

778-10

聚氨酯材料 在建筑工程中的应用

第七设计院

毛主席语录

独立自主，自力更生，艰苦奋斗，
勤俭建国。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

坚持政治挂帅，加强党的领导，大搞群众运动，实行两参一改三结合，大搞技术革新和技术革命。

內 容 提 要

聚氨酯是一种具有许多优点的新型高分子合成材料。在国民经济各个领域中的应用已日益广泛，尤其是无产阶级文化大革命以来，在毛主席革命路线指引下，在建筑工程中得到多方面的采用。

本资料共分三节，概要地叙述了聚氨酯材料在国内外的发展和应用，着重介绍了用于堵漏隔潮的一步法聚氨酯浆液的配制、技术性能和施工操作，供有关人员参考。

由于我们水平不高，缺乏经验，一定有不妥之处，請指正。

一九七六年九月

目 录

第一节	聚氨酯的发展概况	(1)
第二节	聚氨酯在我国的应用	(6)
一.	聚氨酯用于防水堵漏	(7)
二.	聚氨酯用于防渗隔潮	(14)
三.	聚氨酯用于绝热保温	(16)
四.	聚氨酯用于建筑嵌缝	(23)
五.	聚氨酯用于制造涂料和粘合剂	(25)
六.	聚氨酯用于甲板敷料	(26)
第三节	一步法聚氨酯堵漏隔潮材料	(27)
一.	浆液的特点	(27)
二.	堵漏防渗原理	(28)
三.	原材料规格	(29)
四.	浆液配方	(32)
五.	技术性能	(33)
(一)	抗压强度	(33)
(二)	抗冻强度	(35)
(三)	粘结强度	(36)
(四)	潮湿条件下的抗压强度	(37)
(五)	隔潮性能	(38)
(六)	耐腐蚀性能	(38)
(七)	耐高温性能	(38)
(八)	导热系数	(41)
(九)	抗渗性能	(41)

(十) 膨胀收缩变形	(42)
六. 施工操作	(42)
第一部分 灌注堵漏	(42)
(一) 主要机具设备	(42)
(二) 施工操作要点	(44)
(三) 注意事项	(46)
(四) 堵漏实例	(47)
第二部分	(47)
(一) 主要机具设备	(47)
(二) 施工操作要点	(53)
(三) 注意事项	(54)
(四) 经济指标	(54)
结束语	(55)

第一节 聚氨酯的发展概况

聚氨酯是聚氨基甲酸酯的简称。它是二元或多元异氰酸酯与二元或多元羟基化合物作用所生成的高分子化合物。这种化合物的主链上含有许多重复的氨基甲酸酯 (NHCOO) 基团, 所以叫聚氨基甲酸酯。可用于制造塑料, 合成橡胶, 合成纤维, 作硬质和软质泡沫塑料, 粘合剂和涂料等。聚氨酯是近年来国内外发展较快的新型合成材料之一。由于这种材料具有许多特点, 已广泛地用于石油化工, 冷藏, 交通运输, 建筑工程, 航空和国防尖端等部门。

聚氨酯材料的产生和发展情况大致是这样的。1849年, 德国的伍尔慈 (Wurtz) 用硫酸的酯类和氰酸钾进行复分解反应合成了脂肪族异氰酸酯, 但没有找到用途。后来, 霍福曼 (Hoffman) 采用高温分解对称苯基草酰胺的方法也制得了芳香族异氰酸酯。1937年, 德国的拜尔 (Otto Bayer) 用聚酯树脂与甲苯二异氰酸酯初次制成聚氨酯硬质泡沫塑料, 并用于飞机的夹层结构材料和潜水艇及坦克的绝缘材料。在第二次世界大战期间, 德国建成了10吨/月的车间, 为军工服务。与此同时, 美国也进行了异氰酸酯的研究。首先是杜邦 (Du Pont) 公司着手这一工作, 但技术进展不大。战后技术公开。美、英、法、苏、日等国均开始重视这种材料的研究与发展。1945年至1947年, 美国得到了德国关于异氰酸酯方面的技术资料, 知道了聚氨酯泡沫塑料的制备方法和用途, 很想用于美国的航空工业。杜邦和孟山都 (Monsanto) 公司为飞机制造厂提供了甲苯二异氰酸酯, 高德伊尔 (Good

