

第 1 章 绪 论

1.1 模具制造的基本要求

在现代生产中,模具已成为大批量生产各种工业产品和日常生活品的重要工艺装备。应用模具的目的在于保证产品的质量,提高生产效率和降低制造成本。因此,不但要有合理、正确的模具设计,还必须有高效、高质量的模具制造技术作为保证。制造模具时,一般应满足以下几个基本要求。

(1) 制造精度高

为了生产合格的产品和发挥模具的效能,模具的设计与制造必须具有较高的精度。模具的精度要求取决于模具成形的制品精度要求和模具的结构设计要求。为了保证制品的精度和质量,模具与制品成形有关的零件的精度要求通常要比制品精度高 2~4 级。模具的结构要保证模具开合模动作准确、抽芯动作准确,定动模对正等技术要求,因此要求组成模具的零件都必须有足够的制造精度。

(2) 使用寿命长

模具是比较昂贵的工艺装备,目前模具制造费用占产品成本的 10%~30%,其使用寿命的长短直接影响产品成本的高低。模具使用寿命长,则经模具生产出的制品多,每个制品均摊的模具制造费用相应降低。因此,除了小批量生产和新产品试制等特殊情况下,一般都要求模具具有较长的使用寿命,在大批量生产的情况下,模具的使用寿命更加重要。

(3) 制造周期短

为了满足生产的需要和提高产品的竞争力,必须在保证质量的前提下尽量缩短模具制造周期。模具制造周期的长短主要取决于模具企业制造技术和生产管理水平的高低。

(4) 制造成本低

模具成本与模具结构的复杂程度、模具材料、制造精度要求、加工手段及加工方法有关。模具技术人员必须根据制品要求合理设计模具和制订其加工工艺,努力降低模具制造成本。

上述 4 项要求是相互关联、相互影响的,片面追求模具的高精度和长的使用寿命必然会导致制造成本的增加。当然,只顾降低成本和缩短制造周期而忽视模具精度和使用寿命的做法也是不可取的。在设计与制造模具时,应根据实际情况全面考虑,即在保证制品质量的前提下,选择与制品生产量相适应的模具结构和制造方法,使模具成本降到最低限度。

1.2 模具制造的发展趋势

先进制造技术的发展改变了制造业的产品结构和生产过程,对模具行业也是如此。质量、成本(价格)和时间(工期)已成为现代工程设计和产品开发的核心因素,现代企业大都以高质量、低价格、短周期为宗旨来参与市场竞争。模具行业必须在设计技术、制造工艺和生产模式等方面加以调整以适应这种要求。模具制造现代化已成为国内外模具业发展的一种趋势。

1.2.1 模具制造技术与工艺的发展

1. 模具的快速制造

(1) 基于并行工程的模具快速制造

近些年来,为缩短制造周期,模具企业大都在自觉与不自觉中应用“并行”的概念来组织生产、销售工作,并行工程的明确提出是对现有模具制造生产模式的总结与提高。并行工程、网络化制造系统为模具快速制造提供了有效的实施平台。

并行工程的基础是模具的标准化设计。标准化设计有3方面要素:统一数据库和文件传输格式是基础;实现信息集成和数据资源共享是关键;高速加工等先进制造工艺是必备的条件。

(2) 应用快速成形技术制造快速模具(RP+RT)

快速模具(Rapid Tooling,RT)是快速成形(Rapid Prototyping,RP)即3D打印技术主要的应用领域之一。快速成形不仅能够迅速制造出原型供设计评估、装配校检、功能实验,而且还可以通过形状复制,快速经济地制造出产品模具,从而避免了传统模具制造的费时和高成本的数控加工,可大幅提高产品开发的一次成功率,有效地缩短开发时间和降低成本。这就是RP+RT技术产生的根本原因,也是其赖以发展的动因。

(3) 高速切削技术的应用

高速切削(High Speed Machining, HSM)在模具领域的应用主要是加工复杂曲面。其中,高速铣削(也称为硬铣削,Hard Milling, HM)可以把复杂形面加工得非常光滑,几乎不再需要光整加工,从而大大节约了电火花(EDM)加工和抛光时间及有关材料的消耗,极大地提高了生产效率,并且形面的精度不会遭到破坏。

2. 模具的精密制造

目前,在精度方面,塑件的尺寸精度可达IT7~IT6,形面的表面粗糙度可达到 $R_a 0.05 \sim 0.025 \mu\text{m}$,注塑模具使用寿命达100万次以上。多工位级进模和多功能模具是我国重点发展的精密模具品种。目前,国内生产的电机定转子双回转叠片硬质合金级进模的步距精度可达 $2 \mu\text{m}$,寿命达到1亿次以上。而随着磨削和电加工技术的发展,制造精度已不是问题。

磨削加工由于精度高、表面质量好、表面粗糙度低等特点,在精密模具加工中得到广泛的应用。特别是成形磨削,随着夹具和砂轮修整器结构与形式的不断完善,几乎各种形状的型芯都可以用成形磨削作为终加工或精加工,并具有较高的成形精度($\pm 3.0 \mu\text{m}$)。

电加工的尺寸精度与表面质量越来越高。目前,慢走丝线切割和电火花放电的加工精度可达到 $\pm 1 \mu\text{m}$,加工表面粗糙度可达到 $R_a 0.2 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 。

数控雕刻机的日见普及也使模具零件的形面加工提高了一个档次。数控雕刻机的加工可看做是一种常态的高速铣削,而又因其刀具的多样性,使其花纹加工质量比加工中心要好得多。

3. 模具新材料

模具新材料已成为提升模具质量的一个重要的因素。镜面钢材的诞生使得模具的表面质量更容易保证;易切削的预硬钢、少变形的淬火钢使模具的加工更为容易、快捷,而模具精度与使用寿命又可得以充分保证。

