

# 喷涂聚脲弹性体技术的发展

黄微波 王宝柱 陈酒姜 徐德喜 刘东晖 刘培礼 (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”),以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。着重从国内外发展情况、新产品开发、市场需求等方面,介绍了该技术在我国的发展及应用前景。

**关键词:**喷涂;聚脲;聚氨酯;弹性体;市场;发展

喷涂聚脲弹性体(以下简称SPUA)技术是国内近十年来,继高固体分涂料、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:

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;

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,克服多层施工的诸多不便,大大缩短施工周期;

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 新型施工技术的比较

类别 项目	高固体分 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/ $\mu\text{m}$	<150	<100	<50	<800	无限制

100%固含量,不含有机挥发物,无毒害作用,符合环保要求;

原形再现性好,无接缝,美观实用;

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;

附着力好。即使是凝胶时间只有3s的快体系,在钢、铝、混凝土等各类常见底材上也具有优良的附着力;

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。

## 1 国外发展

喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术是在反应注射成型(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I中,为了提高反应活性,必须加入催化剂;体系II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,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致命缺点。

表2 喷涂聚氨酯/聚脲弹性体技术的发展

阶段	体系	异氰酸酯 (A) 组分	树脂 (R) 组分	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

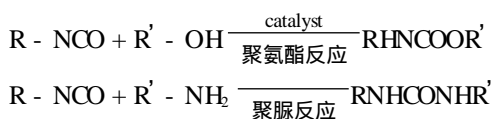


图1 聚氨酯、聚脲化学反应原理

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。

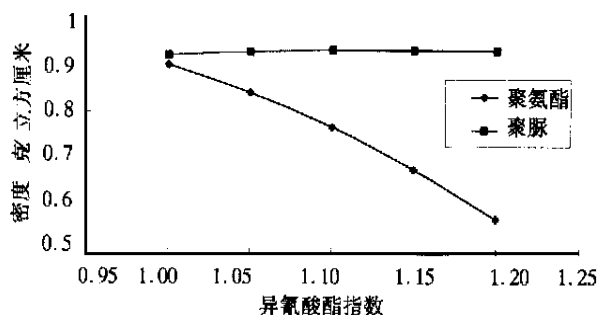


图2 喷涂材料的密度随体系NCO指数的变化

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，率先研发成功喷涂聚脲弹性体 (SPUA) 技术。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。

## 2 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。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—H2000 主机/GX7-100 喷枪。由于其混合压力太低，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—H3500 主机/GX7-400 喷枪。经过全面考察，海化院于 1997 年引进了 GUSMER 公司最新设计、制造的 H3500 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 年又添置了性能更加卓越的 H20/35 主机；同时还对 Gas-Graft 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，开始购置喷涂设备，用于产品设计和开发。

H3500 主机的成功推出，克服了 H2000 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;尽管GUSMER公司在2000年又推出了新一代主机—H20/35,并计划在2001年全面推向亚太地区,但H3500主机仍不失其先进性。海化院依靠自己的科研实力,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”,并完成该院会议室35m<sup>2</sup>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,我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,作为“中国喷涂聚脲弹性体技术的先锋”,海化院参加了PU CHINA 2000国际聚氨酯展览会,并作了题为“喷涂聚脲弹性体技术的发展和运用”的专题报告;同年,还在中央电视台道具、青岛天盾公司码头护舷、广州潮流水上乐园公司浮萍、无锡影视基地布景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。

### 3 关键设备

由于SPUA物料的固化速度极快,因此,它对喷涂设备的要求远远超过对SPU和SPU/SPUA的,概括起来有五方面:平稳的物料输送系统;精确的物料计量系统;均匀的物料混合系统;良好的物料雾化系统;方便的物料清洗系统。

根据以上要求并结合聚脲RIM(Reaction Injection Molding)技术的设备工作原理,国外厂家陆续开发出用于SPUA技术的物料输送、计量设备(其主要品牌见表3)以及用于喷涂的混合、雾化和清洗设备(见表4)。

表3 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
Gas-Craft Co.	MINI II, MX
Graco Co.	Hydro-Cat™
Gusmer Co.	H2000、H3500、H20/35
Pro-Hydro Co.	Minimatic 230

