

来华技术座谈资料

日本华尔卡工业公司石棉橡胶板生产技术

建材部技术情报标准研究所

一九七九年五月



(S1) ***** 警署知照 朱村 鄭陳 章正榮

目 录

目 录

前 言

第一章	日本华尔卡公司概况.....	(1)
第二章	华尔卡石棉橡胶板简介.....	(2)
第三章	石棉橡胶板生产工艺.....	(4)
第四章	设计方案.....	(10)
第五章	测试技术和测试设备.....	(12)

第一章 日本华尔卡公司概况

日本华尔卡工业公司创建于1927年,开始生产制动制品和填密材料等产品,自称是密封器材及密封工程技术的开拓者,是生产密封材料和垫片的综合企业,石棉橡胶板(华尔卡简称为“CAF”)一直是华尔卡的主要产品。

由于石棉橡胶板容易获得静态密封、价廉、垫圈加工简单、适用范围广等,用量逐年增加,华尔卡公司估计这一商品1978年日本产量在一万吨以上,是所有密封材料中消费最大的一种,华尔卡生产的石棉橡胶板在日本占首位。

华尔卡公司于1927年开始经销美国卡洛克公司的石棉橡胶板产品。

1935年装备了第一台3048毫米(120")成张机,首先开始本国自己生产,其后生产规模逐渐扩大。

1962年成功地装备了第一台世界最大的3810毫米(150")成张机。

1969~1970年在新城工厂集中了所有的成张机,开始了集中生产。

1972年该公司开始向美三大汽车厂销售石棉橡胶板。

1974年装备了石棉再生装置并开始试验带式成张机。

1975年安装使用了竖式成张机。革新了许多设备,实现了开棉、搅拌、成张投料、制板、剥离、拉引连续化、半自动化生产,提高了生产效率、质量、成品率,改善了环境。

1978年产量达3700吨左右,占日本该项产品总产量的35%左右。

该公司生产的石棉橡胶板符合日本工业规格及有关石棉橡胶制品的各种标准,获得日本有关主管部门的认可。

石棉橡胶板是用途很广的一种密封材料。随着工业技术的发展,石棉橡胶板的使用条件也越来越复杂,要求越来越高。例如从硬质发展到软质,从高温到低温,从高压到低压,从小面积到大面积等。为此,华尔卡公司进行了大量的研制工作。该公司研制成的膨润型1575和1971号石棉橡胶板,与油接触能自动膨润,要求的压紧力小,密封性好,据称是国际上独家生产的先进产品。该公司采用防粘着处理技术,提高产品抗腐蚀性能,用于经常拆卸的不锈钢法兰接合处,拆卸极其方便。

该公司自称,在产品质量、生产规模、产品规格品种、技术水平、自动化程度、生产管理、废料回收等方面已进入世界同行业先进之列,产品远销欧美高级市场。

华尔卡公司除生产石棉橡胶板的新城工厂以外,还有大阪的八尾工厂,神奈川县的厚木工厂及鹿儿岛的志布志工厂。

这些工厂生产的产品有:

(1)密封产品 氟树脂填料和垫片、O型环、模压填料、编织填料、机械密封填料、螺旋状盘根、金属及半金属垫圈及其它各种密封材料。

(2)管道产品 球阀、焊接用多盘波纹管、软接头、软性连接管、氟衬里管、接头、器皿及四氟二烯编织带等。

(3) 摩擦材料 离合器衬里、摩擦垫圈。

(4) 建筑材料 钢筋防火覆盖、钢丝强化混凝土(SFRC)耐碱玻璃纤维(米内龙Minelon)。

(5) 消音器 安全阀等消音装置。

第二章 华尔卡石棉橡胶板简介

一、原材料

石棉橡胶板是用石棉、橡胶和无机填料，经配料混和，在成张机上轧制而成的。其一般配比如下：

石 棉	65~85%
橡 胶	7~17%
配合剂	5~25%

石棉 日本华尔卡公司采用加拿大和南非生产的石棉，一般采用加拿大魁北克筛分检验标准3~7级棉。以往也曾用过少量本国和中国的石棉。

要求高强度时，采用长纤维石棉。反之，强度要求不高时，采用短纤维石棉。

使用于高温高压系统的石棉橡胶板，必须采用较长纤维的石棉，因为橡胶在高温下炭化，失去粘结剂作用。此时，全靠长短纤维绕结一起，保持一定的强度以维持密封性能。

蓝石棉有较好的耐酸性，但对人体毒害大。在日本，空气中的允许浓度为：

白石棉	5f/c.c	蓝石棉	0.5f/c.c
-----	--------	-----	----------

因此，华尔卡公司现已不用蓝石棉。

华尔卡公司还研究了以碳纤维及米内龙(耐碱玻璃纤维)代替石棉使用。米内龙的加入量不大于5%。他们认为，随着米内龙添加量的增多，增强性能逐渐降低。其加入量最多不可超过50%。

