

深圳机场码头至油库海堤架空段 汽柴油管线埋地改造工程 安全设施设计专篇

建设项目单位：深圳市空港油料有限公司

建设项目单位主要负责人：霍卫国

建设项目单位联系人：许春晖

建设项目单位联系电话：13728679957

(建设项目单位公章)

2019年07月12日

深圳机场码头至油库海堤架空段 汽柴油管线埋地改造工程 安全设施设计专篇

设计单位：北京中航油工程建设有限公司

设计单位法定代表人：白玉波

设计单位联系人：唐凯

设计单位联系电话：010-84162056

（设计单位公章）

2019年07月12日

编 制 人 员

专业	设计	校核	审核
工艺	唐凯	陈峰华	朱林

目 录

1 设计依据	1
1.1 依据文件	1
1.2 遵循的主要法律、法规	1
1.3 执行的主要标准、规范	2
1.4 设计合同	3
1.5 建设项目安全评价报告及安全条件审查意见书	4
1.6 其他相关文件	4
2 建设项目概况	5
2.1 项目概况	5
2.2 工程和设计界面	6
2.3 输送介质	6
2.4 输送工艺	6
2.5 线路工程	7
2.6 防腐及阴极保护	10
2.7 建设项目外部依托条件	12
2.8 重大变更情况	12
3 建设项目涉及的危险源及危险有害因素分析	13
3.1 主要危险有害物质分析	13
3.2 管道线路危险和有害因素分析	15
3.3 工艺过程危险有害因素分析	20
3.4 自然灾害、社会危害因素分析	20
3.5 主要有害因素分析	21
3.6 人与安全管理危险有害因素分析	22
3.7 选址及总平面布置危险有害因素分析	24
3.8 主要危险有害因素分布	24
3.9 重大危险源辨识	25
3.10 预先危险性分析	25
3.11 安全评价及其他安全风险分析结果	26

4 设计采用的安全设施和措施	28
4.1 线路.....	28
4.2 工艺系统.....	39
4.3 台风、洪水等自然灾害的防护措施.....	39
4.4 维、抢修.....	39
4.5 安全管理.....	40
4.6 《安全评价报告》意见的采纳情况.....	41
5 安全设施投资概算	45
6 结论和建议	46
6.1 结论.....	46
6.2 建议.....	46
7 附件	48

1 设计依据

1.1 依据文件

1、深圳市空港油料有限公司提供的《深圳空港油料有限公司油库输油管线 B 段建设工程》竣工图，2016 年 10 月 20 日。

2、深圳机场码头至油库海堤架空段输油管线埋地改造工程设计合同，2017 年 5 月。

3、深州市广深沿江高速公路投资有限公司提供的部分广深沿江高速公路平面图，2018 年 11 月 07 日。

1.2 遵循的主要法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令 12 届第 13 号，2014 年 12 月 1 日起施行）

《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 11 届第 30 号，2010 年 10 月 1 日起施行）

《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令 12 届第 9 号，2015 年 1 月 1 日起施行）

《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令 11 届第 39 号，2011 年 3 月 1 日起施行）

《中华人民共和国大气污染防治法》（中华人民共和国主席令 12 届第 31 号，2016 年 1 月 1 日起施行）

《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令 12 届第 4 号，2014 年 1 月 1 日起施行）

《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令 11 届第 6 号，2009 年 5 月 1 日起施行）

《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令 10 届第 69 号，2007 年 11 月 1 日起施行）

《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令 12 届第 48 号，2016 年 9 月 1 日起施行）

《建设工程安全生产管理条例》（2003 年 11 月 24 日中华人民共和国国务院令第 393 号发布）

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（2002 年 5 月 12 日中华人民共和国国务院令第 352 号发布）

《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令第 682 号发布）

《危险化学品安全管理条例》（2013 年 12 月 7 日中华人民共和国国务院令第 645 号发布，根据 2011 年 2 月 16 日国务院令第 591 号修正）

《公路安全保护条例》（2011 年 3 月 7 日中华人民共和国国务院令第 593 号发布）

1.3 执行的主要标准、规范

《民用机场供油工程建设技术规范》MH5008-2017

《民用运输机场供油工程施工及验收规范》MH5034-2017

《石油库设计规范》GB50074-2014

《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》（SY/T 0516-2016）

《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000）（2008 版）

《工业金属管道工程施工规范》（GB50235-2010）

《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）

《输油管道工程设计规范》GB50253-2014

《钢制对焊无缝管件》GB/T 12459-2017

《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423-2013

《油气输送管道完整性管理规范》GB32167-2015

《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014

《油气输送管道线路工程抗震技术规范》 GB/T50470-2017

《石油天然气工业管线输送系统用钢管》 GB/T9711-2017

《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》 GB/T21246-2007

《钢质管道外腐蚀控制规范》 GB/T21447-2018

《埋地钢质管道阴极保护技术规范》 GB/T21448-2017

《承压设备焊接工艺评定》（NB/T 47014-2011）

《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》（NB/T47013.2-2015）

《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T23257-2017

《油气管道线路标识设置技术规范》 SY/T6064-2017

《管道下向焊接工艺规程》 Q/CNPC 78-2002

《特种设备焊接操作人员考核细则》 TSG Z6002-2010

《特种设备无损检测人员考核规则》 TSG Z8001-2013

《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》（国能油气[2015]392号）

《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）

《公路安全保护条例》（2011年3月7日中华人民共和国国务院令第593号发布）

《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 11届第30号，2010年10月1日起施行）

1.4 设计合同

本工程由广深沿江高速公路投资有限公司投资，深圳空港油料有限公司代建，合同为广深沿江高速公路投资有限公司与北京中航油工程建设有限公司签订，合同为《建设工程设计合同——项目名称：深圳机场码头至油库海堤架空段输油管线埋地改造工程》。

1.5 建设项目安全评价报告及安全条件审查意见书

1、广东劳安职业安全事务有限公司《深圳机场码头至油库海堤架空段汽柴油管线埋地改造工程项目安全评价报告》，2019年6月。

2、危险化学品建设项目安全条件审查备案回执（深危化项目安条备字[2019]10号），2019年7月1日。

1.6 其他相关文件

1、《陆上石油天然气长输管道建设项目安全设施设计编制导则（试行）》安监总厅管三[2015]82号；

2、《国家安全监管总局 住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》安监总管三[2013]76号；

3、《化工建设项目安全设计管理导则》AQ/T3033-2010；

4、《危险化学品重大危险源 安全监控通用技术规范》AQ3035-2010；

5、《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》（安监总局令第36号）；

6、《用人单位职业健康监护监督管理办法》（安监总局令第49号）；

7、《建设项目职业卫生“三同时”监督管理暂行办法》（安监总局令第51号）。

2 建设项目概况

2.1 项目概况

2.1.1 建设单位

本工程由深圳市空港油料有限公司（以下简称“空港公司”）代建，空港公司由中国航空油料集团有限公司和深圳市机场（集团）有限公司合资组建（股份比例双方各 50%），主营汽油和柴油的批发和零售业务。公司成立于 1993 年，其前身为深圳空港陆地石油化工有限公司、深圳市承祥实业有限公司，2009 年，经股东双方一致同意，与原深圳市空港工贸发展有限公司吸收合并，成立了新的深圳市空港油料有限公司。

空港公司现已形成集资源采购、运输、仓储、批发、零售于一体的较为完整的产业链。空港公司拥有一座总库容 2.8 万立方的现代化油库；与空港公司共用一座 2×5000 吨级油料码头；在深圳机场内拥有 5 座加油站，担负着保障机场车辆加油的重任，同时，也为进出机场的社会车辆提供优质的加油服务。

目前深圳机场供油设施由以下部分组成：卸油码头、码头至机场油库输油管线、机场油库（空港公司的汽、柴油库区）、5 座地面成品油加油站等。

空港公司卸油码头至机场油库汽柴油输油管线共 3 条，0#柴油、92#汽油和 95#汽油各一条，管径 DN300，卸油码头引桥上管道单线长 0.52km，3 条长 1.56km，卸油码头至机场油库输油管线单线长 4.3km，3 条长 12.9km，除引桥上、沿海堤段及库内约 6.9km 输油管线采用支架敷设外，其余全部直埋敷设，管道设计输量为 550m³/h，设计最大年输量达到 40 万吨。2010 年 7 月该输油管线竣工投产。

2.1.2 建设工程概况

广深沿江高速公路投资有限公司建设的东莞长安至深圳南山高速公路深圳机场互通立交（下面简称“机场互通立交”）正在施工阶段，该段道路

与 3 条汽柴油管道冲突。汽柴油管道沿着海堤路架空敷设，机场互通立交与汽柴油管道平交，由于机场互通立交需要与现有道路衔接，无法避让现有汽柴油管线，因此需要对现有汽柴油管线进行迁改。具体内容包括新建 315m 汽柴油管道，并对现有管道进行箱涵保护、阴极保护，拆除现有汽柴油管道 240m。

