

国内外聚合物防水材料的新进展

牛光全

(中国新型建筑材料公司, 北京 100044)

摘要: 介绍了国内外聚合物防水材料, 包括 PVC、EPDM、热塑性聚烯烃弹性体等防水卷材, PU、丙烯酸酯、EPDM 等防水涂料, 硅酮、PU 等密封膏的新进展。概述了我国聚合物防水材料的现状。指出我国聚合物防水材料存在产量小、品种少、生产技术和配套施工技术较差、设备较落后等问题, 并提出了相应的解措施。

关键词: 聚合物防水材料; 聚合物防水卷材; 聚合物防水涂料; 聚合物密封膏

中图分类号: TU57 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-890X(2000)06-0367-06

70~80年代,世界建筑防水材料发生了革命性的变化,主要表现在以聚合物为基础的防水卷材、防水涂料和密封膏迅速取代了传统的防水材料——纸胎沥青防水卷材。90年代,特别是近几年以来,国内外聚合物防水材料有了新发展。本文论述了近年来国内外聚合物防水材料的新进展,以及我国聚合物防水材料的现状和发展方向。

1 聚合物防水材料的新进展

1.1 PVC防水卷材

在PVC防水卷材的研究和发展上欧洲始终走在前列。至今,PVC防水卷材仍然是欧洲主导性的聚合物防水卷材。德国Braas公司的PVC屋面防水卷材品种多、质量好,产品有:①Rhenofol CV系列,即聚酯网格布增强屋面膜,适用于不能压顶的轻质金属板屋面,采用固定螺钉和垫片装配;②Rhenofol CG系列,由玻纤毡增强,用于钢筋混凝土屋顶中作松铺压顶屋面;③Rhenofol C系列,与上述2个品种共用,用于屋顶边缘、天窗、节点或通风凸出部位等的修整。

英国HT(UK)公司生产的PVC单层屋面膜和土木工程膜系列产品包括:①Trocal膜,宽

为1.1m,带PP留边,与缝中机械固定件合用;②Sika-Trocal土木工程膜(与瑞士Sika AG公司合资生产),用于贮罐、桥梁、停车场台面、渠道和贮水池等的衬层;③无增塑剂膜,用于饮水设备的衬层。

60年代,美国从欧洲引进了PVC屋面膜生产技术,但用该技术生产的PVC屋面膜只适用于美国气候温和的地区,而不适用于温差较大的地区。70~80年代,美国采用新型增塑剂、树脂和加工助剂等改进配方,成功地研制了适用于美国各种气候条件的PVC屋面膜。

进入90年代,美国的PVC屋面膜已成为建筑商和屋主喜欢的屋面材料之一。1.52mm厚的PVC膜使用寿命可达到15年;多层并用,使用寿命可达到20年。

美国PVC防水卷材常采用织物增强层,如聚酯经纬纱增强网层增强,可以承受较大的应力且应力分布均匀。由于PVC卷材质量的提高,在1998年的美国屋面防水材料中,PVC防水卷材的用量已占7%(见表1)。

日本的聚合物防水卷材以硫化胶卷材为主,由于近年来经济不景气,其产量不断下降,而PVC和乙烯乙酸乙烯酯(EVA)防水卷材的产量却有所增长,见表2。

我国国家建材局曾设想将我国自行开发的PVC防水卷材作为主导防水材料在全国推广,但由于未解决其增塑剂的迁移问题,因此没能

表 1 1998 年美国各种屋面防水材料

的用量比例

%

品 种	的用量比例	
	新屋面	重铺屋面
热粘性油毡叠层屋面	28	34
EPDM 防水卷材	29	22
SBS 改性油毡	10	14
无规聚丙烯改性油毡	4	6
PVC 及 PVC 合金防水卷材	7	7
热塑性聚烯烃(TPO)防水卷材	4	3
金属板屋面	9	7
喷涂聚氨酯泡沫屋面	3	2
冷施工屋面	4	4
氯磺化聚乙烯(CSM)防水卷材	2	1

