

U.S.-China Standards and Conformity Assessment Cooperation Program
The United States Trade and Development Agency (USTDA)
美国贸易开发署(USTDA)
中国-美国标准与合格评定合作项目(SCACP)

2013 U.S – China Anticorrosion Standards Seminar

2013 中美防腐蚀标准化研讨会

Sponsors/主办:

United States Trade and Development Agencies (USTDA)

美国贸易开发署(USTDA)

China Industry Anticorrosion Technology Association (CIATA)

中国防腐蚀技术协会(CIATA)

American National Standard Institute (ANSI)

美国国家标准协会(ANSI)

NACE International

美国国家防腐蚀工程师协会(NACE)

National Technical Committee 381 on Anticorrosion of Standardization

Administration of China

全国防腐蚀标准化技术委员会(SAC/TC381)



November 7, 2013, Beijing

2013 年 11 月 7 日北京

Content / 目录

Part I **Agenda/会议议程**

Part II **Sponsor and Organizer Overviews / 主办、协办及承办单位介绍**

Part III **Presentations / 演讲文稿**

Overview of Chinese Standardization and participation in ISO

立足标准、增进了解、迎接挑战

Speaker: SAC -TBD

演讲者: 待定，国家标准委

NACE International Administered TAGs to ISO

美国技术顾问组参与 ISO 的情况

Speaker: **Steve Poncio**, committee member of NACE CIP peer review

演讲者: Steve Poncio, NACE CIP 评审理事会成员

Anticorrosion and Standardization in Marine Industry

海洋工程防腐蚀及其标准化

Speaker: **Hou Baorong**, Academician, China Engineering Academy

演讲者: 侯保荣，中国工程院院士

Marine coating requirements and standards

海工涂装要求和标准

Speaker: **Chao Wei**, Principal Engineer, ABS

演讲者: 卫超，美国船级社涂装部总工

Overview of China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization

全国防腐蚀标准化技术委员会工作情况

Speaker: **Li Jike**, Secretary General, China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization

演讲者: 李济克，全国防腐蚀标准化技术委员会秘书长

ECDA/SCC Standards

ECDA/SCC 标准

Speaker: **Lu Mingxu**, Liaison, NACE Technical Coordinating Committee

演讲者: 路明旭，NACE 技术协调委员会中国联络员

AC-DC Interference Standards

交直流干扰标准

Speaker: **Zhang Peng**, Deputy Director, Anticorrosion Research
Institute of PetroChina, Pipeline Bureau Secretary, Pipeline
Technical Committee of NACE Shanghai Section
演讲者: 张鹏, 中石油管道局防腐蚀研究所副所长

Corrosion Control and Standardization for Nuclear Power Plant

核电厂腐蚀控制与标准化

Speaker: **Gao Yuzhu**, Member, China National Technical Committee
on Anticorrosion Standardization
演讲者: 高玉柱, 防腐蚀标委会委员、苏州热工研究院研究员

CP Standards and SP0169

阴极保护标准和 SP0169 面临的挑战和认识

Speaker: **Feng Hongchen**, NACE CP1, CP2 Instructor
演讲者: 冯洪臣, NACE CP1 CP2 讲师

Pipeline and joint welding coating standards

管道涂装与补口标准

Speaker: **Ye Chunyan**, Deputy Principal Engineer, National Oil and Gas
Pipeline Safety Engineering Lab
演讲者: 叶春艳, 中石油天然气管道科学院, 油气管道输送安全国家工
程实验室副主任工程师

Part IV

Registered Attendee List / 注册参会人员名单

**U.S.-China Standards and Conformity Assessment Cooperation
Program (SCACP)**

The United States Trade and Development Agency (USTDA)

2013 U.S – China Anticorrosion Standards Seminar

Agenda

Date/Venue:

November 7, 2013

Renaissance Chao Yang Hotel, Beijing

#36, Xiao Yun Road, Chao Yang District, Beijing

Sponsors:

United States Trade and Development Agencies (USTDA)

China Industry Anticorrosion Technology Association (CIATA)

American National Standard Institute (ANSI)

NACE International

National Technical Committee 381 on Anticorrosion of Standardization

Administration of China

8:30 –9:00	Registration
9:00 - 9:30	Opening remarks <ul style="list-style-type: none"> • Wang Yinhai, Chairman, China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization • Representative of Standardization Administration of China (SAC) • Representative of US Embassy • Madeleine McDougall, Program Manager, ANSI
Moderator:	Ren Zhenduo , President, China Industrial Anticorrosion Technology Association
9:30 – 10:00	Overview of Chinese Standardization and participation in ISO Speaker: SAC -TBD
10:00 – 10:30	NACE International Administered TAGs to ISO Speaker: Steve Poncio , committee member of NACE CIP peer review
10:30 – 10:45	Coffee Break
10:45 – 11:15	Anticorrosion and Standardization in Marine Industry Speaker: Hou Baorong , Academician, China Engineering Academy
11:15 – 11:45	Marine coating requirements and standards Speaker: Cao Wei , Principal Engineer, ABS
11:45 – 12:15	Overview of China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization Speaker: Li Jike , Secretary General, China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization
12:15 – 14:00	Buffet Lunch
14:00 – 14:30	ECDA/SCC Standards Speaker: Lu Mingxu , Liaison, NACE Technical Coordinating Committee
14:30 – 15:00	AC-DC Interference Standards Speaker: Zhang Peng , Deputy Director, Anticorrosion Research Institute of PetroChina, Pipeline Bureau Secretary, Pipeline Technical Committee of NACE Shanghai Section
15:00 – 15:30	Corrosion Control and Standardization for Nuclear Power Plant

Speaker: **Gao Yuzhu**, Member, China National Technical Committee on Anticorrosion Standardization

15:30 – 15:40 Coffee Break

15:40 – 16:10 CP Standards and SP0169

Speaker: **Feng Hongchen**, NACE CP1, CP2 Instructor

16:10– 16:40 Pipeline and joint welding coating standards

Speaker: **Ye Chunyan**, Deputy Principal Engineer, National Oil and Gas Pipeline Safety Engineering Lab

16:40 - 17:20 Q & A

17:20 – 17:30 Closing remarks

ANNEX 1. Registration Form

2013 U.S – China Anticorrosion Standards Seminar

Organization/Company	
Name	
Job Title	
Phone	
Fax	
Email	

Note: This registration form can be copied for multiple registrations.

Please send this form before October 7, 2013 to :

Ms. Ade Zou, Workshop Organizer

Tel: 86 (21) 6448 4403

Fax: 86 (21) 3226 2978

Email: ade_zou@wg-consulting.net

ANNEX 2. Hotel and Workshop Venue

Renaissance Chaoyang Hotel (Red "A" Mark in Map below)

Address: #36, Xiao Yun Road, Chao Yang District, Beijing

Tel: (10) 6468 9999



美国贸易开发署(USTDA)
中国-美国标准与合格评定合作项目(SCACP)

2013 中美防腐蚀标准化研讨会

会议议程

时间/地点:

2013 年 11 月 7 日
中国北京国航万丽大酒店
北京霄云路 36 号

主办方:

美国贸易开发署(USTDA)
中国防腐蚀技术协会(CIATA)
美国国家标准协会(ANSI)
美国国家防腐蚀工程师协会(NACE)
全国防腐蚀标准化技术委员会(SAC/TC381)

8:30 – 9:00	大会签到
9:00 – 9:30	领导致词 <ul style="list-style-type: none"> - 全国防腐蚀标准化技术委员会主任 王印海 - 中国国家标准化管理委员会 (待定) - 美国驻华大使馆标准官 - 美国国家标准化协会 Madeleine McDougall, <p>主持人： 任振铎，中国工业防腐蚀技术协会会长，全国防腐蚀标准化技术委员会常务副主任</p>
9:30 – 10:00	立足标准、增进了解、迎接挑战 演讲者： 待定，国家标准委
10:00 – 10:30	美国技术顾问组参与 ISO 的情况 演讲者： Steve Poncio, NACE CIP 评审理事会成员
10:30 – 10:45	茶歇
10:45 – 11:15	海洋工程防腐蚀及其标准化 演讲者： 侯保荣，中国工程院院士
11:15 – 11:45	海工涂装要求和标准 演讲者： Cao Wei, 美国船级社涂装部总工
11:45 – 12:15	全国防腐蚀标准化技术委员会工作情况 演讲者： 李济克，全国防腐蚀标准化技术委员会秘书长
12:15 – 14:00	午餐
14:00 – 14:30	ECDA/SCC 标准 演讲者： 路明旭，NACE 技术协调委员会中国联络员
14:30 – 15:00	交直流干扰标准 演讲者： 张鹏，中石油管道局防腐蚀研究所副所长
15:00 – 15:30	核电厂腐蚀控制与标准化 演讲者： 高玉柱，防腐蚀标委会委员、苏州热工研究院研究员
15:30 – 15:40	茶歇
15:40 – 16:10	阴极保护标准和 SP0169 面临的挑战和认识 演讲者： 冯洪臣，NACE CP1 CP2 讲师

16:10– 16:40 **管道涂装与补口标准**

演讲者： 叶春艳，中石油天然气管道科学院，油气管道输送安全国家工程实验室副主任工程师

16:40 - 17:20 **互动讨论**

17:20 – 17:30 **闭幕致词**

附件 1. 报名表

2013 中美防腐蚀标准化研讨会

单位/（中英文）	
姓名（拼音/中文）	
职务/职称	
联系电话	
传真	
电子邮件	

注：此表可复制用于多人报名。

请将此报名表于2013年10月7日之前应传真或邮件发至：

邹小姐

电话： 86 (21) 6448 4403

传真： 86 (21) 3226 2978

邮件： ade_zou@wg-consulting.net

附件 2. 会议地点

北京国航万丽酒店(红点处为会议酒店位置)

地址：北京朝阳区霄云路 36 号

电话：010 6468 9999



Sponsor and Organizer Overview

主办单位介绍



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

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

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

T: 202.331.3624

F: 202.293.9287

E: us-chinasccp@ansi.org



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.



美国国家标准协会

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。



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 32,000 individuals and 375 corporate members in 116 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; and Shanghai, China; and will open a new office in Brazil in Fall 2013.

This year the association celebrates its Platinum Anniversary, a milestone made possible by the knowledge, expertise, and continued support of its members from around the globe. 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:

Tel: 86 - 21- 5117 5418

Fax: 86 – 21- 5117 5416



美国国家腐蚀工程师协会

(美国国家腐蚀工程师协会)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 70 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 116 个国家为超过 32000 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 官方网络与同行取得联系。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 总部设在得克萨斯州的休斯敦市,在加州的圣迭戈、马来西亚吉隆坡和中国上海设有办公室,并将于今年秋季在巴西设立又一个办公室。

今年NACE将迎来其成立白金周年纪念,这是由来自世界各地的会员的知识、专家资源和持久的支持积累得来的一座里程碑。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:

电话: 86 - 21- 5117 5418

传真: 86 - 21- 5117 5416



China Industry Anticorrosion Technology Association

China Industry Anticorrosion Technology Association (CIATA) is a national organization which focuses on application of corrosion control and prevention technologies in all relevant industries. The businesses of CIATA includes industry management, technology exchange, books editing, profession training, exhibition and consulting services, which are authorized by the government. Mission is to protect the human being, environment and safety from the harm of corrosion, and to promote the development of Total Corrosion Control. CIATA was founded in 1985, and now has more than 1500 members. It is rated as a trade association with 4A credit rating by Ministry of Civil Affairs of China.

Activities carried out by CIATA entrusted by relevant government departments includes: Awarded national awards for science, Evaluation of enterprise credit unit, Recommend Chinese patent award, Administrative licensing assessment for Special Equipments(nonmetallic pressure vessels and pressure pipe components) and type test for anticorrosion pressure piping components.



中国工业防腐蚀技术协会

中国工业防腐蚀技术协会（CHINA INDUSTRY ANTICORROSION TECHNOLOGY ASSOCIATION, CIATA）成立于 1985 年，是以石油和化学工业为主、工业企业为主、应用技术为主的面向国内外的应用性、技术性、专业性和行业性的国家级社会团体法人，履行国家赋予的“行业管理、技术交流、书刊编辑、业务培训、专业展览、咨询服务”等职责。协会宗旨是为保护人类、资源、环境、安全免受或减少腐蚀带来的危害而殚精竭虑、竭尽全力、全员、全面、全过程、全方位地积极推行全面腐蚀控制。中国工业防腐蚀技术协会现有团体会员 1500 余家，2012 年被民政部评为 4A 级全国性行业协会。

除了会议展览、书刊编辑、培训服务等协会日常工作外，协会还受国家相关部门的授权委托，开展评选颁发防腐蚀科学技术奖、评价企业信用单位、评选推荐中国专利奖、特种设备行政许可鉴定评审和型式试验等工作。

National Technical Committee 381

National Technical Committee 381 on Anticorrosion of Standardization Administration of China was established in March 2008, and authorized by the Standardization Administration of the People's Republic of China to exercise responsibilities by undertaking standardization works on corrosion prevention and control in China, including development and revision on national standards and industry standards. The secretariat is in China Industry Anticorrosion Technology Association. There are 47 members, 4 consultants and 46 observers in TC 381 from the government, research institute, college and enterprise in China. TC 381 works hard on improving anticorrosion standardization in China, and organizes international cooperation and exchanging on standardization. TC 381 is also looking forward to taking part in international standardization activities in the future.

全国防腐蚀标准化技术委员会（TC 381）2008 年 5 月由中国国家标准化管理委员会批准成立，秘书处承担单位为中国工业防腐蚀技术协会，负责开展包括国家标准、行业标准制修订在内的防腐蚀领域标准化工作。第一届全国防腐蚀标准化技术委员会有顾问 4 名，委员 47 名，观察员 46 名，涵盖了来自全国政府部门、科研院所、大专院校和企业的管理、科研、技术等方面的专家。标委会成立以来，致力于完善防腐蚀标准化基础工作建设，增进国际合作交流，提高防腐蚀标准化工作认识，成效显著，有力促进了防腐蚀行业健康有序发展。今后，标委会将进一步提升防腐蚀标准化水平，推动国际防腐蚀领域标准化发展。

Speaker Biographies

演讲人介绍

Steve Poncio, Consultant

Currently working in association with CCI Inspection Services as a Consultant

Previously spent over 34 years at Houston Lighting and Power /Reliant 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.

EDUCATION

BS Civil Engineering Technology, University of Houston

OTHER INFORMATION

National Association of Corrosion Engineers (NACE)

- NACE Certified Inspector (#006), 1988-Present
- NACE Certified Coating Specialist (#9462)
- Peer Review Board member, 1988 - Present
- Treasurer NACE International, 2002–2005
- Founding member of NACE Certified Coatings Inspector program 1988
- Board Director Professional Activities, NACE International, 2000-2002
- Chair of the NACE Group Committee on Coatings and Linings, 1988-1992
- NACE Distinguished Service and President's Awards, 2002

Published articles on maintenance coatings and linings, project management and lead based coating removal in *Material Performance* and *The Journal of Protective Coatings*

Chairman, Workforce Development Committee, Houston Business Roundtable, 1996-1999

Chao Wei (卫超), Principle Engineer

ABS Technology, Houston, USA

Chao Wei is a Principal Engineer in the ABS Technology Coatings group. His responsibilities include the development and maintenance of ABS Rules, Guides and internal process instructions related to coatings, cathodic protection (CP) and nondestructive evaluation (NDE) for both marine and offshore applications, together with routine training and technical support to ABS engineers, surveyors and clients. Chao is also actively involved in research programs and participates on the technical committees from such as NACE, ISO and ASTM for developing/revising standards and requirements.

Wei received his Masters and PhD degrees in Materials Science from the Polytechnic Institute of New York University in 1997. Prior to joining ABS in 1998, he had over ten years



of research experience in materials science and engineering gained. Chao's work experience also includes ship structure plan review, ship engineering (application) system development and offshore fixed platform structural assessment.

He has been certified with a NACE Level 3 Certified Coating Inspector.

卫超博士目前是 ABS 技术部涂层组的主任工程师。他的责任包括更新,起草及研发有关防腐保护涂层,阴极保护及无损探伤在船舶及海洋工程方面的标准,及执行指南。同时他也提供防腐保护涂层及无损探伤在船舶及海洋工程方面的技术服务及培训。他积极参加学术方面的研究项目及社团(如 NACE, ISO, ASTM)标准技术委员会活动

卫超博士于 1997 从纽约理工大学获得材料科学硕士及博士学位。他在 1998 加入 ABS 之前拥有十几年的材料科学及工程研究经历。他的工作经历还包括船舶结构审图,船舶工程及管理系统开发,及海洋工程固定平台结构强度计算及评
他具备 NACE 涂层检查员资格级别 3

路民旭 Min-xu LU

北京科技大学 University of Science & Technology Beijing



Professor, Ph D, Vice dean of Corrosion and Protection Center, University of Science & Technology Beijing.

NACE TCC Liaison to Area (China), Chairman of NACE Shanghai China Section (2013-2014), Past faculty advisor of NACE China Student Section (2010-2012), Chairman of the 2012 NACE EAP Conference Organizing Committee, NACE CP Specialist (The first one pass CP4 from China and the first interpreter from English to Chinese of NACE CP2 and CP3 course held in China), who introduced the NACE MR 0175 one day seminar, NACE Refinery Corrosion Course and NACE PCIM Course to Mainland China.

Prof. Lu is also the 4th Chinese National Work Safety Expert (State Administration of Work Safety), China Society of Corrosion and Protection (CSCP) Board Member.

Research Areas: Cathodic Protection; Oil and gas field CO₂-H₂S corrosion; Corrosion resistant materials development; Pipeline integrity, corrosion monitoring and inspection, safety assessment, repair and reinforcement, etc.

北京科技大学, 教授, 博士, 博士生导师。 NACE TCC 亚太地区联络人(中国), NACE 上海中国分会主席, NACE 中国学生分会指导教授, 2012 NACE EAP 大会组委会主席, NACE 阴极保护专家(国内首位通过 CP4 的专家, 国内 NACE CP2 和 CP3 课程的首位现场翻译专家), 首次在国内组织 NACE MR 0175 培训课程、NACE 炼化培训课程和 NACE 管道腐蚀完整性培训课程。

路教授也是第四届全国安全生产专家, 中国腐蚀与防护学会常务理事。研究领域包括: 阴极保护, 油气田 CO₂-H₂S 腐蚀, 耐蚀合金研发; 管道完整性, 腐蚀监测, 安全评估与修复补强。

张鹏，
副所长，
中国石油天然气管道科学研究院防腐研究所

张鹏，中国石油天然气管道科学研究院防腐研究所副所长，美国腐蚀工程师协会（NACE）会员，NACE 上海分会管道技术委员会秘书，取得阴极保护三级（CP3）专业资格。主要从事管道及储罐防腐材料、防腐工艺、阴极保护技术、杂散电流干扰以及在役管道腐蚀与防护状况检测评价等方向研究工作。



Feng hongchen(冯洪臣)

He graduated from pipeline college majoring in “pipeline engineering” in 1981 and finished his “electricity engineering “ study in TV university in 1987. He worked in pipeline college since 1981 and engaged in pipeline technologies research and teaching. In 1996, he worked with pipeline inspection company engaged in pipeline corrosion inspection. In 1999, he worked with Corpro US engaged in CP installation and survey. From 2001, he worked in CP design, construction inspection and training.

In 1996, he became a member of NACE and might be the first one in mainland China to join in this association . 20 more papers and one book were published during the past years. He took part in many important pipeline projects such as East to West gas pipeline project in India and central Asia gas pipeline project in Kazakhstan and oil pipeline project from Heglig to Sudan Port in Sudan. He took part in many domestic standard reviewing and CP design evaluation.

He is now board member of China Corrosion and Protection Society, NACE CP specialist and instructor . Senior engineer of China Petroleum Pipeline Bureau.

1981 年毕业于中国石油天然气管道学校“管道工程”专业，1987 年毕业于广播电视大学“电气工程”专业。在管道职工学院从事科研与教学工作。1996 年调入中国石油管道技术公司，从事管道腐蚀内、外检测。管道带压开孔、维修工作。1999 年加入美国 Corpro 公司，从事阴极保护工程安装指导工作。2001 年至今，从事管道工程、阴极保护安装、管道检测、阴极保护技术咨询、培训工作。

1996 年成为 NACE 会员，发表论文及编著 20 余篇，参加了多项大型管道工程，如印度东气西送管道工程，哈萨克斯坦中亚天然气管道工程、苏丹黑格林至苏丹港管道工程的建设。多次参加大型阴极保护工程的方案评审、国家标准的制定。

目前，是中国腐蚀与防护学会理事、中石油管道局高级工程师、美国防腐蚀工程师协会 NACE 阴极保护专家，指导教师。

叶春艳

高级工程师，中国石油天然气管道科学研究院国家工程实验室副主任工程师，美国腐蚀工程师协会（**NACE**）会员，**NACE CIP I 级**、**NACE CIP II 级**涂装检查员，中国合格评定国家认可委员会（**CNAS**）评审员。主要从事油气管道及储罐防腐材料、防腐工艺、阴极保护技术以及在役管道腐蚀与防护状况检测评价等方向研究工作。



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**

TC 156 **金属及铝合金防腐**

- 目前**NACE**负责的**TAG**工作:
- 范围:
 - 编制金属、铝合金及其腐蚀试验及控制的方法的标准

Additional NACE Activities

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

NACE 其他业务

- 承担 **ISO/TC 67/SC 4, “钻井及生产设备”** 秘书处工作
 - **Oliver Moghissi, 秘书长**
 - **Ed Barrett, 秘书**

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**

技术顾问组(TAGs)

- 作为美国国家技术顾问组掌握**ISO**技术委员会及分委会的动态
- 每个工作组都有美国专家
- **TAG**由各国代表组成，以示公证，修订及提出制定的标准草案均由专家组通过投票的方式产生

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.**

技术咨询组(TAGs)

- 美国**TAGs** 成员由工业界及其相关支撑产业的代表组成：
- 代表美国相关专业及贸易协会股东代表。
- 以及一线的专家、工程师、实施方、设计者、科学家、教育家及用户代表

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**

TAGs成员

- 美国**TAG** 主席
- **TC 35 – Lydia Frenzel**
 - TC 35/SC 12 – Steve Poncio
 - TC 35/SC 14 – Chuck Fite
- 美国**TAG** 代表
- 来自那些热衷于工作组工作的公认的社会团体代表

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

国家参加工作组代表

- 每个国家派出的**TAG**专家及代表参加**TC** 及 **SC** 会议，是该国的官方代表
- 美国**TC 35**代表/**SC 12**代表:
 - Kenneth B. Tator, KTA-Tator
- 美国 **TC 35**代表/**SC 14**代表:
 - 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

美国工作组（WGs）的专家

- **ISO/TC 156 –Leitai Yang, TAG 主席**
- **TC 156/WG 10专家:**
 - Kevin Garrity
 - Paul Nichols
 - Ed Barrett
- **TC 156/WG 1:代表**
 - Harvey Hack

National Delegates to WGs

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

美国工作组（WGs）代表

- **ISO/TC 8/SC 8—TAG 归口单位是ASTM**
- **代表:**
 - 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**

美国国家标准委员会 (“ANSI”)

- **ANSI是美国ISO技术委员会 (TCs)成员机构**
- **所有ISO及TAG的相应标准均有ANSI组织协调**
- **所有美国投票均通过ANSI发出**

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**

美国的参与对ISO标准工作的提升

- **统一了美国与ISO标准的一致性**
- **协调了ISO在美国标准的可行性**
- **使ISO标准成为欧洲(CEN)及其他国家标准的基础**
- **交流了相互间的信息**
- **ISO希望美国介入**
- **提高了ISO声誉及认可**

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

美国的参与对ISO标准工作的提升

- 使更多的国家企业参与ISO标准制定，提高了ISO标准在美国普及率
- 有益于美国的标准得到相关认可，
- 便于美国与世界其他参与ISO工作组织的交流

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

美国的参与对ISO标准工作的提升

- **NACE International** 是美国及世界制定腐蚀领域标准的先驱，希望通过标准制定过程与世界各国分享腐蚀控制方面的经验

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

美国参与ISO工作带来的负面影响

- ISO 标准在美国通用性不强
- ISO对美国TAG社团成员延伸和支撑ISO不够给力
- 分散了技术专家的时间及资金
- 有些美国标准与ISO有分歧
- 费用问题

U.S. Coating Standards

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

美国涂装标准

- NACE 在研制涂装方面的标准有多年的经验
- 与美国的其他组织均有合作经验，如SSPC, ASTM, AWWA等

NACE Coating Standards Include

- **Surface Preparation**
 - Steel ferrous/nonferrous
 - Concrete
 - others
- **Coatings for Atmospheric Service**
 - Marine Ships and Structures
 - Transportation Land

NACE 制定的涂装标准

- 表面处理
 - 有色及黑色钢结构
 - 混凝土
 - 其他
- 其他领域的涂装服务
 - 船舶、海洋平台及其钢结构
 - 陆上及海上运输

NACE Coating Standards Include

- **Coatings for Immersion and Buried Service**
 - Test Methods
 - Includes Downhole

NACE 制定的涂装标准

- 浸泡和埋地涂装
- 试验方法
 - ⌚ 包括井下试验



目 录

- 一、海洋腐蚀的严重性
- 二、我国海洋工程腐蚀现状
- 三、海洋环境防腐蚀对策
- 四、海洋工程防腐蚀标准化研究

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心


目 录

- 一、海洋腐蚀的严重性
- 二、我国海洋工程腐蚀现状
- 三、海洋环境防腐蚀对策
- 四、海洋工程防腐蚀标准化研究

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

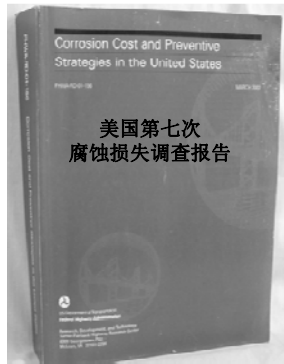
腐蚀的严重性

- ❖ 海洋资源的开发与利用，关系着国计民生。
- ❖ 与海洋资源开发相伴而来的就是海洋环境的腐蚀问题。
- ❖ 海洋工程的腐蚀不仅造成经济损失，还可能造成灾难性事故，甚至海洋环境污染。



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性



- ❖ 英国，1970年Hoar报告，由腐蚀而造成的损失为13.65亿英镑，占国民经济总产值的3.5%，震惊全世界。
- ❖ 美国，2001年第七次腐蚀损失调查，1998年因腐蚀造成直接经济损失达2760亿美元，占GDP的3.1%，人均1100美元/人。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性

- ❖ 按照国际惯例，腐蚀损失占GDP的3%计算，2012年，我国的腐蚀损失超过1.6万亿，为自然灾害损失的4倍。

2012年全国各类自然灾害（洪涝、台风、干旱、地震、低温冰冻、雪灾、沙尘等）共造成2.9亿人次受灾，直接经济损失4185.5亿元。



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性

2011年4月12日，孔雀河大桥主跨第二根吊杆断裂，造成约10米长的桥面塌陷，致交通中断。

承重钢缆的腐蚀是坍塌的主要原因之一



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性

□ 钱江三桥坍塌事件与钢筋混凝土结构的腐蚀有关



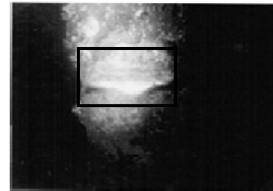
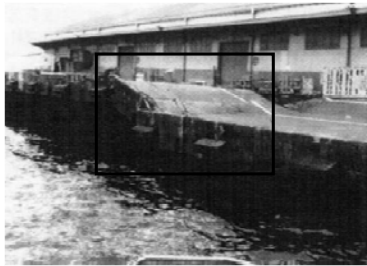
钱江三桥倒塌事故
中央电视台新闻截图



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性

- 1983年，日本横滨港山下码头的栈桥，因“集中腐蚀”而倒塌。
- 1984年，当时的运输省港湾局组织实施了全国范围的钢构造物腐蚀调查；



由于壁厚变薄压弯的钢管桩

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性



美国大约有60万座桥梁需要修理，而其中八分之一的存在结构隐患；

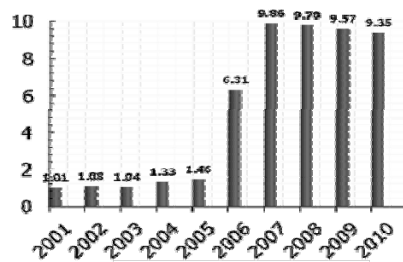
美国每年桥梁投资90%用于更新维修旧桥，只有10%用于新建桥梁，每年的桥梁维修费用高达900亿美元。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀的严重性

截止2011年，我国拥有桥梁65.8万座，总计30483094延米，已超越美国（约62万座），成为桥梁第一大国。

目前我国桥梁总体技术状况不容乐观，危桥数量居高不下。2010年，国省县道路危桥18689座/720920延米。



我国危桥数量统计（万座） 国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋腐蚀防护的短板



在腐蚀防护领域的

短板：

- ❖ 浪花飞溅区
- ❖ 桥梁的拉索
- ❖ 螺栓、螺母
- ❖ 异形的节点
- ❖ 混凝土结构

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

腐蚀环境分类

ISO-12944 典型腐蚀环境分类

腐蚀等级	重量损失(g/m ²) /厚度损失(μm)	外部环境-举例	内部环境-举例
C1/C2 很低, 低	<10-200 /1.5-25	乡村/干燥的区域, 低污染	中性大气环境
C3 中	200-400 /25-50	城市和工业大气环境, 中等程度SO ₂ 污染, 低盐度的海岸地区	高湿度和轻度污染车间
C4 高	400-650 /50-80	工业地区和中等盐度的海岸地区	化工厂, 游泳池
C5-I (工业) 很高	650-1500 /80-200	具有高湿度和苛刻大气环境的工业地区	几乎长期有冷凝水/重污染物的建筑物或区域
C5-M(海洋) 很高	650-1500 /80-200	海岸和高岸地区	几乎长期有冷凝水/重污染物的建筑物或区域

海洋环境是最为严苛的腐蚀环境。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋钢结构腐蚀破坏实例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋钢结构腐蚀破坏实例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋钢结构腐蚀破坏实例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋钢结构腐蚀破坏实例

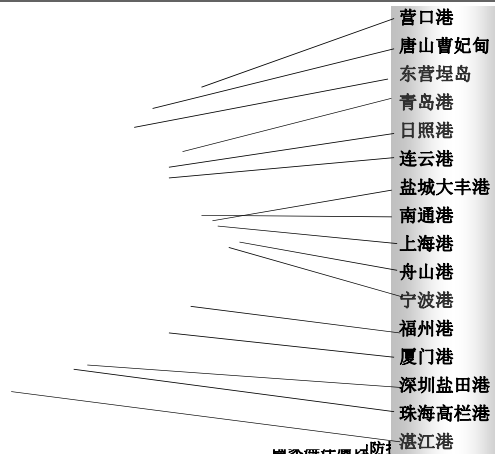


目 录

- 一、海洋腐蚀的严重性
- 二、我国海洋工程腐蚀现状
- 三、海洋环境防腐蚀对策
- 四、海洋工程防腐蚀标准化研究

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



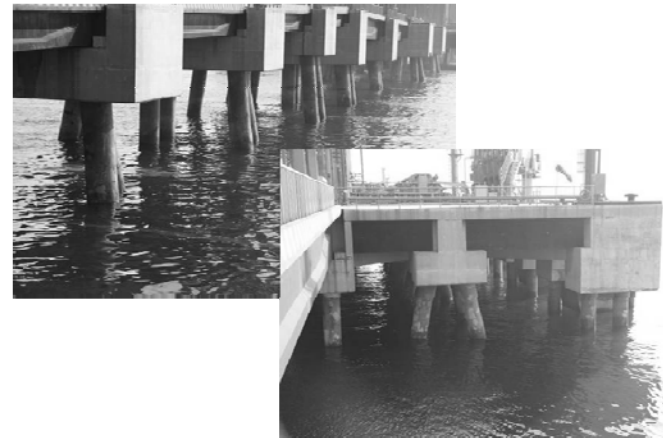
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

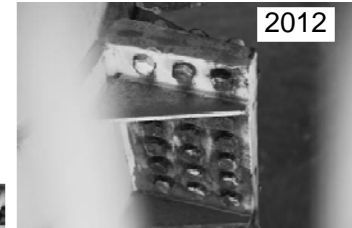
中国沿海港口腐蚀状况调查



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

中国沿海港口腐蚀状况调查

杭州湾大桥



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

目 录

- 一、海洋腐蚀的严重性
- 二、我国海洋工程腐蚀现状
- 三、海洋环境防腐蚀对策
- 四、海洋工程防腐蚀标准化研究

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

三、防腐蚀对策及标准化研究

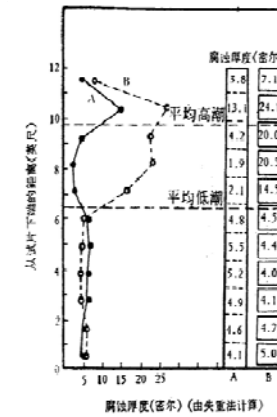
- 1、海洋钢结构浪花飞溅区腐蚀防护
- 2、大气区钢结构异型部位腐蚀防护
- 3、海洋工程钢筋混凝土腐蚀防护

