

城市中压燃气管道安全运行的影响因素和关键管控措施分析

□ 深圳市燃气集团股份有限公司 (518049) 蔡文佳

摘 要: 深入分析城市中压燃气管道安全运行管理的影响因素, 提出城市中压燃气管道的关键管理控制措施, 探讨深圳燃气在城市燃气中压管道管理上的实践经验和探索成果。

关键词: 中压燃气管道 影响因素 关键管控措施

1 概述

中压燃气管道是城市燃气输配系统的大动脉, 任何燃气管道事故, 都可能造成天然气泄漏, 发生火灾、爆炸事故, 不但会造成城市大面积停气, 而且严重威胁着市民生命和财产安全。目前, 国内大部分城市燃气供应均采用区域集中调压、低压入户方式, 而深圳市采用的是中压压力等级 (运行压力: 0.15MPa) 直接进入民用户, 在户内将中压调成低压等级 (运行压力: 0.002MPa) 直接使用, 所以, 相比而言, 深圳市中压燃气管道的安全稳定运行显得更为重要和严峻。特别是近年深圳经济发展迅猛, 基础建设、轨道交通建设、城中村改造等项目全面铺开, 给燃气管道的安全运行管理提出更高要求和考验。因此, 对城市中压燃气管道运行管理中影响因素及关键管控措施进

行深入探讨, 具更高的实用价值和意义。深圳市燃气集团股份有限公司 (以下简称深圳燃气) 在燃气中压管道保护管道方面做出了许多新的尝试和实践, 收获的成果是喜人的、显著的。

2 中压燃气管道安全运行影响因素分析

从目前深圳市中压管网运行管理情况来看, 仍存在以下问题:

2.1 地下各类管线错综复杂, 安全间距不足

深圳市城市建设中有大量管线需埋设在地下, 错综复杂, 如供电、供水、排污、通讯、网络等, 在建设初期政府无统一管线规划部门, 未能进行管线的统一协调、合理布局, 造成目前管线存在互相交错、管线间安全间距不足情况严重多不胜数。

5 结束语

在当前的科技创新环境以及能源发展形势下, 面对能源消费市场的竞争, 燃气企业要持续高端发展, 应该建立一个“以市场为导向, 以企业为主体, 以科

技创新平台为载体”的科技创新模式。同时, 有科研实力且具有行业辐射力的燃气企业应该抓住未来智慧能源、天然气大力发展的契机, 早日筹谋, 根据已有研究基础和资源, 尽快申请国家级的科技创新平台, 引领燃气行业创新发展。



国家质量监督检验检疫总局
中国特种设备检测研究院

报告编号: 14DF092-DM56

1-1 全面检验结论报告

使用单位	深圳市燃气集团股份有限公司			
单位地址	深圳市福田区梅岭八路深燃大厦			
安全管理人员	黄刚	联系电话	13602532811	
邮政编码	518049	压力管道代码	/	
管道名称	福强路(星河雅居-益田村高层区)			
使用登记证编号	/	投用日期	2001年9月20日	
技术 参数	管道长度	0.5km	管道规格	Φ219×6mm
	设计压力	0.3MPa	设计温度	常温
	设计介质	天然气	管道材质	20#钢
	操作压力	0.15MPa	操作温度	常温
主要 依据	(1) 《压力管道定期检验规程—公用管道》(TSG D7004-2010); (2) 《埋地钢管管道腐蚀防护工程检验》(GB/T 19285-2014)。			
发现 问题	地面的走向、三通、拐角等标志较为清楚;全线共发现1处占压;全线共检测发现防腐层疑似破损点13处;所选择的1处检测位置,杂散电流干扰为“强”;抽检的1处检测位置,管道未达到有效阴极保护;全线共选择1处位置开挖检测,管体腐蚀减薄最大为3mm。			
检验人员:	陈帆			
编制:	日期:	检验机构核准证号: TS7110001-2018		
审核:	日期:	(检验机构检验专用章)		
批准:	日期:	年 月 日		



