

450×90KB×51农用橡胶履带的研制

方周荣

(中策橡胶集团有限公司永固橡胶厂, 浙江 杭州 310011)

摘要: 介绍450×90KB×51农用橡胶履带的研制。花纹侧胶、轮侧胶和钢丝胶分别采用天然橡胶/丁苯橡胶并用胶、复合橡胶/丁苯橡胶并用胶和复合橡胶; 芯金采用45#锻钢, 芯金负荷为机身质量的0.6倍, 芯金宽度42 mm; 钢丝帘线56根, 直径2.0 mm, 中心丝加粗至0.36 mm, 表面为铜/锌镀层; 花纹采用宽度45 mm、高度35 mm、长短花块相间的Z型花纹。450×90KB×51农用橡胶履带的花纹侧胶和轮侧胶物理性能、芯金负荷和钢丝帘线破断力达到或超过GB/T 20786—2006要求, 橡胶与钢丝帘线粘合性能较好, 产品质量完全满足使用要求。

关键词: 农用橡胶履带; 轮侧胶; 芯金; 钢丝帘线; 花纹

农用橡胶履带是用于农业机械、工程机械和运输车辆等设备的行走部件。1968年日本农业机械制造企业ISEKI公司和轮胎企业普利司通公司联合开发了第1条替代金属履带的农用橡胶履带^[1]。与轮胎相比, 橡胶履带与地面接触面积大, 对地压强小, 牵引力大, 在农业机械中得到了广泛应用。

随着农业机械化程度提高, 我国对农用橡胶履带的需求量逐年提高。工业和信息化部发布的《农机工业发展规划(2011—2015年)》显示, “十二五”期间, 我国联合收割机总需求量约为80万台。2013年, 久保田、福田雷沃、凯斯、洋马、碧浪和柳林等10余个品牌的橡胶履带式联合收割机产量已达13万台, 农用橡胶履带需求量已达到40万条。

自1978年中策橡胶集团有限公司研制和生产出我国首条农用橡胶履带以来, 我国农用橡胶履带生产快速发展, 目前我国橡胶履带生产企业已有20余家。近年来我国农用橡胶履带性能与国外产品差距逐渐缩小, 并逐步走向国际市场。中策橡胶集团有限公司研发的无接头农用橡胶履带生产工艺及设备已申请了6项专利(CN 203246015U, CN 103240807A, CN 203510543U, CN 103331851A, CN 203236687U, CN 103243443A)。

农用橡胶履带按用途可分为联合收割机用橡胶履带、田园耕作机械用橡胶履带和农田运输机械用橡胶履带; 按驱动方式可分为齿轮式橡胶履带(CRT)和无芯金式橡胶履带(WRT), 与WRT相比, CRT主要用于中小型农用机械。目前联合收割机对橡胶履带的需求量最大。与传统钢制履带相比, 450×90KB×51农用橡胶履带(CRT)具有作业性好、通用性强、质量小、价格低的特点, 适合在水稻、小麦和油菜等多种作物的田地作业, 可与久保田688Q型联合收割机以及福田雷沃、谷王和约翰迪尔等多种联合收割机配套使用。本工作进行了450×90KB×51农用橡胶履带的研制。现将研制情况简介如下。

1 实验

1.1 主要原材料

混炼胶918, 935和947, 自制; Φ 2.0钢丝帘线, 张家港市沙洲钢绳有限公司产品; 4590 kB-8型芯金, 浙江郑升锻造有限公司产品; 开姆洛克粘合剂, 牌号205和220, 美国洛德公司产品。

1.2 主要设备与仪器

XK-450型开炼机, 常州三橡机械有限公司产品; M200E型门尼粘度仪, 北京友深电子仪器

有限公司产品；XLBE-650×2050型颚式平板硫化机，青岛亚东橡胶机械集团有限公司产品；XLB-Q1000×3500型平板硫化机，青岛第三橡胶机械厂产品；GT-TCS-200型伺服控制拉力试验机，高铁检测仪器有限公司产品；HY-10080型微控电子万能材料试验机，上海衡翼精密仪器有限公司产品。

1.3 性能测试

橡胶履带性能测试按照相应国家标准进行。

2 履带设计

农用橡胶履带由胶料、芯金、帘线材料通过模压硫化复合制成^[2]。450×90KB×51农用橡胶履带结构如图1所示，其中胶料质量占比为61%，芯金质量占比为34%，帘线材料质量占比为5%。

