

中国的聚脲技术



青岛理工大学

黄微波 2012-5-15 上海

聚脲技术是应用于2008北京奥运会、2009济南城运会、2010京沪高铁、2010上海世博会和2011青岛跨海大桥等重点工程的高技术、新材料
青岛理工大学——中国聚脲技术的核心研发基地

1999年，从不足100平方米的青岛海豚表演馆起步



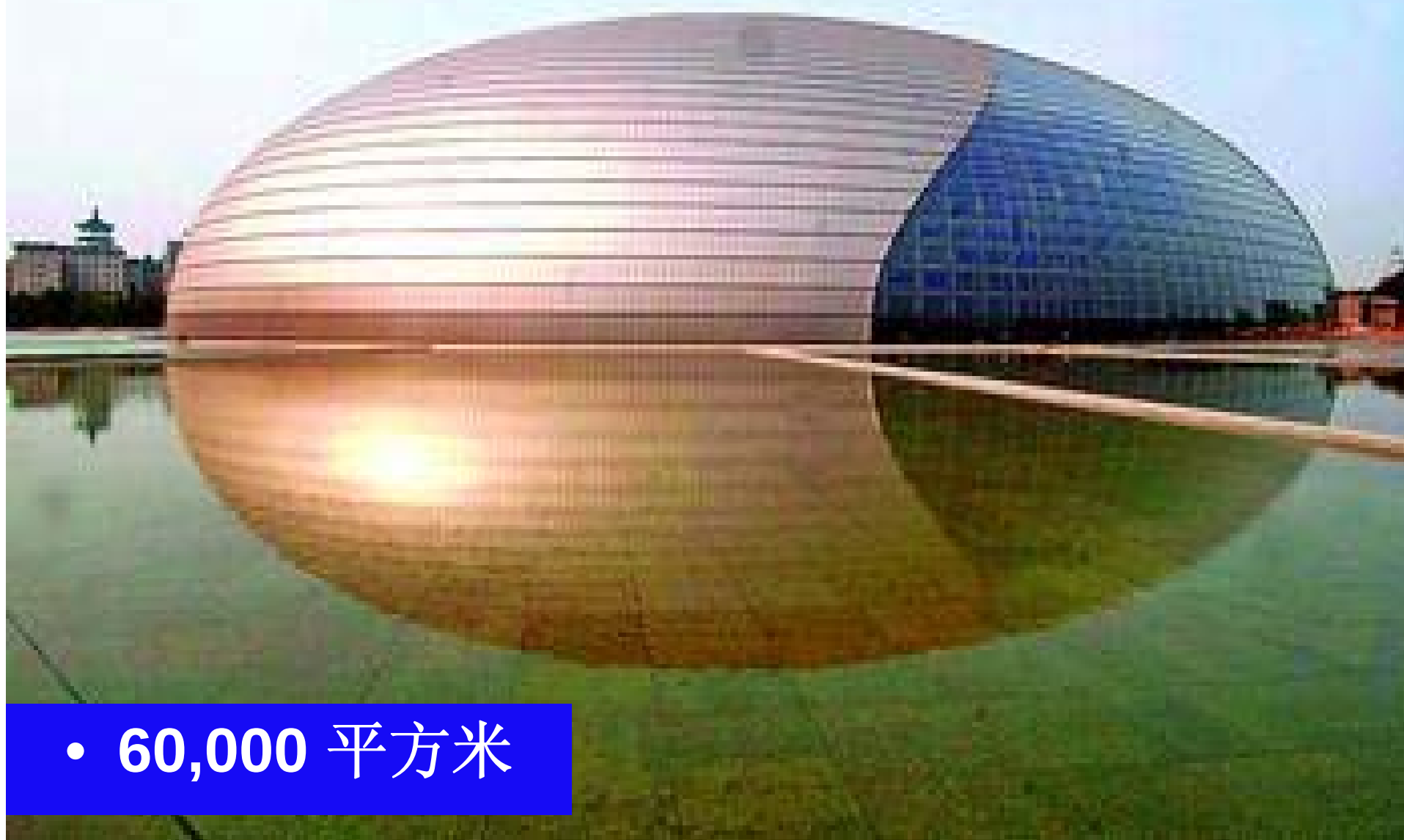
到2009年 京沪高铁1200万平方米路基防护



2001大连、2005青岛 极地海洋世界看台



2006年北京国家大剧院景观水池



- 60,000 平方米

全国各大电厂 循环水池



2008年京津城际 高速铁路



100万平方米

2008北京奥运会 30万平米看台



青島理工大學

Qingdao Technological University





2009年济南城运会看台16万平米



2010 年上海世博会场馆8万平米



目 录



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 技术简介
- 成果现状
- 合作方式



聚脲技术简介

- ◆聚脲技术是21世纪最具前途的高技术和新材料之一
- ◆被誉为二十世纪末涂料、涂装界最伟大的发现
- ◆在基础设施防护、土木、化工、交通、航空航天、水利、电力、军事等领域广泛应用
- ◆2008北京奥运工程、京津城际铁路、京沪高铁和青岛胶州湾跨海大桥等国内外重点工程都毫无例外地采用了这种高新技术
- ◆中国的聚脲技术诞生于青岛，我国已成为世界头号聚脲消费大国，达到国际领先水平
- ◆聚脲在我国国民经济和国防建设中发挥着越来越重要的作用；创造了世界聚脲技术发展的奇迹！



结 合

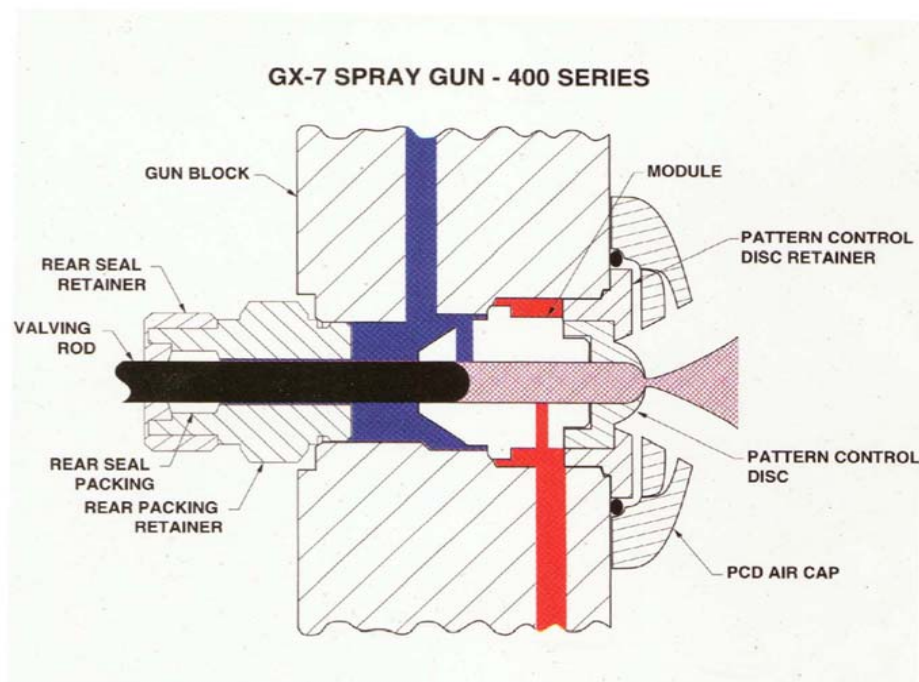


青島理工大學

Qingdao Technological University

喷涂
简称
污染

采用
有阻
和装





聚脲技术发展简史



青岛理工大学

Qingdao Technological University

国 别	开发年代	商业化年代
美国	1986	1991
澳大利亚	1993	1993
日本	1995	1995
韩国	1997	1997
中国	1997	1999

