

澳大利亚天然气输送并行管道间距的计算和分析

秦璇 宋代诗雨

中国石油集团工程建设有限公司西南分公司, 四川 成都 610041

摘要:为确定澳大利亚天然气输送管道并行敷设间距,通过分析中国规范与澳大利亚 AS 2885.1《石油天然气管道设计与施工》标准,建立 DNV PHAST 计算管道完全爆炸模型和 AS 2885.1 公式计算瞬间击穿管道模型,对澳大利亚天然气输送管道并行敷设工况进行模拟。模拟结果可知,AS 2885.1 公式计算结果与中国规范规定数值接近,DNV PHAST 完全破损工况为数值最恶劣工况,即管道并行敷设的安全间距要求最大。以得出的两组数据的最大值作为澳大利亚天然气输送管道并行敷设间距。此天然气输送管道并行敷设间距的确定方法可供类似工程借鉴。

关键词:DNV PHAST;安全间距;并行管道

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2019.05.002

Analysis and Calculation of Separate Distance for Parallel Pipelines in Australia

Qin Xuan, Song Daishiyu

China Petroleum Engineering & Construction Corp. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610041, China

Abstract: The methods for determining parallel pipeline spacing are introduced and analyzed in this paper based on domestic standards and Australia standards. The Full Bore model is calculated by DNV PHAST and the Puncture Energy Release Rates model is calculated by AS 2885.1 formula. The working conditions for parallel gas pipeline in Australia are simulated. It is concluded that the results based on AS 2885.1 are close to the national standard. But the results based on DNV PHAST for Full Bore model are the worst. It requests more space for parallel pipeline. The maximum of two sets of data are used for parallel spacing of gas pipeline in Australia. The methods can provide reference for similar projects.

Keywords: DNV PHAST; Separated distance; Parallel pipelines

0 前言

近年来,随着天然气能源需求不断增加,中国天然气管道布局也得到了蓬勃发展。目前中国已形成的天

然气管网横跨东西,纵贯南北。在许多地区,由于受地形、交通、环保等因素的影响,采用了管道并行敷设的形式。但近年世界各国输气管道泄漏造成的爆炸事故时有发生,人们对天然气管道安全输送越来越重视,而英

收稿日期:2019-06-26

基金项目:中国石油与壳牌合作澳洲 Arrow Energy 煤层气上游 FEED 项目(S 2013-016 D)

作者简介:秦璇(1989-),女,四川成都人,工程师,学士,主要从事天然气集输工程设计与项目管理工作。

国在经过大量实验研究后,率先提出了安全距离的定义,规定了管道爆炸对周围建筑物不产生影响的最小距离,这也对天然气输送管道并行敷设间距要求提出了新的思路^[1-4]。

天然气输送管道并行敷设间距由多方面因素决定,主要从地形、交通、环保、热辐射等方面考虑。本文将通过与中国天然气输送管道并行敷设间距相关规范的比较和分析,结合国外标准,运用 DNV PHAST 软件浅析澳大利亚天然气输送管道并行敷设间距的确定。

1 并行天然气管道间距

影响天然气输送管道并行敷设间距的因素很多,但是在确定并行管道间距时,主要需满足两方面的要求,一是满足操作空间,不仅要针对现有地面操作或者施工的空间要求,同时也要满足未来施工的要求,包括但不限于采用爆破法施工时的间距要求。二是满足热辐射要求,当发生紧急事故,如管道破裂、燃烧或爆炸时,冲击波或者热辐射不会对临近管道正常生产运行造成影响。

