

建材情报资料

总第8208号

工程材料类 4

国外屋面防水材料发展动向 和 新 技 术

建材部技术情报标准研究所

1982年2月

前 言	1
I. 各国屋面防水材料简况	1
1、美国	1
2、西德	3
3、英国	4
4、瑞典	4
5、日本	5
6、苏联	7
II. 油毡技术新成就	9
1、原纸	9
2、玻纤毡	10
3、氧化沥青	12
4、沥青涂盖料	13
5、沥青的改性	13
6、弹性热熔油毡	14
7、屋面保护层	17
8、生产设备	18
9、叠层屋面施工	19
III. 屋面防水涂料	22
1、沥青基防水涂料	22
2、弹性体防水涂料	26
VI. 防水片材及其施工	27
1、氯丁橡胶片材	27
2、氯磺化聚乙烯片材	28
3、丁基橡胶片材	28
4、三元乙丙橡胶片材	28
5、聚氯乙烯片材	28
6、聚异丁烯片材	30
7、聚合物薄膜	31
结束语	32

屋面是建筑物的重要组成部分,而屋面防水则是人们长期关注的问题。遗憾的是,屋面防水材料由于直接经受风、雨、大气的作用,不像墙体材料那样耐久。一般说来,沥青基卷材屋面的保险期仅有10~15年。很多房屋使用不久,屋面漏雨就得维修。例如,1977年美国用于新建屋面的防水材料占57%,而其余43%则用于屋面的维修。因而屋面防水已成为世界各国房屋建筑中的一个突出的薄弱环节,急待解决。

进入二十世纪以来,沥青基卷材成为工业建筑物屋面的主要防水材料。在卷材品种、性能、胎体、沥青及施工等方面都有了相当大的进展,取得了一系列研究成果。与此同时,人们不满足于保险期较短的沥青基卷材,进而采用弹性体片材和涂料,而且已经走过了摸索试用阶段,积累了比较丰富的经验,开始大量在屋面上采用,向传统的沥青基材料提出了挑战。可以有把握地说,过去十几年间屋面工艺技术的提高,比以前整个历史上的提高还要大。

下面简要地报导世界各国屋面防水材料的新动向和新技术,以期有益于我国防水事业的发展。

I. 各国屋面防水材料简况

1. 美 国

沥青基卷材 美国是使用纸胎屋面卷材最早的国家,产量最高,品种齐全,标准详尽,科研成果甚多,在世界上居于领先地位。

早在1958年,美国沥青基卷材的产量已接近整个屋面防水材料的90%。1961年,油毡的销售量是11.2亿平米,其中粉面油毡0.879亿平米,大颗粒撒布料油毡1.253亿平米,油毡瓦9.067亿平米,油纸8.906亿平米,其中石油沥青基的7.868亿平米,煤焦油基的1.038亿平米,共计20.106亿平米。尔后沥青基卷材的销售量,1965年为22.99亿平米,1970年为26.20亿平米,1973年为29.45亿平米,1974年为30.95亿平米,1975年为40.31亿平米,1976年为41.25亿平米。在美国低坡度卷材屋面中,石油沥青用量约占95%,煤焦油沥青仅占5%。

品种有:油纸、底层油毡、粉面油毡、细砂覆面油毡、粗砂覆面油毡、大颗粒撒布料油毡、半撒布油毡、煤焦油油毡、油毡瓦、带孔油毡、无胎油毡、热熔油毡、弹性涂盖层油毡、石棉油毡、玻纤油毡、玻璃布油毡、铝箔油毡、合成纤维油毡、耐火油毡、复合油毡、自粘结油毡等,不一而足,各有各的用途。

美国是使用纸胎沥青基卷材历史最为悠久的国家,长期以来纸胎卷材约占全部沥青屋面卷材的90%以上。但近年来却有了明显的变化,使用连续玻纤毡的比例愈来愈大,玻纤油毡占沥青基屋面卷材的20~25%。预计这一趋势仍将继续下去,因为实际上主要沥青屋面材料厂现在都有一条玻纤产品生产线。有些人预测,1985年玻纤油毡比重将高达60%,另一预测可能是40%。但谁都同意,到了九十年代中期,玻纤油毡将成为占统治地位的屋面

弹性体片材 近年来美国出现了单层屋面热, 1980年单层屋面片材的用量已达到1950万平米, 约占平屋面材料市场的10%, 其中用于屋面维修的约占2/3, 用于新建屋面的约占1/3, 但到了1985年, 用于新建屋面的预计将占一半, 赶上屋面维修的耗量。

美国的弹性体片材有丁基橡胶、三元乙丙橡胶、氯丁橡胶、氯磺化聚乙烯、改性沥青复合材料、聚氯乙烯、聚异丁烯等, 其中用量最多的是三元乙丙橡胶和聚氯乙烯。

美国各种片材的主要性能和基材类型列于表1。

表 1

片 材 名 称	厚 度 mm	抗拉强度 兆帕	最大延伸率 %	使用温度 ℃	基 材
三元乙丙橡胶	1.1	9.7	300	-54~149	混凝土、胶合板、隔热板、维修屋面
氯丁橡胶	1.6	9.7~12.4	450~700	-40~93	混凝土、胶合板、隔热板
聚氯乙烯	1.2	19	250	-35~71	混凝土、胶合板、隔热板、维修屋面
石棉衬氯磺化聚乙烯	0.9	6.9	350	-45~121	工业化或部件结构上的胶合板台面
以尼龙增强的用氯丁或丁基橡胶作背衬的聚氯乙烯	0.8	17	330	-29~71	混凝土、胶合板、隔热板、维修屋面
玻璃纤维增强的聚氯乙烯	1.2	9.8	250~300	-40~66	混凝土、胶合板、隔热板
改性沥青/聚乙烯片材	1.7	82	400	-32~82	现场喷涂聚氨酯泡沫维修屋面

弹性体防水涂料 弹性体防水涂料包括丙烯酸、丁基橡胶、氯磺化聚乙烯、氯丁橡胶、聚氯乙烯、加橡胶沥青、聚氨酯和硅酮等液体屋面材料。美国各种弹性体防水涂料的主要性能和基材类型列于表2。

