全钢载重子午线轮胎胎体及带束层钢丝帘线的选用

李庆文，于海莉，王小光，曹建国
（朝阳浪马轮胎有限责任公司，辽宁 朝阳　122009）

摘要：简要介绍国内全钢载重子午线轮胎胎体和带束层钢丝帘线的应用现状，重点论述全钢载重子午线轮胎胎体和带束层用钢丝帘线的性能要求和选用。提出钢帘线制造商应与轮胎生产企业密切合作，加强新结构钢丝帘线的开发和推广。

关键词：全钢载重子午线轮胎；带束层；胎体；钢丝帘线

随着轮胎工业的迅猛发展和市场竞争的不断加剧，市场对轮胎的耐久性能、安全性能和高速性能等提出了更高要求，向市场提供高性价比的轮胎是轮胎生产企业追求的目标，这就对作为轮胎骨架材料的钢丝帘线开发和应用提出了新的要求。本文简要介绍国内全钢载重子午线轮胎胎体及带束层钢丝帘线的性能要求和选用。

1　全钢载重子午线轮胎胎体、带束层钢丝帘线的应用现状

骨架材料的特征强度和弹性模量是决定轮胎静态强度和动态伸长的重要因素，轮胎所受的大部分力由骨架材料承担。对于子午线轮胎，由于胎体帘线呈 90°径向排列，带束层帘线呈约 20°周向排列，胎体帘线和带束层承受不同方向和性质的力，因此子午线轮胎要求骨架材料具有模量高、尺寸稳定性好、耐热性好、耐疲劳性好、与橡胶粘合性好等特点。

国内全钢载重子午线轮胎胎体使用的传统钢丝帘线规格主要为 3＋9×0.22＋1×0.15，3＋9＋15×0.175＋1×0.15 和 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 等；带束层使用的钢丝帘线主要规格为 3×0.20＋6×0.35NT（HT），3＋9＋15×0.22＋1×0.15，3×4×0.22HE，3×7×0.20HE 和 4×4×0.22HE 等。由于结构特点，这些规格钢丝帘线的胶料渗透性能差、空气透过率高，帘线易受潮气侵蚀而造成轮胎损坏，难以完全满足飞速发展的全钢载重子午线轮胎的技术要求。

2　胎体用钢丝帘线的性能要求及选用

由于子午线轮胎的受力特点，轮胎在行驶过程中胎体帘线受到反复的拉伸、压缩和弯曲等极为复杂的作用力，这就要求胎体用钢丝帘线具有高强度、耐屈挠、耐疲劳、耐老化等性能，此外钢丝帘线与胶料之间不仅应具有良好的初始粘合性能，而且在动态、高温、潮湿的条件下和老化后也应保持较好的粘合性能。下面对胎体钢丝帘线的开发和应用提出几方面的建议。

1. 开发破断力高、直径小和线密度低的新型钢丝帘线代替传统结构钢丝帘线。这样不仅使钢丝的耐疲劳性能得到提高，而且实现了单胎使用钢丝帘线质量减小，从而减小轮胎质量，进而降低轮胎滚动阻力，提高轮胎耐久性能的目的。另外，同向捻制可提高钢丝帘线的胶料渗透性能，改善其耐腐蚀性能。贝卡尔特钢帘线有限公司开发的 0.25＋6＋12×0.225HT 钢丝帘线代替传统结构的 3＋9＋15×0.175＋1×0.15 或 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 钢丝帘线用于胎体效果较好，目前正在国内几个大的轮胎企业推广使用。

0.25＋6＋12×0.225HT 与 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 两种结构的钢丝帘线技术指标对比见表 1。采用 0.25＋6＋12×0.225HT 钢丝帘线代替 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 钢丝帘线后，胎体强度提高 7%；质量减小 11%以上；每锭钢丝长度增大 75%，大大提高了压延效率。

图 1 示出了传统钢丝帘线因其结构特点造成的钢丝间磨损情况。

表 1 0.25+6+12×0.225HT 与 3+9+15×0.22+1×0.15 钢丝帘线的技术指标对比

项 目	0.25+6+12×0.225HT	3+9+15×0.22+1×0.15
帘线直径/mm	1.14	1.62
破断力(目标值)/N	2 355	2 750
帘线密度/(根·dm^{-1})	66	48
帘布刚度/(N·mm^{-2})	107	100
相对帘布用量/%	89	100

