

60×18.00—35 50PR TL L-5矿用支架搬运车 填充轮胎的设计

宋敬连, 庄玉森, 程 磊, 高卫东

(威海中威橡胶有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:介绍60×18.00—35 50PR TL L-5矿用支架搬运车填充轮胎的设计。结构设计:外直径 1 472 mm,断面宽 455 mm,行驶面宽度 400 mm,行驶面弧度高 8 mm,胎圈着合直径 882 mm,胎圈着合宽度 381 mm,断面水平轴位置(H_1/H_2) 0.928 1,胎面采用L-5块状超加深花纹,花纹深度 50 mm,花纹周节数 14,花纹饱和度 82%,采用聚氨酯弹性体填充轮胎。施工设计:胎面采用丁苯橡胶/天然橡胶并用配方,胎体帘布层和缓冲层分别采用20层1400dtex/3V₁锦纶66帘布和4层930dtex/2V₃锦纶66帘布,采用胶囊反包成型机成型、胶囊定型硫化罐硫化。成品轮胎性能试验结果表明,轮胎的充气外缘尺寸符合设计要求,物理性能达到国家标准要求,实际装车性能良好。

关键词:矿用支架搬运车;聚氨酯填充轮胎;结构设计;施工设计;成品轮胎性能

中图分类号:U463.341⁺.5

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)09-0532-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.09.0532



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

矿用支架搬运车是用于综合采矿工作面液压支架整体下井、倒面作业的专用设备,具有载重能力大、运行速度快、机动灵活和爬坡能力强等优点,其使用可大大缩短新旧工作面的接续时间,降低工人的劳动强度,提高出煤效率,已经得到国内煤矿企业的普遍认可。但与之配套的轮胎只有国外少数大型轮胎企业能够生产,虽然产品性能优良,但存在价格高、服务不及时和交货周期长等问题,给国内矿用机械的生产、保养和维修造成了极大的不便。

根据客户要求,我公司从2013年起先后开发了1425×585—27,1425×660—29和60×18.00—35等系列低断面厚胎体矿用轮胎,取得了良好的效果。现以60×18.00—35轮胎为例,将产品设计情况简要介绍如下。

1 技术要求

根据车辆技术性能和用户的使用要求,确定60×18.00—35矿用支架搬运车填充轮胎技术参

数如下:层级 50,花纹类型 L-5(块状超加深花纹),标准轮辋 15.00/2.5,充气外直径(D') ($1\ 500 \pm 15$) mm,充气断面宽(B') (450 ± 13) mm,最高行驶速度 $12\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,充气压力 $1\ 400\text{ kPa}$,最大负荷 25 000 kg。

所配车型为50Y液压支架搬运车(见图1),车辆自身质量为30 000 kg,载质量为50 000 kg,最大爬坡角度为 16° ,空车速度不大于 $24\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,载重速度不大于 $12\text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,作业环境为煤矿井下矿渣路面和水泥路面。



图1 50Y液压支架搬运车

60×18.00—35轮胎是由实心轮胎演变而来的,主要用于支架搬运车的前轮。据调查,其作业条件异常恶劣且危险,作业场地高低不平,路面坡度大,转弯多,夹杂着锋利的碎石块,而且车辆超载现象十分严重,轮胎容易在短时间内损坏。用

作者简介:宋敬连(1965—),男,山东威海人,威海中威橡胶有限公司高级工程师,学士,主要从事轮胎的研发和生产管理工作。

E-mail:whsongjinglian@sina.com

户要求轮胎必须具有良好的耐磨、耐撕裂、抗切割性能及优异的抓着力和通过性。另外,轮胎胎侧容易划伤,切割或撕裂的区域在轮胎表面会迅速延伸扩大,引起胎体裂口,造成轮胎早期失效,必须加强保护。

2 结构设计

2.1 外直径(D)和断面宽(B)

合理设计轮胎模型尺寸是保证轮胎充气外缘尺寸符合标准要求并获得最佳使用性能的关键。该规格轮胎高宽比为0.69,属于低断面轮胎,外直径膨胀率(D'/D)较大,断面宽膨胀率(B'/B)较小。参照我公司相近规格轮胎的膨胀率和设计经验,本次设计 D'/D 取1.019, B'/B 取0.99,由此得出 D 为1 472 mm, B 为455 mm。

