

档案编号: SH-2023-GD-YSPJ-0501

版 次: 6



中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司纯梁采油厂
齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目
二氧化碳输送管道工程（总干线）
安全验收评价报告

建设单位: 胜利油田分公司纯梁采油厂

建设单位法定代表人: 韩宗元

建设项目单位: 胜利油田分公司纯梁采油厂

建设项目单位主要负责人: 韩宗元

建设项目单位联系人: 张辉

建设项目单位联系电话: **0546-8752766**

(建设项目单位公章)

二零二四年十一月

中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司纯梁采油厂
齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目
二氧化碳输送管道工程（总干线）
安全验收评价报告

评价单位名称：山东实华安全技术有限公司

法定代表人：任红艳

技术负责人：吴佳东

评价项目负责人：林更鹏

评价单位联系电话：0546-7750105

（安全评价机构公章）

二零二四年十一月

前 言

中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂（以下简称纯梁采油厂）成立于1986年1月，时称纯梁采油指挥部，1986年9月更名为纯梁采油厂，是中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司所属从事陆上石油天然气开采的二级生产企业。

纯梁采油厂的经营范围为石油、天然气开采；普通货运、工程安装、油田混合烃、稳定轻烃生产、销售。开发管理着纯化、梁家楼、乔庄、小营、高青、正理庄、大芦湖、花沟、博兴、金家等10个油气田；开发面积为271km²。

纯梁采油厂设置9个机关管理部门，分别是：综合管理部、人力资源部、生产管理部、安全（QHSE）管理部、企业管理部、技术管理部、党群工作部、财务计划部、纪检审计部。设置3个直属单位，分别为QHSE监督中心、经营共享服务中心、信息化服务中心。设立13个基层单位。

为积极响应国家提出的2060年之前实现碳中和的战略需求，进一步提升项目减碳水平和经济示范性，纯梁采油厂建设齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程，根据《危险化学品目录（2015年版）》（原国家安全生产监督管理局等十部门公告2015年第5号，应急管理部等十部委公告2022年第8号）与《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，应急厅函〔2022〕300号修改）可知，该项目输送的介质液化的二氧化碳为危险化学品。齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）属于危险化学品建设项目。

2022年5月27日，齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）取得了《山东省建设项目备案证明》，项目代码：2205-370300-89-01-628046，建设起止年限：2022年至2023年。

2022年8月18日，该项目取得了《危险化学品建设项目安全条件审查意见书》，同意该建设项目通过安全条件审查（备案号：淄应急危化项目审字〔2022〕0176号）。

2022年10月26日，该项目取得了《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》，同意该建设项目通过安全设施设计审查（备案号：淄应急危化项目审字〔2022〕1182号）。

该项目于2022年10月开工建设，并于2023年5月完成中交验收，2023年11月完成竣工验收。2023年6月份完成试生产安全条件审查与试运方案审查，目前齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程运行平稳。

根据《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，主席

令[2009]第 18 号、主席令[2014]第 13 号、主席令[2021]第 88 号修正）、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（原国家安监总局令第 45 号，总局令第 79 号修订）、《关于印发〈山东省《危险化学品建设项目安全监督管理办法》实施细则〉的通知》（鲁安监发[2018]17 号）等法律、法规、文件的规定要求，纯梁采油厂委托山东实华安全技术有限公司对齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程进行安全验收评价。

接受委托后，我公司成立了该项目评价组，进行资料与标准收集、类比工程调研及现场检查，评价报告按照《安全评价通则》、《安全验收评价导则》以及《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》（AQ/T3056-2019）的要求编写，进行危险及有害因素辨识，选用安全检查表对其安全生产条件进行全面的分析，找出该项目存在的安全隐患，有针对性的提出整改对策措施和建议，在此基础上编制完成安全设施竣工验收评价报告，并给出评价结论。

在评价过程中，得到了纯梁采油厂领导、专家及各部门技术人员、现场工作人员的大力支持和协助，在此表示衷心感谢！

评价项目组

2024 年 11 月

目 录

1 评价依据	1
1.1 建设项目支持性文件.....	1
1.2 法律、行政法规、部门规章和地方法规.....	2
1.3 规范性文件.....	6
1.4 标准规范.....	8
1.5 其他支持性依据.....	13
2 建设项目概况	15
2.1 一般规定.....	15
2.2 建设项目总结.....	23
2.3 建设项目基本概况.....	35
2.4 自然和社会环境概况.....	38
2.5 变更部分危险有害因素辨识.....	44
2.6 重大危险源辨识.....	44
2.7 法律、法规符合性检查.....	44
3 评价范围与评价方法	51
3.1 评价范围.....	51
3.2 评价单元划分.....	53
3.3 评价方法选择.....	53
4 线路工程	55
4.1 管道本体.....	55
4.2 管道敷设.....	57
4.3 高后果区.....	61
4.4 地质灾害.....	63
4.5 地震.....	63
4.6 山岭隧道.....	64
4.7 采矿区.....	64
4.8 河流大、中型穿（跨）越.....	65
4.9 与架空电力线路并行交叉.....	66
4.10 与铁路并行交叉.....	68

4.11 与公路并行、交叉.....	69
4.12 与其他管道并行交叉.....	71
4.13 与地下电（光）缆交叉.....	71
4.14 标识与伴行路.....	71
4.15 截断阀室.....	72
4.16 符合性检查.....	74
5 站场工程.....	75
5.1 区域位置.....	75
5.2 平面及竖向布置.....	75
5.3 输送工艺.....	78
5.4 站场工艺.....	80
5.5 储运设备.....	81
5.6 符合性检查.....	81
6 公用工程.....	83
6.1 自控.....	83
6.2 通信.....	85
6.3 供配电.....	88
6.4 防腐与保温.....	90
6.5 采暖通风.....	90
6.6 建（构）筑物.....	90
6.7 符合性检查.....	90
7 安全管理.....	92
7.1 安全管理机构设置.....	92
7.2 人员编制与安全管理人員设置.....	93
7.3 个体安全防护用品配备.....	94
7.4 抢修设备配备.....	94
7.5 应急预案.....	95
7.6 安全投入.....	95
7.7 外部依托力量.....	95
7.8 符合性检查.....	97

8 评价结论与建议	98
8.1 结论.....	98
8.2 对生产运行的建议.....	99
9 与建设单位交换意见	102
9.1 本次评价发现的问题、隐患整改建议以及复查情况.....	102
9.2 与建设单位交换意见.....	104
10 附件	105
10.1 安全验收评价委托书复印件.....	错误! 未定义书签。
10.2 建设单位工商营业执照复印件.....	错误! 未定义书签。
10.3 建设单位安全生产许可证复印件.....	错误! 未定义书签。
10.4 建设单位安全生产标准化证书复印件.....	错误! 未定义书签。
10.5 可行性研究报告批复复印件.....	错误! 未定义书签。
10.6 建设项目的备案证明、安全条件的安全审查意见书复印件.....	错误! 未定义书签。
10.7 建设项目相关批复文件复印件.....	错误! 未定义书签。
10.8 建设项目用地预审与选址意见书复印件.....	错误! 未定义书签。
10.9 初步设计批复复印件.....	错误! 未定义书签。
10.10 安全设施设计审查意见书复印件.....	错误! 未定义书签。
10.11 安全评价单位资质复印件.....	错误! 未定义书签。
10.12 设计单位资质及延期证明材料复印件.....	错误! 未定义书签。
10.13 施工单位资质及延期证明材料复印件.....	错误! 未定义书签。
10.14 监理单位资质复印件.....	错误! 未定义书签。
10.15 检验检测单位资质复印件.....	错误! 未定义书签。
10.16 工程开工报告复印件.....	错误! 未定义书签。
10.17 工程交工报告复印件.....	错误! 未定义书签。
10.18 安全设施施工情况报告复印件（部分）.....	错误! 未定义书签。
10.19 无损检测施工总结复印件（部分）.....	错误! 未定义书签。
10.20 监理工作总结及工程质量评估报告复印件（部分）.....	错误! 未定义书签。
10.21 生产试运行总结复印件.....	错误! 未定义书签。
10.22 输送介质检测报告复印件.....	错误! 未定义书签。
10.23 特种设备（压力容器）检测台账、制造监督检验证书、使用登记证等材料复印件.....	错误! 未定义书签。

10.24 压力管道备案材料复印件	错误! 未定义书签。
10.25 安全阀、压力表、气体检测报警仪、空气呼吸器等检测台账及报告复印件	错误! 未定义书签。
10.26 雷电防护装置定期检测报告复印件	错误! 未定义书签。
10.27 阴极保护测试记录复印件	错误! 未定义书签。
10.28 安全管理机构设置文件复印件	错误! 未定义书签。
10.29 主要负责人、安全管理人员取证情况及注册安全工程师台账复印件	错误! 未定义书签。
10.30 CCUS 项目部设置文件复印件	错误! 未定义书签。
10.31 特种设备管理人员复印件	错误! 未定义书签。
10.32 员工上岗培训情况复印件	错误! 未定义书签。
10.33 规章制度、操作规程目录复印件	错误! 未定义书签。
10.34 缴纳工伤保险和安全责任险的证明材料复印件	错误! 未定义书签。
10.35 抢修设备器具清单复印件	错误! 未定义书签。
10.36 应急预案备案材料复印件	错误! 未定义书签。
10.37 应急救援协议书复印件	错误! 未定义书签。
10.38 安全管理协议书复印件	错误! 未定义书签。
10.39 项目总体投产试运方案封面目录及审查会纪要复印件	错误! 未定义书签。
10.40 试生产安全生产条件专家审查意见复印件	错误! 未定义书签。
10.41 项目生产考核报告复印件	错误! 未定义书签。
10.42 设计单位安全设施设计无重大变更情况报告复印件	错误! 未定义书签。
10.43 该项目安全设施设计说明复印件	错误! 未定义书签。
10.44 设计单位出具的《二氧化碳放空扩散说明》复印件	错误! 未定义书签。
10.45 内审意见复印件	错误! 未定义书签。
10.46 专家意见、报告修改说明、专家现场问题整改确认表	错误! 未定义书签。

1 评价依据

1.1 建设项目支持性文件

- 1、安全验收评价委托书
- 2、安全验收评价合同
- 3、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 项目二氧化碳输送管道工程可行性研究报告的批复》石化股份计[2022]78 号
- 4、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 项目二氧化碳输送管道工程初步设计的批复》石化股份计项[2022]28 号
- 5、《（中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程）山东省建设项目备案证明》2022.5.27
- 6、《（齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全条件审查）危险化学品建设项目安全审查意见书》（淄应急危化项目审字[2022]0176 号）2022.8.18
- 7、《（齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全设施设计）危险化学品建设项目安全审查意见书》（淄应急危化项目审字[2022]1182 号）2022.10.26
- 8、《淄博市行政审批服务局关于齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越大武地下水富集区水环境专题评价报告的意见》（淄行审农[2022]36 号）
- 9、《山东省地震局关于胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道抗震设防要求审定意见的函》（鲁震安评[2022]24 号）
- 10、《山东省自然资源厅关于中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程压覆重要矿产资源的函》（鲁自然资函[2022]989 号）
- 11、《关于齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程涉及于家店北遗址文物保护方案的意见》（临行审许可字[2022]39 号）
- 12、《淄博市行政审批服务局关于中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程水土保持方案的行政许可决定书》（淄行审农[2022]85 号）

13、《淄博市行政审批服务局关于齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越小清河、南水北调东线高青县段等 15 条河（渠）防洪评价项目准予水行政许可决定书》（淄行审农[2022]87 号）

14、《山东省交通运输厅关于齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越小清河航道通航条件影响评价报告的审核意见》（鲁交水运函[2022]30 号）

1.2 法律、行政法规、部门规章和地方法规

1.2.1 法律

1、《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，主席令[2009]第 18 号、主席令[2014]第 13 号、主席令[2021]第 88 号修正，2021 年 9 月 1 日起施行）

2、《中华人民共和国职业病防治法》（中华人民共和国主席令[2001]第 60 号发布，主席令[2011]第 52 号第一次修正、主席令[2016]第 48 号第二次修正、主席令[2017]第 81 号第三次修正、主席令[2018]第 24 号第四次修正，2019 年 5 月 1 日起施行）

3、《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令[2008]第 6 号，主席令[2019]29 号修订，[2021]81 号修订，2021 年 4 月 29 日起施行）

4、《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，2014 年 1 月 1 日起施行）

5、《中华人民共和国防震减灾法》（中华人民共和国主席令[2008]第 7 号修订版，2009 年 5 月 1 日起施行）

6、《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令[2007]第 69 号，主席令[2024]第 25 号修订，2024 年 11 月 1 日起施行）

7、《中华人民共和国水法》（中华人民共和国主席令[1988]第 61 号、主席令[2002]第 74 号第一次修正、主席令[2009]第 18 号第二次修正、主席令[2016]第 48 号第三次修正，2016 年 7 月 2 日起施行）

8、《中华人民共和国防洪法》（中华人民共和国主席令[1997]第 88 号，2016 年第 48 号主席令修正，2016 年 9 月 1 日起施行）

9、《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令[2010]第 39 号，2011 年 3 月 1 日起施行）

10、《中华人民共和国公路法》（中华人民共和国主席令[1997]第 86 号、主席令[1999]

第 25 号第一次修正、主席令[2004]第 19 号第二次修正、主席令[2009]第 18 号第三次修正、主席令[2016]第 57 号第四次修正、主席令[2017]第 81 号第五次修正，2017 年 11 月 5 日起施行）

11、《中华人民共和国铁路法》（中华人民共和国主席令[1990]第 32 号、主席令[2009]第 18 号第一次修正、主席令[2015]第 25 号第二次修正，2015 年 4 月 24 日起施行）

12、《中华人民共和国电力法》（中华人民共和国主席令[1995]第 60 号、主席令[2009]第 18 号第一次修正、主席令[2015]第 24 号第二次修正、主席令[2018]第 23 号第三次修正，2018 年 12 月 29 日起施行）

13、《中华人民共和国土地管理法》（1986 年 6 月 25 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，1986 年 6 月 25 日第六届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，历经 1988 年、1998 年（修订）、2004 年、2019 年三次修正，一次修订。2020 年 1 月 1 日起施行）

14、《中华人民共和国矿产资源法》（中华人民共和国主席令[1996]第 36 号，主席令[2009]第 18 号，2009 年 08 月 27 日起施行）

1.2.2 行政法规

1、《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 344 号，第 591 号、第 645 号修订，2013 年 12 月 7 日起施行）

2、《建设工程质量管理条例》（中华人民共和国国务院令[2000]第 279 号，国务院令第 714 号修改，2019 年 4 月 23 日实施）

3、《建设工程安全生产管理条例》（中华人民共和国国务院令[2003]第 393 号，2004 年 2 月 1 日起施行）

4、《中华人民共和国工伤保险条例》（中华人民共和国国务院令[2010]第 586 号，2011 年 1 月 1 日起施行）

5、《公路安全保护条例》（中华人民共和国国务院令[2011]第 593 号，2011 年 7 月 1 日起施行）

6、《电力设施保护条例》（中华人民共和国国务院令[1998]第 239 号，国务院令第 588 号修改，2011 年 1 月 8 日起施行）

7、《中华人民共和国生产安全事故应急条例》（中华人民共和国国务院令[2019]第 708 号，2019 年 4 月 1 日起施行）

8、《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，2009

年 5 月 1 日起施行）

9、《铁路安全管理条例》（国务院令第 639 号，2014 年 1 月 1 日施行）

10、《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 445 号，国务院令第 653、666、703 号修订，2018 年 9 月 28 日起施行）

11、《国务院办公厅关于同意将 α -苯乙酰乙酸甲酯等 6 种物质列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函[2021]58 号，2021 年 6 月 7 日起施行）

12、《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令第 190 号，国务院令 588 号修改，2011 年 1 月 8 日起施行）

13、《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令第 493 号，2007 年 6 月 1 日起施行）

14、《中华人民共和国河道管理条例》（国务院令第 3 号、国务院令第 588 号、国务院令第 676 号、国务院令第 687 号、国务院令第 698 号，2018 年 3 月 19 日起施行）

15、《建设工程抗震管理条例》（国务院令第 744 号，2021 年 9 月 1 日起施行）

1.2.3 部门规章

1、《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令[2012]第 45 号，2015 年国家安全监管总局令第 79 号修改，2015 年 7 月 1 日起施行）

2、《生产经营单位安全培训规定》（国家安全生产监督管理总局令[2005]第 3 号，2015 年国家安全生产监督管理总局令第 80 号修改，2015 年 7 月 1 日起施行）

3、《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[2009]第 17 号，2019 年应急管理部令第 2 号修改，2019 年 9 月 1 日起施行）

4、《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（原国家安监总局令第 40 号，总局令第 79 号修正，2015 年 7 月 1 日起施行）

5、《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安监总局令第 30 号，原总局令 80 号修订版，2015 年 7 月 1 日起施行）

6、《国家安全监管总局关于修改〈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》（原国家安监总局令第 77 号，2015 年 5 月 1 日起施行）

7、《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》（原国家安监总局令第 79 号，2015 年 7 月 1 日起施行）

8、《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安监总局令第 80 号，2015 年 7 月 1 日起施行）

- 9、《注册安全工程师管理规定》（原国家安监总局令第 11 号，总局令 63 号修订版，2013 年 8 月 29 日起施行）
- 10、《危险化学品输送管道安全管理规定》（国家安监总局令第 43 号，总局令 79 号修订，2015 年 7 月 1 日起施行）
- 11、《危险化学品目录（2015 年版）》（原国家安全生产监督管理局等十部门公告 2015 年第 5 号，应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号，2023 年 1 月 1 日起施行）
- 12、《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令[2023]第 7 号，2024 年 2 月 1 日起施行）
- 13、《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，2022 年 12 月 12 日起实行）
- 14、《防雷减灾管理办法（修订）》（中国气象局第 24 号令，2013 年 6 月 1 日起施行）
- 15、《质检总局关于修订〈特种设备目录〉的公告》（国家质量监督检验检疫总局公告[2014]第 114 号，2014 年 10 月 30 日起施行）
- 16、《关于修改〈特种设备作业人员监督管理办法〉的决定》（国家质量监督检验检疫总局令第 140 号，2011 年 7 月 1 日起施行）
- 17、《工程监理企业资质管理规定》（建设部令[2007]158 号发布，住建部令[2015]24 号、住建部令[2016]32 号、住建部令[2018]45 号、建法规[2019]6 号修正，2007 年 8 月 1 日起施行）
- 18、《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，2020 年 6 月 3 日起施行）

1.2.4 地方法规、规章

- 1、《山东省安全生产条例》（山东省人民代表大会常务委员会公告第 168 号，2021 年 12 月 3 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订，2022 年 3 月 1 日起施行）
- 2、《山东省消防条例》（山东省人民代表大会常务委员会公告第 70 号，2015 年山东省人民代表大会常务委员会公告第 100 号修正，2015 年 7 月 24 日起施行）
- 3、《山东省危险化学品安全管理办法》（山东省人民政府令第 309 号，2017 年 8 月 1 日起施行）
- 4、《山东省安全生产风险管控办法》（山东省人民政府令第 331 号，2020 年 3 月 1 日起施行）

5、《山东省生产安全事故隐患排查治理办法》（山东省人民政府令第 347 号，2022 年 5 月 1 日起施行）

6、《山东省生产安全事故应急办法》（山东省人民政府令第 341 号，2021 年 4 月 1 日起施行）

7、《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（2013 年 2 月 2 日山东省人民政府令第 260 公布；根据 2016 年 6 月 7 日山东省人民政府令第 303 号第一次修订；根据 2018 年 1 月 24 日山东省人民政府令第 311 号第二次修订，山东省人民政府令第 357 号修订，2024 年 1 月 9 日起施行）

8、《山东省防御和减轻雷电灾害管理规定》（2002 年 1 月 26 日山东省人民政府令第 134 号发布，根据 2004 年 10 月 31 日山东省人民政府令第 175 号第一次修订，根据 2018 年 1 月 24 日山东省人民政府令第 311 号第二次修订，2018 年 1 月 24 日起施行）

9、《山东省生产安全事故报告和调查处理办法》（2011 年 6 月 22 日山东省人民政府令第 236 号公布 根据 2021 年 7 月 2 日山东省人民政府令第 342 号第一次修订 根据 2022 年 4 月 25 日山东省人民政府令第 349 号《山东省人民政府关于修改和废止部分省政府规章的决定》第二次修正，2011 年 8 月 1 日起施行）

10、《山东省公路路政条例》（鲁人常[2013]22 号，鲁人常[2020]119 号修正，2020 年 7 月 24 日起施行）

11、《山东省人民政府安全生产委员会办公室 山东省应急管理厅关于印发〈山东省生产安全事故应急预案管理办法〉的通知》（鲁应急发[2023]5 号，2023 年 6 月 16 日起施行）

1.3 规范性文件

1、《国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知》（国发[2010]23 号，2010 年 7 月 19 日起施行）

2、《质检总局关于实施新修订的〈特种设备目录〉若干问题的意见》（国质检特[2014]679 号，2014 年 10 月 30 日起施行）

3、《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》（国能油气[2015]392 号，2016 年 1 月 1 日起施行）

4、《关于规范公路桥梁与石油天然气管道交叉工程管理的通知》（交通运输部、国家能源局、原安全监管总局，交公路发[2015]36 号，2015 年 03 月 17 日起施行）

5、《易制爆危险化学品名录（2017 年版）》（公安部 2017 年 5 月 11 日公告实施）

- 6、《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部 工业和信息化部公安部交通运输部公告 2020 年第 3 号，2020 年 5 月 30 日起施行）
- 7、《高毒物品目录》（卫法监发[2003]142 号，2003 年 6 月 11 日起施行）
- 8、《国家安全监管总局等八部门关于加强油气输送管道途经人员密集场所高后果区安全管理工作的通知》（安监总管三[2017]138 号，2017 年 12 月 15 日起施行）
- 9、《关于危险化学品企业贯彻落实〈国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知〉的实施意见》（安监总管三[2010]186 号，2010 年 11 月 3 日起施行）
- 10、《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三[2014]116 号，2014 年 11 月 13 日起施行）
- 11、《国家安全监管总局关于印发〈化工（危险化学品）企业安全检查重点指导目录〉的通知》（安监总管三[2015]113 号，2015 年 12 月 14 日起施行）
- 12、《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版，2013 年 2 月 5 日起施行）
- 13、《重点监管危险化工工艺目录》（2013 年完整版，2013 年 2 月 6 日起施行）
- 14、《国家安全监管总局关于印发〈化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）〉和〈烟花爆竹生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）〉的通知》（安监总管三[2017]121 号，2017 年 11 月 13 日起施行）
- 15、《应急管理部办公厅关于印发〈淘汰落后危险化学品安全生产工艺技术设备目录（第一批）〉的通知》（应急厅[2020]38 号，2020 年 10 月 23 日起施行）
- 16、《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 12 日起施行）
- 17、《市场监管总局办公厅对长输管道站场内压力管道有关问题的复函》（市监特设函[2022]1334 号，2022 年 9 月 26 日起施行）
- 18、《关于印发《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》的通知》（鲁安监发[2018]17 号，2018 年 2 月 2 日起施行）
- 19、《山东省应急管理厅等部门关于进一步加强危险化学品安全生产管理工作的若干意见》（鲁应急发[2019]66 号，2022 年 9 月 1 日起施行）
- 20、《关于加强有限空间作业安全管理的通知》（鲁安办发[2020]33 号，2020 年 7 月 4 日起施行）
- 21、《忌水危险化学品名单（试行）》（鲁应急字[2020]46 号，2020 年 6 月 10 日起施行）

- 22、《关于印发山东省生产经营单位全员安全生产责任清单的通知》（鲁安办发[2021]50号，2021年8月27日起施行）
- 23、《山东省企业安全生产“晨会”制度规范（试行）》（鲁安发[2022]4号，2022年3月3日起施行）
- 24、《山东省人民政府安全生产委员会关于规范和加强安全生产培训考核工作的指导意见》（鲁安发[2022]6号，2022年3月28日起施行）
- 25、《重点行业领域重大安全风险隐患清单》（鲁安发[2022]11号，2022年6月2日起施行）
- 26、《关于印发〈山东省禁止危险化学品目录（第二批）〉的通知》（鲁应急字[2022]61号，2022年4月18日起施行）
- 27、《山东省生产安全事故应急预案管理办法》（鲁应急发[2023]5号，2023年7月31日起施行）
- 28、《关于印发〈山东省安全生产培训考核管理规定（试行）〉的通知》（鲁应急发[2023]6号，2023年6月16日起施行）
- 29、《山东省人民政府办公厅关于印发〈山东省生产经营单位安全总监制度实施办法（试行）〉的通知》（鲁政办字[2023]116号，2023年10月1日起施行）

1.4 标准规范

1.4.1 国家标准

- 1、《安全色》（GB2893-2008）
- 2、《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- 3、《固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯》（GB4053.2-2009）
- 4、《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
- 5、《企业职工伤亡事故分类》（GB/T6441-1986）
- 6、《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）
- 7、《输送流体用无缝钢管》（GB/T8163-2018）
- 8、《危险货物品名表》（GB12268-2012）
- 9、《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- 10、《化学品分类和危险性公示通则》（GB13690-2009）
- 11、《化学品安全标签编写规定》（GB15258-2009）

- 12、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 13、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- 14、《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》（GB/T21246-2020）
- 15、《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）
- 16、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T21448-2017）
- 17、《钢质管道内腐蚀控制规范》（GB/T23258-2020）
- 18、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 19、《基于风险的埋地钢质管道外损伤检验与评价》（GB/T30582-2014）
- 20、《危险化学品单位应急救援物资配备要求》（GB30077-2023）
- 21、《危险化学品企业特殊作业安全规范》（GB30871-2022）
- 22、《钢质管道焊接及验收》（GB/T31032-2023）
- 23、《油气输送管道完整性管理规范》（GB32167-2015）
- 24、《压力管道规范 长输管道》（GB/T34275-2017）
- 25、《油气管道运行规范》（GB/T35068-2018）
- 26、《危险化学品生产装置和储存设施风险基准》（GB36894-2018）
- 27、《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）
- 28、《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》（GB39800.1-2020）
- 29、《个体防护装备配备规范第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB39800.2-2020）
- 30、《混凝土结构设计标准（2024 年版）》（GB/T50010-2010）
- 31、《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T50011-2010）
- 32、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）
- 33、《建筑照明设计标准》（GB/T50034-2024）
- 34、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 35、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 36、《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）
- 37、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- 38、《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- 39、《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）
- 40、《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 41、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB50093-2013）

- 42、《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
- 43、《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 44、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
- 45、《石油化工企业设计防火标准（2018年版）》（GB50160-2008）
- 46、《火灾自动报警系统施工及验收标准》（GB50166-2019）
- 47、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）
- 48、《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）
- 49、《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）
- 50、《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 51、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）
- 52、《工业设备及管道绝热工程设计规范》（GB50264-2013）
- 53、《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）
- 54、《安全防范工程技术标准》（GB50348-2018）
- 55、《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）
- 56、《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- 57、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）
- 58、《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）
- 59、《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T50470-2017）
- 60、《石油化工可燃气体和有毒气体检测报警设计标准》（GB/T50493-2019）
- 61、《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T50698-2011）
- 62、《石油天然气管道工程全自动超声波检测技术规范》（GB/T50818-2013）
- 63、《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》（GB/T50823-2013）
- 64、《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）
- 65、《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》（GB50991-2014）
- 66、《化工工程管架、管墩设计规范》（GB51019-2014）
- 67、《通信线路工程设计规范》（GB51158-2015）
- 68、《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》（GB51309-2018）
- 69、《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 70、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）
- 71、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）

- 72、《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（GBZ2.1-2019/XG1-2022）
- 73、《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分：物理因素》（GBZ2.2-2007）
- 74、《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ/T230-2010）

1.4.2 行业标准

- 1、《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）
- 2、《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 3、《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）
- 4、《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》（AQ/T3055-2019）
- 5、《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》（AQ/T3056-2019）
- 6、《工业空气呼吸器安全使用维护管理规范》（AQ/T6110-2012）
- 7、《生产安全事故应急演练基本规范》（AQ/T9007-2019）
- 8、《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（AQ/T9011-2019）
- 9、《化工过程安全管理导则》（AQ/T3034-2022）
- 10、《电子巡查系统技术要求》（GA/T644-2006）
- 11、《石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求》（GA1166-2014）
- 12、《石油石化系统治安反恐防范要求 第 6 部分：石油天然气管道企业》（GA1551.6-2021）
- 13、《石油化工金属管道布置设计规范》（SH3012-2011）
- 14、《石油化工管架设计规范》（SH/T3055-2017）
- 15、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）
- 16、《二氧化碳输送管道工程设计标准》行业标准第 1 号修改单（SH/T3202-2018/XG1-2022）
- 17、《石油天然气站场阴极保护技术规范》（SY/T6964-2013）
- 18、《石油天然气地面建设工程供暖通风与空气调节设计规范》（SY/T7021-2014）
- 19、《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T7036-2016）
- 20、《油气架空管道防腐保温技术标准》（SY/T7347-2016）
- 21、《油气田工程安全仪表系统设计规范》（SY/T7351-2016）
- 22、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）
- 23、《石油天然气工程建筑设计规范》（SY/T0021-2016）

- 24、《钢质管道及储罐腐蚀评价标准 第 1 部分：埋地钢质管道外腐蚀直接评价》（SY/T0087.1-2018）
- 25、《油气输送管道监控与数据采集（SCADA）系统安全防护规范》（SY/T7037-2016）
- 26、《输气管道系统完整性管理规范》（SY/T6621-2016）
- 27、《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T6064-2017）
- 28、《输气管道高后果区完整性管理规范》（SY/T7380-2017）
- 29、《防静电安全技术规范》（SY/T7385-2017）
- 30、《穿越管道防腐层技术规范》（SY/T7368-2023）
- 31、《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）
- 32、《油气输送管道并行敷设技术规范》（SY/T7365-2017）
- 33、《油气输送管道工程水域开挖穿越设计规范》（SY/T7366-2017）
- 34、《石油工程建设施工安全规范》（SY/T6444-2018）
- 35、《油气输送管道线路工程水工保护设计规范》（SY/T6793-2018）
- 36、《石油天然气开发注二氧化碳安全规范》（SY/T6565-2018）
- 37、《油气输送管道同沟敷设光缆（硅芯管）设计及施工规范》（SY/T4108-2019）
- 38、《石油天然气管道安全规范》（SY/T6186-2020）
- 39、《油气田变配电设计规范》（SY/T0033-2020）
- 40、《油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范》（SY/T5984-2020）
- 41、《油气田及管道工程雷电防护设计规范》（SY/T6885-2020）
- 42、《石油天然气工程管道和设备涂色规范》（SY/T0043-2020）
- 43、《阴极保护管道的电绝缘标准》（SY/T0086-2020）
- 44、《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》（SY/T6069-2020）
- 45、《油气管道安全预警系统技术规范》（SY/T6827-2020）
- 46、《油气管道完整性管理等级评估规范》（SY/T7472-2020）
- 47、《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）
- 48、《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》（SY/T6968-2021）
- 49、《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》（SY/T7628-2021）
- 50、《石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范》（SY/T6503-2022）
- 51、《陆上油气田油气集输安全规程》（SY/T6320-2022）
- 52、《输油气管道工程安全仪表系统设计规范》（SY/T6966-2023）

- 53、《压力管道安全技术监察规程—工业管道》（TSGD0001-2009）
- 54、《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016）
- 55、《压力管道监督检验规则》（TSGD7006-2020）
- 56、《压力管道定期检验规则—长输管道》（TSG D7003-2022）
- 57、《危险化学品岗位安全生产操作规程编写导则》（DB37/T2401-2022）
- 58、《安全生产风险分级管控体系通则》（DB37/T2882-2016）
- 59、《化工企业安全生产风险分级管控体系细则》（DB37/T2971-2017）

1.5 其他支持性依据

- 1、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程环境影响报告书》（山东碧霄环保节能科技有限公司，2022 年 4 月）
- 2、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越大武地下水富集区水环境专题评价报告》（山东碧霄环保节能科技有限公司，2022 年 4 月）
- 3、《重大决策社会稳定风险评估事项备案表》（森诺科技有限公司，2022 年 5 月 5 日）
- 4、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程初步设计（0 版）》（中石化石油工程设计有限公司，2022 年 5 月）
- 5、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程 QRA 分析报告》（中石化石油工程设计有限公司，2022 年 5 月）
- 6、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程输送干线高后果区专题报告》（中石化石油工程设计有限公司，2022 年 5 月）
- 7、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程场地地震安全性评价报告》（北京中地华安地质勘查有限公司，2022 年 5 月）
- 8、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越小清河航道通航条件影响评价报告》（山东港通工程管理咨询有限公司，2022 年 5 月）
- 9、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程地质灾害危险性评估报告》（山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队，2022 年 6 月）
- 10、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程压覆重要矿产资源评估报告》（山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队，2022 年 6 月）
- 11、《齐鲁石化-胜利油田百万吨 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程 SIL 评估报告》（中石化安全工程研究院有限公司，2022 年 6 月）

12、《齐鲁石化-胜利油田百万吨CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程HAZOP分析和SIL定级报告》（中石化安全工程研究院有限公司，2022年8月）

13、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全评价报告》（胜利油田检测评价研究有限公司，2022年8月）

14、《齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程穿越小清河、南水北调东线高青县段等15条河（渠）防洪与输水影响评价报告》（水发规划设计有限公司，2022年8月）

15、《中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全设施设计专篇》（中石化安全工程研究院有限公司，2022年10月20日）

16、《中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级CCUS示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）试生产条件安全评价报告》（山东实华安全技术有限公司，2023年06月）

2 建设项目概况

2.1 一般规定

2.1.1 建设单位简介

纯梁采油厂成立于 1986 年 1 月，时称纯梁采油指挥部，1986 年 9 月更名为纯梁采油厂，是中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司所属从事陆上石油天然气开采的二级生产企业。纯梁采油厂的经营范围为石油、天然气开采；普通货运（有效期限以许可证为准）；工程安装；油田混合烃、稳定轻烃生产、销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。开发管理着纯化、梁家楼、乔庄、小营、高青、正理庄、大芦湖、花沟、博兴、金家等 10 个油气田；开发面积为 271km²。

企业主要信息见下表 2.1-1。

表 2.1-1 企业基本情况表

--	--	--	--

（企业机密，不允公开！）

纯梁采油厂于 2021 年 12 月取得安全生产标准化二级企业证书，有效期至 2024 年 12 月。

针对该项目，纯梁采油厂成立了 CCUS 项目部，项目部设置为采油厂基层单位，并下设“两室一中心”和 5 个管理站，分别为综合管理室、技术管理室、安全生产指挥中心、管输运维站、注采一站、注采二站、油气处理一站、油气处理二站。

2.1.2 安全设施设计审查及重大变更情况

2.1.2.1 安全设施设计审查情况

2022 年 10 月 26 日，根据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》（国家安监总局令第 45 号）和《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》（鲁安监发[2018]17 号）的规定，淄博市应急管理局组织专家对《中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全设施设计专篇》进行了审查，同意该建设项目通过安全设施设计审查，出具了《危险化学品建设项目安全审查意见书》（淄应急危化项目审字[2022]1182 号）。

该项目从项目核准立项到设计、建设全过程，均严格执行安全设施三同时的有关规定，具体执行情况见表 2.1-2，相应批复详见报告附件。

表 2.1-2 项目“三同时”执行情况表

序号	实施阶段		文件	实施单位	资质证书编号
1	项目核准		《山东省建设项目备案证明》 2022 年 5 月 27 日，项目赋码号为： 2205-370300-89-01-628046。	山东省投资项目在线审批监管平台	/
2	安全条件审查	安全预评价报告编制	《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全评价报告》（2022 年 8 月）	胜利油田检测评价研究有限公司	APJ-（鲁）-038
		审查意见书	《危险化学品建设项目安全审查意见书》（淄应急危化项目审字[2022]0176 号）	淄博市应急管理局	/
3	安全设施设计	安全设施设计专篇编制	《中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全设施设计专篇》（2022 年 10 月 20 日）	中石化安全工程研究院有限公司	A237004924 行业甲级
		审查意见书	《危险化学品建设项目安全审查意见书》（淄应急危化项目审字[2022]1182 号）	淄博市应急管理局	/
4	安全验收		《中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全验收评价报告》	山东实华安全技术有限公司	APJ-（鲁）-013

2.1.2.2 重大变更情况

参照《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》（AQ/T3055-2019）重大变更定义，符合下列条件之一的，应视为重大变更：

- 1、改变输送介质类型的；
- 2、管径或设计压力增大的，管材利旧的；
- 3、站场建设选址变更后需有关部门重新审批的；
- 4、线路改变后出现 III 级高后果区的；

5、埋地管道改为架空管道的。

经核查，该工程无符合以上定义的重大变更。

2.1.3 安全评价、设计、施工、监理、检验检测、安全验收评价等单位的资质

该项目相关单位均具有相应的资质，各单位情况见表 2.1-3 所示，相关单位资质情况见附件。

表 2.1-3 安全评价、设计、施工、监理、检验检测、安全验收评价等单位资质

序号	单位名称	经营范围	资质范围（级别）	证书编号	所承担工程范围
一 安全评价					
1	胜利油田检测评价研究有限公司	一般项目：大气环境污染防治服务；水环境污染防治服务；土壤环境污染防治服务；环境保护监测；土壤污染治理与修复服务；环保咨询服务；水污染治理；固体废物治理；大气污染治理；土地调查评估服务；噪声与振动控制服务；生态资源监测；安全咨询服务；标准化服务；节能管理服务；在线能源监测技术研发；工程管理服务；运行效能评估服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；水利相关咨询服务；地震服务；地质勘查技术服务；海洋环境服务；海洋服务；公路水运工程试验检测服务；基础地质勘查；地理遥感信息服务（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：测绘服务；地质灾害危险性评估；雷电防护装置检测；建设工程质量检测；安全评价业务；消防技术服务；地质灾害治理工程勘查；安全生产检验检测；检验检测服务；水利工程质量检测；职业卫生技术服务；特种设备检验检测服务；认证服务（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动，具体经营项目以审批结果为准）	陆地石油和天然气开采业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业。	APJ-（鲁）-038	安全预评价
二 设计单位					
1	中石化石油工程设计有限公司	工程设计；工程总承包；工程管理；工程咨询；工程监理；工程造价咨询；工程招标代理；全过程工程咨询；工程勘察；岩土工程设计，岩土工程检（监）测，工程地球物理勘探；工程测量，测绘地理信息服务，海洋测绘，测绘航空摄影，摄影测量与遥感；特种设备生产；科学研究及服务，科学技术推广，科技成果转化及转让，科技产品的研制、开发、生产、销售；环境污染防治工程；环保工程设计；节能工程设计及技术推广；信息工程，软件开发，计算机技术开发、技术服务、维修及销售；数据采集、存储、开发、处理、服务和销	工程勘察综合资质甲级。 石油天然气（海洋石油）行业甲级；建筑行业（建筑工程）甲级；化工石化医药行业（化工工程）专业乙级等 固定式压力容器规则设	B137004927 A237004924 TSY210420-2024	总承包单位（工程勘察设计及安全设施设计专篇的编制）

序号	单位名称	经营范围	资质范围（级别）	证书编号	所承担工程范围
		售；大数据服务平台建设、技术开发和运营；数字内容服务；检验检测服务；规划设计管理；地质灾害治理评估、勘查、设计、监理；油气输送管道完整性管理；编制建设项目环境影响评价、安全评价、节能评估、水土保持方案；企业管理咨询；石油化工装备生产、销售；化工产品（不含危险品）、办公自动化产品的销售；其他印刷品印刷（不含出版物印刷）；房屋租赁；对外经济合作业务（凭经营资格证书经营）；自营和代理各类商品和技术的进出口，但国家限定公司经营或禁止进出口的商品和技术除外。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	计： 压力管道设计： 长输管道（GA1、GA2） 公用管道（GB1、GB2） 工业管道（GC1、GC2）	TS1810281-2024	
2	山东齐鲁石化工程有限公司	工程总承包、部分承包、分包，工程勘察设计、监理，工程咨询、造价咨询，工程招投标，工程建设物资设备采购供应，资质证书许可范围内的测绘业务，技术咨询服 务，办公设备维修，翻译服务，房屋租赁。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	压力管道设计： 公用管道（GB1） 公用管道（GB2） 工业管道（GC1） 工业管道（GC2） 工业管道（CCD）	TS1837424-2025	首站管廊部分
3	山东济铁设计咨询有限公司	工程勘探，工程测量，地形测量，工程检测，工程设计，工程咨询；工程设计施工总承包，专业承包，工程代建，工程项目管理；计算机软件开发；铁路工程机械、铁路专用设备、器材及配件的销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	铁道行业乙级	A137009241	铁路穿越套管工程
4	山东莱克工程设计有限公司	许可项目：建设工程设计；建设工程勘察；建设工程施工；测绘服务；地质灾害治理工程勘查；水利工程质量检测；污水处理及其再生利用；海洋石油开采；海洋天然气开采；石油、天然气管道储运；餐饮服务。（依法须经批准的项目，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）一般项目：工程管理服务；地质勘查技术服务；信息技术咨询服务；石油天然气技术服务；风力发电技术服务；新兴能源技术研发；水环境污染防治服务；固体废物治理；大气污染治理；水利相关咨询服务；工程和技术研究和试验发展；信息系统集成服务；地理遥感信息服务；招投标代理服务；专业设计服务；技术服务、技术开	石油天然气（海洋石油）行业甲级；市政行业（给水工程、排水工程、城镇燃气工程、热力工程）专业乙级；电力行业（变电工程、送电工程、风力发电、新能源发电、火力发电）专业乙级；环境工程（水污染防	A237018396	5 个阀室变压器工程设计

序号	单位名称	经营范围	资质范围（级别）	证书编号	所承担工程范围
		培训；业务培训（不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训）；化工产品销售（不含许可类化工产品）；专用化学产品销售（不含危险化学品）。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）			
2	淄博北岳设备防护工程有限公司	许可项目：建设工程施工；特种设备安装改造修理；特种设备制造；特种设备检验检测；住宅室内装饰装修；电气安装服务；施工专业作业。（依法须经批准的项目，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）一般项目：工程管理服务；特种设备销售；普通机械设备安装服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；土石方工程施工；水污染防治服务；水污染治理；仪器仪表修理；专业保洁、清洗、消毒服务；金属表面处理及热处理加工；保温材料销售；石油制品销售（不含危险化学品）；专用化学产品制造（不含危险化学品）；再生资源销售；装卸搬运；电子、机械设备维护（不含特种设备）；专用设备修理；环境保护监测；轻质建筑材料制造；工业酶制剂研发；总质量 4.5 吨及以下普通货运车辆道路货物运输（除网络货运和危险货物）；劳务服务（不含劳务派遣）；非居住房地产租赁；普通货物仓储服务（不含危险化学品等需许可审批的项目）。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）	石油化工工程施工总承包贰级；防水防腐保温工程专业承包贰级；建筑装饰装修工程专业承包贰级；建筑机电安装工程专业承包贰级。	D237091554	首站管廊部分
			地基基础工程专业承包叁级；施工劳务不分等级	D337091551	
			压力管道安装；工业管道安装（GC1）。	TS3810648-2023	
3	中铁十局集团有限公司	承包与其实力、规模、业绩相适应的国外工程项目，对外派遣实施上述境外工程所需的劳务人员（有效期限以许可证为准）；铁路工程、房屋建筑工程、公路工程、市政公用工程、港口与航道工程、水利水电工程、矿山工程的施工总承包、工程总承包及运营管理与维护，桥梁工程、铁路铺轨架梁工程、城市轨道交通工程、隧道工程承包及施工、机场场道工程、公路路基工程、园林工程、绿化工程、混凝土预制构件工程专业承包及施工，铁路运输服务，新建铁路临管运输，水务、环保、城市综合体、管廊设施的运营管理与维护；工程咨询，工程勘察，铁道行业工程设计，工程试验检测、工程测绘、工程计量及技术服务（以上须凭资质证书经营）；进出口业务；电气化铁路接触网配件制造、销售；机械设备租赁；房屋租赁；物业管理。（依法须经批准的项目，经相关部门批准	建筑工程施工总承包特级；公路工程施工总承包特级；铁路工程施工总承包特级；市政公用工程施工总承包特级。	D137057691	铁路穿越套管工程

