

汽车变速箱斜齿轮侧挂式单机自动线

■ 沈阳机床股份有限公司沈阳第一机床厂 郭秀英

摘要:为缩短我国机床制造业与国外竞争对手之间的差距,提升我国装备制造业的国际竞争力,国内某机床制造商设计、制造了侧挂式单机自动线,用以解决在立式数控机床采用自动线加工汽车变速箱斜齿轮时,整体高、不适宜机械手横梁通过落地式立柱整体运行在立式数控机床之上而带来的刚性差且占地面积大等问题。本文论述了该单机自动线布局的创新性,旨在推广制造业的新技术,倡导自主创新。

目前,国外用于汽车变速箱斜齿轮如图1所示,其车序的单机自动线发展十分迅速,技术趋于成熟。国内对此类设备开始出现市场需求,且明显有增大趋势,但仍依赖于进口。汽车变速箱多品种斜齿轮的车序单机自动生产线主要是为了满足汽车行业对自动化生产线方面的需求。国内该行业面临着由传统加工方式向自动化程度更高的加工方式的转变,因此在对机床的需求方面也发生了根本性的变革,面对加工效率、加工精度不断提高的要求,采用自动化程度更高的加工设备,乃至生产自动线的方式,是市场发展的必然趋势。

斜齿轮类工件适合在立式数控机床上完成,如何解决立式机床整体高、不适宜机械手横梁通过落地式立柱整体运行在立式数控机床之上而带来的刚性差且占地面积大等

问题。为缩短我国机床制造业与国外竞争对手之间的差距,提升我国装备制造业的国际竞争力,国内某机床制造商设计、制造了侧挂式单机自动线。

本文介绍的侧挂式单机自动线,通过对汽车变速箱多品种斜齿轮的车削加工的深入研究,采用了全新布局形式,并且掌握了设计、制造的关键技术。

自动线的整体布局

本单机自动线整体布局采用摆臂式机械手侧挂于立式车床一侧的全新布局形式,由全机能数控立式车床、摆臂式机械手、角相位定位机构、防零件差错机构、上下料仓、抽检及弃料装置、一体化电控柜和外围防护组成(见图2)。通过摆臂式机械手的自动上下料,完成工件外圆、内孔、端面和倒角的加工,抽检、不合格品的丢弃,真正地做到了自动化生产。

整个单机自动线的运行是从上下料仓上毛坯零件运行经过防零件差错机构开始,摆臂式机械手根据防零件差错机构给出的指令决定,是将此零件放入抽检及弃料装置中的弃料位,还是为正确工件接续运行至角相位定位机构处。摆臂式机械手将经角相位定位机构校正后的正确零件运至全机能数控立式车床卡具上方,摆臂式机械手上控制零件角相位机构松开,将零件压入卡具内,卡具卡紧,摆臂式机械手退出加工区,全机能数控立式车床防护门关闭,加工开始。全机能数控立式车床负责汽车变速箱斜齿轮的外圆、内孔、端面和倒角的车加工序加工,然后通过摆臂式机械手将完成加工的零件或放到抽检及弃料装置的抽检工位上等待测量,或放到上下料仓下料位上下料,依次循环。

整体布局的创新性

目前国内同类自动线尚无生产厂商,国外发展优异的是德国菲索玛特(Felsomat)公司,它是知名的机床工具制造商,尤其是在齿轮加工方面,菲索玛特有其独特而完善的齿轮加工解决方案。下面就菲索玛特配备的主机型号为FTC180的双主轴立车与本文介绍的采用VTC3240单主轴立车分别形成的单机自动线布局形式加以对比(见附表)。



