关于林德气体（厦门）有限公司林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程安全预评价公开版删除内容的说明

林德气体（厦门）有限公司委托厦门市九安安全检测评价事务所有限公司对林德气体（厦门）有限公司林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程进行安全评价，编制《林德气体（厦门）有限公司林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程安全预评价报告》。根据《安全评价检测检验机构管理办法》（应急管理部第 20 号令）第十七条，“安全评价检测检验机构应当建立并实施服务公开和报告公开制度，按照有关规定将机构综合信息、安全评价现场勘验图像影像、检测检验现场图像影像，以及安全评价报告、检测检验报告在本机构网站公开（涉及国家秘密、商业秘密以及个人隐私的信息和法律、法规规定可以不予公开的部分除外）。公开的信息应当及时更新、真实完整”。根据上述要求及被评价单位意见，删除涉及商业机密以及个人隐私的相关内容。具体删除内容如下：

1.删除法人、联系人相关个人信息，因涉及个人隐私，故删除；

2.删除设备、原辅料、工艺等不便公开的信息，涉及被评价单位商业秘密，故删除；

3.删除报告附图、附件，涉及被评价单位内部文件及商业秘密，故删除。

仅用于报告公开，严禁复制

林德气体（厦门）有限公司海沧分公司

林德气体厦钨氧气管道兴海路

受损段临时迁改工程

安全预评价报告

（公开稿）

仅用于报告公开，严禁复制

建设单位名称：林德气体（厦门）有限公司海沧分公司

建设单位法定代表人：***涉密

建设单位联系人：***涉密

建设单位联系电话：***涉密

二〇二六年七月

目　录

第一章编制说明.....1
1.1 安全预评价目的.....1
1.2 安全预评价对象及评价范围.....1
1.3 安全预评价工作程序.....2
1.4 项目由来及安全预评价工作经过.....4
第二章概况.....6
2.1 建设单位简介.....6
2.2 管廊简介.....6
2.3 建设项目基本情况.....7
2.4 地理位置和周边情况.....8
2.5 工艺、装置布局及其上下游装置的关系.....9
2.6 管道设计方案采取的安全措施.....10
2.7 建设项目配套和辅助工程名称、能力（或负荷）、介质来源.....11
2.8 主要装置设备和设施名称、型号、材质、数量和主要特种设备.....12
2.9 自然条件.....12
第三章主要危险有害因素分析结果.....13
3.1 物质危险特性分析结果.....13
3.2 运行过程危险有害因素分析结果.....13
3.3 危险化学品重大危险源辨识结果.....13
第四章评价单元划分.....14
4.1 评价单元划分原则.....14
4.2 评价单元划分.....14
第五章评价方法选择.....15
5.1 选用的评价方法.....15
5.2 理由说明.....15
第六章危险有害程度分析结果.....17
6.1 危险物质状态分析结果.....17
6.2 固有危险性分析结果.....17

仅用于报告公开，严禁复制

6.3 风险分析结果.....17
第七章安全条件及安全生产条件分析结果.....18
7.1 安全条件分析结果.....18
7.2 管道综合布置方案安全预评价结果.....18
7.3 管道工艺系统安全措施评价结果.....19
7.4 其他安全措施评价结果.....19
第八章安全对策措施.....20
8.1 管道迁改安全条件对策措施.....20
8.2 管道综合布置安全对策措施.....20
8.3 管道工艺系统安全对策措施.....20
8.4 其他安全对策措施.....21
第九章安全预评价结论.....23
第十一章与相关单位交换意见.....24
附录 1 评价依据及评价方法.....25
F1.1 评价依据.....25
F1.2 评价方法简介.....28
附录 2 危险有害因素及危险有害程度分析.....32
F2.1 危险有害因素分析.....32
F2.2 危险程度分析.....42
F2.3 风险程度分析—管道物理爆炸事故后果模拟.....45
F2.4 事故案例分析.....47
附录 3 安全条件分析过程.....49
F3.1 建设项目与产业政策和布局的符合性分析.....49
F3.2 建设项目与当地政府区域规划的符合性分析.....49
F3.3 管道建设项目线路选择符合性分析.....50
F3.4 建设项目对周边的影响.....52
F3.5 周边对建设项目的影响.....54
F3.6 自然条件对该项目的影响.....54
F3.7 安全条件分析结果.....56

仅用于报告公开，严禁复制

附录 4 方案安全措施符合性分析评价 58
F4.1 管道布置安全评价..... 58
F4.2 管道工艺系统安全措施..... 65
F4.3 其他安全对策措施分析..... 70
附录 5 资料性附件清单 72

仅用于报告公开，严禁复制

第一章 编制说明

1.1 安全预评价目的

1．为贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，确保建设工程项目中安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，保证建设项目建成后符合国家有关法规、标准和规定。

2．分析项目中存在的主要危险、有害因素及其产生危险、危害后果的主要条件；对该项目生产过程中固有危险、有害因素进行定性、定量的评价和科学分析，对其控制手段进行评价，同时预测其安全等级并分析可能发生的事故及事故后果。

3．提出消除、预防或降低装置危险性，提高装置安全运行等级的安全对策措施和建议，以利于提高建设项目本质安全程度。

4．为建设项目在日后的生产运行以及日常安全管理提供依据，为应急管理部门和上级主管部门实行安全监察和行业管理提供依据。

1.2 安全预评价对象及评价范围

根据安全评价委托协议书，本次安全评价对象为：林德气体（厦门）有限公司海沧分公司林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程，即：跨越沧江路快速通道接兴海路口处东侧的氧气管道及所在管廊因外部车辆撞击受损而实施的临时迁改***涉密

与氧气管道同步临时迁改的翔鹭乙二醇管道及通讯管道及迁改管廊上后续正式迁改管道不在本次评价范围，受损管廊架上的林德氮气管道处于停用状态，已增加盲板隔离，本次不进行迁改；临时管道依托的海景路下穿海沧支线工程化工管廊迁改新建管架结构本体安全不纳入本次评价范围。

仅用于报告公开，严禁复制

预评价内容包括：项目危险有害因素分析、安全条件分析、管道平面布置及其他安全防护措施、安全管理对策措施等。管廊上的其他管道迁改不在本次预评价范围内。

1.3 安全预评价工作程序

安全预评价的程序一般包括：准备阶段、安全预评价、与相关单位及管理部门交换意见、编制安全预评价报告。

1.3.1 前期准备

1.确定安全预评价对象和范围

根据实际情况，与委托方协商确定安全预评价对象和范围。

2.收集、整理安全预评价所需资料

在充分调查研究安全预评价对象和范围等相关情况后，收集、整理安全预评价所需要的各种文件、资料和数据。

1.3.2 安全预评价

1.辨识危险、有害因素

根据评价对象周边情况、设置场所和工艺安全要求等的特点，识别和分析其潜在的危险、有害因素。

2.划分评价单元

在危险有害因素识别和分析基础上，根据评价的需要，将项目分成若干个评价单元。

3.确定安全预评价方法

根据被评价对象的特点，选择科学、合理、适用的定性、定量评价方法。

4.定性、定量分析危险、有害程度

根据选择的评价方法，对危险、有害因素导致事故发生的可能性和严重

仅用于报告公开，严禁复制

程度进行定性、定量评价，以确定事故可能发生的部位、频次、严重程度的等级及相关结果，为制定安全对策措施提供科学依据。

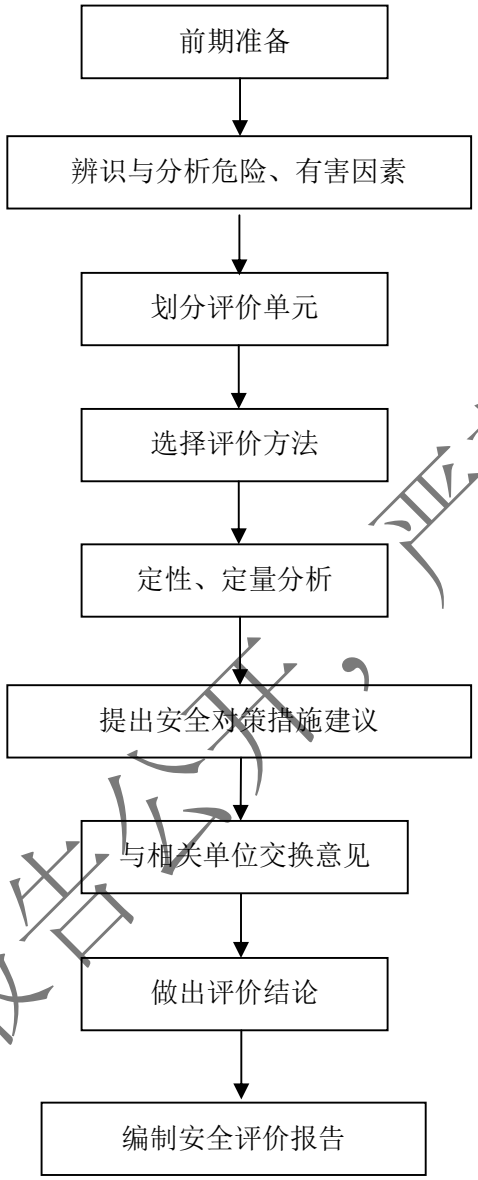


图 1.3-1 安全预评价程序框图

5.提出安全对策与建议

根据定性、定量安全预评价结果，对可能存在的事故隐患，提出安全对策措施与建议。

6.整理、归纳安全预评价结论

简要列出主要危险、有害因素的评价结果，指出应重点防范的重大危险、有害因素，明确管理部门应重视的重要安全对策措施，给出从安全生产角度是否符合国家有关法律法规、技术标准的结论。

仅用于报告公开，严禁复制

1.3.3 与相关单位交换意见

评价机构就项目安全预评价中各个方面的情况，与相关单位交换意见。

1.3.4 编制安全预评价报告

编制安全评价报告，按照《安全评价通则》（AQ8001-2007）和《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》（原安监总危化〔2007〕255号）的要求，编制安全预评价报告。

1.4 项目由来及安全预评价工作经过

林德气体（厦门）有限公司海沧分公司位于海沧南部工业区的工业气体管道南海路—兴海路段依托海沧化工管廊敷设。近期沧江路快速通道转兴海路路口发生一起交通事故，某拖车交通肇事撞击路边围墙旁化工管廊立柱及厦钨氧气管道下架入地段立管，引起管廊立柱及管道变形。为确保安全和尽快恢复氧气管道供气，拟对跨路管廊架上氧气管道受损段进行迁改，利用海沧海景路下穿海沧支线工程新建管架敷设临时氧气管道。

根据《中华人民共和国安全生产法》的规定“生产经营单位新建、改建、扩建工程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“三同时”充分体现了“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，是有效消除和控制建设项目中危险、有害因素的根本措施，是保障安全生产顺利进行的重要条件。

根据《危险化学品输送管道安全管理规定》（原安监总局令第43号，第79号修改）“对新建、改建、扩建的危险化学品管道，建设单位应当依照国家安全生产监督管理总局有关危险化学品建设项目安全监督管理的规定，依法办理安全条件审查、安全设施设计审查和安全设施竣工验收手续”。

受林德气体（厦门）有限公司海沧分公司委托，厦门市九安安全检测评

仅用于报告公开，严禁复制

价事务所有限公司（以下简称“我公司”）对林德气体（厦门）有限公司林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程进行安全预评价。在签订安全预评价委托协议书后，我司即着手安排开展该项目的安全预评价工作。

我公司成立了安全预评价工作小组，并制定了项目安全预评价工作计划和评价大纲，并按计划开展现场调研和相关技术资料的收集工作。而后项目组成员在对迁改方案进行详细地了解的基础上，参照同类项目进行了危险、有害因素辨识及危险有害程度的分析计算。之后对方案所采取的各项安全措施进行了分析评价，评价方案安全措施的符合性及应补充采取的安全对策措施，进行汇总、分析和讨论并对照安全预评价导则、细则的要求进一步补充完善，形成项目安全预评价报告。

仅用于报告公开，严禁复制

第二章 概况

2.1 建设单位简介

林德气体（厦门）有限公司成立于 1995 年，注册地址位于厦门集美北部工业区孙坂路。公司注册资本 2700 万美元，投资总额 7200 万美元。专业从事工业、科技、医疗、食品等各种用途气体的生产、充装、分销和气体应用技术的开发；提供气体产品，供气设备及气体应用装置的配套服务。林德气体（厦门）有限公司为当地的众多行业提供创新的产品和服务，包括：石化、化工和炼油，医疗，能源，电子，食品和饮料，冶金，玻璃，研发等。林德厦门根据当地的产业需求，配套相应的气体生产装置和供应方案，提供众多气体产品的相关解决方案以适应不同客户的需求。供应方式包括：管道供应、槽车供应、现场供应及钢瓶供应。

林德气体（厦门）有限公司 2001 年在海沧建厂并成立林德气体（厦门）有限公司海沧分公司。海沧分公司设有 15000Nm^3/h 空分装置，产品为氧气（纯度≥99.6%O2）、氮气（纯度≥99.999%N2）和液氩（纯度≥99.999%Ar）。产品气体通过管道、槽车供应客户。分公司于 2005 年首次取得安全生产许可证，最近于 2023 年 8 月通过换证，证书编号：（闽）WH 安许证字[2005]000010（换）号，许可范围：氧气 15000Nm^3/h（含制液氧 3500Nm^3/h）；氮气 182000Nm^3/h（含制液氮 4000Nm^3/h）、液氩 600Nm^3/h 生产，证书有效期为***涉密

2.2 化工管廊及厦钨氧气管道简介

2.2.1 化工管廊

***涉密

仅用于报告公开，严禁复制

2.2.2 厦钨氧气管道

***涉密

2.3 建设项目基本情况

项目名称：林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程

建设单位：林德气体（厦门）有限公司海沧分公司

管道单位：林德气体（厦门）有限公司海沧分公司

建设性质：长输管道改建项目（临时迁改）

建设地点：厦门市海沧区沧江路快速通道转兴海路口处东侧

迁改方案：原管道沿化工管廊架在沧江路快速通道转兴海路口处东侧由东北向西南跨越沧江路。现由于交通事故导致39号管廊立柱及氧气管道下管廊架立管受损，拟利用受损管架旁新建海沧海景路下穿海沧支线工程跨海景路管架敷设临时管道：即将现状化工管廊架上厦钨氧气管道从沧江路道路中分带处断开，向西北铺设就近接至新建管廊架，此段管道采用在建沧江路北侧挡墙上设置支撑进行敷设，后管道再沿新建管廊架向西南铺设38m，下架入地与原有埋地氧气管道连接（埋地段长度4.8m)。迁改段起点坐标：X=2706184.402,Y=448646.538；终点坐标：X=2706160.339，Y=448606.502。拟迁改管段迁改前长度62m,迁改后的管道长度90m。迁改示意图见图2.3-1。

为了进行本次迁改项目，该氧气管道目前已在三都路和南海路厦钨海璟工厂门口增加盲板进行隔离。新敷设的氧气管道材质、管径、壁厚、设计流量、设计压力均与原管道相同。

方案设计单位：福建医工设计院有限公司（化工医药行业甲级设计资质，具有压力管道设计资质，证书编号：A135009049）。

仅用于报告公开，严禁复制



图 2.3-1 管道迁改项目周边示意图

2.4 地理位置和周边情况

本项目所在海沧区位于厦门市西部，东临厦门岛西海域，隔海与厦门岛相望，直线最短距离约为 2km；南临九龙江出海口的河口湾；北面是马銮湾；西面与漳州龙海县毗邻。

本次拟迁改段位于沧江路快速通道转兴海路口处东侧化工管廊跨沧江路段。西北侧为后井村，东北侧为内坑村，南侧为翔鹭石化码头厂区，西南侧为空地。

仅用于报告公开，严禁复制



图 2.4-1 管道迁改项目区域示意图

2.5 工艺、装置布局及其上下游装置的关系

根据迁改方案，迁改后的临时氧气管道布置在新建管廊上层西侧，其东侧为同时迁改的翔鹭乙二醇临时管道和翔鹭临时通讯管。受损管廊上氮气管道目前处于停用状态，已增加盲板隔离，不进行迁改。迁改后的氧气管道与厦钨氧气管道工艺参数一致，具体参数如下表所示：

