

喷涂聚脲弹性体技术

黄微波 杨宇润 王宝柱
(化工部海洋化工研究院 青岛 266071)

摘 要

“喷涂聚脲弹性体技术”(又名“100%固含量喷涂聚脲弹性体技术”)是继高固体分涂料、水性涂料、粉末涂料技术之后,在涂装技术领域取得的又一重大技术进步。它彻底改变了传统喷涂工艺中普遍存在的溶剂污染、厚度薄、流挂、固化时间长等缺点,给现场喷涂带来了革命性飞跃。

该技术在国外开发成功已近十年,得到了广泛应用和好评。我院自1995年率先在国内开展研究和开发,目前,已在材料配方工艺和工程应用方面取得成功。本文着重从化学原理、关键技术、材料性能、应用领域予以介绍。

关键词:聚脲、聚氨酯、喷涂、无溶剂

前言

喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术是国外近十年来,为适应环保需求而研制、开发的一种新型无溶剂、无污染绿色涂装技术。与传统涂装及喷涂聚氨酯技术相比,聚脲喷涂技术具有以下优点:

1. 不含催化剂,快速固化,可在任意曲面、斜面及垂直面上喷涂成型,不产生流挂现象,5秒钟凝胶,1分钟即可达到步行强度。
2. 对水分、湿气不敏感,施工时不受环境温度、湿度的影响。
3. 双组分,100%固含量,对环境友好;可以1:1体积比进行喷涂或浇注,一次施工达到厚度要求,克服了以往多层施工的弊病。
4. 优异的物理性能,如抗张强度、柔韧性、耐磨性等。
5. 具有良好的热稳定性,可在150℃下长期使用,可承受350℃的短时热冲击。
6. 可加入各种颜、填料,制成不同颜色的制品。
7. 配方体系任意可调,手感从软橡皮(邵A30)到硬弹性体(邵D65)。

8. 可引入短切玻璃纤维对材料进行增强。
9. 使用成套喷涂、浇注设备，施工方便，效率高。
10. 设备配有多种切换模式，既可喷涂，也可浇注。

此外，喷涂聚脲弹性体(Spray Polyurea Elastomer 以下简称 SPUA)材料还与钢、铝、砼、木材、沥青等底材，有着良好的附着力，其自身的耐老化性能也十分突出，应用前景非常广阔。下面重点从化学原理、关键技术、材料性能及应用领域等方面分别予以介绍。

一、化学原理

喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术是在反应注射成型(Reaction Injection Molding 英文缩写 RIM)技术的基础上发展起来的。聚氨酯/聚脲 RIM 技术从加工的材料上讲，经历了 纯聚氨酯(PU)、聚氨酯(PU)/聚脲(PUA)、纯聚脲(PUA)三个阶段。在体系 中，为了提高反应活性，必须加入催化剂；体系 则完全不同，它使用了端氨基聚醚和胺扩链剂作为活泼氢组分(以下简称 R 组分)，与异氰酸酯组分(以下简称 A 组分)的反应活性极高，无需任何催化剂，即可在室温(甚至 0 以下)瞬间完成反应，见图 1:

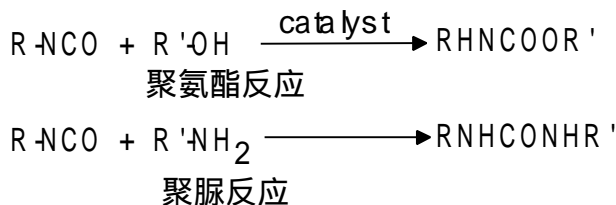


图 1 聚氨酯、聚脲化学反应原理

这里的 A 组分既可是芳香族的，也可是脂肪族的。这一快速反应造成了 A、R 组分混合后粘度的迅速增大，如果没有适当的混合及成型设备，这一反应是不可控制的。随着 RIM 技术的不断发展，供料、混合、注射、模塑等环节的不断完善，使得 RIM 型聚脲材料投入商业应用，这为喷涂聚脲

