

喷涂聚脲弹性体技术在我国的发展和展望*

黄微波 王宝柱 陈酒姜 刘培礼 刘东晖
(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”)在我国研发成功后,以其优异的综合性能和先进的施工工艺,引起了国内材料界和工程界的极大关注。本文着重从国外发展简史、国内情况、新产品开发、市场需求、应用实例、建议等方面,介绍该技术在我国的的发展及应用前景。

关键词:喷涂、聚脲、聚氨酯、弹性体、市场、发展、展望

前 言

喷涂聚脲弹性体(Spray Polyurea Elastomer 以下简称SPUA)技术是国外近十年来,继高固体份涂料、水性涂料、光固化涂料、粉末涂料等低(无)污染涂装技术之后,为适应环保需求而研制、开发的一种新型无溶剂、无污染的绿色施工技术,与传统涂装及喷涂聚氨酯技术相比(见表1),SPUA技术具有以下优点:

1. 材料本身具有优异的物理性能,硬度随意可调,以满足不同环境的需求。
2. 固化快。可在任意曲面、垂直面及顶面连续喷涂而不产生流挂现象,一次施工即可达到厚度要求,克服了多层施工的诸多不便,大大缩短了施工周期。
3. 对湿度/温度不敏感。由于聚脲化学的反应速度比水快得多,在实际施工时不受环境湿度的影响。此外,该技术可在-28℃的寒冷环境下施工且正常固化,适应性极强。

表1. 新型施工技术之比较

类别 项目	高固体份 涂 料	水性涂料	UV 涂料	粉末涂料	SPUA 材料
VOC 含量 (g/L)	50 ~ 150	0 ~ 150	0	0	0
施工方法	常规	常规	新型	新型	新型
防腐性能	好	一般	一般	优秀	优秀
适用底材	不限	不限	木材为主	金属	不限
施工环境	不限	0 以上	厂房内	厂房内	不限
一次成膜 厚 度	<150 μ m	<100 μ m	<50 μ m	<800 μ m	无限制

* 2001年青岛市科技发展计划资助项目

4. 100%固含量，不含有机挥发物，无毒害作用，符合环保要求。
 5. 原形再现性好，无接缝，美观实用。
 6. 耐候性好，耐紫外线、耐冷热冲击、耐风霜雨雪，在户外长期使用不粉化、不开裂、不脱落。
 7. 附着力好。在钢、铝、混凝土等各类常见底材上具有优良的附着力，即使是凝胶时间只有3秒钟的快体系。
 8. 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。
- 因此，使得该技术一问世，便得到了迅猛的发展。

一、国外发展简史

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，于七十年代中后期发展起来的。正如聚氨酯/聚脲 RIM 技术的发展经历了 纯聚氨酯 (PU)、聚氨酯/聚脲 (PU/PUA)、纯聚脲 (PUA) 三个阶段一样，喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术也经历三个阶段 (见表 2)。在体系 1 中，为了提高反应活性，必须加入催化剂；体系 2 则完全不同，它使用了端氨基聚醚和胺扩链剂

表 2 喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术的发展简史

阶段	体系	异氰酸酯组份	树脂组份	主要优/缺点
第一代	聚氨酯	MDI 基	EO 封端多元醇、二醇扩链剂、催化剂	优点：价廉 缺点：对水敏感，极易发泡；力学性能差等。
第二代	聚氨酯/聚脲	MDI 基	EO 封端多元醇、芳香二胺扩链剂、催化剂	优点：价格适中 缺点：发泡、力学性能一般。
第三代	聚脲	MDI 基 m-TMXDI 基	端氨基聚醚、芳香二胺扩链剂。 端氨基聚醚、脂肪二胺扩链剂。	优点：对温、湿度不敏感，力学性能好，耐老化性能突出。 缺点：价高

作为活泼氢组分，与异氰酸酯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)，从而有效地消除喷涂聚氨酯 (包括聚氨酯/聚脲) 弹性体过程中，因环境温度和湿度的影响而发泡、造成材料性能急剧下降的缺点。

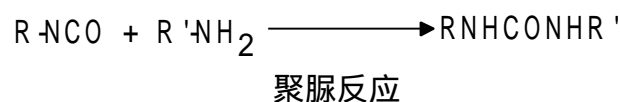
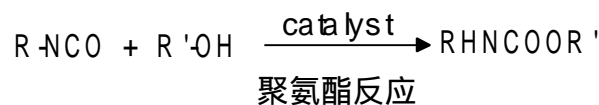


