

发展中国家的载重胎技术

Bruce Lambillotte 等著 涂学忠译

虽然世界趋势是由斜交载重胎转向子午线载重胎,但是亚洲大陆和拉美地区由于至少在未来 5 年内轮胎实际生产规划中仍将继续增加斜交胎的生产,载重胎子午化的速度要慢得多。从图 1 和图 2 可以看出,北美斜交胎的销量持续迅速下降,但是由于使用条件苛刻,载重子午胎(尤其是全钢丝载重子午胎)的生产需要非常大的投资,所以世界上还有某些地区仍继续流行斜交胎。发展中国家的绝大部分载重胎仍是有内胎的,实际上,印度、巴基斯坦、非洲和大部分拉美国家的载重胎百分之百都是有内胎的斜交胎,只有墨西哥近几年追随美国将原配胎的生产转向了无内胎子午胎。

发展中国家仍在继续流行并正在发展,所以本文将进行这方面的探讨。

1 总则

我们从一个地区了解到的情况大体也适用于另一个地区,因为实际上所有载重胎都是有内胎的,都在超负荷使用,路面条件也劣于欧洲和北美。

有许多内外因素(图 3)影响着轮胎的加工工艺和使用性能。但需要强调的是,设计中从头到尾,亦即从轮胎和配件所用原材料到轮胎翻新,都必须着重考虑轮胎的坚固耐久性,以应付海外某些地区面临的所有困难条件。

2 标准和规程

未来某一天我们可能会有同一的有关轮胎设计(尺寸、使用轮辋、负荷、气压)的 ISO (国际标准组织)规程和标准^[1]。但是目前任何一个国家可以遵循 ETRTO^[2](欧洲),也可遵循 TRA^[3](美国)、JATMA(日本)或他们自己的国家标准(如印度、墨西哥等)^[4],甚至可以混合采用这些标准。例如在坦桑尼亚, 12.00-20 轮胎必须按照 ETRTO 标准设计得窄一点儿,如果按照美国轮胎和轮辋协会(TRA)标准设计,则轮胎在双胎并装时会出现“接吻”问题。这一点可以从表 1 中看出来。表 1 中两种标准的斜交胎新胎断面设计宽度之间仅差 3mm,但双胎并装时的最大胀大宽度为 343 与 324mm,亦即相差 19mm。324mm 从根本上要求新胎断面设计宽度大大低于 312mm 的指标。而一些无“接吻”问题的轮胎使用轮辋隔离圈既不普遍,也无必要。

