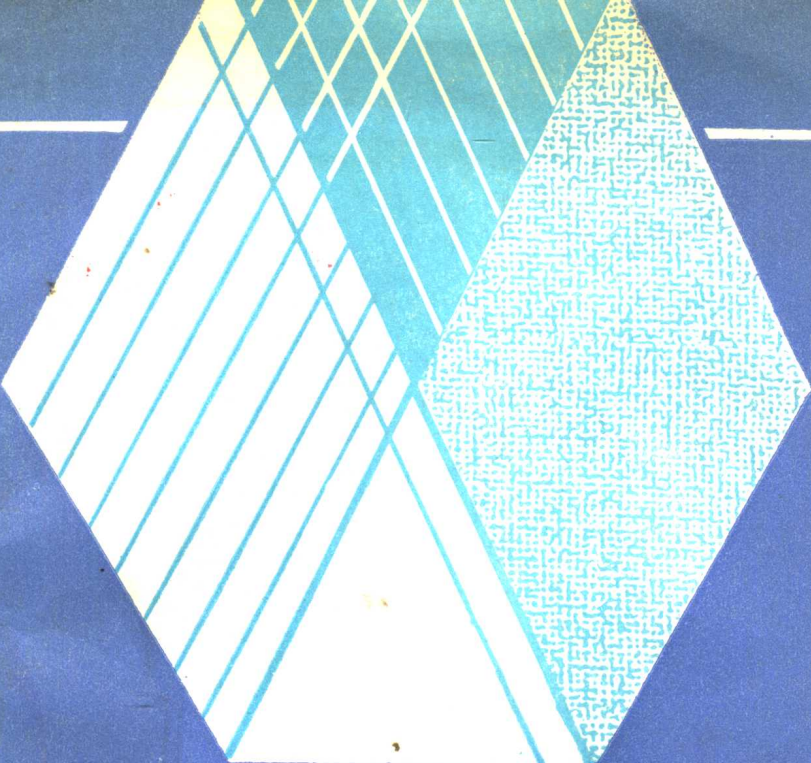




# 石棉纺织 工艺

上海石棉制品厂 徐时昌 编著

中国建筑工业出版社

# 石棉纺织工艺

上海石棉制品厂 徐时昌 编著

中国建筑工业出版社

本书介绍石棉纺织制品的生产工艺，着重阐述各工序的基本理论知识、设备原理和质量要求，其中包括近年来国内外采用的新技术、新工艺和新设备。此外，本书还收集了国内外新近实行的石棉纺织制品技术标准。

本书理论和实践兼有，由浅入深，层次分明，具体实用。既可从事石棉制品工业的技术人员、干部和工人阅读，也可作为中、高等学校专业技术课的选用教材。同时，还可供研制、设计和使用石棉制品的工程技术人员参考。

## 石 棉 纺 织 工 艺

上海石棉制品厂 徐时昌 编著

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(北京阜外南礼士路)

开本：850×1168毫米 1/32 印张：14<sup>1</sup>/<sub>2</sub>。插页：1 字数：378 千字

1987年5月第一版 1987年5月第一次印刷

印数：1—1,780 册 定价：2.60元

统一书号：15040·5167

## 编写说明

有关石棉纺织工艺技术，在1962年出版的《石棉纺织制品工艺》一书中曾有阐述。该书由上海石棉制品厂（车宏刚执笔）编写，中国工业出版社出版。至今，二十多年过去了，石棉纺织工业获得很大发展，工艺技术日臻成熟，生产设备趋向定型，质量要求愈来愈高，原书中多处内容已不能适应生产需要，因而重新编写了本书。

本书着重阐述了石棉纺织的基本理论及设备的工艺原理，并对近年崛起的石棉湿纺工艺也作了较为详细的介绍。同时，还注意吸取国内外近年采用的新技术、新工艺和新设备。

编写中，考虑到对职工进行技术培训的需要，在内容上尽可能作到理论联系实际，具体实用；写法上力求通俗易懂，由浅入深，层次分明。故本书既可供从事石棉制品的工程技术人员和干部参考，也可作为石棉纺织技术人员及中、高级工的培训教材。

