

巨型工程机械子午线轮胎花纹发展历程

于飞,谷宁

(三角轮胎股份有限公司,山东威海 264200)

摘要:参考 A 和 B 公司历年工程机械子午线轮胎相关技术资料,对其部分规格轮胎的花纹发展历程展开分析,找到新开发的巨型工程机械子午线轮胎的花纹特点及发展规律,最大程度上避免巨型工程机械子午线轮胎模具开发进入过多的弯路,降低模具花纹设计的潜在风险。

关键词:巨型工程机械子午线轮胎;花纹设计;特点

中图分类号:U463.341+.5/.6

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2013)09-0515-06

随着全球对能源矿产资源需求的激增,工程机械轮胎尤其是大规格及超大规格工程机械轮胎出现全球性严重短缺局面。虽然经历金融危机和欧债危机的双重影响,但是全球经济对能源需求依旧不减。随着许多国家采矿作业幅度的加大,49 英寸以上的巨型工程机械子午线轮胎可能会再次出现短缺之势。

中国现有近十余家轮胎制造商实现了 49 英寸及以上巨型工程机械子午线轮胎的研发与生产,但普遍存在技术含量低、生产工艺落后、生产设备不成熟、配套测试条件匮乏等现象,目前产品仍处在测试阶段。国内轮胎制造商采用的轮胎花纹设计主要参考 A 公司、B 公司和固特异公司的花纹形式。A 公司拥有欧洲阿尔梅里亚矿用工程机械轮胎试验场和全球唯一一家针对矿用工程车辆的轮胎测试中心。B 公司则拥有至少 3 台 6 m 机床对巨型工程机械子午线轮胎各项性能进行实验室测试。加上各自的科研力量,两家公司有能力开发和改进更适合矿山使用的巨型工程机械子午线轮胎新型花纹。

巨型工程机械子午线轮胎的作业条件十分苛刻,不同地区需使用不同花纹,即便花纹相同,也需选择不同的胶料配方。巨型工程机械子午线轮胎模具多为活络模,其开发周期长且费用高,49 英寸活络模模具成本至少需要近百万元,57 英寸

活络模模具则需数百万元以上,63 英寸活络模模具费用更高。

本文参考 A 和 B 公司工程机械子午线轮胎相关技术资料,对其部分规格轮胎花纹的发展历程进行分析,找到新开发的巨型工程机械子午线轮胎花纹特点及发展规律,最大程度地避免巨型工程机械子午线轮胎模具开发进入过多的弯路,降低模具花纹设计的潜在风险。

1 A 公司轮胎花纹发展历程

A 公司巨型工程机械子午线轮胎花纹形式如图 1 所示,历年花纹信息如表 1 所示。

1.1 VKD1 类花纹逐步淡出市场

从 2009 年开始,A 公司的 VKD1 花纹逐步退出市场,到目前为止上述 4 个规格均取消使用 VKD1 花纹。说明 VKD1 花纹有一定的缺陷,不能很好地适用于矿山作业,分析原因可能是 VKD1 花纹饱和度较大,且胎冠中心均为连贯的花纹形式,花纹原始刚性较大,当胎面接触地面以后,花纹在轮胎高负荷下发生强制变形,轮胎在使用过程中生热较多且因无花纹沟热扩散较难,可能导致胎面脱层。

1.2 花纹深度设计方向

花纹深度朝 E4+[指花纹深度介于美国轮胎轮辋协会工程设计手册(TRAEDI)中所述一定断面宽所对应的加深花纹 E4 和超加深花纹 E5 之间的深度]方向发展。以 A 公司 27.00R49 轮胎花纹发展为例,从 2001 年开始 VDT,VDR,VRD 和 VDR2,花纹深度分别为 74,76,81 和 90 mm,

作者简介:于飞(1982—),男,山东威海人,三角轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事巨型工程机械子午线轮胎的结构设计工作。