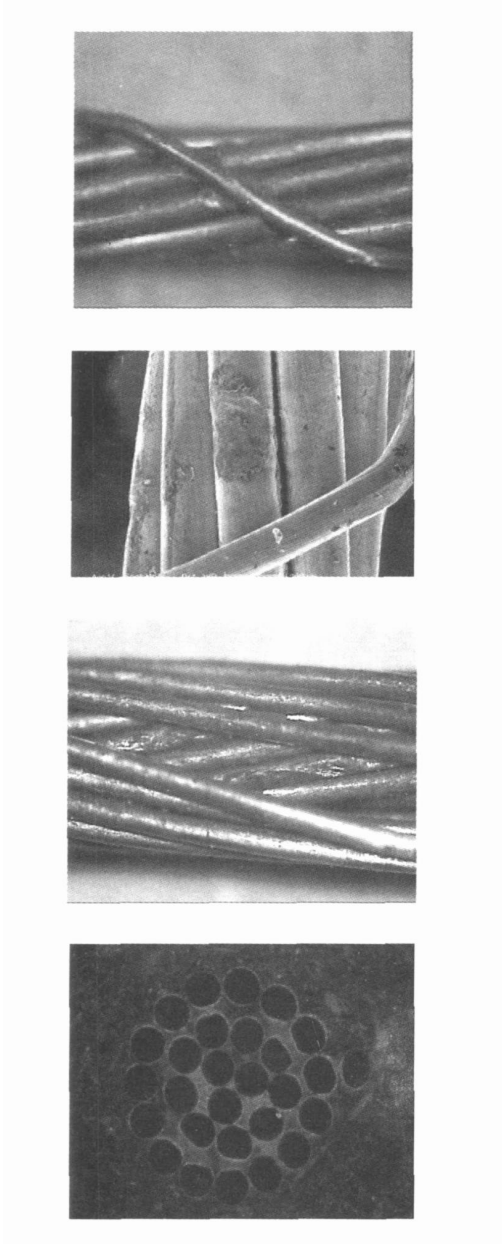

图 1 不同角度拍摄的传统钢丝帘线的钢丝间磨损状况

2.采用高强度、无外缠丝的紧密型结构钢帘线代替单丝根数多、带有外缠丝多层加捻、不同层之间单丝为点接触的普通型结构钢丝帘线，可以避免交互捻结构中相邻帘布层钢丝之间接触导致的磨损，而同向捻制可提高钢丝帘线的耐疲劳性能和耐磨性能，提高胎体的抗破坏能力，从而大大延长轮胎的使用寿命和增加可翻新次数。贝卡尔特钢帘线有限公司开发的紧密型 3×0.22+9×0.20CCHT 钢丝帘线可代替传统结构的 3+9×0.22+1×0.15 钢丝帘线用于 11R22.5 等无内胎全钢载重子午线轮胎胎体中，目前正在国内几个大的轮胎企业推广使用。

3×0.22+9×0.20CCHT 与 3+9×0.22+1×0.15 两种结构钢丝帘线的技术指标对比见表 2。采用 3×0.22+9×0.20CCHT 钢丝帘线代替 3+9×0.22+1×0.15 钢丝帘线后，钢丝锭长增大，有利于提高生产效率，减少废料；胎体更柔韧，轮胎疲劳寿命延长；帘线之间的胶料渗透量增大，粘合强度提高，摩擦生热降低；钢丝帘线用量减小 18%，胎体帘布质量减小 17%。

3.采用结构趋向简化、无外缠丝的钢丝帘线。此类钢丝帘线的生产成本相对较低，从而降低轮胎的制造成本。

表 2 3×0.22+9×0.20CCHT 与 3+9×0.22+1×0.15 钢丝帘线的技术指标对比

项 目	3×0.22+9×0.20CCHT	3×9×0.22+1×0.15
锭长/mm	7 000	4 000
平均直径/mm	0.85	1.17
破断力/N	≥1 200	≥1 210
线密度/(g·m^{-1})	3.17	3.85
帘线密度/(根·dm^{-1})	66	65
帘布刚度/(N·mm^{-2})	76	100
帘布中帘线间距/mm	0.67	0.37
帘布厚度/mm	1.50	1.79
相对帘布用量/%	82	100
相对胶料用量/%	84	100
相对帘布质量/%	83	100

3 带束层用钢丝帘线的性能要求及选用

3.1 工作层

带束层是子午线轮胎的主要受力部件，周期性地承受拉伸、弯曲、剪切等形变应力，同时起箍紧胎体的作用，使轮胎的外直径膨胀很小。下面对带束层工作层用钢丝帘线的开发和应用提出几

