

高职高专模具与数控技能实训规划教材

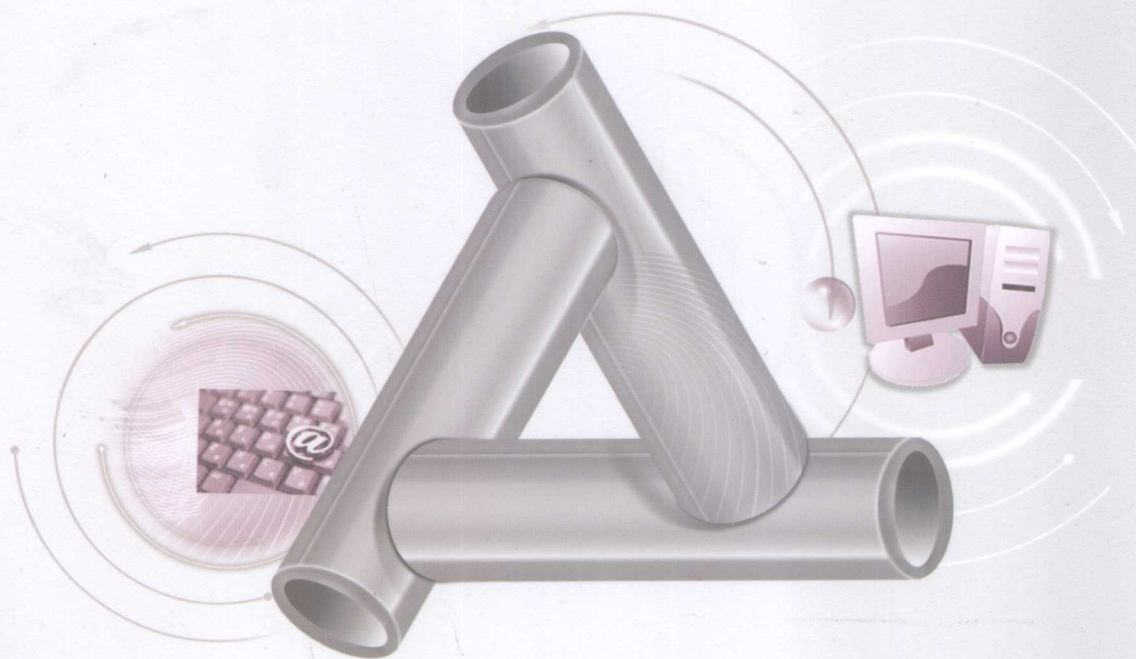
Pro/E 4.0

中文野火版

产品设计实例精讲



主编 侯先勤



系统全面 视频讲解 ◯ 取材典型 实例丰富 ◯ 讲解独到 经验点评



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

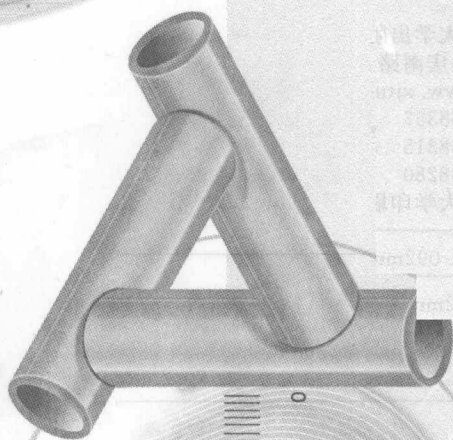
高职高专模具与数控技能实训规划教材

Pro/E 4.0

中文野火版

产品设计实例精讲

主编 侯先勤



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容简介

本书是 Pro/E Wildfire 4.0 中文版的中高级教程,以实例为主,内容分别涉及二维图形、三维实体、曲面、参数化以及综合应用。全书内容由浅入深,层层剖析,注重理论与实例相结合,全面系统地介绍了使用 Pro/E 4.0 进行三维产品开发的基本方法和应用技巧。

随书配送的多媒体光盘包含全书所有实例的模型文件和视频演示文件,供读者学习。当然,某些操作方法不一定最优或最简洁,目的是尽量使读者能了解更多的方法,为将来设计更为复杂的产品奠定基础。

全书结构严谨,内容丰富,实例典型,实用性强。适合于广大的 Pro/E 的中高级读者,可作为高等院校、高职高专机械、机电、模具制造、数控加工等专业的实训教材,也可作为企业产品设计、模具设计、数控加工人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/E 4.0 中文野火版产品设计实例精讲/侯先勤编. —西安:西安交通大学出版社,2009.7

ISBN 978-7-5605-3111-3

I. P… II. 侯… III. 机械设计:计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER 4.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 06866

书 名 Pro/E 4.0 中文野火版产品设计实例精讲
主 编 侯先勤
责任编辑 雷萧屹

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 西安交通大学印刷厂

开 本 787mm×1 092mm 1/16 印张 13.375 字数 323 千字
版次印次 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3111-3/TH·81
定 价 29.80 元(附赠 CD-ROM 光盘一张)

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdly@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