表4 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
Gas-Craft Co.	Probler
Graco Co.	Foam Cat™
Gusmer Co.	GX-7, GX-8
Isotherm Co.	SP-300
Tec-Mac Co.	AP/X

美国Gusmer公司生产的H(液动)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。其FF(气动)系列主机(例如:FF-1600, FF-2500, FF3500)与Gas-Craft公司生产的MINI II、MX主机属同类机器,主要用于对压力及压力波动要求较低的SPU、SPU/SPUA和SPUF体系,这里不做赘述。

#### 3.1 供料系统

Gusmer公司为SPUA技术设计的H系列物料输送比例泵(主机)主要有两种型号,即最大输出压力为2000psi(即14MPa)的H2000、H20和最大输出压力为3500psi(24.5MPa)的H3500、H35,两者的主要区别在于比例缸直径的不同,H2000、H20缸体直径为120mm,H3500、H35缸体直径为80mm,两者的主要技术参数见表5。

表5 H系列主机供料系统技术参数

名称	H2000/H3500	H20/35
重量	175kg; (加满液压油重219kg)	260kg; (加满液压油重340kg)
外型尺寸/cm	119 ×102 ×56	119 ×102 ×56
电源	45A, 220V ×3, 50Hz	60A, 220V ×3, 50Hz
气源/psi	100 ~ 125	100 ~ 125
最大输出压力/psi	2000 (H2000主机) 3500 (H3500主机)	2000 (H20主机) 3500 (H35主机)
物料输出量 kg/min	1 ~ 14	2 ~ 13
A、R比例范围	1:1 ~ 1:4	1:1
外接管线长度/m	3 ~ 93	3 ~ 93

H系列主机需配置两者相应的抽料泵,该泵是专门为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。

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93m)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。

### 3.2 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 3），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（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，用少量有机溶剂进行彻底清洗，不必拆卸枪体。该枪的外型见图 3，喷枪工作状态见图 4。



图 3 GX-7 喷枪外型

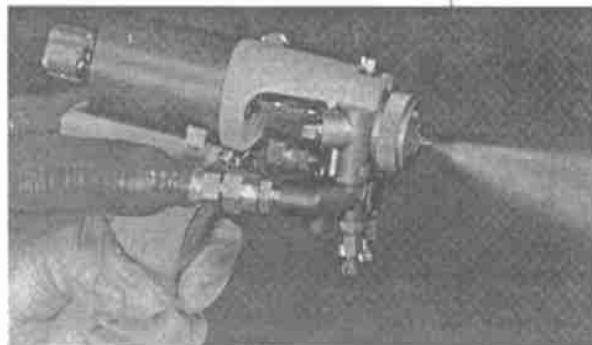


图 4 喷枪工作状态

表 6 GX 系列喷枪主要技术参数

名称	GX-7	GX-8
重量/kg	1.5	1.04
外型尺寸/cm	23 × 24 × 11	17.8 × 19 × 6.25
气源/psi	100 ~ 125	100 ~ 125
物料输出量/kg/min	2 ~ 18	0.38 ~ 1.52

### 3.3 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 7），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 7 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
拉伸强度/MPa	7.9	9.8	12.0	12.6	14.5	12.9
伸长率/%	14.4	40.1	71.5	87.8	158	151
撕裂强度/KN/m	50.9	59.6	68.4	70.2	72.8	78.1
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

### 3.4 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、放热过分集中、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 8 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也得到改善。

表 8 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/MPa	11.8	10.0	10.1	11.8	13.1	12.7
伸长率/%	16.3	41.8	67.7	76.4	126.0	150.0
撕裂强度/KN/m	48.2	49.1	61.4	64.9	66.7	68.4
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

## 4 材料性能

经过三年多的实验攻关，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 9。同时，还开发出了喷枪清洗剂 GC—1、主机清洗剂 PC—1、底漆、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 9 SPUA 系列喷涂聚脲材料的主要性能指标

项 目	SPUA					
	102	202	301	403 *	501	601
凝胶时间/S	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/l. 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；SPUA-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。

