

编号：WB2023-SZ-J0413

广东大鹏液化天然气有限公司
广州市轨道交通三号线东延段海傍站
高压天然气管线迁改工程
安全评价报告
(备案稿)

建设单位：广东大鹏液化天然气有限公司

建设单位法定代表人：张荣旺

建设项目单位：广东大鹏液化天然气有限公司

建设项目单位主要负责人：郝云峰

建设项目单位联系人：郭迅

建设项目单位联系电话：13632663230

(建设项目单位公章)

2023 年 6 月 27 日

广东大鹏液化天然气有限公司
广州市轨道交通三号线东延段海傍站
高压天然气管线迁改工程
安全评价报告

评价单位名称：广州市万保职业安全事务有限公司

法定代表人：朱军

技术负责人：巩翠新

评价项目负责人：覃波

评价单位联系电话：020-37613616

（安全评价机构公章）

2023 年 6 月 27 日

广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程

安全评价报告评价人员

	姓 名	专 业	资格证书号	从业信息 号	签字
项目负责人	覃 波	自动化（仪表）	S011044000110191001 063	018111	
项目组成员	李传庆	油气储运	S011011000110202000 185	029257	
	张传颂	防腐	S011011000110191000 014	022492	
	陈嘉泽	工艺设备与控制	1500000000301648	026262	
	薛素平	电气	0800000000102901	006330	
	费文涛	安全工程	1800000000201127	019437	
	赵玉萌	土木工程	S011044000110193002 207	035454	
	钱文华	安全工程	1600000000300475	039436	
报告编制人	覃 波	自动化（仪表）	S011044000110191001 063	018111	
	李传庆	油气储运	S011011000110202000 185	029257	
	张传颂	防腐	S011011000110191000 014	022492	
	陈嘉泽	工艺设备与控制	1500000000301648	026262	
	薛素平	电气	0800000000102901	006330	
	费文涛	安全工程	1800000000201127	019437	
	赵玉萌	土木工程	S011044000110193002 207	035454	
	钱文华	安全工程	1600000000300475	039436	

广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程
安全评价报告评价人员

	姓 名	专业	资格证书号	从业信息 号	签字
报告审核人	张洪澎	化工机械	11000000000100432	012641	
过程控制负 责人	曹 哲	土木工程	18000000000301122	033163	
技术负责人	巩翠新	安全工程	08000000000102718	003395	

前言

随着广州市经济的飞速发展和城市建设的迅速扩张，各种建设活动对在役输气管道构成的安全隐患日益严重。广东大鹏液化天然气有限公司（以下简称“该公司”）现役天然气管道（12-13-Z-0002 号桩 12-13-J-0063 号桩段）位于广州市地铁四号线海傍站东侧。拟建地铁三号线海傍站的主体结构和换乘通道以及地铁区间必须穿越该段管道所在区域，同时该段天然气管道位于番禺区政府规划中的综合枢纽正下方，致使约 1.7km 天然气管道处于地铁规划建设区影响范围内。规划建设区的实施将占压天然气管道，并对管道运行造成极大的安全隐患。

根据广州市相关行政管理部门的要求，拟对处于地铁规划建设区影响范围内的天然气管道进行迁改，该工程资金采用地铁对该公司资金补偿形式，改迁主体仍为广东大鹏液化天然气有限公司，迁改线路起于 12-13-J-0006 号桩，止于 12-13-C-0011 号桩附近原管道处，线路整体由北向南并行京珠高速（广澳段）西侧敷设。管道线路途经亚运大道、海傍水乡和海傍村。迁改管道投影长度为 1.92km，管道实际长度约 2km，废除原管道长度约 1.61km。

为贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》第三十一条“生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算”的规定，根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》、《广东省应急管理厅关于印发<广东省应急管理厅危险化学品建设项目安全监督管理实施细则>的通知》的规定和要求，广东大鹏液化天然气有限公司委托广州市万保职业安全事务有限公司承担了广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程（以下简称“本工程”）的安全评价工作，万保公司成立评价小组，并于 2023 年 6 月 8 日对本工程进行了现场勘查。

本评价报告按照《陆上油气管道建设项目安全评价导则》（AQ/T3057-2019）要求，依据国家法律、法规和行业标准，对本项目潜在的危险、有害因素的种类、危害程度、分布状况以及可能发生的事故后果进行辨析、预测，并提出合理可行的安全技术措施和管理对策措施建议，作出评价结论，为本工程安全设施设计、运行及安全管理提供科学依据，同时也为应急管理部门对本工程的“三同时”工作提供依据。

在编写本评价报告过程中，得到了广东大鹏液化天然气有限公司及有关部门相关人员的大力支持，在此一并表示感谢。

目录

1 评价依据	1
1.1 建设项目支持性文件	1
1.2 国家法律法规、部门规章和地方方法规	1
1.3 规范性文件	3
1.4 国家和行业标准	4
1.5 相关的评价、评估工作	5
2 建设项目概况	6
2.1 基本情况	6
2.2 建设项目基本情况	7
2.3 自然及社会环境概况	13
2.4 线路工程	15
2.5 站场工程	22
2.6 公用工程	22
3 评价范围、单元划分与评价方法的选择	29
3.1 评价范围	29
3.2 评价单元的划分和评价方法选择	30
4 危险有害因素辨识	31
4.1 输送介质	31
4.2 自然及社会环境	34
4.3 线路工程	36
4.4 站场工程	40
4.5 公用工程	40
4.6 建设项目相互影响	41
4.7 重大危险源辨识	42
4.8 辨识结果汇总	42
5 单元安全评价	44
5.1 线路工程	44
5.2 公用工程	57
6 安全管理	61
6.1 安全管理机构设置	61
6.2 人员编制与安全管理人員設置	63
6.3 个体安全防护用品配备	63
6.4 抢修机构设置及设备配备	63
6.5 安全投入	68
6.6 外部依托力量	68
6.7 安全管理单元合规性检查	69
7 结论与建议	71
7.1 结论	71

7.2 对安全设施设计的建议	71
7.3 对施工的建议	73
7.4 对生产运行的建议	74
8 与建设单位交换意见	76
9 附件与附图	77
9.1 附件	77
9.2 附件	77

1 评价依据

1.1 建设项目支持性文件

(1) 《广州市交通运输局关于广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程和珠三角成品油管道一期海傍线改线工程概算事宜的复函》((2023)-272 号, 广州市交通运输局);

(2) 广东省投资项目代码 (2303-440113-04-01-486722);

(3) 《广州市国土资源和规划委员会关于广州市轨道交通三号线东沿线工程(番禺广场~海傍)管线综合平衡—海傍站方案的复函》(穗国土规划业务函(2018)7182 号);

(4) 《关于实施海修站高压天然气管线迁改项目的董事会决议审批表》(广东大鹏液化天然气有限公司, 2020 年 5 月 28 日);

(5) 《建设工程规划许可证》(建字第 440100202322703 号、穗规划资源建证(2023)2220 号, 广州市规划和自然资源局, 2023 年 5 月 18 日);

(6) 《广州市交通工作领导小组办公室关于 2022 年 2 月第三次交通基础设施建设协调会议的纪要》(穗交领办会纪(2022)7 号, 广州市交通工作领导小组办公室, 2023.3.4)。

1.2 国家法律法规、部门规章和地方法规

(1) 《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令(2021)第八十八号, 2021 年 6 月 10 日颁布, 2021 年 9 月 1 日起施行);

(2) 《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令(2021)第八十一号, 2021 年 4 月 29 日发布施行);

(3) 《中华人民共和国劳动法》(中华人民共和国主席令(2018)第二十四号, 2018 年 12 月 29 日发布实施);

(4) 《中华人民共和国公路法》(根据 2017 年 11 月 4 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三十次会议《关于修改〈中华人民共和国会计法〉等十一部法律的决定》第五次修正, 1998 年 1 月 1 日起施行);

(5) 《中华人民共和国特种设备安全法》(中华人民共和国主席令(2013)第四号, 2013 年 6 月 29 日颁布, 2014 年 1 月 1 日起施行);

(6) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令(2010)第三十号, 2010 年 6 月 25 日颁布, 2010 年 10 月 1 日起施行);

(7) 《中华人民共和国突发事件应对法》(中华人民共和国主席令(2007)第六十

九号，2007年8月30日颁布，2007年11月1日起施行)；

(8) 《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令〔2008〕第七号，2008年12月27日修订，2009年5月1日起施行)；

(9) 《中华人民共和国电力法》(中华人民共和国主席令〔2018〕第二十三号，2018年12月29日修改，2018年12月29日起施行)；

(10) 《中华人民共和国防洪法》(中华人民共和国主席令〔2016〕第四十八号，2016年7月2日修改，2016年7月2日起施行)；

(11) 《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令〔2010〕第三十九号，2010年12月25日修订，2011年3月1日起施行)；

(12) 《危险化学品安全管理条例》(国务院令〔2013〕第645号，2013年12月07日起施行)；

(13) 《特种设备安全监察条例》(国务院令第549号，2009年1月24日修订，2009年5月1日起施行)；

(14) 《公路安全保护条例》(国务院令第593号，2011年3月7日颁布，2011年7月1日起施行)；

(15) 《生产安全事故应急条例》(国务院令第708号，2019年2月17日颁布，2019年4月1日起施行)；

(16) 《电力设施保护条例(2011修订)》(国务院令第588号，2011年1月8日起修订施行)；

(17) 《应急管理部关于修改<生产安全事故应急预案管理办法>的决定》(中华人民共和国应急管理部令第2号，2019年7月11日颁布，2019年9月1日起施行)；

(18) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令第36号，第77号修正，2015年4月2日公布，2015年5月1日起施行)；

(19) 《危险化学品建设项目安全监督管理办法》(国家安全生产监督管理总局令〔2012〕第45号，根据国家安全生产监督管理局令〔2015〕第79号修正，2015年5月27日修改公布，2015年7月1日施行)；

(20) 《产业结构调整指导目录(2019年本)》(国家发展和改革委员会令第29号，2019年10月30日公布，2020年1月1日起施行)；

(21) 《广东省安全生产条例》(广东省第十二届人民代表大会常务委员会公告第94号，2017年11月30日起修订施行)；

(22) 《广东省突发事件应对条例》(广东省第十一届人民代表大会常务委员会公告第 39 号, 2010 年 6 月 2 日颁布, 2010 年 7 月 1 日起施行);

(23) 《广东省建设项目安全设施监督管理办法》(广东省人民政府令 147 号, 2010 年 7 月 20 日颁布, 2010 年 10 月 1 日起施行);

(24) 《广州市安全生产条例》(2007 年 9 月 27 日广州市第十三届人民代表大会常务委员会第五次会议通过 2007 年 11 月 30 日广东省第十届人民代表大会常务委员会第三十五次会议批准 根据 2015 年 5 月 20 日广州市第十四届人民代表大会常务委员会第三十九次会议通过并经 2015 年 12 月 3 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十一次会议批准的《广州市人民代表大会常务委员会关于因行政区划调整修改〈广州市建筑条例〉等六十六件地方性法规的决定》修正, 2008 年 3 月 1 日起施行);

(25) 《广州市城市轨道交通管理条例》(2007 年 7 月 27 日广州市第十三届人民代表大会常务委员会第三次会议通过 2007 年 9 月 30 日广东省第十届人民代表大会常务委员会第三十四次会议批准根据 2015 年 5 月 20 日广州市第十四届人民代表大会常务委员会第三十九次会议通过并经 2015 年 12 月 3 日广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十一次会议批准的《广州市人民代表大会常务委员会关于修改〈广州市城市轨道交通管理条例〉等四件地方性法规的决定》修正, 2008 年 1 月 1 日起施行)。

1.3 规范性文件

(1) 《关于印发危险化学品目录(2015 版)实施指南(试行)的通知》(安监总厅管三〔2015〕80 号, 2015 年 8 月 19 日发布, 2015 年 8 月 19 日起实施);

(2) 《重点监管的危险化学品名录》(2013 年完整版);

(3) 《特别管控危险化学品目录(第一版)》(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告 2020 年第 3 号, 2020 年 5 月 30 日公布施行);

(4) 《原国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》(安监总管三〔2017〕138 号, 2017 年 12 月 15 日起发布实施);

(5) 《淘汰落后安全技术装备目录(2015 年第一批)》(安监总科技〔2015〕75 号, 2015 年 7 月 10 日起发布实施);

(6) 《淘汰落后安全技术工艺、设备目录(2016 年)》(安监总科技〔2016〕137 号, 2016 年 12 月 16 日起发布实施);

(7) 《应急管理部办公厅关于印发〈淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目

录（第一批）》的通知》（应急厅〔2020〕38号，2020年10月23日起发布实施）；

（8）《国家安全监管总局办公厅关于修改用人单位劳动防护用品管理规范的通知》（安监总厅安健〔2018〕3号，2018年1月15日起发布实施）；

（9）《交通运输部国家能源国家监督总局关于规范公路桥梁与石油天然气管道交叉工程管理的通知》（交公路发〔2015〕36号，2015年3月17日起发布实施）；

（10）《广东省应急管理厅关于印发<广东省应急管理厅危险化学品建设项目安全监督管理实施细则>的通知》（粤应急规〔2023〕2号，2023年4月8日起施行）。

1.4 国家和行业标准

- （1）《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）；
- （2）《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）；
- （3）《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）；
- （4）《天然气》（GB17820-2018）；
- （5）《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）；
- （6）《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）；
- （7）《110kV-750kV 架空输电线路设计规范》（GB50545-2010）；
- （8）《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）；
- （9）《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- （10）《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）；
- （11）《安全色》（GB2893-2008）；
- （12）《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）；
- （13）《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB39800.2-2020）
- （14）《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）；
- （15）《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》（GB50991-2014）；
- （16）《石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求》（GA1166-2014）；
- （17）《压力管道监督检验规则》（TSG D7006-2020）；
- （18）《特种设备使用管理规则》（TSG08-2017）；
- （19）《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T9711-2017）；
- （20）《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T50470-2017）；
- （21）《中国地震烈度表》（GB/T17742-2020）；
- （22）《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T50698-2011）；
- （23）《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T23257-2017）；

- (24) 《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T21447-2018);
- (25) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017);
- (26) 《进入天然气长输管道的气体质量要求》(GB/T37124-2018);
- (27) 《管道外防腐补口技术规范》(GB/T 51241-2017);
- (28) 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分: 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》(GB/T8923.1-2011);
- (29) 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第3部分: 涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定(压敏粘带法)》(GB/T 18570.3-2005);
- (30) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008);
- (31) 《石油天然气工程总图设计规范》(SY/T0048-2016);
- (32) 《石油天然气管道安全规范》(SY/T6186-2020);
- (33) 《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017);
- (34) 《油气输送管道并行敷设技术规范》(SY/T7365-2017);
- (35) 《穿越管道防腐层技术规范》(SY/T7368-2017);
- (36) 《输气管道高后果区完整性管理规范》(SY/T 7380-2017);
- (37) 《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T4109-2020);
- (38) 《天然气管道运行规范》(SY/T5922-2012);
- (39) 《油气管道地质灾害风险管理技术规范》(SY/T6828-2017);
- (40) 《油气输送管道风险评价导则》(SY/T6859-2020)
- (41) 《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》(SY/T6968-2021);
- (42) 《压力管道定期检验规则—长输管道》(TSG D7003-2022);
- (43) 《铁路工程设计防火规范》(TB10063-2016);
- (44) 《热煨弯管聚乙烯复合带防腐层技术规格书》
(SD-JSGGS-2020-GZ-HBQG-004);
- (45) 《陆上油气管道建设项目安全评价导则》(AQ/T3057-2019);
- (46) 《安全评价通则》(AQ8001-2007);
- (47) 《安全预评价导则》(AQ8002-2007)。

1.5 相关的评价、评估工作

本工程属于管道迁改项目,且迁改位置仍处于广州市番禺区海傍地铁站附近,所以沿用原有的地质灾害危险性评估、地震安全性评价、压覆矿产资源评估等评估成果,本工程不再重新进行上述评估或评价工作。

2 建设项目概况

2.1 基本情况

(1) 建设单位

广东大鹏液化天然气有限公司于 2004 年 02 月 23 日成立，主体类型为有限责任公司（中外合资），法定代表人为张荣旺，住所位于深圳市福田区福田街道深南大道 4001 号时代金融中心 10-11 层。主要经营范围为天然气的购买、运输、进口、存储和经营。经营范围中属于法律、法规规定应当批准的项目，取得许可文件后方可开展相关经营活动。

广东大鹏液化天然气有限公司是一家中外合资的能源企业，于 2004 年初在国家工商行政管理总局注册成立，由十一家中外企业股东组成，中海石油气电集团有限责任公司为最大股东，英国石油公司（BP）为合作的外方，其他股东方包括深圳市燃气集团股份有限公司、深圳能源集团股份有限公司、广东能源集团有限公司、广州燃气集团有限公司、佛燃能源集团股份有限公司、香港中华煤气有限公司、香港电灯集团有限公司。天然气供应范围覆盖深圳、东莞、广州、佛山、惠州及香港特别行政区。大鹏公司许可经营项目是：购买、运输、进口、存储液化天然气（LNG）及液化天然气再气化，向珠江三角洲地区及其他地区进行天然气及其副产品的输送、市场开拓和销售；向在香港特别行政区及澳门特别行政区的用户销售天然气及其副产品；建设和经营接收站和输气干线，以及为新用户和现存用户建设支线及其他附加和扩建设施，以满足合营公司的业务增长需求；以及包括液化天然气运输船的包租、租赁和营运等业务及在中国境内外的液化天然气购售业务在内的其他相关业务。

(2) 《可行性研究报告》编制单位

《广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改方案设计》为方案设计代替可行性研究报告，由四川石达能源发展有限公司编制。

四川石达能源发展有限公司持有工程设计资质证书，资质等级为石油天然气（海洋石油）行业（管道输送）专业甲级，证书编号：A151011973，有效期：2024 年 08 月 01 日。

(3) 评价单位

广州市万保职业安全事务有限公司，持有《安全评价机构资质证书》，统一社会信用代码：914401047418730955，证书编号：APJ-（粤）-013，有效期至：2025 年 7 月 26 日。业务范围：1.石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业；2.金属、非金属矿及其他矿采选业；3.陆地石油和天然气开采业；4.烟花爆竹制造业；5.陆上油气管道运输业；6.金

属冶炼。

2.2 建设项目基本情况

工程名称：广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程；

工程性质：补偿改迁工程；

工程地点：广州市番禺区；

工程概况：迁改线路起于 12-13-J-0006 号桩，止于 12-13-C-0011 号桩附近原管道处，线路整体由北向南并行京珠高速（广澳段）西侧敷设。管道线路途经亚运大道、海傍水乡和海傍村。迁改管道投影长度为 1.92km，管道实际长度约 2km，废除原管道长度约 1.61km。

2.2.1 建设项目背景

广州地铁三号线东延段起于三号线番禺广场站，终点位于海傍地铁站，线路沿亚运大道向东敷设，均为地下线，共设 4 个站，拟定于 2023 年底建成并开通试运营。海傍地铁站是三号线东延段和四号线的换乘站，位于四号线海傍站东侧，车站横跨康体路与兴业大道，呈东西向布置建设。海傍站为地下二层双跨结构岛式站台车站，站后带双折返线，除过兴亚大道管廊范围采用暗挖法施工外，其余范围均采用明挖顺作法施工。

三号线东延段加强了番禺区与主城区的联系，很好地支持了番禺区的发展，为广州市“南拓”发展战略起到重要作用。增加南沙明珠湾区与市中心快速联系通道，有助于完善线网结构、充分发挥轨道交通的网络效应；有助于番禺区对接南沙自贸区，建设政策拓展区，进而推进番禺区建设和发展。解决亚运大道两侧及亚运城居民出行的迫切需求，有利于促进番禺东南部生活服务区的发展、支持并引导亚运城及周边区域合理布局形成，进而促进番禺区岭南创意休闲区和魅力宜居城区发展，从实施层面有利于实现人口向外围城区转移。

随着地方经济的飞速发展和城市建设的迅速扩张，各种建设活动对输气管道构成的安全隐患日益严重。大鹏公司现役天然气管道 12-13-Z-0002 号桩 12-13-J-0063 号桩段位于四号线海傍站东侧。拟建三号线海傍站的主体结构和换乘通道以及地铁区间必须穿越该段管道所在区域；同时该段高压天然气管道位于番禺区政府规划中的综合枢纽正下方。

拟建地铁三号线与现役地铁四号线海傍站综合枢纽的制定和实施，致使金山分输站-南沙分输站段中的管道约 1.7km 处于地铁规划建设区影响范围内。规划建设区的实施将占压管道，并对管道运行造成极大的安全隐患，影响了该区域内土地的开发利用，制约了区域的经济发展。广州地铁集团为了合理有效地开发利用土地，同时最大限度地减少