图1 斜齿轮

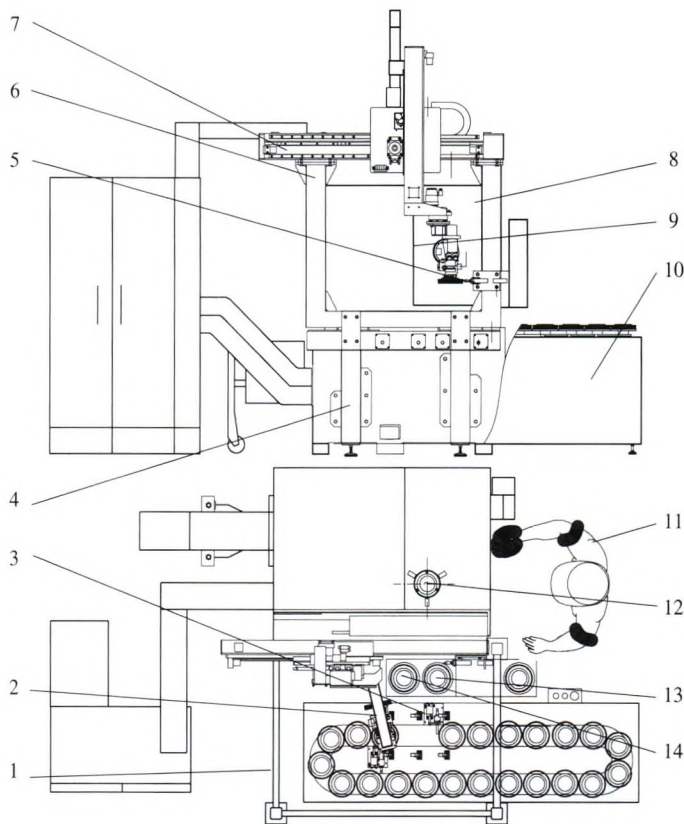


图 2

1.外围防护 2.摆臂式机械手 3.防零件差错机构 4.π字形立柱
5.角相位定位机构 6.U字形立柱 7.机械手横梁 8.立式车床 9.摆臂式机械手
10.上下料仓 11.操作者 12.机床主轴 13.抽检位 14.弃料位

PTC180与VTC3240对比表

	车削 主轴数	最大车 削直径	刀架 数量	机械手 手爪数	机械手 轴数	机械手 横梁位置	料仓形式
菲索玛特	2	220	1	1	3	主轴前面	链式位于 机床侧面
本单机 自动线	1	320	1	2	3	主机左侧面	链式位于 机床侧面

1. 摆臂式机械手配双手爪

从图3可见， 菲索玛特采用了双主轴、单刀架和摆臂式机械手配双手爪的整体布局形式。国内用户在使用过程受斜齿轮的外形特征、工艺流程及上下料仓形式影响，仅启用了单主轴功能或双主轴用于零件的相同部位加工。

单主轴、单手爪功能时零件传递过程如下：

机床主轴停→机床自动门开启→机械手进入机床→机械手从卡具上卸料→
机械手退出机床 → 已加工零件放在 → 机械手从上下料仓 →
上下料仓下料位 抓取零件毛坯
送往校正装置→校正角相位→将零件毛坯装入主轴卡具→机械手退出机床→
关闭机床自动门→主轴启动→加工→机床主轴停→重复循环

