

影响汽车产生静电的轮胎电阻和其它因素

Creech D B and Padula S M 著 成莉娟摘译 涂学忠校

早在 20 世纪 40 年代就有人发现了轮胎与道路界面产生静电的现象。有关收费亭的工作人员遭受电击的各种报道使人们展开了对这种现象如何进行测量和控制的研究,并试图消除这种现象。这种电击的程度与人在干燥的冬日里走过一段地毯再与地面接触时所经受的电击差不多。本文阐述了影响静电电压上升的众多因素。车体电压上升的首要原因是轮胎与道路界面的摩擦生电。轮胎电阻是影响静电产生的次要参数,这个参数可以很容易地通过实验室测量得到,并可用来消除收费亭电击现象中的轮胎因素。实验研究已表明,控制轮胎的电阻 (R) 值小于 $1 \times 10^{10} \Omega$ 可避免这种电击的产生。

1 静电产生机理

所谓的摩擦生电是指在两种材料间产生静电的现象。它是由电子在材料间的转移造成的。失去电子的材料带正电荷,而得到电子的材料带负电荷。通常,影响带电大小的因素包括材料在摩擦电序中的相对位置、接触的紧密程度、摩擦因数、分离速度、材料的导电性、相对湿度、表面的水分及还原速度等。

材料可以按其在摩擦电序中的相对位置进行分类。在摩擦电序中相对带正电荷的材料总是位于那些带负电荷的材料之上。换句话说,在电序底部的材料获得电子,而顶部的材料失去电子。表 1 列出了各种材料的摩擦电序。注意橡胶在与其它一些普通材料相比较时的相对位置。在此电序中,材料之间的距离越远,电荷产生得越多。

表 1 材料的摩擦电序

Ballou	Lehmicke	Hersh 和 Montgomery	Henry
羊毛	玻璃	羊毛	铂
尼龙	人的头发	尼龙	聚乙酸甲基
丝绸	尼龙纱线	粘胶纤维	乙烯酯
粘胶纤维	尼龙聚合物	棉花	滤纸
Cordura	羊毛	丝绸	乙酸纤维素
(杜邦)	丝绸	醋酸酯	三乙酸纤维素
人的皮肤	粘胶纤维	丙烯酸树脂	PE
玻璃纤维	棉花	(杜邦)	铝
棉花	纸	聚乙烯醇	聚苯乙烯
玻璃	苧麻	Dacron	铜
醋酸酯	(钢)	Dynel	橡胶 (NR)
Dacron (杜邦)	硬橡胶	(联合碳化)	
铬	醋酸酯	Velon	
Orlon (杜邦)	SR	(费尔斯通)	
PE	Orlon	PE	
	Saran (道氏)	Teflon (杜邦)	
	PE		

图 1 示出了摩擦电序中几种材料的静电积累与相对湿度的关系曲线。注意电击的临界值介于 2 000 和 4 000 V 之间。在 2 000 V 以下时人们感觉不到电击。而在 4 000 V 以上时人们就会有被电击痛的感觉,这就如同在干燥的冬日里走过地毯后被电击的感觉一样。

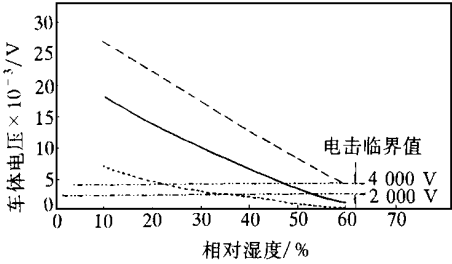


图 1 静电积累与相对湿度关系曲线

—羊毛;—尼龙 66;···丙烯酸

2 观测结果

对轮胎而言,相互接触的两种不同的材料是胎面胶和路面,不同的胶料产生摩擦静电的差别可大至2倍,而路面差别的影响要大于轮胎。路面的不同可能会影响产生电荷的极性和数量级,此处所报道的大部分研究都是为了解与轮胎相关的静电现象而展开的。然而,作为研究轮胎影响的一部分,必须对产生静电的路面进行界定。通过对路面的研究可得出以下定性结论:

(1)不同路面产生静电的大小依次为:封缝的沥青路面、未封缝的沥青路面、封缝的混凝土路面、未封缝的混凝土路面。在封缝的沥青路面上产生的电压比未封缝的混凝土路面高2个数量级。

(2)不同路面的放电速率依次为:未封缝的混凝土路面、未封缝的沥青路面、封缝的混凝土路面、封缝的沥青路面。未封缝的混凝土路面的放电速率比封缝的沥青路面高3个数量级。

已注意到,对轮胎和车身来说,相对湿度是另一个重要的因素,现已观察到在相对湿度高达60%时就有电荷产生。然而,通常相对湿度不低于50%,不会产生收费亭电击现象。随着湿度的下降,电压值和由此引发的收费亭电击的严重程度就会上升。

在下述对不同水分路面的实验观察中发现,路面上水分的多少是很重要的。

(1)如果在过去24 h中下过雨,产生静电是很困难的。

(2)如果路面的地下潜水位在1.83 m以内,产生静电也很困难。

(3)通常在晴天进行实验。一旦试验路面被阴影罩住,产生的电压值就会降低75%,显然这是在直接日晒的热负荷被除去后,由于冷却而使路面水分增加造成的。

在汽车行驶过程中,道路表面和轮胎间的摩擦生电导致电荷的产生。随着轮胎的转动,车体电压不断上升。但在轮胎和路面接

触的同时也产生了一个放电路径,因此电压的大小便稳定在一定值上。最后形成的电路可看成是一个电源(不断产生静电电荷)通过由道路、轮胎、轮辋和车体所构成的合成电阻对一个电容(车体)进行充电的模型(见图2)。

