



能效较低的轮胎结构和充气不足会影响电动汽车的续航里程。(吉利汽车)

«在车辆的整个使用寿命中, 轮胎的滚动阻力系数可带来4%的电池电量差异。»

胎压对电动汽车续航里程的影响

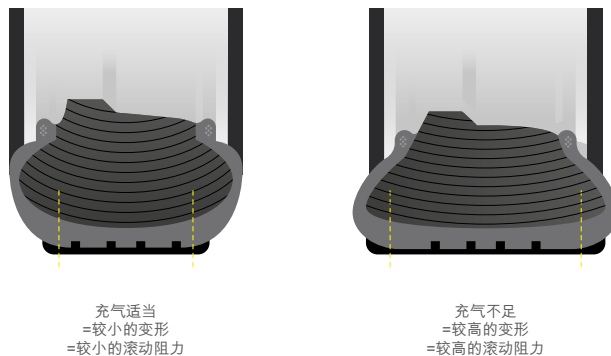
2020-10-07 唐腊梅 (吉利汽车), 魏胜 (玲珑轮胎), JEFFREY VALENTAGE (埃克森美孚化工), 励征 (埃克森美孚化工), SUJITH NAIR (埃克森美孚化工)

一项新的研究表明: 对轮胎压力损失的严格控制可以显著提升电动汽车的能效。

电动汽车研发团队在改善车辆续航里程方面取得了很大的进步, 减轻了终端消费者的“里程焦虑”。人们一直将关注重点放在电池技术, 控制技术和车辆空气动力学方面, 事实上, 轮胎也显著影响着电动汽车的续航里程。轮胎会持续地漏气。能效低的轮胎结构, 充气不足以及其他一些因素都会对电动汽车续航里程产生不利的影响。

图1显示充气不足的轮胎刚度更小, 变形更大, 导致更多的能量耗散, 滚动阻力变大, 降低电池能效。吉利研究院, 山东玲珑轮胎有限公司和埃克森美孚公司三方合作, 进行了一项关于气压损失对轮胎实际滚动阻力的影响, 以及进一步对电动汽车续航里程影响的研究。研究结果将有助于吉利汽车集团对下一代电动汽车的轮胎规格要求。

图1: 适当充气的轮胎和充气不足的轮胎之间的变形差异



气密层的关键作用

根据测试的几款轮胎表明，超过48%的轮胎气密性较差（轮胎充气压力损失率[IPLR]> 3%）。只有6%的轮胎具有较好的气密性（IPLR <1.7%）。设计完全不漏气的轮胎是很困难的。优化轮胎气密性的关键就是气密层的材料组成和设计。

空气损失主要受到气密层渗透性，厚度和端点距离（气密层的末端至胎趾）的影响。在这三个因素中，气密层渗透率是降低气压损失的重要因素。研究表明，气密层的末端至胎趾距离减少 50%（从 20 毫米减至 10 毫米），将厚度增加15%（从0.65毫米到0.75毫米），可分别将轮胎充气压力损失率[IPLR]降低 10%和18%。而气密层渗透系数减少 40% 就可将轮胎充气压力损失率[IPLR]降低 30%。

溴化丁基橡胶和氯化丁基橡胶是制造传统轮胎气密层的聚合物。为了降低渗透性，应该使用更高性能的聚合物，例如溴化异丁烯-对甲基苯乙烯（BIMSM；商品名称Exxpro™特种弹性体）。

随着时间的推移，轮胎会缓慢漏气，从而导致胎压降低，在实际行驶条件下的“使用中”的滚动阻力会更高，从而降低燃油经济性。然而，这些影响因素可能不会在测量滚动阻力系数（RRC）实验数据中体现。吉利汽车的工程师们在改善轮胎方面采取了更全面的原則，通过改善“使用中”的滚动阻力系数来改善终端用户的驾驶体验。

