

17.5-25 14PR TT L-3工程机械轮胎 的施工设计

徐云慧¹, 李晓光¹, 韦邦凤², 杨慧¹, 陈忠生², 吴金梅²

(1. 徐州工业职业技术学院, 江苏 徐州 221140; 2. 徐工轮胎有限公司, 江苏 徐州 221005)

摘要: 介绍17.5-25 14PR TT L-3工程机械轮胎的施工设计。成型机头施设计: 半芯轮式结构, 机头直径800 mm, 机头宽度892 mm。胎体施工设计: 帘布层采用8层1840dtex/2锦纶6帘布, 缓冲层采用4层930dtex/2锦纶6帘布和1层缓冲胶片, 帘布裁断角度均为 $(30 \pm 0.5)^\circ$ 。胎面施工设计: 胎面采用四方五块结构, 缓冲胶片热贴在胎面下部; 胎圈施工设计: 胎圈采用3-3-2结构, 钢丝圈排列方式为 $9 \times 9 \times 2$ 。加工工艺设计: 胎体帘布和缓冲层帘布分别采用卧式和立式裁断机裁断, 胎面采用分层挤出、机外复合工艺制备, 胎坯采用套筒法在PU成型机上成型, 轮胎采用自动定型单模硫化机硫化。成品轮胎外观合格率高, 试验性能和使用性能好。

关键词: 工程机械轮胎; 施工设计; 成型机头; 胎体; 缓冲层; 胎面; 加工工艺

装载机广泛用于城市、铁路、公路、水电、油田、矿山和国防等建设的工程施工中, 对加速工程进度、改善劳动条件、保证工程质量、提高工作效率以及降低施工成本等具有极为重要作用。为满足客户要求, 我们研制了装载机用17.5-25 14PR TT L-3工程机械轮胎, 现将该轮胎的施工设计情况介绍如下。

1 成型机头施工设计

1.1 类型

斜交轮胎成型机头一般为半鼓式和半芯轮式两类。为保证胎体在定型及硫化过程中胎圈部位材料不发生位移^[1], 本设计轮胎采用半芯轮式成型机头成型。

1.2 直径

根据成型机头直径的3个主要影响因素胎里直径、胎圈直径和第1层帘布筒直径, 确定本设计轮

胎成型机头直径为800 mm。

1.3 宽度

根据成型机头宽度的3个主要影响因素第1层帘布筒直径、帘线假定伸张值和胎冠角度, 确定本设计轮胎成型机头宽度为892 mm。

2 胎体施工设计

胎体由帘布层、缓冲层以及油皮胶和隔离胶组成。

2.1 胎体帘布层

2.1.1 帘布品种、层数、厚度和裁断角度

根据工程机械轮胎胎体胎冠角度一般为 $54 \sim 56^\circ$, 帘线假定伸张值一般为1.015~1.035, 确定本设计轮胎胎体胎冠角度取 55° , 帘线假定伸张值取1.028, 胎体帘布采用8层锦纶6浸胶帘布, 其中内层帘布为6层1840dtex/2V₁锦纶6浸胶帘布, 外层帘布为2层1840dtex/2V₂锦纶6浸胶帘布, 各层浸胶帘布厚度为 (1.15 ± 0.03) mm, 裁断角度为 $(30 \pm 0.5)^\circ$ 。计算得出, 胎体安全倍数为11.02, 满足胎体结构设计要求。

基金项目: 江苏省高校科研成果产业化推进项目(20350888010407); 江苏省高校“青蓝工程”资助项目。

2.1.2 帘布长度

2.1.2.1 第1层帘布

根据成型机头直径 (D_c) 与第1层帘布筒直径 (d_1) 的比值 (δ) 的关系式 $\delta = D_c/d_1$, δ 一般为 1.05 ~ 1.15, 本设计轮胎取 1.088, 计算得出 $d_1 = 735.3$ mm, 再由此得出第1层帘布长度 (πd_1) 为 2309 mm。综合考虑, 确定本设计轮胎胎体第1层帘布长度为 (2310 ± 15) mm。