达到目的。目前,只有济南渗耐鲁泉防水材料公司采用意大利引进设备和瑞士技术生产的防水卷材才得到了社会认可。

最近,江苏省仪征增强塑料厂开发出复合增强结构的 PVC 屋面防水卷材,其抗老化性较好,技术指标为:宽 1.25 m;厚 (1.2 ± 0.2) mm;拉伸强度 ≥ 10 MPa;撕裂强度 ≥ 7.0 kN \cdot m $^{-1}$;扯断伸长率 150%;尺寸变化率 $< 0.5\%$;耐水压性 0.3 MPa;吸水率 $\leq 1.5\%$ 。

表 2 日本 1990 ~ 1997 年防水卷材产量

m²

年份	硫化胶	非硫化胶	PVC 和 EVA	改性沥青	合计	土木工程用
1990	19 907 569.96	594 470	5 851 277	2 043 137	28 756 453.96	3 117 458.46
1991	20 038 489.40	472 200	6 072 980	2 157 294	28 740 963.40	3 546 581.10
1992	20 003 707.73	386 800	5 944 652	2 259 867	28 595 026.73	3 291 577.23
1993	18 129 688.02	295 300	5 983 024	2 401 016	26 809 028.20	3 708 863.40
1994	16 491 390.20	257 000	6 640 288	1 780 894	25 169 512.20	2 334 461.60
1995	14 744 616.50	254 000	6 538 000	1 487 000	23 023 716.50	1 874 492.50
1996	13 926 545.84	221 800	6 752 914	1 607 990	22 509 249.84	1 915 216.40
1997	14 293 163.00	171 300	7 388 324	1 397 220	23 250 007.00	1 976 852.00

1.2 EPDM 防水卷材

EPDM 防水卷材是目前使用寿命最长的防水材料。在美国,硫化型 EPDM 防水卷材有非增强型、织物或稀疏布增强型及织物背衬型等多种类型,可用于屋面和地下防水;非硫化型 EPDM 防水卷材则用于屋面泛水部位防水。

美国生产防水卷材的一些大公司通常自行生产防水卷材的施工配套材料,如费尔斯通建筑制品公司的 EPDM 防水卷材及其配套材料包括:EPDM 固化单层屋面膜和阻燃卷材、自固化 EPDM 泛水卷材、自固化 CR 泛水卷材、聚酯增强 EPDM 屋面膜;聚酯增强 EPDM 周边固定用胶条(宽为 12 mm);CR 胶粘剂、聚合物拼接胶;纤维素保温板、珍珠岩-聚异氰酸酯保温板、聚苯乙烯保温板(道化学公司生产,费尔斯通供货);通用固定件、打入混凝土固定件、重型固定件、不锈钢打入销固定件、聚合物固定件;各种快速接缝产品;各种附件;丙烯酸酯饰面涂料;施工工具和设备。

EPDM 防水卷材的性能是不容置疑的,但其粘合较困难。在采用 EPDM 防水卷材作屋

面防水材料的初期,由于接缝处理不当,出现了较多的事故。后来针对接缝粘合问题,特别是接缝施工技术作了很多的改进,减少甚至杜绝了事故,保证了屋面的整体质量,这在美国表现得尤为显著。

接缝带和覆盖带的使用是美国 EPDM 防水卷材施工技术的重大进展。用新推出的预固化型 IIR 接缝带粘合的接缝强度比用胶粘剂粘合的接缝强度大 5 倍。虽然采用接缝带的成本高,但安全、无污染,施工较方便。接缝带和覆盖带的用量正在逐年增大,1996 年的用量增长率为 7%。现在,84% 的建筑商使用接缝带和覆盖带施工。有人预言,带式粘合将完全取代液体胶粘剂粘合。

由于环境保护的需要,美国溶剂型胶粘剂用量下降,而水基型胶粘剂用量呈增长趋势。1996 年,单组分溶剂型胶粘剂的用量下降了 8%,而水基型胶粘剂的用量增长了 10%。

近年来,我国从日本引进了 4 条 EPDM 防水卷材生产线。这几条生产线生产的 EPDM 防水卷材虽受欢迎,但产量不大,品种单一,施

工技术较为传统。

可喜的是,吉林化学工业公司化工设备厂与辽阳第一橡胶厂等单位合作,研制出了先进的 L 型机头出片和连续硫化生产线,解决了橡胶防水卷材设备依赖进口的问题。最近,北京奥克兰防水材料公司又建成了 1 条自动控制工艺参数生产线,并已进行批量生产。江苏常熟市三恒建材公司也利用国内设备和技术建成了 1 条 EPDM 防水卷材生产线。