青岛-中国聚脲技术发源地

聚脲——诞生在美国，发展在中国

Polyurea was born in US, developing in CHINA

1999年，青岛海豚馆室外表演水池100平方米
2000年，青岛海洋化工研究院篮球场550平方
2001年，大连极地海洋世界看台5000平方米
2003年，台湾高铁聚脲防护500000平方米
2006年，北京国家大剧院60000平方米
2007年，京津城际铁路1000000平方米
2008年，北京奥运场馆3000000平方米
2009年，济南城运会看台160000平方米
2010年，京沪高铁聚脲防护12000000平方米



聚脲技术特点

- 零VOC，符合环保、节能、减排要求；
- 快速固化，5秒钟凝胶，1分钟即可达到步行强度；
- 优异的理化性能，如拉伸强度、耐老化、抗冲击、耐磨损、耐腐蚀等；
- 对水分、湿气不敏感，施工时不受环境温度、湿度的影响；
(可在冰上施工；在-28℃下施工；可在冰柜中固化)
- 一次施工达到厚度要求，克服了以往多层施工的弊病；
- 可在任意形状表面喷涂成型，不产生流挂现象；
- 配方体系任意可调，柔韧有余、刚性十足；
- 具有优异的耐高、低温交变能力；
- 质地像材料、色彩似涂料，综合性能十分突出；
- 喷涂输出量大、施工效率极高。



广泛的国际合作与交流



青岛理工大学

Qingdao Technological University

向世界介绍中国聚脬



将先进技术引入中国





青島理工大學

Qingdao Technological University

聚脲技术研究业绩及国内外合作项目

- 开展大量的聚脲基础科研和应用研究以及新产品研发及工作
- 聚脲的合成与表征、结构形态与性质研究
- 聚脲在海洋环境、工业环境的自然老化及加速老化研究
- 聚脲涂层混凝土在环境—荷载共同作用下的腐蚀研究
- 聚脲配套基材处理体系研究与工程应用
- 已经形成具有很强工程应用能力的研究中心
- 正在完善聚脲的材料研究、开发及检测的技术体系



青島理工大學

Qingdao Technological University

聚脲技术研究业绩及国内外合作项目

- 近年开展的相关部分课题
- 国家自然科学基金项目 “喷涂聚脲仿生减阻材料研究”
- 国家军工863 “舰船用环保型超长寿命防护材料研究”
- 国家十五攻关项目 “×××整体隐身涂层材料及涂装工艺研究”
- 科技部十五攻关引导项 “目环保型防腐涂料及涂装技术研究”
- 建设部科技攻关项目 “高性能防腐涂层新技术研究”
- 山东省自然科学基金 “海洋混凝土防护用新型聚天冬氨酸酯聚脲涂层研究”
- 青岛市重点攻关项目 “青岛地铁减震降噪聚脲阻尼材料研究”



喷涂聚脲技术研究业绩

- 水下航行器喷涂聚脲仿生减阻材料的研究 Studies on The Bionic Drag-reducing Spray Polyurea Coating of Underwater Vehicle
- 海洋混凝土防护用新型聚天冬氨酸酯聚脲涂层的研究 Studies on the Novel Polyaspartic Ester Based Polyurea Coatings for Marine Concrete Protection
- 喷涂聚脲弹性体对混凝土耐久性的影响 The Effect of Spray Polyurea Elastomer to The Durability of Concrete
- 喷涂聚脲技术在地下混凝土结构防护应用研究 Research on Spray Polyurea Technique in Protection of Underground Concrete Structure
- 混凝土保护涂层的性能及试验方法研究 RESEACH ON PERFORMANCE AND TEST METHODS OF CONCRETE PROTECTOVE COATING
- 喷涂聚脲技术在海工混凝土防护的应用研究



部分获奖证书



青岛理工大学

Qingdao Technological University





聚脲技术发明专利



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 鉴别喷涂聚脲、喷涂聚氨酯脲或喷涂聚氨酯的展色剂及其检测方法, 200910020530.1
- 一种用于铁路客运专线混凝土基材表面处理的材料体系, 200910017392.1
- 一种喷涂聚氨酯-脲阻尼减振降噪防护材料, 200910017943.4
- 喷涂聚脲施工车, 200920311631.X
- 喷涂聚脲除雾排风系统, 200920311732.7
- 阻燃型喷涂聚脲弹性体材料
- 琼脂状低密度聚氨酯透声凝胶材料
- XXX用多层梯度声隐身涂层材料
- 可填充硬质聚氨酯浇注材料的制备
- 喷涂聚脲作为包敷层制备固体浮力材料
- 用于XXX的喷涂聚脲型蒙皮材料

部分专利证书



青岛理工大学

Qingdao Technological University

第 39618 号
共 2 页

发明专利证书

发明名称：构成约束阻尼结构的阻尼涂料层

发明人：黄微波 刘东晖 杨宇润

专利号：ZL 93 1 07379.0 国际专利主分类号：C09D175/04

专利申请日：1993 年 6 月 26 日

专利权人：化学工业部海洋涂料研究所

该发明已由本局依照中华人民共和国专利法进行审查，
决定授予专利权。



局长 高卢麟

1998 年 2 月 21 日

发明专利证书

发明名称：喷涂聚脲刚性材料及其施工方法

发明人：黄微波；徐德喜；王宝柱；陈酒姜；杨宇润；刘东晖
刘培礼

专利号：ZL 01 1 14995.7 国际专利主分类号：C09D175/02

专利申请日：2001 年 5 月 30 日

专利权人：海洋化工研究院

授权公告日：2003 年 11 月 26 日

第 1 页 (共 1 页)

证书号 第 131019 号

本发明经过本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。

本专利的专利期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。缴纳本专利年费的期限是每年 05 月 30 日前一个月内；未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转让、继承、撤销、无效、终止和专利权人的姓名、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

专利号

局长 王景川



共 2 页

发明专利证书

发明名称：构成约束阻尼结构的阻燃阻尼涂料层

发明人：战凤昌 黄微波 于杰

专利号：ZL 91 1 05484.7

专利申请日：1991 年 8 月 14 日

专利权人：化学工业部海洋涂料研究所

该发明已由本局依照中华人民共和国专利法进行审查，
决定授予专利权。



局长 高卢麟

1993 年 4 月 16 日

部分获奖证书

国密第 2225 号



发明专利证书

发明名称：用于消声瓦的喷涂聚氨酯蒙皮材料

发明人：黄微波 陈酒姜 王宝柱 刘东晖 刘培礼

专利号：ZL 02101279.2

专利申请日：2002 年 11 月 4 日

国防专利权人：海洋化工研究院

授权公告日：2006 年 11 月 29 日

本发明经过国防专利局依照《中华人民共和国专利法》和《国防专利条例》进行审查，本局决定授予国防专利权，颁发本国防专利证书，同时在本局出版的专利公报上公告该国防专利的申请日、授权日和专利号。国防专利局在国防专利登记簿上予以登记。国防专利权自授权公告之日起生效。

本国防专利的保护期限为二十年，自申请日起算。国防专利权人应当依照《国防专利条例》规定缴纳年费。缴纳本国防专利年费的期限是每年 11 月 4 日前一个月内，未按照规定缴纳年费的，国防专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

