

石油管工程 论文选编

(2001—2005 年)

中国石油天然气集团公司管材研究所 编



石油工业出版社
PETROLEUM INDUSTRY PRESS

石油管工程论文选编

(2001—2005 年)

中国石油天然气集团公司管材研究所 编

石油工业出版社 北京 100011

ISBN 7-202-15206-3

I. 石...

II. 中...

III. 论文—石油工业—管材—文集

IV. TB233-23

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第13328号

石油工业出版社 北京 100011

(北京安定门外安华里三区1号 100011)

网址: www.petropub.cn

总发行部: (010) 64292333 发行部: (010) 64210325

经销: 全国新华书店

印刷: 北京莱茵达印刷有限公司

印刷: 北京莱茵达印刷有限公司

2002年11月第1版 2002年11月第1次印刷

787×1092毫米 1/16 印张: 47.22

字数: 1250千字 印数: 1—1000册

定价: 180.00元

石油工业出版社

北京 100011

内 容 提 要

本书精选了“十五”期间有关石油管工程方面的论文 113 篇,主要包括油井管与管柱力学、输送管与安全评价、腐蚀与防护、石油管质量技术监督和工程技术服务等。

本书适应于从事石油管工程的技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

石油管工程论文选编:2001-2005 年/中国石油天然气集团公司管材研究所编. —北京:石油工业出版社,2005. 11

ISBN 7-5021-5306-3

I. 石…

II. 中…

III. 石油管道-管道工程-文集

IV. TE973-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 135238 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址:www. petropub. cn

总 机:(010)64262233 发行部:(010)64210392

经 销:全国新华书店

排 版:北京乘设伟业科技排版中心

印 刷:北京晨旭印刷厂

2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:47.75

字数:1220 千字 印数:1—1000 册

定价:160.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《石油管工程论文选编(2001—2005年)》

编辑委员会

名誉主任：李鹤林

主任：杨龙

副主任：冯耀荣

委员：(以姓氏笔画为序)

马秋荣 史交齐 只建克 白真权

李记科 刘亚旭 陈宏达 杨析

林凯 赵新伟 秦长毅 贾立仁

韩新利 樊治海 霍春勇

编辑组

组长：冯耀荣

副组长：刘亚旭

成员：惠渊涛 张广利 贺凯 苗健

李为卫

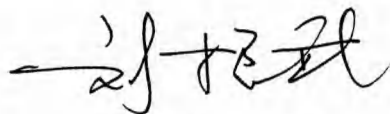
序

管材研究所作为集团公司的直属研究所,是集团在石油管工程技术领域的技术中心和核心科研机构,也是国内唯一从事石油管工程科技工作的权威科研机构,现已形成以提高石油管质量和安全可靠性的油井管工程、油气输送管工程、腐蚀与防护、完整性评价等四大学科,以及科学研究、质量技术监督和技术服务三个层次科技工作相结合的技术创新体系。

管材研究所建所以来,尤其是“十五”期间,在人才培养、资质品牌等各个方面取得了长足发展。形成了一支业务素质高、结构合理、勇于奉献的科技队伍,具备了“国家石油管材质检中心”和“国家特种设备制造许可评审鉴定机构与型式试验机构”等18项国际、国家、石油工业和集团公司的质量、计量、安全、标准和失效分析等重要品牌和资质。在研究开发、质量技术监督和工程技术服务等方面取得了一大批重要成果。管材研究所承担了一大批国家“973”项目、国家自然科学基金项目、国家重大装备研制项目和集团公司重大科研项目,取得了二十余项重大科研成果,为西气东输、陕京二线、X80 管线钢应用工程等重大工程的建设 and 克拉二、罗家寨和苏里格等气田的开发做出了重要贡献,同时在套管钻井等新工艺的采用、钻具失效分析与预防、套管损坏综合防治以及腐蚀与防护方面发挥了重要作用,提高了集团在石油管工程领域的技术水平。