由于聚脲分子结构的高度稳定性，使得 SPUA 材料表现出十分优异的耐化学介质性能（见表 10）。

表 10 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

### 5 应用领域

SPUA 技术将聚脲的优异性能和快速喷涂、现场固化的施工技术有机地结合在一起，使其在工程应用中显示出无可比拟的优越性。众所周知，通用的聚氨酯、环氧或不饱和聚酯涂料必须进行多道施工，而且施工间隔长达 12h~24h，效率极低。SPUA 技术则不同，由于其快速的固化反应，层间施工间隔只需几分钟，如施工 1000m<sup>2</sup>/2.0mm 厚的涂层，仅需 6h 即可完成施工，2h~3h 即可投入使用。

该技术还有一个显著特点就是 100% 固含量，只要正确使用，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。SPUA 材料可以完全或部分替代传统的聚氨酯、聚氨酯/聚脲、环氧树脂、不饱和聚酯以及聚烯烃类化合物，在建筑、舰船、水利、交通、机械、化工矿山等行业具有广阔的应用前景。

#### 5.1 贮罐及贮罐围堰

SPUA 技术应用最广的领域之一是用作贮罐及贮罐围堰衬里。传统的贮罐衬里为环氧防腐涂料或聚酯玻璃钢。这两个体系都存在着以下缺点：硬度有余韧性不足，在热应力或冲击作用下极易开裂，过早的开裂可能导致储存的液体泄漏，修补及保养导致费用增加；体系含有机溶剂，对人体有害且污染环境；必须采用多道施工，施工周期长，效率低。

SPUA 技术有效地解决了上述难题，具有无污

染、不流淌、施工快等特点。喷涂成型的聚脲弹性体柔韧性好，伸长率高达 300%，可以将底材上的毛细裂纹连接在一起，防渗漏效果极佳。该体系可用于各类化学物质或废溶液的贮罐，如化工贮罐、粉煤灰池、蒸发罐、浸析槽和浓缩槽等，也可用于贮罐围堰、排水沟、地沟及地面防渗层等表面的保护，既经济又实用，推荐厚度 2mm~3mm。

### 5.2 建筑涂层

SPUA 技术可用于建筑物的室内外装饰。在内装修中，先利用聚苯乙烯泡沫（EPS）制成各种形状的支柱和拱顶，再用聚脲保护装饰，最后上色完成。例如，用这种方法装修后的古埃及艺术长廊和俄国皇家法庭富丽堂皇，十分逼真。这些模型重量轻，防碰撞，可在世界各地巡回展出。在室外应用时，喷涂后的聚脲表面可根据物体的习惯色彩上色，能达到石头或水泥的效果，既美观又耐用。

建筑领域中的另一应用是层顶防水保温。如冷藏库或仓库的屋面需要施工一层厚厚的聚氨酯泡沫作保温层，在泡沫上再喷涂 1mm~2mm 的聚脲弹性体，可以起到防水和保护的作用。由于 SPUA 技术的施工速度快、效率高，单台设备日施工面积在 1000m<sup>2</sup> 以上，大大缩短工程建设周期。

SPUA 技术可用作大型工厂的地坪涂料和树脂墙面，以替代传统的环氧地坪涂料。由于该体系不含有机挥发物，无毒害作用，在国外已通过美国农业部（USDA）的认证，适用于食品工业、制药厂 GMP 车间、药房、医院的手术室等领域。该技术还可用于停车场、人行通道、过街天桥、火车站台等地面的保护，具有很好的耐磨和防滑（尤其是防湿滑）性能。

SPUA 材料用作铺地材料的另一个显著特点，就是利用其自身优异的力学性能，能有效地抵御钢、混凝土等底材在热胀冷缩时产生的应力和形变，从而克服以往铺地材料经常出现的开裂、脱落现象。

### 5.3 影视业等道具制作

SPUA 材料直接喷涂在 EPS 或其它脆性泡沫材料的表面（厚度 2mm），可以起到很好的保护和装饰作用。它具有原形再现性好；重量轻，搬运方便；耐候性好，劳动生产率高等优点，在影视业有广泛的用途，如制作道具、吉祥物、建造永久或临时性的舞台布景、布景幕以及支柱、制作人物或动

