

新疆西部合盛硅业有限公司

工业气体输送项目

安全预评价报告

建设单位：新疆西部合盛硅业有限公司

建设单位法定代表人：郭圆

建设项目单位：新疆西部合盛硅业有限公司

建设项目单位主要负责人：郭圆

建设项目单位联系人：张明贤

建设项目单位联系电话：13150409707

新疆西部合盛硅业有限公司



编制说明

为贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》中的规定：“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”、《危险化学品安全管理条例》、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》等法律法规的要求，新疆西部合盛硅业有限公司特委托新疆新昊兴安全咨询有限责任公司对新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目进行安全预评价。

在评价工作中，我公司认真贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，以国家有关安全的法律、法规、标准、规范为依据，运用定性、定量的评价方法对建设项目存在的危险、有害因素进行公平、公正、科学的辨识、分析和评价，提出合理的预防、控制、减弱、消除事故等治理对策措施，使建设单位在项目建成投产后的安全能够得到保障，以减少或杜绝事故的发生。

本次评价报告编制过程中得到了新疆西部合盛硅业有限公司有关领导、专家和技术人员的大力支持，在此表示衷心感谢！

目录

1 安全评价总则	1
1.1 安全评价目的	1
1.2 安全评价范围	1
1.3 安全评价重点	2
1.4 安全评价程序	2
2 建设项目概况	5
2.1 建设单位及项目背景	5
2.2 建设项目简介	6
2.3 自然条件	6
2.4 周边环境及平面布置	9
2.5 工程规模	12
2.6 主要原、辅材料	15
2.7 工艺流程	16
2.8 主要设备、设施	18
2.9 建（构）筑物	19
2.10 公用工程及辅助设施	19
2.11 消防系统	23
2.12 安全管理与人员配置	23
3 危险、有害因素辨识结果	26
3.1 物质危险、有害因素辨识依据	26
3.2 物质危险、有害因素辨识结果	27
3.3 淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术的辨识	29
3.4 生产过程中的危险及有害因素辨识结果	30
3.5 重点监管危险工艺辨识	30
3.6 装置火灾危险性分类及爆炸危险区域划分	30

3.7 危险化学品重大危险源辨识结果	31
4 评价单元划分和评价方法选择	32
4.1 评价单元划分	32
4.2 评价方法选择	32
5 定性、定量评价	33
5.1 危险有害程度的定性、定量分析结果	33
5.2 固有危险程度和定量风险分析结果	34
5.3 风险程度的分析	35
5.4 外部安全防护距离计算结果	36
5.5 事故案例分析结论	37
6 项目安全条件和安全生产条件分析	39
6.1 搜集、调查和整理建设项目的情况	39
6.2 建设项目安全条件分析	40
6.3 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性	42
7 安全对策措施及建议	45
7.1 建设项目选址、总平面布置的对策措施	45
7.2 工艺技术对策措施	45
7.3 施工过程的对策措施	46
7.4 “两重点一重大”的安全对策措施	47
7.5 安全管理对策措施	48
8 评价结论	51
8.1 危险、有害因素辨识结论	51
8.2 定性、定量评价结论	51
8.3 结论	52
9 与建设单位交换意见的情况和结果	53
F1 评价依据	54

F1.1 国家法律、法规、政府规章、规范性文件	54
F1.2 国家及行业标准	58
F1.3 其他资料	60
F2 危险、有害因素辨识与分析过程	61
F2.1 物质有害因素辨识分析	61
F2.2 项目输气管线的危险、有害因素分析	66
F2.3 输气管线其他危险、有害因素分析	68
F2.4 设备、设施危险、有害因素分析	70
F2.5 自然环境危害因素分析	72
F2.6 施工、检维修过程中的危险、有害因素分析	72
F2.7 安全管理影响因素分析	75
F2.8 危险化学品重大危险源辨识	78
F3 评价方法简介	82
F3.1 安全检查表法	82
F3.2 预先危险分析法	82
F3.3 蒸气云爆炸灾害模型简介	83
F3.4 外部安全防护距离	84
F4 定性、定量评价过程	85
F4.1 项目周边环境、总平面布置、建构筑物单元评价	85
F4.2 预先危险性分析	89
F4.3 事故后果模拟评价	91
F4.4 外部防护距离的符合性分析	92
F5 事故案例分析	97
F5.1 氮气窒息事故	97
F5.2 分析仪引起制氢设备爆炸事故	98
F5.3 氢气燃爆事故	100

F5.4 宁波江宁化工有限公司"8.7"较大事故调查报告	102
F5.5 山东省淄博市正拓气体“2·26”氢气泄漏闪爆事故	105
F5.6 事故案例小结	105
F6 相关附件及附图	107
附件	107
附图	107

1 安全评价总则

1.1 安全评价目的

落实国家《中华人民共和国安全生产法》“安全第一，预防为主，综合治理”的基本方针，确保本项目的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，保证本项目建成后在安全方面符合国家现行的有关法律、法规和标准、规范的规定要求，为本工程下步初步设计、施工图设计提供科学依据，为实现本工程本质安全奠定基础。

根据本项目生产工艺过程、使用的物质、主要设备和设施的操作条件，分析和预测本项目生产过程中固有的或潜在的危险、有害因素，运用安全系统工程的理论和方法，进行定性、定量评价，确定本项目的危险、有害因素产生的条件和严重程度，提出消除、预防和降低这些危险、有害因素的最佳技术措施和方案。

1.2 安全评价范围

本项目为新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目：其中分为两条管段。一条氢气管段，一条氮气管段。

氢气管段：起点为新疆西部合盛硅业有限公司 917 甲醇制氢装置区氢气缓冲罐出口（包括截断阀，起点截断阀之前的管线不在本次评价范围内），架空从管廊接至新疆西部合盛硅业有限公司北侧界区 DN50 氢气管线，界区接口后的管线不在本次评价范围内）。管线长度约 600m；

氮气管段：起点为新疆西部合盛硅业有限公司 216 装置区氮气缓冲罐出口（包括截断阀，起点截断阀之前的管线不在本次评价范围内），架空从管廊接至新疆西部合盛硅业有限公司北侧界区 DN80 氮气管线（界区接口后的管线不在本次评价范围内）。管线长度约 300m。

具体管道走向详见附图：管道平面布置图。

本项目氢气管段设计压力：0.35MPa，工作压力 0.3MPa；氮气管线设计

工程进行实地调查等内容。

2) 辨识与分析危险、有害因素

辨识和分析评价对象可能存在的各种危险、有害因素；分析危险、有害因素及状况、便于实施评价为原则进行。

3) 划分评价单元

评价单元应考虑安全评价的特点，以自然条件、基本工艺条件、危险、有害因素分布及状况、便于实施评价为原则进行。

4) 确定安全评价方法：依据被评价单位的特性，选择相应的安全评价方法。

5) 定性、定量评价：根据评价单元的特性，选择合理的评价方法，对评价对象发生事故的可能性及其严重程度进行定性、定量评价。

6) 分析安全条件和安全生产条件：根据被评价单位的具体因素分析其安全条件及安全生产（经营）条件是否符合国家标准、规范的要求。

7) 对策措施建议

为保障评价对象建成或实施后能安全运行，应从评价对象的总图布置、功能分布、工艺流程、设施、设备、装置等方面提出安全技术措施。从评价对象的组织机构设置、人员管理、物料管理、应急救援管理等方面提出安全管理对策措施；从保证评价对象安全运行的需要提出其他安全对策措施。

8) 安全评价结论

应概括评价结果，给出评价对象在评价时的条件下与国家有关法律法规、标准、规章、规范的符合性结论，给出危险有害因素引发各类事故的可能性及其严重程度的预测性结论，明确评价对象建成或实施后能否安全运行的结论。

9) 与建设单位交换意见

就建设项目安全评价中各个方面的情况，与建设单位反复、充分交换意

盛硅业（鄞善）有限公司、合盛硅业
硅业股份有限公司嘉兴总部生产基地
石河子化工产业园建成年产 40 万吨工
有限公司所用主要原料硅块来自该工

表 2.1-1 新疆西部合盛硅业有限公司基本情况

	郭合盛硅业有限公司	注册地点	新疆石河
	公司(自然人投资或控股的法人独资)	登记机关	新疆生产
	郭圆	注册资本	玖亿
	109年12月16日		
	本公司为上市公司控股子公司，主营业务为：生产、销售、		

目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以相关部门批准文件或许可证件为准)
--

2.1.2 项目建设背景

氮气管线：新疆合盛创新材料有限公司工厂生产、三厂硅粉车间生产需要氮气，若不供给氮气就需要进行购买液氮，两厂均无液氮气化装置，考虑成本及使用问题因此建设此管线。

氢气管线：917 甲醇制氢工段产生的氢气供白炭黑装置使用，多余的氢气进行放空，而创新工厂生产需要氢气，因此建设此管道将多余氢气通过本项目氢气管线接到界区输送至新疆合盛创新材料有限公司。

2.2 建设项目简介

项目名称：新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目

项目建设单位：新疆西部合盛硅业有限公司

项目建设性质：新建

项目建设地点：石河子开发区新疆西部合盛硅业有限公司厂区内

项目投资额：80 万

项目建设内容：建设 2 条工业气体输送主管道，其中：氢气管道约 600 米，氮气管道约 300 米，总长度约为 900 米。

输送介质：氢气及氮气。

项目备案文件及时间：新疆生产建设兵团投资项目备案证，石经开备（2025）264 号，2025 年 11 月 07 日。

2.3 自然条件

2.3.1 气象条件

该项目所处位置属温带、寒温带大陆性干旱半干旱气候区，冬季长而寒冷，夏季炎热，日照强烈，热量适中，降水量少，蒸发量大，空气干燥，春秋季短，气候变化剧烈，气温年较差和日较差都很大。气象灾害有干旱、干热风、暴雨、洪水、霜冻、大风等。

该项目所在区域主要气象指标见下表。

表 2.3-1 所在地气象资料

序号	项目	单位	数值
1	冬季平均	°C	-13.1°C
2	夏季平均	°C	27.8°C
3	极端最高	°C	43.1°C
4	极端最低	°C	-36.8°C
5	夏季最大风速	m/s	17.7
6	冬季最大风速	m/s	10.2
7	年平均风速	m/s	1.5
8	夏季主导风向	--	西南偏南
9	冬季主导风向	--	西北
10	年最小风频方向	SSE	2.6%
11	全年最多	--	南南西(8.11%)
12	年平均蒸发量	mm	1536.5
13	年平均降水量	mm	206.9
14	累年最大一日降水量	mm	316.2
15	累年最大年降水量	mm	39.2
16	平均最大冻土深度	mm	1300
17	年平均日照小时数	h	2800
18	年平均相对湿度	--	65%
19	基本雪压	kN/m ²	2.7
20	基本风压	kN/m ²	0.5
21	年平均大气压	Pa	978.4
22	多年平均雷暴日数	d	17
23	最多雷暴日数	d	25

2.3.2 工程地质

本项目管线拟建于石河子开发区西部合盛硅业有限公司厂区内，依据原有《新疆西部合盛硅业有限公司 20 万吨/年硅氧烷项目岩土工程勘察报告》可知：

场地 50.0m 勘探深度范围内主要为全新统（Q₄）、上更新统（Q₃），按其成因类型、岩性及工程地质特性将其划分为 6 个工程地质单元层和 3 个工程地质亚层，现分述如下：

第①层（Q₄^{ml}）：填土，杂色，稍湿，松散，土的主要成分为粉土，局部含较多建筑垃圾、砾石及植物根系。

第①层（Q₄^{al+pl}）：粉土，黄褐-灰褐色，稍湿，稍密，局部粘粒含量较

高或砂感较强，偶见砾石。地基承载力特征值 $f_{ak}=100\text{kPa}$ 。

第②层 (Q_4^{al+pl})：粉质粘土，土黄-灰褐色，湿，软塑-可塑，含锈黄条纹，浅灰斑块，手搓砂感强，局部渐变为粉细砂。地基承载力特征值 $f_{ak}=120\text{kPa}$ 。

第③层 (Q_4^{al+pl})：粗砂，灰褐色，稍密~中密，饱和，主要成分为石英、长石等，含有直径 2~3cm 的砾石，最大粒径 5cm，含量约为 25%左右，最大达 60%。局部含有薄层粉细砂，分布不均匀。地基承载力特征值 $f_{ak}=180\text{kPa}$ 。

第④层 (Q_4^{al+pl})：粉土，褐黄-灰褐色，湿，稍密。局部夹细砂薄层，见少量砾石，局部粘粒含量高。无光泽，干强度低，韧性低。地基承载力特征值 $f_{ak}=130\text{kPa}$ 。

第④1层 (Q_4^{al+pl})：粗砂，灰色，湿，密实。主要成分为石英、长石等，含有直径 2~3cm 的砾石，最大粒径 5cm，含量约为 25%左右，最大达 60%。地基承载力特征值 $f_{ak}=190\text{kPa}$ 。

第⑤层 (Q_4^{al+pl})：粉土，土黄-灰褐色，湿，中密~密实。土质均匀，局部粘粒含量高。无光泽反应，干强度中等，韧性低。地基承载力特征值 $f_{ak}=140\text{kPa}$ 。

第⑤1层 (Q_4^{al+pl})：粗砂，灰褐色，湿，密实。主要成分为石英、长石等，含有直径 2~3cm 的砾石，最大粒径 5cm，含量约为 30%左右，最大达 70%。地基承载力特征值 $f_{ak}=200\text{kPa}$ 。

第⑥层 (Q_3^{al+pl})：粉土，褐黄色，湿，中密~密实。土质均匀，局部粘粒含量高，见粒径 1cm 左右钙质结核。无光泽反应，干强度中等，韧性低。地基承载力特征值 $f_{ak}=150\text{kPa}$ 。

勘察期间未发现暗塘、暗浜等不利埋藏物；未发现影响场地稳定性的岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降和活动断裂等不良地质

It is essential to ensure that all financial data is recorded correctly and in a timely manner. This involves a thorough understanding of the accounting system and the ability to identify and correct any errors or discrepancies.

The second part of the document focuses on the importance of maintaining accurate records of all transactions and the role of the accounting system in this process.

It is essential to ensure that all financial data is recorded correctly and in a timely manner. This involves a thorough understanding of the accounting system and the ability to identify and correct any errors or discrepancies.

It is essential to ensure that all financial data is recorded correctly and in a timely manner. This involves a thorough understanding of the accounting system and the ability to identify and correct any errors or discrepancies.

具体该项目与周边企业分布情况如下：

表 2.4-1 该项目厂区与周边企业或设施防火间距一览表间距：标准/规划（m）

该项目设施	方位	周边设施	标准距离	规划距离	依据	符合性
氢气管线	北侧	合盛热电厂围墙	--	56	--	符合
氮气管线	北侧	合盛热电厂围墙	--	56	--	符合
氢气管线	西侧	大泉沟水库	--	6374	--	符合
		天山铝业	--	800	--	符合
氮气管线		大泉沟水库	--	6644	--	符合
		天山铝业	--	1026	--	符合
氢气管线	南侧	天富热电厂	--	400	--	符合
氮气管线		天富热电厂	--	634	--	符合
氢气管线	东侧	园区外环路	--	520	--	符合
		夹河子水库	--	1644	--	符合
		下桥子村	--	2650	--	符合
氮气管线		园区外环路	--	355	--	符合
		夹河子水库	--	1365	--	符合
		下桥子村	--	2400	--	符合

注：表中“--”表示无间距要求

注：表中“--”表示无间距要求

2.4.2 平面布置

输气线路走向概述：

1) 氢气管线

氢气管线起点接新疆西部合盛硅业有限公司 917 甲醇制氢装置区的氢气缓冲罐。氢气缓冲罐出口，采用 DN50 管道，设有球阀、气动调节阀、气动

切断阀，阀后采用三通接氮气吹扫管线。后设气动切断阀，向西进入 917 装置管廊（进管廊处设有流量计），向北汇入 917 甲醇制氢装置区北侧管廊，沿厂区管廊向东至水裂解装置Ⅱ线装置区东南侧后，上翻进入南北走向厂区管廊，向北延伸至厂区围墙附近，设置气动切断阀及球阀，再向北延伸至围墙新疆合盛创新材料有限公司接口处。管线总长约 600m，设计压力 0.35MPa，工作压力 0.3MPa。氢气管线依托原有管廊穿越道路 6 次。

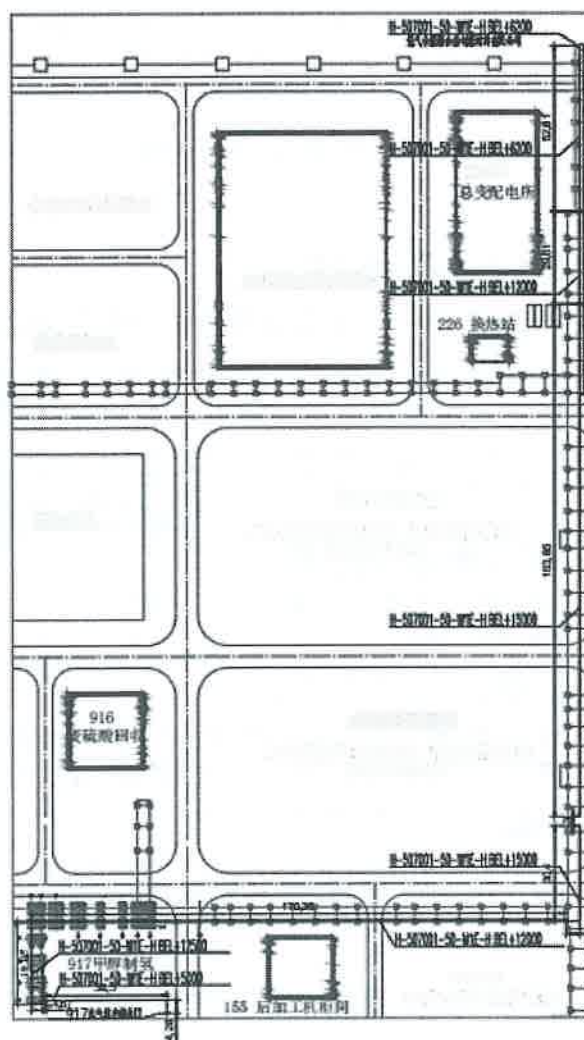


图 2.4-1 氢气管线走向图

2) 氮气管线

氮气管线起点接氮气 216 氮气缓冲罐出口，采用 DN250 管线，出口接有球阀，沿管廊向南至 302 工艺变配电所南侧，接弯头向西至 154 装置机柜

间西侧管廊，该处设有三通一处接往厂区其他用气点（不在本次评价范围），一处变径为 DN80 向北延伸至围墙新疆合盛创新材料有限公司接口处。接口前设有旁路阀组，使用线路设有流量计，流量计前后均设球阀，旁路设有 1 球阀。管线总长约 300m，设计压力 0.8MPa，操作压力 0.7MPa。氮气管线依托原有管廊穿越道路 3 次。

