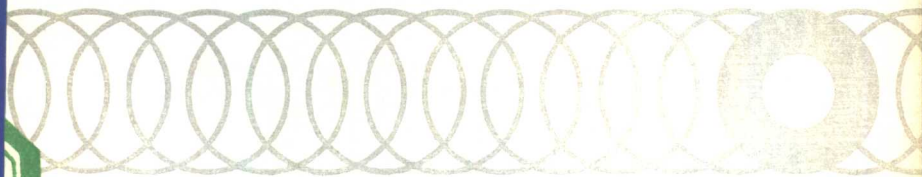


15411.1
/1

石棉橡胶板—垫圈材料

张景仁



中国建筑工业出版社

石棉橡胶板-垫圈材料

张 景 仁

中国建筑工业出版社

本书介绍生产石棉橡胶板—垫圈材料用的原材料、工艺过程、机械设备、配方设计、溶剂回收、产品性能与检验方法以及安全问题与措施等。

为提供研制比石棉橡胶板更能耐高温的垫塞材料，本书简要介绍了碳素纤维等耐高温纤维的性能，对石棉橡胶板新的生产工艺方法也作了探讨和简要介绍。

本书可供生产工人阅读，并可供石棉制品工业及有关部门的工程技术人员参考之用。

本书的编写，得到西安石棉制品厂党委的支持；插图由姚家树同志协助绘制。

石棉橡胶板—垫圈材料

张景仁

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32 印张：7 1/8 字数：160 千字

1979年5月第一版 1979年5月第一次印刷

印数：1—8,110 册 定价：0.58元

统一书号：15040·3553

目 录

第一章 绪论	1
一、石棉橡胶板的性能和用途 (1) 二、发展史 (1)	
三、产品品种及特性 (2) 四、垫圈制造 (3) 五、	
生产工艺过程 (3) 六、车间特点及安全要求 (9)	
第二章 石棉与增强材料	10
第一节 石棉	10
一、石棉的种类 (10) 二、石棉的性质 (11) 三、石	
棉的选择及纤维长度要求 (21) 四、石棉纤维质量控制	
(23) 五、我国石棉分级标准 (26)	
第二节 金属增强材料	28
第三节 耐高温纤维	28
一、碳纤维 (29) 二、碳化硅纤维 (30) 三、碳化硼	
纤维 (30) 四、氮化硼纤维 (30) 五、氧化锆纤维	
(31) 六、铝硅酸盐纤维 (31)	
第三章 橡胶、填充料与溶剂	32
第一节 橡胶与合成树脂	32
一、天然橡胶 (32) 二、丁苯橡胶 (37) 三、丁钠橡	
胶 (39) 四、丁腈橡胶 (41) 五、氯丁橡胶 (43)	
六、丙烯酸酯橡胶 (44) 七、硅橡胶 (45) 八、氟	
橡胶 (47) 九、酚醛树脂 (50) 十、硅树脂 (50)	
十一、糠酮树脂 (50) 十二、糠醛树脂 (50)	
第二节 填充料与配合剂	51
一、橡胶填料及配合剂的技术要求 (51) 二、常用填	
料 (52) 三、橡胶配合剂 (56)	

第三节 溶剂	67
一、溶剂的选择 (68) 二、常用溶剂 (69)	
第四章 石棉橡胶板的配方设计	72
第一节 配方设计的有关计算	73
一、制品比重的计算 (73) 二、制品单位体积含胶量的计算 (74) 三、制品单位重量成本的计算 (75)	
第二节 配方设计中的促进剂	75
第三节 配方原则	76
一、石棉、橡胶、填料的配合比率 (76) 二、制品配方 (77)	
第五章 原材料的准备	89
第一节 石棉处理	89
一、石棉处理工艺过程 (90) 二、石棉处理设备 (92)	
第二节 化工原材料的准备	100
一、生胶的准备 (100) 二、粉状橡胶配合剂的干燥与筛选 (100) 三、原材料的称量	
第六章 炼胶、溶化与搅拌	102
第一节 炼胶-生胶的素炼与混炼	102
一、生胶的素炼 (102) 二、混炼 (110) 三、炼胶方法 (110) 四、炼胶机生产能力计算 (112)	
第二节 溶化-胶浆的制备	113
一、胶浆的功用 (113) 二、胶料的溶解过程 (114) 三、胶浆的制造过程 (114) 四、胶浆粘稠度测定方法 (116)	
第三节 搅拌-原料的混合	117
一、料子的技术要求 (117) 二、料子含油量的测定 (119) 三、搅拌过程 (119) 四、料子常出现的毛病及原因 (122) 五、搅拌的安全技术 (122)	
第七章 成张与加工	124
第一节 成张机的构造与运转	124
第二节 成张工艺与制品质量	129