巴基斯坦 8.25-20 轮胎使用的轮辋比美国标准轮辋窄 0.5in,这不仅减小了充气量(因而也降低了负荷能力),而且还改变了轮胎下沉量和轮缘的咬合。

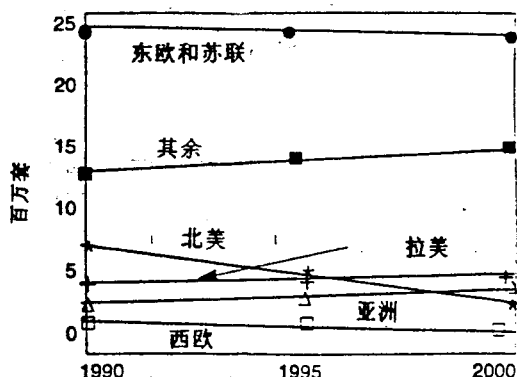


图 1 各地区中型斜交载重胎需求量

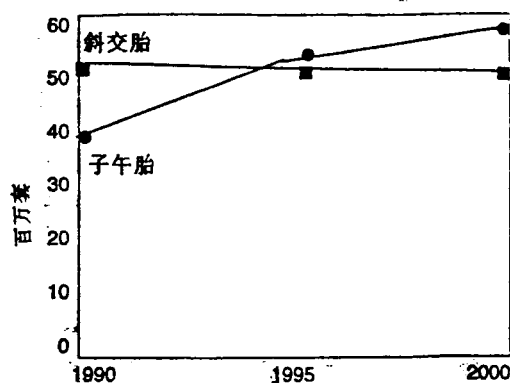


图 2 世界不同结构中型载重胎需求量

尽管每个人都承认子午胎在行驶里程和翻新率方面具有优势,但鉴于斜交载重胎在

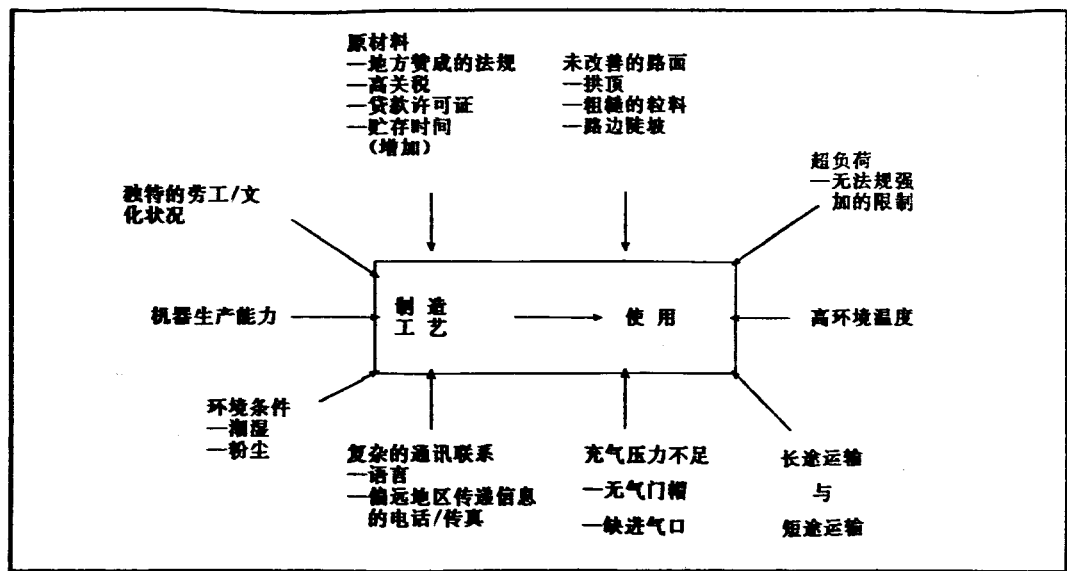


图 3 影响轮胎加工工艺和使用的因素

表 1 TRA 和 ETRTO12.00-20 轮胎
断面宽度的对比

断面宽度,mm	TRA		ETRTO	
	斜交胎	子午胎	斜交胎	子午胎
新胎设计	315	315	312	313
最大最大总宽度	343	340	337*	319**

* 双胎并装荐用 324mm;
** 用于双胎并装.对于专为单胎装用设计的轮胎,在标准路面上使用允许宽度为 322mm,在特殊条件下使用允许宽度为 338mm.

不能指望整个国家都改变它们的轮辋,因此轮胎厂着手研究最终可能修改技术条件的原配胎,否则就适应市场要求,把轮胎制造得更坚固.按下列 TRA 的公式,轮辋宽度减小 1in,负荷能力约降低 6%^[5]:

负荷 = $K \times 0.425 \times P^{0.585} \times (S_{0.625})^{1.39} \times (D_r + S_{0.625})$

$S_{0.625} = S \times \frac{180^\circ - \sin^{-1}(R_m/S)}{141.3^\circ}$

式中 R_m ——轮辋设计宽度,in;
 S ——在具有轮辋设计宽度轮辋上的轮胎断面宽。

表 2 示出了在世界各地使用的流行规格有内胎斜交胎和子午胎之间的差别.仅示出

一种规格的无内胎斜交胎,以说明它们没有免除非标准化引起的差别.还要注意表 2 中的角注“±15%”,这是 ETRTO 允许的压力公差,它进一步强调了差别.世界各地不同车轴和车辆的允许负荷实例示于表 3^[7,8].

表 2 TRA、ETRTO 和 JATMA 选定轮胎
(单胎)负荷的对比

轮胎规格和负荷等级/层级	TRA		ETRTO		JATMA	
	负荷 kg	气压 kPa	负荷 kg	气压 kPa	负荷 kg	气压 kPa
子午胎						
9.00R20LRG/14层级	2330	790	2500	725	2415	725
10.00R20LRH/16层级	2990	830	3000	800	—	—
11.00R20LRH/16层级	3260	830	3350	825	3100	775
12.00R20LRJ/18层级	3720	830	3750	850	3250	775
255/70R22.5LRH	2500	830	2500	800	2500	850
±15%						
斜交胎						
9.00-20LRG/14层级	2330	760	2500	700	2415	675
10.00-20LRH/16层级	2990	790	3000	750	—	—
11.00-20LRH/16层级	3260	790	3250	675	3100	725
12.00-20LRJ/18层级	3720	790	3750	775	3250	700
±10%						

载重车车轴的数量和间距还进一步限制了美国车辆毛重负荷^[9].巴基斯坦和印度的数据却使人误入另一歧途,认为他们使用的小规格轮胎(巴基斯坦前/后轴用的 8.25-20

