



管道科学研究 论文选集

(1999—2003)

中国石油天然气管道科学研究院 编

石油工业出版社

管道科学研究论文选集

(1999—2003)

中国石油天然气管道科学研究院 编

江苏工业学院图书馆
藏书章

石油工业出版社

内 容 提 要

石油和天然气的管道输是走石油工业发展和能源市场供应的重要环节。围绕油气管道的科学技术在近 20 多年来有了重要发展。中国石油天然气管道科学研究院建院至今 20 年,在管道科技方面有许多值得注意的成果。本文集汇编了该院 1999—2003 年期间,于机构重组、专业变化之后,在管材研究、焊接技术、施工机具、防腐工程、情报信息等专业方面的论文 55 篇,反映了管道科学技术的最新进展。

本文集对有关企业决策者、工程技术人员、高校教师和高年级学生有较高的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

管道科学研究论文选集(1999—2003)/中国石油天然气管道科学研究院编.
北京:石油工业出版社,2004.3
ISBN 7-5021-4581-8

I. 管…

II. 中…

III. 管道工程-1999~2003-文集

IV. TE973-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 011587 号

管道科学研究论文选集(1999—2003)

中国石油天然气管道科学研究院

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排版

印 刷:石油工业出版社印刷厂印刷

2004 年 3 月第 1 版 2004 年 3 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:21.25 插页:2

字数:539 千字 印数:1-1000 册

定价:46.00 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

编委会名单

名誉主任:潘家华

名誉副主任:高泽涛

主任:薛振奎

委员(以姓氏笔画为序):

尹尧筠 白世武 冯 斌 任新民 权忠舆 李维国

杨文玉 陈群尧 张仁泉 侯铜瑞 徐昌学 詹 华

编审组名单

主 编:权忠舆

副主编:白世武

成 员:尹尧筠 冯 斌 徐昌学 陈群尧 马爱萍 关文学

序

石油和天然气的管道输送是石油工业发展与能源市场供应的重要环节。我国的现代油气管道如果从克拉玛依—独山子原油管道建成算起,迄今已有近 50 年的历史了。但是,围绕油气管道的科学技术研究与开发,真正得到重视并形成专业性力量还是近 20 多年的事,1984 年中国石油天然气管道科学研究院的建立就是个重要标志。这 20 年间管道科学研究院迅速成长壮大,其成果累累、人才辈出,在我国油气管道事业的科技进步方面创造了有目共睹的业绩。该院 1994 年和 1999 年先后编纂出版的两本论文选集是其成就的佐证。

现在,第三本《管道科学研究论文选集》即将问世。我作为一个在管道科技战线上奋斗了半个世纪的历史见证人,对此深感欣慰。

应该看到,近五年来管道科学研究院适应形势、与时俱进,有了可喜的变化。在管材、焊接和施工技术方面的成果成为这本文集的重点,是该院新面貌的如实反映,也奉上了管道科技这几个方面很有价值的文献。特作此序表示祝贺!同时以此祝贺管道科学研究院建立 20 周年!

希望今后管道科学研究院在科学与技术的结合上、在科技与经济建设的结合上更进一步,为我国管道事业的持续发展做出更大的贡献。

潘家华
2004年2月

编者的话

中国石油天然气管道科学研究院自 1984 年 3 月 15 日正式成立,至今将是 20 周年了。而经过 1999 年中国石油天然气集团公司的重组、2000 年中国石油天然气集团公司管道局科研机构的划转整合,在管道科学研究院的发展历程中又立下了一个重要的里程碑。最近这五年的历史以其特殊意义使之非常值得关注。我院近五年中历经变革,但经全院上下艰苦努力、团结奋进,不但使管道科学研究院的地位和声誉得到了保持,而且以崭新的面貌伫立于管道行业之中,正朝着管道工程研发中心和新技术推广中心大步迈进,我院在科研和技术服务方面的成果有了前所未有的收获。为了总结近五年来科学研究、技术开发、新技术推广与技术服务的累累硕果,也为了更广泛深入地向社会展示我院的技术水平与实力,特编辑出版了这本 1999 年至 2003 年的科学技术论文选集。

此前在 1994 年 10 月和 1999 年 11 月我们已经编纂出版过两本论文选集。反映出了我院当时的专业特点和成就。这本选集所收录的是从 1999 年后完成的近 100 篇论文当中遴选出来的文章,基本涵盖了现在我院科技活动的各个方面。第三本论文选集作为以前两本的姊妹篇,在专业领域方面力求显示我院这五年的巨大变化和进步。