2.1.2.2 其它层帘布

根据单层 1840 dtex/2 帘布厚度为 (1.15 ± 0.03) mm, 且第2层帘布筒直径 $d_2 = d_1 + 2 \times 1.15$, 计算得出 $d_2 = 737.6$ mm, 再由此得出第2层帘布长度 (πd_2) 为 2316 mm。综合考虑, 确定第2层帘布长度为 (2315 ± 15) mm。同时可以得出, 第2层帘布长度比第1层帘布长度大 5 mm。同理得出第3层帘布长度比第2层帘布长度大 5 mm, 即第3层帘布长度为 (2320 ± 15) mm。依次类推, 第4~8层帘布长度分别为 (2325 ± 15) mm, (2330 ± 15) mm, (2335 ± 15) mm, (2340 ± 15) mm, (2345 ± 15) mm。

2.1.3 帘布宽度

本设计轮胎胎体采用 8 层帘布, 胎圈采用 3-3-2 结构, 因此 1# 反包帘布筒为 3 层帘布 (第1层、第2层和第3层帘布) 贴合而成, 2# 反包帘布筒为 3 层帘布 (第4层、第5层和第6层帘布) 贴合而成, 3# 正包帘布筒由 2 层帘布 (第7层和第8层帘布) 组成。

2.1.3.1 1# 反包帘布筒帘布

1# 反包帘布筒各层帘布宽度设计准则如下。

(1) 第1层帘布宽度 (B_1) 计算式如下:

$$B_1 = B_s - 2C + 2A + (5 \sim 25)$$

$$2A = 2P_B + 2L + 2I_1$$

式中, B_s 为机头宽度; C 为机头肩部宽度; A 为第1层帘布机头肩部曲线起点至帘布差级端点的实测宽度; P_B 为第1层帘布机头肩部轮廓曲线展开长度; L 为单钢丝圈底宽; I_1 为 1# 反包帘布筒反包高度。

(2) 第1层、第2层和第3层帘布宽度依次减小

30 mm。

(3) 各层帘布宽度的末位数为 0 或 5, 公差为 ± 5 mm。

根据上述准则, 计算得出 1# 帘布筒各层帘布宽度, 即第1层、第2层和第3层帘布宽度 B_1 , B_2 和 B_3 分别为 (1370 ± 5) mm, (1340 ± 5) mm 和 (1310 ± 5) mm。

2.1.3.2 2# 反包帘布筒帘布

2# 反包帘布筒各层帘布宽度设计准则如下。

(1) 第4层帘布宽度 (B_4) 计算式:

$$B_4 = B_s - 2C + 2A' + (5 \sim 25)$$

$$2A' = 2P_B' + 2L + 2I_2$$

式中, A' 为第4层帘布机头肩部曲线起点至帘布差级端点的实测距离; P_B' 为第4层帘布机头肩部轮廓曲线展开长度; I_2 为 2# 反包帘布筒反包高度。

(2) 第4层、第5层和第6层帘布宽度依次减小 30 mm。

(3) 各层帘布宽度的末位数为 0 或 5, 公差为 ± 5 mm。

根据上述准则, 计算得出 2# 帘布筒各层帘布宽度, 即第4层、第5层和第6层帘布宽度 B_4 , B_5 和 B_6 分别为 (1410 ± 5) mm, (1380 ± 5) mm 和 (1350 ± 5) mm。

