



国家职业技能鉴定考试指导丛书

数控铣床/

加工中心操作工

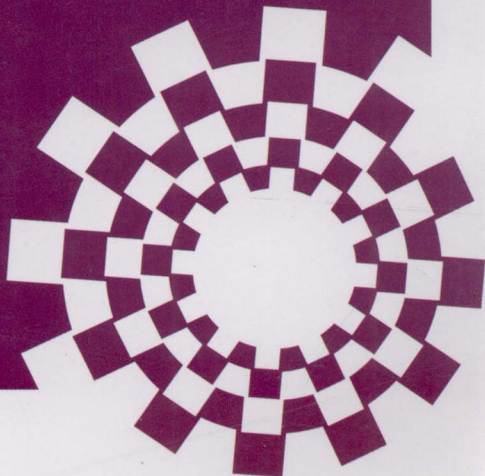
(技师)

石晶 袁宗杰 主编

紧扣国家职业技能鉴定标准

数控大赛获奖选手参与编写

参加职业鉴定人员的必备书



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国家职业技能鉴定考试指导丛书

数控铣床/加工 中心操作工

(技 师)

石 晶 袁宗杰 主编
曲恩思 王校春 李 刚 高远鸿 参编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床/加工中心操作工:技师/石晶,袁宗杰主编.
北京:国防工业出版社,2010.1
(国家职业技能鉴定考试指导丛书)
ISBN 978-7-118-06435-3
I. 数... II. ①石...②袁... III. ①数控机床:铣床—操作—职业技能鉴定—自学参考资料②数控机床加工中心—操作—职业技能鉴定—自学参考资料 IV. TG547 TG659
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 115822 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 880×1230 1/32 印张 12½ 字数 358 千字

2010 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 26.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

为在我国推动数控技术的发展,在其从业人员中实行国家职业资格证书制度,并配合国家职业技能鉴定考试,我们根据《国家职业标准——数控铣工》、《国家职业标准——数控车工》、《国家职业标准——加工中心操作工》的要求,编写了针对国家职业技能鉴定考试的系列培训教材,旨在帮助读者顺利通过职业技能鉴定考试,取得职业技能资格证书。

本系列培训教材紧贴《国家职业标准》,在内容上,力求体现“以职业活动为导向,以职业能力为核心”的指导思想,突出职业培训特色。在结构上,针对职业活动的领域,按照模块化的方式,分类别进行了编写。系列培训教材中的《数控车工》、《数控铣工》、《加工中心操作工》中的仿真、手工编程、自动编程以及实际操作的内容,是按中级、高级和技师分别编写的。但由于三者的理论内容基本一致,我们又编写了《数控加工理论基础》一书。

本书是“数控铣床/加工中心”技师级别的鉴定教材。我们从全国各地职业技能鉴定的不同情况入手,力争内容贴近国家职业标准但又不拘泥于标准,和大部分省份的鉴定形式相吻合,组织有丰富经验的老师,编写了这本教材。

该书有聊城高级技工学校石晶编写模块一、模块六。山东劳动职业技术学院袁宗杰编写模块三、模块五中的第三单元。北京现代职业技术学院李刚、上海吉特迈技术贸易有限公司曲恩思编写模块二。山东技师学院王校春编写模块四。武汉华中公司高远鸿编写模块五中的第一、第二单元。全书由袁宗杰统稿和审稿。由于时间仓促,编著者水平有限,不足之处仍在所难免,欢迎读者和同行们提出宝贵意见和建议,对我们进行鞭策和鼓励,在此一并表示衷心的感谢!

编 者

2009 年 10 月

内 容 简 介

本书是根据《国家职业标准》技师部分的知识和技能要求,按照岗位培训的需要编写的。本书包括概论、加工准备、程序编制、实操分析、机床维护与精度检验、培训与管理六个模块的内容。通过典型工件的加工实例介绍,为解决生产实际中铣削加工难题和技师鉴定考核提供了借鉴。本书附录部分附有技师鉴定的真题与答案,能够使学员有针对性地检验自己的学习效果。

