

非石棉短纤维增强橡胶密封板材的压缩成张工艺设计

谢苏江, 蔡仁良

(华东理工大学 化工机械研究所, 上海 200237)

摘要: 设计出了非石棉短纤维增强橡胶密封板材的压缩成张生产工艺, 并确定了主要生产工艺参数。该生产工艺包括基体粘合剂炼制、非石棉纤维处理、拌料、成型和硫化 5 部分, 生产出的非石棉橡胶密封板材可以替代传统石棉橡胶密封板材, 并具有一定的综合性能。

关键词: 非石棉材料; 橡胶; 密封板材

中图分类号: T Q336. 4⁺2 文献标识码: A 文章编号: 1000-890X(2000)07-0415-05

由于传统的石棉纤维增强橡胶密封板材对人体健康会产生损害并对环境造成污染, 因此已被禁用, 代之以新型非石棉纤维增强橡胶密封板材^[1]。

非石棉橡胶密封板材的组成和结构与一般石棉橡胶板材基本类似, 主要由非石棉纤维、橡胶粘合剂、各种补强与增容性填料及少量化学助剂复合而成, 最终产品要求具有较高的机械强度、优越的压缩回弹性能、较好的密封性能以及优异的抗介质性^[2]。由于非石棉纤维与石棉纤维有着本质上的差异, 使得增强橡胶密封板材在制备工艺和配方设计方面既有类同, 又有区别。

目前, 我国对非石棉橡胶密封板材的需求越来越多, 为此, 设计出了适合我国国情的非石棉橡胶密封板材的基本制备工艺, 并确定了主要工艺参数, 旨在推动非石棉橡胶密封板材的国产化进程。

1 基本制备工艺

传统石棉橡胶密封板材已经有一套成熟的制备工艺, 其生产方法有压缩成张法、造纸法、离子沉积法、电极沉积法等^[3]。

非石棉橡胶密封板材的制备工艺借鉴和改进石棉橡胶密封板材的工艺特点, 目前主要有 3 种生产工艺, 即橡胶混炼模压工艺^[4]、胶乳抄取工艺^[5]和压缩成张工艺^[6]。这 3 种生产方法各有不同的特点, 适合于不同的经济技术水平和技术性能要求。

1.1 橡胶混炼模压工艺

橡胶混炼模压工艺也称模压法(MP 法), 是一种传统的橡塑成型工艺, 与一般橡胶基复合材料的制备方法相同。

橡胶在开炼机或密炼机中塑炼, 然后与非石棉纤维、其它配合剂及填料进行混炼、模压硫化, 从而制备成纤维增强橡胶复合密封材料。

这种方法最大的优点是所需生产设备少, 生产工艺简单, 污染小。但是, 由于混炼时纤维损伤严重, 导致纤维长径比急剧下降, 且纤维分散差, 材料基体橡胶的质量分数较高(> 0.2), 所得制品的强度低, 综合性能较差, 特别是耐热性能和抗蠕变松弛性能较差, 而且生产的机械化程度及生产效率也较低, 产品尺寸受设备限制, 不适合大规模工业化生产。

1.2 胶乳抄取工艺

胶乳抄取工艺也称造纸法(BA 法), 主要采用造纸机械将含水分散体系按造纸工艺加工成板材, 是目前国外常采用的制备方法。

在该生产工艺中, 最常用的粘合剂为胶乳,

作者简介: 谢苏江(1968-), 男, 江苏宜兴人, 华东理工大学化工机械专业助理研究员, 在职博士, 主要从事流体密封技术和新型密封材料的研究和开发。

增强材料为非石棉短纤维或浆粕, 因此纤维的预处理比较复杂, 需采用电荷调节剂改善填料和纤维的表面电荷, 以利于纤维的分散和粘合剂的附着。生产过程中存在大量工业废水, 需要加以回收利用。此外, 对非石棉纤维的要求较高, 要求其必须与胶乳具有较好的相容性, 目前主要以采用有机纤维产品为主, 因此采用该生产工艺生产的板材耐热性能较差, 规格也相对较小; 但板材柔软, 尺寸和性能稳定、均匀, 加工和运输方便, 十分适宜作为仪器、仪表和机动车的密封配件。

