

国外农业子午线轮胎的剖析

尹 智,杨开泰

(贵州轮胎股份有限公司,贵州 贵阳 550201)

摘要:对美国费尔斯通品牌14.9R28 TL和18.4R38 TL农业子午线轮胎进行剖析,分别对轮胎外观、静负荷性能、花纹,以及胎面胶、胎侧胶、胎体帘布层、带束层、胎圈、气密层等主要部件进行分析,并推测胎面胶和胎侧胶的配方,为我国农业子午线轮胎设计提供参考。

关键词:农业子午线轮胎;费尔斯通;外观;静负荷性能;花纹;配方

中图分类号:U463.341⁺.59/.6

文章编号:2095-5448(2019)00-0000-05

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.00.0000

许多欧洲国家农业轮胎子午化率都已达到80%以上,而我国农业子午线轮胎起步较晚,子午化率还很低^[1-3]。农业子午线轮胎可以帮助农业机械降低油耗,减少对大气的污染和尾气对土壤的污染,更能减小农业机械对土地的压实程度,降低死苗率,从而提升农作物产量^[4-5]。目前,国外轮胎巨头已开始在我国销售农业子午线轮胎,我公司也开始涉足农业子午线轮胎领域。

美国费尔斯通品牌农业子午线轮胎产品性能优异,14.9R28 TL和18.4R38 TL农业子午线轮胎在89.5 kW(120马力)的拖拉机上配套使用,其中14.9R28 TL农业子午线轮胎常作为前轮。

本工作选取费尔斯通品牌14.9R28 TL和18.4R38 TL两个规格农业子午线轮胎进行剖析,分别从外观、静负荷性能、花纹、主要部件等方面分析国外农业子午线轮胎设计情况,希望为我国农业子午线轮胎设计提供借鉴和帮助。

1 轮胎外观

费尔斯通品牌14.9R28 TL和18.4R38 TL农业子午线轮胎外观均较好,没有缺胶、花纹错位、窝气和胎里露线等问题,胎里有轻微凹凸不平的现象,其中18.4R38 TL农业子午线轮胎凹凸不平的

严重程度大于14.9R28 TL农业子午线轮胎(见图1)。这两个规格轮胎样品出厂7年没有出现胎侧老化现象。费尔斯通品牌和我公司前进品牌农业轮胎质量对比见表1。



图1 费尔斯通14.9R28农业子午线轮胎外观

表1 费尔斯通和前进品牌农业轮胎质量对比

项 目	轮胎 质量/kg	公司产品 目录质量/kg
农业子午线轮胎		
14.9R28 TL(费尔斯通品牌)	103.6	97.0
18.4R38 TL(费尔斯通品牌)	162.0	161.5
农业斜交轮胎		
14.9-28 6PR R-1(费尔斯通品牌)	66.2	
18.4-38 8PR R-1(费尔斯通品牌)	106.6	
14.9-28 8PR R-1S(前进品牌)	65.2	
18.4-38 8PR R-1K(前进品牌)	108	

从表1可以看出,农业子午线轮胎质量为农业斜交轮胎的1.5倍。需要说明的是,表1中我公司两个规格农业斜交轮胎有内胎,比无内胎轮胎多了1 mm厚的气密层。

作者简介:尹智(1977—),男,湖南双峰人,贵州轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和实验室技术管理工作。

E-mail:656657109@qq.com

2 静负荷性能

费尔斯通农业子午线轮胎的静负荷性能见表2。

表2 费尔斯通农业子午线轮胎的静负荷性能

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
充气断面宽/mm	406	489. 8
充气外直径/mm	1 373. 9	1 768. 8
负荷下断面宽/mm	449	553
负荷下静半径/mm	623	837
下沉量/mm	63. 9	47. 5
下沉率/%	19. 3	11. 8
硬度系数	0. 84	1. 04
印痕短轴/mm	330	400
印痕长轴/mm	390	518
印痕面积/cm ²	1 165	2 072
接地系数	1. 18	1. 30

根据美国轮胎协会(TRA)工程设计手册,18.4R38 TL农业子午线轮胎充气断面宽为453~504 mm,标准值为467mm,14.9R28 TL农业子午线轮胎充气断面宽为367~408mm。从表2可以看出,两条农业子午线轮胎均满足TRA设计标准要求,14.9R28 TL断面宽比较接近标准上限。