本书主要作为企业和技师类院校培训学员的教材,也可作为高级技校、高职和各种短训班的教学用书,也能为企业人员的自学提供帮助。

目 录

模块一 概论	1
模块二 加工准备内容分析	4
第一单元 读图与绘图	4
第一节 读图	4
第二节 绘图	13
第二单元 机械加工工艺	19
第三单元 零件的装夹与定位	57
第一节 机床夹具概述	57
第二节 工件的定位	60
第四单元 金属切削刀具	73
第一节 切削刀具的选用原则	73
第二节 延长刀具寿命的方法	75
第三节 刀具新材料新技术知识	81
第四节 刀具使用寿命的参数设定方法	86
第五节 难切削材料的加工方法	88
第六节 高速加工的工具系统知识	95
模块三 数控编程内容分析	102
第一单元 手工编程	102
第一节 宏程序编程基础	102
第二节 宏程序编程实例	113
第二单元 计算机辅助编程	116
第一节 CAXA 机械制造工程师简介	116
第二节 三轴联动的编程实例	138
第三单元 数控加工仿真	164
模块四 实操内容分析	170

第一单元	程序与参数的设置	170
第二单元	薄壁和易变形零件的加工实例	187
第三单元	箱体和孔系零件的加工实例	205
第四单元	曲面和特殊材料的加工实例	229
第五单元	精度校验	256
第一节	精密量具的使用	256
第二节	精密零件的检测	272
模块五	机床维护与精度分析	283
第一单元	数控机床的日常维护	283
第二单元	数控铣/加工中心的故障诊断与排除	292
第一节	数控系统原理	292
第二节	液压与气动传动系统的故障诊断与维修	298
第三节	数控系统硬件故障的检查与分析	302
第四节	伺服系统的故障诊断及维修技术	312
第三单元	机床精度检验	322
模块六	培训与管理内容分析	333
第一单元	操作指导书和培训教材的编制方法	333
第一节	操作指导书的编写	333
第二节	培训教材的编写	336
第二单元	生产管理和相关质量标准	339
第一节	生产管理知识	339
第二节	生产计划	341
第三节	产品质量	343
第三单元	加工工艺、夹具、刀具的改进	346
第一节	磨削加工工艺的改进	346
第二节	机床夹具的选用	348
第三节	刀具的改进措施	354
第四节	数控加工工艺综合知识	358
附录 I	数控加工中心操作工(金蓝领)技师理论考核试卷 ...	365
附录 II	数控加工中心操作工(金蓝领)技师仿真操作	380
附录 III	加工中心操作工(金蓝领)技师操作技能考核试卷 ...	382
参考文献		384

模块一 概 论

该模块从宏观角度介绍了职业技能鉴定的概念、内容、以及职业技能鉴定的组织形式,对国家题库的形式作了简要的介绍,并且明确了申报各级职业技术资格的要求。重点说明了国家职业技术标准和工人技术等级标准的区别和联系,对国家职业标准的用途进行了阐述。

一、职业技能鉴定的定义

职业技能鉴定是一项基于职业技能水平的考核活动,属于标准参照型考试。它是由考试考核机构对劳动者从事某种职业所应掌握的技术理论知识和实际操作能力做出客观的测量和评价。职业技能鉴定是国家职业资格证书制度的重要组成部分。

二、职业技能鉴定的内容

职业技能鉴定分为知识要求考试和操作技能考核两部分。内容是依据国家职业(技能)标准、职业技能鉴定规范(即考试大纲)和相应教材来确定的,并通过编制试卷来进行鉴定考核。知识要求考试一般采用笔试,技能要求考核一般采用现场操作加工典型工件、生产作业项目、模拟操作等方式进行。计分一般采用百分制,两部分成绩都在60分以上为合格,80分以上为良好,95分以上为优秀。

三、职业技能鉴定的组织实施

我国的职业技能鉴定实行政府指导下的社会化管理体制,即按照国家法律政策,在政府劳动保障行政部门领导下,由职业技能鉴定指导中心组织实施,职业技能鉴定所(站)对劳动者技能水平实施鉴定。

四、职业技能鉴定国家题库

职业技能鉴定国家题库,是在劳动和社会保障部培训就业司指导下,由劳动和社会保障部职业技能鉴定中心组织开发或审定通过,并正式发文确立或配发,专用于职业技能鉴定的题库总称。国家题库是