国家质量监督检验检疫总局
中国特种设备检测研究院

报告编号: 14DF092-DM45

1-1 全面检验结论报告

使用单位	深圳市燃气集团股份有限公司			
单位地址	深圳市福田区梅岭八路深燃大厦			
安全管理人员	黄刚	联系电话	13602532811	
邮政编码	518049	压力管道代码	/	
管道名称	南天一花园管道			
使用登记证编号	/	投用日期	1989年10月13日	
技术 参数	管道长度	0.955km	管道规格	Φ108×5mm, Φ89×4mm, Φ57×4mm
	设计压力	0.3MPa	设计温度	常温
	设计介质	天然气	管道材质	20#钢
	操作压力	0.15MPa	操作温度	常温
主要 依据	(1) 《压力管道定期检验规程—公用管道》(TSG D7004-2010); (2) 《埋地钢管管道腐蚀防护工程检验》(GB/T 19285-2014)。			
发现 问题	地面的走向、三通、拐角等标志较为清楚;全线共检测发现防腐层疑似破损点2处;所选择的1处检测位置,杂散电流干扰为“弱”;管段未达到有效阴极保护;全线共选择2处位置开挖检测,管体腐蚀减薄最大为0.54mm。			
检验人员:	陈帆			
编制:	日期:	检验机构核准证号: TS7110001-2018		
审核:	日期:	(检验机构检验专用章)		
批准:	日期:	年 月 日		

图1 深圳市中压燃气管道第三方评估报告样本

2.2 燃气管道圈占压情况严重

深圳市建设初期由于城市规划不到位,部分城市建设、施工、绿化单位或部门等对燃气管线保护安全意识淡薄,施工前未核实地下燃气管道信息,在管道上方违章盖建构筑物、深根植物等;造成圈占压现象严重。据统计,2016年,深圳市中压燃气管道圈占压隐患总数达112单,其中一级隐患44单,二级隐患31单,三级隐患37单,经政府相关部门与企业的多方沟通协调下,所有隐患均得以整改。

2.3 埋地钢管腐蚀严重,容易泄漏并引起燃气事故

目前,深圳市5375km地下中压燃气管道中,钢质管道约690km,钢质管道基本是建设初期使用和施工的,投用年限至少15年以上,部分已近30年,且管道埋设多采用直埋方式,管道受土壤、大气、杂散电流等腐蚀情况严重,每年通过巡查巡检等发现的管道腐蚀穿孔事故高居不下(见图1)。

2.4 管道生产、施工等过程中存在缺陷

中压燃气管道生产制造、施工等过程中存在缺陷均会导致管道泄漏。

a. 生产制造方面的缺陷。如金属管材质,生产过程投料、温度、机械等控制不当均对材料、工艺特性产生影响,产生气孔等缺陷。

b. 施工过程中的缺陷。如管材的焊接、法兰的连接等都可能施工过程中产生一些缺陷。

2.5 地下燃气管道的检漏方法存在局限性

地下中压燃气管道的检漏方法主要有人工嗅觉、地面检测仪、钻孔探测、管道邻近地下构筑物附近地表观察法等,这几种检漏方法均存在局限性。

2.6 管道标志缺失、埋设位置偏差情况严重

由于城市施工建设、气质类型转换等原因,深圳市地下中压管道的管道标识缺失、样式不统一、埋设不准等情况严重。特别是深圳市目前4000多km的聚乙烯管材地下燃气中压管线,因管道标志缺失和埋设不准确、管道上方电子标签缺失等原因,很多无法准确定位,这些都给燃气管道安全管理带来了很大安全隐患。