图 1 聚氨酯、聚脲化学反应原理

图 2 是相对湿度在 85% 条件下，喷涂聚氨酯和喷涂聚脲材料密度随体系 NCO 指数的变化情况，从中可以看出：喷涂聚脲材料对环境温、湿度有很强的容忍度，很受户外施工人员的欢迎。

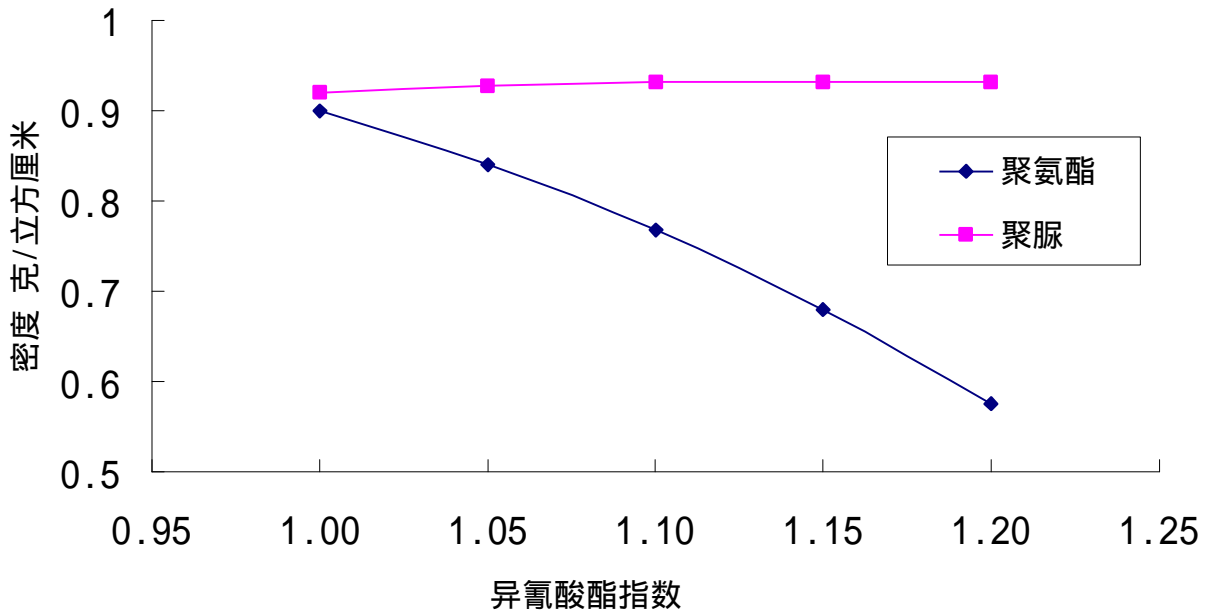


图 2. 喷涂材料的密度随体系 NCO 指数的变化

德国、美国是喷涂弹性体技术的发源地，最早开发喷涂聚氨酯（SPU）以及聚氨酯/聚脲(SPU/SPUA)弹性体技术的是 Bayer、BASF、Futura 和 Uniroyal 公司。进入八十年代中期，Texaco（即现在的 Huntsman）公司在化学家 Dudley J. Primeaux 先生的带领下，在其 Austin 的实验室，率先研发成功喷涂聚脲弹性体（SPUA）技术，并于 1989 年首次发表研究论文，引起轰动。1991 年该技术在北美地区投入商业应用，立即显示出其优异的综合性能，受到用户欢迎；经过不断的总结和提高，目前，北美地区已逐步淘汰 SPU/SPUA 体系，正全面推广 SPUA 体系，在这方面比较有知名度的公司是:Huntsman Co., EnviroChem. Technologies, Specialty Products, Inc., Signature Lining 和 Madison Chemical Industries Inc.等。澳大利亚于 1993 年引进该技术；日本和韩国也分别于 1995 和 1997 年引进该技术，并相继投入商业应用。由于研发 SPUA 配方和工艺的难度很大，澳大利亚及东南亚国家基本上采取了从设备到原料全盘进口、或者与美方合资建厂的做法。