国防专利证书记载国防专利权登记时的法律状况。国防专利权的转让、继承、无效、终止和国防专利权人的姓名、地址变更等事项记载在国防专利登记簿上。本国防专利在保护期内解密后，由国防专利局报请本局转为普通专利。



局长

田力普



2006 年 11 月 29 日

国密第 1573 号



发明专利证书

发明名称：超薄吸收声呐波隐身涂层及其制备方法

发明人：黄微波 杨宇润 刘东晖 王宝柱 陈酒姜
徐德喜 刘培礼

专利号：00125916.4

专利申请日：2000 年 8 月 18 日

专利权人：海洋化工研究院

该发明已由本局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权。

本发明已由本局依照专利法进行审查，决定于 2004 年 4 月 14 日授予专利权，颁布本证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自证书颁发之日起生效。

本专利的专利权期限为二十年，自申请日起算。专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。缴纳本专利年费的期限是每年 8 月 18 日前的一个月内。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

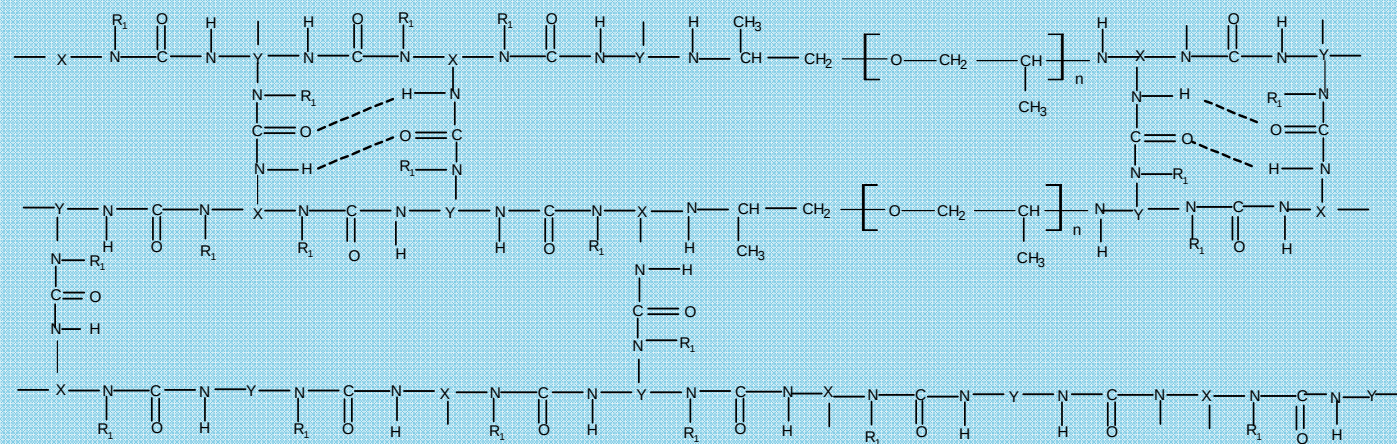
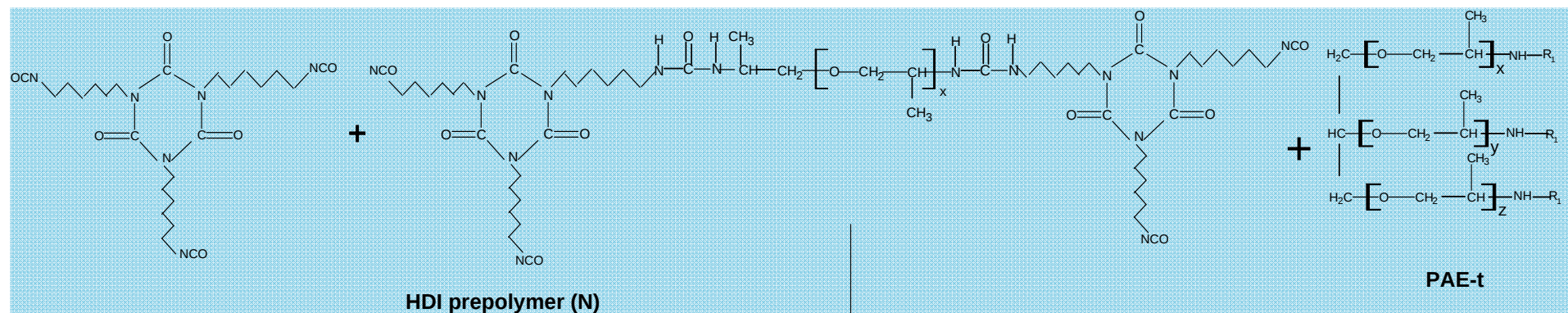
专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转让、继承、撤销、无效、终止和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。

局长 王景川

2004 年 4 月 14 日



交联结构聚脲合成



PAE-t-HDI prepolymer/D2000系列嵌段聚脲

- PAE-t-HDI/ D 2000 Prepolymer H 76 (T 2)
- PAE-t-HDI/ D 2000 Prepolymer H 65 (T 3)
- PAE-t-HDI/ D 2000 Prepolymer H 57 (T 4)

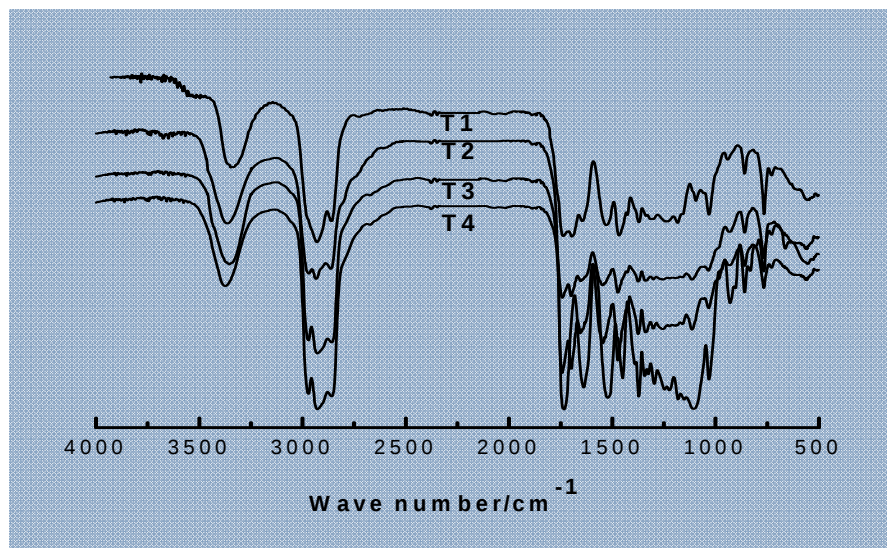
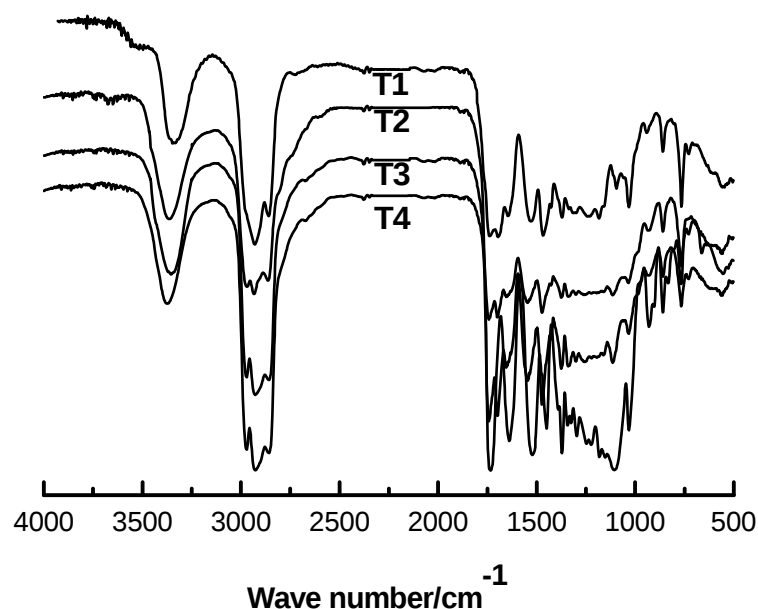