2.7 管道第三方破坏事故频发

深圳市城市基础设施建设发展迅猛，特别是近几年地铁建设的全线铺开，大量建设施工给燃气管道设施安全运行带来了巨大压力。据统计，目前中压燃气管道周边在建工地日近超2 000个，2016年全年管理工地近7 000个。部分施工单位存在赶工期、赶进度、安全意识淡薄、施工前未充分沟通、未取得燃气单位审查同意，动用机械铲、机械锤、挖掘机、勾机等进行野蛮施工、盲目施工等情况，造成第三方施工破坏燃气管道及设施事故屡屡发生，严重威胁人民生命财产安全。由于其过程的不可控和后果的不可预测性，使第三方施工破坏成为威胁燃气管线安全运行和市民生命财产安全的最严重、最关键的因素。据统计，2016年，深圳市中压燃气管道发生的36单事故中，第三方破坏事故就占27单。

2.8 市民安全意识淡薄

据对市民日常生活安全知识的应用和熟悉程度

统计，市民对用火、用电的安全常识积累远远高于用气。对燃气相关安全知识了解不足、对燃气管道保护意识淡薄、燃气安全意识和应急处置能力不强等，加大了燃气管道管理的难度。

3 中压燃气管道安全运行的关键管控措施

3.1 开展地下燃气管线清查，统一管道标识标牌

中压燃气管线信息的准确性是管道管理的基础，为进一步摸清核实地下管线信息，深圳燃气开展了一次长效的管线数据清查活动，清查范围为特区外2 900余km的地下中压燃气管道和设施，重点清查管线连接及路由，主要为：已供气管线未与气源相连、气源来向不明、管件与现场不符、现场管线不明或GIS无管线、出地点与用户楼宇未关联等。经过制定详细流程、多部门协作（见图2），截至2017年9月，深圳燃气待核实地下中压管网基础信息长度约为2 900km（共