物模型、标本等。

该技术也可用于街头招牌或广告板的制作以及街道、商店门前的装饰物。世界著名的好莱坞环球影城及迪斯尼乐园的很多景点都采用这种制作技术。

### 5.4 主题公园

由于喷涂成型的聚脲弹性体厚度均匀、无流挂，因而在物体表面喷涂后再现性极好。利用它的这一特性，可以制造出许多生动逼真的人造自然景观，其重量仅为原物的 1/5~1/10，易搬运和储存。小至形状各异岩石、一根树枝，大至整体岩石墙、参天大树，即使是岩石上细小的沙砾也能被很好的复制，推荐厚度 2mm~3mm。

### 5.5 水上乐园

SPUA 可用来制作或修复水上乐园的滑道以及其它骑乘设施，能起到很好的保护和缓冲作用。因为该涂料具有以下特点：硬度较低，游客的舒适感好，即使表面破损也不会伤害游客；材料具有良好的弹性和伸长率，防碰撞性能优异；表面无接缝、不流挂、整体性好，美观实用；防腐、防水及防渗性能优良；耐候性好，在户外长期使用不粉化，不褪色。

相似的应用还有水上乐园、水族馆、游泳池等设施的混凝土表面防水、防渗处理。

### 5.6 耐磨衬里

SPUA 材料具有优异的耐磨性（是碳钢的 10 倍以上），实际应用时涂层的厚度一般在 3mm 以上。若采用传统的刷涂施工，则施工道数多，速度慢；若刮涂施工，常常为层间附着力差、厚度不均匀等问题所困扰。采用 SPUA 技术可以很好地解决这些难题，它可在结构复杂的表面直接喷涂成型，节省了昂贵的模具费用。

聚脲弹性体可用于解决各种环境下的耐磨、防腐问题，典型的应用如矿砂厂和选煤厂用的螺旋集合器、浮选槽内的钢分散器、振动进料盘、汽车底盘、重载卡车车斗内壁、旋转式圆筒筛架、振动磨、球磨机、选矿机、旋风分离器以及矿山的泥浆输送设备。

### 5.7 水处理设施

该应用包括新建或翻修饮用水、盐水以及废水处理设施，以污水处理厂为例，可以应用的地方有：厂房屋顶的无缝防水层；水池上的接引

桥, 聚脲材料可厚涂、防滑、耐磨、耐踩踏, 并能遮蔽可能存在的细裂缝; 曝气池衬里, SPUA 材料固化快、无接缝, 伸长率高因而能遮蔽混凝土上可能存在的细裂缝, 耐硫化氢、耐次氯酸、耐紫外线; 工厂地坪, 因为 SPUA 材料无溶剂、耐行人或车辆踩踏、耐磨、耐化学品; 球墨铸铁管道衬里, 聚脲渗透率低、无溶剂、固化快、耐腐蚀、耐磨。

### 5.8 海洋及海岸设施

近海及各类海岸设施长期处于恶劣的海洋环境腐蚀之中, 对配套的保护材料要求很高。如前所述, SPUA 材料具有很好的耐盐雾、耐海水、耐大气老化性能, 加之施工速度快, 因此可广泛用于下述海洋防腐领域: 码头护舷、浮标及系泊设备;

防浪堤、栈桥、海上石油钻井平台; 船舶的舱室地板、甲板、通道、直升机平台、护栏及舷梯。厚度在 2mm ~ 20mm 不等。

### 5.9 运动场地

水泥或煤渣运动场地弹性差, 易摔伤, 手工浇注型聚氨酯在此领域的应用已为人们熟知。在国外的很多高级运动场所, 喷涂聚脲替代浇注型聚氨酯已成为一种时尚。这是因为聚脲材料具有弹性好、防湿滑、耐磨、无接缝、耐老化等特点。典型的应用如体育馆、俱乐部、学校等健身场所的跑道、网球场等运动场地。

SPUA 技术用于运动场地的另一个突出特点是可通过喷涂获得具有均匀颗粒的自防滑麻面, 这是传统的手工浇注法望尘莫及的。通过调节体系的凝胶时间和喷枪角度, 可获得不同尺寸的颗粒, 外观非常均匀, 美观实用。

## 6 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领域的应用范围。

目前, 我国的 SPUA 技术已走向实用阶段, 我院开发的 SPUA 系列材料已在青岛、北京、上海等地区成功应用, 市场需求旺盛, 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。

