

立式车铣复合加工中心的研发与应用

■ 安阳鑫盛机床股份有限公司 (河南 455000) 胡 莹 王 超

摘要：本文介绍了一种立式车铣复合加工中心的用途、适用领域、结构性能、机床优点及案例分析，该机床具有自主知识产权，在国内处于领先地位。

随着全球制造业的发展，复杂形状工件及其多样化加工的需求越来越大，如何以客户为中心、满足客户个性化需求，提高工件加工精度、缩短产业链，成为当今机床制造业所面临的一个重要课题。因此，近年来复合加工中心发展迅速。INDEX公司、DMG MORI公司等国外企业研发较早，技术比较成熟，都已形成系列产品。而我国在立式车铣复合加工中心方面研究较晚，目前此方面的需求设备基本依赖进口。我公司自主研发的CX系列立式车铣复合加工中心正满足了这一国内需求。

复合加工中心是将车、铣、钻、镗等多种不同类型的加工工序整合到同一台机床上，即在一次装夹中，完成工件从毛坯到成品的全部加工。CX系列立式车铣复合加工中心以 $\phi 800\text{mm}$ 回转直径为基型，具有车、镗、铣、钻、铰及攻螺纹等多种工序复合加工功能，可实现五轴联动，在一些特殊零件的加工中，有其不可替代的优势，可广泛应用于军工、航天、汽车及医疗机械等

领域具有复杂型面和高精度要求的零件加工，如叶轮、叶片、齿轮、模具及汽车等零部件，并满足中小批量、多品种、个性化、高精度和高效率的加工需求。

1. 立式车铣复合加工中心的结构和性能

CX系列立式车铣复合加工中心的结构如图1所示。

(1) 床身及Y向移动。机床的床身由底座、Y向移动和自动换屑机构组成。Y向移动采用直线导轨、滚珠丝杠和伺服电动机驱动结构，运动整体响应快速，

移动速度可达60m/min。

(2) 横梁及X向移动。机床横梁固定在床身后端，为X向、Z向移动提供支承，X向移动结构同Y向移动一样，采用直线导轨、滚珠丝杠和伺服电动机驱动结构，移动速度可达60m/min。

(3) Z向移动及铣头滑鞍。Z向移动支承部件由Z向移动床鞍和铣头滑座组成，Z向运动结构采用X、Z向移动直线导轨、滚珠丝杠和伺服电动机驱动结构，移动速度也可达60m/min。

(4) 摆动铣头。用于五面加工和五轴联动铣削，最高转速12 000r/min，转矩96/115N·m；B轴铣削转速30r/min，转矩500/650N·m，摆角 $\pm 180^\circ$ ；设有刀具内外冷装置，适合先进材料的切削。

(5) 回转工作台直接安装于Y向移动直线导轨滑块上，回转工作最高转速800r/min，输出转矩2 050/3 000N·m，铣削转速50r/min。

(6) 工作台为两个，用于安装加工工件，一个工作台安装于回转工作台上，可随回转工作

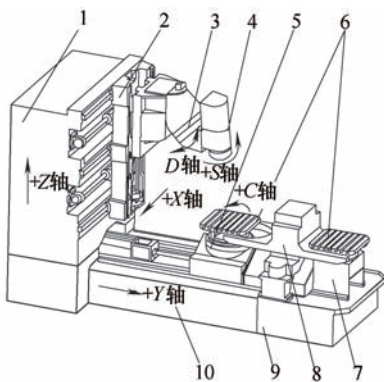


图1 机床结构

- 1.横梁 2.床鞍 3.铣头摆动部分 4.铣头
- 5.回转工作台 6.工作台 7.工作台上料支座
- 8.工作台交换装置
- 9.工作台交换装置底座 10.床身

台回转，用于工件车削和五面加工；另一个工作台安装于上料装置上，用于装卸工件，使装卸工件与加工工件可同时进行。加工工位工作台与装卸工位工作台可通过工作台交换装置进行自动交换。