1.1 满足操作空间

满足操作空间作为确定天然气输送管道并行敷设间距要求,主要是在新建管道施工时,尽量利用现有设施,不对已建管道工程造成影响或者破坏。机械化施工时,合理间距为施工间距,无机械化施工时,合理间距为维抢修间距^[5-7]。在后续可能的施工中,因为有足够的的安全距离,特别是在采用爆破法开挖管沟时,不会对现有管道造成影响。在中国规范 GB 50251-2015《输气管道工程设计规范》第 4.4 节做了具体要求,在石方地段,后建管道采用爆破开挖时,并行距离宜大于 20 m;不受地形、地段限制的并行管道,最小距离不应小于 6 m^[8],根据土壤类别要求的具体管道间距可以参考 SY/T 7365-2017《油气输送管道并行敷设技术规范》表 5.2.3^[9]。

澳大利亚和新西兰联合组建标准技术委员会,形成了 AS/NZS 标准,澳大利亚天然气管道工程设计遵循 AS 2885.1《石油天然气管道设计与施工》(以下简称 AS 2885.1)标准,最新版标准于 2019 年已发布。该标准是基于风险控制的标准,主要功能为指导工程设计人员识别管道设计与施工中潜在的风险和危险,以确保在相应的地方采取必要的控制措施^[10-11]。

AS 2885.1 标准中没有对天然气输送管道并行敷设间距做具体数值要求,而是通过计算管道抗侵蚀的能力,来确定天然气输送管道并行敷设间距。通过对不同类型的挖掘机挖斗对管道造成破孔大小进行分析,结合 AS 2885.1 标准中 Y3 章节瞬间击穿管道模型(Puncture Energy Release Rates)的公式计算,得到天然气输送管道

并行敷设间距^[12]。

1.2 满足热辐射间距

相邻两条或多条并行管道中,当一条管道发生爆炸、燃烧时,会在冲击波或热辐射的影响下,影响其他管道运行,为了避免热辐射或冲击波的影响,并行管道间需要足够的安全距离。

由于天然气易燃、易爆的特性,管道泄漏时一旦遇到火源即有可能引起蒸气云爆炸、火球火灾、喷射火,严重威胁管道运营,同时根据 API 581《基于风险的检验》显示,燃气泄漏发生喷射火事故概率为 0.1,主要以喷射火作为主工况进行分析^[13-14]。

目前,计算热辐射的典型数学模型主要有两种:点源模型(Point Source Model)和固体火焰模型(Solid Flame Model)。点源模型通过将热辐射集中在中心点来计算,也是 API 521《泄压和减压系统》中使用的模型^[15-17]。由于喷射火焰具有长度较长、影响范围较大的特点,在计算时使用固体火焰模型计算^[18],典型的喷射火示意图见图 1。满足热辐射要求造成的管道间距则需要通过 DNV PHAST 软件计算。

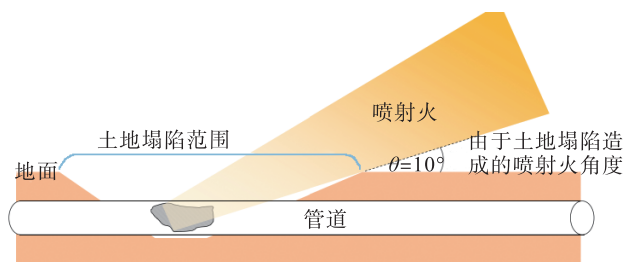


图 1 典型的喷射火示意图

需要注意,基于 DNV PHAST 软件在计算热辐射距离时,管道失效是按照完全爆炸模型(Full Bore)计算,若管道仅为部分穿孔,则考虑瞬间击穿管道模型(Puncture Energy Release Rates)计算。

2 并行管道间距的确定

2.1 管道完全爆炸模型

根据 AS 2885.1 标准规定,确定天然气输送管道并行敷设间距,需要以 4.7 kW/m^2 和 12.6 kW/m^2 作为临界热通量来分别计算热辐射曲线。根据韩国学者 Jo Y D 的研究认为,管道危险距离反应的是在最不利的天气条件下,管道断裂时引起的火灾造成室外个体暴露在热辐射下 30 s 内死亡概率为 1% 所对应的最小距离^[19]。故首先通过 DNV PHAST 软件计算爆炸初 30 s 后的准稳态体积流,再利用计算值来确定点火后的热辐射曲线,这些数据通过 PHAST 软件获得,并作为管道完全爆炸模型的结果。

