

管道工程建设技术系列划分方法初探

岳嵩*

(中国石油天然气管道局国内事业部,河北廊坊 065000)

摘要:通过对管道工程建设发展状况、技术现状为背景,以《油气管道输送技术》中对技术系列的划分基础,对管道工程建设技术系列划分方法进行研究,总结了四级分类基础下的 41 项专业领域的核心技术、核心工艺及核心装备,分析、归纳关键技术对管道工程建设发展取得的成效,为管道建设提供技术支撑,也为后续管道工程建设技术的发展提供方向参考。建议后续对中国管道工程建设分类技术进行评价,确定各关键技术在国际和国内同行业(相关行业)的技术地位,在评价结果的基础上,对某些关键技术进行应用和创新,以促进核心技术的更快发展。

关键词:技术系列;管道工程;工程建设;方法

中图分类号:U172.1

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2017)09-0213-05

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2017.09.051

Discussion on classification methods about pipeline engineering construction technology series

YUE Song*

(Domestic Division, China Petroleum Pipeline Engineering Company Limited, Langfang 065000, China)

Abstract: Based on the development situation and technology status of the pipeline engineering construction, the classification methods for pipeline engineering construction technology series are studied by taking the technology series classification methods in "Oil and Gas Pipeline Transportation Technology" as the basis. This paper summarizes key technology, core process and core equipment among 41 items of professional fields on the basis of four grade classification, and also analyzes and summarizes the effectiveness brought by key technologies on the development of pipeline engineering construction. Not only can it provide technical support for the pipeline construction, but also supply with the direction reference for the future development of pipeline engineering construction technology. This paper suggests to evaluate the classification technology of China's pipeline engineering construction in the future in order to confirm the corresponding technology position for each key technology in the same industry (related industry) at home and abroad. On the basis of evaluation results, application and innovation can be carried out on some key technologies, to promote core technologies to develop fast.

Key words: technology series; pipeline engineering; engineering construction; method

中国油气管道建设的发展,至 2013 年底已有 57 年的历史,管道建设历经 4 次建设高潮,尤其是以西气东输一线管道为代表的第三次高潮,使我国天然气输送网络初具规模,“西油东送”网络框架基本形成,在管道工程建设技术上获得了一次质的飞跃。以兰郑长管道、西气东输二线和中亚管道等油气能源战略通道为代表的第四次管道建设高潮,使主干管网进一步完善,形成多气源、主产区、消费地和储气点有效连接的覆盖全国的管线网络,构成了“横跨东西、纵贯南北、覆盖全国、连通海外”的全国油气管网格局^[1-4]。截至 2013 年,全国油气管道总长度达 10.62 万公里,管道工程技术实现了跨越式发展。今后中国油气管道建设将朝着大口径、大流量和立体网络化方向发展,油气管道总里程 2020 年将超过 15 万公里,形成资源多元、调运灵活和供应稳定的全国能源保障系统。管道运输正成为全球经济一体化发展的新方向,中国将成为世界油气管网建设的中心地区之一^[5]。

1 管道工程建设技术系列划分研究

1.1 研究基础

2012 年 12 月,黄维和^[6]在出版的《油气管道输

送技术》论著中,将油气管道技术体系划分为 5 大类,分别为油气输送关键技术、油气储运关键技术、工程建设关键技术、运行维护关键技术和材料装备国产化关键技术。其中将工程建设关键技术按照功能又划分为管道工程建设技术、大型储罐建设技术和地下油气储存设施建设技术。详见图 1。同时对工程设计和工程施工多年来取得的技术成就进行了总结。这为各关键技术进一步细划分类提供了理论依据,也为研究确定管道工程建设技术体系分类奠定了重要的分类基础。

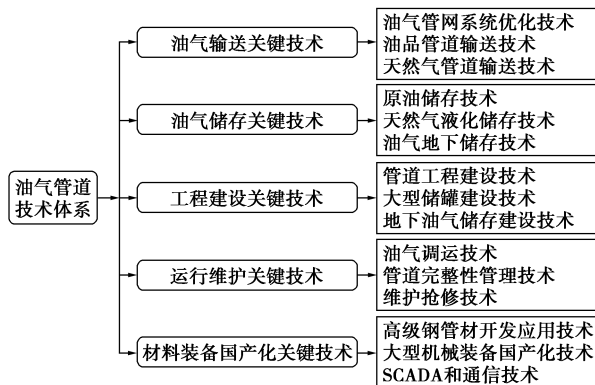


图 1 油气管道技术体系

1.2 研究范围及目的

研究范围:天然气管道(管网)工程、原油管道(管网)工程和成品油管道(管网)工程中的工程设计和工程施工部分。

研究目的:梳理多年来管道建设实践形成的各专业领域的专有技术,总结其核心技术及各技术的核心工艺与装备,分析、归纳各专业领域技术对管道工程建设发展取得的成就,为管道建设提供技术支撑,也为后续管道工程建设技术的发展提供方向参考。

