

煤矿用织物整芯阻燃输送带内部粘合强度影响因素探究

袁开良¹, 徐长江²

1. 上海煤科检测技术有限公司, 上海 201401

2. 山东弘安新材料科技有限公司, 山东 济宁 272000

摘 要 : 本论文旨在探讨影响挤出法煤矿用织物整芯阻燃输送带内部粘合强度的多个因素, 包括原材料、骨架(带芯)、配方、工艺以及试验因素等方面。通过对这些因素的分析, 旨在为提高挤出法煤矿用织物整芯阻燃输送带的内部粘合强度提供理论依据和实践指导。

关 键 词 : 煤矿用织物整芯阻燃输送带(挤出法); 内部粘合强度; 影响因素

Study on the Influencing Factors of Inner Bonding Strength of the Whole Core Flame Retardant Conveyor Belt Used in Coal Mine

Yuan Kailiang¹, Xu Changjiang²

Shanghai Coal Testing Technology Co., LTD. Shanghai 201401

Shandong Hongan New Material Technology Co., LTD. Jining, Shandong 272000

Abstract : The purpose of this paper is to explore the influence of extrusion coal mine fabric whole core flame retardant conveyor belt internal bonding strength of many factors, including raw materials, skeleton (with core), formula, process and test factors. Through the in-depth analysis of these factors, the aim is to provide theoretical basis and practical guidance for improving the internal bonding strength of the whole core flame retardant conveyor belt used in coal mine by extrusion.

Keywords : coal mine fabric whole core flame retardant conveyor belt (extrusion method); internal bonding strength; factors

引言

煤矿用织物整芯阻燃输送带(挤出法)在煤矿领域中起着至关重要的作用, 其内部粘合强度直接关系到输送带的使用寿命以及安全性^[1]。煤矿用织物整芯阻燃输送带(挤出法)的内部粘合强度受到多种因素的交互影响, 深入研究这些因素对于优化煤矿用织物整芯阻燃输送带(挤出法)的生产和使用具有重要意义。

挤出法煤矿用织物整芯阻燃输送带作为目前煤矿井下常见的一种, 它不仅抗冲击性、拉伸性能、耐磨等物理性能及阻燃抗静电等安全性能优越, 还具有成本低、生产效率高优点, 在煤矿井下用量巨大^[2]。

煤矿用织物整芯阻燃输送带(即PVG和PVC输送带), 按照生产工艺不同, 主要分为平板硫化法、涂刮法和挤出法三种^[3]。其中, 挤出法煤矿用织物整芯阻燃输送带与平板硫化法的相比, 具有生产效率高, 生产成本低等优点, 与涂刮法的相比具有外观美观, 使用寿命更长等优点, 占目前煤矿用织物整芯阻燃输送带产量的2/3以上, 成为主流产品^[4]。

挤出法煤矿用织物整芯阻燃输送带(以下简称整芯输送带)主要由工业长丝和棉纤维复混捻、编织而成的整体带芯作为骨架材料, 然后浸渍具有阻燃功能的PVC芯糊后塑化, 经挤出机贴合上一层由橡胶或聚氯乙烯树脂等高分子材料组成的并具有阻燃抗静电功能的覆盖胶, 成为最终的符合MT/T914-2019标准的煤矿用织物整芯阻燃输送带产品^[5]。

带芯内部粘合强度(以下简称内部粘合强度)即整芯输送带带芯间的每毫米宽度的最小剥离力, 用最小粘合强度表示^[6]。它作为整芯输送带(尤其是挤出法)的一项重要性能指标, 其好坏直接决定了产品的质量^[7]。若内部粘合强度不好, 整芯输送带容易出现“接头断裂”等质量问题, 影响产品的使用寿命, 造成安全事故。

