



海洋大气环境下 纯聚脲重防腐涂料 耐久性研究

黄微波教授
青岛理工大学
2013.05.15 上海

目录

- 一、腐蚀现状及防护
- 二、纯聚脲性能概述
- 三、纯聚脲耐老化及腐蚀性能
- 四、实际工程应用



1.1 海洋环境中的腐蚀



1.2 常用防腐涂料的不足



常用防腐涂料在实际应用中取得了较好的效果，但仍存在防腐性能欠佳、污染环境、封闭性不足、施工复杂、耐久性差等诸多弊病。

1.3 纯聚脲重防腐涂料

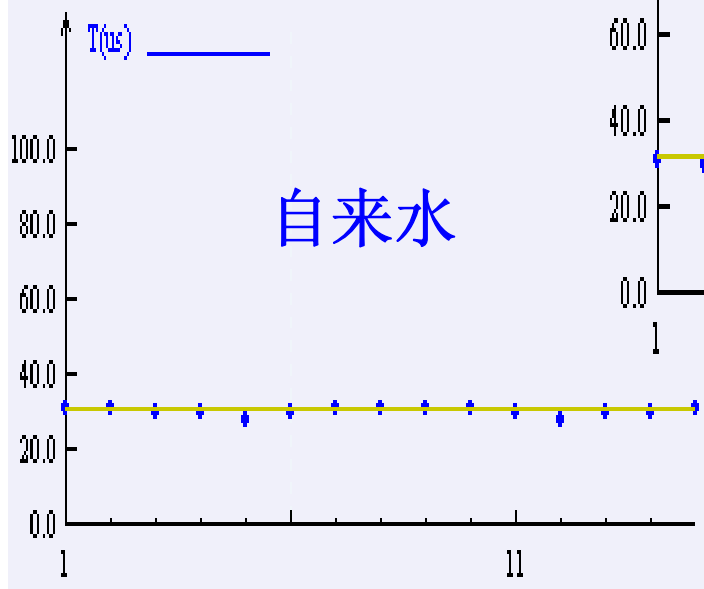
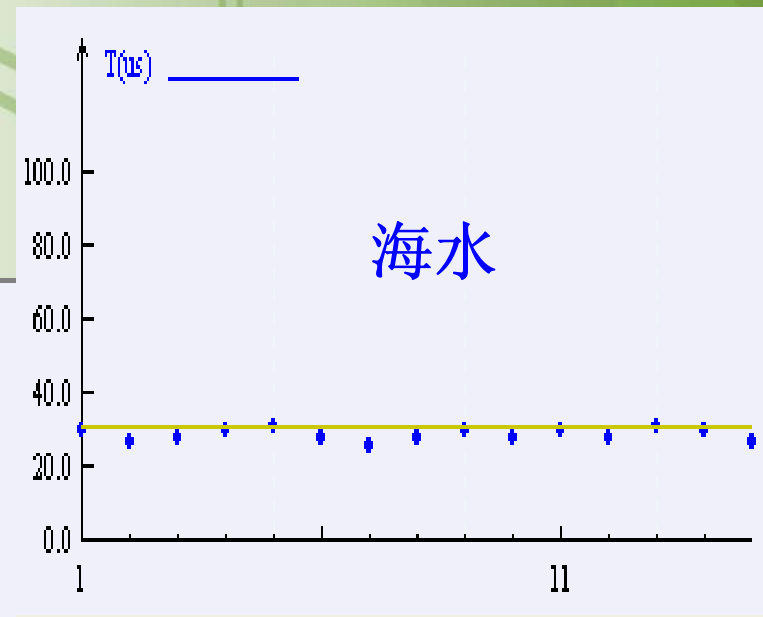
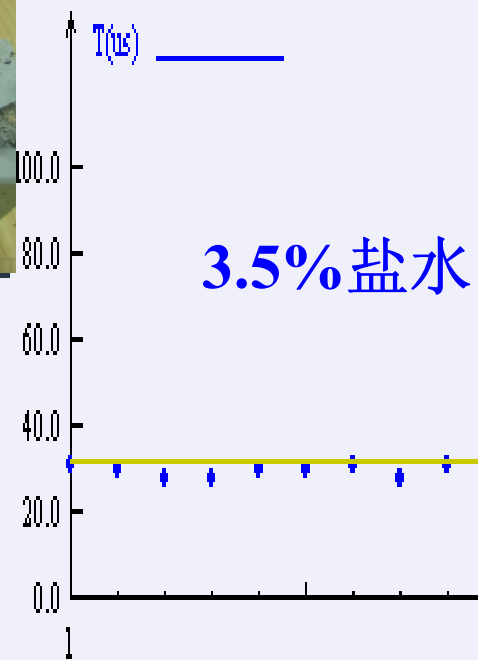


