



第十六届 中國國際工業博覽會 科技论坛

16<sup>th</sup> China International Industry Fair ,Science and Technology Forum

# 防腐蚀技术与标准化国际研讨会

Anticorrosion Technology and Standardization International Seminar

中国 上海 2014年11月3日

November 3, 2014 SHANGHAI CHINA



主办单位：上海市标准化协会



美国贸易发展署



美国防腐蚀工程师协会



支持单位：上海市质量技术监督局

协办单位：美国国家标准协会



上海市船舶标准化专业委员会

上海市机电标准化专业委员会

Organizers: Shanghai Association of Standardization (SAS)

U.S. Trade Development Agency (USTDA)

National Association of Corrosion Engineers (NACE)

Supporter: Shanghai Municipal Bureau of Quality and Technical Supervision

Co-Organizers: American National Standards Institute (ANSI)

Shanghai Ship Standardization Committee

Shanghai Electromechanical Standardization Committee

# 目 录

会议议程 .....	1
专家简介 .....	5
主办方单位简介 .....	21
中国标准化协会理事长、国家标准化管理委员会原主任纪正昆致辞 .....	33
标准化引领防腐蚀技术创新发展 —— 殷明汉 .....	37
材料腐蚀数据积累与腐蚀标准 —— 李劲 .....	51
NACE 国际标准化工作 —— 布莱恩·萨尔达尼亚 .....	83
原油油船货油舱耐蚀钢性能标准 —— 黑明 .....	103
表面处理国际标准的研究意见及建议 —— 周斌 .....	111
用于保护层的涂装以及 NACE SP0198-10 标准 —— 布鲁克·苏世同 .....	129
EHS 促进水性工业涂料的发展 —— 俞剑峰 .....	161
防腐涂装标准规范的发展 —— 刘新 .....	197
宝钢石油专用管及腐蚀评价研究进展 —— 张忠铎 .....	207
NACE 管理的 ISO 防腐蚀技术顾问组 —— 史蒂夫·彭西奥 .....	235
上海市轨道交通混凝土结构防腐蚀技术进展及标准化现状 —— 於林锋 .....	247
宝钢腐蚀与标准化工作简介 —— 周庆军 .....	255



船用金属磨料选型指南 —— 苏海东 .....	265
防火涂料及其在海洋平台结构中的应用 —— 游丽华 .....	275

## Contents

Agenda .....	3
Speakers and Authors .....	5
Organizers .....	21
Address by Ji Zhengkun, President of China Association of Standardization, Former Administrator of Standardization Administration of China .....	33
Standardization Leading the Innovation and Development of Anticorrosion Technologies – Yin Minghan .....	37
Material Corrosion Data and Corrosion Standards – Li Jin .....	51
NACE International Technical Standards –Brian J. Saldanha .....	83
Performance Standard for Corrosion Resistant Steel for Cargo Oil Tanks of Oil Tankers – Hei Ming .....	103
The Study and Suggestion on Surface Preparation International Standards and ISO 8501-1:2007 – Zhou Bin .....	111
Coatings for Use in Insulated Service & NACE SP0198-1 – Brook Swinston .....	129
EHS Promoting the Development of the Waterborne Industrial Coating – Yu Jianfeng .....	161
Protective Coatings Standards and Regulations Developments – Liu Xin .....	197
The Research Development of Baosteel's Petroleum Pipeline and Corrosion – Zhang Zhonghua .....	207

NACE International Administered the U.S.A. TAGs to ISO – Steve Poncio .....	235
Current Status of Anticorrosion Technologies Development and Standardization on Cement Structure of Shanghai Municipal Rail Transportation – Yu Linfeng .....	247
A Brief of Baosteel's Works on Corrosion and Standardization – Zhou Qingjun .....	255
Pattern Selection Guide for Ship-Use Metal Abrasives – Su Haidong .....	265
Fire Retardant Coating and Its Application in Offshore Platform Structures – You Lihua .....	275

## 会 议 议 程

时间:2014 年 11 月 3 日 ( 星期一 )

地点:上海华亭宾馆 2 楼宴会厅

主持人:上海市标准化协会理事长 张国华

### 一、 开幕式

9:00-9:10          主持人宣布会议开始、介绍嘉宾

9:10-9:30          开幕致辞

上海市质量技术监督局局长

黄小路

中国标准化协会理事长

纪正昆

国家标准化管理委员会原主任

上海市科学技术协会副主席

王智勇

美国贸易发展署项目专员

沃林德·法克

### 二、 主题演讲

时 间	内 容	演讲人
9:30-10:00	标准化引领防腐蚀技术创新发展	国家标准化管理委员会 总工程师 殷明汉
10:00-10:30	材料腐蚀数据积累与腐蚀标准	中国腐蚀与防护学会 副理事长 李劲
10:30-10:45	茶歇	
10:45-11:15	NACE 国际标准化工作	杜邦公司工程技术主管， NACE 国际技术协调委员 会国际事务主任 布莱恩·萨尔达尼亚
11:15-11:45	原油油船货油舱耐蚀钢性能标准	中国船级社上海规范研究 所规范研究部副主任 黑明

时 间	内 容	演讲人
11:45-12:15	表面处理国际标准的研究意见及建议	上海外高桥造船有限公司 主任设计师 周斌
12:15-13:20	午餐	



13:20-13:50	用于保护层的涂装以及 NACE SP0198-10 标准	PPG 工业防护及船舶涂料 亚太区防护涂料商务总监 布鲁克·苏世同
13:50-14:20	EHS 促进水性工业涂料的发展	上海华谊精细化工有限公司 总工程师 俞剑峰
14:20-14:50	防腐涂装标准规范的发展	佐敦涂料(张家港)有限公司 技术经理 刘新
14:50-15:20	宝钢石油专用管及腐蚀评价研究进展	宝钢集团中央研究院钢管 钢条钢技术中心主任 张忠铎
15:20-15:50	NACE 管理的 ISO 防腐蚀技术顾问组	NACE 认证委员会成员 史蒂夫·彭西奥
15:50-16:20	上海市轨道交通混凝土结构防腐蚀技 术进展及标准化现状	上海市建筑科学研究院 工程师 於林锋

16:20-16:30      会议总结

上海市标准化协会

理事长 张国华

## Agenda

Date: November 3rd, 2014

Time: 9:00-16:30

Location: Shanghai Huating Hotel, 2nd floor, Banquet Hall

Moderator: Zhang Guohua, President, Shanghai Association of Standardization

### ***Opening Ceremony***

9:00-9:10              Introduce Leaders and VIPs

9:10-9:30              Opening Remarks

Huang Xiaolu, Director General, Shanghai Municipal Bureau of Quality and Technical Supervision

Ji Zhengkun, President, China Association of Standardization , former Administrator of Standardization Administration of the People's Republic of China

Wang Zhiyong, Deputy Director of Shanghai Association for Science and Technology

Verinda Fike, China Country Manager, United States Trade Development Agency

### ***Keynote Speeches***

9:30-10:00              **Standardization Leading the Innovation and Development of Anticorrosion Technologies**

	Yin Minghan, Chief Engineer, Standardization Administration of the People's Republic of China
10:00-10:30	<b>Material Corrosion Data and Corrosion Standards</b>
	Li Jin, Vice President, Chinese Society for Corrosion and Protection
10:30-10:45	Tea Break
10:45-11:15	<b>NACE International Technical Standards</b>
	Brian J. Saldanha, Technical Director, DuPont Engineering, also the Chairman of International Technical Activities, NACE International Technical Coordination Committee(TCC)
11:15-11:45	<b>Performance Standard for Corrosion Resistant Steel for Cargo Oil Tanks of Oil Tankers</b>
	Hei Ming, Deputy Director of Rules R&D Department, Shanghai Rules and Codes Research Institute of China Classification Society (CCS)
11:45-12:15	<b>The Study and Suggestion on Surface Preparation International Standards and ISO 8501-1:2007</b>
	Zhou Bin, Director of Designer, Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co.,Ltd
12:15-13:20	Buffet Lunch
13:20-13:50	<b>Coatings for Use in Insulated Service &amp; NACE SP0198-10</b>
	Brook Swinston, PC Commercial Director–Asia Pacific, PPG Protective & Marine Coatings
13:50-14:20	<b>EHS Promoting the Development of the Waterborne Industrial Coating</b>
	Yu Jianfeng, Chief Engineer, Shanghai Huayi Chemical Co.,Ltd
14:20-14:50	<b>Protective Coatings Standards and Regulations Developments</b>
	Liu Xin, Technical Manager, Jotun Coatings (Zhangjiagang) Ltd.
14:50-15:20	<b>The Research Development of Baosteel's Petroleum Pipeline and Corrosion Assessment</b>
	Zhang Zhonghua, Director, Steel Pipeline and Steel Technology Center of Central Research Institute, Baosteel Co., Ltd.
15:20-15:50	<b>NACE International Administered the U.S.A. TAGs to ISO</b>
	Steve Poncio, Member of NACE Certification Committee



15:50-16:20

**Current Status of Anticorrosion Technologies Development and Standardization on Cement Structure of Shanghai Municipal Rail Transportation**

Yu Linfeng, Engineer, Shanghai Research Institute of Building Sciences

**Closing Remarks**

16:20-16:30

Zhang Guohua, President, Shanghai Association of Standardization



纪正昆  
Ji Zhengkun

纪正昆，天津大学精密仪器系毕业，研究生学历，高级工程师。曾任国家质检总局党组成员、国家标准化管理委员会主任（副部长级），现任中国标准化协会理事长。

纪正昆同志长期在质检系统领导岗位工作，是我国质检领域的资深专家 and 老领导，在质量监督、标准化、计量、质检法制、质量管理等方面都做出了很大贡献。

执笔起草制定了我国第一部《产品质量法》等法律法规，撰写了多部质量技术监督业务著作，参与制定了《国家质量振兴纲要》等质量方面的重  
要政策性文件；组织建立完善我国产品质量安全监督体系，创建实施了食品质量安全市  
场准入制度，改革完善了工业产品生产许可证和产品质量国家监督抽查制度；组织制定  
国家标准化战略纲要、国家标准化体系建设工程，有效地提升了我国标准化管理水平，  
推动我国标准化事业科学发展。

Mr. Ji graduated from Tianjin University, majoring in precision instruments, and has a senior engineer quality. He was a member of AQSIQ Communist Party Committee and was the former Administrator of Standards Administration of China (SAC). Currently, Ji is the president of China

Association of Standardization.

Mr. Ji is a senior expert and leader in quality inspection and is responsible for that in a long-term. He has made outstanding contribution in quality supervision, standardization, metrology, inspection regulation, quality management, etc. He drafted the Product Quality Law of China (1<sup>st</sup> version) and some other regulations.

Besides, Ji published lots of literary works about quality and technical supervision; joined in developing some policies, such as 'Outline of National Quality Revitalization'. He set and firmed up China's supervision system of product quality and safety; led developing and implementing the market access system for food safety; reforming and improving industry production license, product quality supervision and inspection systems.

Mr. Ji organized to develop the outline of national standardization strategies, and the project on establishment of national standardization systems. It helps China enhance its standardization management level, and advances China's standardization work scientifically.



殷明汉  
Yin Minghan

殷明汉，国家标准化管理委员会总工程师、党组成员。毕业于华中工学院船舶工程专业,高级工程师。

1983年5月加入中国共产党,1983年8月参加工作。

曾担任国家技术监督局标准化司副处长、处长；国家标准委工交部副主任、主任；国家标准委工业标准一部主任。

Mr. Yin Minghan, chief engineer and CP member, of

Standardization Administration of China. He is also a senior engineer. Graduated from

Huazhong Engineering Institute, Marine Engineering, he joined work in 1983.

Prior to his present position, Mr. Yin had been the director of standardization department, National

Bureau of Quality and Technical Supervision, director of industry and transportation department of Standardization Administration of China, director of industry standardization department 1 of Standardization Administration of China.



王 智 勇

王智勇，中共党员，副教授，1972年12月参加工作。曾任解放军理工大学训练部副主任、部党委副书记。2006年6月起任上海市科学技术协会党组成员、副主席。

Mr. Wang is a CP member, vice professor. He was the deputy director and CP deputy secretary of Training Dept. in PLA Science and Technology University. He has been the deputy director of Shanghai Association for Science and Technology from 2006.

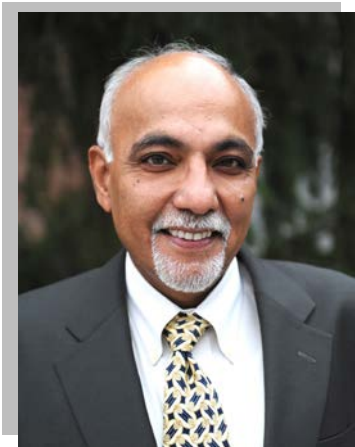




李 劲

李劲，中国腐蚀与防护学会副理事长，复旦大学材料系教授。1982年毕业于清华大学工程物理系；1985年在中科院金属所获硕士学位；1990年在巴黎南大学获化学博士学位。1991-1997年在中科院金属所分别担任研究员、博导、“耐蚀合金”研究室主任、“科学院腐蚀科学开放实验室”副主任和“腐蚀与防护国家重点实验室”常务副主任。指导研究团队对国际通行的50种“不锈钢局部腐蚀评价标准”进行了系统的解读与重现性实验，模仿建立了40种评价方法，形成了目前国内最完整评价体系，获得了30多种合金2万余数据。研究成果应用于宝钢集团等20余家重要国家企业与相关单位。

Mr. Li Jin, the vice president of Chinese Society for Corrosion and Protection, professor of Fudan University Department of materials, graduated from the Tsinghua University Department of Engineering Physics, and obtained master's degree at Institute of Metal Research of Chinese Academy of Sciences, and then obtained PhD in Chemistry at Paris-sud. He was the researcher, doctoral supervisor, director of the research laboratory of corrosion-resisting alloy, vice director of the Academy of Sciences of Corrosion Science Laboratory, vice director of Laboratory for corrosion and protection. He has conducted the research team to read and experiment on 50 kinds of "local corrosion of stainless steel evaluation standard" systematically, imitating and establishing 40 evaluation methods, forming the most complete evaluation system currently, and gained 20 thousands of data from more than 30 kinds of alloys. The research results are applied to more than 20 enterprises and relevant corporations such as Baosteel etc.



布莱恩·萨尔达尼亚

布莱恩·萨尔达尼亚, 1981 年获印度理工大学冶金工程理学学士, 1986 年获美国特拉华大学材料科学博士学位。他现任杜邦公司工程技术主管以及 NACE 国际技术协调委员会国际事务主任。布莱恩专精于化工业领域中的防腐蚀技术, 例如高危液态环境下高性能材料、在线腐蚀监测和电化学检测技术等。他曾荣获 NACE 科技成果奖、杰出贡献奖、MTI 的优秀研究者奖等诸多荣誉和奖项。

Brian Saldanha, obtained B.S. Metallurgical Engineering at Indian Institute of Technology in 1981, and Ph.D. Materials Science at University of Delaware in 1986. He is currently the Engineering Fellow and Group Technology Leader, DuPont Materials and the International Technical Activities Chair, NACE Technical Coordination Committee. Brian is Specialized in corrosion in the chemical process industry, including High Performance Advanced Materials in hazardous liquid environments, On-Line Corrosion Monitoring and Electrochemical Technologies. And he has many achievements and awards such as Technical Achievement Award and Distinguished Service Award, NACE International, National Student Award, MTI.



黑 明  
Hei Ming

黑明，中国船级社上海规范研究所规范研究部副主任。长期从事船舶防腐蚀标准研究，参与《所有类型船舶专用海水压载舱和散货船双舷侧处所保护涂层性能标准》、《原油油船货油舱保护涂层性能标准》和《原油油船货油舱防腐替代措施性能标准》等国际标准的制定，撰写 CCS《船舶防腐蚀检验指南》、《原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南》。



Mr Hei Ming, the vice president of the standard research department, Shanghai Standardization Research Institute of China Classification Society, has engaged in the study on the corrosion protection standard of ship for a long time. He participated in the setting of several International standard such as "Performance standard of protective coatings", "m Performance standard for protective coating used on crude oil tanker" and "Performance standard for anti-corrosion measures used on crude oil tanker". And he has written "Guide for inspection of anticorrosion of ship" and "Guide for inspection of anticorrosion steel of crude oil tanker" used in CCS.



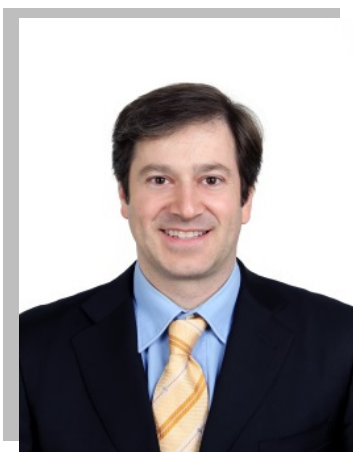
周 斌

Zhou Bin

周斌，上海外高桥造船有限公司主任设计师。毕业于同济大学化工专业。专注于船舶重防腐涂装技术的推进，特别是绿色造船技术。先后为集团公司 30 万吨级海上浮式生产储油轮，3000 米深水半潜式钻井平台等国家重点项目做出突出贡献。主持编制过多项国家标准、行业标准。目前已获得 Nace 国际 CIP3 级证书及海上平台腐蚀勘验等资质。

Mr. Zhou Bin, is the chief designer of SWS Offshore. He is graduated from Chemical Engineering

at Tongji University. He is specialized in anti-corrosion coating technology of ships, especially green shipbuilding technology, and has made contribution to 300,000 tonnage Floating Production Storage & Offloading, and 3km semi-submersible drilling platform. He has conducted writing many national standards and industry standards. Now he has acquired NACE INTERNATIONAL CIP LEVEL 3 和 Offshore Corrosion Assessment Training.



布鲁克·苏世同  
Brook Swinton

布鲁克·苏世同，在里士满大学以优秀毕业生的荣誉获得了国际关系和西班牙语的双学士学位，之后在哈尔滨工业大学和中国对外经济贸易大学学习期间同时获得了南加州大学的 MBA 学位。

2007 年加入 PPG，参加了匹兹堡公司总部的光学特种材料和氯碱材料战略计划。2008 年，他晋升至 PPG 位于香港的亚太地区总部。2010 年，苏世同来到上海，着力于研究船舶防护涂料，成果应用于一些重要的中国船只。2012 年，他成为亚太地区的市场总监。2013 年以来，他任职工业防护及船舶涂

料亚太区防护涂料商务总监。

Brook Swinston joined PPG in 2007 as a manager assigned to the Optical & Specialty Materials and Chlor-Alkali strategic business units (SBUs) in Global Strategic Planning at the Pittsburgh corporate headquarters. In 2008, he was promoted and established the Strategic Planning & Business Development department at PPG's Asia Pacific regional headquarters in Hong Kong S.A.R. as its first director. In 2010, Brook moved to Shanghai in Mainland China, to work in the Protective & Marine Coatings (PMC) SBU implementing Key Account Management for PPG at several prominent Chinese shipyards. In 2012, Brook became the Marketing Director for PMC Asia Pacific, and in 2013, Brook moved into his current role as PMC Asia Pacific's Commercial Director, Protective Coatings.

He earned a bachelor's degree *Cum Laude* with a double major in International Relations and Spanish at the University of Richmond in Virginia, and an International M.B.A. from the University of South Carolina during which time he studied at the Harbin Institute of Technology and the University of International Business and Economics in Beijing.



俞 剑 峰

俞剑峰，教授级高工。现任上海华谊精细化工有限公司总工程师、技术中心主任。主要从事船舶涂料、防腐涂料、汽车涂料、航空航天涂料和水性涂料。已在JCTR、化学世界、涂料工业等杂志发表论文 16 篇。曾获得上海市领军人才、上海市科技进步奖等诸多奖项，获得国家发明专利 10 多项。

Mr. Yu Jianfeng, professor level senior engineer, is currently the chief engineer and the director of

the technology center of Shanghai Huayi Chemical Co.,Ltd. He is specialized in many kinds of coatings such as ships, anticorrosion, automobile, aerospace and water-based. He has established 16 papers on JCTR, Chemistry World, Coating Industry Journal. Once awarded Shanghai Leading Talents, Shanghai Science and Technology Progress Award, and more than 10 national invention patents.



刘新，佐敦涂料市场部技术经理，高级工程师，NACE CIP III 检验员，中国涂料工业协会专家委员会常委，中国腐蚀与防护涂料涂装与表面技术专业委员会专家委员，出版有《防腐蚀涂料与涂装技术》、《桥梁涂装工程》等 10 多本专业著作。

刘 新  
Liu Xin

Mr. Liu Xin, is the Technical Manager, Jotun coatings (Zhangjiagang) Ltd, senior engineer, inspector of NACE CIP III, member of standing committee of expert committee, China Coating Industry Association, and the member of Chinese corrosion and protection coating technology expert committee. He has established more than 10 professional works including 'Anti corrosion coating and coating technology' and 'Bridge coating and engineering'.



张 忠 铎  
Zhang Zhonghua

张忠铎，教授级高工，宝钢首席研究员。围绕不同油气田管材的工况服役环境和使用技术要求开发出不同功能的油井管系列产品，并建立了不同腐蚀环境管材的适用性评价及选材体系。成果先后获得国家科技进步特等奖、国家技术发明二等奖等 8 个省部级以上奖项。个人也先后获得中国青年科技奖、上海市青年科技杰出贡献奖、上海市领军人才、上海市优秀技术带头人等荣誉，并入选国家“百千万人才工程”计划。

Mr Zhang Zhonghua, professor level senior engineer, chief researcher of Baosteel. He has

developed different functions of oil-well tubulars according to environment and using technology of different materials of oil gas field pipes, and he has established the evaluation and selection system of the pipe materials' applicability of different environment. His achievements won over 8 provincial level awards such as The national science and technology progress award and the national technological invention award. He has also won several awards including Chinese youth science and technology award, Shanghai youth science and technology award, Shanghai leading talents, Shanghai outstanding technical leading talents, and has been selected to the "Talents Project".



史蒂夫·彭西奥  
Steve Poncio

史蒂夫·彭西奥 ,现任 CCI 检测技术顾问 ,NACE 认证委员会成员。毕业于休斯顿大学 ,在光能领域工作了近 34 年。曾为九个发电站研发了每年预算(500-800)万美元的材料涂层工程 ,指导了对物理环境下材料性能评估的调查工作 ,并扩大规模 ,并撰写了工程项目管理中涂层材料承包和监督的相关技术要求。

Steve Poncio, is currently working in association with CCI Inspection Services as a consultant , also a member of NACE Certification Committee. Previously spent over 34 years at Houston

Lighting and Power Energy. There Developed a coatings program for nine power plants with annual budgets of 5-8 million dollars; conducted surveys to assess physical asset condition, developed specifications, wrote technical requirements for painting contractors and supervised the project management of the coatings project.



於 林 鋒

Yu Linfeng

於林鋒，硕士研究生，毕业于同济大学材料学院。现任职于上海市建筑科学研究院，主要从事高性能混凝土及耐久性评估、绿色建筑材料、节能材料及资源化利用领域的科研、检测、技术服务工作，先后参加30余个相关的技术应用、研发、咨询与市场服务项目。近5年中，获华夏建设科技二等奖1项，上海市优秀工程咨询一等奖1项、三等奖3项，上海建科院科技进步奖11项，申请国家专利5项，3项获得授权，公

开发表学术期刊论文18篇。

Mr. Yu Linfeng, Postgraduate of materials at Tongji University, is now working at Shanghai Academy of Building Research. He is specialized in the science, inspection and technology services working with High performance concrete, evaluation of durability, green building materials, energy saving materials, and the recycle of solid waste. And he has attended more than 30 related projects about application, consultation, marketing services. In recent 5 years, he has awarded Construction science and technology award, Shanghai outstanding engineering consultation award, Progress award of Shanghai Academy of Building Research and 11 awards in total. He has applied for 5 national patents and 3 of them were empowered, and established 18 papers on academic journals.



周庆军  
Zhou Qingjun

周庆军，博士，高级工程师。2007年北京科技大学博士毕业后进入宝山钢铁股份有限公司研究院工作。现为宝钢集团中央研究院焊接与腐蚀防护技术研究所主任研究员，主要从事钢铁材料腐蚀与防护技术研究工作。

Mr. Zhou Qingjun, senior engineer, obtained PhD of Beijing

Science and Technology University in 2007, and then worked in the research institute of Baosteel



Co. He is currently the chief researcher of the anticorrosion research institute of Baosteel, specialized in the researching of corrosion and protection of steel materials.



苏 海 东  
Su Haidong

苏海东，就职于上海船舶工艺研究所第三研究室，从事船用金属磨料相关研究。2007 年担任非金属材料检测中心助理检测员；2009 年取得 2 级涂层检查员资质。曾负责完成了 CB/T 231《船舶涂装技术要求》、CB/T 3513《船舶除锈涂装质量验收技术要求》等标准的修订工作；参加了船舶压载舱涂层标准实施技术研究；独立负责绿色涂装项目中金属磨料部分研究工作，承担 1500 米钻井船和 30 万吨 FPSO 两项科研项目的总负责。

Mr. Su Haidong, is now working in Shipbuilding Technology Research Institute No.3 researching lab. He is specialized in the research of ship metal materials. He was the assistant inspector of the

nonmetallic materials inspection center since 2007, and obtained the qualification of level 2 coatings inspector in 2009. He has attended the revision of CB/T 231 and CB/T 3513, the technical research of the ship ballast tank standard, and the research of green coating metal materials. Also he headed the 1500m offshore drilling rig and 300,000 tonnage FPSO research projects.



游 丽 华  
You Lihua

游丽华，江南造船（集团）有限责任公司涂装设计工程师。毕业于东华大学材料工程专业，硕士研究生，随后加入江南造船（集团）有限责任公司设计部船体所，从事涂装设计工作，担任工作以来，先后参与某型公务船船体建模及涂装生产设计，参与 21000m<sup>3</sup>LEG、30000m<sup>3</sup>LNG 涂装生产设计工作，负责 78000 吨 BC 涂装详细设计及生产设计工作。

Ms. You Lihua, the coating design engineer of Jiangnan Shipyard. She was graduated from material engineer of Donghua University, and the postgraduate, and then worked at coating design in the design department of Jiangnan Shipyard.

Since then , she attend the Public service ship hull modeling and coating production, and participated in the coating production design of 21000m<sup>3</sup>LEG、30000m<sup>3</sup>LNG and the coating production design of 78000 tonnage BC



## 上海市标准化协会简介

上海市标准化协会成立于 1981 年 4 月，是上海市科学技术协会所属的从事全市标准化工作的社会团体法人。协会日常办事机构为秘书处，下设办公室、培训中心、咨询中心（WTO/TBT咨询中心）、企业服务中心等部门。

协会坚持以服务企业、服务社会、服务经济为宗旨，依托各行各业，组织上海市标准化工作者，努力创新、扎实工作，积极搭建政府和企业间的平台，着力推进本市各行各业的标准化工作，为促进上海经济发展服务，现已形成具有一定规模和多方位从事标准制（修）订、标准化水平评价、标准化学术研究、标准宣贯、教育培训、科普宣传、交流协作、编辑出版、在线网站和其他标准化服务等业务的社会团体。

市标协不断创新工作理念，主动服务企业，在搭建国际交流平台，加强学术研究与交流和科普宣传活动，建设标准化人才队伍及服务企业创新发展方面取得了新的成果。协会设有组织、科普学术、教育培训、技术咨询等工作委员会，并拥有纺织、汽车、机电、轻工、化工、船舶、仪电、航空、宇航、有色、能源、建筑建材、信息、印刷包装、粮油、花卉苗木、蔬菜、饲料、种植、水产、和服务等 21 个标准化专业分支机构，现有团体会员单位 200 余家，个人会员 1000 余名。

市标协下属的技术咨询和企业服务中心是专门从事标准化 技术咨询、技术服务、技术合作、标准化水平评价的部门，拥有一支涉及各专业领域的高级标准化专家队伍，可承担各领域的标准化业务服务。

市标协下属的培训中心是专门从事标准宣贯、标准化人才培养的部门，拥有一支优秀的，集权威性、政策性、技术性为一体的标准化教师队伍，开展了标准化人员岗位培训、标准化工程师培训及各类标准的宣贯培训，已为标准化事业培养数十万专门人才。

**热诚欢迎您成为上海市标准化协会的会员！**

地 址：长乐路 1219 号 902～904 室

邮 编：200031

电 话：54048034（秘书处办公室）      54046021（技术咨询中心）

54043024（企业服务中心）      54038056（培训中心）

网 址：<http://www.cnsas.cn>

邮 箱：[bzhxh@shzj.gov.cn](mailto:bzhxh@shzj.gov.cn)



**Shanghai Association of Standardization**

Shanghai Association of Standardization (hereinafter referred as 'the association') was established on April, 1981. As a legal institution devoted to the municipal standardization work, it is under the charge of governmental department of standardization and is a part of Shanghai Science and Technology Association. The association has a secretariat as standing functional body and other subordinate bodies including office, training center, consultation center (WTO/TBT consultation center) and enterprise service center.

The association is characterized by profession, popularity and integrity. Devoted to serving enterprises, society and economy for many years and supported by all kinds of industries, the association organizes the standardization personal, actively establishes the bridge between the government and the enterprises and endeavors to boost the municipal standardization work with an aim of promoting the economy of Shanghai. It has become a comprehensive social group with a competent scale and capacity for standard development and revision, standardization evaluation, standardization research work, standard publicizing and implementation, standardization training, popular science promotion, exchange and cooperation, editing and publishing, online website and other standardization services.

Because of the innovation of working concepts and serving for companies actively, lots of new achievements as linking with international, talents training, enhancing communications in science and research have been obtained by SAS. The working committees of the association include organization, popular science, education and training, technical consultation and 21 standardization technical branches including textile, automobile, electrical and mechanical products, light industry, chemical, ship, electrical instrument, aviation, aerospace, non-ferrous metal, buildings and building materials, energy, information, intelligence, packing, grain and oil, flowers and seedlings, vegetable, feed, planting, fisheries, and service, with more than 200 member units and 1000 personal members in total.

The technical consultation center and enterprise service center of the association are devoted to standardization consultation, technical service, technical cooperation, standardization evaluation with a team of elite experts competent to the standardization service in all aspects.

The training center of the association is devoted to standard propaganda, implementation and standardization personnel training with an excellent team of instructors characterized by authority, police and technology, and has offered the courses of standardization proficiency training, standard propaganda and implementation training and standardization engineer license training. It has cultivated hundreds of thousands of professional talents for the standardization career.

Welcome to be a member of Shanghai Association of Standardization.

Address: Room 902 ~ 904, No. 1219, Chang Le road, Shanghai, China

Zip Code: 200031

Tel: enterprise service center: 021-54043024      technical consultation center: 021-54046021  
secretariat office: 021-54048034                  training center: 021-54038056

Website: [www.cnsas.cn](http://www.cnsas.cn)

E-mail: [bzhxh@shzj.gov.cn](mailto:bzhxh@shzj.gov.cn)



**美中标准与合格评定合作项目**

由美国贸易发展署(USTDA)提供资助、美国国家标准协会(ANSI)负责协调的美中标准与合格评定合作项目(SCCP)在以下几个方面为美国和中国相关行业和政府代表提供了一个论坛:

- ◆在标准、合格评定以及技术法规等领域的合作;
- ◆为促进美中在标准、合格评定以及技术法规等领域的技术交流建立必要的联系;
- ◆及时交流关于标准、合格评定以及技术法规等领域的最新议题和发展情况的相关信息

信息

根据 SCCP 项目规定,从 2013 年开始的三年内,ANSI 将在中国协调举办 20 场研讨会。根据美国私营业界相关组织的建议,研讨会内容将覆盖不同的行业和领域。研讨会的主题将由相关行业组织、ANSI 以及 USTDA 协调选定。

欲了解该项目的更多情况或有意赞助或参与该项目,请访问下列网站:

[www.standardsportal.org/us-chinasccp](http://www.standardsportal.org/us-chinasccp)

了解其他信息,请联系

Ms. Madeleine McDougall

项目经理

美国国家标准协会(ANSI)

1899 L St. NW – Eleventh Floor Washington, DC 20036

电话: 202.331.3624

传真: 202.293.9287

E-mail: [us-chinasccp@ansi.org](mailto:us-chinasccp@ansi.org)



## **U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program**

Sponsored by the U.S. Trade Development Agency (USTDA) and coordinated by the American National Standards Institute (ANSI), the U.S.-China Standards and Conformance Cooperation Program (SCCP) provides a forum through which U.S. and Chinese industry and government representatives can:

- ♦ Cooperate on issues relating to standards, conformity assessment, and technical regulations;
- ♦ Foster the relationships necessary to facilitate U.S.-China technical exchange on standards, conformity assessment, and technical regulations; and
- ♦ Exchange up-to-date information on the latest issues and developments relating to standards, conformity assessment, and technical regulations.

Beginning in 2013, ANSI will coordinate 20 workshops over a 3-year period in China under the SCCP. The workshops will cover a wide range of sectors, as proposed by interested U.S. private-sector organizations. Workshop topics will be chosen in coordination with relevant industry associations, ANSI, and USTDA.

To learn more about the U.S.-China SCCP or to express interest in sponsoring or participating in a workshop, please visit our website at:

[www.standardsportal.org/us-chinasccp](http://www.standardsportal.org/us-chinasccp)

### **FOR MORE INFORMATION**

Ms. Madeleine McDougall

Program Manager

American National Standards

Institute (ANSI)

1899 L St. NW – Eleventh Floor Washington, DC 20036

T: 202.331.3624

F: 202.293.9287

E: [us-chinasccp@ansi.org](mailto:us-chinasccp@ansi.org)



## 美国国家标准协会 ( ANSI )

American National Standards Institute ( ANSI——美国国家标准协会 ) 是由公司、政府和其他成员组成的自愿组织，负责协商与标准有关的活动，审议美国国家标准，并努力提高美国在国际标准化组织中的地位。ANSI 是 IEC 和 ISO 的 5 个常任理事成员之一，也是 4 个理事局成员之一，参加 79% 的 ISO/TC 的活动，参加 89% 的 IEC/TC 活动。ANSI 是泛美技术标准委员会 ( COPANT ) 和太平洋地区标准会议 ( PASC ) 的成员。

美国国家标准学会 ( American National Standards Institute: ANSI ) 成立于 1918 年。当时，美国的许多企业和专业技术团体，已开始了标准化工作，但因彼此间没有协调，存在不少矛盾和问题。为了进一步提高效率，数百个科技学会、协会组织和团体，均认为有必要成立一个专门的标准化机构，并制订统一的通用标准。1918 年，美国材料试验协会 ( ASTM )、与美国机械工程师协会 ( ASME )、美国矿业与冶金工程师协会 ( ASMME )、美国土木工程师协会 ( ASCE )、美国电气工程师协会 ( AIEE ) 等组织，共同成立了美国工程标准委员会 ( AESC )。美国政府的三个部 ( 商务部、陆军部、海军部 ) 也参与了该委员会的筹备工作。1928 年，美国工程标准委员会改组为美国标准学会 ( ASA )。为致力于国际标准化事业和消费品方面的标准化，1966 年 8 月，又



改组为美利坚合众国标准学会 ( USASI ) 。1969 年 10 月 6 日改成现名:美国国家标准学会 ( ANSI ) 。

美国国家标准学会是非赢利性质的民间标准化组织，是美国国家标准化活动的中心，许多美国标准化学协会的标准制修订都同它进行联合，ANSI 批准标准成为美国国家标准，但它本身不制定标准，标准是由相应的标准化团体和技术团体及行业协会和自愿将标准送交给 ANSI 批准的组织来制定，同时 ANSI 起到了联邦政府和民间的标准系统之间的协调作用，指导全国标准化活动，ANSI 遵循自愿性、公开性、透明性、协商一致性的原则，采用 3 种方式制定、审批 ANSI 标准。

ANSI 现有工业学、协会等团体会员约 200 个，公司 ( 企业 ) 会员约 1400 个。领导机构是由主席、副主席及 50 名高级业务代表组成的董事会，行使领导权。董事会闭会期间，由执行委员会行使职权，执行委员会下设标准评审委员会，由 15 人组成。总部设在纽约，卫星办公室设在华盛顿。



## **American National Standards Institute (ANSI)**

As the voice of the U.S. standards and conformity assessment system, the American National Standards Institute (ANSI) empowers its members and constituents to strengthen the U.S. marketplace position in the global economy while helping to assure the safety and health of consumers and the protection of the environment.

The Institute oversees the creation, promulgation and use of thousands of norms and guidelines that directly impact businesses in nearly every sector: from acoustical devices to construction equipment, from dairy and livestock production to energy distribution, and many more. ANSI is also actively engaged in accrediting programs that assess conformance to

standards – including globally-recognized cross-sector programs such as the ISO 9000 (quality) and ISO 14000 (environmental) management systems.

ANSI has served in its capacity as administrator and coordinator of the United States private sector voluntary standardization system for more than 90 years. Founded in 1918 by five engineering societies and three government agencies, the Institute remains a private, nonprofit membership organization supported by a diverse constituency of private and public sector organizations.

Throughout its history, ANSI has maintained as its primary goal the enhancement of global competitiveness of U.S. business and the American quality of life by promoting and facilitating voluntary consensus standards and conformity assessment systems and promoting their integrity. The Institute represents the interests of its nearly 1,000 companies, organization, government agency, institutional and international members through its office in New York City, and its headquarters in Washington, D.C.



## 美国防腐蚀工程师协会

NACE（美国防腐蚀工程师协会）成立于1943年，创始人为11位来自管道行业的腐蚀工程师。这些专家来自一个20世纪30年代组建的地区性阴极保护小组，当时阴极保护的研究正刚刚兴起。从那时起，在过去几十年的发展中，NACE国际已成为全球发展腐蚀防护和控制规则、认证和教育的领导者。现在，它作为提供腐蚀控制解决方案的权威在全球范围内广受认可。

NACE在全球130个国家为超过33800名个人会员和375家企业会员提供服务。

全世界的会员通过全球性的活动、分会及 NACE 官方网络与同行交流沟通。NACE 还提供技术培训和认证项目、会议、行业标准、报告、出版物、技术期刊及政府相关活动等。

NACE 总部设在美国德克萨斯州的休斯顿，在加州的圣迭戈、马来西亚吉隆坡、中国上海、印度、沙特阿拉伯、巴西和印度设有办公室。

NACE一如既往地继续促进教育和培训、技术交流及标准制定、宣传腐蚀控制的重要性，以履行其保护人身、财产和环境免受腐蚀的危害的职责。

联系方式：

NACE中国代表处

电话：86 - 21- 5117 5418

传真：86 - 21- 5117 5416

邮箱：china@nace.org



## **NACE International**

NACE International, The Corrosion Society, was established in 1943 by eleven corrosion engineers from the pipeline industry as the “National Association of Corrosion Engineers.” The founding engineers were originally part of a regional group formed in the 1930s when the study of cathodic protection was introduced. Over the past 70 years, NACE International has become the

global leader in developing corrosion prevention and control standards, certification and education. The organization is now recognized globally as the premier authority for corrosion control solutions.

NACE International serves more than 33,800 individuals and 375 corporate members in 130 countries. Members worldwide have access to their peers through global events and sections and online through the NACE Web site. The organization provides technical training and certification programs, conferences, industry standards, reports, publications, technical journals, government relations activities and more.

NACE International is headquartered in Houston, Texas, with offices in San Diego, California; Kuala Lumpur, Malaysia, Shanghai, China, India, Al-Khobar, Saudi Arabia and Brazil.

NACE continues to advance education and training, technical exchange, and standards development, and advocacy on behalf of corrosion control as part of its mission to protect people, assets, and the environment from the effects of corrosion.

Contact information:

NACE China Office

Tel: 86 - 21- 5117 5418

Fax: 86 – 21- 5117 5416

Email: china@nace.org

## 上海市船舶标准化专业委员会

上海市船舶标准化专业委员会(以下简称船委会)是上海市标准化协会的分支机构,其挂靠单位为中国船舶重工集团公司第七〇四研究所。

船委会在市标协领导下,在挂靠单位支持下,负责组织开展船舶行业标准化学术研讨和交流活动,促进各会员和会员单位之间以及与标准化团体和专家的联系、协作和交

流；普及标准化科学知识；开展基础标准和船舶行业重要标准的宣贯培训工作；推广应用船舶标准化成果，以不断提高船舶行业标准化科学技术水平和标准化工作者的素质，为加速上海船舶工业发展服务。

船委会至今共有会员 160 多名，会员单位 23 家，其中团体会员单位 17 家。

船委会按照以会员为本，以学术交流为重点的活动原则，针对船舶行业当年标准化热点积极举办船舶标准化学术交流活动，每年举办二次。自 2005 年至今共举办了 20 次，收获了许多成果。

船委会为更好地探讨企事业标准化工作管理模式，交流企事业标准化工作经验，沟通标准化信息，增进友谊，加强合作，促进企事业标准化的可持续发展，于 2007 年组建成立了“上海船舶工业企事业标准化室主任联席会”这样一个船舶标准化交流平台，每年定期举办联席会议活动二次，自 2007 年至今共举办了 17 次，取得了很好的效果。

地址：衡山路 10 号

邮编：200031

电话：021-64718118-5211

传真：021-64319001

邮箱：csic\_src@vip.163.com

**Shanghai Ship Standardization Committee**

Shanghai Ship Standardization Committee (hereinafter referred as “Committee”) is a branch of Shanghai Association of Standardization and affiliated to Shanghai Marine Equipment Research Institute.

Under the leadership of Shanghai Association of Standardization and with the support of Shanghai Marine Equipment Research Institute, the Committee is responsible for organizing the academic discussion and exchange activities for the standardization of the shipping industry, promoting connection, coordination and communications between members and member units as well as between member units and standardization groups and experts, popularizing scientific knowledge of standardization, conducting trainings in basic standards, and important standards of the shipping industry and promoting the application of shipping standardization achievements, in order to constantly enhance the scientific and technological level of the standardization of the shipping industry and qualities of people engaged in standardization activities, and facilitate the development of the shipping industry in Shanghai.

At present, there are more than 160 members and 23 member units in Committee including 17 group member units.

According to the principle of being member-oriented and focusing on academic exchanges, academic exchange activities on ship standardization are conducted biannually for the ship standardization hotspots of the current year by the Committee. Since 2005, related activities have been conducted for totally 20 times, making fruitful achievements.

To better discuss the management mode of enterprises and institutions in standardization activities, communicate their experiences in standardization activities and standardization information, enhance friendship and cooperation and promote their sustainable development in standardization, the Committee established a platform for exchanges of ship standardization named “Joint Conference of Directors of Standardization Offices of Enterprises and Institutes in Shipping Industry of Shanghai” in 2007, and holds joints conference twice a year with a total of 17 times up to now, achieving satisfactory results.

Add: No. 10 Hengshan Road Xuhui District, Shanghai

Zip Code: 200031

Tel: 086 21 6471 8118 5211

Fax: 086 21 6431 9001

Email: csic\_src@vip.163.com

**上海市机电标准化专业委员会**

上海市机电标准化专业委员会是上海市标准化协会的分支机构,其挂靠单位为上海市机电科技情报研究所。

上海市机电标准化专业委员会是机电行业的企业与政府部门、市标协会、科技工作者之间的桥梁和纽带,是多方位从事机电标准化学术研究,机电标准制、修订,机电标准化培训、技术交流,TBT 咨询服务,国际交流与合作等业务的专业委员会。业务范围:

- 1) 受政府有关部门、机电行业委托,承担机电标准化领域的管理工作、技术工作和各种活动;
- 2) 开展机电标准化领域的政策及有关技术问题的研究分析,开展 TBT 咨询服务,向政府有关部门提供建议;
- 3) 从事机电标准制、修订,培训机电标准化人员;普及机电标准化知识;
- 4) 开发机电标准化信息资源,开展机电标准信息化服务;
- 5) 开展同国外标准化组织的合作与交流,积极参加国家、地区和国际标准化活动;
- 6) 承担与标准化工作有关的其它工作。

地址:中兴路 960 号

邮编:200070

电话:021-66291937

# Shanghai Electromechanical Standardization Committee

Shanghai Electromechanical Standardization Professional Committee (SESPC) is a branch of Shanghai Association of Standardization, and affiliated to Shanghai Electromechanical Science & Technical Information Institute.

SESPC is a professional and academic organization, like a bridge and link, connecting all the enterprises in the industry to government departments, SAS and the broad masses of science and technology workers, while being engaged in academic research on electromechanical standardization in a multi-faceted way, undertaking development and revision of electromechanical standards, organizing electromechanical standardization training and technical exchanges, offering TBT consultation services, and carrying out international exchanges and cooperation, etc. And its business scope is as follows:

1)To assume management, technical work and all kinds of activities in the field of electromechanical standardization commissioned by relevant government departments and electromechanical industry;

2)To carry out research and analysis on the policies in the field of electromechanical standardization and related technical problems, offer TBT consulting services, and provide advice to government departments;

3)To formulate and revise electromechanical standards, train the personnel related to electromechanical standardization, and popularize knowledge of electromechanical standardization;

4)To develop resources of electromechanical standardization information and carry out services in this field;

5)To launch cooperation and exchange with foreign standardization organizations, actively participate in national, regional and international standardization activities;

6)To undertake other tasks related to standardization work.

Add: No. 960 Zhongxing Road, Shanghai

Zip Code: 200070

Tel: 086 21 66291937



# 在“防腐蚀技术与标准化国际研讨会”上的致辞

中国标准化协会 理事长 纪正昆  
国家标准化管理委员会 原主任

女士们、先生们：

大家上午好！

今天，由上海市质量技术监督局支持，上海市标准化协会、美国贸易发展署和美国防腐蚀工程师协会共同主办的“防腐蚀技术与标准化国际研讨会”召开了。在此，我谨代表中国标准化协会对研讨会的召开表示热烈的祝贺！

腐蚀，是一种广泛存在的自然现象。腐蚀问题普遍存在于国民经济建设的各个领域，既会给国民经济带来损失，也会给人们的日常生活造成影响。据统计，我国每年因腐蚀造成的经济损失为当年 GDP 的 3%~5%，约为几万亿元，按每万元 GDP 消耗 1 吨标准煤计算，每年由于腐蚀问题所造成的能源损失就有几亿吨标准煤。腐蚀还会造成各种事故和重大灾害，因管道、设备的腐蚀，引发压力容器爆炸和地下管道爆裂事故时有发生。因此，提高对防腐蚀重要性的认识，积极推进防腐蚀技术创新，采取适当的防腐蚀技术和措施，增强腐蚀防范控制能力，具有很大的经济和现实意义。

近年来，随着我国科学技术的发展，各种耐腐蚀材料和装置陆续落地生根，防腐蚀产品的服务对象也逐渐从石油、钢铁、化工等传统领域逐步扩展到了材料、船舶、核电、航空航天、海洋工程、环境保护等多个高新技术领域。防腐蚀行业市场化、规模化和国际化的进程不断推进，市场对

防腐蚀技术和标准提出了更高的要求 and 需求，防腐蚀技术标准的重要性日益凸显。为此，中国成立了全国防腐蚀标准化技术委员会，就建立该领域标准体系进行研究，制定了一系列相应国家标准。但从总体上来看，我国的防腐蚀技术基础还比较薄弱，防腐蚀标准化的发展尚处于蓄力阶段，与国际先进水平相比还有较大差距，相关标准的采标率仅为 20%左右，部分防腐蚀新产品、新工艺、新技术的标准制定，尚不能适应市场的需求。因此，要提升我国防腐蚀标准对节约资源、保护环境和实现安全生产的贡献率。关键是要将科技创新与标准研制相融合，及时将技术创新转化为标准并加以推广应用。同时，必须处理好标准化与市场需求的关系，贯彻党的十八届三中全会提出的“市场在资源配置中发挥决定性作用”的重大决断，大力倡导标准化改革必须遵循市场方向，引导标准化的机制与方法必须符合市场的规律，确立标准化的效率与效益必须以市场实践的效果作为评价的标尺，市场对防腐蚀技术、产品、材料的需求就是该领域标准化工作的作用方向，从而更大地激发标准化在市场中的活力与创造力。

推进深化改革是当今时代的最强音，也是标准化发展的重中之重。标准与战略、规划、政策一样，已经成为国家治理体系的重要组成部分，成为提升国家治理能力的有力工具，成为市场经济运行的耦合器以及政府职能转变的容纳器。标准化是规范行业生产、市场行为的有力抓手，是促进技术进步的重要载体。深化标准化体制机制改革，凸显市场在资源配置中的决定性作用，处理好政府与市场、政府与社会的关系，坚持“管放结合”，逐步减少政府标准的层级和规模，将对我国防腐蚀技术标准化提升能力、

接轨国际、获得更广阔发展空间,有着积极的促进意义。

上海市标准化协会在上海市质量技术监督局和上海市科学技术协会的领导和支持下,抓住社会关心的热点和产业发展的重点,已连续十四年在中国工业博览会期间举办了标准化国际研讨会。为政府、行业、企业搭建了一个分享政策信息、研讨理论方法、交流实践成果的良好平台。今天召开的“防腐蚀技术与标准化”国际研讨会,围绕防腐蚀技术领域标准化的最新发展、创新和实践,汇聚了国内外该领域专家和标准化工作者的智慧,交流了丰富的研究成果,这必将对我国防腐蚀业确立“科技防腐”理念,充分吸收和借鉴各方成功经验,提升我国防腐蚀产业创新能力,增进与国际防腐蚀产业技术交流,进一步推动我国防腐蚀产业的技术进步,促进我国防腐蚀产业向科技化、专业化、国际化方向发展起到积极的作用,为我国防腐蚀产业的健康、稳步发展,为人类社会生态文明建设做出有益的贡献。

最后,预祝本次研讨会取得圆满成功。谢谢大家!



