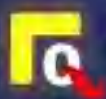


青工职业技能实训图解系列

数控铣工(加工中心)

总主编 周佩锋 王功山
本书主编 王栋臣 李常峰



【中、高级工】

操作技能实训图解

SHUKONGXIGONGJIAGONGZHONGXIN
CAOZUO JINENG SHIXUN TUJIE
QINGGONG ZHIYE CAOZUO JINENG SHIXUN TUJIE XILIE



就业必读
考级必备

青工职业技能实训图解系列

数控铣工(加工中心) 【中、高级工】

操作技能实训图解

总 主 编	周佩锋	王功山	
本书主 编	王栋臣	李常峰	
副 主 编	袁宗杰	陈宏圣	陈育新
编 者	陈宏兵	金新安	马建民



图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣工(加工中心)操作技能实训图解:中、高级工/
王栋臣等主编. — 济南:山东科学技术出版社,2007
(青工职业操作技能实训图解系列)
ISBN 978 - 7 - 5331 - 4664 - 1

I. 数... II. 王... III. ①数控机床:铣床—图解②数
控机床加工中心—图解 IV. TG547 - 64 TG659 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 029588 号

青工职业操作技能实训图解系列 数控铣工(加工中心)操作技能实训图解 (中、高级工)

主 编 王栋臣 李常峰
副主编 袁宗杰 陈宏圣 陈育新

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098088
网址:www.lkj.com.cn
电子邮件:slkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂临沂厂

地址:临沂市高新技术开发区
邮编:276017 电话:(0539)2925888

开本:850mm×1168mm 1/32

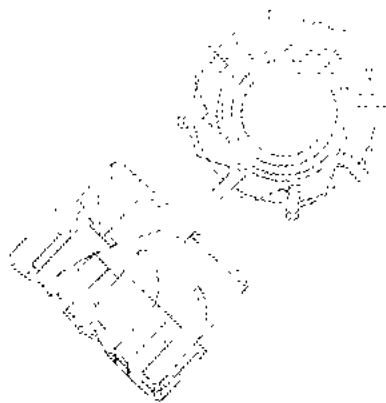
印张:12.25

版次:2007 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5331 - 4664 - 1

定价:20.00 元

内容提要



本书从加工中心操作技能实训的要求出发,注重技能训练,结合典型实例,详细介绍了加工中心的加工工艺、编程、操作、精度检验、维护、常见故障的分析与排除等内容,力图构建一个加工中心操作工人简单合理的知识与技能框架。在内容组织和编排上,选用了技术先进、占市场份额较大的FANUC(法那科)系统作为典型的数控系统进行剖析。在素材的组织上,突出了实用的特点,搜集了相关权威资料并加以细致的整理,许多加工实例都来源于生产实际和教学实践,并兼顾了技能鉴定考试的实际需求,安排了数控加工仿真系统的相关内容便于读者借鉴。

出版说明

—— 现在，各行各业对从业人员都有职业操作技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业操作技能，具备一定的包括职业操作技能在内的职业素质，才能胜任本职工作，并把工作做好，为社会做出更大的贡献，实现人生应有的价值。

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划并组织编写了这套与国家劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》相配套的培训教材。

本套培训教材本着“以职业活动为导向，以职业技能为中心”的指导思想，以国家劳动和社会保障部颁布的职业资格鉴定标准中的中、高级（国家职业资格4级、3

级)内容为主,以实用、够用为原则,突出操作技能,以图解的形式,配以简明的文字来说明具体的操作过程与操作工艺,有很强的针对性和实用性,克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端,增添了“四新”知识,突出了理论与实践的结合。让读者既学到真本事,又能应对技能鉴定考试,体现了科学性和实用性。

本套培训教材介绍的内容是从业人员应掌握的基本知识和基本操作技能,书中的典型实例都是成熟的操作工艺,便于读者模仿和借鉴,减少了学习的弯路,能更方便、更好地运用到实际生产中去,是读者从业和再就业的良师益友。

- 2 由于教材编写时间仓促,书中所述内容难免存在错漏和不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出宝贵的建议,以便重印或再版时加以修正和补充。