序号	单位名称	经营范围	资质范围（级别）	证书编号	所承担工程范围
		批准后方可开展经营活动）。			
4	山东杰电气有限公司	一般项目：配电开关控制设备制造；配电开关控制设备销售；配电开关控制设备研发；电力电子元器件制造；电线、电缆经营；电气设备修理；输配电及控制设备制造；智能输配电及控制设备销售；机械电气设备制造；电力设施器材制造；电气设备销售；机械设备租赁；电子元器件与机电组件设备销售；电容器及其配套设备销售；电工仪器仪表销售；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；金属制品销售；金属结构销售。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：输电、供电、受电电力设施的安装、维修和试验；建设工程施工；建筑劳务分包。（依法须经批准的项目，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）	电力工程施工总承包叁级；施工劳务不分等级。 承装类四级、承修类四级、承试类四级。	D337267893 1-6-00499-2021	5个阀室变压器安装
四	监理单位				
1	山东胜利建设监理股份有限公司	许可项目：建设工程监理；水利工程建设监理；公路工程监理；单建式人防工程监理；水运工程监理。（依法须经批准的项目，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）一般项目：工程管理服务；招标投标代理服务；设备监理服务；工程造价咨询业务；信息技术咨询服务；环保咨询服务；社会稳定风险评估；环境保护监测；生态资源监测；合同能源管理；水利相关咨询服务；节能管理服务；土地整治服务；土壤污染治理与修复服务；政府采购代理服务；水土流失防治服务；海洋环境服务；海洋服务；水环境污染防治服务；大气环境污染防治服务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）	工程监理综合资质。	E137006703-8/6	总干线施工监理
2	山东济工程建限公司	工程建设监理、工程项目技术咨询、工程建设项目招投标代理、工程造价、晒图服务；铁路工程、土石方工程、建筑智能化工程、建筑装饰装修工程的设计、施工。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	铁路工程监理甲级。	E137009241	铁路穿越套管工程
五	检验检测单位				
1	中石化胜	海上（含滩海陆岸）石油设施和石油专业设备的检验、检测、评价及技术咨询；石	1、CG-常规检测；	TS7310060-2025	无损检测

序号	单位名称	经营范围	资质范围（级别）	证书编号	所承担工程范围
	利海上石油工程技术检验有限公司	油工程无损检测、工程监理及建设技术咨询；石油化工项目的质量、职业健康、安全、环境技术服务和管理咨询；特种设备检验、检测及技术咨询；管道检测；资产租赁。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。	2、ECT-涡流检测； 3、TOFD-衍射时差法超声检测； 4、MFL-漏磁检测。		
2	山东省特种设备检验研究院集团有限公司	特种设备检验、检测和型式试验；特种设备设计文件鉴定；受托提供特种设备行政许可相关技术服务、咨询服务；理化检测、无损检测、能效检测、燃料化验与节能评价；安全与节能技术研究、成果转化和技术服务；劳动防护用品质量检验与技术服务；安全生产检测检验、管理与相关技术培训；质检技术服务；产品检测服务；建筑工程及材料质量检测、鉴定；人防工程及防护设备质量检测；石油和化学工业、轻工业、电力工业的设备监理。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）	综合检验机构（甲类）	TS7110350-2025	压力容器、压力管道检验检测
六	安全验收评价单位				
1	山东实安技术有限公司	一般项目：安全技术防范系统设计施工服务；安全咨询服务；节能管理服务；运行效能评估服务；安全系统监控服务；环保咨询服务；环境应急治理服务；工程管理服务；电子产品销售；计算机软硬件及辅助设备零售；办公设备耗材销售；网络设备销售；仪器仪表销售；家用电器销售；广告设计、代理；广告制作；水利相关咨询服务；普通机械设备安装服务；通用设备修理；电子、机械设备维护（不含特种设备）；软件开发；信息系统集成服务；业务培训（不含教育培训、职业技能培训等需取得许可的培训）；招投标代理服务；信息咨询服务（不含许可类信息咨询服务）；工程造价咨询业务；技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广；企业管理咨询；劳务服务（不含劳务派遣）；机械设备租赁。（除依法须经批准的项目外，凭营业执照依法自主开展经营活动）许可项目：安全评价业务；建设工程监理；建设工程施工；建设工程设计；测绘服务。（依法须经批准的项目，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）	陆地石油和天然气开采业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制造业。	APJ-（鲁）-013	安全验收评价

注：①设计单位资质符合性判定依据为《关于印发〈工程设计资质标准〉的通知》（建市[2007]86号）、《危险化学品生产企业安全生产许可证实施办法（安监总局 89 号令修订版）》（原国家安生

产监督管理总局令第 41 号）、《国家安全监管总局住房城乡建设部关于进一步加强危险化学品建设项目安全设计管理的通知》（安监总管三[2013]76 号）；

②施工单位资质符合性判定依据为《建筑业企业资质管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 22 号，中华人民共和国住房和城乡建设部令第 32、45 号修正）；

③监理单位资质符合性判定依据为《工程监理企业资质管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 24、32、45 号修正版）（中华人民共和国建设部令第 158 号）。

评价结论：中石化石油工程设计有限公司是该项目的总承包单位，与安全设施设计专篇一致；该项目涉及的安全评价、设计、施工、监理、检验检测、安全验收评价单位的资质满足要求。

2.1.4 安全验收评价委托书

本次安全验收评价工作由中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂委托山东实华安全技术有限公司开展，委托书见附件。

2.2 建设项目总结

2.2.1 安全设施设计总结

2.2.1.1 设计单位基本情况

该项目设计总承包单位（工程勘察设计及安全设施设计专篇的编制）为中石化石油工程设计有限公司，首站管廊部分设计单位山东齐鲁石化工程有限公司，铁路穿越套管工程设计单位山东济铁设计咨询有限公司，5 个阀室变压器工程设计单位山东莱克工程设计有限公司，以上单位具备承接该项目设计的资质，详见第 2.1.3 节。

2.2.1.2 设计依据

设计依据主要有项目安全评价及批复、安全专篇及批复等建设项目支持性文件，国家法律、法规、部门规章和国家标准、行业标准，以及其他专项评价成果。

2.2.1.3 承担的建设项目工程量

齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程管道全长约 75 公里，压力 12MPa，管径 DN300，设计输量 100 万吨/年，采用高压常温液相输送；主线路用管选用无缝钢管，钢管材质为 L360Q，规格 323.9×11mm。管道沿线新建站场 2 座、阀室 5 座。首站工作量主要包括发球筒 1 套，换热器 2 套，增压泵 2 台，配套阀门及管网系统、站控系统及仪器仪表等。末站工作量主要包括收球筒 1 套、放空立管 1 套、配套阀门及管网系统、站控系统及仪器仪表等。

设计界面为该项目接自齐鲁石化二氧化碳储罐增压后管线，止于高青末站。设计范围为齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程齐鲁石化首站至高青末站之间的 75km 管线、5 座截断阀室、2 座站场和公用工程，即线路系统、大中型穿越系统、SCADA 系统、通信系统、阀室系统、站场系统及其配套设施等相关设计内容。

2.2.1.4 安全评价报告中安全对策措施和建议的落实情况

针对安全预评价报告中提出的安全对策措施与建议共计 61 项，其中项目安全设施设计专篇共采纳 52 项，4 项予以部分采纳，本次评价针对所采纳的安全对策措施及建议进行落实。

表 2.2-1 安全评价报告安全措施和建议的落实情况统计表

序号	安全评价报告提出的对策措施及建议	落实情况说明
管道本体		
1	选用钢材的性能参数如化学成分，拉伸性能，静水压试验，弯曲试验，压扁试验，导向弯曲试验，PSL2 钢管夏比 V 型缺口（CVN）冲击试验，PSL2 焊管落锤撕裂（DWT）式验，表面状况、缺欠和缺陷，尺寸、质量和偏差，管端加工，焊缝偏差，质量偏差，PSL2 钢管焊接性能等应符合 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》PSL2 级钢材的相关要求，钢管的制造应严格执行 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》关于制造工艺、原料、热处理等方面的要求；钢管交货时严格按照 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》的相关要求进行验收，防止不合格的管材进入施工中。	已落实，钢材性能满足要求。
管道敷设		
2	水平定向钻水域穿越管段管顶埋深不宜小于设计洪水冲刷线或疏浚深度以下 6m。	已落实，不小于 6m。
3	工程中可能涉及房屋拆迁、大棚拆迁、迁坟、电杆迁移等工程量。下一步设计及施工中乃至投产运行过程中，管道工程应根据《石油天然气管道保护法》等有关条例，应尽早签订拆迁协议，确保管道工程长远运行符合法规规定，迁坟、拆迁房屋及深根植物等，应充分考虑方案可行性，必要时上报政府相关部门，避免造成管道运行单位与地方关系恶化，影响管道安全平稳运行。	已落实。
4	高后果区方面本评价建议施工期间加强监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工。	已落实，严格按照设计要求进行施工。
5	下一步设计应对人员密集场所高后果区沿线市政地下管网、排水明暗渠进行详细勘察，与其交叉并行距离应满足相关法律法规规范要求。	已落实，交叉并行距离满足要求。
6	管道工程规划路由方案已经得到地方政府规划部门的初步许可复函。其中因周边环境限制，管线穿越了于家店北遗址，核准文件中不包括此管段。待文物保护评价完成后应取得对管段的许可复函。	已落实。
7	以上高后果区仅为可研阶段识别成果，后续设计将根据现场实际情况，细分特定场所、高后果区段等，并对高后果区范围内人口分布、特定场所的类型、人员数量以及疏散方向等进行详细调查。并根据《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》编制安全设施设计专篇，配合完成主管部门安全设施设计专篇的审查。	已落实。
地质灾害		
8	本工程已委托有关单位进行地质灾害风险评价，并进行相应的勘察工作，	已落实。

序号	安全评价报告提出的对策措施及建议	落实情况说明
	应在在此基础上确定地质灾害治理方案。在无评价资料的情况下，原则上不得进行水工保护设计，以免诱发地质灾害。	
9	按照 SY/T7040《油气输送管道工程地质灾害防治设计规范》、SY/T6828《油气管道地质灾害风险管理技术规范》的相关要求，严格落实地质灾害评估报告提出的相关对策措施及建议，使地质灾害对该工程的线路的影响在可接受范围内。	已落实。
地震		
10	下一步设计时依据《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程场地地震安全性评价报告》的结果进行复核。	已落实，进行复核。
采矿区		
11	工程施工前，进行详细的岩土工程勘察，为设计和施工提供依据，必要的时候进行采空区专项勘察。	已落实。
12	持续关注临近煤矿及铁矿的开采动态和管道的稳定，必要时开展地面变形沉降观测。	已落实。
水域穿越		
13	可研报告未提及定向钻穿越管段的曲率半径，应执行《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）第 5.1.2 条的要求，即：采用弹性敷设时，穿越管段曲率半径不宜小于 1500D，且不应小于 1200D。水平定向钻敷设穿越管段的入土角宜为 6°~20°，出土角宜为 4°~12°，应根据地质条件、穿越管径、穿越长度、管段埋深和弹性敷设条件确定。	已落实。
14	可研报告未提及河流大中型穿越工程采用的设计洪水频率，应按照 GB50423《油气输送管道穿越工程设计规范》第 3.3.3 条的要求选取，即河流、沟渠大型穿越 工程设计洪水频率为 1%（100 年一遇）；中型和小型穿越工程设计洪水频率为 2%（50 年一遇）。	已落实。
15	河流大中型穿跨越工程应按批准的防洪影响评价报告提供的设防洪水水文参数、冲刷深度及对河流两岸岸坡提出的处理意见进行穿跨越工程设计。	已落实。
16	施工时出入土点应尽量避免高压电力线，无法避免时，尽可能的远离干扰源；施工前对施工场地的干扰源进行排查，掌握干扰源情况。	已落实，尽量避开高压电力线。
17	在穿越施工前应取得当地水域主管部门的批复文件，穿越的设计方案应征得相关主管部门的同意。	已落实。
18	定向钻穿越应严格控制泥浆质量，合理调配泥浆，逐级扩孔，严控施工速度、压力，严格按照专家论证过的专项方案施工，防止出现冒浆事故。	已落实，严格控制施工质量。
19	考虑到汛期水流量可能较大，因此需要重视相应河流水文资料的调查，特别是穿越点设防水位以及折算洪水冲刷深度等关键参数，优化穿越的具体位置及穿越方案。	已落实，优化穿越的具体位置及穿越方案。
与架空电力线路交叉		
20	与架空高压线交叉时，交叉点两侧管道要采取加强防腐措施。	已落实，采取加强防腐措施。
21	高压线易对附近埋地金属管道产生交流杂散电流干扰影响，工程建成后运行单位应加强干扰防护排流设施的管理，管道运行后进行详细的测试、评估，确定是否进行二次设计、施工。根据实测结果，有针对性地采取有效排流措施。对管道埋深和内外腐蚀情况定期检测，并建立管道检测档案，原始数据及数据分析结果应当妥善保存。	已落实，采取有效排流措施。
与铁路交叉		
22	当管道采用顶进套管、顶进防护涵穿越既有铁路路基时，交叉角度不宜小于 45°。	已落实，不小于 45°。

序号	安全评价报告提出的对策措施及建议	落实情况说明
23	该二氧化碳输送管道选址时应优先考虑与铁路正交方案，斜交时不宜小于 45°；原则上应避开工站、道岔、曲线的缓和曲线及竖曲线区段；同时考虑避开接触网锚段关节、关节式电分相等设备处所。与铁路并行地段二氧化碳输送管道与邻近铁路线路轨道中心线的水平净距不应小于 50m。	已落实。
24	为确保铁路运输安全，委托具有铁路勘察设计资质的设计单位对该二氧化碳输送管道下穿胶济、济青高铁、张东等铁路进行专项设计，并委托有相应资质的单位开展安全评估。专项设计和安全评估报告完成后报中国铁路济南局集团有限公司审查。	已落实，进行专项设计。
与公路交叉		
25	在施工前，建设单位应委托具有相应资质的单位，开展管道穿越公路专项安全技术评价，出具评价报告，并征得公路管理部门的同意。	已落实。
26	穿越公路的位置均选在稳定的公路路基下，尽量避开石方区、高填方区、路堑和道路两侧为半挖半填的同坡向陡坡地段。	已落实，在稳定的公路路基下。
27	采用套管穿越时，套管内径应大于输送管道外径 300mm 以上，钢筋混凝土套管采用人工顶管施工方法时，套管内直径不宜小于 1m。	已落实。
与埋地光（电）缆交叉		
28	与埋地电力电缆、通信光（电）缆交叉时，垂直净距不应小于 0.5m，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷。	已落实，确保管道防腐层无缺陷。
29	在穿越地下电（光）缆时，应加强对电（光）缆的保护，确保安全通过。管道施工前应通知相关主管部门现场结合，了解原有地下电（光）缆、管道的位置及埋设深度，在征得主管部门的批准后方可开挖施工，开挖时应采取人工开挖方式，并用角钢或钢管对穿越部分的电（光）缆、管道进行保护。管道下沟时，管沟、机具不得磕碰光缆、管道，回填后根据规范要求设置交叉桩。	已落实，加强对电（光）缆的保护工作。
与其他管线交叉		
30	与已建管道并行敷设时，应注意对并行敷设的管道进行保护。土方地区两管道间距不宜小于 6m，定向钻穿越段两管道间距不宜小于 10m，垂直间距不宜小于 6m。	已落实，对并行敷设的管道进行保护。
31	施工时先明确地下管道的位置，人工探测附近管道，做好位置标记，每隔 30m 人工开挖探坑，采取人工开挖管沟的方式，避免机械对其他管道的扰动；同时采取沟下组焊的方式减少作业带宽度，能够满足管道与其他管道平行敷设的要求。	已落实。
管道标识		
32	建议同沟并行管道的标志桩、警示牌等标识应分别设置。每条管道的标志桩位置应准确，标识应清晰、醒目、便于区分。对于同沟敷设段、穿跨越段的标识，宜设置在同一地点。同沟敷设段的标志桩应设置在管道中心线上方，并适当加密。	已落实，设置管道标识。
33	光缆敷设时，应在光缆正上方设置光缆警示带，以防止施工或其他活动破坏埋地光缆。	已落实。
站场及阀室		
34	阀室安装后应单独进行吹扫、试压。	已落实，进行吹扫、试压。
35	各站场站内放空管线自放空阀及孔板等节流元件后，考虑节流温降效应产生低温介质对管材的影响，节流元件及其下游管线、管件、阀门等均选用耐低温材料。	已落实，选用耐低温材料。
36	生产场所与作业地点的紧急通道和紧急出入口均设置明显的标志和指示箭头；危险化学品生产岗位等作业场所张贴安全周知卡。	已落实。

序号	安全评价报告提出的对策措施及建议	落实情况说明
37	站场根据《工作场所职业病危害警示标识》GBZ158，设置带夜视功能逃生示意图。综合用房、走廊等公共部分设带蓄电池的应急照明，应急时间不小于 60min。	已落实。
38	过道出口处均装有安全出口标志灯、疏散诱导灯，其照度大于等于 0.5lx，平时处于点亮状态。	已落实。
39	在埋地电缆、电气设备等处设置防触电内容的警示标志。	已落实，设置警示标志。
40	生产区内靠近大门处设置风向标，指示站内人员逃生。	已落实，设置风向标。
41	管道站场、阀室等的周界建立的金属围墙上上方设置防攀爬、防翻越障碍物。	已落实。
42	与分离器、清管收发筒等设备相连的地面和埋地管道应采取防止管道沉降或位移的措施。	已落实。
43	站内管线安装设计应采取减小振动和热应力的措施。	已落实，采取相应措施。
44	非金属密封材料、密封脂应具有耐二氧化碳腐蚀性的性能。	已落实，具有耐二氧化碳腐蚀性的性能。
45	齐鲁首站安全阀排放管口不得朝向邻近设备或有人通过的地方。	已落实，未朝向邻近设备或有人通过的地方。
46	齐鲁石化首站内管道及管廊输送段管道敷设应符合 SH3012-2011《石油化工金属管道布置设计规范》的要求，且进站管线及增压区域的低温介质管道间距应根据保冷后法兰、阀门、测量元件的厚度以及管道的侧向位移确定。	已落实。
自控		
47	该工程火灾报警系统、二氧化碳气体检测报警系统、泄漏报警系统均选用具有 CCC 认证的产品，且应由 UPS 不间断供电装置供电，供电时间不小于半小时。	已落实，火灾报警系统选用 CCC 认证产品。二氧化碳气体检测报警系统仅需要计量型式许可，光纤泄漏报警系统无 CCC 要求，采用了 UPS 供电，供电时间不小于 1.5 小时。
48	该工程各站场紧急连锁除具备紧急截断阀关闭，还应具备紧急放空阀打开外和切断除消防系统和应急电源以外的供电电源。	已落实，根据二氧化碳的物性，未设置紧急放空系统。放空阀远程手动打开，不参与连锁。本工程管输介质为液态 CO ₂ ，工艺区不会发生火灾爆炸危险，所以不需要切断电源。本工程考虑了橇装房内火灾切断空调和风机电源。
通信		
49	该工程同时设置安全防范系统、出入口控制系统和电子巡查系统，且其设计应分别满足 GB 50394《入侵报警系统工程设计规范》、GB 50396《出入口控制系统工程设计规范》、GA/T 644《电子巡查系统技术要求》的要求。	已落实。
50	该工程周界安全防范系统应选用具有 CCC 认证的产品。	已落实，产品质量符合要求。
51	各站场与调控中心（即前线应急指挥中心）应设立专用的调度电话，以满足对外沟通和联系的需要。	已落实，设立专用的调度电话。

序号	安全评价报告提出的对策措施及建议	落实情况说明
防腐		
52	被保护管道应在下列位置装设电绝缘装置：实施阴极保护的管道与未保护的设施之间。	已落实，设置电绝缘装置。
53	本工程埋地管道与多条管线交叉，高压线易对附近埋地金属管道产生交流杂散电流干扰影响。工程建成后运营单位加强干扰防护排流设施的管理，管道运行后进行详细的测试、评估，确定是否进行二次设计、施工。	已落实，本工程采用专业软件模拟计算分析杂散电流干扰影响，并设置了相应的排流措施。
54	为避免或减弱该工程管道与电气化铁路交叉并行产生的杂散电流干扰腐蚀，管道投产后应按照 GB/T 21447《钢质管道外腐蚀控制规范》、GB50991《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》以及 GB/T50698《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》的相关要求加强对可能存在杂散电流的管段进行测试，并根据测试结果的分析，选择适宜的排流保护方式；同时按照 GB/T21448《埋地钢质管道阴极保护技术规范》第 7.2.5 条的要求，在直接排流、极性排流或强制排流的排流点处，将来自管道、干扰源或接地体的电缆引至监测装置，在监测装置中进行电缆跨接或与排流装置跨接。	已落实，选择适宜的排流保护方式。
其他		
55	按照 GB50140《建筑灭火器配置设计规范》等标准规范的要求，对消防器材的布置进行更详细的设计。	已落实，进行消防器材设计。
56	为了满足空间需要，小屋内的仪表柜、通信柜、配电柜等的设置应保证柜前后有一定的操作、维修空间，并在柜两侧安装应急照明。	已落实，有一定的操作、维修空间，并在柜两侧安装应急照明。

2.2.1.5 设计变更情况

该项目在安全设施设计取得淄博市应急管理局的审查意见后没有出现《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》（AQ/T3055-2019）规定的 5 项重大变更，中石化石油工程设计有限公司与山东济铁设计咨询有限公司已出具《安全设施设计无重大变更情况报告》：施工单位严格按照设计图纸进行施工，施工阶段安全设施设计没有出现重大变更，详见报告附件 10.42。同时本工程已由中石化石油工程设计有限公司出具了安全设施设计说明，对部分设计情况进行了相关说明，符合设计要求，详见报告附件 10.43。

2.2.1.6 设计要求的现场控制措施

1、管道投产后经过一个水文年后，对管道沿线的水工保护设施进行检查，根据水毁程度补充完善水工保护设施。

2、建议投产前每一个投产小组至少抽查一个焊接检验验收记录（包括焊接工艺评定、百口磨合记录、现场组队及焊接记录等）和 1km 的无损检测报告（包括原始底片和检测图谱），根据抽查情况采取相应的应对措施。

3、在管道运行期间，利用在线监测仪表、智能化检测手段等对管道的腐蚀情况进行严密把控。

4、管道运行期按照《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T21447 的要求及时开展管道的

各项测试与评估，并与沿线电力部门、铁路部门等建立密切的联系，及时掌握沿线杂散电流干扰源的动态，提前开展杂散电流的治理措施，保证管道的安全运行。

5、建议尽快推进防洪评价的进度，按照当地政府部门及相关管理部门的要求办理相关报批手续，避免路由调整影响后期施工进度。

6、安全设施施工完成后，建设单位当按照有关安全生产的法律、法规等，组织工程技术人员或者委托设备制造、检测检验等单位，对建设项目安全设施进行调试和检验检测，保证建设项目安全设施保持正常适用状态；试生产前，当组织相关行业工程技术、安全管理等方面的专家对试生产方案进行审查。

7、按照《中华人民共和国特种设备安全法》规定，采购取得许可生产并经检验合格的特种设备。在特种设备投入使用前或者投入使用后三十日内，向负责特种设备安全监督管理的部门办理使用登记，取得使用登记证书。配备特种设备安全管理人员、检测人员和作业人员，人员需取得相应资格；需对特种设备的安全附件、安全保护装置进行定期校验、检修，并作出记录。按照《压力管道安全技术监察规程》规定，应当对管道进行经常性维护保养，并且做好记录，发现情况异常及时处理。

8、在阀室放空操作过程中，可通过监测阀室内温度和压力情况，严格按照放空操作规程采取分阶段、多次放空的方式进行放空操作，确保放空过程中输送干线管内温度不低于-20℃。

2.2.1.7 设计合规性结论

通过项目危险有害因素分析和各项安全设施的设计，归纳如下结论：

1、线路

线路走向、管道敷设、阀室设置、穿越工程、水工保护和附属设施设置符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）等法律法规及标准规范的要求。

2、选址、平面布置

各工艺站场的选址、平面布置、各站场放空立管的设置符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）等相关规定。

3、工艺流程、设备选型

各站场的工艺流程设计能够满足气体、过滤、调压及安全保护等要求，并能满足生产运行、事故状态及检修时的需要。采用的技术、工艺、选用的设备等可靠、成熟，站场工

艺设计符合输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）等相关规定。

4、公用工程

（1）自动控制系统符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）等标准、规范的要求。

（2）通信工程符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求》（GA1166-2014）等标准的要求。

（3）各站场的供配电方案符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）及《低压配电设计规范》（GB50054-2011）等标准要求，能够满足各站场的供电要求；防雷防静电设计符合《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）等标准规范的要求。

（4）建（构）筑物的设计符合《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）等标准要求。

（5）站场、阀室消防设施和消防器材的配备符合《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）等标准规范的要求。

2.2.1.8 设计单位编写人员、审核人员和主要领导签字

本工程设计相关资料已由设计单位编写人员、审核人员和主要领导签字、盖章。

2.2.2 施工总结

2.2.2.1 施工单位基本情况

该工程施工总承包单位为中石化胜利油建工程有限公司，首站管廊部分施工单位为淄博北岳设备防护工程有限公司，铁路穿越套管工程施工单位为中铁十局集团有限公司，5个阀室变压器安装施工单位为山东东杰电气有限公司，均具有相应的施工资质，详见第2.1.3节。

2.2.2.2 施工依据的有关法律法规、部门规章和国家标准、行业标准目录

该工程施工主要依据《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）、《石油天然气站内工艺管道工程施工规范（2012年版）》（GB50540-2009）等施工规范。

2.2.2.3 施工单位承担的建设项目工程量

本工程管道全长75km，设计压力12MPa，管径DN300，设计输量100万吨/年，采用高压常温液相输送。管道沿线新建站场2座、阀室5座，改造注入站15座。

2.2.2.4 安全设施设计要求的落实情况

安全设施设计的全部要求，在施工过程中均得到了落实。

2.2.2.5 施工质量的控制措施

1、工序质量控制

（1）工序质量是控制工程质量的关键，对工序活动条件的质量（即：施工操作者、材料、施工机械设备、施工方法和施工环境）和工序活动效果的质量（即：符合质量检验评定标准程度），进行全过程有效控制。

（2）质量员严格按照已编制审定后的质量计划、施工方案或作业指导书要求施工，严格遵循相应的规范、标准、施工工艺的要求施工，并及时做好施工记录。

（3）专业按相应的施工程序，以“过程控制程序文件”规定要求，对质量特征的技术参数进行监控。

（4）施工中特别强调工程的前期配合和主体安装工作。

2、工序质量检验

（1）施工班组严格执行“三检”，即：自检，互检，交接检查。为了保证每道工序达到合格，对施工班组任务书结算实行质量认证制，即没有质量员验收签字不得结算。

（2）项目部设专职质量员，对质量控制点进行专人控制，在每道工序班组自检的基础上，质量员按分项工程进行检查验收，对照设计、规范、标准要求作出是否达到合格的判定。

（3）在工序质量检验中，对已确定的关键过程和质量控制点均属于停工待检点，必须在自验合格的前提下，由建设单位、业主单位、监督单位验收通过后，方可进入下道工序的施工。

2.2.2.6 施工变更的实施情况（含施工和试生产期）

全段无施工变更，按照设计施工完毕。

2.2.2.7 施工合规性结论

本工程的管理及施工符合各项法律、法规的规定，且严格遵守了国家法律法规及部门、地方的相关管理规定。

2.2.2.8 施工单位编写人员、审核人员、主要领导签字

本工程施工相关资料已由施工单位编写人员、审核人员和主要领导签字、盖章。该项目安全设施施工情况报告详见报告附件 10.18。

2.2.3 安全设施检测总结

2.2.3.1 检测单位的基本情况

该工程无损检测机构为中石化胜利海上石油工程技术检验有限公司，取得了从事该工程所需的相关资质条件，具备从事该工程的能力，详见报告第 2.1.3 节。

2.2.3.2 检测依据

主要依据《钢质管道焊接及验收》（GB/T31032）、《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109）、《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369）等规范检测施工。

2.2.3.3 承担的建设项目工程量

无损检测范围：该项目管道干线起点为齐鲁石化首站，终点为高青末站，支线起点为高青末站，终点为 15 座已建注气站。该项目设齐鲁石化首站、高青末站，设置阴极保护站 3 座、线路远控截断阀室 5 座，更换已建注气站高压注入泵共计 29 台。

2.2.3.4 检测质量控制措施

施工质量控制是工程施工管理的重要环节，主要采取了以下措施：

（1）管道的无损检测施工严格按照管道设计技术条件要求，结合工程施工特点，建立健全检测项目质量控制体系，对管道检测施工实施质量控制。

（2）选派管理水平高，技术素质好的技术管理人员和优秀施工人员进行工程施工管理和检测作业。

（3）确定控制环节和控制点，明确控制内容和责任分工，定期检查工作见证。

（4）编制检测工艺卡并对工艺卡的执行情况进行监督检查，对底片黑度、象质指数，影象识别要求和不允许的假象等底片质量指标应重点检查。

（5）积极配合监理单位的质量抽检工作，虚心听取和采纳业主、监理单位的意见和建议。针对出现的质量问题，查明原因，制定预防和纠正措施。

（6）认真做好各种检测记录，正确规范地编写整理工程交工技术文件资料。

（7）进度和质量发生矛盾时，进度要服从质量。

2.2.3.5 检测合规性结论

该工程经中石化胜利海上石油工程技术检验有限公司分别对首站、末站及干线线路等进行无损检测检验，出具有无损检测报告，检测合格率为 100%。

2.2.3.6 检测单位编写人员、审核人员和主要领导签字

本工程无损检测相关资料已由检测单位编写人员、审核人员和主要领导签字、盖章。

2.2.4 监理总结

2.2.4.1 监理单位的基本情况

本工程总干线施工监理单位为山东胜利建设监理股份有限公司，铁路穿越套管工程监理单位为山东济铁工程建设监理有限责任公司，取得了从事该工程所需的相关资质条件，具备从事该工程的能力，详见报告第 2.1.3 节。

2.2.4.2 监理依据

监理单位主要采用《建设工程监理规范》（GB/T50319-2013）、《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB50300-2013）及相关验收规范。

2.2.4.3 监理单位承担的建设项目工程量

本工程起自齐鲁二化工厂内新建齐鲁石化首站，至高青县唐坊镇的高青末站，经注入管网输配至各注气站，采用高压常温液相输送，设计压力 12MPa，管道总长 109km（包括干线与支线）。项目全在淄博市境内，跨越四个县区，为国内首条百公里百万吨级二氧化碳长输管线。沿线设置站场 2 座，阀室 5 座。首站工作量主要发球筒 1 套，换热器 2 套，增压泵 2 台，配套阀门及管网系统、站控系统及仪器仪表等。末站工作量主要包括收球筒 1 套、放空立管 1 套、配套阀门及管网系统、站控系统及仪器仪表等。注入站 15 座，安装密相泵和流程。

2.2.4.4 施工质量和检测的监理控制和效果统计分析

监理单位对已经完成的工程质量进行检查与验收，对施工技术资料进行审核，认为该工程施工符合设计要求，质量符合国家及行业标准。

2.2.4.5 变更实施的监理控制和效果统计分析（含施工和试生产期）

该项目在安全设施设计取得淄博市应急管理局的审查意见后没有出现《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》（AQ/T3055-2019）规定的 5 项重大变更。

2.2.4.6 监理合规性结论

依据《委托监理合同》、《建设工程监理规范》和省市有关法规和管理要求，针对项目的实际情况制定了《监理规划》，明确了项目监理机构的工作目标，确定了具体监理工作的制度、程序、方法和措施；根据《监理规划》要求，针对各专业工程特点，制定了各专业的《监理实施细则》，同时还建立了图纸会审、工程洽商、分包单位资质审核、施工组织设计审核、专业报验、工程质量评估等项目管理制度。据此规范有序的开展施工全过程的各项监理工作。

在工程施工过程中，监理对施工的全过程进行了全方位的质量控制，以事前控制为主，加强了事中检查及事后追踪，未发生质量事故。

该项目监理部根据分项、分部（子分部）、单位工程的质量情况认为该工程实物质量

合格，满足设计图纸和相关规范、标准的要求。观感质量为良好，质量控制资料完整，主控项目的安全和功能检测资料齐全。因此，质量评估结论为该单位工程达到施工合同约定标准规范要求的工程质量合格等级，本项目符合要求，具备投产条件。监理工作总结详见报告附件 10.20。

2.2.4.7 监理单位编写人员、审核人员、主要领导签字

本工程监理相关资料已由监理单位编写人员、审核人员和主要领导签字、盖章。

2.2.5 建设项目生产试运行总结

2.2.5.1 生产试运行方案编制审查情况

建设单位试生产运行前编制了总体投产试运方案，并于 2023 年 5 月由工程部在东营市组织了项目工程投产条件检查及总体投产试运方案审查。审查会纪要详见报告附件 10.39。

2.2.5.2 生产试运行情况

该项目于 2024 年 3 月分别针对工程管输能力、压力管道生产运行情况、增压泵生产运行情况、换热器生产运行情况等内容开展了生产考核工作，最终编制完成生产考核报告。详见报告附件 10.41。

该项目于 2024 年 11 月对工程试运行情况进行总结，编制完成了工程试运行总结报告。详见报告附件 10.21。

该项目试生产运行期间总体运行顺利平稳，线路、站场、阀室等各设备运行情况良好，安全设施运行正常、自控系统压力、温度、流量控制等自控系统运行平稳。输送管道达到了设计要求，未发生火灾、爆炸、中毒窒息等事故。目前运行平稳，各类设备、安全设施运行正常。

2.2.5.3 生产试运行期间是否发生生产安全事故

该项目生产试运行期间未发生生产安全事故。

2.2.5.4 危险化学品重大危险源监控措施的落实情况，应急预案的备案和现场应急处置方案的落实情况

该项目不涉及危险化学品重大危险源，建设单位编制了生产安全事故应急预案并进行了备案，现场落实了各项应急处置方案的要求。

2.2.5.5 安全验收发现问题的整改情况

安全验收发现问题共计 17 项，已全部整改完毕。

2.2.5.6 生产试运行结论

该项目试生产运行期间总体运行顺利平稳。

2.2.5.7 建设单位（建设项目单位）编写人员、审核人员、主要领导签字章

该项目试运行总结编写人员、审核人员、主要领导均进行了签字、盖章。

2.3 建设项目基本情况

2.3.1 工程总体情况

1、项目名称：齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）

2、建设单位：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂

3、建设性质：新建二氧化碳输送管道工程（总干线）属于危险化学品建设项目

4、项目建设地址：山东省淄博市的临淄区、高新区、桓台县、高青县。

5、总投资：61621.87 万元，其中主要安全设计投入 1708.52 万元。

6、建设内容及规模：

该项目管道全长约 75km，管径 $\Phi 323.9$ ，设计压力 12MPa，设计输量 $100 \times 10^4 \text{t/a}$ ，钢管材质 L360Q，管道全线位于淄博市。

该管线工程（总干线）起自淄博市临淄区辛店街道齐鲁第二化肥厂内的齐鲁石化首站（ $X=118.27327251, Y=36.79424235$ ），止于高青县唐坊镇的高青末站（ $X=117.96482921, Y=37.18107604$ ）。线路整体为南北走向，管道全线位于淄博市境内，经过淄博市（临淄区、高新区、桓台县、高青县）等 1 个地级市 4 个县区、12 个乡镇。

沿线共设置 2 座工艺站场，分别为齐鲁石化首站和高青末站，新建 5 座线路截断阀室（均为 RTU 阀室）。该项目线路管道直管、冷弯管外防腐层采用加强级常温型聚乙烯三层 PE；热煨弯管外防腐层采用“双层环氧粉末+外缠聚丙烯胶带”的结构形式进行防腐，线路管道采用强制电流法进行阴极保护，共设置 3 座阴保站。

2.3.2 二氧化碳输送管道工程（总干线）走向

该项目（总干线）管道总体走向为自东南向西北，临淄区齐鲁石化首站-辛店街道-稷下街道-凤凰镇-起凤镇-高新区先创区-桓台县索镇-唐山镇-田庄镇-高青县高城镇-唐坊镇高青末站，线路全长约 75km，途经 1 地市 4 县区。

管线自临淄区出齐鲁石化首站后向西敷设，之后穿越厂区铁路、胶济铁路客运专线、胶济铁路货运专线及纬五路，在于家店村西侧向北敷设，经赵家毛托村、董褚村、槐行村，在韩家庄穿越临淄大道 G309 后，继续往北敷设，经王家庄村、南罗家庄村，在朱家村东南穿越济青高速 G20 后继续向北敷设，经西老王庄村、南太合村，在西安合村西穿越张皇

图 2.3-1 二氧化碳输送管道工程（总干线）走向图

2.3.3 行政区域和地区等级划分

该项目沿线经过山东省淄博市临淄区、高新区、桓台县、高青县，根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018），该项目（总干线）管道途经区域划分为不同的地区等级，全线大部分为二级地区，局部为三级地区，行政区域和地区等级统计见下表。

表 2.3-1 行政区域和地区等级划分统计表

序号	省（自治区、直辖市）	市（设区）	县/区	地区等级长度（km）		合计（km）
				二级	三级	
1	山东省 (75km)	淄博市 (75km)	临淄区	17	6.8	23.8
2			高新区	12.2	0	12.2
3			桓台县	19.6	6.0	25.6
4			高青县	13.4	0	13.4
合计				62.2	12.8	75

2.3.4 站场及阀室设置

该项目沿线设工艺站场 2 座（齐鲁石化首站、高青末站），线路截断阀室 5 座（均为监控阀室）。

表 2.3-2 站场/阀室设置一览表

序号	站场/阀室名称	地理位置	里程（km）	间距（km）	高程（m）	功能	地区等级
一	齐鲁石化首站	临淄区齐鲁石化第二化肥厂西	0	0	75.1	增压、计量、换热、清管	三级为主
1	稷下阀室	临淄区凤凰镇南太合村	13.7	13.7	42.5	监控阀室	二级为主
2	凤凰阀室	高新区先创区刘百户屯村	28.3	14.6	22.2	监控阀室	二级为主
3	起凤阀室	桓台县起凤镇乌南村	42.4	14.1	10.3	监控阀室	二级为主
4	荆家阀室	桓台县荆家镇荆二村	57.3	14.9	9.6	监控阀室	二级为主
5	高城阀室	高青县高城镇前孙村	66.4	9.1	10.5	监控阀室	二级为主
二	高青末站	高青县唐坊镇杜家村	75	8.6	10.5	分输、清管、放空	二级为主

2.3.5 输送工艺、管道参数

（企业机密，不允公开！）

图 2.3-2 二氧化碳输送管道工程（总干线）管道系统流程图

该项目管道管径、压力等级、温度、流速、长度、管材见下表：

表 2.3-3 管道主要设计参数表

2.3.6 输送介质

该项目输送介质为齐鲁第二化肥厂液化提纯后的液态 CO₂。组分、物性见下表。

表 2.3-4 二氧化碳物性表

名称	密度 kg/m ³ (-25~-29°C)	粘度 CP (-25~-29°C)	质量热容 kJ/kg.°C (-25~-29°C)
CO ₂ 介质	1047~1065	0.155~0.1645	2.126~2.2

表 2.3-5 二氧化碳组分表

序号	液化提纯外后外输	
	组分	含量 (mol)
1	H ₂	0.012%
2	N ₂	0.6289%
3	CO	0.0363%
4	CO ₂	99.2931%
5	CH ₄	0.0003%
6	Ar	0.0095%
7	H ₂ S	0.0004%
8	COS	0
9	CH ₄ O	0.0191%
10	H ₂ O	0.0001%

2.4 自然和社会环境概况

2.4.1 自然环境

2.4.1.1 气象条件

淄博市地处暖温带，属半湿润半干旱的大陆性气候（温带季风气候），多年平均降水量 650mm，年平均气温 12.5°C~14.2°C，年平均日照时数为 2209.3~2523.0h，年平均无霜期 190~210 天。该项目沿线各县（区）气象条件见下表。

表 2.4-1 各县（区）主要气象资料一览表

序号		1	2	3	4
地名		临淄区	高新区	桓台县	高青县
气温 °C	多年平均	14	14	14.5	13.4
	极端最高	41.7	41.6	41.5	41.8
	极端最低	-21.6	-21.7	-21.8	-19.2
年降水量 mm	多年平均	631.6	620.5	612.5	586.1
	最多	1018.4	1004.5	957.3	942.5
	最少	334.5	285.4	242.2	277.9
风速 m/s	多年平均	1.9	2.0	2.1	2.1
	最大	18	20	21	19.1
	主导风向	ESE	ESE	E	ENE
年平均相对湿度%		63	62	60	65
最大相对湿度%		75	74	71	77
多年平均日照数 h		2348.1	2346	2344	2369

柴、井家村东出境。境内全长 17km。河宽约 50 米，深约 2~4m。流域面积 712.32km²。

在济南市章丘区境内，小清河从历城区北柴家庄东北入境。济南市的历城区唐王街道与章丘区高官寨街道交界处干流上建有柴庄节制闸。流经高官寨街道，从小贾庄入邹平。过境河段长 18.8km，流域面积 1651.6km²。

在滨州市境内，小清河自邹平五龙堂入境，流经邹平、博兴两县，至博兴县道口村附近入东营市，境内河道长 75.5km，流域面积 1009.4km²。

在淄博市桓台县境内，小清河干流从滨州市邹平市张官庄北入境，西东流向，至崔家庄东北入滨州市博兴县，境内长 18.8km，排洪能力 230m³/s。

在淄博市高青县境内，小清河干流由滨州市邹平市李金庄东南入县境趋向东北，由黑里寨镇桑家南折向东南，经黑里寨南 2.5km 趋向东北，经龙桑树乡前陈南、樊家林乡唐口南、于高城镇堰头南 1km 出境入博兴，境内长 46.4km。

在东营市境内，小清河自博兴县北营村北侧与广饶县交界处入东营市境，由广饶县丁庄乡与寿光县交界处出境。

在潍坊市寿光市境内，在羊口镇以东注入渤海。境内河道长 33km，流域面积 585km²，防洪流量 360m³/s，多年平均入境径流量为 7.7×10⁹m³。

小清河由睦里庄至黄台板桥为上游，河长 22.2km，比降为 0.45/1000，属平原人工河道，济南市金牛公园以下，开始有堤防，河道逐渐展宽。黄台板桥至广饶石村为中游，河长 132.8km，比降为 0.14/1000。石村至河口为下游段，河长 77.5km，比降为 0.064/1000，水流平缓，受海潮顶托影响。

