

新型钢丝帘线在矿山型全钢载重子午线轮胎中的应用

赵新伟, 吴学斌, 宋喜政

(新疆昆仑轮胎有限公司, 新疆 乌鲁木齐 831400)

摘要:介绍新型钢丝帘线 $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 和 $5\times 0.35\text{HI}$ 在矿山型全钢载重子午线轮胎中的应用。与 $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ 和 $3\times 4\times 0.22\text{HE}$ 钢丝帘线相比, $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 和 $5\times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘线在破断力/直径和破断力/线密度方面更有优势; 胎体选用 $3+9+15\times 0.245\text{HT}$ 钢丝帘线、1# 和 2# 带束层选用 $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 钢丝帘线、3# 带束层选用 $5\times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘线, 有利于延长轮胎的使用寿命, 提高轮胎翻新率。成品轮胎性能试验结果表明: 与采用普通钢丝帘线的轮胎相比, 采用新型钢丝帘线的轮胎的充气外缘尺寸变化不大; 轮胎的强度性能和耐久性能以及胎圈耐久性能提高; 轮胎质量和成本变化不大。

关键词: 矿山型全钢载重子午线轮胎; 钢丝帘线; 胎体; 带束层

中图分类号: U463.341⁺.3/.6; TQ330.38⁺9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2014)02-0099-06

随着我国国民经济的不断发展, 我国基础建设和矿山开采等大型项目越来越多, 对矿山专用轮胎的需求量非常巨大。作为筑路、水利工地、矿产开发使用的工程运输车辆, 载质量大, 且行驶路面条件很恶劣, 对轮胎的各项性能要求十分苛刻, 不但要求轮胎具有优良的耐磨、抗刺扎、抗切割和抗崩花掉块性能, 还要求轮胎具有较高的负荷能力和抗冲击性能, 不易发生因超载而出现的胎冠刺穿、冠顶爆和胎圈爆等问题。

国内全钢子午线轮胎的生产技术大多以意大利倍耐力技术为基础, 冠部加 0° 带束层设计, 冠部得到了加强, 在低载、低速的使用条件下问题较少。但在超载使用条件下, 由于国内矿山路况复杂, 车辆功率大, 导致轮胎胎圈部位应力相对集中, 轮胎损坏率相对较高。

矿山型全钢载重子午线轮胎在结构和配方设计方面要求更高。新型钢丝帘线具有高耐疲劳、高耐磨损、高强度、低帘布密度和低成本等特点, 能大幅提高胎体和带束层的安全倍数, 确保轮胎的使用安全性能和负荷能力, 延长轮胎在矿区内的使用寿命。综合考虑, 我公司决定在不增加胎

体质量和成本的情况下, 采用高性能新型钢丝帘线, 即胎体选用同捻向结构和高强度的钢丝帘线, 带束工作层选用较高刚性和强度的钢丝帘线, 带束保护层选用较高延伸性的钢丝帘线, 以延长轮胎的使用寿命, 提高轮胎翻新率。

本文主要介绍新型钢丝帘线 $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 和 $5\times 0.35\text{HI}$ 分别在 0° 带束层结构的矿山型全钢载重子午线轮胎胎体、1# 和 2# 带束层以及 3# 带束层中的应用及其对轮胎性能和成本的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

$3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 和 $5\times 0.35\text{HI}$ 钢丝帘线, 中国贝卡尔特钢帘线股份有限公司产品。

1.2 主要设备和仪器

S 型四辊钢丝帘布压延机, 意大利 Comerio-Ercoles 公司产品; 锭子架, 美国 RJS 公司产品; 90° 直裁和 $15^\circ\sim 70^\circ$ 小角度斜裁钢丝帘布裁断机, 德国 Fischer 公司产品; HD-3G 型一次法成型机, 沈阳蓝英工业自动化装备股份有限公司产品; 轮胎耐久性试验机, 天津久荣车轮技术有限公司产品; 轮胎强度脱圈静负荷试验机, 汕头轮胎机械研