在建立 PHAST 模型时,根据已知管道的压力、管径,

结合当地风速,按照 10°、20°和 30°泄漏方向分别计算出不同的热辐射距离,同时根据 API 521 计算热辐射公式,计算热辐射距离,将由 PHAST 计算出的敷设曲线中的最大距离与 API 521 计算热辐射公式中的最大距离相比较,取最大值作为管道完全爆炸模型时的管道间距。

API 521 计算热辐射公式^[20]:

$$D = \sqrt{\frac{\tau F Q}{4\pi K}} \quad (1)$$

式中: D 为热辐射距离,m; τ 为热强度传递系数,通常取 1.0; F 为热辐射系数,建议取值 0.25^[12]; Q 为放热量(低热值 LHW)kW,从 HYSYS 等软件中读取; K 为允许热辐射,kW/m²。

2.2 瞬间击穿管道模型

根据 AS 2885.1 标准规定,热辐射计算时还应考虑瞬间击穿管道模型,计算公式:

$$R_{4.7} = 2.1 \sqrt{Q} \quad (2)$$

$$R_{12.6} = 1.25 \sqrt{Q} \quad (3)$$

式中: Q 为释放能量,MJ/s; $R_{12.6}$ 、 $R_{4.7}$ 分别为辐射强度 12.6、4.7 kW/m²时的热辐射,m。

而释放能量计算可以通过式(4)~(6)计算:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} \quad (4)$$

$$m' = 1.1 \times 10^{-3} P_D A \quad (5)$$

$$Q = \frac{m'}{\rho} GHV \quad (6)$$

式中: A 为泄漏孔有效面积,mm²; d 为泄漏孔大小,mm; GHV 为燃气热值,MJ/m³; m' 为质量流量,kg/s; P_D 为设计压力,MPa; ρ 为标准状态下的气体密度,kg/m³。

从式(4)~(6)可以发现,热辐射的影响范围与管道的泄漏孔面积有关,而泄漏孔主要考虑管道被不同类型的挖掘机斗齿破坏,造成大小不一的泄漏孔,主要对常规齿、单虎齿、双虎齿的进行分析。

在计算时,首先根据 AS 2885.1 标准中关于的规定,对比管道抗侵入阻力和判断管道是否发生侵入情况,即 $R_p > BF$ 时,管道不发生侵蚀情况,其中 R_p 为管道抗侵入的阻力,根据式(7)计算, F 为挖掘机铲斗在管道上造成的力,根据式(8)计算, B 为一个综合系数,具体取值见表 1,挖掘机相关参数见表 2。

$$R_p = 0.000 7 t_w (\sigma_u + 410) (L + 22.4) \left(\frac{W}{W + 3.14} \right) \quad (7)$$

$$F = 7.5 W_{op} - 0.04 (W_{op})^2 \quad (8)$$

式中: t_w 为管道壁厚,mm; σ_u 为极限抗拉应力,MPa,根据 API 5 L 表 7 取值^[21]; L 为铲斗齿长度,mm; W 为铲斗齿宽度,mm; W_{op} 为铲斗工作压力,kN。

表 1 综合系数 B 取值表

工况	综合系数 B
在选择管道壁厚时,管道侵入工况不作为主工况,即不发生管道破损情况	<0.75
管道在挖掘机正常操作下不发生管道破损,但在异常操作下可能发生管道破损	0.75
有足够的抗侵入阻力保证管道不发生破损	1.0
由于管道侵入造成的爆炸或者泄漏不允许发生	≥ 1.3