Table 3.7 Compare of gel time reaction activity for PAE-t based polyureas and other PAE based polyureas

Polyaspartic ester	NCO	-NH ₂	Gel time 20°C/min	Gel time 0°C/min
PAE-t ^②	HDI trimer	0	55	60
Desmophen XP-7068 ^①	HDI trimer	0	40	—
Desmophen NH 1220 ^①	HDI trimer	0	1.5	2
50%PAE-t+50%Desmophen NH 1220	HDI trimer	0	15	17
PAE-t ^②	N prepolymer ^③	JeffamineD2000	35	41

Table3.8 Molecular masses and molecular masses distribution of polyureas based on PAE-t

Sample	H.S/%	$\overline{Mn} \times 10^4$	$\overline{Mw} \times 10^4$	$\overline{Mw} / \overline{Mn}$
T1	100	8.97	17.5	1.95
T2	76	10.1	21.5	2.13
T3	65	10.3	19.1	1.86
T4	57	11.9	26.4	2.22



■ 根据NH基从未成氢键到形成氢键吸收谱带频率的移动计算出氢键键长

$$R = 3.21 - \frac{\Delta\nu}{0.548 \times 10^3}$$

■ NH基氢键键长 (nm)

■ $T1 = 0.303$

■ $T2 = T3 = 0.307$

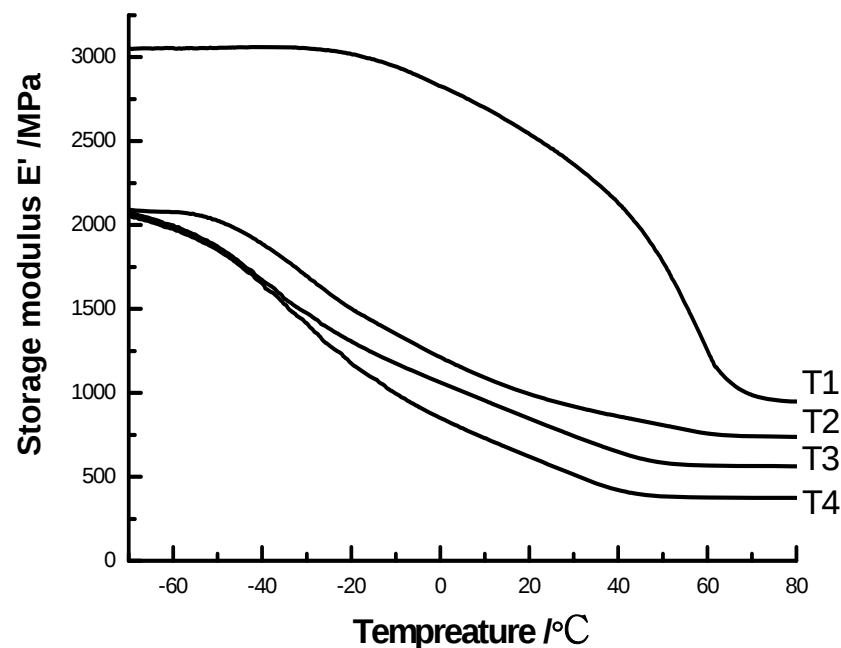
■ $T4 = 0.309$

■ 研究表明

■ NH基完全氢键化

■ 随着硬段含量降低, NH基氢键作用减弱

青岛理工大学聚脲技术研究成果



- T1低于-10℃时，E'基本保持不变，处于玻璃态
- 化学交联使平台模量扩展到高温区。
- 平台模量随着硬段含量增加而提高，约为400—900MPa。
- 较高的模量和较低的温度敏感性为PAE聚脲材料的应用奠定了良好的基础

Table 4.3 Storage modulus E' at different temperatures of polyurea based on PAE-t

Sample	Storage modulus E' /MPa		E'(-30℃)/E'(70℃)
	-30℃	70℃	
T2	1709.8	748.3	2.28
T3	1484.3	567.6	2.62
T4	1423.4	376.5	3.79