究所产品。

1.3 性能测试

钢丝绳帘线与橡胶的粘合力按照 GB/T 16586—1996 进行测试;剥离试验按照 GB/T 532—2008 进行;成品轮胎外缘尺寸和强度性能分别按照 GB/T 521—2003 和 GB/T 4501—2008 进行测试;轮胎耐久性能和胎圈耐久性能按照企业标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 钢丝绳帘线性能

2.1.1 基本性能

2.1.1.1 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线对比

表 1 示出了 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线基本性能对比。

表 1 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线基本性能对比			
项 目	3+9+15× 0.245HT	3+9+15× 0.22+1NT	
帘线直径/mm	1.510±0.080	1.620±0.080	
线密度/(g·m ⁻¹)	10.260±0.360	8.500±0.300	
最小破断力/N	3 730	2 600	
破断力/直径/ (N·mm ⁻¹)	2 470	1 605	
破断力/线密度/ [N·(g·m ⁻¹)]	364	306	
铜质量分数	0.635±0.025	0.635±0.025	
镀铜量/(g·kg ⁻¹)	3.50±0.70	3.90±0.80	
捻距/mm	6.3/12.5/18.0	6.3/12.5/18.0/3.5	
捻向	Z/Z/Z	S/S/Z/S	
工字轮帘线长度/m	2 000	2 000	

从表 1 可以看出,与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线相比,3+9+15×0.245HT 钢丝绳帘线结构强度高,在破断力/直径与破断力/线密度两个指标上有明显优势,可以在更薄帘布和更小帘线用量条件下达到相同的帘布要求。

2.1.1.2 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线对比

表 2 示出了 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线基本性能对比。

从表 2 可以看出,与 3+9+15×0.22+1NT

表 2 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线基本性能对比

项 目	3+8×0.35HT BETRU	3+9+15× 0.22+1NT
帘线直径/mm	1.450±0.070	1.620±0.080
线密度/(g·m ⁻¹)	8.470±0.420	8.500±0.300
最小破断力/N	2 975	2 600
破断力/直径/ (N·mm ⁻¹)	2 052	1 605
破断力/线密度/ [N·(g·m ⁻¹)]	351	306
铜质量分数	0.635±0.025	0.635±0.025
镀铜量/(g·kg ⁻¹)	3.60±0.50	3.90±0.80
捻距/mm	12.0/18.0	6.3/12.5/18.0/3.5
捻向	S/S	S/S/Z/S
工字轮帘线长度/m	2 100	2 000

钢丝绳帘线相比,3+8×0.35HT BETRU 钢丝绳帘线在破断力/直径与破断力/线密度两个指标上更有优势。

2.1.1.3 5×0.35HI 与 3×4×0.22HE 钢丝绳帘线对比

表 3 示出了 5×0.35HI 与 3×4×0.22HE 钢丝绳帘线基本性能对比。

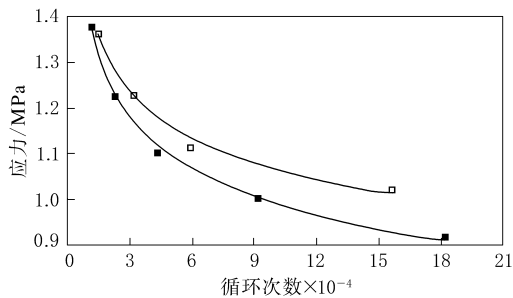
表 3 5×0.35HI 与 3×4×0.22HE 钢丝绳帘线基本性能对比			
项 目	5×0.35HI	3×4×0.22HE	
帘线直径/mm	1.190±0.060	1.140±0.070	
线密度/(g·m ⁻¹)	3.890±0.190	3.960±0.200	
最小破断力/N	1 130	945	
破断力/直径/ (N·mm ⁻¹)	950	829	
破断力/线密度/ [N·(g·m ⁻¹)]	290	239	
铜质量分数	0.635±0.025	0.635±0.025	
镀铜量/(g·kg ⁻¹)	3.60±0.50	3.90±0.80	
捻距/mm	14.0	3.0/6.3	
捻向	S	S/S	
工字轮帘线长度/m	3 250	4 000	