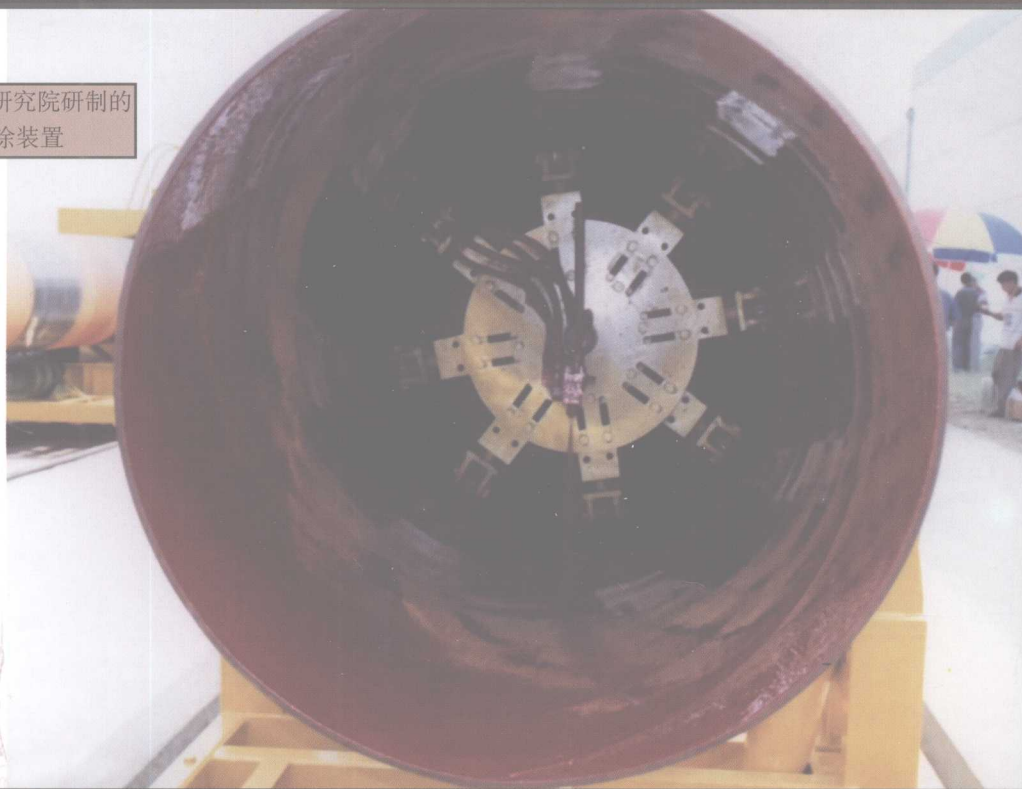
这次收录的文章有不少曾在各种期刊或会议上公开发表过,但均按现在的要求做了必要的修改与调整。

本文集的出版获得了中国石油天然气管道局领导和职能部门的大力支持,获得了石油工业出版社的鼎力帮助,在此深表感谢!