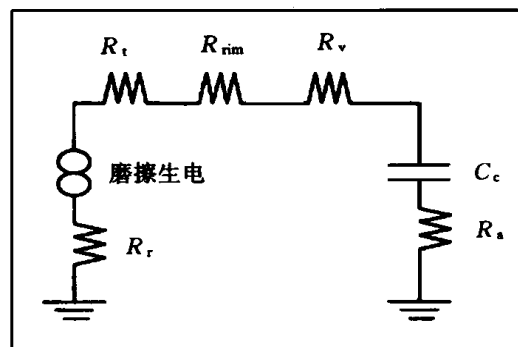


图2 轮胎与车体电路图

R_t —轮胎电阻; R_{rim} —轮辋电阻; R_v —车体电阻;

R_r —道路电阻; C_c —汽车电容; R_a —空气电阻

3 收费亭处静电的产生和释放

当司机将车靠近收费亭时,车体开始放电。如果在付费前没有足够的时间允许车体放电,司机和收费亭的工作人员之间就会产生放电。影响收费亭电击现象是否出现的因素为:放电时间、车体的电压大小及轮胎和道路表面在收费亭处形成的合成电阻。

3.1 车体电压的测量

对数个不同品种的轮胎进行测量发现,在适宜的湿度和路面条件下,所有的轮胎都可产生足以引起收费亭电击的静电电压。采用常规胎面生产工艺制造的轮胎,所测得的轮胎电压值可以达到4 500 V。

3.2 电压衰减

由于所有的轮胎都能产生足以导致收费亭发生电击的电压,因此必须使轮胎——路面——大地这一通路之间维持一个足够的放电速率,才能确保收费亭不会产生电击现象。这个放电速率主要是由路面和轮胎两者的电阻决定的,其它因素包括:车体的电容及放电路径中其它车体部件的电阻(见图3)。

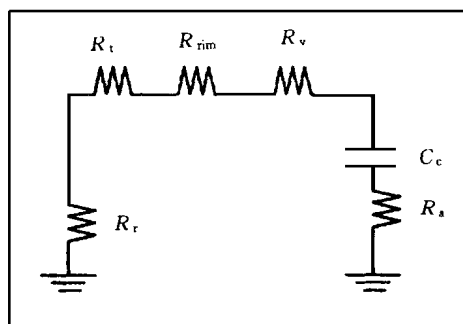


图3 车体放电电路图

注同图2

在收费亭处,一个洁净的未封缝的混凝土路面可以为车身提供一个良好的接地放电路径,而封缝的混凝土路面或用焦油和橡胶混合料铺成的路面则使电路的电阻大大增加,从而使路面取代轮胎成为从司机到地面的整个电路电阻的控制主体。在这种状况下,无论轮胎的电阻如何,都会产生收费亭电击现象。

当轮胎成为电阻的控制因素时,实验研究表明,如果其电阻小于 $1 \times 10^{10} \Omega$,那么电压衰减率就足以确保收费亭电击现象不会出现。必须牢记轮胎的电阻不是导致车体产生静电积累的主要因素。静电积累的原因来自轮胎与道路界面的摩擦生电。轮胎的电阻是一个次要的参数,可以很容易地将其测得并用以消除收费亭电击现象中的轮胎因素。

4 轮胎电阻的测量

收费亭电击的出现重新激发了人们测量轮胎电阻的兴趣。ISO 2878—1987 讨论了一种测量轮胎电阻的方法。在采用此方法

时,先将电极埋在胎面中心,将导线从胎圈引出,然后测量电极间的电阻。ISO 2878 测试法没有模拟轮胎在运行条件下的电阻,其原因主要是由于这种方法与实际运行条件下比较,胎圈和胎面接地区的导电接触面积显著不同。因此便出现了另一种可选择的测量电阻的方法。

1997年2月,WDK(德国橡胶加工专业协会)发行了WDK110,这份文献阐述了一种测量轮胎和车体系统电阻的方法。另外,WDK110还提出了所有汽车轮胎在户外行驶时所能接受的最大极限电阻值应为 $1 \times 10^{10} \Omega$ 。在美国,ASTM F9分委员会也正在制定类似的测试方法。

采用该方法,在一个金属板上向一个装好的轮胎加载工作负载和压力(板与加载机器间已进行绝缘处理),然后金属板相对于轮辋放电而带上正电压,测量金属板和轮辋间的电流,根据测得的电流值就可确定出轮胎的电阻值。

重要的是轮胎承受的负载和压力必须符合典型的日常工作条件,只有这样才能形成一个有代表性的接触区域。

5 结语

导致车体电压不断上升的主要因素是轮胎与道路界面的摩擦生电。轮胎的电阻只是一个次要的参数,但它可以在实验室轻易地测得并能用来防止收费亭电击现象的发生。实验研究已表明控制轮胎 R 小于 $1 \times 10^{10} \Omega$ 时即可避免这种电击的产生。

译自英国“Tire Technology International 1997”, P36~38

普利司通扩大彦根厂生产能力

英国《欧洲橡胶杂志》1998年180卷3期7页报道:

普利司通正将其彦根厂的子午线轮胎生产能力提高25%,达到日产轮胎6万条,总

投资额约为3940万美元。这是自1996年以来普利司通在日本本土的第一项扩产的重大投资活动,也是自1993年以来该公司在彦根的首次重大投资活动。

(涂学忠译)