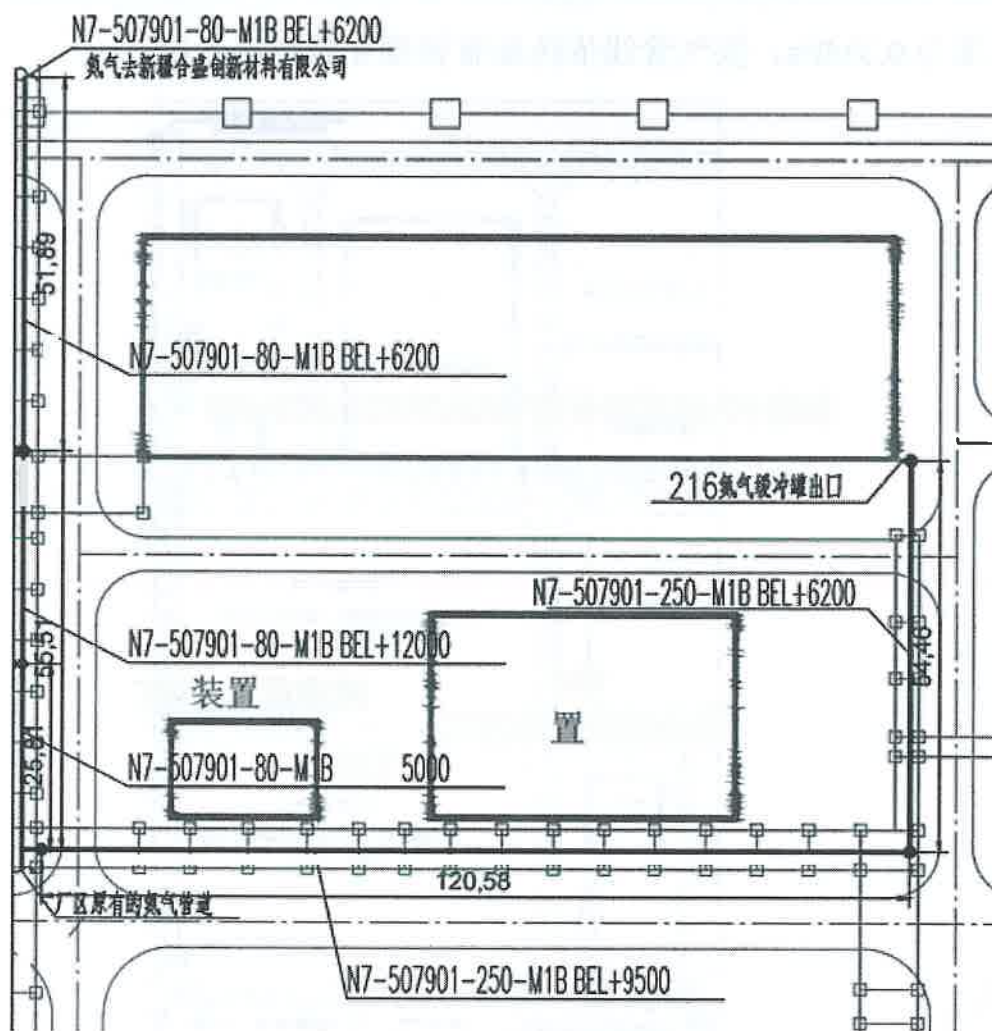


图 2.4-2 氮气管线走向图

2.5 工程规模

2.5.1 输气线路走向

氢气管线：起点为新疆西部合盛硅业有限公司 917 甲醇制氢装置区氢气缓冲罐出口（包括截断阀，起点截断阀之前的管线不在本次评价范围内），架空从管廊接至围墙界区处）。管线长度约 600m；

氮气管线起点接 216 氮气缓冲罐出口，架空从管廊接至围墙界区处。

2.5.2 穿、跨越工程

本项目管道敷设过程未与铁路、水域及沟渠交叉或者并行。

本项目管线敷设于管廊上，架空穿越厂内道路，与厂内道路交叉时的垂直距离不小于 5m。

2.5.3 管道防腐、保温及防静电

1) 防腐保温

本项目管线无需保温，架空管线采用氯磷化聚乙烯底漆及氯磷化聚乙烯进行防腐。

2) 防静电保护

为防止电化学腐蚀，不锈钢管道与管架之间需加聚四氟乙烯垫板。

管道静电接地将所有管道法兰处采用 25X4 的扁钢跨接，最终与设备法兰跨接，由设备引入接地网中。

静电接地的管道，各段间应导电良好。每对法兰或者螺纹接头间电阻值大于 0.03 欧姆时，设线路跨接。管道系统的对地电阻超过 100 欧姆时，采取措施或设两处接地引线，接地引线采用焊接形式。

2.5.4 线路附属物

1) 氢气管线

氢气缓冲罐出口，设有球阀、气动调节阀、气动切断阀，阀后采用三通接氮气吹扫管线。后设气动切断阀，向西进入 917 装置管廊（进管廊处设有流量计），终点前设置气动切断阀及球阀。

2) 氮气管线

216 氮气缓冲罐出口，设有球阀，终点设有旁路阀组，使用线路设有流量计，流量计前后均设球阀，旁路设有 1 球阀。

2.5.5 管道焊接及检验

1) 焊接

(1) 输气管道除阀门连接采用法兰连接外，其余全部采用焊接连接。

(2) 管道焊接及检验按相关标准执行。

(3) 钢管组装时，螺旋焊缝应错开，间距不应小于 100mm 弧长，同时对接时要求内对口器，防止强力对接，保护钢管的防腐层。

(4) 选用持有效证件的焊工参加管道焊接作业。

2) 焊缝检验

管道焊接完成后，进行强度试验及严密性试验之前，必须对焊缝进行外观检查和内部质量检验，外观检查应在内部质量检查之前进行。

本项目管道所有焊接接头选择全周长 100%X 射线检测，返修焊口也需进行射线、超声同时探伤。

2.5.6 管道清管、试压、干燥、置换

试压：液体试压管为道强度试验压力为设计压力 1.5 倍。

如果采用气压试验，应对管道系统的完整性进行风险评估和危害辨识，气压试验的安全操作程序应经过审核。

1) 气压试验时，应将脆性破坏的可能性减少至最低程度，应考虑试验温度的影响。气压试验温度至少要比管道系统材料的最低允许金属温度高 17℃。材料的最低允许金属温度不明时，试验温度不得低于 17℃。试验系统中不得包括铸铁等脆性材料。

2) 试验时应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于 1.1 倍的试验压力。

3) 用作试验的介质应是干燥洁净的空气、氮气或其他不易燃和无毒的气体。

4) 承受内压的金属管道，气压试验压力应不低于 1.1 倍设计压力，同时不超过下列压力的较小者：

(1) 1.33 倍设计压力;

(2) 试验温度下产生超过 90%屈服强度周向应力或纵向应力(基于最小管壁厚度)时的试验压力。

5) 应按以下步骤进行气压试验:

(1) 试验前应进行预试验, 预试验的压力宜为 0.2MPa;

(2) 试验时, 应逐级缓慢增加压力, 当压力升至试验压力的 50%时, 应进行初始检查, 如未发现异常或泄漏, 继续按试验压力的 10%逐级升压(每级应有足够的保压时间以平衡管道的应变), 每级稳压 3min 直至达到规定的试验压力。再将压力降至设计压力, 应用发泡剂检查有无泄漏, 保压时间应根据查漏工作需要确定。

清扫: 管道压力试验合格后, 应进行吹扫与清洗, 管道吹扫与清洗应符合《工业金属管道工程施工规范》(GB50235-2010)中的要求。管道清洗前应仔细检查管道支吊架的牢固程度, 对有异议的部位应进行加固。

干燥: 管道投产前进行干燥, 干燥前, 多次用清管器清扫管内残余水, 然后用干燥压缩空气将剩余水分吹扫干净。干燥压缩空气吹扫时, 在管道末端配置水露点分析仪, 干燥后排出气体水露点连续 2h 比管道输送条件下最低环境温度至少低 5°C。

置换: 投产时, 进行氮气置换, 达到投产条件。若不能确认在管道(或管段)建成后能立即投产, 为确保管道的安全和寿命, 对先期完成的管段或全线及时采用惰性气体对管道内壁进行有效、长期的保护。

2.6 主要原、辅材料

本项目输送介质为 917 甲醇制氢装置氢气缓冲罐氢气及 216 氮气缓冲罐氮气。

2.7 工艺流程

2.7.1 工艺技术方案选择

目前输气管线采用的钢管类型主要有无缝钢管(S)、螺旋缝埋弧焊钢管(SAWH)、直缝埋弧焊钢管(SAWL)和直缝高频焊接钢管(HFW)等。

1) 无缝钢管

无缝钢管采用镇静钢热轧成型，由于无焊缝，其品质均匀度高，理化性能、力学性能较均匀，国产热轧无缝钢管一般管径最大可至 D406.4，热扩后最大管径可至 D711。但无缝钢管因管壁均匀度、负公差和管端椭圆度精度不易控制，一般管壁较厚，价格较高。

2) 螺旋缝埋弧焊钢管

螺旋缝埋弧焊钢管采用镇静钢热轧(控轧)钢板(带)卷制，自动埋弧焊焊接成型，焊缝有热融敷填充金属，焊缝强度一般不低于母材，具有壁厚均匀、规格多、焊缝受力小，价格较无缝钢管低的优点。其主要缺点是焊缝长，存在焊接缺陷的概率大，残余应力大、冷弯受焊缝约束大。

目前国产螺旋缝埋弧焊钢管管径 D323.9~D1422，在国内外油气输送管道应用最为广泛。

3) 直缝埋弧焊钢管

直缝埋弧焊钢管采用镇静钢热轧(控轧)钢板(带)，以 UOE、JCOE、HME 方法成形，自动埋弧焊焊接，焊缝有热融敷填充金属，焊缝强度一般不低于母材，具有焊缝质量好、端口尺寸精度高，易于对口焊接的优点，其主要缺点是焊缝受力大。

目前国产直缝埋弧焊钢管管径 D508~D1219，生产规模相对偏小，所用的高钢级宽厚板料的生产国内还处于起步阶段，价格较螺旋缝埋弧焊钢管高。

4) 直缝高频焊接钢管

直缝高频焊接钢管采用镇静钢热轧(控轧)钢板(带)以轧辊连续滚轧成型,焊接热量由电阻或电感应产生,加热后通过机械力压合而成,无融敷填充金属,焊缝强度不如埋弧焊,具有壁厚均匀、焊缝平滑、外形尺寸精度高,易于对口焊接的优点。

5) 结论

依据《氢气使用安全技术规程》GB4962-2008 第 4.4.4 条,氢气管线应采用无缝金属管道。故采用品质均匀度高,理化性能、力学性能较均匀的无缝钢管。为防止发生氢脆及氢疲劳故氢气管线采用奥氏体不锈钢。

2.7.2 输配系统流程

1) 输气线路走向概述

氢气管线起点接新疆西部合盛硅业有限公司 917 甲醇制氢装置区的氢气缓冲罐。氢气缓冲罐出口,采用 DN50 管道,设有球阀、气动调节阀、气动切断阀,阀后采用三通接氮气吹扫管线。后设气动切断阀,向西进入 917 装置管廊(进管廊处设有流量计),向北汇入厂区管廊(氢气管线设置在顶层,顶层由北至南依次为预留管线、一甲管线、废一甲管线、天然气、仪表气、压缩空气、N3 氮气、氢气、N7 氮气、纯水管线),沿厂区管廊向东约 170m 后,长翻进入南北走向厂区管廊(氢气管线设置在顶层,由西向东依次为仪表气、压缩空气、N3 氮气、氢气、N7 氮气),向北延伸至厂区围墙附近,设置气动切断阀及球阀,再向北延伸至围墙新疆合盛创新材料有限公司接口处。管线总长约 600m,尺寸为 DN50,设计压力 0.35MPa,工作压力 0.3MPa。

2) 氮气管线

氮气管线起点接氮气 216 氮气缓冲罐出口,采用 DN250 管线,出口接有球阀,沿管廊向南至 302 工艺变配电所南侧,接弯头向西至 154 装置机柜间西侧管廊,该处设有三通一处接往厂区其他用气点(不在本次评价范围),一处变径为 DN80 向北延伸至围墙新疆合盛创新材料有限公司接口处。接口

前设有旁路阀组，使用线路设有流量计，流量计前后均设球阀，旁路设有 1 球阀。管线总长约 300m，设计压力 0.8MPa，工作压力 0.7MPa。

3) 上下游关系

本项目氢气管线输送的氢气来着 917 甲醇制氢装置，原料为厂区废旧甲醇，经裂解与转化后经多级吸附、均压、逆放、抽真空等步骤，得到高纯氢气。氢气 917 氢气缓冲罐进入本项目氢气管线。经氢气管线在界区接入新疆合盛创新材料有限公司管线作为燃料使用。

本项目氮气由 216 空分装置精馏分离后的到氮气，通过氮气缓冲罐进入本项目氮气缓冲罐，经氮气管线在界区接入新疆合盛创新材料有限公司管线。

2.7.3 管道材质及厚度

管道线路用管材质考虑国内钢材生产水平、生产能力及施工焊接难易程度的实际情况，结合本项目实际情况进行比选，其化学成分和机械性能均应符合标准《氢气管道设计规范》HG/T 22821-2025 及《流体输送用不锈钢无缝钢管》GB/T 14976-2012 流体输送用不锈钢无缝钢管。

2.8 主要设备、设施

本项目主要设备设施见下表。

表 2.8-1 主要设备设施一览表

序号	项目名称	规格/型号	单位	数量	材质	备注
1	管材	D57x3.5 (DN50)	m	553.1	S30408	氢气管线
		D25x3 (DN20)	m	0.4	S30408	氢气管线
		D273x6 (DN250)	m	191.5	20#	氮气管线
		D89x4 (DN80)	m	116.3	20#	氮气管线
2	球阀	DN50	套	2	S30408	
		DN20	套	3	S30408	
		DN250	套	1	碳钢	氮气管线

序号	项目名称	规格/型号	单位	数量	材质	备注
		DN80	套	3	碳钢	氮气管线
3	流量计	DN50	套	1		氢气管线
		DN80	套	1		氮气管线
4	气动调节阀	DN50	套	1		
5	气动切断阀	DN50	套	3		
6	90° 弯头	DN50 PN16	个	22	S30408	
7	异径三通	DN50X20-3.5	个	1	S30408	
8	90° 弯头	DN250 PN16	个	7	20#	
9	等径三通	DN80 PN16	个	6	20#	

表 2.8-2 特种设备设施一览表

序号	项目名称	规格/型号	单位	数量	材质	备注
1	管材	D57x3.5 (DN50) ; 设计压力0.35MPa	m	553.1	S30408	氢气管线
		D273x3.5 (DN250) ; 设计压力0.8MPa	m	191.5	20#	氮气管线

2.9 建（构）筑物

本项目为管道输送工程，无新建建（构）筑物。管线依托原有管廊进行架空敷设。

2.10 公用工程及辅助设施

2.10.1 供配电

本管道工程主要用电为流量计、压力表等仪表用电。

1) 负荷等级

本管道工程用电负荷等级为三级。

2) 电源

本管道工程主要用电就近依托新疆西部合盛硅业有限公司已有电源。

新疆西部合盛硅业有限公司设有三个变电所，一座 110kV 变电所（301 变电所为 110kV 变电所，电压等级为 110kV、35kV，两路 110kV 电源从 220kV

绿洲变电站 110kV 不同母线段接入，同时 35kV I 段和 II 段备用电源由合盛园区 220kV 变电站 35kV 不同母线段接入。）及 2 座 35kV 变电所（35kV 主工艺装置变配电所 302、35kV 下游深加工变配电所 303）。

本项目氢气管线仪表用电主要依托 303 变电所，303 变电所（区域变电所）为线-变组接线，2 路 35kV 电源引自 301 变电所不同母线，主变共计 2 台，每台容量为 31500kVA，电压等级 35/10kV；10/0.4kV 变压器共计 9 台，其中电加热器变压器共计 3 台，容量为 2000kVA，其他变压器 6 台，容量为 2500kVA。

本项目氮气管线仪表用电主要依托 302 变电所，302 变电所（区域变电所）为线-变组接线，2 路 35kV 电源引自 301 变电所不同母线，主变共计 4 台，每台容量为 25000kVA，电压等级 35/10kV；10/0.4kV 变压器共计 5 台，其中电加热器变压器共计 1 台，容量为 12500kVA，其他变压器 4 台，容量为 16000kVA，主要为主工艺装置提供电源。

新疆西部合盛硅业有限公司变配电设施满足本项目依托需求。

2.10.2 给排水

1) 给水系统

本项目为管道输送项目，不涉及给水。

2) 排水系统

本项目为管道输送项目，不涉及排水。

2.10.3 仪表自控系统

新疆西部合盛硅业有限公司全厂采用三套分散控制系统和两套安全仪表 SIS 系统。另外还设置有 GDS 系统、火灾报警系统和视频监控系统。DCS、SIS、GDS 等系统的控制器设置在现场抗爆机柜室(FRR)。

1) 控制室

本项目控制室依托厂区原有控制室，新疆西部合盛硅业有限公司设置一

个中央控制室（抗爆结构，不在装置区），位于行政办公楼东侧，控制室内设操作室、工程师室、仪表值班室、仪表维修间、UPS 间、空调间等辅助房间。

2) DCS 控制

新疆西部合盛硅业有限公司设置有三套分散控制系统（DCS）。DCS 用以监视、控制装置和公用工程的生产过程。DCS 包括资产设备管理系统（AMS），以提供设备维护和管理平台。DCS 作为基本的过程控制系统，其他控制系统（如 PLC、SIS）将其必要的监控信号传输至 DCS 进行监视。DCS 采用成熟的、经过实际应用检验的系统。系统安全可靠、便于扩展、满足装置生产过程控制、检测和管理需要。DCS 系统的控制器、电源单元和通信单元均采用冗余结构。重要的控制回路和重要检测点的 I/O 卡冗余配置。系统机柜内的直流电源装置按 1:1 冗余配置。所有现场仪表信号直接进入该项目机柜室内的 DCS，所有信号传输至抗爆中央控制室内。满足本项目依托条件。

3) GDS 系统

新疆西部合盛硅业有限公司在中央控制室设置一套 GDS 系统，GDS 系统由控制器，辅助机柜和操作站构成。

GDS 系统采用艾默生集散控制系统，在控制室内完成装置内可燃/有毒气体的检测和报警，并设置用于可燃气体监视用的操作站。

控制室的操作台上设有 GDS 操作站，并配有声光报警，以不同颜色和声音区分可燃气体报警信号和有毒气体报警信号，可监视装置的全部气体报警信号。一旦出现气体检测报警，GDS 操作站可以立刻得到提示信息并可以精确定位到具体区域的该探头的详细情况。

本项目新增可燃气体报警器检测介质为氢气，可燃气体报警器接入厂区原有 GDS 控制系统。

气体监测报警系统设两级报警，一级报警设定值为气体爆炸下限的 25%，二级报警设定值为气体爆炸下限的 50%，氢气比空气轻故可燃气体报警器安装高度在释放源上方 2m 内。

2.11.4 电视监控系统

本项目依托新疆西部合盛硅业有限公司已有工业电视监控系统。新疆西部合盛硅业有限公司设有 1 套工业电视监控系统，摄像机设置于办公区、生产区，视频信号采用同轴电缆和光缆混合的方式传输；控制信号采用控制电缆传输，电源线采用 KVV-3×2.5。控制室操作人员可通过监视器对厂区进行实时监控，视监控系统至少保存 90 天，以便存档查询。

2.11.5 供气

本项目气动阀门所需仪表用气依托厂区已有空分空压站。厂区空压站装置包括空压机与干燥机成套包设备、缓冲罐及后处理系统等。空压站设有在线露点分析设备，和干燥机成套供应。

空压站共设置 5 台 3285Nm³/h 的螺杆空压机，正常四开一备。五台同开时，最大可提供仪表空气及工厂空气共计 13600Nm³/h。

压力：0.6MPa；温度：常温；质量：无油、无尘；仪表风露点：≤-52.8℃。压缩空气能满足本项目依托需求。

2.10.6 维修

本项目依托新疆西部合盛硅业有限公司原有的 131 综合维修库及维修班组，维修任务由新疆西部合盛硅业有限公司统一安排。主要任务如下：

1) 管线巡线：负责管道的巡线，处理漏气、火灾、爆炸等事故，确保管道的安全畅通运行。

2) 仪修：负责所有管线自控系统维护以及一般仪表的校验，对较大的加工件或精密配件外协加工或购买。

3) 电修：负责所有管线电气设备的修理和维护，以小修为主，大修就

近依靠社会力量解决。

2.11 消防系统

本项目消防依托消防主要依托所在开发区赛德消防安全服务有限公司。目前该消防站专职消防员 23 人，其中队长 1 人，政工干部 1 人，专职队员 21 人。公司管理人员 4 人。共采购 7 辆消防车：登高平台消防车（含高喷功能）1 辆、城市主站消防车 1 辆、水罐泡沫消防车 1 辆、干粉泡沫联用消防车 1 辆、重型水罐车 1 辆、化学事故抢险救援消防车 1 辆、消防应急指挥车 1 辆。消防装备器材共计采购了 1254 个品项。新疆西部合盛硅业有限公司是该消防站的共建单位之一。距离该项目约 1.5 公里，发生事故时，可在 5min 内到达现场支援。协议书见附件。

另外，新疆西部合盛硅业有限公司建有一座气防消防合建站。占地 300 平方米，负责本企业中毒、窒息和其他工伤事故的现场抢救。配备有一辆气防救援车，25 吨的消防水车一辆，泡沫车一辆（9 吨水、3 吨泡沫），专职消防队员 16 名。

2.12 安全管理与人员配置

2.12.1 组织机构

根据《中华人民共和国安全生产法》的相关要求，新疆西部合盛硅业有限公司已建立健全较为完善的安全管理体系、安全管理网络及安全管理机构和相关的管理制度，公司建立了安全生产委员会，并设置安全管理机构-安全管理部，各车间及工段设置了专职或兼职的安全员。本项目安全管理依托厂区已有安全管理机构。新疆西部合盛硅业有限公司安全管理网络图如下：