表 2 挖掘机相关参数表

挖掘机重量/t	泄漏孔最大长度/mm	通用铲斗			虎齿铲斗			
		L /mm	W /mm	泄漏孔孔径/mm	L /mm	W /mm	泄漏孔孔径/mm	
							单虎齿	双虎齿
5	70	51	4	55	6	5	15	55
10	70	56	14	60	8	7	20	60
15	85	63	13	65	11	9	20	70
20	95	76	13	75	13	10	25	80
25	100	89	18	85	11	17	25	85
30	110	102	21	95	12	20	30	95
35	125	121	23	110	14	22	30	110
40	135	127	24	115	16	25	35	120
55	145	143	30	125	17	25	35	125

通过式(7)~(8)计算后,若 $R_p < BF$,表明管道将会发生侵入情况,此时还需根据 AS 2885.1 第 4.8.5 节内容判断。当泄漏孔最大长度 \geq 缺陷临界长度,管道会发生破裂工况,此时使用 DNV PHAST 软件建模,按照完全爆炸模型计算,再采用本文 2.1 节方法确定天然气输送管道并行敷设间距;当泄漏孔最大长度 $<$ 缺陷临界长度,则管道发生泄漏工况,采用本文 2.2 节中式(2)~(8)确定天然气输送管道并行敷设间距。缺陷临界长度由式(9)~(13)确定。

$$\sigma_H = \frac{\sigma_{flow}}{M_T} \quad (9)$$

$$\sigma_H = \frac{P_D D}{2t_w} \quad (10)$$

$$\sigma_{flow} = 68.95 + \sigma_y \quad (11)$$

$$M_T = \left[1 + 1.255 \frac{c^2}{\frac{D}{2} t_w} - 0.013 5 \frac{c^2}{\left(\frac{D}{2} \right)^2 (t_w)^2} \right]^{0.5} \quad (12)$$

$$CDL = 2c \quad (13)$$

式中: M_T 为膨胀系数; σ_y 为材料规定的最小屈服强度,MPa; D 为管道外径,mm; P_D 为设计压力,MPa; CDL 为缺陷临界长度,m; σ_H 为环向应力,MPa; σ_{flow} 为屈服应力,MPa。

根据式(9)~(13)判断出会发生泄漏的管道,再根

据式(4)~(6)计算出安全间距,由此确定天然气输送管道并行敷设间距。

3 工程实例

澳洲某管道工程,介质为天然气,密度 1.347 kg/m^3 ,燃气热值 37.11 MJ/m^3 ,其他管道参数见表3。

首先根据式(7)~(8),判断是否会发生管道侵入的工况。由于计算时与综合系数 B 有很大的关系,在校核时根据两个极端工况,分别计算 $B=0.75$ 和 $B=1.3$ 时管道是否侵入的情况。不同挖掘机铲斗类型管道是否发生侵入计算结果见表4。

表3 澳洲某管道工程管道参数表

项目	参数
管道规格	DN 600
管道外径 D/mm	508
管道壁厚 t_w/mm	6.7
管道材质	API 5 L X52 ERW
最小屈服强度 σ_y/MPa	360
极限抗拉应力 σ_u/MPa	460
设计压力 P/MPa	5.1
最大设计温度 $/^\circ\text{C}$	65
管道粗糙度 $/\mu\text{m}$	45.7

表4 不同挖掘机铲斗类型管道是否发生侵入计算结果表

挖掘机重量 $/\text{t}$	普通铲斗		单虎齿铲斗				双虎齿铲斗					
	R_p	F	是否发生侵入		R_p	F	是否发生侵入		R_p	F	是否发生侵入	
			$B=0.75$	$B=1.3$			$B=0.75$	$B=1.3$			$B=0.75$	$B=1.3$
5	168	36.4	否	否	71	36.4	否	否	125	36.4	否	否
10	261	70.5	否	否	86	70.5	否	是	150	70.5	否	否
15	281	102.4	否	否	101	102.4	否	是	177	102.4	否	否
20	323	132.0	否	否	110	132.0	否	是	192	132.0	否	否
25	387	159.4	否	否	115	159.4	是	是	201	159.4	否	是
30	442	184.5	否	否	121	184.5	是	是	212	184.5	否	是
35	515	207.4	否	否	130	207.4	是	是	227	207.4	否	是
40	539	228.0	否	否	139	228.0	是	是	244	228.0	否	是
55	611	276.4	否	否	143	276.4	是	是	250	276.4	否	是