2.2 行驶面宽度(b)和弧度高(h)

由于增大 b 可以增大轮胎的接地面积,提高轮胎牵引和抗切割性能,因此本次设计 b/B 取0.879 1, b 取400 mm。

行驶面采用反弧形设计, h 取—8 mm,使其充气后胎面尽量平坦,既提高胎面的耐磨性能,又可保证轮胎行驶的稳定性^[1]。

2.3 胎圈着合直径(d)和着合宽度(C)

轮胎在井下作业,实际使用中胎圈部位受力较大,易出现胎圈磨损和爆破等问题。为提高胎圈与轮辋配合的紧密程度, d 取882 mm,过盈量为7 mm, C 取381 mm(即标准轮辋宽度)^[2-4]。

2.4 断面水平轴位置(H_1/H_2)

断面水平轴位于断面的最宽点,是负荷下屈挠变形最大的部位。 H_1/H_2 的取值对轮胎的使用性能影响较大。为避免应力集中造成下胎侧帘线折断、胎圈爆破和钢丝刺出等问题,根据材料分布和轮胎的变形情况,本次设计 H_1/H_2 取0.928 1。

2.5 胎肩

为提高胎肩接地支撑性能,本设计采用切线型胎肩设计,并使得胎肩尽量与地面垂直线靠近,以提高胎肩的支撑性能,减小变形^[5]。

2.6 胎侧及防擦线

为有效对抗巷道外来尖锐物的划伤,保护胎体帘布,上胎侧采用了特别加厚、加宽的防擦线设计,凸出保护层厚度达50 mm。

轮胎断面轮廓如图2所示。

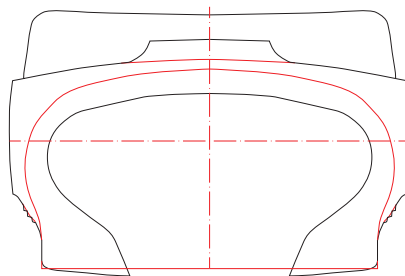


图2 轮胎断面轮廓示意

2.7 胎面花纹

根据车辆作业特点及客户需求,本次设计采用L-5块状超加深花纹,该花纹的优点是行驶稳定性、牵引性和制动性良好。花纹深度为50 mm,花纹周节数为14,花纹饱和度为82%,为避免轮胎使用中花纹沟底裂口,花纹底部采用全圆弧过渡。

胎面花纹展开如图3所示。

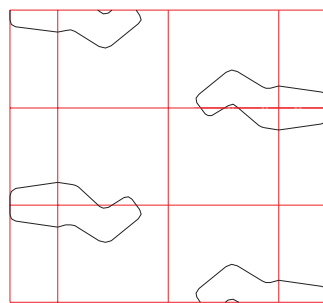


图3 胎面花纹展开示意

2.8 外观设计

由于市场竞争的日益激烈,客户在追求产品内在质量的同时,也不断关注产品外观形象。本设计冠部花纹沿圆周7等分刻上“60×18.00—35”字样,同时胎侧增加了安全警示语标识,可以更有效地指导用户规范使用。

2.9 聚氨酯填充

采用聚氨酯弹性体填充充气轮胎。聚氨酯填充轮胎没有因爆胎泄气而引发安全隐患,可提高车辆在恶劣环境下的工作能力,以及车辆的平稳度和驾驶车辆的安全系数,从而延长了轮胎的使用寿命,降低轮胎更换成本。

3 施工设计

3.1 胎面

针对轮胎作业环境非常恶劣的特点,采用专

用矿用胶料配方,胎面胶以丁苯橡胶为主,同时使用少量天然橡胶;补强体系采用炭黑N234、N220和白炭黑,分3段混炼。胎面的定伸应力和硬度大幅度提高,使轮胎具有优良的耐磨、耐热、抗切割和抗刺扎性能,延长了轮胎的使用寿命。

