

Development Trends of Roller Brake Tester for New Energy Vehicles

Bo Xie

Fori Bernd, Beijing, 100176, China

Abstract

This paper mainly explores some new trends and directions in testing new energy vehicles on comprehensive roller brake tester. It first introduces the structure and components of roller brake tester, then explains the basic working principles of traditional roller brake tester and some commonly tested basic items. Finally, it discusses the impact of new energy vehicles on roller brake tester and new measurement development trends.

Keywords

New energy; roller; tester; battery; autonomous driving

新能源汽车转毂测试台发展趋势

谢博

福瑞博达，中国·北京 100176

摘要

本文主要探究新能源汽车在综合转毂试验台上测试的一些新的趋势和方向，首先介绍了转毂设备的结构，组成，然后介绍了传统转毂测试台的基本工作原理，和一些通常需要测试的基本项目，最后阐述新能源汽车对转毂试验台的影响，以及新的测量发展趋势。

关键词

新能源，转毂，检测，电池，自动驾驶

1 转毂试验台的功能结构和原理

1.1 转毂试验台功能

转毂试验台是一项基本试验设备，为了保证车辆速度准确以及刹车制动安全，以及 ABS、EPB 功能是否准确有效，车辆下线必须在转毂试验台测试。

转毂设备不再局限于传统的几项测量项目，如静态 ABS 测试，40km/h 车速表测试，加速试验，静态制动力测试，倒档试验。还会拓展其他测量项目，比如轴重测试，喇叭测试，阀泵测试等。

1.2 转毂试验台结构

转毂试验台主要由三部分组成，第一部分是前后辊筒组件，一般情况下前辊筒是固定件，后面辊筒是移动框架，主要是方便调节设备的轴距以满足不同轴距的车辆。第二部分是辊筒组件的支撑部分，采用钢结构框架的支撑结构，底部立柱上端有高度调节螺栓，下端是螺栓固定在基坑上或者焊接在预埋板上。

【作者简介】谢博（1984-），中国北京人，硕士，工程师，从事汽车检测研究。

设备辊筒采用双辊筒，辊筒中间有一个气动的举升机构，当车辆进入和开出时，举升机构升起；当车辆开到辊筒组上进行测量时，举升机构降下。后部一般有防止车辆在测试过程中由于意外冲出试验台的阻挡机构，前部有可升降的防撞柱子，防止车辆在测试过程中从前方冲出试验台。

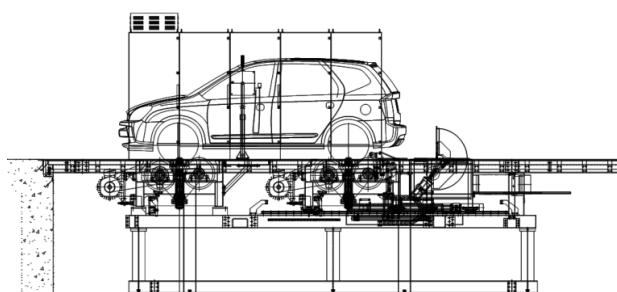


图 1 转毂设备的布局

1.3 工作原理

目前主流的转毂试验台都是采用双摩擦辊筒的结构，进行动态测量实时收集数据，可以收集摩擦数据，并在各种制动系统上提供精确的阻力和动态制动力测量。累积的统计

信息可以识别潜在的制动问题，使工厂能够判断生产过程的质量，然后决定其工艺控制等是否可行或需要修订。辊筒的速度可以通过电机转轴后连接的编码器来采集，动态制动力可以通过牛顿物理第二定律推导出滚动（电机）的加速/减速。

