

载重子午线轮胎温度变化的影响因素分析

周忠伟,李威,徐艺,李栋林,刘鹏

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

摘要:利用红外线测温仪及探针式热电偶,对5个不同规格的载重子午线轮胎表面及内部温度进行测试,并应用多元线性回归方法建立轮胎温度与行驶速度、负荷、充气压力和环境温度等多因素变化之间的关系。结果表明:轮胎温度随着行驶速度的提高小幅升高;负荷是影响轮胎温度变化的重要因素;充气压力过低会造成轮胎过度生热;当环境温度升高到一定程度后,轮胎表面的热量传至环境的能力降低,使轮胎内部温度升高。

关键词:载重子午线轮胎;红外线测温仪;多元线性回归;热电偶;温度;负荷;速度;充气压力

中图分类号:U463.341⁺.3/.6

文章编号:1006-8171(2020)05-0312-04

文献标志码:A

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.05.0312



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎胶料的粘弹性使其在交变应力作用下产生滞后损失,其中一部分热能通过轮胎外表面散失,另一部分则直接引起轮胎温度升高。当轮胎温度升高到一定程度时,胶料的各种热学、力学性能会下降,影响轮胎的行驶安全,甚至因过热损坏而发生“爆胎”现象^[1]。近年来,随着汽车性能的提高和道路条件的改善,汽车的行驶速度不断提高,汽车轮胎的温升也大大提高,轮胎的破坏形式逐渐从力破坏为主转化为热破坏为主,对轮胎生热的研究变得越来越重要^[2-3]。

本工作利用红外线测温仪及探针式热电偶对载重子午线轮胎表面及内部温度进行测试,应用多元线性回归方法建立轮胎温度与行驶速度、负荷、充气压力和环境温度等多因素变化之间的关系。

1 实验

1.1 试验轮胎

选取载重轮胎的规格分别为11R22.5、295/80R22.5、12R22.5、315/80R22.5和14.00R20,轮胎的设计参数等符合GB/T 9744—2015《载重汽车轮胎》。

作者简介:周忠伟(1982—),男,山东聊城人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎性能测试和轮胎与车辆配套研究工作。

E-mail:zhouzhongwei@triangle.com.cn

1.2 主要设备和仪器

TJR-2-TB(Y)双工位载重轮胎高速耐久性试验机,天津久荣车轮技术有限公司产品;红外线测温仪,测量温度范围为-30~400℃,在0~199℃范围内测量精度为±2℃,使用的环境温度为0~200℃,美国雷太公司产品。

1.3 试验方法

目前研究轮胎生热的方法主要包括有限元法^[4]和实测法。实测法又包括接触法和非接触法。

接触法主要用于测定胎冠、胎肩等处轮胎的内温,分为静态法和动态法。

本研究轮胎内部温度测量采用动态法。在轮胎滚动过程中,将探针式热电偶从气门嘴插入,并通过滑环装置将其引出,测定轮胎内部空气的温度。

轮胎表面温度(即胎冠部位的温度)测量采用非接触法,即采用红外线测温仪对高速滚动轮胎进行实时测量。其最大优点是不接触即可测得物体的表面温度分布图,同时可借助计算机对等温线和同一温度的面积比率进行分析,并可进行故障探测等研究,还可从导热的角度对滚动中轮胎内部空气的流动进行研究。

2 结果与讨论

2.1 行驶速度

选取规格为14.00R20的轮胎进行试验,加载

负荷为44.10 kN。轮胎温度与行驶速度的关系曲线如图1所示。

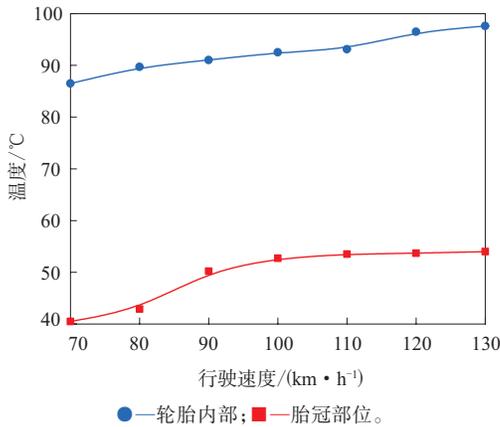


图1 轮胎温度与行驶速度的关系曲线

从图1可以看出,当轮胎以130 km·h⁻¹行驶2 h,轮胎内部温度高达97.6 °C,胎冠部位温度为54.0 °C,即轮胎内部温度与胎冠部位温度相差约44 °C。