我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

目 录

contents

单元一 加工中心加工工艺与装备	1
课题一 加工中心加工工艺	1
课题二 加工中心刀具与工具系统	39
课题三 加工中心常用夹具	56
课题四 精密测量技术的应用	67
单元二 加工中心的程序编制	79
课题一 编程基本指令	79
课题二 子程序的应用	117
课题三 变量与宏程序	121
课题四 编程综合实例	129
单元三 加工中心的操作	158
课题一 加工中心操作面板简介	160
课题二 加工中心的基本操作	164
课题三 机外对刀仪与寻边器	176
课题四 加工中心日常维护与安全操作	186
单元四 CAD/CAM 技术的应用	194
课题一 CAD/CAM 软件简介	194
课题二 CAXA 制造工程师应用实例	200
课题三 Master CAM 应用实例	214
课题四 数控加工仿真软件的应用	233
单元五 加工中心常见故障诊断与排除	258
课题一 加工中心的机械结构	258
课题二 加工中心的故障诊断与排除	282
单元六 加工中心的安装调试与精度检验	321
课题一 加工中心的安装调试	321
课题二 加工中心的精度检验与验收	333



数控铣工（加工中心）操作技能竞赛题库

SHI KONG JI GONG ZHONG XIN ZHONG GUO JI GONG REN SHI SHI BIAO

附录1 职业技能鉴定模拟试题(中级)	345
附录2 《加工中心操作工国家职业标准》摘要	374
参考文献	383



单元一 加工中心加工工艺与装备

【实训目的和要求】

1. 掌握加工中心加工工艺分析的内容及加工方案制定的原则和方法。
2. 完成典型零件的工艺分析和工艺卡片的编写。
3. 掌握加工中心零件装夹方式和典型夹具的选择。
4. 熟悉加工中心刀具及工具系统的特点和选用方法。
5. 了解三角坐标测量机的工作原理和用途,并掌握其使用方法。

课题一 加工中心加工工艺

一、加工中心工艺特点

1. 工艺特点 加工中心是一种功能较全的数控机床,它集铣削、钻削、铰削、镗削、攻螺纹和切螺纹于一身,具有多种工艺手段,与普通机床加工相比,具有许多显著的工艺特点。

(1) 加工精度高 在加工中心上加工零件,其工序高度集中,

一次装夹即可加工出零件上大部分甚至全部表面特征,避免了工件多次装夹所产生的装夹误差,因此,加工表面之间能获得较高的相互位置精度。同时,加工中心多采用半闭环甚至全闭环的位置补偿功能,有较高的运动精度、定位精度和重复定位精度,在加工过程中产生的尺寸误差能及时得到补偿,与普通机床相比,能获得较高的尺寸精度。

(2)精度稳定 整个加工过程由加工程序自动控制,不受操作者人为因素的影响,同时,没有凸轮、靠模等硬件,省去了制造和使用中磨损等所造成的误差,加上机床的位置反馈补偿功能和较高的定位精度和重复定位精度,加工出的零件尺寸一致性好。

(3)效率高 一次装夹能完成较多表面的加工,减少了多次装夹工件所需的辅助时间。同时,减少工件在机床与机床之间、车间与车间之间的周转次数和运输工作量。

(4)表面质量好 加工中心主轴转速和各轴进给量均是无级调速,有的甚至具有自适应控制功能,能随着刀具、工件材质及刀具参数的变化,把切削参数调整到最佳数值,从而提高了各加工表面的质量。

(5)适应性好 零件每个工序的加工内容、切削用量、工艺参数都可以编入加工程序,可以随时修改,对于新产品试制、实行新的工艺流程和试验提供了方便。

但是,在加工中心上进行加工,与在普通机床上加工相比较,也有一些不足。例如,刀具应具有更高的强度、硬度和耐磨性;悬臂切削孔时,无辅助支承,刀具还应具备很好的刚性;在加工过程中,切屑易堆积,会缠绕在工件和刀具上,影响加工顺利进行,需要采取断屑措施和及时清理切屑;一次装夹完成从毛坯到成品的加工,无时效工序,工件的内应力难以消除;加工中心的价格一般都在几十万元到几百万元,一次性投入较大;使用、维修管理要求较高,要求操作者具有较高的技术水平。

2. 加工对象 针对加工中心的工艺特点,加工中心适宜于加

工形状复杂,加工内容多、要求较高,以及需用多种类型的普通机床和众多的工艺装备且经多次装夹和调整才能完成加工的零件。主要的加工对象有下列几种。

(1)既有平面又有孔系的零件 加工中心具有自动换刀装置,在一次安装中,可以完成零件上平面的铣削,以及孔系的钻削、镗削、铰削、铣削及攻螺纹等多工步加工。加工的部位可以在一个平面上,也可以在不同的平面上。五面体加工中心一次安装可以完成除装夹面以外的五个面的加工。因此,既有平面又有孔系的零件是加工中心的首选加工对象,这类零件常见的有箱体类零件和盘、套、板类零件。

