

石棉制品的生产

〔苏〕 Н. П. Шагин 等著

戎培康 亚力 译

中国建筑工业出版社

本书的目的是要部分地填补空白。书中总结了全苏石棉制品科学研究院和雅罗斯拉夫斯克工学院完成的研究工作。

本书的主要内容是介绍模塑石棉技术制品，诸如刹车片、闸瓦和离合器片的生产，还介绍了片状填料——石棉橡胶板和石棉钢板的生产，引述了主要生产工艺的资料，阐述了生产设施、设备的工作原理和技术特性、成品生产控制和测试的方法及仪表。书中以很大的篇幅描述了石棉聚合物压塑料的物理力学性能，以及它们的基本加工原理。本书最后几章叙述了石棉制品生产的发展前景以及经济问题。

本书的主要对象是石棉制品厂、汽车制造工业和交通部门的工程技术人员和研究院所的科研工作人员。对有关高等学校高年级学生，特别是对他们的年度和毕业设计，亦颇有教益。

本书介绍石棉摩擦制品和石棉密封填料的主要品种，它们的性能、应用范围和使用特性，列举了这些制品的生产工艺，阐述了生产设备结构、作用原理和技术特性，原料和半成品的质量控制，以及成品检验的方法和仪器设备。

本书面向石棉制品工业的工程技术人员和科研工作者，以及从事机械制造的人员。

Производство асбестовых технических изделий
Щаньини П. П., Борогулин М. М., Колбовский Ю. Я.
«Химия», 1983

* * *

石棉制品的生产

戎培康 亚力译

*

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
北京市昌平县长城印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：9¹/₈ 字数：205千字

1988年8月第一版 1988年8月第一次印刷

印数：1—2,330册 定价：3.25元

ISBN7—112—00096—3/TU·58

统一书号：15040·5407

前 言（摘译）

石棉制品在各工业部门得到了广泛的应用。很难想象，在发展交通运输、石油、化工机械制造和造船工业，以及在生产金属切削机床和起重机械中，可以不应用由复杂的石棉聚合物压塑料制成的刹车片和密封填料。在生产具有一系列特性（其中主要是化学稳定性和不燃性）的特种纸张、硬纸板、线绳和纺织品时，石棉是基材。由石棉制成的材料和以石棉为基材的复合材料制成的制品，它们的生产技术各不相同，有的与塑料（特别是以热塑性树脂为基材的塑料）的生产技术或橡胶技术制品的生产技术相似；有的则同纺织工业、造纸和纸板生产的工艺相近。自然，每种工艺都要求采用相应的设备。各工业部门的技术进步都提出了建立和组织生产新材料及其制品的需求（其中也包括石棉制品）。

在苏联，于第一个五年计划期间，石棉制品生产的发展速度最快。1932年重建了还属于雅罗斯拉夫斯克橡胶石棉公司的，雅罗斯拉夫斯克石棉制品厂，组织了石棉制品（其中包括汽车的制动摩擦制品和离合器摩擦制品）的生产。就在那个时期，耶戈尔夫开始了编织刹车带的生产，在列宁格勒石棉制品厂开始了石棉纸板和其它石棉制品的生产。

国家工业化的高速度发展既要求扩大摩擦制品的品种，又要求增加它们的产量。由于石棉制品企业的有效工作，到1938年，石棉制品的产量比1929年增长了11.5倍。为了协调

石棉制品行业的发展，于1938年成立了石棉制品托拉斯，承担管理石棉制品厂的工作。卫国战争中断了石棉制品行业发展计划的继续实施。在战争时期，前线和国民经济各部门所需的石棉制品，主要是由雅罗斯拉夫斯克和乌拉尔石棉制品厂供应的。乌拉尔厂的生产是用由列宁格勒厂和耶戈尔夫厂搬迁的设备进行的。

战后，石棉拉制制品的生产很快地得到了恢复，并大大地增长了。就在那时，堂博夫市的一个大型石棉制品厂投入了生产。所有这些使得苏联1950年石棉制品的产量比1940年增长了1.5倍。