二、国内情况

在我国，海洋化工研究院于 1995 年开展 SPUA 技术的前期探索研究，1996 年组团赴美国考察喷涂设备，先后对 Binks、Graco、Gusmer 等公司制造的主机和喷枪，进行了系统的技术摸底、比较和分析。由于 SPUA 技术对设备的凝胶时间、混合精度、清洗方式有极为严格的要求，在这一点上，不同于 SPU 及 SPU/SPUA 技术，更无法与通常的喷涂聚氨酯泡沫技术相提并论。简而言之，能够喷涂 SPUA 的设备，一定能够喷涂 SPU 和 SPU/SPUA；反之则不然。

在这三家著名的喷涂设备制造商中，唯有 **Gusmer** 公司以制造聚氨酯/聚脲 RIM 设备见长。八十年代中期，该公司为配合 **Texaco** 公司开发 SPUA 技术，对其原有的聚氨酯 RIM 设备进行了相应的设计改进，在继承其计量、混合原理的基础上，推出了第一代喷涂设备组合—H-2000 主机/GX7-100 喷枪。由于其混合压力偏低，并没有使得 SPUA 技术工业化，但在聚氨酯泡沫领域取得了大量应用；随着 SPUA 技术的深入研究和开发，该公司又于九十年代中叶，推出其第二代喷涂设备组合—H-3500 主机/GX7-400 喷枪。经过全面考察，海化院于 1997 年在国内引进了第一台 **Gusmer** 公司最新设计、制造的 H-3500 主机、GX7-100、GX7-400 喷枪；1999 年购置了该公司最新推出的小输出量 GX-8 喷枪；2000 年又装备了性能更加卓越的 H-35 主机；同时还对 **Glas-Craft** 公司的 MX 主机和 Probler 喷枪进行了验证性试验。

鉴于我院在 SPUA 技术方面取得的开创性进展，打消了国内用户对原材料、组合料、尤其是设备和售后服务等方面的疑虑，自 2000 年以来，陆续开始购置喷涂设备，用于产品设计和开发。

H-3500 主机的成功推出，克服了 H-2000 主机压力偏低、撞击混合效果不理想、雾化不充分等缺点，极大地推动了 SPUA 技术的推广和普及。2000 年 **Gusmer** 公司又推出了新一代主机—H-35，与原有的 H-3500 相比，新机型增大了加热能力，增加了温度数字显示和应急停车开关，进一步提高了施工效率、减少了维护工作量。对拥有 H-3500 主机的老用户，**Gusmer** 公司承诺将保证其备品、备件的供应。2001 年，**Gusmer** 公司在吸收了 GX-8 喷枪先进的直接对撞 (direct impingement) 混合原理的基础上，将 GX7-400 喷枪的错位对撞改为直接对撞，产品定名为 GX7-DI。它消除了原设计中 A、R 组分在混合上产生的时间差，提高了喷涂（特别是面层）施工的外观质量，是 SPUA 技术更为理想的施工工具；同时，为方便设备升级和更新，为老用户设计了转换模块，使普通 GX7-400 能够轻易改装成为 GX7-DI 喷枪。据了解，在 SPUA 技术领域，**Gusmer** 公司的设备在北美地区主机占有 70% 以上的份额，喷枪占 95% 以上的市场，在澳洲及东南亚地区整套设备占有 95% 以上的市场。

与澳大利亚及东南亚国家不同的是：海洋化工研究院依靠自己的科研实力，克服重重困难，始终坚持走自力更生的道路，边学习设备操作、调试，边研发具有自主知识产权的 SPUA 配方体系。终于在 1998 年 7 月，在实验室成功喷出“SPUA-102 防水、耐磨材料”，并于同年 9 月，完成该院会议室 35m² 地面的整体喷涂，为走向工程应用迈出了坚实的一步。

1999 年是 SPUA 技术在我国投入商业应用的一年，海化院先后为 青岛海豚表演馆水池 上海沪东造船厂某船淋浴间 大连理工大学国家地震重点实验室隔水密封圈 沈阳 BRIDGESTONE 公司码头护舷等用户，进行了小范围施工。2000 年 9 月，作为“中国喷涂聚脲弹性体技术的开路先锋”，海化院参加了在上海举办的 **PU CHINA 2000** 国际聚氨酯展览会，黄微波副总工程师作了题为“喷涂聚脲弹性体技术的发展和运用”的专题报告，向国内外来宾全面、系统地展示了该技术在我国的诞生、成长和发展历程；同年，还在中央电视台道具、青岛天盾公司码头护舷、青岛海洋游乐城高空水滑道、广