①箱体类零件。图1-1是常见的几种箱体类零件。箱体类零件一般都要进行多工位孔系及平面加工,精度要求较高,特别是形状精度和位置精度要求较严格,通常要经过铣、钻、扩、镗、铰、铰、攻螺纹等工步,需要刀具较多,在普通机床上加工难度大,工装套数多,需多次装夹找正,手工测量次数多,精度不易保证。在加工中心上一次安装可完成普通机床的60%~95%的工序内容,零件各项精度一致性好,质量稳定,生产周期短。

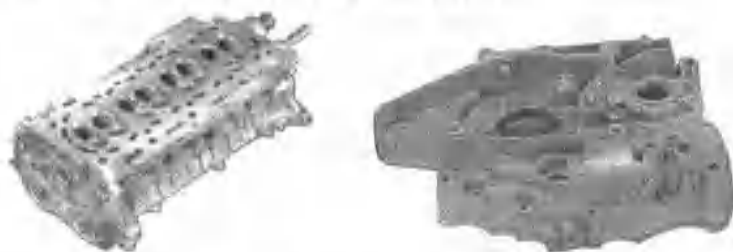


图1-1 箱体类零件

②盘、套、板类,其零件端面上有平面、曲面和孔系,径向也常分布一些径向孔,如图1-2所示。加工部位集中在单一端面上的盘、套、板类零件宜选择立式加工中心,加工部位不是位于同一方向表面上的零件宜选择卧式加工中心。

(2) 结构形状复杂、普通机床难加工的零件
主要表面由复杂曲线、曲面组成的零件加工时，需要多坐标联动加工，这在普通机床上是难以甚至无法完成的，加工中心是加工这类零件的最有效的设备。常见的典型零件有凸轮类、整体叶轮类和模具类。

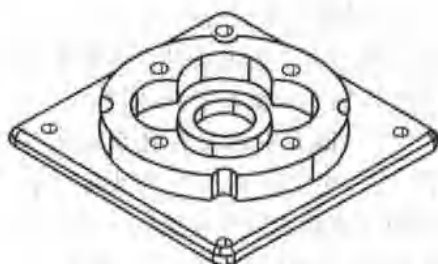


图 1-2 盘、套、板类零件

① 凸轮类零件有各种曲线的盘形凸轮、圆柱凸轮、圆锥凸轮和端面凸轮等。加工时，可根据凸轮表面的复杂程度，选用三轴、四轴或五轴联动的加工中心。

② 整体叶轮常见于航空发动机的压气机、空气压缩机、船舶水下推进器等，它除具有一般曲面加工的特点外，还存在许多特殊的加工难点，如通道狭窄，刀具很容易与加工表面和邻近曲面产生干涉。图 1-3 所示是轴向压缩机叶轮，它的叶面是一个典型的三维空间曲面，加工这样的型面，可采用四轴以上联动的加工中心。



图 1-3 整体叶轮类零件

③ 常见的模具有锻压模具、铸造模具、注塑模具及橡胶模具等。图 1-4 所示为冲压模具。采用加工中心加工模具，由于工序高度集中，动模、静模等关键件的精加工基本上是在一次安装中完成全部切削



图 1-4 模具类零件

加工内容,尺寸累积误差及修配工作量小。同时,模具的可复制性强,互换性好。

(3)外形不规则的异形零件 异形零件是指如图1-5、图

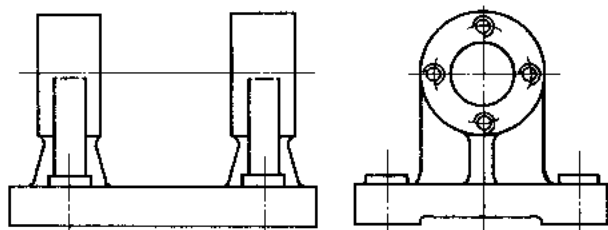


图1-5 支架类零件

1-6所示的支架、拨叉这一类外形不规则的零件,大多需要点、线、面多工位混合加工。由于外形不规则,在普通机床上只能采取工序分散的原则加工,需用工装较多,周期较长。利用加工中心多工位点、线、面混合加工的特点,可以完成大部分甚至全部工序内容。