既然内部粘合强度如此重要, 那么如何提高整芯输送带的内部粘合强度了, 笔者主要从原材料、骨架(带芯)、配方、工艺以及试验因素等几方面进行探讨。

一、原材料对整芯输送带内部粘合强度的影响

(一) 聚氯乙烯树脂

聚氯乙烯树脂简称 PVC 树脂,系热塑性树脂,聚氯乙烯树脂具有阻燃、耐化学药品性高、机械强度及电绝缘性良好的优点,按照聚合方法可分为乳液聚合(制得糊用树脂)和悬浮聚合(制得悬浮树脂)等^[8]。其中,糊用聚氯乙烯树脂添加增塑剂、阻燃剂等配合剂掺混均匀制得芯糊,聚氯乙烯糊树脂在其中起到提供物理性能的作用^[9]。所以,在芯糊中树脂含量相同的情况下,树脂的平均聚合度越高,其强度、刚度、韧性等物理性能越好,内部粘合强度也越高。目前各整芯输送带生产厂家常用糊用聚氯乙烯树脂的平均聚合度在 1100-1700,所以,为提高内部粘合强度,建议采用高聚合度的聚氯乙烯糊用树脂。例如,糊用聚氯乙烯树脂可采用平均聚合度 1700 左右的(注意控制糊粘度)^[10]。经验数据统计而得:其他条件不变,聚合度 1700 等量替代聚合度 1300 的糊用聚氯乙烯树脂,内部粘合强度能提高 5% 左右^[11]。

(二) 织物材料(带芯材料)

如果整体带芯采用的是棉纤维等织物材料,其棉纤维的粗细、棉含量等均会影响内部粘合强度。

(三) 其他原材料

整芯输送带的其他原材料主要是阻燃剂、稳定剂及各种填充剂,对内部粘合强度影响不大,应尽量采用与聚氯乙烯树脂相容性较好,粒径均匀的配合剂。

二、骨架(带芯)对整芯输送带内部粘合强度的影响

(一) 带芯的编织方法

带芯的编织方法决定了织物的结构和内部特性^[12]。紧密编织的带芯内部交联度更大,带芯内部间织物更不容易分离,有利于提高内部粘合强度,但也可能会因为结构紧密导致芯糊渗透困难;而疏松的编织方法虽然便于芯糊渗透,但可能会降低整体的机械强度,进而影响内部粘合性能。笔者通过经验比对,A 型织法比 B 型织法的整体带芯内部粘合强度普遍略高一些。

(二) 带芯含棉量

煤矿用整体带芯主要由工业长丝和棉纤维复混捻、编织而成的,其中棉纤维起到浸渍芯糊的作用,试验证明,在保证整芯输送带拉伸强度、成槽等性能满足条件的情况下,适当增加整体带芯的含棉量(尤其是纬向)有助于浸糊的充分,增加整芯输送带芯层棉纱浸塑化糊的结合,在一定范围内能提高内部粘合强度。

(三) 整体带芯织物结构

经验表明,由于整芯输送带的结构特性,纬向内部粘合强度通常低于径向。这意味着在其他条件不变的情况下,增加整体带芯纬向密度对于提高整芯输送带的内部粘合强度尤为重要。纬向密度的增加意味着更多的纤维分布交织在纬向结构上,从而增强了带芯纤维在该方向的单位面积上的结合能力,从而提高了整芯输送带的纬向内部粘合强度。

虽然纬向密度更为关键,但径向密度也不容忽视。径向密度

的增加同样能够提升整芯输送带的内部粘合强度。

经验表明,增加整体带芯的纬向和径向密度,能明显提升整芯输送带的内部粘合强度。例如:型号为 M1400 的整体带芯,纬向密度由 152 根 /10cm 提高到 168 根 /10cm,整芯输送带的内部粘合强度甚至能瞬间提高 20% 左右。但整体带芯的密度不能无限增加,还要考虑成本、浸糊难易、成槽性、织机能力等因素。

三、配方对整芯输送带内部粘合强度的影响

整芯输送带的结构决定了其内部粘合强度主要受芯糊配方的影响,与盖胶配方无关。

(一) 配方中 PVC 树脂含量

前文已经叙述过,整芯输送带的内部粘合强度等物理性能主要由聚氯乙烯树脂决定,所以通过配方调整,在保证整芯输送带安全性能、工艺加工性能的前提下,尽可能的提高聚氯乙烯树脂的含量,来增大内部粘合强度^[13]。经验表明:其他因素保持不变的情况下,PVC 树脂含量由 40% 增加到 50% 左右,整芯输送带的内部粘合强度能增加 10% 以上。

(二) 与 PVC 相容性高分子材料

若选用一些与聚氯乙烯树脂相容性较好的高分子材料,比如在保证整芯带物理安全性能、工艺加工性能的前提下,芯糊中添加液体丁腈橡胶,可以有效地提高整芯输送带的内部粘合强度。

