

胶乳抄取非石棉密封材料的配方研究

刘美红,蔡仁良,谢苏江

(华东理工大学 化机所流体密封研究室,上海 200237)

摘要:以 NBR 胶乳为弹性粘合剂,采用胶乳抄取工艺,制备无机纤维为主的混杂纤维非石棉密封材料。经筛选确定的胶乳抄取非石棉密封材料基本配方为:胶乳(干质量) 8~25,纤维 40~75,填料 5~50,其它助剂 2。扫描电镜分析表明,混杂纤维的分散性优于单一陶瓷纤维,纤维具有良好的覆胶性和一定的缠绕性,产品性能较好。

关键词:NBR 胶乳;抄取;非石棉密封材料;陶瓷纤维

中图分类号:TQ343 **文献标识码:**B **文章编号:**1000-890X(2004)02-0083-04

为满足健康和环保的需要,传统的石棉密封材料已经逐渐被非石棉密封材料所替代^[1]。目前,非石棉垫片密封材料采用有机或(和)无机纤维材料,包括芳纶浆粕、纤维素(纸浆)纤维、酚醛纤维及矿物纤维等,并以芳纶浆粕居多。该密封材料具有良好的综合性能,在某些方面甚至超过了石棉纤维材料。但是,由于受所用纤维的制约,其应用仍有一定的局限性,且一般价格较高,难以在国内普及推广^[2~9]。本工作采用胶乳抄取工艺,选择以无机纤维为主的混杂纤维制备非石棉密封材料。

1 实验

1.1 原材料

胶乳抄取非石棉密封材料要求压缩回弹性好,具有一定的机械强度,较好的耐热性、耐介质性和密封性,且成本要低,因此其组成一般包括非石棉纤维(或浆粕)、弹性粘合剂(胶乳)、填料和其它少量助剂,其中非石棉纤维(或浆粕)和胶乳对材料的性能影响较大^[10]。

(1)非石棉纤维

非石棉纤维是非石棉密封材料的重要组成部分,主要起隔热和增强作用,其物理和化学特性直接影响密封材料的最终性能 and 产品成本。一般非石棉纤维的选用应根据材料的技术性能要求,综

合考虑纤维的耐热性、单丝长度、纤维长径比、耐介质性、与橡胶的亲合性、可处理性及纤维的性价比,同时还要考虑纤维的来源。

国外常用的纤维有芳纶纤维和纤维素纤维。芳纶纤维属于芳香族聚酰胺纤维,因具有较高的强度和模量,较好的剪切性能、耐磨性及加工性能而成为首选的石棉替代品。纤维素是木纤维的主要组分,在打浆过程中对纤维的润胀和纤维间的粘合起很好的作用。但是,有机纤维的耐温性能有限,且成本较高(相当于石棉纤维的 8~12 倍)。国内外生产厂商倾向于使用无机纤维,如天然矿纤维、碳纤维、玻璃纤维、矿渣棉纤维等^[11,12]。无机纤维的强度高、耐高温性能优异、成本较低,但柔韧性差,以致加工过程中长径比减小,效果不理想,与胶乳的粘合性也较差。因此,本研究选用非石棉无机纤维,如陶瓷纤维、海泡石纤维,并配以一定用量的纤维素纤维和芳纶浆粕,用混杂纤维替代单一纤维,以改善其综合性能,降低材料成本。

(2)弹性粘合剂

弹性粘合剂是抄取密封纸(板)的另一个主要组分,它可使各组分有机地粘合在一起,特别是将填料粒子和纤维粘成弹性网膜,因此是影响抄取纸(板)耐介质性、耐热性及密封性的重要因素之一。根据各类橡胶的特性,为满足密封材料在耐热、耐油、拉伸强度及成本等方面的要求,本研究选用 NBR 胶乳作为弹性粘合剂。