一、成张机辊筒的线压力及料层厚度 (129)	二、辊筒的 转速与线速比 (129)	三、辊筒表面硬度、光度与平行 度 (130)	四、辊筒表面温度 (131)	五、溶剂蒸发速 度	
第三节	成张操作	.....	132		
一、板材的成张过程 (132)	二、成张过程中物料的变 化 (133)	三、成张操作安全问题 (133)	四、成张操 作中不正常情况及消除方法 (134)	五、投料量计算 (135)	
六、生产能力计算 (136)					
第四节	切割、贴合与辊压	.....	137		
一、切割 (137)	二、贴合 (138)	三、辊压 (138)			
第五节	硫化	.....	140		
一、硫化的目的和意义 (140)	二、制品在硫化过程中 的变化 (140)	三、正硫化点 (141)	四、硫化机理 (141)	五、硫化温度、压力与时间 (143)	六、平 板硫化机及硫化操作 (144)
第六节	成品包装	.....	146		
第七节	新工艺的探讨	.....	147		
一、生产过程连续化 (147)	二、石棉橡胶板的湿法生产 (149)				
第八章	溶剂回收	.....	160		
第一节	目的、方法及回收率计算	.....	160		
第二节	回收原理及工艺	.....	161		
一、冷却法回收汽油 (161)	二、吸附法回收溶剂 (169)				
第三节	冷凝器及其换热面积的计算	.....	178		
一、冷凝器的构选和作用 (178)	二、冷凝器换热面积的 计算 (180)				
第四节	影响回收率的因素	.....	183		
一、冷却法回收 (183)	二、吸附剂回收 (186)				
第九章	石棉橡胶板的性能与检验	.....	189		

第一节 制品性能及其试验	189
一、抗张强度 (189) 二、吸油吸水率 (191)	
三、弹性、弯曲性、静压缩试验 (192)	
四、密度 (195) 五、烧失量 (196) 六、老	
化系数 (196) 七、腐蚀性 (197) 八、密封	
性 (199)	
第二节 外观质量	
第十章 安全问题与措施	205
第一节 概述	205
第二节 各工序的安全问题	206
一、火灾危险 (206) 二、各工序的安全问题 (206)	
第三节 安全技术措施	208
一、厂址与厂房设计 (208) 二、防火设施 (210) 三、	
有害气体预防措施 (211) 四、防尘措施 (211) 五、体	
格检查制度 (212)	
第四节 通风	213
一、机械通风 (213) 二、自然通风 (215)	
第五节 工艺布置与通风方案	216
一、工艺设计 (217) 二、通风方案 (219)	
第六节 空调	220

第一章 绪 论

一、石棉橡胶板的性能和用途

石棉橡胶板是用石棉、橡胶和化工材料制成的一种衬垫密封材料。它有相当高的机械强度和一定的弹性；并根据使用要求，可制成耐热、耐寒、耐油、耐酸、电绝缘等各类石棉橡胶板。

石棉橡胶板用于输送气态、液态各种介质的工业管道和动力机械接头的密封垫圈。例如：蒸气机、发动机、锅炉、各种泵、炼油化工设备、水力机械的管道和部件接头都要用它。不论何种机械制造厂，甚至火箭技术装备都要用石棉橡胶板垫圈作垫塞密封材料。由此可见，石棉橡胶板是国民经济中广泛应用的一种材料。

二、发展史

石棉橡胶板在旧中国根本不生产，完全依赖进口。解放后，在党和政府的领导下，在广大工人、干部、工程技术人员共同努力下，于1949年初试制成功石棉橡胶板，并投入生产。在五十和六十年代，先后在我国东北、华北、华东、西北、西南、中南等地区相继建立了石棉制品生产厂，生产各种石棉制品，使我国石棉制品工业迅速发展起来。目前产品品种日益增多，质量达到国家技术标准，有的产品理化性能达到或超过国外同类产品，不但可满足全国各工矿企业需要，而且部分运销国外，享有一定声誉。但要完全满足国民经济各部门的发展要求赶上世界先进水平，从橡胶板品种、