***涉密厦钨氧气管道上游接自林德气体（厦门）有限公司海沧分公司空分装置，管道出厂前设有截止阀、单向阀、安全阀和紧急切断阀，设有管道压力、流量在线监控；氧气管道下游用气点包括位于建港路的厦钨海璟基地及位于三都路的厦门厦钨新能源材料有限公司，与客户界区交接处设截止阀、单向阀、安全阀、阻火器。厦钨氧气管道已于 2025 年经扩建与第二气源厂林德气体（漳州）有限公司连通，该气源厂设有截止阀、单向阀、安全

仅用于报告公开，严禁复制

阀、紧急切断阀及管道压力、流量在线监控。氧气管道沿线按要求进行跨接和接地。为实施受损段迁改，同时为不影响下游供气，厦钨氧气管道主线在厦钨海璟基地南门管廊架上DN200海璟支线引出处和三都路绝缘法兰连接处设置了盲板隔断，将拟迁改段与氧气管道主线隔离。隔离后厦钨海璟支线由林德气体（厦门）有限公司海沧分公司供气，厦门厦钨新能源材料有限公司由林德气体（漳州）有限公司供气；迁改完成后管道恢复双气源供气。



三都路处隔离盲板



厦钨海璟支线处隔离盲板

2.6 管道设计方案采取的安全措施

1. 管道与支架、管卡间用聚四氟乙烯垫隔开。

2. 氧气管道在分岔处或无分支管道每隔 80m～100m 处，以及与架空电力电缆交叉处应设置接地装置，接地电阻不应大于 10Ω。埋地敷设的氧气管道应在埋地之前及出地后各接地一次，接地电阻不应大于 100Ω。

3. 氧气管道静电接地是采用 40*4 热镀锌扁钢沿管廊引下，扁钢与接地极可靠焊接，接地极采用 50*50*5 热镀锌角钢，L=2500mm，埋深 1000mm。对接扁钢、角钢均需保证连接面积并满焊，且焊接面需做好防腐处理。

4. 氧气的管道、管件及与氧气直接接触的其他附件按《脱脂工程施工及验收规范》（HG20202-2014）第 4 章、第 5 章和第 6 章的规定彻底地清洁和脱脂。脱脂剂采用氧气管道专用环保型脱脂剂，脱脂合格后的氧气管道应封闭管口，

仅用于报告公开，评价复制

并宜充入干燥氮气。

5.管道的焊接接头检查等级为Ⅰ级，所有接头100%进行目视检查，环向对接接头按 100%进行射线探伤，其质量不得低于《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB/T47013.2-2015 中Ⅱ级要求，角焊缝处的无损检测采用磁粉检测。

6.管道安装完毕、无损检测检验合格等满足现行规范要求后，以洁净的氮气（为介质，进行气压试验，试验压力为设计压力的1.15倍。泄漏试验的介质为氮气，试验压力为设计压力的1.0倍，以无泄漏为合格。

6.管道试验安装完毕后应用干燥的氮气进行吹扫，吹扫直至出口无焊渣、铁锈、水汽、尘土为合格。

7.地上架空敷设的氧气管道、管件、管架均采用环氧富锌底漆一道，膜厚：90μm，环氧云铁中间漆两道，膜厚～120μm，聚氨酯面漆一道，膜厚～70μm。

8.埋地敷设的氧气管道防腐采用加强级挤压聚乙烯防腐层三层结构，弯头及相邻焊缝采用热收缩带防腐，直管段焊缝采用热收缩套防腐，具体按GB/T23257-2017《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》的技术要求执行。

2.7 建设项目配套和辅助工程名称、能力（或负荷）、介质来源

该段迁改管道仅涉及防雷防静电系统，无供排水、供配电、暖通、仪表气供应等的配套和辅助工程设施。

2.7.1 防雷防静电工程

架空氧气管道在分岔处或无分支管道每隔80m～100m处，以及与架空电力电缆交叉处设置接地装置，要求接地电阻不大于 10Ω。管廊静电接地带采用40*4镀锌扁钢，埋深800mm，接地极采用50*50*5镀锌角钢，L=2500mm。利用管廊钢柱引下与接地带可靠相连。

仅用于报告公开，严禁复制

管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450mm 的地方，接地点间距不应大于 18m。每组框架，管架的接地点不应少于 2 处。每根金属管道均与已接地的管架做等电位连接，其连接采用接地连接件。

2.8 主要装置设备和设施名称、型号、材质、数量和主要特种设备

***涉密

2.9 自然条件

厦门地处台湾海峡南部西侧，福建南部九龙江入海处，是我国海湾型城市之一，属南亚热带海洋季风气候。盛行风向夏季为东南风，冬季为偏北风，年平均风速为 3.4m/s。夏秋之间受太平洋热带风暴影响，常有台风在本市或附近沿海登陆。

厦门年平均气温 21℃，最高月平均气温 28.5℃，最低月平均气温 12.5℃，年极端最低温度 1.5℃，年极端最高温度 39.2℃。年平均日照时间 2233.55 小时；年平均降雨量为：1315.2mm，年最大降雨量为：2154.4mm，年最小降雨量为：747.2mm，年日最大降水量为：315.7mm，多年平均降水日数： 124.7（天）；降雨受季风控制，秋冬降水较少，降水主要集中在春夏两季，5～9 月份降水量约占全年的70%，多年平均相对湿度为77%。年平均风速为：3.4m/s，平均每年受 4～5 次台风影响，且多集中在 7～9 月，台风过境最大风速为：38m/s，瞬时风速达 60m/s。能见度<1000m 的最大雾日数：75（日）。年平均雷击次数：41 次，年最多雷击次数：67 次。

仅用于报告公开，严禁复制

第三章　主要危险有害因素分析结果

3.1 物质危险特性分析结果

该项目涉及的化学品有氧气，各化学品的危险特性如表 3.1-1。其中，氧（压缩的）列入《危险化学品目录（2015 版）》，上述危险化学品中不涉及重点监管的危险化学品、易制毒化学品、易制爆化学品、剧毒化学品等特别管控化学品。

表 3.1-1 所涉及危险化学品危险特性一览表

序号	品名	危险化学品目录编号	CAS 号	危险性类别	闪点℃	爆炸极限(V/V)%	火灾危险性类别
1	氧（压缩的）	2528	7782-44-7	氧化性气体，类别 1；加压气体	无意义	无意义	乙类

3.2 运行过程危险有害因素分析结果

参照《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025），综合考虑起因物、引起事故的先发诱导性原因、致害物和伤害方式等，该项目管道运行过程主要存在火灾、管道爆炸、机械致害、物体打击、泄漏、高处坠落、跌落、（道路）车辆致害、坍塌、中毒等危险有害因素。

3.3 危险化学品重大危险源辨识结果

该项目拟迁改的管道属于危险化学品的厂外运输（管道输送），非《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）适用的辨识对象。该项目不涉及危险化学品重大危险源。

仅用于报告公开，严禁复制

第四章 评价单元划分

4.1 评价单元划分原则

评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点和特征与危险、危害因素的类别、分布有机结合进行划分，还可以按评价的需要将一个评价单元再划分为若干子评价单元或更细致的单元。常用的评价单元划分原则和方法：

1．以危险、危害因素的类别为主划分

1）按工艺方案、总体布置和自然条件、社会环境对建设项目的影响等综合方面的危险、危害因素分析和评价，宜将整个建设项目作为一个评价单元。

2）将具有共性危险因素、危害因素的场所和装置划为一个单元。

2．按装置和物质特征划分

1）按装置工艺功能划分；

2）按布置的相对独立性划分；

3）按工艺条件划分；

4）按贮存、处理危险物质的潜在化学能、毒性和危险物质的数量划分；

5）按事故损失程度或危险性划分。

4.2 评价单元划分

根据《安全评价通则》（AQ8001-2007）及《危险化学品建设项目安全评价细则(试行)》(原安监总危化〔2007〕255 号)，将评价单元划分为：

1．建设项目安全条件符合性评价单元；

2. 管道布置安全评价单元；

3．管道工艺安全措施评价单元

4. 其他安全措施评价单元

仅用于报告公开，严禁复制

第五章 评价方法选择

5.1 选用的评价方法

根据项目物质危险特性及工艺特点，结合相关法律法规、技术标准，在认真辨识和分析其危险、有害因素的基础上采用安全检查表法、预先危险性分析法、危险度分析法进行分析评价，并采用基于岩土爆炸理论的 TNT 当量法对事故后果模拟进行评价。

5.2 理由说明

5.2.1 选用安全检查表法的理由

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便、广泛应用的系统安全评价方法。安全检查表不仅用于查找系统中各种潜在的事故隐患，还对各检查项目给予量化，用于进行系统安全评价。它是利用检查条款按照相关的标准、规范等对已知的危险类别、设计缺陷以及与一般工艺设备、操作、管理有关的潜在危险性和有害性进行判别检查。

安全检查表法具有以下特点：

1．事先编制，有充分的时间组织有经验的人员来编写，做到系统化、完整化，不至于漏掉能导致危险的关键因素。

2．可以根据规定的标准、规范和法规检查遵守情况，提出准确的评价。

3．表的应用方式是有问有答，给人的印象深刻，能起到安全教育的作用。表内还可注明改进措施的要求，隔一段时间后重新检查改进情况。

4．简明易懂，容易掌握。

安全检查表法适用于从设计、建设一直到生产各个阶段。

仅用于报告公开，严禁复制

5.2.2 选用危险度分析法的理由

危险度评价法在化工装置等行业应用十分广泛，常作为工程装置各单元全面分析、评价的一种初步方法，由此筛选出危险度高的单元作进一步重点评价。

5.2.3 选用预先危险性分析法的理由

“预先危险性分析”又称初步危险性分析，主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域等进行定性分析。它常被用于评价物料、装置、工艺过程以及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，作宏观的概略分析，其目的是辨识系统中潜在的危险有害因素，确定其危险等级，防止这些危险有害因素失控导致事故的发生。

通过预先危险性分析，可以解决如下五方面的问题：

1．大体识别与系统有关的主要危险有害因素；

2．分析、判断危险、有害因素导致事故发生的原因；

3．评价事故发生对人员及系统产生的影响，事故可能造成的人员伤害和系统破坏、物质损失情况；

4．确定已识别危险、有害因素的危险性等级；

5．提出消除或控制危险、有害因素的对策措施。

5.2.4 选用 TNT 当量事故后果模拟法的理由

容器爆炸时，爆破能量在向外释放时以冲击波能量、碎片能量和容器残余变形能量三种形式表现出来，后二者所消耗的能量只占总爆破能量的3%～15%，大部分是以冲击波的形式释放出来。将危险物质潜在的能量转化成1000kgTNT炸药的能量，即可利用TNT爆炸实验的结果，预测危险物质爆炸后的伤害范围。

仅用于报告公开，严禁复制

第六章　危险有害程度分析结果

6.1 危险物质状态分析结果

***涉密

6.2 固有危险性分析结果

6.2.1 管道泄漏预先危险性分析结果

利用预先危险性分析法可知，该项目拟迁改危险化学品管道泄漏事故的原因有：温差引起输送管内压力变化、管路热应力、气击、腐蚀等，管道泄漏的危险等级为Ⅱ级，处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施。

6.2.2 危险度分析结果

利用危险度分析法可知，该项目氧气管道危险度为III级，低度危险。

6.3 风险分析结果

利用 TNT 当量进行模拟分析可知，若长度为 100m 的架空氧气管道发生物理爆炸，建筑损坏半径分别为 8.28m，人的安全半径分别为 6.72m。计算结果仅供参考。

仅用于报告公开，严禁复制

第七章　安全条件及安全生产条件分析结果

7.1 安全条件分析结果

根据本报告附录 3，F3.1～3.6 安全条件分析过程可知，该项目符合国家产业政策和布局，符合所在地区域规划要求。管道迁改路由及综合布置方案符合规范要求，自然条件对该项目的影响主要表现为腐蚀、地下水、地质沉降、地震和雷击，方案采取的抗震、防地下水、防地质沉降、防雷击措施符合规范要求。管道与周边建构筑物的安全间距符合规范要求。仍应补充如下安全对策措施：

1.新建化工管廊结构应经验收，并对沧江路中分带北侧原化工管廊架及氧气管道受损情况进行评估，确保保留使用的管架结构稳定。应对氧气管道迁改段全线进行全面监测，并确保迁改管段前后管线没有变形受损。

2.管道管廊结构应不影响道路及路边围墙结构安全并完善相关施工方案，避免造成相互影响。

3.管道东南侧翔鹭石化码头厂区内还有 1 处地面建筑，现场测量安全间距符合要求，方案设计应补充明确其间距。

7.2 管道综合布置方案安全预评价结果

根据本报告附录 4，F4.1 管道布置及安全间距分析，该项目管道综合布置方案基本符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）、《石油化工厂际管道技术标准》（GB/T51359-2019）、《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000，2008 年版）等相关规范的要求。但方案未明确管架限高标志。

仅用于报告公开，严禁复制

7.3 管道工艺系统安全措施评价结果

该项目拟迁改各管道在泄压、防腐、防雷防静电等工艺安全防护措施方案符合规范要求。厦钨氧气管道目前已在三都路和南海路厦钨海璟支线引出处增加盲板进行隔离。但方案对安全标识、管道防雷防静电、绝缘法兰等方面仍应补充相应的安全对策措施。

7.4 其他安全措施评价结果

建设单位应按相关法规要求对氧气管道建设项目进行三同时管理，由具有相应资质的单位进行设计、安装和检测，安装前、检修后应进行严格的除锈、脱脂，装后应按要求进行强度试验、吹扫及严密性试验。

仅用于报告公开，严禁复制

第八章 安全对策措施

8.1 管道迁改安全条件对策措施

1.新建化工管廊结构应经验收，并对沧江路中分带北侧原化工管廊架及氧气管道受损情况进行评估，确保保留使用的管架结构稳定；应对氧气管道迁改段全线进行全面监测，并确保迁改管段前后管线没有变形受损。

2.管道管廊结构应不影响道路及路边围墙结构安全并完善相关施工方案，避免造成相互影响。

3.管道东南侧翔鹭石化码头厂区内还有1处地面建筑，现场测量安全间距符合要求，方案设计应补充明确其间距。

8.2 管道综合布置安全对策措施

1.新建管架结构两侧应设限高标志。

8.3 管道工艺系统安全对策措施

1.管架防雷接地措施：管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于450mm的地方，接地点间距不应大于18m。每组框架，管架的接地点不应少于2处。

2.防雷措施：每根金属管道均应与已接地的管架做等电位连接，其连接应采用接地连接件。

3.氧气管道上的弯头严禁采用褶皱弯头，采用标准的对焊无缝碳钢弯头时，应采用长半径弯头。管道外壁颜色、标志应执行《安全色和安全标志》（GB2894-2025）的规定。

