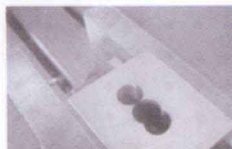
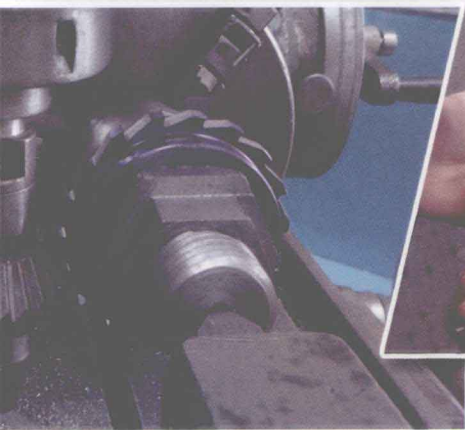


图解机械加工技能系列丛书

图
解

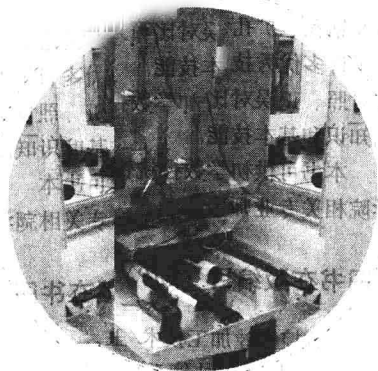
数控铣镗 加工技术

王占平 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解机械加工技能系列丛书



数控铣镗加工技术

主 编 王占平

副主编 徐素影 周洪伟 初 阳

参 编 黄艳茹 李 爽 梅 舫



机械工业出版社

本书主要介绍了从事数控铣镗加工工作的人员必须掌握的工艺基础知识和加工操作技巧,内容包括数控机床结构、机床用夹具、常用刀具、常用量具、切削用量的合理选用、顺铣和逆铣、六点定位原理、尺寸链等,以及钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、铣T形槽、铣燕尾槽等加工技术。本书积累了许多优秀技师的宝贵经验,提供了大量实际操作过程的照片,通过图文对照、正误对比等方式,使初学者可以快速掌握数控铣镗加工必备的基础知识和基本技能。

本书可供初学数控铣镗加工技术的人员使用,还可供职业院校和技师学院相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

图解数控铣镗加工技术/王占平主编. —北京:机械工业出版社, 2011. 12
(图解机械加工技能系列丛书)
ISBN 978-7-111-35993-7

I. ①图… II. ①王… III. ①数控机床: 铣床—加工—图解 ②数控机床: 镗床—加工—图解 IV. ①TG547-64 ②TG537-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 197197 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 赵磊磊 责任编辑: 赵磊磊

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈立辉

封面设计: 陈 沛 责任印制: 杨 曦

北京中兴印刷有限公司印刷

2012 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

140mm × 203mm · 4.5 印张 · 136 千字

0 001 — 3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-35993-7

定价: 15.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心: (010)88361066

销售一部: (010)68326294

销售二部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版

前言

目前,我国已经成为“制造大国”,而且正在向“制造强国”迈进,制造业中很大一部分是机械加工制造,它涉及汽车、造船、航空航天等多个领域,相关从业人员的技术水平在一定程度上决定了这些领域的发展水平。为了帮助广大机械加工行业的就业人员能够快速适应岗位需要,提升职业技能,我们编写了这套《图解机械加工技能系列丛书》。

本套丛书根据机械工人上岗要求编写而成,特别注重与实际操作相结合,旨在通过图文对照、正误对比等方式,使初学者可以快速掌握必备的机械加工基础知识和专业技能。本书内容通俗易懂,书中的图片大部分是实际操作过程中的照片,便于读者熟悉加工现场,为上岗就业做好充分的准备。

本书主要介绍了从事数控铣镗加工工作的人员必须掌握的工艺基础知识和加工操作技巧,内容包括数控机床结构、机床用夹具、常用刀具、常用量具、切削用量的合理选用、顺铣和逆铣、六点定位原理、尺寸链等,以及钻孔、扩孔、铰孔、镗孔、铣T形槽、铣燕尾槽等加工技术。