胎面采用缠绕法成型,不但大幅度提高了胎面的密实性,而且可有效减少脱层和接头开裂问题。

3.2 胎体及缓冲层

该规格轮胎负荷大,使用条件异常苛刻,需要高强度的胎体结构。本次设计胎体采用20层1400dtex/3V₁锦纶66帘布作为骨架材料。各帘布筒采用不同的裁断角度,尽量使帘布的内外层伸张均匀,避免外层帘布打弯,从而提高轮胎的耐热性能及抗冲击性^[6]。

缓冲层选用4层930dtex/2V₃锦纶66帘布,缓冲层最宽处达到防擦线部位,以避免缓冲层端点落入肩部应力集中区。上下缓冲胶片分别覆盖缓冲层端点,以提高各部件之间的粘合力,减少脱层问题。

3.3 气密层

气密层是无内胎轮胎的关键部位,为防止胎腔空气经过气密层时渗透到胎体帘布层内引起脱层,必须具有良好的气密性。本次气密层胶选用氯化丁基橡胶/天然橡胶并用配方,兼顾了轮胎的气密性和工艺性能。气密层厚度为3.5 mm,宽度以包到胎趾部位为佳。

3.4 胎圈

胎圈钢丝采用直径为0.96 mm的19#回火胎圈钢丝,排列方式为10×16,三钢丝圈排列。为防止各钢丝圈受力不均,采用不同直径的钢丝结构,以保证各个钢丝圈底部材料压缩因数基本一致^[7-8]。胎圈包布采用双层单丝锦纶网眼布。

3.5 胎冠帘线角度和帘线假定伸张值

由于低断面轮胎内轮廓呈扁平形,充气后有径向胀大的特点,极易造成轮胎异常变形,影响轮胎的使用性能,因此胎冠帘线角度一般取较大值,以遏制轮胎的径向胀大,降低应力,增强冠部的周向刚性,同时提高行驶面的平坦性。根据经验,本设计胎冠帘线角度取60°,帘线假定伸张值为1.035^[9]。

3.6 成型

成型采用胶囊反包成型机,机头直径为1 000 mm,机头宽度为780 mm。

3.7 硫化

硫化采用胶囊定型硫化罐。硫化工艺条件为:外温 (145±2) °C,内压水压力 (2.8±0.2) MPa,内温 (168±3) °C,经硫化测温确定最佳正硫化时间。

3.8 其他

在轮胎成品的胎肩和胎圈设有成品打眼标志,在硫化后的新轮胎上用锥子打眼,以便将胎体或胎腔中渗透出的空气经过这些孔导出至轮胎外部,防止产品使用过程中出现脱层、脱空问题。

4 生产工艺控制

由于该轮胎生产工艺复杂且价格昂贵,因此必须严格控制工艺过程。为提高轮胎的内在质量,需加大对重点工艺的监控,具体措施如下。

(1) 确保混炼时间和温度达到工艺要求。

(2) 胎体帘布筒的周长和角度须符合施工要求,帘布筒差级分布要均匀。

(3) 在贴合和成型过程中必须停机排除气泡。

(4) 钢丝圈必须上正。

(5) 为保证胎面胶之间及胎面与胎体之间的粘合性能,须确保缠绕胶条温度。

(6) 确保烘胎时间。

(7) 确保胎坯的穿刺深度和穿刺距离,避免成品轮胎胎里缺陷。

5 成品轮胎性能

5.1 充气外缘尺寸

安装在标准轮辋上的成品轮胎在标准充气压力下测得的充气外直径为1 510 mm,充气断面宽为451 mm,达到设计要求。

5.2 物理性能

成品轮胎的物理性能测试结果见表1。从表1可以看出,成品轮胎的各项物理性能均符合国家标准要求。

5.3 实际装车路试

2018年开始将轮胎小批量投放煤矿装车路试,试验车型为引进美国BUCYRUS公司的50 t铲

表1 成品轮胎物理性能

项 目	测试值	GB/T 1190—2018
邵尔A型硬度/度	68	≥55
拉伸强度/MPa	21.3	≥16.5
拉断伸长率/%	516	≥350
阿克隆磨耗量/cm ³	0.18	≤0.50
粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
胎面胶-缓冲胶-缓冲层	13.0	≥8.0
缓冲帘布层间	11.2	≥7.0
缓冲层-胎体帘布层	10.3	≥6.0
胎体帘布层间	11.1	≥5.5
胎侧胶-胎体帘布层	10.5	≥5.5