比值较小，温度敏感性较小
硬段含量高 → 比值较小

微相分离程度较高



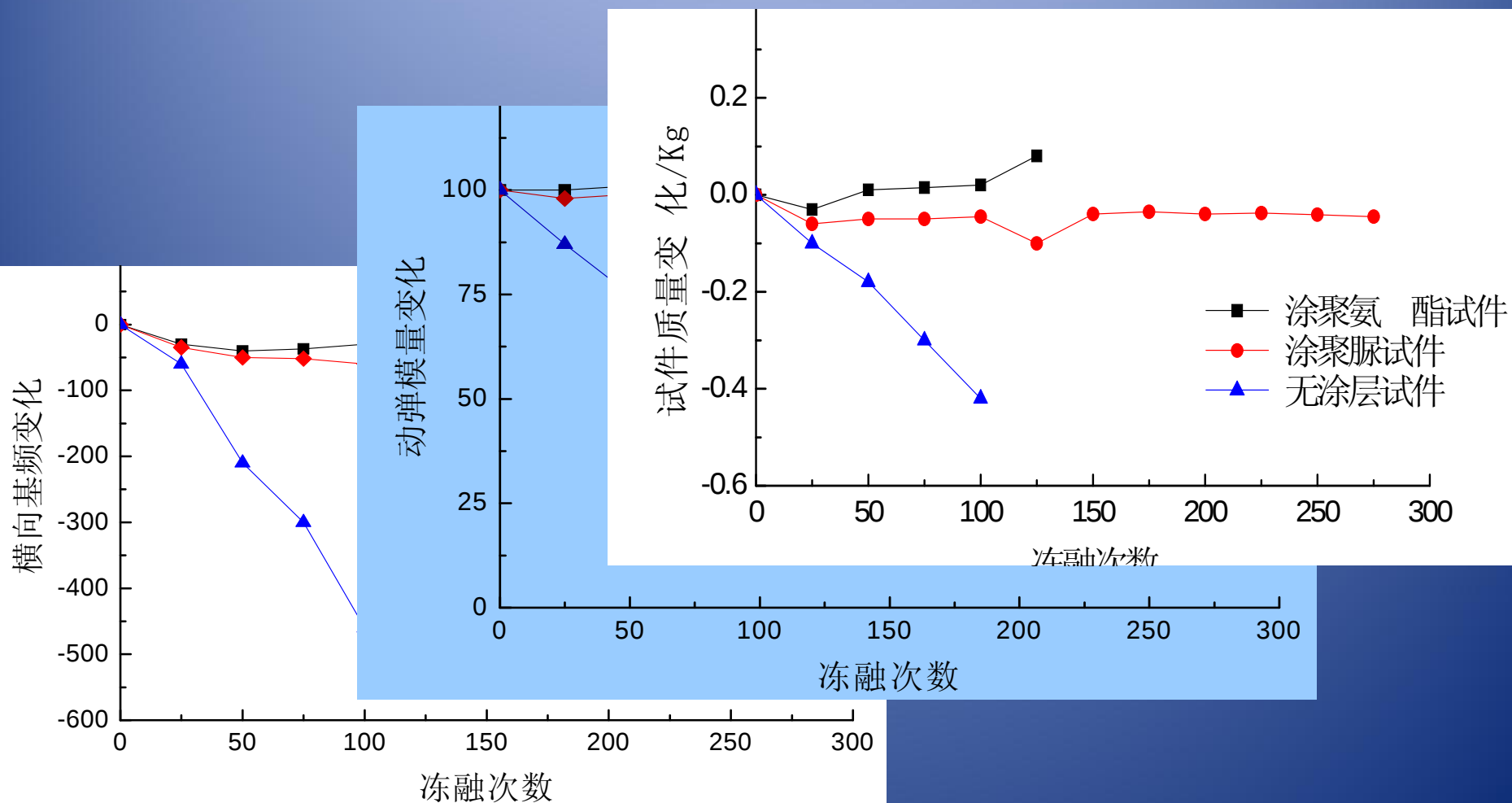


3.9 涂层混凝土抗冻融性能研究



青岛理工大学

Qingdao Technological University





SEM试验结果



青岛理工大学

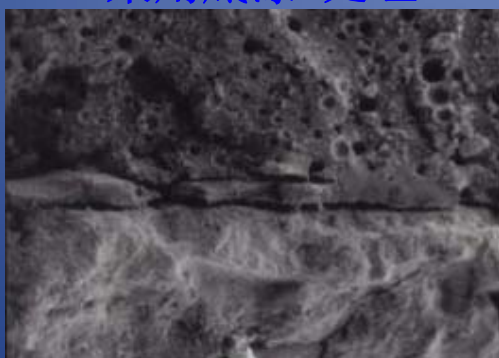
Qingdao Technological University



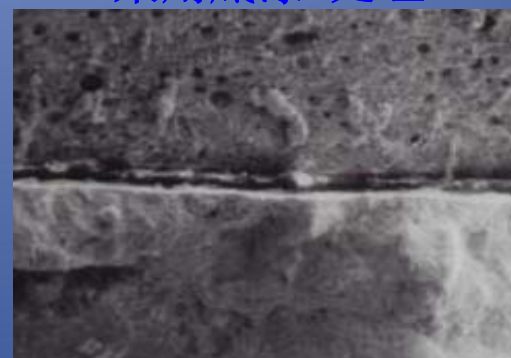
潮湿基材，潮湿养护
采用底漆2处理



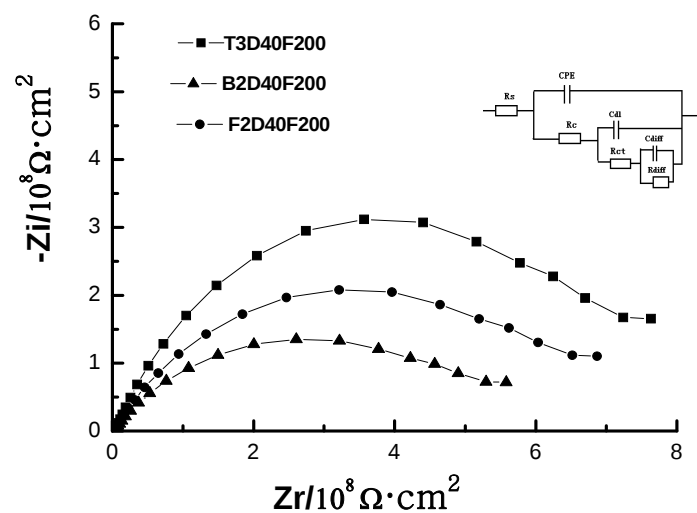
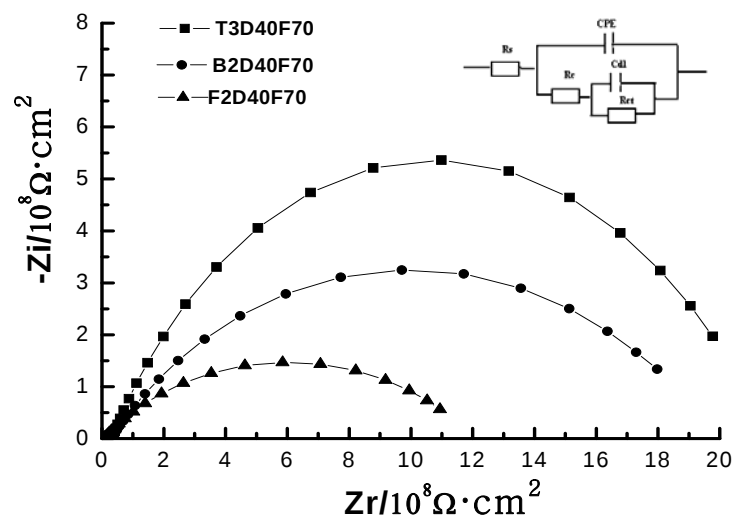
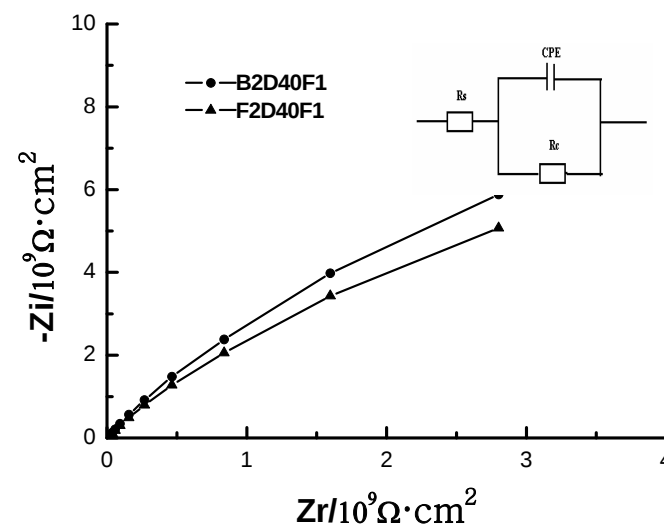
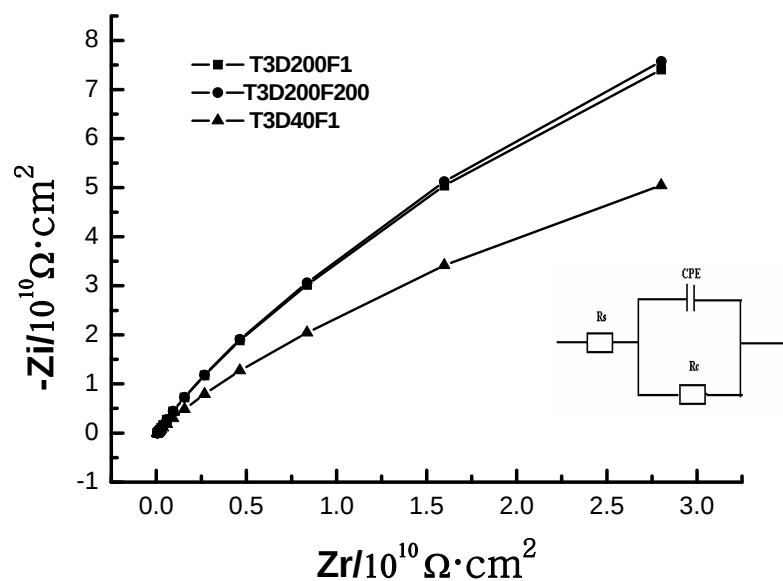
潮湿基材，干燥养护
采用底漆3处理