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

1、海洋钢结构浪花飞溅区 腐蚀防护



海洋环境下钢铁设施的腐蚀规律



美国外海实验结果

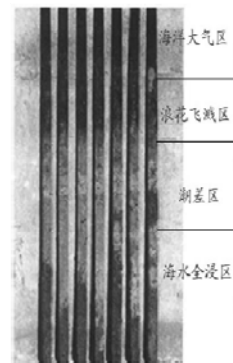
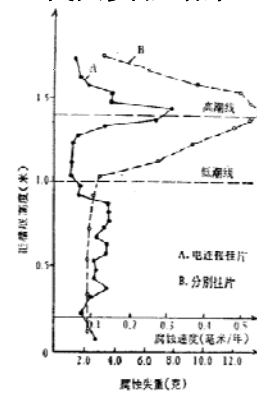
Corrosion, 1949, 5 292-303

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋环境下钢铁设施的腐蚀规律

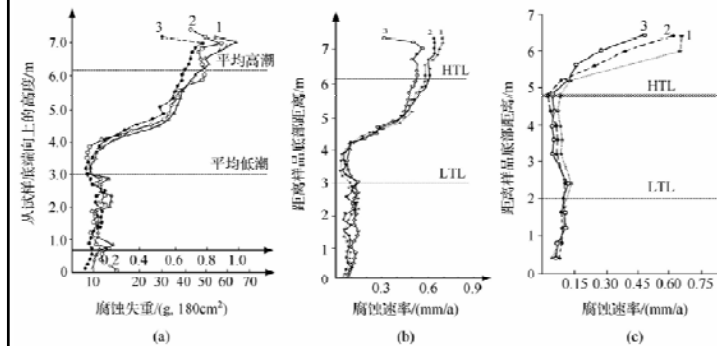
我国实验结果

海洋科学, 1980, 4, 16-19



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

外海长尺钢带腐蚀规律研究



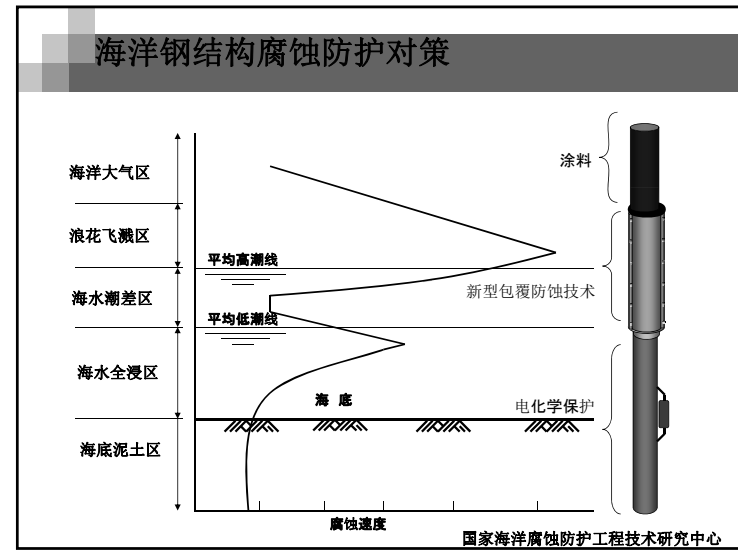
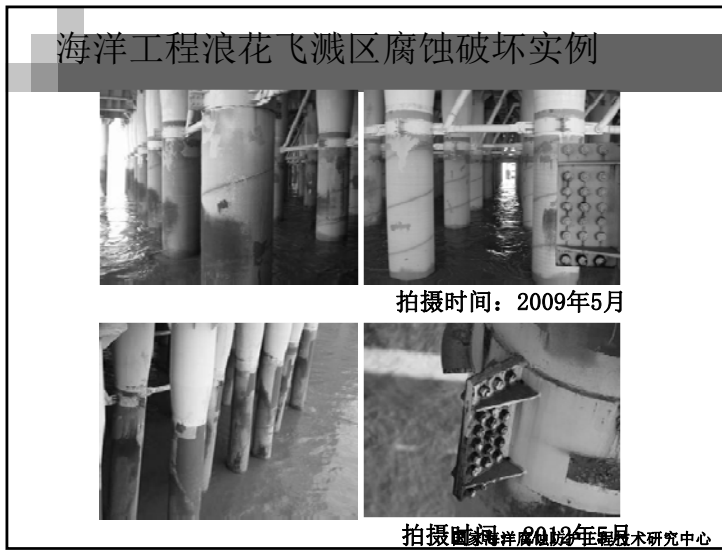
不同海域三种钢腐蚀情况

海洋科学集刊, 1982, 6, 79-89

(a) 广西北海海域173d; (b) 广西北海海域400d; (c) 青岛海域195天

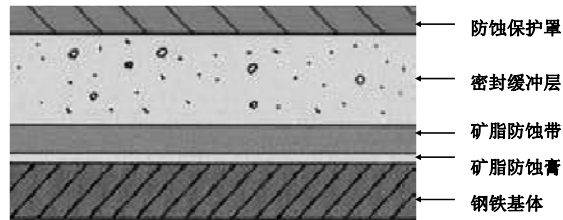
1. 10MnNb钢; 2. A3 钢; 3. 20NiCuP钢

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心



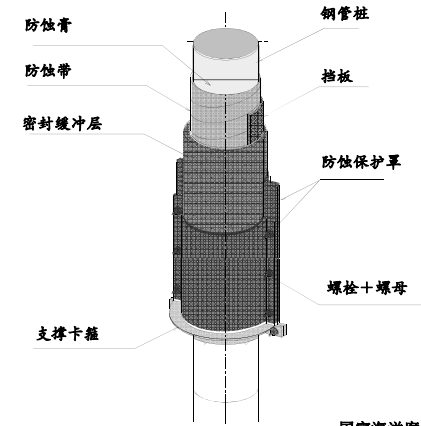
复层矿脂包覆防腐技术

复层矿脂包覆防护修复技术系统组成剖面图



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术



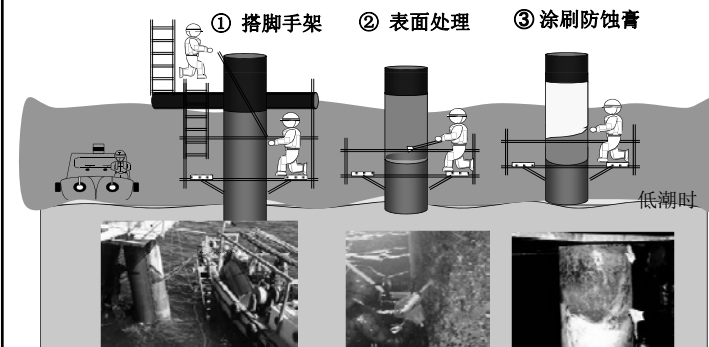
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

四项专利证书

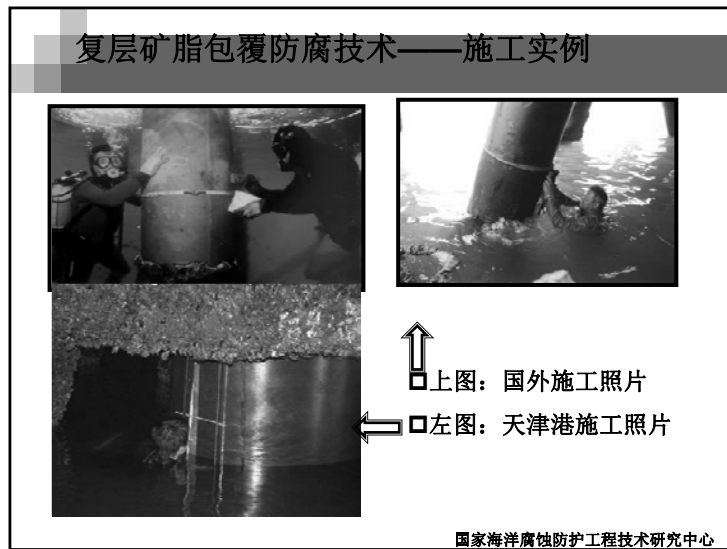
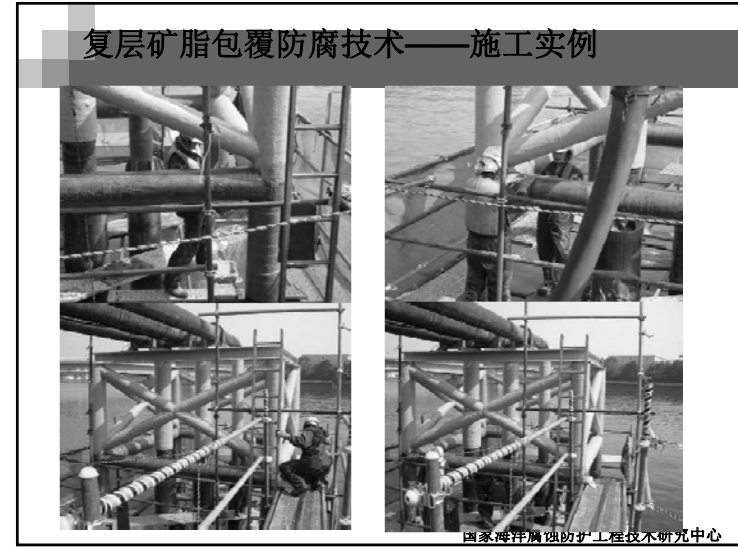
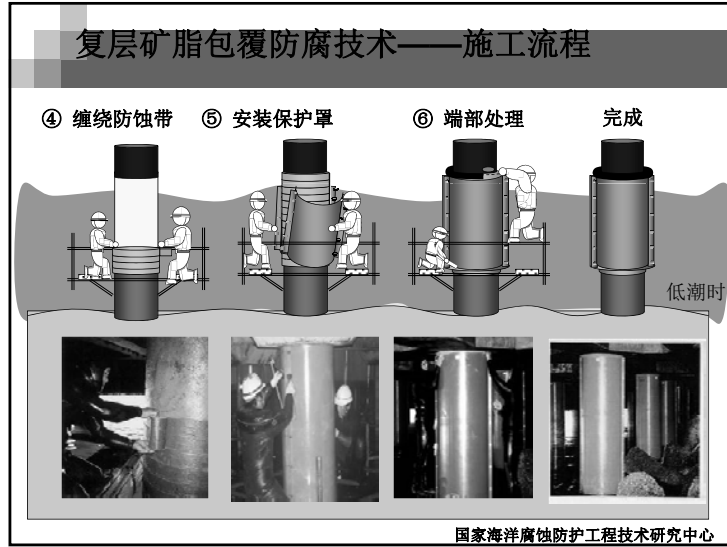


国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

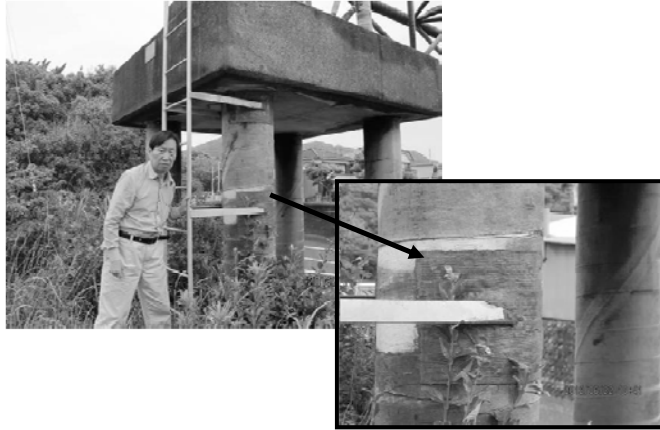
复层矿脂包覆防腐技术——施工流程



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心



复层矿脂包覆防腐技术——施工实例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

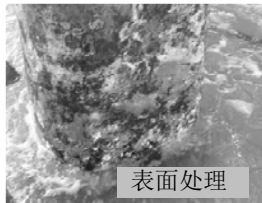
复层矿脂包覆防腐技术——施工实例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程一：2005年，胜利油田CB22平台



表面处理



涂抹防蚀膏



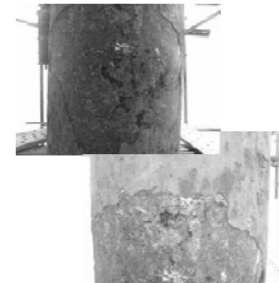
缠绕防蚀带



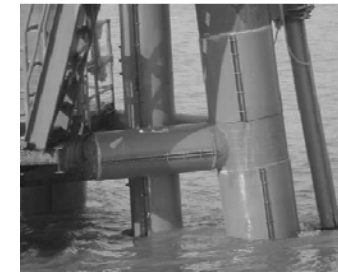
安装保护罩

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范



施工前



施工后六个月

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程二：2007-2009年，青岛港液体化工码头



表面处理



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

涂抹防蚀膏



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

缠绕防蚀带



安装保护罩

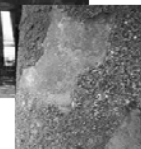


国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范



施工前



施工后

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程三： 2012年，龙源海上风电



复层矿脂包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程四： 2012年，济宁燃气阀门



包覆前

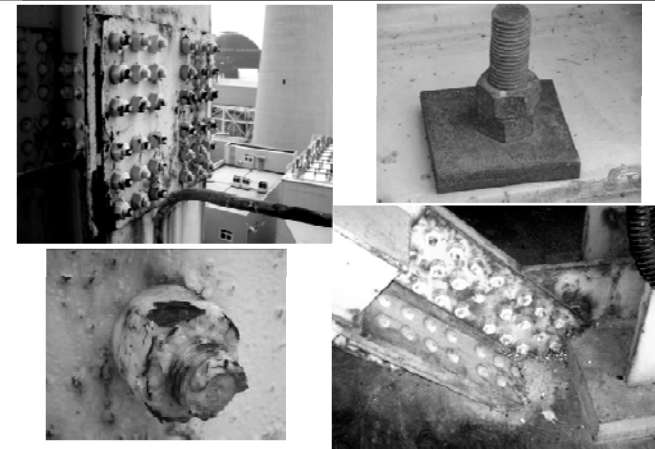
包覆后

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

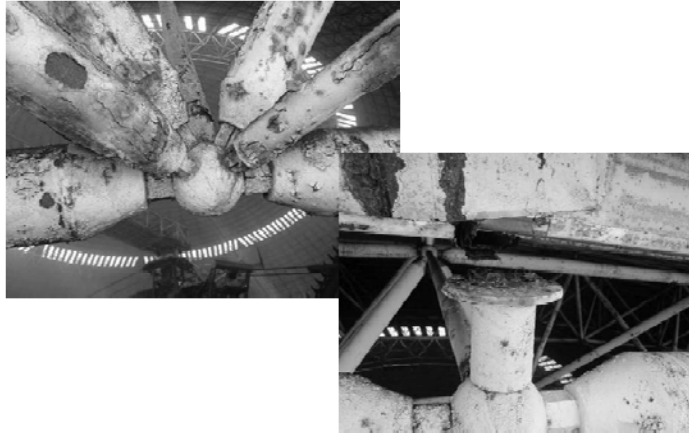
2、大气区钢结构异型部位 腐蚀防护



螺栓、螺母腐蚀严重



钢结构球形节点腐蚀严重



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

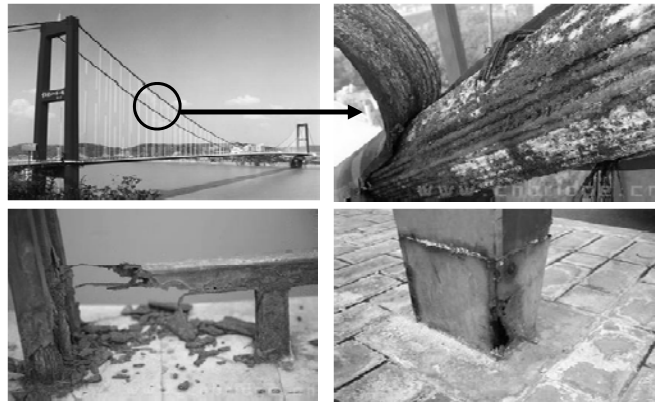
焊接部位腐蚀严重



焊接部位

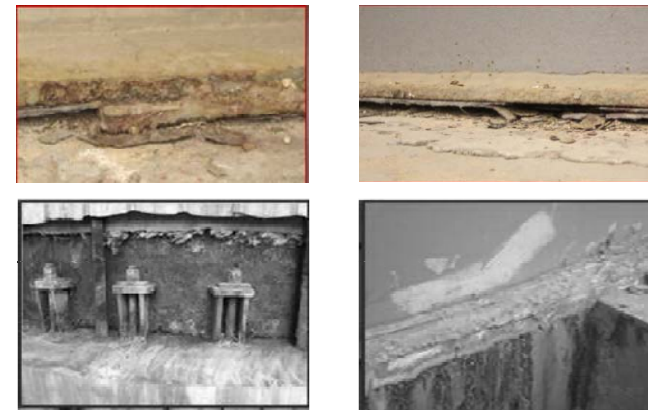
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

桥梁的拉索、护栏腐蚀严重



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

储罐边缘板腐蚀严重



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术

氧化聚合型包覆防腐材料

❖氧化聚合型防蚀膏

❖氧化聚合型防蚀带

❖外防护剂

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术

XG-防蚀带

特殊调和化合物:

➢暴露空气一侧，表面氧化聚合，形成皮膜，具有良好的耐老化性能；

➢粘贴在钢结构表面的一侧，保持非固化状态，达到最佳的防腐性能。

项目	单位	XG	试验方法
拉伸强度	N	89	JIS Z 1902
伸长率	%	14	JIS Z 1901
吸水率	%	0.5	24h水浸渍
绝缘电阻率	$\Omega \cdot m$		JIS Z 1902
体积电阻率	$\Omega \cdot cm$		JIS K 6911
附着力	N	24	JIS Z 1902
难燃性	时间	sec	88
	距离	mm	23
耐蚀性	℃	90	连续使用5年
盐雾试验	2,000h	未生锈	JIS Z 1902
耐老化性	2,000h	未生锈	日照天气仪

氧化聚合型包覆防腐技术				
功能	品名·编号	规格·标准	标准使用量	特点·用途
防蚀膏	钢结构用	2罐/箱 1罐: 4kg	200g/m ² 以上	用于钢材表面，具有良好防蚀效果； 表面处理简单； 可以填充孔蚀部分。
	混凝土用	8罐/箱 1罐: 1kg	200g/m ² 以上	用于混凝土和灰浆面； 具有提高防蚀带附着性的效果。
防蚀带	防蚀带 (银灰色)	宽×长·个数 (mm) (m) ·箱 1.1 × 50 × 10 ·24卷 1.1 × 100 × 10 ·12卷 1.1 × 150 × 10 ·8卷 1.1 × 200 × 10 ·6卷 1.1 × 300 × 10 ·4卷	搭接50%	适用于室外钢结构； 表面氧化聚合形成皮膜，耐久性好； 柔软贴合表面，结构位移追随性，防蚀性能好； 具有难燃性。
填充材料	填充材料	厚×宽×长·个数 (mm) (mm) (m) ·箱 25 × 180 × 250 · 10枚 重量: 2kg/枚	—	用于法兰、阀门等异部位塑形； 具有难燃性。
外防护剂	外防护剂 (I)	2罐/箱 1罐: 4kg	200~300g/m ²	涂抹在防蚀带表面； 短时间内固化形成皮膜，可防止灰尘等的附着； 有提高防蚀带防腐性、耐老化性的效果。
	外防护剂 (II)		600g/m ² 以上	含有骨材，能够强化防蚀带表面； 干燥后能够用涂料着色。

氧化聚合型包覆防腐技术——施工图示

1表面处理
清除毛刺、铁锈，除去表面灰尘、水和油污。

2涂抹防蚀膏
均匀的涂抹底面防蚀膏。

3填充材料塑形
在形状不规则的部分涂上填充材料，并将表面找平。

4缠绕防蚀带
用力拉伸防蚀带，搭接50%缠绕，保证每个部分均为2层。

5抚平防蚀带
用手将防蚀带表面抚平，使其紧密贴合在钢结构表面。

6涂刷胶黏剂
用毛刷或滚子均匀涂抹表面胶黏剂。

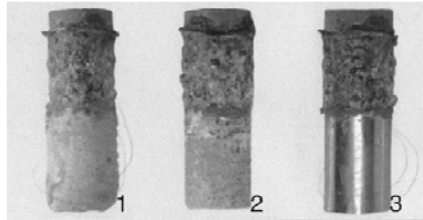
现场施工图例

根据需求施工

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

17

2000h 防腐性能测试



1、盐水喷雾试验 2、防蚀带剥离后；3、去除防蚀膏后
2000h后外观：

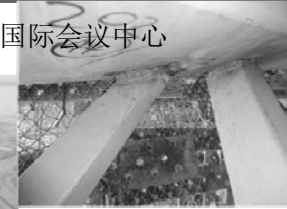
- 试验方法
IOS型盐水喷雾试验机
试验时间：2,000h
- 试验评价
试验后的外观：未生锈
去掉防蚀带外观：未生锈

□2000h盐雾实验结果表明，防护效果大于99%。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

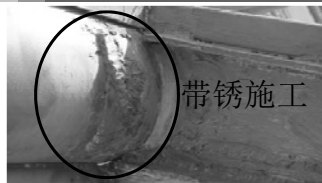
氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程一：2012年，大连国际会议中心



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范



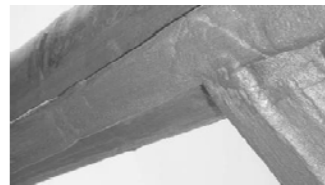
涂抹防蚀膏



粘贴防蚀带



防蚀带完成

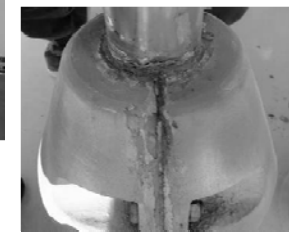


涂刷外防护剂

术研究中心

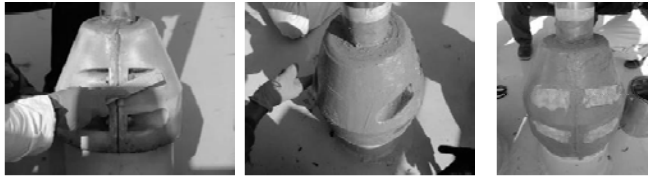
氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程二：2012年，青岛海湾大桥



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范



表面处理

涂抹防蚀膏

填充胶泥



粘贴防蚀带

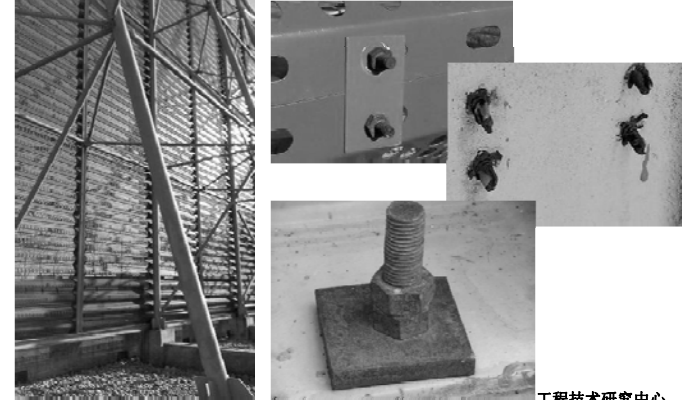


涂刷外防护剂

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程三：2012年，电厂螺栓、螺母



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范



涂抹防蚀膏



填充胶泥



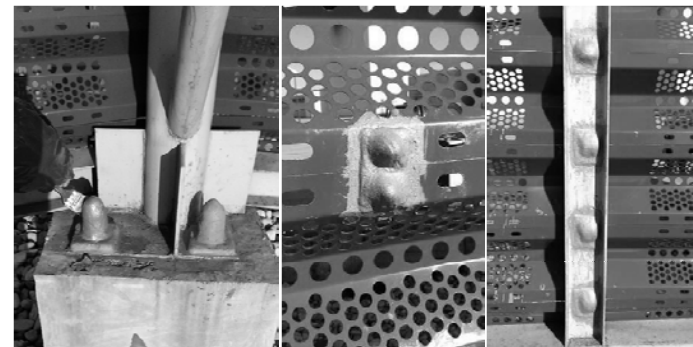
粘贴防蚀带



涂刷外防护剂

研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程四：2012年，法兰、阀门



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

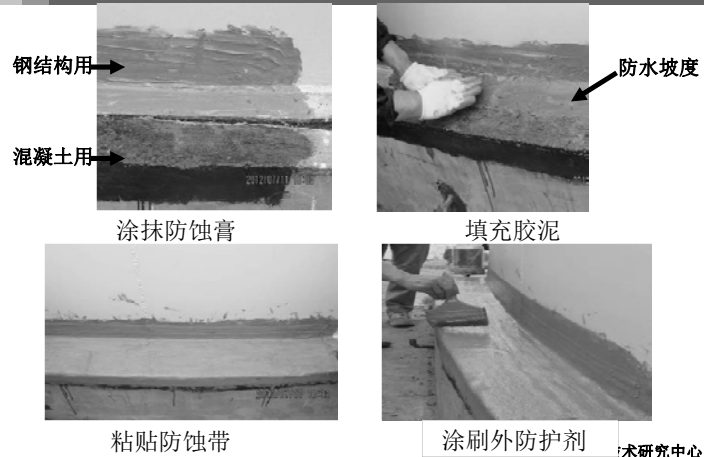
氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范

示范工程五：2012年，储罐边缘版

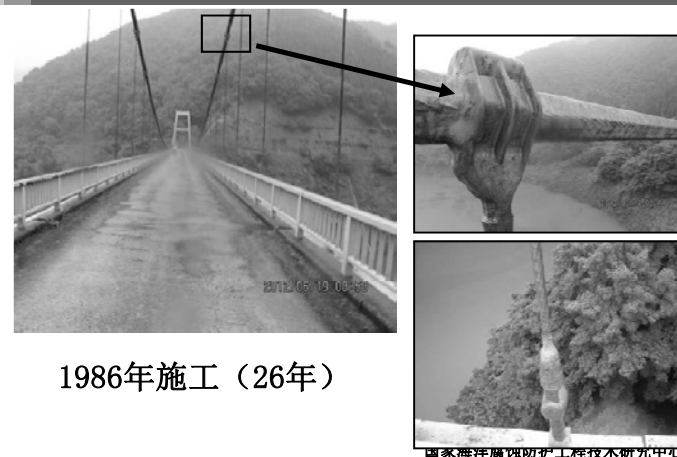


国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

氧化聚合型包覆防腐技术——国内应用示范



日本大野大桥



日本大野大桥



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

日本大阪某大桥修复施工



FRP切除



表面处理



涂抹防锈膏



缠绕防蚀带



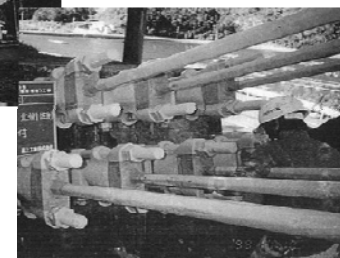
涂刷外防护剂

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

日本神户摩耶大桥

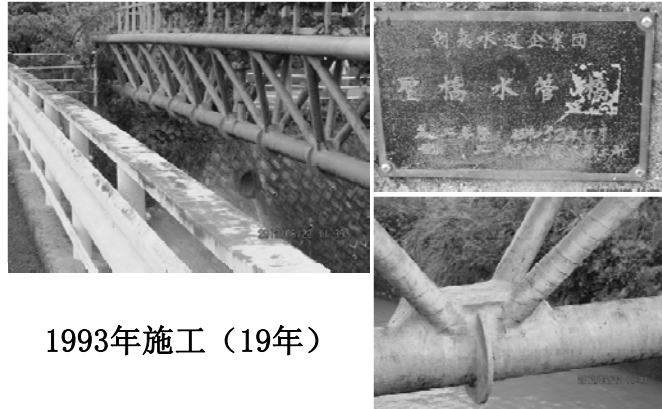


日本榎岛大桥



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

圣桥水管桥



1993年施工（19年）

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

3、钢筋混凝土结构腐蚀防护



钢筋混凝土腐蚀状态

日照港煤码头1986年使用，2007年混凝土腐蚀状态。



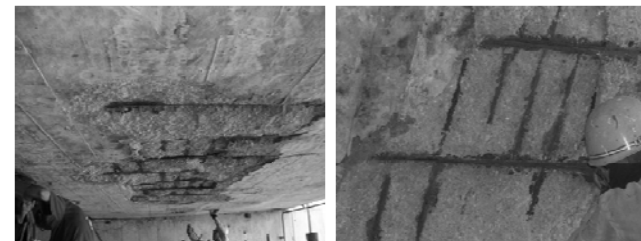
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

钢筋混凝土腐蚀状态

日照港煤码头1986年使用，2007年混凝土腐蚀状态。

清除破损混凝土后

钢筋除锈后



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

钢筋混凝土腐蚀状态



海上皇宮（建于1994年）



混凝土腐蚀影响因素

- ❖ 氯盐腐蚀
- ❖ 中性化
- ❖ 冻融
- ❖ 碱骨料反应

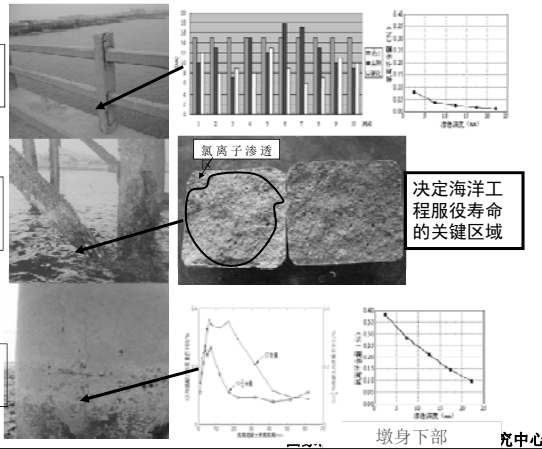


混凝土腐蚀影响因素

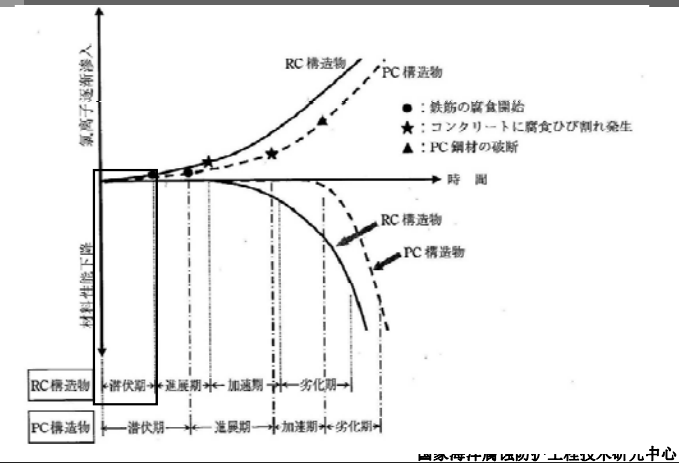
大气区：
碳化与盐雾

浪溅、潮汐区：
干湿循环-氯盐-硫酸盐

水下、海泥区：
氯盐-硫酸盐等



混凝土劣化概念图



混凝土结构的维护费用

五倍定律（美国）：

❖ 混凝土结构新建时	少投入	1美元
❖ 开始出现锈蚀时	维修需	5美元
❖ 表面顺筋开裂时	维修需	25美元
❖ 严重腐蚀破坏时	维修需	125美元

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土腐蚀防护措施

- 1、高性能混凝土
- 2、提高保护层厚度
- 3、钢筋阻锈剂
- 4、耐蚀钢筋或钢筋涂层
- 5、阴极保护
- 6、混凝土涂料

对已建结构采用混凝土涂料是最佳措施，对新建设施也是理想方案。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土腐蚀防护措施

措施1：高性能混凝土——示例青岛胶州湾大桥



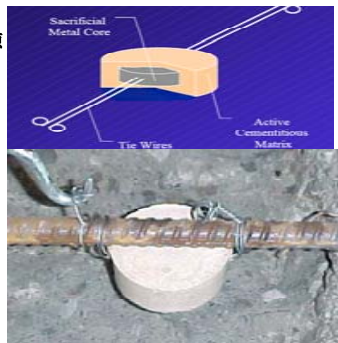
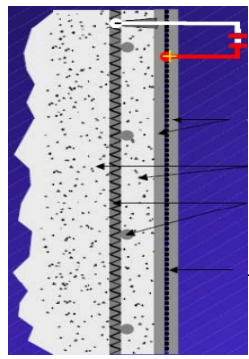
区段	构件类型	环境分类	混凝土强度等级	设计保护层厚度/mm
海上段	桩	II-D / III-C	C35水下	75
	承台	II-D / III-E	C35	90/80
	墩柱	III-E	C40/C50	75
	箱梁	III-D/IV-D	C50	40
	桥塔	III-E	C50	75
		III-D		50
	湿接头	III-D/IV-D	C50	40
陆上段	防撞墙	III-D/IV-D	C40	40
	桩	III-C	C35	75
	承台	III-C	C35	60
	墩柱	III-C	C40	50
	箱梁	IV-D	C50	40
	防撞墙	IV-D	C40	40