江西新余市橡胶厂以 EPDM 涂料作涂层,以纺粘法聚酯毡作增强层制成一种高强度、非硫化型 EPDM 防水卷材(见表 3),已在深圳和大庆等地使用,效果良好。哈尔滨龙光建筑材料公司也研制和生产了 EPDM 共混(非硫化型)防水卷材。

表 3 聚酯毡增强的 EPDM 防水卷材性能

性 能	聚酯毡增强 EPDM 卷材	350 [#] 纸胎油毡
拉伸强度/MPa	17.0	4.0
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	5.4	—
低温柔性(缠绕棒直径 2 mm)	-40℃无裂纹	16℃无断裂
耐热性/℃	100	85
耐水性	不透水	不透水
耐碱性	15 h 无变化	—

注:各项性能按相应国家标准测试。

此外,水利科学研究院和北京金鼎新材料产业化中心可生产自粘性 EPDM 防水卷材。北京金鼎新材料产业化中心生产的用于聚合物防水卷材搭接密封和关键部位粘合密封的 WP-TI IIR 密封带,已在上百个工程中使用,从未出现过渗漏现象。

1.3 热塑性聚烯烃弹性体(TPO)防水卷材

80 年代,由于开发了一些新的聚合物合成技术,可以在某种程度上随意控制聚合物的相对分子质量及其分布,因此在聚合物挤出性能和成品性能方面满足了聚合物防水卷材的生产和应用要求。目前,采用 3 种多相反应器法可以生产出 TPO(PP 与 EPR 共聚而成)。

最近研制的弯曲模量小于 1.38 MPa 的 TPO 适用于生产压延或挤出薄膜或卷材。柔性和耐久性好的 TPO 可用于土木工程膜、单层

屋面和汽车装饰材料的制备。最近开发的受阻胺光稳定剂(HALS)可使 TPO 单层屋面的使用寿命延长到 20 年,使废料贮存场土木工程膜的使用寿命延长到 30 年以上。

单层屋面是用 TPO 生产的第 1 种防水产品。由 TPO 低温柔性好(延性脆化转变温度为 -55℃)和耐候性优异(在阳光下暴露数年后仍具有热焊接缝能力),因此 TPO 正取代 EPDM, CSM 和 PVC 用于白色和黑色阻燃屋面膜中,同时其还适用于坡面屋面和斜屋面的制备。

TPO 防水卷材因不含增塑剂,很好地解决了土木工程膜埋在地下出现的增塑剂迁移问题;暴露于阳光下的土木工程膜通常含有质量分数为 0.025 的炭黑,以阻断紫外线。

美国开垦局的试验表明,在水渠下 200 mm 深处掩埋 5 年的 TPO 土木工程膜性能基本不变。这种土木工程膜常用于大型工程防水膜的现场接缝,具有熔点温度范围宽,易于在较高和较低温度下接缝,以及接缝平整、光滑的优点。

目前,TPO 单层屋面是美国最畅销的热空气焊接单层材料,已有几家公司生产这种产品,例如,Stevens 屋面系统公司开发的 TPO 屋面系列产品,已在全球安装了 1 亿 m² 以上,使用寿命为 15 年,其中一个产品与针刺聚酯垫层机械固定系统合用;一个产品采用聚酯网格布增强,撕裂强度和断裂强度比 EPDM 产品大,耐穿刺性比 PVC 产品好。

意大利 Imper Italin 公司生产的 TPO 防水卷材商品名为 Rubberfuse Sintofoil 柔性聚烯合金(FPA),其力学性能与 EPDM 卷材相当,焊接性较好,屈服点比一般聚合物卷材高 30%~40%;耐穿刺性、耐撕裂性优良;熔点为 140~150℃,-40℃下仍保持良好的柔性和耐冲击性;在强紫外光照射下拉伸和延伸性能基本不变;长期暴露于多种有机和无机介质环境下耐穿刺性不变;最小焊接强度为 2.6 kN·m⁻¹,适用于松铺压顶法、倒置屋面、机械连接系统和全粘系统。

