

立式五轴综合加工机CT-350的研发

■ 东台精机股份有限公司 (台湾高雄 82151) 陈建宏

摘要：本文从机械结构、控制器机能及操作便利性等方面，阐述了CT-350立式五轴综合加工机的特点和优势。

针对客户加工零件少量多样化与定制化的加工诉求，且考虑人力成本、地价的提升，若能通过一次性加工完成所有工序，不仅可以减少人工换料的时间，还可以降低换料造成的精度误差，提升加工精度。五轴综合加工机的选用正可以解决此问题，通过五轴加工可完成复杂的零件加工，达到一般三轴机械无法达到的加工形态。另外，利用一台五轴加工机可达到2~3台三轴加工机的产值，但占地面积却远小于同样产值的三轴加工机。为此，我公司利用先进技术和强大的研发能力，开发出高速、高精度的立式五轴综合加工机（见图1）。

1. CT-350机械特点

(1) 机械结构。CT-350为C-Type架构（见图2），此C-Type机床的设计利用了有限元素

分析，针对静态和动态刚性进行了分析，使此机在五轴加工方面更能展现出绝佳的特性。立柱超宽底部设计增加了刚性与抗扭特性，如图3所示。移动体的低重心驱动可减少因快速定位造成的振动，如图4所示， $A:B=1.4:1$ 。三轴优化滑轨跨距，提升了加工稳定性。双耳式工作台支撑刚性，采用具有高刚性、零背隙的滚子凸轮驱动（见图5），可大幅提升抵抗高转矩切削的能力，稳定加工质量。刹车采用环抱式油压设计。全新的底座设计可大幅提升刚性与抗扭能力，如图6所示。整机的热对称设计可降低因长时间加工或环境温度变化所造

成的精度误差。整机移动件采用轻量化设计（减轻5%~10%），可提升定位精度。CT-350的精度表现与制动转矩如附表所示。

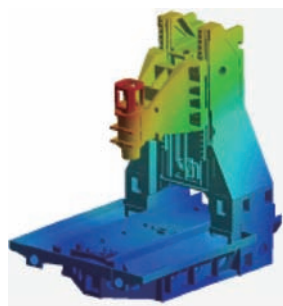


图 3

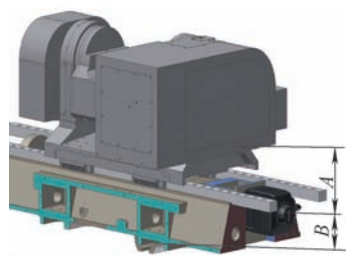


图4 机床



图1 CT-350外观

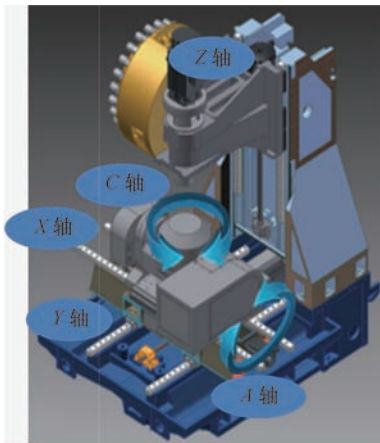


图2 CT-350结构

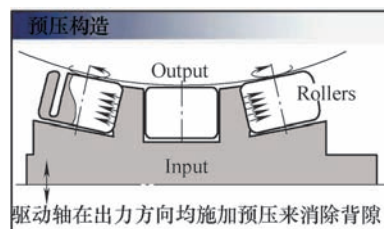


图5 滚子凸轮特性

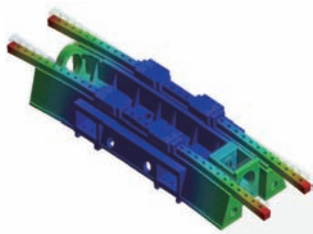


图 6

CT-350的精度与制动转矩

	A轴	C轴
定位精度/s	15	15
反复精度/s	10	10
制动转矩/N·m	250	220

此外，本产品伺服电动机采用高刚性挠性联轴器，具有高转矩与低背隙特性，并可有效阻隔电动机热源。在不变更机床占地面积的情况下，具有可安装40支

刀的刀库。换刀系统搭配编码器控制，可提升换高速度。

(2) 控制器机能。加工机能的选用在五轴加工中扮演关键角色，如果选用错误或是缺少机能将会造成加工精度不良，进而造成不良率的提升。现以FANUC机能为例，介绍CT-350的标准加工机能。①纳米平滑功能：可大幅提升加工表面精度，避免细微段差产生（见图7）。②平滑刀具中心点控制（STCP）：进行五轴同动加工时，补偿刀具与旋转倾斜角度，达到曲面加工的平滑度，如图8所示。③倾斜面加工指令：可将平面（X—Y）加工指令转换为倾斜面加工，使CAM可简单编写指令，如图9所示。④3D

刀半径补偿（见图10）：经长时间加工后，根据刀具磨损的程度进行偏移加工路径调整，避免成品的精度不良。

(3) 操作便利性。保养部件采用集中式设计，使每日检点简单方便，如图11所示。宽敞的门开空间与适中的取附距离为使用者提供了上下料的便利，如图12所示。

(4) 机械尺寸与工作空间。机械外观尺寸为3 104mm × 2 150mm × 3 125mm（不含水槽），如图13所示。图14为CT-350加工物尺寸与干涉图。