职业技能鉴定的一项重要基础性工作,对于保证全国鉴定工作的科学规范、公平公正,推动职业技能鉴定事业发展具有重要意义。

国家题库是具有特定内容参数和质量参数的试题的有序集合,具有一定的科学性、有效性和稳定性。国家题库将内容专家和测量专家的知识 and 经验形式化,以编制良好的并具有特征标注的试题为资源,用计算机组建一个规则系统,可满足考试目的的需要抽取试题,为职业技能鉴定提供内容有效、质量稳定的试卷。

五、对申报初级(五级)、中级(四级)、高级(三级)、技师(二级)、高级技师(一级)的要求

根据劳动和社会保障部制定的《国家职业标准制定技术规程》的规定,各等级的具体标准为:

国家职业资格五级(初级技能):能够运用基本技能独立完成本职业的常规工作。

国家职业资格四级(中级技能):能够熟练运用基本技能独立完成本职业的常规工作;并在特定情况下,能够运用专门技能完成较为复杂的工作;能够与他人进行合作。

国家职业资格三级(高级技能):能够熟练运用基本技能和专门技能完成较为复杂的工作;包括完成部分非常规性工作;能够独立处理工作中出现的问题;能指导他人进行工作或协助培训一般操作人员。

国家职业资格二级(技师):能够熟练运用基本技能和专门技能完成较为复杂的、非常规性的工作;掌握本职业的关键操作技能技术;能够独立处理和解决技术或工艺问题;在操作技能技术方面有创新;能组织指导他人进行工作;能培训一般操作人员;具有一定的管理能力。

国家职业资格一级(高级技师):能够熟练运用基本技能和特殊技能在本职业的各个领域完成复杂的、非常规性的工作;熟练掌握本职业的关键操作技能技术;能够独立处理和解决高难度的技术或工艺问题;在技术攻关、工艺革新和技术改革方面有创新;能组织开展技术改造、技术革新和进行专业技术培训;具有管理能力。

六、国家职业标准和工人技术等级(职业技能)标准的区别和联系

工人技术等级标准和职业技能标准,很大程度上是一种学科导向性标准。用这种标准指导职业培训和技能鉴定容易造成这样一种结

果:所培养的学生和取得证书的人员理论知识掌握不少,但实际工作所需的职业技能不足,短期内难以适应企业和用人单位的需要。

国家职业标准是一种职业导向性标准,它以职业活动为导向,以职业技能为核心,通过运用职业功能分析方法,研究确定职业教育培训和考核的内容新体系,有助于提高了学生和证书持有者的工作能力和适应职业变化的能力。

目前,这三种标准形式同时并存在,对尚未制定国家职业标准的职业,可继续使用原工人技术等级标准和职业技能标准。今后,要逐步按照国家职业标准制定技术规程的要求进行修订,形成统一规范的国家职业标准体系。

七、国家职业标准的用途

国家职业标准可以说是一个独立的标准体系,是职业资格培训和考核鉴定的基本依据。

(1)职业标准是开展职业培训的重要依据。职业培训的培训大纲、培训教材等均是根据职业标准的要求进行编制的,并据此指导培训。通过培训,使劳动者掌握标准中某一等级的技术理论知识和实际操作技能的要求。

(2)职业标准是对劳动者的就业、上岗(转岗)、晋级进行考核的依据。根据标准内容的要求,通过考核鉴定劳动者所具有的技术能力,其中包括掌握专业知识的程度和实际操作技能等方面的情况。

(3)职业标准可作为确定劳动者工资水平的参考依据。一般情况下,劳动者技能等级高低与其生产效率贡献大小是成正比的,因此职业标准是确定劳动报酬的一个重要因素。

(4)有利于人才结构调整劳动力资源的调整。企业和劳动力市场可以根据职业标准确定调整人才的结构,及时培养相应人才,满足市场和用人单位的需要。

小结

本模块不作为考试内容,但从职业技能鉴定的基本概念出发,简单阐述了我国职业技能鉴定和职业资格证书制度的模式、职能和运作机制,为广大参加职业技能鉴定的学生、职工和社会从业人员掌握相关理论、政策和技术提供了依据。

模块二 加工准备内容分析

该模块主要讲述在加工过程中如何使数控设备,在我们的控制和使用设计下发挥它特有的加工优势,换个说法,数控设备的使用相当于我们使用一个先进的工具,会熟练的操作这个工具固然重要,但如何把这个工具使用好,使用到最需要的地方,这才是最重要的。对于数控加工就需要我们从几个加工准备方面来分析,即从读图与绘图、数控加工工艺、零件的装夹与定位、金属切削刀具。这几项内容直接的决定了加工的好坏。