产量与某些技术经济指标来说，还需要进一步努力。

就石棉原料而言，我国幅员辽阔、资源丰富，为发展石棉制品生产，提供了可靠的物质基础。

在前，蒸气机发明之初，工业管道上采用锡、铅金属作密封垫塞。随着工业的现代化，蒸气压力增大，温度升高，一般材料或锡、铅等不能适应使用要求。1886年，石棉橡胶板首次在欧洲出现，并最先应用于蒸气机上。从此，石棉橡胶板垫圈的应用日益增多，许多地区的工厂也制造了同样的产品，相继在市场上出现。

随着工业的不断发展，石棉橡胶板垫圈的应用逐渐推广到各个工业部门。现在，它已成为现代工业不可缺少的垫圈材料。

随着航空空间领域事业的发展，对密封垫圈材料的质量要求越来越高，例如：高度的耐化学腐蚀性、不透气的、高、低温下弹性、耐高温性（温度 $700\sim 2000^{\circ}\text{C}$ ；压力 $100\sim 200$ 公斤/厘米²）、抗烧蚀、耐低温（ -200°C ）、耐特种介质等。石棉与耐高温纤维垫圈材料大有发展的余地。

三、产品品种及特性

石棉橡胶板根据用途不同有高压、中压、低压、耐油、耐酸、耐寒、点钢丝、电绝缘以及特种用途石棉橡胶板等品种。品种不同，技术要求也不同。对产品质量都进行一系列项目的检验，如在空气中抗张强度、浸渍工作介质后的强度变化、浸工作介质后膨胀率、灼烧减量、密封性能、腐蚀性、老化性能、电绝缘性能、耐寒性能、弹性与嵌入增强材料的粘结性、比重、规格尺寸与外观质量等。

现将我国（附英国产品）石棉橡胶板产品品种、牌号及其主要技术数据列如下表，供各生产、使用部门参考。

四、垫圈制造

石棉橡胶板是常用的密封垫圈材料。用模具将石棉橡胶板在冲床上或其它设备工具冲裁即得垫圈。由于机械设计对密封垫圈规格图形要求不同，用石棉橡胶板加工成的垫圈有不同的规格图形，如图1-1。

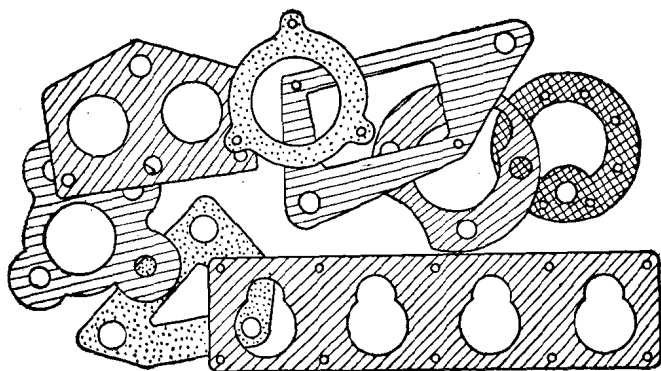


图 1-1 国产石棉橡胶板垫圈图样

由石棉制品工厂直接将石棉橡胶板加工制成垫圈，然后供给用户，不仅使用方便，还可做到合理套裁、提高板材的利用率，边角料回收利用、节约原材料，降低成本。而且垫圈质量比在现场剪裁有保证。

五、生产工艺过程

制造石棉橡胶板的主要原材料是石棉（主要是蛇纹石石棉）、橡胶（天然橡胶和合成橡胶）和橡胶溶剂。此外，还用部分化学原料。

石棉纤维、橡胶浆与各种化学原料混合均匀，成为发粘的块状物叫做“料子”。“料子”是制造石棉橡胶板的中间

国产石棉橡胶板品种

序号	品 种	颜 色	使用条件		抗张强度 公斤/厘米 ²		1.6毫米厚的样品在315公斤/厘米 ² 负荷下平均压缩
			温度℃	压力公斤/厘米 ²	纵向	横向	
1	XB200 石棉橡胶板	灰、红、黑 或石墨色	200	15	200	80	—
2	XB350 石棉橡胶板	红、黑或 石墨色	350	40	350	135	—
3	XB450 石棉橡胶板	紫、银色或 石墨色	450	60	550	235	—
4	(GB539-65) 耐油石棉橡胶板	绿或黑色	150		600	240	—
5	夹钢丝 石棉橡胶板	石墨色或 银 色	450	100	725	300	—
6	夹钢丝耐油 石棉橡胶板	棕色或黑色			700	276	—
7	400 耐油石棉橡胶板 (JC203-76)	黑色或石 墨 色	400	40	710	280	—
8	耐酸石棉橡胶板	浅灰 色	200	20	360	140	—
9	石棉绝缘橡胶板	灰白 色	击穿电压不小于8KV/m·m		140	60	—