高性能混凝土及保护层厚度增加是延长海洋工程服役寿命的有效手段

中心

混凝土腐蚀防护措施

措施2：阴极保护法



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土腐蚀防护措施

措施3：阻锈剂及环氧涂层钢筋

杭州湾跨海大桥工程

使用的某阻锈剂性能试验结果

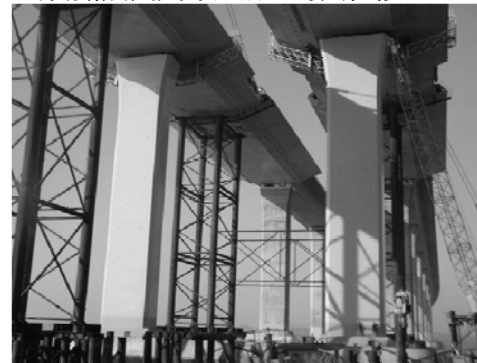


性能	试验项目	实测结果
		粉剂型
防锈性	盐水浸渍试验	减少45.6%
	电化学综合试验	35mV
对混凝土性能影响试验	抗压强度比	98%
	抗渗性	不降低
	初凝时间/min	初凝+50 终凝+55

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土腐蚀防护措施

措施4：涂层防护提高混凝土耐久性能

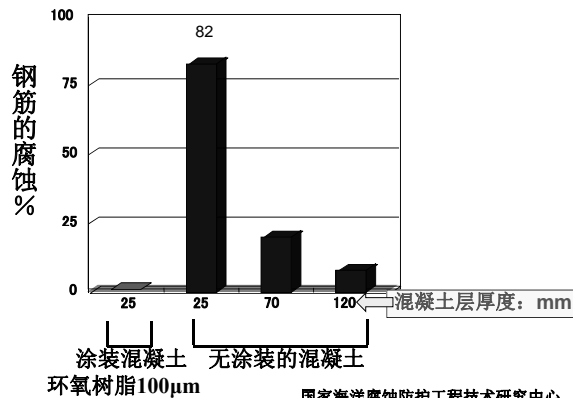


涂层实现了憎水和隔阻腐蚀离子传输功能

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土涂层防护技术

东京湾海上7年实验结果：



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

混凝土涂层防护技术

涂层(400μm)保护14年后跟踪调查结果

测试项目	涂装	无涂装
中性化的深度(mm)	2~3	12~18
表面1cm处的盐分量(kg/m ³)	0.2	2.6

涂层保护可以有效的降低混凝土的中性化(6倍)
阻止氯离子的侵害(13倍)

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

日本混凝土涂层防护示例



日本 亲不知大桥

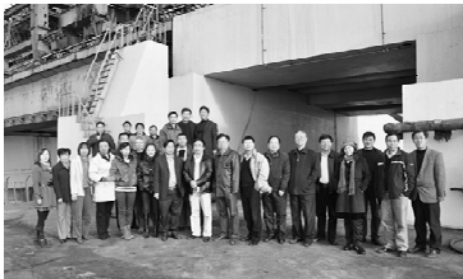
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

日本混凝土涂层防护示例



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

“十一五”国家科技支撑计划

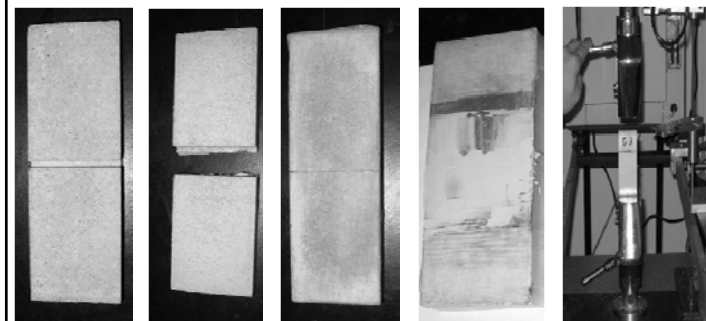


“十一五”国家科技支撑计划期间，针对海洋钢筋混凝土结构，研发了钢筋混凝土四层配套防护体系，具有很好的防护效果。

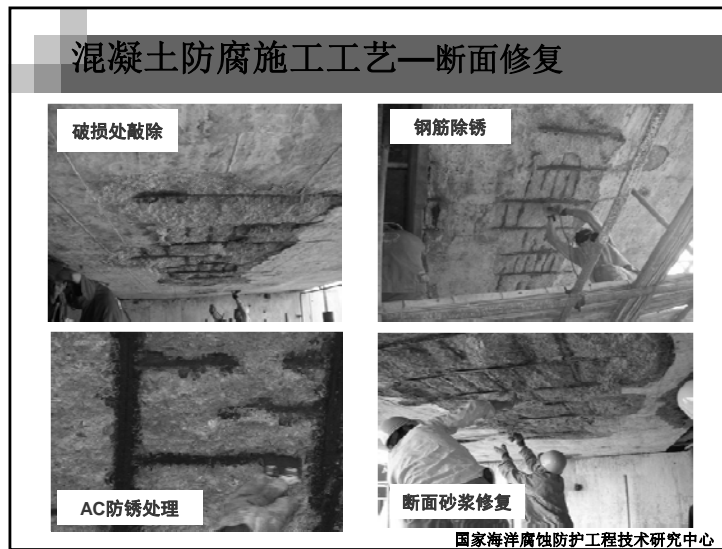
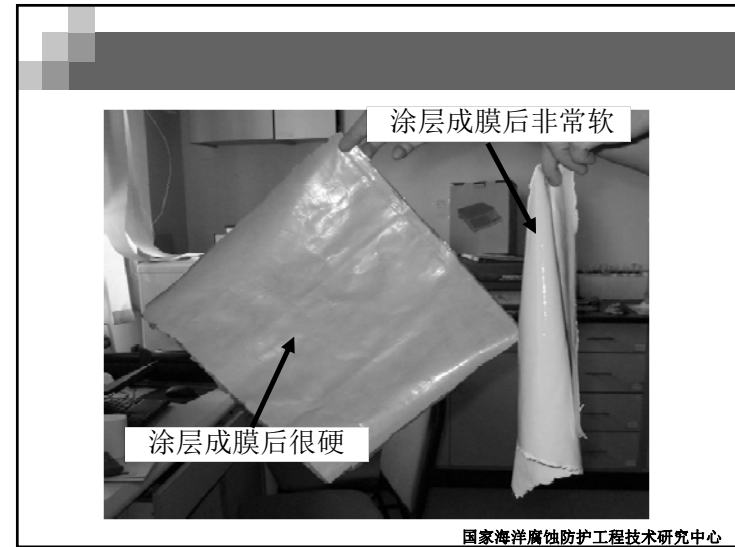
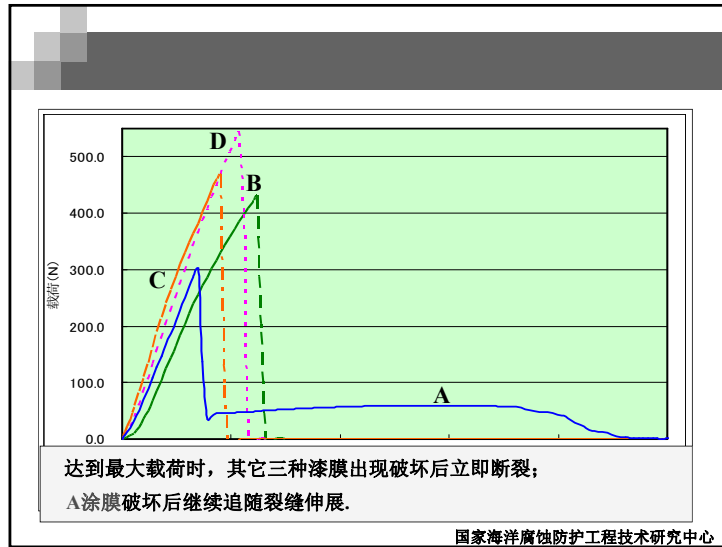
国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

裂缝追随性测试 (JSCE-K532-1999)。

处理试块 → 沿缝掰开 → 固定 → 涂装 → 拉伸试验



国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心



海洋混凝土防护与修复工程示范

◆ 顶面修复前



◆ 顶面修复后



山东日照煤码头腐蚀修复工程

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋混凝土防护与修复工程示范

◆ 厢梁修复之前



◆ 厢梁修复之后



山东日照煤码头腐蚀修复工程

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋混凝土防护与修复工程示范



山东日照30万吨油码头涂装工程

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋混凝土防护与修复工程示范



日照奥帆中心

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋混凝土防护与修复工程示范



潍坊白浪河防潮闸墩

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

目 录

- 一、海洋腐蚀的严重性
- 二、我国海洋工程腐蚀现状
- 三、海洋环境防腐蚀对策
- 四、海洋工程防腐蚀标准化研究

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

我国海洋防腐蚀技术现行标准

序号	标准号	名称
1	GB/T 7788-2007	船舶及海洋工程阳极屏涂料通用技术条件
2	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
3	GB/T 4950-2002	锌-铝-镉合金牺牲阳极
4	GB 712-2011	船舶及海洋工程用结构钢
5	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
6	JTJ 275-2000	海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范
7	JTS 153-3-2007	海港工程钢结构防腐蚀技术规范

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

浪花飞溅区钢结构防腐蚀国内外标准化情况

- ❖ 日本两项标准（日本工业协会标准）
 - JIS Z 1902-2009 矿脂类防蚀带
 - JIS Z 1903-2007 矿脂类防蚀糊
- ❖ 我国目前还没有此类技术的国标！
- ❖ 正在申请国标3项！
 - 《矿脂防蚀带耐高温流动性检测方法》（征求意见稿）
 - 《矿脂防蚀带低温可操作性检测方法》（征求意见稿）
 - 《海洋钢铁构筑物复层矿脂包覆防护技术规范》（送审讨论稿）

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋大气区异型部位防腐蚀国内外标准情况

- ❖ 国内国外没有相关标准！
- ❖ 正在申请国标
《钢结构氧化聚合型包覆防腐技术规范》(送审讨论稿)
- (中国科学与海洋研究所、中国防腐蚀工业协会)

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

海洋钢筋混凝土构筑物防腐蚀国内相关标准

JTJ 275-2000

《海港工程混凝土结构防腐蚀技术规范》

缺陷1：陈旧

已经13年没有做过修订，其中的配套方法已经过时，无法适应海港工程大规模发展需要。

如：表干区和表湿区所用涂料配套没有区别，只是膜厚不同。

缺陷2：针对性差

如：使用聚氨酯磁漆作为抗老化涂料，聚氨酯磁漆是用于木器或金属表面的。

缺陷3：规定不详细

如：对混凝土表面处理方法的规定过于简单，没有关于裂缝和细纹的处理方法。

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心

我国海洋腐蚀防护标准现状

- ❖ 总体水平低
不利于实现海洋构筑物耐久性服役要求！
- ❖ 制定速度慢
无法跟上我国海洋经济建设高速前进的步伐！
- ❖ 高技术标准缺乏
无法满足高端海洋构筑物的防腐蚀要求！

综上：

目前国内标准无法适应我国海洋经济社会协调发展的要求！

国家海洋腐蚀防护工程技术研究中心



谢谢！

Title of Presentation

IMO Coating Performance Standards

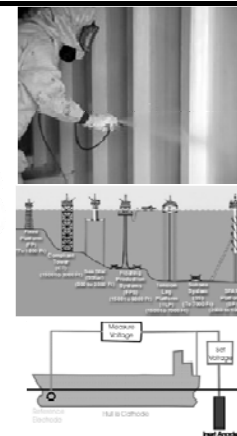
Chao Wei
Principal Engineer, Technology – Coatings

Beijing, China
7 November 2013

U.S.-CHINA ANTICORROSION STANDARDS SEMINAR

Corrosion Prevention

- Structure design and fabrication
 - Corrosion margins for different environments
 - Materials selection (CRS, CRA, SS) – MR0175
 - Coating friendly structures – all surfaces shall be readily accessible for surface preparation and coating application
 - All welding shall be continuous. Intermittent or spot welding is not be allowed.
 - Fillets and corners must be accessible for grinding
- Protective coatings
 - Organic coatings: selection and specification
 - Inorganic coatings: galvanized, TSA, TSZ
- Cathodic protection (CP, ICCP) – NACE Standards



ABS

2

Areas to be Protected

- Dedicated seawater ballast tanks (PSPC-SWBT)
- Void spaces
 - Double-side skin spaces of bulk carriers (PSPC-SWBT)
 - Other void spaces – recommended PSPC from MSC.244(83)
- Crude oil tanks (PSPC-COT or PSPC-COT-Alt)
- Cargo spaces of bulk carriers – IACS Z9
- Chemical tankers (IBC Code mandated by SOLAS VII/10 - Carriage of Dangerous Goods)
 - The IBC Code, amended by IMO Res. MSC.340(91) on 30 Nov. 2012
 - IBC Code 15.11.2 acids – IACS UI CC6 (Lining is acid-resistant material and Lining is to provide complete sealing to steel – liquid applied organic coatings are considered inappropriate)



ABS

3

Hulls Under Water: AFS

- AFS 2001 requirement on TBT as biocides
- Draft Guidelines for the Control and Management of Ships' Bio-Fouling to Minimize the Transfer of Invasive Aquatic Species (IMO Res. MEPC.207(62), adopted on 15 July 2011)
- Guidance for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)" (IMO Res. MEPC.213(63), adopted on 2 March 2012)



ABS

4

IMO Coating Performance Standards

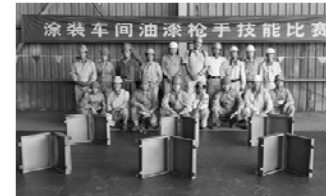
- IMO PSPC for Seawater Ballast Tanks and Double-side Skin Spaces (IMO PSPC-SWBT) – regulated by SOLAS II-1/3-2
- IMO PSPC for Cargo Oil Tanks of Crude Oil Tankers (IMO PSPC-COT) – regulated by SOLAS II-1/3-11
- Corrosion Resistant Steel (CRS) as Alternative Mean of IMO PSPC-COT (IMO PSPC-COT-CRS) – regulated by SOLAS II-1/3-11
- IMO PSPC-VOID – not regulated



5

NACE Coating Inspector Training Program

- IMO PSPCs set the NACE CIP training program as the benchmark for other coating inspector programs
- NACE is now initializing training program for coating applicators, and again expects to promote it to IMO as a PSPC requirement

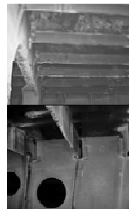


ABS

6

SOLAS: PSPC Scope for SWBT & COT

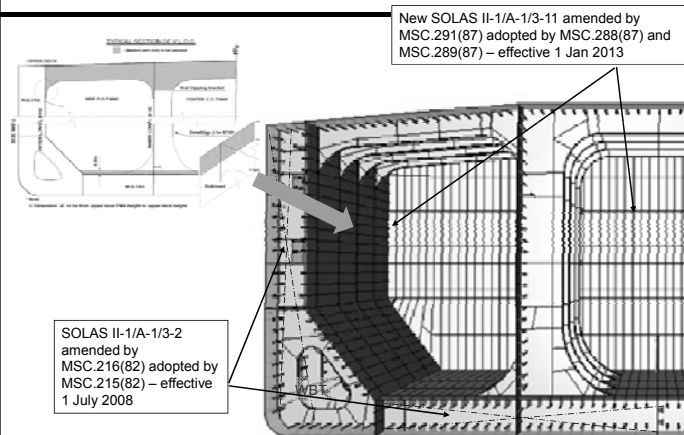
- SOLAS II-1/3-2: IMO MSC.215(82)) for the dedicated seawater ballast tanks and the double-side skin spaces of bulk carriers for:
 - All CSR vessels, effective 8 Dec. 2006 (contract date); or
 - All SLOAS ships, effective 1 July 2008 (contract date); or
 - All SLOAS ships delivered after 1 July 2012
- SOLAS II-1/3-11: IMO MSC.288(87) for cargo oil tanks of crude oil tankers for all SOLAS ships
 - Effective 1 Jan. 2013 (contract date) or
 - Delivered after 1 Jan. 2016 (delivery date)
- Both coating performance standards set out a target of 15 years of useful coating life (a "GOOD" condition is expected)



ABS

7

SWBT & Cargo Oil Tanks



ABS

8

PSPC-COT-AIt

- IMO Res. MSC.289(87) – performance standard for alternative means of corrosion protection for cargo oil tanks of crude oil tankers, effective 1 Jan. 2013, as interpreted by IACS UI SC258
- IMO PSPC-COT-CRS is an alternative mean to IMO PSPC-COT
- Use approved CRS (25 years of design life) for the minimum required areas, which is same area as required by PSPC-COT
- The CRS is be approved together with welding method and welding consumables
- Meet also ABS steel requirements for ship material, structure strength and construction
- Surveyor shall verify against the Type Approval certificate during the construction process
- TF shall include in-service maintenance, repair and renewal activities
- No tripartite agreement and inspection documentation required from S/Y

ABS

13

Gap Analysis: PSPC-SWBT & TSCF-15

- IACS Gap analysis for PSPC-SWBT and Guidelines for BT Coating Systems and Surface Preparation (TSCF 15)
 - The authority of coating inspector in TPA
 - Requirements on pre-cleaning, abrasive cleanliness, staging and ventilation capacity
 - Soluble salt content requirement for 15 years of coating design life
 - Positions, number and sizes of block erection joints should be optimized wherever possible to reduce any post erection coating work to the minimum. Pressure test welds.
 - Acceptance criteria for coating defects

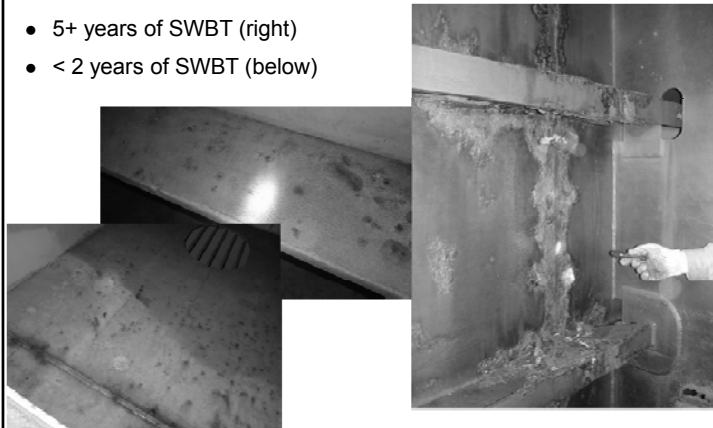


ABS

14

Coating Damages after Delivered

- 5+ years of SWBT (right)
- < 2 years of SWBT (below)

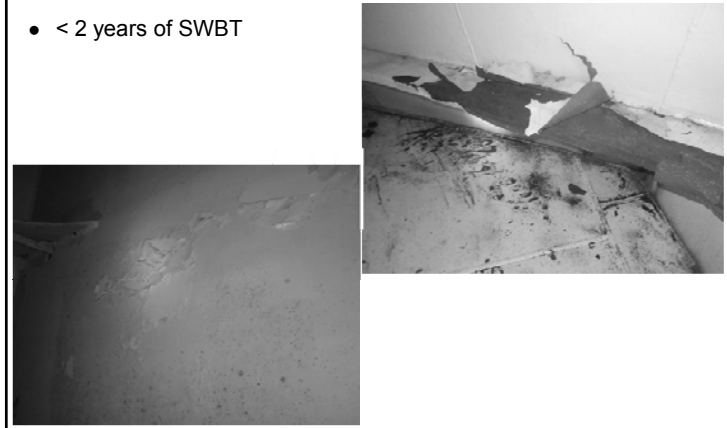


ABS

15

Coating Damages after Delivered

- < 2 years of SWBT



ABS

16

New Construction Coating Damages

- Coating damages
 - Coating is damaged to the steel substrate, caused by welding, burn and mechanic impact, during ship construction
- Staging, lifting eyes, outfitting, modifications, erection, etc. can cause extensive coating damages
- Staging can also bring dust during coating appl.
- Coating protection after block coating
- Surface cleanliness level and standards for ST3 repairs

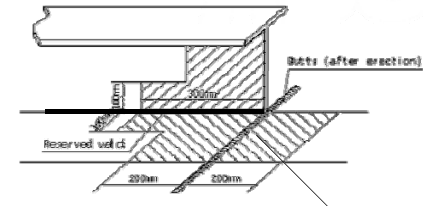


ABS

17

Erection Joint Areas

- To reduce and protect joint area by using masking tape (~50 mm width) before block coating application and remove it after coating is applied.
- It becomes common practice for SY to protect those areas with approved primer after removing the masking tape.

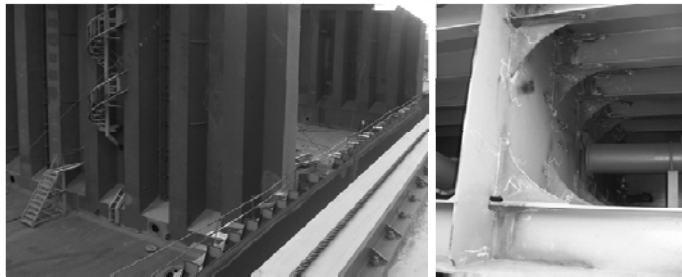


ABS

18

Coating Damages from Erection

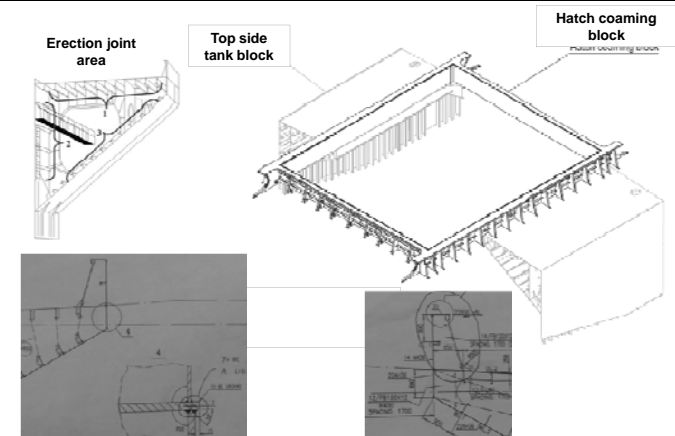
- Better erection joint location for less power tooling



ABS

19

Coating Damages from Erection



ABS

20

ISO Standards for Ships & Marine

- ISO 16145: Ships and Marine Technology – Protective Coatings and Inspection Method
- Five Parts (Parts 1-4 have been published in 2012, Part 5 is to be voted for publishing)
 - Part 1: Dedicated sea water ballast tanks
 - Part 2: Void spaces of bulk carriers and oil tankers
 - Part 3: Cargo oil tanks of crude oil tankers
 - Part 4: Automated measuring method for total amount of water-soluble salts
 - Note: standardized procedure for soluble salt measurement. ISO 8502-9 equivalent or NACE 0508 equivalent?
 - Part 5: Assessment and calculating method for damaged coating area of ballast tanks
 - Note: Erection joint size, coating damage area estimation

ABS

21

ASTM Standards for Ships & Marine

- Developed by subcommittee F25.01 under ASTM Committee F25 Ships and Marine Technology
- ASTM F940 – 99(2013)
 - Standard Practice for Quality Control Receipt Inspection Procedures for Protective Coatings (Paint) used in Marine Construction and Shipbuilding
 - Verifying that coating materials received are within the range of physical and chemical characteristics as those originally specified and tested)
- ASTM F941-99(2013)
 - Standard Practice for Inspection of Marine Surface Preparation and Coating Application
 - New construction, major retrofit, or routine maintenance
- ASTM F 1130-99 (reapproved 2005)
 - Standard Practice for Inspecting the Coating System of a Ship
 - In-service coating inspection of a ship

ABS

22

Summary

- IMO PSPC-SWBT, IMO PSPC-COT and IMO PSPC-COT-CRS are mandatory for ship industry
- IACS UIs on above PSPCs are applied by IACS Societies
- ISO 16145 was just newly developed and it needs time to be accepted by industry and regulatory bodies
- ASTM F940, F941 and F1130 are widely used by the contractors and the facility owners, which can be supplemental standards for improving QC procedures in shipyards
- MSC.1/Circ.1330 and MSC.1/Circ.1399 could be used in reference to ASTM F1130 for in-service coating inspection



ABS

23



www.eagle.org

ABS

防 腐 蚀 标 准 化 工 作 汇 报

中国工业防腐蚀技术协会
全国防腐蚀标准化技术委员会（TC381）

一、国内防腐蚀标准化工作情况

腐蚀，是工业生产和日常生活中广泛存在的问题，特别是在工业生产中，由腐蚀直接、间接引起的设备损坏、失效、报废等会带来的巨大的经济损失、资源浪费、环境污染和安全隐患。据国内外统计，每年腐蚀造成的经济损失约为当年GDP的3%~5%，通过有效的防腐蚀技术和措施，每年至少可以减少1/3腐蚀损失。国际上一些工业发达国家对腐蚀危害的认识较早，应对积极，制定了相应的法规和标准，达到阻止和控制腐蚀的目的。在我国，虽然在工业发展中已注意到腐蚀危害的严重性，但由于防腐蚀在工业生产中处于辅助性、附属性、服务性的地位，其效益滞后、间接、隐性。因此没有得到足够的重视，体现在缺少政策法规支持，标准化基础工作相对薄弱。

由于防腐蚀涉及行业多，过去，相关标准主要由与防腐蚀产品直接相关的行业或腐蚀问题突出的行业或相关单位，根据自身生产和安全的需要，制定相关标准，如石油、化工、涂料、冶金、石化、能源、建筑、船舶等行业，涉及面广，数量多，种类杂。但往往防腐蚀只是作为性能要求之一在标准中体现，并没有将防腐蚀作为独立的标准化对象进行研究，因此，也没有建立起统一、完整的防腐蚀标准体系，标准的制定主要是从行业需求角度出发，缺乏通用性。

为了更好地推动防腐蚀标准化工作的发展，提高防腐蚀标准化工作水平，2008年，国标委批准成立全国防腐蚀标准化技术委员会（TC381），负责开展防腐蚀标准化工作。TC381成立后，面对标准制定长期以来形成了专业“围墙”、行业“竖井”，加上自身成立时间短，基础工作薄弱，标委会工作开展举步维艰。标委会在完成日常工作的同时，借鉴国内外防腐蚀标准化工作经验，进一步加强防腐蚀标准化基础建设，建立健全防腐蚀标准体系，探索防腐蚀标准化工作道路。主要开展了以下工作：

1) 完善组织机构。TC 381成立后，迅速建立起了以标委会秘书处——中国工业防腐蚀技术协会为核心的标委会工作队伍，邀请了包括中国科学院院士、中国工程院院士在内的专家担任标委会工作顾问，标委会委员涵盖了管理、科研、

企业等防腐行业的方方面面。现 5 年届满，正在进行第二届换届工作，希望建立一支更专业、高效的防腐蚀标准化工作队伍。

2) 申报、制定国家标准、行业标准。成立至今，防腐标委会已完成国家标准制定 3 项，行业标准 1 项。2012 年，获批立项《钢结构氧化聚合型包覆防腐蚀技术》等 9 项国家标准，标准立项工作取得突破。2013 年，我们已上报国家标准项目申请 10 余项，目前已进入国标委审批阶段。

3) 着手建立防腐蚀标准化体系。作为标准化工作的基础和重要环节，建立防腐蚀标准体系，是开展防腐蚀标准化工作首先要解决的问题。目前，我们已初步建立防腐蚀标准体系。

4) 编制《防腐蚀标准化简明工作手册（一）（二）》。收集了相关的法律法规规定，以及标准化基本知识、标准分类、标准化工作程序等，作为 TC 381 开展标准化工作的工具书，同时，宣贯标准化知识，为开展防腐蚀标准化工作打基础。

5) 积极开展对外交流。标委会与国际上影响最大的防腐蚀组织——美国腐蚀工程师协会（NACE）开展广泛交流，双方多次就标准问题进行研讨，标委会也多次参与 NACE 标准化活动，了解、借鉴其标准化工作经验。2013 年 11 月，双方联合主办的“中美防腐蚀标准化研讨会”将于北京举行，进一步推动中美防腐蚀标准化工作。

今后我们的一些主要工作构想有：

1) 建立完善防腐蚀标准体系。参考国际、国外先进组织，依托体系研究项目，征求各方意见，尽快建立完善防腐蚀标准体系，使其尽量完整、系统、合理，覆盖防腐蚀专业的各方面。

2) 提出以最佳防腐蚀效果为目标的标准制定思路。一个完整有效的防腐蚀系统，包含了设计(材料、施工方案)、制造（施工作业）、检验评定、使用（运行）和维护等多个要素的全过程控制。因此，单从个别要素孤立地加以控制，并不能保证达到最佳防腐蚀效果。而需要系统、整体考虑，在保证各要素达到要求的同时，还要考虑各要素间的协调统一。基于这一认识，我们希望在标准的制定中也贯彻这一思想，以最佳防腐效果为目标，着重从设计到维护的全过程控制。在标准的制定中，区别于单一对防腐材料性能的要求规定，重点强调材料在运用中，材料与材料间的复合过程，以达到防腐蚀要求。

3) 引入综合标准化方法。国标委在 2012 年和 2013 年的全国标准化工作会议上都强调了将综合标准化作为今后一段时期内标准化工作的重要内容之一，结合防腐蚀标准化工作的实际情况，我们认为将综合标准化方法引入到防腐蚀标准化工作中来具有重要意义。首先，综合标准化能克服当前防腐蚀标准化工作存在的“交叉”问题。防腐标准化面临行业“竖井”和专业交叉，防腐蚀存在于各行各业，相关专业都涉及防腐蚀，但又都不是以防腐蚀作为中心，因此，往往标准只是对防腐蚀性能要求的规定。而以防腐蚀做为核心，防腐蚀本身就是一个交叉应用学科，系统工程，涉及从设计到维护的全过程，当中任一环节出现问题，都会影响最终防腐蚀要求的实现。这需要依靠综合标准化的跨专业的系统思想解决。其次，当前防腐蚀技术发展的一个趋势是，针对某一目标物的防腐措施已不能光依靠单一防腐蚀技术完成，而需要依靠两项或多项防腐蚀技术的结合，共同形成一个防腐蚀保护系统，达到最佳防腐效果。但目前防腐蚀标准大多从单一防腐蚀技术角度出发，缺乏统一性、相互协调性、系统性。综合标准化综合性、成套型、整体协调性的突出特征，正是解决当前防腐蚀标准化工作面临的新问题的最佳方法。因此，**标委会正在积极申请在防腐蚀领域开展综合标准化的相关研究，为防腐蚀标准化工作开辟新思路的同时，也为我国综合标准化工作的探索积累经验。**

4) 加强基础性、通用标准的制定。例如：防腐蚀名词术语、分类标准，防腐蚀效果评价通用标准，防腐蚀性能检验方法等。

5) 提出成立 ISO 技术委员会的构想。希望能够得到国际支持，争取在 ISO 中成立防腐蚀专业技术委员会，开展以防腐蚀为核心目标的标准化工作，填补空白，推动国际防腐蚀标准化的发展。

二、国际、国外防腐蚀标准化工作情况

1. ISO

国际标准化组织（ISO）下设的技术委员会（TC）中，与防腐蚀相关的主要有：

（1）TC 156 金属与合金的腐蚀

专门负责金属和合金腐蚀的标准化，包括腐蚀试验方法和腐蚀防护方法，在该技术委员会下又设立了 12 个工作组，分别是：

WG1 术语

- 2 应力腐蚀破裂
- 4 大气腐蚀试验和大气腐蚀分类
- 5 晶间腐蚀
- 6 试验和数据分析的一般原则
- 7 加速腐蚀试验
- 9 发电设备材料的腐蚀试验
- 10 埋地和水下金属结构的阴极保护
- 11 电化学试验方法
- 12 工业冷却水系统中的腐蚀抑制
- 13 高温腐蚀
- 14 摩擦腐蚀

ISO/TC 156的标准体系围绕金属和合金的腐蚀领域标准化这个目的，制定腐蚀试验方法和腐蚀防护方法，以其层次性为例，腐蚀标准体系分为两层。第一层为通用标准，即各部门类都适用的基础标准。包括基本术语和定义、腐蚀试样上腐蚀产物的清除、腐蚀试验后结果的评定等标准；第二层按腐蚀类型分类，包括晶间腐蚀、电化学腐蚀、应力腐蚀、摩擦腐蚀、高温腐蚀等门类。并且每个门类标准又有各自的基础标准，如应力腐蚀标准的第一部分就是试验的一般要求和试验方法总则。

目前，TC 156制定发布的ISO标准共68项。

(2) TC 35 色漆与清漆

负责色漆、清漆和相关产品（包括原料）的标准化工作。目前，该技术委员会下设4个分技术委员会和一个工作组：

SC 9 色漆和清漆的一般测试方法

- 10 色漆和清漆成膜物质的测试方法
- 12 钢表面涂装前的预处理
- 14 钢结构涂装防护系统

WG 2 术语

目前，TC 32已制定发布235项ISO标准。

由于ISO在标准化领域的广泛影响力，防腐蚀相关标准在国际上也相应被广

泛采用，包括我国国家标准也采用了相当一部分的ISO标准，例如ISO 8044-1999《金属及合金的腐蚀特性.基本术语与定义》，就被DIN、EN、NF、GB等标准等同采用。