本文集在编委会领导下由编审组集体完成编纂。由于水平所限,可能有错漏不当之处,切望读者指正。

2004 年 1 月

中国石油天然气管道科学研究院研制的
钢制管道减阻内涂层的喷涂装置



中国石油天然气管道科学研究院建成的
煤焦油瓷漆外缠带涂敷作业线

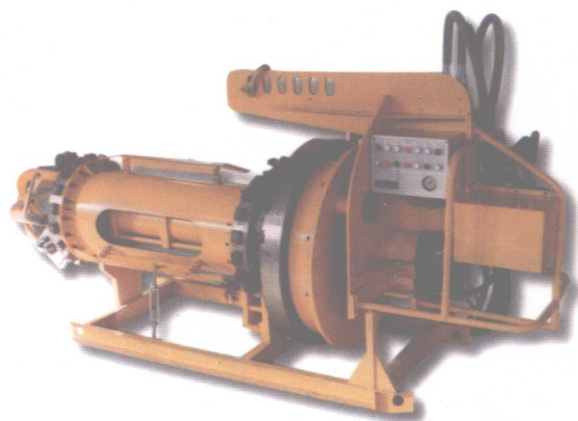


PPC3640 型管道气动内对口器

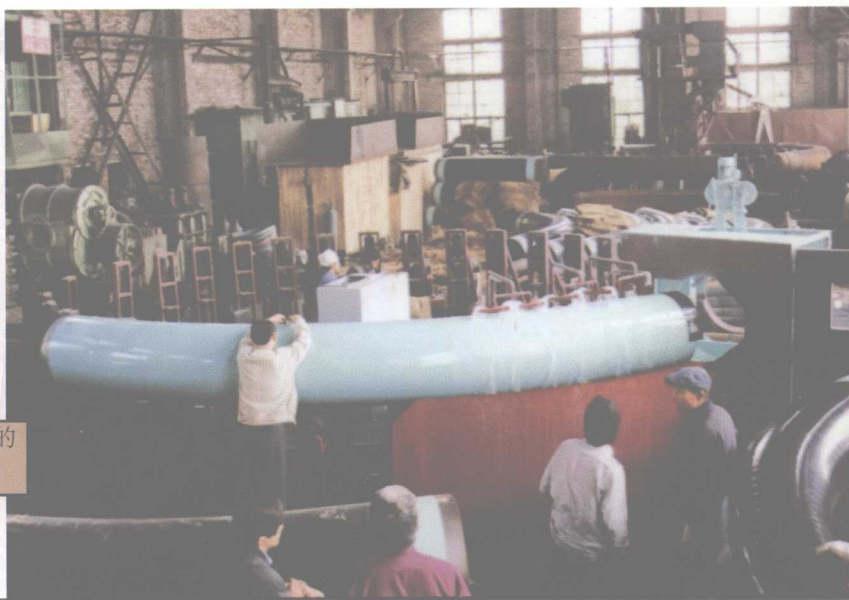


PPC3640 型管道气动内对口器在工程应用中

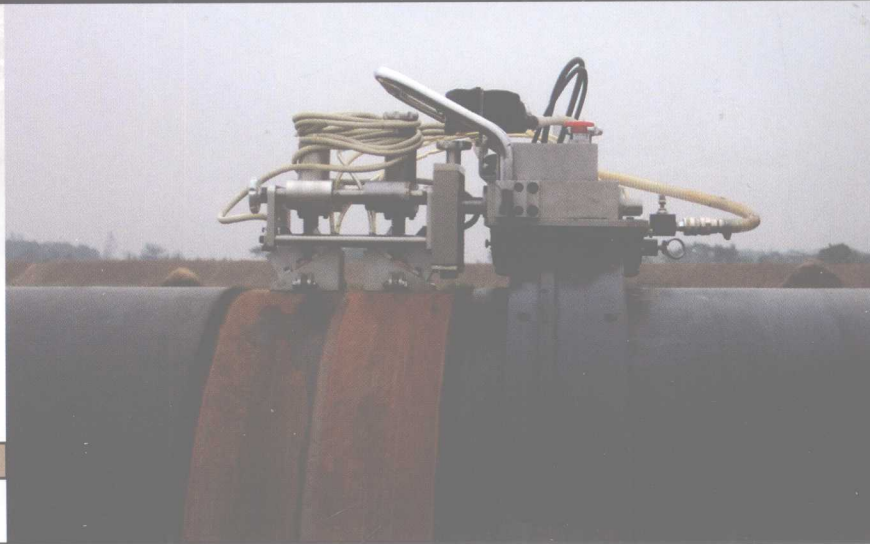
PFM3640 型管端坡口整型机



中国石油天然气管道科学研究院研制建成的
钢制弯管防腐作业线

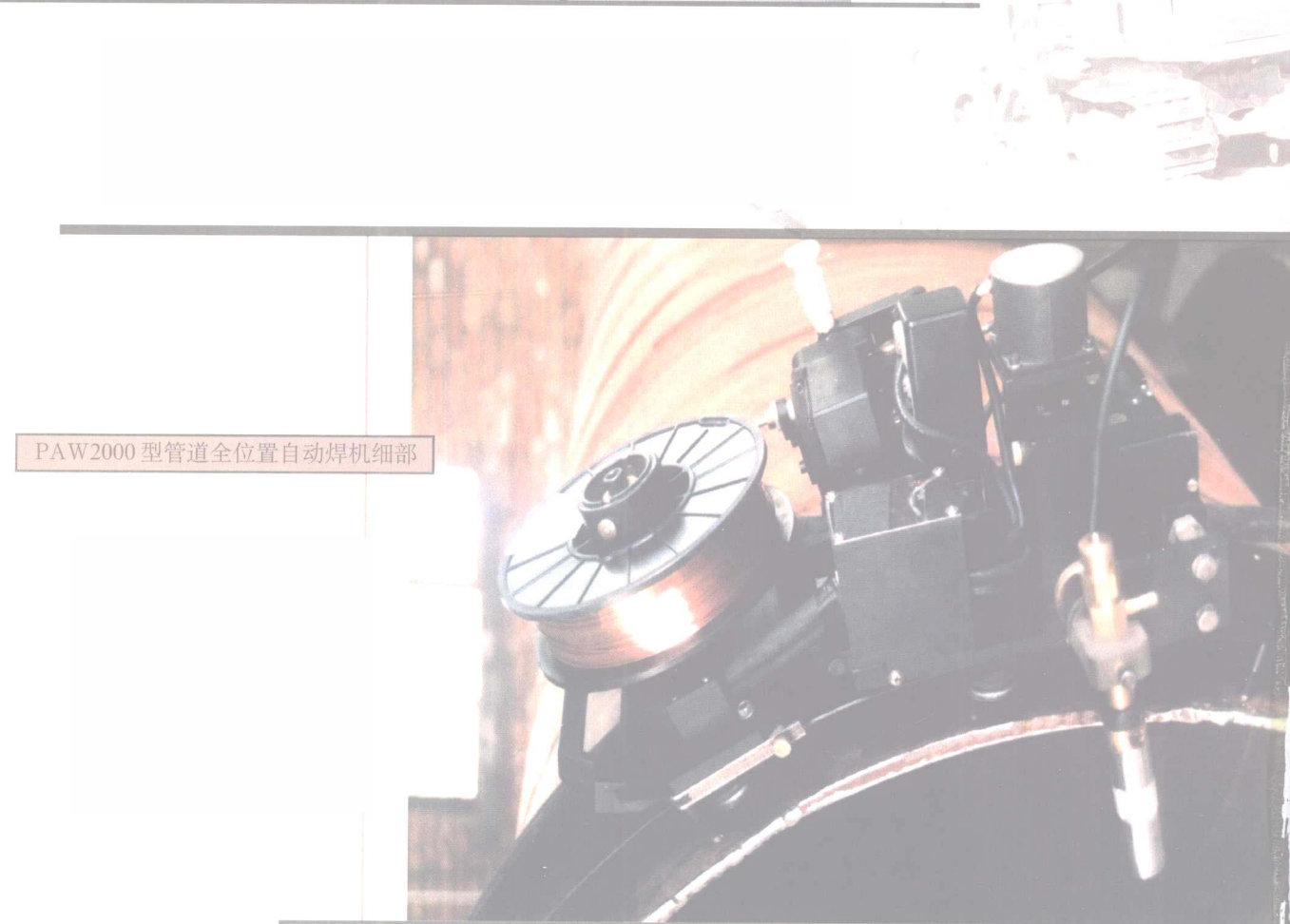


管道对接环焊缝全自动相控阵超声波检测仪





PAW2000 型管道全位置自动焊机全貌



PAW2000 型管道全位置自动焊机细部

目 录

油气管道工程技术创新体系的建立.....	薛振奎(1)
我国油气管道技术综述.....	薛振奎 刘方明 杨天冰(8)
对我国能源现状及未来发展的几点思考	詹 华 姚仕洪(15)
西气东输工程管材技术条件研究	冯 斌 王茂棠 肖利明(22)
组合载荷作用下腐蚀管道的剩余强度评估	冯 斌(33)
管线钢抗氢致裂纹性能的检验	肖利明 范向红 程学兰 刘 宇 张明旭(38)
改进管材采购方式降低管道建设投资	舒 霞(44)
国内外油气管道焊接施工现状与展望	薛振奎 隋永莉(51)
长输管道焊接施工工艺	隋永莉 薛振奎 黄福祥 杨天冰(57)
厚壁、大口径 X70 钢管的焊接接头形式设计	隋永莉 黄福祥 冯大勇 王福柱(61)
