

轻型芳纶骨架输送带接头工艺的影响因素分析

杨化民, 王军龙

(西安重装渭南橡胶制品有限公司, 陕西 渭南 714000)

摘要: 对比了搭接与齿形接头方式的接头性能, 确定了齿形接头的输送带接头方式: 齿宽 40 mm、齿长 2 000 mm 时接头强度最大; 采用 NN150 作为增强层时对接头效率的效果最好; 确定了贴胶配方含胶率 65% 时接头效率最高, 芳纶带的接头效率及使用效果满足实际使用要求。

关键词: 芳纶输送带; 接头强度; 动态耐久性

中图分类号: TQ323.6

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)08-0017-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.08.006

芳纶帆布作为新兴化纤骨架材料, 是输送带可选的优质骨架材料。但芳纶帆布因其整体结构和厚度较小的原因, 不能采用钢丝绳芯输送带的接头方式, 可以采用分层式输送带或整芯带的接头方式。不同的接头方式和接头效率是影响芳纶输送带使用的关键因素, 决定了芳纶输送带的推广和应用。

介绍轻型芳纶输送带的文献主要是芳纶的改性及浸渍液的优化, 以提高芳纶骨架材料与橡胶的黏合强度^[1-2]和芳纶输送带贴胶黏合性能研究^[3]; 介绍芳纶输送带的接头研究也主要集中在齿形接头的工艺研究^[4-5], 因此研究芳纶输送带的接头方式、齿形工艺及接头配方具有很大的意义。

本文以 DPP2500 芳纶输送带为研究对象, 对比了搭接接头方式与齿形插接接头方式的接头强度和过辊曲挠效果; 齿形宽度、长度对接头效率的影响; 增强帆布层对接头效率的影响; 贴胶配方含胶率对接头效率的影响。

1 实验部分

1.1 原材料

DPP2500 芳纶帆布、NN 帆布, 浙江尤夫科技工业有限公司; 丁苯橡胶 SBR1502, 中国石化齐鲁石油化工有限公司; 天然橡胶 SCR, 云南农垦; 氯化石蜡 70#, 山东阳光; 促进剂 NOBS, 山东尚舜化工有限公司; 炭黑, 江西黑猫炭黑股份有限公司; 硫磺、黏合剂等

均为市售工业级橡胶用材料。

1.2 实验设备与检测仪器

2L 小型密炼机, 瑞安市金诺橡塑机械有限公司; XK-160 型开炼机, 大连华韩橡塑机械有限公司; 2 500×2 500 型平板硫化机, 青岛祥杰橡胶机械制造有限公司; GT-M2000AN 硫化仪, 高特威尔检测仪器(青岛)有限公司; 动态曲挠试验台, 自制; 300T 卧式拉力机, 高特威尔检测仪器(青岛)有限公司。

1.3 接头贴胶的制备

将原材料按照实验配方称量后, 按照以下混炼工艺进行混炼: 密炼机转速 25 r/min, 上顶栓压力 0.5 MPa。添加丁苯胶与天然橡胶混炼 120 s; 添加氧化锌、防老剂等小料, 混炼 60 s; 添加炭黑, 混炼 150 s; 提上顶栓, 落上顶栓, 混炼 60 s, 混炼胶成团后经开炼机薄通 5 遍, 下片、放置冷却, 以备检测用。

1.4 试样的制备与检测

芳纶带接头试样制造流程如图 1 所示:

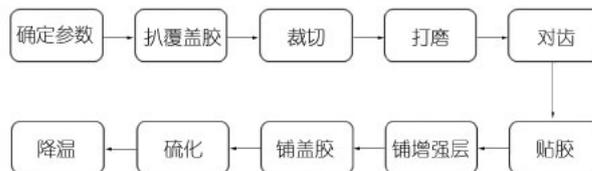


图 1 芳纶输送带接头操作流程

作者简介: 杨化民 (1969-), 男, 高级工程师, 研究生学历, 主要从事输送带配方设计与开发方面工作。

收稿日期: 2023-12-06

芳纶带静态接头强度按 MT/T668-2019 中 5.12 的规定进行检测。

芳纶带动态接头耐久性按 MT/T668-2019 中附录 D 的规定进行检测。

2 结果讨论

2.1 搭接方式对芳纶输送带的接头强度影响分析

多层织物芯输送带多采用搭接方式实现输送带的接头,以此为借鉴,探讨单层芳纶输送带直接搭接的静态接头强度与动态接头耐久性能。采用不同的搭接长度,按照图 1 的接头流程进行接头试样的制作,对应的静态接头强度与动态接头耐久性能如表 1 所示。

表 1 不同搭接长度对芳纶输送带的静态、动态接头强度

序号	搭接长度 /mm	静态接头强度 / (N·mm ⁻¹)	动态耐久性 / 万转	动态运转后接头状态
1	1 000	1 873	12.3	接头处翘起
2	1 250	2 235	16.5	接头处翘起
3	1 500	2 512	17.3	接头处翘起
4	1 750	2 623	19.2	接头处翘起
5	2 000	2 752	20.1	接头处翘起

由表 1 可知,采用搭接方式进行芳纶带接头,随着搭接长度的增加静态接头强度呈增加趋势,且当搭接长度超过 1 500 mm 时,接头强度超过了输送带本身的强度,这是因为支撑接头强度的是贴胶与芳纶帆布黏合在受纵向拉力后的剪切力,随着搭接长度增加,提供剪切力的面积增加,增加了接头强度。

但搭接接头方式的动态耐久性均没有达到标准要求 25 万转,这是因为采用搭接方式显著增加了骨架材料的厚度,在接头位置的骨架材料刚性提升至未接头处输送带的 2 倍以上,在输送带过辊筒时内部压缩产生的层间差异显著增加,造成了未达到标准要求的 25 万转时就产生接头处搭接芳纶布翘起的现象。而动态耐久性随着搭接长度的增加呈上升趋势是因为随着接头搭接长度的增加,接头处过辊的时间延长,增加了接头处过辊压缩的时间,避免了接头处频繁的压缩差异较大的现象。但随着接头搭接长度的增加不仅会增加接头成本,还会增加接头操作的工作强度和时

2.2 齿形插接方式齿形长度对芳纶输送带的接头强度影响分析

以 40 mm 作为齿形宽度,探讨单层芳纶输送带不同齿形长度的静态接头强度与动态接头耐久性能。按照图 1 的接头流程进行接头试样的制作,对应的静态接头强度与动态接头耐久性能如表 2 所示。

表 2 不同齿形插接长度对应芳纶输送带的静态、动态接头强度

序号	齿形长度 /mm	静态接头强度 / (N·mm ⁻¹)	动态耐久性 / 万转	动态运转后接头状态
1	1 250	1 625	22.3	接头处出现间隙
2	1 500	1 813	26.5	接头处出现间隙
3	1 750	2 012	27.3	接头处正常
4	2 000	2 223	29.2	接头处正常
5	2 250	2 302	30.1	接头处正常

由表 2 可知随着齿形插接长度的增加,芳纶带的静态接头强度呈上升趋势,但都没有出现接头强度超过骨架材料强度的现象,且动态耐久性运转后接头处没有出现接头处芳纶帆布翘起的现象。随着齿形插接长度静态接头强度呈上升趋势是因为齿形的增加会增加齿形、贴胶、齿形之间的剪切力面积,提升了齿形在受力后相对运动的阻力,造成了静态接头强度的增加,但没有超过搭接的接头方式,是因为齿形插接的接触面积小于搭接的接触面积;而动态耐久性在齿形长度大于 1 500 mm 时均满足了标准的要求,小于 1 500 mm 动态耐久性未能满足标准要求是因为接头强度较低,连续运转后在外力的作用下出现了齿形的相对运动,造成了接头处出现间隙。