图 1 A 公司巨型工程机械子午线轮胎花纹形式

表 1 A 公司历年巨型工程机械子午线轮胎花纹深度 mm

花纹型号	27.00R49	花纹型号	33.00R51	花纹型号	40.00R57	花纹型号	58/80R63	花纹型号	59/80R63
2001 年		2001 年		2001 年		2001 年		2001 年	
VVC	33	VKD1	82	VKD1	85				
VRB	41	VDT	87	VDR	97				
VDT	74	VDR	88						
VDR	76								
VKD1	65								
2003 年		2003 年		2003 年		2003 年		2003 年	
VVC	33	VDC	48	VDM	64	VK	55		
VRB	41	VKD1	82	VKD1	85	VKD1	85		
VDT	74	VDT	87	VDR	97				
VDR	76	VDR	88						
VKD1	65								
2006 年		2006 年		2006 年		2006 年		2006 年	
VVC	33	VDC	48	VDM	64	VK	55	VDR S	71
VKB	41	VKD1	82	VKD1	85	VKD1	85	VDR	116
VRB	41	VDT	87	VDR	97				
VS RD	46	VDR	88						
VDT	74								
VDR	76								
VRD	81								
VKD1	65								
2007 年		2007 年		2007 年		2007 年		2007 年	
VVC	33	VDC	48	VDM	64	VK	55	VDR S	71
VKB	41	VKD1	82	VKD1	85	VKD1	85	VDR	116
VS RD	46	VDT	87	VDR	97				
VDT	74	VDR	88						

续表 1

花纹型号	27.00R49	花纹型号	33.00R51	花纹型号	40.00R57	花纹型号	58/80R63	花纹型号	59/80R63
VDR	76								
VRD	81								
VKD1	65								
2009 年		2009 年		2009 年		2009 年		2009 年	
VVC	33	VDC	48	VDM	64			VDR S	71
VS RD	46	VDT	87	VDR	97			VDR	116
VDT	74	VDR	88						
VDR	76								
VRD	81								
2011 年		2011 年		2011 年		2011 年		2011 年	
VVC	33	VDC	48	VDM	64			VDR S	71
VS RD	46	VDT	87	VDR	97			VDR	116
VDT	74	VDR	88	VDR 2	98			VDR 2	开发中
VDR	76	VDR 2	93						
VRD	81								
VDR 2	90								

而标准中断面宽为 27.00 英寸的加深花纹深度为 63.5 mm。33.00R51 轮胎从 VKD1,VDT,VDR 和 VDR2,花纹深度进一步加大。59/80R63 轮胎 VDR 设计深度为 116 mm,比标准设计深 28 mm,在 2012 年即将开发的 VDR2 花纹深度估计要大于 116 mm。

2010 年中国轮胎轮辋气门嘴标准年鉴列举了工程机械轮胎不同断面宽对应的花纹深度,如表 2 所示。

表 2 工程机械轮胎不同断面宽
对应的花纹深度

项 目	断面宽/英寸					mm
	27.00	33.00	40.00	53/80	59/80	
普通花纹	42.5	50.5	54.5			
加深花纹	63.5	75	82	88	88	

1.3 花纹发展趋势

巨型工程机械子午线轮胎花纹深度主要向 E4+方向发展,但是存在轮胎作业过程中花纹块肩部和胎面中心生热增加的问题,因此轮胎需要相应的散热结构,以减少热量的积累。以 VRD 和 VDR2 轮胎花纹型号为例,为了加快轮胎胎肩部位热量散失,均在胎肩增设了散热槽。胎肩散热槽及有限元分析结果如图 2 所示。

从图 2 可以看出,散热槽对轮胎在使用过程中的散热作用(减少热积累)效果明显。VDR2 在胎肩花纹块设计中同样增设了散热槽,A 公司 VDR2 花纹块散热系统如图 3 所示。

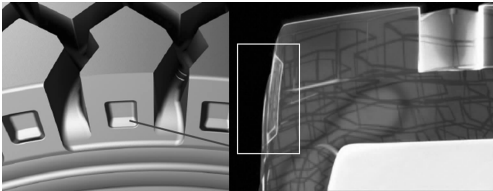


图 2 胎肩散热槽及有限元分析结果



1—胎肩花纹块散热槽;2—花纹块中间的通风纵沟。

图 3 A 公司 VDR2 花纹块散热系统

从图 3 可以看出,为加快胎面中心花纹块的热量散失,VDR2 在中间花纹块增设了纵沟,使轮胎在作业过程中增加空气流通约 10%,从而有效改善胎冠中心位置的散热情况。由于 VRD 和 VDR2 花纹形式设计的诸多优点,因而在 A 公司轮胎花纹设计中占主要地位,也是未来发展趋势。

综上分析可知,A 公司未来巨型工程机械子午线轮胎花纹发展,牵引型花纹以 VRD 为代表,抗切割高饱和度花纹以 VDR2 为代表,花纹深度多采用 E4+设计,胎肩花纹块增加散热槽,胎面中心花纹增加横向或纵向小花纹沟以使胎面花纹中心呈现不连续形式。