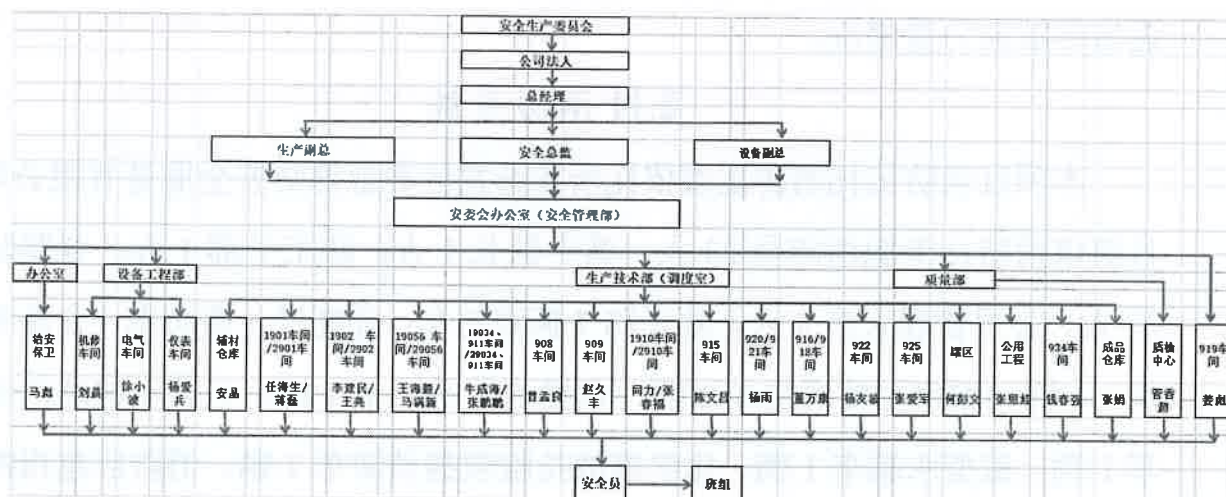


图 2.12-1 安全管理机构图

2.12.2 生产班制和定员

1) 定员

本项目依托新疆西部合盛硅业有限公司现有安全管理及操作人员，不新增作业人员。

2) 人员培训

本项目输送介质氢气属易燃易爆品，生产管理和操作必须严格执行操作规程以保证管道建设和投产后的管理水平。

为确保管道顺利投产和安全运行，要求生产运行岗位的人员在上岗前进行岗位培训，即在本项目投产前 6 个月组织人员进行培训。培训按各岗位分别进行，对于重要设备的维护、维修人员，须在设备生产期间即到制造商所在地进行培训，并要求参加设备调试。

2.12.3 安全管理制度

新疆西部合盛硅业有限公司已制定有安全管理制度，本项目建成后应针对本项目氢气输送管道及氮气输送管道的运行及管理应制定各项规章制度、安全技术操作规程等。

2.12.4 安全教育培训

企业主要负责人和安全管理人員必須經過培訓合格，取得生產企業負責

人安全资格证书和生产企业安全管理人员安全资格证书；各岗位人员经三级安全培训教育，考试合格后方可从事相应的作业或管理工作。

2.12.5 制度建立及应急抢险

管道工程建成后，公司将根据工程特点建立危险作业过程受控管理等管理制度、操作规程、应急预案；制定管道巡线方案，由公司生产技术部负责落实、实施，安全部负责安全监管，施工场所派专人看护。

针对本项目在运营过程中可能造成管线突发泄漏、火灾爆炸、中毒等事故，小型检维修作业可由公司维修班组负责，涉及修补大型抢维修施工委托外部具有施工资质的单位负责。

3 危险、有害因素辨识结果

3.1 物质危险、有害因素辨识依据

1) 依据《危险化学品目录(2015年版)》(应急厅函[2022]300号修改)、《危险货物品名表》(GB12268-2012)和《化学品分类和危险性公示 通则》(GB13690-2009)及各危险物质的危险特性,辨识分析危险有害物质及其危险有害性质。

2) 根据《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)和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2013〕12号),辨识分析本项目是否涉及重点监管的危险化学品。

3) 根据《易制毒化学品管理条例(2018 修正版)》(国务院令第 445 号)及附表《易制毒化学品的分类和品种目录》(2025 年版,依据国办函(2021) 58 号增补),辨识分析本项目是否涉及易制毒危险化学品。

4) 根据《易制爆危险化学品名录(2017 年版)》(中华人民共和国公安部公告),辨识分析本项目是否涉及易制爆危险化学品。

5) 根据《特别管控的危险化学品目录(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 1 号),辨识分析本项目是否涉及特别管控的危险化学品。

6) 根据《卫生部关于印发〈高毒物品目录〉的通知》(卫法监发[2003]142 号)及附表《高毒物品目录》,辨识分析本项目是否涉及高毒物品。

7) 根据《各类监控化学品名录》(中华人民共和国工业和信息化部令第 52 号),辨识分析本项目是否涉及监控化学品。

8) 依据工艺流程、设备清单和相关技术资料,辨识分析生产过程中的危险、有害因素。

9) 依据《生产安全事故分类与编码》(GB 6441-2025),对危险、有

害因素进行辨识和分类。

10) 依据安全管理, 辨识可能导致事故的管理缺陷。

11) 根据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》(安监总管三【2009】116号)和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》(安监总管三【2013】3号), 辨识分析本项目是否涉及危险化工工艺。

12) 依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018), 辨识和分析本项目是否构成重大危险源。

3.2 物质危险、有害因素辨识结果

3.2.1 危险化学品辨识和分析结果

本项目输送介质为氢气、氮气, 依据《危险化学品目录(2015版)》(应急厅函[2022]300号修改)对本项目涉及的物质进行辨别可知: 本项目氢气、氮气属于危险化学品。

本项目危险化学品汇总表见下表。

表 3.2-1 本项目涉及的危险化学品特性表

序号	物质名称	危险化学品序号	危险化学品分类	CAS 号	密度	沸点 °C	凝点 °C	闪点 °C	自燃 点°C	接触限值 mg/m ³	职业危害 程度分级	爆炸 极限% (V/V)	火灾危险性分类	危害特性
1	氮气	172	加压气体	7727-37-9	0.97(空气=1)	-195.6	-209.8	—	不燃	—	—	—	戊	若遇高热,容器内压增大,有开裂和爆炸的危险。
2	氢气	1648		1333-74-0	0.07(水=1)	-253	-259.2	无意义	500			4-75	甲	易燃气体,类别 1 加压气体

3.2.2 重点监管危险化学品辨识与分析结果

根据《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）和《关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号）的规定，本项目氢气属于重点监管的危险化学品。其安全措施和事故应急处置原则详见附录 2.1.2。

3.2.3 易制毒危险化学品辨识与分析结果

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 第 445 号）及《易制毒化学品的分类和品种目录》（2025 年版）进行辨识：本项目不涉及易制毒化学品。

3.2.4 易制爆危险化学品辨识与分析结果

依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》（中华人民共和国公安部公告）进行辨识：本项目不涉及制爆危险化学品。

3.2.5 特别管控的危险化学品辨识与分析结果

根据《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）进行辨识：本项目不涉及特别管控的危险化学品。

3.2.6 高毒物品辨识与分析结果

依据《卫生部关于印发〈高毒物品目录〉的通知》（卫法监发〔2003〕142 号）及附表《高毒物品目录》进行辨识：本项目不涉及高毒物。

3.3 淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术的辨识

依据《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》、《淘汰落后安全技术工艺、设备目录（2016 年）》、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）和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（第二批）》的通知（应急厅〔2024〕86 号）辨识，本项目仅为管道输送不涉及淘汰落后危险化学品安全生

产工艺技术和设备。

3.4 生产过程中的危险及有害因素辨识结果

依据《生产安全事故分类与编码》GB6441-2025 辨识，本项目在生产过程中主要存在的危险有害因素有：火灾、可燃气体爆炸、窒息、高处坠落、物体打击、触电、灼烫等，本项目主要危险有害因素见下表。

素及存在部位汇总如下：

表 3.4-1 主要设备危险有害因素分布情况一览表

单元	生产装置、子单元	诱导性原因、致害物	主要危险有害因素
生产单元	氢气管线	氢气	火灾、可燃气体爆炸、管道爆炸、泄漏
	氮气管线	氮气	窒息、管道爆炸、泄漏
	检维修	氢气、氮气、检维修设备，检维修高处平台	火灾、可燃气体爆炸、高处坠落、物体打击、触电、灼烫

3.5 重点监管危险工艺辨识

依据《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化工工艺目录的通知》（安监总管三〔2009〕116号）和《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管的危险化工工艺目录和调整首批重点监管危险化工工艺中部分典型工艺的通知》（安监总管三〔2013〕3号）进行辨识，本项目仅为管道输送，不涉及国家重点监管的危险化工工艺。

3.6 装置火灾危险性分类及爆炸危险区域划分

依据《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 附录 B.0.1 第 22 条阀门危险区域的划分宜符合下列规定：

- 1) 位于通风良好而未封闭的区域内的截断阀和止回阀周围的区域可不分类；
- 2) 位于通风良好的封闭区域内的截断阀和止回阀周围的区域，在封闭的范围内可划为 2 区；

3) 位于通风不良的封闭区域内的截断阀和止回阀周围的区域, 在封闭的范围内可划为 1 区;

4) 位于通风良好而未封闭的区域内的工艺程序控制阀周围的区域, 在阀杆密封或类似密封周围的 0.5m 的范围内可划为 2 区;

5) 位于通风良好的封闭区域内的工艺程序控制阀周围的区域, 在封闭的范围内可划为 2 区;

6) 位于通风不良的封闭区域内的工艺程序控制阀周围的区域, 在封闭的范围内可划为 2 区。

本项目氢气管线截断阀、工艺程序控制阀均处于露天环境属于通风良好的未封闭区域。

固本项目氢气管线截断阀区域不划分为爆炸危险区域, 本项目氢气管线工艺程序控制阀, 阀杆密封或类似密封周围的 0.5m 的范围内为 2 区。

3.7 危险化学品重大危险源辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 和《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安全生产监督管理局第 40 号, 根据<国家安全监管总局关于废止和修改危险化学品等领域七部规章的决定[安监总局令第 79 号]>修订) 的有关规定, 对本项目进行危险化学品重大危险源辨识, 通过分析辨识, 本项目不构成重大危险源。

具体辨识过程见附录 F2.8。

4 评价单元划分和评价方法选择

4.1 评价单元划分

本次安全评价的单元划分主要根据定性、定量评价所选择的不同方法，以适应评价对象特点、满足评价实际需要为原则，灵活地选择工程的不同部分或关键设备作为评价单元。

本次评价，总体上划分为3个评价单元，评价单元的划分结果见下表。

表 4.1-1 项目危险性分析单元划分一览表

序号	评价单元	评价子单元
1	项目选址、总平面布置	项目选址、总平面布置
2	工艺单元	氢气管线、氮气管线
3	公用工程及辅助工程单元	自控系统

（评价方法介绍详见附录 F3）。

4.2 评价方法选择

本报告选用以下评价方法，对该项目的作业环境、作业条件，生产过程中潜在的危险化学品有害因素，进行定性分析评价：

- 1) 安全检查表法（SCL）
- 2) 预先危险性分析（PHA）
- 3) 事故后果模拟法
- 4) 典型案例分析法

评价方法的选择情况见下表 4.2-1。

表 4.2-1 项目危险性分析单元划分一览表

序号	评价单元	评价子单元	评价方法
1	项目选址、总平面布置	项目选址、总平面布置	安全检查表法
2	工艺单元	氢气管线、氮气管线	预先危险性分析、典型案例分析、事故后果模拟
3	公用工程及辅助工程单元	自控系统	预先危险性分析、典型案例分析

5 定性、定量评价

5.1 危险有害程度的定性、定量分析结果

5.1.1 选址及总平面布置单元评价结果

该项目地址位于新疆维吾尔自治区石河子市经济技术开发区工业园区最北侧新疆西部合盛硅业硅材料循环经济产业园区内（位于认定的化工园区内--石河子经济技术开发区化工园区，园区等级 D 级），无不良地质情况，不受洪水、潮水和内涝的威胁；管线与周边设施的防火间距满足要求，周边无法律、法规予以保护的区域。经过分析，本项目选址符合《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》GB50160-2008、《工业企业总平面设计规范》（GB50187）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489）、《建筑设计防火规范（2018 版）》（GB 50016-2014）等相关标准的要求。

具体评价过程见 F4.1。

5.1.2 预先危险性评价结果

在确定的 2 个评价单元中，氢气管线的火灾、可燃气体爆炸、氮气管线的窒息危险性均达到 III。

公辅设施单元自控系统的仪表故障、紧急停车装置失灵、计算机、DCS 系统无法显示、自动检测部分故障危险性均达到 III。

企业应针对 III 级危险重点采取防范措施。

企业应重点围绕预防、控制、消除和减弱火灾、可燃气体爆炸、窒息等事故方面设置安全设施，加强安全管理。

具体评价过程见 F4.2。

5.1.3 事故后果模拟及多米诺分析结果

采用中国安全生产科学研究院研发的 CASST-QRA 重大危险源区域定量风险评价软件对新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目氢气管线进行蒸汽云爆炸事故模拟计算。氢气管线因管径 DN50，工作压力 0.3MPa，输

送量较小，故该管线蒸汽云爆炸模型事故后果小到可以忽略，无法产生多米诺效应。

5.2 固有危险程度和定量风险分析结果

5.2.1 定量分析建设项目中具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度（含量）、状态和所在的作业场所（部位）及其状况（温度、压力）

拟建项目各危险化学品的数量、浓度、状态及其状况情况见表 5.2-1。

表 5.2-1 具有可燃性、毒性、腐蚀性的化学品数量、浓度、状态及其状况

序号	危险化学品名称	数量 (t)	浓度	状态	操作参数		存在部位	备注
					工作温度 (°C)	工作压力 (MPa)		
1	氢气	0.000385	高纯氢气	气态	常温	0.3MPa	氢气管线	

5.2.2 定量分析建设项目各个单元的固有危险程度

本项目中具有可燃性危险化学品其数量、状态、部位、状况及其燃烧后放出的热量见表 5.2-2 和表 5.2-3。

表 5.2-2 各单元危险化学品的固有危险程度

名称	危险物质名称	可燃性化学品	
		质量 (t)	全部燃烧释放热 (kJ)
管线	氢气	0.000385	54593

表 5.2-3 易燃、可燃物质燃烧热值一览表

物质名称	氢气
燃烧热 (kJ/kg)	141800

5.2.3 具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯 (TNT) 的摩尔量

具有爆炸性的化学品的质量及相当于梯恩梯(TNT)的摩尔量爆炸性化学品的 TNT 当量的公式：

$$W_{TNT} = \frac{AW_f Q_f}{Q_{TNT}}$$

式中：A——蒸气云的 TNT 当量系数，取值为 4%；

W_{TNT} ——蒸气云的 TNT 当量, kg;

W_f ——蒸气云中燃料的总质量, kg;

Q_f ——燃料的燃烧热, kJ/kg;

Q_{TNT} ——TNT 的爆热, 取值为 4500kJ/kg。

计算出 W_{TNT} , 则 $W_{TNT}/227.13$ (TNT 摩尔质量)即为 TNT 摩尔量。

表 5.2-4 主要爆炸性化学物质 TNT 当量计算结果表

序号	单元	物料名称	存在部位	在线量 t	TNT 当量 (kg)	TNT 摩尔量 (g/mol)
1	氢气管线	氢气	氢气管线	0.000354	0.4462	1.965

5.2.4 具有可燃性的化学品的质量及燃烧后放出的热量

根据本项目的特点以及所选用的管道参数, 将本项目涉及的危险化学品的存在部位、数量及相态等参数列表 5.2-5。

表 5.2-5 危险化学品存在情况汇总

序号	物质名称	存在场所	状态	温度	压力	质量 (t)	燃烧后放出的热量 (KJ)
1	氢气	氢气管道	气态	常温	0.3MPa	0.000354	50197.2

氢气的燃烧热为 141800kJ/kg。

5.3 风险程度的分析

5.3.1 建设项目出现具有爆炸性、可燃性、毒性、腐蚀性的化学品泄漏的可能性

本项目为管线输送项目, 输送的介质为氢气、氮气。氢气具有可燃性、爆炸性。氢气泄漏遇空气形成爆炸性气体环境, 可能泄漏的地方有阀门管道的连接处、管道与管道的连接处、设备与相关附件连接处等, 如法兰、阀门、等。为保证本项目气体输送过程中的安全, 氢气输送管道及管道附件均具有密闭性, 杜绝输送过程中气体泄漏到空气中。之后的采购、施工、运行管理等工作, 严格按照相关规范要求执行后, 作业场所危险性物料泄漏的可能性较小。

5.3.2 出现具有爆炸性、可燃性的化学品泄漏后具备造成爆炸、火灾事故的条件和需要的时间

可燃性化学品发生燃烧必须同时具备可燃物、氧化剂、点火源这三个条件。项目氢气为易燃易爆介质与空气形成爆炸性混合物，遇到点火源可能产生火灾爆炸，生产中常见的引火源主要有：明火(如电焊火花等)、雷击、电火花(电气火花、电线短路火花、静电放电火花)、撞击与摩擦火花、聚焦的日光、已经燃烧的物质。

可燃气体与空气混合达到爆炸极限，遇引火源即可发生爆炸事故。可燃气体（氢气）的爆炸极限范围与可燃性混合气的初始温度、初始压力、点火源、可燃气体混合气的氧含量、惰性气体含量及杂质、容器的尺寸及材质有关。氢气的爆炸极限见表 3.1-1。

若氢气出现泄漏，其需要的时间具有不确定性，且难以估计，需要的时间根据泄漏量的大小和遇到激发能源的时间决定。

5.3.3 出现具有毒性的化学品泄漏后扩散速率及达到人的接触最高限值的时间

本项目依据《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》GBZ 2.1-2019 和《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》行业标准第 1 号修改单 GBZ 2.1-2019/XG1-2022 上述物质的职业危害辨识本项目不涉及有毒性化学品

5.3.4 涉及具有爆炸、火灾、中毒的化学品的作业场所出现事故造成人员伤亡的范围

因氢气管线为 DN50，工作压力 0.3MPa，输送量较小，故该管线蒸汽云爆炸模型事故后果小到可以忽略。详见本报告第 F4.3 节

5.4 外部安全防护距离计算结果

项目组调取了《新疆西部合盛硅业有限公司安全现状评价报告》（2024

年 12 月出版) 该报告显示新疆西部合盛硅业有限公司在役装置, 其中 3×10^{-6} 等值线区域无高敏感防护目标、重要防护目标及一般防护目标中的一类防护目标; 1×10^{-5} 等值线区域无一般防护目标中的二类防护目标; 3×10^{-5} 等值线区域无一般防护目标中的三类防护目标, 故个人风险可接受。该项目社会风险曲线在可接受区, 故社会风险可接受。

结论为“据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》(GB/T37243-2019) 第 6.8 条外部安全防护距离确定, 该项目采用 CASST-QRA 软件 V2.0 对该项目进行了个人风险和社会风险计算, 根据 CASST-QRA 软件 V2.0 计算显示, 该项目个人风险和社会风险满足要求, 故该项目外部安全防护距离满足要求。”

本项目氢气涉及易燃气体, 但其设计最大量为与临界比值之和为 0.0000708 与《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018) 中规定的临界值比值之和远远小于 1。因此, 本项目对原有外部安全防护距离不产生影响, 故外部安全防护距离满足要求。

本项目氢气管线因管径 DN50, 工作压力 0.3MPa, 输送量较小, 故该管线蒸汽云爆炸模型事故后果小到可以忽略, 无法产生多米诺效应。

5.5 事故案例分析结论

通过一些典型类似装置的事故案例的分析, 进一步阐述本项目在工程设计、施工、生产和管理中可能存在的危险、有害因素, 以便提前采取措施, 防患于未然。

通过典型事故案例与原因分析可知, 本项目在运行、维修过程中, 均可能发生以上类型的火灾、可燃性气体爆炸、窒息等事故, 因此, 在日常生产中应吸收同类事故的经验教训, 严格遵守操作规程及各项安全管理制度, 避免违章作业, 严把设备质量关, 及时发现各类事故隐患, 尽可能地杜绝事故发生, 以实现整个项目的本质安全化。