Foreword

Pro/ENGINEER 是由美国 PTC(Parametric Technology Corporation)参数技术公司推出的一款博大精深的三维 CAD/CAM/CAE 参数化软件,自 1988 年问世以来,以其强大的功能,广泛应用于电子、机械、工业设计、家电、玩具、模具、汽车、航空航天等领域。

该软件集零件设计、造型设计、模具开发、数控加工、钣金设计、机构仿真、逆向工程、有限元分析和产品数据库管理等功能于一体,深受众多大中型企业、研究所和大学的青睐。波音飞机、通用汽车、通用电器、华为、松下、西门子、三星、海尔、中国一汽、中国二汽等都是它的用户。由于其强大而完善的功能,Pro/E 几乎成为三维 CAD/CAM/CAE 领域的一面旗帜和标准,在国外已成为工程专业必学的课程,也成为模具设计加工人员的必备技能。

PTC 公司提出的参数化设计、三维实体模型、特征驱动和单一数据库的设计概念彻底改变了 CAD 技术的传统观念,逐渐成为当今世界 CAD/CAM/CAE 领域的新标准。

本书讲解的 Pro/E Wildfire 4.0,由于其功能逐步加强,界面更加友好,设计能力更加强大,使得 Pro/E 拥有了越来越多的客户群。

本书内容

全书共分 6 章:第 1 章,Pro/E 概述;第 2 章,介绍绘制二维图形的方法与技巧;第 3 章,机械设计实例;第 4 章,产品造型设计实例;第 5 章,参数化设计实例;第 6 章,综合应用。本书内容完整,层次清晰,内容分别涉及二维图形、三维实体、曲面以及综合应用。讲解由浅入深,层层剖析,在阐明基本设计原理的同时又为读者推荐好的设计方法和设计经验。

读者对象

本书语言简洁,层次清晰,讲解直观,实例丰富、经典,步骤详细,适合于广大的 Pro/ENGINEER 中、高级读者,可作为高等院校和高职高专机械、机电、模具制造、数控加工等专业的实训教材,也可作为企业产品设计、模具设计、数控加工人员的参考书。

本书由侯先勤主编,参加编写的还有陈海燕、曹广余、陈国兴、巩小龙、田俊飞等老师。

本书光盘介绍

随书配送的多媒体光盘包含全书所有实例的模型文件(*.prt)和视频演示文件(*.avi),可以帮助读者更加形象直观、轻松自如地学习本书。

由于编写时间较为仓促,书中难免会有疏漏和不足之处,肯请广大读者提出宝贵意见。如有问题可以通过电子邮件 xylyabc@666sohu.com 与作者联系。

作 者

2009 年 6 月

目录 Contents

前 言

第 1 章 Pro/E 产品设计概论	(1)
1.1 Pro/E 与工业设计的关系	(1)
1.2 Pro/E 的优点	(3)
1.3 Pro/E 各功能模块的简介	(5)
1.4 Pro/E 对产品的影响	(5)
第 2 章 二维图形绘制实例	(7)
2.1 绘制直线二维图形	(7)
2.2 绘制规则的圆弧类二维图形	(10)
2.3 用辅助圆法绘制圆弧类二维图形	(18)
2.4 用镜像法绘制圆弧类二维图形	(27)
第 3 章 机械设计实例	(37)
3.1 底座类零件设计实例	(37)
3.2 阶梯轴零件设计实例	(45)
3.3 轴承类零件的创建	(50)
3.4 螺栓类零件设计实例	(54)
3.5 曲连杆设计实例	(59)
3.6 凸轮零件设计实例	(64)
第 4 章 产品造型设计实例	(69)
4.1 简单造型设计	(69)
4.2 风扇叶片造型设计实例	(78)
4.3 苹果造型设计实例	(85)
4.4 链环造型设计实例	(93)
4.5 梳子造型设计实例	(103)
第 5 章 参数化设计	(113)
5.1 用零件库进行螺栓设计	(113)
5.2 轴承设计实例	(126)
5.3 直齿参数化设计实例	(139)
5.4 斜形齿参数化设计实例	(155)
第 6 章 综合实例	(177)
6.1 骰子造型设计实例	(177)
6.2 显示器造型设计实例	(192)

第1章 Pro/E 产品设计概论

众所周知,工业设计在新产品设计开发及整个企业经营战略中发挥着举足轻重的作用。计算机在制造业中的应用是一个有机的系统,包括设计、表现、分析、制造等,即 CAD、CAE、CAM。一个优秀的工业设计师必须具备良好的计算机辅助设计能力,借助计算机,将设计方案数字化、工程化。通过现代数控技术和软件技术,在设计规划与生产之间搭起一个快速通道。



1.1 Pro/E 与工业设计的关系

1. CAD 技术的应用

早期的 CAD 绘图软件大多以 2D 绘图为主,无法满足复杂的 3D 图形设计,特别是从概念设计到机械设计、仿真分析、加工制造等环节更是无能为力。因此,3D 绘图软件有了很大的发展空间,诸如本书所涉及的 Pro/E 软件集成了 CAD/CAE/CAM 等强大功能于一体。