城市建设与管道安全的矛盾，提出迁改该段输气管道的要求。详见图 2.2.1-1。

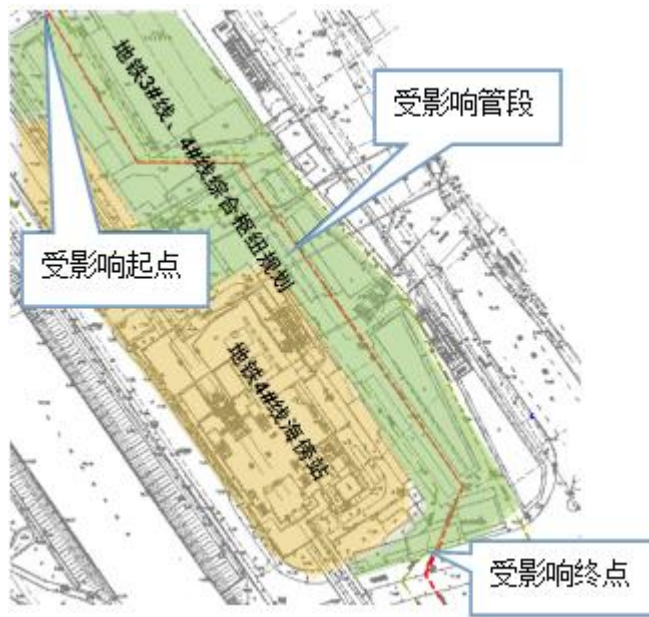


图 2.2.1-1 广州地铁三号线东延段海傍站枢纽局部控规示意图

本工程实施不仅确保了金山分输站-南沙分输站管道 12-13-Z-0002 号桩~12-13-J-0063 号桩段的运行安全，保证了供气的安全可靠，保护了管线周边的人民财产安全；同时更为番禺区政府规划的综合枢纽节约了宝贵的土地资源，为番禺区合理开发利用土地提供了支持，达到了城市建设与管道保护双赢。所以对金山分输站-南沙分输站段中的涉及地铁建设的管道进行迁改显得尤为重要。

2.2.2 线路和站场

（1）线路起终点

迁改线路起点位于 12-13-J-0006 号桩，终点位于 12-13-C-0011 号桩附近原管道处。

（2）沿线走向方案

线路起点位于 12-13-J-0006 号桩处，向西敷设从地铁四号线高架桥下通过后，再从京珠高速（广澳段）高架桥下通过至广州亚运城电动汽车充电站处，随后由北向南穿越亚运大道，后沿京珠高速（广澳段）西侧由北向南敷设，沿途穿越隔三涌、海傍涌以及部分市政道路，在海傍村附近由西南向东北穿越海傍路和京珠高速（广澳段），随后从地铁 4 号线高架桥下开挖通过至原规划碰口点位置，随后在现役输气管道上方向南敷设 40m 后与现役管道在浅埋水平段碰口连接。

线路走向示意图 2.2.1-1。



图 2.2.2-1 线路走向示意图

其详细路由详见下图。

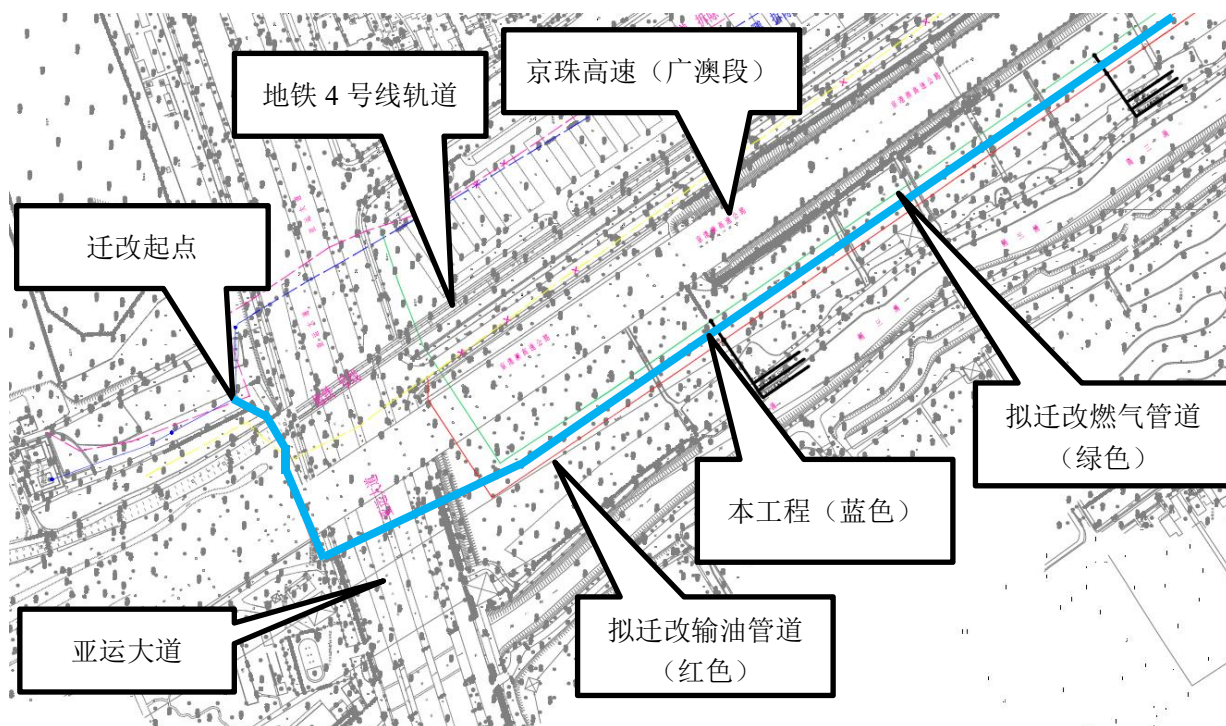


图 2.2.2-2 详细路由图

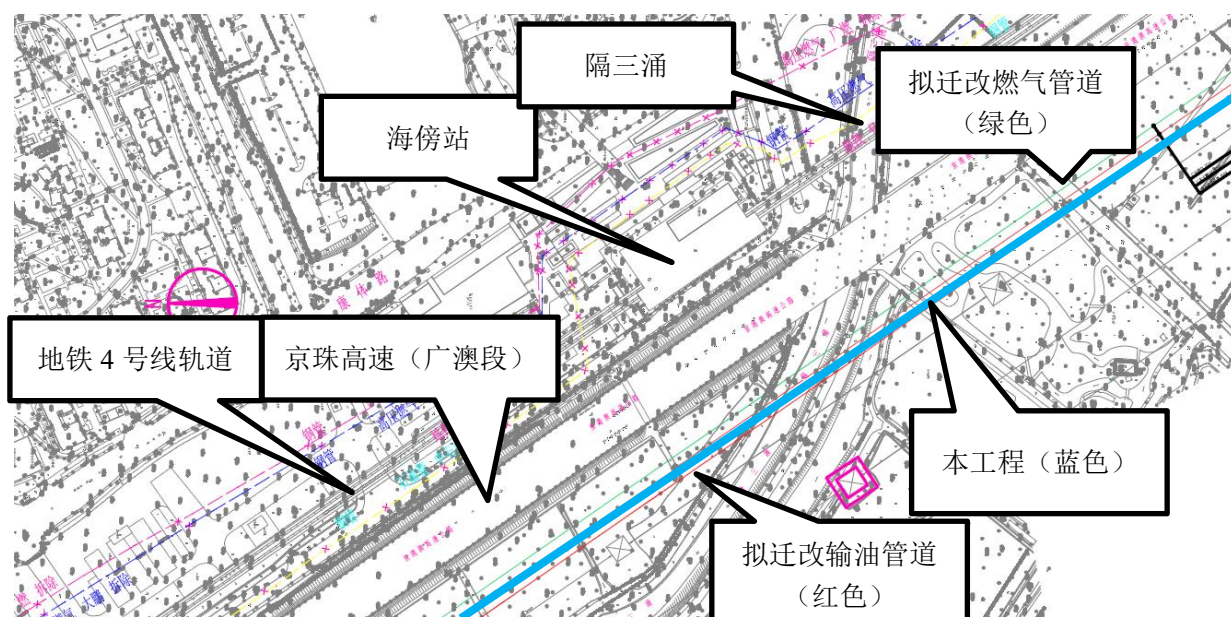


图 2.2.2-3 详细路由图

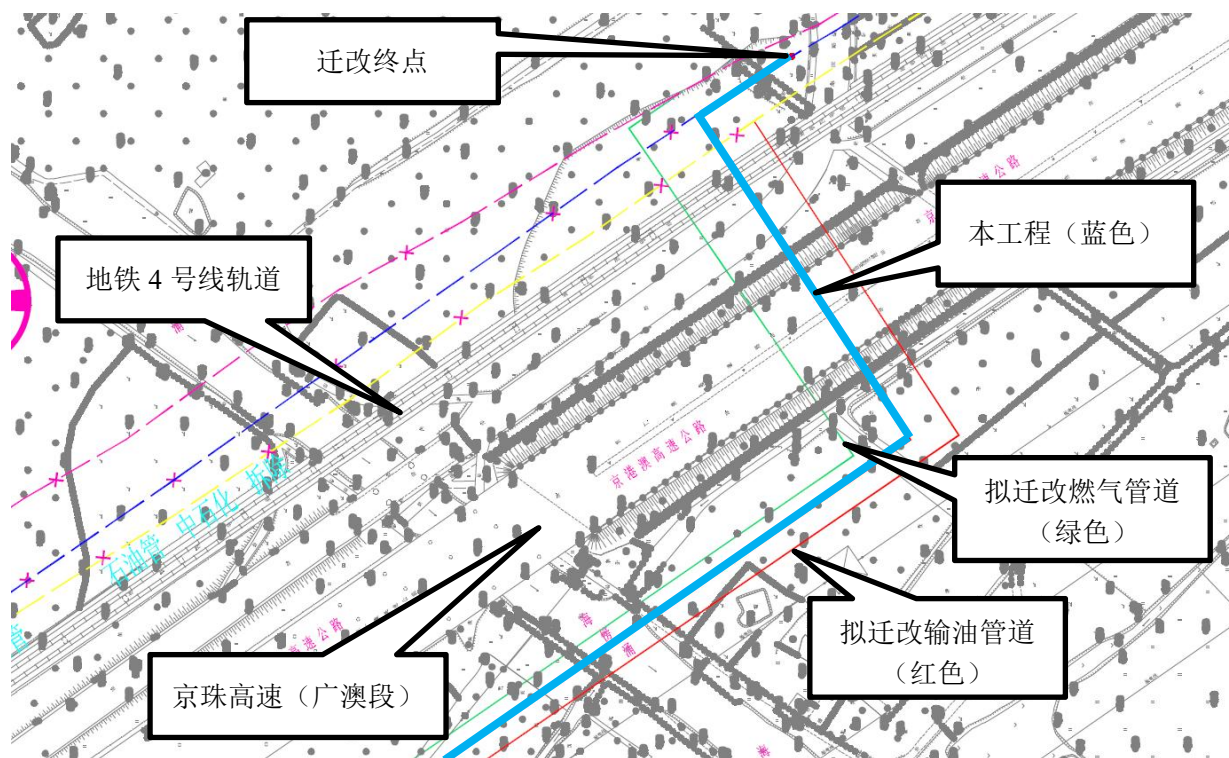


图 2.2.2-4 详细路由图

(3) 途经行政区域

本工程管道全线位于广东省广州市，途经地区的长度分布见表 2.2.2-1。

表 2.2.2-1 行政区划统计表

省（自治区、直辖市）	市（设区）	县（区）	长度 km
广东省	广州市	番禺市	1.92

(4) 站场及阀室设置

本工程不涉站场及阀室。

2.2.3 输送工艺及设计参数

2.2.3.1 管道工艺

管线长度：1.92km（管道投影长度）；

设计管径：762mm；

设计壁厚：一般线路段管材壁厚20.6mm，热煨弯管壁厚23.8mm；

设计压力：9.2MPa；

运行压力：不高于9.2MPa；

设计温度：0~40℃；

设计输量：37.5×10⁴Nm³/h；

工作介质：天然气；

管材：X65M 钢级的钢管；

强度设计系数：0.4（按四级地区强度设计系数考虑）；

输送工艺：高压常温密闭输送的工艺。

2.2.3.2 站场工艺

本工程不涉及站场工艺。

2.2.4 气源情况

本工程气源为该公司接收站液化天然气再气化的管输天然气，其天然气的物性及组份见下表。

表 2.2.4-1 广东 LNG 站线项目管输天然气物性表

项目	单位	数据	
		贫气	富气
平均分子量	kg/kmol	16.62	18.35
气相密度（20℃）	kg/m ³	0.6926	0.7701
烃露点	℃	小于-20℃	小于-20℃
水露点	℃	小于-20℃	小于-20℃
低热值（20℃）	MJ/m ³	≥36.0	>贫气
高热值（20℃）	MJ/m ³	38.17	54.46

表 2.2.4-2 广东 LNG 站线项目管输天然气组份表

序号	组分 1	组分 2
种类	贫气	富气
组分，摩尔百分比	mol%	mol%
N ₂	1.26	0.04
C ₁	96.33	87.76
C ₂	1.93	8.05
C ₃	0.33	3.21
iC ₄	0.07	0.4
nC ₄	0.08	-
iC ₅	-	0.52
nC ₅	-	0.02
总计	100.00	100.00
液化天然气再气化，管道气中总硫量小于 1ppm		

按照《天然气》（GB17820-2018）要求，进入管道的天然气高位发热量不低于 34.0MJ/m³，气体中硫化氢含量不应大于 6mg/m³，总硫含量不应大于 20mg/m³，二氧化碳摩尔分数不超过 3%，本工程气源满足规范一类气的质量要求。

2.3 自然及社会环境概况

2.3.1 自然环境

(1) 气象条件

本工程位于广东省广州市番禺区。区域属亚热带海洋性季风气候，并位于沿海地区，地形以丘陵为主，因此由于自然条件造成的危害主要有：台风、暴雨、洪水、雷电、泥石流、地面塌陷、滑坡，以及海水倒灌和潮汐造成的近海地区的管道腐蚀等。

本区气候温暖潮湿，雨水充沛，属亚热带季风气候，年平均气温 22.2℃，夏季最高气温 38.2℃，冬季最低气温 0℃，偶有霜冻，受季风影响，降水具有雨量多，强度大，季节长，雨日多，时程及分布不均等特点。多年平均降雨量 1900mm。最大降雨量 2691.7mm，降雨 120-150 日，集中于 5-9 月，降雨量占全年 81.2%，多年平均蒸发量 1580mm，潮湿系数 0.98~1.15，为湿度充足带，年平均湿度 76%，月相对湿度有时可达 87%，风向具有明显季节性，夏季多东风和东南风，冬季多北风和西北风，最大风力七级。

拟建管道路由经过地区气象条件统计详见表 2.3.1-1。

表 2.3.1-1 主要气象要素统计表

要素	地名	广州市
	值	
气温 (°C)	多年平均	22.2
	极端最高	38.6
	极端最低	0
年降水量 (mm)	多年平均	1900
	最多	2691.7
	最少	1206.7
风速 (m/s)	多年平均	4.0
	最大	38
	主导风向	SW
年平均相对湿度 (%)		/
最大相对湿度 (%)		/
多年平均年蒸发量 (mm)		1580.0
多年平均日照时数 (h)		1868.4
季节性冻土最大冻深 (cm)		/
年雷暴日 (d)		76.1

(2) 水文条件

迁改段线路沿线主要下穿的地表水体主要有隔三涌、海傍涌，地表水均为珠江流域。

地表水主要接受大气降水及上游补给，向下游排泄，水位和水量除受降雨影响外，受潮汐作用影响明显。

场地内地表水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，水对钢结构的腐蚀性具弱腐蚀性；地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，水对钢结构的腐蚀性具弱腐蚀性。

(3) 地质条件

本工程地区地质分层为：填土层；海陆交互相沉积层；冲积-洪积砂层；冲积-洪积土层、河湖相沉积淤泥质土层；残积土层；岩石全风化带；岩石强风化带；岩石中等风化带；岩石微风化带。

(4) 地形地貌

本工程沿线主要为海陆交互相冲积平原地貌，地势平坦，河流分支较多，地下水位较浅，区内主要为农田、河涌等。

表 2.3.1-2 地形地貌统计表

序号	省（自治区、直辖市）	长度（km）						
		平原	沟谷	丘陵	沟壑	山区	水网	合计
1	广东省	1.92	/	/	/	/	/	1.92
	合计	1.92	/	/	/	/	/	1.92

2.3.2 社会环境

番禺区位于广州市南部、珠江三角洲中部河网地带，地处北纬 22°26′~23°05′、东经 113°14′~113°42′之间。东临狮子洋，与东莞市隔洋相望；西以陈村水道为界，与佛山市南海区、顺德区相邻；北隔沥滘水道与珠江干流，与海珠区和黄埔区相接；南濒沙湾水道，与南沙区接壤。番禺区总面积 530 平方千米。

2021 年，番禺区常住人口 281.83 万人，城镇化率为 90.53%。户籍人口 112.82 万人，户籍人口出生率 13.1‰，户籍人口死亡率 3.9‰，自然增长率为 9.2‰。登记在册来穗人员 164.81 万人，其中居住满半年以上来穗人员 130.33 万人。

番禺交通便利，坐拥世界旅客规模最大的高铁客运枢纽广州南站，日均到发旅客近 50 万人次，峰值超过 75 万人次。广深港高速铁路香港段于 2018 年 9 月 23 日正式通车运营，广州南站到香港西九龙站仅需 48 分钟。拥有国家一类口岸——莲花山客运港，乘坐飞翼船仅需 90 分钟便可抵达香港。此外，还有广州地铁 2 号线、广州地铁 3 号线、广州地铁 4 号线、广州地铁 7 号线、广州地铁 18 号线、广州地铁 22 号线和“六纵六横”高快速路网，南大干线、洛溪大桥扩建等重大交通设施项目现正加快实施。

2.4 线路工程

2.4.1 管道本体

(1) 主要技术参数

- 1) 本工程管径为 $\Phi 762\text{mm}$;
- 2) 材质采用 X65M 钢级的钢管;
- 3) 钢管壁厚

一般线路段管材壁厚 20.6mm, 管道长度约为 2030m, 热煨弯管壁厚 23.8mm, 管道长度约为 120m。

(2) 管道强度设计系数

管道所经全线均为四级地区, 设计系数选取为 0.4 (按照四级地区考虑), 与原管道保持一致。

2.4.2 管道敷设

2.4.2.1 管道敷设

(1) 管道敷设方案

本工程管道采用沟埋敷设, 根据地形条件, 本工程考虑采用弹性敷设 ($R \geq 1000D$)、冷弯弯管 ($R \geq 40D$)、热煨弯管 ($R=6D$) 三种形式来满足管道变向安装要求。当管道水平转角或竖向转角较小时 (一般为 $2 \sim 3^\circ$ 左右), 优先采用弹性敷设。冷弯弯管上限使用角度为 15° , 即小于 15° 的管道转向采用冷弯弯管。热煨弯管起弯角度为 15° , 每 3° 一个系列。由于本工程不具备在迁改管道起终点碰口处提前开挖验证的条件, 在碰口点位置处热煨弯管角度为预估度数。

(2) 一般段

一般线路采用埋地敷设, 为确保管道安全运行, 不受外力破坏, 其管顶最小埋设深度应符合表 2.4.2-1 中要求。

表 2.4.2-1 最小覆土厚度 (单位: m)

地区等级	土壤类	
	旱地	水田
四级地区	1.5	1.5

在农田地区开挖管沟时, 将表层耕作土和底层生土分层堆放;

2.4.2.2 地区等级划分

本工程管道两侧 200m 范围内多为四层及以上楼房，且交通频发，本工程地区等级为四级。

2.4.2.3 管道焊接

本工程管道外径为 D762mm，考虑管道沿线地势较为平坦，利于设备展开，全线采用半自动焊接方式。打底焊采用手工焊焊接方式，焊接方向为下向焊，而对于沟底碰死口焊缝，打底焊可采用手工焊上向焊法。

2.4.2.4 管道清扫

- (1) 管道组装时注意管道的清洁，防止泥土、石头等杂物进入管道。
- (2) 管道安装完毕，焊缝无损探伤检验合格后，在试压前，首先进行清管或吹扫，清扫次数不少于两次，以开口段不再排除杂物为合格。清扫合格后及时封堵。
- (3) 管道采用清管器（球）进行清管扫线，设临时清管装置收、发设施和放空口，清管器接收装置选择在地势较高且 50m 内没有建筑物和人口的区域，并设置警示装置。
- (4) 临时清管设施设立吹扫口，末端固定可靠。临时放空口设置在地势较高、人烟稀少的开阔地带。