2. 五轴机出厂检验工件

为了确保五轴加工机的质量，出厂前需针对其定轴加工精度进行实际切削检验，如图15所示。此外，若采用附有五轴同动机能的控制器，则应追加五轴同动加工检验，如图16所示。

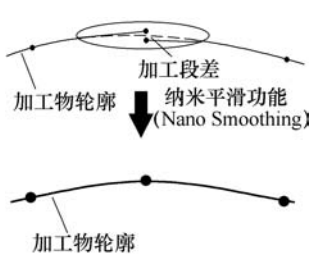


图7 纳米平滑原理

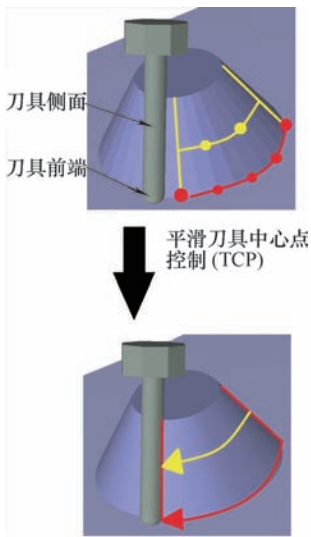


图8 STCP原理

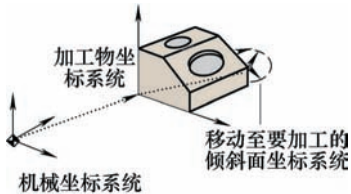


图9 倾斜面加工指令原理

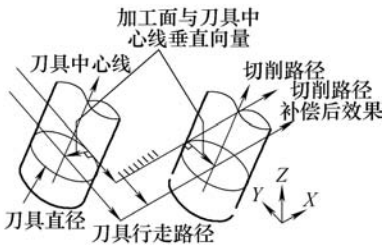


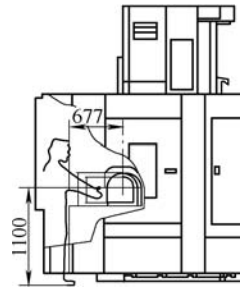
图10 3D刀半径补偿原理



图11 保养部件



(a)



(b)

图 12

3. 结语

近年来,随着工业4.0的崛起,提高生产力、降低劳动力的诉求与日俱增,发展五轴加工机势在必行。

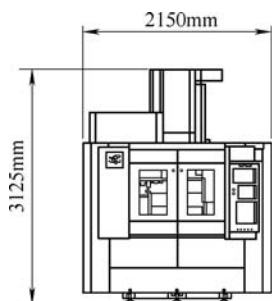
五轴加工机具有如下优点:

①与三轴加工机相比,可加工较复杂的形状,可降低制程与特殊

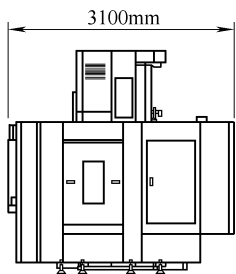
制具的成本。②一个工件在三轴与五轴加工机上所需的工序差异有2~3个以上,五轴加工机可明显提升生产效率。③因五轴加工的复杂性较三轴高,所以刀具长度可以比较短,故可增加切削刚性,提升加工质量与效率。④因五轴机可缩减加工工序,故可同

时取代2~3台三轴机,可以减少占地面积。

五轴加工是未来的发展趋势,但因五轴加工特性复杂,在编写CAD/CAM或操作机台时需要有着相当的经验,因此加强五轴应用方面的人才培养亦是现阶段十分重要的一项课题。

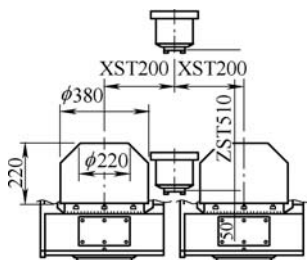


(a)

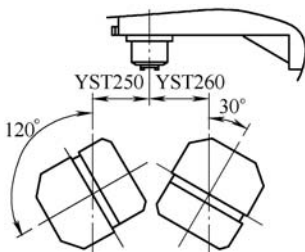


(b)

图13 机械外观尺寸



(a)



(b)

图14 加工物尺寸与干涉图



图15 定轴加工检验件



图16 同动加工检验件

MW (收稿日期: 20151216)

《金属加工(热加工)》2016年第8期要目

油井高压管汇的焊接

Q345R与N08825异种钢焊接工艺试验

小口径管对接气焊右焊法

15CrMoR和06Cr25Ni20异种钢的焊接工艺

单电源双细丝埋弧焊拼板变形试验研究及分析

提高板材切割质量和效率的方法

伸缩臂起重机吊臂的制造工艺研究

液压支架结构件托板拼装夹具的研制

CO₂气体保护焊在大型结构件焊接中的应用

快速夹在工程机械焊接工装中的应用分析

井下快速补焊采煤机液压缸及油箱渗漏的措施

Q345B钢盾构机的焊接工艺研究

SQ系列双汽车顶板采用焊接结构可行性研究

HXD1型机车构架侧梁CLOOS机械手焊接工艺改进

CRH380D车钩板焊前预热后降温曲线研究

CN200后消声器壳体焊接工作站的开发设计

A型铆接铝合金车体制造工艺探讨

C型不锈钢地铁底架端部的焊接制造工艺

V300—Zefiro转向架构架典型接头焊接工艺

低空载电压焊机用全位置带立向下焊E6013焊条的研制