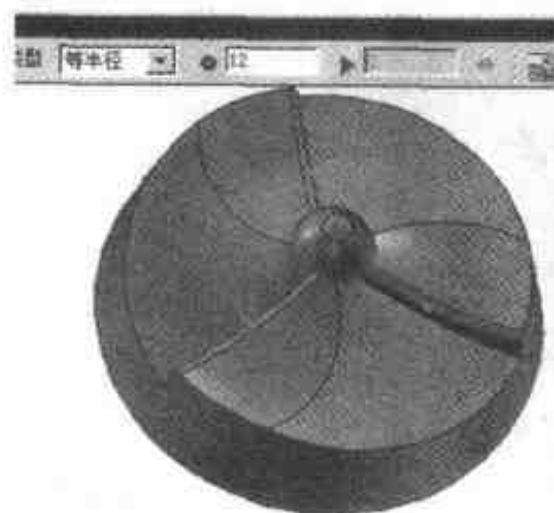


图 2.137 过渡棱边

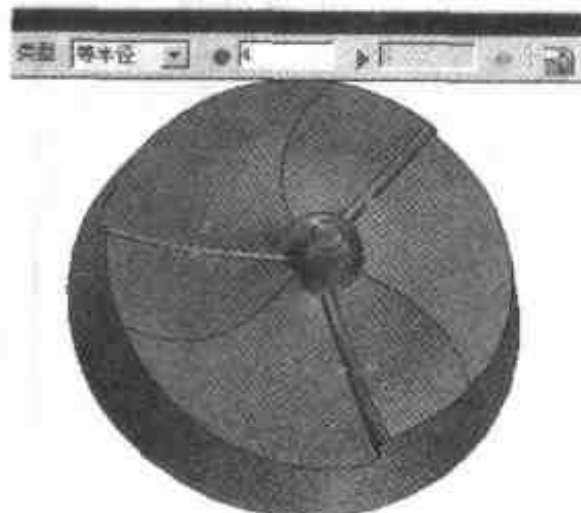


图 2.138 过渡棱边


- (3) 用 R8 过渡叶轮圆周的周边, 如图 2.139 所示。



图 2.139 周边的过渡

### 2.3.6 建立动模板

#### 1. 在电子图板环境绘制并输出草图

- (1) 单击按钮启动电子图板设计环境, 首先应用【矩形】工具绘制如图 2.140 所示尺寸的矩形框。
- (2) 应用直线、圆弧等基本命令, 画出如图 2.141 所示的动模底板的拉伸草图。

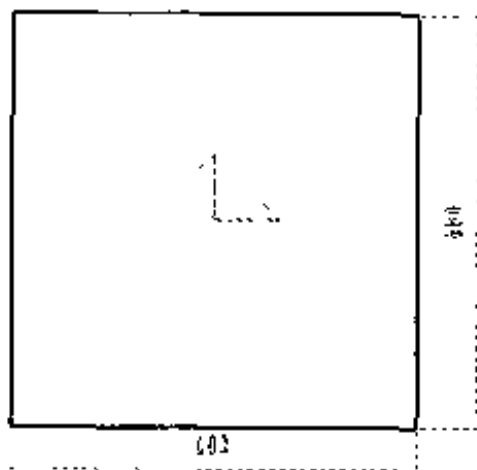


图 2.140 绘制矩形框



图 2.141 动模板拉伸草图

- (3) 选择【文件】|【数据接口】|【输出草图】命令, 拾取要输出的封闭轮廓线, 并选坐标原点为定位点, 右击即完成输出。

#### 2. 生成拉伸特征的模板



- (1) 返回到实体设计环境, 单击按钮, 选择背景上任意一点, 选择【独立实体】单选按钮, 连续单击【下一步】按钮, 之后设置拉伸距离为 60, 然后建立二维截面栅格平面。
- (2) 单击【读入草图】按钮, 在弹出的【读入草图】对话框中选择输入的草图名称, 然后单击【确定】按钮, 如图 2.142 所示。
- (3) 在栅格平面上接收到动模底板的草图, 如图 2.143 所示, 单击【完成造型】按钮, 结果如图 2.144 所示。
- (4) 向模板中心拖入一个直径 500, 深度为 20 的孔类圆柱体, 结果如图 2.145 所示。



图 2.142 读入由电子图板输出的草图

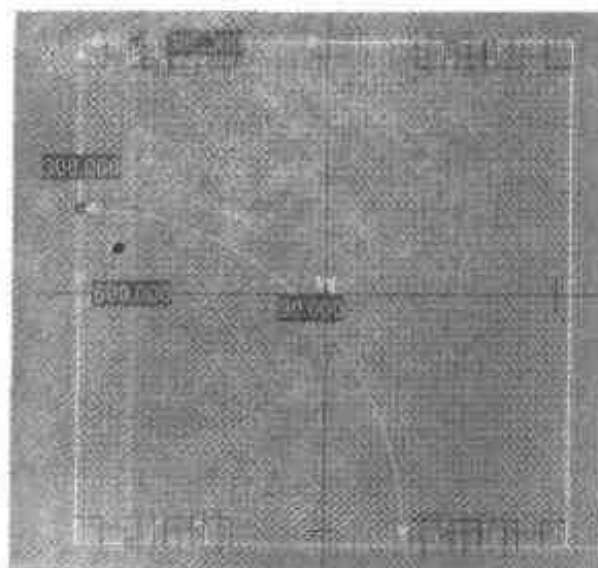


图 2.143 自动投影生成的二维截面图(拉伸草图)

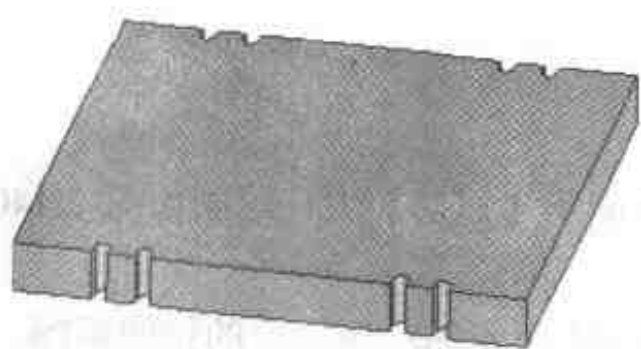


图 2.144 完成拉伸特征造型

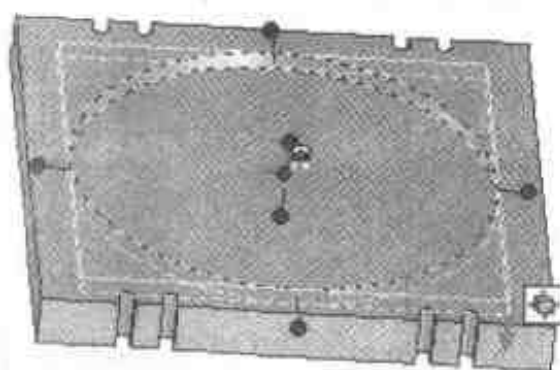


图 2.145 生成孔槽

(5) 使用孔类长方体在模板的两侧生成台阶, 如图 2.146 所示。

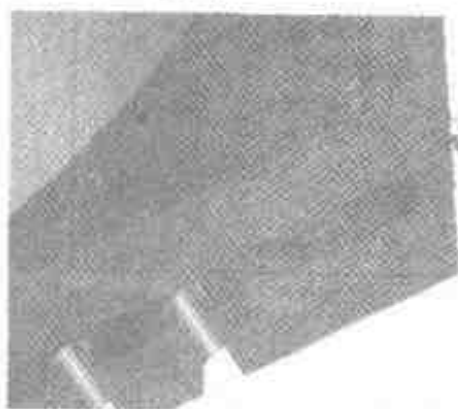
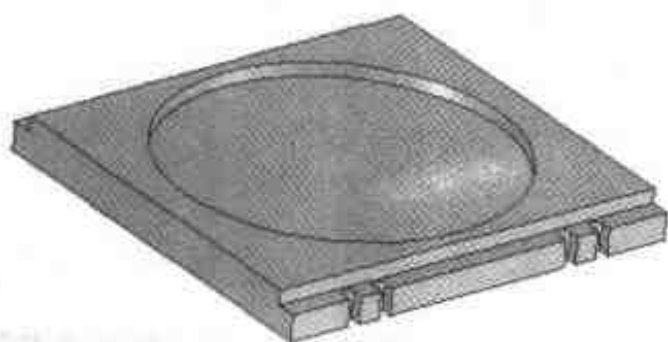


图 2.146 生成模板台阶

### 3. 组合实体

将前面已经完成的叶轮实体输入到当前的环境中, 和动模底板组合。只要将三维球中心附着在叶轮底面的中心, 使用【到中心点】命令, 使其和模板圆形孔槽中心重合就可以了, 结果如图 2.147 所示。

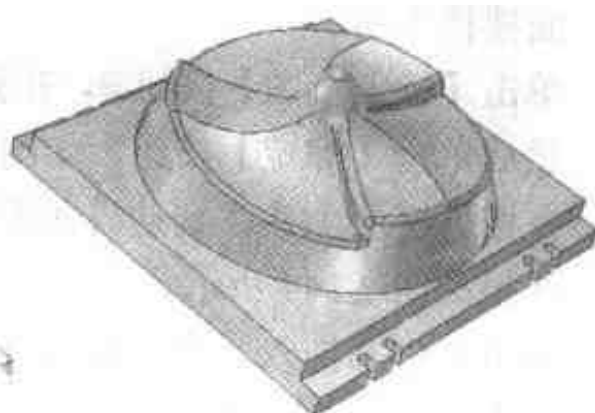



图 2.147 完成实体的组合



### 2.3.7 生成孔系和倒角

#### 1. 导柱孔

- (1) 显示旋转到模具的背面, 将一孔类圆柱体拖放到模具的一角, 孔的直径为 60, 单击按钮, 对孔的圆心进行定位, 如图 2.148 所示。
- (2) 右击显示的尺寸值, 在弹出的快捷菜单中选择【编辑所有的智能尺寸】命令, 在【编辑所有智能尺寸】对话框中设置点到线的距离均为 70, 如图 2.149 所示。

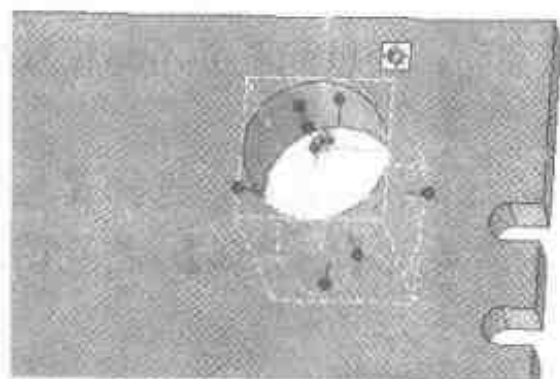


图 2.148 用智能标注对孔定位

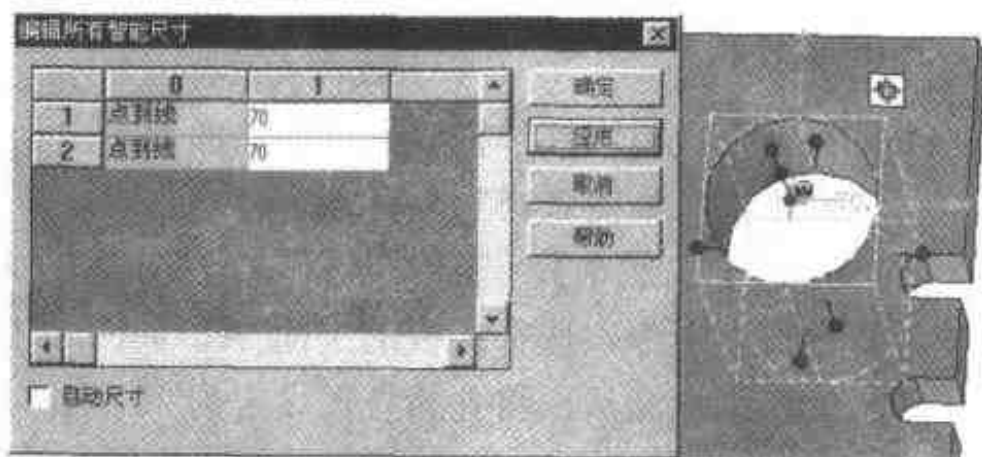


图 2.149 编辑智能尺寸

- (3) 再引入一个直径为 80, 深度 20 的同心孔, 如图 2.150 所示。

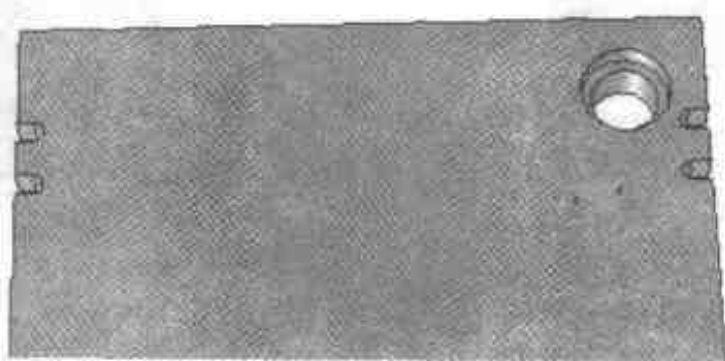


图 2.150 生成导柱孔

- (4) 按住 Shift 键, 选取形成导柱孔的两个孔图素, 激活【三维球】, 按空格键, 将三维球中心定位到底面的中心, 如图 2.151 所示。

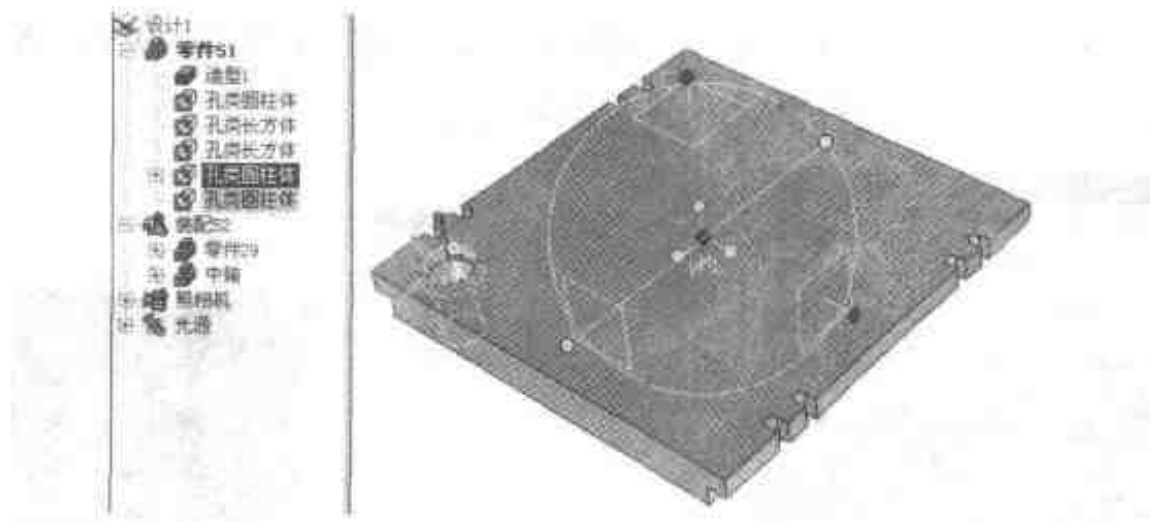


图 2.151 定位三维球

- (5) 按空格键使三维球附着在导柱孔上, 右击并转动垂直方向上的三维球的手柄, 选择【链接】命令, 按照如图 2.152 所示的对话框输入参数。

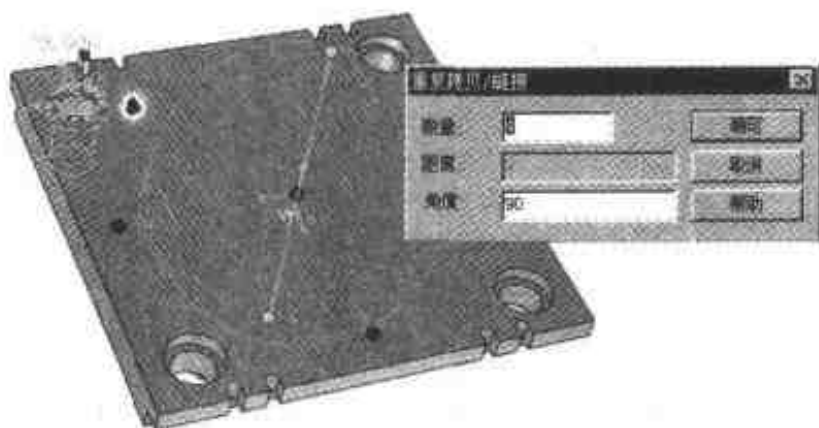


图 2.152 阵列导柱孔

## 2. 穿顶杆孔

- (1) 将一个孔类圆柱体拖放到叶轮曲面上，由于为空间曲面，所以此孔并不与模板底面垂直，如图 2.153 所示。
- (2) 打开【三维球】，选择其上下方向的定位手柄，右击弹出快捷菜单，选择【与面垂直】命令，选择模板的平面 A，如图 2.154 所示。关闭【三维球】，将孔图素的包围盒激活，将孔的直径设定为 12。

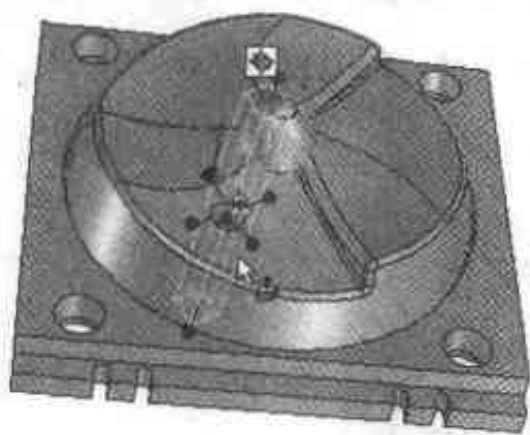


图 2.153 向叶轮曲面上拖放一个孔

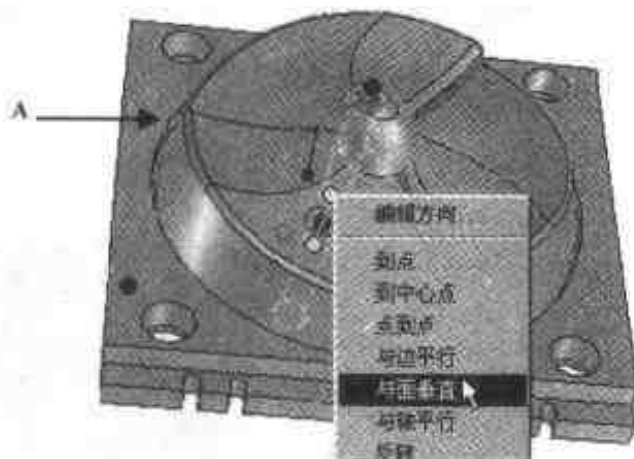


图 2.154 将孔调整到与模板平面垂直

- (3) 孔图素处于智能图素编辑状态，再次打开【三维球】，右击三维球中心手柄，选择【编辑位置】命令，输入长度、宽度和高度的数值，如图 2.155 所示。这样就将第一个孔的圆心位置定位在模板平面(即水平面)的(31, -164)坐标位置上。
- (4) 重复上面的步骤(1)~(3)4 次，再生成 4 个孔图素，但它们的坐标位置分别为(17, 169, -80), (74, -130, -80), (43, -92, -80), (-7, -99.5, -80)，结果在一个叶面上生成的 5 个顶杆孔，如图 2.156 所示。

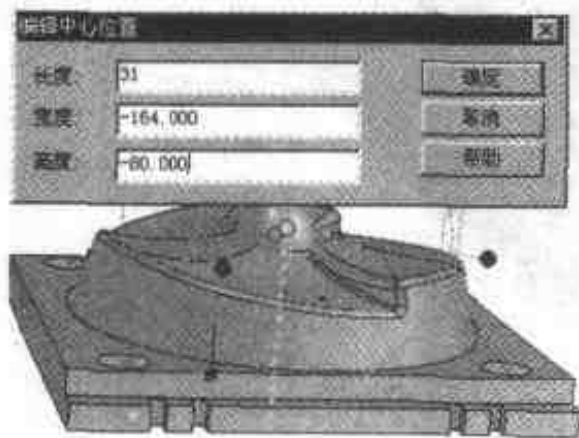


图 2.155 应用三维球准确定位孔图素的坐标位置

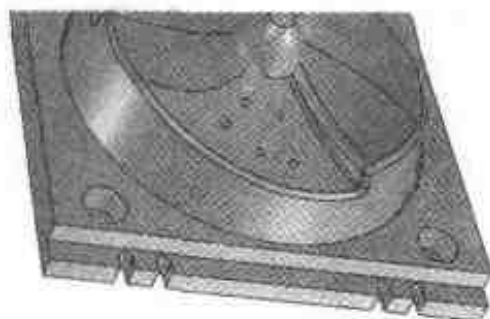


图 2.156 生成一个叶面上的 5 个顶杆孔

- (5) 按住 Shift 键选取这 5 个孔, 打开【三维球】并将三维球中心定位在中轴的轴心位置, 运用圆形阵列功能将此 5 个孔复制到另两个叶面, 结果如图 2.157 所示。

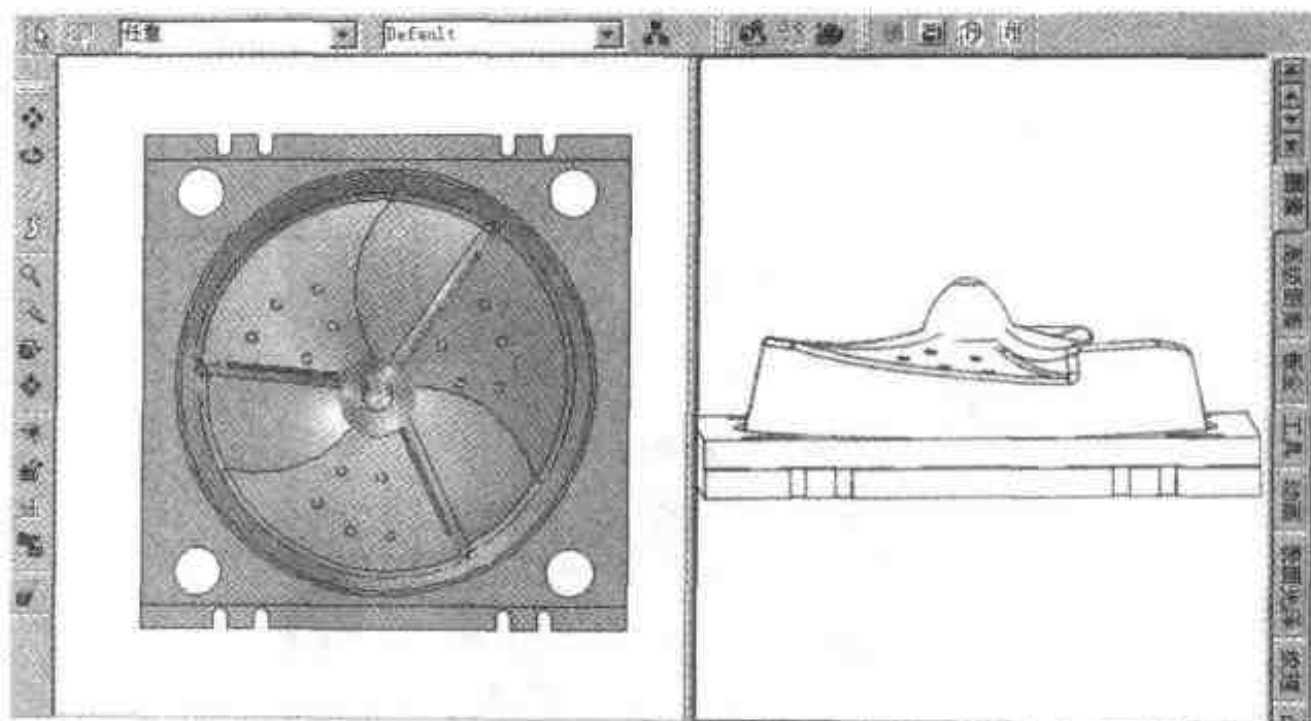


图 2.157 完成顶杆孔的生成

### 3. 背孔槽和工艺圆角

- (1) 应用旋转显示, 显示模具的背面, 将一孔类圆柱体图素拖放到背面的中心, 编辑此图素的包围盒, 如图 2.158 所示, 可以在背部生成直径为 400, 深度为 50 的过孔。
- (2) 将过孔的棱边做工艺倒角, 倒角为  $2 \times 45^\circ$ , 结果如图 2.159 所示。

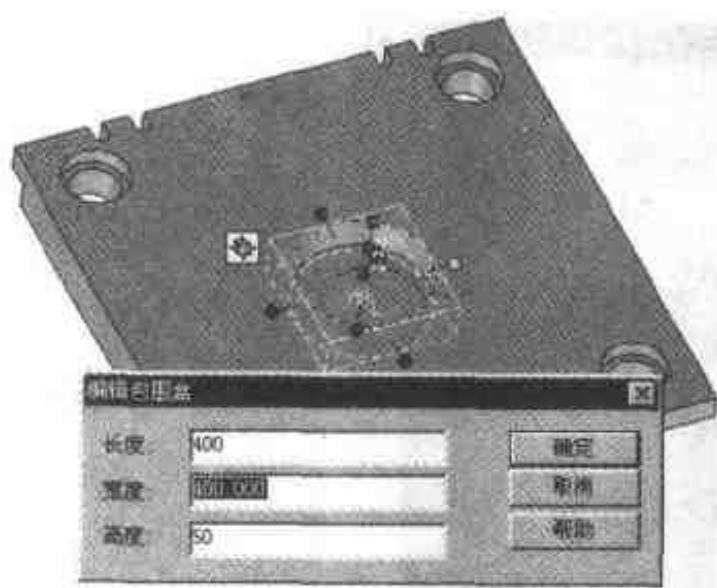


图 2.158 生成背部的过孔

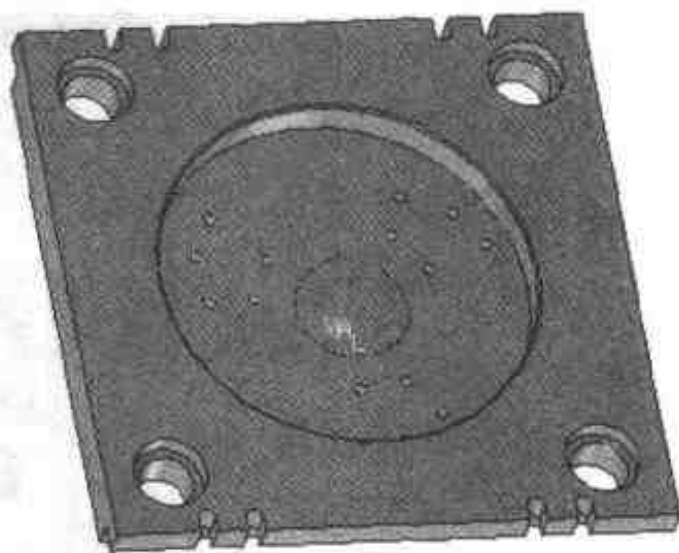


图 2.159 完成过孔的倒角

### 4. 穿水道孔及工艺圆角

由于模具在工作状态需要进行水冷, 所以还要设计模具的穿水道。依照图 2.160 上图的尺寸, 将孔类圆柱体拖放到图示位置, 孔直径为 6, 并拉动尺寸手柄使孔穿过模具, 结果如图 2.160 下图所示。

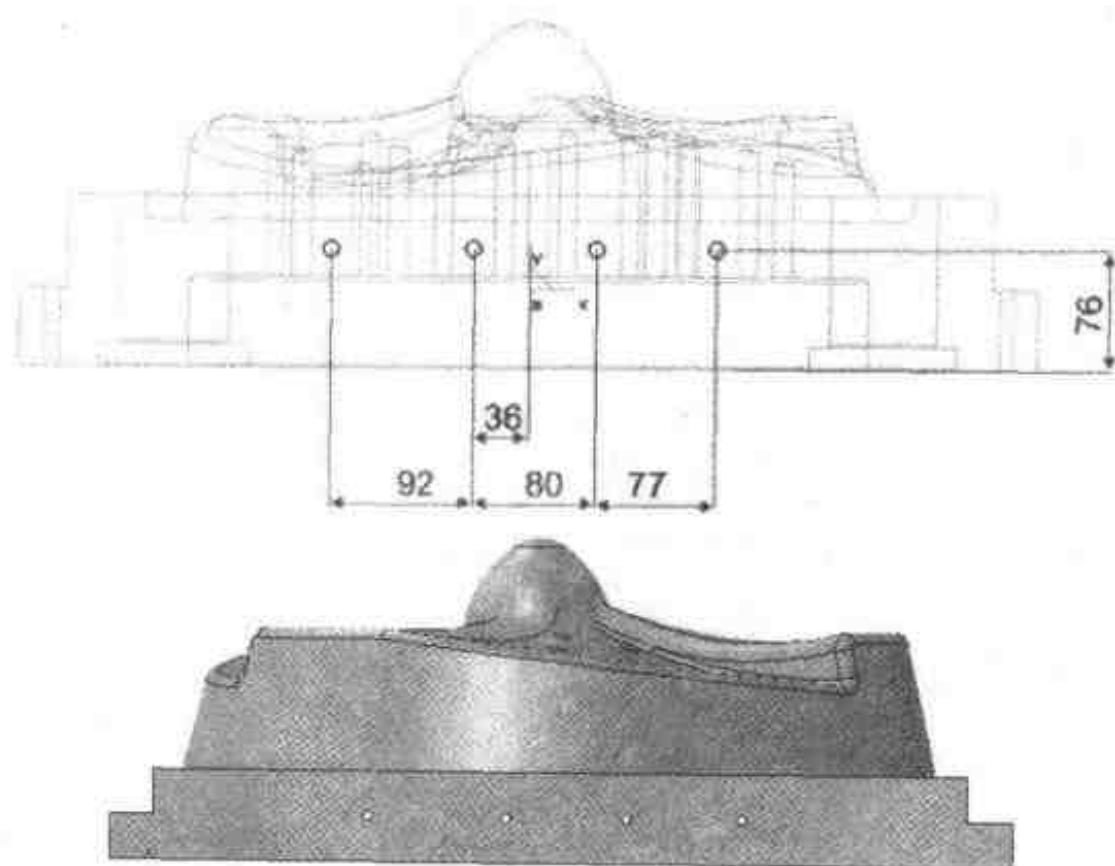



图 2.160 生成穿水道孔(冷却孔)

### 2.3.8 投影到二维视图

- (1) 保存好文件后选择【文件】|【绘图】命令，打开模板“A2.icd”，单击【标准视图】按钮，在打开的【生成标准视图】对话框中，设置必要的选项和调整当前主视图方向，如图 2.161 所示。

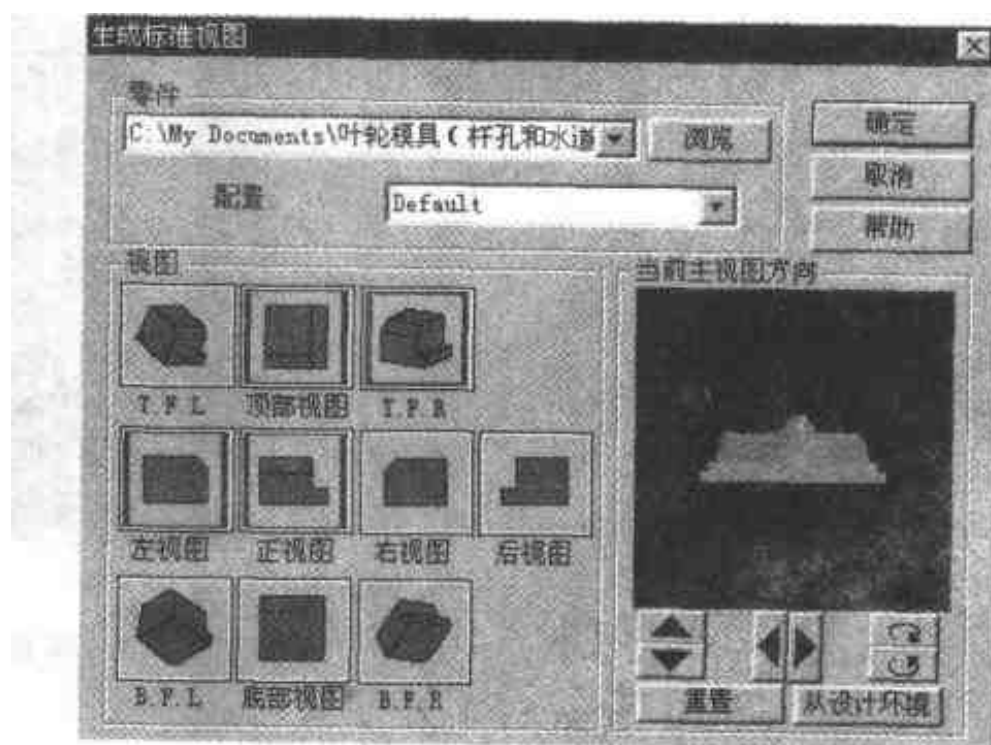


图 2.161 标准视图的选择

- (2) 在布局图环境中生成 4 个视图，按下 Shift 键选择 4 个视图，右击视图，选择【取消对齐】命令，调整视图的最终位置如图 2.162 所示。如果再右击主、俯、左 3 个视图，选择【属性】命令，在弹出的【视图属性】对话框中选择【显示全部】，可以生成如图 2.163 所示含有隐藏线的视图。

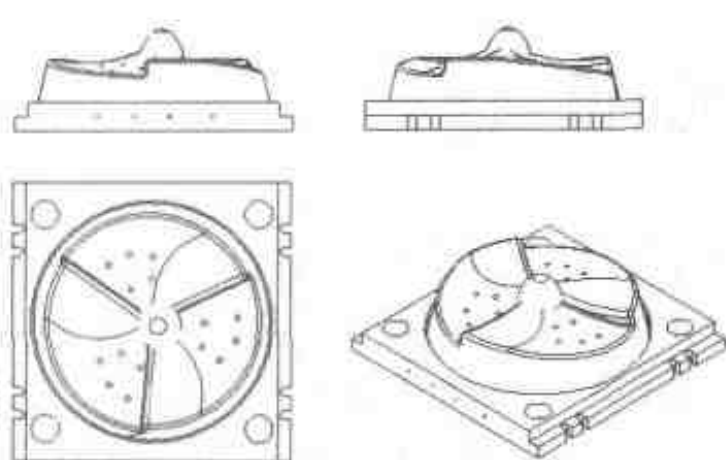


图 2.162 调整布局图的视图位置

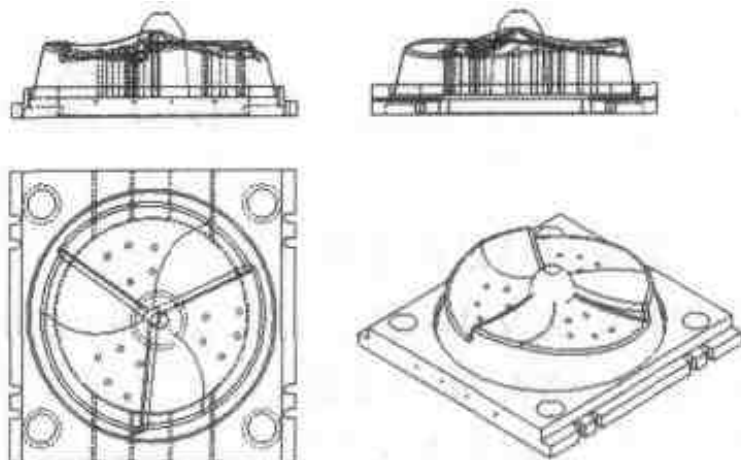



图 2.163 生成含有隐藏线的视图

- (3) 单击【输出布局图】按钮, 可以完成上面生成的布局图(视图)。
- (4) 打开电子图板后, 选择【文件】|【数据接口】|【接收布局图】命令, 系统弹出如图 2.164 所示的对话框, 选择所输出的文件名, 其他设置如图 2.164 所示, 可以在电子图板环境生成如图 2.165 所示的初步工程图纸。

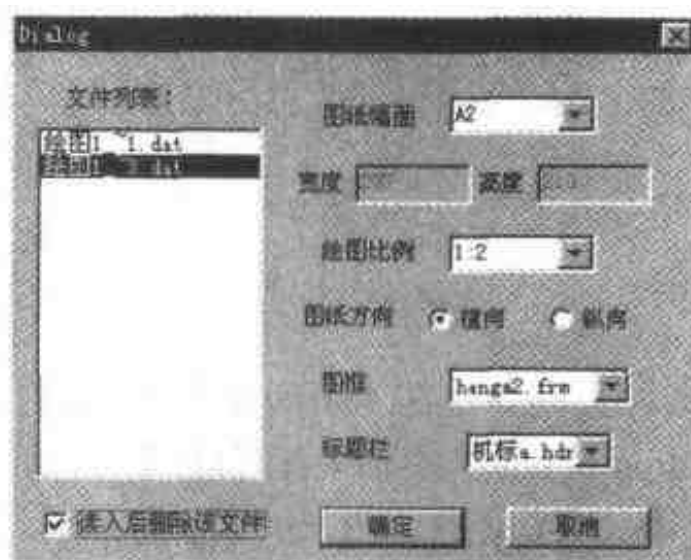


图 2.164 设置待生成图纸的规格

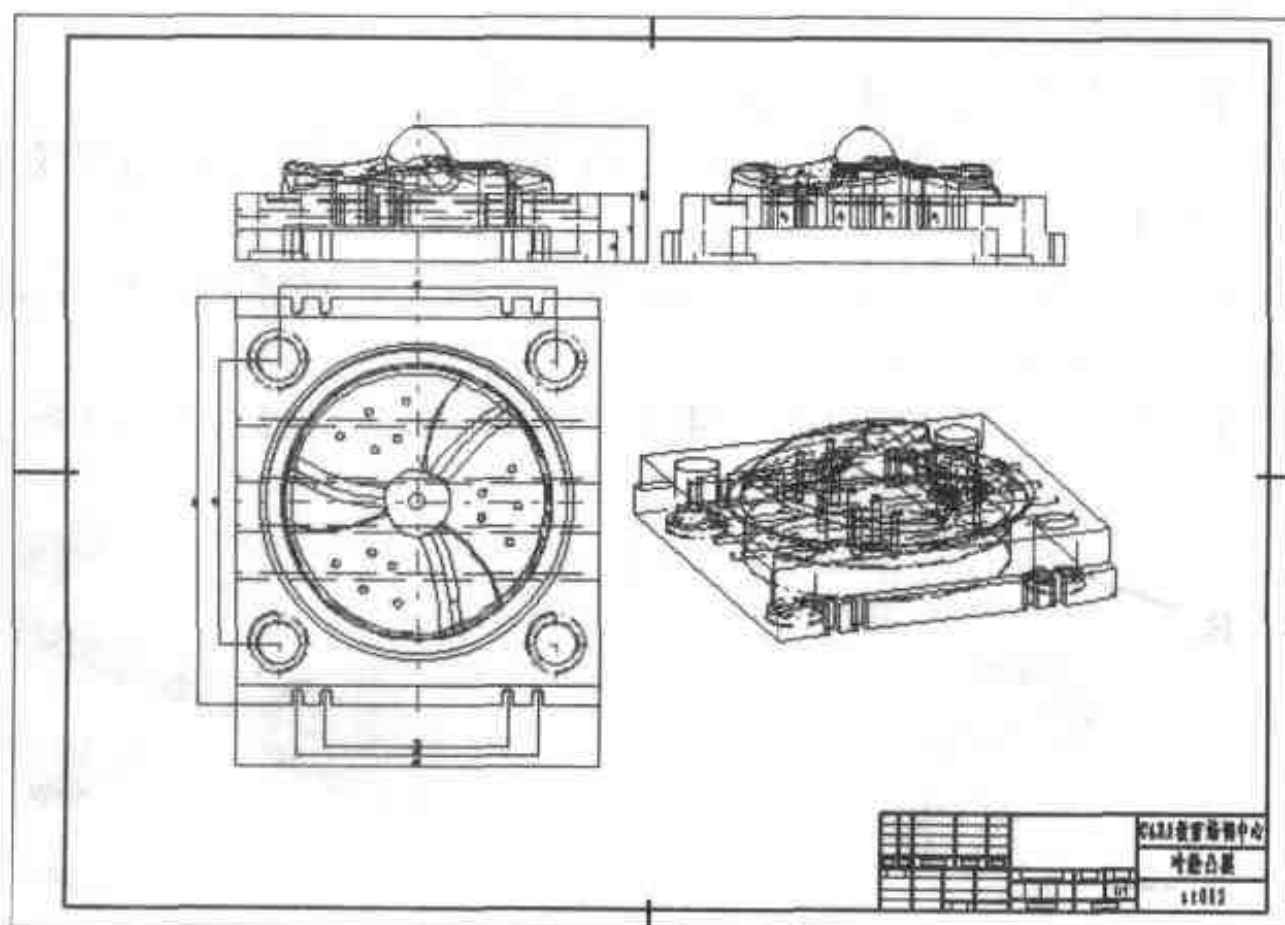


图 2.165 在电子图板环境中生成图纸(已做初步修改和标注)



## 第3章 装配设计

装配设计是在零件设计的基础上,进一步对零件进行组合或配合,以满足机器的使用要求和实现设计功能,装配设计的内容重点不在几何造型设计,而在于几何体的空间位置关系,CAXA 实体设计的装配功能非常强大,可以利用三维球、约束/非约束装配、智能标注、空间坐标等工具实现任何实体或曲面的复杂装配,如果需要,也可以自动生成装配工程图纸。但是需要注意的是对于复杂装配件设计,不要轻易使用渲染功能,由于复杂装配体的渲染对计算机的性能要求很高,所以一般是在当所有的装配设计工作都已完成的情况下,可以尝试对可见零件的渲染设计。本章介绍的4个典型机构的装配设计零件都已存在书附光盘内,读者的主要任务就是调出零件后练习使用装配工具。

### 3.1 自行车中轴的装配

本例基本属于轴类零件的装配,属于装配设计中较为简单的内容,零件间几乎都有共轴的几何配合关系。


#### 3.1.1 打开光盘文件

选择【文件】|【打开文件】命令,在本书所附光盘内的装配文件夹中找到 score\example\jixie\3\中轴装配\自行车中轴零件文件,读入后设计环境中共有如图3.1所示的8种零件。



图 3.1 读入的中轴零件

#### 3.1.2 装配中轴套

- (1) 选择【显示】|【设计树】命令,打开零件设计树。
- (2) 在设计树里选择【中轴套】,使其处于装配件编辑状态,然后选择【工具】|【无约束装配】命令。
- (3) 选择如图3.2所示的圆(A),外圆变成绿色,并出现黄色箭头,然后选择【中轴杆】左端的外圆轮廓(B)。
- (4) 单击【无约束装配】按钮,结束无约束装配操作,结果如图3.3所示。

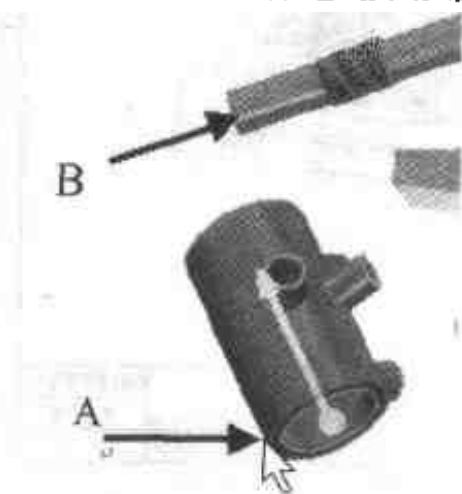



图 3.2 应用【无约束装配】



图 3.3 完成轴杆/轴套定位

- (5) 使轴套处于零件编辑状态, 单击【三维球】按钮, 激活【三维球】装配工具, 然后单击中轴套沿中轴线的方向的定位手柄, 向右移动 120 毫米, 如图 3.4 所示。
- (6) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令。

**注意** 应用【无约束装配】和【三维球】工具实施的装配无几何约束, 如要使用几何约束, 则可以应用【约束装配】命令。

### 3.1.3 装配中轴碗


- (1) 在设计树中选择【中轴碗】, 单击【无约束装配】按钮, 接着选择如图 3.5 所示中轴碗的外圆(A), 如图 3.5 所示。



图 3.4 移动轴套

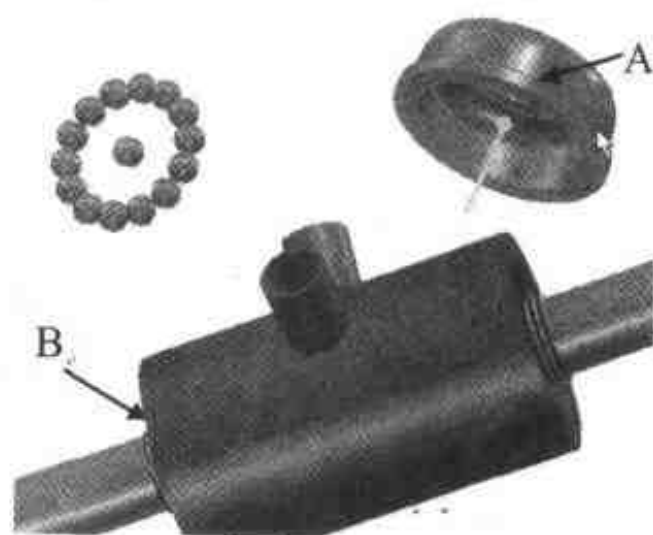


图 3.5 选择中轴碗

- (2) 然后选择图 3.5 所示中轴碗的左外圆 B, 使外圆 A 和圆 B 相对齐, 结果如图 3.6 所示。

### 3.1.4 装配滚珠


- (1) 在设计树中选择【中轴碗】选项, 单击【三维球】按钮, 激活三维球。按空格键, 三维球变成白色。右击三维球中心手柄, 在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令。接着选择中间滚珠零件(图 3.7A), 将三维球移到滚珠的中心, 再按空格键, 使三维球变为绿色, 结果如图 3.7 右图所示。



图 3.6 完成中轴碗的装配

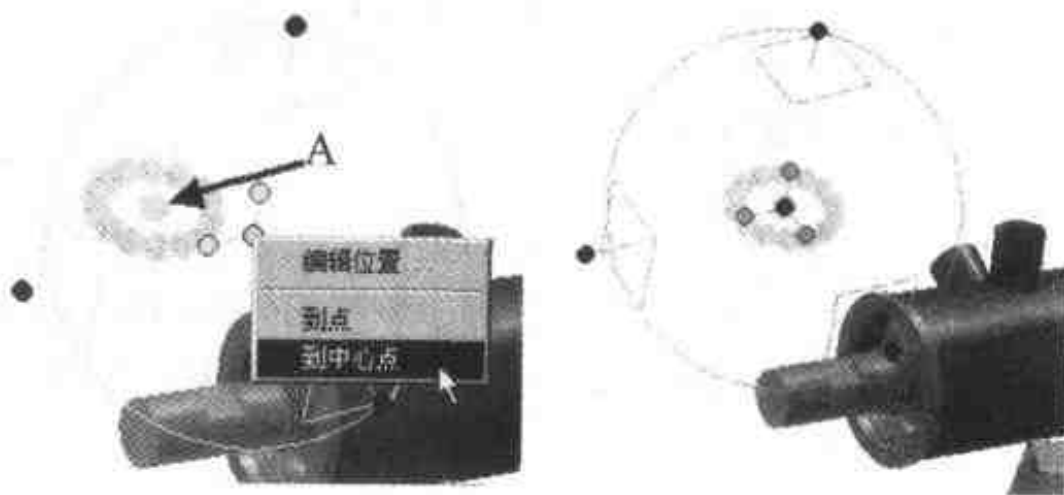


图 3.7 选择滚珠零件

- (2) 右击如图 3.8 所示的定向手柄(A), 出现一条黄色的轴线, 并在弹出的快捷菜单中选择【与面垂直】命令。接着单击中轴杆的左端面(B), 结果如图 3.8 右图所示。

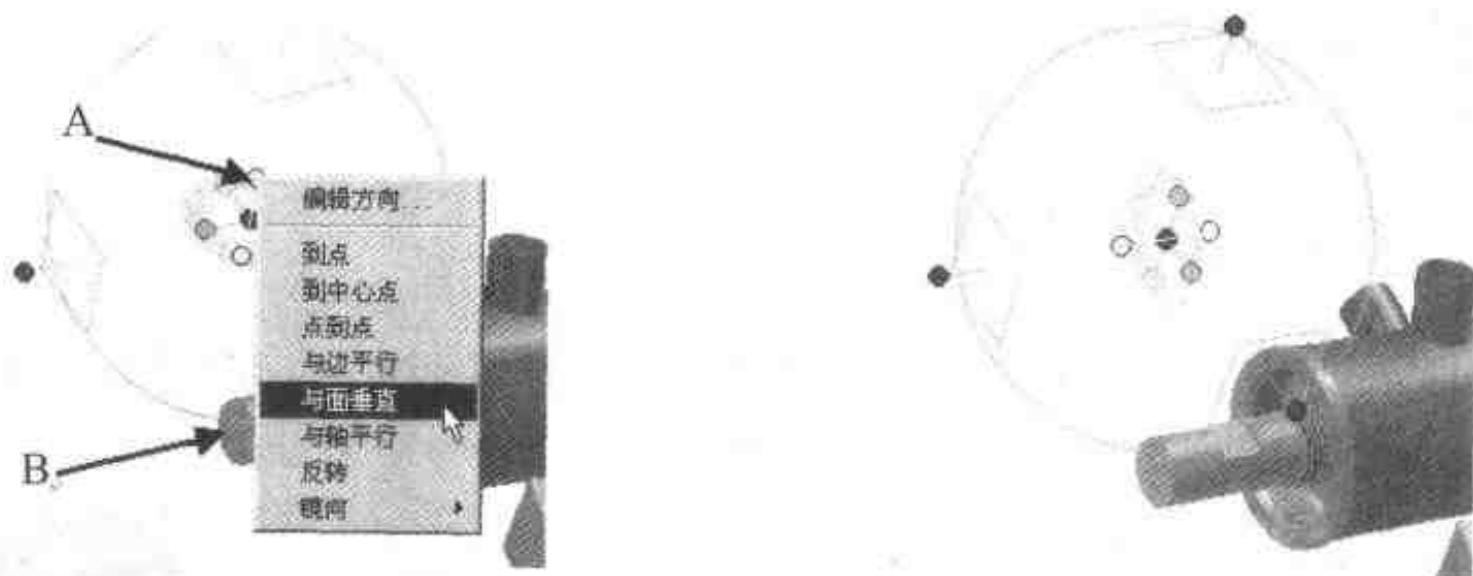


图 3.8 定向滚珠

- (3) 右击三维球中心手柄, 在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令。选择中轴碗上的外圆(A), 结果如图 3.9 所示。
- (4) 单击水平方向的手柄, 将滚珠沿中轴杆的轴线方向, 向右移动 4 毫米, 结果如图 3.10 所示。

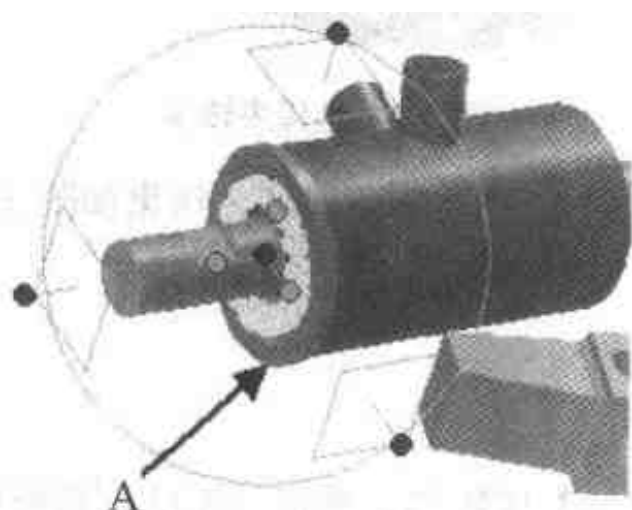


图 3.9 定位滚珠

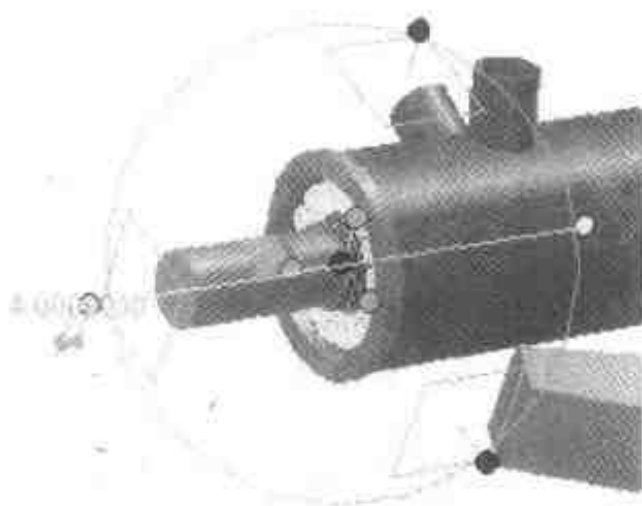



图 3.10 向右移动滚珠

- (5) 单击 F10 键, 关闭【三维球】命令。

### 3.1.5 装配中轴档

- (1) 中轴档的装配和前面的类似。在设计树中选择【中轴档】选项, 单击【无约束装配】按钮。接着选择中轴档的外圆(A), 如图 3.11 所示。
- (2) 然后选择图 3.11 的中轴碗的左外圆(B), 使外圆(A)和圆(B)相对齐, 结果如图 3.12 所示。

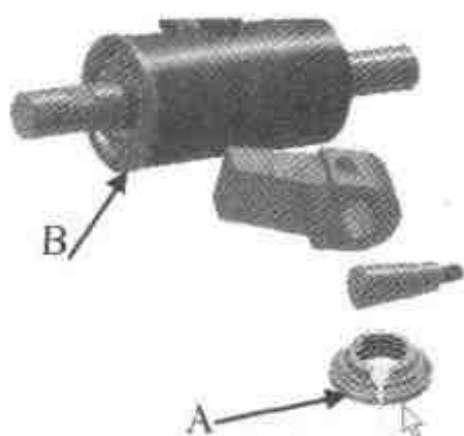


图 3.11 选择中轴档

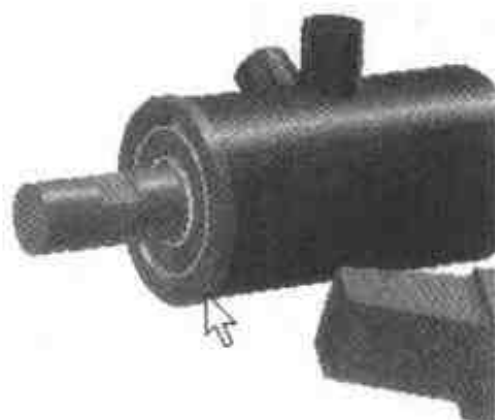




图 3.12 完成轴档的装配

- (3) 单击【无约束装配】按钮, 结束无约束装配。

### 3.1.6 装配垫圈

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮, 在所附光盘的 score\example\jixie\3\中轴装配文件夹中找到文件“垫圈.ics”, 读入文件后结果如图 3.13 所示。
- (2) 在设计树中选择【垫圈】选项, 单击【无约束装配】按钮, 接着选择垫圈的外圆(A), 如图 3.14 所示。

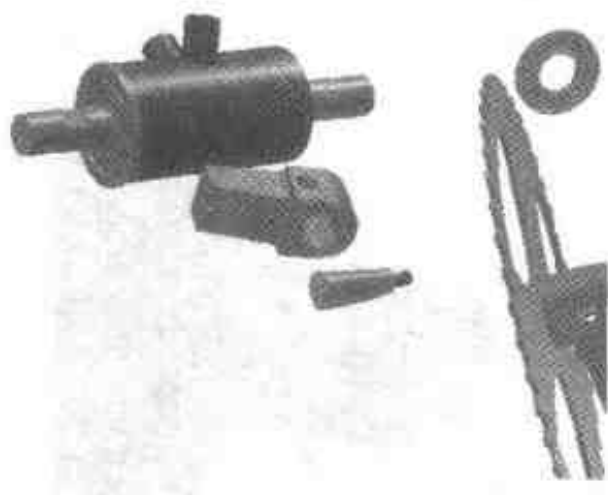


图 3.13 插入垫圈零件

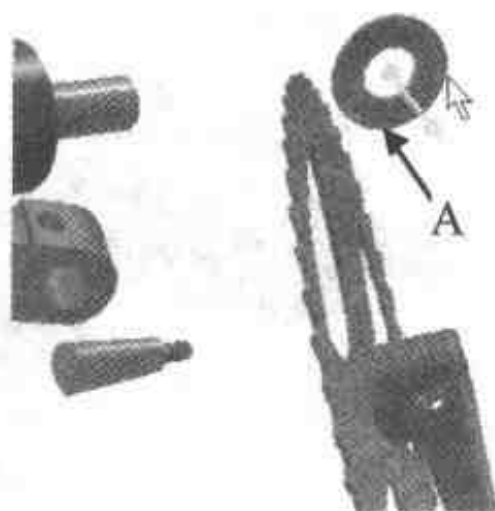




图 3.14 选择垫圈外圆

- (3) 然后选择中轴碗的左外圆(A), 当光标移到圆(A)的位置时, 按空格键, 切换垫圈的位置, 结果如图 3.15 所示。
- (4) 单击【无约束装配】按钮, 结束无约束装配。
- (5) 单击【插入零件/装配】按钮, 在所附光盘的 score\example\jixie\3\中轴装配文件夹中找到文件“垫圈 2.ics”, 读入后结果如图 3.16 所示。

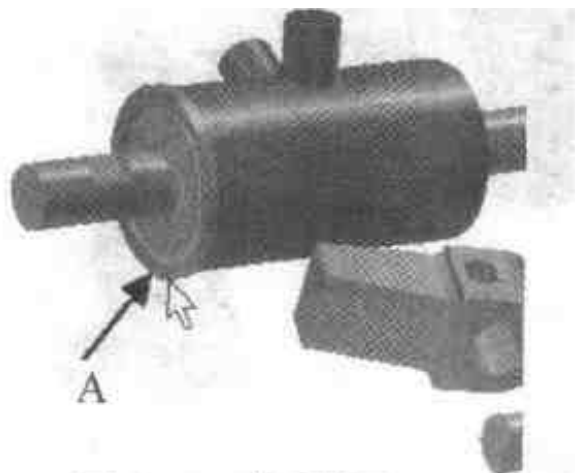


图 3.15 装配垫圈

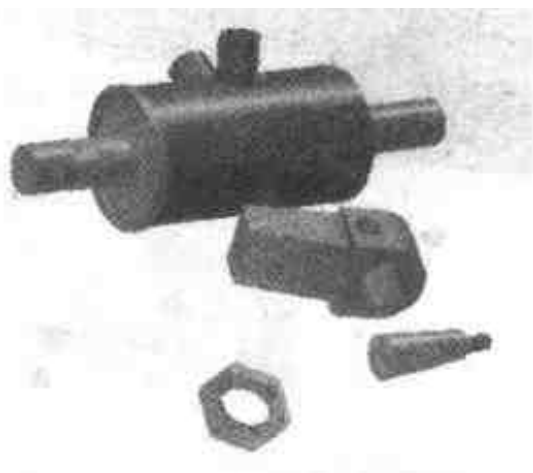


图 3.16 插入第 2 个垫圈

(6) 同前面的一样的操作，将垫圈 2 装配到中轴垫圈左侧，结果如图 3.17 所示。

### 3.1.7 装配左脚蹬


(1) 在设计树中选择【左脚蹬】，单击【三维球】按钮，右击定位手柄(A)，在弹出的快捷菜单中选择【与面垂直】命令。接着单击中轴杆的左端面(B)，如图 3.18 所示。



图 3.17 装配第 2 个垫圈

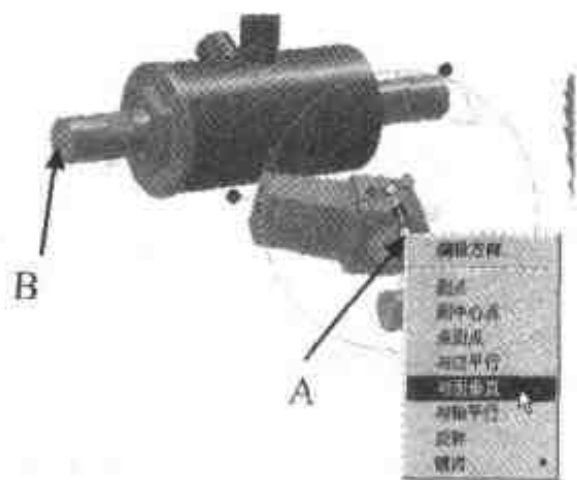


图 3.18 选择定位方式

(2) 右击定向手柄(A)，在弹出的快捷菜单中选择【与边平行】命令。接着单击中轴杆上凹槽上的边(B)，如图 3.19 所示。

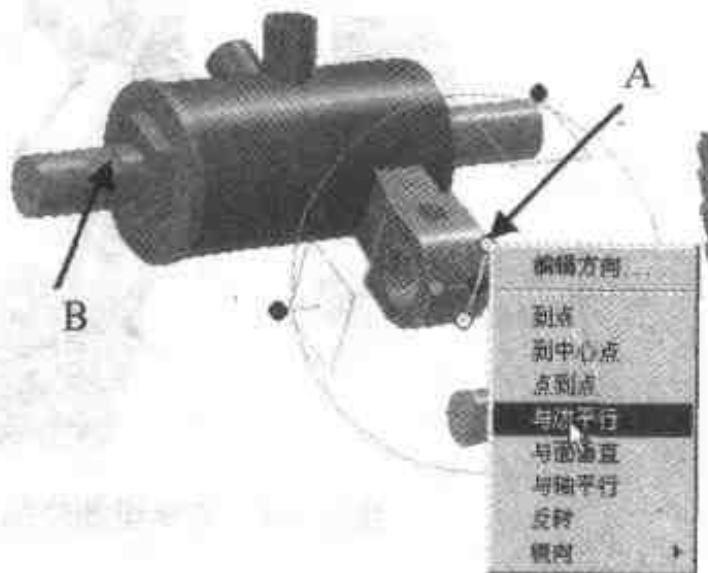
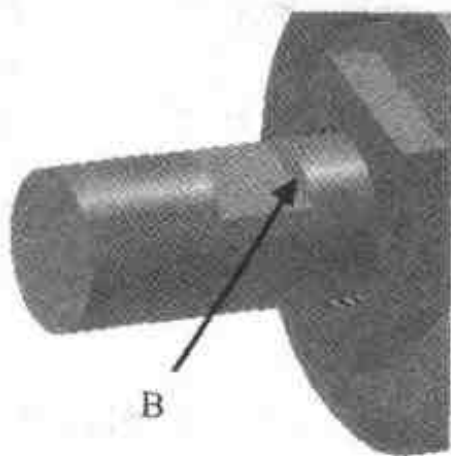


图 3.19 定向脚蹬



(3) 单击手柄(A)，使左脚蹬绕轴(B)旋转 180°，结果如图 3.20 所示。

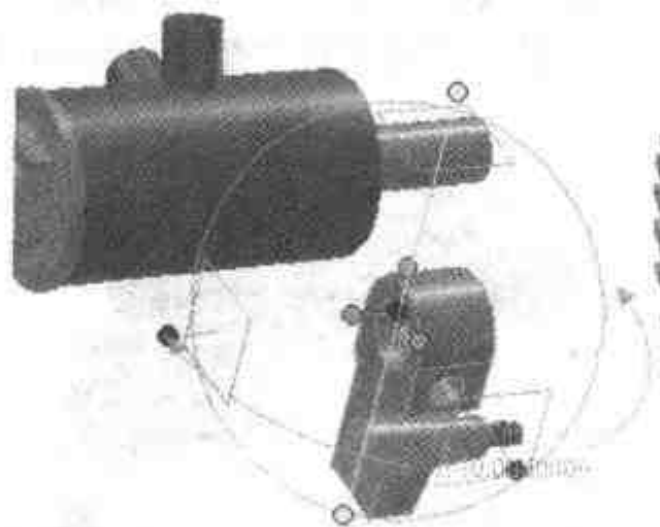
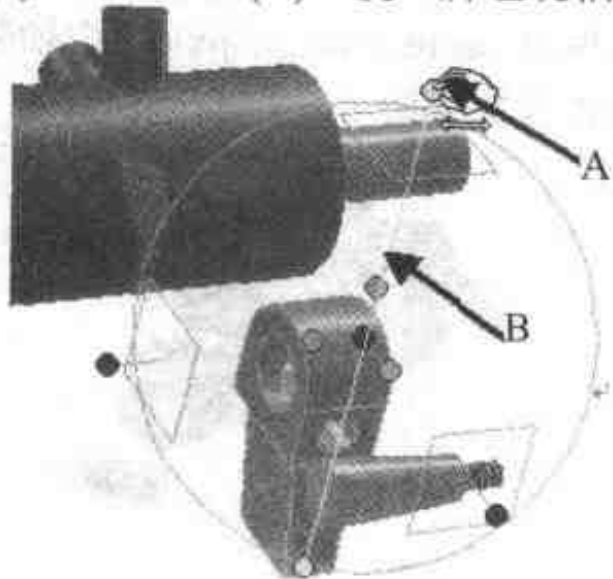


图 3.20 定位左脚蹬



- (4) 按空格键, 三维球变成白色。右击三维球中心手柄, 在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令。接着选择左脚蹬圆洞上的圆(A), 将三维球移到圆洞的中心。再单击空格键, 使三维球变为绿色, 结果如图 3.21 所示。

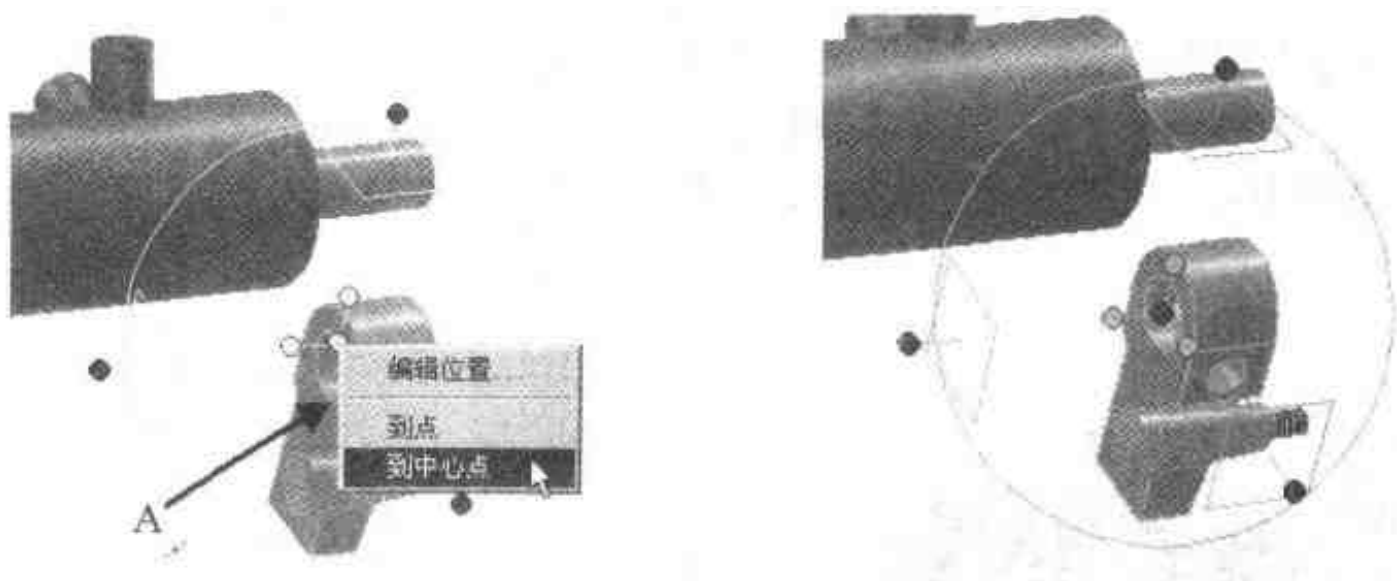


图 3.21 定位三维球位置

- (5) 右击三维球中心手柄, 在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令。接着选择中轴杆左端面上的圆(A), 如图 3.22 所示。

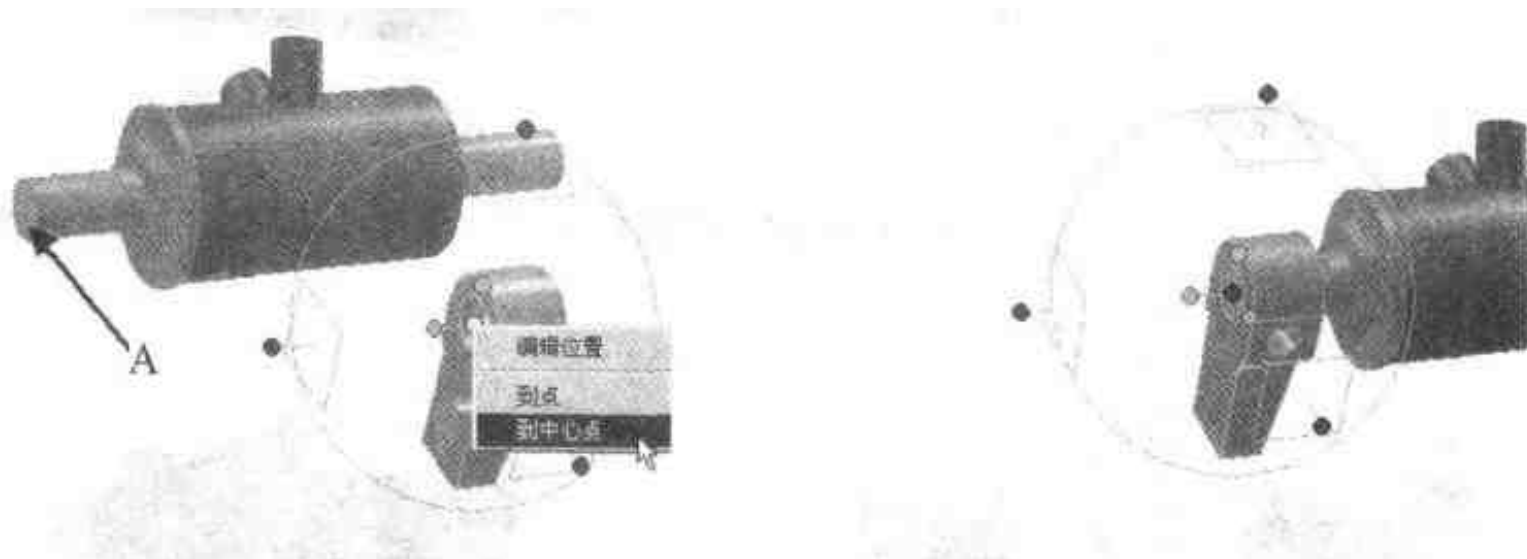


图 3.22 移动左脚蹬

- (6) 单击轴向的手柄沿轴向方向, 向右拖动手柄移动 4 毫米, 结果如图 3.23 所示。  
(7) 将左脚蹬轴(A)旋转 180°。结果如图 3.24 所示。

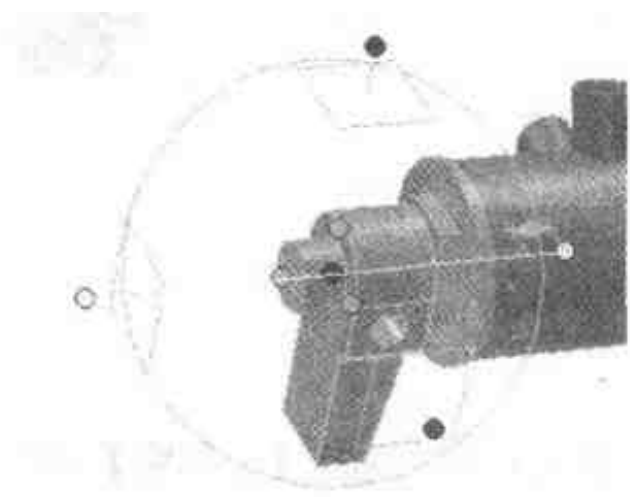


图 3.23 移动左脚蹬

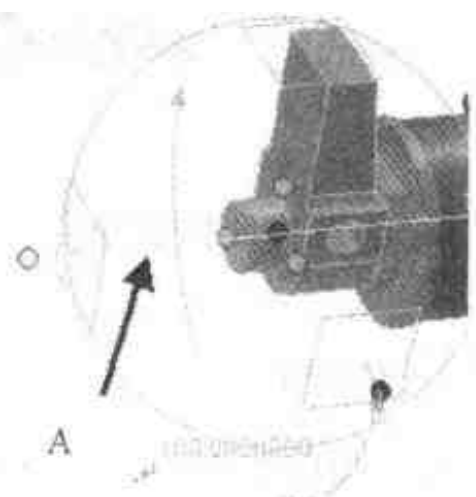


图 3.24 旋转左脚蹬

- (8) 按 F10 键, 关闭三维球命令。

### 3.1.8 利用镜像复制零件


- (1) 在设计树中按住 Shift 键，同时选择【中轴碗】、【滚珠】、【中轴档】。单击【三维球】按钮，激活三维球。按空格键，三维球变成白色。右击三维球中心手柄，在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令，如图 3.25 所示。
- (2) 选择中轴套突出圆柱上的圆(A)，将三维球移到中轴套的中间，结果如图 3.26 所示。