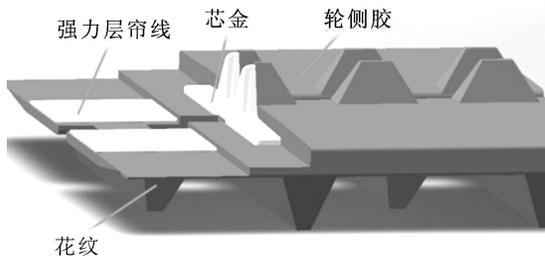


图1 农用橡胶履带结构示意图

2.1 胶料

橡胶履带不同部位胶料具备不同的物理性能^[3]。农用橡胶履带胶料一般选用天然橡胶（NR）/丁苯橡胶（SBR）并用胶、NR/SBR/顺丁橡胶（BR）并用胶、NR/溶聚丁苯橡胶（SSBR）/BR并用胶和NR/BR并用胶作为主体材料。

450×90KB×51农用橡胶履带的花纹侧胶与地面接触，且长时间处于拉伸状态，需要较好的耐磨性能、抗撕裂性能和较大的拉断伸长率。花纹侧胶采用混炼胶947，其主体材料为NR/SBR（并用比85/15），并补加了增硬剂，胶料阿克隆磨耗量不小于0.5 cm³，撕裂强度不小于70 kN·m⁻¹，拉断伸长率大于500%。

轮侧胶是与芯金粘合的部件，需要较大的硬度和较好粘合性能。轮侧胶采用混炼胶918，其主体材料为复合橡胶/SBR（并用比70/30），胶

料硬度较大，与芯金的剥离试验粘合强度不低于12.0 kN·m⁻¹。

农用橡胶履带在运行时钢丝帘线胶一直产生剪切变形，为保证胶料渗入钢丝帘线，要求钢丝帘线胶具有良好的流动性和较小的门尼粘度。钢丝帘线胶采用混炼胶935，其主体材料为复合橡胶，胶料弹性大、抗剪切变形性和耐疲劳性能好。

2.2 芯金

2.2.1 材质

芯金是农用橡胶履带中传递动力、导向及横向支撑的部分，其常用的材料有锻钢（如45#锻钢）、铸铁（如QT450铸铁）、玻璃纤维等。铸铁一般用于制造形状复杂、尺寸精度要求高、不易加工的芯金。450×90KB×51农用橡胶履带芯金采用45#锻钢，可以避免铸铁加工过程中因砂眼等缺陷导致的断裂故障。农用橡胶履带芯金如图2所示。

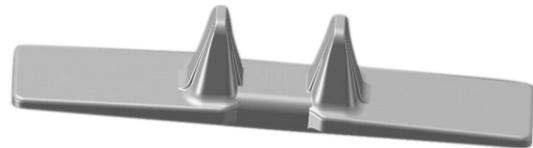


图2 农用橡胶履带芯金示意

2.2.2 负荷

在受弯曲力时，芯金保持弹性变形的最大应力不得小于机身重力的0.5倍。具体根据使用需求和作业环境设计芯金所能承受的负荷，例如在西南地区使用的农用橡胶履带芯金所能承受的负荷应大于江浙地区使用的农用橡胶履带。长时间作业的农用橡胶履带也应适当提高芯金承受负荷的能力，以保证芯金磨损后的抗弯曲性能。

久保田688Q联合收割机主要收割作物为水稻（水田）、小麦、油菜（旱地）。本工作综合考虑该机型使用区域、作业环境及市场反馈的情况，适当提高了450×90KB×51农用橡胶履带芯金负荷，芯金负荷设计为机身质量的0.6倍。

2.2.3 尺寸

与金属履带和工程橡胶履带相比，农用橡胶履带的运行速度更快。农用橡胶履带芯金的宽度应根据履带的节距设计。芯金过宽，履带运行时的柔

韧性会降低, 芯金间橡胶挤压形变明显, 芯金间橡胶易开裂与损坏; 芯金过窄, 芯金与橡胶的粘合面积过小, 轮侧胶与芯金粘合力不足, 芯金易脱出。节距90 mm的农用橡胶履带芯金宽度一般设计为35~50 mm, 其它节距的农用橡胶履带芯金宽度占节距的比例一般为38%~55%。

作为CRT, 450×90KB×51农用橡胶履带支重轮作用于轮侧胶上, 因此芯金采用长条形设计, 不含加强筋, 以减小支重轮对轮侧胶的剪切作用, 防止轮侧胶过早损坏, 还可以减轻履带高速运行时的振动。450×90KB×51农用橡胶履带芯金宽度设计为42 mm, 芯金宽度占节距的比例为46.7%。该结构尺寸较好地避免了轮侧胶与芯金粘合不良的缺陷, 同时保证了履带带体的柔韧性。

