

聚酯浸胶帆布在橡胶坝中的应用研究

王继业

(沈阳第四橡胶厂有限公司, 辽宁 沈阳 110021)

摘要:研究聚酯浸胶帆布在橡胶坝中的应用。对锦纶浸胶帆布和聚酯浸胶帆布两种橡胶增强材料的研究表明, 聚酯浸胶帆布具有断裂强力高、断裂伸长率小、耐老化、耐水性能及经济适用性好的特性。聚酯浸胶帆布作为橡胶增强材料应用于橡胶坝是可行的。

关键词:增强材料; 聚酯帆布; 浸胶; 橡胶坝

中图分类号: TQ330.38⁺9; TQ336.5 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-890X(2013)09-0555-05

橡胶坝的骨架材料经历了从棉帆布、维纶帆布到锦纶帆布的发展过程, 目前在工程应用中多以锦纶浸胶帆布为主。锦纶帆布在编织结构上采用平纹结构或平方结构, 其浸渍技术现已十分成熟, 使得锦纶浸胶帆布在橡胶坝方面的应用占有绝对地位。现亦有将 0.66 mm 钢丝网加入橡胶坝袋中增加强度的应用报道^[1]。曹铁生等^[2]公开了一种橡胶水坝袋体在双面形成的搭接错层处粘接有由骨架层和橡胶层构成的搭接条, 从而提高了搭接条机械强度的结构专利。虽然目前未见有关聚酯浸胶帆布应用的报道, 但根据测试数据和工程实践, 可初步判定聚酯浸胶帆布橡胶坝的使用寿命为 15~25 年, 完全可以替代锦纶浸胶帆布成为新的橡胶坝骨架材料。

聚酯纤维具有强力高、伸长率小、质量小、价格低、耐老化和耐水性能好的优点, 以往因其表面化学极性较低, 与橡胶粘合困难而限制了应用。袁爱春^[3]对聚酯帘布与橡胶粘合进行了系统研究, 通过二步法浸胶, 即先用预浸胶液激活聚酯帘线, 然后用传统的间苯二酚-甲醛-胶乳(RFL)浸胶液处理从而改善界面粘结。现在聚酯帆布的浸胶技术已经从研究阶段迈进了成熟的产业化阶段, 覃毅等^[4]从聚酯帘布的表面改性、RFL 二次浸渍工艺、改性 RFL 一次浸渍工艺和胶料配方调整等方面介绍了聚酯帘布与橡胶粘合技术的研究

进展。杨慈文等^[5]分析了胶管增强层用聚酯纤维的发展前景和粘合体系的特性, 阐述了胶料组分中高聚物、促进剂、填料、直粘体系等对橡胶与聚酯纤维粘合的影响, 介绍了聚酯胶管擦胶胶料主要组分适宜比例及其生产实用的胶料配合。周世元^[6]综合比较了输送带用主要增强骨架材料的性能, 认为棉纤维具有中等断裂强度, 适于生产强度不高的厚实帆布; 锦纶纤维有很高的断裂强度和弹性, 但模量小、断裂伸长率较大, 多用于运距短、安全系数大而弹性要求高的场合; 聚酯纤维断裂强度、弹性和模量均较大, 是主要的骨架材料; 芳纶纤维断裂强度极高, 但耐压性能和动态疲劳性能较差且价格超高, 在输送带中的应用有较大局限性; 钢丝具有高破断强度, 但其质量大、耐腐蚀能力有待提高。刘全平等^[7]对聚酯浸胶帘布在汽车子午线轮胎方面的生产与应用进行了论述。

本研究旨在针对锦纶浸胶帆布在橡胶坝应用中存在的应力松弛、高坝坝体过重过厚的问题, 进行聚酯浸胶帆布橡胶坝增强层的研究和实践。

1 实验

1.1 主要原材料

聚酯浸胶帆布, 规格为 PP1010, 山东海龙博莱特化纤有限责任公司试生产; 锦纶浸胶帆布, 规格为 NN1010, 辽宁丹东化纤有限责任公司产品。

1.2 主要设备和仪器

150 mm×320 mm 炼胶机, 上海橡胶机械厂

作者简介:王继业(1956—), 男, 辽宁盖州人, 沈阳第四橡胶厂有限公司高级工程师, 学士, 主要从事胶布、胶管、密封胶件及其他橡胶杂品的研究工作。

产品;XY-31-1730 型压延机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;1.2 m×6.0 m 平板硫化机,呼和浩特橡塑机械厂产品;0.2 m×10.0 m 成型热压机,沈阳第四橡胶厂有限公司自制;XLL-250 型拉力试验机,上海化工机械四厂产品;2500 N 拉力试验机,德国 VEB 公司产品;UT-2060 型拉力试验机,中国台湾优肯科技股份有限公司产品;XCY 型橡胶脆性温度测试仪,天津市材料试验厂产品;臭氧试验机,德国 Argentox 公司产品;401 型热老化试验箱和 LX-A 型邵尔橡胶硬度计,上海实验仪器厂有限公司产品。

