



新世纪高等职业教育机电类课程规划教材

机械 悦学玩转实训

新世纪高等职业教育教材编审委员会组编

主审 申张丽华

主编 赵杰 副主编 柳河 李仁杰 王摇岩

大连理工大学出版社

大连理工大学出版社
DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

前 摇 言

《机械 悦粤粤粤》是新世纪高等职业教育教材编审委员会组编的机电类课程规划教材之一。

机械 悦粤粤粤技术是随着计算机和信息技术的发展而形成的新技术。自 圆世纪 远年代问世以来已经过 源多年的快速发展,现已成为一种高新技术产业。机械 悦粤粤粤技术是 圆世纪最杰出的工程成就之一,也是计算机技术在制造业中的重要应用,其对制造业的发展产生了巨大影响和推动作用,使产品从设计到加工整个过程产生了根本性变革。目前,机械 悦粤粤粤技术已被广泛应用于机械、电子、航天、汽车、船舶、航空、轻工等各个领域。

机械 悦粤粤粤技术的应用水平已成为企业技术水平的重要标志之一。

悦粤粤粤技术涉及内容十分广泛,其应用也体现于制造企业的多个生产环节。本教材考虑到高职学生的实际,在内容编排上以易懂、易读为出发点,注重基本概念和基本原理的讲解,突出应用能力的培养,即 悦粤粤粤软件的应用能力,体现了高职的特色。

本教材在编写的过程中突出如下特点:

员机械 悦粤粤粤技术是一门综合性很强的高新技术,对于高职层次的学生来说,学习本课程有一定的难度;但本教材以深入浅出的形式,系统地阐述了 悦粤粤粤技术的原理、基础理论及应用技术,使学生易于接受。

圆针对高职学生培养的特点,在理论“必须、够用”的前提下最大限度地强化了操作能力的培养。即加大了第 苑章 悦粤粤粤软件应用技术的比重,这在其他 悦粤粤粤教材中是不多见的。

猿悦粤粤粤软件应用技术介绍了最新版本的“悦粤粤粤制造工程师 圆园园源的各项功能,并且结合实例对软件的各项摇摇摇摇摇摇摇摇功能进行讲解,有助于学生在最短的时间内熟练使用本软件。

本教材共分 苑章,分别是:悦粤粤粤系统;数据处理与分析;图形处理技术;几何造型和特征建模;计算机辅助



编远 辑机械悦球精运 □

艺规程设计(悦球孕) 数控加工及编程 ;悦球精运软件应用技术。

本教材由辽宁石油化工大学职业技术学院赵杰任主编 ;黑龙江工商职业技术学院柳河、沈阳师范大学职业技术学院李仁杰、辽宁机电职业技术学院王岩任副主编。抚顺职业技术学院郑晶、齐齐哈尔大学职业技术学院吴子敬参加了部分内容的编写。具体编写分工如下 :王岩编写第 员章、第 源章 ;李仁杰编写第 圆章、第 猿章 ;赵杰编写第 缘章 ;郑晶编写第 远章 ;柳河和吴子敬共同编写第 苑章。大连理工大学张应中老师、渤海船舶职业学院张丽华老师审阅了全书并提出了一些宝贵的意见和建议。

尽管我们在机械 悦球精运教材建设特色的突破方面做出了许多努力 ,但由于作者水平有限 ,书中难免存在一些疏漏和不足 ,恳请各相关教学单位和读者在使用本教材时给予关注 ,并多提一些宝贵的意见和建议。