州潮流水上乐园公司浮萍、无锡 CCTV 影视基地《大宅门》电视剧场景制作、西安华浮宫休闲娱乐公司戏水池及我院篮球场、屋面等领域进行了大规模的工程应用，SPUA 技术优异的性能和工艺，在我国得到了材料界和工程界的高度评价。《材料导报》《化工进展》《聚氨酯工业》《涂料工业》《新型建筑材料》《建筑技术》《施工技术》《工业建筑》《化学建材》《新技术新工艺》《中国化工信息》《中国化工报》等期刊以敏锐的目光，迅速、及时地刊载和报道了有关研究文章和工程信息，为在国内宣传、推广这一高新技术，起到了积极的作用。

2002 年 4 月，在深圳 Utech Asia/Pu China 2002 国际会议上，黄微波副总工程师又作了题为“喷涂聚脲弹性体技术在我国的发展与展望”的专题演讲，对该高新技术在我国的迅猛发展作了全面的回顾和总结；对江苏化工研究所在国内率先研发成功具有自主知识产权的端氨基聚醚，给予了高度评价。

三、系列产品简介

经过三年多的实验室攻关，海洋化工研究院已全面掌握设备的操作、维护和保养技巧，并开发出了 SPUA-102 防水耐磨材料、SPUA-202 防滑铺地材料、SPUA-301 阻燃装饰材料、SPUA-403 道具保护材料、SPUA-501 耐磨衬里材料、SPUA-601 柔性防撞材料等系列产品，其主要性能指标见表 3。同时，还开发出了喷枪专用清洗剂 GC—1、主机专用清洗剂 PC—1、混凝土配套底漆、SPUA 配套面漆、密封剂等专用配套材料，摆脱了以往必须依靠国外公司提供的局限，极大地方便了国内用户。

表 3 SPUA 系列喷涂聚脲材料的主要性能指标

项 目	SPUA-102	SPUA-202	SPUA-301	SPUA-403*	SPUA-501	SPUA-601
凝胶时间, 秒	10	45	27	10	10	15
拉伸强度,MPa	13.2	11.0	8.5	---	14.8	8.0
断裂伸长率,%	275	300	200	60	300	300
撕裂强度,KN/m	45	39	30	---	55	29
硬度, 邵 A	85~90	80~85	82~87	65, 邵 D	90~95	60~65
氧指数	---	---	29	28	---	---
摩擦系数	0.85~0.96	0.75~0.85	---	---	---	---
阿克隆磨耗, mg/1.61km	180	170	240	---	50	210

* SPUA-403 的其它指标为：弯曲模量 1400Mpa;弯曲强度 40Mpa;悬臂梁冲击强度 689m/kg/cm

SPUA-102 为通用型材料，固化快，应用面广；SPUA-202 防滑铺地材料属慢反应

型,可在 SPUA 材料表面铺撒防滑粒料,适用一些防滑要求较高的场合,如人行通道、停车场、船舶甲板、直升机平台、海上石油钻井平台等;SPUA-301 阻燃装饰材料适用有阻燃要求的特殊场合;SUA-403 道具保护材料可用于影视业等领域,可在较脆的 EPS 或 PU 泡沫表面喷涂形成一层类似塑料的硬保护壳,使制作的模型坚固美观;SPUA-501 耐磨衬里材料主要用于化工矿山、汽车底盘等领域;SPUA-601 柔性防撞材料可用于骑乘设施、浮萍、碰碰船、玻璃钢艇以及护舷等设施的蒙皮,能起到很好的保护和缓冲作用。

但是,由于进口端氨基聚醚价格昂贵,使得 SPUA 技术难以大规模普及。为此,我们在有效控制材料发泡的前提下,于 2001 年成功推出中、低价位的 SPU/SPUA 系列化产品,简称 SPU(A),满足了绝大部分用户的需求。SPU(A)系列产品的性能与相应的 SPUA 接近,这里不做赘述。

目前,江苏化工研究所在国内率先研发成功具有自主知识产权的 A621 系列端氨基聚醚,中试产品经我院试验验证,效果很好。这将打破国外公司长期垄断的被动局面,为我国“喷涂聚脲弹性体技术”的大规模推广和普及提供了关键原材料。