(3)填料和配合剂

填料也是抄取非石棉密封纸(板)的主要组分

作者简介:刘美红(1973-),女,广东兴宁人,华东理工大学在读博士研究生,从事胶乳抄取非石棉密封材料的配方设计及性能研究。

之一。加入填料和配合剂不但便于工艺操作,降低产品成本,而且可以改善材料的性能,使制品满足技术要求,如达到一定的密度、弹性、拉伸强度、耐压和耐热性等。常用的填料有补强性和非补强性两种。补强性填料有炭黑、白炭黑、硬质陶土、氧化锌、超细碳酸钙、超细滑石粉;非补强性填料有碳酸钙、硫酸钡等。一般使用的是硅酸盐水泥、云母粉、滑石粉、高岭土、硅藻土、硅酸盐、碳酸盐以及它们的混合物。本研究所用填料从高岭土、炭黑、白炭黑、碳酸钙、石墨中选取。

此外,除了加入活性剂、硫化剂、促进剂、防老剂、着色剂等化学助剂外,还需加入适量的表面活性剂、分散剂、增稠剂和消泡剂等工艺助剂,从而增大胶乳粒子的亲水性,改善其表面电荷。

1.2 制备工艺

抄取工艺也就是传统的造纸法,即采用改良的造纸机械将含水分散体系按造纸工艺加工成密封板材,其生产工艺流程如图1所示。

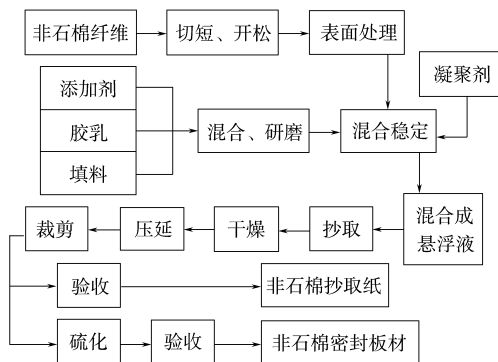


图1 抄取法制备非石棉密封板材的基本工艺

工艺的关键在于制备拥有纤维和各种辅料的含水分散体系(纤维等与胶乳的悬浮液),这是抄取成张的基础,也是纤维与基体良好结合的保证。采用该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,产品质量容易控制,而且可以使用各种添加剂,以获得适合不同性能要求的垫片材料,相对比较灵活。

2 结果与讨论

2.1 配方设计

胶乳抄取非石棉密封材料是一种多组分的复合体系,其配方通常包括十几种以上的组分,各组分均与材料的性能有关。

本研究先从石棉纤维入手,逐步增大陶瓷纤维的用量,直到完全是陶瓷纤维组分。在此基础上再逐步增大纤维素纤维和芳纶浆粕的用量,形成混杂纤维体系,然后加入一定用量的填料,观察不同情况下纤维对胶乳的吸附性和制品的成张性,从而确定各组分的合理用量范围。

表1示出了胶乳抄取密封材料的几组典型试验配方和性能。

由表1可见,配方 $A_1 \sim A_4$ 中固定石棉纤维用量为100份,逐步增大NBR胶乳用量,发现石棉纤维对胶乳的吸附性和制品的成张性均很好。在配方 $A_5 \sim A_8$ 中,随着陶瓷纤维用量的增大,纤维对胶乳的吸附性逐渐下降,说明石棉纤维的吸附性明显优于其它纤维。配方 A_9 中通过增加表面活性剂,可以改善陶瓷纤维对胶乳的吸附性。配方 $A_{10} \sim A_{12}$ 中纤维素纤维与陶瓷纤维配合使用,当胶乳用量为15份,逐渐增大纤维素纤维用量而减小陶瓷纤维的用量时,制品的成张性越来越好,但纤维对胶乳的吸附性变差,说明陶瓷纤维对胶乳的吸附性优于纤维素纤维,但其成张性较纤维素纤维差。因此将陶瓷纤维与纤维素纤维配合使用,可以获得较好的胶乳吸附性和成张性。