酯/聚脲弹性体技术的研究和开发奠定了“硬件”基础。

除了混合及喷涂设备外，开发喷涂聚脲弹性体技术的第二个难题是—端氨基聚氧化丙烯醚的合成。美国 Texaco/Huntsman 公司在世界上率先开发成功了端氨基聚氧化丙烯醚，为喷涂聚脲弹性体技术的研究和开发奠定了“软件”基础。该产品^[1]（商品牌号为 JEFFAMINE®）有二个系列（见表 1）：即三官能度的 T 系列（见图 2）和二官能度的 D 系列（见图 3）。

表 1 JEFFAMINE® 系列聚醚

牌 号	官 能 度	分 子 量
T-5000	3	5000
T-3000	3	3000
T-403	3	400
D-4000	2	4000
D-2000	2	2000
D-230	2	230

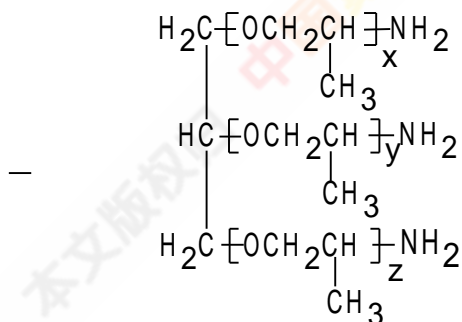


图 2 T 系列聚醚分子结构

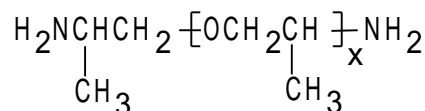


图 3 D 系列聚醚分子结构

结构

在喷涂聚脲弹性体技术中，A 组分又称为半预聚体（quasi-prepolymer），它是由 MDI 或 MDI 的改性物与聚合物二元或三元醇反应制得；R 组分又称为色浆，它是由 JEFFAMINE® 系列聚醚、液体胺类扩

链剂、颜填料、助剂等组成。因此，可根据用户的需要，通过调整 A、R 组分中得软、硬段的比例，制得不同弹性、抗张强度及硬度的 SPUA 材料。表 2 是一个典型硬质 SPUA 材料的配方：

表 2 典型硬质 SPUA 材料配方

A 组分		R 组分	
改性 MDI	60	JEFFAMINE [®] 聚醚	61.1
PPG-2000	40	胺扩链剂	28.2
NCO%	16	颜、填料	10.2

注：A/R 体积比为 1.0，A/R 重量比为 1.04，弹性体指数为 1.05。

在 R 组分中，液态胺扩链剂中最常用的是二乙基甲苯二胺 (diethyltoluene diamine 英文缩写 DETDA)，制造商有美国 Albemarle[™] 公司(商品牌号 ETHACURE[®]100)和 Lonza 公司(商品牌号 DETDA 80)。DETTA 是一种芳香族伯胺，其化学活性非常高，与 A 组分的反应速度极快，习惯上称之为“快体系”(fast-system)，该体系因凝胶时间非常短，可实现在垂直壁、天花板上喷涂，不产生流挂；在平面上喷涂，可人为制造防滑粒子，很适合于一些要求尽快投入使用的场合，如停车场、隧道、游泳池、网球场、大型娱乐场所等。对于一些外观要求十分平整、光亮，或者需要在 SPUA 材料表面铺撒防滑粒料(如金刚砂、橡胶粒、石英砂等)的场合，可选用不含 DETDA 的“慢体系”(slow-system)，该体系中的胺扩链剂使用化学活性较低的仲胺或位阻型伯胺，以降低反应速度，延长凝胶时间，保证有足够的时间使喷涂材料流平；铺撒防滑粒料。SPUA 材料中常用的液态胺类扩链剂见表 3。

表 3 SPUA 材料中常用的液态胺类扩链剂

化学名称	商品牌号	制造商	备注
------	------	-----	----

二乙基甲苯二胺	ETHACURE®100 DETD80	Albemarle™ Co. Lonza	伯胺
二甲硫基甲苯二胺	ETHACURE® 300	Albemarle™ Co.	位阻型伯胺
N,N'-二烷基甲基二苯胺	UNILINK® 4200	UOP Inc.	仲胺

