

尼龙帘线在农业轮胎中的应用研究

李新华 陈永宏

(东风轮胎厂黄石分厂 435002)

摘要 采用低纤度或单股尼龙帘线作农业轮胎的胎体骨架材料,在保持原有帘布层数的条件下取代棉帘线和人造丝帘线。生产实践表明,用该种尼龙帘线制造农业轮胎,产品质量符合国家标准,用户反映良好,并且简化了生产管理,降低了生产成本。

关键词 农业轮胎,尼龙帘线,帘布层数

自60年代末起,我国就开始用尼龙帘线取代棉帘线和人造丝帘线作汽车轮胎的胎体骨架材料,从而使汽车轮胎优质轻量。但是,很多农业轮胎仍然使用棉帘线或人造丝帘线。我厂是同时生产农业轮胎和汽车轮胎的厂家,3种材料的帘线都使用。由于使用帘线品种繁多,给生产工艺、生产组织和现场管理带来了一定的困难;加之尼龙帘线的大量使用,各大帘子布厂均向生产合成纤维帘线的方向发展,棉和人造丝帘线产量日益减少;另外长绒棉短缺,棉帘线质量不断下降,直接影响农业轮胎的质量,因此采用尼龙帘线作为农业轮胎的胎体骨架材料是势在必行。经过两年多的研制,于1992年底,我厂生产的农业轮胎全部改用尼龙帘线。这不仅简化了生产管理,并且降低了生产成本。

1 尼龙帘线的选用及对比分析

农业轮胎的断面形状一般都有“头重脚轻”的特点,即胎冠部分的花纹块大,花纹沟深,胎面胶厚,比较粗壮;而胎圈部分系单钢丝圈,钢丝根数少,反包帘布层数也少,显得细弱。如果采用常用的1400dtex/2尼龙帘线,大部分规格的农业轮胎只需2层帘布层就能满足强度要求,但是由于帘布层数少,胎圈部分支撑性差,使用中易出现磨胎圈的缺

陷,且轮胎充气后的尺寸超出国家标准的规定。为此根据农业轮胎的结构特点和生产成本,在保持原有胎体帘布层数和利用原有轮胎模具的条件下,我们选用了1400dtex/1和930dtex/2两种结构的尼龙帘线。它们属于单股或低纤度的细线,在性能上与原来使用的10系列棉帘线和1800dtex/2人造丝帘线有如下差异。

(1)1400dtex/1和930dtex/2尼龙帘线的断裂强度分别与原来使用的棉帘线、人造丝帘线相近。但是尼龙帘线的耐热性不如人造丝帘线,强度损失较大,这在轮胎制造工艺中应予以注意。

(2)1400dtex/1尼龙帘线因线的直径小,且系单股结构,故它的H抽出力只有59N,比10系列棉帘线和1800dtex/2人造丝帘线均低。930dtex/2尼龙帘线的H抽出力较高,达118N。

(3)该两种尼龙帘线的44N定负荷伸长率与棉帘线相当,但比人造丝帘线高得多。它们的断裂伸长率高达20%,而棉帘线 and 人造丝帘线只有12%—14%。因此在采用尼龙帘线作为胎体骨架材料时,在外胎施工设计中的帘线假定伸张值选取上应与使用棉帘线 and 人造丝帘线时不同,且轮胎的外缘尺寸也会有一定的变化。

(4)除棉帘线的初捻捻度较大外,930dtex/2 尼龙帘线的捻度与原来使用的棉帘线 and 人造丝帘线相接近。但 1400dtex/1 尼龙帘线只有初捻,而且捻度较低,仅 190 捻·m⁻¹。捻度过低,影响帘线的断裂强力和断裂伸长率,强度和伸长的不均匀率也增大了,因此在使用 1400dtex/1 尼龙帘线时要加强对帘线质量的检验。我厂在实际应用中已发现有断裂强力低于 70N·根⁻¹,断裂伸长率低于 14%的 1400dtex/1 尼龙帘线。

2 轮胎技术特征对比

2.1 拖拉机驱动轮用轮胎

供拖拉机驱动轮用的 3 种典型规格尼龙

轮胎与棉帘线 and 人造丝轮胎的主要技术特征对比见表 1。

2.2 拖拉机导向轮用轮胎

供拖拉机导向轮用的两种典型规格尼龙轮胎与棉帘线 and 人造丝轮胎的主要技术特征对比见表 2。

3 主要技术措施

采用低纤度或单股尼龙帘线后,由于它的直径比棉帘线 and 人造丝帘线均小,压延胶帘布厚度也随之减小,使外胎各部位的尺寸发生不同程度的变化,为此需要在轮胎的结构设计、配方设计和制造工艺方面采取相应的措施,以保证产品质量。