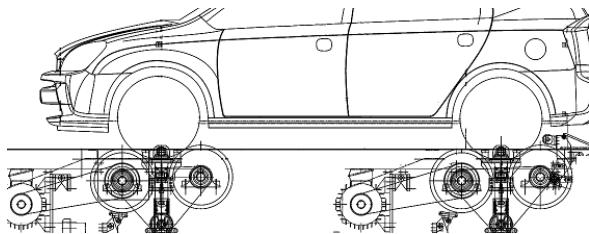


图 2 车辆在转毂设备上

当车辆在转毂设备上，操作员踩下刹车的时候，制动力会作用在车辆上。

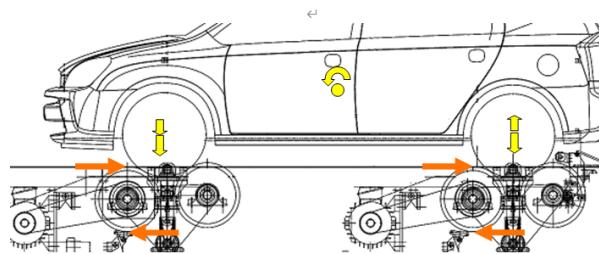


图 3 制动水平力

此时制动力为水平力。通过计算车轮的减速度来测量制动力。

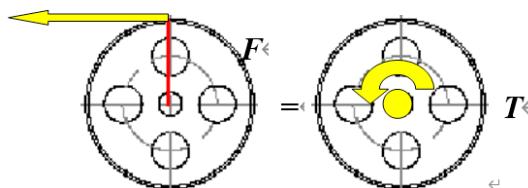


图 4 车轮切向力和力臂

车轮切向力与力臂相乘得到扭矩。

$$T = F \times r$$

扭矩产生角加速度。我们也能将扭矩表达为 “ $F = ma$ ” 的形式

$$T = F \times r = (ma)r = mr \cdot a$$

$$T = I \times \alpha$$

I 为转动惯量，表示在产生转动加速度时受阻碍大小。

$$I = \int r^2 dm$$

可通过下面公式得到制动力。

$$F = I / R * \alpha$$

滚筒的转动惯量由其形状以及材料特性决定。用下面公式求得滚筒转动惯量近似值。最后将每个滚筒的贡献加和。

$$I = mr^2$$

滚筒半径可以测量得到，从而根据编码器输出计算出每个角加速度。

通过这些数值能够计算出制动力。

2 转毂试验台的测试项目

传统的转毂试验台，主要安装在汽车厂的检测线区域，通常位于定位仪测试台的后方，主要测试项目包括：静态制动力测量，转速表测量，加速测试，定速巡航测试，倒挡测试，手刹和脚刹检测等。

2.1 测量模式和项目

综合转毂系统通过编码器测量测速以及制动传感器测量车辆静态制动力。滚筒有自由、恒速、恒扭矩、跟随（前滚筒跟随后滚筒或者后滚筒跟随前滚筒）运行模式。

前驱车加速过程中需要前滚筒自由模式，后滚筒跟随前滚筒模式运行；后驱车加速过程总需要后滚筒自由模式，前滚筒跟随后滚筒模式运行；四驱车加速过程中需要四个滚筒全部自由模式，全部由车辆驱动滚筒转动；恒扭矩模式，软件给滚筒下发反扭矩，车轮带动滚筒转动，加速到一定速度，可以测试车辆的爬坡能力。

可以进行但不局限于如下测量项目：

- 40km/h 车速表测试
- 国标静态制动力测量
- 加速性能测试
- 定速巡航测试
- 倒挡测试
- 低速 ABS 测试
- 高速动态 ABS 测试

2.2 信号采集

转毂试验台速度通过安装在转毂滚筒电机上的编码器采集转动频率，将信号传输给变频器，然后 PC 再从变频器获取转动频率，PC 软件根据设备的滚筒半径计算出实际速度。车辆带动滚筒转动，由滚筒的速度就可以得到实际车速，一般车辆仪表显示速度要小于等于转毂测出的时间速度。

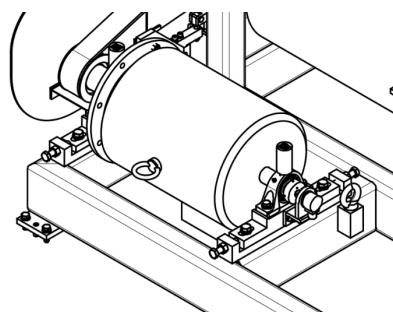


图 5 辊筒轴端编码器

转毂试验台制动力通过拉力传感器采集电压值，然后经过研华 3016 模块放大信号，进入 BeckHoff 模块转换为 AD 值，PC 软件通过网络采集 AD 值，标定转换为实际的制

动力。车辆在踩制动的时候对滚筒刹车的作用力传给拉力传感器，从而可以计算得到车辆的制动和以及制动差等结果。

ESC 轮速传感器测试，车辆空挡模式下，转毂四个滚筒一般分别依次 3km/h 、 6km/h 、 9km/h 、 12km/h 恒速带动车轮转动，然后软件通过 ECU 读取 ESC 控制器内的各个轮速传感器速度，分别跟 3km/h 、 6km/h 、 9km/h 、 12km/h 比较，误差一般小于等于 10% 认为合格。