Pro/E 作为一款功能强大的 3D 设计软件,广泛应用于电子、机械、工业设计、家电、玩具、模具、汽车、航空航天等行业,是目前最具代表性的 3D 绘图软件。

2. CAD/CAE/CAM 与工程应用

在工程设计中,经常会碰到以下几个概念,如 CAD、CAE、CAM 等,读者应对其有一个整体的了解。

(1)CAD 的概念 CAD(Computer Aided Design,计算机辅助设计)指利用计算机及其图形设备帮助设计人员进行设计工作,将设计者从繁杂的手工绘图中解放出来。它淘汰了传统的绘图工具,将设计绘图工作转移到计算机上进行,不仅减轻了设计人员的劳动,提高了工作效率,而且提高了绘图的精确性和编辑图形的方便性,缩短了设计周期。目前 CAD 已在电子和电气、科学研究、机械设计、服装业、工厂自动化、土木建筑、地质、计算机艺术等各个领域得到广泛应用。

(2)CAE 的概念 CAE(Computer Aided Engineering,计算机辅助分析)是在产品开发阶段,企业把由 CAD 设计或创建好的模型应用 CAE 有效地进行仿真检测,确定产品和零件的相关技术参数,发现产品缺陷、优化产品设计,降低产品的开发成本。在产品维护检修阶段能分析产品故障原因,分析质量因素等。有限元分析在 CAE 中运用最广,如对零件结构强度的力学分析、热传导效能分析等等。

(3)CAM 的概念 CAM(Computer Aided Manufacture,计算机辅助制造)是把计算机应用于生产制造过程中,利用计算机辅助完成从毛坯到产品制造过程中的直接或间接的活动,包括工艺准备、生产作业计划、物流过程的运行控制、生产控制、数控编程等方面。它不仅可以提高产品的精密度,更由于生产的自动化而大大降低了人力成本。

认识了以上几个概念以后,读者应对 CAD/CAE/CAM 在工程设计中的应用有进一步地了解。计算机充分应用到工程设计中后,相应的 CAD/CAE/CAM 高端设计软件应运而生,使得产品由概念、设计到成品加工,节省了很多时间和成本,而且产品品质更加完美。

3. CAD/CAM 工业设计软件与工业设计

CAD/CAM 工业设计软件的应用极大地改变了工业设计的技术手段和方法,使工业设计变的直观化、简单化、集成化。下面介绍几个主要的工业设计软件的功能和特点。

(1) Pro/ENGINEER

Pro/ENGINEER(简称 Pro/E)是美国 PTC 参数技术公司推出的一款博大精深的三维 CAD/CAM/CAE 参数化软件,具有工业设计模块、机械设计模块、分析计算模块、动态模拟与仿真模块、模具设计模块、CNC 数控加工模块等功能模块。而其在三维建模、数据管理和模具结构设计和分析方面是其他软件不能比拟的。它主要应用于工业设计、机械设计、动态仿真、模具设计、模拟加工和数据管理等领域。

(2) Unigraphics

Unigraphics(简称 UG)是美国 UGS 公司推出的高端 CAD/CAM/CAE 软件,为用户提供了集成最先进的技术和一流实践经验的解决方案,能够把任何产品的构想付诸实际,并可以通过过程变更来驱动产品革新,通过知识管理确认每一个设计决策,以创造出更大的利润。它集合了概念设计模块、工程设计模块、动态模拟与仿真模块、模具设计模块、CNC 数控加工模块等功能模块。它主要应用于工业设计、造型设计、动态仿真、模具设计、模拟制造等领域。

(3) CATIA

CATIA 是法国 Dassault System 公司开发的一款世界上主流的 CAD/CAE/CAM 一体化软件,居世界 CAD/CAE/CAM 领域的领导地位,它的集成解决方案覆盖所有的产品设计与制造领域,其特有的 DMU 电子样机模块功能及混合建模技术更是推动着企业竞争力和生产力的提高。广泛应用于航空航天、汽车制造、造船、机械制造、电子、电器、消费品行业。

(4) Inventor

Inventor 是美国 Autodesk 公司推出的 3D 绘图软件,采用全新的绘图引擎,拥有独特的“自适应结构”,可以处理多达数万件的大型装配。

(5) 3DS MAX

3DS MAX 是世界上应用最广泛的三维动画软件之一,它是由美国 Autodesk 公司开发的软件,拥有强大的建模、动画、材质和渲染等功能,主要应用在影视动画、游戏制作、工业设计等领域。3DS MAX 并不是专业的产品造型软件,因为其建模方式多是传统的多边形建模,不能精确的控制模形,但其材质渲染功能强大,可以真实的表现产品的形状、材料和色彩等,便于与客户交流。

(6) AutoCAD

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司 20 世纪 80 年代初开发的专门用于辅助绘图的软件,它集二维绘图、三维造型、数据管理、渲染着色等功能于一体。其主要功能是绘制二维图形,广泛应用于建筑设计、机械设计、电子设计、室内装饰等领域。