据 1956~1979 年同步观测系列统计，小清河流域多年平均年降水量为 640.4mm，流域多年平均年径流深为 121mm，折合年径流量为 12.7×10⁹m³。径流的年际变化，根据石村水文站（控制流域面积 6706km²）实测资料，最大年径流量发生在 1964 年，为 28.6×10⁹m³，最小值在 1968 年，为 1.93×10⁹m³，最大量为最小量的 14.8 倍。小清河径流量主要是大气降水补给，但泉水补给较为丰富，因此小清河水情变化较为稳定，径流的年内分配较为均匀。

小清河主要支流均发源于鲁中南山地，比降大，集流迅速。而干流经行低洼地区，比降小，水流平缓。如遇全流域性的大暴雨，每因宣泄不及而溃决成灾。建国后，洪水灾最严重是 1964 年，此年汛期，雨日连绵，暴雨接踵，各支流洪峰流量总和达 3000m³/s 以上，酿成巨大灾害。

小清河水土流失在各支流的上游山地区较为严重，多年平均悬移质含沙量在 1.5~

2.0kg/m³ 之间，下游平原区含沙量较小，一般不超过 1kg/m³。据广饶石村水文站 1956~1969、1972~1979 年实测资料，多年平均悬移质年输沙量为 34.7×10⁴t。

2023 年 7 月 21 日，小清河断航 26 年后，首批货物在济南港起航。港口集货完成后，36 个集装箱在主城港区完成装船，半载货物的“鲁清 101”试航船从复航第一港—济南港起航，向下游的淄博港高青港区驶去。

2、支脉河

支脉河，渤海水系小清河水系人工河道。原名支脉沟（淄脉沟），1965 年扩大治理后改名为支脉河，是黄河与小清河之间的主要排洪和灌溉河道。支脉河最初开挖于 1473 年（明成化九年），治理后的支脉河，发源于高青县西部黄河南大堤下，水流呈扇状辐聚于吉池沟，曲折东流，在高青县前池村附近始有堤防约束，因此亦称支脉河源于前池村。支脉河东流经高青、博兴、东营区、广饶 3 县 1 区注入渤海。全长 134.55km，流域面积在防潮闸以上为 2423km²，与广利河汇流后至海口为 3356km²。

干流西起自源流吉池沟东流，至高城西南靠小清河分洪道北堤行，东经博兴县城南，然后折转东北，在博兴县王文村东，北新支河西来由左岸注入。在东营区西范村南转向东，又经广北农场，在防潮闸以东与广利河汇流入海。

在广饶县境内，支脉河自流经广饶县花官乡司田村西北入境，再经陈官、丁庄两镇于县盐场北入渤海，境内长 48.2 公里，流域面积 1388 平方公里，行洪能力 649 立方米每秒。自明成化九年（1473 年）开挖至 1977 年，支脉河经过多次治理，不仅能行洪排涝灌溉农田，下游还可通航 20 吨左右的船只。入海口盛产鱼虾，是广饶县的水产基地。

除北支新河外，支脉河主要支流还有干二排、杜姚沟、东干排、胜利河、三号沟、工农河、打渔张河、群众沟、武家大沟、新广蒲沟、广北新河等。除广北新河外，其余支流均分布于干流左岸，形成“半羽毛”状。

北支新河，系 1977 年人工开挖而成，自高青县青城镇五里村东周（村）、呈（口）公路起，东经龙沟、田镇、唐坊、旧镇等乡、镇进入博兴县境，又东经庞家、陈户乡，在王文村东汇入支脉河。

3、地下水

地下水类型主要为孔隙性潜水，普遍赋存于耕植土以下最接近地表的土层中，岩性主要为全新统（Q4）冲湖积相的灰黄色、黄褐色、浅灰色粉质黏土及粉土，含铁锰质、钙质小结核，粉质黏土底部一般为上更新统（Q3）灰黄色冲湖积相黏性土逐渐过渡下伏的承压含水层，两者之间无明显的隔水层。根据线路沿线附近水井揭露，地下水位约 5~10m，

地下水位受降雨影响较大，年变化幅度在 3.0~9.0m 左右。

2.4.1.3 地形地貌

淄博市以齐河—广饶断裂为界，以南属鲁西台背斜鲁中隆起区，以北属济阳拗陷区。鲁中隆起区由基底岩系和盖层组成。基底岩系由泰山岩群和新太古代—古元古代花岗岩构成，经历多期变质作用。盖层以寒武纪、奥陶纪地层为主，淄博盆地、沂源盆地、鲁村盆地内发育石炭纪、二叠纪及中生代的沉积。济阳拗陷区完全被第四纪地层覆盖。境内岩浆岩分布较广，前寒武纪变质岩浆岩分布于市区南部的基底岩系中，中生代燕山期岩浆岩分布于中北部的断裂交汇或褶皱发育区。

淄博市地势南高北低，南部及东西两翼山峦起伏，中部低陷向北倾伏，南北高差千余米。以胶济铁路为界，以南大部分为山区、丘陵，岩溶地貌发育；以北大部分为山前冲积平原和黄泛平原，土地平坦肥沃。北部有黄河、小清河流经，发源于市域内的河流有沂河、淄河、孝妇河等。山区、丘陵、平原面积分别占市域面积的 42.0%、29.9%和 28.1%。

该项目管道所经地区地形较平坦，全部为平原地貌。农作物和经济林发育，地貌单元单一，属黄河三角洲冲积平原，勘探点标高为 2.41~44.94m，相差 42.53m。管道周边地形情况见下图所示。

地形地貌统计情况见下表。

表 2.4-2 沿线地形地貌统计表

序号	行政区划	平原管道长度 (km)	山地管道长度 (km)	丘陵管道长度 (km)
1	临淄区	23.8	0	0
2	高新区	12.2	0	0
3	桓台县	25.6	0	0
4	高青县	13.4	0	0
总计		75	0	0

2.4.2 社会环境

2.4.2.1 人文经济

淄博市位于中国华东地区、山东省中部，地处黄河三角洲高效生态经济区、山东半岛蓝色经济区两大国家战略经济区与省会城市群经济圈的重要交汇处，南依沂蒙山区与临沂接壤，北临华北平原与东营、滨州相接，东接潍坊，西与省会济南接壤。

淄博为山东第三座省辖市，是齐文化的发祥地、国家历史文化名城、全国文明城市、中国城市 GDP40 强，位列社科院 2015 年中国城市综合经济竞争力排行榜第 34 名。淄博是一座组群式城市，城镇化率位居山东省第三位，为中华人民共和国国务院批准具有辖县

权的“较大的市”和山东半岛经济开放区城市，是山东区域性中心城市之一、山东半岛城市群核心城市之一和省会城市群经济圈次中心城市。

淄博是全国首批科技兴市试点市和国家级星火技术密集区，为全国重要的石油化工基地；市内建有齐鲁化学工业区，是继上海、南京之后，国家发改委批准设立的国内第三家专业化工园区；市内设有齐鲁股权托管交易中心（齐鲁股权交易中心）；淄博国家高新技术产业开发区属山东半岛国家自主创新示范区。

2022年，淄博市实现生产总值（GDP）4402.6亿元，按不变价格计算，比上年增长4.7%。分产业看，第一产业实现增加值188.6亿元，增长5%；第二产业实现增加值2193.7亿元，增长4.9%；第三产业实现增加值2020.3亿元，增长4.4%。三次产业比例由上年的4.3：49：46.6调整为4.3：49.8：45.9。

根据第七次人口普查数据，截至2020年11月1日零时，淄博市常住人口为4704138人。2022年末，淄博市常住人口470.59万人，其中，城镇常住人口352.37万人，农村常住人口118.22万人。常住人口城镇化率达74.88%，比上年末提高0.25个百分点。户籍人口总户数155.3万户，总人口430.78万人，其中，男性213.49万人，女性217.29万人。

2.4.2.2 交通运输状况

管线在临淄区辛店街道、稷下街道段并行潍源路，在凤凰镇并行S228，可用于管材设备运输和后期运营维护；沿线村村通公路发达，大部分都已硬化。综上所述，临淄区段交通依托条件好。

管线在高新区先创区与凤凰山路并行，与济青高铁并行，同时与沾临高速交叉或并行，可以为运输管材和大型施工设备的道路；沿线村村通公路发达，大部分都已硬化。综上所述，高新区段交通依托条件好。

管线在桓台县与G205（新）并行，同时与G308、G205（老）交叉或并行，并与张东铁路交叉，可以为运输管材和大型施工设备的道路；沿线村村通公路发达，大部分都已硬化。综上所述，桓台县段交通依托条件好。

管线在高青县与滨莱高速并行，同时与Y017交叉或并行，并与小清河交叉，可以为运输管材和大型施工设备的航道；沿线村村通公路发达，大部分都已硬化。综上所述，高青县段交通依托条件好。

综上，该项目输送干线管道沿线交通依托条件较好。

2.5 变更部分危险有害因素辨识

该项目项目施工单位严格按照设计图纸进行施工,施工阶段安全设施设计没有出现《陆上油气管道建设项目安全设施设计导则》（AQ/T3055-2019）规定的 5 项重大变更。

（企业机密，不允公开！）。

2.6 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，该标准不适用于危险化学品的厂外运输（包括铁路、道路、水路、航空、管道等运输方式），故该项目不构成危险化学品重大危险源。

2.7 法律、法规符合性检查

采用安全检查表评价法，依据《中华人民共和国安全生产法》、《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，对工程在建设程序上的合法性和合规性进行符合性评价，具体评价内容见表 2.7-1。

表 2.7-1 法律、法规符合性安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1.	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《安全生产法》第三十一条	安全设施执行“三同时”。项目总投资 61621.87 万元，其中主要安全设施投入 1708.52 万元。	√
2.	矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目，应当按照国家有关规定进行安全评价。	《安全生产法》第三十二条	胜利油田检测评价有限公司已对该项目进行了安全预评价。	√
	建设单位应当在建设项目的可行性研究阶段，委托具备相应资质的安全评价机构对建设项目进行安全评价。安全评价机构应当根据有关安全生产法律、法规、规章和国家标准、行业标准，对建设项目进行安全评价，出具建设项目安全评价报告。安全评价报告应当符合《危险化学品建设项目安全评价细则》的要求。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第八条		
3.	建设单位应当委托具备相应资质的安全评价机构，在建设项目的可行性研究阶段对建设项目进行安全评价，在建设项目试生产期间对建设项目及其安全设施进行安全验收评价。安全评价机构应当根据有关安全生产的法律、法规、规章、标准和有关规定进行评价，出具符合《危险化学品建设项目安全评价细则》要求的安全评价报告。	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》第六条	胜利油田检测评价有限公司已对该项目出具预评价报告，并经专家评审。	√
4.	设计单位应当根据有关安全生产的法律、法规、规章和国家标准、行业标准以及建设项目安全条件审查意见书，按照《化工建设项目安全设计管理导则》（AQ/T3033），对建设项目安全设施进行设计，并编制建设项目安全设施设计专篇。建设项目安全设施设计专篇应当符合《危险化学品建设项目安全设施设计专篇编制导则》的要求。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第十五条	中石化石油工程设计有限公司编制了安全设施设计。	√
	对新建、改建、扩建的危险化学品管道，建设单位应当依照有关法律、行政法规的规定，委托具备相应资质的设计单位进行设计。	《危险化学品输送管道安全管理规定》第十条		
5.	建设项目安全设施的设计人、设计单位应当对安全设施设计负责。 矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目的安全设施设计应当按照国家有关规定报经有关部门审查，审查部门及其负责审查的人员对审查结果负责。	《安全生产法》第三十三条	安全设施设计已经淄博市应急管理局审查，并出具审查意见。	√
6.	国家对严重危及生产安全的工艺、设备实行淘汰制度，具体目录由国务院应急管理	《安全生产法》第三十八条	不使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	部门会同国务院有关部门制定并公布。法律、行政法规对目录的制定另有规定的，适用其规定。 省、自治区、直辖市人民政府可以根据本地区实际情况制定并公布具体目录，对前款规定以外的危及生产安全的工艺、设备予以淘汰。生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。			
7.	特种设备使用单位应当使用取得许可生产并经检验合格的特种设备。 禁止使用国家明令淘汰和已经报废的特种设备。	《特种设备安全法》第三十二条	特种设备（压力容器、压力管道）已取得淄博市市场监督管理局颁发的特种设备使用登记证，并经出厂检验合格。	√
8.	建设跨河、穿河、穿堤、临河的桥梁、码头、道路、渡口、管道、缆线、取水、排水等工程设施，应当符合防洪标准、岸线规划、航运要求和其他技术要求，不得危害堤防安全、影响河势稳定、妨碍行洪畅通；其工程建设方案未经有关水行政主管部门根据前述防洪要求审查同意的，建设单位不得开工建设。前款工程设施需要占用河道、湖泊管理范围内土地，跨越河道、湖泊空间或者穿越河床的，建设单位应当经有关水行政主管部门对该工程设施建设的位置和界限审查批准后，方可依法办理开工手续；安排施工时，应当按照水行政主管部门审查批准的位置和界限进行。	《防洪法》第二十七条	已经有关水行政主管部门同意，并按批准的位置和界限进行施工。	√
9.	跨越、穿越公路修建桥梁、渡槽或者架设、埋设管线等设施的，以及在公路用地范围内架设、埋设管线、电缆等设施的，应当事先经有关交通主管部门同意，影响交通安全的，还须征得有关公安机关的同意；所修建、架设或者埋设的设施应当符合公路工程技术标准的要求。对公路造成损坏的，应当按照损坏程度给予补偿。	《公路法》第四十五条	已经有关交通主管部门同意。	√
10.	在铁路线路上架设电力、通讯线路，埋置电缆、管道设施，穿凿通过铁路路基的地下坑道，必须经铁路运输企业同意，并采取安全防护措施。	《铁路法》第四十六条	已经铁路运输企业同意。	√
11.	经批准的建设项目需要使用国有建设用地的，建设单位应当持法律、行政法规规定的有关文件，向有批准权的县级以上人民政府自然资源主管部门提出建设用地申请，经自然资源主管部门审查，报本级人民政府批准。	《土地管理法》第五十三条	已经自然资源主管部门审查。	√
12.	在城市、镇规划区内以划拨方式提供国有土地使用权的建设项目，经有关部门批准、核准、备案后，建设单位应当向城市、县人民政府城乡规划主管部门提出建设用地规划许可申请，由城市、县人民政府	《土地管理法》第三十七条	阀室、高青末站均不在城市、镇规划区内。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	城乡规划主管部门依据控制性详细规划核定建设用地的位置、面积、允许建设的范围，核发建设用地规划许可证。 建设单位在取得建设用地规划许可证后，方可向县级以上地方人民政府土地主管部门申请用地，经县级以上人民政府审批后，由土地主管部门划拨土地。			
13.	在建设铁路、工厂、水库、输油管道、输电线路和各种大型建筑物或者建筑群之前，建设单位必须向所在省、自治区、直辖市地质矿产主管部门了解拟建工程所在地区的矿产资源分布和开采情况。非经国务院授权的部门批准，不得压覆重要矿床。	《矿产资源法》第三十三条	不压覆重要矿床。	√
14.	从事建设工程勘察、设计的单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。 禁止勘察、设计单位超越其资质等级许可的范围或者以其他勘察、设计单位的名义承揽工程。禁止勘察、设计单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承揽工程。勘察、设计单位不得转包或者违法分包所承揽的工程。	《建设工程质量管理条例》第十八条	中石化石油工程设计有限公司已取得工程勘察综合资质甲级。	√
15.	建设项目安全设施施工完成后，施工单位应当编制建设项目安全设施施工情况报告。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第二十四条	中石化胜利油建工程有限公司、淄博北岳设备防护工程有限公司、中铁十局集团有限公司、山东东杰电气有限公司均在其资质等级许可的范围内承揽工程。	√
	施工单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。 禁止施工单位超越本单位资质等级许可的业务范围或者以其他施工单位的名义承揽工程。禁止施工单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承揽工程。 施工单位不得转包或者违法分包工程。	《建设工程质量管理条例》第二十五条		
	承担危险化学品管道的施工单位应当具备有关法律、行政法规规定的相应资质。 施工单位应当按照有关法律、法规、国家标准、行业标准和技术规范的规定，以及经过批准的安全设施设计进行施工，并对工程质量负责。 参加危险化学品管道焊接、防腐、无损检测作业的人员应当具备相应的操作资格证书。	《危险化学品输送管道安全管理规定》第十一条		
16.	工程监理单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承担工程监理业务。 禁止工程监理单位超越本单位资质等级许可的范围或者以其他工程监理单位的	《建设工程质量管理条例》第三十四条	山东胜利建设监理股份有限公司、山东济铁工程建设监理有限责任公司均在其资质等级许可的范围内承担工程监理业务。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	名义承担工程监理业务。禁止工程监理单位允许其他单位或者个人以本单位的名义承担工程监理业务。 工程监理单位不得转让工程监理业务。			
17.	负责危险化学品管道工程的监理单位应当对管道的总体建设质量进行全过程监督，并对危险化学品管道的总体建设质量负责。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。	《危险化学品输送管道安全管理规定》第十二条	已按照设计要求对管道进行压力试验和气密性试验。	√
18.	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、试生产（使用）方案备案和安全设施竣工验收手续。	《危险化学品输送管道安全管理规定》第九条	已在淄博市应急管理局依法办理安全条件审查、安全设施设计审查等手续。2023年6月份完成试生产安全条件审查与总体投产试运方案审查，并分别取得了专家审查意见。	√
19.	建设单位应当组织建设项目的设计、施工、监理等有关单位和专家，研究提出建设项目试生产（使用）（以下简称试生产（使用））可能出现的安全问题及对策，并按照有关安全生产法律、法规、规章和国家标准、行业标准的规定，制定周密的试生产（使用）方案。试生产（使用）方案应当包括下列有关安全生产的内容： （一）建设项目设备及管道试压、吹扫、气密、单机试车、仪表调校、联动试车等生产准备的完成情况； （二）投料试车方案； （三）试生产（使用）过程中可能出现的安全问题、对策及应急预案； （四）建设项目周边环境与建设项目安全试生产（使用）相互影响的确认情况； （五）危险化学品重大危险源监控措施的落实情况； （六）人力资源配置情况； （七）试生产（使用）起止日期。 建设项目试生产期限应当不少于30日，不超过1年。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第二十二条	试生产（使用）方案已经设计、施工、监理等有关单位和专家签字，内容符合要求。	√
20.	建设单位在采取有效安全生产措施后，方可将建设项目安全设施与生产、储存、使用的主体装置、设施同时进行试生产（使用）。 试生产（使用）前，建设单位应当组织专家对试生产（使用）方案进行审查。 试生产（使用）时，建设单位应当组织专家对试生产（使用）条件进行确认，对试生产（使用）过程进行技术指导。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第二十三条	符合要求。	√
21.	建设项目安全审查（包括安全条件审查、安全设施的设计审查）及其监督管理实行	《山东省〈危险化学品建设项	2022年8月18日，该项目取得了《危险化学品建设项目安	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	建设单位申请、安监部门分级实施和属地监管的原则。建设项目安全设施竣工验收由建设单位负责依法组织实施。建设项目未经安全审查的不得开工建设，未经安全设施竣工验收的不得投入生产（使用）。建设单位应当依法申请建设项目安全审查，将建设项目的安全设施投资纳入建设项目概算，确保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。	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》 第三条	全条件审查意见书》（备案号：淄应急危化项目审字[2022]0176号）。2022年10月26日，该项目取得了《危险化学品建设项目安全设施设计审查意见书》（备案号：淄应急危化项目审字[2022]1182号）。	
22.	建设项目安全设施施工完成后，建设单位应当按照有关安全生产的法律、法规、规章、标准和有关规定，组织工程技术人员或者委托设备制造、检测检验等单位，对建设项目安全设施进行调试和检验检测，保证建设项目安全设施满足危险化学品生产、储存的安全要求，并保持正常适用状态。	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》 第二十一条	安全设施已进行调试和检验检测。	√
23.	建设项目试生产（使用）前，建设单位应当根据有关安全生产的法律、法规、规章、标准和有关规定，按照《山东省化工装置安全试车工作规范》和《山东省化工装置安全试车十个严禁》的要求，完成生产准备和单机试车、工程中间交接、联动试车等工作，组织自身的工程技术、安全管理等人员以及设计、施工、监理、安全验收评价等有关单位（必要时聘请外部相关专家参加），研究提出建设项目试生产（使用）可能出现的安全问题及对策，制定周密的试生产（使用）方案。试生产（使用）方案的内容应当符合《办法》第二十一条的相关规定。	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》 第二十二条	已按照《山东省化工装置安全试车工作规范》和《山东省化工装置安全试车十个严禁》的要求，完成生产准备和单机试车、工程中间交接、联动试车等工作。	√
24.	建设单位在采取有效安全生产措施后，方可进行试生产（使用），确保建设项目安全设施与生产、储存、使用的主体装置（设施）同时投入试生产（使用）。试生产（使用）前，建设单位应当组织相关行业工程技术、安全管理等方面的专家对试生产（使用）方案进行审查。试生产（使用）前，建设单位应当聘请安全评价单位按照《山东省化工装置安全试车工作规范》和《山东省化工装置安全试车十个严禁》的要求，对试生产安全条件进行评价确认，并编制试生产条件安全评价报告。试生产（使用）时，建设单位应当组织专家对试生产（使用）条件进行确认，对试生产（使用）过程进行技术指导。	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理办法〉实施细则》 第二十三条	已对试生产安全条件进行评价确认，并编制试生产条件安全评价报告。	√
25.	建设项目安全设施施工完成后，各施工单位应当按照《办法》第二十四条的规定，编制其所承担施工范围内的建设项目安	《山东省〈危险化学品建设项目安全监督管理	各施工单位已编制安全设施施工情况报告。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
	全设施施工情况报告。	理办法)实施细则》 第二十五条		
26.	建设项目的设计、施工、监理单位和安全评价机构应当具备相应的资质，并对其工作成果负责。	《危险化学品建设项目安全监督管理办法》 第七条	该项目工程设计、施工和工程监理均具有相应资质。	√

依据法律、法规的相关条款对该项目项目设计、施工等实施情况进行符合性检查，共检查 26 项，符合法律、法规为 26 项。从检查情况可知，该项目建设过程依法合规；相关设计、施工、监理等单位具有相应资质，工程项目满足建设项目安全设施“三同时”的要求。

3 评价范围与评价方法

3.1 评价范围

依据《山东省危险化学品建设项目安全监督管理办法实施细则》第二条“全省行政区域内新建、改建、扩建生产、储存危险化学品的建设项目以及伴有危险化学品产生的化工建设项目（包括危险化学品长输管道建设项目，以下统称建设项目），其安全管理及其监督管理，适用本实施细则”，该项目属于危险化学品建设项目。

经与建设单位协商沟通，本次评价范围为中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程(总干线)。总干线管道工程从临淄区辛店街道齐鲁石化第二化肥厂内的齐鲁石化首站，止于高青县杜家村北的高青末站；主要包括：齐鲁石化首站至高青末站之间的管线、5 座截断阀室、2 座站场和公用工程，即线路系统、大中型穿跨越系统、SCADA 系统、通信系统、阀室系统、站场系统及其配套设施等。

评价范围（红线框图内）及上下游工程界面见下图。



图 3.1-1 评价范围（红线框图内）及上下游工程界面图

1、管道起止点及长度

该项目齐鲁石化首站建在齐鲁第二化肥厂内，站场工艺中的进站管线与气相管线从齐鲁第二化肥厂内接入。齐鲁石化首站与齐鲁第二化肥厂的界面划分：进站管线、气相管线与齐鲁第二化肥厂的分界点在增压装置区外 2m 处。高青末站与注入支线的界面为出站围

墙外 2m。

总干线长度约为 75km，管径 $\Phi 323.9$ ，设计压力 12MPa，设计输送二氧化碳的量为 $100 \times 10^4 \text{t/a}$ ，输送工艺采用高压常温输送工艺。

2、齐鲁石化首站

(1) 该项目工艺管线敷设至齐鲁石化 2 座 4000m^3 球罐装车泵出口管线上，从计量开始。

(2) 自控专业界面：齐鲁石化方从齐鲁石化站控室到该项目机柜间敷设控制电缆用于数据互传，传输信号及电缆配置如下：

a. 硬线信号：首站 ESD 关断信号，首站进站紧急切断阀关阀信号，首站增压泵运行状态，齐鲁石化装车泵运行状态。电缆型号：1 根 $5 \times 2 \times 1.5$ 阻燃总屏分屏铠装计算机控制电缆。

b. 通讯信号：齐鲁石化出站压力、温度、液相 CO_2 组分；首站进站瞬时流量、累计流量、进站温度、压力、硫化氢含量等。电缆型号：2 根 $1 \times 2 \times 1.5$ 阻燃总屏铠装计算机控制电缆。

(3) 通信专业界面：在电控一体化小屋内接入 1 路消防直拨电话，通信电缆引自丁辛醇控制室南侧管廊电话分线箱，电缆沿原有电缆沟及桥架敷设。

(4) 循环水界面：利用齐鲁二化厂循环冷却水温度较高的回水作为首站升温循环水的热源，经换热降温后返回齐鲁二化厂循环冷却水供水管线中。敷设至已建的循环水管线。

(5) 电力专业界面：首站增压区 2 路 6kV 电源分别引自 110kV 二氧化碳变电所 I、II 段母线，并在每段增加一面高压开关柜，新增高压开关柜与原有开关柜型号一致。电缆接至首站新建的 6kV 预制舱。

齐鲁石化首站发球筒区 380V 低压电源界面 380V 电源引自两醇污水配电室，至发球筒区。

3、高青末站

工艺界面：高青末站与注入支线的界面为出站围墙外 2m。

电专业界面：在高青末站内设电控一体化小屋一座，采用一回 380V 低压电缆进线，电源引自 7#注气站已建箱变的备用回路。

4、其他界面

阀室 10(6) kV 电源界面：阀室变压器低压出线侧至站内低压电缆属于本次评价范围，变压器及高压端设施不属于本次评价范围。

通信专业界面：采用租用公网专线的方式作为各类业务的备用通道，与当地公用电信网站内通信设备输入端口。

自控专业界面：在已建 SCADA 系统（滨博管理处前线指挥中心）基础上扩容，服务器、网络的通讯能力满足该项目扩展需求。

该项目所涉及的消防、防雷、环境保护、职业卫生、特种设备、化学品运输专业相关的问题，应执行国家相关法律、法规和标准的规定，以相应职能部门和专业的技术服务机构的检测、检验、验收结论为准。对于评价过程中发现的与上述专业相关的问题，本次安全评价仅从降低安全风险的角度提出改进的建议，不作为推翻或代替专业部门结论的依据。同时，被评价单位应当对提交资料的真实性和可靠性负责。

本次评价范围与项目备案、设立、设计专篇的建设内容一致。

3.2 评价单元划分

本次安全评价单元的划分以该建设项目的生产工艺、设备特点、特征与危险、有害因素类别、分布等结合起来进行，并遵循以下原则：

- 1、具有相似工艺过程的装置（设备）划分为一个单元；
- 2、场所（地理位置）相邻的装置（设备）划分为一个单元；
- 3、独立的工艺过程划分为一个单元；
- 4、具有共性危险因素、有害因素的场所和装置（设备）划分为一个单元。

该项目评价单元的划分如下表所示。

表 3.2-1 评价单元一览表

序号	单元名称	评价内容
1	线路工程	对线路走向、线路附属设施、线路用钢、管道敷设等进行安全评价。对线路穿越河流、公路、铁路、截断阀室进行安全评价。
2	站场工程	对齐鲁石化首站、高青末站的区域布置、平面及竖向布置、输送工艺、站场工艺设备设施进行安全评价。
3	公用工程	自控、通信、供配电、防腐与保温、采暖通风、建（构）筑物等进行安全评价。
4	安全管理	安全管理机构设置、人员设置情况、个体安全防护用品配备、维抢修力量、应急预案、安全投入、外部依托等进行评价。

3.3 评价方法选择

安全检查表（SCL）是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况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，根据相应安全法规、标准的要求，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求等内容的表格，它是系统安全工程

的一种最基础、最简便、广泛应用的系统危险性评价方法。

安全检查表的编制程序：

- 1、熟悉系统。包括系统的结构、功能、工艺流程、操作条件、布置和已有的安全设施；
- 2、收集资料。收集有关安全法律、法规、规程、标准、制度及本系统过去发生的事故资料，作为编制安全检查表的依据；
- 3、列出安全检查表。针对危险因素和有关规章制度、以往的事故教训以及本单位的检验，确定安全检查表的要点和内容，然后按照一定的要求列出表格；
- 4、对照表格逐项内容进行检查。

本报告中采用的检查表的格式见下表 3.3-1。在安全检查表中，对已采取了的安全措施在“检查结果”一栏中标以“√”，而未采取安全措施或采取了但不完善的在安全检查表“检查结果”一栏中标以“×”。并在“备注”一栏中描述检查现状或不合格原因。安全检查表中的具体内容可作为安全生产管理的依据，应逐条加以落实，否则会留下安全隐患。

表 3.3-1 安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果

4 线路工程

4.1 管道本体

4.1.1 新材料使用情况

该项目管道选用 L360Q 材质的无缝钢管，为国内石油天然气工业管线输送系统用钢管，生产制造成熟。采用的换热器为石油化工常用换热器，阀门为国内常见阀门；增压泵所选功率、规格在国内输水、输油及二氧化碳增压注入驱油等工程中应用广泛；检测仪表均为目前工程常用仪表。即：该项目不涉及首次使用新材料。

4.1.2 管道材质、强度设计系数及主要技术条件

1、管道材质

（企业机密，不允公开！）

2、设计系数

（企业机密，不允公开！）

3、设计参数

（企业机密，不允公开！）

4、钢管类型

（企业机密，不允公开！）

5、钢管壁厚

（企业机密，不允公开！）

表 4.1-2 线路用管计算壁厚及选用壁厚明细表

4.1.3 安全措施落实情况

根据该工程设计文件、施工文件、监理记录、无损检测记录以及竣工文件等资料，对管道本体相关安全措施的落实情况进行检查，具体检查结果见下表：

表 4.1-3 管道本体安全措施落实情况检查表

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
一	设计系数	
1	按照《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423）要求，本项目位于鲁中地区，经济发达，人口密集，为提高管道的安全性，又本工程工期紧张，为方便管材采购，减少管材规格，二级地区按照 0.5 设计系数考虑，因此输送干线管道均采用 0.5	已落实。通过施工图设计、竣工文件等资料，输送管道设计系数符合设计要求。

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
	设计系数。	
二	管道材质	
2	本工程 D323.9, 管径钢管选用 L360Q 钢级, 等级为 PSL2。	已落实。根据施工资料, 钢管选材符合设计要求。
3	本工程选择《石油天然气工业管线输送系统用钢管》(GB/T9711) 作为钢管选用标准。热煨弯管制作参照《油气输送用钢制感应加热弯管》(SY/T5257) 执行, 冷弯弯管制作参照《钢质管道冷弯管制作及验收规范》(SY/T 4127)。	已落实。根据施工资料, 钢管选材符合设计要求。
三	管道校核	
4	根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》(SH/T3202) 及《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》(SY/T6968) 要求, 对管道进行了直管段和热煨弯管强度校核, 径向及轴向稳定性校核, 最小壁厚校核, 定向钻回拖、试压、运行工况应力校核, 抗漂浮校核, 抗震校核, 无套管穿越校核等。	已落实。已对管道进行了相关校核。
四	焊接与检验	
1	根据本项目钢级和管径, 一般线路段根焊选用钨极氩弧焊, 填充盖面焊条电弧焊(低氢型)/自保护药芯焊丝半自动焊工艺。对于特殊地段及连头、返修、直管-热煨弯管等焊口, 根焊采用钨极氩弧焊, 填充盖面采用氩弧焊/焊条电弧焊(低氢型)。	已落实。焊接方式符合设计要求。
2	焊接施工前, 根据《钢质管道焊接及验收》(GB/T31032) 要求进行焊接工艺评定, 根据评定合格的焊接工艺, 编制焊接工艺规程, 严格遵守和执行焊接工艺规程。	已落实。施工单位进行焊接工艺评定, 根据评定合格的焊接工艺, 编制焊接工艺规程。
3	所有管道焊缝进行 100%外观检查, 外观检查按《钢质管道焊接及验收》(GB/T31032) 和《油气长输管道工程施工及验收规范》(GB50369) 标准的相关要求。	已落实。所有管道焊缝按照标准要求 100%外观检查。
4	无损检测符合国家现行标准《石油天然气钢质管道无损检测》(SY/T4109) 的规定, 射线检测(RT)和超声检测(UT)的合格等级至少为 II 级。	已落实。本工程无损检测符合国家现行标准规定。
五	清管、试压、干燥与置换	
(一)	清管、测径	
1	管道分段清管设置临时清管器收发装置, 并不使用站内设施。清管器接收装置选择在地势较高、周围 50m 内无建筑物和人员的区域内, 应安装排气阀, 四周设置安全警示标志。	已落实。管道清管设置符合设计要求。
2	管段清管、测径与试压分段保持一致, 宜按阀室间距进行分段。	已落实。管段清管、测径与试压分段保持一致。
3	清管次数根据管道输送介质、管径、地形条件等因素, 经现场试验后确定, 且不少于两次。	已落实。清管次数不少于两次。
4	清管完成后及时对清管设备进行清洗, 然后送至指定地点存放和处理。对排出的污物集中处理, 不可随意丢弃。	已落实。清管完成后及时对清管设备进行清洗。
5	管道清管、测径和试压期间, 应在两端 50m 内设置警戒区, 管线左右两侧 30m、两端 50m 范围内严禁有人通过。升压时, 盲板和封头对面 100m 内不得站人, 管线通过的道路和居民区 50m 范围内应设专人警戒。	已落实。管道清管、测径和试压期间设置警戒区。
(二)	管道试压	
1	分段水压试验的管段长度不宜超过 35km, 管道水压试验的试压头应使用椭圆封头, 材质应与管道材质相当, 壁厚应满足试验压力要求。试压管线末端应设置封堵措施, 避免试压	已落实。按照设计要求进行管道试压。

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
	头脱离管线伤人。	
2	本工程管线均采用无腐蚀性洁净水进行强度试压和严密性试压。	已落实。采用无腐蚀性洁净水进行强度试压和严密性试压。
3	试验压力值的测量以试验段最高点测出的压力值为准，试压段最低点的压力值为试验压力与管道液位高差静压之和，该压力值在低点处产生的管道环向应力不应大于 0.9 倍钢管管材最小屈服强度。	已落实。试验压力允许高差符合设计要求。
4	对于定向钻穿越、铁路穿越、二级及以上公路穿越、高速公路穿越等管段必须进行单独试压。	已落实。进行单独试压。
(三)	干燥、置换	
1	本工程管道干燥按照《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T 3202）及《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369）的规定执行。管道干燥在清管测径、试压、通球扫水等工序完成后进行，线路截断阀处于全开状态，旁通阀处于全部关闭状态。	已落实。按照设计要求进行干燥作业。
2	管道干燥施工前，对管道试压扫水结果进行确认，以连续两个泡沫清管器增重不大于（1.5DN/1000）kg，无游离水为合格。	已落实。管道干燥施工前，对管道试压扫水结果进行确认。
3	针对本工程管道，经清管后管内水份含量少，干燥施工工期要求紧等特点，以及安全、环保等诸多因素，选择以干空气干燥法为主对管道进行干燥。	已落实。选择以干空气干燥法为主对管道进行干燥。
4	因二氧化碳遇水会形成碳酸，对管道腐蚀性较大，给管道安全运行形成安全隐患，因此干燥需严格执行验收标准：干燥后排出气体水露点连续 4h 不高于-45℃。	已落实。干燥严格执行验收标准。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的管道本体相关措施在施工中均已落实。

4.2 管道敷设

4.2.1 线路路由

1、齐鲁石化二化厂内架空敷设

首站至仪表风压缩厂房北侧段：长约 260m，首站增压区向北新建 12m 跨路管架，与二氧化碳储罐北侧管廊连接，沿此管廊向西、向北至精制水厂房西侧，在精制水罐北侧新建 4 个单柱独立支架。然后沿“第二化肥厂二氧化碳装置火炬系统改造项目”新建的跨路桁架至仪表风压缩厂房北侧的中心路管廊。

二化厂内中心路管廊从仪表风压缩厂房至第三循环水站段：长约 220m，本段路由在“齐鲁分公司 100 万吨/年二氧化碳回收利用项目”中“乙变 100kV 改造及外线”主项新改造的管廊上层加门型支架。

二化厂内中心路南侧管廊从辛醇罐区至隆邦化工东侧围墙段：长约 270m。本段在原管廊北侧绿化带中新建 2m 宽独立双柱支架约 45 个，12m 跨距桁架一个（连接隆邦化工管廊和

二化厂内管廊），21m 跨距桁架一个（跨越泵房和火炬分离罐）。新建管架在跨越道路时，路面以上的净空高度不小于 5.0m。

隆邦化工厂内部分：长约 200m，部分利用原管廊北侧立柱增加三角支撑，厂内原管廊至围墙西侧发球筒区段新建 2m 宽独立双柱支架和 1 个 18m 跨距桁架。

厂区管廊段管线全部架空敷设，管道布置采用自然补偿及“II”型补偿器对管线进行热胀冷缩补偿。

2、埋地敷设

从齐鲁石化二化厂出来的管道进行埋地敷设，并向西敷设，之后穿越厂区铁路、胶济铁路客运专线、胶济铁路货运专线及纬五路，在于家店村西侧向北敷设，经赵家毛托村、董褚村、槐行村，在韩家庄穿越临淄大道 G309 后，继续往北敷设，经王家庄村、南罗家庄村，在朱家村东南穿越济青高速 G20 后继续向北敷设，经西老王庄村、南太合村，在西安合村西穿越张皇路 G233 后向西北方向敷设，在宋桥村西穿越乌河（二），经桐林村、立子营村、新立村、后夏庄村之后进入高新区境内。

管线进入高新区后向西并行济青高铁敷设，经衙里村、高家村、南高阳村、东台村，之后刘百户屯村西南穿越济青高铁，之后继续向北敷设，在张茅村南穿越国道 G308，之后在刘茅村东北穿越沾临高速后向西敷设，进入桓台县境内。

管线进入桓台县境内后，在刘家村东北穿越国道 G205，在义和村东穿越国道 G205（旧）后向北敷设，在小耿桥村东北穿越张东铁路，在河崖头村东北穿越县道 X001 后向西敷设，经李家村、演马村、宋家村、后诸村、北埠村、荆三村，在吴园村北穿越小清河后进入高青县境内。

管线进入高青县境内后，向北穿越支脉河、南水北调东线，在赵路村东穿越县道 X027 后向西北敷设，经前孙村、邢王村、后孙村、窦家村、西吕村，在李明安村北穿越滨莱高速 S29 后继续向北敷设，经南于家村，最后在杜家村北进入高青末站，输送干线管道总长约 75km。

评价组人员对管道路由进行了现场检查，在 200m 范围内，未发现港口、飞机场、军事区、炸药库等设施，同时本工程已严格按照管道保护法的要求，长输管道路由与周边建筑物间距不小于 5m，管道两侧 5m 范围内的建筑物已进行了拆除。

4.2.2 一般地段敷设

通过现场调研及对相关资料的梳理，该项目一般线路段均采用沟埋敷设；管道变向主要采用现场冷弯弯管和热煨弯管；一般地段管顶覆土深度不小于 1.5m。

当管道水平转角 $\leq 3^\circ$ 或竖向转角 $\leq 2^\circ$ 时，采用弹性敷设，弹性敷设曲率半径大于 1000D，直管段长度不小于管子外直径，且不小于 500mm。弹性敷设无法满足时，采用冷弯弯管（曲率半径 $R=40D$ ），冷弯弯管最大使用角度不大于 20° ，两端各带不小于 2m 的直管段；冷弯管无法满足时采用热煨弯管（曲率半径为 $R=6D$ ），两端各带不小于 0.5m 的直管段；其两端部 100mm 长直管段范围内的圆度不大于连接管圆度的规定值，其他部位的圆度不大于 2.5%。

4.2.3 特殊地段敷设

1、大武地下水富集区

该项目齐鲁石化首站至临淄区稷下街道韩家庄村段管线穿越大武地下水富集区，穿越长度约为 6.0km，其中穿越核心区段约 2.26km，穿越控制区段约 1.79km，穿越缓冲区段约 1.95km，管顶覆土不小于 1.5m。

2、文物保护单位

管线在临淄区辛店街道于家店村北穿越了于家店北遗址，穿越长度约 248m，管道距离该遗址文化层底部约 9~10m。管道穿越文物保护单位，取得文物主管部门的批复。

3、港口、飞机场、军事区、炸药库等设施

200m 范围内未发现港口、飞机场、军事区、炸药库等设施。

4.2.4 安全措施落实情况

根据该工程设计文件、施工文件、监理记录以及竣工文件等资料，对管道敷设相关安全措施的落实情况进行检查，具体检查结果见下表：

表 4.2-1 管道敷设安全措施落实情况检查表

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
一	一般地段敷设	
(一)	管道埋深	
1	根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202）及《山东省国土资源厅关于支持油气管道安全隐患整治工作的通知》（鲁国土资字[2015]418 号）中要求，为减少第三方破坏，根据地方相关部门意见，一般地段管顶覆土深度不小于 1.5m，且大于最大冻土深度。	已落实。一般地段管顶覆土深度不小于 1.5m，且大于最大冻土深度。
2	管道河流穿越按《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423）执行。	已落实。管道河流穿越按照标准执行。
(二)	管沟边坡	
3	管沟边坡比依据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202）执行，同时根据管沟土质及施工情况（保障安全的情况下）确定。	已落实。管沟边坡比按照标准及管沟土质、施工情况确定。
(三)	管道转角	
4	当管道水平转角 $\leq 3^\circ$ 或竖向转角 $\leq 2^\circ$ 时，设计中优先采用弹性敷设，弹性敷设曲率半径大于 1000D，垂直面上的弹性敷设管道的曲率半径尚大于管子在自重作用下产生的度曲	已落实。优先采用弹性敷设。