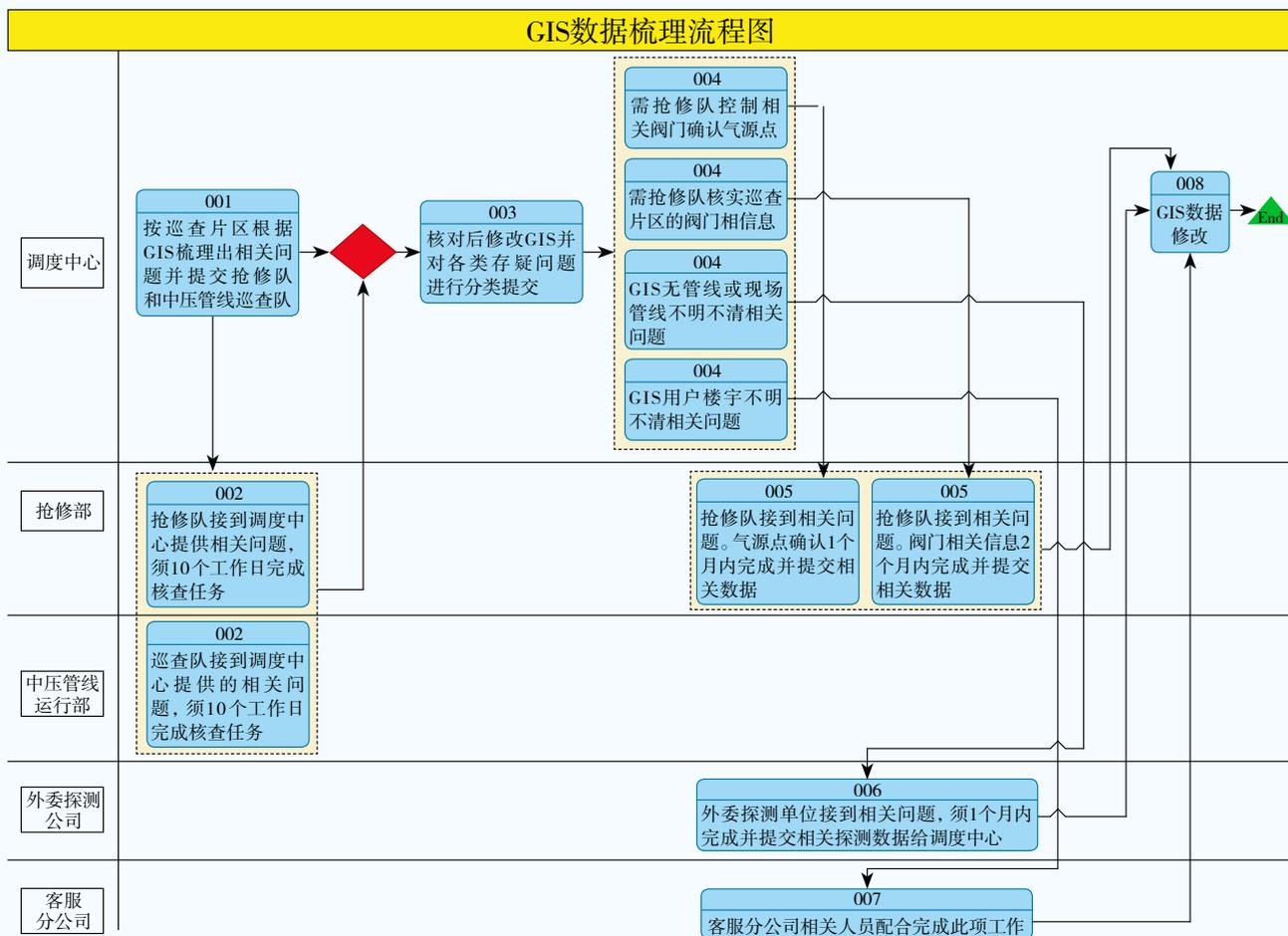


图2 中压燃气管线数据梳理流程图

39个巡查片区),已完成清查管网2 628km(共35个巡查片区),共发现问题7 298处,现已完成核实处理6 784处,尚未核实514处,尚未核实的问题已交由相关基层班组或委托测量单位进行现场探测及核实。目前管网清查仍在继续进行当中,通过管线清查及系统数据校正,大大加强了管线信息的准确性(见图3)。

中压燃气管道地面标识标志数量巨大,深圳市由于历史遗留等各种原因,城市地面管道标识标牌不统一、不规范,甚至在用的部分直埋阀、放散阀采用同一规格的井盖,这些不统一规范的设置,容易造成普通市民、施工作业人员的混淆,甚至管理单位操作人员、管理人员也无法识别,大大增加了管道管理单位

的管理难度。近几年,深圳燃气已深刻意识到此问题的严重性,积极推行统一的地面标志桩、绿化带标志桩、第三方工地现场警示牌、燃气管道设施警示围挡等,通过统一规范燃气中压管道设施标识标牌,进一步确保燃气管网运行管理安全(见图4)。

3.2 多措并举,降低第三方损坏事故发生

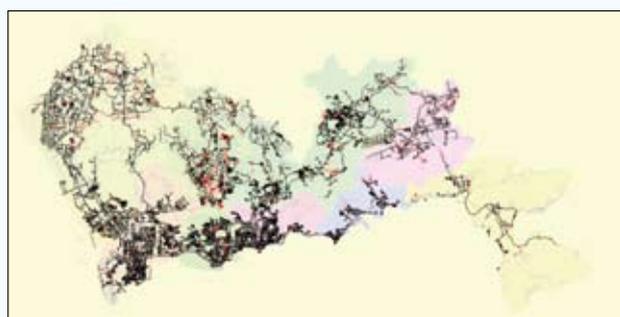
第三方施工损坏的不可预测性、不可控制性已使它成为威胁管道安全运行的最关键因素。因此,内部与外部管理双管齐下、多措并举,以有效抑制并降低第三方损坏事故发生。

3.2.1 内部管理措施

建立完善的中压燃气管道安全生产标准化体系、



清查前



清查后

注:红色管线是清查前经GIS分析得出的“无气源管线”。

图3 中压燃气管线及设施信息清查前后效果对比图(截止2017年4月)