(3) TC 107 金属和其他无机覆盖层

主要负责利用电解、熔结、真空镀或化学镀、机械沉积、离子镀等方法形成的防护或装饰用金属覆盖层的性能标准，利用电解、熔解、真空或化学方法在金属表面形成的防护性和装饰性非金属覆盖层（油漆和其他有机覆盖层除外）的性能标准，以及以上覆盖层的检验检测标准，金属和无机覆盖层沉积前基层处理标准。目前，该技术委员会下设4个分技术委员会和3个工作组：

SC 3 电沉积镀层

4 热浸镀层

7 腐蚀检测

8 化学转化膜

WG 1 热喷涂

2 搪玻璃涂覆层

4 涂层、油漆和清漆厚度测试

目前，TC 107 制定发布的 ISO 标准共 134 项。

2. ASTM

美国材料与试验协会（ASTM）主要是制定材料、产品、系统和服务等领域的特性以及性能标准、试验方法和程序标准。

ASTM标准共分7类，分别是：

A 黑色金属

B 有色金属（铜，铝，粉末冶金材料，导线等）

C 水泥，陶瓷，混凝土与砖石材料

D 其它各种材料（石油产品，燃料，低强塑料等）

E 杂类（金属化学分析，耐火试验，无损试验，统计方法等）

F 特殊用途材料（电子材料，防震材料，外科用材料等）

G 材料的腐蚀，变质与降级

其中，G类下设四个技术委员会，包括G01金属腐蚀 (Corrosion of metals)、G02磨损和腐蚀(Wear and erosion)、G03老化和耐用性(Weathering and durability)、

G04富氧环境中材料的兼容性和敏感性(Compatibility and sensitivity of materials in oxygen enriched atmospheres), 负责制修订相关标准。

ASTM现有11 000多项在用标准, 每年在ASTM标准年鉴中分15类(Section)(不包括索引)70余卷(Volume)公开发布。其中第三类“金属试验方法及分析程序”分为六卷, 它们是:

03. 01金属-力学性能试验, 高温和低温试验, 金相

03. 02磨损和腐蚀, 金属腐蚀

03. 03无损检测

03. 04磁性能

03. 05金属、矿物和相关材料化学分析(1): E32—E1 724

03. 06金属、矿物和相关材料化学分析(2): E1724以后; 分子光谱, 表面分析

目前, 03.02类中有标准100余项。

3. NACE

美国腐蚀工程师协会(NACE)是目前世界上最大的防腐蚀技术专业组织, 主要由其技术协调委员会(TCC)负责标准的制修订工作。目前, TCC下设27个特别技术小组(STG)负责各自领域的标准制定。

NACE标准共分三大类, 分别是

(1) 作业标准(SP (RP), standard practice): 该类标准涉及了选材、设计、安装和操作过程, 构建了腐蚀控制体系的各个细节, 包括了从材料表面处理到使用腐蚀控制器材减少需求的方法, 评判腐蚀控制系统操作与维护的方法, 腐蚀控制技术的合理应用, 提高安装过程或者系统的效率、安全和经济效益的措施, 包括合理应用腐蚀控制系统避免腐蚀发生。除此之外, 还包括对系统控制参数或技术的描述等实践。

(2) 检测方法标准(TM, test method): 该类标准主要涉及与腐蚀防护及其控制相关的测试方法, 为调查、弄清楚材料、设计和操作的特征提供指导性的实验方法, 而不是评判性能的标准。

(3) 材料要求(MR, material requirement): 此类标准主要是规定当腐蚀为影响因素时, 在材料的选择、使用和维护过程中, 材料应该具备的特征或者性质, 包括了材料的化学组成、力学性质和物理性能。

目前, NACE共制定发布了150余项标准。

除此之外，德国 DIN、日本 JIS、欧洲 EN 等也有相关标准。

三、拟成立 ISO 防腐蚀技术委员会工作设想

从 ISO 现有的技术委员会看，分别涉及了防腐蚀中的局部领域，但都没有涵盖防腐蚀的全部或以防腐蚀为标准化对象。例如，TC156 主要负责金属和合金腐蚀的标准化，但在防腐蚀中，有相当一部分的非金属防腐蚀；TC35 主要负责的是涂料方面的标准化，防腐蚀仅作为涂料的一个功能性指标体现，而且目前防腐蚀领域除了涂层防腐，还有电镀、衬里、阴极保护等其他防腐蚀技术被广泛使用；而 TC107 负责的仅是防腐蚀中得镀层和部分涂层的标准化。在防腐蚀标准化工作方面存在空白。

同时，随着腐蚀问题的越来越突出，防腐蚀重要性的凸显，防腐蚀已渐渐摆脱过去作为功能性、附属性的地位，而发展成为完整、独立、系统的应用学科，在发展的过程中也形成了一套自成一体的理论基础。而在实际应用中，有越来越多的内容需要统一、规范。

因此，我们认为，有理由也具备条件在 ISO 中成立独立的防腐蚀标准化技术委员会，以防腐蚀作为标准化对象，开展防腐蚀标准化工作。标委会主要目标是达到最佳防腐蚀效果，开展防腐蚀设计（材料、施工方案）、制造（施工作业）、检验评定、使用（运行）、维护全过程的标准化工作，更好地发挥防腐蚀在资源节约、环境保护、工业安全中的重要作用。

四、中国工业防腐蚀技术协会情况

中国工业防腐蚀技术协会（原名中国化工防腐蚀技术协会）是面向国内外的应用性、专业性、技术性和行业性的国家级社会团体。协会成立于 1985 年，现有团体会员 1600 多家，覆盖众多工业领域，与政府、高校、科研院所、企业均有广泛联系，在防腐蚀行业中具备较强影响力。二十多年来，协会一直为推进行业发展而开展应用技术开发、产业结构转变、先进标准采用、工程质量评估、技术交流与合作、人员培训与队伍质量建设等行业管理工作。并与美国、德国、日本、俄罗斯、法国等国家防腐蚀行业组织建立了广泛良好的合作关系。

协会自成立以来，非常重视标准化工作，为此，协会开展了一系列提高防腐蚀标准化水平的工作：

- 1) 以协会的名义参加国家标准、行业标准的制修订工作，协会会长任振铎

教授级高工曾任全国非金属化工设备标准化技术委员会副主任委员，主持、参加多项标准的制、修订工作；协会组织起草 GB/T 21432-2008《石墨制压力容器》一项国家标准；组织起草 HG/T 4078-2009《阴极保护技术条件》等 4 项行业标准；

2) 接受国家有关部门委托制定安全技术规范、国家职业标准。受劳动与社会保障部委托，2004 年组织编写了《国家职业标准——防腐蚀工》；受国家质量监督检验检疫总局委托，2006 年参与编制《压力管道元件制造许可规则》(TSG D2001-2006) 和《压力管道元件型式试验规则》(TSG D7002-2006)；为贯彻实施《非金属压力容器安全监察规程》，翻译了 ISO、ASME、AD 等相关标准。

3) 大量收集国内外相关的防腐蚀标准为我所用。2003 年编辑出版了《实用防腐蚀标准大全》，同时组织力量收集和翻译国外标准，早在 1987 年协会成立初期就翻译出版了美国 NACE 部分防腐蚀标准，2004 年又出版了《最新国际金属表面涂装防护标准汇编》，其中 ISO 国际标准 21 个，德国 DIN 标准 12 个，英国 BS 标准 2 个，对提高国内防腐蚀业标准化水平起到了积极的作用；2005 年编辑、由中国标准出版社出版了《中国防腐蚀标准汇编（工程卷）》（上、下）。

4) 积极宣贯国家和行业的相关标准。2005 年 6 月与全国塑料制品标准化技术委员会塑料管材、管件及阀门分技术委员会一起宣贯 GB15558.1-2003 燃气用埋地聚乙烯 (PE) 管道系统等国家标准, 提高 PE 燃气管道制造企业执行标准的水平。同时，积极培训企业管理及生产人员等，提高从业人员贯彻标准的意识等。

除此之外，协会的专职工作人员中，50% 的人员是具有防腐蚀专业高级和教授级职称、长期从事防腐蚀工作、熟悉防腐蚀标准的专家。同时协会下设中国工业防腐蚀技术协会专家委员会、防腐蚀施工作业专业工作委员会、非金属和防腐蚀压力管道专业工作委员会、非金属压力容器专业工作委员会，汇集了国内一大批防腐蚀行业专家，涵盖了各工业部门的防腐蚀技术人才，具有防腐蚀行业的技术权威性。

防腐蚀标准化工作在国标委的关心指导下，在防腐蚀标准化工作者的共同努力下，在各行业专家的共同支持下，工作取得了较大发展，对推动防腐蚀行业健康有序发展起到了积极作用。同时，我们也意识到，防腐蚀标准化工作要取得更大提高，应该更多实质参与到国际标准化活动中来，而针对目前 ISO 中防腐蚀领

域的空白，我们认为具备条件提出成立新的防腐蚀标准化技术委员会。因此，我们希望联合国内防腐蚀相关专业标准化工作机构，继续发挥各行业标准化工作的优势、特长，携手共同推进防腐蚀国际标准化工作的开展。



Pipeline Corrosion Integrity Management and Corrosion Directly Assessment Methodology 管道腐蚀完整性管理与腐蚀直接评估



Prof. Minxu Lu 路民旭
University Science and Technology Beijing

汇报提纲





- 管道腐蚀完整性管理
Pipeline Corrosion Integrity Management
- 管道内腐蚀直接评估方法
Inter Corrosion Directly Assessment
- 管道外腐蚀直接评估方法
Extra Corrosion Directly Assessment



管道失效案例 Cases for pipeline failure

1999年6月10日:

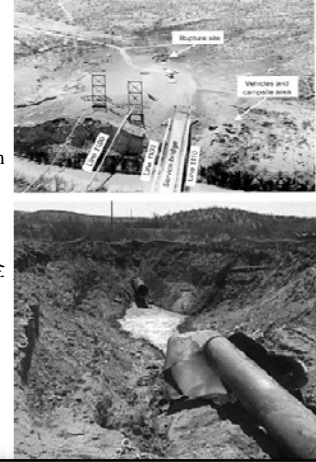

- Olympic 管道公司16英寸(inch)管道破裂
pipeline break
- 导致3人死亡, 277,200加仑汽油泄漏并污染河流, 直接损失4500万美元, 全部损失超过10亿美元
Three people died, All losses of more than \$1 billion
- 破裂从机械损伤处开始的。
Burst from mechanical damage
- 内检测曾检测出此缺陷, 但未及时处理。

管道失效案例 Cases for pipeline failure

2000年8月19日:

- El Paso Natural Gas 公司 30寸天然气管道破裂, 燃烧持续55分钟
30 inch of natural gas pipeline broken, burn persisted for 55 minutes
- 导致12人死亡 twelve people died
- 施工者赔款250万美元, 违反5项安全条款 violate five security terms
- 认为是严重的管道内腐蚀所致
cause by the inter corrosion of pipeline

管道失效案例 Cases for pipeline failure

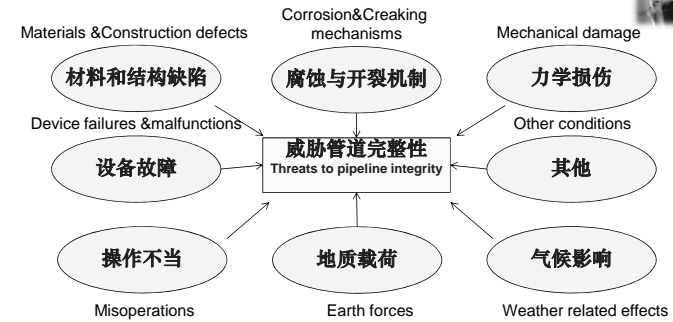
2003年7月30日:

- El Paso to Phoenix管道爆裂, 10000加仑汽油泄漏
pipeline break, 10000 gallons of gasoline leak
- 1955年安装, 8英寸X42电阻焊管, 煤焦油涂层
- 管道破裂原因是管道焊缝处应力腐蚀开裂 (SCC)
Caused by SCC of pipeline welding point.



管道完整性的潜在威胁

Potential Threats to Pipeline Integrity



管道完整性的潜在威胁

Potential Threats to Pipeline Integrity



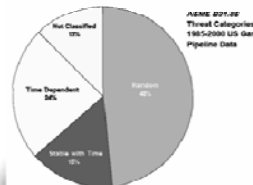
管道完整性风险因素识别

Identification of pipeline integrity risk factors

➤ 风险因素识别 (PRIC 9大类因素)

- | | |
|-----------|--------------|
| ✓ 时效性风险因素 | ✓ 与时间无关的风险因素 |
| 外腐蚀 | 第三方/机械破坏 |
| 内腐蚀 | 误操作 |
| 应力腐蚀开裂 | 气候和外力因素 |

- ✓ 稳定风险因素
- 与制管有关的缺陷
 - 与焊接/组装有关的缺陷
 - 设备



管道完整性风险因素识别

Identification of pipeline integrity risk factors

稳定风险因素 stable risk factors

- | | |
|---------------|-------------|
| • 与制造管子有关的缺陷 | • 设备因素 |
| • 管体缺陷 | • 垫片、O型圈损坏 |
| • 管体焊缝缺陷 | • 控制/泄压设备故障 |
| • 与焊接/组装有关的缺陷 | • 密封、包装失效 |
| • 管体环焊缝缺陷 | • 其它设备 |
| • 制造焊缝缺陷 | |
| • 褶皱弯头/壳曲 | |
| • 螺纹磨损/管接头损坏 | |



管道完整性风险因素识别

Identification of pipeline integrity risk factors

与时间无关的风险因素
Time independent

- 第三方/机械损伤
 - 立即失效
 - 滞后性失效（以前损伤的管子）
 - 故意破坏（打孔盗油-中国、非洲）
- 误操作
- 与天气有关的因素
 - 天气过冷
 - 雷击
 - 暴雨或洪水
 - 土体移动



管道完整性管理相关技术标准

Standards relating to pipeline corrosion Integrity management

- ASME B31.8 - Gas Transmission and Distribution Piping System（天然气输气管道与配气管道系统）
- ASME B31.8S - Managing Integrity System Of Gas Pipeline（输气管道完整性管理）
- API1160 - Managing System Integrity for Hazardous Liquid Pipelines（有害液体管道系统的完整性管理）



管道完整性管理相关技术标准

Standard relating to pipeline corrosion Integrity management

ASME B31.G 确定腐蚀管线剩余强度手册 Manual for determining the remaining strength of corroded pipelines

- NACE RP0502 管道外腐蚀检测与直接评价标准（ECDA）
Pipeline external corrosion direct assessment methodology
- NACE SP0206 干天然气内腐蚀直接评估方法（DG-ICDA）
Internal corrosion direct assessment methodology for pipelines carrying normally dry natural gas
- NACE 标准 RP0204 应力腐蚀开裂直接评估方法（SCCDA）
Stress corrosion cracking direct assessment methodology
- DNV RP F101 腐蚀管道缺陷评价标准 corroded pipelines
- API 579 管道安全评价、几何机械损伤评价标准 Fitness for service

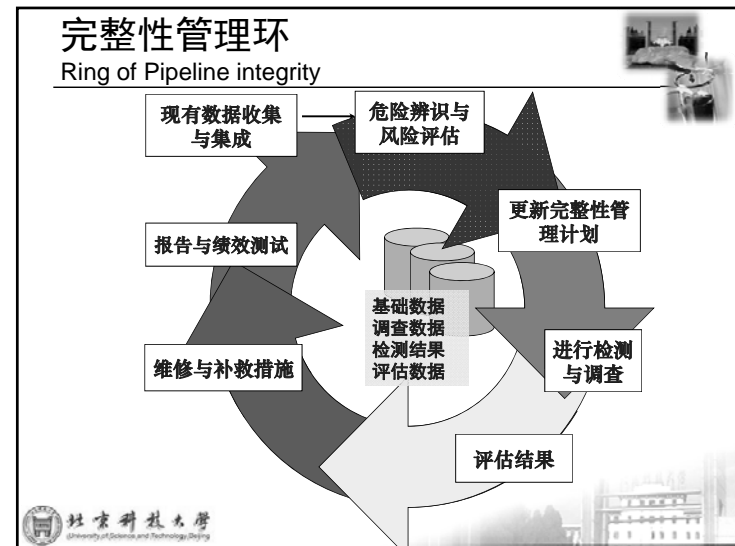
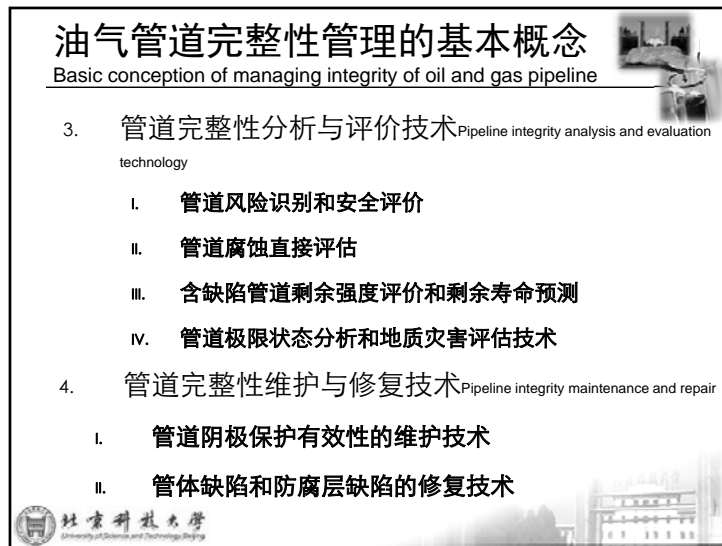
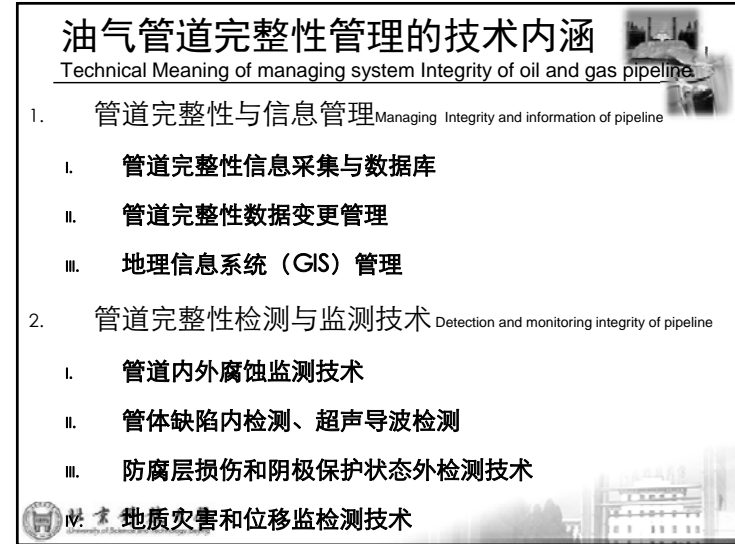
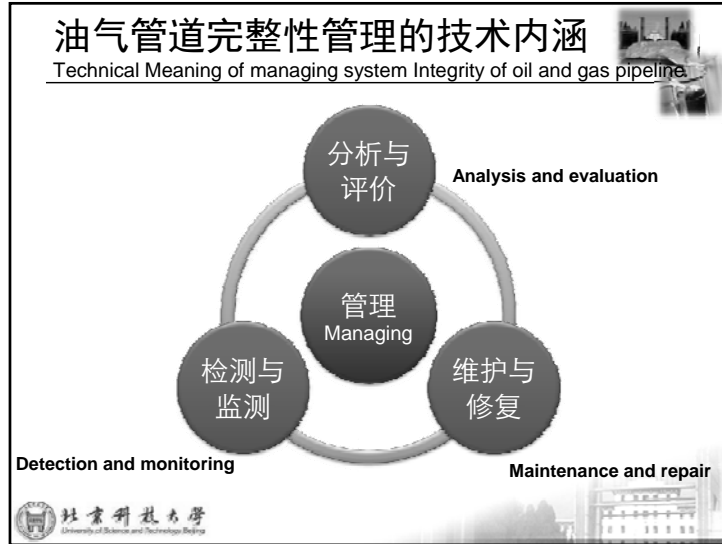


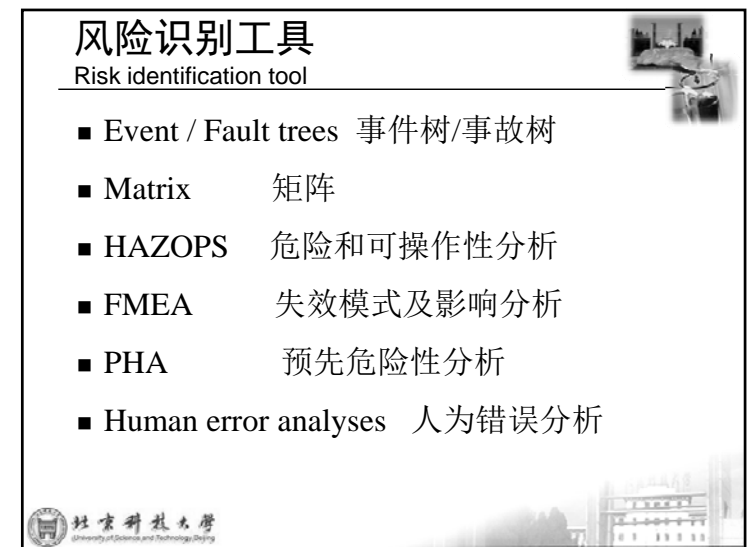
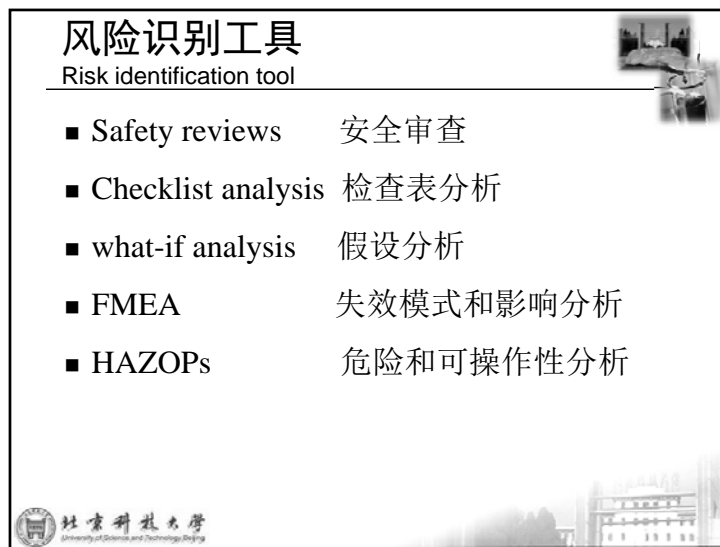
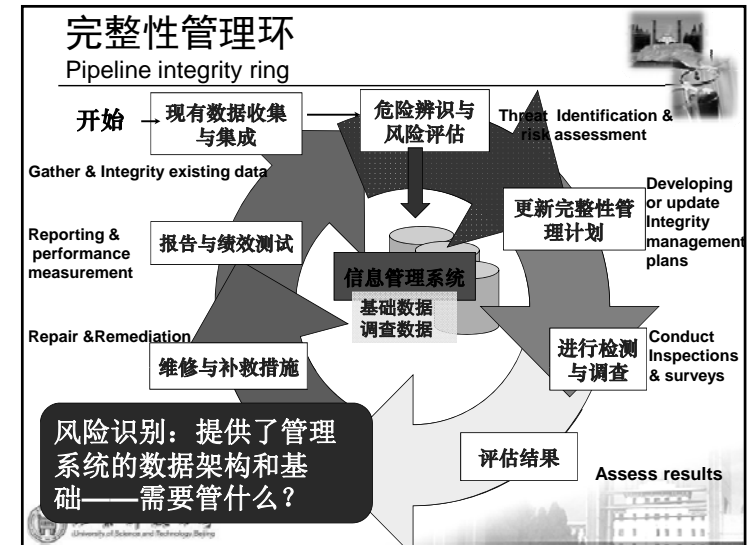
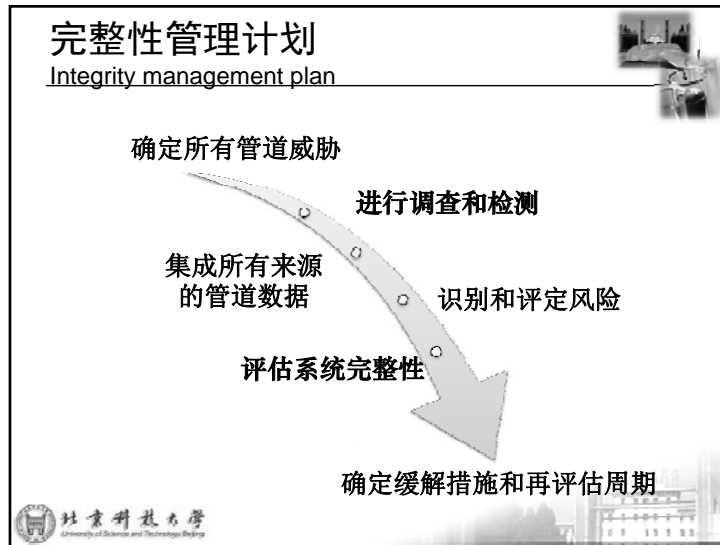
管道完整性管理相关技术标准

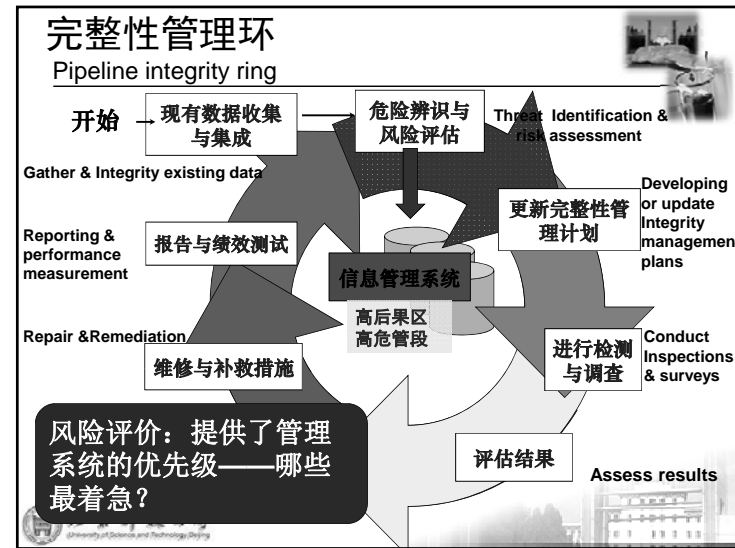
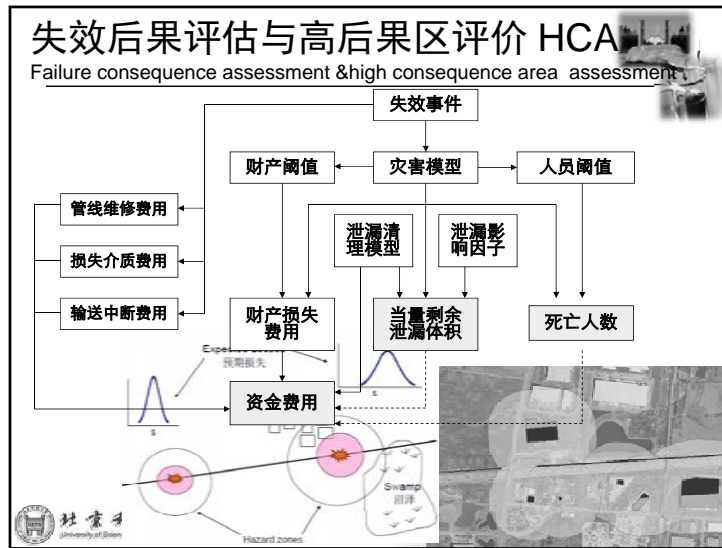
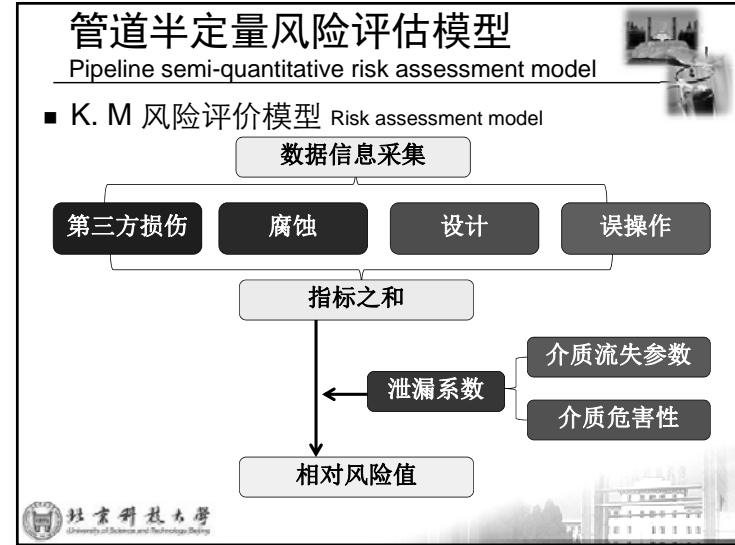
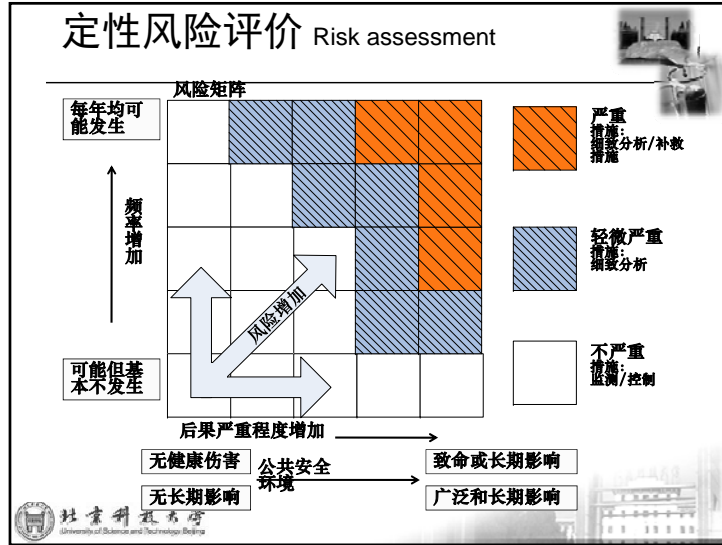
Standard relating to pipeline corrosion Integrity management

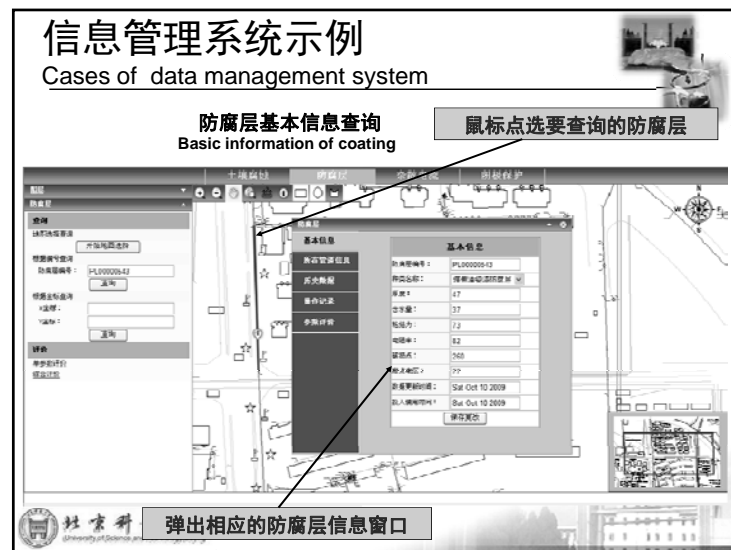
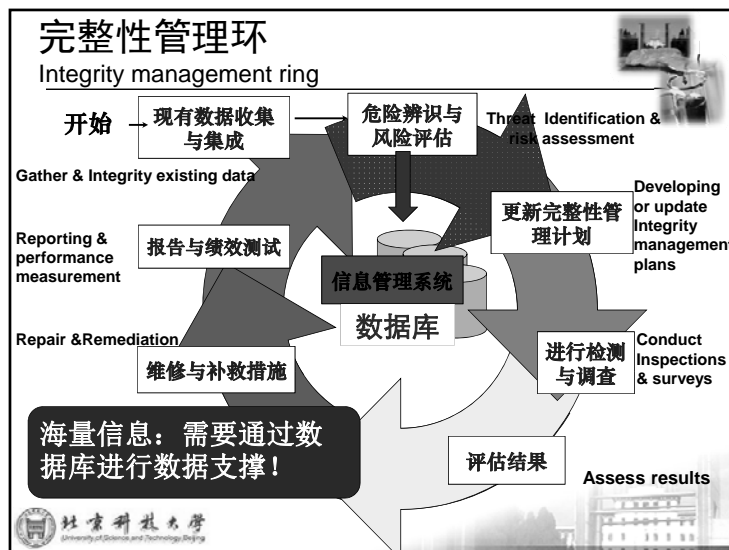
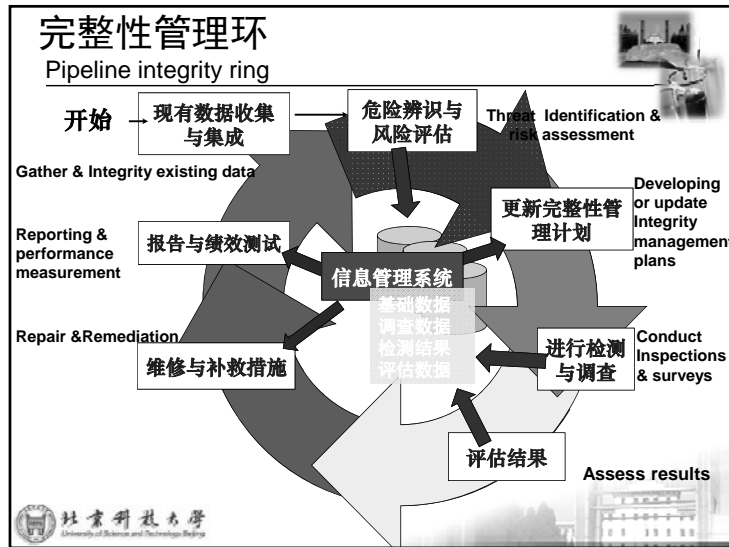
- SY/T 6477 含缺陷油气输送管道剩余强度评价方法
- SY/T 6151 钢质管道管体腐蚀损伤评价方法
- SY/T 6597 钢质管道内检测技术规范
- SY/T 0023 埋地钢质管道交流排流保护技术标准
- SY/T 0087 钢质管道及储罐腐蚀与防护调查方法标准
- CJJ 95 城镇燃气埋地钢质管道腐蚀控制技术规程
- Q / SY JS0055 钢制管道缺陷安全评价规范
- Q / SY1180—2009 管道完整性管理规范