2 实验方案和设计

2.1 实验方案

设计一座骨架材料为聚酯浸胶帆布的试验橡胶坝(双锚固、黑色、坝高 1.6 m、内压比 1.3),与近似规格锦纶浸胶帆布作为骨架材料的橡胶坝进行全面对比分析,考核其各项性能的差异和适用性,研究聚酯浸胶帆布用作橡胶坝骨架材料的可行性。

2.2 聚酯浸胶帆布的选择

目前可用于橡胶坝的骨架材料性能如表 1 所示。

表 1 橡胶坝用骨架材料性能

项 目	棉	锦纶 6	锦纶 66	聚酯	芳纶	玻璃纤维	钢丝
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	1.54	1.14	1.14	1.38	1.14	2.54	7.85
直径/ μm	15	25	25	25	12		
纤维细度/dtex	1.6	6.7	6.7	5.7	1.7		
拉伸强度/MPa	230	850	850	1 100	2 750	2 250	2 750
断裂伸长率/%	8	16	19	13	4	5	2.5
断裂强度/($\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)	15	85	80	80	190	35	35
初始模量/($\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$)	225	500	800	850	4 000	2 150	1 500
150 $^{\circ}\text{C}$ 下的干热收缩率/%	0	5	6	11	0.2	0	

从表 1 可以看出,锦纶和聚酯均具有断裂强度高、断裂伸长率小的优点、耐老化和耐水性能好,价格适中,是适合制作橡胶坝的骨架材料。芳纶和钢丝也很好,但芳纶造价昂贵,不适合在应用量大的经济制品上使用;钢丝虽然埋设在胶层内部,仍会因为水和氧的渗透而氧化锈蚀,且这种情况会因为压力的作用而加剧。相对而言,聚酯具有断裂强度更高、断裂伸长率更小、更耐老化、更耐水、质量小、价格低的优势,而且聚酯浸胶帆布粘合技术已经得到了解决,在众多领域也得到了广泛的使用。我公司与山东海龙博莱特化纤有限责任公司合作试生产了 PP1010 聚酯浸胶帆布,其性能实测结果如表 2 所示。

从表 2 可以看出,PP1010 聚酯浸胶帆布的基本性能均符合技术指标要求。

2.3 配方设计

试验研究聚酯浸胶帆布橡胶坝中胶、内胶、外覆盖胶的配方设计。由于胶料的用途都是制造橡胶坝,配方设计的重点是橡胶坝中胶,需要解决中胶与聚酯浸胶帆布的粘合性能及相应的压延、贴合、硫化等工艺的协调问题,新设计胶料配方的技

表 2 1010 聚酯浸胶帆布性能实测结果

项 目	PP1010	NN1010	技术指标
断裂强力/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$)			
经向	128	110	≥ 100
纬向	121	118	≥ 100
断裂伸长率/%			
经向	19	28	≤ 40
纬向	22	31	≤ 40
密度/($\text{根} \cdot \text{dm}^{-1}$)			
经向	65	58	55 ± 5
纬向	65	62	60 ± 5
厚度/mm	0.81	0.95	0.9 ± 0.25
幅度/cm	112	108	110 ± 2
卷装长度/m	> 200	100	≥ 100

术性能、工艺性能基本符合 HG/T 2886—1997《橡胶水坝》的技术指标要求。用于聚酯浸胶帆布橡胶坝坝袋中胶、内胶、外覆盖胶配方及硫化条件如下。

外覆盖胶配方:氯丁橡胶(CR)/三元乙丙橡胶 100,炭黑 N330 50,氧化锌 5,硬脂酸 1.5,填充剂 20,石蜡油 20,防老剂 3.5,增粘剂 8.5,硫化树脂 4,硫黄 2.2,促进剂 DM

1,促进剂 TMTD 1.5,促进剂 DPTT 1.5。硫化条件:151 ℃×40 min。

中胶配方:天然橡胶(NR,烟胶)/CR 100,炭黑 N550 30,白炭黑 15,氧化锌 5,氧化镁 4,硬脂酸 2,填充剂 15,环烷油 18,防老剂 3,粘合剂 6.5,树脂 5,硫黄 2.5,促进剂 DM 1,促进剂 CZ 1.5。硫化条件:151 ℃×30 min。