1.3 资料来源

- (1)设计单位和施工单位的相关专有技术报告。
- (2)管道工程科研课题研究结论。
- (3)管道工程项目技术总结报告。
- (4)管道工程技术公开出版物。

2 管道工程建设技术体系分类原则及方法

2.1 分类原则

管道工程建设技术体系分类遵循如下原则。

(1)满足需求:管道工程建设技术体系分类应支持工程建设的业务需求。

(2)层级适中:管道工程建设技术体系层级基于四级分类体系,一级和二级按照管道的构成分类,三级按照管道从属技术专业进行分类,四级分类技术工程设计按照专业划分,施工按照工序划分。

(3)突出重点:管道工程建设技术体系分类突出工程设计和施工过程中的重点和关键应用技术领域,强调核心工艺和装备。

(4)体现专业特点:四级分类技术和核心技术体现专业领域发展技术。

2.2 分类方法

为了准确对管道工程建设相关关键技术进行细化,本文中采取四级分类方法。

(上接第 212 页)

3 结语

通过对离心泵管嘴相连管道合理的配管设计及支吊架布置,设备管嘴受力和力矩可满足相应的规范或离心泵厂家的要求。在管道配管设计中应合理布置管道路由,通过改变管道的走向、增加支撑、改变管道支撑形式和增大整个管系柔性等方法降低离心泵管嘴受力,使管道的各个支撑点的受力分布均衡,最大限度地减少对离心泵管嘴的作用力。因此,配管设计人员在管道布置及应力分析过程中,在保

(1)一级分类:按照管道工程构成划分。

(2)二级分类:线路工程按照施工作业方法不同进行分类,站场不再进行二级分类。

(3)三级分类:三级分类是在细化二级分类的基础上,根据每一项目的特点进行细化,对工程设计和施工技术进行分类。

(4)四级分类:在三级分类的基础上,工程设计按照专业划分,施工按照工序划分总结各项技术的核心技术、核心工艺及装备。

3 管道工程建设技术体系分类结果

管道工程建设技术体系三级分类表见表 1。

表 1 管道工程建设技术体系三级分类表

一级分类技术	二级分类技术	三级分类技术
线路工程	管道线路敷设	线路选线
		线路设计
		机械化施工
		机械化防腐
		数字化检测
		定向钻
		盾构
		顶管
		安全环保技术
		矿山采空区
非开挖穿越工程	特殊地区敷设工程	活动断裂带
		山区、黄土塬敷设
		水网地区和沼泽敷设
		沙漠和戈壁敷设
		冻土敷设
		河流、山涧敷设
		工艺站场
		工艺系统
		站场工艺
		仪表自动化
工艺站场		通信
		安全
		节能
		站场施工

证管道及离心泵安全运行的基础上,可通过改善管道的受力状况,对影响管道受力的各因素进行分析比较,选取合理的解决方案。

参考文献

[1] 江浩.离心泵管道应力浅析[J].化工设计通讯,2014,(6):84-87.

[2] 王晋华,同利平,赵珊珊.离心压缩机组管道优化布置及应力分析计算[J].化工设备与管道,2014,(4):50-52.

[3] 李正国.离心泵管线的应力分析[J].企业技术开发,2014,(16):46-48.

[4] 毛斌,李冬雪.CAESAR II 软件在管道应力具体分析中的应用[J].工业技术,2016,(22):145-145. ■

3.1 一、二级分类技术

根据管道工程站线结合的特点,一级分类技术将管道工程分为线路工程和工艺站场2部分;二级分类技术中线路工程分为管道一般线路敷设、非开挖穿越工程、特殊地区敷工程,类比线路工程,工艺站场二级分类应划分为各站场区域,这种分类方法不适合技术划分,因此工艺站场不再进行二级分类。一、二级分类技术分类结果详见表1。

3.2 三级分类技术

以二级分类形成的专项工程为基础,将各专项工程的工程设计、工程施工分项技术进行如下分类。各技术三级分类详见表1。

(1)一般线路敷设技术划分为线路选线技术、线路设计技术、机械化施工技术、机械化防腐技术和

数字化检测技术。

(2)非开挖穿越工程划分为定向钻技术、盾构技术和顶管技术。

(3)特殊地区敷工程划分为安全环保技术、矿山采空区技术、活动断裂带技术、山区和黄土塬敷工程技术、水网地区和沼泽敷工程技术、沙漠和戈壁敷工程技术、冻土敷工程技术以及河流、山涧敷工程技术。