橡胶 采用天然胶和合成胶。合成胶包括：SBR(丁苯胶)，NBR(丁腈胶)，CR(氯丁胶)，IR(异戊胶)，BR(顺丁胶)，EPM(乙丙胶)，IIR(丁基胶)。需要提高石棉橡胶板的柔软性时，可以增加橡胶含量，含胶量的增加，有利于解决垫片的渗漏。需要提高石棉橡胶板的耐高温性能时，要适当的降低橡胶含量。

几种橡胶的耐油性能如下：

NR	SBR	CR	NBR
耐 油 性			

制造耐油石棉橡胶板时，采用NBR，CR。没有耐油性要求或耐油性要求不高时，可采用NR和SBR。

有时橡胶遇溶剂稍有膨胀，反而对密封有利，所以制造耐油石棉橡胶板时，不一定单独采用耐油胶。

配合剂 包括硫化剂、促进剂、助促进剂、补强剂、防老剂、填充剂、防蚀剂、分散剂等。

防蚀剂包括牺牲金属、腐蚀抑制剂和安定剂。

溶剂 华尔卡公司采用汽油和甲苯为主要溶剂。

在日本, 几种有毒溶剂在空气中的允许浓度为:

汽 油	甲 苯	苯
500PPM	100PPM	10PPM
毒 性 →		

由此可知, 甲苯的毒性比苯低得很多。

二、石棉橡胶板的种类及规格牌号

华尔卡公司的石棉橡胶板有的按国家标准生产, 有的则按用户提出的要求及厂定标准生产。

华尔卡公司根据对产品不同的使用要求, 如不同的设备和介质等条件, 采用不同的配方和工艺进行生产。在石棉橡胶板中, 由于使用大量的石棉, 所以会产生很多孔隙。在生产制造中是利用成张机压实的方法来解决多孔隙的渗透问题的。华尔卡公司石棉橡胶板品种列于下表 1:

表 1

	基 本 牌 号	补 充 牌 号	备 注
工厂所用	1500	1501, 1560/1500AC, 1501 AC	高温, 高压用, 万能型
	930	931/1601	耐油用
	224	1542	低压用
机 器 用	1575	1591	输送机械用, 膨润型
	1971	1611/1601	冷冻机, 输送机械用, 低膨润型, 飞机用
其 它	221, 920, 1000, 1541		

三、石棉橡胶板的使用特性

石棉橡胶板与橡胶密封材料相比有很大优点, 使用范围也广泛的多, 其特性比较见表 2。

表 2

	耐 热 性	耐 压 性	耐药品性	耐溶剂和耐油性	耐水蒸汽性	弹 性 (柔软性)
石棉橡胶板	-200℃ ~+500℃	1毫米水银柱 ~1000大气压	大	大	良 好	小
橡胶板	-40℃ ~+100℃	10 ⁻⁶ 毫米水银柱 ~3大气压	小	小	劣	大

石棉橡胶板在不同使用温度下外观变化情况见表 3。

表 3

温 度 (°C)	外 观 质 量 变 化
-190~-60	橡胶变脆化状态, 石棉仍保持柔软状态。
-60~100	橡胶和石棉在此温度内最高度发挥其特性。
100~300	橡胶不断硬化、分解、炭化, 石棉保持不变。
300~500	橡胶炭化、分解, 石棉失去结晶水但还保持纤维状态。
500以上	石棉进一步分解, 一触便碎, 变酥易成粉末。

华尔卡石棉橡胶板的规格尺寸

厚:	0.4~3.2毫米	
宽×长:	50×50 英寸	} 一般规格
	50×150 英寸	
	100×150 英寸	
	60×150 英寸	
	120×120 英寸	
特殊规格:	厚:	0.2~6.4毫米
	宽×长:	3810×3810毫米

0.2毫米薄板用一般方法生产易撕裂, 需用特殊方法制造。厚规格产品(如6.4毫米)用贴合法制造密封性不好, 华尔卡公司是用特殊方法制造的, 其工艺属于技术秘密, 未予介绍。

