

知识讲座

橡胶履带生产工艺原理(一)

王克成

(金利隆橡胶履带有限公司,浙江 临海 317000)

摘要:介绍橡胶履带的产品设计、生产工艺及一些相关基础知识。橡胶履带由芯金、强力层、缓冲层和弹性体四大部分组成,主要制造工艺为搭接式环形体二段硫化法和环形成型分段硫化法,产品要求牵引性能、不脱轮性、抗震性和耐久性好。我国橡胶履带性能与国外产品差距小,且具有一定价格优势。

关键词:橡胶履带;钢丝帘线;芯金

1 橡胶履带的基本情况

1.1 发展

橡胶履带(如图1所示)是一种橡胶与金属或纤维材料复合而成的环形橡胶带,主要适用于农业机械、工程机械和运输车辆等行走部分。



图1 橡胶履带

钢质履带的使用已经有很长的历史,但因其价格昂贵、质量大、噪声大所以一般只用于军事和一些工程机械,以及旱田作业的农用拖拉机上。

橡胶履带是由日本普利司通公司于1968年率先开发成功的。最初是为了解决农用联合收割机金属履带易被稻草、麦秆和泥土堵塞,橡胶轮胎易在水田中打滑以及金属履带会对沥青和混凝土路面造成破坏的情况而设计的。

我国橡胶履带开发研制工作始于20世纪80年代末期,先后在杭州、台州、镇江、沈阳、开封及上海等地成功开发了农业机械、工程机械和输送车辆用的多种橡胶履带,并形成了批量生产能力。20世纪90年代浙江临海金利隆鞋业有限公司开发研制出环形无接头钢丝帘橡胶履带并申请了专

利,为我国橡胶履带工业全面提高品质、降低成本、扩大产能奠定了基础。

目前,我国橡胶履带生产商已有20多家,产品品质与国外的产品差距甚小,而且还具有一定的价格优势。

1.2 主要特性

橡胶履带具有接地比压小、牵引力大、振动小、噪声低、湿田通过性能好、不损伤路面、速度快、质量小等特点而被广泛应用于农业机械、工程机械和运输机械上,部分替代钢质履带和轮胎。

1.3 使用意义

橡胶履带能改善机械的行驶性能,扩大机械作业范围,对实现市政基础设施建设机械化,拓展农田、沙漠、沼泽地等松软地面的作业和运输具有重要意义。

橡胶履带还具有质量小、牵引性好、转向灵活和在复杂地形上通过能力强等优点,现已广泛应用于行走式农业机械、石油勘探机械、森林防火车辆和全地形车等许多领域。

1.4 生产方式

我国橡胶履带在生产制造工艺方面,基本可以归结为2种方式。

一种为钢丝帘布无接头式:通常采用单根缠绕生产钢丝帘布,平板硫化机二段硫化。其优点

是履带伸长小,节距稳定性佳,芯金与机械齿轮配合好,整体的抗拉强度高。缺点是影响履带质量的生产工艺因素比较多,二段硫化部位最佳硫化程度不易控制。

另一种为钢丝帘布有接头式:通常采用挤出机(或压延机)生产钢丝帘布,平板硫化机硫化带体,再搭接成环形体接头硫化。其优点是工艺先进,设备的机械化与自动化程度高,生产效率高。缺点是履带接头搭接部位厚度偏差大,钢丝叠起,钢丝帘线与带体的橡胶之间在接头部位易产生相对滑移。

橡胶履带的使用极大地扩展了履带式和轮式行走运输机械的应用范围,克服了各种不利地形条件对机械作业的制约,其在各种农业和工程及运输机械中的应用必将进一步扩大。其发展趋势是在改进结构、采用新材料和新技术基础上延长寿命,并向轻量化、大型化、高强度化、多品种、多功能及可切换化方向发展,进一步满足各种恶劣气候和地形条件下以及大吨位工程机械运输车辆使用的要求。随着科学技术的发展和完善,橡胶履带将由易损件演变为功能件,其使用寿命的极大延长是完全可以实现的。

