

# 汽车制动系统真空度测试

## Vacuum Test of Automobile Brake System

黄琦<sup>1</sup> 曹志宇<sup>2</sup>

1. 232303198809241826, 中国·浙江 宁波 315000

2. 230623198804021437, 中国·浙江 宁波 315000

Qi Huang<sup>1</sup> Zhiyu Cao<sup>2</sup>

1. 232303198809241826, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

2. 230623198804021437, Ningbo, Zhejiang, 315000, China

**【摘要】**传统汽车制动系统的助力源常为发动机提供真空助力,在车辆载荷较大或发动机排量较小时就有可能出现发动机抽真空不足,导致车辆制动时真空助力变弱,脚感较差的问题,通常需要额外增加真空泵等装置来弥补发动机抽真空不足的问题。汽车制动系统真空度不仅影响驾驶舒适性,更会影响制动距离和制动减速度安全性能,论文提供一种汽车制动系统真空度的测试方法。

**【Abstract】**The power source of the traditional automobile brake system often provides a vacuum for the engine. There is a possibility of an engine vacuuming shortage when the load is larger or the engine displacement is small, which will weaken the vacuum power when vehicle braking, and make the foots feel incorrect. It is usually necessary to add an additional vacuum pump to compensate for the lack of vacuum in the engine. The vacuum degree of the automobile brake system not only affects the driving comfort, but also affects the braking distance and the safety performance of the braking speed reduction. This paper provides a test method for the vacuum degree of automobile brake system.

**【关键词】**汽车制动系统;发动机;真空度

**【Keywords】**automobile brake system; engine; vacuum degree

**【DOI】**<http://dx.doi.org/10.26549/gcjsygl.v1i2.563>

## 1 术语和定义

①真空源(The Vacuum Source),为制动真空助力器提供真空度的装置,一般为发动机进气歧管处由发动机吸气时产生的真空。②真空度(Vacuum Degree),测试元件(腔)内压力与环境压力的差值,一般为负压,单位为 mmHg 或 hPa。③初速度(Initial Velocity),驾驶员开始促动制动控制装置(制动踏板)时的车速。④踏板力(Pedal Force),驾驶员施加到制动控制装置(制动踏板)上的力。⑤制动减速度(Braking Deceleration),在所考核的时间内,通过制动系统使车速减少的量与时间的比值。⑥踏板行程(Pedal Travel),驾驶员促动制动控制装置(制动踏板)的位移。⑦制动管路压力(Brake Pipe Pressure),驾驶员对制动踏板施加踏板力时制动管路产生的压力。

## 2 测试项目和测试仪器

真空度客观测试主要是指车辆在低海拔地区(海拔高度低于 1000m)或高海拔地区(海拔高度 2500m 以上)的各种工况真空源、真空助力器真空腔的真空度测试。为评估真空度对制动效能及踏板感觉的影响,在怠速行车连续制动及不同车

速下制动测试时测量以下参数:车辆速度、制动踏板力、车辆减速度、制动踏板行程、制动距离,制动时间<sup>[1]</sup>。所需测试仪器如下:

数采系统(采集连续的数据,且频率 $\geq 50\text{Hz}$ ,推荐采用笔记本电脑实时记录数据、显示并监测关键参数的测试曲线);环境压力测试仪;海拔高度测试仪;助力器真空腔的真空度传感器(安装在单向阀与助力器之间);真空源的真空度传感器(安装在真空源与单向阀之间);发动机冷却液温度传感器;发动机转速传感器;车速传感器;踏板力传感器;踏板行程传感器;加速度传感器;多功能显示器(用于显示发动机转速、车速、减速度、踏板力等参数);数据分析软件—支持数据的后处理以确保测试数据的质量;可选传感器:摩擦片温度传感器、制动液压管路压力传感器。

另外,可采用电喷匹配软件实时采集和监控发动机的运行参数,如发动机转速、点火提前角、节气门开度、喷油脉宽等参数<sup>[1]</sup>。

### 2.1 测试环境

海拔高度选取,低海拔地区一般选取海拔高度在 1000m 以下地区;高海拔地区一般选取海拔高度在 2500m 以上的地区。

## 2.2 车辆磨合

进行动态测试前,车辆制动系统应经过正常磨合行驶检查,对于更换了新制动摩擦片的车辆,应按照下列方法进行磨合(对于使用过的摩擦片,如果该摩擦片在之前未进行过热衰退试验,则可用于该测试,但应在试验报告中注明之前的行驶里程)。磨合方法:车辆满载,车辆加速至 70km/h,以 0.3g 的减速度制动,减速至 30km/h,重复制动 150 次,摩擦片温度控制在 100℃-200℃,不超过 200℃。如因条件限制不能连续完成 150 次,可根据具体情况调整试验次数<sup>[2]</sup>。