SPUA 技术在我国的研究和应用成功, 无疑将带动我国新型涂层材料和涂装技术的迅速发展, 将我国的高性能施工技术推向一个新台阶。

## 参考文献

- [1] D.J. Primeaux, Spray Polyurea Versatile High Performance Elastomer for the Polyurethane Industry. In: Polyurethanes 89, Proceedings of the SPI 32<sup>nd</sup> Annual Technical/Marketing Conference. San Francisco, 1989, 26
- [2] D.J. Primeaux, A Study of Polyurea Spray System. High Solids Coatings, 1994, 15 2
- [3] D.J. Primeaux, Polyurea Spray Technology in Commercial Applications. 60 Years of Polyurethanes: International Symposium and Exhibition, 1997
- [4] D.J. Primeaux 在海洋化工研究院讲学笔记. 青岛, 1998, 6
- [5] 黄微波. 赴美国考察报告, 1997, 1.
- [6] 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: 19 ~ 27.
- [7] 黄微波等. 喷涂聚脲弹性体技术. 聚氨酯工业, 1999, Vol. 14, No. 4. 7 ~ 11
- [8] 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: 19 ~ 23
- [9] 黄微波等. 喷涂聚脲弹性体材料. 材料导报, 2000, Vol. 14, No. 12: 33 ~ 35
- [10] 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: 7 ~ 9
- [11] 王宝柱等. 喷涂聚脲弹性体技术的应用. 聚氨酯工业, 2000, Vol. 15, No. : 39 ~ 44
- [12] 徐德喜等. 喷涂聚脲弹性体设备. 聚氨酯工业, 2000, Vol. 15, No. 2: 5 ~ 8
- [13] 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: 164 ~ 169
- [14] 吕平, 黄微波. 喷涂聚脲弹性体在建筑中的应用. 施工技术, 2000, Vol. 29, No. 4: 45 ~ 46

## 新聘编委启事

顺德光达合成树脂有限公司叶汉慈总工、全国涂装标准化分技术委员会伍泽甬高工、北京红狮涂料有限公司常务副总经理陶茂康为《中国涂料》编委。

### **acrylic-modified bitumen**

Zhang Bing-zhu and his colleagues (26)

They firstly discuss the influence of the process of polymerization on the polymer emulsion. Then, they discuss the influence of emulsion and chelating agent on the performance of coatings. Their conclusions are: coatings made with IPN emulsion has better chip resistance and shock-proofness; better mechanical performance of the coating is obtained with 1 % chelating agent.

### **The use of high carbon fatty alcohol in soft tube coatings**

Xu De-zhong (29)

The use of C8 - C16 high carbon fatty alcohol in soft tube coatings can improve its leveling property, buildness and rate of evaporation.

### **The development of polyurea elastomer for spray application**

Huang Wei-bo and his colleagues (31)

An overall review in detail.

### **Disgo-a new coating with supreme performance**

Huang Xiao-xia and Li Rong-qiang (38)

Disgo coating has excellent weather proofness, corrosion resistance and environmental-friendly surface characteristics.

The authors give a simplified explanation on the mechanism of corrosion prevention, structure of the coat-

ing and the characteristics of the coating.

### **The design and application of a semi-automatic filling system.**

Chen Yuan-hong; Chen Zhi-hua; Li Jin-xi (40)

A semi-automatic filling system, its principle of operation and the selection of equipment are introduced. This system may work accurately and efficiently.

### **New generation of epoxy heavy-duty corrosion inhibiting technology**

Dai Zhi-cheng (43)

It's a new type of epoxy-cured heavy-duty corrosion inhibiting system made with cashew nut shell oil. It's broadly adopted in the area of marine coatings.

### **An international meeting on coatings science and technology held in Atherl**

Hong Xiao-yin (46)

Some impressions are given after joining the meeting by the author.

### **World coatings associations and the industry they depend**

Yun Hua (48)

A serial article on coatings associations all around the world.

---

## **China Paint**

Sponsor: China National Coatings Industry Association

Editor: The Editorial Office of 《China Paint》

Address: NO. 1, Liu Pu Kang Street, Beijing, China

Post Code: 100011 Tel: (010) 82011917 Fax: (010) 82011920

International Standardization Number: ISSN 1006 - 2556

China Publisher Number: CN 11 - 3544/TQ

Distribution Number Abroad: 4553 BM