内胶配方:NR(烟胶)/丁苯橡胶 100,炭黑 N550 30,炭黑 N330 15,氧化锌 5,硬脂酸 2,填充剂 15,环烷油 18,防老剂 3,硫黄 2.5,促进剂 DM 0.8,促进剂 CZ 1.2。硫化条件:151 ℃×40 min。

聚酯浸胶帆布橡胶坝外覆盖胶、中胶和内胶物理性能分别如表 3~5 所示。

从表 3~5 可以看出,聚酯浸胶帆布橡胶坝外覆盖胶、中胶和内胶物理性能符合标准要求。

2.4 橡胶坝主体胶布结构

设计坝袋胶布两面挂中胶,每面厚+0.3 mm,外层胶布贴厚2.5 mm的外覆盖胶,内层胶布贴厚 2.0 mm 的内胶。贴合硫化后总厚度为(6.0±0.1) mm。橡胶坝主体胶布结构如图 1 所示。

表 3 聚酯浸胶帆布橡胶坝外覆盖胶的物理性能		
项 目	实测值	指标 ¹⁾
邵尔 A 型硬度/度	60~65	55~65
拉伸强度/MPa	16.2	≥15
拉断伸长率/%	520	≥450
拉断永久变形/%	8~10	≤30
脆性温度/℃	-55	≤-30
100 ℃×96 h 热空气老化后		
拉伸强度/MPa	14.8	≥12
拉断伸长率/%	480	≥300
70 ℃×96 h 热淡水老化后		
拉伸强度/MPa	15.2	≥12
拉断伸长率/%	470	≥350
体积膨胀率/%	6.7	≤20
臭氧老化性能 ²⁾	不龟裂	不龟裂
阿克隆磨耗量/cm ³	0.2	≤0.8
屈挠性能(20 万次)	不裂	不裂

注:1)HG/T 2886—1997;2)臭氧体积分数 1×10⁻⁴,温度 40 ℃,伸长率 20%,时间 120 min。

表 4 聚酯浸胶帆布橡胶坝中胶的物理性能		
项 目	实测值	指标 ¹⁾
邵尔 A 型硬度/度	60~64	50~65
拉伸强度/MPa	14.4	≥12
拉断伸长率/%	550	≥400
拉断永久变形/%	12	≤35
脆性温度/℃	-56	≤-30
100 ℃×96 h 热空气老化后		
拉伸强度/MPa	14.6	≥10
拉断伸长率/%	480	≥300
70 ℃×96 h 热淡水老化后		
拉伸强度/MPa	14.2	≥10
拉断伸长率/%	460	≥350
体积膨胀率/%	6.1	≤20
屈挠性能(20 万次)	不裂	不裂

注:1)HG/T 2886—1997。

表 5 聚酯浸胶帆布橡胶坝内胶的物理性能		
项 目	实测值	指标 ¹⁾
邵尔 A 型硬度/度	60~65	50~65
拉伸强度/MPa	16.3	≥12
拉断伸长率/%	640	≥400
拉断永久变形/%	18	≤35
脆性温度/℃	-55	≤-30
100 ℃×96 h 热空气老化后		
拉伸强度/MPa	15.5	≥10
拉断伸长率/%	565	≥300
70 ℃×96 h 热淡水老化后		
拉伸强度/MPa	15.8	≥10
拉断伸长率/%	610	≥350
体积膨胀率/%	1.8	≤20
屈挠性能(20 万次)	不裂	不裂

注:同表 4。

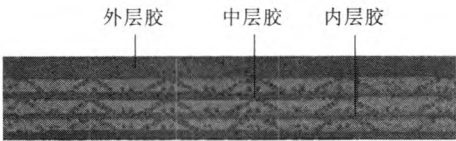


图 1 橡胶坝主体胶布结构示意图

3 实施过程

3.1 混炼胶

橡胶坝成品试验试制工作总计投料量为:外覆盖胶 800 kg、中胶1 400 kg、内胶 600 kg。为更好更多地积累数据,逐辊进行快速(硬度和密度)检验和物理性能检验;每 5 辊进行臭氧老化、热空气老化和热淡水老化检验;每 10 辊进行阿克隆磨

