

CAX

CAX一体化解决方案系列丛书

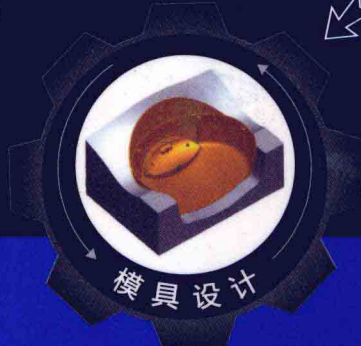
野火科技 组编 李锦标 等编著

Pro/ENGINEER

三维造型设计 教程与实例精讲

- 造型设计-模具设计-数控编程及CNC加工一体化解决方案
- 国家模具/数控工程师认证中心专家顾问团队
- 企业一线工程师多年设计经验编写而成
- 汇集教学培训和企业一线的成功案例

CAX一体化解决方案流程



附赠超值 **DVD** 光盘
视频操作+范例素材



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAX 一体化解决方案系列丛书

Pro/ENGINEER 三维造型设计教程 与实例精讲

野火科技 组编

李锦标 等编著

机械工业出版社

本书以功能加实例的形式讲解 Pro/ENGINEER 三维造型设计的方法, 主要内容包括: 零件设计实用功能剖析、装配模块实用功能剖析、工程制图实用功能剖析以及大量的三维造型实例精讲。具体实例包括: 插座造型、地拖头造型、充电器造型、口香糖瓶子造型、摩托车反光片造型、闹钟造型、沐浴镜架造型、水壶造型、沐浴喷头造型、香薰瓶造型、风扇叶造型和滤水器造型。

本书内容丰富, 操作步骤详细, 通俗易懂, 并具有很强的实用性和可操作性, 创建方法和实例均经过实践检验, 既适合作为大专院校及技工学校的教材, 也可作为从事三维造型设计的广大工程技术人员的自学用书或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 三维造型设计教程与实例精讲 / 李锦标等编著. —北京: 机械工业出版社, 2010. 1

(CAX 一体化解决方案系列丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 29208 - 1

I. P… II. 李… III. 三维—机械设计: 计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 223715 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁 诚 吴鸣飞

责任编辑: 吴鸣飞 李 宁

责任印制: 杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2010 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 26 印张 · 644 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 29208 - 1

ISBN 978 - 7 - 89451 - 372 - 4 (光盘)

定价: 52.00 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

销售一部: (010)68326294

销售二部: (010)88379649

读者服务部: (010)68993821

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

编委会成员名单



主 任 李锦标

顾 问 (排名不分先后)

刘彦求 李慧中 陈健美 简琦昭

赖新建 李秀林 黄 波 卫 勇

委 员 (排名不分先后)

杨土娇 马 婷 李成国 陈希翎

杨晓红 肖丽红 李耀炳 沈宠棣

钟平福 黎广林 杨烨辉 张耀文

易铃棋 杨胜中 郭雪梅 谷海军

陈海龙 程五毛 黄永枝 胡思政

陈伟城 甘嘉峰 钟海平 邓高兰

李月霞 何胜江 钟国钊 何 龙

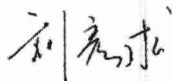
序 言

改革开放 30 年,我国取得了许多令世界刮目相看的成就,同时激发了国人复兴中华民族的热情和信心。随着发展职业教育的相关政策和一系列措施的出台,使我国迎来了职业教育的第一个春天。模具数控技术已成为衡量一个国家生产制造水平的重要标志之一,也是现代制造业的基础和核心。因此,我认为,要想成为“工业强国”,必先成为“模具数控强国”。

可喜的是,我国有许多专家、学者,尤其是具有一线模具数控经验的技能型人才,他们怀着“模具数控报国”的强烈责任心,一直在孜孜不倦地、默默地耕耘着。他们将自己的经验编写成书籍,为我国模具数控行业人才的教育培训作出了自己的贡献。以李锦标为带头人的野火科技的多位作者在教研活动中,全面总结一线企业生产经验,积极探索应用型技能人才培养的科学方法,在大量实践的基础上、经多年的教学探索和实训活动,不断完善课程体系,并在全国首家紧缺人才培养工程“模具数控工程师”考证中心和各地合作学校推广使用该教程,取得了巨大成功。

