

油气输送管道高后果区识别划分标准探讨

贾 帅

中航油京津冀物流有限公司, 天津 300300

摘 要:GB 32167—2015《油气输送管道完整性管理规范》已颁布实施多年,各管道企业均按照该规范开展管道的高后果区识别和分级。由于该规范中高后果区分级标准多是定性描述,而不是定量描述,因此在实际工作应用中存在不同企业、不同技术人员对同一个高后果区的划分级别不同的问题。结合管道实际应用情况,在该规范中高后果区分级标准的基础上,将户数折算为人数,提出新的高后果区分级方法,即按照管道影响范围内人数划分高后果区级别,并制作新的高后果区分级表。新的高后果区分级方法定量描述高后果区级别,标准明确,简单科学,便于实际操作应用,既解决了特定场所高后果区分级标准不统一的问题,也解决了输气管道按照地区等级划分高后果区级别不合理的问题。研究结果可为油气输送管道高后果区识别和级别划分提供参考,为 GB 32167—2015《油气输送管道完整性管理规范》的修订提供依据。

关键词:油气管道;高后果区;完整性管理;地区等级;高后果区级别

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2021.04.020

Discussion on identification and classification standards of high consequence areas in oil and gas pipelines

JIA Shuai

CNAF Beijing-Tianjin-Hebei Logistics Co., Ltd., Tianjin, 300300, China

Abstract: The GB 32167—2015 *Oil and Gas Pipeline Integrity Management Specification* has been promulgated and implemented for several years and various pipeline companies apply this standard in identification and determination of high-consequence areas. As with most standards, the descriptions in this standard are qualitative rather than quantitative. This results in a problem in actual application that different companies and different technical personnel have inconsistent interpretations of the same high-consequence areas. On the basis of the original standard and incorporating experience on the actual application on transmission pipelines, the number of households is converted into the number of people, and a new method of classifying the level of high-consequence area according to the number of people in the pipeline's affected area is proposed, together with a table for high-consequence classification prepared to assist in consistent interpretation. Based on simple and scientific approach, this new method presents a quantitative definition for the level and extent of high-consequence area, which is easy to apply on actual

收稿日期:2021-03-10

基金项目:中航油京津冀物流有限公司“北京新机场项目供油工程津京第二输油管道项目”(2016-000052-56-02-000070)

作者简介:贾 帅(1990-),男,河南泌阳人,工程师,硕士,主要从事管道完整性管理相关方向的研究工作。E-mail:jiashuaicnaf@foxmail.com

field operation. This approach resolves the issue of inconsistent classification standards for high-consequence areas in specific locations as well as unreasonable classification of high-consequence areas in gas pipelines according to regional levels. The study result presented in this paper could provide useful references for the identification and classification of high-consequence areas for oil and gas transmission pipelines and provide basis and data for future revisions of GB 32167—2015.

Keywords: Oil and gas pipeline; High consequence areas; Pipeline integrity management; Regional level; Level of high consequence areas

0 前言

2016年3月1日,GB 32167—2015《油气输送管道完整性管理规范》(以下简称GB 32167—2015)开始正式实施,管道企业和政府监管部门对管道高后果区的管理有了规范和依据。越来越多的管道企业都按照该规范开展了管道的高后果区识别,进行风险评价,建立了相应的完整性管理体系,管道的安全管理更加规范^[1-12]。但是GB 32167—2015对于高后果区识别划分的标准规定不够明确详细,高后果区级别划分是定性描述,而非定量描述。定性描述导致在实际工作中同一个高后果区的级别划分因人而异,在实际使用过程中也存在无法套用规范的情况,各企业对于规范的解读和划分标准的适用性也存在分歧^[13-20]。本文结合工作中遇到的实际问题对GB 32167—2015中的高后果区识别划分和管理进行探讨,对人员密集型高后果区的级别划分提出量化指标,对特定场所高后果区的识别提出新的依据,对环境敏感型高后果区的识别提出改进意见,供相关从业技术人员进行借鉴,促进完整性管理规范中高后果区识别标准的量化、细化,使其更具有可操作性和标准统一性。