本书得到了中国一重技师学院院长李亚营的大力支持,由中国第一重型机械集团公司技术科高级工程师李之龙、编程科李振武和高级技师于永安担任技术指导。本书由中国一重技师学院王占平副教授担任主编,徐素影、周洪伟、初阳老师担任副主编,黄艳茹、李爽、梅舫老师参加编写。由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请广大读者批评指正。

编者

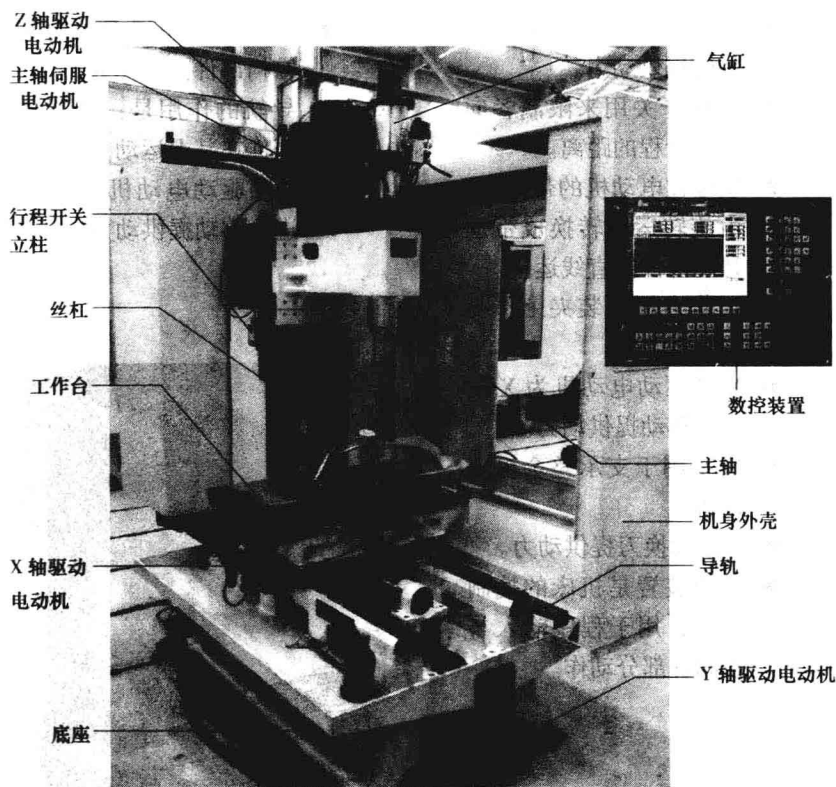
目录

前言

数控铣床各部分的名称	1
常见数控操作系统	3
龙门铣镗床与机床坐标系	5
落地镗铣床与机床坐标系	8
角度铣头	10
常用刀具与刀具的改制	13
各种测量工具	16
常见量具的使用	20
刀柄的规格与安装	22
工件的找正及对刀	25
机用平口钳的安装与调整	29
工件在工作台上的安装	33
自定心夹盘的使用	35
分度头的使用	36
常用装夹辅具与装夹方法	37
铣削速度和转速	40
进给速度	42
切屑排法与容屑槽	44
背吃刀量与侧吃刀量	46
刀具的切削刃与角度	49
铣刀齿数的选择	51
顺铣和逆铣	53
平面铣削要领及注意事项	55
斜面加工	56

曲面铣削	58
铣槽	60
钻孔	63
铰孔	69
铣孔	72
镗孔	73
锯削加工	79
铣 T 形槽	81
燕尾槽的加工与测量	89
攻螺纹与夹持机构的安装	91
用梳齿铣刀铣螺纹	95
制作 R 面（成形面）	98
四轴加工	99
毛坯的来源	104
工艺焊块的作用	106
六点定位原理的应用	107
大批大量生产对机床的要求	110
加工方法的扩展	113
外形复杂小件的加工	115
加工中心的优势	116
制作平行六面体（归方操作）	117
连杆的加工	122
工序的研究（一）	125
工序的研究（二）	131
尺寸链的应用	135
参考文献	138

