

高等职业教育机械系列精品教材
校企“双元”合作开发新形态教材

JIXIE ZHIZAO JISHU

机械制造技术

主 编 张保生
副主编 李新广 黄文君
靳 雷 李世豪
许洋洋
主 审 陈云升



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

全书分为4个模块,内容包括机械制造技术基本知识认知、万向节滑动叉工序设计分析、其他典型结构工艺设计及机械装配工艺基础等。

本书可作为高等职业院校装备制造大类各专业的教学用书,也可作为机械制造类岗位工作人员的培训教材或自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术 / 张保生主编. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2023. 12

ISBN 978-7-5635-7109-3

I. ①机… II. ①张… III. ①机械制造工艺 IV. ①TH16

中国国家版本馆 CIP 数据核字(2023)第 247118 号

策划编辑:朱婉茜 责任编辑:高宇 封面设计:刘文东

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号

邮政编码:100876

发 行 部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:三河市众誉天成印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:18.5 插页1

字 数:383 千字

版 次:2023年12月第1版

印 次:2023年12月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-7109-3

定 价:55.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

服务电话:400-615-1233



Preface 前言

“机械制造技术”课程是机械制造及自动化、机电一体化技术、数控技术、机械设计与制造、数字化设计与制造技术等专业的核心课程。本书根据高等职业教育人才培养目标及规格要求进行编写,结合企业生产一线对应用型高层次技术人才在机械制造技术方面的技能要求,将传统教材《金属切削原理与刀具》《金属切削机床》《机械制造工艺学》《机床夹具设计》等的相关内容有机地结合在一起,以企业实际生产案例为轴线,阐述了机械制造基础知识、基本理论和基本方法。通过学习该课程,学生可以掌握机械制造的基本方法、夹具设计制造和使用的基本技能、机械制造工艺规程设计的基本思路等。

党的二十大报告指出:“统筹职业教育、高等教育、继续教育协同创新,推进职普融通、产教融合、科教融汇,优化职业教育类型定位。”这明确了职业教育的发展方向。本书严格执行国家标准,并有机地融入行业标准、企业标准、职业资格证书考核标准,有利于培养学生的职业意识,紧密联系生产实际和“国家职业技能标准”对相关工种的要求,体现出科学性、实用性和先进性。

本书具有以下特色。

(1)编写模式新颖,教材体系体现职业教育特色。贯彻“以服务为宗旨,以就业为导向”的职业教育方针,形成“以零件加工工序为引导,以实践操作效果为驱动”的教材体系。教材紧紧围绕机械制造类现场工程师关键能力的培养组织内容,在确保理论知识实用、够用的基础上,融合加工工艺和工、量、夹具的使用等知识,培养学生岗位工作能力。

(2)在典型任务的选取上以万向节滑动叉零件为原型进行工艺规程设计,对每道工序的具体任务进行理论、实践分解,由易到难,层层递进,帮助学生理解和掌握工序实施中的核心知识点,注重“理论-实践-理论”循环培养,提高学生的问题综合解决能力。





(3)为便于学生阅读理解和满足考核需要,本书植入二维码,配套有资源学习 APP,学生可以通过扫描二维码进入课程网站浏览教学视频、图片、文本等内容,增强学习效果。课程配套有学习网站,网站有及时更新的课程资源,教材再也不是静止的,而是动态变化的,新知识、新技术、新应用随时更新,教师和管理者可以通过活页式教材后台管理大数据进行学情分析,使过程性评价有据可循。

参考学时表如下。

课程内容		课 时
模块 1 机械制造技术基本知识认知	1.1 制造业、制造系统、制造过程与制造技术	2
	1.2 机械制造工艺过程概述	2
	1.3 机械制造工艺方法与生产类型	2
	1.4 机械加工工艺规程概述	2
	1.5 数控加工工艺规程文件	2
模块 2 万向节滑动叉工序设计分析	2.1 工序 10 钻中心孔	4
	2.2 工序 20 粗车小头外圆	8
	2.3 工序 30 钻花键底孔	2
	2.4 工序 40 调质处理 229~269 HB	4
	2.5 工序 50 镗花键底孔	4
	2.6 工序 60 车小头端面、倒内孔角	4
	2.7 工序 70 车大头台阶孔、内沟槽倒角	2
	2.8 工序 80 拉花键	2
	2.9 工序 90 钻两耳孔	2
	2.10 工序 100 精车外圆、倒角、切槽	2
	2.11 工序 110 半精镗、精镗两耳孔	2
	2.12 工序 120 车两耳外侧面、车卡簧槽、扩两耳外侧孔	2
	2.13 工序 130 钻油杯孔、攻丝	2
	2.14 工序 140 去毛刺	1
	2.15 工序 150 部装	1
模块 3 其他典型结构工艺设计	3.1 套筒类零件工艺设计	4
	3.2 箱体类零件工艺设计	4
模块 4 机械装配工艺基础	4.1 装配基础	2
	4.2 保证装配精度的工艺方法	2
合计		64

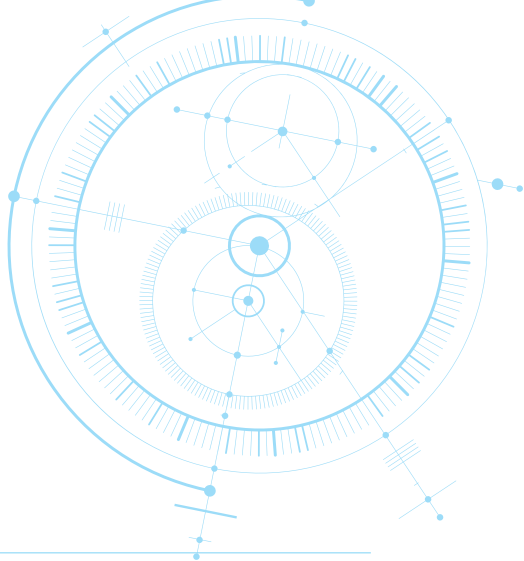


本书由许昌职业技术学院张保生任主编,许昌职业技术学院李新广、黄文君,河南质量工程职业学院靳雷,郑州城建职业学院李世豪、许洋洋任副主编,参加编写的还有姚瑞央、付东安。本书由许昌远东传动轴股份有限公司陈云升任主审。在编写本书过程中,编者得到了中国机械工程学会、许昌远东传动轴股份有限公司、许昌市机械工程学会等行业企业的专家的大力支持,在这里一并感谢!