# 标准化引领防腐蚀技术创新发展

Standardization Leading Innovation and Development of  
Anticorrosion Technologies

国家标准化管理委员会 总工程师

殷 明 汉

Yin Minghan, Chief Engineer

Standardization Administration of the People's Republic of China

## Abstract

As the technical basis of economic society activities, standards have been a basic system. Improve effect of standards, advancing national standards system, coordinating mandatory and voluntary standards have been the main standardization task of China. Moreover, several technical committee of anticorrosion standardization have been established and lots of standards for coatings, ships, steels, gas and oil pipelines, etc. have been developed. Also, some anticorrosion works will be enhanced by scientific planning, standards drafting, international communication and such measures.



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

# 标准化引领防腐蚀技术创新发展

国家标准化管理委员会党组成员、总工程师  
殷明汉



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

1

我国当前标准化工作的主要任务

2

中国防腐蚀领域标准化取得积极进展

3

进一步加强防腐蚀标准化工作



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 一、我国当前标准化工作的主要任务

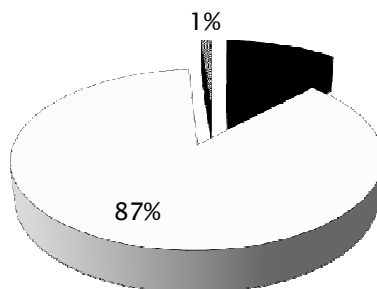
- ▶ 标准作为经济社会活动的技术依据，已经成为一项基础性制度；
- ▶ 发挥标准引领作用，完善国家标准体系，提升标准的有效性、先进性和适用性；
- ▶ 建成强制性与推荐性标准协调配套、符合经济社会和科技发展需要的技术标准体系。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 中国国家标准情况

■ 强制性国家标准 □ 推荐性国家标准 ■ 国家标准化指导性技术文件



- ▶ 截止2013年底，中国共批准发布国家标准30680项；
- ▶ 全国专业标准化技术委员会521个，委员人数超过4万名；
- ▶ 初步形成覆盖一二三产业和社会事业各领域的标准体系。





中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 大力培育发展团体标准，提升标准适用性

- ▶ 鼓励学会、协会、产业及技术联盟等专业性组织，协调相关市场主体共同制定团体标准；
- ▶ 团体标准不设行政许可，不搞市场准入，由专业性组织自我管理、自主制定、自行发布，通过市场竞争优胜劣汰；
- ▶ 纳入法制管理，制定团体标准发展指导意见和标准化良好行为规范。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 搞活企业标准，提升标准先进性

- ▶ 建立企业产品和服务标准自我声明、公开和监督制度，健全企业标准责任机制；
- ▶ 鼓励企业积极将技术创新成果转化为标准，制定高于国家标准和团体标准、有竞争力的企业标准；
- ▶ 落实企业标准主体责任，把企业标准承诺纳入诚信体系建设，市场监管部门依法监督检查。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

### 推进强制性标准改革，提升标准有效性

- ▶ 通过市场能够很好解决的标准问题，政府不再制定强制标准；
- ▶ 强制性国家标准严格限定在保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全和社会管理基本要求的范围之内；
- ▶ 加强强制性标准的统一管理，做到全国一个市场、一条底线、一个标准。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

### 加大标准国际化力度，提升标准竞争力

- ▶ 鼓励企业积极参与国际标准化活动，争取承担更多国际标准组织技术机构和领导职务；
- ▶ 加大国际标准跟踪、评估和转化力度，推动与主要贸易国之间的标准互认，推进优势、特色领域团体标准国际化；
- ▶ 推广中国标准，并带动我国产品、装备、服务走出去。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 标准来源于实践，又服务于实践

- ▶ 标准是治理能力提升的助推器；
- ▶ 标准是市场经济运行的耦合器；
- ▶ 标准是推广科研技术的播种机。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 二、中国防腐蚀领域标准化取得积极进展

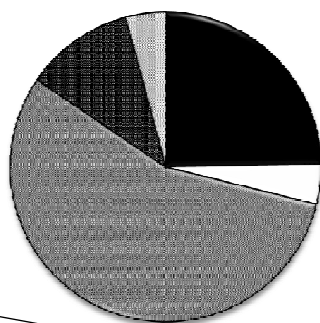
防腐蚀相关专业标准化技术委员会：

- TC5全国涂料和颜料标准化技术委员会
- TC12全国海洋船标准化技术委员会
- TC57全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会
- TC183全国钢标准化技术委员会
- TC355全国石油天然气标准化技术委员会



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

➤ 截止目前，共批准发布化工、石油、船舶、冶金等各专业领域防腐蚀国家标准97项。其中，涂料方面24项，船舶方面4项，金属与非金属覆盖层方面11项，钢材料方面54项，石油天然气管道方面4项。



- 涂料
- 船舶
- 钢材料
- 金属与非金属覆盖层
- 石油天然气管道



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 涂料领域

序号	标准号	标准名称
1	GB 30981-2014	建筑钢结构防腐涂料中有害物质限量
2	GB/T 25252-2010	酚醛树脂防锈涂料
3	GB/T 25258-2010	过氯乙烯树脂防腐涂料
4	GB/T 25263-2010	氯化橡胶防腐涂料
5	GB/T 27806-2011	环氧沥青防腐涂料
6	GB/T 6746-2008	船用防锈漆
⋮	—	—
⋮	—	—



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 船舶领域

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 12466-1990	船舶及海洋工程腐蚀与防护术语
2	GB/T 13671-1992	不锈钢缝隙腐蚀电化学试验方法
3	GB/T 15748-2013	船用金属材料电偶腐蚀试验方法
4	GB/T 6384-2008	船舶及海洋工程用金属材料在天然环境中的海水腐蚀试验方法



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 金属与非金属覆盖层领域

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 10125-2012	人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
2	GB 11377-2005	金属和其他无机覆盖层 储存条件下腐蚀试验的一般规则
3	GB/T 14293-1998	人造气氛腐蚀试验 一般要求
4	GB/T 18593-2010	熔融结合环氧粉末涂料的防腐蚀涂装
5	GB/T 19355-2003	钢铁结构耐腐蚀防护 锌和铝覆盖层 指南
6	GB/T 29037-2012	热喷涂 抗高温腐蚀和氧化的保护层
⋮	—	—
⋮	—	—



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 钢材料领域

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 10123-2001	金属和合金的腐蚀 基本术语和定义
2	GB/T 10127-2002	不锈钢三氯化铁缝隙腐蚀试验方法
3	GB/T 18590-2001	金属和合金的腐蚀 点蚀评定方法
4	GB/T 22316-2008	电镀锡钢板耐腐蚀性试验方法
5	GB/T 28907-2012	耐硫酸露点腐蚀钢板和钢带
6	GB/T 19291-2003	金属和合金的腐蚀 腐蚀试验一般原则
⋮	—	—
—	—	—



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 石油天然气管道领域

序号	标准号	标准名称
1	GB/T 21447-2008	钢质管道外腐蚀控制规范
2	GB/T 23257-2009	埋地钢质管道聚乙烯防腐层
3	GB/T 23258-2009	钢质管道内腐蚀控制规范
4	GB/T 23802-2009	石油天然气工业 套管、油管和接箍毛坯用耐腐蚀合金无缝管 交货技术条件



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 2008年，国家标准化管理委员会批准成立了 TC381全国防腐蚀标准化技术委员会

- ▶ 负责阴极保护、阳极保护、设备和管道用缓蚀剂应用等防腐蚀技术国家标准制修订；
- ▶ 负责防腐蚀衬里、防腐蚀地坪、玻璃鳞片应用等防腐蚀施工技术国家标准制修订；
- ▶ 着重加快防腐蚀领域基础性、通用性、系统性国家标准制定工作。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

- ▶ 近年来，已经完成GB/T 28721-2012《大气环境混凝土中钢筋的阴极保护》、GB/T 28725-2012《埋地预应力钢筒混凝土管道的阴极保护》、GB/T 30788-2014《钢制管道外部缠绕防腐蚀冷缠矿脂带作业规范》等3项国家标准制定。
- ▶ 另外，《阴极保护技术条件》、《核电站海水循环系统防腐蚀作业技术规范》、《油田缓蚀剂的应用和评价》等16项国家标准正在制定中。



### 三、进一步加强防腐蚀标准化工作

- ▶ 标准是推动产业转型升级的要件，提高和保障产品和服务质量的重要条件；
- ▶ 围绕防腐蚀技术系统性优化为核心目标，统筹考虑各专业、各领域标准之间的协同配套；
- ▶ 科学谋划防腐蚀领域标准化工作，进一步支撑好我国防腐蚀技术创新发展。



### 科学规划防腐蚀国家标准体系

- ▶ 引入综合标准化工作理念，加强防腐蚀国家标准体系的顶层设计；
- ▶ 突出强化综合性、系统性防腐蚀技术标准体系建设；
- ▶ 支撑好防腐蚀技术向安全、环保、节能、高效发展。





## 加强防腐蚀重点领域标准制定

- ▶ 管道、船舶、混凝土建筑、核电设施、海洋设备等重点装备设施防腐蚀；
- ▶ 推动实行科技研发、标准研制和产业发展一体化同步实施；
- ▶ 探索围绕一些重要防腐蚀工程项目，率先启动一批反映系统性防腐蚀技术的标准制定。



## 深化国际标准化合作交流

- ▶ 中国是国际标准化组织常任理国，中国专家成功当选为ISO主席和IEC副主席；
- ▶ 中国承担ISO/TC156（金属及合金的腐蚀）国际秘书处工作，是ISO/TC67/SC2（管道输送系统）和TC107/SC7（腐蚀试验）P成员国；
- ▶ 愿意同外国各标准化组织互学互鉴，携手共同发展。



中国国家标准化管理委员会  
Standardization Administration of the P.R.C

## 开展社会团体标准试点

- ▶ 构建政府引导、市场驱动、社会参与、协同推进的标准化工作格局；
- ▶ 社会团体标准成为国家标准化体系有益补充；
- ▶ 防腐蚀标准化作为首批试点领域，将率先开展社会团体标准试点工作。

# 材料腐蚀数据积累与腐蚀标准

Materials Corrosion Data and Corrosion Standards

中国腐蚀与防护学会 副理事长

李 劲

Li Jin, Vice President

Chinese Society for Corrosion and Protection

## Abstract

The basic theory and mechanism of material corrosion, development of protection methods, experiments, testing, also standards rely on lots of 'corrosion data' among all kinds of environment around us, which are the foundations of these theory, technology, methods and standards for the corrosion science. We are facing problems of data processing, saving and digging out comes when the time of 'Bigdata' are coming. It is a tendency of modern society so that the one who catch the opportunity of 'Bigdata' will take the lead in the corrosion science.

# 材料腐蚀数据积累与 腐蚀标准

## 汇报内容

- 一、材料腐蚀“大数据”
- 二、腐蚀科学数据共享工程与平台建设
- 三、腐蚀标准统计与分类
- 四、我国标准与国际标准制定方法与水平的主要差别
- 五、国际标准制定方法举例

## 材料腐蚀“大数据”

### 什么是大数据(bigdata) ?

大数据具有4V特点: volumes, variety, Velocity, Veracity。

数据体量(volumes)大, 一般在10TB规模左右, 实际应用中, 已经形成了PB级;

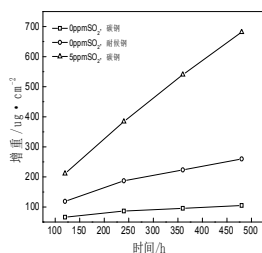
数据类别(variety)大, 数据来自多种数据源, 数据种类和格式日渐丰富, 冲破了结构化数据范畴, 囊括了半结构化和非结构化数据, 如网络日志、视频、图片、地理位置信息等;

数据处理速度 (Velocity) 快, 在数据量非常庞大的情况下, 也能够做到数据的实时处理;

数据真实性 (Veracity) 高, 传统数据源的局限被打破, 愈发需要确保其真实性及安全性。与传统的数据挖掘有着本质的不同, 物联网、云计算、移动互联网、车联网、手机、平板电脑、PC以及遍布地球各个角落的各种各样的传感器。

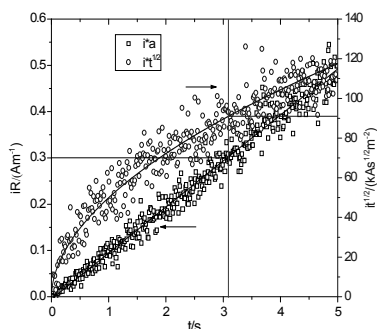
## 材料腐蚀“大数据”

### 什么是腐蚀大数据?



传统片段数据

数据越多, 可靠性越高!



腐蚀大数据: 尽量多采集腐蚀过程数据

## 材料腐蚀“大数据”

- 😊 腐蚀学科由微观腐蚀学和宏观腐蚀学构成；
- 😊 微观腐蚀学：腐蚀现象的微观分析，建立腐蚀理论，开发防蚀技术；
- 😊 宏观腐蚀学：从总体上分析腐蚀问题，将腐蚀现象的整体作为研究对象-系统，考察它与社会环境之间的交互作用及经济效应。

## 材料腐蚀“大数据”

- 😊 微观腐蚀学是依赖于**基础数据**的学科，材料腐蚀基础理论和机理，发展防护技术和建立实验方法，测试与工程标准，**都必须依赖于各种环境中的腐蚀数据，这些数据才是构成本学科所有理论、技术、方法和标准的基础。**
- ☹ 宏观腐蚀是一切构筑物的毁灭过程。在步入大数据时代的当今，巨量与腐蚀相关的数据已经快速产生，这些数据如何处理？如何储存？如何挖掘以发挥最大功能？

**这些问题已经清晰地摆在我们面前，却又是以往材料腐蚀学研究内容中无法解决的问题。**

## 材料腐蚀“大数据”



- 大数据、云技术，尤其是无线通讯大发展
- 已经使所有的学科（即人类迄今为止创造的所有专业知识）整体来到了一条大河边
- 谁先渡河，谁前进的步伐就一定领先，谁要是不渡河，就将永远留在历史长河的另一边了。
- 所有学科都将电子化、网络化

## 二、腐蚀科学数据共享工程与平台建设



## 我国的科学数据共享工程

- 1999年，科技部会同自然科学基金会开始组织专家调研科学数据积累与共享问题；
- 2001年，提出启动“科学数据共享工程”！
- 2002年-2003年，科技部、财政部会同国家发展改革委等16部门建立了国家科技平台建设部际联席会议机制，协同推进国家科技平台建设；
- 2005年，正式启动“国家科技基础条件平台”建设。十一五期间共启动43项平台建设项目，其中14项为科学数据共享平台。“国家材料环境腐蚀平台”建设为同时启动的四个野外科学试验及数据积累平台项目；
- 2011年，国家材料环境腐蚀平台被科技部和财政部认定为首批国家科技基础条件平台，面向社会开展资源整合、数据共享服务工作。
- 2011-2013年，科技部、财政部对平台进行了三次绩效考核，并创新性提出后补贴运行机制。

## 我国的科学数据共享工程

- 2002年11月28日至30日，由徐冠华、孙鸿烈、孙枢、程津培、秦大河等院士和张先恩司长发起并担任执行主席的中国科学数据共享香山科学会议。
- 建成了38个科学数据共享网构成的“中国科技资源网”，我们作为这一工作的首批参与者坚持至今，负责打造其中的“材料环境腐蚀数据共享网”及其试验台站的建设。
- 与2012年3月29日美国政府公布的“大数据研发计划”相吻合，美国政府将数据定义为“未来的新石油”，将数据看成为下一个大的战略资源，值得借鉴。

## 我国的科学数据共享工程

- 2012年《材料科学系统工程发展战略研究—中国版材料基因组计划》重大项目启动。
- 近40位院士和大批顶级的材料专家参与了该项目，提出建立三大国家级材料数据平台的具体建议，加快提出“中国版材料基因组计划阶段性咨询报告”的进度，并尽快落实。

## 材料环境腐蚀平台建设

- 20 世纪 50 年代末，国家科学技术委员会机械组金属腐蚀分组建立了“全国大气、海水、土壤腐蚀试验站网”
- 1961 年，国家科学技术委员会腐蚀科学学科组成立，将此项工作列入国家重要科技任务，后又列入 1963 ~ 1972 年国家科技发展规划
- 1978 年全国科学大会后，国家科学技术委员会腐蚀科学学科组把全国大气、海水、土壤腐蚀试验站网建设和材料腐蚀数据积累工作列入 1978 ~ 1985 年全国科学技术发展规划
- “六五”期间，国家科学技术委员会把“常用材料大气、海水、土壤腐蚀试验研究”列入基础研究重点项目
- 国家自然科学基金委员会于 1986 年成立。并从“七五 ” 到 “十五 ” 把“材料自然环境腐蚀站网建设和数据积累”列为国家自然科学基金重大基金进行持续不断的支持

## 材料环境腐蚀平台建设

- 2005 年，科学技术部将国家材料腐蚀试验站网作为国家科技基础条件平台建设项目给与大力支持，于2006年将国家材料腐蚀试验站网纳入了科技部“国家野外试验基础条件平台”，启动了“国家材料自然环境腐蚀实验台网建设”项目。
- 2009年，“国家材料自然环境腐蚀实验台网建设”项目通过了科技部的验收，在国家科技基础条件平台中心的直接领导下，持续开展科技资源整合与共享服务工作。并正式命名为“国家材料环境腐蚀野外科学观测研究平台”。
- 2011年，国家材料环境腐蚀野外科学观测研究平台通过了科技部和财政部的认定，成为首批通过认定的国家科技基础条件平台，开放共享平台科技资源，为社会各界提供科技支撑服务。并于2013年更名为“国家材料环境腐蚀平台”。

## 国家材料环境腐蚀平台

- 国家材料环境腐蚀平台是进行材料（制品）在我国自然环境中腐蚀数据长期积累和基础性试验的基地，是材料腐蚀试验、检测分析的权威机构，是材料腐蚀的基础科学研究平台。
- 材料腐蚀平台目前整合建成30个国家级野外试验站，其中大气环境腐蚀试验站15个，水环境腐蚀试验站7个，土壤环境腐蚀试验站8个，基本上涵盖了我国典型的大气、水和土壤环境特征。各野外试验站开放服务的场地面积达到了485,000平方米，总面积105,000多平方米试验设施对外服务。在材料腐蚀研究仪器设备方面，先后投入26,800多万元，建立了试验观测研究的标准化框架体系，可以提供标准化、规范化的野外科学观测试验服务。

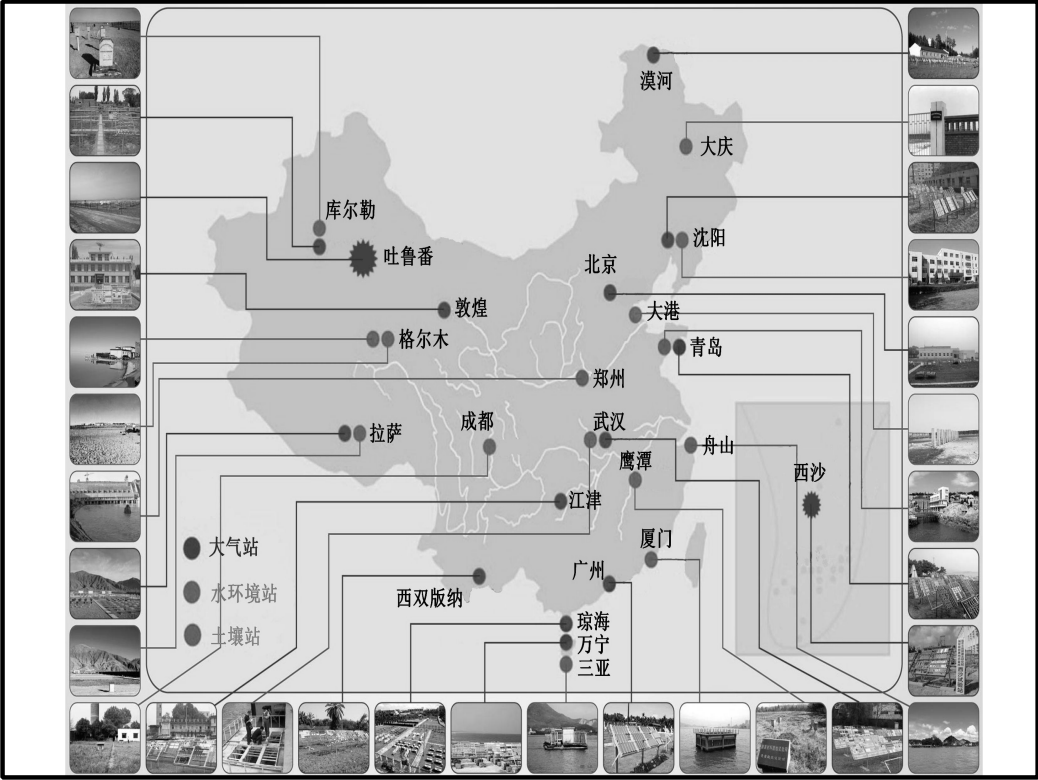
## 国家材料环境腐蚀平台简介——土壤站



## 国家材料环境腐蚀平台简介——大气站



# 国家材料环境腐蚀平台简介——海水站



## 国家材料环境腐蚀平台

- 通过50余年积累的材料腐蚀（老化）数据及环境数据，建成我国最权威、数据量最大的材料腐蚀（老化）数据共享平台：包括材料腐蚀（老化）数据132万余条，材料微观结构及腐蚀图谱21000余张，环境数据1300余万条。
- 按照云计算的设计思想，整合了包括环境试验、检测分析、腐蚀知识、防护技术、文献资料、科研单位、科技人才、科技期刊以及行业科技动态等大量科技资源，建成我国材料腐蚀与防护领域的基础性、公益性科技资源信息共享平台，提供科学数据、环境试验、检测分析、技术咨询及材料腐蚀与防护成套技术解决方案等全方位科技支撑服务。

## 腐蚀数据共享及工程应用

- 数据是未来的新油田，“大数据”是最有力的“采油机”。如海洋浩瀚的网络数据已成为一种战略资源。大数据技术的目标，就是从这些数据中挖掘信息、判断趋势、提高效益。对大数据技术的成功运用，将改变日常生活、企业决策和国家治理的面貌，彻底改变社会运行方式。
- 腐蚀数据共享工程的最终目的是在材料腐蚀数据采集、建库、挖掘、建模和趋势分析的基础上，彻底实现材料腐蚀数据的共享。



# 例1 基于神经网络计算的石化设备腐蚀管理专家系统

依据现有的设备腐蚀档案、设备结构参数以及设备生产运行数据，采用神经网络技术、专家系统、适应性评估（FFS）技术新技术对设备的腐蚀趋势、腐蚀速率及安全运行状态进行适时的在线评价，在此基础上有针对性地给出防腐或安全运行建议。94年版。

高温腐蚀诊断窗口

输入对话框

材料碳钢  
温度250℃  
硫含量1%W  
日期2001-1-22

控制窗口

保存到数据库  
腐蚀评估  
数据浏览查询  
刷新退出

腐蚀评估结果

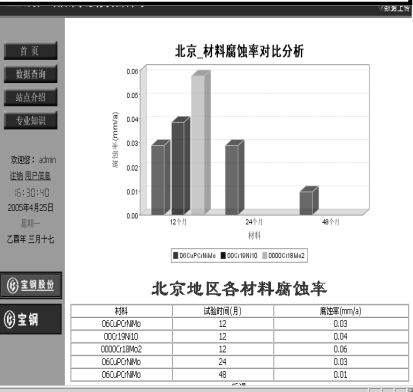
腐蚀速率: 4.858 mm/a    腐蚀评估: 欠耐蚀

有关建议:

主要应从降低硫含量着手,尤其是降低硫化氢的含量。另外还应考虑降低腐蚀速度的其他措施,如:浓度和流速方面,能降低则尽量降低。  
在选材方面,应该选用含铬量较高的钢材,铬钢中加入硅或铝能起到更好的效果。应根据不同的部位及工厂的实际情况选用不同类型的含铬钢材。

# 例2 钢铁企业产品环境腐蚀网络数据库系统（04年版）

基于计算机技术、数据库技术和网络技术，建立了数值型、管理型、文献型兼备的混合型“钢铁企业产品环境腐蚀网络数据库”。



首页  
数据查询  
站点介绍  
专业知识

欢迎您: admin  
注册 用户名: 15130140  
2005年4月25日  
星期一  
乙酉年三月十七

宝钢股份  
宝钢

材料环境腐蚀数据库

材料环境腐蚀数据库头文件包括“土壤腐蚀数据库”和“大气腐蚀数据库”、“海水腐蚀数据库”、“腐蚀图谱库”和“自然腐蚀气象环境数据库”等子库。系统的收集了材料在各种应用环境中的腐蚀数据、图谱数据和文献数据。  
目前,环境腐蚀数据库主要来自于三个数据中心的36个材料大气、海水、土壤腐蚀试验站,已建立包括大气、海水、土壤等在内的材料自然腐蚀性能数据库和子库共30多个,分布于科学院和原机、航空、石油化工和冶金等部门所属单位管理。

最新动态

1. 腐蚀数据库 2005-04-19  
2. 腐蚀数据库 2005-04-13  
3. 国家野外试验站监测网和数据标准项目启动

网站更新

材料大气腐蚀数据库更新  
材料海水腐蚀数据库更新  
更新3更新更新更新更新  
更新4更新更新更新更新

行业网站

中国腐蚀与防护学会  
中国化工供需数据库  
美国化工产品供需及生产数据库  
美国化工新闻及商务数据库  
美国钢铁制造学会及北美钢铁公司数据库  
美国材料试验学会 (ASTM)

数据浏览/查询

耐腐蚀产品数据  
钢铁产品生产标准数据查询  
材料大气腐蚀  
材料海水腐蚀  
材料土壤腐蚀数据查询  
试验室加速试验数据查询  
自然腐蚀气象环境数据查询  
腐蚀形貌图片查询  
腐蚀评价标准和方法数据查询  
材料腐蚀案例库查询

### 例3 轻质有色金属材料腐蚀数据库系统 (14年版)

针对轻质有色金属材料设计一套集成数据存储与管理、数据共享与分级查阅、数据分析与腐蚀预测等功能的腐蚀数据应用系统，面向互联网实现腐蚀数据资源的远程共享。



C:\Documents and Settings\Administrator\桌面 浏览... 导入

序号	腐蚀率	埋样年限	pH	有机质%	全氮%	HCO-3	Cl-	SO42-	Ca2+	Mg2+	K+	Na+
1	0.516	35	8.1	0.46	0.03	0.0185	0.0185	0.0406	0.0151	0.0028	0.0004	0.0104
2	0.792	33	8.6	0.79	0.063	0.019	0.0019	0.0123	0.0056	0.002	0.0002	0.0038
3	0.944	34	8.4	0.96	0.043	0.022	0.0032	0.0393	0.0118	0.0024	0.0012	0.009
4	0.95	31	8.5	0.61	0.062	0.0281	0.0021	0.0365	0.01	0.0054	0.0008	0.0071
5	1.269	3	10.2	0.8	0.046	0.0757	0.0038	0.0154	0.0054	0.0008	0.0055	0.0402
6	1.331	35	7.6	0.19	0.002	0.0092	0.5639	1.0834	0.3024	0.0047	0.0125	0.51
7	1.493	1	9.9	1.25	0.059	0.038	0.009	0.013	0.006	0	0.001	0.063

模型训练

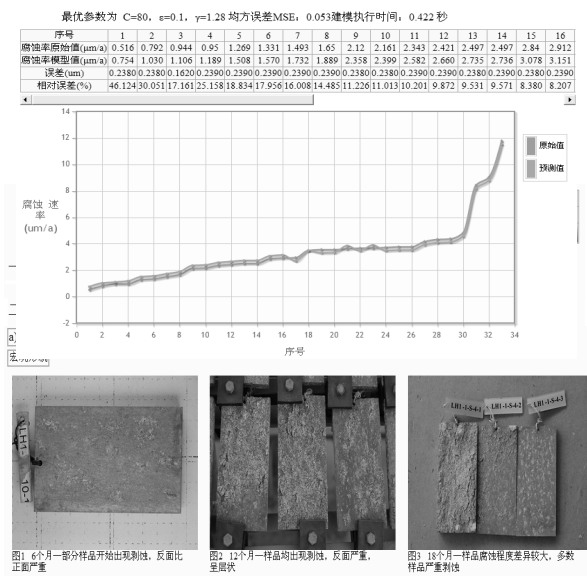
C:\Documents and Settings\Administrator\桌面 浏览... 导入

序号	腐蚀率	埋样年限	pH	有机质%	全氮%	HCO-3	Cl-	SO42-	Ca2+	Mg2+	K+	Na+
1	2.047	5	8.4	0.56	0.047	0.0238	0.0024	0.0341	0.0134	0.0026	0.0027	0.0062
2	3.215	3	6.9	2.21	0.113	0.0168	0.0008	0.0097	0.0037	0.0011	0.0002	0.0046
3	3.953	3	8.4	0.54	0.026	0.0207	1.0945	0.112	0.0197	0.0384	0.0249	0.6239
4	5.646	4	5.7	0.21	0.014	0.0014	0.001	0.0066	0.0008	0.0013	0.0002	0.0007

数据预测

### 例3 轻质有色金属材料腐蚀数据库系统

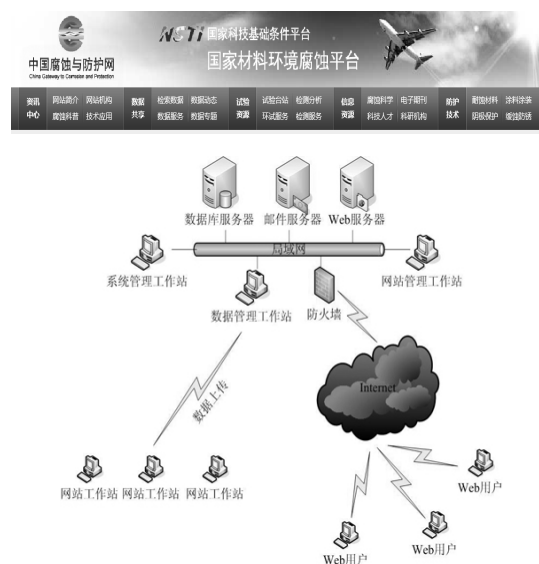
针对腐蚀数据，用户可以进行材料信息、环境条件、时间进行组合查询，选择腐蚀率（或其他性能指标）作为输出，查询方式可简述为点查询、线查询及面查询，实现不同的查询要求。





## 例4 中国腐蚀与防护网

建设具有大数据时代特征的材料腐蚀数据汇交、云计算、存储和共享的新型网站：中国腐蚀与防护网（[www.ecorr.org](http://www.ecorr.org)）



“中国腐蚀与防护网”：15年的建设历史



## 材料腐蚀数据共享网络架构

根据网站系统建设新需求，同时满足数据容量的不断增长及五年在线存储和存储容量可扩充性的需求，设计新的系统构架。基础服务器和存储设备配置：

- (1)、Web服务器：
- (2)、文库服务器：
- (3)、CMS服务器：
- (4)、DB服务器：



## 材料腐蚀数据检索

数据目录检索：可方便选择网站所汇集的腐蚀数据、材料数据、环境数据、实验数据和图谱数据共计40余个数据集；

数字地图检索：点击地图上某个地点，可以直接检索到该地区的相关腐蚀数据；

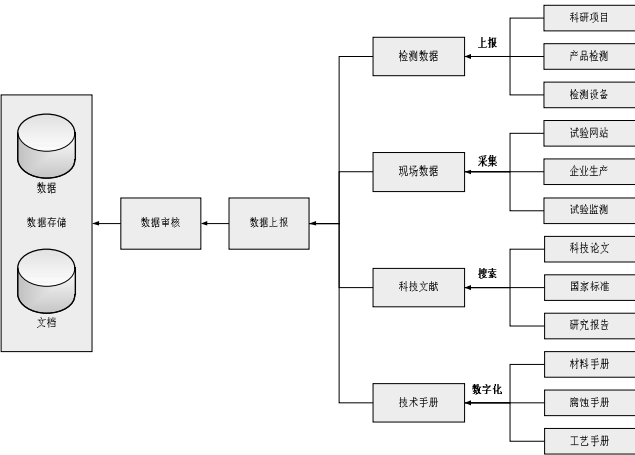
高级组合检索：可以通过数据库表字段进行组合查询。



The screenshot displays the National Materials Corrosion Data Sharing Platform. The top navigation bar includes 'Home', 'About Us', 'Contact Us', and 'User Login'. The left sidebar contains a 'Data Directory' section with categories like 'Corrosion Data', 'Material Data', 'Environmental Data', 'Experimental Data', and 'Spectral Data'. The main content area features a search interface with dropdown menus for 'Data Type' and 'Data Source', and a search button. Below the search bar, there is a table of search results with columns for 'Data Title', 'Data Source', and 'Data Time'. On the right side, there is a 'Digital Map' section showing a map of China with data points marked by red dots. The map is titled 'National Materials Corrosion Data Sharing Platform Atmospheric Corrosion Data Distribution Map'.

# 材料腐蚀数据生产和汇交

数据来源包括：现场数据、科研数据、检测数据、网络资源、数据手册、科技文献等多种数据生产源。建立网络数据汇交系统，实现现场数据采集、科研检测数据上报、网络文献数据搜索等数据上报系统。



# 材料腐蚀数据共享服务

- 1、**数据预览：**具有信息完整、具体、丰富的数据报表，并可以生成可下载的标准模版报告。
- 2、**数据下载：**按照用户权限数据共享服务可以下载打印。
- 3、**数据服务：**用户通过查询、浏览、下载服务后，对数据共享服务要有一个满意度评判，和信息反馈。

您现在的位置： 首页 > 数据共享 > Ste355 铝晶粒结构钢 南海 12个月腐蚀数据

数据标题：Ste355 铝晶粒结构钢 南海 12个月腐蚀数据

数据来源：2011数据

Ste355 铝晶粒结构钢 南海 12个月腐蚀数据黑色金属大气腐蚀数据表

材料名称	材料类别	试验周期(月)	试验开始时间	试验结束时间
Ste355	铝晶粒结构钢	12	2006-11-03	2007-11-03
试验地点	试验材料	环境类别	腐蚀地点	腐蚀速率 (mm/a)
南海	Ste355	热带季风及海洋性气候	南海	0.033

南海热带季风及海洋性气候2006年12月环境数据

试验地点	环境类别	试验时间	东经	北纬
南海	热带季风及海洋性气候	2006-12-01	119°28'	19°14'
海拔 (m)	平均温度 (°C)	平均相对湿度(%)	降水量(mm)	日照时数(h)
10.0	19	80.0	24.0	69.5
平均风速(m/s)	雨(d)	酸雨(SO2)(mg/m³)	酸雨(HCl)(mg/m³)	
1.6	8	18	0.0020	0.0589
试验证NO2 (mg/100m³·2日)	试验证H2S (mg/100m³·2日)	试验证SO3 (mg/100m³·2日)	试验证NH3 (mg/100m³·2日)	试验证氟硅酸 (mg/100m³·2日)
0.0123	0.0144	0.1631	0.0469	0.0455
酸生量：非水溶性 (g/m²·2月)	酸生量：水溶性 (g/m²·2月)	雨水PH	雨水SO4²⁻ (mg/m³)	雨水Cl⁻ (mg/m³)
2.5811	0.5379	6.64	1459.0	4116.0

在线查询

请输入查询内容

提交 清除

选择专家

我要上传

数据点排行榜

- 1 醇酸铁红底漆/醇酸面漆有机涂层
- 2 Ste355铝晶粒结构钢
- 3 喷涂铝金属涂层
- 4 喷涂铝金属涂层
- 5 广州南亚热带季风气候
- 6 H06-2铁红环氧酯底漆/环氧酯面漆
- 7 喷涂铝金属涂层
- 8 聚氨酯红漆/聚氨酯面漆有机涂层
- 9 H08-5铁红环氧酯底漆/环氧酯面漆
- 10 喷涂铝金属涂层

### 三、腐蚀标准统计与分类

## 腐蚀标准统计与分类

- 对国内外腐蚀防护相关标准进行统计与分类，有利于实现有针对性的标准化建设，填补我国防腐标准领域的空白；整合优势资源，形成覆盖各行业、并且重点突出的综合标准体系。
- 建立完善的腐蚀标准体系，有助于推动我国防腐产业的规范化生产管理，提升我国防腐产业的综合水平与国际影响力。



# 腐蚀标准统计与分类

➤ 所涵盖标准体系:

- 中国国家标准和行业标准
- 台湾标准
- ISO标准
- NACE标准
- ASTM标准
- NORSOK标准
- 德国（DIN）标准
- 日本（JIS）标准
- SSPC标准
- SAE标准

# 腐蚀标准统计与分类

1. 腐蚀试验、测试、分析标准

1.1 材料的腐蚀试验标准

1.2 涂镀层/涂料的腐蚀老化试验标准

1.3 高分子材料的老化试验标准

1.4 材料与环境、保护条件交互作用下的腐蚀试验标准

2. 腐蚀环境分级分类标准

3. 耐蚀材料标准

3.1 不锈钢耐酸钢及其它耐蚀金属/合金材料

3.2 抗高温氧化金属/合金材料

3.3 耐候钢及其它耐候材料

3.4 船舶及海洋工程用耐蚀材料

3.5 耐蚀非金属材料，包括无机非金属材料和高分子材料

3.6 其它腐蚀环境用材料

4. 涂料标准

4.1 表面处理

4.2 制备与测试

4.3 涂装与施工

4.4 石油化工用防腐涂层

4.5 海洋与船舶用防腐涂层

4.6 建筑用防腐涂层
5. 涂镀层及涂装标准

5.1 涂层标准

5.2 电镀、热浸镀等镀层标准

5.3 其它表面防护与处理标准

5.4 涂镀、涂装等施工规范和标准

6. 缓蚀剂标准

7. 电化学防护标准

7.1 牺牲阳极材料

7.2 阴极保护技术

7.3 阳极保护技术

8. 设施、装备的腐蚀与防护（含设计、建造、施工）

8.1 舰船、码头及其它海洋与淡水水面、水下设施

8.2 桥梁、道路、轨道、机车、汽车等交通设施、装备

8.3 油气及给排水管道及相关设施

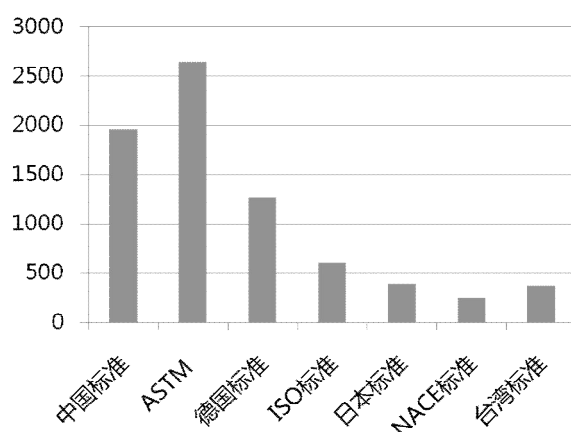
8.4 机械、电器电子装备与产品

8.5 石油、化工、矿山、医药等工业设施、装置与设备

8.6 建筑钢筋混凝土及钢结构

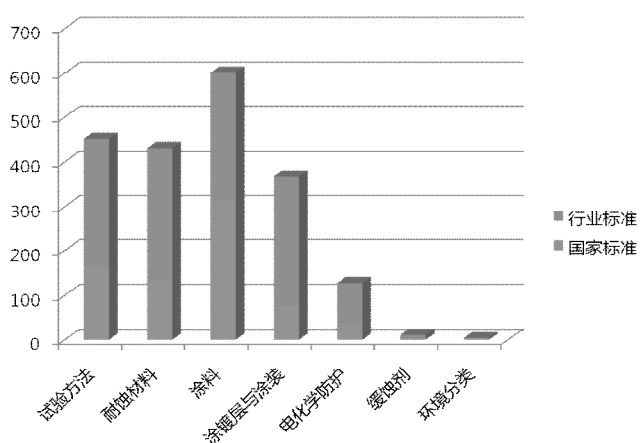
8.7 其它工业、工程设施

## 各标准体系数量的初步统计与分类



\* 中国标准包括国家标准644项、行业标准1312项

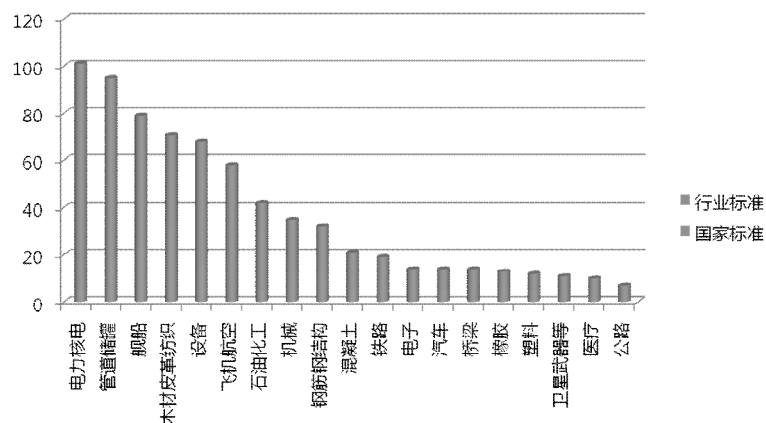
## 中国标准的分类统计



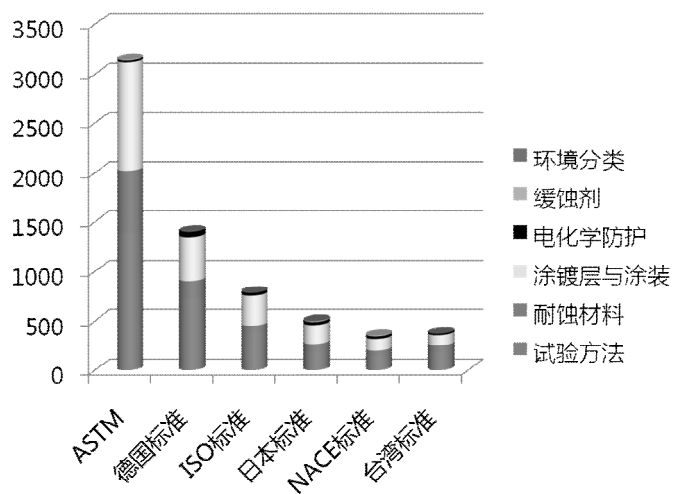
\* 分类检索以关键词为依据，同一标准可能分属不同类别

## 中国标准的分类统计

◆ 中国标准中有关设施、装备的腐蚀与防护（含设计、建造、施工）标准和规范的分类统计：



## 其他国家（地区）标准的分类统计



## 国内标准的差距

- 标准的全面性：
  - 标准空缺：很多标准待制订
  - 标准内容的完整性：标准的内容不完整
- 标准的时效性：标准更新替代慢，部分标准老旧
- 标准的先进性：部分标准需采用等效的国际标准或国外标准
- 标准的可操作性
- 标准的统一性：
  - 国家标准数量较小
  - 不同的标准之间存在差异
- 标准制定方之间缺乏相互协调

## 四、我国标准与国际标准制定方法、应用水平的主要差别

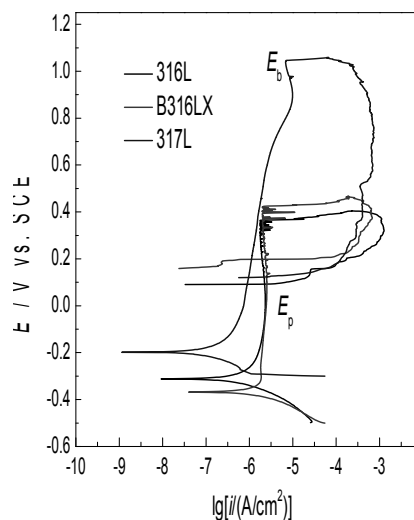


举例：我国不锈钢研究、生产与各领域用户企业（包括设计单位）标准制定与采用方面的普遍缺陷在哪里？为什么各行业都会出现大面积失误？

- 缺少原始数据库、缺少预测依据
- 性能标准掌握：直译盲修，无数据库导致对适用性不了解（核电、海工、化工、冶标）
- 钢种标准掌握：没有系统评判机制，采用品牌自动匹配方法（宝钢2004年、太钢2012年起步）
- 标准应用：非常混乱
- 各设计单位缺少腐蚀专业毕业生、缺经验
- 腐蚀数据是生产、装备制造与用户企业的核心机密，各用户不能共享。

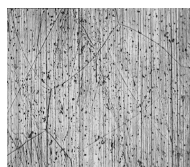
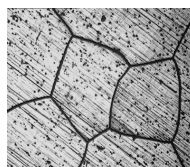
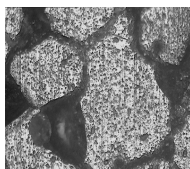
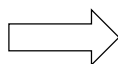
- 1、浸泡  $\text{FeCl}_3 + \text{HCl}$  35°C W
- 2、极化曲线  $E_b$
- 3、循环极化  $E_p$  (1M 20mV 10-4A)
- 4、浸泡CPT
- 5、温度扫描绝对CPT
- 6、温度循环扫描绝对CPT
- 7、温度扫描条件CPT
- 8、温度循环扫描条件CPT

