

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

计算机辅助设计与制造

主 编	刘极峰		
副主编	易际明	杨小兰	宋爱平
参 编	郭秀云	王育荣	闫占辉
	彭浩轲	于 雷	

高等教育出版社

内容简介

本书是教育科学“十五”国家规划课题之一“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术具有知识密集、学科交叉、综合性强等特点,是目前世界上科技领域的前沿课题。本着突出应用型教育特色,保持系统性,注重实践性,提高创造性的编写思路,本书系统介绍了CAD/CAM的基本知识、基本理论、基本方法。全书共分为11章,主要内容包括绪论、计算机辅助设计与制造系统的软硬件、计算机数据处理技术、图形处理技术、建模技术、基于特征参数化的机械设计、计算机辅助工程分析、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助数控编程、CAD/CAM集成、制造业相关新技术等。为便于学习,附录中对Pro/E、Solidworks、UG、I-DEAS等常用开发应用软件的相关内容进行了介绍,并引入了一些工程应用与开发实例,各章后均附有适当的设计练习、编程或思考题目以供选用。

本书可作为高等院校机械设计制造及其自动化专业教材,也可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校相关专业的教材,还可作为从事机电产品设计与制造技术的研究人员、应用人员、工程管理人员的学习用书或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计与制造/刘极峰主编. —北京:高等教育出版社, 2004.7

ISBN 7-04-014516-2

. 计... . 刘... . 计算机辅助设计—高等学校—教材 计算机辅助制造—高等学校—教材
. TP391.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第045091号

策划编辑 龙琳琳 责任编辑 龙琳琳 封面设计 于涛 责任绘图 郝林
版式设计 胡志萍 责任校对 康晓燕 责任印制

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经 销	新华书店北京发行所		
印 刷			
开 本	787×960 1/16	版 次	年 月第1版
印 张	27.5	印 次	年 月第 次印刷
字 数	510 000	定 价	34.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

总 序

为了更好地适应当前我国高等教育跨越式发展需要,满足我国高校从精英教育向大众化教育的重大转移阶段中社会对高校应用型人才培养的各类要求,探索和建立我国高等学校应用型人才培养体系,全国高等学校教学研究中心(以下简称“教研中心”)在承担全国教育科学“十五”国家规划课题——“21世纪中国高等教育人才培养体系的创新与实践”研究工作的基础上,组织全国100余所以培养应用型人才为主的高等院校,进行其子项目课题——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”的研究与探索,在高等院校应用型人才的教学内容、课程体系研究等方面取得了标志性成果,并在高等教育出版社的支持和配合下,推出了一批适应应用型人才培养需要的立体化教材,冠以“教育科学‘十五’国家规划课题研究成果”。

2002年11月,教研中心在南京工程学院组织召开了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题立项研讨会。会议确定由教研中心组织国家级课题立项,为参加立项研究的高等院校搭建高起点的研究平台,整体设计立项研究计划,明确目标。课题立项采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批启动立项研究计划。为了确保课题立项目标的实现,组建了“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题领导小组(亦为高校应用型人才立体化教材建设领导小组)。会后,教研中心组织了首批课题立项申报,有63所高校申报了近450项课题。2003年1月,在黑龙江工程学院进行了项目评审,经过课题领导小组严格的把关,确定了首批9项课题的牵头学校、主持学校和参加学校。2003年3月至4月,各子课题相继召开了工作会议,交流了各校教学改革的情况和面临的具体问题,确定了项目分工,并全面开始研究工作。计划先集中力量,用两年时间形成一批有关人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系等理论研究成果报告和在研究报告基础上同步组织建设的反映应用型人才特色的立体化系列教材。

与过去立项研究不同的是,“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题研究在审视、选择、消化与吸收多年来已有应用型人才培养探索与实践成果基础上,紧密结合经济全球化时代高校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新,采取边研究、边探索、边实践的方式,推进高校应用型人才培养工作,突出重点目标,并不断取得标志性的阶段成果。

教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱和基础,作为体现教学内容

和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索、建设适应新世纪我国高校应用型人才体系需要的教材体系已成为当前我国高校教学改革和教材建设工作面临的十分重要的任务。因此,在课题研究过程中,各课题组充分吸收已有的优秀教学改革成果,并和教学实际结合起来,认真讨论和研究教学内容和课程体系的改革,组织一批学术水平较高、教学经验较丰富、实践能力较强的教师,编写出一批以公共基础课和专业、技术基础课为主的有特色、适用性强的教材及相应的教学辅导书、电子教案,以满足高等学校应用型人才培养的需要。