四、华尔卡石棉橡胶板的应用

石棉橡胶板用途非常广泛, 它应用于炼铁、合成纤维生产、火力、原子能发电、石油化工、石油精制、船舶的配管、反应釜、塔、槽、压力容器、热交换器、传送机械、冷冻机等各种接合部位。石棉橡胶板加工简单, 更换方便, 性能良好所以是理想的密封材料。

第三章 石棉橡胶板生产工艺

日本华尔卡公司石棉橡胶板生产工艺, 由原料准备、制板以及制板后的处理三个部分组成(见图1)。

一、原料的准备和处理(见图2)

1.原棉处理 以混料、开棉、投入搅料机三部分组成, 在这三部分中, 除混料是人工倒石棉, 其余均采用连续性的管道输送。石棉经开棉机处理后, 疏松而无杂质。这是制做石棉橡胶板较理想的原料, 也是保证产品质量的关键。

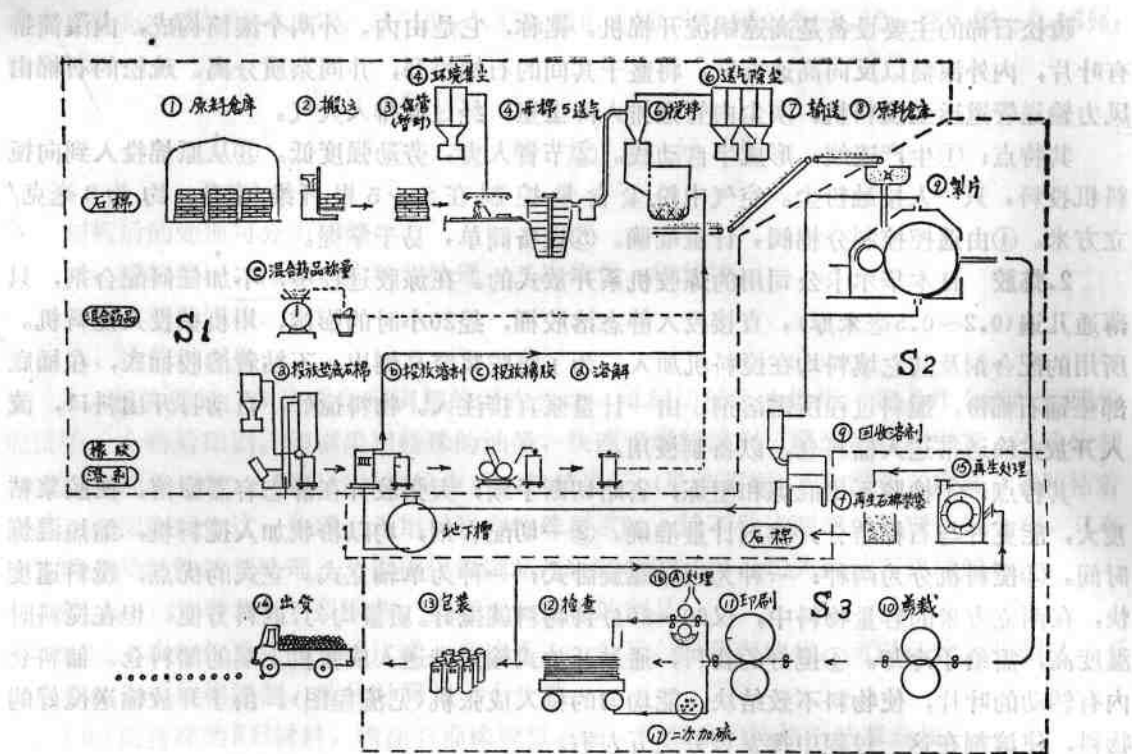


图1 石棉橡胶板生产工艺流程图

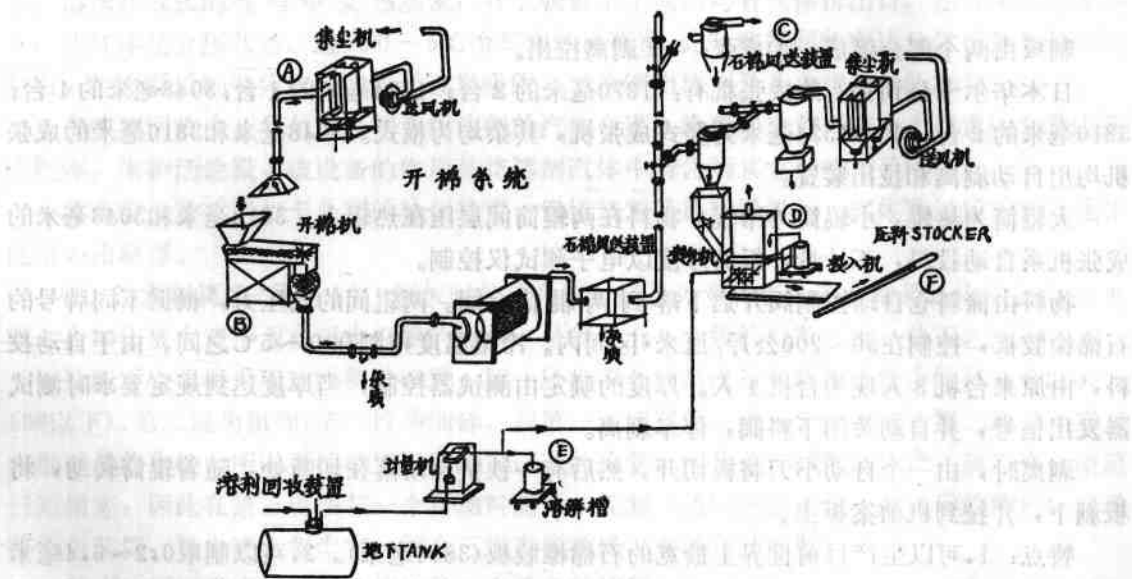


图2 原料准备连续工艺线

- A. 石棉原料处理的除尘装置; B. 三段直接开棉系统; C. 除尘系统;
D. 搅拌机; E. 溶剂供应、计量和回收系统; F. 输送搅好物料的皮带运输机。

疏松石棉的主要设备是高速蜗流开棉机。据称，它是由内、外两个滚筒构成，内滚筒带有叶片，内外滚筒以反向高速旋转，将盛于其间的石棉松开，并同杂质分离。疏松的石棉由风力输送管道运至搅料机。灰尘由管道排入降尘室，经过滤排入大气。

其特点：①生产连续，形成半自动线。②节省人力，劳动强度低。③从原棉投入到向搅料机投料，只一人接触粉尘。空气中粉尘含量控制在3~5根纤维/毫升，约为3毫克/立方米。④由遥控控制分棉阀，计量准确。⑤设备简单，易于掌握。