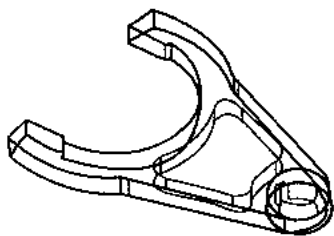


图1-6 拨叉类零件

(4)周期性投产的零件 用加工中心加工零件时,所需工时主要包括基本时间和准备时间,其中,准备时间占很大比例。例如工艺准备、程序编制、零件首件试切等,这些时间往往是单件基本时间的几十倍。采用加工中心可以将这些准备时间的内容储存起来,供以后反复使用。这样,对周期性投产的零件,生产周期就可以大大缩短。

(5)加工精度要求较高的中小批量零件 针对加工中心加工精度高、尺寸稳定的特点,对加工精度要求较高的中小批量零件,选择加工中心加工,容易获得所要求的尺寸精度和形状位置精度,并可得到很好的互换性。

(6)新产品试制中的零件 在新产品定型之前,需经反复试

验和改进。选择加工中心试制,可省去许多用通用机床加工所需的试制工装。当零件被修改时,只需修改相应的程序及适当地调整夹具、刀具即可,节省了费用,缩短了试制周期。

二、加工中心加工工艺方案的确定

制订加工中心加工工艺方案是数控加工中的一项重要工作,其主要内容包括分析零件的工艺性、选择加工中心及设计零件的加工工艺等。

1. 零件的工艺分析 零件的工艺分析是制订加工中心加工工艺的首要工作。其任务是分析零件图的完整性和正确性、技术要求、选择加工内容、分析零件的结构工艺性和定位基准等。

(1)零件图的完整性与正确性分析 零件的视图应足够、正确及表达清楚,并符合国家标准,尺寸及有关技术要求应标注齐全,几何元素(点、线、面)之间的关系(如相切、相交、垂直、平行等)应明确。

(2)零件技术要求分析 零件的技术要求主要指尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度及热处理等。这些要求在保证零件使用性能的前提下应经济合理。过高的精度和表面粗糙度要求会使工艺过程复杂、加工困难、成本提高。

(3)加工中心加工内容的选择 前面分析了适合加工中心加工的零件,这里的加工内容选择是指在零件选定之后,选择零件上适合加工中心加工的表面。这种表面通常是:尺寸精度要求较高的表面,相互位置精度要求较高的表面,不便于普通机床加工的复杂曲线、曲面,能够集中加工的表面。

(4)零件结构的工艺性分析 从机械加工的角度考虑,在加工中心上加工的零件,其结构工艺性应具备以下几点要求:

①零件的切削加工余量要小,以便减少加工中心的切削加工时间,降低零件的加工成本。

②零件上的孔(包括台阶孔)和螺纹的尺寸规格尽可能少,减少加工时钻头、铰刀及丝锥等刀具的数量,以防刀库容量不够。

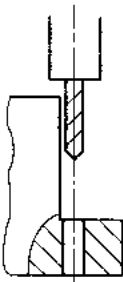
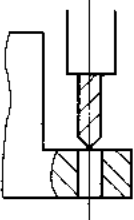
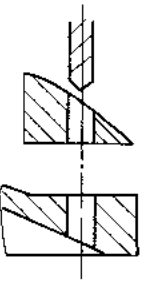
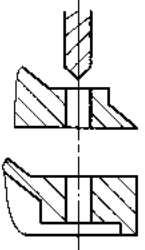
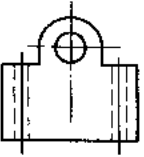
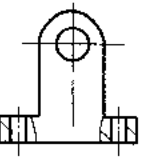
③零件尺寸规格尽量标准化,以便采用标准刀具。

④零件加工表面应具有加工的方便性和可能性。

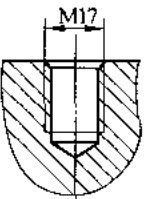
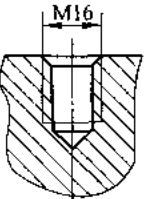
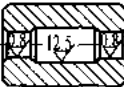
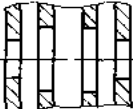
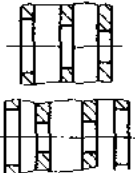
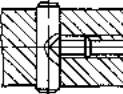
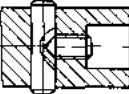
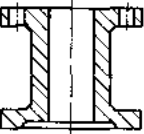
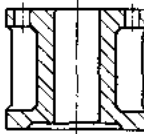
⑤零件结构应具有足够的刚性,以减小夹紧变形和切削变形。