这本论文集精选了管材研究所在“十五”期间公开发表的重要论文,包括油井管与管柱、输送管与管线、质量技术监督和工程技术服务等方面的内容。这些论文是作者围绕“十五”取得的科技成果所做的总结以及在解决重大工程(如西气东输工程)所遇到的关键和难点问题开展研究的结果,内容非常丰富,它适用于从事石油工程,包括储运工程、钻井工程、炼化工程、材料工程等方面的工程技术人员、研究人员和管理人员参考。希望读者共同关心石油管工程的科技工作,共同提高我国石油管工程的科技水平。

适逢管材研究所科学技术大会即将召开之际,预祝管材研究所科学技术大会取得圆满成功!



2005年11月15日

前 言

石油管包括油井管、油气输送管和炼化压力管(压力容器)。石油工业是大量使用石油管的工业。石油管在石油工业中占有很重要的地位。石油管是油气必经的通道,与油气勘探、开发、工程技术服务、储运、炼化等密切相关。石油管用量大、花钱多,仅中国石油天然气集团公司年采购资金约 100 亿元,节约开支、降低成本的潜力巨大。石油管的安全可靠性和使用寿命对石油工业关系重大。例如,套管质量和寿命则直接决定油井寿命,全国油田套管损坏井已达 20000 多口;油气输送管的事故往往是灾难性的,如前苏联乌拉尔山输气管爆裂事故,伤亡 1024 人。

石油管工程是一个围绕保证石油管安全性和使用寿命而形成的系统工程,它致力于研究石油管在不同服役条件下的失效规律、机理及克服失效的途径,主要包括石油管的选材、采购、生产、检验、使用和维护等环节,并以石油管的标准化为龙头,借助油气井工程、材料科学与工程、机械工程、工程力学、腐蚀与防护工程、可靠性工程、信息科学与工程等学科领域的理论和技术,通过科学研究、技术监督、现场使用、科学管理等措施和手段,对石油管进行全寿命周期内的可靠性管理和总体成本控制,以保证石油管使用安全与经济性的高度兼顾和统一。因此,石油管工程的科技工作关系着石油天然气勘探、开发和储运安全顺利进行,关系着集团公司每年一百多亿资金的使用效益。

我所作为集团在石油管工程技术领域的技术中心和核心科研机构,致力于石油管工程学科体系的建立完善和技术水平的提高,是国内唯一从事石油管工程科技工作的权威科研机构,现已形成了石油管工程交叉学科及以提高石油管质量和安全性为目标的油井管工程、油气输送管工程、腐蚀与防护、完整性评价等四大方向,以及科学研究、质量技术监督和技术服务三个层次科技工作相结合的技术创新体系。

“十五”期间,我所在科学研究、质量技术监督和工程技术服务方面得到了跨越式发展,承担了一大批国家“973”项目、国家自然科学基金项目、国家重大装备研制项目和集团公司重大科研项目,取得了二十余项重大科研成果,为西气东输、陕京二线、X80 管线钢应用工程等重大工程的建设 and 克拉二、罗家寨和苏里格等气田的开发做出了重要贡献,同时在套管钻井等新工艺的采用、钻具失效分析与预防、套管损坏综合防治以及腐蚀与防护方面发挥了重要作用,围绕石油管工程

初步形成了一批核心技术,包括高性能油井管和油气输送管的研发、石油管的合理选择和使用、油井管柱和油气输送管的优化设计与验证评价、石油管材及装备的失效分析和预防,以及管道与油井管柱的完整性评价等,全面提升了我所在石油管工程技术领域的核心竞争力。

“十五”期间,我所在研究开发、质量技术监督和工程技术服务等方面取得了一大批重要成果,累计完成国家和部省级科研项目 40 多项,其中 1 项获国家科技进步奖,20 项(次)获部、省级以上科技奖励,申报国家专利 12 项;发表论文 300 余篇,出版论文集 6 部,完成专著 2 部。

“十五”丰硕成果的取得,是集团公司的正确领导和相关单位大力支持的结果,也是全所职工共同努力的结果,经过“十五”的快速发展,我所技术实力显著增强,基础工作进一步夯实,品牌资质显著提升,全体职工团结和谐,经营收入跨越式增长,综合实力明显增强,开创了快速发展的有利局面。借本书出版之际,我代表全所职工对长期关怀支持我所的主管部门、各相关单位表示衷心的感谢!