二、关键技术

喷涂聚脲弹性体技术的关键主要有两方面：端氨基聚醚、胺扩链剂与异氰酸酯的反应原理及其工业化（前面已经叙述过）；喷涂所需要的专业化设备。

对喷涂所需要的专业化设备的基本要求有：

1. 平稳的物料输送系统
2. 精确的物料计量系统
3. 均匀的物料混合系统
4. 良好的物料雾化系统
5. 方便的物料清洗系统

根据以上要求并结合聚氨酯 / 聚脲 RIM 技术的设备工作原理，国外厂家陆续开发出用于喷涂聚脲弹性体技术的物料输送、计量设备（其主要品牌见表 4）以及用于喷涂的混合、雾化、和清洗设备（见表 5）。

表 4 喷涂聚脲弹性体技术物料输送、计量设备

公司名称	设备名称
Glas-Craft Co.	MINI ,MX
Graco Co.	Bull-Dog
Gusmer Co.	H-2000,H-3500,MARKSMAN®
Pro-Hydro Co.	Minimatic 230

表 5 喷涂聚脲弹性体技术物料混合、雾化和清洗设备

公司名称	设备名称
Binks Co.	43P
Glas-Craft Co.	Probler

Graco Co.	Foam Cat™
Gusmer Co.	GX-7
Isotherm Co.	SP-300
Tec-Mac Co.	AP/X

通过调研、出国考察^[2]和邀请国外专家^[3]讲学,我们认为美国 Gusmer 公司^[4]生产的 H 系列主机和 GX-7 系列喷枪是本技术开发应用中较为合适的机型,下面重点予以介绍。

1. 供料系统

Gusmer 公司为喷涂聚脲弹性体技术设计的 H 系列物料输送比例泵主要有两种型号,即 H-2000 和 H-3500,后者是最新型号,两者的主要区别在于比例缸直径的不同,H-2000 缸体直径为 120mm,最大输出压力为 2000psi;H-3500 缸体直径为 80mm,最大输出压力为 3500psi,两者的主要技术参数见表 6。

表.6 H 系列主机供料系统技术参数

名 称	规 格
重 量	175Kg ; (加满液压油重 219Kg)
外 型 尺 寸	119 × 102 × 56 (cm)
电 源	45A, 220V × 3, 50Hz
气 源	100-125psi
最大输出压力	2000psi (H-2000 主机) 3500psi (H-3500 主机)
物料输出量	2-13Kg/min
A、R 比例范围	1:1-1:4
外接管线长度	3-93m

H-2000/H3500 主机需配置两支相应的抽料泵,该泵(见图 4)是专门为

55 加仑(200 升)工业用原料桶设计的,可直接插入大桶中进行抽料;同时也可用于实验室 5 加仑小桶的物料输送。

H 系列主机可将物料自室温加热到 77℃,工程施工时,可为加长管线(最长可达 93 米)提供保温功能,从而防止长距离物料输送时的料温下降。该主机的 A、R 液压缸上有连动的比例尺,通过调节,可实现 A、R 比例从 1:1 到 1:4 范围内的任意选择(通常以 1:1 时的混合效果最好),从而满足实验研究及工程施工的需要。通过 H 系列主机和抽料泵的配合工作,实现 A、R 物料的平稳输送和精确计量。

2. 喷枪系统

Gusmer 公司设计制造的 GX-7 系列喷枪有一个尺寸很小的混合室(见图 5),该混合室由特殊的塑料件制成,可根据 A、R 物料的比例及粘度的不同,进行适当的钻孔(如孔径、孔数),再借助 H 系列主机产生的高压,实施高温、高压、对撞式冲击,从而达到 A、R 物料的均匀混合。在枪的出口处,配有不同形式的模式控制盘(Pattern Control Disc 简称为 PCD)。通过改变 PCD 的型号,实现圆形、扇型喷涂及浇注。枪上的阀杆与前后密封及气帽的协同配合,完成开枪/关枪时的机械自清洁过程,无需使用有机溶剂进行清洗,十分方便;较长时间的停枪(如排除故障、过夜等),只需用专门的洗枪罐,用有机溶剂进行彻底清洗,不必拆卸枪体。该枪的外型见图 6,其主要技术参数见表 7:

表 7 GX-7 枪主要技术参数

名 称	规 格
重 量	1.5Kg
外 型 尺 寸	23 × 24 × 11(cm)
气 源	100-125psi
物 料 输 出 量	2-18Kg/min

Gusmer 公司 H 系列主机、抽料泵及 GX-7 枪的安装情况见图 7。

3. 工作压力

由于 A、R 物料的反应速度极快，因此，采用高温高压撞击式混合是十分必要的。研究结果表明（见表 8）：SPUA 材料的物理性能将随着压力的增大而明显提高，同时，雾化效果更好，涂层表面的粗糙、桔皮现象也明显消失。

表 8 物理性能与工作压力的关系(工作温度均为 71)

项目 \ 压力(psi)	900	1000	1100	1400	1800	2000
抗张强度(psi)	1150	1430	1750	1830	2115	1870
伸长率(%)	14.4	40.1	71.5	87.8	158	151
剪切强度(pli)	290	340	390	400	415	445
硬度(Shore D)	45	45	50	56	54	58
冲击强度(in-lb/in)	27.8	49.3	45.1	57.5	50.4	79.5

4. 工作温度

除高压外，升高温度对改善喷涂效果也是十分有利的。在聚氨酯喷涂弹性体技术中，给物料加热容易出现发泡倾向增大、放热过份集中、粘度增大明显、反应速度加快、影响混合效果等弊病。而在喷涂聚脲弹性体技术中则不然。由于聚脲反应速度常数的温度敏感性低，因此升温不会引起反应速度的急剧加快，反而会由于物料粘度的明显下降，使 A、R 组分的混合及流动性得以改善，从表观上看似乎升温反而使反应更加平缓了。表 9 是材料性能与工作温度的关系，可以看出：升温对改善材料的性能极为有利，同时使物料的雾化和流平性能改善。

表 9 物理性能与工作温度的关系(工作压力均为 2000psi)

项目 \ 温度()	38	49	54	60	66	71
------------	----	----	----	----	----	----

抗张强度(psi)	1720	1455	1470	1710	1900	1850
伸长率(%)	16.3	41.8	67.7	76.4	126.0	150.0
剪切强度(pli)	275	280	350	370	380	390
硬度(Shore D)	42	47	54	56	53	53
冲击强度(in-lb/in)	49.0	50.2	63.9	53.5	63.8	83.6

三、材料性能

SPUA 材料具有优异的综合力学性能，见表 10。

表 10 SPUA 材料的力学性能

项 目	指 标
抗张强度 (psi)	最高达 4000
硬度 (Shore)	从 A30 到 D65
伸长率 (%)	最高达 1000
剪切强度 (pli)	从 250 到 600
100% 伸长模量 (psi)	从 500 到 2000

除此之外，SPUA 材料还有以下几个较为突出的性能：

1. 低温韧性

我们知道：通过多年的研究和开发，环氧材料的韧性得到了极大的改善，已作为地坪涂料，大规模用于工厂车间、医院手术室、无菌实验室等需要净化的场合；PVC 作为铺地材料（无论型材，还是卷材），也早已进入千家万户。但在应用中，这些材料都不同程度地出现低温脆性开裂、收缩、卷曲等不良热应力现象。而 SPUA 材料却完全不同，它不仅具有在很宽范围内(从邵 A30 到邵 D65)调节硬度的能力，而且能在高硬度情况下保持优异的低温韧性。其中尤以脂肪族异氰酸酯（如 m-TMXDI）与 JEFFAMINE® 聚醚及 JEFFAMINE® 低分子二元胺扩链剂（如 D-230、T-403）制备的纯脂

肪族 SPUA 材料的性能最为突出，芳香族 SPUA 材料的低温韧性也不错，但比脂肪族的要逊色一些，见表 11。

表 11 SPUA 材料的低温韧性

项 目	材 质		脂 肪 族 芳 香 族	
			(25)	(-20)
抗张强度(psi)	1295	1795	1665	2055
伸长率(%)	420	180	350	130
剪切强度(pli)	250	385	600	580
硬度(Shore)	35	51	---	---