本书书末收有国内及日本、苏联、美国等先进工业国家新近实行的石棉纺织制品技术标准的有关内容，便于读者参考。

本书承蒙车宏刚老师指导和审阅，并得到上海石棉制品厂领导各方面的大力支持，在此一并表示感谢！

限于水平，书中错误之处一定不少，恳请读者多多批评指正。

编者

一九八五年三月

# 目 录

## 编写说明

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第一章 概论 .....                  | 1   |
| 第一节 石棉纺织制品发展简史 .....          | 1   |
| 第二节 制品的种类和用途 .....            | 3   |
| 第三节 生产工艺流程 .....              | 6   |
| 第四节 工艺指标 .....                | 10  |
| 第二章 石棉及辅助原料 .....             | 21  |
| 第一节 石棉 .....                  | 21  |
| 第二节 辅助原料 .....                | 45  |
| 第三章 原棉预处理和混棉 .....            | 55  |
| 第一节 预处理目的和要求 .....            | 55  |
| 第二节 主要设备及作用原理 .....           | 59  |
| 第三节 国内外原棉处理新设备 .....          | 88  |
| 第四节 混棉工艺及设备 .....             | 103 |
| 第五节 原棉处理工艺探讨 .....            | 111 |
| 第四章 梳棉 .....                  | 116 |
| 第一节 概述 .....                  | 116 |
| 第二节 BC272B型梳棉机构造和作用原理 .....   | 120 |
| 第三节 针布 .....                  | 159 |
| 第四节 传动和工艺计算 .....             | 164 |
| 第五节 常见故障及排除方法 .....           | 173 |
| 第六节 梳棉机的改进和国外梳棉机简介 .....      | 177 |
| 第五章 纺纱 .....                  | 184 |
| 第一节 概述 .....                  | 184 |
| 第二节 R811S型环锭纺纱机的构造和作用原理 ..... | 187 |
| 第三节 纺纱张力与断头 .....             | 201 |

|          |                     |     |
|----------|---------------------|-----|
| 第四节      | 传动和工艺计算 .....       | 210 |
| 第五节      | 国外纺纱新技术 .....       | 215 |
| 第六章      | 新型纺纱法——石棉湿纺工艺 ..... | 225 |
| 第一节      | 湿纺工艺的崛起 .....       | 225 |
| 第二节      | 生产过程及特点 .....       | 226 |
| 第三节      | 浸泡打浆作用机理 .....      | 232 |
| 第四节      | 国内外几种成形工艺 .....     | 244 |
| 第七章      | 捻线 .....            | 253 |
| 第一节      | 概述 .....            | 253 |
| 第二节      | R812S型环锭捻线机 .....   | 254 |
| 第三节      | 传动和工艺质量 .....       | 258 |
| 第八章      | 石棉绳 .....           | 263 |
| 第一节      | 石棉绳的种类和用途 .....     | 263 |
| 第二节      | 石棉扭绳 .....          | 266 |
| 第三节      | 石棉圆绳 .....          | 274 |
| 第四节      | 石棉方绳 .....          | 285 |
| 第五节      | 石棉松绳 .....          | 290 |
| 第九章      | 石棉布和石棉带 .....       | 295 |
| 第一节      | 生产流程 .....          | 295 |
| 第二节      | 石棉织物的织纹组织 .....     | 297 |
| 第三节      | 织造前的准备工序 .....      | 305 |
| 第四节      | 织布机的结构和作用原理 .....   | 312 |
| 第五节      | 织造工艺及产质量 .....      | 340 |
| 第六节      | 织带机 .....           | 346 |
| 第十章      | 除尘 .....            | 348 |
| 第一节      | 扬尘及危害 .....         | 348 |
| 第二节      | 除尘措施及设备 .....       | 353 |
| 附录一      | 国内石棉纺织制品技术标准 .....  | 361 |
| JC221-79 | 石棉纱线 .....          | 361 |
| JC222-79 | 石棉绳 .....           | 365 |
| JC210-77 | 石棉布 .....           | 369 |
| JC211-77 | 隔膜石棉布 .....         | 374 |
| JC212-77 | 石棉绝缘带 .....         | 378 |