我们相信,随着我国高等教育的发展和高校教学改革的不断深入,特别是随着教育部“高等学校教学质量和教学改革工程”的启动和实施,具有示范性和适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高校教学质量的提高。

全国高等学校教学研究中心

2003 年 4 月

前 言

时至今日,历经近 50 年沧桑变化的计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术已发展成为当今高效率、高效益的高新技术。它具有知识密集、学科交叉、综合性强、应用范围广等特点,是目前世界上科技领域的前沿课题,且为衡量一个国家科技现代化、工业现代化的重要指标之一,因而当之无愧地被评为当代最杰出的十大工程技术成就之一。

计算机辅助设计与制造技术从根本上改变了传统设计、生产与组织的模式,给一切设计、制造领域带来了根本性的变化。进入 21 世纪,其发展速度更为惊人,对全球工业乃至整个社会仍将具有深远的影响。

在我国,计算机辅助设计与制造技术的研究、开发、应用与推广之势如火如荼。面对进入 21 世纪所带来的挑战与机遇,CAD/CAM 技术已成为企业开拓市场、技术创新不可缺少的法宝。企业对先进制造技术、系统的核心技术认识更加深刻,而对该技术的引进、消化、应用、开发及相应的人才需求更为迫切,故计算机辅助设计与制造技术已成为 21 世纪工科大学生和工程技术人员必修之课。

编写过程中,本书在借鉴国内同类教材的基础上,引入了 CAD/CAM 的最新科技信息与成果,简要介绍了流行的实用工程软件,相关章节引入了适当的工程实例,各章结尾安排了适当的设计练习、编程或思考题目,力争使之成为一本适于全国高等学校机械类、近机类专业计算机辅助设计与制造课程,具有应用型特色的教材。

本书力求有以下特点:

(1) 突出应用型特色 本书以机械类专业人才为培养对象,以实际、实用、实践为原则,突出工程应用的特点。各章节尽可能结合工程软件或工程实例进行编排、讲解。

(2) 保持系统性 在内容安排上依次按照工程中产品设计、工艺、加工制造三个主要环节的顺序进行,保持知识的系统性,尽可能贴近工程实际,力求讲解准确、清晰、简洁、易懂。

(3) 注重实践性 注重介绍计算机在工程图绘制、产品造型、工艺规程编制、数控编程中的应用和实践,强调完成一定量的相关实验、软件运用、二次开发、软件制作、课程设计、模拟仿真等实践性教学环节,以求提高学生的工程动手能力,尽量缩短学生进入企业后的适应期。

(4) 提高创造性 适度介绍现代设计方法、与制造业相关的新技术等现代高新技术与方法,通过多样化的设计制造方法及工程实例启发学生的创新思维,培养学生分析和解决工程实际问题的能力,使学生了解 CAD/CAM 的发展与前沿,开阔思路,提高他们从事技术研究和工程应用的创造性思维能力。

鉴于机械类、近机类各专业的要求与教学学时数相差较大,本书的内容编排力求满足本科机械类不同专业的教学要求,课时适用于 30~60 学时,同时又可供自学提高、远程教育之用。

本书第 5、8 章由易际明编写,第 2 章及附录由宋爱平编写,第 9 章、第 10 章第 5 节由闫占辉编写,第 4 章、第 7 章第 1~5 节由郭秀云、杨小兰、刘极峰共同编写,第 3 章由王育荣编写,第 6 章由彭浩轲编写,第 10 章第 1~4、6 节由于雷编写,绪论、第 1 章、第 7 章第 6、7 节由刘极峰编写。

全书由刘极峰统稿并担任主编,易际明、宋爱平、杨小兰担任副主编,协助统稿。本书参考或引用了一些文献的部分内容,在此对文献作者谨致由衷的谢意。

全书由上海交通大学翁世修教授担任主审,上海交通大学胡德金教授对本书的编写提出了许多宝贵意见,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中不足、不妥之处难免,恳请广大读者指正。