红字对316以下所有钢种都适用



解读问题

草酸  
过硫酸铵  
硝酸  
硝酸/Cr6+  
硫酸/硫酸铁  
硫酸/硫酸铜  
硝酸/氢氟酸  
硝酸/氟化钠  
盐酸  
恒电位法  
EPR

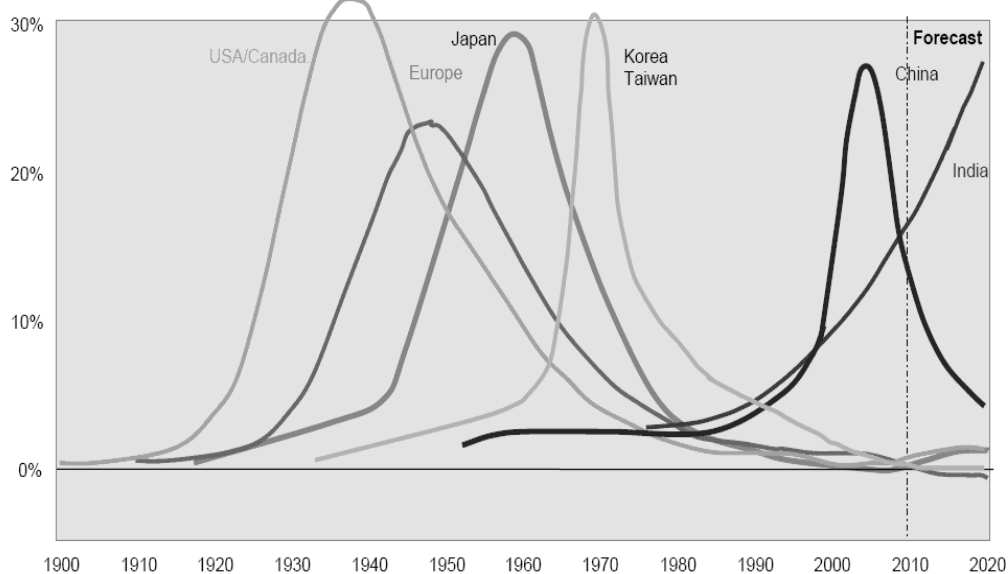


选择问题

蓝字对304、316适用

各设计院与大企业中央研究院有分工地对国外  
工作系统重复是必要的

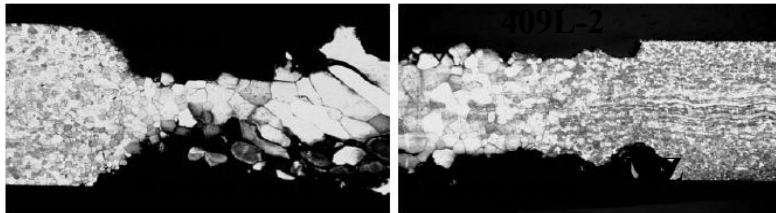
Growth rate of crude steel production (%)



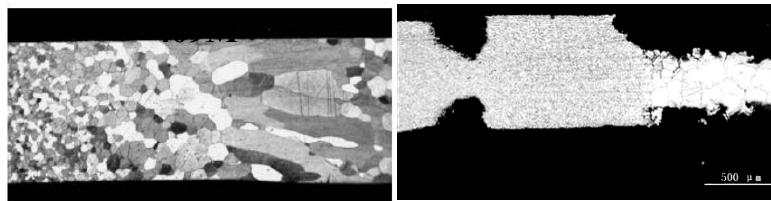
## 五、ISO标准制定方法举例

(宝钢不锈钢技术中心/复旦大学“低铬铁素体晶间腐蚀评价标准”)

Ti



Ti +Nb



IGC on fusion zone and HAZ  
6%CuSO<sub>4</sub>+16%H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>+Copper 16h (20±5h in ISO  
3651-2)

晶间腐蚀评价目的:

- 评价真实焊缝抗力
- 评价合金本征抗力

主要困难:

- 晶间腐蚀机制不唯一

评价方法不唯一

- 在贫铬机制下，晶间晶内差别有大有小

不同方法中相关参数窗口窄

草酸

过硫酸铵

硝酸

硝酸/Cr6+

硫酸/硫酸铁

硫酸/硫酸铜

硝酸/氢氟酸

硝酸/氟化钠

盐酸

恒电位法

EPR

↔ 今天主要介绍

## 95年实验解读

Hatfield:  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 5.7\% \text{CuSO}_4$

Krupp公司Strauss: 修改推广, 无铜,  $15.7\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 5.7\% \text{CuSO}_4$ , 72小时 (声电弯金 ASTM A393-63)

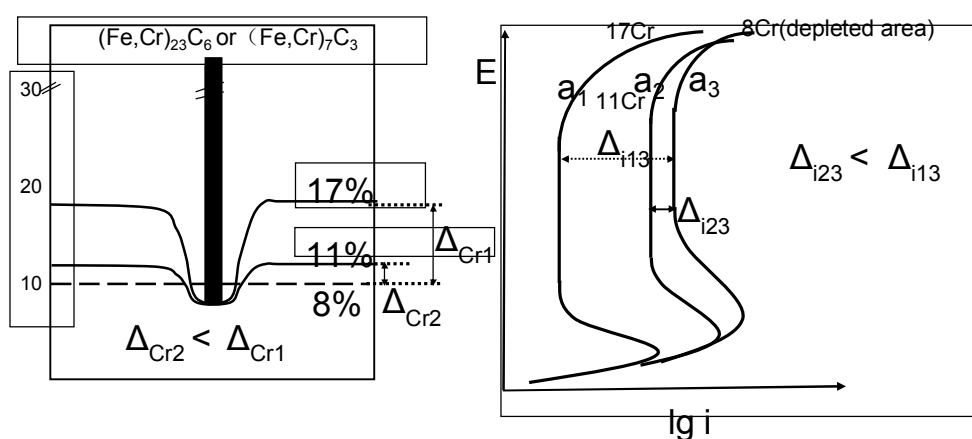
硫酸: 活化, 浓度与Cr含量影响 (腐蚀率单调加速上升),

硫酸铜: 钝化, 少时羊毛状沉淀, 增加可以避免 (极化曲线形状),

铜: ASTM15\_国16\_ISO20+-5h, 304/316加速实验: 沸腾装置无铜0.34V、有铜不接触0.13V接触0.06V 及机理

1965年机理细化, 铜-SS电偶: 无硫酸铜SS阳极且析氢, 有时阴极SS不析氢晶界腐蚀

1982年至今, 低铬降硫酸浓度



## 焊缝腐蚀思路（只含贫铬情况）

思路1:

低铬铁素体不锈钢晶粒含铬量低，寻找合适的溶液，使得晶粒保持钝化的同时能腐蚀晶界。

高铬不锈钢—50%硫酸+6%硫酸铜；  
中铬不锈钢—16%硫酸+6%硫酸铜+铜

降低硫酸浓度  
或者减少浸泡时间。  
尝试其它

低铬在给定溶液条件下的活化正是为中高铬所利用，在11-14Cr铁素体不锈钢中是否具有线性外推规律还不清楚。

- 简单考虑：降酸
- 复杂考虑：变铜、硫酸铜

## 本征抗力腐蚀评价思路和难点

思路2:

Ti、Nb稳定化的超纯FSS可以抗晶间腐蚀，焊接是问题所在。焊接的高温区活化C，中温区相当于敏化过程，从而造成焊缝区出现晶间腐蚀。

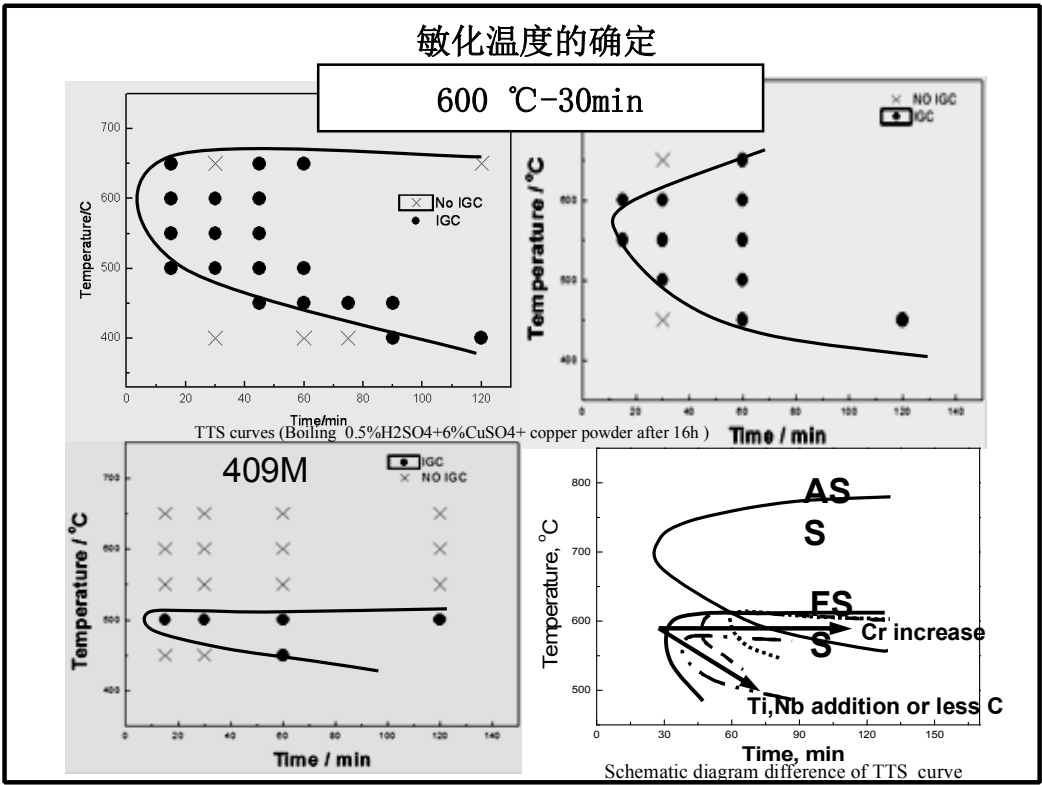
不同焊接工艺带来不同的热过程，导致不同的腐蚀程度。

采用敏化的方法揭示材料本征抗力（与焊接工艺无关但反映的是可焊接性），主要是澄清大面积规律与实际件对比。

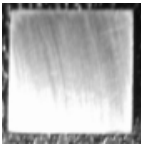
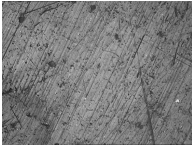
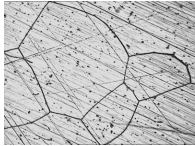
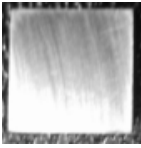
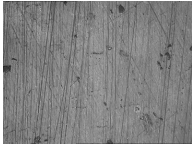
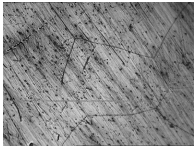
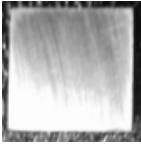
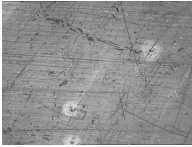

难点:

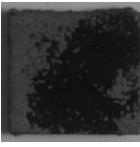
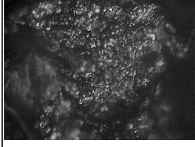
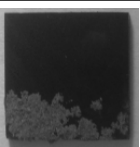
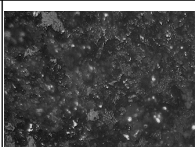
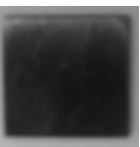
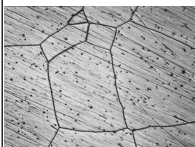
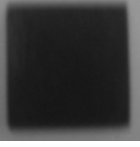
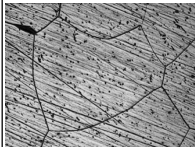
焊接热过程复杂。本征表征时，若过活化C，则导致Ti，Nb的作用被降低；若不活化C，则评价困难。

- 对历史文献详细解读：3因素作用来源？
- 结论：需对组织演变系统揭示

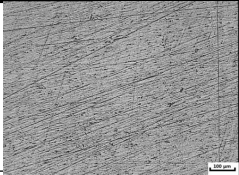
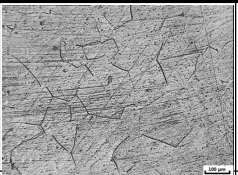
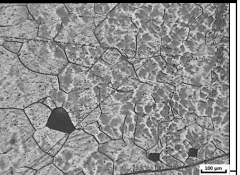
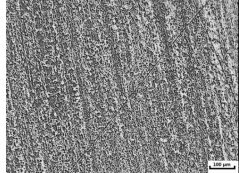
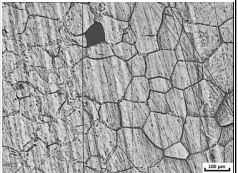


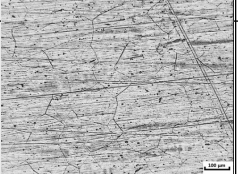
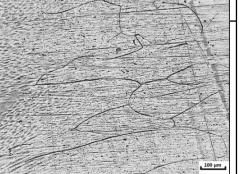
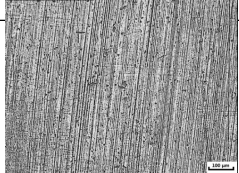
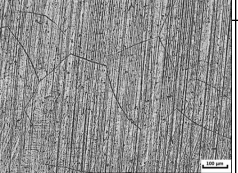
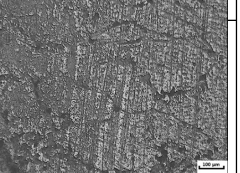


V Test with $H_2SO_4+CuSO_4+Cu$					
The effect of Sulfuric acid on evaluating IGC susceptibility of low-Cr FSS					
Steels	Solution	Time	Aspect before immersion	Unpolished after immersion	Polished after immersion
409L	10% $H_2SO_4$ +6% $CuSO_4$ +Cu	15h			
409L	5% $H_2SO_4$ +6% $CuSO_4$ +Cu	15h			
409L	2% $H_2SO_4$ +6% $CuSO_4$ +Cu	15h			

V Test with $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$					
The effect of Sulfuric acid on evaluating susceptibility to IGC of low-Cr FSS					
Steels	Solution	Time	Aspect before immersion	Unpolished after immersion	Polished after immersion
409L	$0.5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	15h			
409L	$0.1\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	15h			
409L	$0.01\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	15h			

Solution composition	Immersion temperature	Boiling time	Aspect after immersion	Metallographic observation
$0.5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 6\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	boiling	10h		
$0.5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 7\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	boiling	10h		
$0.5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 8\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	boiling	10h		
$0.5\% \text{H}_2\text{SO}_4 + 9\% \text{CuSO}_4 + \text{Cu}$	boiling	10h		



Steels	Base metal	HAZ	Fusion zone
#1			
#2			
#3			
#4			

## 结论（10000数据基础上）

本征敏感性适用：

1200℃, 0.5h  
600℃, 0.5h

焊接件同时适用：

Test pieces after welding shall be tested in the as-welded condition

介质条件：

0.5% $\text{H}_2\text{SO}_4$ +24% $\text{CuSO}_4$ +Cu 15h



# NACE 国际标准化工作

NACE International Technical Standards

杜邦公司 工程技术主管

NACE 国际技术协调委员会 国际事务主任

布莱恩·萨尔达尼亚

Brian J.Saldanha

Technical Director, DuPont Engineering,  
also the Chairman of International Technical Activities of  
NACE Technical Coordination Committee (TCC)

## 概 述

美国防腐蚀工程师协会（NACE）是全球发展腐蚀防护和控制规则、认证和教育的领导者，在提高公众对腐蚀控制和预防技术的认识方面做出了很大的贡献。自 1943 年成立并发展至今，NACE 已制定了 155 项腐蚀专业的国际标准，拥有 363 个技术委员会，其主要工作包括调查、研究和介绍腐蚀技术的发展动态，设置共同的行业标准，为美国，加拿大和其他许多国家的会员和非会员提供各类培训项目，还为世界各地的技术人员提供涂装检验、阴极保护、管道工程等多种专业资格认证。NACE 标准覆盖了腐蚀防控的各个领域，包括通用防腐技术、阴极保护、管线涂装、检验等方法、设计标准。在未来，NACE 将继续关注、加强与中国在教育培训、认证、标准化等方面的合作，着力保护中国人民、资产和环境免受腐蚀侵害。

# **NACE International Technical Standards**

**Brian J. Saldanha**  
**International Technical Activities Chair**  
**NACE Technical Coordination Committee (TCC)**  
**November 3, 2014**



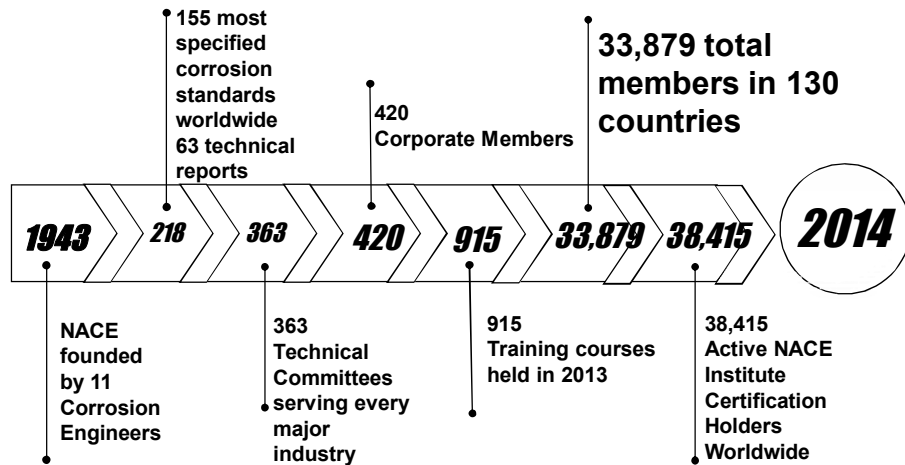
## **Overview of Talk**

- **NACE Background**
- **NACE Standards**
- **International Technical Activities**
  - Formation of STAGS (Section Technology Advisory Groups) to meet local international area/section technical needs



# NACE INTERNATIONAL

Protecting people, assets, and the environment from corrosion



## NACE INTERNATIONAL LARGEST ORGANIZATION OF CORROSION PROFESSIONALS

	GROWTH		
	Total Membership	Total Membership	Beyond US & Canada
1946	801		1%
1986	15,003		13%
1995	15,240	2%	17%
2000	15,343	1%	17%
2006	16,003	4%	20%
2007	17,491	9%	24%
2009	21,000	20%	31%
2011	25,723	22%	
2012	28,446	11%	
<b>2013</b>	<b>33,244</b>	<b>17%</b>	

### April 2014

**33,832 members in**

- 110 countries
- 8 Areas
- 135 Sections
- 25 Student Sections/14 Countries

### 45% Members outside USA

**USA: 18,465**

**Canada: 3,465**

**China: 1,326**

**India: 1,071**

**Australia: 984**

**UK: 930**

**Saudi Arabia: 482**

**UAE 429**



## SERVING MEMBERS WORLDWIDE



## 5 YR PLAN GOAL - GLOBALIZATION

- ▶ Members and customers will be served globally by a local NACE presence.
- ▶ Increase the relevance of NACE's products, services and membership, to our members and customers, at the local level through decentralization.
- ▶ Increase the recognition of NACE's standards and certification worldwide for their adoption at the local or national level.
- ▶ Increase involvement and influence with ISO and other standard development organizations.
- ▶ China currently plays a very important role in NACE International and we expect that to increase in the future
- ▶ Goal: increase our service to the Chinese Corrosion Community. We realize China's needs are unique and not necessarily the same as those in the US and elsewhere in the world



## INDUSTRY SECTORS SERVED BY NACE MEMBERS TODAY



**Infrastructure**



**Utilities**



**Transportation**



**Production &  
Manufacturing**



**Government**



## NACE INSTITUTE CERTIFICATIONS

- **NACE is accredited by the International Association of Continuing Education and Training**
- **Certifications are typically awarded through an application process following successful completion of:**
  - required courses and exams
  - specified education level
  - specified work experience





## A SAMPLE OF NACE INSTITUTE CERTIFICATIONS

### Coating Inspector Program (CIP)

- CIP Level 1
- CIP Level 1—Bridge Specialty
- CIP Level 1—Marine Specialty
- CIP Level 1—Nuclear Specialty
- CIP Level 2
- CIP Level 2—Bridge Specialty
- CIP Level 2—Marine Specialty
- CIP Level 2—Nuclear Specialty
- CIP Level 3
- CIP Level 3—Bridge Specialty
- CIP Level 3—Marine Specialty
- CIP Level 3—Nuclear Specialty

### Cathodic Protection (CP) Program

- CP 1—Tester
- CP 2—Technician
- CP 2—Technician—Maritime
- CP 4—Specialist

### Pipeline Industry Program

- Internal Corrosion Technologist
- Senior Internal Corrosion Technologist
- Internal Corrosion Specialist
- PCIM Technician
- PCIM Technologist



## A SAMPLE OF NACE INSTITUTE CERTIFICATIONS

### General Corrosion Program

- Corrosion Technician
- Corrosion Technologist
- Senior Corrosion Technologist
- O-CAT Technician

### General Coatings Program

- Protective Coating Technician
- Protective Coating Specialist
- S-CAT Technician

### Specialty Program

- Corrosion Specialist
- Chemical Treatment Specialist
- Protective Coating Specialist
- Cathodic Protection Specialist
- Internal Corrosion Specialist
- Materials Selection/Design Specialist



## STRATEGIC ROAD MAP FOR STANDARDS

- ▶ Increase NACE International staff presence globally
- ▶ Continuously translate into Chinese and other local languages
  - ▶ Standards (**38** have already been translated into Chinese)
  - ▶ Two pipeline books currently being translated into Chinese
    - ▶ Pipeline Corrosion Control
    - ▶ Cathodic Protection System for Deep Anode System
- ▶ Enable remote access to standards development activities
- ▶ Create mechanism for local development of standards to meet local needs
  - ▶ Formation of local technical task groups to develop standards  
(*2 pipe-line standards are currently being developed in China*)
  - ▶ Meetings and standards development in local language
  - ▶ Discuss with local standards-governing bodies in China, e.g., CIATA, CPS



## Standards

- **363 Technical Committees**
- **218 Standards and Technical Reports**
  - **38** translated into Chinese
- **All standards are free to members (if used only by member) and downloadable from NACE's website**
- **Anyone, anywhere can help develop standards**
- **Vote by individual experts, not by countries as in ISO**
- **New structure developed to help International Sections write standards for local use**



## Oilfield Standards



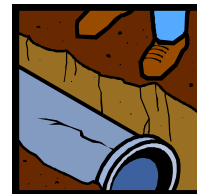
### Corrosion



### Tanks



### Pipeline



### Wells



### Cathodic Protection



## General Corrosion Standards



- NACE/ASTM G193 Glossary of Corrosion-Related Terms (in Chinese)
- TM0172-2001 Determining Corrosive Properties of Cargoes in Petroleum Product Pipelines (in Chinese)
- SP0169 Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
- SP0176 Corrosion Control of Submerged Areas of Permanently Installed Steel Offshore Structures Associated with Petroleum Production
- SP0177 Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems (in Chinese)
- TM0298 Evaluating the Compatibility of FRP Pipe and Tubulars with Oilfield Environments
- 24245 Guide to Improving Pipeline Safety by Corrosion Management
- 35110 AC Corrosion State-of-the-Art: Corrosion Rate, Mechanism, and Mitigation Requirements



## Cathodic Protection Standards

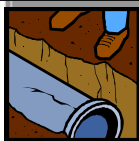
- SP0572-2007 Design, Installation, Operation, and Maintenance of Impressed Current Deep Anode Beds (in Chinese)
- RP0104 The Use of Coupons for Cathodic Protection Monitoring Applications
- SP0186 Application of Cathodic Protection for External Surfaces of Steel Well Casings
- SP0575 Internal Cathodic Protection (CP) Systems in Oil-Treating Vessels
- 10A392 Effectiveness of Cathodic Protection
- 1E100 Engineering Symbols Related to Cathodic Protection
- 35108 One Hundred Millivolt (mV) Cathodic Polarization Criterion
- 35201 Technical Report on the Application and Interpretation of Data from External Coupons Used in the Evaluation of Cathodically Protected Metallic Structures



## Cathodic Protection Standards for Tank and Pipe

- RP0196-2004 Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks (in Chinese)
- RP0285-2002 Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection (in Chinese)
- RP0388-2001 Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Carbon Steel Water Storage Tanks (in Chinese)
- SP0286 Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines
- ANSI/NACE SP0607-2007/ISO 15589-2 (MOD) Petroleum and natural gas industries—Cathodic protection of pipeline transportation systems
- 30105 Electrical Isolation/Continuity and Coating Issues for Offshore Pipeline Cathodic Protection Systems





## Pipeline Coating Standards

- SP0109-2009 Field Application of Bonded Tape Coatings for External Repair, Rehabilitation & Weld Joints on Buried Metal Pipelines ( Chinese)
- SP0185 Extruded Polyolefin Resin Coating Systems with Soft Adhesives for Underground or Submerged Pipe
- SP0298 Sheet Rubber Linings for Abrasion and Corrosion Service
- RP0303 Field-Applied Heat-Shrinkable Sleeves for Pipelines: Application, Performance, and Quality Control (in Chinese)
- RP0375 Field-Applied Underground Wax Coating Systems for Underground Pipelines: Application, Performance, and Quality Control
- RP0399 Plant-Applied, External Coal Tar Enamel Pipe Coating Systems: Application, Performance, and Quality Control
- RP0402 Field-Applied Fusion-Bonded Epoxy (FBE) Pipe Coating Systems for Girth Weld Joints: Application, Performance, and Quality Control
- RP0602 Field-Applied Coal Tar Enamel Pipe Coating Systems: Application, Performance, and Quality Control
- 6A100 Coatings Used in Conjunction with Cathodic Protection



## Pipeline Inspection Standards

- SP0102-2010 In-Line Inspection of Pipelines (in Chinese)
- SP0206-2006 Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas (DG-ICDA) (in Chinese)
- SP0204 Stress Corrosion Cracking (SCC) Direct Assessment Methodology
- SP0207 Performing Close-Interval Potential Surveys and DC Surface Potential Gradient Surveys on Buried or Submerged Metallic Pipelines (in Chinese)
- SP0208 Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Liquid Petroleum Pipelines (in Chinese)
- TM0101 Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection of Underground Storage Tank Systems (in Chinese)
- TM0109 Aboveground Survey Techniques for the Evaluation of Underground Pipeline Coating Condition (in Chinese)
- TM0497 Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems (in Chinese)
- 1D199 Internal Corrosion Monitoring of Subsea Production & Injection Systems



## Standards Translated into Chinese (38)

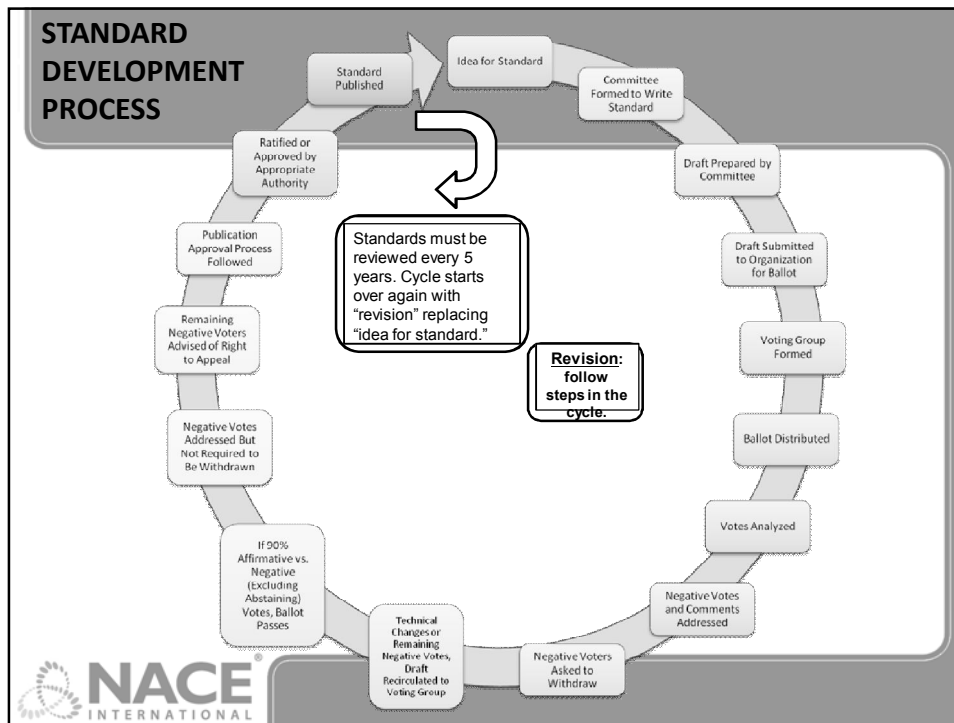
1. NACE/ASTM G193-11a, Standard Terminology and Acronyms Relating to Corrosion
2. SP0198-2010, The Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials—a Systems Approach
3. RP0303-2003, Field-Applied Heat-Shrinkable Sleeves for Pipelines: Application, Performance, and Quality Control
4. RP0176-2003, Corrosion Control of Steel Fixed Offshore Structures Associated with Petroleum Production
5. MR0103-2012, Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments
6. TM0284-2011, Evaluation of Pipeline and Pressure Vessel Steels for Resistance to Hydrogen-Induced Cracking
7. NACE MR0175/ISO 15156, Petroleum and natural gas industries—Materials for use in H<sub>2</sub>S-containing environments in oil and gas production
8. RP0169-2002, Control of External Corrosion on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
9. SP0285-2011, Corrosion Control of Underground Storage Tank Systems by Cathodic Protection
10. SP0502-2010, Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology
11. TM0172-2001, Determining Corrosive Properties of Cargoes in Petroleum Product Pipelines
12. SP0296-2010, Guidelines for Detection, Repair, and Mitigation of Cracking of Existing Petroleum refinery Pressure Vessels in Wet H<sub>2</sub>S Environments
13. SP0196-2011, Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
14. RP0388-2001, Impressed Current Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks
15. SP0208-2008, Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Liquid Petroleum Pipelines
16. SP0110-2010, Wet Gas Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines
17. SP0210-2010, Pipeline External Corrosion Confirmatory Direct Assessment
18. TM0497-2012, Measurement Techniques Related to Criteria for Cathodic Protection on Underground or Submerged Metallic Piping Systems
1. SP0207-2007, Performing Close-Interval Potential Surveys and DC Surface Potential Gradient Surveys on Buried or Submerged Metallic Pipelines
2. SP0177-2007, Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on Metallic Structures and Corrosion Control Systems
3. NACE No. 1/SSPC-SP 5, White Metal Blast Cleaning
4. NACE No. 10/SSPC-PA 6, Fiberglass-Reinforced Plastic (FRP) Linings Applied to Bottoms of Carbon Steel Aboveground Storage Tanks
5. NACE No. 2/SSPC-SP 10, Near-White Metal Blast Cleaning
6. NACE No. 4/SSPC-SP 7, Brush-Off Blast Cleaning
7. NACE No. 12/AWS C.2.23M/SSPC-CS 23, Specification for the Application of Thermal Spray Coatings (Metalizing) of Aluminum, Zinc, and Their Alloys and Composites for the Corrosion Protection of Steel
8. NACE No. 3/SSPC-SP 6, Commercial Blast Cleaning
9. NACE No. 6/SSPC-SP 13, Surface Preparation of Concrete
10. RP0102-2002, In-Line Inspection of Pipelines
11. RP0287-2002, Field Measurement of Surface Profile of Abrasive Blast-Cleaned Steel Surfaces Using a Replica Tape
12. SP0288-2011, Inspection of Linings on Steel and Concrete
13. SP0102-2010, In-Line Inspection of Pipelines
14. SP0108-2006, Corrosion Control of Offshore Structures by Protective Coatings
15. SP0109-2009, Field Application of Bonded Tape Coatings for External Repair, Rehabilitation, and Weld Joints and Buried Metal Pipelines
16. SP0206-2006, Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas
17. SP0472-2010, Methods and Controls to Prevent In-Service Environmental Cracking of Carbon Steel Weldments in Corrosive Petroleum Refining Environments
18. SP0572-2007, Design, Installation, Operation, and Maintenance of Impressed Current Deep Anode Beds
19. TM0109-2009, Aboveground Survey Techniques for the Evaluation of Underground Pipeline Coating Condition
20. SP0113-2013, Pipeline Integrity Method Selection



## Where Do Standards Come From?

### ■ Committees develop standards





## NACE Standards Development

- Based on openness, transparency, consensus
- Everyone who wants may contribute
- All objections must be addressed
- Requires minimum 90% vote to pass (2<sup>nd</sup> round)
- Accredited by American National Standards Institute (ANSI)
  - ANSI is U.S. member of International Organization for Standardization (ISO)

## NACE and ISO

- **NACE's participation in ISO activities is on the increase**
  - Many countries and businesses require ISO standards
  - Global relevance is important for NACE
  - Collaboration when it benefits industry
- **NACE is member of ANSI (U.S. member body to ISO)**
- **ISO: One country, one vote**
- **NACE-coordinated response on ISO standards is needed in the best interest of NACE**
- **NACE has developed a process for either adopting ISO standards, or having ISO adopt NACE standards**



## Global Objective of NACE's Technical Coordination Committee (TCC)

**How can NACE TCC better serve the corrosion community in the various international areas and sections outside North America?**



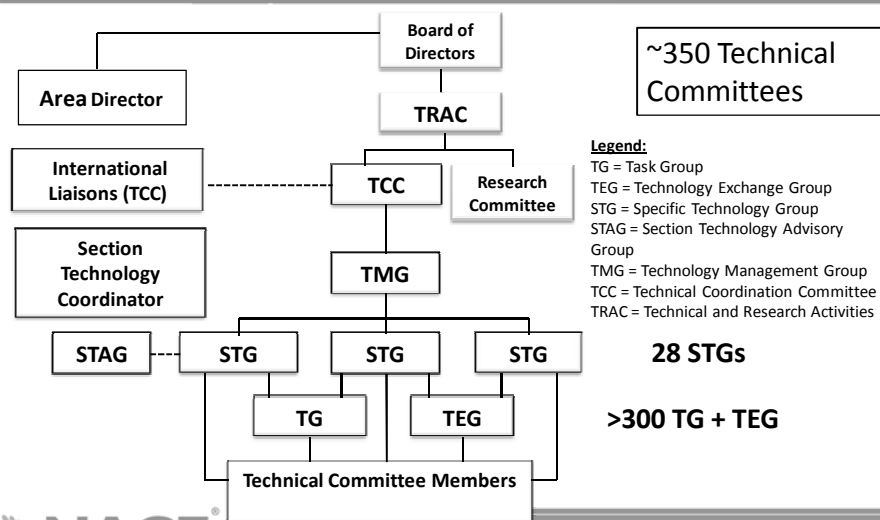


## What is TCC ? (Technical Coordination Committee)

- TCC is the main governing committee for technical committees that oversees and coordinates technical committee activities in NACE International
- Activities include:
  - Developing and maintaining NACE standards & reports
    - » Over 150 standards and 60 Reports; free downloads for members
  - Holding Technical Information Exchanges (TIE) & Symposia
    - » 40 symposia and 400-500 technical papers at Conference
- Standards, publications, TIEs, and symposia have also been jointly developed with, or adopted by other international organizations, e.g., ISO, ASTM, API, CIATA, SSPC, EFC, etc.



## Technical Coordination Committee (TCC) (STAG Formation approved by NACE Board March 2014)



## STGs within 5 TMGs

Find an STG that interests you from the list and sign up to be a member!

### COATINGS AND CONCRETE

- STG 01, Reinforced Concrete
- STG 02, Coatings and Linings, Protective: Atmospheric
- STG 03, Coatings and Linings, Protective: Immersion and Buried Service
- STG 04, Coatings and Linings, Protective: Surface Preparation
- STG 43, Transportation, Land

### CATHODIC PROTECTION & OTHERS

- STG 05, Cathodic/Anodic Protection
- STG 06, Cleaning, Chemical and Mechanical
- STG 10, Nonmetallic Materials of Construction
- STG 11, Water Treatment
- STG 35, Pipelines, Tanks, and Well Casings

### CORROSION SCIENCE & TECHNOLOGY

- STG 08, Corrosion Management
- STG 60, Corrosion Mechanisms
- STG 61, Inhibition—Corrosion and Scaling
- STG 62, Corrosion Monitoring & Measurement Science and Engineering Applications

27

### OIL & GAS INDUSTRY

- STG 30, Oil and Gas Production—Cathodic Protection
- STG 31, Oil and Gas Production—Corrosion and Scale Inhibition
- STG 32, Oil and Gas Production—Metallurgy
- STG 33, Oil and Gas Production—Nonmetallics and Wear Coatings (Metallic)
- STG 34, Petroleum Refining and Gas Processing

### CHEMICAL PROCESSING INDUSTRY (CPI)

- STG 36, Process Industry—Materials Performance in Chemicals
- STG 37, Process Industry—High Temperature
- STG 38, Process Industry—Pulp, Paper, and Biomass Conversion
- STG 39, Process Industries—Materials Applications and Experiences
- STG 40, Military and Aerospace Systems and Facilities
- STG 41, Electric Utility Generation, Transmission, and Distribution
- STG 44, Marine Corrosion: Ships and Structures
- STG 45, Pollution Control, Waste Incineration, and Process Waste

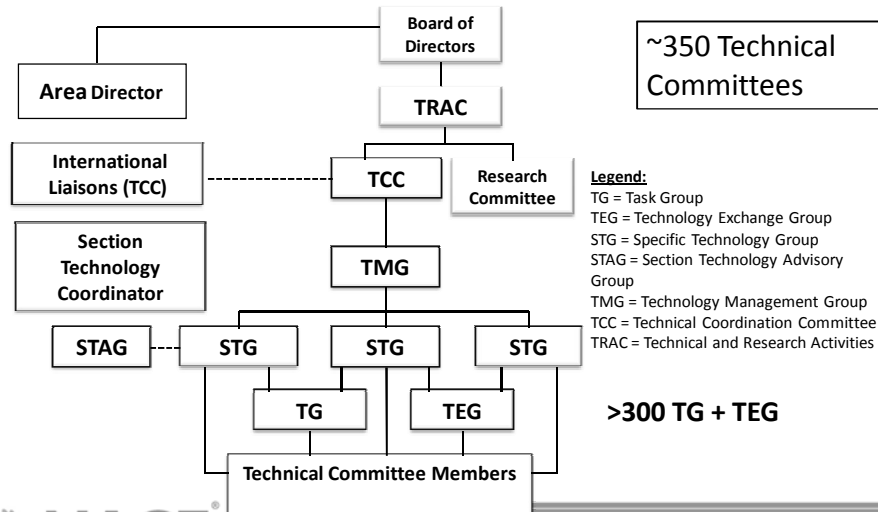


## TCC INTERNATIONAL LIAISONS

- **TCC established a TCC International Liaison Committee to serve an important role by:**
  - Collaborating with Liaisons from international Sections to spur technical activities in the local areas and sections
  - Helping meet expectations and needs of members from international Sections
- **The Liaison Committee is initiating the formation of STAGs (Section Technology Advisory Groups) in the local areas to address the Section or Area needs**



## Technical Coordination Committee (TCC) (STAG Formation approved by NACE Board March 2014)



## New “STAG” PROGRAM Approved by NACE Board March 2014

- **Section Technology Advisory Groups (STAGs)**
  - STAGs are being initiated in the International Sections and Areas to address the technical needs of the local members
  - Any NACE International member from anywhere may be a member of a STAG.
  - STAGs will identify standards or reports that could be developed, revised, and/or translated
  - STAGs will collaborate with the local standards governing organizations and key decision makers for that country(s) to address local technical needs



## TCC/STAG & TG Activities in China

- **STAGs in the process of establishment:**

- Corrosion in Pipelines
- Corrosion in Oil and Gas
- Coatings
- Corrosion for Refinery
- Corrosion in the Chemical Process industry

- **Task Groups formed for Standards Development**

- TG 034: Pipeline Coatings, External: Gouge Test
- TG 520: Pipeline Coating Peel Strength Test



## DEVELOPMENT/REVISION OF NACE STANDARDS AND REPORTS BY INTERNATIONAL SECTIONS

- May be initiated by international Sections or STAGs
- May be initially created in the local language; official standard shall be balloted and published in English
- Requires formation of a TG (Task Group) reporting to an administrative STG within TCC
- Procedures for standard or report development in *Technical Committee Publications Manual (TCPM)* must be followed



## CONCLUSIONS

- **NACE International is committed to continuing to serve the Chinese corrosion community**
- **NACE International is focused on increasing our understanding of the Chinese corrosion needs for training, certification, and standardization**
- **Through our members in China, NACE International is working hard to protect Chinese people, assets, and the environment from corrosion**
- **Your participation is critical !**





# 原油油船货油舱耐蚀钢性能标准

Performance Standard for Corrosion Resistant Steel for  
Cargo Oil Tanks of Oil Tankers

中国船级社上海规范研究所 规范研究部副主任

黑 明

Hei Ming, Deputy Director of Rules R&D Department

Shanghai Rules and Codes Research Institute of

China Classification Society (CCS)

## Abstract

In 2010, the International Maritime Organization passed the 'Performance Standard for Alternative Means of Corrosion Protection of Cargo Oil Tanks in Crude Oil Tankers' [MSC.289 (87)], for the use of corrosion resistant steel instead of coating anticorrosion in the cargo oil tank deck area and the inside floor area. In order to coordinate the implementation of MSC.289 (87), China Classification Society has drafted the 'Guidelines for Survey of Corrosion Resistant Steel of Cargo Oil Tanks in Crude Oil Tankers'. Based on this standard, this paper makes some recommendations on tests and application of corrosion resistant steel of oil tanks in crude oil tankers



# 原油油船货油舱耐蚀钢性能标准

黑 明

(中国船级社上海规范研究所)

## 一、背景介绍

进入 21 世纪的中国经济持续飞速发展，中国已经成为世界第二原油消耗大国，原油消耗量和进口量逐年攀升。随着我国原油消耗量的增大，海上石油运输的重要战略地位日趋凸显。当前，进口原油 90%以上依靠大型油轮、超大型油轮进行运输。现有油船的货油舱大部分使用的是传统的 AH32、AH36 级别高强船板，虽然能够满足建造和使用过程中的强度、韧性及焊接性能要求，但是在服役过程中这些船板耐腐蚀性能较差，特别是近年来中东高硫、高酸原油大量出口、运输，油船货油舱的腐蚀问题日益严重，使得油船的寿命大大缩短，甚至威胁到原油运输的安全。

2010 年国际海事组织 (IMO) 在海上安全委员会 (MSC) 第 87 次会议上通过 SOLAS II-1 章第 3-11 条，要求原油油船货油舱应采用保护涂层或替代防腐措施进行防腐，而耐蚀钢是目前唯一被认可的替代涂层防腐措施。

## 二、耐蚀钢的试验

### 1 试验装置和试验环境

耐蚀钢试验装置首先应满足《原油油船货油舱防腐保护替代措施性能标准》(MSC. 289 (87) 决议) 的要求。上甲板母材试验的全部试样应在同一容器内进行试验，可以在示意图基础上适当增大直径，以容纳 25 个或更多的试样，也允许在规定时间内更换试样。上甲板试验装置应具有自动进行温度和时间测量、控制和记录的装置，顶盖应有可靠的试样固定装置，且不影响试样的受试表面。试验室应装有废气处理装置和气体泄漏报警装置，在试验时保持良好通风，废气排放应满足国家的相关环保标准要求。如果试验装置的温度和尺寸的测量和控制等，可能影响所达到的腐蚀率，当上甲板试验常规结构钢的腐蚀速率小于 0.05mm/年时，试验容器中的硫化氢气体浓度可以增加，后继所有试验均应维持在此水平上进行。

### 2 试样

常规对比钢的化学成分应基于钢材的熔炼化学成分，并满足《原油油船货油舱防腐保护替代措施性能标准》的要求，满足国家标准符合该化学成分的钢材也允许作为试验中的对比钢。

耐蚀钢试样通常可在临近钢材力学试验取样点附近截取。试样的受试面为近轧制表面，试样的长边平行于轧制方向，试样的尺寸为 $60 \times 25 \times 5\text{mm}$ ，焊缝试验试样的截取应满足试验数量要求，焊缝的宽度，不包括热影响区，应为 $10 \sim 20\text{mm}$ 。试样的尺寸可用千分尺或卡尺准确测量，测量精度为 $0.01\text{mm}$ 。

试样表面均允许机加工平整，但受试面的加工量应不大于 $2\text{mm}$ 。对于厚度过大的钢板，可采用机加工方法将试样从试验面的背面减薄至 $5\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，试样边缘不允许倒角。用于内底板耐腐蚀试验的试样应钻有直径为 $2\text{mm}$ 的悬吊孔，孔边缘应适当倒圆。试验前试样表面应采用600号砂纸对受试面进行打磨。试样应依次经酒精和丙酮和酒精清洗、并用吹风机干燥。随后，每个试样分别进行称重，并予以记录，称量的精度为 $1\text{mg}$ 。

### 3 上甲板试验

上甲板试验所有试样应在试验开始前安装就位，尽可能与进气管保持等距离，应按均匀分布的原则放置，试样相互之间应保持一定间隙。试验室环境温度尽可能受到控制，以使试样和蒸馏水的温度在整个试验周期内按循环要求进行控制。加热/冷却的温度转换时间见图1，同一转换阶段（如冷却阶段、保温阶段或加热阶段）的时间差应不大于 $10\text{min}$ ，图2。

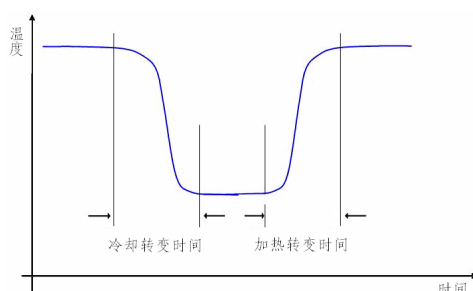


图1 温度转换时间

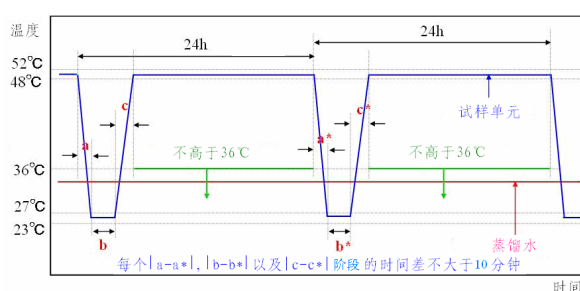


图2 转换时间的控制

上甲板试验时，通常以下列两组不同组份的气体等量混合后注入试验容器中：

- (1)  $(8 \pm 2)\%$  氧气、 $(26 \pm 4)\%$  二氧化碳， $(200 \pm 20)\text{ppm}$  二氧化硫，氮气余量；
- (2)  $(1000 \pm 100)\text{ppm}$  硫化氢和氮气余量。

在试验开始后的 $24\text{h}$ 内气体流量应控制在 $(100 \pm 5)\text{ml/min}$ 范围内，随后的气

体流量应控制在(20±1) ml/min 范围内。当需要中途提取/更换阶段试样时, 应在试样处于高温的时间段关断试验气体, 先用适量的100%氮气吹除试验装置中的腐蚀气体, 至试样干燥后取出/更换试样。取样/更换的时间一般不超过4h。通常置入新试样后, 重新按要求控制试验气体和流量, 建立腐蚀环境。

#### 4 内底板试验

内底板试验的溶液应以按如下要求配制:

(1) 每1000ml 蒸馏水或去离子水加15ml 浓度为6mol/L 的盐酸, 再加113g 的氯化钠, 充分混合而成。

(2) 母材试验通常准备3份试验溶液, 焊缝试验通常准备7份试验溶液。

(3) 配制好的每份溶液取2个10ml 的小样用蒸馏水或去离子水稀释。一份稀释10倍, 另一份稀释100倍, 用经校准的 pH 仪测量稀释后的液体酸度。所测得的 pH 值应满足:

对稀释10倍的溶液:  $2.1 \pm 0.2$

对稀释100倍的溶液:  $3.1 \pm 0.2$

(4) 若液体的酸度不满足要求, 可用盐酸溶液调整原始试验溶液, 以使稀释后的溶液达到上述 pH 值的要求。

(5) 装有配制好的溶液的容器置于30℃的恒温槽内备用。为防止试验溶液的蒸发, 容器口应用塑料薄膜或其他适用材料密封覆盖。

内底板试验时, 揭去塑料薄膜, 将穿有细尼龙线的试样悬挂在容器的中心。内底板试验可将每个试样各置于一个容器中, 也可多个试样共置一个容器中, 但试验腐蚀介质应不低于规定的面积比(每个试样约1L 试验溶液)。当多个试样共置一个容器中时, 试样的间距一般不小于30 mm。试验过程中应将容器加膜密封, 防止溶液蒸发浓缩。每隔24小时将试样取出置于另一份同样的溶液中。达到时间后提取的试样去除浮锈和包覆物进行称重。

#### 5 焊缝台阶的判定

焊缝试样干燥后制取2个20mm×5mm 的焊缝横截面金相试样。金相试样的纵轴线应与焊缝熔合线垂直, 并使熔合线位于试样长度的中间。试样应嵌入树脂中, 经抛光和硝酸酒精溶液腐蚀, 以使能明显判断试样的焊缝金属和母材。然后置于100倍的光学显微镜下观察试验的受试表面, 并拍照评定。当评定需要角度计算时, 还应增加放大约250倍的照片。

焊缝试样应在金相照片上对台阶进行评定。评定方法如下：

(1) 焊缝的台阶深度应按下述步骤进行计量：

在金相照片上，通过熔合线与腐蚀表面的交叉交点，作一直线 A-B 线垂直于腐蚀平面。作两条表示上阶和下阶的平行线 C-D 和 E-F，每条线应分别在沿母材和焊缝上金属侧，距离每条线从 A-B 线起沿伸至少  $\geq 300 \mu\text{m}$ 。测量金相照片上 A-B 线和每个平均表面线之间交点之间的距离  $r$ , mm。如果若 A-B 线和与焊缝平均表面线的交点高于 A-B 线和母材平均表面线与 AB 线的交点，则该试样的台阶可以忽略。每个试样不连续的台阶深度  $R$  按下列公式计算：

$$R = \frac{r \times 1000}{M} \mu\text{m}$$

式中： $r$ —测量得到的台阶深度，mm；

$M$ —照片的放大倍数。

(2) 若两个金相试样上的台阶深度均不大于  $30 \mu\text{m}$ ，或一个焊缝试样中有一个金相试样的台阶深度超过  $50 \mu\text{m}$ ，则不必进行下述 (3) 的角度计算。

(3) 在放大倍数为 250 的照片上，在母材和焊缝的表面平均轮廓上分别划一直线 CD 和 EF，另在母材表面轮廓最边缘的台阶点和熔合线与焊缝表面的交点作一直线与母材表面轮廓线上的台阶点沿母材表面划的一直线 CD 相交，测量两直线的间的夹角。

(4) 如果两个台阶深度均小于或等于  $30 \mu\text{m}$ ，则不必进行角度测量，该试样可被接受。若两个台阶的深度均小于或等于  $50 \mu\text{m}$ ，且分别测得的角度均小于或等于  $15^\circ$  时，试样也可接受。五个焊缝试样均为判定为无不连续表面时，焊缝腐蚀试验为合格。

### 三、耐蚀钢的应用

建造用的耐蚀钢应为经认可的耐蚀钢，按产品证书允许的适用范围加以应用，焊接也应按认可的焊接工艺进行。

若耐蚀钢与常规钢相连时，原则上面向原油油船货油舱的接头区域常规钢及焊缝处应予以涂层保护，且涂层应延伸覆盖至宽度不低于  $100\text{mm}$  的耐蚀钢处，另外当采用非产品认可证书中指定的焊接材料，或连接两种不同牌号的耐蚀钢时，若未经不相容耐蚀性试验，则焊缝区域，包括相邻母材至少宽度  $100\text{mm}$  范围内，应予以涂装。

在建造过程中，应尽量避免耐蚀钢表面受到有害的影响。必要时可采用适当的措施防止飞溅、弧击、划伤等对钢板表面的影响。

在船厂建造阶段，需要在耐蚀钢结构上安装与不同材料的临时结构，如吊耳等，且未采用耐蚀钢认可证书中指定的焊接材料时，建议对构件联接处加以涂层保护。在去除临时结构时，为不影响耐蚀钢的表面状态，可保留小部分临时结构，并对该区域加以涂层保护。

当采用耐蚀钢作为涂层替代措施在船舶营运中需要修理时，应按下列原则：

- (1) 如果技术文件中给出修理方法，修理应按照所述方法进行。
- (2) 如果需要替换耐蚀钢或涂层构件，建议使用建造期间相同的防腐方法。
- (3) 如果修理期间需使用耐蚀钢，建议使用与建造期间相同牌号的耐蚀钢。
- (4) 如果在应替换的耐蚀钢构件中使用常规钢，常规钢应有涂层。
- (5) 使用的焊接材料的使用范围应通过相关耐蚀钢最新的认可证书确认以确保符合性（焊接材料的牌号标注在认可证书中）。
- (6) 如果不能使用耐蚀钢认可证书中规定的焊接材料，焊缝应有涂层。

#### 四、结论

中国船级社《原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南》对耐蚀钢的试验、认可和应用给出了具体要求，同时中国船级社与参与了中国工信部组织的《基于IMO标准的船用耐蚀钢应用技术研究》，将不断将研究成果纳入指南，为相关业界提供服务。



# 表面处理国际标准的 研究意见及建议

The Study and Suggestion on Surface Preparation  
International Standards and ISO 8501-1:2007

上海外高桥造船有限公司 主任设计师

周 斌

Zhou Bin, Director of Designer

Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co., Ltd.