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 附录二 日本石棉纺织制品工业标准 .....                                   | 382 |
| JISR3450-1979 石棉线和扭绳 .....                               | 382 |
| JISR3452-1979 石棉编绳 .....                                 | 387 |
| JISR3451-1979 石棉布 .....                                  | 390 |
| JISR3456-1979 水电解用石棉隔膜布 .....                            | 396 |
| 附录三 苏联石棉纺织制品国家标准 .....                                   | 401 |
| ГОСТ1779-72 石棉绳 .....                                    | 401 |
| ГОСТ6102-78 石棉布 .....                                    | 406 |
| ГОСТ14258-78 石棉绝缘隔热带 .....                               | 417 |
| 附录四 美国石棉纺织制品ASTM标准 .....                                 | 424 |
| D299-78 石棉纱线技术标准(摘译) .....                               | 424 |
| D1571-77 机织石棉布技术标准(摘译) .....                             | 432 |
| D315-77 机织石棉带技术标准(摘译) .....                              | 437 |
| D861-76 建议实施用于表示纤维、半成品纱、成品纱及其它<br>纺织材料线密度的特克斯制(摘译) ..... | 442 |
| 主要参考书录 .....                                             | 444 |

# 第一章 概 论

## 第一节 石棉纺织制品发展简史

### 一、石棉纺织制品——矿物纤维制品

顾名思义，石棉纺织制品是由石棉纤维纺制而成。自然界里，用来纺纱织布的纤维种类很多，仅就日常生活和工业生产中经常使用的来说，主要有以下几种：

植物纤维：如棉花、麻等。

动物纤维：如羊毛、蚕丝等。

矿物纤维：如石棉。

人造纤维：如富强纤维、人造丝、玻璃纤维、陶瓷纤维等。

合成纤维：如锦纶、涤纶、腈纶、丙纶、维纶、氯纶等。

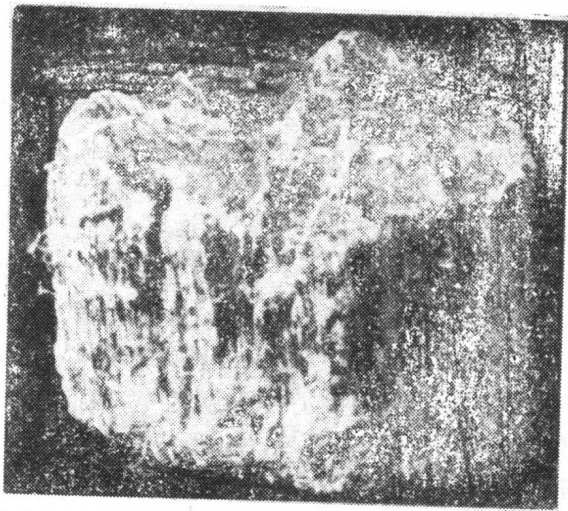


图 1-1 石棉

由上可知，石棉属于天然生成的纤维状矿物，其矿体如图1-1照片所示，它能劈裂分解成柔软而又坚韧的纤维。

与其它纺织纤维相比较，石棉纤维除了具备一般纺织纤维的基本性能（即一定的长度、细度、强度、挠曲性）外，还具有下列独特的性质：耐热（高达600℃）、不燃烧、绝缘、抗腐蚀。在工业生产中，人们充分利用石棉纤维这些天然特有的优良性能，把石棉纤维与其它纤维（主要是棉花和人造棉）混合，使用与传统的棉、毛纺织相类似的机械设备，将纤维纺成具有一定强度和细度的纱线，然后再编结或织造为各种用途的石棉绳、石棉布和石棉带等产品。

## 二、石棉用于纺织的历史

人类使用石棉纺纱织布，已有二千多年的历史。

在古代，人们就已利用石棉，取其不易燃烧和具有纤维结构的特性，制成绳、布。如“列子”书上就有记载：“火浣之布，浣之必投于火，布则火色，垢则布色，出火而振之，皓然疑乎雪”。火浣布指的就是石棉纤维织品。公元1280~1367年间，元史内也有记载：“石绒织为布，火不能烧”。公元1676年，我国商人曾在英国伦敦皇家协会年会上展示出一块石棉手帕。由此可见，石棉纤维制成纺织品在我国已有悠久的历史。

外国史中也有采用石棉的记载。在古罗马时代，人们用石棉布包裹火葬后的尸灰。在古希腊史里也提到石棉织物，公元前约450年，希腊著名的雕刻家奉命在雅典神像足前雕刻神灯一盏，灯火要永远不熄，它的灯芯就是用石棉纤维捻成的。