1.5 分类和标记

1.5.1 构造

橡胶履带(如图2所示)通常是由橡胶、芯金、帘线骨架材料,通过模压硫化而形成的环形体。

1.5.2 术语和定义

花纹:橡胶履带外层所呈现的几何形状。花纹侧胶:橡胶履带的外侧胶,行走时与地面相对的部分。轮侧胶:橡胶履带的内侧胶,行走时与转轮

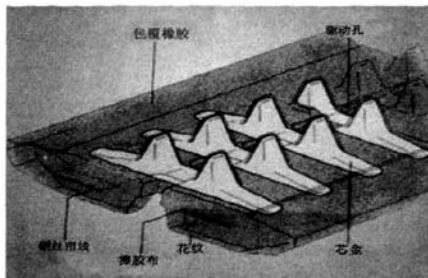


图2 橡胶履带构造示意

相对的部分。芯金:橡胶履带中传递动力、导向及横向支撑的部分。强力层:橡胶履带中承受张力和传递动力的骨架层,通常为钢丝帘线(绳)等材料。节距:橡胶履带平直部分相邻两芯金的中心距离。导向角:橡胶履带行走时起导向作用的凸起部分。轨道:限定轮系行走方向的导向角特定部位。

1.5.3 分类

1. 按驱动方式橡胶履带分为以下3类。

轮齿式橡胶履带(CRT):驱动轮齿插入带孔内,驱动带向后运动,分为单行孔式和双行孔式。

轮孔式橡胶履带(KRT):带金属传动齿与带轮上的孔相对应,带齿插入轮孔,啮合传动。

无芯金式橡胶履带(WRT):用橡胶凸起齿替代金属传动件,无噪声,振动小。履带内表面与驱动轮面接触,摩擦传动。

2. 按用途橡胶履带可分为以下5类。

农机橡胶履带:用于各种联合收割机(如图3所示)、中小型田园耕作机械和农田输送机械。



图3 农机橡胶履带

工程机械橡胶履带:用于挖掘机(如图4所示)、推土机、自卸车、吊车、高空作业机械和各种道路建筑机械。

运输车辆橡胶履带:用于森林、水草、沼泽、湿地、深雪、冰川、冻土等难以通行环境下的运输车辆(如图5所示)。

扫雪车橡胶履带:用于机场、港口、道路和广场积雪清除车辆(如图6所示)。

军用车橡胶履带:用于军用特种车辆。

3. 互换式。

可与金属履带互换式:根据工作地形条件需



图4 工程机械橡胶履带

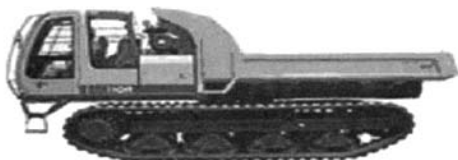


图5 运输车辆橡胶履带



图6 扫雪车橡胶履带

要,可与金属履带替换使用。

1.5.4 标记

1. 标记方法。橡胶履带的规格通常以带宽、节距、花纹形式代号和传动件代号组合来表示。

2. 标记示例。CRT400×72.5A×80-050 (400×72.5A×80-050); CRT代表轮齿式橡胶履带,通常可不标注,其它类别必须标注。400×72.5A×80-050表示履带宽度400 mm,节距为72.5 mm,轨道为A型,节数为80的橡胶履带,适用5 t以下的机质量。目前,橡胶履带的宽度多为180~920 mm,如瑞典赫格隆公司生产的深雪地用橡胶履带宽度达920 mm,节距一般为72~109 mm,节数多为29~74。

2 橡胶履带的产品设计

2.1 基本性能

橡胶履带的基本性能要求有:牵引能力、不脱轮性、抗震性和耐久性。

橡胶履带的牵引能力与其拉伸强度、剪切强度、带宽、横向刚性、节距和花纹块高度有关,也受路面状况和载荷的影响。直线型和侧面拉长间距型的花纹效果较好。

不脱轮性取决于驱动转轮直径、转轮的配置和履带的导向长度。脱轮多发生在主动轮或张紧轮与转轮之间。保持履带具有一定的张紧度是十分必要的。橡胶履带的扭曲刚度、横向刚性、纵向柔顺性、节距与凸缘高度也对不脱轮性有重要影响。

消除振源是减震和降低噪声的最好办法。橡胶履带振动与其节距、转轮数及其配置、重心位置、胶料性能和花纹构形有关。

耐久性表现为橡胶履带耐磨、抗切割、抗穿刺、抗龟裂和抗碎裂的能力。目前为止,橡胶履带仍属易损件,国外先进产品的寿命也仅约1万 km。除传动件和牵引件的品质外,强力保护层与橡胶弹性体的性能也是影响橡胶履带耐久性的重要因素。胶料不仅要有良好的物理性能、动态疲劳性能、抗应力集中和耐天候老化性能,还需要具有与传动件和保护层间优异的粘合强度。对于某些特殊产品,还要求有耐盐碱、耐油、耐寒和阻燃等特殊功能。提高橡胶履带的耐久性能是一项非常艰巨的任务。