1 人员密集型高后果区级别划分

GB 32167—2015中的高后果区识别分级表中将“四层及四层以上楼房(不计地下室层数)普遍集中、交通频繁、地下设施多的区段”划分为Ⅲ级高后果区^[1]。其中“楼房普遍集中”没有明确的标准,也没有考虑是否入住及人员入住率等问题;“交通频繁”没有明确车辆和人流量;“地下设施多”没有说明设施类型和数量标准。这几个条件是满足其中一个还是全部同时满足才能被划为Ⅲ级高后果区,GB 32167—2015没有明确,各企业在识别过程中也存在标准不一的问题,由此导致了同一个高后果区在不同单位、不同评价周期被划分为不同级别。

GB 32167—2015中Ⅱ级高后果区b类标准中明确了具体的户数,相比Ⅲ级高后果区的标准更加详细,便于操作。但也存在一定问题,如:沿街商铺户数很容易分清,而大商场分租给很多小商户后户数则难以界定;工业区中工厂往往较大,工人较多,一个工厂算一户,明显不

合理;很多地方工厂周边有住户,一个居民住户通常只有3~5人,而这样的居民住户也和上百人的工厂一样被算作一户,明显不合理;实际识别过程中还发现工厂周边住户基本就在这个工厂上班,工厂员工和附近住户是同一批人,因此在计算户数时会存在重复计算情况;一些仓库或者关停厂房,没有人员聚集和居住,也不应该计算在内。

目前中国城市化进程加快,很多村庄住户都已经搬迁到城市,没有搬迁的住户平时往往也到城市工作,其房屋经常处于闲置状态,有的甚至已经废弃。因此统计户数并不能真实反映实际情况。户数统计既有不合理的地方也有难以统计的情况。

高后果区影响主要考虑的是人,体现尊重生命、以人为本的理念。GB 32167—2015中规定的高后果区a、b、c类都属于人员密集型高后果区,并非建筑、厂房密集型高后果区,本质还是体现对人的影响。因此为了更加明确划分高后果区级别,可以将户数折算成人数,通常按照每户3.2人进行统计^[11]。建筑场地设计中住宅平均每户人数3.1~3.5人,可供参考,也可以查询当地人口调查报告,不同地区采用不同的数值。人口密集型Ⅱ级高后果区b类的划分标准是100户以上,按照最高计算要达到350人以上。

人员密集型Ⅲ级高后果区相比人员密集型Ⅱ级高后果区级别更高,人数也应该更多。人员密集型Ⅲ级高后果区要求四层及四层以上楼房普遍集中、交通频繁、地下设施多,这几项应理解为同时具备。高后果区考虑对人的影响,“四层及四层以上楼房普遍集中”考虑的是人员居住密度较大,人员居住密度较大则与生活相关的交通和地下设施就会多。仅仅是交通频繁或地下设施多的区域都不应该被划分为人员密集型高后果区。因此综合考虑,可以将150户及以上的区域划分为人员密集型Ⅲ级高后果区,考虑人员的流动性,将500人以上的区域确定为人员密集型Ⅲ级高后果区。

对管道中线200 m范围内的市郊居住区、商业区、工业区、发展区等都按照人员统计,开展管道高后果区调查统计人员情况,将350人以上500人以下的区域划分为人员密集型Ⅱ级高后果区b类。人员密集型Ⅱ级高后果区c类按照GB 32167—2015要求是50户以上的村

庄、乡镇,c类是人员密集型高后果区最低级别,从安全管理角度应该取最低值,以150人为划定标准。以人为本,以管道对周边人员的影响为出发点,制定了按照人数划分人员密集型高后果区级别的标准,见表1。以人

数划分高后果区级别可以规避工厂、企业、商场等按照户数统计不合理的问题,排除无人居住的空房、仓库、废弃的工厂,更加符合人员密集型高后果区识别、划分的本质和初衷,便于操作和实际应用。

表 1 输油管道人员密集型高后果区划分表

Tab. 1 Dividing table of high consequence areas with intensive personnel of oil pipelines

类别	高后果区识别项	类型	分级
a	管道中心线两侧各 200 m 范围内,任意划分长度 2 km 并能包含最大聚居户数的若干段,以人数为计 500 人以上	人员密集型高后果区	Ⅲ
b	郊区、工业区、商业区、发展区,管道中心线两侧各 200 m 范围内,任意划分长度 2 km 并能包含最大聚居户数的若干段,以人数为计 350 ~ 500 人之间	人员密集型高后果区	Ⅱ
c	村庄、乡镇区域,管道中心线两侧各 200 m 范围内,任意划分长度 2 km 并能包含最大聚居户数的若干段,以人数为计 150 ~ 350 人之间	人员密集型高后果区	Ⅱ