从表 3 可以看出,与 3×4×0.22HE 钢丝绳帘线相比,5×0.35HI 钢丝绳帘线的破断力/直径与破断力/线密度有明显优势。

2.1.2 其他性能

2.1.2.1 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝绳帘线对比

图 1 示出了 3+9+15×0.245HT 与 3+9+



■—3+9+15×0.22+1NT; □—3+9+15×0.245HT。
图 1 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线耐疲劳性能对比

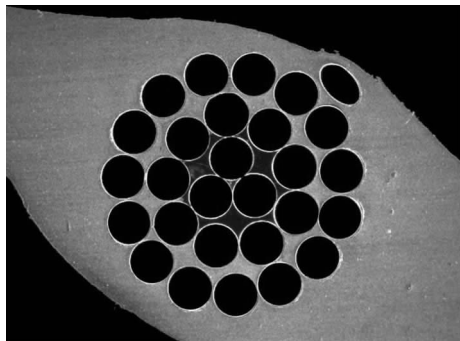
15×0.22+1NT 钢丝帘线的耐疲劳性能对比。从图 1 可以看出,与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线相比,3+9+15×0.245HT 钢丝帘线的耐疲劳性能更佳。

3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线覆胶后的充气压力保持率分别为 100%和 0%(采用压降法测量,下同)。

3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线覆胶后断面如图 2 所示。



(a)3+9+15×0.245HT



(b)3+9+15×0.22+1NT

图 2 3+9+15×0.245HT 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线覆胶后断面

从以上测试分析可知,与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线相比,3+9+15×0.245HT 钢丝帘线具有以下优势:

- 在相同应力下具有更好的耐疲劳性能或在相同疲劳循环下可以承受更大的应力,这有助于提高轮胎的负荷能力;
- 具有更好的渗胶性能;
- 同向捻的特性使其具有更好的耐磨性能。

2.1.2.2 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线对比

表 4 示出了 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线刚度性能对比。

表 4 3+8×0.35HT BETRU 与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线刚度性能对比 $N \cdot mm^2$

项 目	3+8×0.35HT BETRU	3+9+15× 0.22+1NT
理论弯曲刚度	1 621	621
非埋胶弯曲刚度	1 695	799
埋胶弯曲刚度	2 323	2 432

3+8×0.35HT BETRU 和 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线覆胶后的充气压力保持率分别为 3.8%和 0。

3+8×0.35HT BETRU 钢丝帘线覆胶后断面如图 3 所示。

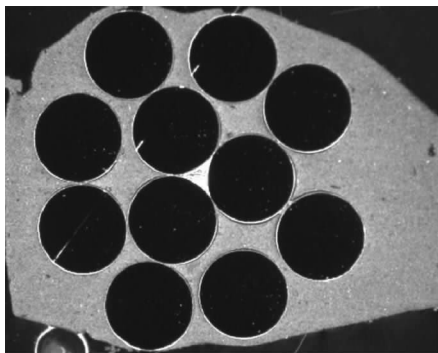
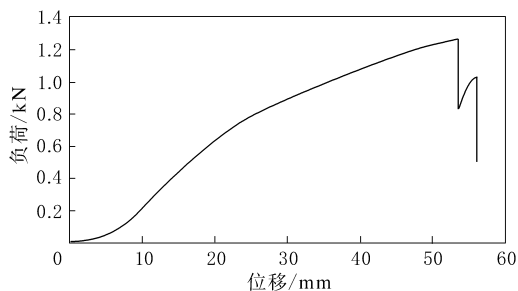


图 3 3+8×0.35HT BETRU 钢丝帘线覆胶后断面

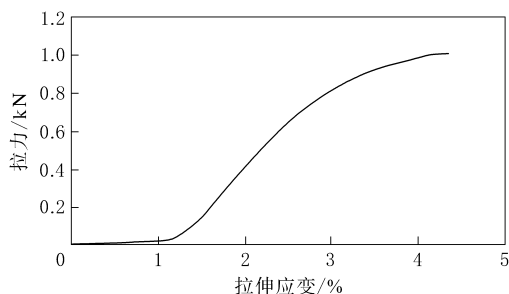
由上述分析可知:与 3+9+15×0.22+1NT 钢丝帘线相比,3+8×0.35HT BETRU 钢丝帘线非埋胶弯曲刚度,埋胶后弯曲刚度变化不大;渗胶性能好,但不是全渗胶结构。