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
	线的曲率半径。	
5	弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯曲管段之间及弹性弯曲管段和人工弯管之间，采用直管段连接，直管段长度不小于管子外直径，且不小于 500mm。	已落实。弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯曲管段之间及弹性弯曲管段和人工弯管之间，采用直管段连接。
(四)	管沟开挖	
6	管沟开挖土方与管沟间距不小于 1m，堆土高度不大于 1.5m，以避免土方堆积过多，使沟壁产生过大侧压力，造成沟壁塌方，避免施工损失及伤亡事故发生。堆土区采取临时苫盖等防护措施，避免产生扬尘，造成环境污染。	已落实。根据施工记录，管沟开挖符合要求。
(五)	下沟与回填	
7	下沟前，检查管沟的深度、标高和断面尺寸，并符合设计要求；检查管沟中心线、沟底标高等偏差，并满足《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369）的要求。	已落实。下沟前，检查管沟的深度、标高和断面尺寸。
8	设计要求稳管的地段进行稳管设施的安裝。	已落实。设计要求稳管的地段进行了稳管设施的安裝。
9	管道下沟后及时回填，如无法及时回填，随时关注检查管沟状况，尤其在雨季施工时，对管沟冲刷情况进行检查并采取措施。	已落实。管道下沟后及时回填。
10	管道下沟后除预留段外及时进行管沟回填。	已落实。及时进行管沟回填。
11	管沟回填前将阴极保护测试线焊好并引出，待管沟回填后安装测试桩。	已落实。管沟回填前将阴极保护测试线焊好并引出，待管沟回填后安装测试桩。
12	沿线施工时破坏的挡水墙、田埂、排水沟、便道等地面设施回填后按原貌恢复。	已落实。沿线施工时破坏的面设施回填后按原貌恢复。
(六)	水工保护	
13	管道沿线地貌单元主要为平原、河流、沟道，针对沿线不同的地形情况，水工保护设计采用相应的水保类型及防护处理措施。	已落实。针对沿线不同的地形情况，水工保护采用相应的水保类型及防护处理措施。
(七)	地貌恢复	
14	项目在建设过程中将不可避免地占用部分农地、林地、坡地，局部损坏地表植被、排水沟渠等水土保持设施，破坏原有的地形地貌，改变地表水流方向，同时开挖、运移及铺筑行为也将造成一定的土壤流失。对于工程施工作业带和施工直接影响区域，管沟回填后的覆盖防护结合实际的地形地貌及植被情况做好水土保持。沿线施工时所破坏的耕田、林地、挡水墙、排水沟、道路等地面设施按原貌恢复或采取相应有效措施进行处理。	已落实。沿线施工时所破坏的地面设施按原貌恢复或采取相应有效措施进行处理。
二	特殊地段敷设	
(一)	大武地下水富集区	
15	1) 管顶覆土不小于 1.5m; 2) 施工时减小开挖断面，同时做好水土保持工作，施工作业带宽度压缩至 8m; 3) 富集区内除必要的施工外，禁止布置材料堆放场、施工场地等临时设施; 4) 施工后期，逐步采取生态恢复和绿化措施，弥补植物物种多样性的损失。	已落实。管顶覆土不小于 1.5m；施工时减小开挖断面，同时做好水土保持工作；所在区域禁止布置材料堆放场、施工场地等临时设施；施工后期，逐步采取生态恢复和绿化措施。

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
(二)	文物保护单位	
16	管道穿越文物保护区域，取得文物主管部门的批复意见，并严格按照批复意见和要求执行。	已落实。取得文物主管部门的批复意见，并严格按照批复意见和要求执行。
17	管道通过文物保护区，采取相应的保护措施，如缩小施工作业带宽度、保护区外组焊后整体托管下沟等措施，降低对文物的影响。	已落实。管道通过文物保护区，采取相应的保护措施。
(三)	地下水位较高地段	
18	沿线部分地段地下水位较高，地基承载力小、含水量饱和，土质较软不易成沟，采取相应的水工保护及稳管措施，如降水、排水、清淤换填等措施，并根据抗漂浮计算采用配重压袋进行稳管。	已落实。采取相应的水工保护及稳管措施。
(四)	经济作物区	
19	应尽量减小施工作业带宽度，减少对经济作物区的影响。	已落实。尽量减小施工作业带宽度。
20	管沟开挖时，表层 50cm 耕植土剥离保护，将表土集中堆放在管沟一侧稍远处，生土堆放于表土内侧，表层土与生土采用土工布隔离堆放，施工完成后对作业带进行复耕。	已落实。施工完成后对作业带进行复耕。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的管道敷设相关措施在施工中均已落实。

4.3 高后果区

4.3.1 输气管道高后果区判定依据

根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）中高后果区管段识别准则，高后果区管段识别分级应符合下表的规定。

表 4.3-1 输气管道高后果区识别分级表

分级	识别项
I级	管道两侧各 50m 内有高速公路、国道、省道、铁路等；
I级	管道两侧各 200m 内有水源、河流、大中型水库；
I级	管道两侧各 200m 内有湿地、森林、河口等国家自然保护区；
II级	三级地区；
II级	管道两侧各 200m 内有聚居户数 50 户或以上的村庄、乡镇等；
II级	管道两侧各 200m 内有医院、学校、幼儿园、养老院、监狱、商场、贸易市场、广场、寺庙等；
III级	四级地区。

注：I 级代表最小的严重程度，III 级代表最大的严重程度。

4.3.2 管道沿线高后果区识别与统计

（企业机密，不允公开！）

表 4.3-2 人员密集场所高后果区统计表

4.3.3 安全措施落实情况

根据《中国石化胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项

目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全设施设计专篇》，在设计阶段提出的安全措施落实情况如下：

表 4.3-3 高后果区段采取的安全措施落实情况

序号	项目	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	设计方面	1.严格按照规范选取强度设计系数、阀室布置和试压； 2.高后果区强度设计系数取 0.5； 3.采用加强级三层 PE 防腐层，全线采用阴极保护并进行杂散电流干扰防护； 4.管道沿线设置标志桩、警示牌、加密桩（与其他标志桩间距不大于 50m），管道上方设置警示带； 5.对管道环焊缝进行 100%射线检测及 100%超声波检测； 6.对于部分管道距离村庄较近区段，设置视频监控点位，具备虚拟周界和闯入自动报警功能，并具备通过外接扬声器实现远程喊话实现告警和驱离功能。	已落实。 1.管线强度设计系数取 0.5 以增加管道壁厚，提高强度储备； 2.增加外防腐层等级，管线全部采用加强级三层 PE 防腐，管线采用阴极保护并进行杂散电流干扰防护； 3.对管线环焊缝进行 100%射线检测、100%超声复检，综合评定结果为合格； 4.管道沿线加密设置警示牌、警示桩，管道上方设置警示带； 5.根据线路专业高后果区风险分析识别情况，本次共设置安全监控点 7 处、监控摄像机 14 台。
2	施工方面	1.施工时严格控制管道与人口密集地区的间距，不得随意更改路由。 2.施工时，加强对焊接、防腐、补口质量的监督、检验，严格执行焊接工艺规程。 3.管道下沟后及时回填管沟，防止人员落入管沟造成伤害。 4.编制详细的试压施工方案。严格控制试压头质量。试压头在安装前进行强度试压，强度试验压力为设计压力的 1.5 倍。试压头重复使用的次数不宜超过 3 次。重复使用超过 3 次时，对所有焊缝进行无损检测，达到Ⅲ级合格后方可再次使用。 5.试压设备和试压管线 50m 范围内在升压过程中为试压禁区，严禁非试压人员进入。严密性试验时可巡检。试压禁区要设专人把守。试压程序严格按照"分阶段、缓升缓降"进行。 6.严格按照管道保护法的要求，管道两侧 5m 范围内的建筑物要进行拆除。 7.高后果区作为建设期重点关注区域，建议施工期间加强监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工。	已落实。 1.施工时严格控制间距，未更改路由。 2.施工时，严格执行焊接工艺规程，保证施工质量。 3.管道下沟后及时回填管沟。 4.编制详细的试压施工方案。严格控制试压质量。 5.严格按照试压程序开展试压工作。 6.严格按照管道保护法的要求，对管道两侧 5m 范围内的建筑物进行拆除。 7.施工期间加强了监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工。
3	运营方面	1.运营期间加大巡线力度，尤其是规划区，应密切注意城市发展，对可能出现的建筑物、道路等占压管道情况，及时与主管部门协商解决，避免造成隐患。 2.运营期间结合沿线情况制定应急预案，应急预案按照管道保护相关法律法规报管道所在地县级人民政府主管管道保护工作部门备案。 3.运营期间根据管道运行情况定期进行外防腐层完整性、阴极保护系统有效性及杂散电	已落实。 1.运营期间加大了巡线力度，配备管道巡线人员 3 名，每周进行一次全线人工巡线。无人机巡线每天进行一次巡飞。 2.已制定应急预案，并已备案。 3.进行测试评价，根据结果采取必要的防护措施。

序号	项目	安全设施设计提出的措施	落实情况
		流干扰测试评价，根据检测评价结果采取必要的防护措施。	

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的高后果区段相关安全措施均已落实。

4.4 地质灾害

4.4.1 地质灾害分布情况

参考《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程地质灾害危险性评估报告》（山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队，2022 年 6 月），“该项目属重要建设项目，评估区地质环境条件复杂程度为中等，地质灾害危险性评估级别为一级，评估区不具备发生崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝等地质灾害的条件，本次评估的地质灾害类型为采空塌陷和地面沉降。地质灾害危险性现状评估为：采空塌陷地质灾害危险性现状评估为 A 区危险性中等，B 区危险性小。地面沉降地质灾害危险性现状评估为危险性小。”结合线路勘验，该项目管道遭受崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝等灾害可能性小，评估区内地质灾害类型为采空塌陷和地面沉降，分布于王庄煤矿。

4.4.2 安全措施落实情况

根据该工程设计文件、施工文件、监理记录以及竣工文件等资料，对地质灾害区域相关安全措施的落实情况进行检查，具体检查结果见下表：

表 4.4-1 地质灾害区段采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	本工程管道结合评价结论、建议及现场实际情况，为保证管道安全运行，管道沉降能及时发现，考虑在危险中等区（管道通过王庄煤矿区域）开展地面变形沉降观测及管道变形监测。	已落实。 在此段配备有应力应变现场数据采集装置，型号规格为 YLYB-CJ01，进行管道应力应变监测及地面沉降监测，持续关注评估区周边地下水开采情况及煤矿的开采动态和管道的稳定，开展地面变形沉降观测，并设有由中石化石油工程设计有限公司开发的长输管道地质灾害综合监测预警系统，该系统集地质灾害实时监测与遥感监测于一体，实现了长输管道地质灾害综合监测预警的目的。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的地质灾害区段相关安全措施已落实。

4.5 地震

4.5.1 地震参数

根据《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程场地地震安

全性评价报告》（北京中地华安地质勘查有限公司，2022 年 5 月）和《中国地震动参数区划图》，该项目干线管道沿线地震动峰值加速度及地震基本烈度见下表。

表 4.5-1 地震参数表

地段		管道长度 km	地震烈度	地震动峰值加速度 g
地级市	县（区）			
淄博市	临淄区	23.8	VII	0.15
	高新区	12.2	VII	0.10
	桓台县	25.6	VII	0.10
	高青县	13.4	VII	0.10

4.5.2 全新世活动断裂带

与管道相交的断裂有 2 条，分别为张店断裂和博兴断裂，张店断裂为第四纪早、中更新世断裂，博兴断裂为前第四纪断裂，管道穿越断裂位置第四系覆盖层厚度均大于 90m，可不考虑上述两断裂的潜在地表错动影响。沿线地基岩土为均匀的软弱土、中软土，工程地质条件相对简单，线路场地区域稳定性较好。

该项目沿线无全新世活动断裂带。管道沿线不具备发生滑坡、崩塌、泥石流、软土震陷、岩溶塌陷等地震地质灾害条件。

4.6 山岭隧道

该项目输送管道（总干线）沿线不经过山岭隧道。

4.7 采矿区

依据《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程压覆重要矿产资源评估报告》（山东省地质矿产勘查开发局第五地质大队，2022 年 6 月）评估区内涉及的重要矿产资源有煤、铁和油气等 3 种。详见下表：

表 4.7-1 采矿区统计表

序号	名称	市、县（区）	经过长度（m）	经过情况描述
1	淄博王庄煤矿有限公司	淄博市临淄区	465.8	煤矿采矿权，压覆 4、4-2、6、7、9、10-1、10-2、10-3 煤等 8 层煤。从矿区北部进入，穿越矿区西部，依据《山东省淄博煤田王庄煤矿资源储量核实报告》（2016.12.31），有备案资源储量。
2	淄博金润矿业有限公司	淄博市临淄区	281.49	铁矿采矿权，压覆 I、II、III、IV、V、I01、I02 等 6 个铁矿体。从矿区北部进入，穿越矿区北部，依据《山东省淄博市金岭铁矿区立子营资源储量核实报告》（2014.12.31），有备案资源储量。
3	淄博鑫利达矿业有限公司	淄博市临淄区	224.9	铁矿采矿权，压覆 III 号铁矿体。从矿区北部进入，穿越矿区北部，依据《山东省淄博市金岭铁矿区立子营资源

				储量核实报告》（2013.12.31），有备案资源储量。
--	--	--	--	------------------------------

表 4.7-2 采矿区段采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	<p>1.对于涉及的 1 处油气探矿权，3 处油气采矿权，由矿业权人出具证明，同意本工程建设，不影响油气开采，对其不作压覆处理。</p> <p>2.对于涉及的 4 处铁矿采矿权，由建设单位与采矿权人签订协议，同意本工程建设，协议中采矿权人承诺不变更矿业权，不作永久压覆处理。</p> <p>3.对于压覆的王庄煤矿，因为无法避让，管道必须压覆，由建设单位与采矿权人签订协议，同意本工程建设，协议中采矿权人承诺对压覆的矿产资源暂不开采，不变更矿业权。在此段设置管道应力应变监测及地面沉降监测。</p>	<p>已落实。</p> <p>建设单位已与采矿权人签订协议，同意本工程建设，同时在此段配备有应力应变现场数据采集装置，型号规格为 YLYB-CJ01，进行管道应力应变监测及地面沉降监测，持续关注评估区周边地下水开采情况及煤矿的开采动态和管道的稳定，开展地面变形沉降观测。</p>

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的采矿区段相关安全措施已落实。

4.8 河流大、中型穿（跨）越

4.8.1 河流大中型穿越情况

（企业机密，不允公开！）

表 4.8-1 河流大、中型穿越工程统计表

4.8.2 通航对建设项目的影晌

根据《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程穿越小清河航道通航条件影响评价报告》（山东港通工程管理咨询有限公司，2022 年 5 月），通航河流与本建设项目相互的影响如下：

在通航河道穿跨越段附近进行疏浚或船舶抛锚等，锚及疏浚机具可能对管道构成危害，破坏其防腐层，加剧腐蚀，进而引发二氧化碳泄漏或中毒和窒息事故。

本建设项目管线埋深较深，且工程范围为单线管道，不会对船舶在小清河上停泊、拖锚、抛锚及作业造成影响。

本建设项目工程河段船舶应急抛锚对管线的影响小。管线运营过程中如果发生有船舶在管道保护水域内应急抛锚事故，可能对管线可能产生的不利影响。

4.8.3 安全措施落实情况

表 4.8-2 穿跨越段采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	该项目河流穿越方式为定向钻。小清河、支脉河、南水北调东线联合穿越地层岩性主要为粉土、粉质黏土等，根据《油气输送管道穿越工程设计规范》规定，最小管顶埋深大于设计洪水冲刷线以下 6m。根据穿越规范的要求，结合地质资料，确定管道在主河床主要穿越层为粉土层，小清河河床范围内管顶最小埋深为 15.38m，南水北调东线河床范围内管顶最小埋深为 18.98m，支脉河河床范围内管顶最小埋深为 17.20m。	已落实。查阅有关施工资料，管道埋深在设计洪水冲刷以下 6m，符合规范要求。
2	穿越段管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层，热煨弯管涂层采用“双层环氧粉末+外缠聚丙烯胶带”的防腐层结构，外防腐层补口采用“普通热收缩带补口”的补口结构。在穿越两侧设置阴极保护测试桩。	已落实。根据施工记录、防腐补口电火花检测记录，施工质量合格，符合《钢管管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）的要求，落实了设计要求。
3	为保证穿越段管道的安全，管道施工完毕后，在穿越出入土点及河道两侧设立明显的警示标志，防止越线作业对管道产生不利影响。	已落实（整改后）。河道两侧设立明显的警示标志。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的穿跨越段相关安全措施整改后已落实。

4.9 与架空电力线路并行交叉

4.9.1 架空输电线路并行交叉情况

该项目管道沿线与输电线路并行 11 处，并行长度 8.55km；与输电线路交叉 45 处，并行、交叉情况见表 4.9-1、表 4.9-2。

表 4.9-1 与架空输电线路并行段统计表

序号	电压等级及线路名称	并行范围				行政区域
		起止桩号	线路杆塔号	并行间距 (m)	并行长度 (km)	
1	220KV 辛营 I、II 线	ZB013~ZB016	007 号~008 号	10~50	0.25	临淄区辛店街道
2	220KV 辛台 I、II 线	ZB013~ZB018	007 号~009 号	10~40	0.60	临淄区辛店街道
3	220KV 管岭 I、II 线	ZB017~ZB024	068 号~071 号	12~50	1.00	临淄区辛店街道
4	220KV 辛台 I、II 线	ZB027~ZB029	012 号~013 号	10~50	0.50	临淄区稷下街道
5	110KV 辛高线	ZB039~ZB044	026 号~029 号	25~50	0.80	临淄区稷下街道
6	220KV 辛台 II 线	ZB068~ZB073	035 号~038 号	10~45	1.20	临淄区凤凰镇
7	110KV 朱凤线	ZB074-2~ZB076	013 号~017 号	15~50	0.80	临淄区凤凰镇
8	110KV 辛高线	ZB076-1~ZB080	058 号~064 号	25~50	1.30	临淄区朱台镇
9	220KV 朱铁线/台铁线	ZB090~ZB092	062 号~073 号	30~50	1.00	临淄区朱台镇
10	500KV 淄临线	ZB100~ZB101	050 号~051 号	35~50	0.50	高新区先创区
11	±660KV 银东线	ZB148~ZB150	2368 号~2369 号	20~40	0.60	桓台县索镇街道

12	合计	8.55	
----	----	------	--

表 4.9-2 管道与输电线路交叉统计表

序号	电压等级及线路名称	交叉情况			行政区域
		起止桩号	线路杆塔号	交叉角度(°)	
1	110KV 辛临II线	ZB007~ZB008	007号~008号	80	临淄区辛店街道
2	110KV 辛稷线/辛高线	ZB007~ZB008	008号~009号	80	临淄区辛店街道
3	220KV 辛营 I、II线	ZB012~ZB013	007号~008号	89	临淄区辛店街道
4	220KV 辛台 I、II线	ZB019~ZB020	010号~011号	37	临淄区辛店街道
5	220KV 管岭 I、II线	ZB020~ZB021	070号~071号	76	临淄区稷下街道
6	220KV 管岭 I、II线	ZB027~ZB028	072号~073号	55	临淄区稷下街道
7	110KV 营辛线铁山	ZB033~ZB034	016号~017号	84	临淄区稷下街道
8	110KV 辛高线	ZB052~ZB053	036号~037号	84	临淄区稷下街道
9	110KV 营凰线	ZB052~ZB053	021号~022号	85	临淄区稷下街道
10	220KV 辛台 I、II线	ZB056~ZB057	027号~028号	76	临淄区稷下街道
11	220KV 辛台 I 线	ZB062~ZB063	031号~032号	54	临淄区凤凰镇
12	220KV 辛台II线	ZB067~ZB068	034号~035号	85	临淄区凤凰镇
13	220KV 辛台II线	ZB068~ZB069	035号~036号	43	临淄区凤凰镇
14	220KV 辛台II线	ZB073~ZB074	037号~038号	89	临淄区凤凰镇
15	110KV 朱凰线	ZB080~ZB081	001号~002号	80	临淄区凤凰镇
16	110KV 辛高线	ZB080~ZB081	066号~067号	85	临淄区凤凰镇
17	110KV 辛高线	ZB083~ZB084	072号~073号	22	临淄区朱台镇
18	220KV 台铁线	ZB085~ZB086	006号~007号	76	临淄区朱台镇
19	110KV 朱牵线	ZB085~ZB086	007号~008号	74	临淄区朱台镇
20	110KV 朱牵线	ZB088~ZB089	009号~010号	14	临淄区朱台镇
21	220KV 台铁线	ZB088~ZB089	008号~009号	16	临淄区朱台镇
22	220KV 台铁线	ZB088~ZB089	009号~010号	51	临淄区朱台镇
23	110KV 朱牵线	ZB088~ZB089	010号~011号	50	临淄区朱台镇
24	220KV 台吴线/临吴线	ZB090~ZB091	035+1号~036号	88	临淄区朱台镇
25	110KV 朱峰线	ZB090~ZB091	013号~014号	88	临淄区朱台镇
26	500KV 淄临线	ZB090~ZB091	067号~068号	10	临淄区朱台镇
27	220KV 台铁线	ZB090~ZB091	017号~018号	88	临淄区朱台镇
28	500KV 淄临线	ZB091~ZB092	061号~062号	70	临淄区朱台镇
29	500KV 淄临线	ZB094~ZB095	059号~060号	36	高新区先创区
30	220KV 吴铁线/台铁线	ZB098~ZB099	028号~029号	87	高新区先创区
31	110KV 朱牵线	ZB098~ZB099	029号~030号	87	高新区先创区
32	500KV 固淄线	ZB120~ZB121	120号~121号	69	高新区先创区
33	500KV 固淄线	ZB123~2~ ZB124	123号~124号	31	高新区先创区
34	500KV 固淄线	ZB143~ZB144	135号~136号	56	桓台县索镇
35	±660KV 银东线	ZB145~ZB146	2370号~2371号	70	桓台县索镇
36	±660KV 银东线	ZB148~ZB149	2368号~2369号	50	桓台县索镇
37	±660KV 银东线	ZB150~ZB151	2367号~2368号	47	桓台县索镇
38	220KV 桓秋线	ZB151~ ZB151-1	022号~023号	60	桓台县索镇
39	110KV 渔华线/桓华线	ZB166~ZB167	080号~081号	80	桓台县田庄镇
40	220KV 木渔线	ZB166~ZB167	064号~065号	72	桓台县田庄镇
41	220KV 青渔线/青保线	ZB214~ZB215	009号~010号	65	高青县高城镇
42	220KV 青西线/青肖线	ZB214~ZB215	017号~018号	66	高青县高城镇
43	220KV 青芦 I、II线	ZB214~ZB215	009号~009+1号	66	高青县高城镇

序号	电压等级及线路名称	交叉情况			行政区域
		起止桩号	线路杆塔号	交叉角度(°)	
44	500KV 泉青线 I、II 线	ZB215~ZB216	142 号~143 号	48	高青县高城镇
45	220KV 青乘线	ZB215~ZB216	008 号~009 号	52	高青县高城镇

4.9.2 安全措施落实情况

表 4.9-3 与输电线路并行、交叉采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	管道与电力线并行间距满足《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T 50698）、《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447）、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545）等相关规范的要求。	已落实。管道与电力线并行间距满足标准要求。
2	在开阔地区，埋地管道与高压交流输电线路杆（塔）基脚间距的最小距离不宜小于杆（塔）高。	已落实。埋地管道与高压交流输电线路杆（塔）基脚间距的最小距离符合设计要求。
3	管道与 110kV 及以上高压交流输电线路的交叉角度不宜小于 55°，在不能满足要求时，根据工程实际情况进行管道安全评估，结合防护措施，交叉角度可适当减小。	已落实。管道与 110kV 及以上高压交流输电线路的交叉角度符合设计要求。
4	与输电线路平行敷设过程中，首先符合相关规范和法规的要求，征得电力管理部门同意，并采取管道排流等保护措施；其次，输液管道与高压线较近段，在施工中加强施工人员、施工机具设备的安全绝缘措施。	已落实。与输电线路平行敷设符合相关规范和法规的要求。
5	依据《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T 50698）的规定，在可能存在干扰的位置采用隔直通交的固态去耦合器作为排流装置，接地体采用带状锌阳极。	已落实。采用隔直通交的固态去耦合器作为排流装置。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的管线与输电线路并行、交叉相关安全措施已落实。

4.10 与铁路并行交叉

4.10.1 铁路并行、交叉情况

1、铁路并行

（企业机密，不允公开！）

表 4.10-1 与电气化铁路并行段统计表

2、铁路交叉

（企业机密，不允公开！）。

表 4.10-2 与铁路交叉段统计表

4.10.2 安全措施落实情况

表 4.10-3 与铁路并行、交叉采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	根据《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规范》的规定，管道并行电气化铁路敷设时满足以下要求：管道距铁路用地界的净距不小于 3m，埋地管道距邻近铁路线路轨道中心线的净距不小于 25m。输液管道与铁路电力线路杆塔、拉线保持 20m 距离，管道禁止触碰电气化铁路接触网。	已落实。管道距离符合设计要求。
2	铁路保护区为从铁路线路路堤坡脚、路堑坡顶或者铁路桥梁（含铁路、道路两用桥，下同）外侧起向外的距离分别为：城市市区高速铁路为 10m，其他铁路为 8m；城市郊区居民居住区高速铁路为 12m，其他铁路为 10m；村镇居民居住区高速铁路为 15m，其他铁路为 12m；其他地区高速铁路为 20m，其他铁路为 15m。管道与铁路并行间距均大于 35m，位于铁路安全保护区范围以外，满足管道与铁路并行敷设要求。	已落实。管道与铁路并行间距均大于 35m，位于铁路安全保护区范围以外。
3	管道穿越铁路按照国家能源局和国家铁路局制定的《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规范》（国能油气[2015]392 号）与《铁路安全管理条例》（国务院令 第 639 号）进行协商，并签署有关协议。	已落实。建设单位已与铁路部门进行协商。
4	管道穿越铁路时，输送管道埋设深度满足《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 的要求，且套管顶部最小覆盖层厚度满足：铁路顶面路面以下 1.7m，铁路边沟底面以下 1.0m。	已落实。管道穿越铁路时，输送管道埋设深度满足标准要求。
5	根据《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规范》（国能油气[2015]392 号）的规定，管道并行电气化铁路敷设时满足以下要求：管道距铁路用地界的净距不小于 3m，埋地管道距邻近铁路线路轨道中心线的净距不小于 25m；本工程管道与电气化铁路并行间距最小距离为 35m。同时，考虑相关保护措施，保证管道与铁路的安全。	已落实。管道并行电气化铁路敷设时满足设计要求。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的管线与铁路并行、交叉相关安全措施已落实。

4.11 与公路并行、交叉

4.11.1 公路并行、交叉情况

- 1、与公路并行
(企业机密，不允公开！)

表 4.11-1 与公路并行段统计表

- 2、公路交叉
(企业机密，不允公开！)

表 4.11-2 与高速公路穿越统计表

表 4.11-3 与等级公路穿越统计表

序号	道路名称	穿越位置	等级	穿越方式	交叉角度 (°)	穿越长度 (m)
1	石化路	临淄区辛店街道陈家庄	四级	顶管	90	30
2	游源路	临淄区辛店街道于家店村	三级	顶管	86	70
3	玮五路 S102 (旧)	临淄区辛店街道于家店村	二级	顶管	82	60
4	玮四路	临淄区辛店街道于家店村	四级	顶管	90	50
5	乡道 Y062	临淄区稷下街道槐行村	四级	顶管	90	30
6	临淄大道 G309	临淄区稷下街道槐行村	一级	顶管	84	120
7	乡道 Y060	临淄区稷下街道王家村	四级	定向钻	36	30
8	齐盛路 G309 (旧)	临淄区稷下街道西安村	一级	顶管	88	100
9	宏达路 X054	临淄区凤凰镇朱家村	三级	顶管	89	60
10	县道 X003 (旧)	临淄区凤凰镇南太合村	三级	顶管	85	30
11	张皇路 G233	临淄区凤凰镇南太合村	一级	顶管	85	80
12	古侯路 X053	临淄区朱台镇桐林村	三级	顶管	88	50
13	乡道 Y067	临淄区朱台镇立子营村	四级	顶管	85	40
14	乡道 Y054	临淄区朱台镇立子营村	四级	顶管	88	40
15	乡道 Y052	临淄区朱台镇后夏庄村	四级	顶管	89	40
16	乡道 X041	临淄区朱台镇后夏庄村	四级	顶管	90	40
17	凤凰山路	高新区先创区衙里村	三级	顶管	89	100
18	乡道 Y067	高新区先创区东台村	四级	顶管	88	40
19	国道 G308	高新区先创区崔茅村	一级	顶管	90	80
20	国道 G205	桓台县索镇刘家村	一级	顶管	90	80
21	国道 G205 (旧)	桓台县索镇义和村	二级	定向钻	55	500
22	耿焦路 X037	桓台县索镇河崖头村	三级	顶管	85	40
23	县道 X001	桓台县索镇河崖头村	三级	顶管	88	80
24	宫荆路	桓台县索镇李家村	四级	顶管	87	40
25	诸顺路	桓台县起凤镇乌南村	四级	顶管	84	30
26	少海路	桓台县唐山镇宋家村	四级	顶管	89	60
27	唐华路 X039	桓台县唐山镇后诸村	三级	顶管	87	60
28	周荆路 X038	桓台县田庄镇于家屋子	三级	顶管	86	60
29	起马路 X013	桓台县荆家镇荆二村	三级	顶管	88	60
30	乡道 Y026	桓台县荆家镇前高村	四级	顶管	90	30
31	县道 X027	高青县高城镇赵路家村	三级	顶管	89	40
32	乡道 Y017	高青县高城镇窦家村	四级	顶管	87	60
合计						2230

4.11.2 安全措施落实情况

表 4.11-4 与公路并行、交叉采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	管道与高速公路并行间距不少于 50m。	已落实。管道与高速公路并行间距不少于 50m。
2	管道采用套管、钢筋混凝土盖板穿越公路时，穿越管道与被穿越公路的夹角为 90°，在特殊情况下，不小于 30°。管道穿越公路按照《公路安全保护条例》（国务院令 第 593 号）执行。	已落实。管道穿越公路按照《公路安全保护条例》（国务院令 第 593 号）执行。

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
3	管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度满足：公路顶面路面以下 1.2m，公路边沟底面以下 1.0m；采用钢筋混凝土盖板时，管顶距盖板不小于 0.5m。	已落实。管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度满足设计要求。
4	管道穿越公路用套管采用柔性接头钢承口顶进施工法用钢筋混凝土排水管，混凝土套管伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m。套管选用 DRCPIII1000×2000GB/T11836。管道设置套管穿越公路时，将套管内部空间全部填满，填充水泥砂浆。注浆时采用具有较低电阻率、较好渗透性的材料，保证管道周围与套管之间有导电介质，同时，注浆材料的凝固与膨胀不对管道受力及防腐层造成影响。	已落实。管道穿越公路方式符合设计要求。

根据施工资料和现场勘验，管道与公路并行间距、穿越段的走向、穿越方式、保护措施、施工质量等已落实安全设计要求。

4.12 与其他管道并行交叉

4.12.1 已建管道并行、交叉情况

（企业机密，不允公开！）

表 4.12-1 与已有管道并行情况统计表

表 4.12-2 与已有管道交叉情况统计表

4.12.2 安全措施落实情况

表 4.12-3 与已建管道并行、交叉采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	该项目管道与已建管道并行净距均大于等于 6m。	已落实。该项目管道与已建管道并行净距均大于等于 6m。
2	该项目管道埋在已建管道下方，与管道交叉时，交叉角度不小于 30°，穿越在役油气管道时，不小于 60°。该项目穿越已建管道时，其垂直净距不小于 0.3m，两管间交叉处设置坚固的绝缘隔离物；管道在交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，确保管道防腐层无缺陷。	已落实。管道沿线与地下已建管道交叉段管道敷设符合设计要求。

根据施工资料和现场勘验，管道与已建管道建设方式已落实安全设计要求。

4.13 与地下电（光）缆交叉

该项目管道与电（光）缆交叉共74处，根据现场踏勘及相关资料，管道与埋地光（电）缆交叉时，垂直净距不小于0.5m。

4.14 标识与伴行路

4.14.1 管道标识

1、标志桩

根据管道里程、测试、转角、穿越、交叉等标志桩埋设记录：沿管线自 0km 起每公里设一个里程桩，一般与阴保测试桩合并设置。管道水平改变方向的位置，均设置转角桩；转角桩上标明管道里程，转角角度等。管道河流大中型穿越、铁路穿越、Ⅲ级以上公路穿越、重要灌渠穿越的两侧，均设置穿越标志桩；穿越标志桩上标明管道名称、穿越类型、铁路公路或河流的名称，线路里程，穿越长度，有套管的注明套管的长度、规格和材质。凡与地下管道、电（光）缆交叉的位置，均设置交叉标志桩；交叉标志桩上注明线路里程、交叉物的名称、与交叉物的关系。管道外防腐层或管道壁厚发生变化时，设置结构桩；桩上表明线路里程及变化前后的结构属性等。当管道上有特殊设施时，设置设施桩；桩上标明管道的里程、设施的名称及规格。

现场检查部分线路测试桩未涂刷相应标识。

2、警示牌

河流采用定向钻方式穿越以及管道穿越重要灌渠的两侧各设置一块警示牌；管道穿越等级公路、铁路两侧各设置一块警示牌，等外公路一侧设置警示牌；管道穿越普通公路、河流小型大开挖穿越一侧设置警示牌。

3、管道警示带

管道全线设置警示带，敷设位置在管道管顶正上方 500mm 处；警示带采用高强度、耐老化材料复合制成，厚度为 0.15~0.2mm；警示带宽度为 650mm，与通信光缆共用。根据质量验收记录，警示带使用的材料、规格、颜色用语、字体等符合设计要求，警示带距离管顶 500mm 位置，字面向上，连续敷设无漏接。施工合格，符合要求。

4.14.2 伴行路

该项目所处区域交通发达，不设伴行路。

4.15 截断阀室

1、阀室设置

该项目全线共设线路截断阀室 5 座，均为监控阀室。

表 4.15-1 阀室设置一览表

序号	阀室名称	地理位置	里程 (km)	间距 (km)	高程 (m)	功能	地区等级
1	稷下阀室	临淄区凤凰镇南太合村	13.7	13.7	42.5	监控阀室	二级为主
2	凤凰阀室	高新区先创区刘百户屯村	28.3	14.6	22.2	监控阀室	二级为主
3	起凤阀室	桓台县起凤镇乌南村	42.4	14.1	10.3	监控阀室	二级为主

序号	阀室名称	地理位置	里程 (km)	间距 (km)	高程 (m)	功能	地区等级
4	荆家阀室	桓台县荆家镇荆二村	57.3	14.9	9.6	监控阀室	二级为主
5	高城阀室	高青县高城镇前孙村	66.4	9.1	10.5	监控阀室	二级为主

2、阀室工艺

正常工况下，上游阀室（站场）来液经过线路截断阀去下游阀室（站场），截断阀两侧分别引出放空管线；事故时，二氧化碳经过放空管线、放空立管排入大气。

3、阀室布置情况

（企业机密，不允公开！）

图 4.15-1 稷下阀室现场布置图

图 4.15-2 凤凰阀室现场布置图

图 4.15-3 起凤阀室现场布置图

图 4.15-4 荆家阀室现场布置图

图 4.15-5 高城阀室现场布置图

4、阀室地理位置及周边环境

各阀室地理位置、平整标高见表 4.15-2。

表 4.15-2 各阀室地理位置、平整标高一览表

序号	阀室名称	地理位置	地物	用地 (m ²)	平整标高 (m)	周边设施标高 (m)
1	稷下阀室	临淄区凤凰镇南太合村	农田	732.52	42.50	41.87
2	凤凰阀室	高新区先创区刘百户屯村	农院	658.75	22.20	21.70
3	起凤阀室	桓台县起凤镇乌南村	工厂	841.30	10.20	10.10
4	荆家阀室	桓台县荆家镇荆二村	农田	700.87	9.50	8.70
5	高城阀室	高青县高城镇前孙村	农田	561.16	10.50	9.90
总计				3494.60		

各阀室周边环境位置图如下所示：

图 4.15-6 稷下阀室周边环境位置图

图 4.15-7 凤凰阀室周边环境位置图

图 4.15-8 起凤阀室周边环境位置图

图 4.15-9 荆家阀室周边环境位置图

图 4.15-10 高城阀室周边环境位置图

各阀室与周边设施的防火间距情况见表 4.15-3。

表 4.15-3 各阀室与周边设施安全间距一览表

（企业机密，不允公开！）

该项目各阀室与周边设施的安全间距符合《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）第 4.5.2 条要求。

4.16 符合性检查

根据《危险化学品输送管道安全管理规定》、《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规范》、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）等法律法规、标准规范的要求，制定安全检查表，对线路工程单元进行检查，详见表 4.16-1。

表4.16-1 线路工程安全检查表

1、**（企业机密，不允公开！）**

5 站场工程

该项目沿线设工艺站场 2 座，分别是齐鲁石化首站、高青末站。

表 5-1 站场设置一览表

序号	站场名称	地理位置	里程 (km)	间距 (km)	高程 (m)	功能	地区 等级
1	齐鲁石化首站	临淄区齐鲁石化 第二化肥厂西	0	0	75.1	增压、计量、换热、 清管	三级 为主
2	高青末站	高青县唐坊镇 杜家村	75	8.6	10.5	分输、清管、放空	二级 为主

5.1 区域位置

5.1.1 齐鲁石化首站

齐鲁石化首站位于齐鲁二化厂内，位于二氧化碳球罐的北侧；发球筒区布置在齐鲁石化西侧。

齐鲁石化首站区域位置图见下图，包括首站工艺装置区与发球筒区。

（企业机密，不允公开！）

图 5.1-1 齐鲁石化首站工艺装置区周边环境位置图

图 5.1-2 齐鲁石化首站发球筒区周边环境位置图

5.1.2 高青末站

高青末站位于淄博市高青县杜家村附近，西侧为 7#注气站，高青末站区域位置图见下图。

（企业机密，不允公开！）

图 5.1-3 高青末站周边环境位置图

高青末站与周边设施的安全间距见表 5.1-1。（企业机密，不允公开！）

表 5.1-1 高青末站与周边设施安全间距一览表

5.2 平面及竖向布置

5.2.1 平面布置

1、齐鲁石化首站

齐鲁石化首站站场根据不同生产功能和特点分别相对集中布置，形成工艺设备区、辅助生产区及清管装置区 3 个功能区。工艺设备区包括过滤、计量、增压、换热等工艺设备，其

齐鲁石化首站站场总平面布置执行《石油化工企业设计防火标准(2018年版)》(GB50160-2008)以及《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)等标准要求。

2、高青末站

高青末站站场呈矩形布置，根据不同生产功能和特点分别相对集中布置，形成工艺设备区（包括收球筒）、辅助生产区（包括电控一体化小屋）及放空区 3 个功能区。辅助生产区布置在站场西北侧；工艺设备区位于站场西南侧，切断阀在工艺设备区的最北侧；放空立管布置站场的东南侧。

（企业机密，不允公开！）

图 5.2-3 末站站场现场照片

表 5.2-2 高青末站站场新建主要设施防火间距一览表

（企业机密，不允公开！）

高青末站站场总平面布置符合《二氧化碳输送管道工程设计标准》(SH/T3202-2018)及《建筑设计防火规范(2018年版)》(GB50016-2014)等相应规定要求。

5.2.2 站场竖向布置及高程

齐鲁石化首站位于齐鲁石化二厂区内，设计高程与齐鲁石化二厂区设计一致，齐鲁石化二厂的设计高程满足 100 年一遇防洪设计标准。高青末站比西侧井场设计高程高出约 0.5m。站场设计高程均满足 50 年一遇最高水位以上 0.5m。

站场场地排水坡度为 3%~5%。站内道路兼为排水通道，使站内雨水能及时排出站外，排水方式采用散排。

5.2.3 安全通道

站内检修道路路面宽 4.0m，交叉口加铺转角为 12.0m。

采用混凝土路面，路面结构为：20cm 厚 C30 水泥混凝土+16cm 厚 5%水泥稳定碎石+20cm 厚 12%石灰土+路基土压实。

站内人行、巡检道路（宽度为 1.5m）以及工艺设备区采用花砖铺砌，结构为：6cm 厚透水砖+2cm 厚中粗砂+10cm 厚 C15 混凝土垫层+15cm 厚 12%石灰土+路基土压实。

站内工艺设备区与道路之间花砖场地，结构与人行道结构一致。

齐鲁石化首站位于齐鲁石化二厂内，道路通道及出入口利用齐鲁石化二厂已建的道路及大门，与齐鲁石化二厂厂区用铁栅栏隔离开，不再单独设置围墙及大门。

高青末站在厂区北侧设置 1 处出入口，大门宽度 4.0m，靠近大门处设置 1 处风向标。

5.3 输送工艺

5.3.1 输送工艺及采取的安全措施

1、该项目输送工艺为将齐鲁石化首站液态 CO₂通过管道输送至高青末站，采用高压常温输送工艺。输送介质压力范围在 9~10MPa，输送温度范围在 5~20℃，整个输送过程温液相单相态，管道沿线压力均高于临界点压力 1.5MPa 以上，输送温度均低于临界温度 10℃ 以上。输送过程中介质不会出现气化现象。

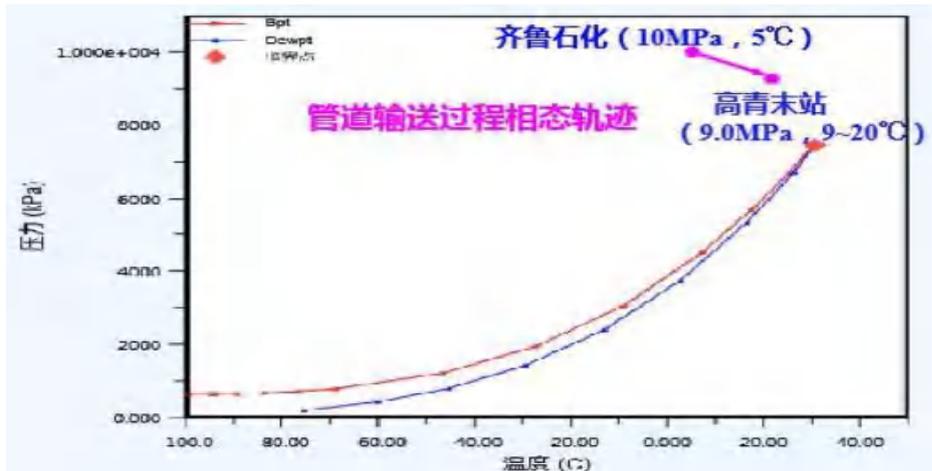


图 5.3-1 输送工况区间图

2、齐鲁石化二厂已建装车泵配置及匹配性：齐鲁石化二厂内已建 2 台二氧化碳外输装车泵，扬程 50m，额定流量 120m³/h，功率 46kw，1 用 1 备。现有装车泵与首站增压泵（主输泵）间距 20m 左右，中间压降较小。主输泵额定流量 120m³/h，必须汽蚀余量 NPAHr=20m，装车泵能够满足外输泵进泵压力及流量匹配的要求。

3、该项目选择安全可靠的工艺流程、性能稳定的机械设备以及以计算机为核心的监控和数据采集系统（SCADA 系统），确保工艺流程安全可靠。

4、该项目站场、阀室均设置电液联动紧急关断阀，在管道泄漏事故工况下，通过在线压力检测自动关闭泄漏点上下游阀门，及时切断物料减少泄漏量，有效避免次生灾害的发生。

5、在操作条件下，CO₂置于密闭的设备和管道中，各个连接处均采用可靠的密闭措施。工艺控制系统中具有越限报警系统和联锁自保系统，以确保在误操作或非正常生产状况下，CO₂始终处于安全控制中。

