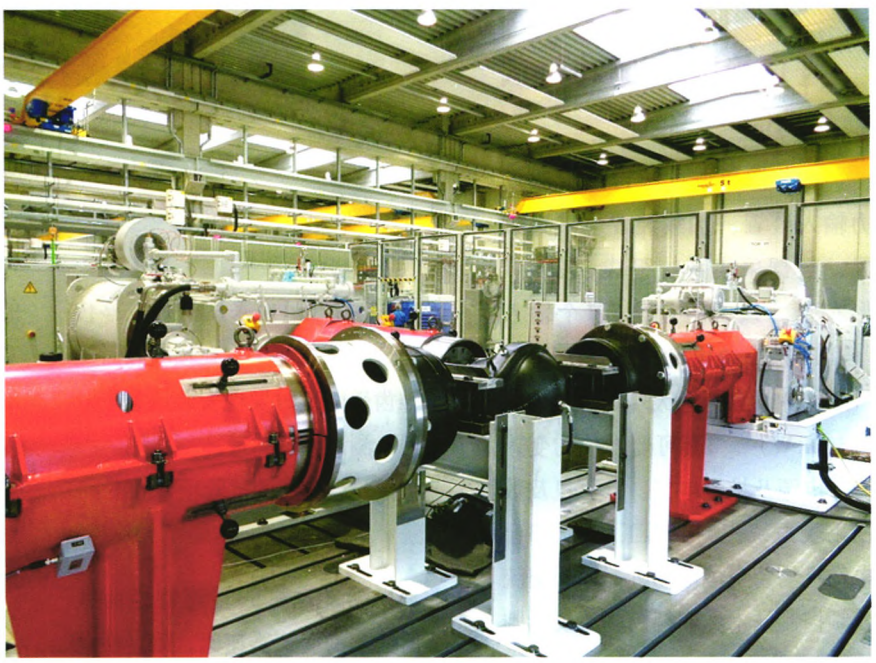
节能降耗的驱动桥试验台

□ 方盛实业股份有限公司/韦文儒

本文对方盛公司订制的德国ZF驱动桥试验台功能、特点和试验项目进行了介绍，重点对目前国内开展较少的驱动桥传动效率测试和锥齿轮支承刚度测试进行了说明。对驱动桥总成性能测试、驱动桥产品的可靠性方面的研究有一定的借鉴意义。



汽车在行驶过程中，驱动桥承受复杂载荷，它的传动件（齿轮及半轴等）要传递传动系中的最大转矩；它的承载件（桥壳）支承着汽车满载荷重，承受着作用于路面与车架或车厢之间的垂向、纵向和横向静、动（冲击）载荷，以及反作用力矩和制动力矩等。在这些载荷的作用下，驱动桥必须保持有足够的强度、刚度和寿命等。

驱动桥的齿轮、轴承、差速器壳、半轴及桥壳等在工作中承受着交变载荷，都有疲劳寿命的问题，但通常半轴、桥壳等的疲劳寿命试验是在专门的试验台上进行，以驱动桥总成的形式在台架上进行的疲劳寿命试验，主要是验证驱动桥齿轮及轴承等零件的疲劳寿命。

国内驱动桥试验台发展现状

对驱动桥的试验验证，国内主要按照《QC533—1999汽车驱动桥台架试验方法》和《QC534—1999汽车驱动桥台架试验评价指标》行业标准开展。QC533—1999包含的试验项目有：驱动桥总成静扭试验、驱动桥桥壳垂直弯曲刚性和垂直弯曲静强度试验、驱动桥桥壳垂直弯曲疲劳试验、驱动桥总成锥齿轮支承刚性试验、驱动桥总成齿轮疲劳试验、驱动桥总成噪声试验共六个试验项目。一般说，驱动桥产品在通过第三方的桥壳垂直弯曲疲劳寿命及垂直弯曲刚性、桥总成的齿轮疲劳寿命、桥总成静扭强度和总成的油流温升的测试后，主机厂再装车实施1.2万km的可靠性验证，满足整车的设计要求后才批量投入市场。