图4 中压燃气管道及设施标识标牌及警示围挡

应急预案体系，合理划分巡查巡检区域和人员，经常性开展岗位技能培训交流等方式，都是加强内部管理的基础措施，在此基础上，还可以采取以下措施：

(1) 开展安全绩效激励措施

通过制定各种安全绩效措施，鼓励一线员工对管网的保护意识和工作热情，如开展燃气管道分片区的季度包保奖励机制、实时展板的零事故竞赛、日常巡查巡检漏点奖励等。物质与荣誉相结合的长效激励机制，进一步增强员工的工作热情和主人翁精神。

(2) 管网分级巡查管理，实现巡查效能最大化

深圳燃气在燃气管道安全标准化体系的建设上做了大量工作，如建立完善、可操作性强的管理体系，根据燃气管道受周边环境(含小区类型)、潜在隐患、社会影响、抢维修情况等影响因素，对不同级别的管网采取不同的巡查周期(见图5)，实施动态管理。改变以往平均分配巡查时间、巡查力度的做法，实现了一线有限巡查力量的高效利用。

(3) 规范岗位作业标准化和第三方施工管理标准化

人是一切工作的核心，同岗位不同员工之间，

由于知识水平、在岗时间、理解水平等存在差异，为统一同一岗位的作业标准，深圳燃气组成了含一线操作人员在内的专业技术团队，历经现场调研，组织编写、实践推敲、反复修订评审等流程，制定了巡查岗位、巡检岗位、第三方工地巡查岗位等燃气管道管理岗位作业标准，统一了岗位配备工具设备、作业模块、作业步骤、标准动作及图示、作业标准、作业记录等(见图6)。

另外，在此基础上，深圳燃气还制定了第三方施工工地标准化管理手册，对第三方施工管理全过程进行规范管理、细到每个步骤、每个流程，甚至于过程出现问题应如何去解决等，均有明确详细的指引。

(4) 采用科学手段对中压燃气管道实施信息化管理

在燃气管道信息化管理中，运用GIS系统对管道及设施各类信息、图层等基础数据和信息进行管理，是燃气管道信息化管理的基础；SCADA系统通过对现场运行设备进行监视和控制，实现数据实时采集、设备控制、测量、参数调节以及各类信号报警等各项功能，以实现快速处置要求。深圳燃气近年在燃气管

管网分级及巡查周期指引表

	周边环境(含小区类型)	潜在隐患	社会影响	抢维修情况	巡查周期
一级	1、控制范围内有深根植物倾倒； 2、存在潜在维修活动的小区； 3、别墅庭院管；	1、埋深较浅，不规范的管道； 2、存在包封、占压、圈占等隐患； 3、防腐层质量检测评定为A级的钢制管道；	1、担负5000户以上供气任务的枝状市政管道； 2、担负重大、重要或有特殊供气需求商业客户供气任务的枝状管道； 3、调压站出站管；	1、新投入运行、漏气或抢修后修复的管线在供气后24h内； 2、发生两次以上腐蚀穿孔、白蚁侵蚀等的区域；	一天
二级	1、周边无施工，正常运行的市政管； 2、入伙半年以内或物业管理不规范不配合，周边无施工的庭院管；				两天
三级	1、入伙半年以上且物业管理规范，周边无施工的庭院管				三天

图5 管网分级及巡查周期指引表

地下中低压管网第三方工地巡查作业标准					
作业单元	地下中低压管网第三方工地巡查作业		上岗条件	1、取得《燃气管网工》合格证； 2、管理人员或师傅跟班作业2天以上（新取证员工）	
工具设备 配备清单	1、摩托车或自行车一辆； 2、智能巡查手机1台； 3、GPS坐标定位仪； 4、电子标签检测仪； 5、管网区域图1套； 6、燃气泄漏检测仪（首选PPM级）1台； 7、活动扳手10-12寸一把； 8、管钳10-12寸一把； 9、两用螺丝刀一把； 10、井盖钩一把； 11、红色喷漆油漆若干； 12、关阀工具一套； 13、警示带一卷；铁马； 14、警示牌若干； 15、其他必备的工具。		作业单据清单	1、《第三方工地台账》； 2、《告知函》； 3、《协调记录表》； 4、《安全隐患整改通知单》； 5、《施工现场燃气管道设施安全保护协议》； 6、《施工现场燃气管道及设施确认表》； 7、《关于签订〈燃气管道及设施保护协议〉催办函》； 8、《警示标贴》； 9、《第三方工地跟踪记录表》； 10、《燃气管道专项保护方案》； 11、《地下中压燃气管网巡察记录表》； 12、《燃气竣工测量复核报告》； 13、其他必备的单据。	
模块一：日常巡查					
作业步骤	标准动作	作业标准	示意图	作业工具/作业记录	相关要求与说明
动作1	新增工地初步协调与旧工地日常巡查	1、该项工作由管网巡查员负责； 2、具体要求详见《地下中低压管网巡查作业标准（G008）》第三方施工工地巡视作业标准。	— —	智能巡查手机	— —
模块二：专项巡查					