本书为编者对工序化新形态教材的理解与实践,由于编者水平有限,书中如有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者





Contents 目 录

模块 1 机械制造技术基本知识认知 1

- 1.1 制造业、制造系统、制造过程与制造技术…… 3
- 1.2 机械制造工艺过程概述 …………… 11
- 1.3 机械制造工艺方法与生产类型 …………… 13
- 1.4 机械加工工艺流程概述 …………… 16
- 1.5 数控加工工艺规程文件 …………… 21

模块 2 万向节滑动叉工序设计分析 29

- 2.1 工序 10 钻中心孔…………… 55
- 2.2 工序 20 粗车小头外圆…………… 72
- 2.3 工序 30 钻花键底孔 …………… 122
- 2.4 工序 40 调质处理 229~269 HB …………… 142
- 2.5 工序 50 镗花键底孔 …………… 148
- 2.6 工序 60 车小头端面、倒内孔角 …………… 162
- 2.7 工序 70 车大头台阶孔、内沟槽倒角…………… 175
- 2.8 工序 80 拉花键 …………… 185
- 2.9 工序 90 钻两耳孔 …………… 197
- 2.10 工序 100 精车外圆、倒角、切槽 …………… 203
- 2.11 工序 110 半精镗、精镗两耳孔 …………… 207
- 2.12 工序 120 车两耳外侧面、车卡簧槽、
扩两耳外侧孔 …………… 220
- 2.13 工序 130 钻油杯孔、攻丝 …………… 228
- 2.14 工序 140 去毛刺 …………… 239
- 2.15 工序 150 部装 …………… 248

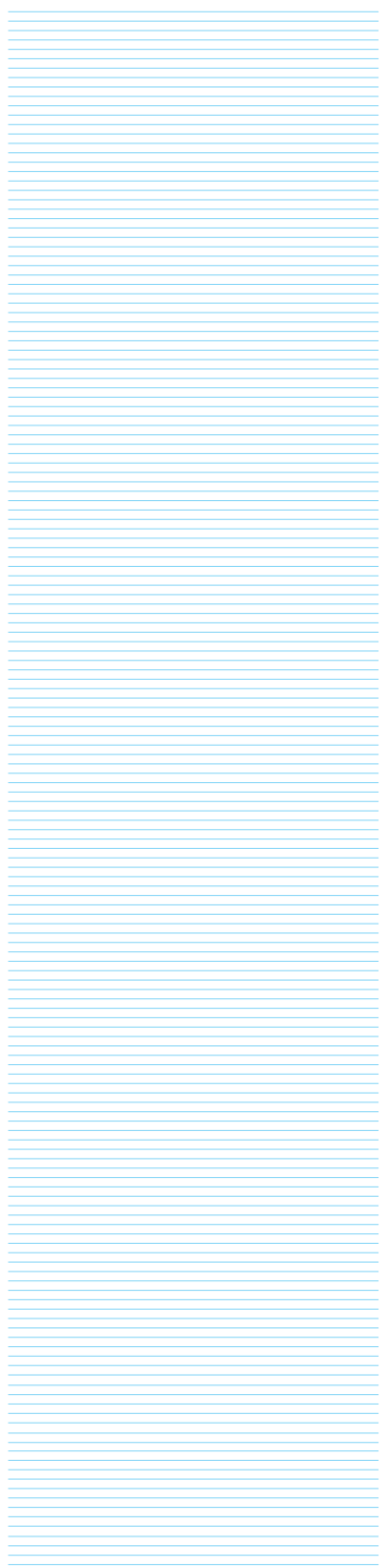
模块 3 其他典型结构工艺设计 249

- 3.1 套筒类零件工艺设计…………… 251
- 3.2 箱体类零件工艺设计…………… 256





模块 4	机械装配工艺基础	269
	4.1 装配基础·····	271
	4.2 保证装配精度的工艺方法·····	275
附录	机械加工检验标准及方法	277
参考文献		289





模块 1

机械制造技术基本知识认知

学习目标

学生能对机械制造有一个整体概念,掌握机械加工工艺过程的基本知识。

学习重点

机械加工工艺过程及其组成、工艺路线的拟定、工序尺寸及其公差的确 定。

学习难点

机械加工工艺过程及其组成、工艺路线的拟定、工序尺寸及其公差的确 定。



1.1 制造业、制造系统、制造过程与制造技术

1.1.1 制造业的定义

制造业是指对制造资源(物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等),按照市场要求,通过制造过程,转化为可供人们使用和利用的大型工具、工业品与生活消费产品的行业。制造业直接体现了一个国家的生产力水平,是区别发展中国家和发达国家的重要因素。

人们的生活用品、消费资料以及工业产品大多是由制造业加工出来的。它涉及国民经济的众多行业,如机械电子、轻工、化工、食品、航天等,可以说是国民经济的支柱产业。

石器时代:人们用天然石制作工具,猎取自然资源。

青铜器和铁器时代:人们开始采矿、冶炼、铸造工具,并开始制作纺织机械、水利机械、运输车辆等。

18 世纪末:蒸汽机出现(第一次工业革命),产生工业化生产方式,机械制造业逐渐形成规模。

19 世纪中叶:电被发现(第二次工业革命),进入电气化时代,机械制造业进入快速发展时期。

20 世纪:内燃机被发明,生产流水线出现和泰勒科学管理理论产生,制造业进入大批量生产时代。制造业开始成为国民经济的支柱产业。

第二次世界大战后:信息技术引发高新技术产业革命,制造技术产生质的飞跃,传统的大批量生产方式已难以满足市场多变的需要,多品种、中小批量生产日渐成为制造业的主流生产方式。

进入 21 世纪:机械制造业正向自动化、柔性化、集成化和清洁化的方向发展。

中华人民共和国成立后,我国在制造业领域取得了很大成就。尤其是近些年来,我国的机床业取得了较大进步,为航天、国防、造船、发电、机车制造等重要行业提供了一些优质设备,数控机床也有了很大发展。

但是应当看到,尽管我国制造业的综合水平有了大幅度提高,但与工业发达国家相比仍存在着阶段性差距。如出口产品结构以中低档为主,高新技术机电产品成套设备出口比例较低,竞争力不强等。

1.1.2 制造业的发展趋势

制造业是立国之本、兴国之器、强国之基,是实体经济的重要基础,先进制造业竞争的实质是高素质、高技能人才的比拼。职业教育是培养高素质技术技能人才、能工巧匠、大国工





匠的基础性工程,是促进社会经济发展和提高国家竞争力的重要支撑。先进制造业近些年来已然成为一国经济高质量发展的重要推动力和国家安全的重要支柱,引领未来产业发展方向。目前,制造业呈现以下发展趋势。

1) 全球化趋势

随着经济全球化、现代技术革命,尤其是信息技术革命的发展,制造业的全球化趋势不断加强。制造业全球化主要包括产品制造的跨国化迅猛发展;价值链中与制造紧密相连的各个环节朝着全球化方向迈进;制造业企业的跨国并购、重组和整合;制造资源在世界范围内的调剂、共享和优化配置;跨国界信息基础设施的建设和维护正日益受到各国政府和企业界的重视,全球制造体系正在迅速形成等。

2) 以跨国公司为主导,产业链细分的趋势

随着经济全球化,制造业的国际分工正由垂直分工发展到水平分工,甚至网络分工,产业链被细分到空前的程度。发达国家凭借其技术优势,不仅将其低技术的产业转移出去,即使在高技术产业领域,也是尽力抢占各产业的高技术和高附加值环节,将产业链中的低技术环节转移给处于较低发展水平的国家,从而完成价值链的分离和转移,使其生产布局日益细化。