我们在我所科学技术大会召开之际出版这本论文集,目的是总结和回顾“十五”期间科技工作的成绩和经验,为“十一五”期间继续得到快速发展奠定基础,继续解决石油管工程的技术难题和瓶颈问题,打造石油管工程技术的旗舰,全面提升石油管工程技术水平,实现我所“国内第一、国际一流、实力雄厚、不可替代”的奋斗目标,为集团公司率先建成一流的社会主义现代化企业和具有国际竞争力的跨国企业集团做出积极贡献!

这本论文集精选了我所科技人员在“十五”期间发表的重要科技论文,包括油井管与管柱力学、输送管与管线力学、石油管质量技术监督和工程技术服务等方面的内容。这些论文主要围绕“十五”取得的科技成果的总结以及在解决重大工程(如西气东输工程)所遇到的关键和难点问题开展研究的结果而撰写的,希望对从事相关工作的研究人员、工程技术人员和管理人员有所帮助。

由于我们水平有限,经验不足,加之时间仓促,错误和不妥之处难免,敬请广大读者批评指正。



2005 年 11 月 10 日

目 录

综 述

石油管工程发展的思考	杨龙 冯耀荣 李鹤林(3)
油井管发展动向及若干热点问题	李鹤林(8)
油气井套管技术现状及发展方向	杨龙 宋生印 韩新利等(23)
油气输送钢管的发展动向与展望	李鹤林(31)
管线钢与管线钢管的研究进展及应用基础研究方向	冯耀荣 李鹤林(48)
失效分析的任务、方法及其展望	李鹤林(66)
油气管道失效分析与完整性管理	李鹤林 赵新伟 吉玲康(75)
我国油田套损防治现状及发展方向	林凯 杨龙 史交齐等(87)

油井管与管柱力学

深井、超深井套管特性分析	杨龙 林凯 韩勇等(101)
提高 API 螺纹油管和套管密封性的措施	史交齐 林凯 解学东等(107)
磨损对套管接头拉伸与内压强度的影响	杨龙 高智海 练章华等(111)
套管内壁磨损对其抗内压性能的影响	杨龙 练章华 高智海等(117)
水泥环对套管强度影响的理论和试验研究	林凯 杨龙 史交齐等(121)
套管弯曲条件下连接强度的试验研究	林凯 史交齐 杨龙等(127)
套管抗内压强度试验研究	吕拴录 宋治 韩勇等(132)
套管钻井用套管与地层岩石磨损的试验研究	宋生印 杨龙 林凯等(139)
膨胀套管膨胀心头的结构设计	刘永刚 练章华 赵新伟(144)
膨胀管金属流动行为的计算机模拟研究	刘永刚 练章华 李辉荣等(148)
$\phi 139.7 \times 7.72\text{mm}$ J55 长圆螺纹套管脱扣事故原因分析	吕拴录 韩勇 袁鹏斌等(154)
Failure Analysis of IEU Drill Pipe Wash Out	Lu Shuanlu Feng Yaorong et al(161)
The Analysis on Causes of The Explosion Accident in XY Well	Lu Shuanlu Zhao Kefeng(172)
Analysis of N80 BTC Downhole Tubing Corrosion	Lu Shuanlu Zhang Guozheng et al(187)
钻杆接头水眼结构及其疲劳强度研究	王新虎 韩晓毅 陈宏达(192)
$\phi 158.8\text{mm}$ 钻铤裂纹原因分析	李金凤 吕拴录(197)