2.4.2.4 测径

清管合格后在试压前后分别进行测径。测径采用铝制测径板，直径为试压段中最大壁厚钢管或者弯头内径的 90%，当测径板通过管段后，无变形、褶皱可判为合格。

2.4.2.5 试压

- (1) 强度试验、严密性试验介质均为无腐蚀性洁净水。
- (2) 用洁净水试压合格后，将管段内积水清扫干净。
- (3) 试压在环境温度 5°C 以上进行，否则要采取防冻措施。
- (4) 本工程所有单体单独进行强度试压和严密性试验。
- (5) 强度试压试验压力不小于设计压力的 1.5 倍，进行强度试验时，管道低点所承受的环向应力不大于 $0.95\sigma_S$ 。强度试验压力值为管道最高点测得的压力值，管道最低点的压力值为强度试验压力值与管道液位高差静压之和。
- (6) 强度试验时，升压应缓慢，当压力升至 0.3 倍和 0.6 倍强度试验压力时，分别停止升压，稳压 30min，并检查有无异常情况，若无异常情况继续升压；达到强度试验压力后，稳压 4h，以无变形、无泄漏为合格。

(7) 严密性试验在强度试验合格后进行, 线路管道严密性试验采用洁净水作试验介质。严密性试压力应为设计压力, 进行严密性试压时将压力缓慢升至严密性试验压力, 并应以稳压 24h。以压降不大于 1% 实验压力值, 且不大于 0.1MPa 为合格。

2.4.2.6 干燥

迁改段管道在投入使用前应进行干燥, 干燥在严密性试验结束后进行。

2.4.2.7 管道置换

本工程管道碰口前采用氮气置换天然气、碰口完成后采用氮气置换空气、系统管道投产前采用天然气置换氮气的置换方案。置换范围为 40012# 阀室至 40013# 阀室之间的管道。

管道在置换作业开始时需要向管道系统中注入氮气。本工程采用蒸发器天然气化注氮槽车注液氮的作业方案。

所注纯氮的纯度要求不低于 99.9%。

(1) 注氮量

按置换段水容积的 3 倍计算氮气消耗量, 考虑压力、温度等因素的影响, 综合取 1m^3 液氮汽化为 640m^3 氮气。

(2) 注氮温度

注氮作业时, 注入的氮气温度不能低于 5°C , 一般温度可控制在 $10\sim 25^{\circ}\text{C}$ 范围。注氮施工时, 根据注氮速度、环境温度、气化 (或加热) 装置选型, 确保汽化装置出口氮气的温度。

(3) 置换推进速度

为了保证置换作业时不同气体间的混合量最少, 同时保证合理的置换时间, 所以应该确定合适的置换推进速度。根据《油气管道运行规范》(GB/T35068-2018) 要求, 置换的速度的上限约为 5m/s 。综合考虑各种因素, 本工程推荐置换速度为 $3\sim 4\text{m/s}$ 。

(4) 注氮、置换检验

1) 碰口前: 管道内混合气体中甲烷体积百分比小于 1.25% (即氮气含量大于 98.75%), 并且连续三次 (每次间隔 5min) 甲烷含量均小于 1.25%。

2) 碰口完成后: 管道内混合气体中氧气体积百分比小于 2% (即氮气含量大于 98%), 并且连续三次 (每次间隔 5min) 检测氧含量小于 2%。

3) 投运前: 在取样口取样, 甲烷含量与注入口处含量一致, 并且连续三次 (每次间隔 5min) 检测都一致时为合格。

2.4.3 人员密集场所高后果区

(1) 高后果区统计表

根据方案设计路由与现场勘察，辨识出的高后果区如下表所列。

表 2.4.3-1 人员密集场所高后果区统计表

序号	市（设区）、县、乡、村	长度 m	高后果 区级别	输气管道 地区等级	距上下游阀室距离	识别描述
1.	番禺区	1920	III级	四级	迁改起点距离40012#阀室约150m，迁改终点距离40013#阀室约5.3km。	地铁4号线海傍站及建设中的地铁三号线海傍站；亚运汽修厂、亚运城天荟为特定场所II。
根据《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）第6.1.3.2条，该项目管道潜在影响半径为228.81m。						

高后果区现场照片见下图。

针对本工程通过的高后果区，在该区域便于观测分别设置7台视频监控，工业电视监控系统前端设置一台室外网络高清1080P一体化球机。

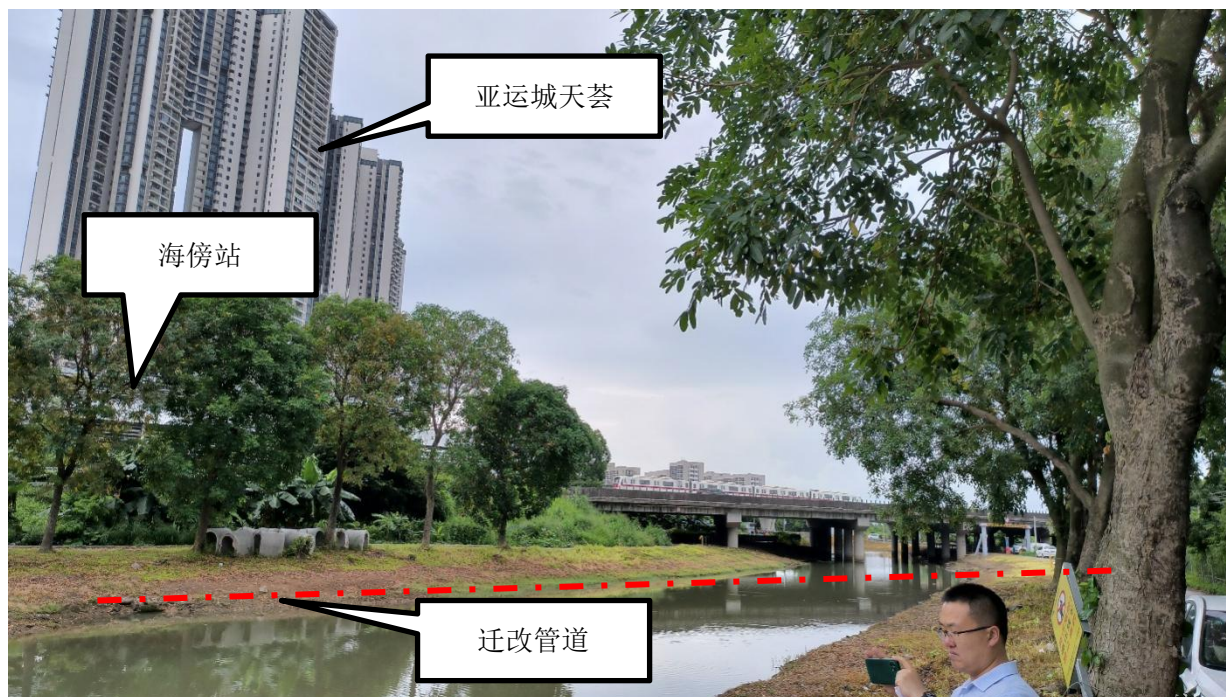


图 2.4.3-1 高后果区现场照片

(2) 与港口、飞机场、军事区、炸药库等设施的相互影响情况

本工程管道中心线两侧1000m范围内无港口、军事区、炸药库等设施；本工程距离最近的港口为番禺莲花港，距离约4.1km，距离最近的飞机场为广州白云国际机场，与管道最近距离大于40km，本工程与港口、机场相互之间无影响。

2.4.4 地质灾害

本工程所处区域断裂构造发育，北亭断层 F231 止于番禺断层 F140、F139，未与本工程线路直接相交。

2.4.5 地震

本工程所处区域抗震设防烈度 7 度区，设计基本地震加速度为 0.1g，设计动峰加速度为 0.125g，场地地震设计分组为第一组，场地设计特征周期值为 0.45s。

表 2.4.5-1 地震参数表

序号	市	县、区（镇）	影响长度（km）	抗震设防烈度（°）	设计基本地震加速度值（g）	设计地震分组
1.	广州市	番禺区	2.15	7	0.1	第一组

2.4.6 山岭隧道

本工程不涉及山岭隧道穿越工程。

2.4.7 采矿区

本工程不涉及采矿区。

2.4.8 河流大、中型穿越

本工程沿线无大中型水域穿越。

隔三涌 1 次、海傍涌 1 次，水渠 13 次详见表 2.4.8-1。

表 2.4.8-1 水域穿越工程统计表

序号	项目名称	单位	数量	穿越方式	备注
1	隔三涌	m/次	40/1	定向钻	
2	海傍涌	m/次	30/1	定向钻	
3	水渠	m	30	定向钻	共计 7 次
4	水渠	m	98	定向钻	共计 6 次

2.4.9 与架空输电线路并行交叉

由于受到沿线规划、地形、地物条件限制，本工程管线不可避免地已与建的 35kV 及以上架空输电线路并行，其统计情况详见下表。

表 2.4.9-1 与架空输电线路并行段统计表

序号	电压等级及线路		市（设区）、县	并行间距	并行长度
1.	交流架空输电线路	500kV 狮广甲乙线	广州市番禺区	最近处约 18m	1.5km
2.		500kV 顺广甲乙线	广州市番禺区	最近处约 60m	1.5km

本工程未与 35kV 及以上架空输电线路交叉。

2.4.10 与铁路并行交叉

本工程线路沿线未与铁路并行或交叉，但本工程与广州地铁 4 号线线路存在交叉及并行，其并行情况详见下表。

表 2.4.10-1 与地铁并行段统计表

序号	名称	市（设区）、县	类型	长度（km）	并行间距（m）	备注
1	广州地铁 4 号线	广州市番禺区	双轨	1.6km	110	

该项目与广州地铁 4 号线线路共穿越 2 次，均位于高架桥下，在拟建地铁 3 号线上进行穿越 1 次，其交叉统计如下表。

表 2.4.10-2 与地铁交叉段统计表

序号	名称	市（设区）、县	类型	穿越方式	穿越长度（m）
1	广州地铁 4 号线	广州市番禺区	高架桥式双轨	开挖	26.7
2		广州市番禺区	高架桥式双轨	开挖	27.4
3	拟建地铁 3 号线	广州市番禺区	隧道形式	定向钻	40

2.4.11 与公路并行交叉

该项目线路沿线并行有行政等级道路分别有 2 处，详细并行统计见表 2.4.11-1。

表 2.4.11-1 管道与公路并行敷设段情况表

序号	名称	市（设区）、县	公路等级	长度（km）	并行间距（m）	备注
1	京珠高速（广澳段）	番禺区	高速公路	1.6	10-40	最近处为穿越亚运大道的起点
2	亚运大道	番禺区	市政道路	0.125	15	

本工程主要穿越的公路有京珠高速（广澳段）及亚运大道，其中穿越京珠高速（广澳段）2 次，穿越亚运大道 1 次，其统计情况详见下表。

表 2.4.11-1 管道与公路交叉段统计表

序号	公路名称	市（设区）、县	公路等级	穿越方式	穿越长度（m）	交叉角度（°）
1	京珠高速（广澳段）	番禺区	高速公路	开挖	60.6	75
2	亚运大道	番禺区	市政道路	顶管	78	85
3	京珠高速（广澳段）	番禺区	高速公路	顶管	74	90

本工程顶管穿越亚运大道与京珠高速（广澳段）路基段时采用钢筋混凝土套管，套管规格为 RCP III 1200×2000。

2.4.12 与其他管道并行交叉

本工程并行拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道及已迁改完成的广州燃气集团有限公司燃气管道，其统计情况详见下表。

表 2.4.12-1 与其他管道并行敷设统计表

序号	已有管道名称	行政区划	并行长度 (km)	并行净距 (m)	备注
1	广州燃气集团有限公司燃气管道	广州市番禺区	1.92	最近距离约 7.8m	
注：本工程并行拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道，其并行长度约 1.92km，距离其最近距离约 8m。					

本工程穿越现役国家管网集团有限公司华南分公司输油管道 2 次，穿越拟建国家管网集团有限公司华南分公司输油管道 1 次，其统计情况详见下表。

表 2.4.12-2 与其他管道交叉段统计表

序号	已有管道名称	市（设区）、县	穿越方式	交叉垂直净距 (m)	备注
1.	国家管网集团有限公司	广州市番禺区	开挖	1.8	上方
2.	司华南分公司输油管	广州市番禺区	开挖	0.53	上方
本工程在上方与拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道交叉，其垂直净距大于 0.5m。					

本工程方案设计未能勘测到线路沿线与其他管道并行及交叉的相关情况。施工阶段施工过程中应对线路沿线与其他管道并行及交叉的情况进行勘测，避免意外的情况发生。

2.4.13 标识与伴行路

（1）管道标识

根据《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T 6064-2017）的规定，管道沿线应设置以下标志桩：

里程桩：管线每公里设置 1 个，每段从 0+000m 开始，一般与阴极保护测试桩合用。

转角桩：在管线水平转角处，应设置转角桩，转角桩上要标明管线里程、转角角度等。

穿跨越桩：当管道穿（跨）越公路、河流时，应在两侧设置穿跨越桩，穿跨越桩应标明管线名称、公路或河流的名称，线路里程，穿跨越长度，有套管的应注明套管长度、规格和材质等。

交叉桩：凡是与地下管道、电（光）缆交叉的位置，应设置交叉桩。交叉桩上应注明线路里程、交叉物名称、与交叉物的关系等。

加密桩：在人口稠密区、沟渠两岸处或易受第三方损坏地段，线路管道宜每 30-50m 设置一个加密标志桩。

警示牌：管道通过学校等人群聚集场所设警示牌，管道穿越公路应设置警示牌，管道靠近人口集中居住区、工业建设地段等需加强管道安全保护的地方设警示牌（设置地点应优先考虑道路穿越处附近）。

警示带：管道沿线距管顶不小于 0.5m 处应埋设警示带。

（2）伴行道路

本工程管道沿线道路较多，交通和社会依托条件较好，大多数道路可直接用于施工机械进出，同时考虑在交通敏感的道路附近设计临时便道。

2.4.14 阀室

本工程不涉及阀室。

2.4.15 废弃管道处置

本工程管道停气碰口完成后，对废弃管道拟采取注水泥砂浆处理，管道两端进行封堵（环焊缝进行满焊）。

2.5 站场工程

本工程不涉及站场工程。

2.6 公用工程

2.6.1 自动控制

本次迁改工程利用原有计算机的远程终端系统（RTU-Remote Terminal Unit），同时将运行参数通过通信系统传送至广东 LNG 站线项目调度控制中心（位于深圳市大鹏镇秤头角首站）的监控和数据采集系统（SCADA），由 SCADA 系统对其进行生产过程的数据采集、监视、远程关阀等任务，以保证输气生产安全、可靠、平稳、高效、经济地运行，无自动控制工程量。

2.6.2 通信

本次迁改工程利用原有 RTU 数据依托阀室通过租用 2M 公网电路方式上传至广东 LNG 站线项目调度控制中心，电信运营商保证通信质量达到所需通信业务的电信级质量，并承诺按电信级服务标准对线（电）路进行日常维护。SCADA 数据带宽 $\geq 128\text{kbps}$ ，数据传输误码率均 $\leq 10^{-7}$ ，无通信工程量。

本工程不涉及传输光缆。

2.6.3 供配电

本次迁改工程供配电利旧，无供配电工程量。

2.6.4 防腐与保温

本工程原管道采用外防腐层+强制电流阴极保护的方式对管道进行联合保护，本工程不涉及保温。

2.6.4.1 管道防腐层

(1) 管道外腐层

本工程采用与原管道一致的常温型加强级三层 PE 防腐层。

对于定向钻穿越段管道，在三层 PE 防腐层外还设有环氧玻璃钢防护层，以防止在管道回拖时对防腐层造成刮伤、破坏。

(2) 热煨弯管防腐层

热弯弯管外防腐采用“无溶剂液态环氧涂层+聚丙烯胶粘带”的方式。

无溶剂液态环氧涂层选用加强级，涂层厚度 $\geq 600\mu\text{m}$ ，聚丙烯胶粘带缠绕结构为“配套底漆+聚丙烯胶粘带”，缠绕搭边 50%-55%，胶粘带厚度 $\geq 1.1\text{mm}$ 。

热煨弯管聚乙烯复合带防腐层在工厂内完成预制，且做好防护措施，避免热煨弯管外防腐层在运输及施工过程中受到损伤。

热煨弯管聚乙烯复合带防腐层的材料性能、施工、检验要求应按照《热煨弯管聚乙烯复合带防腐层技术规格书》(SD-JSGGS-2020-GZ-HBQG-004)的要求执行。

热煨弯管聚乙烯复合带防腐层的最小厚度为 3.2mm。

热煨弯管管端预留长度宜为 130mm~150mm，聚乙烯复合带层端面应形成不大于 30°的倒角；聚乙烯复合带层端部外宜保留 10mm~30mm 的环氧粉末涂层。

涂敷前，管端预留段应采用隔离物隔离，并保证涂层端面界限规整。

(3) 管道补口

本工程普通线路段、穿越开挖段和穿越顶管段管道采用粘弹体胶带+压敏胶型聚乙烯热收缩带的方式进行防腐补口。

对于采用三层 PE 防腐层+环氧玻璃钢防护层的定向钻穿越段管道采用无溶剂环氧底漆+穿越用普通型聚乙烯热收缩带+环氧玻璃钢的方式进行补口。

根据《管道外防腐补口技术规范》(GB/T 51241-2017)的要求：补口施工前，应预先编制补口施工工艺预规程及检验和试验计划 (ITP)，并应进行涂敷工艺评定试验 (PQT) 确认补口质量，形成补口质量达到规定要求的施工工艺规程 (APS)。补口施工作业、检验和试验应按照确认的补口施工工艺规程 (APS) 进行。其中 ITP、PQT、

APS 的具体内容及相关要求按照 GB/T 51241-2017 执行。

1) 表面处理要求

粘弹体胶带补口时, 按《管道外防腐补口技术规范》(GB/T 51241-2017) 的要求对补口部位的钢管表面处理采用工具除锈或喷砂除锈的方式。除锈质量等级达到《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分: 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》(GB/T8923.1-2011) 标准规定的 St3 级或 Sa2.5 级, 锚纹深度宜不大于 50 μ m。

除锈时, 将环向焊缝两侧防腐层与补口材料搭接范围内的防腐涂层表面一并打毛处理。

除锈完毕后清除灰尘, 使钢管表面灰尘度不低于《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验 第 3 部分: 涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定 (压敏粘带法)》(GB/T 18570.3-2005) 规定的 3 级及以上质量。补口时管道表面干燥无结露和潮气。

管口表面处理与补口间隔时间不宜超过 2h, 如果有浮锈, 重新除锈。喷砂处理后, 热收缩带安装前, 采用干燥、清洁的压缩空气吹扫或用清洁刷扫去表面浮尘。

搭接部位处理: 喷砂除锈时, 将环向焊缝两侧与补口材料搭接范围内的直管聚乙烯防腐层表面一并打磨粗糙, 粗糙的纹路方向为竖向或斜向, 纹路深度及间距为 1mm。

2) 粘弹体胶带+压敏胶型聚乙烯热收缩带施工

1.粘弹体施工

①缠绕粘弹体防腐胶带前, 如出现返锈或表面污染时, 必须重新进行表面处理。

②粘弹体胶带安装前, 应在补口两侧管体防腐层搭接区域表面标明粘弹体胶带及外护带的搭接宽度, 按照外护带产品说明书的要求, 将外护带与管体防腐层的搭接区域表面处理至粗糙。

③粘弹体胶带补口施工应按照确定的施工工艺规程 (APS) 进行。

④对管道焊口表面不平整处, 先使用粘弹体防腐膏对表面不规则部位进行填充, 形成圆滑过渡表面后再缠绕粘弹体胶带。

⑤粘弹体胶带采用螺旋缠绕施工, 自 10 点钟或 2 点钟位置开始向下缠绕, 缠绕时应保持一定的张力, 边缠绕边擀压粘弹体防腐胶带, 使胶带保持平整, 与管体表面密封良好。