从图1还可以看出:轮胎温度随着行驶速度提高呈小幅升高,当行驶速度从70 km·h⁻¹提高至130 km·h⁻¹时,胎冠部位的温度由40.5 °C升至54 °C;轮胎内部温度由86.5 °C升至97.6 °C。这是因为随着轮胎行驶速度的提高,轮胎变形频率加大,单位时间内生热增大,轮胎温度升高,同时试验过程中发现,轮胎损坏形式多为胎冠脱层。

由此可见,车辆在行驶过程中应充分考虑到行驶速度对轮胎生热的影响,避免因轮胎温度过高而发生爆胎事故。

由图1可计算出行驶速度(v)与轮胎内部温度(T_a)和胎冠部位温度(T_b)的线性回归方程:

$$v = -373.480 + 4.823T_a + 0.567T_b$$

2.2 负荷

选取规格为315/80R22.5的轮胎以65 km·h⁻¹的速度行驶100 h后测试轮胎内部及胎冠部位的温度。轮胎温度与负荷的关系曲线如图2所示,轮胎额定负荷为36.75 kN。

从图2可以看出,当轮胎的负荷由23.89 kN增至55.13 kN(即负荷率由65%增至150%)时, T_b 由35.0 °C升至66.0 °C,同时 T_a 由45.1 °C升至114.1 °C。由此可知,负荷是影响轮胎温度变化的重要

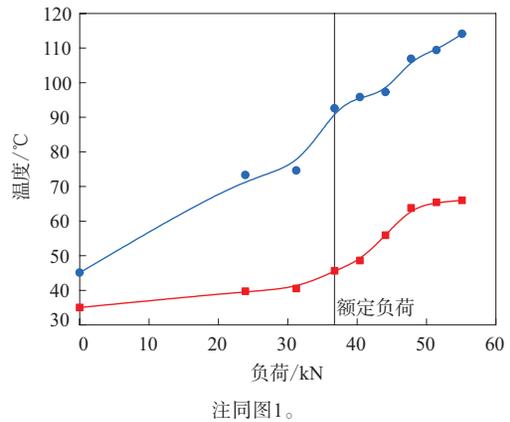


图2 轮胎温度与负荷的关系曲线

因素。当轮胎在超负荷条件下运行时会发生较大变形,胎肩部位的磨损严重,且胎体材料的分子摩擦及部件的机械摩擦会导致 T_a 升高。

当轮胎胎冠中心表面温度超过60 °C(负荷率为120%)时,轮胎胶料的力学性能降低,侧偏刚度和径向刚度都会不同程度下降。为了保证载重轮胎耐久性试验机的安全运行,减小爆胎等几率,当轮胎的负荷率超过120%且监测到胎冠表面温度超过60 °C时,需要每隔2 h停止运行,对轮胎进行检查。

由图2可计算出负荷(F)与 T_a 和 T_b 的线性回归方程:

$$F = -53.1436 + 0.924262T_a + 1.39512T_b$$

另外,考察轮胎规格及速度级别与轮胎温度的关系。5组不同规格的轮胎分别以65 km·h⁻¹的速度行驶7 h后的温度如表1所示。

表1 轮胎规格及速度级别与轮胎温度的关系

序号	轮胎规格	速度级别	T_a /°C	T_b /°C
1	14.00R20	J	73.1	52.6
2	12R22.5	K	72.9	51.1
3	295/80R22.5	L	72.9	54.1
4	11R22.5	M	72.5	47.1
5	315/80R22.5	M	74.2	51.3
		L	73.3	39.7