3 花纹

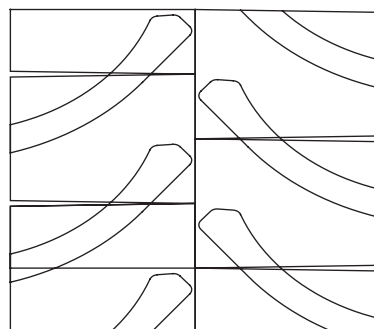
3.1 花纹饱和度及花纹走向角度

从费尔斯通产品目录可知,14.9R28 TL和18.4R38 TL农业子午线轮胎分别属于两种花纹类型(见表3与图2),前者系列产品多用于拖拉机前轮(除14.9R30和14.9R34轮胎多用于拖拉机后轮以外),后者系列产品全部用于拖拉机后轮;前者系列产品花纹饱和度较大,而后者系列产品花纹饱和度较小。

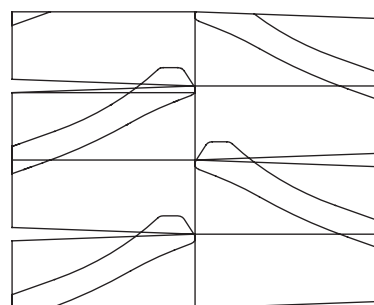
从拖拉机轮胎使用情况来看,前后轮在作业中有线速度差,前轮线速度比后轮线速度高2%~3%;从使用结果来看,前轮磨损量大于后轮,所以前后轮采用不同花纹饱和度可能是为了使前后轮磨损一致。此外,前轮花纹走向角度为39°,后轮花纹走向角度为31°,其中14.9R28 TL轮胎花纹

表3 费尔斯通农业子午线轮胎花纹参数

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
花纹饱和度/%	26. 6	20. 5
花纹走向角度/(°)	39	31
花纹块对数	28	28



(a) 14. 9R28 TL轮胎



(b) 18. 4R38 TL轮胎

图2 费尔斯通农业子午线轮胎花纹示意

沟底采用全圆弧过渡,以提高花纹沟底的抗刺扎性。花纹走向角度越小,轮胎牵引力越大。分析认为,前轮设计主要考虑花纹的耐磨性能和抗刺扎性,后轮设计主要考虑牵引力。

3.2 花纹倾角及花纹沟底设计

费尔斯通农业子午线轮胎花纹断面解剖位置见图3,花纹深度、前后倾角与沟底倒角分别见表4—6。

从表4—6可以看出:费尔斯通花纹设计并未按照TRA要求设计,14.9R28 TL轮胎花纹参数和费尔斯通公司产品目录有出入;花纹倾角设计沿袭传统设计,后倾角大于前倾角;农业子午线轮胎前倾角为14°~18°,后倾角为15°~22.5°,与我公司

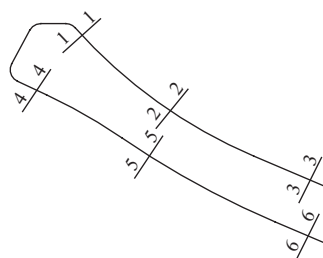


图3 花纹断面解剖位置

表4 费尔斯通农业子午线轮胎花纹深度 mm

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
胎冠花纹深度	38. 9	39. 0
中部花纹深度	43. 6	42. 6
胎肩花纹深度	58	56. 8
费尔斯通产品目录花纹深度	37. 6	38. 6
TRA标准花纹深度	38. 6	40. 9

表5 费尔斯通农业子午线轮胎花纹前后倾角 (°)

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
1°倾角	14. 5	14. 0
2°倾角	15. 5	15. 0
3°倾角	17. 0	18. 0
4°倾角	14. 0	15. 0
5°倾角	16. 5	15. 5
6°倾角	22. 5	21. 5

表6 费尔斯通农业子午线轮胎花纹沟底倒角 (°)

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
1°倒角	25	27
2°倒角	30	30
3°倒角	45	40
4°倒角	25	25
5°倒角	30	35
6°倒角	45	50

最近设计的农业斜交轮胎花纹倾角相同;花纹倒角设计从花纹块头部到肩部逐渐增大,花纹前倒角大于花纹后倒角;对于前轮,冠部中间花纹块头部设计有加强筋以防止庄稼杆刺扎。

4 部件分析

18. 4R38 TL农业子午线轮胎材料分布见图4。以下对各个主要部件进行分析。

4.1 胎面基部胶

从割取的多个断面来看,胎冠部位只有一种胶料,这种设计与农业轮胎低速度行驶和作业路面较恶劣是相称的,没有必要设计低生热的胎面下层胶。农业子午线轮胎胎冠基部胶比同规格农业斜交轮胎厚3~5 mm,尤其前轮加强筋部位基部胶厚度达20 mm。较厚的基部胶可以吸收外界冲击力,并提高花纹块的稳固性,从而提高牵引性能。从理论上说应该有一个最佳厚度,费尔斯通农业子午线轮胎胎面基部胶厚度是否最佳,还将在我公司生产时继续验证。