表2示出了胶乳抄取非石棉密封材料的几组典型试验配方和性能。

由表2可见,配方A是在表1的基础上选取较合适的陶瓷纤维和纤维素纤维的配比,此时胶乳的吸附性很好,乳液澄清,悬浮液悬浮良好,在悬浮15 min后经过过滤抄取,干燥后制品的成张性良好。配方B和C中NBR胶乳用量为15份,并加入了一定用量的纤维素纤维和芳纶浆粕,当增大纤维素纤维和芳纶浆粕的用量而减小陶瓷纤维的用量时,乳液越发不易澄清,说明有机纤维对胶乳的吸附性不是很好。通过提高搅拌速度并延长搅拌时间,乳液可以得到改善,同时悬浮液悬浮良好,用同样的方法抄取干燥后可以看到制品的成张性也变好,说明陶瓷纤维对胶乳的吸附性优于有机纤维,而制品的成张性较差;配方D~F中加入了一定用量的高岭土和碳酸钙,由于此类填料具有较好的紧密度,成品较为致密,且分散均匀。在配方G~I中随着填料用量的进一步增大,纤维对胶乳的吸附性和制品的成张性越来越

表 1 胶乳抄取密封材料的试验配方和性能

项 目	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁	A ₁₂
组分用量/份												
NBR 胶乳	12	19.2	30	43.2	15	15	15	15	20	15	15	15
石棉纤维	100	100	100	100	50	37.5	25	0	0	0	0	0
陶瓷纤维	0	0	0	0	25	37.5	50	75	70	50	37.5	25
纤维素纤维	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	37.5	50
表面活性剂	0	0	0	0	0	0	0	0	0.025	0.246	0.246	0.246
成张性	很好	很好	很好	很好	较好	好	好	好	好	好	好	很好
胶乳吸附性	很好	很好	很好	很好	较好	好	好	好	较好	一般	较差	差

表 2 胶乳抄取非石棉密封材料的试验配方和性能

项 目	A	B	C	D	E	F	G	H	I
组分用量/份									
NBR 胶乳	15	15	15	15	15	15	15	15	15
陶瓷纤维	60	55	50	46.72	38.93	29.2	35	46.72	30
纤维素纤维	15	10	12.5	5.84	4.86	3.65	10	5.84	4.2
芳纶纤维	0	10	12.5	5.84	4.86	3.65	10	5.84	3
炭黑	0	0	0	0	0	0	0	4.6	6
白炭黑	0	0	0	0	0	0	5	10	21.5
高岭土	0	0	0	10	20	30	35	0	0
碳酸钙	0	0	0	4.6	4.4	6.5	28	0	3
促进剂 D	0.07	0.07	0.08	0.08	0.09	0.08	0.06	0.07	0.07
促进剂 TMTD	0.14	0.14	0.16	0.16	0.18	0.16	0.12	0.14	0.14
活性剂	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
硫化剂	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.14	0.12	0.16	0.13
氧化锌	0.1	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14	0.12	0.13	0.14
成张性	好	较好	很好	好	好	好	很好	一般	差
胶乳吸附性	很好	较好	好	很好	好	好	很好	一般	差

差;当以炭黑和白炭黑替代高岭土时,胶乳吸附性和成张性都较差,且随着炭黑和白炭黑用量的增大,这两项性能越来越差,表现为韧性不足。试验结果表明,虽然填料可以替代部分纤维和粘合剂以降低产品成本,但是不可能无限制地增大填充量。总之,纤维与填料的最佳配比在 1 : 1~2 : 1 之间。