第一单元 读图与绘图

能力目标:

1. 能绘制普通工装装配图
2. 能读懂常用加工中心的机械原理图及装配图
3. 能够读懂加工中心自动换刀系统、旋转工作台分度机构的装配图
4. 能够读懂高速铣床/加工中心电主轴系统的装配图

相关知识:

1. 工装装配图的画法
2. 常用加工中心的机械原理图及装配图的画法
3. 加工中心换刀系统、旋转工作台分度机构的基本构造知识
4. 高速铣床/加工中心电主轴结构与功能的基本知识

第一节 读 图

随着数控机床行业的发展,数控设备的市场拥有量大大提升。机

械加工从品种、精度及复杂性上也发生了很大的变化。这对我们国家来说就需要大量的高素质人才来迎合这个变化。对于技师这个级别的技术性人才来说,必须很好的通过自身的知识来应对各种的加工问题。那么作为一个技师首先能够“读图”。

读图就是可以根据图纸很好的理解和准确无误读懂图纸,明白设计者的用意。

一、加工中心换刀系统的基本构造图分析

1. 加工中心常见换刀机构的构造图

图 2-1-1 所示为立式加工中心的换刀机构。换刀装置多数安装在立柱的左上方,自动换刀装置的工作原理,首先主轴定向,进入换刀预定位置后,换刀机构在电动机带动下刀套向下旋转 90° ,触发信号,右上方转位液压缸 1 开始工作,带动齿条 1 向左运动,此时升降液压缸与机械手臂轴为原位,传动盘与机械手臂轴花键连接,在传动盘上有两个销子,一个朝向下方,一个朝向上方,齿条 1 带动齿轮 1 运动时,朝上的销子与传动盘处于连接状态。当上方齿轮 1 运转时带动了机械手臂轴转动,即抓刀动作。机械手由原位旋转一定角度,同时两个卡手卡住刀库和主轴上的刀柄,上方齿条 1 运动到设定位置,行程开关 2 被挡环 1 触发。主轴松刀,升降液压缸工作,由机械手臂轴推动机械手向下拔刀。当上下行程开关 3 被挡环 3 触发时,传动盘也随着机械手臂轴向下运动,传动盘向下的销子与下方的连接盘连接,此时触发的信号激活了处于下方的转位液压缸 2 工作,油缸推动齿条 2 带动下方齿轮 2 转动,齿轮 2 通过销子带动机械手臂轴旋转 180° ,就这样两把不同位置的刀具进行了对换。换刀结束,在下方的齿条 2 上的挡环 2 也触发了行程开关 5,使升降油缸向上运动,进行插刀动作,同时传动盘上的向下销子也从连接盘上移出,当挡环 3 触发行程开关 4,主轴锁刀,处于传动盘上方的销子与上方齿轮 1 结合,同时上方转位液压缸 1 反向运动,通过上方齿轮 1 的反向运动带动换刀机械臂轴反向运动,机械臂回到初始状态,刀库刀套反向回到水平位置,整个换刀结束。