同时，应加强对职工的培训与安全教育，使操作人员清楚作业对象的危险源、危险因素以及预防处理措施，以提高发生事故时操作人员的应变能力和自我保护能力。

具体案例见 F5 节。

6 项目安全条件和安全生产条件分析

6.1 搜集、调查和整理建设项目的情况

1) 建设项目周边 24h 生产经营活动和居民生活的情况

该项目地址位于新疆维吾尔自治区石河子市经济技术开发区工业园区最北侧新疆西部合盛硅业硅材料循环经济产业园区的新疆西部合盛硅业有限公司厂区内（位于认定的化工园区内--石河子经济技术开发区化工园区，园区等级 D 级）。

该园区位于石河子行政辖区的最北侧，园区东靠夹河子水库，北临西岸大渠，西距大泉沟水库约 3km，南距北工业园区约 5km，距主城区 20km。

由本报告 2.4 节可知，项目周边拟设防火间距符合要求；由 F4.4 外部防护距离的符合性分析章节可知，项目区外部安全防护距离符合要求。因此，项目事故影响范围主要集中在新疆西部合盛硅业有限公司厂区内。

2) 建设项目所在地的自然条件

本项目所在地的自然条件见 2.3 小节。

3) 危险化学品生产装置和储存设施与重要场所、区域的距离。

本项目与《中华人民共和国危险化学品安全法》第二十二条规定的周边场所、区域的距离见下表：

表 6.1-1 周边场所、区域的距离一览表

序号	场所类别	规范要求距离	拟设距离	符合性
1	居住区以及商业中心、公园等人员密集场所。	《石油化工建筑设计防火标准（2018 年版）》	项目周边 1000m 内无居住区以及商业中心、公园等人员密集场所	符合
2	学校、医院、影剧院、体育场(馆)等公共设施。	GB50160-2008 第 4.1.9 条：	周围 1000m 内无前述公共设施。	符合
3	车站、码头（依法经许可从事危险化学品装卸作业的除外）、机场以及通信干线、通信枢纽、铁路线路、道路交通干线、水路交通干线、地铁风亭以及地铁站出入口。	《公路安全保护条例》（国务院令 第 593 号）第十八条（一）公路用地外缘起向外 100m。	项目周边 100m 范围内没有《公路安全保护条例》所规定需保护的的道路。	符合
4	饮用水源、水厂以及水源保护区。	本项目管线与大泉沟水库间距大于 6km 与夹河子水库大于 1.5km。		符合

序号	场所类别	规范要求距离	拟设距离	符合性
5	生态保护红线、自然保护地、永久基本农田、基本草原、种质资源库（场、区、圃）、畜禽规模化养殖场、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地；	该项目所在地属于工业规划用地，远离基本农田保护区、畜牧区以及渔业区域等生产基地。	项目周边无基本农田保护区、基本草原、畜禽遗传资源保护区、畜禽规模化养殖场（养殖小区）、渔业水域以及种子、种畜禽、水产苗种生产基地。	符合
6	河流、湖泊、水库、海洋、重要调水输水线路、蓄滞洪区；	《中华人民共和国自然保护区条例》第三十二条：在自然保护区的实验区内，不得建设污染环境、破坏资源或者景观的生产设施。	项目周围无河流、湖泊、风景名胜区、自然保护区	符合
7	军事禁区、军事管理区以及有关军事设施；	项目周围 1000m 范围内无军事禁区、军事管理区。		符合
8	核设施；	项目周围 1000m 范围内无核设施		符合
9	法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。	该项目周边 1000m 内无法律、行政法规规定的其他场所、设施、区域。		符合

6.2 建设项目安全条件分析

6.2.1 拟建项目对周边单位、居民影响分析

由本报告表 2.4-1 可知，项目周边拟设防火间距符合要求，本项目管道在敷设过程中与其他厂区已有可燃气体管线之间的垂直净距或水平距离不能满足规范要求，管道发生泄漏后会给相邻管道带来安全隐患。

氢气管道如出现泄漏遇点火源的情况下存在火灾、可燃气体爆炸危险，氮气管道可能发生窒息危险。可能造成沿线作业人员伤亡、建（构）筑物损坏。

由 F4.4 外部防护距离的符合性分析章节可知，本项目氢气涉及易燃气体，但其设计最大量为与临界比值之和为 0.0000708 与《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）中规定的临界值比值之和远远小于 1。因此，本项目外部安全防护距离生产装置和储存设施按相关《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009、《石油化工企业设计防火标准（2018 版）》GB 50160-2008 等规范执行，相关防火间距满足要求。

由 F4.3 事故后果模拟及 F4.4.2 多米诺分析可知本项目氢气管线因管径 DN50，工作压力 0.3MPa，输送量较小，故该管线蒸汽云爆炸模型事故后果

小到可以忽略，无法产生多米诺效应。

本项目采用集散控制系统（DCS）、有毒气体检测报警系统（GDS）系统等，能够降低事故发生的可能性和后果严重性。

该项目在施工过程中存在机械噪声、人员喧哗声。本项目为管道输送项目，运行过程对外部影响较小。

综合以上分析，本项目对周边生产、经营活动和居民生活的影响较小。

6.2.2 周边环境对拟建项目的影响分析

1) 与周边环境相互影响分析

本项目氢气管线与北侧合盛热电厂间围墙间距 56m，与南侧天富热电厂间距 400m，与西侧天山铝业相距 800m。与东侧园区外环路相距 520m，与村庄相距 2650m。

项目地周边 1km 范围内厂址周边无村庄、无居民区，无商业中心、公园等人口密集区域；无学校、医院、影剧院、体育场（馆）等公共设施。无供水水源、水厂及水源保护区；无码头、水陆交通干线；

相邻企业（包括待规划空地新建企业等）建设、施工及生产运行活动可能产生噪声、粉尘等危害，影响项目正常运行。项目建成运行后，相邻企业建设、施工及生产运行中还可能产生明火地点或散发火花地点，可能散发有毒有害烟尘等，还可能有施工、安装人员以及企业生产运营人员在项目区周边活动，可能带来各种生产运营安全隐患。

如果临近周边企业发生火灾、爆炸事故等，可能波及和危害本项目运行安全，可能对本项目的管线造成直接破坏，可能引起氢气、氮气等气体泄漏，造成本项目区的火灾、可燃气体爆炸、窒息等事故的发生。

本项目所在厂区设置围墙，厂区分设人流、物流出入口。本项目与周边企业、道路的拟设防火间距、安全距离符合相关标准的规定。项目区周边邻近空地规划建设时企业应及时做好沟通、调查工作，保持外部安全防护距离，

确保安全。

综合以上分析，周边企业生产、经营活动和居民生活情况对本项目运行后的影响有限，并能够控制在可接受水平。

6.2.3 建设项目所在地自然条件对建设项目投入生产后的影响

地质灾害：该项目拟建场地地形基本平坦。现状条件下，未发现滑坡、泥石流、采空塌陷和地裂缝等灾害。

气象影响：项目区域冬季寒冷，夏季炎热。建设项目区域属于大陆性干旱气候，气温偏高、偏低会对管线造成一定影响。大温差容易造成管路温度应力破坏，可能造成泄漏、挥发及扩散而引发事故，同时，高温、严寒气候易引起人员中暑、受寒及冻伤。若冬季出现持续极端气温天气，结冰会造成管道的冰冻或损坏。

雷击：架空管道的防雷设施未设置、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。

地震：地震对管道工程的危害主要表现在可使管道位移、开裂、折断；可破坏站场设施，导致电、通讯线路中断，引发更为严重的次生灾害。如果采取措施不当，就会使地震灾害扩大。

洪水内涝：洪水可以破坏管道依托管廊支柱的稳固结构，管廊支柱被破坏可能造成管、位移、变形，甚至断裂。

综合以上分析，通过采取相关防护措施，本项目所在地的自然条件对工程影响较小。

6.3 主要技术、工艺和装置、设备、设施及其安全可靠性的

6.3.1 主要技术、工艺安全可靠性的分析

本项目为管线输送项目，输气工艺简单。氢气管线起点接新疆西部合盛硅业有限公司 917 甲醇制氢装置区的氢气缓冲罐。总长约 600m，尺寸为 DN50，设计压力 0.35MPa，工作压力 0.3MPa。管线设有球阀、气动调节阀、

气动切断阀、流量计及氮气吹扫管线。

氮气管线起点接氮气 216 氮气缓冲罐出口，采用 DN250 管线，与三通处变径为 DN80。管线总长约 300m，设计压力 0.8MPa，工作压力 0.7MPa。管线设有流量计、球阀及旁路。

氢气管线及氮气管线均设有现场压力仪表及远程流量计，依托厂区已有管廊进行架空敷设。本项目选择的工艺可以满足安全生产的要求。

6.3.2 主要设备、设施安全可靠分析

本项目氢气管线设置奥氏不锈钢无缝钢管，管线设置 5 套球阀，1 套流量计，1 套气动调节阀，3 套气动切断阀。

氮气管线采用 20#碳钢无缝钢管，管线设置 4 套球阀，1 套流量计。

无缝钢管由于无焊缝，其品质均匀度高，理化性能、力学性能较均匀。故本项目设备可以满足安全生产的要求。

6.3.3 控制系统安全可靠分析

本项目管线设置压力表、流量计便于观察管线压力与累计流量。并在管线设置手动球阀。氢气管线依托厂区原有 DCS 系统设置 1 套气动调节阀，3 套气动切断阀，可进行紧急切断。该项目在工艺控制选择上是合理的。

6.3.4 主要装置、设备、设施与危险化学品储存过程匹配性分析

本项目为管道输送项目，仅建设 1 条氢气管线，1 条氮气管线，不涉及危险化学品的储存。

6.3.5 配套公辅工程的匹配性分析

1) 给排水

本项目不涉及给水及排水。

2) 供配电

本项目只涉及仪表供电，就近依托新疆西部合盛硅业有限公司已有电源。新疆西部合盛硅业有限公司设有三个变电所，本项目用电主要依托 303

变电所，303 变电所（区域变电所）为线-变组接线，2 路 35kV 电源引自 301 变电所不同母线，主变共计 2 台，每台容量为 31500kVA，电压等级 35/10kV；10/0.4kV 变压器共计 9 台，其中电加热器变压器共计 3 台，容量为 2000kVA，其他变压器 6 台，容量为 2500kVA，主要为下游深加工装置及罐区提供电源。满足本项目依托需求。

3) 供气

本项目气动阀门所需仪表用气依托厂区已有空分空压站。空压站共设置 5 台 3285Nm³/h 的螺杆空压机，正常四开一备。五台同开时，最大可提供仪表空气及工厂空气共计 13600Nm³/h。

4) 维修

本项目维修依托新疆西部合盛硅业有限公司原有的 131 综合维修库及维修班组，维修任务由新疆西部合盛硅业有限公司统一安排。

7 安全对策措施及建议

7.1 建设项目选址、总平面布置的对策措施

1) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》GB50160-2008第7.1.2条,管道及其桁架跨越厂内道路的净空高度不应小于5m。在跨越道路的可燃气体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

2) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》GB50160-2008第7.2.2条,可燃气体的管道不得穿过与其无关的建筑物。

3) 依据《氢气使用安全技术规程》GB4962-12008第4.4.6条氢气管道宜采用架空敷设,其支架应为非燃烧体。氢气管道与氧气管道、其他可燃气体、可燃液体的管道共架敷设时,氢气管道应与上述管道之间宜用公用工程管道隔开,或保持不小于250mm的净距。分层敷设时,氢气管道应位于上方。

7.2 工艺技术对策措施

1) 气源应满足相关质量要求,采用密闭系统,使易燃、易爆危险物料—氢气置于密闭的管道系统中,各个连接处采用可靠的密封措施,以防其泄漏。

2) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》GB50160-2008第7.2.1条,可燃气体的金属管道除需要采用法兰连接外,均应采用焊接连接。

3) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》GB50160-2008第7.2.9条,甲、乙A类设备和管道应有惰性气体置换设施。故本项目氢气管线应有惰性气体置换设施。

4) 依据《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》GB50160-2008第7.2.17条,输送可燃气体的管道在进、出石油化工企业时,应在围墙内设紧急切断阀。紧急切断阀应具有自动和手动切断功能。

5) 依据《氢气使用安全技术规程》GB4962-12008 第 4.4.4 条, 氢气管道应采用无缝金属管道, 禁止采用铸铁管道, 管道的连接应采用焊接或其他有效防止氢气泄漏的连接方式。

6) 依据《氢气使用安全技术规程》GB4962-12008 第 4.1.7 条, 氢气浓度可能增加处宜设置固定式可燃气体检测报警仪, 可燃气体检测报警仪应设在监测点(释放源)上方其安装高度宜高出释放源 0.5m-2m 且周围留有不小于 0.3m 的净空, 以便对氢气浓度进行监测。可燃气体检测报警仪的有效覆盖水平平面半径, 室外宜为 15m。

7) 架空管线采用氯磷化聚乙烯底漆及氯磷化聚乙烯进行防腐。为防止电化学腐蚀, 不锈钢管道与管架之间需加聚四氟乙烯垫板。

8) 管道的涂漆应符合《工业设备及管道防腐蚀工程技术标准》GB/T 50726-2023 的相关要求。

9) 定期测定管道管壁厚度, 建立管道防腐档案。

10) 爆炸危险区域内仪表防爆等级应符合《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB50058-2014 的要求。

11) 阀门的执行机构应采用气动型, 有故障安全位置要求的控制阀的执行机构应采用弹簧复位单作用形式。

7.3 施工过程的对策措施

1) 工程的设计、施工、安装、监理应选用有资质的单位, 并由监理和质检单位出具工程质量评估报告。

2) 设备采购应选择具有国家规定资质的生产厂, 特别是压力管道的生产厂家, 应严格审查其生产资质, 挑选生产质量好、信誉好、售后服务有保障的厂家, 以保证质量优良, 安全可靠。

3) 施工中应协调督促各施工单位完善施工组织, 落实各项安全措施, 保证施工安全。

4) 管道施工严格执行停检点制度, 如焊接、防腐、电火花测漏、关键质量控制点, 必须停工检验监督。

5) 运行方和施工方必须签订安全协议并现场交底, 指明危险部位划清作业界限, 明确双方的安全责任, 并彻底清扫管线设备后交给运行方。

6) 运行方应为施工方进入现场作业人员进行安全培训, 讲清安全要求, 如使用工机具的性能要求及限制、人员的着装、行为(不吸烟、不用火、不用手机、不乱动现场设备)等。

7) 管线在制造厂已涂底漆及面漆, 在施工现场应对损坏部位进行补涂。

7.4 “两重点一重大”的安全对策措施

1) 重点监管的危险化学品

本项目涉及的重点监管危险化学品有氢气, 对重点监管危险化学品的安全管理应按照《国家安全监管总局办公厅关于印发首批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则的通知》(安监总厅管三〔2011〕142号)及《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》(安监总管三〔2013〕12号)附件中《第二批重点监管的危险化学品安全措施和应急处置原则》的要求逐项落实。

(1) 企业应针对产品特性, 按照有关规定修订完善的、可操作性强的危险化学品事故应急预案, 配备必要的应急救援器材、设备, 加强应急演练, 提高应急处置能力。

(2) 危险化学品的操作人员必须经过专门培训, 严格遵守操作规程, 熟练掌握操作技能, 具备应急处置知识。

(3) 危险化学品密闭操作, 严防泄漏, 全面通风。远离火种、热源, 工作场所严禁吸烟。可能造成释放源区域应设置泄漏检测报警仪。

(4) 在可能发生泄漏的场所设置安全警示标志。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。

2) 重点监管的危险化工工艺

本项目不涉及重点监管的危化工工艺。

3) 危险化学品重大危险源

本项目不涉及重大危险源。

7.5 安全管理对策措施

1) 运行安全管理对策措施

(1) 对巡线人员加强安全教育和业务培训。了解物料泄漏等危险、危害因素的知识，具备应变处理的能力，有预防火灾、可燃气体爆炸等事故和职业危害的知识和能力，在紧急情况下能采取正确的应急方法，事故发生时有自救和互救能力。

(2) 安全员及从业人员均应经培训机构培训、考核，持证上岗。

(3) 按照《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部令第2号，2019年9月1日起施行）及《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020的要求修订事故应急救援预案，并对修订的应急预案进行评审，并形成书面评审纪要，报当地应急管理部门备案，并定期进行演练，演练结束后对应急预案演练效果进行评估，撰写评估报告并提出修订意见。

(4) 建立、健全特殊作业管理制度；对动火、用电、有限空间等特殊作业建立管理制度，实行工作票制度，有专人监管。

(5) 严把检修质量关，按期对管线进行检验，防止因腐蚀发生泄漏。定期对管道进行检测、维修，确保其处于良好状态；对管道安全风险较大的区段（如：穿越段）和场所应当进行重点监测，采取有效措施防止管道事故的发生。

(6) 管线运行过程中应清晰界定并落实各级调度和操作人员的责任并建立高效可靠的通信系统；制定并完善《管线调度操作规程》。

(7) 本项目建成后应配备特种设备安全总监及特种设备安全员。

(8) 作业人员或检修人员对氮气管线进行作业及检修过程应携带便携式气体检测仪。

(9) 特种作业人员如高处作业人员、电工作业、焊接与热切割作业等特种作业人员须取得特种作业操作证，方可上岗作业。

2) 安全“三同时”过程控制对策措施

在完成本项目安全预评价工作后，建设单位应根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》的要求，进行如下程序：

(1) 建设项目的安全设施必须同主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。建设项目试生产期间，建设单位应当按照本办法的规定委托有相应资质的安全评价机构对建设项目及其安全设施试生产（使用）情况进行安全验收评价，且不得委托在可行性研究阶段进行安全评价的同一安全评价机构。

(2) 建设项目投入生产和使用前，建设单位应当组织人员进行安全设施竣工验收，作出建设项目安全设施竣工验收是否通过的结论。参加验收人员的专业能力应当涵盖建设项目涉及的所有专业内容。

(3) 管道工程的设计、施工、监理应委托有相应资质的单位，并由监理和质检单位出具工程质量评估报告。

(4) 运营单位主要负责人、管输工程分管负责人、安全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，并由有关主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后方可任职。

3) 本项目所有的特种设备在使用前应到当地质量技术监督部门进行登记注册，并在实际生产过程中严格执行《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令 第 373 号，依据《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》（国务院令 第 549 号）修订）及《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国国家主席令[2013]第四号公布）的有关规定，进行

定期检验、检测，以确保特种设备的安全运行。

8 评价结论

8.1 危险、有害因素辨识结论

通过对新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目各个环节进行安全预评价，得出了工程的具体评价结论，分述如下。

1) 依据《危险化学品目录(2015版)》(应急厅函[2022]300号修改)，本项目涉及危险化学品的有：氢气、氮气。

2) 本项目涉及危险化学品氢气为重点监管危险化学品。

3) 本项目特点是输送易燃、易爆物质氢气及窒息性气体氮气。可能发生的事故类型有火灾、可燃气体爆炸、窒息、管道爆炸、泄漏等。

4) 输气管道的主要破坏因素包括：管道腐蚀穿孔、管线材料缺陷或焊口缺陷隐患、自然灾害等。

5) 本项目未构成危险化学品重大危险源。

8.2 定性、定量评价结论

1) 选址及总平面布置单元

运用安全检查表对管线工程选址及总平面布置进行了检查，均符合要求。

2) 工艺单元、公用工程及辅助工程单元

(1) 预先危险性分析评价：在确定的2个评价单元中，氢气管线的火灾、可燃气体爆炸、氮气管线的窒息危险性均达到III。

公辅设施单元自控系统的仪表故障、紧急停车装置失灵、计算机、DCS系统无法显示、自动检测部分故障危险性均达到III。

企业应针对III级危险重点采取防范措施。围绕预防、控制、消除和减弱火灾、可燃气体爆炸、窒息等事故方面设置安全设施，加强安全管理。

(2) 事故后果模拟评价及多米诺效应分析：因氢气管线为DN50，工作压力0.3MPa，输送量较小，故该管线蒸汽云爆炸模型事故后果小到可以忽

略，无法产生多米诺效应。

(3) 外部安全防护距离计算结果

项目组调取了《新疆西部合盛硅业有限公司安全现状评价报告》（2024年12月出版）本次管线项目的建设不会导致全厂外部防护距离发生变化仍旧满足《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）的要求。

3) 通过项目的安全条件和安全生产分析，从管线的危险有害因素对周边单位生产、经营活动或者居民生活的影响、周边单位生产、经营活动或者居民生活对本项目的影响以及当地自然条件对本项目的影响，得出本项目的选址符合安全条件。