表 1 驱动轮用尼龙与棉帘线 and 人造丝轮胎的主要技术特征对比

特 征	轮胎规格和帘线品种					
	9.5—24 6 层级		7.50—16 6 层级		6.00—12 4 层级	
	棉帘线	尼龙	人造丝	尼龙	人造丝	尼龙
帘布层帘线结构	10 系列	1400dtex/1	1800dtex/2	930dtex/2	1800dtex/2	1400dtex/1
帘布层数	6	6	4	4	4	4
缓冲层帘线结构	10 系列(胶片)	—	1800dtex/2	—	胶片	—
缓冲层数	2(1)	—	2	—	1	—
帘线强力安全倍数	12.0	13.2	7.8	9.5	11.8	10.9
帘布用量,kg·条 ⁻¹	3.653	1.703	1.529	0.825	0.733	0.461
帘布胶用量,kg·条 ⁻¹	8.479	5.427	3.885	2.683	2.198	1.466
外胎重量,kg·条 ⁻¹	34.137	29.166	17.625	15.157	10.423	9.373
外胎减轻重量,kg·条 ⁻¹	—	4.971	—	2.468	—	1.059

表 2 导向轮用尼龙与棉帘线 and 人造丝轮胎的主要技术特征对比

特 征	轮胎规格和帘线品种			
	4.00—16 4 层级		5.00—15 4 层级	
	人造丝	尼龙	棉帘线	尼龙
帘布层帘线结构	1800dtex/2	1400dtex/1	85 系列	1400dtex/1
帘布层数	4	4	4	4
帘线强力安全倍数	10.5	10.1	7.4	8.0
帘布用量,kg·条 ⁻¹	0.609	0.366	0.956	0.417
帘布胶用量,kg·条 ⁻¹	1.649	1.163	1.789	1.344
外胎重量,kg·条 ⁻¹	6.517	5.721	8.363	7.315
外胎减轻重量,kg·条 ⁻¹	—	0.796	—	1.048

3.1 结构设计

(1) 胎体帘布层采用等层数取代。由于农业轮胎的胎冠粗壮,胎圈细弱,充气压力低和下沉量大,为了保证胎圈部分具有足够的刚度,根据轮胎帘线强力安全倍数计算结果,选用适当的尼龙帘线,对各种规格农业轮胎的棉帘线和人造丝帘线帘布层采取等层数取代。例如对于 9.5—24 6 层级轮胎,从满足胎体强度要求来看,帘布层使用 4 层 930dtex/2 尼龙帘线即可,但是该轮胎在实际使用中易出现磨胎圈的现象,为此采用 6 层 1400dtex/1 尼龙帘线取代原来的 6 层 10 系列棉帘线。

(2) 取消缓冲层帘布和缓冲胶片。根据农业轮胎的实际使用情况,我厂于 1989 年先取消了缓冲胶片,接着又将缓冲层帘布由 2 层改为 1 层,1992 年底全部取消了 4 和 6 层级外胎的缓冲层帘布和缓冲胶片。

(3) 适当减薄压延帘布。由于棉帘线和人造丝帘线的直径较大,分别为 0.80 和 0.74mm,根据帘布覆胶厚度系数的取值范围,压延帘布厚度分别为 1.20 和 1.10mm。采用低纤度或单股尼龙帘线后,因帘线直径小,压延帘布可大大减薄,相应降低了用胶量。我厂于 1992 和 1993 年先后两次调整了压延帘布厚度。根据我厂的压延条件,目前使用 1400dtex/1 尼龙帘线的压延厚度为 0.80mm,930dtex/2 为 0.85mm。

3.2 配方设计

采用低纤度或单股尼龙帘线后,胎体相应减薄,其变形随之增大,为了增加胎体刚度,通过调整帘布胶的硫化体系和补强体系,提高了胶料的定伸应力、硬度和 H 抽出力。

3.3 制造工艺

(1) 重新制订干燥辊温度、压延速度、供胶量、帘布张力和覆胶厚度等压延工艺参数。

(2) 严格执行胶料热炼工艺,保证压延帘布覆胶质量。

(3) 由于该种尼龙帘线的直径小,导气性差,在压延机上增加覆胶帘布的刺孔装置以及铺设棉纱线装置。

(4) 因该种尼龙帘线的覆胶帘布较薄,挺性较差,在贴合和成型外胎时易产生气泡和绉褶,故在操作中注意压辊的风压,严格执行工艺要求并相应调整帘布层的裁断角度、宽度和包圈方式。