表 2

涂 料 名 称	厚 度 mm	抗拉强度 兆帕	最大延伸率 %	使用温度 ℃	基 材
丙烯酸	0.5	1.2	200~300	-57~82	混凝土、胶合板、现场喷涂聚氨酯泡沫维修屋面。
丁基橡胶	0.4~0.8	4.1	250	-48~82	混凝土、现场喷涂聚氨酯泡沫、维修屋面。
氯磺化聚乙烯	0.5~1.1	5.5	400	-45~121	现场喷涂聚氨酯泡沫, 弹性体屋面膜用的耐气候涂层。
氯丁橡胶	0.5	4.8	600	-45~82	混凝土、胶合板、现场喷涂聚氨酯泡沫。
加橡胶沥青	3.8~4.6	—	—	-40~82	混凝土。
聚氨酯	0.5~1.5	0.7~2.1	300~800	-51~93	混凝土、胶合板、现场喷涂聚氨酯泡沫, 维修屋面。
聚氨酯(改性沥青)		0.3~3.4	400~500	-40~81	
聚氨酯和乙烯		8.3	150~200	-35~71	
硅酮		2.8~4.1	100~150	-57~177	

美国屋面防水材料总的动向是: 片材防水将有较快的发展, 涂膜防水将有所减少, 而沥青防水将相应地减少。据调查, 1980年美国整个屋面施工面积为2.4

$\times 10^6$ 平方米，其中沥青叠层屋面热施工法占59%，沥青叠层屋面冷施工法占8%，单层片材防水占10%，弹性体涂膜防水占6%，沥青玛蹄脂冷施工法占10%，其余占7%。在单层片材防水内部，合成橡胶系占54%，塑料系占30%，改性沥青系占16%。

根据预测，1990年美国整个屋面施工面积可能达到 3.0×10^8 平方米，其中沥青叠层屋面热施工法占29%，沥青叠层屋面冷施工法占9%，单层片材防水猛增到33%，弹性体涂膜防水占9%，沥青玛蹄脂冷施工法占9%，其余占11%。在单层片材防水内部，合成橡胶系增加到62%，塑料系降到22%，改性沥青系仍占16%。

单层屋面获得迅速发展的主要原因有：（一）片材质量有了显著的提高，其耐久性和其他性能均优于二十年前的片材，（二）劳动工资高和石油产品涨价，对高劳动消耗的沥青卷材屋面产生不利的影响，美国四层叠层屋面施工费用占屋面总费用的35~40%，而单层屋面仅占7~20%，（三）欧洲的片材大量流入美国，迫使美国屋面材料厂家发展和出售足以与欧洲相抗衡的片材，（四）性能优越，如延伸率优异，低温柔性好，可冷施工，屋面重量轻，可用于大坡度部位，可加色，无公害等等。

2. 西 德

一百多年来，西德也是主要用沥青基卷材做屋面防水。在此期间，屋面材料在不断发展中，但沥青仍然起着重要的、事实上是最重要的作用。

历年来沥青卷材的产量是：1970年—266.6百万平方米，1973年—295.8百万平方米，1974年—236.7百万平方米，1975年—240.2百万平方米，1976年—243.8百万平方米。

由于节能的要求，屋顶的隔热层变得愈来愈厚，使得油毡防水层的温度愈来愈高，导致纸胎油毡腐烂。这一情况引起更多地采用无机胎体，首先使用的是玻纤油毡和玻璃布油毡。近年来玻纤毡的厚度有了增加，从而克服了初期使用薄毡的一些缺点。玻纤油毡已占全部沥青卷材的70%左右，玻璃布油毡另占10%。总有一天，纸胎将被玻璃基胎体所取代。除玻璃基胎体外，最近还发展了一种性能更加优良的聚脂纤维毡。

沥青也有相当大的发展，所谓的非吹制沥青代替了煤焦油沥青，接着出现了氧化沥青，最近又发展了数种用橡胶和树脂改性的增塑沥青。这类沥青的基本特点是柔性有了改善，耐高温、耐低温、耐老化性极好。

近二十年间还有另一种趋势，就是愈来愈多地采用厚沥青涂盖层油毡，即热熔油毡。由于沥青层加厚，屋面自然更加耐水和耐久。保护粒料是在生产期间嵌进涂盖层的，或在施工期间用手工嵌镶，或者松散撒布到5~8厘米厚。

由于屋面结构和屋顶表面不断变轻和变得不稳定，屋面防水层的铺设和维修愈来愈多地采用松铺法，免受基材变形和伸缩的影响。

值得注意的是不久前出现的增塑沥青聚酯纤维油毡。它的胎体是针冲聚酯纤维毡，具有25%的恢复率，拉伸50%不会撕裂，而增塑沥青则保持弹性。增塑沥青用的是不氧化的沥青，稳定性是靠加弹性体材料达到的，而不是像氧化沥青那样，加矿物粉填料。聚酯纤维毡和增塑沥青两者相结合，使得单层屋面更加可行，一些欧洲国家已采用了由这种材料铺成的单层屋面，西德为保险计，铺两层。这种油毡除高弹性外，还在耐气候性和耐老化性方面构成了全新的特点，适用于热气候特别是冷气候，既可用热涂法也可以热熔法施工，平屋顶和陡屋顶都能用，还可用于水槽、水道、货栈、隧道、桥梁的密封和地下建筑中。

现在西德有三种主要沥青和增塑沥青油毡。第一种是普通油毡，厚约2-3毫米，重约2.3公斤/米²，在水平屋顶上至少铺三层，在最小坡度为5% = 3°的陡屋顶上至少铺二层。第二种是热熔油毡，在所有的屋顶上均铺二层。第三种是增塑沥青油毡，在所有的屋顶上可铺一层或二层。

近十几年来，欧洲使用了完全由厚为0.7-0.8毫米到1.2-1.5毫米到2毫米的塑性膜屋面片材，并向美国、日本等国出口。特别是西德早就使用聚氯乙烯和聚异丁烯片材，并向日本转让专利权。在新一代屋面片材中，聚异丁烯片材已用了三十多年，目前这种片材又用聚酯纤维毡增强，从而克服了早期出现的强度较低等缺点。

