

轮胎——永不驻足的发明

Williams A R 著 程宝家 范汝良 于雅洁摘译 纪奎江校

摘要 充气轮胎已有 110 年的历史,没有它就没有公路运输系统。然而,就轮胎的许多物理性能而言,它将不会维持今天的格局;那种认为发达国家的汽车工业仍会沿着以往 40 年的道路发展的观点是不对的。本文阐述了我们今天熟知的轮胎过去的发展过程,并在预测今后 20 年内社会和交通变化的基础上,对轮胎的发展进行了探讨。在回顾与轮胎设计有关的主要的原材料发展及其与轮胎性能的关系之后,指出如何通过轮胎生产工艺的变化来部分解决包括交通性、安全性和环境因素在内的公路运输系统三角问题。

过去,许多工业界的领导人曾就他们所从事的领域发表过一些事后看起来有些奇怪的言论。Benz 曾说过,世界上只能容纳 100 万辆小轿车,因为只有 100 万人可被培训成为司机;美国专利局局长则在 1896 年指出,所有可能的发明都已实现了;IBM 总裁则认为世界上只能容纳 17 台计算机;甚至有一位著名的航空科学家在 1954 年指出太空行走是不可能的。我们当然还知道伦敦的交通将会因日益增多的马车带来的马粪问题而停滞不前的预言。面对历史上这些预言的失败,我们对所有的预言,包括我最初关于英国交通发展的假设(见图 1)都应仔细考虑。

但是,无论在城市还是乡村,汽车所能提供交通机动性的缺乏日益引起关注。我们还可以确信,英国公路的发展将受到极大的限

制,这不仅是由于反公路运动,而且是由于维护已有基础设施所需费用的增加将导致可用于发展公路的资金越来越少。这对于发展中国家是一个前车之鉴。

面对这种状况,我们应当思考轮胎及其未来的发展。要确定未来的发展道路,就必须对过去进行总结。不认识到这一点,就意味着我们不会从历史中汲取教训,因此必然会重蹈覆辙。科学家们的研究工作必须考虑外界因素,对产品来说也是这样,尤其是轮胎,如果不考虑到原材料、生产和边缘学科的发展,其“商业前景”就会受到威胁。让我们来看一些轮胎的基本性能,如耐磨性和湿路面抓着力。随着轮胎设计的发展,从斜交轮胎、纤维帘线子午线轮胎到钢丝子午线轮胎和现在具有最优高宽比的子午线轮胎设计,一定磨损强度下轮胎的耐磨性逐渐提高(见图 2)。它还表明,当车辆在水深 1 mm 的次级公路上高速行驶时,湿摩擦力随胎面花纹深度减小而逐渐下降。轮胎在次级公路上行驶时,当胎面花纹深度降至 3 mm,轮胎的行驶性能会比原设计性能下降很大。

现在人们对环境的要求越来越高,燃料的消耗和放出的废气量变得十分引人注意,因此轮胎的滚动阻力成为一项关键性能。近些年来,通过高分子设计、胎面花纹设计和一些非常规炭黑填料的使用,使得轮胎滚动阻

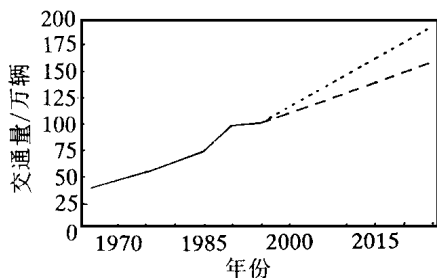


图 1 机动车辆交通量增长情况

部机动车实际交通量; 全部机动车交通量预测下限;
全部机动车交通量预测上限

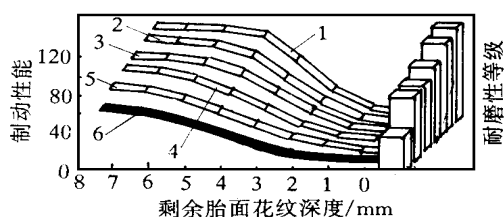


图2 轮胎抗湿滑性能和耐磨性的逐步改善

在平滑路面上速度为 $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时的制动性能。

- 1—50年代配方的发展;2—60年代早期的子午线轮胎;
3—60年代中期的钢丝子午线轮胎;4—70年代胎面
花纹的改进;5—80年代早期断面高宽比的最优化;
6—80年代后期有向胎面花纹

