

汽车零部件试验检测方法

石晓辉 施全

(重庆工业管理学院车辆工程学院 重庆 400050)

摘要 简略介绍了汽车零部件的主要试验方法和试验装置。重点叙述了汽车传动系统各总成及车身、车架等总成的试验方法,分析了各种常用试验设备的优缺点,并介绍了国际上汽车零部件试验方法的一些新的动向。

关键词 发动机 底盘 车身 测功机 机械传动试验台 惯性试验台 静强度试验 振动疲劳强度试验

随着汽车工业的发展,人们越来越认识到零部件的性能和质量是决定整车性能和质量的最重要的因素之一。汽车是一个由许多种零部件组成的复杂的机械系统,对于产品开发所需的许多技术资料,目前尚不能通过理论计算得到,只能通过试验,因此有人说“汽车是试验出来的”。国外汽车工业由于发展时间较长,且对试验检测工作十分重视,在资金上给予了巨大的投入,一般都具有较为齐全的试验装备。再加上严格管理和精良的加工设备,所以与国内形成了较大的差距,因而现在我国汽车厂加大对试验检测设备的投入,就能大大缩短同国外同类厂家在试验手段上的差距,有利于我国汽车产品在国内外的竞争能力。

1 汽车零部件试验装置的种类

汽车是一种由上万个零件组成的复杂的机械系统,除了通用的标准件外,许多零件和部件都有其专用试验设备,有些零部件的试验设备还不只一种,因此汽车零部件的试验设备是十分繁多的,而且品种还在不断地增加。但从零部件的种类来看,其试验设备大体可分为四类(整车除外)。

1.1 汽车底盘试验设备。汽车底盘一般是汽车包含各大总成最多的一部分,因此也是零部件试验设备中品种最多的,重要的试验台也是最多的一部分,主要的试验装置有:

- 1.1.1 由多台架组成的离合器台架系统(包括离合器综合性能试验台、超速试验台等);
- 1.1.2 变速器台架试验系统(包括变速器寿命、换档机构寿命、动态刚度、静扭和噪声试验装置);
- 1.1.3 传动轴台架试验系统(包括传动轴寿命、动平衡、静扭等试验装置);
- 1.1.4 驱动桥台架试验系统(包括驱动桥寿命、桥壳弯曲疲劳寿命、半轴静扭、半轴扭转疲劳等试验装置);
- 1.1.5 转向系部件试验系统(包括转向器、转向盘、安全转向轴、球头销及动力转向等试验装置);
- 1.1.6 汽车制动系部件试验系统(本系统包括液压驱动部件、气压驱动部件、制动软管、行车制动器和驻车制动器等试验装置);
- 1.1.7 汽车行驶系部件试验系统(包括汽车前轴、悬架和车轮等试验装置)。

1.2 汽车发动机测试系统。发动机是汽车的“心脏”,因而发动机测试系统一直受到生产厂家的重

视,其试验装置主要有由测功机为核心的发动机综合测试系统和几种重要的部件,如化油器、起动机、喷油泵等试验装置组成。

1.3 汽车车身试验系统。车身是汽车的承载部分和人员、货物的活动及存放空间,车身的部件种类繁多,其试验装置种类也较繁多。其中最重要的当然是车身的强度试验装置,它包括车身和整车的扭转刚度和强度试验装置,车身和车架台扭转疲劳试验装置,以及车身部件(如车门、车门铰链、车顶等)强度试验装置等,近年来,在汽车开发中,车身和车架的模态分析、试验也越来越引起重视,另外车身试验装置还包括密封柱、安全玻璃、空调、刮水器、后视镜、遮阳板、座椅及安全带、门锁及车窗升降器等部件的试验装置。

1.4 汽车电器试验装置。汽车电器种类繁多,其中大部分是非汽车厂生产的,因而检测设备大多在电器生产厂,汽车厂也有一些重要的电器试验装置,如汽车电器综合试验台、起动机试验台、电喷试验台等。