纯聚脲是一种新型无溶剂、无污染的绿色环保、超长耐久的防护材料。涂层力学性能及耐老化、耐腐蚀、防渗漏、抗冲击、抗疲劳破坏等理化性能优异，代表了国际最新重防腐技术的发展潮流。

黄教授指出：假聚脲背离实事求是的科学准则，是聚脲界的三聚氰胺、瘦肉精、地沟油、苏丹红、毒胶囊。

2.1 水泥砂浆性能

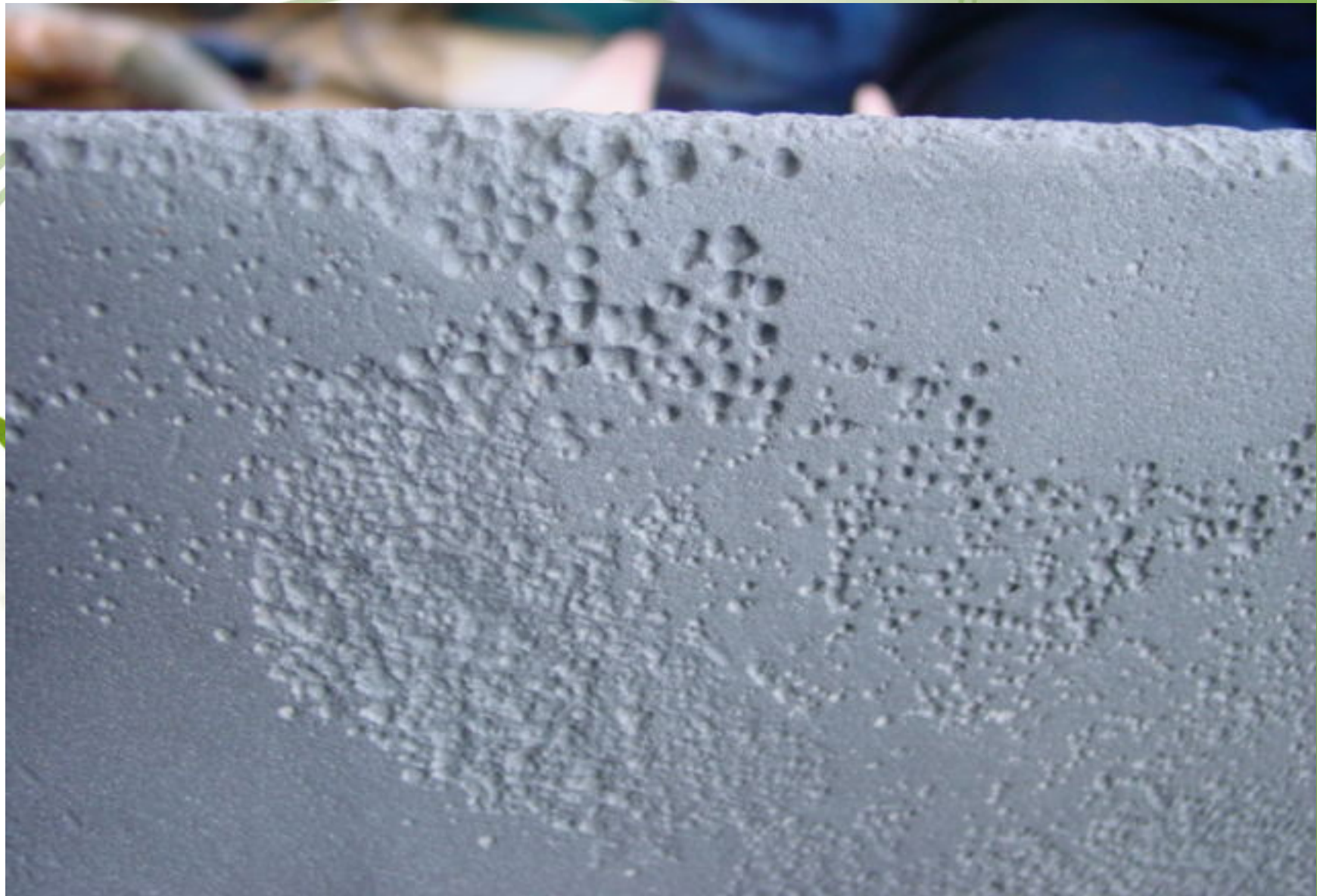
① 耐冻融性能



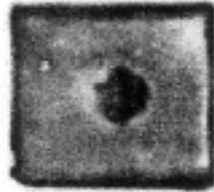
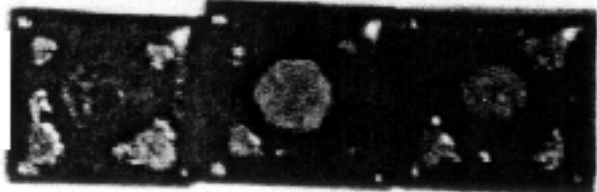
② 耐盐雾10000小时