## Abstract

Since the ISO 8501-1 (Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness —Part 1:Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings) was issued, problems on the steel surface treatment of the world shipbuilding industry have had a reference standard. It clarified the rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings. This paper carried out some studies on preparation grades of Sa1 in ISO 8501-1 and gave some recommendations on application of ISO 8501-1 in ship building.



# 表面处理国际标准的研究意见及建议

周斌

(上海外高桥造船有限公司)

## 一 国际标准内容的介绍

自ISO 8501-1国际标准 (Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings) 发布以来, 世界造船行业关于钢材表面处理的问题就有了参考标准, 其内容向行业诠释了未涂装钢材表面的锈蚀等级及去除旧有涂层的表面处理等级。

该ISO标准将钢材表面的锈蚀程度分为A、B、C、D四个等级, 根据各自情况针对四个锈蚀等级分别作了冲砂、动力工具及火焰三种方法的清理, 而每一种方法又进行了更加细致的冲砂等级 (Sa1, Sa2, Sa2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, Sa3) 和打磨等级 (St2, St3) 处理, 对每一个等级定义的同时也配有照片, 给每一位业内读者最直观的认识。而该标准更是与如今盛行的PSPC规范紧密联系, 成为了PSPC规范的重要理论依据, 这就引起了国内外越来越多的业内人士对该标准的关注。业主与承建方在前期合同谈判时, 也会以此标准作为技术规格书中表面处理部分的技术要求 (下图为ISO标准封面)。



## 二 关于国际标准中 Sa1 表面处理等级的研究

### 1 Sa1 的定义及表现方式

在研究 ISO 8501-1 的过程中，我们发现在采用磨料喷射进行表面处理时，设有 Sa1 的处理等级。Sa1 定义在不放大观察下，表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈、油漆涂层和异物，也可简单解释为轻度冲砂处理，即通过喷射磨料进行扫砂处理。与冲砂相比，扫砂无需彻底清除钢材表面可见物质，会留有车间底漆。

### 2 国内外扫砂工艺的现状

目前，日、韩知名船厂已普遍运用扫砂工艺，国内的中远川崎也已使用多年。据了解，扫砂工艺的推广不仅为这些大型企业提高效率，而且为建造过程中分段甚至总段的外观也更加清洁，帮助企业提升了形象。反观国内，长久以来造船业关于表面处理工艺的思维模式固化，创新节奏缓慢，对扫砂概念亦理解不足，所以这种处理工艺以往并不常见。而 PSPC 规范的到来，让沉寂已久的扫砂概念又重新跃入国人的视野。规范中提及关于扫砂除锈的内容：“完整的车间底漆可以保留，仅需进行扫砂（Sa1）处理。”通过 ISO 标准的定义及 PSPC 规范的许可来判断，正确采用扫砂工艺的清理方式可以减少二次表面处理的工作量。虽然 PSPC 规范实施多年，但是纵观整个中国造船业，二次表面处理还是以 Sa2 及以上的冲砂为主，对扫砂工艺的研究却是时断时续，未有哪家船厂真正将扫砂工艺融入生产中。如何开展扫砂工艺？扫砂工艺推广的前景又如何呢？

### 3 关于扫砂工艺的探索与开发

#### a) 扫砂工艺的理论研究

车间底漆喷涂在经过预处理流水线的钢材表面，可起到临时保护的作用，但在分段建造过程中，经切割、焊接等建造工序，传统车间底漆往往不断遭受破坏，加之跟踪补漆的不及时等因素，分段表面在二次表面处理之前就会产生大面积的锈蚀。这种情况下只能进行彻底的冲砂清理。下图是车间底漆破坏后分段产生锈蚀的照片（图 a-1）。



图 a-1

要想符合 PSPC 规范要求继而推广扫砂工艺，对车间底漆在前道工序中的保留提出了非常高的要求。传统车间底漆无法承受前道工序中的高温破坏，导致破损严重。经过研究，使用耐高温车间底漆代替传统车间底漆，可以解决底漆的保留问题，从而建立扫砂工艺。

#### b) 扫砂工艺的实地模拟

我公司对耐高温车间底漆应用及扫砂工艺的结合进行了长时间的跟踪调研。从耐高温车间底漆的试板试验，到实船分段的扫砂综合模拟，都取得了成功，为未来扫砂工艺的大规模推广打下根基。

##### 1) 耐高温车间底漆的应用试验

通常现场常用于火工校正的温度为  $600^{\circ}\text{C}$ ，我公司试验的耐高温车间底漆最高承受温度可达  $800^{\circ}\text{C}$ 。通过烘烤、焊接喷涂耐高温车间底漆（本节简称试验底漆）的试板后，放置在自然环境下六个月的时间里对锈蚀情况进行观察，试验底漆表现出了良好的耐热性和耐候性。

进入分段模拟期后，对指定分段喷涂试验底漆，并对比同期建造相似船型使用传统车间底漆相同分段的表面情况。经过现场调研，使用试验底漆的零件表面几乎没有锈蚀，但会有焊烟附着。后经证实，焊烟不会影响试验底漆对底材的保护，可通过扫砂去除（见图 b-1，b-2）。

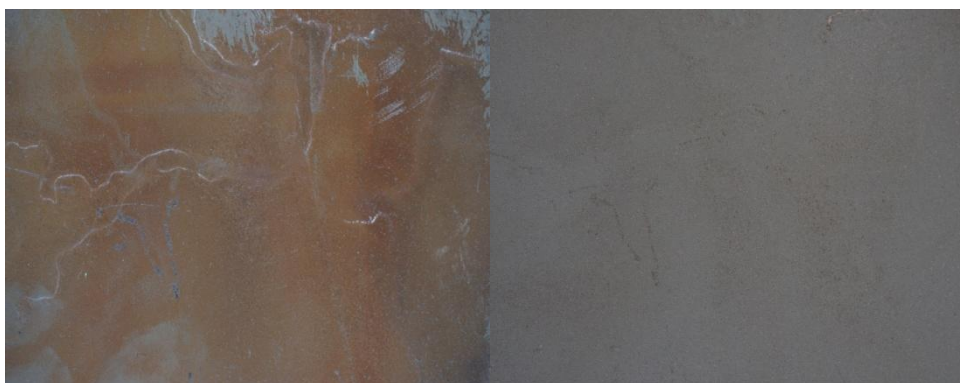


图 b-1 焊烟扫砂前

图 b-2 焊烟扫砂后

除此之外，只在跟踪补漆没做到位的焊缝区域出现锈蚀（见图 b-3~b-4）。试验分段外板火工校正区域，试验底漆保存完好（见图 b-5）。



图 b-3



图 b-4



图 b-5

为了更直观的展示试验底漆的保护性能，在现场还挑选了喷涂传统车间底漆的相同分段作为对比（见图 b-6~b-11）。





图 b-6 试验分段 B152



图 b-7 传统分段 B152



图 b-8 试验分段 B401



图 b-9 传统分段 B401



图 b-10 试验分段 B142



图 b-11 传统分段 B142

在组立阶段同样经过火工校正，试验分段钢板表面锈蚀情况优于对应的传统底漆分段。证明试验底漆能够保留良好，为下一步扫砂工艺的展开奠定了基础。

## 2) 扫砂工艺的试验

当组立后的分段被送到涂装部，也就进入到二次表面处理阶段，扫砂工艺即在该阶段实施。根据涂装工艺及 PSPC 规范要求，完整的车间底漆可以保留，仅需进行扫砂 (Sa1) 处理；对于车间底漆破损区域需进行冲砂处理至 Sa2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> (压载舱) 或 St3 (机舱内)。二次表面处理之前，传统车间底漆由于耐热性较差，经火工校正底漆已在组立阶段被破坏，

此时暴露区域已出现明显锈蚀，故只能冲砂处理；经目视观察，喷涂试验底漆的分段上，底漆大面积处于良好完整状态，可采用扫砂处理的工艺（除焊缝外），以下为两类分段表面处理前外观对比（见图 b-12、b-13）。



图 b-12 传统分段冲砂前



图 b-13 试验分段扫砂前

下图为试验分段扫砂前后的对比图片（见图 b-14~b-19）。



图 b-14 试验分段 152 扫砂前



图 b-15 试验分段 152 扫砂后



图 b-16 试验分段 142 扫砂前

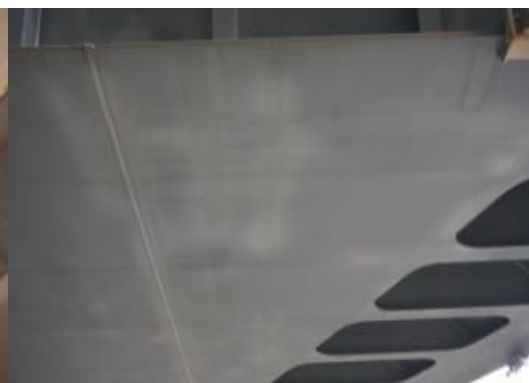


图 b-17 试验分段 142 扫砂后



图 b-18 试验分段 401 扫砂前

图 b-19 试验分段 401 扫砂后

### c) 扫砂工艺与传统工艺的对比分析及总结

#### 1) 建造阶段锈蚀情况平行对比（加工、组立阶段）

由于传统工艺使用的底漆不具有耐高温性能，经过烘烤、火工校正后的底漆破坏严重，一个分段上残留的完整车间底漆面积较小且分散；采用耐高温底漆的分段，经目视观察，底漆大部分处于良好完整状态，且耐候性及抗锈蚀性远优于传统车间底漆。

#### 不同区域对比

耐高温车间底漆

传统车间底漆



外板大面火工后状态



焊缝锈蚀状态





火工区域锈蚀状态

## 2) 二次表面处理平行对比

基于技术规格书与 PSPC 规范的要求：车间底漆破损处及钢板锈蚀处需二次表面处理至 St2/3 或 Sa2-Sa2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>(具体根据不同部位)，完整的车间底漆可以保留，仅作扫砂处理 (Sa1)。结合二次表面处理前，分段使用耐高温车间底漆与传统车间底漆的保留状况及钢板锈蚀情况，耐高温车间底漆分段采用扫砂方式处理，而传统车间底漆采用常规冲砂方式处理。

扫砂处理

冲砂处理



外板二次表面处理后状态



压载舱顶壁二次表面处理后状态





压载舱地板二次表面处理后状态

### 3) 施工效率平行对比

为了比较传统工艺（传统底漆与冲砂处理）与扫砂工艺（耐高温底漆与扫砂处理）的效率，就试验分段的车间底漆余留情况、表面处理时间、清理时间等方面进行了数据整理和分析，具体见下表：

工艺类型		传统工艺	扫砂工艺	传统工艺	扫砂工艺	传统工艺	扫砂工艺
船号/分段号		HXXXX/142	HXXXX/142	HXXXX/152	HXXXX/152	HXXXX/401	HXXXX/401
分段除锈面积 (m <sup>2</sup> )		2062	2118	1946	2155	2239	2730
车间底漆余留面积 (%) - 目测判断	大面 (含外板)	小于 5%	30%左右	小于 5%	30%左右	小于 5%	40%~50%
	焊缝	Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Sa1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Sa1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	40%~50%
表面处理等级							
压力值 (KG)		6	6	6	6	6	6
表面处理时间	人数	11	7	10	10	14	10
	用时 (H)	10	5	13	6	14	6
清砂时间	人数	9	9	12	14	10	14
	用时 (H)	4.5	3	4	2.5	6	4
清洁时间	人数	4	4	5	4	4	4
	用时 (H)	3	3	2.5	2.5	2	2
盐份 (mg/m <sup>2</sup> )		30	20.4	49	30	16.8	43.2

通过上表现场试验数据对比，扫砂工艺与传统工艺相比在二次表面处理效率、清理效率都有明显提升。

d) 扫砂工艺的效益分析

1) 经济效益分析

ISO 8501-1 标准中 Sa1（扫砂）的概念蕴含着巨大的经济潜力。若扫砂工艺得到推广，可以明显节省船舶建造方的成本。

以单个分段，面积 2200 m <sup>2</sup> 为例			
项目	扫砂工艺	传统工艺	备注
施工人数（个）	13	13	1) 施工人数、耗时取平均值
施工时间（小时）	5.1	9.6	2) 施工时间减少了约 47%
成本一			
<b>电能节约</b> （包括厂房照明和除尘设备）：如全面实行扫砂工艺，结合我公司 2013 年的数据，扫砂工艺（0.1789 元/m <sup>2</sup> ）比传统工艺（0.3368 元/m <sup>2</sup> ）节约了 0.1579 元/m <sup>2</sup> 。若涂装部内场分段施工面积为 500000m <sup>2</sup> /月，则每年可大约节省 <b>95 万元</b> 。			
成本二			
<b>动能节约</b> ：如全面实行扫砂工艺，施工面积及人数相同的情况下，施工时间约减少 47%，结合我公司 2013 年的数据，单位动能下降了 3.022 元/m <sup>2</sup> 。若涂装部内场分段施工面积为 500000m <sup>2</sup> /月，每年大约节省 <b>1800 万元</b> 。			
成本三			
<b>磨料节约</b> ：如全面实行扫砂工艺，施工面积及人数相同的情况下，施工时间减少 47%，磨料使用也相应下降。若涂装部内场分段施工面积为 500000m <sup>2</sup> /月，结合磨料市场价格，每年可节约费用约 <b>130 万元</b> 。			
成本四			
<b>涂料节约</b> ：如全面实行扫砂工艺，粗糙度得以降低。根据现场数据测算，可为随后喷涂的油漆节约平均漆膜 43um。若涂装部内场分段施工面积为 500000m <sup>2</sup> /月，结合油漆价格，全年可节省约 <b>860 万元</b> 。			
成本五			
<b>底漆成本增加</b> ：由于耐高温车间底漆采购价格高于传统车间底漆，若预处理流水线喷涂车间底漆面积为 500000m <sup>2</sup> /月，以及更换底漆等因素使年成本增加约 <b>500 万元</b> 。			
<b>根据上述数据综合测算：可节约成本≈2390 万元/年</b>			

## 2) 施工效益分析

通过开展扫砂工艺，施工周期，交验时间、厂房周转率等方面相应得到进一步提升。根据我公司实船扫砂记录的分析，得出以下结论：

- i) 施工效率及周期提升约 50%，如进行系统培训，该施工效率可稳定保持。
- ii) 施工时间缩短，可使扫砂分段提至上午报验，缩短各方等待报验的时间。
- iii) 施工人员能够有充足时间进行厂房“5S”清洁、整理工作，为后续工作做好准备。
- iv) 促使油漆施工提前至下午进行（以往在晚间），更易于控制施工环境的条件。
- v) 提早进行油漆施工，可避免施工人员晚间作业带来的安全隐患及疲劳引起的责任心降低，能够更好地确保施工质量，规范作业流程，降低油漆消耗。
- vi) 扫砂分段车间底漆保留面积较大且粗糙度低，可避免二次除锈后钢板粗糙度过大造成的油漆浪费，为后道涂层消耗系数的降低提供依据。
- vii) 整体施工周期的缩短，使得施工场地周转率明显提高。

## 3) 环保效益分析

现代化造船以“绿色造船”理念为指导，提倡以人为本、保护环境、节能减排。扫砂工艺的实施对于“绿色造船”理念的贯彻，起到了积极的促进作用：

- i) 通过对数据记录的分析，扫砂工艺的应用与传统工艺相比大大降低了能耗，为建设方甚至社会节约了能源，起到节能环保的作用。
- ii) 有效降低磨料的消耗，减少粉尘对环境的排放，降低环境治理的难度。
- iii) 改善施工人员的工作环境。磨料施工后产生的粉尘极多极细，并含有多种重金属元素，被吸入人体后严重威胁员工的健康。施工时间的缩短，使施工人员接触粉尘环境的时间同步减少，降低患有职业病的机率，提高了员工的健康指数。
- iv) 耐高温车间底漆良好的耐候性和抗锈蚀性，使堆放的未涂装分段减少铁锈，改善外观，更好的促进和提升“绿色造船”的概念。

# 三 国际标准在船舶建造中的应用与建议

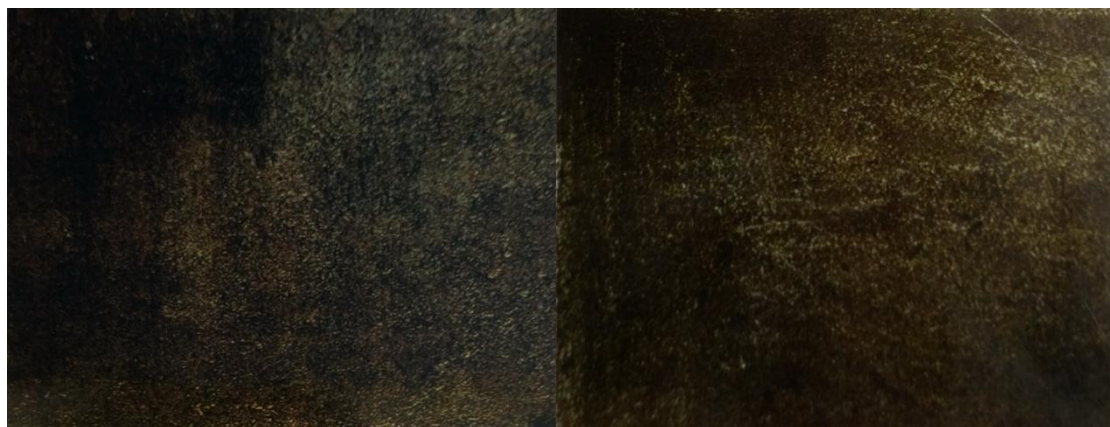
## 1 国际标准的应用难点

该 ISO 标准已在国内广泛应用多年，它的到来为表面处理提供了依据，但随着近年来船舶建造要求的不断提高，国内行业在此方面遇到的问题也开始逐步显露。

首先，尽管该 ISO 标准对锈蚀处理等级作出定义并辅以图片，但是定义描述与图片的关联不够紧密；图片本身也不够清晰，让监造方和建造方产生较多争议。下图为 ISO 标准中的指导图片。



锈蚀等级 B 级 St2 与 St3 的图片对比



锈蚀等级 C 级 St2 与 St3 的图片对比

其次，在实际建造中会遇到更多的结构表面状况，而该标准并没有涵盖，且现有的 ISO 标准内容过于笼统，缺乏更具针对性的指示，施工人员无法对照参考。

## 2 关于标准图片指导的建议

鉴于上述问题的产生，建造方意识到现有的 ISO 标准无法满足施工需求，对内容只有进一步扩充，才能更具施工指导性，更符合建造的需要。

我公司在这方面进行了深入的调研并给出建议。第一，对待处理表面的所在阶段进行划分，分为预处理阶段、分段阶段、后阶段。再根据不同的施工阶段，逐项列出经常发生的所需表面处理的形式。然后针对具体形式再去做相应的等级处理。表面处理及时拍照，目的以照片作为指导标准，为施工人员提供了简单清晰的操作依据。

以下是我公司整理的表面处理表格及自制参考图片。

### 预处理阶段

处理前状态	图片号与处理等级
带氧化皮钢板	A1 —
	A1.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>

### 分段阶段

#### 车间底漆无损

处理前状态	图片号与处理等级
大平面	B1 —
	B1.1 Sw
	B1.2 St3
	B1.3 St2
烟熏	B2 —
	B2.1 Sw
	B2.2 St3
	B2.3 St2
油污	B3 —
	B3.1 Rec

#### 车间底漆有损

处理前状态	图片号与处理等级
火工	C1 —
	C1.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C1.2 St3
	C1.3 St2
点蚀	C2 —
	C2.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C2.2 St3
	C2.3 St2
对接焊	C3 —
	C3.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C3.2 St3
	C3.3 St2
角接焊	C4 —
	C4.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C4.2 St3
	C4.3 St2
三角接焊	C5 —
	C5.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C5.2 St3
	C5.3 St2
补板焊	C6 —
	C6.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C6.2 St3
	C6.3 St2
锈盐析出	C7 —
	C7.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	C7.2 St3
	C7.3 St2



## 后阶段（涂层完工后）

### 表面破损至底材

处理前状态	图片号与处理等级
烧损	D1 —
	D1.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	D1.2 St3
	D1.3 St2
焊接	D2 —
	D2.1 Sa2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
	D2.2 St3
	D2.3 St2
机械破损	D3 —
	D3.1 Rec

### 表面破损未至底材

处理前状态	图片号与处理等级
超复涂期	E1 —
	E1.1 Rec
污迹	E2 —
	E2.1 Rec
表面油漆破损	E3 —
	E3.1 Rec
胶发白	E4 —
	E4.1 Rec

以火工破坏车间底漆和完工涂层原始与各级处理的图片对比为例：

### 火工烧损车间底漆



C1 火工后底漆原始图片



C1.1 火工后底漆冲砂 Sa2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>

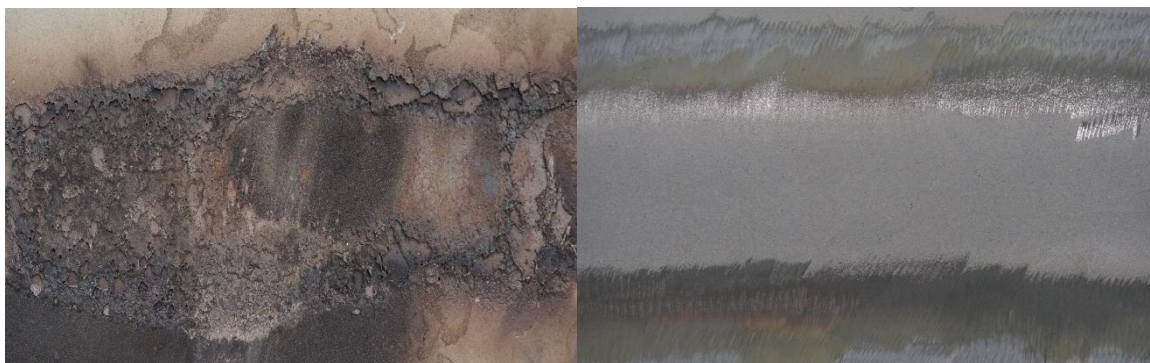


C1.2 火工后底漆动力打磨 St3



C1.3 火工后底漆动力打磨 St2

## 火工烧损完工涂层



D1 火工后完工涂层原始图片

D1.1 火工后完工涂层冲砂 Sa2<sup>1</sup>/<sub>2</sub>



D1.2 火工后完工涂层动力打磨 St3

D1.3 火工后完工涂层动力打磨 St2

通过 ISO 标准的指引，建造方应根据自身特点完善表面处理的形式，并配以准确的图片。在贯彻 ISO 标准的同时，使其与建造方的实际施工柔性对接，为现场施工提供了更加明确的指示，也在项目的交验过程中减少了与监造方的沟通难度。

## 四 结束语

造船业是中国装备制造业的支柱产业，是国家发展战略的重点项目，在世界造船领域也占有着极其重要的地位。而船舶工业快速发展的今天，世界市场的竞争已是越发激烈。中国造船要想在世界舞台上长盛不衰，必须紧跟甚至赶超时代变革的步伐，努力在行业规范、标准中发出自己的声音，才能更准确的掌握发展动向。本文一方面表达了我方对于单一国际标准的研究及建议，同时也是抛砖引玉，希望以此为契机，触动国内行业伙伴的灵感，多多展示来自各方的独到见解，群策群力，为推动中国造船业的进步做出贡献。



# 用于保护层的涂装以及 NACE SP0198-10 标准

Coatings for Use in Insulated Service & NACE SP0198-10

PPG 工业防护及船舶涂料 亚太区防护涂料商务总监

布鲁克·苏世同

Brook Swinston, PC Commercial Director – Asia Pacific

PPG Protective and Marine Coatings

## 概 述

尽管人们通过多种方法来防止腐蚀,但防护层被腐蚀的现象在世界各地仍时有发生。据统计,70%以上的设备维护成本与保护层腐蚀有关,欧洲每年花费将近 7500 万欧元用于清理保护层腐蚀造成的泄漏原油。要增强防护层抗腐蚀性能,就要充分考虑到温度、湿度等多种相关因素。由美国防腐蚀工程师协会(NACE)制定的《隔热和防腐材料的腐蚀控制 - 系统方法》(NACE SP0198-10)对防护层的防腐蚀技术提出了一系列规范性要求,为防护层腐蚀防治、处理提供了有效的方法与良好的建议。



**PPG Protective & Marine Coatings**

Bringing innovation to the surface.™

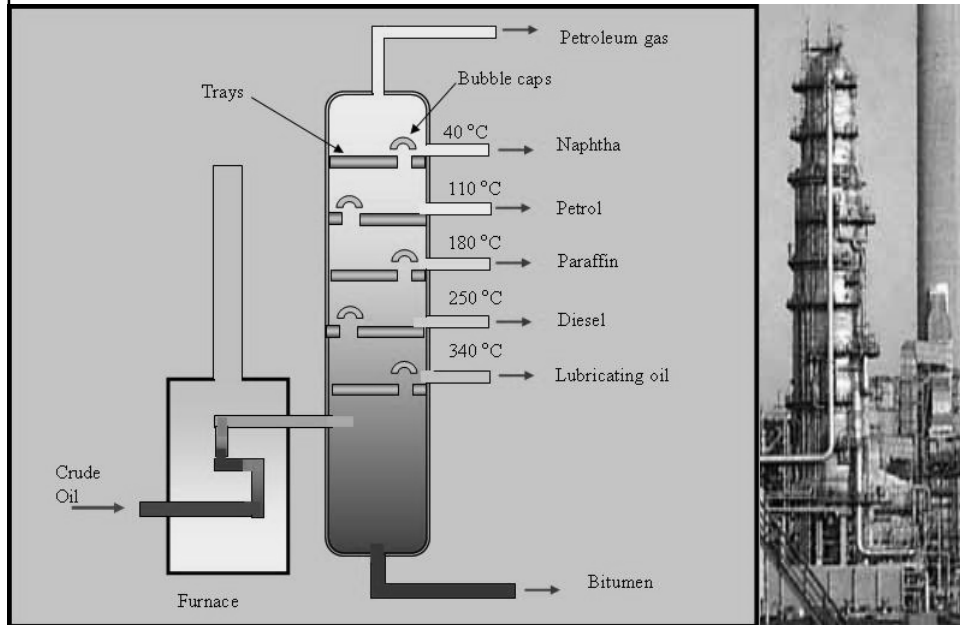
# **Coatings for Use in Insulated Service & NACE SP0198-10**

**Brook Swinston**  
Commercial Director - PC  
[bswinston@ppg.com](mailto:bswinston@ppg.com)

## **Refining and Petrochemical**

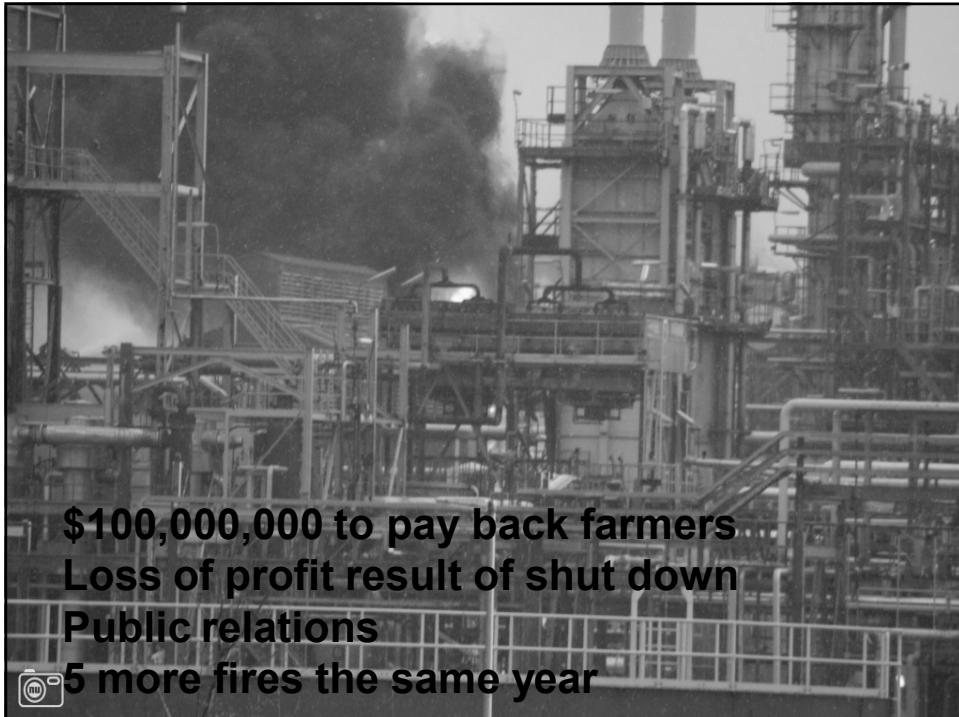


**The oil refining process starts with a fractional distillation column.**



# What is CUI?

## Corrosion Under Insulation



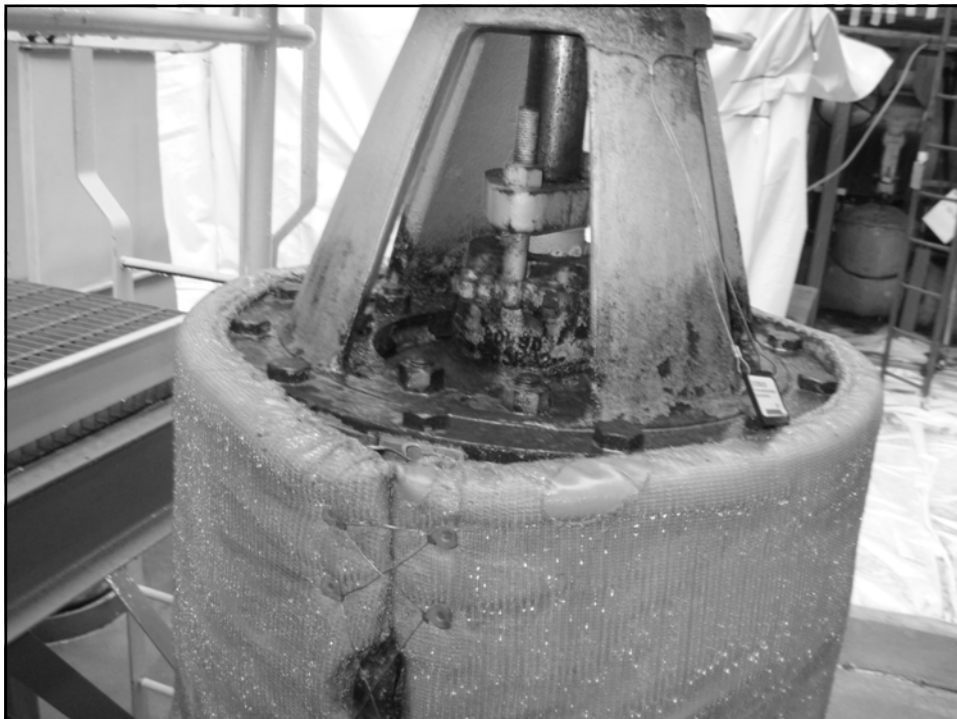
**\$100,000,000 to pay back farmers**  
**Loss of profit result of shut down**  
**Public relations**  
**5 more fires the same year**

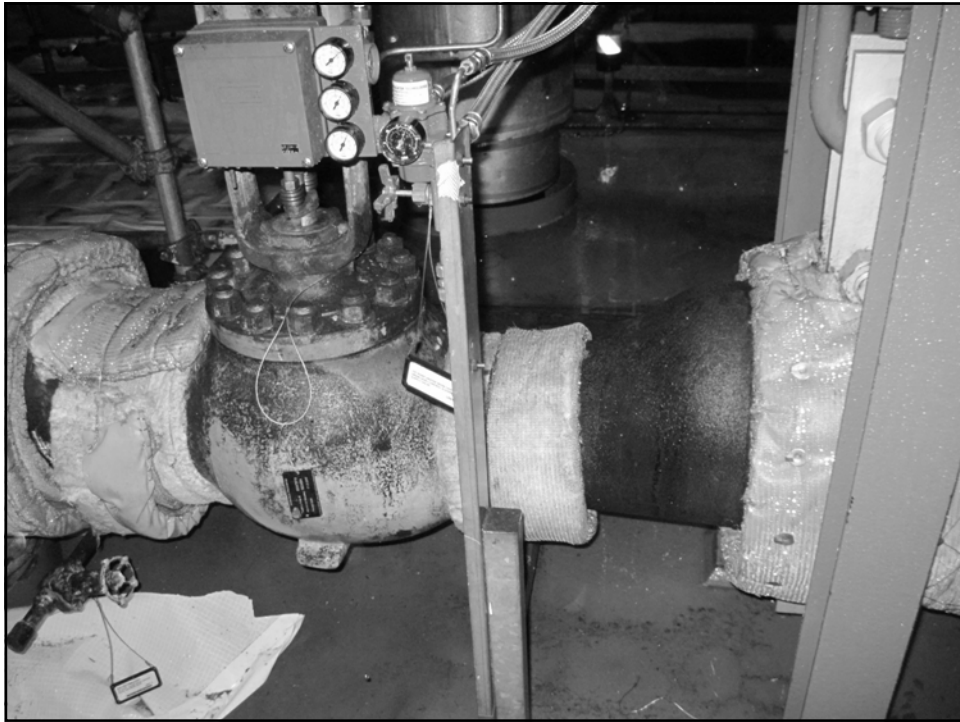


## Typical costs of CUI

- Major Oil and Gas
  - Even after working very hard on CUI for years they still have on average of one CUI leak somewhere in the world – everyday
  - About 70% of maintenance budget is directly related to CUI
- Major Oil and Gas
  - Study CUI issues for 4 years and are in the midst of a 10+ year rehabilitation over it world wide facilities
- Major Oil and Gas
  - CUI Leak in Europe had €75,000,000 clean up
- Many Examples

7













# THE CUI CYCLE

- Nothing stays hot forever.
- Water leaks under the cladding is never entirely expelled.
- Additional water is drawn in whenever available.
- Electrolytes in the water concentrate.
- Eventually the insulation may become saturated, and typically stays saturated
- The substrate corrodes any time the substrate is below 100°C - if not properly protected.



# Cyclic Service

- No clear definition
- Cyclic temperature ranges?
- Number of cycles per
  - Day
  - Week
  - Month
  - Year
  - ....????



## Insulation Leaks.... Eventually









**CUI**









## A CUI Coating NEEDS to Survive

- past actual operating temperatures
- Unexpected temperature spikes beyond stated operating temperatures
- for lengths of time under 100°C and when water is present.

## A CUI Coating NEEDS to Survive

- immersion in chemicals and salts entrained with moisture and released from the insulation itself.
- the steam interface every time the substrate rises above 100°C (boiling water)
- **Survive cyclic service and thermal shock**



NACE SP0195-2010  
(formerly RP0195)  
Item No. 21084

#### Standard Practice

### Control of Corrosion Under Thermal Insulation and Fireproofing Materials—A Systems Approach

This NACE International standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope and provisions. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, whether he or she has adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this NACE International standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials. Neither is this standard intended to apply in all cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. NACE International assumes no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accepts responsibility for only those official NACE International interpretations issued by NACE International in accordance with its governing procedures and policies which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

Users of this NACE International standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, environmental, and regulatory documents and for determining their applicability in relation to this standard prior to its use. This NACE International standard may not necessarily address all potential health and safety problems or environmental hazards associated with the use of materials, equipment, and/or operations detailed or referred to within this standard. Users of this NACE International standard are also responsible for establishing appropriate health, safety, and environmental protection practices, in consultation with appropriate regulatory authorities if necessary, to achieve compliance with any existing applicable regulatory requirements prior to the use of this standard.

**CAUTIONARY NOTICE:** NACE International standards are subject to periodic review, and may be revised or withdrawn at any time in accordance with NACE technical committee procedures. NACE International requires that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than five years from the date of initial publication and subsequently from the date of each reaffirmation or revision. The user is cautioned to obtain the latest edition. Purchasers of NACE International standards may receive current information on all standards and other NACE International publications by contacting the NACE International First/Service Department, 1440 South Creek Dr., Houston, TX 77064-4006 (telephone +1 281-228-6200).

Revised 2010-6-25  
Reaffirmed 2004-3-31  
Approved 1999-2-20  
NACE International  
1440 South Creek Drive  
Houston, Texas 77064-4006  
+1 281-228-6200

ISBN 1-57590-049-1  
©2010, NACE International

Michael McLemmy - Invoice 060281388-8YK0W0, downloaded on 12/8/2010 1:34:15 PM - Single-user license only, copying and networking prohibited.

## Section 4 - In General

- Know the temperatures of the system
  - Operating
  - Upset
  - Steam Cleaning
- Be sure to check with the Manufacturer for product details
  - Is it suitable for CUI

**Table 2**  
**Typical Protective Coating Systems for Carbon Steels Under Thermal Insulation and Fireproofing**

System Number	Temperature Range <sup>(A) (B)</sup>	Surface Preparation	Surface Profile, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(C)</sup>	Prime Coat, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(D)</sup>	Finish Coat, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(D)</sup>
CS-1	-45 to 60 °C (-50 to 140 °F)	NACE No. 2/ SSPC-SP 10 <sup>14</sup>	50-75 (2-3)	High-build epoxy, 130 (5)	Epoxy, 130 (5)
CS-2 (shop application only)	-45 to 60 °C (-50 to 140 °F)	NACE No. 2/ SSPC-SP 10	50-75 (2-3)	N/A	Fusion-bonded epoxy (FBE), 300 (12)
CS-3	-45 to 150 °C (-50 to 300 °F)	NACE No. 2/ SSPC-SP 10	50-75 (2-3)	Epoxy phenolic, 100-150 (4-6)	Epoxy phenolic, 100-150 (4-6)
CS-4	-45 to 205 °C (-50 to 400 °F)	NACE No. 2/ SSPC-SP 10	50-75 (2-3)	Epoxy novolac or silicone hybrid, 100-200 (4-8)	Epoxy novolac or silicone hybrid, 100-200 (4-8)
CS-5	-45 to 595 °C (-50 to 1,100 °F)	NACE No. 1/ SSPC-SP 5 <sup>15</sup>	50-100 (2-4)	TSA, 250-375 (10-15) with minimum of 99% aluminum	Optional: Sealer with either a thinned epoxy-based or silicone coating (depending on maximum service temperature) at approximately 40 (1.5) thickness.
CS-6	-45 to 650 °C (-50 to 1,200 °F)	NACE No. 2/ SSPC-SP 10	40-65 (1.5-2.5)	Inorganic copolymer or coatings with an inert multipolymeric matrix, 100-150 (4-6)	Inorganic copolymer or coatings with an inert multipolymeric matrix, 100-150 (4-6)
CS-7	60 °C (140 °F) or maximum	SSPC-SP 2 <sup>16</sup> or SSPC-SP 3 <sup>17</sup>	N/A	Thin film of petrolatum or petroleum wax primer	Petrolatum or petroleum wax tape, 1-2 (40-80)
CS-8 Bulk or shop-primed pipe, coated with inorganic zinc	-45 to 400 °C (-50 to 750 °F)	Low-pressure water cleaning to 3,000 psi (20 MPa) if necessary	N/A	N/A	Epoxy novolac, epoxy phenolic, silicone, modified silicone, inorganic copolymer, or a coating with an inert multipolymeric matrix, is typically applied in the field. Consult coating manufacturer for thickness and service temperature limits <sup>(E)</sup>

**Table 2 (Continued)**  
**Typical Protective Coating Systems for Carbon Steels Under Thermal Insulation and Fireproofing**

System Number	Temperature Range <sup>(A) (B)</sup>	Surface Preparation	Surface Profile, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(C)</sup>	Prime Coat, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(D)</sup>	Finish Coat, $\mu\text{m}$ (mil) <sup>(D)</sup>
CS-9 Carbon steel under fireproofing	Ambient	NACE No. 2/SSPC-SP 10	50-75 (2-3)	Epoxy or epoxy phenolic, 100-150 (4-6)	Epoxy or epoxy phenolic, 100-150 (4-6)
CS-10 Galvanized steel under fireproofing	Ambient	Galvanizing: sweep blast with fine, nonmetallic grit	25 (1)	Epoxy or epoxy phenolic (for more information on coatings over galvanizing, see 4.3.3), 100-150 (4-6)	Epoxy or epoxy phenolic, 100-150 (4-6)

<sup>(A)</sup> The temperature range shown for a coating system (including thermal-cycling within this range) is that over which the coating system is designed to maintain its integrity and capability to perform as specified when correctly applied. However, the owner may determine whether any coating system is required, based on corrosion resistance of carbon steel at certain temperatures. Temperature ranges are typical for the coating system; however, not all coatings in a category are rated for the given minimum/maximum temperature. Specifications and coating manufacturer's recommendations should be followed for a particular coating system.

<sup>(B)</sup> Temperature range refers to the allowable temperature capabilities of the coating system, not service temperatures.

<sup>(C)</sup> Typical minimum and maximum surface profile is given for each substrate. Acceptable surface profile range may vary, depending on substrate and type of coating. The coating manufacturer's recommendations should be followed.

<sup>(D)</sup> Coating thicknesses are typical DFT values, but the user should always check the manufacturer's product data sheet for recommended coating thicknesses.