阴极保护优化设计数值模拟

Numerical simulation of cathodic protection optimization design



管道安全评价软件

The pipeline safety evaluation softwares



完整性检测和评估方法

Integrity testing and evaluation methods

- ILI(In-line inspection)智能清理工器内检验, 评估管线内腐蚀和外腐蚀、裂纹和变形
- 静水压实验(Hydrostatic testing), 评估管线最大的许用工作压力 (MAOP)
- 直接评估(Direct assessment), 评估内腐蚀 (ICDA), 外腐蚀 (ECDA) 和应力腐蚀裂纹 (SCCDA) 的潜在问题区域。

直接评估方法

Direct assessment method

- 作为主要的评价工具或作为其他检验方法的补充
- 直接评估包含四步:
 - 预评估、间接评价、直接检测、后评估
- 内腐蚀直接评价(ICDA): 内腐蚀威胁
- 外腐蚀直接评价(ECDA): 外腐蚀威胁
- 应力腐蚀开裂直接评价(SCCDA): 应力腐蚀开裂威胁

汇报提纲

Outline of report

■ 管道腐蚀完整性管理

Pipeline corrosion Integrity management

■ 管道内腐蚀直接评估方法

Integrity corrosion direct assessment

■ 管道外腐蚀直接评估方法

External corrosion direct assessment



油气管道内腐蚀失效——底部腐蚀

Internal corrosion failure of oil & gas pipeline-bottom corrosion

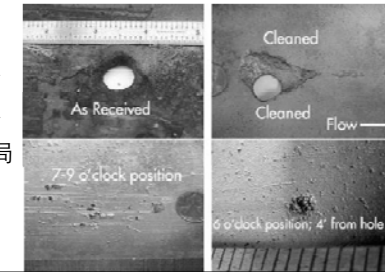
■ 墨西哥湾油气田

- 1991年投产
- 采用碳钢+缓蚀剂
- 正常运行14年后发生泄漏

成分	气体含量%V	
	设计含量	实际含量
CO ₂	3.2	2-3
H ₂ S	0.8	1-1.5
CHS	47ppm	20ppm
C1	85.84	85
C2	6.3	6

事故

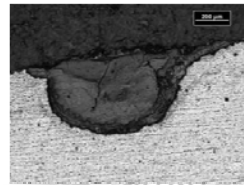
- 检测表明为管道内部腐蚀造成，腐蚀穿孔形貌，孔径长达10mm，为典型的局部腐蚀



油气管道内腐蚀失效——垢下腐蚀

Internal corrosion failure of oil & gas pipeline-deposit corrosion

- 某管道
- 温度45-55°C，压力2MPa，pH值6.5-7.0，CO₂含量0.4%
- 1979年开始服役，自2000年开始注水
- 2002年出现腐蚀现象，在2007年被更换
- 管道6点位置点蚀穿孔
- 失效原因：沉积物致垢下腐蚀
- 维护建议：
 - 清管清除腐蚀产物沉积
 - 更换缓蚀剂和阻垢剂

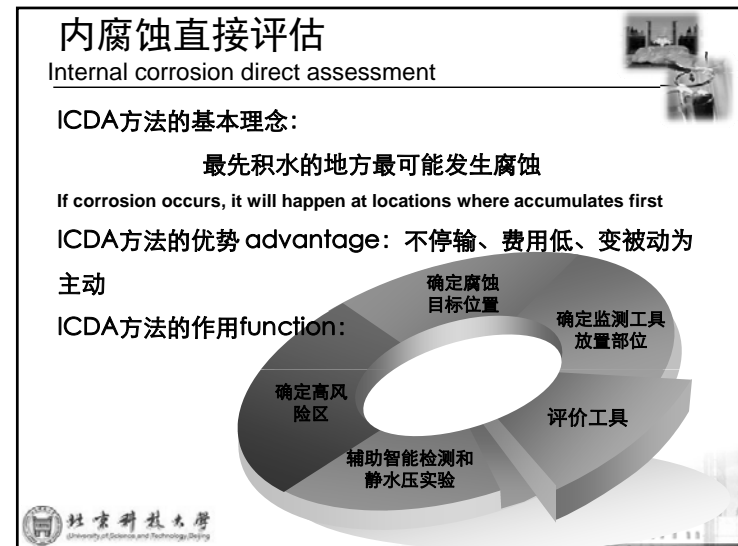
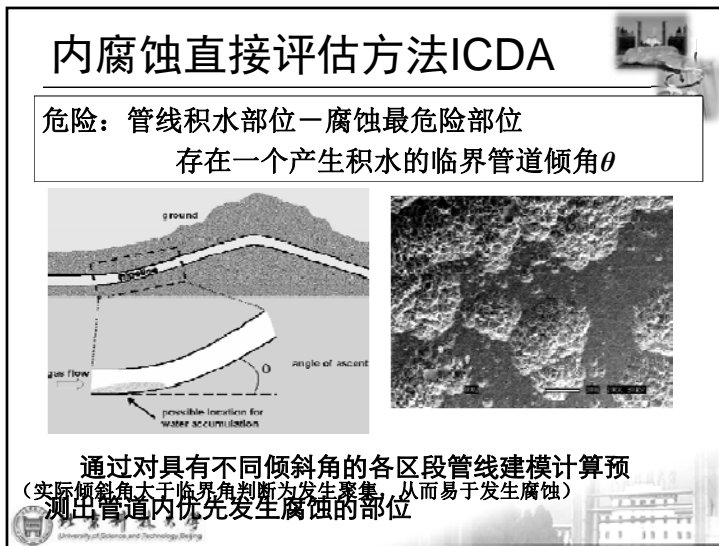
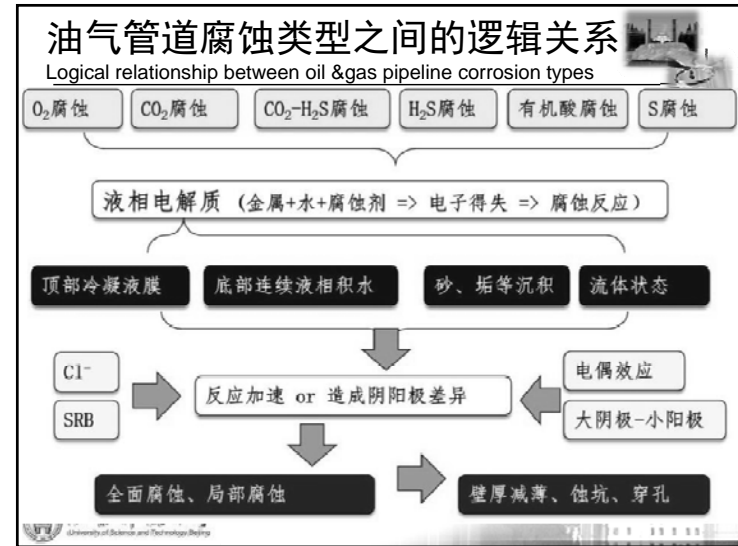
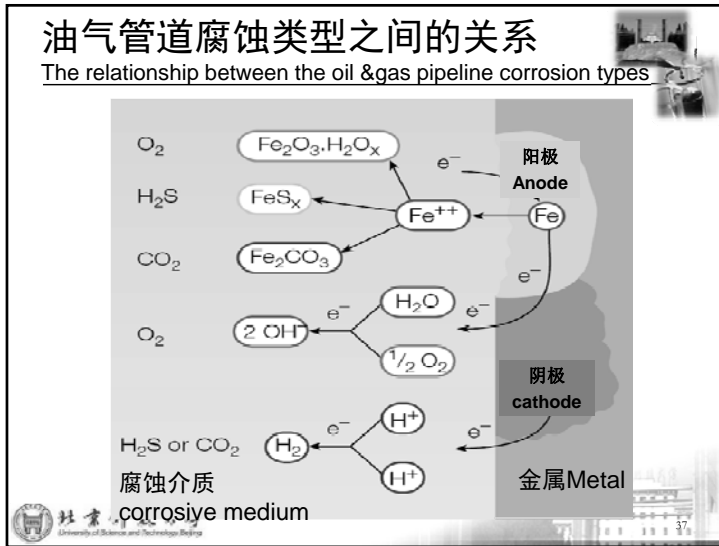


油气管道内腐蚀失效——顶部腐蚀

Internal corrosion failure of oil & gas pipeline-top corrosion

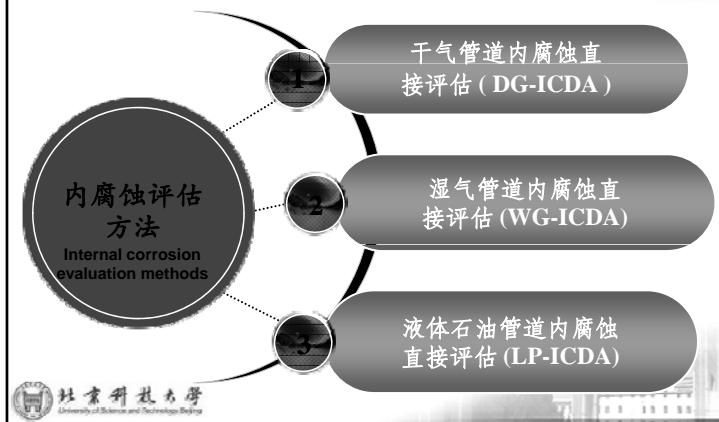
- LACQ气田
- 酸性气田，9% CO₂和15% H₂S
- 集输管道：埋地，缓蚀剂，甲醇，乙二醇
- 1957年开始投入生产，1959年8月发现管径为150管线发生严重的顶部腐蚀，整条管线的底部受到缓蚀剂保护基本上不腐蚀。上游管径100的管线，没有发生顶部腐蚀。
- 顶部腐蚀原因：小管径中气体的流速大于大管径中气体的流速，气体流速太低（小于3m/s），层流。





内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology



输气管线内腐蚀直接评估

Internal corrosion direct assessment methodology for pipelines carrying gas

ICDA方法的关键流程



内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

Step1 预评估(Pre-assessment)

数据收集 data collection	
运行历史	含水情况
规定长度	出口/入口的类型和位置
管道埋深、穿越情况	阀门设备情况
海拔剖面	缓蚀剂
倾角特征	扰动
管径和壁厚	脱水方式
压力、操作压力和最大压力范围	气体情况 (组成, 密度, 气体分子量和压缩因子)
操作压力范围内的最大和最小流速	修复/维护数据
典型操作温度范围	泄漏/失效位置
日产量	水压试验信息
清管	腐蚀监测

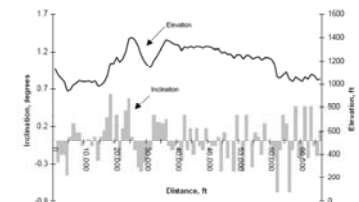
北京科技大学
University of Science and Technology Beijing

内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

Step2 间接评估(Indirect inspection)

- 单相或多相流模型的建立
Single phase/multi-phase flow models established
- 预测积水最可能发生的部位
- 确定实际管道气体流速
- 计算管道临界倾角

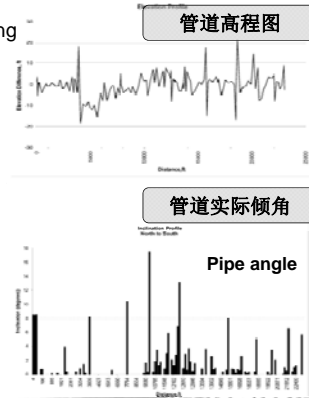


内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

Step2 间接评估 (Indirect inspection)

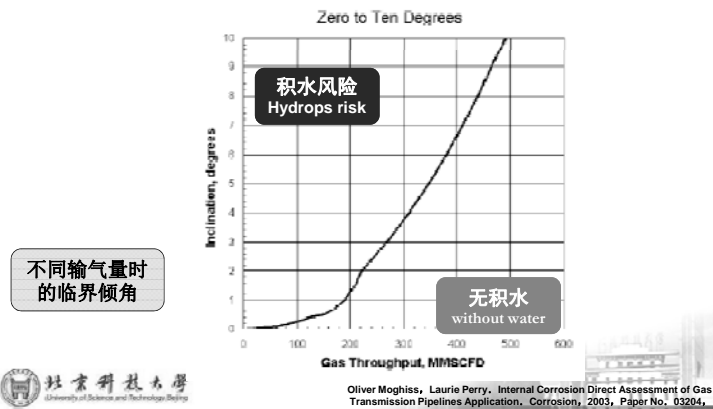
- 管道高程图绘制 P Elevation drawing
 - 实际高程测量与管道埋深
 - 选择测量间距
 - 确定管道实际倾角
- 比较确定高风险部位
Identifying high-risk areas
 - 由上游开始逐一判断其风险



内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

Step2 间接评估 (Indirect inspection)



内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

Step3 直接检查 (Detailed examination)

- 高风险部位的开挖检测
- 利用超声测厚确定是否发生内腐蚀

Step4 后评估 Post assessment

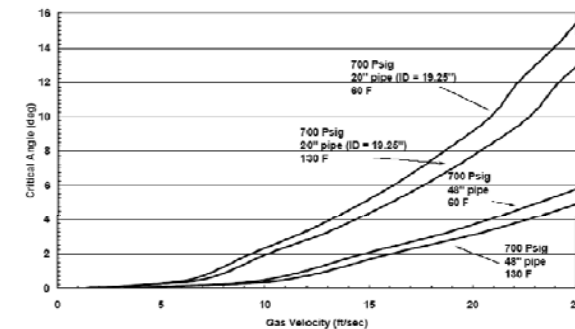
- 确定ICDA的有效性和适用性
- 比较积液敏感区、内腐蚀敏感区、实际发现的腐蚀位置
- 确定下次评估的间隔



内腐蚀直接评估方法

Internal corrosion direct assessment methodology

多相流模型(Multi-phase flow model)及各种参数(parameter)对ICDA临界角(critical angle)的影响:



管径、温度等参数对临界角的影响

The influence of pipe diameter, temperature and other parameters on the critical Angle
Corrosion, 2002, Paper No. 02087.



ICDA案例 Cases

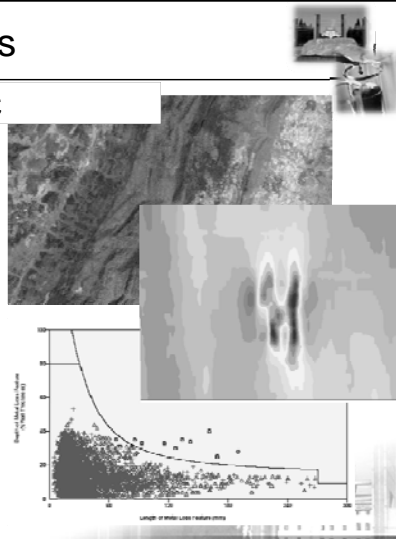
某集气干线

基本信息Basic information:

- 含H₂S、CO₂分压
- 上游脱水不充分
- 清管出现污泥状腐蚀产物
- 两次进行内检测

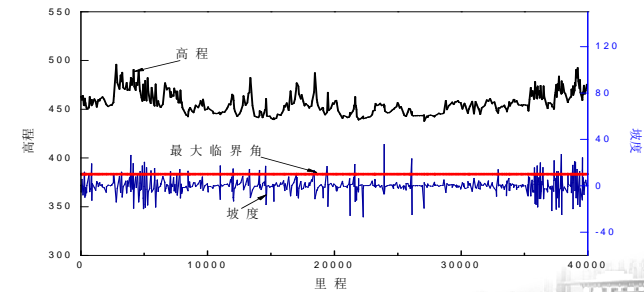
内腐蚀风险评价

- ✓ 直接评估
- ✓ 内检测数据对比分析
- ✓ 取样管段实际测绘
- ✓ 清管产物分析



ICDA案例 Cases

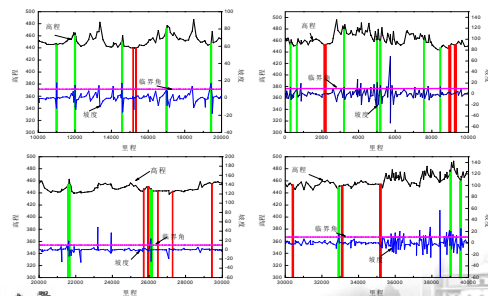
以某管段为例，取某一运行时间段内最大临界角值作为临界角，再对比管线坡度，获得管道腐蚀优先发生位置预测结果。



ICDA与智能检测数据对比分析

Contrast analysis ICDA with intelligent detection data

以某段2010年数据为例，进行漏磁检测腐蚀位置与预测腐蚀位置进行对比。以10%壁厚损失作为基准，符合率75%。以20%为基准，则符合率达80%！



汇报提纲

Outline of report

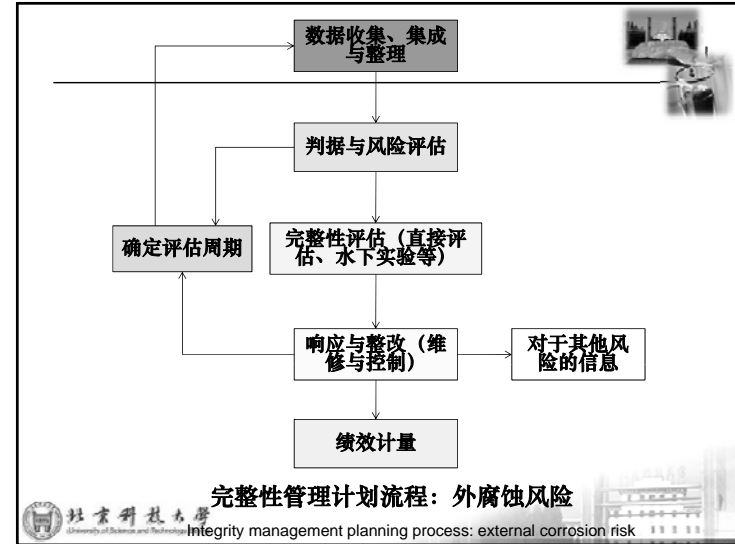
- 管道腐蚀完整性管理
Pipeline corrosion Integrity management
- 管道内腐蚀直接评估方法
Integrity corrosion direct assessment
- 管道外腐蚀直接评估方法
External corrosion direct assessment



外腐蚀直接评估 ECDA

External corrosion direct assessment

- ECDA是一个前瞻性的结构化流程a proactive structured process, 力求通过评价和控制外腐蚀来提高管道安全性improve pipeline safety。
- ECDA主要关心的是管道外部涂层的缺陷和其他异常点的存在。其关键假设是通过对这些涂层受影响的区域的检查发现管道外腐蚀可能已经发生、正在发生或将要发生的潜在区域。



外腐蚀直接评估 ECDA

External corrosion direct assessment

预评价 Pre-assessment

- 在这个阶段，ECDA包含
 - ✓ 定义Define
 - ✓ 历史的/当前的管道数据收集
historical/current pipeline data gathered
 - ✓ 分析确定ECDA是否可行，定义ECDA区域以及选择合适的间接检测工具
 - ✓ appropriate indirect inspection tools selected



外腐蚀直接评估 ECDA

External corrosion direct assessment

间接检测 Indirect inspection

- ✓ 密间隔电位测量（CIPS）
- ✓ 交流电流衰减测量（ACCA）
- ✓ 电位梯度测量（DCVG和ACVG）
- ✓ Cell-to-cell 测量
- ✓ 皮尔逊测量
- ✓ 土壤测量
- ✓ Delta波模式测量



外腐蚀直接评估 ECDA

External corrosion direct assessment

■ 直接检测

□ 挖开管道然后直接检测:

- ✓ 缺陷
- ✓ 涂层附着
- ✓ MIC
- ✓ 全面的土壤环境, 包括电解质, pH, 电阻率和电位。

对于最初的外部腐蚀直接检测, 至少得挖掘两处。

这一过程包括对迹象分类和根本原因分析。

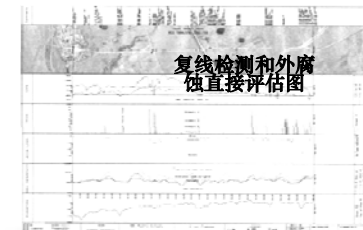


外腐蚀直接评估 ECDA

External corrosion direct assessment

■ 后评价

- ✓ ECDA的最后一步就是事后评价
- ✓ 确定管道剩余寿命, 是确定再评估周期的基础
- ✓ 这一步包括回顾、反馈、对ECDA有效性的持续评估、维护纪录。



外腐蚀检测、评价目的

External corrosion testing & evaluation purposes

- ◆ 确定由于涂层缺陷、阴极保护系统不完善以及杂散电流影响造成的已经发生的、正在发生的和将要发生的腐蚀及其对外防腐完整性的影响。
- ◆ 通过对外防腐直接检测, 收集相关的基础数据, 全面评估外防腐的保护效果, 逐步建立管道外防腐完整性管理的数据库。
- ◆ 制订并实施完整性管理(监控、整改)方案, 确保外防腐完整性。



相关标准

Relevant standards

- SYT0087.1-2006 钢制管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价
- GBT 19285-2010 埋地钢质管道腐蚀防护工程检验
- GBT 21246-2007 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法
- GBT 21447-2008 钢制管道外腐蚀控制规程
- GBT 21448-2008 埋地钢质管道阴极保护技术规范
- SYT5919-2009 阴极保护技术管理规程
- SYT0017-2006 埋地钢质管道直流排流保护技术标准
- SYT0032-2000 埋地钢质管道交流排流保护技术规范



相关标准

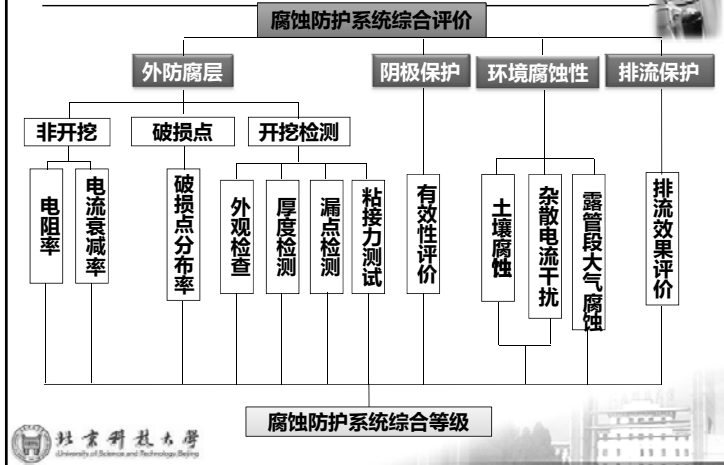
Relevant standards

TSG D7003-2010 压力管道定期检验规则 长输(油气)管道
TSG D7004-2010 压力管道定期检验规则 公用管道
在用工业管道定期检验规程 20030601
中华人民共和国石油天然气管道保护法20101001
SYJ 4006-90 长输管道阴极保护工程施工及验收规范
SYT5918-2004 埋地钢质管道外防腐层修复技术规范
DD CEN TS 15280: 2006 埋地管道交流干扰腐蚀性评估
QSY 29.1-29.3-2002 区域阴极保护技术规范
QSYGD0192-2009 油气钢质管道管体缺陷修复规范
.....

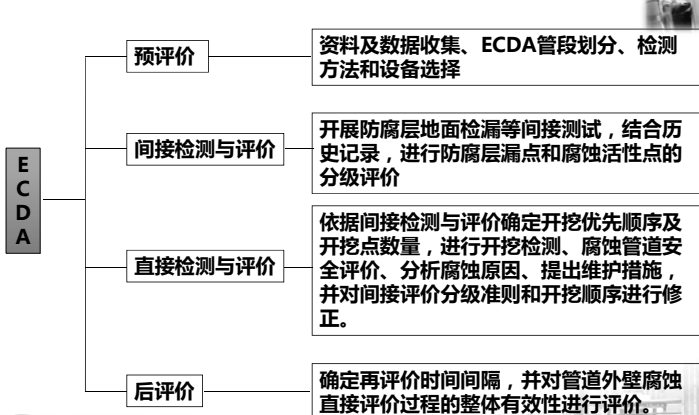


埋地钢质管道腐蚀防护工程检验 GB/T 19285-2010

Buried steel pipeline corrosion protection engineering inspection



SYT0087.1-2006 钢制管道及储罐腐蚀评价标准埋地钢质管道外腐蚀直接评价 Standard of Steel pipelines and storage tanks' corrosion evaluation Buried steel pipeline external corrosion direct assessment



在用工业管道定期检验规程



间接检测方法及设备

Indirect detection method & device

密间距电位法CIPS(Close Interval potential surveys)：评价阴极保护系统有效性、确定杂散电流影响范围、检测防腐层漏点的检测技术。

电流电位梯度法(Alternating current voltage gradient surveys)：DCVG、ACVG比其他测量方法能更精确地确定防腐层漏点位置，区别是孤立或连续的防腐层破损。DCVG还可评估漏点尺寸、缺陷处金属腐蚀活性。

地面音频检漏法(Audio ground leak detection)：确定埋地管线防腐层漏点位置的地面测量技术。

交流电流衰减法(AC current attenuation surveys)：评价防腐层管段的整体质量和确定防腐层漏点位置的检测技术。



埋地管道防腐层检测评价检测方法

Buried pipeline coating inspection evaluation method

External Corrosion Direct Assessment

- 电磁测量(电流衰减) (PCM、C-SCAN)
- 密间隔电压测量 (CIPS)
- 电压梯度测量 (DCVG、ACVG-A型架)

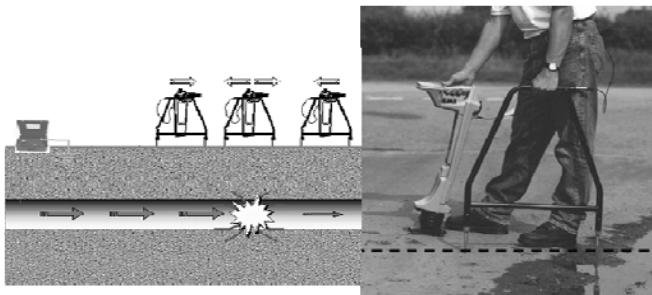
CIPS: Close Interval Potential Survey

DCVG: Direct Current Voltage Gradient Survey



交流电位梯度法

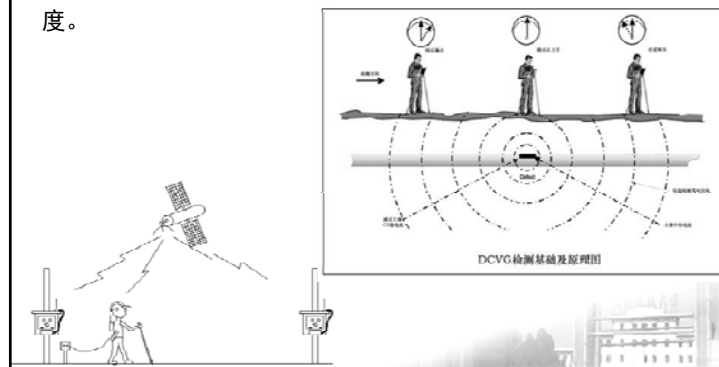
Alternating current voltage gradient surveys



直流电位梯度法 DCVG

Direct current voltage gradient surveys

管道防腐层破损时，阴极保护电流从破损点周围流向破损处的管体，在管道防腐层破损点和土壤之间形成直流电压梯度。



直流电位梯度法 DCVG

Direct current voltage gradient surveys

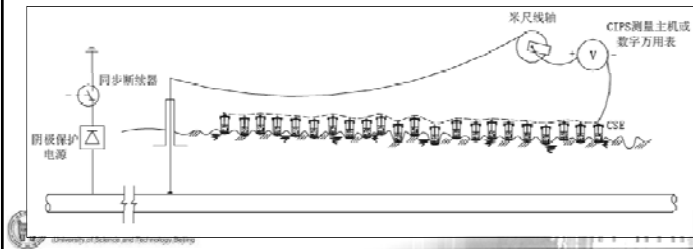
现场测量图:



密间隔电位测试 CIPS

Close Integrity potential surveys

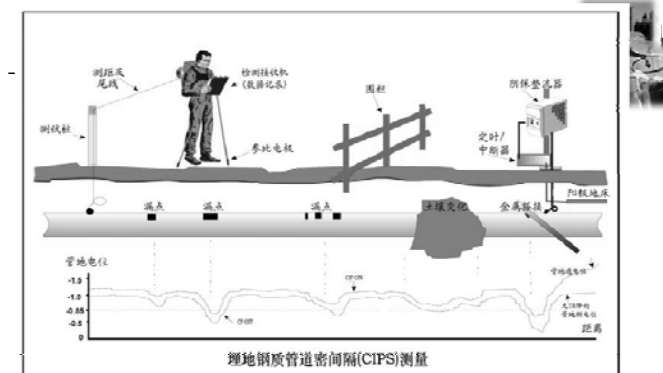
密间隔管地电位测试法(CIPS)是用来测试埋地管道阴极保护系统有效性的方法,不仅可以测量测试桩处的管地电位,沿线的管地电位都可以测得,并且通过GPS对阴极保护信号进行中断,可以同时测得阴极保护的ON/OFF电位。



密间隔电位测试 CIPS

Close Integrity potential surveys

现场照片



CIPS与DCVG结合,可以全面评价管线阴极保护系统的状况和查找防腐层破损点及识别腐蚀活跃点。

通过分析ON/OFF管地电位变化曲线,也可发现防腐层上比较大的缺陷。可通过计算破损点处的IR降估算出破损点的面积大小,确定防腐层破损程度。


ECDA检测的局限性

The limitations of ECDA detection

ECDA可能不适用于以下环境：

- 1、防腐层剥离引起的电屏蔽部位
- 2、石方区、沥青路面、冻结地面、钢筋混凝土地面
- 3、附近埋设有金属构筑物的部位
- 4、穿跨越地区及其他不易进行检测或检测不能实施的区域





中国石油

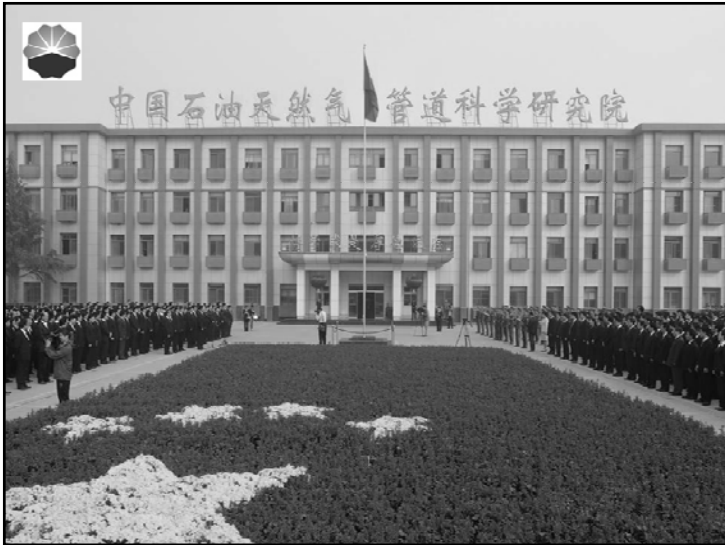
中美防腐蚀标准研讨会


管道交直流干扰技术标准 现状与发展

张 鹏

中国石油天然气管道科学研究院

2013年11月





中国石油

中国石油天然气管道科学研究院

- 设有管材、防腐、焊接、施工装备、非开挖、检测、安全环保、信息、标准、项目管理、国家工程实验室、博士后科研工作站等专业科学研究机构
- 拥有一批国际国内的管道专家、教授、博士等科技领军人物
- 先后完成国家、中国石油、管道局等科研项目上千项
- 拥有国家级防腐检测中心、材料测试中心、质量监督中心和长输管道及锅炉压力容器焊工考试资格
- 拥有2000吨宽板拉伸试验机、Gleeble3500热力模拟试验机等系列大型实验设备上百台套可进行管（罐）寿命评估与安全评价、金属与非金属材料全性能分析测试