4.氧气管道上的法兰、紧固件应按国家现行标准选用。绝缘法兰应满足

仅用于报告公开，严禁复制

《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》（SY/T0516-2016）的相关要求。

8.4 其他安全对策措施

1．建设单位应按《危险化学品输送管道安全管理规定》（原安监总局令第43号，第79号修正）及《危险化学品建设项目监督管理办法》（原安监总局令第45号，第79号修正）的要求对管道迁改建设项目进行安全条件审查、安全设施设计审查并组织安全设施竣工验收。

2．该管道迁改项目应委托具有相关压力管道设计资质设计单位进行设计和委托有压力管道安装资质的单位进行安装。施工单位应具有相应的压力管道安装资质，压力管道安装应委托相关资质单位进行监检，迁改完成后重新进行全面检测。

3．管道迁改施工涉及对原有管道进行切割、焊接等动火作业，施工前应制定施工方案，并对施工过程进行风险分析和采取停气、吹扫、围护等必要的安全措施确保施工安全及施工后管道系统运营安全。

4.管道施工单位应当严格按照有关国家标准、行业标准的规定对管道的焊缝和防腐质量进行检查，并按照设计要求对管道进行压力试验和气密性试验。

5.因施工范围内有其他单位管段，安装施工作业过程中，应与相关单位签订三方施工保护协议，明确安全措施和相关安全职责分工。

6．氧气管道、阀门等与氧气接触的一切部件，安装前、检修后应进行严格的除锈、脱脂（应按《脱脂工程施工及验收规范》（HG20202-2014）第4章、第5章和第6章的规定彻底地清洁和脱脂）。在安装过程中及安装后应采取有效措施，防止受到油脂污染，防止可燃物、锈屑、焊渣、砂土及其他杂物进入或遗留在管内，并应进行严格的检查。氧气管道安装后应按要求进行压力及泄漏性试验。

仅用于报告公开，严禁复制

7.架空管道安装前应具备下列条件：1）与管道有关的土建工程已检验合格，并已办理交接手续；2）管道组成件及管道支承件等已检验合格。

仅用于报告公开，严禁复制

第九章 安全预评价结论

通过对林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程林德氧气管道迁改进行安全预评价，得到如下结论：

1．该项目拟迁改管道运行过程主要存在泄漏、火灾、管道爆炸、中毒、机械致害、物体打击、高处坠落、跌落、坍塌、（场外）车辆致害等危险、有害因素，该危险化学品输送管道不涉及危险化学品重大危险源。

2．利用危险度评价法可知，该项目氧气管道危险度为III级，低度危险。利用 TNT 当量法可知，若长度为 100m 的架空、埋地氧气管道发生物理爆炸，人的死亡半径分别为：3.91m、3.46m，人的安全半径分别为：7.23m、5.16m。

3．该项目符合国家产业政策和布局，管道迁改路由及综合布置方案符合规范要求，自然条件对该项目的影响主要表现为腐蚀、地下水、地质沉降、地震和雷击，方案采取的抗震、防地下水、防地质沉降、防雷击措施符合规范要求。管道与周边建构筑物的安全间距符合规范要求。

4．该项目管道综合布置方案、管道工艺及相关安全措施方案符合《石油化工厂际管道技术标准》（GB/T51359-2019）、《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）及相应的专业规范《氧气站设计规范》（GB50030-2013）。但管道工艺系统安全防护措施有待进一步补充和细化，以及管道建设及投入运营后的安全管理，应按本报告 8.3、8.4 节的要求采取相应的安全对策措施。

经评价，林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程方案中各方面安全防护措施尚存在不足之处及方案未明确之处，在下一步设计中应按本报告第八章中的提出的安全对策措施补充完善后方可满足项目建设安全要求。

仅用于报告公开，严禁复制

第十一章　与相关单位交换意见

在本次评价过程中多次与建设单位、管道单位、设计单位联系沟通，从各个方面互通情况，充分商讨、研究和交换意见，为我司报告编写提供了有力的支持。同时对我单位提出的一些建设性的意见，建设单位均引起足够重视，积极协调解决。

仅用于报告公开，严禁复制

附录 1 评价依据及评价方法

F1.1 评价依据

序号	名称	编号
一	法律、法规	
1	《中华人民共和国安全生产法》	中华人民共和国国家主席令[2021]第 88 号
2	《中华人民共和国危险化学品安全法》	中华人民共和国国家主席令[2025]第 64 号
3	《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 4 号
4	《中华人民共和国道路交通安全法》	中华人民共和国主席令[2011]第 47 号
5	《危险化学品安全管理条例》	国务院令第 591 号公布，国务院令第 645 号修改
6	《公路安全保护条例》	国务院令第 593 号
7	《特种设备安全监察条例》	国务院令第 549 号
8	《城市道路管理条例》	国务院令第 198 号公布，国务院令第 588 号、国务院令第 676 号、国务院令第 710 号修订
9	《生产安全事故应急条例》	国务院令第 708 号
二	政府规章、规范性文件	
1	《产业结构调整指导目录（2024 年本）》	国家发展和改革委员会令〔2023〕第 7 号
2	《国务院办公厅关于加强城市地下管线建设管理的指导意见》	国办发〔2014〕27 号
3	《危险化学品输送管道安全管理规定》	原安监总局令第 43 号，第 79 号修改
4	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》	原安监总局令第 45 号，第 79 号修改
5	《生产安全事故应急预案管理办法》	原安监总局令第 88 号，应急管理部令第 2 令修改
6	《国家安全监管总局关于印发〈危险化学品建设项目安全评价细则（试行）〉的通知》	安监总危化〔2007〕255 号
7	《危险化学品目录（2015 版）》	安监总局等 10 部门公告 2015 年第 5 号

仅用于报告公开，严禁复制

序号	名称	编号
8	《国家安全监管总局办公厅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
9	《应急管理部等十部门关于调整〈危险化学品目录（2015 版）〉将所有柴油全部调整为危险化学品的公告》	应急管理部等十部门公告 2022 年第 8 号
10	《应急管理部办公厅关于修改〈危险化学品目录（2015 版）实施指南（试行）〉涉及柴油部分内容的通知》	应急厅函〔2022〕300 号
11	《特种设备目录》	国家质检总局公告[2014]第 114 号
12	《国家质量监督检验检疫总局关于修改〈特种设备作业人员监督管理办法〉的决定》	原国家质量监督检验检疫总局令第 140 号
13	《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品名录的通知》	安监总管三〔2011〕95 号
14	《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录（2015 年第一批）的通知》	安监总科技〔2015〕75 号
15	《国家安全监管总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）的通知》	安监总科技〔2016〕137 号
16	《推广先进与淘汰落后安全技术装备目录（第二批）》	国家安监总局、科学技术部、工业和信息化部公告〔2017〕第 19 号
17	《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）》	应急厅〔2020〕38 号
18	《淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第二批）》	应急厅〔2024〕86 号
19	《防雷减灾管理办法》	中国气象局令〔2025〕第 44 号
20	关于印发〈危险化学品生产建设项目安全风险防控指南（试行）〉的通知》	应急〔2022〕52 号
21	关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》	财资〔2022〕136 号
22	应急管理部会同工业和信息化部、公安部等 10 部门决定，将 3-氯丙炔、2-碘酰基苯甲酸、2-重氮乙酰乙酸对硝基苄酯、甲磺酰基叠氮、2-硝基-3-甲基苯甲酸等 5 种化学品纳入《危险化学品目录（2015 版）》	应急管理部会同工业和信息化部、公安部等 10 部门（公告 2026 年第 3 号）
三	地方性法规、规范性文件	
1	《福建省安全生产条例》	2024 年 5 月 29 日福建省第十四届人民代表大会常务委员会第十次会议修订

仅用于报告公开，严禁复制

序号	名称	编号
2	《关于危险化学品建设项目安全监督管理有关事项的通知》	闽安监管三〔2015〕74 号
3	《关于危险化学品企业安全生产许可有关事项的通知》	闽安监管三[2015]78 号
4	《福建省应急管理厅等四部门关于印发〈福建省禁止、限制和控制危险化学品目录（试行）〉的通知》	闽应急[2020]3 号
四	国家标准	
1	《工业金属管道设计规范（2008 年版）》	GB50316-2000
2	《工业企业总平面设计规范》	GB50187-2012（GB50316-2000 引用）
3	《城市工程管线综合规划规范》	GB50289-2016（参照）
4	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》	GB50160-2008
5	《石油化工厂际管道工程技术标准》	GB/T51359-2019
6	《输气管道工程设计规范》	GB50251-2015
7	《氧气站设计规范》	GB50030-2013(参照）
8	《脱脂工程施工及验收规范》	HG20202-2014
9	《防止静电事故安全要求》	GB12158-2024
10	《安全色和安全标志》	GB2894-2025
11	《生产安全事故分类与编码》	GB6441-2025
12	《危险化学品重大危险源辨识》	GB18218-2018
13	《危险化学品生产单位特殊作业安全规范》	GB30871-2022
14	《危险化学品单位应急救援物资配备要求》	GB30077-2023
15	《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》	GB50726-2011
16	《压力管道规范 第1部分：工业管道》	GB/T20801.1-2025
17	《输送流体用无缝钢管》	GB/T8163-2018
18	《钢制对焊管件 类型与参数》	GB/T12459-2025

仅用于报告公开，严禁复制

序号	名称	编号
19	《钢质管道外腐蚀控制规范》	GB/T21447-2018
20	《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》	GB/T20447-2017
21	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》	GB/T21448-2017
五	行业标准	
1	《安全评价通则》	AQ8001-2007
2	《安全预评价导则》	AQ8002-2007
3	《石油化工金属管道布置设计规范》	SH/T3012-2011
4	《石油化工静电接地设计规范》	SH/T3097-2000
5	《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》	SH/T3022-2019
6	《工业管道安全技术规程》	TSG31-2025
7	《化工设备、管道外防腐设计规范》	HG/T20679-2014
8	《脱脂工程施工及验收规范》	HG20202-2014
9	《特种设备使用管理规则》	TSG08-2026
10	《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》	SY/T0516-2016
六	其他依据	
1	林德气体厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程管线迁改项目方案设计图	福建医工设计院有限公司

F1.2 评价方法简介

F1.2.1 安全检查表法

安全检查表（分析）法是将一系列分析项目列出检查表进行分析，以确定系统的状态，这些项目可以包括设备、设施、工艺、操作、管理等各方面。传统的安全检查表法是评价人员列出一些危险项目，识别与一般工艺、设备和操作有关的已知类型的危险、设计缺陷以及事故隐患，其所列项目的差别

仅用于报告公开，严禁复制

很大，通常用于检查各种规范、标准、法律、法规的执行情况。

F1.2.2 预先危险性分析法

预先危险性主要用于对危险物质和装置的主要工艺区域进行分析，在项目装置开发初期阶段分析物料、装置、工艺过程以及能量失控时可能出现的危险性类别、条件及可能造成的后果，进而辨识系统中潜在危险，确定危险等级，提出防止危险发展成事故的安全对策措施。预先危险性分析步骤如下：

1．通过经验判断，技术诊断或其他方法调查确定危险源，对所需分析系统的生产目的、物料、装置及设备、工艺过程、操作条件以及周围环境等进行充分详细的调查了解；

2．根据过去的经验教训及同类行业的生产中发生的事故（或灾害）情况，对系统的影响、损失程度，类比判断所要分析的系统中可能出现的情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性，分析事故（或灾害）的可能类型；

3．对确定的危险源分类，制成预先危险性分析表；

4．识别转化条件，即研究危险因素转变为危险状态的触发条件和危险状态转变为事故（或灾害）的必要条件，并进一步寻求对策措施，检验对策措施的有效性；

5．进行危险性分级，排列出重点和轻、重、缓、急次序，以便处理；

6．制定事故（或灾害）的预防性对策措施。

预先危险性分析法在分析系统危险性时，为了衡量危险性的大小及其对系统破坏性的影响程度，可以将各类危险性划分为 4 个等级，见表 F1.2-1。

表 F1.2-1 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡及系统损坏

仅用于报告公开，严禁复制

级别	危险程度	可能导致的后果
II	临界的	处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取防范对策措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡及系统严重破坏的灾难性事故，必须予以果断排除并进行重点防范

F1.2.3 危险度分析法

危险度分析法是根据日本劳动省化工企业安全评价六阶段法的定量评价表，结合我国 GB50160 等规范，编制一个适合我国标准的“危险度评价取值表”。同样规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作五个项目共同确定，其危险度分别按 A=10 分、B=5 分、C=2 分、D=0 分赋值计分，由分数之和确定各单元的危险等级。危险程度分级标准见表 F1.2-2。

表 F1.2-2 危险程度分级标准

单元赋值累计	等级	危险程度
16 分以上	I	高度危险
11～15 分	II	中度危险
10 分以下	III	低度危险

注：16 分以上是具有高度危险（Ⅰ级）的单元、11～15 分为具有中度危险（Ⅱ级）的单元，10 分以下为低危险度（III级）单元。以其中单元最大危险度作为本装置的危险度。

表 F1.2-3 危险度评价取值表

分值 / 项目	10 分（A）	5 分（B）	2 分（C）	0 分（D）
物质（指原材料、中间体或产品中危险程度最大的物质）	甲类可燃气体，甲 A 类可燃液体及液化烃，甲类固体，极度危害物质。	乙类可燃气体 甲 B、乙 A 类可燃液体，乙类固体，高度危害介质。	乙 B、丙 A、B 类可燃液体，丙类固体，中、轻度危害介质。	不属于 A～C 的物质
评价单元中气体和液体的容量	气体 1000m^{3}以上 液体 100m^{3}以上	气体 500～1000m^3 液体 50～100 m^3	气体 100～500 m^3 液体 10～50 m^3	气体〈100 m^3 液体〈10 m^3
压力	100 MPa 以上，	20～100 MPa	1～20 MPa	1 MPa 以下

仅用于报告公开，严禁复制

分值 项目	10分（A）	5分（B）	2分（C）	0分（D）
温度	在1000℃以上使用，其操作温度在燃点以上	在1000℃以上使用，但操作温度未达燃点 在250～1000℃内使用，其操作温度在燃点以上	250～1000℃使用，但操作温度低于燃点 在低于250℃使用，但操作温度在燃点以上	使用温度低于250℃，操作温度在其燃点以下
操作	临界放热和特别剧烈的放热反应操作 在爆炸极限范围内或其附近的操作	中等放热反应 系统进入空气中的不纯物质，可能发生危险的操作 使用粉状或雾状物质，有可能发生粉尘爆炸的操作	轻微放热反应（如加氢、水合、异构化、磺化等反应）操作，精制操作中伴有的化学反应 单批式，但开始使用机械等手段进行程序操作，有一定危险操作	无危险的操作

F1.2.4 基于岩土爆破理论的TNT当量模拟分析法

爆炸是物质的一种非常急剧的物理、化学变化，也是大量能量在短时间内迅速释放或急剧转化成机械功的现象。它通常借助于气体的膨胀来实现。冲击波超压是主要危害，冲击波超压可以通过传统的TNT当量系数法进行计算，将事故爆炸产生的爆炸能量等同于一定当量的TNT。

地下容器爆炸冲击波计算应采用岩土爆破有关成果，结果地下储罐属于砂土覆盖和填充，采用GM莱克霍夫的研究成果，莱克霍夫对于砂质土壤的冲击波超压，有 $P=\left(R/\sqrt[3]{W_{TNT}}\right)^{1/3}$，即：$R=\left(8W_{TNT}/P'\right)^{1/3}$。式中：$P'=10P$，P为爆炸的冲击波超压，$W_{TNT}$为蒸气云爆炸的TNT当量。