即便如此，由于国内用车市场的参差不齐，以上测试项目并不能包罗各种用车市场的需求特性，在某些特定市场有时会出现批量产品故障，给产品制造方造成较大损

失。为此，车桥制造厂家努力寻找一种手段，在满足QC533—1999和QC534—1999基础上适应国内各种市场需求的产品验证方法。基于此，方盛车桥公司研究了国内主流厂家驱动桥的试验手段后与全球知名传动系统供应商德国采埃孚（ZF）公司达成了采购驱动桥试验台的意向。

进口德国ZF驱动桥试验台功能

驱动桥总成试验台主要由动力输入装置、加载装置、减速装置、数据采集系统组成，采用T形布置。该试验台含有1个输入（高动态交流电动机驱动）单元（650kW）和两台大转矩加载单元（370kW）、3套可变挡位的变速器、电源及控制电气、计算机及数据采集系统、测试用工装等。3台电动机均为交流电动机，采用交流变频控制技术，变频控制系统品牌为SIEMENS。

试验台是三电动机驱动，电动机通过机械连接各自的测试单元。对一台电动机的转速和负荷的调整通过机械结构影响其他电动机。该试验台为闭式试验台，不同于国内常用的开式试验台结构。开式试验台必须有一根驱动桥陪试，而闭式试验台不需要陪试桥。两侧的加载电动机在模拟轮边承受阻力的同时也实现了切割磁力线运动，带动发电动机发电。这样，回收的动能可转化为发电动机的动力，实现发电并供给工作主机。

本试验台采用如图1所示的测试方法。优点是检测点容易控制，且不用添加圆环。

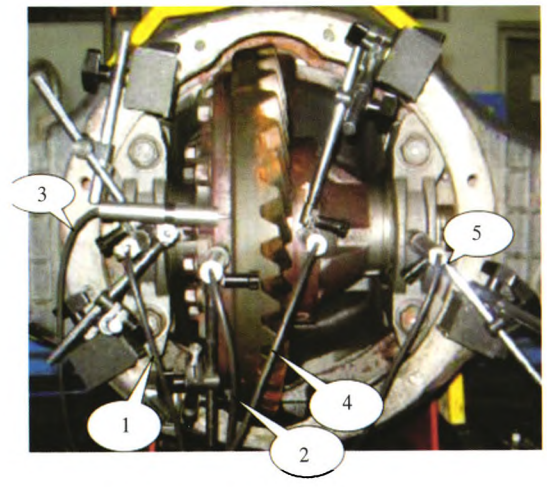


图 1 本试验台检测刚度示意

1.垂直于左轴承盖 2.差速器左壳径向 3.减速器从齿大端面轴向；4.差速器右壳径向 5.垂直于右轴承盖

说明：图1中采用的是位移传感器进行位移测量。在预验收时测试锥齿轮刚度时发现安装调整十分方便，测试结果满意。

试验台达成的试验项目如下：

1.传动效率测试

根据发动机的转速特性曲线及所匹配的变速器速比，确定桥总成相应的输入转矩及对应转速，并测定该转矩及转速所对应的输出功率，计算相对应的传动效率。计算公式如下：

$$\eta=\phi_R T_R+\phi_L T_L/\phi_I T_I$$

其中 η——传动效率；

ϕ_I——输入端转速；

T_I——输入端转矩；

ϕ_R——右输出端转速；

T_R——右输出端转矩；

ϕ_L——左输出端转速；

T_L——左输出端转矩。

传动效率试验时，设备可根据不同的试验需求，控制主锥输入端的转速及转矩为恒定值，同时测定输入端的转速及转矩、两输出端的转速及转矩。由于国内目前还没有关于车桥传动效率试验的相关标准，因此本次试验以美国汽车工程师协会标准《SAE J1266—2001 Axle Efficiency Test Procedure驱动桥传动效率试验方法》作为测试的理论依据。