5.3.2 事故工况下的措施

事故工况及采取的措施见下表。

表 5.3-1 事故工况及采取的措施一览表

名称	沿线压力	安全措施
----	------	------

名称	沿线压力	安全措施
齐鲁石化首站泵失电	管道沿线不超压，40min 左右降至超临界压力。	①采取水击超前保护措施，检测到泵失电 120s 内，关闭末站及注气站进站阀。 ②通过站控系统，连锁关停上下游阀门。 ③站内设有安全阀的等超压保护措施。 ④尽快解决失电问题，保证用电安全可靠。
齐鲁石化首站出站阀误关闭	管道沿线不超压，站内超压，最高瞬时压力 13.2MPa。	①采取水击超前保护措施，检测到阀门离开全开位 20s，顺序停运齐鲁石化首站泵，100s 后关闭末站进站阀。 ②通过站控系统，连锁关停泵。 ③站内设有安全阀的等超压保护措施。 ④加强人员操作水平。
阀室电液联动紧急关断阀误关闭	管道沿线超压，最高压力 13MPa。	①采取水击超前保护措施，检测到阀门离开全开位 60s，顺序停运齐鲁石化首站泵，关闭首站出站和注入区块进站阀。 ②通过站控系统，连锁关停泵。 ③站内设有安全阀的等超压保护措施。 ④加强人员操作水平。
高青末站进站阀误关闭	管道沿线超压，最高压力 13MPa。	①采取水击超前保护措施，检测到阀门离开全开位 60s，顺序停运齐鲁石化首站泵，关闭首站出站和注入区块进站阀。 ②通过站控系统，连锁关停泵。 ③站内设有安全阀的等超压保护措施。 ④加强人员操作水平。
高青末站-西支干线出站阀误关闭	干线 2.5h 超过设计压力 12MPa，最高压力达到 12.8MPa。 西支干线沿线压力降至临界压力 7.47MPa 以下。	①采取水击超前保护措施，检测到阀门离开全开位 60s，关闭西支干线下游注入站进站阀，0.5h 内完成首站降量输送。 ②站内设有安全阀的等超压保护措施。 ③加强人员操作水平。
高青末站-东支干线出站阀误关闭	干线 2h 超过设计压力 12MPa，最高压力达到 13.0MPa。 东支干线沿线压力降至临界压力 7.47MPa 以下。	①采取水击超前保护措施，检测到阀门离开全开位 60s，关闭西支干线下游注入站进站阀，0.5h 内完成首站降量输送。 ②站内设有安全阀的等超压保护措施。 ③加强人员操作水平。
注入区块关停 12% (15m ³ /h)	管道不超压。	/
注入区块关停 20% (25m ³ /h)	管道 2.5h 后超压，最高压力 12.15MPa。	首站降量输送，2h 内将首站降至 80%外输量
注入区块全部关停	管道 34min 超压，最高压力 13MPa。	①站内设有安全阀的等超压保护措施，采取超前保护或站控措施，连锁关停上游泵。 ②站内设有安全阀的等超压保护措施。

5.3.3 水击保护措施

对于管道运行中出现的计划外停泵、关阀及设备故障等可能产生水击增压的事故工况主要采取了压力高高连锁停泵、水击超前保护等保护措施；站内主要压力设备还设置了安全阀，保护管道及站场不超压。

本工程采用以下措施进行水击保护：

在 SCADA 系统中设置逻辑控制，水击保护程序的目标是全线无超压点，沿线不发生相

变。各站截断阀行程时间按 30s 考虑。

5.4 站场工艺

5.4.1 流程及功能

1、齐鲁石化首站

（企业机密，不允公开！）

图 5.4-1 齐鲁石化首站流程框图

（企业机密，不允公开！）

2、高青末站

（企业机密，不允公开！）。

5.4.2 输放空系统

（企业机密，不允公开！）。

5.4.3 换热系统

（企业机密，不允公开！）。

5.4.4 站场内设计压力、温度分界处

1、设计压力

（企业机密，不允公开！）。

2、设计温度

（企业机密，不允公开！）。

5.4.5 试运行情况

在试运行期间，该项目管道整体工程运行正常、无异常问题发生，二氧化碳增压泵、乙二醇换热器、热水换热器及中间阀室等设施运行参数在设计操作参数范围内，不存在超温、超压、超流量现象。

各类仪表、报警装置灵活、准确，自控系统能够满足生产需求，关键设备连锁、SIS 系统安全可靠，相关防护措施落实到位。

5.4.6 安全措施落实情况

表 5.4-1 站场工艺采取的安全措施落实情况

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
1	为防止二氧化碳来液气化，导致增压泵发生气蚀，影响其安	已落实。在进站处设置压力联锁关

序号	安全设施设计提出的措施	落实情况
	全运行，在进站处设置压力连锁关系。	泵。
2	为防止二氧化碳来液管线发生泄漏，在进站处设置压力连锁关 ESDV 阀。	已落实。在进站处设置压力连锁关 ESDV 阀。
3	为保证作增压泵正常工作，防止入口压力过低，在增压泵入口设置压力报警关断，当压力达到低限时进行报警，当低于低低限时连锁关系。	已落实。在增压泵入口设置压力报警关断，当压力达到低限时进行报警，当低于低低限时连锁关系。
4	为防止换热器出口温度过低，二氧化碳低温出站后对下游植被造成影响，在换热器出口设置温度低报警。	已落实。在换热器出口设置温度低报警。
5	为避免下游管线发生泄漏，在站场下游设置低压关断，当压力低于低低限时关断出站阀门。	已落实。在站场下游设置低压关断，当压力低于低低限时关断出站阀门。

根据以上检查结果可知，安全设施设计专篇提出的站场工艺相关安全措施已落实。

5.5 储运设备

5.5.1 主要工艺设备

站内主要设备有收发球筒、换热器、泵、过滤器等，主要设备设施见下表。（**企业机密，不允公开！**）

表 5.5-1 主要设备设施表

5.5.2 特种设备备案登记、检验检测情况

该项目共涉及发球筒、换热器、过滤器以及收球筒等 5 台压力容器，已到淄博市市场监督管理局办理使用登记手续，并经检验合格，且在检验有效期内。

该项目齐鲁石化首站、高青末站及各阀室内压力管道已到淄博市市场监督管理局办理使用登记手续，且该项目所涉及二氧化碳输送管道已经山东省特种设备检验研究院集团有限公司检验合格，均在检验有效期内。

5.5.3 安全附件检验检测情况

1、安全阀检验检测情况

该项目共涉及 18 台安全阀，其中 15 台安全阀已经山东省华滨特种设备检测有限公司检测合格，检测结果为合格，并在检测有效期内，目前还有 3 台安全阀因下部根阀内漏无法泄压拆卸，无法及时拆卸校验，已作为整改项提出。

2、压力表检验检测情况

该项目所涉及的压力表均由胜利油田分公司技术检测中心进行检测，检定结论为合格，且均在有效期内。

5.6 符合性检查

根据《特种设备安全法》、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018）、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）等法律法规、标准规范的要求，制定安全检查表，对站场工程单元进行检查，详见表 5.6-1。

表5.6-1 站场工程安全检查表

（企业机密，不允公开！）

6 公用工程

6.1 自控

6.1.1 数据采集与监视控制（SCADA）系统

1、控制系统

（企业机密，不允公开！）

6.1.2 基本过程控制系统（BPCS）

（企业机密，不允公开！）

6.1.3 安全仪表系统（SIS）

（企业机密，不允公开！）

表 6.1-2 站场/阀室压力温度设定报警联锁一览表

该项目主要 DCS、SIS 报警、联锁设定值与操作规程、经济运行图表一致。

6.1.4 泄漏检测系统

（企业机密，不允公开！）

6.1.5 CO₂ 气体检测系统及火灾自动报警系统

（企业机密，不允公开！）

6.1.6 电控一体化小屋

该项目各站场、阀室均设置电控一体化小屋，橇内设有通信、自控、电力、暖通设备、温度检测；为保证站控系统的正常工作，对站场电控一体化小屋采取相应保护措施。

机柜间设置防静电活动地板并可靠接地；橇内设置工作接地、保护接地汇流排、设置保护接地等措施；电缆室外进室内处采用电缆穿隔密封或遮挡封堵等措施，设有空调设备。

6.1.7 其它安全措施

1、防雷保护

在 PLC 系统和 RTU 系统的所有 I/O 点、数据通信接口、供电接口等有可能将感应雷电所引起的高压引入系统的部位，均安装电涌保护器。

2、仪表选型

远传信号的检测仪表一般选用电动仪表。电动变送器为智能型，其输出信号为 4~20mA（HART 通信协议，二线制）。就地指示温度检测仪表采用双金属温度计；远传温度变送器主管道采用外贴式温度变送器，其余管道采用一体化智能温度变送器（检测元件为 Pt100 的铂热电阻）。就地压力检测仪表采用弹簧管式不锈钢压力表；远传压力变送器采用智能型压力变送器。开关阀选用电动球阀；紧急切断阀采用电液联动球阀。分析仪采用在线色谱分析仪、在线水露点分析仪和在线硫化氢分析仪。液态二氧化碳流量计量采用质量流量计。

当站场全场断电（包括 UPS）时，进出站管线电液联动阀为故障安全型，可以立即关断，可保证站场处于 ESD 保压关断的状态。阀室关断阀为故障保位型，阀室全断电后在蓄电池供电时间内对阀室安全生产无直接影响。

3、接地

工作接地：所有屏蔽电缆的屏蔽接地均在系统侧单端接地，系统机柜内设置独立的工作接地汇流铜排。

保护接地：现场以及房间内的盘、箱、柜等设备做保护接地，盘、箱、柜内设置独立的保护接地汇流铜排。

防雷接地：控制室内仪表信号浪涌保护器的防雷接地与保护接地合用接地汇流排。

4、仪表用电

本工项目采用不间断电源系统（UPS）为 SCADA 系统供电。在外电源断电的情况下，UPS 能保证站控 PLC 系统和仪表 1.5h 的正常工作时间，保证 RTU 系统和仪表 8h 的正常工作时间。

5、计算机系统安全措施

生产网络与办公网络采用不同光缆线芯进行物理隔离，阻断办公网络上的网络病毒通过网络链路传播到生产网络的风险。配置网络入侵检测设备，对网络端口通讯异常和异常数据进行检测；各站场控制网出口均设置防火墙设备。防病毒体系的范围为覆盖控制系统中所有工作站、服务器。

6、HAZOP 分析和 SIL 定级、验证

（企业机密，不允公开！）

表 6.1-3 安全仪表功能回路验证结果汇总表

6.2 通信

6.2.1 数据传输

该项目利用管道光缆构建专用的光纤工业以太网，用于管道沿线首末站、阀室、前线指挥中心之间的数据传输通道。

6.2.2 安全防范系统

该项目在各站场、阀室及高后果区设置智能视频监控系统，同时视频图像通过管道传输专网上传至前线指挥中心做远程集中监控。

各站场、阀室设置扩音对讲（PA/GA）终端，满足事故报警、广播喊话、对讲等通信需求。在前线指挥中心设置 1 套网络数字式扩音对讲主机、1 台主控话站，用于前端话站、扬声器进行接入、控制、喊话和管理。扩音对讲系统利用综合安防平台实现与视频监控、周界等系统的联动控制。另外还支持与气体报警、火灾报警系统进行报警联动。

各站场、阀室视频监控点位分布位置信息见下表。

表 6.2-1 站场及阀室监控前端设置一览表

（企业机密，不允公开！）

高后果区安全监控设置位置及数量见下表。

表 6.2-2 监控点位布控表

（企业机密，不允公开！）

6.2.3 电子巡查及巡检系统

在各站场、阀室以及管道沿线设置 1 套电子巡查系统，用于日常巡检管理。

6.2.4 防雷、防静电接地

各站场、阀室的通信设备采取统一供电方式，由电专业配置的低压设备提供 AC220V、AC220VUPS、DC+24V 等一次电源。

各种通信线缆接入室内/外设备前均采用相应的防雷防电涌保护器：市话电缆接到室内配线架的保安单元上。室外摄像机的电源、信号线路两侧接口分别设置防浪涌保护器。周界入侵报警的控制信号、供电线路两侧端口分别设置防浪涌保护器。各类端口防浪涌保护器的接地线就近由被保护设备的接地汇流排（端）接地。防浪涌保护器具备状态、报警等信息上传的功能。

通信系统采用共用接地型式，工作接地、保护接地和防雷接地共同合用一组接地体。本次电专业在机柜间、控制室设联合接地系统，在室外设等电位接地网。通信设备及线缆均与房间内联合接地体做可靠的连接，所有室外通信设备就近接入等电位接地体，室内电缆桥架等接入建筑物接地极。

该项目雷电防护装置已由中石化（山东）检测评价研究有限公司进行了现场检测，检测已完成，检测结论：合格，建筑物防雷装置符合现行国家防雷规范标准要求，详见报告附件 10.26。

6.2.5 光缆防护

1、光缆敷设

该项目光缆主要采用硅芯管保护与管道同沟气吹敷设的方式。

2、特殊地段敷设

（1）定向钻穿越

定向钻穿越时，光缆线路采用 1 根 $\Phi 140 \times 6.5\text{mm}$ 热镀锌无缝钢管与主管道固定， $\Phi 140$ 钢套管内穿 3 根 $\Phi 40/33\text{mm}$ 硅芯管（其中 1 根备用）。钢套管伸出穿越段两侧各 1m，硅芯管伸出穿越段两侧不小于 10m 或至两侧手孔内，钢管两端增加喇叭口套筒过渡保护以免硅芯管被剪切或压瘪。施工完毕后，钢管两端做严密有效封堵。钢套管的敷设位置及埋深与前后段光缆的位置保持一致。

（2）河流开挖中型穿越

光缆采用热镀锌焊接钢套管内穿硅芯管的保护方式进行穿越。钢管伸出穿越段两侧各 1m，在过水段采用水泥砂浆袋压重，砂袋每米放 2 个（砂袋重 25kg，砂袋尺寸为 500×400mm）。若管道采用混凝土连续浇注进行河流大（中）型穿越；光缆采用热镀锌焊接钢套管内穿 2 根 40/33mm 硅芯管（其中 1 根备用）的保护方式进行穿越。钢管放置在沟底，钢管伸出穿越段两侧各 1m。

（3）顶管穿越、大开挖带套管穿越

当管道采用顶管/大开挖带套管方式穿越时，光缆（硅芯管）利用该顶管/套管，采用热镀锌焊接钢管内穿硅芯管的保护方式进行穿越，钢管固定在穿越用的顶管/套管内。

（4）河流、沟渠、水塘大开挖小型穿越

当管道采用大开挖穿越小型河流、沟渠、水塘时，光缆（硅芯管）穿一定强度套管保护后同沟穿越。光缆（硅芯管）采用热镀锌焊接钢管保护穿越，保护套管伸出穿越段两侧各 1m，并采用水泥砂浆袋压重，砂袋每米放 2 个（砂袋重 25kg，砂袋尺寸为 500×400mm）。

（5）大开挖加盖板穿越公路、非等级道路

当管道采用大开挖加盖板穿越公路、非等级道路时，光缆（硅芯管）穿一定强度套管保护后共用盖板穿越。光缆（硅芯管）采用热镀锌焊接钢管保护穿越，保护套管伸出穿越段两侧各 1m。钢管两端增加喇叭口套筒过渡保护以免硅芯管被剪切或压瘪。钢套管的敷设位置及埋深与前后段光缆的位置保持一致。

（6）穿越地下电（光）缆、地下管道、翻越自身管道

光缆（硅芯管）穿越其它地下电（光）缆、地下管道以及翻越自身管道时，在穿越处采用热镀锌焊接钢管对光缆（硅芯管）进行保护，穿越地下电（光）缆保护长度不小于 2m/处，穿越地下管道保护长度不小于 10m/处，钢管两端增加喇叭口套筒过渡保护以免硅芯管被剪切或压瘪。

（7）穿越水工保护构筑物

光缆（硅芯管）穿越截水墙、挡土墙、护坡/护岸、堡坎、浆砌石过水面、石笼护底等水工保护构筑物时。在每道水工保护构筑物管沟底部预埋 1 根热镀锌焊接钢管，用于敷设光缆（硅芯管），保护钢套管伸出两侧各 1m，钢管两端增加喇叭口套筒过渡保护以免硅芯管被剪切或压瘪。

（8）其它

光缆在各类保护管穿放时，光缆的外径不大于保护套管管孔内径的 90%。光缆敷设安装后，管口封堵严密。

光缆（硅芯管）线路采用套管保护，套管内含数根子管时，数根子管的总等效外径不大于保护套管管孔内径的 90%。子管在保护套管内没有接头。

所有保护用钢套管的管口处均设内衬一根 $\Phi 90 \times 5.4\text{mm}$ 的 HDPE 塑料管过渡保护，钢管两端 HDPE 塑料管伸出管口外各 1m。

3、光缆线路防腐

光缆线路在采用钢套管保护的时候，选用热镀锌防腐，内外表面镀锌层总重量不小于 $300\text{g}/\text{m}^2$ 。在钢套管焊缝补口处选用环氧煤沥青复合涂层，涂层结构为：1 道环氧富锌底漆+2 道环氧煤沥青面漆，补口长度 450mm，总干膜厚度 $\geq 240\mu\text{m}$ 。

4、光缆线路防护

（1）易冲刷、漂管、开挖地段防护

光缆（硅芯管）在冲沟段和易塌方地段敷设时，采用硅芯管保护，在硅芯管上、下方叠压原土袋保护。若管道已采用现浇混凝土保护，光缆敷设在混凝土保护层下，并用Φ114x4 钢套管保护，光缆不再压原土袋保护。

在有疏浚、拓宽规划或挖泥可能的沟渠、水塘等地段，在光缆（硅芯管）外加钢套管保护，并在上方加盖水泥砂浆袋。

（2）防雷电

光缆接头处将缆内金属构件前后断开，不作电气连通，并不作接地处理。站内的光缆金属构件，相互连通并接保护地线。

6.3 供配电

6.3.1 电源配置情况

1、首站

（企业机密，不允公开！）

2、末站

（企业机密，不允公开！）

3、阀室

阀室采用市电供电，电源引自附近已建 6（10）kV 架空线路。采用 EIT 电控一体化小屋供电，橇内设置专用交直流电源为自控、通信等关键负荷供电。

4、线路监控点

线路监控点用电采用太阳能供电方式。

5、用电负荷

表 6.3-1 各站场主要负荷表（单位：kW）

（企业机密，不允公开！）

6.3.2 站场应急或备用电源

站场设置冗余式不间断供电电源系统（UPS），为自控、通信设备等重要负荷供电，UPS 后备时间 1.5h；阀室设置 EIT 专用电源，配置蓄电池，蓄电池后备时间为 8h。

6.3.3 保护配置情况

1、阀室 10kV 变压器采用跌落式熔断器保护，400V 低压配电系统采用塑壳断路器、微型断路器等开关元件，配置电子式、电磁式等脱扣器保护。

2、首站 6kV 变电站保护配置：

- a、6kV 进线：两段电流保护、零序过电流、过负荷保护。
- b、6kV 电机（变频）出线：二段电流保护、零序过电流、过负荷保护。
- c、变压器：两段电流保护、零序过电流、过负荷保护、温度保护。
- d、6kV 母联保护：两段过电流保护。

6.3.4 电气设备的防爆、防火、防腐措施 (企业机密，不允公开！)

6.3.5 防雷、接地措施 (企业机密，不允公开！)

6.3.6 电子信息系统的防电涌保护措施

电源进线低压侧，即屋内低压配电屏电源进线柜，加装第一级保护的并联型电涌抑制器；自控、通信设备前端的电源配电箱、UPS 装置等加装第二级保护的并联型电涌抑制器；自控、通信等电子设备电源进线处加装第三级保护的串联型电涌抑制器。UPS 电源进线侧设置电涌保护装置，防止感应雷的侵入，保证电源线路不引入雷电波。电涌保护装置的接地就近接至联合接地装置。

6.3.7 防电击保护措施

在高压电气设备的周围，均按规程规定设置围栅或遮拦；均设有防止雷击的措施；所有电力设备均采用接地防护措施。另外，对单元控制的控制盘及电气元件，均设有保险、信号、监视、声光报警及故障跳闸等保护措施。

相关电气设备、保护管金属外壳接地的保护措施；防雷建筑四周设环形接地网，所有用电设备的金属外壳均要可靠接地，建筑物的防雷接地、10kV 配电变压器中性点以及仪表、通信接地、防雷防静电接地采用共用接地方式。装置区内仪表、通信接地、工艺装置的防雷防静电接地采用共用接地方式。

6.3.8 其它安全措施

电力电缆用 YJV 型交联聚乙烯绝缘、聚氯乙烯护套铜芯电力电缆；控制电缆选用 KYJV 型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套控制电缆，UPS、直流相关电缆采用 NH-YJV 耐火电缆。

室内电力及控制电缆沿电缆沟、电缆桥架或穿保护管埋地敷设；室内照明插座配线采用导线穿钢管沿墙或地面暗敷，沿地面敷设时埋深 0.2m。室外电力及控制电缆沿电缆沟、电缆桥架敷设或直埋敷设，直埋敷设时埋深 0.7m。电缆进出地面时穿钢管保护。所有电缆沟内充砂。

6.4 防腐与保温

6.4.1 防腐

（企业机密，不允公开！）

6.4.2 阴极保护

（企业机密，不允公开！）

6.4.3 保温、保冷

（企业机密，不允公开！）

6.5 采暖通风

预制舱内高压开关室、高压变频器室、低压开关室、控制保护室、电控一体化装置以及阀室电控一体化小屋内蓄电池区采用防爆轴流式排风机机械排风、防雨百叶窗自然进风。

为保证计算机系统的正常运行，电控一体化小屋配备空调设备。其内部的温度及湿度要求如下：冬天： $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；夏天： $26^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；温度变化率小于 $5^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，不得结露；相对湿度：30~60%。

6.6 建（构）筑物

该项目各站场、阀室均为无人值守站，未设置建筑物，构筑物为泵棚、围墙、设备阀门基础等。

泵棚采用轻钢结构，压型钢板屋面，柱下独立基础。

站场设备基础采用钢筋砼或素砼现浇。阀室设备基础采用素砼基础。

该项目无高填方及其它不良地质情况，基础至持力层之间采用级配砂石或2：8灰土分层换填，压实系数0.97。

6.7 符合性检查

根据《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）、《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）、《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）、《钢质管道内腐蚀控制规范》（GB/T23258-2020）等法律法规、标准规范的要求，制定安全检查表，对站场工程单元进行检查，详见表 6.7-1。（企业机密，不允公开！）

7 安全管理

7.1 安全管理机构设置

7.1.1 安全管理机构

该项目是由中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂 CCUS 项目部负责运营管理。纯梁采油厂设置 9 个机关管理部门、3 个直属单位和 13 个基层单位。成立了安全（QHSE）管理部和 QHSE 监督中心作为安全生产管理机构。其组织机构图如下：（企业机密，不允公开！）

图 7.1-1 纯梁采油厂组织机构网络图

CCUS 项目部下设“两室一中心”和 5 个管理站，分别为综合管理室、技术管理室、安全生产指挥中心、管输运维站、注采一站、注采二站、油气处理一站、油气处理二站。组织机构图如下：（企业机密，不允公开！）

图 7.1-2 CCUS 项目部组织机构图

7.1.2 安全管理体系、制度

1、安全生产责任制

2022 年 6 月，纯梁采油厂下发了《关于印发纯梁采油厂安全生产（QHSE）责任制和责任制清单的通知》，明确了采油厂领导班子、9 个机关管理部门、3 个直属单位、13 个基层单位的安全生产责任制和责任制清单。具体见表 7.1-1。（企业机密，不允公开！）

表 7.1-1 纯梁采油厂安全生产责任制及责任清单统计表

纯梁采油厂于 2023 年成立 CCUS 项目部，并编制了 CCUS 项目部岗位责任制，见下表。

表 7.1-2 CCUS 项目部安全生产责任制及责任清单统计表

（企业机密，不允公开！）纯梁采油厂全员安全生产责任制覆盖主要负责人、安全生产分管负责人及安全总监、安全生产管理机构以及安全生产管理人员、机关部门、基层单位。采油厂党委书记、厂长作为主要负责人，是本单位安全生产的第一责任人，对本单位的安全生产工作全面负责。其他负责人对职责范围内的安全生产工作负责。

机关部门、基层单位根据全员安全生产责任制考核标准，落实相应的监督考核机制。油

田党委管理的中层领导人员的安全生产责任制考核由油田组织考核，采油厂党委管理的中层领导人员的安全生产责任制考核由采油厂统一组织考核，机关部门、基层单位的一般干部和员工的安全生产责任制考核由各部门、各单位自行组织考核，员工的收入与考核挂钩。目前各级人员安全生产责任制执行情况较好。

2、安全管理制度

纯梁采油厂在贯彻执行中国石化、胜利油田分公司的各项安全管理制度的同时，根据生产作业特点制定有《纯梁采油厂安全生产管理规范》、《纯梁采油厂 QHSSE 检查监督管理细则》、《纯梁采油厂生产安全风险分级防控和隐患排查治理双重预防机制管理实施细则》、《纯梁采油厂 QHSSE 教育培训管理实施细则》等各类安全管理制度。

纯梁采油厂安全生产规章制度统计情况见表 7.1-3。

表7.1-3 安全管理制度统计表

（企业机密，不允公开！）纯梁采油厂安全管理制度涵盖安全生产责任制、安全检查、职业危害预防、安全教育管理、生产安全事故管理、重大隐患整改、设备安全管理、安全生产档案管理、安全生产奖惩制度、施工作业管理、承包商管理和应急管理各个方面。

3、安全标准化及双重预防体系建设

纯梁采油厂于 2021 年 12 月 27 日取得山东省应急管理厅颁发的安全生产标准化二级企业（危险化学品），证书编号：鲁 AQBWHIII202100308，有效期至 2024 年 12 月。

纯梁采油厂按照山东省及胜利油田陆上石油和天然气企业安全风险分级管控和隐患排查治理体系建设工作要求，开展了“双重预防体系”建设工作，并顺利通过油田和山东省双体系建设验收。采取的风险控制措施全面并符合法规标准的相关要求，隐患排查实施过程、整改治理措施执行到位，符合法律法规及标准的要求。

7.1.3 操作规程

针对该项目，纯梁采油厂已制定 CCUS 处理站设备操作手册，于 2023 年 10 月开始实施。操作手册主要内容如下：**（企业机密，不允公开！）**

表7.1-4 CCUS处理站设备操作手册一览表

7.2 人员编制与安全管理机构设置

7.2.1 人员编制

为保证该项目安全平稳运行，纯梁采油厂于 2023 年成立了 CCUS 项目部。CCUS 项目部下设“两室一中心”和 5 个管理站，分别为综合管理室、技术管理室、安全生产指挥中心、

管输运维站、注采一站、注采二站、油气处理一站、油气处理二站。其中，注采一站、注采二站尚未交接。

（企业机密，不允公开！）。

7.2.2 安全管理人员设置

（企业机密，不允公开！）。

7.2.3 特种作业人员取证情况

根据胜利油田专业化责任划分要求，纯梁采油厂所涉及的电工作业、焊接与热切割作业等特种作业全部委托给相关专业化单位。采油厂电力设施运行维护和电力配套施工等电力运维服务业务，由电力分公司承揽。采油厂地面工程建设、维修、抢修等地面工程维修服务业务，由地面工程维修中心承揽。

7.2.4 员工上岗培训情况

纯梁采油厂员工建立员工安全生产教育和培训档案，每月参加停工停产培训。新进从业人员上岗前均接受了厂、管理区、班站的三级安全生产教育和培训。

针对该项目，纯梁采油厂按照“四新”的相关要求，对有关操作岗位的人员进行了为期3周的专门安全教育和培训，并进行严格考核，满足《生产经营单位安全培训规定》第13条规定的“新上岗的从业人员安全培训时间不得少于72学时”的要求。

7.2.5 工伤保险

纯梁采油厂按比例每月给职工缴纳工伤保险；并投保安全生产责任险。

7.3 个体安全防护用品配备

为了保护职工在生产作业过程上的个人防护安全，CCUS 项目部各岗位人员统一配备防静电工作服、工作鞋、安全帽等，为操作人员配备空气呼吸器、防寒服、急救箱、巡检灯、便携式气体检测仪等个人防护用品。使用单位定期委托相关检测单位定期对便携式气体检测仪、空气呼吸器进行检测，满足站场事故状态下的紧急需要。

7.4 抢修设备配备

该项目小型维抢修依托胜利油田滨州维修服务部及临盘维修服务部，管道全线的维护维修及大型维抢修工作依托中石化胜利油建工程有限公司。

鉴于二氧化碳超临界输送的特点，在CCUS 项目部库房内配备一定的应急抢险安全物资，具体见下表。（企业机密，不允公开！）

表 7.4-1 应急救物资配备情况一览表

7.5 应急预案

7.5.1 纯梁采油厂应急预案

（企业机密，不允公开！）。

7.5.2 CCUS 项目部现场处置方案

（企业机密，不允公开！）。

7.5.3 应急预案的培训演练情况

（企业机密，不允公开！）。

7.6 安全投入

该项目总投资为总投资 61621.87 万元，其中干线安全方面投资 1708.52 万元。主要的安全设施及投资见下表。（企业机密，不允公开！）

表 7.6-1 安全设施一览表

7.7 外部依托力量

7.7.1 消防依托

本工程各县区可依托外部消防力量见下表。

表 7.7-1 全线站场外部消防依托一览表

站名	依托消防站	距离 (km)	到站时间 (min)
齐鲁石化首站	淄博市临淄区消防救援大队	4.8	11
高青末站	高青县消防救援大队	15	20
外管路	桓台县公安消防大队	2.2	7
外管路	淄博市高新区消防队	2.4	8

7.7.2 医疗依托

站场可依托医院见下表。

表 7.7-2 站场可依托医院一览表

序号	站场名称	位置	可依托医院力量	距离站场 (km)	到站时间 (min)
1	齐鲁石化首站	临淄区齐鲁石化第二化肥厂西	北大医疗鲁中医院	6.1	12
2			临淄区中医医院	6.0	11
3	高青末站	高青县唐坊镇杜家村	高青友好医院	11	15
4			高青县人民医院	14	20

序号	站场名称	位置	可依托医院力量	距离站场 (km)	到站时间 (min)
5	外管路	淄博市桓台县	桓台县人民医院	4.2	14
6			桓台县中医医院	4.5	15
7	外管路	淄博市高新区	淄博高新区机关医院	9.6	16
8			淄博市世博高新医院	8.5	13

7.7.3 维抢修依托

（企业机密，不允公开！）。

7.8 符合性检查

根据《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令[2014]第 13 号，[2021]第 88 号令修订）、《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[2016]第 88 号，应急管理部令[2019]第 2 号修改）、《山东省安全生产条例》（山东省人民代表大会常务委员会公告第 168 号，2021 年 12 月 3 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订）、《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（2013 年 2 月 2 日山东省人民政府令第 260 公布；根据 2016 年 6 月 7 日山东省人民政府令第 303 号第一次修订；根据 2018 年 1 月 24 日山东省人民政府令第 311 号第二次修订，山东省人民政府令第 357 号修订，2024 年 1 月 9 日起施行）等法律法规，对该项目安全管理单元进行安全评价，见表 7.8-1。（企业机密，不允公开！）

表 7.8-1 安全管理单元安全检查表

8 评价结论与建议

8.1 结论

根据上述安全验收评价结果，评价组得出以下几方面结论：

1、建设、设计、施工、监理、检验检测等单位的合法性

该工程建设单位为中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂；设计单位有中石化石油工程设计有限公司、山东齐鲁石化工程有限公司、山东济铁设计咨询有限公司、山东莱克工程设计有限公司；施工单位有中石化胜利油建工程有限公司、淄博北岳设备防护工程有限公司、中铁十局集团有限公司、山东东杰电气有限公司；监理单位有山东胜利建设监理股份有限公司、山东济铁工程建设监理有限责任公司；检测单位有中石化胜利海上石油工程技术检验有限公司、山东省特种设备检验研究院集团有限公司。建设、设计、施工、监理、检验检测等单位均具有工商行政管理部门核发的营业执照和国家有关部门核发的资质证书，资质与该项目相关业务相符，符合国家法律法规的要求。

2、采用国内首次使用的新工艺、新技术、新材料、新设备的安全可靠性

本工程项目未采用国内首次使用的新工艺、新技术、新材料、新设备。

3、管道路由、站场布置的合规性

该项目齐鲁石化首站、高青末站与周边设施的防火距离满足标准规范的要求。

管道路由走向合理，沿途无重要敏感建构筑物、港口、飞机场、重要的军事设施、易燃、易爆仓库及国家重点文物保护单位的安全保护区以及国家级自然保护区、风景名胜区等，管道不穿越山岭隧道，与当地村庄等人口集中地区保持在安全距离，与沿线设施间距满足规范要求。

4、选用的主要技术、工艺的安全可靠性

总干线管道工程采用高压常温密闭埋地输送方式，将齐鲁石化首站液态 CO₂ 通过管道输送至高青末站。

该项目自动控制系统采用 SCADA 系统，实现中心远程控制、站场无人操作；SCADA 系统对全线各站场及监控阀室进行监控、监视、调度和管理。首站过程控制系统（PCS）与安全仪表系统（SIS）独立设置，末站 PCS 共用 SIS 系统控制器，完成站内参数监控和紧急关断。ESD 功能回路按故障安全原则设计。站场安全仪表系统（SIS）系统负责完成站场的 ESD 紧急停车，同时接受控制中心下达的 ESD 命令。

其工艺成熟、流程合理、系统完整，控制方式先进可靠，符合国家、行业相关标准要求。

5、安全设施设计提出的安全对策措施落实情况

该项目施工过程中落实了安全设施设计提出的安全对策措施，安全设施同时设计、施工和投入使用，符合国家法律法规要求。

6、应急预案和现场处置方案的可行性

建设单位制定了《中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂生产安全事故应急预案（2023 版）》并在滨州市应急管理局进行了备案。CCUS 项目部制定了现场应急处置方案，配备了应急救援物资，并定期组织应急演练。

7、存在问题整改情况

建设单位对评价过程发现的问题逐项进行了落实答复和整改，并采取了有效的管控措施。

8、评价结论

综合以上结果，评价项目组认为中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）经投产试运行，系统总体运行平稳，各项安全设施可靠、有效，总体安全状况良好，符合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的要求，符合国家有关安全生产的法律法规和技术规范的规定，具备安全设施验收条件。

8.2 对生产运行的建议

综上分析，该项目试运行期间整体运行状况较好，安全管理、安全防护措施等落实到位，隐患整改后能够保证工程的安全运行。为进一步保障该项目长期安全、稳定运行，提出以下建议：

1、齐鲁石化首站设在齐鲁石化二化厂内，应将首站的危险有害因素和应急措施对齐鲁石化二化厂相关人员进行告知。CCUS 项目部成员应了解并熟练掌握齐鲁石化二化厂的危险有害因素和应急措施、重大危险源分布情况等。

2、应与齐鲁石化二化厂签订相关协议，保证物料、水、电等物质的正常供应，齐鲁石化首站事故发生后，CCUS 项目部应急救援人员能力不足和应急物资不够时，能够依托齐鲁石化二化厂的应急救援力量。

3、CCUS 项目部应制定涵盖项目生产经营全过程的安全操作规程，安全操作规程应当明确安全操作流程、安全作业条件、作业防护要求、禁止事项、现场应急处置措施等内容，并应持续改进。

4、强化完整性管理，充分利用在线监测仪表对管道的腐蚀情况进行在线监测，定期对管道进行无损化检测、评估工作；重点检测管道强度，加强内外腐蚀监控，并建立相应的检测档案；加强管道数据采集；计量器具使用单位应通过“计量管理信息系统”及时维护计量器具台账，并至少每半年导出一次计量器具台账以备核查。

5、加强管道阴极保护运行管理和维护工作，定期对阴极保护系统进行检查与测试，确保阴极保护运行正常，管地电位符合，当管道阴极保护存在局部保护不足，应进行调查并采取相应的措施，确保阴极保护的有效性。为确保管道的长期运行，应对牺牲阳极保护效果定期评价，对管道经过多年运行后牺牲阳极无法满足要求后应及时整改采用强制电流保护。

6、在管道运营期间周期性地对高后果区识别、风险评价，当管道及周边环境发生变化，及时进行高后果区更新。

7、对管道沿线的企业、居民做好风险告知，将管道存在的危险有害因素及应急措施进行宣讲，对高后果区加强监控和巡检。

8、对于压覆的王庄煤矿，应定期对管道应力应变监测及地面沉降监测，并做好监测记录。

9、与管道沿线电力、公路、铁路、水文等部门保持密切联系，及时掌握沿线各部门的动态，保证管道的安全运行。

10、根据该项目的特点，编制风险分级管控清单和隐患清单，加强安全生产标准化、信息化建设，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，健全风险防范化解机制，提高安全生产水平，确保安全生产。

11、完善工程竣工、试运行、生产运行等资料的完整性管理，做好安全设施投入财务决算工作。

12、针对 CCUS 项目的特点，制定有针对性地安全管理制度，如：生产调度制度等。

13、应急预案修订涉及组织指挥体系与职责、应急处置程序、主要处置措施、应急响应分级等内容变更的，修订工作应当参照《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[2009]第 17 号，2019 年应急管理部令第 2 号修改）规定的应急预案编制程序进行，并按照有关应急预案报备程序重新备案。

14、危险化学品的生产、经营、储存、运输企业，应急预案应当按照分级属地原则，向有关应急管理部门备案。

生产经营单位属于中央企业所属二级单位或者省管企业总部的，其应急预案应当报省人民政府有关部门备案，并抄送省应急管理部门；属于中央企业所属三级单位或者省管企业所

属二级单位的，其应急预案应当报所在地设区的市人民政府有关部门备案，并抄送同级应急管理部门；属于中央企业所属四级及以下单位或者省管企业所属三级及以下单位的，其应急预案应当报县级人民政府或有关部门备案，并抄送同级应急管理部门。

油气输送管道运营单位的应急预案，除按照本条第一款、第二款、第三款的规定备案外，还应当抄送所经行政区域的县级人民政府应急管理部门。

15、危险化学品管道应当设置明显标志。发现标志毁损的，管道单位应当及时予以修复或者更新。

16、管道单位应当建立、健全危险化学品管道巡护制度，配备专人进行日常巡护。巡护人员发现危害危险化学品管道安全生产情形的，应当立即报告单位负责人并及时处理。

17、管道单位对危险化学品管道存在的事故隐患应当及时排除；对自身排除确有困难的外部事故隐患，应当向当地安全生产监督管理部门报告。

18、在危险化学品管道及其附属设施外缘两侧各 5 米地域范围内，管道单位发现下列危害管道安全运行的行为的，应当及时予以制止，无法处置时应当向当地安全生产监督管理部门报告：

（一）种植乔木、灌木、藤类、芦苇、竹子或者其他根系深达管道埋设部位可能损坏管道防腐层的深根植物；

（二）取土、采石、用火、堆放重物、排放腐蚀性物质、使用机械工具进行挖掘施工、工程钻探；

（三）挖塘、修渠、修晒场、修建水产养殖场、建温室、建家畜棚圈、建房以及修建其他建（构）筑物。

19、在穿越河流的危险化学品管道线路中心线两侧 500 米地域范围内，管道单位发现有实施抛锚、拖锚、挖沙、采石、水下爆破等作业的，应当及时予以制止，无法处置时应当向当地安全生产监督管理部门报告。但在保障危险化学品管道安全的条件下，为防洪和航道通畅而实施的养护疏浚作业除外。

20、建议与下游单位注气中心根据各自实际生产经营活动，签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，并优化应急协同机制，应急预案中增加联防内容，建立健全联合指挥、灾情通报、资源共享、跨域救援等机制，组织综合应急演练，强化互助调配衔接。

9 与建设单位交换意见

项目组与建设单位就现场发现问题交换了意见，对相关问题整改情况进行核实，相关部门进行了答复，对问题整改情况逐条落实。

9.1 本次评价发现的问题、隐患整改建议以及复查情况

通过对该项目现场检查和调研、查阅竣工资料，根据国家的相关法律、法规和标准、规范及安全设施设计，评价项目组提出了该项目现场存在的安全问题及隐患，并提出了整改建议。建设单位经核实后制定了整改计划，并安排整改和治理。现场安全隐患及整改反馈情况汇总见下表所示：

中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司纯梁采油厂
齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目
二氧化碳输送管道工程（支干线）

安全验收评价报告

山东实华安全技术有限公司

APJ-（鲁）-013

2024年11月

中国石油化工股份有限公司
胜利油田分公司纯梁采油厂
齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目
二氧化碳输送管道工程（支干线）

安全验收评价报告

法定代表人：任红艳

技术负责人：吴佳东

评价项目负责人：林更鹏

2024年11月

前言

2020 年国家主席习近平在第 75 届联合国大会上宣布，中国将力争于 2030 年前达到 CO₂ 排放峰值，2060 年之前实现碳中和。2021 年 10 月，国务院相继发布了《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030 年前碳达峰行动方案》。两份文件的出台，提出了对规模化碳捕集利用与封存技术（简称“CCUS”）研发、示范和产业化应用的推进。基于此，中国石化积极响应国家战略需求，依托在 CCUS 领域先进的技术和丰富的工程实践，2020 年 11 月 8 日中国石化正式开展齐鲁石化-胜利油田百万吨 CCUS 示范项目二氧化碳管道工程前期工作，进一步提升项目减碳水平和经济示范性，推进管道工程落地实施。

本项目从淄博市临淄区埋地敷设一条 CO₂ 输送管道，途经淄博市高新区、淄博市桓台县、终点位于淄博市高青县境内，途径 4 个县区、12 个乡镇。从临淄区辛店街道齐鲁石化第二化肥厂内的齐鲁石化首站，止于高青县杜家村北的高青末站。到达高青末站后，再敷设东、西两条支线，管道总长度 116.05km（其中支线长度约 34.5km）。

依据《危险化学品建设项目安全监督管理办法》第二条“危险化学品的勘探、开采及其辅助的储存，原油和天然气勘探、开采及其辅助的储存、海上输送，城镇燃气的输送及储存等建设项目，不适用本办法”的要求，本工程总干线部分纳入危险化学品建设项目安全监督管理范畴，由淄博市应急局组织安全审查；支线属于石油和天然气勘探、开采范畴，由胜利油田组织安全审查。为满足审查的需要，本项目报告分为两册，上册依据《陆上油气管道建设项目安全验收评价导则》（AQ/T3056-2019）编制《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（总干线）安全验收评价报告》，下册依据《石油行业建设项目安全验收评价报告编写规则》（SY/T6710-2008）编制《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）安全验收评价报告》。

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号，2021 年主席令第八十八号修正）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安全生产监督管理总局令[2010]第 36 号，2015 年修改）等国家法律、法规、规章及文件的规

定，受胜利油田纯梁采油厂的委托，山东实华安全技术有限公司对该工程进行了安全验收评价。

我公司接到委托后，成立了评价项目组，按照《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）以及《石油行业建设项目安全验收评价报告编写规则》（SY/T6710-2008）的要求，进行了资料与标准收集、现场调研、工程分析、危险有害因素分析、定性定量评价，并在此基础上提出了安全对策措施，最后编制完成本项目安全验收评价报告。

此次安全评价工作，自始至终都得到了纯梁采油厂有关单位领导和专家的大力支持和协助，在此表示衷心感谢。

项目评价组

2024年11月

目 录

1 总则	1
1.1 评价目的	1
1.2 评价依据	1
1.3 评价范围	11
1.4 评价程序	11
2 建设项目概况	13
2.1 建设单位情况	13
2.2 建设项目概况	14
2.3 自然条件	17
2.4 社会环境	20
2.5 工程概况	21
2.6 安全管理	42
3 主要危险、有害因素分析	43
3.1 物质的危险性分析	43
3.2 生产过程危险、有害因素分析	48
3.3 设备设施及站场危险、有害因素分析	49
3.4 检维修过程中危险有害因素分析	52
3.5 环境因素分析	54
3.6 人的因素与安全管理因素	57
3.7 危险化学品重大危险源辨识	58
3.8 主要危险、有害因素分析结论	58
4 评价单元的划分与评价方法的选择	59
4.1 划分原则	59
4.2 划分评价单元	59
4.3 评价方法选择	59
5 定性定量符合性评价	61
5.1 法律、法规的符合性评价单元	61
5.2 工艺及设施、设备的符合性评价单元	63