1.2 Pro/E 的优点

(1) 参数化设计 Pro/E 创建的模型特征以尺寸作为设计依据, 如果修改某特征的尺寸值, 不但影响本特征的形状而且还会直接影响模型中的其他相关特征的形状, 从而更新整个零件, 保持零件的完整性。如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示。

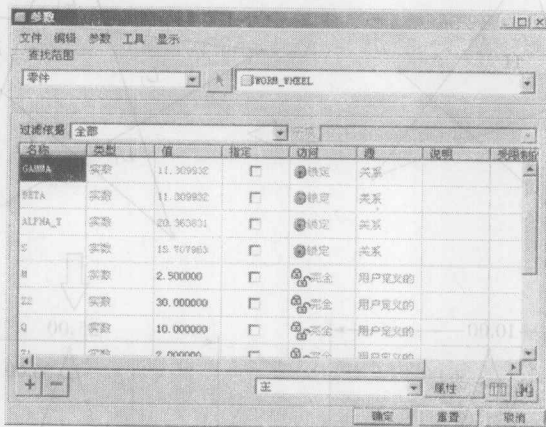


图 1-1

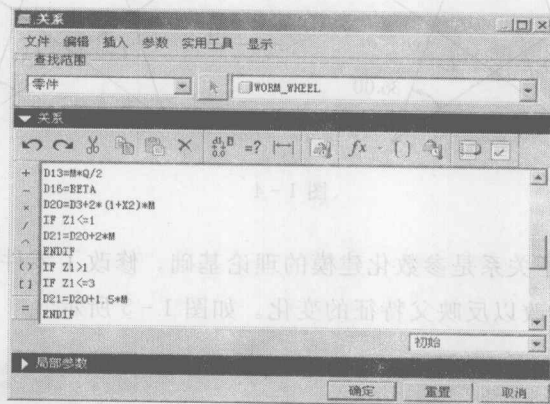
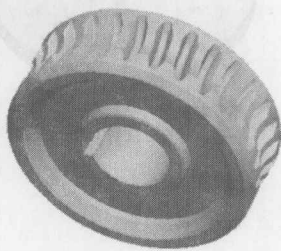
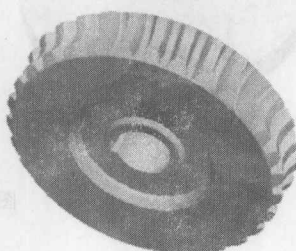


图 1-2



参数变化前



参数变化后

图 1-3

(2) 尺寸驱动 根据参数化设计思想,绘图时设计者可以只抓住图形的某些典型特征绘制图形,然后通过对图形添加约束条件或关系式规范其形状,再修改图形尺寸值,系统通过约束条件或关系式驱动相关尺寸值,即可获得理想图形。如图 1-4 所示。

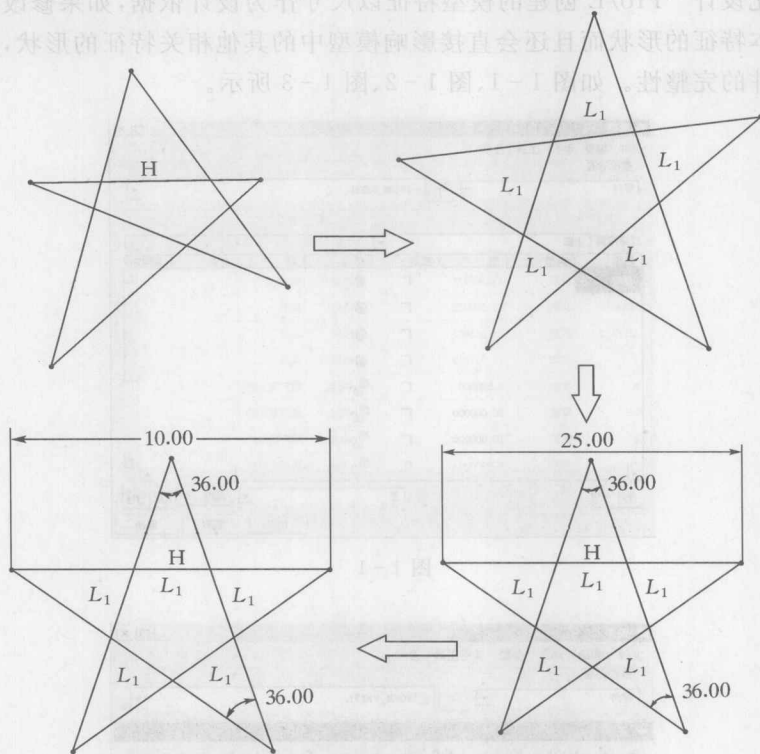


图 1-4

(3) 父子关系 父子关系是参数化建模的理论基础。修改了零件中的某父特征后,其所有的子特征会被自动修改以反映父特征的变化。如图 1-5 所示。

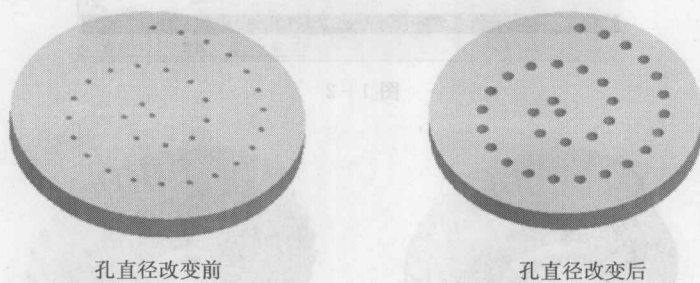


图 1-5



1.3 Pro/E 各功能模块的简介

(1) 二维草图模块 二维草绘是 Pro/E 三维建模的基础,任何三维实体都必须先在草绘模式下绘制二维截面,然后才能产生出 3D 立体图形。在零件模块中绘制二维草绘时,也可以直接调用草绘模块或其他 CAD 软件中已绘制好的二维截面。