所有意见和建议请寄往 :早编远岳员球精电

联系电话 远原员原源园七五原 员球精原远愿

编摇者
圆丑原年 怨月

新世纪高等职业教育教材编委会教材建设 指导委员会

主任委员：

曹勇安 黑龙江东亚学团董事长 齐齐哈尔职业学院院长 教授

副主任委员(以姓氏笔画为序)：

马必学 武汉职业技术学院院长 教授

王大任 辽阳职业技术学院院长 教授

冯伟国 上海商业职业技术学院副院长 教授 博士

刘兰明 邯郸职业技术学院副院长 教授 博士

李竹林 河北建材职业技术学院院长 教授

李长禄 黑龙江工商职业技术学院副院长 副教授

陈礼 广东顺德职业技术学院副院长 教授

金长义 广西工业职业技术学院院长 副教授

赵居礼 陕西工业职业技术学院副院长 副教授

徐晓平 盘锦职业技术学院院长 教授

秘书长：

杨建才 沈阳师范大学职业技术学院院长

副秘书长(以姓氏笔画为序)：

张和平 江汉大学高等职业技术学院院长

周强 齐齐哈尔大学职业技术学院副院长

秘书组成员(以姓氏笔画为序)：

卜军 上海商业职业技术学院

王澄宇 大庆职业学院

粟景收 广西国际商务职业技术学院

鲁捷 沈阳师范大学职业技术学院

谢振江 黑龙江省司法警官职业学院

会员单位(略)：

总 摇 序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了 21 世纪的门槛。

20 世纪与 21 世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20 世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,迫人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高等职业教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

摇摇随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走理论型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,高等职业教育从专科层次起步,进而高职本科教育、高职硕士教育、高职博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高职教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)理论型人才培养的教育并驾齐驱,还需假以时日,还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高等职业教育教材编审委员会就是由全国 1000 余所高职院校和出版单位组成的旨在以推动高职教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职教材的特色建设为己任,始终会从高职教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的组织形式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职教学成果,探索高职教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高等职业教育教材编审委员会在推进高职教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意;也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高等职业教育教材编审委员会

二〇〇九年 愿月 愿日

目 录

第 1 章 智能制造系统	1
1.1 智能制造系统概述	1
1.2 智能制造硬件系统	1
1.3 智能制造软件系统	1
习题一	1
第 2 章 数据处理与分析	2
2.1 工程数据的程序化方法	2
2.2 工程数据库	2
2.3 计算机辅助工程分析	2
习题二	2
第 3 章 图形处理技术	3
3.1 图形处理的概念	3
3.2 图形几何变换	3
3.3 图形的剪取技术	3
3.4 计算机图形的数据结构及标准	3
习题三	3
第 4 章 几何造型和特征建模	4
4.1 几何造型的概念	4
4.2 几何造型基础知识	4
4.3 几何造型	4
4.4 实体建模	4
4.5 特征建模	4
4.6 参数化设计	4
习题四	4
第 5 章 计算机辅助工艺规程设计 (CAPP)	5
5.1 CAPP 概述	5
5.2 变异式 CAPP 系统	5
5.3 创成式 CAPP 系统	5
5.4 CAPP 专家系统	5
5.5 CAPP 的应用	5
习题五	5

第 远章 摇数控加工及编程	愿
远源 摇数控加工编程的基本概念	愿
远愿 摇数控加工中的工艺处理	愿
远愿 摇手工编程技术	愿
远愿 摇数控语言自动编程技术	愿
远愿 摇图形交互自动编程技术	愿
远愿 摇数控加工过程仿真	愿
习题六	愿
第 苑章 摇数控配置软件应用技术	愿
苑愿 摇数控制造工程师基础知识	愿
苑愿 摇线架造型	愿
苑愿 摇几何变换	愿
苑愿 摇绘制曲面	愿
苑愿 摇实体造型	愿
苑愿 摇数控制造工程师自动编程	愿

第 1 章

计算机辅助制造系统

1.1 计算机辅助制造系统概述

随着计算机和网络技术的迅猛发展,以前以手工为主的设计和制造方法,现在被逐渐赋予了信息化的内涵。计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Manufacturing, CAD/CAE/CAM)正是信息技术与制造技术相互结合与渗透而产生、发展起来的一门综合性应用学科,简称 CAPP。它具备知识密集、综合性强、效益高等特点,是目前科技领域的前沿课题。

1.1.1 CAPP 系统定义

计算机辅助设计,简称 CAD(Computer Aided Design),是采用计算机开展机械产品设计的技术。CAD 是指工程技术人员以计算机为辅助工具,完成产品的总体或部分绘图、设计、分析等工作,以达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低生产成本的目的。

