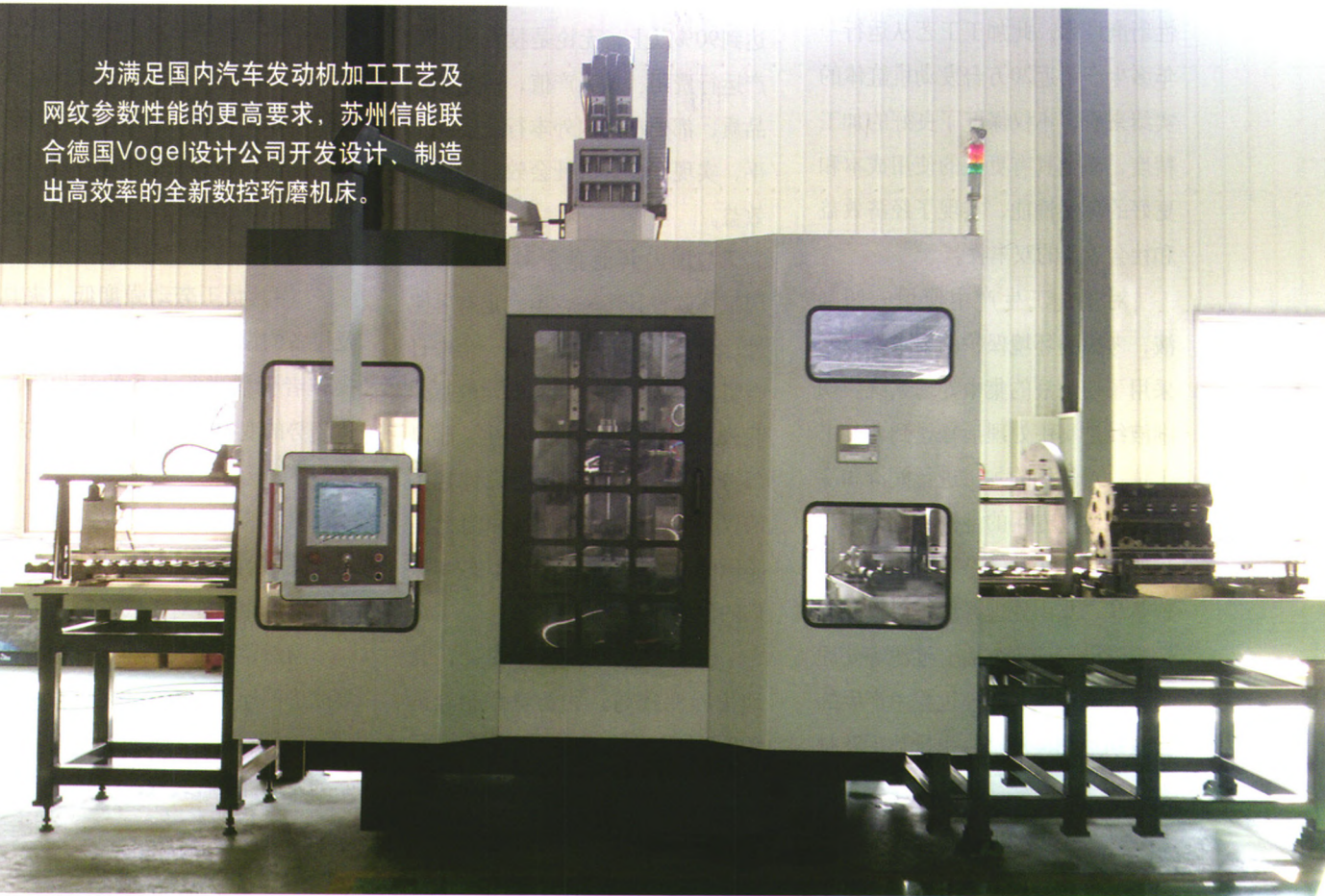


汽车发动机缸体珩磨装备的国产化

□ 苏州信能精密机械有限公司/李学武



为控制汽车排放尾气对大气的污染，针对汽车使用性能和排放标准，我国正在执行更为严格的标准。汽车生产制造商对汽车发动机的工艺制造也提出更高的要求，尤其是对影响汽车尾气排放的缸体孔平台网纹加工技术提出更高的要