力发生了显著的改变(见图3和4)。这些填料(如白炭黑)被广泛用来降低轮胎的滚动阻力,同时能够保持轮胎的摩擦力。这也是近年来提出的高分子设计思想的基础。这种发展使溶聚丁苯橡胶(S-SBR)在胎面胶配方中广泛应用。最近,在西欧,采用白炭黑填充的此类聚合物的应用使S-SBR约占SR消耗总量的9%。

轮胎滚动阻力中需要考虑的其它因素包括轮胎质量和减小轮胎/轮辋总成的惯性矩。1996年出现而1997年已经投入生产的超轻量轮胎显著减小了轮胎的质量,从而使滚动

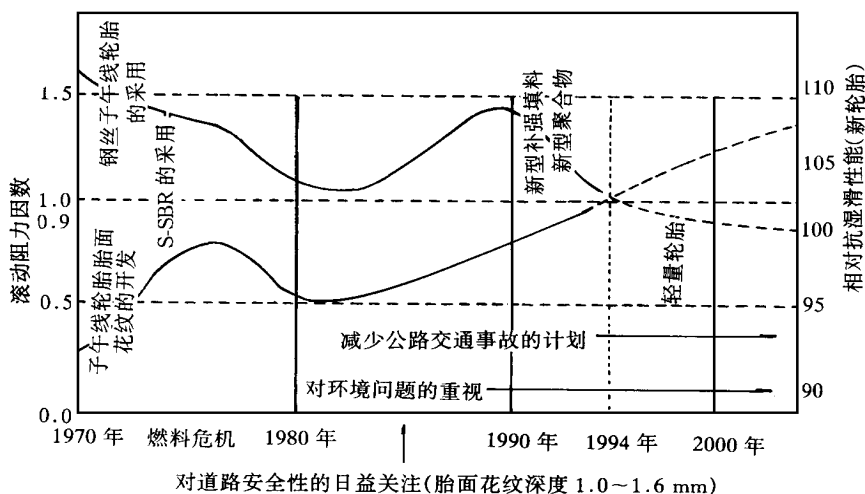


图3 轿车轮胎滚动阻力与湿路面之间的关系

阻力全面降低。超轻量轮胎与传统钢丝束层子午线轮胎的性能对比如下:

干燥路面操纵性

稳定性

相同

舒适性

有所改善

噪声

内部

有所改善

外部

较差

湿气候下的性能

操纵性

相同

抗湿滑性

有所改善

制动性能

相同

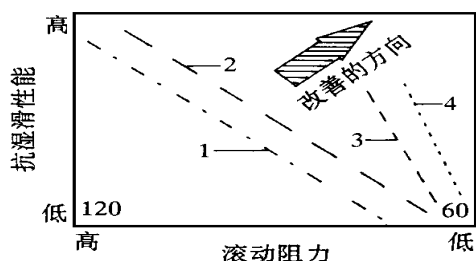


图4 提高抗湿滑性能和降低滚动阻力的聚合物和填料的发展

- 1—SBR;2—S-SBR;3—改性S-SBR;
4—改性S-SBR与白炭黑

防抱死制动系统刹车性能	有所改善
牵引控制能力	有所改善
耐磨性	相同
燃料消耗	有所降低
翻新与再生	有所改善
轮胎质量	有所减小

芳纶帘线的出现使这种进步成为可能,不仅因为子午线轮胎设计突破了原有的轮胎结构,而且是由于取代了传统的镀铜钢丝胎圈。在欧洲,帘线用于轿车轮胎的趋势表明,聚酯和芳纶用量增大,人造丝用量减小。

轮胎新工艺显著提高了车辆的操纵性和稳定性。图5显示了轮胎的侧向力是如何受轮胎设计的影响和轮胎的能量损失与3种不同规格轮胎侧向力的关系。

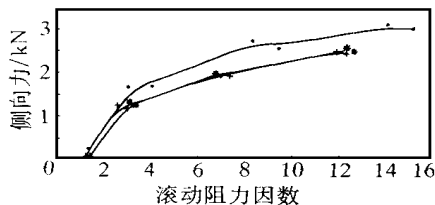


图5 3种规格轿车轮胎设计的侧向力和滚动阻力之间的关系

○—195/45R16; *—195/55R15 SP200;
+—175/65R14 SP200

近年来,法律上对降低轮胎噪声的要求已越来越成为轮胎设计的重要因素,而且很可能成为未来降低轮胎噪声的动力。图6显示了欧洲对轿车行驶噪声的限制。尽管很难对近些年来轮胎噪声的降低作定量的描述,但有一点却是很清楚的,即就保证轮胎花纹排水的能力和同时保持最低噪声而言,今天的轮胎性能已接近最优(见图7)。我们常常错误地将轮胎噪声与轮胎联系在一起,而忽视了路面这一主要因素,因此我们也期待着在英国出现比目前使用的更加安静的路面。