高效焊接与管道施工	梁君直 闫 政(65)
非旋转管道环焊缝自动化焊接技术及设备研究	曾惠林 闫 政(70)
可编程逻辑器件(CPLD)在 PAW2000 管道全位置自动焊机中的应用	陈 江 闫 政(75)
PAW2000 管道全位置自动焊机的研制及应用.....	陈朋超 闫 政 梁君直(82)
关于管道内焊机的应用探讨	张 锋(94)
STT 型逆变焊机在“西气东输”管道工程中的应用	隋永莉 赵海鸿 尹长华 周俊红 刘 飞 郭 锐(99)
无损检测新技术——相控阵超声检测.....	白世武(103)
闪光焊接技术的发展及在管道建设中的应用.....	夏 欣 韩翔宇(110)
大口径管道管端坡口整形机.....	张 锋 梁君直(117)
管道气动内对口器.....	曾惠林 闫 政(122)
大胀力间隙可调式管道气动内对口器.....	詹 华 黄福祥 李长汇(127)
美国林肯 DC—400(CC/CV 模式)直流焊机的故障检修	尹长华 赵海鸿 吕向阳(133)
米勒 XMT304 逆变焊机故障检修	尹长华 项 阳(139)
埋地钢质管道新型三层 PE 防腐层结构设计研究	陈群尧 王善学 李建忠(143)
两种优良管道涂层系统的评价与发展.....	张柏松(153)
煤焦油瓷漆的热性能、流变性能研究	徐昌学(157)
煤焦油瓷漆烟气分析及处理研究.....	徐昌学(168)
煤焦油瓷漆及其在现代环境下的应用.....	夏炜东 赵正友(178)
煤焦油瓷漆外缠带的质量控制.....	冉隆雪(183)
埋地钢质管道外防腐状况检测与评价.....	韩钟琴(187)
并行敷设旧管道的防腐蚀维护问题探讨.....	李红旗(191)
埋地管道阴极保护评价准则分析与探讨.....	李建忠(195)
防腐层局部剥离对埋地管道的危害及其预防.....	程学兰 肖利明 石荣满(200)