2.1.2.3 5×0.35HI 与 3×4×0.22HE 钢丝帘线对比

图 4 示出了 5×0.35HI 与 3×4×0.22HE



(a) 负荷-位移(5×0.35HI)



(b) 拉力-应变(3×4×0.22HE)

图4 5×0.35HI与3×4×0.22HE钢丝帘线的
断裂延伸性能

钢丝帘线的断裂延伸性能。

5×0.35HI与3×4×0.22HE钢丝帘线覆胶后的充气压力保持率分别为100%和0%。

5×0.35HI与3×4×0.22HE钢丝帘线覆胶后断面如图5所示。

由上述分析可知,与3×4×0.22HE钢丝帘线相比,5×0.35HI钢丝帘线具有以下特点:

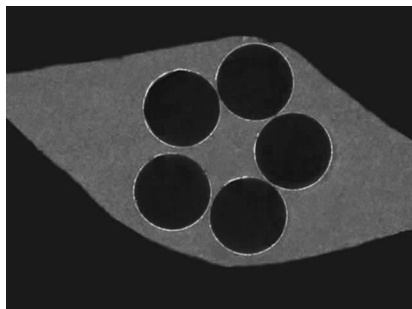
- 断裂延伸性能明显较好,当轮胎受到冲击时,高延伸性能可以缓冲冲击,从而起到很好的保护作用;

- 为全渗胶结构,而3×4×0.22HE钢丝帘线为不渗胶结构。当湿气侵入轮胎带束层时,渗胶性能可使钢丝帘线表面由于覆胶而耐腐蚀,从而防止钢丝帘线早期失效。

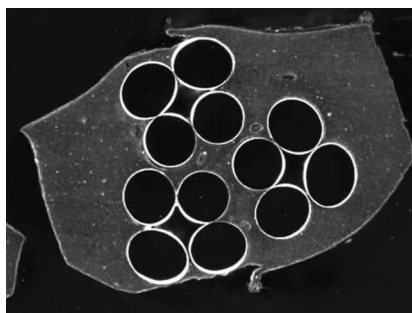
2.2 工艺性能

2.2.1 压延

3+9+15×0.245HT和3+8×0.35HT BETRU钢丝帘线的破断力高于3+9+15×0.22+0.15钢丝帘线,5×0.35HI钢丝帘线的破断力高于3×4×0.22HE钢丝帘线,由于钢丝帘线直径减小,为保证负荷性能,3+9+15×



(a) 5×0.35HI



(b) 3×4×0.22HE

图5 5×0.35HI与3×4×0.22HE钢丝帘线
覆胶后断面

0.245HT钢丝帘线压延密度为45根·dm⁻¹,压延厚度为2.9mm;3+8×0.35HT BETRU压延密度为45根·dm⁻¹,压延厚度为2.3mm;5×0.35HI压延密度为40根·dm⁻¹,压延厚度为1.6mm。在保证单根帘线张力为12~15N的前提下,调整锭子架风压。压延后钢丝帘布表面光滑平整,覆胶均匀,帘布厚度控制正常。

2.2.2 裁断和成型

3+9+15×0.245HT和3+8×0.35HT BETRU钢丝帘线为高强度钢丝帘线,刚性较高,5×0.35HI钢丝帘线为高延伸钢丝帘线,抗冲击性较高。对以上钢丝帘线压延后钢丝帘布进行裁断发现,松散度和残余扭转指标正常,裁断后断面无发散现象,帘布表面平整,无上翘问题,成型时钢丝帘布接头和胎体反包时未见异常情况。