(三) 粘合 / 补强剂

笔者通过实验证明,在整芯输送带芯糊中添加一些粘合 / 补强剂(例如间甲白络合物),形成一种特性树脂网络,在一定程度上也能提高内部粘合强度。

(四) 芯糊粘度

芯糊粘度会影响其对带芯材料(如涤棉等)的浸润能力。如果芯糊粘度较高,其流动性差,可能无法充分渗透到带芯的纤维间隙中,这样会导致在糊塑化过程中,芯糊与带芯之间不能形成良好的物理结合,从而降低内部粘合强度。例如在一些实验中发现,当芯糊过于粘稠时,带芯部分纤维周围存在未被糊料填充的空隙,在受到外力时容易从这些薄弱部位发生剥离,降低了内部粘合强度。

四、工艺对整芯输送带内部粘合强度的影响

(一) 带芯浸糊充分程度

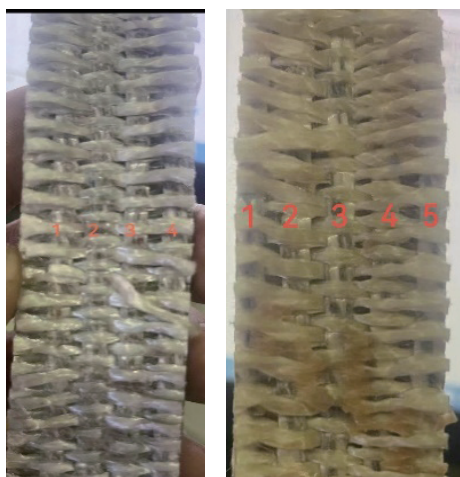
前文也已提过,适当调整芯糊粘度以提高整体带芯中芯糊的浸润程度,能提高整芯输送带的内部粘合强度。所以通过运行搓板机和真空塔、适当调整挤浆辊的压力、增大带芯在芯糊浆池的通行距离等方法,均可增加浸糊程度,在一定范围内能提高整芯输送带的内部粘合强度。尤其是调整挤浆辊的压力,增加上糊量,经验对比表明,能很明显的提高内部粘合强度。

(二) 张力

在整芯带的生产过程中,张力的控制对于产品的质量和性能至关重要,张力的大小会对内部粘合强度产生显著影响^[14]。

当整芯输送带生产过程中使用的张力较大时,可能会导致整芯输送带内部的粘合强度降低。这是因为过大的张力可能会引起材料的过度拉伸,从而使得材料在粘合区域的分子间作用力减弱,降低了粘合效果;此外,过大的张力还导致整芯输送带塑化后的纬向单位面积上的线密度会减少,显著降低了内部粘合强度。相反,当张力较小时,整芯输送带的内部粘合强度在一定程度上会显著提高。这是因为较小的张力有助于保持材料的原始结构和分子排列,减少了因拉伸引起的结构损伤;最主要的是较小的张力使得整体带芯在塑化成型过程中能够更加紧密地堆积,减少了空隙的存在,有利于塑化后的整芯输送带纬向单位面积上的密度增大。

经验表明:同型号的整芯输送带,在保持其他因素不变的情况下,通过减小张力,塑化成型后的整芯输送带纬向25mm宽的界面上由4根纬丝结构变为5根纬丝结构,内部粘合强度会显著增加20%以上。见右图图1,同样宽度25mm的试样界面上因张力不同造成的4根纬丝结构和5根纬丝结构的情况。



> 图1

(三) 塑化程度

塑化程度不仅能影响整芯输送带的整体使用寿命,对内部粘合强度也有决定性的作用。塑化程度越大,带芯中的塑化糊才会与输送带的骨架带芯等结构结合为一体。塑化程度可以通过车速、塑化温度等来调整。一般来说,在一定范围内,降低车速、提高塑化温度,其塑化程度越高,成品的内部粘合强度也越高;但是若出现“过塑”现象,带体内的芯糊因温度过高会析出,且树脂局部分解,反而会起到反效果,内部粘合强度会急剧降低。

