

数字化智能柔性装配线 在DCT变速器试制中的应用

■ 中国第一汽车股份有限公司技术中心 （吉林长春 130000） 王海涛

摘要：本文重点介绍了我公司DCT系列变速器数字化智能装配线的应用，实现了DCT系列变速器分序流水作业，保证了DCT系列变速器的装配质量。

为应对汽车低碳节能环保的新趋势，国内自主品牌的企业纷纷推出了“涡轮增压+双离合变速器”黄金组合动力总成，来满足日益严格的汽车排放和燃油经济性指标，增强自主品牌市场竞争力。由于双离合变速器相对传统CVT和AT变速器，在提高传动效率、缩短换挡时间及节约燃油等方面具有很强的优势，国内自主汽车厂纷纷投入了大量的资源进行双离合变速器的开发研制。我公司先后开发了纵置和横置的双离合变速器（DCT），总成试制对变速器零部件的加工精度

及总成装配质量提出了很高的要求，我公司变速器数字化智能柔性装配线如图1所示。

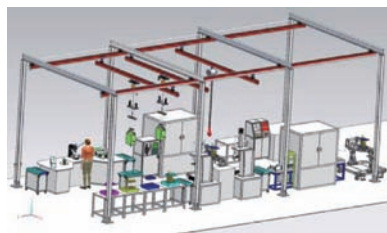


图1 变速器装配线布局

我公司同时开发试制多款DCT系列变速器，变速器新产品试制阶段主要进行效率、寿命及NVH等相关试验验证，总成需求数量一般在10台左右。由于变速

器具有多品种、小批量的特点，这就要求变速器装配线必须具有高度柔性化，能够最大可能地兼顾多品种产品，保证设备的利用率和产品的装配质量；其次，在新产品试制验证阶段，总成的装配过程质量必须能够可追溯，这就要求装配线具备数字化控制及智能化存储功能，保证装配过程工艺参数的精确控制。

1. DCT系列变速器装配线体布置

DCT系列变速器装配线体的平面布置如图2所示。由于新产品的试制对于产品生产规模和生产

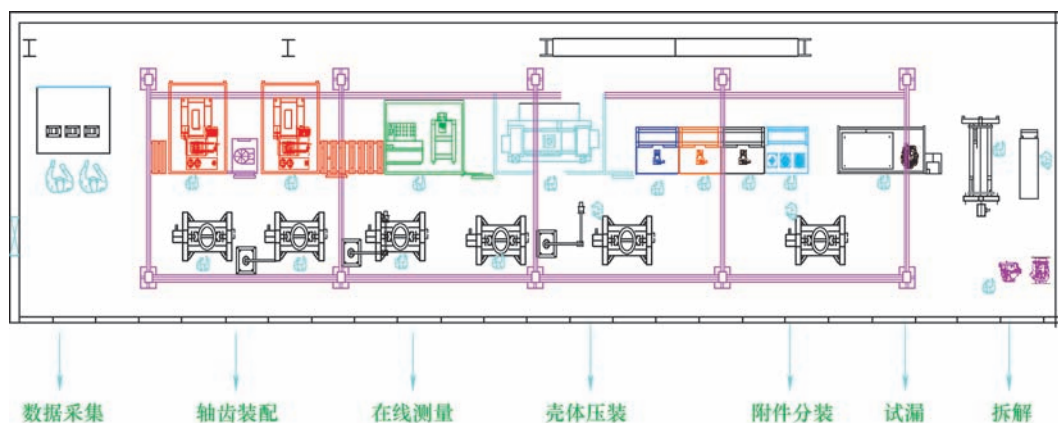


图2 DCT系列变速器装配线体的平面布置

节拍要求不高,根据DCT变速器的结构形式、生产批量、零件输送、自动化装配及检测等要求,同时考虑装配线投资、工位操作的接近性、自动装配检测的适应性及多品种柔性装配等因素,分7个装配模块布置整个装配线体,实现工序分解的目标。线体输送采用可移动装配小车,沿装配线输送方向地面下布置小车前进导向轨道,小车轨道也与地面平齐,装配过程中的零件配送操作方便,容易实现。

小车为活动式、可更换,没有固定间距的限制,具有一定的柔性,同时根据不同变速器设计、配备小车的翻转平台,随时实现变速器品种更换及多品种变速器混流装配。此外,活动式小车有利于变速器装配中的随机调整,如新产品首次装配,过程中会随机发现装配工艺或设计问题,可随时将其脱开并拖至返修拆解区域。各工位的操作工人可根据实际装配需要,随时锁止或脱开小车。因此,这种线体的布置非常适用于变速器新产品多品种、小批量和柔性化的特点。

2. 变速器装配线的工序分解

为了实现上述目标,我们将改变传统单一装配工作台的装配形式,以适应变速器新产品开发趋势作为出发点,对同步开发的多款变速器装配工艺进行对比梳理,兼顾未来产品的开发规划,提炼出变速器新产品试制装配的关键工序,通过变速器装配线体,实现分序流水作业,将总成装配分解成六大工序。根据工序工艺要求,各工序工位都配置高精精密装配设备、合理设置工艺参