③ 耐空泡腐蚀



Cavitation Erosion Tests ASTM G-32

		<u>Exposure (minutes)</u>	<u>Loss (grams)</u>
VINYL ESTER		140	132.4
POLYURETHANE APPLIQUE OVER EPOXY PRIMER		600	0.6
POLYUREA (100 MILS)		600	9.4
POLYUREA (50 MILS)		600	7.3
EPOXY		45	91



④ 高速含砂水流冲刷



高速(40m/s)含砂(10%)水流冲刷结果(30min)

材料名称	磨损 总重量g	磨损率 $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$	表面形态
喷涂聚脲弹性体 涂层	<2.5	<0.027	肉眼基本看不出来
二级配混凝土(骨 料为石灰岩, $f_{28}=66.5\text{MPa}$)	414.0	0.440	有很多沟痕、大的 骨料外露等缺陷
二级配混凝土(骨 料为花岗岩, $f_{28}=65.6\text{MPa}$)	98.0	0.104	有很多沟痕、大的 骨料外露等缺陷

聚脲弹性体的耐磨损性能是C60高强混凝土的**15**倍

在内水压力作用下聚脲鼓起，但不渗漏



⑤ 抗渗性能

聚脲厚度1mm，
内水压力0.5MPa

2007/04/12

⑥ 附着力 (MPa)

注：★指底材破坏；●指内聚破坏。

底材 \ 分类	芳香族	脂肪族
砧（无底漆）	2.8★	2.8★
砧（带底漆）	7.0★	4.9●
钢（喷砂至Sa2.5级）	>14.0	8.8●
铝	>14.0	---

⑦ 耐核辐照性能

实验条件	拉伸强度 MPa	伸长率 %	撕裂强度 KN/m
参比样	13. 4	368	44. 9
10^3Gy	13. 7	383	41. 5
10^5Gy	8. 65	271	30. 7

⑧ 耐温度交变

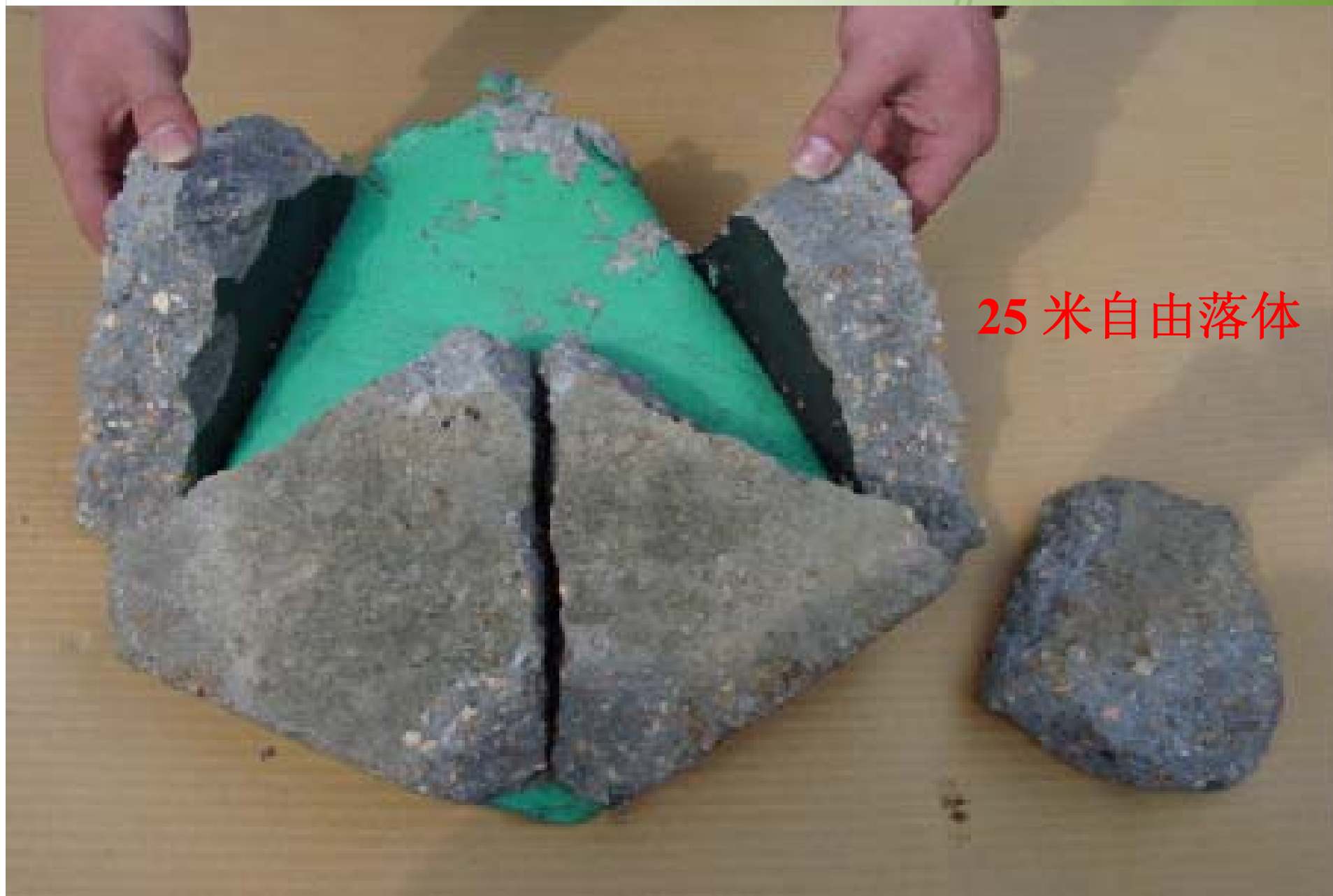
(-35℃ ~ +75℃)