当分析出哪些管道可能发生侵入工况后,再将可能发生侵入工况的管道,通过式(9)~(13)判断管道侵入的具体工况,若发生破损,则采用 DNV PHAST 软件,按

照完全爆炸模型计算,若发生泄漏,则采用式(4)~(6)计算安全间距,判断天然气输送管道并行敷设距离。具体判断结果见表5。

表5 不同挖掘机铲斗类型管道侵入类型判断结果表

挖掘机重量 $/\text{t}$	单虎齿铲斗			单虎齿铲斗			双虎齿铲斗		
	$B=0.75$		侵入类型	$B=1.3$		侵入类型	$B=1.3$		侵入类型
	CDL	泄漏孔最大长度		CDL	泄漏孔最大长度		CDL	泄漏孔最大长度	
10	—	—	—	282.9	70	泄漏	—	—	—
15	—	—	—	282.9	85	泄漏	—	—	—
20	—	—	—	282.9	95	泄漏	—	—	—
25	282.9	100	泄漏	282.9	100	泄漏	121.5	100	泄漏
30	282.9	110	泄漏	282.9	110	泄漏	121.5	110	泄漏
35	282.9	125	泄漏	282.9	125	泄漏	121.5	125	破损
40	282.9	135	泄漏	282.9	135	泄漏	121.5	135	破损
55	282.9	145	泄漏	282.9	145	泄漏	121.5	145	破损

根据表 5 的判断标准,泄漏的管道根据瞬间击穿管道模型计算,计算结果见表 6。

表 6 瞬间击穿管道模型计算结果表

项目	挖掘机铲斗类型	
	单虎齿	双虎齿
壁厚 t_w /mm	6.7	6.7
最大挖掘机重量 /t	55	30
泄放量 /($\text{GJ} \cdot \text{s}^{-1}$)	1.0	1.1
不同辐射强度下辐射范围 /m		
辐射强度 4.7 kW/m^2	51	70
辐射强度 12.6 kW/m^2	30	41

完成泄漏工况计算后,破损管道工况根依据 DNV PHAST 软件,分别按照 10° , 20° 和 30° 泄漏角度,在风速为 5 m/s ,湿度 50% 的情况下计算,计算结果见表 7。

表 7 管道完全爆炸模型计算结果表

热辐射量(风速 5 m/s 、湿度 50%) / ($\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}$)	API 521 计算结果 /m	不同角度下 DNV PHAST 计算结果 /m		
		10°	20°	30°
4.7	206	216.49	208.68	197.35
12.6	126	176.18	160.70	137.37

在计算完表 7 中两种工况后,可以得出结论,若管道发生泄漏工况,天然气输送管道并行敷设间距为 70 m ;若管道发生破损爆炸工况,天然气输送管道并行敷设间距为 217 m 。

4 结论

合理确定天然气输送管道并行敷设间距对于长输管道安全运行有重要意义。通过与中国天然气输送管道并行敷设确认规范及方法的比较,引入并介绍分析了澳大利亚天然气输送管道并行敷设间距计算方法,并通过 DNV PHAST 软件计算结果 AS 2885.1 标准的方法在实际工程中的应用,得出以下结论:

1) 中国在天然气输送管道并行敷设要求方面,通过强度来保证安全,已经摒弃了安全距离的概念和要求,从防腐、施工、维护管理角度对管道间距提出要求。

2) 利用澳大利亚规范计算时,根据管道倾入情况,分为泄漏和完全爆炸工况,泄漏工况通过 AS 2885.1 标准公式计算,完全破损工况通过 DNV PHAST 软件计算。根据 AS 2885.1 标准公式计算的安全距离与中国标准接近,而根据 DNV PHAST 软件计算的安全距离远远大于中国标准规定。