影响钢质管道 3PE 防腐层性能的因素分析	石荣满	刘书国(204)
密封性试验方法在补口技术比选中的应用	刘文军	(210)
液体高强无溶剂环氧涂料的研制	白树彬 李 杰	李建忠(217)
无溶剂环氧石油沥青重防腐涂料研究	李 杰 陈群尧 李红旗 董 彬	王善学(222)
丙烯酸聚氨酯涂料研制	董 彬 尹 谦	李建忠(226)
热涂聚乙烯粉末防腐覆盖层技术探讨	陈群尧 张 彦 郭荣荣	张国权(231)
双层环氧粉末涂层技术在钢质弯头防腐上的应用	张 瑛 侯铜瑞	张庆书(236)
钢质热煨弯头双层环氧粉末涂层在涂敷过程中的质量控制	孙丽华 田艳玲 邢战刚 赵 辉	(241)
大口径天然气管道内涂层涂敷作业线研究	焦如义 张 瑛 杜宝银 刘全利 韩利华 孙丽华 夏 欣 詹 华	(246)
中油科新公司管输及油田化学添加剂的开发与应用	李锦昕 孙怡文 赵 帆 尹国栋 沈嘉良	(254)
高浓度粉末分散型降凝剂的研制及评价	赵 帆 李锦昕 孙怡文 沈嘉良 党金平	(258)
均匀设计在减阻剂合成研究中的应用	尹国栋	(262)
聚合物减阻率与分子量的关系研究	尹国栋	(265)
PLC 在大口径中频加热弯管机控制系统中的应用	刘全利	(269)
涠 11-4 油田中控系统	刘全利	梁一彪(273)
TDCS 技术在输油生产中的应用	孙永劫	(278)
一个基于 C/S 模式的智能化房产管理信息系统	詹春秋	(283)
小型定向钻穿越技术及装备应用研究	孙玉高	刘小利(290)
钢质管道非开挖顶管技术及装备	刘小利 焦如义 孙玉高 杜宝银	(295)
浅谈几项海洋管道施工技术及其装备	邢战刚 田艳玲 孙丽华	李锋辉(304)
大口径管道山区运管方式探讨	田艳玲 孙丽华 邢战刚	李峰辉(316)
加热炉状态分析与对策——“预知”维修策略推介	尹尧筠	尹晔昕(325)