计算机辅助制造,简称 CAM(Computer Aided Manufacturing)。CAM 是指以计算机为主要技术手段,处理与制造有关的信息,从而控制制造的全过程。一般来说,计算机辅助制造包括工艺设计、数控编程和机器人编程等内容。工艺设计主要是确定零件的加工方法、加工顺序和所用的设备。近年来,计算机辅助工艺设计已逐渐成为一门独立的技术分支。当采用数控机床加工零件时,需要编写数控机床的控制程序。计算机辅助编制数控程序,不但效率高,而且错误率低。

设计与制造技术的发展是企业服务的,而企业的发展是以产品为基础的,企业的各种经营活动都是围绕产品而展开的,产品开发是企业的核心活动之一。随着社会进步,为了企业的生存和发展,企业必须不断地开发符合市场需求的产品,而且要永不止息地追求精益求精即在最短的时间内(Lead Time)以最小的成本(Cost),向市场推出质量(Quality)最好的产品,同时,为用户提供最好的服务(Service)。产品开发的方法和技术手段发生了深刻变化,开发出的产品水平也日益提高,在机械制造业,以计算机技术为核心的信息技术的引入,导致了产品开发从传统开发模式向现代开发模式的巨大转变。

1.1.2 传统产品开发模式的开发过程

机械制造业属于传统产业,经过一百多年的实践,经典的机电产品开发活动可以用流

程来表述,如图 1-1 所示。

(员)需求分析。这是产品开发活动的源泉和动力,所有的产品都是起源于市场需求,没有需求就没有产品开发活动。目前,市场上对产品的需求主要包括两大类:

①改进需求。改进的需求主要来自于用户、竞争者、技术革新三个方面。根据改进的需求而开展的产品开发,通常属于改型设计或产品的更新换代,这是一类最常见的产品开发类型。

②创新需求。这种需求无法从任何现有的产品或类似产品中、或从这些产品的改进设计中得到满足,无论是在功能上、使用方法上,还是从设计制造方法上都不同于现在的或过去的产品,因此,必须开展全新的产品开发。这种全新的需求也同样来自于市场,但是和改进需求相比较有两点不同:一是主动性,根据市场和技术的变化,由开发者主动去构思;二是超前性,表现在技术上,需要一个成熟过程,表现在市场上,需要一个宣传和引导过程。基于这种需求的产品开发通常称为创新开发,这种活动具有很大的风险,但同时又具有巨大的市场潜力。

(圆)功能设计与评价。这一阶段的主要任务是确定产品开发目标,对新产品进行定位。这一步工作的重要性是可想而知的,假如产品定位不准,功能不能符合市场要求,那么整个开发活动不可能取得成功。活动内容主要包括:

①功能设计——详细定义产品的各种功能。功能定义以先进、实用为原则,最大限度地满足市场需求;

②性能技术设计——确定产品的性能。不同的产品类型具体指标不同,但是效率、环保、经济性、安全性、可靠性是一些通用指标;

③操作设计——在产品推出之前,必须明确产品的使用方法和使用环境要求,通常采用人体工程学原理,非常细致地开展操作设计,最大限度地考虑到使用的舒适性和方便性,即人性化设计。

这一部分工作主要由企业领导、市场部负责人、技术部负责人共同参与完成。

(猿)方案设计与评价、模拟试制与评价。主要包括三部分内容:

①原理设计。提出不同的工作原理来实现产品功能,并对不同的工作原理进行分析比较。可以说,原理设计水平基本上限制了产品的整体技术和水平。

②总体布局及外观设计。针对不同的设计原理,确定产品的主要参数和总体布局结构,并进一步设计产品的外观造型。必须高度重视外观设计(又称工业设计),这是提高产品竞争力的重要手段。这一部分工作主要由技术部(设计与制造)、市场部、财务部共同参与完成,并由企业领导组织评价,做出方案选择。