仅用于报告公开，严禁复制

附录 2 危险有害因素及危险有害程度分析

F2.1 危险有害因素分析

F2.1.1 物质危险性分析

该项目输送的氧(压缩的)为危险化学品,其危险性类别如表 F2.1.1-1,危险特性如表 F2.1.1-2。该项目不涉及重点监管的危险化学品、剧毒品、易制毒化学品、易制爆化学品、各类监控化学品、特别管控及福建省禁止、限制和控制危险化学品。

表 F2.1.1-1　主要原料、产品危险特性汇总表

序号	化学品名称	《目录》序号	危险性类别	CAS 号	火灾危险性类别	备注
1	氧[压缩的]	2528	氧化性气体，类别 1 加压气体	7782-44-7	乙类	

表 F2.1.1-2　氧（压缩的）的安全技术资料表

标识	中文名：氧（压缩的）	英文名：oxygen	分子量：32.00
	危险化学品目录编号：2528	CAS 号：7782-44-7	
理化性质	熔点/℃：-218.8	沸点/℃：-183.1	
	相对密度（空气）：1.43	相对密度（水）：1.14（-183）	
	饱和蒸气压/kpa：506.62（-164）	燃烧热（kJ.mol）：无意义	
	临界温度/℃：-118.4	临界压力/mpa：5.08	
	溶解性：溶于水、乙醇		
燃烧爆炸危险性	燃烧性：助燃	引燃温度℃：无意义	
	闪点/℃：无意义	最小点火能（mJ）：无意义	
	爆炸极限（%）：上限：无意义	下限：无意义	
	最大爆炸压力（MPa）：无意义		
	危险特性：是易燃物、可燃物燃烧爆炸的基本要素之一，能氧化大多数活性物质。与易燃物（如乙炔、甲烷等）形成有爆炸性的混合物。		

仅用于报告公开，严禁复制

	灭火方法：用水保持容器冷却，以防受热爆炸，急剧助长火势，迅速切断气源，用水喷淋保护切断气源的人员，然后根据着火原因选择灭火剂灭火。
稳定性	稳定性：稳定
	聚合危害：不聚合
	禁忌物：易燃或可燃物、活性金属粉末、乙炔
	有害（分解）产物：无意义
毒性	急性毒性：LD_{50}：无意义 LC_{50}：无意义
健康危害	侵入途径：吸入 健康危害：常压下，当氧的浓度超过 40%时，有可能发生氧中毒。吸入 40%-60%的氧时，出现胸骨后不适感、轻咳，进而胸闷、胸骨后烧灼感和呼吸困难，咳嗽加剧；严重时可发生肺水肿，甚至出现呼吸窘迫综合症。吸入氧气浓度在 80%以上时，出现面部肌肉抽动、面色苍白、眩晕、心动过速、虚脱，继而全身强直性抽搐、昏迷、呼吸衰竭而死亡。
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。就医。
防护	工程控制：密闭操作。提供良好的自然通风条件。 呼吸系统防护：一般不需特殊防护。 眼睛防护：一般不需特殊防护。 身体防护：穿一般作用工作服。 手防护：戴一般作业防护手套。 其它：避免高浓度吸入。
泄漏处理	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，穿一般作业工作服。避免与可燃物或易燃物接触。尽可能切断泄漏源。合理通风，加速扩散。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
储运安全	不燃性压缩气体，储存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与易燃气体、金属粉末分开存放。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。

F2.1.2 危险、有害因素分析

F2.1.2.1 管道运行过程危险有害因素分析

根据《生产安全事故分类与编码》（GB6441-2025），综合考虑起因物、引起事故的先发诱导性原因、致害物和伤害方式等，该项目管道运行过程主

仅用于报告公开，严禁复制

要存在泄漏、火灾、管道爆炸、物体打击等危险有害因素。

1.泄漏

管道、阀门、法兰等密封失效导致氧气泄漏，为后续火灾、中毒等事故的诱因。

2.管道爆炸

包括物理爆炸（超压、管材失效导致管道破裂）和化学爆炸（氧气与油脂、可燃杂质接触引发燃烧爆炸）。

3.火灾

氧气的化学性能活泼，能与可燃气体（如：乙炔、丙烷、液化石油气等）形成爆炸性混合物。氧气具有氧化性，氧气与油脂接触能发生反应，放出热量，当热量蓄积到一定程度就产生自燃，氧气接触的设备、管道、阀门、仪表、零部件、工具或衣物等其他物件上沾有油脂，与氧气接触，产生自燃，可能引发火灾。

氧气本身不燃，但能助燃，输送氧气的管道因设计施工缺陷、腐蚀、外来破坏、内外部应力破坏而破损，输送的氧气发生泄漏，富氧区域内可燃物质遇火源时产生着燃甚至引起火灾。氧气管道的流速过高与管壁摩擦产生火花；或管道内有金属碎屑或砂石，在高速氧流动的带动下与管壁磨擦产生火花；氧气管道存在急转弯，氧气管道接口处存在突尖或粗糙、管道内壁生锈，氧气流冲击摩擦产生高温，可引起燃烧；氧气管道上的截止阀门在开启时，阀前后的压力差很大，氧气流速瞬时可达 200m/s，若管件为一般碳钢，就会燃烧着火引起爆炸。氧气管道无静电接地或静电接地不良或失效，氧气流动过程产生静电不能有效导除，静电蓄积产生放电火花，引起燃烧爆炸。

4.中毒

高浓度氧气泄漏导致环境氧含量超过 40%，人员长时间吸入引发氧中毒。

5.物体打击

仅用于报告公开，严禁复制

管道爆炸产生的碎片、周边被冲击波击飞的物体打击人员。

6.高处坠落/跌落

巡检人员在巡线、上管廊检维修作业时，因泄漏导致的突发事故慌乱中失足坠落，或地面湿滑等导致跌落。

7.（道路）车辆致害

沿市政道路实施管道巡检、维护作业时，作业人员站位或防护不当，可能受道路上往来车辆撞击伤害。

8.坍塌

架空管道管架承载力不足，管架维护保养不当腐蚀开焊，管道或管架受狂风、外来撞击等引起管架坍塌，管道破损泄漏。

埋地管线长期自然沉降、降雨持续渗入、附近土建重型设备（重型货车、工程机械）碾压地面等原因造成坍塌，管道破损泄漏。

9.其他事故

第三方施工破坏、自然灾害、外环境影响、外部火源波及、外来蓄意破坏（详见本报告 F2.1.3 节分析）等引发管道泄漏、火灾、爆炸事故等引发的次生事故。

F2.1.3 危险有害因素产生的原因分析

1.人的因素

操作失误：作业人员违规操作管道阀门，如快速启闭高压氧气管道阀门，导致氧气瞬时流速过高，摩擦产生高温引发燃烧；超压、超速调整管道运行参数，造成管道压力过载。

巡检疏漏：日常巡检时未按规定检测管道焊缝、法兰、阀门等易泄漏点，未及时发现密封失效、腐蚀破损等隐患；受限空间作业（如阀门井、管道廊道内检维修）未执行氧含量检测流程，高浓度氧气泄漏时未采取防护措施引

仅用于报告公开，严禁复制

发氧中毒。

违规作业：带压维修管道时未采取安全防护措施，高压气体喷出冲击人体造成伤害；在管道周边违规动火、堆放油脂类可燃物，氧气泄漏后遇火源引发火灾。

应急处置不当：发生泄漏时未掌握正确处置流程，盲目操作导致泄漏扩大；未接受氧气危险特性专项培训，泄漏后误进入富氧区域，造成人员伤害。

2.设备设施因素

管道本体故障：氧气管道长期运行后，焊缝、弯头、变径等薄弱部位受压力交变、介质冲刷影响，出现裂纹、减薄，引发物理爆炸或介质泄漏。

设备设施失效：管道阀门密封件老化、执行机构故障，导致关闭不严或误动作；安全附件（压力表、紧急切断阀、安全阀）未定期校验，出现压力监测不准、超压时无法及时泄压或切断介质，引发超压爆炸。

防雷防静电失效：管道静电接地装置锈蚀、接触不良，高速氧气流动产生的静电无法有效导除，静电放电引燃管道内残留可燃杂质；防雷装置接地电阻超标，雷击时产生的过电压击穿管道绝缘层，引发管道破损或爆炸。

辅助设备隐患：管道远程监控系统硬件故障、软件逻辑错误，无法实时监测压力、流量参数，异常工况未及时报警；氮气置换、应急气源装置故障，泄漏事故发生时无法快速实施惰化处置。

3.物料的因素

介质特性风险：氧气具有强氧化性，管道内壁、阀门、密封件残留的油脂与高压氧气接触发生氧化放热反应，引发自燃甚至火灾。

管材劣化：埋地管道防腐层破损后，受土壤腐蚀、杂散电流腐蚀，管壁厚度逐年减薄，承压能力下降，最终发生破损泄漏；长期运行后管材发生低温脆化、应力腐蚀开裂，压力波动时引发管道断裂。

杂质风险：管道内残留的金属碎屑、焊渣等杂质随高速氧气流动，与管

仅用于报告公开，盗版复制

壁摩擦产生火花，或冲击阀门、弯头部位产生高温，引发燃烧爆炸。

密封材料失效：法兰密封垫片、阀门填料不符合氧气管道使用要求，长期在高压、温度交变环境下老化失效，导致介质泄漏。

4.管理的因素

管理制度缺失：未建立压力管道定期检验制度，管道超期未检、带病运行；未落实岗位安全生产责任制，巡检、维护、操作流程未明确到人，隐患排查整改不到位。

操作规程不完善：管道启停、参数调整、检维修作业未制定专项操作规程，操作过程无标准依据；应急处置预案未结合氧气泄漏特性制定，未明确分级处置流程、人员防护要求和警戒范围。

检测管理不规范：未按规定定期检测管道壁厚、腐蚀速率、接地电阻，未评估管道剩余使用寿命；安全阀、压力表等安全附件未按检定周期校准，失效后未及时更换。

安全培训不到位：作业人员未接受氧气危险特性及应急处置专项培训，对富氧中毒的风险认知不足，无法正确识别泄漏征兆和采取防护措施。

5.环境因素

自然环境影响：极端高温天气导致管道内介质膨胀，压力异常升高引发超压；极端低温导致管材脆化，韧性下降，易发生脆性断裂；雨季地面积水浸泡埋地管道，加速防腐层破损和管壁腐蚀。

周边施工干扰：管道周边市政工程、土方施工时，机械开挖破坏管道本体或基础，导致管道变形、破损泄漏；重型车辆长期碾压管道上方路面，引起管道共振，焊缝等薄弱部位因交变应力累积发生疲劳断裂。

外部荷载风险：管道穿越道路路段未设置防撞设施，过往车辆碰撞管道导致破损；管道上方违规搭建建构筑物、堆放重物，导致管道受外力挤压变形破裂。

仅用于报告公开，严禁复制

环境腐蚀影响：管道周边存在化工企业排放的腐蚀性气体、雨污水，长期腐蚀管道外壁；沿途存在直流或高压交流输电系统，其接地设施对地释放的杂散电流，导致管道电化学腐蚀加速，管道防腐层破坏；管道周边植物根系破坏防腐层或拉动管道引起管道变形。管道腐蚀破损，氧气泄漏，进一步诱发火灾事故。

通风条件不良：管道布置在阀门井、密闭廊道等通风不良区域，发生氧气泄漏后，介质无法扩散，易形成富氧环境，人员进入后引发中毒窒息。

外部火源波及：管道周边发生火灾时，高温烘烤导致管道内压力急剧升高，引发超压爆炸；周边易燃易爆场所泄漏的可燃气体扩散至管道区域，与泄漏的氧气混合达到爆炸极限，遇火源发生爆炸。

外来蓄意破坏：厂外管道位于公共地带，管理难度大，存在因不法分子蓄意破坏造成泄漏及人员伤害事故风险。

F2.1.4 装置设备危险有害因素分析

该项目管道系统是由输气管线、管件、阀门、法兰等管道元件、仪器仪表及安全附件等组成的。系统中材料质量、机械设备、电气设施、仪器仪表性能的好坏，直接关系到系统运行的可靠性和安全性。设备设施故障是管道运行的主要危险有害因素之一。

F2.1.4.1 管材、管件

1.基础设计错误，如基础下沉，造成管道产生裂缝、变形、错位等。

2.选材不当，如强度不够，耐腐蚀性差、规格不符，材质、压力等级选用和使用有误等。管道防护设施缺陷。

3.制造尺寸或精度不能满足实际要求，加工不符合要求，或未经检验擅自采用代用材料。管件基本采用整体成型工艺制造，在冷、热成型过程中，如果成型工艺存在问题，不仅影响管件材料力学性能，而且可能在组对位置或材料薄弱处产生开裂或裂纹等缺陷，并使管件椭圆度、直径及壁厚公差、

仅用于报告公开，严禁复制

角度等尺寸不能满足标准要求。弯头等管件受介质冲刷、热胀冷缩产生变形而可能产生安全隐患。长期运行管材管件老化变质。

4.选用的标准定型产品质量不合格，管道安装没有按标准验收。

5.管道及附件长期使用后未按规定定期检测、检修，或检修质量差造成泄漏；计量仪表未定期校验，造成计量不准；阀门损坏或开关泄漏，又未及时更换。

6.运行过程中，管线内、外部严重腐蚀、气体温度或环境温度突变引起管线急剧膨胀和收缩，管道中高速流动的介质冲击与磨损。管道在运行过程中受压力、热应力等载荷作用，加上管道内部介质和外部土壤的压力，造成应力、疲劳等失效，造成局部泄漏。

F2.1.4.2 管道防雷防静电设施

当气体在管线中流动时会形成气体与固体接触分离即摩擦的条件，这种现象的连续发生，就会产生静电。如果氧气管道没有接地或接地不良，就会积聚定量的静电荷；当静电荷积累到一定量时，就会放电，产生静电火花，若处理不当时就会引起着火灾。

管道系统（与外管连接的前后端装置、设备、管道）防雷防静电设施装置位置、连接方法及设施缺陷，造成防静电效果达不到设计要求。防雷防静电装置采用非良导体材料制造或年久失修接触不良造成接地电阻过大，难以起到消除雷电和静电作用。

F2.1.4.3 管道安全附件

该项目所在管道系统设置有压力表、紧急切断阀等安全附件和相应的控制仪器仪表。如果安全附件发生故障，不仅不能对系统起到保护作用，而且有可能直接造成安全事故。压力表、紧急切断装置等安全附件存在制造质量问题或出现故障失效时，将给系统安全运行带来隐患。管道系统除上述使用的安全附件外，还有用于压力、流量等的控制仪器仪表及系统运行管理的控制系统硬件和软件等。这些仪器仪表及控制系统对整个系统的控制、运行和

仅用于报告公开，严禁复制

管理，起着十分重要的作用，如果设备选型不当、制造质量存在问题或系统控制用软件不适合工艺要求，则系统参数如压力、流量等，无法实现有效控制，有可能造成超压、泄漏等安全事故，例如压力表指针不动、不回零、跳动严重时，有可能出现超压情况。

F2.1.5 施工过程危险有害因素分析

以下按照《生产安全事故分类与编码》(GB6441-2025）对管道安装（不含管廊施工）过程中的危险有害因素进行识别。

1. 物体打击：施工现场高处作业过程中，工具、管材边角料、工属具等在重力作用下坠落，击中低处作业人员；上下交叉作业时，垂直作业面无有效隔离防护，易引发物体打击事故。

2. 厂（场）内车辆致害：施工临时场地内叉车、装载机、材料转运货车等场内车辆行驶过程中，因视线盲区、路面湿滑、操作人员违章驾驶等，易发生碰撞、碾压作业人员的事故。

