

变速箱壳体加工尺寸偏移原因与解决

■ 上海汽车变速器有限公司 (201807) 张 璐

摘要：介绍了一例非设备故障引起的加工尺寸偏移问题，通过对工件定位夹紧执行元件的动作顺序及机床夹具液压控制方式的深入分析，确诊了加工尺寸偏移发生的原因，采取合理的方式解决了加工尺寸偏移的问题。

我公司某变速箱壳体机加工生产线由3个工位共3台机床组成，3台机床均为单主轴双托盘交换加工的形式。3台机床所使用的夹具均为恒轮公司设计制造的液压夹具。该生产线的20工位使用牧野品牌加工中心经供应商改造后配以恒轮公司制造的液压夹具对壳体进行加工，10、30工位使用恒轮品牌加工中心。

1. 故障现象与设备例行检查

产品批量生产之后，20工位常出现壳体底面上的孔系位置尺寸整体偏移的情况，偏移无固定方向，呈现随机性，加工极易产生废品，质量难以控制。对机床进行了例行检查，机床丝杠、导轨无明显磨损现象，主轴端跳、径跳和拉力均正常，主轴夹头及刀柄接触面无磨损情况，定位轴、进给轴的重复定位精度在机床合格指标范围内，机床性能良好。查询重点转向该工位的液压夹具，经检查，夹具上定位面、定位销和夹紧头均无磨损松动情况，液压油温度压力均正常。变速箱壳体及其夹具如图1所示。

2. 夹具工作原理的分析

深入分析该工位夹具及其液

压控制的工作原理：

(1) 壳体的定位与夹紧。壳体的定位由夹具上的双胀套、定位面和定位销实现，夹紧由夹具上一周均布的4个夹紧头完成，遵循先定位、后夹紧的顺序原则。壳体在10工位上已加工完成在20夹具上定位所需的基准平面、销孔及与双胀套接触的基准大孔。夹具上的双胀套限制了壳体的横向移动与转动、垂直方向移动与转动，定位面限制壳体的纵向移动，定位销限制壳体的纵向转动，导致壳体的6个自由度被完全限制。壳体上料后，夹具上的定位面、定位销已与壳体接触，此时图2夹具装配图中所示的活塞

下腔存在着一定压力的液压油，当执行壳体夹紧指令时，活塞下腔的液压油卸压，活塞在碟簧作用下带动拉杆、压板和横销同时向下运动，拽动双胀套向下移动，胀套沿斜面外涨，与壳体基准大孔紧密接触，实现壳体的定位。壳体夹紧所用4个夹紧头在液压油的作用下缩回，夹紧指令发出后，液压油卸压，夹紧头依靠其内部的弹簧复位而伸出，其倒角与壳体喇叭口接触并压紧，外撑于壳体喇叭口，实现壳体的夹紧。负责壳体定位夹紧的这5个液压执行与弹簧复位机构均可视为单作用液压缸，在无液压压力状态下为壳体的定位和夹紧；壳体



图1 变速箱壳体及其夹具示意图

1.胀套 2.定位面 3.定位销 4.夹紧头

放松时，液压油进入单作用液压缸推动活塞运动，使外胀的双胀套变形复原、4个夹紧头缩回，壳体即可从夹具上取下。

(2) 夹具液压控制原理。图3所示为该工位恒轮公司制造夹具的液压原理图，分析夹具上与壳体夹紧放松有关的夹紧、放松，并检测液压接口。

壳体放松指令发出后，液压油通过耦合器进入放松接口，流经滤芯、单向阀及单向节流阀1.8后，一路通过液控单向阀1.9、单向节流阀1.10进入定位胀套液压缸，液压缸中的活塞上移，双胀套变形复原；另一路通过液控单向阀2.3、单向节流阀2.4进入4个壳体夹紧液压缸中，4个夹紧头缩回，壳体放松。

壳体夹紧指令发出后，液压油进入夹紧接口，通过滤芯、单向阀后，其中一路到达液控单向阀1.9的控制口，将该液控单向阀顶开，壳体放松状态下定位胀套液压缸中的液压油沿单向节流阀1.10、液控单向阀1.9、单向节流阀1.8及单向阀，从放松接口流出，定位胀套液压缸的活塞在碟簧的作用下往下移动，双胀套胀开，壳体定位；另一路液压油在压力上升到顶开顺序阀2.1的弹簧后进入无杆活塞缸2.2，同时到达液控单向阀2.3的控制口，待无杆活塞缸2.2中的活塞被液压油顶到行程最末端时液压油压力升高，这时升高的压力油才会顶开液控单向阀2.3，使壳体放松状态下4个壳体夹紧液压缸中的液压油沿单向节流阀2.4、液控单向阀2.3、单向节流阀1.8及单向阀，从放松接口流出，4个壳体夹紧液压缸的