编 者

2004 年 2 月

目 录

绪论	1
0.1 CAD/CAM 的发展	1
0.2 CAD/CAM 的基本概念	3
0.3 CAD/CAM 系统的功能与任务	5
0.4 CAD/CAM 技术的应用	8
习题与思考题	10
第 1 章 CAD/CAM 系统的硬件与软件	11
1.1 CAD/CAM 系统的组成	11
1.2 CAD/CAM 系统的硬件及布局形式	11
1.3 CAD/CAM 系统的软件	25
1.4 CAD/CAM 系统选择的原则	33
习题与思考题	34
第 2 章 计算机数据处理技术	35
2.1 数表的计算机处理技术	35
2.2 线图的计算机处理技术	40
2.3 数据库的基本原理与应用	46
习题与思考题	57
第 3 章 计算机图形处理技术	58
3.1 概述	58
3.2 图形变换	58
3.3 图形消隐技术	76
3.4 图形的光照处理技术	85
3.5 图形裁剪技术	91
习题与思考题	95
第 4 章 CAD/CAM 建模技术	97
4.1 概述	97
4.2 线框建模	104
4.3 表面建模	105
4.4 实体建模	108
4.5 特征建模	116

习题与思考题	125
第 5 章 基于特征参数化的机械设计	127
5.1 特征参数化设计概述	127
5.2 标准件库设计	133
5.3 虚拟装配技术	136
5.4 图形渲染与工程图设计	146
习题与思考题	156
第 6 章 计算机辅助工程分析	160
6.1 有限元分析	160
6.2 优化设计	171
6.3 可靠性分析	180
6.4 系统动态分析	188
6.5 虚拟样机技术	195
习题与思考题	207
第 7 章 计算机辅助工艺过程设计	208
7.1 概述	208
7.2 派生式 CAPP 系统	217
7.3 创成式 CAPP 系统	236
7.4 综合式 CAPP 系统	249
7.5 CAPP 专家系统	251
7.6 计算机辅助夹具设计	256
7.7 KMCAPP 系统简介	259
习题与思考题	269
第 8 章 计算机辅助数控编程	271
8.1 数控编程的基本概念	271
8.2 手工编程方法	280
8.3 数控自动编程	283
8.4 自动编程系统的刀位算法	290
8.5 Pro/E 数控加工与后置处理	293
习题与思考题	301
第 9 章 CAD/CAM 集成	303
9.1 CAD/CAM 集成技术概述	303
9.2 CAD/CAM 集成数据管理	310
9.3 产品数据交换标准	316
9.4 PDM 技术集成方案	324

习题与思考题	331
第 10 章 与制造业相关的新技术	332
10.1 敏捷制造 AM	332
10.2 并行工程 CE	341
10.3 精良生产 LP	350
10.4 虚拟制造 VM	354
10.5 快速成形技术 RP	365
10.6 CIMS 的体系结构与关键技术	369
习题与思考题	380
附录 1 Pro/Engineer 简介	381
附录 2 Solidworks 简介	404
附录 3 UG 简介	410
附录 4 I-DEAS 简介	420
参考文献	424
后记	427

第 5 章

基于特征参数化的机械设计

目前, CAD 技术的基础理论主要是以 PTC 公司的 Pro/E 为代表的参数化造型理论和以 SDRC 公司的 I-DEAS 为代表的变量化造型理论,这两种方法都属于基于约束的实体造型技术。

参数化建模是指在参数化造型过程中记录建模过程和其中的变量(也就是捕捉设计意图)以及用户执行的 CAD/CAM/CAE 功能操作。因此,参数化建模通过捕捉模型中的参数化关系记录了设计过程,其本质就是设计过程的记录和回放。这种记录过程与次序有关(是顺序化的),同时它利用一系列定义好的参数对模型进行顺序计算。参数化建模的优势在于速度快,其缺点是用户必须提供几何元素的全部尺寸、位置信息,即只有完全定义前一元素才能定义下一个元素。

基于特征参数化的设计技术是一种面向产品制造全过程的描述信息和信息关系的产品数字建模方法,Pro/E、I-DEAS、MDT、Solidworks 等都是在一定程度上以参数化、变量化、特征设计为特点的新一代实体造型软件产品。在传统的机械产品三维造型设计中,产品实体模型是设计者利用固定的尺寸值得到的,零件的结构形状不能灵活地改变,一旦零件尺寸发生改变,必须重新绘制其对应的几何模型。参数化设计是一种使用参数快速构造和修改几何模型的造型方法。利用参数化技术进行设计时图形的修改非常容易,用户构造几何模型时可以集中于概念和整体设计,因此可以充分发挥设计人员的创造性,提高设计效率。

齿轮减速器是广泛应用于机械行业的机械装置,其中包含多种通用零件,如齿轮、轴、轴承、螺纹紧固件、润滑装置、密封元件等。本章以常用齿轮减速器作为研究对象,通过在 Pro/E 环境下基于特征的参数化设计方法,实现减速器零件的参数化特征建模、虚拟装配及工程图设计等。