上述所讲的一直是与轿车轮胎有关,但是,载重车才是今天的基本运输工具,它将货

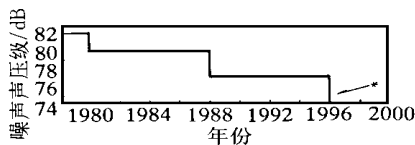


图6 轿车行驶噪声的降低情况

*容许的最小花纹深度

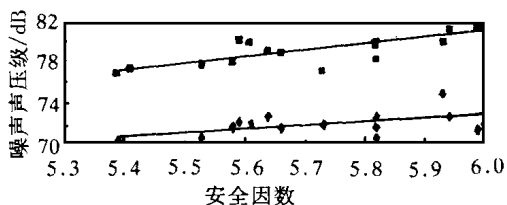


图7 行驶噪声与湿路面抓着力的发展趋势

—○—ISO 噪声; ■—HRA 噪声

物和农产品从A处运往B处,从而创造财富,最终才使人们有可能购买轿车。因此,实际上载重车为西欧提供了机会,现在又为发展中国家提供了创建公路运输系统的机会。近些年来,载重车的使用性能,如耐磨性和与车重相比的载重能力(见图8),有了迅速的改善,这是轮胎设计向低高宽比不断发展,用于气密层的聚合物等材料得到改进,全钢子午线轮胎帘线的设计及帘布和缓冲层粘合配方也得到改进的结果。在提倡废物再利用的今天,对于载重轮胎,也许我们应该采取一些有别于现在的作法,即在载重轮胎完全废弃之前可进行两次或三次翻新。在美国,载重轮胎的行驶里程达50万km是很平常的事,而在英国,由于路面和运输的实际情况,这是不可能达到的。曾经有人宣称载重轮胎的行

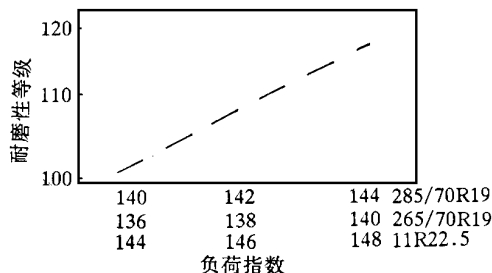


图8 改进后载重轮胎的耐磨性和负荷的关系

驶里程可达 100 万 km,但我不得不抱歉地说,由于它包括了翻新后轮胎的行驶里程,因而这么说不合适的。

载重轮胎要求的性能与轿车轮胎大不相同,具体如下:

轿车轮胎:

- ® 滚动阻力和质量小
- ® 行驶噪声和内部噪声低
- ® 气密性好
- ® 抗湿滑及防抱死和牵引控制性能好
- ® 零压力下胎圈无偏移

载重轮胎:

- ® 结构整体化
- ® 胎面可翻新
- ® 滚动阻力低
- ® 耐磨性好
- ® 行驶噪声低
- ® 抗湿滑和牵引性能好
- ® 操纵性和稳定性好

对于载重轮胎而言,关键的性能包括行驶里程、胎体耐久性、湿路面稳定性和与燃料消耗有关的滚动阻力。目前的载重轮胎滚动阻力的降低趋势见图 9 和 10。需要指出的重要一点是,在车辆行驶过程中,轿车轮胎消耗的燃料是整车消耗燃料的 7%,而载重轮胎则达 30%甚至更多,因此降低载重轮胎的滚动阻力是一个重要的研究领域。但是,与轿车轮胎相比,载重轮胎的滚动阻力已经非

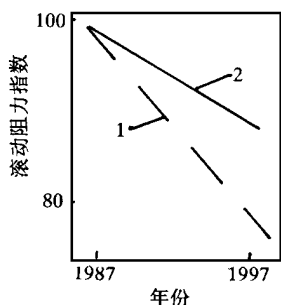


图9 载重轮胎滚动阻力的降低

失:导向轴 17%;驱动轴 33%;挂车轴 10%。

1—驱动轴轮胎;2—导向轴宽单胎

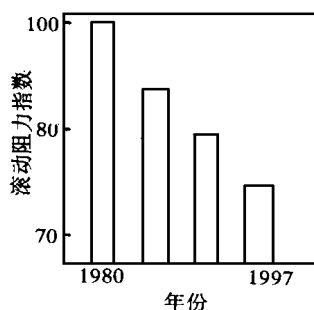


图10 轿车轮胎滚动阻力的降低

轮胎规格 185/65R14

常低了。载重轮胎的这种优异性能是与其选择的材料分不开的,这些材料不仅具有低滚动阻力所必需的低能量损失,而且耐疲劳性能好。

载重轮胎的另一要求是降低车辆、悬挂装置和轮胎对路面的破坏,这对于受财政支持的公路基础设施来说是一个值得重视的问题。

到此为止,我们对近些年来轮胎的发展和现状做了简要的回顾,如何利用这些信息对轮胎未来的发展作出预测呢?