三、 市场需求

市场需求是技术开发的原动力,SPUA 技术以其优异的性能在国外得到了迅猛发展,并引起国内材料界和工程界的极大关注,开发适合我国国情的 SPUA 技术,势在必行。

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。目前在通用的高固体份涂料、水性涂料、光固化涂料、粉末涂料等环保型涂料中,有的施工一道后,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;有的一次施工的最大厚度 $<800\mu\text{m}$,且不允许连续加厚。SPUA 技术则不同,由于其快速的固化反应,施工 1000m^2 (1.5~2.0mm 厚)的涂层,仅需 4~6 小时即可完成施工,2~3 小时即可投入使用。由于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,对涂层最终的施工厚度没有限制,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)。

SPUA 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's),只要正确使用本技术,无论是施工期间,还是材料投入使用后,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。通过近两年的工程实践,我们认为我国对 SPUA 技术的市场需求,主要反映在以下方面:

工业重防腐

由于聚脲分子结构的高度稳定性,加之不含有机溶剂,100%固含量,涂层连续、致密、无针孔、无接缝,并且一次成膜厚度大,因而在酸、碱、盐、油、水以及高寒、地下和海洋等恶劣环境条件下,表现出优异的超重防腐性能(见表 4);加之其先进的施工工艺,使得该材料在化工储罐衬里、隧道、酸洗槽、电镀槽、污水处理池、垃圾填埋场、埋地输油(气、水)管线、海洋钢结构、跨海(江、河)大桥等防护、防腐、防渗漏领域,有着广阔的应用前景。

表 4 SPUA 材料的耐介质性能

介质名称	浸泡结果	介质名称	浸泡结果
醋酸 (10%)	良好	硝酸铵	良好
盐酸 (10%)	良好	汽油	良好
硫酸 (20%)	良好	柴油	良好
磷酸 (10%)	良好	煤油	良好
柠檬酸	良好	矿物油	良好
乳酸	良好、轻微变色	液压油	良好
氢氧化钠 (20%)	良好、	防冻液(50%乙醇)	良好
氢氧化钠 (50%)	良好、轻微变色	二甲苯	良好、轻微变色
氢氧化钾 (10%)	良好	正己烷	良好
氢氧化钾 (20%)	良好、轻微变色	异丙醇	良好
氨水 (20%)	良好	饱和盐水	良好

建筑屋面防水

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，也会因混凝土的开裂（由振动、应力、风化等因素引起）而断裂。SPUA 材料则完全不同，因其自身优异的柔韧性、耐老化性和力学强度，即使在混凝土开裂的情况下，聚脲材料不但自身不会断裂，而且还能将混凝土紧紧“抓住”，起到防水和保护作用，特别适用于高档建筑的屋面防水处理，达到“一劳永逸”的目的。此外，SPUA 技术对环境温度、湿度的不敏感性，使其在我国寒冷的北方和潮湿、多雨的南方防水施工中，独领风骚。

运动场地

SPUA 材料独有的抗湿滑性，可以在运动场地上大显身手。用它铺就的网球场、排球场、篮球场等运动场地，可有效地防止运动员因地面有汗水，而造成的滑倒，甚至摔伤。对消除运动员恐惧心理，提高运动成绩十分有益。

工厂树脂墙面

长期以来，工厂地坪、墙面大多采用环氧或聚氨酯涂料。多年的应用经验告诉我们，这些涂料存在以下缺点：无论对环氧进行如何增韧改性，其自身的脆性仍然存在，在工厂车间，难免有工具、物品的意外砸落，造成环氧地坪涂料的开裂，甚至破碎；食品、制药车间还经常要用过热蒸汽消毒，一旦油水进入破碎区域，很快就会出现较大面积的开裂和破损。聚氨酯铺地涂料虽然克服了环氧地坪涂料的脆性，但在工程应用中，对被施工场地的水分含量及相对湿度提出了严格要求，局限性较大。无论是环氧，还是聚氨酯，都难以在垂直面、顶面一次施工 2mm 左右的涂层材料。

SPUA 材料柔韧性好、强度高、凝胶速度快，对环境温度、湿度不敏感，一次施工可达到任意厚度，是施工高性能树脂墙、地、顶面的理想材料。

影视、娱乐业

SPUA 材料无毒、无污染，可广泛用于道具和娱乐设施的制作。如美国迪斯尼乐园、

好莱坞环球影城中的道具和造型（国外称之为“Theme Park”即主题公园），绝大部分是在廉价的聚苯乙烯（或聚氨酯）泡沫表面，喷涂一层硬质SPUA材料，从而大大提高了道具、造型的可观赏性和保存价值。近年来，国内外娱乐界推出的大型水上运动节目——激流勇进，其滑道、浮萍表面，都喷涂了一层软质SPUA材料，使其外观整体性好，涂层连续、无缝。