2 特定场所的高后果区识别

GB 32167—2015 中 6. 1. 3 规定了两类特定场所^[11],即“除三级、四级地区外,由于天然气管道泄漏可能造成人员伤亡的潜在影响区域。”特定场所Ⅰ为医院、学校、托儿所、幼儿园、养老院、监狱、商场等人员疏散困难的建筑区域;特定场所Ⅱ为一年之内至少有 50 d(时间计算不需要连贯)聚集 30 人或者更多的区域。例如集贸市场、寺庙、运动场、广场、娱乐休闲地、剧院、露营地等。这两类特定场所是针对输气管道的,应该属于三级、四级地区,但是没有明确具体按照三级还是四级管理。输油管道高后果区识别过程中也经常遇到这两类特定场所,但依据现有的国标规范按照户数进行统计,则无法被列入高后果区。而实际情况是特定场所人员众多,发生事故必然造成很严重的后果,符合高后果区的定义,因此输油管道途经这些地区,也应该按照高后果区

管理。

输油管道途经特定场所Ⅰ、特定场所Ⅱ时,不能以场所类型来划分高后果区级别,而应按照场所的人员规模来划分。学校、幼儿园规模不一,人数差别比较大,小的幼儿园、托儿所可能有 10 ~ 30 人,中学几百到上千人,大学几千到上万人。城市郊区商场不一定比村镇集贸市场人多。因此特定场所的识别应统计人流量,按照人数划分高后果区级别。

例如某成品油管道经过一乡镇小学,并穿越一条省道,管道中心线 200 m 范围内,有四层教学楼一栋,农业合作社四层办公楼一栋。居民约 20 户,建材加工厂 1 户约 60 人,瓷砖展销店及仓库 8 户约 50 人。学校在校学生约 500 人,教职工、司机、门卫、保洁等后勤人员约 80 人。管道位于教学楼南方 120 m,学校操场改扩建,管道位于学校围墙里面,操场下面,操场是沙土路面,未做硬化。管道与周边建筑位置见图 1,航拍情况见图 2。

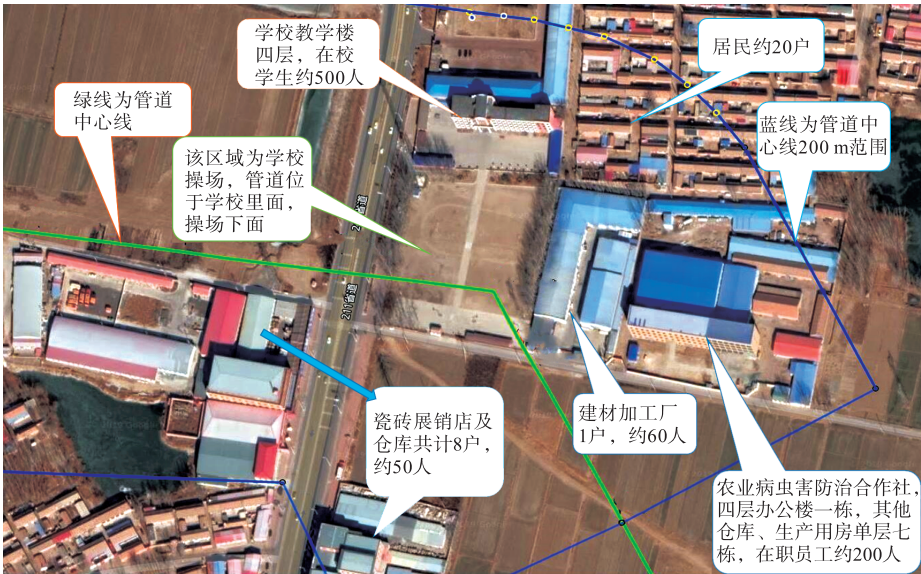


图 1 管道与周边建筑位置图

Fig. 1 Location map of pipelines and surrounding buildings



图2 管道周边情况航拍图

Fig. 2 Aerial view of the pipeline surrounding conditions

按照 GB 32167—2015 中输油管道高后果区识别分级表,该地区四层楼房只有 2 栋,不够普遍集中;从图 2 也可以看出省道的交通状况,往来车辆不断但也不算频繁,地下设施有电缆、输水管道各 1 条。该地区商户 8 户,生产加工厂 1 户,农业合作社 1 户,因此不符合 GB 32167—2015 中的 a、b 类高后果区标准。该地区属于乡镇,按照规范 c 类高后果区聚居户数应在 50 户以上,该地区居民、商户、工厂、合作社、学校共计 31 户,也不符合 c 类高后果区标准。管道穿越省道,符合 GB 32167—2015 中 d 类高后果区标准,属于最低级别 I 级高后果区(交通设施类)。