曾有人做过一个有趣的实验^[5]:分别在钢、砵、沥青表面喷涂脂肪族 SPUA 材料，将 -196 的液氮距涂层 30.5 厘米处，喷射到样品表面达 30 秒，未见涂层任何破坏；当喷射距离减小至 10.2 厘米时，钢和砵表面的涂层出现轻微裂纹，而沥青表面的涂层却完好无损。另将涂有 SPUA 材料的砵样品从 1.8 米高处自由落下，砵自身被震裂，但 SPUA 材料毫无损坏，并将砵的碎块牢牢地聚集在一起。

2. 户外耐老化性能

由于不含催化剂，SPUA 材料表现出优异的耐老化性能。虽然在芳香族 SPUA 中，会出现泛黄和褪色，但决无粉化和开裂现象出现。表 12 是芳香族 SPUA 材料经过 50 长时间人工加速老化实验前后的性能变化；脂肪族 SPUA 材料的耐老化性能则更是无与伦比。这些优异的耐老化性能，无不与 SPUA 材料稳定的分子结构有关。

表 12 芳香族 SPUA 材料的耐老化性能

项 目	老 化 前	老 化 后
抗张强度 (psi)	1970	1955
伸长率 (%)	137	110

剪切强度 (pli)	435	480
硬度 (Shore D)	59	63

3. 附着力

SPUA 材料与多种底材都有良好的附着力，通过适当的配方筛选，可以得到附着力强度超过 SPUA 自身强度的体系。当然，由于 SPUA 材料的反应速度极快，对底材的润湿能力差，诸如底材表面处理，SPUA 的配方组成，SPUA 的反应速度，材料的使用环境等因素都会影响其附着力。因此，在配方研究和施工过程中，必须加以充分考虑。对于一些对附着力有特殊要求的场合，最好通过调整配方，降低反应速度，确保涂层有足够的“抓底”时间。表 13 列出了 SPUA 与几种材料的附着力数据（拉开法），从中可以看出：有些底材已被拉坏，这说明 SPUA 材料与底材的附着力是很好的。

表 13 SPUA 材料的附着力(psi)

底材	分类	
	芳香族	脂肪族
砧（纯材料）	400	400
砧（带底漆）	1000	700
钢（喷砂至 Sa2.5 级）	>2000	1250
铝	>2000	---
胶合板	250	250

注：指底材破坏；指内聚破坏。

除以上性能外，SPUA 材料还有良好的抗盐雾腐蚀性、低渗透性、水解稳定性、抗湿滑性等综合性能，使得该材料一问世，就得到了广泛的应用。

四、应用领域

SPUA 材料以其独特的组成和反应原理，在工程应用中显示出优越性。

目前通用的聚氨酯、环氧、丙烯酸和醇酸树脂系涂料，施工一道(通常厚度 $<50\mu\text{m}$)后，至少需要 12-24 小时的干燥时间，才能投入使用或进行下一道施工。喷涂聚脲弹性体技术则不同。由于其快速的固化反应，施工 1.5-2.0mm 厚的涂层，仅需 30 分钟即可完成施工，2-3 小时即可投入使用。因为层间施工间隔只需几分钟到十几分钟，即一道施工结束，就可立即进行下一道施工，通常每道涂层的施工厚度在 0.3-0.6mm(视枪的移动速度而定)。

喷涂聚脲弹性体技术还有一个显著特点就是 100%固含量，无挥发性有机化合物(0 VOC)，只要正确使用本技术，无论是施工期间，还是 SPUA 材料投入使用后，涂层均不产生有害物质和刺激性气味，对环境保护极为有益，属新型环境友好型材料。因此该技术在电子、医药、卫生、食品、机械、运输、建筑、造船以及娱乐等行业具有广阔的应用前景。兹举几个国外的应用实例^[6]加以说明：