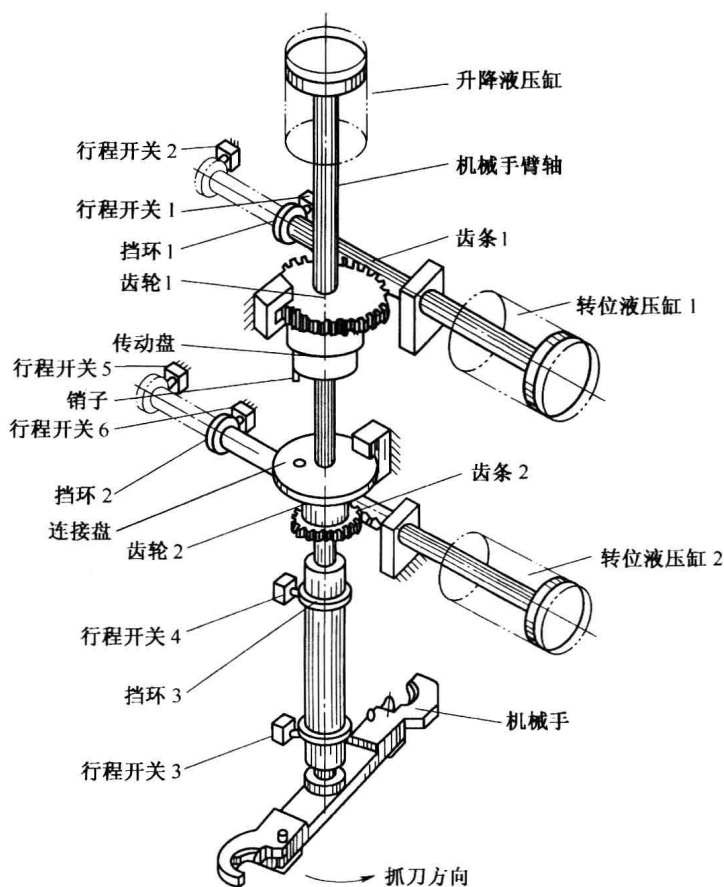


图 2-1-1 换刀机构基本构造图

2. 机械手的构造和工作原理

图 2-1-2 所示为机械手基本构造图,构造图的识图主要从以下两个方面:①每个部件在图中显示时均为单独的封闭轮廓,并对重要部件作名称提示;②构造图有许多为了解释构造内部的结构,说明其原理,会使用剖视图。对于不同的部件使用不同的剖面线表示,主要区别从几个方面区分:①剖面线的斜度,不同的斜度表示不同部件;②剖面线的线间距,不同的线间距表示不同的独立部件;③剖面使用不同的图案,不同的图案表示不同的独立部件,对于一些不同材质的部件

(非金属)会使用不同剖面图案,如图 2-1-2 中的密封圈。

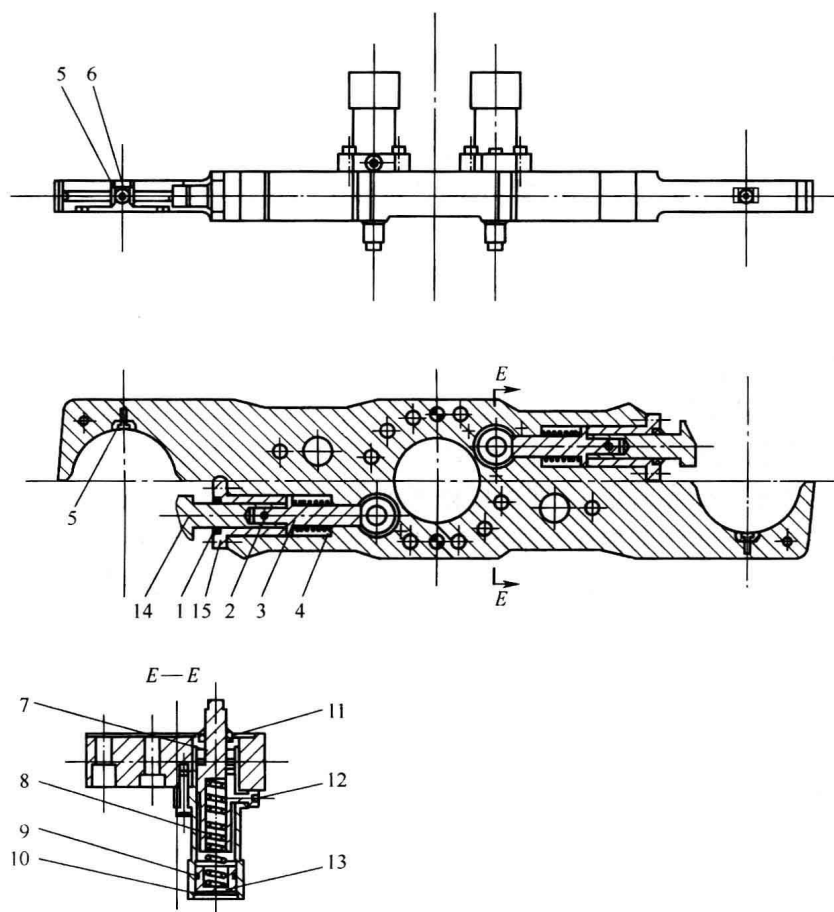


图 2-1-2 机械手基本构造图

1—密封圈;2—销钉;3—连接轴;4—弹簧;5—定位块;6—螺钉;7—自锁销;8—弹簧;9—密封圈;10—卡簧;11—密封圈;12—定向螺钉;13—弹簧座;14—卡刀固定器;15—导向套。