由表 1、2 可知,采用齿形搭接的方式更加有利于芳纶输送带的动态接头运转效果。

2.3 齿形插接方式齿形宽度对芳纶输送带的接头强度影响分析

由表 1、2 可知,齿形插接更加有利于芳纶输送带的接头效果,因此下一步仅讨论齿形的宽度对静态接头强度的影响。以 1 750 mm 作为齿形长度,探讨单层芳纶输送带不同齿形宽度的静态接头强度。按照图 1 的接头流程进行接头试样的制作,对应的静态接头强度如表 3 所示

表 3 不同齿形宽度对应芳纶输送带的静态接头强度

序号	齿形宽度 /mm	静态接头强度 / (N·mm ⁻¹)
1	30	2 128
2	40	2 012
3	50	1 913
4	60	1 752
5	70	1 532

由表 3 可知,在齿形长度一定的条件下,随着齿形宽度的增加,对应芳纶带的静态接头强度呈下降趋势,这是因为齿形宽度的增加降低了宽度方向上齿形的个数,减小了齿形、贴胶、齿形之间的剪切了,在接头处收到外力后对外力的抵消能力减弱,造成了静态接头强度的减小。但是在齿形接头的过程中,齿形个数的增加会增加工作强度,齿形过窄后对应齿的损

伤程度可能会增加，因此确定齿形的宽度为 40 mm、长度为 1 750 mm。

2.4 增强帆布对布齿形插接芳纶输送带的接头强影响分析

借鉴分层式输送带的搭接方式，探讨在齿形的宽度为 40 mm、长度为 1 750 mm 下不同强度帆布对接头强度的影响。按照图 1 的接头流程进行接头试样的制作，增强层帆布的长度为 1 950 mm，两侧分别超出齿形根部 100 mm，对应的静态接头强度如表 4 所示

表 4 不同强度的 NN 帆布对齿形插接接头强度的影响

NN 帆布强度	静态接头强度
NN75	2 053
NN100	2 125
NN125	2 223
NN150	2 295
NN175	2 387

由表 4 可知在齿形插接工艺中增加增强帆布可以增加芳纶输送带的静态接头强度，且随着增强帆布的强度增加，静态接头强度呈上升趋势，这是因为接头处在受到外力是增强帆布能够分担部分外力，增加了接头处抵抗外力的剪切力。由表 1 可知增加接头的厚度会造成接头处骨架材料厚度的增加，造成接触滚筒部位过度压缩，造成接头位置动态耐久性变差，NN150 帆布的厚度仅为 0.8 mm，故选择 NN150 帆布作为增强层骨架材料。

2.5 贴胶含胶率对布齿形插接芳纶输送带的接头强影响分析。

按照 2.3 中贴胶的制备方法，对比了齿形的宽度为 40 mm、长度为 1 750 mm、NN150 帆布为增强层时不同含胶率对芳纶带接头强度的影响，对比情况如表 5 所示：

由表 5 可知，随着含胶率的提高，芳纶带的静态接头强度呈上升趋势，这是因为含胶率高的橡胶材料

对应的弹性、物理强度会提高，在接头部位收到外力时的缓冲作用和撕裂能力会增加，使得在受外力时贴胶与芳纶布的黏合力为承受剪切力的主要作用点，避免贴胶与芳纶帆布的黏合在极限剪切力时贴胶先发生撕裂。因此在接头胶的含胶率应较高。