3. 道路车辆致害：沿市政道路旁施工时，作业区域临近市政通行道路，社会车辆侵入施工区域易引发碰撞事故。

4. 机械致害：电焊机、坡口机、手持电动工具、管材切割设备等施工机械运行过程中，设备转动部位无防护、保险装置失效，或操作人员违章作业，易发生夹击、剪切、卷入等机械伤害。

5. 起重致害：管道吊装作业过程中，起重设备故障、指挥信号错误、管道捆扎固定不牢、钢丝绳断裂、限位装置失效、吊具安全防护缺失等，易引发吊物坠落、设备倾翻、吊物悠荡撞击人员等起重伤害事故。

6. 触电：施工临时用电设备漏电、电缆老化破皮未及时更换、违章使用电气用具、潮湿环境作业无有效绝缘防护、高压线下作业安全距离不足，易引发触电事故。

仅用于报告公开，严禁复制

7. 灼烫：管道焊接、切割作业时高温焊渣、熔融金属飞溅灼伤人员；管道预热、热处理作业时高温管道表面无隔热防护，易引发接触性灼烫；防腐作业时腐蚀化学品接触皮肤，易引发化学性灼烫。

8. 高处坠落：管廊架空管道安装涉及高处作业（坠落高度基准面2m及以上），作业面无防护栏杆、安全带未规范系挂、脚手架搭设不符合要求，易引发高处坠落事故。

9. 跌落：施工场地路面不平、杂物堆积、湿滑，或作业面高低差较小（2m以下）时，作业人员滑倒、绊倒导致身体摔倒受伤；上下临时爬梯时踩空也易引发跌落伤害。

10. 坍塌：管道安装过程中临时支撑结构失稳、管材堆放过高坍塌、脚手架搭设不牢倒塌、作业面周边土方边坡失稳坍塌，易引发坍塌伤害事故。

11. 容器爆炸

施工使用的乙炔气瓶、氧气瓶等压力容器，因暴晒、碰撞、气瓶附件失效、违章操作等，易引发容器爆炸事故。

12. 管道爆炸

管道试压过程中压力超标、管道存在缺陷未及时发现，易引发管道爆炸；氧气管道内残留油脂、施工过程中管道内混入可燃杂质，在调试运行阶段也存在管道爆炸风险。

13. 可燃气体爆炸

施工使用的乙炔气泄漏积聚在施工区域，达到爆炸极限遇明火引发可燃气体爆炸。

14. 中毒、窒息

焊接作业产生的一氧化碳、氮氧化物等有毒烟气，管道脱脂、防腐作业使用的四氯化碳、油漆稀料等有毒化学品挥发，密闭空间内有毒气体积聚，作业人员防护不当易引发中毒事故。本项目采用氮气进行吹扫，吹扫中氮气放散的

仅用于报告公开，严禁复制

不当，造成作业场所空气含氧量降低，进入该作业场所的人员有室息危险。

15. 泄漏

管道焊接质量缺陷、法兰密封不严、阀门损坏，导致施工过程中试压介质、氧气泄漏，易引发次生事故；施工过程中损坏周边既有化工管道，也存在危险介质泄漏风险。

16. 其他

管道探伤作业时X射线、γ射线辐射伤害；夏季高温作业引发中暑；长期噪声作业引发听力损伤等未纳入上述类别的危险有害因素。

F2.1.6 危险化学品重大危险源辨识

危险化学品重大危险源是指长期或临时生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。危险化学品依据其危险特性及其数量进行重大危险源辨识，危险化学品的临界量按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）表1、表2选取。

该项目涉及的氧气列入《危险化学品重大危险源》（GB18218-2018）中，但该项目属于危险化学品的厂外运输（管道输送），非《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）适用的辨识对象。该项目不涉及危险化学品重大危险源。

F2.2 危险程度分析

F2.2.1 危险物质状态

该项目拟迁改管道涉及的危险物质存在状况如下表：

***涉密

仅用于报告公开，严禁复制

F2.2.2 固有危险程度分析

F2.2.2.1 预先危险性分析

表 F2.2.2-1 管道泄漏预先危险性分析

事故类型	事故原因	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
管道泄漏	温差引起输送管内压力变化	1.当温差达 3℃以上，管路中又没有卸压保护设施时，其储存物料热胀所造成的压力可能酿成阀门破裂、阀杆填料处泄漏、法兰连接处嗤垫，甚至还会造成承受压力不高的管子破裂而跑、漏储存物料。 2．温度下降时，当温差较大时，管线中将出现一段较长的液柱分离管段。如果输送泵在这种情况下开始作业，管线内由于液柱的弥合将产生较大的冲击和增压，严重时将会导致阀门等管件损坏而跑漏。	储存物料泄漏，造成财产损失	Ⅱ级	1．对于输送管线，应在最高位置的储罐阀门前设置胀料管（平衡管），输送管线，应设置补偿措施。 2．管线中设置的隔断阀，应在作业后保持常开，或加设旁路安全阀，以使其不形成没有泄压保护的死管段。 3．收发物料作业后，打开管线透气支管，放空部分管线，使物料自由膨胀，不致在管线内形成超压。 4．在温度有较大降低情况下起动泵时，当压力表指示正常以后，应注意缓慢地打开出口阀门，使分离液柱逐渐弥合，以避免产生剧烈的冲击和增压。
	腐蚀	由于输送管线会与外界介质，如大气、水分、物料等接触，产生化学或电化学腐蚀、应力腐蚀等。	输送管线腐蚀穿孔泄漏	Ⅱ级	1．采用性能良好的防腐涂料和防腐方案； 2．保证防腐施工质量； 3．长输管道出入地处点设置绝缘法兰。
	管路热应力	把输送直管路的两端固定，此时管路不能自由伸长或缩短，由于管路受到约束，就必然在管路内产生热应力，应力可能达到很大的数值。它能造成管路本身的弯曲，断裂管路焊缝及法兰连接处破坏，管路支点、管路与设备连接的部分发生损坏等事故。	氧气泄漏	Ⅱ级	1．管线应优先利用自然补偿，如仍不能满足要求，应调整管系统的形状或设置补偿器； 2．如设置补偿器，必须选择合格的焊接施工单位，保证焊接质量合格。

仅用于报告公开，严禁复制

事故类型	事故原因	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	气击	1.开关线路上的阀门速度过快，管道线路不够平直，短距离内设置了过多的弯头、折返等。 2．液态化学品输送时发动机（泵）运行不稳，突然停下;开泵、停泵操作不正确;突然改变泵的转速;空气进入管线和泵内，形成汽蚀。 3．气态化学品安全阀突然开启或关闭。	管路及附件损坏氧气泄漏	Ⅱ级	1.采取防止超压的措施： ①妥善地进行工艺设计，选定工作压力时应把突然关阀等可能产生气击的因素考虑进去。 ②采用防止超压的设备，如安全阀、止回阀等； 2.正确地进行操作：严禁随意开关阀门；关闭阀门时应先快后慢，开阀则应先慢后快；输送过程中不得随意开关管线上的阀门。
	第三方破坏	管道架设于市政道路旁。道路及附属设施施工等施工作业均可直接对管廊立柱、管架造成第三方破坏;往来车辆超高碰撞管架及管道。	管道变形、破损甚至断裂，氧气泄漏	Ⅱ级	1.合理设置管架高度，完善管架限高标识； 2.管架立柱设置防撞等安全防护措施； 3.对管道存在的周边安全间距不足的建构筑物及设施进行排查和采取安全防护措施。 4．道路施工区域做好施工巡护。

由上表可知，该项目拟迁改危险化学品管道泄漏事故的原因有：温差引起输送管内压力变化、管路热应力、气击、腐蚀等，管道泄漏的危险等级为Ⅱ级，处于事故的边缘状态，暂时还不至于造成人员伤亡、系统损坏或降低系统性能，但应予以排除或采取控制措施。

F2.2.2.2 危险度分析

对该项目拟迁改管道危险度的评价采用“危险度评价法”。该法规定单元危险度由物质、容量、温度、压力和操作 5 个项目来确定，其危险度分别按 A=10 分、B=5 分、C=2 分、D=0 分赋值计分，由各分数之和确定危险等级。≥16 分是具有高度危险（Ⅰ级）的单元，11～15 分为具有中度危险（Ⅱ级）的单元，≤10 分为低危险度（Ⅲ级）单元。危险度评价法评分标准见表 F2.2.2-2。

仅用于报告公开，严禁复制

表 F2.2.2-2 工艺单元危险度分析

序号	单元	物质	物质评分	容量评分	温度评分	压力容器	操作评分	总分	等级
1	氧气管道	氧气	5	0	0	2	2	9	III

由上表可知，氧气管道危险度为III级，低度危险。

F2.3 风险程度分析—管道物理爆炸事故后果模拟

以氧气管道为研究对象，对其进行管道爆炸事故模拟。氧气管道均为带压运行管道，氧气管道设计压力 2.95MPa。极端情况下压力管道破裂爆炸。可能造成如下后果：压力管道破裂的冲击波可使一定范围内人员伤亡；其冲击波可对一定范围内的建筑、构筑物毁坏，对现场人员造成二次伤害。

压力管道在发生管道开裂爆炸时，将释放出较大的爆破能量。爆破能由爆破中心向外释放时以冲击波能量、碎片能量、容器残余形变能量三种形式表现出来；大部分能量产生空气冲击波。

管道爆炸一般在局部管段发生，因此，以长度为 100m 的架空和埋地两种不同方式敷设的氧气管道进行模拟分析，对可能引起的事故后果进行计算、分析。

1．当压力容器中介质为压缩气体时，即以气态形式存在而发生物理爆炸时，其释放的爆破能量为：

$$E_g = \frac{PV}{k-1}[1-(\frac{0.1013}{p})^{\frac{k-1}{k}}]\times 10^3$$

式中：E_g—气体爆破能量，kJ；

P—容器内气体的绝对压力，MPa；氧气管道 3.05MPa；

V—容器的容积，m^3；

k—气体的绝热指数，即气体的定压比热与定容比热之比。经查，氧气 k=1.397。

仅用于报告公开，严禁复制

2.爆破的 TNT 当量 $q=E_g/Q_{TNT}$

式中：Q_{TNT} — TNT 爆炸热，4500kJ/kg；

3．冲击波超压对周围人员的建筑物的破坏范围

架空管道：爆炸模拟比 $a=(q/q_0)^{1/3}=0.1q^{1/3}$，破坏半径 $R=aR_0$

式中：$P'=10P$，P 为爆炸的冲击波超压。

根据冲击波超压准则中对应冲击波对人和建筑物的破坏结果，可计算出相应的破坏范围，计算结果如表 F2.3-1、表 F2.3-2。

表 F2.3-1　100m 长不同管段爆裂的爆破能量计算结果

序号	管段类型	管段容积（m^3）	爆破能量（kJ）	q（kgTNT）	冲击波超压
1	DN250 架空氧气管道	4.91	23369.52	5.19	0.17
2	DN250 埋地氧气管道	4.91	23369.52	5.19	P/10

表 F2.3-2 冲击波超压的破坏作用

超压 Δp /MPa	破坏作用		氧气管道（m）	
	建筑	人员	架空管道	埋地管道
0.015～0.02	窗框损坏	-	9.52～11.73	5.91～6.51
0.02～0.03	墙裂缝	轻微损伤	7.23～9.52	5.16～5.91
0.03～0.05	墙大裂缝房瓦掉下	听觉器官损伤或骨折	5.53～7.23	4.36～5.16
0.05～0.10	砖木结构破坏	内脏严重损伤或死亡	3.91～5.53	3.46～4.36
>0.10	小型结构倒塌	大部分人员死亡	<3.91	<3.46

综合上述模拟计算结果，若长度为 100m 的架空、埋地氧气管道发生物理爆炸，人的死亡半径分别为：3.91m、3.46m，人的安全半径分别为：9.52m、5.91m。计算结果仅供参考。

仅用于报告公开，严禁复制

F2.4 事故案例分析

F2.4.1 事故案例 1　氧气管道燃爆事故

1．事故经过

2003 年 7 月 17 日 0：30，因管网压力高，调度指令停两台 1500m³/h 氧压机。0：40 操作工发现“一万”制氧机恒压装置压力偏高，管网压力上涨较快，此时管网压力为 2.4MPa，申请停 5000m³/h 氧压机。0：56 正当操作工准备停 5000m³/h 氧压机时，听见一声巨响，随后只见 1500m³/h 氧压机房后天空一片火红，并持续了几秒钟。事后发现，一条新增的连接新建 16000m³/h 制氧机与老空分系统的膨胀节被炸裂，被炸裂的膨胀节后面的 20 多米的氧气管道被烧黑并部分烧熔，同时周围的树及草被烧燃。操作人员赶紧关闭相应的阀门，组织扑火，才未使事态进一步扩大。

2．原因分析

新安装的氧气管道内存在氧化铁、锈渣、焊渣等残留异物，在氧气流动中成为引火物。施工质量问题是造成氧气管道燃爆的基本原因：管道酸洗不彻底；管道酸洗后没有进行钝化处理及安装完后较长时间内未投运时没有进行充氮保护；管道吹扫不干净，进行吹扫时阀门未拆除，阀门存在死角吹扫不到，阀门不应参与吹扫，阀门应在拆除后单独处理，管道应用短管连接吹扫。

管托、管座及管路走向设计不合理，使膨胀节产生径向振动而损坏。压力升高以后膨胀节被压破，氧气外泄，形成高速气流。管内杂物在高速气流带动下与管道内壁发生强烈摩擦、碰撞，使管道局部过热达到燃点而燃烧。

氧气管道设计缺少安全保证措施。管路设计时未考虑在恒压调节阀前增加过滤器，造成焊渣等杂物将调节阀卡死，不能及时调节恒压阀后管网压力，使管网压力超过正常工作压力。

仅用于报告公开，严禁复制

3．教训

在氧气管道安装方面：

1）在确定氧气管道施工单位时应选择具有相应资质和有氧气管道施工经验的施工队伍。

2）氧气管道在安装之前应按现行规范要求进行严格的酸洗、脱脂处理，而后用不含油的干燥空气或氮气吹净。

3）氧气管道安装施工后较长时间未投运时应充干燥氮气进行保护，以防潮湿空气进入，使管道生锈。

4）氧气管道施工完毕后应进行严密的吹扫、试压及气密性试验。吹扫应不留死角，吹扫气体应选用干燥无油空气或氮气，且流速不小于 20m/s。严禁采用氧气吹扫。

5）氧气管路焊接时应采用氩弧焊打底，并按有关标准的规定上升一级处理。

在氧气管道设计方面：

1）在选用膨胀节作管道伸缩补偿时，管道走向设计时应充分考虑减少管道运行过程中的径向振动或位移的措施。

2）在恒压调节阀前应设计相应的过滤器，防止铁锈、杂物卡住调节阀。阀后均应连接一段长度不短于 5 倍管径且不小于 1.5m 的铜基合金或不锈钢管道，防止着火。

3）氧气管道应尽量少设弯头或分岔，工作压力大于 0.1MPa 的氧气管道弯头、变径应采用冲压成型法兰制作。分岔头的气流方向应与主管气流方向成 45 ～60 度角。

4）法兰密封圈宜采用紫铜或聚四氟乙烯材料的 O 型密封圈。

5）氧气管道应设有良好的消除静电装置，接地电阻应小于 10Ω，法兰间电阻应小于 0.03Ω。

仅用于报告公开，严禁复制

附录 3　安全条件分析过程

F3.1 建设项目与产业政策和布局的符合性分析

该项目氧气管道所属工业气体生产供应行业不属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中限制类和淘汰类产业。该项目管道迁改不属于《限制用地项目目录（2012 年本）》和《禁止用地项目目录（2012 年本）》规定的限制用地和禁止用地项目。该项目涉及的氧气管道工艺设备也未列入淘汰落后生产能力、工艺和产品的目录。该项目已于 2026 年 7 月 8 日取得《厦门市企业投资项目备案证明》（编号：厦海科工商外备[2026]41 号）。综上，该项目管道迁改符合国家产业政策和布局。