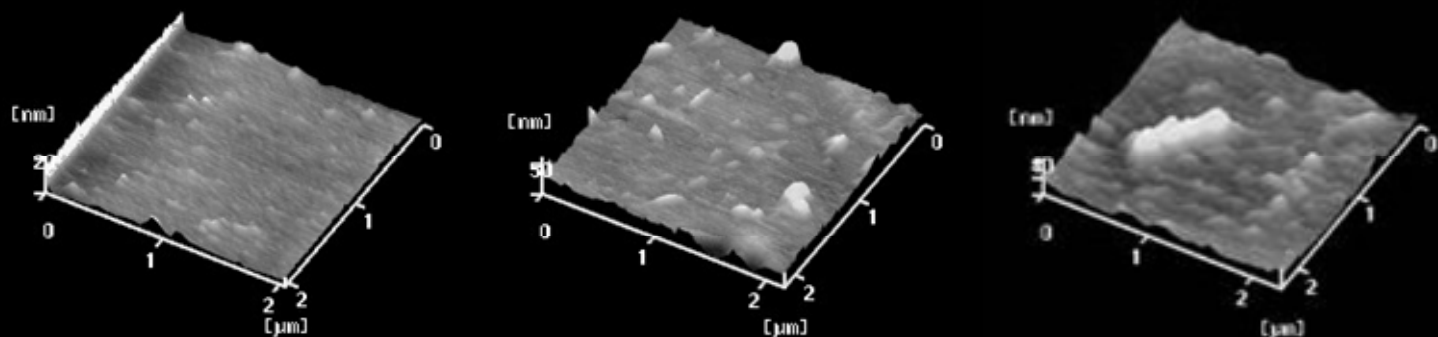
潮湿基材，潮湿养护
采用底漆4处理



干燥基材，干燥养护
采用底漆1处理



阻抗复平面图及等效电路



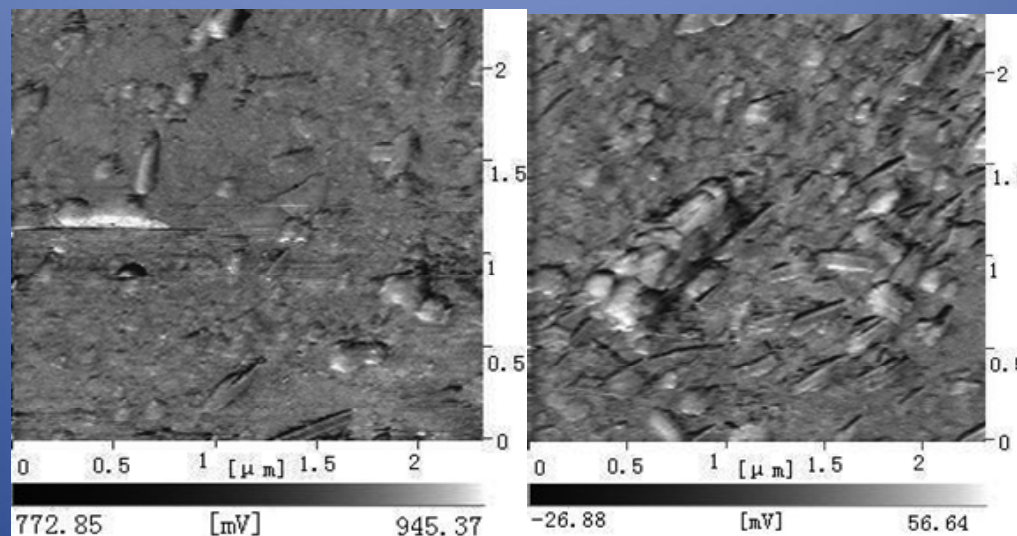
a

b

c

图5.19 涂层T3经紫外线/盐雾循环老化后的AFM形貌图

a) 老化前; b) 老化70d的表面形貌 ; c) 老化100d



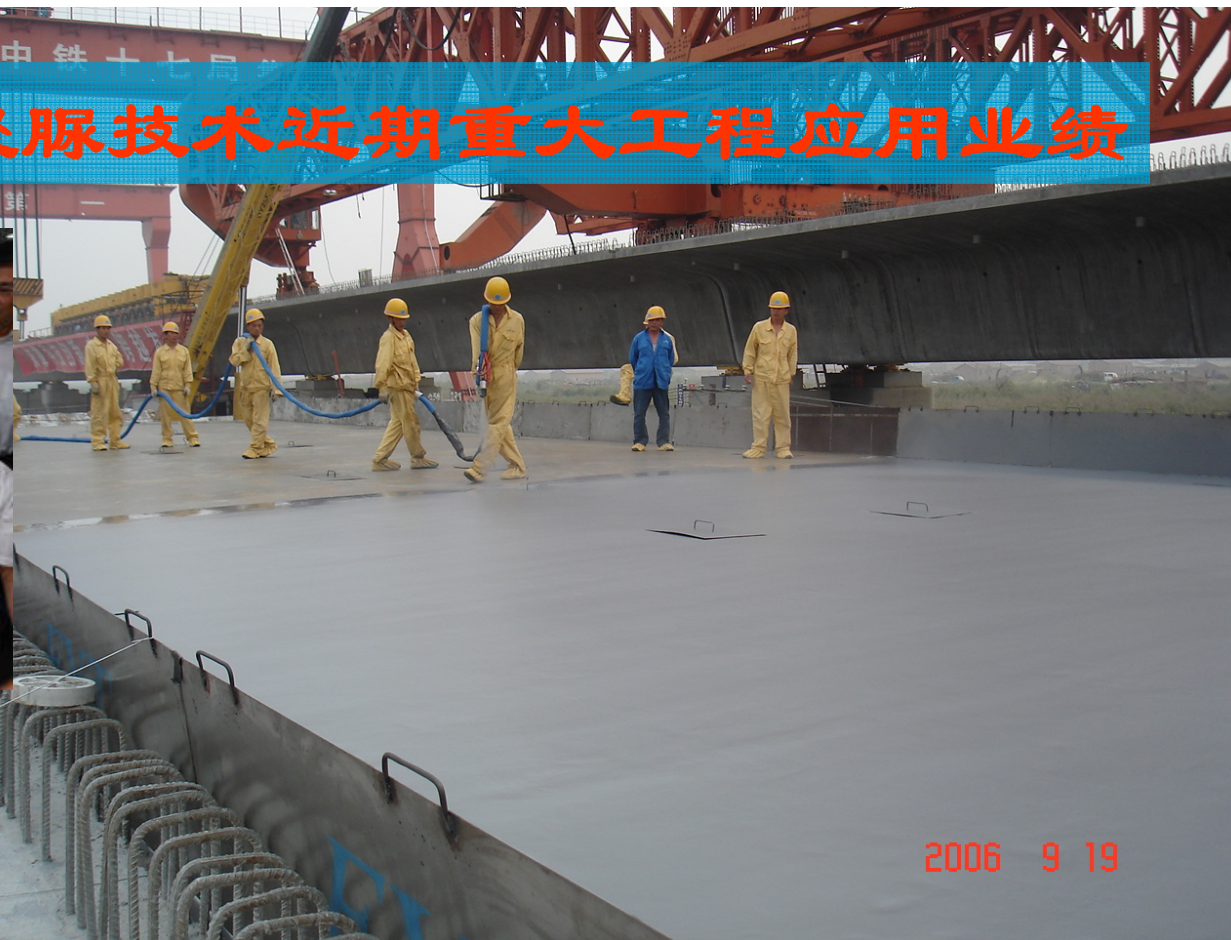
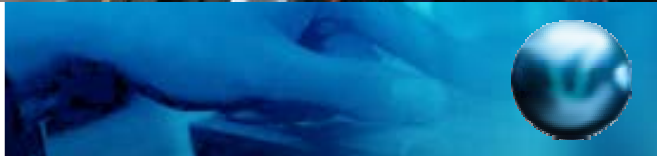
a