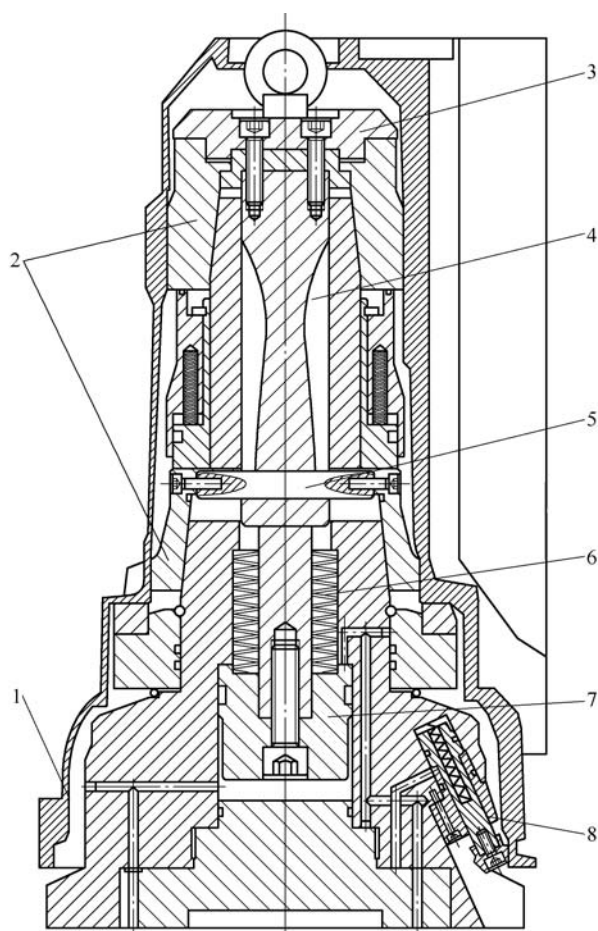


图2 夹具装配图

1.壳体 2.双胀套 3.压板 4.拉杆 5.横销 6.碟簧 7.活塞 8.夹紧头

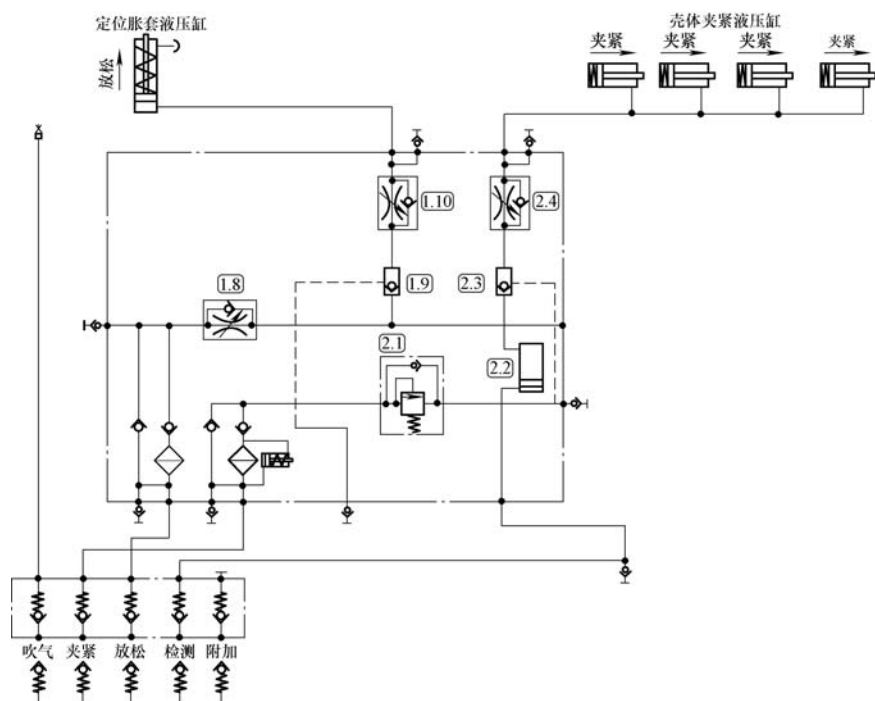


图3 夹具液压原理图

活塞经弹簧复位，夹紧头伸出，壳体夹紧。壳体的定位胀套液压缸与壳体夹紧液压缸的动作存在先后顺序：液压油先到达液控单向阀1.9的控制口，使定位胀套液压缸中的液压油泄压，壳体完成定位动作；由于顺序阀2.1和无杆活塞缸2.2的存在，壳体夹紧液压缸的动作需等到液压油压力上升到顶开顺序阀2.1的弹簧，进入无杆活塞缸2.2，待2.2中的活塞运动到行程最末端，液压油压力升高到足以顶开液控单向阀2.3时，4个夹紧用液压缸中的液压油才会泄压，夹紧头伸出将壳体夹紧。液压元件2.1和2.2的存在，使壳体先定位、后夹紧的正确动作顺序得以实现。理解壳体正确的定位夹紧顺序是进一步分析和解决问题的关键。