2.1.3.3 3# 正包帘布筒帘布

3# 正包帘布筒各层帘布宽度设计准则如下。

(1) 第7层帘布宽度 (B_7) 计算式:

$$B_7 = B_s - 2C + 2A'' + (5 \sim 25)$$

$$2A'' = 2P_B'' + 2L$$

式中, A'' 为第7层帘布机头肩部曲线起点至帘布差级端点的实测距离; P_B'' 为第7层帘布机头肩部轮廓曲线展开长度。

(2) 第8层帘布宽度比第7层帘布宽度减小 30 mm。

(3) 各层帘布宽度的末位数为 0 或 5, 公差为 ± 5 mm。

根据上述准则, 计算得出 3# 帘布筒各层帘布宽度, 即第7层和第8层帘布宽度 B_7 和 B_8 分别为

(1230 ± 5) mm和(1200 ± 5) mm。

2.2 缓冲层

缓冲层位于胎面和胎体帘布层之间,是应力最大、最集中以及温度最高的部位,极易脱层损坏,因此要求缓冲层具有较高的强度和较好的弹性及粘合性能,以吸收或减缓外力的冲击和震动。本设计轮胎缓冲层由4层帘布和1层缓冲胶片组成。

2.2.1 帘布品种、层数、厚度和裁断角度

缓冲层采用4层930dtex/2锦纶66浸胶帘布,各层胶帘布厚度为(1.30 ± 0.03) mm,裁断角度为(30 ± 0.5)°^[2]。

2.2.2 帘布长度

缓冲层位于胎体帘布层之上,缓冲层第1层帘布长度比胎体第8层帘布长度大5 mm,即为(2350 ± 5) mm,缓冲层第2层帘布长度比缓冲层第1层帘布长度大5 mm,即为(2355 ± 5) mm,依次类推,缓冲层第3层和第4层帘布长度分别为(2360 ± 5) mm和(2365 ± 5) mm。

2.2.3 帘布宽度

缓冲层4层帘布采用两宽两窄结构,缓冲层最宽层延伸至防擦线处^[3],以减少胎肩变形而出现的胎肩脱层现象。缓冲层第1层、第2层、第3层和第4层帘布宽度分别为(640 ± 5) mm, (610 ± 5) mm, (540 ± 5) mm和(510 ± 5) mm^[4]。

2.2.4 胶片的宽度、厚度、长度

缓冲层胶片采用弹性较好的缓冲胶制备,宽度比缓冲层第1层帘布宽度小20mm,即为(620 ± 5) mm,厚度为(1.00 ± 0.03) mm。缓冲层胶片不能单独成型,必须在胎面挤出时热贴合在胎面下层胶中间,长度与胎面下层胶长度一致。

2.3 油皮胶和隔离胶

2.3.1 油皮胶

对有内胎轮胎来说,油皮胶起延长胶囊或水胎使用寿命及保护内胎的作用,本设计轮胎采用1层油皮胶,油皮胶宽度为(1085 ± 5) mm,厚度为(1.00 ± 0.05) mm,热贴于第1次层胎体帘布下,长度与第1次层胎体帘布长度相同,即

为(2310 ± 15) mm。

2.3.2 隔离胶

对于有8层帘布的胎体来说,隔离胶可设计成2~3层,本设计轮胎采用2层隔离胶。第1层隔离胶热贴于胎体第7层帘布上,宽度为(660 ± 5) mm,厚度为(0.60 ± 0.05) mm,长度与第7层胎体帘布长度相同,即为(2340 ± 15) mm;第2层隔离胶热贴于胎体第8层帘布上,宽度为(640 ± 5) mm,厚度为(1.00 ± 0.05) mm,长度与第8层胎体帘布相同,即为(2345 ± 15) mm。

17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎体的施工设计见表1。

3 胎面施工设计

本设计轮胎胎面采用四方五块结构^[5],胎面上层胶(胎冠胶)采用耐磨性能好的胶料;下层胶(基部胶)采用生热低、缓冲性能好的胶料;胎侧两块;缓冲胶片热贴在胎面下层胶中间,用压辊直接压实,不易起气泡,还可以提高缓冲层端点与胎体以及胎面与帘布层之间的粘合性能,减少胎体脱空,提高轮胎耐久性能^[6]。

