■神龙汽车有限公司技术中心/贺 飞 吴 烨

滑动齿套锁销孔测量中心工装设计的优化

我公司引进的BE变速器，其轴、齿轮、齿套、差壳等零件在MA基础上进行工艺设计及柔性化改造。由于BE齿套与MA齿套分别为锁销式和锁环式两种方式的同步器中的齿套，其结构完全不同，故为BE齿套上的锁销孔的质量控制配置的测量设备是一套全新的测量装置。

滑动齿套锁销孔测量中心（以下称测量中心）用于对BE滑动齿套上的三个锁销孔各参数质量监控的测量设备，是滑动齿套大批量生产保证质量的重要手段。本文着重介绍其工装设计的优化及其功能（见图1）。

图1 滑动齿套锁销孔测量中心

被测零件及检测参数

1.被测零件

被测零件是BE变速器滑动齿套，分为1/2挡、3/4挡和5挡这三种滑动齿套（见图2）。每种齿套都有三个锁销孔，而每个锁销孔的两端还有93°的倒角锥面。根据产品功能，分别定义了锥面上定直径ϕ11.5mm两截面间的距离、ϕ11.5mm截面到基准端面的距离及两端ϕ11.5mm截面间的平行度等参数。

1/2挡 3/4挡 5挡

图2 BE变速器滑动齿套示意

2.检测参数

质检工艺将ϕ11.5mm两截面间的距离和ϕ11.5mm截面到基准端面的距离定义为REP11；两端ϕ11.5mm截面间的平行度定义为REP10。生产过程将对此两项进行质量监控，检测参数工艺见表1。

滑动齿套锁销孔测量中心检测参数 （单位：mm）

被测零件 / 被测项号	1/2挡齿套	3/4挡齿套	5挡齿套	检测项说明
REP 10	平行度0.05/*L*	平行度0.05/*S*	平行度0.05/*S*	两端ϕ11.5mm截面间的平行度
REP 11	19.6±0.1	8.7±0.1	–	两端ϕ11.5mm截面间的距离
	0.95±0.05	0.65±0.05	0.65±0.1	ϕ11.5mm截面到基准端面的距离

测量中心结构的确定

1.法国测量中心结构

在法国，测量齿套锁销孔两端ϕ11.5mm定直径截面间的距离和ϕ11.5mm截面到基准端面的距离的测量中心的工装，由带三个球头的定位座和带三个球头的压块组成（见图3）。上料时，将零件上的三个孔对准定位座上的三个球头放置，再将压块上的三个球头对准零件上的三个孔，压在零件上。再移动测量部，使测头在压块的端面上采集数据，提供给计算机进行转换计算，根据校准件比对测量（见图4），操作繁琐。

图3　法国测量中心工装

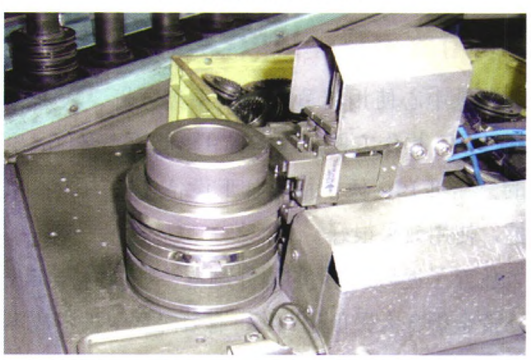

图4　法国测量中心测量

该结构因定位座和压块上的球头位置固定不变，故仅适用于由多钻头同时加工的组合机床加工出来的零件的检测，而我们零件上的三个孔和孔两端的倒角是由加工中心的一个刀轴依次按顺序加工出来的，每个零件的孔的位置不一致，因此不适用此零件的检测定位。另外，法国测量中心的测量部是水平移动，测头的高度是固定的，所以不能兼容三种零件，必须每种零件配置一台测量中心。

2.测量中心工装结构的优化设计

（1）先进的数据采集系统　首先，在基准座上，除安装了三个等高的基准柱做端面基准外，还配置了三个浮动的球测头，并在三个钢球后面各带有一个传感器，共同组成下测量部。测头在导向套内有微量的径向自由移动，是为了能够在径向和周向很好地与被测零件的锁销孔锥面贴合，可随零件自动定心、找正，球面是为了采集定直径ϕ11.5mm的位置，而轴向的变动量就是被测零件锁销孔下端面倒角到定位面的距离（见图5）。其次，在下测量部的正上方对称配置了一个上测量部，结构类似下测量部（不需要有基准柱），通过导轨支架与立柱上的导轨相连，可沿导轨在垂直方向做上下移动（见图6）。