year)拉克希德 (Lackheed)航空公司发展了硬质聚氨酯泡沫塑料的生产工艺。

从第二次世界大战到1971年,世界上聚氨酯泡沫体应用的增长速度是很快的,已达104万吨(23亿磅)。聚氨酯泡沫塑料一般分软质、硬质两种。首先开始应用的是软质聚氨酯泡沫体。这种泡沫塑料代替了已有二十年历史的乳胶,用来作机动车辆和家具的垫料,后来又用它作地毯的衬里和包装材料。硬质聚氨酯泡沫塑料出现以来,用途非常广泛。50年代中期以前,数量很小。1956年世界上用量小于1.36万吨(300万磅)。在美国主要用于军事方面,他们用密度较大的泡沫体 $480-960$ 公斤/米³($30-60$ 磅/呎³),还用于航空和导弹天线罩等。1956年,世界上试验或应用硬质聚氨酯泡沫体的公司大约有300—500个。到1972年,世界上硬质聚氨酯泡沫塑料的产量达到25万吨。其中,西德的拜尔公司(包括它在世界各国的子公司)的产品约占40%。硬质聚氨酯泡沫塑料的主要用途是:作冰箱、冷冻机、冷库、工业管道、工业槽的绝热材料和航空工业中的增强材料。在建筑工业上有很大的用途。欧洲多用于平顶屋面的绝热,作工业建筑结构的墙壁和预制房屋的建筑部件等。有的国家已经提出了关于建筑聚氨酯泡沫体建筑物的方法,有些已经形成了建筑规范。70年代初期,法国生产的聚氨酯轻质混凝土部件最大尺寸达 8×2.5 米。这种混凝土的容重为200公斤/米³,聚氨酯反应物加入量为60—70公斤/米³,抗压强度6—8公斤/厘米²,导热系数0.055千卡/米·时·度,当时欧洲约有20个建筑部件和绝热块材连续生产的工厂。大部份工厂具有生产厚度为30—100毫米,密度为30—35公斤/米³的聚氨酯板的设备。

聚氨酯材料经济效果指标 (按结构单位面积和每吨原料计) 表1-1

互 换 方 案	降低建筑安装工程费用 (卢布)	降低建筑劳动消耗 (人一日)	降低结构自重 (公斤)
在屋盖中用聚氨酯泡沫 (代替50%的多孔混凝土板和50%的水泥纤维板)	- 0.35/- 200	- 0.09/- 51	- 91.5/- 5230
浇注在轻质层压墙板结构中的聚氨酯泡沫 (代替软质矿棉板)	- 2.10/- 1200	- 0.11/- 63	- 15.5/- 8860

注: (1)分子为平均每米²的经济效果,分母为每吨原料的经济效果;
(2)减号表示费用降低。

据1975年9月在北京举行的西德科技展览会介绍,聚氨酯材料Baydur已经用于屋顶支架、窗架、窗扇、窗框、房顶的排水沟及通风口等。这种材料刚度大,重量轻,有良好的耐气候、耐老化及耐腐蚀性能,绝热性好,吸水性弱,生产的自动化程度高,投资相当低。此外,聚氨酯材料Baysport被用来作体育中心的地面,运动场的跑道。近几年来,在建筑工业上,美国用硬质聚氨酯泡沫塑料的复合板材做墙板,天花板、门、窗。在聚氨酯泡沫塑料表面涂上沥青,可以做屋顶、积水槽等。美国还把10毫米厚的聚氨酯泡沫塑料的表面涂上聚乙烯,做成折叠房屋,折叠体积为 $4.27 \times 4.27 \times 4.27$ 米³,重量只有63.5公斤(140磅),可作活动临时房屋。美国工艺发展中心在住宅研究方面有两个课题:一是研究适用

于热带地区的价廉高工效屋面材料，二是研究适用于美国非城镇地区的合理化建筑体系的发展。有人认为，只有聚氨酯可以作为最有希望的材料。它不仅满足建筑功能上的要求，而且经济性也好。经调查分析，用竹筋增强的聚氨酯屋面材料的价格约为传统材料的 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{2}$ ，聚氨酯泡沫墙体估计为传统柱墙价格的70%。采用聚氨酯作隔热保温材料的经济效果，苏联也进行过比较，见表1-1。