钻铤粘扣原因分析及试验研究	邝献任 王炯 吕拴录等(203)
一例斜坡吊卡活门断裂分析	邝献任 胡芳婷 王新虎(209)
Analysis on Causes of 244.5mm - 350t Elevator Fracture	Lu Shuanlu Li Heling(213)
基于小波有限元的钻机井架模态分析	薛继军 杨龙 王新虎(222)

输送管与安全评价

裂纹尖端张开角及在输气管线止裂预测中的应用	冯耀荣 庄茁 庄传晶等(231)
长输管线气体泄漏率的计算方法研究	霍春勇 董玉华 余大涛等(237)
The FEM Simulation and Full - scale Blast Tests for Crack Deceleration in Gas Pipeline	Huo Chunyong Zhuang Zhuo Feng Yaorong(244)
管线钢断裂和疲劳裂纹扩展特性研究	赵新伟 罗金恒 路民旭等(256)
管线断裂控制参量的研究	马秋荣 霍春勇 冯耀荣(263)
高强度管线钢环焊缝强度匹配对管道性能的影响	庄传晶 李云龙 冯耀荣等(272)
Effect of Tensile Specimen Shape Factor on Test Results for High Grade Line Pipe with Heavy Thickness	Ji Linggang Xie Lihua Wang Hongxia et al(277)
Simplified Expression for Estimating Release Rate of Hazardous Gas From a Hole on High - Pressure Pipelines	Luo Jinheng Zheng Maosheng Zhao Xinwei et al(285)
低碳超低碳微合金化管线钢显微组织的研究进展	冯耀荣 柴惠芬 郭生武等(296)
Development of Large Diameter X70 High Toughness HSAW Linepipe for Gas Transmmission	Huo Chunyong Ma Qiurong Li Weiwei et al(302)
X70 管线钢拉伸性能试验研究	霍春勇 杨政 李为卫等(308)
螺旋焊管焊缝噉嘴应力分析方法	赵新伟 罗金恒 路民旭等(314)
油气输送管材料阻力曲线试验研究	庄传晶 冯耀荣 李鹤林等(320)
管线钢 DWTT 方法的建立、应用及发展	陈宏达 霍春勇 冯耀荣等(325)
对影响管材屈服强度的包申格效应试验分析	吉玲康(333)
含缺陷石油管道极限承载能力分析	庄传晶 冯耀荣 李鹤林等(338)
含体积型缺陷管道剩余强度的计算与试验	董保胜 赵新伟 韩晓毅等(343)
$\phi 1016 \times 21\text{mm}$ X70 感应加热弯管煨弯裂纹分析	李金凤 吕拴录(349)
螺旋缝埋弧焊管焊接缺陷对使用性能影响的计算分析	熊庆人 冯耀荣 霍春勇等(353)
油气输送管道疲劳寿命分析及预测	李云龙 庄传晶 冯耀荣等(357)
A Damage Model for Assessing Pipeline Safety in Corrosion Environments	Zhao Xinwei Luo Jinheng Zheng Maosheng et al(362)
The Measurement and Control of Residual Stress in Spiral Sub - merged Arc Welded Pipe	Xiong Qingren Feng Yaorong et al(372)
油气输送用焊接钢管可靠性评估方法	赵新伟 罗金恒 李鹤林等(381)

Welding of 2205 Duplex Stainless Steel Natural Gas Pipeline

..... Li Weiwei Liu Yaxu et al(389)

X80 管线钢焊接工艺参数研究 李为卫 赵新伟 霍春勇等(395)

西气东输管道工程用高强度感应加热弯管的选材研究 刘迎来 李平全(401)

西气东输感应加热弯管工艺参数的研究 余大涛 李为卫 霍春勇等(407)

西气东输管线第三方损伤预测 董保胜 赵新伟 陈宏达等(413)

Fatigue - life Prediction of Defective Pipeline and Verification by Pipe Full - scale Test
..... Luo Jinheng Zhao Xinwei et al(417)

Elastic - Plastic Collapse of 3 - D Damaged Cylindrical Shells Subjected to Uniform External
Pressure Zhao Xinwei Luo Jinheng Zheng Maosheng et al(423)