4) 通过对本项目主要技术、工艺和装置、设备、设施安全可靠分析：本项目的技术、设备可以满足安全生产的需要，主要设备设施、控制能力匹配，项目的辅助工程能满足安全生产的需要。

8.3 结论

评价组通过总结本次预评价工作的阶段性成果，通过对项目选址、总平面布置、工艺设备、应急救援、安全管理等方面提出了针对性补充建议安全对策措施。这些建议及安全对策措施应能够为下一步工程设计、施工建设、制定安全卫生管理措施、编制工程事故应急预案以及在工程竣工运行后进行安全生产管理方面提供指导和参考。

新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目符合国家有关法律、法规、技术标准有关项目设立方面的安全要求，评价组认为在设计、施工、运行管理中切实落实本报告提出的各项安全措施后，可以有效的保证安全生产，该建设项目具备了安全审查许可的条件。

9 与建设单位交换意见的情况和结果

在编制报告过程中，企业及评价单位多次通过电话和电子邮件进行交流，一方面，针对该项目可研中不明确之处与建设单位交换意见；另一方面，在本安全评价报告编制完成后，也与建设单位交换了意见。交流意见主要如下：总平面布置、工艺及辅助设备、自动控制、公用工程及辅助设施等方面。

建设单位明确表示，对本报告中所提出的危险、有害因素要引起重视，同时将报告中所提出的安全对策措施与建议作为安全设施设计、项目施工和生产运行时的依据，保证该项目的施工和运行的本质安全。

新疆西部合盛硅业有限公司对本次安全评价报告（电子交流版）的内容进行了核对和修改，同意我单位在本报告中提出的安全对策措施与建议，认可本报告的结论。

项目建设单位：新疆西部合盛硅业有限公司

签字（盖章）：



项目安全评价单位：新疆新昊兴安全咨询有限责任公司

签字（盖章）：



F1 评价依据

F1.1 国家法律、法规、政府规章、规范性文件

- 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2002〕第70号发布，依据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》主席令第88号修订，修订实施日期2021年9月1日）
- 《中华人民共和国危险化学品安全法》（中华人民共和国主席令，第六十四号。由中华人民共和国第十四届全国人民代表大会常务委员会第十九次会议于2025年12月27日通过，2026年5月1日起施行。）
- 《中华人民共和国劳动法》（中华人民共和国主席令第28号，依据《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》中华人民共和国主席令第24号第二次修正，实施日期2018年12月29日）
- 《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令第52号；2018年12月29日修订）
- 《中华人民共和国劳动合同法（修正案）》（中华人民共和国主席令第29号，实施日期2008年1月1日；中华人民共和国主席令第65号，根据《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国劳动合同法〉的决定》修订，2013年7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[1998]第4号，根据2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律》中华人民共和国主席令第81号第二次修正，修订实施日期2021年4月29日）
- 《中华人民共和国职业病防治法（2018年版）》（中华人民共和国主席令第60号，依据《关于修改〈中华人民共和国劳动法〉等七部法律的决定》中华人民共和国主席令第24号第四次修正，修订实施日期2018年12月29日）
- 《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令第4号，

2014年1月1日实施)

- 《特种设备安全监察条例》（中华人民共和国国务院令第373号，依据《国务院关于修改〈特种设备安全监察条例〉的决定》（国务院令第549号）修订，实施日期2009年5月1日）

- 《建设工程安全生产管理条例》中华人民共和国国务院令第393号，2003年11月12日国务院第28次常务会议通过，2004年2月1日起实施）

- 《工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令第375号，2010年12月8日国务院第136次常务会议通过，2011年1月1日起施行）

《国务院办公厅关于印发危险化学品安全综合治理方案的通知》（国办发〔2016〕88号）

- 《安全生产治本攻坚三年行动方案(2024-2026年)》（国务院安委会，2024年1月21日发布）

- 《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令第88号，根据中华人民共和国应急管理部令第2号《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》修订，2019年9月1日起施行）

- 《危险化学品安全管理条例》(国务院令第344号公布，2011年2月16日国务院第144次常务会议修订通过(591号)，根据2013年12月7日《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订(645号)

- 《生产安全事故报告和调查处理条例》（中华人民共和国国务院令第493号，根据《关于修改〈生产安全事故报告和调查处理条例〉罚款处罚暂行规定等四部规章的决定》（国家安全生产监督管理总局令第77号）修订，实施日期2015.5.1）

- 《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法》（2011年8月5日国家安全生产监督管理总局令第41号公布，自2011年12月1日起施行；根据2015年5月27日国家安全生产监督管理总局令第79号修正；根据2017

年 3 月 6 日国家安全生产监督管理总局令第 89 号修正)

- 《有限空间作业安全指导手册》（应急厅函〔2020〕299 号，2020 年 10 月 29 日发布）

- 《有限空间作业事故安全施救指南》（应救协调〔2021〕5 号，2021 年 5 月 11 日发布）

- 《危险化学品目录（2015 版）》（国家安全监管总局等 10 部门公告 2015 年第 5 号，依据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修订，实施日期 2023 年 1 月 1 日）

- 《特别管控的危险化学品目录（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，自 2020 年 5 月 30 日起施行）

- 《关于公布<首批重点监管的危险化学品名录>的通知》（原安监总管三〔2011〕95 号）

- 《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》安监总管三〔2013〕12 号，自 2013 年 2 月 5 日起施行）

- 《易制毒化学品管理条例》（2005 年 8 月 26 日中华人民共和国国务院令 第 445 号发布 根据 2014 年 7 月 29 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第一次修订 根据 2016 年 2 月 6 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第二次修订 根据 2018 年 9 月 18 日《国务院关于修改部分行政法规的决定》第三次修订）

- 《易制毒化学品的分类和品种目录》（2025 年版，公安部 商务部 国家卫生健康委员会 应急管理部 海关总署 国家药品监督管理局公告，实施日期 2024 年 9 月 1 日）

- 《卫生部关于印发《高毒物品目录》的通知》（卫法监发〔2003〕142 号，

2003 年 6 月 10 日起施行)；

- 《生产经营单位安全培训规定》(国家安全监管总局第 3 号令, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安全监管总局令第 80 号修正, 2015 年 7 月 1 日起施行)；

- 《安全生产培训管理办法》(国家安全监管总局第 44 号令, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安全监管总局令第 80 号修正, 2015 年 7 月 1 日起施行)；

- 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局 30 号令, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安全监管总局令第 80 号修正, 2015 年 7 月 1 日起施行)；

- 《易制爆危险化学品名录》(2017 年版)(公安部 2017 年 5 月 11 日实施)

- 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安全生产监督管理局第 40 号, 根据<国家安全监管总局关于废止和修改危险化学品等领域七部规章的决定[安监总局令第 79 号]>修订, 修订实施 2015.7.1)

- 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国家安全监管总局令第 36 号, 根据 2015 年 4 月 2 日国家安全监管总局令第 77 号修改, 2015 年 5 月 1 日起施行)；

- 《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)

- 《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(第二批)》的通知, 应急厅〔2024〕86 号, 2024 年 3 月 8 日)

- 《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, 自 2013 年 6 月 20 日起实施)

- 《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

局第 45 号令，根据 2015 年 5 月 27 日国家安全监管总局令第 79 号修正)

- 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，2007 年 12 月 12 日)

- 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，2022 年 6 月 10 日实施)

- 《特种设备使用单位落实使用安全主体责任监督管理规定》(国市场监督管理总局令第 74 号，自 2023 年 5 月 5 日起施行)

- 《新疆维吾尔自治区安全生产条例》(2007 年 9 月 28 日新疆维吾尔自治区第十届人民代表大会常务委员会第三十三次会议通过 2023 年 9 月 28 日新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会第五次会议修订，2023 年 12 月 1 日起施行)

- 《新疆维吾尔自治区消防条例》(2011 年 3 月 25 日新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会第二十六次会议通过 根据 2012 年 3 月 28 日新疆维吾尔自治区第十一届人民代表大会常务委员会第三十五次会议《关于修改部分地方性法规的决定》第一次修正 根据 2022 年 7 月 29 日新疆维吾尔自治区第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议《关于修改〈新疆维吾尔自治区消防条例〉的决定》第二次修正 根据 2024 年 11 月 28 日新疆维吾尔自治区第十四届人民代表大会常务委员会第十六次会议《关于修改〈新疆维吾尔自治区农村集体经济组织资产管理条例〉等九部地方性法规的决定》第三次修正，新人常[2024]44 号)

F1.2 国家及行业标准

- 《氢气使用安全技术规程》GB4962-2008
- 《工业金属管道设计规范(2008 版)》GB50316-2000
- 《石油化工企业设计防火标准(2018 年版)》GB50160-2008
- 《建筑设计防火规范(2018 版)》GB50016-2014

- 《建筑防火通用规范》 GB55037-2022
- 《消防设施通用规范》 GB55036-2022
- 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- 《企业职工伤亡事故分类》 GB6441-1986
- 《安全色和安全标志》 GB 2894-2025
- 《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》 GB39800.1-2020
- 《生产设备安全卫生设计总则》 GB5083-2023
- 《中国地震动参数区划图》 GB18306-2015
- 《危险化学品重大危险源辨识》 GB18218-2018
- 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
- 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- 《工业金属管道设计规范（2008 年版）》 GB50316-2000
- 《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012
- 《化工企业总图运输设计规范》 GB50489-2009
- 《建筑工程抗震设防分类标准》 GB50223-2008
- 《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》 GB36894-2018
- 《生产安全事故分类与编码》 GB 6441-2025
- 《氢系统安全的基本要求》 GB/T 29729-2022
- 《图形符号安全色和安全标志第 5 部分：安全标志使用原则与要求》
GB/T2893.5-2020
- 《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》 GB/T50493-2019
- 《工业电视系统工程设计标准》 GB/T50115-2019
- 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》 GB/T29639-2020
- 《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》

GB/T37243-2019

- 《固定式金属梯及平台安全要求第 1 部分:直梯》 GB 4053.1-2025
- 《固定式金属梯及平台安全要求第 2 部分:斜梯》 GB 4053.2-2025
- 《固定式金属梯及平台安全要求第 3 部分:工业防护栏杆及平台》 GB 4053.3-2025

- 《自动化仪表选型设计规范》 HG/T20507-2014
- 《仪表供电设计规范》 HG/T20509-2014
- 《仪表供气设计规范》 HG/T20510-2014
- 《氢气管道设计规范》 HG/T 22821-2025
- 《化工装置设备布置设计规定》 HG/T 20546-2009
- 《工业管道安全技术规程》 TSG 31-2025
- 《安全评价通则》 AQ8001-2007
- 《安全预评价导则》 AQ8002-2007

F1.3 其他资料

- 1) 安全评价合同及委托书;
- 2) 新疆西部合盛硅业有限公司提供的项目其它资料、文件。

F2 危险、有害因素辨识与分析过程

F2.1 物质有害因素辨识分析

F2.1.1 主要危险、有害物质

本项目输送介质为氢气、氮气。

根据《危险化学品目录（2015 版）》（应急厅函[2022]300 号修改）辨识，本项目涉及到的危险化学品为氢气、氮气。

本项目涉及的危险化学品其危险特性如下表所示。

1) 氢气：

表 F2.1-1 氢气理化性质及危险特性一览表

标识	中文名：氢，氢气	英文名：hydrogen	
	分子式：H2	分子量：2.02	CAS 号：1333-74-0
理化特性	性状：无色无味气体		
	熔点(℃)：-259.2	溶解性：不溶于水，微溶于乙醚、乙醇	
	沸点(℃)：-252.8	聚合危险：不聚合	
	饱和蒸汽压(kPa)：13.33（-257.9℃）		相对密度（空气=1）：0.07
	临界温度(℃)：-240	燃烧热（kJ/mol）：-241.0	
	临界压力(MPa)：1.30	自然温度(℃)500~571	
燃烧爆炸危险性	燃烧性：易燃	危险的分解产物：无意义	
	爆炸极限(体积分数)/%：4.0-75	稳定性：稳定	
	禁忌物：强氧化剂、卤素		
	危险特性：气体比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸.氢气与氟、氯、溴等卤素会激烈反应。		
	灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉 灭火方法：切断气源，若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。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。尽可能地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。		
毒性	无资料		
对人体危害	侵入途径：吸入 健康危害：本品在生理学上是惰性气体，仅高浓度时，由于空气中的氧分压降低才引起窒息。在很高的分压下，氢气可呈现出麻醉作用。		
急救	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。		

防护	呼吸系统：高浓度接触时可佩戴空气呼吸器 身体防护：穿防静电工作服 手防护：戴一般作业手套 其他：工作场所严禁吸烟，避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其他高浓度区作业，须有人监护。
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区至上风处，并进行隔离，控制人员进入。切断火源。应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿消防防护服。合理通风，加快扩散。如有可能将漏出气体用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉，漏气容器妥善处理，修复检验后再用。
操作注意事项	操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程。操作人员穿防静电工作服。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。使用防爆型的通风系统和设备。防止气体泄漏到工作场所空气中。避免与氧化剂、卤素接触。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。
储运	存于阴凉、通风仓间内。仓内温度不宜超过 30 度。远离火种热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、氧化剂卤素等分开存放。仓间内照明通风等设施应用防爆型，开关设在仓外。并配备相应的消防器材，禁止使用易产生火花的机械设备和工具。 验收时要注意品名，验瓶日期，先进仓的先用，轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。
运输注意事项	采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉；高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。严禁与氧化剂、卤素等混装混运。夏季应早晚运输，防止日光暴晒。中途停留时应远离火种、热源。
包装方法	钢质气瓶。

2) 氮气:

表 F2.1-2 氮气理化性质及危险特性一览表

标识	中文名	氮；氮气	英文名	nitrogen
	分子式	N ₂	相对分子质量	28.01
	化学类别	非金属单质		
成分组成	主要成分	高纯氮≥99.9999%；工业级一级≥99.5%二级≥98.5%		
	外观与性状	无色无臭气体		
	主要用途：	用于合成氨，制硝酸，用作物质保护剂、冷冻剂。		

	健康危害	空气中含有氮气量过高,使吸入氧气分压下降,引起缺氧窒息。吸入氮气浓度不太高时,患者最初感胸闷、气短、疲软无力;继而有烦躁不安、极度兴奋、乱跑、叫喊、精神恍惚、步态不稳,称之为“旦酩酊”,可进入昏睡或昏迷状态。 吸入高浓度,患者可出现昏迷、呼吸心跳停止而死亡。 潜水员深潜时,可发生氮的麻醉作用;若从高压环境过快转入常压环境,体内会形成氮气气泡,压迫神经、血管造成微血管阻塞,发生“减压病”。		
	燃爆危险	本品不燃		
急救措施	呼吸系统防护	一般不需要特殊防护。当作业场所空气中氧气浓度低于 18% 时,必须佩戴空气呼吸器、氧气呼吸器或长管面具。		
	眼睛防护	一般不需要特殊防护。		
	其它防护	避免高浓度吸入。进入罐、限制性空间或其它高浓度区作业,须有人监护。		
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保持呼吸道通畅,如呼吸困难时给输氧。呼吸停止时,立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。		
	灭火方法	本品不燃。用雾状水保持火场中容器冷却。		
泄漏应急处理	应急行动	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。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器,穿一般防护服。尽可能切断泄漏源,合理通风,迅速扩散。漏气容器要妥善处理,修复检验后再用。		
操作处置与储存	操作处置注意事项	密闭操作。提供良好的自然通风条件。操作人员必须经过专门培训,严格遵守操作规程。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬动时轻装轻卸,防止钢瓶及附件破损。配备泄漏应急处理设备。		
	储存注意事项	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。远离火种、热源。库温不宜超过 30℃。储区应备有泄漏应急处理设备。		
理化性质	熔点(℃)	-209.8	闪点(℃)	无意义
	沸点(℃)	-195.6	燃烧性	不燃
	相对密度(水=1)	0.81(-196℃)	相对密度(空气=1)	0.97
	引燃温度(℃)	无意义	饱和蒸汽压(Kpa)	1026.42(-173℃)
	临界温度(℃)	-147	临界压力(MPa)	3.4
运输信息	包装类别	III	危险货物编号	22005
	CAS 号	7727-37-9	UN 编号	1066
	包装标志	不燃气体	包装方法	钢制气瓶
	运输注意事项	采用钢瓶运输时,必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放,并将瓶口朝同一方向,不可交叉;高度不得超过车辆的防护栏板,并用三角木垫卡牢,防止滚动。严禁与易燃物或可燃物等混装混运。夏季应早晚运输,防止日光暴晒。铁路运输时要禁止溜放。		

F2.1.2 重点监管的危险化学品

据《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）和《关于公布第二批重点监管危险化学品名录的通知》（安监总管三〔2013〕12号）的规定，本项目氢气属于重点监管的危险化学品。

企业应针对重点监管的危险化学品的物质特性，在工作场所应安装可燃气体检测报警器，建立独立的局部排风和全面通风，远离火种、热源；并按照规定编制完善的、可操作性强的危险化学品事故应急预案，配备必要的应急救援器材、设备，加强应急演练，提高应急处置能力。其安全措施和应急处置原则如下：

表 F2.1-3 氢气的应急处置的安全措施和应急处置原则一览表

特别警示	极易燃气体。
理化特性	无色、无臭的气体。很难液化。液态氢无色透明。极易扩散和渗透。微溶于水，不溶于乙醇、乙醚。分子量 2.02，熔点-259.2℃，沸点-252.8℃，气体密度 0.0899g/L，相对密度（水=1）0.07(-252℃)，相对蒸气密度（空气=1）0.07，临界压力 1.30MPa，临界温度-240℃，饱和蒸气压 13.33kPa(-257.9℃)，爆炸极限 4%~75%（体积比），自燃温度 500℃，最小点火能 0.019mJ，最大爆炸压力 0.720MPa。 主要用途：主要用于合成氨和甲醇等，石油精制，有机物氢化及作火箭燃料。
危害信息	【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热或明火即发生爆炸。比空气轻，在室内使用和储存时，漏气上升滞留屋顶不易排出，遇火星会引起爆炸。在空气中燃烧时，火焰呈蓝色，不易被发现。 【活性反应】 与氟、氯、溴等卤素会剧烈反应。 【健康危害】 为单纯性窒息性气体，仅在高浓度时，由于空气中氧分压降低才引起缺氧性窒息。在很高的分压下，呈现出麻醉作用。
安全措施	【一般要求】 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。密闭操作，严防泄漏，工作场所加强通风。远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。生产、使用氢气的车间及贮氢场所应设置氢气泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备。建议操作人员穿防静电工作服。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、温度计，并应装有带压力、温度远传记录和报警功能的安全装置。 避免与氧化剂、卤素接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 【特殊要求】 【操作安全】 (1) 氢气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。制氢和充

	灌人员工作时,不可穿戴易产生静电的服装及带钉的鞋作业,以免产生静电和撞击起火。 (2) 当氢气作焊接、切割、燃料和保护气等使用时,每台(组)用氢设备的支管上应设阻火器。因生产需要,必须在现场(室内)使用氢气瓶时,其数量不得超过5瓶,并且氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m,与空调装置、空气压缩机和通风设备等吸风口的间距不应小于20m。 (3) 管道、阀门和水封装置冻结时,只能用热水或蒸汽加热解冻,严禁使用明火烘烤。不准在室内排放氢气。吹洗置换,应立即切断气源,进行通风,不得进行可能发生火花的一切操作。 (4) 使用氢气瓶时注意以下事项: ——必须使用专用的减压器,开启时,操作者应站在阀口的侧后方,动作要轻缓; ——气瓶的阀门或减压器泄漏时,不得继续使用。阀门损坏时,严禁在瓶内有压力的情况下更换阀门; ——气瓶禁止敲击、碰撞,不得靠近热源,夏季应防止曝晒; ——瓶内气体严禁用尽,应留有0.5MPa的剩余压力。 【储存安全】 (1) 储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过30℃。 (2) 应与氧化剂、卤素分开存放,切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应有泄漏应急处理设备。储存室内必须通风良好,保证空气中氢气最高含量不超过1%(体积比)。储存室建筑物顶部或外墙的上部设气窗或排气孔。排气孔应朝向安全地带,室内换气次数每小时不得小于3次,事故通风每小时换气次数不得小于7次。 (3) 氢气瓶与盛有易燃、易爆、可燃物质及氧化性气体的容器或气瓶的间距不应小于8m;与空调装置、空气压缩机或通风设备等吸风口的间距不应小于20m;与明火或普通电气设备的间距不应小于10m。 【运输安全】 (1) 运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准,运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。 (2) 槽车运输时要用专用槽车。槽车安装的阻火器(火星熄灭器)必须完好。槽车和运输卡车要有导静电拖线;槽车上要备有2只以上干粉或二氧化碳灭火器和防爆工具;要有遮阳措施,防止阳光直射。 (3) 在使用汽车、手推车运输氢气瓶时,应轻装轻卸。严禁抛、滑、滚、碰。严禁用电磁起重机和链绳吊装搬运。装运时,应妥善固定。汽车装运时,氢气瓶头部应朝向同一方向,装车高度不得超过车厢高度,直立排放时,车厢高度不得低于瓶高的2/3。不能和氧化剂、卤素等同车混运。夏季应早晚运输,防止日光曝晒。中途停留时应远离火种、热源。 (4) 氢气管道输送时,管道敷设应符合下列要求: ——氢气管道宜采用架空敷设,其支架应为非燃烧体。架空管道不应与电缆、导电线敷设在同一支架上; ——氢气管道与燃气管道、氧气管道平行敷设时,中间宜有不燃物料管道隔开,或净距不小于250mm。分层敷设时,氢气管道应位于上方。氢气管道与建筑物、构筑物或其他管线的最小净距可参照有关规定执行; ——室内管道不应敷设在地沟中或直接埋地,室外地沟敷设的管道,应有防止氢气泄漏、积聚或窜入其他沟道的措施。埋地敷设的管道埋深不宜小于0.7m。含湿氢气的管道应敷设在冰冻层以下; ——管道应避免穿过地沟、下水道及铁路汽车道路等,必须穿过时应设套管保护; ——氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》(GB 7231)的规定。
应急处置原则	【急救措施】 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,给氧。如呼吸停止,立即进行人工呼吸。就医。 【灭火方法】