图6 地下中压燃气管道第三方工地巡查作业标准示例

道信息化管理方面发展迅猛，借助GIS系统、SCADA系统为基础支持，创新思维，开发了以下信息管理系统，助力安全生产管理：

a.开发了手机智能巡查系统，实现了管线信息实时更新，改变以往巡查人员手持纸质图纸更新周期长、图实不符等情况；实现了一线操作人员考勤管理、必经点巡查打卡、巡查事件跟踪管理、第三方施工分级管控（巡查周期为一天两巡、一天一巡、两天一巡）及工地信息化管理等功能，使管道设施及第三方工地保护协调效果和效率同时得以大大提高（见图7）。

b.开发了管道完整性管理系统

深圳燃气完整性管理系统提出了“五步循环法”，包括数据采集与管理、管理单元识别、风险评价、风险控制、效通评价，对燃气管道实施全生命周期管理。经过几年的燃气管道日常数据积累，系统对管道数据从不同的角度，以不同的维度，融合多种表现形式，进行数据的挖掘及综合展示分析；针对第三方施

工、腐蚀防护、抢维修等专业数据进行了大量的数据分析，根据数据中存在的内在业务逻辑进行数据对比，得到与业务场景和管理需求相关的数据分析结果。各燃气管道管理人员通过数据可视化对信息的关联性和层次性有更加直观的感受。同时，系统设有专项数据分析工具，辅助管理者对数据进行解读（见图8）。

3.2.2 外部管理措施

（1）建立地下管线联动机制

城市地下管线繁多，包括有电缆线、供水、排水排污、通讯、网络等，深圳政府相关主管部门发起，联合各相关地下管线运行单位，建立地下管理联动机制，制定详细的联动机制，当某处进行施工作业时，联动单位及时迅速的通知其他管线运行单位，以期共同保护地下管线安全。

（2）政府与企业联手，强化执法力量

2015年11月，深圳市颁布实施了《深圳市燃气管道保护办法》，为落实办法，加强监管，2016年，深

圳市住建局挂牌成立了燃气执法队。深圳市相关政府部门与企业联合，管道运行单位专业管理人员通过层层培训考核，持证上岗，成为燃气执法队执法员。燃气执法队将查处违章施工、野蛮施工等破坏燃气管道行为作为常态化的日常监督工作，及时制止并纠正违规违法行为。施工单位由于违规违法成本增加，安全