2.2 结构设计

2.2.1 组件及其功能

橡胶履带由芯金、强力层、缓冲层和橡胶四大部分组成。其中橡胶部分包括花纹侧胶、底胶、钢丝帘线胶、缓冲层胶、布层胶、齿胶、轮侧胶。

芯金是传动承载件,起动力传递、导向及横向支撑作用,使用材料主要有球墨铸铁、铸铁锻钢、铝合金、合金钢板材等,有些履带可使用塑料。

强力层是牵引件,是橡胶履带的纵向抗拉体,承受牵引力并保持履带节距的稳定性。使用材料主要有钢丝帘线、镀锌钢丝、不锈钢钢丝、玻璃纤维、芳纶或其它高强度低伸长合成纤维帘线(绳)或帘布。

缓冲层是承受带体强烈振动和冲击,承受履带行驶中径向、侧向和切向力所引起的多次变形。同时也是牵引件保护层,保护牵引件不受外力作用而破坏,防止强力层的钢丝与芯金摩擦。使用材料主要有锦纶帘布、锦纶帆布以及其它纤维材料。

橡胶部分把其它部件紧密地结合为一个整体,提供行走能力及整体的缓冲、减震和降噪功能,主体材料一般为以天然橡胶(NR)为主的NR/丁苯橡胶(SBR)、NR/SBR/顺丁橡胶(BR)、NR/溶聚丁苯橡胶(SSBR)/BR和NR/BR并用体系以及聚氨酯弹性体。

2.2.2 设计要点

橡胶履带设计的前提是对相关机械车辆类型、车轮结构、功率、速度、用途和工作条件进行了解,设计范围包括驱动方式选择、承载和牵引强度的计算、结构材料品种型号的选择、断面结构的布置、花纹形态和高度及胶料配方性能的确定等方面的工作。

芯金传动承载件的设计应保证橡胶履带使用中抗弯、耐磨、抗剪切、抗扭转和横向支撑的能力,不会出现裂纹和断齿。

芯金在受弯曲力时,保持弹性变形的最大应力不小于机质量的0.5倍。

强力层牵引件设计要能保证履带的拉伸强度,保持履带节距的稳定。对材料强度的计算应考虑到超载和使用中外力与环境造成的机械和化学破坏作用。履带的纵向拉力应大于机质量的5倍以上,按公式(1)计算。

$$F=f \times C \quad (1)$$

式中, F ——履带的纵向拉力/N;

f ——单根钢丝绳线(绳)破断力/N;

C ——履带的纵向单根钢丝绳线(绳)的总根数。

在牵引材料的结构层次布置上,要考虑到不同纤维材料间的合理组合。在保证拉伸强度与节距稳定的同时,提高履带的纵向柔顺性、耐用性和减小产品质量。

钢丝绳线(绳)与橡胶的粘合强度应符合表1的规定。

表1 钢丝绳线(绳)与橡胶的粘合强度指标

钢丝绳线(绳)直径/mm	粘合强度/(kN·m ⁻¹)
≤1.0	≥10
1.1~2.0	≥20
2.1~3.0	≥40
3.1~4.0	≥60
4.1~5.0	≥70
5.1~6.0	≥80
6.1~7.0	≥90

缓冲层的选材与布置不仅要使缓冲层对强力层牵引件起到增强和保护作用,还要具有吸收冲击和缓冲的能力,能抵御外力对带体的咬、啃、穿刺和切割破坏。

履带的外层胶花纹有平行、单梯、双梯、三角蝶形、雪花、锯齿及光面等类型。花纹块的选型和高度设计应以适应地形条件和提高牵引力为前提,当然也需顾及成本。一般履带花纹高度为:涝洼地农机履带 20~40 mm,铲土机履带 18~40 mm,搬运机械履带 35~50 mm,推土机履带 40~70 mm,除雪机履带 15~30 mm,花纹的构型应避免应力集中,改善抗裂口增长性及减少碎石挤压入花纹内造成橡胶的早期损坏。

目前多数橡胶履带制造企业采取实物测绘及解剖分析的方式进行橡胶履带的结构设计。橡胶履带的理论力学、材料力学及有限元分析与应用尚在起步阶段。

2.3 胶料性能

2.3.1 花纹侧胶

花纹侧胶用来防止带体受机械损伤(穿洞和穿孔)和早期磨损,向路面传递车辆的牵引力和制动力,增加与路面(土壤)的抓着力,以及吸收与传递履带在运动时的振荡。其行驶部分是由不同形状的花纹块、花纹沟所构成的表面。