表 3 不同车轴和车辆的允许负荷

美国标公式和 联邦轴负荷极限	8 万磅,车辆毛重 3.4 万磅,并列双轴最大负荷 2 万磅,单轴最大负荷
中东	5.8 万磅,并列后轴最大负荷
斯塔的纳维亚	4 万磅,单驱动轴最大负荷
巴基斯坦/印度	无强制限制
典型巴基斯坦调查 结果	1.4 万磅,前轴;3 万~3.5 万 磅, 单驱动轴
典型印度北方超负荷 市场调查结果	4 万~6 万磅,车辆毛重

和 9.00-20,印度前/后轴用的 9.00-20 和 10.00-20)将使轮胎实际上处于 50%~100%超负荷状态。因此要求轮胎坚固耐用是绝对必要的。为满足海外超负荷和路面条件差的要求而生产的轮胎的结构和花纹设计特点是:

- 加厚帘布层(或夹入隔离胶片),以抗较高的剪切应力(帘布层厚与帘线间胶料的最佳比见后文的进一步解释)。

- 增加子口包布或加厚子口护胶(有时用较硬和较耐磨的胶料),以提高耐磨性能和防止因超负荷和在有内胎轮辋上锁环匹配不当造成的轮辋啃咬现象。

- 把轮胎设计得较大,以增加充气量,从而提高负荷能力(这可能要受到轮距或竞争力/成本比等因素的制约)。请记住,9.00-20 和 10.00-20 之间的主要差别是提高了胎内承受负荷的充气量(与汽车制造厂合作加大轮胎尺寸有可能是理想的,但不总是能行得通的)。

- 加厚胎侧以更好地保护胎侧免受切割、冲击损伤。

- 采用双胎圈结构代替单胎圈。

- 较坚固的胎肩加强条和高强度的胎面花纹或双半径胎肩花纹块,可经受在路边急剧滑擦。公路往往太窄,以致无法同时通过两辆汽车,但常常仍有两辆车并排在公路上行驶。针对这种路况,还使用了花纹沟加强胶来加强花纹条和花纹块。轮胎公司使用一种胎侧路边石撕裂试验预测给定花纹设计或胎面胶料(或这两者)耐胎肩撕裂的水平。

3 增加帘布厚度的依据

通过使帘线间距最佳化提高耐久性的理论可以追溯到 1963 年^[6]。为使帘线和帘布层间的剪切力相等,斜交胎相邻帘线之间的距离(“X”)与帘布层间厚度(“Y”)的比应为 0.7(见图 4)。一方面增加帘布层间胶料厚度可以减小帘布层间的剪切应变,另一方面为减小帘线剪切应变,通过减少帘线根数来加大帘线间距也是十分重要的。当然,减少帘线根数超过了一定限度将需要增加帘布层数才能保证胎体有足够的负荷能力。

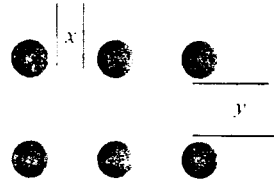


图 4 相邻帘线之间距离与帘布层间厚度比

侧接面积 = 1 - (硫化后每英寸宽的帘线根数 × 帘线直径)(以一英寸的百分数表示)

X = 侧接面积 / 硫化后每英寸宽的帘线根数。Purdy 胎体耐久性最佳化理论:相邻帘线之间充气压力应力与帘布层之间应力比计算值为 0.707。由于这两种应力与加载应力(如预加载弹簧)相对,因此假定不管厚度 Y 如何,只要使帘线间距与帘布层间厚度比(X/Y)保持在 0.707,便可使应变最佳化。

在国外载重胎发展中除了花纹/结构的技术条件外,原材料方面也有一些特点。考虑这些问题需要研究:

- 设立原材料鉴定体系所需的准则;
- 满足多样化市场需求的配炼方法;
- 候选胎体结构增强材料。

4 国外载重胎原材料的来源

要想阐述对国外市场载重胎用原材料的要求需要设置下列 3 个主要程序:

- “国际技术规范”的制定;
- 筛选来源的标准操作程序;
- 来源加工合格的鉴定方法。

在“国际技术规范”付诸实施时,管理部

门须承诺硬性原材料性能指标,它们不得因地方的特殊问题,如高额进口税或地方赞同的法规而有所放松。尽管这些特殊情况在某些国家继续存在,但是通过范围广泛、得到认可的世界原材料来源的建立,必然能获得克服他们所遇到难题的灵活性。这些来源还必须确保所供应的原材料能保证用户的健康和安
全,这一压力既来自轮胎工业,也来自世界不同地区各国政府立法机构^[10]。