意识和警惕性得以加强，逐渐变被动为主动，积极配合管道运行单位按章办理施工手续。

(3) 组织开展专业燃气管道保护宣传

地下燃气管道保护宣传培训是对外管理措施的一项重要举措，深圳市政府相关部门及机构的牵头组织领导，使燃气管道保护宣传培训工作更加卓有成效，

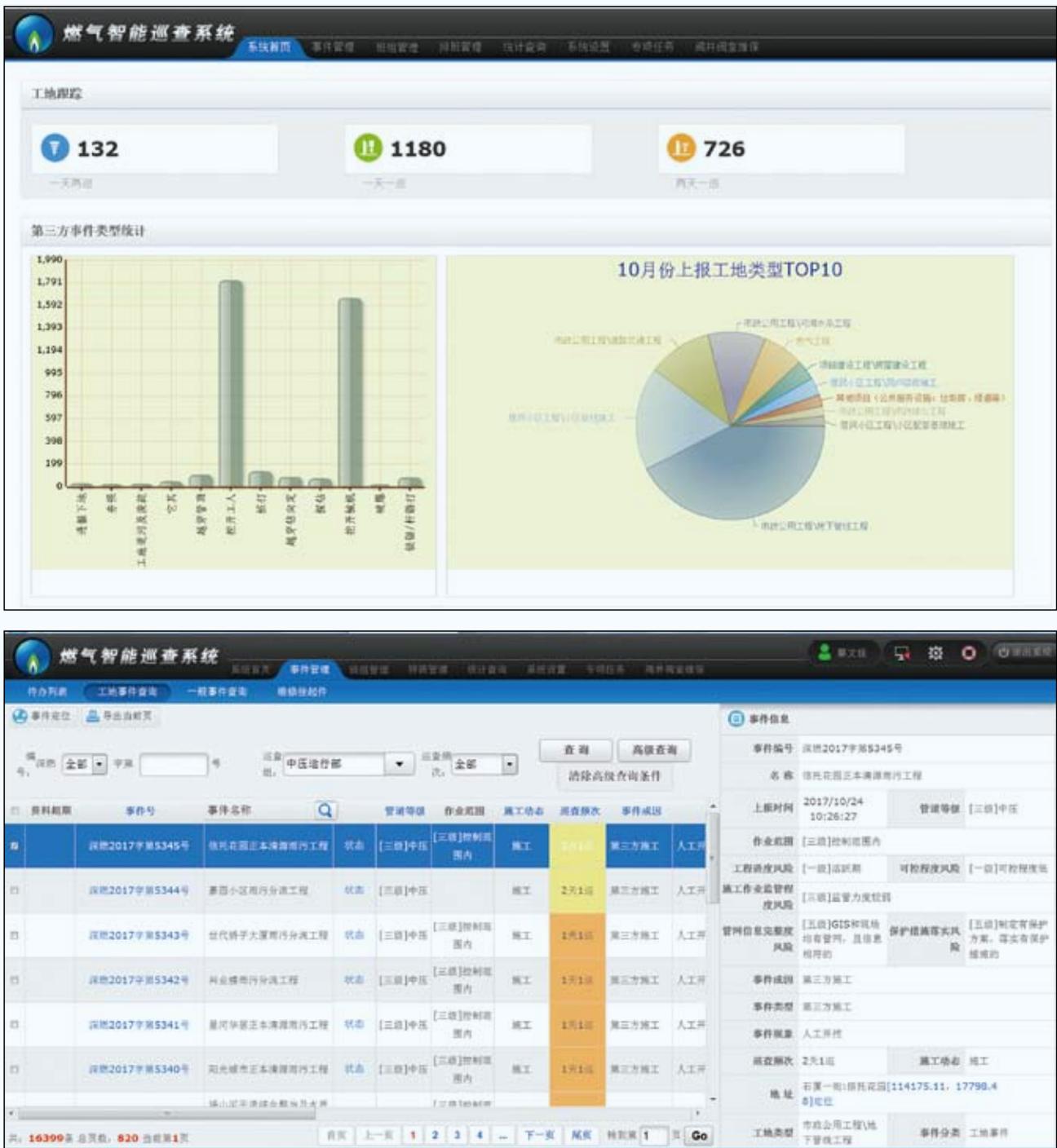


图7 智能巡查系统运行界面



图8 管道完整性管理系统运行界面

深圳燃气充分发挥青年员工朝气蓬勃、勇于创新的特质，成立了专业的青年宣讲团队，制作对外宣讲课件及宣传资料，送课上门。在政府部门会议室、施工企业办公楼、施工工地现场、深圳燃气培训教室等场地，时常见管理单位的管理者、青年宣讲团成员，哪里需要就送课送知识上门。另外，其他各种形式的宣传活动也全面铺开，如人群密集的商业中心宣传、自行车队伍绿道骑行宣传、城市U站宣传，公司网