求，而实现这一技术的关键设备是珩磨机床，因此珩磨机床的制造精度和加工性能就显得愈发重要。目前国内外能开发设计、制造缸体平顶珩磨机床的企业屈指可数，如德国的Nagel、Gehring，日本的富士以及中国的宁夏大河等，而这

些老牌企业，除了德国的Nagel、Gehring公司已开发出新款的数控往复立式珩磨机床外，国内企业还没有开发出此类机床。针对这一状况，作为国内唯一一家集珩磨设备、珩磨刀具、珩磨夹具、珩磨油石为一体的专业珩磨装备制造企

业，苏州信能借助在德国Degen分公司的资源优势，联合德国Vogel设计公司开发设计，制造出了高效率的全新型缸体数控珩磨机床。

传统平顶珩磨机床的结构特点

- (1) 机床主传动结构复杂，维护成本高。机床主传动为满足调速要求，均采用齿轮变速箱结构，所以传动链复杂繁琐，其变速箱均采用齿轮滑移变速方式，因此结构庞杂，生产、装配和维护费用较高。
- (2) 机床主轴往复运动均采用液压伺服驱动，对液压系统的性能指标和工作环境维护要求较高，液压系统维护成本高。因汽车发动机缸体孔平顶珩磨工艺的特殊性，机床主轴的往复运动需频繁换向，且上下往复速度要求一致，往复换向精度一般在5mm以内。目前液压伺服往复换向精度，德国的Nagel、Gehring公司，可做到1mm左右，国内宁夏大河机床厂可做到5mm左右，但液压伺服阀对油压、

温度、油品、油的过滤精度都有较高的要求，液压系统、液压管路的密封和连接其维护成本和管理成本就可想而知了。

- (3) 机床进给机构均采用液压双进给机构，通过伺服液压阀控制液压缸的速度、运动方向和压力实现珩磨头的进刀和退刀。

机床为满足平顶珩磨需要，其珩磨头一般都采用双进给液压舒张方式，该结构可满足工件一次定位、装夹完成后，一次完成对工件孔的基础珩磨和平顶珩磨，并与气动系统结合，实现加工实时在线测量。但该进给方式因液压的特点，只能实现定压进给模式，无法准确实现定量进给模式，影响其切削效率。

MB42150Z新型数控立式珩磨机床

1. 机床总体概述和布局

机床总体布局如图1所示。该机床采用全伺服控制的、模块化的、自动化设计的数控珩磨机床，机床往复采用高精度的往复伺服驱

动系统，主轴单元采用单轴双伺服进给机构，并配置带自动测量的磨头和自动测量装置，实现加工的实时在线测量，通过测量信号控制磨头实现机床粗、精加工的自动转换，保证缸体孔或缸套孔一次加工完成。机床配置伺服移动滑台，可实现对直列式发动机缸体孔的加工，可根据用户需求，按用户零件，提供专用夹具。能够加工孔径50~150mm各类零件，最大加工长度可达400mm，表面粗糙度值可达 $R_a=0.4\mu m$ ，圆度可达0.005mm。也可根据用户需求配置自动送料装置或配置桁架机械手，实现缸体柔性加工线的生产。机床电气系统由德国西门子电气公司专门针对珩磨机的工作特点开发的专用工控系统，采用界面美观大方的西门子触摸屏，界面美观，参数丰富，机床运动参数和工艺参数全部可以在画面上显示和修改，实现可视化操作。