17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎面的施工设计见表2,胎面尺寸见图1。

4 胎圈施工设计

4.1 钢丝圈

根据胎圈安全倍数为5~7的要求,钢丝圈采用 $\Phi 0.96$ mm的19[#]回火钢丝,排列方式为 $9 \times 9 \times 2$,计算得出胎圈实际安全倍数为5.8;根据胎圈着合直径,计算出钢丝绕盘直径为646.5 mm,成型机碰盘直径为644 mm;根据钢丝圈搭头要求,钢丝搭头长度取(200 ± 10) mm。钢丝圈的施工设计见表3。

4.2 三角胶

三角胶邵尔A型硬度要求为73~76度,拉伸强度为12.5~12.9 MPa。为提高胎圈部位刚性和钢丝圈强度,三角胶采用大三角胶,直角口型挤出,高

表1 17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎体的施工设计表

结构层	裁断角度/(°)	规格	厚度/mm	宽度/mm	长度/mm
胎体帘布层					
第1层(锦纶6帘布)	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1370 ± 5	2310 ± 15
第2层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1340 ± 5	2315 ± 15
第3层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1310 ± 5	2320 ± 15
第4层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1410 ± 5	2325 ± 15
第5层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1380 ± 5	2330 ± 15
第6层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₁	1.15 ± 0.03	1350 ± 5	2335 ± 15
第7层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₂	1.15 ± 0.03	1230 ± 5	2340 ± 15
第8层	30 ± 0.5	1840dtex/2V ₂	1.15 ± 0.03	1200 ± 5	2345 ± 15
缓冲帘布层(锦纶66帘布)					
第1层	30 ± 0.5	930dtex/2	1.30 ± 0.03	640 ± 5	2350 ± 15
第2层	30 ± 0.5	930dtex/2	1.30 ± 0.03	610 ± 5	2355 ± 15
第3层	30 ± 0.5	930dtex/2	1.30 ± 0.03	540 ± 5	2360 ± 15
第4层	30 ± 0.5	930dtex/2	1.30 ± 0.03	510 ± 5	2365 ± 15
缓冲层胶片			1.00 ± 0.03	620 ± 5	2365 ± 10
油皮胶			1.00 ± 0.05	1085 ± 5	2310 ± 15
隔离胶					
第1层			0.60 ± 0.05	660 ± 5	2340 ± 15
第2层			1.00 ± 0.05	640 ± 5	2345 ± 15

表2 17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎面的施工设计表

结构层	长度/mm	质量/kg
胎面上层胶	2750 ± 10	28.5 ± 0.5
胎面下层胶	2635 ± 10	27.0 ± 0.4
胎侧	2580 ± 10	$11 \times 2 \pm 0.3$

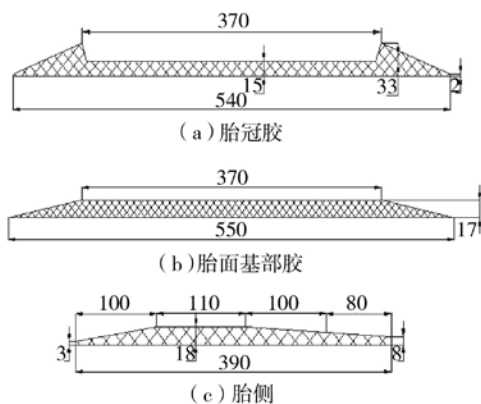


图1 17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎面的尺寸示意

表3 17.5-25 14PR TT L-3轮胎钢丝圈的施工设计表

项 目	数值
钢丝品种	19#回火钢丝
钢丝直径/mm	0.96
钢丝根数	182
钢丝圈个数	2
钢丝圈排列方式	$9 \times 9 \times 2$
钢丝绕盘直径/mm	646.5
成型机碰盘直径/mm	644
钢丝搭头长度/mm	200 ± 10