中国石油


中国石油天然气管道科学研究院

序号	标准名称
1	聚氨酯耐侯涂层技术规范
2	不加热收缩补口带技术规范
3	埋地钢质管道无溶剂液体环氧防腐层技术规范
4	钢质储罐外壁涂层技术规范
5	钢质热弯管熔结环氧粉末外防腐施工技术规范
6	钢质管道聚脲涂层技术规范
7	油气管道定向钻穿越防腐层技术规范
8	埋地钢制管道煤焦油瓷器外防腐层技术标准
9	埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层技术标准
10	埋地钢质管道煤焦油漆外防腐层技术标准条文说明
11	埋地钢质管道环氧煤沥青防腐层施工及验收规范
12	钢质管道单层熔结环氧粉末外涂层技术规范
13	钢质管道液体环氧外防腐层技术标准

<div><div></div><div>中国石油天然气管道科学研究院</div></div>	
序号	标准名称
14	埋地钢质管道热缩压敏带补口防腐层技术标准
15	埋地钢质管道热收缩带（套）中频加热补口施工技术规范
16	西气东输二线管道工程场站管道及设备外防腐涂层技术规范
17	西气东输二线管道工程热弯管双层熔结环氧粉末外防腐层技术规范
18	西气东输二线管道工程钢质管道内壁减阻涂层技术规范
19	中缅油气管道工程（缅甸段）热弯管双层熔结环氧粉末外防腐层技术规范
20	中缅油气管道工程（缅甸段）钢质管道三层结构聚乙烯防腐层技术规范
21	中缅天然气管道工程（缅甸段）钢质管道内壁减阻涂层技术规范
22	中缅油气管道工程（缅甸段）站场管道及金属设施外防腐层技术规范
23	中缅原油管道工程（缅甸段）105m3钢质立式储罐工程施工技术规范

<div><div></div><div>交流提纲</div></div>	
<div>一、标准现状</div> <div>二、标准比对</div> <div>三、国内外差异分析</div> <div>四、发展建议</div>	

<div><div></div><div>一、标准现状</div></div>	
<div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>	

<div><div></div><div>一、标准现状</div></div>			
序号	类别	文献主题	文献来源
1	标准规范	GB/T 21447-2008 钢质管道外腐蚀控制规范	中国国家标准
2		GB/T 50698-2011 埋地钢质管道交流干扰防护技术标准	中国国家标准
3		GBT 21246-2007 埋地钢质管道阴极保护参数测量方法	中国国家标准
4		GBT 21448-2008 埋地钢质管道阴极保护技术规范	中国国家标准
5		SY/T 0017-2006 埋地钢质管道直流排流保护技术	中国石油行业标准
6		SY/T 0032-2000 埋地钢质管道交流排流保护技术标准	中国石油行业标准
7		SY/T 0087.1-2006 钢质管道及储罐腐蚀评价标准——埋地钢质管道外腐蚀直接评价	中国石油行业标准
8		SY/T 0029-2012 埋地钢质检查片应用技术规范	中国石油行业标准
9		CJJ 49-92 地铁杂散电流腐蚀防护技术规程	中国城镇行业标准
10		ISO 15589-1-2003 石油和天然气工业—管道传输系统阴极保护—第一部分：陆上管道	国际标准
11		CEN/TS 15280:2006 埋地阴极保护管道交流腐蚀可能性评估	欧洲标准

一、标准现状

12		AS 2832.1:2004 金属的阴极保护	澳大利亚国家标准
13		NACE SP 0177-2007 交流缓和和雷电对金属结构和腐蚀控制系统的影响	NACE (美国腐蚀工程师协会) 标准
14		BS EN 50162-2004 直流杂散电流的腐蚀防护	英国国家标准
15	标准 规范	AfK2 地下金属设备受阴极保护的管道、电缆和容器的影响	AfK (德国燃气与供水系统专业人员协会) 推荐意见
16		AfK3对高压交流设备和交流铁路设备影响范围内管道在敷设和运行方面应采用的措施	AfK (德国燃气与供水系统专业人员协会) 推荐意见
17		高压电力系统对金属管道影响的通用导则	国际大电网会议CIGRE36 (防干扰) 研究委员会
18		IEC PAS 62344-2007 高压直流电 (HVDC) 连接 (NPPAS) 用接地电极设计的通用指南	国际电工技术委员会 (IEC)

一、标准现状

埋地钢质管道交流干扰防护技术标准
Standard for AC interference mitigation of buried steel pipelines

埋地钢质管道直流干扰防护技术标准
Standard for DC interference mitigation of buried steel pipelines

一、标准现状

二、标准比对

(一) 直流干扰标准

- SY/T 0017-2006 《埋地钢质管道直流排流保护技术》
- GB/T 21447-2008 《钢质管道外腐蚀控制规范》

强 ^b	中 ^c	弱 ^d
----------------	----------------	----------------


强 ^b	中 ^c	弱 ^d
----------------	----------------	----------------

强 ^b	中 ^c	弱 ^d
----------------	----------------	----------------

强 ^b	中 ^c	弱 ^d
----------------	----------------	----------------

➢ 标准中没有考虑到原有阴极保护系统和直流杂散电流之间的相互影响, 对有阴极保护情况下的直流干扰判断不具有可操作性;

➢ 无法解决干扰条件下的极化电位测量和干扰程度评价问题。



中国石油

二、标准比对

➢ 澳大利亚标准AS 2832.1:2004 《金属的阴极保护》
——动态直流干扰下的阴极保护准则

短时间极化的结构


- 电位正与保护准则的时间不应超过测试时间的5%；
- 电位正于保护准则+50mV 的时间不应超过测试时间的2%；
- 电位正于保护准则+100mV的时间不应超过测试时间的1%；
- 电位正于保护准则+850mV 的时间不应超过测试时间的0.2%。

长时间极化的结构

- 电位正与保护准则的时间不应超过测试时间的10%。

➢ 测量电位包含极化电位和土壤IR降，不能与常用的-850mV和100mV准则直接对应；

➢ 准则未规定负向电位限值。



中国石油

二、标准比对

➢ 澳大利亚标准AS 2832.1:2004 《金属的阴极保护》

试件准则

- 试件的瞬时断电电位应等于或更负于-850mV（相对于铜/饱和硫酸铜参比电极）或者比去极化电位至少负100mV。

电阻探针准则

- 电阻探针的腐蚀速率不能超过5μm/y，并且探针的瞬时断电电位应等于或更负于-850mV（相对于铜/饱和硫酸铜参比电极）或者比去极化电位至少负100mV。



中国石油

二、标准比对

(二) 交流干扰标准

关于人体安全电压的各类标准及稳态电压限值

标准类别	标准名称	电压限值/V
无行业针对性的国际和IEC标准	GB 3805-93	33
	GB 50054-1995	50
	IEC 61201	33
国外防腐标准	美国NACE RP 0177-2007	15
	德国AFK第3号推荐意见	65
其他行业的类似标准	GB 6830-1986	60
	国际电报电话咨询委员会（CCITT）	60



中国石油

二、标准比对

与交流腐蚀相关的交流干扰评价指标

相关标准	交流电压（U）/交流电流密度（J _{a.c} ） / 交流与直流电流密度比（J _{a.c} / J _{d.c} ）限值
SY/T 0032-2000 GB/T 21447-2008	U≤6V（酸性土壤）； U≤8V（中性土壤）； U≤10V（弱碱性土壤）（仅适用于石油沥青防腐层）
ISO 15589-1-2003	J _{a.c} ≤3 mA/cm ²
w.v.贝克曼《阴极保护手册》	J _{a.c} ≤5 mA/cm ²
中科院福建物构所二部研究报告	J _{a.c} ≤5 mA/cm ²
CEN/TS 15280:2006 GB/T 50698-2011 （新国标2012年5月1日实施）	U≤10V（ρ _{土壤} >25Ω·m） U≤4V（ρ _{土壤} <25Ω·m）
	J _{a.c} <3 mA/cm ² 交流腐蚀不存在或很低 3 mA/cm ² <J _{a.c} <10 mA/cm ² 中等腐蚀 J _{a.c} >10 mA/cm ² 严重腐蚀
	J _{a.c} /J _{d.c} <5， 交流腐蚀可能性较低 5<J _{a.c} /J _{d.c} <10 存在可能性 J _{a.c} /J _{d.c} >10 可能性很高



三、国内外差异分析

(一) 直流干扰标准

- (1) 国内现有对阴极保护正常运行情况下的干扰判断尚无适用指标，对动态直流干扰的评价尚无有效手段；
- (2) 受国内直流干扰问题发展历程所限，标准尚缺乏针对不同干扰源进行差异性防护技术的详细规定，对近年来出现的地铁、直流高压输电线路（HVDC）等干扰问题尚缺乏针对性和实用性；
- (3) 由于杂散电流的干扰治理是一个系统性工程，需从干扰源、被干扰结构、环境、公共关系协调等多方面综合考虑，防护措施也不仅限于排流保护这一主要和最常用方法，在这一方面国内标准和工程实践还需要充分借鉴国外先进经验，不断充实完善。



三、国内外差异分析

(二) 交流干扰标准

- (1) 交流干扰评价指标国际尚未完全统一，主要采用的是交流电压和交流电流密度两种判据，交流电压易于测量但是作为交流腐蚀判据是不科学，而交流电流密度总体来说是适宜的，但还存在指标不统一、范围较宽、测量方法不统一等应用问题；
- (2) GB/T 50698-2011充分借鉴了国际先进技术和国内多年工程实践经验，但是选用指标尚不全面。
- (3) 交流干扰防护措施单一，部分工程中存在设计过度问题。



四、发展建议

- (1) 加强国内外标准领域的交流合作；
- (2) 加快国外先进标准的中译版翻译出版工作；
- (3) 加快完善交直流干扰跨行业协调机制和标准对标；
- (4) 重视交直流干扰基础研究；
- (5) 开展对交、直流干扰并存等复杂条件下干扰规律及防护措施的研究；
- (6) 加强交直流干扰知识和技术标准的普及力度，提升基层防腐蚀工作者的技术应用水平。



中国石油天然气管道科学研究院



核电厂腐蚀控制技术及其标准化建设

高玉柱 林 斌 刘 爽

苏州热工研究院有限公司，苏州 215002

摘要：针对海水、大气、土壤、混凝土等腐蚀环境体系，分别介绍了核电厂的腐蚀控制技术及其标准化建设。

关键词：核电厂 腐蚀控制 标准化

Corrosion control technology and its standardization in nuclear power plants

Abstract: Corrosion control technology and its standardization in nuclear power plants were introduced in the different corrosion environments of sea water, air, soil, concrete.

Keywords: Nuclear power plant, corrosion control, standardization

1 概述

随着国民经济的迅速发展，能源需求不断扩大，核能已成为国际公认的清洁、高效、安全和经济的能源。据悉，2020 年前，我国的核能发电总量将增加至 4000W 千瓦，发电装机总量中核电比例将增加到 4%。但是，我国核电厂均建于沿海区域，核电设备的腐蚀控制始终是核电发展的重大课题。本文主要介绍了国内核电厂腐蚀控制技术及其标准化建设的进程。

2 腐蚀控制技术及其标准化

根据腐蚀环境划分，核电厂腐蚀控制技术主要可以分为海水体系、土壤体系、混凝土体系、大气体系，现根据不同体系分别介绍核电厂腐蚀控制技术及其标准化建设的进程。

2.1 海水体系

核电厂采用海水作为最终冷却介质，并加氯防止海生物污损，因此海水体系中氯离子含量高，金属表面易发生腐蚀。

1) 腐蚀控制技术

核电厂海水体系的重要设备如重要厂用水管道系统与循环水过滤系统均采用涂层与外加电流阴极保护技术联合保护的方式进行防腐保护。

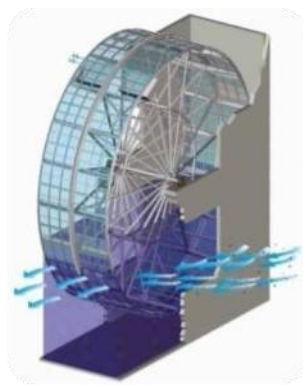


图 1 循环水过滤系统

循环水过滤系统采用外加电流阴极保护技术，保护鼓形旋转滤网免受腐蚀。粗格栅、加氯框、细格栅和加氯框采用牺牲阳极保护。鼓形旋转滤网由于干湿交替和潮位影响，需要的保护电流处于变化状态，合理的分区设计与性能可靠的可自动调节的阴极保护电源成为系统的关键。



图 2 重要厂用水管道系统

重要厂用水管道系统采用一套独立的外加电流阴极保护系统以实现精确控制电位，每列管道设计 12 个参比电极实时监测管道各部位的保护状态。重要厂用水管道进出水口管段的保护成为系统的关键。



图 3 旋风法治理小口径管道

腐蚀和微生物的生长以及淤泥的沉积都能造成小口径管道堵塞，这是一个潜

伏期时间长，爆发集中的问题。EDF 和美国电厂对于消防水管道腐蚀普遍的处理对策是到期更换（15-20 年）。EDF 正在论证使用工程塑料管道替代部分碳钢管道的方案，而美国 EPRI 也出台了消防水管道腐蚀和堵塞评估指南，但并未给出一个最重有效的解决方案，而国内核电厂已经着手准备采用旋风法治理小口径管道腐蚀问题。

2) 标准化建设

表 1 为核电厂海水体系的腐蚀控制技术标准。目前海水体系的腐蚀控制技术标准较为齐全，应完善小口径管道的腐蚀控制标准。

表 1 核电厂海水体系腐蚀控制技术标准

标准编号	标准名称	发布部门	实施日期	状态
GB/T 16166-1996	滨海电厂海水冷却水系统牺牲阳极阴极保护	国家技术监督局	1996-10-01	现行
GB/T 17005-1997	滨海设施外加电流阴极保护系统	国家技术监督局	1998-08-01	现行
GB/T 3108-1999	船体外加电流阴极保护系统	国家质量技术监督局	2000-06-01	现行
NB/T 25008-2011	核电厂海水冷却系统腐蚀控制与电解海水防污	国家能源局	2011-11-01	现行

2.2 土壤体系

土壤具有多相性、不均匀性、相对稳定性，其腐蚀性取决于其含水量、氧含量、pH 值、氯化物、硫化物、硫酸盐、电阻率、氧化还原电位、有机质含量、总酸度和总碱度等。

1) 腐蚀控制技术

目前，国内核电厂主要采用涂层、改善材料的方法进行土壤腐蚀控制，只有三门河电厂采用阴极保护技术保护部分埋地管道。而针对土壤腐蚀的控制，可采用导波等先进技术完成埋地设备的腐蚀检测，及阴极保护技术完成埋地设备的腐蚀控制。由于埋地设备不具备日常目视检查的特性，且考虑到核电厂安全特性，应采用适用于土壤中的腐蚀监测传感器进行服役周期的腐蚀监测。

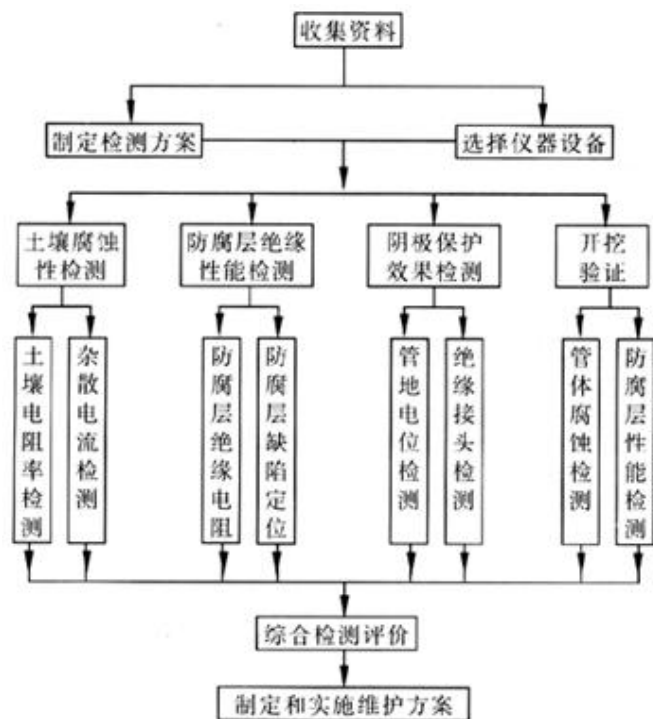


图 4 土壤腐蚀控制流程

2) 标准化建设

表 2 为核电厂土壤体系的腐蚀控制技术标准。目前土壤环境腐蚀性检测、监测及评定标准均较为薄弱，建议增加相应的国家标准。

表 2 核电厂土壤体系腐蚀控制技术标准

标准编号	标准名称	发布部门	实施日期	状态
EJ 484-1989	三十万千瓦压水堆核电厂厂区土壤腐蚀性勘测与评定	中国核工业总公司	1990-07-01	现行
GB/T 21246-2007	埋地钢质管道阴极保护参数测量方法	国家质量监督检验检疫	2008-05-01	现行
GB/T 21448-2008	埋地钢质管道阴极保护技术规范	国家质量监督检验检疫	2008-08-01	现行
NB/T XXXXX-XXXX	核电厂地下金属构筑物阴极保护设计规范	国家能源局	-	审批
NB/T XXXXX-XXXX	核电厂地下金属构筑物阴极保护系统调试运行准则	国家能源局	-	审批

2.3 混凝土体系

钢筋腐蚀是导致海洋环境钢筋混凝土构筑物过早破坏的最主要原因。钢筋腐蚀主要取决于混凝土碳化和氯化物的侵蚀,Cl⁻含量和 pH 值是影响钢筋耐蚀性的两个最重要的参数[1-2]。

1) 腐蚀控制技术

我国核电厂钢筋混凝土结构的防腐蚀设计体系，主要是进行表观的物理修复，如裂缝修补技术、混凝土表面处理技术、混凝土表层密封技术等，但均处于被动且未根治混凝土结构失效问题。作为国际公认的唯一能根治氯离子侵蚀导致混凝土失效的技术，阴极保护技术现已成功应用于大亚湾核电厂，混凝土结构获得良好的保护效果，详见图 5。该系统引入腐蚀监检测体系，包括钢筋腐蚀状态、腐蚀速率与混凝土结构腐蚀性的监测。



图 5 核电厂 PX 泵房混凝土现场照片

（左图为开裂墙体照片，右图为施加阴极保护墙体照片）

2) 标准化建设

表 3 为核电厂混凝土体系腐蚀控制标准。核电厂钢筋混凝土阴极保护主要参照“GB/T 28721-2012 大气环境混凝土中钢筋的阴极保护”国家标准执行，但目前尚缺乏海水环境混凝土中钢筋的阴极保护及各种体系中混凝土环境腐蚀性检测、评估标准。

表 3 核电厂混凝土体系腐蚀控制技术标准

标准编号	标准名称	发布部门	实施日期	状态
GB/T 28721-2012	大气环境混凝土中钢筋的阴极保护	国家质量监督检验检疫总局	2013-02-01	现行
GB/T 28725-2012	埋地预应力钢筒混凝土管道的阴极保护	国家质量监督检验检疫总局	2013-02-01	现行

2.4 大气体系

大气腐蚀是发生在薄液膜下的电化学腐蚀，其影响因素主要来源于大气污染物，如氯离子、SO₂ 等含量。

1) 腐蚀控制技术

针对我国核电厂而言，影响设备的主要因素为氯离子，因此户外设备普通材料主要涂覆耐候性能优良的涂料，而对于不锈钢等钝化金属，则主要进行电化学钝化、酸洗钝化或自钝化以完成大气防腐。相比自钝化、酸洗钝化等技术，电化学处理技术明显改善了钝化金属表面钝化膜的耐腐蚀性能，从而延长服役寿命，详见图 6。

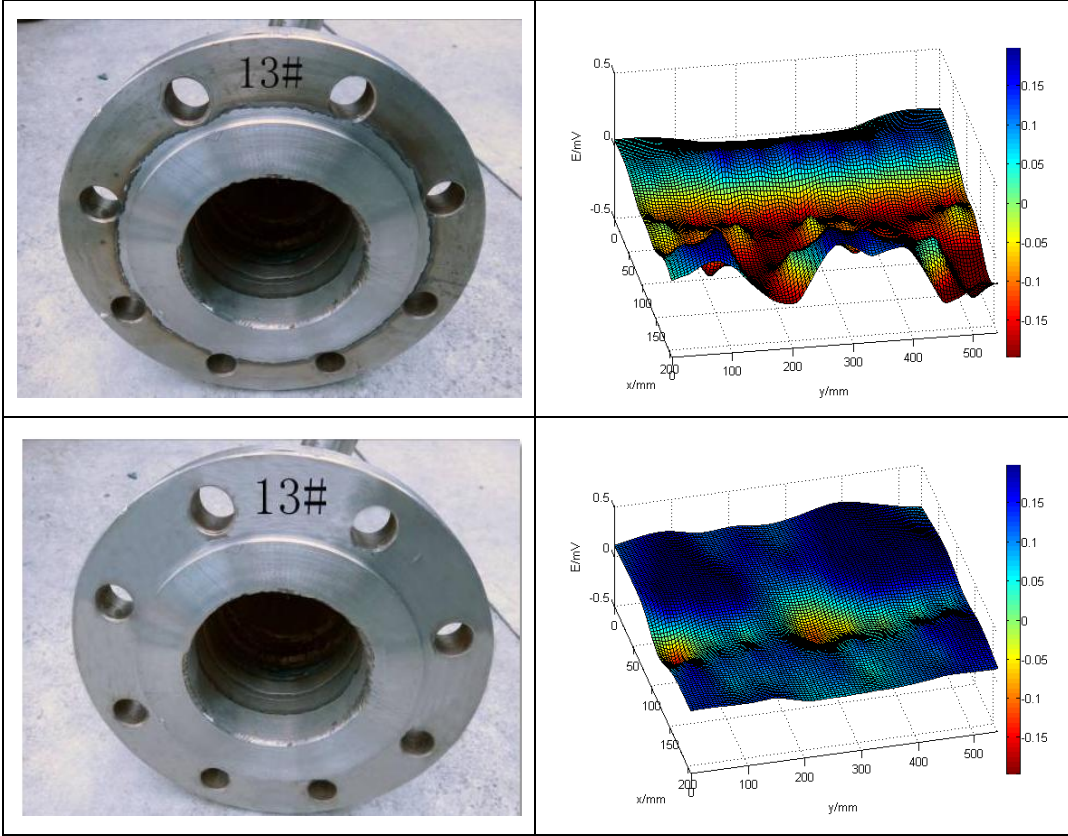


图6 核电厂不锈钢法兰面电化学钝化处理效果

而对于核电厂涂料的应用，目前各个设备的涂料配套体系设计、施工、修补、检查过程均较为成熟，主要为主动检查与被动修复，需要投入大量人力、物力以确保设备涂层的服役期限。基于多重电位极化（MCPDP）原理的涂层/金属腐蚀性快速测试仪，可解决当前涂层/金属耐蚀性测量费时，解析困难，不能在工业现场实时测量等问题。



图7 核电厂涂层表面在线监测技术

（左图为现场测试照片，右图为监测设备）

2) 标准化建设

表 4 为核电厂大气体系腐蚀控制标准。目前尚需增加大气环境腐蚀性监测方法及腐蚀控制技术的相关标准。

表 4 核电厂大气体系腐蚀控制技术标准

标准编号	标准名称	发布部门	实施日期	状态
GB/T 15957-1995	大气环境腐蚀性分类	国家技术监督局	1996-08-01	现行
GB/T 20852-2007	金属和合金的腐蚀 大气腐蚀防护方法的选择 导则	国家质量监督检 验检疫总局	2007-10-01	现行
GB/T 19292. 2-2003	金属和合金腐蚀 大气腐蚀性 腐蚀等级的指导值	国家质量监督检 验检疫总局	2004-04-01	现行
GB/T 19292. 1-2003	金属和合金腐蚀 大气腐蚀性 分类	国家质量监督检 验检疫总局	2004-04-01	现行

3 结语

核电厂腐蚀控制技术在国内外处于较为领先的地位，系统性完成标准化建设对于各项重要控制技术的推广应用具有极为深远的影响。

参考文献

- [1] Vinod Kumar. Protection of steel reinforcement for concrete A review[J]. Corrosion Reviews , 1988, 16(4) : 317~358.
- [2] MorenoM, MorrisW, AlvarezM G, et al. Corrosion of reinforcing steel in simulated concrete pore solutions—effect of carbonation and chloride content [J]. Corrosion Science, 2004, 46 (11) : 2 681~2 699.
- [3] GB/T 17005-1997. 滨海设施外加电流阴极保护系统[S].
- [4] 胡士信, 等. 阴极保护工程手册[M]. 北京:化学工业出版社, 1999.
- [5] 周本省. 工业冷却水系统中金属的腐蚀与防护[M]. 北京:化学工业出版社, 1993.
- [6] 曲政, 庞其伟, 等. 滨海电厂循环冷却水系统的腐蚀与防护[J]. 管道技术与设备, 2003, (1):35~37.

2013-9-29
廊坊市瑞博管道技术有限公司

阴极保护标准和SP0169
面临的挑战和认识

1
冯洪臣
NACE 阴极保护专家、教师
电话: 13903168421
Corrttech @126.com

2013-9-29
廊坊市瑞博管道技术有限公司

正确理解阴极保护指标的意义

- 埋地管道是通过防腐层与阴极保护相结合来防止腐蚀的。
- 日常实践中, 通过测量埋地管道的阴极保护电位, 并与规范中的阴极保护指标作比较, 来判断管道的腐蚀是否得到有效的抑制。

2013-9-29
廊坊市瑞博管道技术有限公司

阴极保护中有关电位的定义

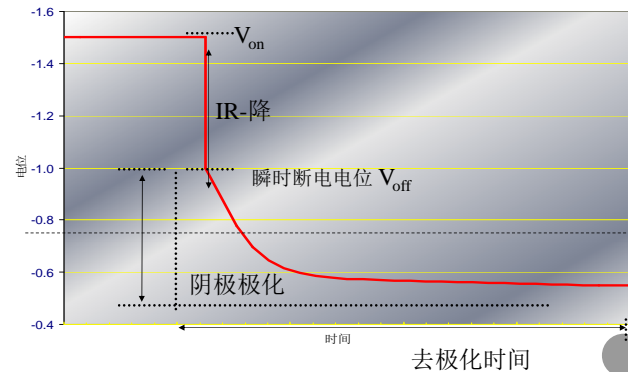
1. 自然电位: 管道埋地后, 阴极保护停用测量到的管地电位。
2. 通电电位: 阴极保护系统正常运行期间测量到的管地电位。
3. 极化电位: 金属与电解液界面上的管地电位。
4. 断电电位: 阴极保护电源中断运行的瞬间测量到的管地电位。
5. 阴极极化: 阴极保护电源运行后, 金属与电解液界面上电位的变化量。
6. IR 降: 由于阴极保护电流在土壤中的流动, 而产生的电压降。

2013-9-29
廊坊市瑞博管道技术有限公司

阴极保护中有关电位的定义

1. V_1 : 腐蚀电位(自然电位),
2. V_2 : 阴极极化
3. V_1+V_2 : 极化电位(瞬时断电电位),
4. $V=V_1+V_2+IR$: 通电电位

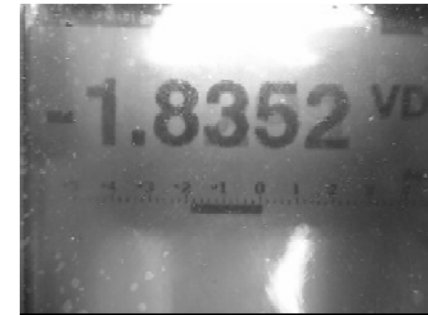
阴极保护中有关电位的定义



2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

5

阴极保护中有关电位的定义



2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

6

NACE SP 0169 关于阴极保护指标的规定

1. 在通电的情况下, 埋地钢铁结构保护电位为 $-0.85V_{CSE}$ 或更负, 该电位消除了土壤中的电压降 (IR降)。该条主要应用于无法测量管道断电电位的场合 (如牺牲阳极阴极保护)。
2. 管道极化电位 (瞬时断电电位) 比 $-0.85V_{CSE}$ 更负。
3. 阴极极化 (瞬时断电电位与自然电位电位之差) 不得小于100mV。在有些情况下, 在断开电源0.2~0.5秒内测量断电电位, 待结构去极化后 (24或48小时后) 再测量结构电位 (自然电位), 其差值应不小于100mV。对于异种金属或高温环境, 该指标可能不充分。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

7

国标GB/T 21448-2008 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》

1. 管道阴极保护电位 (即管/地界面极化电位, 下同) 应为 $-850 mV_{CSE}$ 或更负。
2. 阴极保护状态下管道的极限保护电位不能比 $-1200 mV_{CSE}$ 更负。
3. 对高强度钢 (最小屈服强度大于550 MPa) 和耐蚀合金钢, 如马氏体不锈钢, 双相不锈钢等, 极限保护电位则要根据实际析氢电位来确定。其保护电位应比 $-850 mV_{CSE}$ 稍正, 但在 $-650 mV_{CSE}$ 至 $-750 mV_{CSE}$ 的电位范围内, 管道处于高pH值SCC的敏感区, 应予注意。
4. 在厌氧菌或SRB及其它有害菌土壤环境中, 管道阴极保护电位应为 $-950 mV_{CSE}$ 或更负。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

8

国标GB/T 21448-2008 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》

- 1. 在土壤电阻率 $100\ \Omega\cdot m$ 至 $1000\ \Omega\cdot m$ 环境中的管道，阴极保护电位宜负于 $-750\ mV_{CSE}$ ；
- 2. 在土壤电阻率 ρ 大于 $1000\ \Omega\cdot m$ 的环境中的管道，阴极保护电位宜负于 $-650\ mV_{CSE}$ 。
- 3. 特殊情况下：
- 4. 当准则难以达到时，可采用阴极极化或去极化电位差大于 $100\ mV$ 的判据。

注：在高温条件下、SRB的土壤中、存在杂散电流干扰及异种金属材料偶合的管道中不能采用 $100\ mV$ 极化准则。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

国际标准ISO15589-1 2003 《陆上管道阴极保护标准》

- 1. 阴极保护系统应能够将管道上各部分电位极化到负于 $-850\ mV_{CSE}$ 并在整个管道寿命内保持该电位，该电位是指金属与环境界面上的电位，即，极化电位。
- 2. 为避免析氢及高PH值环境对涂层的破坏，最高电位不能低于 $-1200\ mV_{CSE}$ 。
- 3. 对于高强钢（最小屈服强度高于 $550MPa$ ）或耐蚀合金，如马氏体和双向不锈钢，最高电位应根据金属表面析氢对金属的破坏而确定。不锈钢及其他耐蚀合金需要的保护电位通常正于 $-850\ mV_{CSE}$ ，但在大多数情况下仍采用该值。
- 4. 在厌氧的土壤中或怀疑有大量硫酸盐还原菌或其他破坏钢材的细菌存在的情况下，保护电位应低于 $-950\ mV_{CSE}$ 。
- 5. 当土壤电阻率很高时，可以采用正于 $-850\ mV_{CSE}$ 的电位：
 $750mV_{CSE} \quad , \quad 100\ \Omega\cdot m < \rho < 1000\ \Omega\cdot m$
 $650mV_{CSE} \quad , \quad 1000\ \Omega\cdot m < \rho$

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

国际标准ISO15589-1 2003 《陆上管道阴极保护标准》

- 1. 除了以上指标外，还可以采用管道阴极极化 $100mV$ 指标。
- 2. 在运行温度高、土壤中含有硫酸盐还原菌、或存在杂散电流、平衡电流、地磁电流的情况下，应避免使用 $100mV$ 极化指标。应用该指标前，要分析是否存在这些特征。另外，当管道与惰性金属连接或包括惰性金属组件时，不要使用该指标。
- 3. 某些情况下，管道电位在 $-650\ mV_{CSE}$ 和 $-750\ mV_{CSE}$ 之间时，管道有应力腐蚀开裂的风险，因此，当使用正于 $-850mV_{CSE}$ 指标时，要考虑该影响。
- 4. 当管道与电位较正的金属组件连接时，如铜包钢接地系统，要慎重使用上述所有指标。
- 5. 当管道温度高于 $40^{\circ}C$ 时，使用以上指标可能达不到充分保护，在这种情况下，要验证并使用其他指标。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

主要标准阴极保护指标的共同点

- 1. 规范中的电位为极化电位
- 2. 最小保护电位低于 $-850mV\ CSE$ 或 $-950mV_{CSE}$
- 3. 最大保护电位不低于 $-1200mV\ CSE$
- 4. 阴极极化大于 $100mV$
- 5. 工程实践中多采用上述指标来判断阴极保护的有效性。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