现在是节能降耗的时代，提升驱动桥传动效率对客户、对社会的意义十分重大，也是驱动桥制造厂家和整车厂寻求的产品卖点。

2.驱动桥总成耐久性台架试验

由用户方采集路谱后处理成阶梯载荷配合适当的转速组合成一组循环工况，进行耐久性试验。

3.差速器总成耐久性台架试验

试验台能保证至少600r/min以上的转速差，且能使差速器一端转速低于5r/min。根据试验需求，控制主锥输入端的转速及转矩为恒定值，同时分别控制两输出端的转速，考核差速器总成的疲劳寿命。

4.差速器齿轮疲劳强度试验

设备能够对差速器齿轮施加扭矩及速度差，以进行齿轮疲劳试验。

5.驱动桥总成锥齿轮支承刚性试验

按照《QC/T533—1999汽车驱动桥台架试验方法》要求测试出驱动桥总成锥齿轮支承刚性是否符合要求。圆环的作用是用于固定百分表，圆环本体用螺栓固定在减速器壳上，保证无变形。

检测锥齿轮支承刚性需钻孔伸入量表的探针或传感器探头。据了解，国内国家级试验中心也有这方面的设备和检测项目，但是检测时特别烦琐，所以在选择检测项目时一般都免掉了。而锥齿轮支承刚性指标恰恰是工程车桥必须重点了解和知悉的。由于工程车使用工况比较恶劣，对锥齿轮支承刚度不做验证，很容易造成驱动桥齿轮断齿等批量故障。

6.驱动桥总成道路模拟试验

系统能够采用拟测试驱动桥的道路试验数据，在试验台上进行道路模拟试验。

7.驱动桥总成噪声和油温台架试验

能实现噪声检测、温度控制和检测（范围80～125℃）。系统在主减处或轮毂轴承处设置温度传感器，测试过程适时检测轴承温度和润滑油温度，以检测该处温度在规定范围内。噪声检测通过高精度的麦克风收集传递至系统中。

试验台项目实施情况

项目的土建、铁地板安装调试已经完成，试验室吊车、设备冷却塔正在安装。从德国进口的试验设备于4月中旬到厂，经过德方工程师的安装调试和双方终验收后，5月底投入使用。图2为在德国预验收时拍摄的试验台图片，图3为已经在方盛公司安装调试完毕的试验台，图4和图5为进行刚度测试及验收。

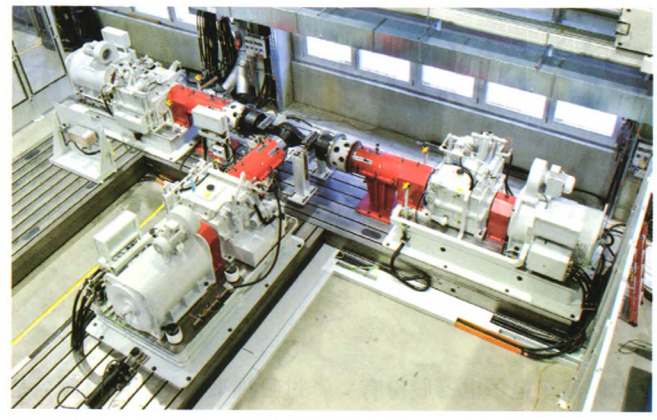


图 2 预验收试验台

图 3 已经安装调试完毕的试验台

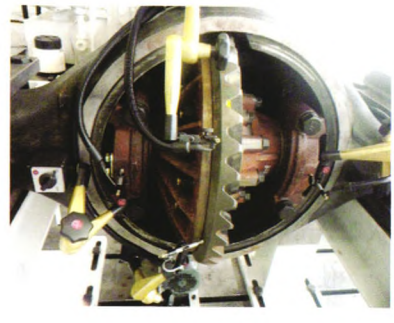


图 4

图 5

结语

汽车市场朝着追求高可靠性的方向发展，产品经过严格的模拟试验验证后走向市场，能够适应市场需求，扩大产品销量，提高产品的市场美誉度，同时也给公司带来巨大的经济效益。AME