5.3 公用工程及辅助设施的符合性评价单元	79
5.4 安全生产管理的符合性评价单元	80
5.5 安全设施设计专篇报告中的安全措施落实情况单元	81
6 典型事故案例	87
6.1 事故案例	87
7 安全对策措施及建议	89
7.1 隐患及整改情况	89
7.2 安全对策措施建议	91
8 安全验收评价结论	93
附件 1 安全验收评价委托书	错误！未定义书签。
附件 2 建设单位工商营业执照	错误！未定义书签。
附件 3 建设单位安全生产许可证	错误！未定义书签。
附件 4 建设单位安全生产标准化证书	错误！未定义书签。
附件 5 可行性研究报告批复	错误！未定义书签。
附件 6 建设项目的备案证明材料	错误！未定义书签。
附件 7 关于二氧化碳输送管道工程路由选址意见的复函	错误！未定义书签。
附件 8 建设项目预评价及安全设施设计审查意见复印件	错误！未定义书签。
附件 9 初步设计批复	错误！未定义书签。
附件 10 设计、施工、监理、预评价单位资质	错误！未定义书签。
附件 11 工程开工及中交报告	错误！未定义书签。
附件 12 安全设施施工总结报告	错误！未定义书签。
附件 13 监理单位总结报告	错误！未定义书签。
附件 14 生产试运行总结	错误！未定义书签。
附件 15 工程交工验收证书及工程完工报告	错误！未定义书签。
附件 16 特种设备登记证及监督检验证书	错误！未定义书签。
附件 17 输送介质检测报告	错误！未定义书签。
附件 18 有毒气体检测仪、空气呼吸器检测报告复印件	错误！未定义书签。
附件 19 阴极保护测试记录	错误！未定义书签。
附件 20 安全管理机构设置文件和安全管理人员任命文件	错误！未定义书签。
附件 21 安全管理人员及特种设备管理人员取证清单及证书复印件	错误！未定义书签。

附件 22 安全管理规章制度及操作规程目录	错误！未定义书签。
附件 23 应急演练记录	错误！未定义书签。
附件 24 教育培训记录	错误！未定义书签。
附件 25 工伤保险及安全生产责任险缴纳证明材料	错误！未定义书签。
附件 26 应急物资与装备	错误！未定义书签。
附件 27 变更应急管理主要负责人的通知	错误！未定义书签。
附件 28 应急预案备案表、封皮及目录页	错误！未定义书签。
附件 29 应急救援协议	错误！未定义书签。
附件 30 防雷检测报告	错误！未定义书签。
附件 31 安全管理协议	错误！未定义书签。
附件 32 专家评审意见及修改说明	错误！未定义书签。
附图册	错误！未定义书签。

1 总则

1.1 评价目的

1) 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，保证项目建成后在安全方面符合国家有关法律、法规和技术标准的要求。

2) 通过对胜利油田分公司纯梁采油厂齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）的环境条件、地理位置、物料特性、设备设施等进行调研、分析，辨识分析建设项目、生产经营活动潜在的危险、有害因素及其严重程度。

3) 在建设项目竣工、试运行正常后，通过对建设项目的设备设施、装置的实际运行状况及管理状况的安全评价，查找该项目运行中存在的危险、有害因素的种类，从整体上评价建设项目的运行状况和安全管理是否正常、安全、可靠，对未达到安全目标的系统或单元提出安全补偿及补救措施，以利于提高建设项目的本质安全程度，满足安全生产要求。

4) 通过检查该建设项目在系统上配备的安全设施的完备性和运行的有效性来验证系统的安全性，在日后的运行过程中避免和减少事故，为该建设工程的安全运行提供科学依据。

1.2 评价依据

1.2.1 法律

1. 《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号，2021 年主席令第八十八号修正）

2. 《中华人民共和国消防法》（2008 年中华人民共和国主席令第六号修订，2021 年主席令第八十一号修正，2021 年 4 月 29 日起施行）

3. 《中华人民共和国特种设备安全法》（2013 年中华人民共和国主席令第四号发布，2014 年 1 月 1 日起施行）

4. 《中华人民共和国突发事件应对法》（中华人民共和国主席令[2024]第 25 号，2024 年 11 月 1 日起施行）

5. 《中华人民共和国防洪法》（1997 年中华人民共和国主席令第八十八号发布，2016 年主席令第四十八号修正，2016 年 7 月 2 日起施行）

6. 《中华人民共和国防震减灾法》（2008 年中华人民共和国主席令第七号修订，2009 年 5 月 1 日起施行）
7. 《中华人民共和国水法》（2002 年中华人民共和国主席令第七十四号发布修订，2016 年中华人民共和国主席令第四十八号发布修正，2016 年 7 月 2 日起施行）
8. 《中华人民共和国环境保护法》（2014 年中华人民共和国主席令第九号修订，2015 年 1 月 1 日起施行）
9. 《中华人民共和国节约能源法》（2007 年中华人民共和国主席令第七十七号发布修订，2018 年中华人民共和国主席令第十六号发布修正）
10. 《中华人民共和国公路法》（1997 年中华人民共和国主席令第八十六号发布，2017 年主席令第八十一号修正，2017 年 11 月 5 日起施行）
11. 《中华人民共和国铁路法》（1990 年中华人民共和国主席令第三十二号发布，2015 年主席令第二十五号修正，2015 年 4 月 24 日起施行）
12. 《中华人民共和国土地管理法》（1998 年中华人民共和国主席令第八号修订，2019 年主席令第三十二号修正，2020 年 1 月 1 日起施行）
13. 《中华人民共和国城乡规划法》（2007 年中华人民共和国主席令第七十四号发布，2019 年主席令第二十九号修正，2019 年 4 月 23 日起施行）
14. 《中华人民共和国电力法》（1995 年中华人民共和国主席令第六十号发布，2018 年主席令第二十三号修订，2018 年 12 月 29 日起施行）
15. 《中华人民共和国水土保持法》（1991 年中华人民共和国主席令第四十九号发布，2010 年主席令第三十九号修订，2011 年 3 月 1 日起施行）
16. 《中华人民共和国森林法》（2019 年中华人民共和国主席令第三十九号发布修订）
17. 《中华人民共和国矿产资源法》（1986 年中华人民共和国主席令第三十六号发布，2009 年中华人民共和国主席令第十八号发布修正，2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）

1.2.2 行政法规

1. 《危险化学品安全管理条例》（2011 年中华人民共和国国务院令 591 号修订，2013 年国务院令 645 号修订，2013 年 12 月 7 日起施行）
2. 《建设工程安全生产管理条例》（2003 年中华人民共和国国务院令 393 号发布，2004 年 2 月 1 日起施行）

3. 《公路安全保护条例》（2011 年中华人民共和国国务院令 593 号，2011 年 7 月 1 日起施行）
4. 《电力设施保护条例》（1987 年中华人民共和国国务院令 239 号，2011 年国务院令 588 号修订，2011 年 1 月 8 日起施行）
5. 《特种设备安全监察条例》（2003 年中华人民共和国国务院令 373 号发布，2009 年国务院令 549 号修订，2009 年 5 月 1 日起施行）
6. 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年中华人民共和国国务院令 120 号发布，2011 年中华人民共和国国务院令 588 号发布修正，2011 年 1 月 8 日起施行）
7. 《地质灾害防治条例》（2003 年中华人民共和国国务院令 394 号发布，2004 年 3 月 1 日起施行）
8. 《建设工程质量管理条例》（2000 年中华人民共和国国务院令 279 号发布，2019 年中华人民共和国国务院令 714 号发布修正，2019 年 4 月 23 日起施行）
9. 《生产安全事故应急条例》（2019 年中华人民共和国国务院令 708 号发布，2019 年 4 月 1 日起施行）
10. 《中华人民共和国河道管理条例》（1988 年中华人民共和国国务院令 3 号发布，2018 年国务院令 698 号修订，2018 年 3 月 19 日起施行）
11. 《生产安全事故报告和调查处理条例》（2007 年中华人民共和国国务院令 493 号发布，2007 年 6 月 1 日起施行）
12. 《建设工程抗震管理条例》（2021 年中华人民共和国国务院令 744 号发布，2021 年 9 月 1 日起施行）
13. 《中华人民共和国基本农田保护条例》（国务院令 257 号发布，根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）

1.2.3 部门规章和指导性文件

1. 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安监总局 3 号令，总局令 63 号修订、总局令 80 号修订）
2. 《注册安全工程师管理规定》（原国家安监总局令 11 号，安监总局令〔2013〕63 号、应急部公告〔2019〕11 号修正）
3. 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安监总局令 30 号，2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令 80 号第二次修正）

4. 《国家安全监管总局关于修改<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》（原国家安监总局令第 77 号）
5. 《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》（原国家安监总局令第 79 号）
6. 《国家安全监管总局关于废止和修改劳动防护用品和安全培训等领域十部规章的决定》（原国家安全生产监督管理局令第 80 号）
7. 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产监督管理局令第 88 号，应急管理部令第 2 号修正）
8. 《国务院于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发[2010]23 号）
9. 《质检总局关于修订<特种设备目录>的公告》（国家质量监督检验检疫总局公告[2014]第 114 号）
10. 《质检总局关于实施新修订的<特种设备目录>若干问题的意见》（国质检特[2014]679 号）
11. 《关于危险化学品企业贯彻落实<国务院于进一步加强企业安全生产工作的通知>的实施意见》（安监总管三[2010]186 号）
12. 《国家安全监管总局关于加强化工安全仪表系统管理的指导意见》（安监总管三[2014]116 号）
13. 《国家安全监管总局关于印发<化工（危险化学品）企业安全检查重点指导目录>的通知》（安监总管三[2015]113 号）
14. 《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，应急厅函[2022]300 号修改）
15. 《关于修改<特种设备作业人员监督管理办法>的决定》（国家质量监督检验检疫总局令第 140 号）
16. 《危险化学品目录（2015 年版）》（原国家安全生产监督管理局等十部门公告 2015 年第 5 号，应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号）
17. 《工程监理企业资质管理规定》（中华人民共和国住房和城乡建设部令第 24、32、45 号、建法规[2019]6 号修正）（中华人民共和国建设部令第 158 号）
18. 《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》（国能油气[2015]392 号）
19. 《部分第四类监控化学品名录（2019 版）》（国家禁化武办公布）
20. 《关于印发<高毒物品目录>的通知》（卫法监发[2003]142 号）

21. 《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）
22. 《重点监管的危险化学品名录》（2013 年完整版）
23. 《重点监管危险化工工艺目录》（2013 年完整版）
24. 《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）（公安部 2017 年 5 月 11 日公告）
25. 《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）
26. 《国家安全监管总局关于印发<化工和危险化学品生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）>和<烟花爆竹生产经营单位重大生产安全事故隐患判定标准（试行）>的通知》（安监总管三[2017]121 号）
27. 《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）
28. 《危险化学品输送管道安全管理规定》（国家安监总局令第 43 号，总局令 79 号修订）
29. 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（2023 年 12 月 27 日国家发展改革委令第 7 号公布自 2024 年 2 月 1 日起施行）
30. 《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）
32. 《防雷减灾管理办法（修订）》（中国气象局第 24 号令）
32. 《高毒物品目录》（卫法监发[2003]142 号）

1.2.4 山东省有关法规、规章和指导性文件

1. 《山东省安全生产条例》（山东省人民代表大会常务委员会公告第 168 号，2021 年 12 月 3 日山东省第十三届人民代表大会常务委员会第三十二次会议修订）
2. 《山东省危险化学品安全管理办法》（山东省人民政府令第 309 号）
3. 《山东省防御和减轻雷电灾害管理规定》（2002 年 1 月 26 日山东省人民政府令第 134 号发布，根据 2004 年 10 月 31 日山东省人民政府令第 175 号第一次修订，根据 2018 年 1 月 24 日山东省人民政府令第 311 号第二次修订）
4. 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（2013 年 2 月 2 日山东省人民政府令第 260 号公布；2024 年 1 月 4 日山东省人民政府令第 357 号《山东省人民政府关于修改和废止部分省政府规章的决定》第三次修正）
5. 《山东省生产安全事故应急办法》（山东省人民政府令第 341 号）

6. 《山东省应急管理厅等部门关于进一步加强危险化学品安全生产管理工作的若干意见》（鲁应急发[2019]66号）
7. 《山东省人民政府办公厅<关于印发山东省危险化学品企业安全治理规定>的通知》（鲁政办字[2015]259号）
8. 《关于进一步加强危险化学品企业安全生产工作的通知》（鲁安监发[2015]53号）
9. 《山东省危险化学品建设项目安全监督管理办法实施细则》（鲁安监发[2018]17号）
10. 《关于印发<全省危险化学品安全生产信息化建设与应用工作方案（2021-2022年）>的通知》（鲁应急字[2021]107号）
11. 《山东省人民政府办公厅关于印发<山东省生产经营单位安全总监制度实施办法（试行）>的通知》（鲁政办字〔2023〕116号）
12. 《山东省人民政府办公厅关于印发山东省生产经营单位安全总监制度实施办法（试行）的通知》（鲁政办字[2021]60号）
13. 《2020年山东省应急管理厅规范性文件清理结果公告》（山东省应急管理厅2020年第21号公告）
14. 《山东省安全生产风险管控办法》（山东省人民政府令第331号）
15. 《山东省生产安全事故隐患排查治理办法》（山东省人民政府令第347号）
16. 关于印发《山东省企业安全生产“晨会”制度规范（试行）》的通知（鲁安发[2022]4号）
17. 《山东省人民政府安全生产委员会关于规范和加强安全生产培训考核工作的指导意见》（鲁安发[2022]6号）
18. 《关于印发关于规范和加强安全生产培训考核工作的实施意见的通知》（鲁应急发[2022]6号）
19. 《关于印发山东省生产经营单位全员安全生产责任清单的通知》（鲁安办发[2021]50号）
20. 《重点行业领域重大安全风险隐患清单》（鲁安发[2022]11号）
21. 《关于印发<山东省禁止危险化学品目录（第二批）>的通知》（鲁应急字[2022]61号）

22.山东省应急管理厅关于印发《山东省生产安全事故应急预案管理办法》的通知》（鲁应急发[2023]5号）

1.2.5 国家标准

- 1.《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）
- 2.《建筑设计防火规范（2018年版）》（GB50016-2014）
- 3.《安全防范工程技术标准》（GB50348-2018）
- 4.《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- 5.《化工企业总图运输设计规范》（GB50489-2009）
- 6.《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 7.《安全色》（GB2893-2008）
- 8.《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- 9.《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
- 10.《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- 11.《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）
- 12.《个体防护装备配备规范第1部分：总则》（GB39800.1-2020）
- 13.《个体防护装备配备规范第2部分：石油、化工、天然气》（GB39800.2-2020）
- 14.《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
- 15.《危险货物品名表》（GB12268-2012）
- 16.《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）
- 17.《化学品分类和危险性公示通则》（GB13690-2009）
- 18.《化学品安全标签编写规定》（GB15258-2009）
- 19.《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 20.《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）
- 21.《地下工程防水技术规范》（GB50108-2008）
- 22.《建筑抗震设计标准（2024年版）》（GB/T50011-2010）
- 23.《建筑照明设计标准》（GB/T50034-2024）
- 24.《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 25.《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 26.《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）

27. 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
28. 《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）
29. 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
30. 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）
31. 《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）
32. 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
33. 《埋地钢质管道直流干扰防护技术标准》（GB50991-2014）
34. 《工业金属管道工程施工质量验收规范》（GB50184-2011）
35. 《通信线路工程设计规范》（GB51158-2015）
36. 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）
37. 《陆上石油天然气开采安全规程》（GB42294-2022）
38. 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
39. 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
40. 《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）
41. 《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）
42. 《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》（GB/T50823-2013）
43. 《埋地钢质管道阴极保护参数测量方法》（GB/T21246-2020）
44. 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
45. 《钢质管道内腐蚀控制规范》（GB/T23258-2020）
46. 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T21448-2017）
47. 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T50470-2017）
48. 《输送流体用无缝钢管》（GB/T8163-2018）
49. 《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》（GB/T50698-2011）
50. 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
51. 《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ/T230-2010）
52. 《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》（GBZ2.1-2019）
53. 《工作场所有害因素职业接触限值第 2 部分：物理因素》（GBZ2.2-2007）

1.2.6. 行业标准

1. 《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）
2. 《生产安全事故应急演练基本规范》（AQ/T9007-2019）
3. 《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（AQ/T9011-2019）
4. 《化工过程安全管理导则》（AQ/T3034-2022）
5. 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
6. 《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018/XG1-2022）
7. 《石油天然气开发注二氧化碳安全规范》（SY/T6565-2018）
8. 《油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范》（SY/T5984-2020）
9. 《输油气管道工程安全仪表系统设计规范》（SY/T 6966-2023）
10. 《油气输送管道监控与数据采集（SCADA）系统安全防护规范》（SY/T7037-2016）
11. 《油气田及管道工程雷电防护设计规范》（SY/T6885-2020）
12. 《石油天然气管道安全规范》（SY/T6186-2020）
13. 《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T6064-2017）
14. 《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）
15. 《油气田变配电设计规范》（SY/T0033-2020）
16. 《防静电安全技术规范》（SY/T7385-2017）
17. 《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）
18. 《石油天然气工程可燃气体和有毒气体检测报警系统安全规范》（SY/T6503-2022）
19. 《输气管道高后果区完整性管理规范》（SY/T7380-2017）
20. 《石油天然气工程管道和设备涂色规范》（SY/T0043-2020）
21. 《阴极保护管道的电绝缘标准》（SY/T0086-2020）
22. 《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T7036-2016）
23. 《石油天然气站场阴极保护技术规范》（SY/T6964-2013）
24. 《石油行业建设项目安全验收评价报告编写规则》（SY/T 6710-2008）
25. 《穿越管道防腐层技术规范》（SY/T7368-2023）
26. 《油气架空管道防腐保温技术标准》（SY/T7347-2016）
27. 《油气输送管道线路工程水工保护设计规范》（SY/T6793-2018）

28. 《油气输送管道工程水平定向钻穿越设计规范》（SY/T6968-2021）
29. 《石油工程建设施工安全规范》（SY/T6444-2018）
30. 《油气输送管道工程水域开挖穿越设计规范》（SY/T7366-2017）
31. 《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》（SY/T7628-2021）
32. 《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》（SY/T6069-2020）
33. 《油气田工程安全仪表系统设计规范》（SY/T7351-2016）
34. 《油气管道安全预警系统技术规范》（SY/T6827-2020）
35. 《油气管道完整性管理等级评估规范》（SY/T7472-2020）
36. 《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）
37. 《油气输送管道同沟敷设光缆（硅芯管）设计及施工规范》（SY/T4108-2019）
38. 《压力管道安全技术监察规程-工业管道》（TSGD0001-2009）
39. 《固定式压力容器安全技术监察规程》行业标准第 1 号修改单（TSG 21-2016/XG1-2020）
40. 《压力管道监督检验规则》（TSGD7006-2020）
41. 《基于风险的埋地钢质管道外损伤检验与评价》（GB/T30582-2014）

1.2.7 地方标准

1. 《安全生产风险分级管控体系通则》（DB37/T2882-2016）

1.2.8 其他有关资料

1. 《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程初步设计（0 版）》，中石化石油工程设计有限公司，2022 年 5 月；
2. 《关于齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程可行性研究报告的批复》，中国石油化工股份有限公司，石化股份计[2022]78 号，2022 年 4 月 14 日；
3. 《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程危险与可操作性（HAZOP）分析报告》，中石化安全工程研究院有限公司，2022 年 5 月；
4. 《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程 QRA 分析报告》，挪威船级社（中国）有限公司，2022 年 5 月；

5.《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程 SIL 定级分析报告》，中石化安全工程研究院有限公司，2022 年 5 月；

6.《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程输送干线高后果区专题报告》，中石化石油工程设计有限公司，2022 年 5 月；

7.《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）安全设施设计专篇》，中石化石油工程设计有限公司，2022 年 6 月；

8.《关于征求淄博市 CCUS 项目二氧化碳输送管道工程路由选址意见的复函》，淄博市自然资源和规划局，2022 年 3 月 7 日；

9.工程设计、施工、监理、竣工资料；

10.建设单位提供的其他相关资料。

1.3 评价范围

本次评价对象为齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）（以下简称本工程或本项目），评价范围包括：

1、输送管线工程：起自高青末站，止于高 89-樊 142 区块，分为东支线和西支线，管道路由总长度 33.8km，管线总长度 34.5km；

2、注气站场：共 15 座注气站，每座注气站场都配有撬装密相注入装置；

3、配套工程：包括与主体工程配套的防腐、自控、通信、电力、结构、通信等。原旧管线拆除不在本次评价范围内。

1.4 评价程序

安全验收评价工作程序大体可分为三个阶段：第一阶段为准备阶段，主要收集有关资料，详细了解建设项目的基本情况，对工程进行初步分析和危险、有害因素识别，选择评价方法；第二阶段为实施评价阶段，运用适当的评价方法进行定性（定量）分析，提出相应的安全对策措施；第三阶段为安全验收评价报告书的编制阶段，主要是汇总前两个阶段所得到的各种资料数据，总结评价成果，通过综合分析，得出项目安全验收评价结论，提出建议，最终完成安全验收评价报告书的编制。具体程序见下图 1.4-1。

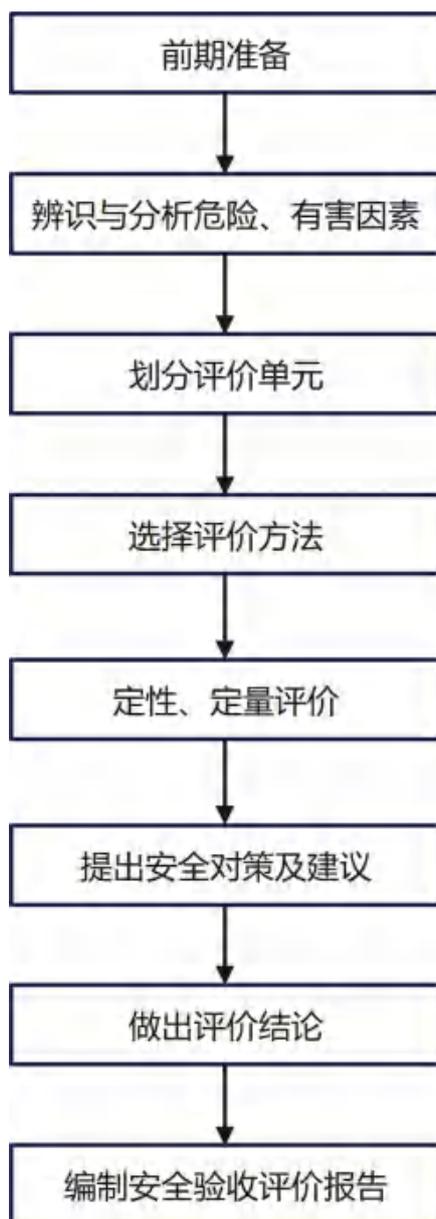


图 1.4-1 安全验收评价工作程序

2 建设项目概况

2.1 建设单位情况

纯梁采油厂成立于 1986 年 1 月，时称纯梁采油指挥部，1986 年 9 月更名为纯梁采油厂，是中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司所属从事陆上石油天然气开采的二级生产企业。纯梁采油厂的经营范围为石油、天然气开采；普通货运（有效期限以许可证为准）；工程安装；油田混合烃、稳定轻烃生产、销售。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

企业主要信息见下表 2.1-1。

涉及企业信息，保密。

2.2 建设项目概况

2.2.1 建设项目基本情况介绍

项目名称：齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）

项目性质：新建项目

建设单位：中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂

建设地点：山东省淄博市高青县

2.2.2 项目开完工及试运行情况

2022年10月10日，本工程东支线由中油石化建设工程有限公司开工建设，西支线由江苏威达建设集团有限公司开工建设，东、西支线由山东胜利建设监理股份有限公司负责监理施工，并于2023年5月编制了施工总结报告。此外，由中石化胜利油建工程有限公司对15座注气站进行改造，站内改造包括部分站内原流程、原注入泵拆除、密相泵安装、放空立管、工艺管道、阀门、仪表及土建、电气、自控、通信、防腐、消防等配套工程。施工单位施工总结报告见附件12，监理单位施工总结报告见附件13。

胜利油田分公司纯梁采油厂CCUS项目部于2023年11月编制了试运行总结，试运行之前，工程相关岗位的人员进行了安全操作规程和应急事故处理等相关知识和技能培训，对生产后可能发生的安全事故制定了相应的处置措施。

试运行生产：本工程2023年7月11日试运，2023年10月10日起，因齐鲁石化生产装置检维修及事故影响，以及采油厂、注汽技术服务中心对CO₂驱油与封存的生产计划安排，管线停气停输、暂停试运，并于2024年2月20日重新开始试运行，管道运行一年来，管道及附属设备运行平稳。

试运行总结：根据试运行期间各项参数，管道整体工程运行正常、无异常问题发生，经试生产考核，二氧化碳增压泵、乙二醇换热器、热水换热器及中间阀室、密相注入泵等设备设施运行参数在设计范围内，达到设计要求。各类仪表、报警装置灵活、准确，自控系统能够满足生产需求，关键设备连锁、SIS系统安全可靠，相关防护措施落实到位。后期，持续跟进系统运行情况，使系统稳定性和安全性达到最大化。试运行总结见报告附件14。

该项目东、西支线新建管线及附属工程于 2023 年 8 月 20 日完工，15 座注气站站内改造工程于 2023 年 11 月 15 日完工。施工单位出具了工程交工验收证书和工程完工报告，报告里明确了已完成合同工作量并验收合格。验收证书及完工报告见附件 15。

2.2.3 参建单位情况

安全预评价报告编制单位：胜利油田检测评价研究有限公司

安全设施设计专篇编制单位：中石化石油工程设计有限公司

工程设计单位：中石化石油工程设计有限公司

施工单位：中石化胜利油建工程有限公司、中油石化建设工程有限公司、江苏威达建设集团有限公司

监理单位：山东胜利建设监理股份有限公司

参与该项目工程建设的安全预评价单位、设计单位、施工单位、监理单位资质在施工期间均有效，参加单位情况见表 2.2-1，相关单位资质证书见附件 10。

表 2.2-1 设计、施工、监理单位情况一览表

序号	单位名称	资质级别	证书编号	所承担工程范围	符合性
一	设计单位				
1	中石化石油工程设计有限公司	工程勘察综合资质甲级。	B137004927	总承包单位（工程勘察设计及安全设施设计专篇的编制）	符合
		石油天然气（海洋石油）行业甲级； 建筑行业（建筑工程）甲级； 化工石化医药行业（化工工程）专业乙级等	A237004924		
		固定式压力容器规则设计	TSY210420-2024		
		压力管道设计： 长输管道（GA1、GA2） 公用管道（GB1、GB2） 工业管道（GC1、GC2）	TS1810281-2024		
二	施工单位				
2	中石化胜利油建工程有限公司	石油化工工程施工总承包壹级； 市政公用工程施工总承包壹级； 海洋石油工程专业承包壹级。	D137018583	15 座注汽站站内改造	符合
		建筑工程施工总承包叁级； 钢结构工程专业承包叁级。	D337052805		
		消防设施工程专业承包壹级； 防水防腐保温工程专业承包壹级； 电力工程施工总承包贰级； 地基基础工程专业承包贰级。	D237052808		
		压力管道安装： 长输管道安装（GA1）；	TS3810078-2026		

序号	单位名称	资质级别	证书编号	所承担工程范围	符合性
		公用管道安装（GB1）； 工业管道安装（GC1）。			
		压力容器制造： 其他高压容器（A2）； 球罐（A3）。	TS2210036- 2024		
3	中油石化建设工程有限公司	石油化工工程施工总承包壹级； 市政公用工程施工总承包壹级； 机电工程施工总承包壹级。	D141004732	东支线工程施工	符合
		消防设施工程专业承包壹级； 防水防腐保温工程专业承包壹级； 建筑工程施工总承包贰级； 钢结构工程专业承包贰级； 电力工程施工总承包叁级； 地基基础工程专业承包叁级； 施工劳务不分等级； 特种工程（结构补强）专业承包不分等级；	D341025542		
		承压类特种设备安装、修理、改造。	TS3141229- 2024		
		压力管道安装。	TS3810380- 2026		
4	江苏威达建设集团有限公司	建筑工程施工总承包贰级； 特种工程（结构补强）专业承包不分等级； 建筑机电安装工程专业承包壹级； 建筑装修装饰工程专业承包贰级； 钢结构工程专业承包壹级； 防水防腐保温工程专业承包贰级； 消防设施工程专业； 电子与智能化工程专业承包贰级； 机电工程施工总承包壹级； 市政公用工程施工总承包贰级； 石油化工工程施工总承包壹级； 电力工程施工总承包叁级。	D232022877	西支线工程施工	符合
		压力管道安装。	TS3810473- 2024		
三	监理单位				
5	山东胜利建设监理股份有限公司	工程监理综合资质。	E137006703- 8/6	施工监理	符合
四	预评价单位				
6	胜利油田检测评价研究有限公司	陆上石油和天然气开采业；陆上油气管道运输业；石油加工业，化学原料、化学品及医药制药业；	APJ-（鲁）- 038	预评价	符合

2.3 自然条件

2.3.1 气象条件

高青县属北温带大陆性季风型气候区，多受西风带西风气流影响，气候变化常自西向东进行，四季分明，光能资源丰富，无霜期长，大陆度为 66.3%，有利于种植越冬作物和夏播作物。夏季多雨，冬春干旱，晚秋又旱，降水不匀，旱涝灾害常有发生。气温呈现缓慢上升趋势，风力变化不大。高青县历年平均日照时数为 2420.9 小时，历年平均总云量为 4.5 成，历年平均气温 13.2℃，历年平均降水量为 565.4 毫米。高青县具体气象数据见下表：

表 2.3-1 项目气象要素表

地名		高青县
气温℃	多年平均	13.4
	极端最高	41.8
	极端最低	-19.2
年降水量 mm	多年平均	586.1
	最多	942.5
	最少	277.9
风速 m/s	多年平均	2.1
	最大	19.1
	主导风向	ENE
年平均相对湿度%		65
最大相对湿度%		77
多年平均日照数 h		2369
多年平均年蒸发量 mm		133.2
季节性冻土最大冻深 cm		50
年雷暴日 d		23.4

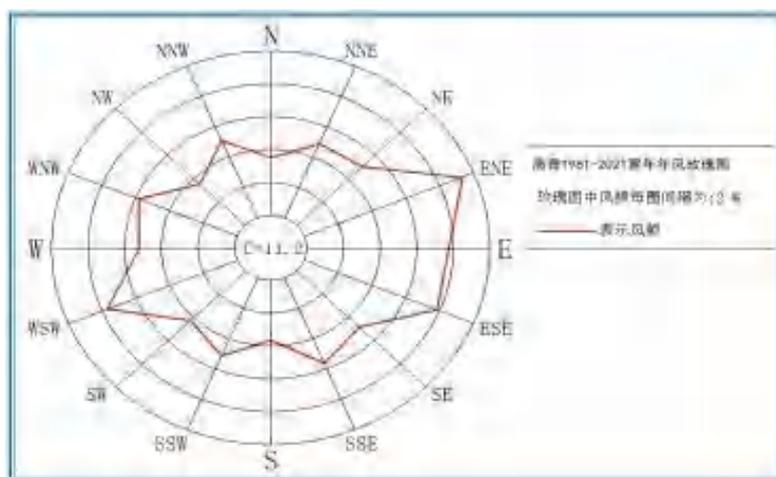


图 2.3-1 高青县风玫瑰图

2.3.2 水文条件

高青县地表水系主要有小清河、支脉河、杜姚沟、三号沟、北支新河等水系。

1) 小清河

小清河上游水源补给主要来自济南市内各泉，此外小清河在济南市区睦里庄分纳部分玉符河水，因此亦可称小清河首受玉符河。小清河自睦里庄东流，经济南市区、历城、章丘、邹平、高青、桓台、博兴、广饶和寿光 8 县，于羊角沟东注入渤海。河长 237 公里，流域面积 10336 平方公里，河道平均比降为 0.15/1000。流域南部为低山丘陵，北部为平原，主要支流均由右岸注入，流域河网密度 0.27 公里/平方公里。是一条防洪除涝、灌溉、航运综合利用河道。

小清河由睦里庄至黄台板桥为上游，河长 22.2 公里，比降为 0.45/1000，属平原人工河道，济南市金牛公园以下，开始有堤防，河道逐渐展宽。黄台板桥至广饶石村为中游，河长 132.8 公里，比降为 0.14/1000。石村至河口为下游段，河长 77.5 公里，比降为 0.064/1000，水流平缓，受海潮顶托影响。

在东营市境内，小清河自博兴县北营村北侧与广饶县交界处入东营市境，由广饶县丁庄乡与寿光县交界处出境。

据 1956~1979 年同步观测系列统计，小清河流域多年平均年降水量为 640.4 毫米，流域多年平均年径流深为 121 毫米，折合年径流量为 12.7 亿立方米。径流的年际变化，根据石村水文站（控制流域面积 6706 平方公里）实测资料，最大年径流量发生在 1964 年，为 28.6 亿立方米，最小值在 1968 年，为 1.93 亿立方米，最大量为最小量的 14.8 倍。小清河径流量主要是大气降水补给，但泉水补给较为丰富，因此小清河水情变化较为稳定，径流的年内分配较为均匀。

小清河主要支流均发源于鲁中南山地，比降大，集流迅速。而干流经行低洼地区，比降小，水流平缓。如遇全流域性的大暴雨，每因宣泄不及而溃决成灾。建国后，洪水灾最严重是 1964 年，此年汛期，雨日连绵，暴雨接踵，各支流洪峰流量总和达 3000 立米/秒以上，酿成巨大灾害。

小清河水土流失在各支流的上游山地区较为严重，多年平均悬移质含沙量在 1.5~2.0 公斤/立方米之间，下游平原区含沙量较小，一般不超过 1 公斤/立方米。据广饶石村水文站 1956~1969、1972~1979 年实测资料，多年平均悬移质年输沙量为 34.7 万吨。

2) 支脉河

支脉河原名支脉沟，1965 年扩大治理后改名为支脉河。该河位于黄河与小清河之间。治理后的支脉河，发源于淄博市高青县西部黄河南大堤下，水流呈扇状辐聚于吉池沟，曲折东流，在高青县前池村附近始有堤防约束，因此亦称支脉河源于前池村。支脉河东高青县、博兴县、广饶县 3 县注入渤海。全长 134.55 公里，流域面积在防潮闸以上为 2423 平方公里，与广利河汇流后至海口为 3356 平方公里。

干流西起自源流吉池沟东流，至高城西南靠小清河分洪道北堤行，东经博兴县城南，后折转东北，在博兴县王文村东，北新支河西来由左岸注入。在东营区西范村南转向东，又经广北农场，在防潮闸以东与广利河汇流入海。

支脉河主要支流还有干二排、杜姚沟、东干排、胜利河、三号沟、工农河、打渔张河、群众沟、武家大沟、新广蒲沟、广北新河等。除广北新河外，其余支流均分布于干流左岸，形成“半羽毛”状。

2.3.3 地形地貌

输送管道属冲积平原地貌，地形较开阔，总体地势起伏不大。

表 2.3-2 沿线地形地貌统计表（单位：km）

行政区划	水网	平原	丘陵	山区	合计
高青县	0	34.5	0	0	34.5
合计（km）	0	34.5	0	0	34.5

2.3.4 地表植被

输送管道沿线途径区域地表植被主要以旱地（主要为小麦）为主，沿线地表植被具体统计见下表。

截至 2023 年 6 月，高青县辖 2 街道、7 镇。截至 2023 年末，高青县常住人口 30.83 万人，常住人口城镇化率为 44.86%。

1948 年 4 月，高苑、青城两县合并为高青县。1956 年 3 月，高青县与齐东县合并，改称齐东县。1958 年 11 月，将齐东县析入博兴、邹平县。1961 年 10 月，复置高青县。1990 年，高青县划归淄博市。高青县是山东省财政直管县、“中国温泉之城”、“中国白酒名城”、“中国黑牛城”、“中国最具幸福感城市”。山东省四星级新型智慧城市建设预试点城市。

2023 年，高青县实现生产总值（GDP）225.5 亿元，按不变价格计算，同比增长 6.1%。分产业看，第一产业实现增加值 45.4 亿元，同比增长 4.5%；第二产业实现增加值 89.2 亿元，同比增长 7.2%；第三产业实现增加值 90.9 亿元，同比增长 5.8%。三次产业比例由上年的 20.3：39.7：40.0 调整为 20.2：39.5：40.3。

2.5 工程概况

2.5.1 建设项目工程概况

齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程输送支线起自高青末站，止于高 89-樊 142 区块 15 座已建注气站。根据已建注气站位置分布，新建两条支线（东支线和西支线），采用“枝上枝状”管网串接方式输至各注气站。其中，西支线连接 1#~7#、15#注气站，东支线连接 8~14#注气站。

管道全线位于淄博市高青县唐坊镇境内，途经区域地形均为平原。本次新建管道与高 89-樊 142 区块已建二氧化碳管道、油气管道、供水管道等并行敷设。

管道路由总长度 33.8km，管线总长度 34.5km，管径为 D88.9~168.3mm，设计压力 12.0MPa，材质为 L360Q 无缝钢管，采用加强级常温型聚乙烯三层 PE 外防腐层，采用牺牲阳极进行阴极保护，同沟敷设 1 条通信光缆(兼备数据传输和光纤感温功能，与管道并行间距 100mm)。

2.5.2 线路工程

2.5.2.1 线路走向

输送支线起自高青末站，止于高 89-樊 142 区块 15 座已建注气站。根据已建注气站位置分布，新建两条支线（东支线和西支线），采用“枝上枝状”管网串接方式输至各注气站。西支线负责 1#~7#、15#注气站，东支线负责 8~14#注气站。管道总体布局及路由走向见下图所示。



图 2.5-1 总体布局及路由走向示意图

输送支线管道沿线均位于淄博市高青县唐坊镇境内，管道路由走向情况为：东支线起于高青末站，自高青末站向东敷设，依次串接 8#、11#、10#、9#、12#、13#和 14#注气站，沿线主要经过杜家村、杨李村、中杨村、方家村、唐坊镇、南刘村、南杨村、步家村、韩家村、东秘村、西曹村、宫家村等村庄；中型河流穿越 3 处；高速公路穿越 1 处；省道穿越 2 处；未穿越山岭隧道；沿线 100m 内无采矿区；未与铁路并行交叉。

西支线起于高青末站，自高青末站向西敷设，依次串接 7#、15#、5#、6#、4#、2#、3#和 1#注气站，沿线主要经过杜家村、玉皇堂村、西张庄村、卢家村、孙集村、郭家村、蔡家庄村、武西村、元河村、毛家村、西高村、东洼村、西洼村等村庄；省道穿越 2 处；未穿越山岭隧道；沿线 100m 内无采矿区；未与铁路并行交叉。

管道路由全长约 33.8km，管线全长约 34.5km。

（2）典型河流大、中型穿越介绍

选取三号沟、赵班路联合穿越作为本工程典型水域穿越情况进行介绍。

1) 穿越位置

穿越场地位于淄博市高青县唐坊镇南侧，交通条件一般。

2) 地质条件

根据岩土工程勘察报告，穿越区地层主要为第四系冲积层（Q4a1）粉质黏土、粉土。

3) 河床及岸坡稳定性评价

① 场地稳定性评价

根据岩土工程勘察报告，区域内构造活动不发育，区域稳定性较好，没有全新世活动断裂，为轻微液化场地，为对建筑抗震不利地段，综合判定为稳定性差、适宜性差建设场地。但地层分布整体较稳定，可进行定向钻穿越。

② 两侧岸坡稳定性评价

穿越处水渠两侧岸坡为自然岸坡，岸坡与河床高差小，岸坡岩性主要为粉质黏土。调查未发现崩塌、滑坡现象，现状稳定性较好。

③ 河床稳定性评价

穿越段河道宽度较小，河床的坡降小，河床的稳定性总体较好。

④ 水文条件

根据岩土工程勘察报告，三号沟河流走向近东西向。地下水为第四系孔隙水，定向钻穿越处地下水补给主要靠降雨及渠水补给，排泄主要靠蒸发及向沟渠渗流。

三号沟、赵班路联合穿越采用定向钻穿越方式，管道为 D168.3x9.0L360Q 无缝钢管加强级三层 PE 防腐，光缆套管同孔穿越，套管规格为 D140x6.5mm；管道敷设水平距离为 500m。穿越段出土点在南侧，入土点在北侧，两侧均为耕地。为保证河床下管道埋深，本次穿越出土角为 8°，入土角为 10°。穿越管段的曲率半径为 1500D（D 为穿越管段外径：168.3mm）。下图为三号沟、赵班路联合穿越及周边情况图。

2.5.2.5 高后果区

根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018/XG1-2022）中高后果区管段识别准则，高后果区管段识别分级应符合下表的规定：

表 2.5-5 管段识别分级表

分级	识别项
I 级	管道两侧各 50m 内有高速公路、国道、省道、铁路等
I 级	管道两侧各 200m 内有水源、河流、大中型水库
I 级	管道两侧各 200m 内有湿地、森林、河口等国家自然保护区
II 级	三级地区
II 级	管道两侧各 200m 内有聚居户数 50 户或以上的村庄、乡镇等
II 级	管道两侧各 200m 内有医院、学校、幼儿园、养老院、监狱、商场、贸易市场、广场、寺庙等
III 级	四级地区

注：I 级代表最小的严重程度，III 级代表最大的严重程度。

当地形起伏较大时，可依据地形地貌判断泄漏二氧化碳可能的流动方向，对上表中 I 级和 II 级的距离进行调整。高后果区边界应设定为距离最近一栋建筑物外边缘 200m。高后果区区段相互重叠或相隔不超过 50m 时，应作为一个高后果区段。高后果区应采取提高管道壁厚、增大管道埋深、增设警示标识等措施。

通过识别，本工程输送支线高后果区 9 处，共计 15.5km。高后果区统计表见下表。

表 2.5-6 人员密集场所高后果区统计表

序号	起止位置	长度 (km)	识别描述	高后果区分级	房屋最近距离 (m)
1.	高青县唐坊镇杜家村	2.2	管道两侧 200m 范围内聚居户数 50 户以上；管道穿越滨莱高速。	II 级	70
2.	高青县唐坊镇西张庄村	0.8	管道穿越省道 S316、潍高路	I 级	135
3.	高青县唐坊镇孙集村	0.6	管道穿越杜姚沟	I 级	--
4.	高青县唐坊镇西高村、元河村、毛家村、武西村、东洼村、西洼村	5.8	周边村落、构建筑物较密集，划分为三级地区；管道穿越省道 S316、引黄干渠	II 级	40
5.	高青县唐坊镇方家村	1.5	管道两侧 200m 范围内聚居户数 50 户以上，管道穿越省道 S316	II 级	30
6.	高青县唐坊镇南侧	1.2	管道穿越三号沟	I 级	--

3) 管道沿线岩土对钢质管道的腐蚀性等级为强~中等腐蚀性，管道的防腐等级按强腐蚀性考虑。

沿线地下水一般埋深大于 3m，仅高青县局部地下水埋深较浅。根据地区经验，管道沿线可不考虑地基土地震液化问题。

2.5.2.7 地震

根据《齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程场地地震安全性评价报告》（胜利油田检测评价研究有限公司，2022 年 5 月）和《中国地震动参数区划图》GB18306，本工程支线管道沿线地震动峰值加速度及地震基本烈度见下表。