建立国际技术规范框架后,下一步便是制定筛选法,该法的基础是反复进行的提交-试验-报告/建议的程序。试样提交要求样品不仅符合各项要求,而且还能代表典型生产。当样品提交给一家美国试验室时,还必须按照职业安全健康管理局法规的要求同时提交有关 MSDS 的信息^[11]。此阶段试验决不仅限于技术规范中所列的标准方法试验。实际上它将包括所有被认为对最终胶料的流变性能或物理性能有潜在影响的可测量方面。表 4 列出了本阶段鉴定的范围广泛性能的实例。应注意,此阶段试验结果的对比也不只限于规定的范围,因为标准对比样品也要进行常规例行试验,而其性能可用于进行其它对比。

表 4 载重胎原材料的国际来源

(筛选来源:所测性能的实例)		
聚合物	炭黑	操作油
比重	碘值	比重
灰分, %	氮吸附法表面积	粘度
挥发分	色度	闪点
有机酸含量	DBP (酞酸二丁酯) 吸附值	燃点
结构破坏	粉碎 DBP	流动点
红外曲线	CTAB 比表面积	苯胺点
玻璃化温度	甲苯透光度	折光指数
分子结构		陶土凝胶分析
		硫含量
		红外曲线

国外原材料鉴定的最后一个步聚要求在本国加工环境中对候选来源产品进行生产混炼和(轮胎的)加工试制。此阶段的目的是弄清包装和标签是否妥当、批与批之间的一致性以及总的“操作性”等。由于常常需要进行

越洋运输,加上可能在海关长时间留滞,本阶段必须估计到原材料长时间老化的影响。

5 国外载重胎各部件的配方设计

5.1 胎体

国外市场对胎体的两项主要性能要求是:

- 高负荷能力(在某些工作环境超负荷达 50%~100%);
- 经常在高环境温度下使用。

幸运的是,为单独满足上述两项要求中的一项而采用的许多配方设计原则是相互一致的。例如,帘布层和带束层/缓冲层贴胶采用低生热胶料对于超负荷使用是关键,但它也是高环境温度下使用时所要求的。这些共性要求通常导致了国外轮胎胎体贴胶采用天然胶含量高的配方。同样,有利于在高温下使用的抗化学药品降解性能也有利于提高在超负荷条件下使用的胶料耐疲劳性能。后一种要求通常会导致使用对苯二胺类抗氧剂/抗臭氧剂。

国外市场载重胎胎侧必须具有在经常超负荷和/或负压条件下的长屈挠寿命。这种使用条件下要特别强调耐屈挠疲劳和耐切割/胀大性能,而不管胎侧是用于子午胎还是斜交胎。获得这些特性的配方手段包括:

- 使用比例较高的聚丁二烯,以获得具有适宜耐屈挠性能的并用聚合物;
- 使用比例较低的促进剂/硫黄,使交联后胶料获得最大的链柔性。

国外斜交胎市场中型和重型载重胎的子口包布用尼龙增强,其贴胶配方设计原则是最大限度地提高在极度压缩条件下工作时的耐磨性能。为达到此目标采用的两个手段是:

- 在并用聚合物中使用 SBR;
- 采用高用量的胎面级耐磨炭黑。

如前所述,国外市场大多数载重胎是有内胎的。但是,目前制造的无内胎轮胎往往要使用具有优异耐透气性的气密层。由于下列原因耐透气性是至关重要的:

• 在热环境中使用需要有优良的耐泄漏性,因为试验表明,在温度升高 30F 的 28 天内气压下降速度会加快 150%^[12]。

• 为最大限度地提高负荷能力,载重胎的气压可保持在非常高的水平。

获得理想耐透气性的主要配方设计手段是使用较高用量的卤化丁基胶(60phr 以上)。

5.2 胎面

国外载重胎,特别是斜交胎的胎面胶配方设计是必须禁止“用卫星观测”的关键部位,而且各个地区的配方的确可能相互大不相同。使用环境和花纹应用(条形/块状/半块状)是指导国外载重胎胎面配方设计人员的主要参数。

使用环境要求胎面具有优异的耐热、耐磨耗、耐切割和耐崩花掉块性能。配方中每种配合剂都必须优选,以获得平衡,然而在不同地区市场上这种平衡的变化很大。例如,印度和中东的块状花纹胎面要求重点考虑在高温环境下使用,因此需要生热低的配方。而南美山区因公路蜿蜒弯曲,路面起伏不平,故轮胎块状花纹胎面需要特别注意耐切割和耐崩花掉块性能。