由于采用该生产工艺生产的产品质量主要取决于材料的配方, 因此人为因素较少, 产品质量比较容易控制, 同时由于可以使用大量的添加剂以获得适合不同性能要求的垫片材料, 因此相对比较灵活。

1.3 压缩成张工艺

压缩成张工艺也称压缩石棉法(CA 法), 这种方法广为石棉行业采用, 是石棉橡胶密封板材的主要制备工艺。

采用该生产工艺, 橡胶粘合剂需经有机溶剂溶解后与其它组分混合制成料子, 然后再经双辊成张机压延而制成密封板材。由于生产中需要采用大量有机溶剂(汽油、苯、甲苯等), 因此应有溶剂回收系统, 而且工艺设备投资较大, 对材料配方、生产工艺参数和工人素质的要求均较高, 特别对于非石棉橡胶密封板材的生产, 这种要求更为严格。但在加工过程中, 纤维损伤的程度较小、拌料也较均匀、可供选择的原材料范围也较广, 所得板材综合性能在 3 种制备工艺中最好, 尤其是其拉伸强度较高, 厚板也不易分层, 产品的尺寸和规格最大, 生产效率也最高。非石棉橡胶密封板材的 3 种制备工艺的主要特点比较见表 1。

国内采用压缩成张工艺的石棉橡胶密封板生产线较多, 为便于对传统石棉橡胶密封板生产企业进行改造, 选择压缩成张生产工艺作为研制非石棉橡胶密封板材的主要方法。

2 压缩成张工艺设计

非石棉橡胶密封板材的压缩成张工艺可分

表 1 非石棉橡胶密封板材 3 种制备工艺的特点

项 目	压缩成 张工艺	胶乳抄 取工艺	混炼模 压工艺
工艺复杂程度	高	高	低
设备投资	大	中	小
污染程度	大	中	小
纤维损伤程度	中	小	大
纤维分散性	较好	好	可
尺寸大小	大	中	小
性能均匀性	较好	好	可
材料综合性能	好	好	可
生产效率	高	中	低
产品性能价格比	大	中	小
产品适用范围	广	较广	窄

为 5 个部分, 即基体粘合剂的炼制、非石棉纤维的处理、拌料、成型和硫化。其生产工艺流程如图 1 所示。

2.1 基体粘合剂的炼制

(1) 橡胶的切胶、塑炼、混炼和切片

根据板材的具体使用要求, 选择适当的橡胶种类, 按一般的割胶和倒胶以及打卷方法, 在开炼机上对橡胶进行塑炼和混炼加工, 使生胶从强韧的弹性状态变成柔软的塑性状态, 并使部分配合剂、填料等能均匀地分散在胶料中, 然后由扯片机扯片, 以供膨胀时使用。

为防止辊筒温度过高引起胶料自硫, 混炼时只加入硫化活性剂、促进剂和防老剂, 硫化剂在拌料时加入。混炼加料顺序为: 硫化活性剂→防老剂→促进剂。要求胶片不能过大、过厚, 以保证膨胀和拌料的质量。

(2) 膨胀

将由扯片机切好的胶片浸于汽油、苯、甲苯或乙酸乙酯等有机溶剂中, 使其膨胀以便进行下一步的拌料。

膨胀要注意溶剂的用量和纯度, 以免溶剂过多而使拌料困难, 同时要根据所用胶料合理选用溶剂, 尽量少用毒性较大的溶剂, 更要防止溶剂含水而影响膨胀质量。

2.2 非石棉纤维的预处理

(1) 纤维的切短

在非石棉纤维的切短时, 初始长径比应控制为 100~200。纤维的类别不同, 其强度和韧性差别较大。如玻璃纤维脆性大, 加工过程中容易折断, 如果初始长径比选择不当, 纤维将失