1. 自卸卡车车斗衬里

用于运载塑料粒料或谷物的重型自卸卡车，其衬里通常采用高固体分环氧涂料进行涂装。长期以来的一个技术难题就是涂层的柔韧性差。由于环氧树脂自身的性质，决定了它在车斗的接缝、边角等特殊部位会随着使用次数的增加以及车体的颠簸变形，而产生开裂或剥落。此外，重载的塑料粒料或谷物还会对涂层造成磨损，一旦涂层破坏，装载的物料将被污损，影响其使用。特别是在运送电子级物料时，问题尤为严重。

实验者在不涂底漆的情况下，直接将 SPUA 材料喷涂到经喷砂的车斗钢底材上，附着力(拉开法)测试达到 2000psi 以上，厚度为 $300\mu\text{m}$ ，经过长达五年的装卸 PS 粒料考验，车斗的焊缝、接头、边角等易损坏部位，未见 SPUA 材料有开裂、剥落现象，车斗整体外观良好，装卸效率大幅度提高；相比之下，涂装高固体分环氧涂料的车斗，在使用不到六个月即出现损坏。

SPUA 材料用于车斗衬里涂装的另一个优点是：大大缩短车斗的车间涂装时间。以前使用高固体分环氧涂料涂装时，车斗喷砂后涂底漆需 12 小时

干燥，再涂高固体分环氧面漆又需 12 小时。由于 SPUA 材料对喷砂的钢底材有很好的附着力，采用该技术后，不但消除了溶剂污染、保护了环境，而且省去了涂底漆工艺，加之 SPUA 材料固化速度快，涂装效率明显提高。目前北美地区每年至少有 2000 辆重型自卸卡车使用了 SPUA 材料，用于 PE、PP、PS 的运输。

2. 砼的表面保护

喷涂聚脲弹性体技术的最大应用领域是建筑和造船行业。它优异的理化性能和快速固化的特点，使 SPUA 材料在施工中，以最短的停工时间，赢得最高效的工程质量。通常对砼底材施工 SPUA 材料的方法是：喷丸（或手工）除去砼表面的疏松层，清扫干净后，真空吸尘，涂底漆，施工 SPUA 材料。应用范围有建筑物防水围堰及屋面防水材料、大型车间地坪涂料、舰船舱室铺地材料等。SPUA 材料用于屋面防水处理的效果很突出，这里简要介绍一下。

通常的屋面防水材料（如沥青、SBS、APP 等）经日光老化后，会出现开裂，即使防水材料自身不开裂，也会因砼的开裂（由振动、应力、风化等因素引起）而断裂；SPUA 材料则不同，它以其自身的柔韧性、耐老化性和高强度，即使在砼开裂的情况下，SPUA 材料不但自身不会断裂，而且还能将砼“抓住”，起到防水和保护作用，特别适用于高层、高档建筑的屋面处理。

3. 储罐、水池衬里

SPUA 材料施工方便，并具有良好的防腐性能，能够耐受多种化学介质的腐蚀。在化工储罐、污水处理池、游泳池、水族馆等领域也得到了广泛应用。在砼底材应用时，处理方法已述；在钢底材应用时，应先喷砂至 Sa2.5 / St3 级，涂装防腐涂料后，再施工 SPUA 材料。

五、结束语

SPUA 材料以其优异的性能在国外得到了迅猛发展，并引起国内聚氨酯界的极大关注^[7-9]。为推动该技术在国内的应用，我院自 1995 年开展前期研究，1996 年率先组团出国考察，并于 1997 年引进了美国 Gusmer 公司的主机和喷涂设备，经过近两年的设备安装、调试、配方研究和喷涂工艺研究^[10-15]，已掌握了该设备的操作、维护和保养。研制出了 SPUA-102 防水耐磨地坪涂料^[16]、SPUA-202 舰艇直升机防滑涂料^[17]、SPUA-301 阻燃型装饰涂料^[18]等产品，并已在青岛海豚表演馆、上海沪东造船厂等用户进行了应用^[19]，SPUA 材料优异的综合性能（特别是防湿滑性），受到用户高度评价。此外，还开发出了适合我国国情的专用系列 A、R 组合料。目前正致力于玻纤增强型 SPUA 材料^[20]的研究，为在国内推广、普及喷涂聚脲弹性体技术做好了技术储备。