机场互通立交与现有汽柴油管道冲突段如图 2.1.1 所示。

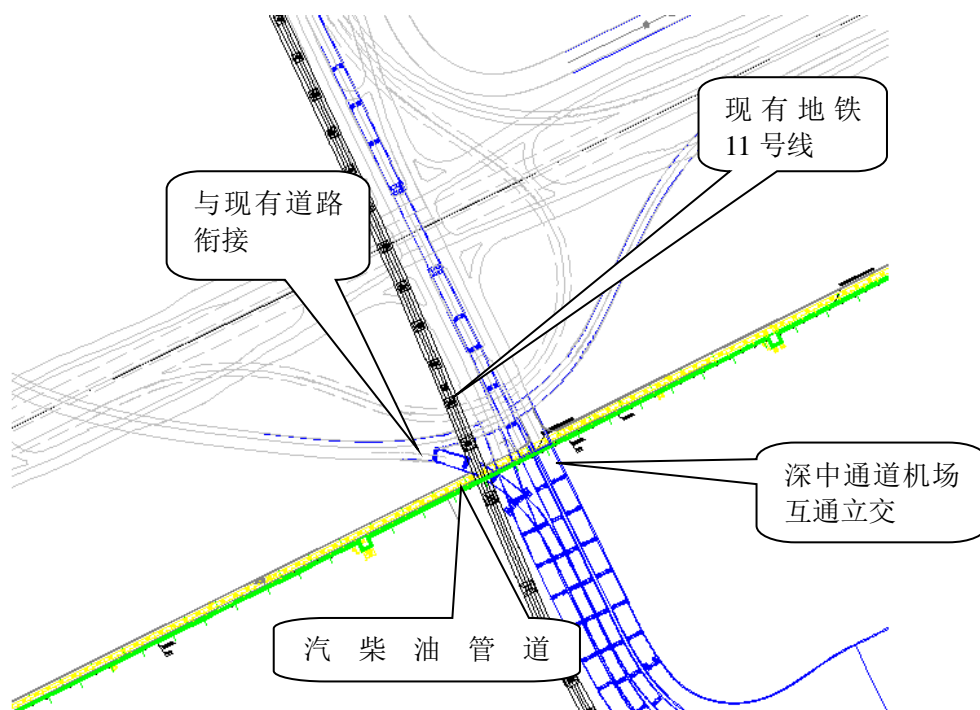


图 2.1.1 机场互通立交与海堤架空段管道冲突示意图

2.2 工程和设计界面

本工程与上游的交接界面为：改线起点处原管道；
本工程与下游的交接界面为：改线终点处原管道。

2.3 输送介质

本工程所输油品介质为汽油和柴油。

2.4 输送工艺

深圳机场码头至机场油库汽柴油管道采用直卸直输的输油工艺。汽柴油

管道部分埋地敷设、部分地上架空敷设，设计压力 1.6MPa，管径 DN300。

2.5 线路工程

2.5.1 线路走向

本次迁改路由起点为海堤路西向东 800m 处(海堤路与地铁 11 号线交叉处)输油管道向东北方向敷设 21m，穿越海堤路、地铁 11 号线、拟建机场互通立交 Q 匝道，继续向东敷设 53m，穿越拟建机场互通立交 X 匝道、J 匝道、T 匝道，继续向东南方向敷设 20m，穿越海堤路后到达本次迁改终点。

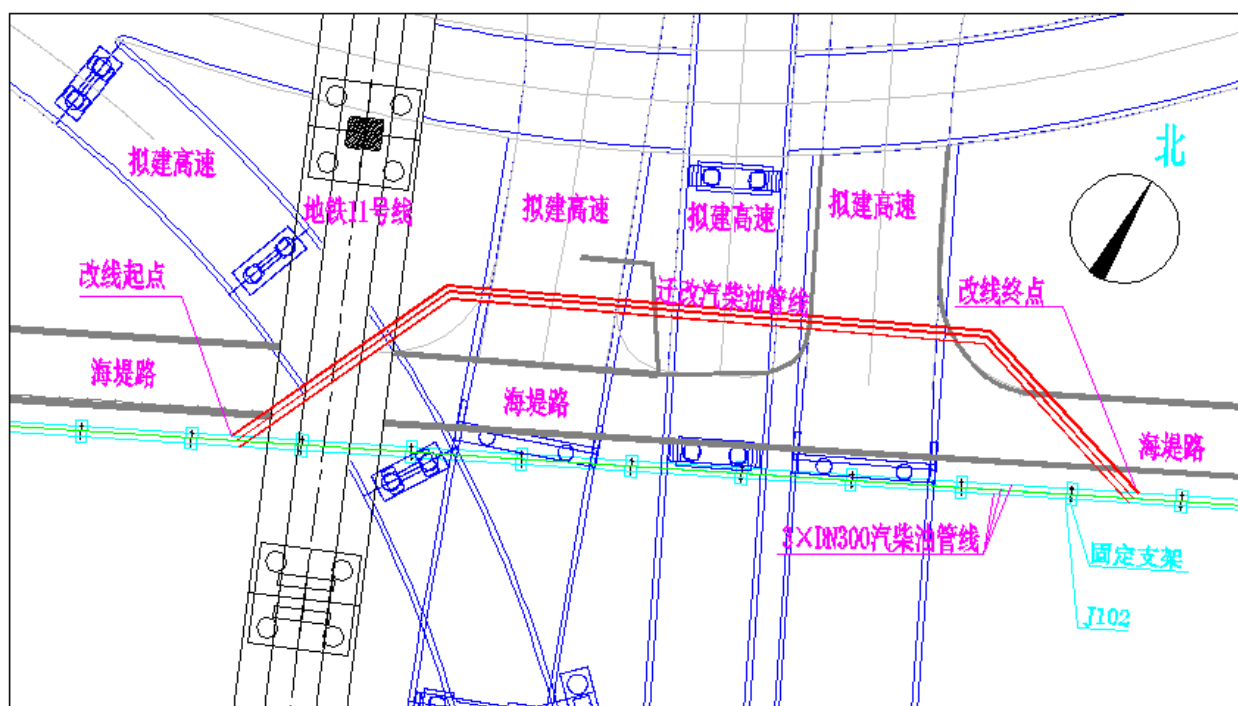


图 2.5-1 汽柴油管线迁改路由走向图

2.5.2 沿线自然条件和社会人文条件

1、地理位置

深圳机场位于珠江口东岸，107 国道以西，宝安区范围内，基准点坐标为东经 $113^{\circ} 48' 30''$ ，北纬 $22^{\circ} 38' 24''$ 。深圳机场距深圳市中心（火车站）32.5km，在深圳市政府真方位 293° 。东面为广深高速、107 国道、宝安大道；西面为广深沿江高速；南面为机荷高速联络道和机场南路；北面为福洲大道和福永大道，有多条城市干道、快速路和高速公路连接香港、澳门、广

州、东莞、惠州、中山和珠海等地。

2、气象

本地区属亚热带季风气候，全年雨量充沛。夏季雷雨盛行，尤以8月份最多，雷雨多形成于西北部和东部丘陵区。季风明显，春夏主导风为偏南风，秋冬多为偏北风。每年5月至11月为台风季；2月至4月份为全年低云最多的季节，多为低碎云；盛夏以对流云为主；10月至翌年1月云量较少，天气良好。

- 1) 年均降水量：1899.3mm；
- 2) 月最大降水量：365.4mm；
- 3) 年均最高温度：26.6℃；
- 4) 年均最低温度：19.9℃；
- 5) 年均气压：1010.9HPA；
- 6) 年均雷暴日数：71天；
- 7) 年均台风次数：9次；
- 8) 年均雾日数：5天；
- 9) 主风向最大风速：东至南风12-13级。

3、沿线工程地质

1) 工程地质

本地区位于珠江口东岸的海湾滨海平原地带，地形平坦。场区基岩主要为混合变质岩、片麻岩和花岗质混合岩，岩体表面为风化变质岩残积亚粘土，其厚度一般为15-20m。在此层之上除全新世海冲积外，不存在其它沉积物，第四纪沉积物覆盖厚度一般为0-22m，其中海积淤泥及冲积淤泥质粘土厚度约为0-15m。

2) 水文地质

深圳湾的潮汐属不规则半日潮，日潮不等现象明显；受台风和伶仃洋东槽下泄径流影响，潮位呈不规则变化。

3) 构造地质

深圳市地处中国东南沿海地震的外带，历史上未曾记载过破坏性地震，最大震级为 3 级。该地区基本地震烈度为Ⅶ度。

2.5.3 线路主要方案

2.5.3.1 管道敷设与焊接

本次迁改路由起点为海堤路西向东 800m 处(海堤路与地铁 11 号线交叉处)输油管道向东北方向敷设 21m，穿越海堤路、地铁 11 号线、拟建机场互通立交 Q 匝道，继续向东敷设 53m，穿越拟建机场互通立交 X 匝道、J 匝道、T 匝道，继续向东南方向敷设 20m，穿越海堤路后到达本次迁改终点。

迁改汽柴油管道单根长度 105m (含 3%富裕量)，平面长度共计 315m，废弃现有汽柴油管道单根长度 80m，平面长度共计 240m。

1、管道安装

输油管道的施工技术要求和验收标准按照《工业金属管道工程施工规范》(GB50235-2010)及《民用运输机场供油工程施工及验收规范》(MH5034-2017)的有关规定执行。油管施工时必须将管子内部清理干净，并采取措施防止任何杂物进入管内。

2、管道焊接

管道焊接前应按《承压设备焊接工艺评定》(NB/T 47014-2011)的要求，对被焊材料进行焊接工艺评定。管道焊接工艺采用下向焊或氩电联焊(100%氩弧焊打底)。

3、无损检测

管道焊缝应在清除渣皮和飞溅物，外观检查合格后进行无损检测。本工程管道的所有环向焊缝均采用 100%X 射线照相检查，射线探伤检测质量应不低于《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》(NB/T47013.2-2015)的 II 级。

2.5.3.2. 管道穿跨越

1、公路、铁路穿越

本工程穿越段采用箱涵保护，管道穿越统计表见表 2.5-1 所示。

表 2.5-1 管道穿越公路、铁路统计表

序号	名称	道路红线宽度 (m)	穿越方式	备注
1	海堤路	6.3	箱涵保护	路基
2	地铁 11 号线	10.2	箱涵保护	高架
3	机场互通立交 Q 匝道	9.5	箱涵保护	高架
4	机场互通立交 X 匝道	13.0	箱涵保护	路基
5	机场互通立交 J 匝道	9.5	箱涵保护	高架
6	机场互通立交 T 匝道	13.0	箱涵保护	路基

2、地下管道、地下电（光）缆穿越

根据《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB 50369-2014）规定，管道穿越其他埋地管道、电（光）缆时，应按照国家有关规定和相关要求及设计要求对其进行保护，不得损坏被穿越的相关设施。要求如下：