3) 以科技中心控制制造业中心的新趋势

全球科技中心对制造业中心的控制主要通过跨国公司内部分工、扶持委托加工制造中心、强化低端产品对高端产品的依赖、强化核心技术对生产性技术的控制以及市场需求等方式来实现。跨国公司在全球各地到处寻找低成本的投资区,它们不再仅仅考虑某个产品在哪里生产,而是着重考虑某个零件在哪里生产成本最低。如一架波音 747 飞机有 450 万个部件,它们来自近 10 个国家的 1 000 多家大企业和 1.5 万多家小企业。现代制造业已不是简单的工厂概念,它的中心已不在加工的积聚点上,而是全球化。

4) 信息化、虚拟化趋势

目前,国际上一些制造型企业已完成信息化改造,全部采用 CAD 进行产品设计,采用计算机进行生产管理。信息化彻底改变了传统的业务流程和工作方法,因此,信息化将是 21 世纪制造业发展的重要趋势。

虚拟制造系统运用仿真工具、控制工具、信息模型和设备以及组织方法等,提供一个显示仿真过程的工作平台。在这种平台上建立一种虚拟环境,应用人类的知识、技术与感知能力,与虚拟的对象产生交互作用,对产品设计和生产制造活动进行全面的模拟和仿真,以达到产品开发和生产的周期最短、成本最低、质量最佳的效果。

5) 绿色化趋势

向环保化或绿色化方向发展,成为制造业在 21 世纪的必由之路。环保化制造或绿色化制造是综合考虑环境影响和制造效率的现代制造模式,也是目前所倡导的循环经济的





一个方面,其目标和宗旨是使所制造的产品在从设计、制造、包装、运输、使用、维护直至报废处理和善后处置的整个产品生命周期中,对环境的不利影响最小,而对资源的利用率最大。

1.1.3 制造系统

制造系统是人、机器和装备以及物料流和信息流的一个组合体。制造过程及其所涉及的硬件包括人员、生产设备、材料、能源和各种辅助装置以及有关的软件,再加上制造理论、制造技术(制造工艺和方法)和制造信息等,就组成了具有特定功能的有机整体。机械加工系统是一个典型的制造系统。

专家指出,制造系统可从三个方面来定义。

一是从结构方面定义:制造系统是一个包括人员、生产设施、物料加工设备和其他附属装置等各种硬件的统一整体。

二是转变方面定义:制造系统可定义为生产要素的转变过程,特别是将原材料以最大生产率变成产品。

三是过程方面定义:制造系统可定义为生产的运行过程,包括计划、实施和控制。

综合上述的几种定义,可将制造系统定义如下:制造系统是制造过程及其所涉及的硬件、软件和人员所组成的一个将制造资源转变为产品或半成品的输入/输出系统,它涉及产品生命周期(包括市场分析、产品设计、工艺规划、加工过程、装配、运输、产品销售、售后服务及回收处理等)的全过程或部分环节。其中,硬件包括厂房、生产设备、工具、刀具、计算机及网络等;软件包括制造理论、制造技术(制造工艺和制造方法等)、管理方法、制造信息及其有关的软件系统等;制造资源包括狭义制造资源和广义制造资源,狭义制造资源主要指物能资源,包括原材料、坯件、半成品、能源等,广义制造资源还包括硬件、软件、人员等。

任何制造系统中,均存在基本的“三流”,即物料流、信息流和能量流。具体介绍如下。

物料在制造系统的不同加工设备之间流转,经过一道道工序的加工,由原材料转变为产品。制造系统的这种物料流过程称为物料流。

制造系统中的信息,以一定的流程形式在制造系统内部处于连续的动态变化之中,不断地被使用、保存、更新、删除等,形成了制造系统中的信息流。

能量来自制造系统外部,一部分用以维持各个环节或子系统的运动;另一部分通过传递、损耗、储存、释放、转化等有关过程,以完成制造过程的有关功能。这种制造系统中的能量流动过程,称为制造系统的能量流。

“三流”之间互相联系、影响,形成不可分割的有机整体。





1.1.4 制造过程

机械产品的制造是一个包含产品开发、设计、生产、检验、经营和售后服务等多个环节和过程的系统工程。其中的核心是产品的生产,它是将产品设计的信息转化为产品的关键,直接影响产品质量,并关系到企业在市场中定位的实现。

1. 生产过程

(1)生产过程的定义。生产过程是指从投料开始,经过一系列的加工,直至成品生产出来的全部过程。在生产过程中,主要是劳动者运用劳动工具,直接或间接地作用于劳动对象,使之按人们预定目的变成工业产品。

(2)生产过程的内容。生产过程包括如下内容。

①产品技术准备工作。如产品的开发与设计、工艺设计、专用工艺装备设计和制造、各种生产资料的准备以及生产组织等方面的工作。

②原材料、半成品和成品的运输和保管。

③毛坯的制造,如铸造、锻造、冲压、焊接等。

④零件的机械加工、热处理及其他表面处理。

⑤部件和产品的装配、调整、检验、试验、油漆和包装等。

⑥各种生产服务。

(3)生产过程的分类。按生产作用不同,生产过程可划分为以下三类。

①基本生产过程。基本生产过程是指对构成产品实体的劳动对象直接进行工艺加工的过程。如机械企业中的铸造、锻造、机械加工和装配等过程;纺织企业中的纺纱、织布和印染等过程。基本生产过程是企业的主要生产活动。

②辅助生产过程。辅助生产过程是指为保证基本生产过程的正常进行而开展各种辅助性生产活动的过程。如为基本生产提供动力、工具和维修工作等。

③生产服务过程。生产服务过程是指为保证生产活动顺利进行而做各种服务性工作的过程。如供应物料、运输产品、技术检验等。

上述三部分彼此结合在一起,构成企业的整个生产过程。其中,基本生产过程是主导部分,其余各部分都是围绕着基本生产过程进行的。

(4)生产过程组织。为了使生产过程达到连续性、协调性和节奏性的要求,必须在空间上把生产过程的各个环节合理地组织起来,使它们密切配合,协调一致,这是合理组织生产过程的重要前提。

①生产过程组织的专业化分工原则。以专业化分工的原则把生产工作组织起来,使产品生产过程能有效地进行。通常有两种专业化分工的原则,即生产工艺专业化分工原则和产品对象专业化分工原则。按照不同的生产工艺特征来分别建立不同的生产单位,这种