1946年，雅罗斯拉夫斯克市建立了中央石棉制品科学研究试验室（ЦНИЛАС），该室从事改进石棉制品生产工艺，开发新产品和改进现有产品的研究工作。中央石棉制品科学研究试验室在其存在的年代里（1946~1958年），解决了一系列促进石棉制品生产技术水平提高的重大课题，对行业的技术进步起了重大的作用。在中央石棉制品科学研究试验室的研究人员和工厂工程技术人员的共同努力下，开发了模塑摩擦制品的先进生产工艺和轧机刹车带连续生产工艺，并投入了生产使用；研制了含有树脂和综合粘结剂的新型摩擦材料；组织了新型密封填料和石棉橡胶板的生产。在中央石棉制品科学研究试验室，利用重新研制的试验台，对在惯性试验台的实际摩擦部位作了试验，进行了摩擦制品实验室试验新方法的制订工作。1958年，在中央石棉制品科学研究试验室基础上建立起全苏石棉制品研究设计院（ВНИИАТИ），并继续从事行业技术发展的工作。

在全苏石棉制品研究设计院里，各科研室研究的范围更宽了，完成的工作量更大了。除了工艺技术工作以外，还开

展了试验和设备的研制工作，组织了技术经济问题以及与劳动保护和环境保护有关问题的研究。研究的范围还包括科技情报，产品标准化和质量管埋，科学的劳动组织以及其它方面。

石棉制品行业职工的劳动目标明确，成功地解决了生产中的技术发展问题。目前，这一高度发达的、技术装备精良的行业能够生产各种不同品种的制品。伴随着产品产量的增长，某些产品乃至整个石棉制品生产结构也有了很大的变化。

制动制品生产发展的速度特别迅速。由于科学技术的进步——新型汽车、运输工具和装卸工具的出现，国民经济各部门（特别是农业）生产机械化自动化水平的提高，化学工业水平的提高，以及使用传统材料制造的制品被挤出应用范围，而使石棉制品的应用范围大为扩大。

各种石棉制品在总产量中所占的比重（以可比计量单位计算）分列如下：

	苏联	法国	联邦德国
摩擦材料	32.8	32.4	41.0
石棉橡胶板及其制品	13.1	6.3	16.2

上列数字说明苏联和国外，石棉技术制品的生产结构大抵相同。

石棉制品生产的高速发展是通过现有企业的改造和扩大来实现的。

苏联的全苏石棉制品科学研究院、各石棉制品厂、其它科学研究院和高等学校所取得的研究成果发表于各种期刊、科学论文集和专题综述中。

与此同时，有关石棉制品生产的书籍和专著极其缺乏。

目 录

前言

第一章	石棉制品及其原料和应用	1
1.1	石棉摩擦制品和石棉密封填料概述	1
	摩擦材料	1
	密封填料	12
1.2	石棉技术制品混合料的主要组分	17
	石 棉	17
	橡胶和树脂	25
	粉状组分、金属和其它组分	34
第二章	生产摩擦制品的石棉聚合物压塑料的制备	40
2.1	粘结法和综合法	40
	制备工艺	40
	搅拌设备	45
	碎料设备	54
	制备石棉压塑料时的劳动保护和安全技术	56
2.2	干法	57
	制备工艺	57
	拌和设备	64
第三章	石棉聚合物压塑料的物理机械性能	69
3.1	压塑性能	69
	粒度组成和压实方程式	69
	压缩曲线和压实功	72
	工艺和配方因素对压缩性能的影响	75