3. 英 国

近年来，英国油毡厂家发展了一些新材料，以克服由于高度隔热轻质屋面台板发生伸缩而带来的问题。

聚酯纤维油毡 聚酯是最坚韧的合成纤维，聚酯纤维毡证明是制造高性能屋面油毡的理想胎体。用聚酯纤维胎体制成的油毡，具有良好的延伸能力，高耐刺穿性，高抗拉强度和抗撕裂强度。聚酯纤维油毡分两种，一种用标准沥青，另一种用聚合物改性沥青，后者的使用温度范围宽，耐疲劳性较大。

沥青聚合物片材 这是以石油沥青或煤焦油沥青增充合成橡胶而成的高性能片材。这种片材与其他屋面材料结合使用，铺成的叠层屋面在柔性轻质隔热台面上实际上不会破裂。英国生产的片材都是用压延法，只含有少量增强纤维。欧洲其他一些国家制造沥青聚合物材料的方法与英国不同，它们是使用传统的浸涂沥青技术，以沥青聚合物浸涂聚酯或玻纤胎体。英国生产的沥青聚合物片材，含聚氯乙烯、聚乙烯、聚丙烯、氯磺化聚乙烯、氯丁橡胶或三元乙丙橡胶作为主料。

表3给出这些材料新试样和老化试样的主要性能。

性 能	纸胎、石棉胎和玻璃胎油毡	用标准沥青的聚酯毡油毡	用改性沥青的聚酯毡油毡	石油沥青聚合物或煤焦油沥青聚合物片材
纵向抗拉强度(N/50mm)	200	600	600	500
纵向断裂延伸率, %	2	40	60	100
耐疲劳性 × 100				
新试样	2	20	1500	1500
老化试样	1	10	200	700

4. 瑞 典

瑞典的斜屋顶多用于单户房屋，每年的覆盖面积约为650万平米。材料为粘土平瓦、油毡、金属板等，混凝土瓦已大部被粘土瓦所取代。

平屋顶主要用于工商业、学校等建筑物上，每年的覆盖面积约为800万平米，其中包括

屋面材料用量接近覆盖面积的90%。弹性体片材用量占11%，其中丁

基橡胶5%，聚氯乙烯2%，聚异丁烯1%，其他3%。弹性体屋面与欧洲其他国家和美国的差别不大，但沥青屋面材料则与美国的大不相同。

全部沥青材料都是浸渍和涂盖沥青的油毡。瑞典不用煤焦油沥青。玻纤毡几乎取代了破布毡。不使用木纤维含量很高的毡。常用的油毡有：

——YAM，玻纤毡重50克/米²，沥青总重1200克/米²，通常用于非暴露层，

——YAL，浸涂沥青，但用323克/米²破布毡，

——SAM，玻纤毡重60克/米²，浸涂沥青，沥青总重1600克/米²，用作屋面的暴露外层，

——SAL，浸涂沥青，但用600克/米²破布毡，沥青含量1800克/米²，

——K₂AM，YAM毡下面盖以聚苯乙烯拉料，通常是点贴的，以获得压力释放层，用在加气混凝土屋面板上是有效的，

——YAGv，带玻纤毡体（通常是90克/米²）的3毫或5毫米厚油毡，沥青含量分别为2700或4500克/米²。

沥青屋面通常是两层或三层的。两层屋面用于大于1:40的坡度。对于水平屋顶或坡度小于1:40的屋顶，通常铺三层。在气密基材上，第一层通常用聚苯乙烯粒料覆盖的K₂AM油毡。上层最常见的是矿物粒料覆盖油毡，但有的用砾石覆盖。

屋面保险期通常为10~15年。保险期的修理费用占整个承包总额的0.5~1%。翻修屋面材料消耗占屋面材料总产量的6%。这两个数字说明，瑞典屋面材料的质量是很高的。

5. 日 本

日本在本世纪初由美国引进沥青屋面卷材，几年后开始铺设叠层屋面。直到第二次世界大战，叠层屋面仍处于独占地位。

五十年代中期，片材和弹性体防水涂料进入日本市场，二十多年来产量不断增长。现在沥青防水约占70%，片材防水达到15-20%，弹性体涂膜防水约占10-15%。

沥青防水 在屋面油毡中，以合成纤维毡代替原纸，大大改进了叠层屋面的力学性能。维尼纶纤维油毡是日本研制的产品，后来又使用聚酯、聚丙烯等合成纤维毡作胎体。合成纤维毡的特点是延伸率大，耐疲劳性能优良。

在多数三层屋面中，一层合成纤维毡夹在两层破布油毡的中间。另一种布置是上两层都用合成纤维毡，以增加强度。合成纤维油毡已被看成是叠层屋面的重要组成部分。

日本对水污染的控制，正在加快转向合成纤维毡的趋势。原纸生产要求水量较多，排入江河前必须加以处理。由于污染控制费用较大，由原纸转向合成纤维毡的步伐就加快了。合成纤维毡不仅用于带孔油毡，作底层，而且还用于沥青岩粉和矿物粒料覆盖的油毡，作面层和中层。

十多年前，日本也效法欧美，开始使用带孔油毡。日本标准规定两种带孔油毡：破布毡带孔油毡和玻纤毡或石棉毡带孔油毡。

沥青卷材的热施工条件恶劣，多年来一直是一个令人头痛的难题。这样，加橡胶材料的弹性油毡和热熔施工法就应运而生，并开始得到迅速的普及。采用这种油毡，基本上解决了沥青屋面的漏雨问题，施工条件也大有改善，预计今后将会逐渐取代普通的沥青油毡。

片材防水 1957年日本由西德引进聚异丁烯片材，产品于1961年进入市场。1962年日

本厂家开始生产丁基橡胶(IRR)片材,但其耐臭氧性差,在屋顶上使用不几年就破裂了。两年后用三元乙丙橡胶(EPDM)加以改性,制成IRR/EPDM片材,成为日本使用最普遍的弹性体片材。近二十年间还发展了一种增塑聚氯乙烯片材,七十年代还从西德引进另一种增塑聚氯乙烯片材。此外,还研究了氯丁橡胶、海帕纶、乙烯-醋酸乙烯酯共聚物、聚甲基丙烯酸甲酯、加橡胶沥青、聚氟乙烯等片材。