图 3.25 选择三维球移动

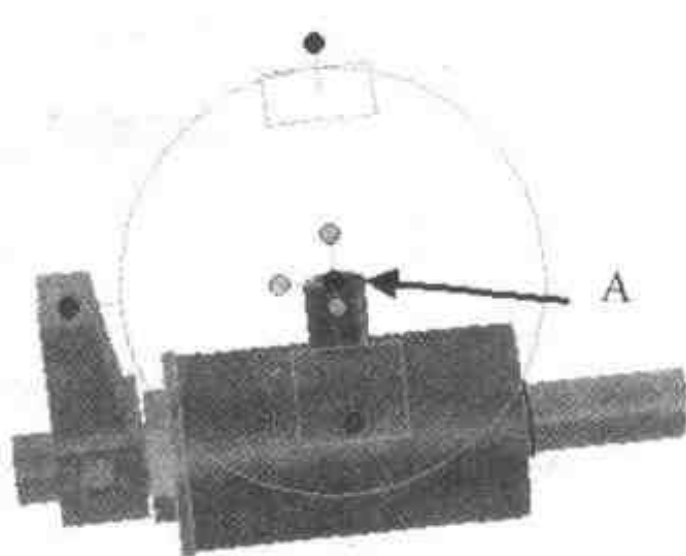


图 3.26 定位三维球

- (3) 如图 3.27 所示，右击手柄(A)，在弹出的快捷菜单中选择【镜向】|【拷贝】命令，完成零件的镜像。

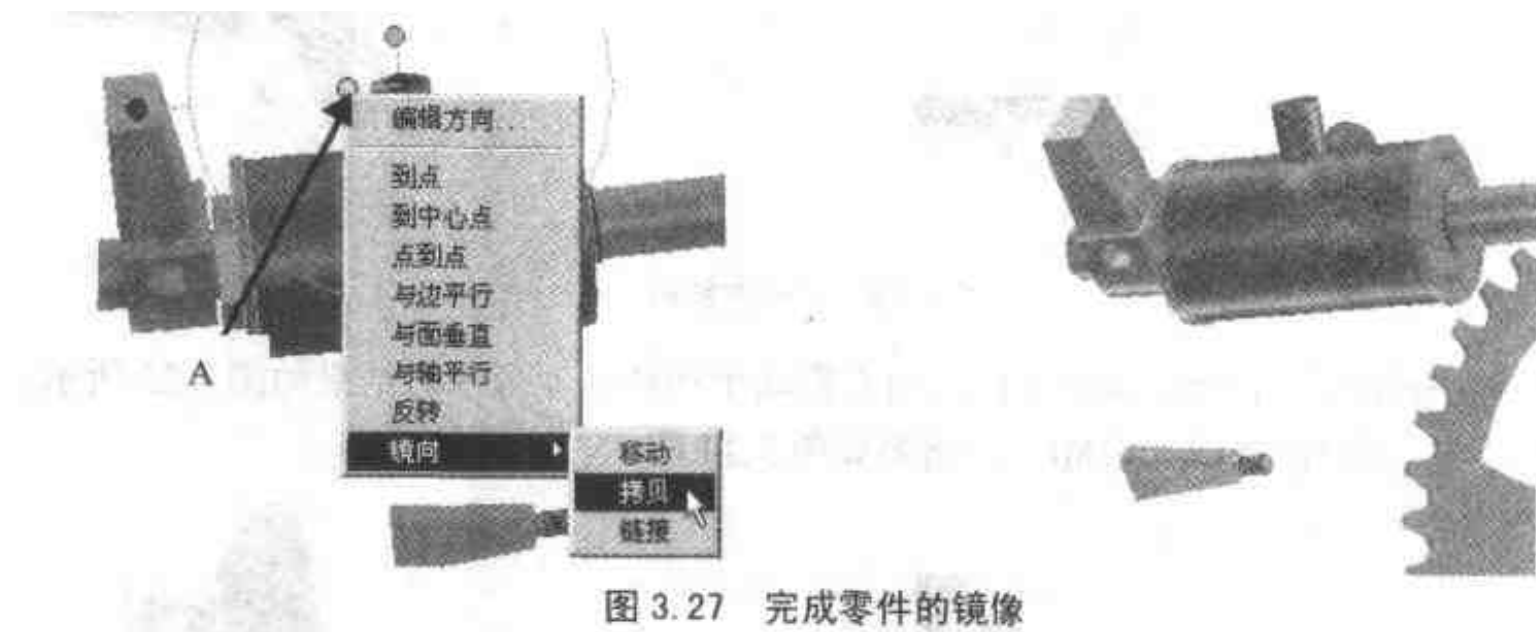



图 3.27 完成零件的镜像

### 3.1.9 装配右脚蹬和销钉

#### 1. 装配右脚蹬

- (1) 右脚蹬的装配和左脚蹬的装配基本相同。在设计树中选择【右脚蹬】选项，单击【三维球】按钮，激活三维球。右击定位手柄(A)，在弹出的快捷菜单中选择【以下面垂直】命令。选择中轴杆右端面(B)，结果如图 3.28 所示。

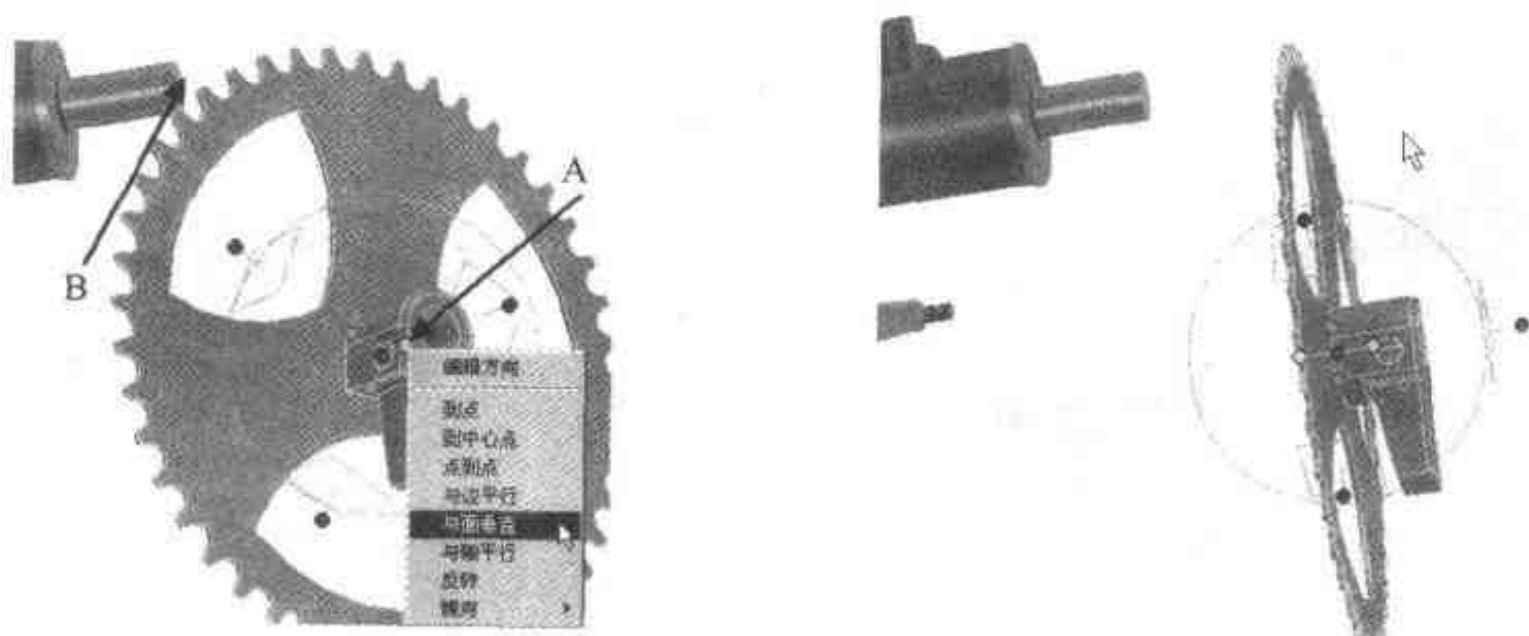



图 3.28 定向右脚蹬

- (2) 单击【动态旋转】按钮, 将视图变成如图 3.29 所示的样子。
- (3) 按空格键, 三维球变成白色。右击中心手柄, 在弹出的快捷菜单中选择【到中心点】命令, 选择半圆(如图 3.30 A 所示)。

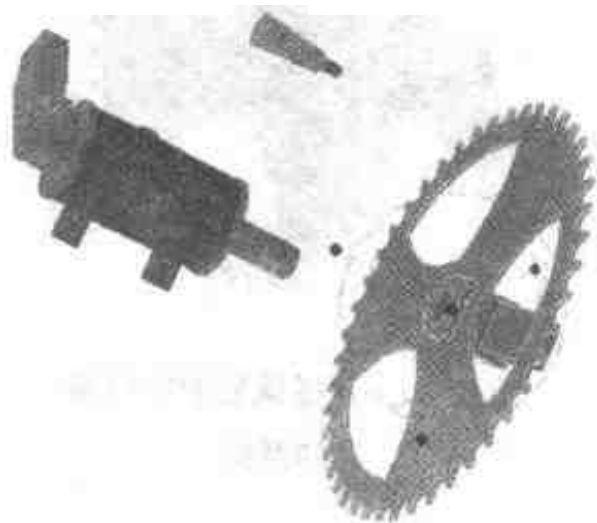


图 3.29 旋转显示视图

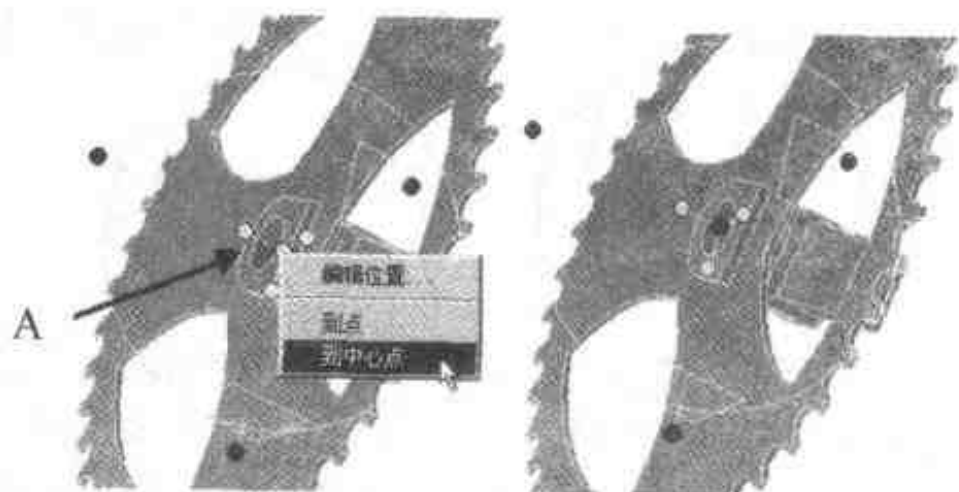


图 3.30 定位三维球

- (4) 如图 3.31 所示, 右击手柄(A), 选择【与边平行】命令。单击右脚蹬上的边(B), 调整三维球的位置, 结果如图 3.31 所示。
- (5) 如图 3.32 所示, 按空格键, 使三维球变成绿色。右击手柄(A), 选择【与边平行】命令, 然后选择中轴杆上的边(B)。
- (6) 右击三维球中心手柄, 选择【到中心点】命令, 接着选择图 3.33 所示中轴碗上的圆(A), 结果如图 3.34 所示。

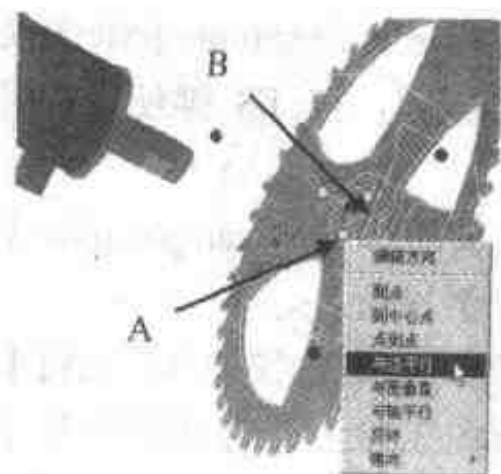


图 3.31 调整三维球位置

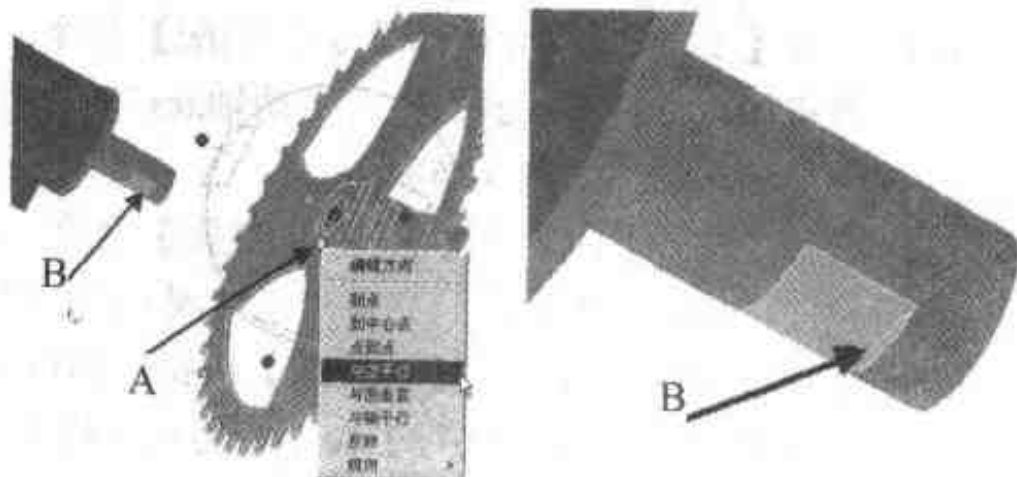


图 3.32 定向右脚蹬



图 3.33 选择右脚蹬的定位方式



图 3.34 完成右脚蹬的装配

(7) 按 F10 键, 关闭三维球命令。

## 2. 装配销钉

应用【三维球】或【无约束装配】工具, 用同样的操作步骤可以装上用于连接脚蹬和中轴的“销钉”零件, 结果如图 3.35 所示。



图 3.35 完成最后的销钉零件的装配

## 3.2 换向机构的装配

本节主要讲解一个由锥齿轮组成的装配, 实例中主要使用的工具是三维球和约束装配(3.1 节主要应用的是无约束装配), 三维球的使用简单方便, 是一个很有用的空间定向和定位工具。约束装配类似于无约束装配的操作方式, 但约束装配使零件之间形成一种暂时的几何约束关系。这样的空间约束关系可以根据需要保留或删除, 对后续的设计修改非常有用, 另外本例所用到的标准工具类零件(齿轮、紧固件等)的参数设置的有关内容请参考本套系列丛书的《CAXA 实体设计——应用基础篇》, 这里就不再讲述。

### 3.2.1 主动轴组件的装配

- (1) 选择【文件】|【新文件】命令, 新建一个实体文档。
- (2) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 在所附光盘\score\example\jixie\3\换向机构文件夹中找到文件“主动轴.ics”, 单击【打开】按钮, 按 F8 键使零件居中显示, 结果如图 3.36 所示。
- (3) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 在所附光盘的 score\example\jixie\3\换向机构文件夹中找到文件“止转圈.ics”, 单击【打开】按钮。
- (4) 选中止转圈后, 单击【三维球】按钮, 即可以打开三维球, 右击图 3.37 定向手柄(A)后选择【与轴平行】命令, 然后选择主动轴表面(图 3.38 B), 结果转圈和主动轴两个零件的轴线将会平行。



图 3.36 输入主动轴

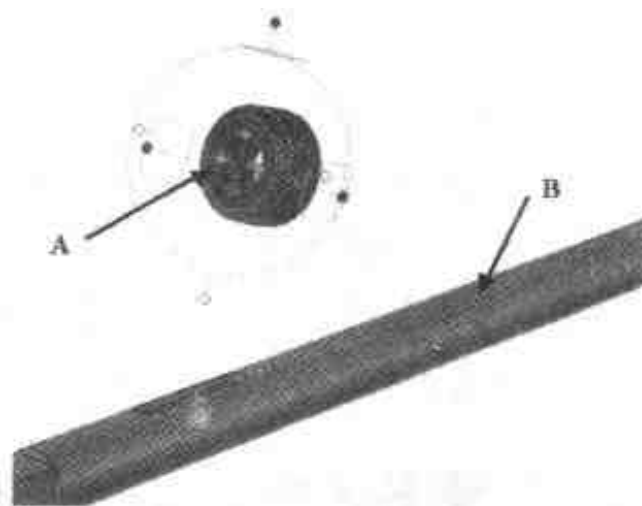


图 3.37 选择定向方式

- (5) 按空格键，三维球变为白色，然后可以单独移动三维球。右击三维球中心手柄，选择【到中心点】命令，最后单击止转圈的上边缘(图 3.38 A)，按空格键后重新利用三维球来定位止转圈零件，三维球重新变为蓝色后，右击中心手柄，选择【到中心点】命令，最后单击主动轴上边缘(图 3.38B)。
- (6) 单击三维球手柄(图 3.38C)后向左拖动，右击显示的数字，将距离改为“95”，关闭【三维球】，结果如图 3.39 所示。

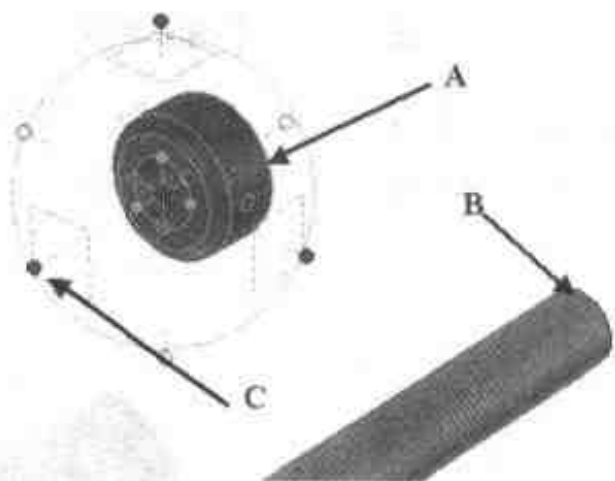


图 3.38 定位零件

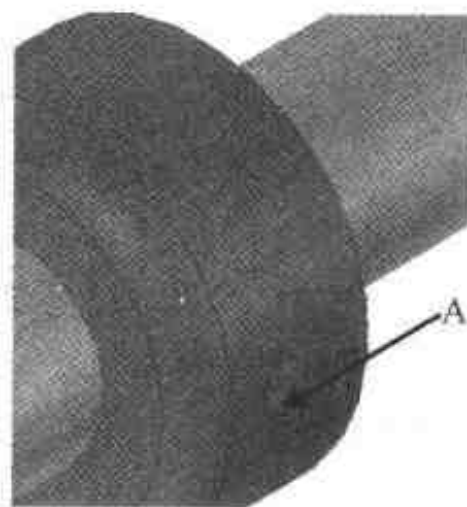


图 3.39 完成止转圈和轴的装配

- (7) 从右侧【工具】图素栏中拖出一【紧固件】智能图素到图点 A，打开【螺栓】选项卡，将名义尺寸改为 10，长度改为 35，然后单击【确定】按钮。



图 3.40 向止转圈孔拖放螺栓标准件





- (8) 选择螺栓后打开【三维球】，单击向上拖动如图 3.41 A 所示的手柄，右击将所出现的数字改为 5。
- (9) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，在所附光盘的 score\example\jixie\3\换向机构文件夹中找到文件“主动齿轮.ics”，单击【打开】按钮。
- (10) 选中主动齿轮后单击【三维球】按钮，打开三维球，右击如图 3.42 所示的定位手柄(A)，然后选择【与轴平行】命令，单击主动轴表面(B)，单击【确定】按钮。

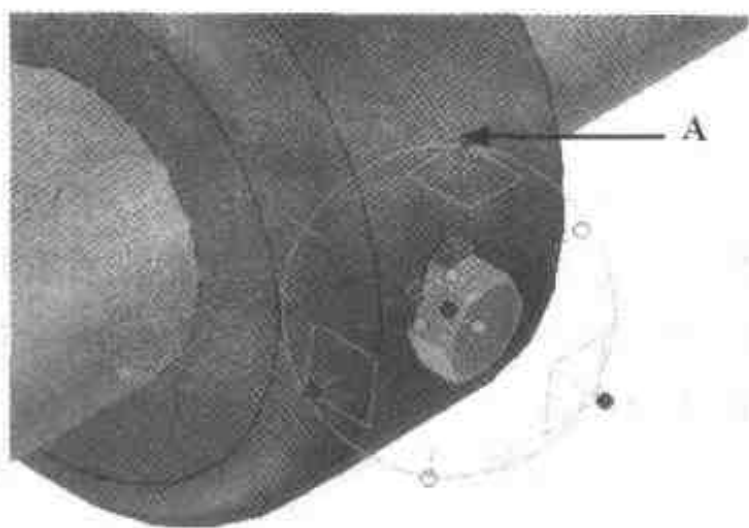


图 3.41 用三维球调整螺栓位置

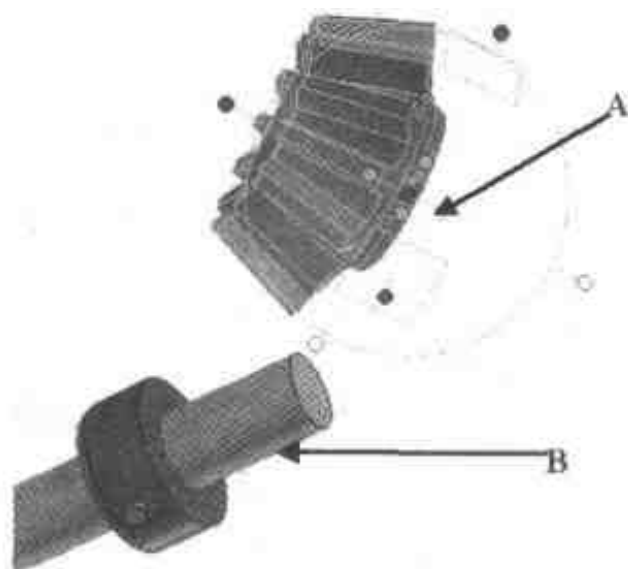


图 3.42 定向主动轮

- (11) 右击如图 3.43 A 所示的三维球中心手柄后，选择【到中心点】命令，最后单击止转圈上边缘图(B)，关闭【三维球】，结果如图 3.44 所示，将文件保存。

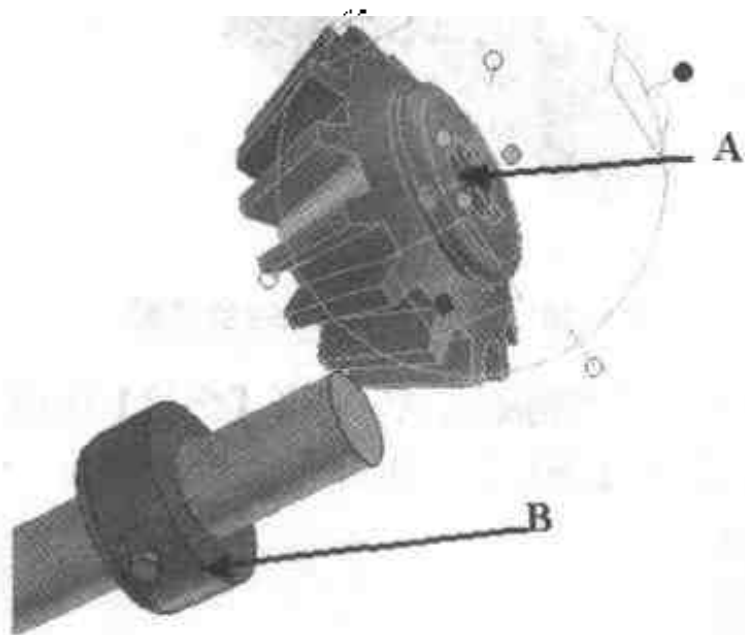


图 3.43 选择定位方式



图 3.44 主动轴和主动轮的装配

### 3.2.2 新建一个装配文件

- (1) 选择【文件】|【新文件】命令，新建一个实体文档。
- (2) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，在所附光盘的文件 score\example\jixie\3\换向机构文件夹中找到“从动轴.ics”文件，单击【打开】按钮，按 F8 键使零件居中显示，结果如图 3.45 所示。



图 3.45 输入从动轴

### 3.2.3 装配内衬套

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，在所附光盘的 score\example\jixie\3\ 换向机构文件夹中找到“内衬套.ics”文件，单击【打开】按钮，如图 3.46 所示。
- (2) 选中内衬套后单击【三维球】按钮，打开三维球，右击如图 3.46 所示定位手柄(A)后选择【与轴平行】命令，然后单击从动轴表面(B)，单击【确定】按钮，如图 3.47 所示。

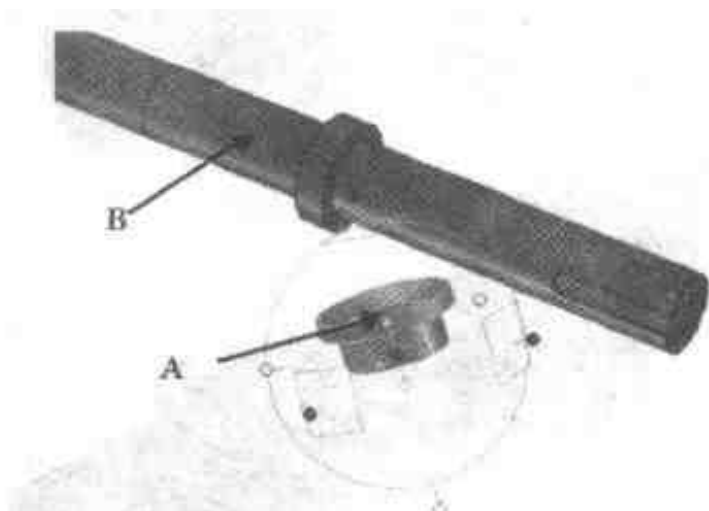


图 3.46 定向内衬套

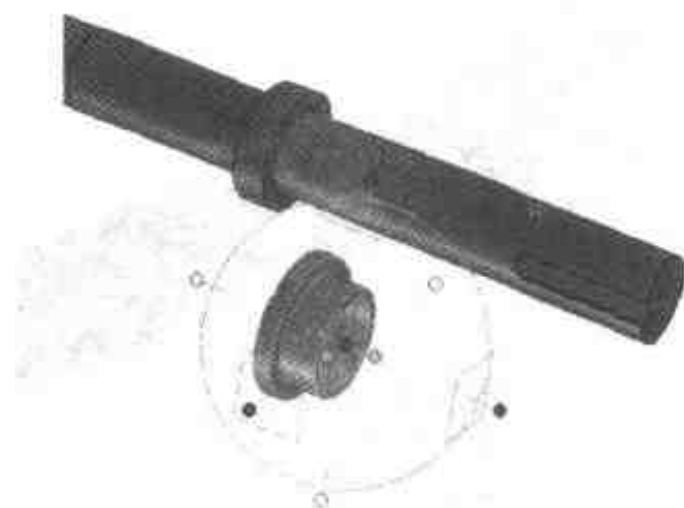


图 3.47 定向结果

- (3) 按空格键后三维球变为白色，然后单独移动三维球。右击如图 3.48 所示的三维球中心手柄(A)，选择【到中心点】命令，最后单击内衬套上边缘图(B)，按空格键后重新利用三维球定位内衬套，使三维球重新变为蓝色，右击中心手柄后选择【到中心点】命令，最后单击从动轴上边缘图(C)，关闭三维球，结果如图 3.49 所示。

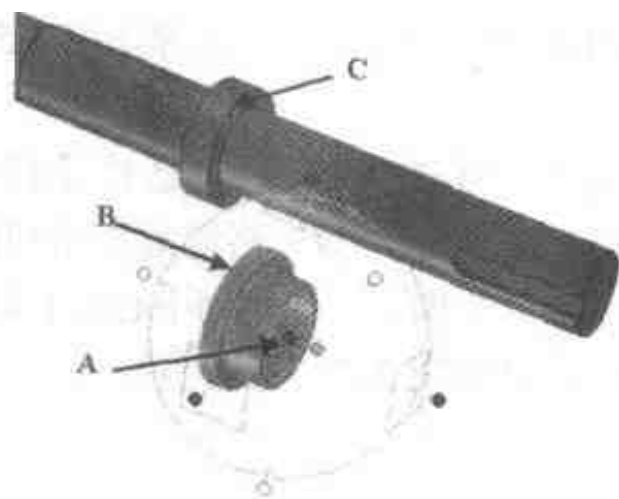



图 3.48 定位衬套



图 3.49 完成衬套装配

### 3.2.4 装配密封垫

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，打开所附光盘的 score\example\jixie\3\换向机构\密封垫.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (2) 单击【约束装配】按钮后，单击密封垫的外圆表面(图 3.50A)，按空格键更换装配类型到【共轴】，光标如图 3.50 所示，然后单击从动轴的外表面(B)。
- (3) 选择密封垫后打开【三维球】，按空格键后右击三维球中心手柄(A)，选择【到中心点】命令，然后单击密封垫上边缘(图 3.51B)，按空格键后重新利用三维球定位密封垫，三维球重新变为蓝色，右击中心手柄后，选择【到中心点】命令，最后单击内衬套上边缘(图 3.51C)。单击三维球手柄(图 3.51D)向右拖动，在出现的数字上右击，并将距离改为 130，关闭【三维球】，结果如图 3.51 下图所示。

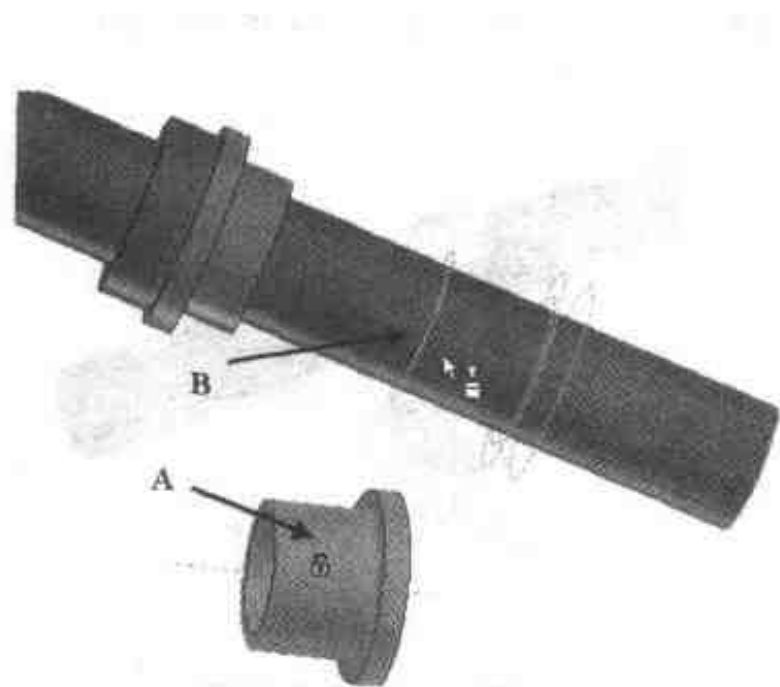


图 3.50 应用约束装配

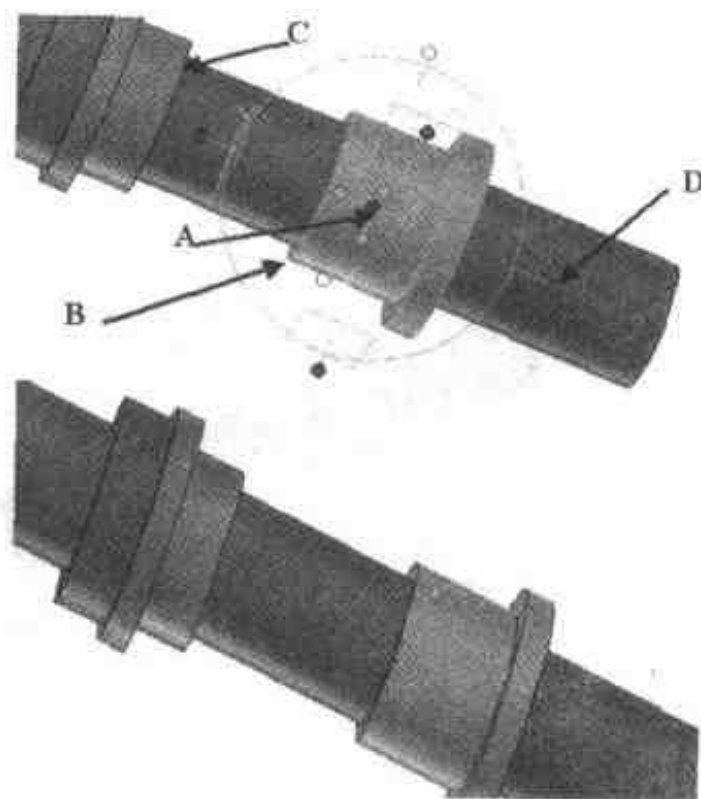



图 3.51 装配垫圈

### 3.2.5 装配密封管

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，打开所附光盘的 score\example\jixie\3\换向机构密封管.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (2) 单击【约束装配】按钮后，单击密封管的外表面(图 3.52 A)，光标如图 3.52 所示，然后单击密封垫的外圆表面(B)。
- (3) 选择密封管后打开【三维球】，按空格键后右击三维球中心手柄，选择【到中心点】命令，然后单击密封管上边缘，如图 3.53 A 所示，按空格键后重新利用三维球定位密封垫，三维球重新变为蓝色，右击中心手柄，选择【到中心点】命令，最后单击内衬套上边缘(B)。关闭【三维球】，结果如图 3.53 下图所示。

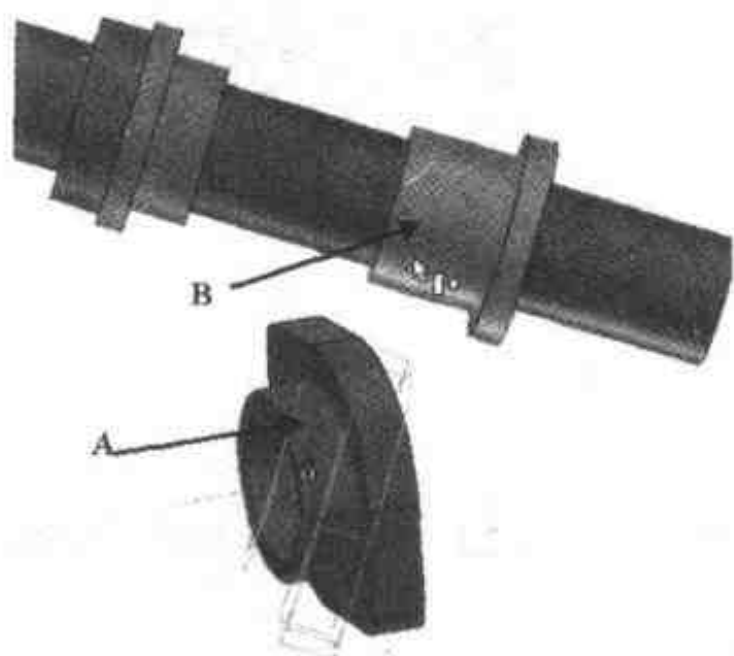


图 3.52 应用约束装配

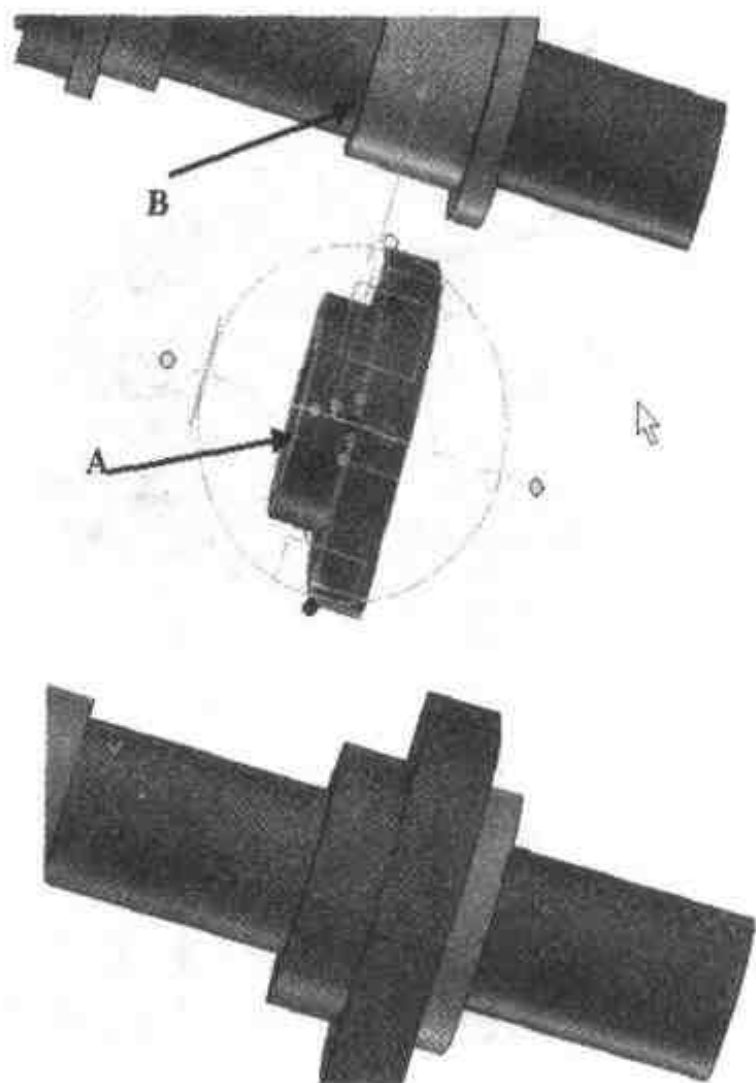



图 3.53 密封管的约束装配

### 3.2.6 装配从动齿轮

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，打开所附光盘的 score\example\jixie\3\换向机构\从动齿轮.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (2) 单击【约束装配】按钮，选择从动齿轮的内表面，如图 5.54 A 所示，光标如图 5.54 所示，然后单击从动轴的外表面(B)，实现同轴约束。

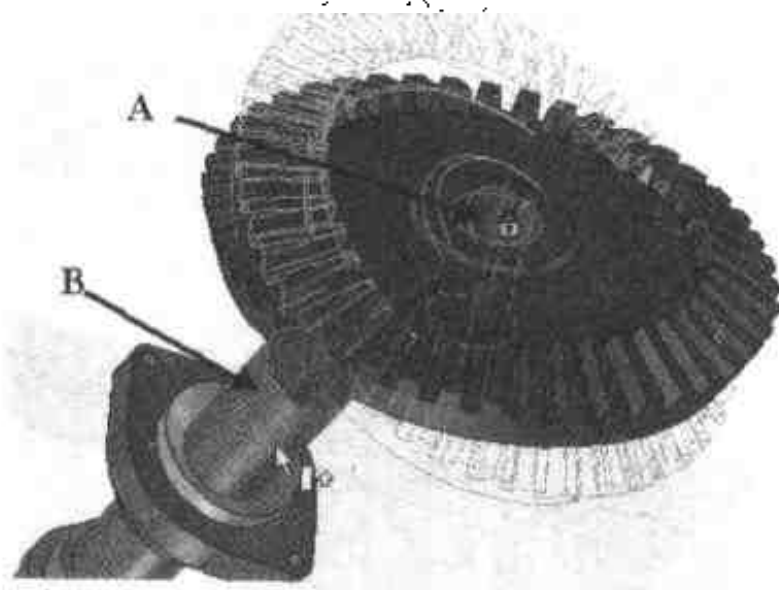


图 3.54 从动齿轮的约束装配

- (3) 选择从动齿轮后打开【三维球】，按空格键后右击三维球中心手柄，选择【到中心点】命令，然后单击从动齿轮内表面上边缘，如图 3.55 A 所示，按空格键后重新利用三维球定位从动齿轮，三维球重新变为蓝色。然后右击中心手柄，选择

【到中心点】命令，最后单击从动轴上边缘(B)，关闭【三维球】，结果如图 3.56 所示。

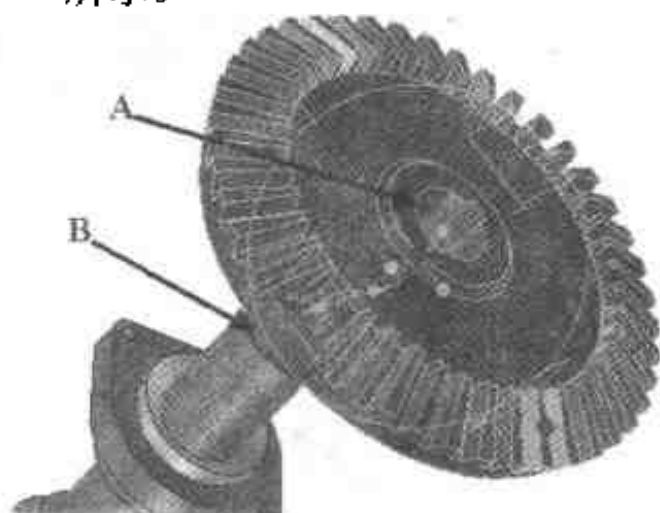


图 3.55 定位齿轮



图 3.56 完成从动齿轮装配

### 3.2.7 装配齿轮

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，找到 3.2.1 节做的主动轴组件.ics，单击【打开】按钮，结果如图 3.57 所示。



图 3.57 输入主动轴组件

- (2) 选择主动轴组件，打开【三维球】，按空格键单独移动三维球，右击如图 3.58 A 所示的定向手柄，选择【点到点】命令，然后依次单击主动齿轮对应齿中点(B)和(C)。

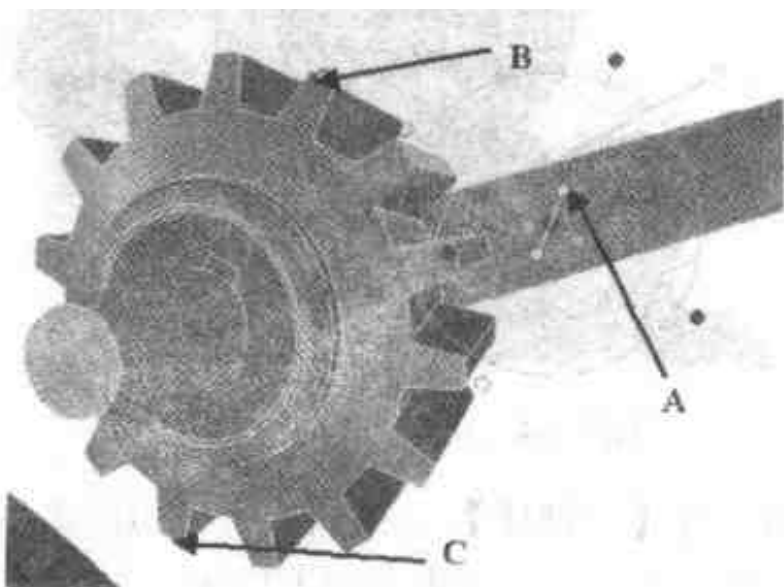


图 3.58 定位三维球



- (3) 右击如图 3.59 所示的定位手柄(A)后, 选择【与面垂直】命令, 然后单击表面(B), 最后沿轴(C)旋转  $90^\circ$ 。最后右击刚刚利用【点到点】命令, 重新定位的定位手柄(D), 并选择【与轴平行】命令, 单击从动轴, 结果如图 3.60 所示。

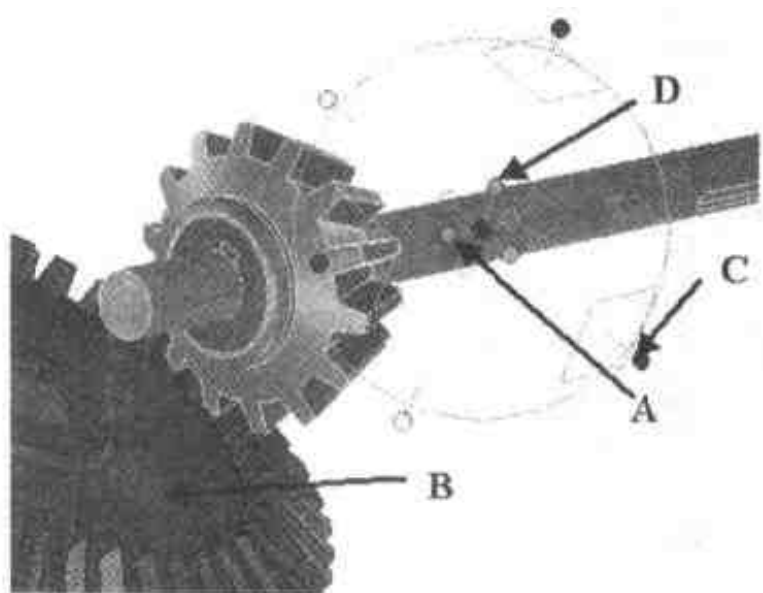


图 3.59 定位主动轴组件

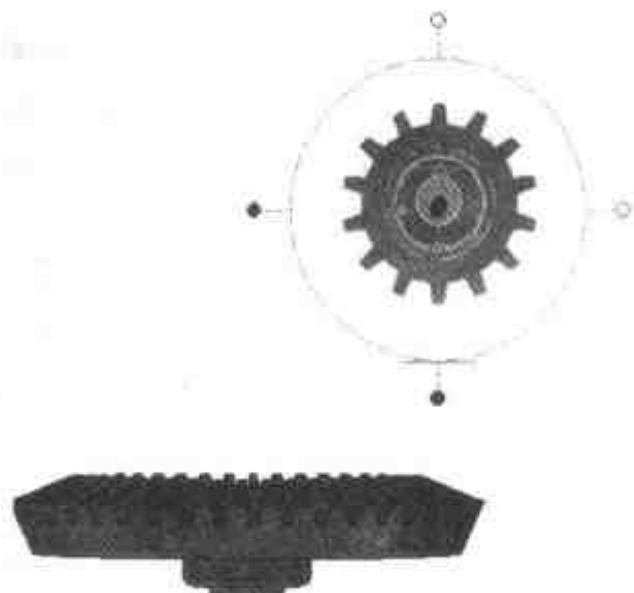


图 3.60 完成组件的定位

- (4) 按空格键单独移动三维球, 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 单击主动齿轮上一点, 如图 3.61A 所示, 按空格键后重新移动主动轴组件, 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 单击从动齿轮上的一角点(B), 结果如图 3.62 所示。

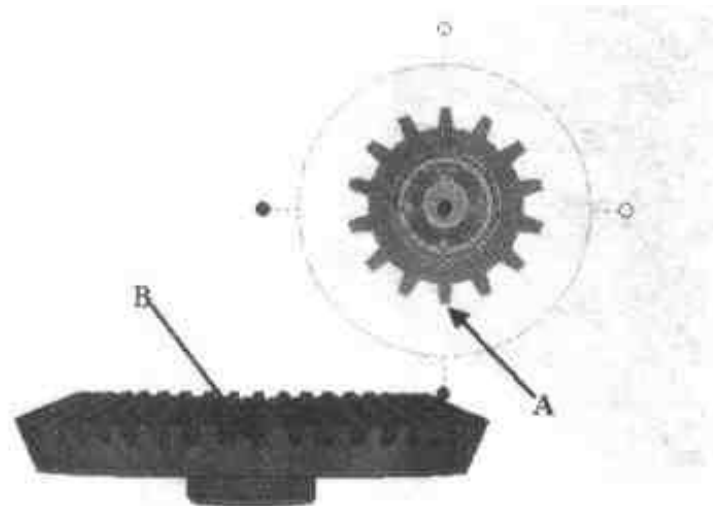


图 3.61 选择定位方式



图 3.62 完成装配图

### 3.3 钻模设计的装配

本节所讲解的实例是在机械加工的钻孔工艺中经常要用到的一种通用夹具装置, 它由自定义图素和标准零件(工具图素)组成, 本例的内容包括零件设计、装配、图纸的生成, 是对 CAXA 实体设计的综合应用。

#### 3.3.1 零件造型

##### 1. 设计零件“夹具座”

- (1) 从右侧【图素】设计元素库中拖出一个【长方体】智能图素, 单击长方体表面使其进入智能图素状态, 右击任一智能图素手柄后, 将其长度和宽度改为 45, 将

高度改为 25，单击【确定】按钮。按 F8 键，结果如图 3.63 所示。

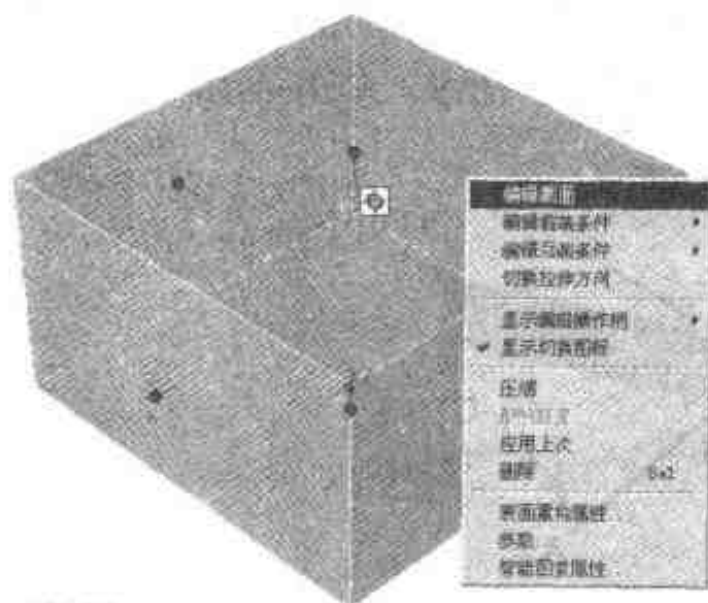



图 3.63 编辑图素截面

- (2) 右击长方体上任一点，在弹出的快捷菜单中选择【编辑截面】命令。
- (3) 选择如图 3.64 所示的直线(A)，单击【等距】按钮，在弹出的【等距】对话框中设置距离为 4，设置等距方向为指向内部。如果不是请选择【切换方向】复选框单击【确定】按钮。然后再删除直线 A。

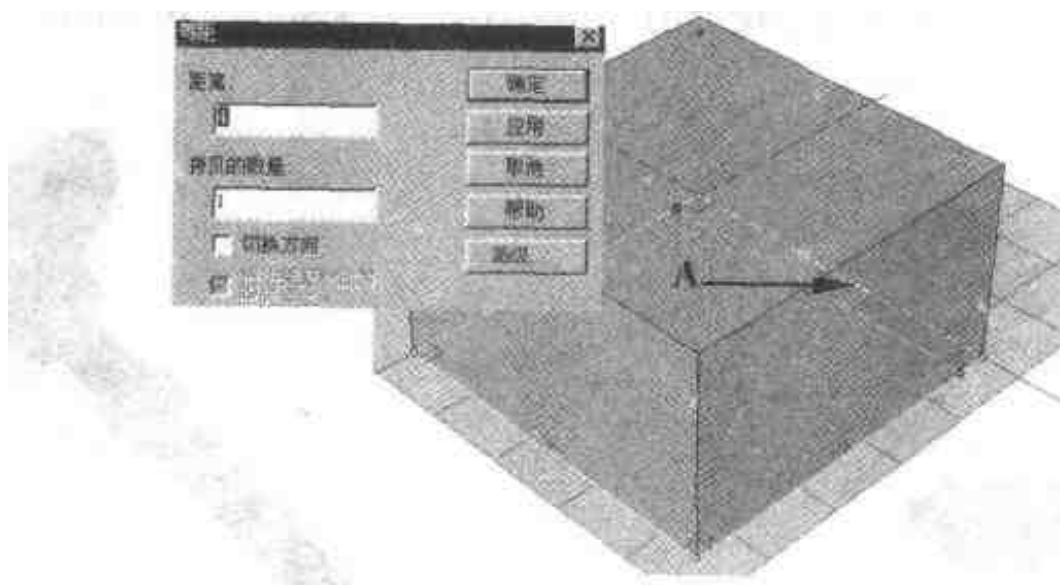




图 3.64 将截面上的直线等距

- (4) 单击【折线】按钮，单击点 A，然后右击其他点，将长度改为 13，倾斜改为 90，接着再右击其他点，用同样的方法将长度改为 10，倾斜改为 30。然后在点 B 处画出对称线，如图 3.65 所示。
- (5) 单击【裁剪曲线】按钮，裁剪掉无用的直线，结果如图 3.66 所示。

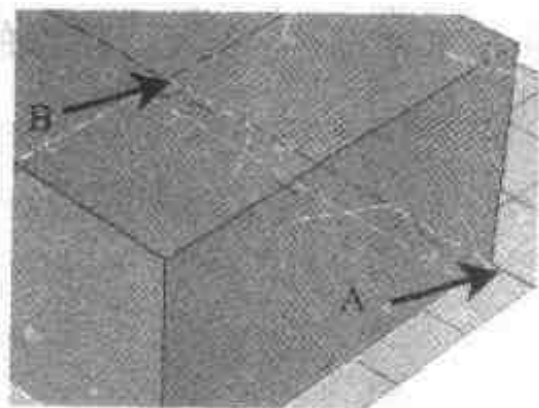


图 3.65 在二维截面上绘制折线



图 3.66 裁剪多余折线

- (6) 将【长方体】图素的其余的三条边也改为上图的曲线形状。最后单击【完成造型】按钮,如图 3.67 所示。
- (7) 从右侧【图素】设计元素库中拖出一个【孔类圆柱体】智能图素,拖向实体的中心点,如图 3.68 A 所示,右击孔类圆柱体的手柄(B),选择【编辑包围盒】命令,将长度和宽度改为 24.5,高度改为 7,单击【确定】按钮。

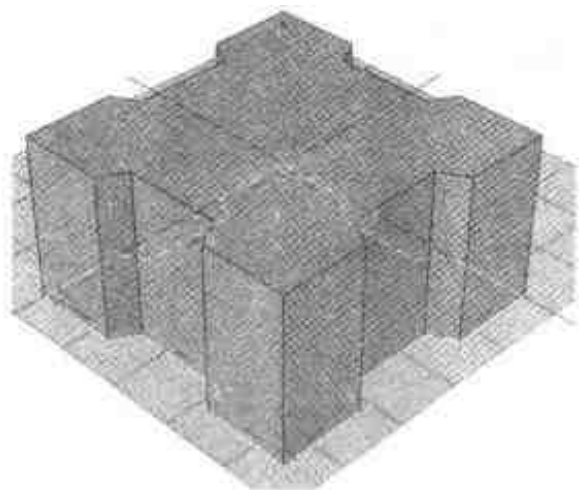


图 3.67 生成二维截面的造型

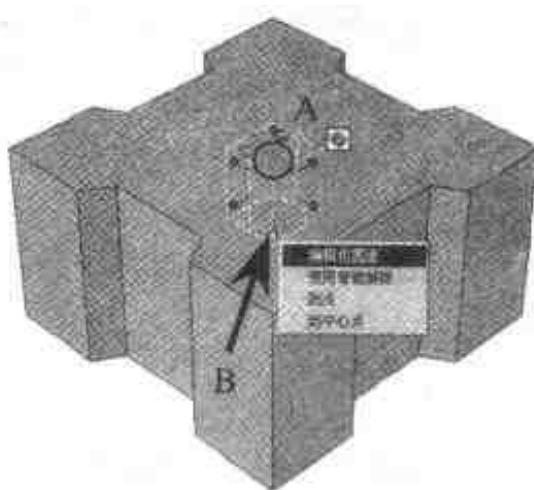



图 3.68 添加【孔类圆柱体】图素

- (8) 同样在另一侧打出一个直径为 19 高度为 18 的孔类圆柱体,如图 3.69 所示。
- (9) 向图 3.69 中边缘直线(A)的中点处拖入一个直径为 8,高度为 37 的孔类圆柱体,单击【三维球】按钮,拖动孔类圆柱体沿着轴(B)向左移动 9.5mm。接着在相邻的另 3 个面上作同样的孔类圆柱体,结果如图 3.70 右图所示。

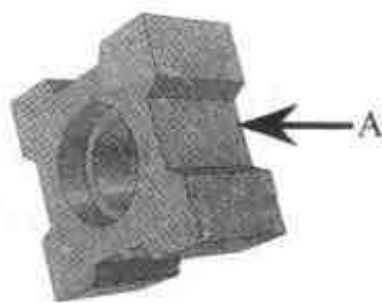


图 3.69 打出的孔类圆柱体

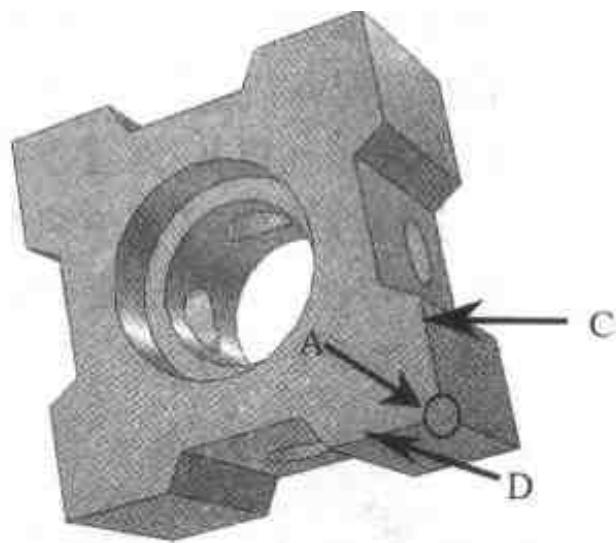
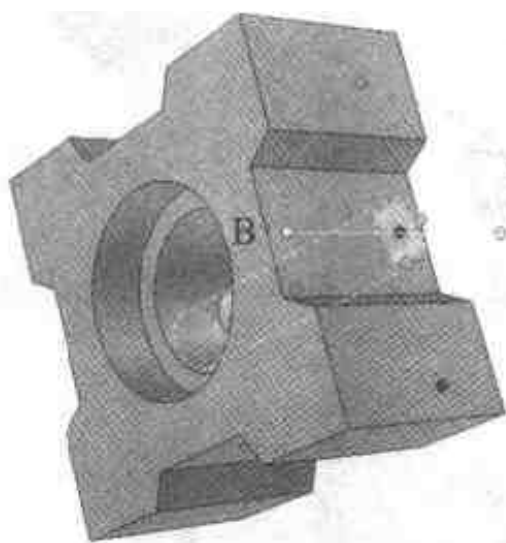


图 3.70 4 个面都有孔类圆柱体


- (10) 向图 3.70 中 A 点拖入一个直径为 4,高度为 25 的孔类圆柱体,单击【三维球】按钮,使孔类圆柱体沿着轴边 C、D 方向分别上和向左移动 8mm,接着在对角线上作同样的孔类圆柱体,结果如图 3.71 所示。
- (11) 将零件旋转 180° 显示,向如图 3.72 所示的背面边线 A 的中点处拖入一个直径为 4 高度为 5 的孔类圆柱体图素,再利用三维球向下移动 4mm。然后在另一侧对称的位置作同样的一个圆孔,如图 3.72 所示。



图 3.71 生成对角线圆孔

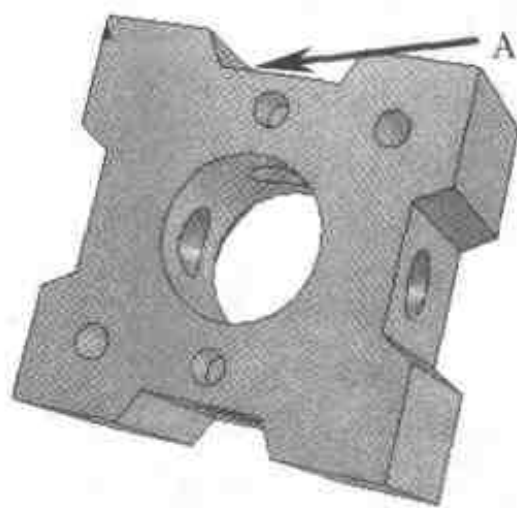


图 3.72 生成孔图案

## 2. 保存文件

将完成的设计以“3 夹具座.ics”文件名保存起来。

### 3.3.2 装配钻套




- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，打开【插入零件】对话框，在其中的【查找范围】下拉列表框中查找所附光盘 score\example\jixie\3\钻模装配\3 夹具座.ics，单击【打开】按钮，结果如图 3.73 所示。
- (2) 接着再单击【插入零件/装配】按钮，用同样的方法打开本书所附光盘 score\example\jixie\3\钻模装配\4 钻套.ics 文件。
- (3) 打开【设计树】，在【设计树】里面选择【4 钻套】，然后单击【三维球】按钮，右击定向手柄(A)，在弹出的快捷菜单中选择【与轴平行】命令，接着单击圆周(B)，结果如图 3.74 右图所示。



图 3.73 读入夹具座体

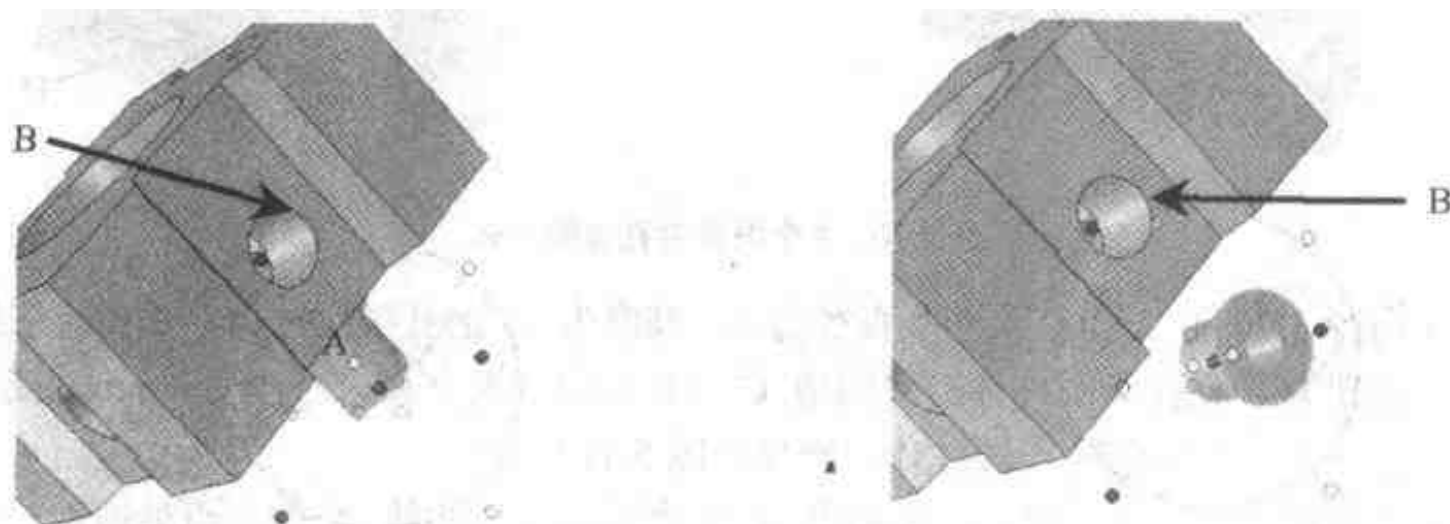


图 3.74 定向钻套

- (4) 右击【三维球】的中心手柄，选择【到中心点】命令，接着单击如图 3.74 所示的圆周(B)，结果如图 3.75 所示。

- (5) 单击如图 3.75 所示的手柄(A), 然后向下移动一段距离, 右击显示出来的数值, 设置距离为 8, 结果如图 3.76 所示。



图 3.75 定位钻套

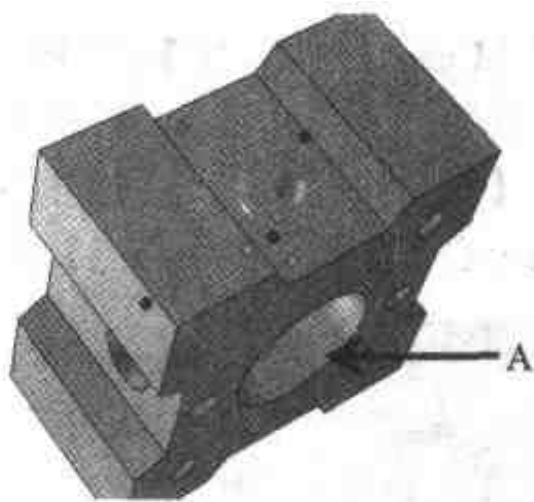


图 3.76 调整钻套位置

- (6) 按空格键, 然后右击【三维球】的中心手柄, 选择【到中心点】命令, 接着单击图 3.76 的圆周(A), 可以完成【三维球】位置的移动。再次按空格键, 右击如图 3.77 所示手柄 B, 按住右键, 将手柄移至【三维球】内任意位置, 当光标变成小手状, 沿顺时针方向移动一定的角度, 选择【链接】命令。在弹出的对话框中, 将数量改为 3, 角度改为  $90^\circ$ 。
- (7) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令, 结果如图 3.78 所示。

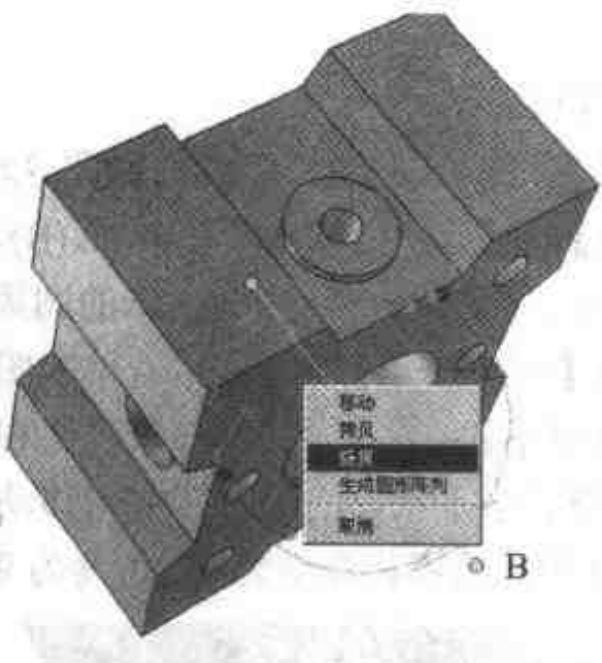


图 3.77 移动并旋转三维球

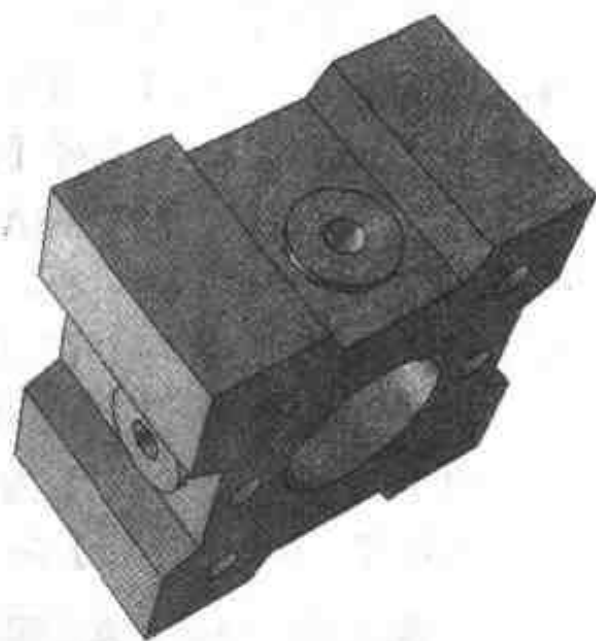






图 3.78 生成链接的钻套

### 3.3.3 装配定位板

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮 , 用 3.3.2 节所讲的方法打开光盘 \score\example\jixie\3\钻模装配\5 定位板.ics 文件。
- (2) 在【设计树】里面选择【5 定位板】, 然后单击【三维球】按钮 , 单击如图 3.79 所示的手柄(A), 向下移动一定距离, 右击显示的数值, 将距离改为 10。
- (3) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令。



### 3.3.4 装配柱销和螺钉

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮, 用 3.3.2 节所讲的方法打开光盘\score\example\jixie\3 钻模装配\12 柱销.ics 文件和 13 螺钉.ics 文件。
- (2) 在【设计树】中选择【12 柱销】, 然后单击【三维球】按钮, 右击【三维球】的中心, 选择【到中心点】命令, 单击如图 3.80 所示的圆周(A)。

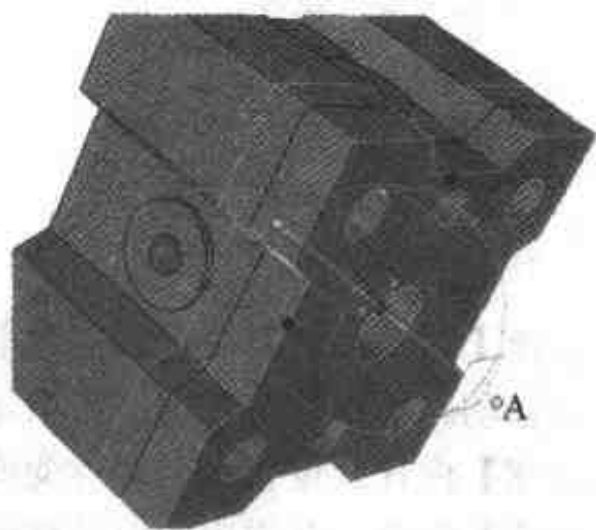


图 3.79 安装定位板

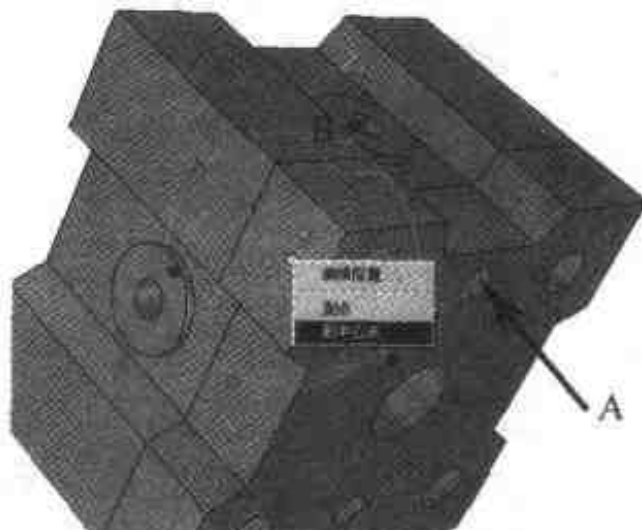



图 3.80 装配柱销

- (3) 按住右键不放, 拖动如图 3.80 所示的手柄(B)向下移动一定的距离, 选择【链接】命令, 设置距离为 29。
- (4) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令, 结果如图 3.81 所示。
- (5) 在【设计树】里面选择【螺钉】, 然后单击【三维球】按钮, 右击如图 3.81 所示的【三维球】的手柄(A), 选择【与面垂直】命令, 单击定位板的表面(B)。
- (6) 右击【三维球】的中心, 选择【到中心点】命令, 单击如图 3.82 所示的圆周(A)。
- (7) 按空格键, 然后右击【三维球】的中心, 选择【到中心点】命令, 接着单击图 3.82 所示的圆周(B), 移动三维球的位置, 再次按空格键, 右击手柄(C), 按住右键, 将手柄移至【三维球】内任意位置, 当光标变成小手状, 沿顺时针方向移动一定的角度, 选择【链接】命令。在弹出的对话框中, 设置其数量为 3, 角度为  $90^\circ$ 。

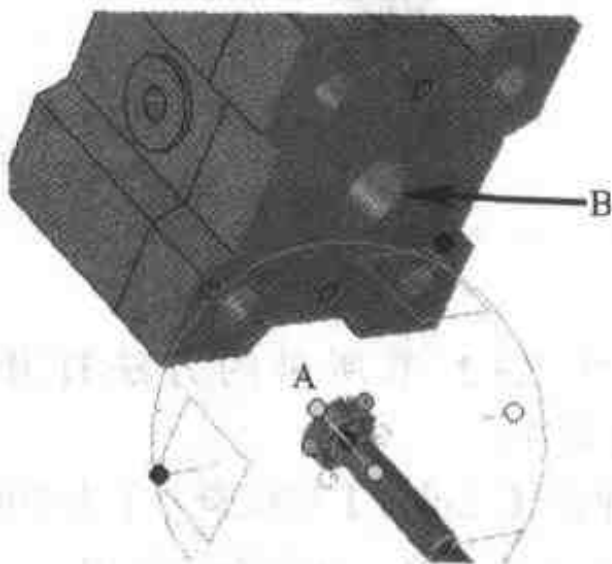


图 3.81 定向螺钉

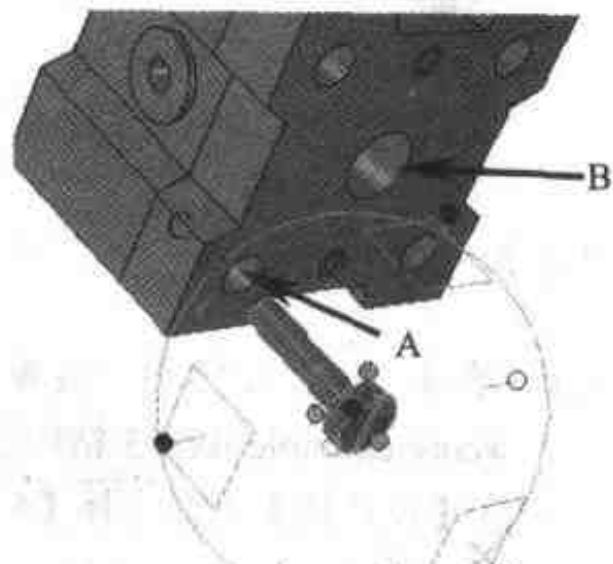




图 3.82 重新定位三维球

- (8) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令, 结果如图 3.83 所示。

### 3.3.5 装配衬套

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，用同样的方法打开光盘\score\example\jixie\3\钻模装配\6 衬套.ics 文件。
- (2) 在【设计树】中选择【6 衬套】，然后单击【三维球】按钮，右击【三维球】的中心，选择【到中心点】命令，单击图 3.84 中的圆周(A)。