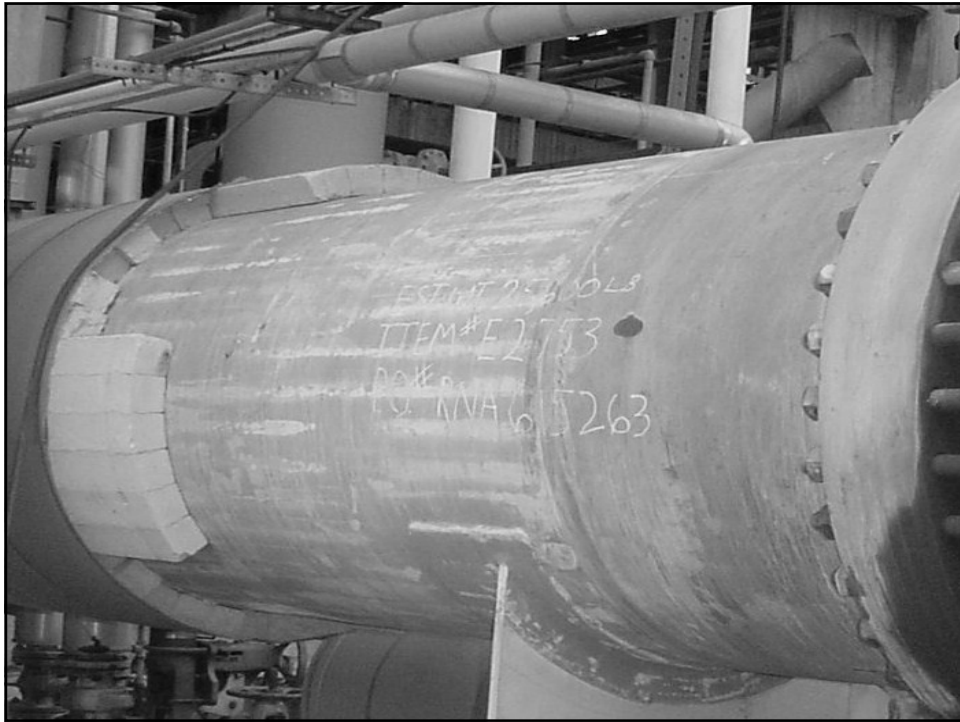
<sup>(E)</sup> If inorganic zinc-rich coating is applied in a shop and topcoat is applied in the field, proper cleaning of the inorganic zinc-rich coating is required. The use of inorganic zinc-rich coating under insulation is not a preferred system for service temperatures in the CUI range up to approximately 175 °C (350 °F). However, bulk piping is often coated with inorganic zinc-rich coating in the shop and some owners purchase this piping for use under insulation. In these cases, the inorganic zinc-rich coating should be topcoated to extend its life.

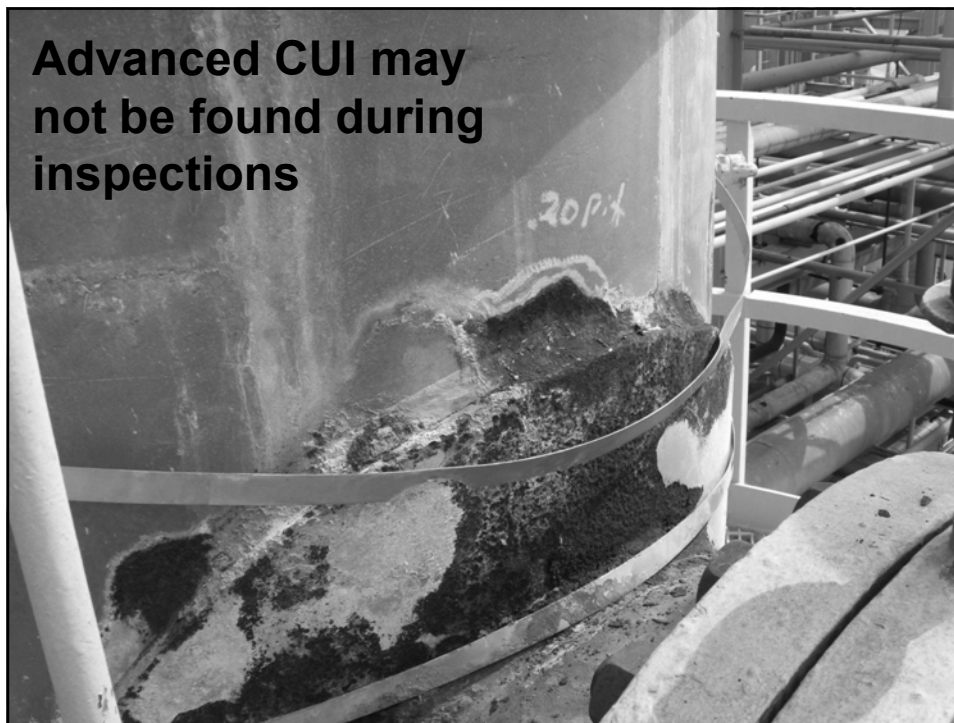


## **NACE SPO198-2010**

### **TABLE 2 Carbon Steel**

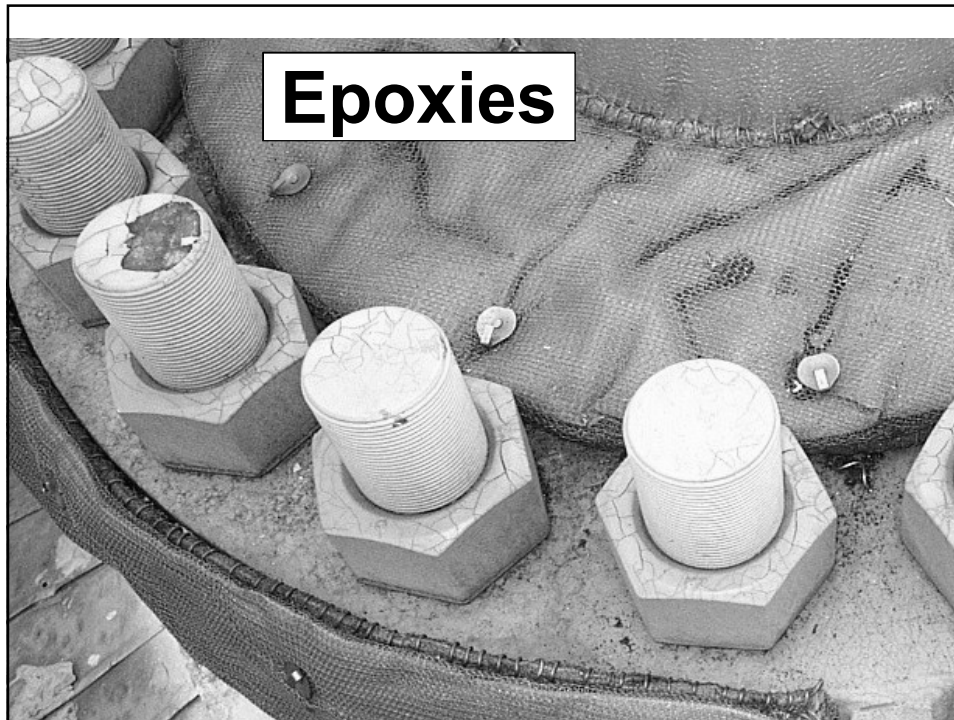
- Traditional silicone acrylics or silicones are not represented as a solution for any temperature range.
- This includes silicone aluminum coatings





## **NACE SPO198-2010**

- **4.3.5** Inorganic Zinc Rich Coatings shall not be used by itself under thermal insulation in the 50-175°C (120 to 350°F) service temperature ranges for long term or cyclic service. Zinc provides inadequate corrosion resistance in closed, sometimes wet, environments. At elevated temperatures greater than approximately 60°C, the zinc may undergo galvanic reversal whereby the zinc becomes cathodic to the carbon steel



<h2>Epoxies:</h2> A close-up black and white photograph of a threaded rod on a hexagonal base. The epoxy joint is heavily cracked and broken, showing the internal structure of the rod and the surrounding concrete base.	<h2>Fail because:</h2> <ul style="list-style-type: none"><li>❖ Over time become brittle and crack</li><li>❖ Low temperature resistance</li><li>❖ Excessive temperature (even short time) creates failure</li></ul>
--	--

## CS1, CS3, and CS4

- Max temperatures
  - CS-1 Epoxy -----60°C
  - CS-3 Epoxy phenolic-----150°C
  - CS-4 Epoxy novolac-----204°C





## Desludging and Cleaning Operations

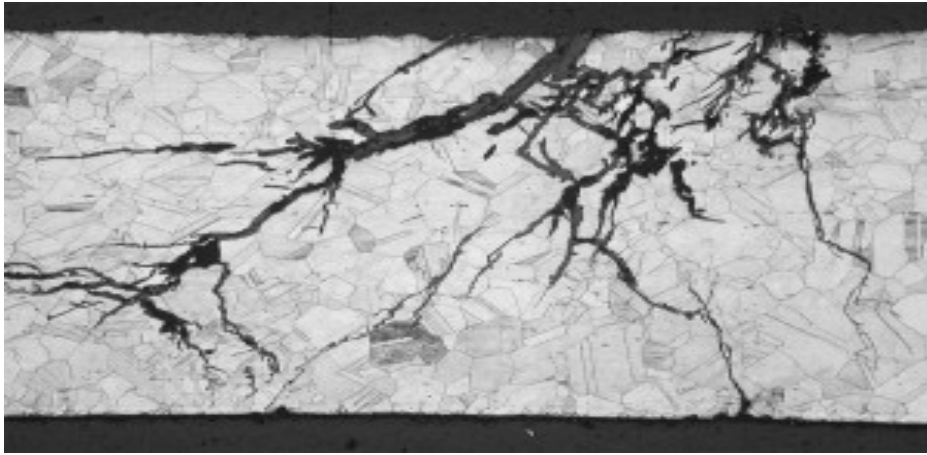
- High Pressure Steam:
  - For cleaning out internals for inspection
  - To de-sludge (improving efficiency)
  - 180°C-230°C
  - 24-48 hours
- Getting the water out:
  - May use liquid nitrogen to **get** the H<sub>2</sub>O out
    - May be Cryogenic
    - Incredible thermal shock

## Thermal Spray Aluminum

- Requires “angular” profile
  - No accepted method to determine angularity
- Failure modes
  - Delamination due to poor application
  - Pinpoint rusting if DFT is too thin
  - PH of concentrating electrolytes
  - Can fail catastrophically
- Overall - Costly and hard to do correctly



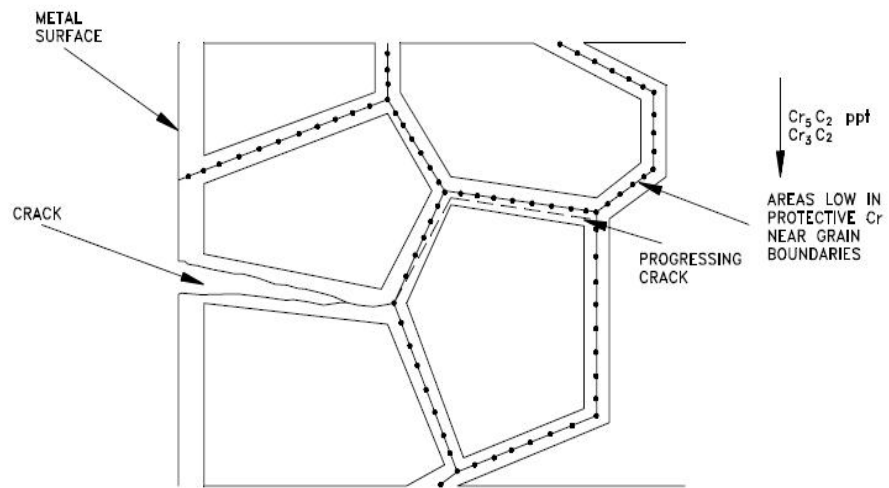
## **Chloride Induced External Stress Corrosion Cracking of Austenitic Stainless Steel**



### **Chloride Stress Corrosion Cracking**

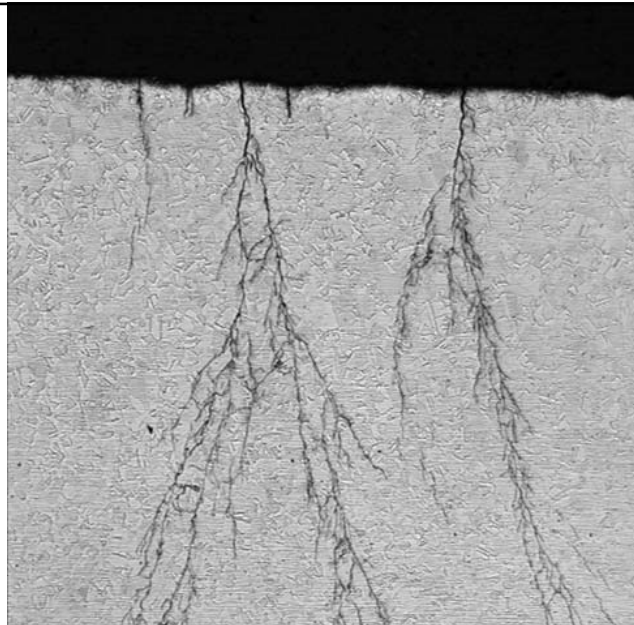
- A localized corrosion mechanisms like pitting and crevice corrosion.
- Metal is under tensile stress
- Chloride ions and dissolved oxygen are present in the environment
- An intact barrier coating can help in preventing Chloride Induced external Stress Corrosion Cracking.

## Diagram of Chloride Induced Stress Corrosion Cracking



## Stainless Types

**304**  
**316**  
**825**  
**2205**



SP0198-2010

**Table 1**  
**Typical Protective Coating Systems for Austenitic and Duplex Stainless Steels Under Thermal Insulation**

System Number	Temperature Range <sup>(A)(B)</sup>	Surface Preparation <sup>(C)</sup>	Surface Profile, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(D)</sup>	Prime Coat, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(E)</sup>	Finish Coat, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(E)</sup>
SS-1	-45 to 60 °C (-50 to 140 °F)	SSPC-SP 1 <sup>(1)</sup> and abrasive blast	50-75 (2-3)	High-build epoxy, 125-175 (5-7)	N/A
SS-2	-45 to 150 °C (-50 to 300 °F)	SSPC-SP 1 and abrasive blast	50-75 (2-3)	Epoxy phenolic, 100-150 (4-8)	Epoxy phenolic, 100-150 (4-8)
SS-3	-45 to 205 °C (-50 to 400 °F)	SSPC-SP 1 and abrasive blast	50-75 (2-3)	Epoxy novolac, 100-200 (4-8)	Epoxy novolac, 100-200 (4-8)
SS-4	-45 to 540 °C (-50 to 1,000 °F)	SSPC-SP 1 and abrasive blast	15-25 (0.5-1.0)	Air-dried silicone or modified silicone, 37-50 (1.5-2.0)	Air-dried silicone or modified silicone, 37-50 (1.5-2.0)
SS-5	-45 to 650 °C (-50 to 1,200 °F)	SSPC-SP 1 and abrasive blast	40-65 (1.5-2.5)	Inorganic copolymer or coatings with an inert multipolymeric matrix, <sup>(F)</sup> 100-150 (4-8)	Inorganic copolymer or coatings with an inert multipolymeric matrix, <sup>(F)</sup> 100-150 (4-8)

SP0198-2010

**Table 1 (Continued)**  
**Typical Protective Coating Systems for Austenitic and Duplex Stainless Steels Under Thermal Insulation**

System Number	Temperature Range <sup>(A)(B)</sup>	Surface Preparation <sup>(C)</sup>	Surface Profile, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(D)</sup>	Prime Coat, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(E)</sup>	Finish Coat, $\mu\text{m (mil)}$ <sup>(E)</sup>
SS-6	-45 to 595 °C (-50 to 1,100 °F)	SSPC-SP 1 and abrasive blast	50-100 (2-4)	Thermal-sprayed aluminum (TSA) with minimum of 99% aluminum, 250-375 (10-15)	Optional: sealer with either thinned epoxy-based or silicone coating (depending on max. service temperature) at approximately 40 (1.5)
SS-7	-45 to 540 °C (-50 to 1,000 °F)	SSPC-SP 1	N/A	Aluminum foil wrap with min. thickness of 64 (2.5)	N/A

<sup>(A)</sup> The temperature range shown for a coating system is that over which the coating system is designed to maintain its integrity and capability to perform as specified when correctly applied. However, the owner may determine whether any coating system is required, based on corrosion resistance of austenitic and duplex stainless steels at certain temperatures. Temperature ranges are typical for the coating system; however, specifications and coating manufacturer's recommendations should be followed. SS-4, SS-5, SS-6, and SS-7 may be used under frequent thermal cyclic conditions in accordance with manufacturer's recommendations.

<sup>(B)</sup> Temperature range refers to the allowable temperature capabilities of the coating system, not service temperatures. An experienced metallurgist should be consulted before exposing duplex stainless steel to temperatures greater than 300 °C (572 °F).

<sup>(C)</sup> To avoid surface contamination, austenitic and duplex stainless steels shall be blasted with nonmetallic grit such as silicon carbide, garnet, or virgin aluminum oxide. Because there are no specifications for the degree of cleanliness of abrasive blasted austenitic and duplex stainless steels, the owner should state the degree of cleanliness required after abrasive blasting, if applicable, and whether existing coatings are to be totally removed or whether tightly adhering coatings are acceptable.

<sup>(D)</sup> Typical minimum and maximum surface profile is given for each substrate. Acceptable surface profile range may vary, depending on substrate and type of coating. Coating manufacturer's recommendations should be followed.

<sup>(E)</sup> Coating thicknesses are typical dry film thickness (DFT) values, but the user should always check the manufacturer's product data sheet for recommended coating thicknesses.

<sup>(F)</sup> Consult with the coating manufacturer for actual temperature limits of these coatings.

## **Thermal Safety Factor of Coating System to be Selected**

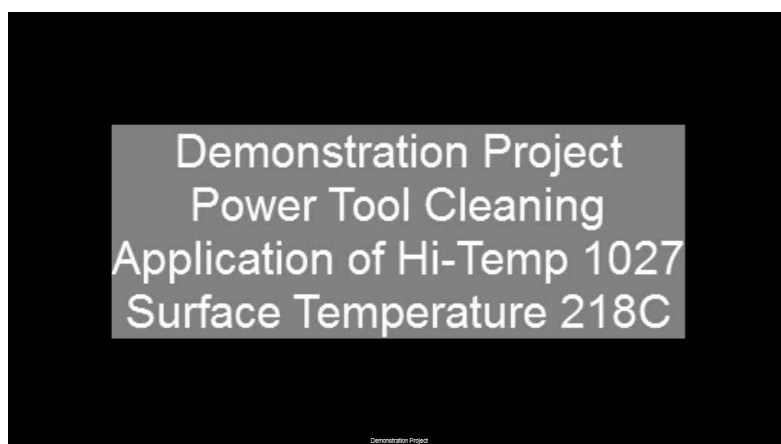
- What is the worst case situation?
- How hot can it get?
- Will the temperature exceed the limits of the coating even for a short time?



## Added Features of some CS-3, CS-4, CS-5, and CS-6 Coatings Systems

- Does the equipment have to be at ambient temperature for coating application
- Some of these generic type coatings have capacity to be applied at higher and even at operating temperatures
  - Allowing maintenance work without shutting down the unit(s)
  - **Owner can maintain Revenue and Profits**

## Hot-Applied at 218°C Surface Temperature



**Review**  
**Properties A CUI Coating Must Have**  
**To Be Successful**

- 1) Heat resistant
- 2) Resistance to boiling water
- 3) High film build capabilities
- 4) Thermal shock resistant
- 5) Thermal cycling resistant
- 6) Simple to use
- 7) Easy for repair





# EHS 促进水性工业涂料的发展

EHS Promoting the Development of the  
Waterborne Industrial Coating

上海华谊精细化工有限公司 总工程师

俞 剑 峰

Yu Jianfeng, Chief Engineer

Shanghai Huayi Chemical Co., Ltd.

## Abstract

Environment, health and safety have become a consensus. Environmental protection is the main driving force of the coating technology development at present and in the future. More and more countries have established regulations to limit VOCs, and prohibit using toxic and harmful materials. Thanks to the development of technology, waterborne coatings have broken barriers of performance requirements and costs. The speaker will show people the advantages of waterborne coatings and some opportunities, challenges and prospects of it.

## EHS促进水性工业涂料的发展

俞剑峰



## 为什么要用水性工业涂料

- 环保、健康、安全-----已成为共识
- 环保是当今及将来涂料技术开发的主要驱动力，越来越多的国家对有机挥发物(VOC)的限制成为法规执行，对有毒有害物质进行限制和禁止使用。
- 技术的进步已使高性能及价格不再成为水性涂料的障碍。



## 项目背景 —— 环境压力



涂料VOC排放是PM2.5形成重要原因

施工对健康要求

## 水性涂料与溶剂性涂料的对比

无毒环保,没有爆炸的危险

成膜性一般, 需要成膜助剂

水挥发慢, 干燥困难

配制比较复杂, 易产生泡沫

颜料润湿分散难

易引起基体腐蚀

对湿度的影响很大

易爆, 易燃

成膜致密

溶剂挥发快, 干燥容易

操作简单

对颜料润湿分散容易

好的防潮性能

对湿度的影响相对较小

在工业防腐领域，水性涂料的应用一直是一个难题。



交通工具——船舶、  
火车；



户外大型钢结构设  
备——大型输变电设  
备，桥梁，海上钻  
井平台；



各种金属零件——  
汽车零部件，五金  
工具，工艺品等。

### ISO12944 “色漆和清漆—防护涂料体系对钢结构的防腐蚀保护”的环境分类

腐蚀级别 环境影响程度 环境举例

C1	非常低	干燥的室内（相对湿度≤60%）
C2	低	未加热和通风的室内
C3	中等	高湿度和有些空气污染的生产厂房内及远离工业区的乡村
C4	高	城市或工业区域
C5I	非常高的工业	相对湿度较高的工业区域
C5M	非常高的海洋	海岸或海面区域

水性防腐涂料按照

基料类型大致可以分为6  
类，与溶剂型类似，它们  
在防锈领域的应用范围见  
右表：

成膜物质

热固型

热塑型

氧化交联

双组份

潮气固化

溶液

醇酸

聚氨酯

环氧

有机硅

无机富锌

丙烯酸

C2-C4

C2-C5  
IM

C2-C5  
IM

C2-C4

C2-C5  
IM

C2-C4

C. A. Hawkins研究了水性双组份聚氨酯体系在重防腐涂料中的应用，结果表明户外耐候性和耐盐雾性均较好，可以用于商业应用——Recent **advances in aqueous two-component systems for heavy-duty metal protection** Prog. Org. Coat. 1997,32,231

Alex Wegmann 研究了水性双组份水性环氧/胺体系涂料在化学介质中长期浸泡的情况，结果表明水性体系无法长期服役在介质（海水、土壤和溶剂等）环境中——Chemical **resistance of waterborne epoxy/amine coatings** Prog. Org. Coat. 1997,32,253

Jan Ivar Skar等人对水性漆和溶剂型漆做了实际对比实验，并在2008年世界防腐蚀会议上公布了结果，该结果显示水性漆的防腐效果可与普通溶剂型产品相媲美。



ID	PRIMER	INTERMEDIATE COAT	TOP COAT	Exposure site		
				Source	Treat B	EXPOSURE TIME (years)
A - REF	Zn rich polyamide add. epoxy	Polyamide add. Epoxy MIO	Solvent based 2-comp acrylic	X	X	6
B	2-comp zinc epoxy	2-comp water-borne epoxy	Water-borne acrylic emulsion	X	X	6
C	3-comp. Waterborne zinc epoxy primer	2 comp. Water-borne polyamine cured epoxy	Waterborne acrylic dispersion		X	3
D	2-comp. Solvent based zinc epoxy amine primer	1-comp. Waterborne acrylic primer	1-comp. Waterborne acrylic top coat		X	3
E	Water-borne zinc epoxy	Water-borne epoxy	Solvent based 2-comp acrylic	X	X	6
F	2-comp water-borne epoxy		Water-borne acrylic emulsion	X	X	6
G	2 component solvent based zinc epoxy	Waterborne acrylic dispersion	Waterborne acrylic dispersion		X	3
H	Water-borne Zn phos. epoxy		Solvent based 2-comp acrylic	X	X	6

Legend:

Solvent based system	Solvent based product
Waterborne system	Waterborne product
Hybrid system	

## 水性防腐蚀涂料配套系统



1×50 微米 水性环氧富锌底漆  
1×120 微米 水性环氧中间漆  
1×80 微米 水性丙烯酸面漆



2×100微米 水性环氧底漆  
1×50 微米 水性丙烯酸面漆



1×120微米 水性环氧底漆  
1×80 微米 水性丙烯酸面漆



目前已通过

**NORSOK M-501 标准**

的纯水性配套系统



1973 年, Anchor 公司发布了第一代水性环氧, 它基于液体双酚A/F环氧树脂, 使用改性的脂肪族胺固化剂。

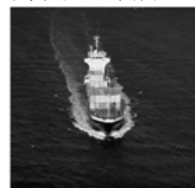
1983年, 市场出现固体环氧树脂分散体。(Epi-Rez 3520)

1998年, 市场出现了环氧加成的聚胺分散体, 它的性能已经完全达到普通的溶剂型环氧体系。

90年代初, 上海市涂料研究所最早开展了这方面的研究, 并成功利用相反转工艺乳化了固体双酚A环氧。

**2008年**, 上海涂料有限公司推出了新一代水性环氧树脂, 性能可与溶剂型环氧树脂相媲美。

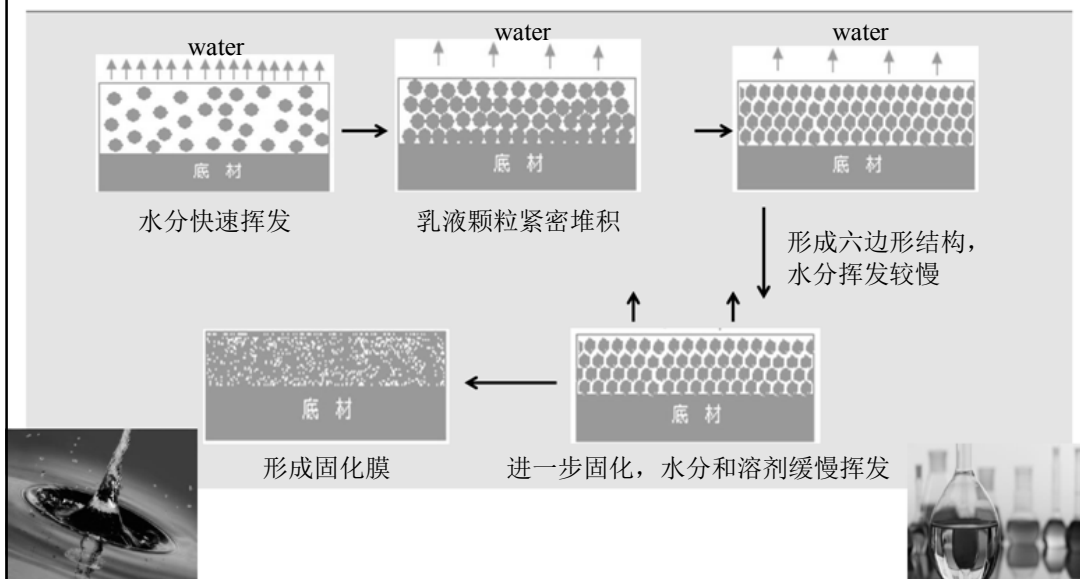
➤国内应用研究很少, 而且大部分以第一代水性环氧应用居多。



### 世界三大防腐油漆生产厂商的水性环氧防腐涂料牌号

涂料公司	产品名称和代号	体积固体含量/%	VOC 值/ $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$		
			含水分	去水分	
(IP) 国际油漆	Interzinc 28 环氧富锌	54	54	100	
	Interguard 401 环氧底漆	56	37	64	
	Interguard 270 环氧磷酸锌	50	47	95	
(HEMPLE) 海虹老人	18560 环氧富锌	51	10	16	
	18500 环氧底漆	53	25	60	
	18030 丙烯酸底漆	43	22	135	
	58030 丙烯酸磁漆	44	5	125	
(JOTUN) 佐敦油漆	Waterfine Barrier 环氧富锌	56	92	170	
	Waterfine Primer 环氧底漆	46	60	115	
	Waterfine Special 环氧中涂漆	48	72	127	
	Waterfine Acrylic Primer 丙烯酸底漆	46	66	127	
	Waterfine Topcoat 丙烯酸面漆	36	106	145	

### 成膜机理

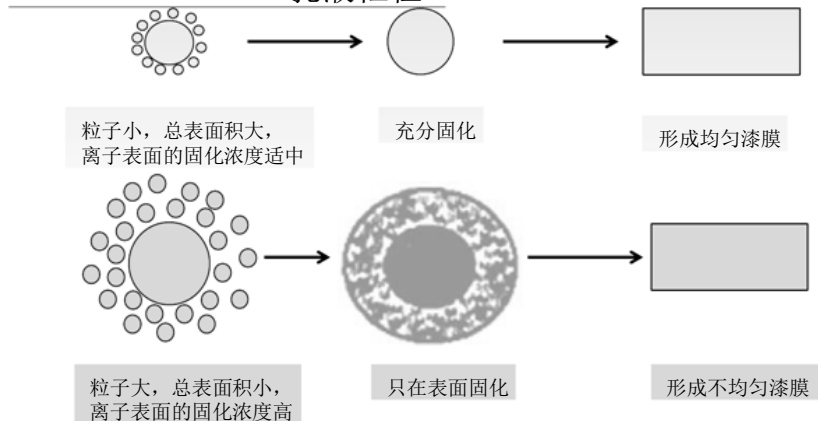






影响成膜的因素之一 ——

乳液粒径



影响成膜的因素之二 ——

环境条件（温度，湿度等）

影响成膜的因素之三 —— 固化剂

- 水性环氧涂料的固化成膜反应由固化剂的扩散过程控制
- 分散相的界面黏度和玻璃化温度会影响固化剂的扩散速率
- 固化剂与水性环氧树脂的相容性直接影响着固化剂分子的扩散





## 乳化剂是影响水性环氧性能的关键因素

非反应型乳化剂——乳化剂上无活性基团，在成膜过程中不参与固化反应。

优点：原料易得

缺点：固化后，漆膜中有游离的乳化剂，漆膜抗性较差

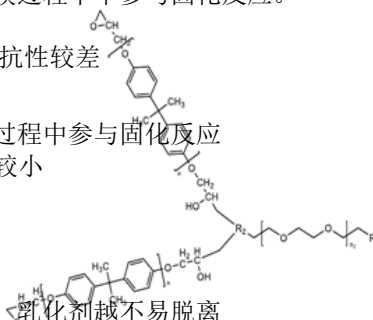
反应型乳化剂——乳化剂上有活性基团，在成膜过程中参与固化反应

优点：参与固化交联反应，对漆膜的抗性影响较小

缺点：无现成商业产品，原料需自制

乳化剂的结构对乳化效果的影响

- 亲油端与环氧树脂结构越相似，乳化效果越好，乳化剂越不易脱离
- 亲水端越亲水，乳化效果越好，粒径分布越小
- 固化后漆膜中无未反应的乳化剂



## 新一代水性环氧（树脂）乳液

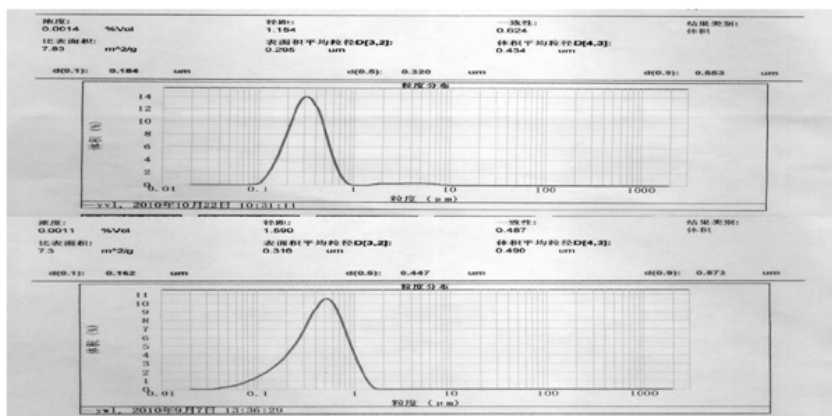
牌 号	STW600	STW601	STW703A	STW603	STW604	STW605
类 型	固体双酚A环氧	大分子量固体双酚A环氧	固体双酚A环氧	液体双酚A环氧	酚醛环氧	增韧环氧
助 溶 剂	PM	EB	PM	/	/	PE
固体含量	73-77	33-37	50-54	68-72	64-68	50-54
环氧当量 (以固体计)	900-1100	/	900-1100	200-220	180-200	800-1000
特点及 应用领域	表干快，用于双组份水性环氧富锌漆	是609，1009类环氧树脂的水性产品，主要用于氨基烤漆，单组份漆，具体应用于镜子漆，金属五金上的烤漆	固体双酚A环氧的水分散液，表干快，储存稳定性好，可参与颜填料研磨分散	液体双酚A环氧的水乳液，零VOC，无气味	液体酚醛环氧的水乳液，零VOC，无气味，好的耐化学品性	内增韧的双酚A类环氧，用于调节漆膜韧性，更长的POTLIFE

## 水性胺固化剂产品

牌 号	STW7395	STW703B	STW704
类 型	改性脂肪胺加成物	脂肪胺加成物	脂环胺加成物
固 体 含 量	53-57	78-82	78-82
胺氢当量（以固体计）	160-180	105-115	122-127
特 点 及 应 用 领 域	可以进行厚膜涂装不开裂，水性自流平地坪	反应活性强，防腐性好	零VOC,无气味，好的耐化学品性



## 粒径分布

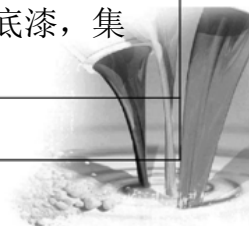


与对标样品的比较

## 特点与优势

特点	优势
助溶剂含量低	涂料中VOC可低于100g/L
良好的剪切稳定性与颜料润湿性	STW703A与STW703B均可在高速分散下研磨颜填料而不破乳
低气味	利于工作环境
可乳化作用	STW703A与STW703B均可乳化液体环氧树脂
不含壬基酚结构	规避法律法规禁用风险
快速干燥性	被涂物可更快投入使用
连续式制造工艺	保证了质量的稳定性

应用	备注
中、重度非浸入环境下的工业防腐涂料	优异的防腐蚀性
直接用于金属表面涂料	可刷涂、辊涂等
铁路/交通运输工具涂料	高铁/地铁车厢的底漆，集装箱等
混凝土表面，底漆/面漆	地坪涂料等



## 用于金属底材的水性环氧漆

### 水性环氧富锌漆

作为配套使用的底漆

常温下表干速度小于10分钟，也可用作车间底漆

### 水性环氧防锈漆

既可作为配套体系的底漆又可作为配套体系的面漆，也可单独底面合一作为防锈蚀漆用，配方中含防锈颜料。

### 水性环氧云铁封闭漆

配套体系使用时的中间涂层，不含防锈颜料

与溶剂型云铁封闭漆类似，可一次成膜超过100μm

### 水性环氧面漆

作为配套体系使用的面漆，具有一定的装饰性，并有良好的耐溶剂和化学品性。可用于金属结构，核电等钢铁与混凝土的保护与装饰中



## 水性环氧防锈漆 PVC 30% VOC<90g/L

### 参数指标

质量固体含量	66.7%
VOC	85.6g/L
颜基比（重量）	1.4/1
颜料体积浓度PVC	29.3%





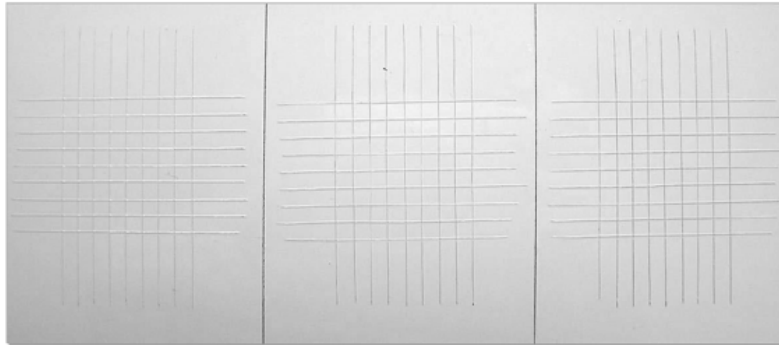
## 良好的重涂性

STW703A/STW703B体系，双组份防锈漆  
有着很长的重涂间隔时间

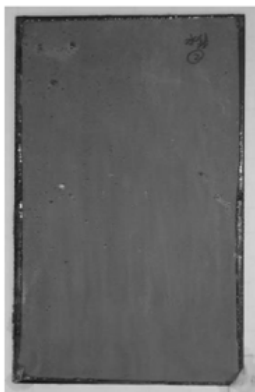
1天

14天

60天



## 耐盐雾试验



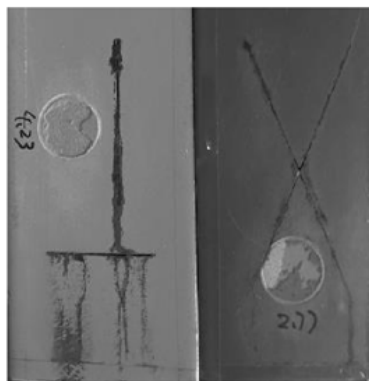
双组份水性环氧富锌漆  
STW600/STW703B配套  
一道施工：30um  
耐盐雾：800小时



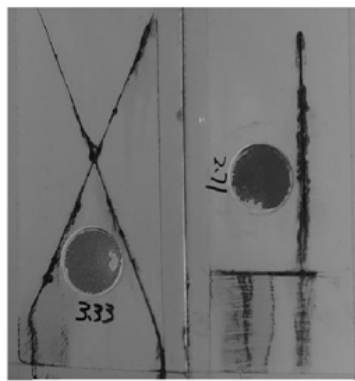
双组份水性环氧铁红漆  
STW703A/STW703B配套  
两道施工：60-80um  
耐盐雾：600小时



双组份水性环氧漆  
底为双组份水性环氧富锌配套  
两道施工：80-120um  
耐盐雾：1000小时

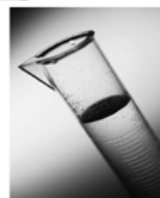


双组份溶剂型环氧漆



双组份水性环氧漆

厚膜型，两道施工，每道厚度均在  $150\mu\text{m}$  以上  
800小时盐雾后附着力测试



水性环氧地坪漆

$\text{VOC} < 60\text{g/L}$

参数指标

质量固体含量	67.5%
VOC	46.3g/L
颜基比（重量）	0.7/1





手术医疗室



药厂，食品厂，烟酒厂



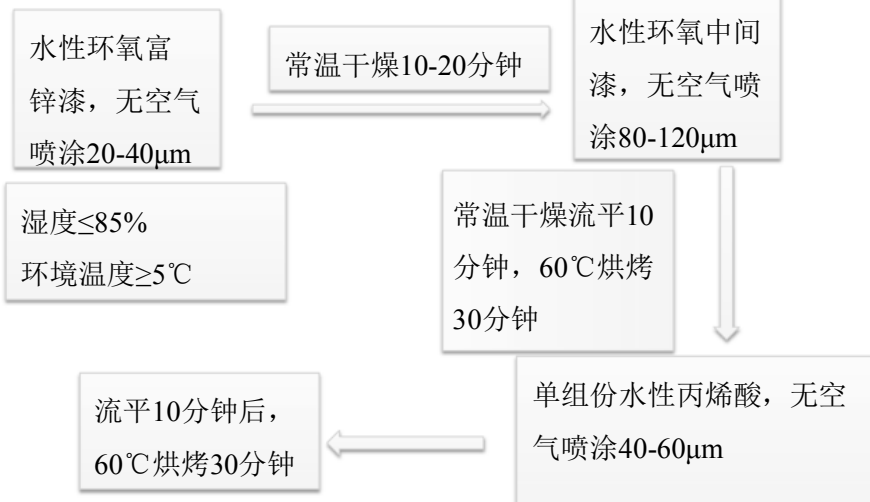
展览馆，图书馆，  
体育馆等公共场所



地下停车库，货仓



大型卖场，商场



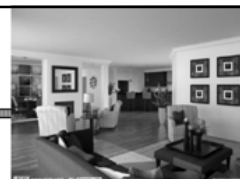
集装箱施工方法简介





## 性能测试IICL循环试验

三涂层体系（富锌底+环氧磷酸锌中涂+丙烯酸面漆）  
集装箱应用测试，完全达到集装箱应用。

一周为一个循环周期

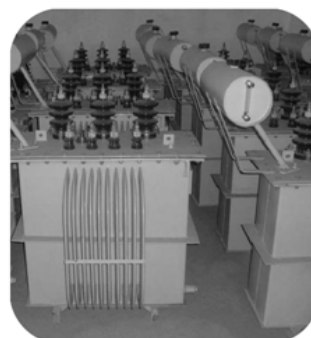


第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	第六天	第七天
UV/冷凝试验——8小时UV/4小时冷凝			盐雾试验（0.35%硫酸铵+0.05%氯化钠组成的电解液）——16小时喷雾/8小时干燥			
						



大型输变电设备/桥梁/储罐等  
钢结构和钢筋混凝土结构

三层水性涂装：  
水性环氧富锌底漆40-60μm  
水性环氧中涂层100-120μm  
水性双组份聚氨酯面漆40-60μm  
总膜厚200-250μm



其他推荐应用场合

## 在船舶涂料上的应用

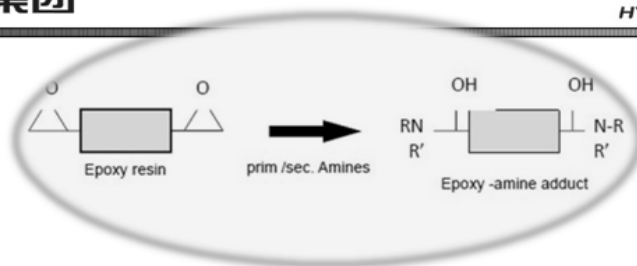


## 单组分水性环氧乳液

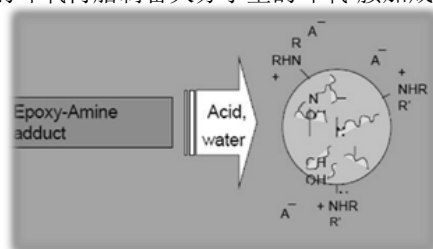


- 不受potlife限制
- 不会发生配比计算错误
- 更易施工
- 无化学反应
- 剩余的涂料可回收
- 快干

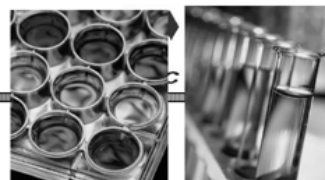




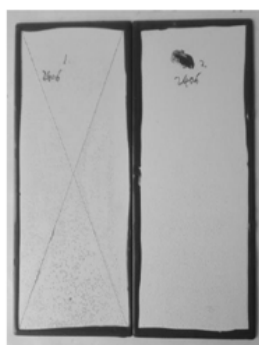
采用较大分子量的环氧树脂制备大分子量的环氧-胺加成物



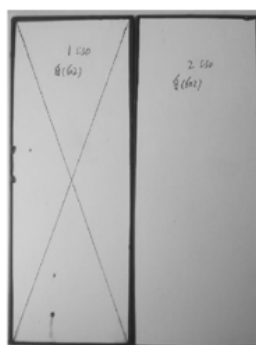
用酸中和环氧-胺加成物使其成为离子型，从而能分散在水中



## 耐盐雾性结果



对标产品: 24h

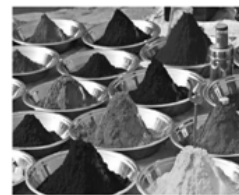


自制B: 168h

基于水性聚氨酯树脂的

## 水性聚氨酯涂料

water based polyurethane dispersion 水性聚氨酯分散体 Water based



### 水性聚氨酯涂料的主要性能

- 外观
  - 高光泽
  - 高丰满度
- 室外耐久性 (脂肪族聚氨酯)
  - 耐候性
  - 抗环境腐蚀
  - 水解稳定性
- 抗性
  - 耐磨性
  - 抗化学品性
  - 耐溶剂性



www.chinascc.com

### 水性聚氨酯涂料的主要分类

- 单组分
  - 水性聚氨酯分散体
  - 干性油改性聚氨酯分散体
- 双组分
  - 异氰酸酯基
  - 多羟基化合物
- 单组分热固性
  - 水性丙烯酸树脂或聚酯树脂
  - 封闭型异氰酸酯

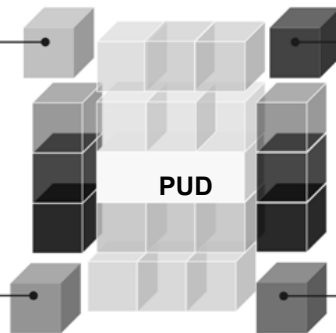
## 水性聚氨酯分散体的设计及合成

### ▪ Polydiol 和 Diisocyanate

- 使用多种 Polydiol
- 使用多种 Diisocyanate
- 扩链剂
- 中和剂

### ▪ 设计控制分子构造变化

- 硬段与软段之间的相互组合，达到多样的物理性能



- 使用交联剂  
提高—硬度、耐溶剂性、抗水性、耐磨性及耐久性  
降低—柔韧性

### ▪ 不同的工艺制造法

- 粒径的调整控制
- 预聚物法
- 溶剂法
- 熔融法
- 酮亚胺法

### ▪ 多种化学结构结合

- 物理混拼，每个产品必须测试相容性
- 化学改性：价格便宜，具有比混合物更好的耐磨性、冲击性、耐溶剂性。

## 水性含羟基丙烯酸酯分散体

优点

- 漆膜干燥较快
- 硬度较高

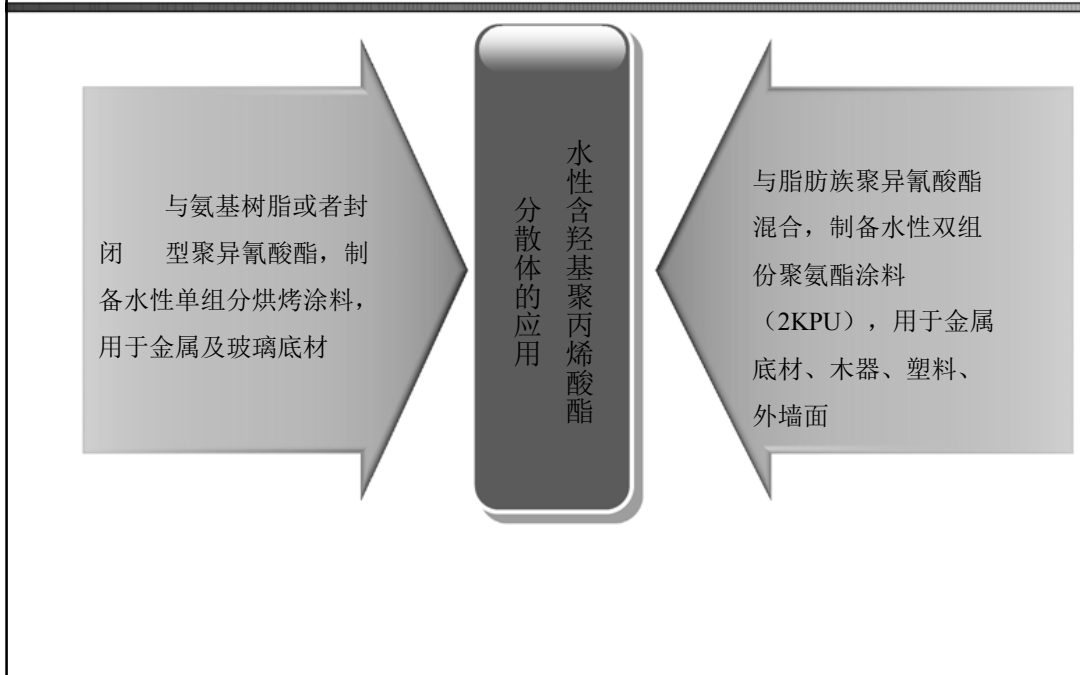
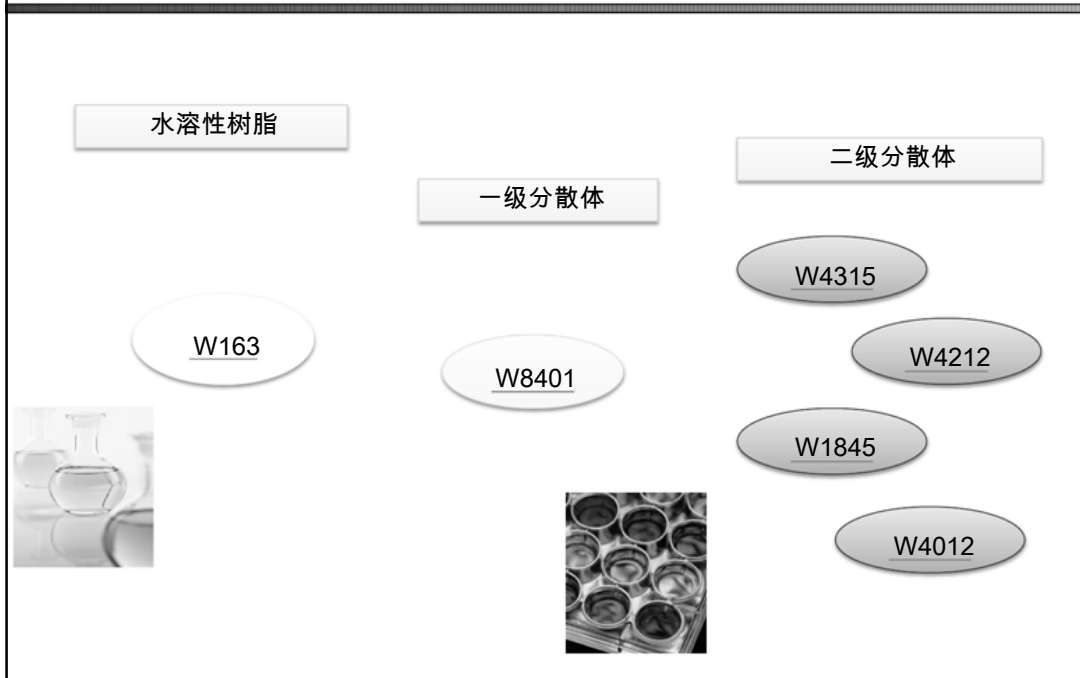
缺点