对于构造图的基本识图方法有了认识后,开始对图 2-1-2 进行理解、读图。当机械手从原始位置旋转固定角度进行抓刀动作时,第一步骤自锁销 7 处于被压下状态,对卡刀固定器 14 不产生自锁。机械手进入抓刀区域时,卡刀固定器 14 在刀柄的挤压下向后回缩,机械手爪口卡入刀柄时卡刀固定器 14 已刚刚越过刀柄中心,开始靠弹簧 4

的弹力抓住刀柄。第二步机械手向下拔刀时,自锁销 7 在没有外力压迫下,靠弹簧 8 的弹力将自锁销 7 向上顶起,完成对卡刀固定器 14 的锁紧过程。所以在机械手快速旋转 180° 时,刀具在卡刀固定器 14 的锁紧状态下不会甩出。装刀时,机械手完成 180° 旋转后向上装刀,当刀柄进入主轴时,自锁销 7 被自动换刀装置的下端面压下,自锁销 7 失去了对卡刀固定器的锁紧功能,在机械手回收时,卡刀固定器 14 便受回转力的作用向后压入脱离刀柄。

机械手在细节上也有它特殊设计,如图 2-1-2 中定向螺钉 12 与自锁销 7 为间隙配合,自锁销 7 上有个腰槽,它在上下运动时受定向销的制约,保持圆周方向固定。

在连接轴 3 与卡刀固定器 14 之间,有销钉 2 来连接,其目的:①可以降低加工成本。②此连接可降低卡刀固定器 14 在前后运动时卡死的几率。而导向套 15 即可以修正卡刀固定器的运动轨迹,又可以保护机械手本体的损坏及限定卡刀固定器的行程。密封圈 1、11 主要功能为防止垃圾进入损坏机构。而密封圈 9 主要起密封作用。

二、加工中心旋转工作台分度机构的基本构造图

在大批量生产或者零件加工需要工序相对集中的时候,我们大多数时候会采用带回转工作台的设备来完成。卧式加工中心为此工作要求,提供了很好的平台。我们要很好的使用这类设备,就需要了解它们的特点:分度和转位。

在此我们简单的提供两种常见的加工中心旋转工作台分度机构的基本构造图,供大家来分析和掌握其基本原理。

1. 鼠牙盘式分度工作台

如图 2-1-3 所示,鼠牙盘式分度工作台是由两个齿数、齿形相同的端面齿盘对合而成。多齿盘动盘 3 与工作台连接,会随着工作台 2 的转动而动,多齿盘定盘 4 与机床连接固定不动。当旋转轴接受命令时,多齿盘动盘在液压的作用下抬起和多齿盘定盘分开,在伺服电动机的驱动下转到目的角度,多齿盘动盘下降与多齿盘定盘重新啮合并压紧。由于鼠牙盘式分度工作台的分度最小值取决于多齿盘的齿数。因此要根据需要的分度值来确定齿数。通常鼠牙盘式分度工作台的分度,有 $5^{\circ}/72$ 齿、 $3^{\circ}/120$ 齿等,在使用中可以满足其最小分度的倍数

角分度。

图 2-1-3 是采用伺服电动机经蜗轮蜗杆副进行粗定位、端面多齿盘进行精定位的。多齿盘动盘的升降由一个液压缸完成。在工作时，活塞 1 的下腔通入高压油，使活塞上升，顶起工作台 2。由于多齿盘动盘 3 是固定在工作台上的，所以也随着工作台 2 的上升而上升，与固定在机床上的多齿盘定盘 4 分开。在上升到设定位置后，伺服电动机依据指令驱动蜗杆 5 进行一定角度的回转，通过蜗杆 5、蜗轮 6、齿轮 7 带动与工作台相连的大齿圈 8 做分度回转。当转到规定位置后粗定位结束。接下来活塞 1 的上腔进入高压油，下腔回油，使工作台及多齿盘动盘下降，多齿盘动盘在液压力的作用下与定齿盘啮合，完成精定位和整个工作台分度。