数控铣床各部分的名称



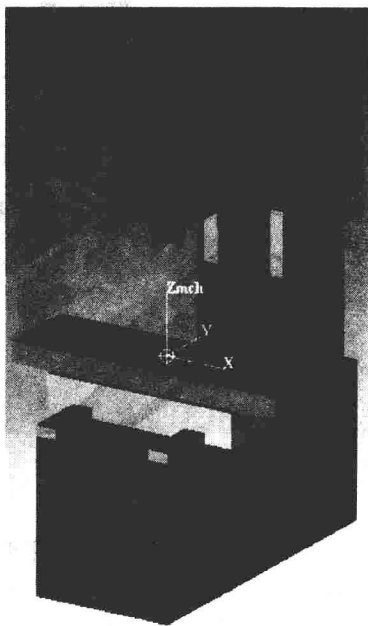
立式数控铣床主体部分主要由底座、立柱、床鞍、工作台和主轴箱等部件组成，其中主体的五大件均采用高强度优质铸件，

且为树脂砂造型，组织稳定，确保整机有良好的刚性和精度的保持性。立式数控铣床可进行铣削、镗孔、刚性攻螺纹等加工。

数控铣床各部分的作用

- ▶ Z 轴驱动电动机为 Z 向进给移动提供动力。
- ▶ 主轴伺服电动机为主轴旋转提供动力。
- ▶ 行程开关用来限制各向进给行程的距离。
- ▶ 丝杠在电动机的带动下，由旋转运动转换成带动移动部件做直线运动。
- ▶ 工作台用来装夹工作与夹具等装备。
- ▶ X 轴驱动电动机为 X 向进给移动提供动力。
- ▶ 底座用于支承整个机床设备。
- ▶ 气缸为换刀提供动力。
- ▶ 数控装置是机床的控制部分，用于程序输入与控制各部分动作。
- ▶ 主轴用于提供刀具切削运动。
- ▶ 机身外壳用于保护内部结构部件。
- ▶ 导轨的作用是：各运动部件在其上运动。
- ▶ Y 轴驱动电动机为 Y 向进给移动提供动力。

坐标轴方向判定方法：站在机床前面，垂直向上为 Z 轴正方向；面对立柱，向右水平伸出右手，方向为 X 轴正方向；用右手定则，Y 轴正方向指向立柱。



▲用模拟机床分析机床坐标系

常见数控操作系统

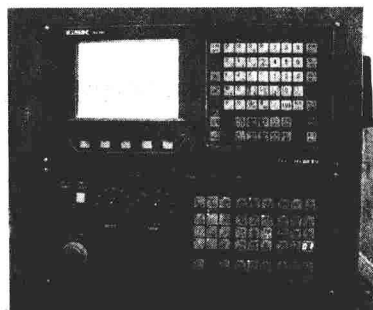
目前,职业院校中使用的数控操作系统以华中数控操作系统和广州数控操作系统(广数 GSK)为主,它们相对国外产品有明显的价格优势,但国产操作系统在企业中较少使用。企业中最常使用的操作系统为德国的 SIEMENS

数控操作系统和日本的 FANUC 数控操作系统,此外还有西班牙的法格(FAGOR)数控操作系统、德国的海德汉(HEIDENHAIN)数控操作系统、日本的三菱(MITSUBISHI)数控操作系统、法国的 NUM 数控操作系统等。



▲华中数控操作系统

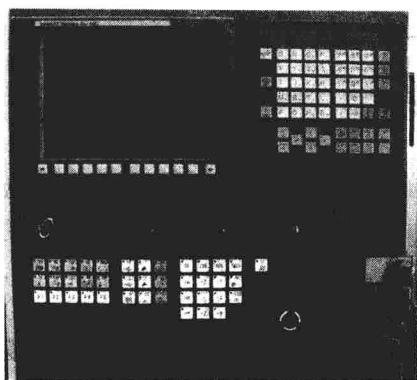
华中数控操作系统有较多的系列产品,世纪星 HNC-21/22M 数控系统具有低价格、高性能、配置灵活、结构紧凑、易于使用、可靠性高的特点;世纪星 HNC-08 系统具备世纪星 HNC-21 系统的全部功能,并且具备高速高精加工功能,非常适合模具加工;世纪星 HNC-210A/210B/210C 数控系统