日本片材防水的发展是很快的。据统计,片材的产量(万平米),1973年为834,1974年为864,1975年为996,1976年为1347,1977年为1599,1978年为1668,1979年为1810,1980年超过2000。

1979年防水片材中,加硫橡胶系占75%,非加硫橡胶系占8%,聚氯乙烯系占12%,橡胶沥青等占5%。

日本常用片材及其主要性能见表4。

表 4

项 目	加 硫 橡 胶 系	非加硫橡胶系	聚氯乙烯树脂系	乙 烯 树 脂 系
厚度(mm)	0.8, 1.0, 1.2, 1.5, 2.0	1.5, 2.0, 2.5	1.0, 1.5, 2.0, 2.5	1.0, 1.5, 2.0
20℃下的抗拉强度 (公斤力/厘米 ²)	75—150	5—25	100—200	25—75
20℃下延伸100%时的拉 伸应力(公斤力/厘米 ²)			70以上	
20℃下延伸300%时的拉 伸应力(公斤力/厘米 ²)	30以上	2.5以上	—	10以上
20℃下断裂延伸率(%)	200以上	100以上	15以上	50以上
20℃下拉裂强度 (公斤力/厘米)	25以上	8以上	40以上	10以上
加热伸缩量(mm)	伸2以下,缩4以下	伸2以下,缩4以下	伸2以下,缩4以下	伸2以下,缩4以下

涂膜防水 由聚醋酸乙烯酯乳液配成的防水涂料,于1955年进入日本市场。数年后日本厂家开始生产这种材料,但几年后就被醋酸乙烯酯和丙烯酸的共聚物所代替。为此目的,用了丙烯酸乙烯树脂或聚甲基丙烯酸甲酯,已经用了近二十年。这些树脂的乳液是刷涂的,但要配筋,以改进运动能力和控制涂膜的厚度。即使配筋,这些涂膜也不能很好地适应热运动,因而使用受到限制。

五十年代中期由美国引进氯丁橡胶/海帕纶,主要用在曲面屋顶上,但常因混凝土干燥收缩或地基不均匀下沉而破裂,使用有限。

双组份聚氨酯涂料在十几年前进入市场,不久就占据很大的比重。聚氨酯涂料的用量:1971年为10000吨,1972年为14400吨,1973年为21400吨,1974年为20400吨,1975年为18000吨,1976年为19400吨,1977年为20000吨,1978年为22100吨。聚氨酯橡胶柔性好,双组份聚氨酯涂料也有一些缺点:如不易修理,因为双组份聚氨酯混合物不能很好地粘附在旧表面上,流体聚氨酯完全固化前耐热运动的能力欠佳,施工中易受损。

日本的屋面和地下结构也用混合的沥青/橡胶乳液，防水。1976年由西德引进第一种橡胶沥青乳液通过两个或三个喷嘴喷涂。后来日本自己也发展了一种类似的乳液，固体含量达到85%，通常是刷涂的。

日本常用的弹性体防水涂料及其主要性能见表5。

表 5

项 目	聚氨酯系 1 类	丙烯酸橡胶系	氯丁橡胶系	聚氨酯系 2 类	丙烯酸树脂系	橡胶沥青系
20℃下抗拉强度 (公斤力/厘米 ²)	25以上	10以上	15以上	25以上	15以上	3.5以上
120℃下断裂 延伸率(%)	450以上	250以上	450以上	450以上	450以上	600以上
抗张积(公斤力/厘米)	300以上	100以上	200以上	300以上	200以上	—
拉裂强度 (公斤力/厘米)	15以上	5以上	15以上	15以上	5以上	8以上
加热延伸率(%)	伸1以下缩4以下	伸1以下缩1以下	伸1以下缩1以下	伸1以下缩4以下	伸1以下缩1以下	伸1以下缩1以下
施工厚度(mm)	2以上	2以上	1以上	2以上	1以上	2以上
用 途	主要用于外露			主要用于非外露		

6. 苏 联

最近二十多年间，苏联沥青屋面卷材的生产能力有了大幅度的提高，生产资金由5360万卢布增加到29540万卢布以上。在世界沥青卷材生产中，苏联居第二位，仅次于美国。苏联历年来的沥青屋面产量列于表6。

表 6

品 种 \ 年 度	1955	1965	1975	1976	1977	1978	1979	1980
总产量, 百万平米	503.7	1082.5	1760.4	1885	1838	1867.2	1752	1723
其 中								
油 毡	133.5	558.6	1269.4			1503		
油 纸	124.9	233.3	197.2			156		
焦油毡	245.7	287.9	252.3			147		
屋面原纸(千吨)	88.3	218	632	1081		688		

(百万平米)

表 7

品 种 \ 年 度	1970	1975	1978	1980
纸胎油毡				
大颗粒撒布料油毡	240.4	466.7	487	—
热熔油毡	—	18.3	60	85
玻纤油毡	218	8	15.7	—
使用铝箔的卷材(铝箔油毡、铝箔伊佐尔)	—	4.3	10	—

最近一个时期，苏联研制成功不少高效屋面防水材料，如热熔油毡、大颗粒撒布料油毡、带弹性层的油毡、铝箔油毡、铝箔依佐尔（依佐尔即沥青胶粉材料的简称）、油毡瓦等，而且已建立起工艺生产线。一些高效屋面材料的产量在不断增加（参见表7）。可以说，苏联的沥青卷材品种已经基本齐全。卷材品种及其主要性能列于表8。