2. 炼胶 日本华尔卡公司用的炼胶机系开放式的。在炼胶过程中，不加任何配合剂，只薄通几遍(0.2~0.5毫米厚)，直接投入静态溶胶桶，经20小时的膨溶，用机械投入搅料机。所用的配合剂及其它填料均在搅料机加入。为了使胶浆容易倒出，不粘着溶胶桶底，在桶底部垫铺石棉粉。搅料过程所需溶剂，由一计量泵直接注入。物料搅好，自动打开出料口，流入开放式输送带送入储料仓，以备制板用。

其特点：①橡胶不用混炼和塑炼，省略切断手续；大张胶片在静态容器膨溶，使胶浆粘度大，能更好与石棉结合；溶剂计量准确。②一切配合剂，均以粉状加入搅料机，缩短混炼时间。③搅料机分为两种：一种为三轴螺旋卧式；一种为单轴立式。立式的优点，搅料速度快，在两立方米的容量物料中，仅60~80分钟物料就搅好。质量均匀，取料方便；但在搅料时温度高，需给予冷却。④搅好的物料，通过开放式输送带送入成张机上端的储料仓。储料仓内有转动的叶片，使物料不致结块，能均匀的投入成张机(见流程图)。由于开放输送搅好的物料，使溶剂在这一过程中挥发百分之五左右。

原料准备作业基本上达到连续性操作，电器自动控制，节省了人力。

二、制 板

制板由两个部分组成 ①成张； ②剥离拉出。

日本华尔卡公司拥有的成张机有：1270毫米的2台；1524毫米的1台；3048毫米的1台；3810毫米的2台。其中1524毫米为竖式成张机，其余均为横式。3048毫米和3810毫米的成张机均用自动剥离和拉出装置。

大辊筒为热辊，小辊筒为冷辊，物料在两辊筒间层压在热辊上。3810毫米和3048毫米的成张机系自动投料，不计量，板的厚度以电子测试仪控制。

物料由储料仓自动控制阀开启下落到两辊筒之间。两辊筒的线压力，根据不同牌号的石棉橡胶板，控制在50~200公斤/厘米²区间内。冷辊温度控制在0~5℃之间。由于自动投料，由原来台机3人现为台机1人。厚度的确定由测试器控制，当厚度达到规定要求时测试器发出信号，并自动关闭下料阀，停车剥离。