⑨ 耐介质性能

介质	结果	介质	结果
10%醋酸	很好	二甲苯	变色、好
10%盐酸	很好	防冻液	很好
10%磷酸	很好	正己烷	很好
20%硫酸	很好	汽油	很好
20%氨水	很好	煤油	很好
20%氢氧化钾	变色、好	柴油	很好
50%氢氧化钠	变色、好	液压油	很好
饱和盐水	很好	硝酸铵	很好

⑩ 抗强外力冲击



3.1 纯聚脲涂层耐候老化性能



最长时间**12年**

3.1 纯聚脲涂层耐候老化性能

试样户外自然曝晒老化前后性能变化

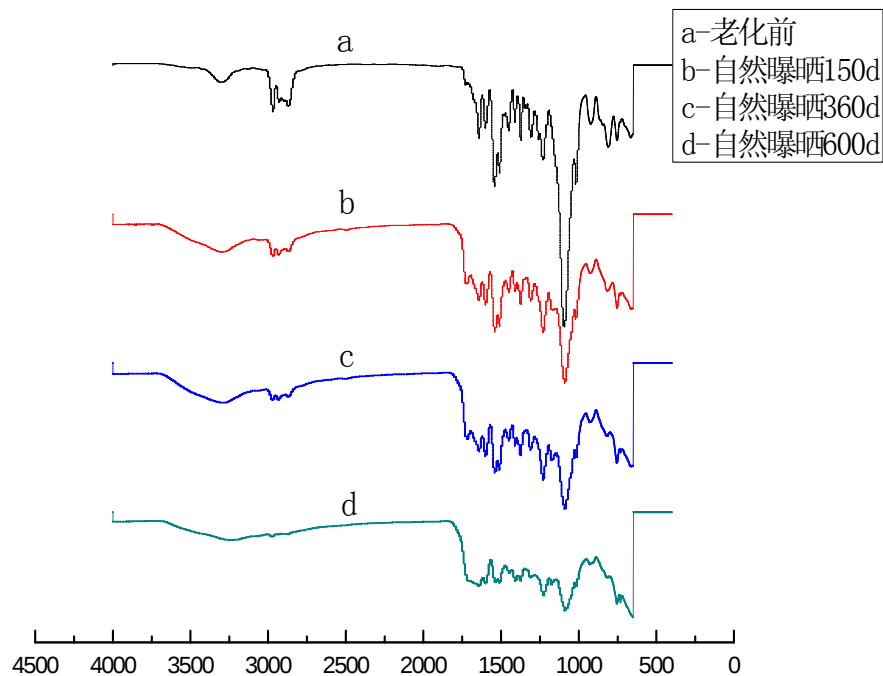
老化时间 (d)	老化前	30	150	360	600
拉伸强度 (MPa)	23.37	22.75	21.15	19.72	21.98
断裂伸长率 (%)	442.13	418.14	392.38	460.36	433.69
光泽度 (°)	87.73	83.90	59.90	12.30	4.80