表 2.5-7 沿线地震动峰值加速度及地震基本烈度一览表

地段		地震动峰值加速度	地震基本烈度	分组	特征周期
地级市	县(市、区)				
淄博市	高青县	0.10g	VII	第二组	0.55s

2.5.2.8 管道标志桩（测试桩）及警示牌

(1) 标志桩

里程桩：管线每公里设一个，一般与阴极保护桩合用。

转角桩：管道水平改变方向的位置，设置有转角桩。转角桩上标明管道里程，转角角度等。

穿跨越桩：管道穿越大中型河流、III级以上公路、重要灌渠的两侧，均设置穿越标志桩，穿越标志桩上应标明管道名称、穿越类型、公路或河流的名称，线路里程，穿越长度，有套管的应注明套管的长度、规格和材质。

(2) 警示牌

警示牌设置位置：①管道经过人口密集区，在进出两端各设警示牌一块；②管道穿越大中型河流处，在两岸大堤内外各设置一个警示牌；警示牌上设置有：管道设施法律保护破坏管道依法严惩，管理单位名称及联系电话等。

(3) 警示带

为尽可能避免管道受第三方破坏，管道全线设置警示带，敷设在管道管顶正上方 500mm 处，起到标志警示作用。管道警示带宽 1200mm，总长度 36050m。

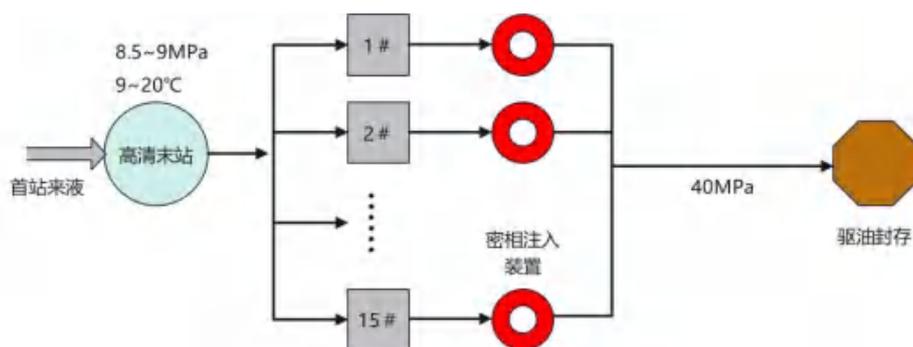


图 2.5-7 齐鲁石化-胜利油田 CO₂ 管道资源流向图

2.5.3.2 输送介质

本项目输送介质为齐鲁石化二化厂液化提纯后的液态 CO₂，组分及物性见下表。

表 2.5-8 二氧化碳组分表

序号	原料气组分		液化提纯后外输
	组分	含量 (mol%)	含量(mol%)
1	H ₂	0.5%	0.012%
2	N ₂	7.3796%	0.6289%
3	CO	0.403%	0.0363%
4	CO ₂	91.62%	99.2931%
5	CH ₄	0.002%	0.0003%
6	Ar	0.07%	0.0095%
7	H ₂ S	0.0004%	0.0004%
8	COS	0	0
9	甲醇	0.015%	0.0191%
10	水	0.01%	0.0001%
11	温度	8°C	-29°C

2.5.4 站场工程

2.5.4.1 区域布置

由于 15 座注气站内已建的储罐撬和注入泵撬不适用于管道输送工况，因此将 15 座注气站内的储罐撬和注入泵撬拆除，更换为密相注入装置，调压计量撬、注入交替阀组以及注水设施等设备保持不变。密相注入装置在原液相注入泵原位置安装，站内自控、通信、电力均利用原站内设施。

2.5.4.2 站场工艺

本次改造拆除站内已建 CO₂ 储罐及高压加注泵，由高青末站管输来的 CO₂ 通过新建撬装密相注入装置增压，连接至已建调压计量撬进口后，输往各注汽井。

2.5.4.3 主要设备

站内主要设备有撬装密相注入装置、放空立管。

各站主要设备设施及参数见下表。

表 2.5-9 主要设备设施

站名	名称	技术参数	数量	备注
1#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN150 H= 10m	1 座	
2#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
3#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
4#注气站	撬装密相注入装置	8t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
5#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	4 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
6#注气站	撬装密相注入装置	4t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
7#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
8#注气站	撬装密相注入装置	4t/h	1 座	
	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
9#注气站	撬装密相注入装置	4t/h	1 座	
	放空立管	DN150 H= 10m	1 座	
10#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	2 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
11#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN150 H= 10m	1 座	
12#注气站	撬装密相注入装置	4t/h	1 座	
	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
13#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	1 座	
	撬装密相注入装置	8t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	
14#注气站	撬装密相注入装置	6t/h	2 座	
	撬装密相注入装置	8t/h	1 座	
	放空立管	DN150 H= 10m	1 座	
15#注气站	撬装密相注入装置	2t/h	1 座	
	放空立管	DN100 H= 10m	1 座	

2.5.5 公用工程

2.5.5.1 自控系统

（1）自动控制系统

注入部分 15 座注气站已建 PLC 系统，并已传入 SCADA 系统，本次在原系统基础上扩容改造，将各站新增的测控内容分别上传至本站的 PLC 系统，实现新增测控内容的数据采集、远程监控。

为保证设备安全和系统的可靠，在 PLC 系统和 RTU 系统的所有 I/O 点、数据通信接口、供电接口等有可能将感应雷电所引起的高压引入系统的部位，均安装电涌保护器，避免雷电流的高压窜入造成设备损坏。

本工程自动控制系统采用 SCADA 系统。SCADA 系统已建，位于滨博管理处前线指挥中心。前线指挥中心是油气生产信息化的终端功能应用平台，主要负责所辖区域内 72 座注气井、15 座注气站生产过程的实时监控，异常预警与报警的分析、处理，各个重点生产部位的视频图像监控和生产运行管理。

（2）站场控制系统

输送管道将二氧化碳输送至各注气站后，利用密相注入装置进行注入。

本工程共有 15 座已建 CO₂ 注气站，各注气站已建 PLC 系统，且均上传至前沿指挥中心 SCADA 系统，实现测控内容的数据采集、远程监控。

测控参数如下：进站压力检测，超限报警联锁关进站阀；进站 CO₂ 泄漏检测及报警。

撬装密相注入装置，自带 PLC 控制柜，采集撬内参数，上传至已建站控系统。注入装置在加注泵撬原位置更换，原通信传输设备利旧。

（3）二氧化碳气体检测和报警设施的设置

本工程各注气站密相注入装置内配套 CO₂ 气体探测器，信号上传至注气站已建站控系统。

（4）泄漏检测系统

本工程采用与管道伴行埋地敷设的通信光缆作为传感介质，在高青末站设置 2 套光纤感声主机（2#、3#）和 1 套双通道光纤感温主机，其中光纤感温主机的通道 2#和 3#感声主机负责高青末站到输送支线之间管道的泄漏检测。泄漏检测工作站放置于滨博前线指挥中心，实现管道全程的泄漏检测监视与报警，并实现泄漏点的定位。

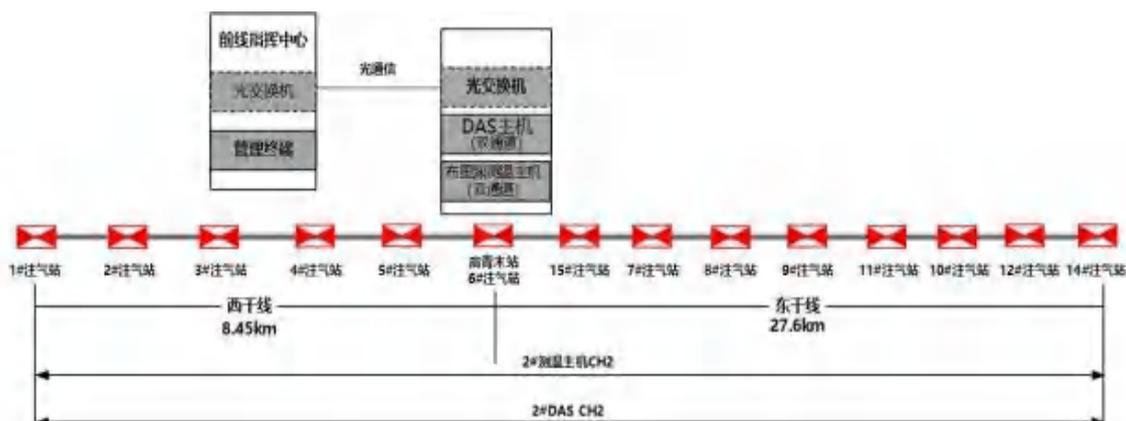


图 2.5-9 输送支线泄漏检测系统设置

（5）其它安全措施

1）防雷保护

在 PLC 系统和 RTU 系统的所有 I/O 点、数据通信接口、供电接口等有可能将感应雷电所引起的高压引入系统的部位，均安装电涌保护器。

2）接地

控制系统采用联合接地，工作接地汇流铜排与保护接地汇流铜排都连接到等电位连接板上，接地联结电阻不大于 1，接地电阻不大于 4。

工作接地：所有屏蔽电缆的屏蔽接地均在系统侧单端接地，系统机柜内设置独立的工作接地汇流铜排。

保护接地：现场以及房间内的盘、箱、柜等设备做保护接地，盘、箱、柜内设置独立的保护接地汇流铜排。

防雷接地：控制室内仪表信号浪涌保护器的防雷接地与保护接地合用接地汇流排。

3）水击保护措施

对于管道运行中出现的计划外停泵、关阀及设备故障等可能产生水击增压的事故工况主要采取了压力高高连锁停泵、水击超前保护等保护措施；站内主要压力设备还设置了安全阀，保护管道及站场不超压。

本工程采用以下措施进行水击保护：在 SCADA 系统中设置逻辑控制，水击保护程序的目标是全线无超压点，沿线不发生相变。

2.5.5.2 通信

本工程利用管道光缆构建专用的光纤工业以太网，用于各注气站与前线指挥中心之间的数据传输通道，通信设备采用 UPS 交流 220V 电源供电。

室外通信设备与站场接地网连接，接地电阻不大于 4Ω 。为防止直击雷和感应雷对通信设备造成的危害，通信线缆由室外进入室内时，在线缆两端加装了浪涌保护器。

本工程光缆主要采用硅芯管保护与输气管道同沟气吹敷设的方式。

2.5.5.3 供配电

(1) 供电系统及设备

15 座注气站新增撬装密相注入装置的电源依托已建注气站内的箱式变电站，不存在外电接入的问题。

(2) 站场负荷

1) 用电负荷

表 2.5-10 各站场主要负荷表（单位：kW）

序号	站场名称	重要负荷	一级负荷	二级负荷	三级负荷	总负荷
		KW	KW	KW	KW	KW
1.	1#注气站	--	--	--	152.1	--
2.	2#注气站	--	--	--	152.1	--
3.	3#注气站	--	--	--	152.1	--
4.	4#注气站	--	--	--	207.9	--
5.	5#注气站	--	--	--	523.6	--
6.	6#注气站	--	--	--	245.8	--
7.	7#注气站	--	--	--	152.1	--
8.	8#注气站	--	--	--	245.8	--
9.	9#注气站	--	--	--	116.5	--
10.	10#注气站	--	--	--	272.3	--
11.	11#注气站	--	--	--	152.1	--
12.	12#注气站	--	--	--	217.5	--
13.	13#注气站	--	--	--	351.3	--
14.	14#注气站	--	--	--	648	--
15.	15#注气站	--	--	--	97.1	--
	合计	--	--	--	3686.3	--

2) 负荷等级

根据《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009），对本工程负荷分级如下：

注气站新增设备的用电负荷等级为三级负荷。

(3) 站场应急或备用电源

本项目支线无新建站场，各注气站内应急或备用电源依托站内原有电源。

(4) 消防、通信、仪表、建构筑物应急照明等重要负荷的安全供电

本项目支线所涉及的注气站内的消防、通信、仪表等安全供电依托站内原有电源。

（5）站场内主要设备选型

在高青末站后分设的 15 座注气站，CO₂ 运输方式由罐装车输送改为管道输送。拆除注气站内已建储罐及加注泵（连同橇内电磁加热器一并拆除），新增密相注入装置。根据负荷计算，注气站内已建变压器容量和站外线路容量均满足要求，新增密相注入装置的电源引自站内已建箱式变电站内的备用回路。

（6）电气设备的防爆、防火措施

电力电缆防火选型：低压电力/控制电缆均选用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力/控制电缆。

2.5.5.4 防腐

（1）线路部分防腐涂层

1) 直管、冷弯弯管外防腐

本工程输气管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层。

2) 热煨弯管

双层熔结环氧粉末外防腐层，其中内层厚度 $\geq 300\mu\text{m}$ ，外层厚度 $\geq 500\mu\text{m}$ ，总厚度 $\geq 800\mu\text{m}$ 。热煨弯管两端预留(无涂层)的长度为 $130\pm 10\text{mm}$ 。

外面缠绕聚丙烯胶带，胶带厚度 $\geq 1.1\text{mm}$ ，宽度 150mm，搭接宽度 $\geq 55\%$ 带宽。缠绕完成后，聚丙烯胶带边缘距管端距离 $130\pm 10\text{mm}$ 。

（2）注气站部分防腐涂层

1) 站内埋地工艺管线（含钢套管等钢结构）外表面（非保温）耐低温环氧涂料，2 道， $\geq 200\mu\text{m}$ 。

2) 站内地上工艺管线、设备以及钢结构外表面（非保温）底漆：耐低温环氧涂料，2 道， $200\mu\text{m}$ 。面漆：丙烯酸聚氨脂面漆 2 道， $80\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 干膜总厚度： $\geq 280\mu\text{m}$ 。

3) 站内工艺管线、设备以及钢结构外表面（保温）耐低温环氧涂料，2 道， $\geq 200\mu\text{m}$ 。

4) 埋地阀门等异形件

对埋地阀门及其相连的管线、执行机构的埋地部分以及埋地的绝缘接头采用粘弹体胶带防腐密封系统进行保护，缠绕粘弹体胶带防腐密封系统前对以上钢结构原防腐层进行检测，并对涂层破损处进行修补后，再采用粘弹体胶带防腐密封系统进行保护，粘弹体防腐密封系统与管道直管原有防腐层搭接不小于 100mm。

5) 管线地上、地下交界处

站内工艺管线由地下转为地上处，出入地面±250mm 范围内管道防腐层外采用铝箔胶带进行耐候防护。

2.5.5.5 阴极保护

(1) 线路部分管道阴极保护

本工程新建集输管道采用枝状分布，且周边单井注气管线密集，结合管道沿线地理条件的实际情况，集输干线管道阴极保护采用牺牲阳极法。牺牲阳极系统主要包括牺牲阳极、阳极测试桩及电缆等。牺牲阳极选用镁合金牺牲阳极（14kg/支），每组 2 支。牺牲阳极通过测试桩与管道连接。牺牲阳极测试桩沿管线布置，每 500m 设置一支，同时为检测阴极保护效果，在阳极测试桩之间设电位测试桩。

电缆与管道采用铝热焊方式进行连接，对电缆与管道的焊接点，采用粘弹体胶带对管道受到破坏的外防腐层进行修补，粘弹体胶带外采用热收缩带进行防护。

(2) 站场部分阴极保护

本项目支线不涉及注气站阴极保护。

(3) 电绝缘和电连续性

为了防止阴极保护电流流失，在管线进出站场处均安装绝缘接头，为了防止高压电涌及强电对绝缘接头的损坏，绝缘接头均采用火花间隙保护器进行保护，保护器安装在绝缘接头测试箱内，接线通过测试箱与管线连接。

为便于日常检测和管理，在绝缘接头处埋设长效参比电极，以及时发现阴极保护系统的问题，确保管线得到有效保护。

2.6 安全管理

涉及企业安全管理情况，保密。

3 主要危险、有害因素分析

3.1 物质的危险性分析

3.1.1 主要危险有害物质

根据《危险化学品目录（2015年版）》（原国家安全生产监督管理局等十部门公告 2015 年第 5 号，应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号）与《国家安全生产监督管理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，应急厅函[2022]300 号修改），液化的或压缩的二氧化碳属于危险化学品，不属于剧毒化学品。

根据齐鲁石化外输气源介质组成，其他物质包括： H_2 、 CH_4 、 H_2S 等有毒有害、易燃易爆气体含量极低，不作为危险有害物质。

依据原料气检验报告，该工程输送二氧化碳的组分及物性与《工业液体二氧化碳》GB/T6052、《二氧化碳输送管道工程设计标准》SH/T3202 的要求对比见下表。

表 3.1-1 二氧化碳物性与相关标准对照表

参数 标准	$CO_2\%$	$CO\%$	H_2S mg/m^3	磷化氢	气味	游离水	水露点 $^{\circ}C$
原料气	99.2931	0.0363	0.0004	无	无异味	0.0001%	出口干燥气 水露点 $-40^{\circ}C$
GB/T6052	≥ 99	/	/	/	无异味	无	/
SH/T3202	/	/	10ppm	/	/	200ppm	低于环境温度 $5^{\circ}C$
是否满足	是	是	是	是	是	是	是

由此可知，该工程输送的二氧化碳气质满足《工业液体二氧化碳》（GB/T 6052-2011）、《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T 3202-2018/XG1-2022）的要求。

3.1.2 危险有害物质特性

3.1.2.1 危险特性

CO_2 具有窒息性、腐蚀性、强节流效应、溶解性。主要表现在：

1) 窒息性

毒性是一个定量表达，它将危险物质的浓度、暴露时间与生物在此环境下产生的不良反应建立联系。 CO_2 的毒性是通过窒息性来体现的。

研究表明，暴露在 3%浓度的二氧化碳中几个小时后，人类的呼吸系统就会产生不适，会造成头晕或呼吸不畅；暴露在 7%浓度的二氧化碳中几分钟，就会造成意识丧失；而暴露在 15%浓度的 CO₂ 中会立刻威胁到生命。CO₂ 对人体造成危害的方式主要是通过排挤空气中的氧气，降低氧气浓度；同时提高血液中 CO₂ 的浓度，造成呼吸系统、神经系统方面的损伤。但在生产中是否存在慢性中毒国内外均未见病例报道。

2) 腐蚀性

工程项目中，二氧化碳腐蚀是最常见腐蚀之一，其主要表现为在有游离水的环境下会溶于水（呈弱酸性），对金属管材形成全面或局部的电化学腐蚀（也称失重腐蚀），因其普遍存在于工程中，相应的防范措施也比较成熟，常见的防范措施有：脱水，在没有游离水的环境里，二氧化碳不会对金属材料构成腐蚀；添加缓蚀剂或在管道内部做内防腐涂层等。本工程输送介质中 H₂O 含量很低，只要输送过程中采取相应措施避免出现凝结水，严格控制进入管道组分，避免管道内部积存游离水就可有效避免二氧化碳的腐蚀。

3) 强节流效应（J-T 效应）

CO₂ 经节流降压后，由于焦耳-汤姆逊效应，在从高压管道泄漏到大气的过程中流体的温度会急速下降至 -80℃，形成大量干冰进而在近场就形成了高速低温多相流；低温喷射还会引起环境中水蒸气凝结甚至结冰，接触到人出现冻伤危害。若调压装置后的工艺管道未采用低温工况的材质，则管道可能发生脆性断裂；还可能导致调压装置后埋地管道周围土壤发生冻胀，严重时造成管道弯曲变形甚至破坏。

4) 溶解性

液态 CO₂ 是一种高效溶剂，可溶解非极性、非离子型和低分子量化合物，可能导致阀门、设备等的非金属密封材料失效，潜在影响阀门、泵等关键处的润滑脂性能，同时潜在对内检测设备密封性产生不利影响。其溶解性能随压力、温度升高而增强。当压力降低时，由于 CO₂ 溶解度降低时，导致任何溶解在高压 CO₂ 管道存液中的物质都可能沉淀析出。因此，需要有针对性措施应对。

3.1.2.2 MSDS

表 3.1-2 CO₂ 的危险、有害特性

第一部分：化学品名称		
化学品中文名称	化学品俗名	化学品英文名称
二氧化碳 [压缩的或液化的]	碳酸酐	carbon dioxide, compressed or liquid carbonic anhydride
分子式	EC No.	CASNo.
CO ₂	204-696-9	124-38-9
第二部分：危险性概述		
紧急情况概述	气体。高压，遇热有爆炸危险。气体可能会引起头晕或窒息。	
GHS 危险性类别	根据 GB 30000-2013《化学品分类和标签规范（系列标准）》（参阅第十六部分），该产品分类如下：高压气体，压缩气体；特定目标器官毒性-单次接触；麻醉效应，类别 3。	
标签要素	<p>象形图</p>  <p>警示词：警告 危险信息：内装高压气体；遇热可能爆炸，可能造成昏睡或眩晕。 防范说明 预防措施：避免吸入粉尘/烟/气体/烟雾/蒸气/喷雾。受污染的工作服不得带出工作场地。 事故响应：求医/就诊。如误吸入：将受人转移到空气新鲜处，保持呼吸舒适的体位。 安全储存：存放在通风良好的地方。保持容器密闭。防日晒。存放于通风良好处。</p>	
危害描述	<p>物理化学危险：高压压缩气体，遇热有爆炸危险。 健康危害：吸入本品可能引起瞌睡和头昏眼花，可能伴随嗜睡、警惕性下降、反射作用消失、失去协调性并感到眩晕。吸入该物质可能会引起对健康有害的影响或呼吸道不适。由于本品的物理状态，一般没有危害。在商业/工业场合中，认为本品不太可能进入体内。通过割伤、擦伤或病变处进入血液，可能产生全身损伤的有害作用。眼睛直接接触本品可导致暂时不适。</p>	
第三部分：成分/组成信息		
危险组分	浓度或浓度范围	CASNo.
二氧化碳	≥99.0%	124-38-9
第四部分：急救措施		

<p>急救措施描述</p>	<p>一般性建议：急救措施通常是需要的，请将本 SDS 出示给到达现场的医生。</p> <p>皮肤接触：立即脱去污染的衣物。用大量肥皂水和清水冲洗皮肤。如有不适，就医。</p> <p>眼睛接触：用大量水彻底冲洗至少 15 分钟。如有不适，就医。</p> <p>吸入：立即将患者移到新鲜空气处，保持呼吸畅通。如果呼吸困难，给予吸氧。如患者吸入或吸入本物质，不得进行口对口人工呼吸。如果呼吸停止。立即进行心肺复苏术。立即就医。</p> <p>食入：禁止催吐，切勿给失去知觉者从嘴里喂食任何东西。立即呼叫医生或中毒控制中心。</p> <p>对保护施救者的忠告：清除所有火源，增强通风。避免接触皮肤和眼睛。避免吸入蒸气。使用防护装备，包括呼吸面具。</p> <p>对医生的特别提示：根据出现的症状进行针对性处理。注意症状可能会出现延迟。</p>			
<p>第五部分：消防措施</p>				
<p>危险特性</p>	<p>高浓度气体可导致没有预兆的窒息。与气体接触可能造成烧伤，严重伤害和/或冻伤。加热时，容器可能爆炸。暴露于火中的容器可能会通过压力安全阀泄漏出内容物。受热或接触火焰可能会产生膨胀或爆炸性分解。</p>			
<p>灭火方法与灭火剂</p>	<p>合适的灭火介质：干粉或二氧化碳。</p> <p>不合适的灭火介质：避免用太强烈的水汽灭火，因为它可能会使火苗蔓延分</p>			
<p>灭火注意事项及措施</p>	<p>灭火时，应佩戴呼吸面具（符合 MSHA/NIOSH 要求的或相当的）并穿上全身防护服。在安全距离处、有充足防护的情况下灭火。防止消防水污染地表和地下水系统。</p>			
<p>第六部分：泄漏应急处理</p>				
<p>作业人员防护措施、防护装备和应急处置程序</p>	<p>保证充分的通风。清除所有点火源。迅速将人员撤离到安全区域，远离泄漏区域并处于上风方向。使用个人防护装备。避免吸入蒸气、烟雾、气体或风尘。</p>			
<p>环境保护措施</p>	<p>在确保安全的情况下，采取措施防止进一步的泄漏或溢出。避免排放到周围环境中。</p>			
<p>泄漏化学品的收容、清除方法及处置材料</p>	<p>少量泄漏时，可采用干砂或惰性吸附材料吸收泄漏物，大量泄漏时需筑堤控制。附着物或收集物应存放在合适的密闭容器中，并根据当地相关法律法规废弃处置。清除所有点火源，并采用防火花工具和防爆设备。</p>			
<p>第七部分：操作处置与储存</p>				
<p>操作注意事项</p>	<p>在通风良好处进行操作。穿戴合适的个人防护用具。避免接触皮肤和进入眼睛。远离热源、火花、明火和热表面。采取措施防止静电积累。</p>			
<p>储存注意事项</p>	<p>保持容器密闭。储存在干燥、阴凉和通风处。远离热源、火花、明火和热表面。存储于远离不相容材料和食品容器的地方。</p>			
<p>第八部分：接触控制/个体防护</p>				
<p>控制参数</p>	<p>组分</p>	<p>标准来源</p>	<p>类型</p>	<p>标准值</p>
	<p>二氧化碳</p>	<p>GBZ 2.1-2019</p>	<p>PC-TWA</p>	<p>9000mg/m³</p>
<p>PC-STEL</p>	<p>18000mg/m³</p>			
<p>生物限值</p>	<p>无资料。</p>			
<p>监测方法</p>	<p>EN 14042 工作场所空气用于评估暴露于化学或生物试剂的程序指南。</p>			

工程控制	保持充分的通风，特别在封闭区内。确保在工作场所附近有洗眼和淋浴设施。使用防爆电器、通风、照明等设备。设置应急撤离通道和必要的泄险区。				
呼吸系统防护	如果蒸气浓度超过职业接触限值或发生刺激等症状时，请使用全面罩式多功能防毒面具（US）或 AXBEK 型（EN 14387）防毒面具筒。				
眼睛防护	佩戴化学护目镜（符合欧盟 EN 166 或美国 NIOSH 标准）。				
皮肤和身体防护	穿阻燃防静电防护服和防静电的防护靴。				
手防护	戴化学防护手套（例如丁基橡胶手套）。建议选择经过欧盟 EN 374、美国 USF739 或 AS/NZS 2161.1 标准测试的防护手套。				
其他防护	工作现场禁止吸烟、进食和饮水。工作完毕，淋浴更衣。保持良好的卫生习惯。				
第九部分：理化特性					
外观与性状	无色无臭气体。				
pH 值（指明浓度）	不适用	气味		无资料	
沸点、初沸点和沸程（°C）	-56.6	熔点/凝固点（°C）		-78.5	
相对蒸气密度（空气=1）	不适用	气味临界值		无资料	
饱和蒸气压	不适用	相对密度（水=1）		不适用	
蒸发速率	不适用	黏度（mm ² /s）		不适用	
闪点（°C）	不适用	辛醇/水分配系数		不适用	
分解温度	无资料	引燃温度（°C）		无资料	
爆炸上限%	无资料	爆炸下%（V/V）		无资料	
溶解性	与水混溶	易燃性		无资料	
第十部分：稳定性和反应活性					
稳定性	在正确的使用和存储条件下是稳定的。				
不相容的物质	活泼金属、醇、醛、二硫化碳、碳、硫、磷、硼、还原剂、金属乙炔化物和金属碳化物。				
应避免的条件	不相容物质，热、火焰和火花。				
危险反应	与活泼金属反应具有爆炸性或引起着火。				
分解产物	在正常的储存和使用条件下，不会产生危险的分解产物。				
第十一部分：毒理学信息					
急性毒性	无资料				
致癌性	ID	CAS NO.	组分名称	IARC	NTP
	1	124-38-9	二氧化碳	未列入	未列入
皮肤刺激性或腐蚀性	无资料		生殖细胞突变性	无资料	
眼睛刺激或腐蚀	无资料		生殖毒性	资料	
皮肤致敏	无资料		特异性靶器官系统毒性-一次接触可能	可能造成昏睡或眩晕	
呼吸致敏	无资料		特异性靶器官系统毒性-反复接触	无资料	
吸入危害	无资料				
第十二部分：生态学信息					
急性水生毒性	无资料		慢性水生毒性	无资料	
持久性和降解性	无资料		潜在的生物累积性	无资料	
土壤中的迁移性	无资料		其他有害作用	无资料	
第十三部：废弃处置					

废弃处置方法	产品：如需求医，随身携带产品容器或标签。 不洁的包装：包装物清空后仍可能存在残留物危害，应远离热和火源，如有可能返还给供应商循环使用。		
废弃注意事项	无资料		
第十四部分：运输信息			
UN 编号	1013	联合国危险性分类	2.2
包装标志	2, 非毒性无毒气体	包装类别	不适用
包装标签		海洋污染物（是/否）	否
包装方法	采用钢质气瓶等压力容器包装。按照生产商推荐的方法进行包装。		
运输注意事项	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、卤素等混运。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。钢瓶一般平放，并应将瓶口朝同一方向，不可交叉。采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。运输前应先检查包装容器是否完整、密封。运输工具上应根据相关运输要求张贴危险标志、公告。		

3.2 生产过程危险、有害因素分析

该支线工程管道以埋地敷设方式进行输送，具有隐蔽性和安全性的特点。但管道可能因管材及敷设缺陷、腐蚀、材料缺陷和焊口缺陷等因素引起埋地管道泄漏，导致中毒窒息、冻伤等事故。

3.2.1 中毒窒息

该工程管线均埋地敷设。输送过程中存在一定的压力，正常情况下是在密闭的管线中输送。CO₂ 输送时动压和静压产生压力波动和振动，可引起管道交变应力，在管道缺陷部位应力集中处产生裂纹，逐渐扩张进而导致 CO₂ 泄漏。

泄漏的 CO₂ 导致泄漏区域空间内氧气浓度降低，可使人窒息；无气体防护用具，气体防护用具防护类型不符合要求或有缺陷、或未正确使用，可导致人员中毒窒息。

3.2.2 火灾

本工程注气站密相注入装置内的电气设备及电线，由于仪器短路、过载、接触不良、散热不良，照明器具安置或使用不当等，易发生电气火灾。

3.2.3 淹溺

本工程管线有穿、跨越河流和沟渠的管段，人员巡检过程中，因安全意识淡漠，周边不良环境影响等原因，可能造成淹溺。

3.2.4 触电

本项目涉及到的电气设备在工作过程中，如作业人员不能按照电气工作安全操作规程作业或缺乏安全用电常识，以及电气设备本身故障等原因，均可能造成触电危险事故的发生。

3.2.5 机械伤害

本项目各注气站皆由注入泵更换为密相注入装置，在日常巡检过程中若工作人员接近缺少可靠防护装置和防护措施的机械旋转部位，可能会发生辗绞、挤压等机械伤害。

3.2.6 物体打击

对站内管线等压力系统进行带压操作时，工具或部件在压力的作用下飞出，打到人体可能造成物体打击伤害；生产过程中更换压力表、安装、拆卸闸阀、安全阀等带压操作可能引发物体打击事故。在承压设备处，如果设备上的零部件固定不牢或设备超压就可能导导致部件飞出，对人员造成物体打击事故。

3.2.7 车辆伤害

本项目巡检人员采用徒步和开车巡检，在巡检过程中，车辆故障、驾驶员精神不集中、天气恶劣等原因，可能发生车辆伤害事故。

站内施工车辆超速行驶、不按规定路线行驶，可能发送车辆伤害事故。

3.2.8 冻伤

在管道巡检过程中，若输送管道意外破裂，导致二氧化碳泄漏，巡检人员未携带必要的防护用品，易造成低温冻伤伤害；在二氧化碳管道放空过程中，由于焦汤节流效应，释放的二氧化碳的温度和它的大气中的沸点相同，大约在-78.4℃左右，阀门或孔口也会冷却到这个温，由于操作人员的疏忽大意，未正确穿戴防护用品，容易造成人员冻伤伤害。

3.3 设备设施及站场危险、有害因素分析

3.3.1 输送管道本体

该工程管道以埋地敷设方式进行输送，具有隐蔽性和安全性的特点。但管道可能因管材及敷设缺陷、腐蚀、材料缺陷和焊口缺陷等因素引起埋地管道泄漏，导致中毒窒息、冻伤等事故。

（1）管材缺陷及焊口缺陷

1) 管材缺陷。输送管道管材质量把控不严，母材中的缺陷在带压输送过程中易引起管道破裂。管道施工温度和运行温度存在一定的温度差，造成管道沿其轴向产生热应力易产生热变形，管壁存在缺陷处更易因拉伸变薄形成破裂。

2) 焊口缺陷。输送管道施工中如组对不够精细、焊接工艺欠佳，使得焊口质量难以达到理想目标，如焊缝内部应力较大，材质不够紧密、均匀等，在管道运行中，受到频繁的温度波动、振动等作用，其焊缝处稍有细微缺陷，易于引发裂纹。

(2) 焊接质量缺陷

管道焊接过程中产生质量问题的原因如下：

1) 焊接材料问题。焊接材料的质量及其选用是保证焊接质量的首要问题。施焊前未根据被焊高钢级管材的力学性能、化学成分、焊前预热、焊后热处理、使用条件及焊接方法等因素选用焊接材料；焊接材料质量把控不严，选用了不合格焊材；焊接材料存放不当，存在焊条破损、发霉、油污、锈蚀，焊丝锈蚀和折断，焊剂变质等现象。

2) 焊接工艺评定和执行问题。管道施焊前未针对高钢级管材制定详细的预焊接工艺规程，并据此规程和管道所处地区的施工条件和钢材类别、管道规格、焊接材料、焊接方法、焊接接头形式等因素进行焊接工艺评定；未根据焊接工艺评定结果编制焊接工艺规程，没有制定现场对口焊接及缺陷修补的焊接工艺规程或焊接工艺评定、焊接工艺规程执行不到位等均会造成焊接接头的强度、塑性、韧性和硬度等力学性能不合格。

3) 施工队伍素质问题。管道施工队伍没有资质，水平低、质量失控。

4) 焊接缺陷问题。没有按照焊接工艺规程施焊；预热和焊后热处理未根据焊接工艺评定结果确定参数，未根据管道材料性能、焊件厚度、焊接条件以及厚度条件确定；当焊接两种具有不同预热要求的材料时，没有以预热温度要求较高的材料为准；当焊接接头所连接的两端材质相同而厚度不同时，应力消除没有以相接两部分中的较厚者确定；焊件预热和焊后热处理受热不均匀，没有在施焊和消除应力过程中保持规定的温度；材质不同的焊件之间的焊缝，当其中一种材料要求消除应力时，没有进行应力消除；所有带裂纹的焊缝未从管道上切除，焊道出现的非裂纹性缺陷未返修合格等都会造成焊接缺陷。

5) 焊缝检验控制问题。焊缝检验时未严格按照设计文件要求进行外观质量检查，管道焊缝未进行 100%超声波检测，弯头或弯管与直管段焊缝未进行 100%射

线检测；大中型河流、二级及二级以上公路的穿越管段，穿越地下管道、电缆、光缆的管道焊口及试压后连头的碰口没有进行 100%射线检测和 100%超声波检测；采用全自动焊接时，没有对线路管道的环焊缝进行 100%全自动超声波检测和射线检测复验；没有抽取现场焊接接头做破坏性试验等均可能出现焊接质量问题。

（2）腐蚀

1）应力腐蚀开裂

支线工程二氧化碳管道设计压力为 12.0MPa，属于中高压运行管道，管道存在应力腐蚀开裂的可能。环境因素、材料因素、拉应力也可能导致管道的应力腐蚀开裂，因此沿线输气管道应注意应力腐蚀开裂带来的危害。

2）外腐蚀

该工程管道在局部与高压电力线并行交叉，可能会造成对管道的交流干扰腐蚀。由于埋地钢质管道的防腐层，在实际工作中防腐质量不能完全保障，施工过程中造成防腐层机械损伤以及地质、土壤、温度、湿度等因素可能造成防腐层破坏引发管道腐蚀破裂事故。

3）内腐蚀

二氧化碳中含有的杂质等尘粒随气体流动而磨损管道；二氧化碳及其中含酸性气体形成内腐蚀环境，导致管道内壁腐蚀等。

4）电流干扰腐蚀

本工程管道附近有已建架空输电线路，可能发生容性、阻性或者磁感应等耦合现象，在管道上感应出一个交流电压，对管道外防腐层造成破坏，情况严重也可危及操作人员的人身安全和设备的安全。

5）开裂疲劳

断裂或开裂以及管道的过量变形也是管道主要的失效形式之一。由于低温脆断、振动疲劳、拉伸疲劳、腐蚀、应力集中、负荷过量等导致的开裂或变形都会导致管线泄漏。

3.3.2 密相注入装置危险有害因素分析

注气站改造主要是密相注入装置的更换。

1）设备基础不稳固出现塌陷或不均匀沉降，机组安装不合理振动剧烈、泵抽空等引发机组故障或二氧化碳泄漏带来的危险；

2）防静电跨接不良，可能导致静电引起火灾；

3) 设备旋转部位未合理设置防护罩, 因为违规操作或疏忽大意, 易造成机械伤害; 设备零部件松动、安全附件违规安装, 易造成物体打击引起二氧化碳泄漏进而造成中毒窒息、冻伤;

4) 施工违章动火, 不穿戴符合规定的防静电劳动保护用品。

3.3.3 电气线路

电气线路主要为火灾事故, 其着火的原因主要有: 绝缘层击穿, 将绝缘层和填料燃着起火; 绝缘材料老化, 发生绝缘击穿事故而引燃整个线路。

3.4 检维修过程中危险有害因素分析

3.4.1 中毒窒息

二氧化碳输送管线检维修过程中, 若泄放不当或发生二氧化碳泄漏, 易造成维修人员及周边可能存在的散户居住人员发生中毒窒息的风险。

3.4.2 冻伤

在管线检维修过程中, 未按要求佩戴劳动防护用品或管线发生泄漏导致二氧化碳大量逸散, 会对检维修人员造成冻伤的危险。

3.4.3 起重作业

在管线等设备搬运、吊装过程中可能因违章作业、吊物前未详细检查各类限位位置限制器、控制器、升降机的安全钩或其他防断绳装置的安全性能和钢丝绳的安全状况, 或作业时吊物下有人等情况, 易发生起重伤害事故。

检维修密相注入装置时, 需要用到起重设备, 操作人员违规操作、违章指挥等原因, 可能发生起重伤害事故。

3.4.4 用火作业

设备检维修、管线抢维修过程中, 可能需要用火作业。施工安全措施不落实, 监护人不到位等, 能引发火灾、爆炸危险。此外用火作业可引起触电、电气火灾、灼烫等事故。原因主要有:

1) 火星窜入其它设备或易燃物;

2) 电、气焊工具有缺陷;

3) 监火人不熟悉现场环境和安全措施未落实到位, 不具备相关安全知识和应急技能;

4) 应急设施不足或措施不当。

3.4.5 临时用电

检维修过程中，许多作业和工具需要动力电源，容易发生触电事故。原因主要有：

1) 检维修过程中的电气设备使用不合理、缺少保护装置，操作人员违章操作等原因，极易造成触电事故。

2) 跨越安全围栏或超越安全警戒线，工作人员误碰带电设备，以及在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走可能造成触电事故。

3) 检维修现场混乱，造成电气设备安全设施不健全或损坏漏电，绝缘保护层破损或保护接地失效等，如未能及时发现并整改，可能造成触电或电气火灾事故。

4) 手持电动工具是在人的紧握之下运行的，人与工具之间的接触电阻小，一旦工具带电，将有较大的电流通过人体，造成触电事故。

5) 电线裸露、乱拉、乱扯电线、湿手触动电器开关设备、绝缘胶鞋破损透水或用湿物去接触电器设备，有引发触电事故的可能性。

6) 在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施，缺少安全标志或标志不明显，工作面不使用安全电压照明均可能引发触电事故的发生。

7) 检维修使用的机具若不慎碰触运行的电缆也能引起触电伤害。

3.4.6 动土作业

本项目管线浅埋段埋深 1.5m，管线维修时，需要挖土、打桩、埋设接地极等对地面进行开挖和填埋。易引起触电、机械伤害、车辆伤害、坍塌、窒息等事故。

1) 地下情况复杂，容易造成地下电缆和管线被挖断，引起触电事故。

2) 未执行动土作业制度和办理动土许可证，违章作业。

3) 现场支撑不牢固，容易造成坍塌。

4) 现场视线不良；推土机、挖土机等施工机械故障均容易造成车辆伤害和机械伤害。

5) 开挖等作业过程中，可能不慎挖坏相邻的油气水管线、电缆、通讯电缆等，引发事故。

6) 管线维修过程中，由于维修空间狭小，空气流通条件差，二氧化碳泄露易造成窒息的风险。

3.4.7 其他作业

1) 在检维修过程中，来往各种运输车辆可能对工作人员造成车辆伤害。

2) 在管沟内检维修时，土方松动、裂缝、渗水、地下塌方，护垫支撑不牢，易造成人员伤亡；无人指挥或指挥信号不准确，易造成物体打击伤人或设备损坏。

3) 各种检维修机械的运动部件都可以构成对人体的机械伤害，如运动中的皮带轮、飞轮、开式齿轮，钢筋切断机刀片、搅拌机等。

4) 由于检维修过程中，可能现场混乱，施工人员多而杂，容易引起多种伤害同时发生的情况。

5) 管线在野外埋地敷设，检维修人员可能发生中暑或冻伤事故。

3.5 环境因素分析

3.5.1 管道与周边环境的相互影响分析

(1) 周边环境对管线的影响

管线与周边建构筑物特殊情况下，可能发生的第三方破坏，第三方破坏又分为无意破坏和有意破坏两种。

1) 无意破坏

在进行建（构）筑物的施工建设、地下管道敷设以及进行维修、维护等作业活动时，由于不了解现场情况或未充分考虑到管线的安全时，造成对其管道的损坏。

2) 有意破坏

一些不法分子为了获得经济利益，而不惜去破坏国家财产，进行盗油、偷盗设备等违法活动时，对系统造成破坏。

本工程（抢维修作业）应对所在地及附近区域的地下设备、设施进行全面了解，以避免无意破坏的发生；同时还要做好管线的巡查工作，并对外来施工队伍、人员进行必要的安全教育，以避免有意或无意破坏事件的发生。

(2) 管线对周边环境的影响

本项目管线正常运行情况不会对周边环境造成不良影响，但是管线一旦发生泄漏会形成低温及窒息环境，会对周边的农作物造成损失，若周边有人员经过，会造成人员冻伤及窒息。

3.5.2 自然环境因素分析

该工程管道所处地区为属暖温带季风气候类型，由气象原因主要包括暴雨、洪水、雷暴、地震、地质灾害和高低温等。

1、暴雨、洪涝

该工程所处地区夏季炎热多雨，短时间内会有较大的降雨量，沿线有 3 号沟、引黄渠等河流、沟渠，受淄博市南高北低地势的影响，在遇到较大雨量降雨时有发生洪涝灾害的可能性。管道经过地区主要为平原、水网、缓丘地形，土质较疏松，尤其是水域开挖穿越管段，在暴雨和洪水的作用下可能会导致管道裸露、悬空，使管道弯曲变形，断裂，甚至冲断管线。破坏供电、通讯系统，引起电力、通讯中断，以至于管道系统无法正常工作。