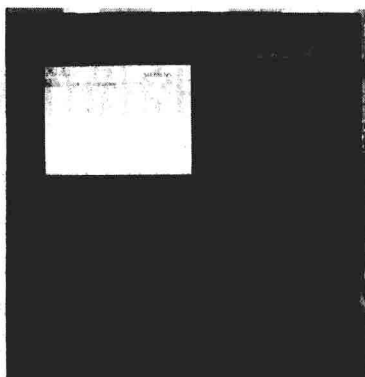
▲广数(GSK)数控操作系统

较以前系统在功能及外观上有较大改善。

广数(GSK)数控操作系统也有较多系列产品,如 GSK 990MA 铣床数控系统、GSK 980MD 钻(铣)床数控系统、GSK 928MA 铣床数控系统、GSK 983M-S/V 加工中心数控系统、GSK 218M 加工中心数控系统等。

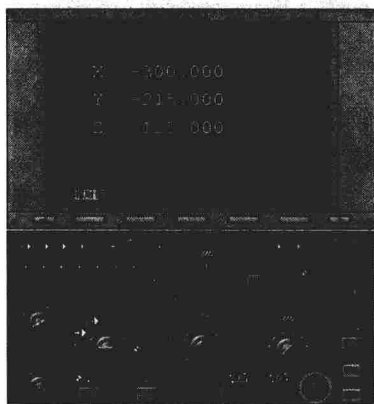


▲ FANUC 数控操作系统



▲ 西门子数控操作系统

FANUC 系统有多种型号的产品在使用,使用较为广泛的产品有 FANUC0、FANUC16、FANUC18、FANUC21 等。在这些型号中,使

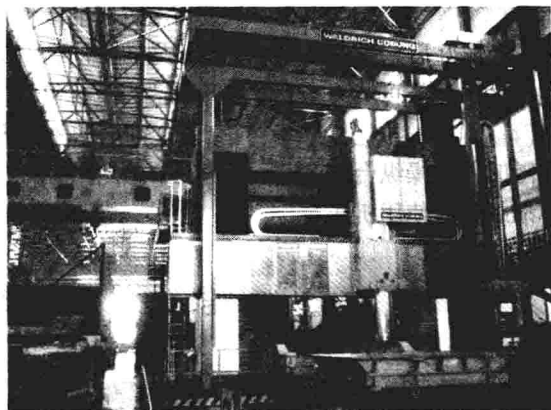


▲ MITSUBISHI 数控操作系统也是较为常见的一种数控操作系统

用最为广泛的是 FANUC0 系列。

西门子 (SINUMERIK) 主要数控系统类型有: SINUMERIK 802S/C 系统,专门为低端数控机床市场而开发的经济型 CNC 控制系统; SINUMERIK 802D sl 系统属于中低档系统,其特点是全数字驱动,中文系统,结构简单、调试方便; SINUMERIK 840D/810D 是同时推出的,具有非常高的系统一致性,显示/操作面板、机床操作面板;全 PC 集成的 SINUMERIK 840Di 数控系统提供了一个基于 PC 的控制概念; SINUMERIK 840C 系统一直雄居世界数控系统之首,适合于高复杂度的数控机床。

龙门铣镗床与机床坐标系



如上图所示机床是横梁移动式数控龙门铣镗床，工作台最大承载为 200t，立柱间距为 5m，主轴锥孔为 ISO60，横梁升降行程为 3.2m，工作台纵向（X 向）行程为 18m。特别适用于本身重量大，长度较长的黑色金属和有色

金属工件上的各种平面、曲面、空间曲面和孔的数控加工。滑枕铣头在配置各种附件铣头的情况下，可以在工件一次装夹中按给定的程序自动连续地完成五个面上的铣、镗、钻、扩孔、铰孔、攻螺纹等多工序多工位的加工。