	切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。 氢火焰肉眼不易察觉，消防人员应佩戴自给式呼吸器，穿防静电服进入现场，注意防止外露皮肤烧伤。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 【泄漏应急处置】 消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。建议应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。尽可能切断泄漏源。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。若泄漏发生在室内，宜采用吸风系统或将泄漏的钢瓶移至室外，以避免氢气四处扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。 作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 800m。
--	---

F2.1.3 易制毒危险化学品辨识

依据《易制毒化学品管理条例》（国务院令 第 445 号）及《易制毒化学品的分类和品种目录》（2025 年版）进行辨识：本项目不涉及易制毒化学品。

F2.1.4 易制爆危险化学品辨识

依据《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》（中华人民共和国公安部公告）进行辨识：本项目不涉及易制爆化学品。

F2.1.5 高毒物品辨识

依据《卫生部关于印发〈高毒物品目录〉的通知》（卫法监发[2003]142 号）及附表《高毒物品目录》进行辨识：本项目不涉及高毒物。

F2.1.6 特别管控危险化学品

根据《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）进行辨识：本项目不涉及特别管控的危险化学品。

F2.2 项目输气管线的危险、有害因素分析

在正常情况下介质是在密闭输气管道中输送的，一旦系统发生故障导致密闭输送的介质发生泄漏，介质氢气与空气混合形成爆炸性气体，达到爆炸极限，一旦遇点火源就会发生火灾爆炸事故。介质氮气泄漏可能造成窒息事故。

F2.2.1 火灾、可燃气体爆炸

1) 本管线工程通过管廊穿越厂区道路，若车辆本身高度或者货物高度超过限高，会对管道造成影响，严重时可能造成氢气管线泄漏，引发火灾、可燃气体爆炸、窒息事故。

2) 若本管线发生火灾爆炸事故，会对上游甲醇制氢车间及下游新疆合盛创新材料有限公司会产生影响。

3) 应力开裂是指金属管道在固定拉应力和特定介质的共同作用下引起的开裂。这种开裂对管道有很大的破坏性，往往是突发性、灾难性的，会引起氢气管线爆炸、可燃气体爆炸等事故。

F2.2.2 窒息

1) 本管线工程通过管廊穿越厂区道路，若车辆本身高度或者货物高度超过限高，会对管道造成影响，严重时可能造成氮气管线泄漏，引发窒息事故。

2) 应力开裂是指金属管道在固定拉应力和特定介质的共同作用下引起的开裂。这种开裂对管道有很大的破坏性，往往是突发性、灾难性的，会引起氮气管线窒息等事故。

F2.2.3 管道爆炸

1) 对输气管线管材的基本要求是：强度高、韧性好，可焊性好，若管材的焊缝质量不合格，会留下安全隐患否则会引发管道爆炸事故。

2) 设计质量的好坏对工程质量有直接的影响，管道强度设计计算时，对管道的受力载荷分析不当，管材、壁厚的选用不恰当，可能造成强度设计系数选取不恰当，若这种失误导致管道壁厚计算值偏低，将不能满足实际工况的安全。若管道应力分析，强度、刚度及稳定性校核失误，会造成管道变形、弯曲、断裂甚至管道爆炸。

F2.2.4 泄漏

1) 如管道在敷设过程中与其它管道、架空电力线路之间的垂直净距或水平距离不能满足规范要求, 管线未进行防腐处理, 管道发生泄漏后会给相邻管道带来安全隐患。

2) 如果管道系统流动不稳定, 管廊地基震动管道震动, 管道发生水击时, 气体将在管道内部产生不规则的压力波动, 从而产生交变应力。此外, 管道制造过程中不可避免地存在开孔或支管连接, 焊缝存在错边、棱角、余高等缺陷, 这些问题都可能引起应力计张, 从而产生裂纹导致气体泄漏。

3) 管廊上原有管线发生事故可能影响到本项目管线, 如对本项目管线造成冲击或直接打击等影响可能造成本项目管线发生泄漏。

F2.3 输气管线其他危险、有害因素分析

若气源气质组分、压力发生变化, 可能会造成管道的腐蚀、堵塞。另外, 气源质量不稳定, 还可能造成压力、温度等检测系统的误报, 造成切断阀误动等。导致输气管道运行过程中发生事故的其他危害因素分析如下。

F2.3.1 管道腐蚀因素分析

管道内表面磨损、腐蚀:

1) 若管道施工完毕未进行吹扫或吹扫不彻底, 管道中含有的铁锈等机械杂质随气流流动, 可能磨损管道造成破坏。

2) 管线输送介质涉及氢气, 如管道内部未进行防腐处理, 当金属材料因吸收环境中的氢使管材内部产生裂纹, 最终导致管道开裂泄漏引发事故。

3) 管道外表面腐蚀:

地上架空管道未做防腐或防腐层厚度、材料不符合要求, 以及气象灾害因素造成防腐层破坏、失效, 可能造成管道腐蚀, 引发事故。

F2.3.2 施工缺陷的危害分析

1) 焊接是管道施工中最重要的一道工序, 管道的焊缝处会产生各种缺

陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未熔透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边等，管道一旦建成，投产，一般情况下都是连续运行。因此管道中若存在焊接缺陷，不但难以发现，而且难以修复，会给管道的安全运行构成威胁。

2) 防腐层补口，补伤的质量问题，是一个较难控制的问题，因为用于施工的钢管，除两端留有一定的长度外，其余部分在厂家已经涂敷了防腐层，钢管在现场焊接连接以后，未防腐焊接部位需要补口。在施工过程中，由于各种原因造成钢管内、外表面的防腐层损坏，特别是外表面涂层的损坏，在损坏处要进行补伤。补口、补伤质量不良会影响管道的抗腐蚀性，从而引起管道的腐蚀。

3) 由于施工人员的资质、能力缺陷，造成工程质量没有达到设计要求，导致工程存在事故隐患。

4) 施工过程中不熟悉交叉跨越管线、电缆情况可能损坏第三方管线设施。

5) 管道承受外载过大，若埋入地下的管道距地表面太浅，承受来往车辆重载的压轧使管道受损，或回填压力过大，致使管道破裂。

F2.3.3 冰堵的危害分析

冬季气候寒冷，如输送介质含水等原因造成管道冻堵，是严重影响管道安全运行的一个隐患。

F2.3.4 上下游装置开停车危险、有害因素分析

1) 管线吹扫、置换、送气操作

管线进行吹扫、置换、送气操作是开工中前期操作。在这一阶段中，如设备管线未吹扫干净就投入运行，在运行过程中杂质会阻塞管道或损坏阀门的密封面，管线在开工中，必须用工艺介质置换合格，否则会影响后续管线的正常运行，甚至造成事故。特别要禁止用可燃气体直接置换空气，以免发生爆炸。送气时要检查阀门（盲板）的状态，防止因介质泄漏而发生外事

故。

2) 若停车时设备和管道内的可燃未排尽, 残存的物料未采取相应措施, 就地排放, 可能导致火灾, 可燃气体爆炸的发生; 若停车阶段执行的各种操作出现失误, 也可能导致各种事故的发生。

3) 上游装置投料开车与时如气源质量未稳定及接通气源将导致管线压力异常, 温度等检测系统的误报, 造成切断阀的误动等。如氢气纯度不达标还将带来的爆炸风险。

4) 上游开车初期产气不稳定, 缓冲罐压力未平稳控制, 压力剧烈波动可能会发生输气管网反向倒灌至上游装置。

5) 如本项目新建管线为吹扫干净就接入下游管线可能导致新建管线内部的焊渣、铁锈、油脂、灰尘、水分会被介质冲入下啶原有清洁的系统。

F2.3.5 静电的危害分析

氢气在管道系统流动过程中可产生静电, 特别是在泄漏和流速过高或冲击时易产生大量静电。静电放电可能成为引起火灾的点火源。在干燥的季节, 操作人员的衣服经摩擦也可能产生静电。

F2.4 设备、设施危险、有害因素分析

本项目管道系统是由输气管线、管件、阀门、法兰等管道元件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。据不完全统计, 设备设施故障已成为管道运行的主要危险有害因素之一。

F2.4.1 工艺设备、设施的危险、有害因素辨识与分析

本项目管道管线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, 将造成应力、疲劳等失效, 造成局部泄漏。

管件采用整体成型工艺制造。在成型过程中, 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、角度等尺寸不能满足标准要求。另外，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。

另外，在运行过程中，管线内、外部严重腐蚀；气体温度或气温突然变化，管线受到急剧膨胀或收缩；管线受到外力或液压、沉重物体的压轧、打击等，都将造成安全事故。

F2.4.2 阀门、法兰、垫片、紧固件及危险有害因素

输气管线设置有阀门，这些阀门基本都是采用法兰、垫片、紧固件连接。国内阀门、法兰、垫片、紧固件制造厂家较多，制造质量参差不齐，其主要危险有害因素有：

- 1) 材料、压力等级选用或使用错误；
- 2) 制造尺寸、精度等不能满足实际要求；
- 3) 阀门密封失效，即不能有效地截断管路介质或阀门本身上(或下)密封失效；
- 4) 手动操作阀门的阀杆锈死或操作困难；
- 5) 管道布置不合理，造成附加应力或出现振动；
- 6) 设计时未充分考虑管道的振动的影响及其应力分析存在错误；
- 7) 使用过程中阀门误动作、阀门限位开关失灵、阀板卡死、顶断阀门架、顶裂阀体等，未按要求进行检验、更换等；

F2.4.3 防雷、防静电设施危险有害因素

架空氢气管道的防雷、防静电设施有可能存在质量问题或管理不善，从而造成安全事故。其主要危险有害因素有：

- 1) 系统所设置的防雷、防静电装置的位置、连接方法不正确，造成防雷、防静电效果达不到设计要求；
- 2) 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，难以起到消除雷电或静电作用。

F2.5 自然环境危害因素分析

F2.5.1 高、低温影响分析

本项目所在区域夏季高温炎热，冬季寒冷，极端最高气温达 43.1℃，极端最低气温达-36.8℃，巡线、抢险人员室外作业时间过长，可能发生中暑或冻伤。低温环境下因输送气体含水可能造成管线冰堵等不利因素。

F2.5.2 风雪天气影响分析

根据气象资料，该区域通常 11 月至翌年 4 月为积雪期，积雪期达 130—150 天，基本雪压为 2.7kN/m²。风雪天气造成廊柱、管线被覆盖导致设备结构过载。巡检道路遮蔽，不利于巡检工作的展开。

F2.5.3 地震影响分析

地震对管道工程的危害主要表现在可使管道位移、开裂、折断；从而引发更为严重的次生灾害。

F2.5.4 雷电天气影响分析

在自然灾害中，雷电灾害也是不可忽视的因素。管道附近有雷云存在的条件下，可能形成一个感应电荷中心，从而遭受直击雷的威胁。此外，雷电会使管道保护设备受损，绝缘材料的性能降低，还有可能成为引发火灾爆炸事故的点火源。

F2.6 施工、检维修过程中的危险、有害因素分析

F2.6.1 施工过程的危险性分析

本项目在施工过程中主要进行焊接、拉配电源、设备的吊装与安装、管网铺设、材料运输、搬运等工作。在施工过程中，可能会由于场地受限、指挥不当、操作失误、顺序混乱、配合不好等容易发生机械伤害（跌、撞、碰、擦、挤、砸、刮伤等）、高处坠落、物体打击、触电、车辆伤害等事故。

施工过程中管道对接情况对管道运行造成重大影响：

1) 管道强力组装：强力组装时易使管道发生变形，一旦焊接完成并去除装配工装或定位块后管道因恢复原来的变形而在焊缝内产生较高的安装残余应力；此外强力装配时可能破坏钢管外表面材质状态，造成管道承压运行后在破坏点产生缺陷，同时也有可能损坏表面防腐层；强力组装使管道常常伴有超差错边的出现，造成较大的应力集中，易于产生缺陷。

2) 焊接缺陷：管道的焊接方法及作业人员技术对焊接有较大的影响。焊接不良使管道产生各种缺陷，较为常见的有裂纹、夹渣、未焊透、未熔合、焊瘤、气孔和咬边等。

3) 补口、补伤质量问题：钢管补口、补伤之前，如果钢表面的粗糙度达不到标准要求，将严重影响补口、补伤质量；不同的防腐材料、补口、补伤的工艺不同，由于现场施工条件较差，若施工人员素质较低，有可能影响施工工艺的执行；补口时未按规定要求与钢管已有的防腐层进行搭接，或者搭接长度不够；补口、补伤强度或厚度不符合要求等。

4) 探伤检测。施工过程中返修焊口也需进行射线、超声同时探伤。X线照射生物体时，与机体细胞、组织、体液等物质相互作用，引起物质的原子或分子电离，因而可以直接破坏机体内某些大分子结构，如使蛋白分子链断裂、核糖核酸或脱氧核糖核酸的断裂、破坏一些对物质代谢有重要意义的酶等，甚至可直接损伤细胞结构。另外射线可以通过电离机体内广泛存在的水分子，形成一些自由基，通过这些自由基的间接作用来损伤机体。

F2.6.2 检维修过程的危险性分析

1) 火灾爆炸

在管线拆除施工过程中，如果管线吹扫或置换不彻底，动火前未对管线进行检测，管线内易燃易爆气体浓度超标，造成可燃气体爆炸事故。施工过程中，周边有其它易燃易爆设备或管线，如果安全距离不够，施工前未打隔离带造成火灾爆炸事故。

2) 窒息

在管线拆除施工过程中,如果管线未进行泄压进行管线拆除作业,可能造成氮气泄漏,从而造成人员窒息事故。

3) 灼烫

焊接和切割过程中,防护用品穿戴不齐,造成操作人员灼烫。

4) 触电

如果电器设备接地设施失效或电器设备线路绝缘损坏、线路短路,或者没有按规定设置漏电保护器以及防爆场所电器设备、线路、照明不符合要求,可能发生触电事故。

5) 物体打击

在施工过程中打击人体造成人身伤亡事故。

6) 高处坠落

本项目道路穿越段采用桥架敷设穿越,检修过程人员登高可能造成坠落事故。

7) 中暑及冻伤

本项目所在区域夏季高温炎热,冬季寒冷,极端最高气温达 43.1℃,极端最低气温达-36.8℃,气温如果过高会使作业人员发生中暑,低温时可能导致作业人员冻伤。

F2.6.3 清管作业的危险性分析

由于管线输送的气体属于易燃易爆物质、输气管道运行压力大等原因,清管作业危险性较高。

1) 清管作业中,未进行置换、压力未落零,等都会造成气体泄漏,遇火源可能引发火灾爆炸。

2) 清管作业现场人员穿铁钉鞋、使用非防爆工具,在站场内吸烟或违章动火等,这些明火均可能造成泄漏的气体发生火灾爆炸。

F2.7 安全管理影响因素分析

F2.7.1 违章作业

违章作业包括违章指挥、违章操作、操作错误等，已成为输气管道主要危险有害因素之一，违章作业在输气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，对管线进行动火作业时，管理人员为了赶工期，在系统达不到动火条件下，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，结果造成重大安全事故。

2) 违章开关阀门

本项目球阀为手动操纵阀门。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。特别是系统在切换流程时，必须遵循先开后关的原则。

3) 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。

4) 违章用电操作

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。

F2.7.2 安全管理不规范

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

管道输送的氢气是易燃、易爆危险介质，氮气是窒息性气体，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，在原有的基础上修订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，其管理组织机构、安全技术措施及计划不一定适合企业实际情况、先进工艺和经济发展的要求。其次，企业中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；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，劳动防护用品佩戴不当等；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。因此，系统运行存在各种安全隐患。

2) 安全管理资料

为了最大限度的发挥管线的输气能力，尽可能延长管线的使用期限，减小输耗，安全可靠地供气，管线管理人员必须十分清楚管线走向，管线规格及管道腐蚀情况，防止管线断裂和破坏。

管道运行期间，可能由于运营企业管理方面的原因，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，造成运营管理的盲目性。

3) 企业自身安全意识

企业在思想上存在重使用轻管理的弊病，对检验、检修与生产之间的矛盾难以兼顾，不能按时进行检验、维修。因此，造成管道内腐蚀、管线堵塞，输气能力下降，并使系统带隐患工作。

F2.7.3 安全管理体系影响因素分析

生产管理中安全生产责任制、安全管理制度是否落实,操作规程的执行情况,组织机构的设置和人员配备情况,安全生产投入情况,事故应急救援的有效性是影响事故的发生的可能,其风险因素和可能导致的后果见下表 F2.9-1。

表 F2.7-1 安全生产管理危险、有害因素辨识

管理项目	管理风险	导致后果
安全生产责任制	未建立安全生产责任制,或安全生产责任制不健全	造成各级安全责任不明确,安全措施不能及时采取,引发事故
	没有明确的单位安全第一责任人职责规定,没有与所属单位安全第一责任人签订安全管理责任状	造成单位安全第一责任人工作没有压力和动力,职责不明确、责任不落实
	领导干部没有定点承包关键装置、要害部位,没有文件和检查记录可查	关键装置和要害部位得不到有效监督,易导致影响较大的责任事故发生
	没有建立落实安全生产责任制的监督、检查机制	易造成安全责任制流于形式,无约束力
安全生产管理制度	没有组织制定各项安全管理规章制度	无章可循,导致责任事故发生
	安全生产管理制度内容不全面	易出现管理漏洞,引发事故
	安全生产管理制度脱离实际,操作性不强	安全管理制度无法落实,引发事故
	不经常检查安全生产管理制度的执行情况	管理失控
	安全生产管理制度未与时俱进,不及时修改完善	安全管理不能适应新形势需要,出现漏洞
安全生产操作规程	安全管理没有做到在进行生产计划、布置、检查、总结、评比的同时对安全工作进行计划、布置、检查、总结、评比	易淡化安全意识,忽视安全管理,不能及时总结经验教训,导致事故重复发生
	未组织制定安全生产操作规程	致使人员操作无序,导致设备等事故发生
	安全生产操作规程内容不全,没有涵盖各岗位	易造成部分工种人员操作失误,引发事故
	安全生产操作规程不符合岗位实际,操作性不强	安全操作规程起不到指导作用,影响安全
机构设置和人员配备	从业人员不熟悉安全操作规程,未掌握本岗位安全操作技能	造成无意识违章作业,引发事故
	未设置安全生产管理机构,或者机构不健全	不能实现安全组织化管理,易出现漏洞,导致事故发生
	未配备专职或兼职的安全生产管理人员,或配备不足	致使安全管理力量薄弱,安全工作不落实
	安全生产管理机构或专职安全生产管理人员没有定期检查安全生产工作	造成安全状况不明,不能实现动态管理