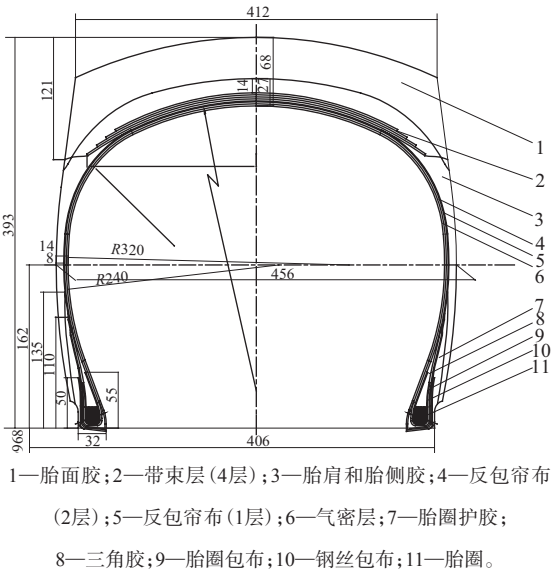


图4 18. 4R38 TL农业子午线轮胎材料分布

4.2 胎侧胶

通过断面分析,在胎侧部位有两种胶料:胎侧胶和胎圈护胶。其中胎侧胶向肩部延伸充当肩垫胶以保持带束层在肩部区域的过渡。从断面上观察虽然无法得出胎侧胶和胎圈护胶是否在挤出机内复合挤出后再成型,但是从测量结果上看,胎圈护胶上端点高度的左右对称性很好,从里挡和外挡来看,胎圈护胶和胎侧胶形状保持基本一致,因此推测其是在挤出机内复合挤出后再成型。胎圈护胶高度超过帘布反包高度。农业子午线轮胎胎侧胶厚度均为9 mm,比农业斜交轮胎厚4 mm,较厚的胎侧胶具有较好的抗刺扎能力,并防止农业子午线轮胎充气后胎侧凹凸不平。农业子午线轮胎胎侧部位的帘线只有径向,没有周向角度交叉,所以工艺稍有问题就容易出现帘线分布不均匀,导致充气后容易出现胎侧凹凸不平,较厚的胎侧能有效避免该问题。

4.3 胎体帘布层

两种规格费尔斯通农业子午线轮胎胎体帘布层均为3层,其中2层反包,1层正包。单层帘布厚度均为1 mm。18. 4R38 TL反包高度为110 mm, 14. 9R28 TL反包高度为100 mm, 正包帘布均包到胎圈底部位置。分析认为,费尔斯通采用二次法成型胎坯才有正包帘布层。该成型方式的优点为:正包帘布层可以屏蔽反包帘布层端点,使成品

在充气状态下反包端点不会凸出;缺点是二次法成型在胎坯转运过程中帘布层容易散开,必须配合适当的转运工艺和一段胎坯存放工艺。

费尔斯通农业子午线轮胎帘布层角度和线密度分别见表7和8。

表7 费尔斯通农业子午线轮胎胎体帘布角度 (°)

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
第1层(靠近胎里)	2	0
第2层	2	0
第3层	3	0

表8 费尔斯通农业子午线轮胎胎体帘布层

项 目	帘线密度 根 · (10 cm) ⁻¹	
	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
第1层(靠近胎里)	68	68
第2层	68	62
第3层	66	66

4.4 带束层

农业子午线轮胎带束层共分4层,最底层最宽,上面3层采用等差错贴的方式,差级为10 mm。由于农业子午线轮胎在使用过程中没有高速旋转,加上带束层骨架材料为纤维而非钢丝,在旋转时离心力较小,所以没有设计冠带层。受肩垫胶和胎面胶流动的影响,带束层从花纹沟底到花纹块底部均匀起伏,不如非农业半钢和全钢子午线轮胎平直,在轮胎花纹块底部胶料流动大的区域,甚至有带束层帘线局部拉稀和带束层弯曲现象(见图5)。



图5 带束层在花纹块底部弯曲

18. 4R38 TL和14. 9R28 TL农业子午线轮胎带束层单层(包括帘线和胶)厚度分别为2 mm和3 mm,费尔斯通两种规格轮胎带束层厚度不同的设计目的尚不清楚。

费尔斯通农业子午线轮胎带束层角度见表9。

从表9可知,带束层角度为70°~75°,小规格轮

表9 费尔斯通农业子午线轮胎带束层角度 (°)

项 目	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
第1层(靠近胎里)	75	70
第2层	75	71
第3层	72	74
第4层	75	70

胎取大值,大规格轮胎取小值。

费尔斯通农业子午线轮胎带束层帘线密度见表10。

表10 费尔斯通农业子午线轮胎带束层

项 目	帘线密度 根 · (10 cm) ⁻¹	
	14. 9R28 TL	18. 4R38 TL
第1层(靠近胎里)	140	122
第2层	144	136
第3层	146	136
第4层	146	136