操作注意事项

● 工作前

1. 长时间停机再开机时必须低速运转 10min，确定润滑系统畅通，各部件运行正常方可进行

工作。

2. 检查工件是否适合机床加工，绝对不准超机床规格使用。

● 工作中

1. 正确使用全部按钮、旋钮、明确全部指示灯、仪表的作用。送电后必须检查操纵台上的全部灯光指示，一切正常时方可进行工作。

2. “程序”输好后，应空运行一遍，确认无误后方可装刀工作。机床工作中随时监护操纵台上的功率表，不准超负荷使用机床。

3. 工作台装夹工件时必须将负荷均匀分布，当加工不对称工件或偏重时，应配重平衡。

● 工作后

1. 铣刀退离工件后，全部按钮应置于非工作位置，工作台置于导轨中间，机床各移动部件开到适当位置停机。

2. 停机时，先停液压泵，再停 NC，最后关闭总电源。

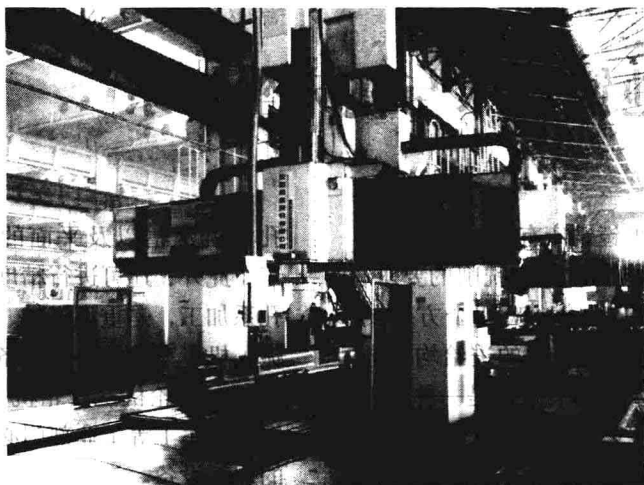


▲ 用模拟机床分析机床坐标系

坐标轴方向判定方法：面向机床正面，判断左立柱与右立柱，站在右立柱右侧面，并面向左立柱，向右水平伸出右手，方向为 X 轴正向；竖直向

上为 Z 轴正向，右手定则判断 Y 轴正向为面对的方向。

工作台上有时会标注方向，表示工作台运动的正方向，与 X 或 Y 正方向相反。



▲横梁固定式龙门铣镗床

横梁固定式龙门铣镗床又称定梁式龙门铣镗床，横梁固定不动，高度不可调，同时工

作台沿 X 轴带动工件移动，双立柱固定不动。



▲天桥式龙门铣镗床

天桥式龙门铣镗床横梁高度不可调，工作台不动，双立

柱沿导轨移动，带动刀具对工件进行加工。

落地镗铣床与机床坐标系

落地镗铣床有足够的功率和刚性，能满足强力铣削的要求，具有 X、Y、Z、W 四个方向的进给，X、Y 方向的进给均有数字显示及夹紧装置，是一种性能优良、工艺范围广泛、精度及生产效率高的先进设备，该机床一次装夹可完成钻孔、扩孔、镗

孔、铣沟槽以及平面的铣削加工。此外，还可进行精度较高的孔系加工，是重型机械、工程机械、机车车辆、矿山设备、大型电机、水轮机、汽轮机、船舶、钢铁、军工等工业部门必不可少的加工设备。



落地镗铣床没有可移动的工作台，工件固定在落地平台上，适宜于加工尺寸和重量较大的工件。主轴箱在立柱上垂直移动，

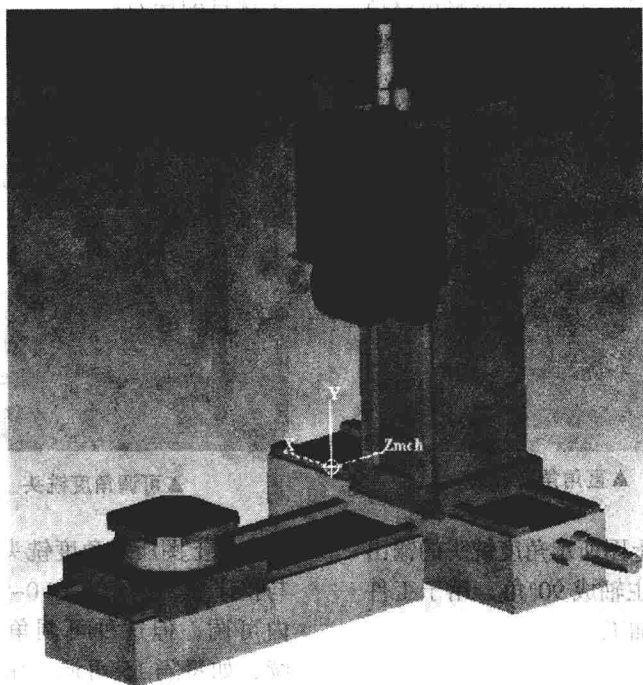
立柱在床身上做纵横向移动或仅做横向移动。机床配有平台、回转工作台、后立柱、平旋盘、立铣头和万能铣头等附件。