③模拟试制。根据决策方案,模拟试制样机造型,由样机的结构继续详细地分析与优

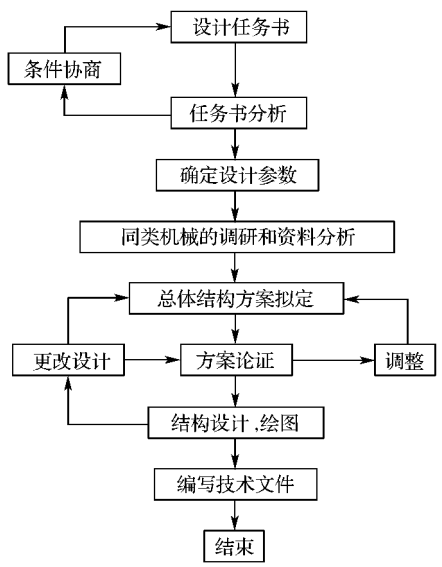


图 1-1 传统的机械设计过程

化设计方案。

(源)详细设计与分析。这是整个产品开发过程中最主要的、也是最重要的活动,正是通过详细设计来具体实现产品的功能和性能要求。详细设计的内容非常丰富,主要包括:

- ①运动设计与实验;
- ②零件设计与计算;
- ③部件设计与分析;
- ④零部件的装配设计与分析;
- ⑤出图。

这一部分工作主要由设计工程师参与完成。

(缘)加工与装配。根据详细设计图样进行如下工作:

①工艺设计。确定零件的加工方法、加工工艺路线、加工设备和加工参数;确定部件的装配工艺(包括装配步骤、装配工具及检验要求)。这一部分工作主要由工艺师参与完成;

②制造与检验。由工人根据设计图样、工艺规程和加工文件实施加工,并由检验人员控制加工质量;

③部件装配和整机装配。由工人把零件装配成部件,再把部件装配成整机。

到这一步,产品逐渐地由抽象形式转化成具体结构,也正是在这一步,会发现各种各样的问题,如设计问题、工艺问题、制造问题、装配问题。

(远)样机测试、鉴定。对最终产品进行整机测试,包括功能测试、性能测试、操作测试,全面检查设计是否达到最初提出的设计要求。测试合格后,根据企业经营计划,部署并实施批量生产。

现代产品开发模式的开发过程

在传统开发模式基础上,引入计算机技术和现代设计方法,形成了现代产品开发模式,该模式如图 4-1 所示。

(员)市场需求分析并确定产品性能。这一部分仍主要由人工完成,在条件具备时也可以采用人工智能和专家系统辅助完成。

(圆)开展总体方案设计、原理设计和工业设计。方案设计和原理设计在条件具备时可以由方案设计专家系统辅助完成;工业设计在 猿和 猿工业软件的辅助下,结合人工的创造性工作完成产品外观造型。

(猿)计算机辅助设计(悦技术)。利用 悦技术,开展详细设计、分析与计算。这是现代产品开发模式中最有代表性的活动,几乎所有的设计活动,例如零件设计、零件计算与分析、部件装配等等,都在计算机中完成。在设计现场,几乎见不到任何设计图样。采用了计算机辅助设计,不仅仅是代替了人工绘图和计算,而且设计质量和设计效率也大大提高。

(源)模拟仿真分析(悦技术)。悦是计算机辅助工程(悦)的缩写,是以现代计算力学为基础,以计算机仿真为手段的工程分析技术,是实现产品优化设计的主要支持模块。在传统的产品开发活动中,由于其串行特点,产品只能在开发活动接近完成时才能成为看得见摸得着的产品,如果在这时候发现产品有问题将非常被动,