更加令人敬佩的是,野火科技的全体同仁,携理论与实践兼修的特殊优势,创办了野火科技·新东粤模具/数控工程师认证中心,敢于挑战自我,把一线经验和理论融入到模具数控应用教学中。因此,我完全有理由相信:《CAX 一体化解决方案系列丛书》和野火科技·新东粤模具/数控工程师认证中心一定会为中国模具数控行业作出更多、更大的贡献。

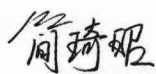
国家紧缺人才模具数控工程师广东省考证中心常务理事
野火科技·新东粤模具/数控工程师认证中心董事会主席



作为世界制造业强国的中国,国家工业和信息化部提出大力发展模具数控行业,但与此同时,我国模具数控行业正面临着模具数控技术应用型人才严重短缺的问题。据统计,中国在未来 20 年内将需要 500 万模具数控人才。

《CAX 一体化解决方案系列丛书》是专门针对一体化应用型产品设计—模具设计—数控编程—CNC 加工专业编写的,内容面向企业、面向生产实际,包含大量的典型 3D 产品设计、模具设计、典型数控加工实例,并由 CNC 加工机床来完成加工。本套丛书采用通俗易懂的语言,务求使刚接触模具数控行业的新手也能轻松读懂,也可供在模具数控企业生产第一线工作的技术人员在工作中参考。

广东省职业技能鉴定指导中心模具设计与制造专家组组长
模具设计师国家职业技能鉴定所所长



中国模具人才市场缺口达数百万之多，尤其是模具中高级人才。模具行业能给青年学子提供一个黄金职业，年薪 10 万，甚至 100 万不是梦；模具这份黄金职业还是一个越老越高薪的职业，它能让学员的个人价值一步步提升。目前中国模具设计与加工工艺较落后，国家每年从外国进口模具及模具配件要花费大量外汇，严重影响工业强国梦想的如期实现。

本丛书作者将自己宝贵的教学经验凝结成这套《CAX 一体化解决方案系列丛书》奉献给广大读者，将模具数控培训的专业知识与更多学子共同分享。

湖南省模具设计与制造学会常务理事
中南大学教授 博士生导师

李 雄 中

从“老三样”的电视机、冰箱、洗衣机，到时下流行的 MP3、录音笔、数码相机，这些产品的生产都离不开模具设计与数控加工。模具设计师所从事的工作就是进行模具的数字化设计，包括型腔模与冷冲模。据统计，我国模具行业目前从业人员有 600 多万，但模具设计师仅 60 万。据劳动部门调查显示，目前企业对模具数控人才的需求越来越大。在北京、广东和浙江等地，模具设计人员、模具开发人员、模具维修人员等已成为人才市场最紧缺的人才之一，尽管许多企业打出“年薪 10 万”的招聘启事，但也不一定能招到合适的人才。

以李锦标为带头人的“野火科技”创办了野火科技·新东粤模具/数控工程师认证中心，这是一所由国家工业和信息化部批准的国家紧缺人才专业培训学校，是广东省唯一被指定的“模具与数控工程师”考证中心，野火科技·新东粤是一所专注“模具设计和数控技术”领域的技术培训学校。“野火科技”把模具与数控标准技术编写成《CAX 一体化解决方案系列丛书》推向企业及相关学校，可以说，这是根据企业的用人需求，为广大读者量身定做的一套就业前强化指导培训教程，目的是为了在就业前强化技术与企业的接轨，提前学会进入企业的工作模式。

湖南省模具设计与制造学会副理事长
湖南涉外经济学院教授

陈 健美

前 言

Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation, 参数化技术公司) 开发的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件。Pro/E 软件广泛应用于航空、航天、汽车、外观设计、模具、家电、通信等部门。PTC 公司的软件产品的总体设计思想体现了 MDA (Mechanical Design Automation, 机械设计自动化) 软件的发展趋势, 它所采用的新技术与其他 MDA 软件相比具有较大的优越性。Pro/ENGINEER 软件是目前最优秀的 3D 实体建模软件之一。