- 漆膜光泽较差
- 活化期受pH值影响大，potlife较短

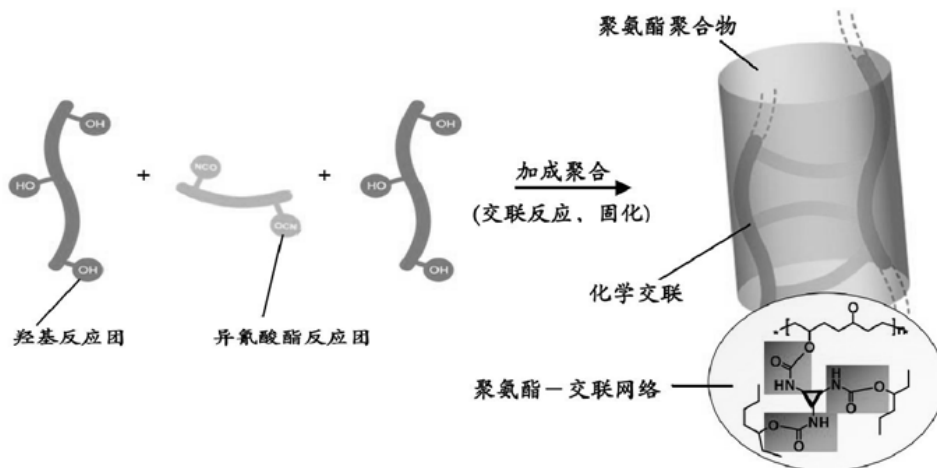


- 漆膜光泽高、丰满度好
- 外观可媲美溶剂型双组分聚氨酯，基本能与任何多异氰酸酯混合，适用度广

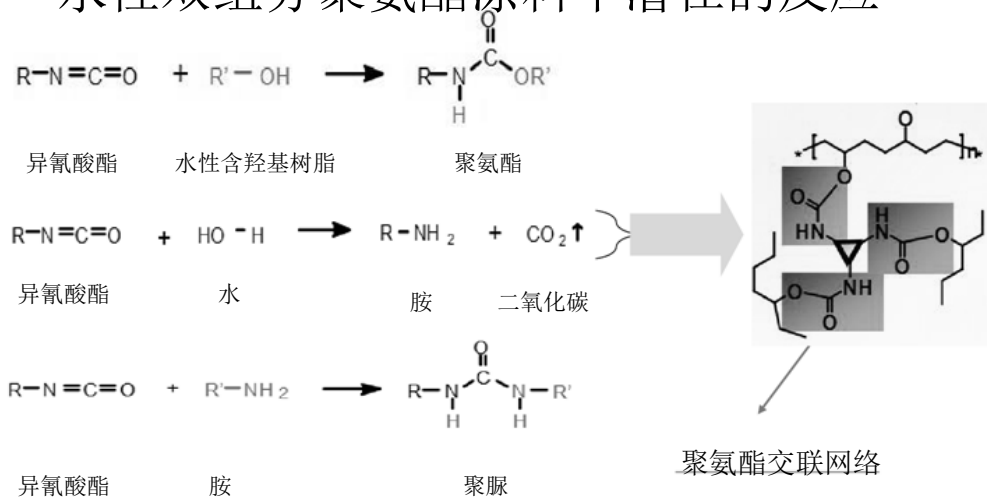
- 分散体酸值高时，粘度大，固含量偏低，制备涂料耐水性较差，仅适合用来制备氨基烤漆。

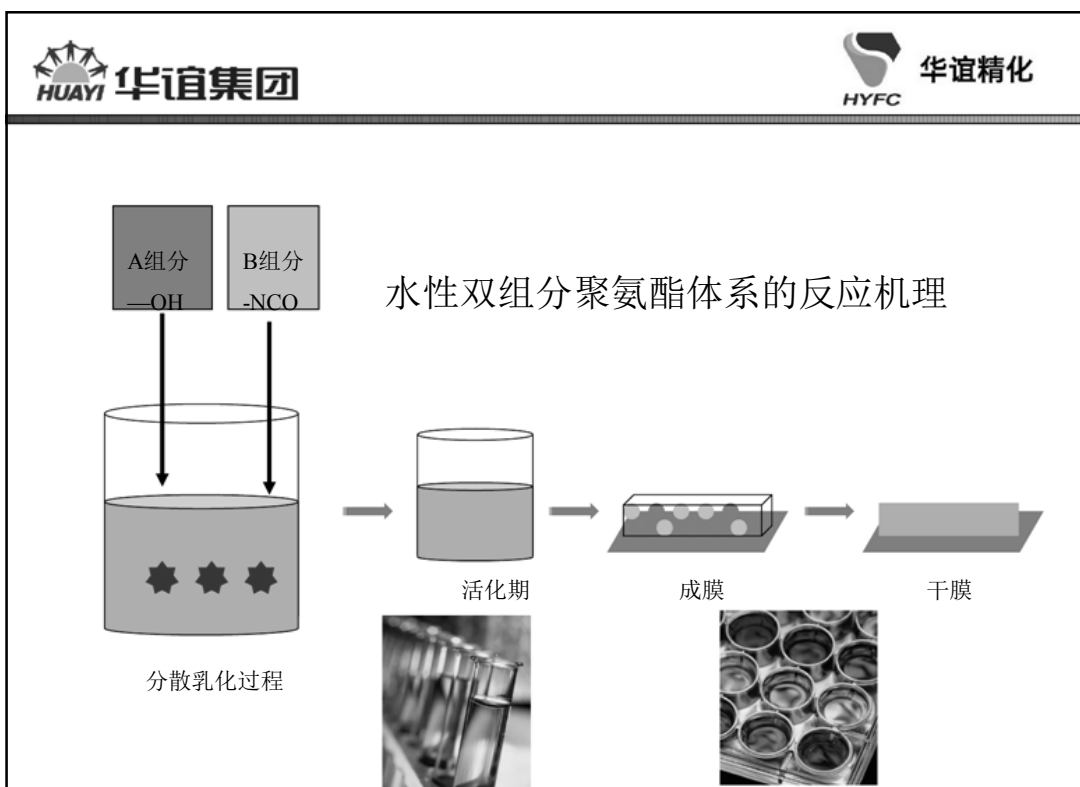
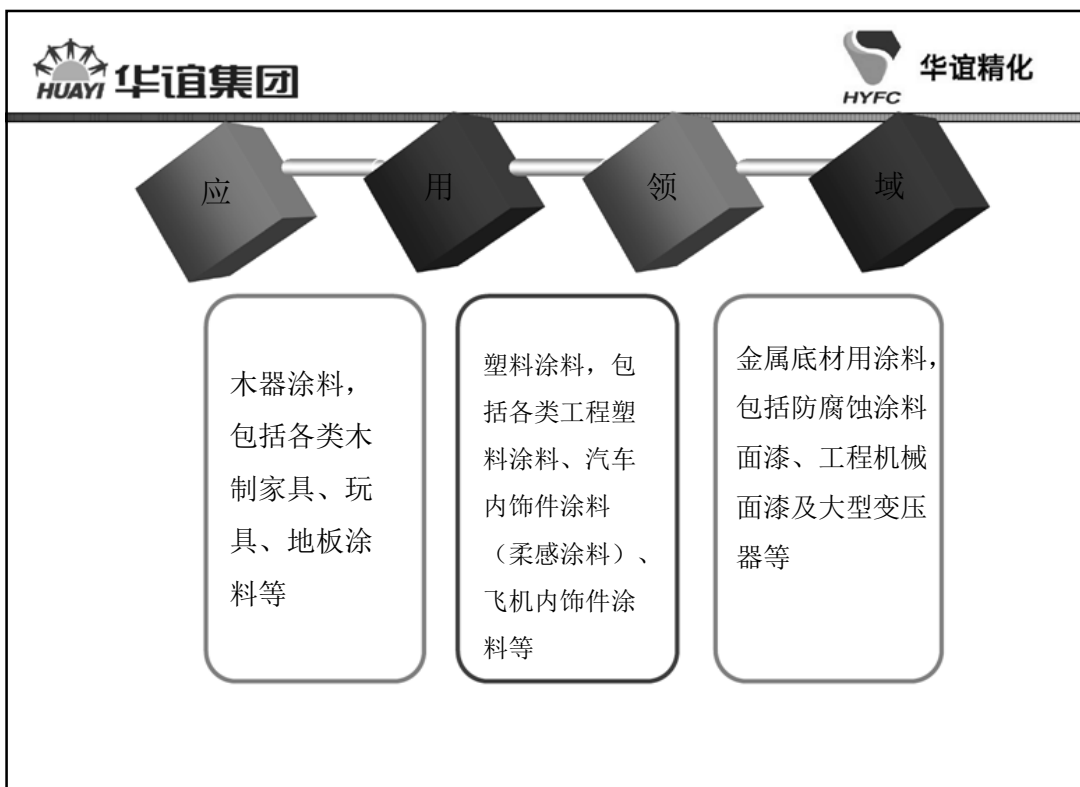


## 水性双组分聚氨酯体系的反应



## 水性双组分聚氨酯涂料中潜在的反应







## 水性双组份聚氨酯涂料的应用-木器漆

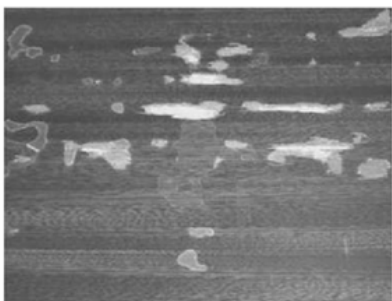
### 配套方案

- 单组分丙烯酸底漆
- 水性双组分聚氨酯面漆
- 高性能（耐化学品性、耐久性）
- 较高的丰满度
- 低VOC含量、减少来自溶剂的气味
- 简易的混合和应用
- 干燥速度较快
- 一定的使用时间

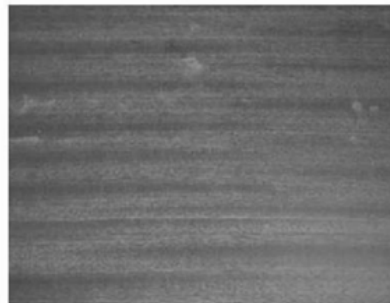


## 双组分聚氨酯与单组分丙烯酸的抗粘连性比较 (清面漆)

70° C温度下，施以5kg重物，放置5小时后，观察到的抗粘连性



单组分自交联丙烯酸清面漆



双组分聚氨酯清面漆

•推荐的配套方案①

- 水性双组分环氧富锌底漆
- 水性双组分环氧云铁封闭漆
- 水性双组分聚氨酯面漆

## 水性聚氨酯的应用

•推荐的配套方案②

- 水性双组分环氧防锈底漆
- 水性双组分聚氨酯面漆

### 水性2KPU涂料应用----电机面漆

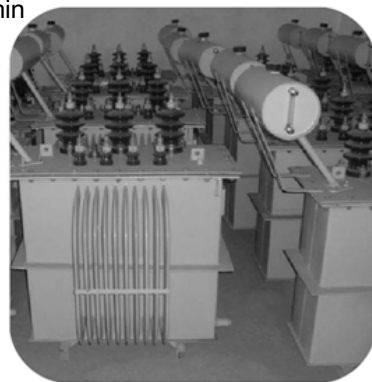
- 手工喷涂
  - 性能优异
  - 施工范围宽
  - 活化期大于1小时
- 80℃下干燥30min至60min
- 干膜厚度可达80μm
- 两层水性涂装：水性环氧铁红底漆 / 水性双组份聚氨酯面漆
  - 耐候性好
  - 耐化学品性能好
  - 耐腐蚀性好





### 基于W1845的水性2KPU涂料应用----大型输变电设备面漆

- 手工喷涂
- 80°C下干燥30min至60min
- 性能优异
- 干膜厚度可达80μm
- 施工范围宽
- 活化期大于1小时
- 三层水性涂装：水性环氧富锌底漆 / 水性环氧云铁封闭漆 / 水性双组份聚氨酯面漆
- 耐候性好
- 耐化学品性能好
- 耐腐蚀性极好



### 水性双组分聚氨酯涂料应用领域

木器涂料，包括各类木制家具、玩具、地板涂料



地铁和城轨车辆



塑料涂料，包括各类工程塑料涂料、汽车内饰件涂料（柔感涂料）、飞机内饰件涂料



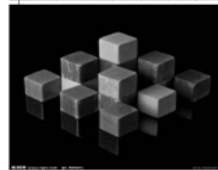
金属底材用涂料，包括防腐涂料面漆、工程机械面漆及大型变压器

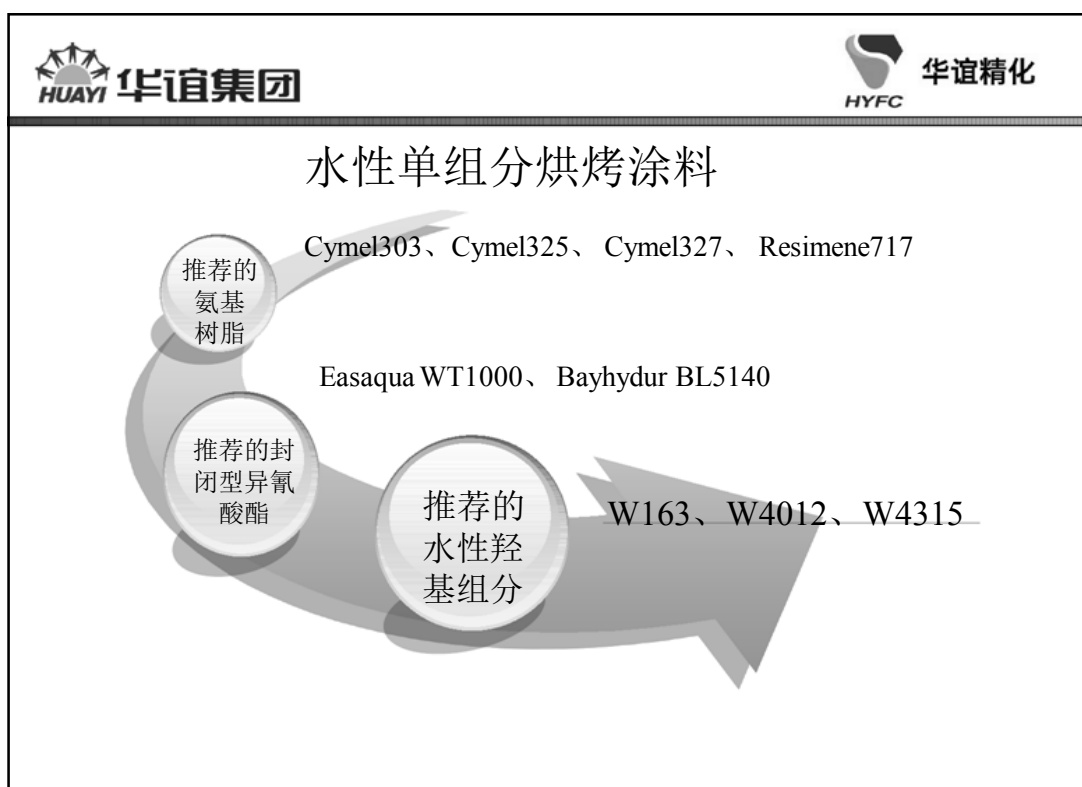
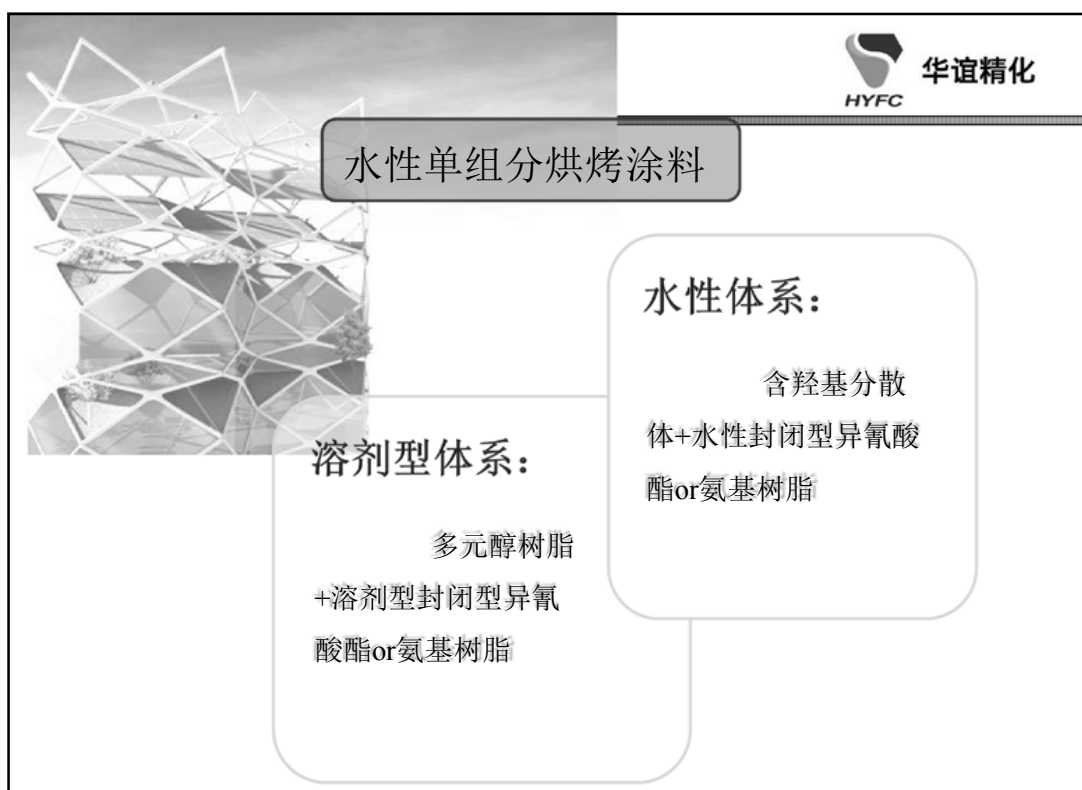


大巴的原厂漆和修补漆



动车





## 基于W4012的水性铝粉涂料

水性铝粉涂料

水性双组分聚氨酯体系

水性单组分氨基体系



## 水性氨基烘烤漆其他应用实例



### ➤ 消费电子品及家用电器

- 手提电脑
- 打印机
- 家用电器

### ➤ 机械及汽车配件

- 电梯
- 缝纫机
- 雨刮

### ➤ 运动器械

- 高尔夫球杆

### ➤ 其它

- 玻璃
- 灯柱

## 水性醇酸涂料



water based **ALKYD** emulsion 水性醇酸乳液

### 自乳化水性醇酸树脂+优良的储存稳定性

- +高剪切稳定性
- +颗粒粒径小
- +优良的冻融稳定性
- +与颜料和其他主体树脂相容性好

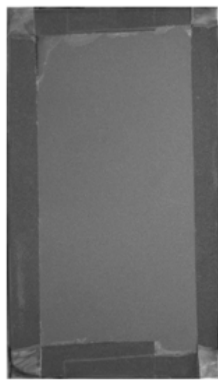
- 固体含量低（35%-45%）
- 有机溶剂含量较高
- 有中和剂

### 外乳化水性醇酸树脂

- +固体含量高
- +可含有长油度
- +无中和剂

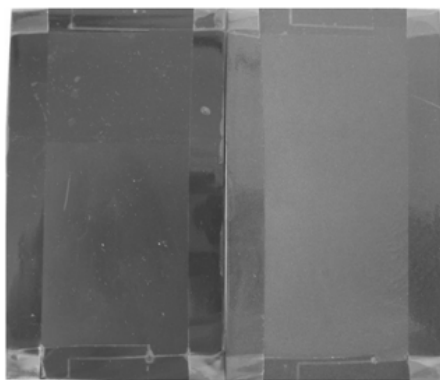
- 低剪切稳定性
- 冻融稳定性低
- 有长久的亲水基团

## 水性醇酸树脂的制备技术



301铁红防锈底漆 (70um, 168h)      706防锈底漆 (70um, 168h)

耐盐雾性能比较



301铁红防锈底漆 (40um, 96h)      706防锈底漆 (40um, 96h)

耐盐水性能比较



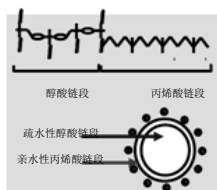
www.chinascc.com



### 第二代快干型丙烯酸改性醇酸树脂W310

水性醇酸树脂

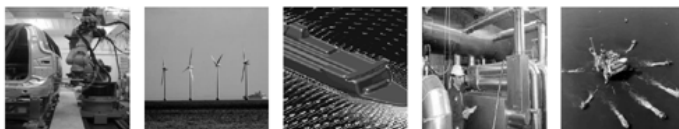
- 可用于制备低VOC的水性快干型醇酸面漆，也可制备水性醇酸防锈底漆，色浅快干，适合于面漆。
- 可与丙烯酸乳液进行混拼使用，降低丙烯酸涂料中成膜助剂的使用量，降低涂料的VOC含量。



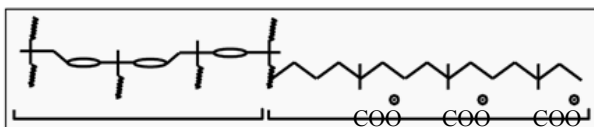
## 应用领域

- ✓钢桶漆和钢瓶漆
- ✓活动板房
- ✓油田采油机
- ✓矿井中钢铁支架
- ✓矿山机械配件
- ✓木器涂料

- 汽车底盘
- 电机基座
- 农用车辆
- 船舶内舱
- 港口机械
- 水电站厂房钢结构等



## 水性环氧酯树脂



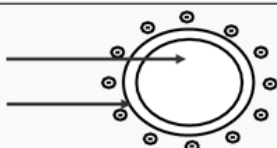
环氧酯链段

丙烯酸链段

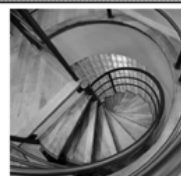
核-壳乳液：

疏水性环氧酯链段

亲水性丙烯酸链段



杂化技术



壳-丙烯酸	核-环氧酯
稳定	防腐性
干燥	膜结构
硬度	附着力
流变	渗透性





### 水性环氧酯乳液具有如下特点：

- 较高的机械稳定性和优异的颜料润湿性；
- 高的光泽和优异的附着力；
- VOC含量小于110g/L，满足目前和将来的环保要求；
- 干燥快，适用于自干型或烘烤型工业漆；
- 具有好的耐水性和耐盐雾性；
- 优异的抗冻融稳定性和储存稳定性；
- 与其他水性树脂，特别与丙烯酸乳液有很好的相容性。

#### 水性环氧酯白漆参考配方

原料名称	用量 %
水性环氧酯乳液（40%）	63.16
BYK-190（润湿分散剂）	1.07
Foamex 810（消泡剂）	0.32
R-930（钛白粉）	21.30
RM-8W（增稠剂）	0.27
RM-2020（流平剂）	0.27
HLD-061（水性催干剂）	0.53
N, N-二甲基乙醇胺	0.53
去离子水	12.55
合计	100.00



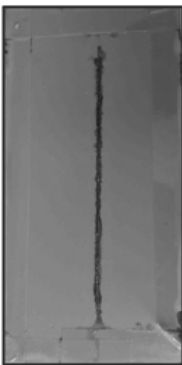
#### 水性环氧酯白漆性能指标

项 目	未储存	常温储存 一个月	40℃热储 一个月
光泽（60°）	93%	93%	93%
铅笔硬度（划伤）	H	H	H
附着力（划格法）	0级	0级	0级
耐冲击（50cm）	通过	通过	通过
弯曲（1mm）	通过	通过	通过
耐盐雾（50μm）	96h	96h	96h





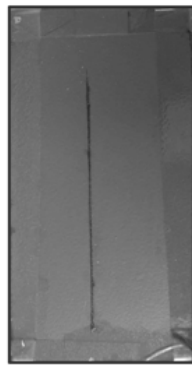
活动板房



a



b



c



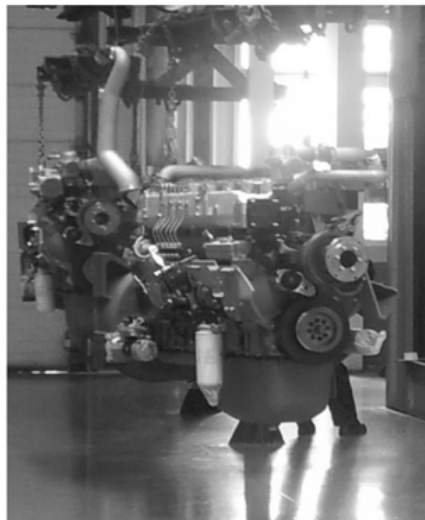
d

a、b为未涂面漆

c、d为涂面漆

优异的耐盐雾性能(240h)

## 汽车发动机



## 油田采油机



## 施工配套方案

- 水性醇酸防锈底漆/水性醇酸面漆
- 水性丙烯酸防锈底漆/水性醇酸面漆
- 水性环氧酯防锈底漆/水性醇酸面漆
- 水性双组分环氧底漆/水性醇酸面漆
- 水性醇酸防锈底漆/水性聚氨酯面漆
- 常规油性底漆/水性醇酸面漆



W320丙烯酸改性环氧酯



## 机遇

- 环保意识的增强
- 环保法律法规颁布和实施
- 节约资源
- 国内已经有越来越多的企业开始重视水性工业涂料

## 水性涂料



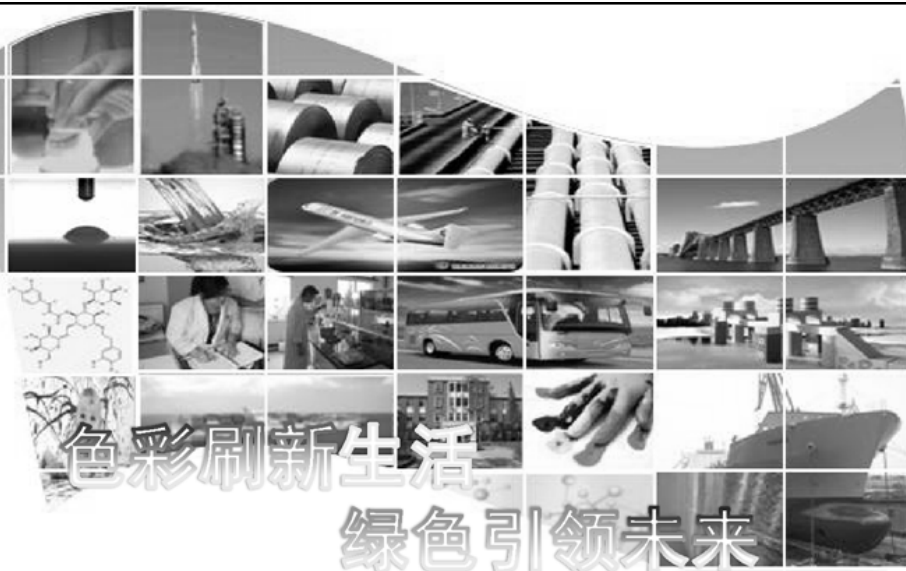
## 挑战

- 水性工业涂料中少部分助溶剂的问题；
- 水性工业涂料中的粘度变化问题；
- 水性工业涂料的“爆泡”问题。



## 展望

- 期待法规的进一步完善
- 技术进步、成本的下降
- 涂装工艺的进一步完善等



# 防腐涂装标准规范的发展

Protective Coatings Standards and  
Regulations Developments

佐敦涂料（张家港）有限公司 技术经理

刘 新

Liu Xin, Technical Manager

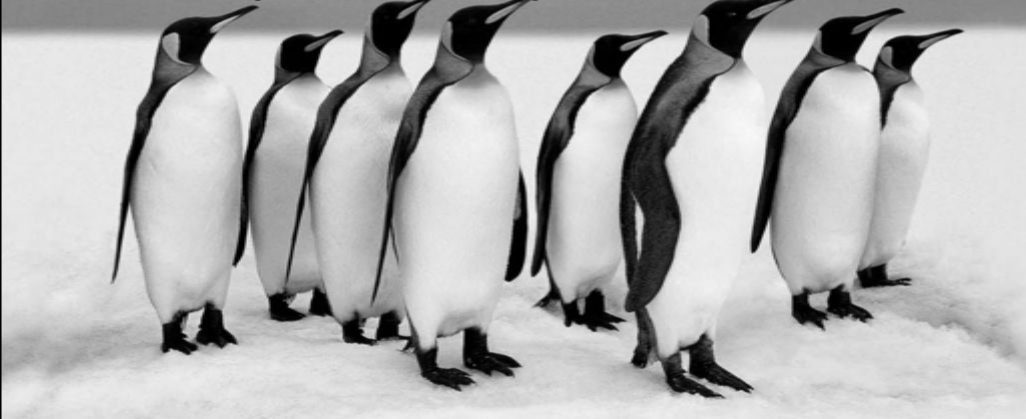
Jotun Coatings (Zhangjiagang) Ltd.

## Abstract

Lots of protective coatings standards covered products, environment, energy, public facilities, engineering machinery, offshore and such fields were carried out. The speaker made the presentation to let people learn more about the development of protective coatings standards of several areas both in China and the world.

## 防腐涂装标准规范的发展

## Protective Coatings Standards and Regulations Developments



### Protective China

- 防腐涂料产品标准
- Protective Coatings
- 防腐涂料与涂装行业标准与规范
- Industry standards and regulations
- 环保法规
- HSE related to PC

---

[www.jotun.com.cn](http://www.jotun.com.cn)



## 产品标准 Protective coatings

- Zinc-rich 富锌底漆
  - SSPC PAINT 20
  - HG/T 3668
- 交联型氟碳面漆 crosslinking fluorocarbon coating
- 聚硅氧烷涂料 polysiloxane coatings

## Water Borne coatings

- 水性醇酸树脂涂料 WB alkyd
- 水性树脂 环氧涂料 WB Epoxy
- HJ2537-2014 环境标志产品技术要求 水性涂料
- Technical requirement for environmental labeling products Water based coatings



## 环保法规

- GB 30981-2014 建筑钢结构防腐涂料有害物质限量

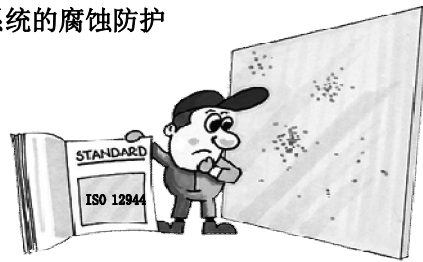
## 防腐涂料的应用

### Typical Usuages

- 公共设施 infrastructure
- 桥梁 Bridge
- 电力能源 Energies
  - 火电 fossil power
  - 风电 wind farm
  - 水电 hydroelectric power
  - 核电 Nuclear power
- 石油化工 HPI
- 储罐 Tankfarm
- 工程机械 Engineering Machinery
- 海洋工程 offshore
- 埋地管道 Buried pipes
- 港口码头 Port and harbor
- 远洋船舶 Marine
- ...

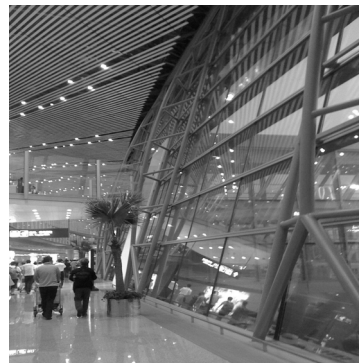
## ISO 12944 相同的语言

- Paints and varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems
- 色漆和清漆 – 钢结构保护用涂料系统的腐蚀防护
- 被很多行业、重大工程所采用
- 国家标准已经上报审批中



## Public Facility 公共设施

- JG/T 224 建筑用钢结构防腐涂料
- 机场
- 展览中心
- 图书馆
- 体育馆
- 商务大楼
- ...



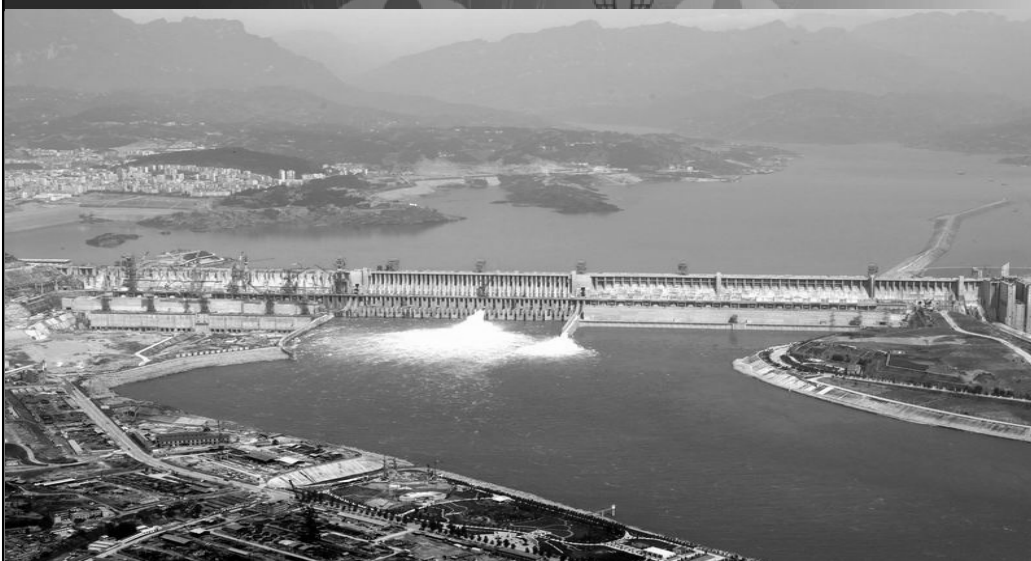
## 桥 梁

- TB/T 1527-2011 铁路钢桥保护涂装及涂料供货技术条件
- JT/T 722-2008 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

## Energy 电力能源

- DL/T 5394 电力工程地下金属构筑物
- DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程
- SL105 水工金属结构防腐蚀规范
- DL/T 5358 水电水利工程金属结构...
- GB/T XXX 风力发电设施防腐涂装技术规范

Protective China



[www.jotun.com.cn](http://www.jotun.com.cn)



Protective China

风电场

平潭岛风电场



中国海油海上风电



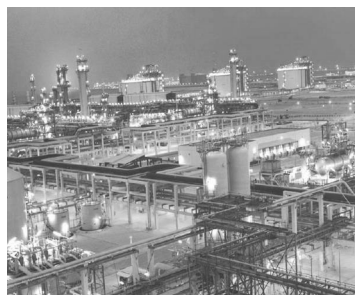
[www.jotun.com.cn](http://www.jotun.com.cn)



## 石油化工 Hydrocarbon Process Industry

- SH/T 3022-2011 石油化工设备管道防腐涂层设计规范
- GB 50393-2008 钢质石油储罐防腐工程技术规范

化工厂  
炼油厂  
大乙烯工程  
煤化工



[www.jotun.com.cn](http://www.jotun.com.cn)



## 海港工程 JTS 153-3 海港工程钢结构防腐蚀技术规范



[www.jotun.com.cn](http://www.jotun.com.cn)



## 港口机械 Port Machinery

### JT/T 733 港口机械钢结构表面防腐蚀技术规范



www.jotun.com.cn



## 海洋工程 Offshore

### ISO 20340, NOSOK M501

- NACE SP0108
- SY/T 1008-2010 海上钢质固定石油生产构筑物的腐蚀控制(RP0176)
- 国家标准 色漆和清漆 海上建筑及相关结构用防护涂料系性能要求
- DNV-RP-B101-2007
- 海上浮式生产储油设备防腐保护技术
- NB/T 31006-2011
- 海上风电场钢结构防腐蚀技术标准



www.jotun.com.cn



# 宝钢石油专用管及腐蚀 评价研究进展

The Research Development of Baosteel's Petroleum Pipeline  
and Corrosion Assessment

宝钢集团中央研究院 钢管钢条钢技术中心主任

张 忠 铎

Zhang Zhonghua, Director

Steel Pipeline and Steel Technology Center of

Central Research Institute, Baosteel Co., Ltd.

## Abstract

The oil pipeline is one of the major equipment in oil storage and transportation. Anticorrosion is a significant part of pipeline maintenance. Baosteel Co.,Ltd devotes in researching petroleum pipeline and its corrosion assessment. This presentation will show people lots kinds of petroleum pipelines with their performance indicators, with some studies on them. On the other hand, some new opinions on materials selection and corrosion assessing standards will also be carried out.



# 宝钢石油专用管及腐蚀评价研究进展

张忠铎

宝山钢铁股份有限公司

2014.11.3

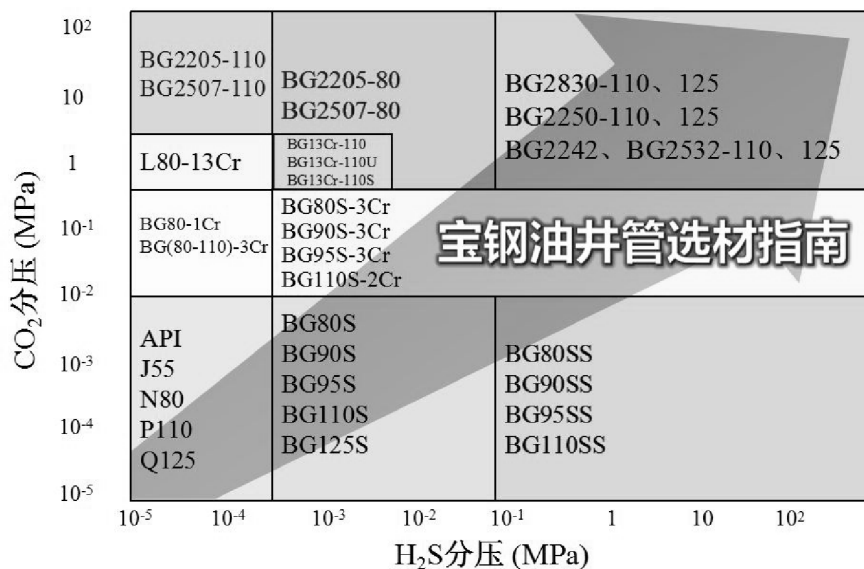
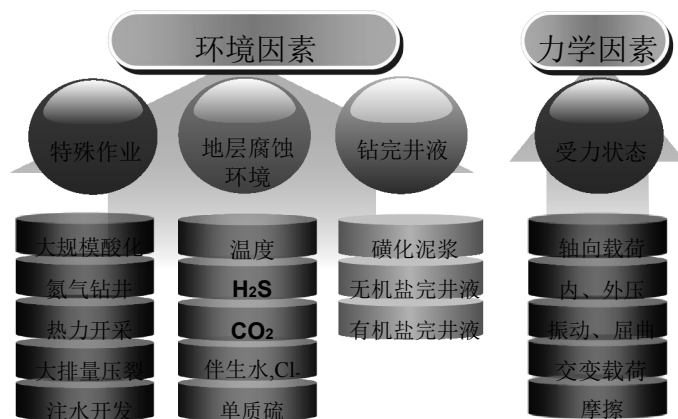
## 报告提纲



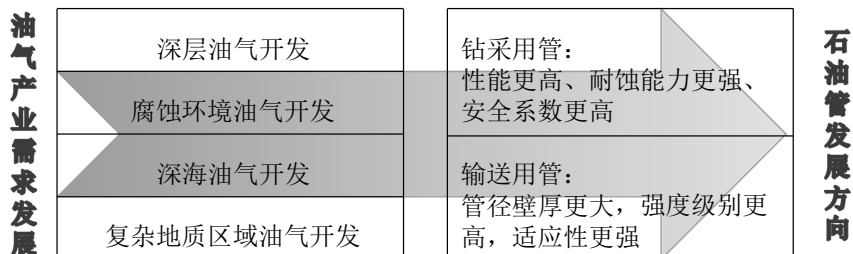
1、宝钢石油专用管研究进展

2、对选材及腐蚀评价标准的新认识

## 石油管产品开发关注要素



## 1. 宝钢石油专用管研究进展



以点代面简要介绍一下宝钢石油专用管的研究进展

- 1.1 耐蚀油井管

  - 抗硫油井管
  - 3Cr系列油井管
  - 马氏体不锈钢油井管
  - 镍基合金油井管

➤ 1.2 高强高韧性套管

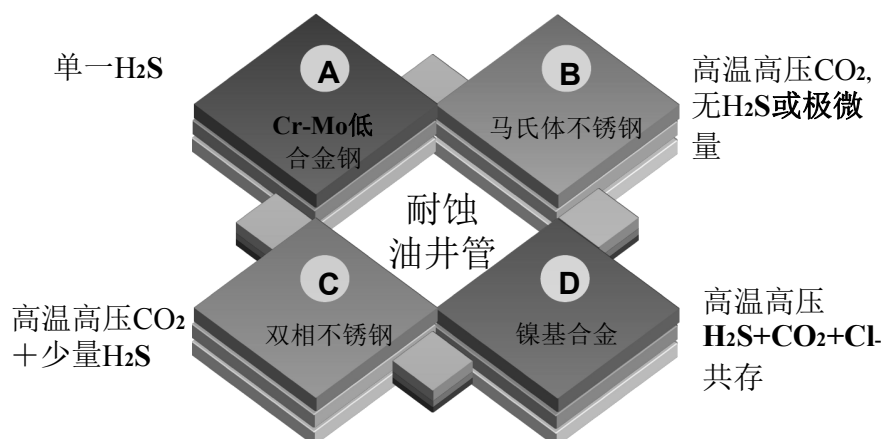
➤ 1.3 高抗挤毁套管

➤ 1.4 高强度钻杆

➤ 1.5 高强度管线钢

## 1. 宝钢石油专用管研究进展

### 1.1 耐蚀油井管



按材料类型可分为四类，分别适用于不同腐蚀环境

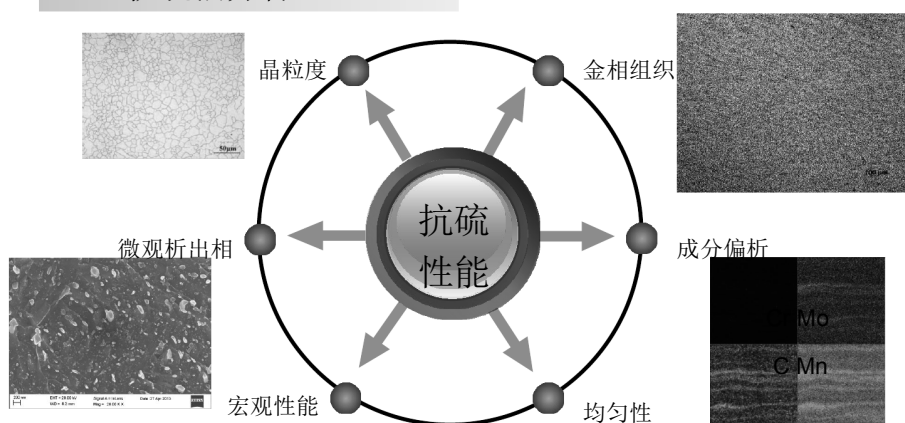
### 1.1.1 抗硫油井管

腐蚀井况特点	选材标准	选材推荐
单一含H <sub>2</sub> S	NACE MR0175/ISO 15156	H <sub>2</sub> S分压小于0.3 kPa: 一般不需要防护措施; 对于H <sub>2</sub> S分压大于0.3kPa的情况, 如果没有CO <sub>2</sub> 和Cl <sup>-</sup> , 则可以采用Cr-Mo低合金钢

➤ 普通低合金钢随着强度的提升, 在含H<sub>2</sub>S环境下应力腐蚀敏感性逐渐增加, 深层高含硫油气的开采要求油井管要兼备高强度和高抗硫化氢应力腐蚀开裂性能, 该方向的研究一直是世界级研究热点之一。



### 1.1.1 抗硫油井管

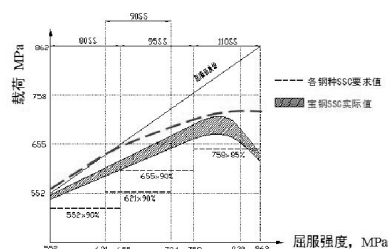


抗硫管（尤其是高钢级）产品抗硫性能的最大化除了成分设计外，最重要的是需要从成分、冶炼、管坯制造、轧管、热处理等多个关键点入手全面严格控制，是真正意义上的“刀尖上的舞蹈”。