胎压监测系统

为避免由于轮胎严重漏气（充气不足> 20%）而导致的灾难性事故，胎压监测系统（TPMS）被开发出来。吉利汽车指出，胎压监测系统的警报灯不能防止驾驶员在充气不足的情况下继续行驶。2018年吉利汽车发布了胎压监测系统报警是在轮胎充气压力损失率[IPLR]<3.5%时触发，而在2019年将其提高至轮胎充气压力损失率[IPLR]<2.5%。随着全球市场对电动汽车的需求增加，关注“使用效率”而不是实验室的滚动阻力系数（RRC）变得越来越重要。

在这项研究中，玲珑轮胎生产了四种除气密层结构和气压损失率，其他规格都相同的215/50R17乘用车轮胎，（表1）结果显示了不同共混配方的气密层实验数据。轮胎充气压力损失率[IPLR]测量标准：ASTM 1112。

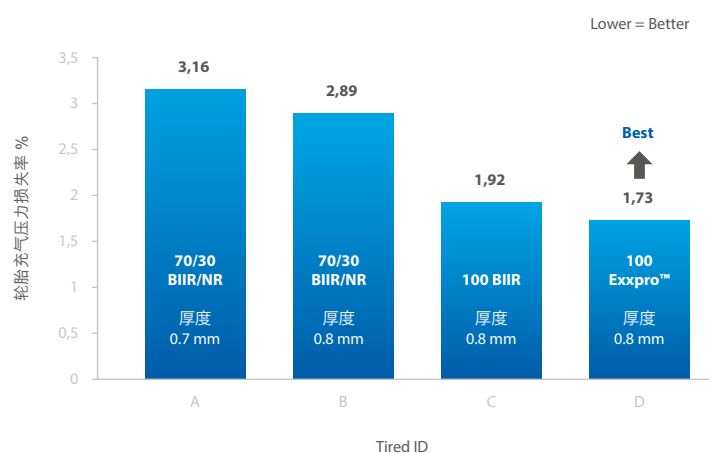
表1 不同共混配方的气密层实验数据与IPLR结果

轮胎ID	共混配方	IPLR (%)	6个月预测气压损失	胎压监测系统警报
A	70/30 BIIR/NR	3.16	76	是
B	70/30 BIIR/NR	2.89	70	是
C	100 BIIR	1.92	50	否
D	100 Exxpro™ 3563	1.73	45	否

当气密层配方从70/30% 溴化丁基/天然橡胶（轮胎B）改为100%溴化丁基（轮胎C）时，轮胎充气压力损失率[IPLR]改善了33%。相反，当气密层厚度从0.7毫米（轮胎A）增加到0.8毫米（轮胎B），加厚15%时，IPLR仅改善了10%。该结果与之前提到的结论相吻合，强调了气密层的材料组成（抗渗性）是改善气密性的关键。

图2表明，在本次实验4个配方中，含Exxpro 3563的气密层轮胎D的IPLR最低，比对照组轮胎A低了将近40%。根据埃克森美孚化工公司的研究结果发现，在现实道

图2不同气密层轮胎材料组成和厚度的IPLR实验室结果



路环境下, 轮胎的胎压损失是实验室静态条件下的两倍。为预测六个月后的胎压损失, 将IPLR数值乘以该系数, 作为动态使用情况下的胎压。

毫无疑问, IPLR高的轮胎A (> 3.1%) 预测六个月后轮胎充气压力损失率远高于IPLR低的轮胎D (<1.8), 且滚动阻力的增加也远远高于胎D。如图3所示, 对于“使用中”的效率, IPLR低的轮胎滚动阻力系数六个月后的变化也相对较少。

提高续航里程, 减少消耗

从表2可以看出, IPLR > 3.1%的轮胎A的六个月续航里程损失远高于IPLR < 1.8%的轮胎D。续航里程损失随IPLR变化图4所示, IPLR越低的轮胎, 续航里程损失越低(一年中的平均值)。

表2 轮胎的滚动阻力系数和电动汽车续航里程损失结果

Tire ID	IPLR (%)	ΔRRC (6 months)	Range Loss (6 months, Km)
A	3.16	1.64	16
B	2.89	1.51	15
C	1.92	0.88	9
D	1.73	0.72	7

IPLR高的轮胎A的续航里程损失高, IPLR低的轮胎D的续航里程损失低。图5说明模拟假设电动汽车续航里程为360 km, 只有在轮胎的IPLR接近零时才有可能达到。根据研究结论, 使用高的IPLR轮胎 (> 3.1%) 和使用低的IPLR轮胎 (<1.8%), 实际平均续航里程分别是344 km和353 km。