本书以完全实例的形式讲解 Pro/ENGINEER 三维造型设计的方法, 主要内容包括: 零件设计实用功能剖析、装配模块实用功能剖析、工程制图实用功能剖析以及大量的三维造型实例精讲。具体实例包括: 插座造型、地拖头造型、充电器造型、口香糖瓶子造型、摩托车反光片造型、闹钟造型、沐浴镜架造型、水壶造型、沐浴喷头造型、香薰瓶造型、风扇叶造型和滤水器造型。

- 权威

本书由资深企业设计专家、高级讲师精心规划与编写。

- 内容新颖

本书采用目前企业常用的 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中文版作为教学软件, 综合应用 CAX 一体化解决问题的思路进行编写, 分别介绍了产品设计各实用模块的功能, 并分层次地配有精选造型实例的设计技巧。本书充分体现了实用功能教程加丰富实例的独特解决方案。

- 企业适用性强

本书面向企业, 编写流程是按照企业产品的实际操作流程进行, 首先对高级造型思路进行讲解, 然后对设计过程进行剖析, 最后对设计思路进行归纳。本书选取的实例和模块功能完全吻合, 有利于提高工作效率、缩短设计周期。

- 内容安排合理 通俗易懂

本书的章节结构经过精心策划, 安排合理, 依照最佳的学习接受规律进行教学。知识由浅入深、例子由简到难, 逐步提高读者对产品全过程生产的操作与问题的解决能力。

本书附有光盘, 读者可结合书中所讲内容学习, 提高效率。为了使读者更深入地掌握本书内容, 并具备解决实际问题的能力和技巧, 本书将原始文件、结果文件和部分实例章节的操作做成视频文件放入光盘中, 读者也可以到野火科技网站 (<http://www.yahocax.com.cn> 或 <http://www.yahocax.com>) 获得技术支持并进行讨论。

本书内容丰富, 操作步骤详细, 通俗易懂, 并具有很强的实用性和可操作性, 创建方法和实例均经过实践检验, 既适合作为大专院校及技工学校的教材, 也可作为从事三维造型设计的广大工程技术人员自学用书或参考书。

本书由野火科技组编, 李锦标、马婷、杨土娇、黎广林、钟平福、张耀文、何胜江、何龙、钟国钊、李成国、郭雪梅、易铃棋、陈希翎、李耀炳、李月霞、杨胜中、杨晓红、肖丽

红等参与了本书的编著。在本书的编写过程中，我们力求精益求精，但难免存在一些不足之处，敬请广大读者批评指正。

烽火科技：李福书



目 录

序言

前言

第 1 章 零件设计实用功能剖析	1
1.1 草绘功能	2
1.1.1 草绘工具栏简介	2
1.1.2 创建基本图元	3
1.1.3 尺寸约束	8
1.1.4 几何约束	15
1.1.5 编辑工具	19
1.2 实体特征	22
1.2.1 拉伸特征	23
1.2.2 旋转特征	27
1.2.3 扫描特征	30
1.2.4 混合特征	34
1.2.5 扫描混合实体特征	42
1.2.6 螺旋扫描实体特征	47
1.2.7 可变剖面扫描实体特征	55
1.2.8 壳特征	60
1.2.9 拔模特征	61
1.2.10 倒圆角特征	63
1.2.11 倒角特征	68
1.3 基准特征	70
1.3.1 基准平面	70
1.3.2 基准轴	71
1.3.3 基准曲线	72
1.3.4 基准点	77
1.4 曲面特征	78
1.4.1 认识曲面特征	78
1.4.2 创建填充曲面特征	80
1.4.3 创建边界混合曲面特征	81
1.4.4 创建偏移特征	83
1.4.5 创建延伸曲面特征	87
1.4.6 创建修剪曲面	89
1.4.7 创建合并曲面	90
1.4.8 创建加厚曲面	91