耐磨衬里

工矿企业的研磨、输送设备，常常受到磨损的困扰而报废，给企业造成巨大的经济损失。有些设备外形结构十分复杂，制造成本高、维护困难。SPUA技术独特的成型工艺和卓越的材料性能，使之成为理想的耐磨衬里材料。

关于应用方面的情况，请浏览专业网站：<http://mcri.veah.net>中“应用实例”一节。下面扼要介绍SPUA技术在青岛碱业集团股份有限公司钢结构储罐和大连极地动物园混凝土看台的应用。

四、应用实例

4.1 化工钢结构储罐防腐

青岛碱业集团股份有限公司在生产过程中，需要处理大量的浓氨水、浓碱水、浓盐水，腐蚀介质多、浓度大、环境恶劣，钢结构储罐的防护一直是困扰公司的一大难题。近年来，虽然也采用了一些新的防腐蚀技术和材料，都没有收到理想的效果。众多的钢结构储罐少则几周、多则几个月就出现严重的腐蚀，6~8mm厚的钢板经常烂穿。

在得知海洋化工研究院拥有SPUA技术和材料后，公司领导十分重视。为慎重起见，先用SPUA—102材料试验性涂装了一个储罐，与其它防腐蚀措施进行对比，观察效果。三个月后，SPUA材料优异的防腐蚀效果显现出来。随后又连续涂装了三个罐体，累计服役时间已经超过半年，SPUA涂层完好无损，防腐蚀效果十分显著。目前，已进行了12个储罐的施工，最长的使用时间已近1年，涂层仍完好无损。

4.2 混凝土看台装饰、防护

大连极地动物园是大连市的重点工程，其混凝土看台的装饰和防护，原本打算使用国外的厚浆型聚氨酯涂料。但在局部试验性施工时发现：涂层在大面积应用中，很难保证整体效果和质量；尤其是在垂直面施工时，流淌严重，外观很不理想。

经过对方的多次考察，该工程最终选用了我院SPUA—102材料进行整体喷涂，取得了非常满意的效果。

五、展望

SPUA技术将RIM技术快速固化成型的优点和喷涂技术现场施工的特点有机地结合起来，使弹性体涂层的成型技术扩展到一个全新的领域，极大地丰富了聚氨酯材料在我国高性能施工技术领域的应用范围。

SPUA材料在我国研发成功后，以其优异的性能和工艺引起国内材料界和工程界的极大关注。目前，我院已研制出了具有自主知识产权、且适合我国国情的SPUA、SPU（A）各六大系列产品，并已在青岛海豚表演馆水池防水、青岛天盾橡胶公司码头护舷、青岛碱业集团股份有限公司化工储罐防护、山东龙大集团冷库防水保温、北京中央电视

台舞台道具保护、北京中国科技馆少儿科技主题公园、上海沪东造船厂船舶舱室地板防滑、无锡影视基地《大宅门》电视剧场景制作、西安华浮宫戏水乐园防水、广州潮流水上乐园公司娱乐设施防撞、大连极地动物园地面装饰、沈阳普利司通公司码头护舷、大庆油田原油储罐防水保温等方面进行了大量的工程应用。SPUA 材料优异的材料性能和施工工艺受到用户高度评价。这表明：我国已具备全面推广、普及 SPUA 技术所必需的技术储备和市场潜力，该技术在我国投入大规模商业应用的时机业已成熟。

但是，我们也应该清醒地看到：SPUA 作为一种全新的材料和施工技术，它的产业化过程不会是一帆风顺的，还需要我们在 关键原材料的国产化、 主导产品的系列化、 售后服务的专业化、 市场开发的规范化、 推广应用的普及化等方面，进行大量耐心、持久、艰苦、扎实的工作。作为“中国喷涂聚脲弹性体技术的发源地和开路先锋”，我们海洋化工研究院深知任重而道远。

“十五”期间，我国将建设以“西气东输”、“南水北调”、“西电东送”、“青藏铁路”为代表的一大批基础设施工程，我们相信：通过与社会界的共同努力，SPUA 技术一定会在我国得到健康、迅猛的发展；SPUA 技术必将为国防和国民经济建设做出巨大的贡献。