同样是该成品油管道穿越某高速公路,周边是农田,200 m 范围内无其他建构物,按照 GB 32167—2015 应被识别为 I 级高后果区(交通设施类)。

同一条管段,不同位置,两个差别很大的高后果区被划分为同一个级别。从上述案例可见 GB 32167—2015 中的输油管道高后果区识别分级表存在明显不合理的地方。按照本文提出的依据人数划分高后果区级别,将学校、工厂、商店、企业、村落都折算成人数,调查统计管道中心线 200 m 范围内影响的人数,按照表 1 划分高后果区级别。图 1 管段影响人数将近 1 000 人,管道在学校里面,位于操场下面,人员不易疏散,附近有企业、工厂、商户,穿越省道,可被识别为人员密集型 III 级高后果区,这样的识别更合理也更符合实际情况。

3 输气管道高后果区级别划分

输气管道高后果区级别划分应按照 GB 32167—2015 中 6.1.2.1 中的输气管道高后果区管段识别分级表划分:管道途经四级地区被识别为 III 级,途经三级地区被识别为 II 级 b 类。其中的“三级地区”“四级地区”按 GB 50251《输气管道工程设计规范》(以下简称 GB 50251)来划分。地区等级划分是从大范围、大区域、长时间跨度对管道经过区域位置进行划分,考虑的是未

来的发展,便于在设计中考虑安全系数,确定设计系数等级。而高后果区的识别和级别划分是从具体到管道中心线 200 m 的小范围内、按照短时间内的现实情况进行,且识别和级别划分结果的有效期不超过 18 个月。

GB 50251 中 4.2.2 第 4 条规定:当一个地区的发展规划足以改变该地区的现有等级时,应按照发展规划划分地区等级。目前城市化建设还在加快发展,很多城市划定了较大范围开发区,把很多已建管道圈定在范围内。城市开发区的管道设计按照三级、四级地区确定设计系数,增大安全系数确保管道安全。然而规划发展有一个过程,目前这些三级、四级地区很多都是空地,套用现在 GB 32167—2015 就会被划定为 II 级、III 级高后果区,不太符合实际。天津滨海新区、雄安新区都是国家级新区,按照 GB 50251 中 4.2.2 第 4 条应该被划分为四级地区,输气管道途经四级地区应识别为 III 级高后果区。但目前天津滨海新区、雄安新区很多地方还都是农田、荒地,把该区域的输气管道全部都识别为 III 级高后果区明显不合理。

管道是人建设的,服务于人,造福于人,识别、管理高后果区也是防范管道危害于人。城市的发展建设也是依靠人的推动,高后果区识别更新应根据城市发展、人的活动变化而变化,因此输气管道高后果区识别也应该按照人数划分级别。GB 32167—2015 输气管道高后果区管段识别分级表中 a、b 类按照本文表 1 中 a、b 类进行识别分级,c 类按照 GB 32167—2015 计算影响半径,再统计影响半径范围内的人数套用表 1 进行划分。d 类管径小、压力小,直接识别为 I 级高后果区。e 类先统计管道两侧 200 m 范围内特定场所人数,再根据人数划分级别。f 类按照 GB 32167—2015 中 6.1.2.1 原有规定进行识别划分。

4 环境敏感型高后果区识别

GB 32167—2015 输油管道高后果区识别表中 e、f 类为环境敏感型高后果区,考虑油品泄漏对环境的污染。e 类标准为管道两侧各 200 m 范围内有湿地、森林、河口等国家自然保护区,这些地区应为已经列入国家自然保护区名录且能够在国家政府网站查询到的地区,未列入的自然保护区不应被识别为高后果区。f 类标准为管道两侧各 200 m 范围内有水源,河流,大、中型水库,主要考虑水体流动,一旦油品泄漏,污染扩散范围较大,影响严重。水源主要指作为饮用水的水源,河流指有具体名称的大型国家级河流,中、小型的河流排水沟不能算。大、中型水库必须是有名称、有水务部门管理认定的水库,水塘、鱼塘、存水的矿坑等不能计列。