- a) 管道穿越其他地下管道时，垂直净间距不小于 0.3m；
- b) 管道与电（光）缆交叉时，垂直净间距不小于 0.5m。

2.6 防腐及阴极保护

2.6.1. 管道防腐

1、管道外防腐

为保证管道的长期安全运行，抑制电化学腐蚀的发生，外防腐层的选用应遵循安全第一、环保优先的设计原则，外防腐层方案的选择应结合本工程的特点，从适用性、安全可靠、施工管理维护的方便性、经济性、管道沿线的地形、地质及土壤状况、管道运输条件、管道沿线附近的埋地管道状况等多方面因素进行综合比较确定。

埋地敷设的管道外壁采用3PE做加强级防腐绝缘，防腐层厚度 $\geq 2.9\text{mm}$ 。防腐及补口执行《埋地钢制管道聚乙烯防腐层》（GB/T23257-2017）的规定。埋地管道焊口采用热收缩套补口。

2、补口

管线补口采用环氧底漆/辐射交联聚乙烯热收缩套（带）三层结构，产品的基材边缘应平直，表面应平整、清洁，无气泡、裂口及分解变色，厚度不小于 1.2mm ，胶层不小于 1.0mm ，周向收缩率不应小于15%。

3、补伤

1) 对小于或等于 30mm 的防腐层损伤，宜采用辐射交联聚乙烯补伤片修补，补伤片的性能应达到对热收缩套的规定，补伤片对聚乙烯的剥离强度应不低于 50N/cm 。修补时，应先除去损伤部位的污物，并应将该处的聚乙烯层打毛。然后将损伤部位的聚乙烯层修切圆滑，边缘应形成钝角，在孔内填满与补伤片配套的胶粘剂，然后贴上补伤片。补伤片的大小应保证其边缘距聚乙烯层的孔洞边缘不小于 100mm 。贴补时应边加热边用辊子滚压或戴耐热手套用手挤压，排出空气，直至补伤片四周胶粘剂均匀溢出。

2) 对大于 30mm 的损伤，应按上述1) 的规定贴补伤片，然后在修补处包覆一条热收缩带，包覆宽度应比补伤片的两边至少各大 50mm 。

3) 防腐补伤过程中，应做好记录。

4、管道内防腐

汽柴油管道不做内防腐。

2.6.2 管线阴极保护

现有输油管线埋地段阴极保护系统采用牺牲阳极阴极保护，本次输油管道改线仍采用牺牲阳极阴极保护。

由于迁改管道与地铁十一号线临近，考虑到地铁杂散电流对输油管道的影响，本次设计在迁改管道处暂设置1组电位测试桩（兼极性排流器），待对

迁改段管道杂散电流干扰检测评估后再采取相应阴保措施以确保管道安全。

2.7 建设项目外部依托条件

2.7.1. 道路依托条件

本工程管道位于深圳机场工作区，沿线路网较发达，道路通畅，路况较好，地方基础配套设置较齐全，因此交通和社会依托较好。

2.7.2. 水、电和医疗依托条件

本工程所在位置为机场用地范围，基础设施齐全，水、电可直接利用。距离工程医院有机场救助中心，可建立联络机制，作为工程的医疗依托条件。总体而言，本工程在施工或运行过程中很好的依托条件。

2.8 重大变更情况

本工程未发生重大变更。

3 建设项目涉及的危险源及危险有害因素分析

3.1 主要危险有害物质分析

根据广东劳安职业安全事务有限公司《深圳机场码头至油库海堤架空段汽柴油管线埋地改造工程项目安全评价报告》的相关内容可知：本项目所涉及物质不属于剧毒化学品，不属于易制毒化学品，不属于监控化学品，不属于易制爆危险化学品。

3.1.1 油品的理化性质

汽油、柴油物性参数见表 3.1-1、3.1-2。

表 3.1-1 汽油物性参数

标识	英文名	Gasoline				别名	---
	危险性类别	易燃液体, 类别 2				分子式	---
	编号	1630	UN 编号	1203	CAS 号	8006-61-9	相对分子量
理化性质	外观与性状	无色或淡黄色易挥发液体，具有特殊臭味。					
	熔点/℃	<-60		相对密度（空气=1）		3.5	
	沸点/℃	40~200		相对密度（水=1）		0.70~0.79	
	临界温度/℃	无资料		临界压力/MPa		无资料	
	饱和蒸气压/kPa	无资料		燃烧热/kJ. mol ⁻¹		无资料	
	最小点火能/mJ	无资料		最大爆炸压力/MPa		0.813	
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇、脂肪。					

表 3.1-2 柴油物性参数

标识	英文名	Diesel oil; Diesel fuel		分子式	——	分子量	—
	危险货物编号	——		UN 编号	——		
	RTECS 号	HZ1770000	LEDG 规则页码	——	CAS 号	——	
理化性质	外观与性状	稍有粘性的棕色液体					
	熔点℃	-18		相对密度(空气=1)	——		
	沸点℃	282-338		临界温度℃	——		
	相对密度(水=1)	0.87—0.9		临界压力 MPA	——		
	饱和蒸汽压 kpa	——		燃烧热 KJ/MOL	——		
	最小引燃能量 mj	——					
	溶解性	不溶于水，易溶于苯、二硫化碳、醇，易溶于脂肪					
毒性与危害	接触限值	中国 MAC: 未制订标准; 前苏联 MAC: 未制订标准 美国 TLV—TWA: 未制订标准; 美国 TLV—STEL: 未制订标准					
	侵入途径	吸入、食入、经皮吸收					
	健康危害	皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛					

3.1.2 油品的危险因素分析

根据《危险化学品目录》(2015 版)，本项目在运行过程中存在的危险化学品为汽油、柴油。汽油的火灾危险性为甲类，其蒸气与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热极易燃烧爆炸。与氧化剂能发生强烈反应。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇明火引着回燃。柴油的火灾危险性为丙类，遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。

3.1.3 剧毒、高毒化学品辨识

依据《危险化学品目录》(2015 版)可知，本项目所涉及物质不属于剧毒化学品。

3.1.4 重点监管的危险化学品辨识

本项目所涉及物质中汽油属重点监管的危险化学品。

3.1.5 监控化学品辨识、易制毒化学品辨识与易制爆化学品辨识

依据《易制毒化学品管理条例》、《非药品类易制毒化学品生产、经营许可办法》可知，本项目所涉及物质不属于易制毒化学品。

3.1.6 特种设备

依据《特种设备目录》2014 版，该项目输油管道为压力管道（代码：8110）。

3.2 管道线路危险和有害因素分析

该工程输油管道埋地敷设，输送设计压力 1.6MPa，主要事故有：管道泄漏、火灾、爆炸（包括压力管道爆炸），其次还存在物体打击、机械伤害、起重伤害、坍塌、烫伤、车辆伤害、触电、淹溺、射线、中毒、中暑伤害等。

3.2.1 长输管道路由存在的危险和有害因素分析

本次迁改单条管道长度为 105m，管道长度较短，主要为避让拟建沿江高速公路机场互通，管道沿线路由存在的危险源在本章节仅进行简述说明，详细情况和相关措施将在相关章节进行具体说明。

3.2.2 穿越工程中存在的危险和有害因素分析

本工程穿越段采用箱涵保护，管道穿越统计表见表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 管道穿越道路统计表

序号	名称	道路红线宽度 (m)	穿越方式	备注
1	海堤路	6.3	箱涵保护	路基
2	地铁 11 号线	10.2	箱涵保护	高架
3	机场互通立交 Q 匝道	9.5	箱涵保护	高架
4	机场互通立交 X 匝道	13.0	箱涵保护	路基
5	机场互通立交 J 匝道	9.5	箱涵保护	高架
6	机场互通立交 T 匝道	13.0	箱涵保护	路基

3.2.3 社会危险和有害因素分析

1) 第三方破坏

近年来，随着城市建设的加快，输油管道遭到第三方破坏的安全事故时有发生，对城市公共安全构成了严重威胁。

第三方施工破坏地下管道设施事故的成因相对复杂，针对其背后深层次的管理方面的问题，从事故预防及事故应急处理全过程各个环节进行控制，才能遏制第三方施工破坏输油管道设施事故的发生，并最大程度地减轻事故危害程度。

2) 人为经济活动引发和加剧自然灾害

该项目存在的主要危险、有害因素是火灾、爆炸，其发生火灾、爆炸事故影响较大的是汽柴油泄漏后发生的火灾事故。势必对建设项目周边单位生产、经营活动或者居民生活造成很大的影响。管道迁改段所处位置人员活动较少，一般不会造成危险；若在输油管道保护区或安全防护区内从事取土、挖掘、盖房、修渠和机械进出等活动可能造成输油管道的破损。管道建成后应对管道线路加强巡逻、定期对管线进行维护、检修。

3.2.4 施工过程中危险、有害因素分析

施工过程中对施工人员的主要危险、有害因素是：物体打击、机械伤害、起重伤害、坍塌、高处坠落、灼烫、车辆伤害、触电、火灾、射线、爆炸、中毒、中暑与噪声等伤害。

施工过程中可能造成供电线路断路、短路、通信中断事故公路中断事故、输油管道断裂事故以及引发火灾、爆炸事故。

该工程施工期的危险、有害因素见表 3.2-2。

表 3.2-2 工程施工期的危险、有害因素

序号	工程项目	危险、有害因素
1	管道敷设及焊接	1、物体打击、机械伤害、起重伤害、坍塌、高处坠落、灼烫、车辆伤害、触电、火灾、射线、爆炸、中毒、中暑与噪声。 2、管道穿越地下电缆、通信线路时可能发生意外破坏，造成供电线路断路、短路、通信中断事故。 3、管道穿越地铁、可能发生意外破坏，造成地铁中断事故。 4、管道穿越公路、可能发生意外破坏，造成公路中断事故。
2	运输	车辆伤害、交通事故、噪声等