由上可知,汽车零部件试验装置的种类繁多,但许多试验装置的工作原理和试验内容是相近或一致的,因此,从试验台的工作原理和试验工况来看,可以将汽车零部件的试验装置分为运转(性能和强度)类试验和结构(性能和强度)类试验台两大类。限于篇幅,以下简单介绍这两大类的几种主要试验装置的特点。

2 运转(性能和强度)类试验装置

该类试验装置的主要特点是试验部件在运转中的性能和强度(寿命),按其试验工况可分为三类:

2.1 测功机及其辅助测试系统。其试验工况如图1所示:显然这类试验装置主要用于测试发动机的性能,当然也可用于电动机或原动机的测试,按其工作原理又可为以下几种:

2.1.1 水力测功机。这种测功机是利用控制水的阻力使机械能变成热能来消耗发动机产生的能量从而实现加载。

2.1.2 机械摩擦制动器。这种测功机的原理是通过控制摩擦面的压力来控制发动机的载荷,发动机产生的能量通过摩擦变成热能。

2.1.3 磁粉制动器。这种测功机的原理是利用通电后机内的磁粉产生的磁阻来实现加载,使机械能变成热能消耗掉。

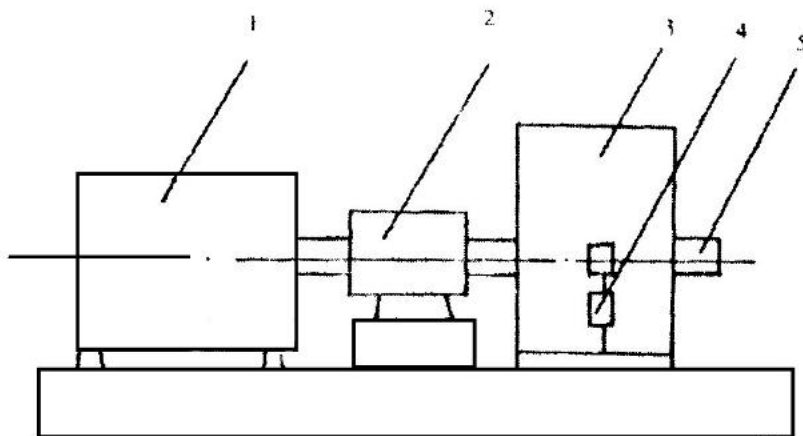


图1 发动机测功台

1. 发动机 2. 扭矩传感器 3. 测功机 4. 力传感器 5. 转速传感器

2.1.4 电涡流测功机。这种测功机的原理是利用电涡流效应使机械能转化为热能,从而达到加载的目的。

2.1.5 电力测功机。电力测功机在试验时实际上就是一台发电机,它能够将发动机产生的机械能转化为电能,然后将其返回电网加以利用或者用电阻消耗掉,电力测功机又分为直流电力测功机和交流电力测功机,目前用得较多、性能也较好的是直流电力测功机,直流电力测功机具有反应灵敏、