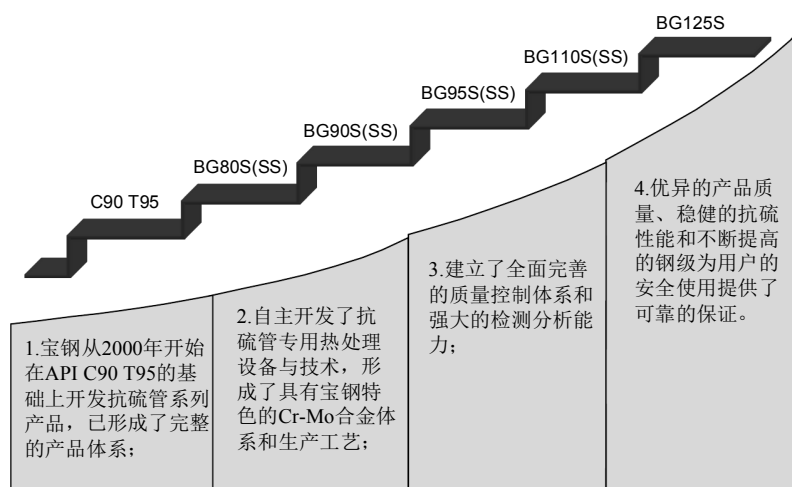
### 1.1.1 抗硫油井管

#### 宝钢抗硫油套管的质量水平

- 铁水比例高，钢质纯净；炼钢炉外先进精炼技术确保了钢的夹杂物少、纯净度高  
影响抗硫性能的主要有害元素：P<80 ppm, S<10 ppm, N<50 ppm, O<20 ppm
- 自主开发的水淬技术和先进的热处理工艺保证钢管淬火马氏体比例高，硬度和组织均匀，残余应力少；  
淬火硬度HRC50以上，冲击韧性值100 J以上，晶粒度8级以上
- 具有自主知识产权的成分设计，确保了性能、组织、硬度的合理控制。  
低Mn Cr设计，Ca处理，微合金化

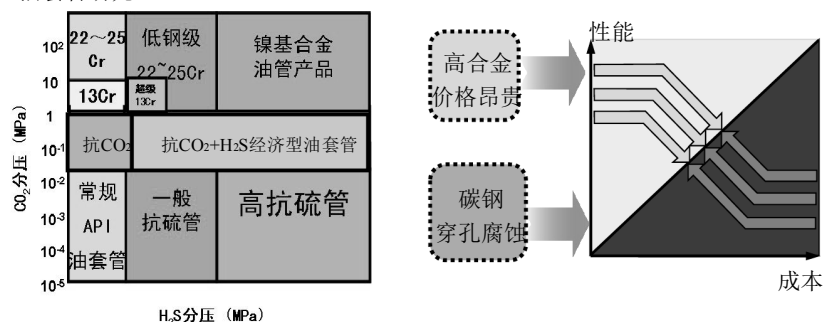


### 1.1.1 抗硫油井管



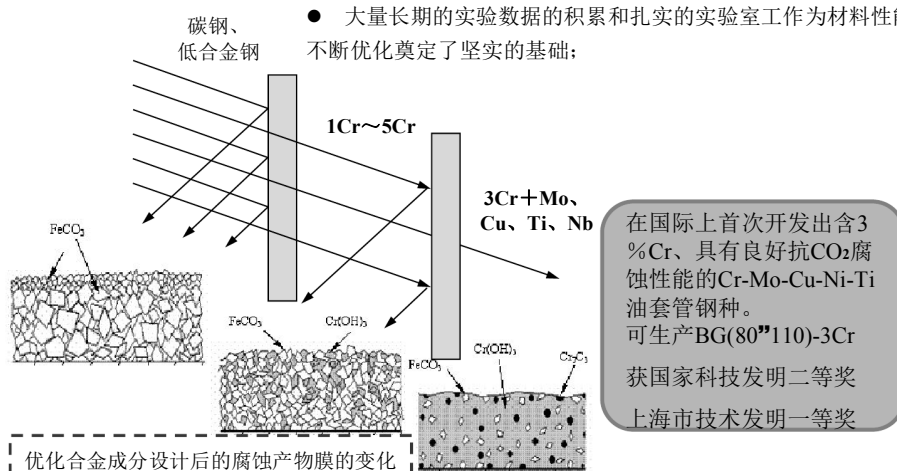
### 1.1.2 3Cr系列油井管

- 90年代以后，含CO<sub>2</sub>的腐蚀性油气井开始大量出现，开采时必须使用昂贵的耐CO<sub>2</sub>腐蚀的合金油套管；
- 1998年，在严峻的市场形势下，油田用户面临着巨大的开采成本压力。含CO<sub>2</sub>腐蚀性油气井的开采要求大幅降低材料成本；
- 1999年宝钢提出经济性油套管的概念，开始率先在国内开展经济型抗CO<sub>2</sub>腐蚀油套管研究；



### 1.1.2 3Cr系列油井管

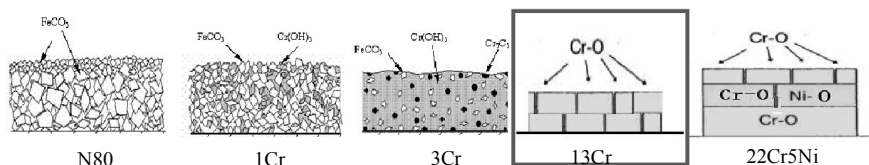
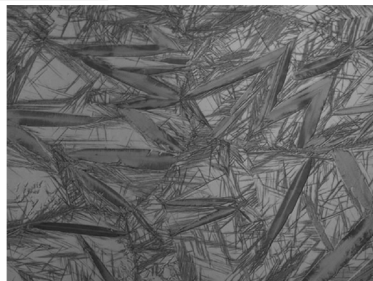
- 新钢种开发是经济性油套管研制的实验基础；
- 以腐蚀产物膜改性为目标和选材原则，合理优化合金成分设计；
- 大量长期的实验数据的积累和扎实的实验室工作为材料性能的不断优化奠定了坚实的基础；



### 1.1.3 马氏体不锈钢油井管

当铁素体不锈钢中碳含量高时，碳在体心立方铁素体中形成过饱和固溶体，成为马氏体不锈钢：

- 强度、硬度和耐磨性高；
- 但焊接性、耐蚀性和热加工性能以及塑性比较差；
- 最具代表性的为13Cr系列产品



13Cr系列马氏体不锈钢耐蚀机理

### 1.1.3 马氏体不锈钢油井管

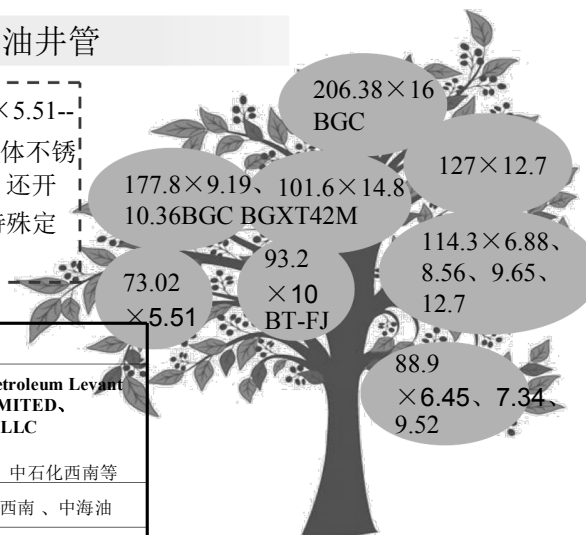
宝钢13Cr系列产品的牌号与成分

牌 号	C	Cr	Ni	Mo	Nb	基本特点
L80-13Cr	Ave. 0.20	Ave.13	—	—	—	API 标准产品
BG13Cr-110	Max. 0.20	Ave.13	0.8/1.2	0.2/0.8	—	※ 宝钢独家专利产品，经济型
BG13Cr-110U	Max.0.04	Ave.13	3.5/4.5	0.8/1.3	—	4Ni-1Mo的设计，提高耐腐蚀性能
BG13Cr-110S	Max.0.04	Ave.13	4.5/5.5	1.8/2.5	0.01/0.05	超低碳、5Ni-2Mo的设计，提高高温耐腐蚀性能
BG15Cr-125S	Max.0.04	Ave.15	5.0/7.7	1.8/2.5		超低碳、高强度设计，满足超深超高温高CO <sub>2</sub> 含量井需求

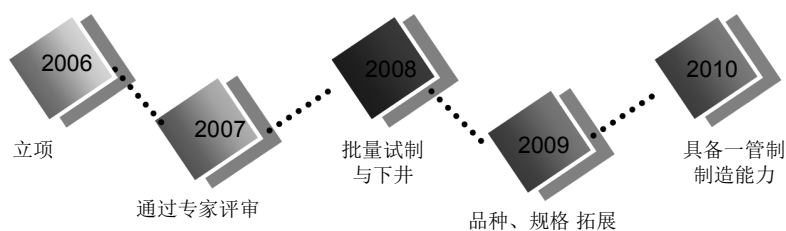
### 1.1.3 马氏体不锈钢油井管

宝钢基本实现了从  $73 \times 5.51$ --  
206.38 $\times$ 16等不同规格马氏体不锈  
钢油井管的批量供货能力，还开  
发了油钻杆以及套油管等特殊定  
制产品。

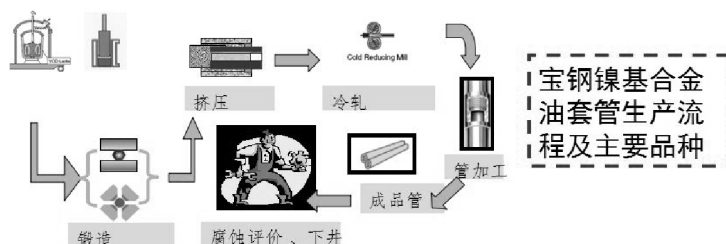
钢级	客户
L80-13Cr	ONGC、Gulfands Petroleum Levant Ltd.MERTEX UK LIMITED、 FORTIS ALLIANCE LLC OXY, OMAN 中海油、华北储气库、中石化西南等
BG13Cr-110	东北油田、中石油西南、中海油
BG13Cr-110U	长庆油田
BG13Cr-110S /BT-S13Cr110	塔里木油田 华北储气库



### 1.1.4 镍基合金油井管



与国际同行相比起步较晚，但发展迅速。产品质量达到国际先进水平。





### 1.1.4 镍基合金油井管

ISO 15156 标准对于镍基合金油井管分类

材料类型	Cr wt% min	Ni +Co Wt% min	Mo wt% min	Mo+W Wt% min	备注
4c	19.5	29.5	2.5		028、825、2235
4d	19.0	45		6	G3
4e	14.5	52	12		276

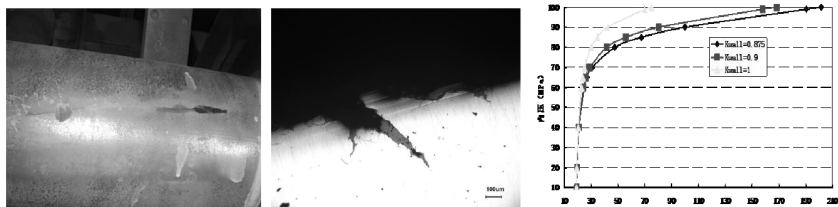
Baosteel marks	C%	Cr%	Ni%	Mo%	Fe%	Alloy content	
BG2830	≤0.03	26.0~28.0	29.5~32.5	3.0~4.0	Bal.	62%	➡ 4c类
BG2532	≤0.03	24.0~27.0	29.0~36.5	2.5~4.0	Bal.	63%	
BG2235	≤0.03	20.5~23.5	33.0~38.0	4.0~5.0	Bal.	62%	
BG2242	≤0.05	19.5~23.5	38.0~46.0	2.5~3.5	Bal.	71%	➡ 4d类
BG2250	≤0.015	21.0~23.5	Bal.	6.0~8.0	18.0~21.0	80%	

### 1.1.4 镍基合金油井管

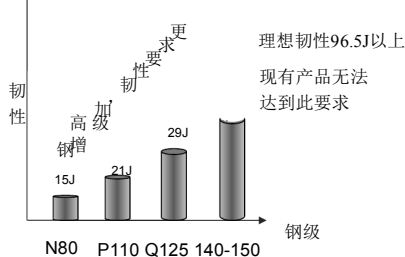
宝钢目前已经实现了镍基/铁镍基合金的品种、规格（从2 7/8”油管到7 5/8”套管）、钢级（110ksi和125ksi）的全面覆盖。自2008年下井应用以来，已经完全实现国产化，并于2013年首次承接海外订单。

下井时间	下井产品	产品规格	应用区块
2008.11、2009	BG2830-110 BGT1	73*5.51	龙岗
2009.6、2010.5	BG2250-125 BGT1	114.3*7.37	普光
2010	BG2830-110 BGT1	73*5.51	龙岗
2011.1	BG2250-125 BGT1	73*5.51	大湾
2011.1	BG2830-110 BGC	127*9.19	元坝
2011.7	BG2532-110 BGT1	73.02*5.51、88.9*6.45	川西
2011.11	BG2250-125 BGC	193.67*12.7	元坝
2012.1	BG2250-110 BGC	177.8*12.65	元坝

## 1.2 高强高韧性油井管



- ❖ 套管管体在生产使用过程中不可避免的会出现微小缺陷，此种缺欠在受到应力作用时，存在发生失稳扩展的风险，而高的材料韧性则可抑制其扩展。
- ❖ 根据国内外研究情况，高强度套管安全使用的匹配韧性（J）需要达到1/10屈服强度以上（英国能源部指导文件）。



管材使用要求：强度越高，需要匹配的韧性越高；  
材料设计矛盾：强度越高，塑性和韧性越低。

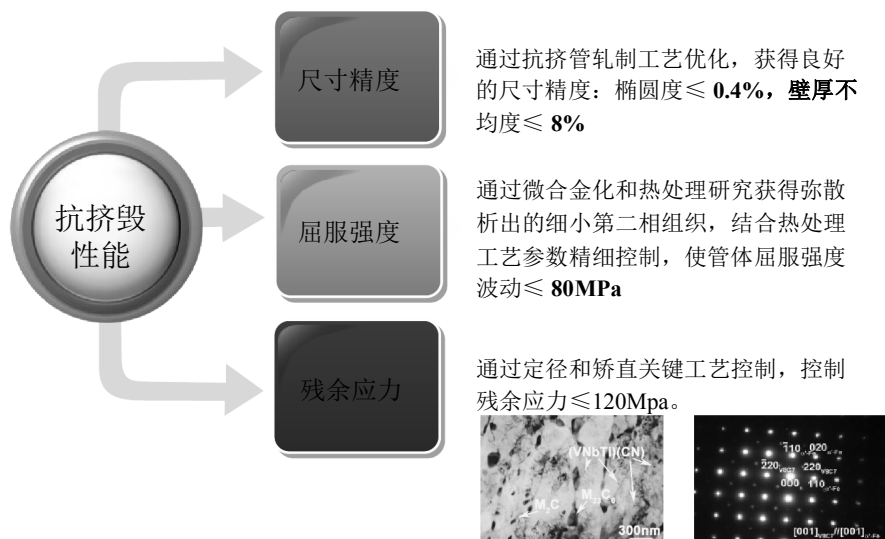
## 1.2 高强高韧性油井管

- ❖ 宝钢超高强度高韧性套管钢级和规格

牌号	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	延伸率	横向冲击 功,0度全 尺寸, J	纵向冲击 功, 0度全 尺寸, J	API同钢级 横向冲击 韧性要求0度 全尺寸, J	抗挤性能
BG110V	758-965	≥ 862	≥ 18%	≥ 100	≥ 120	≥ 21	244.48
BG125V	862-1034	≥ 931	≥ 18%	≥ 90	≥ 120	≥ 28	*11.99
BG140V	965-1172	≥ 1034	≥ 16%	≥ 96.5	≥ 100	—	等典型 规格超 过API 标准
BG150V	1034-1241	≥ 1103	≥ 16%	≥ 103	≥ 100	—	30%以 上
BG155V	1069-1276	≥ 1138	≥ 16%	≥ 107	≥ 100	—	
BG170V	1172-1379	≥ 1241	≥ 14%	≥ 70	≥ 90	—	

- 用途：用于深井超深井、复杂地应力井、页岩气井等
- 高强韧性套管产品特点：高强度+高韧性+高抗挤

### 1.3 高抗挤毁套管



### 1.3 高抗挤毁套管

类型	牌号	适用的工况环境
超高抗挤套管	BG110T, BG110TT, BG125TT, BG130TT, BG140TT, BG150T, BG160TT	膏盐层、岩盐层、泥岩层等高层压力或存在地应力异常段的油气井。
抗挤抗硫套管	BG80TS, BG95TS, BG110TS	含 $\text{H}_2\text{S}$ 的高地层压力或存在地应力异常段的。油气井中，有效的抵御地层高压和硫化氢腐蚀。
抗挤耐热套管	BG110TH, BG125TH	主要用于高层压力和具有高温开采环境的油田，如稠油热采井以及高地热盐岩层、盐膏层、地应力异常段及大断层井段。有效的抵御地层高压和高温软化效应。

宝钢目前已开发了超高抗挤、抗挤抗硫、抗挤耐热等系列化的抗挤毁套管产品，钢级80~160，已批量用于中石油、中石化、中海油等油气田，并出口哥伦比亚等海外市场。

## 1.4 高强度钻杆

### 宝钢钻杆规格、钢级、品种

外径	
(in)	(mm)
2 3/8	60.32
2 7/8	73.02
3 1/8	79.4
3 1/2	88.9
4	101.6
4 1/2	114.3
5	127
5 1/2	139.7
6	152.4
6 5/8	168.28

钢级
E
X
G
S
BGD95U
BGD95SS
BGD105SS
BGD120U
BGD150
BGD165

- ☐ API钻杆
- ☐ BGDS高抗扭钻杆
- ☐ BGXT超高抗扭钻杆
- ☐ BGST超高抗扭钻杆
- ☐ BGXTM超高抗扭气密封钻杆
- ☐ 超级13Cr钻杆
- ☐ 超高韧性钻杆
- ☐ NC52非标钻杆
- ☐ 抗硫钻杆

## 1.4 高强度钻杆

### 应用业绩



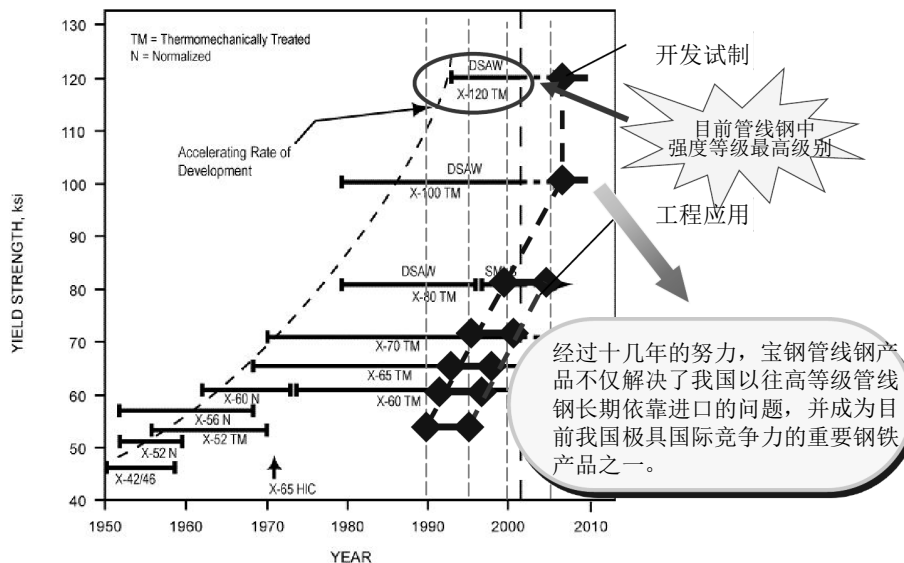
品种	规格	井号	深度
BGXT42M	101.6×14.8	迪北101	4837m
IEU SNC52	127×9.19	轮东1	7620m
NC52接头BGDS40、 BGXT26复合钻柱		克深7	8023m

### 1.5 高强度管线钢

宝钢管线钢发展的四个阶段

起步					学习、追赶					创新、提高					全面发展					
年	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
钢级	引进钢种的消化、吸收、改进“铁素体+珠光体”型管线钢韧性的研究开发					X52														
						X60														
						X65														
						X70														
						X52 (HIC), X60 (HIC), X65 (HIC)														
															X80					
															X100, X120					
CVN -20℃	≥ 30J		≥ 90J								≥ 190J				≥ 240					
组织特征						铁素体+珠光体					针状铁素体,					针状铁素体(贝氏体)+马氏体				
厚度	≤ 10mm					Up to 17.5mm										Up to 33mm				

### 宝钢管线钢发展与国际管线钢发展的历程比较



# 报告提纲

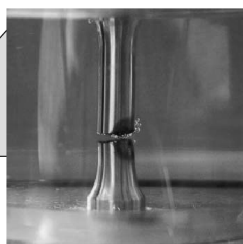
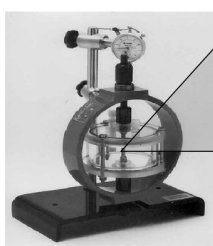


## 1、宝钢石油专用管研究进展

## 2、对选材及腐蚀评价标准的新认识

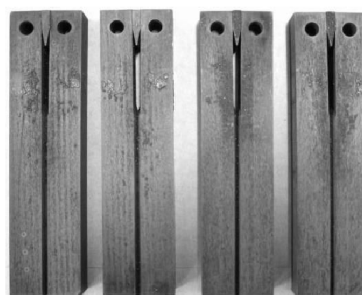
## 2. 对选材及腐蚀评价标准的新认识

### 2.1 SSC评价试验方法对比研究



**NACE TM0177标准 A法**  
单轴拉伸恒载荷试验

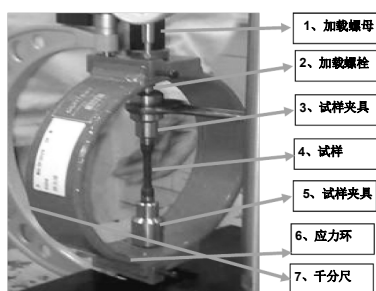
油井管国际通用标准API  
SPEC 5CT中规定使用的两种  
抗SSC性能评价方法—A、D  
(NACE TM 0177)



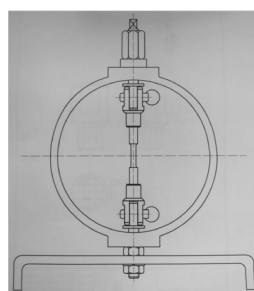
**NACE TM0177标准 D法**  
双悬臂梁试验

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

A法单轴拉伸恒载荷试验具有试样加工相对简单，设备投资小，试验结果直观等优点，使用也最为广泛，目前国内厂家抗硫性能检验基本全部采用A法。



单轴拉伸恒载荷加载设备——应力环



试样的铰接结构

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

随着油气井井深的不断增加，所用油井管材料强度不断上升，材料应力腐蚀敏感性也随之增加，高钢级产品检验对加载误差、试样微小缺陷等更为敏感，使用A法检验存在无效检验较多，结果波动较大的问题。

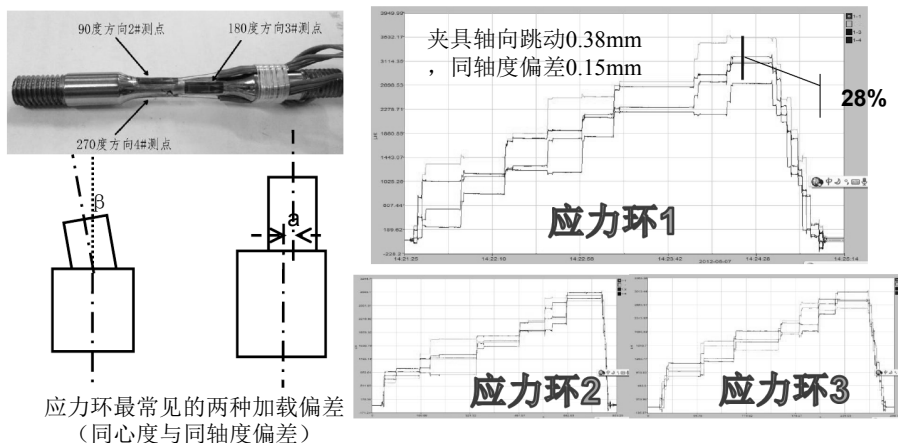


恒载荷无效断裂试样

加载应力	通过率
80%AYS	100%
90%AYS	<20%
注：其他条件相同	

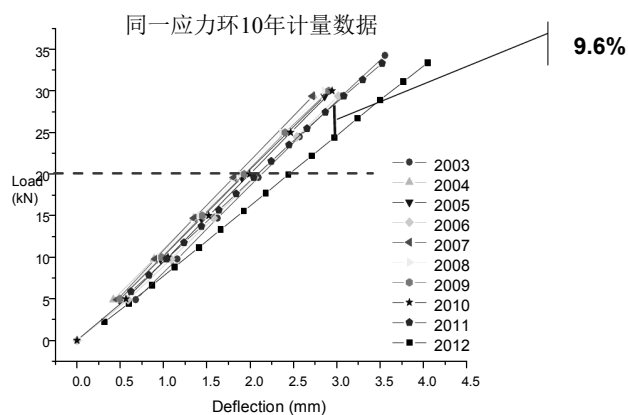
某110钢级材料：对于高钢级材料而言，少量的载荷变动，就足以引起试验通过率的巨大变化。

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究



根据大量测量结果，应力环加载时极微小的偏差就会引起试样不同位置（如两侧表面）应力的明显差异。

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

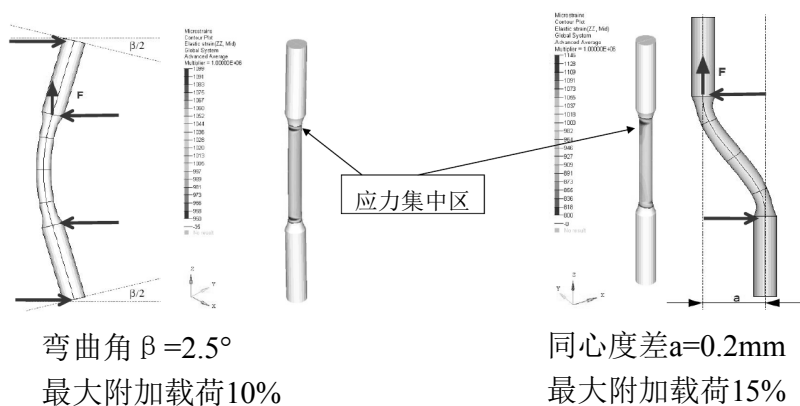


同时，即便是同一套应力环，在使用过程中也不可避免的存在一定的偏差。



## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

### 加载误差影响数值模拟结果



## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

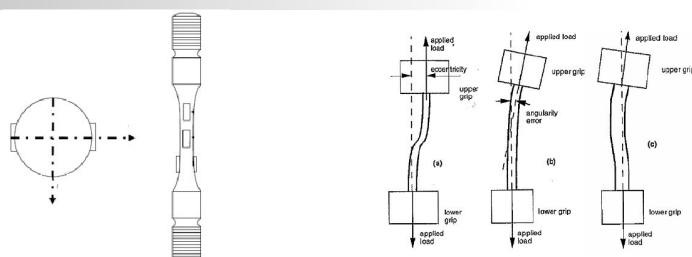


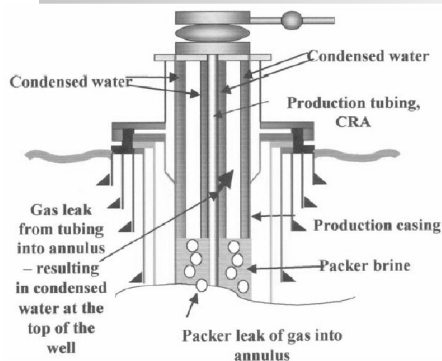
TABLE 1  
SYNTHESIS OF PERCENT BENDING MEASUREMENTS CARRIED OUT AT LABORATORIES 1 AND 2

	Laboratory 1	Laboratory 2
Average bending	5.1 %	5.8 %
Standard deviation	2 %	3.4 %
Minimum value	1 %	2.8 %
Maximum value	11 %	13.8 %
Coefficient of variation	39 %	59 %

应力环加载产生的附加弯矩可达1%~13.8%、尚未找到有效的消除办法

摘自: NACE TM0177 method A uniaxial tensile testing: learning from investigations on test procedure. Herve Marchebois, Nicolas Dulcy, E. Paul Cernocky. Corrosion 2009, Paper No.09094

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究

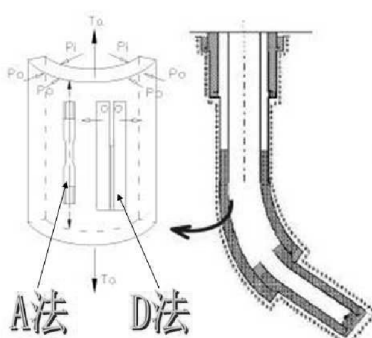


- 生产初期油管螺纹泄露
  - 生产后期封隔器失效
- 均将导致地层流体进入环空，使生产套管承受内压和腐蚀介质

井口位置将成为含 $H_2S$ 气井生产套管高危区：

- 套管内壁将面临苛刻含 $H_2S$ 腐蚀介质
- 井口位置可能处于低合金钢SSC敏感温度区间
- 轴向拉应力最大、内压可能高达85%地层压力

## 2.1 SSC评价试验方法对比研究



套管在固井后主要承受管体内外压力，受力状态主要为环向应力，轴向拉应力为次要因素，相对A法来说，D法更能模拟套管真实受力状态。

	A法	D法
模拟受力状态	拉应力	内压
反映性能	抗裂纹萌生	抗裂纹扩展
模拟对象	油管受力	套管受力
试验周期	30天	14天
需借助加载设备	应力环/拉伸加载设备等	无
影响因素	多	少
试验结果	定性	定量

### 2.1 SSC评价试验方法对比研究

#### 国外相关研究

- 加拿大IRP1标准内D法说明D法更适合套管的评价检验。
- **ExxonMobil**已将D法检验结果用于套管管柱设计。
- 此外，Shell在以往抗硫套管订货中也要求进行D法检验。
- 部分国外油井管企业已在国内推出采用D法进行生产检验的抗硫套管。

### 2.1 SSC评价试验方法对比研究

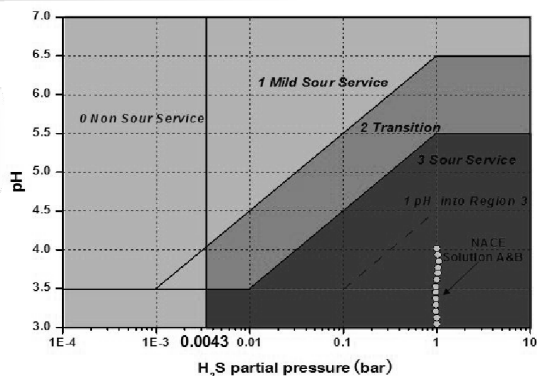
#### 小结

#### 国外相关研究

- 过程因素对A法检验结果存在较大影响，目前广泛应用的加载设备—应力环使用中会产生较大偏差，影响检验有效性，必须定期进行计量校准。
- D法检验相对于A法更贴近含硫油气井生产套管实际受力状态，同时还具备检验周期短、数据量化等明显优势。
- 强烈建议国内含硫油气田用套管采用D法进行抗硫性能评价。

## 2.2 低合金抗硫管适用性研究

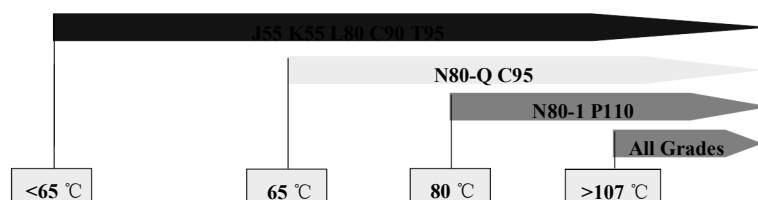
国外相关研究  
NACE MR0175对  
SSC环境苛刻程度  
的划分及检验要求



评价有效范围	实验方法	载荷	环境	H <sub>2</sub> S 分压	验收标准
1区、2区或有特殊要求的环境条件	A法	≧ 90%AYS	实际的pH值	根据实际环境要求设定	按NACE TM0177-2005要求无SSC开裂
	B法或C法				
1区、2区和3区	A法	≧ 80%AYS	NACE A溶液	0.1 MPa	按NACE TM0177-2005要求无SSC开裂
	B法或C法				

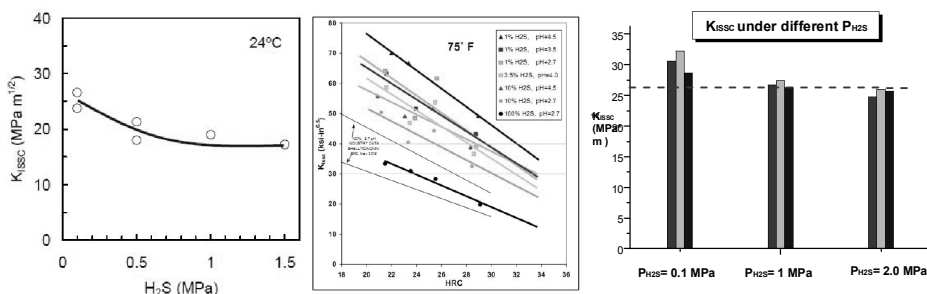
## 2.2 低合金抗硫管适用性研究

NACE MR0175中H<sub>2</sub>S环境下选材标准



		在所有温度条件下	≥ 65 °C	≥ 80 °C	≥ 107 °C
3区	API钢级	H40, J55, K55, M65, L80 1型, C90 1型, T95 1型	N80-Q型, C95	N80, P110	Q125
	非API钢级	HRC<26	HRC<30 SMYS<110 ksi	SMYS<140 ksi	
2区	AYS<110 ksi, SMYS<80 ksi, HRC<27				
1区	AYS<130 ksi, SMYS<110 ksi, HRC<30				

## 2.2 低合金抗硫管适用性研究



## 2. Sulfide fracture toughness of low-alloy steel OCTG in mild conditions at room temperature and 40F°.

**David.L.Sponseller, Thomas.E.Sponseller, Corrosion 2008, Paper No.08107**

标准抗SSC性能检验, H<sub>2</sub>S分压最大0.1MPa, 但众多研究显示, 随着H<sub>2</sub>S分压的增大, 低合金抗硫管抗SSC性能逐渐下降, 如某C110油管在P<sub>H2S</sub>=2.0 MPa时, 其K<sub>ISCC</sub>值已低于标准下限。因此, 在高H<sub>2</sub>S分压的井况下, 使用常规检验结果设计具有一定风险。

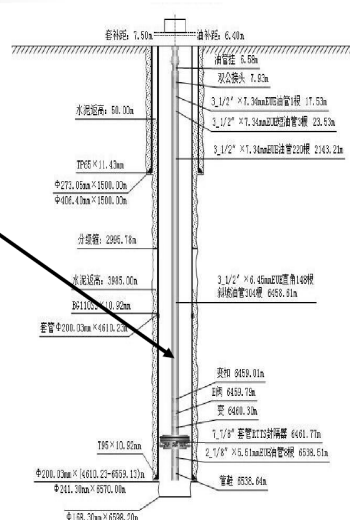
## 2.2 低合金抗硫管适用性研究



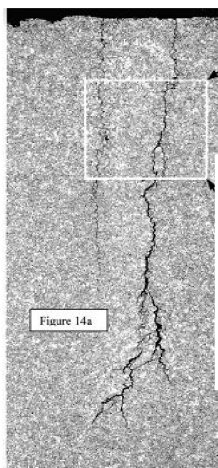
某油井使用的C110  
油管管体和接箍在  
**6200m处（封隔器以  
上，温度 $>160^{\circ}\text{C}$ ）**  
发生纵向开裂



常规认为,服役温度高于一定值后,材料应力腐蚀敏感性下降,可不必选用抗硫材料。然而实际服役中,在远高于标准温度区域,仍有部分油井管发生了类SSC的失效行为。



## 2.2 低合金抗硫管适用性研究



### 国外研究表明: CO<sub>2</sub>和溶解氧也有可能引起SCC

In general, the following factors will increase the susceptibility of these steels to CO<sub>2</sub>-SCC:

- (i) an increase in yield strength,
- (ii) increasing the partial pressure of CO<sub>2</sub>-SCC above 80 psi (550 kPa),
- (iii) increasing the partial pressure of O<sub>2</sub>,
- (iv) high stresses
- (v) plastic strains
- (vi) dynamic plastic straining, especially at rates  $\leq 2 \times 10^{-6} \text{ sec}^{-1}$
- (vii) temperatures between 200° and 350°F (93° and 177°C)

Finally, nothing can or should be inferred about the performance of other steels and environments that are outside those studied here.

**Stress corrosion cracking of high strength steels in aqueous solutions containing CO<sub>2</sub>.  
Robert Mack, Corrosion 2001, Paper No.01076**

## 2.2 低合金抗硫管适用性研究

### 小结

- 针对H<sub>2</sub>S分压超过标准试验压力的工况，其选材设计时应进行针对性抗SSC评价或增加设计安全系数。
- 低合金抗硫管在高温条件下可能发生SCC，原因包括完井液、溶解氧、CO<sub>2</sub>等，选材及设计时应高度重视，必要时需要进行针对性模拟试验。
- 标准使用过程中，应根据具体需要进行必要内容的确认和调整。

### 2.3 CRA油套管适用性研究

#### 镍金合金油套管

#### H<sub>2</sub>S环境下应用极限

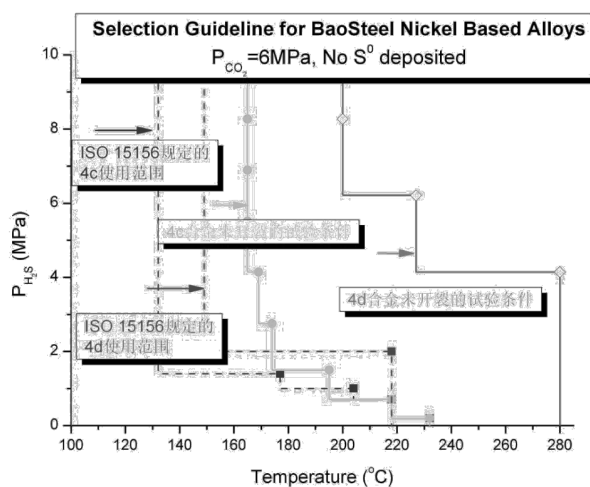
材料类型	温度 最大值 ℃ (°F)	H <sub>2</sub> S分压 最大值 MPa(psi)	氯化物浓度 最大值 mg/L	pH	是否抗元 素硫?	备注
4c、4d和4e冷 轧态	232 (450)	0.2 (30)	见备注	见注	不	开采环境中的氯化物浓度和原位pH的任何组合都是允许的。
	218 (425)	0.7 (100)	见备注	见注	不	
	204 (400)	1 (150)	见备注	见注	不	
	177 (350)	1.4 (200)	见备注	见注	不	
	132 (270)	见备注	见备注	见注	是	无H <sub>2</sub> S、Cl和pH限制
4d和4e冷轧态	218 (425)	2 (300)	见备注	见注	不	无Cl和pH限制
	149 (300)	见备注	见备注	见注	是	无H <sub>2</sub> S、Cl和pH限制
4e冷轧态	232 (450)	7 (1000)	见备注	见注	是	无Cl和pH限制
	204 (400)	见备注	见备注	见注	是	无H <sub>2</sub> S、Cl和pH限制

单质硫环境对镍基合金的腐蚀行为影响显著，  
现有标准中，有无单质硫环境是否可以扩展范围？

### 2.3 CRA油套管适用性研究

#### 镍金合金油套管

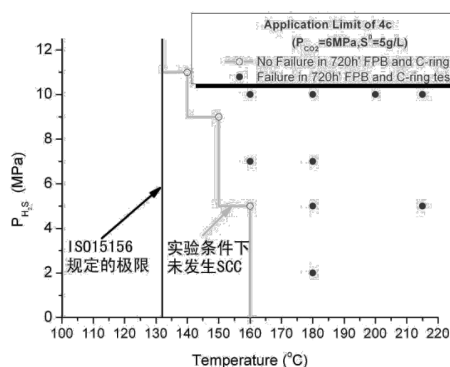
#### 不含单质硫环境下应用极限拓展



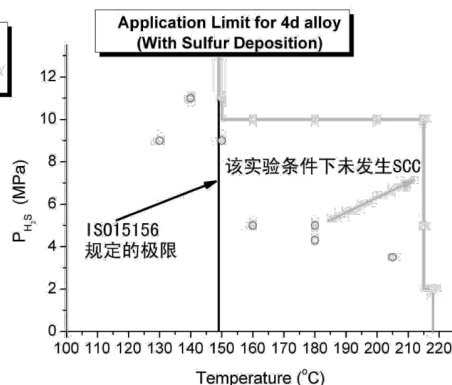
### 2.3 CRA油套管适用性研究

#### 镍金合金油套管

含单质硫环境下应用极限拓展



4c类镍基合金



4d类镍基合金

### 2.3 CRA油套管适用性研究

#### 马氏体不锈钢油套管

唯一的国际认可的选材标准ISO 15156-3

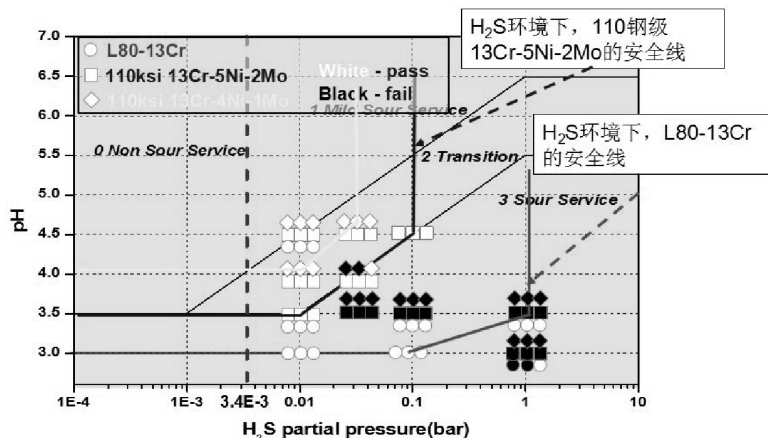
规格/单一合金 UNS编号	温度 最大值 °C (°F)	H <sub>2</sub> S分压, p <sub>H2S</sub> 最大值 kPa(psi)	氯化物浓度 最大值 mg/L	pH	是否抗 元素 硫?	备注
L-80 13Cr S41426( 超级 13Cr) S42500(15Cr)	见备注	10 (1.5)	见备注	≥3.5	NDS <sub>a</sub>	开采环境中的 温度和氯化物 浓度的任何组 合都是允许的

- ◆ 马氏体不锈钢中，规定了屈服强度上限为105ksi的超级13Cr的使用范围，110ksi超级13Cr油套管作为主流产品，H<sub>2</sub>S环境的应用极限？
- ◆ 马氏体不锈钢应用范围Cl离子浓度无限制？



### 2.3 CRA油套管适用性研究

马氏体不锈钢油套管

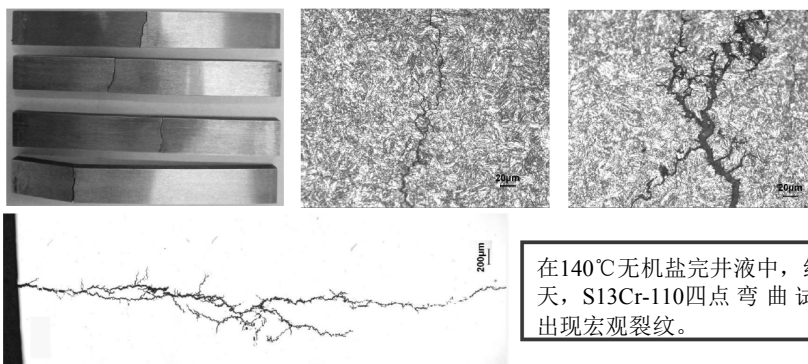


使用NACE TM0177标准A法测定了L80-13Cr及110ksi钢级 13Cr4NiMo和13Cr5Ni2Mo的抗SSC极限

### 2.3 CRA油套管适用性研究

马氏体不锈钢油套管

试验介质		试验温度	CO <sub>2</sub> 分压	试验时间	试验材料	试验方法	加载百分比
CaCl <sub>2</sub> 完井液	1200g/L CaCl <sub>2</sub> 0.5%硫酸铵 0.25%硫氰酸钠	140 ℃	3 MPa	360 h	S13C-r110	四点弯曲	100%



在140℃无机盐完井液中，经15天，S13C-r110四点弯曲试样均出现宏观裂纹。

### 2.3 CRA油套管适用性研究

#### 小 结

- ISO 15156标准对产品的极限使用条件相对比较保守，在不存在单质S的环境下，镍基、铁镍基合金的适用温度范围可向上扩展。
- 110钢级13Cr的H<sub>2</sub>S环境应用极限值低于标准规定范围，但可根据研究结果进行选择。
- 标准中对Cl离子浓度无限制的说法，还需要进一步探讨。13Cr-110在CaCl<sub>2</sub>溶液中发生SCC的风险极高。
- 标准的制定是基于有限数据总结而来，仍需要不断的完善。

# NACE 管理的 ISO 防腐蚀 技术顾问组

NACE International Administered U.S.A. TAGs to ISO

NACE 认证委员会成员

史蒂夫·彭西奥

Steve Poncio, Member

NACE Certification Committee

## 概 述

各国 ISO 技术顾问组 (TAGs), 负责对 ISO 工作组公布的委员会草案作必要的审核、建议和表决。美国技术顾问组由代表美国利益相关方的行业专家以及其他的专业和行业协会专家代表组成, 专家为一线业内人士、工程师、施工人员、设计人员、科学家、教育家以及用户。由美国防腐蚀工程师协会 (NACE) 负责的 ISO 美国技术顾问组主要有参加 ISO/TC35/SC12、ISO/TC 35/SC 14、ISO/TC 35 等技术委员会、分技术委员会的技术顾问组。这些技术顾问组为涂装前钢材预处理标准制定、防护涂料体系等方面提供了有力的技术支持。多年来, NACE 一直都致力于涂装标准的制定, 并与 SSPC、ASTM、AWWA 等其他机构合作。同时, NACE 也是美国防腐蚀标准的引领者, 正积极引领美国行业更多地参与 ISO 活动。我们愿意和全球其他国家分享经验与体会。



## **NACE International Administered U.S.A. TAGs to ISO**

**Steve Poncio  
November 3, 2014**



### **Background**

#### **➤ NACE-administered U.S.A. TAGs to ISO**

- U.S. TAG to ISO/TC 35/SC 12 - Preparation of Steel Substrates Before Application of Paints and Related Products - *NACE administered for about 37 years*
- U.S. TAG to ISO/TC 35/SC 14 - Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paints Systems-Specifications - *NACE administered for about 23 years*
- *And now U.S. TAG to ISO/TC 35, Paints and Varnishes*



## **TC 156**

### **Corrosion of Metals and Alloys**

- **TAG currently administered by NACE**
- **Scope:**
  - Standardization in the field of corrosion of metals and alloys including corrosion test methods and corrosion prevention methods



## **Additional NACE Activities**

- **Secretariat for ISO/TC 67/SC 4, “Drilling and production equipment”**
  - Oliver Moghissi, Chair
  - Ed Barrett, Secretary



## Technical Advisory Groups (TAGs)

- **National Technical Advisory Groups (TAGs) mirror the ISO Technical Committee or Subcommittee**
- **U.S. has experts for each active WG**
- **Each national TAG is comprised of designated stakeholders who convene as appropriate to review, comment, and ballot committee drafts issued by the WGs**



## Technical Advisory Groups (TAGs)

- **Members of the U.S. TAGs are comprised of individuals from industry and individuals appointed by other supporting professional and trade societies from representing the stakeholders in the U.S.A.**
- **Experts are hands-on individuals, engineers, applicators, designers, scientists, educators, and users.**



## Membership on TAGs

### ➤ **U.S. TAG Chairs**

- TC 35 – Lydia Frenzel
- TC 35/SC 12 – Steve Poncio
- TC 35/SC 14 – Chuck Fite

### ➤ **U.S. TAG Delegates**

- **Representatives from all cognizant societal groups having an interest in the area of WG expertise**



## National Delegates to WGs

- **Each national TAG appoints experts to the WG and delegates to the TC and SC meetings. The delegate is the official representative of the country.**

### ➤ **U.S. delegates to TC 35/SC 12:**

- Kenneth B. Tator, KTA-Tator

### ➤ **U.S. delegates to TC 35/SC 14:**

- Kenneth B. Tator, KTA-Tator





## National Experts to WGs

- **ISO/TC 156 –Leitai Yang, TAG chair**
- **Experts to TC 156/WG 10:**
  - Kevin Garrity
  - Paul Nichols
  - Ed Barrett
- **Delegate to TC 156/WG 1:**
  - Harvey Hack



## National Delegates to WGs

- **ISO/TC 8/SC 8—TAG held by ASTM**
- **Delegates:**
  - Lee Twombly
  - Ed Barrett



## **American National Standards Institute ("ANSI")**

- **ANSI is the U.S. Member Body of all ISO Technical Committees (TCs)**
- **All correspondence between ISO and the TAGs must go through ANSI**
- **All U.S. votes go through ANSI**



## **Value of U.S. Participation in the Development of ISO Documents**

- **Unification of U.S. Standards with ISO Standards**
- **Consideration of ISO Practices in U.S. Standards**
- **ISO Standards Are the Basis of European (CEN) Standards and Other National Standards**
- **Information Exchange**
- **ISO Desire for U.S. Participation**
- **Prestige and Recognition**



## **Value of US Participation in the Development of ISO Documents**

- **Multi-national corporations are specifying ISO in their projects and ISO standards are becoming more widespread in the U.S.A.**
- **Benefits the U.S.A. to have their Standards become recognized and**
- **Accessible to others around the world through participation in ISO**



## **Value of US Participation in the Development of ISO Documents**

- **NACE International is the leader in developing Standards on Corrosion in the U.S.A. and would like to share our knowledge with others throughout the world**



## **Disadvantages of U.S. Participation in the Development of ISO Documents**

- **ISO Standards NOT Widely Used in the U.S.**
- **Insufficient Support/Outreach to U.S. TAG Societal Members**
- **Division of Technical Expert Time/Funding**
- **Some U.S. Standards do not agree with ISO Standards**
- **Cost**



## **U.S. Coating Standards**

- **NACE has been developing Coating Standards for many years**
- **Works with other U.S. Organizations, SSPC, ASTM, AWWA, and others**



## **NACE Coating Standards Include**

### **➤ Surface Preparation**

- Steel ferrous/nonferrous
- Concrete
- others

### **➤ Coatings for Atmospheric Service**

- Marine Ships and Structures
- Transportation Land



## **NACE Coating Standards Include**

### **➤ Coatings for Immersion and Buried Service**

- Test Methods
- Includes Downhole





# 上海市轨道交通混凝土结构防腐蚀技术 进展及标准化现状

Current Status of Anticorrosion Technologies Development  
and Standardization on Cement Structure of  
Shanghai Municipal Rail Transportation

上海市建筑科学研究院 工程师

於 林 锋

Yu Linfeng, Engineer

Shanghai Research Institute of Building Sciences

## Abstract

Some methods as use HPC, structure design, coatings, cathodic protection, etc will enhance the anticorrosion ability of concrete. To improve anticorrosion technical strength in rail transportation construction, lots of anticorrosion technologies and standards are applied and a Shanghai local standard, 'Technical specification for construction of railway traffic and tunnel engineering design of concrete structure durability' is included in the drafting plan.