表面光泽度下降了94.53%，几乎完全失光，去除表面3~5 μm 老化层，色泽仍然保持良好。

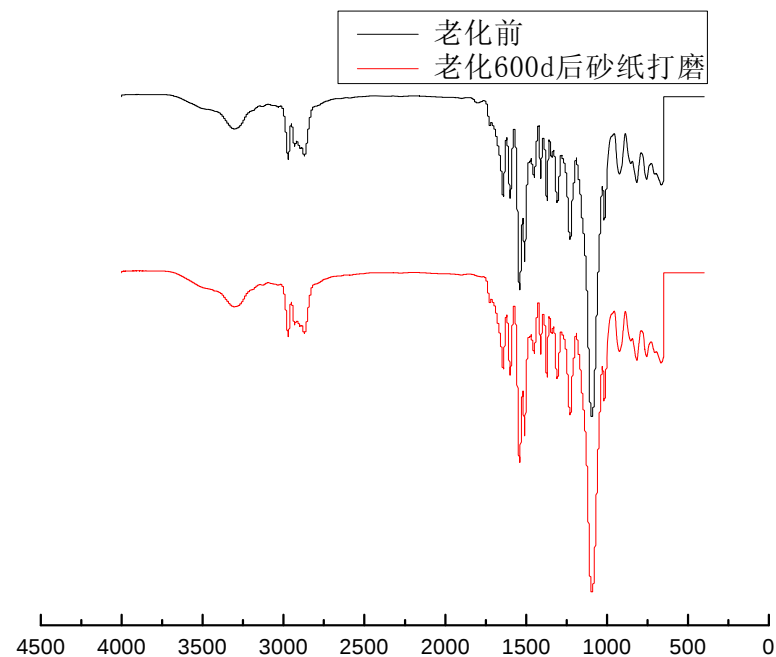


3.1 纯聚脲涂层耐候老化性能

试样户外自然曝晒老化前后红外图谱的变化



自然曝晒老化前后的FTIR图谱



老化前和自然曝晒600d并打磨表面后的FTIR图谱

结论



户外自然老化600d后，纯聚脲涂层力学性能基本没有变化；虽然表面 $3 \sim 5\mu\text{m}$ 光泽度严重降低，几乎失光，但材料的主体结构性能稳定。结合宏观及微观测试：耐候老化试验仅使表层微米级聚脲分子键断裂或弱化，内部分子结构没有变化，强度保持率在95%以上，对材料使用寿命影响甚微。

3.2 耐紫外线 人工加速老化 性能（QUV）



QUV加速老化前后
性能测试

3.2 耐紫外线人工加速老化性能

QUV加速老化15000小时前后外观变化



正面



背面

3.2 耐紫外线人工加速老化性能

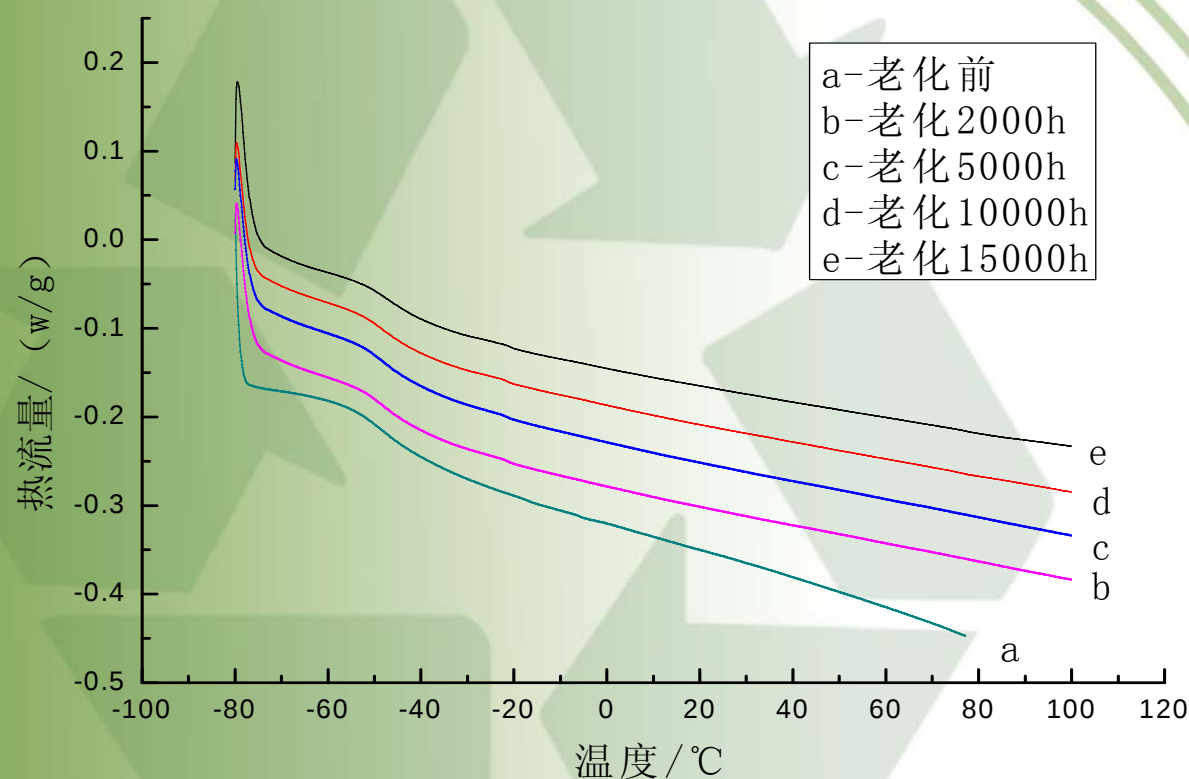
QUV加速老化前后性能变化



老化时间 (h)	老化前	1000	3000	6000	10000	15000
拉伸强度 (MPa)	23.37	19.03	23.26	18.72	23.05	21.61
断裂伸长率 (%)	442.13	432.66	456.85	488.29	481.04	446.83
光泽度 (°)	87.73	60.10	20.30	5.10	--	--