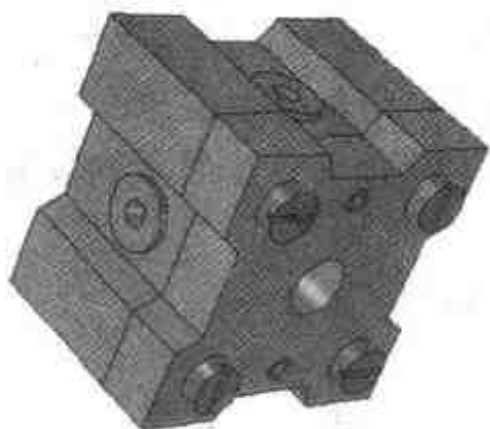


图 3.83 完成柱销和螺钉的装配

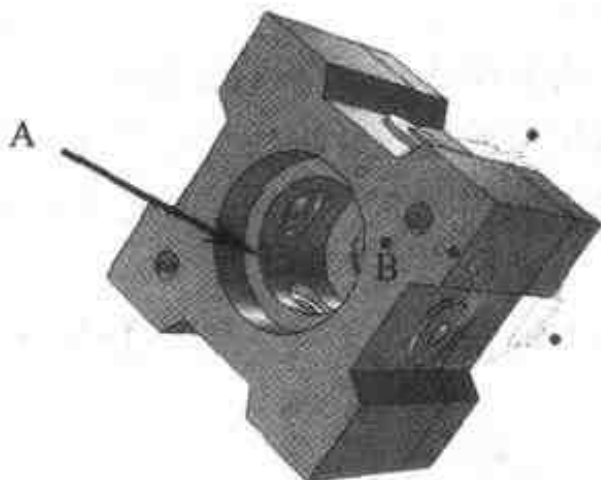





图 3.84 定位衬套零件

- (3) 单击如图 3.84 所示的手柄(B)，向右移动一定距离，右击显示的距离，将距离改为 6.5。
- (4) 按 F10 键，关闭【三维球】命令，结果如图 3.85 所示。

### 3.3.6 装配支承衬套

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，在书附光盘内的 score\example\jixie\3\钻模文件夹中找到“7 支承衬套.ics”文件，单击【打开】按钮。
- (2) 在【设计树】中右击【7 支承衬套】，选择【拷贝】命令，再右击【7 支承衬套】，选择【粘贴】命令。
- (3) 在【设计树】中选择第一个【7 支承衬套】，单击【三维球】按钮，右击【三维球】的中心，选择【到中心点】命令，单击如图 3.85 所示圆周(A)。接着选择第二个【7 支承衬套】，单击【三维球】按钮，右击三维球的中心，选择【到中心点】命令，单击如图 3.85 所示的圆周(B)。
- (4) 按 F10 键，关闭【三维球】命令，结果如图 3.86 所示。

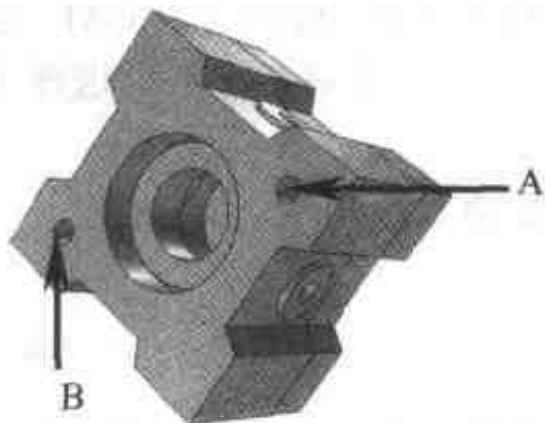


图 3.85 完成衬套的装配

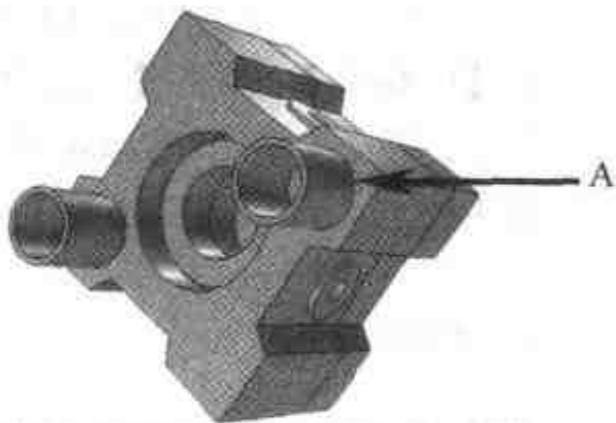




图 3.86 装配支承衬套

### 3.3.7 装配回转板

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，在随书所附光盘的 score\example\jixie\3\钻模装配文件夹找到 8 回转板.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (2) 在【设计树】中选择【8 回转板】，然后单击【三维球】按钮，右击三维球的中心，选择【到中心点】命令，单击如图 3.86 所示的圆周(A)，结果如图 3.87 所示。
- (3) 单击如图 3.87 所示的手柄(A)，当光标在三维球内移动位置时，光标变为小手状，按住左键逆时针旋转一定角度，右击显示的角度，将角度改为  $90^\circ$ 。
- (4) 单击如图 3.87 所示的手柄(A)，向左移动一定的距离，右击显示的数值，将距离改为 8。
- (5) 按 F10 键，关闭【三维球】命令，结果如图 3.88 所示。

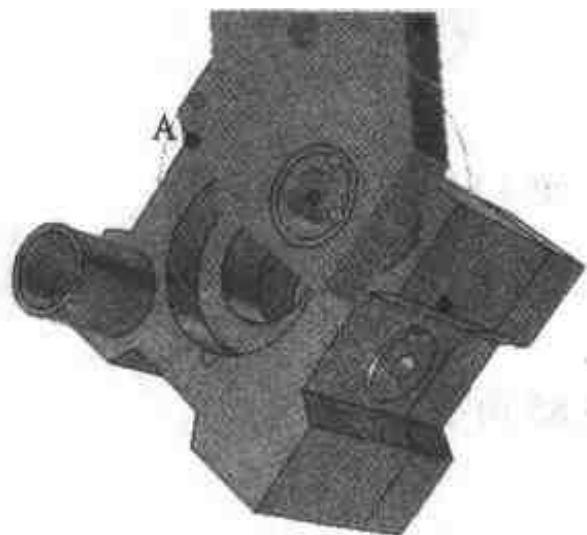


图 3.87 定位回转板零件

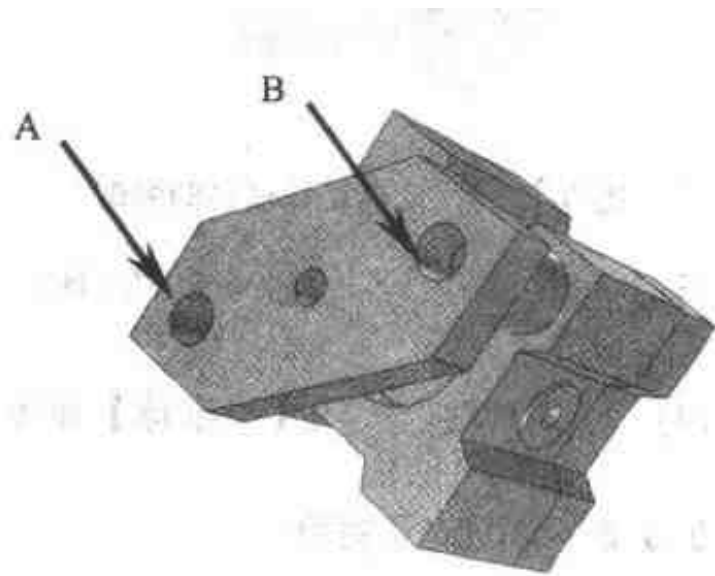







图 3.88 完成回转板的装配

### 3.3.8 装配螺钉

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，打开书附光盘\score\example\jixie\3\钻模装配\9 螺钉.ics 文件。
- (2) 在【设计树】里右击【9 螺钉】，选择【拷贝】命令，再右击【9 螺钉】，选择【粘贴】命令。
- (3) 在【设计树】里选择第一个【9 螺钉】，单击【三维球】按钮，右击【三维球】的中心，选择【到中心点】命令，单击如图 3.88 所示的圆周(A)。接着选择第 2 个【9 螺钉】，单击【三维球】按钮，右击三维球的中心，选择【到中心点】命令，单击如图 3.88 所示的圆周(B)。
- (4) 按 F10 键，关闭【三维球】命令，结果如图 3.89 所示。

### 3.3.9 光面压块

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮，打开书附光盘\score\example\jixie\3\钻模装配\2 光面压块.ics 文件。

- (2) 在【设计树】里面选择【2 光面压块】, 然后单击【三维球】按钮, 右击三维球的中心, 选择【到中心点】命令, 单击如图 3.89 所示的圆周(A)。
- (3) 单击如图 3.90 所示的手柄(B), 向右移动一定的距离, 右击显示的数据, 将距离改为 24。

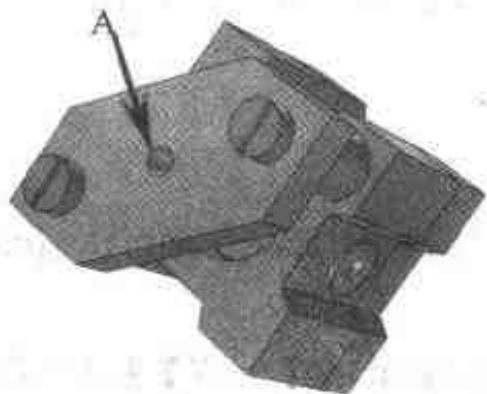


图 3.89 固定回转板

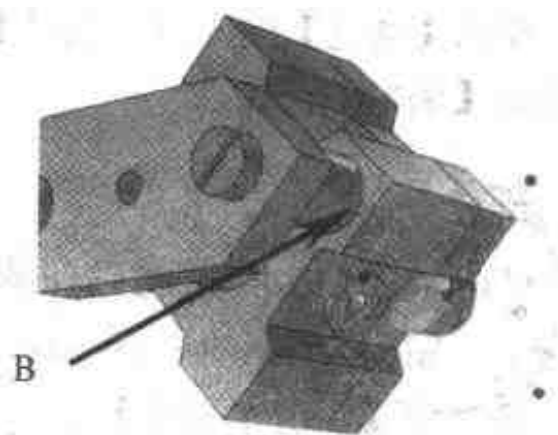




图 3.90 添加压板

- (4) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令, 结果如图 3.91 所示。

### 3.3.10 装配手柄

- (1) 单击【插入零件/装配】按钮, 打开书附光盘\score\example\jixie\3\钻模装配手柄.ics 文件。
- (2) 在【设计树】里面选择【手柄】, 然后单击【三维球】按钮, 右击三维球的中心, 选择【到中心点】命令, 单击如图 3.92 所示的圆周 A。

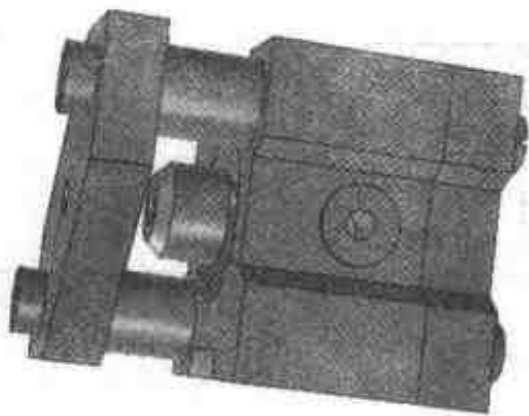


图 3.91 装配图

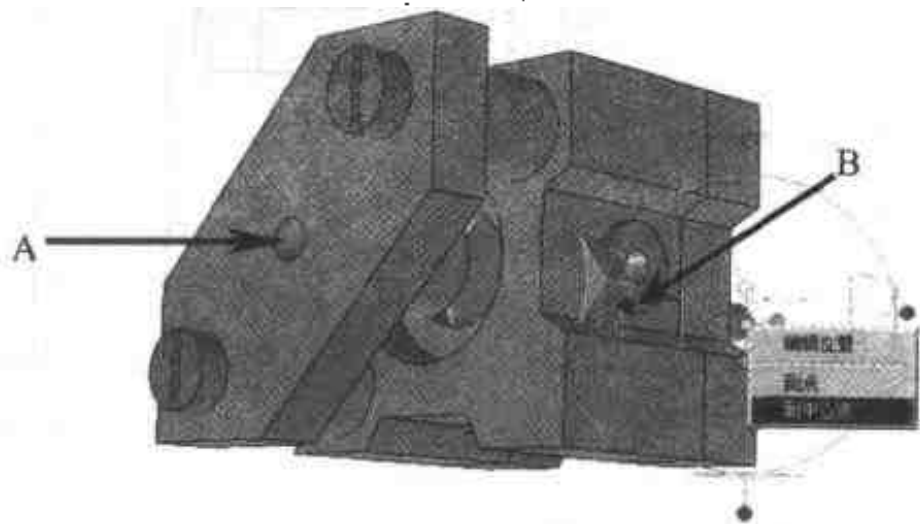


图 3.92 定位手柄

- (3) 单击如图 3.92 所示的手柄(B), 向右移动一定的距离, 右击显示的数值, 将距离改为 24。
- (4) 按 F10 键, 关闭【三维球】命令, 结果如图 3.93 所示。
- (5) 保存所完成的装配文件。

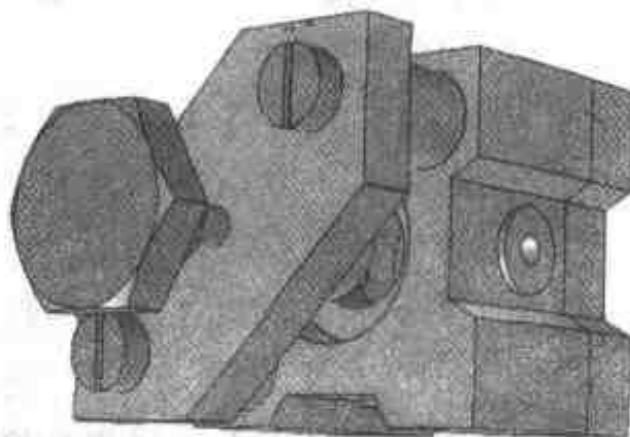




图 3.93 最后装配完成图

### 3.3.11 生成标准视图

#### 1. 新建绘图环境

单击【新建】按钮, 选择【绘图】选项, 单击【确定】按钮后, 再选择【空白图纸】, 并单击【确定】按钮。

#### 2. 生成标准视图

- (1) 单击【标准视图】按钮, 在弹出的对话框中, 找到书附光盘\score\example\jixie\3\钻模装配\钻模装配.ics 文件。
- (2) 在【当前主视图】中, 可以任意变换零件的角度。如果单击【重置】按钮就取消先前变换的角度, 当然, 也可以只单击【从设计环境】按钮。
- (3) 在【视图】选项组中, 可以选择投影的视图, 选择【顶部视图】和【左视图】。然后确定, 结果如图 3.94 所示。
- (4) 单击任意视图, 可出现红色方框, 将光标移至方框边线上, 光标可变成十字形的图案, 右击后选择【取消对齐】命令, 这样就可以移动视图的位置, 视图不再符合原来的对应位置关系, 结果如图 3.95 所示。

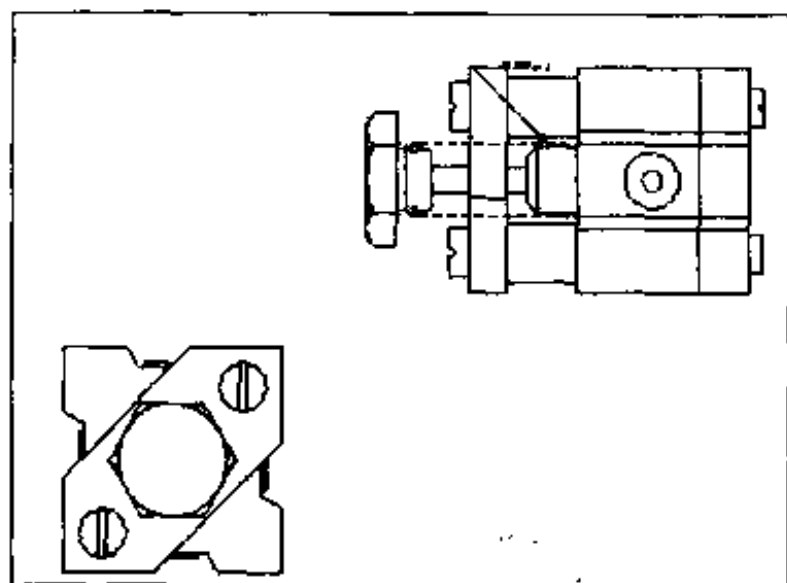


图 3.94 生成视图

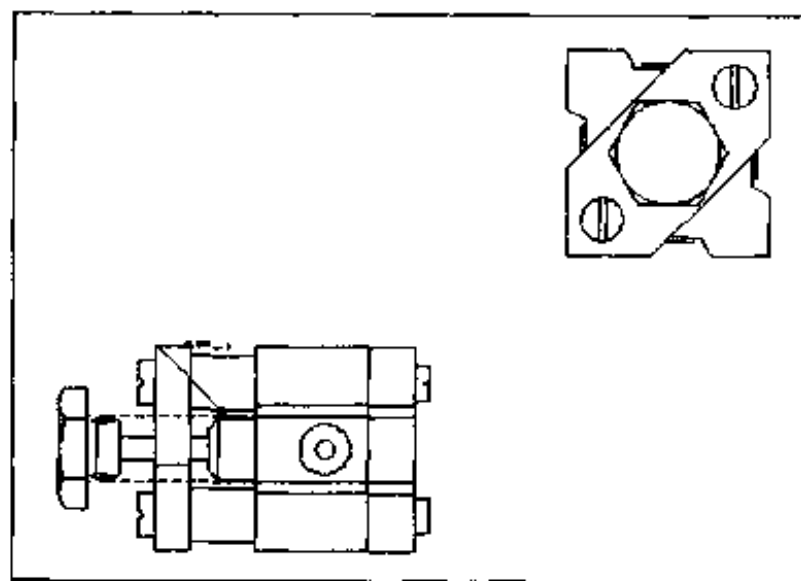










图 3.95 调整视图的位置

#### 3. 生成其他视图

- (1) 单击【剖视图】按钮, 然后将光标移至顶部视图的正中间, 确定后, 再单击【定位剖视图】按钮, 生成一个剖视图。将光标移至左视图的中间, 单击确定, 结果如图 3.96 所示。
- (2) 单击【剖视图】按钮, 选择【垂直截面线】按钮, 然后将光标移至顶部视图中【3 夹具座】的左侧。再单击【定位剖视图】按钮, 又生成一个剖视图。将光标移至左视图的中间, 单击【确定】按钮, 结果如图 3.97 所示。
- (3) 单击【辅助视图】按钮, 选择【垂直截面线】按钮, 然后将光标移至顶部视图中【5 定位板】的右侧, 结果如图 3.98 所示。再单击【切换方向】按钮, 改变投视的方向, 结果如图 3.98 所示。



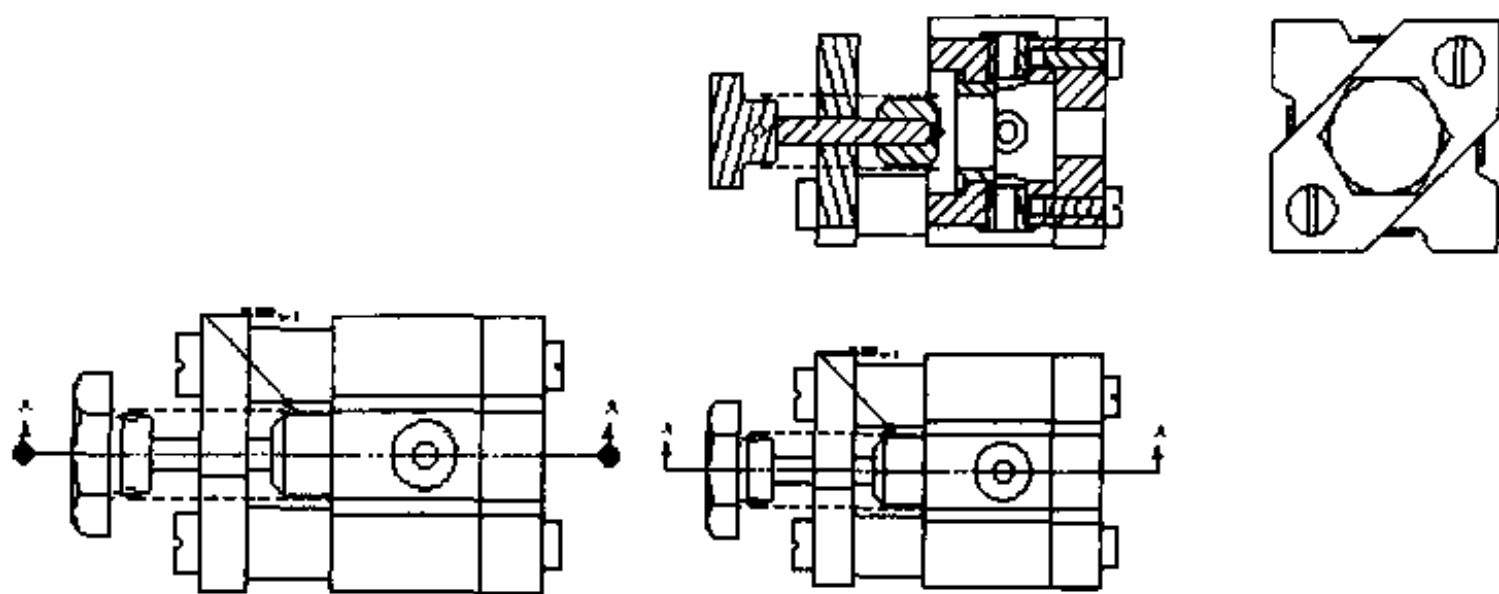


图 3.96 生成剖视图

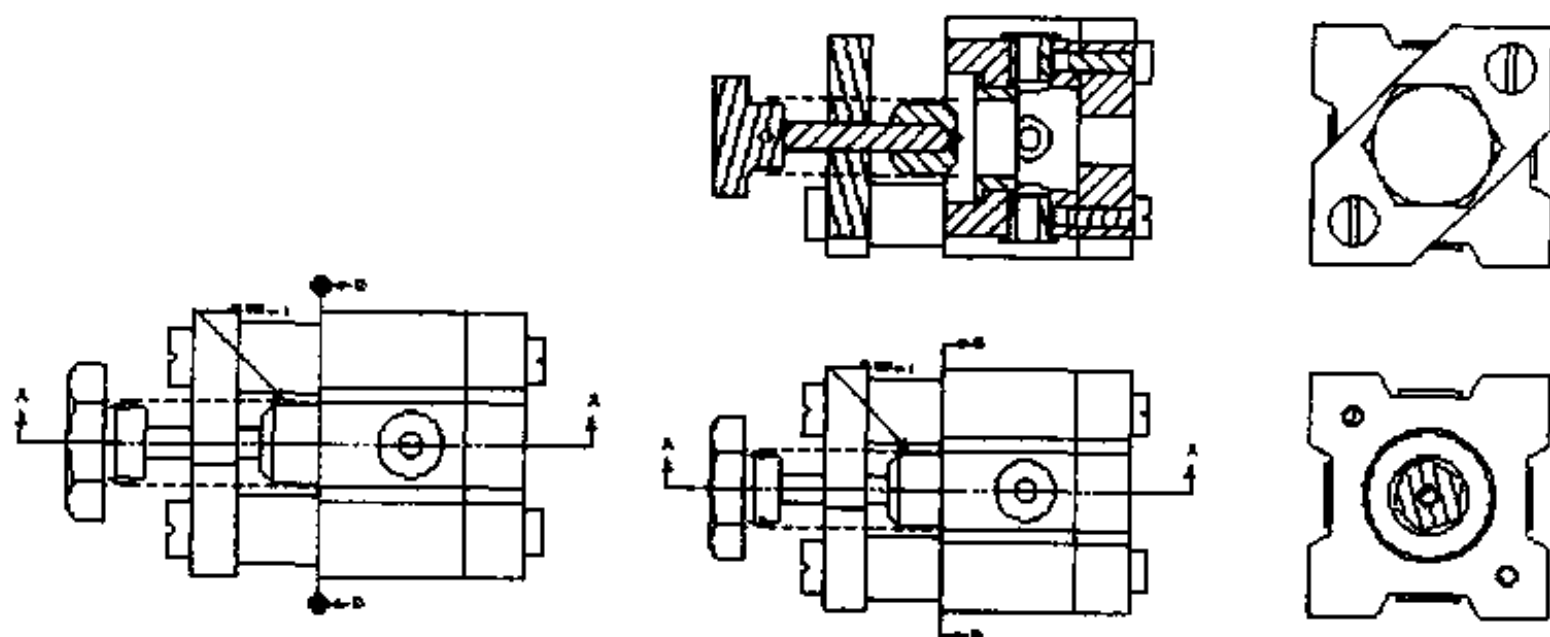


图 3.97 生成垂直方向剖视图

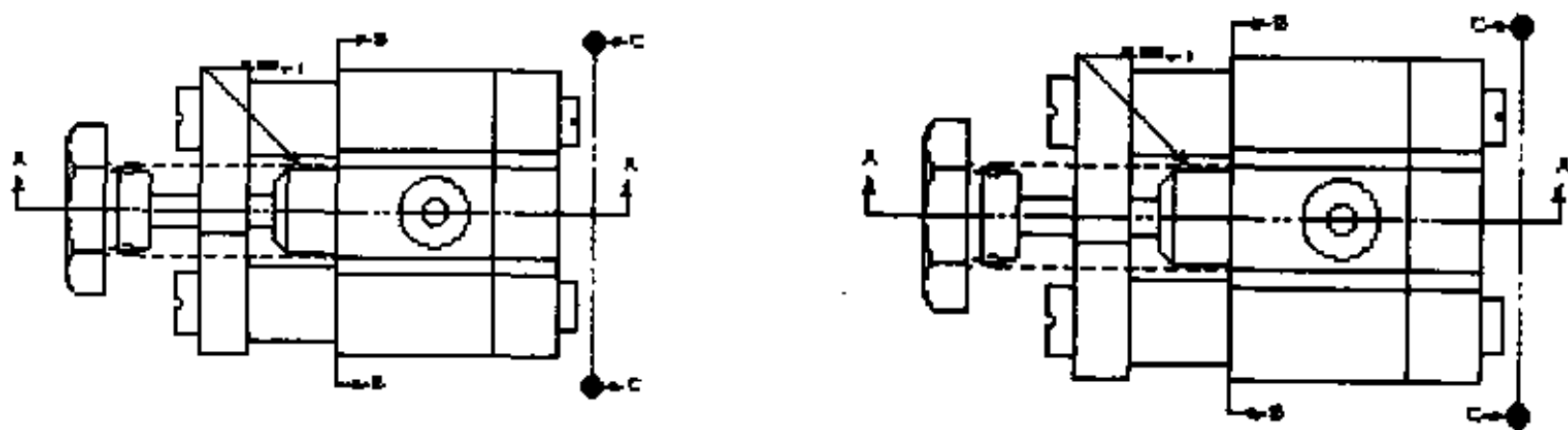



图 3.98 选择辅助视图方向

- (4) 单击【放置辅助视图】按钮, 生成一辅助视图, 将光标放置在左视图的右侧适当距离, 单击确定, 结果如图 3.99 所示。

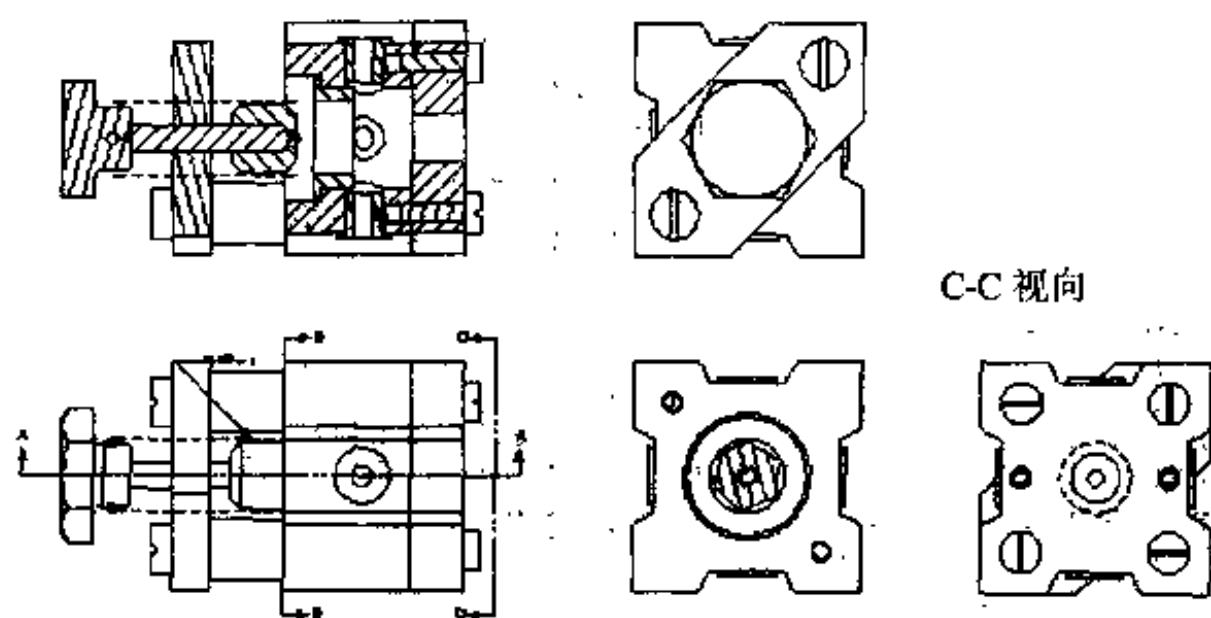


图 3.99 生成辅助视图

#### 4. 图纸输出

选择【文件】|【输出】命令，就可输出各种类型的文件，有利于和其他制图软件协同设计。在【保存类型】中选择 AutoCAD DWG(\*.dwg)格式，单击【确定】按钮。在弹出的对话框中设置曲线类型为原线输出，单击【确定】按钮，输出完毕，此文件可在 AutoCAD 环境中打开。

#### 3.3.12 输出到 CAXA 电子图板

- (1) 打开 CAXA 电子图板 V2，选择【文件】|【数据接口】|【dwg/dwf 文件读入(D)】命令，找出上部输出的图纸，单击【确定】按钮，结果如图 3.100 所示。

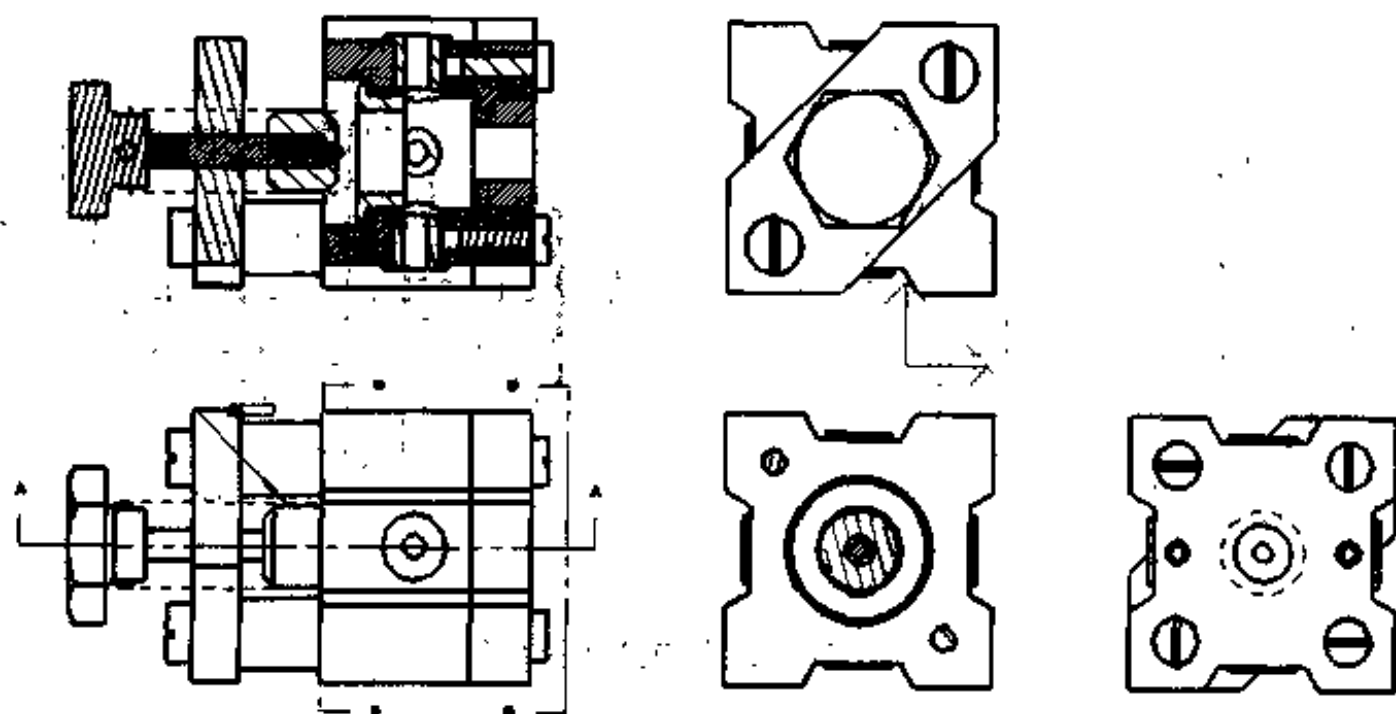


图 3.100 向电子图板输出图形

- (2) 在 CAXA 电子图板中可以很方便地进行平面图纸标注和其他技术处理。

### 3.4 组装减速器

减速器是一种和电机配套使用的减速装置，其作用是把电动机的高转速降为低转速，以满足各种运动机构的要求。其中主要工作零件是高速轴、低速轴和齿轮副，动力从高速轴输入，经过小齿轮(主动)与大齿轮(从动)啮合将动力传至低速轴，如图 3.101 所示，这样就把高转速降为低转速以满足各种运动机构的需要。

本节我们主要学习减速器的装配和装配图纸的生成，首先讲解高速轴和低速轴的装配，然后讲解减速器的整体装配，最后讲解装配图纸的生成。在装配时基本按照实际的安装顺序进行。

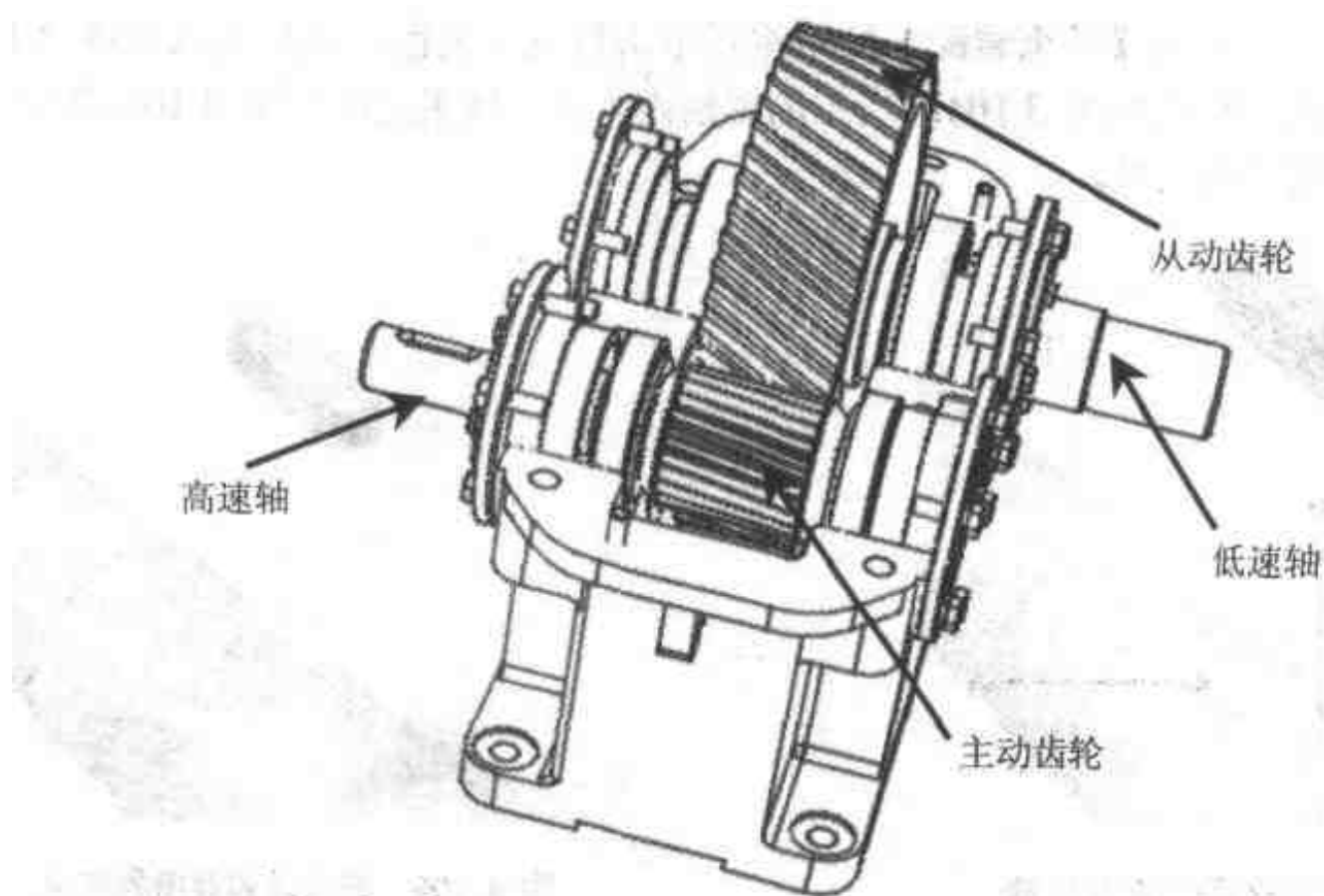


图 3.101 减速机示意图

#### 3.4.1 装配低速轴

##### 1. 在低速轴上安装键


- (1) 低速轴是由齿轮轴、齿轮、键、定距环和轴承组成的。
- (2) 从所附光盘中找到并打开 `score\example\jixie\3\减速机装配\低速轴组装原始文件.icd` 文件，组成装配件的零件如图 3.102 所示。
- (3) 首先要做的是将键安装到齿轮轴上。先将键与齿轮轴平行，在零件状态下选中键，然后单击【无约束装配】按钮 ，在键上移动光标，当出现与长边平行且尾端有圆点的黄色箭头的时候，按空格键切换，当出现如图 3.103A 所示的无黄色圆点箭头时单击，然后将光标移至齿轮轴上移动，当出现如图 3.103B 所示的无黄色圆点箭头时单击，可以使键和轴平行。



图 3.102 低速轴组件

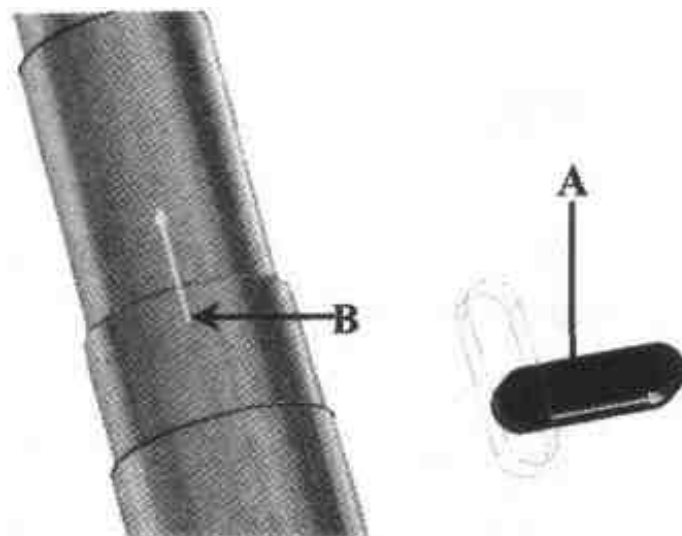



图 3.103 应用无约束装配

- (4) 接下来我们将使键的平面与齿轮轴上键槽的平面平行。适当旋转齿轮轴使键槽处可见位置，单击【约束装配】按钮后单击键的上表面，光标变成如图 3.104A 所示形状，单击如图 3.104B 所示的键槽内平面。结果完成如图 3.105 所示的键和键槽的平行定位。

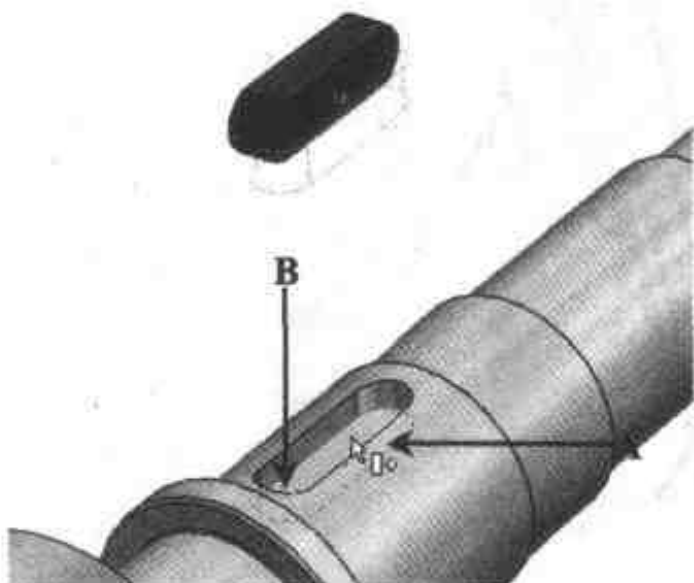


图 3.104 应用约束装配定位键

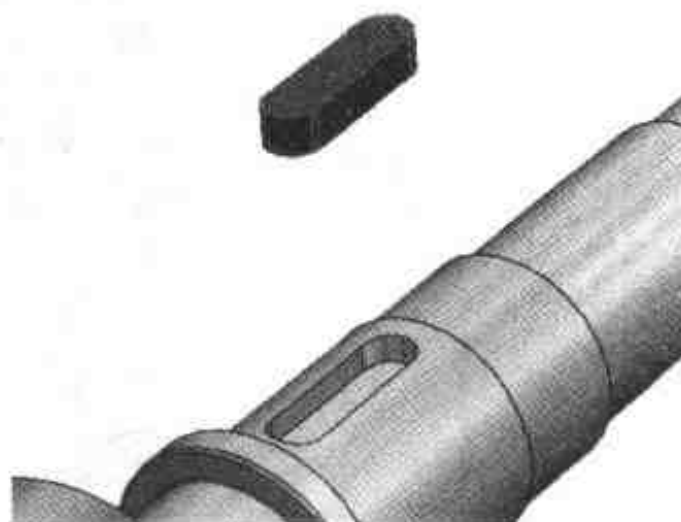


图 3.105 完成键和键槽的定向

- (5) 打开【三维球】，按空格键后三维球颜色变白，可以单独移动三维球，右击中心手柄，选择【到点】命令。
- (6) 单击如图 3.106 所示键的角点(A)。

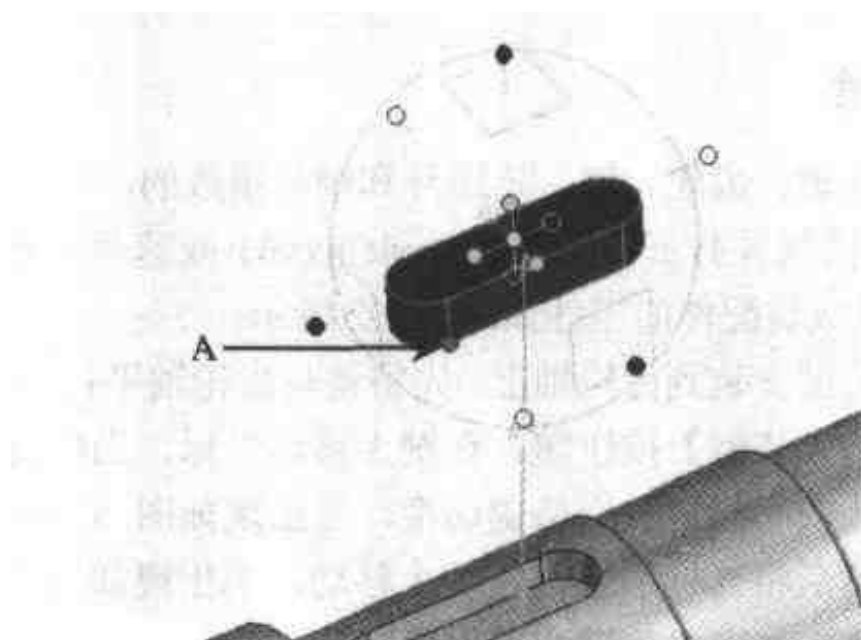


图 3.106 重新定位三维球

- (7) 再次按下空格键, 使三维球与键重新组合在一起。
- (8) 旋转视图直到可以看见齿轮轴上与三维球所在角点对应的点, 如图 3.107 所示。
- (9) 右击三维球的中心手柄, 选择【到点】命令, 然后单击如图 3.107 所示键槽上的 A 点位置。
- (10) 关闭【三维球】, 结果如图 3.108 所示。

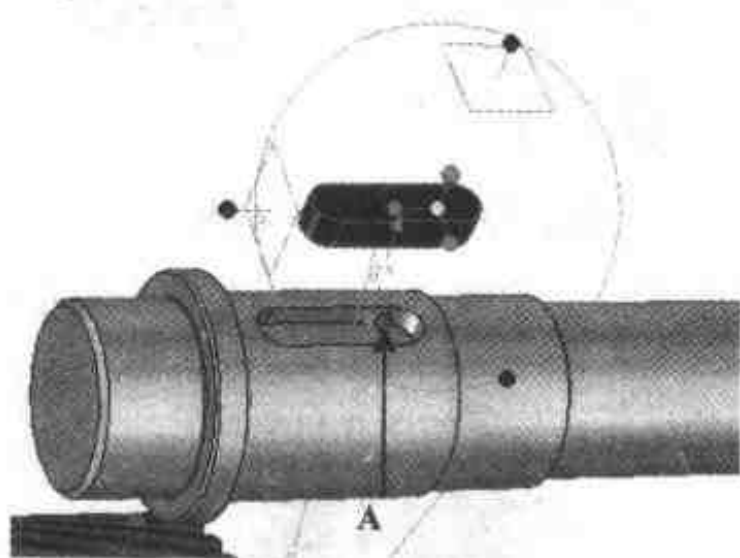


图 3.107 旋转视图到适当位置

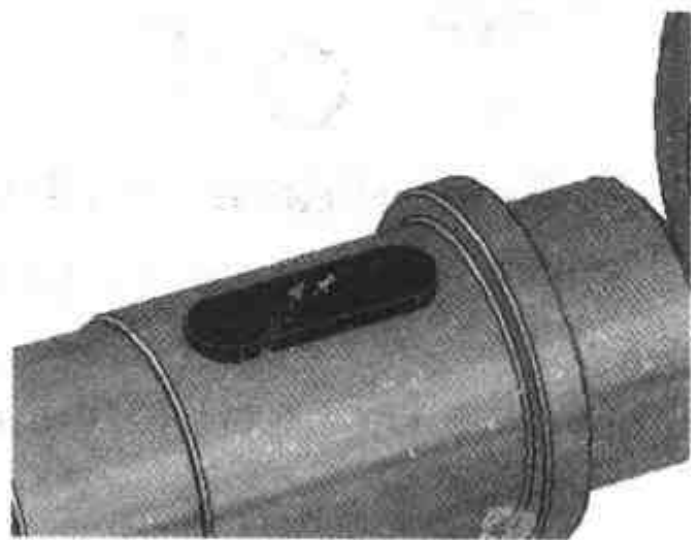



图 3.108 装配键

## 2. 在轴上安装齿轮

- (1) 接下来应用约束装配工具将齿轮安装在齿轮轴上。单击【约束装配】按钮 , 并单击齿轮的内表面。
- (2) 按空格键使光标变为如图 3.109A 所示的共轴标志, 然后单击齿轮轴的外表面的适当位置, 结果如图 3.110 所示, 齿轮与齿轮轴就有了共轴约束的装配关系。

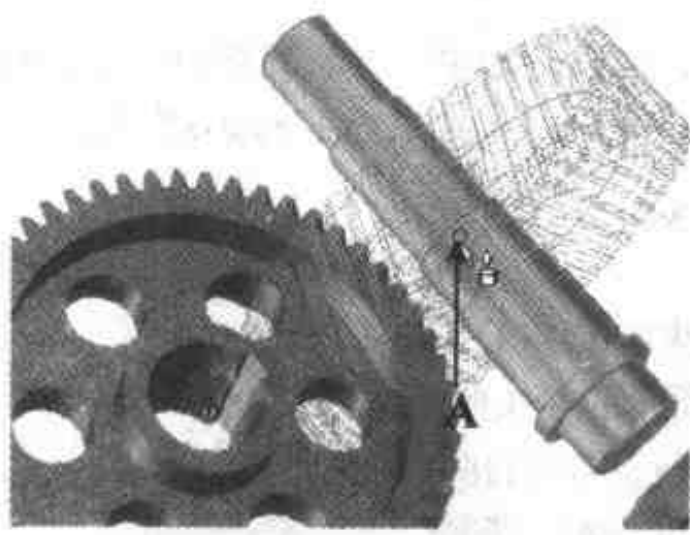


图 3.109 应用约束装配



图 3.110 齿轮和轴的约束装配

- (3) 单击如图 3.111A 所示的齿轮上键槽的内侧面。
- (4) 单击如图 3.111B 所示的键的一个外侧面, 使之与键槽的内侧平面平行, 保证键与键槽的位置关系。
- (5) 单击如图 3.112A 所示齿轮的一个侧面。
- (6) 按空格键将光标切换至如图 3.112B 所示的贴合标志。



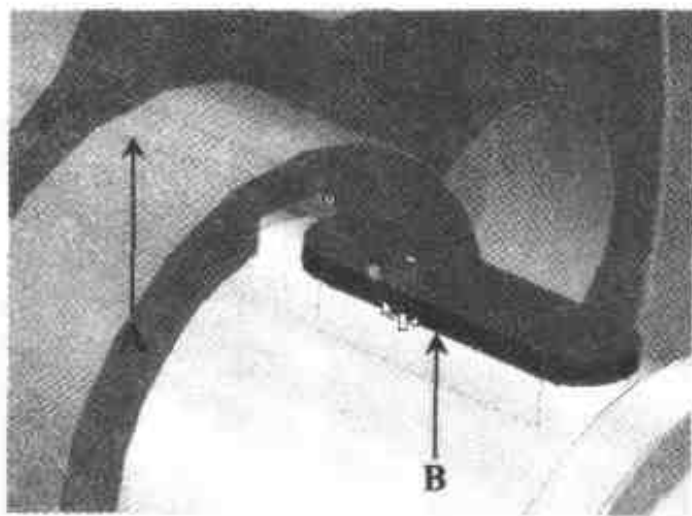


图 3.111 齿轮键槽和键的位置对齐

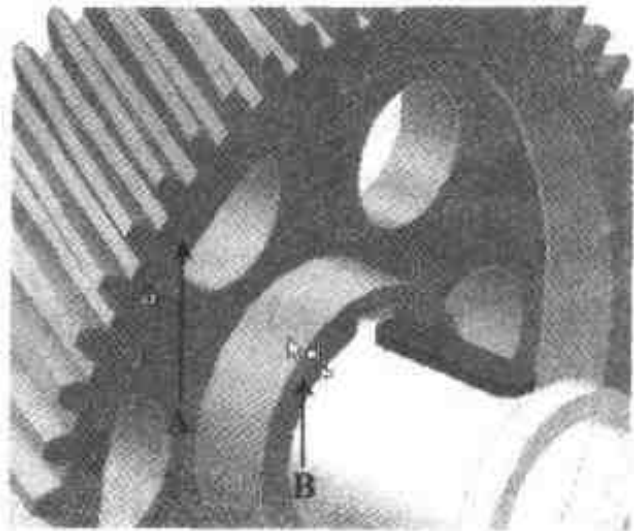



图 3.112 应用贴合同束

- (7) 适当旋转视图, 然后单击齿轮轴上与齿轮配合的表面(图 3.113A), 使两个面互相贴合。
- (8) 单击【约束装配】按钮, 关闭约束装配的操作, 结果如图 3.114 所示。

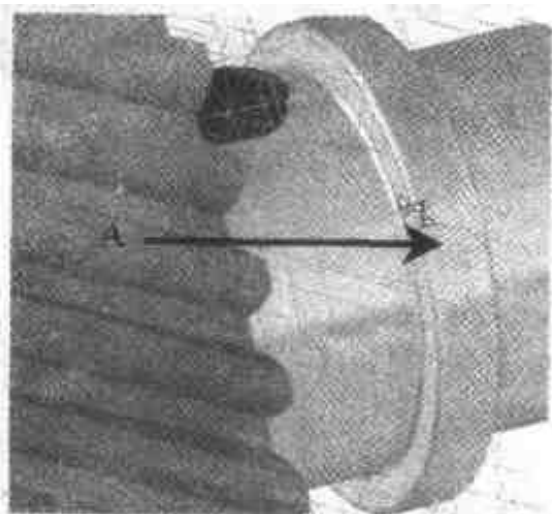


图 3.113 选择齿轮的贴合面



图 3.114 完成齿轮和轴的约束装配

**注意** 如图 3.114 所示的箭头标记为约束符号, 在设计树中可以找到它们, 可以对它们进行锁定或取消锁定。

### 3. 安装定距环


- (1) 将在零件状态下选择定距环, 单击【无约束装配】工具按钮.
- (2) 在定距环上移动光标, 当出现如图 3.115 所示的箭头时单击。
- (3) 旋转视图至低速轴较长的一侧, 移动光标到如图 3.116 所示时单击。



图 3.115 进行无约束装配操作

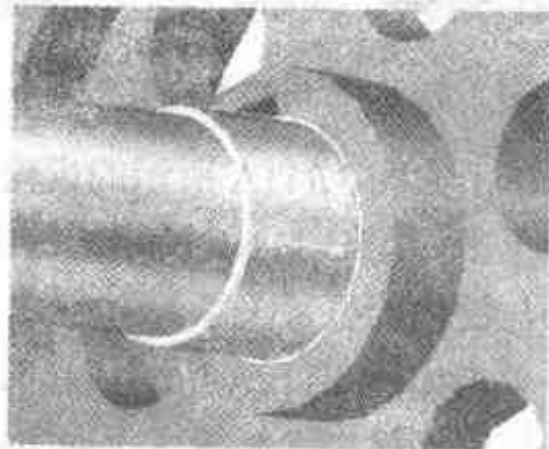




图 3.116 选择定距环的装配位置

(4) 单击【无约束装配】工具按钮, 关闭无约束装配操作, 结果如图 3.117 所示。

#### 4. 完成轴承的装配

(1) 将轴承在零件状态下选中, 然后单击【无约束装配】工具按钮.

(2) 在轴承上移动光标, 直到到了如图 3.118 所示的位置时单击。

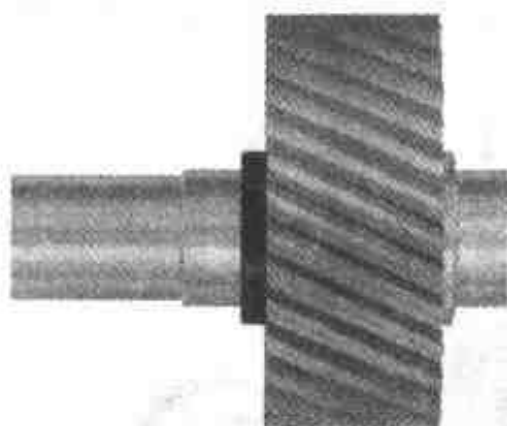


图 3.117 完成定距环的装配



图 3.118 选择轴承的无约束装配方式

(3) 适当旋转视图到如图 3.119 所示的位置, 在齿轮轴外圆上移动光标直到到了如图 3.119 所示的位置单击。

(4) 再次单击【无约束装配】工具按钮, 关闭无约束装配操作, 打开【三维球】。

(5) 调整视图到如图 3.120 所示的位置。

(6) 按空格键后单独向左移动三维球, 右击所显示的数字将它改为 48。

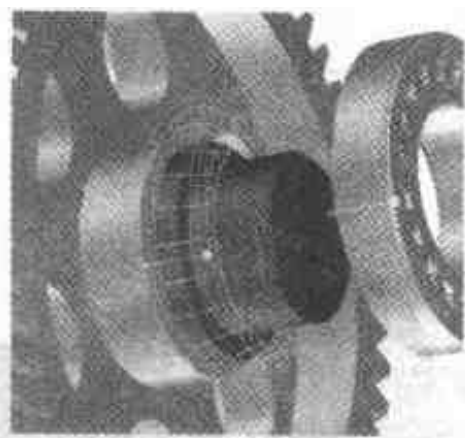


图 3.119 选择装配位置

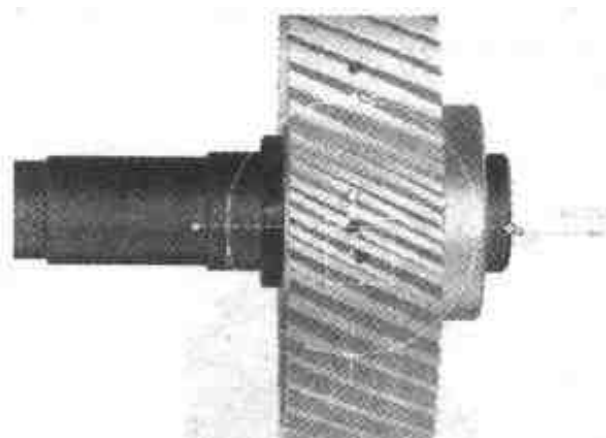


图 3.120 调整三维球的位置

(7) 再次按下空格键使三维球与轴承组合在一起。

(8) 右击如图 3.121 所示的定位手柄(A)后, 选择【镜向】|【拷贝】命令。

(9) 关闭【三维球】, 结果如图 3.122 所示。

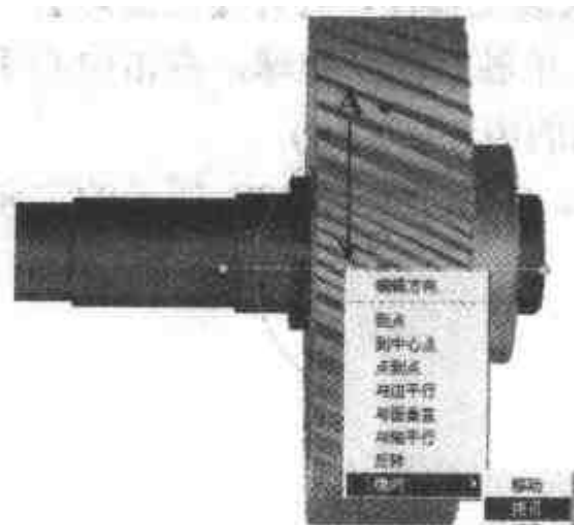


图 3.121 应用镜向拷贝

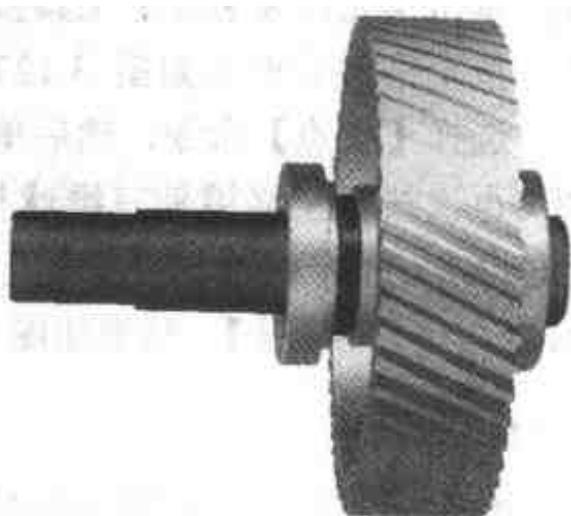


图 3.122 完成轴承的镜向拷贝

### 3.4.2 装配高速轴

#### 1. 挡油环的安装


- (1) 高速轴是由轴、挡油环和轴承组成的。
- (2) 从书附光盘中打开 score\example\jixie\3\减速机装配\高速轴组装原始文件.icd 文件, 结果会出现如图 3.123 所示的组件。
- (3) 在零件状态下选择挡油环, 单击【无约束装配】工具按钮.
- (4) 调整视图到如图 3.124 所示状态, 然后单击如图 3.124 A 所示的位置。



图 3.123 高速轴组件

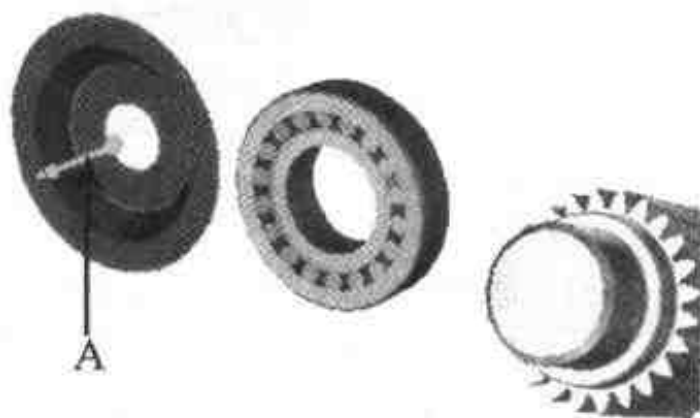


图 3.124 选择挡油环

- (5) 再次单击如图 3.125 所示轴上中心位置(方向如果不对, 可以按 Tab 键进行调整), 结果如图 3.126 所示。

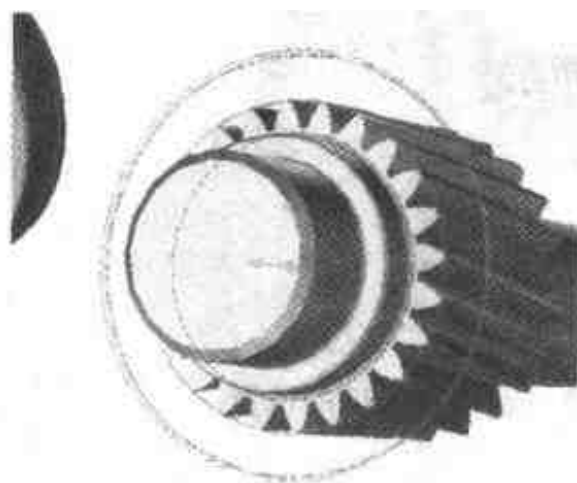


图 3.125 选择装配位置

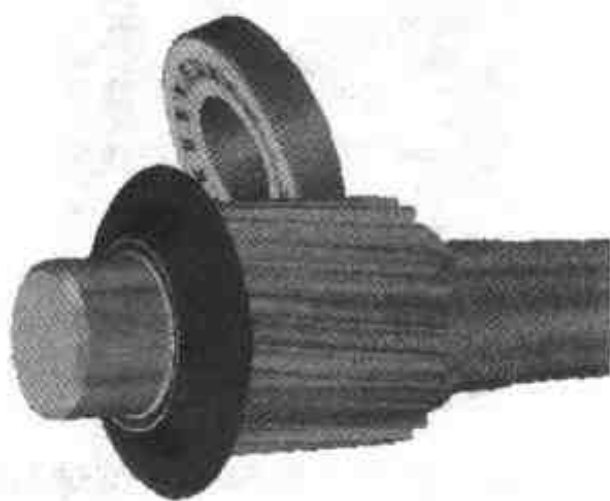




图 3.126 完成挡油环装配

- (6) 单击【无约束装配】工具按钮, 关闭无约束装配操作, 打开【三维球】。
- (7) 按空格键后单击如图 3.127 所示的手柄(A), 单独移动三维球, 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 然后单击如图 3.127 所示的齿轮中点(B)。
- (8) 再次按下空格键使三维球与轴承组合在一起, 右击如图 3.128 所示的定向手柄(A), 选择【镜向】|【拷贝】命令。
- (9) 关闭【三维球】, 结果如图 3.129 所示。

#### 2. 轴承的安装

- (1) 轴承的安装基本同低速轴的轴承安装一样。
- (2) 在零件状态下选择轴承, 单击【无约束装配】工具按钮.