F3.2 建设项目与当地政府区域规划的符合性分析

本项目依托的化工管廊位于厦门海沧南部工业区，管廊于 2001 年经厦门海沧台商投资区经济发展局及规划部门批复同意，符合当时的区域规划。目前，项目所在海沧区总体规划及功能定位虽有所调整，但在过渡期内，仍需为相应的企业提供配套的管廊市政服务设施。

该项目涉及的厦钨氧气管道在建设期已取得相应的规划许可，符合当地区域规划要求。迁改后的管道依托海沧海景路下穿海沧支线管线工程近期新建的化工管廊新管架敷设临时氧气管道，海沧海景路下穿海沧支线管线工程已取得建设工程规划许可证，详见附件 5-3。

根据《厦门市自然资源和规划局关于印发<厦门市工程规划许可豁免项目清单>的通知》（厦资源规划〔2026〕172 号）附件 1、二、（四）、18 条，该项目氧气管道属于市政管线临时迁改工程，无需办理《建设工程规划许可证》。

仅用于报告公开，严禁复制

综上，厦钨氧气管道兴海路受损段临时迁改工程符合区域规划要求。

F3.3 管道建设项目线路选择符合性分析

以下根据《危险化学品输送管道安全管理规定》（安监总局令第 43 号，第 79 号修改）及《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》、《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）等法律法规、技术标准的相关要求对该项目氧气管道迁改线路选择符合性评价如下：

表 F3.3-1　管道线路选择符合性检查表

序号	检查内容及规范要求	评价依据	检查情况	评价结果
1	危险化学品管道建设的选线应当避开地震活动断层和容易发生洪灾、地质灾害的区域；确实无法避开的，应当采取可靠的工程处理措施，确保不受地质灾害影响。危险化学品管道与居民区、学校等公共场所以及建筑物、构筑物、铁路、公路、航道、港口、市政设施、通讯设施、军事设施、电力设施的距离，应当符合有关法律、行政法规和国家标准、行业标准的规定。	《危险化学品输送管道安全管理规定》（安监总局令第 43 号，第 79 号修改）第八条	该项目氧气管道在管廊上架空敷设。管道及管廊经过区域没有地震活动断层和其他地质灾害活动。管道途经区域没有居民区、学校等公共场所以及铁路、公路、航道、港口、军事设施等。根据迁改方案，迁改后的管道与周边现有建筑物的水平净距及与周边其他管道水平及交叉净距符合规范要求。	符合要求
2	厂际管道不应穿越村庄、居民区、公共福利设施，并应远离人员集中的建筑物和明火设施。	参照《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008 第 4.5.2 条	该项目迁改后的管道没有穿越村庄、居民区、公共福利设施，远离人员集中的建筑物和明火设施。	符合要求
3	厂际管道不宜穿越与其无关的工厂；厂际管道应减少与公路、铁路、市政重力流管道和暗沟（渠）的交叉；应采取防止泄漏的可燃介质流入市政重力流管道、暗沟（渠）的措施。厂际管道应避开滑坡、崩塌、沉陷、泥石流等不良的工程地质区。	参照 GB50160-2008，2018 年版 第 4.5.3 条 第 4.5.4 条 第 4.5.5 条 第 4.5.6 条	该项目迁改方案涉及的管道采用管廊跨越沧江路，途经区域没有滑坡、崩塌、沉陷、泥石流等不良工程地质区。	符合要求
4	厂际管道不应穿越饮用水水源一级保护区、飞机场、火车站、客运码头、军事禁区、国家重点文物保护范围和自然保护区的核心区。	参照 GB50160-2008（2018 年版）第 4.0.4 条	该项目迁改管道没有穿越饮用水水源一级保护区、飞机场、火车站、客运码头、军事禁区、国家重点文物保护范围和自然保护区的核心区。	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	检查情况	评价结果
5	厂际管道不宜采用管墩或管沟敷设。当采用管沟敷设时，管沟内应充砂填实。毒性为极度、高度危害的介质管道不应埋地敷设；氢气管道不宜埋地敷设	参照GB50160-2008（2018年版）第7.4.1条第7.4.2条	根据该项目管道迁改设计方案，管廊跨越沧江路。	符合要求
6	城市供水、排水、燃气、热力、供电、通信、消防等依附于城市道路的各种管线、杆线等设施的建设计划，应当与城市道路发展规划和年度建设计划相协调，坚持先地下、后地上的施工原则，与城市道路同步建设。	《城市道路管理条例》（国务院令第198号公布，国务院令第588号第一次修订，国务院令第676号第二次修订，国务院令第710号第三次修订）第十二条	该项目管道迁改与城市道路发展规划和建设计划相协调。	符合要求
7	依附于城市道路建设各种管线、杆线等设施的，应当经市政工程行政主管部门批准，方可建设。 因工程建设需要挖掘城市道路的，应当提交城市规划部门批准签发的文件和有关设计文件，经市政工程行政主管部门和公安交通管理部门批准，方可按照规定挖掘。	《城市道路管理条例》（国务院令第198号公布，国务院令第588号第一次修订，国务院令第676号第二次修订，国务院令第710号第三次修订）第二十九条第三十三条	该项目管道迁改经市政工程行政主管部门、规划部门批准。	符合要求
8	禁止利用公路桥梁（含桥下空间）、公路隧道、涵洞堆放物品，搭建设施以及铺设高压电线和输送易燃、易爆或者其他有毒有害气体、液体的管道。	《公路安全保护条例》（国务院令593号）第二十二条	该项目迁改的管道没有利用公路桥梁、公路隧道、涵洞搭设，穿越管段采用管廊架空敷设。	符合要求
9	进行下列涉路施工活动，建设单位应当向公路管理机构提出申请：（一）因修建铁路、机场、供电、水利、通信等建设工程需要占用、挖掘公路、公路用地或者使公路改线；（二）跨越、穿越公路修建桥梁、渡槽或者架设、埋设管道、电缆等设施；（三）在公路用地范围内架设、埋设管道、电缆等设施；（四）利用公路桥梁、公路隧道、涵洞铺设电缆等设施；（五）利用跨越公路的设施悬挂非公路标志；（六）在公路上增设或者改造平面交叉道口；（七）在公路建筑控制区内埋设管道、电缆等设施。	《公路安全保护条例》（国务院令593号）第二十七条	该项目迁改段管道跨越沧江路段已向公路管理机构提出申请。	符合要求
10	对敷设在江、河、湖泊或者其他环境敏感区域的危险化学品管道，应当采取增加管道压力设计等级、增加防护套管等措施，确保危险化学品管道安全。	《危险化学品输送管道安全管理规定》（安监总局令第43号，安监总局令第79号修改）第	该项目迁改管道没有敷设在江、河、湖泊或者其他环境敏感区域。	不涉及

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	检查情况	评价结果
		十二条		
11	在危险化学品管道中心线两侧及危险化学品管道附属设施外缘两侧5m外的周边范围内，管道单位发现下列建（构）筑物与管道线路、管道附属设施的距离不符合国家标准、行业标准要求的，应当及时向当地安全生产监督管理部门报告：1）居民小区、学校、医院、餐饮娱乐场所、车站、商场等人口密集的建筑物；2）加油站、加气站、储油罐、储气罐等易燃易爆物品的生产、经营、存储场所；3）变电站、配电站、供水站等公用设施。	《危险化学品输送管道安全管理规定》（安监总局令第43号，安监总局令第79号修改）第二十二条	该项目迁改段管道两侧5m的周边范围内，无发现上述人口密集建筑物、易燃易爆物品的生产、经营、存储场所及变电站、配电站、供水站等公用设施。	符合要求

综合上述分析，该项目拟迁改管道周边安全间距范围内没有法律、法规和国家标准、行业标准规定予以保护的区域，迁改方案确定的管线敷设走向、综合布置符合《工业金属管道设计规范（2008年版）》（GB50316-2000）、《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）的相关要求。

F3.4 建设项目对周边的影响

F3.4.1 管道周边建构筑物情况

该项目拟迁改管道主要存在泄漏、火灾、中毒、管道爆炸、高处坠落、物体打击、机械伤害等危险有害因素，可能对途经之处周边场所的人员活动造成影响：如氧气管道破损，氧气泄漏，遇周边可燃物质及明火，发生爆燃、轰燃。根据设计方案结合现场勘察，沿途周边建构筑物如下表：

表F3.4.1-1　氧气管道沿途周边情况表

序号	管道标段	管道长度（m）	敷设方式	周边建构筑物	周边管线	所处路段
1	架空段	61.67	管廊架空	地上：沧江路、翔鹭石化码头厂区	管廊上并行的乙二醇管道及翔鹭通讯线	沧江路快速通道兴海路口处东侧跨越沧江路段

仅用于报告公开，严禁复制

序号	管道标段	管道长度（m）	敷设方式	周边建构筑物	周边管线	所处路段
2	下管架段	7.32	下管架垂直	翔鹭石化码头厂区围墙、兴海路	管廊上并行的乙二醇管道及翔鹭通讯线	下管架段
3	埋地段	7	埋地	翔鹭石化码头厂区围墙、兴海路	并行的乙二醇管道及翔鹭通讯线	埋地段

F3.4.2 管道对周边建构筑物的影响分析

根据表 F3.4.1-1 周边建构筑物情况，对该项目氧气管道与周边建构筑物的安全间距检查如下：

表 F3.4.2-1　管道与周边建构筑物安全间距检查表

序号	管段	评价内容	规范要求（m）	方案设计（m）	评价结论
1	架空段	管道边缘与沧江路（地面道路）的水平距离	≥1.0	4.45	符合要求
		管道边缘与翔鹭石化码头厂区无门窗建筑物外墙的水平距离	≥1.5	15（实地测量，设计未明确）	符合要求
		管架在沧江路的净空高度	≥4.5	9.15	符合要求
2	下管架段	管道边缘与翔鹭石化码头厂区无门窗建筑物外墙的水平距离	≥1.5	15（实地测量，设计未明确）	符合要求
		管道与翔鹭石化码头厂区围墙的距离	≥1.0	1.5	符合要求
3	埋地段	管道边缘与翔鹭石化码头厂区无门窗建筑物外墙的水平距离	≥3.0	15（实地测量，设计未明确）	符合要求
		管道与翔鹭石化码头厂区围墙的距离	≥1.0	1.5	符合要求
		管道与兴海路的间距	≥0.8	该项目埋地段敷设于道路西侧人行道下。	符合要求
注：对管廊架上敷设管道与周边的水平距离的评价依据为《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）第 8.1.6 条；管架净空高度的评价依据为《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）第 8.1.5 条。					

根据设计方案，结合表 F3.4.2-1 检查结果，该项目对周边的影响包括：

仅用于报告公开，严禁复制

氧气管道沿迁改后的化工管廊从沧江路北侧向西北铺设后再向西南铺设跨越沧江路（地面道路及人行过道）与原有氧气管道相连。除周边道路外，管道东南侧翔鹭石化码头厂区内还有 1 处地面建筑，现场测量安全间距符合要求，方案设计未明确。

综上，该项目氧气管道与周边建构筑物的安全间距符合规范要求。另：新建化工管廊结构应经验收，并对沧江路中分带北侧原化工管廊架及氧气管道受损情况进行评估，确保保留使用的管架结构稳定，管道没有变形受损。

F3.5 周边对建设项目的影响

周边对建设项目的影响主要有：若道路与管架水平间距不足，道路通行车辆可能撞击管架导致管架失稳进而破坏管道受力平衡；道路通行车辆超高撞击位于路口上方的跨越管架，引起管道泄漏；管道出入地点无防护措施，受外来破坏引起泄漏；道路工程施工设计、施工作业管理不当导致管架、基础失稳，引起管道变形破损和气体泄漏。

由表 F3.4.2-1 可知，该项目管架的净空高度符合规范要求，氧气管道下管廊架段设置钢结构防护栏。周边对该项目的影响仍应采取措施包括：管道管廊结构应不影响道路及路边围墙结构安全并完善相关施工方案，避免造成相互影响。

F3.6 自然条件对该项目的影响

自然条件中的腐蚀、地面沉降、地下水、地面沉降及地震可致管道破损，化学品泄漏；雷击也可能对易燃物质管道产生影响。

1.腐蚀：金属的表面在潮湿的大气中会吸附一层很薄的湿气层即水膜，当这个水膜达到 20～30 个分子层厚时，形成电解液膜，导致室外金属构件的电化学腐蚀。影响大气腐蚀的因素有大气的相对湿度、表面湿润时间、日

仅用于报告公开，严禁复制

照时间、气温、降雨、风向和风速、降尘及大气中含硫、含氯化合物等污染物质。该项目所在海沧区为近海地带，空气湿度及大气中含盐度高，易导致架空管道金属构件的电化学腐蚀。控制大气腐蚀的方法包括根据金属制品及构件所处环境的条件及对防腐蚀的要求，选择合适的金属或非金属材料；在金属基体表面制备涂层、镀层、渗层；改变环境，减少环境腐蚀性。该项目处于近海地带，大气腐蚀作用较强，应采取加强级防腐措施。

埋地金属管道会受周围土壤介质的化学、电化学作用产生破坏。土壤对埋地金属管道的腐蚀性及影响因素除金属管道本身材质外，还包括土壤的盐分、土壤的水分、土壤含气量及土壤温度等因素。土壤中的盐分的导电作用是产生腐蚀的因素之一，另外盐分也参与了电化学反应，加速腐蚀形成；水分使土壤成为电解质，造就电化学腐蚀的环境，腐蚀速率随含水率增加而增加。

方案采取的安全措施：地上架空敷设的管道、管件均采用环氧富锌底漆一道，膜厚～90μm，环氧云铁中间漆一道，膜厚～120μm，聚氨酯面漆一道，膜厚～70μm。直接埋地敷设的氧气管道防腐采用加强级挤压聚乙烯防腐层三层结构，弯头及相邻焊缝采用热收缩带防腐，直管段焊缝采用热收缩套防腐；埋地钢套管防腐采用加强级挤压聚乙烯防腐层三层结构，弯头及相邻焊缝采用热收缩带防腐，直管段焊缝采用热收缩套防腐。管道接入原有强制电流阴极防腐系统中。

2.地震

地震灾害的特点是突发性强、破坏性大、防御难度大。地震波引起的强烈震动、地震断层和错动、地面变形导致管道变形、破裂、物料泄漏。

方案采取的安全措施：管架结构按七级抗震烈度设防。该项目氧气管道主线在出厂前设置流量、压力在线监测报警仪表及安全阀、紧急切断阀，当管道压力突然降低超过设定值时，DCS 系统报警，地震对其影响可接受。

仅用于报告公开，严禁复制

3.雷击

雷击可能引起危险化学品管线火灾和爆炸事故。直击雷、雷电感应、球形雷、雷电侵入波等都能造成危害，雷电或静电感应得不到有效消除，作用于易燃易爆介质上，导致火灾爆炸事故发生。

方案采取的措施：架空氧气管道在分岔处或无分支管道每隔 80m～100m 处，以及与架空电力电缆交叉处应设置接地装置，要求接地电阻不大于 10Ω。管廊静电接地带采用 40*4 镀锌扁钢，埋深 800mm，接地极采用 50*50*5 镀锌角钢，L=2500mm。利用管廊钢柱引下与接地带可靠相连。上述防雷接电安全措施符合规范要求。