3.2 耐紫外线人工加速老化性能

QUV加速老化前后性能变化



紫外线人工加速老化前后的**DSC**曲线

结 论

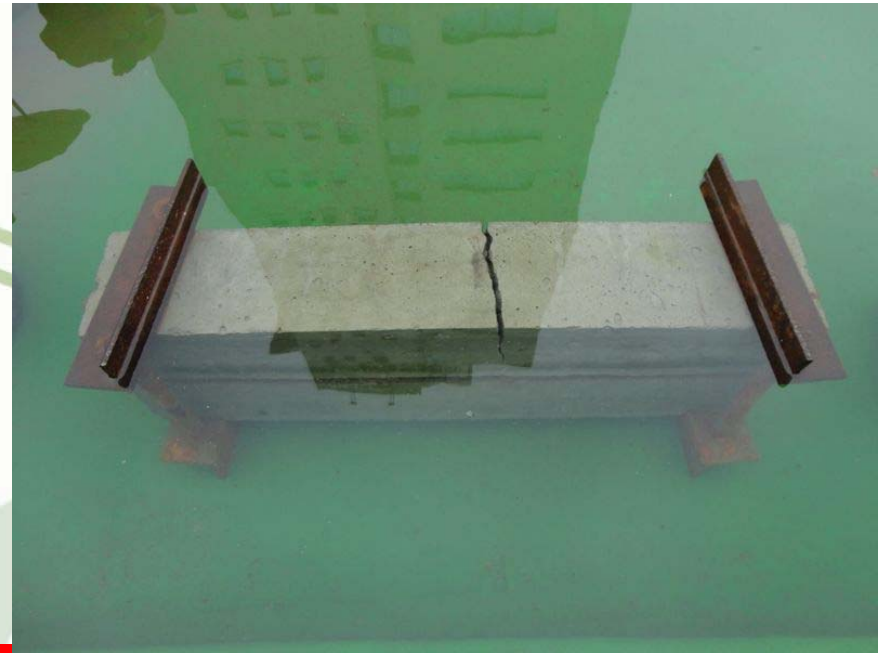
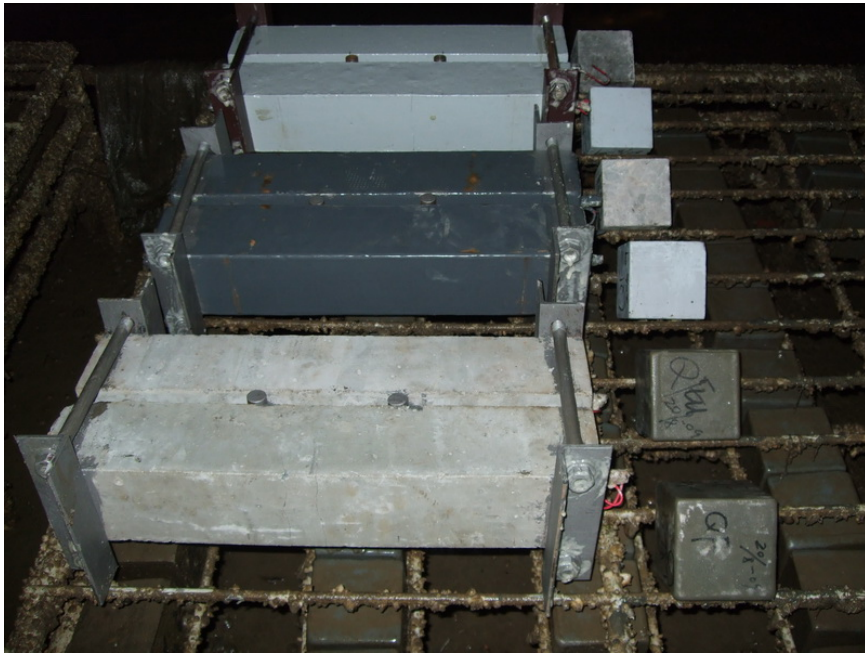


耐紫外线人工加速老化15000h后，涂层表面染料变黑，失去光泽，但力学性能变化不大。DSC实验表明：涂层未有明显的相转变、还原、氧化、聚合和结晶等现象，内部分子结构稳定，没有明显变化。根据QUV与自然老化对比关系推算：