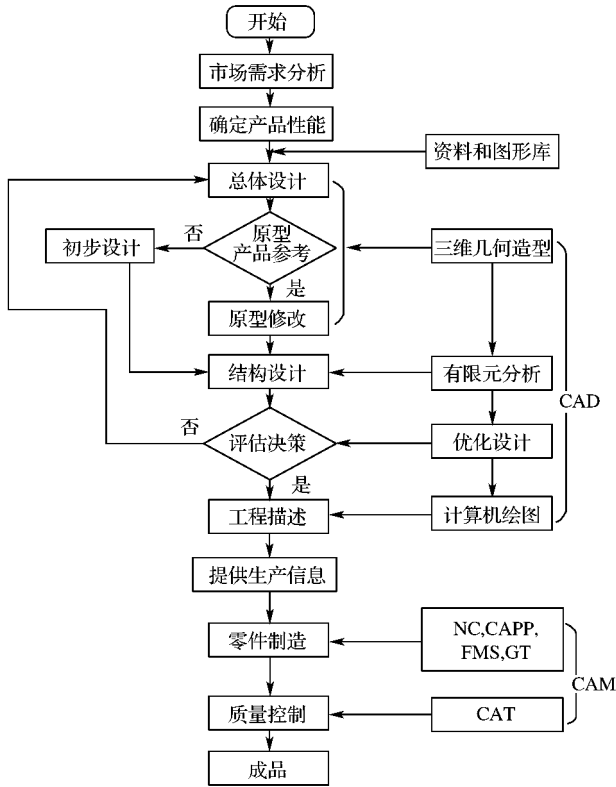


图 1 现代产品开发模式

因为,无论是对设计的修改,还是对工艺或工装的修改都将非常困难。因此,如果在产品真正制造之前,就能以一种廉价和快速的方式提供一个接近于真实的产品,将肯定备受欢迎,因为越靠近开发的上游,越能快速和低代价地解决问题。有资料统计显示,设计对产品性能的影响程度通常占 70%,对开发费用的影响程度占 20%。因此,人们开发出来一种快速成型设备,这种设备能以一种非金属材料,以非切削加工的办法,直接根据计算机设计的产品数据,快速而廉价地生成和实际设计的产品形状尺寸一致的产品模型,供人们分析和评价。这时,如果发现问题,或想做多个设计进行比较,只需要修改设计数据,并重新生成产品模型即可。

(缘)计算机辅助工艺设计(悦智转技术)。悦智转系统从悦智转系统或通过人机交互输入获取零件的各种数据,借助于悦智转系统中的车间模型、工件模型以及工艺编辑规则,生成工艺路线、工时定额以及成本核算数据等,从而借助于计算机帮助工艺人员迅速地编制出完整而详尽的工艺文件。这样,编制的工艺更合理,工艺文件更规范,提高了工程设计质量和效率。

(远)计算机辅助制造(悦智转技术)。现代产品开发中的制造手段和传统加工方法的重要区别,是现代产品开发模式大量采用数控代码并通过计算机来控制数控机床的各种加工动作不是靠人工,而是靠一种数控代码并通过计算机来控制的,数控代码的生成,即数控编程就成为数控加工的关键。采用计算机辅助制造技术,可以实现数控代码的自动

生成和正确性检验,大大提高了数控编程的质量和效率。

(3) 数控加工(自动加工)。根据编写好的数控程序,采用数控机床进行零件的自动加工。由于数控机床的一系列优点,使得加工能力和加工质量相对于传统加工方法都有质的提高。

总之,在现代产品开发模式中,由于 CAD 与 CAM 的紧密结合,大大提高了产品的开发质量,缩短了开发周期,同时也降低了开发费用。在现代产品开发模式的早期,计算机辅助几何设计和数控加工自动编程是两个独立的分支。但随着它们的推广应用,二者的相互关系越来越明显。设计系统只有配合数控加工,才能充分显示其巨大的优越性;另一方面,数控技术只有依靠设计系统产生的模型才能发挥其效率。所以在实际中二者很自然地紧密结合起来,形成了计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)系统。通常,CAD/CAM 系统指的就是这种集成系统。在 CAD/CAM 系统中,设计和制造的各个阶段可利用公共数据库中的数据,如图 4-1 所示。