该机床具有刚性好、精度高、可靠性强、操作方便、造型美观等特点，特别是在方滑枕端面上还可以安装各种附件（包括万能铣头、垂直铣头、伸长铣头等，可根据特殊订货供应）或与回转工作台配合使用，能进一步扩大机床的应用范围。

落地镗铣床的镗轴直径都在125mm以上，最大已达300mm。镗轴直径为260mm的落地镗铣

床的主轴箱垂直行程可达8000mm，立柱横向行程可达21000mm，主电动机功率为120kW，机床重量约为350t。

坐标轴方向判定方法：站在机床前面，面向立柱，向左水平伸出左手，方向为X轴正方向；面对立柱的方向为Z轴正方向；用右手定则判断Y轴正向为竖直向上。

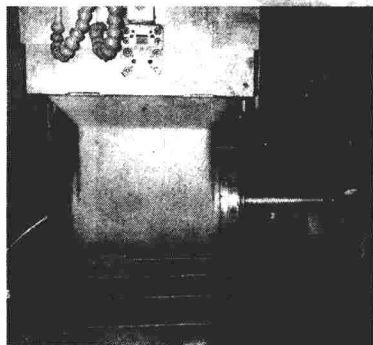


▲用模拟机床分析机床坐标系

角度铣头

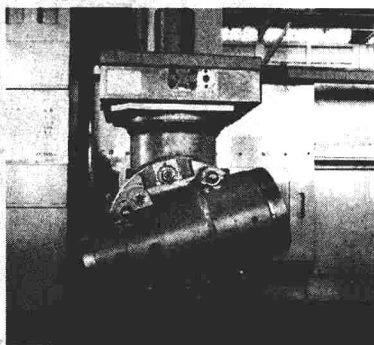
角度铣头是一种机床附件。机床安上角度铣头后，刀具旋转中心线与主轴旋转中心线成指定的角度来加工工件。角度铣头广泛应用于航空、汽车、模具等机械加工的各个领域。使用角度铣头，无需改变机床结构就可以增大其加工范围和适应性，使一些

用传统方法难以完成的加工得以实现，并能减少工件的重复装夹，提高加工精度和效率。角度铣头主要用于加工中心和镗铣床等，可以装在刀库中，并可以在刀库和机床主轴之间实现自动换刀。



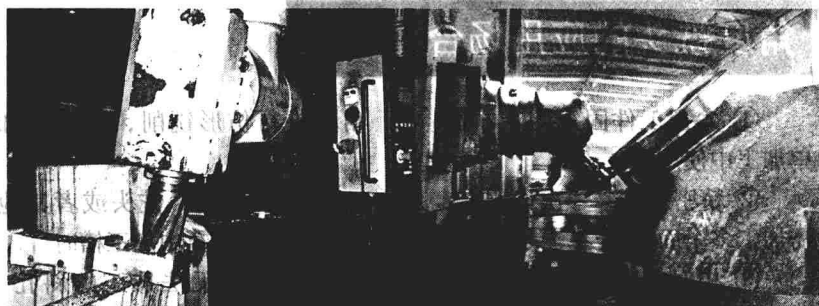
▲直角角度铣头

如上图所示角度铣头的输出与机床主轴成 90° 角，用于工件的侧面加工。



▲可调角度铣头

如上图所示角度铣头的输出与机床主轴的角度在 $0\sim 90^\circ$ 范围内可调，但这种可调角度不连续，如每隔 15° 可调，用于工件特定角度面的加工。



▲加工斜圆柱面外沟槽



▲伸入孔内加工孔内侧凹槽

▲伸长铣头，除改变加工方向外，在长度上有所增加。

万能角度铣头的输出与机床主轴的角度在 $0\sim 90^\circ$ 范围内连续可调，可在两个方向上调整角度，用于工件特定角度面的加工。有些机床万能角度铣头的可调精度可达 1° ，甚至可达 0.1° 。

非标定制角度铣头一般是根据客户工件加工的特殊需要来制作，完全根据客户



▲卧式加工改为立式加工（用于加工斜槽）

的要求设计制造，一般大型镗铣床、龙门加工中心和大型镗床上比较常用，主要用于军工、国防、能源及工程机械领域中大型工件的加工。