在刚性模中压实石棉压塑料时的侧压力系数	78
工艺和配方因素对侧压力系数的影响	81
3.2 摩擦性能	85
评价摩擦性能的仪器和方法	85
石棉聚合物压塑料同钢表面进行外摩擦的规律	89
配方因素对外摩擦参数的影响	94
3.3 粘塑性能	97
第四章 石棉聚合物压塑料的预成型工艺	102
4.1 预成型的作用和主要方法	102
4.2 在闭式压模中预成型	104
用闭式压模预成型的方法	104
压模的结构	107
最佳压制力的计算	113
4.3 用对辊机预压	115
辗压机压型的特征	115
辗压机上石棉压塑料的压实理论基础	118
辗压机	126
压坯机组	130
带式辗压机	133
4.4 缠绕方法	135
4.5 浸渍方法	140
4.6 裁剪法	143
第五章 摩擦制品的成型和热加工	149
5.1 制品的成型工艺和热加工	149
5.2 热成型压模	152
5.3 压型设备	158
5.4 制品的热处理	163
第六章 摩擦制品的机械加工	167
6.1 刹车片的机械加工	167

6.2	离合器片的磨面	171
6.3	在石棉技术制品生产中应用的磨削工具	174
第七章	摩擦制品的检验方法	176
7.1	试验室机械性能试验	177
7.2	试验室热性能试验	185
7.3	摩擦—磨耗特性的确定	187
7.4	对周围介质作用的稳定性的确定	191
7.5	刹车片的台架试验	192
7.6	离合器片(环)台架试验	198
7.7	道路运行试验	204
第八章	石棉橡胶板生产	217
8.1	生产工艺	217
	原材料的准备	217
	石棉橡胶板料子的制备	219
	石棉橡胶板板材的制造	224
	石棉橡胶板的硫化	228
	石棉橡胶板板材的贴合	229
	废料的再加工	229
	试验方法	230
8.2	石棉橡胶板生产设备	235
	用于原料准备的设备	235
	石棉橡胶板成张机	238
8.3	BP-1号填料的生产工艺	245
第九章	石棉钢片的生产	249
9.1	生产工艺	249
9.2	用包覆石棉纸的方法制造石棉钢片的设备	252
	装配石棉钢片的自动生产线	252
	石棉钢片表面涂抹和干燥作业流水线, 石棉钢片硫化设备	257

9.3	用石棉聚合物混合物包覆穿孔胎体的方法制造石棉钢片的自动流水作业线	259
9.4	在双辊卧式辊压机上为胎体包覆石棉混合物过程的分析	264
9.5	石棉钢片的试验方法	268
第十章	石棉制品生产的经济问题	270
	参考文献	280

第一章 石棉制品及其原料和应用

1.1 石棉摩擦制品和石棉密封填料概述

摩擦材料

随着机器制造业的技术进步、机器运转的速度加快、负荷加大，对机器另部件和机构工作制度严密性的要求急剧提高。技术的迅速发展要求生产出能满足各种不同要求的材料，并使这些材料不断改进。传递或消除动能部位的工作元件——摩擦材料就属于这样的材料。摩擦制品可分成两个主要类别：

1. 在制动机构（闸）中工作的制品。制动机构利用摩擦力对运动产生人为的阻力。属于这类制品的有刹车片、闸瓦、刹车带。

2. 在离合机构（离合器）中工作的制品。离合器是用摩擦力把运动由机器的一个部分传递到另一部分的机构。属于这类制品的有环状和扇形节块状的离合器片。

这些制品的工作效率是根据它们的摩擦系数值，在不同的工作制度下制品摩擦系数的稳定性和材料的磨损来确定的。在大多数情况下，摩擦材料是同各种金属对偶相摩擦的。一般公认，在干摩擦条件下，同对偶相摩擦时的摩擦系数大于0.2的材料，称为摩擦材料。汽车制造业、机床制造业、

铁路运输业、航空业、建筑和道路机械制造业等都是摩擦材料的主要用户。

在接触摩擦中产生的复杂过程取决于三个主要因素，即摩擦部件的结构参数（摩擦面积、相互重叠面积、接触元件的形状和尺寸等等），摩擦制度参数，摩擦材料的性能。

现代机械的制动和摩擦部件的接触方式可分成五种：

1. 沿圆柱体的外母线（图1-1, *a*）；
2. 沿圆柱体的内母线（图1-1, *б*）；
3. 以两个圆柱体的端面摩擦平面（图1-1, *в*）；
4. 以棱柱体或圆柱体的平面摩擦圆柱体的端面（图1-1, *г*）；
5. 沿无限长的棱柱体或圆柱体平面（图1-1, *д*）。