表 5 含胶率对芳纶带接头强度的影响

含胶率	静态接头强度
35	1 698
40	1 729
45	1 823
50	2 059
55	2 295

3 结论

(1) 搭接方式能提供更高的静态接头强度，但会造成动态接头耐久性下降。

(2) 齿形越长，能给静态接头强度提供更多的贡献。

(3) 增强层帆布能够提高静态接头强度，但增强层帆布过厚会造成动态耐久性下降。

(4) 在齿形的宽度为 40 mm、长度为 1 750 mm、NN150 帆布为增强层时 DPP2500 芳纶输送带接头贴胶的含胶率为 55 时为最佳。

参考文献：

- [1] 严岩. 芳纶纤维表面改性及其与橡胶黏合性能研究 [D], 北京: 北京化工大学, 2014.
- [2] 孙毅, 等. 芳纶纤维浸渍帆布的开发与生产 [J]. 橡胶科技 2020(5):277-279.
- [3] 刘天哲. 阻燃芳纶芯输送带贴胶的研制 [J]. 橡胶工业, 2017,(64):485-488.
- [4] 汪光亮. 直径输送带指形接头的研制 [J]. 特种橡胶制品, 2012,33:41-43.
- [5] 孙桂美等. 单层芯 DPP 芳纶输送带指形接头的研究 [J]. 橡胶工业, 2015(62):358-362.

Analysis of influencing factors on the joint process of lightweight aramid skeleton conveyor belt

Yang Huamin, Wang Junlong

(Xi'an Zhongzhuang Weinan Rubber Products Co. LTD., Weinan 714000, Shaanxi, China)

Abstract: This article compares the joint performance of overlap and toothed joint methods, and determines the conveyor belt joint method of toothed joint: the joint strength is maximum when the tooth width is 40 mm and the tooth length is 2 000 mm. The best joint effect is achieved when NN150 is used as the

reinforcement layer. The adhesive formula has been determined, and the joint efficiency is highest when the rubber content is 65%. The joint efficiency and usage effect of aramid tape meet the practical requirements.

Key words: aramid conveyor belt; joint strength; dynamic durability

(R-03)

普利司通正式宣布为理想 L6 提供傲然者® ALENZA 001 配套轮胎

Bridgestone officially announces the provision of Aoran® ALENZA 001 matching tire for Ideal L6

近日，普利司通（中国）投资有限公司正式宣布将与中国新能源汽车市场的领导者理想汽车（以下简称“理想”）合作，为理想 L6 提供普利司通旗下傲然者® ALENZA 001 轮胎。傲然者® ALENZA 001 采用普利司通独特低滚阻技术 ENLITEN® 以及 B-SILENT 静音绵技术。作为互相信赖的合作伙伴，双方此次合作旨在为消费者提供更多高端 SUV 新选择，以卓越品质满足消费者多元化需求，为中国车主带来更加舒适安全的驾乘体验。

作为理想汽车的最新力作，理想 L6 实现了同级别更长的综合续航——CLTC 综合续航里程 1 390 km，CLTC 纯电续航也达到 212 km。普利司通一直致力于技术创新，提供更多安全可靠的高端轮胎产品。普利司通傲然者® ALENZA 001 轮胎专为高端 SUV 车型设计，其胎侧部位的刚性橡胶条可在车辆行驶时吸收路面颠簸时的震动，确保车内乘客舒适无忧。在为车主带来卓越驾驶舒适性的同时，还有效提升了湿路安全性和干路操控性，使车辆在行驶过程中转向更迅速、更稳定。

为理想 L6 提供配套的普利司通傲然者® ALENZA 001 轮胎同时采用了 ENLITEN® 技术和 B-SILENT 降噪技术。作为普利司通集团的核心科技之一，ENLITEN® 技术应用独特的可循环材料及新型混合工艺，在不影响抓地力的情况下提高轮胎的磨损性能，延长轮胎使用寿命和车辆的行驶里程，同时提升原材料的利用率，降低轮胎滚动阻力，达到节约资源、降低碳排放的目的，为实现普利司通可持续发展目标做出贡献。此外，B-SILENT 静音绵技术通过使用内部静音海绵吸收轮胎内部产生的声波，显著减少车辆在行驶过程中产生的噪声，进一步提升轮胎驾驶的舒适性。

作为全球知名的可持续出行和先进解决方案提供商，普利司通持续发力新能源汽车市场，进一步深化可持续发展战略。未来，普利司通集团将继续秉承“以卓越品质贡献社会”的企业使命，与各大 OEM 伙伴进一步深化合作关系，不断推动技术创新，丰富产品矩阵，持续为社会和客户创造价值。

编自“中国轮胎商务网”

(R-03)