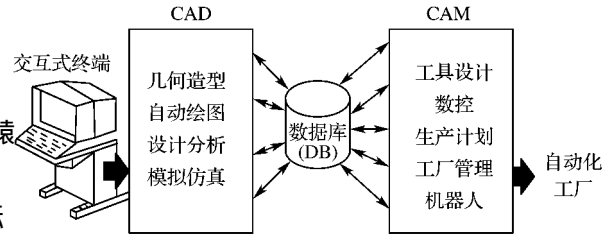


图 4-1 CAD/CAM 一体化系统理想模式

公共数据库将数据与制造过程紧密联系为一个整体。数据自动编程系统利用数据的结果和产生的模型,形成数控加工机床所需的信息。CAD/CAM 可大大缩短产品的制造周期,显著提高产品质量,从而产生巨大的经济效益。

4.1 CAD/CAM 系统的组成及其功能

4.1.1 CAD/CAM 系统的组成

CAD/CAM 系统是由若干个相互作用和相互依赖的部分集合而成的、具有特定功能的有机整体,而且一个系统又属于另一个更大的系统。这个系统由实现 CAD/CAM 所必需的硬件系统、软件系统组成。CAD/CAM 系统的组成如图 4-2 所示。

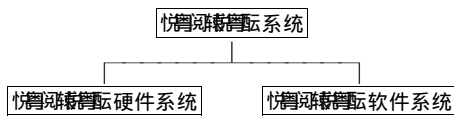


图 4-2 CAD/CAM 系统的组成

硬件系统主要指计算机主机及其外部设备、网络通信设备和生产加工设备。硬件系统是 CAD/CAM 系统运行的基础。软件系统一般是由系统软件、支撑软件和应用软件组成的。软件系统是 CAD/CAM 系统的核心。近年来,由于计算机技术的不断进步,大大缩短了软件升级和硬件更新周期。二者之中,尤以软件更为活跃,只有及时进行升级完善,才能不断满足生产加工的需要。软件的开发需要更好的计算机硬件系统,而硬件的更新为开发更好的 CAD/CAM 软件提供了匹配的物质条件。

4.1.2 CAD/CAM 系统的功能

CAD/CAM 是一个人机交互的过程,从产品图形的绘制、几何模型的建立,到数控代码生成和加工过程仿真,系统都应保证用户能随时进行观察、修改中间数据。用户的每一次

操作,也应从显示器上及时得到反馈,直到获得最佳的设计结果。

(员)计算机辅助设计技术(悦阅)

悦阅是人和计算机相结合,各尽所长的新型设计方法。从思维角度看,设计过程包含分析和综合两方面的内容。人可以进行创造性的思维活动,将设计方法经过综合、分析转换成计算机可以处理的数学模型和解析这些模型的程序。在程序运行过程中,人可以评价设计结果,控制设计过程,计算机则可以发挥其分析计算和存储信息的能力,完成信息管理、绘图、模拟、优化和其他的数值分析任务。计算机辅助设计技术已经渗透到机械设计领域的各方面,如图 5.1 所示为机械产品悦阅过程模型,根据该技术的应用领域可以把悦阅技术分为三类:

①计算机辅助绘图(悦阅)。采用计算机进行平面图样的绘制,以取代传统的手工绘图。在传统手工设计中,需要画大量的二维图样,这是一项非常繁琐的工作,而且容易出错,效率很低。计算机技术在设计中的应用是从取代手工绘图开始的。