相互重叠系数 k 是摩擦部件一个重要的结构特性。 k 是两个摩擦元件摩擦面积之比。 k 值对热制度，应力状态以及周围介质冲击摩擦表面的可能性有着重要的影响。

目前广泛采用的摩擦装置（制动闸、离合器等）的类型有下列几种：闸瓦式（图1-1中的 *a* 组和 *б* 组）；套室式

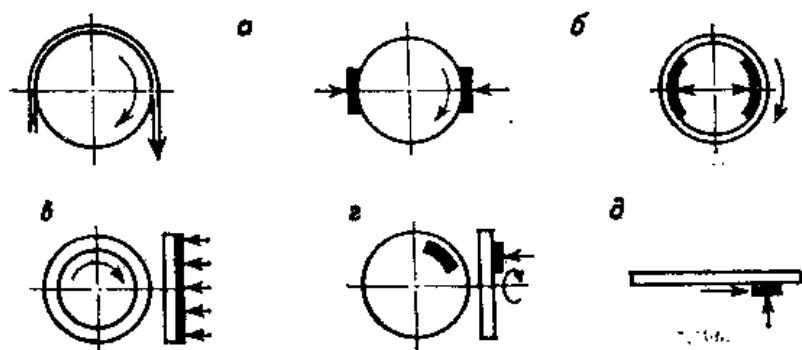


图 1-1 现代机械制动和摩擦部件分类

a, б— $0.1 < k < 1.0$; *в, г*— $0.1 < k \approx 1.0$; *д*— $k \rightarrow 0$

(6组)；带式(a组)；盘式(6组和7组)和鼓式(3组)。闸瓦式或鼓式制动闸的基础是制动鼓；在工作瞬间有一个、两个或更多的制动垫片压向鼓的表面。在交通运输上，特别是汽车运输上最广泛采用的制动装置类型是鼓式闸。这种制动闸的结构示于图1-2。图中示出的是带自动装配闸瓦的轿车后轮制动闸。自动装配闸瓦不用固定的连接。制动鼓随汽车的轮子一起旋转，粘在金属闸瓦3上的动衬片7，在制动时压向制动鼓的工作表面。轮子是靠固定在轮子后轴法兰盘上的制动鼓11之间产生的摩擦力制动的。蹄支撑在固定于制动盘13下部的固定底板12上。制动盘本身又是

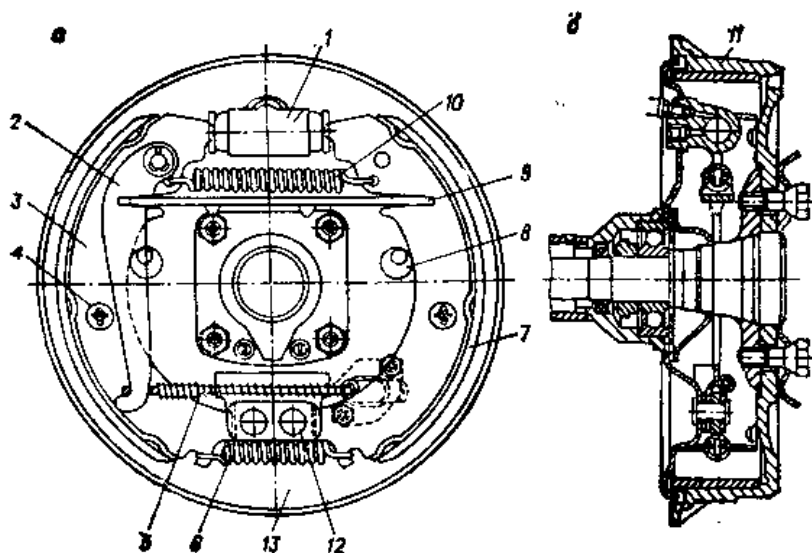


图 1-2 BA3 型轿车后轮制动机构的
总装图(a)和横断面图(b)