Qtech-412耐海洋大气腐蚀的有效期应在100年以上，超过美国学者Dudley75年的预期。

3.3 纯聚脲耐腐蚀实验: GB1771-2006

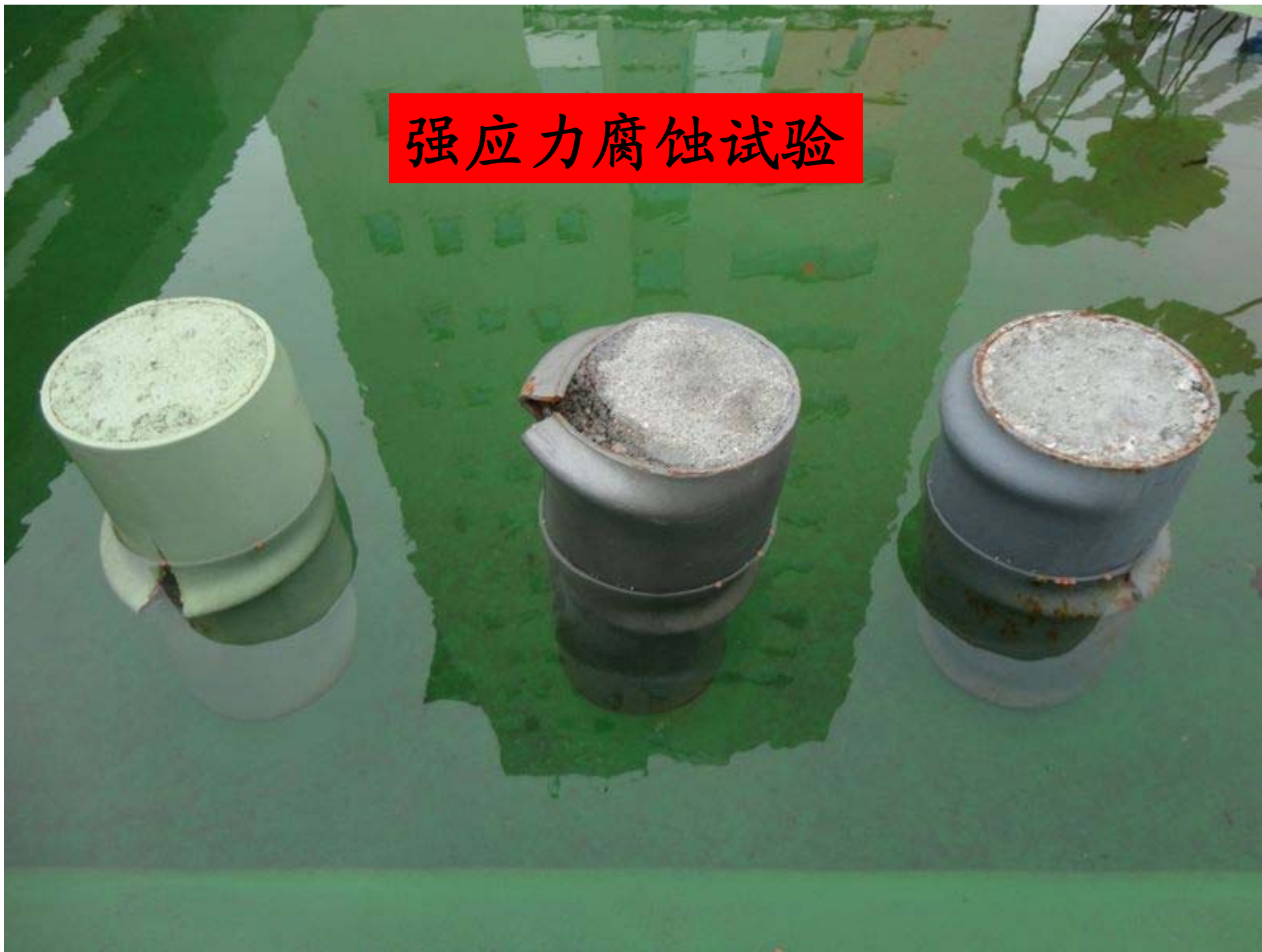




强应力腐蚀试验



强应力腐蚀试验



结 论



Qttech-412纯聚脲涂层在人工模拟海洋环境中防腐效果良好：经过6个月户外曝晒同时每4h喷淋一次人造海水试验后，涂层没有任何起泡、脱落、开裂迹象，与钢板附着力很高；

涂层划叉处，对于细微缺陷具有愈合效果；但缺陷较大时，基材腐蚀区域不扩展；

对强应力腐蚀区域，聚脲具有优异的防腐、防护功能。

预期防腐效果



由上述实验结果可知：Qtech-412纯聚脲重防腐涂料在海洋大气腐蚀环境中防腐效果优异，涂层具有超长的使用寿命，耐久性好、强度高、弹性大；模拟强应力腐蚀试验所表现出来的优异性能，是以往任何防腐涂料所不具备的。