在防水堵漏方面，国外聚氨酯材料的运用是十分广泛的。日本、西德等国已转入实用阶段。日本成功地研究了既防渗又能固结的化学灌浆材料塔克斯（Taccs）和OH浆液（OH-Grout）。单是非水溶性聚氨酯材料塔克斯一项，从1967年1月至1971年4月，应用的工程实例就有800项。其中较主要的有180多项。多用于防水堵漏，锚固挡土墙，加固地基，坝基，桥基，加固断层等。它解决了一些用一般方法难于解决和无法解决的工程问题。如日本端岛海底煤矿，位于海平面以下600多米深，开掘过程中与软弱地层相迂，海水夹杂着微粉炭以60公斤/厘米²的高压喷出。曾以100—150公斤/厘米²灌浆压力灌入水泥12000—13000袋（600—650吨），未能堵住，工程被迫停工两年。1969年决定用塔克斯进行处理，只花了18天，以10—80公斤/厘米²的压力灌注浆材6吨多，灌浆后，微粉炭和海水的喷出完全停止，坑道继续掘进。在掘进过程中，发现塔克斯凝胶和原来注入的水泥与微粉炭层固结在一起，形成一个干燥的加固区。日本大阪地下铁道与相邻交界处涌水60米³/时，采用水玻璃注浆方法在最后闭合部位不能止水，后来决定采用OH浆液获得成功。西德也是使用聚氨酯材料比较早的国家。1968年就在依林

(Erin)矿区使用这类浆材来加固松动的煤层。在美国1972年聚氨酯还处于室内试验阶段。共试验了六种配方，其中只有一种配方性能较好，即在于湿条件下强度变化的幅度较小。这种配方每公斤材料的成本为0.68美元。不久后，美国在斯托克托 (Stockton) 的马勒 (Mather) 空军基地成功地用在屋面防水保温上。1973年以来，美国生产的聚氨酯类防水材料有弹性聚氨酯嵌缝材料，以氨基甲酸乙酯聚合物为基础的无缝薄膜（能粘结在混凝土、夹心板、保温材料和水磨石表面形成无缝外层），聚氨酯与沥青组成的化合物等多种。日本在涂层防水材料中，聚氨酯防水材料发展很快。1970年报导，日本对聚氨酯防水材料的需要量已达300吨/月，这种防水材料分为两类，见表1-2。双组分聚氨酯材料是由基剂和硬化剂组成。单组分聚氨酯材料在使用前无需混合基剂

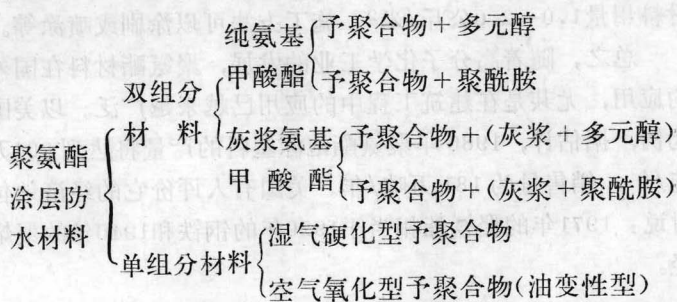


表1-2 日本生产的聚氨酯涂层防水材料
和硬化剂，而是使用时借助空气中的水分和氧的作用达到硬化。目前，日本主要使用的是双组分的焦油氨基甲酸酯。

聚氨酯涂层防水的特点是：

(1) 能够制成不含溶剂的效率高的防水材料；

- (2) 容易形成厚度均匀的防水层;
- (3) 防水层弹性范围宽, 抗拉强度、抗裂强度较大, 延伸能力良好;
- (4) 较容易控制防水层对基层的粘结强度;
- (5) 有较强的耐水性和耐酸碱性;
- (6) 耐候性、耐臭氧性能良好;
- (7) 耐热性、耐寒性良好;
- (8) 耐磨性良好;

焦油氨基甲酸酯的抗拉强度为 $10-40$ 公斤/厘米², 延伸率为 $300-1000$, 吸水率为 $1-5\%$, 透湿量为 $0.02-0.10$ 克/米²·小时, 对灰浆的粘结力为 $10-20$ 公斤/厘米², 耐水性, 耐酸、碱、油和溶剂的性能良好, 耐候性良好, 耐火性能一般。耐用年限 $10-15$ 年。施工厚度一般 $1.0-2.0$ 毫米。材料用量 $1.0-2.0$ 公斤/米²。施工方法可以涂刷或喷涂等。