数,实现装配过程数字化控制,彻底改变过去新产品在单一工作台上完成总成并给所有零件装配的状况。

(1) 过盈类零件装配。目前,变速器零件中主要的过盈类零件装配有:齿轮、同步器齿毂、轴承及衬套等。轴齿类、衬套采用伺服压力机压装(见图3),通过编制程序自动控制进行压装,安装压力、位移和限位传感器,实现“压力—位移”双控制。

由伺服电动机带动滚珠丝杠主轴压头,按照输入的工艺参数进行压装工作。根据压力传感器、位移传感器采集的信号,控制压装位移和压装力,保证工件压装到位。操作者只需打开软件,调取相应工序卡片,并指定装配零件位置,选取相应编号的工装,其余皆由设备按照工艺参数自动完成压装。



图3 轴齿压装机

对于壳体压装机,工作台X—Y方向联动自动找正压装孔中心,操作人员放入相应零件和固定编号的夹具,设备自动完成压

装过程,一次装夹壳体可完成多个轴承孔压装。整个压装过程通过编程自动控制,实现“压力—位移”双控制。壳体轴承外圈压装如图4所示。



图4 壳体轴承外圈压装

(2) 总成在线测量。总成装配间隙调整涉及轴串高度、壳体高度和垫片厚度,均实行在线测量、在线存储和在线纪录,其测量精度一致,测量数据真实可靠。通过瑞士高度仪测量数据(见图5),软件根据工艺程序自动计算调整间隙、自动续取垫片且配备防错复验功能。

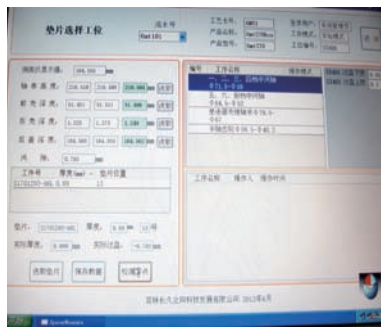


图 5

(3) 部分轴承装配采用热装配。使用电磁感应加热器对与轴过盈配合的轴承内圈加热,使内圈膨胀,安装时不再需要施加机械安装力。经过摸索,当轴承

与轴的温差达到90℃时，安装所需的膨胀量是足够的。装配环境温度20℃时，轴承即需要加热到110℃，严格控制温度及装配时间，保证装配可靠到位，保护轴承保持架和配合轴径表面质量。采用雷曼（LINMAST）LBH45D感应加热器，其微处理器控制整个加热过程，自动消磁、自动保温并拥有过流过热保护，具有温度和信号提示功能。

(4) 螺栓拧紧工位。螺栓拧紧力矩实现了同一总成、不同规格螺栓拧紧数据的分类编程。编程实现了不同标准、不同要求螺栓拧紧力矩的自动控制，螺栓拧紧力矩控制可靠性高，实现了数据有输入、有输出和有存储。

(5) 密封性检测工位。变速器前壳采用干式气密试漏，依据差压式原理，利用试漏仪器实现参数化控制，设备数据可记录存储。试漏设备选用日本COSMO空气试漏测试仪（LS—1842），其气密检测机构由气密检测仪、气动系统及密封接头等部分组成。COSMO试漏仪（见图6）压

差分辨率为0.1Pa，能提高测试进度、缩短测试时间。



图 6

(6) 附件安装工位。装配小车的翻转实现了外部传感器及悬挂附件的安装，同时附件安装平台负责差速器总成、拨叉总成等总成附件的安装。

3. 装配线数据管理系统

装配线配有全线数据管理系统，在终端服务器可实现全线数据管理功能。

装配线数据管理系统的硬件系统架构如图7所示，包括1台服务器主机、7个操作站，各操作站设备通过PLC控制执行任务。整个系统通过交换机由局域网连接，服务器用于保存工艺卡、过程信息及状态信息等，完成工艺卡片录入和操作模式选择。各操

作站操作计算机读取工艺参数、控制PLC和智能设备工作，并采集相关信息上传至数据库。

在软件功能方面，装配线配备乘用车变速箱装配线管理系统（见图8），实现了产品及工序管理、工艺卡片管理、产品流水号管理、数据查询和工位设置五大功能管理，基本保证了变速器总成装配每一道工序都有精确的工艺参数控制和过程数据的反馈，使装配过程中数据过程可控、结果可追溯。另外，可以进行多品种总成的数据管理，变速器装配真正实现了数字化的智能装配。