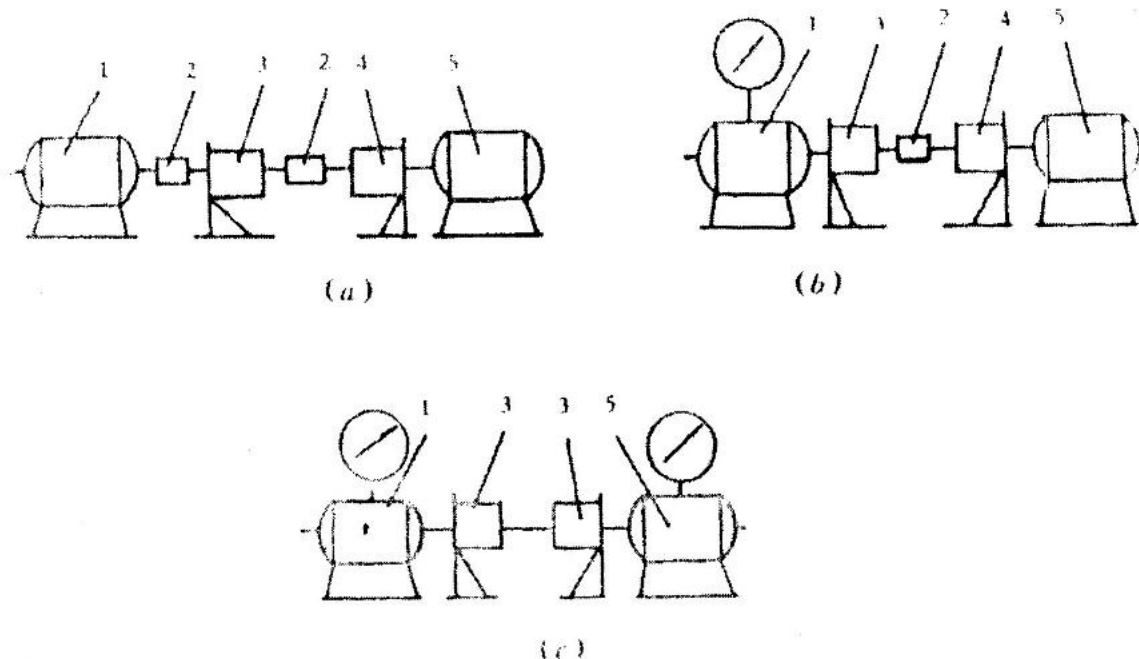


图2 应用开式试验台测定变速器效率的装置示意图

1. 测功机(或驱动电机) 2. 扭矩测量仪(或传感器)

3. 被试变速器 4. 陪试变速器 5. 加载装置(或测功机)

加载精度高、易于自动控制且能量可以回收等优点,特别是它作为电动机使用时可以对发动机进行反拖试验,测发动机的摩擦功等,这是以上的各种测功机所不具备的性能,因此直流电力测功机是目前在使用的性能最好的测功机,它的主要缺点是造价较高,因此主要用于研究单位和开发中心等,但随着电控技术的成熟和生产实际的需求,以及能源的短缺,电力测功机的应用范围正在不断地扩大。

2.2 机械传动试验台。传动试验台是汽车零部件试验设备的主要设备之一,也是各个汽车部件总成的主要试验设备,它可以对变速器、联轴器、传动轴、后桥、分动器、轮边减速器以及各种汽车齿轮进行效率、温升、振动噪声、承载力和疲劳寿命试验,因而它成为汽车厂的底盘试验室,以及各传动总成配套厂的主要试验设备,在汽车的试验设备中具有重要的地位,按其工作原理可将其分为三类:开式试验台、电封闭式试验台和机械封闭式试验台。

2.2.1 开式试验台和电封闭式试验台。这两种试验台都是由驱动电机、输入传感器、被试件、输出传感器、升速器、加载装置组成。电封闭试验台和开式试验台的基本型式如图2所示,两种试验台的工作原理都是由驱动电机驱动被动件,由加载装置加上给定的载荷,由各种传感器测出各种所需指标,电封闭试验台和开式试验台的加载装置实际上就是一台测功机,只不过电封闭式试验台所用测功机是可将电能返回电网的电力测功机,能量基本上形成了一个封闭系统,因而称为电封闭试验台,而开式试验台的测功机是前面所述测功机的前四种中的一种,其能量不能回收,因此称之为开式试验台。