3) 泄漏和完全爆炸工况相比较,完全破损工况为最

恶劣工况,天然气输送管道并行敷设间距最大。

参考文献:

- [1] 王大庆,王晓黎.长距离输气管道周围安全距离的研究[J].石油工程建设,2007,33(6):5-7.
Wang Daqing, Wang Xiaoli. Research on Safety Distance in Vicinity of Long Distance Transmission Pipeline [J]. Petroleum Engineering Construction, 2007, 33 (6): 5-7.
- [2] 赵燕辉,吴明,张纯静.油气管道并行敷设技术研究现状[J].节能技术,2012,30(5):447-450.
Zhao Yanhui, Wu Ming, Zhang Chunjing. Research Status in Parallel Lying Technology of Oil and Gas Pipelines [J]. Energy Conservation Technology, 2012, 30 (5): 447-450.
- [3] 张华,赵新伟,陈娟利,等.并行管道风险因素与事故交互作用分析[J].管道技术与设计,2010(5):52-55.
Zhang Hua, Zhao Xinwei, Chen Juanli, et al. Risk and Accident Interaction Analysis of Parallel Pipelines [J]. Pipeline Technique and Equipment, 2010 (5): 52-55.
- [4] 孙殿民,张洪磊.天然气输气管道泄漏事故热辐射危害风险应对措施[J].科技与企业,2015,14(6):82.
Sun Dianmin, Zhang Honglei. Countermeasures to the Risk of Thermal Radiation Caused by Leakage Accident of Natural Gas Pipeline [J]. Science-Technology Enterprise, 2015, 14 (6): 82.
- [5] 罗宁,彭旭,李璞,等.大型油气管道伴行间距的确定[J].天然气与石油,2007,25(4):5-7.
Luo Ning, Peng Xu, Li Pu, et al. Determination of Space Between Large-Size Companied Oil and Gas Pipelines [J]. Natural Gas and Oil, 2007, 25 (4): 5-7.
- [6] 代以斌,赵忠德,孙春良,等.长输油气管道并行敷设合理距离分析[J].中国特种设备安全,2010,26(1):6-9.
Dai Yibin, Zhao Zhongde, Sun Chunliang, et al. Analysis on Reasonable Distance Between Parallel Long-Distance Oil and Gas Pipelines [J]. China Special Equipment Safety, 2010, 26 (1): 6-9.
- [7] 许砚新,马学海,庞宝华,等.天然气管道与原油管道并行敷设的安全间距[J].油气储运,2011,30(11):816-818.
Xu Yanxin, Ma Xuehai, Pang Baohua, et al. Determination of Safety Distance for Parallely Laid Natural Gas/Oil Pipelines [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2011, 30 (11): 816-818.
- [8] 石油工程建设专业标准化委员会.输气管道工程设计规范:GB 50251-2015[S].北京:中国计划出版社,2015:21-22.
Standardization Committee of Petroleum Engineering Construction. Code for Design of Gas Transmission Pipeline Engineering: GB 50251-2015 [S]. Beijing: China Planning