耗量和脆性温度检验;每种胶料抽检 2 次屈挠疲劳性能。

外覆盖胶和内胶的塑性控制与正常橡胶坝相同,中胶塑性值控制在 0.4 ± 0.2 的范围内。

3.2 压延

聚酯帆布的压延与锦纶帆布有很大区别,这是由聚酯帆布的定伸模量高、压延展平的拉力大造成的。此外,在生产过程中,聚酯帆布浸胶热定型时的热收缩力较锦纶材料大很多,如果定型设备的夹持力不足,就无法控制热收缩变形,甚至损坏定型设备,橡胶坝用聚酯浸胶帆布尤为困难,其不仅经向断裂强力高达 $360\text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}$,其纬向断裂强力也要求接近这一数值,专业生产聚酯帆布的厂家很难接受这样的要求。因此现在生产高强度橡胶坝用聚酯浸胶帆布还有困难。

聚酯浸胶帆布的压延温度应控制在 $70\sim80\text{ }^{\circ}\text{C}$,生产线速度不宜过快。

3.3 贴合与硫化

聚酯浸胶帆布的贴合与锦纶浸胶帆布相同,硫化条件为:单层胶布 $160\text{ }^{\circ}\text{C}\times25\text{ min}$;双层胶布 $160\text{ }^{\circ}\text{C}\times30\text{ min}$ 。橡胶坝用单层和双层聚酯浸胶帆布物理性能分别见表 6 和 7,可以看出两者物理性能均符合 HG/T 2886—1997 的要求。

3.4 成型与热压合

聚酯浸胶帆布的成型与锦纶浸胶帆布相同,热压合硫化工艺条件为 $155\text{ }^{\circ}\text{C}\times30\text{ min}$ 。

3.5 安装与使用

聚酯浸胶帆布橡胶坝的安装和使用与锦纶浸胶帆布橡胶坝相同,沈阳第四橡胶厂 2005 年设计

表 6 橡胶坝用单层聚酯浸胶帆布的物理性能

项 目	实测值	指标 ¹⁾
断裂强力/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)		
经向		
初始	132	≥ 100
$100\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热空气老化后	128	≥ 80
$70\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热淡水老化后	136	≥ 80
纬向	125	≥ 100
粘合力/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)		
初始	6.83	≥ 6.0
$70\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热淡水老化后	5.91	≥ 4.0

注:同表 4。

表 7 橡胶坝用双层聚酯浸胶帆布的物理性能

项 目	实测值	指标 ¹⁾
断裂强力/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)		
经向		
初始	258	≥ 200
$100\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热空气老化后	211	≥ 160
$70\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热淡水老化后	260	≥ 160
纬向	230	≥ 180
粘合力/($\text{kN}\cdot\text{m}^{-1}$)		
初始	6.78	≥ 6.0
$70\text{ }^{\circ}\text{C}\times96\text{ h}$ 热淡水老化后	6.27	≥ 4.0

注:同表 4。

试制的一座骨架为聚酯浸胶帆布的橡胶坝安装充水后,坝体平展,改变了以往锦纶浸胶帆布橡胶坝坝体不平整的结肠现象;至 2011 年已经安装使用 5 年,坝体依然平展如初,改进了锦纶浸胶帆布在橡胶坝应用中存在的应力松弛变形问题,取得了良好的效果(见图 2)。

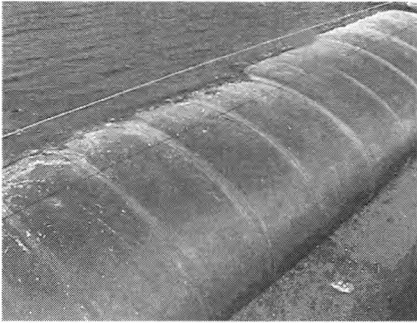


图 2 以聚酯浸胶帆布为骨架材料的试验橡胶坝

4 结论

(1)聚酯浸胶帆布具有断裂强力高、断裂伸长率小的优点,且耐老化性能、耐水性能和经济适用性好,作为橡胶增强材料应用于橡胶坝是可行的。

(2)橡胶坝用高强度聚酯浸胶帆布的配套制造仍然阻碍着聚酯浸胶帆布在橡胶坝等水利领域的发展,需要进一步改进。

(3)提倡大力推进技术进步,依靠技术领先降低成本、提高质量是摆脱我国橡胶坝行业低价格恶性竞争的市场环境的唯一办法。

参考文献:

[1] 陆吾华,侯作启. 橡胶坝设计与管理[M]. 北京:中国水利水电出版社,2005:6-15.
[2] 曹铁生,曹铁刚. 一种橡胶水坝袋体[P]. 中国:CN

201151899, 2008-06-25.

[3] 袁爱春. 橡胶增强用聚酯帘线表面处理及机理研究[D]. 上海: 东华大学, 2007.