(4)站场部分划分为工艺系统技术、站场工艺技术、仪表自动化技术、通信技术、安全技术和站场施工技术。

3.3 四级分类技术

以三级分类技术为基础,提炼出各项设计技术和施工技术的核心技术、核心工艺以及在此基础上生产出的装备,详见表2。

表2 管道工程建设技术体系分类表

一~三级分类技术			四级分类技术		
一	二	三	核心技术	核心工艺与装备	
线路工程	管道线路敷设	线路选线	基于地理信息系统及卫星遥感的数字化选线技术	数据库及数据挖掘、信息集成及分析、地理信息系统、卫星遥感及全球定位系统综合应用	
			定量风险评价技术	风险识别、概率分析、高后果分析、风险评判准则	
	线路设计		基于数据库的数字化线路设计技术	数据库、图库、数字管道数据模型,多专业协作	
			基于可靠性的管道设计和评价方法	极限状态设计、概率统计、计算模拟、极限状态方程	
			并行管道敷设计技术	管道失效计算、并行间距确定方法	
	机械化施工		自动焊装备技术	PAW2000 管道全位置外焊机 PAW3000 双焊炬全位置外焊机 PIW 管道内焊机	
			自动焊焊接工艺	X80 及以下管线钢管自动焊焊接工艺 X80 管线钢管半自动焊焊接工艺	
			机械组对技术	大口径管道坡口整形机 气动内对口器 组对间隙自调式内对口器	
			机械化防腐	收缩带机械化补口工艺	环保自动喷砂除锈装置 高功率中频加热装置 数控式红外加热收缩装置
			数字化检测	数字超声检测技术	液态聚氨酯涂料补口技术 成品管防腐 热煨弯管防腐 全自动超声波相控阵检测器 TOFD 超声波检测方法

续表

一~三级分类技术			四级分类技术	
一	二	三	核心技术	核心工艺与装备
非开挖穿越工程	定向钻		激光超声检测装置	激光超声检测装置
			数字射线检测技术	数字射线检测装置及方法
			漏磁检测技术	大口径智能检测器
		盾构	长距离大口径管道定向钻穿越设计与施工技术	穿越地层风险评价、钻具动力分析、钻具组合优化、钻杆寿命评价、对穿技术、泥浆试验配比、定向钻工艺分析与计算
			盾构进出洞的防水设计技术	健康诊断分析
			竖井内管道安装技术	地基加固及止水方案设计
				竖井立管结构及应力分析
				多管安装工艺
		顶管	曲线顶管设计与施工技术	地质分析、顶管结构模型分析及计算
				曲线顶管工艺
特殊地区敷设工程	安全环保技术		水工保护、水土保持	
			矿山采空区	矿山采空区沉陷预测及管道受力分析技术
		活动断裂带	基于应变的通过活动断裂带管道设计技术	应变分析、应变变量、位移控制、应变设计
		山区、黄土塬敷设	山区、黄土塬设计与施工技术	山体隧道内管道安装设计及安装
				山区、黄土塬区域敷设设计与施工工艺
		水网地区和沼泽敷设	水网地区设计与施工技术	稳管设计工艺
				水网地区施工工艺
		沙漠和戈壁敷设	沙漠和戈壁设计与施工技术	管沟开挖及回填工艺
				固沙及防护方法
		冻土敷设	冻土区设计与施工技术	冻胀设计工艺、管沟开挖及回填工艺
	河流、山涧敷设	多管共用管桥设计与施工技术	多工况下的不平衡荷载分析	
		柔性管桥跨越设计与施工技术	风载、清管荷载作用下柔性管桥的动力响应分析方法	
工艺站场	工艺系统		天然气管网工艺系统分析与优化设计技术	管道调峰、失效分析
			具有多处高差起伏管段的顺序输送管道混油特性及控制设计技术	混油模拟计算、复杂地形管道的系统控制优化、界面检测、混油切割和处理
			加热原油和不加热原油顺序输送工艺技术	非稳态热力条件下土壤蓄热量模拟, 差温加热、均温加热和低凝油油尾部分加热的经济性和流动安全性分析
		站场工艺	大型压气站设计技术	等负荷率布站、压缩机组选型、出站温度选择
			多专业三维协同设计技术	数据库整合与兼容
	安全		HAZOP 分析	节点划分、偏差定义
			定量风险评价	失效场景的假设
			SIL 评估技术	风险分析方法的确定
			应力分析技术	模拟参数的确定
	节能		燃气轮机余热利用技术	发电
站场施工		大型设备吊装施工		
		大型机组安装调试技术		
		大体量混凝土基础浇筑技术		