站、微信公众号、媒体宣传等，潜移默化增强了全民安全意识。

综上，通过对中压燃气管道采取一系列的管控措施，取得的效果是显著的，以深圳燃气2016年和2017年同期发生的燃气管道事故数据进行对比：2016年1月~9月，发生中压燃气事故29起，其中第三方损坏事故20起；2017年1月~9月，发生中压燃气事故18起，其中第三方损坏事故13起，其它的事故类型为管道腐蚀

穿孔、焊缝开裂、设施老化、放散阀漏气等，从数据可以看出，中压燃气管道事故下降趋势显著，所采取的管控措施是有效可行的。

4 建议

PE管材管件是目前乃至未来很长时间使用的中压燃气管道用材，加强对PE燃气管道全生命周期，包括出厂检验验收、现场施工电子标签及警示带的埋设、回填土质量把控、隐蔽工程管理和验收等各环节管理，避免将施工期的安全隐患带入运行管理期，可以杜绝或大大减少运行管理过程中出现的问题。另外，建立一体化的燃气管道管理集成信息系统，将各

个生产系统的数据汇集进行大数据分析以支撑运行决策，共享数据和信息资源，为管道管理者提供更加全面的决策支持。

参考文献

- 1 张雯. 地下燃气管道运行安全的影响因素及措施. 煤气与热力, 2014; 34(11): B45-B46
- 2 杨玉锋等. 城市燃气管道系统风险因素分析. 煤气与热力, 2014; 34(10): B15-B19
- 3 张瑞, 帅菁. 防止第三方施工破坏燃气管道的管理措施. 煤气与热力, 2014; 34(3): B38-B39
- 4 管道完整性管理技术编委会. 管道完整性管理技术. 石油工业出版社, 2012

安全管理消息

张家口中油金鸿天然气有限公司 全力做好管网维护 守护“城市地下生命线”

近年来，张家口中油金鸿天然气有限公司坚持全力做好管网维护，守护“城市地下生命线”，保障了我市燃气供应的安全平稳。

据了解，当前张家口市地下燃气管线近800km，燃气次高压管线32km，中压管线160km，低压管线663km，其中不少管线已经运行近30年，且多数处在人口密集的繁华商业区，部分管网设施存在不同程度的腐蚀老化现象，形成了极大安全隐患。此外，第三方施工破坏、违章占压管线、少数市民安全意识薄弱对城市燃气管网的安全运行造成了威胁。

对此，张家口中油金鸿天然气有限公司坚持严格落实安全防范措施，不断加强对管线隐患排查治理力度，有效避免了事故发生，确保了燃气管网设施安全运行。（1）坚持级别分类。根据管线运行年限长短，分成4类，20年以上为A级，20年~15年为B级，15年~10年为C级，10年以下为D级。根据级别的不同分别规定了检漏要求：A级每天1次，B级2天1次，C级3天1次，D级5天1次。（2）加强管线巡

视。重点加强对老旧管网、地下室引入管及管道周边五井一缸的严密排查；对地下管线实行365天全天候的管网分片包干巡查制度，次高压、中压管线每天巡检1次，重点地段、高危管网进行加密巡检。同时，要求巡线人员对无法检测的管线坚持每年不得低于2次钎探检测，必要时埋置永久性检测孔。

（3）加强施工现场盯守。配合第三方施工，对于施工范围内燃气管线做到人盯死守，确保燃气管线安全。（4）加强应急管理。制定专项应急预案和现场处置方案，配套完善安全检测及应急装备，并定期组织演练，提升干部职工应急处置能力。

（5）组织公司中层干部开展了巡线踏线、入户安检活动。2017年，已累计完成巡检管线34万km，巡检调压站8.3万次，打钎探检测66处，第三方施工现场守险80余次，发现并处置安全隐患11处。同时，为强化警示提醒作用，在市内各小区的引入管粘贴警示标志3 300张，补贴塑胶地标3 000余块，补设长线标志桩145根。
（王嘉亮）