3. 机床的夹具液压控制分析

恒轮公司按照自己公司制造的恒轮加工中心配套设计了该生产线3个工位的夹具，前文已述该20工位使用牧野的机床配恒轮公司的夹具，在此将生产线10、30工位的恒轮加工中心与20工位牧野加工中心的夹具液压控制部分进行对比分析。

(1) 恒轮加工中心的夹具液压控制。如图4所示的恒轮加工中心夹具液压原理图，夹具托盘中间液压耦合器上共有5个通道，其中通道1为气路通道，用于壳体定位面的压缩空气吹尘；通道2为壳体夹紧时压力油输入；通道3为壳体放松时压力油输入；通道4的管路联接到图中机床上的压力继电器，液压油在壳体夹紧后从通道4返回到该压力继电器，用于壳体夹紧的压力监测；通道5封闭不

用。液压油通过电磁换向阀实现壳体的夹紧放松切换。这5个通道分别联接至恒轮公司制造夹具的吹气、夹紧、放松、检测和附加接口。

(2) 牧野加工中心的夹具液压控制。对比该工位牧野加工中心的夹具液压原理图（见图5），牧野加工中心的夹具液压控制除了分别负责两个托盘上夹具壳体夹紧放松的两组液压阀外（第一组液压阀用于上料托盘上壳体的夹紧放松，第二组液压阀用于加

工区域托盘上壳体的夹紧），还存在第三组液压阀，该组液压阀只有一路液压油输出，联接至托盘3上的夹紧装置3，而机床其实并不存在第3个托盘。通过现场检查，发现该第三组液压阀的液压管路联接至夹具的检测接口。