北京化工大学以 PP, EPDM 和 PE 为主体

材料研究出了类似的产品,但尚未形成生产能力。

1.4 聚合物防水涂料

聚合物建筑防水涂料适用于屋面、地下、外墙、卫浴间、贮槽、水坝、涵洞、隧道、垃圾场等场所的防水。在建筑装饰涂料中,防水涂料所占比例越来越高,如 1997 年,在日本建筑装饰涂料中防水涂料的用量占 24%。

PU 防水涂料在建筑防水涂料中占有重要的地位。在日本,PU 防水涂料广泛应用于建筑物的各个防水部位,且其用量有不断增大的趋势。屋面用的 PU 防水涂料有外露型和非外露型 2 个品种,在屋面修理中其用量居首位,在外墙防水施工中其用量居第 2 位。

喷涂 PU 泡沫有防水和保湿 2 种功能,在美国的使用已证明其性能良好。1998 年在新建屋面防水涂料中,喷涂 PU 泡沫的用量占 3%,在重铺屋面防水涂料中,其用量占 2%。

丙烯酸酯防水涂料具有优异的抗污染性能和物理性能,是主要的外墙防水涂料。采用美国 Rohm & Haas 公司的丙烯酸酯乳液可配制成抗污染性好的外墙涂料。美国一些涂料公司的丙烯酸酯外墙涂料具有独特的抗污染性和耐候性,已进入我国市场。日本对丙烯酸系、PU 系和硅酮系防水涂料制订了国家标准。

近年来,我国聚合物防水涂料取得了一些实质性的进展。煤焦油 PU 防水涂料在我国的使用已相当普遍,年用量达 2 万 t 以上。但煤焦油污染环境,对健康有害。针对这一问题,以北京建工研究院为先导的研究单位和企业已研制和生产出石油沥青 PU 防水涂料,且其价格与煤焦油 PU 防水涂料相当,北京和上海等城

市正在大力推广这种产品。

EPDM 耐老化性优异,但溶解困难,粘性较差,江西新余市橡胶厂采用独特的以水作分散剂、以石油沥青作软化剂的水膏浆专利技术,生产出水分散型 EPDM 防水涂料。该涂料耐低温(-40 ℃)和耐高温(100 ℃)性好,适用于屋面防水。

为解决外墙渗漏问题,北京奥克兰建筑防水材料公司采用美国 Rohm & Haas 公司的丙烯酸酯树脂,研制和生产出弹性丙烯酸酯防水涂料,可用于外墙和卫浴间的防水和装饰。

1.5 聚合物密封膏

聚合物密封膏是建筑密封材料的主要品种,兼有防水和隔热功能。近年来,聚合物密封膏发展迅速,产品由低、中档向高档发展,具体表现为弹性密封膏已逐渐成为主导性建筑密封材料。在弹性密封膏中,硅酮密封膏和 PU 密封膏的产量逐渐增长,而聚硫密封膏的产量逐渐降低。

目前,硅酮密封膏有酸性、中性、防霉型和结构型等多个品种,用于玻璃、幕墙、石材、金属屋面、陶瓷面砖等部位的密封。

1997 年,美国密封膏的需求量为 88 万 t,其中 PU 密封膏占 28%,硅酮密封膏占 23%,沥青密封膏占 15%,丙烯酸酯密封膏占 5%,聚硫密封膏占 4%;其它占 25%。预计,美国密封膏需求量年增长率为 3.4%,到 2002 年需求量将达到 144 万 t,见表 4。

随着高层建筑和幕墙大厦的增多,日本对建筑物密封膏的需求增大,见表 5。1997 年,日本建筑密封膏的产量已接近 12 万 t,其中聚合物密封膏占 88%,油性嵌缝密封膏只有极少量(53 t)。

表 4 美国密封膏需求量及增长率

项 目	需求量/万 t			年增长率/%	
	1992 年	1997 年	2002 年(预测)	1992~1997 年	1997~2002 年(预测)
建筑	35.46	45.81	52.30	5.8	2.7
车辆	12.12	17.62	28.75	7.8	3.3
其它	19.25	24.65	30.92	6.1	4.6
共计	66.83	88.08	143.95	5.7	3.4