5.1 特征参数化设计概述

实现 CAD/CAM 的集成化是现代设计制造系统的发展方向。在集成化并行工

程环境中,系统必须是面向对象的信息处理系统,这就要求从开始建立产品信息模型时就要同步考虑产品生命周期中的所有因素,要能描述产品在其生存周期中各个环节的形态和性能,即产品从设计、分析、制造、装配、测试、销售、使用、维修直至报废整个过程的全部信息。目前,产品信息建模大多采用基于特征的方法,特征是具有工程含义的几何实体,建立基于特征的产品定义模型使得设计人员的操作对象不再是低层次的点、线、面和体素等几何信息,而是其熟悉的具有工程意义的几何实体,从而更好地体现其设计意图,提高设计效率,更为重要的是提供了后续工艺设计、制造和装配等过程的完整信息,最终实现 CAD 与后续过程的信息集成和并行运行,实现 CAD/CAM 的有效集成。

5.1.1 齿轮减速器的特征建模分析

通过对齿轮减速器的结构及功能特征进行分析,提出如图 5.1 所示的齿轮减速器特征分类结构图,该图以几何形状为特征分类的基础,主特征分为轴类、盘类、轮类、箱体类、标准件类,辅特征分为精度特征类、明细表类。其中轮类零件的特征分类结构如图 5.2 所示,轴类零件的特征分类结构如图 5.3 所示,精度特征分类结构如图 5.4 所示,其他零件特征分类结构限于篇幅就不再给出,读者可参照进行分类。



图 5.1 齿轮减速器的特征分类

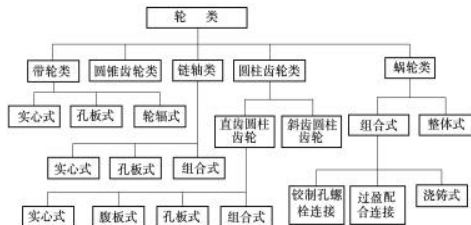


图 5.2 轮类零件的特征分类

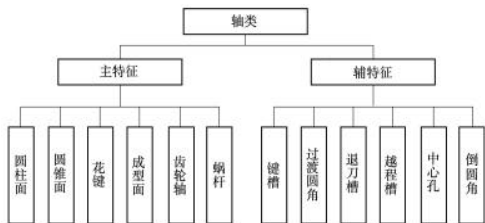


图 5.3 轴类零件的特征分类

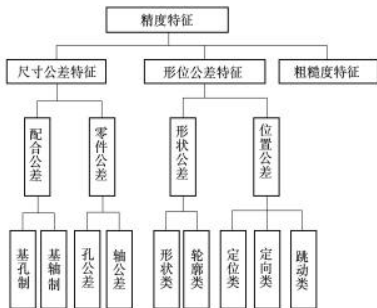


图 5.4 精度特征分类结构

各特征可根据结构再分解为子特征，然后分别针对各分类特征进行编码，按照编码建立特征库，并将各特征子类参数化，每一个特征都对应一组唯一确定该特征的控制参数，建立其参数化特征库。对于标准件类结构零件，在此主要将其划分为连接件特征结构、紧固件特征结构、轴承特征结构以及齿轮箱附件等特征结构，每个父类结构再细分为各种几何子特征结构并实现参数化，组成标准件特征库。各个辅特征也进行分类，并实现参数化特征库的构建。明细表主要按照国家标准中的明细表结构生成一个表格特征，调用该特征库时只需分别输入各属性值即可实现明细表的生成。

在齿轮减速箱零部件的结构设计中，细化分解各零件的组合特征，并使分解的零件几何特征实现参数化。一般地，参数化设计系统处理以零件结构尺寸作为设计参数，即采用尺寸驱动方法，这样可以根据一个或多个尺寸的改变而

调整几何模型的大小与位置,在进行机械零件设计绘图时可以灵活地改变有关设计参数或结构参数,获得多种设计方案。

5.1.2 基于 Pro/E 的参数化特征设计基础

Pro/E 是由美国 PTC 公司开发的三维 CAD 软件,是一个以特征为主的实体模型系统,以其强大的参数式设计和统一数据库管理等特点实现了特征的尺寸驱动、3D 实体与 2D 工程图的双向关联驱动、实体特征建模、标准件库的建立、零部件装配、动态仿真、有限元分析、干涉检查、NC 加工、产品快速变型等功能,目前在机械行业被广为应用。