注:粘合强度为各层间粘合强度的平均值。

板式支架搬运车,试验地点为山西某煤矿,装载量为50 t,负责搬运重型大件,如液压支架、移动变压器和皮带轮等,路况为破损的水泥路面及碎石路面。从反馈的信息看,轮胎实际使用寿命超过同类产品水平,并且行驶稳定性好,通过性能强,无脱层和胎圈爆破问题,维护成本低,超过用户预期。

6 结语

60×18.00—35 50PR TL L-5矿用支架搬运车填充轮胎的充气外缘尺寸符合设计要求,物理

性能达到国家标准要求。该产品自投产以来工艺稳定,成品轮胎外观合格率较高,批量投放市场后,以其优异的质量赢得了用户的一致肯定,订单不断追加,成为公司新的经济增长点。

参考文献:

- [1] 梁守智,钟延熹,张丹秋.橡胶工业手册(修订版) 第四分册 轮胎[M].北京:化学工业出版社,1989.
- [2] 管迪华,李梅.不同宽度轮辋对轮胎静刚度特性影响的试验分析[J].汽车技术,2007(1):31-33,44.
- [3] 王华庆,崔文勇,赵军,等.轮辋接触的斜交轮胎分析[J].合成橡胶工业,2002,25(2):121.
- [4] 刘伟婧,路波,刘晓芳,等.轮胎胎圈压力三维仿真方法研究[J].橡胶科技,2020,18(9):498-501.
- [5] 庄玉森,高卫东,程磊. IN445/50D710 20PR TL R-4高空作业车特种填充轮胎的设计[J].轮胎工业,2021,41(12):737-740.
- [6] 黄兆阁,李伟,孟祥坤,等.骨架材料对免充气轮胎承载性能和接地性能的影响[J].橡胶工业,2020,67(4):294-301.
- [7] 温晓芳.斜交轮胎胎圈缺陷产生原因及解决措施[J].橡胶科技市场,2008,6(22):9-11.
- [8] 宋清华,王伯健,刘世锋.胎圈钢丝的生产现状[J].金属制品,2006,32(4):12-13,16.
- [9] 王华庆,崔文勇,赵军.帘线角度对轮胎静态接地工况影响的有限元分析[J].橡胶工业,2002,49(12):733-736.

收稿日期:2022-04-27

Design on 60×18.00—35 50PR TL L-5 Filling Tire for Mining Support Carrier

SONG Jinglian, ZHUANG Yusen, CHENG Lei, GAO Weidong

(Weihai Zhongwei Rubber Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The design on 60×18.00 — 35 50PR TL L-5 filling tires for mining support carrier was introduced. The structure design parameters were as follows: overall diameter 1 472 mm, cross-section width 455 mm, width of running surface 400 mm, arc height of running surface —8 mm, bead diameter at rim seat 882 mm, bead width at rim seat 381 mm, maximum width position of cross-section (H_1/H_2) 0.928 1, using a L-5 block super deepened pattern, pattern depth 50 mm, number of pattern pitches 14, the block/total ratio 82%, and the tire was filled with polyurethane elastomer. In the construction design, the following processes were taken: styrene butadiene rubber/natural rubber blend formula was used for the tread, and the carcass ply and the buffer layer adopted 20 layers of 1400dtex/3V₁ nylon 66 cords and 4 layers of 930dtex/2V₃ nylon 66 cords, respectively; the tires were formed on a turn-up bladder building machine and cured with a bladder vulcanizer. The test results of the finished tire showed that the inflated peripheral dimension met the design requirements, the physical properties met the national standard requirements, and the actual loading performance was good.

Key words: mining support carrier; polyurethane filled tire; structural design; construction design; finished tire performance