方面的建议。

1. 开发具有较高破断力、较低断裂伸长率的钢丝帘线。带束层工作层钢丝帘线应具有合适的刚度和强度，以提高轮胎的耐磨性能和抗侧滑性能，改善轮胎的安全性和操纵性。

2. 带束层工作层钢丝帘线向全渗透型简单化开放式结构发展，以改善钢丝帘线的胶料渗透性能，增强钢丝的耐腐蚀性能，提高带束层间的粘合强度，使钢丝与胶料之间不仅具有较高的初始粘合力，而且老化后粘合力保持率也较高，从而提高轮胎的耐久性能。全渗透型简单化开放式结构钢丝帘线的加工工艺比较简单，制造成本较低，从而可降低轮胎的生产成本。

目前已开发出适应市场、可替代传统结构的 0.365＋6×0.35HTBetru®，4＋6×0.38HTBetru® 和 3＋8×0.33HT 等带束层用钢丝帘线，已在轮胎企业推广使用。

0.365＋6×0.35HTBetru® 与传统规格 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 钢丝帘线的技术指标对比见表 3。采用 0.365＋6×0.35HTBetru® 钢丝帘线代替 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 钢丝帘线后，每锭钢丝长度增加 80%左右，生产效率提高，损耗降低；钢丝帘线用量减小 15%。

表 3　0.365＋6×0.35HTBetru® 与 3＋9＋15×0.22＋1×0.15 钢丝帘线的技术指标对比

项　目	0.365＋6×0.35HTBetru®	3×9×0.22＋1×0.15
平均直径/mm	1.08	1.62
破断力/N	≥1 865	≥2 600
线密度/(g·m^{-1})	5.42	8.50
帘线密度/(根·dm^{-1})	60	45
帘布刚度/(N·mm^{-2})	1 032	652
相对帘布质量/%	85	100

3.2　保护层

带束层保护层用钢丝帘线应具有较好的抗冲击性能和胶料渗透性能、较大的断裂伸长率、较强的压缩能力和抗剪切能力，传统的保护层钢丝帘线有 4×4×0.22HE，3×7×0.20HE，3×4×0.22HE和 3×7×0.22HE 等规格，这些钢丝帘线共同的特点是捻距小、断裂伸长率大、能承受较大的冲击、耐疲劳性能好。但覆胶后，钢丝的断裂伸长率急剧下降，下降幅度甚至超过 50%，降低了其抗冲击性能。

高断裂伸长率钢丝帘线捻距小、生产效率低，相对价格较高，不利于降低轮胎的生产成本。钢丝帘线生产厂家已开发出适合市场需求的 5×0.38OCHE，5×0.38HI 和 5×0.30HI 等规格钢丝帘线，其共同特点是钢丝直径大，有利于提高钢丝帘线的抗切割性能，简化钢丝帘线结构，降低生产成本；对钢丝施加预变形，有利于提高钢丝帘线的胶料渗透性能，保持其覆胶后的断裂伸长率。

5×0.30HI 与 3×4×0.22HE 钢丝帘线的技术指标对比见表 4。采用 5×0.30HI 钢丝帘线代替 3×4×0.22HE 钢丝帘线后，钢丝锭长增大，有利于提高生产效率、降低损耗；钢丝帘线用量减小 29%。

表 4　5×0.30HI 与 3×4×0.22HE 钢丝帘线的技术指标对比

项　目	5×0.30HI	3×4×0.22HE
平均直径/mm	1.03	1.18
破断力/N	≥875	≥1 010
线密度/(g·m^{-1})	2.82	3.96
帘线密度/(根·dm^{-1})	40	40
帘布刚度/(N·mm^{-2})	169	138
相对帘布用量/%	71	100

4　结语

随着国内轮胎企业技术水平的提高和国际交流的日益频繁，轮胎工业对钢丝帘线的性能要求越来越高，只有加强轮胎企业和钢丝帘线企业间的技术交流与合作，互相支持、互相配合，大力发展钢丝帘线，不断提高其质量，开发新品种、新规格，才能更好地促进轮胎工业的进一步发展。

▲Alliance 轮胎公司近日宣布计划投资 1 亿美元将其农业轮胎和一些小规格工程机械轮胎产能扩大一倍。　博　文

▲倍耐力轮胎公司近日宣布，将重点在中国、俄罗斯和巴西谋求发展，以有利于更好地提高公司业绩，巩固其市场地位。　博　文