管理项目	管理风险	导致后果
管理能力	单位主要负责人未经有关部门培训考核合格, 不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	造成安全决策指挥失误, 导致系统处于危险状态
	安全生产管理人员未经有关部门培训考核合格, 不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	导致具体实施的安全方案和措施不科学, 不符合实际, 引起事故频发
安全投入	对新建、改建、扩建工程项目的安全设施, 没有与主体工程同时设计、施工、同时投入生产和使用	造成安全设施和措施不落实, 形成事故隐患
	教育培训费用缺乏或不足	影响全员安全专业技能和意识的提高
	重大隐患治理及安全技措费用缺乏或不足	造成不能有效治理安全隐患, 引发事故
	劳动保护用品、保健品及劳动防护器材、用具配置费用不足	劳动防护不到位, 危及健康和人身安全
	没有依法参加工伤社会保险, 为从业人员缴纳保险费	造成员工工伤医疗等没有保证
人员培训	对从业人员安全教育和培训不够, 未具备必要的安全生产知识和安全操作技能	造成员工安全技术素质低, 直接或间接导致事故发生
	采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备, 未对从业人员进行专门的安全生产教育和培训	造成员工不能有效掌握新工艺、新技术、新材料和新设备的安全技术, 引发事故
	特种作业人员没有按照国家有关规定经过专门的安全作业培训, 取得特种作业资格证书	违章上岗操作, 引发特种设备损坏和人身安全事故
	新职工上岗前未进行安全教育和技能培训, 变换工种未进行安全教育和转岗培训考核	造成员工不适应新的工作环境, 不具备相应工种的操作技能和安全知识, 引发事故
	对各类季节性用工人员没有进行安全教育和操作技能培训	造成操作工安全技术素质低, 直接导致设备、人身事故发生
应急救援和事故管理	未制定并实施本单位事故应急救援预案, 未建立应急救援组织, 应急救援队伍不落实	不能有效预防事故, 在事故状态下不能实施快速有效救援, 致使生命财产损失加大
	未配备应急救援物资、设备和器材	救援预案缺乏物质基础支持, 无法实施
	事故应急救援预案无演练计划, 未实施演练	不能保证救援预案的可操作性和有效性
	未建立事故分类和等级划分标准及调查、处理、报告、登记、制度, 没有事故管理档案、未做到“四不放过”	造成事故管理混乱, 事故责任不清, 事故原因和经验教训不能得到及时总结

F2.8 危险化学品重大危险源辨识

F2.8.1 危险化学品重大危险源辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)及《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》(国家安全生产监督管理局第40令)的有

关要求，对本项目进行危险化学品重大危险源辨识。

F2.8.1.1 危险化学品重大危险源物质辨识

依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）及《化学品分类和标签规范》（GB30000-2013），本项目涉及到的危险化学品重大危险源物质有氢气。

氢气按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）表 1，临界量为 5t。

物质的种类及其危险特性见下表：

表 F2.8-1 危险化学品重大危险源物质识别一览表

物质名称	危险特性	主要存在场所	临界量
氢气	易燃气体，类别 1 加压气体	氢气管线	5t

F2.8.1.2 危险化学品重大危险源单元划分

依据《危险化学品重大危险源辨识》中对“单元”的定义：“涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元”。因此，将本项目划分为生产单元和储存单元。

1) 依据《危险化学品重大危险源辨识》中对“生产单元”的定义：“危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元”。

2) 依据《危险化学品重大危险源辨识》中对“储存单元”的定义：“用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元”。

本项目氢气只存在氢气管道内，氢气管道设为一个生产单元。

F2.8.1.3 重大危险源物质存量统计

评估组经收集资料后，对该项目危险化学品重大危险源物质的存量进行统计计算，详细计算情况如下：

氢气管线内径 50mm 管道长度为 553.1m，内径 19mm 管道长度 0.4m。

工作绝压为 401.35kPa，温度取常温，根据理想气体状态方程 $PV=nRT$ ，计算出物质的质量：

$$m=PVM/RT\approx 0.354\text{kg}。$$

表 F2.8-2 重大危险源物质存在量计算统计一览表

序号	单元划分	子单元划分	涉及到的重大危险源物质	在线量 (t)
1	生产单元	氢气管线	氢气	0.000354

F2.8.2 重大危险源计算分级过程及结论

1) 辨识指标

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 中表 1、表 2 规定的临界量，即被认定为重大危险源。

2) 辨识指标计算方法

单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

(1) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种时，该危险化学品的数量即为单元内危险化学品的总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

(2) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按下式计算，若满足下式，则定为重大危险源。

$$S=q_1/Q_1+q_2/Q_2+\dots+q_n/Q_n\geq 1, \text{ 式中:}$$

S——辨识指标；

$q_1, q_2, \dots, q_n$ ——每种危险化学品的实际存在量，单位为吨 (t)；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ ——与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨 (t)。

3) 计算结果

依据《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018 中的辨识方法，将本报告中的各危险化学品重大危险源物质存量统计数据代入，辨识结果如下表所示。

表 F2.8-3 危险化学品重大危险源辨识结论

序号	单元划分	子单元划分	物质名称	在线量(t)	临界量(t)	q/Q	$\Sigma q/Q$	是否构成重大危险源	备注
1	生产单元	氢气管线	氢气	0.000354	5t	0.0000708	0.0000708	否	

因此，得出结论：新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目不构成危险化学品重大危险源。

F3 评价方法简介

F3.1 安全检查表法

安全检查表方法是系统安全工程中的一种最基本、最简便、广泛应用的系统危险性评价的方法。安全检查表用于查找系统中各种潜在的事故隐患。安全检查表是由对项目比较熟悉并富有安全技术、安全管理经验的人员，事先对分析对象进行详尽分析和充分讨论，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、评定系统安全等级标准等内容的表格，对系统进行检查，从而评价出系统的安全等级。

1) 编制安全检查表的主要依据是：

- (1) 有关的安全法规、标准、规程；
- (2) 国内外相关的事故案例；
- (3) 同类生产单位的经验、教训；
- (4) 其他分析方法的结果。

2) 安全检查表的编制步骤如下：

(1) 熟悉系统。包括评价对象的结构、功能、工艺流程、操作条件、总图布置、已有的安全卫生设置等。

(2) 收集资料。收集与评价对象有关的安全法规、标准、制度、过去发生过的事故案例，作为评价依据。

(3) 划分单元。按功能或结构：将系统划分为若干子系统或单元，逐个分析潜在的危险因素。

(4) 选择或拟定合适的安全检查表。

F3.2 预先危险分析法

预先危险分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素（类别、分布）、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析

的系统安全分析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险性指数，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成事故，避免考虑不周所造成的损失。

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程度，将各类危险性划分为 4 个等级，见下表。

表 F3.2-1 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破坏
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、系统破坏或降低系统性能，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破坏，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

F3.3 蒸气云爆炸灾害模型简介

1) 定义：

当泄漏到空气中的可燃气体与空气的云状混合物的浓度处于爆炸范围内时遇到点火源发生的爆炸现象称为蒸气云爆炸。“蒸气云”爆炸是一种发生概率相对较大，破坏后果极为严重的一种灾害。

2) 灾害度量：

两种不同火灾类型对人员伤害区域可以爆源为中心依次划分为死亡区、重伤区、轻伤区和安全区。

死亡区——区内人员如缺少防护，则被认为将无一例外蒙受严重伤害或死亡，其内径为零，外径记为 R_1 (m)；

重伤区——区内人员如缺少防护，则被认为绝大多数人员将遭受严重伤害，极少数人可能死亡或受轻伤，其内径为死亡半径，外径记为 R_2 (m)；

轻伤区——区内人员如缺少防护，则被认为绝大多数人员将遭受轻微伤害，少数人将受重伤或平安无事，死亡可能性极小，其内径为 R_2 (m)，外径记为 R_3 (m)；

安全区——区内人员即使无防护，绝大多数人员也不会受伤，死亡的概率几乎为零，该区内径为R4（m），外径为无穷大；

F3.4 外部安全防护距离

根据《危险化学品生产装置和储存设施外部安全防护距离确定方法》（GB/T37243-2019）中的相关要求对本项目外部安全防护距离进行确定，该规范中对外部安全防护距离的确定流程如图 F3.4-1。

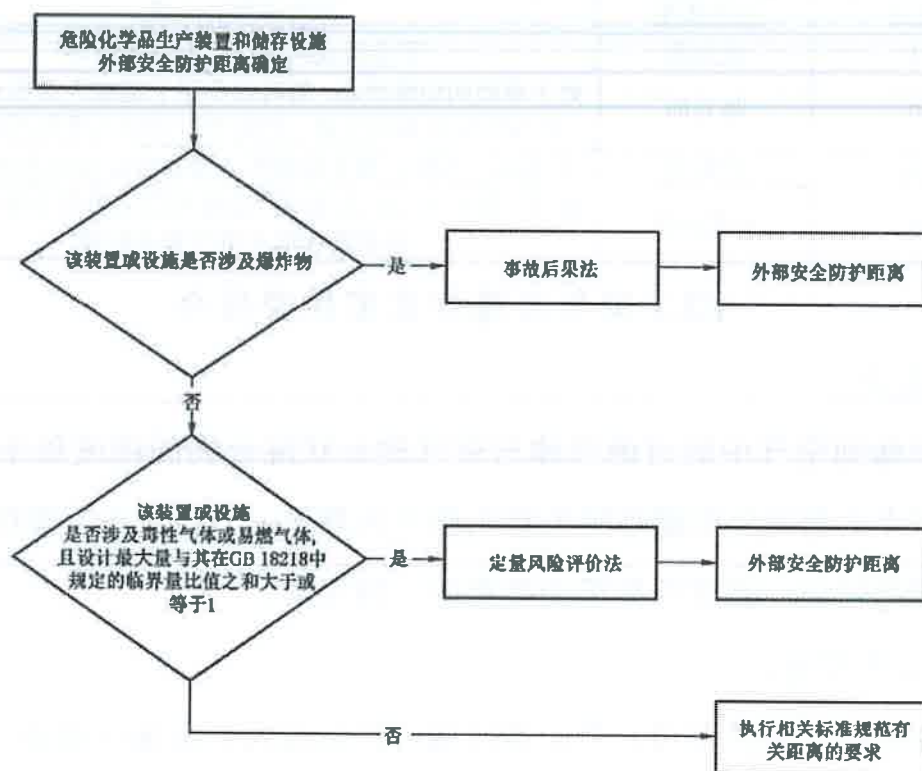


图 F3.4-1 外部安全防护距离确定流程

F4 定性、定量评价过程

F4.1 项目周边环境、总平面布置、建构筑物单元评价

F4.1.1 项目选址、总平面布置安全检查表

依据《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）、《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）、《化工企业安全卫生设计规定》（HG20571-1995）、《建筑设计防火规范（2018版）》（GB 50016-2014）等法规、规范，使用安全检查表对该项目的项目选址及周边环境单元进行了检查，检查情况见下表。

表 F4.1-1 周边环境及平面布置安全检查表

序号	检查项目	依据标准	规划情况	结论
—	周边环境			
1	国家对危险化学品的生产、储存实行统筹规划、合理布局。	《危险化学品安全管理条例》第十一条	项目选址符合工业布局和城市规划要求	符合
2	厂址选择应同时满足交通运输设施、能源和动力设施、防洪设施、环境保护工程及生活等配套设施用地的要求。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 3.1.4 条	该项目位于石河子开发区化工园区，满足配套设施建设用地要求	符合
3	厂址宜靠近主要原料和能源供应地、产品主要销售地及协作条件好的地区。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 3.1.5 条	厂址靠近主要原料和能源供应地	符合
4	厂址应具有方便和经济的交通运输条件。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 3.1.6 条	厂外与园区道路相通，交通便捷	符合
5	厂址应有充足、可靠的水源和电源，且应满足企业发展需要。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 3.1.7 条	项目水源和电源均由工业园内给水管网和电网提供	符合
6	事故状态泄漏或散发有毒、有害、易燃、易爆气体工厂的厂址，应远离城镇、居住区、公共设施、村庄、国家和省级干道、国家和地方铁路干线、河海港区、仓储区、军事设施、机场等人员密集场所和国家重要设施。	《化工企业总图运输设计规范》GB50489-2009 第 3.1.10 条	项目周边无上述设施	符合

序号	检查项目	依据标准	规划情况	结论
7	厂址不应选择在下列地段或地区：			
	地震断层及地震基本烈度高于 9 度的地震区。	《化工企业总图运输设计规范》 GB50489-2009 第 3.1.13 条	地震基本烈度为 8 度	符合
	工程地质严重不良地段。		工程地质良好	符合
	重要矿床分布地段及采矿陷落(错动)区。		无上述区域	符合
	国家或地方规定的风景区、自然保护区及历史文物古迹保护区。		无上述区域	符合
	对飞机起降、电台通信、电视传播、雷达导航和天文、气象、地震观测以及军事设施等有影响的地区。		无上述区域	符合
	供水水源卫生保护区。		无上述区域	符合
	易受洪水危害或防洪工程量很大的地区。		无上述区域	符合
	不能确保安全的水库，在库坝决溃后可能淹没的地区。		无上述区域	符合
	在爆破危险区范围内。		无上述区域	符合
	大型尾矿库及废料场(库)的坝下方。		无上述区域	符合
	有严重放射性物质污染影响区。		无上述区域	符合
	全年静风频率超过 60% 的地区。		不超过 60%	符合
8	散发有害物质的工业企业厂址，应位于城镇、相邻工业企业和居住区全年最小频率风向的上风侧不应位于窝风地段并应满足有关防护距离的要求	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.7 条	厂址最大风频的下风向	符合
9	厂址应具有满足建设工程需要的工程地质条件和水文地质条件	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.8 条	工程地质和水文条件满足建设需要	符合
10	厂址应满足工业企业近期所必需的场地面积和适宜的地形坡度。并应根据工业企业远期发展规划的需要适当留有发展的余地	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.9 条	厂址符合要求	符合
11	应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带，当不可避免时必须具有可靠的防洪排涝措施	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.12 条	厂址符合要求	符合
二	平面布置			
1	具有可燃性、爆炸危险性介质的管道，不应穿越与其无关的建筑物、构筑物、生产装置、辅助生产及仓储设施、贮罐区等。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.1.7 条	本项目氢气管线未穿越无关键构筑物、生产装置、辅助生产设施、仓储、储罐区等	符合

序号	检查项目	依据标准	规划情况	结论
1	管道及其桁架跨越厂内铁路线的净空高度不应小于 5.5m；跨越厂内道路的净空高度不应小于 5m。在跨越铁路或道路的可燃气体、液化烃和可燃液体管道上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 第 7.1.2 条	本项目跨越厂内道路的净空高度不应大于 5m	符合
2	可燃气体、液化烃和可燃液体的管道不得穿过与其无关的建筑物。	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 第 7.2.2 节	氢气管线未穿越无关建筑物	符合
3	氧气管道与可燃气体、液化烃和可燃液体的管道共架敷设时应布置在一侧，且平行布置时净距不应小于 500mm，交叉布置时净距不应小于 250mm。氧气管道与可燃气体、液化烃和可燃液体管道之间宜用公用工程管道隔开。	《石油化工企业设计防火标准（2018 年版）》 GB50160-2008 第 7.2.3 节	氢气管线与氧气管线间距大于 500mm，采用氮气管线分隔。	符合

F4.1.2 管线防火间距检查

表 F4.1-2 管线防火间距检查表

序号	名称	方向	相邻装置、设施名称	标准距离/规划距离 m	依据标准	备注
1	氢气管线（917 北侧至 920/921 装置西侧段）	北	厂内道路	1/大于 3m	《工业金属管道设计规范（2008 版）》 GB50316-2000 8.1.6	符合
		北	照明杆(中心)	1/大于 5m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		北	水裂解装置 I 线、II 线塔器设备外壁	3/大于 20m	《化工装置设备布置设计规定》HG/T 20546-2009 第 2 部分表 3.1.2	符合
		北	水裂解装置 I 线、II 线容器壁或换热器端部	2/大于 20m		符合
		北	水裂解装置 I 线、II 线两排泵之间维修通道	3/大于 20m		符合
		南	917 甲醇制氢装置塔器设备外壁	3/大于 5m		符合
		南	917 甲醇制氢装置容器壁或换热器端部	2/大于 5m		符合
		南	917 甲醇制氢装置两排泵之间维修通道	3/大于 5m		符合
		南	920/921 车间建筑	3/大于 3m	《工业金属管道设计规范（2008 版）》	符合

序号	名称	方向	相邻装置、设施名称	标准距离/规划距离 m	依据标准	备注
					GB50316-2000 8.1.6	
		南	建筑外壁照明杆(中心)	1/大于 2m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
2	氢气管线(水裂解装置 II 线南侧向北至厂区围墙段)	西	水裂解装置 I 线、II 线塔器设备外壁	3/大于 5m	《化工装置设备布置设计规定》HG/T 20546-2009 第 2 部分表 3.1.2	符合
		西	水裂解装置 I 线、II 线容器壁或换热器端部	2/大于 5m		符合
		西	水裂解装置 I 线、II 线两排泵之间维修通道	3/大于 5m		符合
		西	装置内照明杆(中心)	1/大于 3m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		西	厂内道路	1/大于 3m	《工业金属管道设计规范(2008 版)》 GB50316-2000 8.1.6	符合
		东	照明杆(中心)	1/大于 5m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		东	氯甲烷装置 I 线、II 线塔器设备外壁	2/大于 15m	《化工装置设备布置设计规定》HG/T 20546-2009 第 2 部分表 3.1.2	符合
		东	氯甲烷装置 I 线、II 线容器壁或换热器端部	2/大于 15m		符合
		东	水裂解装置 I 线、II 线两排泵之间维修通道	3/大于 15m		符合
3	氮气管线(216 氮气缓冲罐出口至 302 南侧段)	东	照明杆(中心)	1/大于 5m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		东	厂内道路	1/大于 3m	《工业金属管道设计规范(2008 版)》 GB50316-2000 8.1.6	符合

序号	名称	方向	相邻装置、设施名称	标准距离/规划距离 m	依据标准	备注
		西	302 变电所	1/23		符合
4	氮气管线（302 变电所南侧至 110 变电所东侧段）	北	302 变电所	1/大于 3m		符合
		南	照明杆(中心)	1/大于 2m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		南	氯甲烷装置 I 线塔器设备外壁	2/大于 15m	《化工装置设备布置设计规定》HG/T 20546-2009 第 2 部分表 3.1.2	符合
		南	氯甲烷装置 I 线容器壁或换热器端部	2/大于 15m		符合
5	氮气管线（154 装置机柜间至厂区围墙段）	东	154 机柜间/空压制氮站	1/大于 10m	《工业金属管道设计规范（2008 版）》 GB50316-2000 8.1.6	符合
		东	照明杆(中心)	1/大于 5m	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 8.3.9 条	符合
		西	101 变电所/226 换热站	1/大于 10m	《工业金属管道设计规范（2008 版）》 GB50316-2000 8.1.6	符合

F4.2 预先危险性分析

本项目预先危险性分析单元划分为 2 个评价单元。具体划分详见表 F4.2-1。

表 F4.2-1 项目预先危险性分析单元划分一览表

序号	评价单元	评价子单元
1	工艺单元	氢气管线、氮气管线
2	公用工程及辅助工程单元	电气及自控系统

根据各单元危害因素，通过运用预先危险性分析方法，大体识别系统的

主要危险, 鉴别产生危险的原因, 预测事故发生后对人员及系统产生的影响, 判定识别的危险性等级, 并提出安全措施, 预先危险性分析见下表。

1) 生产单元预先危险性分析评价

表 F4.2-2 工艺装置单元预先危险性分析表

评价单元	子单元	危险因素	触发事件及原因	事故后果	危险等级	防范措施
工艺单元	氢气管线	火灾爆炸	1. 管线工程通过管廊穿越厂区道路, 若车辆本身高度或者货物高度超过限高会对管道造成影响, 严重时可能造成氢气管线泄漏, 引发火灾爆炸事故。 2. 氢气管道内部未进行防腐处理, 当金属材料因吸收环境中的氢使管材内部产生裂纹, 最终导致管道开裂泄漏引发事故。 3. 输气管线设置有阀门, 这些阀门基本都是采用法兰、垫片、紧固件连接。如这些部件质量不合格可能导致氢气泄漏造成火灾、爆炸事故。	会造成人员伤亡和系统损坏, 要立即采取措施	III	1. 厂内进行限高, 管廊张贴限高标识, 管理人员严格管理车辆高度。 2. 氢气管线内部进行防腐处理。 3. 选用具有资质厂家生产的合格部件。
	氮气管线	窒息	1. 管线工程通过管廊穿越厂区道路, 若车辆本身高度或者货物高度超过限高会对管道造成影响, 严重时可能造成氮气管线泄漏, 引发窒息事故。 2. 输气管线设置有阀门, 这些阀门基本都是采用法兰、垫片、紧固件连接。如这些部件质量不合格可能导致氮气泄漏造成窒息事故。	会造成人员伤亡和系统损坏, 要立即采取措施	III	1. 厂内进行限高, 管廊张贴限高标识, 管理人员严格管理车辆高度。 2. 选用具有资质厂家生产的合格部件。