然而，古代的人们往往是把石棉纤维及其织物作为珍奇古玩来鉴赏，看为是迷信物。直至十八世纪以后，随着第一次产业革命到来，石棉纤维及其制品才作为一种优良材料，开始在工业上得到愈来愈多的应用。到十九世纪七十年代，加拿大的魁北克发现了巨型的优质石棉矿床，石棉工业跨入了盛产时期，纤维的产量越来越高。从此，石棉纺织制品的品种也越来越多，应用的范围越来越广。目前，石棉纺织品几乎已遍布于各工业领域，诸如

造船工业、电力工业、电子工业、玻璃工业、化学工业、石油工业……等等，成为工业上不可缺少的重要材料。

### 三、石棉纺织制品的现状

目前，由于工业上的多方面需要，石棉制品正趋向于品种规格多样化，性能质量高要求。特别是随着现代科学技术的发展需要，利用石棉纺织制品作为基材所制成的多种石棉复合材料，已广泛地应用于航空、火箭、导弹、飞船、卫星等宇宙科学领域<sup>①</sup>。在这些尖端工业部门，以及一些新兴的工业部门，石棉纺织制品享有“穷人碳纤维”（意为价廉物美）的盛誉。

但是，也应该看到，石棉纺织制品在生产过程中，一直存在着严重扬尘问题，即石棉粉尘四处逸扬，污染操作场所和车间周围的空气，危害操作工人的身体健康。这是石棉行业目前面临的最主要问题。多年来，人们不断地从工艺、设备、管理上进行改革，以求把石棉粉尘的危害降低到最低限度，在这方面已取得了显著的效果。例如在生产车间里建立了良好的通风吸尘系统；对新崛起的石棉湿法纺纱工艺，正努力使其不断发展和完善……等等。另外，国内外的科学技术工作者也在积极寻找价廉物美的石棉代用材料，但在未找到全面取代石棉纤维材料之前，石棉纺织制品的生产在相当一段时间内仍然是必不可少的。

## 第二节 制品的种类和用途

石棉纺织制品种类较多，产品命名有一定的规律性。概括起来，一般是按制造方法分类，按夹入物或浸涂介质分品种，按灼烧失量分等级，按尺寸分规格。为了便于用户的选购和合理使用，通常以制造方法分类和按灼烧失量分等级用得较多。

### 一、制品种类的区分

#### 1. 按制造方法分类

---

① 参见“国际标准化组织和美、英、法、西德、日本等国有关航空材料标准目录”。上海科技情报研究所编，1978年。

石棉纱——用温石棉纤维或温石棉混合其它纤维纺制而成的纱条。

石棉线——二根或二根以上的石棉纱并合加捻而成的线条。

石棉绳——根据其结构和形状又分为：

石棉扭绳：用石棉纱、线扭合而成的圆形绳；

石棉圆绳：用石棉纱、线编结而成的圆形绳；

石棉方绳：用石棉纱、线编结而成的方形绳；

石棉松绳：用石棉线作芯，表皮缠于石棉纱线所编成的菱形网而制成的圆形绳。

石棉布——用石棉纱、线经纬交织而成的布。

隔膜石棉布——用长纤维石棉线高密度地经纬交织而成的布。

石棉带——用石棉纱、线经纬交织而成的狭长带。

石棉套管——用石棉纱、线编结而成的圆形空管。

## 2. 按夹入物或浸涂介质分品种

### (1) 按增强芯线分

夹入的增强芯线有金属丝和非金属丝两大类。

常用的金属丝有铜丝、铅丝、镍丝、蒙乃尔丝、不锈钢丝和其它合金丝等。这类石棉产品的名称前面常标有所夹金属丝的名称以示区别，如称铜丝石棉线、铅丝石棉布、铜丝石棉布……等等。