5 结论

1) GB 32167—2015 中输油管道人员密集型高后果区识别项范围模糊笼统,划分标准不准确,不利于实际操作使用。本文结合实际应用案例,制定人员密集型高后果区识别标准,把户数折算为人数,调查统计区域内人数,按照管道影响范围内的人数进行划分,标准明确、操作简单。

2) 按照人数划分人员密集型高后果区级别可以解决特定场所人口多、户数少,按照原有规范标准划分不合理的问题。输气管道高后果区识别分级按照设计规范中地区等级来划分不够严谨科学,应按照管道影响范围内的人数划分,更科学合理,识别标准更统一,便于应用。

3) 按照人数划分人员密集型高后果区级别,符合人员密集型高后果区定义,体现尊重生命、以人为本的理念。结合实际情况对于输油管道人员密集型高后果区识别标准提出新的划分标准和依据,对环境敏感型高后果区划分提出了改进意见,供相关从业技术人员进行参考借鉴。

参考文献:

- [1] 全国石油天然气标准化技术委员会. 油气输送管道完整性管理规范: GB/T 32167—2015 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2015: 12-13.
SAC/TC 355. Oil and gas pipeline integrity management specification: GB/T 32167—2015 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2015: 12-13.
- [2] 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/T 50251—2015 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2015: 13-14.
Standardization Committee of Petroleum Engineering Construction. Code for design of gas transmission pipeline engineering: GB/T 50251—2015 [S]. Beijing: China Planning Press, 2015: 13-14.
- [3] 杨祖佩, 王维斌. 油气管道完整性管理体系研究进展[J]. 油气储运, 2006, 25(8): 7-11.
YANG Zupei, WANG Weibin. Study and progress of integrity management system for oil and gas pipeline [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2006, 25(8): 7-11.
- [4] 姚安林, 赵忠刚, 李又绿, 等. 油气管道完整性管理技术的发展趋势[J]. 天然气工业, 2009, 29(8): 97-100.
YAO Anlin, ZHAO Zhonggang, LI Youlu, et al. The developing trend of oil and gas pipeline integrity management (PIM) [J]. Natural Gas Industry, 2009, 29(8): 97-100.
- [5] 冯庆善. 管道完整性管理实践与思考[J]. 油气储运, 2014, 33(3): 229-232.
FENG Qingshan. Practice and cogitation on pipeline integrity management [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2014, 33(3): 229-232.
- [6] 《管道完整性数据管理技术》编委会. 管道完整性管理技术 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2011: 3-18.
Editorial Board of Pipeline Integrity Management Technology. Pipeline integrity management technology [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2011: 3-18.
- [7] 王晓霖, 帅健, 宋红波, 等. 输油管道高后果区识别与分级管理[J]. 中国安全科学学报, 2015, 25(6): 149-154.
WANG Xiaolin, SHUAI Jian, SONG Hongbo, et al. Identification and hierarchical management of high consequence areas for oil pipelines [J]. China Safety Science Journal, 2015, 25(6): 129-135.
- [8] 董绍华, 杨祖佩. 全球油气管道完整性技术与管理的最新进展——中国管道完整性管理的发展对策[J]. 油气储运, 2007, 26(2): 1-17.
DONG Shaohua, YANG Zupei. The world oil & gas pipeline integrity management and technology latest development and Chinese pipeline countermeasure [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2007, 26(2): 1-17.
- [9] 王骏, 帅健. 管道完整性管理标准及其支持体系[J]. 天然气工业, 2006, 26(11): 126-129.
WANG Tao, SHUAI Jian. The feature of the standards of pipeline integrity management and its supporting regulations system [J]. Natural Gas Industry, 2006, 26(11): 126-129.
- [10] 赵新伟, 李鹤林, 罗金恒, 等. 油气管道完整性管理技术及其进展[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16(1): 129-135.
ZHAO Xinwei, LI Helin, LUO Jinheng, et al. Managerial technique for integrity of oil and gas pipeline and its progress [J]. China Safety Science Journal, 2006, 16(1): 129-135.
- [11] 冯庆善, 张华兵, 王富才, 等. 管道完整性管理规范第1部分: 总则: Q/SY 1180.1—2009 [S]. 北京: 石油工业出版社, 2009.
FENG Qingshan, ZHANG Huabing, WANG Fucui, et al. Pipeline integrity management specification—part 1: general: Q/SY 1180.1—2009 [S]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009.
- [12] 董绍华. 四维管理是管道完整性管理发展的必然趋势[J]. 天然气工业, 2007, 27(12): 147-151.
DONG Shaohua. Pipeline four-dimensional management: an inevitable trend of pipelines integrated management (PIM) [J]. Natural Gas Industry, 2007, 27(12): 147-151.
- [13] 黄维和, 郑洪龙, 吴忠良. 管道完整性管理在中国应用10年回顾与展望[J]. 天然气工业, 2013, 33(12): 1-5.