[4] 覃毅, 熊联明, 李璐, 等. 聚酯帘线与橡胶粘合技术的研究进展[J]. 橡胶工业, 2007, 54(10): 632-635.

[5] 杨慈文, 赵三桥, 廖碧云. 略论胶管中聚酯帆布的粘合问题

[J]. 天津橡胶, 2001(4): 31-34.

[6] 周世元. 输送带用增强骨架材料及其组织结构[J]. 橡胶工业, 2003, 50(1): 50-56.

[7] 刘全平, 周立民, 张玉友, 等. 高性能高模量低收缩涤纶骨架材料的研究和应用[J]. 中国橡胶, 2005, 21(13): 16-19.

第6届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

轮胎行业盈利走高投资兴旺

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

2013年上半年我国轮胎生产销售逐渐转好, 盈利水平创新高, 出现了近年少有的生产火热局面。预计下半年轮胎企业运行环境依旧较好, 产销进一步扩大。虽然价格走低概率较大, 但因原料成本将同步甚至有更大幅度的下行, 轮胎行业盈利仍将保持较高水平。受高盈利推动, 轮胎投资也将大幅度增长。

轮胎市场的最大利好是橡胶价格保持较低水平。受美元指数继续反弹及钱荒问题的影响, 股指及大宗商品期货2013年年初以来继续呈现下滑走势, 橡胶价格连创年内新低。轮胎一半多成本来自橡胶, 橡胶价格下降对轮胎企业是绝对利好。第二大利好是我国将加大城镇化建设步伐, 使城区面积不断扩大, 汽车市场增速逐步回升, 有利于轮胎工业的发展。

2013年下半年, 轮胎生产和销售将继续扩大。2013年上半年轮胎生产状况相对以往70%~80%的开工率大为提高, 相当多的企业生产出现满负荷, 这是近年少有的现象。下半年轮胎生产火热将继续, 估计开工率在90%以上的局面将会持续一段时间。

目前轮胎销售具有较大的盈利空间, 轮胎企业采取各种营销手段加大营销力度, 销售竞争将白热化, 轮胎价格走低是大概率事件。由于我国运输业上半年对轮胎需求不理想, 轮胎销售落后于生产, 库存略有增加。三季度, 运输业将进入旺季, 预计全钢载重子午线轮胎销售量将有一定的提升。工程机械轮胎由于世界采掘业不景气, 销售受阻, 预计很难在下半年改善。轿车轮胎是我国近两年发展最快的产品, 生产能力在快速提高, 产品质量和品牌知名度大大提升, 销售将有大幅度增长。

轮胎出口形势较好。2012年9月后美国取消对我国轿车轮胎3年特保措施, 引发了我国轮胎对美出口较大幅度增长, 在美国催生了一群新的轮胎代理商。我国的轿车轮胎在2012年第4季度开始恢复出口量, 出口的轿车轮胎较2011年同期增长32%, 达到2 940万条, 接近历史最高纪录。这种趋势一直持续到现在, 2013年出口的轿车轮胎强势增长70%以上, 比2012同期增加900万条, 我国2013年出口美国轮胎将达到3 600万条, 创历史新高。

企业盈利水平提高是轮胎行业最大的亮点。轮胎上市公司盈利均出现增长。2013年下半年橡胶价格比一季度更低, 这将大大提高企业盈利水平。据测算橡胶占轮胎制造成本约50%, 胶价降低6.7%可提升轮胎业销售净利率约2.6%, 以橡胶价格同比降幅20%计算, 假设轮胎不降价, 轮胎毛利率有望提高近8%。由于我国轮胎议价能力不强, 轮胎价格在下半年走低不可避免。随着轮胎降价幅度与橡胶降价幅度靠近, 轮胎毛利率向下走可能性增加, 但这可能要到四季度才出现, 2013年下半年仍可能是轮胎行业最赚钱的时光。

盈利的提高刺激了轮胎投资“井喷”。初步估算, 此波轮胎投资将形成全钢载重子午线轮胎年产能2 000万套以上, 轿车子午线轮胎年产能1亿套以上。这些投资大多在一季度启动, 下半年将是主要实施期, 轮胎的投资额将创历史新高。待此轮轮胎投资完成, 我国轮胎结构性过剩将更加明显。由于轮胎投资增加, 橡胶机械企业大多订单饱满, 预计橡胶机械行业2013年也是一个丰收年。同样, 上游炭黑、助剂等产业也会因为轮胎行业好转而保持增长势头。

(摘自《中国化工报》, 2013-07-02)