常用的非金属丝有玻璃丝线、化纤丝线、聚四氟乙烯丝线、棉纱线、麻纱线等。这类石棉产品的名称前面可标有所夹入丝线的名称，也可不标，因为石棉纤维本身也属于非金属材料。

### (2) 按浸涂介质分

油浸石棉盘根——系由石棉线或石棉绳浸涂润滑油和石墨，经扭合、编结、轧制而成。

橡胶石棉盘根——系由石棉线、石棉绳或石棉布浸涂橡胶和石墨，经编结或卷制、再轧制而成。

聚四氟乙烯石棉盘根——系由浸渍过聚四氟乙烯乳液的石棉线编结或与聚四氟乙烯丝线混合编结，然后经轧制而成。

### 3. 按灼烧失量分等级

根据石棉纺织制品在高温下灼烧失量（简称烧失量）的多少，将产品分为五个等级，用以表示制品的适用温度范围。

烧失量低于16%时，适用于550℃以下；

烧失量低于19%时，适用于500℃以下；

烧失量低于24%时，适用于350℃以下；

烧失量低于28%时，适用于250℃以下；

烧失量低于32%时，适用于200℃以下。

国外石棉纺织制品，有的国家以烧失量分等级，有的国家以含石棉量分等级，详见本书书末附录的国外石棉纺织制品技术标准。

### 4. 按尺寸分规格

石棉纱线以粗细（用支数）表示规格；

石棉绳以外径（方绳以边长）表示规格；

石棉布和石棉带以幅宽及厚度表示规格；

石棉套管以内径和外径表示规格；

石棉盘根、填料以外径（方形以边长）表示规格。

## 二、制品的用途

前有所述，石棉纺织制品应用广泛，涉及各工业领域，尤以造船、电气、电子、玻璃、化工等部门使用得较为集中。尽管各工业部门使用石棉纺织制品的部位、方式和数量有所不同，但从用途实质来看，可归纳为下列几个方面：

1. 作热设备及热传导系统的保温隔热材料；

2. 作填衬密封和隔膜材料；

3. 作热态下的电气绝缘材料；

4. 作各种复合材料的基材。

现将石棉纺织制品的主要用途简列如下：

- |                            |   |                                                   |
|----------------------------|---|---------------------------------------------------|
| 石<br>棉<br>纺<br>织<br>制<br>品 | — | 纱线：用于保温隔热、密封填塞、气灯罩扎线，复制绳、布、带、套管；                  |
|                            | — | 绳：用于保温隔热、密封填料，复制橡胶盘根、油浸盘根、聚四氟乙烯盘根及其它复合材料；         |
|                            | — | 布：用于保温隔热、电解槽隔膜、耐碱、防腐、防火，复制盘根、被、衣、手套、帽罩、靴、垫圈及其它材料； |
|                            | — | 带：用于保温隔热、烧焊衬垫、电气绝缘，复制橡胶刹车带、树脂刹车带等；                |
|                            | — | 套管：用于线材的保温隔热、电气绝缘、防腐蚀等。                           |

### 第三节 生产工艺流程

#### 一、国内石棉纺织制品工艺流程

我国石棉纺织制品的工艺流程如图1-2所示。

五十年代末，我国石棉纺织制品开始逐步采用机器生产。二十多年来，随着生产技术的发展，设备趋向定型化，工艺也在不断地改进和发展。尤其是石棉纺纱工艺，至今已形成三种工艺，即手工纺纱、机器纺纱、湿法纺纱，简称手纺、机纺和湿纺。

手纺，是手工把石棉和棉花混匀，并在简单的弹花机上弹绒。然后再手工搓成小棉条，在脚踏式纺车上纺纱。手纺产量低，纱线粗细严重不匀，强度差，此工艺早已被大量淘汰。只因它是手工作坊，能利用短纤维，劳动力灵活、机动，成本低，且在防尘上也有所改进，故目前尚在江浙一带农村中少量存在。

机纺，是用机器把石棉纤维纺成纱线的干法作业。机纺工艺在外国已有七十多年的历史，在我国也有二十多年了，生产技术日趋成熟。机纺目前是国内外石棉纺纱的主要生产方式，是石棉纺纱生产的主体。图1-2所示的工艺流程就是以机纺纱为主体的生产过程，本书将重点阐述。