经筛选最终确定的胶乳抄取非石棉密封材料基本配方为:胶乳(干质量) 8~25,纤维 40~75,填料 5~50,其它助剂 2。

2.2 扫描电镜(SEM)分析

图 2 和 3 所示分别为单一陶瓷纤维和混杂纤维(陶瓷纤维混合芳纶、纤维素纤维)制品的 SEM 照片。

由图 2 可以看出,胶乳大部分都能吸附到纤维上,但是还有一些纤维未能吸附上胶乳,这将导致最终产品不够均匀致密,而且纤维间存在较大

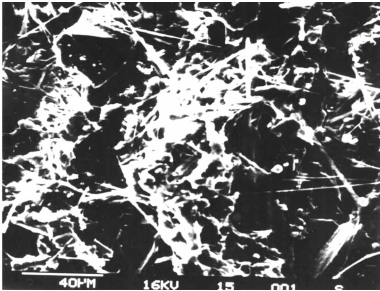


图 2 陶瓷纤维制品的 SEM 照片

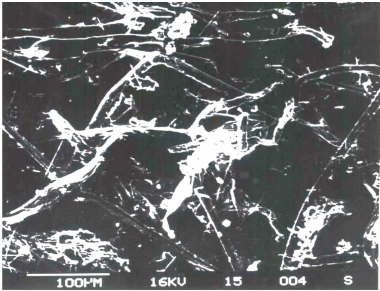


图 3 混杂纤维制品的 SEM 照片

缠结,分散性不是很好。由图3可见,混杂纤维的分散性优于单一陶瓷纤维,纤维具有较好的覆胶性和一定的缠绕性,可以在基体橡胶失去作用后仍能具有一定的残余强度,因此效果较好。微观结构表明陶瓷纤维混合一定用量的芳纶和纤维素纤维,可以较好地替代石棉纤维,以制备抄取非石棉密封材料。

3 结论

(1)纤维用量对胶乳悬浮和吸附能力有显著的影响,纤维用量越大,成张性越好。

(2)尽管纤维素纤维有很好的亲水性,但纤维(包括芳纶纤维)的良好开松对加工工艺将产生更好的影响。

(3)加入补强性填料(如炭黑和白炭黑),可以改善胶料与纤维的粘合性能。相容型填料(如碳酸钙、滑石粉)对胶乳的吸附能力良好,成张性也较好。

(4)加入表面活性剂,可以改善胶料与纤维之间的界面结合特性。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] Lindeman, Charles M, Andrew, *et al.* Asbestos-free gasket

- forming compositions[P]. USA:USP 4 330 442,1982-05-18.
- [3] Tracy, Otto, Arnio, *et al.* Compressible soft asbestos-free gasket material[P]. USA:USP 4 387 178,1983-06-07.
- [4] Hargreaves, Brian, Lancaster, *et al.* Flexible asbestos-free gasket material[P]. USA:USP 4 529 653,1985-07-16.
- [5] Lancaster, Robert A, McKenzie, *et al.* Asbestos-free sheet material for spiral-wound gaskets [P]. USA:USP 4 529 662, 1985-07-16.
- [6] Lancaster R A. Gasket paper[P]. UK 2 138 854A,1984-10-31.
- [7] Nakao. Asbestos-free composition for gaskets containing an oil absorbent agent and gaskets including the composition [P]. USA:USP 5 443 887,1995-08-22.
- [8] Beyer, Horst, Zerfass, *et al.* Flat sealing material made of a soft substance, particularly for the production of gaskets that are to be subjected to high stresses [P]. USA: USP 4 748 075,1988-05-31.
- [9] Kaminski, Stanley S, Evans, *et al.* Asbestos-free gaskets and the like containing blends of organic fibrous and particulate components[P]. USA:USP 5 472 995, 1995-12-05.
- [10] Randall J, Rogers, Richard P, *et al.* Considerations in the formulation of gasket materials [J]. TAPPI, 1991(9): 127-132.
- [11] 李青山,于进军,于天诗,等. 非石棉矿纤维密封材料研究. 化工时刊[J]. 1997,11(4):20-23.
- [12] 于天诗. 过氧化物交联无石棉丁腈胶乳抄取板[A]. 全国高分子材料工程应用研讨会论文集[C]. 湖北:中国化学学会、中国材料学会、中国机械工程学会,1998. 109-110.

收稿日期:2003-08-19

Formulation of non-asbestos gasket material prepared by latex beater process

LIU Mei-hong, CAI Ren-liang, XIE Su-jiang

(East China University of Technology, Shanghai 200237, China)

Abstract: A non-asbestos mixed fibers gasket material has been prepared by latex beater process using inorganic fibers as the main fibers and NBR latex as elastic adhesive. The screened formula is as follows: NBR latex (solid content) 8~25, fibers 40~75, filler 5~50, other additives 2. It is found by SEM that the mixed fibers are superior to the ceramic fiber alone in terms of dispersity, rubber coverage and entanglement.

Keywords: NBR latex; beater process; non-asbestos gasket material; ceramic fiber

启事 《第二届全国橡胶制品技术研讨会论文集》尚有部分剩余,如有需要者,请与中国化学学会橡胶专业委员会秘书处联系。电话:(010)51338014。