从表10可以看出,带束层帘线密度和胎体帘布层帘线密度差异较大,带束层贴合是在一段胎坯定型后进行,因此与胎体帘布层帘线密度相比,胎冠部位带束层帘线密度较大,有利于提高胎冠强度和刚度,减少花纹块根部在牵引力作用下的变形,充分发挥农业轮胎大花纹块的牵引性能。另外,带束层搭线为20~40根不等,工艺上并不精细。

4.5 胎圈

两种规格费尔斯通农业子午线轮胎胎圈没有采用子午线轮胎常用的单根钢丝缠绕,而采用排状钢丝缠绕。钢丝总根数与层级相关。三角胶细长且高,18. 4R38 TL农业子午线轮胎三角胶高度为100 mm,14. 9R28 TL农业子午线轮胎三角胶高度为90 mm。三角胶采用单一配方胶料,胎圈包布只包到三角胶一半高度。

4.6 气密层

两种规格费尔斯通农业子午线轮胎气密层厚度分布比较均匀,厚度基本为2 mm,采用单一配方胶料。气密层排气线宽度为5 mm,深度为1 mm,在排气线之间还有排气碎花,硫化方式采用胶囊硫化。

4.7 配方分析

根据理化分析结果,推测两条费尔斯通农业子午线轮胎的胎面胶和胎侧胶配方见表11。

从表11可以看出:两个规格轮胎的胎侧胶配

表11 费尔斯通农业子午线轮胎推测配方

组 分	14.9R28 TL		18.4R38 TL	
	胎面胶	胎侧胶	胎面胶	胎侧胶
天然橡胶	30	50	30	50
丁苯橡胶 (SBR) 1500	50	0	70	0
SBR1712	27.5	0	0	0
顺丁橡胶	0	50	0	50
白炭黑	15	0	0	0
炭黑N339	62	0	0	0
炭黑N234	0	0	60	0
炭黑N660	0	45	0	45
氧化锌	3	3	4	3
硬脂酸	2	1	2	1
防老剂4020	1.5	2.5	1.5	2.5
防老剂RD	1.5	1.5	1.5	1.5
石蜡	1.5	2	1.5	2
陶土	0	20	0	20
加工助剂和油	6	10	5	10
硫黄	1.8	2.2	1.6	2.2
促进剂TBBS	1	1.6	1	1.6
合计	202.8	188.8	178.1	188.8

方相同,胎面胶配方明显不同;从物理性能推测,添加白炭黑的配方未使用偶联剂;胎侧胶配方中添加了约20份填料,应为陶土;硫化体系和防护体系按常规品种和用量估算。

5 结语

在欧洲和美国,农业子午线轮胎已经普及,在我国受价格等因素影响,农业子午线轮胎还不为大多数用户所熟知。一旦农业子午线轮胎得到大范围的应用,将产生一个非常大的市场。下一步,我国农业机械会向高端化方向发展,配套轮胎也会跟上其发展步伐,向子午化方向发展,但要加大研发力度,奋起直追,方能占有一席之地。希望通过让我国农民使用国产的农业子午线轮胎,实现节能、减排、增加产量,最终实现我国农业可持续发展的愿景。

参考文献:

- [1] 赵敏译. 农业轮胎向子午化发展[J]. 橡胶工业, 2018, 65(3): 358.
- [2] 吴秀兰译. 大陆扩大农业轮胎产品线[J]. 橡胶工业, 2018, 65(11): 1233.
- [3] 陈传慧, 尹智, 董爱景. 从剖析轮胎看农业子午线轮胎骨架材料的应用现状[J]. 轮胎工业, 2018, 38(2): 67-71.
- [4] 李华峰. 环保型丁苯橡胶1502E在农业子午线轮胎中的应用[J]. 轮胎工业, 2017, 37(9): 540-543.
- [5] 姚茂华, 陈传慧. 280/85R24R-1W农业子午线轮胎的设计[J]. 橡胶科技, 2018, 16(11): 38-41.

收稿日期: 2018-08-23

Analysis of Foreign Agricultural Radial Tire

YIN Zhi, YANG Kaitai

(Guizhou Tire Co., Ltd. Guiyang 550201, China)

Abstract: Two specifications of agricultural radial tire 14.9 R28 TL and 18.4R38 TL of Firestone brand was analyzed. Tire appearance, static load performance, patterns, as well as the main components including base of tread, side wall, belt, carcass ply, bead, inner liner were analyzed, and the formula of tread, base of tread and side wall was speculated to provide reference for design of agricultural radial tire in China.

Key words: agricultural radial tire; Firestone brand; appearance; static load performance; pattern; formula