关于 X80 管线钢管工程应用的几个问题 冯耀荣 庄传晶(435)

油气输送管道失效事故及典型案例 李平全(441)

腐蚀与防护

模拟油田 H₂S/CO₂ 环境中 N80 钢的腐蚀及影响因素研究

..... 白真权 李鹤林 刘道新等(455)

N80 钢 CO₂ 腐蚀产物膜在水/砂两相介质中的磨损性能
..... 林冠发 郑茂盛 白真权等(460)

常压条件下 N80 钢的 CO₂ 腐蚀的电化学特性 樊治海 吕祥鸿 赵国仙等(465)

N80 钢在 CO₂/H₂S 高温高压环境中的腐蚀行为 白真权 任呈强 刘道新(472)

模拟油田 CO₂/H₂S 环境 P110 钢的腐蚀行为研究..... 苗健 白真权 严文等(476)

温度对 P110 钢 CO₂ 腐蚀行为的影响 赵国仙 吕祥鸿 李鹤林等(481)

P110 钢高温高压 CO₂ 腐蚀行为研究 苗健 白真权 赵新伟(486)

P110 钢 CO₂ 腐蚀产物膜的 XPS 分析 林冠发 郑茂盛 李党国等(491)

Structure Characteristics and Wear Property of CO₂ Corrosion Product Scale Formed under
High Temperature and High Pressure Bai Zhenquan Lin Guanfa et al(500)

CO₂ 腐蚀的产物膜及膜中物质交换通道的形成 赵国仙 陈长风 路民旭等(512)

影响碳钢 CO₂ 腐蚀速率因素的研究 赵国仙 严密林 陈长风等(518)

CO₂ 压力对金属腐蚀产物膜形貌结构的影响 林冠发 白真权 赵国仙等(521)

温度对二氧化碳腐蚀产物膜形貌特征的影响 林冠发 白真权 赵新伟等(527)

高温下 CO₂ 腐蚀产物膜的结构特征与磨损性能 林冠发 郑茂盛 白真权等(534)

KO110 与 3Cr110 钢的 CO₂ 腐蚀实验对比研究 梁明华 赵国仙 冯耀荣等(540)

添加 Cr 对碳钢在 CO₂ 水溶液中耐蚀性的影响 赵国仙 陈长风 路民旭(546)

Study on Pulsed Current Cathodic Protection in a Simulated System
..... Yan Milin Qiu Yubing et al(550)

X60 螺旋缝埋弧焊管在湿 H ₂ S 环境中的腐蚀行为	冯耀荣	李铁虎	李国兴等(562)
管道土壤腐蚀速率测试方法	罗金恒	赵新伟	白真权等(567)
高强度感应加热弯管抗氢致开裂试验研究	尹成先	刘伟	冯耀荣等(572)
高强度管线钢应力腐蚀试验研究	尹成先	冯耀荣	霍春勇等(576)
泡沫缓蚀机理研究	万里平	孟英峰	杨龙等(580)
井底多相介质中 S135 钢腐蚀影响因素分析	万里平	孟英峰	杨龙(585)
大庆油田某井油管外壁腐蚀失效分析	严密林	赵国仙	白真权等(592)
阿赛输油管线腐蚀状况调查及分析	罗卫国	赵新伟	白真权等(596)
四(羟甲基)季磷盐:一种新型多功能油田化学助剂	魏斌	严密林	白真权等(601)