分工原则称为生产工艺专业化分工原则。按不同的加工对象(产品、零件)分别建立不同的生产单位,这种分工原则称为产品对象专业化分工原则。

②合理组织生产过程的要求。合理组织生产过程是指把生产过程从空间上和时间上很好地安排起来,使产品以最短的路线、最快的速度通过生产过程的各个阶段,并使企业的人力、物力和财力得到充分的利用,达到高产、优质、低耗的目标。合理组织生产过程需要做到以下几点。

a. 生产过程的连续性。生产过程的连续性是指产品和零部件在生产过程各个环节上的运动,自始至终处于连续状态,不发生或少发生不必要的中断、停顿和等待等现象。这就要求加工对象或处于加工之中,或处于检验和运输之中。保持生产过程的连续性,可以充分地利用机器设备和劳动力,缩短生产周期,加快资金周转。

b. 生产过程的比例性。生产过程的比例性是指生产过程的各个阶段、各道工序之间,在生产能力上要保持必要的比例关系。它要求各生产环节之间,在劳动力、生产效率、设备等方面,相互均衡发展,避免“瓶颈”现象。保证生产过程的比例性,既可以有效地提高劳动生产率和设备利用率,也可以进一步保证生产过程的连续性。为了保持生产过程的比例性,在设计和建设企业时,就应根据产品性能、结构以及生产规模、协作关系等统筹规划;同时,还应在日常生产组织和管理工作中,搞好综合平衡和计划控制。

c. 生产过程的节奏性。生产过程的节奏性是指产品在生产过程的各个阶段,从投料到成品完工入库,都能保持有节奏地均衡地进行。这就要求在相同的时间间隔内生产大致相同数量或递增数量的产品,避免前松后紧的现象。生产过程的节奏性应当体现在投入、生产和出产三个方面。其中出产的节奏性是投入和生产节奏性的最终结果。只有投入和生产都保证了节奏性的要求,实现出产节奏性才有可能。同时,生产的节奏性又取决于投入的节奏性。因此,实现生产过程的节奏性必须把三个方面统一安排好。实现生产过程的节奏性,有利于劳动资源的合理利用,减少时间的浪费和损失;有利于设备的正常运转和维护保养,避免因超负荷使用而产生难以修复的损坏;有利于产量质量的提高和防止废品大量地产生;有利于减少在制品的大量积压;有利于安全生产,避免人身事故的发生。

d. 生产过程的适应性。生产过程的适应性是指生产过程的组织形式要灵活,能及时满足变化的市场需要。随着技术的进步和人民生活水平的提高,用户对产品的需求越来越多样化。这就给企业的生产过程组织带来了新的问题,即如何朝着多品种、小批量、能够灵活转向、应急应变性强的方向发展。为了提高生产过程的适应性,企业可采用柔性制造系统(flexible manufacturing system, FMS)等。

上述组织生产过程的四项要求是衡量生产过程是否合理的标准,也是能否取得良好经济效益的重要条件。





2. 生产系统

(1)生产系统的定义。生产系统(production system)是指在正常情况下支持单位日常业务运作的信息系统。它包括生产数据、生产数据处理系统和生产网络。生产系统经过一段时间的运转以后,需要改进完善,而改进一般包括产品的改进、加工方法的改进、操作方法的改进、生产组织的改进。

(2)生产系统的功能。生产系统具有什么样的功能是由其所面对的环境要求和其自身发展的需要决定的。事实上,生产系统的功能与生产系统的目标之间存在着一种对应关系,有什么样的功能目标,就有什么样的功能。因此,人们可以从生产系统的功能目标引出生产系统所应该具备的主要功能。企业的生产系统应该具备以下六个方面的功能。

①创新功能。创新功能不仅体现在对产品的创新上,而且体现在对生产技术和工艺的创新上。

②质量功能。质量功能包括产品质量保证功能和工作质量保证功能。

③柔性功能。柔性功能指的是生产系统对环境变化的协调机制和应变能力。

④继承性功能。生产系统应该能够保证产品生产的连续性、可扩展性和兼容性,以满足产品持续发展和为用户提供服务的需要。

⑤自我完善功能。生产系统必须具备一种自我完善和自我学习的功能,以便根据自身的状况,自觉维护系统内部各种构成要素之间的关系的协调,使生产系统具备顽强的生命力和发展能力。

⑥环境保护功能。保护环境体现在改变传统的高投入、高消耗、高污染生产方式,建立投入低、消耗少、污染轻、产出高、效益好的资源节约型、环境友好型工业体系。

任何一个生产系统都应该具有这六种基本功能,不同的生产系统之间只是在不同功能的具体要求上有所不同。人们可以把生产系统的功能分为两部分:一是生产系统的生存功能,包括创新功能、质量功能和继承性功能;二是生产系统的发展功能,包括柔性功能、自我完善功能和环境保护功能。如果生存功能在生产系统中得不到保证,那么生产系统将失去存在的意义,但如果生产系统拥有良好的生存功能,却没有良好的发展功能为后盾,那么生产系统也就不可能得到发展。

但是在实际的生产系统中,目标子系统的多样性和相悖性,使得生产系统的各项功能之间常常是相悖的。在生产系统的功能达到一定的水平之后,某些功能水平的提高将会导致另一些功能水平的下降,或者某些功能的改善需要以其他功能的劣化为代价。例如,要提高生产系统的创新功能,则会对保持系统的继承性功能产生影响。因此,如何合理配置各项功能的强弱、协调它们之间的关系,从而使各项功能之间相互补充,共同达成生产系统的总体目标,实现生产系统的高绩效,是生产策略所必须解决的问题。



3. 系统观点下的生产过程和生产系统

用系统的观点可以将生产过程看作一个具有输入和输出的生产系统。

其中,输入包括以下方面。

(1)生产对象,指完成生产活动的原材料,包括主材料和辅助材料。

(2)生产资料,指生产所需的手段,包括直接生产资料(如设备、工具)和间接生产资料(如厂房、道路等)

(3)能源,指生产过程中的动力来源。

(4)劳动力,指生产过程中生产者付出的脑力劳动和体力劳动。

(5)生产信息,指有效进行生产活动所需的知识、技能、情报、资料等。

输出指生产财富,包括有形财富(产品)和无形财富(服务)。

1.1.5 制造技术

制造技术是以制造一定质量的产品为目标,研究如何以最少的消耗、最低的成本和最高的效率进行产品制造的综合性的技术。制造技术是完成制造活动所施行的一切手段的总和。

制造技术为满足社会需求服务,而又依赖于社会需求和生产力发展的水平,依赖于科学技术发展的整体水平。

广义理解制造技术:是涉及生产活动及各个方面和生产的全过程,是一个从产品概念到最终产品的集成活动,是一个功能体系和信息处理系统。

狭义理解制造技术:是从原材料或半成品经加工装配后形成的最终产品的过程,以及在此过程中所施行的一切手段的总和。

制造业的社会功能体现在以下几个领域,如图 1-1-1 所示。

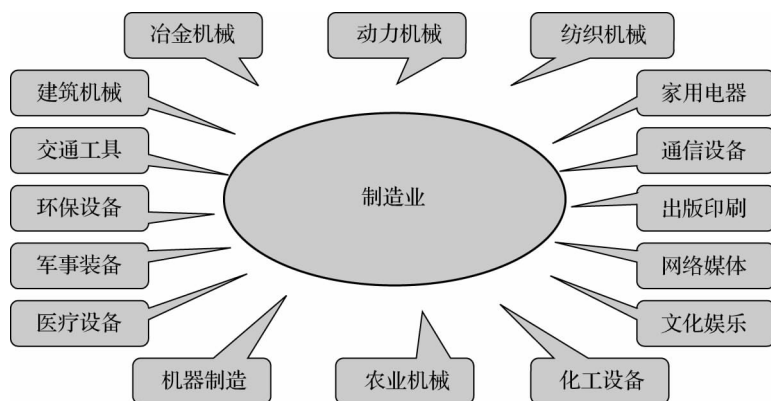


图 1-1-1 制造业的社会功能体现





在石器时代,人类利用天然石料和动植物骨骼、纤维、枝杆制作简单工具,生产方式以采集和利用自然为主。到了青铜器和铁器时代,人们开始采矿、冶金、铸锻工具、纺织成衣,打造工具与车船,采取作坊式手工生产方式,满足以农业为主的自然经济。