度为 (18.5 ± 0.1) mm。

4.3 钢丝圈包布和胎圈包布

钢丝圈包布和胎圈包布分别采用1层维纶帆布和1层锦纶帆布,用立式裁断机裁断,其施工设计表见表4。

表4 17.5-25 14PR TT L-3轮胎钢丝圈包布及胎圈包布的施工设计表

项 目	钢圈包布	胎圈包布
帘布品种	维纶帆布	锦纶帆布
帘布层数	1	1
厚度/mm	0.8 ± 0.03	1.0 ± 0.03
宽度/mm	120 ± 2	130 ± 2
长度/mm	2035 ± 10	2150 ± 10
裁断角度/(°)	45 ± 0.5	45 ± 0.5

胎体反包高度是影响胎圈强度的重要因素,本设计轮胎的胎体反包高度适当加大,延伸到断面水平轴以上^[7],并使相邻帘布层间的差级均匀分布,使下胎侧向胎圈部位良好过渡,从而保证钢圈部位刚性由上至下均匀增大,避免胎侧应力集中现象,减少屈挠生热^[8]。每个胎圈有2个反包高度,根据胎圈技术设计要求,1[#]帘布筒反包高度为115 mm,2[#]帘布筒反包高度为130 mm。

4.4 胎圈结构

本设计轮胎胎圈结构为3-3-2,见图2。

5 加工工艺设计

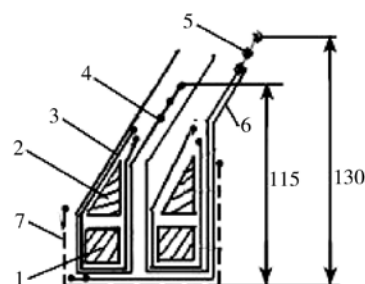
5.1 帘布裁断

轮胎胎体帘布采用卧式裁断机裁断,缓冲层帘布、钢丝包布、胎圈包布采用立式裁断机裁断。裁断宽度在标准范围之内,帘布大头小尾。

5.2 胎面制备

本设计轮胎胎面采用热喂料分层挤出、机外复合制备。严格控制复合胎面质量、长度、宽度、厚度等,保证胎面尺寸合格、表面光滑、无烂边或无荷叶边、无焦烧或无海绵现象,返回胶用量小于30%。

另外,由于胎面太厚,为进一步保证胎面致密性,减少脱层和浪费,提高生产效率,胎面还可采用缠绕法成型,即先在成型机上将下层胶贴在胎坯上,再在胎坯两侧相应部位贴上胎侧胶^[2],然后缠绕冠部。胎面缠绕的具体工艺为:冷喂料挤出机连续挤出柱状胶条,柱状胶条进入压型辊压成一定厚



1—钢丝圈;2—三角胶;3—钢丝包布;4—1[#]反包帘布;
5—2[#]反包帘布;6—正包帘布;7—胎圈包布。

图2 17.5-25 14PR TT L-3轮胎胎圈的结构示意

度和宽度的长方形胶条,然后通过冷却辊冷却,再把长方形胶条缠绕在缠绕鼓的胎冠部位,由贴压机上的压实辊压实^[9]。

5.3 胎圈制备

胎圈制备包括钢丝圈制备、三角胶挤出和胎圈成型。钢丝圈采用钢丝缠绕联动线制备,保证排列正确、无露铜、无掉胶、无弯曲和无搭头翘起等;三角胶采用冷喂料挤出机挤出,保证尺寸达到要求和无熟胶、表面光滑;胎圈成型是将钢丝圈、三角胶和钢圈包布组成一体,成型胎圈包布无褶子、无掉胶、差级均匀、钢丝圈贴合密实和无脱空等。

5.4 胎坯成型

本设计轮胎胎坯成型采用套筒法在PU成型机上成型,贴合工艺做到“七无”,即无气泡、无褶子、无杂质、无掉胶、无劈缝、无弯曲和无脱层;成型工艺做到“五无五正”,“五无”即无气泡、无褶子、无杂质、无断线和无掉胶,“五正”即帘布筒、缓冲层、胎面胶、钢丝圈和胎圈包布摆正。