2.3 成品性能

将新型钢丝帘线3+9+15×0.245HT,3+8×0.35HT BETRU和5×0.35HI分别用于胎体、1#和2#带束工作层及3#带束保护层中,试制12.00R20 18PR全钢载重子午线轮胎,进行成品性能试验,与采用普通钢丝帘线的轮胎进行对比。

2.3.1 外缘尺寸

在相同测试条件下,采用新型钢丝帘线的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎充气外直径和断面宽分别为 1 134.39 和 314.25 mm,采用普通钢丝帘线的轮胎分别为 1 135.03 和 314.75 mm。可见,采用新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线生产的轮胎外缘尺寸变化不大。

2.3.2 强度性能

采用新型钢丝帘线的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎的破坏能是标准值的 231.46%,而采用普通钢丝帘线的轮胎为 167.76%。可见,采用新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线可使轮胎强度性能提高。

2.3.3 耐久性能

耐久性试验条件为:试验速度以 45 km·h⁻¹ 保持不变,累计行驶时间达到国家标准要求 47 h 后,每 10 h 负荷增大 10%,直至轮胎损坏为止。试验结果表明,采用新型钢丝帘线的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎的累计行驶时间为 88.5 h,采用普通钢丝帘线的轮胎为 61.2 h。可见,采用新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线可使轮胎的耐久性能提高。

2.3.4 胎圈耐久性能

胎圈耐久性试验条件为:速度 30

km·h⁻¹,充气压力 650 kPa,试验负荷为单胎额定负荷的 200%。试验结果表明,采用新型钢丝帘线的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎的累计行驶时间为 88.83 h,采用普通钢丝帘线的轮胎为 77.28 h。可见,采用新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线可使轮胎的胎圈耐久性能提高。

2.3.5 实际路试

将采用新型钢丝帘线试制的 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎发往国内几个严重超载的矿区进行装车对比试验,结果表明,经过 1 年的实际使用,轮胎冠顶爆、胎圈爆和抽丝爆等质量问题发生率明显降低,客户满意度提高。

2.4 成本比较

以新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线用于 12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎,生产成本对比如表 5 所示。

从表 5 可以看出,新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线,在不增加胎体和带束层质量和成本的情况下,胎体和带束层的安全倍数大幅提高,帘布质量减小。

3 结语

提高轮胎性能,减小轮胎质量,降低生产成本,增强竞争力是轮胎工业发展的总趋势,钢丝帘

表 5 新型钢丝帘线替代普通钢丝帘线用于12.00R20 18PR 全钢载重子午线轮胎生产成本对比

项 目	胎体		1 [#] 和 2 [#] 带束工作层		3 [#] 带束保护层	
	3+9+15×	3+9+15×	3+8×	3+9+15×	5×0.35HI	3×4×
	0.245HT	0.22+1 NT	0.35HT	0.22+1 NT		0.22HE
压延密度/(根·dm ⁻¹)	45	52	45	45	40	40
帘线集中度/%	68	84	65	73	48	46
帘线刚度/(N·mm ²)	955	644	1 620	652	736	276
单层帘布刚度/(N·mm ² ·dm ⁻¹)	42 956	33 468	72 888	29 340	29 450	11 033
单层帘布强度/(N·dm ⁻¹)	167 850	135 200	133 875	117 000	45 200	37 800
帘布钢丝间距/mm	0.71	0.30	0.77	0.60	1.31	1.36
帘布厚度/mm	2.90	3.00	2.3	2.3	1.60	1.60
单层帘布钢丝质量/(g·m ⁻²)	8 222	7 871	2 794	2 804	400	408
帘布钢丝总质量/(g·m ⁻²)	8 222	7 871	5 589	5 609	400	408
帘布钢丝帘线质量减小指数	104.5	100	99.6	100	98.2	100
单层帘布胶料质量/(g·m ⁻²)	4 736	4 992	1 446	1 529	415	414
帘布胶料总质量/(g·m ⁻²)	4 736	4 992	2 892	3 058	415	414
帘布胶料质量减小指数	94.9	100	94.6	100	100.3	100
帘布合计质量/(g·m ⁻²)	12 958	12 863	8 481	8 666	815	821
帘布质量减小指数	100.7	100	97.9	100	99.3	100