湿纺是用机器把石棉纤维纺成纱线的湿法作业。湿纺工艺是

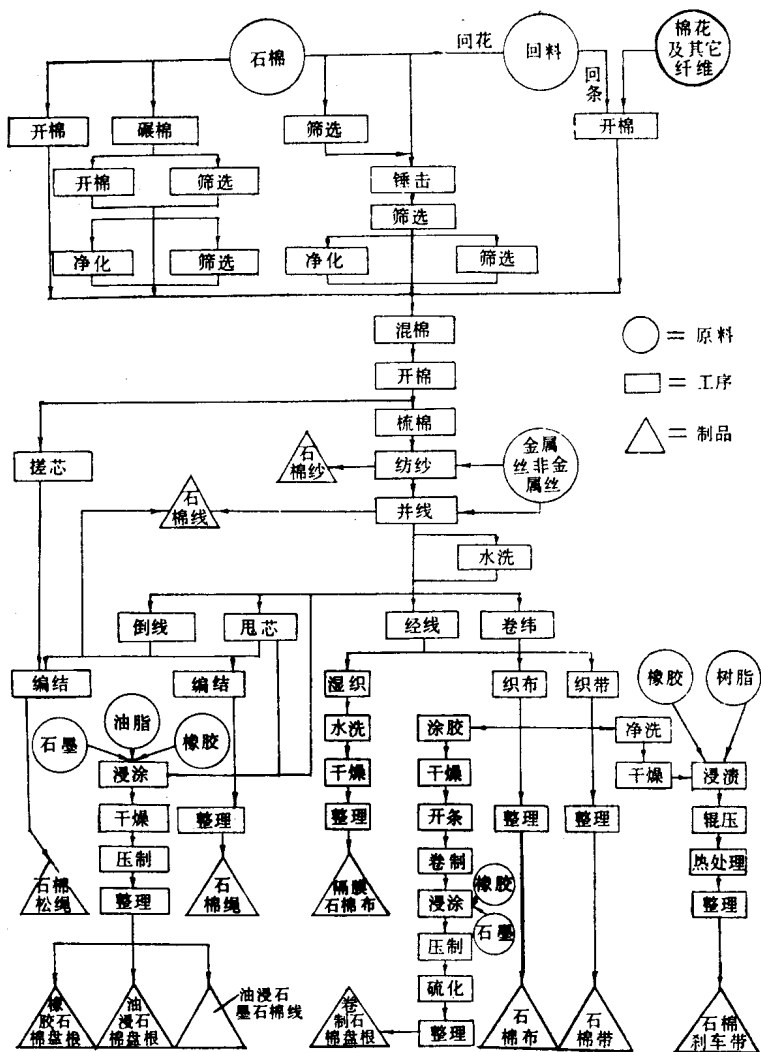


图 1-2 石棉纺织制品及其复制品工艺流程

近年来为了消除扬尘和利用短纤维的需要而正在发展起来的新工艺，在国内和国外，都尚处于小规模试产阶段。本书对它的工艺原理有所介绍。

石棉纤维纺成纱线后，接下来就是扭合、编结或织造成各种制品。这些年来，编结、织造的设备和工艺也有所改进提高，本书将作详细的阐述。

将石棉纱、线、绳、布、带作为基材，浸渍、涂刷、粘贴、并合各种各样的材料（如橡胶、树脂、油脂、金属合金丝、非金属丝，包括正在研制的新材料），可制成专门或特殊用途的产品。目前，这些复合材料产品发展很快，其特点是批量小，工艺性强，品种多，规格不一。考虑到这些产品虽是纺织制品的延续，但其生产工艺已基本不属于纺织的范畴，限于篇幅，本书仅就工艺过程列出图示，详细生产技术就不累述了。

## 二、国外石棉纺织制品工艺流程

国外石棉纺织制品工艺与国内比较，既有相同的地方，也有不同的地方。

在原棉处理工段，由于所使用的石棉纤维原料系纺织级商品棉，纤维长度较长，性状均一，匀度较好，含砂、尘量少，故原棉处理工序较为简单，筛选设备基本不用。另一个特点是普遍使用料仓，不再装仓拆仓，减轻劳动强度，减少了扬尘点。

从梳棉至并线，工艺流程相同，但使用设备有所不同，具体在本书各有关章节中将有所介绍。

从石棉线条至编结、织造成为产品，工艺流程及所选用的设备型式与国内基本相同。

图1-3为英国唐纳（Turner）兄弟石棉股份公司的石棉纺织制品工艺流程<sup>①</sup>。其它一些先进工业国家如联邦德国<sup>②</sup>、日本<sup>③</sup>等的石棉纺织制品生产过程与其基本相同。

① 参见瑞士Ciba Geigy “Review” № 2 1972年

② 参见联邦德国Rex石棉公司技术引进介绍资料1983年

③ 参见朝日石棉株式会社“制品番号一览表”