预期能够满足跨海大桥、码头钢桩、钻井平台等重大基础设施防腐设计100年的要求。

4 纯聚脲在工程中的应用

青岛海湾大桥主索塔墩台防护



2011年9月完工场景

4 纯聚脲在工程中的应用

青岛海湾大桥主索塔墩台防护



2012年7月回访检查

检测结果

1. 涂层完好率99.9%
2. 强度保持率98.9%
3. 表面光泽下降60%、色泽出现正常“泛黄”现象
4. 涂层整体坚韧、牢固、完好，与基材附着力强
5. 对原有混凝土裂纹起到了很好的封闭和保护作用，将显著延长墩台混凝土的耐盐雾腐蚀、抗冻融破坏、耐大气老化能力，确保大桥基础坚不可摧。



4 纯聚脲在工程中的应用

港珠澳大桥沉管隧道接缝



2012年12月 第一段

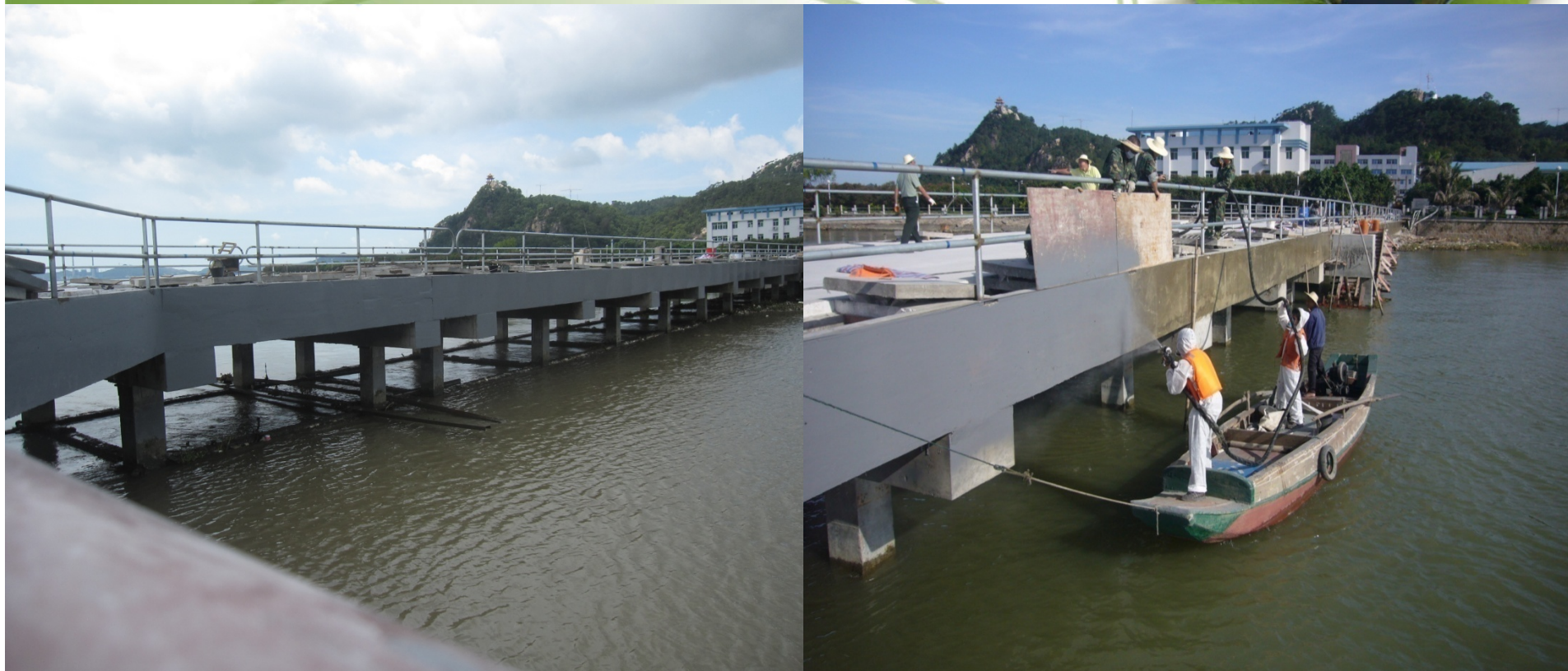
4 纯聚脲在工程中的应用

港珠澳大桥沉管隧道接缝



2012年12月第一段

4 纯聚脲在工程中的应用



南海某军港混凝土码头防护

黄海某军港钢质 趸船甲板防护



4 纯聚
脲在工
程中的
应用



谢谢各位!