4. 加工尺寸整体偏移问题的解决

通过前文的叙述可知，在恒轮机床液压的夹具控制部分和夹具的液压管路中，通道4联接到压力继电器，作用仅仅是监测确认

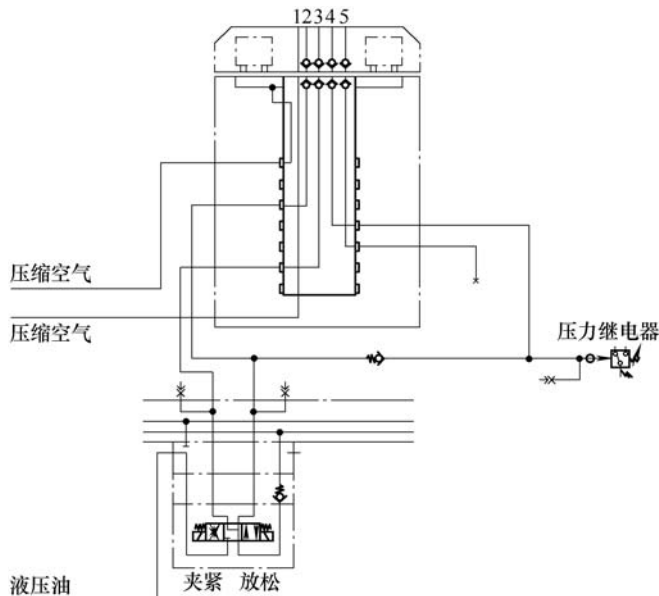


图4 恒轮加工中心的夹具液压原理图

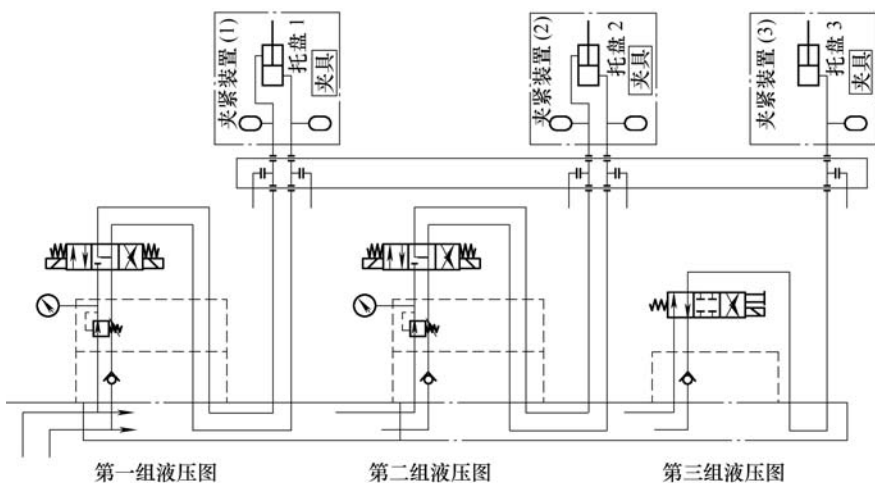


图5 牧野加工中心的夹具液压原理图

壳体的夹紧状态，对夹具上的执行元件不起驱动作用。

而在牧野加工中心上，由于第三组液压阀的输出管路联接到了夹具的检测接口，经过该通道的液压油参与了夹具上4个壳体夹紧液压缸的动作驱动。观察第三组液压阀与第一组液压阀上电磁阀线圈的得失电情况可知，在壳体夹紧指令发出后，两电磁阀同时动作，除了夹紧接口有液压油输入夹具，检测接口的液压油也开始输入，使得液压油快速到达图3中液控单向阀2.3的控制口，顺序阀2.1对壳体定位夹紧动作先后顺序的作用失效，出现定位胀套液压缸与壳体夹紧液压缸同时动作，由于管路长短等因素，甚至出现夹紧液压缸先动作的情况，反映在壳体上为定位夹紧动作同时进行，甚至夹紧先于定位，造成壳体无法正确定位，且定位状态不同，导致加工尺寸无固定方向整体偏移的情况发生。

在第三组液压阀的输出管路上增加管式单向阀，如图6所示，确保输出的液压油由于单向阀的封闭作用无法进入夹具的检测接口，而该电磁阀线圈的得失电动作不做修改，目的在于使检测接口管路中用于压力监测的油液在壳体放松后，可以通过单向阀从该电磁阀卸压，实现与恒轮加工中心夹具液压控制一致的功能。经过改进后壳体先定位后夹紧的正确顺序出现，加工尺寸整体偏移的问题得到解决。

5. 结语

本文叙述的加工尺寸偏移一例并非设备故障引起，主要原

因为设备改造供应商在实施改造时未充分理解两种品牌加工中心

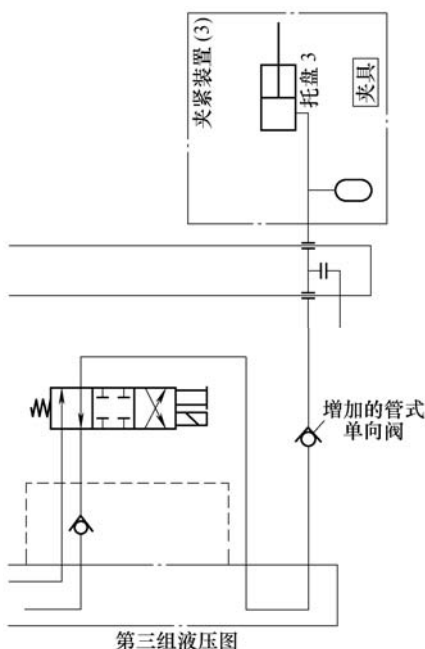


图6 增加管式单向阀示意图

夹具液压控制方式的差别，也未深入分析恒轮品牌夹具工件定位夹紧执行元件的动作顺序，使得两种品牌的机床与夹具的匹配出现问题。通过维修人员的自主维修，对机床与夹具工作原理的深入分析和最终解决，提高了维修人员的故障分析能力，为设备维修中加工尺寸偏移问题的分析判断开辟了新思路。

参考文献：

- [1] 卢旭光，李艳丽，包俊彬. 液压夹具的设计原则及应用[J]. 中国机械，2014（9）：19-19.
- [2] 薛源顺. 机床夹具设计[M]. 北京：机械工业出版社，2011.

MW（收稿日期：20160228）

蓝帜金属加工技术有限公司和格特拉克（江西）传动系统有限公司签订战略合作



2016年4月11日，在蓝帜金属加工技术有限公司南京工厂，蓝帜金工和格特拉克（江西）传动系统有限公司签订了战略合作协议。

蓝帜金工提议为格特拉克江西设立涂层中心，将其最先进的

技术、最先进的设备和最优化的工艺服务提供给格特拉克江西。由此，双方签订战略合作协议，加强双方的合作。蓝帜集团全球CEO Rommel先生对此项目高

度重视，来到签约现场予以祝贺，并以此为契机，宣布加大对中国市场的投资，他介绍道，蓝帜将投资4.4亿人民币在南京建设新工厂，进口设备、扩大产能，并且设立企业大学和建立能力中心以使中国客户得到最有效的服务。