及主要性能数据表

表 1-1

平均剩 余压缩	在固定圆柱上弯曲 180度时的弹性	标准厚度 (毫米)	适 用 范 围
—	无 裂 纹 弹性良好	0.8~6.0	适用于一般水暖设备及低压水或蒸气管接头作垫圈。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.8~6.0	适用于水蒸气、溶液等介质的管道、容器的接合处，作密封衬垫用。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.5~3.0	适用于作密封水、饱和蒸气、过热蒸气、空气、煤气、碱液、酒精及其他惰性气体的衬垫。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.4~3.0	适用于作航空发动机煤油、润滑油及冷气系统密封衬垫材料。在室温下，在煤油介质中进行试验能承受 150 大气压，并保证零件接合处完全密封。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.8~3.2	用途同序号 3
—	弹性良好 无 裂 纹	0.8~1.2	适用于航空发动机制造中作衬垫和其燃烧物中工作的零件接合处。在室温下进行试验垫片在汽油、煤油和矿物油介质中能承受 150 大气压，并保证零件接合处完全密封。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.8~3.2	适用于作热油、石油蒸馏液、有机溶剂的密封及石油裂化、煤蒸馏设备的中压静密封。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.8~3.2	适用作制酸厂管道密封衬垫，可抵抗硫酸、硝酸、盐酸的作用。
—	弹性良好 无 裂 纹	0.2~0.3	适用于作电机和电器的绝缘材料。

英国石棉橡胶板

序号	品 种	颜 色	使用条件		抗张强度 公斤/厘米 ²		1.6毫米厚的样品在315公斤/厘米 ² 负荷下平均压缩
			温度℃	压力公斤/厘米 ²	纵向	横向	
1	“皇后牌”高压石棉橡胶板	红或石墨色	510	67	703	280	9.1%
2	“皇后牌”航空石棉橡胶板	红或石墨色	510	60	703	280	8.9%
3	“皇后牌”航空夹钢丝石棉橡胶板	红或石墨色	510	53	775	309	9.0%
4	“皇后牌”耐油石棉橡胶板	黑色或石墨色	510	56	703	280	8.0%
5	“皇后牌”耐酸石棉橡胶板	浅灰色	205	28	604	239	9.5%
6	“皇后牌”400石棉橡胶板	绿色或石墨色	480	49	689	274	7.3%

产物。制品种类不同，料子的成分也各不相同。制品种类不同，但主要的工序及所用设备相同。都按以下过程进行生产。

1. 石棉及化工原材料的处理；
2. 炼胶及胶浆的制备；
3. 胶浆与石棉及化工原材料的混合；
4. 成张与半成品加工。

石棉橡胶板生产工艺过程如图1-2所示。

主要品种及性能

表 1-2

平均剩 余压缩	在固定圆 柱上弯曲 180 度时 的弹性	标准厚度 (毫米)	适 用 范 围
4.5%	—	0.2~6.35	适用作饱和蒸气、高压过热蒸气、煤气、碱液、弱酸和多种类型化工设备的衬垫。
4.3%	—	0.2~3.17	适用于作航空发动机燃料、润滑油垫圈，包括镁合金法兰。也可用于蒸汽、煤气、弱酸设备管道法兰衬垫。
2.9%	—	0.2~3.17	适用作航空发动机，燃料和润滑油的密封垫圈。也可用作强力机械外形复杂狭窄的法兰衬垫。
3.6%	—	0.2~6.35	适用于热油、石油蒸馏液，溶剂和冷剂的密封及石油裂化工厂，煤蒸馏设备的高压静密封。
4.6%	—	0.8~3.17	适用于各种类型制酸厂的管道法兰垫圈，可抵抗热或浓硝酸、盐酸、硫酸，包括发烟硫酸的作用。
2.8%	—	0.5~3.17	适用于作热油、燃烧油，溶剂和所有的压缩机包括制冷的密封衬垫。

石棉纤维的净化与松解在专门石棉处理车间进行加工。开松工艺主要为干法机械开松，个别的也可采用湿法化学开松。干法开松用轮碾机、开棉机、旋风分离器、震动筛、梳棉机等机械松解。通过开松处理，除掉石棉中的碎石、粉尘以及外来杂质，获得松解净化的石棉纤维。