表 8

种 类	牌 号	单位面积重 克/米 ²	卷 面 积 米 ²	不透水性 千帕/分	柔度棒的 ϕ mm/°C	强 度 N/50mm ²
大颗粒撒布料油毡	PK-420	2700	10.0	70/10	30/25	340
鳞片撒布料油毡	PK-350	1700	15.0	70/10	30/25	320
细撒布料油毡	PM-250	1470	15.0	70/10	30/25	320
垫层油毡	PII-250	1100	20.0	40/5	20/18	180
热熔油毡	PK-420-0.6	3300	10.0	70/10	30/25	340
大颗粒撒布料热熔油毡	PK-420-1.0	3700	10.0	70/10	30/25	340
	PK-500-2.0	4150	7.5	70/10	30/25	400
细颗粒撒布料热熔油毡	PM-420-0.6	2100	10.0	70/10	30/25	340
	PM-420-1.6	2500	10.0	70/10	30/25	340
大颗粒撒布料玻纤油毡	C-PK	2900	10.0	80/10	40/10	300
鳞片撒布料玻纤油毡	C-PK	2300	10.0	80/10	40/0	300
防水玻纤油毡	C-PM	2300	10.0	80/10	40/0	300
屋面沥青油纸	II-350	750	20.0	5cm/天	10/18	270
屋面煤焦油油纸	TK-350	670	30.0	90/5	10/20	300
砂撒布料屋面煤焦油油纸	TII-350	1200	15.0	90/5	20/20	280
大颗粒撒布料屋面煤焦油油纸	TBK-420	2200	10.0	40/10	30/20	300
软沥青油毡	PTM-420	1540	20.0	70/10	20/18	320
石棉油纸	Гп-1	640	20.0	5cm/天	10次折弯	300
	Гп-2	620	20.0	5cm/天	10次折弯	300
石棉无毡油毡	B-P-C, BP-II	1500	10.0	w=2.5%	80%/20	70
	BM-M, BP-II	2000	10.0	w=2.8%	80%/20	70/150
无胎伊佐尔	Д, М, Т, Э	2000	10.0	w=1.0%	60%/20	40-120
铝箔伊佐尔	—	2100	10.0	1500/天	40/-15	240
增强防水玻纤伊佐尔	—	2200	10.0	1500/天	100/-15	320
垫层埃卡尔比特	ЭЭМ-420-2	3200	10.0	1500/天	40/-20	320
	ЭЭМ-500-2	4200	10.0	1500/天	40/-20	340
盖层埃卡尔比特	ЭЭК-420-1	3800	10.0	1500/天	40/-30	320
	ЭЭК-500-2	4800	10.0	1500/天	40/-30	340

苏联对传统沥青卷材的改进工作主要是从以下几个方面进行的：制毡和屋面施工采用质量更高的沥青；生产带弹性涂盖层的热熔油毡；以加弹性体的沥青玛蹄脂或沥青乳液代替沥青卷材；积极试用片材防水，等等。这些下面将予以比较详细的介绍。

十几年来苏联集中力量设计和兴建了一批原纸油毡联合企业，装备先进的生产设备，与原有企业相比，机械化、自动化和生产规模都大大提高。用从波兰进口的年产5万吨原纸的四米制纸机装备5个新建的原纸-油毡厂，并采用现代化的油毡生产设备，使企业的年生产能力达到12500万平米。此外，还有4个装备以国产设备的现代化原纸-油毡厂投入生产。这里解决了一个主要任务，就是以自产原纸保证屋面工业的需要。同时制造出新的年产3000万平米的油毡机组，代替了过时的年生产能力仅为2100万平米的设备。

纤维落物包括轧棉机或剥绒机各处集所得的纤维落物，从锯片箱和除尘装置中所得的纤维落物以及打扫轧棉厂房所得的纤维落物。

2. 玻纤毡

如上所述，欧美各国玻纤油毡用量不断增加，大有取代纸胎油毡之势。这主要是因为：玻纤油毡抗拉强度有了提高，使用方便，价格已可与纸胎油毡竞争，沥青和玻璃纤维用量少且易得，等等。特别是美国新出现的玻纤油毡，其强度已超过纸胎油毡（见表10）。

表 10

品 种	胎体最小重量 (克/米 ²)	抗拉强度(N/mm)	
		纵 向	横 向
№15 纸胎油毡	254	5.25	2.63
№15 石棉油纸	415	3.5	1.75
№43 纸胎油毡	250	6.1	3.5
I 型 玻纤油毡	49	2.63	2.63
III型 玻纤油毡	73	3.9	3.9
VI 型 玻纤油毡	83	9.7	9.7

当今制造玻纤毡的方法有三种：使用不同长度纤维的蒸气吹制法，使用切碎纤维的湿法和连续纤维成型法。所用的粘合剂也有三种：淀粉、脲醛树脂和酚醛树脂。正是制造方法和粘合剂一起，决定着玻纤毡的耐久性、质量和费用。

蒸汽吹制法：它是玻璃纤维制造技术中最古老和最成熟的方法，是以蒸汽喷嘴形成玻璃纤维。

玻璃是砂、硼砂和苏打粉的混合物，制毡时使其通过一系列玻璃成型热套管。玻璃在¹371℃以内的温度下熔体，由带小蒸汽喷嘴的套管拉出纤维，铺在一个长金属丝网上，从而形成玻纤毡（参见图1）。