1765年,瓦特发明了蒸汽机,为机器大生产提供了动力,纺织业、机器制造业取得革命性的变化,引发了一场工业革命。由于航海业的发展,市场也扩大了,市场需求掀起了工业创新的浪潮。英国成了当时世界纺织、造纸和印刷、煤炭和钢铁生产的中心。制造业也得到了发展,焦煤炼铁、蒸汽锻锯、切削机床相继问世。近代制造业初步形成。

19世纪电磁效应的发现,法拉第电磁感应定律和麦克斯韦尔电磁场理论的建立,为电机的发明奠定了科学基础。1866年德国的维尔纳·冯·西门子发明了自激发电机,1878年爱迪生发明了电灯,1882年在纽约建立了世界上第一座商业性发电站,电气化的时代来到了。电力与电机改变了机器结构,开创了机电制造业的新时代。

19世纪末、20世纪初内燃机发明(1876年德国工程师奥托发明了四冲程煤气内燃机,1883年戴姆勒发明了汽油机),汽车开始进入欧美家庭,引起了制造业新的革命,自动机床、自动线相继问世,工业制造泰勒制管理理论应运而生,并为第二次世界大战期间的大规模军工生产制造准备了技术条件和管理经验。第二次世界大战后人类很快迎来了电子和信息时代。通信的普及,电子技术的发展,计算机的发展和应用,半导体集成电路的出现,市场需求的多元化和商业竞争的激烈,引起了产品结构和产品制造的一场革命,机电一体化(mechatronics)、NC和CAD/CAM的时代到来了,适应多品种生产的柔性制造系统出现了。日本汽车制造业就是依靠小型化、省油设计及能灵活满足用户多样化需求的FMS制造技术超越了汽车大国美国。

随着科技的发展,借助计算机实现信息、物流、工艺集成的计算机辅助集成制造系统(computer integrated manufacturing system, CIMS)技术出现了,进而又出现了并行工程(concurrent engineering)、敏捷制造系统(agile manufacturing system)、清洁生产(clean production)等概念。

如果将制造技术发展阶段和社会经济发展阶段互相对照,便可发现:

一是在资源经济时代,社会需求主流为温饱型,产品粗放,品类单一,生产技术相对落后,手工生产辅以简单机械化设备,以机械加工替代繁重体力劳动的近代工业制造方式。

二是在能源经济时代,社会需求主流转为小康型,产品质量要求提高,数量激增,但在款式、造型等方面的要求尚处次要,采取电气机械自动化,以刚性生产线为特征,机器不但替代繁重体力劳动,提高了生产效率,而且在保证质量一致性方面发挥了重要作用。制造业进入现代工业生产方式。市场仍是卖方主导方式。

三是社会进入信息时代,社会需求主流转向富裕型,商品需求多样化要求上升,质量、款式、交货期、品质价格比成为市场竞争的决定性因素,产品和制造过程的环保、物耗、能耗要





求更加严苛。制造技术进入后现代化方式。生产过程要求以灵捷、清洁、高效、优质、廉价赢得市场。社会已转为买方市场。

对应三个经济时代的制造技术,对于全世界而言,按发达国家的状态可比较清晰地分辨出转换期,但对不同国家和地区而言,其过渡和重叠期可延续相当长的历史时期。

我国从整体上看尚处在相应能源时代的制造水平,但在某些行业和先进企业已采用了适应信息时代的先进制造技术。国际化的剧烈经济竞争,要求我们尽早采用具有中国特点和行业特点的先进制造技术。

1.2 机械制造工艺过程概述

在生产过程中,能直接改变毛坯的形状、尺寸、相对位置和性能的部分称为工艺过程,如毛坯制造、零件加工、热处理、表面处理、零部件的装配等。显然,工艺过程是生产过程的主要组成部分。

采用机械加工方法改变毛坯的形状、尺寸及表面质量使其成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程;将组成产品的零件按设计要求正确结合成合格产品的过程称为机械装配工艺过程。按照工作内容的不同,另外还有毛坯制造工艺过程,热处理、表面处理工艺过程等。



视频
机械加工工艺
过程的组成

1.2.1 机械加工工艺过程及其组成

每个零件的机械加工工艺过程都是由若干个基本单元组成的,该组成单元称为工序。

(1)工序的定义。工序指由一个或一组工人在同一台机床或同一个工作地,对一个或同时对几个工件所连续完成的那一部分工艺过程。工作地、工人、工件与连续作业构成了工序的四个要素,若其中任一要素发生变更,则构成另一道工序。

一个机械加工工艺过程需要包括哪些工序,是由被加工零件的结构复杂程度、加工精度要求及生产类型决定的。

(2)工序的组成。每个工序又可分为若干步骤,即安装、工位、工步和走刀。

①安装。工件加工前,使其在机床或夹具中相对刀具占据正确位置并给予固定的过程,称为装夹,包括定位和夹紧两个过程。工件每经一次装夹后所完成的那部分工序称为安装。

②工位。当采用多工位夹具或多轴(多工位)机床时,使工件在一次安装中先后经过若干个不同位置顺次进行加工,则工件在机床上占据每个位置所完成的那部分工序称为工位。如果一个工序只有一次安装,该安装又只有一个工位,则工序内容就是安装内容,同时也是工位内容。图1-2-1所示为在三轴钻床上利用回转工作台按四个工位连续完成每个工件的装夹、钻孔、扩孔和铰孔。采用多工位加工,可提高生产率和保证被加工表面的相互位置精度。