就三维特征造型来说,Pro/E 包括虚拟特征(基准特征)和实体特征两大部分,如图 5.5 所示。

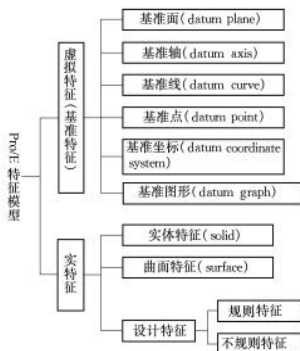


图 5.5 Pro/E 特征结构

1. 虚拟特征的构建

虚拟特征即为基准特征,它是建立模型的参考。在实体造型前或建模过程中必须用到基准特征(即建立虚拟特征)作为剖面绘制的参考、定位参考、组合零件参考等,才有助于参数化设计和虚拟装配。虚拟特征的建立可以通过直接选择图标按钮或菜单来完成。

2. 实特征的构建

(1) 实体特征的构建

实体特征的构建主要包括：Hole——钻孔特征；Shaft——凸轴特征；Round——倒圆角特征；Chamfer——倒斜角特征；Slot——开槽特征；Cut——切削特征；Protrusion——凸起特征；Neck——轴颈特征；Flange——凸缘特征；Rib——加强肋特征；Shell——抽壳特征；Pipe——管件特征；Tweak——拧、抓、捏等特征。其中 Protrusion 特征是新建一个零件特征时的首选项，用来建立零件的毛坯，其造型方法包括 Extrude（延伸）、Revolve（旋转）、Sweep（扫掠）、Blend（混合）、Use Quilt（使用 Quilt 特征）和 Advanced（高级特征）。Cut 特征设计与 Protrusion 特征完全相同，不同的是 Protrusion 用来增加材料，而 Cut 则用来切除材料。

（2）曲面特征的建立 可以利用拉伸、旋转、扫描、混成等基本造型方法建立曲面特征。对于用基本方法不能实现的复杂、高级曲面的造型，可以采用变截面扫描（VarSec Swp）、混成扫描（Swept Blend）、螺旋扫描（Helical Swp）、Boundaries 曲面等来完成。

（3）设计特征的建立 设计特征是指建立在基本特征之上的加工特征，它分为规则特征和不规则特征两种类型，在 Pro/E 中只要点击相应的命令菜单按提示信息即可逐步完成。

3. Pro/E 建立参数化特征模型的一般流程

Pro/E 是基于参数化的特征造型系统，造型过程模拟了加工过程，工程人员采用具有智能特性的特征功能生成特征，进而生成零件。图 5.6 给出了应用 Pro/E 软件建立特征模型的一般程序。

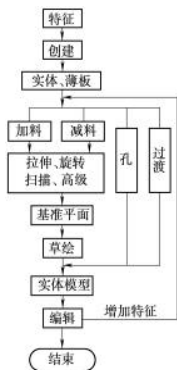


图 5.6 应用 Pro/E 软件建立参数化特征模型的流程

5.1.3 基于 Pro/E 的参数化特征造型的实现

1. 箱体零件参数化特征造型

减速器造型设计中箱体的设计较为复杂，其参数化特征造型的方法和步骤如下：

（1）构造基体 根据初步的设计方案，利用三维造型功能进行基体构形，生成减速箱箱体的雏形。

（2）建立用户自定义特征库 调用基本特征（如加凸台、挖孔、开槽、倒角等）建立特征库，形成所需的零件信息模型。模型树记录形体的创建历史和原始数据，特征的描述以参数表达为主。

(3) 构建箱体的形状特征模型 从特征库中选择所需的设计特征, 输入设计参数, 通过实体造型产生特征的几何模型, 经过特征操作将多个相关特征结合起来, 共同构成箱体的形状特征模型, 并添加关系式建立参数约束关系。

(4) 编辑箱体特征 对特征定形参数和定位参数进行编辑操作。选取要修改的特征及修改类型, 改变相应参数, 系统根据参数约束关系自动将参数的变动传递到特征几何表示中, 并反馈于图形显示上, 同时使相关特征的参数发生变化, 并自动检查特征是否满足自身的定义约束。

(5) 真实感处理 对箱体进行色彩设计、材质纹理处理, 设置多个透视观察点和多个光源, 产生带阴影和反射的彩色光照模型, 构建一个真实感很强的数字模拟箱体, 如图 5.7 所示。