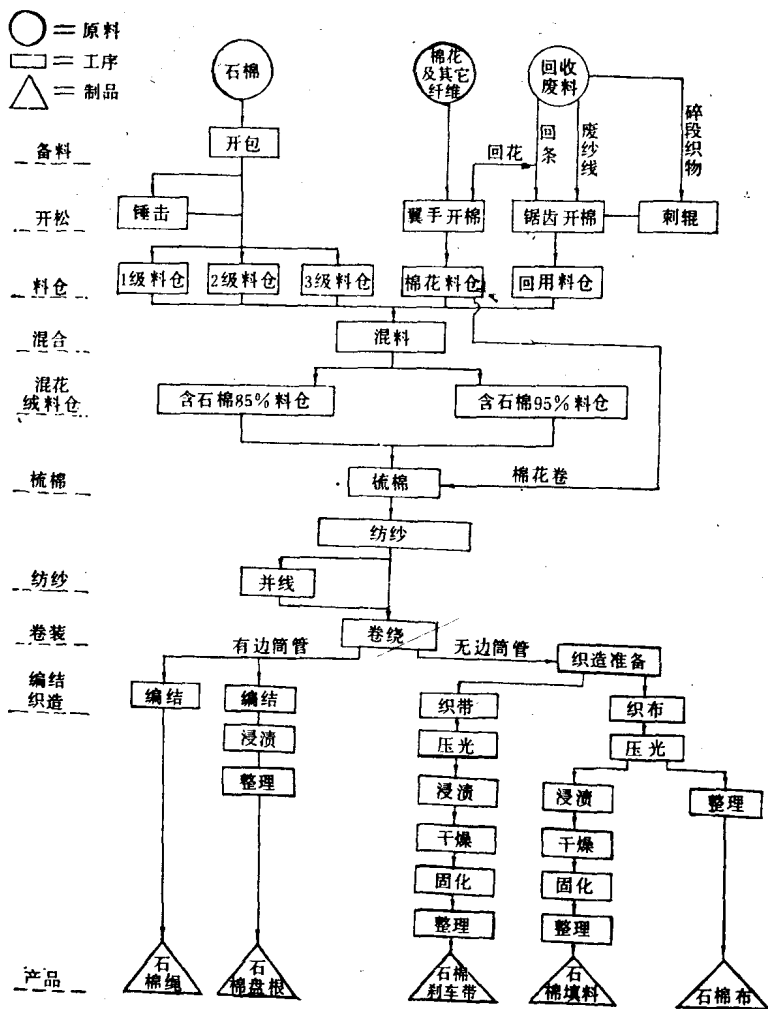


图 1-3 英国唐纳 (Turner) 石棉公司纺织制品工艺流程

## 第四节 工 艺 指 标

石棉纺织制品的生产过程，一方面由于原料的纤维性而与传统的棉、毛纺织有许多相似之处，另一方面又由于原料的矿物性而具有非金属材料工业的特点。因此，石棉纺织工业所使用的工艺指标往往要引用纺织业的指标或参考纺织业的指标结合石棉的特点应用的。基于这个特点，拟对国内外石棉纺织工业上常用的一些主要工艺指标及其意义加以介绍。

### 一、水分和灼烧失量

矿物学理论认为<sup>①</sup>，在矿物中水的存在形式以及它在晶体结构中的作用，可以分为两种类型。一类是与矿物晶体结构无关的吸附水，另一类是与矿物晶体结构有一定关系的层间水、结晶水和结构水。

吸附水：纯粹由于吸附作用而存在于矿物中的水，称为吸附水。其中，附着于矿物表面的称为薄膜水；充填在矿物个体中或集合体间细微裂隙内的称为毛细管水。吸附水与矿物的晶体结构毫无联系，故不计入矿物的化学成分，但对矿物的物理性质、风化、破坏起着重要的作用。吸附水的含量一般随相对湿度和温度的不同而变化。在常压下，当加热到 $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 时，吸附水可全部从矿物中逸出。

层间水：水分子呈层状分布于矿物的晶体结构之间，其数量也是可以变化的。

结晶水：以水分子状态存在于矿物晶格中的水称结晶水。它在晶格中以一定的配位型式环绕阴离子而形成所谓水化阳离子。一般说来，小的阳离子与大的阴离子（通常称络阴离子）结合时，常以水化离子的形式出现。含结晶水的矿物，在升高温度的情况下可以失水，同时晶格随着改组直至瓦解。它在失水时，往

<sup>①</sup> 参见西北大学地质系编“矿物学”地质出版社1978年。