2 B 公司轮胎花纹发展历程

B 公司巨型工程机械子午线轮胎花纹名称与

花纹形式如图 4 所示,历年花纹信息如表 3 所示。
从图 4 和表 3 可以看出,B 公司花纹深度也



图 4 B 公司巨型工程机械子午线轮胎花纹形式

表 3 B 公司历年巨型工程机械子午线轮胎花纹深度 mm

花纹型号	27.00R49	花纹型号	33.00R51	花纹型号	40.00R57	花纹型号	53/80R63	花纹型号	59/80R63
2003 年		2003 年		2003 年		2003 年		2003 年	
XFT	44	XMT	48	XMT	64	XRLSA	83.5	XELS	89
XRL	42.5	XMTP	89.5	XZTS	91.5	XRLS	83.5		
XMTS	64	XRLS	78.5	XELSL	80				
XMTP	73	XMTS	76	XELS	91.5				
XRLS	66.5			XRDP	97				
				XRLSC	88				
2004 年		2004 年		2004 年		2004 年		2004 年	
XFT	44	XMT	48	XMT	64	XRLSA	83.5	XRD	71
XRL	42.5	XMTP	89.5	XZTS	91.5	XRLS	83.5	XELS	89
XMTS	64	XRLS	78.5	XELSL	80	XRDP	110	XRDP	116
XMTP	73	XRDP	87	XELS	91.5				
XRLS	66.5	XMTS	76	XRDP	97				
XRDP	76			XRLSC	88				
2007 年		2007 年		2007 年		2007 年		2007 年	
XFT	44	XMT	48	XMT	64	XRLS	83.5	XRD	71
XRL	42.5	XMTP	89.5	XZTS	91.5	XRDP	110	XRDP	116
XMTS	64	XRLS	78.5	XELSL	80				
XMTP	73	XRDP	87	XELS	91.5				
XRLS	66.5			XRDP	97				
XRDP	76								
2009 年		2009 年		2009 年		2009 年		2009 年	
XFT	44	XMT	48	XMT	64	XRF	64	XRD	71
XRL	42.5	XMTP	89.5	XZTS	91.5	XRLS	83.5	XRF	71
XMTS	64	XRLS	78.5	XELSL	80	XRDP	110	XRDP	116

续表 3

花纹型号	27.00R49	花纹型号	33.00R51	花纹型号	40.00R57	花纹型号	53/80R63	花纹型号	59/80R63
XMTP	73	XRDP	87.0	XELS	91.5			XRPS	116
XRLS	66.5			XRDP	97				
XRDP	76			XRPS	97				
2011 年		2011 年		2011 年		2011 年		2011 年	
XFT	44	XMT	48	XMT	64	XRF	64	XRD	71
XRL	42.5	XMTP	89.5	XZTS	91.5	XRDP	110	XRF	71
XMTS	64	XRLS	78.5	XELSL	80			XRDP	116
XMTP	73	XRDP	87	XELS	91.5			XRPS	116
XRLS	66.5			XRDP	97				
XREP	66.5			XRPS	97				

逐步采用 E4+设计。

2.1 E4 花纹特点

B 公司部分轮胎花纹的饱和度如表 4 所示。从表 4 可以看出,早于 2004 年开发的 XRLS 和 XELS 花纹饱和度约 72%,而 2009 年开发的 XRPS 和 2010 年开发的 XREP 花纹饱和度均大于 77%,因此花纹深度和花纹饱和度越来越大,相同使用条件下同规格轮胎的磨耗寿命变长。但是花纹深度和花纹饱和度越大,相同工作条件下,轮胎生热越多。

表 4 B 公司部分轮胎花纹的饱和度 %

项 目	花纹型号				
	XMTP	XRLS	XELS	XREP	XRPS
花纹饱和度	57.3	71.2	72.5	77.0	78.2
花纹类型 ¹⁾	A	B	B	B	B

注:1)A—牵引型,B—抗切割型。

2.2 散热型抗切割花纹的开发

巨型工程机械子午线轮胎抗切割花纹的饱和度增大后,轮胎作业过程中容易生热。花纹增设纵沟,以提高轮胎胎面的散热性能。以 XRLS 花纹为例,40.00R57 及以下规格没有任何纵沟,但是 53/80R63 增设了纵沟;XELS,XFT 和 XRPS 花纹均存在类似情况。XRQP 花纹只在 24.00R35 及以下规格出现,可能是因为该花纹中间部分与 VKD1 类似。XREP 花纹 3 条纵沟设计示意如图 5 所示。

花纹在横向增加了小横沟,如 XELS,XFT 和 XRPS(与 A 公司的 VDR 类似),当花纹接触地面后,小横沟可以使临近花纹块相互靠近,并减小花纹块的移动,减小地面的摩擦力,提高花纹变形后的刚性^[1];当花纹离开地面后,小横沟打开,