质量监督、标准化及驻厂监理

国际标准化与工程适用性	秦长毅(609)		
实施标准化战略,促进“油井管工程”发展	樊治海	方伟	秦长毅等(613)
API 偏梯形螺纹套管三角形上螺纹标记疑点分析	卫尊义	杨力能	高蓉等(624)
PSC 特殊螺纹接头上扣特性研究	解学东	史交齐	申昭熙等(629)
大口径油气输送钢管管径测试技术的探讨研究	李云龙	袁鹏斌	李京川等(636)
大口径厚壁螺旋焊钢管检验应注意的几个问题	袁鹏斌 张永红(640)		
国内焊管离线超声波自动探伤方法及存在的问题分析	朱春鸣	朱建国	袁鹏斌等(645)
油气输送用双面埋弧焊钢管焊缝水柱耦合法自动超声波检测方法探讨	黄磊(649)		
螺旋焊管焊缝缺陷产生及漏检原因分析	王长安	李京川	袁鹏斌(655)
ERW 钢管焊缝轮式探头自动超声波检测方法探讨	黄磊(658)		
焊缝超声波探伤中缺陷性质的评估	黄磊	王长安	牛虎乾(664)
超声平面非聚焦探头的声场特性	黄磊(668)		
西气东输工程用钢管的质量控制	李平全	霍春勇	冯耀荣等(672)
驻厂质量监督与科研相结合确保西气东输管道工程质量和安全	马秋荣	冯耀荣	霍春勇等(681)
规范驻厂质量监督方法,提高驻厂监督质量	马秋荣	冯耀荣	霍春勇(686)
驻厂监造与监造工作管理	陈宏达	董保胜(692)	
输送钢管的质量特性与驻厂监理的全过程控制	李云龙(696)		
西气东输工程用焊管的驻厂监造实践	陈宏达	董保胜(702)	
推行油井管驻厂监造的意义与实践	魏菟	袁鹏斌(705)	
我国 ERW 焊管生产中的问题及改进措施	李记科	李云龙	黄开文等(708)
影响海底管道配重质量的问题及原因分析	刘迟	徐志刚	何涛等(712)

其 他

中油集团科研院所人才资源开发探讨	刘亚旭	梁志栋	翟云莹等(717)
------------------------	-----	-----	-----------

科技成果的直接经济效益计算研究	刘亚旭	田党宏(727)
知识管理——新一轮管理浪潮	梁志栋	贾立仁(736)
BT20 钛合金激光焊接残余应力场及热处理研究	何小东	史交齐 冯耀荣(740)
D406A 高强钢焊接残余应力测试	何小东	张广成 裴怡(744)

综 述

石油管工程发展的思考

杨 龙 冯耀荣 李鹤林

(中国石油天然气集团公司管材研究所 石油管力学和环境行为重点实验室)

摘 要 介绍了石油管工程及其重要意义,论述了石油管工程的发展模式,回顾了石油管工程所取得的重要成果,探索提出了石油管工程的未来发展方向。文章指出,石油管工程在石油工业中占有十分重要的地位和作用,通过二十年的不懈努力,初步形成了石油管工程新学科和独特的石油管工程的发展模式,并在实践中不断发展和完善,通过实施石油管工程,取得了丰硕的成果和显著的效果,实践证明这条思路是正确的。当前我国石油工业进入了一个新的发展时期,石油管工程面临的机遇和挑战并存,只有抓住机遇,应对挑战,不断提升和发展石油管工程核心技术,才能实现建设“国内一流、国际知名、实力雄厚、不可替代”高科技科研和技术服务机构的目标,为集团公司建设具有国际竞争力跨国企业集团做出新的更大的贡献。

关键词 石油管工程 发展模式 研究开发 质量技术监督 工程技术服务

创立于1981年的中国石油天然气集团公司管材研究所,是集团公司的直属研究所,是集团在石油管工程技术领域的技术中心和核心科研机构,主要从事石油管的应用基础研究、技术开发、质量技术监督、标准化技术归口、工程技术服务等。更好地发展石油管工程,使其在集团公司建设具有国际竞争力的跨国企业集团,保障国家能源安全中发挥更大的作用,这是我们面临的光荣而艰巨的任务。本文针对石油管工程发展的若干问题进行探讨。