## 3 真空度测试

### 3.1 测试准备

正确连接安装传感器及数据采集系统,在试验车辆上安装固定各传感器及支架。允许试验载荷:2 人+试验设备。

### 3.2 测试内容

#### 3.2.1 极限工况真空度测试

极限工况的定义:指车辆在启动后就开启所有的负荷附件(大灯、收音机、雨刮、空调、除霜除雾、座椅加热等)和满角度转向(动力转向负荷)时的工况。极限工况真空度测试主要考察整车在极限工况下发动机启动后的真空供应性能。

①怠速静态真空度测试:主要考察发动机启动后怠速静态的真空供应性能。要求在车辆为冷态(在试验之前,车辆应放置在温度相对稳定的区域,停置时间至少 6 小时,直到发动机机油温度和冷却液温度与环境温度相当)时进行测试。操作步骤如下:

踩 4 次制动踏板,踏板力 $\geq 200\text{N}$ ,以释放掉助力器内储存的真空;P 档驻车(若为手动变速器,则挂空档拉起驻车制动),启动发动机;开启下列附件:大灯、收音机、雨刮、空调、前后除霜除雾、座椅加热;进行满角度转向。记录试验过程的助力器真空腔内以及真空源的真空度值。绘制出该过程真空度随时间变化的曲线,并将测试数据整理。

②怠速行驶真空度测试主要考察发动机启动后的怠速行驶车的真空供应性能。要求在车辆为冷态(在试验之前,车辆应放置在温度相对稳定的区域,停置时间至少 6 小时,直到发动机机油温度和冷却液温度与环境温度相当)时进行测试。操作步骤如下:

同怠速静态真空度测试步骤;D 档(若为手动变速器,则挂 1 档),以最小油门开度起步至最低稳定车速,直线行驶 5s 钟后松开油门;保持发动机接合(自动变速器 D 档,手动变速器 1 档、不踩离合器踏板)施加 3 次连续制动,每次制动的踏板力应尽可能保持在 100N 左右,每次制动应使发动机转速低于目标怠速转速至接近发动机熄火状态(注:车辆出现剧烈发

抖或抖动现象),然后释放制动踏板,当发动机转速恢复至目标怠速转速以下 100rpm 时,继续施加下次制动,三次制动后当发动机转速恢复至目标怠速转速以下 100rpm 时,脱开发动机动力输出(自动挡车挂 N 档或手动挡车,踩下离合踏板),以 100N 左右的踏板力制动停车。记录试验过程的助力器真空腔内以及真空源的真空度值。绘制出该过程真空度随时间变化的曲线,并将测试数据整理。

#### ③行驶真空度测试(特定车速 30km/h、50km/h、80km/h)

要求车辆为热态(发动机启动 15 分钟以上或冷却液温度在 80℃以上)时进行测试。以适当的档位全油门加速到 30km/h,按(0.25~0.3)g 减速度进行快速连续制动,直至达到该档位的最低稳定车速,记录试验过程的踏板力、踏板行程、减速度、助力器的真空度,并绘制其随时间变化的曲线。在 50km/h 和 80km/h 车速下重复上述试验步骤。并将测试数据进行整理。

记录试验过程的助力器真空腔内以及真空源的真空度值。绘制出该过程真空度随时间变化的曲线,并将测试数据整理,按表 1 填写结果。

表 1 怠速行车真空度测试数据表

		试验条件			
试验地点:		海拔高度:	环境压力:	环境温度:	电喷参数:
试验工况		冷却液温度℃	发动机转速 rpm	真空源真空度 hPa	助力器真空度 hPa
怠速静态	启动发动机				
	开启附件负荷				
	满角度转向				
怠速行驶	最低稳定车速行驶				
	第一次制动				
	第二次制动				
	第三次制动				
	发动机脱开制动				
	停车				
行驶	30km/h				
	50km/h				
	80km/h				

## 4 结语

通过各种载荷、工况、环境的汽车制动系统真空度测试,判定车辆真空度是否符合开发要求,并依据实际采集真空度数据进行真空助力器特性分析,得出制动系统的制动效能。真空度作为衡量制动助力的重要指标,其测试应具有概括性、代表性,该指标在整车制动系统开发中应引起重视。

#### 参考文献:

- [1]GB 7258,机动车运行安全技术条件[S].
- [2]刘惟信.汽车制动系的结构分析与设计计算[M].北京:清华大学出版社,2004.