这些结果可以间接联系到汽车使用效率上。在理论情况下, 使用效率约为11.5 kWh / 100 km (假设轮胎的IPLR约为0%)。根据轮胎A (IPLR为3.16%) 的续航里程损失, 使用效率降低至11.9 kWh / 100 km。当使用轮胎D (IPLR 1.73%) 时, 使用效率仅下降到11.6 kWh / 100 km。使用轮胎A而非轮胎D浪费的能效约为0.3 kWh / 100 km (图6)。

假设一辆电动汽车平均每年行驶12,000公里 (约7,456英里), 使用这两组不同的轮胎的年度浪费的电量差为36 kW-h。2012年至2019年, 中国的电动汽车总销量约为754万辆, 其中约66%是乘用车 (约497

图3不同IPLR的轮胎模拟续航里程损失

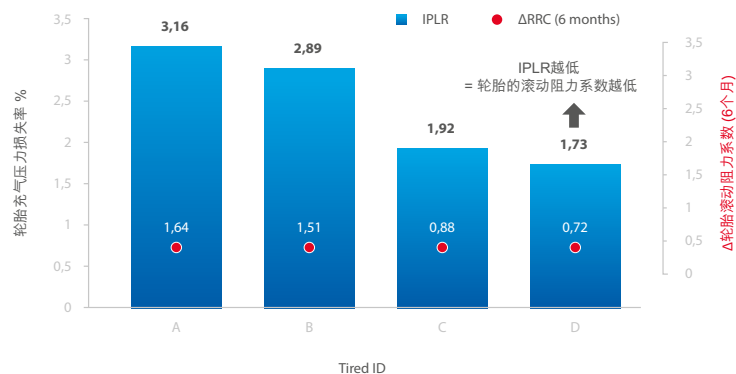


图4: 轮胎充气压力和滚动阻力直接影响电动汽车续航里程

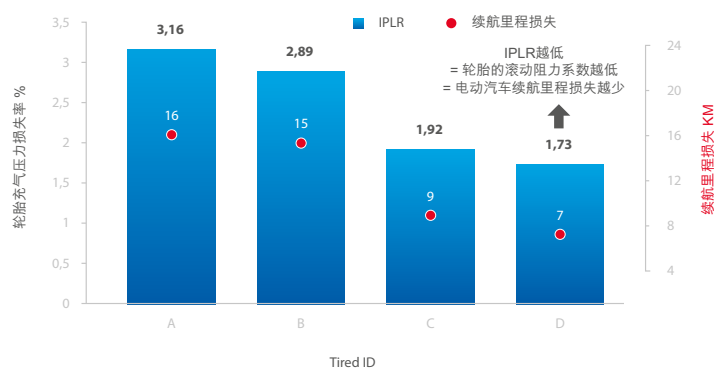


图5 不同IPLR的轮胎模拟续航里程预测

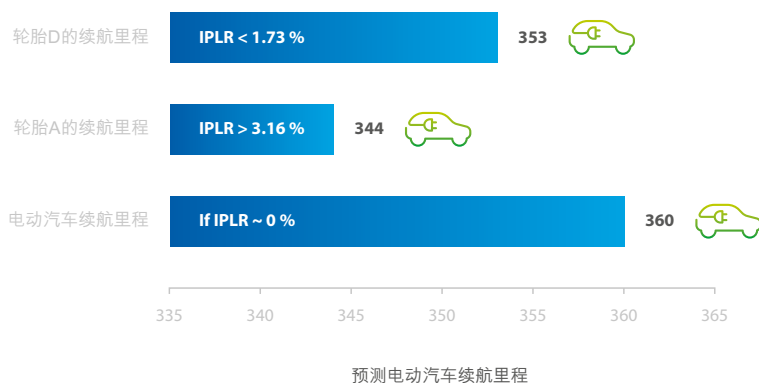


图6 不同IPLR的轮胎汽车使用效率

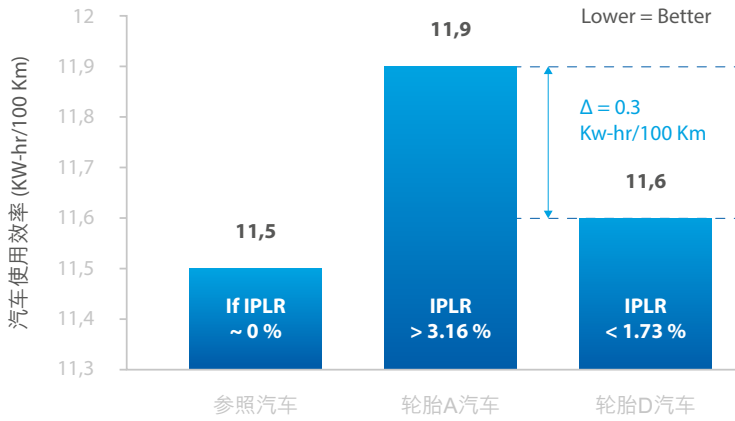