示例1:“线路选线技术”的核心技术为“基于地理信息系统及卫星遥感的数字化选线技术”,主要采用数据库、信息集成、地理信息系统、卫星遥感应用等核心工艺。

示例2:“机械化施工技术”的核心技术之一为“自动焊装备技术”,该技术形成了PAW2000管道全位置外焊机、PAW3000双焊柜全位置外焊机和PIW管道内焊机3台核心装备。

四级分类中,若某项专业技术均适用于天然气管道、原油管道和成品油管道,不再区分,若某项技术在天然气管道、原油管道和成品油管道各不相同,则顺序分列出各项技术。

实例3:“站场工艺”的“工艺系统技术”,天然气管道相关技术为天然气管网工艺系统分析与优化设计技术,原油管道相关技术为加热原油和不加热原油顺序输送工艺技术,成品油管道相关技术为具有多处高差起伏管段的顺序输送管道混油特性及控制设计技术。

4 管道工程建设技术发展取得的成效

4.1 工程设计方面

建立的基于应变设计理念和可靠性分析方法等相关技术为一体的设计标准体系,与综合地理信息系统的数字化线路设计平台与计算机辅助设计多专业站场协同设计平台相融合,优化线路路由,合理避让沿线地质灾害和环境敏感点,解决河流变迁的选址等关键性难题,使得设计成果质量大幅度提升,设计效率提高近65%,设计功效显著,使管道设计水平迈入国际先进行列。

4.2 工程施工方面

(1)以机械化施工为代表的施工方法创新,将焊接功效提高2~4倍,极大地降低了工人的劳动强度,创造了日焊接148道口的施工纪录,一次焊接合格率超过98%,开创了我国管道规模化施工的先河。

(2)自动焊配套装备的自主研制,大大降低了投资,同时保证了油气输送安全。

郑州黄河采用定向钻接力加顶管的复合型穿越形式穿越,以穿越长度7.32 km,管道埋设深度27 m,创造了国内定向钻穿越和顶管穿越工程的历史。

(3)第一次采用盾构技术穿越南京长江三河口,在深度40多米的河床下,克服了软硬交错地质穿越的世界性难题,开凿了长达2 000 m的隧道,创造了大口径管道穿越长江的新纪录。

截至2012年,通过非开挖技术,已成功实现盾构法8次穿越长江、数十次穿越大型江河,累计穿越长度数千米,形成了大口径管道非开挖穿越技术系列,使这项技术在长输管道建设中得到全面推广应用。

5 结论及建议

通过管道施工技术系列划分,初步形成了41项技术系列,涵盖了油气管道工程设计的主要专业和工程施工的关键工序,梳理出7项关键技术,形成了13种核心施工装备,其中多项技术已经成熟应用,表明管道施工技术在为加快油气管道建设步伐发挥了至关重要的作用。随着各项技术的不断应用和创新,在未来油气管道建设高潮中,将发挥主力军的作用,成为未来管道建设的技术支撑。

本文中提出的管道工程建设技术体系划分方法主要是对管道建设的成就进行了初步总结,主要目的是规范管道施工技术体系分类,有目的地开展管道施工核心技术的科研攻关、技术创新提升和与国际先进水平对标。建议在规范管道建设技术分类的基础上,对中国管道工程建设分类技术进行评价,探索一套技术评价体系,对各项核心技术的“技术来源”、“成果水平”及“应用程度”等进行多方面的技术评价。确定各关键技术在国际和国内同行业(相关行业)的技术地位,在评价结果的基础上,对某些关键技术进行应用和创新,以促进核心技术的更快发展。

参考文献

- [1] 张宏志,王丽娟,李可夫.我国油气储运技术发展趋势分析[J].石油科技论坛,2012,(1):1-6.
- [2] 宋承毅.油气储运技术面临的挑战与发展方向[J].石油规划设计,2010,21(3):4-7,18.
- [3] 冯耀荣,陈浩,张劲军.中石油油气管道技术发展展望[J].油气储运,2008,27(3):1-6.
- [4] 宋艾玲,梁光川,王文耀.世界油气管道现状与发展趋势[J].油气储运,2006,25(10):1-6.
- [5] 黄维和.油气管道输送技术[M].北京:石油工业出版社,2012.■