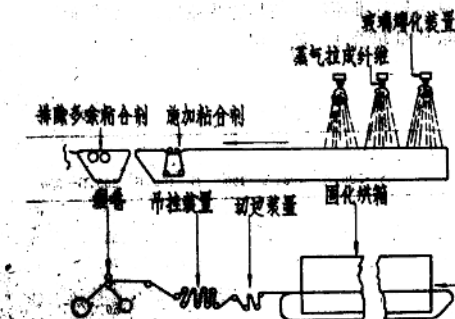


图1 蒸汽吹制工艺流程图

依据厂家的规格，这样生产出的纤维可具有6.4到76毫米的长度。

用三种粘合剂的一种处理形成的毡粘合剂除把玻璃纤维粘在一起外，还提供更高的抗拉强度。粘合剂可以不同的方法施加，但往往在溢流段施加。

去掉多余的粘合剂以后，毡即进入烘箱固化和干燥。切边装置把毡切成要求的宽度。最后把毡铺到标准尺寸棒上。

还可以加铺无规则分布或连续玻璃丝股线，即在套管间引出，以增加制品的纵向强度或撕裂强度。

蒸汽吹制法的优点是：成本较低，材质均匀，纵向强度高，在温和气候下使用证明是成

功的。缺点是：横向强度只是中等的；不宜在严寒气候下使用，生产能力很低。

湿法 湿法成型玻纤毡，现在用的最为广泛，制造方法与造纸相似。这种方法是把预先包装和预先加工好的玻璃纤维加到含水98-99%的料浆箱中。

搅拌均匀浆混合物以分散纤维。然后使其沉积在成型链条上，排出水。此后的工序与蒸汽吹制法相似：施加粘合剂，并排出水分；接着在加热的烘箱中固化；最后缠成卷(图2)。

湿法的优点是：最经济；材质非常均匀；在成毡过程中不加热，所以灵活性很强；柔度较好，能够适应其他玻纤毡无法应付的形状；纵向抗拉强度相当高；机器的生产能力高。缺点是：横向强度低，因为毡用的是切碎的纤维和高度溶于水的粘合剂，仅有一般的耐久性；撕裂强度差，进入市场不久。

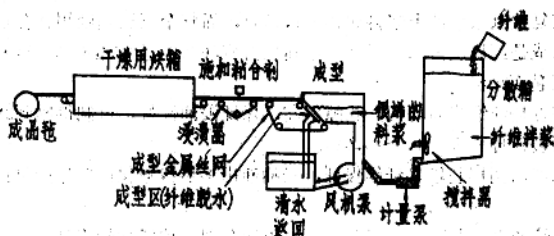


图2 湿法工艺流程图。纤维长度由13毫米到152毫米。也可生产平纹或方向不拘的玻璃丝

连续纤维法 连续纤维毡与蒸汽吹制毡相同，也是熔化玻璃通过热套管而成型的。在这一方法中，使用“弹子”熔化技术。玻璃混合物首先熔化，形成小弹子。这些小弹子在套管中熔化，并借助一系列机械拉轮拉成连续纤维，然后在成型链上形成层叠旋铺或连续环形的毡片(图3)。

一系列溢流罐(或坝)分三个阶段分配粘合剂。在连续纤维毡中，粘合剂的一个作用是分散纤维以增加均匀性，另一个是增加抗拉强度。

施加粘合剂以后，进入多余粘合剂排取和固化工序。最后，切成适当的宽度，缠成卷。

连续毡的优点是：在纵向和横向上的抗拉强度都很高，由于多半用的是低水溶性的粘合剂，耐久性最好，可用于所有的气候条件。缺点是：生产成本最高，均匀度较低，机器的生产能力很低。

粘合剂 所有的粘合剂都必须相当耐水。对水的敏感性，淀粉粘合剂最大，脲醛树脂得多，酚醛最小。

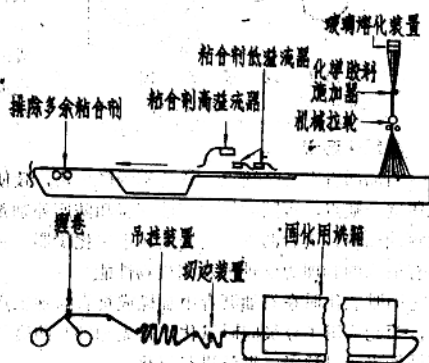


图3 连续纤维成毡法的工艺流程图

淀粉虽然水溶性最大，但仍然受到应用，这是因为用它制成的毡，柔度大于另两种粘合剂，而柔度可以增加处理的容易程度。

所有的粘合剂都是热固性的，在烘箱中固化。此外，它必须与其他改性剂结合使用，玻纤毡才能获得要求的质量。为了获得最大的抗拉/撕裂强度而破裂条件不致下降，必须仔细地调节粘合剂与改性剂的重量比。

普通的改性剂包括胶乳和丙烯酸树脂。它们的作用既是增加用脲醛或酚醛树脂制成毡的柔度，又可以改善毡的耐久性。

三层玻纤毡 西德一公司研制出三层玻纤毡制造工艺。三层玻纤毡由两层长堆垛纤维和一层位于中间的多股(100股)扭线束(长15到50mm)层组成。

多股扭线束复盖以水溶性上浆料(0.6~1.2%)，而整个三层毡则用粘合剂浸渍。

毡的最优组成是：底层占42%纤维，中间层占到50%，上层占8%，这样就预防了多股线脱开，并保证毡面平滑。

这种毡的特点是纤维分布均匀，孔隙率高，保证浸油性好，可制得厚到2mm的油毡，其强度指标高，断裂延伸率等于4.5~5.0%。

这种毡的强度由两层长堆垛纤维保证，浸油性由多股线束保证，据此可设计所需的玻纤毡。

低粘合剂玻纤油毡 英国一公司发表了少用粘合剂的玻纤毡的专利。

玻纤毡重60克/米²，浸有三聚氰胺苯酚树脂。粘合剂对抗拉强度有利，但过量会降低弹性。该专利的玻纤毡仅含6%重粘合剂，实际上可认为没有含粘合剂。

为了涂加180℃温度的沥青料，使用包括浸油槽和辊系统的装置(图4)。该专利使用不氧化的沥青。以最小的拉力把玻纤毡送入油槽中。辊子上可安装刮油装置。沥青层厚度与一般的油毡相同。浸油后冷却，撒撒布料，并进入沥青层。所得油毡的柔度和弹性比原来的好。

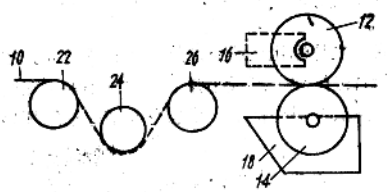


图4 浸油装置示意图

10-未浸油玻纤毡；12、14浸油机辊组；16、18-浸油槽；22、24、26-保证毡不大拉力的拉伸辊。

3. 氧化沥青

石油沥青有一个缺点，就是不耐微生物，致使屋面和防水材料的使用期受到影响。为了克服这一缺点，可同时氧化石油沥青和防腐外加剂，制得耐腐粘合剂。防腐剂可用葱油、二次葱油馏份、页岩沥青、页岩油和半焦化树脂。制得的粘合剂是均质的，不会随时间而分层，具有很高的物理力学性能和耐生物性能。