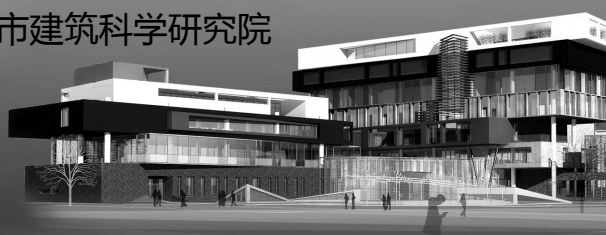




# 上海市轨道交通混凝土结构防腐蚀技术进展及标准化现状

於林锋

上海市建筑科学研究院



2014年11月

## 主要内容

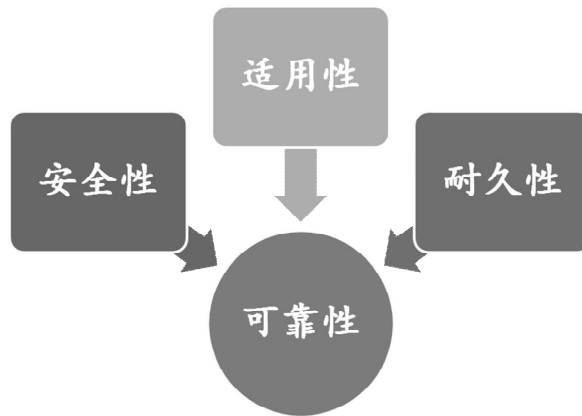
一、混凝土结构防腐蚀技术的研究进展

二、防腐蚀技术在上海轨道交通中应用情况

三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状

## 一、混凝土结构防腐蚀技术的研究进展

混凝土结构的功能要求



## 一、混凝土结构防腐蚀技术的研究进展

提高混凝土结构耐久性的防腐蚀措施

- 高性能混凝土（HPC）
- 构造设计（保护层厚度）
- 表面涂层
- 环氧涂层钢筋
- 阻锈剂
- 阴极保护

## 一、混凝土结构防腐蚀技术的研究进展

### 各防腐蚀措施特点的比较

序号	技术措施	经济性	操作难度	维护周期	对结构的影响	相应标准
1	增大保护层厚度	好	一般	长	有负效应	有
2	表面涂层	一般	易	短	无	有
3	环氧涂层钢筋	不好	难	长	有负效应	有
4	阻锈剂	一般	一般	长	无	有
5	阴极保护	不好	难	短	无	有
6	高性能混凝土	好	易	长	有正效应	有

## 二、防腐蚀技术在上海轨道交通中应用情况

### 高性能混凝土应用状况

国内地铁系统中最早就提出对混凝土的耐久性要求，对混凝土提出各项耐久性指标要求。

《上海轨道交通地下工程钢筋混凝土结构耐久性设计与施工指导意见》2008~2012

《轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计施工技术规范》（DGTJ08-2128-2013），其主要特点：

- ◆ 设计使用寿命：按照100年要求；
- ◆ 环境条件：一般大气环境（大部分），氯化物环境（沿海沿长江）
- ◆ 具体措施：1）高性能混凝土（低水胶比、高密实度）  
2）适当提高保护层厚度  
3）具备采用防腐蚀附加措施（如涂层等）

### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状

轨道交通及隧道工程混凝土结构耐久性设计施工技术规范

#### ➤ 任务来源

沪建交[2010]731号文

关于印发《2010年上海市工程建设规范和标准设计编制计划（第二批）》的通知

### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状

#### ➤ 制定依据

《工程建设标准编写规定》

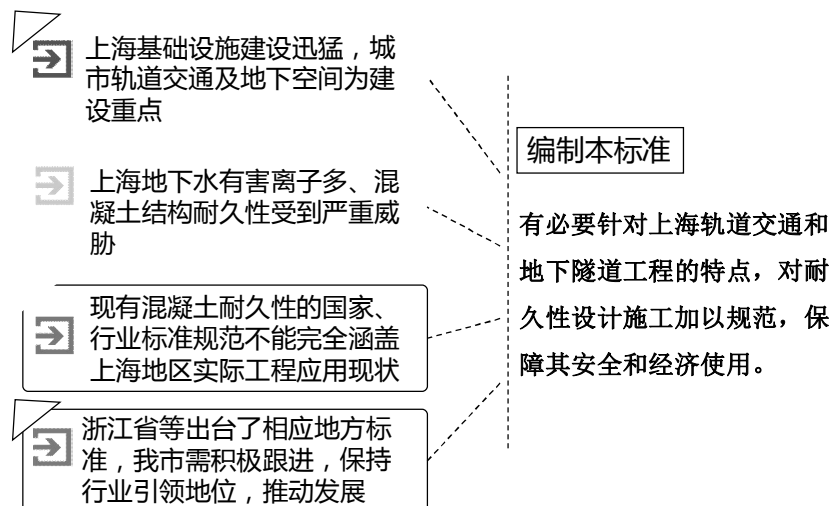
CCES-01-2004 《混凝土结构耐久性设计与施工指南》

GB/T 50476-2008 《混凝土结构耐久性设计标准》

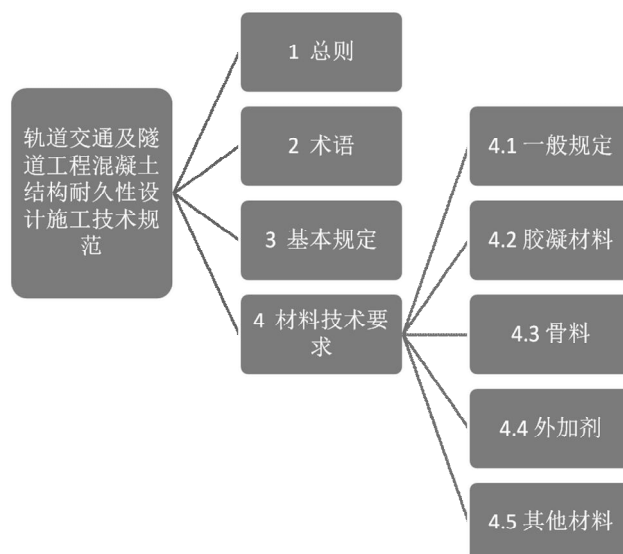
STB-QT-030004 《地下车站与地下区间钢筋混凝土结构耐久性设计通用文件》

GB/T 1.1-2009 《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》

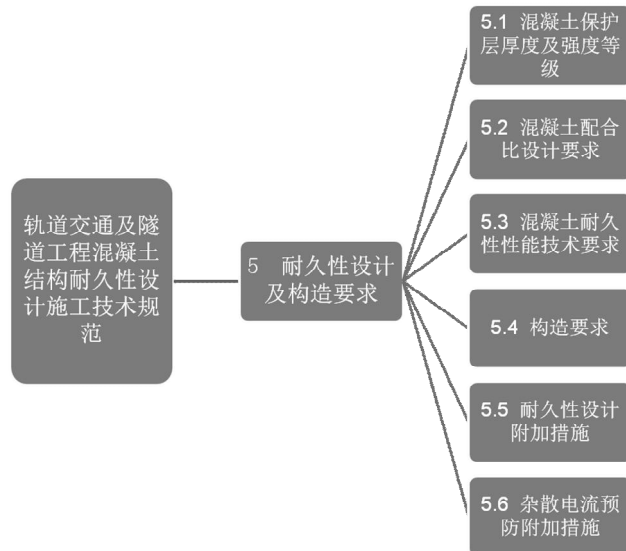
### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状



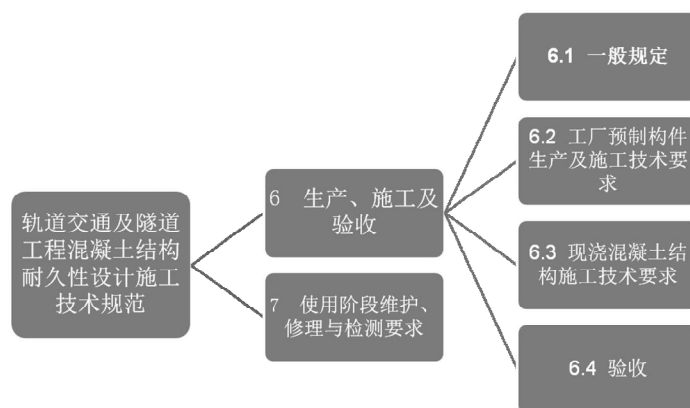
### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状



### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状



### 三、上海轨道交通混凝土结构防腐蚀标准化现状



# 宝钢腐蚀与标准化工作简介

A Brief of Baosteel's Works on Corrosion and Standardization

宝钢集团中央研究院 高级工程师

周 庆 军

Zhou Qingjun, Senior Engineer

Central Research Institute of Baosteel Co.,Ltd.

## Abstract

Strained resources, energy conservation and emissions reduction decide some balance between low cost products and corrosion resistance requirements. The focus point of R&D has moved from mechanical performance to service life in complicate environment. Performance of anticorrosion has been a key index that users will put emphasis on. This study will show a brief of what Baosteel has done in corrosion researches and how they do in corrosion standardization.



# 宝钢腐蚀与标准化工作简介

周庆军

宝钢集团中央研究院

2014-11-03 上海

## 内 容

- 腐蚀在钢铁材料研发中的作用
- 腐蚀标准化工作及认识

## 1. 腐蚀在钢铁材料研发中的作用

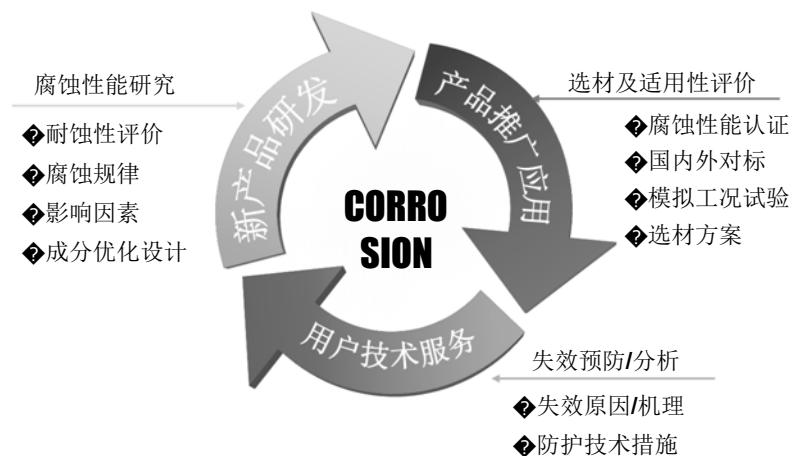
- 资源紧张、节能减排决定了低成本条件下产品耐蚀性要求与服役环境的适配平衡
- 产品开发关注点从力学性能转向复杂环境下的服役寿命

◆ 更高的强度  
◆ 更好的表面质量  
◆ 更苛刻的服役环境  
◆ 绿色节能环保



◆ 更高的**SCC**敏感性  
◆ 表面耐蚀性  
◆ 安全长寿命，合理选材  
◆ 耐腐蚀、经济性相结合

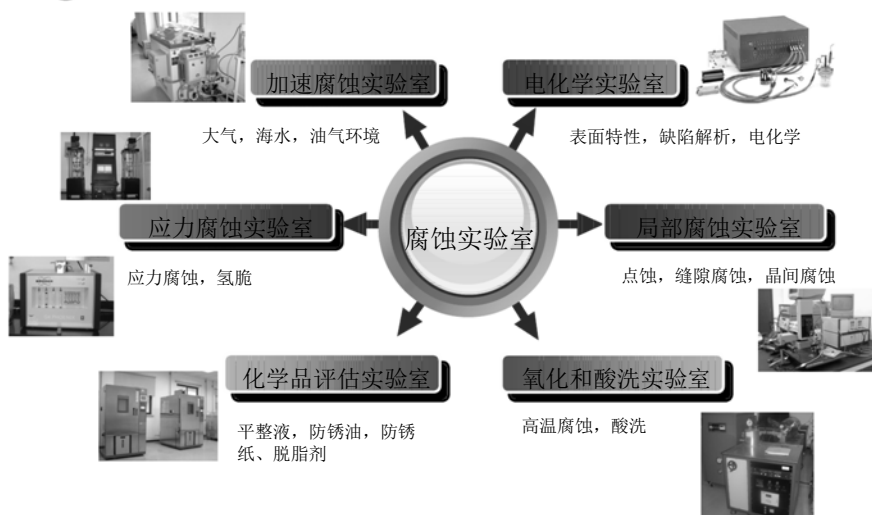
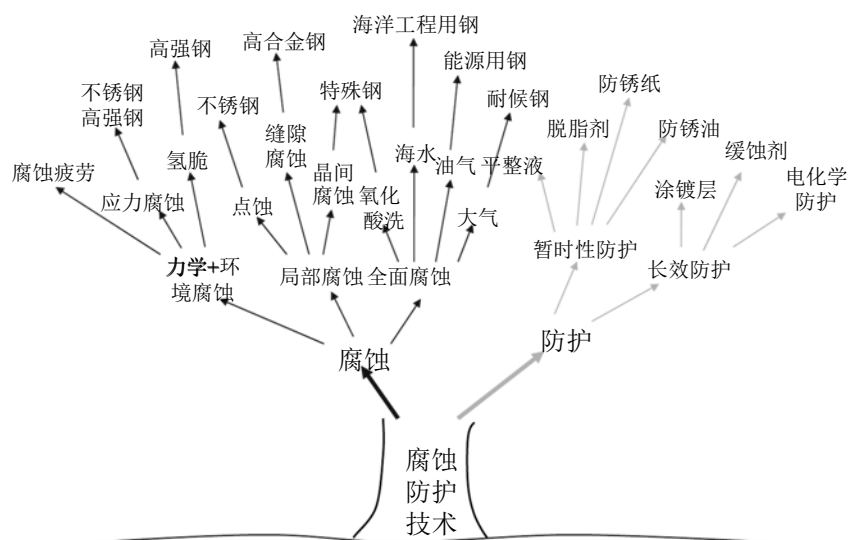
## 全寿命周期腐蚀性能保障



- 耐腐蚀性能是用户关注的重要性能指标，产品发货前需经过相关的腐蚀评价或认证
- 产品腐蚀性能以相关标准要求为最低水平

抗 H<sub>2</sub>S 腐蚀油井管 — NACE0177  
标准720小时（30天）抗硫化物应力腐蚀性能检验





## 2. 腐蚀标准化工作及认识

1. 加强基础研究，积累腐蚀试验数据，为制订试验方法和标准提供支撑

◆ 开发COT钢腐蚀评价试验装置及方法，参与中国船级社原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南，部分建议被采纳。

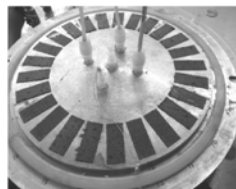


中国船级社

原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南  
GUIDELINES FOR SURVEY OF CORROSION  
RESISTANT STEEL OF CARGO OIL TANKS IN  
CRUDE OIL TANKERS

2013

指导书文件  
GUIDANCE NOTES  
GSI 01-2013



## ◆汽车用超高强度钢抗延迟开裂性能评价

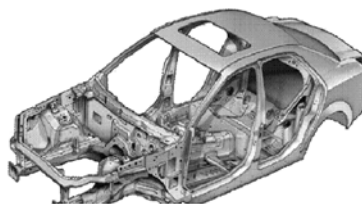
BAOSTEEL 宝钢股份

研究试验室与腐蚀防护技术研究所—2018

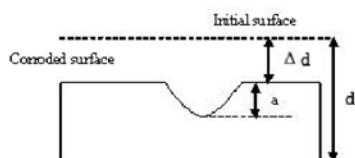
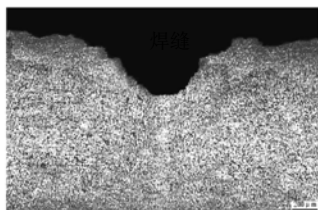
### 超高强度汽车用钢 氢致延迟断裂性能试验方法

#### 1. 适用范围与内容

本方法主要用于冷轧超高强度汽车板氢致延迟断裂性能的评价,包括试样类型、制备方法、试验条件及要求等内容。



## ◆HFW焊管沟槽腐蚀评价方法



Susceptibility Index:  $\alpha = 1 + \frac{a}{\Delta d}$

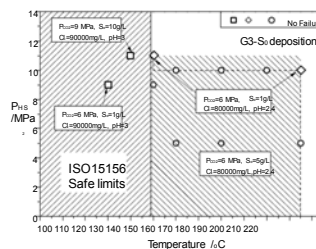
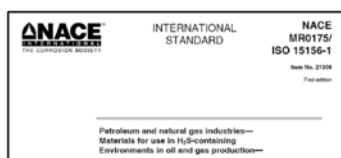
## 2. 引进国际先进标准，在学习中进行创新

- ❖ 恒电位和动电位计划测量导则
- ❖ 双环电化学动电位再活化测量方法
- ❖ 酸性盐雾、干燥和湿润条件下的循环加速腐蚀试验
- ❖ 气相防锈包装材料的选用通则
- ❖ 不锈钢三氯化铁点腐蚀试验方法



## 3. 敢于挑战国际标准，参与国际标准的修订与制订

- ❖ ISO 15156 标准对镍基合金油管抗H<sub>2</sub>S腐蚀适用环境规定



◆ **NACE RP0775 对腐蚀速率的分级**

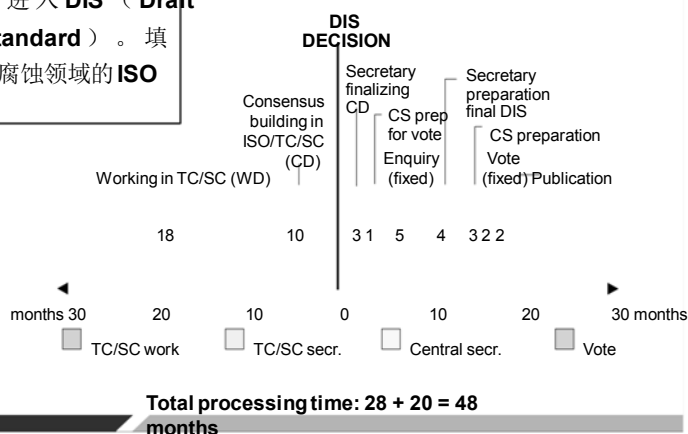
**Table 2: Qualitative Categorization of Carbon Steel Corrosion Rates for Oil Production Systems**

	Average Corrosion Rate		Maximum Pitting Rate (See Paragraph 2.5)	
	mm/y <sup>(A)</sup>	mpy <sup>(B)</sup>	mm/y	mpy
<b>Low</b>	<0.025	<1.0	<0.13	<5.0
<b>Moderate</b>	0.025-0.12	1.0-4.9	0.13-0.20	5.0-7.9
<b>High</b>	0.13-0.25	5.0-10	0.21-0.38	8.0-15
<b>Severe</b>	>0.25	>10	>0.38	>15

<sup>(A)</sup> mm/y = millimeters per year  
<sup>(B)</sup> mpy = mils per year

- **Corrosion of metals and alloys — Corrosion test for intergranular corrosion susceptibility of low-Cr ferritic stainless steels**

草案目前已通过国际专家的审定和投票，顺利进入 **DIS (Draft International Standard)**。填补中国在不锈钢腐蚀领域的 **ISO 标准空白**





# 船用金属磨料选型指南

Pattern Selection Guide for Ship-Use Metal Abrasives

上海船舶工艺研究所 工程师

苏 海 东

Su Haidong, Engineer

Shipbuilding Technology Research Institute

## Abstract

There are many ship painting abrasive suppliers in China. Most shipyards select abrasives only by simple performance tests and naked eye. This is hard to judge the quality of abrasives. Therefore, some related performance tests methods are carried out for metal abrasives. They provide basis for ship-use metal abrasives guidelines through comparing the differences of performance and damage conditions in different abrasives.

# 船用金属磨料选型指南

苏海东

(上海船舶工艺研究所)

## 前言

我国船舶涂装用磨料供应商较多,各大船厂在选用磨料时仅通过简单的性能测试,肉眼观察,无法有效的评判磨料质量的好坏。为此针对船用金属磨料开展了相关性能测试,通过比较不同磨料性能差异和磨料破损情况的关系,为船用金属磨料选型指南提供依据。

## 1 试验准备

### 1.1. 磨料取样

本次试验分别选取了国内市场上较为常用的5种磨料粒径大小基本相同的磨料,分别进行了标记,具体如下:

厂家	制造工艺	粒径大小
A	拉丝、裁切、强化	0.8mm
B	电弧炉冶炼、喷射成丸、热处理	S330
C	原料分类、热处理、破碎	G18
D	熔炼、喷射成丸、热处理	G18
E	熔炼、喷射成丸、热处理	G18

### 1.2 磨料性能测试内容

A. 物理缺陷 B. 表观密度 C. 硬度检测 D. 疲劳寿命

### 1.3 试验仪器

比重瓶 显微硬度计 镶嵌机 抛光机 欧文疲劳寿命机 电子称 筛网 显微镜

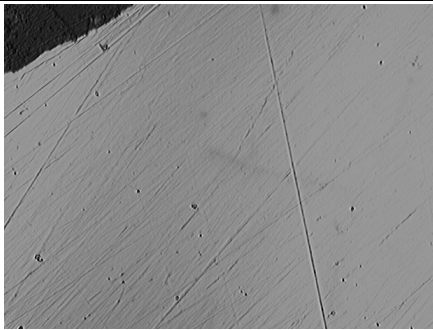
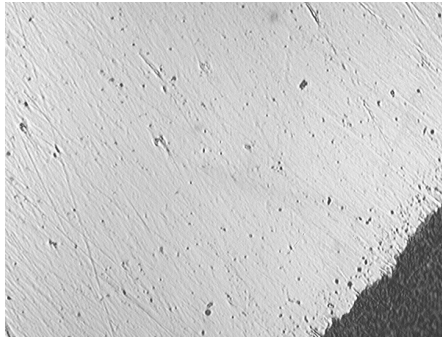
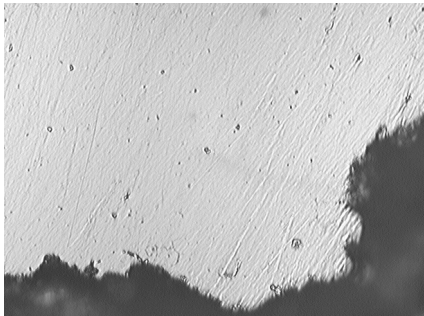
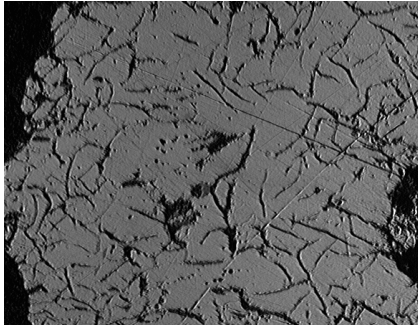
## 2 物理缺陷测试

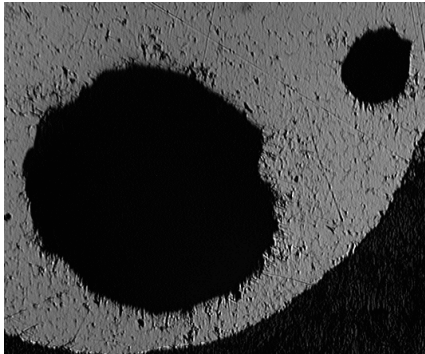
磨料产生疲劳破坏的原因很多,一般由于材料有夹杂、表面划痕及其他能引起应力集中的缺陷,从而导致微裂纹的产生,这种微裂纹又随应力循环次数的增加而逐渐扩展,最后承受不住所加载荷而突然破坏。

物理缺陷测试流程如下:

- ① 对5种磨料分别随机取样;

- ② 使用镶嵌机对样本进行镶嵌,镶嵌温度为140℃,经过冷却之后完成制样;
- ③ 将完成好的样品使用砂纸进行水磨,将磨料磨去约0.5mm左右,露出磨料芯部;
- ④ 使用研磨剂对样品进行打磨抛光;
- ⑤ 在显微镜下(放大倍数40)观察磨料内部的物理缺陷;

厂家	图片	说明
A		磨料内部无裂纹空穴
B		磨料内部无裂纹空穴
C		磨料内部无裂纹空穴
D		磨料内部有裂纹

E		磨料内部有空穴
---	---	---------

分析：在磨料生产过程中，会产生物理缺陷，主要为空心、裂纹、异形等。空心的磨料会降低磨料的密度，导致磨料喷射到钢板表面的动能下降。带有裂纹和空心的磨料会在使用中增加破碎的几率，异形磨料会在使用过程中降低表面处理质量的统一性。在船厂检验磨料时，应对磨料随机取样，观察其表面外观。如果条件允许，可观察其内部物理缺陷。

### 3 密度测试

密度是金属磨料的主要质量指标之一。本次密度测试按照ISO 11127-3标准进行测量，主要试验环境条件：23℃ 50%RH。国家相关标准规定金属磨料的密度不得低于 $7 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ 。

本次磨料密度测试结果如下：

	厂家A	厂家B	厂家C	厂家D	厂家E
表观密度 ( $\text{kg/m}^3$ ) $\times 10^3$	7.8	7.6	7.5	7.3	7.1

分析：钢板除锈过程实际上是磨料颗粒不断打击被清理表面的过程。

根据动能公式：  $E = 1/2 M v^2$  ；

$$M = \rho V;$$

$$E = 1/2 \rho V v^2$$

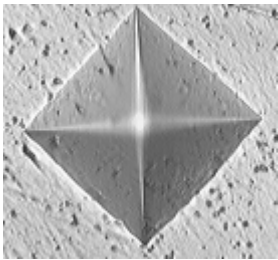
钢板预处理磨料抛打过程中，V为磨料体积，v为磨料抛射速度， $\rho$ 为磨料密度。可见，在相同体积的情况下，磨料的密度越大，打击钢板的动能就越大。可以有效的提高喷砂效率，更容易的去除钢板表面锈蚀产物，满足PSPC要求。

另一方面，如果磨料在铸造过程中产生了气孔、缩松等铸造缺陷，其实际密度就难以达到理论密度。根据动能公式，在相同速度条件下，小密度的磨料颗粒

所具有的动能要低于大密度相同粒度的磨料颗粒。此外，小密度磨料的力学性能肯定不及大密度磨料，抗破碎能力低，消耗大，磨料平均使用成本增加。

4 硬度测试

本次磨料硬度测试按照 GB/T 4340.1-2009 标准进行测量，使用的维氏硬度计型号为华银 HV-1000A，对压痕采用四点测量法，计算维氏硬度。



本次磨料硬度测试结果如下：

	厂家A	厂家B	厂家C	厂家D	厂家E
维氏硬度 HV1	575	489	665	667	462
洛氏硬度 HRC	53	48	58	59	46

分析：根据国家相关标准，磨料的硬度 HRC 一般为 40~65，上述磨料的硬度都符合国家标准。其中厂家 C 和厂家 D 的硬度较高。厂家 C 磨料为轴承合金钢砂，铬元素含量较高。厂家 D 磨料为高碳钢砂，碳元素含量较高。

金属材料的耐磨性可以由材料的硬度来衡量，这主要是因为材料的硬度反应了材料抵抗物料压入表面的能力。如果磨料太软，在喷射到工作面上时，大部分的动能会被磨料颗粒本身吸收，起不到有效清理作用，从而导致清理速度减慢，工作时间加长，降低工作效率，低硬度磨料的作用力是无法通过增加撞击时间来补偿的。如果磨料硬度过高，会使撞击工作面的受力增大，产生不理想的表面形貌，使粗糙度过大，并使磨料的消耗量增大，同时对设备的磨损较大，增加设备维护费用。

5 疲劳寿命

ERVIN 试验机为专门测试磨料疲劳寿命的仪器，其原理为将 100g 磨料在一台离心抛丸机里，磨料通过旋转的叶片得到能量。抛射的磨料冲击钢板，在冲击

的过程中，磨料由于冲击力产生了破裂和疲劳，导致了断裂失效，最终破碎。太小颗粒的磨料，不能有效的进行喷射清理。在一个特殊的区域中，小颗粒的磨料将会去除，而大颗粒的磨料则不会。经过旋转 500 圈后，重新补充新磨料添加至 100g，那些失效的磨料将会被新的磨料所替代，以保持喷射效率。

本次试验采用的为100%替代法，向ERVIN寿命试验机中加入100g磨料。磨料以61m/s的速度抛打到转动的靶上，500次循环后取出磨料，用筛网筛分，记录重量损耗，并补加新磨料，使加入总量达到100g。重新装入重复上述步骤，累积损失超过100g时，停止试验。按公式：

ERVIN寿命(次数)=总次数 - (每次测试次数 / 最后损失%) × (累计损耗% - 100%)

本次磨料疲劳寿命测试结果如下：

厂家A

累积循环次数	原始状态 (g)	损耗%	累积损耗%
500	100	5.3	5.3
1000	100	6.3	11.6
1500	100	5.5	17.1
2000	100	5.6	22.7
2500	100	5.8	28.5
3000	100	5.6	34.1
3500	100	6.1	40.2
4000	100	6.3	46.5
4500	100	7	53.5
5000	100	7.5	61
5500	100	8.1	69.1
6000	100	9.3	78.4
6500	100	9.2	87.6
7000	100	9.5	97.1
7500	100	10.6	107.7
ERVIN 寿命=7500 - (500/10.6) * (107.7-100) =7136 次			

厂家B

累积循环次数	原始状态 (g)	损耗%	累积损耗%
500	100	15.7	15.7
1000	100	16	31.7
1500	100	15.6	47.3
2000	100	16.7	64
2500	100	17	81
3000	100	17.5	98.5
3500	100	19.6	118.1
ERVIN 寿命=3500 - (500/19.6) * (118.1-100) =3038 次			

厂家C

累积循环次数	原始状态 (g)	损耗%	累积损耗%
500	100	11.9	11.9
1000	100	12.3	24.2
1500	100	13	37.2
2000	100	12.5	49.7
2500	100	13.1	62.8
3000	100	14	76.8
3500	100	15.3	92.1
4000	100	14.5	106.6
ERVIN 寿命=4000 - (500/14.5) * (106.6-100) =3772 次			

厂家D

累积循环次数	原始状态 (g)	损耗%	累积损耗%
500	100	23.3	23.3
1000	100	29.5	52.8
1500	100	30.34	83.1
2000	100	31.1	114.2
ERVIN 寿命=2000 - (500/31.1) * (114.2-100) =1772 次			

厂家E



累积循环次数	原始状态 (g)	损耗%	累积损耗%
500	100	35.6	35.6
1000	100	38.8	74.4
1500	100	39.3	113.7
ERVIN 寿命=1500- (500/35.6) * (113.7-100) =1307 次			

## 6 试验结果分析

将上述试验结果整理后得到下表：

	物理缺陷	表观密度 (kg/m <sup>3</sup> ) ×10 <sup>3</sup>	硬度 HRC	疲劳寿命 次
厂家A	无明显缺陷	7.8	53	7136
厂家B	无明显缺陷	7.6	48	3038
厂家C	无明显缺陷	7.5	58	3772
厂家D	有裂纹	7.3	59	1772
厂家E	有空穴	7.1	46	1307

有物理缺陷的磨料主要为气孔、龟裂、内缩孔等，这些磨料往往容易在缺陷部分发生疲劳断裂，快速失效，影响钢丸使用寿命，并增加消耗量。

表观密度高的磨料在粒径相同的情况下，产生的动能更大，可以更有效的去除钢板表面氧化皮、锈蚀产物。并且这些磨料内部结构紧密、无空穴缩孔，不容易破损。

磨料的硬度主要与其化学成分、铸造工艺有关，一般船用预处理磨料的硬度范围为HRC40~50。船厂在选购磨料时，应根据抛丸和喷砂机械设备的情况加以考虑。

根据试验整理数据可见，物理缺陷、表观密度及疲劳寿命有一定内在联系。五种磨料中，疲劳寿命最好的为厂家A。其疲劳寿命是厂家E的6倍。疲劳寿命是钢丸（砂）作用于工作面时抵抗破碎的能力，在达到足够的清理效果的前下，疲劳寿命越长的磨料则性价比越高。是最能反映磨料实际使用状况的一个性能指标。根据调研可得知，各船厂在采购检验磨料时，往往只关注磨料粒径及表观缺陷。对于磨料的密度和疲劳寿命无法有效检测。现有船舶涂装磨料标准没有规定磨料的疲劳寿命。在造船行业中，磨料可以循环使用，疲劳寿命低的磨料容易破

碎，重复使用率低，并且产生更多的粉尘。选用磨料时也应考虑到其重复使用所带来的经济效益。

由于行业缺乏专门的船舶涂装用磨料选用指南，各船舶企业在选用磨料时较随意，往往考虑的是磨料材料本身的成本。因此，船用钢板表面处理应根据自身的设备条件，选用无物理缺陷，密度大，硬度合适，疲劳寿命高的磨料可有效提高生产效率、降本增效。

# 防火涂料及其在海洋平台结构 中的应用

Fire Retardant Coatings and Its Application in  
Offshore Platform Structures

江南造船（集团）有限责任公司 涂装设计工程师

游 丽 华

You Lihua, Painting Design Engineer

Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd.

## Abstract

With the rapid development of the ship and offshore engineering, requirements of fire prevention have improved. Fire retardant coatings can provide sufficient escape time for staff on offshore platforms when there comes the fire. This paper combined fire retardant coatings with its flame retardant mechanism, discussed the fire retardant coatings design, construction technology and construction quality control.

# 防火涂料及其在海洋平台结构中的应用

游丽华

[江南造船(集团)有限责任公司]

## 1 引言

钢结构以其强度高、体积小,并有良好的延展性、抗震性、制造与安装方便和施工周期短等特点,而具备非常广泛的应用,特别是在船舶行业中占据重要的地位。但钢材的常温导热率高达 $58.2\text{W/m}\cdot\text{K}$ ,升温或者遇水时热导率更高,且传热迅速,当遇火或预热温度达到 $500^{\circ}\text{C}$ 左右时,其弹性模量、屈服强度和极限强度均显著下降,应变急剧增大,致使其迅速扭曲变形,从而导致钢结构塌陷破坏,这个过程仅仅需要15分钟(即钢材的耐火极限)<sup>[1]</sup>。海洋石油钢结构物结构紧凑、空间狭小,存在大量石油、天然气等可燃物,属于高火险区域。一旦发生火灾,其钢结构物受热温度迅速升高,屈服强度显著降低,钢结构物或其局部将面临垮塌的危险<sup>[2]</sup>。比如1988年,帕波尔·阿尔法平台的爆炸起火,平台上共有226名工作人员,此次事故共造成165人遇难,另外两名救援人员不幸牺牲,阿尔法平台彻底毁坏,周围6个平台停止生产,英国北海油田减产12%。

防火涂料,是指涂覆于可燃性基材表面,能够降低被涂基材的可燃性,从而起到阻止火灾蔓延的作用。或是涂覆于结构材料表面,以用于提高结构耐火极限的一类物质。防火涂料具黏度大、固含量高的特点,为满足防火要求,膜厚一般远远高于常规油漆,因此,施工难度较高。目前海洋石油领域使用的膨胀型防火涂料主要有AKZONOBEL公司的Chartek系列,PPG公司的Pitt-Char XP,Carboline公司的Thermo-Sorb等。

## 2 防火涂料的分类及防火机理

防火涂料是指既具有一般涂料的装饰性能,又具备很好的防火性能的一种涂料。防火涂料在日常情况下对于所涂表面应具备常规涂料所具备的装饰和保护作用,并且在发生火灾时能够不被点燃或者具有自熄的功能,即其要具备阻止燃烧和防止火焰迅速扩展的能力,防火涂料按照其阻燃机理的不同,分为非膨胀型防火涂料和膨胀型防火涂料两类。

### 2.1 非膨胀型防火涂料

非膨胀型防火涂料多为无机水溶性涂料,一般采用碱金属硅酸盐类,磷酸盐类作为粘结剂,非膨胀型防火涂料依靠自身的难燃性和不燃性,在火焰或者高温的作用下释放出灭火性气体并形成不燃性的无机釉层,以隔绝空气,从而达到阻燃防火的目的<sup>[3]</sup>。但是,形成的无机釉层热导率相对较大,隔热效果较差,为达到一定的防火效果,涂层一般较厚,而且其涂层不耐水,不防潮,耐候性较差,且容易出现开裂、脱粉等现象,外观装饰性差,并不适合裸露钢结构的涂装与保护。

## **2.2 膨胀型防火涂料**

膨胀型防火涂料是由难燃树脂、阻燃剂组成,且膨胀型阻燃体系必须具备成炭剂、脱水剂以及发泡剂三个要素。涂层在火焰的作用下发生膨胀,形成比原来涂层厚度大几十倍的泡沫炭层,这种炭层能有效的隔绝外部热量向基材的传递,从而起到阻止燃烧的发生或减少火焰对基层材料的破坏作用。其阻燃效果大于非膨胀性防火涂料,是目前海洋平台中应用最多的类型<sup>[1]</sup>。

### **2.2.1 脱水剂**

脱水剂是膨胀型防火涂料的重要组成部分,脱水剂的主要功能是促进或者改进涂层的热分解进程,促进形成难燃的发泡炭层,减少热分解产生的可燃性焦油、醛、酮的含量;促进体系产生不燃或者难燃的气体。目前多以聚磷酸铵、磷酸铵镁或磷酸三聚氰胺等作为阻燃体系中的脱水剂。

### **2.2.2 成炭剂**

当涂层遇火或者高温作用的时候,在脱水剂的作用下,成炭剂会发生脱水反应,形成多孔膨胀炭层,这种炭层具有难燃性质,可覆盖在钢结构表面,从而阻止火焰的进一步蔓延,目前常用的成炭剂主要有季戊四醇、二季戊四醇等物质。

### **2.2.3 发泡剂**

发泡剂的主要作用是遇火或者高温时,分解释放出不燃或者难燃气体,比如氯化氢,氨气,水等,这些气体使成炭剂分解成的炭层发泡,从而形成海绵状或蜂窝状的炭层,且厚度为原来的百倍以上,发泡后的炭层导热系数很小,能够有效的隔绝外界的火源对基材的加热作用,从而保护基材。并且这些难燃气体本身的存在可以冲淡周围可燃气体的浓度,从而起到减慢火灾蔓延的作用。

构成防火阻燃体系的脱水剂、成炭剂和发泡剂三者缺一不可,当涂层遇火时,

首先软化熔融，然后发泡剂受热分解，生成并释放出难燃性气体，与此同时，脱水催化剂分解产生游离的酸，这些酸使成炭剂脱水炭化，形成炭层，而发泡剂产生的难燃性气体又可使炭层发泡。此过程要求发泡剂分解产生难燃性气体，脱水剂分解产生磷酸等酸，成炭剂炭化这三个步骤能够相互协调，在阻燃过程中产生协同作用<sup>[4]</sup>。

### 3 防火涂料的设计

防火涂料的设计主要采取截面参数和修正参数综合计算方法，主要计算方法为<sup>[5]</sup>：

(1) 首先确定钢构件的形状，计算截面参数：截面参数=受火区杆件的截面周长 $L$ /截面面积 $A$ ，以工字形构件为例，如图1所示。

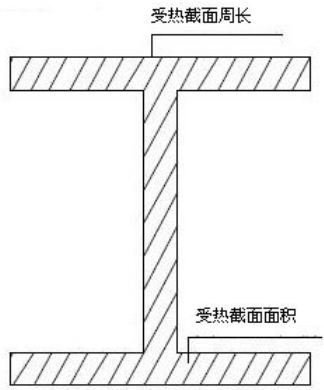


图1 工字形钢构件截面特性

(2) 根据规范标准、资料、截面参数、核心温度 $400^{\circ}\text{C}$ 和时间限制来确定防火涂料的厚度，如表1所示。

(3) 若钢结构中含有设备及管线，还需根据相关设计厚度、介质、压力、火焰特性对涂料设计厚度进行修正。

(4) 综合考虑以上各因素，确定最终厚度。

表 1 限制时间与涂层厚度 (mm) 表

L/A (m-1)	30min	60min	90min	120min
30	3	3	5	7
50	3	4	7	10
70	3	6	9	12
90	3	6	10	14
110	3	7	11	16
130	3	8	12	17
150	3	8	13	18

#### 4 防火涂料的施工工艺

施工工艺根据防火涂料的性能、施工条件的不同以及工程项目的特点而不同。一般的施工程序即是：首先对基材进行清理，采用打磨或者喷砂，然后进行底漆施工，之后采用刷涂、辊涂、或者喷涂的方式进行防火涂料施工，多采用多道涂层施工方式，根据油漆性质不同，选择不同的间隔时间，施工过程中需隔绝热源及火源，并注意防止出现流挂、开裂、针孔等缺陷的发生：

谢云飞，张伟平<sup>[5]</sup>，采用喷涂方式对涂料进行施工，采用的具体施工方法为：

(1) 按照表面处理要求对钢板进行处理，并且喷涂底漆及连接漆；(2) 喷涂防火涂料前对底漆及连接漆表面进行清洁及人工拉毛，之后将提前保温好的涂料分别进行加热到60摄氏度后进行混合，并进行第一道涂层施工，第一次喷涂需连续喷涂至5mm；(3) 将第一道涂层抹平，并将预先切割好的加强网黏贴与符合规定膜厚的涂层表面；(4) 待涂层固化后，对涂层表面进行清洁处理，实施第二道涂层的施工，直至设计厚度。

张旭光<sup>[7]</sup>，提到在CCTV钢结构防火项目中，采用辊涂方式对超薄型防火涂料进行施工，强调在施工前必须将防火涂料搅拌均匀，施工同样采取分道涂层施工方式，每次辊涂厚度0.2~0.3mm，每次滚涂间隔时间为6~8h，涂刷8~10遍，即可达到设计厚度的要求，且时刻注意涂层表面是否平整，无流坠、乳突、裂痕等缺陷发生。

倪建春等<sup>[8]</sup>，提出薄涂型钢结构防火涂料的底涂层宜采用重力式喷枪喷涂，



压力约为0.4帕，局部修补和小面积施工可用人工抹涂。面层装饰可采用喷涂、刷涂或辊涂等方式进行。双组分涂料，应按照说明书。现场调配，并现配现用。单组分涂料也应充分搅拌，再次喷涂厚度不可超过2.5mm，需前一道涂层充分固化后，方可进行后一道涂层施工。

## 5 防火涂料过程的施工控制

海洋平台防火涂料的质量对其防火性能至关重要，但是良好的施工质量，对涂料性能的发挥以及使用周期同样会产生重要的影响，因此在施工过程中需严格把控施工质量控制关键点：

- (1) 防火涂料施工时，涂料是在加热状态下输送，因此要严格控制环境温度，防止温度过低导致混合管路堵塞，且施工后24小时内，施工周围环境及钢构件温度均保持在5摄氏度以上为宜，相对湿度不应高于90%，风速不应高于5m/s。
- (2) 防火涂料为分道多层，单次施工膜厚按照各油漆不同确定，施工过程中应对湿膜厚度随时检测，且前后道施工间隔时间一般不应少于24小时，即前道涂层固化后，方可进行后道涂层施工。
- (3) 防火涂料一般采用敷设加强网来增强两层之间的粘结力，敷设加强网过程中应注意相互之间的搭副，不得小于150mm<sup>[5]</sup>。
- (4) 干膜厚度是防火涂层性能的重要保障，目前多采用电磁测厚仪直接检测或者钻孔检测法，前者不破坏涂层，但不能二次修补，并且该方法不适用于涂层间敷设加强网的情况；后者是在施工完成区域钻直径约2mm的孔，用深度测厚仪进行检测。
- (5) 附着力检测一般采取做样板的方式进行，首先按施工工艺喷涂样板，待涂料固化后，划定250\*250mm区域，操作人员用铁锤击打进行破坏性评估<sup>[6]</sup>。
- (6) 需要注意的是在不需要涂装防火涂料的结构与需要做防火涂料结构的连接区一般要对防火涂料做至少450mm的外延，部分较小构件可以不做外延。对于涂装后需要焊接的部分要做焊接保留。

## 结束语

随着人类对海洋能源的开发，海洋平台将越来越被重视。火灾是影响海洋平

台结构安全的重要因素，为此，海洋平台防火涂料的设计与施工将不断优化。在设计及施工过程中，应严格控制施工工艺，实时做好必要检测，及时发现及解决问题，减少安全隐患以及后期海上维修成本。