- 1—轮闸储气筒；2—手动拉杆；3—制动闸瓦；4—闸瓦座和支撑杆；5—手闸传动索；6和10—下和上系紧弹簧（拉簧）；7—摩擦衬片；8—调节闸瓦和制动鼓之间间隙的偏心块；9—隔板；11—制动鼓；12—固定底板；13—制动盘

不动地固定在汽车后桥的法兰圈上的。在另一面，蹄又支撑在安装在轮闸储气筒1的活塞中的推杆端面上。气缸固定不动地安装在制动盘上。制动液的压力由汽车制动踏板通过液压传送系统传递到制动分泵，然后再传递到分泵的两个活塞上去。活塞在移动的同时，由其推杆将其压向金属闸瓦3。闸瓦上粘有摩擦衬片，活塞又将这些衬片压向制动鼓11，从而制动车轮。

当制动分泵中制动液的压力下降，闸瓦在拉簧6和10的作用下脱离制动鼓，停止制动。

带式制动闸的特点是结构简单。这种闸的制动是靠铆接在柔性钢带上的摩擦材料同制动轮表面（图1-3和1-4）相摩擦来实现的。

盘式制动闸在汽车上应用很广（图1-5）。它是通过固定在轮毂上的铸铁制动盘2同压紧在

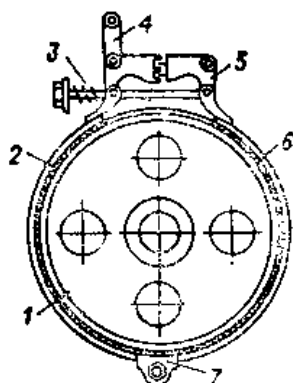


图 1-3 带式制动闸

1—制动轮；2—摩擦材料；
3—弹簧；4、5—拉杆；6—
钢带；7—螺栓

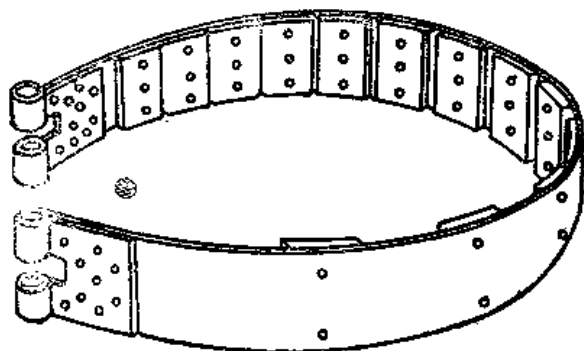


图 1-4 带式制动闸上带摩擦衬带的刹车带



图 1-5 盘式制动闸 (a) 及其支架的构造 (b)

- 1—支架；2—制动盘；3—支架体；4—制动闸瓦；
5—活塞；6—制动闸瓦定位销

它的正反两个表面上的、装有摩擦材料的制动闸瓦 4 之间的摩擦力来达到制动目的。闸瓦装在支架上，支架是固定在转动立柱架上的。当轮闸液压缸中的液体压力增高时，活塞 5 和闸瓦 4 一起移动，并压向旋转的制动盘 2 的表面，使制动盘停止转动，汽车轮子亦随之刹住。

闸瓦式制动器广泛应用于汽车运输、铁路车辆和很多其它工业部门。在汽车运输（经常同闸瓦式制动器同时应用）和铁路车辆上已开始应用盘式制动器。带式制动器，由于其结构简单、效率高，在建筑绞车、挖掘机、钻机、钻机提升绞车、矿井提升机中得到了推广应用。

摩擦材料还用于制造传动扭矩的离合器片。按摩擦表面形式的不同，离合器可分为鼓式、锥式和盘式三种，其中盘式离合器应用最广。

图1-6示出的是汽车单盘离合器的一般结构。飞轮 1 是离合器中的主动元件。它安装在电动机曲轴的末端。铆接摩擦衬片的从动盘 2 借助压盘 3 压向处于工作状态的飞轮端面。压盘壳体同飞轮相连，而从动盘装在变速箱主动轴的槽里，