ESC 动态测试，一般低速四个滚筒都以 3km/h 恒速带动车轮转动，然后上位机通过给 ESC 接口给 ESC 控制器发送升压或者降压指令，设备通过制动力传感器获取当前轮的制动力是否满足设计要求。

3 转毂设备的发展

传统的转毂试验台，结构相对固定，测量项目固化，在面对如今快速迭代的车型，设备已不能满足其要求，需要重新建立生产线，浪费巨大。而新的转毂设计就应该更加的灵活，给各个部件赋予了更多的自由度，能快速响应车型和测量项目的变化。比如后轴增加移动机构，可以在轴距变化的时候适应不同轴距，或者前轴增加移动机构，另外比如传统的机械抱闸，设计繁琐沉重，改成电子驱动的零位保持，不但减少了机械结构而且大大的提高了运行的效率和安全性。

3.1 设备结构变化

新的转毂在尺寸上变小，由于取消了像尾气翻板系统，前阻挡系统等，整体的尺寸会变的更紧凑，前后变短。但是还有一个新的趋势，就是目前消费者对空间的要求更高，各个厂家在设计汽车的时候更趋于大的车内空间，长的轴距。所以转毂的轴距目前是一个加长的趋势。

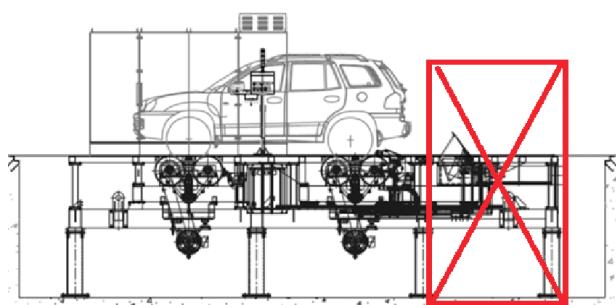


图 6 转毂结构变化

3.2 承载的变化

新能源汽车，相比传统的燃油车，在重量上会有一个大的变化，比如锂电池纯电动汽车，虽然相比燃油汽车，取消了发动机等配件，但是却增加了电池系统，特别是续航长的电池系统，重量上会有一个比较大的跃升，所以锂电池纯电动汽车，相比同等级的燃油车，在重量上会有所增加，所以新的转毂在设计的时候，就得考虑设备本身对载荷的承受。

3.3 整体包装运输

由于新的转毂结构趋于紧凑和集成，在设计之初的时

候，就要考虑设备的包装运输，随着大型吊车等起重设备的普及，目前一个趋势就是整体发货，设备在工厂调试完成，然后整体包装发运，到工厂直接吊运的基坑安装，这样不但节省了安装的费用，而且缩短了设备在现场调试的时间。

3.4 馈电系统的增加

转鼓制动台由于在制动过程中会产生大量的电能，这些电能如果通过制动电阻消耗掉是很可惜的，而且需要制动电阻的功率也会非常大，所以新的设备一般都会标配馈电系统，可以将这些能量反馈给电网，达到节能的目的。

4 新能源汽车的进化和转毂测量趋势

新能源汽车的发展已经进入了快速赛道，特别是近几年锂电池技术的突破，比如比亚迪刀片电池，宁德时代三元锂电池，固态电池等，汽车续航能力不断增强。另外是智能驾驶技术的突破，智能驾驶技术是汽车行业的一大热点，其发展前景广阔。目前，全球各大汽车制造商纷纷布局智能驾驶领域，力求在未来的汽车市场中占据有利地位。

转毂测试台作为新能源汽车下线检测的重要环节，伴随着新能源汽车技术的蓬勃发展，转毂测试台也有了新的功能和使命。未来它不单独是一个以检测制动力为主的平台，而是可以拓展其他功能的集成体。

4.1 新能源汽车的进化

人们对汽车的要求已经不局限于交通工具，而是一个集成的智能驾驶仓，一个可移动的智慧生活空间，尤其是近些年自动驾驶技术的加持，5G 技术的普及，电池技术的革新，使得新能源汽车市场占有率越来越高。主要体现在以下几个方面：

4.1.1 多样化能源发展

传统汽车主要依靠燃油的燃烧来驱动，会产生二氧化碳等温室气体，目前全球共同面临的一个问题是全球变暖，海平面上升。而新能源汽车，不论是电池驱动，还是氢能源汽车，或者是太阳能驱动等，降低或者避免了温室气体的排放，有助于改善环境污染。