图 8

数据系统设置角色管理：系统管理员、工艺管理员、生产管理员和一般操作工。不同角色的系统操作权限由其角色决定。如：用户以工艺管理员角色登陆

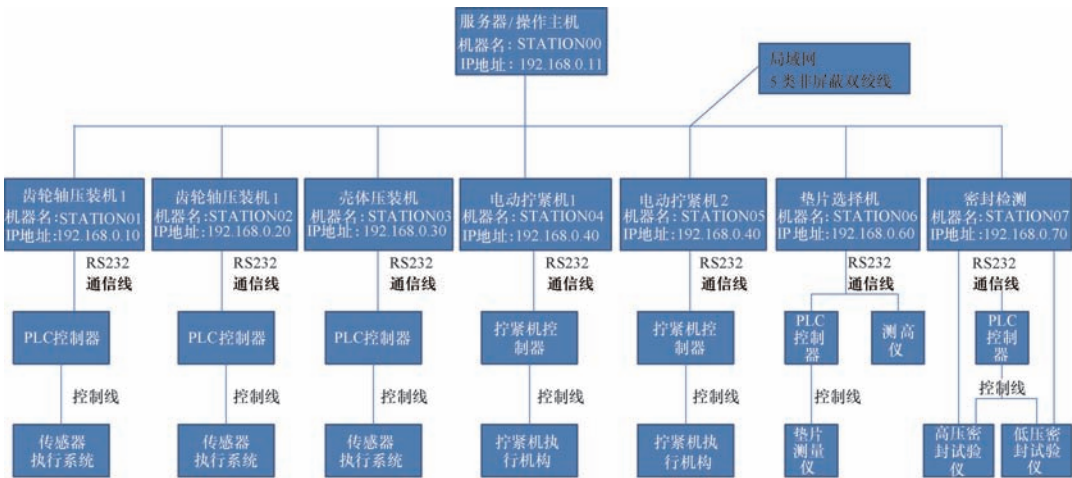


图7 硬件系统架构

大型连接头铰接孔加工方案优化

■ 山东能源重型装备制造集团新汶分公司 （新泰 271219） 赵忠刚

摘要：本文论述了加工大型连接头铰接孔的方案优化理念，阐明了连接头铰接孔夹具设制与使用时相关的注意事项及细节，切实提高了加工连接头铰接孔的工作效率和加工质量。

我公司常年生产各类液压支架及刮板机等煤矿机械设备，在加工大型液压支架和刮板机的连接头铰接孔过程中，由于其形状不规则，划线后镗铣其铰接孔时较难装夹、校正，容易在加工过程中出现“动活”现象；又因连接头整体尺寸较大，其与刮板机溜槽联接的两个铰接孔的实际轴线较长，需要用加长钻头或普通钻头配合钻套对其进行钻孔，然后再用细长的镗杆镗孔。这导致了钻削和镗铣其铰接孔的效率较低，提高了对操作者技能的要求，并且镗铣设备有时生产压力较大，制约其加工周期，并造成镗铣操作工需要频繁加班的现象。

为此，笔者经过长期摸索，

设制了一种镗铣大型连接头铰接孔的专用夹具，且省略了划线工序，优化了其镗铣工艺，提高了生产效率，降低了对操作者的技能要求。通过使用该夹具，可以在卧式铣床和钻床上对大型连接头铰接孔进行镗铣或钻削，扩展了加工铰接孔的设备范围，缓解了部分设备及工序的生产压力，使生产压力得到了较好的平衡调整。现将该优化方案介绍如下。

1. 加工连接头铰接孔的工艺优化

连接头的水平铰接孔与刮板机溜槽采用销孔配合，其垂直铰接孔与液压支架推杆采用销孔配合。通常镗铣连接头铰接孔前，必须先确定其水平铰接孔和垂直

铰接孔的孔位线。在划线时，先用垫块将其左端垫起，然后按照通常划线方式划出其孔位线。加工时，按其中心线校正，紧固工件后按照各孔位线位置加工各孔。

根据上述对连接头铰接孔划线加工的过程叙述，完全可设制一夹具，使连接头在夹具中夹紧后其水平孔处在水平状态、垂直孔处在垂直状态，其孔位由夹具的孔位定位，这样就省略了划线工序，直接在钻床或镗铣床上按照夹具的孔位线对连接头各孔加工即可。

2. 加工连接头铰接孔的夹具设制

根据上述的连接头铰接孔加

后，在主机完成产品添加、工序编辑、工艺卡片管理和流水号管理；各工位一般操作员启动分机软件进入相应工位，进入操作主界面，进行工位选择，按照界面显示选择工装和夹具后放入工件，确认无误后系统开始工作；工作完成后，可以将操作数据保

存到系统数据库中。

4. 结语

通过数字化智能柔性变速器装配线的使用，实现了DCT系列变速器分序流水作业，壳体试漏、轴齿和壳体压装及在线测量等关键装配质量得到显著提升，保证了DCT系列变速器总成装

配质量的一致性，为后续试验验证提供了数据支撑。此外，通过建立设备操作规范，实现装配操作标准化、安全化，技术操作人员的产品质量意识有了显著的提升，实现了三个统一，即思维观念的统一、工艺操作技术的统一和总成装配质量的统一。MW

（收稿日期：20151012）