显然电封闭式试验台较开式试验台有明显的优越性,电封闭式试验台具有反应灵敏、易于控

制、布置方便灵活、不受被测件尺寸和传动比的限制、节能等优点,在汽车行业得到了越来越广泛的应用。

2.2.2 机械封闭式试验台。机械封闭式试验台的基本型式如图3所示,机械封闭式试验台是由驱动电机、两个传动箱、输入扭矩转速传感器、被试件、输出扭矩转速传感器、加载器等组成,其工作原理是被试件通过两个传动箱形成一个封闭的传动系统通过加载器使该封闭系统产生一个内扭矩 T ,当驱动电机拖动整个系统以转速 n 运转时,被试件就相当于正在传递功率 $P = T \cdot n$,此时,驱动电机只需克服整个传动系统的阻力,当系统效率较高时,驱动电机所消耗能量就很少,一般只占试验功率的5%—20%,由于这种试验台试验时相当于有一个封闭环功率流在这个封闭的机械传动系统内流动,因此称之为机械封闭式试验台,机械封闭式试验台具有节能、控制方便、可靠性好、造价低等优点,同电封闭式试验台相比,它在同等投资下可以进行更大功率的试验,这是它的主要优点,其缺点是被试件必须成对进行试验,需受封闭系统尺寸的限制。

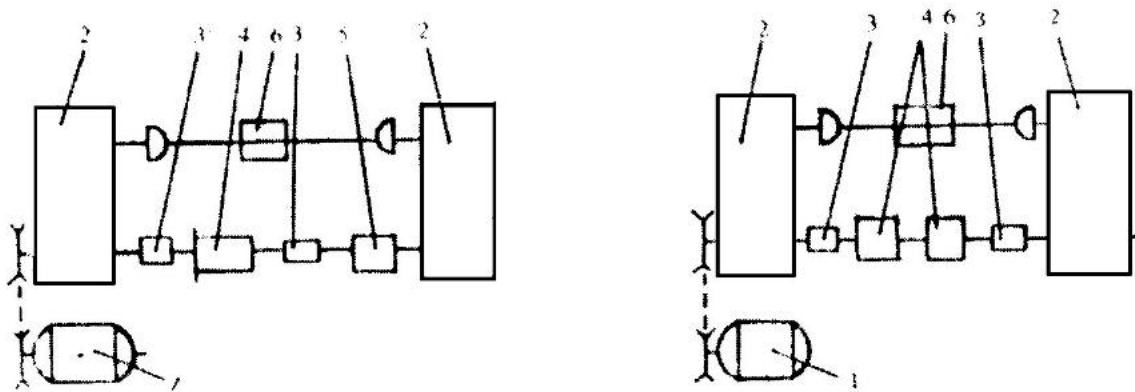


图3 应用闭式试验台测定变速器的装置示意图

1. 电动机 2. 辅助齿轮箱 3. 扭矩传感器 4. 被试变速器 5. 陪试变速器 6. 加载器

近年来,国内已有单位研制出了机械封闭和电封闭兼用的传动试验台,其作法是在电封闭试验台的基础上配备合适的传动箱和加载器可使其成为机械封闭式试验台,这样只需很小的投资便可使试验台的试验功率得以扩大几倍。如我院车辆系教师为重庆钢铁设计院研制的齿轮传动试验便是一个成功的例子。

2.3 惯性式试验台。惯性式试验台主要包括离合器惯性试验台、变速器换档机构试验台和惯性式制动器试验台,其主要特点是利用一组或两组可变惯量飞轮组合来模拟汽车行驶时被试件的工作状况:

2.3.1 惯性式离合器综合性能试验台。惯性式离合器的结构型式如图4所示。它由驱动电机、储能飞轮、被试离合器总成、惯性飞轮及制动器组成,其工作程序是:首先使被试验离合器总成处于分离状态,继而启动驱动电机1,使试验台所有的旋转件达到规定的转速,此时将被试离合器总成结合,并使惯性飞轮的转速与驱动电机的转速相等,与此同时,将被试离合器分离,并制动制动器,使惯性飞轮静止,然后松开制动器,被试离合器再结合,又使惯性飞轮的转速与驱动电机的转速相等,即完成一个工作循环。