- (3) 调整视图到如图 3.130 所示, 然后单击如图 A 所示内圈所在位置, 接着单击图中 B 所示的挡油环外侧与轴承相配合的位置。

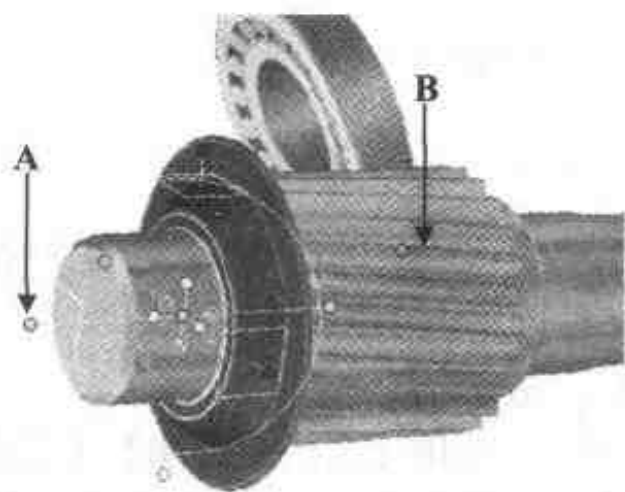


图 3.127 重新定位三维球

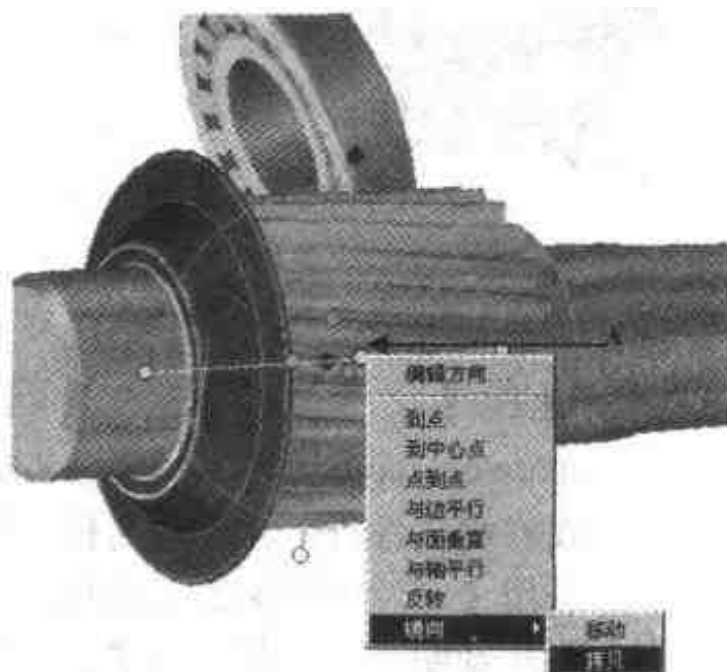


图 3.128 对手柄 A 进行镜向拷贝操作

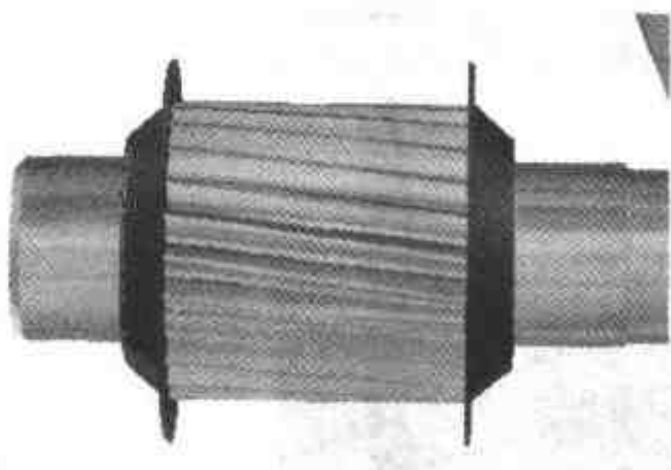


图 3.129 完成挡油环的装配

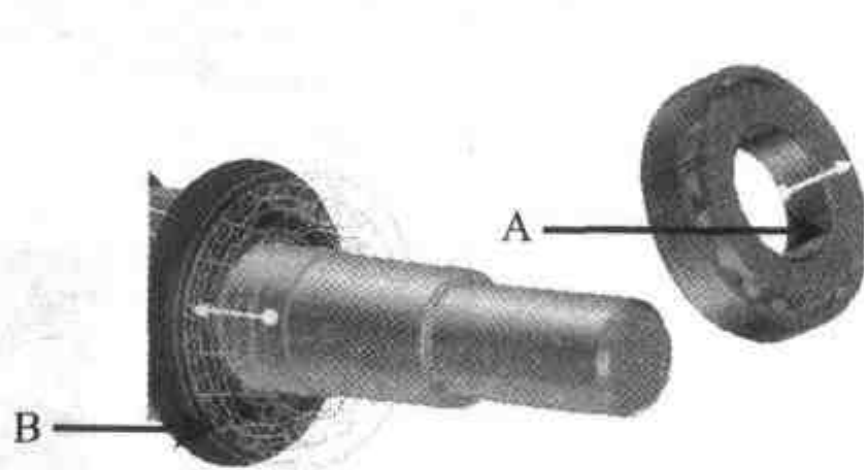



图 3.130 选择轴承配合位置

- (4) 单击【无约束装配】工具按钮, 关闭无约束装配操作, 打开【三维球】。
- (5) 按空格键后单独移动三维球。右击中心手柄, 选择【到点】命令, 然后单击齿轮中心点, 再次按下空格键使三维球与轴承组合在一起。
- (6) 应用【镜向】|【拷贝】命令, 生成另一个轴承, 关闭三维球, 结果如图 3.131 所示。

### 3.4.3 装配油标尺和螺塞

- (1) 现在, 我们开始组装减速器的其他零件, 减速器是相对较复杂的一个机构, 由共二十几个零件构成, 在这里我们首先进行油标尺和螺塞的装配。
- (2) 新建一个空白文件, 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\机座.ics 文件, 单击【打开】按钮, 结果如图 3.132 所示。

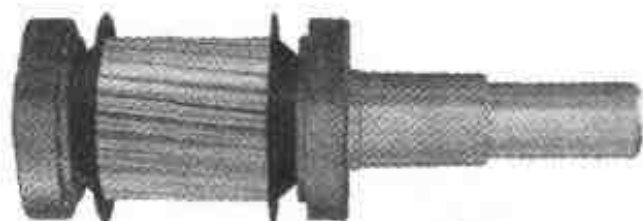


图 3.131 完成高速轴装配

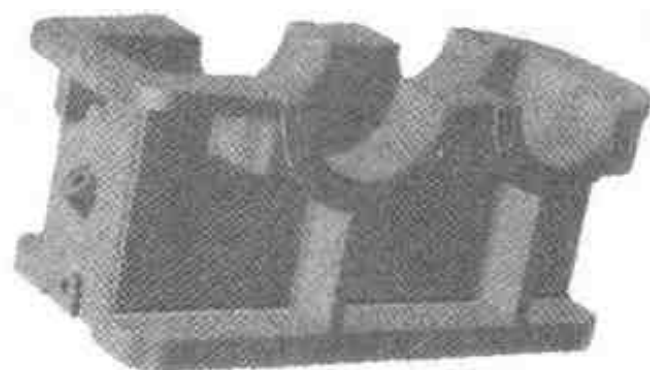


图 3.132 机座

- (3) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\油标尺.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (4) 在右侧零件树上将零件名称改为“14-油标尺”，结果如图 3.133 所示。
- (5) 利用【无约束装配】工具将油标尺安装到机座上。使用【无约束装配】工具时只需要注意配合表面就可以了，在这里为了使配合表面比较清晰，先将油标尺向配合位置适当移近。

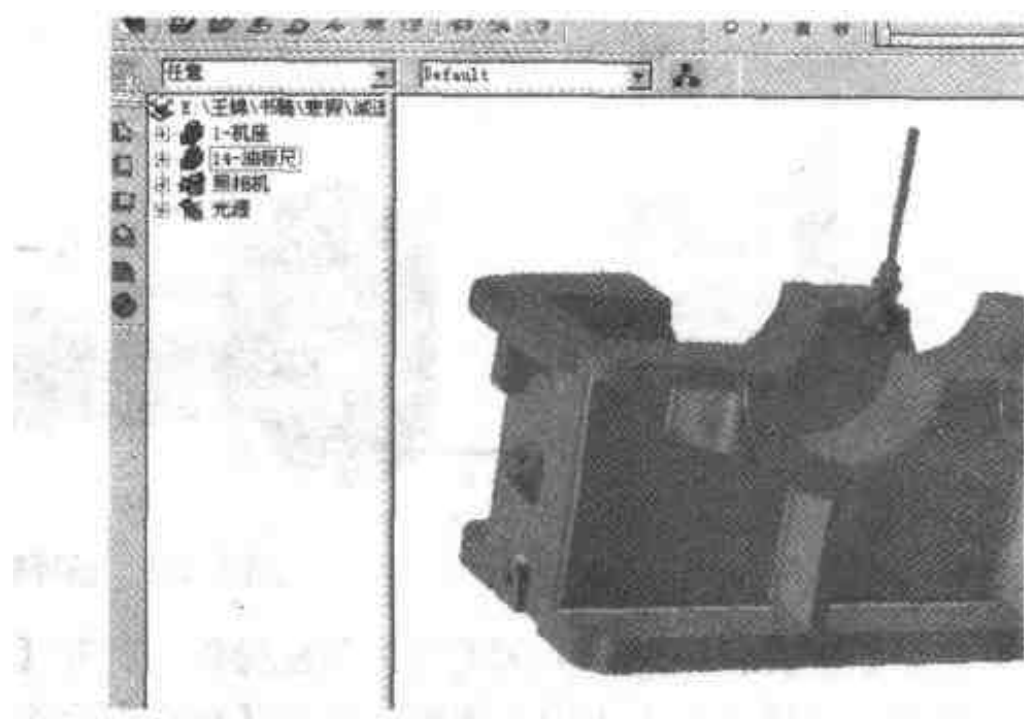


图 3.133 插入油标尺

- (6) 在零件状态下选中油标心，然后打开【无约束装配】工具。
- (7) 单击如图 3.134A 所示油标尺上的配合位置，再单击图 3.134B 所示的机座上配合位置，结果如图 3.135 所示。

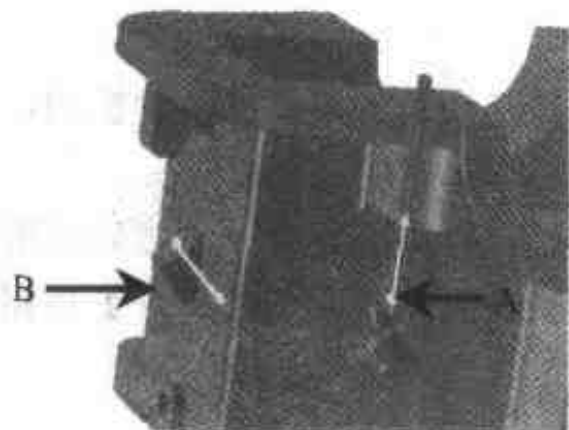


图 3.134 选择配合位置



图 3.135 装配油标尺

- (8) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到文件



score\example\jixie\3\减速机装配\螺塞.ics, 单击【打开】按钮。

- (9) 在右侧零件树上将零件名称改为“12-螺塞”，结果如图 3.136 所示。

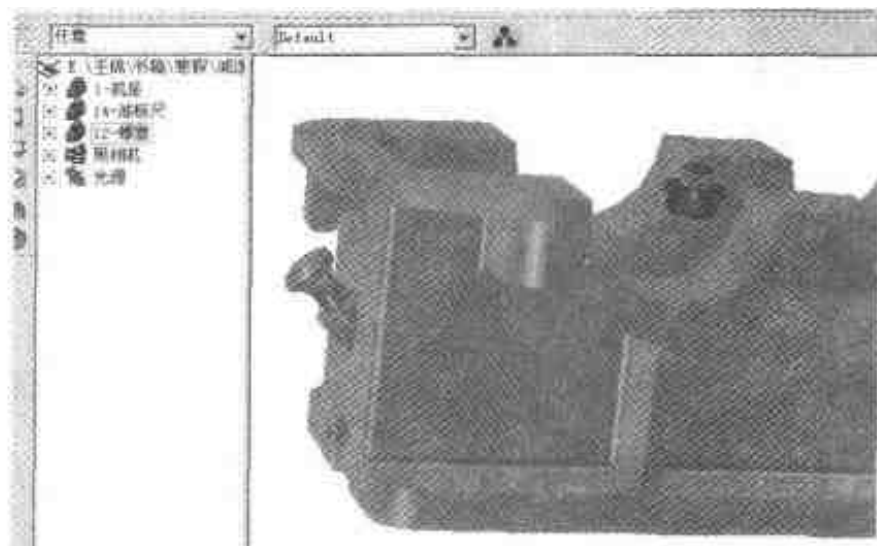


图 3.136 插入螺塞

- (10) 使用【约束装配】工具中的表面相互贴合，为了让配合表面比较清晰，先将螺塞向配合位置适当移近。
- (11) 在零件状态下选中螺塞，然后打开【约束装配】工具。
- (12) 单击如图 3.137A 所示油标尺上配合位置，按空格键后出现图中 B 所示的光标，表示表面互相贴合配合，再单击图中 C 所示的机座上配合位置，结果如图 3.138 所示。

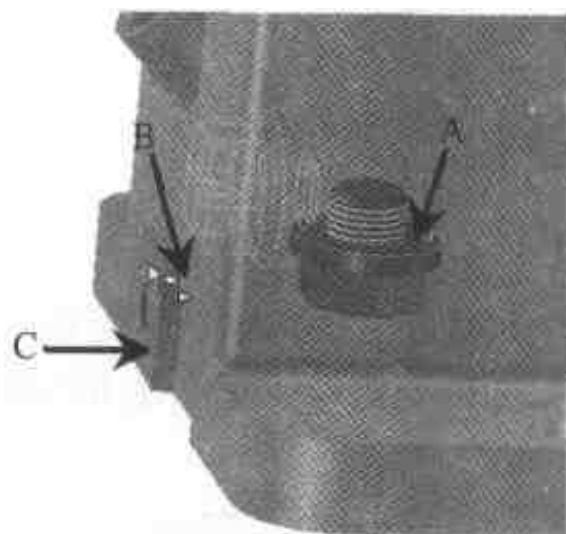


图 3.137 选择配合方式



图 3.138 螺塞的定向

- (13) 打开【三维球】，右击中心手柄后选择【到中心点】命令，单击机座上油标尺下方关于螺塞的配合孔，结果如图 3.139 所示。

#### 3.4.4 装配高低速轴和机盖

##### 1. 轴与机座的装配

- (1) 现在安装减速器上的工作部分高速轴和低速轴，同时将进行机盖和相应的固定机盖与机座的标准紧固件安装。
- (2) 为了加快作图速度，可以暂将不影响装配的零件隐藏。
- (3) 在右侧零件树上分别右击“12-螺塞”和“14-油标尺”后选择【压缩】命令，结果如图 3.140 所示，这两个零件在工作环境中暂时消失了。



图 3.139 螺塞的安装



图 3.140 压缩隐藏零件

- (4) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后将装配成功的高速轴组件读入设计环境。
- (5) 在右侧零件树上将零件名称改为“高速轴”，结果如图 3.141 所示。

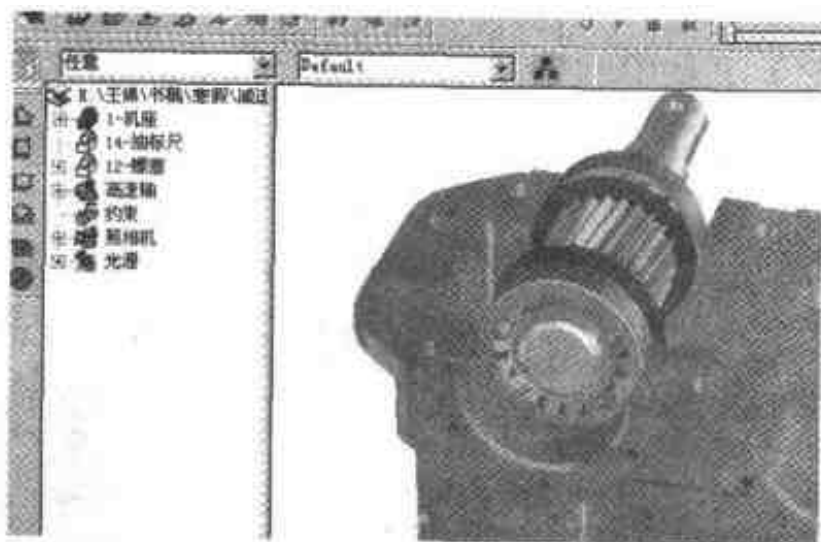


图 3.141 读入高速轴组件

- (6) 由于在零件造型时的相对位置关系，现在高速轴已经在它的正确装配位置，如果在装配时没有出现在这个位置，只要利用轴承内圈的表面与装配位置即机座内腔的表面相互配合就可以了。
- (7) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后打开前面已装配成功的低速轴组件。
- (8) 在右侧零件树上将零件名称改为“低速轴”，结果如图 3.142 所示。

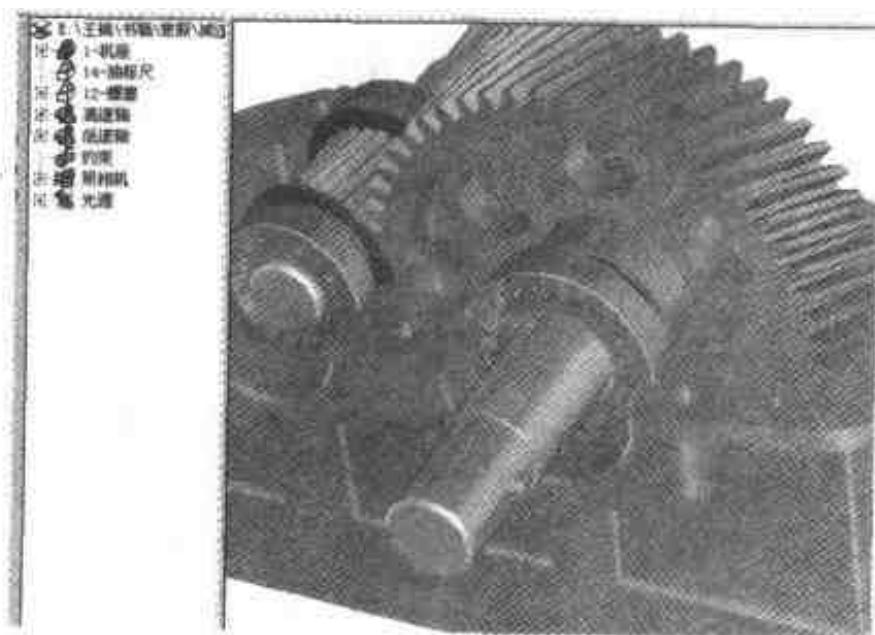


图 3.142 读入低速轴组件

- (9) 同上, 由于在零件造型时所具有的相对位置关系, 现在低速轴已经在它的正确装配位置, 如果在装配时没有出现在这个位置, 只要利用轴承内圈的表面与装配位置即机座内腔的表面相互配合就可以了。
- (10) 在右侧零件树中将高速轴和低速轴压缩。

## 2. 机盖和机座的安装

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\机盖.ics 文件, 单击【打开】按钮。
- (2) 在右侧零件树上将零件名称改为“22-机盖”, 结果如图 3.143 所示。

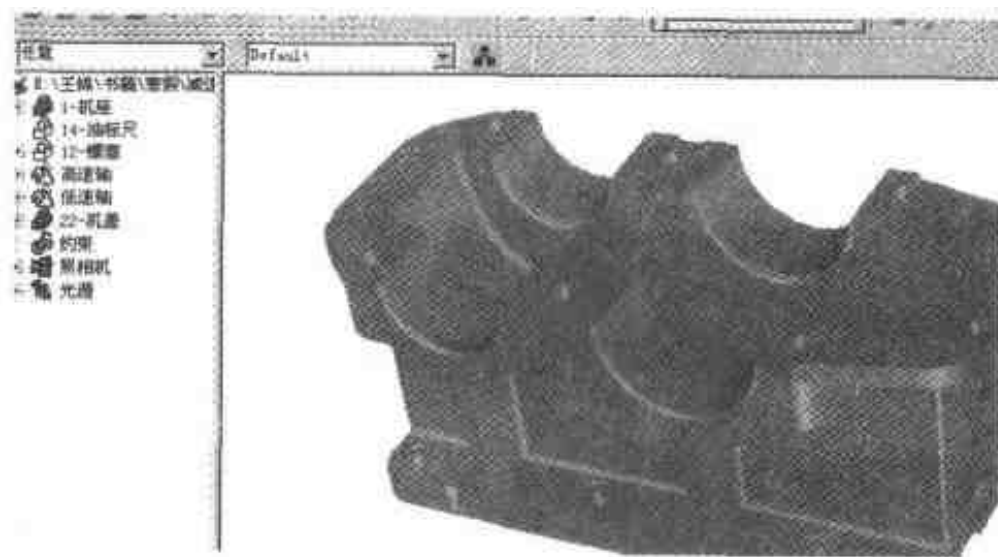


图 3.143 读入机盖零件

- (3) 在右侧【零件树】中选择机盖后, 打开【三维球】将机盖从机座中移出来, 并利用三维球将机盖旋转  $180^\circ$ , 结果如图 3.144 所示。
- (4) 按空格键后可以单独移动三维球, 右击中心手柄后选择【到点】命令, 单击如图 3.145 A 所示的机盖角点。



图 3.144 对正机盖和机座的位置

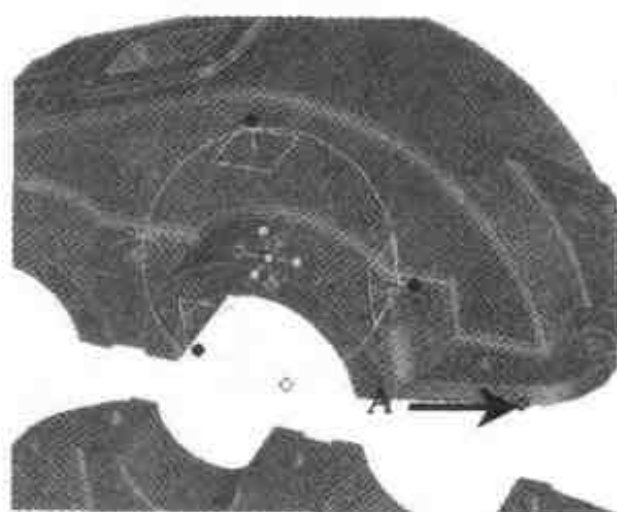


图 3.145 重新定位三维球

- (5) 再按空格键使三维球与机盖重新组合在一起, 右击三维球中心手柄后选择【到点】命令, 单击如图 3.146 所示的机座角点 A, 结果如图 3.147 所示。

## 3. 紧固机座和机盖

接下来安装连接机座和机盖的螺栓。

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\螺栓.ics 文件, 单击【打开】按钮。

- (2) 在右侧零件树上将零件名称改为“19-螺栓”，利用三维球将螺栓从减速器内部拖出并旋转 180°，结果如图 3.148 所示。
- (3) 接着利用【无约束装配】工具安装螺栓(螺母)。在零件状态下选择螺栓，打开【无约束装配】工具，单击如图 3.149 所示螺栓上的配合位置(A)。

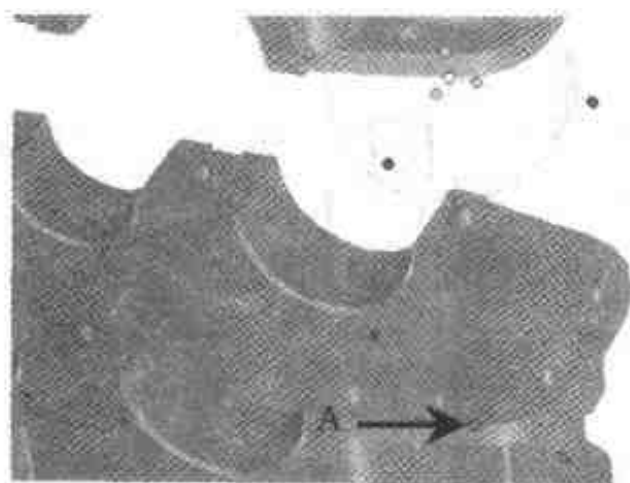


图 3.146 选择机座上的对齐点



图 3.147 完成机盖和机座的对合



图 3.148 读入螺栓/螺母

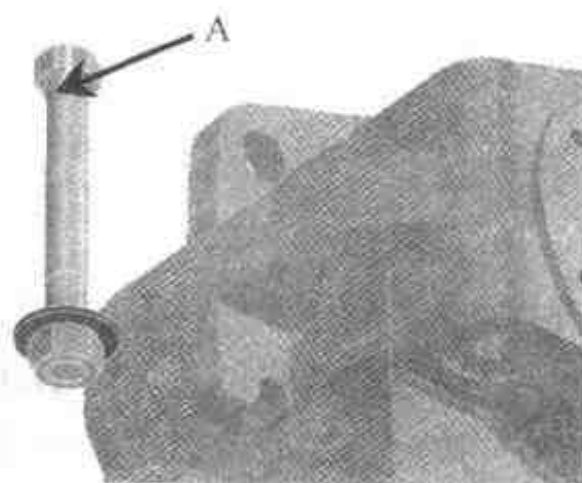


图 3.149 选择配合位置

- (4) 旋转视图到如图 3.150 所示的位置，然后选择如图 3.150 所示机盖上与螺栓配合的孔。
- (5) 关闭无约束装配操作，结果如图 3.151 所示。

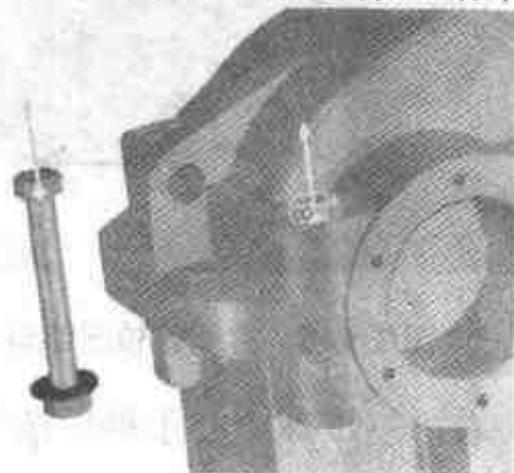


图 3.150 生成无约束装配

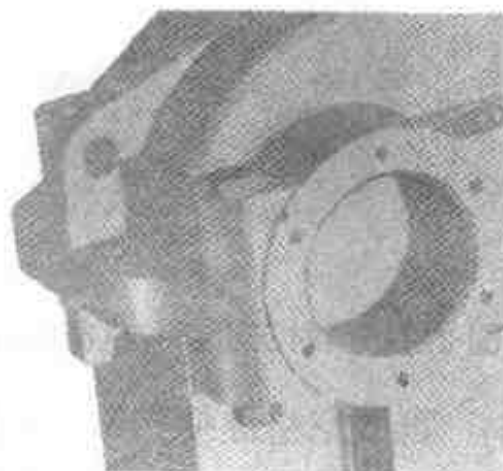


图 3.151 插入第一个紧固螺栓

- (6) 利用三维球复制 5 个同样的螺栓，然后利用无约束装配工具对它们分别进行定位，结果如图 3.152 所示。
- (7) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到

score\example\jixie\3\减速机装配\15-螺栓.ics 文件, 单击【打开】按钮。

- (8) 在右侧零件树上出现名称为【15-螺栓】零件, 利用三维球将螺栓从减速器内部拖出并旋转  $180^\circ$ , 结果如图 3.153 所示。
- (9) 在零件状态下选择螺栓, 打开【无约束装配】工具, 单击前所装配螺栓上配合位置。
- (10) 旋转视图到如图 3.154 所示的位置, 然后单击图中 A 所示机盖上与螺栓配合的孔。



图 3.152 复制另外 5 个位于凸台的紧固螺栓



图 3.153 读入带有垫片的较短螺栓

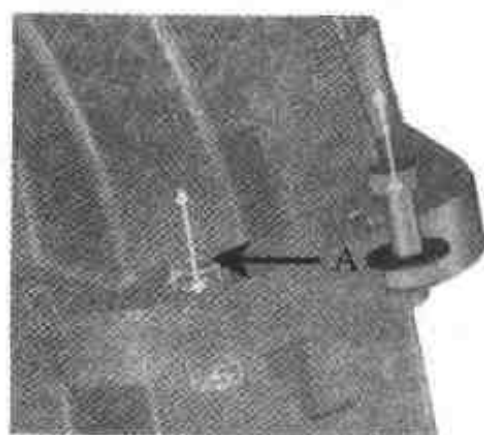


图 3.154 选择装配对齐位置

- (11) 利用三维球复制右边孔中的同样螺栓, 并将其定位到孔中合适的位置, 结果如图 3.155 所示。
- (12) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\销钉.ics 文件, 单击【打开】按钮。
- (13) 在右侧零件树上将零件名称改为“18-销”, 打开【三维球】将销拖放到合适位置显示, 结果如图 3.156 所示。



图 3.155 完成螺栓定位



图 3.156 显示销钉

- (14) 在零件状态下打开【三维球】, 按空格键后右击该三维球, 之后选择【到中心点】命令, 在销的柱体上单击。
- (15) 按空格键使三维球与销重新组合在一起。
- (16) 单击如图 3.157 所示的销孔将要插入位置的圆柱形表面(A)。
- (17) 沿销钉的竖直方向将销钉向下移动 5, 结果如图 3.158 所示。





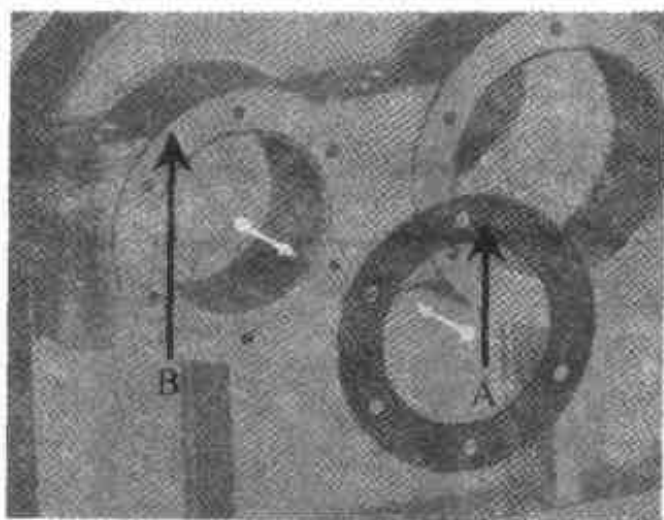


图 3.161 选择垫片的配合面

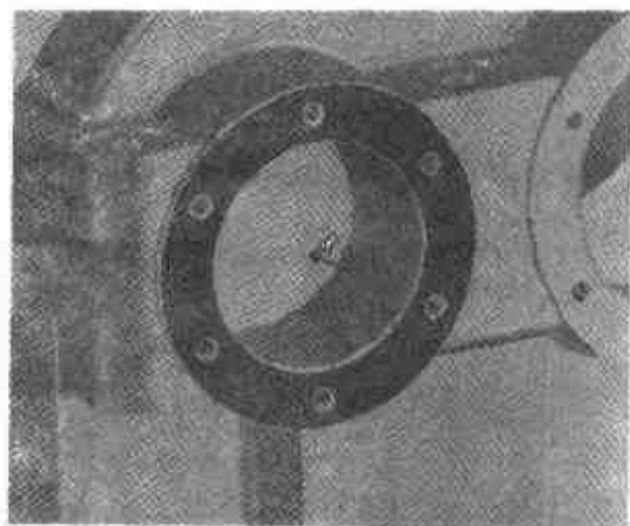


图 3.162 完成垫片贴合

- (6) 同前一样，将“27-垫片”复制一个，并在高速轴的另一侧装配此垫片，结果如图 3.163 所示。
- (7) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\10-垫片.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (8) 这是低速轴的垫片，其安装方法与高速轴的垫片装配方法完全相同，装配结果如图 3.164 所示。

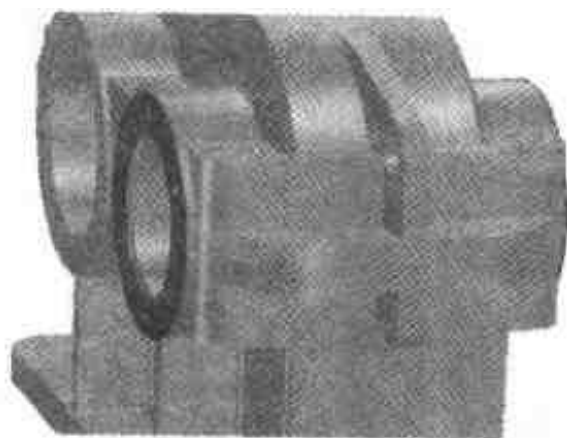


图 3.163 完成高速轴的垫片按装



图 3.164 完成低速轴的垫片装配

## 2. 端盖的装配

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\26-端盖.ics 文件，单击【打开】按钮。在右侧零件树上将显示名称为“26-端盖”的零件，利用三维球将端盖拖放到合适的位置显示，结果如图 3.165 所示。

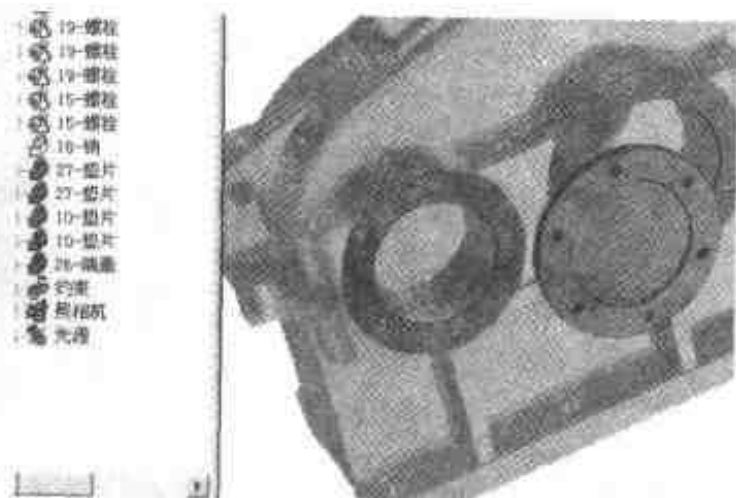


图 3.165 插入端盖

- (2) 在零件状态下选择端盖，打开【无约束装配】工具，旋转视图到如图 3.166 所示的位置，可以看见端盖的装配面位置，单击图中 A 所示的位置。
- (3) 再次旋转视图到如图 3.167 所示垫片的装配位置，单击如图 3.167A 所示的垫片内圆。

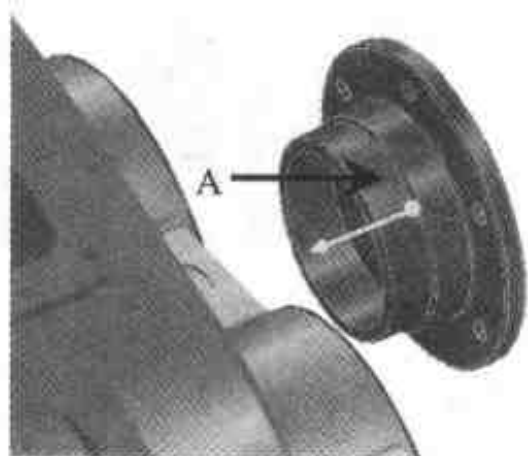


图 3.166 选择装配位置

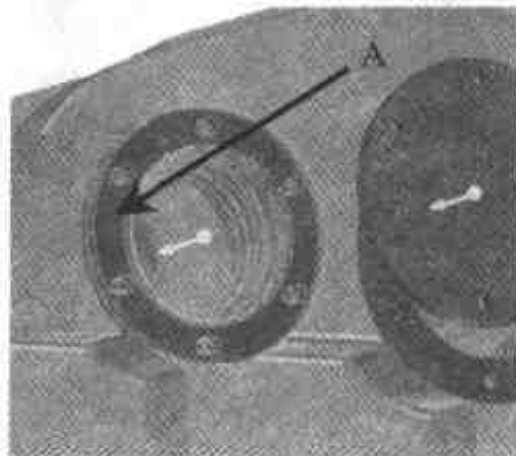


图 3.167 装配定位

- (4) 关闭无约束装配操作，结果如图 3.168 所示。
- (5) 下面进行高速轴可穿透端盖的装配。选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\2-可穿透端盖.ics 文件，单击【打开】按钮。在右侧【设计树】上将显示名为“2-可穿透端盖”零件，然后在高速轴另一侧安装可穿透端盖的装配，结果如图 3.169 所示。

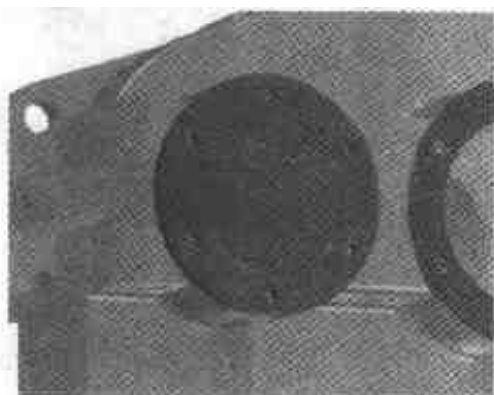


图 3.168 完成高速轴的一个端盖装配



图 3.169 高速轴的带孔端盖装配

- (6) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\3-密封盖.ics 文件，单击【打开】按钮。在右侧【设计树】上将出现名为“3-密封盖”的零件，结果如图 3.170 所示。
- (7) 在零件状态下选择密封盖，选择如图 3.171 所示位置的无约束装配。

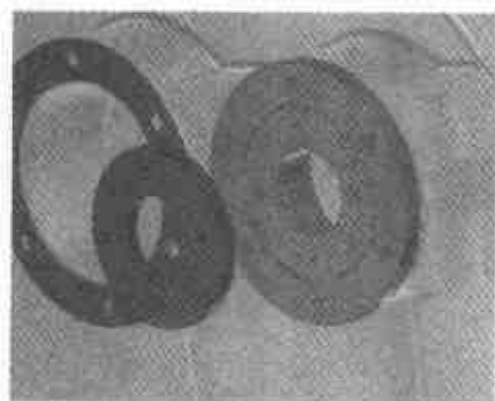


图 3.170 插入密封盖零件

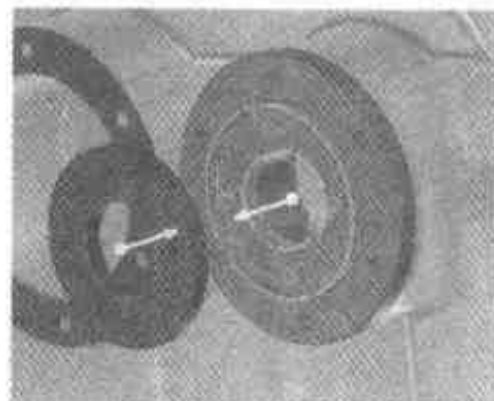


图 3.171 选择装配位置

- (8) 关闭【无约束装配】操作，结果如图 3.172 所示。

- (9) 高速轴的端盖已经完成, 下面进行低速轴的端盖装配: 低速轴的装配方法与高速轴的装配方法完全相同, 需要注意的是低速轴的可穿通端盖与高速轴的不可穿通端盖在同一侧。
- (10) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\6-端盖.ics 文件, 单击【打开】按钮, 安装成功后的结果如图 3.173 所示。

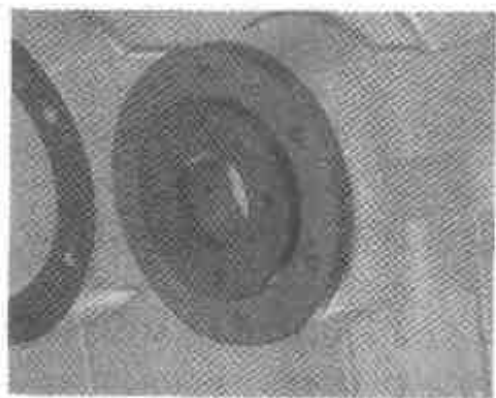


图 3.172 高速轴的密封端盖

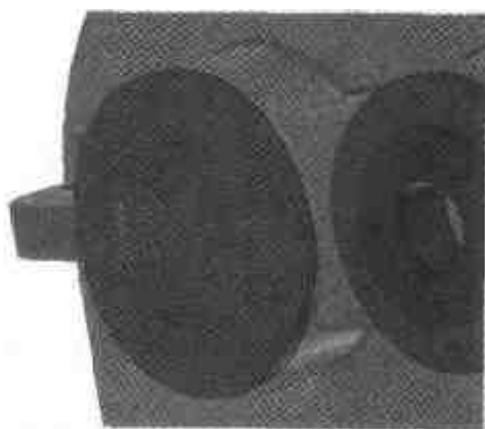


图 3.173 低速轴的封闭端盖

- (11) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\30-可穿通端盖.ics 文件, 单击【打开】按钮。安装成功后结果如图 3.174 所示。
- (12) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\32-密封盖.ics 文件, 单击【打开】按钮, 安装成功后结果如图 3.175 所示。

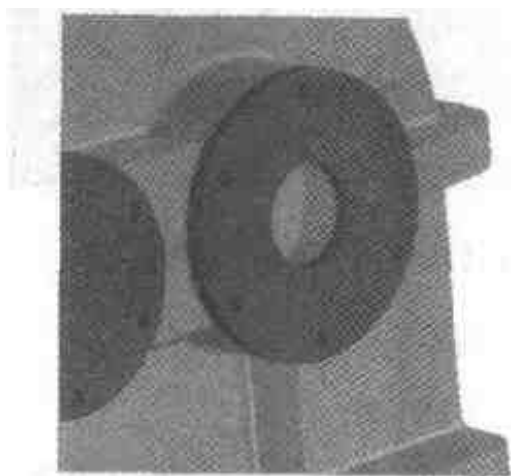


图 3.174 低速轴的可穿通端盖

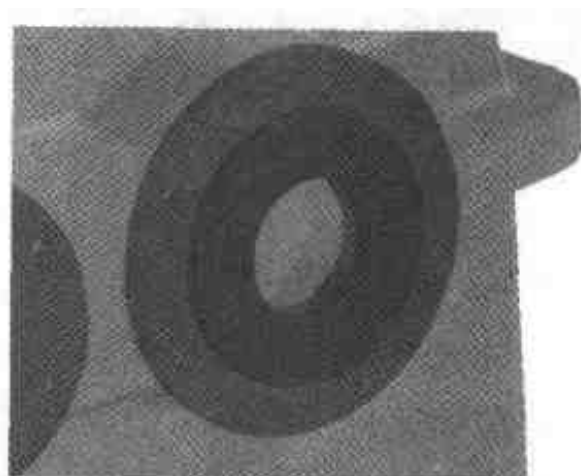


图 3.175 安装低速轴的密封盖

### 3. 用螺栓紧固端盖

- (1) 端盖上螺栓的安装紧固, 方法与箱体上的螺栓安装基本相同, 但所安装的螺栓没有垫片和螺母。
- (2) 两个密封盖上的 8 个螺栓都是一样的, 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\33-螺栓.ics 文件, 单击【打开】按钮。
- (3) 在前面已经讲过关于螺栓的装配方法, 在这里就不再重复了, 只要注意将配合表面选择准确就可以了。
- (4) 先将低速轴的螺栓装配完成, 结果如图 3.176 所示。



(5) 再将高速轴密封盖上的螺栓装配完成, 结果如图 3.177 所示。

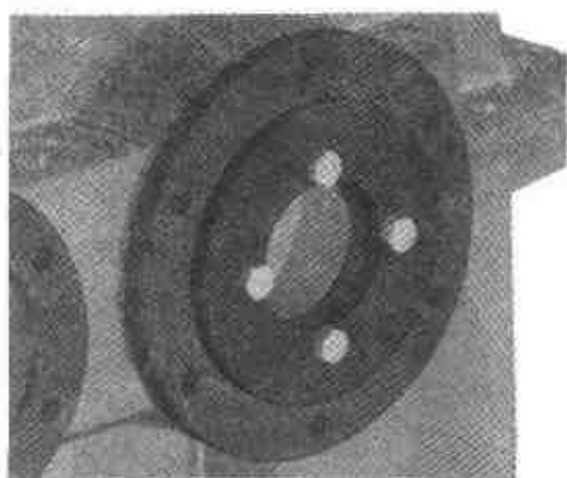


图 3.176 紧固低速轴的密封盖

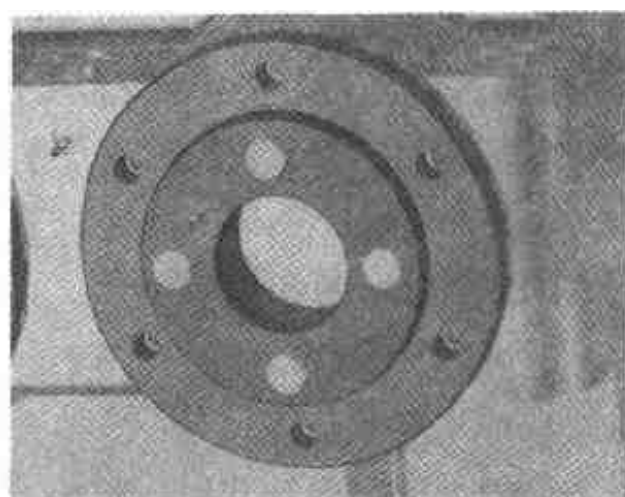


图 3.177 紧固高速轴密封端盖

(6) 4 个端盖上的 24 个螺栓都是一样的, 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\9-螺栓.ics 文件零件, 单击【打开】按钮。重复前面关于螺栓的装配方法。

(7) 先将低速轴的不可通透端盖上的螺栓装配完成, 结果如图 3.178 所示。

(8) 安装高速轴上的可通透端盖上的螺栓, 结果如图 3.179 所示。

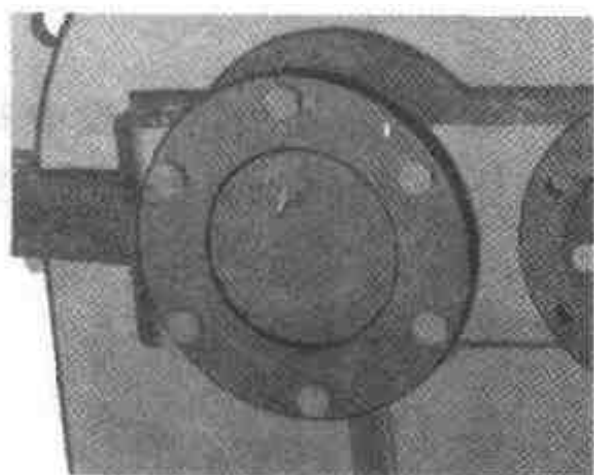


图 3.178 低速轴的端盖紧固

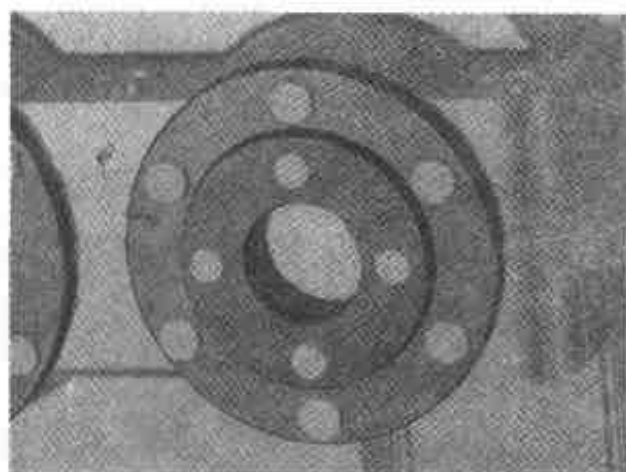


图 3.179 高速轴的端盖紧固

(9) 安装低速轴的可通透端盖上的螺栓, 结果如图 3.180 所示。

(10) 安装高速轴上的不可通透端盖上的螺栓, 结果如图 3.181 所示。

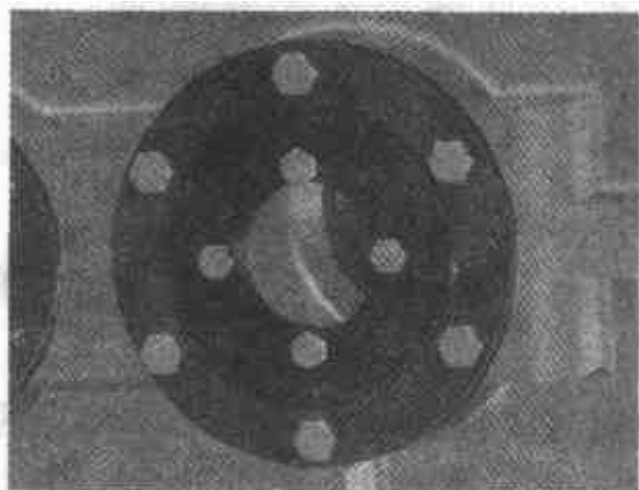


图 3.180 低速轴的端盖紧固

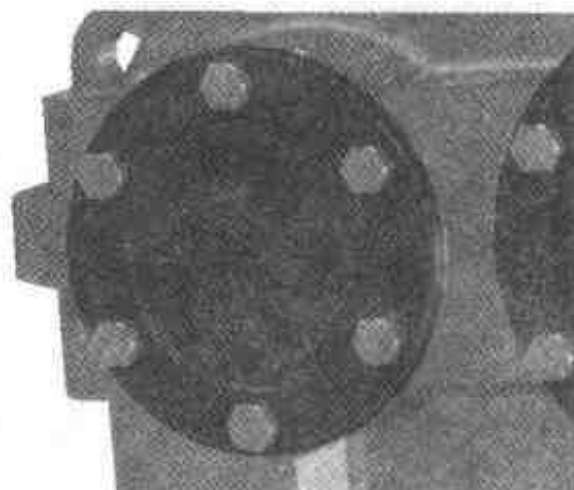


图 3.181 高速轴的端盖紧固

**注意** 当设计环境中的零件数量越来越多时, 系统的显示速度会明显下降, 为此, 需要将暂时不需要的零件压缩隐蔽。



### 3.4.6 装配视孔盖和透气塞

#### 1. 视孔盖的装配

- (1) 单击【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到score\example\jixie\3\减速机装配\25-垫片.ics 文件，单击【打开】按钮，在右侧【设计树】中将出现名为“25-垫片”的零件。
- (2) 打开【三维球】后将它拖放到视孔附近，结果如图 3.182 所示。
- (3) 在零件状态下选择该垫片，打开【约束装配】工具。
- (4) 选择如图 3.183 所示垫片上表面(A)，然后选择机盖上的装配位置(B)，使垫片贴合到面。



图 3.182 插入视孔盖垫片



图 3.183 选择装配位置

- (5) 关闭【约束装配】工具，打开【三维球】。
- (6) 按空格键后单独移动三维球，右击中心手柄后选择【到点】命令，然后单击如图 3.184 所示垫片下表面的角点(A)。
- (7) 再次按下空格键使三维球重新与垫片组合在一起。
- (8) 右击中心手柄后选择【到点】命令，单击如图 3.185 所示的机盖上与三维球中心对应角点(A)，装配结果如图 3.186 所示。

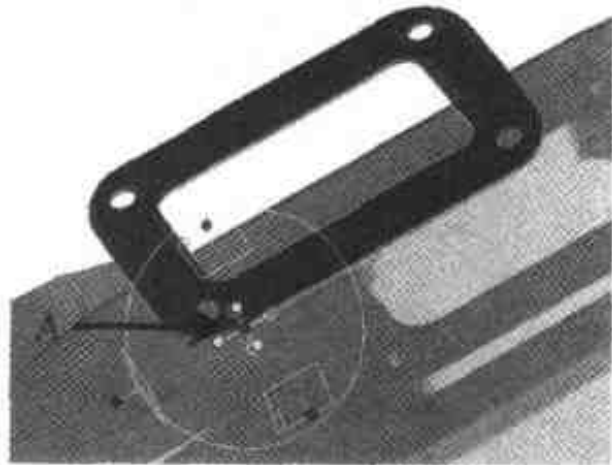


图 3.184 重新定位三维球

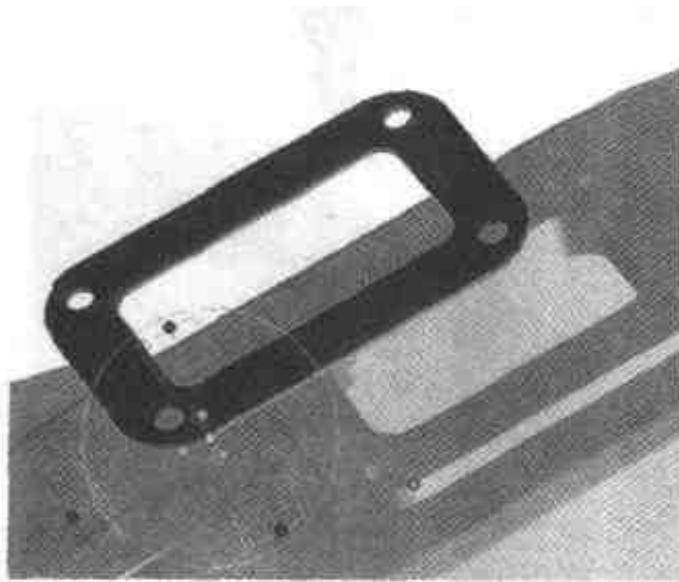


图 3.185 选择定位点

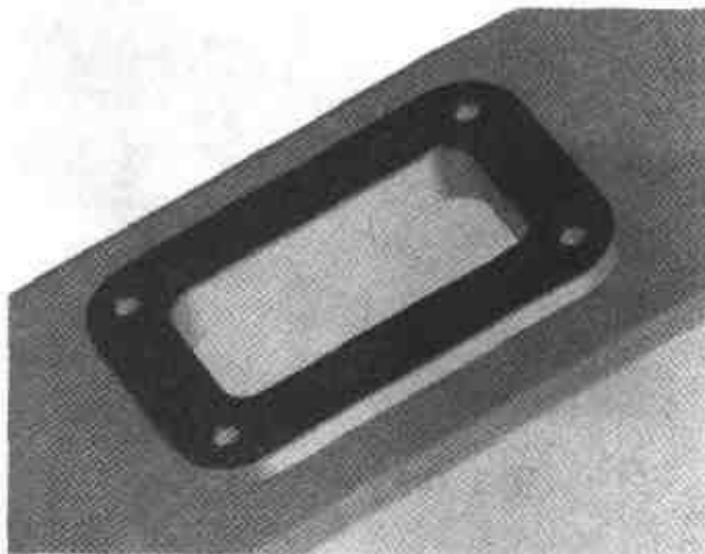


图 3.186 完成垫片装配

- (9) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\24-视孔盖.ics 文件，单击【打开】按钮，在右侧【设计树】中将出现名字为“24-视孔盖”的零件。
- (10) 打开【三维球】后将它从箱体中移动至装配位置，结果如图 3.187 所示。
- (11) 用和安装垫片相同的方法将视孔盖安装成功，结果如图 3.188 所示。



图 3.187 插入视孔盖零件



图 3.188 完成视孔盖的装配

## 2. 紧固视孔盖

- (1) 视孔盖上的 4 个螺栓与密封盖上的螺栓是一样的标准件。选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到文件 score\example\jixie\3\减速机装配\33-螺栓.ics 文件，单击【打开】按钮。
- (2) 利用前面已经讲过关于螺栓的装配方法将视孔盖上的 4 个螺栓安装成功，结果如图 3.189 所示。

## 3. 装配透气塞

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令，然后在所附光盘中找到 score\example\jixie\3\减速机装配\23-透气塞.ics 文件，单击【打开】按钮，在右侧零件树中将出现名为“23-透气器”的零件。
- (2) 打开【三维球】后将它拖放到孔位置附近，如图 3.190 所示。



图 3.189 紧固视孔盖



图 3.190 插入透气塞

- (3) 在零件状态下选择透气器，打开【三维球】，右击如图 3.191 所示的定向手柄(A)，选择【与面垂直】命令。
- (4) 单击视孔盖的上表面，结果如图 3.192 所示。

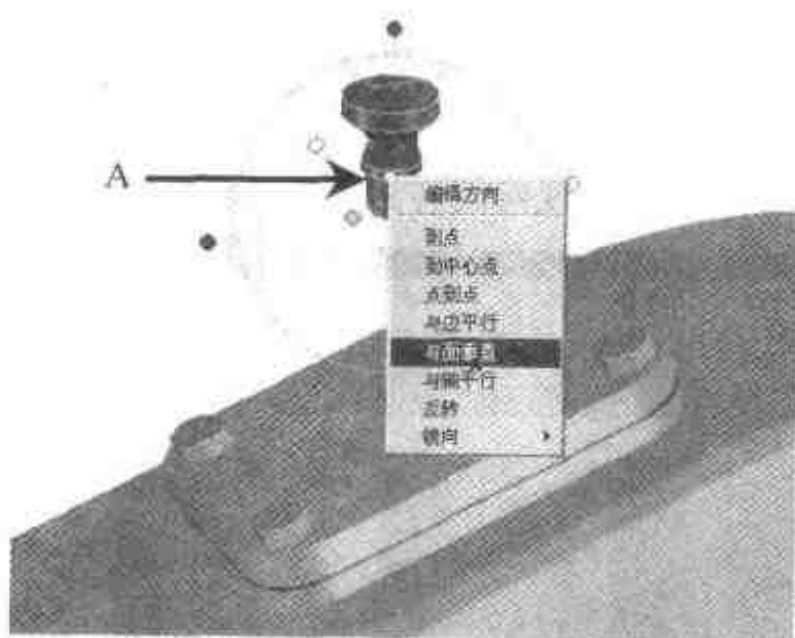


图 3.191 选择定向方式

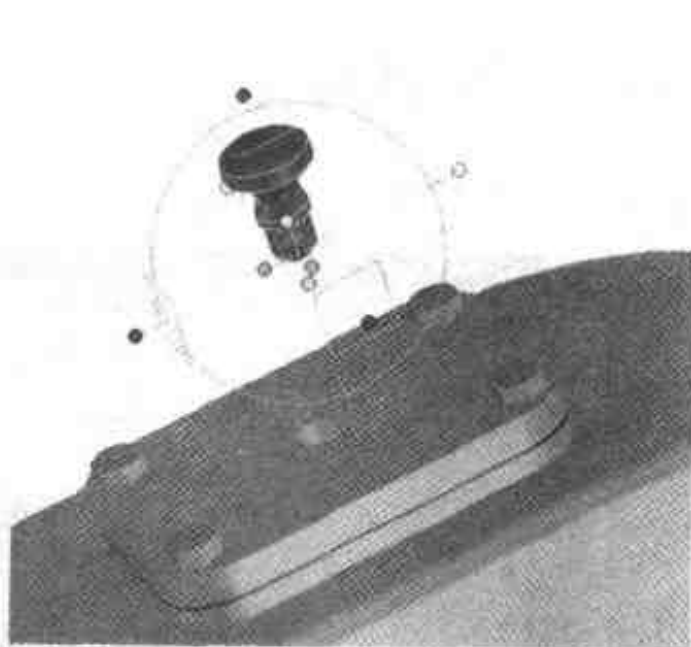


图 3.192 定位透气塞

- (5) 按空格键后可以单独移动三维球，右击中心手柄后选择【到中心点】命令，单击如图 3.193 所示透气塞上的外圆边缘(A)。
- (6) 按空格键后重新将透气塞与三维球组合在一起，右击中心手柄，选择【到中心点】命令，单击视孔盖上表面上的圆孔外圆，结果如图 3.194 所示。

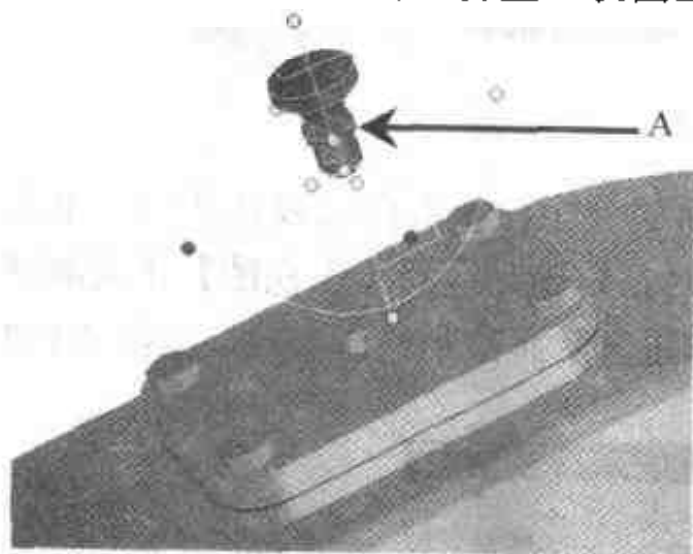


图 3.193 选择装配位置

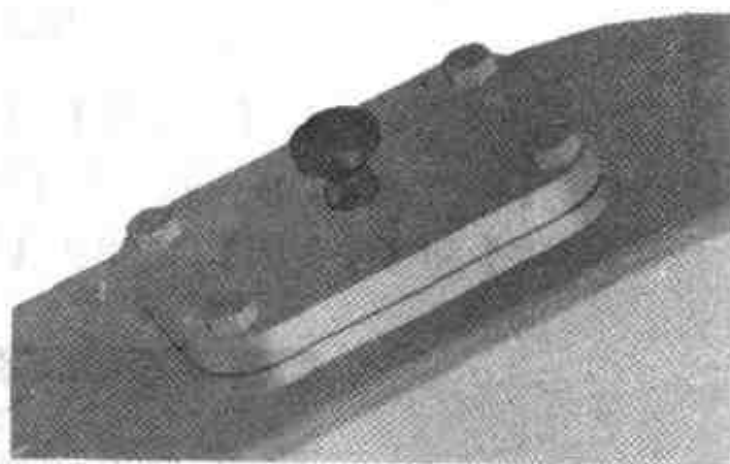


图 3.194 装上透气塞

- (7) 减速器的全部零件都已安装完成，在右侧【设计树】中将所有的压缩零件解压缩，结果如图 3.195 所示。

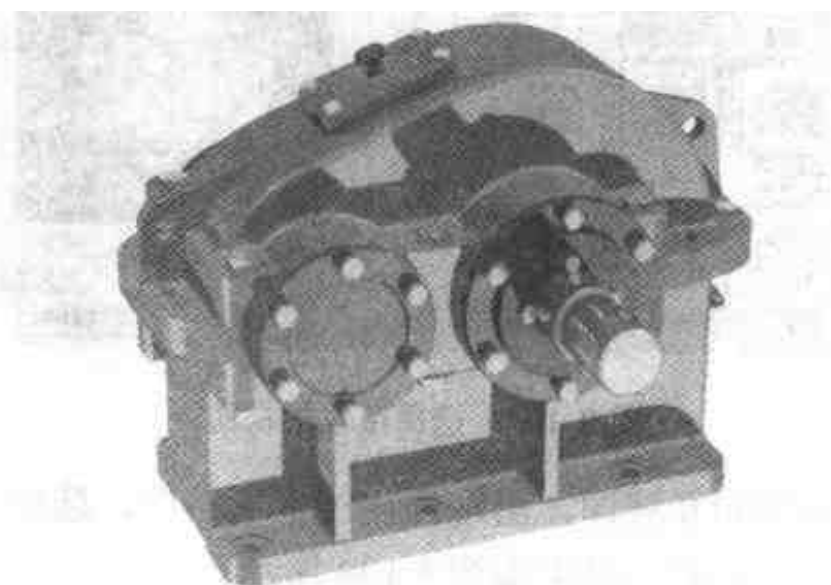


图 3.195 完成总装配

### 3.4.7 生成装配图纸

- (1) 首先旋转减速器的视向位置，用显示工具将当前视向旋转 to 如图 3.196 所示的位置。

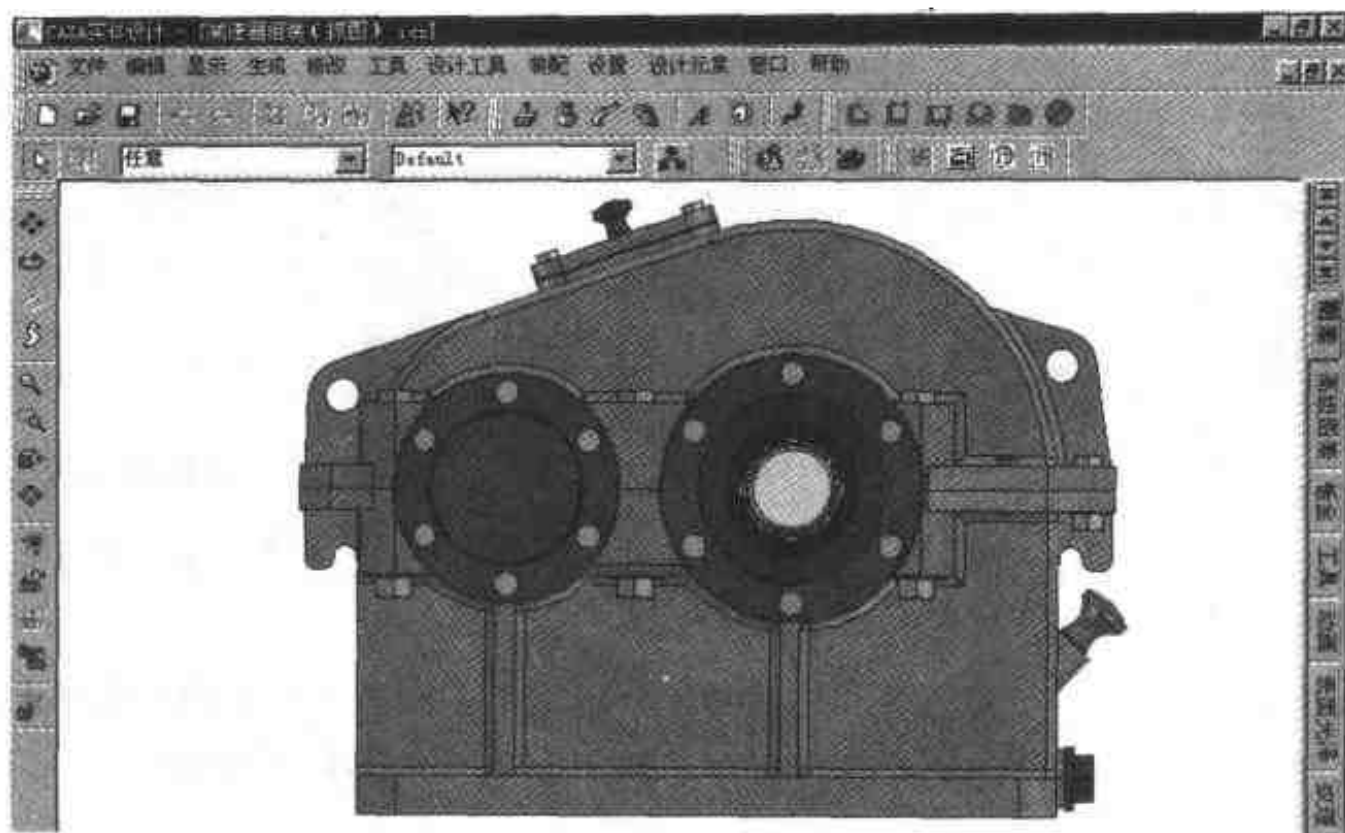



图 3.196 设定当前视向

- (2) 选择【文件】|【新文件】|【绘图】命令，新建一空白布局图纸设计环境，单击【标准视图】按钮，在【生成标准视图】对话框中，选择【正视图】、【顶部视图】和【左视图】，并单击【从设计环境】按钮，从而得到当前视向，如图 3.197 所示。

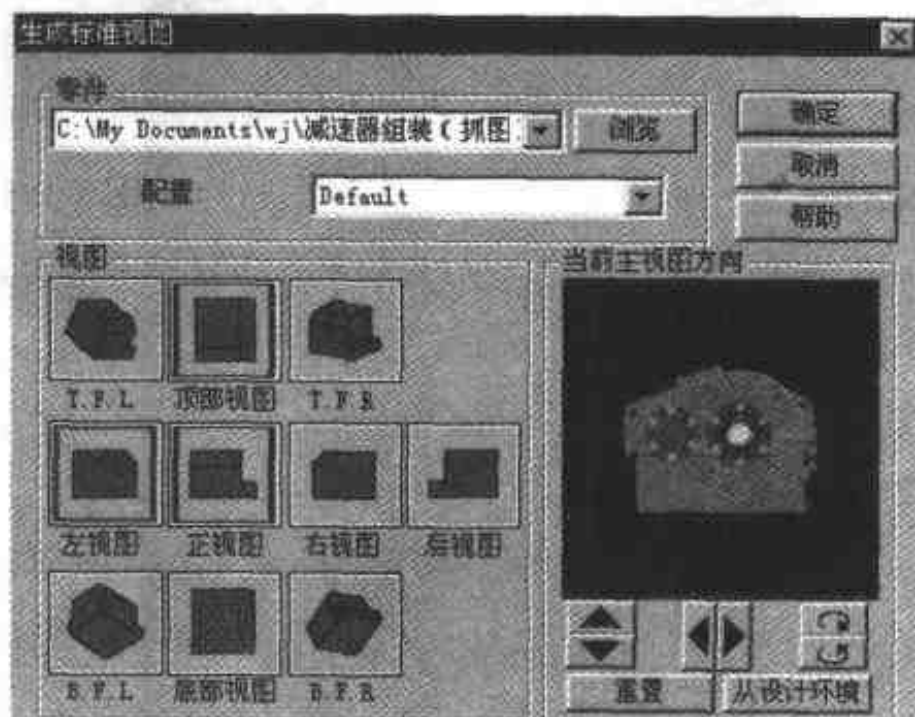


图 3.197 选择接收的视图

- (3) 先后选择顶部视图和左视图，出现红色线框后右击，选择【取消对齐】命令，重新调整视图的对应位置，结果如图 3.198 所示。

**注意** 主视图显示的螺纹标注是由三维设计环境中进行紧固件的拖放设计时产生的，输出螺纹标注是可选项。

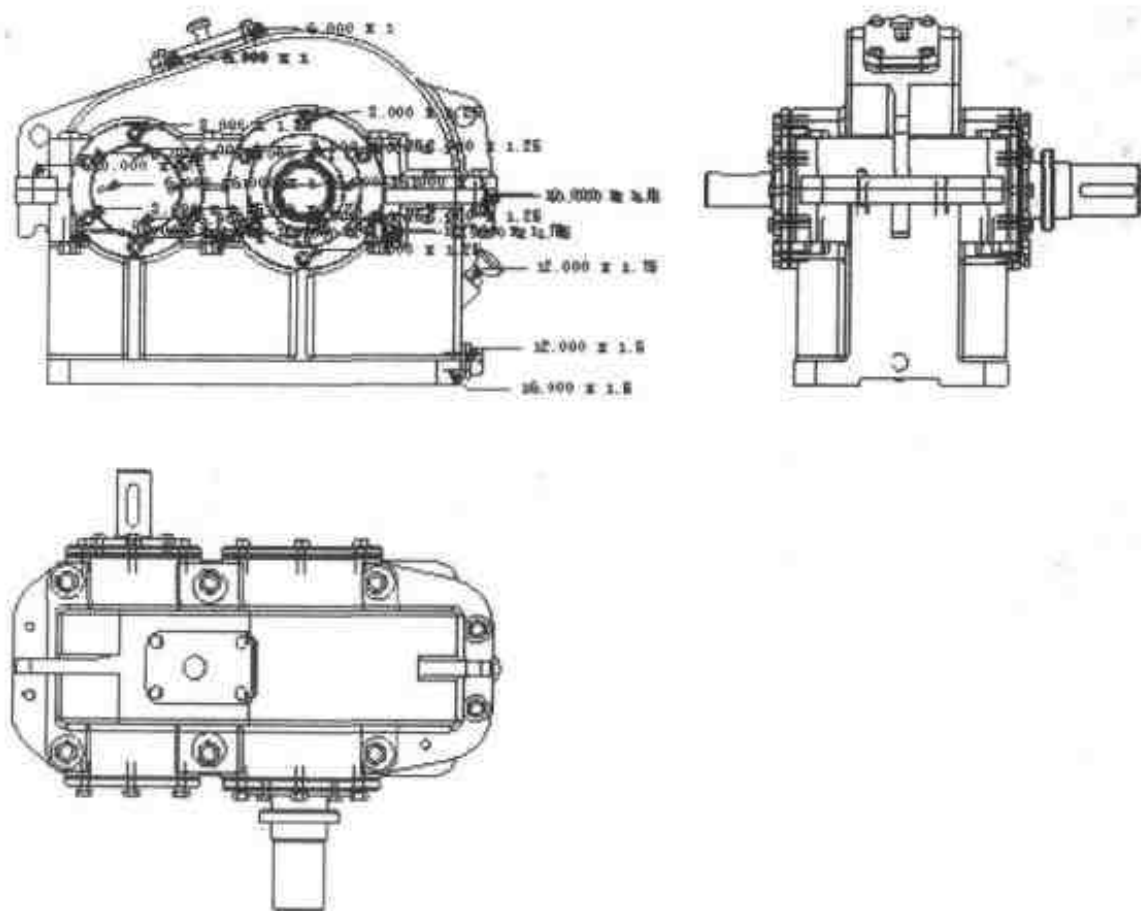


图 3.198 调整后的三视图

- (4) 右击螺纹件标注，选择【隐藏】命令，即可以隐藏所有的和三维环境链接的标注，如图 3.199 所示。

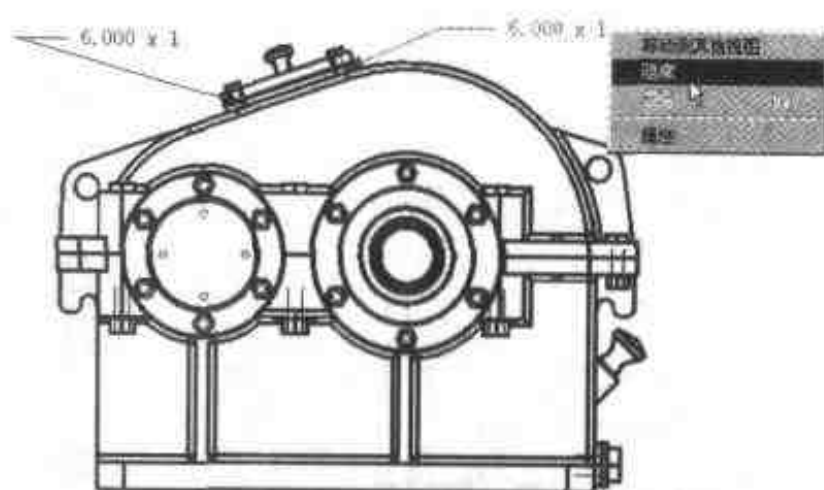



图 3.199 隐藏标注

- (5) 按住 Shift 键单击 3 个视图，然后右击，在弹出的快捷菜单中选择【属性】命令，在弹出的【视图属性】对话框中，修改视图比例为 1:2，如图 3.200 所示。



图 3.200 修改视图比例



- (6) 单击【剖视图】按钮，这时系统会提示自动激活与目前图纸相链接的设计环境，将剖位置定位在主视图的机盖和机座的配合面上，并使箭头向下，如图 3.201 所示。

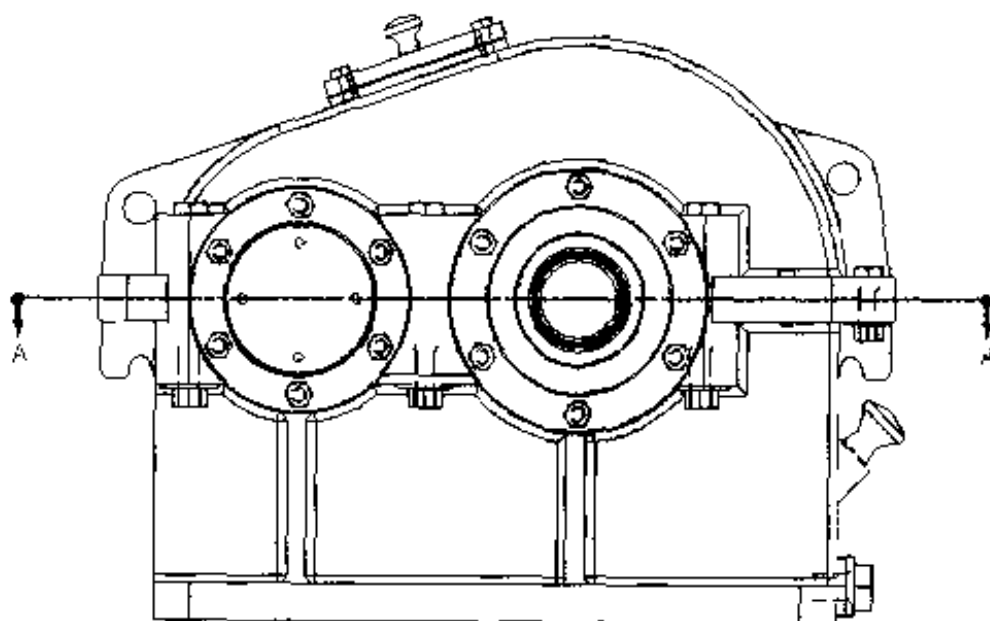



图 3.201 设置剖切位置

- (7) 单击【定位剖视图】按钮，即自动生成剖视图，并用此剖视图替代位于主视图正下方的俯视图，结果如图 3.202 所示。

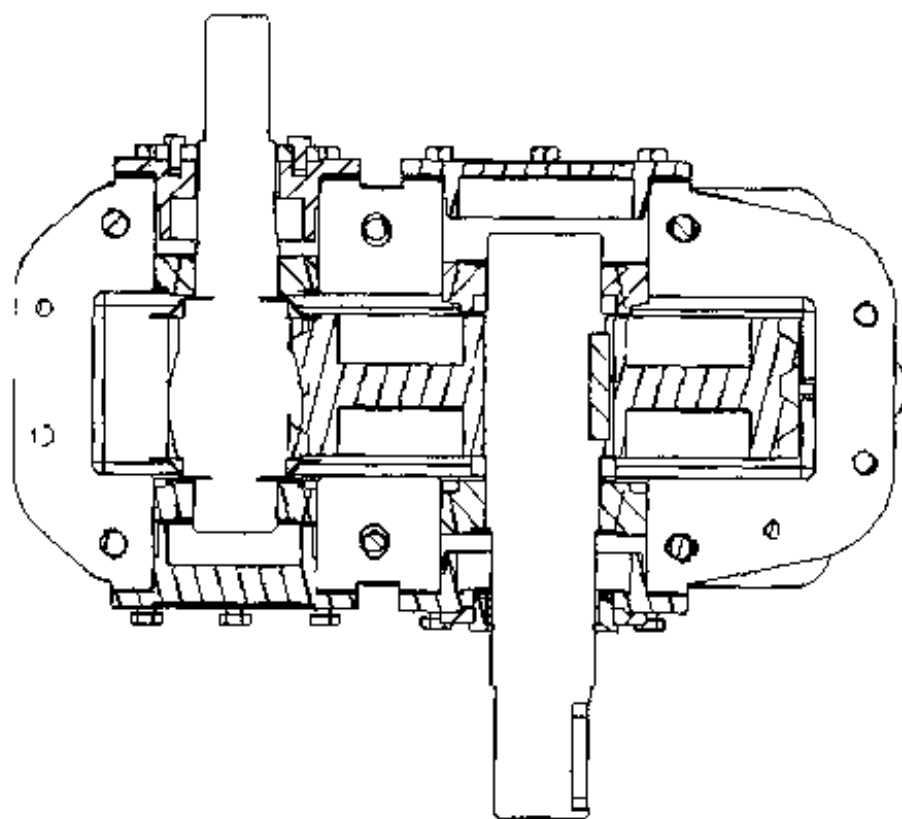



图 3.202 自动生成的剖视图

**注意** 由于机械制图规定当剖切平面通过轴的中心线，轴的轴向剖面线一般不画，所以上图中的两根轴的剖面线已去掉。

- (8) 单击【文字】按钮，拖动矩形在左视图的右侧生成一文字框，用来说明减速器的技术特性，有关文字的属性参数参见图 3.203 所示的【文字格式】工具条中的内容，图中的手形光标表示可以随意改变文字框的大小和位置。