b

图5.20 涂层T3经紫外线/盐雾循环老化后AFM相位图

a) 老化70d ; b) 老化100d

青岛理工大学聚脲技术近期重大工程应用业绩



近十年，聚脲技术在我国得到飞速的发展，大量应用在一些基础设施上，科研团队参与了许多实际工程的应用研究，为我国聚脲技术的发展和推广做出了贡献。

青岛理工大学聚脲技术近期重大工程应用业绩

京沪高速铁路基础防水工程



青岛理工大学聚脲技术近期重大工程应用业绩

Qingdao Technological University



“鸟巢”防护工程



“水立方”防护工程



国家大剧院景观水池防水工程

青岛理工大学聚脲技术近期重大工程应用业绩

学

Qingdao Technological University

近十年，聚脲技术在我国得到飞速的发展，大量应用在一些基础设施上，科研团队参与了许多实际工程的应用研究，为我国聚脲技术的发展和推广做出了贡献。

海湾大桥聚脲防护工程实验研究与现场指导



现场指导



十万立方巨型油罐防腐

Related industries: 100,000 cubic giant oil



在饮水工程的应用

Application in potable water project



水利工程工程-山西悬空寺

Shangxi monastery



应用领域-防水领域

- 建筑防水/耐磨/防腐/防开裂/抗冲击/防穿刺/防渗/防滑/装饰/防护一体化
 - 工业厂房、高级建筑屋面防水
 - 隧道、地下工程
 - 废水、污水处理池
 - 水族馆、游泳池
 - 地下工程回填土种植绿化工程。。。





应用领域-防水领域



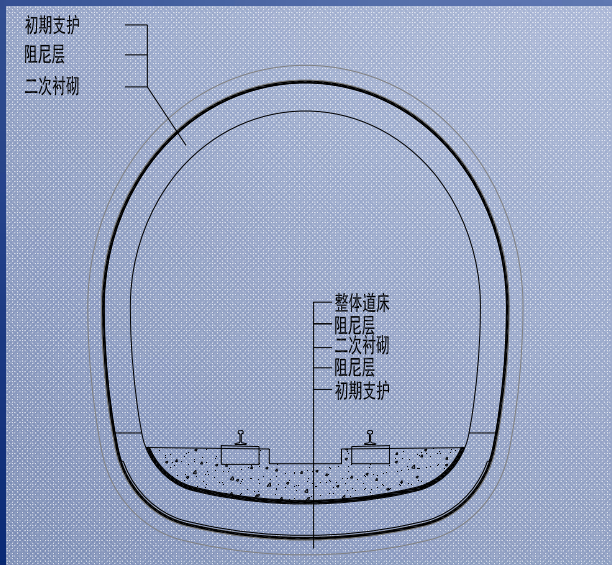
青岛理工大学

Qingdao Technological University

性 能	QTECH纯聚脲	聚氨酯防水涂料	I 类合成高分子卷材
拉伸强度, MPa	> 20	2.45	> 7
延伸率, %	> 500	350	> 450
不透水性, 30min, MPa	0.4	0.3	0.3
低温柔性, °C	-40	-35	-40
使用寿命, 年	50	5	10
施工方法	整体喷涂, 无接缝	刷涂、喷涂, 无接缝	粘贴, 有接缝
施工周期,	1个工作日	7个工作日	3个工作日
环保性	好	差	一般

喷涂型阻尼减振降噪防护材料及技术

- 将喷涂粘弹型阻尼材料与隧道衬砌结构巧妙地结合起来，形成具有优异减振降噪效果的Obster隧道约束阻尼结构，是对传统隧道支护和减振降噪理论的重大突破；



喷涂型阻尼减振降噪防护材料及技术



- 阻尼防护材料还兼具防水、防腐、耐磨、抗冲击、耐老化等多种功能，
- 是传统的“防水板+土工布”工艺的升级技术
- 可广泛应用于地铁轨道、地下隧道、舰船、飞机、汽车、火车、机械、家电等领域

展望 10——在青黄 海底隧道中的应用





石油石化、电力重防腐领域



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 除盐水箱
- 储罐罐体、储罐围堰
- 石油管道、天然气管道
- 脱硫塔、脱硝塔、碳化塔、蒸发塔、中和塔。。。。





石油石化、电力重防腐领域



青岛理工大学

Qingdao Technological University

产品性能	QTECH 纯聚脲	石油沥青	煤焦油瓷漆	聚乙烯夹克层	双层FBE	3PE结构
机械性能	优	差	一般	优	良	优
耐介质	优	差	优	优	优	优
耐阴极剥离	优	差	优	良	优	差
耐老化	优	差	差	优	差	优
抗微生物	优	差	优	优	优	优
抗土壤应力	良	差	差	差	优	优
施工及修补	易	难	难	难	难	难
环保性	环保	污染	污染	环保	环保	环保
使用寿命	50年	20年	30年	30年	40年	40年



设备耐磨防腐领域



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 煤矿流槽
- 选矿设备
- 浮选槽
- 研磨设备
- 大型挖掘机
- 皮卡车内衬
- 集装箱车、装卸车耐磨衬里。。。