离合器试验台主要用于测试离合器的磨损、摩擦功、温升、离合器总成传递扭矩能力等测试。

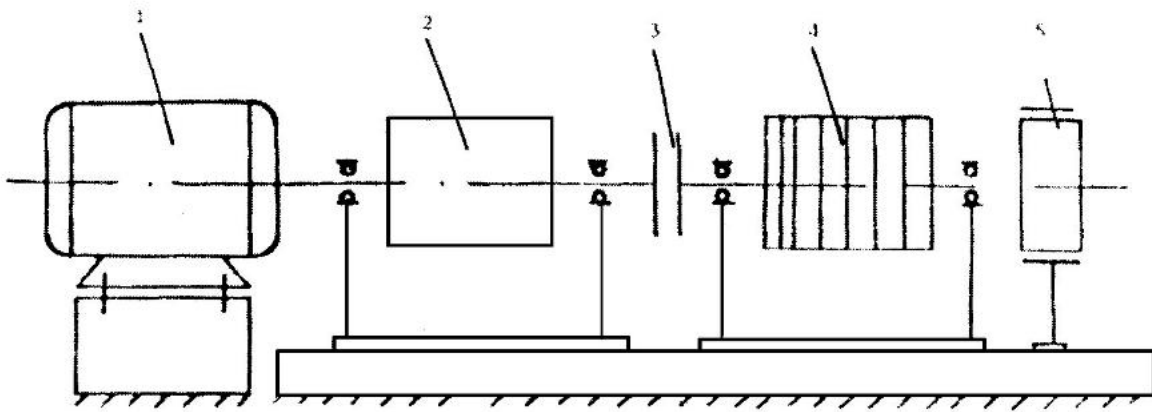


图4 驱动式试验台简图

1. 驱动电机 2. 储能飞轮 3. 被试离合器总成 4. 惯性飞轮 5. 制动器

2.3.2 变速器换档机构试验台。该试验台如图5所示。它主要由驱动电机、飞轮、转速扭矩传感器、被试变速器、力传感器、换档执行机构组成,该试验台可用于进行同步器和换档机构的性能与寿命试验,也可用来进行非同步变速器换档齿轮或啮合齿轮的齿轮冲击磨损试验。

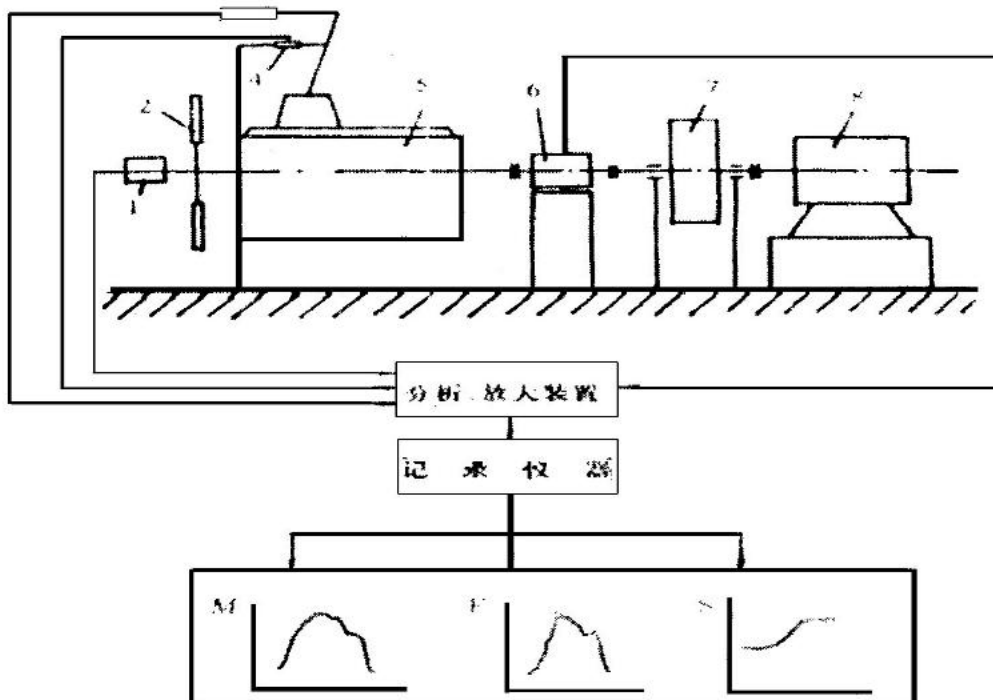


图5 换档试验台示意图

1. 测速发动机 2. 离合器从动盘 3. 测力传感器 4. 位移传感器
5. 被试变速器 6. 转速扭矩仪 7. 飞轮 8. 电动机

2.3.3 惯性式制动器台。该试验台结构型式如图6所示。它主要由驱动电机、飞轮、制动器、连接法兰盘、被试制动器和扭矩传感器组成,主要用于测试制动器制动力、温度、耐磨性、可靠性和耐久性等。

