









2.2.3	矩形的绘制	(35)
2.2.4	圆的绘制	(35)
2.2.5	圆弧的绘制	(36)
2.2.6	圆角的绘制	(37)
2.2.7	样条曲线的绘制	(38)
2.2.8	文本的建立	(38)
2.2.9	将外部数据插入到活动对象(当前的草绘截面)	(39)
2.3	参数化草图的尺寸标注	(40)
2.3.1	直线的尺寸标注	(40)
2.3.2	圆和弧的尺寸标注	(41)
2.3.3	角度的尺寸标注	(41)
2.3.4	尺寸标注的编辑修改	(42)
2.3.5	其他需要注意的问题	(43)
2.4	截面几何图元的编辑修改	(43)
2.4.1	求交 	(43)
2.4.2	动态修剪 	(43)
2.4.3	剪切和延伸 	(43)
2.4.4	镜像 	(44)
2.4.5	缩放/旋转 	(44)
2.4.6	复制 	(44)
2.4.7	使用已有边 	(45)
2.4.8	偏距已有边 	(45)
2.5	几何约束条件的使用	(45)
3	零件建模的基础特征	(46)
3.1	概述	(46)
3.1.1	概念	(46)
3.1.2	零件设计步骤	(46)
3.1.3	有关零件设计的预备知识	(46)
3.2	拉伸特征	(47)
3.2.1	概念	(47)
3.2.2	操作步骤	(47)
3.2.3	举例	(48)
3.2.4	说明	(49)
3.2.5	有关 Pro/ENGINEER WildFire 中直接建模的操作方法说明	(50)
3.3	旋转特征	(51)
3.3.1	概念	(51)
3.3.2	操作步骤	(51)
3.3.3	举例	(52)

3.3.4	说明	(53)
3.4	扫描特征	(54)
3.4.1	概念	(54)
3.4.2	操作步骤	(54)
3.4.3	举例	(55)
3.4.4	说明	(55)
3.5	混合特征	(56)
3.5.1	概念	(56)
3.5.2	操作步骤	(56)
3.5.3	举例	(58)
3.5.4	说明	(59)
3.5.5	旋转类型的混合特征举例	(61)
3.5.6	一般类型的混合特征举例	(62)
3.5.7	关于拉伸、旋转、扫描和混合特征的共同说明	(63)
3.6	草绘的薄板特征	(64)
3.6.1	概念	(64)
3.6.2	操作步骤	(64)
3.7	特征的“加材料”和“切除材料”方式的比较	(65)
3.7.1	概念	(65)
3.7.2	操作步骤	(65)
3.7.3	说明	(65)
4	零件建模的工程特征	(67)
4.1	概述	(67)
4.1.1	概念	(67)
4.1.2	工程特征的分类	(67)
4.1.3	Pro/ENGINEER WildFire 中的直接特征	(67)
4.2	打孔特征	(68)
4.2.1	功能及分类	(68)
4.2.2	操作步骤	(68)
4.2.3	说明	(70)
4.3	倒圆角特征	(72)
4.3.1	功能及分类	(72)
4.3.2	操作步骤	(72)
4.3.3	说明	(74)
4.3.4	举例	(76)
4.3.5	有关倒圆角特征中直接建模的操作说明	(77)
4.3.6	圆角的空间表现形态及设定	(78)
4.3.7	过渡区域的设定方法	(80)
4.4	倒角特征	(81)

4.4.1	功能及分类	(81)
4.4.2	边线倒角的操作步骤	(81)
4.4.3	有关边线倒角的说明	(82)
4.4.4	边线倒角举例	(84)
4.4.5	拐角倒角的操作步骤	(85)
4.5	加强筋特征	(85)
4.5.1	功能及分类	(85)
4.5.2	操作步骤	(86)
4.5.3	说明	(86)
4.6	抽壳特征	(87)
4.6.1	功能及分类	(87)
4.6.2	操作步骤	(87)
4.6.3	说明	(87)
4.6.4	举例	(88)
4.7	拔模特征	(88)
4.7.1	功能及分类	(88)
4.7.2	几个与拔模特征有关的术语	(89)
4.7.3	操作步骤	(89)
4.7.4	说明	(90)
4.7.5	举例	(91)
4.8	剖截面的建立	(93)
4.8.1	剖切面的种类	(93)
4.8.2	创建平面剖截面(单一剖)	(93)
4.8.3	创建偏距剖截面(阶梯剖)	(94)
4.8.4	创建偏距剖截面(复合剖)	(95)
4.8.5	修改剖截面	(96)
4.8.6	使用剖截面显示修剪的模型	(97)
4.9	机械零件建模实例分析	(98)
4.9.1	轴类零件举例	(98)
4.9.2	叉架类零件举例	(99)
4.9.3	盖类零件举例	(100)
4.9.4	球阀阀体零件建模举例	(100)
5	基准特征的建立	(102)
5.1	基准的基本知识	(102)
5.1.1	基准的概念和作用	(102)
5.1.2	基准的种类	(102)
5.1.3	基准的显示控制方法	(102)
5.1.4	基准的命名	(102)
5.1.5	基准特征的建立步骤	(103)