2) 公辅设施单元

表 F4.2-3 自控系统预先危险性分析表

评价单元	危害因素	原因及影响因素分析	事故后果	危险等级	安全措施
自控系统	仪表故障	1. 仪表的测量引线和测量部位异常, 就会使测量不准, 或不动作。 2. 仪表测量部位泄漏介质, 轻则造成仪表不准确, 重则导致引发事故。 3. 元器件腐蚀、变形、变质, 或处于振动场所等, 使仪表测量不准, 或整台仪表冻坏。	系统控制失灵, 影响生产, 严重时可能导致引发事故。	III	1. 各类仪表只允许在无损坏, 并有检定合格封印及未超出检定周期条件下方可使用。 2. 在选择各类仪表时, 要考虑被测量值和特性。以便保证测量精度。 3. 对使用中的各类仪表, 应按其使用的不同条件, 定期进行检测。 4. 仪表工应当认真做好仪表的日常维护工作, 保证仪表的正常运行。

评价单元	危害因素	原因及影响因素分析	事故后果	危险等级	安全措施
		4.导线断线,造成无信号。 5.端子接触不良,造成信号不准、失控等。 6.电缆、电线受磁场干扰,导致信号有误,造成不准或误动作。 7.仪表元器件老化或质量低劣,使仪表功能受损。			
	紧急停车装置失灵	切断阀失效,阀门无动作。	DCS 控制失灵,影响管道输气。	III	1.定期启动阀门,检查其动作可靠性。 2.定时对阀门进行维护。
	计算机、DCS 系统无法显示	1.计算机、DCS 系统发生死机、黑屏和蓝屏,各项工艺参数无法显示,现场工艺参数不能及时汇总,易造成事故。 2.UPS 供电中断。	影响管道输气。	III	1.选用较宽频率跟踪范围的 UPS 电源。 2.选用智能化的 UPS 电源供电系统。
	自动检测部分故障	1.检测仪表失效。 2.检测仪表电击穿。 3.逻辑运算器故障。 4.检测仪表缺少冗余配置。	系统控制失灵,影响管道输气。	III	1.选用合格检测仪表及逻辑运算,并加强维护。 2.线路安装电涌保护器,防止元器件雷电击穿。 3.重要联锁信号的检测部分应与监控部分分开独立设置。 4.检测部分要有冗余设置。

F4.3 事故后果模拟评价

本报告运用中国安全生产科学研究院研发的 CASST-QRA 重大危险源区域定量风险评价软件对新疆西部合盛硅业有限公司工业气体输送项目氢气管线进行蒸汽云爆炸事故模拟计算。

F5 事故案例分析

F5.1 氮气窒息事故

1) 事故经过

8月21日,某集团公司车间年度大检修期间,系统停车,氮气置换合格。工段长安排人拆管道上的人孔堵板。分析人员按要求用长约1m的玻璃管实际取样,分析合格后,当班值班长在进罐证上签字,交给监护人。施工人员在没有得到允许,也没有共同检查确认安全措施是否落实的情况下,进入人孔开始施工作业。工艺师发现管道人孔处有人作业,感觉不妥,让分析工在管道另一地方取样分析,结果氧含量不合格,马上命令停止作业。在外部的2名工作人员在没有采取任何安全措施的情况下先后进入管道内救人,造成窒息,其中一人经抢救恢复正常,另一人和进罐作业人员因氮气窒息时间较长而死亡。

2) 事故原因分析

从上述事故可以看出,发生氮气窒息事故的原因主要有以下几个方面:

(1) 缺乏自我保护意识,未经检查确认,不采取任何安全措施违章进入容器作业。

(2) 监护措施不落实,不准备防护器材,也没有急救措施,更没有建立可靠的联系方式。

(3) 监护人救人心切导致冒险蛮干,不采取任何措施就进入容器救人,使事故进一步扩大。

(4) 进入有限空间之前,没有人员检查呼吸器具佩戴是否合格,接管是否连接牢固,致使工作中接管脱落窒息死亡。

(5) 作业人员在危险的环境中因无知而擅自摘下呼吸器具。

(6) 未执行有限空间作业的安全管理规定,在没有办理有限空间作业票的情况下进入有限空间作业。

- (7) 进装置的氮气线未加盲板，氮气串入容器。
- (8) 取样点不够全面，导致容器内气体含量的分析有误。
- (9) 安全管理上存在漏洞，违章指挥、违章作业现象存在。
- (10) 安全培训工作不到位，有些作业人员不知道氮气的危害，也不了解呼吸器的使用方法。

3) 预防措施

- (1) 进有限容器作业必须通风换气达一定时间后，进行采样分析合格方可进入；
- (2) 职工要熟练使用消防用具、防毒用具，避免在紧急时用错延误抢救，扩大事故；
- (3) 类似事故抢救时，要首先迅速辨明造成中毒窒息的是何种气体、毒物，根据情况选用不同的防毒器具。加强培训，提高员工风险意识。

F5.2 分析仪引起制氢设备爆炸事故

1) 事故经过

涟源钢铁公司制氧厂有两台 DQ21/16 水电解制氢机，均为苏氢公司产品。该设备 1995 年 8 月投产运行，每台制氢设备配有邯郸七一八研究所的 DYZ0/11 型氢中氧及 DQF0/2 型氧中氢在线分析仪。2000 年 9 月 14 日发生了一起由分析仪引起的制氢设备爆炸事故。

2000 年 9 月 14 日 8 时，2#制氢机启动，10 时开始升压。手动取样化验氧气纯度为 90%，氢气纯度为 95%，操作工此时打开在线分析仪，见分析值超出测量范围，随即关闭电源开关。只听到分析箱内发生“叭”的一声，并有焦味。随后制氢设备现场发生一声更大的爆炸声。当日上午，打开 2#DQF0/22 型分析仪，发现进气管连接处有一段被烧出小洞。设备现场的流量控制器的转子流量计被炸了。因当时现场无人，故没有造成伤人事故。

2) 事故原因及分析

(1) 2#制氢机设备存在问题 2#制氢机自投产以来，一直未进行大修。在此事故发生前，出现过氧气纯度下降现象，曾停下来对电解槽进行清洗。本次自开车以来，氧、氢纯度一直不好。出现这种现象的主要原因是制氢机的电解槽隔膜效果不好，氢室和氧室的两种气体互渗，形成了氢、氧混合爆炸气。

(2) 分析仪器内连接管漏气拆开分析仪发现进气管和传感器连接的PVC软管被烧出一个小洞，连接管道已变形。从现象上分析，传感器进口连接处漏气，分析箱内局部形成了氢、氧混合气，当有外界明火的作用就立即爆炸。

(3) 分析仪选型不妥 DQF0/2 分析仪电源为 220V 交流电，控制开关为钮子开关。众所周知，钮子开关为触点式，当开关频繁、快速反复动作就可能产生火花。选用制氢设备的电器、仪表应为防爆型的设备，以杜绝产生火花，防止意外事故发生。

3) 事故教训及防范

(1) 制氢设备的气体输送连接管密封性要好。检修后的阀门、仪表的气源管道要进行气密性检查，尤其是氢气管道，以防止氢气漏出形成局部爆炸的混合气。

(2) 连有氢、氧气气源的电器、仪表应选防爆设备或加防爆设施，杜绝一切可能引起的火源。

(3) 开机阶段，一定要先手动取样分析，待产品合格后再投运有气样的仪表仪器。

(4) 电器开关的操作不能过于频繁，以防止产生火花。

(5) 制氢设备配套的制氢机的氧气纯度变化值得重视。在制氢过程中，氢气的分子小，一旦隔膜出现问题，首先是氢分子向氧室渗透，引起氧气纯度下降。

(6) 制氢设备是危险性极大的设备, 凡出现氧、氢纯度长时间不好的现象, 必须停产检修。不能因经济效益上的原因强行开车, 以防发生悲剧。

F5.3 氢气燃爆事故

1) 事故经过简述

2001 年 2 月 27 日 16 时 45 分, 江苏省盐城市某化肥厂合成间管道突然破裂, 随即氢气大量泄漏。厂领导立即命令操作工关闭主阀、副阀, 全厂紧急停车。大约 5 分钟后, 正当大家在紧张讨论如何处理事故时, 突然发生爆炸, 在面积约千余平方米的爆炸中心区, 合成车间近 10m 高的厂房被炸成一片废墟, 附近厂房数百扇窗户上的玻璃全部震碎, 爆炸致使合成车间内当场死亡 3 人, 另有 2 人因伤势过重抢救无效死亡, 26 人受伤。

2) 事故原因分析

根据爆炸理论, 可燃气体在空气中燃爆必须具备以下条件: 一是可燃气体与空气形成的混合物浓度达到爆炸极限, 形成爆炸性混合气; 二是有能够点燃爆炸性混合气的点火源。据调查, 事发之时合成车间没有发现场动火等明火火源, 那么, 点火源从何而来, 专家对氢爆炸事故的原因进行剖析:

(1) 爆炸混合气体的形成。管道破裂后, 氢气大量泄漏, 立即形成易燃易爆混合气体, 并迅速扩散。氢气在空气中爆炸极限是 4%~74.1%, 当氢气浓度达到爆炸极限遇点火源会发生爆炸。

(2) 点火源的产生。事故发生后, 事故现场一片废墟, 点火源难以十分准确定位。根据事发之前现场和事故本身情况分析, 点火源的产生有以下几种可能: 氢气泄漏过程中产生的静电火花; 高温物体表面; 电气火花; 人身静电火花。

1、静电火花

氢气大量泄漏产生静电火花当两种不同性质的物体相互摩擦或接触时,

由于它们对电子的吸引力大小不同，在物体间发生电子转移，使其中一物体失去电子而带正电荷，另一物体获得电子带负电荷。如果产生的静电荷不能及时导入大地或静电荷泄漏的速度远小于静电荷产生的速度，就会产生静电的积聚。氢气不易导电，能保持相当大的电量。

(a)氢气在管线中流动时产生静电荷。当氢气在管线中流动时会形成气体与固体接触分离的条件，这种现象的连续发生，就会产生静电。如果氢气管道没有接地或接地不良，就会积聚一定量的静电荷。(b)氢气泄漏时产生大量静电荷。当氢气从管道大量泄漏喷出时，氢气和管道破裂部位急剧摩擦，迅速接触与分离的过程，产生高静电压。接触时，在接触面形成偶电子层；分离时，偶电子层的一层电子被带走，另一层电荷留在喷口处。如果管道喷口处接地不良，就会使喷泄的氢气和喷口处分别带上大量不同符号的静电。当静电荷积聚到一定量时，就会击穿空气介质对接地体放电，产生静电火花。

2、高温物体表面

氢气的引燃温度是 560℃，氢泄漏时遇到设备管道等 560℃ 以上的物体外表面就会燃爆。虽然高温设备管道都进行了防腐保温处理，阀门外露部分和其他保温残缺之处还是存在的。

3、电气火花

在可燃气体中，氢气的点火能量是最低的，只有 0.019mJ(这个能量相当于一枚订书钉从 1m 高处坠下时的能量)。电线绝缘不良、接头不实、不防爆电气开关和电气设备产生的电火花均能引爆氢气。

4) 人身静电

据实测，人在脱毛衣时可产生 2800V 的静电压，脱混纺衣服时可产生 5000V 静电压；当一个人穿着约鞋在环境湿度低于 70%的情况下，走在橡胶地毯、塑料地板、树脂砖或大理石等高电阻的地板上时，静电压高达 5~15kV。尼龙衣服从毛衣外面脱下时，人体可带 10kV 以上的静电，穿尼龙羊毛混纺

服到人造革面的椅子上,当站起时人体就会产生近万伏的电压。穿脱化纤服装时所产生的静电放电能量可观,足以点燃空气中的氢气。当人体对地静电电压为 2KV 时,设人体对地电容为 200pF,则人体静电时所产生的能量为: $E=(1/2)CU^2=0.4\text{mJ}$,这比氢气的最小点火能量 0.019mJ 高出很多倍,这个 1 以引爆氢气(人能感觉到的最小火花能量约为 1mJ)。

(3) 火灾的形成

氢气点火能量仅需 0.019mJ。氢气和空气形成的可燃混合气遇静电火花、电气火花或 500C 以上的热等点火源,就会发生燃烧爆炸;如果可燃混合气的浓度达到 18.3%~59%,就会发生爆轰现象。发生时,高速燃烧反应的冲击波,在极短时间内引起的压力极高,这个压力几乎等于正常爆炸产生最大 20 倍,对建筑物能在同一初始条件下瞬间毁灭性摧毁,具有特别大的破坏力。

3) 事故预防措施

(1) 加强相关安全技术知识的培训,提高职工对临氢设备危险性的认识。建立健全各项规章制度)认真贯彻执行《氢气使用安全技术规程》GB4962-2008 和相化设计标准。

(2) 切实加强临氢系统的设备管理,对临氢部位的氢腐蚀、氢脆等情况定期进行技术分析和检漏,并利用设备周期大检修之际彻底检修。

(3) 临氢设备防爆区之内严禁明火。进入该区域人员应穿防静电服或纯棉工作服;在该区域内禁用手机等通讯设备;防爆区内电气设施包括照明灯具、开关应为防爆型,电线绝缘良好、接头牢靠;区内严禁存在暴露的热物体。

(4) 临氢设备管道应装设专用静电接地线,氢管道泄漏时,严禁使用易产生静电的物品如胶皮包裹堵漏。

F5.4 宁波江宁化工有限公司"8.7"较大事故调查报告

1) 事故经过

2013 年 8 月 7 日 8 时许,宁波江宁化工有限公司员工发现杭州华安无损

检测技术有限公司 3 名射线检测人员倒在顺酐车间 3 号反应器内管板平台上，送医院抢救无效死亡。

7 月 25 日 23 时左右，顺酐车间 3 号反应器(以下简称 3

号反应器)开始装填催化剂，因催化剂要保持干燥，需向反应器通入仪表风，江宁公司操作工向艳海和常书吉打开连接反应器的仪表风管道阀门，仪表风不能进入反应器，就临时用橡胶软管从软管站将仪表风接入 3 号反应器(7 月 26 日发现，连接 4 台反应器的仪表风管道均被短接，顺酐车间主任邱永荣安排人员将 1 号、2 号、4 号反应器仪表风管道短接更换)。8 月 1 日，3 号反应器催化剂装填完毕。8 月 2 日，华谊公司安排人员对 3 号反应器上封头进行吊装和焊接作业，8 月 5 日 15 时左右，3 号反应器上封头焊接作业完成。8 月 4 日，华谊公司江宁顺酐项目现场负责人吕立武与精通公司总经理陈华联系，要求对顺酐车间 4 台反应器上封头焊缝进行无损检测。8 月 4 日，陈华通过精通公司办公室主任郑权手机与华安公司总经理张利明取得联系，商谈江宁公司反应器上封头焊缝射线检测事宜，张利明要陈华与华安公司宁波工程部经理郎海龙联系，并告知其联系电话，陈华将郎海龙联系电话告知吕立武，让吕立武直接和郎海龙联系;8 月 4 日下午，吕立武与郎海龙取得联系并约定 8 月 5 日 8 时到江宁公司查看现场。8 月 5 日 8 时 30 分左右，华安公司郎海龙、郑红青在吕立武的带领下到顺酐车间查看 2 号、3 号反应器后，郎海龙提出拍一张片 50 元，吕立武同意。随即，郎海龙、郑红青、吕立武 3 人一起到江宁公司生产部副经理郑俊办公室，提出在 5 日 20 时到 6 日 6 时对 2 号、3 号反应器上封头焊缝进行射线检测作业的申请，郑俊同意，并让人起草通知，将射线检测作业的时间、地点和注意事项告诉主控室总调度和其他相关人员。

5 日 20 时左右，郑红青（无损检测人员，持 RT 射线检验）中级证书，与张孟青（辅助工）、张国栋（辅助工）张志虎（辅助工）一起到江宁公司

顺酐车间对 2 号、3 号反应器上封头焊缝进行射线检测作业；6 日 4 时左右，射线检测作业完成。

6 日早上，郑红青通知吕立武有 11 张底片对应的焊缝缺陷需要返修、复拍（其中 3 号反应器 6 张），吕立武立即安排人员返修，并通知郑红青和郑俊，射线检测时间安排在 6 日 20 时到 7 日 6 时；郑俊又让人起草了射线检测作业通知，告知主控室总调度和相关人员。6 日 15 时，华谊公司焊接人员完成对焊缝的返修工作。6 日 17 时 30 分许，江宁公司顺酐车间主任邱永荣指派顺酐车间气相侧操作员何鹏飞检查顺酐反应器仪表风流量，要求仪表风流量不小于 320（单位：Kg/H， 1.25Kg/Nm^3 ）；18 时 26 分，何鹏飞叫上气相侧操作员刘政东一起去顺酐车间检查反应器仪表风流量，两人来到反应器三楼未找到仪表风流量计，即下到一楼，发现 1 号、2 号反应器仪表风流量均大于 320，两人来到 3 号反应器，看到流量计显示为 0，刘政东尝试徒手将阀门打开未果，遂去附近寻找扳手，何鹏飞在刘政东找扳手期间（约 2 分钟左右），徒手打开了阀门（实为氮气管道阀门），并将流量调整到 320 以上，告知刘政东已调好，两人随即到 4 号反应器检查仪表风流量，发现流量太大就将阀门调小，完成巡检工作后，两人回到主控室。6 日 20 时 01 分，华安公司张孟青带领张国栋、张志虎到顺酐反应器现场进行射线检测作业。

7 日 7 时 40 分左右，邱永荣上班途中接到在江宁公司进行吊装作业的中国化学工程第十四建设有限公司柯昊鹏电话，反映射线检测作业设置的警戒线仍未撤走；邱永荣给主控室总调度汤树峰打电话询问，得知联系不上检测人员。7 时 50 分许，邱永荣到达主控室后，得知仍未联系上检测人员，即让汤树峰联系郑俊，自己立即赶往顺酐车间反应器现场查看。8 时 01 分，在顺酐车间楼下与郑俊相遇，即一起来到顺酐车间三楼反应器上封头处，发现张孟青、张国栋、张志虎 3 人倒在 3 号反应器内管板平台上，邱永荣立即打电话给主控室总调度要求送空气呼吸器到现场，郑俊立即通知附

近作业人员帮助施救。8 时 16 分，江宁公司员工将 3 人抬出送往镇海炼化医院，经抢救无效死亡。8 时 22 分，顺酐车间班长宋钊在生产部经理帅江稳要求其检查是否有氮气窜入反应器的过程中，将 3 号反应器氨气管道阀门关闭。7 日晚，邱永荣在 3 号反应器氨气管道和软管站仪表风阀门增挂禁动牌。

2) 事故原因

(1) 与反应器连接的氨气管道未安全隔绝，气相侧操作员误开氨气管道阀门，将氮气通入 3 号反应器中，导致无证射线检测作业人员违章进入 3 号反应器内缺氧窒息死亡。

(2) 安全管理责任不落实。江宁公司未与华谊公司签订安全协议。

F5.5 山东省淄博市正拓气体“2·26”氢气泄漏闪爆事故

1) 事故经过

事故发生于 2025 年 2 月 26 日傍晚，地点为山东省淄博市正拓气体有限公司的天然气制氢装置区域。工作人员在未完成安全措施的情况下，对泄漏的氢气管道进行带压密封堵漏作业，导致氢气泄漏并引发闪爆。

2) 事故原因

事故的直接原因是氢气管道泄漏后未彻底置换或隔离可燃气体，导致氢气在密闭空间内聚集至爆炸极限，最终在维修作业中因操作不当引发闪爆。

3) 事故预防措施

该事故凸显了危化品企业在带压堵漏等高风险作业中的安全管理漏洞，尤其是气体置换、作业审批和现场监护等关键环节的疏忽；类似事故的预防需严格落实特殊作业安全规范，包括动火作业审批、可燃气体检测及应急预案准备等。

F5.6 事故案例小结

新疆西部合盛硅业有限公司在安全生产管理当中应当吸取以上各事故

案例的教训，严格遵守操作规程和安全管理规章制度，杜绝违章作业；同时，应加强对职工的培训和安全教育，使其清楚作业对象的危险源、危险因素以及预防处理措施，避免或减少事故发生，提高发生事故时的应变能力和自我保护能力。