注:负荷率为65%,标准充气压力。

从表1可以看出,轮胎规格并不是影响 T_a 的主要因素,而 T_b 变化无明显规律,但与轮胎的规格有关。对于同一规格不同速度级别的轮胎(5号轮胎样本),当速度级别由M变至L时, T_a 和 T_b 分别降低

约1和12℃。

2.3 充气压力

规格为12R22.5的轮胎在不同充气压力、120%负荷率下行驶57~66 h时间区域内的 T_b 变化如图3所示。

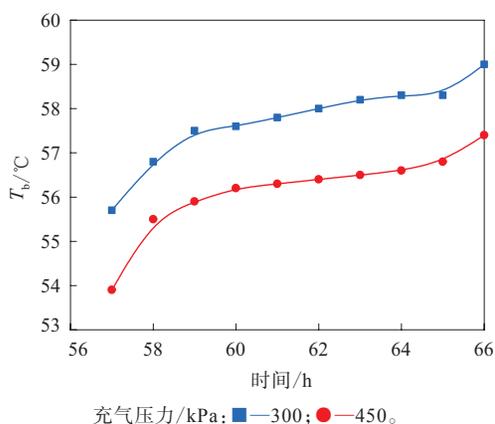


图3 充气压力对 T_b 的影响

从图3可以看出:当轮胎的充气压力不同时, T_b 不尽相同;充气压力为300 kPa时 T_b 比充气压力为450 kPa时高2℃左右。这是因为在相同负荷作用下,轮胎的充气压力过低,则胎体变形过大,会产生屈挠,造成轮胎过度生热。

2.4 环境温度

规格为295/80R22.5的轮胎在额定负荷下行驶至 T_b 基本不变时,即轮胎表面温度达到稳态,改变 v ,考察其对 T_b 和环境温度(T_c)的影响,结果如图4所示。

从图4可以看出,随着 v 提高, T_b 和 T_c 均升高,但

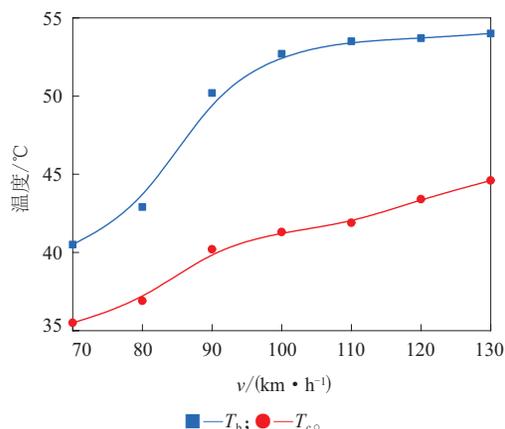


图4 v 对 T_b 和 T_c 的影响

T_c 升幅较小。当 T_c 升至40℃时,轮胎表面的热量传至环境的能力降低,热量得不到有效消散而积聚在轮胎中,使 T_a 变高,这与第2.1节的研究结果一致。

由图4可计算出 v 与 T_b 和 T_c 的回归方程:

$$v = -193.496 + 9.84583T_b - 2.12884T_c$$

2.5 轮胎温度与影响因素之间的函数模型

轮胎在实际行驶过程中,往往是行驶速度、负荷、充气压力及环境温度等多因素同时发生变化。轮胎稳态温度是衡量轮胎质量的重要指标,因此,建立轮胎表面稳态温度与实际工作条件之间的函数关系式具有实际意义。

利用多元线性回归方法,计算建立轮胎温度与影响因素之间的函数模型:

$$T_b = -av + bF + cP + dT_c + eT_a + f$$

式中, $a-f$ 为方程系数和常数项, P 为充气压力。

3 结论

(1) 轮胎温度随着行驶速度的提高小幅升高,且二者近似呈线性关系。

(2) 负荷是影响轮胎温度变化的重要因素。当负荷过高时,轮胎在行驶过程中会发生较大变形,胎肩部位磨损严重,从而导致轮胎内部温度升高。

(3) 在相同负荷作用下,充气压力过低,会造成轮胎过度生热。

(4) 当环境温度升高到一定程度后,轮胎表面的热量传至环境的能力降低,热量积聚在轮胎中,使轮胎内部温度升高。

本工作可为轮胎爆破的机理和预防研究提供依据。

参考文献:

- [1] 何燕. 轮胎非稳态温度场的研究[D]. 武汉:华中科技大学, 2005.
- [2] 陈秋红. 载重子午线轮胎稳态温度场分析[D]. 上海:东华大学, 2008.
- [3] 王梦蛟. 绿色轮胎的发展及其推广应用[J]. 橡胶工业, 2018, 65(1): 105-112.
- [4] 马连湘, 刘志春, 刘江省. 轮胎生热与温度场的研究[J]. 轮胎工业, 2002, 22(6): 323-326.

收稿日期: 2019-11-12

Analysis of Factors Affecting Temperature Change of Truck and Bus Radial Tire

ZHOU Zhongwei, LI Wei, XU Yi, LI Donglin, LIU Peng

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: Using infrared thermometer and probe thermocouple, the surface and internal temperature of five different truck and bus radial tires were measured, and the relationship between tire temperature and multi factors, such as driving speed, load, inflation pressure and ambient temperature, was established by using multiple linear regression method. The results showed that, the temperature of tire increased slightly with the increase of driving speed, load was an important factor affecting the temperature change of tire, over-low inflation pressure would cause excessive heat build-up of tire, and the ability of heat transfer from the tire surface to the environment decreased when the ambient temperature increased to a certain extent, which could increase the internal temperature of tire.

Key words: truck and bus radial tire; infrared thermometer; multiple linear regression; thermocouple; temperature; load; speed; inflation pressure

贵州轮胎推出LET- II代系列产品

2020年,高速公路货运车辆平均超限超载率不得超过0.5%,且高速公路对货车实行统一按车(轴)型收费。运输条件的改善和规范以及收费标准的调整,将会加速3 000多万名卡车司机对低滚动阻力、低油耗、高行驶里程、更安全的绿色节油轮胎的需求。

随着国内运输环境的改变和卡客车的不断发展,贵州轮胎股份有限公司积极组织绿色节油轮胎的技术专家研发团队,先后推广上市了SPEED第1代和第2代系列产品、LET- I代系列产品、GHA产品,并获得广大司机的高度赞赏和认可。现推广上市的LET- II代系列产品是在LET- I代产品基础上,采用全新技术配方设计,具有低滚动阻力、低油耗、高行驶里程、低生热等优点,全面满足冷链运输、长途货运物流等对运输时效有较高要求的卡客车辆使用,为广大的卡客车用户提供低油耗、高行驶里程、更安全的轮胎解决方案。

轮胎因滚动阻力而造成的燃油消耗量约占整个汽车燃油消耗量的20%,卡客车这一比例则高达1/3。LET- II代系列产品的滚动阻力系数已达到GHA产品的水平,与市场同规格、同花纹产品相

比,滚动阻力系数降低了15.17%~21.69%,可节油3.0%~4.3%,单台车辆年行驶20万km,可节省油费1.25万~1.8万元。

(贵州轮胎股份有限公司 丁朝俊)

伊士曼荣膺轮胎年度供应商大奖

日前,伊士曼宣布其在德国举行的2020年轮胎技术展览会创新与卓越奖颁奖典礼上荣获年度供应商大奖。

国际轮胎技术创新与卓越奖由30多位顶尖专业人士组成的评审团负责评选,旨在表彰轮胎行业中的杰出成就和研发成果。伊士曼是一家全球性的特种材料公司。2019年,伊士曼投资超过200万美元,在上海启用全新轮胎技术实验室,为全亚洲的客户提供快捷高效的测试服务。近年来,伊士曼取得了不少突破性创新成果,如新型不溶性硫黄Crystex Cure Pro, Impera高性能树脂产品组合的规模也扩大了3倍。此外,伊士曼也通过各种新的应用开发技术帮助客户提高配料操作效率与橡胶检测分析的准确性,并为轮胎工厂提供轮胎加工过程热历史分析服务。

(摘自《中国化工报》,2020-03-30)