5.2	基准平面	(103)
5.2.1	基准平面的用途	(103)
5.2.2	基准平面的分类	(104)
5.2.3	基准平面的方向	(104)
5.2.4	建立基准平面的步骤	(104)
5.2.5	建立基准平面的约束条件	(106)
5.2.6	举例	(106)
5.3	基准轴线	(106)
5.3.1	基准轴线的用途	(106)
5.3.2	建立基准轴线的步骤	(107)
5.3.3	建立基准轴的约束条件	(107)
5.3.4	举例	(107)
5.4	基准点	(109)
5.4.1	基准点的用途	(109)
5.4.2	基准点的分类	(109)
5.4.3	建立基准点的步骤	(109)
5.4.4	建立一般基准点的约束条件	(111)
5.4.5	举例	(111)
5.5	基准曲线	(112)
5.5.1	基准曲线的用途	(112)
5.5.2	基准曲线的分类	(112)
5.5.3	建立草绘的基准曲线的方法	(112)
5.5.4	建立基准曲线的一般方法和步骤	(113)
5.5.5	建立基准曲线的方法说明	(113)
5.5.6	建立基准曲线的一般方法举例	(114)
5.5.7	其他的建立基准曲线的方法	(118)
5.5.8	曲线的编辑修改操作	(123)
5.6	基准坐标系	(123)
5.6.1	坐标系的用途	(123)
5.6.2	坐标系的分类	(124)
5.6.3	建立坐标系的步骤	(124)
5.6.4	建立坐标系的约束条件	(124)
5.6.5	说明	(124)
5.6.6	举例	(125)
6	曲面特征的建立及其应用	(128)
6.1	曲面特征的基本概念	(128)
6.1.1	曲面的颜色	(128)
6.1.2	曲面的显示模式	(129)
6.2	基本曲面特征的建立	(129)

6.2.1	建立拉伸曲面	(129)
6.2.2	建立旋转曲面	(130)
6.2.3	建立扫描曲面	(132)
6.2.4	建立混合曲面	(134)
6.2.5	建立平面式曲面——填充特征	(136)
6.3	曲面特征的编辑修改操作	(137)
6.3.1	复制曲面(Copy)	(137)
6.3.2	建立偏移曲面(Offset)	(138)
6.3.3	曲面的合并(Merge)	(142)
6.3.4	曲面的修剪(Trim)	(145)
6.3.5	曲面的延伸(Extend)	(150)
6.3.6	曲面的移动(Move)	(153)
6.3.7	曲面的镜像操作(Mirror)	(155)
6.3.8	曲面的拔模(Draft)	(156)
6.4	将曲面实体化	(156)
6.4.1	将整个曲面模型转换成实体模型	(156)
6.4.2	将整个曲面模型转换成薄板实体	(157)
6.4.3	利用曲面来切割实体	(158)
6.4.4	利用曲面来替代实体的表面	(159)
7	特征的操作	(160)
7.1	特征的阵列	(160)
7.1.1	概述	(160)
7.1.2	尺寸阵列	(162)
7.1.3	方向阵列	(166)
7.1.4	轴阵列	(167)
7.1.5	填充阵列	(169)
7.1.6	表阵列	(171)
7.1.7	参照阵列	(171)
7.1.8	曲线阵列	(172)
7.2	特征的复制	(173)
7.2.1	利用“特征操作”菜单实现特征的复制	(174)
7.2.2	直接利用复制/粘贴的方式完成特征的复制	(176)
7.2.3	特征的镜像	(177)
7.2.4	特征的成组	(177)
7.3	特征的父子关系	(178)
7.3.1	父子关系的定义	(178)
7.3.2	特征信息的查看	(178)
7.3.3	父子关系产生的原因	(180)
7.4	特征的修改	(181)