在此过程机床出现空仓等待，因此效率低。

(2) 双主轴、单手爪用于零件的相同部位加工时零件传递过程：机床的加工空间是分隔的，使得当一个轴在加工时，另一个轴在平行的时间内可以上下料，这两个加工区域

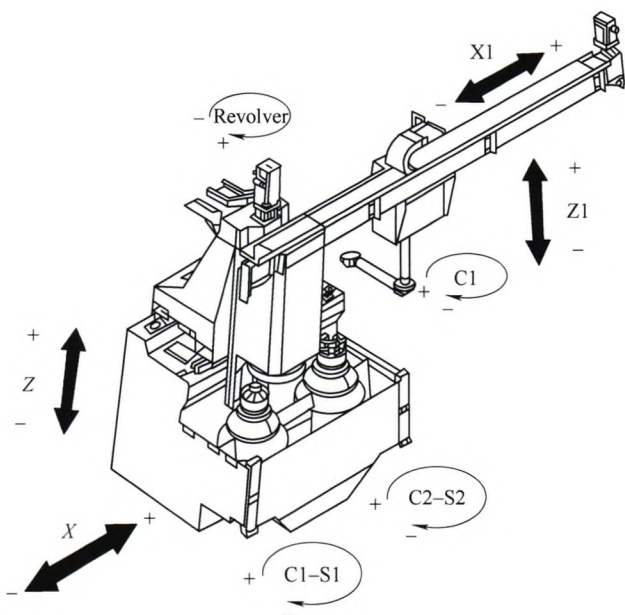


图3 菲索玛特

的分隔采用气动动作的保护隔板。

自动门1 → 机械手 → 手爪从卡具1 → 机械手 开启 进入机床 上卸料 退出机床
机床主轴2加工 →
已加工零件放在 → 机械手从上下料仓 → 送往校正装置 上下料仓下料位 抓取零件毛坯
→ 校正角相位 → 将零件毛坯 → 机械手退出 → 关闭机床 装入卡具1内 机床 自动门1
→ 机床主轴2停 → 保护隔板打开
→ 机床主轴1加工 →
刀架移动到主轴1 → 机床自动门2 → 机械手 → 重复循环 工作位置 开启 进入机床

单刀架完成双主轴的加工，其移动要与机械手的移动、气动保护隔板的运动错开，时间上仍然不能达到效率最大化。

(3) 双手爪功能时零件传递过程：本文介绍的侧挂式单机自动线其摆臂式机械手配双手爪，如图4所示。

机床主轴停→机床自动门 → 机械手进入 → 手爪1从卡具上 → 开启 机床 卸料
机械手 → 手爪2将零件毛坯 → 机械手退出机床 → 机械手翻转 → 翻转 装入主轴卡具 关闭机床自动门 → 主轴启动 →
手爪1将已加工零件 → 机械手 → 手爪2从上下料仓 → 送往校 放在上下料仓下料位 翻转 抓取零件毛坯 正装置 加工
校正角相位 → 机械手翻转 → 机床 → 机床自动门 → 重复循环 → 主轴停 开启

从零件的传递过程可见，本方案较单主轴、单手爪配置，效率明显高；较双主轴、单手爪配置效率实现最大化。

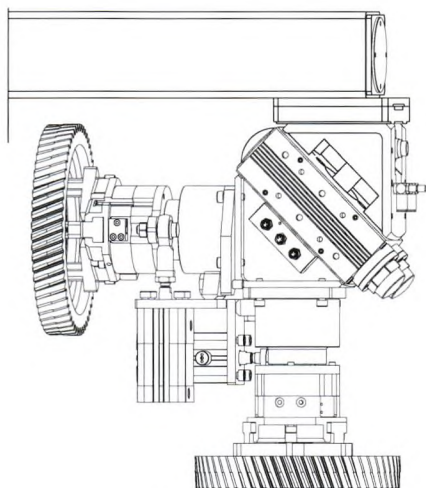


图4 双手爪

2. 横梁位于机床侧面

从图3可见，菲索玛特采用了机械手横梁位于主轴前面，通过摆臂式机械手的配备，实现了为双主轴上下料，且横梁高度位置不受主机高度限制。但是需在机床防护门和横梁、机械手机构之间增加防护门。机构更加复杂，维修空间狭小，占地面积大。

本文介绍的侧挂式单机自动线如图5所示，呈 π 字形立柱通过螺栓固定在床身左侧，呈U字形立柱通过联接板固定在 π 字形立柱上，装有摆臂式机械手的横梁通过螺栓固定在U形立柱上，完成摆臂式机械手整体框架搭接。由于只为单主轴上下料，因此横梁短，刚性高；横梁位于床身左侧，横梁的高度位置不受主机高度限制，刚性进一步得到保证；摆臂式机械手与料仓等辅机共用