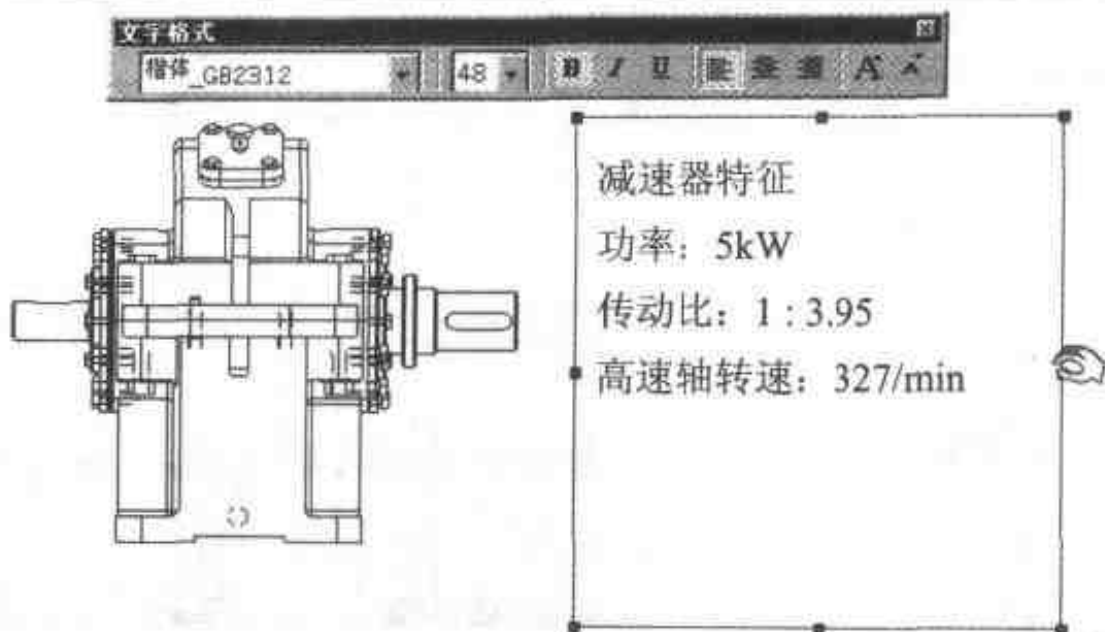



图 3.203 输入文字框

- (9) 单击【带导引线文字】按钮, 可以实施对装配体各个零件的导引标注或说明, 如图 3.204 所示为导引线标注和标注属性修改。

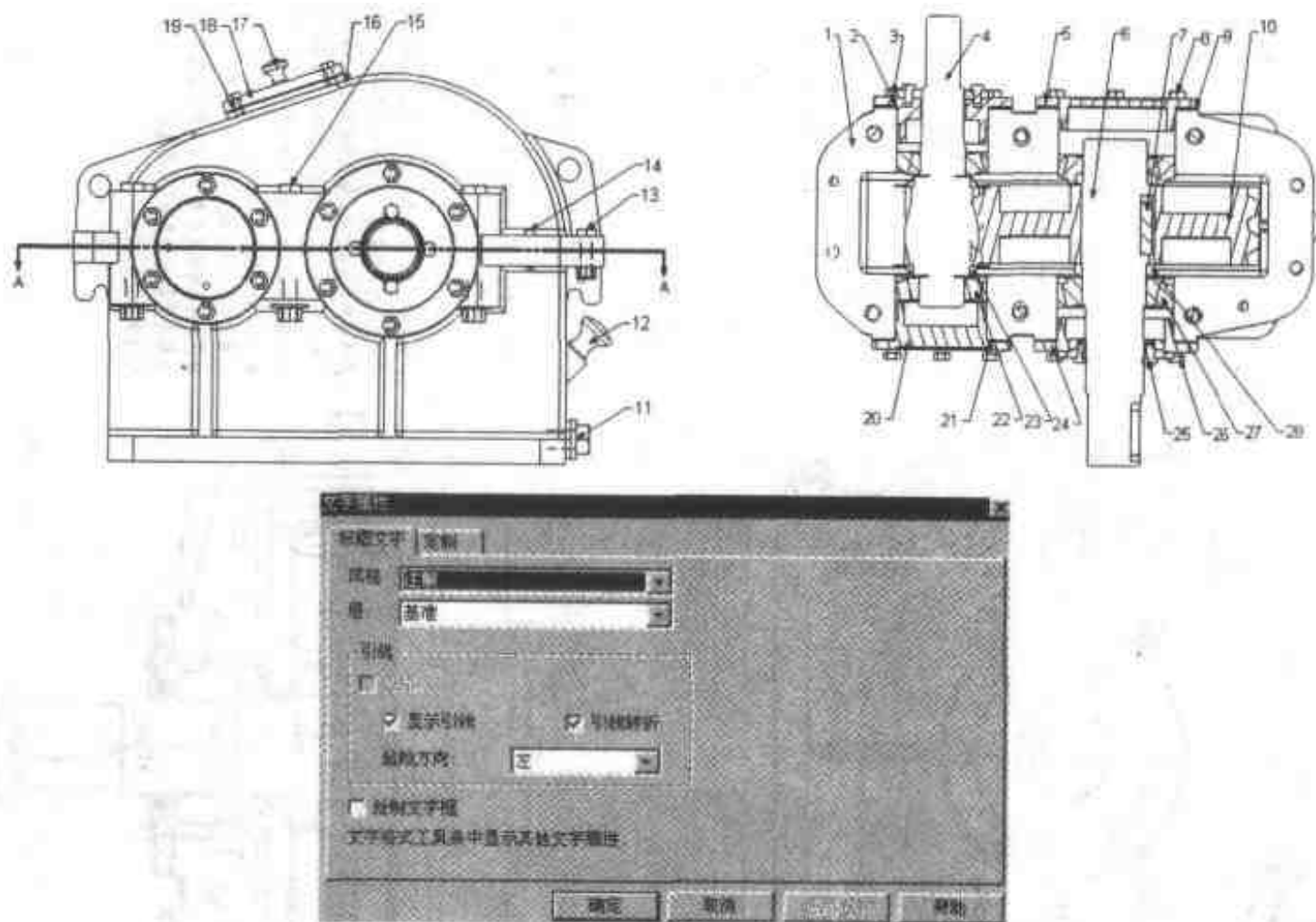



图 3.204 生成装配零件的导引线 and 文字

- (10) 可以看到上面自动生成的平面布局图所表达的绘图细节问题, 如标准件画法、齿轮副的画法, 工程标注等内容都不符合中国国家制图标准, 为此需将布局图设计再输出到 CAXA 电子图板设计环境中作标准化制图处理, 单击【输出布局图】按钮, 可以将目前的布局图输出到电子图板设计环境, 在电子图板设计环境中将需要进行修改图形, 基本标注, 标题栏的生成, 零件序号和零件明细表, 技术说明等工作, 如图 3.205 所示为在电子图板中完成的减速器标准工程图纸。



# 第 4 章 钣金设计

## 4.1 电源盒的钣金设计

钣金是现代金属加工工业的一个重要组成部分，很多高级三维 CAD 软件都引入了一个专门的钣金设计模块，CAXA 实体设计 V2 也不例外，在本节中我们就着重介绍实体设计在这一领域的应用和操作。图 4.1 所示是 PC 机内的电源盒外壳，属于钣金类零件，在此电源盒的钣金设计过程中，将初步讲解有关钣金工艺所涉及的板料选择、折弯、冲孔以及钣金件的图纸生成等重要内容。

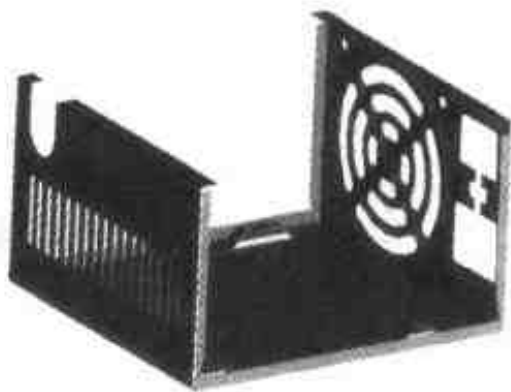


图 4.1 用钣金工具设计完成微机电源盒

### 4.1.1 板料的选择

- (1) 在开始钣金设计前进行板料的选择是很重要的工作，板料的属性参数关系到后面的加工工艺和造型设计参数。
- (2) 选择【工具】|【选项】命令，在弹出的【选项】对话框中，单击【板料】标签，之后选择铝合金板料 Aluminum 6061-24，有关板料参数如图 4.2 所示。
- (3) 单击【确定】按钮后就可以开始我们后面的钣金设计了。

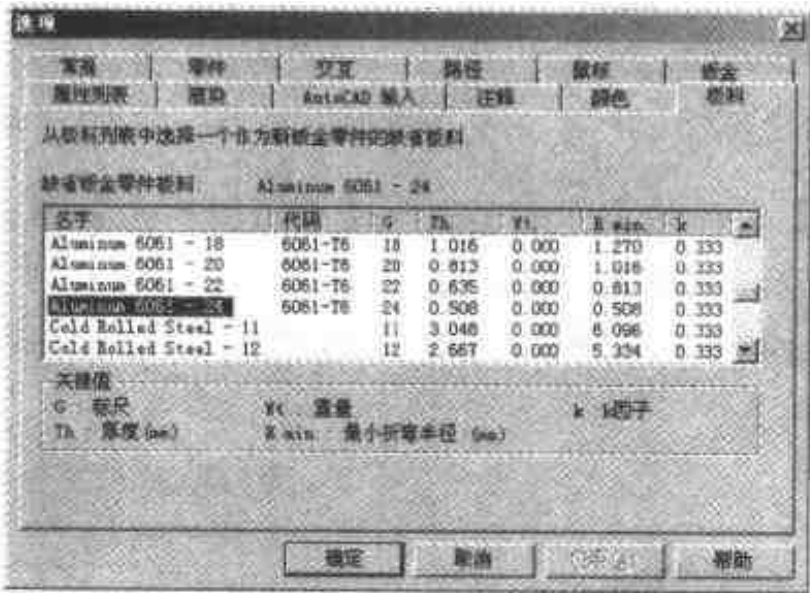


图 4.2 选择板料

说明 6061-24 属美国铝板商品牌号。

### 4.1.2 平板与板料的弯曲

- (1) 从桌面右侧【钣金】设计元素库中拖出…【板料】图素，在空白处释放，结果如

图 4.3 所示。

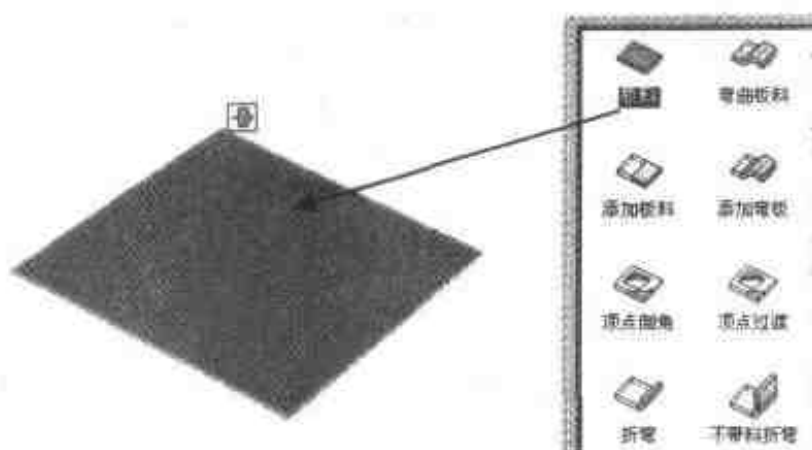




图 4.3 拖放【板料】图素

- (2) 单击板料进入智能图素编辑状态，单击如图 4.4 所示图状态图标(A)，进入【包围盒】状态。

**注意**  标记表示钣金形状设计状态， 标记表示包围盒设计状态。

- (3) 右击显示出的任意一个智能手柄，选择【编辑包围盒】命令在弹出的【编辑包围盒】对话框中将长度改为 148，宽度改为 140，单击【确定】按钮，结果如图 4.5 所示。

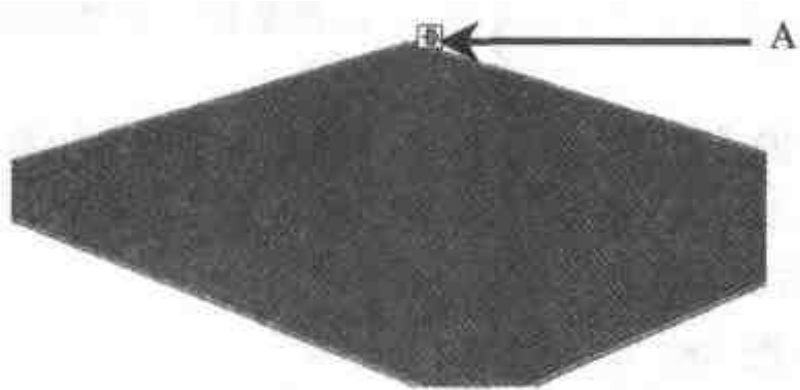


图 4.4 选择编辑状态

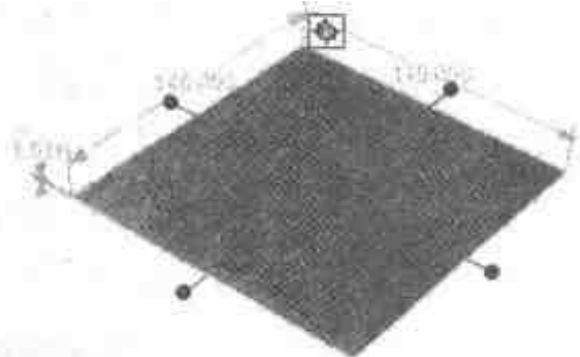



图 4.5 编辑包围盒

- (4) 从右侧【钣金】设计元素库中拖入一【不带料折弯】图素，在长度为 140 边的上边缘中心点释放，结果如图 4.6 所示。
- (5) 单击【显示设计树】按钮，将新生成的钣金零件设计树展开，单击如图 4.7 所示的【增加板料】。

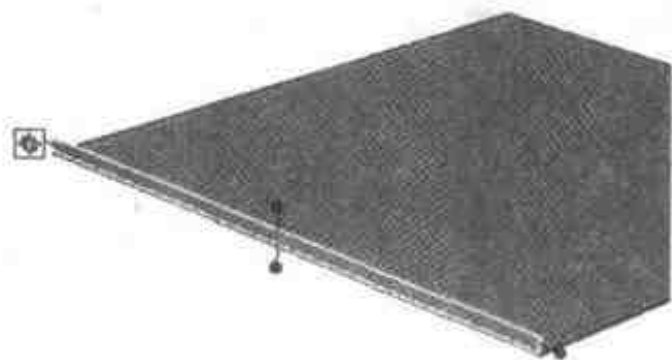


图 4.6 添加折弯图素

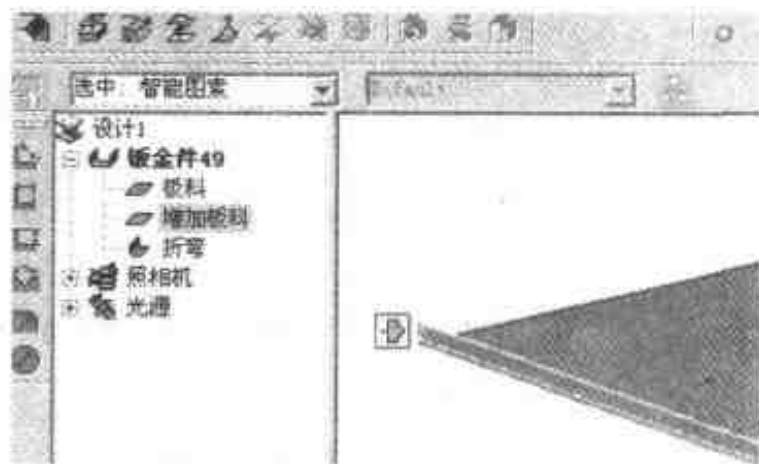


图 4.7 选择图素

- (6) 单击转换图标使增加板料图素进入包围盒编辑状态。



- (7) 右击向上的智能手柄选择【编辑包围盒】命令，在弹出的对话框中将板料长度改为 85，单击【确定】按钮，结果如图 4.8 所示。
- (8) 从右侧【钣金】设计元素库中拖入一【添加板料】图素，在增加板料图素的上表面边缘中心处释放。
- (9) 单击转换图标使增加板料进入包围盒编辑状态。
- (10) 右击向上的智能手柄，用步骤(7)中的方法将添加板料长度改为 5，单击【确定】按钮，结果如图 4.9 所示。

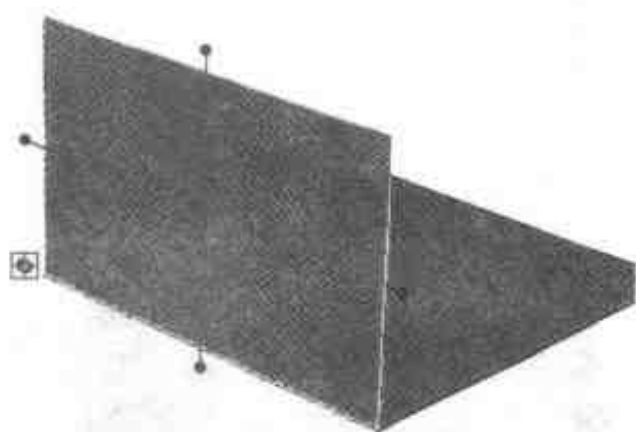


图 4.8 编辑图素

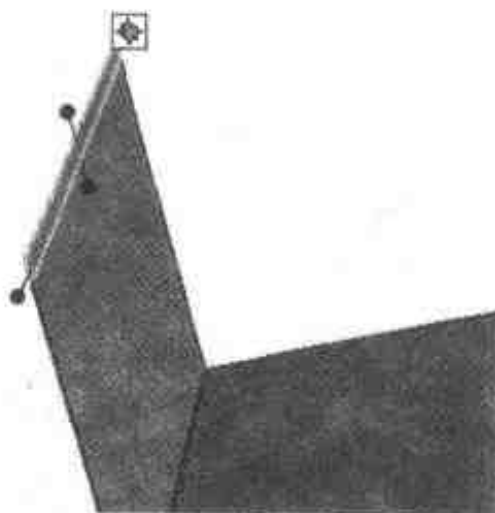


图 4.9 添加板料

- (11) 从右侧【钣金】设计元素库中拖入一【折弯】图素，在如图 4.10 所示添加板料的上表面靠内侧中心点 A 释放，结果如图 4.10 右图所示。

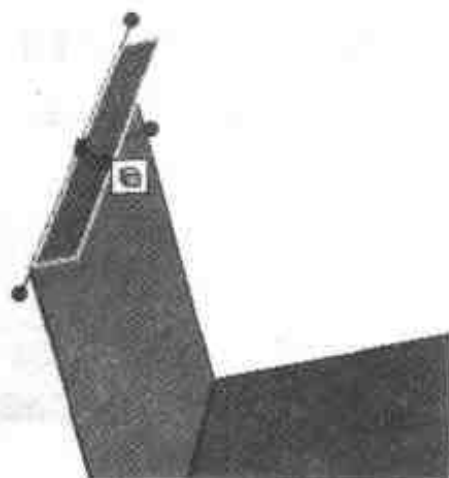
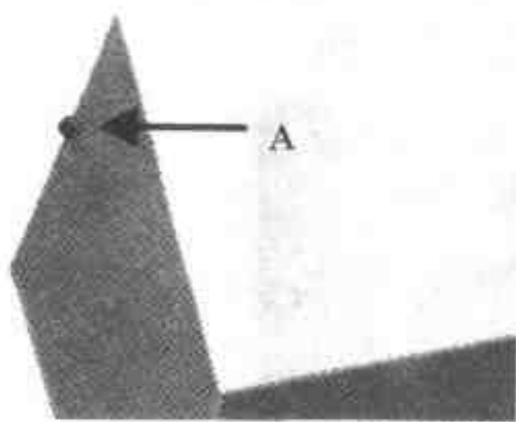


图 4.10 添加【折弯】图素

- (12) 从右侧【钣金】设计元素库中拖入一【不带料折弯】图素，在如图 4.11 所示板料的侧表面靠内侧中心 A 处释放，结果如图 4.11 右图所示。

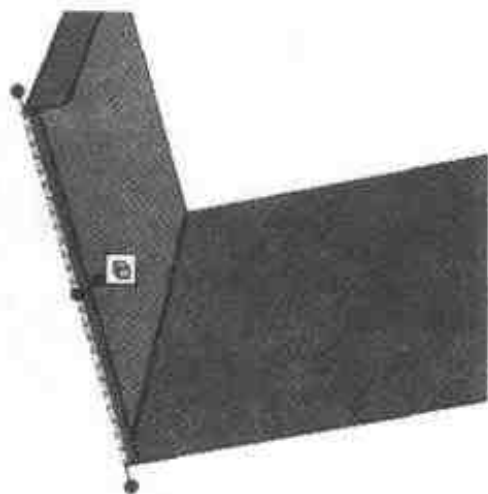
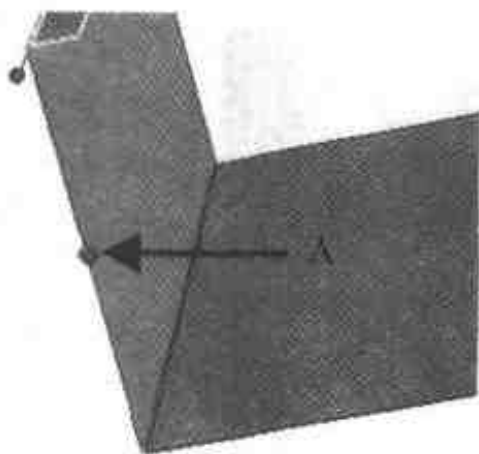



图 4.11 添加【不带料折弯】图素

- (13) 单击【显示设计树】按钮, 将新生成的钣金零件展开, 单击最下方新生成的【增加板料】至智能图素状态。
- (14) 单击转换图标使【增加板料】进入包围盒状态。
- (15) 右击向右方内侧的智能手柄, 并将板料长度改为 4, 单击【确定】按钮, 结果如图 4.12 所示。

### 4.1.3 编辑板料截面重新生成图素

- (1) 单击最新生成的【增加板料】图素使其处于智能图素状态。
- (2) 右击图素后选择【编辑截面】命令, 调整视图后结果如图 4.13 所示。

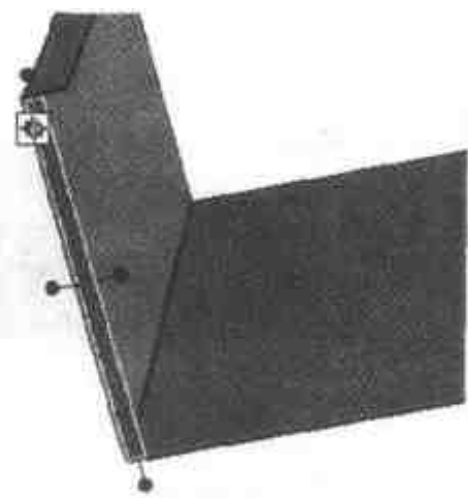


图 4.12 编辑包围盒

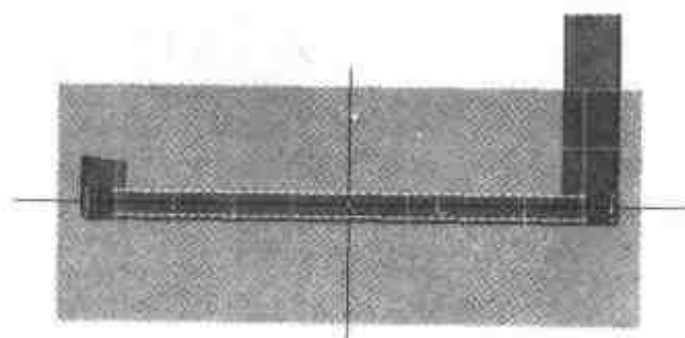



图 4.13 进入二维截面编辑

- (3) 单击【显示曲线尺寸】按钮, 在如图 4.14 所示靠近底板的位置单击上方的直线 A; 在表示直线长度的数字上右击, 将长度改为 80。

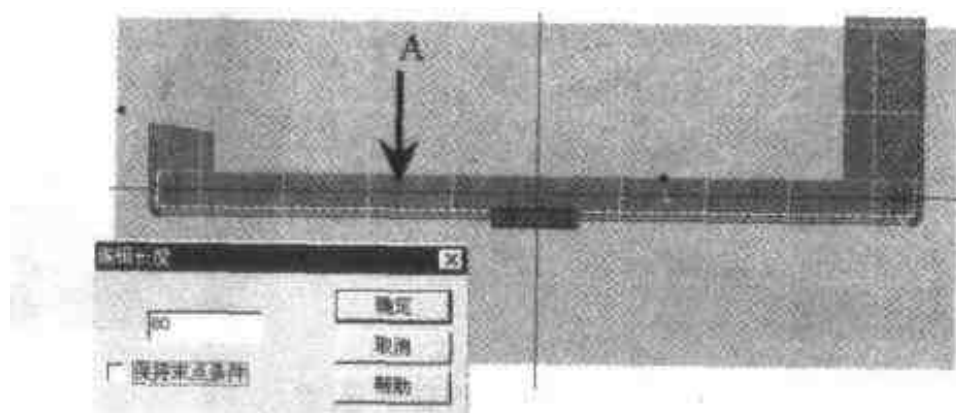


图 4.14 编辑直线

- (4) 如果【保持末点条件】复选框处于选中状态, 请取消选择, 单击【确定】按钮后结果如图 4.15 所示。

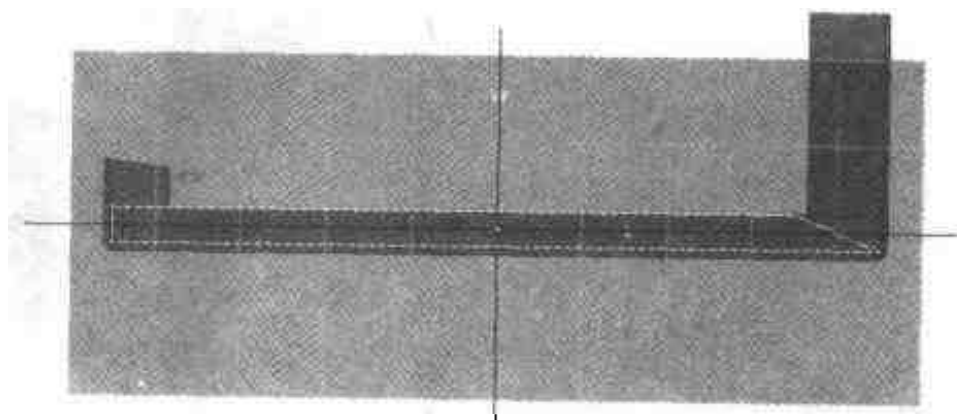



图 4.15 直线编辑结果

(5) 单击【完成造型】按钮，结果如图 4.16 所示。



图 4.16 重新生成板料

#### 4.1.4 添加其他板料

- (1) 单击【显示设计树】按钮, 打开设计树。
- (2) 按住 Shift 键的同时依次选择最下方的【增加板料】和【折弯】，如图 4.17A 所示。
- (3) 打开【三维球】，按空格键后单独移动三维球，右击中心手柄选择【到点】命令，单击如图 4.18 所示底板直角边一侧中点位置(A)。

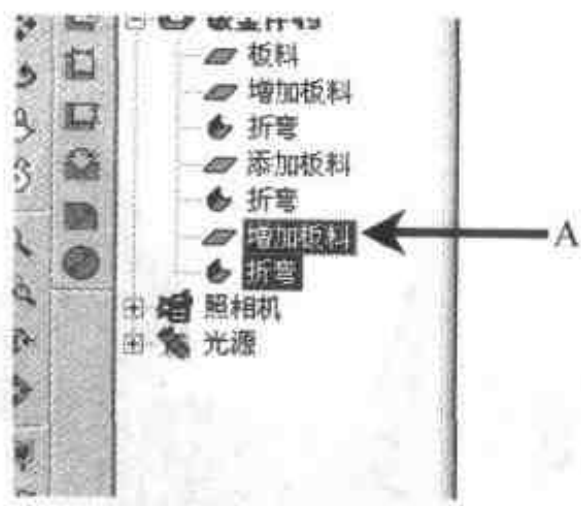


图 4.17 选择操作对象

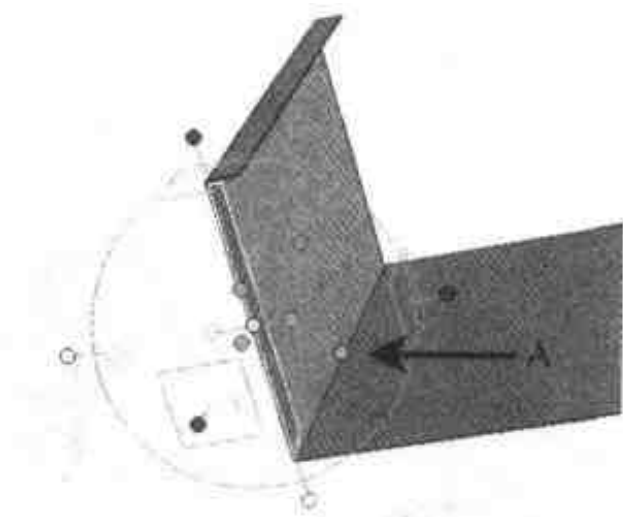


图 4.18 重新定位三维球

- (4) 再次按下空格键使三维球与侧面折弯图素重新结合在一起。
- (5) 右击如图 4.19 所示定位手柄(A)，选择【镜向】|【拷贝】命令。
- (6) 关闭三维球后结果如图 4.20 所示。

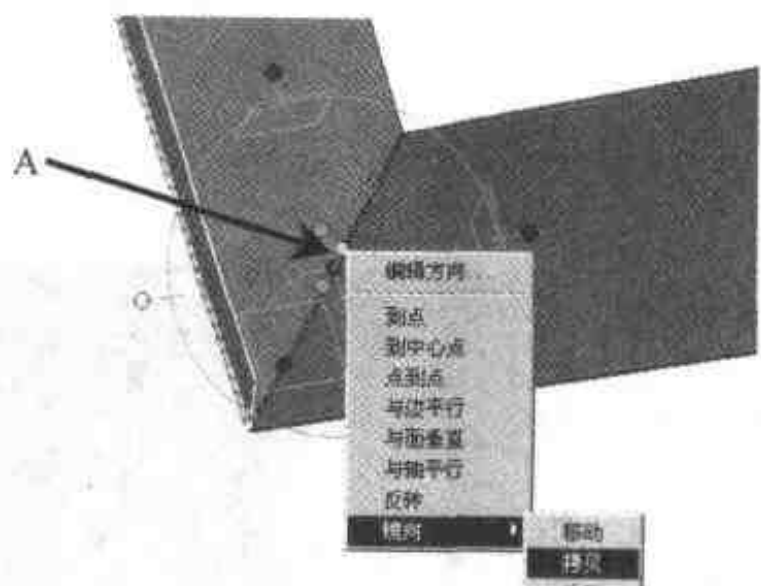


图 4.19 镜像拷贝图素

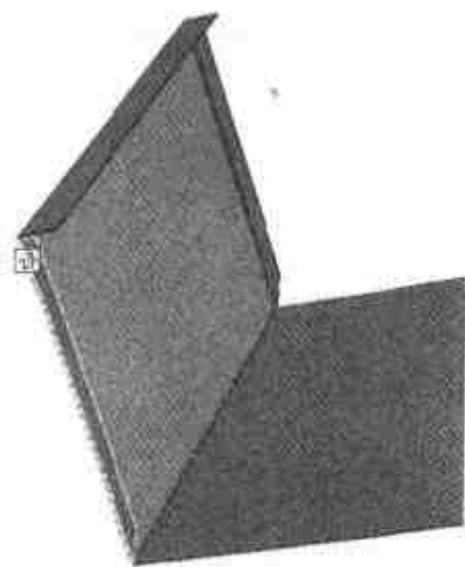


图 4.20 完成镜像拷贝

- (7) 打开设计树, 按住 **Ctrl** 键的同时依次选择除了底板的所有板料和折弯, 如图 4.21A 所示。
- (8) 打开【三维球】。按空格键后可以单独移动三维球, 右击中心手柄选择【到点】命令, 单击如图 4.22 所示的底板中心位置(A)。



图 4.21 选择对象

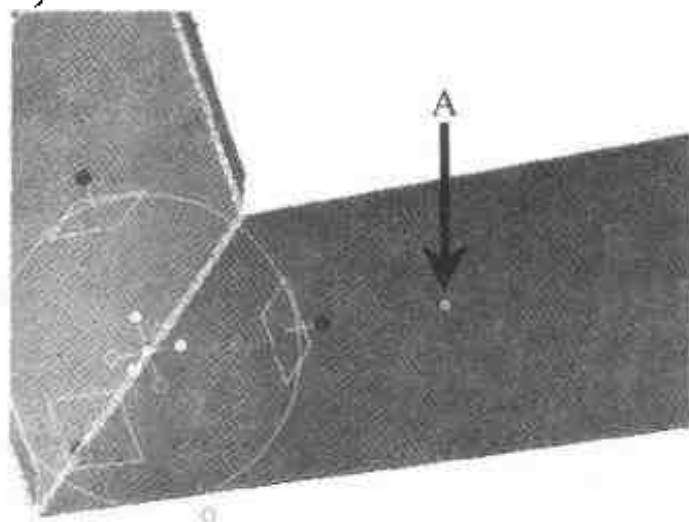


图 4.22 重新定位三维球

- (9) 再次按下空格键使三维球与侧面折弯图素重新结合在一起。
- (10) 右击如图 4.23 所示的定位手柄(A), 选择【镜向】|【拷贝】命令。
- (11) 关闭【三维球】后结果如图 4.24 所示。

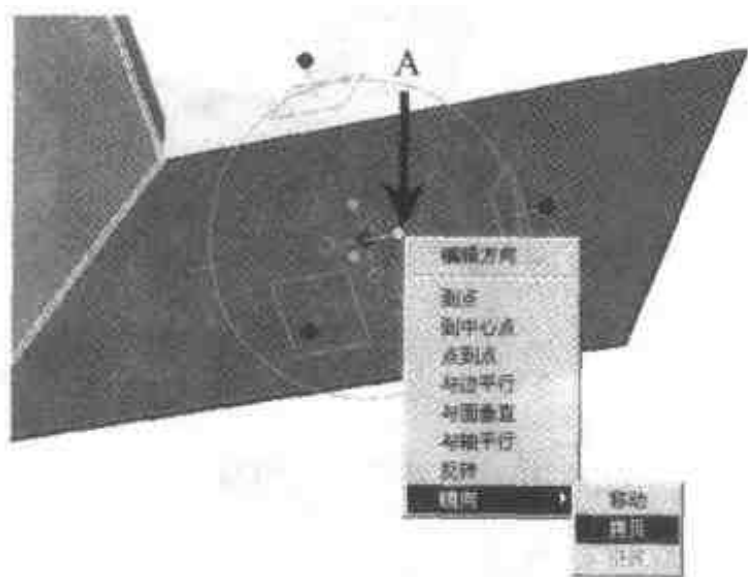


图 4.23 选择【镜向】|【拷贝】命令

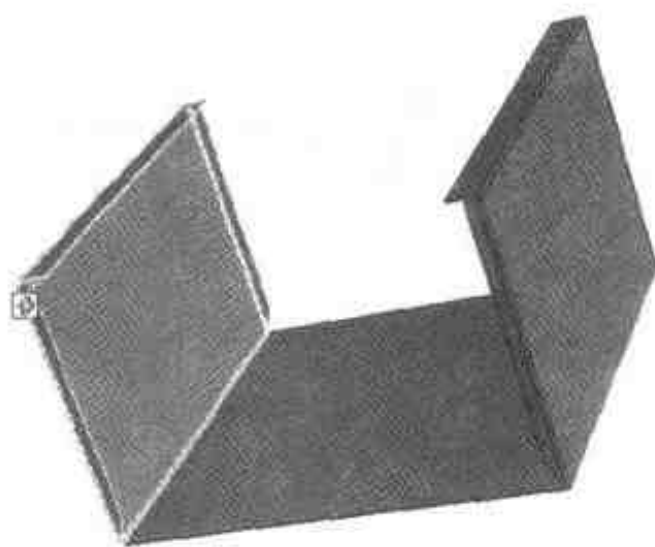


图 4.24 完成图案的镜像拷贝

#### 4.1.5 型孔与冲孔的生成

1. 在电源外壳的一侧面上生成一排窄缝和一个 U 形开口

- (1) 调整视图到如图 4.25 所示的箱体侧面的正视图。
- (2) 从右侧【钣金】设计元素库中拖入一个【窄缝】图素, 在侧面的正中心释放。右击如图 4.26 所示的数字 A 将窄缝距底板的距离改为 35。
- (3) 利用【三维球】将窄缝旋转  $90^\circ$ , 结果如图

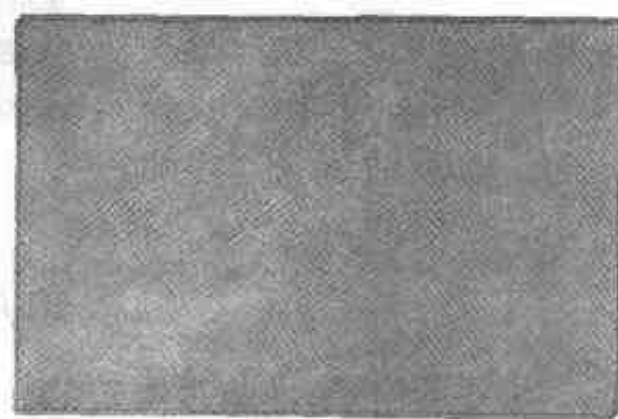


图 4.25 调整视图

4.27 所示。

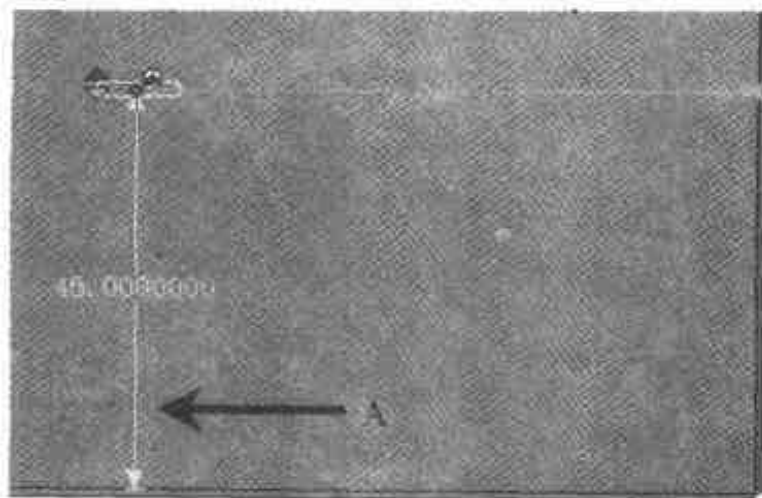


图 4.26 生成冲孔图素

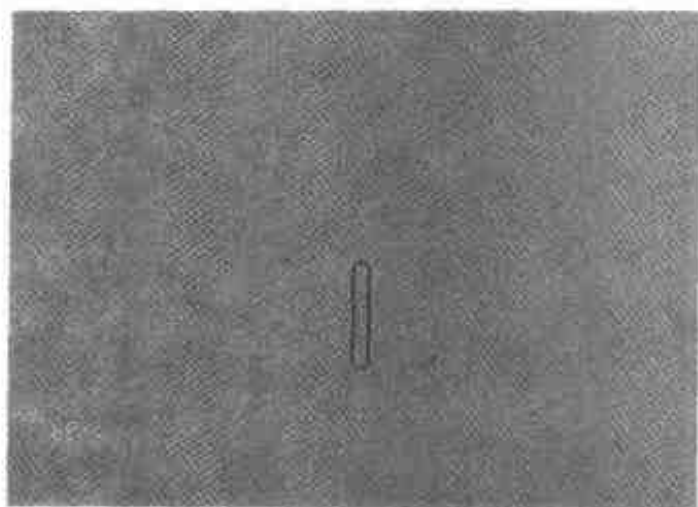


图 4.27 调整孔图素方向

- (4) 打开设计树后右击【窄缝】，选择【加工属性】命令，在弹出的【冲孔属性】对话框中选择【自定义】单选按钮，依次设置长度为 30，宽度为 4，如图 4.28 所示。

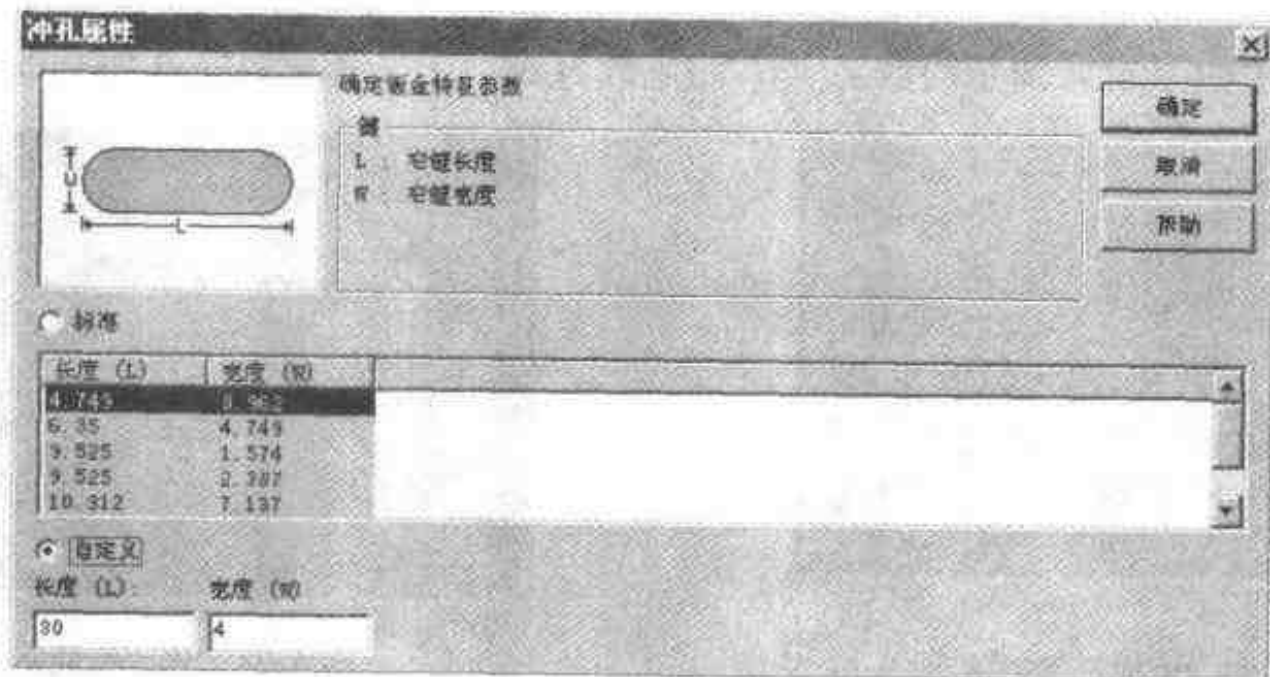


图 4.28 定义孔属性

- (5) 单击【确定】按钮后结果如图 4.29 所示。  
 (6) 在零件设计树中将窄缝展开，将如图 4.30 所示的两个约束尺寸删除。

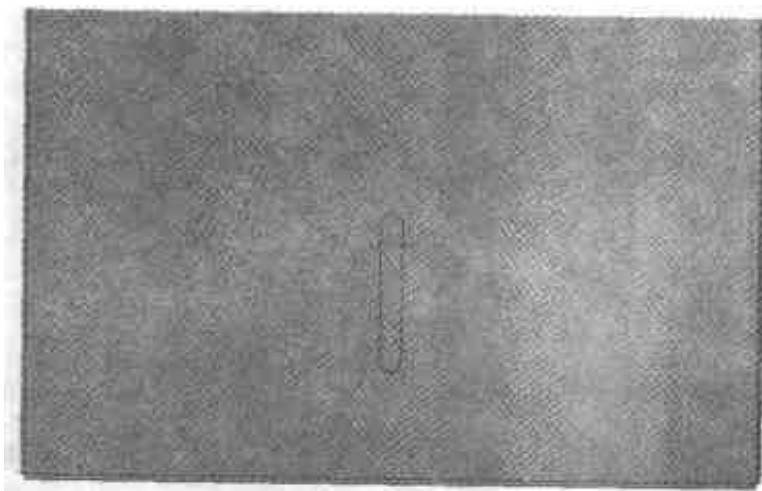


图 4.29 完成孔的属性定义

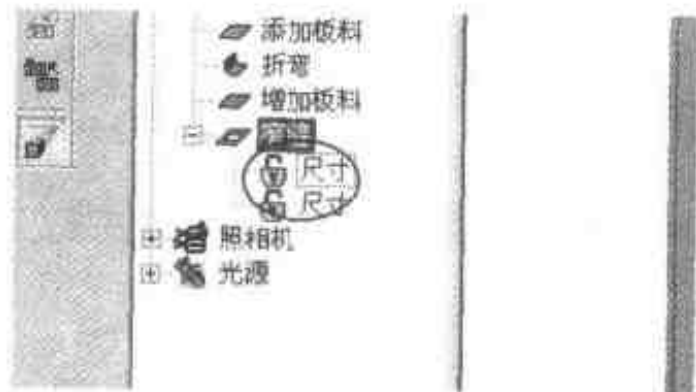


图 4.30 删除约束尺寸

- (7) 打开【三维球】，利用三维球将窄缝向右移动 42，结果如图 4.31 所示。  
 (8) 右击如图 4.32 所示的手柄(A)，选择【直线风格】命令，在弹出的对话框中，设



置数量为 13，距离为 7。

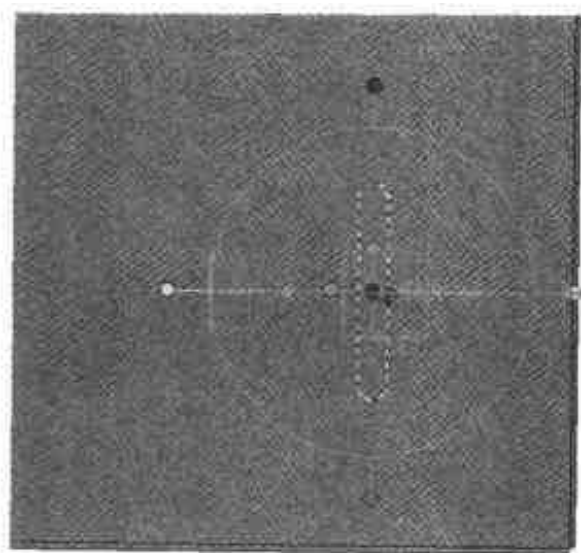


图 4.31 向右移动图素

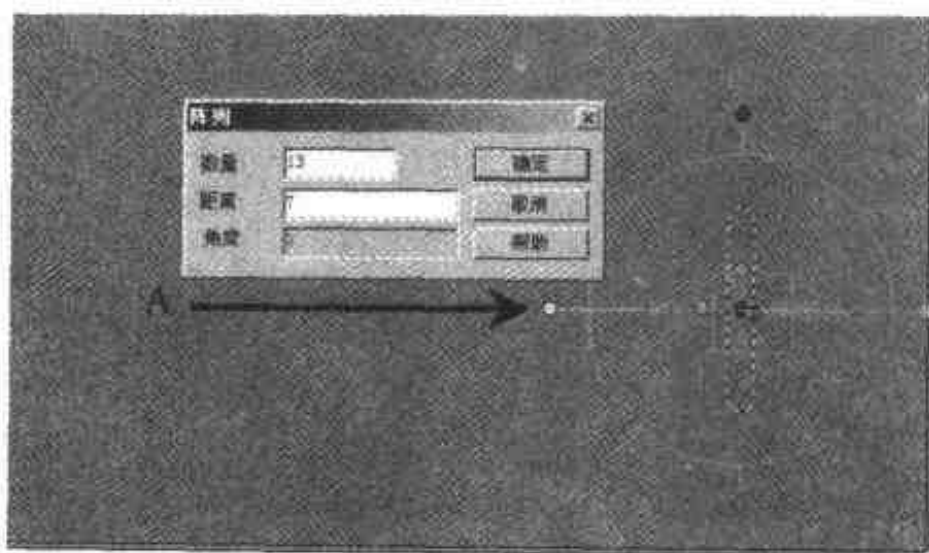


图 4.32 应用图素的阵列

- (9) 单击【确定】按钮后结果如图 4.33 所示。
- (10) 从右侧【图素】设计元素库中向最左侧的窄缝的上顶点拖入一个【圆孔】，结果如图 4.34 所示。
- (11) 右击如图 4.34 所示的数字(A)，将它改为 65，右击图中数字 B 将它改为 120。



图 4.33 生成孔图素阵列

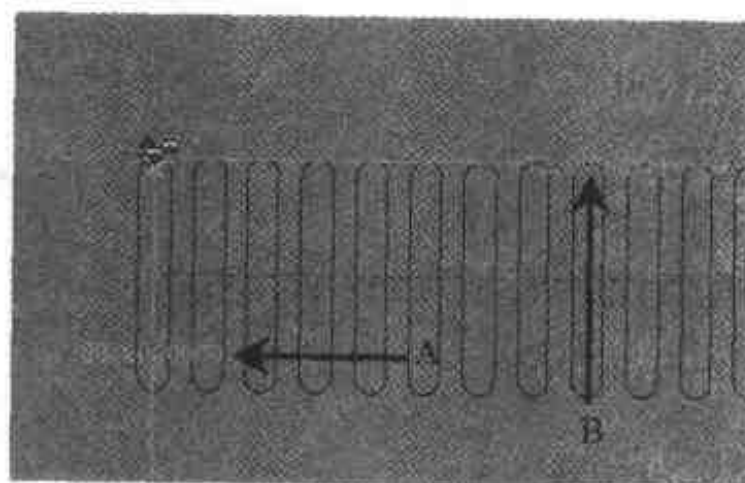


图 4.34 修改智能标注

- (12) 在右侧的设计树上右击【圆孔】，选择【加工属性】命令，在如图 4.35 所示的对话框中，将直径自定义为 20。
- (13) 单击【确定】按钮后结果如图 4.36 所示。

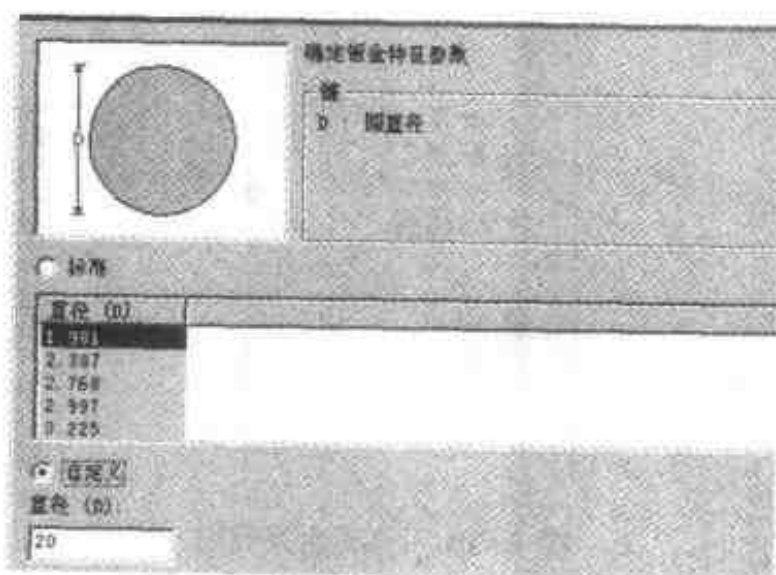


图 4.35 自定义圆孔直径

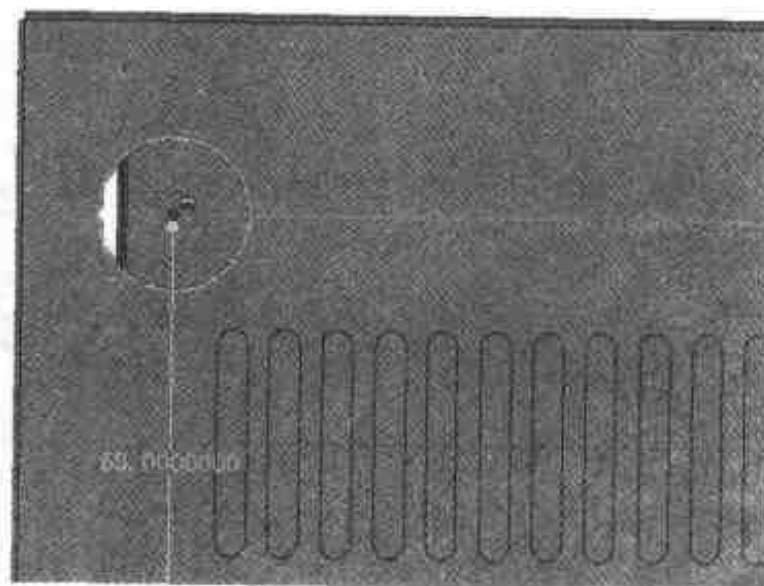


图 4.36 生成圆孔图素

2. 拖入【孔类长方体】图素, 可以将钣金零件的一个整体部分去除

- (1) 从右侧【图素】设计元素库中向圆孔的下方顶点拖入一个【孔类长方体】, 结果如图 4.37 所示。
- (2) 调整孔类长方体图素到如图 4.38 所示的位置。

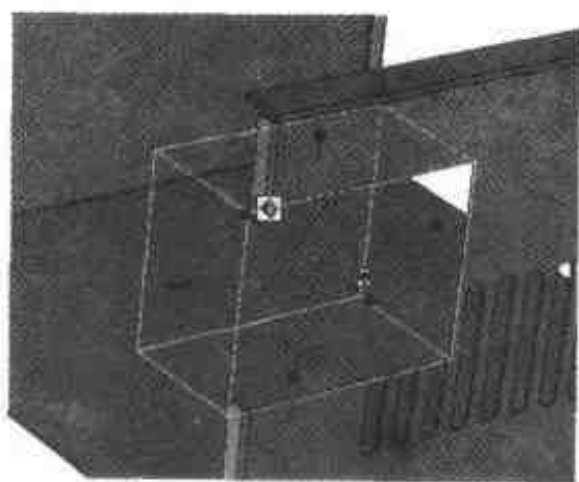


图 4.37 添加孔类长方体

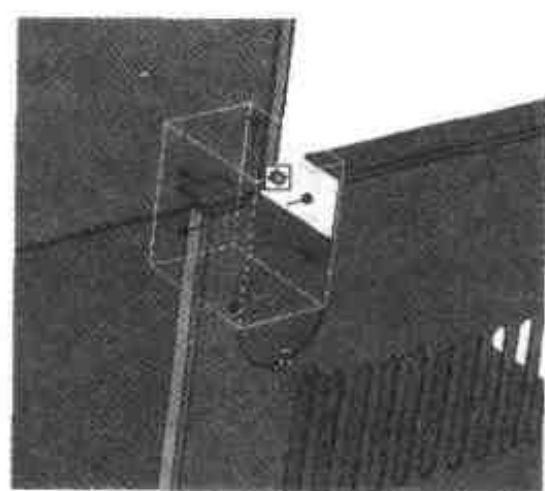


图 4.38 调整图素

3. 在底板上添加 4 个对称的散热孔

- (1) 调整视图到底面正视图。从右侧【钣金】设计元素库中向底面中心拖入一个【散热孔】图素, 结果如图 4.39 所示。右击数字 A 后将 74 改为 24, 右击数字 B 后将 70 改为 20。
- (2) 打开【三维球】, 利用三维球将散热孔旋转 90°, 结果如图 4.40 所示。

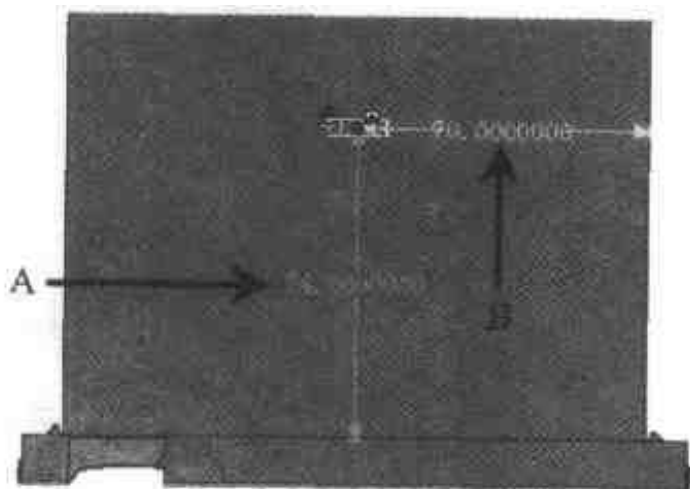


图 4.39 用智能标注定位孔的位置

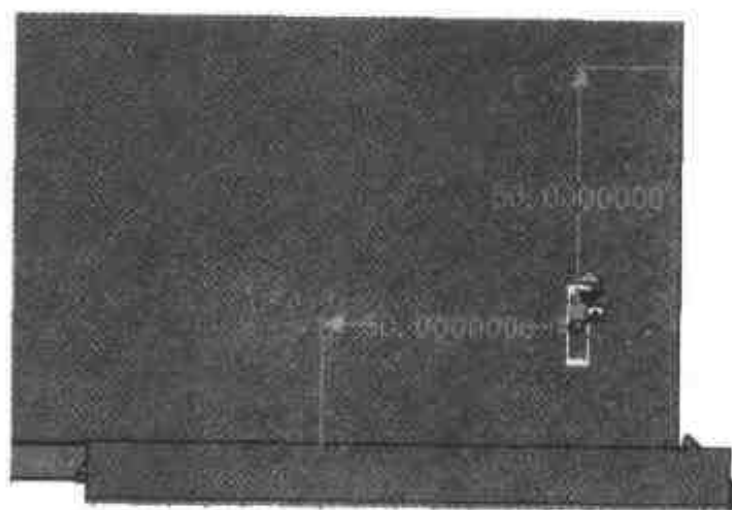


图 4.40 旋转散热孔

- (3) 在零件设计树中右击散热孔后选择【加工属性】命令, 并按照如图 4.41 所示输入自定义数据, 结果如图 4.41 所示。

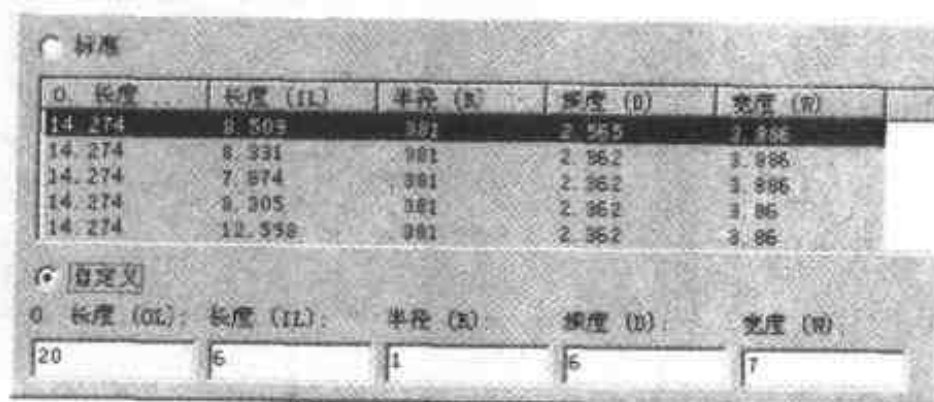


图 4.41 修改散热孔的加工属性

- (4) 从右侧【钣金】设计元素库中向散热孔的上表面正中心拖入一个【圆孔】图素，结果如图 4.42 所示。
- (5) 打开【三维球】，右击并向左拖动如图 4.43 所示智能手柄(A)，释放后选择【拷贝】命令，在弹出的对话框中输入图 4.43 中对话框中的数据。

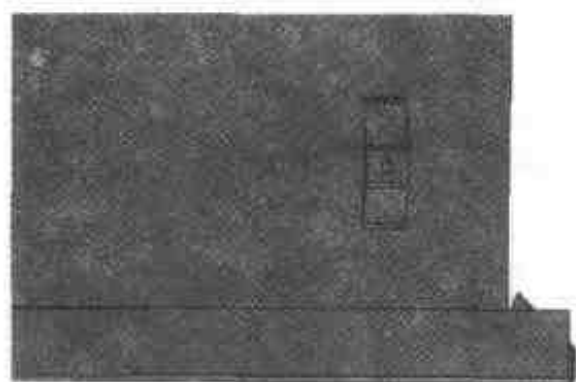


图 4.42 在散热孔上生成图素

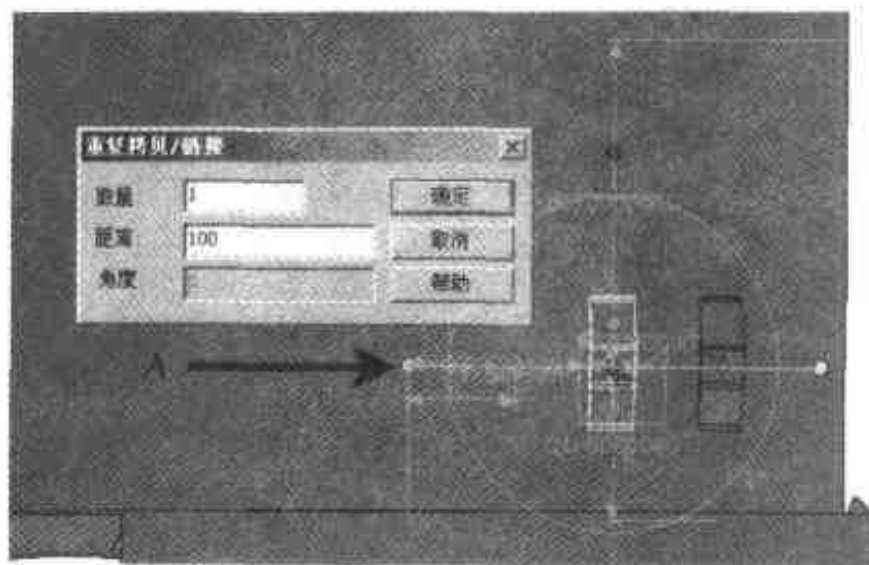


图 4.43 复制散热孔

- (6) 单击【确定】按钮后结果如图 4.44 所示。
- (7) 在设计树中将刚刚生成的两个散热孔以及上面的圆孔同时选中，打开【三维球】后向上拷贝刚刚生成的两个散热孔，结果生成如图 4.45 所示的 4 个对称孔。

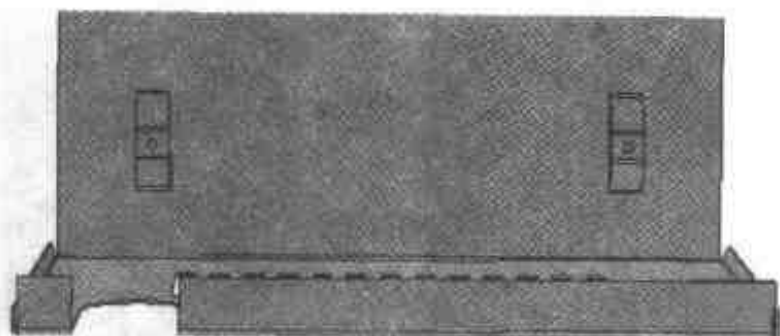


图 4.44 完成定位

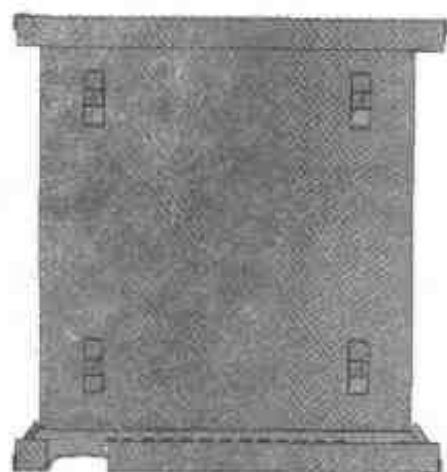


图 4.45 生成对称的散热孔

#### 4. 在电源盒的另一侧添加冲孔及风扇孔

- (1) 从右侧的【钣金】设计元素库中向另一侧面正中心拖入一个【圆角矩形孔】，结果如图 4.46 所示。将所示数据 A 改为 30，所示数据 B 改为 65。
- (2) 在零件设计树中右击【圆角矩形孔】，在弹出的快捷菜单中选择【加工属性】命令，系统弹出如图 4.47 所示的【冲孔属性】对话框，在该对话框中可以完成自定孔的长度、宽度和半径。
- (3) 单击【确定】按钮后结果如图 4.48 所示。

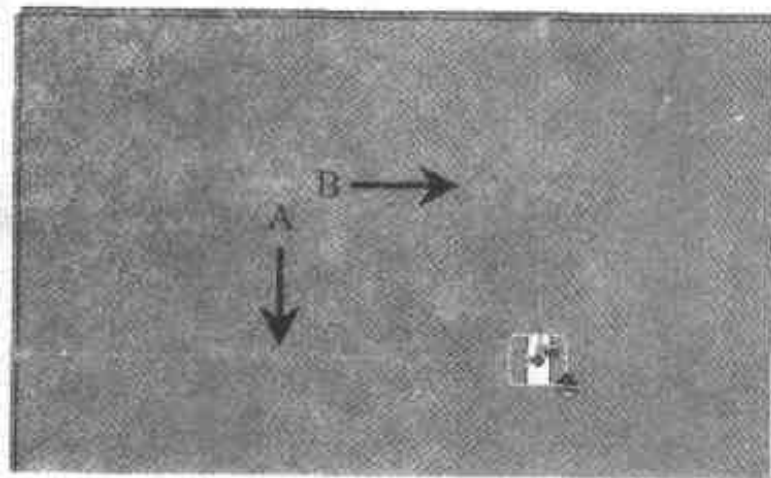


图 4.46 修改智能标注

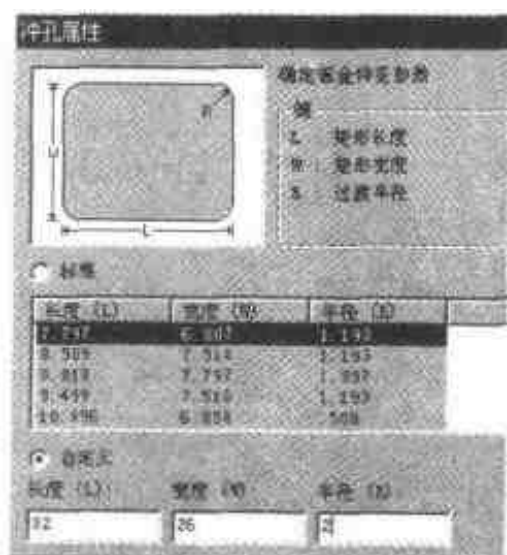


图 4.47 进行孔的自定义

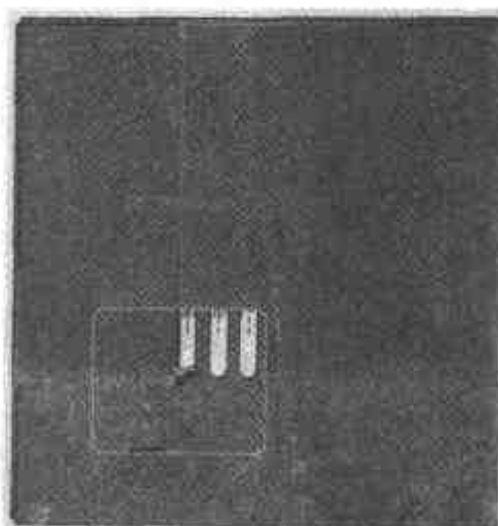


图 4.48 生成圆角矩形孔

- (4) 从右侧的【钣金】设计元素库中向第一个圆角矩形孔上方中心拖入一【圆角矩形孔】，结果如图 4.49 所示，右击显示数字 A 将当前数值 26 改为 36。
- (5) 在设计树中右击【圆角矩形孔】，自定义孔的长度为 13、宽度为 7 和半径为 1.5。
- (6) 从右侧的【钣金】设计元素库中向第二个圆角矩形孔上方中心拖入一【圆角矩形孔】，结果如图 4.50 所示，将图中数据 A 处的数据改为 22。
- (7) 在设计树中右击【圆角矩形孔】，自定义孔的长度为 28、宽度为 21 和半径为 2。

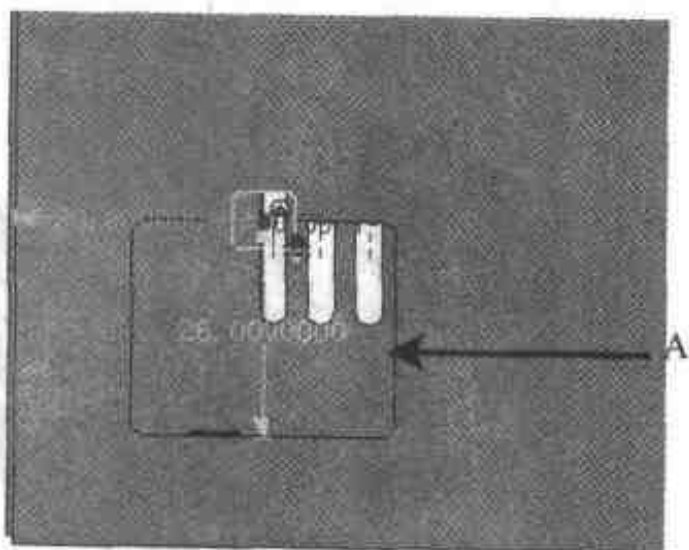


图 4.49 添加【圆角矩形孔】图素

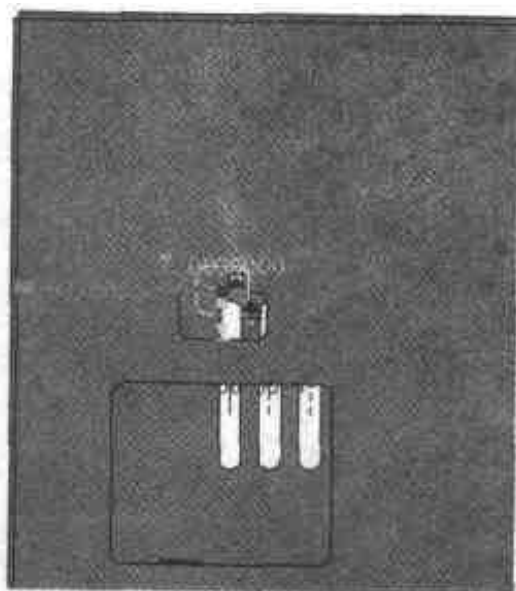


图 4.50 添加【圆角矩形孔】图素

- (8) 单击【确定】按钮后结果如图 4.51 所示。
- (9) 从右侧【钣金】设计元素库中向第 2 个圆角矩形孔的上方中心处拖入一个【矩形孔】，在零件设计树中右击矩形孔后选择【加工属性】命令，选择【自定义】单选按钮，并设置其将长度为 5，宽度为 30，单击【确定】按钮后结果如图 4.52 所示。

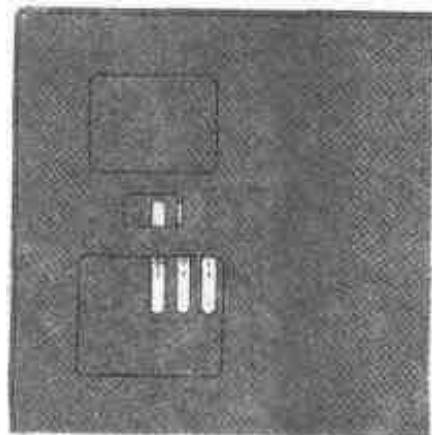


图 4.51 生成图素

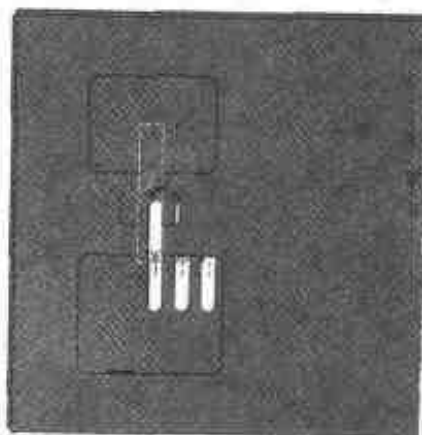


图 4.52 生成矩形孔图素



### 5. 生成自定义轮廓

- (1) 从右侧【钣金】设计元素库中向侧面中心处拖入一个【自定义轮廓】，结果如图 4.53 所示。右击如图 4.53 所示的数据 A 将它改为 100。
- (2) 在零件设计树中右击【自定义轮廓】后选择【编辑截面】命令，利用二维编辑工具绘制如图 4.54 所示的图形。