2.3 钢丝帘线

2.3.1 根数

在保证钢丝帘线强度和柔韧性的同时, 钢丝帘线总宽度不得超过芯金宽度, 否则钢丝帘线会失去传递动力的作用。

钢丝帘线纵向拉力应大于机身重力的5倍以上, 计算公式如下。

$$F=f \times C$$

式中, F 为履带的纵向拉力, N; f 为单根钢丝帘线破断力, N; C 为履带的钢丝帘线(纵向)根数。

450×90KB×51农用橡胶履带 f 设计为3.9 kN; C 为56根; F 为218.4 kN, 为机身重力的6.2倍。钢丝帘线提供了机身所需的足够驱动力, 同时使带体有足够的柔韧性, 可以满足田间运行作业的需求。

2.3.2 直径

在保证钢丝帘线强度的同时, 还要考虑农用橡胶履带的使用环境。同样规格的农用橡胶履带, 若用于中高速运转作业机械, 则需要使用较细的钢丝帘线并增加帘线根数, 较细的钢丝帘线可以保证履带的柔软性, 减少裂口和脱带事故的发生, 这也是农用橡胶履带采用较细钢丝帘线的原因。400~500 mm宽度的农用橡胶履带一般采用单根直径2.0~2.5 mm的钢丝帘线, 根据450×90KB×51农用橡胶履带的运行速度和频率, 钢丝帘线直径设计为2.0 mm

较为适宜。

2.3.3 结构

钢丝帘线的结构影响其强度、柔韧性及覆胶性。中心丝加粗有助于胶料渗入, 提高钢丝与橡胶的粘合性能。450×90KB×51农用橡胶履带在使用中出现过钢丝帘线中心丝外露的情况, 为解决这一问题, 将其采用的0.27+6×0.22+6×7×0.22结构钢丝帘线的中心丝直径由0.27 mm加粗至0.36 mm(如图3所示), 这样有效提高了钢丝帘线的覆胶性, 避免了中心丝外露。

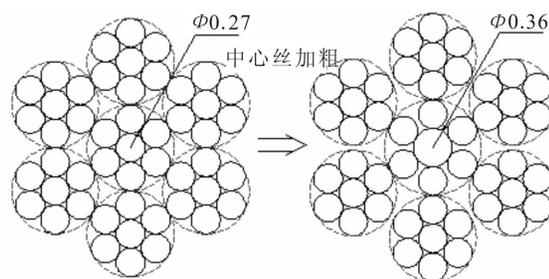


图3 钢丝帘线中心丝加粗

2.3.4 表面处理

为提高橡胶与钢丝帘线的粘合性能, 常采用表面镀黄铜和镀锌的钢丝帘线, 钢丝帘线镀层的Cu/Zn质量比为64/36时其与橡胶的粘合性能最佳。450×90KB×51农用橡胶履带的钢丝帘线采用Cu/Zn镀层(Cu/Zn质量比为64/36, 镀层附着量为3.5~6.0 g·kg⁻¹), 橡胶与钢丝粘合强度可达65 kN·m⁻¹, 完全能满足使用需求。

2.4 花纹

2.4.1 类型

农用橡胶履带必须具有强大的牵引力, 高速运转时具有优异的耐疲劳性能、耐磨性能和易脱泥性能。农用橡胶履带典型花纹如图4所示。

450×90KB×51履带采用Z型花纹, 该花纹具有脱泥性好, 摩擦驱动力大的优点。V型和Y型花纹一般用于大型农用机械的橡胶履带中。

2.4.2 宽度和高度

适宜的花纹宽度和高度可以为设备运行提供足够的牵引力, 减小应力集中和裂口扩展。以常用的

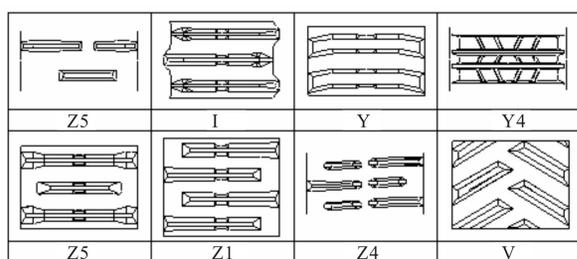


图4 农用橡胶履带典型花纹

400~500 mm宽度的农用橡胶履带为例, 花纹宽度一般设计为45~65 mm, 花纹高度一般设计为30~55 mm。450×90KB×51农用橡胶履带花纹采用宽度45 mm、高度35 mm、长短花块相间的结构。