⑥粘弹体胶带带间搭接宽度应不小于 10mm, 胶带始末端搭接宽度不小于 50mm, 与管体防腐层搭接宽度不小于 50mm。

2.压敏胶型热收缩带施工

压敏胶型热收缩带环向搭接宽度应不小于 80mm，并采用固定片固定；轴向包覆宽度应超出内层粘弹体胶带防腐层两侧各不小于 50mm。

待粘弹体胶带施工完成且检验合格后，才能进行压敏胶型热收缩带施工。

压敏胶型热收缩带应按照产品说明书的要求进行安装，并符合以下要求：

①压敏胶型热收缩带定位：将压敏胶型热收缩带中心线对准环焊缝位置，使其在管口焊缝位置左右对称；将压敏胶型热收缩带印有搭接线一端压贴于钢管表面 2 点或 10 点左右位置，用压辊从中间分别向两端压平；将压敏胶型热收缩带另一端头对准搭接线标记粘好，环向搭接宽度应不小于 100mm，用压辊从中间分别向两端压平；然后从一侧缓慢移走防粘膜，移走过程应注意防止防粘膜残留在胶面上。

②固定片安装：加热固定片胶层至充分软化后，将固定片平整的搭在压敏型热收缩带重叠的接缝处，用压辊反复碾压固定片以及两层压敏型热收缩带接缝处，并避免固定片上下部位的压敏型热收缩带起皱。

③加热收缩：用火焰加热器从热收缩带中心位置沿圆周方向均匀烘烤加热，使热收缩带中部首先完成环形收缩，然后向两侧移动加热器，使热缩带环形收缩向两边扩展，直至热缩带整体完成收缩；继续加热使热收缩带禁锢在钢管表面，至热收缩带表面焊缝、防腐层搭接区坡口形状突显、边缘无翘边无缝隙、并有压敏胶均匀溢出时，停止加热。

④表面辊压：采用压辊将压敏胶型热收缩带表面及边缘辊压平整，并驱除气泡。

3) 粘弹体胶带+压敏胶型聚乙烯热收缩带补口质量检查

1.粘弹体胶带施工完成后保护外带施工前，应逐一进行外观、厚度及漏点检测检测应符合下列要求：

①外观：补口部位应逐个进行目视检查，粘弹体胶带防腐层表面应平整，搭接均匀，无皱褶，无气泡；粘弹体胶带与管体防腐层搭接宽度应不小于 50mm。

②厚度：采用无损测厚仪进行检测，每道补口至少选择一个截面上均匀分布的 4 点，粘弹体胶带防腐层厚度应不小于 1.5mm。若不合格，应缠绕粘弹体胶带至规定厚度。

③漏点：采用电火花检漏仪对粘弹体胶带防腐层进行全面检查，以无漏点为合格；检漏电压为 10kV，探头移动速度约为 0.3m/s，连续检测时，检漏电压应每 4h 校正 1 次。若有漏点，应采用粘弹体胶带进行修补并检漏，直至合格。

2.外护带施工完毕后应进行外观、漏点、剥离强度检验，应符合下列要求：

①外观：应逐个目测检查，热收缩带表面应平整，无皱褶，无空鼓，无烧焦炭化等现象，两侧应有胶粘剂均匀溢出，与管体防腐层搭接宽度应不小于 50mm。

②漏点：每一个补口均应采用电火花检漏仪进行漏点检查，以无漏点为合格；检漏电压为 15kV，探头移动速度约为 0.3m/s，连续检测时，检漏电压应每 4h 校正 1 次。

③剥离强度检验：每 100 道补口至少应抽查一道口的剥离强度，检测应在外护带施工完毕 72h 后进行。应按照《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》（GB/T 23257-2017）规定的方法进行检测，检测时管体温度宜为 15℃~25℃。补口防腐层对钢管、搭接区防腐层的剥离强度均不应小于 4N/cm，胶层覆盖率不应小于 95%；压敏型热收缩材料对搭接区防腐层的剥离强度不应小于 18 N/cm，且 80%表面应呈内聚破坏。有不合格时，应加倍抽查。加倍抽查仍有不合格时，则该段管线的补口应全部返修。

（4）管道补伤

本工程对线路管道可能存在的防腐层损伤，采用粘弹体防腐材料+聚丙烯胶粘带的方式对外防腐层进行恢复。粘弹体防腐胶带的厚度 $\geq 1.8\text{mm}$ ，聚丙烯胶粘带的厚度 $\geq 1.1\text{mm}$ 。

（5）管道内减阻涂层

本工程原管道采用了液体环氧内涂层，因此本工程改线段管道与原已建管道内防腐层结构保持一致，采用液体环氧内涂层，涂层为一次成膜结构，干膜厚度不小于 65 μm 。

2.6.4.2 阴极保护

根据大鹏公司高压输气管道金山分输站-南沙分输站段管道和广州地铁线、周边高压输电线及铁塔的位置关系，结合广州地区天然气输气管道受地铁杂散电流干扰的部分现场处理措施，本工程拟通过新建阴极保护站、设置排流设施、设置智能监测设施等措施缓解管道受杂散电流的干扰并对管道进行有效的保护。

（1）新建阴保站

本工程在距改线段管道最近的 40012#阀室处设置 1 座强制电流阴极保护站，加强对本段管道的强制电流阴极保护。

1) 阴保站设备选择输出功率大、抗干扰能力强的抗干扰型恒电位仪（2 路输出，1 用 1 备）。设备输出规格：100V/75A 电源规格：AC380V。

2) 本工程新建阴保站选用深井式阳极地床的方式，预计井深 60m。拟选阳极地床位置为 40012#阀室外靠近京珠高速一侧且距阀室约 60m 外的绿地中，参见下图。



图 2.6.4.2-1 拟建阳极地床位置示意图

2.6.4.3 杂散电流干扰防护方案

(1) 迁改段杂散电流排流缓解措施

迁改段管道可能遭受严重的动态直流杂散电流干扰和附近高压输电线的交流干扰。据现场实际的管道迁改情况，本工程拟设置三处杂散电流排流系统，分别位于迁改段管道的起末两端及中间位置。

1) 排流器采用智能交直流排流器（AC：50A；DC：50A；直流导通阈值：+0.5/-50V。

2) 排流地床类型分别为：

1.起末两端排流点推荐各采用 200m 锌带与管道同沟敷设的方式；

2.中间位置排流点采用深井式接地地床的方式，在中间段排流点附近设置 3 处 20m 深的接地井，将锌带设置在井内，再将 3 口接地井并联起来使用。

(2) 迁改段杂散电流干扰腐蚀速率远程采集终端安装

本工程拟在管道迁改段排流点处各安装 1 套埋地 ER 腐蚀综合测试仪，共设置 3 套，将 ER 腐蚀综合测试仪采集数据通过无线信息传输到该公司阴极保护系统。

(3) 迁改段阴极保护参数远程监控终端安装

为实时监控管道阴极保护运行参数与杂散电流干扰相关电参数，在迁改段管道设置 4

处阴极保护智能测试桩（3处排流点、1处阴极保护通电点处）。智能测试桩采集参数设置管道通电电位、管道断电电位、自腐蚀电位、交流电压、直流电流密度、交流电流密度，并将采集的数据上传至该公司阴极保护系统中。

2.6.5 采暖通风

本工程不涉及采暖通风。

2.6.6 消防

本工程不涉及消防。

2.6.7 给排水

本工程不涉及给排水。

2.6.8 建（构）筑物

本工程不涉及建（构）筑物。

3 评价范围、单元划分与评价方法的选择

3.1 评价范围

3.1.1 评价界面

本次安全评价对象：广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程。
其具体评价如下：

- (1) 线路工程；
- (2) 公用工程。

同时对该项目安全管理方面提出相应的要求。

3.1.2 工程界面

迁改的 1.92km 天然气管道，其工程界面详见下图。

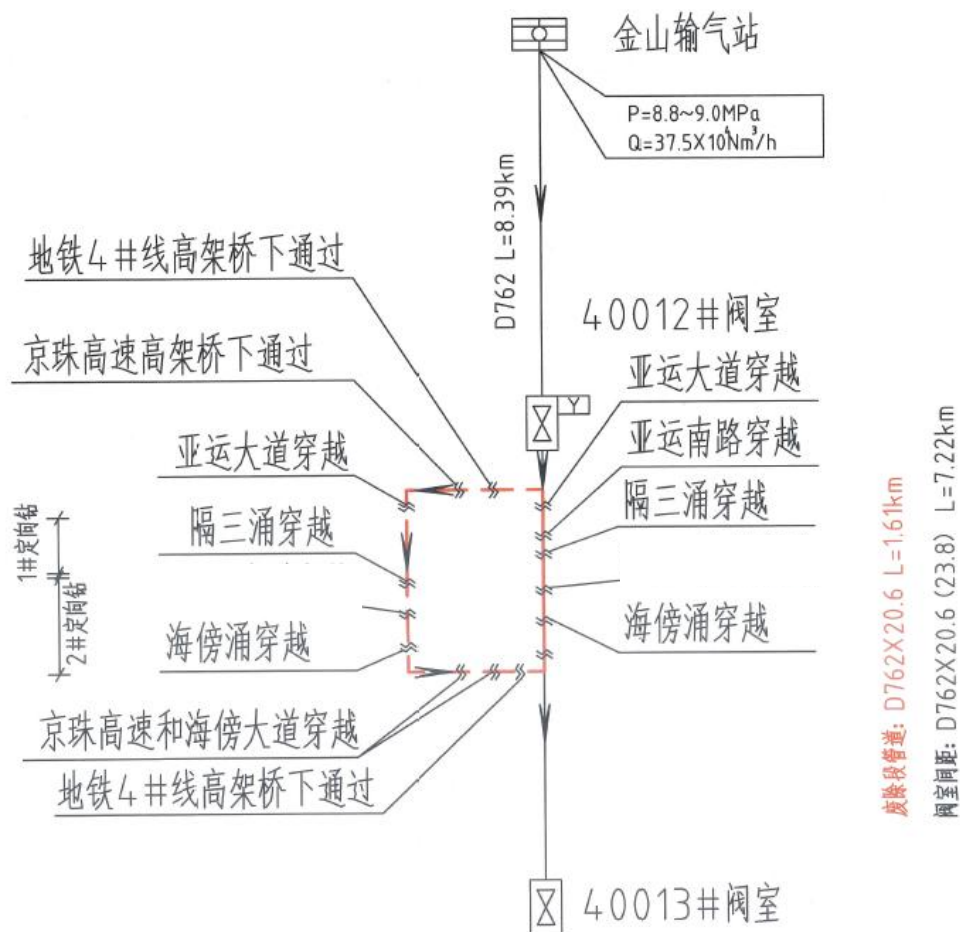


图 3.1.2-1 工程界面图（红色虚线为迁改管段，红色实线为原管道）

3.2 评价单元的划分和评价方法选择

根据本工程的特点和评价单元的划分原则，依据项目内容和现场情况，广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程评价单元划分及评价方法选择如下表：

表 3.2.1-1 评价单元的划分

序号	评价单元	子单元	评价方法	备注
1	线路工程	管道本体单元	安全检查表法	
		管道敷设单元		
		人员密集场所高后果区单元		
		地质灾害单元		
		地震单元		
		山岭隧道单元		
		采矿区单元		
		河流大、中型穿（跨）越单元		
		与架空输电线路并行交叉单元		
		与铁路并行交叉单元		
		与公路并行交叉单元		
		与其他管道并行交叉单元		
		标识与伴行路单元		
		阀室单元		
3	公用工程	自控单元	安全检查表法	
		通信单元		
		供配电单元		
		防腐与保温单元		
		采暖通风单元		
		消防单元		
		给排水单元		
		建（构）筑物单元		
4	安全管理	安全管理机构设置单元	安全检查表法	
		人员编制与安全管理人员设置单元		
		个体安全防护用品配备单元		
		抢修机构设置及设备配备单元		
		安全投入单元		
		外部依托力量单元		

4 危险有害因素辨识

4.1 输送介质

4.1.1 危险化学品辨识

本工程输送介质为天然气，其组分如 2.2.3 章节所示，理化特性见表 4.1.1-1。

表 4.1.1-1 天然气理化特性表

标识	英文名：Natural Gas			混合物，主要成分为：甲烷（≥92%）、乙烷、丙烷					
	危险化学品序号：2123			CAS 号：8006-14-2					
理化性质	外观与性状		无色无臭液化气体。						
	熔点/°C		-182.5		气相密度 kg/Nm ³ （0°C，1atm）		0.7319		
	沸点/°C		-161.5		临界温度/°C		-82.6		
	液相密度 kg/Nm ³		449.08		临界压力/MPa		4.59		
	饱和蒸汽压（KPa）		53.32（-168.8°C）		燃烧热/（KJ/mol）		889.5		
	溶解性		微溶于水，溶于醇、乙醚。		危险性类别		易燃气体，类别 1； 加压气体		
火灾危险性类别					甲				
毒性及健康危害	职业接触限值		未制定标准						
	侵入途径		吸入、食入、经皮吸收		毒性：LD50：LC ₅₀ ：50%（小鼠吸入，2h）				
	健康危害		甲烷对人基本无毒，但浓度过高时，使空气中氧含量明显降低，使人窒息。当空气中甲烷达 25%～30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、共济失调。若不及时脱离，可致窒息死亡。皮肤接触液化本品，可致冻伤。						
燃烧爆炸危险性	燃爆危险性		本品易燃，具窒息性。			爆炸上限/%		15	
	引燃温度/°C		538	闪点/°C		-188	爆炸下限/%		5
	危险特性		易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸的危险。与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂接触剧烈反应。						
	燃烧分解产物		一氧化碳、二氧化碳。		禁忌物		强氧化剂、卤素。		
	稳定性		稳定						
	灭火方法			用雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉灭火。切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。消防人员必须佩戴空气呼吸器、穿全身防火防毒服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。					

泄漏应急处理	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。喷雾状水稀释、溶解。构筑围堤或挖坑收容产生的大量废水。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
储运注意事项	1、保证天然气设备及管道的严密性。经常检查，发现泄漏及时处理。2、在天然气设备上动火要先办好动火证，并检查动火前准备工作是否按规章要求去办，要有齐全的防火措施，并有安全管理部门检查认可，否则不准动火。3、天然气区域及天然气作业区，要有严格的火源管理制度。4、设备要有良好的接地线，电气设备要有完好的绝缘及接地装置，对接地线要定期检查测试。5、带天然气工作时，必须使用铜制工具，在铜制工具上涂黄油，防止工作时与设备碰撞产生火花。6、天然气管道附近不准堆放易燃易爆物品。7、凡在停产的天然气设备上动火，必须做到：可靠地切断天然气来源，并认真处理干净残留的天然气；检测管道和设备内气体合格；对设备内可燃物质清扫干净。
急救措施	皮肤接触：若有冻伤，就医治疗。吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
个体防护	一般不需要特殊防护，但建议特殊情况下，佩戴自吸过滤式防毒面具（半面罩），高浓度接触时可戴安全防护眼镜。穿防静电工作服。戴防护手套。工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。

1) 易挥发、扩散性

天然气密度比空气小，泄漏后不易留在低洼处，有较好的扩散性。温度对挥发和扩散速率有一定的影响，温度越高，挥发和扩散越快。本工程经过地区整年气温都比较高，天然气一旦泄漏，更容易挥发、扩散。

2) 易燃、易爆性

(1) 易燃性

对照《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)，本工程输送的天然气中的主要组分甲烷，火灾危险性为甲，闪点很低，为-188℃，极易挥发，泄漏时在其周围形成爆炸混合气体，空气中只要很小的点火能量就会燃烧，燃烧速率很快，是燃烧危险性很大的化学品。

(2) 易爆性

通过对表 4.1.1-1 分析可以看出，天然气的爆炸极限较宽，爆炸下限较低。如果泄漏到空气中能形成爆炸性混合物，遇热源、明火有燃烧爆炸危险，其燃烧分解产物为 CO、CO₂，近年来因 CO₂ 形成的稀碳酸盐类腐蚀引发的各类严重事故在国内外已呈上升趋势。在输运过程中，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

3) 窒息性

天然气为烃类混合物，属低毒性物质，但长期接触可导致神经衰弱综合征。天然气主要成分甲烷属“单性窒息性”气体，浓度过高时，可使空气中氧含量明显降低，使人室

息。当空气中甲烷达到 25%~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、呼吸加速、运动失调等。

4) 热膨胀性

天然气的体积会随着温度的升高而膨胀，当管道遭受暴晒或靠近高温热源，天然气受热膨胀造成管道内压增大而膨胀，管道破裂致天然气泄漏，由于管道埋地，且大地昼夜温度温差较小，所以对天然气影响较小。

5) 静电荷聚集性

天然气输送工程中，会使带正电的自由电荷层相对带负电的固定电荷层滑移，这就造成了电荷的聚集，产生高压静电。由于静电火花或静电电场力的作用，静电会造成火灾爆炸、电击两种形式的危害。

6) 天然气水合物危害性

天然气管道投产初期或管道试压时，残留在管道中的水在一定温度和压力下与天然气形成天然气水合物。如遇压力波动、温度下降、节流或气流流向突变，很快就可能形成水合物，堵塞管道。

4.1.2 重点监管危险化学品辨识

依据国家安全监管总局公布的《重点监管的危险化学品目录》（2013 年完整版）的规定，可知本工程涉及的天然气属于重点监管的危险化学品。

4.1.3 特别管控危险化学品辨识

依据《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部公告 2020 年第 3 号）的规定，可知本工程涉及的天然气不是液化天然气，不属于特别管控危险化学品。

4.1.4 易制爆危险化学品辨识

根据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》进行辨识，本工程涉及的天然气不属于易制爆危险化学品。

4.1.5 易制毒化学品辨识

根据《易制毒化学品管理条例（2018 年修正本）》（根据 2018 年 9 月 18 日国务院令 第 703 号第三次修正，《易制毒化学品的分类和品种目录》按国办函〔2014〕40 号、国办函〔2017〕120 号、国办函〔2021〕58 号增补）进行辨识，本工程涉及的天然气不属于易制毒化学品。

4.2 自然及社会环境

4.2.1 自然条件

本工程位于广州市番禺区，广州市属于亚热带海洋季风性气候，并位于沿海地区，地形以平原为主，因此由于自然条件造成的危害主要有：台风、暴雨、洪水、雷电等。

本节主要分析气候灾害，地质灾害将在专门章节中分析。

（1）台风

本工程地处台风高发区域。台风也称热带气旋，最大风速能达到 60m/s，当风力达到 12 级时，垂直于风向平面上每平方米风压可达 230 公斤，破坏力很强。台风会带来强降雨，暴雨引发洪水，在山地丘陵地区引发地质灾害。

（2）雷电

本工程地处区域年雷暴日为 76.1 天，经常有雷电的产生。雷电的危害方式分为直击雷、感应雷、球形雷等，最常见的是直击雷和感应雷。直击雷就是雷电直接打击到物体上；感应雷是通过雷击目标旁边的金属物等导体产生感应，间接打到物体上；球形雷民间俗称“滚地雷”，是一种带有颜色的发光球体，一般碰到导体即消失。在这些雷击中，直击雷危害最大。

雷电危害是多方面的，主要分为三类：

1) 电性质的破坏：雷电放电可产生高达数万伏甚至数十万伏的冲击电压，可以毁坏电机、变压器、断路器等电气设施的绝缘，引起短路，导致火灾、爆炸事故；烧毁电气线路或电杆，造成大规模停电而引发安全事故；反击放电火花也可能引起安全事故；高电压电流窜入低压电流，造成严重的触电事故；巨大的雷电流流入地下，在雷击点及其连接的金属部分产生极高的对地电压，可直接导致接触电压或跨步电压的触电事故。

2) 热性质的破坏：当几十至上千安培的电流通过导体时，在极短的时间内转为热能，在雷击通道中产生高温，往往会造成火灾。

3) 设备设施的破坏：由于雷电的热效应作用，被雷击的物体内部出现强大的机械压力，导致被雷击物体遭受严重的破坏或爆炸。

输气管道周围存在建（构）筑物或设施时。如果这些设备设施的防雷设施未设置、设置不合理，或防雷设施损坏未及时进行修复，将造成直接雷击破坏。对于电气设施，如果接地不良、布线错误，各供电线路、电源线、信号线、通信线、馈线未安装相应的避雷器或未采取屏蔽措施，将有可能遭受感应雷击，造成电力、电气系统损害。

4) 当管道所埋设地点的土壤电阻率达到周围土壤电阻率的最小值时，雷电会寻求一

个电阻最小区来向大地释放电流。这将造成雷电直接击中输气管道，进而损害输气管道的保护层，使管道裸露后因土壤腐蚀而造成穿孔，导致泄漏，甚至雷电直接击穿管道，引发安全事故。

5) 雷电击中管道附近的建筑物、高塔或高压架空线时，雷击点的电位瞬间上升，并通过高塔的接地装置将雷电流导入大地，引起输气管道周围的土壤电位产生急剧变化，导致土壤与输气管道之间的电位差升高，当达到一定的值时会击穿土壤，产生放电现象。这个过程中，电流的热效应会损坏输气管道的保护层，同时放电电流将通过输气管道由放电点向两侧传输，造成沿线管道与土壤之间又产生电位差，导致土壤击穿的再一次发生，使沿线管道产生程度不同的防腐层损坏，甚至造成天然气泄漏。