2. 机床加工精度

圆度 $\leq 0.005mm$ ，圆柱度 $\leq 0.006mm$ ，表面粗糙度值 $R_z \leq 2\sim 4\mu m$ 。

加工的零件如图2所示。

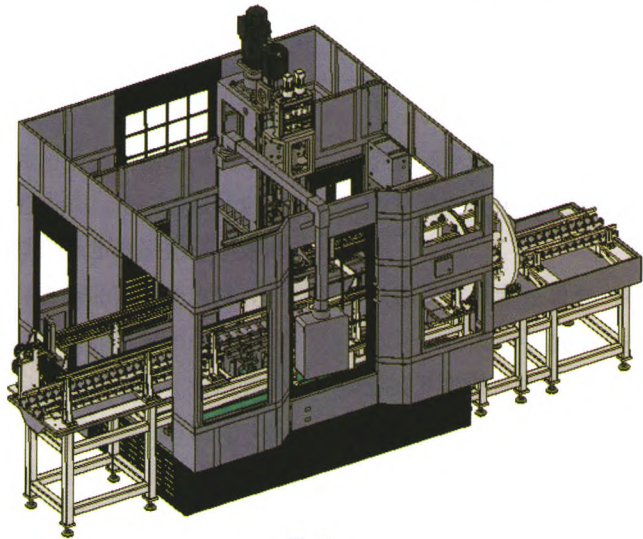


图 1



图 2

平顶网纹参数及检测轮廓曲线： $R_{pk} < 0.3\mu m$ ， $R_k < 1\mu m$ ， $R_{vk} = 1\sim 2\mu m$ ， $Mr_1 \leq 8.5\%$ ， $Mr_2 = 70\% \sim 85\%$ ，网纹角为

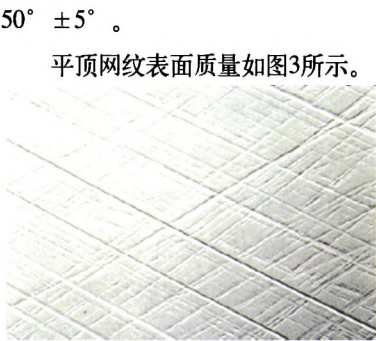


图 3

3.机床主要结构

机床主要规格及参数如附表所示。

(1) 主轴旋转系统主要采用主轴变频电动机+减速机直驱主轴。采用此结构代替传统变速箱结构或同步带轮传动结构，大大简化了传动链，减少了传动环节的累计误差对传动机械效率的影响，减少了维修成本，提高了传动的效率和准确性。主轴变频电动机的起停控制通过专用施耐德PLC的输出模块进行控制，主轴旋转方向及主轴旋转速度可以根据需要，在操作触摸屏界面上进行设置，操作方便快捷，容易掌握。

(2) 主轴箱往复运动系统主要由伺服电动机直接驱动滚珠丝杠，丝杠带动螺母，螺母带动主轴箱一起做往复运动。取代了传统液压或液压伺服往复机构，不仅简化了机械结构，还避免了液压机构的泄漏对机床整体整洁及珩磨液的影响，也提高了往复换向控制精度，使原来的换向精度由原来的1~2mm提高到0.5mm，也大大降低了珩磨机的维护成本和故障率，提高了机床的使用效率。可在操作面屏上进行速度及冲程位置的设定和修改，冲程最高位置和冲程最低位置

机床规格	加工孔径范围/mm	50~150
	轴头数	单轴
	工位	多工位
	工作台容许载荷/kg	400
主轴	主轴电动机/kW	5.5
	主轴变速范围/r·min ⁻¹	125~500
	主轴减速比	1:8
冲程	最大冲程长度/mm	600
	冲程伺服电动机/kW	7
	冲程控制方式	伺服电动机+滚珠丝杠
	最大冲程速度/ m·min ⁻¹	36
	冲程精度/mm	≤0.1
润滑	润滑形式	自动间歇润滑
	润滑电动机功率/kW	0.025
	润滑站容量:	3L
冷却	冷却控制方式	自动
	控制温度范围/℃	15~25
	过滤形式	两级过滤
	过滤精度/μm	25
	出油泵流量/ L·min ⁻¹	100
	回油泵流量/ L·min ⁻¹	100
设备运行条件	工作环境	电源/V: 380±15% 三相交流频率/Hz: 50±2%
	空气介质	无腐蚀性介质
	相对湿度	≤85%
	气源压力/ MPa	>0.4
	工作环境温度/℃	5~40
其他	机床质量/t	约5
	机床颜色	白+灰
	设备长×宽×高/mm×mm×mm	约2 200×2 000×4 000
	噪声标准	在标准工厂环境中, 连续加载峰值下小于80dB