- HUANG Weihe, ZHENG Honglong, WU Zhongliang. Overview of pipeline integrity management application over the past decade and its prospect in future in China [J]. NATURAL GAS INDUSTRY, 2013, 33 (12): 1-5.
- [14] 董绍华. 管道完整性管理体系与实践[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009.
- DONG Shaohua. Pipeline integrity management system and practice [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2009.
- [15] 杨筱蓓, 严大凡. 逐步实施我国油气管道的完整性管理[J]. 天然气工业, 2004, 24(11): 120-123.
- YANG Xiaoheng, YAN Dafan. Gradually fulfill integrity management of oil/gas pipeline in China [J]. Natural Gas Industry, 2004, 24 (11): 120-123.
- [16] 饶庆华, 侯浩, 王爱玲. 长输管道高后果区动态识别技术应用研究[J]. 西北特种设备, 2020, 3(6): 29-34.
- RAO Qinghua, HOU Hao, WANG Ailing. Research on application of dynamic identification technology for high consequence area of long distance pipeline [J]. Western Special Equipment, 2020, 3 (6): 29-34.
- [17] 王维国, 陈崎奇, 裴斌, 等. 高后果区管段安全状态检测与监测技术[J]. 全面腐蚀控制, 2021, 35(2): 16-24.
- WANG Weiguo, CHEN Qiqi, PEI Bin, et al. Safety state detection and monitoring technology of pipeline section in high consequence area [J]. Total Corrosion Control, 2021, 35 (2): 16-24.
- [18] 潘鹏飞. 天然气长输管道高后果区辨识及管控措施探讨[J]. 当代化工研究, 2020(1): 9-10.
- PAN Pengfei. Discussion on identification of high consequence area and control measures of long distance natural gas pipeline [J]. Modern Chemical Research, 2020 (1): 9-10.
- [19] 张圣柱, CHENG Y F, 王如君, 等. 油气管道周边区域划分与距离设定研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2019, 15 (1): 5-11.
- ZHANG Shengzhu, CHENG Y F, WANG Rujun, et al. Study on zone division and distance setting around oil and gas pipeline [J]. Journal of Safety Science and Technology, 2019, 15 (1): 5-11.
- [20] 张圣柱, 冯晓东, 王旭, 等. 中国油气管道高后果区安全管理现状与全过程管理体系[J]. 油气储运, 2021, 40 (5): 521-526.
- ZHANG Shengzhu, FENG Xiaodong, WANG Xu, et al. Status and whole process management system of high consequence areas of oil and gas pipelines in China [J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2021, 40 (5): 521-526.

中国石油工程建设有限公司获氢能储运利用领域发明专利 1 项

2021 年 7 月 20 日, 中国石油工程建设有限公司申报的发明专利《基于氢气聚集控制的含氢天然气管道安全保障系统及方法》获得国家知识产权局颁发的发明专利证书, 这也是中国石油集团工程股份有限公司在氢气储运领域的首个发明专利。

该发明专利基于掺氢天然气管道停输过程中氢气分布规律和分布浓度的模拟预测; 推荐采用间隔式停输—泄放模式, 在停输且氢气聚集浓度超过对应停输压力安全值后进行短期泄放, 保持管道系统介质充分扰动、混合, 破坏氢气—天然气分层(浓度聚集现象)及降低系统压力, 最终达到延长允许停输时间、避免介质大量泄放和防止管道氢损伤的效果。

本发明专利对掺氢天然气管道的安全技术发展将起到良好的推动作用。

(陈俊文 供稿)