2.4 汽车传动系综合性能试验台(国外也有人称这为传动系万能试验台)。汽车传动系是汽车底盘中最重要的一部分,它包括了底盘中如变速器、离合器、传动轴、后桥、制动器等主要的几个总成,因此人们十分重视传动系统试验设备的研制,到目前为止,传动系的几个主要总成都有了其专用的试验装置,也有了相应的试验规范,但是由于汽车的行驶是一个复杂的过程,要在单个总成试验台模拟被试件在实际行驶时的工况是十分困难的,所以各总成的试验数据都是建立在一种极限工况下,如最大扭矩下试验取得的。而汽车毕竟在这种极限下行驶的时间很少,因此台架试验结果同汽车实际行驶试验的结果有较大的差距。因此现有的台架试验只能说是一种对比试验,如何解决这一问题?国内外许多学者和研究机构都在进行这方面的探索,1989年德国大众汽车公司开始研制一种将整个汽车传动系联接起来进行寿命试验的试验台,称之为传动系万能试验台。1991年,大众公司开始研制模拟汽车行驶工况的传动系统综合试验台,这种试验台能模拟汽车的各种行驶工况,进行试验,并能同时进行变速器、离合器、传动轴、后桥的寿命试验,与此同时日本有关学者也在进行传动试验台上用电动机模拟发动机工况的研究,并申请了专利,另外,法国、美国有些汽车公司也在进行传动系统室内道路模拟试验的研究,国内目前尚未见有关报道,我院车辆工程系在建设汽车零部件试验室的同时,开展了汽车传动系室内道路模拟试验的研究,并将此课题上报兵总,已被列为部级课题,当前,结构强度的疲劳试验设备已实现了在室内模拟道路使用工况进行试验,如美国的MTS公司和德国的申克公司都已推出类似设备并已在世界上得到广泛的应用。而关于旋转零部件的室内疲劳道路模拟却仍处于初始研究阶段,因此这方面的研究已成为国内外有关学者关注的热点。

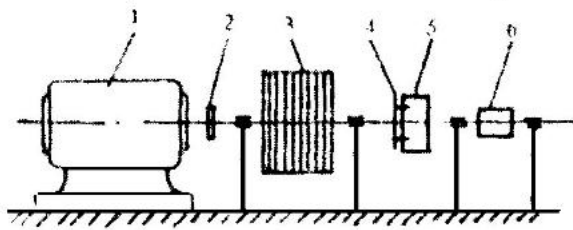


图6 驻车制动试验

1. 电动机 2. 柔性联轴器 3. 飞轮组 4. 法兰 5. 被试驻车制动器 6. 测扭机

3 汽车零部件结构(强度或性能)类试验装置

零部件结构强度试验装置是汽车零部件试验装置的另一大类,它也可分为三类:

3.1 静强度试验设备。这一类试验设备主要由以下几种试验设备组成:

3.1.1 静扭试验机。用于传动轴、半轴、变速器以及所有需要校核扭转强度的零部件;

3.1.2 拉压试验设备。用于桥壳、车架、车身、前桥、传动轴等零部件的弯曲强度和刚度试验以及车身、弹簧等零部件的拉压试验。

3.2 振动疲劳强度试验设备。这类试验设备主要用于结构件的弯曲疲劳强度试验、扭转疲劳强度试验和拉压疲劳寿命试验,如车桥、车架、驾驶室、前轴等部件的弯曲疲劳寿命试验和半轴、传动轴、转向杆等零部件的扭转疲劳试验以及减振器、弹簧、车身等部件的拉压振动疲劳试验。其主要的设备种类有:液压脉动疲劳试验机、机械式振动疲劳试验机和扭转疲劳试验机等。