1 石油管工程及其意义

1.1 石油管在石油工业中的重要地位和作用

石油管包括油井管、油气输送管和炼化压力管等。石油工业是大量使用石油管的工业,石油管在石油工业中的重要地位和作用表现为:(1)用量大、花钱多,仅中国石油天然气集团公司每年石油管的消耗量就达100万吨,花费100亿元人民币左右,节约开支、降低成本的潜力巨大。(2)石油管的失效将导致巨大经济损失和严重后果,其安全可靠性和使用寿命对石油工业关系重大。例如:塔西南柯深1井因套管损坏而导致全井报废,直接经济损失达1亿元;套管质量和寿命则直接决定油气井寿命,仅大庆油田套管损坏井就达7000多口;油气输送管的事故往往是灾难性的,如苏联乌拉尔山输气管爆裂事故,伤亡1024人。(3)石油管的质量和性能对石油工业采用先进工艺和增产增效有着重要影响。一些新技术和新工艺由于受制于石油管的性能而无法推广,如提高钻速是强化钻井、降低成本的关键措施,但长期以来,钻井设计和施工作业顾及钻柱的强度和寿命,致使提高钻速的措施严重受限。另外,一些新的钻井技术,如深井、超深井、大位移井、水平井等,也受制于钻柱的性能,还没有达到很好的效率等。

1.2 石油管工程及其技术意义

石油管工程包括油井管工程、油气输送管工程、炼化压力管道工程等几个分支。石油管工程是一个围绕保证石油管安全可靠性和使用寿命而形成的系统工程,对石油管进行全寿命周期内的可靠性管理与总体成本控制,达到石油管使用安全性与经济性的高度兼顾和统一;石油管工程主要包括石油管的设计验证评价、采购、生产、检验、使用和维护等重要环节;它以石油管的标准化为龙头,借助石油工程、管道工程、材料科学与工程、冶金工程、力学、机械工程、安全科学与工程、信息科学与工程等学科领域的知识和技术,通过科学研究、技术监督、科学管理等措施和手段对石油管生产和使用的全过程进行有效控制,达到最大限度地保障石油管使用中的安全性和寿命,并尽可能地降低工程成本的目的。

石油管工程是一个多学科交叉的边缘学科,属系统工程范畴,主要涉及石油工程、管道工程、材料科学与工程、冶金工程、力学、机械工程、安全工程等;石油管工程主要致力于研究石油管在不同服役条件下的失效规律、机理及克服失效的途径,把相关学科的理论成果和最新技术尽可能地运用于石油管的服役过程,最大限度保障石油管使用中的安全性和寿命,并最有效地降低工程成本;石油管工程主要的技术领域包括石油管的力学行为、石油管的环境行为以及石油管失效的诊断及预测预防。石油管工程的发展方向是石油管系统工程,包括研究开发、质量技术监督、工程技术服务、全寿命周期的科学管理等。一门新的学科——石油管工程学正在形成和发展之中。

2 石油管工程的发展模式

2.1 科学研究、质量技术监督和失效分析“三位一体”的工作模式

石油管的质量和和使用等方面的问题,往往导致严重事故,造成巨大经济损失、社会影响和环境损害。通过对事故原因的分析,失效机理的研究,可以为事故的处理和同类失效事故的预防提供依据。通过大量失效事故的分析研究,可以发现系统性的问题和总结出规律性的原因,提出必须着力解决的深层次课题(失效分析提出课题)。通过对带有倾向性问题系统的研究,可以搞清同类事故的特点、原因、机理与规律,以及预防同类事故再次发生的措施(科学研究找到答案)。科学研究可以得到对某一问题的新认识及解决这一问题的新方法和新技术,研究的结果可以形成新标准、规范或指南,或对原有认识的升华,原有方法的改进,原有技术的完善,原有标准、规范或指南的修改。通过加强质量技术监督(包括标准化)工作,可以有效地防止类似事故的重演(技术监督解决问题)。这就是我所内部运作中的“三位一体”模式。在“三位一体”模式中,失效分析是基础;科学研究是关键,是解决失效分析发现和提出的共性问题的根本途径,同时科研又指导质量技术监督和失效分析工作,从而确保技术监督的有效性,提高失效分析的质量和水平;质量技术监督又是失效分析反馈的继续,是科研成果转化为生产力的重要手段和环节,从而使科研成果都能应用到生产实践中。多年来,我们一直坚持“三位一体”的工作模式,取得了良好的效果。例如我所主持完成的《石油钻铤失效机理及用钢技术研究》科研项目,就是对众多钻铤断裂事故进行失效分析后,找出症结所在,经过科研攻关,拿出解决办法,从根本上解决了国产钻铤的质量问题,加速了钻铤国产化进程,由过去100%依赖