同时氧化时在石油沥青中加煤或页岩的加工产物，会引起挥发成分的增多，成品出率下降，为此采用了分级同时氧化。首先加25%防腐剂进行初步氧化(软化点50~60℃)，然后加石油沥青予以稀释，继续进行氧化。

实验工作是这样进行的：石油沥青和腐油在预热器中脱水，并加热到60~80℃。以一定的比例将两者加到氧化装置的预热贮油罐中。开动循环泵，把混合物注入反应器中，加热到200~240℃。然后通过搅拌器送入空气。在温度和空气氧的作用下，混合物开始氧化。这时析出的气体，用过的空气以及随用过的空气带走的轻馏份，通过冷凝器部分地冷凝下来。冷

凝液返回反应区，而未冷凝部分则排入大气或烧掉。这种同时氧化的工艺流程图示于图5。

现有的氧化设备，稍加改造即可用来同时氧化沥青和防腐剂，例如安装新的容器，贮料罐、搅拌机、管道及冷凝器。与其他氧化设备相比，管式反应器更加可取。

试验表明，加3—12%防腐剂，可保证获得耐生物的粘合剂，用这种粘合剂可制得各种浸渍料、涂盖料、玛路脂等。

4. 沥青涂盖料

油毡屋面过早破坏（一般5—6年即需大修）的原因，并非起因于沥青本身的缺陷，而是由于沥青涂盖料成分不佳，厚度太小。对五百年前修建的沥青屋面进行观察，发现沥青只是在表面老化了，而在比较深的屋面层内部实际上没有变化。在水中停留三年的建筑沥青也是这样，吸水量只到5—10%，防水层的强度只减小15—20%，密实沥青的初始强度，在水中停留10年后也未降低。试验证明，厚0.4毫米的涂盖层在12—15个试验循环后就老化了，厚0.6毫米的涂盖层可经受70—90个试验循环，涂盖层厚0.8—1毫米的带大颗粒撒布料的油毡，实际上可使用15年以上。

因此，为了保证油毡及卷材屋面的耐久性，油毡必须有足够的厚度。美国普通油毡涂盖料的重量为0.9公斤/米²，加拿大的为1500克/米²，苏联从1978年开始生产涂盖层重1000和1200克/米²的新牌号油毡，代替原定的800克/米²涂盖层重。

为了提高涂盖沥青的质量，苏联标准中作了一些新的规定。生产涂盖料用的原料有两种牌号。其中的A牌号粘度为5—15秒，在釜中和塔中氧化。B牌号的粘度为15—30秒，在连续管式反应器中氧化。若粘度不符合要求，则加真空馏出物。为了使浸渍沥青同时可用来制造涂盖沥青，对BHK-45/180牌号沥青提出以下新要求。

对同一软化点区域（40—50℃），25℃下的针入度指标上限由220提高到300毫米。

添加针入度指数，以表度沥青对温度的敏感度，规定的定额限制使用不能保证优质涂盖料的沥青。

添加含蜡量新指标，不允许使用高含蜡量的渣油。

5. 沥青的改性

改善油毡性能的主要手段是在沥青中加各种各样的聚合物，制成弹性油毡，其强度和耐寒性虽劣于纯橡胶片材，但比橡胶片材便宜9—11倍，只消耗少量橡胶，而性能却比普通油毡好得多。因此，世界各国对沥青的改性都作了大量研究工作，取得了不少成果。

加无规聚丙烯 无规聚丙烯是使用金属有机物催化时进行丙烯聚合处理时的副产品。其特点是易于与沥青混合。日本一工业大学对沥青中加无规聚丙烯进行了试验，得出的结论是：无规聚丙烯与沥青的混溶性，主要受限于它们的基团成分，沥青中沥青质愈高，混溶性就愈小；借助无规聚丙烯可以改善沥青的性能，因为塑性范围变得比较宽，耐热性变得较

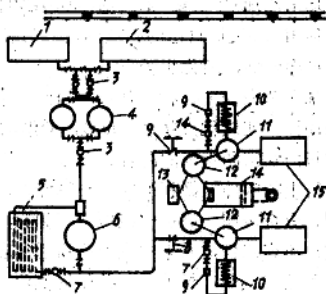


图5 同时氧化石油沥青和防腐剂的工艺示意图

- 1-防腐外加剂贮罐；2-BHK-II沥青贮罐；3-II-171供料泵；4-预混容器；5-管式炉；6-蓄料罐；7-循环泵；8-带机械传动装置的搅配器；9-输入空气用的拌合器；10-管式反应器；11-蒸发器；12-洗漆器；13-黑索拉油沉淀器；14-气体点燃炉；15-成品罐

高，无规聚丙烯的添加量是不大的，通常加3—8%（重）即可有效地改善沥青的性能。

加苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(SBS) 法国很早就用SBS对油毡的涂盖层进行改性。1976年荷兰也利用SBS发展自己的弹性油毡。与氧化沥青相比，SBS-沥青甚至老化后也具有较好的弹性和可冷弯性，硬化也较小。

加丁苯嵌段聚合物 加10—44%丁苯嵌段聚合物可降低沥青的针入度值，大大改善沥青的流动性，使软化点超过109℃，低温柔性得到改进。改性时嵌段聚合物和低分子量沥青一起溶胀，在富沥青相的沥青相中形成了连续网状结构。富聚合物相由嵌段聚合物占优势的结构所衍生的两种显微相组成。一般说来，多数沥青均适于改性，但混合物的物理性能会有所差别。分析表明，高极性组份是不和的，沥青烯含量对混合物性质和在某种程度上对老化的影响，不容忽视，看来戊烷不溶物通常应在12—20%之间。

加乙烯丙烯二烯橡胶 为了提高涂盖层的质量，苏联选用了乙烯丙烯二烯橡胶(CKЭП)，其特点是增塑效应高，价格不贵，大气稳定性强，且与沥青的相容性好。用这种橡胶与沥青混合配成的材料叫比特普，早已成功用于列宁格勒等地的建筑工地上。