整个管道施工的主要工序包括：测量放线、施工作业带清理和修筑施工

便道、防腐管道的运输和保管、布管、管沟开挖、坡口加工和管口组对、焊接与检验、现场防腐补口、补伤、管道下沟与回填、清管、试压。

整个施工过程危险、有害因素产生的原因如下。

1) 运输车辆、吊管机等机械设施因道路狭窄、作业带地基不牢、临时垒砌土壤承载力不够而发生翻车伤人事故。

2) 管道运输过程中，若捆绑不牢、钢丝断裂，发生钢管跌落伤人事故；营地搬迁、大型设备搬迁、施工现场管材管件的吊装等操作过程均可能发生机械伤人事故。

3) 管车上负责挂吊钩的工作人员可能因指挥不当而受到碰撞，从车上跌落；吊管机吊运钢管时，管子可能来回摆动伤人。

4) 布管过程中，可能发生机械性伤人事故。

5) 管道堆放时，堆放不当，无警告标志，可能发生滑落伤人事故。

6) 开挖管沟时，两边堆土过高且没压实，遇雨水淋湿松动，可能垮塌，对沟内操作人员造成伤害。

7) 陡坡地段开挖管沟，可能出现滑倒、摔伤。

8) 人工布管时，可能发生操作人员摔伤、砸伤、碰伤事故。

9) 若起吊钢管的吊车附近有电源线，吊管前对安全操作距离估计不够时，操作不小心可能发生触电伤人事故。

10) 管口组对作业时，作业人员可能挤伤手指。

11) 管道组对时，沟上吊管用三角架或四角架，由于基脚不稳容易造成管子落沟伤人。

12) 管道焊接时，如地面有水、有稀泥、流砂等，电焊把钳离地面较近，很容易造成触电伤害。

13) 管道焊接时可能造成电焊弧光刺伤眼睛的事故。

14) 焊接完成后打磨接头时，可能造成破碎砂轮片伤人事故。

15) 热收缩套预热时，可能发生烧伤事故。

16) 管道补口时, 用电动设备进行除锈时, 可能因电源线、多项插头和电器设备跑电而发生触电事故。

17) X 射线探伤仪故障、防护缺陷及防护不当时, 可能造成射线伤害。

18) 施工过程中将使用柴油、汽油等易燃、易爆危险物品, 若保管、使用不当, 可能发生燃烧、爆炸事故。

19) 管沟开挖时, 若对地下管线、电缆情况不明, 可能发生事故。

20) 施工缺陷: 如管沟开挖、钢管及材料运输、装卸、存放、设备检验管道穿越、管道防腐、绝缘支撑架、管道下沟与回填、清管、试压等过程未按国家有关规定施工和监理, 未能确保工程质量, 极易导致埋地管道的早期失效报废, 严重威胁管道的安全。

21) 工程施工过程中未采取必要的安全措施会出现塌方、意外损坏设备和意外人员伤亡。

22) 施工过程中汽柴油输送管道穿越地下电缆、通信线路时可能发生意外破坏, 造成供电线路断路、短路、通信中断事故。

23) 施工过程中汽柴油输送管道穿越公路、可能发生意外破坏, 造成公路中断事故。

3.2.5 工程运行期的危险、有害因素

管道运行期的主要危险、有害因素见表 3.2-3。

表 3.2-3 管道运行期的危险、有害因素

序号	分类	危险、有害因素表现
1	管道敷设段	管道泄漏 (腐蚀穿孔、破裂、爆裂)、火灾、爆炸、压力管道爆炸
2	管道穿越段	管道腐蚀、损伤, 破坏、爆炸, 可能造成地铁中断、公路中断等事故。

该工程输油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。根据长输管道易发事故不同的特点, 项目运行期的危险、有害因素分为以下几类:

1) 管道泄漏

输油管道泄漏的主要原因有：

- (1) 不法分子钻孔盗油；
- (2) 管道上方违章施工、建筑物占压管线；
- (3) 洪水、滑坡、地震、雷击、塌陷等自然灾害；

(4) 电化学腐蚀、化学腐蚀、应力腐蚀和电流干扰腐蚀；另外，管道施工过程中，如发生漏检或管道被回填造成外绝缘防腐层破裂，未及时发现和防腐补口、补伤施工，管道会发生外腐蚀。管道内腐蚀：汽柴油中含有少量杂质，输送介质中微量杂质和水可引起管材内壁腐蚀，特别是在管道弯头、气液交界面，这类腐蚀比较严重，管壁腐蚀减薄或形成腐蚀深坑、沟槽，易穿孔发生泄漏；

- (5) 施工中焊接、敷设、搬运及护坡等存在缺陷；
- (6) 管材存在质量缺陷；
- (7) 运营过程中违章操作；
- (8) 设备缺陷；
- (9) 线路等被车辆碾压、外力损坏。

管道泄漏可能会造成管道出现针孔、裂纹、破裂等不同类型的泄漏。输油管道一旦发生泄漏，不仅造成输送汽柴油的损失，还可能引发火灾、爆炸，污染环境，危及管道周边附属设施以及附近的工厂、学校、道路、铁路、民房等民用设施，造成严重的经济损失，带来不良的社会影响。

2) 火灾、爆炸

(1) 输油管道一旦发生泄漏，有可能会在泄漏源周围形成爆炸性汽柴油蒸气，如遇到明火、机械摩擦、碰撞火花等火源，便有可能引起火灾、爆炸。

(2) 输油管道发生泄漏，泄漏孔径的大小、泄漏方向、点火延迟时间等因素会导致输油管道泄漏引起的火灾、爆炸形式的不同，有可能会引起垂直喷射火、水平喷射火、闪火等。

输油管道一旦发生火灾、爆炸事故，后果往往较为严重，不仅造成人民生命财产的损失，同时还会带来很大的社会影响。因此，火灾、爆炸事故危险是该项目最为突出的危险因素。

3) 其他伤害

输油管道巡查、检修、维护、抢修过程中存在物体打击、机械伤害、起重伤害、坍塌、高处坠落、灼烫、车辆伤害、触电、火灾、射线、爆炸、中毒、中暑与噪声伤害。

3.3 工艺过程危险有害因素分析

水击是由于管道压力瞬间波动而产生一个压力差，当压力差达到一定的值时就会产生水击，是影响输油管道安全的重要危害因素。管道系统内因流量变化的扰动而产生的瞬间压力变化（压力波传播）称为水击压力。水击压力的大小取决于管道流量突然变化的大小及变化过程时间长短。密闭管道压力波会波及到全线，有害的压力波从能量改变点向上、下游传递，将会危害输油泵和设备截断阀等设备，影响输油管道的安全运行。

3.4 自然灾害、社会危害因素分析

3.4.1 自然灾害因素分析

1) 地震灾害分析

本工程经过区域地震烈度均为7度。地震产生地面竖向与横向震动，可导致地面开裂、裂缝、塌陷，还可引发火灾、滑坡等次生灾害，对管道工程的危害主要表现在可使管道位移、开裂、折断，管道内的汽柴油泄漏，可能发生火灾爆炸、人员中毒窒息，甚至引发更为严重的次生灾害。

2) 气象灾害

本管道线路可能产生的气象灾害主要为雷电、洪涝等。

a.雷电是自然界中雷云之间或是雷云与接闪器之间的一种放电现象。其特点是电压高、电流大、能量释放时间短，具有很大的危害性。若输送油品

管道系统的防雷设施未设置、设置不合理、损坏等，将造成直接雷击破坏。

b.大面积的洪水会使管道地基发生沉降，造成管道的变形甚至断裂；还可能冲刷管道周围的泥土，导致管道裸露或悬空，造成管道在重力作用下拱起等弯曲变形。

3.4.2 社会危害因素分析

该区域为人类活动频繁区，主要为第三方破坏：人类活动的增多，对管道的第三方破坏因素也随之增多。第三方破坏可分成无意破坏和有意破坏两种。由于盲目施工或缺乏与其它部门的沟通等，施工时可能造成无意破坏。存在不法分子偷盗工程设施或偷盗汽柴油等有意破坏行为，使管道安全受到威胁。

3.5 主要有害因素分析

3.5.1 毒性危险因素分析

1、汽油

健康危害：主要表现为对中枢神经系统的麻醉作用，轻度中毒症状有恶心、头痛、头晕、呕吐、步态不稳、共济失调，高浓度吸入出现中毒性脑病。极高浓度吸入引起意识突然丧失、反射性呼吸停止。可伴有中毒性周围神经病及化学系肺炎。部分患者出现中毒性精神病。液体吸入呼吸道可引起吸入性肺炎。溅入眼内可致角膜溃疡、穿孔，甚至失明。皮肤接触致急性接触性皮炎，甚至灼伤。吞咽引起急性胃肠炎，重者出现类似急性吸入中毒症状，并可引起肝肾损害。慢性影响：神经衰弱综合征、植物神经功能紊乱、周围神经病。严重中毒出现中毒性脑病，症状类似精神分裂症。皮肤损害。

2、柴油

健康危害：皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎。能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。

3.5.2 噪声危害因素分

该项目施工时，施工机械能产生较高噪声，对施工人员能产生一定伤害。

3.6 人与安全管理危险有害因素分析

在工程运行过程中，操作、控制等均需要相关工作人员进行，因此人员操作与安全管理是否到位直接关系到管道的安全运行。人与安全管理可能存在的危险、有害因素主要有以下方面。

3.6.1 违章作业

人员操作存在的危险因素主要表现为违章作业，包括违章指挥、违章操作、操作错误等。违章作业产生的主要原因有：

- 1) 运行系统技术难度过大或操作程序过于复杂，而又缺乏操作经验，导致作业人员一时难以掌握；
- 2) 企业对管理和操作人员未进行或未充分进行培训、教育，甚至使用不具操作资格的作业人员从事管理、操作工作；
- 3) 管理、操作人员本身技术水平、业务素质不高，安全意识、责任心不强，思想麻痹大意等。

违章作业在长输管道的主要表现为以下几点：

1) 违章动火

在系统运行或停运期间，对系统设备、设施或危险作业场所进行动火作业时，管理人员为赶工期，在系统达不到动火条件时，指挥作业人员动火，或作业人员无视有关动火原则，擅自动火，极易造成安全事故。

2) 违章电操作

系统电力供应、设备及仪器仪表运行控制、照明等都大量采用各种控制开关、按钮及线路。如果任意布线，使用防爆性能等级不符合要求的电缆线、电气设施，随意按动或按错控制开关、按钮，将造成停电、系统停运、憋压、管道及设备损坏、电气起火等，并引发一系列安全事故。