进口转变为国产化率达 90% 以上,每年为国家节约外汇上千万美元。实践业已证明,这一模式是正确的。

2.2 研究开发、质量技术监督与工程技术服务产业统一协调发展

石油管工程既是一门学科,又是一门产业,具有双重性。石油管工程产业主要包括研究开发、质量技术监督和工程技术服务三个方面,其核心和目的是工程技术服务。这就是我所石油管工程发展的新的“三位一体”模式。

研究开发作为石油管工程技术服务产业的重要基础和手段,必须为产业化提供全方位的支持。我们应以体制创新和科技创新为动力,加大研发力度,推动研发形成自主和共有知识产权、具有竞争力和跨越式发展的石油管高新技术服务产业。研究开发的重点和目标为:(1)为集团公司解决石油管工程领域的技术难题,增强我所在集团公司和石油行业的影响力;(2)研究开发新技术、新产品,不断开拓新的技术领域,为石油管工程技术服务产业发展提供技术储备;(3)解决我所现有产业化工作中的难点和重点技术问题,为现有产业化工作提供新技术,提高其竞争力。

质量技术监督作为石油管工程技术服务产业的重要品牌和资质,必须全方位地为产业化服务。随着我国市场经济的发展和科研体制改革的深化,我们的上级主管部门中国石油天然气集团公司已转变为大型国有企业,逐步不再行使原有的行业行政管理职能,我们在石油行业的石油管材质量监督方面的行政监督权力逐渐削弱。为保证我们的权威地位,必须巩固和加强我们在石油管材专业领域已有的特长和优势,实施品牌战略,争取拿到一批国家和国际资质,促进和带动石油管工程技术服务产业的发展。

我所的产业化主要是石油管工程技术服务产业化。我们要以石油管工程及相关业务为主线,利用我们的研发成果、试验检测手段和综合技术,充分发挥人才、设备、资质、技术、地位等整体优势,集中力量大力发展主营业务,同时应适当拓展和延伸技术服务领域,使我所在较短的时间内工程技术服务的质量和水平得到显著提升,达到国内一流、国际知名的要求。

以研究开发为基础和手段,以质量技术监督为品牌资质,以石油管工程技术服务为主要内容,兼营石油管高新技术产品开发与技术服务,这就是我所高科技产业化的模式。上述三个方面是一个统一的整体,只有坚持全面、协调发展,才能实现快速、可持续发展,从而形成良性发展的态势和循环,将我所打造成石油管工程技术领域的旗舰。

3 石油管工程的成果

二十多年来,通过实施石油管工程,使这门新兴学科得到了较大的发展,我所通过与各油田和生产厂的艰苦努力、协同攻关,解决了许多石油工业的重大技术问题和产品质量问题,提高了石油管的安全可靠性和使用寿命,产生了巨大的经济效益和社会效益,反过来又促进了石油管工程技术的发展。我所累计完成国家和部省级科研项目 100 多项,其中 10 项获国家级科技奖励,40 多项(次)获部、省级科技奖励,6 项成果被美国石油学会采纳修改 API 标准,累计完成和审查石油行业标准 50 余项。完成质量监督项目近 3000 项,揭示了一大批产品质量问题,其中严重质量问题数百起,保证了进入油田管材的质量;完成了 40 余条油气长输管线和 20 多个城市天然气管网的驻厂监造,涉及国内厂家 41 家,国外 13 家,累计监造钢管近 300 多