(2) 三维实体建模模块 使用 Pro/E 进行产品的设计与开发的主要目的就是要创建三维实体,因此,零件模块可以说是 Pro/E 的核心模块,只有在零件模块中设计完成符合要求的产品模型后,才能谈得上加工制造。

(3) 曲面造型设计模块 曲面设计是 Pro/E 实体建模的有益补充,它克服了实体建模手段相对单一,不能创建形状复杂的表面轮廓的缺点,广泛应用于汽车、飞机等外观精美的曲面造型上。使用曲面特征进行产品的设计也是 Pro/E 零件模块的主要功能。

(4) 参数化设计模块 参数化设计是 Pro/E 重点强调的设计理念。参数化设计的优点在于可以通过变更参数的方法来方便地修改设计意图,从而修改设计模型的形状和大小。

(5) 零件装配模块 装配就是将在零件模块中设计好的多个零件按照实际的生产流程组装成一个完整的过程。在装配的过程中还可以检查零件之间是否有干涉以及模拟装配体的运动情况。

(6) 工程图模块 工程图在生产第一线常用于指导生产过程,使用 Pro/E 的工程图模块可以直接由三维实体模型生成二维工程图。避免了使用其他绘图软件手动绘制工程图的缺点,大大提高了工作效率。使用该模块创建的工程图文件可以非常方便地和其他 CAD 软件相互调用。



1.4 Pro/E 对产品设计的影晌

Pro/E 用于产品设计,不但拓宽了计算机应用领域,同时也对传统的设计观念和方法产生了很大冲击。具体体现在产品设计上可以概括为以下几个方面。

(1) 设计表现展示向“无纸笔化”转变 Pro/E 产品设计摆脱了传统的手工绘图,电脑的操作平台提供了用之不尽的空间,表现的事实过程就是鼠标的单击与键盘的操作,而且干净、简单、高效。数字化仪器与手写板的出现与普及,更使得设计在创意草图阶段也可以脱离纸笔手绘的传统模式,从而形成彻底的“无纸笔化”设计。

(2) 单一数据库 Pro/E 产生的模型,每个零件都有自己的尺寸参数值,如果修改了某一特征的尺寸参数值,则无论是二维截面图,还是 3D 实体模型、3D 装配件以及工程图等,都会自动更新,可以减少因为人工修改所产生的错误或遗漏,节省很多时间,从而使产品开发周期缩短、设计效果更为真实可靠。

(3) 设计仿真和设计检验 Pro/E 拥有功能完善的机械仿真模块,可以模拟物体的运动过程并进行动力学分析。在新产品试投之前,对其制造过程中的结构、加工、装配、装饰和动态特征做到恰如其分的分析和检验,从而提高产品设计的一次成功性。

(4)设计与制造的紧密结合 数控技术是机械制造业的基础,Pro/E 的设计数据可以通过数据传输系统与数控加工设备联结,将设计数据直接用于产品零配件的加工,自动完成从设计到加工程序的转换。

(5)设计方案交流方便快捷 网络的发展拉近了人与人的距离,利用网络,设计者与委托方可以更加方便地交流设计观点,而且可以在任何地方在第一时间与对方交流。另外,还可以通过网上的资源共享,进行分工合作。

1.4 Pro/E 对产品设计的的影响

Pro/E 用于产品设计,不但拓宽了计算机应用领域,同时也对传统的设计观念和方法产生了很大冲击。具体体现在产品设计上可以概括为以下几个方面。

(1)设计表现从“二维替代”转变 Pro/E 产品设计的传统手工绘图,由二维的平面平台提升到了三维的空间,表现的事实过程就是鼠标单击与键盘的操作,而且由于数字化工具的广泛应用,更使得设计在创意草图阶段也可以实现,从而改变了传统的传统模式,从而形成所谓的“无纸替代”设计。

(2)单一数据源 Pro/E 产生的模型,每个零件都有自己的尺寸参数值,如果修改了某一特征的尺寸参数值,则无论它是二维截面图,还是 3D 实体造型,3D 装配图以及工程图等,都会自动更新,可以减少因为人工修改而产生的错误或遗漏,节省很多时间,从而使得产品开发周期短,设计效果更可靠。