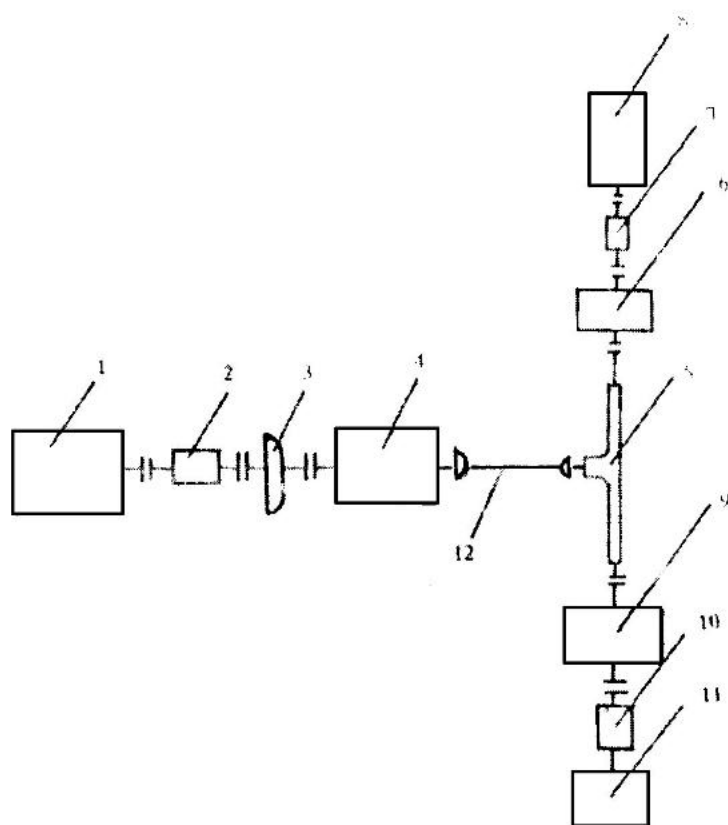


图7 传动系统综合试验台简图

1. 驱动电机 2. 输入传感器 3. 离合器 4. 变速器 5. 后桥 6. 飞轮
7. 传感器 8. 加载电机 9. 飞轮 10. 传感器 11. 加载电机 12. 传动轴

近年来,国内外在结构件的疲劳强度试验设备和试验方法上的研究取得了重大进展,以电液伺服技术和计算机技术为基础的汽车室内道路模拟试验设备得到了广泛的应用。在国际上以美国的MTS公司和德国的申克(SCHENCK)公司开发的道路模拟试验设备能够在室内模拟汽车的实际使用工况进行试验,这样可以调节和缩短试验周期,试验的重复性好、精度高。可以排除许多外界因素的影响,因而具有广泛的适应性和先进性。国外主要汽车厂家几乎都具备了道路模拟试验设备的手段和能力,我国的许多汽车厂家和科研单位如一汽、二汽、南汽所、上汽所、重庆公路所、吉林工大、兵器201所等单位都相继引进了这种类型的试验设备,开展了不少有成果的科研工作。

3.3 模态分析试验设备。这种试验设备是由激振器、传感器(位移和加速度)、电荷放大器、磁带记录仪及计算机数据处理系统组成,主要用于测试车架、车身、后桥等部件结构振动参数如各阶振型、固有频率、阻尼等,以便发现设计的缺陷及改进方向,这在汽车开发中也是十分重要的。

参 考 文 献

- 1 长春汽车研究所. 汽车试验技术手册. 吉林科学技术出版社, 1993
- 2 郑幕侨. 车辆试验技术. 国防工业出版社, 1996
- 3 朱孝录. 齿轮试验技术与设备. 机械工业出版社, 1982

(责任编辑 黄忠国)