(7) 刀库。为了满足机床车、镗、铣、钻、铰及攻螺纹等自动加工，在机床左侧设有刀库，供自动加工工艺选用刀具。刀库刀具容量32/60把，刀柄采用HSK形式，最大刀具质量（含刀夹、卡套）18kg，最大刀具长度（含刀夹、卡套）300mm，满刀最大刀具直径120mm，邻空刀最大刀具直径200mm，刀对刀换刀时间3.8s，并采用模块式设计，可根据用户需要，配置不同形式和不同刀具数量的刀库。

(8) 防护。机床配置全封闭防护、大开度的工作门和宽大视窗，操作十分舒适，维护方便；Y向移动导轨护板采用35°倾角设计，防止持续切屑堆积。

CX8075立式车铣复合加工中心机床外观如图2所示。

2. 立式车铣复合加工中心的优点及案例分析

立式车铣复合加工中心最突出的优点是将传统工序分散的生产加工形式整合到一台机床上，实现一次装夹即可完成加工范围内的全部或绝大部分工序，这种生产方式有以下优点：

(1) 缩减生产过程链，减少在制品数量。完整加工大大缩短了生产过程链，由于将加工任务只交给一个工作岗位，无需复杂的计划系统就能够迅速解决所发生的事情并使之优化。工件越复



图2 CX8075立式车铣复合加工中心机床

杂，其相对传统工序分散生产方法的优势就越明显。

(2) 减少基准转换，提高加工精度。工序集成化不仅提高了工艺的有效性，由于零件在整个加工过程中只有一次装夹，加工的精度更容易获得保证。

(3) 减少工装夹具数量和占地面积。由于过程链的缩短和设备数量的减少，工装夹具数量、车间占地面积和设备维护费用也随之减少，从而降低了总体固定资产的投资、生产运作和管理的成本。

(4) 缩短产品研发周期。在竞争日益激烈的环境下，产品不断更新，这就要求产品研发周期不能太长。对于航空航天领域的企业，新产品零件越来越复杂，精度也越来越高，因此，具备高柔性、高精度、高集成性和完全加工能力的五轴车铣复合加工中心可以很好地解决新产品研发中复杂零件加工的精度和周期问题，大大缩短研发周期和提高新产品的成功率。