油气管道工程技术创新体系的建立

薛振奎

1 绪论

1.1 国家的科技进步与科技创新体系

(1)随着“知识经济”、“信息化”时代化的来临,科技、教育、人才日益成为一个国家经济竞争力和综合力的核心要素。我国自改革开放以来,党和政府一直给予科技、教育、人才以特别的关注,大力提倡发展科技、教育事业,尊重知识、尊重人才,号召并采取有力措施加强我国的科技创新,并已经取得了积极成效。九届人大四次会议通过的《“十五”计划纲要》,再次对我国的科技、教育和人才事业给予了充分的关注,并以国家意志的方式规定了未来五年我国推进科技进步和创新的战略目标及政策。《“十五”计划纲要》指出:“科技进步与创新是增强综合国力的决定因素,经济发展和结构调整必须依靠体制创新和科技创新。”

《“十五”计划纲要》提出的战略对策和战略目标是:“要面向经济建设,围绕结构调整,按照有所为、有所不为的方针,总体跟进、重点突破,发展高科技,实现产业化,提高科技持续创新能力,实现技术跨越式发展。力争在主要领域紧跟世界先进水平,缩小差距;在有相对优势的部分领域,达到世界先进水平;在局部可跨越领域,实现突破。”

(2)国家创新体系推动产业技术发展。我国的发展正处在一个更加开放、竞争更加激烈的国际环境中,面临的是经济全球化和科技飞速发展的形势,必须把坚持创新,走自立创新之路摆在我们发展中最重要位置。创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力。1997年OECD《国家创新系统》报告指出:“创新是不同主体和机构间复杂的互相作用的结果。技术变革并不以一个完美的线性方式出现,而是系统内部各要素之间的互相作用和反馈的结果。这一系统的核心是企业,是企业组织生产和创新,获取外部知识的方式。外部知识的主要来源则是别的企业、公共或私有的研究机构、大学和中介组织。”因此,我们今天提出的自主创新,其内涵和要求远远超出了过去对创新的理解。今天开展的创新是将社会上各种微观的、单一的创新活动上升为“国家工程”,形成整体合力。创新必须依赖于强大的科技支撑但不局限于科学技术领域,它是涉及方方面面的社会机制,科研机构、高等院校、企业、政府部门都成为创新链中的一部分,目标是建立一个国家新体系。

(3)国家创新体系重在解决“系统失效”和“市场失效”。

科技发展中的“市场失效”主要表现为:一些重要的、长远的研究开发项目和基础性的、公益性的研究开发项目很难吸引企业投资。同时,由于短期利益的影响,一些企业也不愿意增加研究开发投入。但是,创新离不开公共知识和基础研究,也离不开应用研究。没有基础研究,创新就会成为无水之源。世界上像激光、半导体等的发现都是基础科学的结果。因此,政府必须保证对基础性、长远性和公益性研究开发的投入,常常需要在税收、补贴等方面采取激励措

施;为避免“市场失效”的扭曲作用,需要健全科技法则和加强政府的导向作用。“系统失效”主要表现为系统内部各角色之间的互相联系和合作较差。各政府部门间的面向创新体系的各种努力缺乏协调,政府研究机构的基础研究和企业的应用研究、技术开发之间不匹配,技术转移机构的作用发挥不好,企业的信息获取和技术吸收能力较差等。为此,必须加强整个创新系统内的互相作用和联系的网络,促进创新网络建设和企业吸收能力。

(4)建立系统而功能强劲的创新政策体系。国家创新政策,旨在推动和促进国家创新体系的建设,塑造国家创新机制,为国家的产业技术进步能力提供动力和后劲。产业创新政策,旨在推进和促进企业创新机制,培养国民的产业技术进步能力。企业创新政策,旨在推动和促进企业创新体系的建设、塑造企业创新机制,培养企业的技术进步能力。企业创新政策的主要功能是通过刺激和提高企业技术创新的积极性,推动企业的观念、制度、技术、产品、市场和管理创新,从而塑造产业技术进步的微观基础。

1.2 我国科技进步的总体态势

1.2.1 科技人力资源及配置情况

近年来,全国科技人力资源逐年有所增长,特别是企业科技队伍有较大发展。到20世纪末,国有企事业单位共有各类专业技术人员2143.1万人,从事科技活动人员271万人,其中,科学家和工程师150万人。按照国际惯例,折合为全时工作当量R&D(研究与开发)人员为75.52万人。全国共有县级以上国有独立研究开发机构、高等院校办科研机构、大中小型工业企业办科研机构19918个。其分布情况是:独立科研单位7558个,占全国科技机构总数的33.5%;设在大中小型工业企业的有11142个,占49.5%;设在高等院校的有3343个,占14.8%。