3) 违章开关阀门

为满足工艺要求或系统紧急停车要求，阀门开关应按一定要求进行，一旦开错阀门、或不按顺序开关、或开关方向逆反，将造成系统憋压等安全事故。

4) 检修、抢修操作违章

检修、抢修时，如果安全条件不具备、安全措施不落实、作业方法不恰当，例如管道、设备内的介质未充分置换、管道连通处未设置盲板、违章动火、消防安全措施不具备、采用不许使用的作业工具等，都有可能产生安全事故。

3.6.2 安全管理

安全管理包括安全管理机构、相关管理制度、安全培训教育、安全检查及隐患治理、安全技术措施及计划、应急救援预案等内容，其好坏直接关系到系统的安全运行。

1) 安全管理制度

管道输送的油品属于易燃、易爆危险物质，因此，运营企业应根据国家有关法律、法规要求，建立健全安全管理机构，配备专职安全生产管理人员，制定符合企业实际情况的安全管理制度、岗位职责、操作规程和应急救援预案，确保安全管理体系运行的有效性。但是，企业在运营过程中，若其管理组织机构、安全技术措施及计划不适合企业实际情况、先进工艺和经济发展的要求；若存在各种安全管理制度落实不完善、不到位，缺乏成套的巡线、检测、查漏制度和机制；安全培训教育未完全按规定要求开展，例如新员工未进行岗位、入厂培训，转岗、复工人员未进行培训，新技术、新工艺应用前未充分进行培训，特种作业人员未取得资格证书等；安全检查不经常、不规范，发现问题未及时进行分析、总结、整改，隐患治理不及时等；特别是在运营过程中，不严格按照管理要求，违章操作、违章指挥等情况，均易导

致安全事故的发生。

2) 安全管理资料

为了最大限度的发挥管线的输油能力，尽可能延长管线的使用期限，减小输耗，安全可靠地供油，管线管理人员必须十分清楚管线走向，管道埋深，管线规格及管道腐蚀情况，并熟悉管线经过地带的地形、地物、地貌，密切监视有无洪水冲刷等情况，以便预先采取措施，防止管线断裂和破坏。同时，还应注意周围交通情况，一旦需要抢修管线时，就可以合理地准备施工机具，及时到达现场进行快速抢修。管道运行期间，若运营企业存在管理方面的原因，造成管道原始资料遗失，致使新上任的管理、巡线人员无法了解管线的具体情况，会造成运营管理的盲目性，产生安全隐患。

3) 企业自身安全意识

若企业在思想上存在重使用轻管理的弊病，对检验、检修与生产间的矛盾难以兼顾，不能按时进行检验、维修等，则会造成管道腐蚀、输油能力下降，并使系统带隐患工作。

3.6.3 定期检验

输油管道埋地敷设，检验人员难以进入管道内部进行直接检验，而主要靠间接的手段检验。若存在相关检验法规标准不完善、检验设备手段相对落后、安全状况评定难度大、检验人员缺乏经验等情况均会导致对管道检验结果的分析、判断、评定产生错误，从而对管道实际情况不能清楚地掌握，产生安全隐患，进而导致安全事故的发生。

3.7 选址及总平面布置危险有害因素分析

管线若选址、定线不当，未综合考虑周边情况、地质、自然灾害以及所在地规划因素，将给日后施工、运营带来一系列问题。

3.8 主要危险有害因素分布

表 3.8-1 管道主要危险有害因素分布

序号	危险、有害因素	分布场所/过程
1	火灾、爆炸	管线泄漏
2	中毒、窒息	管线泄漏
3	腐蚀	管道沿线
4	电弧伤害、灼烫	检修电焊作业
5	高低温危害	管道巡线
6	车辆伤害	巡线、检维修

3.9 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源》(GB 18218-2018)第1条:本标准不适用于危险化学品的厂外运输(包括铁路、道路、水路、航空、管道等运输方式),因此,本项目不构成危险化学品重大危险源。

3.10 预先危险性分析

根据空港公司汽柴油管道局部改线工程的特点,预先危险性分析以输油管道评价单元分别进行评价,评价结果见表 3.10-1。

3.10.1 事故预先危险性分析

表 3.10-1 事故预先危险性分析一览表

危险因素	触发原因	事故后果	危险等级	主要对策措施
管道疲劳	1、管道在制造过程中,存在开孔或支管连接,焊缝存在错边、棱角、余高、咬边或夹渣、气孔、裂纹、未焊透、未熔合等内部缺陷,这些几何不连续将造成应力集中,导致管道受损。 2、管道穿越道路或地铁,未采取保护措施,在外力振动发生导致管道疲劳损坏。 3、管道受温度变化产生热胀冷缩,导致管道破裂。	管道破裂	II	1、选择焊接技术好、有证的焊工,使用合理的焊接工艺,规范焊接的过程。 2、穿越道路或铁路时采取箱涵保持措施,防止因外力作用导致管道疲劳损坏。
管道泄漏	1、管道腐蚀; 2、自然灾害; 3、设计有误,如稳管措施不当、管道材质选择错误; 4、施工质量差; 5、运行操作失误; 6、第三方破坏。	油料泄漏、影响周边环境,甚至发生火灾爆炸等严重后果。	III	1、选择耐腐蚀性好的管材,管道内外防腐涂层,阴极保护法保护装置可靠有效。 2、严格按规范设计,管道材质选择应具有较高的强度和良好的焊接性能及韧性,并满足有关规定要求。 3、选择具有压力管道安装资质、

危险因素	触发原因	事故后果	危险等级	主要对策措施
				丰富经验的管道工程施工队伍，同时加强工程监理。 4、管道沿线设置永久性标志，并采取相应保护措施；提高巡线频率，加大检查及宣传教育力度。
管道变形	1、敷设时对地质条件考虑不足，管沟发生不均匀沉降，导致管道变形； 2、施工存在质量问题；	管道断裂	II	1、对敷设路径进行详勘，根据不同地质条件制定不同的敷设方式； 2、加强施工监理

3.10.2 预先危险性分析小结

通过对空港公司汽柴油管线迁改工程事故预先危险性分析，其主要的危险是管道泄漏，其危险等级为 III；其次是管道疲劳和管道变形，其危险等级为 II。

对于上述可能产生的各种危险和有害因素，在预先危险性分析表中提出初步的防范对策措施。

3.11 安全评价及其他安全风险分析结果

空港公司委托广东劳安职业安全事务有限公司编制《深圳机场码头至油库海堤架空段汽柴油管线埋地改造工程项目安全评价报告》，该报告的相关结论如下所述。

3.11.1 主要危险、有害因素分析结果

- 1) 本项目在运行过程中存在的危险化学品为汽油、柴油。
- 2) 本项目运行过程中存在的危险因素为：火灾和爆炸、中毒和窒息、触电及车辆伤害，存在的有害因素为：噪声和高温。主要危险有害因素为：火灾和爆炸。
- 3) 根据《危险化学品重大危险源》(GB 18218-2018)，本项目不构成危险化学品重大危险源。

3.11.2 定性、定量评价结果

对各评价单元的评价结果汇总如下表所示。

单元	评价结果	
外部条件及总体布局单元	安全检查表法	符合《输油管道工程设计规范》、《民用运输机场供油工程设计规范》的相关要求。
管线敷设单元	安全检查表法	符合《输油管道工程设计规范》、《民用运输机场供油工程设计规范》的相关要求，但在管线标识、管道的焊接与检验等方面未做交待，在初步设计阶段应给予补充，本报告已在对策措施中补充。
	事故树分析法	对管线穿孔破裂事故进行事故树分析评价，经计算有 23 个最小割集，事故发生的途径较多，其中管道内腐蚀、自然灾害、设计有误施工质量差对管道穿孔破裂均有较大影响。
电气单元	预先危险性分析法	主要危险因素有：触电、火灾 危险指数：6
自动控制系统单元	安全检查表法	符合《输油管道工程设计规范》的相关规定。
安全管理单元	安全检查表法	符合《中华人民共和国安全生产法》、《民用机场管理条例》的相关规定

4) 本项目的**主要危险有害因素为：火灾和爆炸**，因此，应重视防火防爆的安全对策措施。

5) 空港公司与深圳机场应当签订安全生产管理协议，并应加强与深圳机场的沟通、协调，建立联防机制，并定期进行应急预案的联合演练。

3.11.3 总体评价结论

通过该项目存在的危险、有害因素分析及可行性研究报告中建设方案的安全评价，评价报告认为：本项目的建设方案整体上满足国家及行业在安全生产方面的有关要求。项目建设时应切实落实有关规范的安全要求，采取相关的安全对策措施，包括可行性研究报告和本评价报告提出的对策措施及建议，加强施工质量检测和监理，投产后认真执行各项安全规章制度，本项目存在的各种潜在危险有害因素是能够得到控制的，本项目建成后能够满足安全运行要求。

4 设计采用的安全设施和措施

4.1 线路

4.1.1 管道设计安全原则

4.1.1.1 管道选线及安全设施设计原则

管道路由选择在遵循我国相关的设计规范及安全标准的前提下，以尽可能减少对个人、环境和社会影响为目标，并遵循下列选线原则。

1) 线路走向应根据地形、地物、工程地质、起终点的地理位置以及交通运输等条件经多方案比选后确定。

2) 线路充分与地方规划相结合，力求管道线路与规划整体协调。

3) 线路应尽量顺直，以缩短线路长度，尽量减少与天然和人工障碍物交叉。

4) 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境、城市生态相协调。

5) 在线路选择中，根据有关法律规范，使管道与建构筑物保持至少 5m 的安全距离。

4.1.1.2 设计过程中主要关注的安全因素

1) 管道自身安全

根据规范要求以及现场实际情况，选取合理的管道强度设计系数、管道壁厚以及管材类型，增强管道自身强度。

2) 与建（构）筑物、人群聚集区等保持规范要求的安全间距，并对于人群聚集区管段采取工程措施，已防止第三方破坏等。

3) 沿线设置转角桩、交叉桩、穿越桩、警示牌以及警示带等标志。

4) 沿公路、铁路敷设段以及穿越公路和铁路时，在施工前，施工方案应取得相关部门许可后方可进行施工。

5) 旧管道处置, 选择科学合理安全的施工方式, 并要求具有相应资质且经验丰富的施工单位完成。

4.1.2 管道本体安全

4.1.2.1 管材

根据本工程输送工艺以及业主要求, 考虑到管道安全、经济及适用性, 根据《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014) 的规定, 结合当地的规划和发展, 合理确定管道壁厚。