总之, 随着高分子化学工业的发展, 聚氨酯材料在国外的应用, 尤其是在建筑工程中的应用已越来越广泛。以美国为例, 据估计, 1980年聚氨酯泡沫塑料的产量将达到204万吨/年, 销售量为181万吨/年。美国有人评价它的经济地位时说: 1971年的聚氨酯相当于1920年的钢铁和1940年的聚烯烃。

第二节 聚氨酯在我国的应用

在毛主席无产阶级革命路线的指引下, 我国优越的社会主义制度推动着科研生产的高速度发展。解放后, 尤其是在1958年以后, 我国进行了关于聚氨酯材料的大量研究和试验

工作。1964年进行了中型试验。在无产阶级文化大革命中，聚氨酯这种新材料发展很快。由于它具有质轻，比强度高，粘结性能、绝热性能、耐水和耐腐蚀性能好，原料来源丰富以及施工方便等特点，可以根据不同的使用要求，制成不同密度、硬度、耐热、耐燃、不同电学性能的硬质聚氨酯泡沫塑料制品，还可以通过增强措施，制成复合材料，代替木材、水泥，以及用于机翼增强，制成雷达天线罩，宇宙飞行器的耐烧蚀材料。因此，聚氨酯被广泛地应用于建筑、石油化工、冷藏、造船、车辆、航空、机械、仪表等工业部门作绝缘材料和结构材料。我国软质聚氨酯泡沫塑料制品也在不断增长。北京、上海、南京、武汉、青岛、天津、大连、唐山、广州等地的有关研究单位和工厂对聚氨酯的研究，生产和推广使用作了许多工作。由于聚氨酯有多种用途，制造塑料，合成橡胶，作软质和硬质泡沫塑料，这些都与建筑工程有关。下面仅就聚氨酯直接用于防水堵漏，防渗隔潮，隔热保温，建筑嵌缝，制造涂料和粘合剂，以及船用甲板敷料等方面的情况作一介绍。

一、聚氨酯用于防水堵漏

聚氨酯防水堵漏材料具有固结强度高，防渗堵漏能力强，迁水不被稀释或冲走，有二次渗透作用，浆液便于存放，可单液灌注等特点，因此，它是目前效果很好的防水堵漏材料。

1972年，日本某公司曾两次来我国进行堵水表演，企图以一亿两千万日元（八十万人民币）的高价兜售专利。我国人民遵照伟大领袖毛主席“独立自主，自力更生”的教导，决

定自己进行研究。几年来，天津、上海、北京、广州、武汉等地有关大专院校，研究、设计、施工单位，先后成功地研究了聚氨酯防水堵漏材料。

天津大学，天津市建研所，天津第一航务工程局设计院，天津轻化研究所，天津第二塑料厂五个单位组成的三结合小组研制的“氰凝”，就是聚氨酯类防水材料之一。它已经在30多个工程中成功地用于建筑物的裂缝堵漏，钻井护壁堵漏，抹面防渗，水管堵漏和地基加固。北京饭店新楼工程-8.2米设备层穿墙管的堵漏也使用了“氰凝”，注浆后不到一分钟漏水被堵住，以后也未发现漏水现象。天津研制的“氰凝”浆液予聚体有TT-1A，TT-1B，TT-2，TM-1，TP-1等。由天津第二塑料厂正式生产的予聚体有TT-1，TT-2，

予聚体的规格

表2—1

型 号	主要原料	NCO 含量%	外 观	粘度(28℃ 厘泊)	单 价 (元/公斤)
TT-1 [原TN(52)]	TDI N303(分子量 300±30)	28±2	黄色透明 粘稠液体	400— 600	19.5
TT-2 [原TN(58)]	TDI N204(分子量 400±40)	23±2	黄色透明 粘稠液体	300— 500	19.5
TM-1 [原MN-69]	MDI N204(分子量 400±40)邻苯 二甲酸二丁酯	11±1	棕黑色半 透明液体	1500— 2500	19.5

浆 液 的 配 方

表 2—2

成 分	规 格	配 方 (重 量 比)			
		1	2	3	4
予聚体TT-1	见表2—1	100	70—30	—	30—70
予聚体TT-2	见表2—1	—	30—70	—	—
予聚体TM-1	见表2—1	—	—	100	70—30
丙酮 ⁽¹⁾	工 业	10—20	10—20	10—20	10—20
邻苯二甲酸二丁酯 ⁽²⁾	同 上	0—10	0—10	0—10	0—10
硅油 ⁽³⁾	同 上	1	1	1	1
吐温-80		1	1	1	1
三乙胺或二甲基环己胺 或二甲基乙醇胺		0.3—3	0.3—3	0.3—3	0.7—3