3 成品橡胶履带性能

本设计450×90KB×51农用橡胶履带性能见表1。从表1可以看出: 450×90KB×51橡胶履带的花纹侧胶和轮侧胶拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度、磨耗量以及芯金负荷、钢丝帘线破断力达到或超过GB/T 20786—2006要求, 橡胶与钢丝帘线的粘合性能较好。450×90KB×51农用橡胶履带实际使用寿命可超过1000 h, 质保使用寿命超过500 h, 优于市场上其它同类产品。因故障率低、通用性强、综合性能好, 450×90KB×51农用橡胶履带取得了良好的口碑, 在市场上深受欢迎。

4 结语

农用橡胶履带具有质量小、速度快、减振、噪声低、耐腐蚀、接地压力小等特点。随着土地流转加快, 农业机械补贴政策出台, 家庭农场、合作社

表1 450×90KB×51农用橡胶履带性能

项目	测试值	GB/T 20786—2006
花纹侧胶		
拉伸强度/MPa	16	≥10
拉断伸长率/%	500	≥400
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	70	≥30
阿克隆磨耗量/cm ³	0.5	≤0.5
轮侧胶		
拉伸强度/MPa	16	≥10
拉断伸长率/%	400	≥200
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	90	≥30
芯金负荷与机身质量比	0.6	≥0.5
钢丝帘线破断力与机身重力比	6.2	≥5.0
橡胶与钢丝帘线粘合强度/(kN·m ⁻¹)	65	≥20

迅速崛起, 高效农用机械的需求量激增, 农用橡胶履带的市场需求量将进一步增大。农用橡胶履带向大型、高效、优质的方向发展, 农用橡胶履带生产企业和研究机构应从胶料、芯金、帘线材料和花纹等方面改进农用橡胶履带, 提高我国农用橡胶履带的质量。

参考文献:

- [1] 王渥民. 橡胶履带的开发与应用概况[J]. 橡塑技术与装备, 2008, 34(2): 36-38.
- [2] 王克成. 橡胶履带生产工艺原理(一)[J]. 橡胶科技市场, 2010, 9(9): 20-24.
- [3] 周世元. 橡胶履带的结构与制造[J]. 橡胶工业, 2003, 50(9): 539-541.

Development of 450×90KB×51 Agricultural Rubber Track

Fang Zhouong

(Yonggu Rubber Factory, Zhongce Rubber Group Co., Ltd., Hangzhou 310011, China)

Abstract: This paper introduced the development of 450×90KB×51 agricultural rubber track. The outer compound, inner compound and steel cord compound were NR/SBR blend, composite rubber/SBR blend and

composite rubber, respectively. 45# forged steel was selected for metal core which was designed to have a load capacity of 0.6 time of the frame and the width of the metal core was 42 mm. The number of steel cord was 56 and the cords were coated by copper/zinc coating. The diameter of steel cord was 2.0 mm except for the middle cord which had a diameter larger by 0.36 mm. Z-pattern was applied in tire tread with a width of 45 mm and height of 35 mm. The experimental test results showed that the physical properties of the compounds, load capacity of the metal core, the strength of the steel cords reached or exceeded the requirements in national standard, GB/T 20786—2006. It was confirmed that the adhesion between rubber compound and steel cords was good, and the product quality fully met the application requirements.

Keywords: agricultural rubber track; inner rubber; metal core; steel cord; pattern



信息·资讯

固特异召回4.85万条轮胎

固特异轮胎橡胶公司宣布召回4.85万条商品名为Fortera HL的问题轮胎，其规格为P255/65R18 109S，生产日期为2014年11月30日至2015年1月10日。

这批召回的Fortera HL轮胎在耐久性试验中胎面出现裂缝，这会加大车辆在实际行驶中的安全风险。固特异称尚未收到该批问题轮胎引发的事故报告。固特异轮胎零售店及授权经销商将为相关车主免费更换轮胎。

郭毅

2014年欧洲轮胎出货量增长

根据欧洲轮胎和橡胶制造商协会（ETRMA）发布的最新统计数据，尽管2014年第4季度欧洲轮胎销量与上一季度相比有所减小，但是2014年上半年轮胎销售形势良好，因此2014年欧洲轮胎出货量总体仍然呈增长态势。

欧洲乘用车轮胎2014年第4季度出货量为4000万条，同比下降9%，这是因为暖冬造成冬季轮胎需求量下降；2014年出货量为1.97亿条，同比增长2%。欧洲卡客车轮胎2014年第4季度出货量为231万条，同比下降2%；2014年出货量为920万条，同比增长4%。欧洲农业轮胎2014年第4季度出货量为29万条，同比下降11%；2014年出货量为164万条，同比下降2%。欧洲摩托车轮胎2014年第4季度出货量为100.4万条，同比增长2%；2014年出货量为840万条，同比增长6%。

国益