(3) 洪水

项目建设区域雨季时间长，暴雨天气频发，易形成洪水。一旦发生洪水，其破坏力强，严重时形成泥石流。水流中夹带泥沙、石块，冲刷严重时会导致管道裸露或悬空，使管道在热应力和重力作用下拱起等弯曲变形；洪水使管道地基发生沉降，引发泥石流挤压管道，造成管道变形甚至断裂。还可能会导致通信中断。

(4) 高温和低温

虽然本工程所在境内最低极端气温可达 0°C ，但持续时间短，因此低温对影响不大，仅仅在天然气含水量大时可能形成水合物。

管道所在区域极端高温为 38.6°C ，因管道埋地敷设，不会造成影响。但是巡线及维护人员如果长期暴露在室外高温区域，可能发生中暑。

(5) 环境危害

环境污染引起的灾害，如工业“三废”（废气、废水、废渣）污染、酸雨、气候异常等。环境灾害对输气管道的危害主要是腐蚀。

(6) 管道施工将使自然状态下稳定或相对稳定的地貌产生变化，形成新的临空面，局部地段受水力、风力或重力因素影响，变得不稳定，可能对管线安全构成威胁，需要采取措施对管道加以保护。

4.2.2 社会环境

输气管道尽量避免经过人口稠密地区，但部分地段无法避让，不仅管道输送工艺本身影响着管道的安全性，工程所处的外界人文环境对工程的安全也会造成一定的影响。

另外存在管道第三方破坏的可能性。第三方破坏包括意外重大的机械损伤、操作失误及人为破坏等可能，近年来我国此类事故有快速上升的趋势。第三方破坏可分为无意

破坏和有意破坏两种：

(1) 无意破坏

在进行地面及地下施工作业时，常可能与管道发生交叉，如果与其他部门缺乏沟通，施工时有可能造成管道破坏。

(2) 有意破坏

管道进入人口稠密区后，一些不法分子为自身利益或牟取暴利，对管道进行破坏或偷盗天然气，使管道安全受到严重威胁。

4.3 线路工程

4.3.1 管道本体

由于天然气的危险性，决定了火灾、爆炸是本工程的主要危险特性。本工程管道输送压力高、钢材等级高，并且管道以埋地敷设方式进行输送，具有隐蔽、单一和野外性的特点，引发长输管道事故的主要危险、有害因素表现为：应力腐蚀开裂、CO₂ 腐蚀失效、外部腐蚀穿孔、管道质量及管道疲劳破坏等。

(1) 应力腐蚀开裂

本工程管道设计压力为 9.2MPa，较高的压力使管道面临应力开裂的危险。应力开裂是金属管道在固定拉应力和特定介质的共同作用下引起，对管道具有很大的破坏性。环境因素、材料因素、拉应力、其介质或三方面都能引发管道的物理应力开裂。

(2) 酸性介质腐蚀失效

本工程管道气为液化天然气再气化，其管道中 CO₂ 等酸性气体较少，但可能含有 CO₂ 等酸性气体。一旦管输气质水露点不达标或管道试压后的清扫、干燥达不到要求，致使管输气中含水或管道中有液态水留存，CO₂ 等酸性气体在有水存在的条件下将形成酸性腐蚀环境，对钢管内壁造成电化学腐蚀，尤其在低洼积水、管道弯头等处，腐蚀尤为严重。

(3) 外部腐蚀穿孔

腐蚀失效是长输管道主要失效形式之一。腐蚀既有可能大面积减薄管道的壁厚，导致管道过度变形，也有可能导致管道穿孔，引发天然气泄漏，遇火源则引起火灾爆炸事故。土壤腐蚀是造成管道穿孔、泄漏最常见也是最重要的因素，它可导致管道腐蚀穿孔，造成输送介质泄漏，引起其他次生灾害，如火灾爆炸事故和环境污染等。

(4) 杂散电流

输气管道与其他埋地管道、高压输电线路、电气化铁路并行所产生的杂散电流，对

管道阴极保护系统也会产生不良影响，地铁的逸散电流及高压电塔的杂散电流均会对管道造成腐蚀。

（5）管道质量及管道疲劳破坏

在确定管子、管件、法兰、阀门、紧固件等时，如果未充分考虑材料的强度，管道壁厚计算不准确，不能满足设计强度的要求，则由于管材缺陷而存在开裂的危险，可能导致天然气的泄漏。尤其对于穿越段用管、站内用管等特殊管段，相对于一般线路管段，根据所处地区等级不同对于强度有不同的要求。

本工程的设计压力为 9.2MPa，若钢管质量不合格、强度达不到要求、制造过程存在缺陷等，则管线长期承受高压，易导致应力开裂。管件在冷热成型过程中，若制造工艺存在问题，可能在环焊缝位置或材料薄弱处产生开裂或裂纹等缺陷。

管道运行过程中，管输气体温度突然变化、管线受到急剧膨胀或收缩、管线受外力、重物的压轧打击、位移应力等，可能造成管道破裂事故；弯头等管件受介质冲刷、热胀冷缩产生变形，可能导致管道受力不均产生裂隙。

管道在输送天然气过程中，管道所承受的工作压力处于不断变化的状态中，因而管道在工作中将承受循环疲劳载荷的作用，故管道在服役过程可能产生疲劳损伤，疲劳破坏也将成为威胁管道安全的一个潜在因素。

（6）管道焊接质量

管道焊接具有一定的耐压、耐热、耐腐蚀等特殊性质，因此管道焊接质量要求更加严格，焊接质量不达标将直接影响输气系统安全性。如焊口边缘不清洁；焊条或焊剂未按规定焙烘；焊芯锈蚀或药皮变质、剥落；焊缝边缘残留熔渣；焊接速度控制不当等一系列操作，都会使管道出现：咬边、气孔、焊瘤、夹渣、裂纹等多种问题，此对管道的寿命造成影响，更对管道的运行埋下安全隐患。

4.3.2 管道敷设

管道穿越田地、耕地复耕后，如施工时埋设深度不足，农民在田间采用机器耕作，有可能对管道造成损坏，一旦发生泄漏事故，对耕作人员可能会造成窒息危险，泄漏的天然气若遇到明火源还会引发火灾、爆炸事故；在通过人员稠密地区，一旦发生泄漏事故，造成的影响、危害更大。

4.3.3 人员密集场所高后果区

本工程沿途经城市区域，输气管道一旦发生泄漏或爆炸事故，有可能危及人员密集场所内人员的生命安全，严重时会引起群死群伤事故，造成严重的社会影响。

通常情况下，天然气管道失效造成的危险主要包括爆炸、持续燃烧产生的热辐射及有毒的使人窒息的气体。针对本工程沿线高后果区分布情况，结合高后果区潜在的风险综合考虑，采取合理的安全技术措施以减少事故发生的可能性或降低事故后果。

4.3.4 地质灾害

本工程所处区域断裂构造发育，北亭断层F231止于番禺断层F140、F139，未与本工程线路直接相交，地质灾害对本工程影响较小。

4.3.5 地震

本工程区域地处地震烈度7度区。地震对天然气管道造成的危害有：

- （1）永久性土地变形，如地表断裂、土壤液化、塌方等，引起管线断裂或严重变形；
- （2）地震波对天然气管道产生拉伸作用，但由此动力激发的惯性效应极小，不至于造成按规范标准建设的长输管道的破坏，但是有可能使那些遭受腐蚀或焊接质量较差的薄弱管段破坏；
- （3）地震还会引起次生灾害，包括：管道破坏造成天然气泄漏导致火灾爆炸等。

4.3.6 山岭隧道

本工程管道不涉及山岭隧道。

4.3.7 采矿区

本工程管道不涉及采矿区。

4.3.8 河流大、中型穿越

本工程沿线无大中型水域穿越，但存在小型河流与田间沟渠穿越。

如果穿越河流段埋深不足，遇有洪水或河流较急时，可能将管道暴露出来，湍急的河水冲走覆土，使管道悬浮、变形，导致破裂或断裂。

4.3.9 与架空输电线路并行交叉

本工程管道与35kV及以上架空输电线路高压电力线等存在并行。

管道周边经过的高压电塔等不可能完全绝缘，部分电流会泄漏入大地，形成杂散电流。如果埋地输气管道正处于电流泄漏区，埋地管道就为杂散电流提供了一个低电阻通道，杂散电流会流入管道，对管道造成杂散电流干扰，发生电化学腐蚀。与金属的自然腐蚀相对，高压电力线对管道造成的电化学腐蚀危害。

4.3.10 与铁路并行交叉

本工程线路沿线未与铁路并行或交叉，但本工程与广州地铁4号线线路存在交叉及并行。

地铁车辆的运行对管道具有周期性的疲劳损伤，地铁运行产生的杂散电流对管道的材质具有较强的腐蚀性，对管道寿命有一定的影响。

对于管线在地铁高架桥下方通过，开挖施工时应注意基坑与桥墩距离，避免因开挖造成桥墩地基损坏，造成地铁高架桥坍塌，同时该穿越段管道应做好防腐处理，由于腐蚀造成天然气泄漏事故，则会影响到地铁安全运行。

4.3.10 与公路并行交叉

（1）公路穿越

公路上的过往车辆对管道具有周期性的疲劳损伤，对管道寿命有一定的影响。穿越公路段的管道，如果埋设深度不足或管道支护能力不够，道路上行驶的汽车会对管道造成挤压，导致管道断裂，造成天然气泄漏事故。

对于管线在京珠高速（广澳段）高架桥下开挖穿越，开挖施工时应注意基坑与桥墩距离，避免因开挖造成桥墩地基损坏，造成铁路高架桥坍塌；施工期间采用顶管机穿越亚运大道时，若顶进速率过快、泥水平衡比未达到要求等原因，可能造成公路的隆起和沉降，对亚运大道造成破坏，导致交通事故发生；施工期间采用定向钻穿越京珠高速（广澳段）路基段时，若未进行施工交底，钻孔时塌孔或卡钻等原因，可能会造成公路隆起和沉降，对京珠高速（广澳段）路基段造成破坏，导致交通事故发生。

（2）公路并行

高压输气管道与京珠高速（广澳段）并行敷设，虽然在规范距离内敷设，但一旦发生泄漏事故，则会严重影响公路的通行安全，给公路通行及其附属设施的质量造成极大的安全隐患。

4.3.11 与其他管道并行交叉

本工程与拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道及已迁改完成的广州燃气集团有限公司燃气管道并行，若本工程天然气管道发生泄漏，遇火源发生火灾爆炸，可能会对另外两条管道产生影响。

本工程与既有国家管网集团有限公司华南分公司输油管道交叉，若本工程天然气管道发生泄漏，遇火源发生火灾爆炸，可能会对输油产生影响。

若管道的阴保形式不同，或阴保形式相同但阴保的电流强弱不同，可能对另一条管道腐蚀速率加快，进一步对管道造成破坏，导致天然气泄漏。

本工程管道施工期间，若超挖管沟、5m范围内使用机械开挖、施工现场无人监护等原因，可能会对邻近管道造成影响。

本工程方案设计未能勘测到线路沿线与其他管道并行及交叉的相关情况，本工程管道沿线与其他管道可能存在交叉，若在施工前未探明其他管道的情况，有可能在施工期对其他管道、光缆等重要设施造成破坏。

4.3.12 标识

管道内的输送介质天然气属于易燃易爆物质，如果管道路由没有标识或标识损坏、不醒目等，他人生产中不知道地下有管道，如果有开挖等行为，不小心损坏天然气管道，造成管道泄漏或破损，容易引起火灾爆炸事故，会对周边环境和人员造成较大影响。

4.3.13 伴行路

本工程管道沿线道路较多，交通和社会依托条件较好，大多数道路可直接用于施工机械进出，同时考虑在交通敏感的道路附近设计临时便道。

4.3.14 阀室

本工程不涉及阀室。

4.4 站场工程

本工程不涉及站场工程。

4.5 公用工程

4.5.1 自控

对自控工艺过程中的关键参数进行的监测，能够及时发现工艺运行过程中的异常状态，并通过报警、联锁等设置及时消除异常状态，避免事故的发生。若工艺控制系统设置不完善或出现故障，无疑使整个工艺系统运行的可靠性大大降低，事故的发生概率也随之增加。

4.5.2 通信

本工程一旦发生事故，良好的通信条件能够保证与外界尽快取得联络，并及时调动外部救援力量，为防止事故损失扩大提供必要条件。如果实时通信监控系统失效，则对于周边情况变化失去第一时间采取动作的能力，不能及时发现初期事故，导致事故影响范围进一步扩大。

4.5.3 供配电

本工程不涉及供配电。

4.5.4 防腐与保温

在防腐施工过程中作业现场工序交错，工器具较多易造成人员伤害，管线除锈噪音大造成作业人员听力受损；粉尘较大作业人员易患尘肺等职业病；铁锈飞入人眼使眼部受伤；除锈不彻底降低防腐效果，使管道腐蚀造成财产损失增加管道安全隐患，应加强工序质检，保证除锈效果。

管道防腐质量不合格，防腐涂层缺陷且阴极保护不足或被屏蔽等，易造成管道腐蚀，腐蚀既有可能大面积减薄管道的壁厚，导致管道过度变形或爆破，也有可能导致管道穿孔，引发泄漏事故，遇火源则引起火灾爆炸事故。

本工程管道沿途与架空输电线路并行，其杂散电流会对管道造成不同程度的不良影响，一是对管道产生的干扰电压，危及管道安全运行和操作人员的人身安全；二是干扰阴极保护系统的正常运行和造成管道的腐蚀，特别是在低土壤电阻率地区。

防腐层补口是管道防腐的一道重要工序，由于地下水的流动性，土壤的渗透性强，电化学腐蚀相对较强，因此补口材料的性能、施工质量关系到管道的整体防腐质量和使用寿命，是确保管道防腐层完整性的关键环节。由于现场施工条件十分复杂，补口又是管道防腐中的薄弱环节，因此补口应选择性能可靠、现场适应性强、工艺成熟的材料。如等无溶剂双组分液体环氧涂料底漆实干、质量检验合格后，再进行热收缩补口带的施工，且在补口施工过程中派专人进行监督，并对补口质量进行验收，从而有效地控制补口施工质量。

4.5.5 采暖通风

本工程不涉及采暖通风。

4.5.6 消防

本工程不涉及消防。

4.5.7 建（构）筑物

本工程不涉及消防。

4.6 建设项目相互影响

（1）工艺对接危险分析

本工程需要与首末端进行连接，动火连头前停止输送天然气，对40012#阀室与40013#阀室间的天然气放空，并利用氮气进行置换。

1) 若系统安全措施不到位,主要表现在管线内可燃物质置换不干净,相连输气管道未隔开或未完全隔开、阀门内漏等原因,动火时易发生火灾、爆炸事故;

2) 若不按规定制定动火方案,不办理动火作业票,或作业票不按规定逐级审核批准(签字),安全防护设备设施未按规定配备到位,动火前未进行可燃气体检测,监护流于形式等,可能引发火灾、爆炸事故;

3) 若在焊接作业过程中,如果氧气瓶与乙炔瓶混放或暴晒、动用明火焊接易燃易爆设施而未采取防火措施等,有可能引发火灾爆炸事故。

(2) 管道施工影响

本工程动土开挖、起吊作业、顶管、定向钻作业时如未进行技术交底,作业协调不到位,有可能对已埋管道造成破坏,同时起吊作业不规范,导致吊物坠落,有可能发生人员伤亡或已建设备的损坏。

(3) 管道运营影响

多管道并行交叉的相互影响是指区域内天然气管道发生火灾爆炸事故时,旁边的油气管道可能同时被破坏。该项目周边存在华南分公司输油管道及广州燃气燃气管道。若一条管道发生事故,可能对邻近管道造成破坏。

本工程周边管道的阴保形式不同或阴保形式相同,但阴保的电流强弱不同,可能对另一条管道腐蚀速率加快,进一步对管道造成破坏。同时本工程设有阳极地床,也存在溢散电流的可能性,对邻近的管道造成电流腐蚀,导致周边管道的腐蚀速率加快,对管道造成影响。

4.7 重大危险源辨识

本工程为长输管道项目,且本工程评价范围内无油库、气库。《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的“1 范围”中明确了:危险化学品的厂外运输(包括管道等运输方式)不适用于该标准。

本工程不涉及危险化学品重大危险源。

4.8 辨识结果汇总

(1) 危险有害因素汇总

本工程输气管道存在的主要危险有害因素汇总见表 4.8.1-1。

表 4.8.1-1 主要危险有害因素分布汇总

序号	名称	主要危险有害因素		备注
		施工	运行	

序号	名称		主要危险有害因素		备注
			施工	运行	
1	线路	管段	物体打击、起重伤害、机械伤害、灼烫、火灾、触电、坍塌	火灾、爆炸、窒息、坍塌	
3	公用工程	自控	机械伤害、触电	/	
		通信	机械伤害、触电	/	
		防腐与保温	火灾、灼烫	火灾	

(2) 现场应急处置方案的建议

大鹏公司编制有完善的应急预案，针对管线工程编制有《管线天然气泄漏、火灾爆炸事故专项应急预案》。

在施工阶段，施工单位应编制如下应急预案。

表 4.8.2-2 编制的现场应急处置方案汇总

序号	施工
1.	自然灾害突发事件专项应急预案
2.	火灾、爆炸现场应急处置方案
3.	物体打击现场应急处置方案
4.	机械伤害现场应急处置方案
5.	高处坠落现场应急处置方案
6.	触电现场应急处置方案
7.	起重伤害现场应急处置方案
8.	坍塌现场应急处置方案

5 单元安全评价

5.1 线路工程

5.1.1 管道本体

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)等规范,对本工程的管道本体单元进行检查。

表 5.1.1-1 管道本体单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果												
1	在一、二级地区内的学校、医院以及其他公共场所等人群聚集的地方,应按三级地区选取设计系数。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.2.2条	本工程经过人群聚集的地方的四级地区, 其设计强度按四级地区进行选取。	符合												
2	输气管道的强度系数应符合下表要求: <table><tr><th>地区等级</th><th>强度设计系数 F</th></tr><tr><td>一级~类地区</td><td>0.8</td></tr><tr><td>一级二类地区</td><td>0.72</td></tr><tr><td>二级地区</td><td>0.6</td></tr><tr><td>三级地区</td><td>0.5</td></tr><tr><td>四级地区</td><td>0.4</td></tr></table> 注:一级一类地区的线路管道可采用 0.8 或 0.72 强度设计系数。	地区等级	强度设计系数 F	一级~类地区	0.8	一级二类地区	0.72	二级地区	0.6	三级地区	0.5	四级地区	0.4	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.2.3条	本工程经过人群聚集的地方的四级地区, 其设计强度按四级地区进行选取, 取值为0.4。	符合
地区等级	强度设计系数 F															
一级~类地区	0.8															
一级二类地区	0.72															
二级地区	0.6															
三级地区	0.5															
四级地区	0.4															
3	穿越道路的管段以及输气站和阀室内管道的强度设计系数, 应符合表4.2.4的规定。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.2.4条	管道全线按照四级地区0.4的设计系数考虑, 符合要求。	符合												
4	管道强度计算应符合下列规定: 1埋地管道强度设计应根据管段所处地区等级以及所承受永久荷载、可变荷载和偶然荷载而定,通过地震动峰值加速度大于或等于0.05g至小于或等于0.4g地区内的管道, 应按现行国家标准《油气输送管道线路工程抗震技术规范》GB50470的有关规定进行强度设计和校核; 2埋地直管段的轴向应力与环向应力组合的当量应力,应小于钢管标准规定的最小屈服强度的90%, 管道附件的设计强度不应小于相连管道直管段的设计强度; 3输气管道采用的钢管符合本规范第	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第5.1.1条	本工程管道强度计算符合相关规定。	符合												