以我公司一零部件（见图3）的加工过程为例，对传统的分散加工与复合加工中心加工进行对比，传统分散加工工艺的步骤如表1所示。

用传统的方法加工此零件，需要有划线、车、铣、磨、镗、

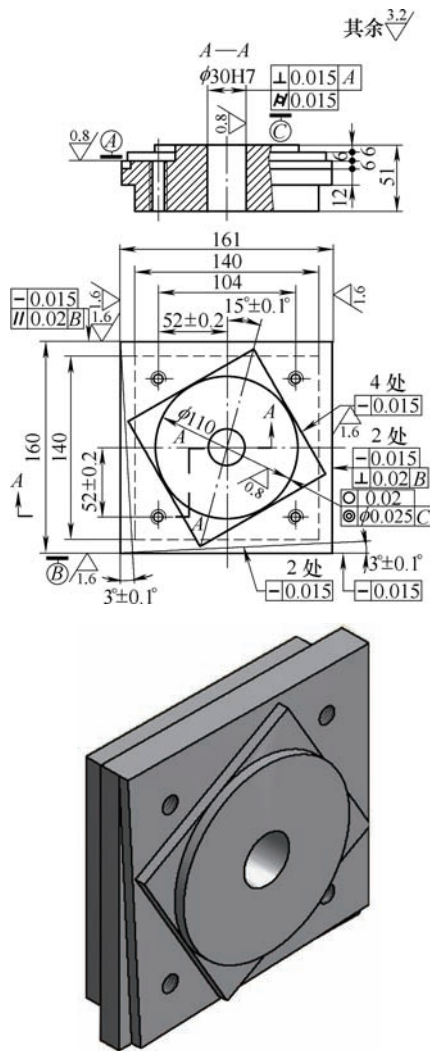


图3 加工零件

与管理较复杂。

车铣复合加工中心的加工工艺如表2所示。复合加工中心加工此零件只需要两次装夹，同一套工装夹具即可完成零件从毛坯到成品的加工，高速切削可实现以铣代磨，从而保证被加工零件的精度及表面质量，大大缩短了生产链，减少了工装夹具和设备数量，从而降低了设备维护费用、生产运作和管理的成本。零件的现场加工如图4所示。

这种立式车铣复合加工中心具有转速高、进给速度快和五轴联动的优点，可以以高速铣削代替磨削，一次装夹完成工件的加工，提高工作效率，保证被加工零件具有较高的精度和表面质量，且工件越复杂，其相对传统工序分散的生产方法的优势越明显，满足中小批量、多品种、个性化、高精度和高效率的加工要求。立式车铣复合加工中心机床加工的零件如图5所示。



图4 零件现场加工



图5 立式车铣复合加工中心机床加工零件

表 1

工序	工序名称	工艺内容	设备	工艺装备
1	划	划车、铣用线	—	—
2	车	车 $\phi 110\text{mm}$ 外圆，留磨量	车床	四爪卡爪
3	铣	铣 $140\text{mm} \times 140\text{mm}$ 四面及底面	立式加工中心	工装夹具
4	铣	铣 $160\text{mm} \times 160\text{mm}$ 及 $2\text{mm} \times 3^\circ$ 斜面 铣 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 四面及上端面	立式加工中心	工装夹具
5	磨	磨A面	磨床	工装夹具
6	镗	钻、镗 $\phi 30\text{H}7$ 孔 (以A面找正)	镗床	工装夹具
7	磨	磨 $\phi 110\text{mm}$ 外圆	外圆磨床	心轴、夹具
8	钻	钻、攻4-M12螺纹孔	钻床	

表 2

工序号	工序名称	工艺内容	设备	工艺装备
1	铣	铣 $140\text{mm} \times 140\text{mm}$ 四面及底面	复合加工中心	工装夹具
2	铣	反面： 铣 $160\text{mm} \times 160\text{mm}$ 及 $2\text{mm} \times 3^\circ$ 斜面 铣 $100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 四面 铣车 $\phi 100\text{mm}$ 外圆及上端面 钻、镗 $\phi 30\text{H}7$ 孔 钻、攻4-M12螺纹孔	复合加工中心	工装夹具

3. 结语

该系列立式车铣复合加工中心的研发及投产上市，对提升我国整体装备制造业水平及加速制造业转型升级起到了重要的作用，满足了我国在军工、航天、汽车及医疗器械等领域的需求。

参考文献：

- [1] 王先逵. 机械制造工艺学[M]. 北京：机械工业出版社，2003.
[2] 孟少农. 机械工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2007.
MW (收稿日期：20160506)

《金属加工（热加工）》 2016年第18期要目

XGC15000底节臂焊接变形

预防及控制

车架外伸梁焊接变形工艺优化

压力机主机架焊接变形工艺改进

应力释放槽在压力机典型零件

焊接防变形工艺中的应用

汽轮机9%Cr钢喷嘴与喷嘴室

整体焊接工艺研究

电力变压器梯形箱盖焊接后的

变形记矫正

屈服强度F460MPa级海工埋弧

焊材工艺试验研究

法国液化空气焊接公司P91钢埋

弧焊焊接工艺

Q690D低合金高强钢箱形梁的

CO₂焊接

Q690高强钢钢焊接材料的选择

及其应用

液压支架用高强钢焊接保护

气体的工艺研究

吊点药芯气体保护焊焊丝选型分析

中厚板不开坡口焊接工艺应用

SA387Gr11CL2材料焊接工艺