如何正确运用阴极保护指标

1. 实际测量管道的极化电位，正常情况下采用瞬时断电法。
2. 在管道受杂散电流干扰时，采用试片法。
3. 将测量到的极化电位与阴极保护指标作比较，判断结构是否满足阴极保护指标。



2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

13

苏丹124油田CPF区域阴极保护有效性检测



2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

14

苏丹124油田CPF区域阴极保护有效性检测

- 自然电位: $V_{corr} = -426 \text{ mV}$
- 通电电位: $V_{on} = -620 \text{ mV}$
- 断电电位: $V_{off} = -585 \text{ mV}$

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

15

四川气田南干线榕佛段腐蚀调查

测试桩号	通电电位 mV	断电电位 mV
1#	-1250	-740
2#	-1120	-770
3#	-1000	-760
4#	-940	-740
5#	-860	-700
6#	-1040	-780

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

16

四川气田南干线榕佛段腐蚀调查

腐蚀深度（壁厚）%	数量
10-19	410
20-29	37
30-39	3
40-49	1
≥50	2

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

结论

1. 判断阴极保护是否充分，要结合具体的环境条件及管理人员的经验来确定。
2. 判断阴极保护是否充分或是否过保护，以管道的极化电位为依据。
3. 如果管道的极化电位在规范允许范围内，通电电位的大小没有关系。
4. 当无法测量管道的极化电位时，要采用试片法测量管道的极化电位。
5. 如果管道极化电位不满足-850mV指标，要分析判断管道是否满足100mV阴极极化。
6. 管道公司要依据阴极保护规范和自己管道的实际情况，制定阴极保护管理规程及指标。

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司

作者简介

- 冯洪臣，廊坊市瑞博管道技术有限公司经理、高级工程师。中国腐蚀与防护学会理事、美国防腐蚀工程师协会（NACE）阴极保护专家、指导教师。
- 电话：13903168421；e-mail: corrtech@126.com

2013-9-29 廊坊市瑞博管道技术有限公司



国内外石油天然气管道防腐技术标准体系

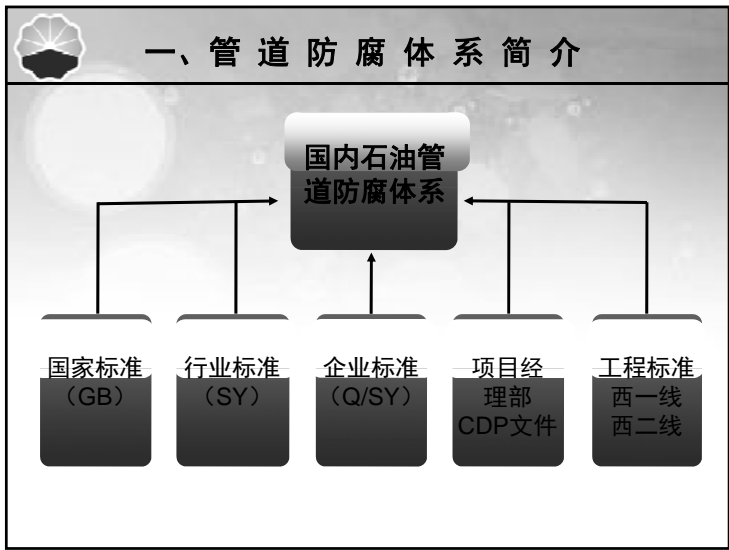
叶春艳 高级工程师

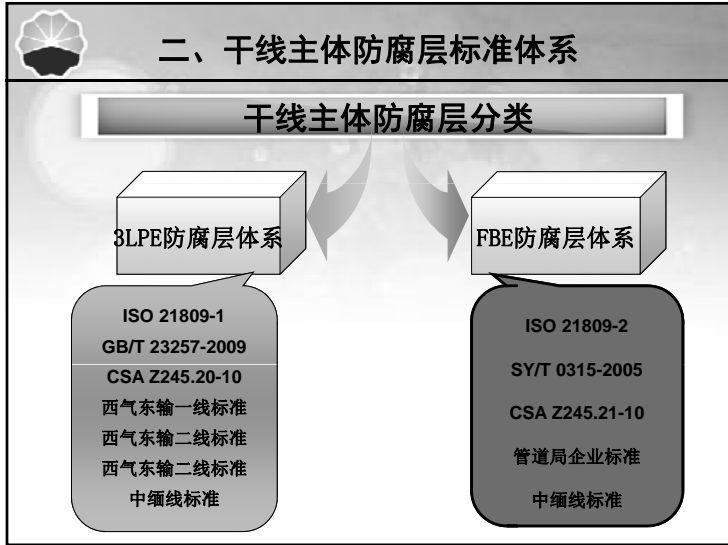
中国石油天然气管道科学研究院
油气管道输送安全国家工程实验室 (<http://www.nelpls.com>)



汇报提纲

- 1 管道防腐体系简介
- 2 干线主体防腐层标准体系
- 3 管道补口防腐层标准体系
- 4 站场防腐层标准体系
- 5 国内外标准体系对比与发展前景





二、干线主体防腐层标准体系

干线3PE管道防腐体系介绍

三层结构聚乙烯（3PE）防腐层有底层熔结环氧粉末、中间胶粘剂和聚乙烯外防护层组成。是目前世界公认的先进的涂层，与熔结环氧涂层共同占据了世界涂层市场的主导地位。国内新建长输管道如西气东输一线、二线、三线、陕京线等油气管道工程几乎全部选用了3PE防腐层。

二、干线主体防腐层标准体系

1 适用范围对比

- GB/T 23257 适用于埋地钢质管道挤压聚乙烯防腐层、跨越管道挤压聚乙烯防腐层的设计、生产以及施工验收。
- ISO 21809-1 适用于石油天然气工业管道输送系统用的焊接钢管和无缝钢管三层挤压成型的聚乙烯和聚丙烯防腐层。
- CSA Z245.21 适用于在聚乙烯和裸管或环氧树脂底漆之间加有一层胶粘剂的覆盖层的质量鉴定、涂敷、检测、试验、装运和物料储存。
- NACE-RP 0185 适用于聚烯烃树脂覆盖层体系的技术性能、资格认证、质量控制、涂覆方法、检测鉴定以及修补方法。
- DIN 30670 适用于埋地和水中的钢管挤压和熔融聚乙烯涂层的要求和试验方法。

二、干线主体防腐层标准体系			
1 原材料技术要求对比			
对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
防腐层材料的一般要求	GB/T23257	(1) 与ISO 21809-1中的第一条、第二条一致； (2) 增加了一条：涂敷商收到制造商的试验报告应当确认其符合该部分ISO 21809的要求。	国内外标准均对防腐材料基本技术要求进行了综述，并规定了生产前的适用性试验及技术要求。
	ISO21809.1	1.材料供应商应验证每种防腐材料的质量，其应符合ISO21809该部分的要求，如材料组成发生变化或生产工艺改变，或者生产装置发生变化，应重新进行必要的材料质量合格验证。 2.材料供应商应按第8章以及表3、4、5的基本要求对材料的质量认证并出具报告。测试报告应包括质量定性评价测试结果和表6、7、8的要求。	
	CSA Z245.21	/	

二、干线主体防腐层标准体系			
1 原材料技术要求对比（续）			
对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
液体环氧涂料性能	GB/T 23257	/	国外标准对液体环氧的技术性能均有要求，国内无此项要求，因为防腐层结构中不包括液体环氧底漆。
	ISO21809-1	表3有对液体单组分或双组份环氧涂料的性能要求。	
	CSA Z245.21	符合表4的要求。	
粒径分布	GB/T23257	150μm筛上粉末≤3.0%； 250μm筛上粉末≤0.2%	GB/T23257与CSA Z245.21对环氧粉末未有此项要求，ISO21809-1无规定。
	ISO21809-1	/	
	CSA Z245.21	150μm筛上粉末≤3.0%； 250μm筛上粉末≤0.2%	
挥发份	GB/T23257	≤0.6	GB/T23257与CSA Z245.21对环氧粉末未有此项要求，ISO21809-1对此项无具体规定。
	ISO21809-1	/	
	CSA Z245.21	≤0.6	

二、干线主体防腐层标准体系			
1 原材料技术要求对比（续）			
对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
密度 g/cm ³	GB/T23257	1.3~1.5	GB/T23257有具体值，ISO21809.1及CSA Z245.21要求符合材料供应商规范
	ISO21809.1	按照制造商技术规范±0.05%	
	CSA Z245.21	满足粉末生产商要求，在50g/L 以内	
胶化时间	GB/T23257	≥12且符合厂家规定值的±20%	GB/T23257、ISO21809.1及CSA Z245.21要求基本一致，其中GB/T23257还有具体值。
	ISO21809.1	在粉末生产商给定胶化时间的±20%以内，（材料入厂检验项目）	
	CSA Z245.21	在粉末生产商给定胶化时间的±20%以内	
固化时间	GB/T23257	≤3	GB/T23257有具体值，CSA Z245.21要求满足材料供应商要求，ISO21809.1未有具体规定。
	ISO21809.1	/	
	CSA Z245.21	满足粉末生产商的给定指标	

二、干线主体防腐层标准体系			
1 原材料技术要求对比（续）			
对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
热特性 ΔH,g/l	GB/T23257	≥45	GB/T23257有具体值，CSA Z245.21要求符合材料供应商的要求，ISO21809.1未有具体规定。
	ISO21809.1	/	
	CSA Z245.21	满足粉末生产商的给定指标	
热特性 最低玻璃化温度 Tg2,℃	GB/T23257	≥95	GB/T23257、ISO21809.1及CSA Z245.21要求基本一致。
	ISO21809.1	A类及B类：≥95℃且符合粉末生产商要求； C类：至少高于设计温度5℃，且≥95℃	
	CSA Z245.21	满足粉末生产商要求	
含水量	GB/T23257	/	ISO21809.1及CSA Z245.21要求基本一致，GB/T23257未有具体规定。
	ISO21809.1	≤0.6%（失重法）	
	CSA Z245.21	≤0.5%（滴定法）；≤0.6%（失重法）	

二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
涂敷前的表面处理施工	除锈前预热温度	GB/T23257	不低于露点温度以上3℃	国内外标准基本相同。
		ISO21809.1	至少高于露点温度以上3℃	
		CSA Z245.21	高于露点温度至少3℃，但在喷（抛）射处理与检测期间应低于150℃。	
	磨料要求	GB/T23257	/	ISO21809.1提出了对高强钢的磨料要求。
		ISO21809.1	符合ISO11124的要求并洁净、干燥、无污物，对x80及以上级高强钢需要更硬的磨料。	
		CSA Z245.21	/	
	除锈质量	GB/T23257	GB/T 8923中规定的Sa2.5级	国内外标准相同。
		ISO21809.1	ISO 8501-1:2007的Sa 2½等级要求	
		CSA Z245.21	(a) A1和A2体系，为SSPC—SP 6；(b) B1和B2体系，为SSPC—SP10；	

二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
涂敷前的表面处理施工	锚纹深度，μm	GB/T23257	50～90	国外标准规定的上限范围较国内为宽
		ISO21809.1	50～100	
		CSA Z245.21	40～110。	
	灰尘度	GB/T23257	不低于GB/T 18570.3规定的2级	国内外标准基本相同
		ISO21809.1	不高于ISO8502-3的2级	
		CSA Z245.21	残余的钢丸/砂粒与粉尘应从管子的内外表面上清除干净。	
	表面盐分，mg/m2	GB/T23257	≤20	国内外标准相同。
		ISO21809.1	≤20	
		CSA Z245.21	/	

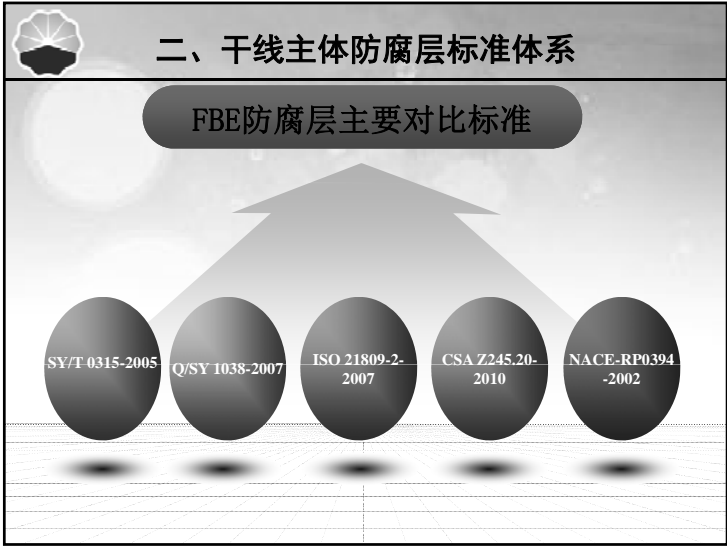
二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
涂敷前的表面处理施工	钢管表面打磨	GB/T23257	/	ISO21809.1对除锈后钢管表面缺陷的打磨处理要求进行了规定，国标及CSA Z245.21对此无规定。
		ISO21809.1	除锈后，允许最大打磨面积为每米管长10cm2或钢管表面积0.5%。	
		CSA Z245.21	/	
	除锈至涂装的时间间隔	GB/T23257	≤4h	国内外标准基本相同
		ISO21809.1	≤4h	
		CSA Z245.21	/	
	表面化学或钝化处理	GB/T23257	/	国外标准允许钢管表面进行化学处理，国标无此项规定。
		ISO21809.1	如涂敷厂选择表面处理工艺（如去离子水、磷酸或铬酸盐预处理），需得到采购方同意。	
		CSA Z245.21	/	


二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
防腐层涂敷施工	钢管涂敷温度，℃	GB/T23257	应用无污染的热源将钢管加热至合适的温度，最高加热温度应不明显影响钢管的力学性能。与APS一致	国内外标准均提出对加热温度上限的控制要求。
		ISO21809.1	按照涂敷程序技术规范（APS）的要求,连续监测，每半小时记录1次。	
		CSA Z245.21	/	
	环氧底漆厚度	GB/T23257	/	国内外标准涂敷及检验工序基本相同。
		ISO21809.1	应符合表9的规定，液体环氧厚度≥25μm;FBE厚度≥125μm;适用性试验检测第一根管子；涂敷生产检测频率每班1次。	
		CSA Z245.21	应按照胶粘剂生产商的建议涂敷。胶粘剂厚度≥100μm。测厚仪每12h标定1次，测点为圆周方向均匀分布的4点。B1类检测周期： (a) 涂敷开工后第一根管子； (b) 涂敷继续运行到第4根之后取一根管子； (c) 涂敷继续运行到第10根之后取一根管子； (d) 涂敷继续运行到第35根之后取一根管子； (e) 涂敷继续运行到每50根之后取一根管子。	

二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
防腐层涂敷施工	胶粘剂涂敷	GB/T23257	在环氧粉末胶化过程中进行间隔与APS一致	国内外标准涂敷及检验工序基本相同。
		ISO21809.1	涂敷FBE后至涂敷胶粘剂的时间间隔按照涂敷程序技术规范(APS)的要求。	
		CSA Z245.21	应按照胶粘剂生产商的建议涂敷。胶粘剂厚度 $\geq 100\mu\text{m}$ 。测厚仪每12h标定1次,测点为圆周方向均匀分布的4点。B1类检测周期: (a) 涂敷开工后第一根管子; (b) 涂敷继续运行到第4根之后取一根管子; (c) 涂敷继续运行到第10根之后取一根管子; (d) 涂敷继续运行到第35根之后取一根管子; (e) 涂敷继续运行到每50根之后取一根管子。	
	聚乙烯冷却	GB/T23257	用水冷却至钢管温度 $\leq 60^{\circ}\text{C}$,并保证FBE固化完全。	国标对冷却温度有具体要求,国外标准无具体值。
		ISO21809.1	应当冷却到指定温度	
		CSA Z245.21	/	


二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
防腐层涂敷施工	防腐层总厚度	GB/T23257	/	国内外标准涂敷及检验工序基本相同。
		ISO21809.1	应当符合表2的要求。	
		CSA Z245.21	符合表6的规定,测厚仪每12h标定1次,测点为圆周方向均匀分布的4点。B1类检测周期: (a) 涂敷开工后第一根管子; (b) 涂敷继续运行到第4根之后取一根管子; (c) 涂敷继续运行到第10根之后取一根管子; (d) 涂敷继续运行到第35根之后取一根管子; (e) 涂敷继续运行到每50根之后取一根管子。	
	管端预留	GB/T23257	管端预留100mm~150mm;端面倒角 $\leq 30^{\circ}$;防止端面防腐层剥离或翘起。	胶粘剂及聚乙烯的挤出温度
		ISO21809.1	管端预留长度符合订单要求;端面倒角 $\leq 30^{\circ}$;防止端面防腐层剥离或翘起。	
		CSA Z245.21	$\geq 50\text{mm}$	

二、干线主体防腐层标准体系				
2 防腐层施工对比(续)				
对比类别	对比指标	标准名称	标准内容	对比结论
防腐层涂敷施工	防腐层总厚度	GB/T23257	/	国内外标准涂敷及检验工序基本相同。
		ISO21809.1	应当符合表2的要求。	
		CSA Z245.21	符合表6的规定,测厚仪每12h标定1次,测点为圆周方向均匀分布的4点。B1类检测周期: (a) 涂敷开工后第一根管子; (b) 涂敷继续运行到第4根之后取一根管子; (c) 涂敷继续运行到第10根之后取一根管子; (d) 涂敷继续运行到第35根之后取一根管子; (e) 涂敷继续运行到每50根之后取一根管子。	
	管端预留	GB/T23257	管端预留100mm~150mm;端面倒角 $\leq 30^{\circ}$;防止端面防腐层剥离或翘起。	胶粘剂及聚乙烯的挤出温度
		ISO21809.1	管端预留长度符合订单要求;端面倒角 $\leq 30^{\circ}$;防止端面防腐层剥离或翘起。	
		CSA Z245.21	$\geq 50\text{mm}$	






二、干线主体防腐层标准体系




1 适用范围对比

干线FBE管道防腐体系简介

FBE防腐层材料及涂敷技术在国内已为成熟技术，该种防腐层与3层聚乙烯防腐层相比的最大优势在于其与阴极保护系统的良好匹配，使其不具备失效危险性，即防腐层性能可检，故北美的埋地及水下管道防腐层自20世纪80年代至今仍以FBE为主要防腐层材料，应推动FBE涂层在国内的应用。



二、干线主体防腐层标准体系



1 适用范围对比

SY/T 0315 适用于单层熔结环氧粉末的设计、施工及验收。工作温度-30℃~100℃。

Q/SY 1038 适用于双环氧粉末涂层的设计、施工及验收。工作温度-30℃~100℃。

ISO21809-2 适用于玻璃化转变温度在120℃之上的环氧粉末涂层。

CSA Z245.20 适用于熔结环氧粉末涂层的质量鉴定、涂敷、检测、试验、装运和物料储存的要求。

NACE-RP0394 适用于熔结环氧粉末涂层的最低要求。



二、干线主体防腐层标准体系



2 涂层材料对比

对比项目	技术标准				
	SY/T0315	Q/SY 1038	ISO21809.2	CSA Z245.20	NACE-RP0394
厚度	普通	普通 ≥620 μm 加强 ≥800 μm	/	单层：350±50 μm 多层：至少250 μm	/
	加强				
钢管要求	符合国家标准或订货条件：钢管商提供质量证明和合格证，防腐层外观检查符合规定	符合国家标准或订货条件：防腐层逐根对钢管外表面进行检查	要涂敷的裸管应符合钢管标准或订货单规定的规格。	要涂敷的裸管应符合钢管标准或订货单规定的规格。	/
外观	色泽均匀，无结块	无油污，乳化液和其他污物	/	管子外表面应在涂敷之前把油污及其它杂质清除	保证没有盐，磨漆，油脂，灰尘和有害沉积物
固化时间	应满足买方要求	≤3min且符合环氧粉末生产厂家给定特性	满足粉末生产商的给定指标	满足生产商的给定指标	/
热特性	符合粉末厂商给定指标	符合环氧粉末生产厂家给定特性	满足粉末生产商要求	符合粉末厂商给定指标	—




二、干线主体防腐层标准体系




2 涂层材料对比（续）

对比项目	技术标准				
	SY/T0315	Q/SY 1038	ISO21809.2	CSA Z245.20	NACE-RP0394
胶化时间，s	应满足买方要求	≥且符合环氧粉末生产厂家给定值的±20%	满足粉末生产商的给定指标	单层：在粉末生产商给定胶化时间的±20%以内	/
挥发物含量，%	≤0.6	≤0.6%（失重法）	≤0.6%（失重法）	≤0.5%（滴定法）；	/
粒度分布，%	150 μm筛上粉末≤3.0 250 μm筛上粉末≤0.2	150 μm筛上粉末≤4% 250 μm筛上粉末≤0.2%	满足粉末生产商的给定指标，150 μm和250 μm筛上粉末最多存留	单层：150 μm筛上粉末最多存留3.0% 250 μm筛上粉末最多存留0.2% 多层：满足粉末生产商的给定指标	150 μm（100网格）筛上粉末最多存留2% 250 μm（60网格）筛上粉末最多存留0.1%
密度g/cm3	1.3~1.5	/	满足粉末生产商要求	满足粉末生产商要求，在50g/L以内	按照供货商的规定
磁性物含量，%	≤0.002	≤0.002%	/	/	/
玻璃化温度	/	/	/	/	按照供货商的规定




二、干线主体防腐层标准体系



2 FBE涂层涂覆试件的质量指标对比

对比项目	技术标准				
	SY/T0315	Q/SY 1038	ISO21809.2	CSA Z245.20	NACE-SP0394
外观	平整、色泽均匀、无气泡、无开裂及缩孔，允许有轻度桔皮状花纹	平整、色泽均匀、无气泡、无开裂及缩孔，允许有轻度桔皮状花纹	/	/	从焊接和切割区域边缘算起，覆盖层不应有超过50mm（2in）的恶化（如，腐蚀，砂眼和烧焦）
热特性	满足粉末生产商指标	满足粉末生产商指标	符合生产商的要求，至少比管道设计温度最高值高5℃	满足粉末生产商指标	未规定
28d耐阴极剥离，mm	≤8.5	≤8	20℃±3℃，-1.5V：≤8 65℃±3℃，-1.5V：≤15	20℃下，28 d耐阴极剥离：单层，双层：最大半径8.5 mm 65℃下，28 d耐阴极剥离：单层：最大半径20 mm，多层：无 95℃下，28 d耐阴极剥离：单层：无。多层：最大半径20 mm	平均直径：8.0mm（0.3in）



二、干线主体防腐层标准体系



2 FBE涂层涂覆试件的质量指标对比（续）

对比项目	技术标准				
	SY/T0315	Q/SY 1038	ISO21809.2	CSA Z245.20	NACE-SP0394
24h或48h耐阴极剥离，mm	≤6.5	≤6	65℃±3℃，-3.5V：≤8	最大半径6.5 mm	平均直径：6.0mm（0.25in）
粘结面孔隙率等级，级	1~4	1~4	少于或等于图A.10	1~4级	/
断面孔隙率等级，级	1~4	1~4	少于或等于图A.11	1~4级	1~4级
抗3°弯曲（订货规定最低试验温度±3°）	无裂纹	无裂纹	/	/	无裂纹，撕裂和分层
抗1.5J冲击（-30℃）	无漏点	/	/	无针孔	1.5J（13 in.-lb）最小
24h附着力，级	1~3	1~2	1~2	1~3级	/
弯曲后涂层28d耐阴极剥离	无裂纹	/	无裂纹	弯曲后覆盖层1.5°，20℃下：单层：无；多层：无裂纹 弯曲后覆盖层2.5°，20℃下：单层：无裂纹；多层：无	/



三、管道补口防腐层标准体系

管道补口防腐层标准体系

1

GB/T 23257-2009
ISO 21809-3
DNV RP F102-2010
DIN 30672-2000
NACE RP0303-2003
管道局企业标准
西气东输一线标准
西气东输二线标准
西气东输二线标准
中缅线标准

热收缩带补口

2


管道局企业标准
西气东输一线标准
西气东输二线标准
西气东输二线标准
中缅线标准

无溶剂环氧涂料补口

3

管道局企业标准
中石油工程标准
(CDP-G-OGP-OP-034-2012-1)

聚氨酯补口



三、管道补口防腐层标准体系

聚乙烯管道补口国内外标准包括

(1) GB/T 23257-2009《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》

(2) SY/T 0414-2007《钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层技术标准》

(3) ISO 21809-3-2008《石油天然气工业——用于输送系统的埋地和水下管道的外涂层 第三部分：现场补口涂层》

(4) NACE RP 0303-2003《管道防腐层补口现场施工热收缩套：施工、性能和质量控制》

(5) DIN 30672-2000《持续工作温度不超过50℃的地下和水下管道外部有机防腐涂层、带材和可收缩材料》

三、管道补口防腐层标准体系

管道补口防腐层体系简介

管道干线防腐补口的材料选择在国外具有多样性，国内主要包括聚乙烯收缩套、FBE涂层、聚氨酯涂料等等，国内防腐补口的材料相对单一，以聚乙烯热收缩带为主。

国外标准ISO21809-3包括的涂层防腐补口材料类型多样，包括熔结环氧粉末（FBE）、液态涂料、聚烯烃涂层、热喷铝（TSA）涂层、热喷涂微晶蜡涂层、弹性体涂层等多类。

三、管道补口防腐层标准体系

1 适用范围对比

GB/T23257 规定了埋地钢质管道挤压聚乙烯防腐层的最低技术要求。本标准适用于埋地钢质管道挤压聚乙烯防腐层的设计、生产以及施工验收。跨越管道挤压聚乙烯防腐层可参照执行。

SY/T 0414 标准规定了钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层的最低技术要求。适用于钢质管道聚乙烯胶粘带防腐层的设计、施工和验收。聚丙烯胶粘带防腐层的设计、施工和验收可参照执行。聚乙烯胶粘带防腐层管道的工作温度不超过70℃。

ISO21809.3 规定了用于ISO 13623中规定的石油与天然气管道输送系统中的无缝钢管或焊管现场焊接补口防腐层的条件。本部分规定了用于管段和配件（构件）焊接后补口的合格、涂敷和试验要求；不适用于额外的机械保护层、保温层或接头有混凝土加重层的管子。

三、管道补口防腐层标准体系

1 适用范围对比（续）

NACE RP 0303 规定了本标准规定了热收缩带所需的最低性能指标，以确保正确使用管外涂层补口热收缩带。包括确保热收缩带保持长期优良性能的正确使用、检验和修复技术的考核和质量控制的方法。适用于与阴极保护配合使用的防腐涂层体系以及适用于热收缩带或热收缩套。

DIN 30672 标准详细说明了涂料的要求和测试方法，该涂料是由胶带或者可收缩的材料制成。并说明了对修补防腐部位的要求和测试方法，该防腐可用于地下或者水下的钢管或者球墨铸铁管道，并会在运行时温度达到50℃时使用，这种防腐没有任何阴极保护。该标准还详细说明了涂涂上涂料的活动管座接头的要求。

三、管道补口防腐层标准体系

2 材料性能对比-基材性能

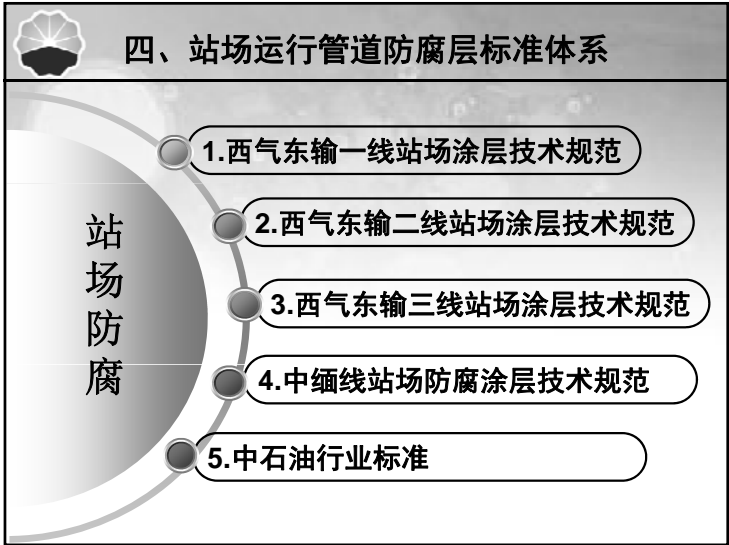
对比项目	技术标准				
	GB/T 23257	SY/T 0414	NACE RP 0303	ISO21809.3	DIN30672
拉伸强度，MPa	≥17	≥18	≥15.2	/	/
断裂伸长率，%	≥400	≥200	400	/	/
维卡软化点，℃	≥90	/	/	/	/
脆化温度，℃	≤-65	/	/	/	/
电气强度，MV/m	≥25	≥30	≥5	/	/
体积电阻率，Ω.m	≥1×10 ¹³	≥1×10 ¹²	≥1×10 ¹³	/	/
耐环境应力开裂（F50），h	≥1000	/	/	/	/
耐热老化（150℃，21d） 拉伸强度 断裂伸长率	≥14 ≥300	≥75	≥200	最高使用温度 +20℃，100d	最高使用温 度，100d
耐紫外光老化（600h）3），%	/	≥80	/	/	/
耐化学介质腐蚀（浸泡7d）， % 10%HCL 10%OHNa 10%NaCL	≥85	/	/	/	材料皂化值 ≥25mgKOH/g ，否则做耐 碱试验

三、管道补口防腐层标准体系					
2 材料性能对比-基材性能（续）					
对比项目	技术标准				
	GB/T 23257	SY/T 0414	NACE RP 0303	ISO21809.3	DIN30672
热冲击（225℃，4h）	无裂纹，无流淌，无垂滴	/	无裂纹，无流淌，无垂滴	/	/
低温柔韧性，℃	/	/	≤-15	/	/
抗真菌	/	/	/	/	协商确定
水汽渗透率（38℃/90%RH）	/	≤0.45	/	/	/
吸水率	/	≤0.2	23℃，24h，增重≤0.1%	/	/
耐磨性，mg	/	/	/	/	/
厚度，mm	/	符合厂家规定，厚度偏差±5%	/	/	/

三、管道补口防腐层标准体系					
3 材料性能对比-胶性能					
对比项目	技术标准				
	GB/T 23257	SY/T 0414	NACE RP 0303	ISO21809.3	DIN30672
胶软化点（环球法），℃ 最高设计温度为50℃ 最高设计温度为70℃	≥90 ≥110	/	/	/	/
搭接剪切强度（23℃），Mpa	≥1.0	/	/	/	/
搭接剪切强度（50℃或70℃），Mpa	≥0.05	/	/	/	/
脆化温度，℃	≤-15	/	/	/	≤-20
剥离强度，N/cm 带/钢23℃ 50℃或70℃ 带/环氧底漆23℃ 50℃或70℃ 带/聚乙烯层23℃ 50℃或70℃	内聚破坏 ≥70 ≥10 ≥70 ≥10 ≥70 ≥10	≥20 ≥3 ≥20（带隔离纸） ≥3（不带隔离纸）	/	无要求	/

三、管道补口防腐层标准体系					
4 材料性能对比-底漆性能					
对比项目	技术标准				
	GB/T 23257	SY/T 0414	NACE RP 0303	ISO21809.3	DIN30672
剪切强度，Mpa	≥5.0	/	/	/	/
阴极剥离，（65℃，48h）/mm	≤10	/	/	/	/
体积固含量，%	/	≥15	100	100	/
表干时间，min	/	≤5	/	/	/
粘度，s	/	10~30	/	/	/

三、管道补口防腐层标准体系					
5 材料性能对比-安装系统性能					
对比项目	技术标准				
	GB/T 23257	SY/T 0414	NACE RP 0303	ISO21809.3	DIN30672
厚度，mm	/	符合设计规定	未明确给出	/	/
抗冲击强度/J	≥15	普通级≥1.5 加强级≥3 特加强级≥5	/	≥5J/mm(2B) ≥8J/mm(2C)	A级≥4J B级≥8J C级≥15J
阴极剥离（最高使用温度，30d）/mm	≤25	≤20	23℃：≤15 运行温度：≤25	室温，28d：≤8mm 最高使用温度：≤15mm	23℃，28d：≤20mm 最高使用温度指标协商
耐热水浸泡（最高使用温度，120d）	无鼓泡、无剥离，膜下无水	/	无分层、起泡、收缩套下无水	最高使用温度水浸泡28d，室温剥离：≥15（2B），≥20（2C）	/
剥离强度N/cm 带/环氧底漆 带/聚乙烯层	/	23℃ ≥20 70℃ ≥3	≥80 ≥80	对底漆钢和管体涂层，室温：≥25/≥20 最高使用温度水浸泡28d，室温剥离：≥15	对钢 室温：≥4/5（A,B）/C 最高使用温度：0.4/0.5 对管体涂层 室温：≥2/4（A,B）/C 最高使用温度：0.2/0.4