五、试验对整芯输送带内部粘合强度的影响

(一) 试验方法的准确性

采用准确的试验方法是评估输送带内部粘合强度的关键^[15]。试验方法中的制样误差可能会得出相差比较大的结果。例如:按照 MT/T914 - 2019 标准给出的定义,即在剥离试验时每毫米宽度的全试样承受的拉力来计算,试样宽度为 25 ± 1 mm。假如制样宽度分别为 24mm 和 26mm 的 2 个试样,如果正巧试样全宽度为 24mm 的界面上为 4 根纬丝结构,试样全宽度为 26mm 的界面上为

5 根纬丝结构,那同一产品在均符合标准误差要求内的不同宽度的 2 个试样,内部粘合强度会相差甚至 20% 左右。

(二) 试验条件的模拟性

试验条件应尽可能按照 MT/T914-2019 标准中的要求来调试;切好的试样应放在温度 ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) 和相对湿度 45%-75%Rh 的环境中至少 24h,同时试验也应在此环境中进行。因为整芯输送带在不同的温度、湿度等条件下的内部粘合强度可能会发生变化。例如,研究发现整芯输送带随着试验温度的升高,其内部粘合强度大幅度下降。所以在试验过程中,需要考虑到这些因素,以便更准确地评估整芯输送带的内部粘合强度。

六、结论

整芯输送带的内部粘合强度受到原材料、骨架(带芯)、配方、工艺以及试验等多方面因素的影响。在输送带的生产和研发过程中,需要综合考虑这些因素,优化原材料的选择、带芯结构的设计、工艺的控制、配方的调整以及试验方法的准确性,以提高整芯输送带的内部粘合强度,从而满足客户对整芯输送带性能和质量的要求。未来的研究还可以进一步探索这些因素之间的协同作用,以及开发新的材料和工艺来不断提升整芯输送带的内部粘合性能。

参考文献

- [1] 阮积义. 聚氯乙烯塑料及其加工 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.
- [2] 王伟勤. 影响橡塑整芯阻燃输送带黏合强度的因素 [J]. 橡胶工业, 1997, (12): 716-718.
- [3] 吕继明. 橡胶面整芯阻燃输送带覆盖层与芯层间黏合强度的影响因素分析 [EB/OL]. <https://www.docin.com/p-1758098983.html>.
- [4] MT/T914-2019, 煤矿用织物芯阻燃输送带 [S].
- [5] 保定华月胶业有限公司. 一种橡胶面整芯阻燃输送带侧修补装置: CN20212231823.3 [P]. 2022-01-28.
- [6] 王维, 孙业锋, 孙虎, 等. 影响橡胶贴面整芯阻燃输送带使用寿命的因素及解决措施研究 [J]. 中国化工贸易, 2023, 15(19):94-96.
- [7] 山东省七五生建煤矿. 一种矿用橡胶面整芯阻燃输送带专用运输车: CN201920491011.2 [P]. 2020-02-14.
- [8] 杨化民, 王军龙, 姜丽, 等. 模压成型法 PVG 阻燃整芯输送带覆盖胶的配方优化 [J]. 橡胶工业, 2019, 66(1):36-40.
- [9] 荣成市华诚橡胶有限公司. 一种橡胶面织物整芯阻燃耐热输送带: CN202321651171.1 [P]. 2024-02-13.
- [10] 吕继明. 橡胶面整芯阻燃输送带覆盖层与芯层间黏合强度的影响因素分析 [J]. 中国橡胶, 2012, 28(7):47-48.
- [11] 金发科技股份有限公司. 一种聚氯乙烯组合物及其制备方法和应用: CN202211630299.X [P]. 2024-06-18.
- [12] 江苏上上电缆集团新材料有限公司, 江苏上上电缆集团有限公司. 一种防静电高阻燃软质聚氯乙烯组合物及其制备方法和电缆材料: CN202311742168.5 [P]. 2024-03-19.
- [13] 中国石油化工股份有限公司, 中国石油化工股份有限公司齐鲁分公司. 一种高流动性阻燃聚氯乙烯组合物及其制备方法: CN202111048796.4 [P]. 2024-04-09.
- [14] 马春临, 赵怡然, 李培军. 过氧化物交联体系对氯丁橡胶与芳纶线缆黏合的影响 [J]. 弹性体, 2024, 34(4):42-46, 62.
- [15] 全海源, 冯进, 林晓铭, 等. 硫化橡胶与金属的室温黏合研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2023, 49(10):47-49.