表5 日本建筑密封膏产量

t

种 类	1992年	1993年	1994年	1995年	1996年	1997年
硅酮密封膏	21 023	21 317	23 324	23 993	25 107	26 425
单组分	19 095	19 355	21 497	22 555	23 439	24 938
双组分	1 928	1 962	1 845	1 438	1 668	1 487
改性硅酮密封膏	21 522	24 230	29 056	32 818	37 639	40 212
单组分	10 893	11 761	14 720	16 092	17 927	17 492
双组分	10 629	12 468	14 336	16 726	19 712	22 718
聚硫密封膏	12 236	11 599	10 467	10 212	9 912	9 238
PU 密封膏	27 835	28 023	29 801	29 942	30 469	28 603
单组分	7 800	8 639	9 958	9 682	11 057	8 643
双组分	20 023	19 385	19 844	20 262	19 412	19 960
丙烯酸酯密封膏	14 182	12 434	11 679	11 992	12 181	12 285
改性聚硫密封膏	253	335	349	282	262	151
丙烯酸酯-PU 密封膏	249	235	227	226	170	173
IIR 密封膏	1 797	1 579	1 461	1 295	1 378	1 581
油性密封膏	1 041	818	800	590	553	53
合计	100 138	100 572	107 213	111 349	117 670	119 199

国外近期还开发出不少新型密封材料,如美国先后开发出接缝适应能力为 $+100\% \sim -50\%$ 的硅酮密封膏、复合硅酮密封膏、水基硅酮密封膏和代替窗户金属间隔片的硅酮泡沫(隔热体);位移能力为 $\pm 50\%$ 的PU密封膏,位移能力为 $\pm 25\%$ 的增塑型丙烯酸酯胶乳密封膏(已允许用于低层建筑物和住房的嵌缝);用Santoprene热塑性弹性体制成的耐候密孔泡沫密封条(与其它材料共挤出可解决拉伸和收缩等问题);现场热熔密封胶(耐候性和耐臭氧性均好,宜在室外使用,可在三维轴上施工);防火密封膏、泡沫安装带等。

日本20年前研制的以甲基硅烷封端聚醚为基的改性硅酮密封膏,具有其它密封膏无法比拟的性能,目前已成为日本使用最为广泛的密封膏,在建筑密封膏中的用量已占到34%。

现在,我国硅酮密封膏的年生产能力约为1.8万t,原材料和设备基本立足国内,产品性能一般符合国家标准。

聚硫密封膏在我国主要用于中空玻璃等窗户的密封,在水利工程和建筑接缝中也有一定的应用。1997年,我国聚硫密封膏的销售量为1600t,其中国产密封膏销售量约占80%。目前,我国聚硫密封膏的年总生产能力约为3000t,国产产品和进口产品的价格和质量基本相当。我国丙烯酸酯密封膏多为胶乳型,估计1997年产量在3000t左右,大型企业的产品

质量较好,乡镇企业的产品质量较差。

我国有几家生产双组分PU密封膏的企业,但产品质量比国外同类产品差。有2家企业采用引进设备生产单组分密封膏,因产品售价太高,难以推广。总的说来,我国PU密封膏的用量尚小,市场有待开发。

2 我国聚合物防水材料的近况

近年来,我国新型防水材料的产量呈上升趋势,其中有代表性的产品——改性沥青防水卷材的产量,1994年约为2500万 m^2 ,1996年约为3000万 m^2 ,1997年约为3500万 m^2 ,1998年比1997年略有增长;聚合物防水卷材的产量,1994年约为1600万 m^2 ,1996年约为2000万 m^2 ,1997和1998年基本与1996年持平;防水涂料的产量,1994年约为13万t,1996年约为15万t。

1994年,建筑密封膏的总销售量为3.33万t,其中中低档油性嵌缝密封膏2.50万t,沥青嵌缝密封膏0.3万t,共计2.8万t,占总销售量的84%;高档密封膏销售量为0.53万t,占总销售量的16%。近年来,聚合物密封膏的产量有较大增长,估计年销售量已达到3万t,特别是硅酮密封膏的销售量增长最快,年销售量已达到约1.2万t。此外,各种进口密封膏的销售量也在不断增长。

1994年,我国采用引进设备生产的改性沥

青防水卷材产量为 892 万 m^2 , 1996 年为 1 272 万 m^2 , 1997 年为 1 450 万 m^2 。1997 年, 盘锦禹王防水建筑集团的改性沥青防水卷材产量为 450 万 m^2 , 北京奥克兰建筑防水材料公司为 260 万 m^2 , 沈阳光新型防水材料公司为 220 万 m^2 , 长春防水材料厂为 120 万 m^2 。