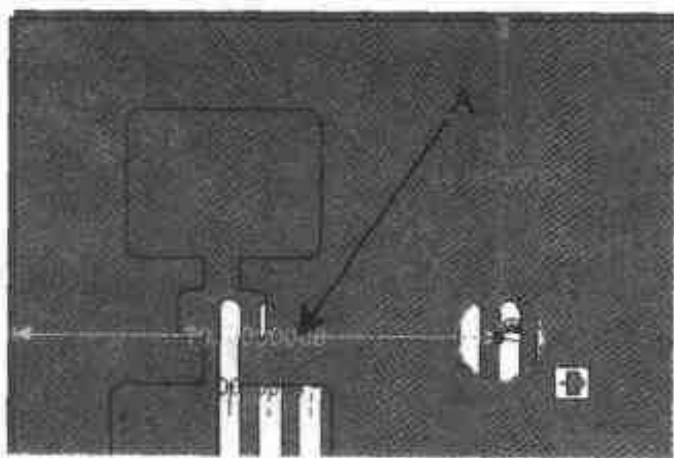


图 4.53 定位自定义轮廓

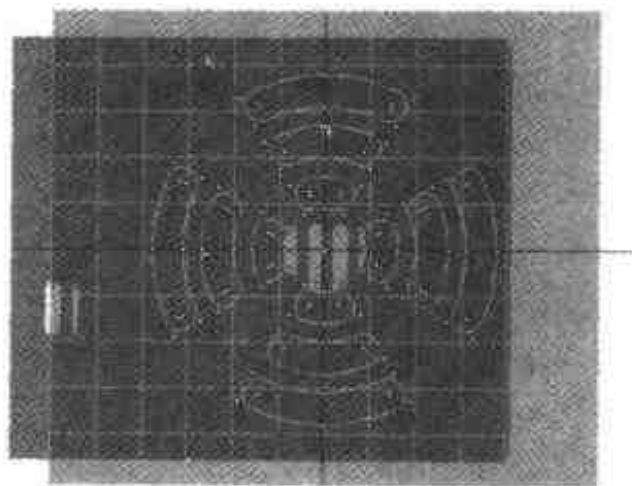


图 4.54 自定义轮廓线

- (3) 单击【完成造型】按钮后结果如图 4.55 所示。
- (4) 适当转换视角，至此电源的钣金件的设计过程就完成了，如图 4.56 所示。

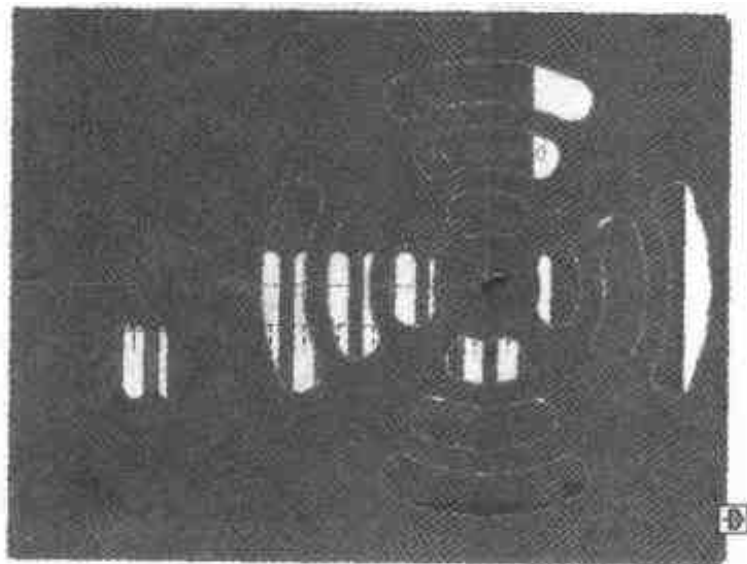


图 4.55 生成自定义图案

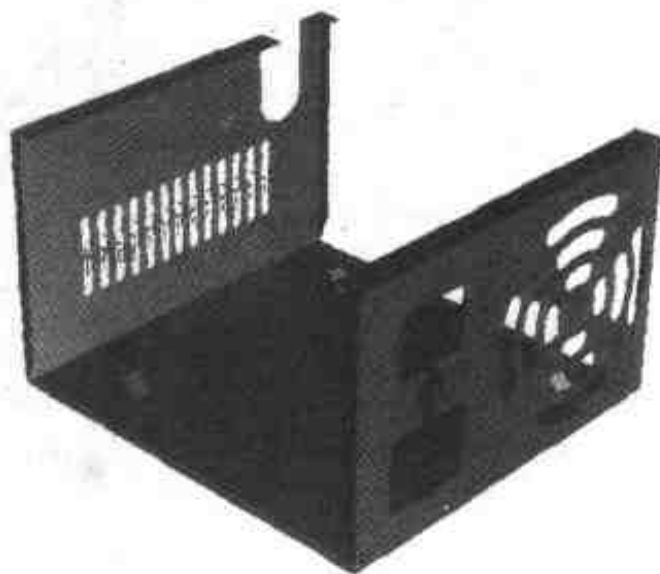


图 4.56 设计完成图

### 4.1.6 钣金件的展开

钣金零件设计完成后，需要确定钣金加工中下料的尺寸，CAXA 实体设计提供了钣金零件自动展开的功能，这样有助于简化计算，提高加工和设计效率。

- (1) 选择【设计树】中的钣金零件，选择【工具】|【钣金展开】命令，如图 4.57 所示。
- (2) 执行【钣金展开】命令后，在提示栏中会有【零件重新生成】的提示，结果设计环境会生成展开料，如图 4.58 所示，从设计树中可以看到，原来的钣金件自动压缩，目前的设计环境中只有用于下料用的展开料。



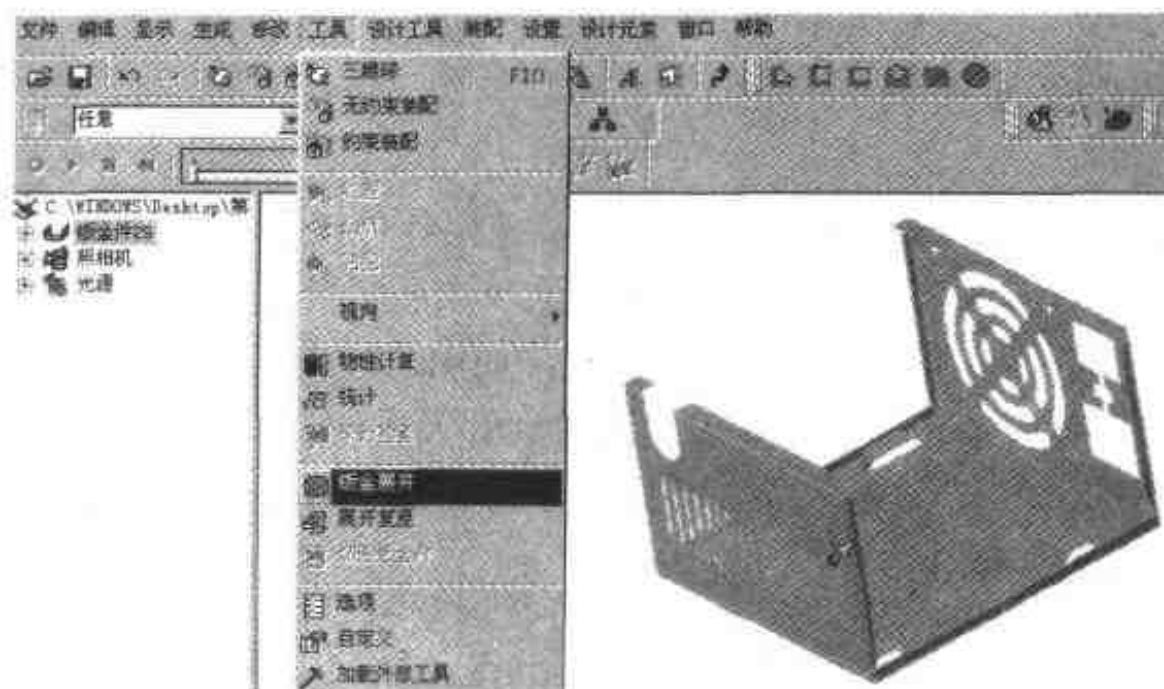


图 4.57 选择【工具】|【钣金展开】命令

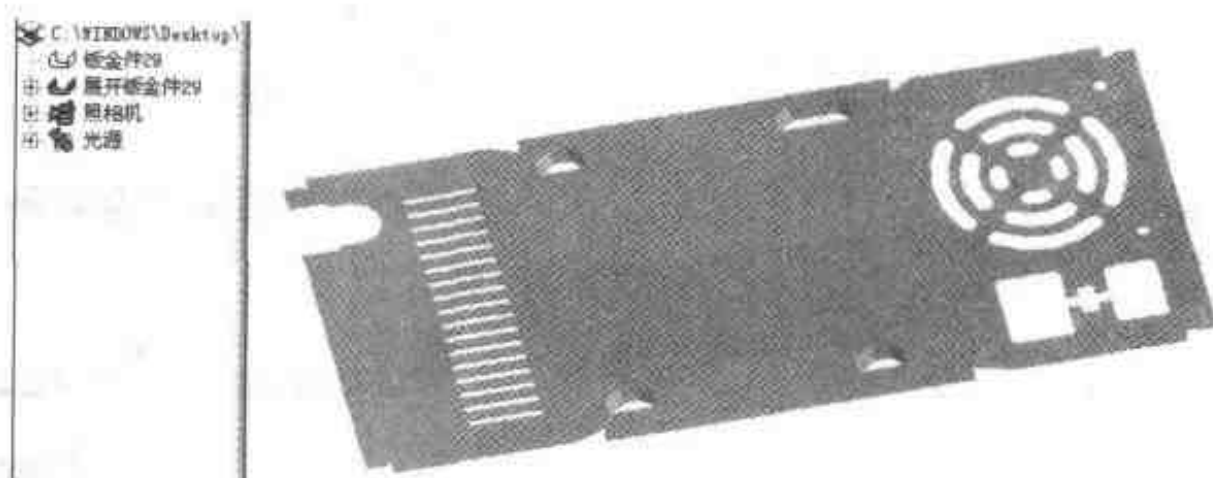


图 4.58 生成展开料

**注意** 突起的散热孔没有展平。

(3) 如果需要, 可以输出当前设计环境中的展开料到平面布局图环境中, 结果如图 4.59 所示。

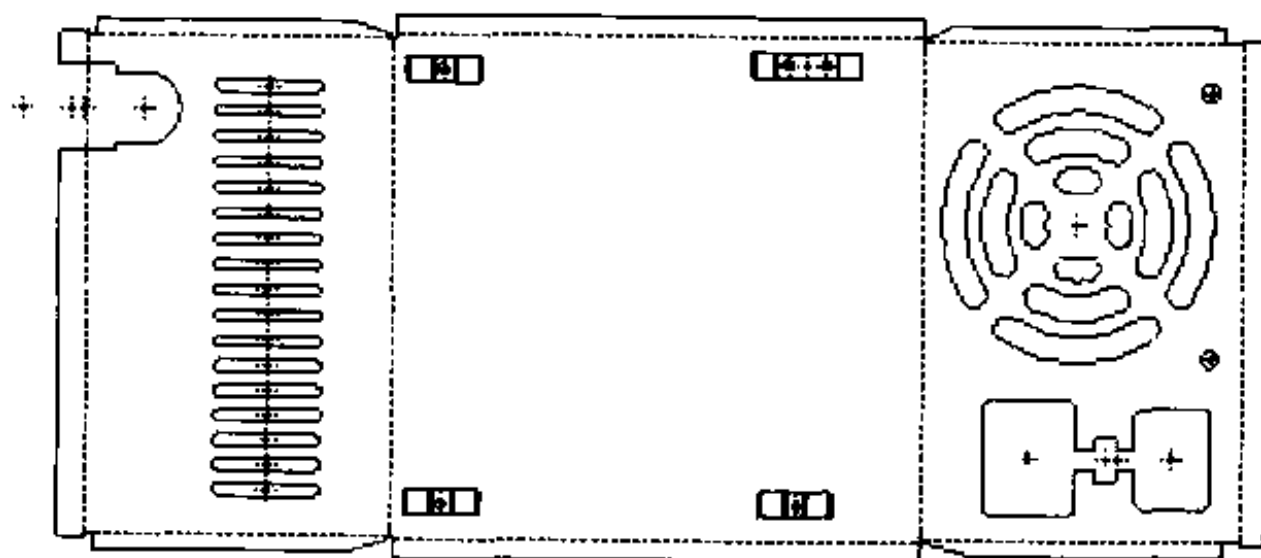


图 4.59 展开料的图纸生成

## 4.2 仪表机箱的钣金设计

4.1 节的钣金设计属于钣金零件设计，主要应用各种钣金功能。本节将引入一个更为复杂和综合的实例——某一型号的仪表机箱，这一产品属于钣金类，但它是由多个构件装配而成的，属于钣金件和实体零件的混合装配，如图 4.60 所示。其手把、装饰条、面板挡条比较简单，应用图素设计即可完成，而用到的大量螺钉/螺孔属于标准件，可以直接由工具类图素生成，而边框、盖板类零件属于钣金零件，需应用钣金板料图素和弯曲图素，其上的大量型孔也需由板料冲压工艺完成。

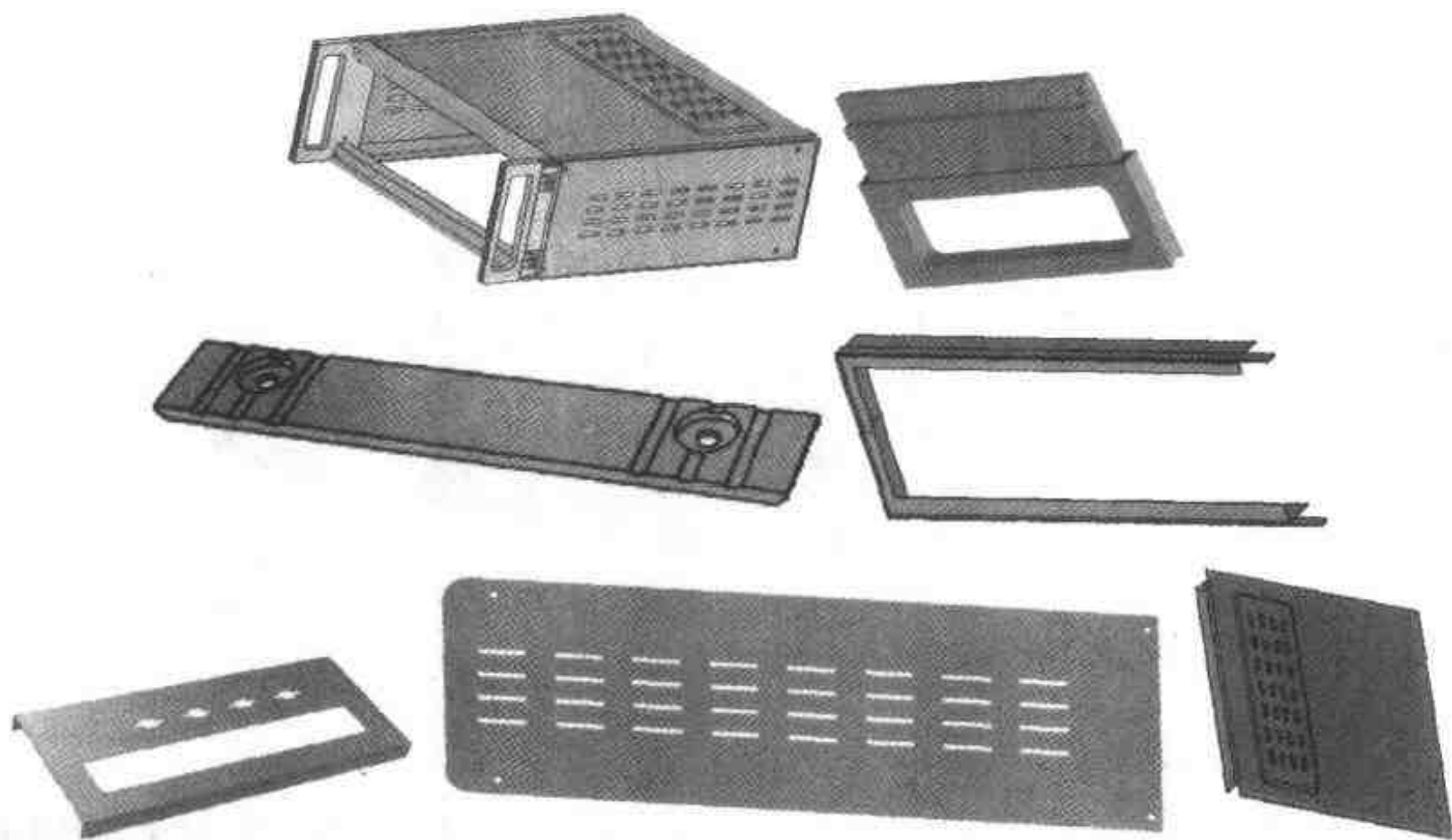


图 4.60 仪表机箱和主要构件

### 4.2.1 机箱配件

机箱配件包括手把、装饰条、面板挡条和螺钉等。

#### 1. 手把零件设计

- (1) 从右侧【图素】设计元素库中向设计环境中央处拖入一个【厚板】图素。
- (2) 将厚板的长度、宽度和高度分别修改为 144、53 和 10。
- (3) 再从【图素】设计元素库中向第一个厚板的上表面中心拖入一个【厚板】图素。
- (4) 拖拉智能图素手柄使第 2 个厚板的一个表面与第一个厚板的后表面重合，结果如图 4.61 所示。
- (5) 将第 2 个厚板的长度、宽度和高度分别修改为 134、40 和 5。注意与第一个厚板重合的表面是不可以移动的，结果如图 4.62 所示。



图 4.61 添加第 2 块【厚板】图素

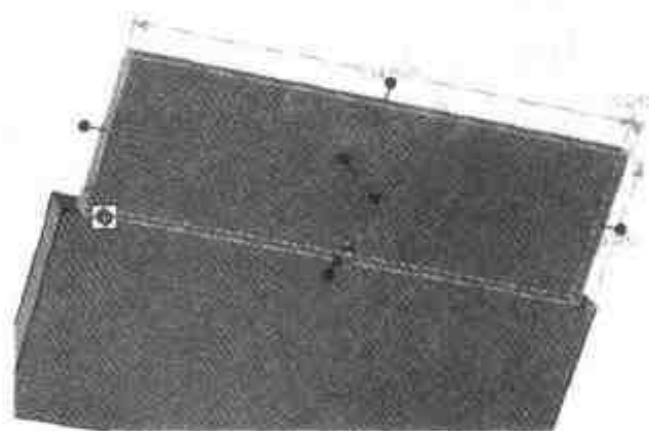


图 4.62 调整包围盒

- (6) 从右侧【图素】设计元素库中向第 1 个厚板和第 2 个厚板的连接角点处拖入一个【孔类长方体】图素。
- (7) 修改它的 3 个边的长度分别为 5、4 和 1.2，结果如图 4.63 所示。
- (8) 在另一侧的角点处拖入一个同样的孔类长方体，结果如图 4.64 所示。

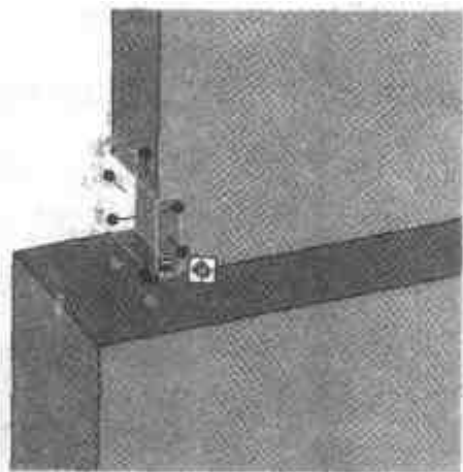


图 4.63 编辑孔图素尺寸

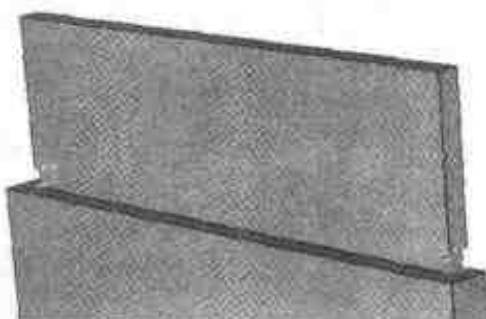


图 4.64 生成两侧的凹槽

- (9) 再从右侧【图素】设计元素库中向两个厚板的交接表面中心拖入一个【厚板】图素。
- (10) 修改它的表面分别与第一个厚板的前表面及第 2 个厚板的角点处表面相平行，它的高度为 28，结果如图 4.65 所示。
- (11) 再从右侧【图素】设计元素库中向第一个和第 3 个厚板的相互平等的表面中心拖入一个【孔类长方体】图素；修改它的两个侧面与第 3 个长方体的两个侧面相互重合，并使它的下表面与第一个厚板的上表面重合。
- (12) 修改它的深度为 2，高度为 22，结果如图 4.66 所示。

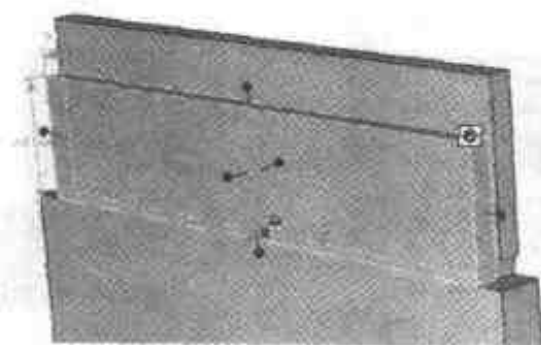


图 4.65 添加第 2 块【厚板】

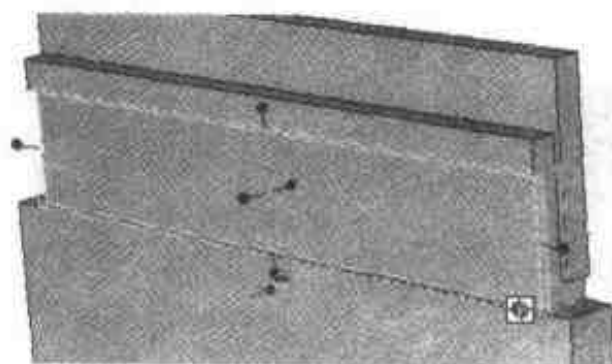


图 4.66 修改后的结果

- (13) 向第一个厚板的侧面中心处拖入一个【孔类长方体】图素，利用智能图素手柄拖

拉它的两个侧表面与第一个厚板的两个侧面相互重合, 修改它的高度为 2, 宽度为 6, 结果如图 4.67 所示。

- (14) 向第一个厚板的前表面中心处拖入一个【孔类长方体】图素; 修改它的前后表面分别与第一个厚板的前后表面相互重合, 并修改它的长度为 114, 宽度为 33, 结果如图 4.68 所示。

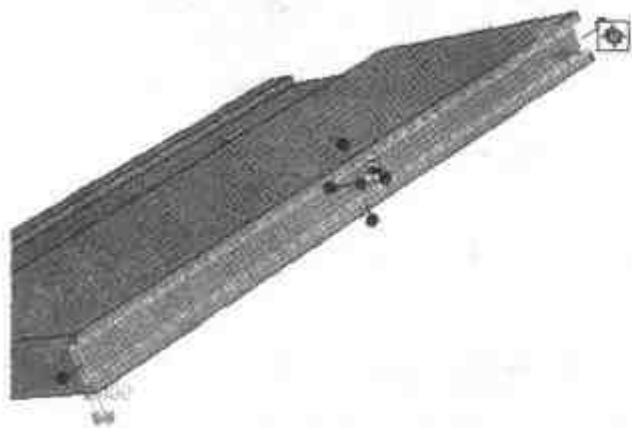


图 4.67 生成侧面的凹槽

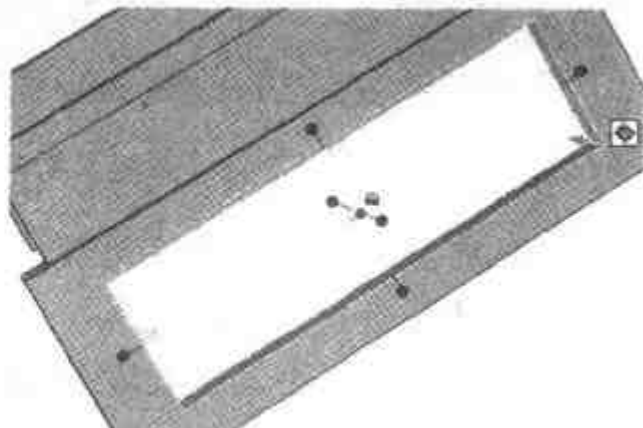


图 4.68 生成手把长方孔

- (15) 对新生成的孔类长方体的 4 个角做半径为 5 的圆角过渡, 结果如图 4.69 所示。

- (16) 从右侧【工具】设计元素库中向第 3 个厚板的前表面拖入一个【孔】图素; 定义它的直径为 4.5, 深度为 10, 沉头直径为 7.5, 沉头深度为 4.5。它与第一个厚板的上表面相距为 10, 与第 3 个厚板的侧表面相距为 12, 结果如图 4.70 所示。

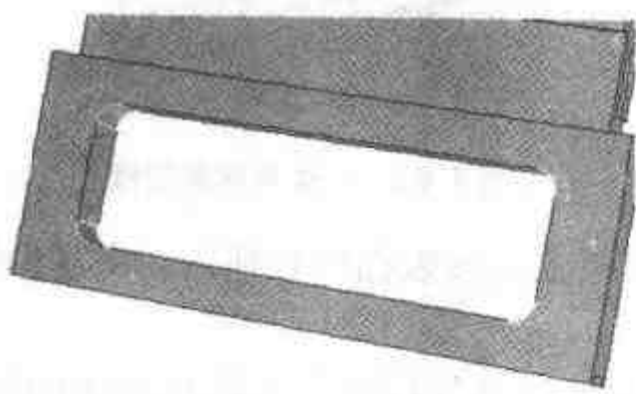


图 4.69 生成圆角过渡

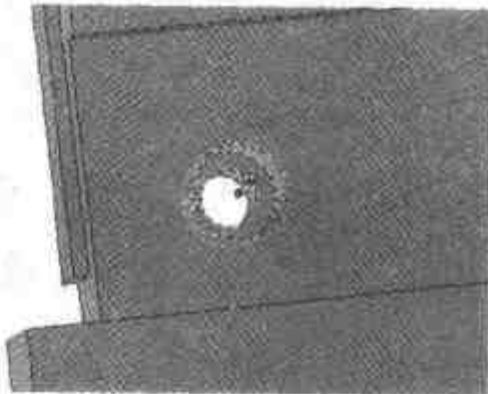


图 4.70 生成沉孔图素

- (17) 在第 3 块厚板的另一侧的相同位置添加一个同样的孔, 结果如图 4.71 所示。

- (18) 从右侧【工具】图素目录中向第 2 个厚板的前表面拖入一个【孔】图素, 它是直径为 3.3 的有螺纹的通孔。它与第 2 个厚板的上表面和侧表面的距离都为 5。

- (19) 在另一个角处作同样的一个孔, 结果如图 4.72 所示。



图 4.71 生成对称沉孔



图 4.72 生成对称的螺纹通孔

- (20) 从右侧【工具】设计元素库中向第 3 个厚板的前表面拖入一个【孔】图素, 它也是直径为 3.3 的有螺纹的通孔; 它与第 3 个厚板的上表面的距离都为 14, 与第 3

个厚板侧表面的距离是 20。

(21) 在另一侧对称作出同样的一个孔, 结果如图 4.73 所示。

## 2. 装饰条

(1) 从右侧【图素】设计元素库中向设计环境空白处拖入一个【长方体】图素。

(2) 将长方体的长度、宽度和高度分别修改为 132、22 和 3。

(3) 在长方体的两个侧边作 2-2 的等边倒角, 结果如图 4.74 所示。

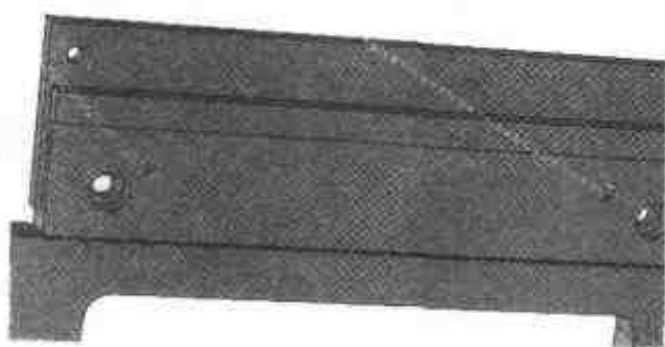


图 4.73 生成对称螺纹通孔



图 4.74 倒角处理

(4) 从右侧【工具】设计元素库中向板的前表面拖入一个【孔】图素, 设置其直径为 4.5, 深度为 5, 沉头直径为 2, 沉头深度为 12, 它与长方体的上表面相距为 8, 与侧表面相距 19。

(5) 在另一边作同样的一个孔, 结果如图 4.75 所示。

(6) 从右侧【图素】设计元素库中拖入一个【孔类长方体】图素, 将孔类长方体的两个边分别与长方体的前后两表面平行, 修改包围盒的宽度为 3, 高度为 0.2。

(7) 孔类长方体的中心线与长方体的侧面相距 10, 结果如图 4.76 所示。

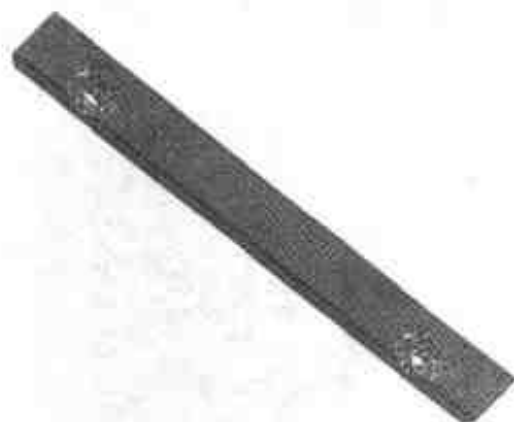


图 4.75 生成两个对称的沉孔

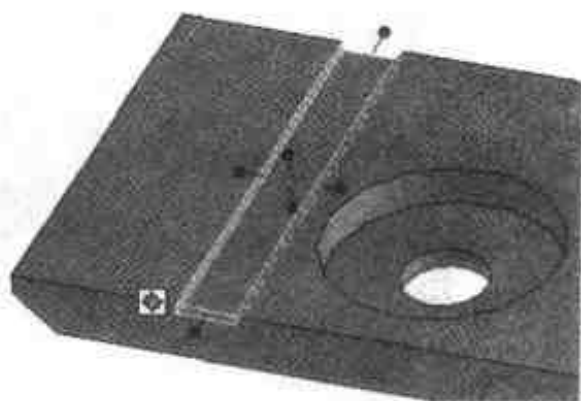



图 4.76 添加【孔类长方体】图素

(8) 再向长方体长度方向上作两个相同的孔类长方体, 它们之间的距离是 9。

(9) 在板条的另一端生成同样的 3 个孔图素, 完成装饰条的设计, 结果如图 4.77 所示。

## 3. 面板挡条

(1) 单击【拉伸特征】按钮后单击空白处。

(2) 单击【下一步】按钮, 修改拉伸高度为 354。

(3) 在二维截面上作如图 4.78 所示的截面线。





图 4.77 完成装饰条的设计

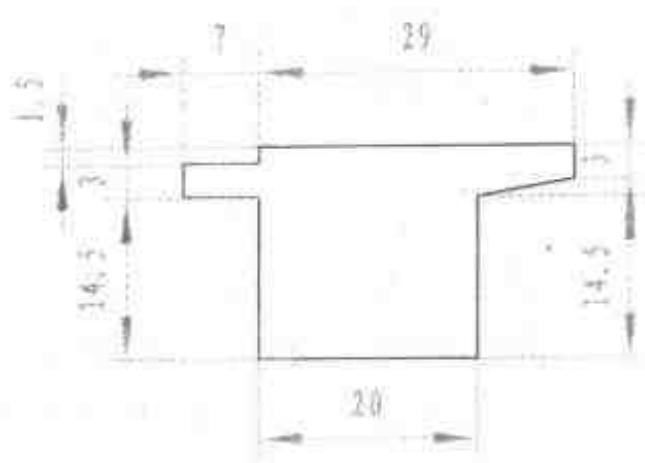


图 4.78 在二维截面上作截面线

- (4) 单击【完成造型】按钮，结果如图 4.79 所示。
- (5) 从右侧【工具】设计元素库中向图素的上表面拖入一个【孔】图素，修改孔为直径 4 的通孔，它与造型体的上表面相距为 11，与侧表面相距为 12。
- (6) 在另一边作同样的一个对称孔，结果如图 4.80 所示。



图 4.79 生成自定义图素



图 4.80 生成对称孔

- (7) 在向前凸出的上下边缘作半径为 1.5 的过渡，结果如图 4.81 所示。
- (8) 从右侧【工具】设计元素库中向造型的侧面拖入一个【孔类长方体】图素，拖动孔类长方体的智能手柄与造型的表面相互重合，设置宽度的距离与侧表面相距为 5，结果如图 4.82 所示。

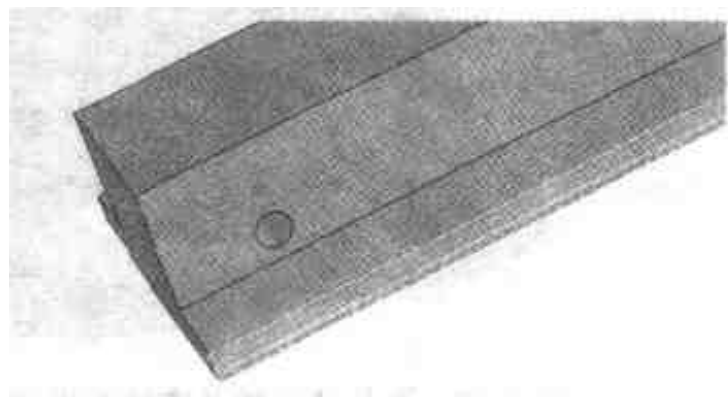


图 4.81 凸起边缘的过渡

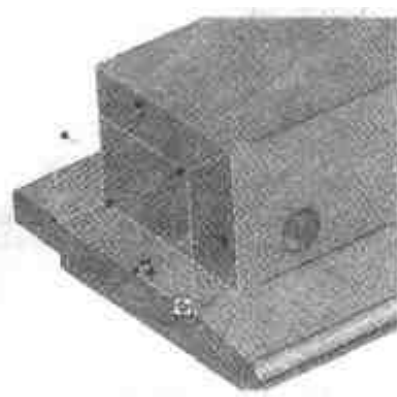


图 4.82 添加孔图素

- (9) 在另一边作同样的一个孔类长方体，结果如图 4.83 所示。

## 4.2.2 左边框的设计

### 1. 设定板料的材质和厚度等参数

- (1) 选择【工具】|【选项】命令，并打开【板料】选项卡，选用的板料材料为“Aluminum

5052”，此板料具有的属性如图 4.84 所示。

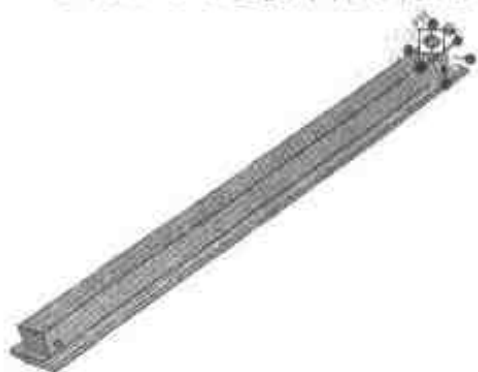


图 4.83 完成面板挡条



图 4.84 板料参数表

- (2) 以【钣金】设计元素库将一【板料】图素拖放到设计环境中，并设定好包围盒参数，如图 4.85 所示。

## 2. 板料的折弯

- (1) 向宽度为 25 的一边拖放一个折弯的弯曲图素，使弯曲图素处于形状编辑状态，右击图 4.86 所示的弯曲手柄(A)，选择【编辑半径】命令，在弹出的对话框中输入所需的半径，如图 4.86 所示。

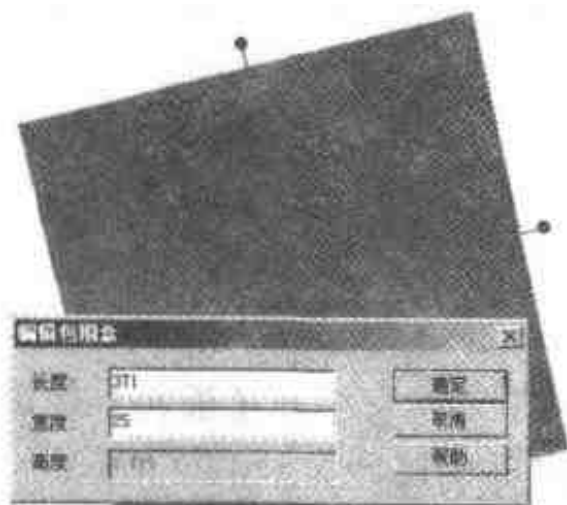


图 4.85 编辑板料图素



图 4.86 编辑折弯半径

- (2) 右击如图 4.87 所示智能图素手柄(A)，在弹出的对话框中将折弯板料长度改为 66.25。
- (3) 向新生成的宽度为 66.25 的一边中心拖放一个【折弯】的弯曲图素，如图 4.88 所示。

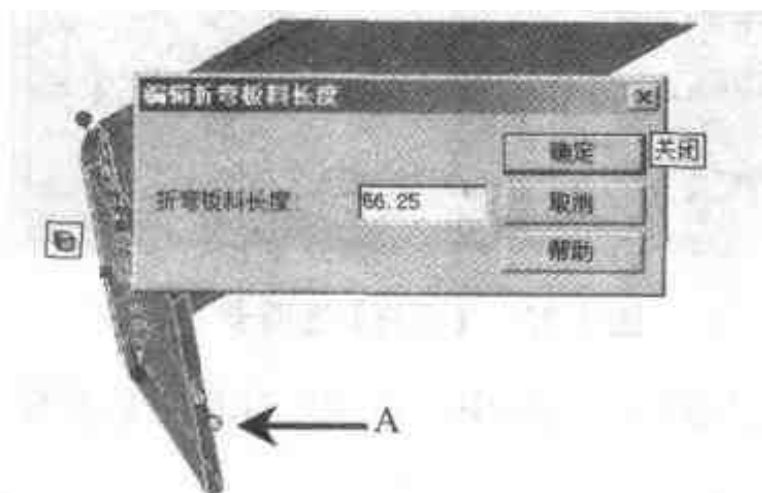


图 4.87 编辑折弯长度

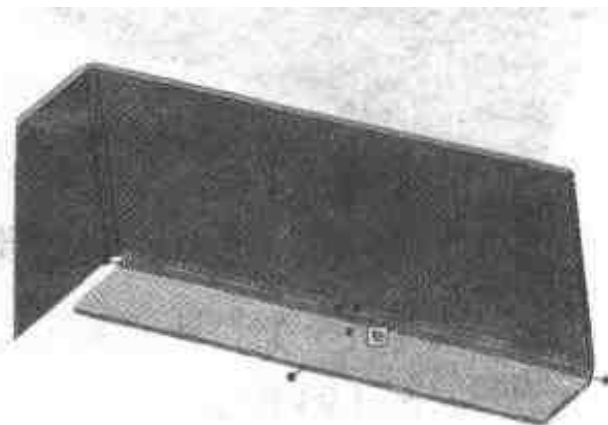


图 4.88 添加【折弯】图素

(4) 向板料靠内侧的一边中心拖放一个【折弯】的弯曲图素, 如图 4.89 所示。

### 3. 生成边框的外包边

(1) 向板料侧面拖入一个【板料】图素, 拖拉智能图素手柄与板料左侧相同, 与上边相距 18, 右击手柄, 选择【编辑包围盒】命令, 在弹出的对话框中修改板料的长度及宽度, 如图 4.90 所示。

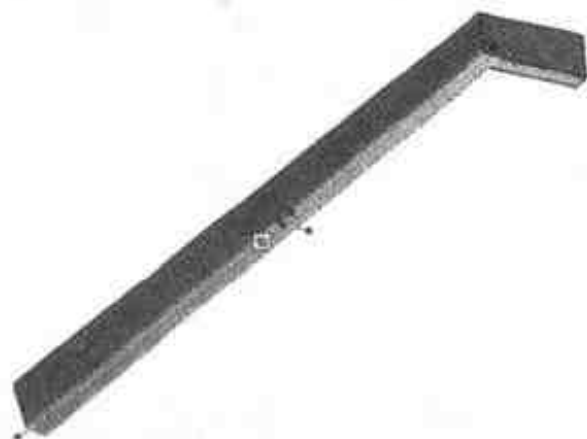


图 4.89 添加【折弯】图素

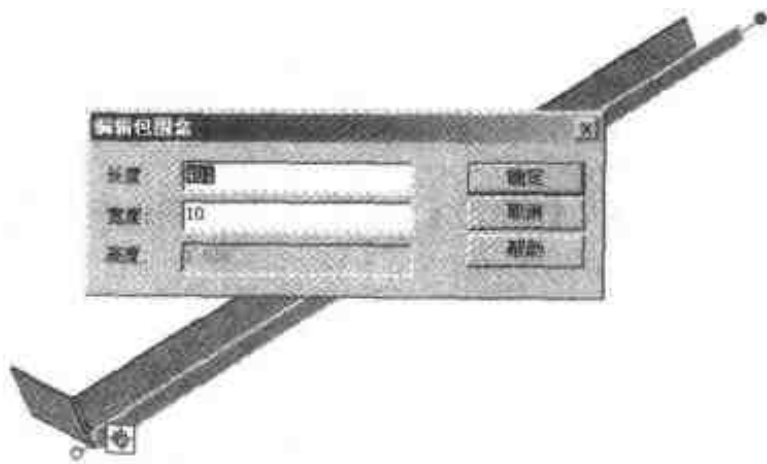


图 4.90 编辑板料尺寸

(2) 向板料的一边中心拖放一个【不带料折弯】的弯曲图素, 拖拉智能图素与各边相平, 结果如图 4.91 所示。

## 4.2.3 上盖板的设计

### 1. 板料与折弯

(1) 选择【工具】|【选项】命令, 在弹出的【选项】对话框中选【板料】选项卡, 选用的板料材料为“Aluminum 5052”, 此板料具有的属性如图 4.92 所示。



图 4.91 添加【不带料折弯】图素

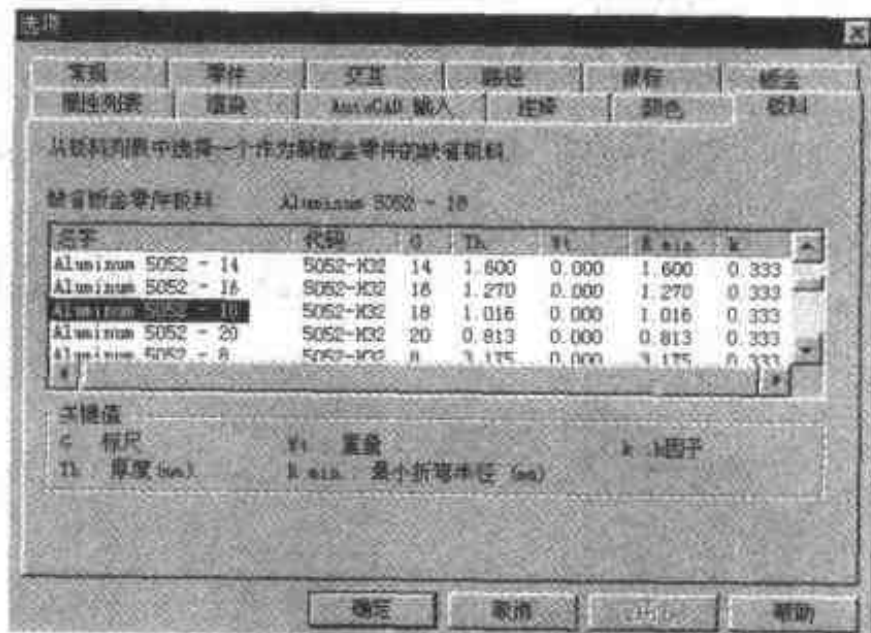


图 4.92 【板料】选项卡

(2) 从【钣金】设计元素库将一个【板料】拖放到设计环境中, 并设定好包围盒参数, 如图 4.93 所示。

(3) 向宽度为 344 的一边拖放一个【不带料折弯】的弯曲图素, 使弯曲图素处于形状编辑状态, 右击如图 4.94 所示的弯曲手柄(A), 选择【编辑半径】命令, 在弹出

的对话框中输入所需的半径, 如图 4.94 所示。

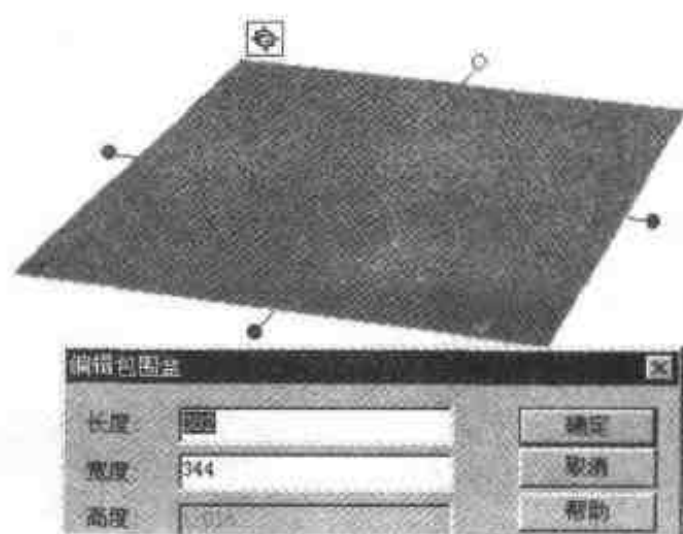


图 4.93 拖入板料

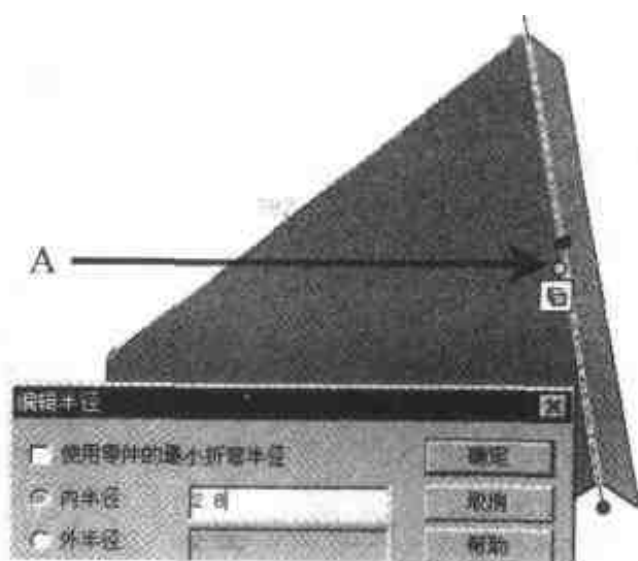


图 4.94 添加弯曲板料

- (4) 使弯曲图素处于图素编辑状态, 右击手柄 A, 选择【编辑包围盒】命令, 在弹出的【编辑包围盒】对话框中设置宽度为 22, 如图 4.95 所示。
- (5) 向弯曲图素的一边再次拖放一个【不带料折弯】图素, 右击手柄 A 选择【编辑半径】命令, 在弹出的对话框中设置其内半径为 1, 然后单击【确定】按钮, 如图 4.96 所示。

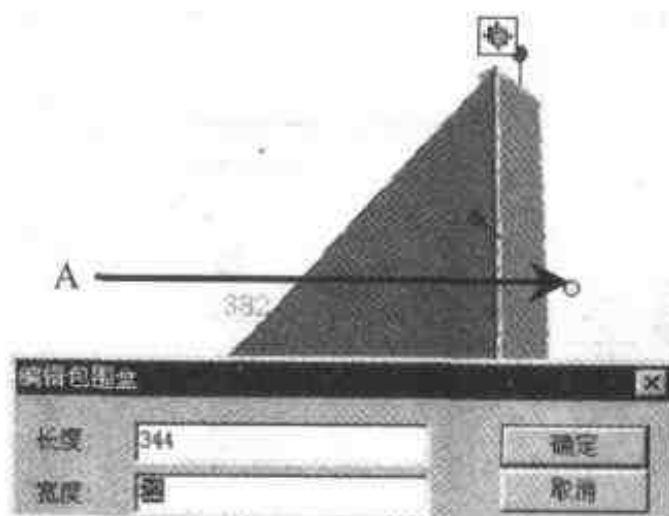


图 4.95 确定折弯的宽度

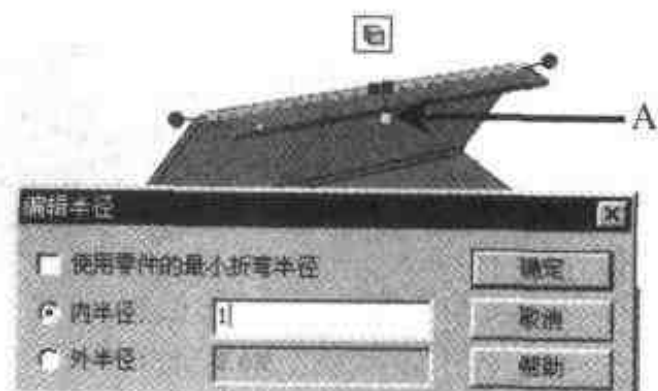


图 4.96 编辑弯曲半径

- (6) 使弯曲图素处于图素编辑状态, 右击手柄(A), 用步骤(3)中的方法打开【编辑包围盒】对话框, 设置宽度为 3.5, 如图 4.97 所示。
- (7) 重新编辑前面两次生成的折弯图素的折弯长度, 调整折弯长度方向上的手柄, 分别向内偏移 18, 如图 4.98 所示。

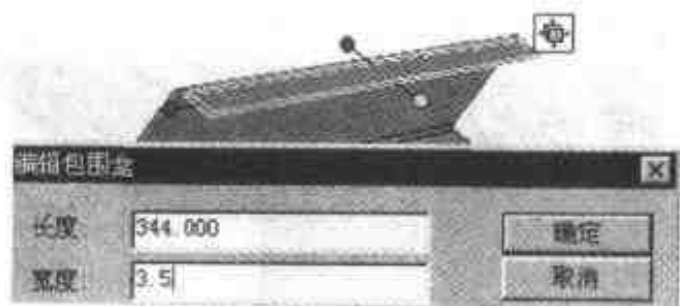


图 4.97 定义折弯宽度



图 4.98 调整折弯的长度

- (8) 将一【矩形突起】图素拖放到板表面, 矩形的定位可以由图 4.99 所示的智能标注来决定, 矩形的尺寸由【形状属性】对话框中的【自定义】选项组中的参数

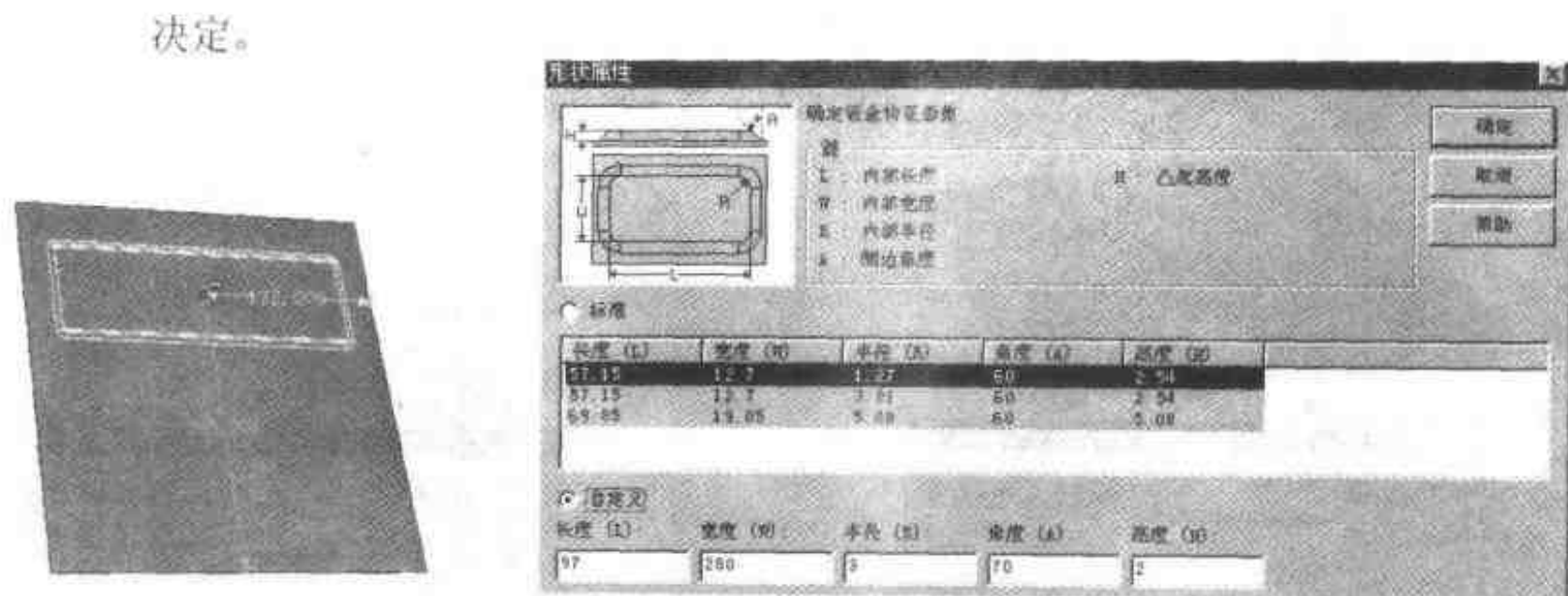


图 4.99 添加矩形突起(钣金拉延)

**注意** 右击矩形显示的智能尺寸后可以进行编辑,从而定位矩形,另外也可以使用三维球来定位。

## 2. 散热孔与型孔生成

(1) 将【钣金】设计元素库中的【圆孔】图素拖放到折弯板料的中点处,如图 4.100 所示。



图 4.100 添加圆孔图素

- (2) 圆孔图素到位后会显示其定位用的两个智能标注值,右击任一标注值,在弹出的快捷菜单中选择【编辑所有智能尺寸】命令,在【编辑所有智能尺寸】对话框中设置两个【点到面】参数均为 10,如图 4.101 所示。
- (3) 重复步骤(1)~(2),再生成一个圆孔,但这次将其定位在板的右边,结果如图 4.102 所示。

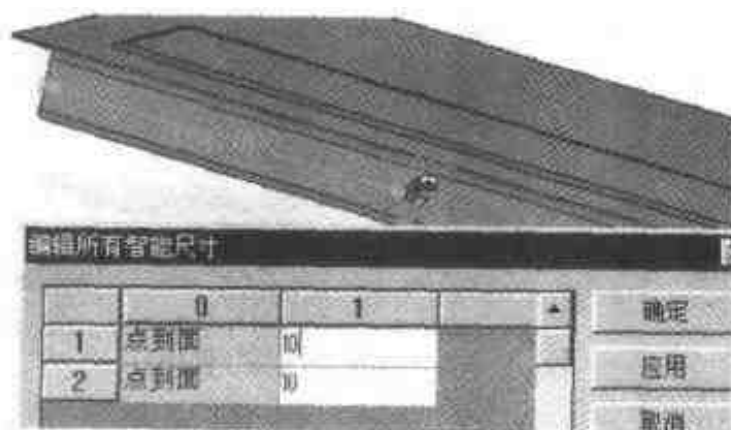


图 4.101 定位圆孔图素

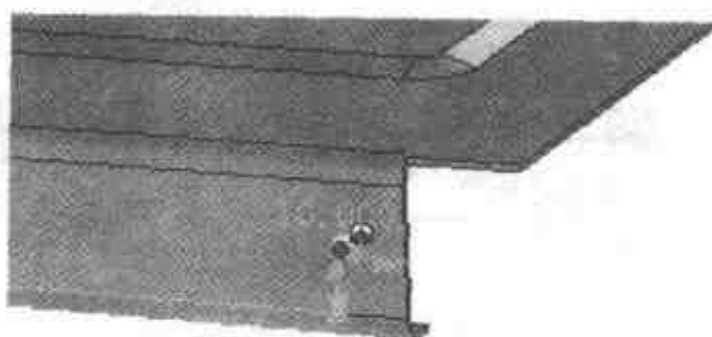


图 4.102 生成右边的孔图素



- (4) 在设计树中右击【圆孔】，选择【加工属性】命令，在弹出【冲孔属性】对话框中选中【自定义】单选按钮，并设置直径为3，如图4.103所示。
- (5) 从【钣金】设计元素库中将【散热孔】图素拖放到矩形凸起的上面，并在【形状属性】对话框中自定义散热孔的尺寸参数，方法为选中【自定义】单选按钮，然后在下面的文本框中设置相应的长度、半径、深度和宽度的值，并将散热孔定位到矩形凸起的右下角，其智能标注为35和20，如图4.104所示。



图 4.103 输入孔直径



图 4.104 添加并定位散热孔



- (6) 根据图4.105给出的上盖板图纸，用阵列方式生成其余的散热孔，结果如图4.106所示。

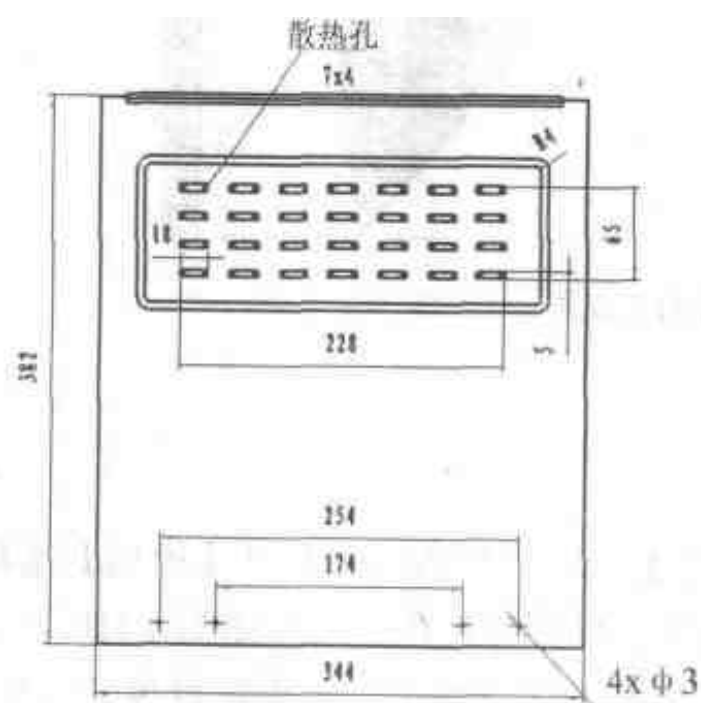


图 4.105 上盖板图纸

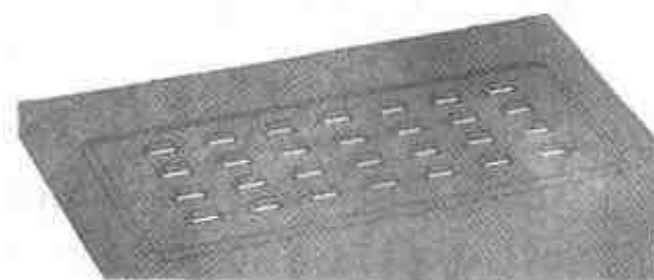


图 4.106 生成散热孔的阵列

- (7) 将【钣金】设计元素库的【埋头孔】图素拖放到盖板的底部某一位置，在【形状属性】参数表中定义孔的参数，直径ID为3，直径OD为5，角度为90，如图4.107

所示。

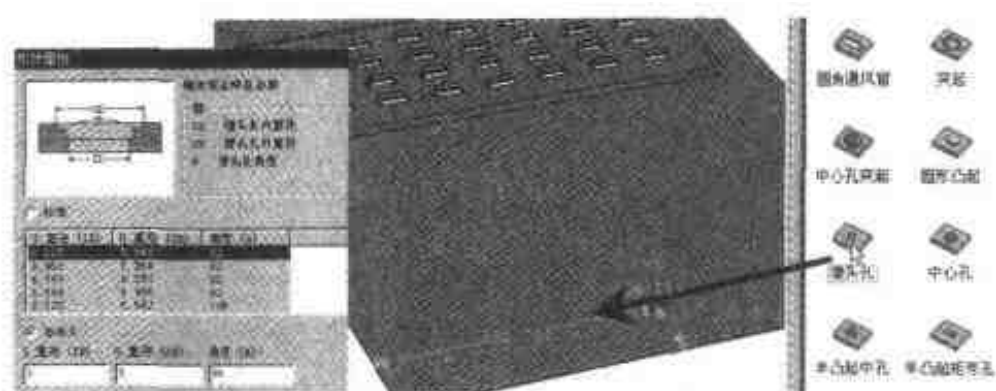


图 4.107 引入埋头孔

- (8) 根据上盖板的图纸，编辑埋头孔的智能标注，最后生成 4 个埋头孔，如图 4.108 所示。

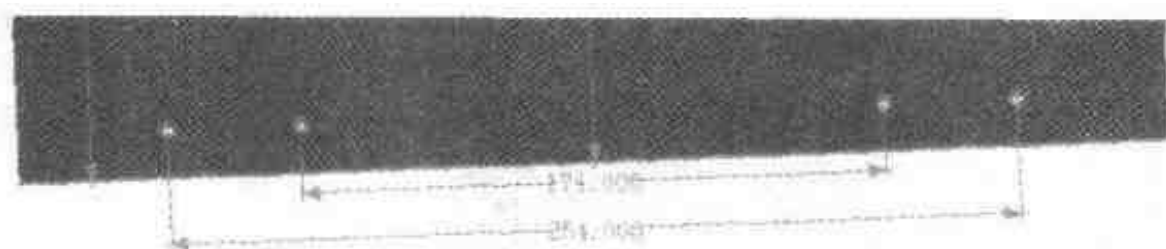


图 4.108 生成 4 个埋头孔

- (9) 最后完成的上盖板设计如图 4.109 所示。

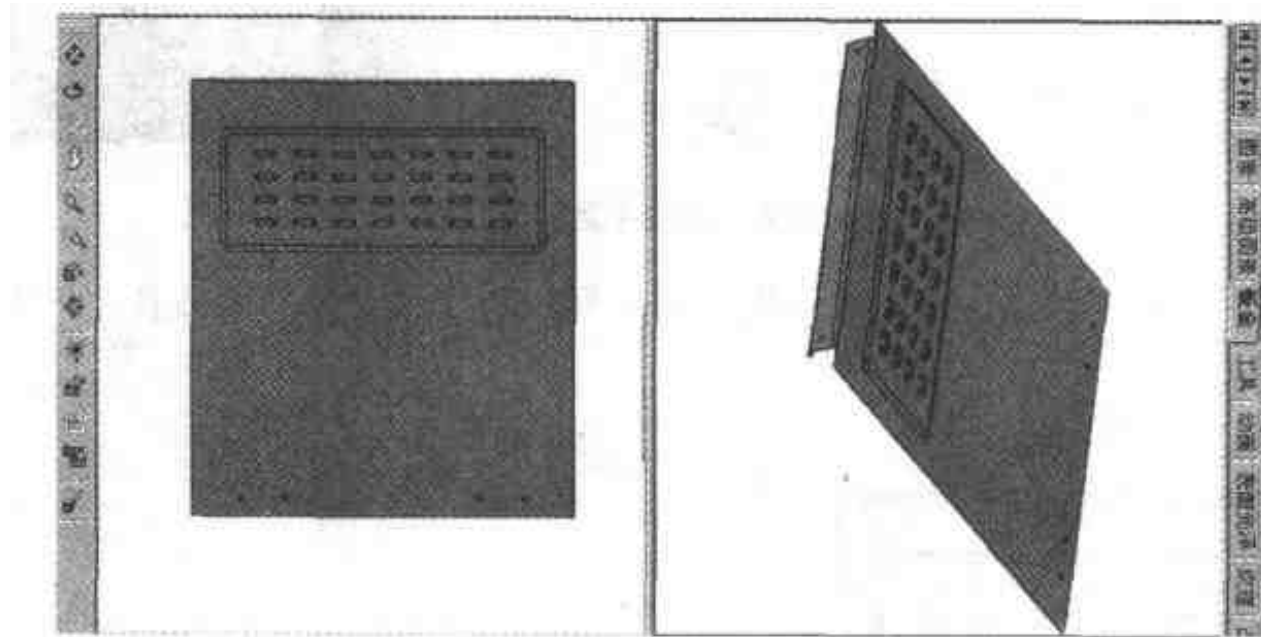


图 4.109 上盖板的完成图

#### 4.2.4 侧板的设计

- (1) 选择【工具】|【选项】命令，在弹出的【选项】对话框中打开【板料】选项卡，选用的板料材料为“Aluminum 5052-18”，此板料具有的属性如图 4.110 所示。
- (2) 从【钣金】设计元素库将【板料】拖放到设计环境中，并设定好包围盒参数，如图 4.111 所示。
- (3) 将【钣金】设计元素库中的【一组方孔】图素拖放到折弯板料的中点处，在左侧设计树中右击【一组方孔】选项，选择【加工属性】命令，然后在打开的对话框中按照如图 4.112 所示修改孔的参数。

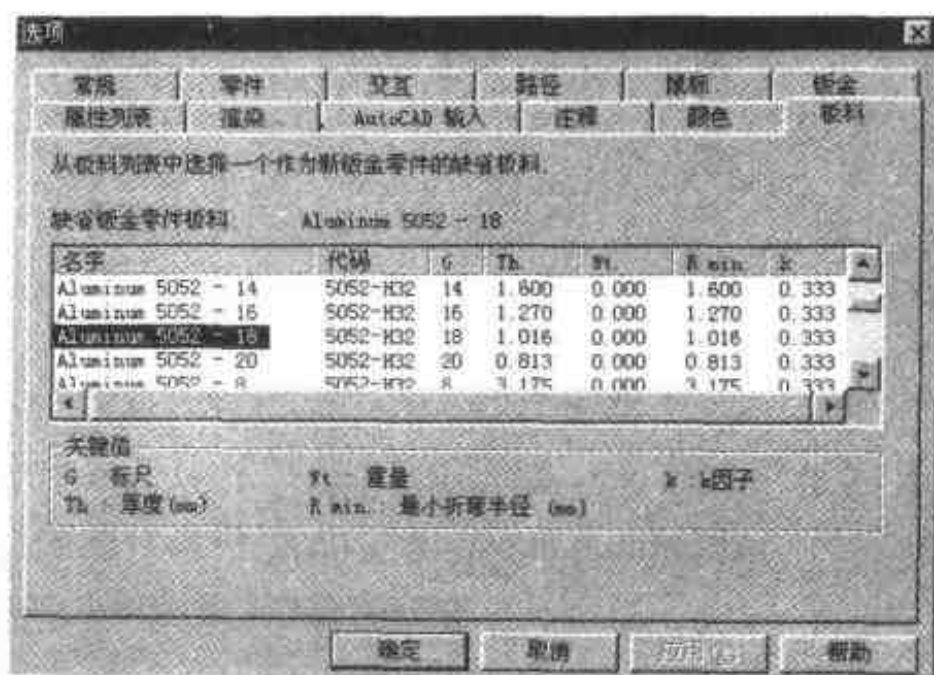


图 4.110 【板料】选项卡

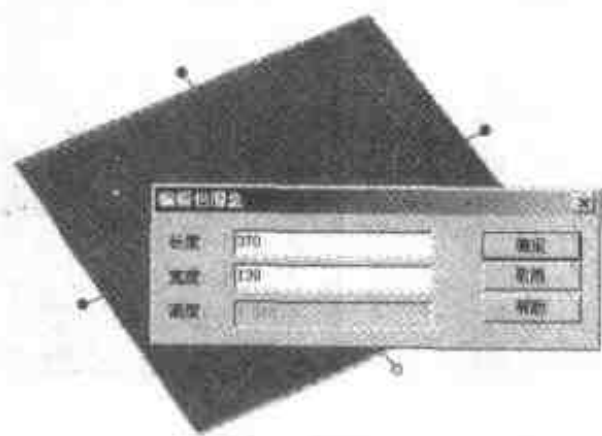


图 4.111 编辑包围盒

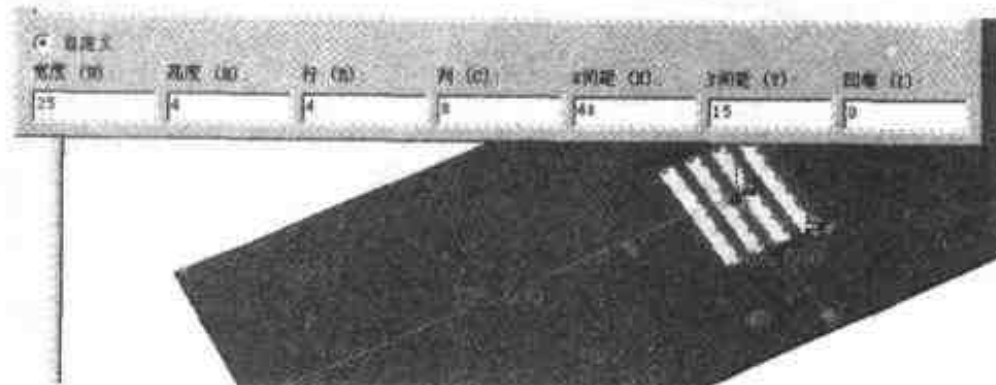


图 4.112 定义型孔的参数

- (4) 将【钣金】设计元素库中的【埋头孔】图素拖放到折弯板料的角点处，按照如图 4.113 所示，把显示的智能尺寸修改为(364, 134.5)，在设计树中右击【埋头孔】后，选择【加工属性】命令，然后在【形状属性】对话框中按照如图 4.113 所示自定义其参数。
- (5) 在窄边的另一个角点拖入一个相同的，在长边的两个角点拖入【钣金】设计元素库中的【埋头孔】图素，将智能尺寸修改为(345, 134.5)，如图 4.114 所示。

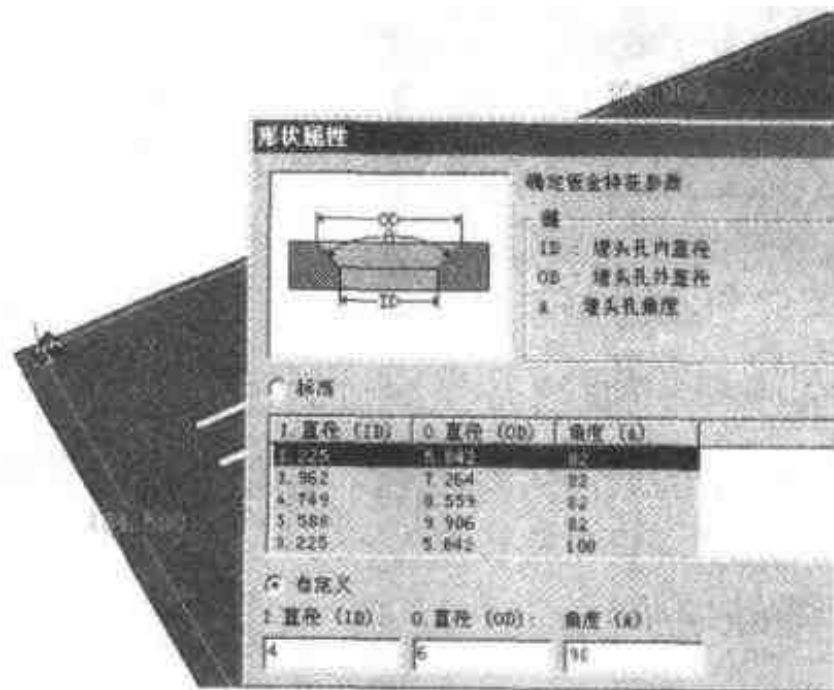


图 4.113 定义【埋头孔】参数



图 4.114 修改智能标注

- (6) 在如图 4.115 所示边的两个角点拖入【钣金】设计元素库中的【顶点过渡】图素，将圆角半径改为 12。

#### 4.2.5 后盖板的设计

##### 1. 板料与折弯

- (1) 选择【工具】|【选项】命令，在弹出的【选项】对话框中选择【板料】选项卡，选用的板料材料为“Aluminum 5052-18”，此板料具有的属性如图 4.116 所示。