在此,有必要考虑一下包括交通性、安全性和环境在内的公路运输三角问题。在这个三角问题中,交通性因素包括车辆乘坐舒适性、行驶速度和道路结构;安全性因素包括胎面花纹深度、抗湿滑性以及操纵性和稳定性;环境因素有噪声和滚动阻力。很明显,我们都希望能够自由行驶,而不是耽搁在交通堵塞中。但是,在英国,每公里路段上有 8 000 多辆机动车,这是其它欧洲国家的 2 倍,是日本的 1/2。在日本,车辆连向前移动都会受到限制,因此通过对车辆和轮胎进行合理设计以减少对公路的破坏是很有意义的。但在某种程度上说,这只是一纸空文。有人建议缩短车辆的行驶里程,这是由于交通拥挤,而新车的价格将保持目前的水平,从而使车辆的实际年均行驶里程开始降低的缘故。此外,公路的造价一直在上升,并可能会

因为政治、经济或技术等原因而变得十分抢手。还有人认为到2020年,英国的交通量将增长60%~80%,因此最重要问题是增加正常气候条件下的交通量。

技术在车辆使用和设计中的其它方面亦占有重要的地位。在欧洲,日均行驶里程为16 km,并且使用氢气为燃料的新型驱动装置正逐步实现,到下个世纪,它将取代汽油发动机。在国际橡胶会议上有一种观点认为,除非我们的工业具备这种新技术所需的技能,否则我们的工业化进程将出现严重的滑坡。这对我们的大学和研究机构来说是一项挑战,它们应为轮胎工业明天的发展培养具有熟练新技能的年轻人。

看起来可能有些奇怪,但是本工业所面临的更大的压力来自于公路交通事故。世界卫生组织已经指出,到下世纪初为止,公路交通事故将成为非自然死亡的第二或第三大原因。在欧洲,每年有54 000人死于交通事故,严重受伤的人数则是它的3倍多。英国的死亡人数较低,在1996年,有记录的死亡人数大约为4 700,即便是这样,这个数字已经相当于在英国每年有10架Jumbo飞机坠毁。假如这种情况真的发生了,有谁还敢乘飞机!公路交通事故应是可以治愈的疾病。

交通性三角问题中的第3个方面是环境问题,这也是一个长期以来人们一直关注的问题。我们中的大多数人都生活在交通噪声中,我们也必须对全球性的警告给予重视。英国公路交通运输系统燃料的消耗与轮胎滚动阻力关系如下:

® 英国能源的26%用于道路交通

用于克服轮胎滚动阻力的燃料占车辆燃料消耗总量的比例:轿车轮胎7%~15%;载重轮胎约30%。

® 约420万t燃料用于克服轮胎滚动阻力。

® 处于以下情况的轮胎滚动阻力增加:
在不平路面上行驶;

启动、刹车、拐弯和侧倾行驶。

® 轮胎能量损失与以下因素有关:
轮胎滞后损失和与接地面的摩擦力;
轮胎和轮辋质量;
牵引阻力。

® 轮胎滚动阻力降低10%或以下方法
可节约燃料2%:

行驶速度降低 $2\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$;

充气压力升高0.6 kPa;

车辆质量减小100 kg。

对于那些认为车辆造成的空气污染不是很严重的人来说,应该请他们坐进汽车里,开动发动机,看他能坚持多长时间!世界上现有汽车2亿辆,乘上这个数字,你就会对今天机动车造成的污染有一个深刻的认识。

此外,难道我们在公路交通堵塞中耽搁整整1 h才意味着真正的机动性吗?很明显,我们不得不在现有的公路和交通网络上增大交通量以满足需求,这对于轮胎的路面抓着力和摩擦力来讲是一个挑战,而且对车辆的控制也将超出我们的能力。