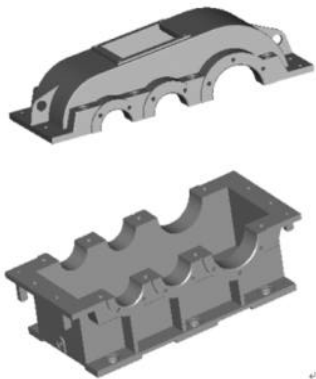
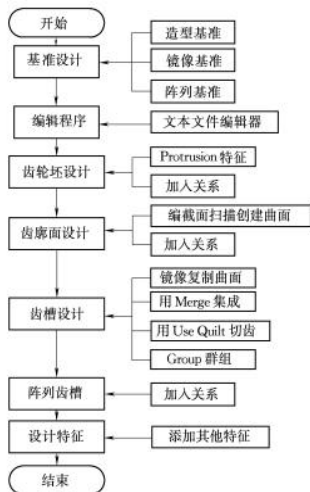


图 5.7 减速器箱体零件特征设计效果图

2. 齿轮的参数化特征设计

齿轮轮齿精确的三维造型是齿轮机构动态仿真、NC 加工、干涉检验以及有限元分析的基础。Pro/E 不仅具有强大的实体造型功能, 而且能使用编程的方法通过公式精确控制轮齿的齿廓曲面形状以及对齿轮实现整体尺寸驱动。图 5.8 以渐开线标准直齿圆柱齿轮为例, 给出了齿轮建模程序的框图, 以及由此设计的齿轮和齿轮轴零件。



a)



b)

图 5.8 齿轮的参数化特征设计

a) 齿轮建模程序框图; b) 齿轮和齿轮轴零件设计效果图

5.2 标准件库设计

减速器或其他机械产品中包含大量的标准件，所以要建立标准件图形数据库，以便于装配图的设计。将标准图形特征分解并且参数化，并将标准中与参

变量相对应的实际数据建立成标准数据文件（数据库），这样确定标准件参数后就可以绘制装配图上的标准件图形。标准图形库包括滚动轴承、连接件、紧固件、密封件、润滑件、减速器附件等标准件图形库，由于国际上都已经使这些零件的结构标准化，因此建立标准图形数据库后，就可以节省大量的绘图时间，大大提高设计效率，减少不必要的重要劳动。

5.2.1 三维标准件库的造型方法及参数化绘图原理简介

三维实体设计是参数化设计的基础。自 20 世纪 80 年代以来，基于特征的设计已被公认为是解决产品开发与过程设计信息集成问题的有效手段。特征是具有过程含义的几何实体，它表达的产品模型兼含语义和形状两方面信息。一般认为特征是一组与零件相关的信息集合，从形体建模的角度来看，主要是指形体的形状特征，形状特征可以理解为一组具有特征关系的几何或拓扑元素。特征模型是为弥补集合模型的不足而产生的，它在几何模型的基础上进一步抽取、集成了高层工程信息，通过特征进行描述、管理和操作，方便了工程语义的表达与交流，用一般的点、线、面来确定特征间的几何或拓扑关系。因此任何零件均可看成是一基体与一些特征形体进行布尔运算形成的，基体及各特征体均为参数化特征体。

Pro/E 软件本身具有参数化功能，在修改一个尺寸后图中的相关尺寸会自动更新，这样可以通过该方法建立三维标准件库，库中的标准件由其自身的特征和参数控制，这样做不仅所占空间小，而且易于增删和修改。因此标准件库的关键技术在于三维参数化标准件图库和标准件参数库的建立。

5.2.2 三维标准件库的建立

1. 三维参数化标准件图库的建立

三维参数化标准件库是参照国际标准（ISO）以及国家标准（GB），利用特征造型技术建立起来的，该图库中存储的并不是带有具体几何数据的体模型，而是各类由尺寸驱动的参数模型，因此要求设计人员具有较高的技术水平，能用最少的特征和参数表达模型。建立三维参数化标准件图库的步骤如下：

（1）建立参数模型 首先根据标准件的特点确定原型零件，尽量保证该原型拥有最简单的特征，并利用几何约束和拓扑约束来定义标准件的几何形状，从而得到标准件的几何约束关系描述。

（2）确定标准件的尺寸、特征参数名 尺寸、特征参数名是构成几何体的几何要素，由字母、数字和下划线组成，它们一旦确定后在整个使用过程中应前后保持一致。这种惟一性保证了标准件参数库的准确性。