1.4.9 创建曲面实体化	92
1.4.10 复制曲面	93
1.5 编辑特征	95
1.5.1 认识编辑特征	95
1.5.2 复制	96
1.5.3 阵列	99
第2章 装配模块实用功能剖析	110
2.1 组件模块简介	110
2.2 装配设计	111
2.3 TOP-DOWN 装配设计实例演练	111
2.4 DOWN-TOP 装配设计	115
2.4.1 手动装配简介	117
2.4.2 自动约束简介	119
2.4.3 DOWN-TOP 装配设计实例演练	120
2.4.4 在模型树中显示约束集	123
2.5 组件中的分解状态	124
2.5.1 创建分解视图	124
2.5.2 创建及修改偏距线	125
2.6 本章小结	128
第3章 工程制图实用功能剖析	129
3.1 进入绘图模块及界面简介	130
3.1.1 进入绘图模块	130
3.1.2 绘图模块界面介绍	131
3.2 绘图配置文件设置	131
3.2.1 定制绘图配置文件选项	131
3.2.2 检索现有绘图配置文件	133
3.3 绘图视图的创建及修改	135
3.3.1 视图类型	135
3.3.2 可见区域	140
3.3.3 指定视图移动及比例	141
3.3.4 设置剖面	142
3.3.5 视图显示方式	146
3.3.6 修改剖面线	147
3.4 标注技巧	149
3.4.1 插入尺寸	150
3.4.2 文本和注释	151
3.4.3 文本注释及标注修改	152
3.5 打印出图	155
3.6 本章小结	157

第4章 插座造型实例精讲	158
4.1 确定插座设计思路	158
4.2 创建插座下盖	160
4.2.1 创建插座下盖主体	160
4.2.2 创建插座下盖细节特征	162
4.3 创建插座上盖	178
4.3.1 创建插座上盖主体	178
4.3.2 创建插座上盖细节特征	179
4.4 组装元件	182
第5章 地拖头造型实例精讲	187
5.1 确定地拖头设计思路	187
5.2 创建地拖头主体	188
5.3 创建地拖头细节特征	192
第6章 充电器造型实例精讲	195
6.1 确定充电器设计思路	195
6.2 创建充电器上盖	196
6.2.1 创建充电器上盖主体	196
6.2.2 创建充电器上盖细节特征	198
6.3 创建充电器下盖	211
6.3.1 创建充电器下盖主体	211
6.3.2 创建充电器下盖细节特征	213
6.4 组装元件	223
第7章 口香糖瓶子造型实例精讲	227
7.1 确定口香糖瓶子设计思路	227
7.2 创建口香糖瓶子主体	228
第8章 摩托车反光片造型实例精讲	239
8.1 确定摩托车反光片设计思路	239
8.2 摩托车反光片设计过程	240
8.2.1 创建三角形特征	240
8.2.2 阵列特征	243
8.2.3 拉伸切割特征	244
8.2.4 镜像特征	245
8.2.5 拉伸主体特征	246
第9章 闹钟造型实例精讲	248
9.1 确定闹钟设计思路	248
9.2 创建闹钟架	250
9.2.1 创建闹钟架主体	250
9.2.2 创建闹钟架细节特征	254
9.3 创建闹钟主体上盖	257

9.3.1 创建闹钟主体上盖部分	257
9.3.2 创建闹钟主体上盖细节特征	258
9.4 创建闹钟主体底座	262
9.4.1 创建闹钟主体底座部分	262
9.4.2 创建闹钟主体底座细节特征	262
9.5 创建闹钟主体透明盖	267
9.5.1 创建闹钟主体透明盖部分	267
9.5.2 编辑闹钟主体透明盖部分	267
9.6 组装元件	268
9.6.1 装配流程思路布局	268
9.6.2 创建新装配模块	269
9.6.3 装配元件	270
第 10 章 沐浴镜架造型实例精讲	276
10.1 确定沐浴镜架设计思路	276
10.2 创建沐浴镜架主体与托盘	277
10.2.1 创建沐浴镜架主体	277
10.2.2 创建沐浴镜架托盘	279
10.2.3 编辑沐浴镜架主体与托盘	285
10.3 创建沐浴镜架固定板	287
10.3.1 创建沐浴镜架固定板主体	287
10.3.2 编辑沐浴镜架固定板	288
第 11 章 水壶造型实例精讲	289
11.1 确定水壶设计思路	289
11.2 创建水壶壶身	290
11.2.1 打开文件	290
11.2.2 创建水壶壶身主体与壶嘴	290
11.2.3 创建水壶手柄	294
11.3 创建水壶盖子	296
11.3.1 打开文件	296
11.3.2 创建水壶盖子	296
11.4 完成水壶造型	297
11.5 组装元件	298
11.5.1 新建模块	298
11.5.2 装配元件	299
第 12 章 沐浴喷头造型实例精讲	302
12.1 确定沐浴喷头设计思路	302
12.2 创建沐浴喷头主体	303
12.2.1 新建模块	303
12.2.2 创建沐浴喷头主体线架	305