4、地面沉降：管道敷设区域若存在崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质条件及工程施工（管廊、管道）施工引起的土体变形等可能导致管道或管架基础埋设土体发生局部变形、沉降，管道受变形、沉降影响发生应力变形，进而引起管道破损泄漏。

方案采取的措施：该项目管道架空线路沿途无崩塌、滑坡、泥石流、岩溶等不良地质条件；架空管道定期巡护，该项自然条件对项目的影响可接受。

5.强风：台风及突发性强阵风往复摆动管架及管道造成管道、支架疲劳开裂；强风直接吹翻管廊支架、管线坠落。

已采取的措施：室外管架按本地室外设施抗风压 0.8kN/m2 设计施工，该项自然条件对项目的影响可接受。

F3.7 安全条件分析结果

该项目符合国家产业政策和布局，符合所在地区域规划要求。管道迁改路由及综合布置方案符合规范要求，自然条件对该项目的影响主要表现为腐蚀、地质沉降、地震和雷击，方案采取的抗震、防地下水、防地质沉降、防雷击措施符合规范要求。管道与周边建构筑物的安全间距符合规范要求。

道路建设仍应补充采取如下安全对策措施：

仅用于报告公开，严禁复制

1.新建化工管廊结构应经验收，并对沧江路中分带北侧原化工管廊架及氧气管道受损情况进行评估，确保保留使用的管架结构稳定，管道没有变形受损。

2.管道管廊结构应不影响道路及路边围墙结构安全并完善相关施工方案，避免造成相互影响。

3.管道东南侧翔鹭石化码头厂区内还有1处地面建筑，现场测量安全间距符合要求，方案设计应补充明确其间距。

仅用于报告公开，严禁复制

附录 4 方案安全措施符合性分析评价

F4.1 管道布置安全评价

F4.1.1 管道布置方案

该项目原管道沿化工管廊架由东北向西南于沧江路快速通道兴海路口处东侧直线跨越沧江路，现由于交通事故导致原管廊架受损，拟新建管廊架从沧江路北侧向西北铺设，再向西南铺设并跨越沧江路与原有氧气管道相连。新建管架两层结构，宽度 6m，管架低层距地高度 2.5m 以上，在沧江路处抬升至距地高度 6m 以上，上下层高差 2.6m。管架上的管道双层布置，上层东南侧布置氮气管和翔鹭通信管；下层由西北侧布置氧气管，东侧侧布置乙二醇管。

由表 F3.3-1 可知，该项目化工管廊拟迁改段及其上布设的危险化学品输送管道与周边建、构筑物的安全间距符合规范要求，管道布置线路符合要求。

F4.1.2 管道布置方案符合性分析

采标说明：该项目工业气体氧气输送管道为林德气体（厦门）有限公司海沧分公司与厦门厦钨新能源材料股份有限公司之间的厂际管道，管道布置的评价以《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）、《石油化工厂际管道技术标准》（GB/T51359-2019）、《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）为依据；涉及管道安全防护措施的以《工业金属管道设计规范（2008 年版）》（GB50316-2000）及《氧气站设计规范》(GB50030-2013)等专业规范为依据进行评价。

仅用于报告公开，严禁复制

表 F4.1.2-1 管道布置符合性检查表

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
一	架空敷设段			
1	厂际管道应进行水力计算和瞬态水力分析，并应根据分析结果采取保证管道安全运行的措施。厂际管道应根据输送介质的物性和运行工况进行热力计算。 管道布置宜做到“步步高”或“步步低”，减少“气袋”或“液袋”。否则应根据操作、检修要求设置放空或放净。管道布置应减少死区。	GB/T51359-2019 第 5.1.1 条 SH/T3012-2011 第 3.1.12 条	该项目评价对象为氧气管道，拟迁改段管道布置总体较为平直，局部跨越道路段标高略有抬升，穿越道路段标高降低，总体标高波动伏度不大。该项目管道输送的干燥气体，转向处采用长半径弯头，不会形成管道布置死区。	符合要求
2	厂际管道的设计壁厚不应小于按照现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251的有关规定及四级地区管道强度设计系数计算所得壁厚的1.2倍。	GB/T51359-2019 第5.1.2条	管道壁厚按《输气管道工程设计规范》GB50251 的有关规定及四级地区管道强度设计系数计算所得壁厚的 1.2 倍进行复核。	符合要求
3	厂际管道可设置交接计量设施。当厂际管道长度大于5km时，其上下游企业围墙或用地边界线内的管道上均应设置能够远程及就地操作的切断阀、流量和压力监测设施	GB/T51359-2019 第5.1.3条	氧气在气源厂设有远程及就地操作的切断阀、流量和压力监测设施。	符合要求
4	厂际管道不宜采用管墩或管沟敷设。当采用管沟敷设时，管沟内应充砂填实。	GB/T51359-2019 第5.2.1条	拟迁改段管道采用新建管廊架空敷设。	符合要求
5	架空敷设的厂际管道经过人员密集区时，应设防止非管理人员进入的防护栏。	GB/T51359-2019 第 5.2.3 条	拟迁改段管道路线没有经过人员密集区。	符合要求
6	当厂际管道从高架的铁路或公路桥梁下架空敷设通过时，应采取防止管道泄漏危害桥梁安全的措施和防止高空坠落物体对管道的损坏措施。	GB/T51359-2019 第 5.2.4 条	拟迁改段管道没有从铁路或公路桥梁下架空敷设通过。	符合要求
7	厂际管道跨越公路时，管架立柱的外缘距路面边缘的距离小于10m时，应设防撞设施。	GB/T51359-2019 第5.3.1条	该项目采用新建管廊架空敷设，管廊不在本次评价范围内。管道下管廊架进出检查井处设防撞设施。	符合要求

仅用于报批公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
8	管架的基础及净空高度不应影响交通运输、消防和检修。厂际管道跨越城市道路时，跨越结构的净空高度不应小于5.5m。	GB/T51359-2019 第5.3.2条 GB/T51359-2019 第5.3.3条	该项目沿新建管廊敷设，管廊架基础位于道路两侧绿化地上，不影响交通；管架净空高度 6m 以上，符合规范要求的≥5.5m。	符合要求
9	厂际管道不应跨越设计时速200km及以上的铁路、动车走行线及城际铁路。厂际管道不宜在其他铁路上方跨越，确需跨越时，管道应采取可靠的防护措施。管道跨越结构至铁路轨顶面距离不应小于12.5m，且距离接触网带电体的距离不应小于4.0m，其支承结构的耐火等级应为一级。厂际管道跨越铁路时跨距不应小于铁路的用地界，跨越段不应设置法兰、阀门等管道部件。	GB/T51359-2019 第5.3.4条 第5.3.5条 第5.3.6条	管道没有跨越设计时速200km及以上的铁路、动车走行线及城际铁路。	符合要求
10	管架不应设置在与其无关的建筑物或构筑物上。跨越结构两侧应设置限高标志，当跨越等级公路、铁路和隧道时应设置限高构筑物。	GB/T51359-2019 第5.3.7条 第5.3.8条	拟迁改氧气管道沿新建管廊敷设，没有设置在无关建筑物或构筑物上。	符合要求
			沧江路快速通道兴海路口处路口段结构两侧应设限高标志。	应按规范要求执行
11	管道布置应满足工艺及管道和仪表流程图的要求。	《工业金属管道设计规范（2008 年版）》 GB50316-2000 第 8.1.1 条	管道布置满足工艺管道的仪表流程图的要求。	符合要求
12	管道布置应满足便于生产操作、安装及维修的要求。宜采用架空敷设，规划布局应整齐有序。在车间内或装置内不便维修的区域，不宜将输送强腐蚀性及 B 类流体的管道敷设在地下。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.1.2 条	管道布置满足便于生产操作、安装及维修的要求。架空段路边的新建管廊敷设。	符合要求
13	具有热胀和冷缩的管道，布置中配合进行柔性计算的范围不应小于本规范和工程设计的规定。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.1.3 条	管道架空设置，辅送常温工业气体，无热胀和冷缩工况，迁改段管道采用自然补偿，与原有氧气架空或埋地管道（成功运行）结构和布置一致。可免于柔性分析。	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
14	管道布置中应按本规范第 3.1.5 条的要求控制管道的振动，即： 3.1.5 管道应能承受以下的动力荷载： 3.1.5.1 管道应能承受外部或内部条件引起的水力冲击、液体或固体的撞击等的冲击荷载。 3.1.5.2 位于室外的地上管道应能承受风荷载。 3.1.5.3 在地震区的管道应能承受地震引起的水平力，并应符合有关国家现行抗震标准的规定。 3.1.5.4 管道的布置和支承设计应消除由于冲击、压力脉动、机器共振、风荷载等引起有害的管道振动的影响。 3.1.5.5 在管道布置和支架设计时，应能承受由于流体的减压或排放时所产生的反作用力。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.1.4 条 第 3.1.5 条	管道经核算能承受内外部荷载冲击；管道固定于新建管廊架上，能承受风荷载，新建管廊架应按本地区抗震设防烈度设计，能承受本地设防的地震荷载。	符合要求
15	架空管道穿过道路、铁路及人行道等的净空高度系指管道隔热层或支承构件最低点的高度，净空高度应符合规范要求。 管道与高压电力线路间交叉净距应符合架空电力线路现行国家标准的规定。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.1.5 条	该项目氧气管道架空段没有跨越铁路及人行道。也没有与架空电力线路交叉。	符合要求
16	在外管架（廊）上敷设管道时，管架边缘至建筑物或其他设施的水平距离除按以下要求外，还应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB50160、《工业企业总平面设计规范》GB50187 及《建筑设计防火规范》GBJ16 的规定。 管架边缘与以下设施的水平距离： 1）至铁路轨外侧≥3.0m; 2）至道路边缘≥1.0m; 3）至人行道边缘≥0.5m; 4）至厂区围墙中心≥1.0m; 5）至有门窗的建筑物外墙≥3.0; 6）至无门窗的建筑物外墙≥1.5m	《工业金属管道设计规范（2008 年版）》 (GB50316-2000) 第 8.1.6 条	该项目氧气管道在所在化工管廊管架边缘与沿途道路的间距符合规范要求，详见表 F3.4.2-1。	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
17	布置管道时应合理规划操作人行通道及维修通道。操作人行通道的宽度不宜小于0.8m。	GB50316-2000 2008年版 第8.1.7条	架空段管道沿道路敷设，操作人行通道及维修通道有保障。	符合要求
18	两根平行布置的管道，任何突出部位至另一管子或突出部位或隔热层外壁的净距，不宜小于25mm。 裸管的管壁与管壁间净距不宜小于50mm，在热（冷）位移后隔热层外壁不应相碰。 管廊上管道的净距不应小于50mm，法兰外缘与相邻管道的净距不得小于25mm。	GB50316-2000 2008年版 第8.1.8条 《石油化工金属管道设计规范》 SH/T3012-2011 第3.3.1条	该项目氧气管道沿新建管廊敷设，氧气管道布置在上层，与乙二醇管道并行。并行布置段管道间距0.8m。	符合要求
19	多层管廊的层间距离应满足管道安装要求。腐蚀性的液体管道应布置在管廊下层。高温管道不应布置在对电缆有热影响的下方位置。	GB50316-2000 2008年版 第8.1.9条	该项目管廊层间距2.6m，满足管道安装要求，临时管道均布置在上层，不涉及高温管道。	符合要求
20	沿地面敷设的管道，不可避免穿越人行通道时，应备有跨越桥。	GB50316-2000 2008年版 第8.1.10条	该项目架空段管道没有穿越人行通道。	符合要求
21	管道布置时应留出试生产、施工、吹扫等所需的临时接口。	GB50316-2000 2008年版 第8.1.21条	留有试生产、施工、吹扫等所需的临时接口。	符合要求
22	管道距管廊或构架的立柱、建筑物墙壁或管沟壁的净距不应小于100mm。	SH/T3012-2011 第3.3.3条	管廊上氧气管道距管廊构架的立柱的净距大于1m。	符合要求
23	大直径管道宜靠近管廊柱子布置，小直径、气体管道和公用物料管道宜布置在管廊的中间； 需要热补偿的管道宜布置在管廊一侧，便于集中设置补偿器； 介质操作温度等于或高于250℃的管道宜布置在上层；布置在下层的介质操作温度等于或高于250℃的管道可布置在外侧，但不应与液化烃管道相邻； 蒸汽、装置空气、氮气、仪表空气等公用物料管道及工艺气体管道宜布置在上层； 液化烃和腐蚀性介质管道宜布置在下层，但腐蚀性介质管道不应布置在电动机的正上方； 电缆槽架和仪表槽架宜布置在上	SH/T3012-2011 第4.2.1条	新建管廊上氧气和乙二醇管道布置于上层，分别位于两侧靠近立柱处；该项目不涉及液化烃、氢气及需要热补或介质操作温度等于或高于250℃的管道。	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
	层，槽架的附近或正下方不应布置有热影响的管道。			
24	氧气管道与可燃气体、可燃液体管道共架敷设时应布置在一侧，不宜布置在可燃气体、可燃液体管道的正上方或正下方；平行布置时净距不应小于 500mm，交叉布置时净距不应小于 250mm。当管道采用焊接连接结构并无阀门时，平行布置时净距可取 250mm。两类管道之间宜用公用工程管道隔开。管道上的阀门、法兰或活接头应靠近管廊梁布置。	SH/T3012-2011 第 4.2.2 条 第 4.2.3 条	氧气管道与可燃的乙二醇管道一起布置于上层，分别靠近两侧立柱。平行净距 0.8m。	符合要求
25	氧气管道应敷设在不燃烧体的支架上，除氧气管道专用的导电线路外，其他导电线路不得与氧气管道敷设在同一支架上	《氧气站设计规范》 GB50030-2013 第11.0.2条	氧气管道利用钢结构新建管廊架设，没有与其他导电线路共架敷设。	符合要求
二	埋地段			
1	埋地管道与铁路、道路及建筑物的最小水平距离应符合本规范附录 F 表 F 的规定。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.3.1 条	埋地氧气管道与建筑物的最小水平距离符合要求，详见附表 F3.4.2-1。	符合要求
2	氧气管道架空困难，必须埋地敷设时应符合下列要求：埋地深度应根据地面上荷载决定，埋地氧气管道应敷设在冻土层以下，穿过铁路和道路时，其交叉角不宜小于 45°，并应设套管。套管顶距铁轨底面不应小于 1.2m，距道路路面不应小于 0.7m；埋地管道上不宜装设阀门或法兰连接点，必须设置时应设阀门井；埋地氧气管道不应埋设在露天堆场下面或穿过烟道和地沟。	参照 GB16912-2008 第 8.1.14 条	氧气管道埋地段埋设在道路人行道下方，无穿越铁路和道路，没有设在露天堆场下面或穿过烟道和地沟。埋地段埋深不小于0.7m,符合要求。	符合要求
3	1）氧气管道严禁埋设在不使用氧气的建筑物、构筑物或露天堆场下面或穿过烟道； 2）氧气管道采用不通行地沟敷设时，沟上应设防止可燃物料、火花和雨水侵入的不燃烧体盖板；严禁氧气管道与油品管道、腐蚀性介质	参照 《氧气站设计规范》 GB50030-2013 第 11.0.3 条 1~4	1）氧气管道没有埋设在无关的建筑物、构筑物或露天堆场下面或穿过烟道。 2）氧气管道没有采用不通行地沟敷设。 3）直埋敷设的氧气管道上没有设置阀门或法兰连接	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案检查结果	评价结论
	管道和各种导电线路敷设在同一地沟内，并不得与该类管线地沟相通； 3）直接埋地或不通行地沟敷设的氧气管道上不应装设阀门或法兰连接点，当必须设阀门时，应设独立阀门井； 4）氧气管道不应与燃气管道同沟敷设，当氧气管道与同一使用目的燃气管道同沟敷设时，沟内应填满沙子，并严禁与其他地沟直接相通。		点。 4）直埋敷设的氧气管道没有与燃气管道同沟敷设。	
4	氧气管道与建筑物、构筑物及其他埋地管线之间的最小净距应符合本规范附录 D 的规定。	《氧气站设计规范》GB50030-2013 第 11.0.3 条 6	埋地氧气管道与周边建构筑物之间的距离详见附表 F3.4.2-1。	符合要求
5	设有补偿器、阀门及其他需维修的管道组成件时，应将其布置在符合安全要求的井室中，井内应有宽度大于或等于 0.5m 的维修空间。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.3.9 条	氧气管道没有设置阀门。	不涉及
5	有加热保护的（如伴热）管道不应直接埋地，可设在管沟内。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.3.10 条	氧气管道无加热保护。	不涉及
6	挖土共沟敷设管道的要求应符合现行国家标准《工业企业总平面设计规范》GB 50187 的规定。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.3.11 条	氧气管道没有挖土共沟敷设的其他管道。	不涉及
7	带有隔热层及外护套的埋地管道，布置时应有足够柔性，并在外套内有内管热胀的余地。无补偿直埋方法，可用于温度小于或等于 120℃的 D 类流体的管道，并应按照国家现行直埋供热管道标准的规定进行设计与施工。	GB50316-2000 2008 年版 第 8.3.12 条	氧气管道采用自然补偿，迁改段没有设置套管。	符合要求