花纹侧胶应具备良好的耐磨,抗穿刺,抗撕裂,抗崩花掉块,耐屈挠龟裂,抗裂口增长,耐空气中氧、臭氧、日光老化,抗拉伸永久变形和耐动态疲劳等性能。

2.3.2 底胶

底胶在花纹侧胶下层,是基部胶,用来缓冲振荡和冲击。底胶在多次变形下,因摩擦作用而放出大量的热。因此,底胶应具备生热低、导

热性良好、弹性高、与缓冲层胶粘合性能佳的特点。

2.3.3 钢丝帘线胶与缓冲层胶

钢丝帘线胶应有与钢丝良好的粘合强度,较好的弹性、柔软性、导热性、气密性、耐热性、抗剪切变形性、在多次变形下生热极低、疲劳强度高等特点。

2.3.4 布层胶

布层胶应具有耐热、弹性好、耐老化、抗变形、抗撕裂、永久变形小、与帘布和钢丝帘线附着力大、压延工艺性能好等特点。

2.3.5 齿胶

齿胶应具有与芯金良好粘合强度、与轮侧胶良好粘合、较高的强度与刚性、未硫化时流动性低、硫化时流动性好的特点。

2.3.6 轮侧胶

轮侧胶应具有较好的弹性,抗撕裂性,耐空气中氧、臭氧、日光老化性,抗屈挠龟裂性,抗裂口增长性,抗压缩永久变形性,以及耐动态疲劳性等特点。

胶料配方的设计随履带的使用条件和性能要求不同而有所区别。但是配方设计有一些共同的特点,现履带生产工艺使用平板硫化机硫化,采取环形体接头或带体翻转二次硫化,因此一般采用后效性硫化体系。另外,防老剂用量较大,并采用多种物理和化学防老剂并用。

2.4 施工设计

履带产品设计完成后,根据生产设备和工艺要求制定各工序施工标准;制定工艺条件;制定胶料、半成品部件在生产过程中检验和控制标准;规定半成品部件在生产工序中的标识。

1. 施工标准:塑炼胶、混炼胶、终炼胶的配料标准;挤出(或成型)胶料的长度、宽度、厚度和质量标准;钢丝帘线挤出根数、宽度、厚度标准,胶浆浓度标准;缓冲层帘布压延、裁断标准;预成型施工标准。

2. 工艺条件:塑炼、混炼、终炼的时间和温度,排胶温度,开炼机辊筒温度、容量;芯金喷砂的时间、磷化时间、水煮时间、干燥时间和温度;硫化时间、温度、压力,一模接头部件打冷却水的时间、流量、温度,合模打压次数等。

3. 胶料、半成品部件检验和控制标准:塑炼胶、混炼胶的门尼粘度值;终炼胶硫化仪转矩值、焦烧时间、正硫化时间;胶料的物理性能;芯金浸涂的胶粘剂浓度;钢丝履胶性能;各种配料的质量、公差控制范围。

4. 标识要清晰:塑炼、混炼、终炼、挤出(或成型)的胶料上要写明班次、规格、胶种等标识,方便下工序生产使用,不至于错用、代用,芯金箱、钢丝帘线等要写明规格、标识等。

这些施工标准、工艺条件、检验和控制标准都是通过技术文件下达至生产作业岗位的,作业中必须严格执行。
(未完待续)

未来3年世界天然橡胶消费量 年均增长4.1%

Freedonia集团日前预测,世界天然橡胶消费量将以4.1%的年均速度增长,到2013年将达到2690万t。该公司在最新的市场研究中表示,这一增长大部分来自于轮胎和汽车零部件领域的需求。

到2013年,中国作为最大的橡胶市场,其橡胶消费量将占世界橡胶消费量的30%左右。目前亚太地区在橡胶消费方面处于领先地位,2008年该地区橡胶需求量约占全球橡胶需求量的56%。到2013年,亚太地区在橡胶需求方面将呈现最强劲的增长,虽然日本橡胶市场2008年表现强劲,令人吃惊,但由于日本国内汽车产量下降,其对橡胶的需求量也将随之下降。尽管北美洲和西欧的橡胶消费量较2003~2008年会有所增长,但仍将低于全球平均水平。
艾迪