4.1.2 新能源经济性提高

随着全球能源危机，传统燃料像汽油，天然气等价格升高，各个国家也在投资新的能源来改变能源结构，大幅提升绿色能源的投入，这就使得绿色能源价格降低。就目前最普遍的锂电池驱动汽车，随着电力价格降低，电池汽车在长期使用过程中，相比传统的加油成本可以节省很大一部分费用。

4.1.3 智能化技术发展

汽车产业进入了智能化下半场，从“感知”迈向“认知”。智能驾驶技术正经历一场深刻的范式转移，从依赖硬件传感器的“感知”时代，全面迈向以 AI 算法与数据为核心的“认知”时代。未来的汽车将变成更智能化的移动出行工具和空间，能够实现智能辅助驾驶，再进一步升级为自动驾驶、无人驾驶。

4.1.4 固态电池等前端技术突破

固态电池采用固态电解质替代传统电解液，可大幅降低电池内部短路的风险，具备本征安全性与极高能量密度，将成为动力电池的终极技术路线。本征安全性：固态电解质替代传统电解液，解决锂枝晶生长和穿透问题，进而避免热失控。高能量密度：固态电解质电化学窗口宽，能够兼容高电压正极、Li 金属负极等高能量材料。

4.2 转毂设备测量新趋势

随着智能化驾驶技术的发展，高阶辅助驾驶已经是标准配置，在转毂设备上可测量的项目会继续拓展，比如由传统的定速巡航，切换到变速巡航，应能升级适应将来的其他先进的驱动 / 制动辅助系统，且满足不同型号的 ABS/EDS/EBD、ASR/TCS、ESP 等驾驶辅助的诊断和测试。主要体现在如下几方面：

4.2.1 自适应巡航检测

自适应巡航是一项舒适性的辅助驾驶功能。如果车辆前方畅通，自适应巡航将保持设定的最大巡航速度向前行驶。如果检测到前方有车辆，自适应巡航将根据需要降低车速，与前车保持基于选定时间的距离，直到达到合适的巡航速度。自适应巡航启用时，驾驶员仍需观察前方路况并在必要时施加制动。转毂试验台可以做一些功能上的升级，加入自适应巡航的检测和诊断功能。

4.2.2 高阶辅助驾驶检测

ADAS (Advanced Driver Assistance System) 作为一种高级驾驶辅助系统，其利用车载信息传感器获取道路目标信息并对车辆的行驶做出部分自动控制，以此减轻驾驶员的驾驶负担。此外，在主车即将发生碰撞或失稳危险而驾驶员未及时采取有效措施时，该系统可对主车进行自动安全控制，从而避免交通事故的发生或减小交通事故的伤害程度。可以在转毂工位集成 ADAS 的部分检测功能，减少其他工位的检测任务。

4.2.3 汽车电检

整车电检工作内容是指对汽车电气系统进行全面检查

和测试的过程。这包括了检查汽车的电池、发电机、起动机、电子控制单元（ECU）、电线和传感器等关键部件。通过整车电检工作内容，汽车维修技师可以确保汽车的电气系统正常运行，从而提高汽车的性能和安全性。这些电检功能，可以在转毂工位实施，提高该工位的利用率。

4.2.4 自动驾驶功能检测

自动驾驶汽车测试是自动驾驶研发中的重要环节，也是自动驾驶技术发展的重要支撑，随着智能网联汽车高等级的自动化和网联化系统不断产业化落地，对测试的依赖越来越深入，尤其是面对即将量产落地的 L3 级以上自动驾驶产品，对现有的测试技术、标准和法规，都提出了新的挑战，需要新的技术突破。转毂测试台作为一个独立的测试单元，也能加持一些自动驾驶检测的项目，比如激光雷达，自动泊车等检测功能。

5 结语

本文首先介绍了转毂试验台的功能和检测原理，然后罗列和分析了其检测的项目，下一节讲述了伴随着新能源汽车的发展，转毂试验台相应的变化和发展，最后展望了新能源汽车的进化和转毂试验台的测量趋势。

参考文献

- [1] 四川诚邦浩然测控技术有限公司.AT4000—轮毂电机测试系统 [EB/OL].[2024-11-12].
- [2] 佚名.基于labview的新能源汽车转鼓测试系统开发与试验[D/OL].[2025-04-07].
- [3] 周孟喜.电动汽车驱动工况下的整车控制策略研究[J].重庆大学学报,2021(05):256-258.
- [4] 李松,曾董,彭文杰,等.电动汽车低温阻力构成及电耗影响研究 [J].汽车工程学报,2023(06):115-117.
- [5] 和夏科技.全新一代四电机台架，助力新能源开发[EB/OL].[2025-09-08].