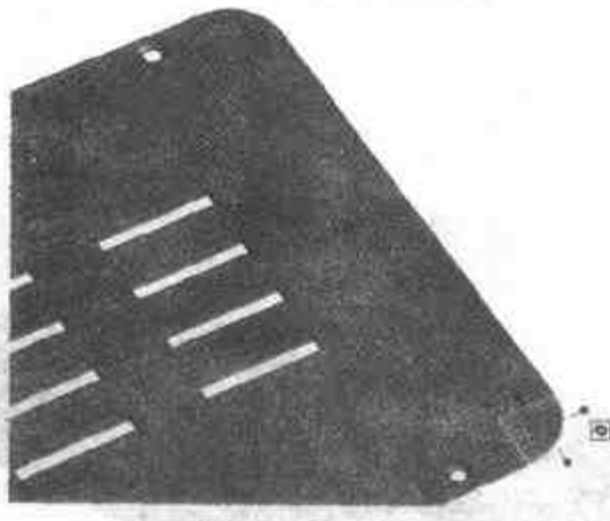


图 4.115 完成圆角过渡

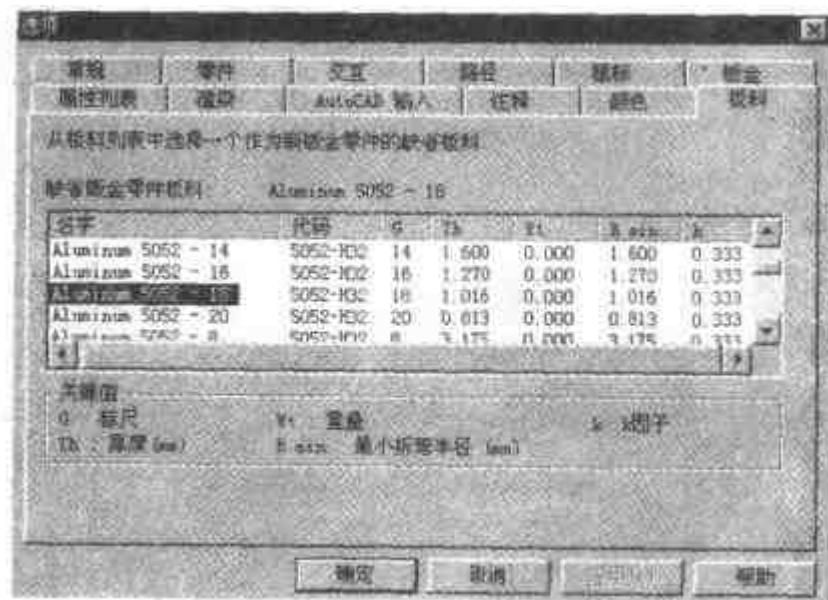


图 4.116 【板料】选项卡

- (2) 从【钣金】设计元素库将一【板料】拖放到设计环境中，并设定好包围盒参数，如图 4.117 所示。

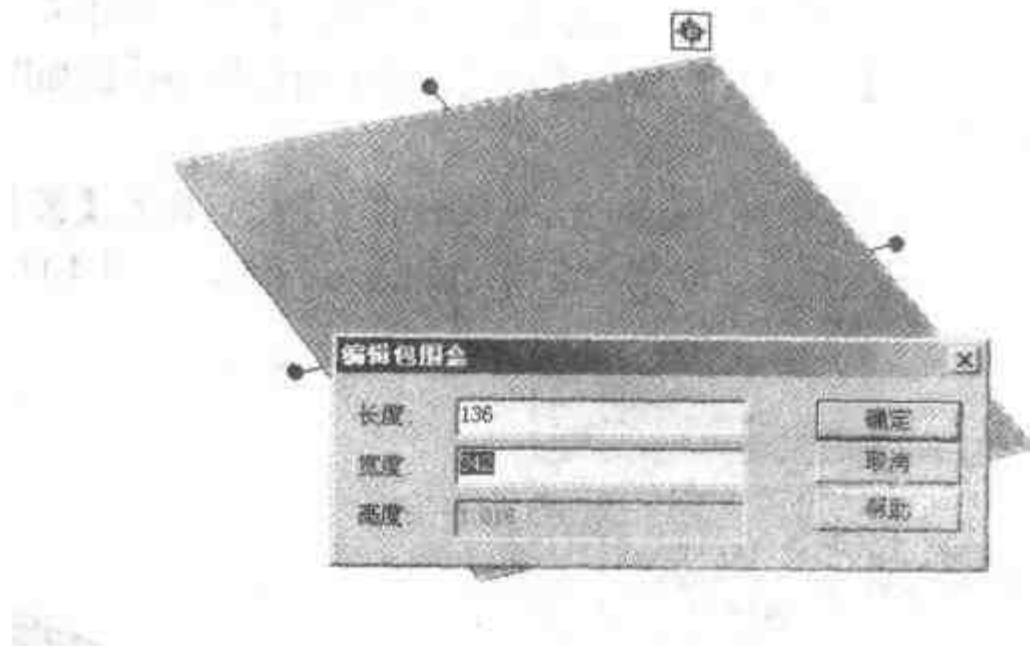


图 4.117 编辑包围盒

- (3) 向宽度为 342 的一边拖放一个【折弯】的弯曲图素，使弯曲图素处于形状编辑状态，右击如图 4.118 所示的智能手柄(A)，设置其长度为 15。
- (4) 对另一侧作同样的处理，结果如图 4.119 所示。



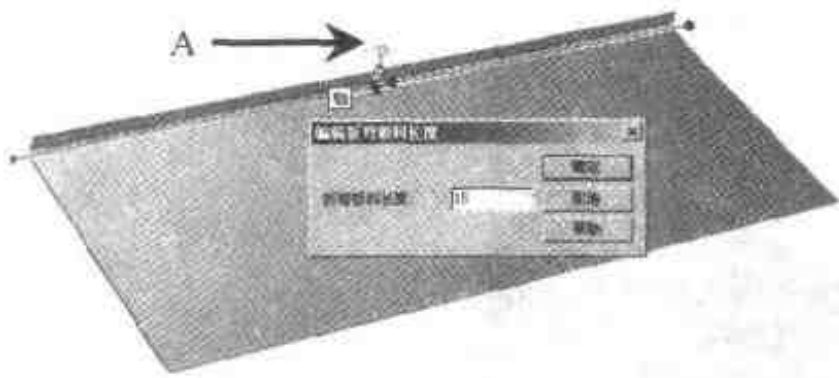


图 4.118 编辑折弯板料长度

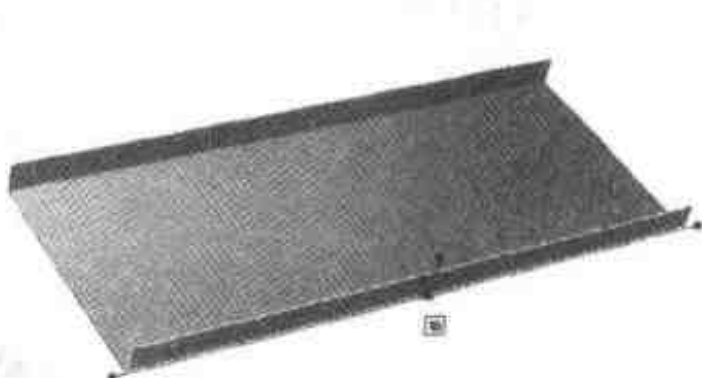


图 4.119 生成另一边的折弯

2. 散热孔与型孔生成

- (1) 将【钣金】设计元素库中的【圆角矩形孔】图素拖放到折弯板料的中点处，在左侧设计树中右击【圆角矩开】，然后选择【加工属性】命令，弹出【冲孔属性】对话框，然后按照如图 4.120 所示修改其属性参数。
- (2) 右击表示与下边距离的智能标注尺寸，将其值修改为 40，如图 4.121 所示。

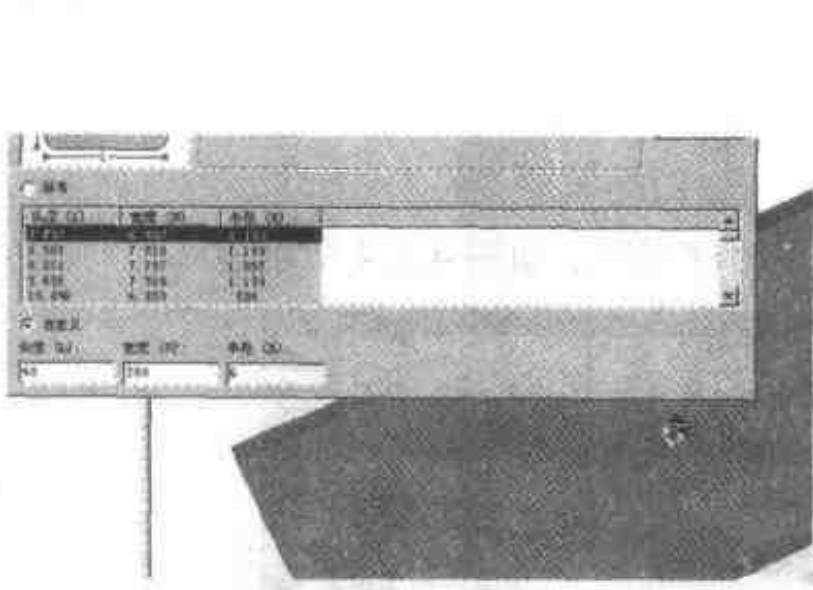


图 4.120 定义型孔参数

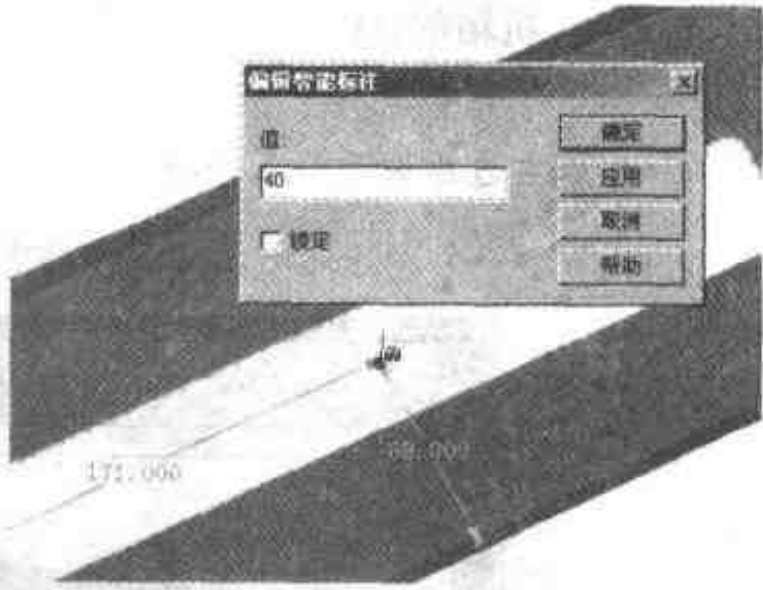


图 4.121 修改智能标注

- (3) 将【钣金】设计元素库中的【圆角矩形孔】图素拖放到折弯板料的中点处，在左侧设计树中右击，然后选择【加工属性】命令，按照如图 4.122 所示修改其参数表，定位用的智能尺寸标注如图 4.122 所示。

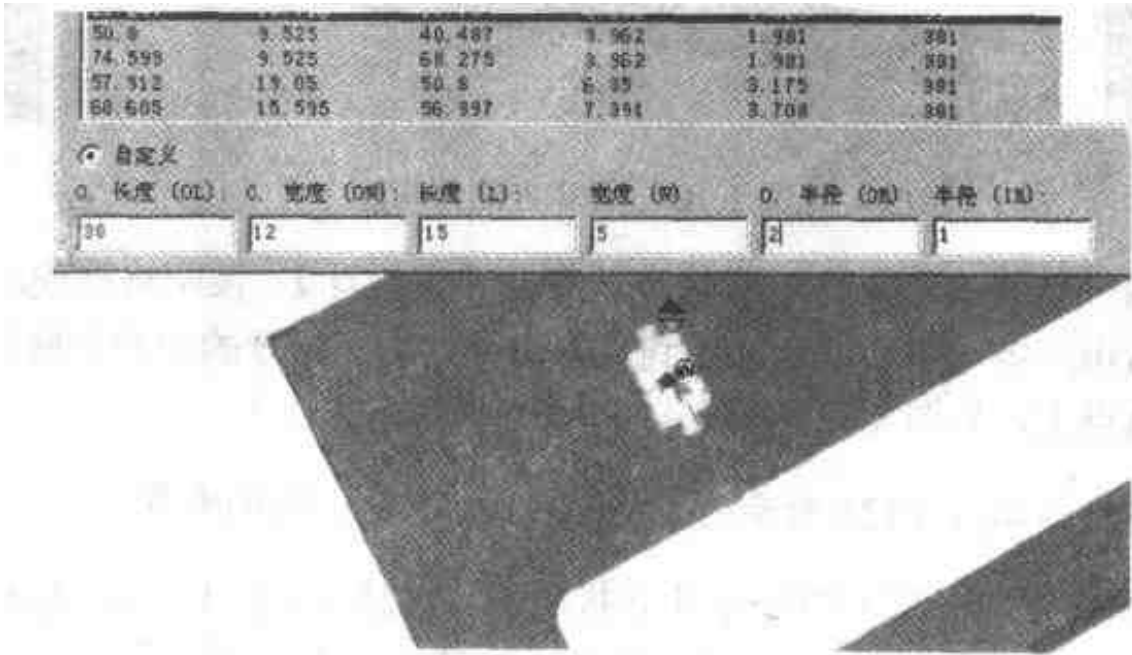


图 4.122 定义型孔参数



- (4) 将接口孔旋转  $90^\circ$  后向右侧以间隔距离为 60 复制 3 个接口孔, 结果如图 4.123 所示。

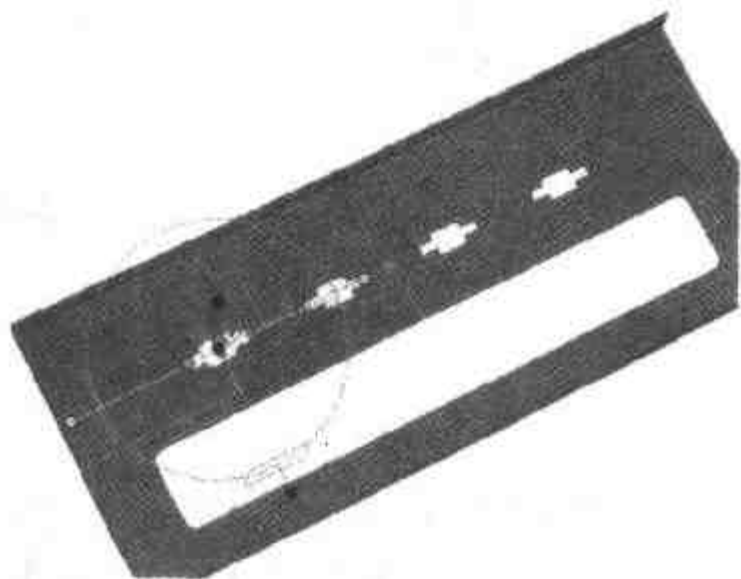


图 4.123 复制其他孔

#### 4.2.6 机箱的装配

##### 1. 生成右边框架及装入手把

- (1) 新建一个设计环境, 读入已经完成的左边框构件, 如图 4.124 所示。

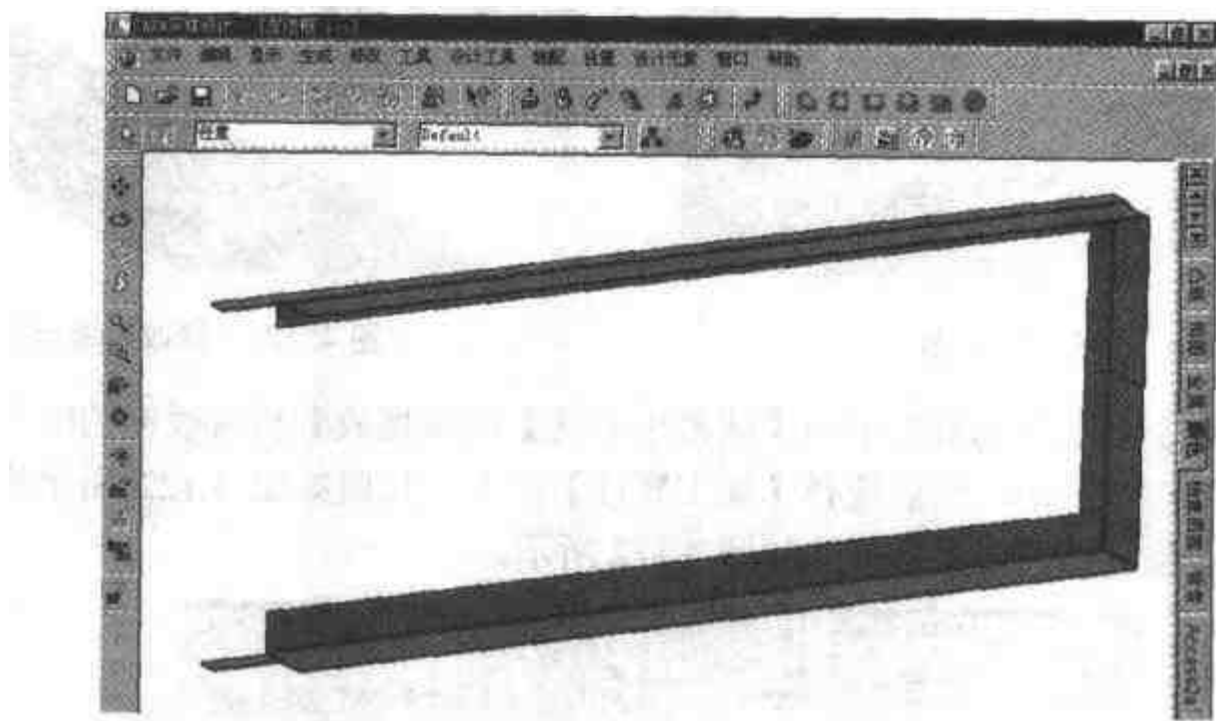


图 4.124 读入左边框构件

- (2) 选择构件使其处于零件编辑状态, 打开【三维球】; 按空格键使三维球独立于边框, 右击三维球中心, 选择【到点】命令, 将三维球的中心手柄定位到左边框的一个角点上, 如图 4.125 所示。

**注意** 一定要保证图 4.125 所示的手柄(A)的方向与平面(B)垂直。

- (3) 单击如图 4.126 所示的处于独立状态的三维球手柄(A), 向右拖动手柄, 右击显示的距离值, 将该值改为 154, 然后单击【确定】按钮。

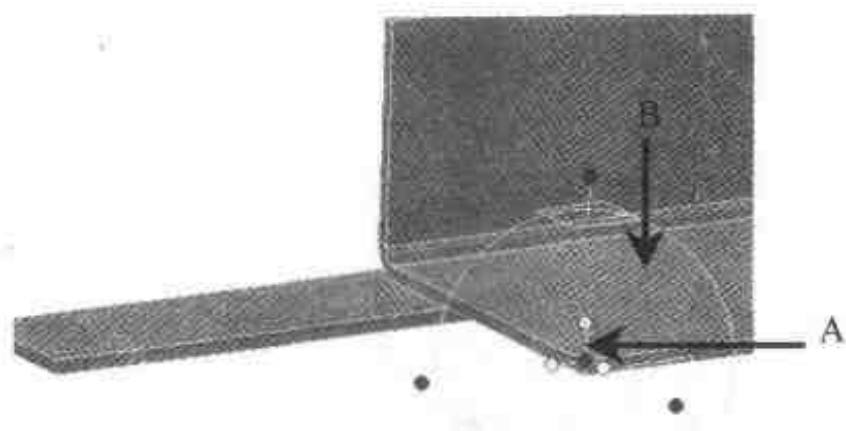


图 4.125 定位三维球的中心

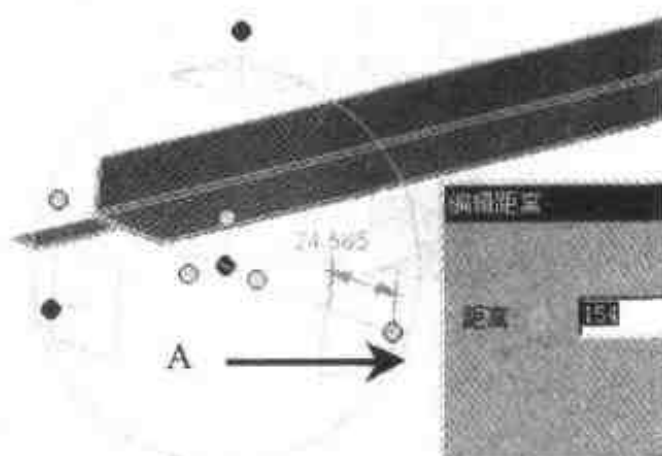


图 4.126 移动独立的三维球

- (4) 再按空格键使三维球依附于左边框, 右击如图 4.127 所示的手柄(A), 然后选择【镜向】|【链接】命令。

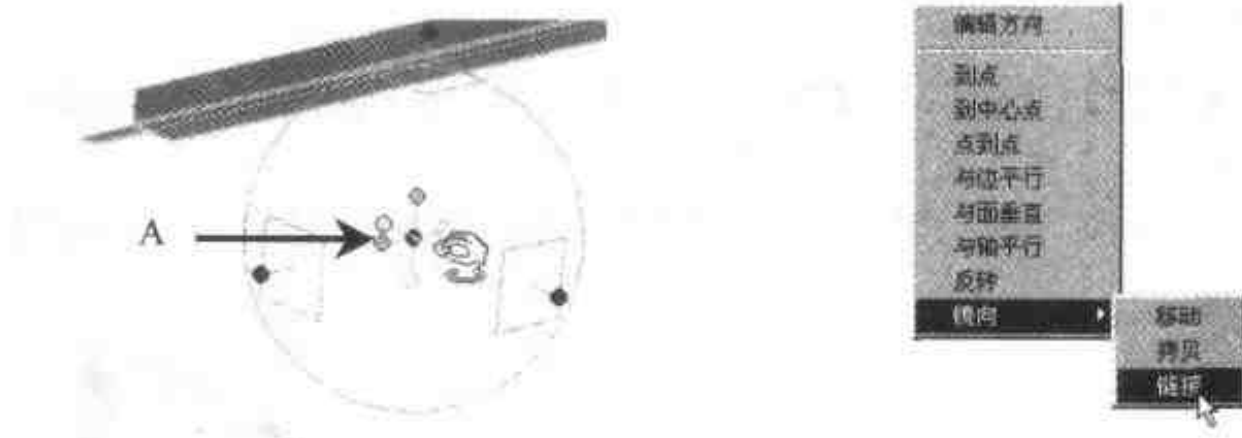


图 4.127 应用镜向

- (5) 结果在设计环境得到左边框的镜像零件(右边框), 如图 4.128 所示, 最后关闭【三维球】。
- (6) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将手把零件插入到目前的环境。
- (7) 选择手把零件, 用三维球工具将手把零件的空间位置调整到如图 4.129 所示的位置。

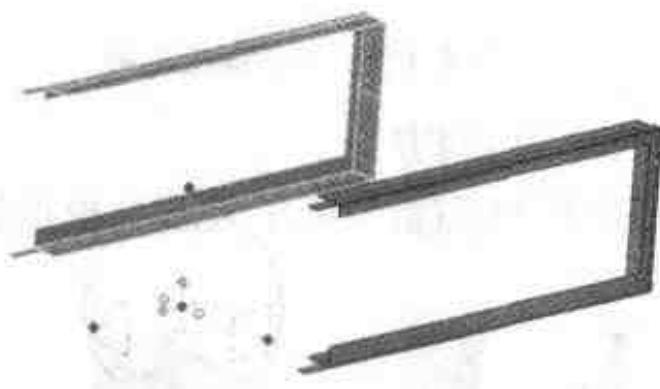


图 4.128 生成右边框

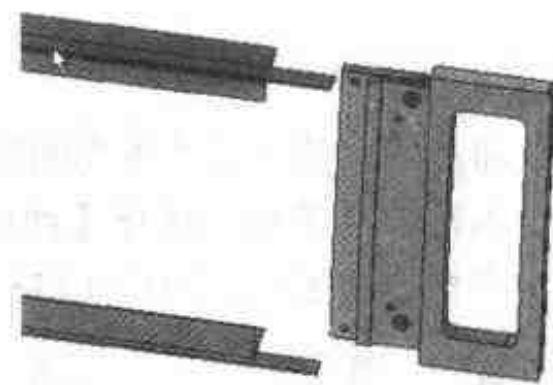


图 4.129 放置手把零件

- (8) 将三维球的中心放置在手把的一个角点上, 如图 4.130 所示。



图 4.130 三维球的中心在手把的一个角点

- (9) 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 选择左边框的角点(箭头处), 生成手把和边框的装配件, 如图 4.131 所示。

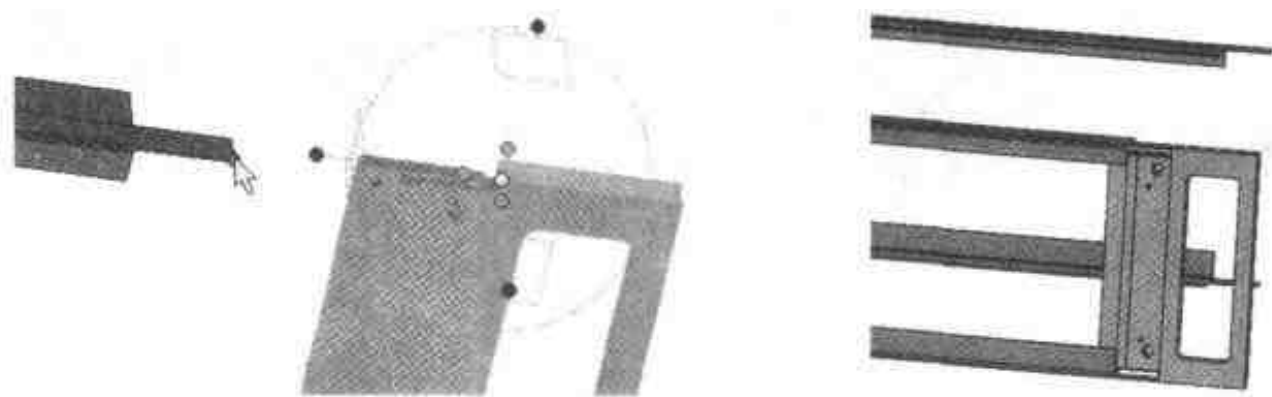


图 4.131 在左边框中装入手柄

- (10) 用同样的方法, 将另一个手把装入右边框, 结果如图 4.132 所示。

## 2. 安装面板挡条

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将书附光盘\score\example\jixie\4\面板挡条”零件插入到目前的环境。
- (2) 选择面板挡条零件, 用三维球工具将手把零件的空间位置调整到如图 4.133 所示的位置。

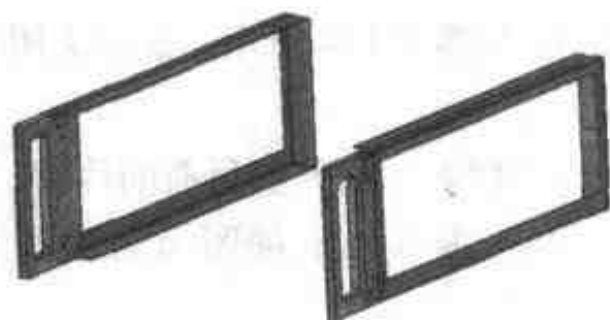


图 4.132 完成手把的装配

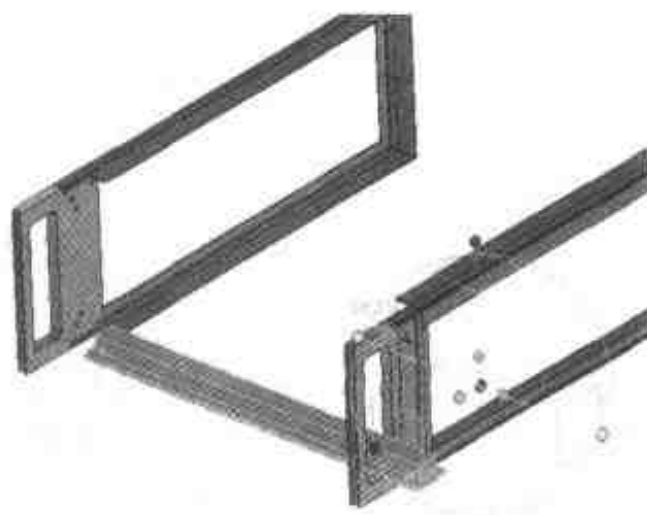


图 4.133 移动面板挡条

- (3) 将三维球的中心放置在面板的一个角点上, 如图 4.134 所示。
- (4) 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 选择手把的角点(箭头处), 生成面板挡条和手把的装配件, 如图 4.135 所示。

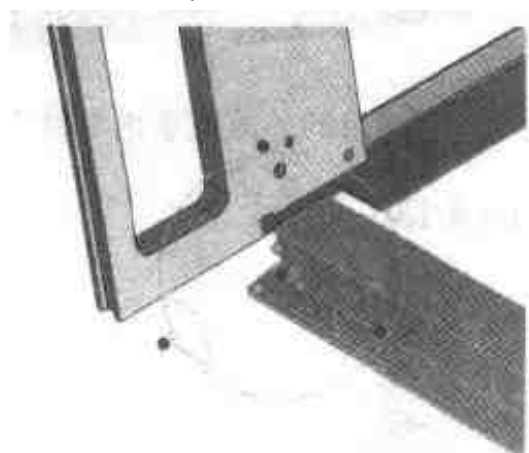


图 4.134 选择定位角点

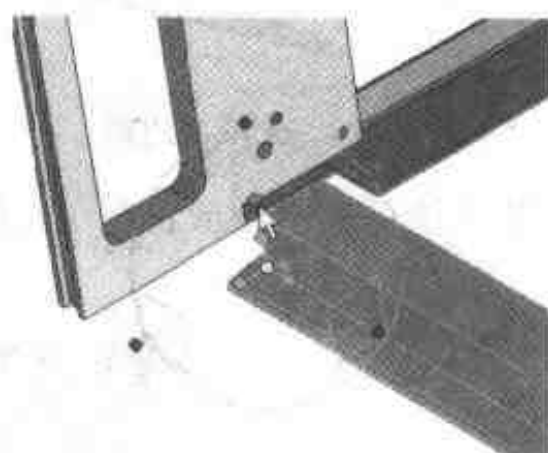


图 4.135 选择装配位置

(5) 用同样的方法, 将另一个面板挡条装入右边框, 结果如图 4.136 所示。

### 3. 装配后盖板

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将书附光盘\score\example\jixie\4\后盖板”零件插入到目前的环境。
- (2) 选择后盖板零件, 用三维球工具将后盖板零件的空间位置调整到如图 4.137 所示的位置。

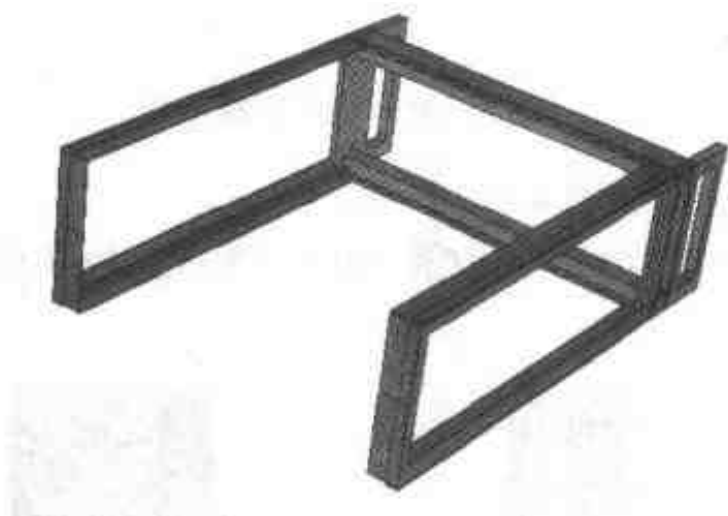


图 4.136 完成挡条的安装

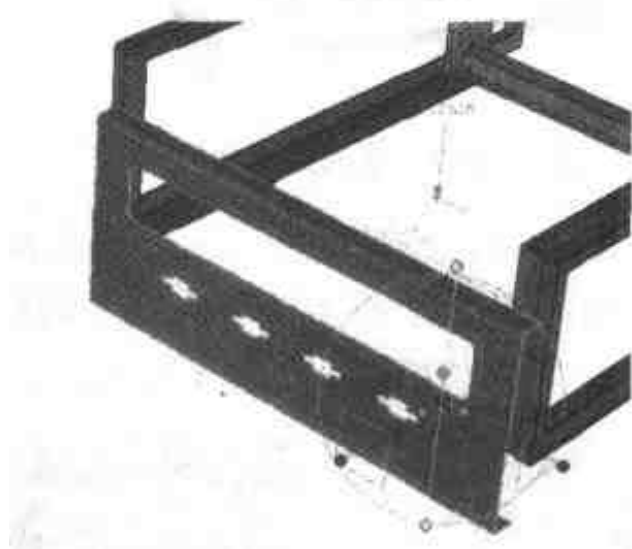


图 4.137 移动后盖板零件

- (3) 将三维球的中心放置在后盖板的一个角点上, 如图 4.138 所示。
- (4) 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 选择边框的角点(箭头处), 生成后盖板和边框的装配件, 如图 4.139 所示。

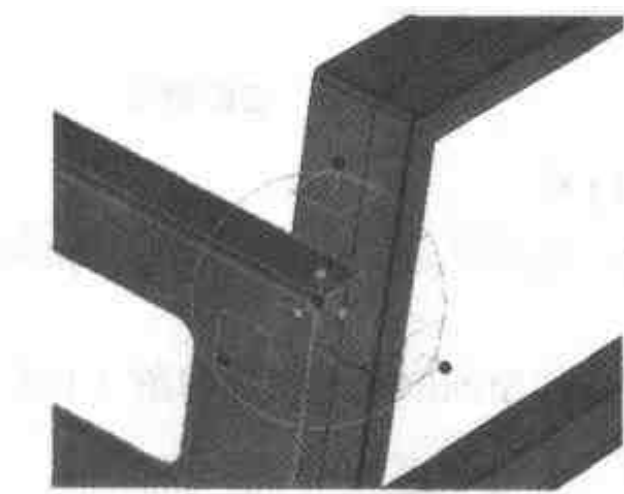


图 4.138 定位三维球中心

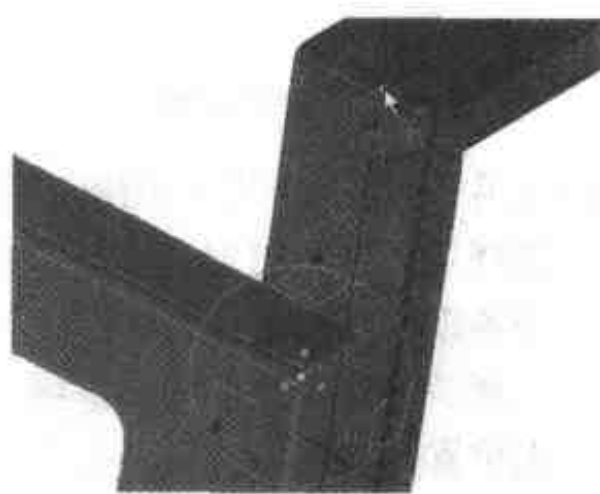


图 4.139 选择定位点

- (5) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将书附光盘\score\example\jixie\4\上盖板零件插入到目前的环境。
- (6) 选择上盖板零件, 用三维球工具将上盖板零件的空间位置调整到如图 4.140 所示的位置。

### 4. 装配左右侧板和装饰条

- (1) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将书附光盘\score\example\jixie\4\侧板零件插入到目前的环境。
- (2) 选择侧板零件, 用三维球工具将侧板零件的空间位置调整到如图 4.141 所示的位置。



图 4.140 插入上盖板零件



图 4.141 插入侧板零件

- (3) 将三维球的中心放置在侧板的一个角点上, 如图 4.142 所示。
- (4) 右击中心手柄, 选择【到点】命令, 选择边框的角点(箭头处), 生成侧板和边框的装配件, 如图 4.143 所示。

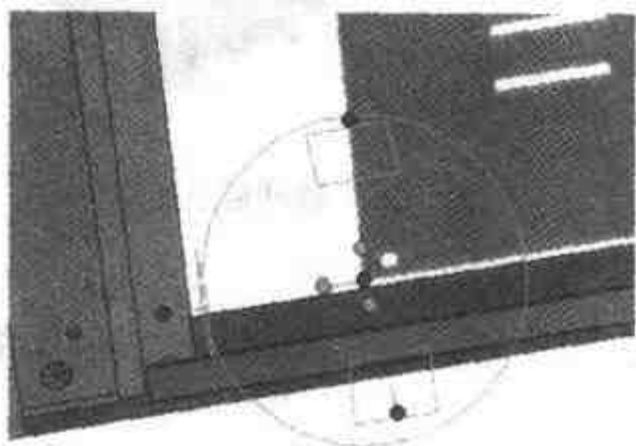


图 4.142 选择定位点

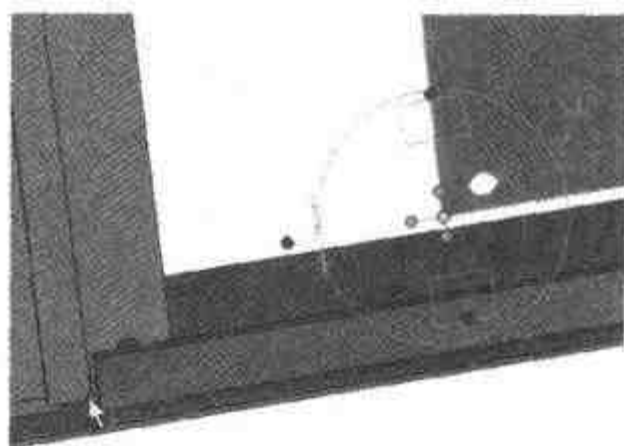


图 4.143 装配侧板

- (5) 在另一侧安装同样的侧板, 结果如图 4.144 所示。
- (7) 选择【文件】|【插入】|【零件/装配】命令, 将书附光盘\score\example\jixie\4\装饰条零件插入到目前的环境。
- (8) 选择装饰条零件, 用三维球工具将装饰条零件的空间位置调整到如图 4.145 所示的位置。



图 4.144 完成两侧侧板安装



图 4.145 插入装饰条零件

- (9) 打开【三维球】, 调整三维球位置到装饰条的一边中心处, 如图 4.146 所示。
- (10) 右击中心手柄后, 选择【到点】命令, 单击如图 4.147 所示手把的一边中心。



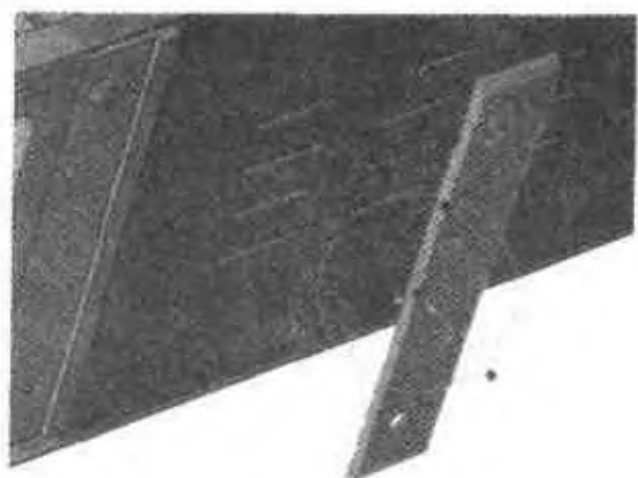


图 4.146 定位三维球中心



图 4.147 选择配合点

(11) 用同样的方法在另一侧安装装饰条，结果如图 4.148 所示。

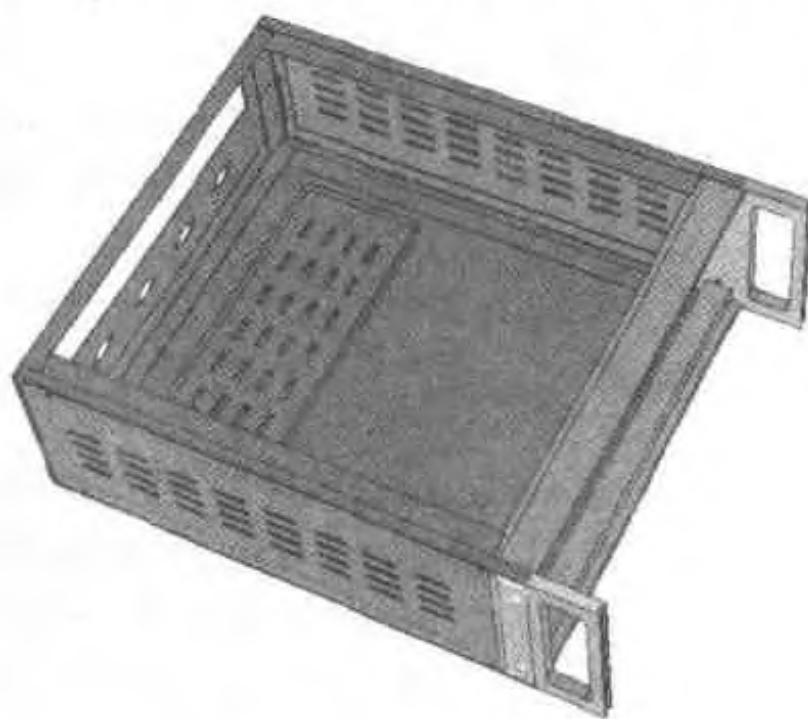


图 4.148 安装装饰条

## 第5章 机构动画

在机械设计中,设计人员为了向读不懂机械制图的普通用户介绍机器的机械原理,有时需要用动画来表达组成机器各机构的工作原理,机构是执行特定运动的实体或零件组合,实体或零件之间有相对运动,如我们常见的齿轮齿合传动、平面连杆机构等都能通过三维动画来表达运动效果或工作原理,本章通过3种常见机械机构的三维动画制作实例,向读者介绍CAXA实体设计的智能动画的功能和用法。

### 5.1 齿轮定轴轮系的动画制作

齿轮轮系是机械设计中经常用到的动力传输机构,它具有较为准确的传动比,在使用CAXA实体设计进行齿轮系的动画设计前,首先要对齿轮间的齿合装配关系完全清楚,同时要知道齿轮的齿数、齿型及尺寸等配合参数,并要知道齿轮间的运动关系和规律,这样才能制作出正确的动画,反应实际运动情况。

#### 5.1.1 轮系的组成和传动比

- (1) 在书附光盘中找到 score\example\jixie\5\定轴轮系动画.ics 文件,并将其读入到当前设计环境,如图 5.1 所示,本机构主要由 3 个齿轮构成,为了简化问题,本例中的轮架假定是不发生转动的,所以 3 个齿轮都是定轴轮系,不是行星轮系,此动画关键是要保证齿轮间按一定的传动比齿合旋转运动,并注意各自的旋转方向。

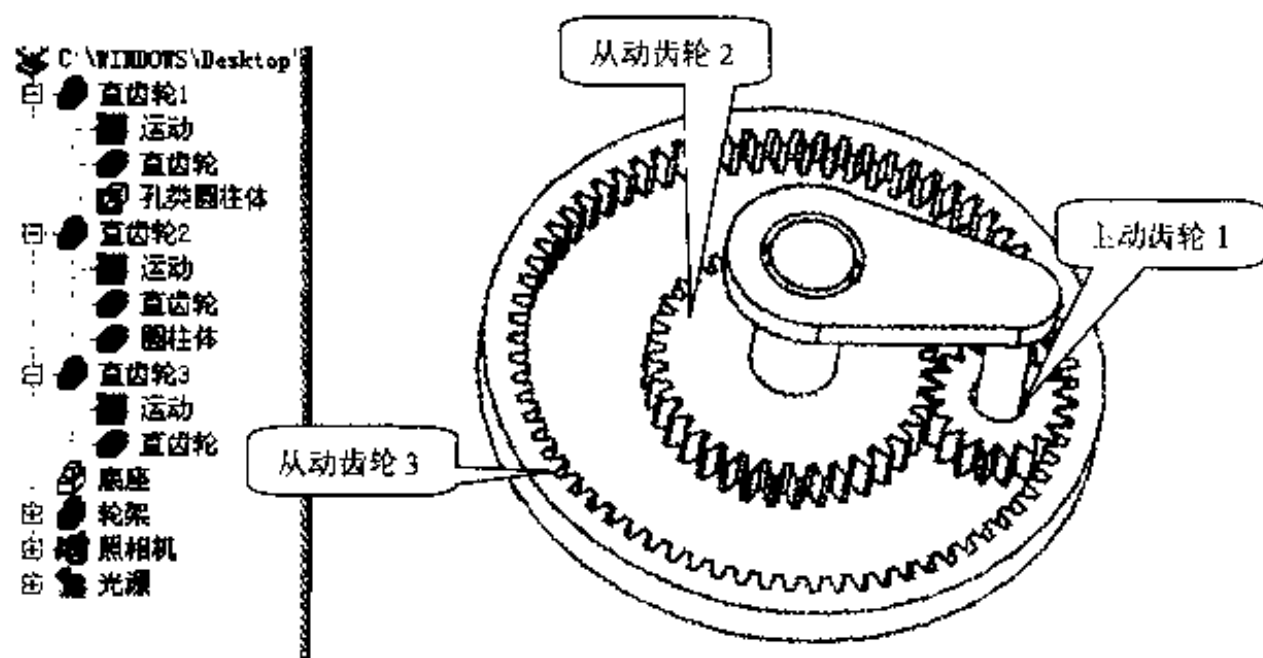


图 5.1 轮系的组成

- (2) 依次选择设计树中的【直齿轮 1】、【直齿轮 2】、【直齿轮 3】 3 个零件, 右击, 在弹出的快捷菜单中选择【加载属性】命令, 结果可以看到 3 个齿轮的设计参数。如图 5.2 所示为【齿轮】对话框, 直齿轮 1、直齿轮 2、直齿轮 3 3 个零件的齿数

分别为 18、36 和 72，齿轮廓都一样，所以可以确定它们的传动比是 1:2:4。

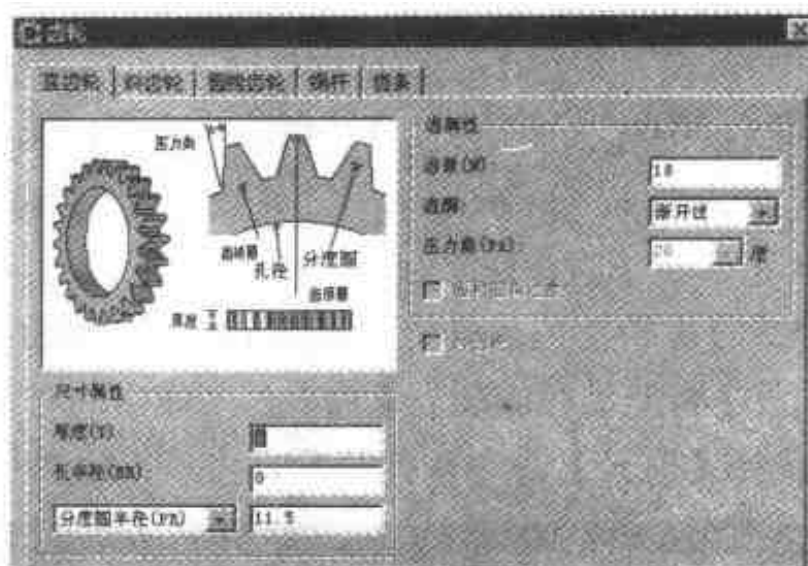


图 5.2 齿轮属性参数表

### 5.1.2 生成轮系的智能动画

#### 1. 主动轮的旋转动画

- (1) 选择【显示】|【工具条】命令，选择【智能动画】选项，弹出【智能动画】工具条。
- (2) 选择设计树上的【直齿轮 1】选项，设计环境中的主动轮处于零件编辑状态，单击【智能动画】工具条上的【智能动画】按钮，如图 5.3 所示。

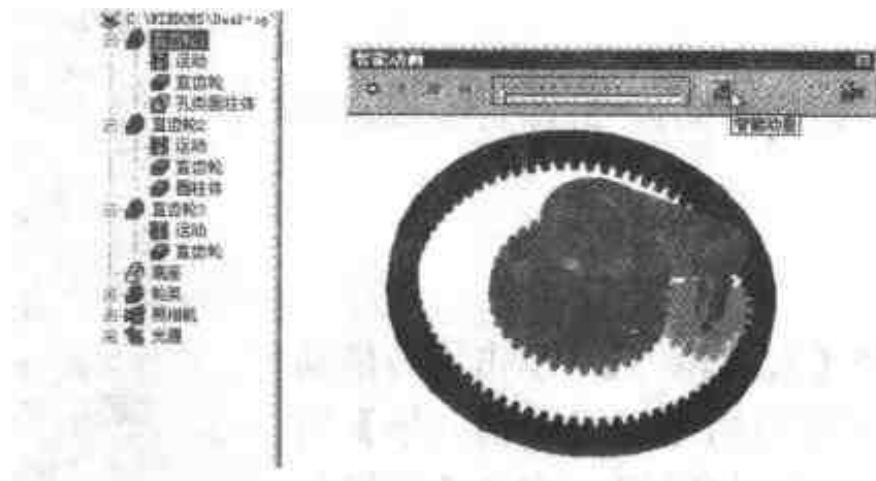


图 5.3 对主动轮应用智能动画

- (3) 弹出【智能动画向导】对话框，如图 5.4 所示，在该对话框中选择运动类型和时间。单击【完成】按钮，由于主动轮具有动画属性，因此它将绕其中心轴做顺时针旋转。

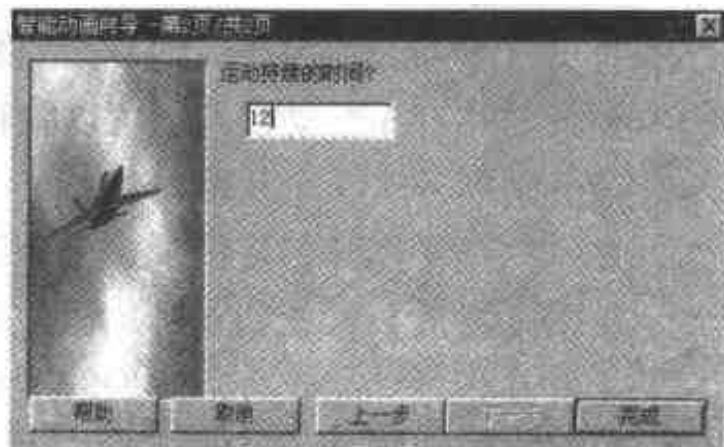



图 5.4 设定运动方式和时间

## 2. 从动轮 2 的动画

- (1) 在零件状态下选择【直齿轮 2】选项，单击【智能动画】按钮，在弹出的【智能动画向导】对话框中选择运动类型和时间，选中【旋转】单选按钮，然后在其下拉列表中选择 around height axis 选项，并设置其值为  $180^{\circ}$ ，持续时间为 12，单击【完成】按钮，赋予直齿轮 2 旋转动画的性能。
- (2) 播放动画时发现，直齿轮 2 的旋转方向和齿轮 1 是一样的，为此需做进一步调整。右击工具条，选择【智能动画编辑器】命令。在弹出的对话框中右击动画片断【直齿轮 2】，然后选择【展开】命令，此片断即可展开，如图 5.5 所示。

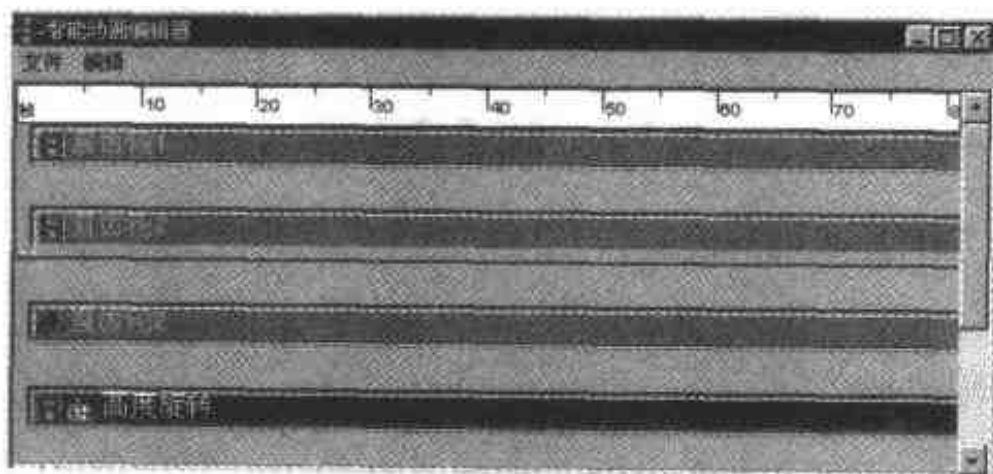


图 5.5 展开动画片断

- (3) 右击【高度旋转】选项，选择【属性】命令，然后打开【片段属性】对话框中的【时间效果】选项卡，按照如图 5.6 所示设置该选项卡。
- (4) 单击【确定】按钮后，动齿 2 即可实现逆时针旋转。

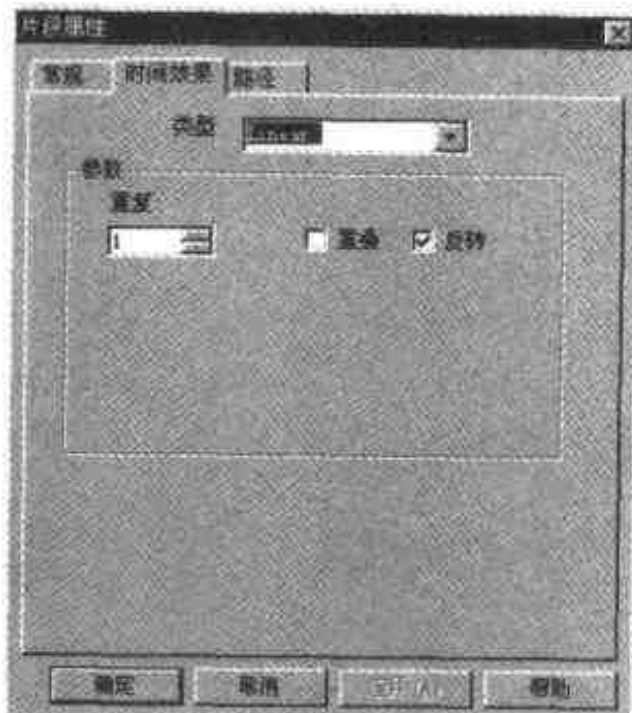





图 5.6 【时间效果】选项卡

## 3. 从动轮 3 的动画

- (1) 在设计树中选择【直齿轮 3】，单击【智能动画】按钮，在弹出的【智能动画向导】对话框中选择运动类型和时间，选择【旋转】单选按钮，在其下拉列表框中选择 around height axis 选项，并设置其值为  $90^{\circ}$ ，持续时间为 12，单击【完成】按钮，就赋予直齿轮 3 旋转动画性能。
- (2) 打开【智能动画编辑器】对话框，可以查看到目前共有 3 个动画片段可以编辑，如图 5.7 所示，如果需要修改动画属性参数，请分别展开这 3 个片段。
- (3) 单击动画【打开】按钮，进入动画播放状态。
- (4) 单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.8 所示，3 个齿轮都是定轴旋转，旋转是正好互相咬合，它们的运动方向如箭头所示。

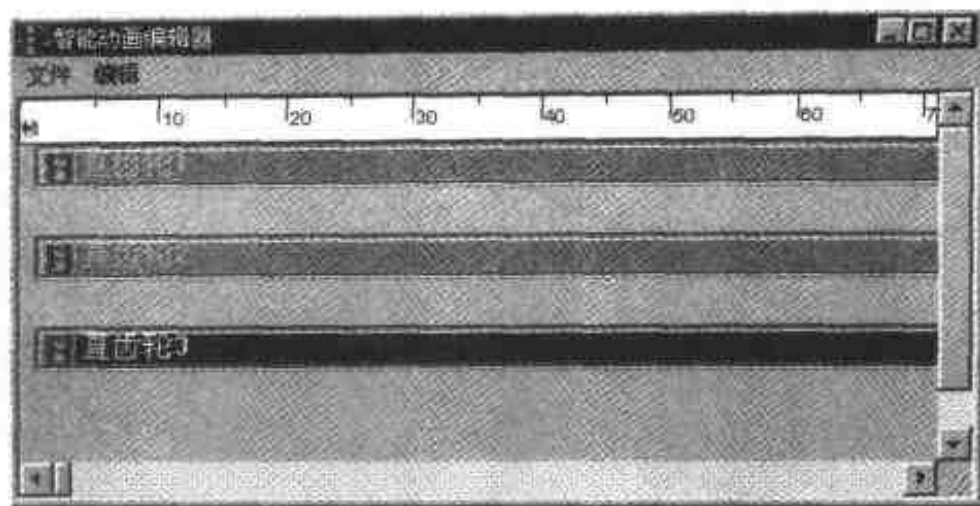


图 5.7 当前的 3 个动画片段

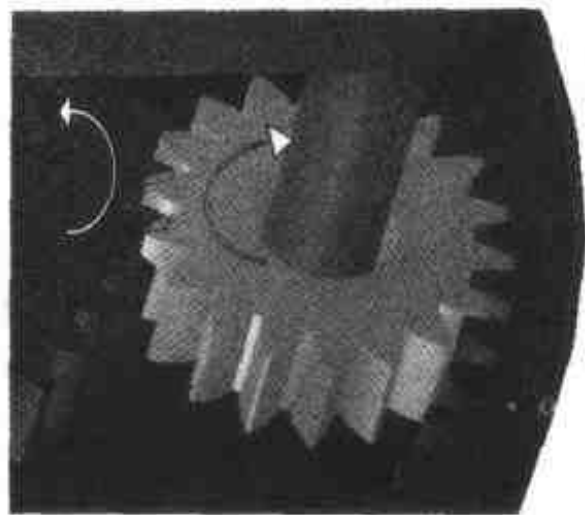


图 5.8 齿轮机构动画

## 5.2 棘轮机构的动画

棘轮机构是机械设计中实现周期性间歇运动的一种机构，不同于一般连续、完整的运动机构。图 5.9 所示是一个由棘轮和凸轮构成的一对运动副，凸轮是主动轮(其背面还有一个凸轮构件)，棘轮是从动轮，当主动轮作循环往复摆动旋转时，可以拨动棘轮也作往复转动。本节先讲解棘轮的装配动画模拟过程，再讲一下凸轮与棘轮运动合成，最重要的地方是保证凸轮与棘轮的协调运动才能体现它的工作原理。

### 5.2.1 棘轮机构的装配

#### 1. 棘轮的装配

- (1) 打开所附光盘中的文件 score\example\jixie\5\棘轮机构零件，所有组成本机构的零件都在这里给出，结果如图 5.10 所示。

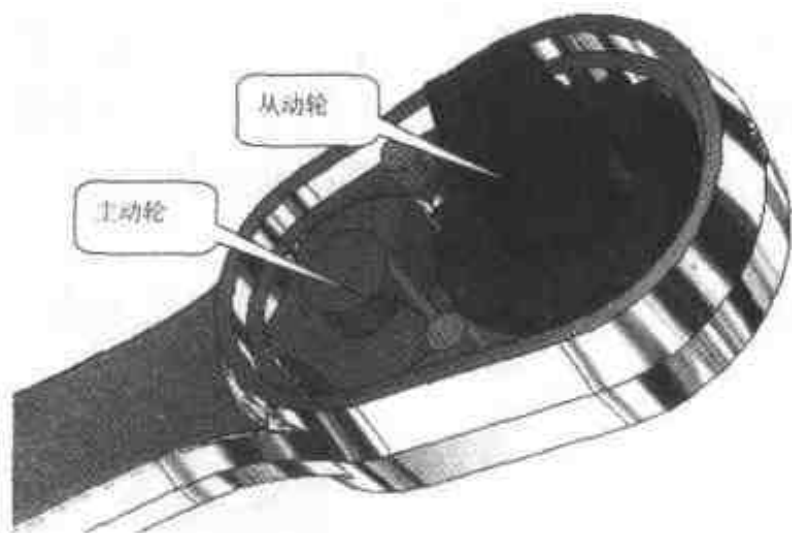


图 5.9 棘轮/凸轮机构

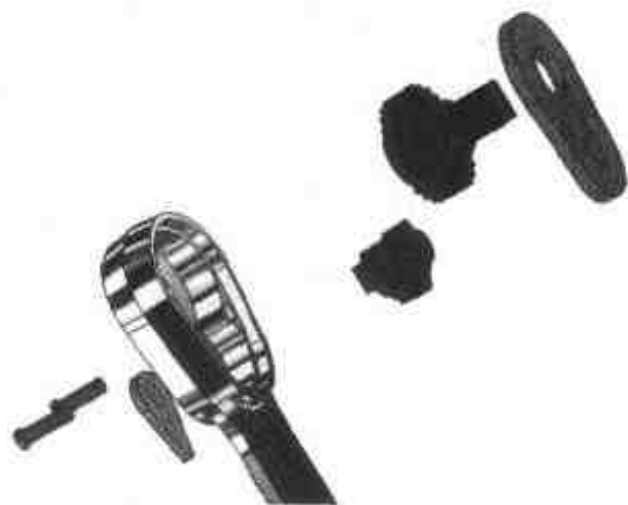


图 5.10 组成棘轮机构的零件

- (2) 首先进行棘轮的装配，棘轮是放置于机壳内部的，在这里进行装配要注意它的配合表面。
- (3) 在零件编辑状态下选择棘轮，打开【三维球】，将三维球的中心定位到如图 5.11 所示的光标箭头所指的圆中心。
- (4) 右击如图 5.12 所示的定向手柄(A)，然后选择【点到点】命令，选择壳体件孔的



两个圆(B)和(C), 这样棘轮和孔的位置就对齐了。

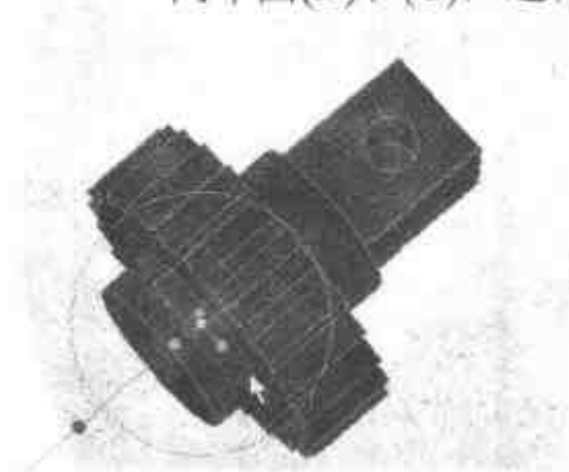
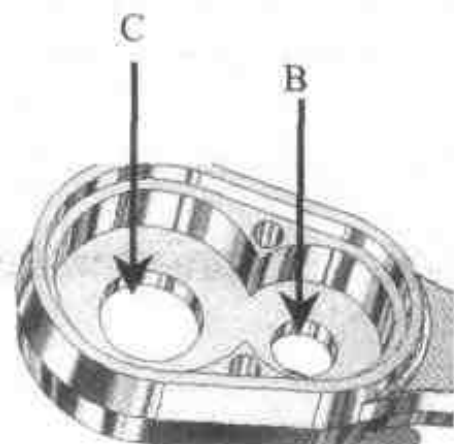


图 5.11 定三维球中心



图 5.12 选择对齐方式



- (5) 右击三维球的中心点, 选择【到中心点】命令, 选择如图 5.13 所示的孔的圆(A)。
- (6) 关闭【三维球】后, 棘轮装配结果如图 5.14 所示。

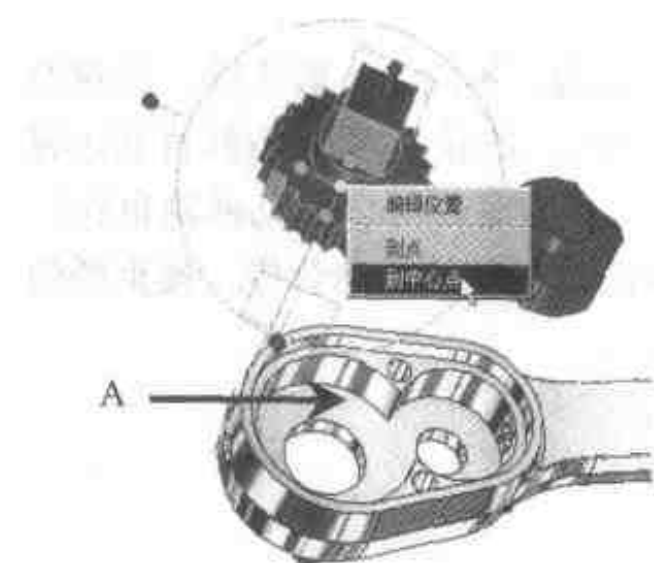


图 5.13 定位棘轮



图 5.14 棘轮的装配

## 2. 凸轮的装配

- (1) 凸轮 2 的装配方法和棘轮的装配基本一样。先打开【设计树】, 在零件状态下选择凸轮 2, 然后单击【三维球】按钮, 将如图 5.15 所示的定位手柄设定在和壳体上的配合孔中心共轴的位置上, 并保证三维球的中心手柄在圆(A)的圆心上。右击中心手柄后, 选择【到点】命令, 单击孔的外圆(B)。
- (2) 凸轮 2 的装配完成之后, 结果如图 5.16 所示, 注意凸轮与棘轮的齿在开始状态不是咬合在一起的。

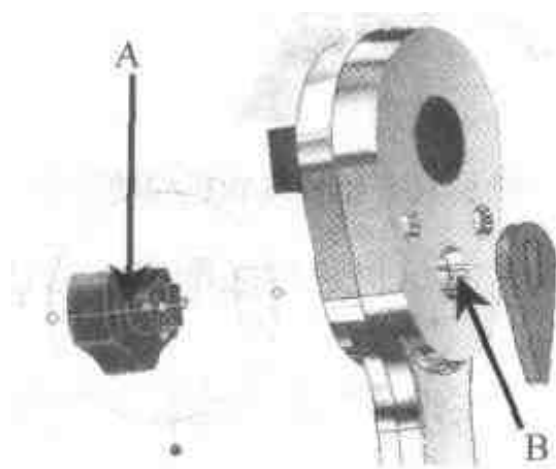


图 5.15 定位凸轮



图 5.16 完成凸轮的装配

### 3. 其他零件的装配

- (1) 压盖的装配表面与棘轮和凸轮的表面是不同的。在零件状态下选择压盖零件，然后打开【三维球】，三维球中心位于大孔的中心，如图 5.17 所示，将三维球中心和棘轮中心对齐，压盖放入壳体后，须保证压盖的上表面和壳体的边缘上表面平齐。
- (2) 压盖的装配完成之后，棘轮和凸轮 2 就被挡住了，在进行动画制作时要将压盖压缩隐藏，压盖的装配结果如图 5.18 所示。

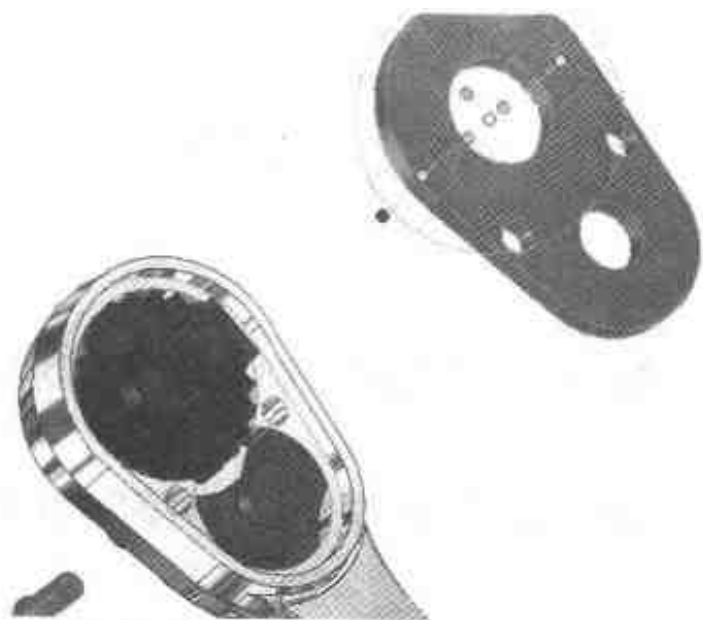


图 5.17 定位压盖零件



图 5.18 压盖的装配结果

- (3) 使凸轮 1 是与凸轮 2 同一运动，它们是通过矩形槽孔的配合进行运动的，如图 5.19 所示。在零件状态下选择凸轮 1，仍然利用三维球将矩形凸槽放置到矩形孔内，结果如图 5.20 所示。

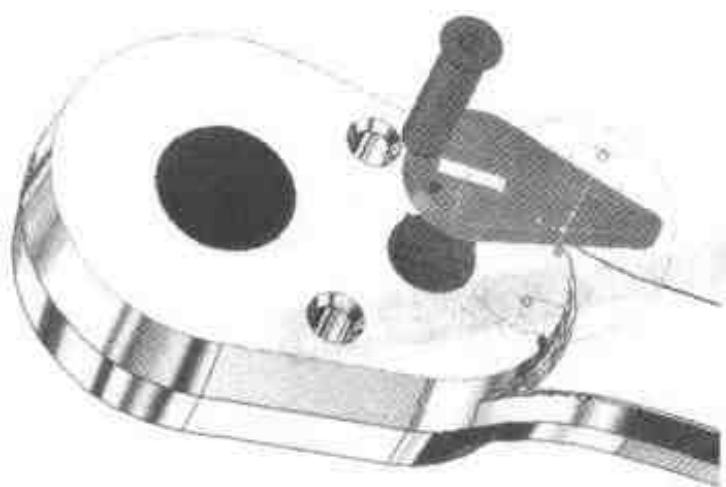


图 5.19 凸轮 1 和凸轮 2 的配合方式

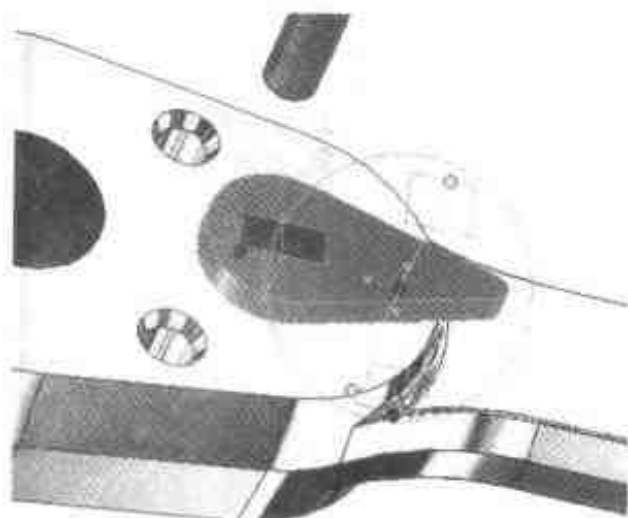


图 5.20 凸轮 1 和凸轮 2 的装配

- (4) 所有的零件都已经安装到位之后，就应该安装紧固件了。选择 pin1 后打开【三维球】，按空格键后单独移动三维球。
- (5) 右击中心手柄后，选择【到中心点】命令，选择如图 5.21 所示的销钉头的外圆(A)。
- (6) 再次按下空格键，右击中心手柄后选择【到点】命令，单击如图 5.21 所示孔的外圆(B)。另一个销钉的装配方法也完全相同，结果如图 5.22 所示。

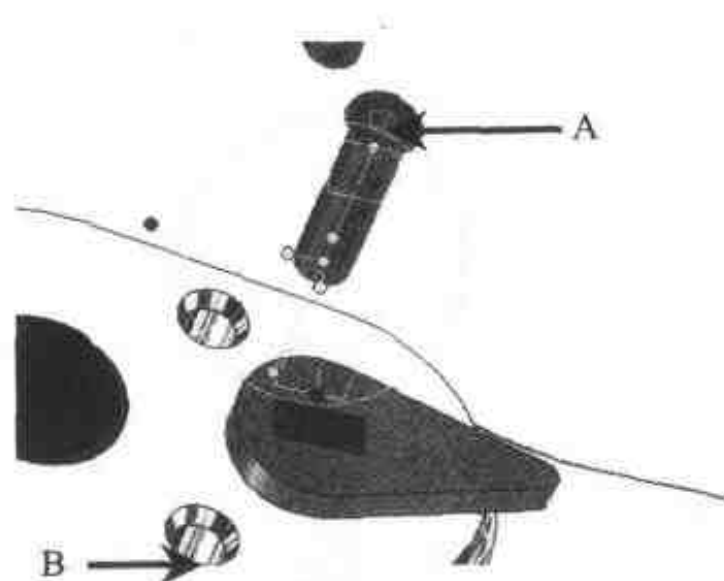


图 5.21 重新定位三维球

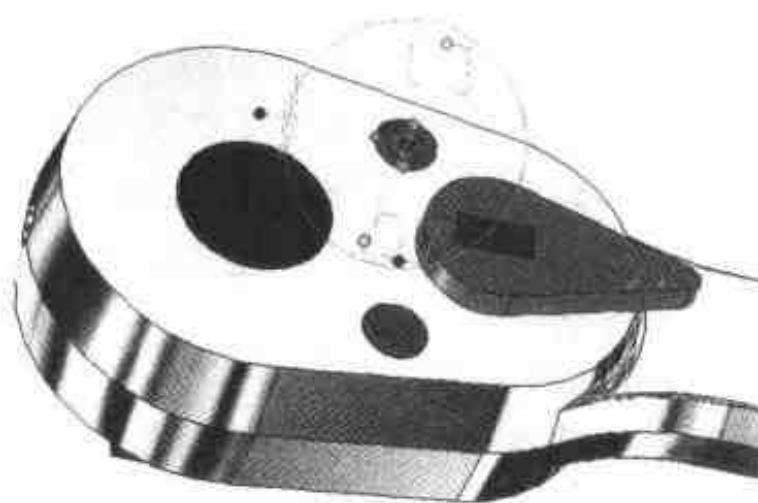


图 5.22 完成零件的装配

### 5.2.2 制作棘轮的装配动画

- (1) 选择【显示】|【工具条】命令，选择【智能动画】选项，弹出【智能动画】工具条。
- (2) 打开所附光盘中的文件 score\example\jixie\5\棘轮机构零件，所有的零件都在这里给出。
- (3) 打开零件设计树，对应零件树中可以知道各个零件的名称，尤其是棘轮与凸轮应该引起重视，零件树如图 5.23 所示。