剥离时，由一个自动小刀将板切开，然后有一铁铲自动落在切断处，随着辊筒转动，将板剥下，并拉到机前案板上。

特点：1.可以生产目前世界上最宽的石棉橡胶板(3810毫米)。2.可以制取0.2~6.4毫米厚的石棉橡胶板。3.大辊筒的结构是：由幅面中心向两端有一定的弧度(如图卧鼓状)。4.辊筒表面硬度为肖氏75度。辊筒表面硬度层厚15毫米，使用厚度7~8毫米。5.使用寿命长，在沒有外来的硬质条件下，7~8年磨一次辊面。6.竖式成张机的线压力大，能使制品结合的更好。7.两辊筒的传动，不是齿轮咬合，以万向节调整。8.辊筒材质为冷铸钢，其中各种

元素含量为：碳3.5~3.8%；硅0.5~0.8%；锰0.3~0.5%；磷0.2~0.5%；硫0.08~0.15%；镍约2%。

三、制板后的处理

制板后的处理可分为三部分：

A、板的剪切、印刷、防粘着处理、二次硫化、包装等。

B、溶剂的回收。

C、边角料再生。

A、板的剪切 两边系用可调整的刀片剪切，可剪切任意的规格。接着作全面的物理性能试验，合格后印刷。印刷采用特殊的油墨、快速干燥的溶剂（醋酸乙脂和甲苯，不致使制品背面被油墨弄脏）。然后经外观检查后，包装出厂（见流程图）。如需要二次硫化或防粘着处理，在印刷后作这一处理。当用户没有特殊要求时，就不做这两部分处理。据介绍，只有10%的产品做防粘着处理。二次硫化的制品为No.930或No.931，均为耐油石棉橡胶板。

特点：（1）剪裁机可以调节、剪切任意规格的制品。

（2）二次硫化采用的是硫化罐，直接通入3公斤/米²蒸汽硫化，可以硫化大张制品，不受平板硫化机规格限制，硫化时间为三十分钟。

（3）用特殊的RH材料，喷涂石棉橡胶板表面，使制成的垫片不粘着金属。

（4）印刷清晰美观。在这一部分，除了对制品印刷标记外，主要是能满足用户需要的表面处理 and 耐溶剂处理，使制品更充分的延长使用寿命。

B、溶剂的回收（见图3） 该公司对溶剂的回收，采用冷凝和吸附并用，效率达70%左右。溶剂在成张的过程中受热蒸发，在成张机上下两端均有气体排出口，在吸风机的作用下，使气体呈分压状态，进入0~5℃冷却液的冷凝器，此时溶剂回收率达总投溶剂量量的40%左右，经冷凝后的气体，再进入活性炭吸附，二次馏出溶剂量为总投溶剂的30%。

在溶剂回收中，华尔卡公司介绍溶剂的气体在进入冷凝器之前，有一个湿式除尘器以净化气体，保护活性炭，该设备的作用是将溶剂气体中所含的其它杂物给予回收。

湿式除尘器系华尔卡公司的独创装置，但该装置又是较低温的，气体通过后需要加热才能进入冷凝器。

C、边角料再生（见图4） 制板时的边角料，以及外观检查的不合格品，均送去再生处理，在20倍放大镜下观察再生石棉的样品，呈现为五~六级的松散纤维，其工艺见图。

处理再生石棉采用三段粉碎装置，第一段将不合格品或边角料截成较少的尺寸（即100×100以下），第二段为粗碎，第三段为细碎，在第一道切割后，送入二道粗碎，第二道又是第三道细碎量的十倍，所以要控制第二道到第三道的流量，因为是连续性的生产，第二道会使第三道堵塞，因此在第三道按装一个自动料面计，控制二道向三道流量，细碎后的物料，自动落于包装筒，粉尘进入集尘室，整个三道直接粉碎，全部自动控制。