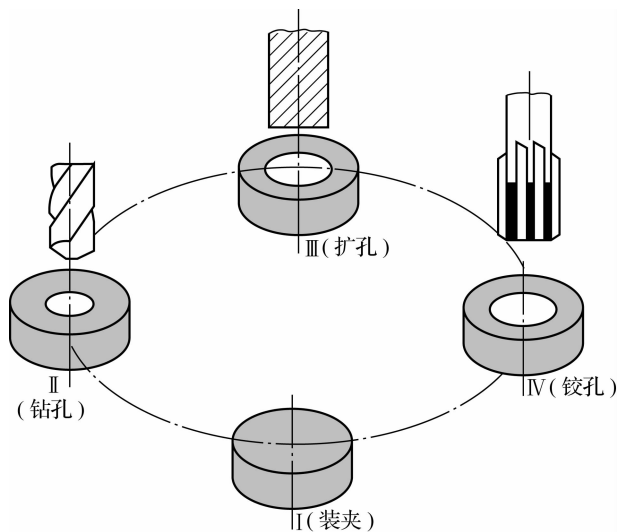


图 1-2-1 多工位连续加工

③工步。在工件被加工表面(或装配时的连接表面)、加工(或装配)工具和切削用量都不变的情况下,所连续完成的那一部分工序内容称为工步。在机械加工中,若用几把不同的刀具同时加工一个工件的几个不同表面的工步,通常被视为一个工步,称为复合工步。如图 1-2-2 所示,采用复合工步可以提高生产效率。

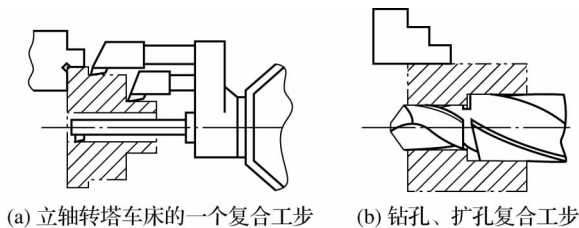


图 1-2-2 复合工步实例

④走刀。走刀(又称工作行程)是指刀具相对工件加工表面进行一次切削所完成的那部分工作。每个工步可包括一次走刀或几次走刀。

综上所述可知,机械加工工艺过程的组成是很复杂的。机械加工工艺过程由许多工序组成,一个工序可能有几个安装,一个安装可能有几个工位,一个工位可能有几个工步,一个工步可能包括几次走刀。

1.2.2 机械装配工艺过程

机械装配工艺过程是指将组成机器的全部零件按一定的精度要求和技术条件连接与固定在一起,构成合格机械产品的过程。

任何产品都由若干个零件组成。零件是组成产品的最小单元,它由整块金属(或其他材



料)制成。机械装配中,一般先将零件装成套件、组件和部件,再装成产品,则相应的装配工作称为套装、组装、部装和总装。

(1)套装。套件是在一个基准零件上装上一个或若干个零件构成的,它是最小的装配单元。套件中唯一的基准零件用于连接相关零件和确定各零件的相对位置。为形成套件而进行的装配称为套装。套件因工艺或材料问题常分成零件制造,但在以后的装配中可作为一个零件,不再分开,如双联齿轮。

(2)组装。组件是在一个基准零件上装上若干套件及零件构成的。组件中唯一的基准零件用于连接相关零件和套件,并确定它们的相对位置。为形成组件而进行的装配称为组装。组件中可以没有套件,即由一个基准零件加若干个零件组成,它与套件的区别在于组件在以后的装配中可拆,如机床主轴箱中的主轴组件。

(3)部装。部件是在一个基准零件上装上若干组件、套件和零件构成的。部件中唯一的基准零件用来连接各个组件、套件和零件,并决定它们之间的相对位置。为形成部件而进行的装配称为部装。部件在产品中能完成一定的完整的功用,如机床中的主轴箱。

(4)总装。在一个基准零件上装上若干部件、组件、套件和零件就形成了整个产品。同样一个产品中只有一个基准零件,作用与上述相同。为形成产品而进行的装配称为总装。如卧式车床便是以床身为基准零件,装上主轴箱、进给箱、溜板箱等部件及其他组件、套件、零件构成的。

机械装配工作除了套装、组装、部装、总装,还包括调试、检验、平衡、试车、涂装与包装等工作。

1.3 机械制造工艺方法与生产类型

1.3.1 机械制造工艺方法的分类

根据工件加工后质量有无变化及质量变化情况(增加或减少)可将机械制造工艺方法分为以下三类。

(1)变形加工法(变化量 $\Delta m=0$)。其特点是工件加工后的质量等于初始的质量,工件受控地发生变形,尺寸、形状和性能改变,多用于制造毛坯,也可直接制造零件。常用的变形加工法有铸造、锻压、冲压、粉末冶金、注塑等。

(2)去除加工法(变化量 $\Delta m<0$)。其特点是零件的最终几何形状局限在毛坯的初始几何形状范围内,零件形状的改变是通过去除一部分材料、减去一部分质量来实现的。材料去除法是目前机械零件的主要制造方法,常用的方法有车削、铣削、刨削、镗削、钻削等。

(3)结合加工法(变化量 $\Delta m>0$)。传统的结合加工法主要是焊接、黏结或铆接,通过这些不可拆卸的连接方法使物料结合成一个整体,形成零件。另外还有涂镀、渗碳、氧化等加





工方法。近几年才发展起来的快速原型制造(RPM)技术,是材料累加法的新发展。它将计算机辅助设计(computer aided design, CAD)、计算机辅助制造(computer aided manufacturing, CAM)、计算机数控(computer numerical control, CNC)、精密伺服驱动、新材料等先进技术集于一体,依据在计算机中构成的产品三维设计模型,对其进行分层切片,得到各层截面轮廓,按照这些轮廓,激光束选择性地切割一层层的纸(或固化一层层的液态树脂,或烧结一层层的粉末材料),或喷射源选择性地喷射一层层的黏结剂或热熔材料等,形成一个薄层,并逐步叠加成三维实体。

1.3.2 机械制造生产类型及其工艺特点

不同的生产类型,其生产过程和生产组织、车间的机床布置、毛坯的制造方法、采用的工艺装备、加工方法以及对工人熟练程度的要求等都有很大的不同,因此在制定工艺路线时必须明确产品的生产类型。

1) 生产纲领与生产类型的关系

企业根据市场要求和自身能力决定生产计划。在计划期内应当生产的产品数量称为生产纲领。计划期通常为一年,零件的年生产纲领 N 按下式计算:

$$N=Qn(1+\alpha+\beta)$$

式中, Q 为产品年产量,件/年; n 为每台产品中该零件数量,件/台; α 为备品率,%; β 为废品率,%。

生产类型是指企业(或车间)生产专业化程度的分类,主要根据产品的生产纲领,并考虑产品的体积、质量和其他特征而定。

2) 生产类型的划分

(1) 按生产过程的组织方式和生产批量划分生产类型。

①单件生产。产品的生产从客户订单开始,包括按订单设计、技术准备、生产、安装、售后服务等。产品很复杂,生产周期很长,一般情况下按项目进行跟踪和管理,如重型机械生产、造船/飞机等。

②成批生产。产品是标准的或选配的,产品的需求来源是预测/订单,企业一般具有固定的供应链体系,具有明显的上下游之间的协作关系。生产组织按工艺特征进行,具有传统的专业加工和装配车间等。

③大量生产。产品是标准的或少数选配的,需求主要靠预测/订单,面向直接消费者的产品大都采用这种生产类型。生产设备是以部件或者产品为对象组成的一条条流水生产线,具有较高的自动化水平,生产节奏是稳定和均衡的。