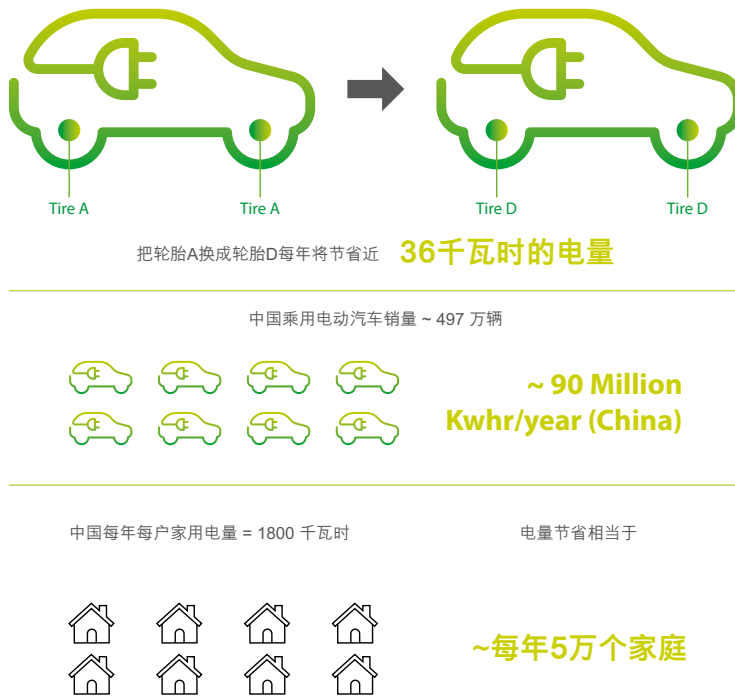


图7 不同IPLR的轮胎宏观计算的电量



万辆)。只是简单地把轮胎A换成轮胎D每年将节省近9000万千瓦时的电量(图7)。

衡量浪费的电量可以根据中国平均每年每户家用电量(约为1800 kW-h)来计算。轮胎A换成轮胎D每年将节省的电量相当于5万个中国家庭的年均用电量。

降低轮胎充气压力损失率[IPLR]有很多方式---有效的方式是通过使用渗透系数低的聚合物。轮胎充气压力损失率[IPLR]越低,轮胎的滚动阻力系数随时间的变化越小,从而提高了“使用中”的电动汽车续航里程。利用目前行业中的材料,轮胎设计和制造设备,可以将轮胎充气压力损失率[IPLR]提高到<1.8%。

在车辆的整个使用寿命中,轮胎的滚动阻力系数可弥补4%的电池电量差异。减少轮胎充气压力损失率[IPLR]和“使用中”的滚动阻力系数可以为一级供应商和汽车厂商提供可以使用更轻或更便宜的电池的可能性。埃克森美孚化工的道路测试表明,优化了充气压力损失率的轮胎可提高3-7%电动汽车续航里程。未来,我们预计轮胎充气压力损失率[IPLR] <1.8%将成为一流车企的标准。

声明: 根据发表在SAE的吉利汽车英文文章, 本翻译文件仅提供方便为目的。