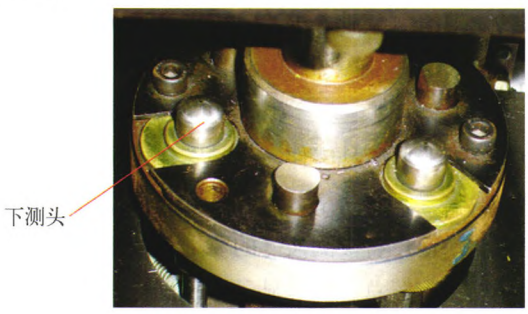

图5　下测量部

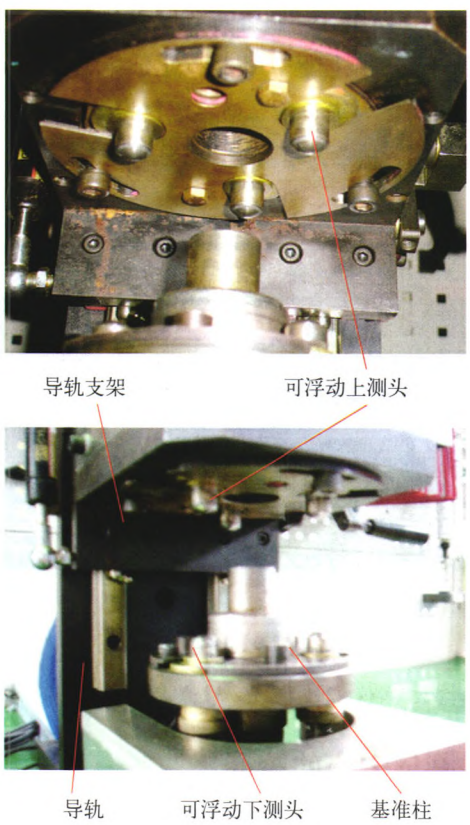

图6　上测量部

1.导轨 2.可浮动的上侧头 3.导轨支架 4.基准柱 5.可浮动的下测头

（2）可兼容多品种测量的限位系统　由于三种齿套的测量基准一致，故考虑检具可兼容；而五挡齿套只有单面倒角，测量时，不需要上测量部采集的数

据，为此只需配一个压块，即可使该检具兼容三种齿套的测量。但因每种零件测量值相差较大，为了区别采集测量数据，在立柱的下方设计一个带有三个不同高度的限位柱的测量限位装置，使上测量部位于对应的限位柱上进行测量。三个限位柱可根据被测零件的品种手动旋转互换。

（3）简洁的操作机构　上测量部通过导轨支架与立板上的直线导轨相连，并在立柱侧面配置了一个曲柄连杆机构，通过操作手柄来控制上测量部沿导轨垂直移动。退出测量时，上测量部可停留在曲柄连杆机构的上止点处。

（4）多品种、多参数的人机对话界面　该测量中心不仅可兼容三种零件，每种零件还可同时测量多个参数（位置尺寸和平行度）。为了方便用户观察判断测量结果，还将被测尺寸的要求值和测量值按零件品种分别对应汇总，同屏显示，不仅有测量数据的显示，还采用五色数据条的人机对话界面显示零件测量状态，使操作者一眼就可判断零件是处于合格区、（上、下）监控区，还是（上、下）超差区（见图7）。图7中，绿色为合格；蓝色为下监控区，黄色为上监控区；橘色为超下差，红色为超上差。

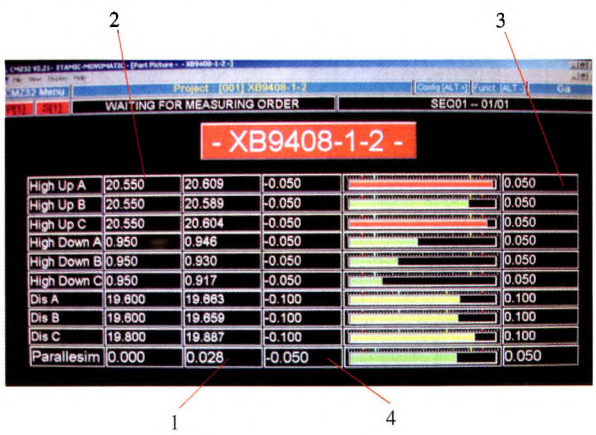

图7　人机对话界面

1.被测参数实测值　2.被测参数　3.被测参数上偏差　4.被测参数下偏差

测量中心的校准

校准件采用模拟零件被测尺寸设计，1/2挡用一个校准件，3/4挡和5挡共用一个校准件，不仅可以节约校准件的投资，还可使这种比对式测量更加简单、精准。测量中心编制有单独校准程序，在每次开机、换型和批量检测前，必须先通过校准。

零件的检测

测量时，首先根据零件的品种，选择限位装置的对应限位柱；然后将零件大端面的一端朝下，三个锁销孔对准下测量部的球测头放置，三个球测头与三个孔的倒角锥面贴合，自动找正定心；当上测量部下移落在对应测量零件的限位柱上时，上测量部的三个球测头刚好压在零件三个锁销孔的上端面的倒角上，在气弹簧的恒力作用下，上下共六个传感器同时采集数据，通过计算机程序算出被测尺寸。

测量中心的精度验证

测量中心的每个球型测头的后面都带有一个MAHR笔式传感器，分辨率为0.1μm,重复性精度为0.2μm。按照我公司规定，用法国PSA标准E41.36.110N测定检具能力系数（CMC），合格标准为：当IT≤16μm时，CMC≥2；当IT＞16μm时，CMC≥4。验证测量中心精度CMC＞4，通过了法国标准CMC精度验收，其测量精度满足测量要求，检测结果准确可靠。

使用效果及经济效益

测量中心使用计算机数据采集分析，人机对话，可视性强，操作方便，效率高（检测效率是PSA检测方案的三倍多）；便于指导加工设备参数的调整和质量监控，使用效果很好。

放弃了近5万欧元的国外制造，在国内合作开发，节约资金折合人民币近70%，有效降低了投资成本和后期备件及设备维护成本。

结语

以本文所述工装为例，如果采用法国测量中心的工装结构，必将因加工设备和工艺的不同，在测量中心的三个锁销孔的定位上产生干涉或过定位，影响最终测量结果，导致对零件质量的误判，存在产品质量风险。因此，检测设备结构设计时，应首先考虑加工设备的定位及加工工艺，根据加工设备和工艺来优化设计检测设备的工装结构。

对于生产制造业来讲，无论合资还是引进，针对投资而言，设备和技术都不能照抄、照搬，要根据企业的实际情况，适度改进，勇于创新，改善是无止境的。

关键词：
滑动齿套　锁销孔　测量中心　优化设计
（收稿日期20140120）