条形花纹胎面的配方设计比较简单,因为这种胎面的厚度低于块状花纹和半块状花纹胎面。较薄的胎面使配方设计人员能够在提高绝对耐磨性能时不会招致成品轮胎过度生热。

6 国外载重胎的织物骨架材料

6.1 斜交胎

斜交结构轮胎胎体骨架材料实际上百分之百地是尼龙。尼龙之所以在此项用途中(包括胎体帘布层和缓冲层/带束层)独占鳌头是因为它具有超凡的强度、耐久性能,特别是耐疲劳性能。其耐疲劳性能得益于其聚合物链的柔性。尼龙聚合物链与人造丝、聚酯或芳纶不同,不含限制性的环状结构^[13]。

根据货源和设计工作师的决定,国外尼

龙增强的载重胎既可用尼龙 6,也可用尼龙 66 制造。如图 5 所示,这两种聚合物的结构形式稍有不同。选用尼龙 6 还是尼龙 66 主要取决于用户的本钱。因为它们的物理性能对轮胎性能的影响可以忽略不计。

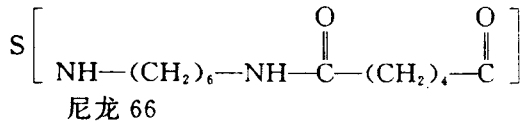
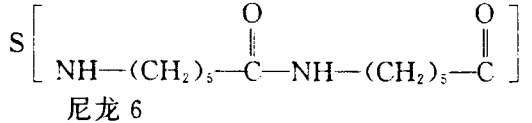


图 5 尼龙的不同结构

尼龙载重胎的帘线结构以标准纱线重量的倍数为基础(单位为旦,g/9000m):840、1260、1680 和 1890 旦。

为与胶料粘合对尼龙进行处理的方法是国内、外轮胎制造中采用的共同方法:混合一种以树脂(通常为间苯二酚/甲醛)和胶乳(常常是苯乙烯/丁二烯/乙烯基吡啶三聚物)为基础的粘合剂浸渍液,然后在热处理工序把配制好的浸渍液浸渍到织物上,干燥浸渍液并改善织物的尺寸稳定性。国外载重斜交胎子口包布增强材料的设计有很大灵活性,它们可以采用类似于帘布层和缓冲层/带束层的帘线结构,也可采用帆布。

6.2 子午胎

国外中型和重型载重子午胎带束层骨架材料主要采用钢丝帘线。这类轮胎典型带束层有 3 或 4 层,其增强材料是由高碳钢丝合股制成各种结构的帘线。根据生产厂的建议,可在轮胎一次里程结束时去掉并更换此带束层,以提高翻新率。

载重子午胎胎体帘布骨架材料的选择范围较宽,其中包括:钢丝、尼龙、芳纶或聚酯;尽管如此,在此项应用领域钢丝仍占统治地位。帘线结构设计要保证最佳柔性和耐疲劳性能。钢丝子午胎的胎体总是采取单层结构,摩洛哥生产的芳纶帘布轮胎也是采用同样的单层结构。

在需要多层结构或没有加工钢丝帘布设备的地方,国外子午胎胎体帘布使用尼龙帘布,其次是聚酯帘布。

7 结论

值得强调的是,决不要以为发展中国家制造的轮胎的质量就一定比不上欧美轮胎。如果根据他们的超负荷条件进行适当设计,那么当地产品的使用性能可能会大大超过不是为那些条件设计的进口产品。这一点在斜交胎和子午胎上都有多次反映。子午胎常常被排除,因为如果没有为超负荷条件进行适当设计,胎圈部位将出现反常现象。同样,如果不为它们将在上面行驶的次路面改进胎面花纹沟块比和刀槽花纹深度,载重胎和轿车

胎的胎面花纹沟可能夹石子并引起胎面崩花掉块或石子刺入造成胎体破坏。各大公司已变成全球性的,未来汽车厂和它们供应厂(对我们来说即轮胎厂)之间的相互影响无论如何强调都不会过分。ISO 1900 将对轮胎产品的标准和跨国界出口有进一步的影响。

最后应强调,从事轮胎业的多国公司正在发展,而且正在世界各地生产轮胎,以满足非常苛刻使用条件(前面所述超负荷、坏路面等)的要求,我们试图表明,各个国家、地区不同的标准如何影响了这一进程的发展。

参考文献(略)

译自 《Rubber World》,209[1],

27~52(1993)