图 5 XREP 花纹 3 条纵沟设计示意

以便将内部生成的热散开。花纹小横沟设计示意如图 6 所示。

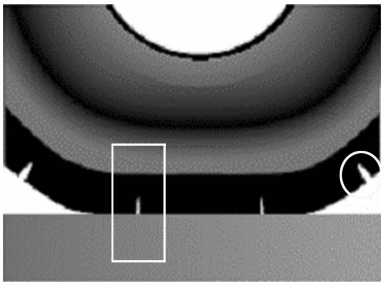


图 6 花纹小横沟设计示意

从图 6 可以看出,矩形区域表示负载后小横沟使临近花纹块相互靠近,花纹适度变形,变形后又可增大刚性。圆形区域表示花纹离开地面后,花纹块回弹,小横沟打开,有利于散热。

因此,优良的散热型巨型工程机械子午线轮胎必定融合了纵沟和胎冠中心的小横沟,以 XRDP,XREP,XRF 和 XRPS 花纹为代表。

2.3 花纹周节数的变化

轮胎规格越大,花纹深度越大,花纹周节数越多。针对特定花纹,特定规格花纹周节数越多,越

可以减小花纹块,从而减小轮胎在运行过程中的生热或热积累。从目前数据来看,57 英寸轮胎花纹周节数基本为 36~40,63 英寸轮胎花纹周节数基本为 40。A 和 B 公司部分轮胎规格对应花纹周节数如表 5 所示。

3 结语

分析 A 和 B 两家公司近 10 年的巨型工程机械子午线轮胎花纹的发展历程,总结出两家公司均为了增加巨型工程机械子午线轮胎的使用寿命,一方面通过增大花纹的深度,即采用 E4+设计或是通过增大轮胎的花纹块饱和度,另一方面通过增加花纹块的散热槽、纵沟或者小横沟,降低轮胎在使用过程中的生热,减少轮胎早期生热损坏,或者轮胎的 TKPH 值(每小时吨千米)足够大,以保证矿山的生产效率。VKD1 类型花纹逐步淡出市场,XELS 和 XRLS 花纹不适合 63 英寸

表 5 A 和 B 公司部分轮胎规格对应花纹周节数

花纹型号	轮胎规格	花纹周节数
XREP	27.00R49	34
XRLS	33.00R51	37
XRLS	40.00R57	40
XRPS	40.00R57	36
XRPS	53/80R63	38
XELS	46/90R57	36
XELS	59/80R63	40
VDR	53/80R63	40
VDR	59/80R63	40

及以上规格的轮胎,未来主流的巨型工程机械子午线轮胎抗切割花纹可能是 VDR S,VDR,VDR2,XRDP,XREP,XRF 和 XRPS。

参考文献:

[1] 蒋修治.改进轮胎单边磨损的技术[J].世界橡胶工业,2008,35(6):31.

收稿日期:2013-03-29

用于宽基载重轮胎的 Super Magnum 轮胎笼

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 8 月 2 日报道:

Ken-Tool 公司推出(P/N 36010)带有 5 条支撑杆的 Super Magnum 轮胎笼(见图 1),以助于将载重轮胎维护安全性提高到一个新的水平。



图 1 5 条支撑杆的 Super Magnum 轮胎笼

测试结果表明,Super Magnum 轮胎笼能够减小胎侧受力,从而使得超宽基轮胎胎侧裂现象减少 93%,这一结果还得益于焊接在金属杆上的加宽斜纹金属保护网。

Ken-Tool 公司还提供了型号为 36009 的 5 支撑杆 Magnum 轮胎笼,该轮胎笼在结构和尺寸

上与 5 支撑杆 Super Magnum 轮胎笼相当,但没有金属网。

Magnum 轮胎笼长 1.22 m(48 英寸)、宽 0.76 m(30 英寸)、高 1.43 m(56.25 英寸)。鉴于新一代超宽基载重轮胎充气压力和体积大,该轮胎笼在设计中充分考虑了内余量。

(马 晓摘译 许炳才校)

大陆与 IMSA 签订 4 年合同

中图分类号:TQ336.1;F27 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 7 月 31 日报道:

国际汽车运动协会(IMSA)和大陆轮胎美洲公司已经达成多年合作伙伴合约,这将使大陆成为 2014 年联合跑车赛季期间 3 级赛事唯一的轮胎供应商。

劳力士迪通拿 24 h 耐力赛即联合跑车赛的赛季开幕比赛将于 2014 年 1 月份开始,大陆的独家供应资格延伸到新 4 级赛制中的 3 级,分别为原型(P)、原型挑战(PC)和 GT 迪通拿(GTD)。

此外,大陆仍将是 IMSA 大陆轮胎跑车挑战赛(CTSCC)的冠名赞助商和独家轮胎供应商。

(赵 敏摘译 吴秀兰校)