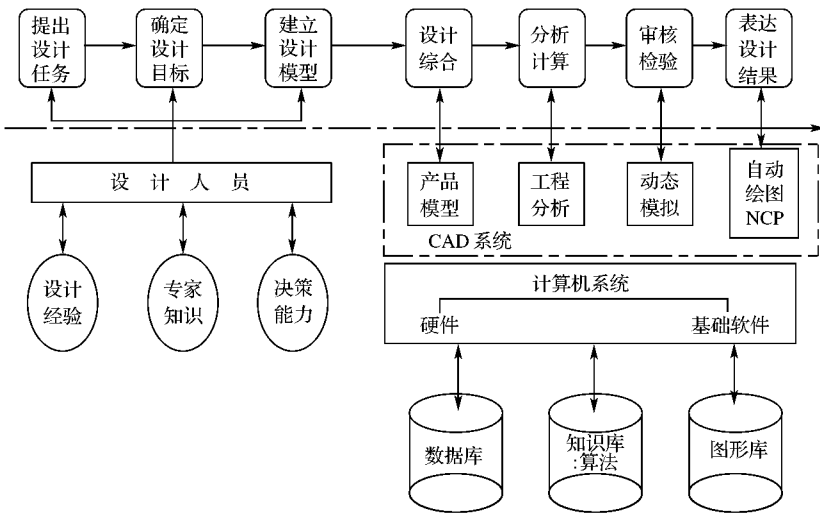


图 5.1 机械产品悦阅过程模型

②计算机辅助设计(悦阅)。计算机辅助设计的范围和内容很广泛,根据设计内容和目标的不同,主要包括以下几个方面:

- 产品的计算机辅助几何建模。通过二维图形表达三维的产品是一种间接的设计方法。理论上,应该直接设计具有三维形状的产品。但是,依靠人工去绘制三维产品,并对三维产品直接进行分析非常困难。因此,计算机辅助设计的基础任务就是利用计算机构造产品的三维几何模型,利用计算机来记录产品的三维模型数据,并在计算机屏幕上显示出真实的三维形状效果。几何建模功能是产品悦阅系统的核心功能,它提供有关产品设计的各种信息,是后续作业的基础。产品的几何建模包括两部分内容:零件建模,即在计算机中构造每个零件的三维几何结构模型;装配建模,即在计算机中构造部件的三维几何结构模型。常用的建模方法包括:线框模型,即用零件的边框线来表示零件的三维结构;曲面模型,即用零件的表面来表示零件的三维结构;实体模型,即全面记录零件

的边框、表面以及由面所组成的体的信息,并记录材料属性以及其他加工属性。

- 装配及干涉分析(装配干涉分析)。零部件设计时,用计算机分析和评价产品的装配性,避免真实装配中的种种问题;对运动机构,还要分析运动中机构内部零部件之间,以及机构与周围环境之间是否存在干涉碰撞现象,要及时发现并纠正各种可能存在的干涉碰撞问题。

- 可制造性分析(可制造性分析)。零部件设计时,用计算机分析和评价产品的可制造性能,应该避免一切不合理的设计,这些设计将导致后续制造的困难,或制造成本的增加。

③ 产品模型的计算机辅助分析(产品模型分析)。在设计中要开展各种分析计算活动,由于采用了计算机,在产品几何建模的基础上,可以对产品开展深入准备工作的分析,这种分析的深度和广度是手工设计方法所不可比拟的。并且在分析之后,可以采用各种方法把结果表示出来,非常形象直观。目前,常用的分析内容包括:

- 运动学、动力学分析与仿真(运动学分析与仿真)。对机构的位移、速度、加速度以及关节的受力进行自动分析,并以形象直观的方式在计算机中进行运动仿真,从而全面了解机构的设计性能和运动情况,以及发现设计问题,进行修改以后,再进行分析。用这样的方法可以取代大量的模型实验,节省了时间和费用,还可以获得更多更全面的实验结果。

- 有限元分析与仿真(有限元分析与仿真)。对重要的零部件进行应力、应变分析,根据分析结果评价结构设计的合理性,对不合理的地方及时进行修改。

- 优化设计(优化设计)。为了追求产品的性能,不仅希望设计的产品方案是可行的,而且希望设计的产品是最优的,比如体积最小、重量最轻、寿命长等等,要实现这些苛刻的设计目标,就要借助优化设计技术。

随着 CAD 技术的发展,其功能还将更加强大,对设计人员的帮助更大。它可以将产品的信息直接送到计算机辅助制造系统(CAM),并将部分信息送到计算机信息管理系统(CIMS)等。

(四) 计算机辅助制造技术(CAM)

近年来,由于计算机及相关技术的不断发展,CAM 的内涵也不断增加,计算机辅助工艺设计(CAPP)已逐渐成为了一门独立的技术分支。采用计算机辅助数控编程加工零件,是指利用 CAD 系统对 CAD 系统产生的产品数学模型,选择确定加工工艺参数,生成、编辑、仿真刀具的运动轨迹,以实现产品的虚拟加工,并编制数控机床的控制程序。计算机辅助编制数控程序,不但效率高,而且错误率低。根据 CAM 技术覆盖的领域不同,可以将其分为两大类:

① 狭义的 CAM。即计算机辅助编程,具体包括:

- 代码生成。根据零件的设计模型,利用计算机自动生成该零件的数控加工代码。
- 代码仿真。在使用代码之前,在计算机中运行该数控代码,进行虚拟的数控加工,观察加工中的机床运行情况和零件的切除情况,确保在切削中没有干涉碰撞现象,确保零件加工的正确性。

② 广义的 CAM。指应用计算机进行制造信息处理的全过程,主要包括:

- 计算机辅助工艺规程编制 悦粤转粤云 (悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云)。利用计算机编写零件加工的工艺路线,选择合理的加工设备和切削参数,制定合理的检验方法。
- 计算机辅助设计质量控制 悦粤转粤云 (悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云 悦粤转粤云)。对产品质量进行及时的检查,并提出分析报告,对生产的组织、进度和其他的管理问题及时跟踪、反馈,并辅助做出决策。

员 粤转粤云技术的发展及应用

随着科学技术的发展,机械行业在经济建设中的重要性日趋明显。悦粤转粤云在历经准备酝酿和成长发展阶段后,逐步走向成熟推广阶段。

员 国内外 悦粤转粤云技术的发展

(员) 国外 悦粤转粤云技术的发展

悦粤转粤云技术的发展与信息技术和制造技术的发展密不可分。

员 源年,美国宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台计算机,之后人们就不断地将计算机技术引入设计、制造领域。圆世纪 缘年代中期,计算机应用于工程和产品设计中,促进了计算机辅助设计的发展。

员 缘年,配戴研制出了世界上第一台数控铣床,实现了复杂零件的自动化加工,并促进了数控编程技术的发展。圆世纪 远年代,配戴又研制开发了自动编程语言 粤转粤云程序系统。粤转粤云语言是通过对刀具轨迹的描述来实现计算机辅助自动编程的系统。与此同时,人们提出一种设想:能不能不描述刀具轨迹,而直接描述被加工零件本身呢?由此产生了 悦粤转粤云和 悦粤转粤云集成的最初概念。

员 远年,配戴的研究生 陈援知 陈世在美国计算机联合大会上宣读了题目为《人机对话图形通信系统》的论文。由他推出的二维 杂转粤云系统,允许设计者在显示器前操作光笔和键盘,同时在显示器上显示图形,由此开创了可人机交互式 悦粤转粤云的历史。

圆世纪 苑年代初,悦粤转粤云技术进入早期实用阶段,比较具有代表性的有美国 继转粤云飞机公司的 悦粤转粤云系统、英国 杂转粤云公司的 砾转粤云实体造型系统等。这时,悦粤转粤云的应用开始进入机械、建筑、船舶、电子等领域,但大多数集中在大型企业中。

圆世纪 愿年代,计算机硬件成本的大幅下降以及计算机外围设备生产的系列化,为推进 悦粤转粤云技术向更高水平发展创造了条件。同时,相应的软件技术也迅速提高,具体表现为几何实体造型技术日渐成熟,并发展了特征建模技术;人工智能和专家系统开始应用于计算机辅助工程领域;工程数据库得到了较快发展,从而出现了商品化的悦粤转粤云软件。计算机软、硬件的发展,同时促进了悦粤转粤云技术的推广和使用,使其从大中型企业推广到中小型企业,也从发达国家向发展中国家发展。

圆世纪 怨年代,悦粤转粤云技术不再停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平上,而是向着标准化、智能化、集成化的方向发展。悦粤转粤云的应用不再局限于大中型企业、研究院所和大学,也迅速走向了各行各业的相关机构和部门。

(圆) 我国 悦粤转粤云技术的发展

我国于圆世纪 远年代开始引进 悦粤转粤云技术,而 悦粤转粤云技术的应用开发开