(3)设计仿真和设计验证 Pro/E 拥有功能完善机械仿真模块,可以模拟物体的运动过程并对其进行力学分析。在产品制造之前,对其制造过程中的结构、加工、装配、拆卸等过程能进行模拟,从而避免设计失误,从而避免设计的一次或多次返工。

第2章 二维图形绘制实例

二维图形主要是由线、圆和圆弧等图元组成,通常用于表达简单的图形信息。在 Pro/E 中,绘制二维图形是创建三维模型的基础,设计者只有正确的绘制二维草绘剖面图,才能创建出理想的三维模型。

二维图形的设计过程充分体现了 Pro/E 的“参数化建模”、“尺寸驱动”等设计思想。利用其设计思想可以快速高效的创建出二维草绘图形。本章通过几个典型实例介绍二维草绘的基本方法和技巧。



2.1 绘制直线二维图形

1. 图形分析

本例是一个技巧性很强的图形,该图形主要通过多条直线连接而成,不存在对称结构。本例设计完成结果如图 2-1 所示。

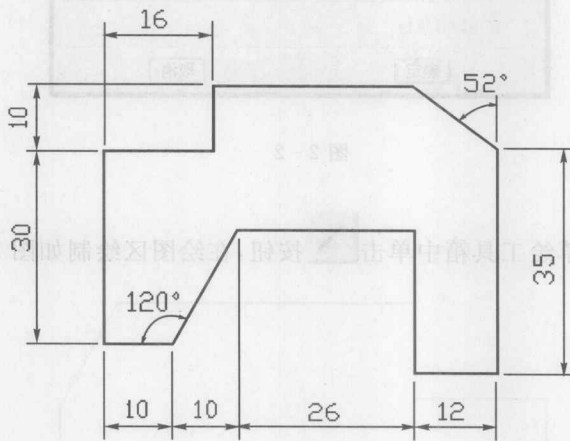


图 2-1

2. 设计方法分析

本例绘制图形中各图元的位置和尺寸比较特殊,在确定时有一定的难度,因此必须掌握一定的技巧。绘图时,首先确定图形的大体形状,然后通过约束工具和定义尺寸工具定型。

3. 设计要点

- ① 熟练掌握各类直线的绘制方法。
- ② 掌握约束工具在设计中的应用。

③ 掌握定义尺寸工具使用技巧。

4. 设计步骤

(1) 新建文件

① 在菜单栏中依次选择【文件】→【新建】命令，(或从常用工具栏中单击  按钮)。

② 出现【新建】对话框后，在“类型”选项组中，选择要创建的文件类型，接着在“名称”文本框中输入文件的名称为“caohui1”，然后单击 **确定** 按钮，如图 2-2 所示。