同类产品的生产类型划分情况具体如表 1-2-1 所示。



视频
生产纲领与
生产类型



表 1-2-1 同类产品的生产类型划分

生产类型		同类零件的年产量/件		
		重型零件	中型零件	小型零件
单件生产		5 以下	10 以下	100 以下
成批生产	小批	5~100	10~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5000
	大批	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		1 000 以上	5 000 以上	50 000 以上

(2)按客户订单的切入点划分生产类型。

①按分销生产。分销商的需求驱动生产,产品是标准化的,一般产品品种不是很多,属于大众消费品。管理的重点是预测和库存控制,具有庞大的销售网络,分销计划很重要。

②按库存生产。生产的需求来自满足库存的需要,在合理控制库存资金占用的情况下,优化生产批量和生产节奏。产品品种单一,具有竞争优势。一般采用固定批量的生产方式组织生产,在降低成本的基础上要合理控制库存。

③按订单装配。产品区分序列,在一个产品序列中,客户可以有限制地选择零部件。根据市场预测事先生产一些标准零部件,客户订单到达时进行快速装配,以满足客户的个性化需求。要求产品具有标准化、模块化的特点。一般采用装配线的生产方式组织生产。

④按订单制造。产品区分序列,在一个产品序列中,客户可以有限制地选择零部件和材料。通过预测事先生产或采购一些标准件,占用一定量的库存资源。客户订单到达时进行生产,以满足客户的个性化需求。一般要跟踪生产订单。

⑤按订单设计。每个客户的需求各不相同,只能接到客户订单时按客户需求进行产品设计(产品结构和工艺方面)和技术准备,并按新设计和工艺要求组织生产。这种客户产品不具有重复性。按订单设计生产又可分为单件生产和批量生产,不同的批量生产形式其生产管理的特点也有所不同。

从上述两种分类介绍看,按生产过程的组织方式和生产批量划分生产类型,抓住了在生产管理方面的差异化,体现了生产组织形式的根本。按客户订单切入点把生产类型分为五种,主要反映了客户的需求不同,会影响生产订单的驱动形式,导致在生产管理中关注的管理细节不同。这两种划分方式是从两个不同的层面来考虑的,互相之间有交叉,只有充分考虑和融合两种形式分类的特点,才能满足广大客户的实际需求。





1.4 机械加工工艺流程概述

规定产品或零部件制造工艺过程和操纵方法等的工艺文件称为工艺规程。其中,规定零件机械加工工艺流程和操纵方法等的工艺文件称为机械加工工艺流程。规定产品或部件装配工艺流程和装配方法的工艺文件称为机械装配工艺流程。

通常,在具体的生产条件下,机械加工工艺流程写成表格(卡片)的形式,按规定的形式书写成工艺文件,用来指导生产管理。机械加工工艺流程内容涉及毛坯的类型、工序内容、工艺设备、切削用量、工时定额、工序尺寸及公差等方面。

1.4.1 机械加工工艺流程的作用

(1)机械加工工艺流程是指导生产的主要技术文件。按照机械加工工艺流程进行生产,可以保证产品质量和提高生产效率。生产工人必须严格按照机械加工工艺流程进行生产,检验人员必须按照机械加工工艺流程的要求进行检验,一切相关生产人员都须严格执行机械加工工艺流程,不得擅自更改,这是严肃的工艺纪律。否则,可能造成废品,或产品质量及生产效率下降,甚至会引起整个生产过程的混乱。但是,机械加工工艺流程也不是一成不变的,随着科学技术的发展和工艺水平的提高,今天合理的机械加工工艺流程,明天也可能就落后了。因此,要注意及时把广大工人和技术人员的发明创造和技术革新成果吸收到机械加工工艺流程中来,同时,还要不断吸收国内外业已成熟的先进技术。为此,工厂除定期进行“工艺整顿”修改工艺文件外,经过一定的审批手续,也可临时对工艺文件进行修改,使之更加完善。

(2)机械加工工艺流程是生产组织和管理工作的基本依据。生产计划的制订,产品投产前原材料和毛坯的供应,工艺装备的设计、制造与采购,机床负荷的调整,作业计划的编排,劳动力的组织,工时定额的制定以及成本的核算等,都是以机械加工工艺流程为基本依据的。

(3)机械加工工艺流程是新建或扩建工厂或车间的基本技术文件。在新建或扩建工厂、车间时,只有根据机械加工工艺流程和生产纲领,才能准确确定生产所需机床的种类和数量,工厂或车间的面积,机床的平面布置,生产工人的工种、等级、数量以及各辅助部门的安排等。

(4)机械加工工艺流程是进行技术交流的重要文件。先进的机械加工工艺流程起着推动技术交流和推广先进经验的作用,能指导同类产品的生产,缩短工厂摸索和试制的过程。

总之,零件的机械加工工艺流程是每个机械制造厂或加工车间必不可少的技术文件。生产前用它做生产的预备,生产中用它做生产的指挥,生产后用它做生产的检验。





1.4.2 机械加工工艺规程的内容

为了适应工业发展的需要,加强科学管理和便于交流,有关部门制定了指导性技术文件《工艺规程格式》(JB/T 9165.2—1998),要求各机械制造厂按统一规定的格式填写有关文件。按照规定,属于机械加工工艺规程的有以下文件。

(1)机械加工工艺过程卡。机械加工工艺过程卡(也称工艺路线卡)规定整个生产过程中,产品(或零件)所要经过的车间、工序等总的加工路线及所有使用的设备和工艺装备,可以作为工序卡的汇总文件,是以工序为单位,简要说明产品或零部件的加工过程的一种工艺文件。它是生产管理的主要技术文件,广泛用于中批生产和单件小批生产中比较重要的零件。机械加工工艺过程卡示例如表1-4-1所示。



视频

机械加工工艺
规程的种类和
作用

(2)机械加工工序卡。它是在机械加工工艺过程卡的基础上按每道工序所编的一种工艺文件,一般具有工序简图(简图上应标明定位基准、工序尺寸及公差、几何公差和表面粗糙度要求,用粗实线表示加工部位),并详细说明该工序的每个工步的加工内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备等。它主要适用于大批大量生产中的所有零件,中批生产中的重要零件和单件小批生产中的关键工序。机械加工工序卡示例如表1-4-2所示。

(3)标准零件或典型零件工艺过程卡片。它是针对标准零件或者典型零件设计的工艺过程卡片,专用性较强。

(4)机械加工工序操作指导卡片。它是对具体工序进行操作指导的卡片。

(5)检验卡片等。每个零件都应做到“一序一卡、一步一检”。

①“一序一卡”是指每个零件的每个工序对应一张检验卡。

②“一步一检”是指在每张检验卡上,同一个工序的每个工步都要标清检验什么、如何检验、合格标准是什么(指出要求值,由检验员检验后填写实测值)。例如,零件检验主要就是检验表面粗糙度、尺寸精度(不能超出公差范围)、位置精度(如平行度、对称度、倾斜度)、形状精度(如直线度、圆度、平面度、圆柱度),各种力学性能(硬度、强度、韧度、塑形)合格也是必需的。一般情况下只要选材正确、结构设计正确就能保证检验合格。