加聚乙烯 为了降低沥青的脆点，可加中等分子量的低压聚乙烯。为了改进耐热性、弹性和粘结性，可加低分子量聚乙烯。

加再生胶 用4—8%丁基橡胶再生胶改性的沥青，80℃下的粘度由 3.6×10^3 泊提高到 8.8×10^3 泊。由氧化沥青、再生胶、合成树脂制成的涂盖料，可用作压敏型自粘剂。

加胶乳 工业试验表明，涂盖料中加2—5%胶乳最为合适。胶乳添加量与沥青质量（结构组成和软化点）有关。不宜把胶乳加到软化点低于60℃和高于85℃的沥青中。当把软化点为65℃的沥青加热到220℃时，以每秒1升的速率加胶乳，同时向涂盖料加填料。在容量等于3立米的加热螺旋搅拌机中搅拌60—75分钟。

在生产带弹性涂盖层的热熔油毡中，一个厂在沥青中加了20%滑石粉和2.5%丁苯胶乳CKC-65，另一个厂加4%CKMC-30和CKC-85AH及20%滑石粉。为了提高沥青的针入度，可添加2%以内的合成脂肪酸残渣。

获得的涂盖料具有下列指标：加热温度170—175℃，软化点85—90℃，针入度21—23。用这种涂盖料制成的油毡，具有较高的断裂强度和弹性。

胶乳虽含有60—80%水分，但在制造弹性热熔油毡时可用作弹性体。胶乳材料不贵，与沥青的相容性好，可减少胶粉或橡胶耗量及动力消耗，并简化了涂盖料的配制工艺过程。

橡胶与沥青的相容性：根据实验结果，丁苯橡胶和丁二烯橡胶与沥青的相容性比较好，其次为异戊二烯橡胶、天然橡胶、乙烯-丙烯橡胶。

6. 弹性热熔油毡

传统的卷材屋面一般要做成多层的防水层，通常为三至五层，而且要用热沥青粘贴，施工烦琐，又不安全。再者，卷材屋面的耐久性不高，苏联专家判断不超过17年。因此，迫切需要对油毡质量和施工方法作一些根本性的改进。弹性热熔油毡就是近期出现的一项重大改进。世界各国均发展或引进各种各样的弹性热熔油毡，而且用量逐年增加。现根据占有的材料，摘其要者报导如下。

苏联的弹性热熔油毡 苏联利用上述的比特普（沥青中加乙丙橡胶）配制涂盖料，制成三种弹性油毡——埃卡尔比特，阿尔莫比特普和埃拉斯陶比特。

埃卡尔比特—屋面卷材，由原纸浸以沥青并涂以比特普沥青-聚合物混合料而成，单位总

重为3—5公斤/米²。埃卡尔比特的价格仅为40—65戈比/米²。

阿尔莫比特普—类似的防水材料，但以玻纤毡或玻璃网增强，具有较高的耐水性和耐腐性，用于持久构筑物的粘贴防水。

埃拉斯陶比特—伊佐尔型无胎油毡，但其制造方法是喷射比特普玛蹄脂，且橡胶含量较多，因此强度和耐寒性较大。

表11给出这些材料性能的比较，从中可以看出苏联沥青-聚合物材料的优点。

屋面卷材和防水卷材的物理力学性能

表11

性 能	屋 面 卷 材		屋面和防水卷材		防 水 卷 材	
	热 熔 油 毡	埃卡尔比特	玻 纤 油 毡	阿比莫比特普	伊 佐 尔	埃拉斯陶比特
单位面积重量, 克/米 ²	2100	3000—5000	2100	3000—5000	1500	2500
其中:						
胎体	420—500	420—500	150	150—250	无	无
上面涂盖料	1000	2000—3000	1000	2000—3000	无	无
沥青中的外加剂	重油	СКЭП	重油	СКЭП	胶粉	СКЭП
外加剂数量, %	3—5	3—5	3—5	3—5	20—25	25
填料含量, %	20	10	20	10	20	15
软化点, °C	85	98	85	98	130	110
冷脆点, °C	-14	-31	-15	-31	-17	-50
24小时后吸水量, %	1.2	0	1.2	0	3—5	0.3
断裂强度, 兆帕	3.0	3.2	3.0	3—4.5	1.5	2.5
耐热性, °C	70	90	70	90	100	100
1时的柔度, 半径, 毫米	30—40	15	30—40	15	5—10	1—3
屋面造价, 戈比/米 ²	28—49	28—65	30—35	35—65	35—47	45—57

这样可推荐两层埃卡尔比特屋面：垫层和盖层，两层阿尔莫比特普防水层；在需要保证高度变形能力或耐寒性时，则用埃拉斯陶比特。计算表明，这种卷材屋面的耐久性超过25年，粘贴防水层的耐久性超过100年。

近年来，苏联愈来愈广泛地使用厚层屋面油毡的喷枪热熔法。热熔时使用丙烷-丁烷喷枪和油毡燃气火焰熔化专用架（图6a）。火焰熔化温度达到900°C，燃气耗量可用专用减压器在0.05—1.5米³/时的范围内予以调节。三灯头喷枪可保证熔化整个油毡幅面。因此，若用喷枪施工，燃气耗量为40克/米²，三人一组的屋面工一个工作班可铺100平方米三层屋面，费用节约70戈比/米²，人力节约0.2人·时/米²。

燃气火焰熔化的一个缺点，是可能烧焦涂盖沥青底层甚至纸胎，所以使用热稳定性较好的沥青聚合物油毡—埃卡尔比特和阿尔莫比特普以及低温石油喷枪，效果就比较好些。低温石油喷枪（参见图6，б）是由捷克研制的（专利号№136943，1970年），以太阳油作燃料（耗量6—9升/小时），借助120伏的电气通风机形成温度为500—600°C的火焰。

以热熔法粘贴埃卡尔比特型沥青聚合物油毡特别有效，只铺两层就够了，重2.5公斤/米²的垫层油毡和重3.5公斤/米²的盖层油毡。

热熔沥青聚合物油毡具有下列技术-经济优点：

- (一) 没有必要配制和向铺设地点运送热粘接剂，从而使机械化水平提高到60—70%；
- (二) 沥青聚合物涂盖料在夏季保证屋面的热稳定性，在冬季保证屋面的抗裂性，而且通