12.2.3	创建沐浴喷头主体曲面	310
12.2.4	实体化曲面并抽壳	311
12.2.5	创建沐浴喷头主体内部结构	312
12.3	创建沐浴喷头盖	317
12.3.1	创建沐浴喷头盖主体	317
12.3.2	创建沐浴喷头盖装饰特征	318
12.3.3	创建沐浴喷头喷水孔	321
12.4	组装元件	326
12.4.1	新建模块	326
12.4.2	装配元件	327
第 13 章	香薰瓶造型实例精讲	331
13.1	确定香薰瓶设计思路	331
13.2	创建香薰瓶主体外形	332
13.2.1	新建模块	332
13.2.2	创建主体过程	333
13.3	创建香薰瓶瓶身	334
13.3.1	打开文件	334
13.3.2	创建瓶身下部分	335
13.3.3	创建瓶身上部分	337
13.3.4	创建瓶口	339
13.3.5	创建瓶口螺纹及螺纹收尾	339
13.4	创建香薰瓶瓶盖	345
13.4.1	创建瓶盖及散气孔	345
13.4.2	创建装配扣	348
13.4.3	创建加强筋	352
13.4.4	创建开盖方向指示箭头	355
13.5	完成香薰瓶造型	357
13.6	组装元件	357
13.6.1	新建模块	357
13.6.2	装配元件	358
13.6.3	保存文件	360
第 14 章	风扇叶造型实例精讲	362
14.1	确定风扇叶设计思路	362
14.2	创建风扇叶主体	363
14.3	创建风扇扇叶	367
第 15 章	滤水器造型实例精讲	374
15.1	确定滤水器设计思路	374
15.2	创建滤水器外观曲面主体与斗身主体	376
15.2.1	创建外观曲面主体曲面	376

15.2.2 创建外观曲面细节曲面	383
15.2.3 创建斗身主体	390
15.2.4 编辑外观曲面主体与斗身主体曲面	390
15.2.5 完成滤水器外观曲面主体与斗身主体	392
15.3 创建装配位	393
15.3.1 创建装配位曲面	393
15.3.2 完成装配位	395
15.4 创建外观曲面细节特征	396
15.4.1 创建加强筋	396
15.4.2 创建外观曲面表面孔	399
15.5 完成斗身	400
15.5.1 创建斗底孔	400
15.5.2 创建斗身孔	401



第 1 章 零件设计实用功能剖析



产品设计也称为零件设计，包含产品开发与逆向产品设计。本章主要介绍零件模块的使用方法和技巧。零件是特征的组合，零件设计学习意味着特征学习。其中，特征包含基准特征、曲面特征和实体特征。Pro/ENGINEER 在同类 3D 软件中以实体特征占有市场，其实体特征与现实中的产品最为接近。



- Pro/ENGINEER 草绘功能
- Pro/ENGINEER 实体特征
- Pro/ENGINEER 基准特征
- Pro/ENGINEER 曲面特征
- Pro/ENGINEER 编辑特征

零件是若干个特征组成的集合，尽管特征与特征之间的外形各不相同，但是彼此之间还是有着共性和密切的联系。根据特征之间的这种联系，将特征大致分为以下 4 类：草绘、实体特征、基准特征和曲面特征，如表 1-1 所示。