考虑改线段整体长度较短且汽柴油管线投产时间较短, 本工程采用与原汽柴油管线一致的管材, 选用直缝电阻焊钢管 L245M, 管道参数为 $\Phi 323.9 \times 7.9$, 执行《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》(GB/T 9711-2017), 弯头采用无缝弯头, 执行《钢制对焊无缝管件》(GB/T 12459-2017)。不再对管材及壁厚进行比选, 仅对选取的管道进行壁厚和强度的计算校核。

2) 材质和壁厚选择

根据《输油管道工程设计规范》(GB 50253-2014) 的规定, 钢制输油管道壁厚与设计压力、钢管外径、钢管的强度等级、强度设计系数有关, 钢管壁厚按以下公式计算:

$$\delta = \frac{PD}{2[\sigma]}$$

式中: δ —计算壁厚, mm;

P—设计压力, 1.6MPa;

D—管道外径, 323.9mm;

$$[\sigma] = K\phi\sigma_s$$

式中: $[\sigma]$ —钢管许用应力, MPa; ϕ —焊缝系数, 取 1。

K—设计系数, 一般地段取 0.72, 特殊段及穿越段取 0.6;

σ_s —钢管屈服强度，直缝电阻焊钢管 L245M 为 245MPa；

热煨弯管的管壁厚度按《输油管道工程设计规范》（GB 50253-2014）中第 5.4 节要求计算，计算公式如下：

$$\delta_b = \frac{1}{1-C} \delta$$

$$\delta_H \geq \delta$$

$$\delta_i \geq \delta \times m$$

$$m = \frac{4 \cdot R - D}{4 \cdot R - 2D}$$

式中： δ_b —弯管的母管计算壁厚（mm）；

δ —弯管所连接的直管段钢管的计算壁厚（mm）；

m —管厚度增大系数；

R —弯管的曲率半径（mm），取 $R=6D$ ；

D —弯管的外径（mm）；

C —弯管弯制允许最大壁厚削薄率，取 0.09；

δ_H —弯管的外弧侧壁厚最小值（mm）；

δ_i —弯管的内弧侧壁厚最小值（mm）；

经计算，钢管计算壁厚和选用壁厚详见表 4.1-1。根据计算结果，本工程钢管选取壁厚大于计算壁厚，管材满足强度设计要求。

表 4.1-1 钢管计算壁厚和选用壁厚表

钢级及钢管类型	管径 (mm)	类型	计算壁厚 (mm)	选取壁厚 (mm)	是否满足要求
直缝电阻焊钢管 L245M	323.9	直管段	$\delta = 1.47$	7.9	满足
		弯头	$\delta_h \geq 1.47$ $\delta_i \geq 1.54$ $\delta_b = 1.62$	8.38 (母材)	满足

4.1.2.2 强度及稳定性校核

1) 管道刚度校核

根据《输油管道工程设计规范》(GB50253-2014)中 5.6.1 节的规定, 输油管道的刚度应满足钢管运输、管道施工和运行时的要求, 钢管的外直径与壁厚的比值不宜大于 100。经计算, 本工程外径为 $\Phi 323.9\text{mm}$ 的钢管, 其钢管外径与管道最小厚度 (7.9mm) 之比为 41, 满足规范要求, 不会出现圆截面失稳问题。

2) 管道强度校核

对于埋地, 受约束热胀直管段, 按最大剪切应力强度理论计算的当量应力必须满足下式要求:

$$\text{埋地直管段: } \sigma_{e1} = \sigma_h - \sigma_a$$

$$\text{埋地弹性敷设段: } \sigma_{e2} = \sigma_h - \sigma_a + \sigma_\rho$$

$$\sigma_e < 0.9\sigma_s$$

式中: σ_{e1} 、 σ_{e2} —当量应力, MPa;

σ_s —钢管的最低屈服强度, 245MPa;

σ_a —内压和温度引起的轴向应力, 负值为轴向压力, 正值为轴向拉力, MPa;

σ_h —管内压引起的环向应力, MPa;

$$\sigma_h = \frac{Pd}{2\delta}$$

其中: P —设计压力, 取 1.6MPa;

d —钢管内径, m;

δ —钢管的公称壁厚 (按最小考虑), m;

$$\sigma_a = E \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_2) + \mu \cdot \sigma_h$$

$$\sigma_\rho = \pm ED / (2\rho)$$

其中： μ —泊桑比， $\mu=0.3$ ；

E —钢材的弹性模量，可取 $2.05 \times 10^5 \text{MPa}$ ；

α —钢材的线膨胀系数，可取 $1.2 \times 10^{-5} \text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ；

t_1 —管道安装闭合时温度，取当地极端最低气温 -1°C ；

t_2 —管道的工作温度，即管内输送介质的温度，取当地极端最高气温 40°C ；

σ_ρ —钢管的弯曲应力，负值为轴向压力，正值为轴向拉力，MPa；

ρ —管子的弯曲半径(m)，弹性敷设管段的弯曲半径取大于 1200 倍管道直径。

材质为直缝电阻焊钢管，管径 $\Phi 323.9 \text{mm}$ ，设计压力 1.6MPa ，最小壁厚 7.9mm 的管道，经计算 $\sigma_{e1} = 125.29 \text{MPa}$ ， $\sigma_{e2} = 210.70 \text{MPa}$ ，均满足 $\sigma_e < 0.9\sigma_s = 220.5 \text{MPa}$ ，均能满足强度要求。

3) 管道径向稳定性校核

对穿越公路的无套管管段、穿越用的套管及埋深较大管段，均应按无内压状态验算在外力作用下管子的变形，其水平直径方向的变形量不得大于管子外径的 3%。

钢管在外载荷作用下的径向变形计算：

$$\Delta X = \frac{JKWr^3}{EI + 0.061E'r^3} \leq 0.03D$$

$$I = \frac{\delta^3}{12} \times 1$$

$$W = W_e + W_{\text{车}}$$

式中： ΔX —钢管水平径向的最大变形 (m)；

J —钢管变形滞后系数，应取 1.5；

K —钢管基座系数，取值见下表的规定；

W —单位长度上的总垂直荷载，包括管顶垂直土荷载和地面车辆传到钢管上的荷载（N/m）；

$W_{\text{车}}$ —地面车辆传到钢管上的荷载（N/m）；

r —钢管的平均半径（m）；

E —管材的弹性模量（Pa）；

I —单位长度上管壁截面的惯性矩（m⁴/m）；

δ —钢管公称壁厚（m）；

E' —回填土的变形模量（Pa），取值应符合表的规定；

埋在管沟内的管道单位长度上的垂直土荷载计算如下：

$$W_e = \gamma DH$$

式中： W_e —单位管长上的垂直土荷载（N/m）；

γ —土壤容重（N/m³），填土重力密度为 17~18KN/m³，填石的重力密度为 19~20 KN/m³，本工程中取 18KN/m³。

D —钢管外直径（m）；

H —管顶回填土高度（m）。

根据《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60-2015）中 4.3.4 中规定：计算涵洞顶上车辆荷载引起的竖向土压力时，车轮按其着地面积边缘向下作 30°角分布，当几个车轮的压力扩散线相重叠时，扩散面积以最外边的扩散线为准。

$$W_{\text{车}} = \frac{G}{S} \cdot D$$

式中： G —车轮的总重力（KN）， $G = 300KN$ ；

S —车轮压力的扩散面积（m²）；

D —管道的外径（m）。

经计算， $\Delta X = 0.001194 \leq 0.03D = 0.0082$ ，满足要求。

4.1.3 管道敷设安全

1、管线的安装

输油管道的施工技术要求和验收标准按照《工业金属管道工程施工规范》（GB50235-2010）及《民用运输机场供油工程施工及验收规范》（MH5034-2017）的有关规定执行。油管施工时必须将管子内部清理干净，并采取措​​施防止任何杂物进入管内。

2、管道焊接

管道焊接前应按《承压设备焊接工艺评定》（NB/T 47014-2011）的要求，对被焊材料进行焊接工艺评定。管道焊接工艺采用下向焊或氩电联焊（100%氩弧焊打底）。

3、管道防腐

管道及管件表面采用喷（抛）射除锈，防锈等级不应低于《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）中Sa2.5级。表面处理合格后应在4h内进行涂敷施工，表面处理后至喷漆前不应出现浮锈，当出现浮锈或表面污染时，必须重新进行表面处理。

汽柴油管道不做内防腐。

埋地敷设的管道外壁采用3PE做加强级防腐绝缘，防腐层厚度 $\geq 2.9\text{mm}$ 。防腐及补口执行《埋地钢制管道聚乙烯防腐层》（GB/T23257-2017）的规定。埋地管道焊口采用热收缩套补口。

管线补口采用环氧底漆/辐射交联聚乙烯热收缩套（带）三层结构，产品的基材边缘应平直，表面应平整、清洁，无气泡、裂口及分解变色，厚度不小于1.2mm，胶层不小于1.0mm，周向收缩率不应小于15%。

4、阴极保护

现有的输油管线阴极保护系统采用牺牲阳极阴极保护，本次输油管道改线仍采用牺牲阳极阴极保护。

由于迁改管道与地铁十一号线临近，考虑到地铁杂散电流对输油管道的影
响，本次设计在迁改管道处暂设置1组电位测试桩（兼极性排流器），待对
迁改段管道杂散电流干扰检测评估后再采取相应阴保措施以确保管道安全。