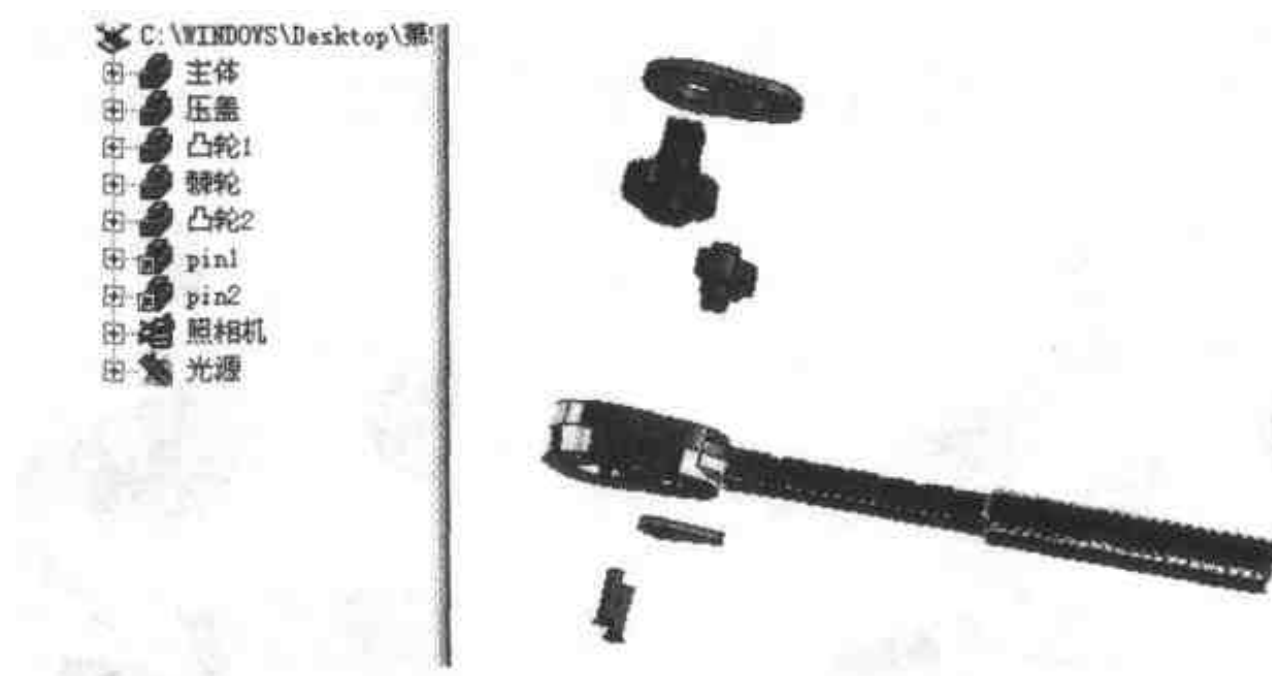


图 5.23 零件设计树


- (4) 在零件编辑状态下选择棘轮，单击【智能动画】按钮，弹出如图 5.24 所示的【智能动画向导】对话框，选择【移动】单选按钮后，在相应显示的下拉列表中选择 along height direction 选项。
- (5) 单击【完成】按钮后，结果如图 5.25 所示，图中蓝色的栅格平面是定位平面，黄色的直线是运动的轨迹，调整动画时最主要的工作就是调整运动轨迹，在这里主要介绍如何调整棘轮运动轨迹的末点。



图 5.24 设置智能动画向导

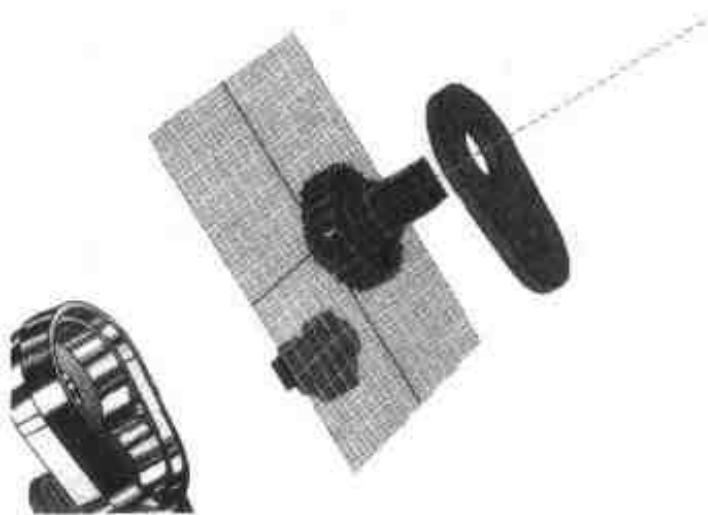


图 5.25 棘轮动画轨迹

- (6) 找到棘轮轨迹线的轨迹末点，单击后显示出棘轮的蓝色外形轮廓线，如图 5.26 所示。
- (7) 棘轮最后的装配位置在主体的壳体内部，所以必须将轨迹末端移到主体的内部。打开【三维球】，选择与棘轮高度线相对应的一维手柄，拖动它向主体移动，结果如图 5.27 所示。

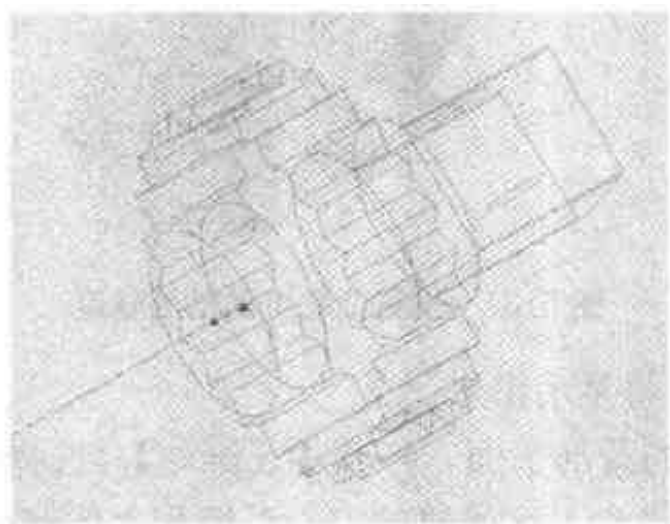


图 5.26 轨迹末点的棘轮外形轮廓线

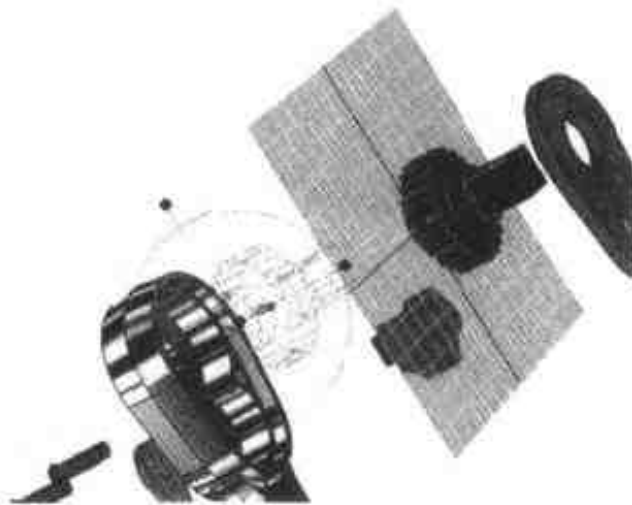


图 5.27 移动轨迹末点

- (8) 注意到动画栅格平面所在位置恰好是棘轮装配时与主体外表面相接触的表面，所以利用三维球将它移到装配位置，如图 5.28 所示的表面(A)就是末点表面。

**注意** 移动前必须保证栅格平面位于棘轮轴的圆柱端面上。

- (9) 把棘轮的蓝色外形轮廓移到主体内部，结果如图 5.29 所示。

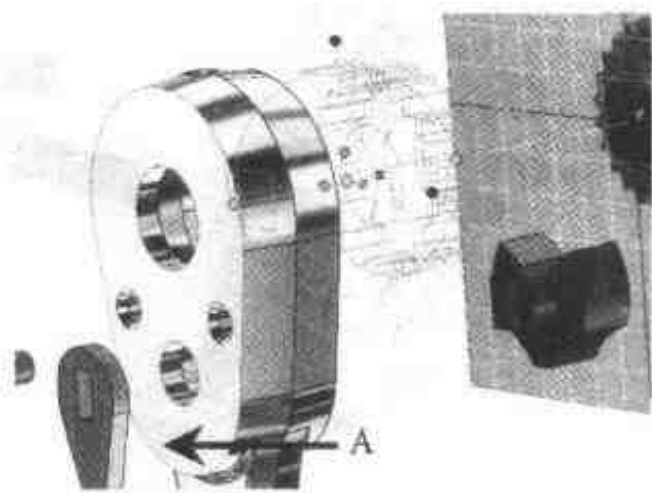


图 5.28 选择棘轮轨迹末点

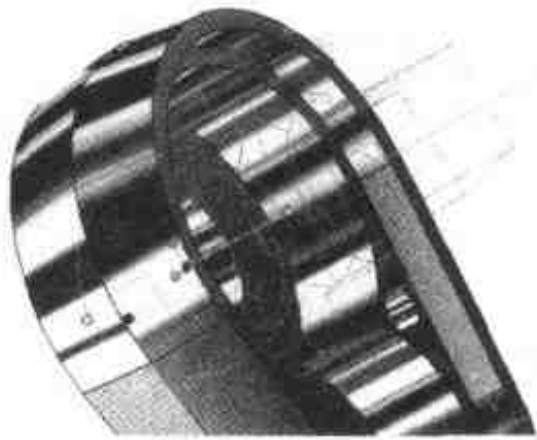




图 5.29 棘轮外形轮廓线位于壳体内

- (10) 关闭【三维球】，单击动画播放【打开】按钮进入动画状态，单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.30 所示，棘轮沿直线运动，最后恰好停止在如图 5.29 所示的蓝色外形轮廓线所在位置。

### 5.2.3 制作凸轮的装配动画

- (1) 首先添加凸轮 1 的动画。在零件编辑状态下选择凸轮 1，单击【智能动画】按钮，弹出【智能动画向导】对话框。
- (2) 选择【移动】单选按钮后，再在相应显示的下拉列表中选择 along height direction 选项，为了使轨迹不至于过长，可先将移动距离改为 1。
- (3) 单击【完成】按钮，出现如图 5.31 所示的黄色轨迹。

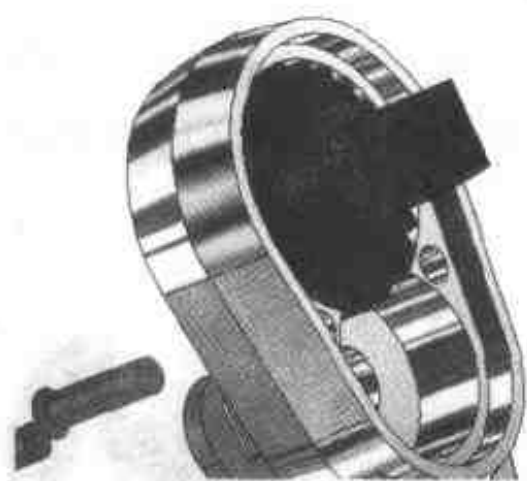


图 5.30 棘轮装配动画的结果

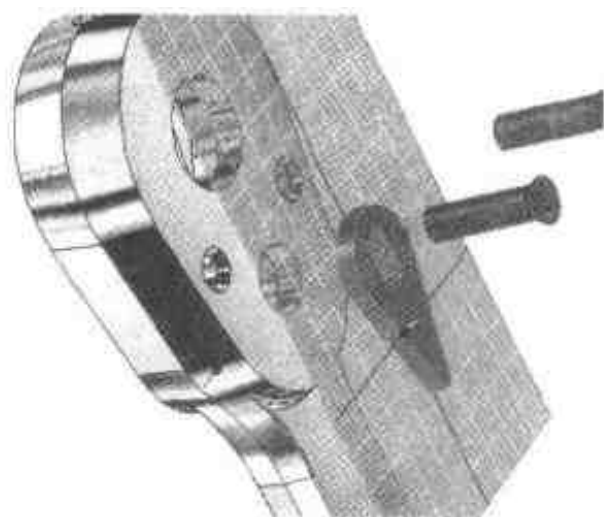



图 5.31 设置凸轮 1 的动画轨迹

- (4) 单击轨迹末点，凸轮 1 的蓝色外形轮廓线将显示出来。
- (5) 凸轮 1 正确的轨迹末点应该是主体零件的背部平面。打开【三维球】，选择并锁定与凸轮 1 高度线相对应的定位手柄，移动三维球使球中心手柄和主体背面(图 5.32A)平齐。
- (6) 关闭【三维球】，单击【打开】按钮，进入动画状态。
- (7) 单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.33 所示，凸轮 1 沿直线运动，最后当凸轮 1 的表面和主体壳体平面接触时就停止运动。

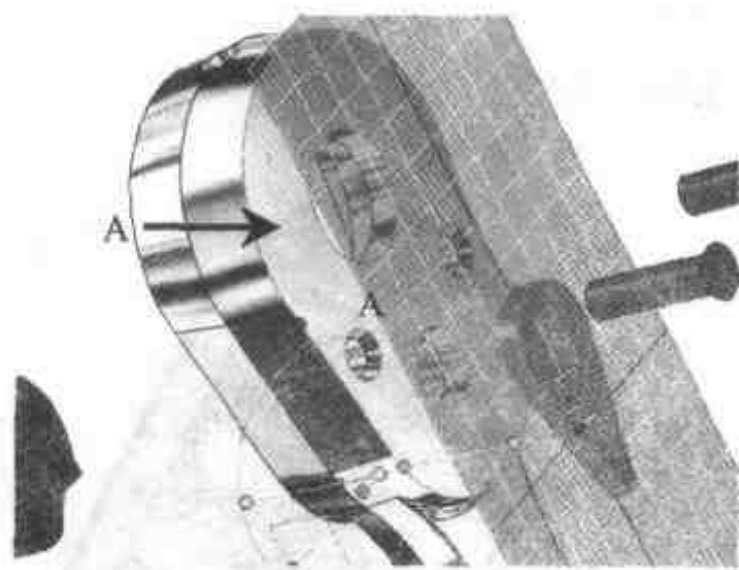


图 5.32 凸轮 1 的轨迹末点

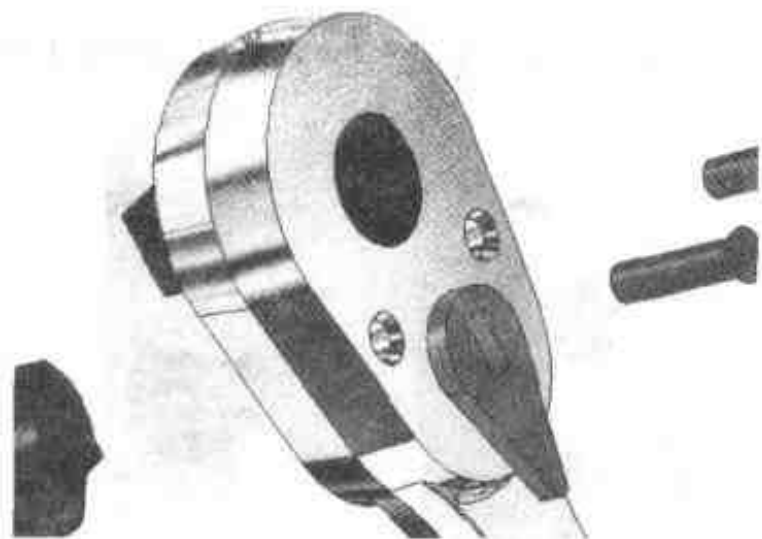



图 5.33 凸轮 1 的运动轨迹



- (8) 现在再来添加凸轮 2 的动画。在零件编辑状态下选择凸轮 2, 单击【智能动画】按钮, 弹出【智能动画向导】对话框。
- (9) 选择【移动】单选按钮, 并选择 along height direction 选项, 将移动距离改为 1, 单击【完成】按钮, 结果如图 5.34 所示。
- (10) 单击轨迹末点, 凸轮 2 的蓝色外形轮廓线显现。打开【三维球】, 选择并锁定与高度线相对应的定位手柄, 利用三维球将它移动到 5.2.1 节所述装配定位位置, 如图 5.35 所示。

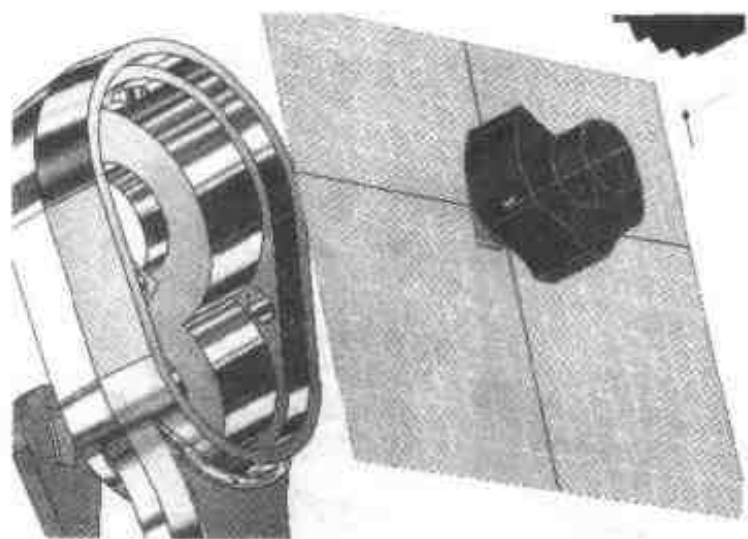


图 5.34 设定凸轮 2 的动画轨迹

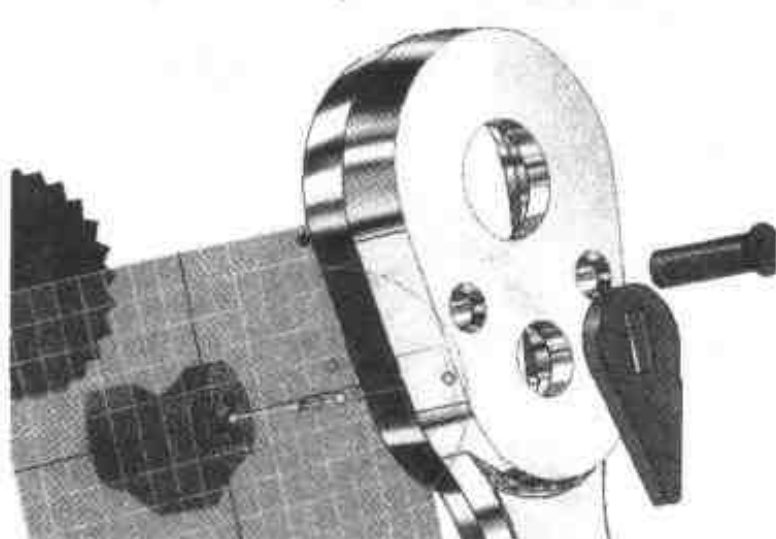



图 5.35 调整凸轮 2 的轨迹末点

- (11) 关闭【三维球】, 单击【打开】按钮进入动画状态。单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.36 所示, 凸轮 2 恰好停止于如图 5.35 所示的凸轮蓝色外形轮廓线所在的位置。

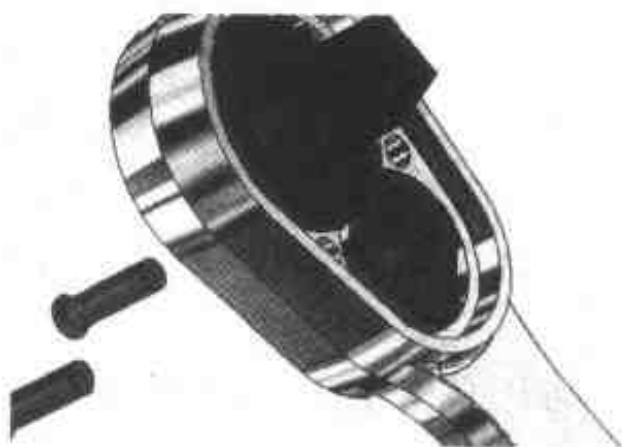





图 5.36 凸轮 2 的装配动画

#### 5.2.4 制作压盖及销钉的装配动画

- (1) 首先添加压盖的动画。在零件编辑状态下选择压盖, 单击【智能动画】按钮, 后弹出【智能动画向导】对话框。
- (2) 选择【移动】单选按钮, 并选择 along height direction 选项, 将移动距离改为 1, 单击【完成】按钮, 出现如图 5.37 所示的轨迹黄线。
- (3) 单击轨迹末点, 压盖的蓝色外形轮廓线将显示出来, 打开【三维球】, 选择并锁定与高度线相对应的定位手柄, 利用三维球将它移动到 5.2.1 节所述的装配位置, 如图 5.38 所示。
- (4) 关闭【三维球】, 单击【打开】按钮进入动画状态。
- (5) 单击【播放】按钮观察动画效果, 压盖的运动结果如图 5.39 所示。
- (6) 接下来添加 pin1 的动画。在零件编辑状态下选择 pin1, 单击【智能动画】按钮, 弹出【智能动画向导】对话框。
- (7) 选择【移动】单选按钮后, 然后选择 along height direction 选项, 将移动距离改为 1, 单击【完成】按钮, 结果如图 5.40 所示。

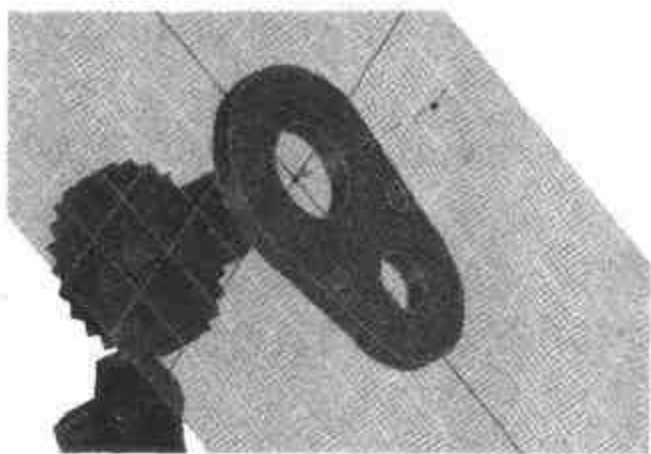


图 5.37 添加压盖的智能动画

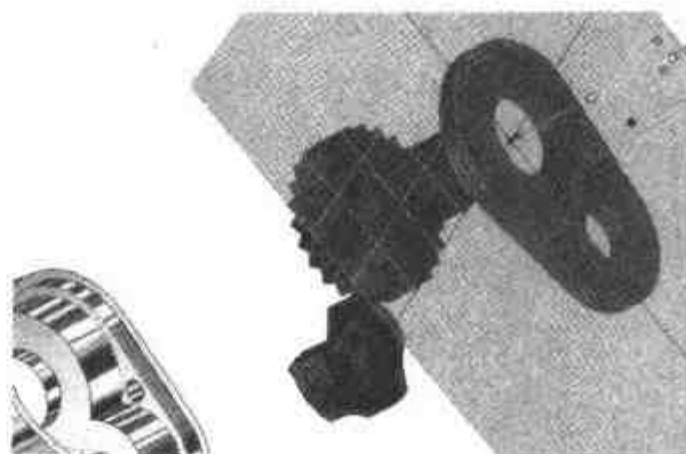


图 5.38 调整压盖的运动末点

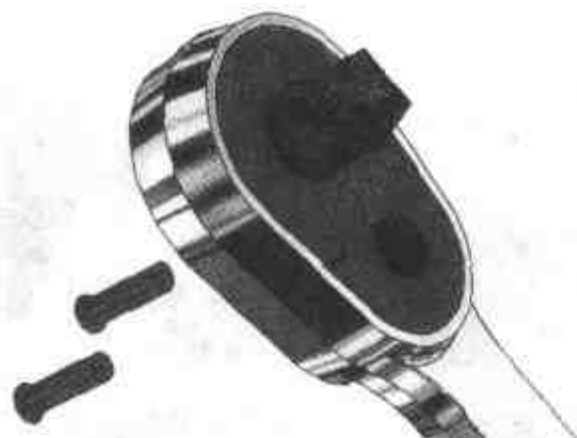


图 5.39 压盖的装配动画

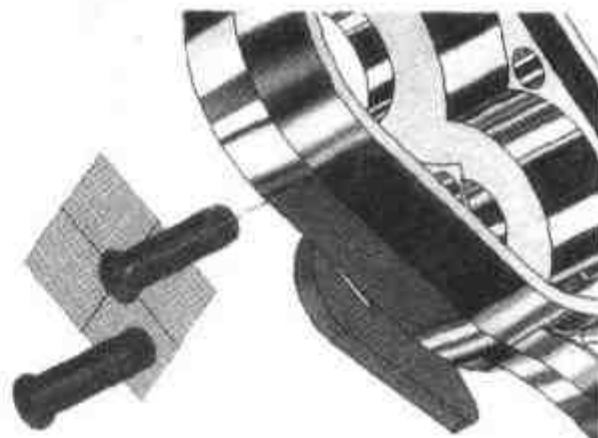



图 5.40 添加 pin1 零件的智能动画

- (8) 单击轨迹末点，pin1 销钉的蓝色外形轮廓线将显示出来。
- (9) 打开【三维球】，选择并锁定与高度线相对应的定位手柄，利用三维球将它移动到销钉的装配定位位置，如图 5.41 所示。
- (10) 关闭【三维球】，继续添加 pin2 的装配动画，方法与 pin1 完全相同，请读者自行完成。
- (11) 单击【打开】按钮进入动画状态，单击【播放】按钮观察动画效果，两个销钉的动画结果如图 5.42 所示。

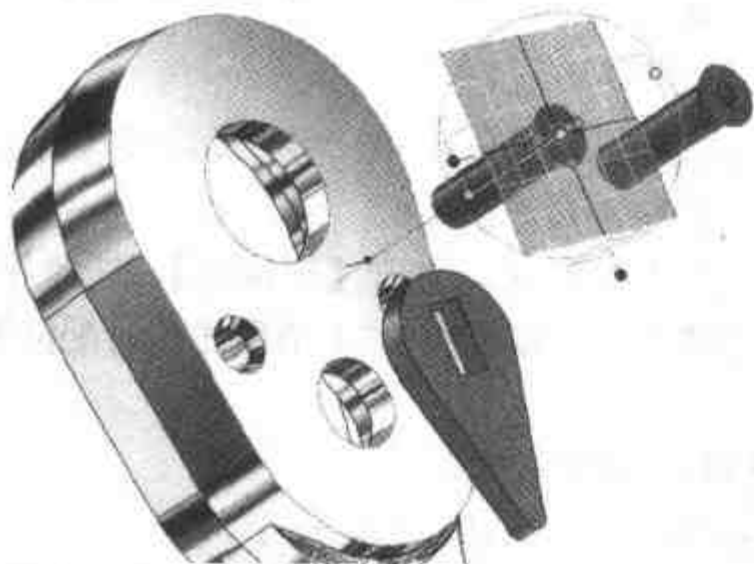


图 5.41 定位 pin1 零件的轨迹末点

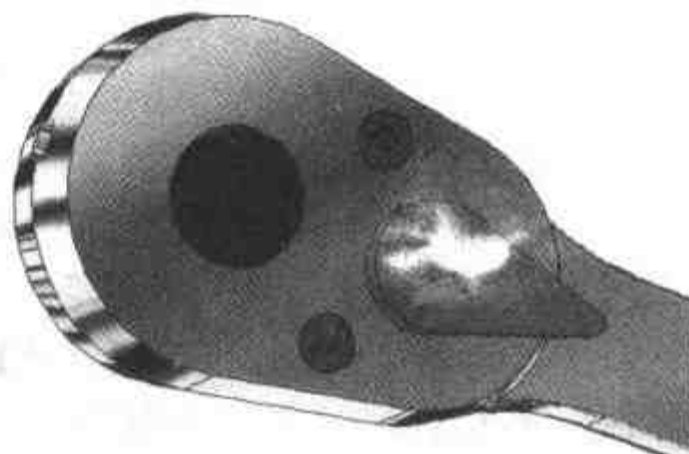



图 5.42 动画结果

**注意** 凸轮 2 和棘轮在动画轨迹的末点不能产生装配干涉。

### 5.2.5 制作棘轮工作原理的动画

棘轮的运动特点是间歇运动,更重要的是要求凸轮和棘轮的动画要“合拍”,这个动画的制作是比较费时的,需要进行动画参数的精心搭配才可以有比较真实的效果。在这里所给出的动画片段属性都是经过多次试验才成功的,读者在以后的练习中要注意调节不动零件间动画的协调性。

#### 1. 棘轮的动画添加

- (1) 选择【显示】|【智能动画编辑器】命令,弹出如图 5.43 所示的【智能动画编辑器】,在本节中它是主要的编辑工具。此编辑器显示出每个动画零件的动画片段。
- (2) 在零件设计树中右击【压盖】选项,然后选择【压缩】命令,这样作可以观察到零件内部棘轮与凸轮的运转情况。
- (3) 首先添加棘轮的动画,它是在凸轮的带动下先左转后右转的一种运动,所以在这里各添加一个两个方向的运动。
- (4) 在零件编辑状态下选择棘轮,单击【智能动画】按钮,弹出【智能动画向导】对话框,选择【旋转】单选按钮,然后在其下拉列表中选择 around height axis 选项,并将旋转角度改为“-12”,结果如图 5.44 所示。

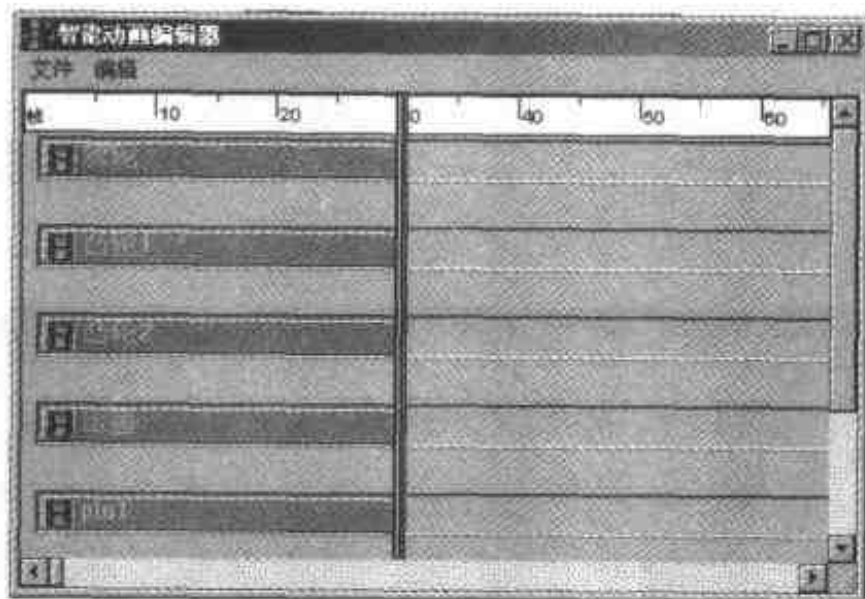



图 5.43 智能动画编辑器



图 5.44 添加棘轮的动画

- (5) 单击【完成】按钮,结果如图 5.45 所示。
- (6) 再次在零件状态下选择棘轮,单击【智能动画】按钮,弹出【智能动画向导】对话框。
- (7) 选择【旋转】后,在下拉菜单中选择 along height direction,将旋转角度改为 12。棘轮的两次运动动画(即顺、逆往复转动)都已经添加完毕,可是这时观察却什么也看不出来的,需要利用智能动画编辑器来进行时间编辑。
- (8) 打开智能动画编辑器,双击【棘轮】打开动画片段,结果如图 5.46 所示。

**注意** 需打开动画片段也可以右击片段名称,选择【展开】命令。

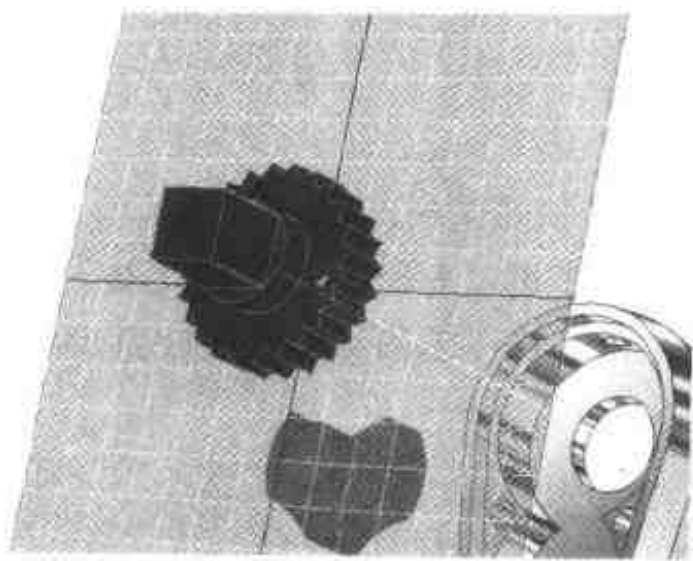


图 5.45 棘轮的动画轨迹

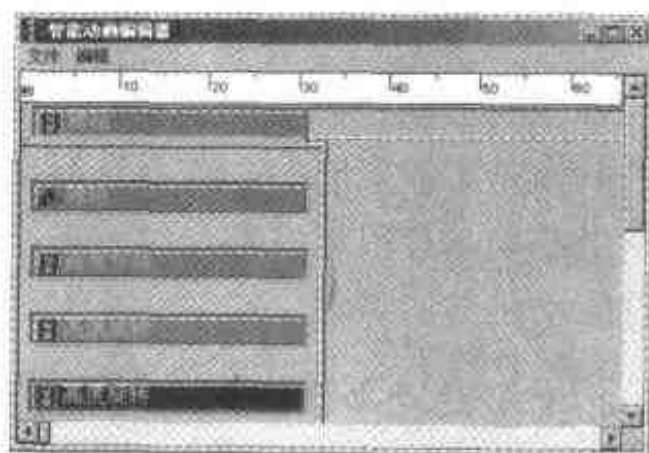


图 5.46 展开棘轮的动画片段

- (9) 右击最上方的【棘轮】后选择【属性】命令，将长度改为 6 秒，结果如图 5.47 所示。
- (10) 右击最上面的【高度移动】后选择【属性】命令，将长度改为 2 秒。
- (11) 右击第一个【高度旋转】后选择【属性】命令，将起始时间改为 2.55，将长度改为 0.8 秒。
- (12) 右击第 2 个【高度旋转】后选择【属性】命令，将起始时间改为 4.55，将长度改为 0.8，智能动画编辑器如图 5.48 所示。

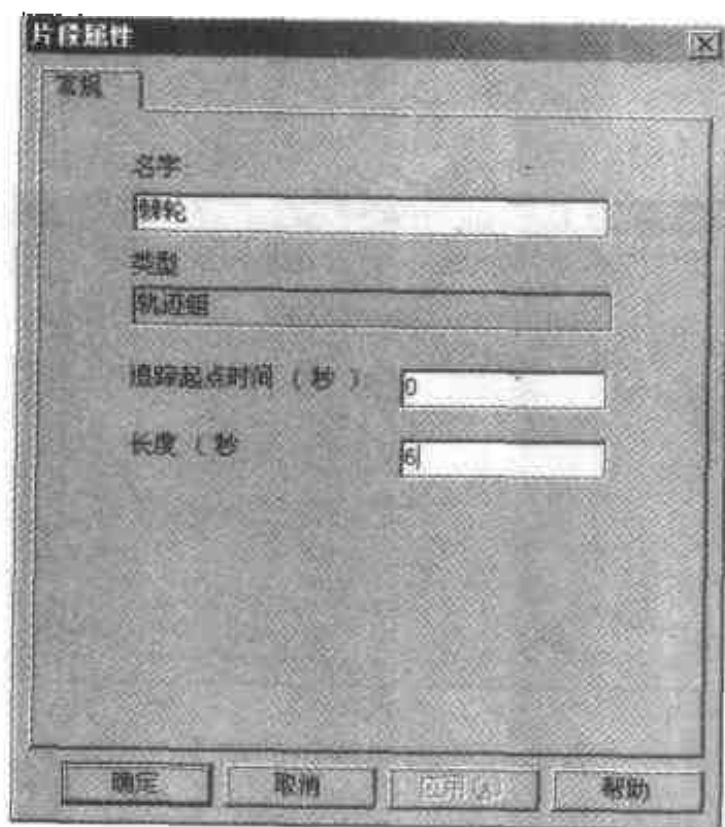


图 5.47 定义片段时间

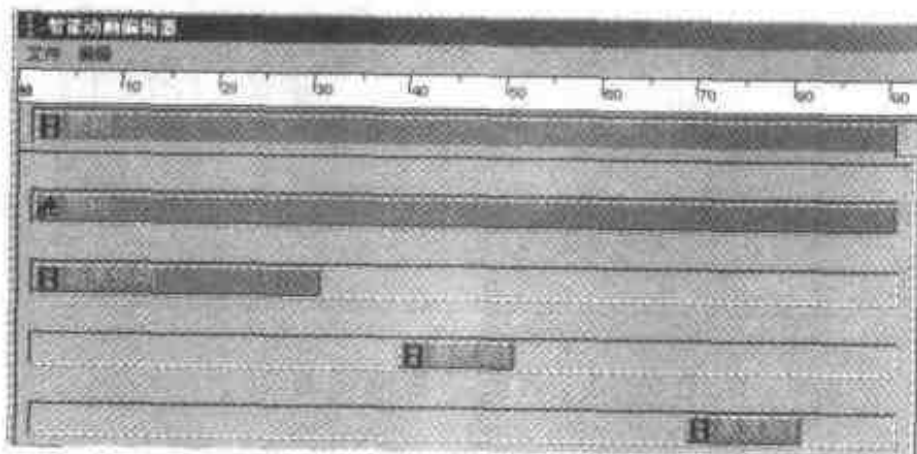




图 5.48 棘轮动画展开编辑

- (13) 单击智能动画工具条上的【打开】按钮进入动画状态，单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.49 所示，棘轮在装配完成后沿逆时针和顺时针各旋转一下。

## 2. 凸轮的动画添加

- (1) 由于凸轮 1 和凸轮 2 在旋转运动时是完全同步的，所以在左侧零件设计树中将它们合并制作成为一个装配件并命名为“凸轮”，结果如图 5.50 所示。
- (2) 在零件设计树中选择【凸轮】，单击【智能动画】按钮，弹出【智能动画向导】对话框。




- (3) 选择【旋转】单选按钮后,在下拉菜单中选择 around height direction,将旋转角度改为 25。



图 5.49 棘轮增加了顺、逆方向的转动



图 5.50 将凸轮 1、2 合并成装配件

- (4) 再次在左侧零件设计树中选择【凸轮】,单击【智能动画】按钮后弹出【智能动画向导】对话框,选择【旋转】单选按钮后,在相应显示的下拉列表中选择 around height direction 选项,将旋转角度改为-25。
- (5) 打开智能动画编辑器,双击【凸轮】打开动画片段,结果如图 5.51 所示。
- (6) 右击最上方的【凸轮】选项,选择【属性】命令,在打开的对话框中将起始时间改为 2,长度改为 4 秒,结果如图 5.52 所示。

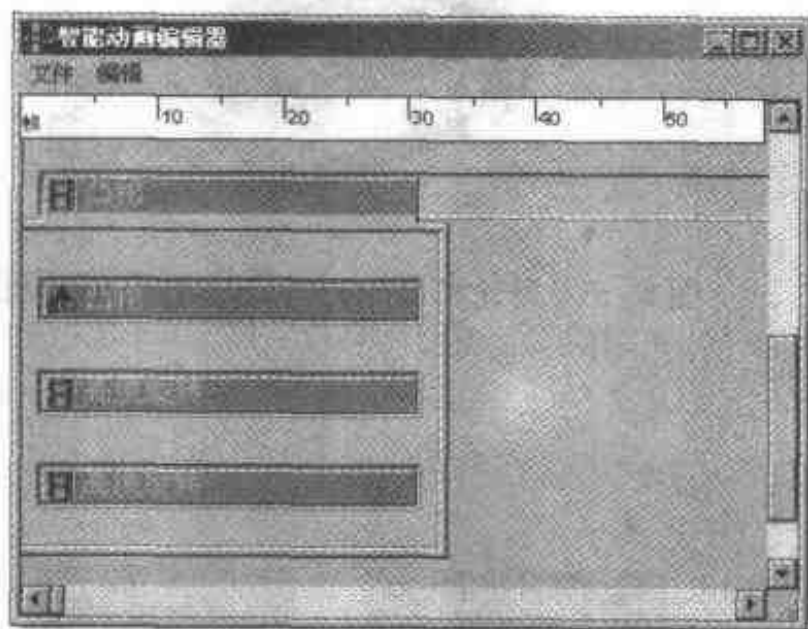


图 5.51 展开凸轮的动画片段

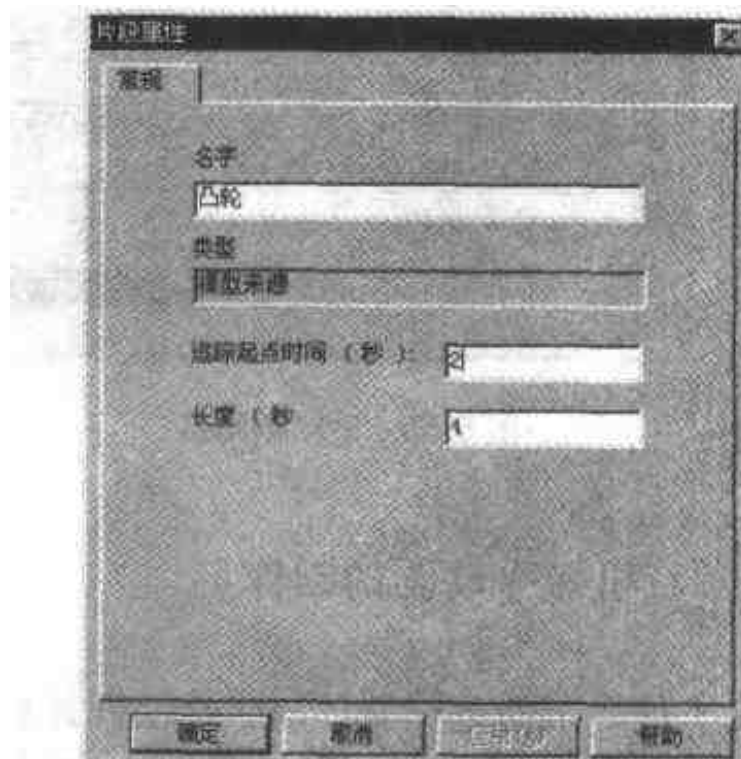


图 5.52 修改属性

- (7) 右击第一个【高度旋转】选项,选择【属性】命令,在打开的对话框中将长度改为 2 秒。
- (8) 右击第二个【高度旋转】选项,选择【属性】命令,在打开的对话框中将起始时间改为 2,长度改为 2 秒,智能动画编辑器如图 5.53 所示。
- (9) 右击第一个【高度旋转】选项,选择【属性】命令,在打开的对话框中单击【时间效果】标签,然后在【类型】下拉列表中选择 Linear 选项,并选中【重叠】和【反转】复选框,结果如图 5.54 所示。



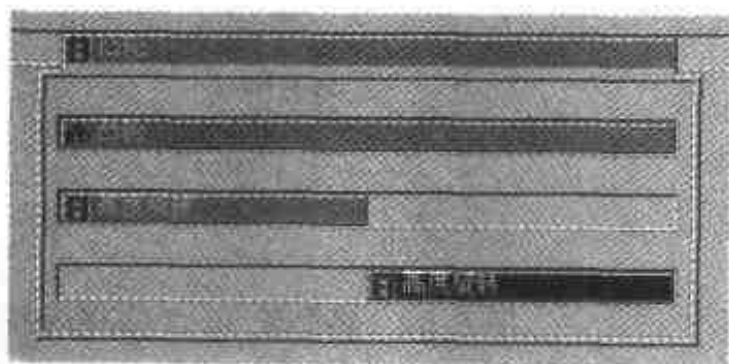


图 5.53 属性改动后的智能动画编辑器



图 5.54 修改旋转属性

(10) 对第二个【高度旋转】进行相同的处理，动画编辑器结果如图 5.55 所示。



(11) 单击【智能动画】工具条上的【打开】按钮进入动画状态，单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.56 所示，棘轮和凸轮在装配完成后发生逆时针和顺时针往复旋转动画，动作和谐并没有发生干涉。



图 5.55 动画编辑器



图 5.56 棘轮和凸轮的间歇配合运动(动画)

### 5.3 机械手动画的制作

机械手的工作原理属于平面四连杆机构的动作原理，机械手各个零件的运动路径较为简单，都是直线或圆弧运动，但各个运动零件在时间上的协调(合拍)是制作动画的难点。如图 5.57 所示，中间的滑板上下移动时带动 4 个连杆转动和移动，连杆再带动左右夹在滑槽中作左右往复直线运动，在应用 CAXA 实体设计制作机构动画时，最重要的是要保证滑块、连杆和左右夹这 3 种主要构件在运动时间上的配合与协调。

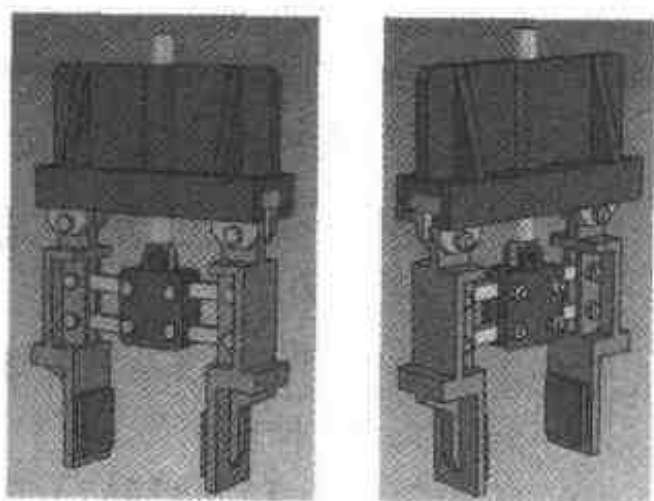


图 5.57 机械手结构设计三维实体模型

### 5.3.1 左右夹的动画制作


- (1) 选择【显示】|【工具条】命令，选择【智能动画】选项，弹出【智能动画】工具条。
- (2) 打开所附光盘中的文件 score\example\jixie\5\机械手，然后打开零件设计树，参照设计树可以知道组成机器各个零件或装配体的名称，如图 5.58 所示。
- (3) 首先添加左夹的动画。在零件设计树中选择装配状态下的左夹，单击【智能动画】按钮，弹出【智能动画向导】对话框。
- (4) 选择【移动】单选按钮后，在下拉列表中选择 along width direction 选项，将移动距离改为 5，单击【完成】按钮，结果如图 5.59 所示。



图 5.58 显示机械手的组成构件

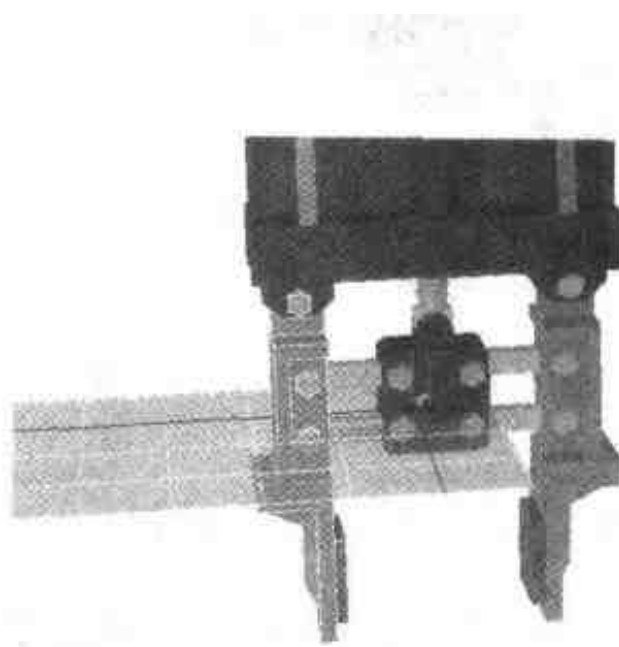



图 5.59 添加左夹的动画

- (5) 左夹应该向右直线移动，故单击轨迹末点，此时显现左夹蓝色外形轮廓线，结果如图 5.60 所示。利用三维球将左夹向右的移动距离设定为 10。
- (6) 接着添加右夹的动画。在左侧零件设计树中选择装配状态下的右夹，单击【智能动画】按钮，弹出【智能动画向导】对话框。
- (7) 选择【移动】单选按钮后，在下拉列表中选择 along width direction 选项，将移动距离改为 5。单击【完成】按钮，结果如图 5.61 所示。

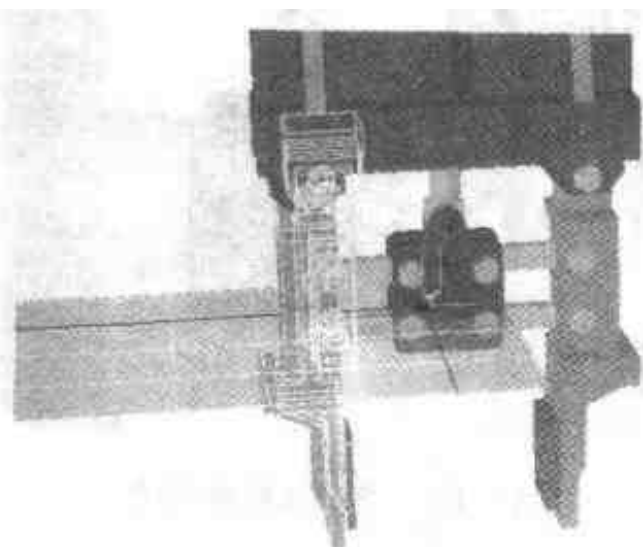


图 5.60 定位左夹的轨迹末点

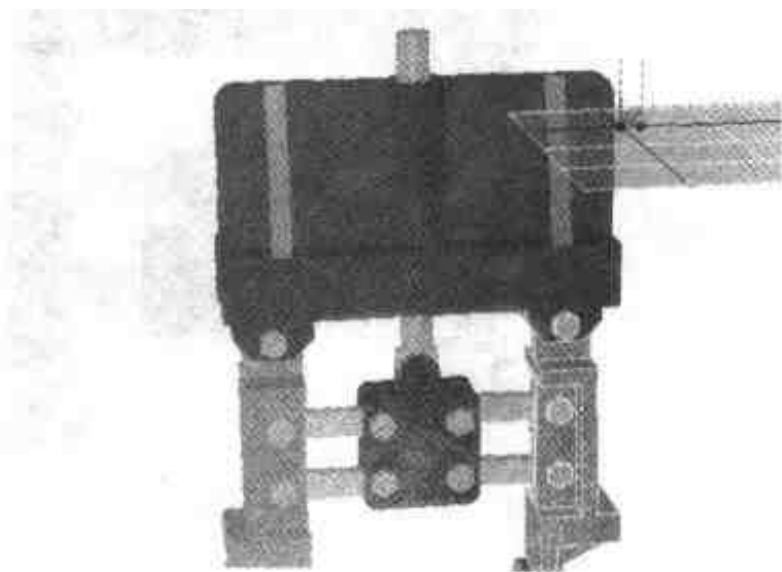



图 5.61 添加右夹的动画

- (8) 单击右夹动画轨迹末点, 右夹的蓝色外形轮廓线将显示出来。
- (9) 打开【三维球】, 选择并锁定与运动轨迹相对应的水平方向手柄, 右击并向左拖动手柄, 释放后选择【移动】单选按钮, 把移动的距离设为 10, 结果如图 5.62 所示。
- (10) 关闭【三维球】, 单击【打开】按钮进入动画状态, 单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.63 所示, 左右夹各向内侧移动了 10。

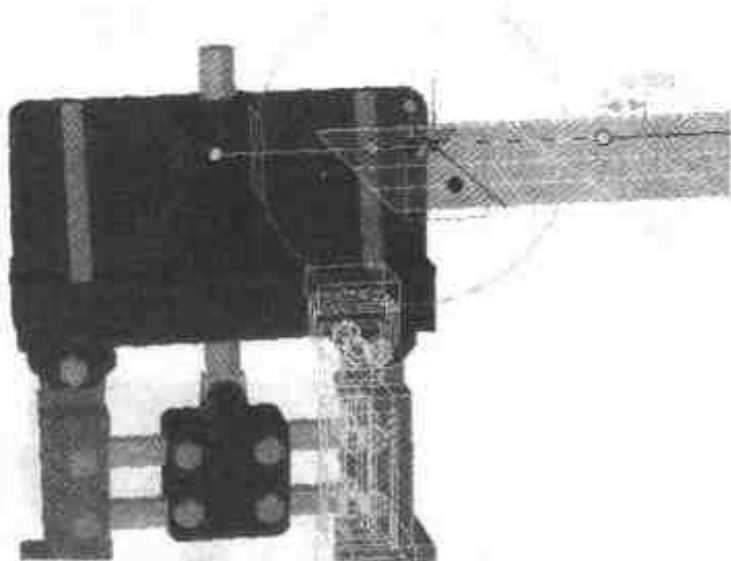


图 5.62 定义右夹的动画距离

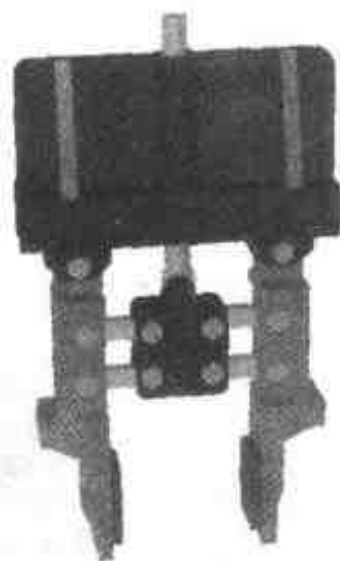



图 5.63 左右夹向内侧移动

### 5.3.2 4 个连杆的动画添加

- (1) 首先添加左上角的连杆的动画。在设计树中选择零件编辑状态下的连杆, 单击【智能动画】按钮, 弹出【智能动画向导】对话框。
- (2) 选择【移动】单选按钮后, 在下拉列表中选择 along length direction 选项, 将移动距离改为 5, 单击【完成】按钮, 结果如图 5.64 所示。
- (3) 单击轨迹末点, 连杆的蓝色外形轮廓线将显示出来, 打开【三维球】, 选择与运动直线相对应的定位手柄, 右击并向左拖动手柄, 释放后选择【移动】单选按钮, 设置距离为 10, 结果如图 5.65 所示。

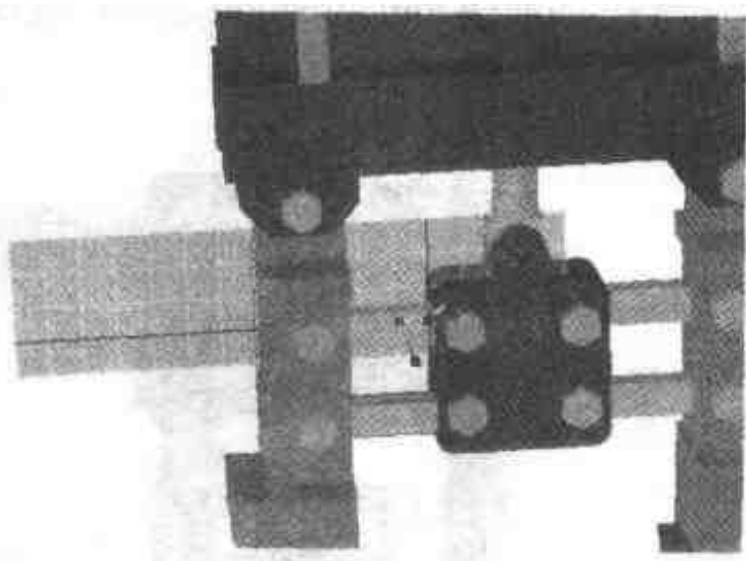


图 5.64 添加连杆的动画

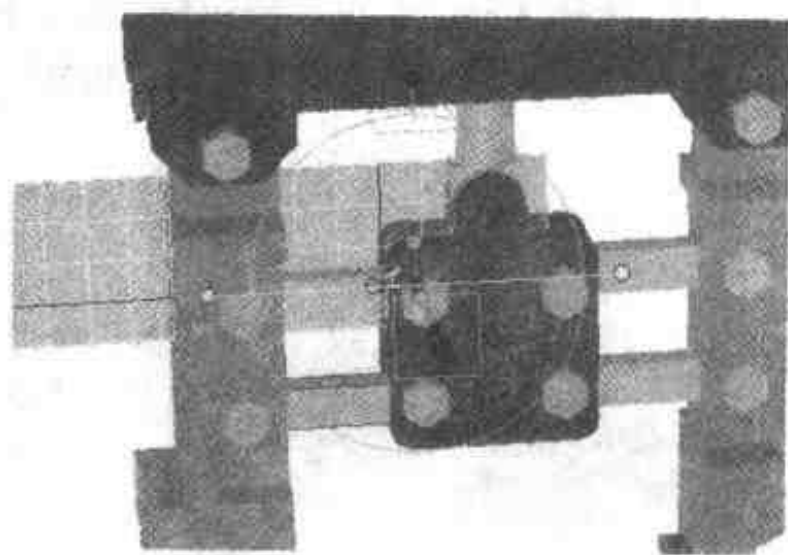



图 5.65 编辑连杆的轨迹

- (4) 关闭【三维球】, 单击【打开】按钮进入动画状态, 单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.66 所示。

- (5) 对其他 3 个连杆进行相同的动画制作, 注意它们的移动方向, 最后观察 4 根连杆的动画效果, 均为平移动画。
- (6) 在零件编辑状态下选择左上角的连杆, 单击【智能动画】按钮, 弹出【智能动画向导】对话框, 选择【旋转】单选按钮后, 在下拉列表中选择 along height direction 选项, 将旋转角度改为-30, 单击【确定】按钮, 结果如图 5.67 所示。

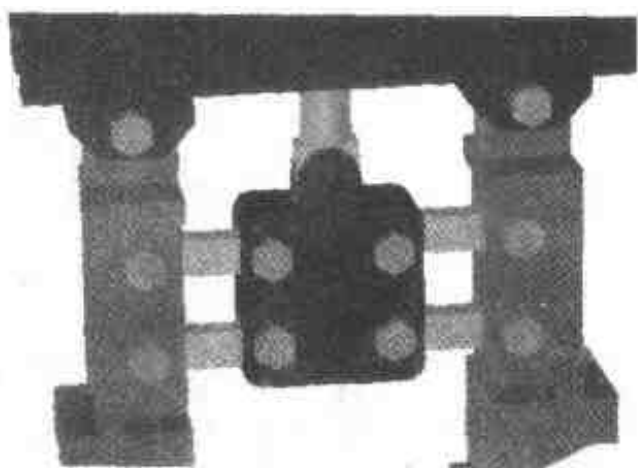


图 5.66 连杆的水平移动

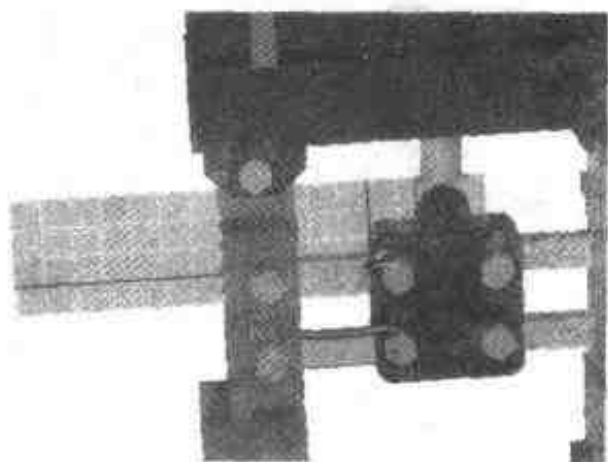



图 5.67 添加连杆的动画

- (7) 打开【三维球】, 右击中心手柄, 选择【到中心点】命令, 单击如图 5.68 所示与连杆相对应的螺栓的上表面圆中心(A)。
- (8) 在这里 4 个连杆的移动是由两个运动所组成的, 一个是向内的水平移动, 一个就是以与它们分别对应的螺栓的中心轴旋转的。
- (9) 单击【打开】按钮进入动画状态, 单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.69 所示。

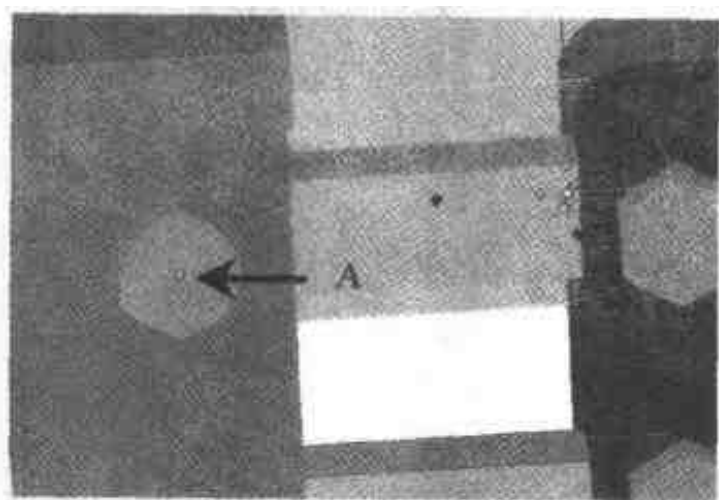


图 5.68 定位连杆的旋转中心

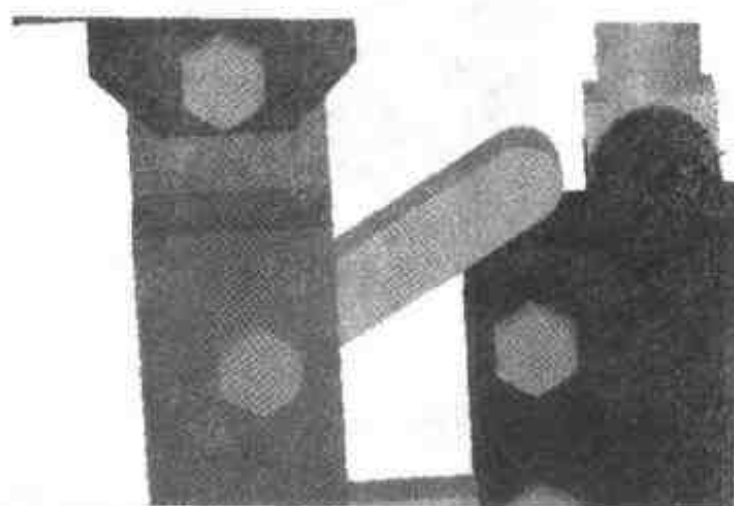




图 5.69 连杆增加了旋转动画

- (10) 对其他 3 个连杆进行相同的处理, 单击动画【打开】按钮进入动画状态, 单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.70 所示。

### 5.3.3 滑板移动的动画制作

- (1) 在设计树中选择装配状态下的滑板, 单击【智能动画】按钮, 弹出【智能动画向导】对话框。
- (2) 选择【移动】单选按钮, 在下拉列表中选择 along width direction 选项, 将移动距离改为 12, 单击【完成】按钮, 结果如图 5.71 所示。



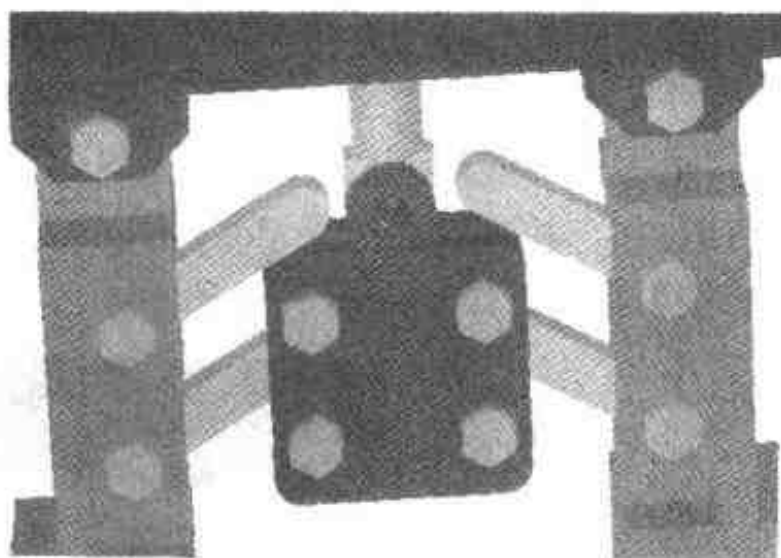


图 5.70 4 根连杆都生成了同步旋转动画

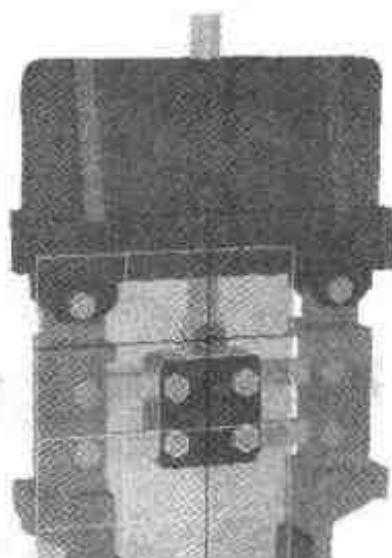



图 5.71 添加滑板动画

- (3) 单击轨迹末点，滑板的蓝色外形轮廓线将显现，打开【三维球】，选择与运动轴线相对应的定位手柄，右击并向左拖动手柄，释放后选择【移动】单选按钮，并设距离为 24，结果如图 5.72 所示。
- (4) 单击【打开】按钮进入动画状态，单击【播放】按钮观察动画效果，结果如图 5.73 所示。

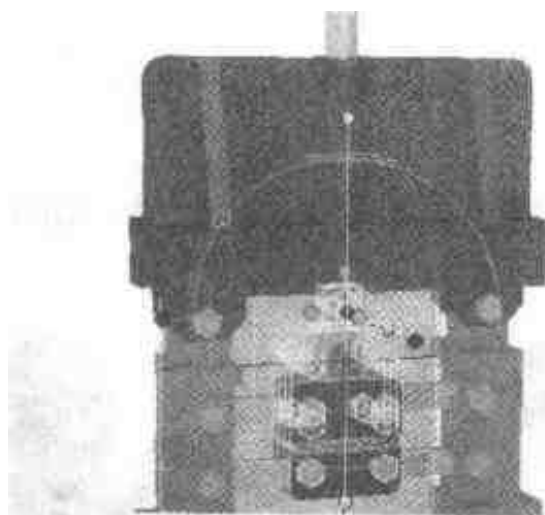


图 5.72 编辑滑板的轨迹末点

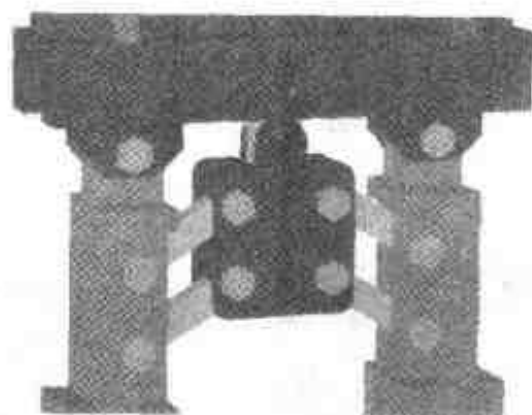


图 5.73 滑板的动画

#### 5.3.4 时间效果的编辑

- (1) 选择【显示】|【智能动画编辑器】命令，打开智能动画编辑器，结果如图 5.74 所示。

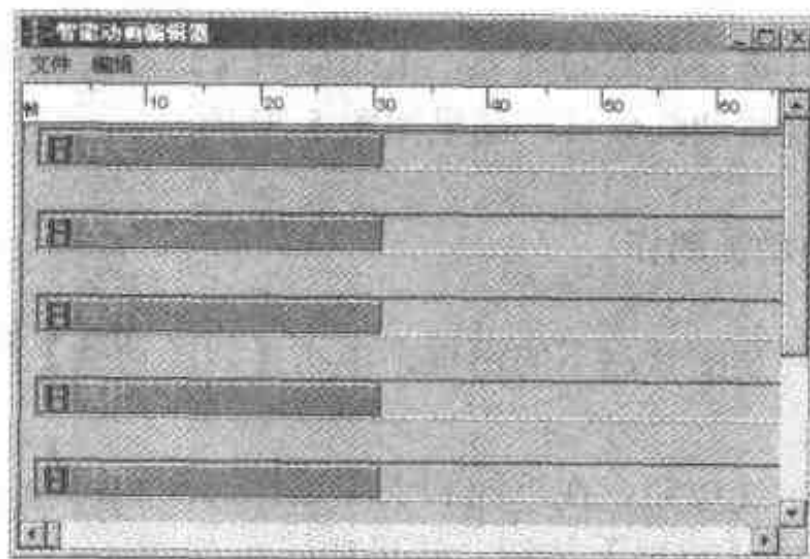


图 5.74 当前的智能动画编辑器



- (2) 右击所有的动画条, 选择【属性】命令, 在打开的对话框中将全部片段的时间长度改为 12, 结果如图 5.75 所示。
- (3) 双击片段, 打开所有的零件动画片段, 右击其中的【宽度移动】、【高度旋转】等选项, 选择【属性】命令。
- (4) 打开【时间效果】选项卡, 在【类型】下拉列表中选择 Linear 选项。
- (5) 将重复次数改为 5, 选中【重叠】和【反转】复选框, 结果如图 5.76 所示。

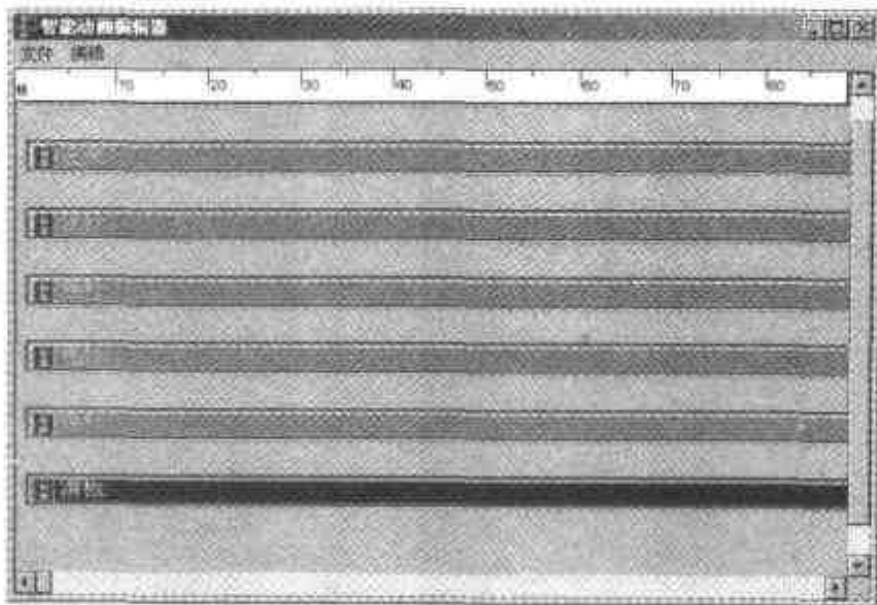



图 5.75 修改属性参数



图 5.76 设置片段属性

- (6) 此时所对应的智能动画编辑器如图 5.77 所示。
- (7) 单击智能动画【打开】按钮, 进入动画状态, 单击【播放】按钮观察动画效果, 结果如图 5.78 所示, 机械手的夹持动作一共持续了 5 次(5 个往复)。

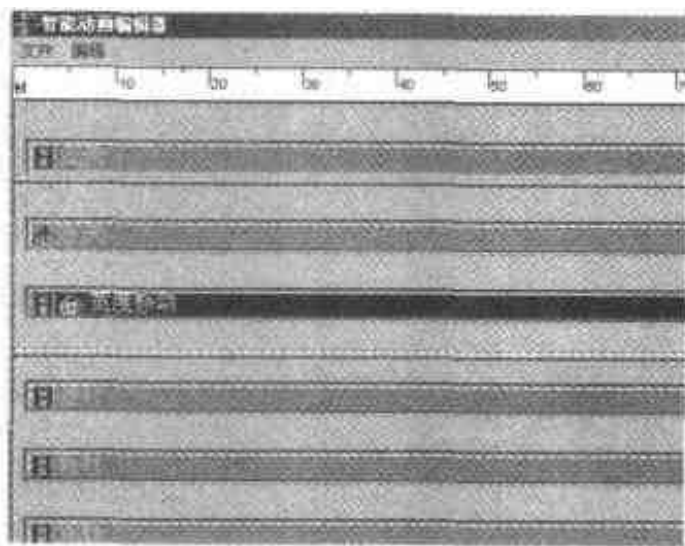


图 5.77 动画编辑器

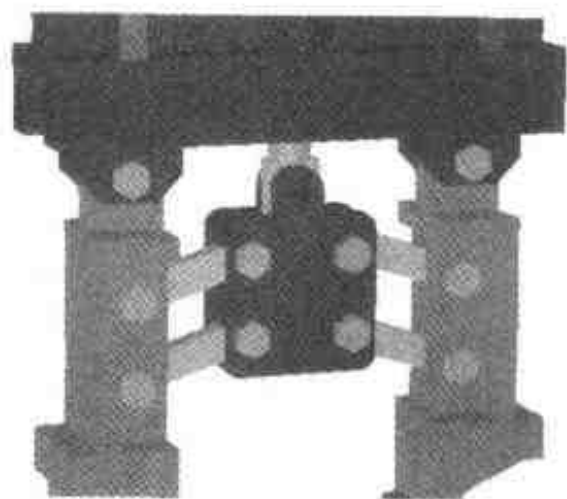


图 5.78 完成机械手的夹持动作(动画)

[ G e n e r a l   I n f o r m a t i o n ]

书名 = C A X A 实体设计——机械设计篇

作者 =

页数 = 2 0 1

S S 号 = 0

出版日期 =

封面  
书名  
版权  
前言  
目录  
正文