制作零件检验卡片时,首先需要确定检验步骤,如先检验尺寸还是先检验形状,要根据不同的情况确定;再次,对每一步都要确定检验工具(如千分尺、游标卡尺、塞规、卡规等)和相应的检测标准,以便确定哪些零件是合格的,哪些是不合格的。对不合格的零件还要确定相应的处理措施,如返回加工,不能返回加工的就必须报废。





1.4.3 机械加工工艺流程的设计原则

所制定的机械加工工艺流程应保证在一定生产条件下,以最高的生产率、最低的成本可靠地生产出符合要求的产品。为此,应尽量做到技术上先进,经济上合理,并且有良好的劳动条件。另外,还应该做到正确、统一、完整和清晰;所用的术语、符号、计量单位、编号等都符合有关标准。

机械加工工艺流程的设计原则如下。

- (1)必须可靠保证零件图纸上所有技术要求的实现,即保证质量,并要提高工作效率。
- (2)保证经济上的合理性,即成本要低,消耗要小。
- (3)保证良好的安全工作条件,即尽量减轻工人的劳动强度,保障生产安全,创造良好的工作环境。
- (4)要从本厂实际出发,即所制定的机械加工工艺流程应立足于本企业实际条件,并具有先进性,尽量采用新工艺、新技术、新材料。
- (5)所制定的机械加工工艺流程随着实践的检验和工艺技术的发展与设备的更新,应能不断地修订完善。

1.4.4 机械加工工艺流程设计所需原始资料

机械加工工艺流程设计需要如下原始资料。

- (1)产品装配图、零件图。
- (2)产品验收质量标准。
- (3)产品的年生产纲领。
- (4)毛坯材料与毛坯生产条件。
- (5)制造厂的生产条件(包括机床设备和工艺装备的规格、性能和现在的技术状态,工人的技术水平,工厂自制工艺装备的能力以及工厂供电、供气的能力等有关资料)。
- (6)机械加工工艺流程设计、工艺装备设计所用设计手册和有关标准。
- (7)国内外先进制造技术资料等。

1.4.5 机械加工工艺流程设计步骤

(1)分析零件图和产品装配图。设计机械加工工艺流程时,首先应分析零件图和该零件所在部件或机器的装配图,了解该零件在部件或机器中的位置和功用以及部件或机器对该零件提出的技术要求,分析其主要技术要求和应相应采取的工艺措施,形成机械加工工艺流程设计的总体构思。



(2)对零件图和装配图进行工艺审查。审查图样上的视图、尺寸公差和技术要求是否正确、统一、完整,对零件设计的结构工艺性进行评价,如发现有不合理之处应及时提出,并同有关设计人员商讨图样修改方案,报主管领导审批。

(3)由产品的年生产纲领研究确定零件生产类型。

(4)确定毛坯。提高毛坯制造质量,可以减少机械加工劳动量,降低机械加工成本,但同时可能会增加毛坯的制造成本,要根据零件生产类型和毛坯制造的生产条件综合考虑。

(5)拟定工艺路线。其主要内容包括:选择定位基准,确定各表面加工方法,划分加工阶段,确定工序集中和分散程度,确定工序顺序等。在拟定工艺路线时,需同时提出几种可能的加工方案,然后通过技术性、经济性对比分析,最后确定一种最为合理的工艺方案。

(6)确定各工序所用机床设备和工艺装备(含夹具、量具、辅具等),对需要改装或重新设计的专用工艺装备给出设计任务书。

(7)确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及公差。

(8)确定各工序的技术要求及检验方法。

(9)确定各工序的切削用量和工时定额。

(10)编制工艺文件。

1.5 数控加工工艺规程文件

常用的数控加工工艺规程文件包括数控加工工艺路线卡片、数控加工工序卡片、数控加工刀具卡片、数控加工工件安装和加工原点设定卡片、数控加工编程任务书、数控加工程序单等。

(1)数控加工工艺路线卡片。在数控加工中,常常要注意并防止刀具在运动过程中与夹具或工件发生意外碰撞,为此必须告诉操作者编程中的刀具运动路线,如从哪里下刀、在哪里抬刀等。数控加工工艺路线卡片如表 1-5-1 所示。

(2)数控加工工序卡片。数控加工工序卡片应注明编程原点和对刀点,并要简要注出编程说明(如所用机床型号、程序介质、程序编号、刀具半径补偿等)及刀具参数(如主轴转速、进给速度、背吃刀量或刀宽等)的选择。数控加工工序卡片如表 1-5-2 所示。

(3)数控加工刀具卡片。数控加工刀具卡片反映刀具编号、刀具结构、尾柄规格、刀具型号和材料等,是组装刀具和调整刀具的依据。数控加工刀具卡片如表 1-5-3 所示。

(4)数控加工工件安装和加工原点设定卡片。该卡片主要表示出加工原点、定位方法和夹紧方法,并注明加工原点设置位置和坐标方向、使用的夹具名称和编号等。数控加工工件安装和加工原点设定卡片如表 1-5-4 所示。





表 1-5-1 数控加工工艺路线卡片

数控加工工艺路线卡片		零件图号		工序号		工步号		程序号	
机床型号		程序段号		加工内容				共 页	第 页

(工艺路线图)



表 1-5-2 数控加工工序卡片

单位名称			产品名称或代号		零件名称		零件图号		
工序号	程序编号		夹具名称		使用设备		车间		
工步号	工步内容		刀具号	刀具规格	主轴转速	进给速度	背吃刀量	备注	
1									
2									
3									
⋮									
编制		审核		批准		年 月 日		共 页	第 页





表 1-5-3 数控加工刀具卡片

产品名称或代号		零件名称		零件图号			
序号	刀具号	刀具规格、名称	数量	加工表面	备注		
1							
2							
3							
⋮							
编制		审核		批准		共 页	第 页



表 1-5-4 数控加工工件安装和加工原点设定卡片

零件图号		数控加工工件安装和加工原点设定卡片	工序号	
零件名称			装夹次数	

(加工原点位置示意图)

编制(日期)		批准(日期)	第 页			
审核(日期)			共 页	序号	夹具名称	夹具图号





(5)数控加工编程任务书。数控加工编程任务书主要包含数控加工工序说明和技术要求,是编程人员和工艺人员协调工作编制数控程序的重要依据之一。数控加工编程任务书如表 1-5-5 所示。

表 1-5-5 数控加工编程任务书

单位	数控加工编程任务书	零件图号		任务书编号	
		零件名称			
		所用数控设备		共 页	第 页

主要工序说明及技术要求:

					编程收到日期	月 日	经手人	
编制		审核		编程	审核		批准	



(6)数控加工程序单。数控加工程序单主要包含程序段的内容、程序单的作用等相关内容,是机床操作人员操纵数控机床进行加工的依据。数控加工程序单如表 1-5-6 所示。

表 1-5-6 数控加工程序单

程序段号	程序代码		说明				
编制		审核		批准		日期	