5、绝缘接头设置

改线段汽柴油管道埋地敷设，采用牺牲阳极进行保护，埋地与地上管线
交界处设置埋地绝缘管接头，本工程共设4个DN300绝缘接头。

绝缘接头涂层牢固、有一定塑性、强度及与钢材有较大吸附性，有较高
的电绝缘性，并达到与管线同寿命、同强度，本设计选用绝缘接头，在25℃
干燥环境下电测试：

绝缘测试：交流 3000V 50Hz 1 分钟；

电阻测试：直流 1000V 电阻 $\geq 5\text{M}\Omega$ 。

绝缘接头处增加火花间隙或氧化锌避雷器保护，氧化锌避雷器利用氧化
锌良好的非线性伏安特性，具有良好保护性能，正常工作电压时流过避雷器
的电流极小（微安或毫安级）。

当过电压作用时，电阻急剧下降，泄放过电压的能量，达到保护的效果，
利用氧化锌的非线性特性起到泄流和开断的作用。

6、管沟开挖

施工前应查明场地内地下构筑物和其它设施的位置及埋深，若发现有，
则在施工时不得伤及。其它设施与本管线净距要求需满足《输油管道工程设
计规范》(GB 50253-2014)要求：与其它管道垂直净距不小于0.3m，与电(光)
缆垂直净距不小于0.5m。

管沟开挖边坡应根据土壤类别确定，保证不塌方，不偏帮，以利管道敷
设顺利进行。

1) 输油管道直埋段

输油管道一般开挖段管沟按设计管底标高超挖200mm，采用细砂回填
200mm，然后下管，再用细砂回填至距管顶300mm处，木夯夯实，密实度

不小于 93%。然后再采用原状土继续回填至现状地面以上 300mm 高，回填原状土中不允许有碎砖石、硬块、树根、垃圾以及腐烂物等，并根据规范要求恢复地形、地貌。

2) 箱涵保护段

箱涵做法见结构专业图，箱涵中采用细砂回填 100mm，然后下管，再用细砂回填至距管顶 200mm 处，木夯夯实，密实度不小于 93%。

(1) 土面区回填

箱涵管沟回填时采用原状土回填至现状地面以上 300mm 高。

(2) 混凝土路面回填

箱涵管沟回填时按原状道路结构形式进行恢复，应满足道路权属单位对管沟回填的要求。管道垂直入地处，管道两侧 4.5m 范围内采用粘土回填。

8、无损检测

管道焊缝应在清除渣皮和飞溅物，外观检查合格后进行无损检测。本工程管道的所有环向焊缝均采用 100%X 射线照相检查，射线探伤检测质量应不低于《承压设备无损检测 第 2 部分 射线检测》(NB/T47013.2-2015)的 II 级。

9、管道试压

汽柴油管道必须进行强度试验和严密性试验。在所有焊接接头经无损检测合格后进行试压，试压介质采用洁净水，试验压力为设计压力的 1.5 倍，液压试验时，应缓慢升压，待达到试验压力后，稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，稳压 30min，以压力表压力不降、管道所有部位无渗漏为合格，按国家标准《工业金属管道工程施工质量验收规范》(GB50184-2011)进行试压与验收。

10、管道冲洗

汽柴油管线根据空港公司相关要求进行了冲洗。

11、管道标志桩

管道沿线设置永久的地面标志，如里程桩、转角桩及其它标志，便于管道维护和管理。各种地面标志设置要求如下：

里程桩：一般与阴极保护桩合用，宜设置在管道中心线正上方，当无法设置在正上方时，顺管道油流方向左侧设置，距离管道中心线 $1.0m+0.5D$ 处。

转角桩：埋地管道在水平方向一次转角大于 5° ，应设置转角桩。转角桩上要标明管线里程，转角角度，设置在转折管段中点正上方。本工程在改线段中间 2 处转角各设置一个转角桩，共计 2 个。

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、交叉物的名称、与交叉物的关系。

警示牌：易发生危及管道行为的区域设置警示牌，本工程在地铁 11 号线、拟建机场互通立交 X 匝道、T 匝道、海堤路各设置一处警示牌，共计 4 个。

4.1.4 高后果区识别

管道沿线根据《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）对管道进行高后果区识别。高后果区指管道发生泄漏会严重危及公众安全和（或）造成环境较大破坏的区域。管道改线段符合表 4.1-2 识别项中任何一条的为高后果区。

表 4.1-2 汽柴油管道高后果区管段识别分级表

管道类型	识别项	分级
输油管道	a) 管道中心线两侧各 200 m 范围内,任意划分成长度为 2 km 并能包括最大聚居户数的若干地段,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	Ⅲ级
	b) 管道中心线两侧 200 m 范围内,任意划分 2 km 长度并能包括最大聚居户数的若干地段,户数在 100 户或以上的区段,包括市郊居住区、商业区、工业区、发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区	Ⅱ级
	c) 管道两侧各 200 m 内有聚居户数在 50 户或以上的村庄、乡镇等	Ⅱ级
	d) 管道两侧各 50 m 内有高速公路、国道、省道、铁路及易燃易爆场所等	Ⅰ级
	e) 管道两侧各 200 m 内有湿地、森林、河口等国家自然保护区	Ⅱ级
	f) 管道两侧各 200 m 内有水源、河流、大中型水库	Ⅲ级

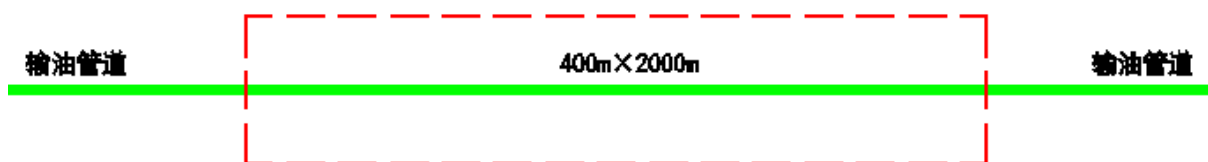


图 4.1-1 高后果区识别单元

根据现场踏勘，管道高后果区初步识别见表 4.1-3。



图 4.1-2 高后果区识别

表 4.1-3 高后果区识别汇总表

编号	起始编号	结束编号	分级	识别描述
1	改线段起点	改线段终点	III	有水源、与高速公路交叉

根据识别，管道改线段为高后果区，高后果区管段需采取必要安全措施，因此，在管道壁厚选取时，均考虑了壁厚加厚措施，全线管道外防腐均采用加强级，穿越高速公路采用箱涵保护、增加警示牌、增加视频监控等安全措施。

根据《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）第 6.2.1 条，高后果区识别工作应由熟悉管道沿线情况的人员进行，识别人员应参加有关培训。而管道周边环境也会发生变化，因此，建议建设、运营单位组织相关人

员依据《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）第 6.1.1 节表 1 内容定期对管道高后果区进行识别。

4.1.5 视频监控及接地

本次改线段为高后果区，根据规范要求设视频监控系统，本次设计改线段增设 2 套视频监控点（成套设备），由于周边无合适市电取电，2 套监控点为太阳能结合风能供电，内设 4T 内存卡，本地存储，立杆安装，杆上设防盗入侵报警装置和语音报警喇叭，一旦有人靠近，装置将报警并发出警告声音，视频信号通过公网 4G 网络传输至 2.5km 外的机场油库控制室。

视频监控立杆自带避雷短针，在四周设环形接地网，接地电阻不大于 4 Ω 。改线段工艺管道为埋地敷设，并设置绝缘接头，本次设计在绝缘接头处跨接电压开关型电涌保护器。

4.2 工艺系统

本工程工艺系统采取的主要防护技术措施如下：

- 1) 工艺上采用先进、可靠的工艺技术，为安全生产提供基本保证；
- 2) 管道及其连接处的材质、压力等级、制造工艺、焊接质量、校验、安装等执行国家有关规定。

4.3 台风、洪水等自然灾害的防护措施

施工期，应尽量避免台风、洪水等自然灾害的频发季节，难以避免时，施工单位应编制台风、洪水等自然灾害应急预案，对于人员居住区、设备堆放区应专门设置防台风、防洪水等自然灾害的措施。及时关注天气预报，提前做好防护措施；在雨季，应及时调查周围河流、水库等水流及蓄水情况，做好防洪水准备。

4.4 维、抢修

4.4.1 维修与抢修的工作范围

本工程的维修和抢修工作范围为总长度约 315m 线路的维修与抢修。

4.4.2 维护维修的主要任务

输油管道的维护维修工作分一般性维护、例行维修和计划性检修三类。

1) 一般性维护是根据操作规程对设备进行日常的维护保养。对阴保及操作控制系统等生活设施的日常维护和修理,常用易损零部件的配置、更换。

2) 例行维修是定期对设施进行检查、修复和保养。对线路工程设施及其辅助生产设施定期检查、维护及修理。

3) 计划性检修主要是对阴极保护站及辅助生产设备的检测与维修。

4.4.3 抢修的主要任务

抢修主要指在各种突发事故情况下,在尽可能短的时间内排除故障,恢复生产的作业过程。

根据输油管道事故的严重程度和造成的影响范围将事故分为 A/B/C 三类。

A 类事故:汽柴油输油管道发生泄漏、着火并对人员造成严重伤害、对周边环境产生严重影响,或严重扭曲变形而必须中断输油的事故;

B 类事故:汽柴油输油管道少量泄漏,或管道裸露、悬空或漂浮,可以在线补焊和处理事故;

C 类事故:通讯故障、电力中断等,但可以通过操作工艺调整和其它临时措施处理而不对管道运行和输油造成影响事故。

4.4.4 维抢修设置方案

本设计为整改工程,维修、抢修队伍及设备无需另行考虑,原工程设有专门的维抢修队伍及设备。

4.5 安全管理

深圳机场码头至油库海堤架空段汽柴油管线埋地改造工程建设单位空

港公司结合自身的实际，制定《安全生产管理制度》，明确了公司各级人员的岗位职责以及相关安全管理制度，制定了岗位安全操作规程及事故应急救援预案。空港公司现有的安全管理制度、岗位操作规程、事故应急预案等基本能够满足本工程的管理需求，项目建成后应根据新项目的特点及线路走向等对原有的制度、操作规程和事故应急预案进行有效补充和修订。