由上表可知，该项目管道综合布置方案基本符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》（GB50160-2008）、《石油化工厂际管道技术标准》（GB/T51359-2019）、《工业金属管道设计规范》（GB50316-2000，2008

仅用于报告公开，严禁复制

年版）等相关规范的要求。此外，方案未明确管架检查井处防撞设施及限高标志，应补充采限如下安全措施：沧江路快速通道兴海路口处路口段结构两侧应设限高标志。

F4.2 管道工艺系统安全措施

该项目拟迁改的氧气管道现状运行参数如表 F4.2-1 所示。管道单位在气源厂（林德海沧分司、林德漳州厂）安装有截止阀、控制阀、单向阀、流量计、温度变送器、压力变送器等，同时还安装有安全阀和紧急切断阀。

***涉密

以下根据《石油化工厂际管道技术标准》（GB/T51359-2019）、《工业金属管道设计规范（2008年版）》（GB50316-2000）及相应的专业规范《氧气站设计规范》（GB50030-2013）为依据，对管道工艺安全防护措施进行检查评价。

表 F4.2-2　管道工艺安全措施检查表

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案设计检查结果	评价结论
1	厂际管道应在其分支管道靠近主管道处设截断阀。	GB/T51359-2019 第 5.4.1 条	拟迁改氧气管段靠近主管道处有设截断阀。	符合要求
2	当厂际管道长度大于 5km 时，其上、下游企业围墙或用地边界线内的管道上均应设置紧急切断阀、流量和压力监测设施。	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008 第 7.4.7 条	该项目氧气管道在出林德海沧分公司厂区围墙内及厦钨厂区设有紧急切断阀、流量和压力监测设施。	符合要求
3	可燃液体、液化烃和可燃气体管道应在河流大型穿跨越及饮用水水源保护区两端设置截断阀。	GB/T51359-2019 第 5.4.3 条	拟迁改管段没有没有位于河流大型穿跨越及饮用水水源保护区处，可不设截断阀。	符合要求
4	架空敷设的厂际管道应按照现行行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097 的规定采取静电接地	GB/T51359-2019 第5.2.10条	拟迁改段架空氧气管道在分岔处或无分支管道每隔 80m～100m 处，以及与架空电力电缆交叉处	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案设计检查结果	评价结论
	措施。		应设置接地装置，接地电阻不应大于 10Ω。	
	管道在进出装置区（含生产车间厂房）处、分岔处应进行接地。长距离无分支管道应每隔 100m 接地一次。平行管道净距小于 100mm 时，应每隔 20m 加跨接线。当管道交叉且净距小于 100mm 时，应加跨接线。工艺管道的加热伴管，应在伴管进汽口、回水口处与工艺管道等电位连接。风管及保温层的保护罩当采用薄金属板制作时，应咬口并利用机械固定的螺栓等电位连接。	《石油化工静电接地设计规范》SH/T3097-2000 第 4.3.1 条 第 4.3.2 条 第 4.3.3 条 第 4.3.4 条		
5	架空敷设的厂际管道应按照现行国家标准《石油化工装置防雷设计规范》GB50650 的规定采取防雷措施。	GB/T51359-2019 第5.2.11条	拟迁改地面管道均采用钢结构管架架空敷设。方案要求氧气管道每 80m 接地一次，接地电阻要求不小于 10Ω，符合规范要求。	符合要求
	钢框架、管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450mm 的地方，接地点间距不应大于 18m。每组框架，管架的接地点不应少于 2 处。管道中无阀门、无法兰的管段，接地点间距可不大于 30m。	《石油化工装置防雷设计规范》GB50650-2011 2022 年版 第5.8.1条	方案未明确迁改段管架通过立柱与接地装置相连，每组框架管架的接地点不应少于 2 处。	应按规范要求补充
6	管道防雷设计应符合： 1） 每根金属管道均应与已接地的管架做等电位连接，其连接应采用接地连接件；多根金属管道可互相连接后，应再与已接地的管架做等电位连接；2）平行敷设的金属管道，其净间距小于 100mm 时，应每隔 30m 用金属线连接。管道交叉点净距小于 100mm 时，其交叉点立用金属线跨接；3）管架上敷设输送可燃	GB50650-2011 2022 年版 第5.8.3条	管道与管架有等电位连接、平行管道的等电位连接。管廊上管道接地带采用 40*4 镀锌扁钢，埋深 800mm，接地极采用 50*50*5 镀锌角钢，L=2500mm。利用管廊钢柱引下与接地带可靠要相连。	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案设计检查结果	评价结论
	性介质的金属管道，在始端、末端、分支处，均应设置防雷电感应的接地装置，其工频接地电阻不应大于30Ω；			
7	架空敷设厂际管道的防腐设计应符合现行行业标准《石油化工设备和管道涂料防腐蚀设计规范》SH/T 3022 的有关规定。	GB/T51359-2019 第5.5.3条	方案要求：地上架空敷设的碳钢管道、管件、管架均采用环氧富锌底漆一道，膜厚：90μm，环氧云铁中间漆两道，膜厚～120μm，聚氨酯面漆一道，膜厚～70μm。	符合要求
8	在运行中可能超压的管道系统均应设置泄压装置。泄压装置可采用安全阀、爆破片或二者组合使用。安全阀的开启压力（整定压力）除工艺有特殊要求外，为正常最大工作压力的 1.1 倍，最低为 1.05 倍。	GB50316-2000（2008年版）第12.3.1条、第14.2.4条	氧气管道在出厂前的管道上设置压力表、安全阀及压力在线检测报警仪表，当管道压力突然降低超过设定值时，系统发出声光报警；厂内原有安全阀应能满足该项目管道超压泄放的安全要求。	符合要求
9	GC1、GC2 级管道的焊接接头一般应进行超声波或射线检测抽查。GC3 级管道如未发现异常情况，一般不进行其焊接接头的超声波或射线检测抽查。	《工业管道安全技术规程》（TSG 31-2025）	方案提出管道环向对接接头按100%进行射线探伤。	符合要求
10	厂际管道除必须采用法兰连接外，应采用焊接连接，不得采用软管连接；管道补偿应采用自然补偿。	GB/T51359-2019 第5.2.8条	拟迁改段管道全部采用焊接及自然补偿。	符合要求
11	当工作压力大于 1.0MPa，小于等于 3.0MPa 时，管道中氧气最高允许流速为 15m/s。氧气管道上的弯头严禁采用褶皱弯头，氧气管道的连接应采用焊接。采用标准的对焊无缝碳钢弯头时，应采用长半径弯头。	《氧气站设计规范》GB50030-2013 第11.0.8条 第11.0.12	氧气管道采用焊接。管道流速与原管道一致，能满足最大流速为10m/s 的要求。	符合要求
			方案应补充明确：氧气管道上的弯头严禁采用褶皱弯头，采用标准的对焊无缝碳钢弯头时，应采用长半径弯头	应按规范要求执行
12	氧气管道上的法兰、紧固件应按国家现行标准选用，氧气管道法兰用垫片应符合表 11.0.11 的规定。	《氧气站设计规范》GB50030-2013 第11.0.11条	方案设计未明确。	应按规范要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案设计检查结果	评价结论
	设计压力 P(MPa) | 垫 片 ＜0.6 | 聚四氟乙烯垫片、柔性石墨复合垫片 0.6～3.0 | 缠绕式垫片、聚四氟乙烯垫片、柔性石墨复合垫片 3.0～10 | 缠绕式垫片、退火软化铜垫片、镍及镍基合金片 ＞10.0 | 退火软化铜垫片、镍及镍基合金片			设计
13	符合下列条件之一的管道，应列入柔性计算的范围： （1）受室外环境温度影响的无隔热层长距离的管道； （2）管道端点附加位移量大，不能用经验判断其柔性的管道； （3）小支管与大管连接，且大管有位移并会影响柔性的判断时，小管应与大管同时计算。 具备下列条件之一的管道，可不做柔性分析： （1）该管道与某一运行情况良好的管道完全相同； （2）该管道与已经过柔性分析合格的管道相比较，几乎没有变化。	GB50316-2000（2008 年版）第 9.2.1.3 条	该项目氧气管道为常温管道，架空敷设，架空段无隔热层，一定程度上受环境温度影响。原管道运行良好，迁改管道与原管道几乎没有变化。参照厦钨氧气管道运行情况采用自然补偿。	符合要求
14	埋地管道的外表面应做防腐层，防腐层数应按所设计的管道及土壤情况决定，必要时，对长距离和不便检查维修的区域内的管道，可增加阴极保护措施。直接埋地管道，应根据埋设地带土壤的腐蚀等级采取相应等级防腐蚀措施。	《工业金属管道设计规范》GB50316-2000（2008 年版）第 12.3.1 条 第 12.3.2 条 第 12.3.3 条	该项目氧气管道采用无缝钢管。架空管道采用普通级抗紫外线三层熔结粉末防腐外涂层，管道防腐措施符合规范要求。	符合要求
15	1）埋地管道宜采用阴极保护。 2）阴极保护应与防腐层联合实施。 3）阴极保护管道应与非保护金属结构和公共或场区接地系统电绝缘。阴极保护线路管道应与工艺站场内管道、并场设施、非阴极保护的管	《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T21448-2017 第 4.1.1 条 第 4.1.2 条	该项目氧气管道设有强制电流阴极保护系统，强制电流系统并入原有氧气主管道。强制电流系统的安装符合《埋地钢质管道阴极保护技术规范》的有关规定：阴极保护管道应与钢质套管等	符合要求

仅用于报告公开，严禁复制

序号	检查内容及规范要求	评价依据	方案设计检查结果	评价结论
	道和钢质套管等金属结构电绝缘。 4）电绝缘装置安装位置可在管道下列位置处设置绝缘装置；与站场管道连接处；与支线管道连接处；不同金属材料之间；交、直流干扰影响的管段上；阴极保护管道与非保护金属结构之间。 5）绝缘接头和绝缘法兰安装前应进行绝缘电阻检测，绝缘接头安装处应设置测试设施。 6）绝缘接头和绝缘法兰应设置防电涌保护器，防电涌保护器设置不应影响绝缘接头或绝缘法兰的性能。 7）同沟敷设并行管道、同期建设管径相同或相近的并行管道、阴极保护站合建的并行管道宜采用联合阴极保护。同沟敷设阴极保护站分建的并行管道以及非同沟敷设的并行管道宜分别实施阴极保护。 8）分别实施阴极保护的并行管道在投运时应进行联合调试。	第 4.2.1.1 条 第 4.2.1.2 条 第 4.2.1.3 条 第 4.2.1.4 条 第 5.3.1 条 第 5.3.5 条	金属结构电绝缘，并在与支线管道连接处，阴极保护管道与非保护金属结构之间设置绝缘装置。绝缘接头和绝缘法兰安装前有进行绝缘电阻检测，绝缘接头安装处设有测试设施。绝缘接头和绝缘法兰设有防电涌保护器，防电涌保护器设置不影响绝缘接头或绝缘法兰的性能。 本项目氧气管道并入林德海沧氮气阴极保护系统。	

综上所述，该项目拟迁改各管道泄压、防腐、防雷防静电等工艺安全防护措施方案符合规范要求。方案对管道冲击荷载、管道防雷防静电等方面仍应补充采取如下安全对策措施：

1.管架防雷接地措施：管架应通过立柱与接地装置相连，其连接应采用接地连接件，连接件应焊接在立柱上高出地面不低于 450mm 的地方，接地点间距不应大于 18m。每组框架，管架的接地点不应少于 2 处。

2.防雷措施：每根金属管道均应与已接地的管架做等电位连接，其连接应采用接地连接件。

3.氧气管道上的弯头严禁采用褶皱弯头，采用标准的对焊无缝碳钢弯头

仅用于报告公开，严禁复制

时，应采用长半径弯头。各管道外壁颜色、标志应执行《安全色和安全标志》（GB2894-2025）的规定。

4.氧气管道上的法兰、紧固件应按国家现行标准选用。绝缘法兰应满足《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》（SY/T0516-2016）的相关要求。

F4.3 其他安全对策措施分析

1．建设单位应按《危险化学品输送管道安全管理规定》（原安监总局令第43号，第79号修正）及《危险化学品建设项目监督管理办法》（原安监总局令第45号，第79号修正）的要求对管道迁改建设项目进行安全条件审查、安全设施设计审查并组织安全设施竣工验收。

2．该管道迁改建设项目应委托具有化工甲级设计资质的设计单位进行设计和委托有压力管道安装资质的单位进行安装。施工单位应取得相应的施工资质，压力管道安装应委托相关资质单位进行监检，并取得压力管道使用许可证。

3．管道迁改施工涉及对原有管道进行切割、焊接等动火作业，施工前应制定施工方案，并对施工过程进行风险分析和采取停气、吹扫、围护等必要的安全措施确保施工安全及施工后管道系统运营安全。

4.管道施工单位应当严格按照有关国家标准、行业标准的规定对管道的焊缝和防腐质量进行检查，并按照设计要求对管道进行压力试验和气密性试验。

5．氧气管道、阀门等与氧气接触的一切部件，安装前、检修后应进行严格的除锈、脱脂（应按《脱脂工程施工及验收规范》（HG20202-2014）第4章、第5章和第6章的规定彻底的清洁和脱脂）。在安装过程中及安装后应采取有效措施，防止受到油脂污染，防止可燃物、锈屑、焊渣、砂土及其他杂物进入或遗留在管内，并应进行严格的检查。氧气管道安装后应按要求

仅用于报告公开，严禁复制

进行压力及泄漏性试验。

6.架空管道安装前应具备下列条件：1）与管道有关的土建工程已检验合格，并已办理交接手续；2）管道组成件及管道支承件等已检验合格。

仅用于报告公开，严禁复制

附录 5 资料性附件清单

附件 5-1 建设单位营业执照

附件 5-2 项目备案证明

附件 5-3 建设工程规划许可证及规划变更

附件 5-4 管道迁改平面图及立面图

附件 5-5 安全评价报告修改专家确认表

仅用于报告公开，严禁复制