表 1-1 特征的分类

种 类	简 介	图 解	模 型 树
草绘	用于定义 Pro/ENGINEER 参数化设计的基础模块，主要用于定义 2D 截面的尺寸和几何约束来实现参数化的功能		无
实体特征	用于表现零件的外形轮廓，包括基础实体特征和辅助实体特征		- 拉伸 1 - 拉伸 2 - 拉伸 3 - 拉伸 4
基准特征	主要用于定位和参照，包括基准平面、基准点、基准轴、基准曲线和基准坐标系		- 基准点 - 基准曲线 - 曲线 标识176
曲面特征	不具备质量和厚度属性		旋转 1

1.1 草绘功能

进入草绘模块可以选择菜单栏【文件】|【新建】命令，也可以在常用工具栏中直接单击  按钮。系统弹出【新建】对话框，选择草绘单选框和输入文件名后单击 **确定** 按钮，即可进入草绘模块界面，如图 1-1 和图 1-2 所示。

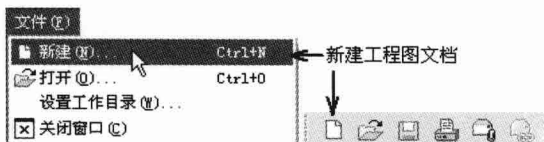


图 1-1 进入草绘模块

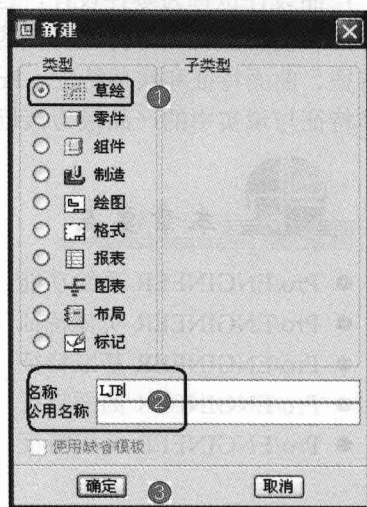


图 1-2 【新建】对话框

1.1.1 草绘工具栏简介

进入草绘模块界面后，Pro/ENGINEER 程序窗口最右边的区域会出现草绘工具栏，如图 1-3 所示。其功能简介如表 1-2 所示。



图 1-3 草绘工具栏

表 1-2 草绘工具栏功能简介

项 目	图 标	功 能 应 用
草绘工具		选取项目
		创建两点线、中心线、相切线
		创建矩形
		创建两点圆、同心圆、3 点画圆、3 点相切圆、椭圆
		创建 3 点弧、同心弧、圆心+端点弧、与 3 图元相切弧、锥形弧
		创建圆角、椭圆圆角
		创建样条曲线
		创建点、参照坐标系
尺寸约束		创建定义尺寸
		修改尺寸值、样条几何、文本
几何约束		在剖面上施加草绘器约束
编辑工具		创建文本
		将调色板中的外部数据插入到活动对象
		动态修剪、修剪并延伸、分割图元
		镜像、旋转并缩放



1.1.2 创建基本图元

1. 创建直线

(1) 创建两点线：在两点之间创建一条直线。单击草绘工具栏中的  按钮，然后在草绘区域选择起始点和终止点，单击鼠标中键，结束此线段的绘制，继续以其他的点为起始点绘制线段，双击鼠标中键退出绘制直线命令，如图 1-4 所示。当然也可以创建连续的直线作为一个链，如图 1-5 所示。

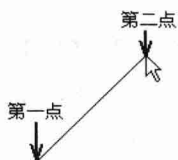


图 1-4 创建直线

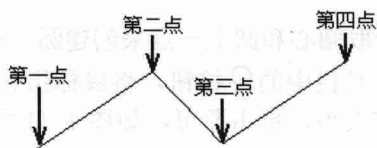


图 1-5 直线链

另外，在 Pro/ENGINEER 中水平线和垂直线也可以很方便地被绘制，在水平线和垂直线的旁边有水平标记 H 和垂直标记 V 出现，如图 1-6 所示。

(2) 创建与两个图元相切的线。选择菜单栏【草绘】|【线】|【直线相切】命令或单击草绘工具栏中  的三角形按钮，在弹出的下拉菜单中单击  按钮，然后先选中第一个图元，再选择第二个图元的切点（此时 Pro/ENGINEER 会自动捕捉切点，且在切点附近出现相切标记 T），如图 1-7 所示。