4.6 《安全评价报告》意见的采纳情况

序号	安全评价意见	采纳情况	备注
管网布置及管道敷设方面的安全对策措施			
1	汽柴油管道与其他地下管道及与建（构）筑物的最小水平距离应符合相应要求	同意采纳	
2	当埋地输油管道同其他埋地管道或金属构筑物交叉时，其垂直净距不应小于 0.3m，两条管道的交叉角不宜小于 30°；管道与电力、通讯电缆交叉时，其垂直净距不应小于 0.5m。	同意采纳	
3	管道沿线应设置里程桩、标志桩、转交桩、阴极保护测试桩、和警示牌等永久性标志，管道标志的标识、制作和安装应符合现行行业标准《管道干线标记设置技术规范》SY/T6064 的有关规定。	同意采纳	
4	管道的焊接与检验应严格按照《输油管道工程设计规范》（GB50253-2014）第 9.1 条执行，管道的试压应严格按照《输油管道工程设计规范》（GB50253-2014）第 9.2 条执行。	本工程管道压力等级为 GC2 类，建议参照《石油库设计规范》（GB50074-2014）9.2 库外管道执行。	
主要技术、工艺、设备、设施方面安全对策措施			
1	采用进口阀门及加油栓，需要符合国家质量监督局的相关要求，对首次进口的压力管道元件应当取得型式试验合格证书。	本工程无阀门及加油栓，无进口设备。	
2	输油管道的约束与补偿需满足下列要求：（1）法兰及其螺栓、阀门等管道配件、设备的选用，应满足全年气象条件下的约束要求，并明确螺栓的紧固力。 （2）当约束不能满足管道应力要求时，应进行补偿。 （3）设计完成后，应对整条管线进行应力核算。	本工程无阀门及加油栓，无进口设备。	
3	输送工艺设计计算应进行水力计算，稳态水力分析应包括设计输量、最大输量、最小输量等工况，瞬态水力分析可根据设计输量、管道长度、沿线地形地貌等条件分析后综合考虑。	同意采纳	

4	输油管线压力试验和严密性试验：管道试压应在管道面浇筑前完成。管道试压应分段试压。机坪管道在进行强度试压前，不应安装加油栓，加油栓端口用法兰盲板封闭。机坪管道宜用空气为介质。采用空气作为介质进行试验时，应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的 1.1 倍。试验前，应用空气进行预试压，试验压力宜为 0.2MPa。检查管道无异常时再继续进行。试验压力应缓慢上升，当压力升至强度压力的 50%时，稳压 3min，检查管道情况，如无异常情况，继续按照试验压力的 10%逐级升压，每级稳压 3min，直至强度试验压力，稳压 10min，以管道不变形、不渗漏为合格；强度试验合格后进行严密性试验，对阀门进行检查，确认无渗漏为合格。管道压力试验完成后，应及时泄压。	同意采纳	
5	输油管线内防腐：内防腐涂层应符合航空燃料储运要求，具有抗管输介质、污物、腐蚀性杂质、添加剂等侵蚀的能力，与航空燃料直接接触的表面涂层不得影响航空燃料质量及性能指标。内防腐涂料应不含铜、锌等重金属，严禁使用富锌漆。宜选用非导静电涂料。颜色宜选用白色。	同意采纳	
6	输油管线外防腐：埋地部分管道外防腐等级不应低于加强级，覆土不应损坏防腐层。管道出、入土的防腐层宜高出地面 200mm，应埋地管道防腐标准设计。	同意采纳	
7	输油管道的阴极保护系统应与建（构）筑物及其它系统绝缘隔离，且应满足日常检测的要求。阴极保护系统应与供油主体工程同时勘察、设计和施工，并应在管道埋地六个月内投入运行。在杂散电流多的地区，管道埋地后，其排流措施应限期投入运行，一般不应超过三个月。	同意采纳	
8	防雷接地：电子信息设备的接地宜与防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地共用，防雷、防静电接地线引入地下之前应有测量的断开点，断开处应互相搭接并用不少于二个螺栓紧固，连接螺栓不应小于 1Ω，自控系统和自动化控制仪表应设防感应雷措施。	同意采纳	
安全管理方面对策措施			
1	根据《安全生产法》第四十五条，空港公司与深圳机场应当签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，并指定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调。	同意采纳	
2	建议空港公司与深圳机场建立联防机制，在作业过程和运营过程中加强沟通和协调，共同制定双方互	同意采纳	

	相支援的事故应急救援预案，在一方发生事故时，能及时进行联络、沟通，采取相应的预防和救援措施，把事故的影响降到最低，并定期进行联合演练。		
3	安全生产管理机构应切实认真地做好以下工作：落实有关法律法规，组织企业内部各种安全检查活动，负责日常安全检查，及时整改各种事故隐患，监督安全生产责任制的落实等等。	同意采纳	
4	主要负责人、安全管理人员应按相关规定参加培训考核和安全继续教育。新员工应进行三级安全教育、专业培训及法律法规规定的其他培训和教育，取得任职资格后上岗。	同意采纳	
5	应不断完善、健全各级人员的安全生产责任制，并督促员工落实。公司主要负责人是该公司安全生产第一责任者，要有强烈的安全责任感，对本公司安全生产全面负责。	同意采纳	
6	根据《中华人民共和国安全生产法》与《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企[2012]16号）的规定，建立健全安全生产投入的长效保障机制，从成本中提取列支专门用于完善和改进企业或者项目安全生产条件的资金。	同意采纳	
7	针对工艺、岗位、设备、设施的特点，修订完善各种作业的安全技术操作规程并在生产过程中逐步加以完善。规程中除正常操作外，还应包括紧急停车及异常情况处理的内容。严格工艺管理，加强操作纪律和劳动纪律的执行，并将规程张贴上墙，使每个操作工都牢记心中，并严格按规程操作，不得违章指挥、违章作业。	同意采纳	
8	进一步健全安全检查制度，加强干部值班制度，认真组织各种类型的安全检查，及时整改隐患，防止事故发生；对发生的事故必须按照“四不放过”的原则进行处理。	同意采纳	
9	加强企业安全文化建设，建设良好的企业安全文化氛围，可以最大限度地降低人的不安全行为。	同意采纳	
10	应结合本项目的实际情况，对生产安全事故应急预案进行修订。	同意采纳	
11	应按照《民用运输机场应急救护设施配备》（GB 18040-2017）的相关要求，并结合本项目的实际情况，配备应急救援中所需要的消防设施、各种救援机械和设备、监测仪器、堵漏和清消器材、交通工具、个体防护设备、医疗设备和药品、生活保障物质等，并定期检查、维护与更新，保证始终处于完好状态。	同意采纳	
12	应委托有资质的单位进行设计、施工、监理、检测	同意采纳	

	和检验		
防火防爆的安全对策措施			
1	防雷、防静电接地设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》的有关规定。	同意采纳	
2	输油管道、仪器仪表等设备与金属构件进行电气连接并应设置防静电、防雷接地装置。	同意采纳	
3	防静电设计方法、措施和管理应符合《液体石油产品静电安全规程》的规定。	同意采纳	
4	检修等作业应使用防爆工具。	同意采纳	
5	在爆炸危险场所作业人员应穿防静电工作服、防静电工作鞋。	同意采纳	
6	管道、阀门等设施，应确保密封性好、无泄漏，在使用过程中应加强经常性的检查和检验，发现泄漏，及时处理。	同意采纳	
7	爆炸和火灾危险环境电力装置的设计，应符合《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》的有关规定。	同意采纳	
8	防爆区域内执行严格的动火管理制度：严禁明火、吸烟、禁用手机、照相机等电气设备，做好防静电措施，职工应穿防静电服装。	同意采纳	

5 安全设施投资概算

该项目总投资 707 万元，其中该项目安全投资 85.21 万元。

表 5-1 安全投资表

序号	安全技术设施名称	投资概算（万元）
1	防腐	4.14
2	阴极保护	3.19
3	箱涵保护	39.56
4	视频监控	38.32
5	合计	85.21
6	安全隐患整改安全专用投资 占工程总投资比例	12%

6 结论和建议

6.1 结论

1) 在工程设计上采取了比较全面、合理、可行的对策与措施，符合国家有关安全法律、法规及规范、标准的要求，安全设备、设施选取及防护上满足安全生产运行需要。

2) 采用国内外成熟、可靠的材料，重点确保输油管道的本质安全。

3) 因地制宜，选择适合管道的保护措施。

4) 尽管本工程输送介质为易燃、易爆的汽柴油，但通过相应的安全保护措施，在施工和运行过程中，形成严格的安全生产管理制度，风险在可控范围内。

5) 在下一步施工图设计及工程实施阶段，严格执行设计文件的有关规定，严把质量及过程控制，能够保证管道在施工和运行期间的本质安全。

6.2 建议

1) 健全管理制度：建议项目的管理部门，建立完整的管道运行管理框架、作业技术规程，配备有相应的人员、设施，包括建立有比较系统的应急行动程序，提高风险控制和处理能力。

2) 项目实施阶段加强控制：本工程在设计中已采用了一系列的安全设施和措施，工程建设方案满足国家及行业在安全生产方面的有关要求。为确保本工程的安全运行，防患于未然，在进行施工图设计、施工中，要落实各项对策措施，确保各项安全设施设计、安装和调试到位；挑选富有经验的施工单位，保证施工各个环节的安全可靠性。运行中要加强安全管理，并确保设备在运行过程中各种安全设施和检测仪器仪表灵敏好用，确保管理和操作人员严格按照安全操作规程对设备进行管理和操作。同时应满足安全生产的要求。

3) 严格执行设备购置标准：本工程主要设备、设施和安全设施的订购

必须符合国家有关安全生产和设备的法律、法规的规定，选择有相应资质及信誉好、业绩好的生产企业。

4) 加强运营期管理：建议建立完整的管道完整性管理制度，定期巡查，定期检测，及时掌握管道运行状态，发现问题，及时排除。

7 附件

- 1、危险化学品建设项目安全条件审查备案回执（深危化项目安条备字[2019]10号），2019年7月1日。