零下25度
-25℃



在水电工程的应用
**Application in
hydropower**





主索塔承台
Pile cap of the
main pylon

在跨海大桥的应用
Application in sea
bridge

在青岛海湾大桥 悬索主桥墩的应用

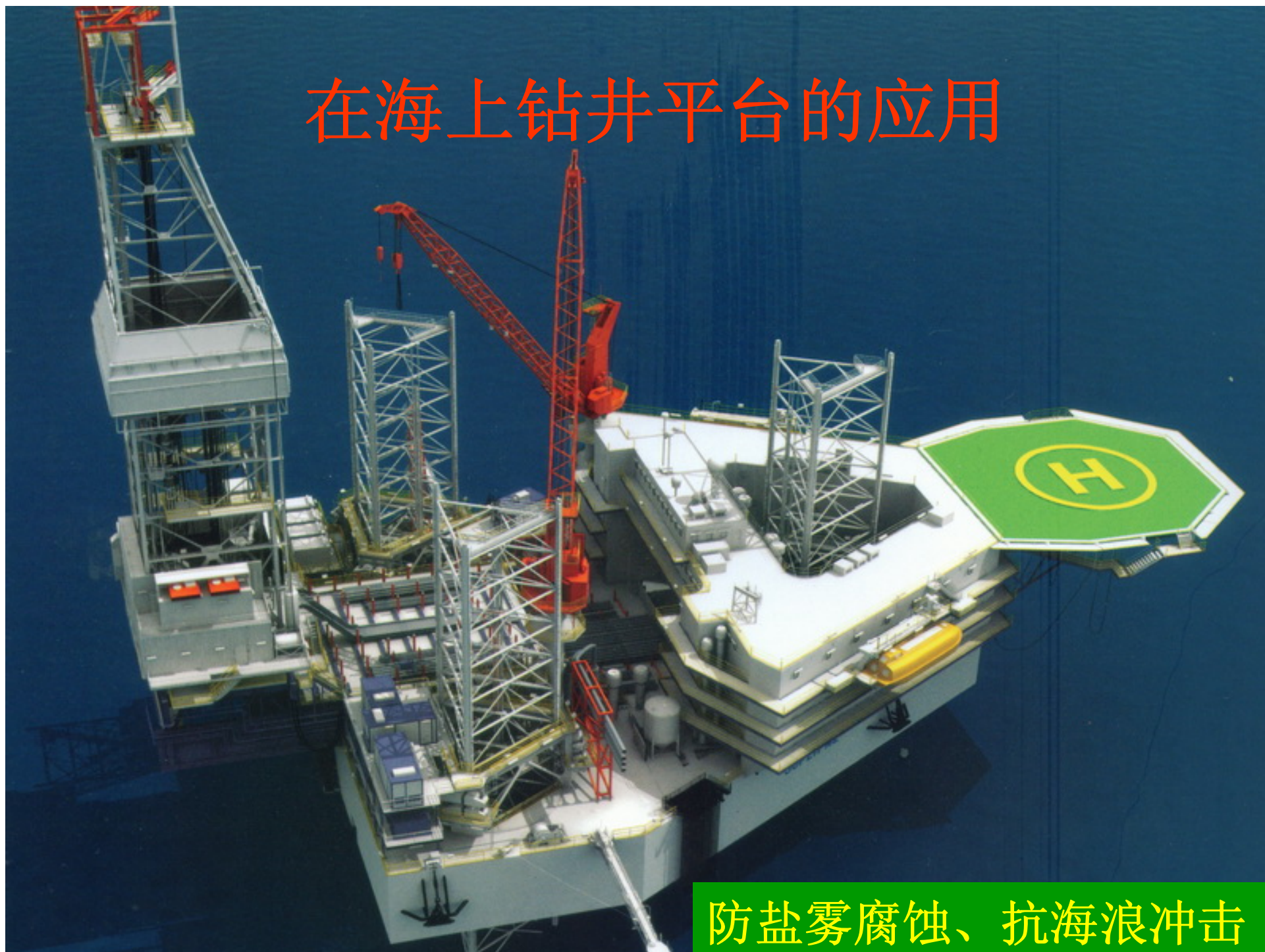


防盐雾腐蚀

抗裂纹扩展

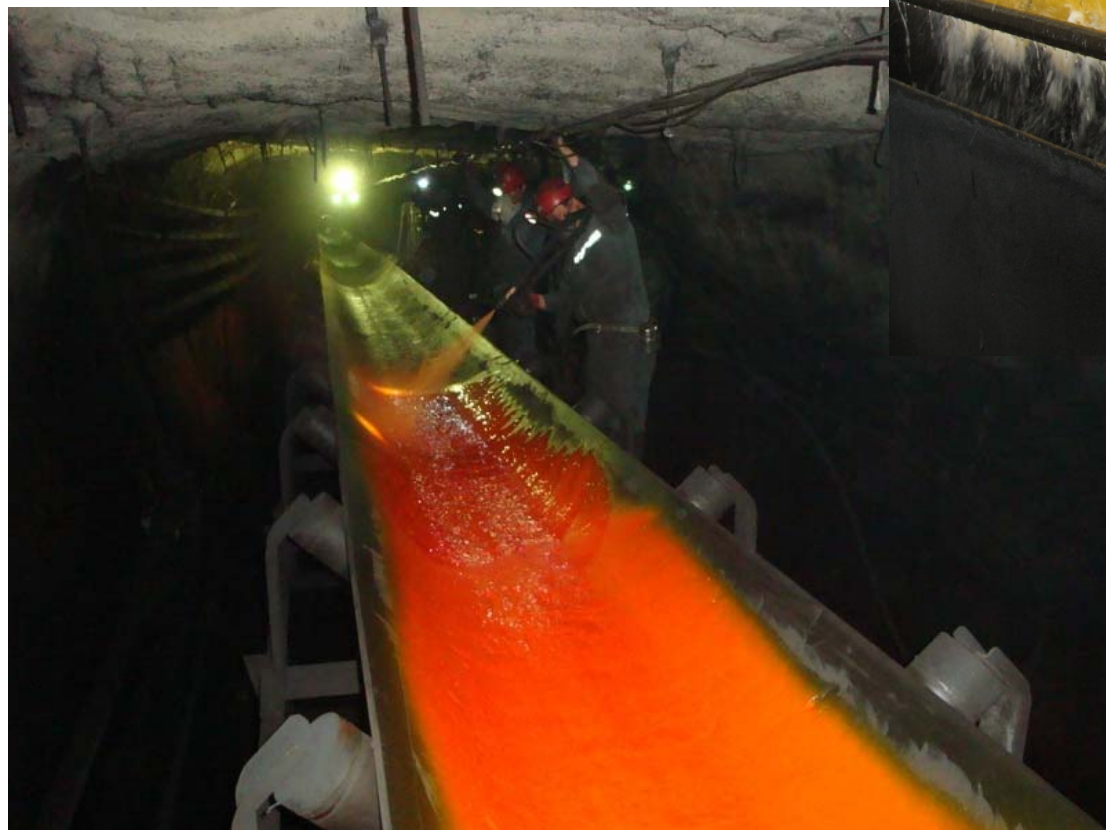
耐疲劳应力

在海上钻井平台的应用



防盐雾腐蚀、抗海浪冲击

在矿山耐磨、皮带在役修复的应用



抗冲击、耐磨损



诚邀合作与市场推广



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 1. 基础设施超长寿命防护新材料及关键技术
- 2. 建筑防水/耐磨/防腐/防开裂/抗冲击/防穿刺/防渗/防滑/装饰/防护一体化新材料及技术集成应用
- 3. 建筑结构保护、病害治理与修复系列新材料与技术
- 4. 海水淡化设施防护用高性能材料及关键应用技术
- 5. 混凝土在役快速修复新技术



诚邀合作与市场推广



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 6. 绿色环保型超高弹性防水材料及技术
- 7. 重要结构高性能与长寿命集成技术
- 8. 环保型粘弹阻尼材料
- 9. 阻尼减震降噪与防护一体化与技术
- 10. 高铁桥梁混凝土喷涂聚脲防护新技术
- 11. 环保型金属喷砂新材料技术



诚邀合作与市场推广



青岛理工大学

Qingdao Technological University

- 12. 水利行业超抗冲刷耐磨蚀新材料与技术
- 13. 石化及电力行业耐高温重防腐聚脲材料
- 14. 矿山设备高耐磨新材料技术
- 15. 防静电工业地坪材料
- 16. 装甲底盘防撞击防摩擦新材料



诚邀合作

- 聚脲技术把综合性能十分优异的聚脲材料和方便、快捷的喷涂工艺结合起来，实现了在任何复杂形状表面进行连续施工的可能性。
- 能够一次实现涂层的连续、致密、光顺、无接缝，厚度随心所欲，弹性任意可调。
- 聚脲技术堪称：万能施工技术，被誉为二十世纪末期涂料、涂装技术领域最伟大的发现，值得在我国进一步推广、普及。
- 作为“中国喷涂聚脲弹性体技术”的开拓者，我们期待与大家一道，共同开创聚脲技术的美好未来。

青岛沙木国际——产学研基地



中国聚脲技术网
www.polyurea.cn



谢谢各位