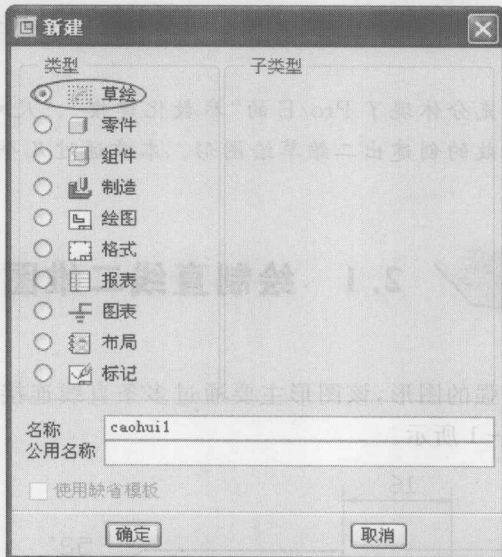


图 2-2

(2) 绘制草图 在草绘工具箱中单击  按钮，在绘图区绘制如图 2-3 所示草图。

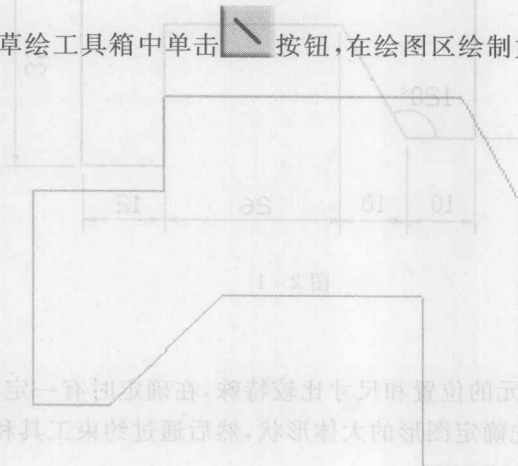


图 2-3

(3) 约束草图

① 在草绘工具箱中单击  按钮,系统弹出如图 2-4 所示约束对话框。



图 2-4

② 在约束对话框中单击  按钮,选择如图 2-5 所示草图上的两点,使其在同一水平直线上。

(4) 标注、修改图形尺寸

① 在草绘工具箱单击  按钮,标注草图的两角度尺寸值为 120,如图 2-6 所示。

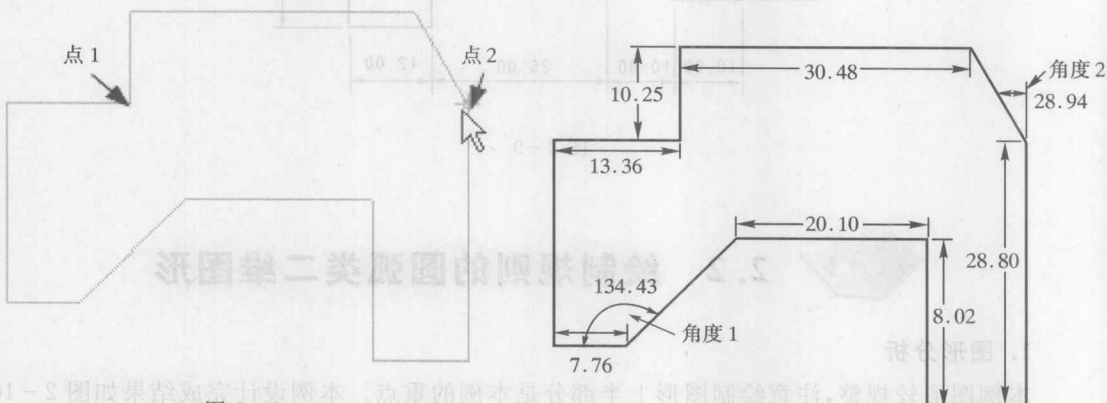


图 2-5

图 2-6

② 选中图 2-6 草图的所有尺寸,在草绘工具箱中单击  按钮,系统弹出如图 2-7 所示对话框。

③ 在图 2-8 所示对话框中“再生”,并对标注尺寸按要求进行修改。

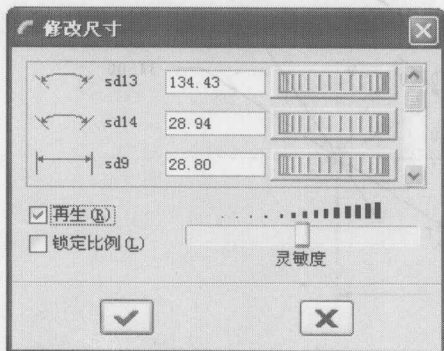


图 2-7

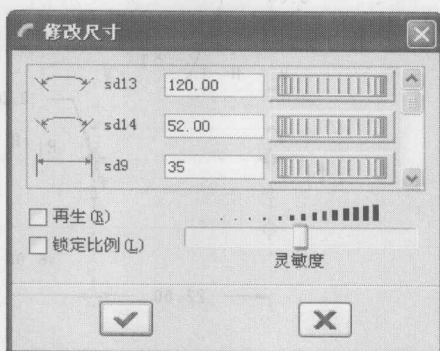


图 2-8

④ 修改后的草图如图 2-9 所示。

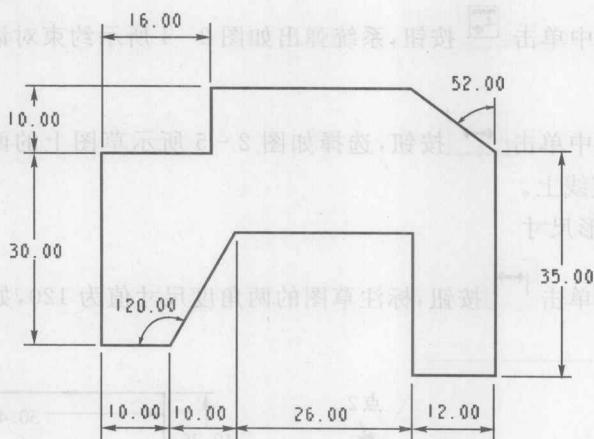


图 2-9



2.2 绘制规则的圆弧类二维图形

1. 图形分析

本例图形较规整,注意绘制图形上半部分是本例的重点。本例设计完成结果如图 2-10 所示。

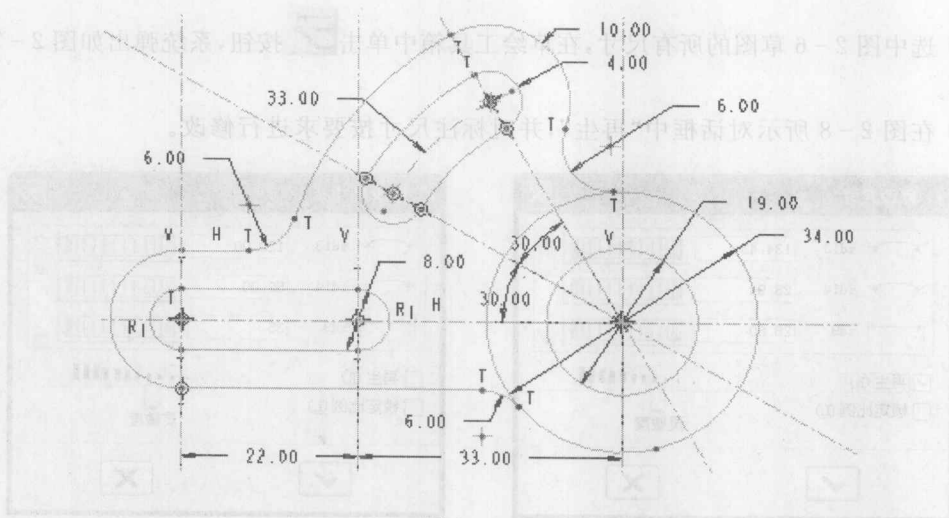


图 2-10