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	5.2.2条规定时，焊缝系数值应取1.0。			
5	输气管道强度计算应符合本规范第5.1.2条规定：	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第5.1.2条	本工程管径 $\phi 762\text{mm}$ ，设计压力 9.2MPa ，输气管道强度计算按本规范计算，通过比选，本工程钢管选用X65M钢级。	符合
6	输气管道的最小管壁厚度不应小于4.5mm，钢管外径与壁厚之比不应大于100。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第5.1.3条	本工程采用的最小壁厚为20.6mm，计算结果可知外径与壁厚的比值最大为36.99，小于100，因此，钢管无圆截面失稳问题，满足管道稳定性的要求。	符合
7	输气管道所用钢管及管道附件的选材，应根据操作压力、温度、介质特性、使用地区等因素，经技术经济比较后确定。采用的钢管和钢材，应具有良好的韧性和焊接性能。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第5.2.1条	本工程钢管及管道附件有根据操作压力、温度、介质特性、使用地区以及技术经济比较后确定，本工程钢管选用X65M钢级。	符合
8	输气管道选用的钢管应符合现行国家标准《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T9711中的PSL2级《高压锅炉用无缝钢管》GB5310、《高压化肥设备用无缝钢管》GB6479及《输送流体用无缝钢管》GB/T8163的有关规定。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第5.2.2条	本工程钢管选用X65M钢级，X65M钢级属于PSL2的钢管等级，符合规范要求。	符合
9	输气管道强度试验应符合下列规定： 1 输气管线强度试验应在回填后进行，试验介质应符合下列规定： 1) 位于一级一类地区采用0.8强度设计系数的管段应采用水作试验介质； 2) 位于一级二类、二级地区的管段可采用气体或水作试验介质； 3) 位于三、四级地区的管段应采用水作试验介质。 2 输气管线强度试验压力应符合下列规定： 1) 一、二级地区内的线路管段水压试验压力不应小于设计压力的1.25倍； 2) 一级二类地区和二级地区内的线路管段采用空气进行强度试验时，试验压力应为设计压力的1.25倍； 3) 三级和四级地区内的管段试验压力不应小于设计压力的1.5倍。 3 强度试验的稳压时间不应少于4h。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第11.2.3条	本工程方案设计已明确强度试验采用洁净水作为介质，本工程试验压力不小于设计压力1.5倍，强度试验的稳压时间为4h，符合本条款要求。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了9项内容的检查，均符合规范要求。本工程管道设计强度、设计壁厚和选用的管材能够满足规范要求，同时并未使用淘汰工艺、设备，也未采用新工艺、新技术、新材料。本工程管道本体的安全性较高。

5.1.2 管道敷设

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）等规范，对本工程的线路管道敷设单元进行检查。

表 5.1.2-1 管道敷设单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	输油气管道路由的选择,应结合沿线城市、村镇、工矿企业、交通、电力、水利等建设的现状与规划,以及沿线地区的地形、地貌、地质、水文、气象、地震等自然条件,并考虑到施工和日后管道管理维护的方便,确定线路合理走向。	《石油天然气安全规程》 AQ2012-2007 条7.1.1.1条	本工程输气管道已结合城市规划情况选择路由,并取得了《建设工程规划许可证》(建字第440100202322703号、穗规划资源建证〔2023〕2220号,广州市规划和自然资源局,2023年5月18日),且根据规划方案,规划的地铁车站未在管道周边进行建设。	符合
2	线路的选择应符合下列要求: 线路走向应根据工程建设目的和气源、市场分布,结合沿线城镇、交通、水利、矿产资源和环境敏感区的现状与规划,以及沿途地区的地形、地质、水文、气象、地震等自然条件,通过综合分析和多方案技术经济比较,确定线路总体走向。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	本工程线路走向经比选后择优确定。	符合
3	大中型穿(跨)越工程和压气站位置的选择,应符合线路总体走向。局部线路走向应根据大中型穿(跨)越工程和压气站的位置进行调整。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	根据方案设计,本工程不涉及大中型穿越工程。	/
4	线路应避免军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海(河)港码头等区域。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	本工程线路已避开军事禁区、飞机场、铁路及汽车客运站、海(河)港码头等区域。	符合
5	线路宜避开城乡规划区,当受条件限制,需要在城乡规划区通过时,应征得城乡规划主管部门的同意,并采取安全保护措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	原管道已敷设于城市范围内,本工程输气管道已结合城市规划情况选择路由,并取得了《建设工程	符合

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
			规划许可证》（建字第440100202322703号、穗规划资源建证（2023）2220号，广州市规划和自然资源局，2023年5月18日）。	
6	线路宜避开高压直流换流站接地极、变电站等强干扰区域。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	本工程周边无高压直流换流站接地极、变电站等强干扰区域。	符合
7	埋地管道与建（构）筑物的间距应满足施工和运行管理需求，且与管道中心线与建（构）筑物的最小距离不应小于5m。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	根据现场勘查，管道中心线5m范围内无建（构）筑物。	符合
8	输气管道应避开滑坡、崩塌、塌陷、泥石流、洪水严重侵蚀等地质灾害地段，宜避开矿山采空区及全新世活动断层。当受到条件限制必须通过上述区域时，应选择危害程度较小的位置通过，并采取相应的防护措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.2条	本工程所处区域断裂构造发育，北亭断层F231止于番禺断层F140、F139，未与本工程线路直接相交。	符合
9	输气管道应采用埋地方式敷设，特殊地段可采用土堤或地面形式敷设。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.1条	本工程管道采用埋地敷设。	符合
10	埋地管道覆土层最小厚度应符合《输气管道工程设计规范》中4.3.2的规定。在不能满足要求的覆土厚度或外荷载过大、外部作业可能危及管道之处，均应采取保护措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.2条	根据2.4.2.1节，其埋深满足要求。	符合
11	农耕地及其他植被区的管沟开挖，应将表层耕（腐）质土和下层土分别堆放，管沟回填时应将耕（腐）质土回填至表层。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.6条	方案设计已明确。	符合
12	当管沟纵坡度较大时，应根据土壤性质，采取防止回填土下滑或回填细土流失的措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.7条	方案设计未明确	需进一步落实
13	所有焊接接头应进行100%无损检测，射线和手工超声波的检测均需要至少达到Ⅱ级为合格。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.13条	本工程明确所有焊接接头进行100%无损检测，射线和手工超声波的检测合格标准为Ⅱ级及以上。	符合

（2）评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了13项内容的检查，其中11项符合要

求，1项不涉及，1项需进一步落实，需进步落实的内容为：

1) 当管沟纵坡度较大时，应根据土壤性质，采取防止回填土下滑或回填细土流失的措施。

5.1.3 人员密集场所高后果区

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)以及《原国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》(安监总管三〔2017〕138号)等规范，对本工程的人员密集场所高后果区单元进行检查。

表 5.1.3-1 人员密集场所高后果区单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	在建设期开展高后果区识别，优化路由选择。无法避免高后果区时应采取安全防护措施。	《油气输送管道完整性管理规范》 GB32167-2015 第4.4条	本工程属于迁改工程，已优化路由选择，无法避免高后果区，方案设计已采取设置摄像头的措施。	符合
2	管道经过区域符合表2识别项中任何一条的为高后果区。	《油气输送管道完整性管理规范》 GB32167-2015 第6.1.2.1条	本工程已辨识，依据本报告表2.4.3-1人员密集场所高后果区统计表显示，高后果区识别符合规范要求。	符合
3	各有关企业要组织所属油气输送管道企业按照《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015)，全面开展人员密集型高后果区识别和风险评价工作，编制人员密集型高后果区风险评价报告，并按照各省级人民政府相关部门要求做好报送工作。	《原国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》(安监总管三〔2017〕138号) 第一条	本工程开展人员密集型高后果区识别过后，后续建设投产时进行风险评价的相关工作。	符合
4	输送管道途经人员密集场所高后果区时，要采取提高日常巡护频次、加密设置地面警示标识、安装全天候视频监控等人防、物防、技防措施。	《原国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》(安监总管三〔2017〕138号) 第二条	方案设计已采取设置摄像头的措施，其他未明确。	需进一步落实
5	应依据高后果区级别和周边情况，相应增加警示桩、警示牌、加密桩	《输气管道高后果区完整性管理规范》	方案设计未明确高后果区设置警示桩、警示牌、	需进一步

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	等地面标识。	(SY/T7380-2017) 第5.5条	加密桩等地面标识。	落实

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了5项内容的检查,3项均符合要求,2项需进一步落实,需进步落实的内容为:

1) 输送管道途经人员密集场所高后果区时,要采取提高日常巡护频次、加密设置地面警示标识等人防、物防、技防措施。

2) 应依据高后果区级别和周边情况,相应增加警示桩、警示牌、加密桩等地面标识。

5.1.4 地质灾害

(1) 安全检查表评价

依据《中华人民共和国水土保持法》(中华人民共和国主席令〔2010〕第三十九号)、《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《油气管道地质灾害风险管理技术规范》(SY/T6828-2017)等规范,对本工程的地质灾害单元进行检查。

表 5.1.4-1 地质灾害单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	任何单位和个人都有保护水土资源、预防和治理水土流失的义务,并有权对破坏水土资源、造成水土流失的行为进行举报。	《中华人民共和国水土保持法》 第八条	本迁改工程所在区域,沿线主要为苗圃、林地、农田,地势相对平坦,线路长度较短,水工保护工程量较小,施工时可视现场实际情况采取必要的水工保护措施。	符合
2	管道通过土(石)坎、陡坡、冲沟、堰、沟渠等特殊地段时,应根据当地自然条件,因地制宜设置保护管道、防止水土流失的构筑物。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.7.2条		符合
3	河流、沟渠穿越地段的水工保护设计应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423的有关规定。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.7.4条	在施工过程中,应合理布置好施工场地及施工工序,缩短施工周期。避开雨季施工,尽可能减少作业带的宽度,少占地,必要时采取人工开挖,严禁乱堆乱放,施工完成后,及时对地貌进行恢复,本工程水工保护设计符合GB50423的有关规定。	符合
4	在管道设计阶段,应在可行性研究阶段地质灾害危险性评估工作的基础上,对拟定管道路由和新调整后管道路由沿	《油气管道地质灾害风险管理技术规范》	方案设计未明确	需进一步落实

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	线进行地质灾害风险识别、评价及风险控制。	SY/T6828-2017 4.3.2		

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，3项符合要求，1项需进一步落实，需进步落实的内容为：

在管道设计阶段，应在地质灾害危险性评估工作的基础上，对管道路由沿线进行地质灾害风险识别、评价及风险控制。

5.1.5 地震

(1) 安全检查表评价

依据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《中国地震烈度表》（GB/T17742-2008）、《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB50470-2017）对本工程的地震单元进行检查。

表 5.1.5-1 地震单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	根据表C.19广东省城镇II类场地基本的震动峰值加速度值和基本的震动加速度反应谱特征周期值列表，检查地震动峰值加速度值和地震动反应谱特征周期。	《中国地震动参数区划图》 GB18306-2015 附录C	本工程设计的基本的震动峰值加速度值和基本的震动加速度反应谱特征周期值符合规范要求。	符合
2	按表1划分地震烈度等级。	《中国地震烈度表》 GB/T17742-2008 第4.1条	本工程抗震设防烈度为7度，本工程抗震设防烈度满足规范要求。	符合
3	对位于基本的震动峰值加速度大于或等于0.20g地区的管道，应进行抗拉伸和抗压缩验算。	《油气输送管道线路工程抗震技术规范》 GB50470-2017 第6.1.1条	本工程场区地震动峰值加速度最大为0.1g，不需要抗拉伸和抗压缩验算。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了3项内容的检查，均符合规范要求。

5.1.6 山岭隧道

本工程不涉及山岭隧道穿越工程。

5.1.7 采矿区

本工程不涉及采矿区。

5.1.8 河流大、中型穿越

本工程不涉及河流大中型穿越。

5.1.9 与架空输电线路并行交叉

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》(GB/T50698-2011)对本工程的与架空输电线路并行交叉单元进行检查。

表 5.1.9-1 与架空输电线路并行交叉单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	埋地输气管道与高压交流输电线路杆(塔)和接地体之间的距离宜符合下列规定: 1.在开阔地区,埋地管道与高压交流输电线路杆(塔)基脚间的最小距离不宜小于杆(塔)高。2.在路由受限地区,埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于5.0m($\leq 220\text{kV}$)、6.0m(330kV)、7.5m($\leq 500\text{kV}$)。在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后,可适当减小。	《输气管道工程设计规范》 第4.3.12条 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》 GB/T50698-2011 第5.1.5条	方案设计未明确。	需进一步落实
2	管道与高压交流输电线路、交流电气化铁路宜保持最大间距。	《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》 GB/T50698-2011 第3.0.1条	根据方案设计报告的路由选取对比,已与500kV狮广甲乙线及500kV顺广甲乙线保持最大间距。	符合
3	在路径受限区域,相关建设单位在系统设计中应充分考虑管道可能受到的交流干扰,并对管道上可能产生的交流腐蚀和对腐蚀控制系统的影响程度进行分析和评估。	《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》 GB/T50698-2011 第3.2条	该项目方案设计已考虑管道可能受到的交流干扰,并对管道上可能产生的交流腐蚀和对腐蚀控制系统的影响程度进行分析。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了3项内容的检查,其中2项符合要求,1项需进一步落实,需落实的内容为:

在路由受限地区,埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于7.5m($\leq 500\text{kV}$)。

5.1.10 与铁路并行交叉

(1) 安全检查表评价

依据《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令第三十号)与《输气管道工程设计规范》对本工程的管道与地铁4号线并行交叉单元进行检查。

表 5.1.10-1 与地铁 4 号线并行交叉单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	在管道线路中心线两侧各五米地域范围内,禁止下列危害管道安全的行为: (一)种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物; (二)取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工; (三)挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建筑物、构筑物。	《中华人民共和国石油天然气管道保护法》(中华人民共和国主席令第三十号)第30条	输气管道穿越地铁4号线线路,距离其桥墩大于5m,并行段距离地铁4号线大于5m,且与拟建的3号线线路竖向间距大于5m。	符合
2	埋地管道与建(构)筑物的间距应满足施工和运行管理需求,且与管道中心线与建(构)筑物的最小距离不应小于5m。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	输气管道穿越地铁4号线线路,距离其桥墩大于5m,并行段距离地铁4号线大于5m。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了2项内容的检查,均符合要求。

5.1.11 与公路并行交叉

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)、《关于规范公路桥梁与石油天然气管道交叉工程管理的通知》(交公路发〔2015〕36号)等规范,对本工程的管道与公路并行交叉单元进行检查。

表 5.1.10-1 与铁路、公路并行交叉单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	除为管道工程专门修建的隧道、桥梁外,不应在铁路或公路的隧道内及桥梁上敷设输气管道。输气管道从铁路或公路桥下交叉通过时,不应改变桥梁下的水文条件。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	本工程输气管道不涉及在隧道内、桥梁上敷设,不涉及从铁路或公路桥下交叉通过。	/

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
2	与公路并行的管道由宜在公路用地界3m以外，与铁路并行的管道路由宜在铁路用地界3m以外，如地形受限或其他条件限制的局部地段不满足要求时，应征得道路管理部门的同意。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.1.1条	本工程并行亚运大道及京珠高速（广澳段），均在公路用地界3m外。	符合
3	穿越铁路或二级及以上公路时，应采用顶进套管、顶进箱涵或水平定向穿越方式，并满足路基稳定性的要求。	《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB50423-2013 第7.1.3条	本工程穿越亚运大道时采用顶管加套管方式。	符合
4	输气管道穿越公路、铁路宜垂直交叉，在特殊情况下，交角不宜小于30°。油气管道与公路、铁路桥梁交叉时，在对管道采取防护措施后，交叉角可小于30°，防护长度应满足公路、铁路用地范围以外3m的要求。	《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB50423-2013 第7.1.6条	根据2.4.11节，本工程穿越京珠高速（广澳段）、亚运大道的交叉角度均大于30°，防护长度方案设计未提及。	需进一步落实
5	油气管道穿越公路路面以下时，套管顶部最小覆盖层厚度不应小于1.2m；油气管道穿越公路边沟底面以下时，套管顶部最小覆盖层厚度不应小于1.0m。	《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB50423-2013 第7.1.9条	本工程套管穿越亚运大道时，套管顶地埋深≥1.2m。	符合
6	采用套管穿越公路、铁路时，套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于2m。	《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB50423-2013 第7.1.12条	方案设计未涉及。	需进一步落实
7	采用涵洞、套管等保护方法穿越公路、铁路时，宜采用钢筋混凝土涵洞、钢筋混凝土套管或者钢质套管。	《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB50423-2013 第7.3.1条	本工程采用钢筋混凝土套管，套管规格为RCP III 1200×2000。	符合
8	新建或改建油气管道需要穿（跨）越既有公路的，宜选择在非桥梁结构的公路路基地段，采用埋设方式从路基下方穿越通过，或采用架设方式从公路上方跨越通过。受地理条件影响或客观条件限制，必须与公路桥梁交叉的，可采用埋设方式从桥梁自然地面以下空间通过。禁止利用自然地面以上的公路桥下空间铺（架）设油气管道。	《关于规范公路桥梁与石油天然气管道交叉工程管理的通知》（交公路发〔2015〕36号） 第一条	本工程穿越京珠高速（广澳段）桥梁段采用埋设方式从自然地面以下空间通过，穿越京珠高速（广澳段）及亚运大道路基段管道从路基下方穿越通过。	符合
9	油气管道采用开挖埋设方式从公路桥下穿越时，管顶距桥下自然地面不应小于1米，管顶上方应铺设宽度大于管径	《关于规范公路桥梁与石油天然气管道交叉工程	本工程穿越京珠高速（广澳段）桥梁段，管顶距桥下自然地面大于1m，其他	需进一步落实

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	的钢筋混凝土保护盖板,盖板长度不应小于规划公路用地范围宽度以外3米。	管理的通知》(交公路发〔2015〕36号)第二条	方案设计未涉及。	

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了9项内容的检查,5项符合要求,1项不涉及,3项需进一步落实,具体如下:

- 1) 输气管道穿越公路,防护长度应满足公路、铁路用地范围以外3m的要求。
- 2) 采用套管穿越公路时,套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于2m。
- 3) 输气管道采用开挖埋设方式从公路桥下穿越时,管顶上方应铺设宽度大于管径的钢筋混凝土保护盖板,盖板长度不应小于规划公路用地范围宽度以外3米。

5.1.12 与其他管道并行交叉

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《石油天然气工程总图设计规范》(SY/T0048-2016)、《油气输送管道并行敷设技术规范》(SY/T7365-2017)等规范,对本工程的管道与其他管道并行交叉单元进行检查。

表 5.1.11-1 与其他管道并行交叉单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光缆交叉的间距应符合下列规定: 1.输气管道与其他管道交叉时,垂直净距不应小于0.3m。当小于0.3m时,两管间应设置坚固的绝缘隔离物;管道在交叉点两侧延伸10m以上的管段,应确保管道防腐层无缺陷。 2.输气管道与电力、通信电缆交叉时,其垂直净距不应小于0.5m,交叉点两侧各延伸10m以上的管段,应确保管道防腐层无缺陷。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.3.11条	本工程与现役国家管网集团有限公司华南分公司输油管道及拟建国家管网集团有限公司华南分公司输油管道交叉的垂直净距均大于0.5m,输气管道与其他管道交叉的具体情况方案设计未提及。	需进一步落实
2	并行敷设的管道,应统筹规划、合理布局及共用公用设施,先建管道应为后建管道的建设和运行管理创造条件。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第4.4.1条	本工程与广州燃气集团有限公司燃气管道及拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道并行。	符合
3	受地形、地物或规划限制地段的并行管	《输气管道工程	本工程与广州燃气集团有	符合

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	道, 采取安全措施后净距可小于6m, 同期建设时可同沟敷设, 同沟敷设的并行管道, 间距应满足施工及维护需求且最小净距不应小于0.5m。	设计规范》 GB50251-2015 第4.4.3条	限公司燃气管道及拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道并行, 并行间距均大于6m。	
4	不受地形、规划等条件限制的区段, 并行间距应满足起决定作用的管道失效而不造成其他并行管道破坏的要求, 并不应小于6m; 当起决定作用的管道的口径为1422mm时, 间距不应小于8m。同期建设的输油管道宜同沟敷设。	《油气输送管道并行敷设技术规范》 SY/T7365-2017 第5.2.2条	本工程与广州燃气集团有限公司燃气管道及拟迁改的国家管网集团有限公司华南分公司输油管道并行, 并行间距均大于6m。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价, 共进行了4项内容的检查, 3项符合要求, 1项内容均需进一步落实, 需要具体落实的内容如下:

1) 输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光缆交叉的间距应符合下列规定:

1. 输气管道与其他管道交叉时, 垂直净距不应小于0.3m。当小于0.3m时, 两管间应设置坚固的绝缘隔离物; 管道在交叉点两侧延伸10m以上的管段, 应确保管道防腐层无缺陷。

2. 输气管道与电力、通信电缆交叉时, 其垂直净距不应小于0.5m, 交叉点两侧各延伸10m以上的管段, 应确保管道防腐层无缺陷。

5.1.13 标识与伴行路

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007) 及《油气管道线路标识设置技术规范》(SY/T6064-2017) 等规范, 对本工程的输气管道标识与伴行路单元进行检查。