为满足产品制造工艺要求，对粒度粗的粉状原料，需用电动筛筛选，然后称量。

胶浆用溶化机制造。制浆前先将橡胶在开放式炼胶机上

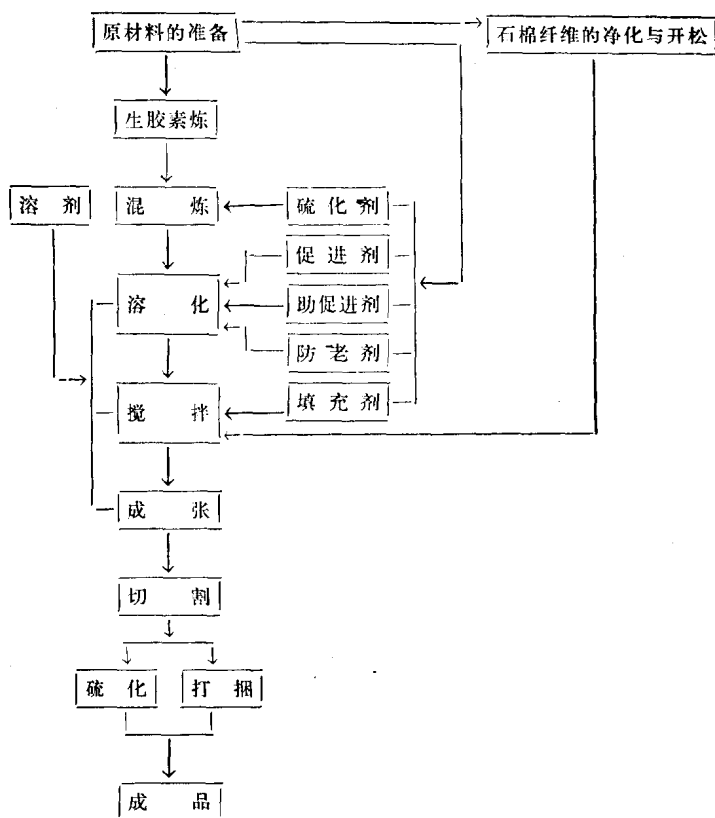


图 1-2 石棉橡胶板生产工艺流程

进行素炼，然后加入配合剂进行混炼，并用切片机将混炼胶切成碎片。

石棉纤维、胶浆及化学原料在搅拌机内搅拌混合成为“料子”。将“料子”在成张机上层层压缩成张，再经辊压一规格校正裁切，打捆包装即得成品。

制造耐油、耐酸、耐特种介质的石棉橡胶板还必须在辊

压一校正规格之后，经过硫化过程。硫化是将裁边成张的石棉橡胶板在平板硫化机上加热加压使橡胶和硫化剂发生化学交联，提高制品的机械强度和化学稳定性。

一般未经硫化的石棉橡胶板（如XB450、XB350、XB200）垫圈在使用过程中，受温度的作用，橡胶分子继续发生交联，故不需要硫化。

六、车间特点及安全要求

由于石棉橡胶板制造过程使用易燃有毒溶剂，并产生粉尘，因此，车间的建筑、工艺设备布置、电器、通风、操作管理制度等都要精心考虑防火、防爆、防毒、防尘问题。尽可能实现生产过程连续化、自动化和密闭。对这一生产车间职工进行安全思想教育是一环。

石棉橡胶板不用溶剂而直接应用胶乳制造是人们近年试探的方向。其生产工艺有造纸法、电泳法、离子沉淀法等。但目前尚都处于试验阶段。

第二章 石棉与增强材料

石棉是制造机械垫塞材料的主要原料之一，也是制造石棉橡胶板垫圈材料的主要原料。它的特点是它的纤维柔韧可纺，机械强度特别高，而且有的在高达 510°C 温度下仍可保持其原有强度。

个别品种的石棉橡胶板需用钢丝网作为增强材料。

碳纤维、碳化硼等纤维是近年来发展起来的用于耐特别高温（ $700\sim 3000^{\circ}\text{C}$ ）垫塞材料的原料。本书对这些纤维的品种和特点将作简单介绍。

第一节 石 棉

一、石棉的种类

工业用的衬垫，一般要求材质机械性能、弹性和耐热性好。有的还要求耐酸、耐油和其它有机溶剂等。

石棉的可贵处在于有不同种类的石棉，具有不同的性质，能够适应制造垫片材料的各种要求。

石棉按化学成分说都是镁、铁的含水硅酸盐，按其矿物组成说分为二类，一是蛇纹石类石棉，也称为温石棉，一是角闪石类石棉。后一种又分为青石棉、铁石棉、直闪石石棉，透闪石石棉和阳起石石棉，都有耐酸性，但除青石棉外，其余的纤维都脆弱无大用处。

在各类石棉中，根据矿脉生成状况的不同，分为横脉纤