1.2.2 科技经费投入情况

到20世纪末,全国科技活动经费年支出总额为1284.9亿元,其中R&D经费支出678.91亿元,占R&D的比重为0.83%。从全国科技经费的来源渠道来看,政府资金、企业资金、银行贷款、其他来源占科技经费筹集总额的比重分别为27.43%、31.21%、13.26%和28.1%。企业科技经费增长较快,将成为科技经费来源的“第一渠道”,这表明我国科技投入机制加快了向企业为主体的转化。需要指出的是,虽然科技经费逐年有所增长,但仍明显滞后于经济增长,R&D经费与R&D的比例一直在徘徊中有所下滑。

(1)专利:我国专利申请和授权量呈上升趋势,但近几年增幅明显减少,特别是发明专利和实用新型专利增长缓慢,甚至出现过负增长,而且发明专利比例偏低。以1999年为例,全国共受理国内外专利申请134239件,授权专利100156件。其中,实用新型专利57492件,外观设计专利40053件,发明专利36694件。发明、实用新型和外观设计专利申请分别占专利申请总数的27.3%、42.8%和29.8%。

(2)科技论文:我国发表的科技论文数量稳中有升,但总体质量和水平有待提高。国际间用来对比的“科技论文数”,通常是指被国际权威检索工具《SCI(科技引文索引)》、《ISTP(科学技术会议索引)》和《EI(工程索引)》收录的科技论文总数。按以上三种索引工具数据统计,1997年,我国科技人员在国际上共发表论文35311篇,位居世界第九位;按照反映工程科学技

术研究水平的《EI》收录的论文数计算,发表论文 12638 篇,居世界第四位,仅次于美国、日本和英国。总的来说,我国在影响因素高的国际学术期刊上发表的论文太少,论文的影响力还比较小。1998 年,国内科技期刊上共发表论文 133341 篇。

(3)科技成果:近年来,全国重大科技成果数量稳定在 3 万项左右。但是,获国家级奖励成果及高等级奖励成果总量有所减少,整体水平相对降低(表 1)。

表 1 全国重大科学技术研究成果和国家科技奖励数 (单位:项)

年份	重大科学技术成果	获国家发明奖	获国家科技进步奖
1995	31006	131	607
1996	31009	111	536
1997	30566	100	475
1998	28584	72	471
1999	31060	69	476

从以上数据可以明显看出,我国重大科技成果整体水平呈下降趋势,特别是基础性研究领域的重大理论建树和科学前沿的突破比较少见。

1.3 我国科研模式的转变

从科研投入(人力和经费)看,几乎所有发达国家科技投入的共同规律是:

(1)科技人力资源的配置是企业主导型的:从事 R&D 活动的科学家和工程师主要集中在企业,集中度均超过 50%。

(2)R&D 经费也是企业主导型的:发达国家和一些新兴工业化国家企业投入的 R&D 经费,所占比例一般都在 50% 以上。

以美国作为发达国家的代表,韩国作为新兴工业化国家的代表,就科研模式的特征与中国进行比较(表 2):

表 2 科研模式特征的国际比较

	发达国家	新兴工业化国家	中国
科技人力资源分布	企业主导型	企业主导型	政府主导型
R&D 经费来源	企业主导型	企业主导型	政府主导型
R&D 与 GDP 的比例, %	2.7~3.0	1.8~2.0	0.6~0.8
企业 R&D 经费占销售收入的比例	3% 以上	约 3%	约 1%
科技人员年人均费用	15×10 ⁴ 美元	(5~9)×10 ⁴ 美元	4×10 ⁴ 元人民币
基础研究、应用研究与实验发展经费比	1:2:5	1:2:4	1:5:9

由此可看出我国科研模式改革的方向和目标是:

(1)加速科技人力资源由政府研究机构向企业的流动,尤其是向国有大中型企业的流动。同时,深化科研院所的体制改革,鼓励和引导一大批科研院所直接进入大中型企业或企业集团。

(2)改善企业特别是国有企业的运行机制和运行环境,实现 R&D 经费来源向企业主导型转变。

2 油气管道工程技术创新体系

2.1 创新体系的特征

创新体系的建立是企业发展战略的组成部分,是带有全局性的或决定全局在技术创新领域内的重大谋划,其特征如下:

(1)全局性:企业技术创新体系将会对企业整体竞争能力产生重大影响,对企业发展前途起到决定性的作用。

(2)长期性:企业技术创新体系不仅影响企业近期效益,而且对长期竞争力、效益产生深远影响。创新本身就是长期和连续不断的。

(3)层次性:企业技术创新体系不仅要从战略思想、基本框架方面做出总体策划,而且要对构成体系的方方面面做出规划。

(4)风险性:企业技术创新的长期性和连续性、未来市场的不确定因素决定了技术创新体系面临的环境是变化的,潜伏战略失误的可能。而全局性的特征则会使战略失误的损失放大,因此,技术创新体系存在较大的风险性。

2.2 创新的战略思想

创新是企业发展的不竭动力,科技创新则是核心动力源。经过 30 多年的建设和发展,中国石油天然气管道局已成长为具有相当实力的管道工程专业化集团公司,具备承担国内外大型重点施工项目的的能力。但是,随着国内外管道工程建设市场的发展变化,工程建设项目的技术含量越来越高;同行业专业化公司的成长壮大,行业竞争越来越激烈。如果我们仅保持现有水平,无异于在竞争场上的退让。因此,我们欲建设成为“国内最强,国际知名”的专业化集团公司,务必高度重视“核动力”的培植,把科技创新置于战略地位。建设成长型专业化集团公司,瞄准管道专业技术,拓展领域,多元化经营,稳步发展。

2.3 创新实施要点

(1)信息搜索:针对国内外同行业及关联方面的变化情况,及时进行收集与分析,随时确认自己在同行业中所处的位置、优势和差距。

(2)时机把握:对出现的技术机会、产业机会、市场机会等重大机会进行分析、制定出对策方案。

(3)资源配置:对实施科技创新战略所需要的资金、仪器设备、人力等方面做出规划,确定基本来源和供给方式。

(4)人力资源:对人才引进、培养、使用等做出基本安排,各层次人力、各方面人力进行合理搭配。

(5)运行机制:科技创新体系是“硬件和软件”的组合体,设计并优化运行机制,会使体系发挥最大的效能。

3 技术创新体系实务

3.1 专业领域构架

3.1.1 管道工程

包括油气管道工程设计、咨询、施工、各种介质的管道设计、施工、海洋管道施工;城市燃气管网设计、施工;储油库、场站设计施工。

3.1.2 技术服务

管道及场站的投产、运行管理;在役管道及场站装置的检测、评估、维(抢)修。

3.1.3 管道制品

(1)管道工程材料加工制造,包括钢管、弯管、管件;复合管材、非金属管材及管件;各种防腐、保温材料;各种化学添加剂及化工材料。

(2)管道线路及场站非标设备、装置的加工制造。

(3)管道施工设备、机具的研发及加工制造。

管道工程、技术服务、管道制品三大板块,形成管道专业化集团公司的支柱产业。做强管道工程,做精技术服务,做活管道制品,推进成长型企业发展壮大。

3.2 创新流程框架(图 1)

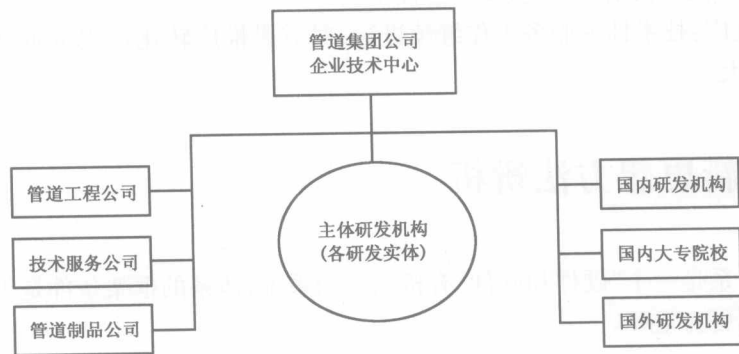


图 1 创新流程框架图

企业是技术创新的主体。管道集团公司筑成自身的主体研发机构,充分发挥资源优势,不断推出新成果,争取做到“人无我有、人有我专、人专我精”,提升企业核心竞争力;同时发挥各板块的技术创新效能,成为主体研发机构的配合和补充力量;利用国内外技术创新资源,开辟合作渠道,可走技术创新捷径。