特点：1.三道直接粉碎是连续的，全系自动控制；

2.再生石棉的质量，达到6级纤维的标准，松散程度与三道开棉后的石棉相似；

3.整个工序仅需一人操作；

4.再生装置在24小时内能生产再生石棉1.3吨。

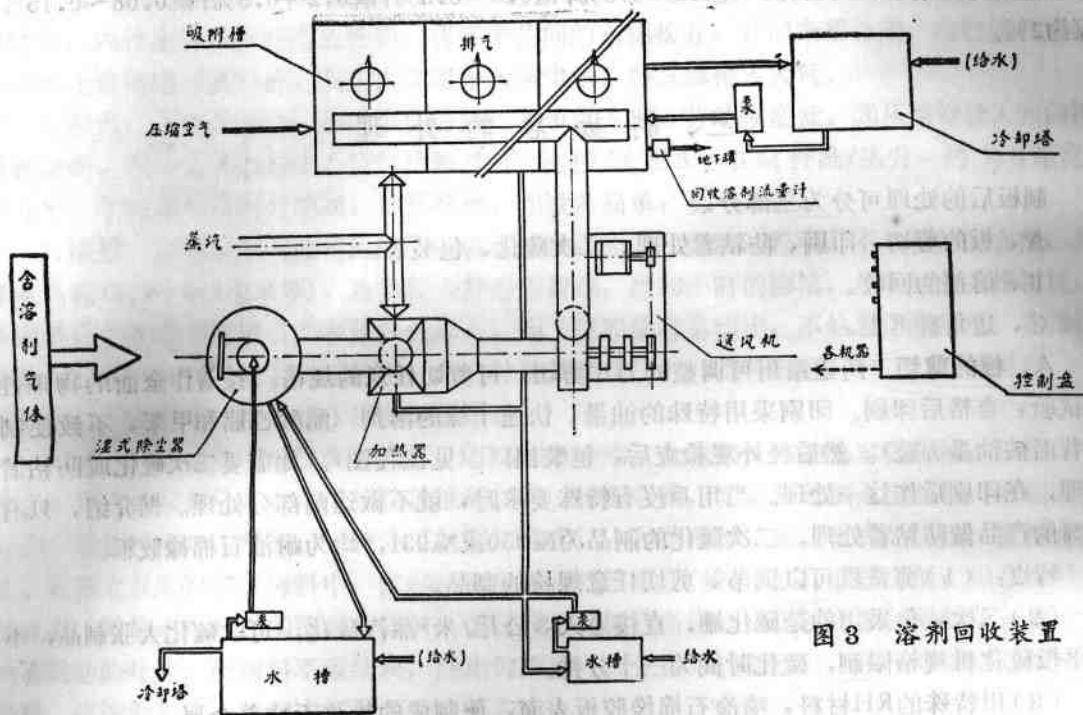


图3 溶剂回收装置

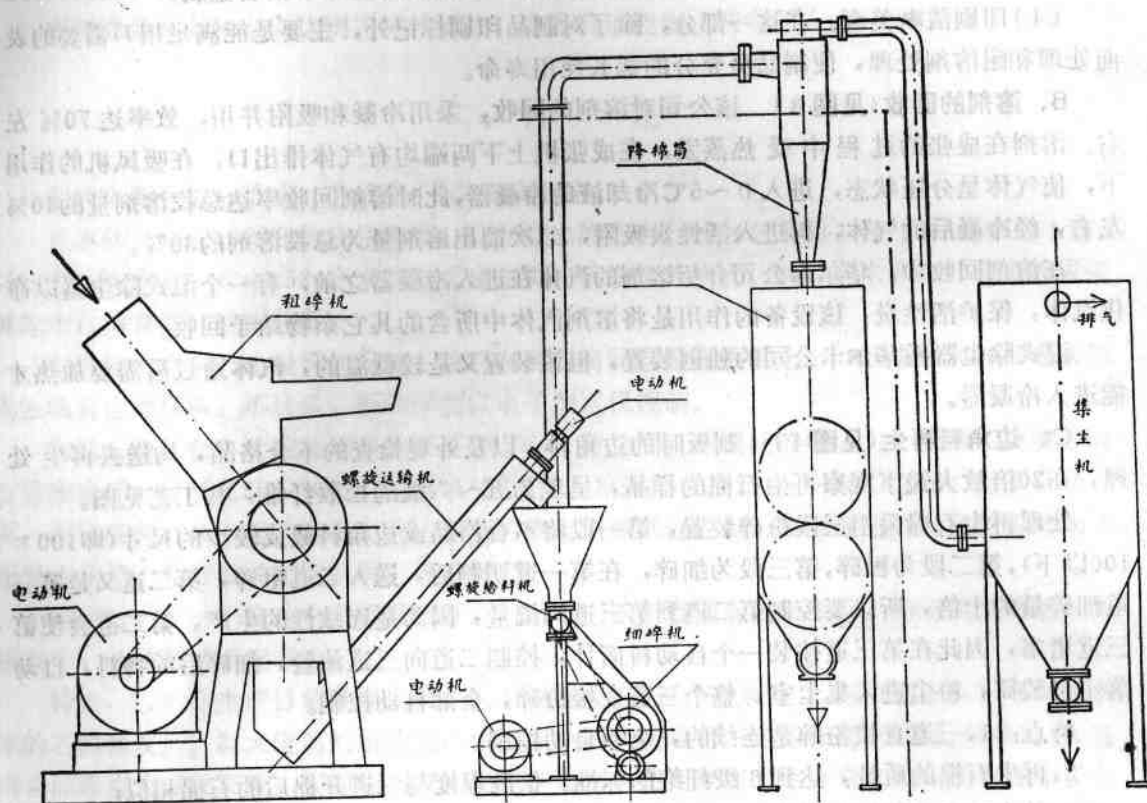


图4 石棉再生装置

质量管理表

质 量 管 理 表			产 品 代 号			发 行		编 号				
工 程 名 称	机 械 装 置	管 理 项 目	规 格 单 位、 制 造 基 准	管 理 内 容					标 准 编 号			
				取 样	间 隔	测 定 具	记 录	部 门		担 当/管 理 者	异 常 处 理	
1	原材料购入		材 料 规 格				进 料 记 录	资 材 股	○/●	退 货	QS-B1-1001~	
2	进 料 检 查		检查标准(受人)									
	石 棉	筛分试验机	筛分网目	1袋/每批	每次进料		进 料 检 查 记 录	检 查 股	○/●	拒 绝 收 货	ES-E-101-001	
	S		S	S			S	S	S	S		
	溶 剂	目 视	蒸 留 性 状	每 批	"		"	"	"	"		
3	秤 量	秤	重 量				配 料 记 录	石 棉 橡 胶 板	○/△	停 止 生 产	ES-D-101-001	
	S		S				S	S	S	S		
	制 板	成 张 机	时 间	全 数			制 造 记 录	"	"	"	ES-D-103-001	
	S		S				S	S	S	S		
9	裁 断	裁 断 板		1张/每批	每 批		"	"	"	"	ES-D-104-001	
10	物 性、尺 寸 检 查	←	←	←	←	←	←	←	←	←	ES-E-102-001 ES-E-103-001	
	物 性、尺 寸 检 查		←	←	←	←	←	←	←	←	ES-E-102-001 ES-E-103-001	