六、主要参考文献

- [1] D. J. Primeaux, Polyurea Spray Technology in Commercial Applications. 60 Years of Polyurethanes: International Symposium and Exhibition, 1997.
- [2] D.J. Primeaux 在海洋化工研究院讲学笔记·青岛·1998，6。
- [3] W.J. Knight, Polyurea Spray Coatings, JPCL, Sept. 2001.
- [4] 黄微波，赴美国考察报告，1997.1.
- [5] 黄微波等，喷涂聚脲弹性体技术及应用，第三届聚氨酯涂料暨第四届汽车涂料和涂装技术交流会论文集·昆明·1999，9.
- [6] 黄微波等，喷涂聚脲弹性体技术，聚氨酯工业，Vol.14, No.4, P7, 1999.
- [7] 黄微波等，喷涂聚脲弹性体技术在我国的发展，涂料工业，2000,Vol. 30, No. 11, P19.
- [8] 黄微波等，喷涂聚脲弹性体材料，材料导报，Vol. 14, No. 12, P33, 2000.
- [9] 黄微波等，喷涂聚氨酯泡沫聚脲弹性体复合材料，新型建筑材料，2000，12，P7-9.
- [10] 黄微波等，喷涂聚脲弹性体技术的发展，中国涂料，2001, No. 5, P31 ~ 37.
- [11] 黄微波等，中国专利，01114995.7
- [12] 黄微波等，中国专利，01114996.5
- [13] 王宝柱等，喷涂聚脲弹性体技术的应用，聚氨酯工业，Vol.15, No.1, P39,2000.
- [14] 陈酒姜等，喷涂聚脲弹性体材料的施工设计和工艺，中国聚氨酯工业协会第十次年会论文集，上海，2000，9，P164 ~ 169.
- [15] 杨宇润等，SPUA—102 喷涂聚脲弹性体耐磨材料的研制，聚氨酯工业，Vol.14, No.4, P19,1999.
- [16] 徐德喜等，喷涂聚脲弹性体设备，聚氨酯工业，2000,Vol. 15, No. 2, P5 ~ 8.
- [17] 吕平等，喷涂聚脲弹性体在建筑中的应用，施工技术，2000,4.

[18]郁为铭, 端氨基聚醚的合成方法及其应用, 聚氨酯工业, Vol.17, No.1, P1 ~ 5, 2002.

[19] <http://mcri.yeah.net>

[20] <http://www.gusmer.com>

Progress and Prospect of the Spray Polyurea Elastomer Technology in China

Weibo Huang, Baozhu Wang, Jiujiang Chen, Peili Liu and Donghui Liu

(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 spray polyurea elastomer technology) has recently shown large increases in market interest, sales volume and application because of regulations which limit the volatile organic contents (VOC`s) 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 developing history, progress in China, new products, practical applications, technical support and suggestion in this paper.

Keywords: spray, polyurea, polyurethane, elastomer, market, progress, prospect

作者简介: 黄微波, 男, 1963年8月生, 重庆人, 高级工程师, 1986年毕业于成都科技大学(今四川大学)高分子材料系, 长期从事国防尖端材料研究; 1995年至今主持“喷涂聚氨酯(脲)弹性体”研究、开发课题, 1996年赴美国考察并引进 GUSMER 公司设备, 1997年负责设备调试和产品开发, 1998年在国内率先研发成功“喷涂聚脲弹性体技术”, 1999年将该高、新技术推向了商业应用。

先后荣获国家发明奖、科技进步奖、中国专利优秀奖各一项, 部级奖四项, 发明专利权二项; 1994年被原化工部授予“全国化工科技先进工作者”, 1995年被原化工部破格晋升为高级工程师, 1998年被山东省授予“优秀青年知识分子”, 1999年被青岛市授予“青岛市十佳科技青年”, 2001年被青岛市授予“专业技术拔尖人才”称号, 享受国务院政府特殊津贴。

在国内外发表论文 70 余篇, 申请发明专利 6 项, 现任海洋化工研究院副总工程师。

联系方式:

通讯地址: 青岛市金湖路 4 号, 邮政编码: 266071

传真: 0532—5814740, 电话: 0532—5845302

电子信箱: mcri@public.qd.sd.cn

专业网站: <http://mcri.yeah.net>