近年来, 由于我国对基础设施和住房建设投资力度的加大, 刺激了防水材料需求的增长, 新型防水材料的销售形势看好。

据预测, 到 2000 年, 我国改性油毡的产量可能达到 4 900 万 m^2 , 约占建筑防水材料总产量的 12%; 聚合物防水卷材的产量可能达到 3 267 万 m^2 , 约占总产量的 8%; 防水涂料产量可能达到 18 万 t (涂覆面积 7 350 万 m^2), 约占总产量的 10%; 纸胎油毡产量在总产量中的比例将下降到约 70%。2000 年, 建筑密封材料的总产量将增长到 6 万 t, 其中聚合物密封膏产量为 2.85 万 t, 占总产量的 47%。

到 2010 年, 改性油毡的产量可能增长到 1.54 亿 m^2 , 约占建筑防水材料总产量的 30%; 聚合物防水卷材产量可能增长到 9 240 万 m^2 , 约占总产量的 18%; 防水涂料产量可能增长到 28 万 t (涂覆面积 6 260 万 m^2), 约占总产量的 12%; 纸胎油毡产量在总产量中的比例将下降到 40%。建设部和国家建材局已将纸胎油毡列为限制生产产品。2010 年, 建筑密封材料总产量将进一步增长到 15 万 t, 其中聚合物密封膏的产量约为 12 万 t, 约占密封材料总产量的 80%。

3 我国聚合物防水材料存在的问题及发展方向

无论是从使用功能还是从环境保护角度出发, 聚合物防水卷材都是建筑防水材料的主要发展方向之一, 应当给予足够的重视。

我国在聚合物防水卷材的发展方面已有了相当的进步, 但还远不能满足我国经济建设的需要, 与先进国家相比, 无论是在产品质量、产量和品种数量上, 还是在配套施工技术上都存在较大差距, 急需迎头赶上。

PVC 防水卷材可在屋面和地下工程施工中广泛应用, 而我国却尚未开展这方面的应用, 主要原因是我国缺乏用于 PVC 防水卷材生产的专用树脂且生产的 PVC 防水卷材存在增塑剂迁移问题。建议开发适用于 PVC 防水卷材的新型树脂、增塑剂和增强材料, 并对 PVC 防水卷材的加工工艺进行改进, 为这一材料的发展奠定好技术基础。

我国已引进 4 条 EPDM 防水卷材生产线, 国产设备也有较好的功能, 但配套材料缺乏, 产品品种少, 施工中接缝技术不过关, 年产量仅为 200 万 ~ 250 万 m^2 。建议将配套材料的研制纳入议事日程, 开发增强型、彩色和固化泛水用产品及接缝带。

TPO 防水卷材的性能与 EPDM 相当, 且具有可焊性, 是非常有发展前途的聚合物防水卷材, 在美国已经工业化。建议建设 1 条 TPO 生产线, 并开发 TPO 防水卷材密封条, 力求在已有的研究成果基础上, 尽快获得实用性成果, 为建筑防水和密封提供高品质的产品。

在建筑防水涂料中, 除 PU 防水涂料质量较好、用量较多外, 改性沥青和其它聚合物防水涂料的品种少、质量差、用量小, 不能满足建筑防水需求, 应花大力气改善这种状况。例如, 推广现有的耐候性优异的水基型 EPDM 防水涂料; 研究外墙防水和屋面保护用抗污染性丙烯酸酯防水涂料; 开发出各种 PU 防水涂料等。

我国建筑密封材料发展较晚, 需奋起直追, 赶上世界发展步伐。当前应巩固和保持硅酮密封膏的发展势头, 重点开发和推广 PU 密封膏的使用; 注意研制防火、防水及隔热泡沫和膨胀性功能密封膏; 发展耐候、装饰和环保功能均佳的改性硅酮密封膏。

4 结语

要全面提高我国聚合物防水材料的质量和不断增加产品品种, 需要管理、研究、生产和应用部门的配合和努力, 使聚合物防水材料的研究、生产、生产和应用真正落到实处。

收稿日期: 1999-12-27