表 1-1 中列举了部分零件的孔加工工艺性对比实例。

表 1-1 零件加工工艺性对比实例

序号	(A)工艺性差的结构	(B)工艺性好的结构	说 明
1			(A)结构不便引进刀具,难以实现孔的加工
2			(B)结构可以避免钻头钻入和钻出时因工件表面倾斜而造成引偏或断损
3			(B)结构节省材料,减小了质量,避免了深孔加工

(续表)

序号	(A)工艺性差的结构	(B)工艺性好的结构	说 明
4			(A)结构不能采用标准丝锥攻螺纹
5			(B)结构减小配合孔的加工面积
6			(B)结构孔径从一个方向递减或从两个方向递减,便于加工
7			(B)结构可以减少深孔的螺纹加工
8			(B)结构刚性好

(5)定位基准分析 零件上应有一个或几个共同的定位基准。该定位基准一方面要能保证零件经多次装夹后其加工表面之间相互位置的正确性,如多棱体、复杂箱体等在卧式加工中心上完成四周加工后,要重新装夹加工剩余的加工表面,用同一基准定位可以避免由基准转换引起的误差;另一方面要满足加工中心工序集中的特点,即一次安装尽可能完成零件上较多表面的加工。定

位基准最好是零件上已有的面或孔。若没有合适的面或孔,也可专门设置工艺孔或工艺凸台等作定位基准。

图 1-7 所示为铣头体,其中 $\phi 80H7$ 、 $\phi 80K6$ 、 $\phi 90K6$ 、 $\phi 95H7$ 、 $\phi 140H7$ 孔及 $D-E$ 两端面要在加工中心上加工。在卧式加工中心上须经两次装夹才能完成上述孔和面的加工。第一次装夹加工 $\phi 80K6$ 、 $\phi 90K6$ 、 $\phi 80H7$ 孔及 $D-E$ 孔两端面;第二次装夹加工 $\phi 95H7$ 及 $\phi 140H7$ 孔。为保证孔与孔之间、孔与面之间的相互位置精度,应有同一定位基准。为此,在前面工序中加工出 A 面,另外再专门设置两个定位用的工艺孔 $2 \times \phi 16H6$ 。这样两次装夹都以 A 面和 $2 \times \phi 16H6$ 孔定位,减小因定位基准转换而引起的定位

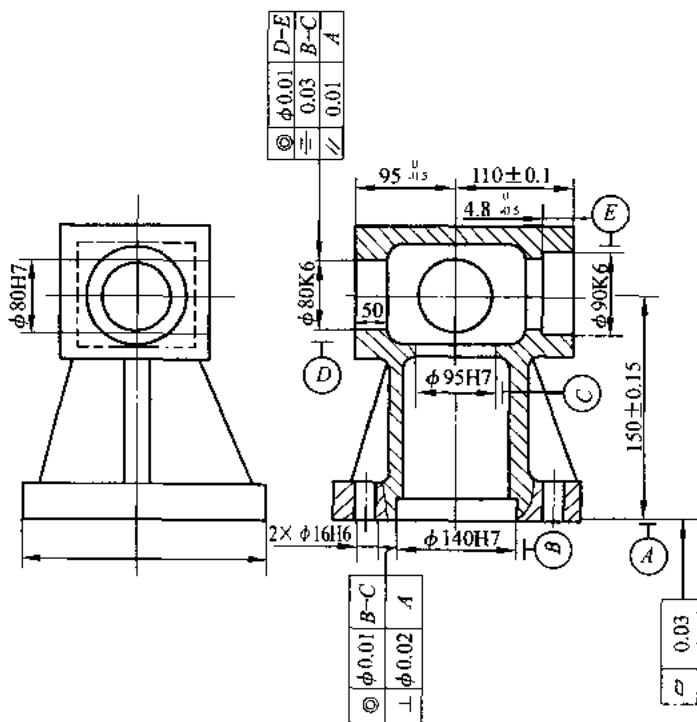


图 1-7 铣头体简图