7.4.1	修改特征	(181)
7.4.2	重定参照	(182)
7.4.3	重定义	(185)
7.5	特征的插入	(187)
7.5.1	特征插入操作步骤	(187)
7.5.2	特征插入说明	(187)
7.5.3	特征插入操作实例	(187)
7.6	特征的重新排序	(188)
7.6.1	特征重新排序操作步骤	(188)
7.6.2	特征重新排序操作实例	(189)
7.6.3	特征重新排序说明	(189)
7.7	特征的隐含、删除和隐藏	(190)
7.7.1	特征的隐含与恢复	(190)
7.7.2	特征的隐藏与取消隐藏	(192)
7.7.3	关于特征的隐含与隐藏的说明	(192)
8	零组件的装配	(194)
8.1	零组件的装配步骤及装配约束类型	(194)
8.1.1	零组件装配的基本概念	(194)
8.1.2	零组件装配的步骤	(195)
8.1.3	装配约束的类型	(202)
8.1.4	装配约束的添加、删除与禁用/启用	(208)
8.1.5	元件的显示	(208)
8.2	零组件装配的修改及相关操作	(211)
8.2.1	重定义零组件的装配约束关系	(211)
8.2.2	元件的隐含、恢复、隐藏、删除及修改	(211)
8.2.3	零组件装配的重新排序	(213)
8.2.4	装配元件的复制与阵列	(214)
8.2.5	零件间的布尔运算	(217)
8.2.6	装配的干涉检查	(219)
8.2.7	装配基本环境的设置	(220)
8.3	球阀装配实例	(220)
9	工程图的创建	(229)
9.1	工程图模块简介	(229)
9.1.1	工程图基本知识	(229)
9.1.2	工程图设计的一般流程	(230)
9.1.3	工程图界面介绍	(230)
9.2	工程图视图	(235)
9.2.1	视图基本类型	(235)
9.2.2	视图创建详解	(236)

9.2.3	视图编辑	(251)
9.3	工程图的尺寸与注释	(256)
9.3.1	标注尺寸	(256)
9.3.2	尺寸公差和几何公差	(261)
9.3.3	添加注释	(262)
9.3.4	标注表面粗糙度	(264)
9.4	工程图的表格与二维草绘	(265)
9.4.1	工程图中表格的绘制与编辑	(265)
9.4.2	工程图中的二维草绘	(267)
9.5	工程图的打印输出	(268)
9.5.1	Pro/ENGINEER 打印出图的注意事项	(268)
9.5.2	Pro/ENGINEER 工程图打印输出步骤	(269)
9.6	工程图绘图环境的设置	(272)
9.6.1	绘图环境设置的方法	(272)
9.6.2	配置绘图环境的主要选项	(273)
附录		(274)
参考文献		(278)

1 Pro/ENGINEER 概述及基本知识

1.1 Pro/ENGINEER 概述

Pro/ENGINEER 号称“震撼业界的机械设计软件和世纪最强大的模具设计软件”，是 1988 年由美国参数技术公司 (PTC, Parametric Technology Corporation) 推出的集成了 CAD/CAM/CAE 于一体的全方位 3D 产品开发软件，在世界 CAD/CAM 领域具有领先技术并取得了相当的成功。自 1988 年面世以来，就以其先进的参数化设计、基于特征设计的实体造型而成为业界的领头羊。如今，Pro/ENGINEER 已被越来越多的用户所接受和推崇，广泛应用于电子、机械、模具、工业设计、汽车制造、航空航天、家电等各个行业，是目前世界上最为流行的三维 CAD/CAM/CAE 软件。

Pro/ENGINEER 提供了一套完整的机械产品解决方案，包括零件设计、产品装配、模具开发、加工制造、钣金设计、逆向工程、机构分析、有限元分析和产品数据库管理，甚至包括产品生命周期的管理。它为业界专业人士提供了一个理想的设计环境，使得机械产品的设计周期大为缩短，有力地推动了企业的技术进步。

1.1.1 特点

Pro/ENGINEER 三维造型的特点主要体现在以下几个方面：

1) 三维实体造型

三维实体模型可以将设计者的设计思想以最真实的模型在计算机上体现出来，并且可以随时计算出产品的体积、表面积、重量、重心、惯性张量、惯性矩等，以了解产品的真实性。

2) 采用全相关的单一数据库

Pro/ENGINEER 虽然包含众多的模块，但是所有模块使用的尺寸参数都是建立在单一的数据库之上，使得零件设计、模具设计、装配及加工制造等任何一个环节对于数据的修改都可以自动地反映到其他相关的各个环节。例如，不管在三维的造型模块还是二维的工程图模块作了尺寸修改，其相关的二维工程图或三维实体模型都会自动地加以修改；同时装配、制造等模块中的相关尺寸也会自动地加以更新。这样就可确保所有 CAD 资料的一致性和准确性。由于采用单一的数据库，提供了所谓的“双向关联”的功能，符合现代设计中同步工程和并行设计的思想。

3) 全参数化设计

参数化设计是指用尺寸参数来描述和驱动零件的结构和外形，是 PTC 公司在世界上首次提出并将之应用于 Pro/ENGINEER 软件中。全参数化的设计使得零件的设计、修改方便易行。例如，要在零件上打一个孔时，只要指定孔的中心线的位置、孔的大小和深度就可以了。不仅如此，在 Pro/ENGINEER 中还可以利用强大的数学运算方式建立各尺寸间的关系式，避免了尺寸逐一修改的繁琐费时和不必要的错误。

4) 基于特征的实体建模

系统采用基于特征的具有智能特性的功能去生成模型，零件由许多特征经过叠加、相