1.2.2 制造模式的改变——信息流驱动的模具制造

模具行业是一个高技术密集的行业,模具产品同其他机械产品相比,一个主要特点就是技

术含量比较高、材料消耗少、净产值比重大,为此国家相关部门还制订了模具产品增值税返还优惠政策,针对这种情况予以补偿。先进制造生产模式对模具工业的影响主要体现在信息的流动。与制造活动有关的信息包括产品信息和制造信息,现代制造过程可以看做是原材料或毛坯所含信息量的增值过程,信息流驱动将成为制造业的主流。目前面向模具开发的 CAD/CAPP/CAM/CAE, DNC, PDM 和网络集成等均是围绕如何实现信息的提取、传输与物化,即使信息流得以畅通为宗旨。

1. 企业内部的信息流

企业内部的信息流是在销售、设计、生产、管理等部门间的信息交换,信息主要包括模具报价与签订合同、人员安排、制品原始数据、模具设计、加工工艺、质量检测、试模修模、模具交付等内容。企业各项活动的宗旨就是要保证以模具制造为核心的信息流动的畅通。

企业内部的信息流动是一个系统工程,需要统筹考虑,主要根据企业的实际情况而定。但在某些局部环节也有一些共性的东西,如工艺制订过程。工艺制订过程的信息流动可以归纳为以下几个基本环节:

- ① 工艺部门接受工艺设计任务,并制订工艺设计计划,分配工艺设计任务;
- ② 根据设计部门提供的模具零件信息,工艺部门首先进行工艺审查和工艺性分析,并向设计部门提出工艺修改意见信息;
- ③ 工艺人员获得零件的几何和工艺信息,确定工艺路线和工艺操作内容;
- ④ 工艺规程制订完成后,工艺部门把所设计的工艺规程提交给生产部门,并接受生产部门的信息反馈。

2. 企业外部的信息流

企业外部的信息流是指企业与客户、外协企业间的信息交换,由此产生了电子商务、动态联盟和网络化制造等概念。目前电子商务系统并不十分完善,但通过互联网的数据交换等信息流动已很普遍。客户提供的制品原始数据、企业制订的模具设计方案或加工工艺过程等,都可以通过网上相互沟通,拉近了客户和企业间的距离,使相关问题的解决更加快捷、方便。

目前模具企业的专业化越来越强,因而企业间的相互合作日显重要。由于模具制造一般是单件小批生产,因而模具企业间的合作是松散的、动态的,只是由于一个特定的项目相互组织在一起。动态联盟充分利用现代网络技术,把在地理上分布于不同地区的模具制造企业组织在一起,形成一种有时限的相互依赖、信任和合作的组织。各盟员企业借助自身的特点,优势互补,共享资源和技术,分担投入和风险,以最快的速度形成具有优势的敏捷生产体系,从而快速地响应市场机遇,解决生产过程中出现的各种问题,达到快速、优质、低成本地生产出模具产品的目的。

并行工程、网络化制造系统均为模具快速制造提供了有效的实施平台,高速加工等先进制造工艺提供了必备的实施条件;计算机辅助技术已成为模具行业的主导技术,信息流的畅通是模具制造得以顺利进行的首要条件。

1.3 本书的主要内容

全书共分 13 章。

第 1 章介绍模具制造的基本要求,论述了模具制造的发展趋势。

第 2 章介绍模具制造工艺规程的主要内容,包括基本概念、工件的安装和基准选择、工艺

路线的拟订、工序设计、加工精度与表面质量等内容。

第3章介绍模具的常规加工方法,包括车削、铣削、钻削、镗削、磨削加工等技术。由于成形磨削、坐标磨削和数控磨削关系紧密,因而将数控磨削部分分别安排在成形磨削、坐标磨削中加以介绍。

第4章介绍模具的数控加工与编程。在数控机床概述和编程基础的论述之后,介绍了数控车削、数控铣削和加工中心的编程方法和加工方法,以及高速加工技术。

第5章介绍了模具的特种加工,在对电火花成形加工、电火花线切割加工和激光加工的介绍中,包括各自的工作原理和电火花加工用电极的设计与制造、线切割加工的工艺特性等内容。

第6章围绕快速制模技术,介绍几种快速成形技术的典型方法和基于RP的快速制模技术的基本概念。重点介绍了熔模铸造、硅橡胶模具、电铸模具等。

第7章对模具表面加工与处理技术进行了介绍,内容包括模具表面光整加工、模具表面纹饰加工、模具表面覆层和改性处理。

第8章选取几种模具常用零件,对其制造技术加以讨论,包括导向机构零件的制造、侧抽机构零件的加工和模板类零件的加工等内容。

第9章是注塑模具制造工艺,包括注塑模具零件的加工、注塑模具的装配和试模等内容。

第10章是冲压模具制造工艺,包括冲压模具成形零件的加工、冲压模具制造工艺要点、冲压模具的装配和试模等内容。

第11章是压铸模具制造工艺,包括压铸模具的加工、装配和试模等内容。

从第8章到第11章,在介绍各种模具制造技术时,均配有一些模具零件的加工工艺过程实例。

第12章对注塑模具、冲压模具和压铸模具等模具修复手段和方法进行了介绍。

第13章介绍热处理的基本概念、模具材料的基本性能要求、模具常用钢材及性能、模具常用钢材化学成分及热处理等内容。