(5) 根据实际情况对外胎的硫化温度、压力和时间作相应调整,外胎于硫化结束后必须经后充气(或充水)冷却,以防尼龙帘线收缩引起胎体变形。

4 试验结果

4.1 帘布胶和缓冲胶的物理性能

调整前后的帘布层胶和缓冲层胶物理性能对比见表 3。

4.2 成品外胎物理性能

以 9.5—24 和 7.50—16 规格为例,尼龙外胎与棉帘线和人造丝外胎的物理性能对比见表 4。

4.3 轮胎外缘尺寸和水压爆破安全倍数

5 种规格的尼龙轮胎与棉帘线和人造丝轮胎外缘尺寸和水压爆破安全倍数对比见表 5。

5 结语

农业轮胎的胎体骨架材料采用低纤度或单股尼龙帘线,以取代原来的棉帘线和人造丝帘线,不仅简化了生产管理而且收到了明显的经济效益。以 9.5—24 6 层级轮胎为例,该项技术使我厂的单胎成本降低约 40 元,1993 年共生产 2 万余条轮胎,全年降低成本约 80 万元。试验结果表明,成品性能符合国家标准。经实际使用后,用户反映良好,胎体坚固耐用。但是从返回胎来看,9.5—24 轮胎仍有少量轻度磨胎圈现象,我们将从结构和配方上着手解决,保证产品的使用质量。

表 3 调整前后的帘布胶和缓冲胶物理性能对比

性能	内层胶		外层胶		缓冲胶	
	调整前	调整后	调整前	调整后	调整前	调整后
流变仪数据						
t_{s1}, min	4.30	5.25	3.55	4.42	3.21	4.06
t_{90}, min	16.22	15.13	15.01	13.68	13.48	13.04
邵尔 A 型硬度,度	52	54	53	56	55	58
拉伸强度,MPa	25.5	24.1	25.3	25.0	26.8	24.5
扯断伸长率,%	611	597	598	603	618	581
300%定伸应力,MPa	5.2	7.8	5.9	8.7	6.2	9.2
扯断永久变形,%	27	23	27	25	28	25
撕裂强度, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$	98	125	98	118	105	102
回弹值,%	46	43	44	40	51	50
H 抽出力,N	165.3	182.9	168.7	196.9	159.1	185.1

表 4 外胎物理性能对比

性 能	轮胎规格和帘线品种			
	9.5—24		7.50—16	
	10 系列 棉帘线	1400dtex/1 尼龙	1800dtex/2 人造丝	930dtex/2 尼龙
胎面胶				
拉伸强度,MPa	19.7	19.9	21.0	23.7
扯断伸长率,%	576	601	559	572
邵尔 A 型硬度,度	57	59	59	60
磨耗量(1.61km), cm^3	0.19	0.12	0.16	0.11
粘合强度, $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$				
胎面胶与缓冲层	9.1	—	10.0	—
胎面胶与帘布层	—	9.5	—	10.3
缓冲层与帘布层	7.7	—	8.7	—
2 与 3 层帘布层	8.2	8.2	8.0	8.1
3 与 4 层帘布层	7.5	8.9	9.2	—
4 与 5 层帘布层	7.8	8.6	—	—
5 与 6 层帘布层	8.0	8.4	—	—
胎侧胶与帘布层	7.7	7.9	8.6	8.8

表 5 外缘尺寸和水压爆破安全倍数对比

项 目	轮胎规格和帘线品种									
	9.5—24		7.50—16		6.00—12		5.00—15		4.00—16	
	6 层级		6 层级		4 层级		4 层级		4 层级	
	棉帘线	尼龙	人造丝	尼龙	棉帘线	尼龙	棉帘线	尼龙	棉帘线	尼龙
标准轮辋	W8		5.50F		4.50E		4J		3.00D	
标准气压,kPa	210		210		180		300		360	
充气后外直径,mm	1052	1059	814	816	639	642	660	662	640	643
充气后断面宽,mm	239.3	240.5	204.5	210.2	160.5	164.2	136.0	141.0	110.0	114.0
水压爆破安全倍数	11.3	12.1	7.8	9.4	10.8	10.5	7.5	7.4	7.3	7.1