表 5.1.12-1 输气管道标识与伴行路单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、交叉桩和警示牌等永久性标志。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.8.1 条	本工程已明确沿管道里程桩、转角桩和警示牌等标志的设置要求。	符合
2	管径相同且并行净距小于 6m 的埋地管道, 以及管径相同共用隧道、涵洞或共用管桥跨越的管道, 应有可明显区分的标识。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.8.2 条	本工程不涉及。	符合

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
3	通过人口密集区、易受第三方损坏地段的埋地管道应加密设置标识桩和警示牌，并应在管顶上方连续埋设警示带。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.8.3 条	本工程已明确管道在人口密集区、易受第三方损坏地段等设置标志桩和警示牌、警示带的要求。	符合
4	平面改变方向一次转角大于 5 度时，应设置转角桩。平面上弹性敷设的管道，应在弹性敷设段设置加密标识桩。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.8.4 条	本工程已明确转角桩的要求。	符合
5	地面敷设的管段应设警示牌并采取保护措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.8.5 条	本工程已描述地面敷设的管段应设警示牌和采取保护措施。	符合
6	输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩。	《石油天然气安全规程》 AQ2012-2007 第 7.1.1.3 条	本工程已明确管道沿线设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩等要求。	符合
7	埋地管道与其他地下设施（如其他管道、电缆、光缆、暗渠）交叉时，应在交叉处设置相应的标记。	《油气管道线路标识设置技术规范》 SY/T6064-2017 第5.4条	方案设计未提及	需进一步落实
8	管道沿线设有固定墩、牺牲阳极、杂散电流排流设施、辅助阳极的床、及其他地下附属设施处，应设置相应的设施桩。	《油气管道线路标识设置技术规范》 SY/T6064-2017 第5.5条	本工程已明确当管道上有特殊设施（如：固定墩）时，应设置设施桩。	符合

（3）评价小结

本工程管道沿线道路较多，交通和社会依托条件较好，大多数道路可直接用于施工机械进出，同时考虑在交通敏感的道路附近设计临时便道。

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了 7 项内容的检查符合要求，6 项符合要求，1 项内容均需进一步落实，具体为：

1) 埋地管道与其他地下设施（如其他管道、电缆、光缆、暗渠）交叉时，应在交叉处设置相应的标记。

综上所述，本工程管道施工与巡检时依托已建设的道路，可满足需要。

5.1.14 阀室

本工程不涉及阀室。

5.2 公用工程

5.2.1 自控

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)对本工程的自控单元进行了检查。

表 5.3.1-1 自控单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	输气管道应设置测量、控制、监视仪表及控制系统。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 8.1.1 条	本工程已明确管道采用 SCADA 系统调度控制中心完成对输气管道的数据处理、监视控制、安全保护和统一调度管理。	符合
2	输气管道应根据规模、环境条件及管理需求确定自动控制水平,宜设置监控与数据采集(SCADA)系统。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 8.1.2 条		符合
3	监控与数据采集(SCADA)系统宜包括调度控制中心的计算机系统、管道各站场的控制系统、远程终端装置(RTU)以及数据通信系统。系统应为开放型网络结构,具有通用性、兼容性和可扩展性。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 8.1.3 条	本工程采用 SCADA 系统,该套系统包括控制室控制、站场控制和就地控制的三级控制系统。	符合
4	输气管道调度控制中心应设置在调度管理、通讯联络、系统维修、交通方便的地方。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 8.2.1 条	本工程已明确调度控制中心依托已建广东 LNG 站线项目调度控制中心。	符合
5	调度控制中心计算机系统应配备操作系统软件、监控与数据采集(SCADA)系统软件,调度控制中心宜具备下列功能: 1.采集和监控输气管道各站场的主要工艺变量和设备运行状况。 2.工艺流程的动态显示、工艺变量和设备运行状态报警显示、管理及事件的查询。 3.数据的采集、归档、管理以及趋势图显示,生产统计报表的生成和打印。 4.数据通信信道监视及管理、主备信道的自动切换。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 8.2.2 条	本工程已明确调度中心依托广东 LNG 站线项目调度控制中心,具备该条要求的功能。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了 5 项内容的检查,均符合规范要求。

5.2.2 通信

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)等规范,对本工程的通信单元进行了检查。

表 5.3.2-1 通信单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	通信站的位置应根据生产要求,宜设置在管道各级生产管理部门、沿线工艺站场及其他沿管道的站点。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 9.0.3 条	该项目的通信站位置设置在依托阀室。	符合
2	管道通信系统的通信业务应根据输气工艺、监控和数据采集(SCADA)系统数据传输和生产管理运行等需要设置。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 9.0.5 条	本工程的 RTU 数据依托阀室通过租用 2M 公网电路方式上传至广东 LNG 站线项目调度控制中心。	符合
3	监控和数据采集(SCADA)系统数据传输当设置备用传输通道时,宜采用与主用传输通道不同的通信路由。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 9.0.7 条	该项目采用 MSTP 专线为主用传输通道,卫星作为备用传输通道。	符合
4	输气管道巡回检查、管道事故抢修和维修的部门,可配备满足使用条件的移动通信设备。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 9.0.8 条	该项目依托的阀室内设有应急通信。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了 4 项内容的检查,均符合规范要求。

5.2.3 供配电

本工程不涉及供配电。

5.2.4 防腐与保温

(1) 安全检查表评价

依据《输气管道工程设计规范》(GB50251-2015)、《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)和《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T21448-2017)等规范,对本工程管道的防腐和阴极保护单元进行了检查。

表 5.3.4-1 防腐及阴极保护单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
1	输气管道应采取外防腐层加阴极的联合	《输气管道工程	该项目输气管道采用	符合

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	防护措施，管道的防腐蚀设计应符合国家现行标准《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447的有关规定。	设计规范》 GB50251-2015 第 4.6.1 条	三 PE 防腐层+强制电流阴极保护的联合防护措施设计。	
2	管道外防腐蚀层类型、等级的选择应该根据地形地质条件、管道所处环境的腐蚀性、地理位置、输送介质温度、杂散电流、经济性等综合因素确定。管道外防腐蚀层的性能及施工技术要求应符合国家现行相关标准的规定。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.6.2 条	该项目直管段外防腐涂层采用3PE防腐层；热煨弯管采用无溶剂液态环氧涂层+聚丙烯胶粘带。	符合
3	管道阴极保护设计应根据工程规模、土壤环境、管道防腐层质量等因素，经济合理地选用保护方式，并应符合现行国家标准《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448的有关规定。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.6.3 条	该项目管道阴极保护拟采用强制电流阴极保护法。	符合
4	在交、直流干扰源影响区域内的管道，应按现行国家标准《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》GB/T50698和《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》GB50991的规定，采取有效的减缓干扰的防护措施。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.6.5 条	迁改段管道可能遭受严重的动态直流杂散电流干扰和附近高压输电线的交流干扰。据现场实际的管道迁改情况，本工程拟设置三处杂散电流排流系统。	符合
5	阴极保护管道应设置阴极保护参数测试设施，宜设置阴极保护参数监测装置。	《输气管道工程设计规范》 GB50251-2015 第 4.6.6 条	在迁改段管道设置4处阴极保护智能测试桩，测试桩采集参数设置管道通电电位、管道断电电位、自腐蚀电位、交流电压、直流电流密度、交流电流密度，并将采集的数据上传至该公司阴极保护系统中	符合
6	埋地输油气管道应采取防腐绝缘与阴极保护措施。	《石油天然气安全规程》 AQ2012-2007 第 7.3.1 条	该项目采用加强级三PE防腐涂层及强制电流阴极保护联合防腐。	符合
7	强制电流系统电源设备应使用市电或所在站场稳定可靠的交流电源，在无可利用电源的场所，可采用太阳能电池、风力发电机、天然气发电机、TEG、CCVT等直流电源。	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》 GB/T21448-2017 第5.1.1条	该项目强制电流系统电源设备使用连入阀室的市电作为稳定可靠的交流电源。	符合
8	阴极保护测试装置应与阴极保护系统同步安装。测试装置应沿管道线路走向进	《埋地钢质管道阴极保护技术规	该项目阴极保护测试装置符合本条款的设	符合

序号	检查项目	检查依据	方案及说明	检查结果
	行布设，相邻测试装置间隔宜不大于3km。在城镇市区或工业区，相邻测试装置间隔不应大于1km；在杂散电流干扰影响区域内，测试装置可适当加密。测试装置宜安装在管道上方，并进行标识。	范》 GB/T21448-2017 第 7.1.1 条	置要求。	
9	强制电流方式设计时应注意以下问题： a) 有可靠的电源； b) 不宜对周围金属构筑物及外部干线造成干扰腐蚀； c) 合理地选择辅助阳极地床的位置及埋地方式； d) 符合防爆安全规定； e) 应根据不同地质条件、结合不同场站的具体情况，采用不同形式的阳极地床；	《场站内区域性阴极保护》 GB/T 35508-2017 第 6.2.1.2 条	该项目采用强制电流法的阴极保护措施，有可靠的电源；深井阳极地床位置及埋地方式合理；且避免对周围金属构筑物及外部干线造成干扰腐蚀；符合防爆安全规定。	符合
10	选择防腐层时应考虑下列因素： a) 环境类型（大气、土壤、水下等）； b) 管道材质、管径、长度及预期服役年限； c) 管道系统的可接近性； d) 管道系统的运行温度和施工温度； e) 管道敷设区域以及位置； f) 管道敷设及连接方式； g) 防腐层对钢管表面处理要求； h) 经济性； i) 搬运与储存。	《钢质管道外腐蚀控制规范》 GB/T21447-2018 第 5.1.2 条	该项目管道外防腐层满足本条款的要求。	符合

(3) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价，共进行了 10 项内容的检查，均符合要求。

5.2.5 采暖通风

本工程不涉及采暖通风。

5.2.6 消防单元

本工程不涉及消防。

5.2.7 给排水单元

本工程不涉及给排水。

5.2.8 建（构）筑物单元

本工程不涉及建（构）筑物。

6 安全管理

6.1 安全管理机构设置

该项目由广东大鹏液化天然气有限公司投资建设，项目建成后由广东大鹏液化天然气有限公司负责运行管理，该项目建成后纳入广东大鹏液化天然气有限公司的安全管理和应急体系。其公司管理架构见图 6.1-1，公司日常安全管理工作由质量健康安全环保部，其架构图见图 6.1-2。



图 6.1-1 公司管理架构图

质量健康安全环保部架构图详见 6.1-2。

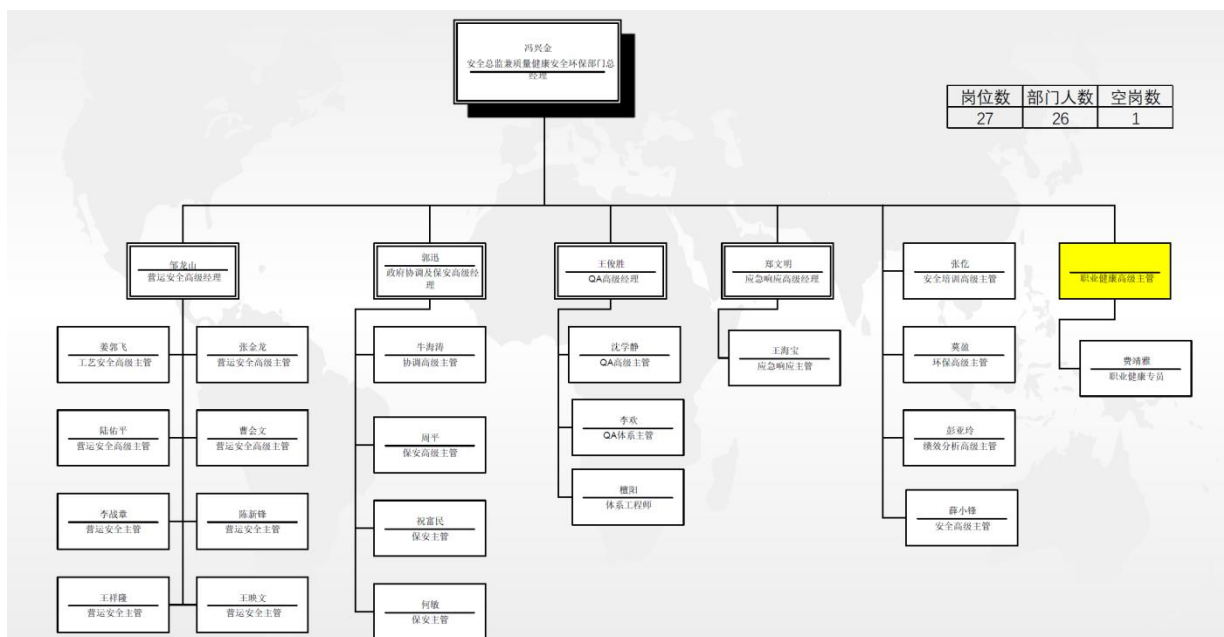


图 6.1-2 质量健康安全环保部架构图

该公司制定各项安全生产管理制度，对各项生产活动和管理行为进行规范化管理，有效控制和消减了由于人的不安全行为和物的不安全状态引发事故的可能性，其安全管理制度、操作规程和安全生产责任制见下表。

表 6.1-1 安全管理制度及操作规程

序号	名称	文件代码	备注
1.	营运管理基本制度	GDOPS-OPS-P1-001	
2.	营运程序管理办法	GDOPS-OPS-P2-001	
3.	拍照管理办法	GDOPS-OPS-P2-003	
4.	变更管理办法	GDOPS - OPS-P2-004	
5.	承包商管理办法	GDOPS - OPS-P2-005	
6.	管线营运管理办法	GDOPS-TRL-P2PCS-001	
7.	站场巡检实施细则	GDOPS-TRL-P3PCS-062	
8.	月度检查实施细则	GDOPS-TRL-P3PCS-064	
9.	新设施重要工序见证实施细则	GDOPS-TRL-P3PCS-066	
10.	管线维修作业控制细则	GDOPS-TRL-P3PCS-067	
11.	Q HSSE 奖励细则	GDQHSE-GEN-P3-001	
12.	Q HSSE 处罚细则	GDQHSE-SAF-P3-030	
13.	工艺安全完整管理办法	GDQHSE-SAF-P2-002	
14.	安全生产责任管理办法	GDHSSE-SAF-P2-003	
15.	消防设备操作实施细则	GDOPS-FIR-P3-002	
16.	特种作业人员及特种设备作业人员管理实施细则	GDQHSE-SAF-P3-027	
17.	事故隐患排查治理办法	GDQHSE-SAF-P2-009	
18.	SCADA 系统操作细则	GDOPS-TRL-P3PCS-065	

表 6.1-2 安全生产责任制

序号	名称	文件代码	备注
1.	各部门安全生产职责	GDQHSE-SAF-P2-003	
2.	高管办安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
3.	质量健康安全环保部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
4.	营运部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
5.	管线保护及项目部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
6.	技术服务部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
7.	人力资源及行政部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
8.	合同采办部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	

序号	名称	文件代码	备注
9.	计划资金部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
10.	财务控制部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
11.	天然气销售部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
12.	供应与运输部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
13.	战略规划部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	
14.	内部审计部安全生产岗位责任清单	GDQHSE-SAF-P2-003	

6.2 人员编制与安全管理机构设置

(1) 人员编制

本工程属于管线项目，其人员依托原项目，无新增定员。

(2) 安全管理机构设置

该项目的运行管理由广东大鹏 LNG 有限公司统一管理，以达到精简机构和定员，提高人员效率的目的，其持证人员情况一览表详见下表。

表 6.2-1 广东大鹏公司持证人员一览表

主要负责人				
项次	姓名	证书编号	发证机关	有效期至
1	郝云峰	220604197103070038	深圳市应急管理局	2023.11.30
安全生产管理人员				
项次	姓名	证书编号	发证机关	有效期至
1	罗仔源	350622197907051010	深圳市应急管理局	2023.7.1
注册安全工程师				
1	罗仔源	350622197907051010	深圳市市场监督管理局	2024.10

6.3 个体安全防护用品配备

该项目将会给管道运营人员配备工作服（夏装、春秋装、冬装和连体服）、安全帽、安全鞋等通用类劳动防护用品。

6.4 抢修机构设置及设备配备

广东大鹏液化天然气有限公司内部应急队伍加强公司抢修能力建设，当发生事故后，由内部应急救援力量进行抢修工作，管线现场处置组负责管道线路事故的现场应急处置、业务恢复工作。广东大鹏液化天然气有限公司整体应急组织机构见下图，应急物资储备清单见下表。

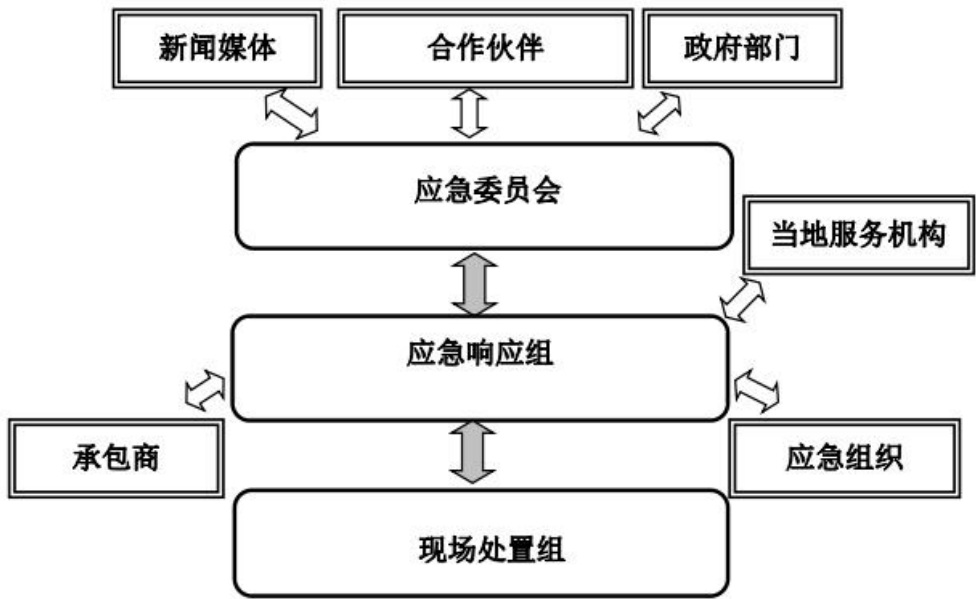


图 6.4-1 应急组织机构图

本工程抢维修主要依托大鹏公司抢维修中心。

大鹏公司外部维修任务由中石油管道局负责，应急物资储备清单见表 6.4-1。

表 6.4-1 应急物资储备清单表

种类	职能&功能	设备名称	型号	数量	保管位置	管理人	现状
侦检器材	气体检测	可燃气体检测仪	M40、MX6	各 2 个	各分输站	站内操作员	良好
	气体检测	激光遥感甲烷探测仪		3 台	各区中心站（坪山、美视、南沙）	管线区域经理	良好
	气体检测	便携天然气成分分析仪		3 台	各区中心站（坪山、美视、南沙）	管线区域经理	良好
	监测报警	在线火焰检测器	BT	3 个	各分输站	站内操作员	良好
	监测报警	在线气体检测器	GD 和 AT	GD: 4 个; AT: 8 个	各分输站	站内操作员	良好
	监测报警	手动报警按钮	HS	3 个	各分输站	站内操作员	良好
	监测报警	围墙红外对射监测	/	4 个	各分输站	站内操作员	良好
	气体检测	可燃气体检测仪	/	8（每区 2 台）	工作用车	各区管线保护经理、安保主管	良好
	气体检测	可燃气体检测仪		4 个（每人 1 台）	工作用车	管线安全主管	良好
	测距	测距仪		4 个（每人 1 台）	工作用车	管线安全主管	良好
	观察	望远镜	50 倍	3 台（每人一台）	工作用车	管线区域经理	良好