四、站场运行管道防腐层标准体系

站场运行管道防腐层体系简介

目前站场内地下管道及设备防腐层结构类型主要有：

- a)对管径规格集中、累计长度相对较长的埋地管道（在预制条件允许时），采用三层结构聚乙烯防腐层；
- b)对其余规格不适合在作业线上预制的短或小口径管道以及弯头，采用无溶剂液体环氧外缠聚丙烯纤维增强胶粘带（以下简称聚丙烯胶粘带）复合防腐层；
- c)埋地阀门、汇管及异型构件等采用粘弹体胶带外缠聚丙烯胶粘带复合防腐层；
- d)地下金属容器及出站高温段采用无溶剂液体环氧外防腐层；
- e)土壤界面管段采用热收缩带增强防腐层结构。

地上管道及设备防腐层结构主要采用复合型防腐涂料，复合型防腐涂料由环氧富锌底漆或水性无机富锌底漆、环氧云铁中间漆及耐候面漆组成，均为化学反应固化材料。

四、站场运行管道防腐层标准体系

1 地下管道及设备无溶剂液体环氧涂料技术指标对比

对比项目	技术标准	
	中缅油气管道工程(缅甸段)站场管道及金属设施施工防腐层技术规范	西气东输二线管道工程站场管道及设备外防腐涂层技术规范
颜色及外观	色泽有光	色泽有光
细度 (μm)	≤80	≤80
固体含量 %	≥95	≥95
凝胶时间 min	≥10	≥10
干燥时间 (h)	表干	≤2
	实干	≤8

四、站场运行管道防腐层标准体系			
2 地下管道及设备无溶剂液体环氧涂层技术指标对比			
对比项目	技术标准		
	中缅油气管道工程(缅甸段)站场管道及金属设施施工防腐层技术规范	西气东输二线管道工程场站管道及设备外防腐涂层技术规范	
粘结强度(拉开法), Mpa	≥9	≥9	
吸水率, %	≤0.6	≤0.6	
热水浸泡后附着力, 级	75℃±3℃, 48h	≤2, 无鼓泡	
	95℃±3℃, 24h		
	70℃±3℃, 28d		
阴极剥离, mm	1.5V, 70℃±3℃, 48h	≤8	
	1.5V, 70℃±3℃, 28d	≤15	
抗1°弯曲(23℃)	无裂纹	无裂纹	
抗冲击强度(23℃), J/mm	≥3	≥8J	
体积电阻率, Ω.m	≥1×10 ¹²	≥1×10 ¹²	
电气强度, MV/m	≥25	≥25	
耐化学试剂(90d)	10%H ₂ SO ₄	无气泡, 无脱落	
	10%NaOH		
	3%NaCl		
		防腐层完好	

四、站场运行管道防腐层标准体系			
3 聚丙烯胶带技术指标对比			
对比项目	技术标准		
	中缅油气管道工程(缅甸段)站场管道及金属设施施工防腐层技术规范	西气东输二线管道工程场站管道及设备外防腐涂层技术规范	
基材材料	≥9	≥9	
基材厚度, mm	0.3±0.05	0.3±0.05	
胶粘带整体厚度, mm	≥1.1	≥1.4	
基材拉伸强度, MPa	≥60	≥60	
剥离强度(23℃) N/cm	对环氧底漆	≥20	≥45
	对基材	≥20	≥25
	对粘弹体基膜	≥5	/
吸水率(浸泡24h)%	≤0.2	≤0.35	
体积电阻率 Ω.m	≥1×10 ¹²	≥1×10 ¹²	
耐热老化 %	≥75	≥80	
水蒸气渗透率(24h) mg/cm ²	≤0.45	≤0.45	

四、站场运行管道防腐层标准体系

4 地上管道涂料技术指标对比

对比项目		技术标准						
		中缅油气管道工程(缅甸段)站场管道及金属设施施工防腐层技术规范	西气东输二线管道工程场站管道及设备外防腐涂层技术规范					
		环氧富锌底漆	环氧云铁中间漆	氟碳面漆	水性无机富锌底漆	环氧富锌底漆	环氧云铁中间漆	耐候面漆
细度μm		≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80	≤80
固体含量%		≥80	≥70	≥50	≥70	≥70	≥70	≥50
不挥发份中锌粉含量%		≥80	—	—	≥80	≥70		
涂料适用期h		≥4	≥4	≥4	无	无	无	无
干燥时间h	表干	≤1	≤2	≤2	≤1	≤1	≤2	≤2
	实干	≤24	≤24	≤12	≤24	≤24	≤24	≤12
柔韧性mm		≤2	≤2	≤2	1-2	1-2	1	1
附着力,级		≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	1	1
冲击强度,J		≥4.9	≥4.9	≥4.9	≥4.9	≥4.9	≥4.9	≥4.9
耐磨性		无	无	无	无	无	无	≤20
耐盐雾性h		168h涂层无变化	168h涂层无变化	500h涂层无变化	168h	72h	72h	500h

5、国内外标准体系对比与发展前景			
国内外标准体系对比整体结论一			
(1) 标准文本的构成差异			
纵览国内外标准, 一般设计、施工、验收、运行维护等一般包括在一个标准文本中, 由于经过了公开、充分征求业界意见的过程, 通常确保了标准系统、全面、协调, 而且一般每五年确认、修订一次。			
而国内标准, 设计、施工、验收、运行维护等大多单独编制, 且编制及技术归口多为不同部门, 相互之间衔接出现较多问题, 导致新建管道刚交付运营单位就开始整改, 造成各种资源的巨大浪费。			



5、国内外标准体系对比与发展前景

国内外标准体系对比整体结论二

(2) 标准制修订程序的差异

国外标准的制修订一般由相关部门或标准化组织主持，所属专业的技术委员会、工作组负责起草，公开标准一般都在业界公开征集意见，这个阶段持续时间很长，充分代表了业界的一致意见，以确保技术内容的成熟、先进，但通常代表业界的最低要求。企业标准一般由企业自行组织编写，一般是通过对公开标准的提炼、补充、细化和提高，将国家法规、公开标准的有关技术要求纳入，形成更详细、更严格、更可操作、更可控的技术要求，日常管理执行企业标准即可，一般不会出现相互不协调的问题。无论是哪级标准，均只出现标准发布组织的名称，而没有编制单位和编制人员署名。

国内标准无论国标、行标还是企标，同一类内容的技术标准可能出现不同的技术归口单位，可能有来自于同一单位的人编制，公开征求意见的时间较短，受收件单位的个人和参与积极性所限，反馈意见往往很少。这样制定出来的标准常出现互不协调的现象。



汇报结束 敬请指正！



Registered Attendee List

注册参会人员名单

Attendee List

No.	Name	Company	Post/Title	Phone & Fax	E-mail
1	Hou Baorong	Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences	Director/Member of the Chinese Academy of Engineering	0532-82880498	brhou@ms.qdio.ac.cn
2	Wang Yin Hai	China Haohua Chemical Group Co., Ltd.	General Manager/Professor Level Senior Engineer	010-58650685	
3	Ren Zhenduo	China Industry Anticorrosion Technology Association	President /Professor Level Senior Engineer	010-64945215	renzd@ciata.org.cn
4	Song Guangcheng	Shanghai Kapenglolan Chemical Equipment Co., Ltd.	Vice President	021-58992091	qdtscice@sh163.net
5	Yao Jian	Nantong Shanjian Graphite Equipment Co.,Ltd.	Chairman/Senior Engineer	0513-85565141	yaosn@163.com
6	Li Jike	China Industry Anticorrosion Technology Association	Secretary General/Professor Level Senior Engineer	010-64945215	Lijike@139.com
7	Di Jianjun	Beijing BSS Coating Co., Ltd.	Chairman/Engineer		djj@bss.com.cn
8	Gao Yuzhu	China Nuclear Power Technology Research Institute	Researcher	010-62501418 ext.267	Gao_yuzhu@126.com
9	Liu Lingli	PetroChina Pipeline R&D Center	Chief Engineer/Professor Level Senior Engineer	0316-2174533	LLLiu@petrochina.com.cn
10	Wang Weidong	Luoyang Chengbang Antisepsis Co.,Ltd.	Chief Engineer/Engineer	0379-65936219	Wangweidong1115@163.com
11	Lu Minxu	USTB Anticorrosion Center	Deputy Director/Professor	010-62334410	Lumx123@sina.com
12	Gu Zhijun	Xiamen Xiba Technology Co., Ltd.	Chairman/Senior Engineer	0592-5715886	zhiqu@yeah.net
13	Zheng Weijing	Zhonghao Lanzhou Tianhua Institute of Chemical Machinery & Automation Co.,Ltd.	Chief Engineer/Professor Level Senior Engineer	0931-7311554	zwj@cthkj.com

14	Lu Qimin	China Petroleum and Petrochemical Engineering Institute	Senior Engineer	010-82383072	luqimin@petrochina.com.cn
15	Zhuang Suoliang	Beijing Lewen Science and Technology Development Co.,Ltd.	General Manager	010-69348527	zhuangsl@sina.com
16	Wei Shicheng	Armored Force Engineering Institute	Associate Researcher	010-66717144	wsc33333@163.com
17	Shi Guoquan	Sichuan ZYST Chemicals Co., Ltd.	Chief Engineer	0832-6122609	123wuhongxia@163.com
18	Zhang Zhengquan	Shanghai Runxin Chemical Engineering Technology Co., Ltd.	General Manager	021-50785726	Runxin21@126.com
19	Lu Shiping	Shanghai Fuchen chemicals Co.,Ltd.	Senior Engineer	021-54484962	Lushiping@fuchem.com
20	Chen Jia	Superchem Surface Chemistry Co.,Ltd.	CTO/Engineer	021-68184566	chenjia@aigindustries.com.cn
21	Yu Bo	Huangshi Fybo Anticorrosion Technology Co., Ltd.	General Manager/Senior Engineer	0714-5380630	yubo@huiboff.com
22	Zhang Zhiyu	NCEJC Anticorrosion Science & Technology Development Engineering Company	General Manager/Associate Professor	025-57011235	Zhiyu-z@163.com
23	Wang Jing	Qingdao Haijian Chemical Coporation of MRICI	Senior Engineer	0532-87906690	juanzim@126.com
24	Zhang Qinghu	Hangzhou Shower Rubber Engineering Co., Ltd	General Manager/Professor Level Senior Engineer	0571-88616658	zhangqinghu@sohu.com
25	Xu Wenjun	Jiangsu Quality Testing Institute	Senior Engineer	025-84470221	njxwj@126.com
26	Jiang Hailong	Tianjin XZB Sherardizing Metal Products Co., Ltd.	General Manager/Engineer	022-26996579	xqyang@tju.edu.cn
27	Zhang Quanzhang	Zhongxing Anticorrosion Installing Engineering Co., Ltd	Chairman	0751-8617655	sgzx@zx92.com

28	Wang Jia	College of Chemistry and Chemical Engineering of OUC	Professor	0532-66781903	iwang@mail.ouc.edu.cn
29	Liu Fuyun	MCC Architectural Research Institute	Deputy Chief Engineer/Professor Level Senior Engineer	010-82226068	lfyd@263.com
30	Zhou Zihu	Guangzhou Supe Chemical Co., Ltd	Director of Research Center, Engineer	020-34711818	zzh@supe.com.cn
31	Yong Xingyue	Beijing University of Chemical Technology	Senior Engineer	010-64413170	xingvy@tjchemtech.com
32	Feng Shengjun	Nantong Sunshine Graphite Equipment Technology (Group) Co.,Ltd.,	Chairman/Engineer	0513-85170022	manager@ntsssm.com
33	Guan Yuhua	Allibert (Anshan_) Plastics & Anticorrosion Co., Ltd	Quality Control Department Manager/Senior Engineer	0412-8256604	Gyh9009@sohu.com
34	Meng Qingwen	Jilin City Lijiang Anticorrosion Glass Lined Steel Co., Ltd	General Manager	0432-3058695	hlff@hlfb.com
35	Zheng Weigui	Shanghai Youli Water Storing Pipes Co., Ltd.	General Manager	021-57392666	youli@youli.com
36	Zhu Xiaoyou	Zhejiang Youfu Valve Co., Ltd.	Chairman	0577-86879540	Zxy1964@163.com
37	Ye Botong	Zhejiang Baitong Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	Chairman/Engineer	0577-86367779	yebaitong@chinabaitong.com
38	Chen Shousong	Wendeng Hongtong Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	Head of Technology Department/Senior Engineer	0631-8451253	Htgc180@163.com
39	Zhang Junlin	Henan Jiuzhou Anticorrosion Engineering Co., Ltd.	Chairman/Senior Engineer	0373-8861738	Fangfu@jiuzhouff.com
40	Qiao Yaling	China Building Material Test& Certification Center	Senior Engineer	010-51167661	qyl@ctc.ac.cn
41	Wang Wenbi	Nam Sok Building Material Products (Shenzhen) Co.,Ltd.	Deputy General Manager	0755-84651228	Wang.wb@namsok.com

42	Chou Xiaofeng	Nantong Long Trust Graphite Science and Technology Development Co., Ltd.	Chief Engineer/Senior Engineer	0513-85667728	Xfnt123@yahoo.com.cn
43	Ren Xuening	The Second Design Institute of Chemical Industry	Senior Engineer(Professor Level)	0351-7039100	renxuening@sina.com
44	Guo Hu	Zhejiang Tongqiu Tubing Co., Ltd.	Chairman/General Manager/Senior Engineer	0575-87381748	cntongqiu@cntongqiu.com
45	An Jingbo	Harbin ROPV Industry Development Co., Ltd.	Director of Research Center/Senior Engineer	0451-82267303 0534-5011800	Ropu006@ropu.com.cn Dabo1025@yahoo.com.cn
46	Yu Jie	Qingdao Haijian Chemicals Co., Ltd, Marine Chemical Research Institute	Deputy Chief Engineer/Professor Level Senior Engineer	0532-87906839	jyue@163.com
47	Zhang Yong	Sahndong Qilu Huaxin Industry Co.,Ltd.	Deputy Manager/Engineer	0533-6861362	Zy78581@126.com
48	Han Zhenting	Taianshi Avant-Garde Graphite Equipment Co., Ltd.	Vice General Manager/Senior Engineer	0538-8507718	
49	Bian Zhibing	Yangzhou Maydos Jinling Coating Co., Ltd.	General Manager/Engineer	0514-86804698	Bzb6802888@sina.com.cn
50	Guo Mengfei	China Corrttech Cathodic Protection Co., Ltd.	General Manager/Engineer	0546-8222911	Kt2000@126.com
51	Yu Yongchao	Dalian Demeishichuang Anticorrosion Material Engineering Co., Ltd.	Executive Director	0411-82558877	Yyc0667@126.com
52	Chen Guobao	Hangzhou Shower Rubber Engineering Co., Ltd.	Commercial Department Manager/Assistant Engineer	0571-88670771	showercgb@163.com
53	Ding Zhiyuan	Jizhou Zhongyi FRP Co., Ltd.	Head of Department	0318-8612721	dzyfrp@163.com
54	Meng Zhong	Changchun Jida Chemical Co., Ltd.	Chairman	0431-85182095	weixlmz@sina.com
55	Yuan Zhenwei	School of Chemical Engineering and Energy Zhengzhou University		0371-63887306	yuanzw@zzu.edu.com

56	Wu Fengzhang	Wenzhou Weiguang Pump Valve Manufacturing Co., Ltd.			Wufengzhang1984@163.com
57	Du Mingyan	Jilin Sitong Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	Chief Engineer/Engineer	0432-3451371 0432-3058168	Du_mingyan@126.com
58	Yu Qun	Sinopec Nanjing Design Institute	Head of Equipment Department/Senior Engineer	025-57791195	Sbs-yq@home.midi.com
59	Bai Junxiang	The Fourth Research and Design Institute of Nuclear Industry	Engineer in charge/Senior Engineer	0311-85912466	baijx@c-fine.com.cn
60	Huang Qinyun	Zhejiang Baitong Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	General Manager/Engineer	0577-86367779	yebaitong@chinabaitong.com
61	Zhao Demin	Liaoyang Chemical Engineering Machinery Co.,Ltd.	QA Engineer/Engineer	0419-3132328	liutongerz@163.com
62	Zhang Zhaoling	Shanghai Tianlaiee Environmental Engineering Co., Ltd.	General Manager/Senior Engineer	021-50281812	
63	Wang Baozhu	Qingdao Jialian Chemical New Materials Co.,Ltd.	General Manager/Senior Engineer	0532-86102156	Wbaozhu0911@163.com
64	Fu Xinlan	Hao Hua Zhongyi GFRP Co., Ltd.	Head of Design Institute/Senior Engineer	0311-83826217	Zy_sjs@126.com
65	Chang Zhizhong	Chengdu Haizhi Anticorrosion Engineering Co., Ltd	General Manager/Senior Engineer		
66	Wang Jiaqi	Zhejiang Shuangyu Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	Chief Engineer/Senior Engineer	0577-89612229	wzshwayu@wz.zj.cn
67	Liu Dongmei	Shanghai Zhengchen Anticorrosion Technology Co., Ltd.	Deputy Chief Engineer/Senior Engineer	021-50328598	ldmiii@sina.com
68	Li Defu	General Research Institute for Nonferrous Metals		010-62012579	lidf@grinm.com.cn

69	Hou Baorong	Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences	Member of the Chinese Academy of Engineering		
70	He Xiaoqin	China Haohua Chemical Group	Vice General Manager		
71	Wei Wuji	Nanjing University of Technology, College of Environment	Professor/Jiusan Society		
72	Zhang Xinchao	Henan New Era Corrosion Insulation Engineering Co., Ltd.	Chairman		
73	Zhang Jingyuan	Dacang Pipe Anticorrosion & Thermal Insulation Equipment Co., Ltd.	Chairman		
74	Chen Hengfu	Dalian Zhenbang Fluorocarbon Paint Stock Co., Ltd	Chairman		
75	Sun Zhaoer	Ningbo Yuhua Electric Appliance Co., Ltd.	Chairman/Economist		
76	Wu Chengmin	Shandong Kaitai Group	Vice General Manager		
77	Wang Zhenzhou	Zhonghao Changyuan Anticorrosion Co., Ltd.	General Manager/Senior Engineer		
78	Zhang Yingwu	Jizhou Zhongyi FRP Co., Ltd	Chairman/Engineer		
79	Zhang Jun	Superchem Surface Chemistry Co., Ltd.	Chief Engineer		
80	Sun Xiner	Zhejiang Xinda Plastic Pipe Co., Ltd.	General Manager		
81	Zhang Weidong	Sichuan Ruida Anticorrosion Engineering Co., Ltd.	General Manager/Engineer		
82	Di Jianjun	Beijing BSS corrosion Protection Industry Co., Ltd	Chairman and GM		
83	Li Zhensheng	Nam Sok Building Material Products (Shenzhen) Co., Ltd.	General Manager		

84	Xiao Shimeng	Tianhua Institute of Chemical Machinery & Automation Co., Ltd.	Dean & Chief Engineer		
85	Zhu Feng	Xuzhou Huadong Anticorrosion Installing Engineering Co., Ltd.	Chairman		
86	Feng Shengjun	Nantong Sunshine Graphite Equipment Technology (Group) Co.,Ltd.,	Chairman		
87	Mei Jianyun	Dengdu Land Technology Development Co., Ltd	General Manager		
88	Yan Weihua	Magang Industry Development Co.,Ltd.	General Manager		
89	Wang Hongtai	Beijing Ruichen Anticorrosion Project Co., Ltd	General Manager		
90	Dong Xiufeng	Shanghai Anticorrosive Equipment Co., Ltd.	General Manager/Researcher		
91	Hu Tao	CNOOC Energy Technology & Service-Oil Production Services Co., Ltd.	General Manager		
92	Cheng Guanglai	Shanghai Shuangpu Anticorrosion Rubber Lining Co., Ltd.	General Manager/Engineer		
93	Bai Wangrong	Nantong Yang Zi Jiang Graphite Equipment Co.,Ltd.	General Manager/Chief Engineer		
94	Zhang Dahou	MCC Architectural Research Institute	Professor Level Senior Engineer		
95	Jiang Hailong	Tianjin XZB Anticorrosion Engineering Co., Ltd.	General Manager		
96	Yao Bing	Sichuan Renzhi Petrochemical Technology Co., Ltd.	General Manager		
97	Qu Haide	Nantong Haode Anticorrosion Equipment Co., Ltd.	General Manager		
98	Xia Bin	Nantong Xingqiu Graphite Equipment Co.,Ltd.	General Manager		

99	Xu Gencai	Suzhou Tianli Feisuzhipin Co., Ltd.	Chairman		
100	Zhou Tianxi	Tonggang Graphite Equipment Co., Ltd.	Chief Engineer		
101	Jiang Weimin	Jiangyin Changjing Chemical Equipment Co., Ltd.	General Manager		
102		Yuyao Hemudu Qingfa Industry Co., Ltd.	General Manager		
103	Hu Weiming	Zhejiang Weicheng Anticorrosion Engineering Co., Ltd.	General Manager		
104	Wu Xinzhang	Wendeng Hongtong Tubing Co., Ltd	General Manager/Senior Economist		
105	Xu Jianjiang	Zhejiang Huafeng Anticorrosion & Thermal Insulation Engineering Co., Ltd.	General Manager		
106	Zhao Jian	Corrosion Control Research center, CAS Institute of Metal Research	Deputy Director /Professor Level Senior Engineer		
107	Wu Zhigang	Jiashan Sanfang Plastics Co., Ltd.	General Manager		
108	Jiang Bangcheng	Changyuan, Henan Province			
109	Di Jianjun	Beijing BSS Co., Ltd			
110	Shi Guoquan	Anticorrosion Engineering Branch, ZYST Chemicals Co., Ltd.	Chief Engineer/Engineer		
111	Tang Zhihui	AVIC Beijing Institute of Aeronautical Materials	Senior Engineer		
112	Wang Jiaqi	Zhejiang Shuangyu Anticorrosion Equipment Manufacturing Co., Ltd.	Chief Engineer/Engineer		
113	Chang Zhizhong	Chengdu Haizhi Anticorrosion Engineering Co., Ltd.	Chairman/Senior Engineer		

参会人员名单

序号	姓名	工作单位	职务/职称	电话、传真	E-mail
1	侯保荣	中科院海洋研究所	室主任/工程院院士	0532-82880498	brhou@ms.qdio.ac.cn
2	王印海	中国昊华化工（集团）有限公司	总经理/教授级高级工程师	010-58650685	
3	任振铎	中国工业防腐蚀技术协会	会长/教授级高工	010-64945215	renzd@ciata.org.cn
4	宋广澄	上海卡朋罗兰化工设备有限公司	副总裁	021-58992091	qdtscfce@sh163.net
5	姚 建	南通山剑石墨设备有限公司	董事长/高级工程师	0513-85565141	yaosn@163.com
6	李济克	中国工业防腐蚀技术协会	秘书长/教授级高工	010-64945215	Lijike@139.com
7	邸建军	北京碧海舟涂料有限公司	董事长/工程师		djj@bss.com.cn
8	高玉柱	中国广东核电集团中科华核电技术研究院	研究员	010-62501418 转 267	Gao_yuzhu@126.com
9	刘玲莉	中国石油管道研究中心	总工程师/教授级高工	0316-2174533	LLiu@petrochina.com.cn
10	王卫东	洛阳成邦防腐有限公司	总工程师/工程师	0379-65936219	Wangweidong1115@163.com
11	路民旭	北京科技大学腐蚀与防护中心	副主任/教授	010-62334410	Lumx123@sina.com
12	辜志俊	厦门洗霸科技有限公司	董事长/高级工程师	0592-5715886	zhjgu@yeah.net
13	郑卫京	中昊兰州天华化工机械及自动化研究院	总工程师/教授级高工	0931-7311554	zwj@cthkj.com
14	卢绮敏	中国石油规划总院	高级工程师	010-82383072	luqimin@petrochina.com.cn
15	庄锁良	北京乐文科技发展有限责任公司	总经理	010-69348527	zhuangsl@sina.com
16	魏世丞	装甲兵工程学院	副研究员	010-66717144	wsc33333@163.com
17	施国权	四川资阳赛特化工有限公司	总工程师	0832-6122609	123wuhongxia@163.com
18	张政权	上海润馨化学工程技术发展有限公司	总经理	021-50785726	Runxin21@126.com
19	陆士平	上海富晨化工有限公司	高级工程师	021-54484962	Lushiping@fuchem.com
20	陈 嘉	精锐化学（上海）有限公司	技术总监/工程师	021-68184566	chenjia@aigindustries.com.cn

21	余 波	黄石市汇波防腐技术有限公司	总经理/高级工程师	0714-5380630	yubo@huiboff.com
22	张志宇	南京化工学校防腐科技开发工程公司	总经理/副教授	025-57011235	Zhiyu-z@163.com
23	王 靖	海洋化工研究院青岛海建化学有限公司	高级工程师	0532-87906690	juanzim@126.com
24	张庆虎	杭州顺豪橡胶工程有限公司	总经理/教授级高工	0571-88616658	zhangqinghu@sohu.com
25	徐文君	江苏省产品质量监督检验研究院	高级工程师	025-84470221	njxwj@126.com
26	姜海龙	天津市先知邦渗锌金属制品有限公司	总经理/工程师	022-26996579	xqyang@tju.edu.cn
27	张全章	广东中星防腐安装工程有限公司	董事长	0751-8617655	sgzx@zx92.com
28	王 佳	中国海洋大学化学化工学院	教授	0532-66781903	jwang@mail.ouc.edu.cn
29	刘福云	中冶集团建筑研究总院	副总工程师/教授级高工	010-82226068	lfydy@263.com
30	周子鹄	广州秀珀化工有限公司	研发中心主任, 工程师	020-34711818	zzh@supe.com.cn
31	雍兴跃	北京化工大学	教授级高工	010-64413170	xingyy@tjchemtech.com
32	冯圣君	南通三圣石墨设备科技有限公司	董事长/工程师	0513-85170022	manager@ntsssm.com
33	关玉华	阿丽贝(鞍山)塑料防腐设备有限公司	质检部经理/高级工程师	0412-8256604	Gyh9009@sohu.com
34	孟庆文	吉林市利江防腐钢衬玻璃有限公司	总经理	0432-3058695	hlff@hlfb.com
35	郑维桂	上海佑利积水管业有限公司	总经理	021-57392666	youli@youli.com
36	朱孝有	浙江有氟密阀门有限公司	董事长	0577-86879540	Zxy1964@163.com
37	叶伯通	浙江佰通防腐设备有限公司	董事长/工程师	0577-86367779	yebaitong@chinabaitong.com
38	陈寿松	文登鸿通防腐设备有限公司	技术科长/高级工程师	0631-8451253	Htgc180@163.com
39	张俊林	河南九州防腐工程有限公司	董事长/高级工程师	0373-8861738	Fangfu@jiuzhouff.com
40	乔亚玲	中国建筑材料检验认证中心	高级工程师	010-51167661	qyl@ctc.ac.cn
41	王文笔	南塑建材塑胶制品(深圳)有限公司	常务副总经理	0755-84651228	Wang.wb@namsok.com
42	仇晓丰	南通久信石墨科技开发有限公司	总工程师/高级工程师	0513-85667728	Xfnt123@yahoo.com.cn
43	任学宁	化学工业第二设计院	教授级高工	0351-7039100	renxuening@sina.com
44	郭 虎	浙江通球环保管业有限公司	董事长/总经理/高级工程师	0575-87381748	cntongqiu@cntongqiu.com

45	安静波	哈尔滨市乐普实业发展中心	研发中心主任/高级工程师	0451-82267303 0534-5011800	Ropu006@ropu.com.cn Dabo1025@yahoo.com.cn
46	于 杰	海洋化工研究院青岛海建化学有限公司	副总工程师/教授级高工	0532-87906839	jyuie@163.com
47	张 勇	山东齐鲁华信实业有限公司	副经理/工程师	0533-6861362	Zy78581@126.com
48	韩振亭	泰安市前卫石墨设备有限公司	副总经理/高级工程师	0538-8507718	
49	卞直兵	扬州美涂士金陵特种涂料有限公司	总经理/工程师	0514-86804698	Bzb6802888@sina.com.cn
50	过梦飞	东营科特防腐工程有限公司	总经理/工程师	0546-8222911	Kt2000@126.com
51	于永超	大连德美世创防腐防磨材料工程有限公司	执行董事	0411-82558877	Yyc0667@126.com
52	陈国宝	杭州顺豪橡胶工程有限公司	商务部经理/助理工程师	0571-88670771	showercgb@163.com
53	丁智远	冀州市中意复合材料有限公司	部长	0318-8612721	dzyfrp@163.com
54	孟 中	长春吉大化学有限公司	董事长	0431-85182095	weixlmz@sina.com
55	袁振伟	郑州大学化工学院		0371-63887306	yuanzw@zzu.edu.com
56	吴风章	温州伟光泵阀制造有限公司			Wufengzhang1984@163.com
57	杜明彦	吉林市四通防腐设备有限责任公司	总工程师/工程师	0432-3451371 0432-3058168	Du_mingyan@126.com
58	俞 群	中国石化集团南京设计院	设备室主任/高级工程师	025-57791195	Sbs-yq@home.midi.com
59	白俊香	核工业第四研究设计院	主任工程师/高级工程师	0311-85912466	baijx@c-fine.com.cn
60	黄琴云	浙江佰通防腐设备有限公司	总经理/工程师	0577-86367779	yebaitong@chinabaitong.com
61	赵德民	辽阳化工机械厂	质保工程师/工程师	0419-3132328	liutongerz@163.com
62	张兆龄	上海天籁环境工程有限公司	总经理/高级工程师	021-50281812	
63	王宝柱	青岛佳联化工新材料有限公司	总经理/高级工程师	0532-86102156	Wbaozhu0911@163.com
64	付新兰	昊华中意玻璃钢有限公司	设计所所长/高级工程师	0311-83826217	Zy_sjs@126.com
65	常志忠	成都海志防腐有限公司	总经理/高级工程师		
66	王家骐	温州双屿防腐设备有限公司	总工程师/高级工程师	0577-89612229	wzshwayu@wz.zj.cn
67	刘冬梅	上海正臣防腐科技有限公司	副总工程师/高级工程师	021-50328598	ldmiii@sina.com

68	李德福	北京有色金属研究院		010-62012579	lidf@grinm.com.cn
69	侯保荣	中国科学院海洋研究所	中国工程院院士		
70	何小勤	中国昊华化工（集团）总公司	副总经理		
71	魏无际	南京工业大学环境学院	教授/九三学社		
72	张新朝	河南新纪元防腐绝热工程有限公司	董事长		
73	张景远	青岛大仓管道防腐保温器材有限公司	董事长		
74	陈恒富	大连振邦氟涂料股份有限公司	董事长		
75	孙兆儿	宁波市宇华电器有限公司	董事长/经济师		
76	吴成民	山东开泰集团有限公司	副总经理		
77	王振洲	中昊长源防腐有限公司	总经理/高工		
78	张英武	冀州市中意复合材料有限公司	董事长/工程师		
79	张 军	精锐化学（上海）有限公司	总工程师		
80	孙新儿	浙江新大塑料管件有限公司	总经理		
81	童卫东	四川瑞达防腐工程有限公司	总经理/工程师		
82	邸建军	北京碧海舟腐蚀防护工业股份有限公司	董事长兼总经理		
83	李振声	南塑建材塑胶制品（深圳）有限公司	总经理		
84	肖世猛	天华化工机械及自动化研究院	院长兼总工程师		
85	朱 锋	徐州华东防腐安装工程有限公司	董事长		
86	冯圣君	南通三圣石墨设备科技股份有限公司	董事长		
87	梅建云	成都陆迪科技发展有限公司	总经理		
88	晏维华	马钢实业发展有限责任公司	总经理		
89	王洪太	北京瑞晨防腐工程有限公司	总经理		
90	董秀峰	上海市氟峰设备有限公司	总经理/研究员		
91	胡 涛	中海油能源发展股份有限公司上海采油技术服务分公司	总经理		
92	程广来	上海双浦橡胶防腐衬里有限公司	总经理/工程师		

93	白网荣	南通扬子江石墨设备有限公司	总经理/总工程师		
94	张大厚	中冶集团建筑研究总院	教授级高工		
95	姜海龙	天津市先知邦钢铁防腐工程有限公司	总经理		
96	姚 兵	四川仁智石化科技有限责任公司	总经理		
97	瞿海德	通州市好的防腐装备有限公司	总经理		
98	夏 斌	南通星球石墨设备有限公司	总经理		
99	徐根才	苏州贝利氟制品有限公司	董事长		
100	周天锡	东台通港石墨设备有限公司	总工程师		
101	姜伟民	江阴长泾化工设备有限公司	总经理		
102	钱国庆	余姚市河姆渡庆发实业有限公司	总经理		
103	胡伟明	浙江伟诚防腐工程有限公司	总经理		
104	吴新章	文登鸿通管材有限公司	总经理/高级经济师		
105	徐建江	浙江华丰防腐保温工程有限公司	总经理		
106	赵健	中国科学院金属研究所国家金属腐蚀控制工程技术研究中心	副主任/教授级高工		
107	吴志刚	浙江嘉善三方塑胶有限责任公司	总经理		
108	江榜成	河南长垣			
109	邸建军	北京碧海舟有限公司			
110	施国全	资阳赛特化工有限公司防腐工程分公司	总工程师/工程师		
111	汤智慧	中国航空工业第一集团公司北京航空材料研究院	高级工程师		
112	王家骐	温州市双屿防腐设备制造公司	总工程师/工程师		
113	常志忠	成都海志防腐工程有限公司	董事长/高级工程师		