在欧洲,现在大约有1 200万人直接从事汽车制造,如果将所有受雇于交通运输业的工人都包括在内,将是这个数字的3~4倍。任何人都无法承担交通运输业滑坡带来的经济问题,因此,交通运输业必须更新技术,提高水平,同时保持机动性三角问题的平衡。

我们必须重新思考有关材料再利用的问题。我们可能会邀请朋友来看最近刚买的二手Bugatti,却不会请他们来看从Oxfam买的旧衣服。因此,我们要对再生的原材料进行一个概念上的更新,最终的目的要采用完全可重新利用的材料来制造轮胎。

轮胎将来会发生以下变化:

® 质量减小50%,且没有钢丝;

® 有漏气报警功能;

® 在乘坐舒适性方面,达到完美的平衡性与均一性;

®在不降低耐磨性的前提下,干、湿路面抓着力提高30%;

®零压力下,胎圈不会偏移;

®在已漏气且没有备用轮胎的情况下,仍可行驶50 km;

®胎面花纹可重刻。

如果我们考虑一下轮胎的滚动阻力,就能更全面地理解如何在减小整个体系能量损失的同时优化轮胎的舒适性和悬挂系统,这包括引入与已有超轻量轮胎相配套的复合车轮。同时应从整体的角度对悬挂系统和轮胎的设计进行全面考虑。

就轮胎的稳定性和路面抓着力甚至胎面花纹设计而言,我们可以看到,轮胎的操纵性和稳定性可被改进到超过一般驾驶人员难以企及的程度,至少在路面干燥的条件下是如此。这可使得人们将更多的重点放在事故本身或与车辆电子控制系统相关的操纵性和稳定性的不足上。通过轮胎设计可使对车辆的控制大大超过今天的水平。现在已经出现了一种智能轮胎,可以对轮胎标志、压力和温度及其它性能进行监控。

你可能会注意到从动轮胎的胎面上没有花纹,这可引起一些有趣的思考。在过去的100多年中,胎面花纹主要用来排除轮胎接地面的积水,因此会溅起脏水并挡住后面司机的视线。我们都知道,随着胎面花纹深度的减小,胎面花纹的效率也随之下降,因此完全可采用另一种方法来解决这个问题。我们可以设想通过现代化的电子仪器对轮胎与道路接触部分进行估算,从而主动地控制车辆,

而不是靠司机不可靠的判断来被动地控制车辆。尽管人们通常认为采用多孔性路面特别是多层多孔性路面可取得很好的降低噪声效果,但通过新的胎面花纹设计可显著地降低轮胎行驶时的噪声。

尽管在这样一篇短短的报告中不可能涉及轮胎发展的各个方面,但可对轮胎生产技术的两个迅速发展的方向进行阐述。其一是对轮胎结构和使用性能进行有效的模拟,使得轮胎在道路、刹车装置、悬挂装置和车辆中的地位发生了变化,这不仅对缩短轮胎开发的时间和降低费用有显著的影响,而且可以在轮胎生产之前借助于计算机进行许多研究工作,以节省时间和费用;其二是轮胎测试设备的快速发展,这些设备使得测试更有针对性、更为准确,从而可快速、系统理解轮胎的行为。无论是轮胎结构和使用性能的模拟还是先进的科学测试方法,其费用都不低,但这却将导致轮胎生产工艺的进一步发展。

最后,还有两个很重要的因素:其一是有必要使材料供应商同轮胎制造商协作,以使材料供应商对真实轮胎制造技术有更好的理解;其二是道路应越来越适应顾客的要求,在财政上与政府无关,最终将成为私有化。这为我所说的纵向工程提供了机会,可使高速公路、轮胎和车辆工程师们共同努力,以促进整个体系的发展。我确信,如果不能说今天悄无声息的轮胎将变得具有智能的话,那么可以说它将变得越来越聪明。

译自“1997年马来西亚国际橡胶会议论文集”,P3~24

郑州中原轮胎橡胶股份有限公司

农业轮胎“退一赔二”

面对轮胎市场疲软、销售不畅和货款回收困难的情况,郑州中原轮胎橡胶股份有限公司以“严、精”二字方针为主线,对内抓产品质量,生产无缺陷精品轮胎;对外加强回收货款,对农业轮胎实行“退一赔二”新举措。

该公司“退一赔二”措施于今年5月1日起执行,凡是5月1日后生产的农业轮胎均实行“退一赔二”政策,即退1条有诸如脱空、气泡、花纹崩块及掉胶等质量问题的农业轮胎,赔2条同规格的正品轮胎。

(郑州中原轮胎橡胶股份有限公司
郭永康供稿)