种类	职能&功能	设备名称	型号	数量	保管位置	管理人	现状
	监视	CCTV 监视器	/	1 套 (4 个摄像头)	各分输站	站内操作员	良好
	管线探测	雷迪	LD-6000/500	4 (每区 1 台)	/	各区管线保护经理	良好
	视频监控	现场视频远传系统		4 套 (每区 1 套)	工作用车	各区管线安保主管	良好
	管道探测	雷迪探测仪	LD-6000/500	3 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	观察	无人机	大疆	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
警戒器材	应急标志	应急标志牌	/	1 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	应急标志	紧急集合点	/	1	各分输站	/	良好
	应急标志	风向标	/	1	各分输站	/	良好
	应急标志	应急物资集结点	/	1	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	应急隔离	警示带	/	800 (每区至少 200 米)	各保安驻地	各区管线保护经理及保安主管	良好
	应急隔离	雪糕筒	/	20 (每区 5 个)	各保安驻地	管线保安主管	良好
	应急标志	临时停车场	/	4 (每区 1 件)	各保安驻地	管线保安主管	良好
	应急标志	风向标	/	4 (每区 1 件)	各保安驻地	管线保安主管	良好
	应急隔离	警示带	/	30 卷	各分输站	站内操作员	良好
	应急隔离	雪糕筒	/	6 个	各分输站	站内操作员	良好
	应急疏散	疏散警报器	/	4 台 (每区 1 台)	工作用车	管线保安主管	良好
灭火器材	消防	干粉灭火器	MFCZ/A BC8	10 个/阀室	各阀室	站内操作员	良好
	消防	干粉灭火器	MFZ8/AB Cd	33 瓶	各分输站	站内操作员	良好
	消防	干粉灭火器	MFTZ30 ABCd	6 瓶	各分输站	站内操作员	良好
	消防	二氧化碳	MT5	9 瓶	各分输站	站内操作员	良好
通讯器材	通讯	固定电话	siemens2025	4 台	各分输站	站内操作员	良好
	通讯	移动电话	/	/	各分输站	/	良好
	通讯	传真	M1213NF MFP	1 台	各分输站	站内操作员	良好
	通讯	因特网	中国电信	1 条	各分输站	站内操作员	良好
	通讯	对讲机	摩托罗拉 GP328	5 台	各分输站	站内操作员	良好
	通讯	防爆对讲机	/	8 (每区两部)	/	各区管线保护经理	良好
	通讯	防爆对讲机	/	8 (各区 2 部)	各保安驻地	管线安保主管	良好
	通讯	防爆手机、对讲机		20 台	QHSE 应急团队	应急响应高级经理	良好
	通讯	对讲机	防爆	30 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	现场通信	应急通信指挥车	奔驰	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好

种类	职能&功能	设备名称	型号	数量	保管位置	管理人	现状
	指挥		AXOR1828				
	现场通信	现场通信台		1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	现场通信	单兵视频系统		1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
救生物资	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	2 套	通明电厂末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65U-10	3 套	美视分输站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	C900	2 套	广州东分输站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	C900	2 套	南山末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65U-10	3 套	广州南分输站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65U-10	2 套	樟洋末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	2 套	珠江末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	2 套	佛山末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	C900	2 套	南沙分输站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	3 套	坪山分输站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	2 套	惠州电厂末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	CWAC157-6.8-30A	2 套	惠州炼油厂末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65U-10	2 套	福华德电厂末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65U-10	2 套	前湾电厂末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	L65X-10	2 套	高埗末站	站内操作员	良好
	呼吸防护	空气呼吸器	巴固 C900	2 套	惠阳分输站	站内操作员	良好
	个体防护	避火服	/	2 套/站	各分输站	站内操作员	良好
	听力保护	耳塞		200ps/站	各分输站	站内操作员	良好
	听力保护	耳罩		5 个/站	各分输站	站内操作员	良好
	医疗救助	应急药箱		1 台	各分输站	站内操作员	良好
破拆器材	断管	锯管机	SUPERD	2 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	断管	爬管机	HE	2 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	断管、坡口	分瓣式坡口机	18~36"	4 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	断管	铰接式切管机	4~22"	10 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
堵漏器材	开孔专用设备	开孔机	1200KXL/860/360/T101	12 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	封堵专用设备	封堵液压缸	6"~36"	18 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	不停输专用设备	三明治阀	4"~36"	22 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	封堵专用设备	封堵头	12"~36"	12 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	焊接作业	电焊机	305D/DC-400	8 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好

种类	职能&功能	设备名称	型号	数量	保管位置	管理人	现状
	压缩空气	空压机	R1051SF 7/20	3 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	焊条烘干	焊条烤箱	ZYH-10	2 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	现场电源	发电机	康明斯 85KVA	2 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	氮气吹扫	制氮机	NPU-100	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
运输物资	人员运输	交通车辆	/	4（各区 1 台）	各保安驻地	保安公司	良好
	人员运输	应急抢险车	帕拉丁	20 台	管线区域	车队	良好
	吊装、运输	随车吊	12T	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	大型设备吊装	吊车	25T	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	工具、野外作业、发电	抢修工具车	/	2 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	人员运输	人员运输车	全顺 15 人	2 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	人员运输	人员运输车	考斯特	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	小型抢修设备	轻型工具车	皮卡	4 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	运输人员/小型抢修设备	越野吉普/三角履带运输车	Jeep	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
			帕拉丁	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
			丰田	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	设备、材料运输	全地形运输车	/	1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	水上运输	冲锋舟		1 台	抢维修中心	抢修高级经理	良好
排烟照明	抢修现场照明	灯车	IR ES400/ 汽油、柴油	5 套	抢维修中心	抢修高级经理	良好
	照明	防爆手电筒	TBF903	1 个	各分输站	站内操作员	良好
	照明	应急灯	BW3200A	1 个	各分输站	站内操作员	良好
其他物资	执勤	警棍	/	4	各分输站	站内操作员	良好
	卫星定位	GPS 终端	/	116（每个巡线保安 1 台）	各保安员	管线保安主管	良好
	防漏电	防水试电笔		30 个	各分输站、安全主管	各站操作员、安全主管	良好
个人	防护	安全帽	/	4 个	阀室	保安员	良好
	救援	呼吸装备	/	4 个	阀室	保安员	良好

种类	职能&功能	设备名称	型号	数量	保管位置	管理人	现状
防护设施	防护	防护镜	/	4 个	阀室	保安员	良好
	防护	防护服	/	4 个	阀室	保安员	良好

6.5 安全投入

该项目总投资 9889.29 万元，安全专用投资 3849 万元，占总投资的 41.7%。安全专用投资见表 6.5-1。

表 6.5-1 安全专用投资

序号	安全专项防范措施	投资（万元）
一	线路部分及穿越	
1	标志桩\警示牌\埋地警示板	16
2	管道无损检测	109
3	水工保护	40
4	基坑支护	803
5	土方及措施工程	1930
6	地基处理及措施工程	780
7	智慧管道工程	117
二	安全预评价费及验收费	32
三	建设单位健康安全环境管理费	12
四	地震安全性评价	10
五	合计	3849

6.6 外部依托力量

该项目不设立医疗机构，而以地方医疗机构为依托，由站场或阀室联系固定医院，站场及阀室设急救箱。根据人员情况配备浴室和淋浴设备，根据人员情况设置防毒面具，配备气体检漏仪。

大鹏公司成立了内部应急救援及抢修队伍，应急响应组可以通过应急委员会向这些合作伙伴请求援助，外部依托力量可靠。

1) 承包商服务

大鹏公司雇用承包商提供维修和保安服务。这些承包商包括：

- a) 中石油管道局负责全部管线的应急抢修；
- b) 日常向大鹏公司提供土建、机械、电仪等服务的专业承包商。

2) 政府主管部门

该项目属于长输管道附属设施。大鹏公司已与有关主管部门建立联系，发生的生产安全事故应向当地的主管部门报告。

3) 医疗支持

大鹏公司在其应急预案编制过程中对其站场以及管道沿线的医院进行了调查，了解了相关医院的医疗能力和联系方式等信息，以便能够迅速地得到相关医院的急救服务。

4) 消防救援队

该项目位于广州市番禺区，其周边 1.5km 范围内设有广州市番禺区亚运城消防救援站，消防车可在 5min 内到达现场。

5) 公安局

大鹏公司与当地的公安局或派出所，建立了联系。在发生恐怖袭击、保安事件、骚乱，以及发生需要撤离现场附近居民、进行交通管制的紧急事件时，需要公安部门来协助处置。

6) 当地应急管理局

发生严重的安全生产事件时，需要向当地应急管理局报告并寻求其对应急救援的支持。

6.7 安全管理单元合规性检查

(1) 安全检查表评价

依据《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令〔2021〕第 88 号)、《石油天然气安全规程》(AQ2012-2007)，对该项目的安全管理单元进行了合规性检查。

表 6.7-1 安全管理单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查结果	是否符合
1	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	该项目建设单位设置了安全生产管理机构，并配备了专职安全管理人员。	符合
2	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。	《中华人民共和国安全生产法》第二十七条	主要负责人和安全生产管理人员均已取得证书。	符合

序号	检查项目	检查依据	检查结果	是否符合
3	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入,由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证,并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。	《中华人民共和国安全生产法》 第二十三条	该项目明确列出安全生产投入费用,由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证。	符合
4	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品,并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》 第四十五条	该项目拟为作业人员配备个人防护用品。	符合
5	建立应急组织,配备专职或兼职应急人员或与专业应急组织签订应急救援协议,配备相应的应急救援设施和物资等资源。	《石油天然气安全规程》 第 4.6.3 条	该项目配备专职应急人员,同时与专业应急组织签订应急救援协议,配备相应的应急救援设施和物资。	符合

(2) 评价小结

本单元采用安全检查表法进行了评价,共进行了 5 项内容的检查,均符合法规要求。

7 结论与建议

7.1 结论

通过对本工程的现场勘查和对本工程相关资料的查证，以及对该建设项目可能存在的主要危险、有害因素的辨识、定性定量分析评价，得出以下评价结论：

- (1) 本工程的建设单位的经营范围和方案设计编制单位的资质符合法律法规。
- (2) 本工程采用的是成熟的输送工艺，没有采用国内首次使用的新技术、新工艺、新设备、新材料，没有采用国内淘汰、落后的工艺设备。
- (3) 本工程在征得相关部门同意后，与地铁项目一并批复，不再单独进行项目核准。所以本工程已取得项目核准批复。
- (4) 本工程所涉及的物料天然气（甲烷）属于重点监管的危险化学品。
- (5) 本工程潜在的主要危险、有害因素有：火灾爆炸、中毒与窒息、灼烫、触电、物体打击、机械伤害、起重伤害等，对危险有害因素的识别具有全面性；
- (6) 本工程线路工程满足规范要求。
- (7) 本工程未改变高后果区等级，仍为Ⅲ级。
- (8) 本工程的自控、通信、防腐等公用工程均满足规范要求。
- (9) 评价结论：

广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程安全评价的结论如下：

广东大鹏液化天然气有限公司广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程符合国家现行有关法律、法规、规章和国家、行业标准的规定，其风险可控。

7.2 对安全设施设计的建议

- (1) 建议设计阶段人员密集场所高后果区应补充沿线村庄的名称及预测影响半径（200m）范围内涉及相关信息。补充人员高密度区域内涉及的公共设施，如学校、影剧院、养老院、交通车站等信息。
- (2) 建议设计阶段根据地区实际情况对所提的管道路由线路进行优化。
- (3) 建议设计阶段根据路由的设计情况确定管道与建构筑物的位置关系，确保管道与建构筑物的距离满足相关要求。
- (4) 在穿越公路的套管内，输送管道不应设置水平或竖向弯管，且在套管内应进行填充，并封堵套管的端头。
- (5) 输气管道穿越公路时，其穿越点四周应有足够的空间，满足管道穿越施工、维

护及邻近建构筑物 and 设施安全距离的要求。

(6) 建议高后果区段应在人口密集段设立风险告知牌。

(7) 管道敷设的安全对策措施

1) 当管沟纵坡度较大时, 应根据土壤性质, 采取防止回填土下滑或回填细土流失的措施。

(8) 高后果区的安全对策措施

1) 输送管道途经人员密集场所高后果区时, 要采取提高日常巡护频次、加密设置地面警示标识等人防、物防、技防措施。

2) 应依据高后果区级别和周边情况, 相应增加警示桩、警示牌、加密桩等地面标识。

(9) 与架空输电线路并行交叉的对策措施

在路由受限地区, 埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于 7.5m ($\leq 500\text{kV}$)。

(10) 与公路并行交叉的对策措施

1) 输气管道穿越公路, 防护长度应满足公路、铁路用地范围以外 3m 的要求。

2) 采用套管穿越公路时, 套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m。

3) 输气管道采用开挖埋设方式从公路桥下穿越时, 管顶上方应铺设宽度大于管径的钢筋混凝土保护盖板, 盖板长度不应小于规划公路用地范围宽度以外 3 米。

(11) 与其他管道并行交叉的对策措施

1) 输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光缆交叉的间距应符合下列规定:

1. 输气管道与其他管道交叉时, 垂直净距不应小于 0.3m。当小于 0.3m 时, 两管间应设置坚固的绝缘隔离物; 管道在交叉点两侧延伸 10m 以上的管段, 应确保管道防腐层无缺陷。

2. 输气管道与电力、通信电缆交叉时, 其垂直净距不应小于 0.5m, 交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段, 应确保管道防腐层无缺陷。

(12) 标识与伴行路的对策措施

1) 埋地管道与其他地下设施 (如其他管道、电缆、光缆、暗渠) 交叉时, 应在交叉处设置相应的标记。

(13) 碰口位置选择的对策措施

为防止管道出现薄弱点, 建议在管道碰口位置的选择应远离原管道焊口, 建议在原钢管的中间位置进行碰口。

7.3 对施工的建议

- (1) 在工程施工期，应聘请安全专业监理单位负责管道施工质量监督。
- (2) 应充分考虑边生产边施工对生产系统的影响，逐级审定施工方案，严格落实各项安全保护措施，并落实施工过程的全程监护。
- (3) 邻近交流输电系统的管道施工单位在施工期间应指定专人负责电气安全，安全负责人应熟悉输电线路对管道的电磁影响及其防护的规定。
- (4) 管沟开挖过程中，应加强支护，防止沟壁垮塌影响施工安全。
- (5) 施工单位应当在施工现场入口处、施工起重机械、临时用电设施、管沟边沿等危险部位，设置明显的安全警示标志。施工单位对因建设工程施工可能造成损害的毗邻建筑物、构筑物和地下管线等，应当采取专项防护措施。
- (6) 项目施工前应和电力、通信、市政等部门沟通，核实管道沿线的通信、电力、给排水和燃气等地下管线的布置并进行标记。
- (7) 本工程线路路由施工期间，若与国家管网集团有限公司华南分公司输油管道与广州燃气集团有限公司燃气管道同步施工，在施工前应与国家管网集团有限公司华南分公司签订安全协议，明确各自职责，制定针对其他管道公司的专项保护方案，同时对各自管道位置进行现场标识，做好警示带等警示标志。施工时应加强监护，制定相应的现场处置方案并配备相应的应急救援器材。
- (8) 在进行分段试压前必须采用清管器进行分段清管并不应少于两次。分段清管应确保将管道内的污物清除干净。
- (9) 动火、动土等危险性大的施工作业前应编制安全施工的技术措施，并向现场施工人员进行安全技术交底。
- (10) 割管连头作业：①割管作业前，确认封堵管段内可燃气体已放空，进行氮气置换，经气体检测合格；②割管作业时，应采用机械方法，不能使用电动爬管机，并在断管期间采用冷水喷淋的方式冷却切口，防止切割时产生火花；③动火连头前，必须清理管道内壁的残留天然气等可燃物，用可燃气体检测仪器测量，达到焊接条件，方可动火焊接；④动火作业期间，加强动火现场管理，做好安全警戒，使用防爆工器具，同时现场配备适量消防器材。
- (11) 施工阶段控制防腐层无漏点，运行加强监测。
- (12) 需进行防腐的管道应在管道防腐前，对金属管道表面进行除锈处理，并进行底漆涂刷，除锈处理和底漆涂刷应按照相关标准要求进行施工。

(13) 建设单位在项目施工前,对于涉路施工的,需要向公路管理部门申请,经批准后方可施工。

(14) 施工用电中的照明、配电箱、开关箱、架空线、接地接零等必须严格按规程操作、布置。

(15) 建议施工单位应制定施工过程中的应急预案,并进行演练,在碰口施工时,联合大鹏公司进行碰口施工应急预案演练。

(16) 在管道置换氮气前,施工各单位应编制专项方案,明确注氮的具体位置,放散的防护措施等,并报告业主单位审核,同意后方可进行施工。

7.4 对生产运行的建议

(1) 本工程管道投产后 1 年内应进行人员密集型高后果区风险评价,风险评价应符合《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167)的要求,并按照各省级人民政府相关部门要求做好报送工作。

(2) 管道投产运营后,建设单位应加强对存在地质灾害区域进行监测,并根据监测结果提前做好地质灾害防治措施。

(3) 建设单位应加强对管线的长期规律性监测,防止管线因变形破坏而影响使用。

(4) 建设单位应与毗邻单位签订安全管理协议,明确运行管理的界面划分、各方职责及应急联动机制,在事故救援时起到协调作用。

(5) 建设单位应定期检测管道防腐绝缘与阴极保护情况,及时修补损坏的防腐层,调整阴极保护参数。

(6) 建议运营期间应加强管道巡检,应密切注意城市发展,对可能出现的建筑物、道路等占压管道情况,应及时与主管部门协商解决,避免造成隐患。

(7) 处于输电线路及其接地体附近的管道应加强管理,防止对管道维护人员的伤害。

(8) 建设单位应密切关注管道沿线周边企业和居民的情况,与当地规划部门保持联系,确保周边环境与本工程安全间距符合标准、规范要求安全管理、标准规范等要求。

(9) 运行过程中,建设单位保证管道设施的安全保护范围内不应有土壤塌陷、滑坡、下沉、人工取土、堆积垃圾或重物、管道裸露、种植深根植物及搭建建(构)筑物等。

(10) 高后果区管理:

1) 项目运行后,应按照《油气输送管道完整性管理规范》(GB32167-2015),全面开展人员密集型高后果区识别和风险评价工作,编制人员密集型高后果区风险评价报告,并按照政府相关部门要求做好报送工作。

2) 投产阶段应对高后果区管段重点检查,制定针对性预案,做好沿线宣传并采取安全保护措施;

3) 将高后果区管道作为重点管理段,运营期间加强管道巡检,尤其是规划区,应密切注意城市发展,对可能出现的建筑物、道路等占压管道情况,应及时与主管部门协商解决,避免造成隐患;对处于因人口密度增加或地区发展导致地区等级变化的输气管段,应评价该管段并采取相应措施,满足变化后的更高等级区域管理要求。

4) 应定期审核管道完整性管理方案以确保高后果区管段完整性管理的有效性,必要时应修改完整性管理方案。

5) 完善高后果区档案,建立一区一案。

6) 应制定相关应急预案并定期进行演练。

7) 管道建设后,建设单位除按企业规章制度加强对管道定期巡检评估维护、开展全生命周期安全管理等措施外,还应加强与沿线地方政府特别是规划部门的沟通、联系和协调,按法律法规处理好其他后建工程与本工程管道之间安全影响。

(11) 建设单位通过发布地区公告、开展公众教育和媒体宣传等手段,提高对当地居民公众保护管道的意识。

(12) 本工程与广州燃气集团有限公司燃气管道及国家管网集团有限公司华南分公司输油管道并行,建议该公司与广州燃气集团有限公司及国家管网集团有限公司华南分公司签订安全协议,明确各自安全职责。

8 与建设单位交换意见

安全评价完成后，建设单位对评价报告出具了内审意见（见附件），广州市万保职业安全事务有限公司评价组按建设单位内审专家意见对报告进行了修改。

广东大鹏液化天然气有限公司对广州市万保职业安全事务有限公司出具的安全评价报告内容无异议，并对所提供资料的真实性负责。

广东大鹏液化天然气有限公司

2023 年 6 月 27 日

广州市万保职业安全事务有限公司

2023 年 6 月 27 日

9 附件与附图

9.1 附件

- 1、营业执照
- 2、委托书
- 3、《广州市交通运输局关于广州市轨道交通三号线东延段海傍站高压天然气管线迁改工程和珠三角成品油管道一期海傍线改线工程概算事宜的复函》（〔2023〕-272 号，广州市交通运输局）
- 4、广东省投资项目代码（2303-440113-04-01-486722）
- 5、《广州市国土资源和规划委员会关于广州市轨道交通三号线东沿线工程（番禺广场~海傍）管线综合平衡—海傍站方案的复函》（穗国土规划业务函〔2018〕7182 号）；
- 6、《关于实施海修站高压天然气管线迁改项目的董事会决议审批表》（广东大鹏液化天然气有限公司，2020 年 5 月 28 日）
- 7、《建设工程规划许可证》（建字第 440100202322703 号、穗规划资源建证〔2023〕2220 号，广州市规划和自然资源局，2023 年 5 月 18 日）
- 8、《广州市交通工作领导小组办公室关于 2022 年 2 月第三次交通基础设施建设协调会议的纪要》（穗交领办会纪〔2022〕7 号，广州市交通工作领导小组办公室，2023.3.4）
- 9、内审意见
- 10、专家评审意见及报告修改说明

9.2 附图

- 1、附图：工艺系统图
- 2、附图：迁改段末端碰口点位置比选图
- 3、附图：迁改段输气管道线路路由比选
- 4、附图：推荐迁改段线路走向图
- 5、附图：勘探孔平面布置示意图