注：(1) 要求丙酮含水量低，否则影响浆液的存放时间；

(2) 增塑剂用其他苯二甲酸酯类也可；

(3) 大孔洞堵漏时最好采用水溶性硅油，并可不用吐温-80。

浆 液 的 性 能

表 2—3

性 能	浆 液		
	TT-1	TT-2	TM-1
凝 液 时 间	几秒至十几秒	几秒至十几秒	几秒至十几秒
固结砂膨胀比	6—9	6—9	1—6
固结砂抗压强度 (Kg/cm ²)	250	140	150
固结砂抗渗性 (Kg/cm ²)	≥ 9	≥ 4	≥ 7

各种予聚体的组成

序 号	类 型	予聚体	原材料配比 (重量比)	反 应 工 艺 条 件
I	聚醚型	Tp-330	TDI 200 PAPI 433 S-330 200 S-311 100 二甲苯 333 二丁酯 67	将TDI,PAPI和二甲苯投入三口烧瓶中搅拌,然后加入S-330,再加入S-311,升温至50—55℃反应1.5小时左右,即冷却出料,隔天就可使用。
II	聚硫型	T-830	TDI 540 聚硫-780 400 S-311 100 二甲苯 547	将TDI和二甲苯倒入三口烧瓶中,然后加入用二甲苯稀释的聚硫,并加入S-311,再升温至90℃搅拌,反应45分钟即冷却出料。
III	环氧型	T-630	TDI 360 618* 100 N-330 100 环氧氯丙烷 100 环乙酮 30	先将TDI、环氧氯丙烷投入三口烧瓶中,搅拌升温至70℃开始滴加环氧树脂,N-330的环乙酮溶液,温度在70°—75℃,1小时滴完,然后升温至90℃搅拌反应45分钟,即终止反应,冷却出料

TM-1 三种。予聚体和浆液的规格,性能见表 2—1, 2—2, 2—3。

与性能

表 2—4

外 观	比 重	粘 度 (25℃ 厘泊)	NCO%	备 注
褐色液体	1.100	282	20	用 旋 转 式 粘 度 计 测 粘 度
棕黄色 液 体	1.125	24	20	S-311 与-NCO基 反应激烈放出大量 热，故最后加
黄色透 明液体	1.147	365	18	

由表可知，TT-1粘度较高，生成的固结物的抗压强度较高，但较脆。TT-2予聚体粘度较小，生成固结物韧性较

好，但抗压强度和抗渗性能较差。TM-1粘度最大，反应较TT-1及TT-2均慢，生成物韧性好。据此，TT-1，TM-1可单独使用，TT-2一般与TT-1配合使用。对大孔洞堵漏，可将TT-1与TM-1配合使用。

天津第二塑料厂生产的“氰凝”予聚体分35公斤和100公斤桶装两种。浆液配方中除丙酮和邻苯二甲酸二丁酯不供应外，其他均可配套供应。

上海隧道建设公司从1973年以来先后试制成了聚醚聚氨酯，聚硫聚氨酯和环氧聚氨酯三种类型的聚氨酯化学灌浆材料。其中聚硫型材料弹性好，具有一定的适应变形的能力；环氧型材料在无水情况下仍可形成强度高的固结体，灌注后对混凝土结构能起到补强作用；聚醚型材料的予聚体存放稳定性好，适用于使用量大的注浆堵水。上述材料已在十多个工程现场运用。堵漏部位有：变形缝渗漏，混凝土振捣不良形成的孔洞渗漏，隧道井圈部位由于不均匀沉陷造成的开裂涌水等。试验部位的最大涌水量为900升/时。对于常用堵漏方法难于处理的慢渗漏点，也用聚氨酯材料进行试验处理，结果收效良好。各种予聚体组成，反应条件与性能见表2—4，浆液的性能见表2—5。

配制浆液时，三乙胺（或三乙烯二胺）的用量 $<1.0\%$ ，有机锡为胺类促进剂的 $\frac{1}{2}$ ，发泡灵为 1.0% 。（以上均为重量比）。

浆液成本约为8.5元/公斤。

予聚体法聚氨酯又称两步法聚氨酯。研制这种材料的还有水电部科研院，长江水利水电科研院，水电部第十二、十