因此也同汽车的变速装置相连。由弹簧 4 产生对摩擦表面的正压力。在汽车启动时,以及在变速中为了降低动力负荷变换传动扭矩时,咬合起着转接的作用。

根据工作制度的不同,通常可把摩擦装置分为五种类型:最轻型——最高工作温度在 100°C 以下;轻型——最高工作温度在 250°C 以下;中型——最高工作温度在 $600\sim 700^{\circ}\text{C}$ 以下;重型——最高工作温度在 1000°C 以下和超重型——工作温度高于 1000°C 。

表 1-1 示出在不同的摩擦部件的条件下,摩擦材料的典型工作条件[28]。

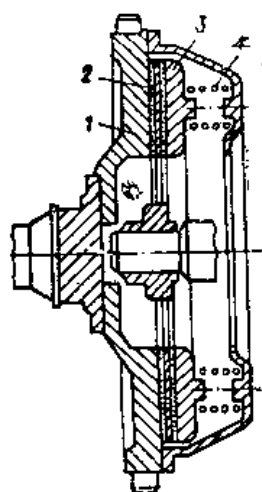


图 1-6 汽车摩擦离合器

1—飞轮; 2—从动盘装置;
3—压盘; 4—弹簧

摩擦材料的工作条件

表 1-1

指 标	汽车制动器		单级制动的铁路制动器	航空制动器	汽车离合器
	鼓 式	盘 式			
单位负荷(兆帕)	0.5~1.5	2~5	0.5~1.0	1.5~2.5	0.1~0.3
滑动速度(米/秒)	5~10	5~15	50~80	30~50	20~30
单位摩擦功(兆焦/米 ²)	2~5	15~20	100~250	30~40	2~3
单位摩擦功率(兆瓦/米 ²)	0.5~1.0	3~6	15~35	2~2.5	0.5~1.5
最高温度($^{\circ}\text{C}$)	300~400	500~600	800	1400	300~400

对摩擦材料的各种要求有:摩擦材料应保证达到必需的、稳定的摩擦系数,它同对偶必须配合良好,不粘连对偶,耐腐蚀,不起燃,具有足够的机械强度和耐磨蚀性,拥有相应的热物理性能等等[42]。

通常，摩擦对偶的摩擦系数值有限值（包括上限和下限）的规定（最常用的是应遵守 $0.2 \leq f \leq 0.5$ 的条件）。汽车制动闸和离合器的平均摩擦系数计算值取0.3。

摩擦系数的稳定性具有重要的意义〔7〕。摩擦系数值对速度、负荷、温度和其它因素的依附性极大，由此降低了摩擦部件工作的可靠性。

对刹车片和离合器片的使用寿命和原料也有一定的要求。根据摩擦材料类型和使用条件的不同，它的使用寿命应达到下列行驶里程限值：刹车片为5~10万公里，离合器片为15万公里以下。

摩擦部件和摩擦衬片是在很复杂的应力状态下进行工作的。当摩擦衬片被压向金属对偶表面时，在衬片上就产生了压应力、剪压力等。显然，摩擦衬片应具有高的机械强度，而摩擦材料应具有尽可能大的热容量和热导率。这两个因素有助于摩擦温度的降低：热容量是由于能吸收热，而热导率是由于能将热从摩擦表面传递到材料的深部，并进一步传递到散热表面，因而促进了摩擦温度的下降。零件加工不精确、零件加工粗糙、有波纹等等都是摩擦对偶接触表面不完全贴合的原因。由此仅在占额定面积中不大的部位上产生表面接触。

这些部位咬合期间，在其上产生很大的压力，出现升温，造成迅速的局部磨损和该部位而积的增大。在慢咬合时，持续作用的局部高温会引起在摩擦材料上产生不希望有、且不能恢复的局部变化。因此，摩擦材料应尽快地同与其成对的工作对偶相咬合。

此外，摩擦材料应是合乎工艺要求的，且其成本低廉，采用货源充足、价格便宜的原料制成。在制动时，它们不应