- Press, 2015: 21 - 22.
- [9] 石油工程建设专业标准化委员会. 油气输送管道并行敷设技术规范: SY/T 7365 - 2017 [S]. 北京: 石油工业出版社, 2017: 6 - 8.
- Standardization Committee of Petroleum Engineering Construction. Specification for Parallel Oil and Gas Transmission Pipelines: SY/T 7365 - 2017 [S]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2017: 6 - 8.
- [10] 王力, 韩晓玲, 李彬, 等. 澳大利亚管道运行管理标准 AS 2885.3 - 2012 剖析 [J]. 天然气与石油, 2014, 32 (2): 19 - 22.
- Wang Li, Han Xiaoling, Li bin, et al. Analysis on the Pipeline Operation Management Standard AS 2885.3 - 2012 of Australia [J]. Natural Gas and Oil, 2014, 32 (2): 19 - 22.
- [11] 宋代诗雨, 秦璇, 刘永茜. 澳大利亚天然气管道抗漂浮计算方法分析与应用 [J]. 天然气与石油, 2017, 35 (3): 15 - 19.
- Song Daishiyu, Qin Xuan, Liu Yongqian. The Analysis and Application of Buoyance Control for Natural Gas Pipeline in Australia [J]. Natural Gas and Oil, 2017, 35 (3): 15 - 19.
- [12] Standards Australia. Pipelines-Gas and Liquid Petroleum-Part 1: Design and Construction: AS 2885.1 - 2012 [S]. Sydney: Standards Australia Committee ME - 038, 2012.
- [13] 李镇裕, 梁栋, 沈浩, 等. 并行铺设天然气管道喷射火的数值模拟研究 [J]. 科技通报, 2017, 33 (1): 67 - 70.
- Li Zhenyu, Liang Dong, Shen Hao, et al. Study on Simulation of Jet Fire of Paralleled Natural Gas Pipelines [J]. Bulletin of Science and Technology, 2017, 33 (1): 67 - 70.
- [14] American Petroleum Institute. Risk-Based Inspection Technology: API RP 581 [S]. Washington, D. C.: API Publishing Services, 2016: 508.
- [15] 陈国华. 风险工程学 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2007: 35 - 48.
- Chen Guohua. Risk Engineering [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2007: 35 - 48.
- [16] 中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院. 石化装置定量风险评估指南 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2007: 18 - 22.
- Sinopec Qingdao Safety Engineering Institute. A Guidance for Quantitative Risk Assessment in the Petrochemical Plant [M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2007: 18 - 22.
- [17] 姜巍巍, 李奇, 李俊杰, 等. 喷射火及其热辐射影响评价模型介绍 [J]. 石油化工安全环保技术, 2007, 23 (1): 33 - 36.
- Jiang Weiwei, Li Qi, Li Junjie, et al. The Introduction of the Jet Fire and Its Thermal Radiation Impact Assessment Model [J]. Petrochemical Safety and Environmental Protection Technology, 2007, 23 (1): 33 - 36.
- [18] 郑长青. 天然气长输管道喷射火事故影响因素模拟分析 [J]. 安全、健康和环境, 2014, 14 (7): 48 - 51.
- Zheng Changqing. Simulation Analysis on Jet Fire Accident Influence of Long-Distance Natural Gas Pipelines [J]. Safety, Health & Environment, 2014, 14 (7): 48 - 51.
- [19] Jo Y D, Ahn B J. Analysis of Hazard Areas Associated with High-Pressure Natural Gas Pipelines [J]. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2002, 15 (3): 179 - 188.
- [20] American Petroleum Institute. Pressure-Relieving and Depressuring Systems: API 521 [S]. Washington, D. C.: API Publishing Services, 2014.
- [21] American Petroleum Institute. Line Pipe: API 5 L [S]. Washington, D. C.: API Publishing Services, 2018.

长庆油田输油管道首次成功使用内检测通球

据悉, 经过 28 h 50 min 的长途跋涉, 2019 年 9 月 10 日 12 时 47 分, 最后一枚漏磁检测球顺利到达长庆油田庆咸管道咸阳站彬县点收球工艺区, 标志着长庆油田原油长输管道使用内检测通球工作首战告捷。

由于此次管道内检测是漏磁检测技术在长庆油田在役输油管道的首次应用, 属于管道缺陷识别的最新技术。为了保证这项新技术的成功应用, 此次庆咸管道内检测通球工作在输油二处各科室部门单位和中国特种设备检测研究院相关专业技术人员的配合努力下, 历时 62 d 的日夜奋战, 终于圆满完成了长输管线内智能检测工作。

输油管道首次使用内检测通球工作的成功告捷, 有力推动了长庆油田原油长输管道缺陷监测管理的整体水平, 为持续加快智能管道建设步伐提供了可靠保证。