注:胎体和带束层的安全倍数分别提高了 24.5%和 16.7%。

线为子午线轮胎的重要骨架材料,胎体选用同捻向结构和高强度钢丝帘线,带束工作层采用较高刚性和强度的钢丝帘线,带束保护层采用较高延伸性的钢丝帘线,有助于延长轮胎的使用寿命,提高轮胎翻新率。采用新型钢丝帘线 $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ 和 $5\times 0.35\text{HI}$ 替代普通钢丝帘线用于 $12.00\text{R}20\ 18\text{PR}$ 矿山型全钢载重子午线轮胎胎体和带束层中,在不增加胎体和带束层质量和成本的情况下,胎体和带

束层安全倍数大幅提高,为市场提供了一种具有较高负荷能力和抗冲击性能的矿山型全钢载重子午线轮胎,并有效解决了苛刻使用条件下轮胎冠顶爆、胎圈爆和抽丝爆等问题,提高了轮胎的使用安全性能和负荷能力,轮胎性能满足了矿山市场要求,使用寿命大大延长,深受用户好评,为公司创造了较好的社会效益和经济效益。

第7届全国橡胶工业用织物和骨架材料
技术研讨会论文(二等奖)

Application of New Type Steel Cord in Mining Truck Radial Tire

ZHAO Xin-wei, WU Xue-bin, SONG Xi-zheng

(Xinjiang Kunlun Tire Co., Ltd, Wulumuqi 831400, China)

Abstract: The application of new type steel cord $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ and $5\times 0.35\text{HI}$ in mining truck radial tire was introduced. The results showed that, compared with $3+9+15\times 0.22+1\text{NT}$ and $3\times 4\times 0.22\text{HE}$ steel cord, $3+9+15\times 0.245\text{HT}$, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ and $5\times 0.35\text{HI}$ steel cord possessed higher rupture strength/diameter and rupture strength/cord count. When the $3+9+15\times 0.245\text{HT}$ steel cord was applied in carcass, $3+8\times 0.35\text{HT BETRU}$ steel cord was used in 1[#] and 2[#] belt, and $5\times 0.35\text{HI}$ steel cord was applied in 3[#] belt, the service life of tire was prolonged and the ratio of tire retreading was increased. It was confirmed by the test of finished tires that, compared with the tire using commonly steel cord, the inflated peripheral dimension of the tire using new type steel cord changed little, strength performance, endurance performance and bead endurance were improved, and the weight and cost of tire changed little.

Key words: mining truck radial tire; steel cord; carcass; belt

米塔斯将为克拉斯提供联合收割机和 拖拉机轮胎

中图分类号: TQ336.1; U463.341 文献标志码: D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013年12月12日报道:

米塔斯轮胎北美有限公司的母公司捷克共和国米塔斯公司宣布,其与农业机械制造商克拉斯公司已经签署了一份长期协议,米塔斯将为克拉斯联合收割机和拖拉机提供大陆和米塔斯品牌农业轮胎。

“我们同克拉斯公司的合作是愉快的。我们的合作可以追溯到2004年米塔斯取得大陆农业轮胎业务。”米塔斯行销总监 Andrew Mabin 称,“2011年获得供应商奖就是一项有力的证明,克

拉斯授予米塔斯年度供应商奖以表彰米塔斯CHO轮胎的创新。”

现今克拉斯将米塔斯生产的大陆和米塔斯品牌农业轮胎用于其美国、德国、法国和俄罗斯的联合收割机、拖拉机和饲料收割机工厂。近年来,米塔斯成为克拉斯跨国公司主要轮胎供应商之一。

米塔斯称签署该协议的主要目的是优化与克拉斯集团各个公司之间的米塔斯轮胎制造及后勤交付手续。

“我们的目标是使克拉斯及其客户尽可能地达到最大满意度。”米塔斯公司大客户经理 Jens Steinhardt 称。

(马 晓摘译 许炳才校)