拌料一般在三辊拌料机中进行, 三辊拌料机的结构示意图见图 2。

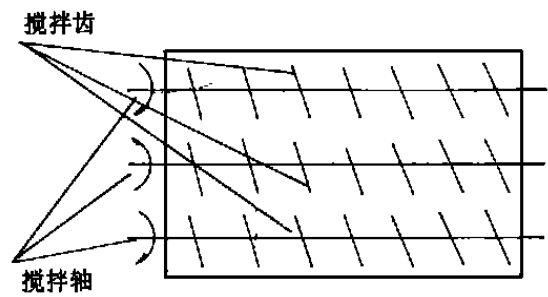


图 2 三辊拌料机示意图

在拌料过程中, 非石棉纤维、胶浆和填料的混合物在机壳和浆叶间隙发生强烈的撕裂和摩擦, 导致纤维长径比逐渐下降, 胶浆粘度降低, 胶膜强度减弱, 即基料的粘性减小, 成张后板材的强度变小。因此, 在原料混合均匀的条件下, 拌料时间越短越好, 但是拌料时间过短, 原料不易混匀, 料子过大, 同样不利于板材的成张和质量。具体的拌料工艺参数需通过大量试验来获得。

2.4 成型

橡胶密封板材的成型在成张机上完成, 成张机结构示意图见图 3。

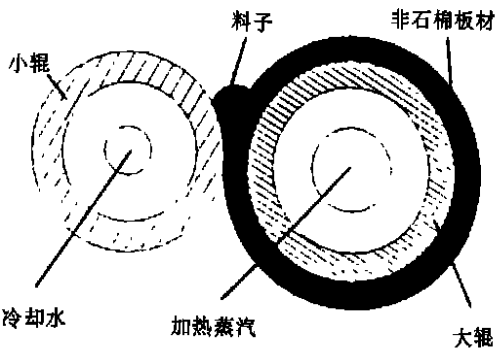


图 3 成张机结构示意图

将拌好的料子在具有热辊和冷辊的成张机上一层一层滚压制成板材。这是整个非石棉橡胶板加工中对质量最具有决定性的环节, 而其中成张机辊筒的工作状态和生产工艺又直接关系到制品性能的优良。

2.5 硫化

将经过成张加工制得的非石棉橡胶密封板材在平板硫化机上加压、加温, 使胶料中的橡胶和硫化剂等发生化学交联, 从而改善产品的综合性能。为此, 我们通过大量试验研究来选择硫化压力和温度, 以材料综合性能最好时的硫化点确定硫化条件。加工工艺对材料性能的影响见表 2。

表 2 加工工艺对材料性能的影响

性 能	压延	模压硫化	烘箱硫化	热处理	备注
拉伸强度/M Pa					
横向	5. 21	9. 13	9. 05	9. 68	ASTM F 152
纵向	9. 35	16. 50	16. 12	17. 89	ASTM F 152
扯断伸长率/%					
横向	25	19. 6	21. 3	17. 9	ASTM F 152
纵向	20	16. 5	18. 7	14. 2	ASTM F 152
邵尔 A 型硬度/度	92	95. 2	93. 7	96. 5	GB 531—1995
密度/(M g·m ⁻³)	1. 82	1. 93	1. 84	1. 94	GB 544—1995
柔软性	合格	合格	合格	合格	ASTM F 147
压缩率/%	17. 6	9. 7	12. 4	8. 9	ASTM F 36
回弹值/%	43. 7	65. 2	55. 6	67. 3	ASTM F 36
蠕变松弛率/%	37. 9	29. 8	31. 5	27. 6	ASTM F 38
耐油性(ASTM B 号燃料油, 室温×5 h)					
厚度变化率/%	12. 7	8. 76	10. 87	7. 57	ASTM F 146
质量变化率/%	18. 9	14. 72	16. 5	12. 32	ASTM F 146

注: 压延条件为(130±10)℃×5 min; 模压硫化条件为 145℃/12 MPa×30 min; 烘箱硫化条件为 145℃×30 min; 热处理条件为 100℃×24 h。

从表 2 可以看出, 板材处理工艺不同, 其性能存在明显差异。一般经模压硫化后材料具有

较好的综合性能, 其中烘箱硫化效果较差。此外, 对材料进行适当的热处理, 部分性能可以进

一步改善。

总之,压延成张后的板材经 145 ℃、压力为 10~20 MPa、时间为 30 min 左右的模压硫化后,可以制得具有较好综合性能的非石棉橡胶密封板材。

3 试验结果

综合大量试验结果,得出非石棉橡胶密封板材的压缩成张工艺主要参数为:

- 炼胶时间 10~20 min;
- 纤维长径比 100~200;
- 拌料时间 3~5 h;
- 成型大辊表面温度 100~120 ℃;
- 成型小辊表面温度 <25 ℃;
- 成型料层厚度 0.01~0.02 mm;
- 成型线压力 176.4~205.8 kN·m⁻¹;
- 硫化温度 130~150 ℃;
- 硫化压力 10~20 MPa;
- 硫化时间 20~70 min。

3 种不同制备工艺制得非石棉橡胶密封板材的性能比较见表 3。

从表 3 可以看出,采用压缩成张生产工艺进行生产,可以获得综合性能十分优异的非石棉橡胶密封板材。

4 小结

- (1)采用压缩成张生产工艺,可以制得综合性能十分优异的非石棉橡胶密封板材料。
- (2)非石棉橡胶密封板材的压缩成张工艺主要参数为:炼胶时间 10~20 min;纤维长径比 100~200;拌料时间 3~5 h;成型大辊表面温度 100~120 ℃;成型小辊表面温度 <25 ℃;成型料层厚度 0.01~0.02 mm;成型线压力 176.4~205.8 kN·m⁻¹;硫化温度 130~150 ℃;硫化压力 10~20 MPa;硫化时间 20~70 min。

参考文献:

[1] Kockelmann H, Birembant Y. Asbestos-free materials for

表 3 不同工艺非石棉橡胶密封板材的性能比较

性 能	压缩法	抄取法	模压法	备注
密度/ (Mg·m ⁻³)	1. 85	1. 62	1. 76	ASTM F 1315
压缩率/%	9. 7	25. 6	13. 5	ASTM F 36
回弹值/%	67. 8	42	53. 3	ASTM F 36
拉伸强度/MPa				
横向	12. 13	10. 5	8. 06	ASTM F 152
纵向	18. 10	15. 44	9. 31	ASTM F 152
热质量损失				
率/%	34. 9	43. 7	52. 1	800 ℃×1 h
泄漏率/ (m L·h ⁻¹)	0. 3	0. 8	0. 13	ASTM F 37
柔软性	无裂纹	无裂纹	无裂纹	ASTM F 147
蠕变松弛/%	21. 2	27. 7	34. 5	ASTM F 38B
耐流体性能				ASTM F 146
强度损失				
率*/%	42. 1	35	31. 2	ASTM 3 号油
压缩率*/%	12. 9	30	18. 3	ASTM 3 号油
厚度变化				
率*/%	9. 7	17	13. 9	ASTM 3 号油
质量变化				
率*/%	12. 1	35	22. 6	ASTM 3 号油
厚度变化				
率**/%	5. 7	8. 9	7. 8	ASTM B 号燃料油
质量变化				
率**/%	8. 6	31	11. 8	ASTM B 号燃料油

注: * 试验条件为 150 ℃×5 h; * * 试验条件为 25 ℃×5 h。

gaskets for bolted flanged connection[J]. Engineering. 1988 (11): 1-3.

[2] 蔡仁良 谢苏江. 非石棉压缩纤维密封垫片的研究与开发 [J]. 石油化工设备. 1994, 23(4): 42-46.

[3] 张景仁. 石棉橡胶板-垫圈材料[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1979. 45-63.

[4] 谢苏江, 蔡仁良. 一种用纤维增强的软木橡胶密封材料及其制备工艺[P]. 中国, 中国发明专利, CN1110300A, 1994-11-04.

[5] Rogers R J, Foster R P, Waastler K L. Considerations in the fomulation of gasket materials[J]. J. Tappi , 1991(9): 127-132.

[6] Tsutomu Y, Kazuo N, Yuji S. Compressed non-asbestos sheets[P]. USA, USP 4 508 777, 1985-04-02.

[7] 谢苏江 蔡仁良. 非石棉压缩纤维密封垫片用纤维及其与橡胶的复合[J]. 化工新型材料. 1994(2): 12-16.

收稿日期: 2000-01-04