11	印 刷	印 刷 机	浓 度				制 造 记 录	石 棉 橡 胶 板	○/△	停 止 生 产	ES-D-104-003	
	S		S				S	S	S	S		
13	防 粘 着 处 理	防 粘 着 处 理 机	外 观				S	S	S	S	ES-D-104-013	
14	成 品 检 查	目 视	外 观	全 数			"	检 查 股	○/●	选 别、废 却	ES-E-103-001	
15	再 生 处 理	再 生 石 棉 装 置	刀 具 磨 耗	1回/每批	每 批		"	石 棉 橡 胶 板	○/△	停 止 生 产		
16	标 志、包 装	捆 包 机	包 装 状 态				"	"			ES-D-104-005	
17	出 厂											
担当、管理者表示记号			修 改 经 过			决 裁	制 造	技 术	质 量 管 理			担 当
○作业者△班长●股长▲课长												

制板后的处理工序全部人员仅6人,包括防粘着处理、清晰美观的印刷、边角料再生、二次硫化等。原料的利用达到85%。由于再生石棉还可以回收75%,原材料总利用率可达96%,指标是较为先进的。

华尔卡公司制造橡胶石棉板的整个工艺是间歇式的,但从原料处理到制板基本上实现了连续生产。华尔卡公司的石棉橡胶板品种达30余种,用途广泛。这些都为我国发展石棉橡胶生产提供了有用的经验。

四、质量管理

华尔卡公司执行严格的质量管理制度,从原料进厂到成品鉴定每道工序均有明确的验收规则及责任制。每道工序的不合格品不准流入下道工序。

第四章 设计方案

1. 生产规模

(1)生产高压(450℃)与低压(250℃)石棉橡胶板。

(2)生产能力:产品规格为1270×3810毫米。

原料准备部分:日产高压料19.2吨或低压料24.9吨(均不包括溶剂)。

制板部分:按1.5毫米厚计算,日产高压石棉橡胶板970张,合13.1吨,或低压石棉橡胶板1163张,合15.7吨。

整理、完成部分:

印刷:每天20000张

包装:每天1400卷,合19吨

防粘着处理:每天2000张

边角料再生处理能力:每天1.3吨

2. 生产产品的规格

厚度范围:0.2~6.4毫米

长宽尺寸:3810×3810毫米

1270×3810毫米

1270×1270毫米

3. 工作时间

采用三班制连续生产,每年按三百个工作日计算,其他为休息日,在休息日作设备维修

与检查。

4. 公共设施需要的概算

使用部门 名称	原料准备	制板	整理完成	合计
水蒸汽(kg/H)	100	3300	160	3560
重油(kg/H)	7.5	245	11.9	264.4
电器(KWH)	440	430	55	925
冷却水(M ³ /H)	7.2	45		52.2
循环水(M ³ /H)	9.6	156		165.6
工业用水(M ³ /H)	3	9.3	0.2	12.5
压缩空气(M ³ /H)	10	20	10	40

以上设施是经验数字，都是直接用于生产部分，其它如配电损失、照明、通风等均未包括在内。

对公共设施的要求：

(1) 水蒸汽压力：7kg/cm²，最高10kg/cm²。

(2) 重油：符合JIS K2205C重油。

(3) 电源：三相三线，电压200V；

单相三线，电压100V、200V；

频率：50赫。

(4) 冷却水：温度0℃，压力3kgf/cm²。

(5) 循环水：温度5~30℃，压力3kgf/cm²。

(6) 工业用水：锅炉用软水，规格另定。压力3kgf/cm²，温度5~30℃。

(7) 压缩空气：压力6kgf/cm²，最高10kgf/cm²，最高温度50℃。

(8) 环境温度：最低-19℃，最高40℃。

5. 人员配备

部 门	每 班 人 数			三班合计
	小 计	岗位操作	负 责	
原料准备部分	7	6	1	21
制板部分	12	11	1	36
整理完成部分	7	6	1	21
总负责人	1		1	3
总 计	27	23	4	81

第五章 测试技术和测试设备

为了进一步研究开发新产品,提高产品质量,华尔卡公司十分重视测试工作,测试设备比较齐全。华尔卡公司以石棉橡胶板为主要产品的新城工厂就设有六个试验室,即试验室、试作室、机能试验室、化学室、分析室和恒温室。配有专职产品检验员5人。

新城工厂试验室测试和研究石棉橡胶制品质量的设备主要有拉力试验机、加拿大石棉分级筛、恒温箱、高温炉、油浴及盐浴熔融炉、油槽等。除了这些定型的设备外,该公司还根据美、英、西德和日本等国标准规定的测试条件自行设计和制造了很多测试设备,其中主要有以下几种:

1. 压缩和回弹测试仪

有两种,一种是用电子自动液晶数字显示的测试仪,能在27分钟内测定9个试样,据称尚不成熟;另一种是用由美国进口的材料试验机改装的。

2. 测厚仪

采用千分表测厚,加压重锤为250克,试样接触面为 $\varnothing 6.4$ 毫米。

3. 蒸热试验

这是根据日本石棉橡胶板JIS3453-69的测试条件制造的。蒸压釜的测试条件是50公斤/厘米², 262℃,釜内装水,试样不着水吊悬釜内,釜上装有安全阀,用外电源加热升压。

4. 高温高压油密封性测试仪

系根据英国标准BS1832及日本石油学会(JPI)标准测定条件设计制成。能测定50公斤/厘米², 280℃以下的油密封性。所用的油是闪点280℃以上的过热汽缸油。

5. 直视式天平

能直接读数。

6. 腐蚀性试验

将试片置于不锈钢模中夹紧,试片中间加水。在常温下保持168小时后,观察金属板表

面有无腐蚀现象。

7. 试验用成张机

热滚直径 $\varnothing 500$ 毫米，宽500毫米。机上装有专用的测温和测压等仪表。该成张机用于调整配方及科学研究。

8. 450°C 、60公斤/厘米²气密性测试仪

据华尔卡公司中出章先生认为这种仪器制造较困难，投资大，压力与温度不易控制；同时，测试时变化因素和条件较多。中出章先生又认为气密性测试很少有实用价值，但可作为研究之用。

此外，新城工厂尚有常温密封性测试仪（按ASTMF38方法测试），应力缓和测试仪（按ASTM规定方法测试），柔软性测试仪，湿法石棉纤维测试仪（不常用）等。