5.5 外胎硫化工艺

本设计轮胎采用自动定型单模硫化机硫化。由于胎坯较厚,采用低温长时间硫化,硫化外温为145℃,内温为138℃。为了防止胎体出现“大肚”现象,硫化后须充气冷却,冷却时间至少为硫化周期的2倍^[10]。

6 结语

试验和使用表明,本设计17.5-25 14PR TT L-3

工程机械轮胎的耐久性能、耐磨性能、速度性能、抗撕裂性能、负荷性能、支撑性能、操纵性能和平衡性能好,下沉量小。另外,该轮胎的外观合格率接近100%,退赔率极低,用户客户满意率极高。该轮胎为公司创造了良好的经济效益。

参考文献:

- [1] 张春林,董青,徐东来. 20.5-25 16PR工程机械轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2011, 31(9): 541-543.
- [2] 姜爱霞,姜新民,袁燕,等. 13.00-25 28PR工程机械轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2011, 31(3): 149-151.
- [3] 孙国春,姜新民,焦世新,等. 17.5-25 16PR工程机械轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2012, 32(5): 274-276.
- [4] 吴杰,袁燕,焦世新. 14.00-25 28PR矿山型工程机械轮胎的设计[J]. 橡胶科技, 2012, 10(7): 35-37.
- [5] 陈五七,文盛辉. 14.00-25 28PR E-4矿山型工程机械轮胎的设计[J]. 橡胶科技, 2012, 10(5): 34-36.
- [6] 孙宗涛,李刚,张华刚,等. 13.00-25NHS 28PR矿用工程机械轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2012, 32(6): 346-349.
- [7] 杨永霞. 工程机械斜交轮胎结构设计探讨[J]. 轮胎工业, 2004, 24(5): 262-264.
- [8] 胡凯. 8.25-20 14PR纵向曲折花纹载重轮胎的结构设计[J]. 轮胎工业, 2007, 27(5): 287-289.
- [9] 徐云慧,吕军,萨支青. 工程轮胎胎面缠绕生产工艺的优化[J]. 橡胶科技, 2006, 4(22): 19-21.
- [10] 姜红海. 12.00-24 L-6 T+特种矿用工程机械斜交轮胎的设计[J]. 轮胎工业, 2010, 30(4): 207-209.

Construction Design of 17.5-25 14PR TT L-3 OTR Tire

Xu Yunhui¹, Li Xiaoguang¹, Wei Bangfeng², Yang Hui¹, Chen Zhongsheng², Wu Jinmei²

(1. Xuzhou College of Industry Technology, Xuzhou 221140, China; 2. XCMG Tire Co., Ltd., Xuzhou 221005, China)

Abstract: The construction design of 17.5-25 14PR TT L-3 OTR tire is presented in this paper. The tire building drum is half-core type and had a wheel structure with a die having diameter of 800 mm and width of 892 mm. 8 layers of 1840dtex/2 Nylon 6 cord are used in the carcass ply, and 4 layers of 930dtex/2 Nylon 66 cord and 1 layer of breaker rubber are applied in the breaker ply. All the cord fabrics are cut at the angle of $(30 \pm 0.5)^\circ$. Four formulations and five piece structure are adopted for tire tread and the breaker rubber layer is hotly coated under the tread. The tire bead has 3-3-2 type structure and the bead wires are arranged in order of $9 \times 9 \times 2$. During the tire production, the cord fabrics for carcass ply and breaker ply are cut by using horizontal and vertical cutting machine, respectively. The tread is co-extruded. The tire is built on the PU type building machine by using sleeve method and then cured on automatic curing machine. The process yield is high, and the test results of tire performance in both experimental test and actual service are good.

Keywords: OTR tire; construction design; building drum; carcass; breaker; tread; processing technology

欢迎加入全国橡胶工业信息中心会员组织