

# 汽车制动器温度测量方法对比分析

张 喆 赵 蕾 刘晓东 马 尧

中汽研汽车检验中心(天津)有限公司 天津市东丽区 300300

**摘要:** 随着汽车制动温度的升高,对制动系统的抗热衰退性和制动稳定性都提出了更高的要求。同时汽车制动效能测试过程中,制动温度是重要考量因素。由于汽车制动器的结构特点以及温度测量环境的复杂性等情况,本文结合制动系统试验基本原理,详细分析了各种测温方式的优劣。

**关键词:** 汽车制动器;制动温度;制动稳定性

**Abstract:** With the increase of vehicle braking temperature, higher requirements are put forward for the heat decay resistance and braking stability of the braking system. At the same time, the braking temperature is an important factor in the process of automobile braking efficiency test. Due to the structural characteristics of automobile brake and the complexity of temperature measurement environment, combined with the basic principle of braking system test, this paper analyzes the advantages and disadvantages of various temperature measurement methods in detail.

**Keywords:** Automobile brake; Braking temperature; Braking stability

汽车制动器在工作过程中的温度变化直接影响着刹车效果、使用寿命和稳定性。温度过高会导致非金属摩擦片温度超过其临界热分解温度,进而引起聚合物分解产生化学变化,摩擦系数下降,最终摩擦材料烧焦。温度过高还会产生较大的热应力,使制动材料产生裂纹或损坏,同时变化的热应力也会导致热疲劳损坏。所以,对制动器在工作过程中动态温度的研究是一项重要的工作。对制动器表面温度的测量主要有接触式测温法和非接触式测温法,接触式测温法又可以分为热电偶法和薄膜传感器法,非接触式测温法主要指红外测温法。

热电偶法测温需要热电偶直接和制动器接触,不受传导介质的影响,测量精度高范围广,可以在 $-200^{\circ}\text{C}$ ~ $1700^{\circ}\text{C}$ 范围内连续测量,对于一些特殊热电偶,测量温度可以高达 $2800^{\circ}\text{C}$ ,适合高温测量而且结构简单,安装使用方便,性价比高。热电偶在制动器温度测量中应用非常广泛,其原理为热电效应,即当二种不同性质金属连成闭环回路时,若金属之间有温度差,回路里就会有电流产生,回路中温度较高的称为热接点通常被置于测温处,温度较低的称为冷接点作为输出端,输出信号为直流电压。热电效应产生原因是不同种类金属拥有的自由电子数量不同,当两金属连接形成回路后,温度变化会造成接触面的自由电子运动从而金属间产生电位差。这个电位差由相互接触面积、温度差及金属材料种类来决定。当两端温度一样时电动势相同,回路中无电流,若两端温度不同时,由于电动势大小不同而产生电流由高电势往低电势的流动。测温时,将热电偶安

装在制动器的指定位置处,然后通过导线将热电偶和集流环连接起来。在测温过程中,通过集流环采集信息,再对制动温度进行分析。

薄膜传感器法测温法与其它的接触式温度测量相比,虽然在制动器表面贴薄膜传感器也会破坏表面温度场但程度比较小。随着测试技术的进步,传感器的灵敏度越来越高,质量和体积也越来越小,这种测温方式必然有更大的应用空间。目前基于热电偶技术并运用薄膜沉积技术的多点薄膜传感器得到了发展。通过在摩擦接触表面布置一系列薄膜传感器来测得制动器温度,传感器热惯性较小、灵敏度较高、耐磨性较好,对摩擦表面的温度场影响极小,测量数据非常精确。这种方法测量的仍然是局部区域的平均温度,而不是闪点温度。但是测得的摩擦表面的温度精度还是很高的,并且还有发展空间。另外可以在测温表面镶嵌不同熔点的合金,根据制动器表面不同位置易熔合金的情况来确定制动片某点的温度值。其测量精度取决于各点所镶嵌易熔合金的熔点间距,间距越小精度越高。

红外测温法是在红外物理学基础上发展起来的一种技术,目前已应用于诸多测温领域,主要包括红外线测温技术和红外热成像技术两个方法,它们都属于非接触式测温法。只要物体温度高于绝对零度都会由于分子的热运动而发射红外线,而且发出的红外辐射量与物体的温度直接有关,红外测温法就是依据这一特性进行物体温度测量的。这种方法不会破坏被测物体表面的温度场,可以得到很高的测量精度。红外测温技术应用在制动器

表面温度的测量时存在的缺点是测量结果受制动器表面的发射率、测试环境及制动工作产生的磨屑和尘埃的影响比较大。红外热成像技术是指通过红外传感器接收一定距离内的红外辐射,再经信号处理系统转化成目标的视频热图像的方法。先物体的热量分布转换为可视图像,再通过监视器显示出来,最后得到制动器的温度分布场。红外热成像测量方法具有响应速度快、不破坏被测对象的温度场以及能够检测某些不容易接触的被测目标等特点,所以可以作为测量制动器表面实施温度的一种方法。在实际操作时,测量精度受被测表面的发射率和周围辐射、测量距离、测试温度等诸多因素的影响,而制动器的红外发射率很难确定,而且制动工作产生的磨屑及粉尘也将对测量结果产生影响。另外,红外热成像仪价格昂贵,故目前红外热成像技术用于制动器表面温度测量较少。

通过以上几种温度测量方法的介绍和分析,红外热成像测量成本较高,测量精度易受环境影响。表面贴覆测温传感器时容易破坏制动器表面的温度场。因此热电偶测量应用较多。与其他测温方法相比,热电偶测量温度范围更大,性价比更高。这种测试方法测试位置更加明确和灵活,测试数据随制动器动态响应快,具体测量

点的温度值准确度更高。此外,热电偶测量适用于中高温测量,价格低,正好适合制动器温度测量。制动器温度测量点的选择也是试验中非常重要的一个环节,由于测试的是两个相互接触的表面,两种材料相互贴合,测试电偶布置困难。由于制动器表面摩擦属于微凸体相互接触作用,即使同一区域温差大,闪点温度维持时间短,这给制动器表面动态温度测量带来了更大的难度。因而需先对制动器的温度场特征及摩擦结构特点进行分析后再确定具体的测温点。

#### 参考文献:

- [1]吴婧斯.汽车盘式制动器耦合仿真分析及其寿命研究[D].成都:西南交通大学,2011.
- [2]邢大森.基于反推热流法的铜基轴承材料端面摩擦温度场研究[D].合肥:合肥工业大学,2012.
- [3]王立勇,马彪,李和言等.湿式换挡离合器摩擦片摩擦磨损特性试验研究[J].机械科学与技术,2008,25(05).
- [4]李增松,李彬,阴妍等.机械摩擦状态监测技术研究现状[J].表面技术,2014,43(02).
- [5]郭雨宽,金靖,张浩石.一种低成本的基于温度敏感光纤和OTDR技术的型分布式温度传感器[J].激光杂志,2019(2):11-14.