六、主要参考文献

- [1] Technical Bulletin, Huntsman Co., 1997 ©.
- [2] 黄微波，赴美国考察报告，1997.1
- [3] D.J.Primeaux 在化工部海洋化工研究院讲学笔记·青岛·1998.6
- [4] Operators Manual, Gusmer Co., 1996©
- [5] D.J.Primeaux, A Study of Polyurea Spray Elastomer System, High Solids Coatings, Vol.15, P2-7, 1994
- [6] D.J.Primeaux, Polyurea Spray Technology in Commercial Applications, 60 Years of Polyurethanes: International Symposium and Exhibition, 1997.
- [7] 朱万章，聚脲 - 聚氨酯反应喷涂成型技术及其应用，化学推进剂与高分子材料，No.67.P13-17, 1999.
- [8] 宣美福，聚氨酯喷涂弹性体技术进展，化学推进剂与高分子材料，No.68,P1-4, 1999.
- [9] 宣美福，高性能聚脲喷涂弹性体技术，化学推进剂与高分子材料，No.69,P1-4, 1999.
- [10] 杨宇润、杨万泰，聚氨酯高速反应喷涂技术，化工新型材料，Vol.25, No.9,

P16-22, 1997.

- [11] 王宝柱、杨宇润、黄微波, 无溶剂双组份喷涂聚氨酯弹性体技术 97 全国高分子学术报告会论文集·合肥·1997.10.H-57
- [12] 杨宇润、徐德喜、黄微波, 100%固含量喷涂聚氨酯(脲)弹性体及其应用, 1998 年全国高分子材料工程应用研讨会论文集·武夷山·1998, 10, P149-150.
- [13] 杨宇润、王宝柱、黄微波, 100%固含量喷涂聚氨酯(脲)弹性体技术及其在腐蚀与防护中的应用, 98 全国水环境腐蚀与防护学术交流会议论文集·九江·1998, 10 P233-237.
- [14] 杨宇润, 陈酒姜, 王宝柱, 黄微波, 全固含量喷涂聚氨酯(脲)弹性体技术及其应用, 中国聚氨酯工业协会第九次年会论文集·郑州·1998.10, P32-35.
- [15] 杨宇润、陈酒姜、王宝柱、黄微波, 100%固含量喷涂聚氨酯(脲)弹性体技术, 聚氨酯工业, Vol.13 No.4, P7-11, 1998.
- [16] 杨宇润、陈酒姜、黄微波等, SPUA-102 喷涂型防水耐磨材料的研究(待发表).
- [17] 王宝柱、徐德喜、黄微波等, SPUA-202 喷涂型防滑铺地材料的研究(待发表).
- [18] 陈酒姜、杨宇润、黄微波等, SPUA-301 喷涂型阻燃装饰材料的研究(待发表).
- [19] 徐德喜、王宝柱、黄微波等, SPUA 弹性体在工程中的应用研究(待发表).
- [20] 王宝柱、徐德喜、黄微波等, SPUA-403 玻纤增强型喷涂结构材料的研究(待发表).

Spray Polyurea Elastomer Technology

Weibo Huang Yurun Yang and Baozhu Wang

Marine Chemical Research Institute, Qingdao 266071, CHINA

ABSTRACT

Besides high building, water-boned and powder coating technology, Spray Polyurea Elastomer Technology (another name is 100% solids polyurea spray elastomer technology) has recently shown large increases in market interest, sales volume and application because of regulations which limit the volatile organic content (VOC) of the coating, i.e., solvent-based coatings. It overcomes many shortcomings of traditional application technology and makes a revolutionary leap for application in site.

MCRI is the pioneer to make research and development of this versatile technology in China. Much progress has been made in formulation and application. It is described in chemistry concept, key technology, physical properties and application fields in this paper.

Keywords: polyurea, polyurethane, spray, mold, solvent-free.

本文版权归 中国聚氨酯技术网 www.POLYUREA.NET.CN 所有