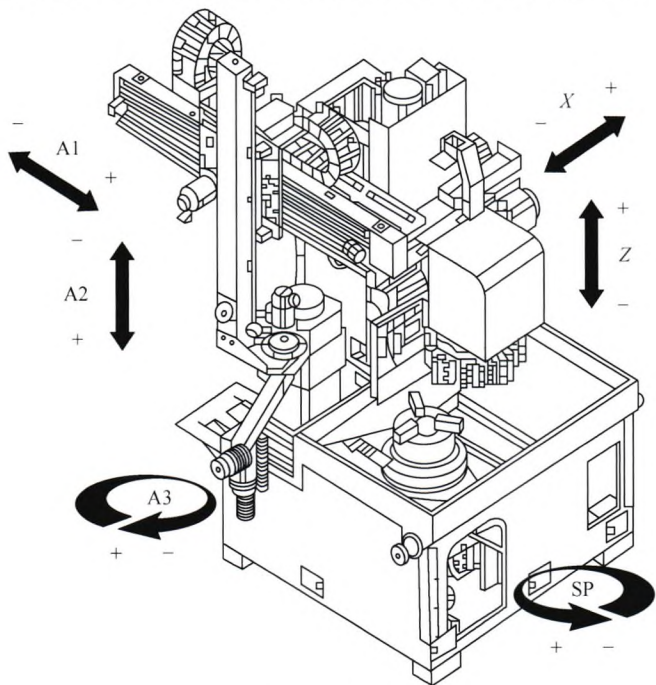


图5 本单机自动线

防护，结构紧凑；横梁位于床身左侧，数控立式车床维护空间不受横梁、机械手的影响。

3. 抽检位与弃料位共用箱体

菲索玛特产品仅设抽检位，不利于弃料的及时处理。如图5所示，本文介绍的侧挂式单机自动线抽检位与弃料位共用一个箱体。此布局方式既方便弃料的及时处理，又不增长摆臂式机械手的长度。

4. 辅助设备

(1) 角相位定位机构：菲索玛特本机构安装在防护侧壁上，其精度保持性差。本文介绍的侧挂式单机自动线其角相位定位机构通过螺栓固定于U字形立柱组件上，刚性高。当摆臂式机械手上气缸处于中位状态，按照固定路径，斜齿轮和拨针切向啮入、轴向脱开，摆臂式机械手上气缸锁紧，确保齿轮具有固定的角相位轴向进入主轴卡具（见图6、7）。

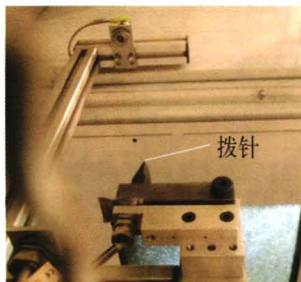


图 6



图 7

(2) 防零件差错机构：利用零件的外形特征，配以光电开关，判断零件是否为本设备应加工的零件且正反面在料仓上是否正确。菲索玛特本机构安装在防护侧壁上，机械手需从料仓上抓取送往该机构检测后，如果有误零件，则报警人为取出。

本文介绍的侧挂式单机自动线其通过螺栓固定在上下料仓上，形成防差错区。料仓在运行过程中，可对零件实施检测，通知机械手。机械手直接将零件送往弃料位。差错料运行路径短，设备效率得到最大优化。

结语

本文介绍的侧挂式单机自动线是一种全新的设计理念，具有较高的技术含量，独到的创新性，已申请实用新型专利。本侧挂式单机自动线已有重要客户。它的成功，可有效地抑制进口设备，为国内斜齿轮类工件的加工行业节约资金，并带来更多的经济效益，应用前景十分广阔。**MW**

(收稿日期：20141013)