2. 设计方法分析

本例技巧主要体现在同心弧的绘制上,绘制过程中注意构建弧一定要与辅助线相交。

3. 设计要点

- ① 掌握中心线的绘制方法。
- ② 掌握直线、相切直线的绘制方法和技巧。
- ③ 掌握圆、同心圆的绘制方法和技巧。
- ④ 掌握圆弧、同心圆弧的绘制方法和技巧。
- ⑤ 掌握倒圆角工具的使用方法和技巧。
- ⑥ 掌握删除工具的使用方法。
- ⑦ 掌握图元的各种标注方法和技巧。
- ⑧ 掌握草绘图形的步骤。

4. 设计步骤

(1) 新建文件

① 在菜单栏中依次选择【文件】→【新建】命令，(或从常用工具栏中单击  按钮)。

② 出现【新建】对话框后，在“类型”选项组中，选择要创建的文件类型，接着在“名称”文本框中输入文件的名称为“caohui2”，然后单击  按钮。

(2) 绘制辅助线 在草绘工具箱上单击  按钮，在绘图区绘制如图 2-11 所示的中心线。

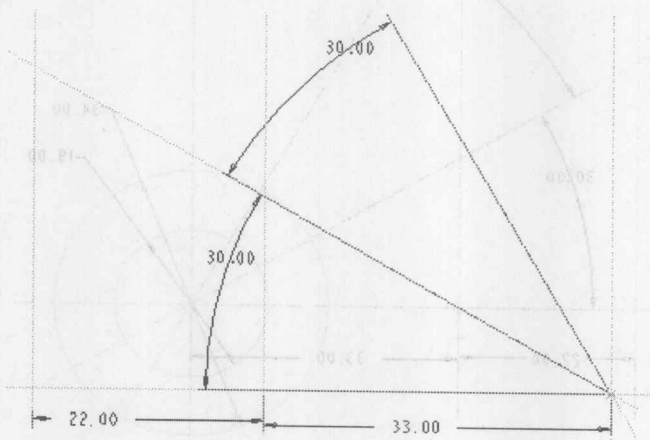


图 2-11

(3) 绘制圆

① 在草绘工具箱上单击  按钮，在中心线 A 和中心线 B 的交点处绘制如图 2-12 所示的圆，并标注相应的尺寸值。

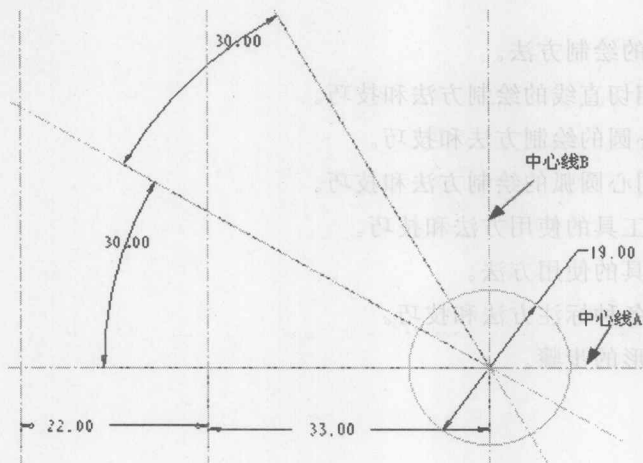


图 2-12

②在草绘工具箱上单击  按钮, 绘制如图 2-13 所示的同心圆, 并标注相应的尺寸值。

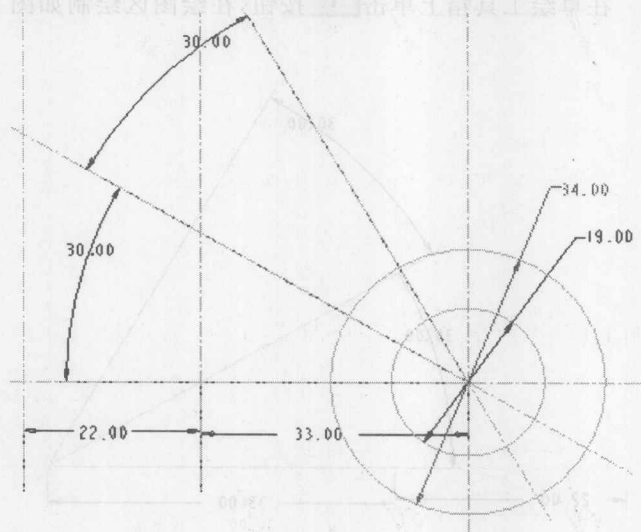


图 2-13

(4) 绘制左边的图元

①在草绘工具箱上依次单击  和  按钮, 在中心线 A 和中心线 C 的交点处分别绘制如图 2-14 所示的两个圆, 并标注相应的尺寸值。