等参数进行设置。在有效行程范围内，可按加工工件长度需要任意调整。

(3) 磨头进给系统是通过伺服电动机+减速器直接驱动丝杠，丝杠通过螺母驱动进给推杆实现磨头的进给运动。实现了用高精度的往复伺服驱动系统取代了传统珩磨机液压驱动系统，解决液压进给系统定压进给量无法控制的缺陷，实

现了精确的定量进给模式，最小进给量可达0.1μm。磨头进给系统采用数字交流伺服电动机驱动精密丝杠，实现磨头的准确进给，通过面板控制系统设置刀具的进给量和磨损补偿值（具备手动、自动补偿功能），实现准确控制。

(4) 机床立柱、底座全部采用铸件结构件，通过三维优化设计，使其结构更加紧凑完善（见图

4)。

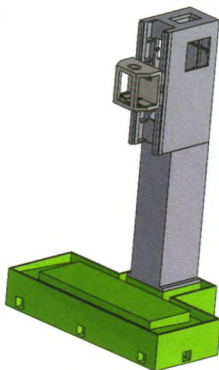


图 4

(5) 机床夹具：机床夹具采用整体焊接件，采用平行四杆机构原理，由液压缸驱动四杆托架，抬起或落下，从而实现对被加工零件的自动准确定位和脱开，满足缸体自动生产线的需求。其结构如图5所示。

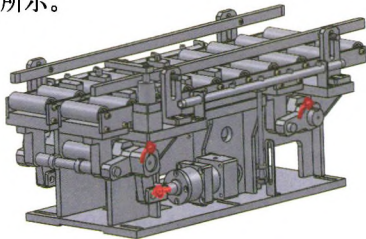


图 5

(6) 自动输送线：自动输送线的方式有许多形式，该输送线只是根据用户被加工零件品种较多，为满足适应输送多品种，三缸机、四缸机及六缸机的自动加工线输送需求而设计的一种形式，公司也可根据用户的不同需求，提供满足不同用户需求的输送方式（见图6）。

(7) 自动翻转控油装置：自动翻转控油装置的目的是把在加工过程中，进入发动机缸体水道内的切削液控倒出来，所以该装置需要将被加工零件翻转180°，完成控油后，还要将被加工零件自动输送



图 6



图 7

(8) 磨头及连杆：珩磨头是珩磨机实现珩磨加工的刀具，通过上述双进给机构，实现珩磨的涨缩，即进刀和推刀。并与气动测量系统结合实现对被加工零件尺寸精度自动测量（见图8）。



图 8

(9) 机床电气系统由西门子电气公司专门针对该珩磨机的工作特点开发的专用工控系统，采用可视化界面的触摸屏，界面美观，参数丰富；机床运动参数和工艺参数全部可以在画面上显示和修改；具备完善的故障信息提示、查询和帮助功能，帮助客户尽快找到和排除故障，方便客户的检查；操作台手轮则帮助操作者对机床的加工零件准确的定位和校准。

结语

由以上结构对比分析，可见该型机床从构成机床的各个部件结构做了全新的设计，全部采用伺服结构，是目前国惟一一款全伺服的新型缸体珩磨加工设备，它打破了国外同行业对该技术领域的垄断地位，为国内汽车发动机行业缸体加工提供了新的选择。AME



李学武

机械工程师，长期从事机床设计工作，尤其对珩磨机床的设计和具有多年丰富的设计和实践经验。