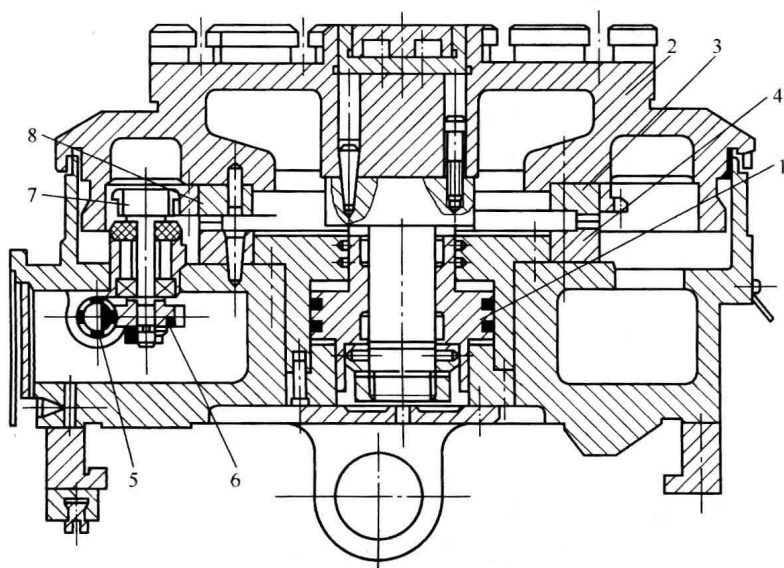


图 2-1-3 卧式加工中心鼠牙盘式分度工作台

1—活塞；2—工作台；3—多齿盘动盘；4—多齿盘定盘；5—蜗杆；
6—蜗轮；7—齿轮；8—大齿圈。

鼠牙盘式分度工作台在使用中有如下优点。

(1)定位精度高，由于鼠齿盘采用向心齿结构，故它既可保证分度精度，又可保证定心精度，且不受轴承及正、反转的影响。一般定位精度可达 $\pm 3''$ ，高精度的可在 $\pm 0.3''$ 以内。

(2)承载能力强,定位刚度好。由于是多齿同时啮合,一般啮合率不低于 90%,每齿啮合长度不少于 60%。

(3)齿面的磨损对定位精度的影响不大,随着不断磨合,定位精度不但不会下降,且有可能提高,故使用寿命也较长。

(4)适用于多工位。由于齿盘的所有齿数都可以做成分度的 2 倍数,故可用于分度数目不同的场合。

鼠牙盘式分度工作台在使用中有如下缺点。

(1)其主要零件——鼠齿盘端面齿盘的制造比较困难,其齿形及行为公差要求很高,且成对齿盘的研磨工序很耗工时,故生产效率低,成本昂贵。

(2)工作时动齿盘要升降、转位、定位及加紧。故鼠牙盘式分度工作台的结构相对较复杂。

2. 数控转台

图 2-1-4 所示为闭环数控转台,在外观上与鼠牙式转台大致相同,但其驱动和分度形式有着较大区别。它的工作方式是当收到命令后,直流伺服电动机 1 启动,由主动轮 2 经齿形皮带 3 带动从动轮 4,使小齿轮 5 旋转带动大齿轮圈 6 转过一定的角度,达到命令角度,小齿轮 5 停止转动。

三、加工中心电主轴结构与功能图分析

随着加工行业的发展,新的高速加工工艺的出现,加工中心的发展也提到了一个新的层次,高速机的大量应用,完成了许多以往的加工难题。作为高速加工中心的核心部件之一的主轴,从技术上也发生了全新的变化——电主轴。

电主轴实现了高速、高精度、高效的加工,主轴转速由传统的 8000r/min,提高到可以超过 100000r/min,并且兼顾了高扭矩和宽调速范围的特性。电主轴的主要特性就是将主轴电动机的定子、转子直接融合于主轴内部,成为主轴的一个必要组件,实现了主轴系统的一体化,大大提高传动精度,基本上实现了“零传动”,提高了主轴的相应速度和加速度。

电主轴是一套组件,其包含了主轴本体、高频变频装置、油雾润滑单元、冷却装置、换刀装置和内置编码器。图 2-1-5 所示为电主轴结构图。