2、雷暴

雷电种类繁多，防护相当复杂，雷电危害严重，防止雷击灾害必须给予足够重视。雷电的危害是多方面的，按其破坏因素大致可分为以下三种情况：

1) 电性质破坏作用

雷电产生的数十万乃数百万伏的冲击电压可能毁坏电力变压系统，断路器、绝缘子等电气设备的绝缘，烧断电线，造成大规模停电。绝缘损坏不但引起短路，导致大火或爆炸事故，还会造成高压窜入低压系统及设备漏电隐患，引起严重的触电事故。放电火花也可能引起火灾和爆炸。

2) 热性质的破坏作用

巨大的雷电流通过导体，在极短时间内转换成大量热能，损坏电子元器件，造成控制系统失效，严重导致管线超压、物理爆炸。

3) 机械性质的破坏作用

表现为被击物遭到破坏，甚至爆裂成碎片。

本工程可能遭受雷击灾害的主要因素有：防雷接地不良或接地点不符合规定；电气仪表防雷设施设计或维护不当或缺少防感应雷、引入雷装置，没有采取防雷击电磁脉冲侵入的措施。电源和信息线路未采取屏蔽接地保护或接地不良，未安装电涌保护器，造成控制系统等遭受雷击电磁脉冲的袭击，使系统损坏失灵；管线由感应雷导致的阴极保护装置损坏或站内其它设施损坏；站内建(构)筑缺少防雷设施或损坏而造成的雷击；操作人员雷雨天气暴露在空旷场所造成雷击。

3、地震

地震及活动断裂是造成管道(站场)重大事故的主要原因之一。地震对输送管道安全性可能产生的危害主要包括两个方面：一是由于地震作用使地面的整体性和连续性遭到破坏，如断层错动、地裂、滑坡、沙土液化等；二是管道附近地区发生强烈地震，地震波在地面中的传播会对管道及其附属设施产生破坏(比如对已腐蚀或焊接质量差的薄弱管段造成破坏)或引发次生灾害(输送管道破裂、动力供应中断等)。地震造成的最直接的破坏之一就是管道的不均匀下沉，这会引发管道下部地基沉陷或掏空，使地基失去支撑力，于是管道悬空，轴向承受的拉力增大。当管道悬空超过临界值后，在多重应力作用下将使管道材料失效，甚至拉断。这种情况常常发生在刚性接口的管道中，或者发生在于水平管段连接的竖直段内，此外焊接接缝处也是断裂的薄弱点。

4、地质灾害

地面沉降是指在一定的地表面积内所发生的地面水平面降低的现象。地面沉降将导致管线发生不均匀下沉或地基局部塌陷。还将造成站库内管道下部悬空或产生相应变形，严重时发生断裂；站内的建(构)筑物损坏，设备与管道连接处变形或断裂。本工程存在的地质灾害主要有水网。本工程管道沿线经过一定数量的塘、沟、渠，管线施工存在困难，另外，管道本身存在一定的防腐及水工保护的工程量，处理不当会发生管道漂移或浮管。

5、高、低温

本工程所在地区冬夏较长，降水集中，雨热同季。湿热环境对人中枢神经系统具有抑制作用，表现为大脑皮层兴奋过程减弱，条件反射的潜伏期限长，注意力不易集中，严重时，会出现头晕、头痛，恶心、疲劳乃至虚脱等症状。日常巡线和维抢修均为露天作业，夏季气温较高，存在高温危害。

空气的高温、潮湿使电气设备材料的绝缘性能下降，使金属产生锈蚀、腐蚀。如果设备、设施外防腐层损坏，潮湿会加剧设备、设施外表的腐蚀。高温环境加速了绝缘材料的老化，失去绝缘性能，绝缘材料的热击穿会造成电气设备的损坏。

低温环境对人的肌肉、神经等系统具有抑制作用，表现为动作僵硬，注意力、听力不集中，严重时还会造成冻伤，对巡线及维抢修人员造成影响。

3.6 人的因素与安全管理因素

3.6.1 人的因素

1、行为性危险和有害因素

人的因素是最重要的，大量的事故统计表明，90%以上的事故是人的不安全行为造成的，人的不安全行为表现为指挥失误、操作错误、监护失误及其他行为性危险有害因素。

1) 指挥失误，包括生产过程中的各级管理人员的指挥失误、违章指挥和其他指挥错误；

2) 操作错误，包括现场作业人员操作、违章作业和其他操作错误；

3) 监护失误；

4) 其他行为性危险有害因素，包括脱岗等违反劳动纪律行为等。

2、心理、生理性危险和有害因素

1) 符合超限，包括易引起疲劳、劳损、伤害等的体力负荷超限，听力负荷超限、视力负荷超限和其他负荷超限等。

2) 健康状况异常，包括伤病期；

3) 从事禁忌作业；

4) 心理异常，表现在情绪异常、冒险心理、过度紧张和其他；

5) 辨识功能缺陷，包括感知延迟、辨识错误和其他辨识功能缺陷等；

6) 其他心理、生理性危险和有害因素。

3.6.2 安全管理因素

许多事故的发生或扩大往往由于安全管理方面的不到位而导致，其主要表现以以下几方面：

1) 安全组织机构不健全，包括组织机构的设置和人员的配置。

2) 安全责任制未落实。

3) 安全管理规章制度不完善，表现在：

①建设项目“三同时”制度未落实；

②操作规程不规范，具体表现在无安全操作规程或操作规程不完善或未认真执行操作规程；

③事故应急预案及响应缺陷；

④培训制度不完善，未进行安全教育或安全培训不够；

⑤其他职业卫生管理规章制度不健全，包括隐患管理、事故调查处理等制度不健全等。表现在缺乏安全生产检查、隐患整改、监督和考核等机制；或未能贯彻执行各种安全规章制度。

4) 其他管理因素缺陷。

3.7 危险化学品重大危险源辨识

3.7.1 辨识依据

危险化学品重大危险源的辨识依据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定，危险化学品重大危险源、危险化学品和临界量的定义如下：

危险化学品重大危险源：指长期地或临时地生产、加工、使用或储存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

生产单元：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。

储存单元：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。

临界量：指对于某种或某类危险化学品规定的数量，若单元中的危险化学品数量等于或超过该数量，则该单元定为重大危险源。

3.7.2 辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定，本工程不涉及危险品的生产、加工和存储，因此不存在重大危险源。

3.8 主要危险、有害因素分析结论

本工程涉及的主要危险、有害物质为二氧化碳。

本工程生产过程中存在的主要危险有害因素有中毒窒息、火灾、淹溺、触电、机械伤害、物体打击、车辆伤害、冻伤等。

本工程检维修过程中存在的危险有害因素为中毒窒息、冻伤、起重伤害、触电、电气火灾、灼烫、机械伤害、车辆伤害、坍塌等。

自然环境条件对该项目影响因素有：暴雨、洪涝、高温、低温、地震灾害等。

通过危险化学品重大危险源辨识，本项目不涉及危险化学品重大危险源。

4 评价单元的划分与评价方法的选择

4.1 划分原则

评价单元是指在对项目危险、有害因素进行分析的基础上，根据评价目标和评价方法的需要，将整个系统划分成若干个有限的确定范围而分别进行评价的相对独立的装置、设施和场所。

划分评价单元的一般性原则是按生产工艺功能、生产设施设备相对独立空间、危险有害因素类别及事故范围划分评价单元，使评价单元相对独立，具有明显特征界限。

常用的评价单元的划分原则有：

- 1) 以危险、有害因素类别为主划分；
- 2) 以装置和物质的特性划分。

通过对齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目（支干线）运行过程中的危险、有害因素分析，结合本项目的特点和具体情况，本次验收评价按工艺流程，兼顾危险、有害因素的相似特性等进行评价单元的划分。

4.2 划分评价单元

为了对该项目进行深入的评价，既要抓住重点，分清主次，同时又不漏掉主要危险，不过分夸大其危险性，提高安全验收评价的准确性，根据本工程的生产工艺特点、危险有害因素的分布状况、便于实施评价的原则，本次评价划分为以下五个评价单元进行评价：

- 1) 法律、法规的符合性评价单元。
- 2) 工艺及设施、设备的符合性评价单元（管线路由、设备设施防护、安全警示标识等）。
- 3) 公用工程及辅助设施的符合性评价单元。
- 4) 安全生产管理的符合性评价单元。
- 5) 安全设施设计专篇报告中的安全措施落实情况单元。

4.3 评价方法选择

为了达到对工程进行系统、科学、全面的评价目的，针对工程主要危险、有害因素的分析，遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则，选择安全评价方法。根据本工程特点，本次评价选用安全检查表法、事故树进行评价。

4.3.1 安全检查表法简介

安全检查表是系统安全工程的一种最基础、最简便且广泛应用的系统危险性评价方法。安全检查表是由一些对工艺过程、机械设备和作业情况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的分析和充分的讨论，列出检查单元和部位、检查项目、检查要求、检查结果等内容的表格（或清单），在对工程设计中所采取的安全卫生防护设施及技术措施的全面性和可靠性进行逐项检查的基础上，对其与国家有关法律、法规、技术标准的符合情况做出分析和判断，发现存在的问题及潜在的危險，并据此提出安全对策措施及建议。

安全检查表以下列格式列出，对于已经涉及且符合要求的检查内容，在检查结果栏中标以“√”，不符合要求的检查项目在检查结果栏中标以“×”。见表 4.3-1。

表 4.3-1 安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果

4.3.2 事故树简介

事故树分析法是一种既能定性又能定量的逻辑演绎评价方法，是从结果到原因的描绘事故发生的有向逻辑树，在逻辑树中相关原因之间用逻辑门连接，构成逻辑树图，为判明事故发生的途径及损害间关系提供一种最形象、最简洁的表达方式。

事故树法又称为故障树分析法，是一种逻辑演绎的系统评价方法，是安全系统工程中重要的分析方法之一。它能对各种系统的危险性进行识别评估，具有简明、形象的特点。其分析方法是从事分析的特定事故或故障顶上事件开始，层次分析其发生原因（中间事件），一直分析到不能再分解或没有必要分析为止，即分析到基本原因事件为止，用逻辑门符号将各层中间事件和基本原因事件连接起来，得到形象简洁地表达其因果关系的逻辑树图形即故障树。通过对其简化计算得到分析评价目的的方法。

5 定性定量符合性评价

5.1 法律、法规的符合性评价单元

5.1.1 安全检查表法评价

按照《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等，编制了法律、法规符合性安全检查表，并对照检查表内容，对工程建设法律法规的符合性进行检查。检查情况见表 5.1-1。

表 5.1-1 法律、法规符合性评价安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1.	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。	《安全生产法》第三十一条	同时设计、施工、同时投入使用。	√
2.	矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目，应当按照国家有关规定进行安全评价。	《安全生产法》第三十二条	由胜利油田检测评价研究有限公司对该项目进行了安全预评价，并出具了安全预评价报告。	√
3.	建设项目安全设施的设计人、设计单位应当对安全设施设计负责。 矿山、金属冶炼建设项目和用于生产、储存、装卸危险物品的建设项目的安全设施设计应当按照国家有关规定报经有关部门审查，审查部门及其负责审查的人员对审查结果负责。	《安全生产法》第三十三条	由纯梁采油厂领导及邀请相关专业的专家对该项目的安全设施设计进行了审查，并出具了安全审查意见。	√
4.	国家对严重危及生产安全的工艺、设备实行淘汰制度，具体目录由国务院应急管理部门会同国务院有关部门制定并公布。法律、行政法规对目录的制定另有规定的，适用其规定。 省、自治区、直辖市人民政府可以根据本地区实际情况制定并公布具体目录，对前款规定以外的危及生产安全的工艺、设备予以淘汰。生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。	《安全生产法》第三十八条	未使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。	√
5.	特种设备使用单位应当使用取得许可生产并经检验合格的特种设备。 禁止使用国家明令淘汰和已经报废的特种设备。	《特种设备安全法》第三十二条	压力管道已检验合格。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
6.	特种设备使用单位应当在特种设备投入使用前或者投入使用后三十日内，向负责特种设备安全监督管理的部门办理使用登记，取得使用登记证书。登记标志应当置于该特种设备的显著位置。	《特种设备安全法》第三十三条	压力管道已办理使用登记，并取得使用登记证书。	√
7.	跨越、穿越公路修建桥梁、渡槽或者架设、埋设管线等设施的，以及在公路用地范围内架设、埋设管线、电缆等设施的，应当事先经有关交通主管部门同意，影响交通安全的，还须征得有关公安机关的同意；所修建、架设或者埋设的设施应当符合公路工程技术标准的要求。对公路造成损坏的，应当按照损坏程度给予补偿。	《中华人民共和国公路法》第四十五条	已经过有关交通主管部门的同意。	√
8.	项目应符合国家产业政策。	《产业结构调整指导目录（2024 年本）》	项目取得了批复，符合国家产业政策。	√
9.	生产经营单位是建设项目安全设施建设的责任主体。建设项目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（以下简称“三同时”）。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第四条	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。	√
10.	生产、储存危险化学品（包括使用长输管道输送危险化学品，下同）的建设项目，在进行可行性研究时，生产经营单位应当按照国家规定，进行安全预评价。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第七条	预评价：胜利油田检测评价研究有限公司，资质证书编号：APJ-(鲁)-038	√
11.	生产经营单位在建设项目初步设计时，应当委托有相应资质的设计单位对建设项目安全设施同时进行设计，编制安全设施设计。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第十条	本工程设计单位为：中石化石油工程设计有限公司，工程勘察综合资质甲级：B137004927	√
12.	从事建设工程勘察、设计的单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。	《建设工程质量管理条例》第十八条		√
13.	施工单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承揽工程。	《建设工程质量管理条例》第二十五条	本工程建设单位为：中石化胜利油建工程有限公司、中油石化建设工程有限公司、江苏威达建设集团有限公司，资质证书符合要求。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
14.	工程监理单位应当依法取得相应等级的资质证书，并在其资质等级许可的范围内承担工程监理业务。	《建设工程质量管理条例》第三十四条	本工程监理单位为：山东胜利建设监理股份有限公司，工程监理综合资质：E137006703-8/6	√
15.	工程建设项目工程设计、施工和工程监理应由具有相应资质的单位承担；承担石油天然气工程建设项目安全评价、认证、检测、检验的机构应当具备国家规定的资质条件，并对其做出的安全评价、认证、检测、检验的结果负责；建设单位应对其安全生产进行监督管理。	AQ2012-2007 4.1.7	参建单位资质皆符合要求。	√

5.1.2 单元小结

本单元安全检查表共列出检查项 15 项，全部符合要求。

依据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等法律、法规的进行符合性检查和各阶段安全监督管理过程控制进行检查，符合国家法律法规的要求。

5.2 工艺及设施、设备的符合性评价单元

5.2.1 安全检查表法评价

根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202-2018/XG1-2022）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）、《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》（SY/T6069-2020）等标准、规范，编制安全检查表，对本项目工艺及设施、设备的符合性进行评价。具体检查内容见表 5.2-1。

表 5.2-1 工艺及设施、设备的符合性评价单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
一	管道本体			
1.	管道用钢管应符合现行国家标准 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》和 GB/T6479《高压化肥设备用无缝钢管》的规定。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 7.1.3	该工程管道选用钢管的制造标准采用 GB/T9711《石油天然气工业管线输送系统用钢管》中的 L360Q 无缝钢管，管道材质具有较高的强度、良好的韧性、抗裂能力和可焊性。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
2.	二氧化碳管道穿跨越工程设计，应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 或《油气输送管道跨越工程设计标准》GB/T50459 的规定。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.3.7	穿越段管道强度校核满足要求。	√
3.	定向钻穿越管段的钢管壁厚应按公式（4.0.5）计算，并应满足施工过程中强度和稳定要求，且选用钢管的径厚比不应大于 80。	SY/T6968-2021 4.0.5	穿越段管道钢管的外直径与壁厚的比值为 19.76、25.40、28.05，不大于 80。	√
4.	二氧化碳管道的强度设计系数应符合表 5.2.2 的规定。 一级地区（户数在 15 户或以下的区段）强度设计系数取 0.72；二级地区（户数在 15 户以上、100 户以下的区段）强度设计系数取 0.6；三级地区（户数在 100 户或以上的区段，包括市郊居住区、商业区、工业区、规划发展区以及不够四级地区条件的人口稠密区）强度设计系数取 0.5；四级地区（四层及四层以上楼房（不计地下室层数）普遍集中、交通频繁、地下设施多的区段）强度设计系数取 0.4。	SH/T3202-2018 5.2.2	符合要求。	√
5.	定向穿越管段，应进行屈曲失稳校核。	GB50423-2013 5.2.4	定向钻穿越管段进行了径向稳定性校核、径向屈曲校核。	√
6.	管道抗震设计和校核应符合下列规定： 1 管道应按基本地震动参数进行抗震设计，其中重要区段内的管道应按 1.3 倍的基本地震动峰值加速度及速度计算地震作用； 2 管道应采用罕遇地震动参数进行抗震校核。	GB/T50470-2017 4.1.1	本工程管道穿越三号沟、杜姚沟、引黄渠，属于小型穿越，位于地震动峰值加速度为 0.10g 地区，抗拉伸和抗压压缩校核满足。	√
二	管道敷设			
7.	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。	《危险化学品输送管道安全管理规定》第八条	运输管道未经过地震活动断裂带以及易发生洪灾、地质灾害的区域。	√
8.	线路应避开飞机场、铁路车站、汽车客运站、海（河）港码头等区域，宜避开环境敏感区、城镇规划区和多年生经济作物区。当受条件限制无法避开时，应征得主管部门同意，并采取安全保护措施。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.1.2	输送管线避开了机场、铁路车站、汽车客运站、海（河）港码头等区域。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
9.	线路应避开重要的军事设施、易燃易爆仓库及重点文物保护区。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.1.3	输送管线 200m 范围内未发现军事设施、易燃易爆仓库及重点文物保护区。	√
10.	埋地二氧化碳管道与地面建（构）筑物的距离不应小于 5m，且应满足施工和运行管理的需求。		符合要求。	√
11.	埋地二氧化碳管道与军工厂、军事设施、易燃易爆仓库、国家重点文物保护单位以及居民小区、学校、医院、娱乐场所、车站、商场、集市等人员密集场所的距离不应小于 100m。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.1.5	针对输送管线的 9 处高后果区，从设计、施工到运营均采取了安全措施。	√
12.	二氧化碳管道应埋地敷设，特殊地段可土堤敷设或地上敷设。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.3.1	符合要求。	√
13.	埋地管道的埋设深度，应根据管道所经地段的农田耕作深度、冻土深度、地形和地质条件、地下水深度、地面车辆所施加的荷载及管道稳定性的要求，经综合分析后确定。管顶的覆土层厚度不宜小于 1.2 m。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.3.2	新建管道管顶覆土 1.5m。	√
三	高后果区			
14.	在建设期开展高后果区识别，优化路由选择。无法避让高后果区时应采取安全防护措施。	GB32167-2015 4.4	针对输送管线的 9 处高后果区，均采取了安全防护措施。	√
15.	高后果区应采取提高管道壁厚、增大管道埋深、增设警示标识等措施。	SH/T3202-2018 5.6.5	高后果区采取了加强三级防腐层、增大埋深、加大巡线力度等安全措施。	√
四	穿越			
16.	管道与公路并行敷设时，管道应敷设在公路用地范围边线以外，距用地边线不应小于 3m。如受地形或其他条件限制不能满足本条要求时，应征得公路管理部门的同意。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.1.5	不涉及与公路并行敷设。	*
17.	穿越道路的管段以及输气站和阀室内二氧化碳管道的强度设计系数，应符合表 5.2.3 的规定。 <small>表 5.2.3 埋地输送管道以及输气站和阀室内管道的设计系数</small>	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.2.3	符合要求。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
18.	二氧化碳管道穿跨越工程设计，应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 或《油气输送管道跨越工程设计标准》GB/T50459 的规定。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.3.7	穿跨越处均设保护套管。	√
19.	当二氧化碳管道需改变平面走向适应地形变化时，可采用弹性弯曲、冷弯弯管、热煨弯管，并应符合现行国家标准《输气管道工程设计规范》GB 50251 的规定。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.3.9	冷弯弯管、热煨弯管均符合要求。	√
20.	穿越位置选择，宜避开下列区域： 1.深泓线摆动大的河段。 2.岸坡区岩土松软、不良地质作用发育且对穿越工程稳定性有直接危害或潜在威胁的河段。 3.存在活动断裂或大型地层断裂带的河段。 4.水源保护地、水生物保护区、环境保护区及文物保护区等敏感区。 5.岩溶、塌陷和其他不良地质作用发育区域。 6.存在高压线、微波站、直流接地极区域。	SY/T6968-2021 5.0.3	符合要求。	√
21.	穿越水域上下游建有对工程有影响的水库，应取得通过水库防洪调度后的设防洪水及冲淤资料。位于库区时，还应取得库岸再造影响范围资料。	GB 50423-2013 3.3.1	穿越水域周围无水库。	√
22.	穿越管段与公路桥梁、铁路桥梁、水下隧道并行敷设的最小距离应根据穿越形式确定，并应符合下列要求： 1.当采用开挖管沟埋设时，管道中线距离特大桥、大桥、中桥、水下隧道最近边缘不应小于 100m；距离小桥最近边缘不应小于 50m。 2.当采用水平定向钻穿越时，穿越管段距离桥梁墩台冲刷坑外边缘不宜小于 10m，且不应影响桥梁墩台安全；距离水下隧道的冷距不应小于 30m。 3.当采用隧道穿越时，隧道的埋深及边缘至墩台的距离不应影响桥梁墩台的安全；管道隧道与公路隧道、铁路隧道净距不宜小于 30m。 4.当不能满足上述要求时，应协商确定。	GB 50423-2013 3.3.7	穿越区域不涉及公路桥梁、铁路桥梁、水下隧道等构筑物。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
23.	当采用水平定向钻或隧道穿越河流堤坝时，应根据不同的地质条件采取措施控制堤坝和地面的沉陷，防止穿越管道处发生管涌，不应危及堤坝的安全。水平定向钻入土点、出土点及隧道竖井边缘距离大堤坡脚距离不宜小于 50m。	GB 50423-2013 3.3.9	根据地勘资料控制穿越曲线，控制管道在设计洪水冲刷以下 6m。	√
24.	当水下穿越管段采用稳管措施时，稳管配重物不应损伤管道防腐涂层。	GB 50423-2013 4.1.5	根据抗漂浮校核计算及实际施工情况，本工程管道在采用挖沟法穿越水域时不需采取稳管措施。	√
25.	穿越区域的地下水或岩土层具有腐蚀性时，除管段自身防腐满足要求外，稳管措施所用材料应有抗腐蚀的性能。	GB 50423-2013 4.1.7	不涉及	*
26.	油气管道穿越公路、铁路时，其穿越点四周应有足够的空间，满足管道穿越施工、维护及邻近建(构)筑物和设施安全距离的要求。	GB 50423-2013 7.1.7	穿越点四周有足够的空间，能满足穿越施工及维保的要求。	√
27.	油气管道不应利用公路、铁路的排水涵洞进行穿越。	GB 50423-2013 7.1.8	未利用排水涵洞进行穿越。	√
28.	油气管道穿越公路路面以下时，套管顶部最小覆盖层厚度应不小于 1.2 m；油气管道穿越公路边沟底面以下时，套管顶部最小覆盖层厚度应不小于 1.0m。	GB50423-2013 7.1.9	符合要求。	√
29.	水域大、中型穿越管段、山岭长隧道、山岭中长隧道、铁路、二级与二级以上公路的穿越管段,对接接头焊缝均应进行 100%射线探伤检验和 100%超声波探伤检验。	GB 50423-2013.1.2	对接接头焊缝 100%射线探伤检验和 100%超声波探伤检验。	√
30.	水域大、中型穿越，山岭长隧道、铁路、高速公路、一级公路穿越管段应单独进行试压。水域小型穿越管段、山岭中长隧道、山岭短隧道、二级及以下的公路穿越管段，在试压条件许可的前提下可与所在线路段合并进行试压。	GB 50423-2013 8.2.2	水域定向钻穿越、铁路穿越、高速公路、二级及以上公路穿越等管段均单独试压。	√
五	管道标志与安全警示			
31.	二氧化碳管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩、交叉桩和警示牌等，管道标记应符合现行行业标准 SY/T6064《管道干线标记设置技术规范》的规定。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.a	二氧化碳管道沿线设有里程桩、转角桩、标志桩、交叉桩和警示牌等。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
32.	里程桩应设置在二氧化碳介质流向的左侧，里程桩间距不宜超过 1km。阴极保护测试桩可与里程桩结合设置。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.b	符合要求。	√
33.	平面转角大于 5°时应设置转角桩。平面上弹性敷设的管道段应设置加密标记桩。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.c	管道水平改变方向的位置，均设置转角桩。高后果区设有加密桩。	√
34.	二氧化碳管道在穿跨越段两侧及其地下建（构）筑物附近应设立标志桩。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.d	设有标志桩。	√
35.	二氧化碳管道与地下管道、电（光）缆和其他地下构筑物交叉的位置应设置交叉桩。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.e	输送管道未与地下管道。	√
36.	在人员活动频繁、易受第三方损坏的地段应加密设置标志桩和警示牌，并应在管顶上方设置警示带，且满足农作物的覆土厚度要求。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.f	设有警示牌和警示带。	√
37.	并行管道的标志桩、警示牌等标识应分别设置。每条管道的标志桩位置应准确，标识应清晰、醒目、便于区分。对于同沟敷设段、穿跨越段的标志，宜设置在同一地点。同沟敷设段的标志桩应设置在管道中心线上，并应适当加密。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 5.5.2.g	符合要求。	√
38.	管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩、交叉桩和警示牌等永久性标识。	GB50251-2015 4.8.1	沿线设有里程桩、转角桩、标志桩和警示牌等标志。	√
39.	管道穿越高速公路、I级—II级公路宜在两侧 5m 范围内（高速公路以围栏起算）设置穿越桩。	SY/T6064-2017 5.3.2	5m 范围内设有穿越桩。	√
40.	穿越铁路、公路时，应标记管道名称、穿越方式、位置里程、穿越长度、联系电话，宜标记铁路或公路名称、交叉角度等。	SY/T6064-2017 6.4.1	滨莱高速穿越处的穿越桩上未标记穿越方式、位置里程、穿越长度等信息。	×
41.	穿越通航或有通航规划的水域，两岸应按现行国家标准《内河交通安全标志》GB13851 的规定设置标志。标志应设置在设计洪水位以上高程。	SY/T6968-2021 3.0.12	三处中型穿越均为三号沟穿越，不具备通航条件。	√
六	防腐保温			
42.	埋地输油气管道应采取防腐绝缘与阴极保护措施。	AQ2012-2007 7.3.1	输气管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层，并采用牺牲阳极系统进行保护。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
43.	埋地油气长输管道和油气田外输管道和油气田内埋地集输干线管道应采用阴极保护；其他埋地管道宜采用阴极保护。	GB/T 21447-2018 6.1.1.1	该工程管线采用强制电流阴极保护方式和外防腐层保护。	√
44.	埋地管道的外防腐层的性能、等级及外防护层的选用，应根据地质、环境条件需求确定。	GB 50253-2014 4.3.2	工程线路管道全线采用常温型加强级三层 PE 外防腐层。	√
45.	阴极保护应与防腐层联合实施。	GB/T 21447-2018 6.1.1.2	采用防腐层和阴极保护联合保护的方案对埋地管线进行保护。	√
46.	阴极保护管道应与公共或场区接地系统电绝缘。阴极保护管道应与非保护构筑物电绝缘。	GB/T 21448-2017 4.2.1	本工程在工艺站场的进、出站干线处安装绝缘接头。所有绝缘接头均应采用浪涌保护装置进行保护。	√
47.	阴极保护工程应与主体工程同时勘察、设计、施工和投运。当阴极保护系统在管道埋地三个月内不能投运时，应采取临时阴极保护措施保护管道；在强腐蚀性土壤环境中，应在管道埋地时施加临时阴极保护措施；临时阴极保护措施应维持至永久阴极保护系统投运；对于受到直流杂散电流干扰影响的管道，阴极保护系统及排流保护措施应在三个月之内投运。	GB/T21448-2017 4.1.3	阴极保护工程与主体工程同时勘察、设计、施工和投运。	√
48.	线路管体外防腐材料可采用三层结构聚乙烯外防腐层、单层环氧粉末外防腐层、双层熔结环氧粉末外防腐层等结构。应根据环境条件及工况要求选择适宜的外防腐层材料，防腐材料的质量性能应符合有关技术条件、标准的要求。	GB/T34275-2017 4.7.1	输气管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层。	√
49.	站外埋地管道在采用外防腐层的同时，还应采用阴极保护腐蚀控制措施。阴极保护可采用牺牲阳极法、强制电流法或两种方法的结合。	GB/T34275-2017 5.9.4	埋地管线采用牺牲阳极系统进行保护。	√
50.	站内地面钢质管道和金属设施应采用防腐层进行腐蚀防护。	GB/T34275-2017 5.9.8	站内管道防腐层采用铝箔胶带进行耐腐蚀防护。	√
七	泄压放空系统			
51.	放空的气体应安全排入大气。	GB50251-2015 3.4.6	安全排入大气。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
52.	<p>放空立管和放散管的设计应符合下列规定：</p> <p>1) 放空立管直径应满足设计最大放空量的要求；</p> <p>2) 放空立管和放散管的顶端不应装设弯管；</p> <p>3) 放空立管和放散管应有稳管加固措施；</p> <p>4) 放空立管底部宜有排除积水的措施；</p> <p>5) 放空立管和放散管设置的位置应能方便运行操作和维护；</p> <p>6) 放空立管和放散管防火设计应符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB50183 的有关规定。</p>	GB50251-2015 3.4.9	放空立管符合左侧的规定。	√
53.	<p>安全阀泄放管直径应符合下列规定：</p> <p>a) 单个安全阀的泄放管直径，应按背压不大于该阀泄放压力的 10% 确定，且不应小于安全阀的出口直径；</p> <p>b) 连接多个安全阀的泄放管直径，应按所有安全阀同时泄放时产生的背压不大于其中任何一个安全阀的泄放压力的 10% 确定，且泄放管截面积不应小于各安全阀泄放支管截面积之和。</p>	SH/T3202-2018 4.3.5	安全阀泄放管直径不小于安全阀的出口直径。	√
八	特种设备			
54.	<p>锅炉、压力容器、压力管道元件等特种设备的制造过程和锅炉、压力容器、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施的安装、改造、重大修理过程，应当经特种设备检验机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验或者监督检验不合格的，不得出厂或者交付使用。</p>	《特种设备安全法》第二十五条	压力管道已进行监督检验，并出具了监督检验报告。	√
55.	<p>特种设备使用单位应当使用取得许可生产并经检验合格的特种设备。禁止使用国家明令淘汰和已经报废的特种设备。</p>	《特种设备安全法》第三十二条	未使用国家明令淘汰和已经报废的特种设备。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
56.	特种设备使用单位应当在特种设备投入使用前或者投入使用后三十日内，向负责特种设备安全监督管理的部门办理使用登记，取得使用登记证书。	《特种设备安全法》第三十三条	压力管道已在淄博市市场监督管理局进行登记备案，并取得特种设备使用登记证，编号：管30鲁CO0945(23)。	√
九	安全阀、压力表、有毒气体报警器及防雷、防静电措施			
57.	压力表安装： （1）装设位置应当便于操作人员观察和清洗，并且应当避免受到辐射热、冻结或者震动等不利影响。 （2）压力表与压力容器之间，应当装设三通旋塞或针形阀（三通旋塞或者针型阀上应当有开启标记和锁紧装置）；并且不得连接其他用途的任何配件或者接管。 （3）用于水蒸气介质的压力表，在压力表与压力容器之间应当装有存水弯管。 （4）用于具有腐蚀性或者高粘度介质的压力表，在压力表与压力容器之间应当安装能隔离介质的缓冲装置。	TSG21-2016 9.2.1.3	压力表安装符合要求。	√
58.	安全阀的定压应小于或等于承压设备、容器的设计压力。	AQ2012-2007 7.2.4.3	安全阀的定压小于设计压力。	√
59.	对调节阀、减压阀、安全阀、高（低）压泄压阀等主要阀门应按相应运行和维护规程进行操作和维护，并按规定定期校验。	AQ2012-2007 7.2.5.4	符合要求。	√
60.	压力表的检定和维护应当符合国家计量部门的有关规定，压力表安装前应当进行检定，在刻度盘上应当划出指示工作压力的红线，注明下次检定日期。压力表检定后应当加铅封。	TSG21-2016/XG 1-2020 9.2.1.2	8#注气站内压力表刻度盘上未划出指示工作压力的红线。	×
61.	二氧化碳储存区域及注入泵房应设置固定式二氧化碳检测报警装置。	GB42294-2022 6.9.2.8	密相泵注入装置内已设置固定式二氧化碳探测器。	√
62.	根据当地气候特点和供电情况，通信网络应采取必要的防雷及防电涌保护措施。	GB/T50823-2013 4.6.4	通信网络已设防雷措施。	√
63.	设备金属外壳、金属构架、仪表电缆槽体、电缆保护管等均应可靠接地。	GB/T50823-2013 8.3.9	均已进行可靠接地。	√
十	自控和通信			

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
64.	二氧化碳输送管道宜设置监控和数据采集系统。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 8.1.1	工程采用 PLC 系统对管道的运行进行监视和控制。	√
65.	仪表选型应符合下列规定： 1)二氧化碳流量计宜选用标准节流计、涡街流量计或科氏力质量流量计。 2)二氧化碳组分分析应选用工业气相色谱仪； 3)二氧化碳中水分的测量应采用水露点分析仪或含水量分析仪。 4)地势低洼且二氧化碳气体易于聚集处，应设置二氧化碳气体探测器。一级报警设定值宜小于等于体积浓度的 0.5%，二级报警值宜小于等于体积浓度的 1%。探测器安装高度应高出地面 0.3m-0.6m。 5)处于封闭或局部通风不良的平敞开)厂房内，除了设置二氧化碳气体探测器外，还应设置氧气探测器。 6)二氧化碳储罐液位测量宜选择差压式液位计，并应保冷。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 8.1.3	注气站撬装密相注入装置内设有二氧化碳气体探测器。	√
66.	二氧化碳输送管道宜设置泄漏检测系统。	SH/T3202-2018/ XG1-2022 8.1.4	管道设光缆泄漏检测系统。	√
67.	输气管道调度控制中心应设置在调度管理、通信联络、系统维修、交通方便的地方。	GB 50251-2015 8.2.1	调度控制中心设置在滨博管理区内，调度管理、通信联络、系统维修、交通均方便。	√
68.	供电系统应按照用电仪表的电源类型、电压等级设计。仪表供电负荷可分为特别重要负荷和普通负荷。 (1)特别重要负荷应采用不间断电源(UPS)； (2)普通负荷可采用普通电源。	GB/T 50892-2013 9.1.2	采用不间断电源系统（即 UPS）为系统供电。	√
69.	安全仪表系统的设计应遵循独立设置的原则，并应符合下列要求： (1)当安全完整性等级为 SIL2 及以上时，安全仪表系统与基本过程控制系统应分开设置； (2)安全仪表系统与基本过程控制系统合用时，公用部分应与安全完整性等级相适应。	SY/T 6966-2023 3.1.4	该工程安全仪表系统安全完整性等级不低于 SIL2 级，与基本过程控制系统分开设置。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
70.	输油(气)管道自动化控制系统宜采用计算机监控系统作为其控制设备。计算机监控系统应能使管道连续、平稳、高效运行和人身、环境、设备安全。计算机监控系统宜采用控制中心控制、站控制、就地控制等三级控制。	GB/T 34275-2017 5.8.1.1	该工程采用 SCADA 系统，可实现控制中心控制、站控制、就地控制等三级控制。	√
71.	控制中心应具有下列主要监控功能： a) 各站及监控阀室工艺设备的运行状态； b) 采集和处理主要工艺变量，实时进行显示、报警、存储、记录和打印； c) 通过站控制系统进行远程控制、调节； d) 监控线路截断阀的控制； e) 全线紧急停运； 数据分析、运行管理等。	GB/T34275-2017 5.8.1.3	符合要求。	√
72.	初步设计阶段宜进行 SIL 评估。	SY/T6966-2023 8.3.2	已进行 SIL 评估。	√
73.	设备型号确定后可进行 SIL 验证。	SY/T6966-2023 8.3.3	已进行 SIL 验证	√
74.	各种测量仪表的取源部件、法兰、仪表阀门、引压导管和连接部件应无渗漏。	SY/T6069-2020 3.1.4	法兰、仪表阀门连接部件无渗漏。	√
75.	各种测量仪表的就地显示屏应显示清晰，无乱码和叠字现象。	SY/T6069-2020 3.1.6	测量仪表显示清楚，无乱码。	√
76.	可燃气体和有毒气体检测报警信号应送至有人值守的现场控制室、中心控制室等进行显示报警。	SY/T6069-2020 10.1.3	报警系统远传至中心控制室。	√
77.	接收可燃气体和/或有毒气体检测（探）测器及其他报警触发部件的报警信号，应发出声光报警，并予以保持。声光报警应能手动消除，再次有报警信号输入时应能发出报警。	SY/T6069-2020 10.2.2	符合要求。	√
78.	可燃气体和有毒气体的检测报警应采用两级报警。同级别的有毒气体和可燃气体同时报警时，有毒气体的报警级别应优先。	SY/T6069-2020 10.2.3	报警系统设有两级报警。	√
79.	注入设备设施应具备系统性联锁保护功能。	GB 42294-2022 6.9.2.5	密相泵注入装置控制系统中具有越限报警系统和连锁自保系统。	√

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
80.	光缆与输气管道同沟敷设时，应符合现行行业标准《油气输送管道同沟敷设光缆(硅芯管)设计及施工规范》SY/T 4108 的有关规定。光纤容量应预留适当的富裕量以备今后业务发展的需要。	GB50251-2015 9.0.2	光纤容量预留了适当的富裕量以备今后业务发展的需要。	√
81.	管道通信系统的通信业务应根据输气工艺、监控和数据采集（SCADA）系统数据传输和生产管理运行需要而设置。	GB50251-2015 9.0.5	利用管道光缆构建专用的光纤工业以太网，用于各注气站与前线指挥中心之间的数据传输通道。	√
82.	输气管道巡回检查、管道事故抢修和维修的部门，可配备满足使用条件的移动通信设备。	GB 50251-2015 9.0.8	配备 GPS 巡线系统和防爆手机，同时设置应急抢险指挥通信系统，满足巡线抢修时的应急通信。	√
83.	视频监控系统设计应符合 GB50395 的规定。视频监控系统应能有效地采集、显示、记录与回放现场图像。图像存储时间大于等于 30 天。	GA1166-2014 6.3.2	图像储存时间大于 30 天。	√
84.	应根据生产需要对重要数据业务设置备用通信信道传输方式。备用信道传输方式和传输路由宜根据已有通信信道的类型、可靠性和传输路由做出其他方式或传输路由的选择。	GB/T 34275-2017 5.8.2.1	主通信方式为自建光缆；备用通信方式为租用公网。	√
85.	根据当地气候特点和供电情况，通信网络应采取必要的防雷及防电涌保护措施。	GB/T50823-2013 4.6.4	安装有电涌保护器和防雷保护接地。	√
86.	二氧化碳输送管道的数据传输通信系统应设置备用通道。	SH/T3202-2018 8.2.1	管道工程通信系统以光通信为主用通信方式外，设计备用通信系统，当光缆中断后，进行数据传输及应急通信。	√

5.2.2 事故树评价

（1）事故树建立

选择“管道泄漏”作为顶端事件。引起管道失效最直接的原因是焊缝及管道缺陷、腐蚀、热应力、自然灾害、人为破坏和操作失误引起，其中任何一个原因出现均会导致输送管道泄漏，然后再以这些原因为次顶事件，采用类似方法继续深入分

析，直到找到代表各种故障事件的基本事件。该事故树共考虑了 15 个基本事件，事故树所有事件见下表事故树事件代号。

表 5.2-2 事故树事件代号

序号	事件代号	事件名称
1	T	输送管道泄漏
2	M1	焊缝及管道缺陷
3	M2	腐蚀穿孔
4	M3	热应力导致破裂
5	M4	地质、地层被破坏
6	M5	外腐蚀措施失效
7	M6	电化学措施失效
8	M7	管道温度不合适
9	M8	自然灾害
10	X1	制造缺陷
11	X2	焊接缺陷
12	X3	内腐蚀防腐层损坏
13	X4	绝缘防护涂层失效
14	X5	阴极保护失效
15	X6	阳极保护失效
16	X7	补偿失效
17	X8	外保温失效管道冻裂
18	X9	温控失效
19	X10	清管温度过高
20	X11	人为施工破坏
21	X12	地震
22	X13	洪水
23	X14	人为破坏
24	X15	操作失误

(2) 事故树计算

1) 计算最小割集

$$\begin{aligned}
 T &= M1 + M2 + M3 + M4 + X14 + X15 \\
 &= (X1 + X2) + (X3 + M5) + X7M7 + (X11 + M8) + X14 + X15 \\
 &= X1 + X2 + X3 + X11 + X14 + X15 + X4M6 + X7(X8 + X9 + X10) + X12 + X13 \\
 &= X1 + X2 + X3 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X4(X5 + X6) + X7X8 + X7X9 + X7X10 \\
 &= X1 + X2 + X3 + X11 + X12 + X13 + X14 + X15 + X4X5 + X4X6 + X7X8 + X7X9 + X7X10
 \end{aligned}$$

此事故树的最小割集，见表 5.2-3。

表 5.2-3 最小割集表

序号	最小割集	事件名称
1	X1	制造缺陷
2	X2	焊接缺陷
3	X3	内腐蚀防腐层损坏
4	X11	人为施工破坏
5	X12	地震
6	X13	洪涝
7	X14	人为破坏
8	X15	操作失误
9	X4X5	阴极保护失效；绝缘防护涂层失效；
10	X4X6	阳极保护失效；绝缘防护涂层失效
11	X7X8	外保温失效管道冻裂；补偿失效
12	X7X9	温控失效；补偿失效；
13	X7X10	清管操作温度过高；补偿失效

2) 计算最小径集

根据事故树，计算最小径集如下：

$$\begin{aligned}
 T' &= M1 \cdot M2 \cdot M3 \cdot M4 \cdot X14 \cdot X15 \\
 &= (X1X2) \cdot (X3M5) \cdot (X7+M7) \cdot (X11M8) \cdot X14 \cdot X15 \\
 &= X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X11 \cdot X \cdot 14X \cdot 15 \cdot M5 \cdot (X7+M7) \cdot M8 \\
 &= X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X11 \cdot X14 \cdot X15 \cdot (X4+M6) \cdot (X7+X8X9X10) \cdot (X12X13) \\
 &= X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15 \cdot (X4+X5X6) \cdot (X7+X8X9X10) \\
 &= X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15 \cdot (X4X7+X4X8X9X10+X5X6X7+X5X6X8X9 \\
 &X10)
 \end{aligned}$$

$=X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X7 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X4 \cdot X8 \cdot X9 \cdot X10 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X7 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15 + X1 \cdot X2 \cdot X3 \cdot X5 \cdot X6 \cdot X8 \cdot X9 \cdot X10 \cdot X11 \cdot X12 \cdot X13 \cdot X14 \cdot X15$

最小径集见表 5.2-4。

表 5.2-4 最小径集表

序号	最小径集	事件名称
1	X1X2X3X4X7X11X12X13X14X15	制造缺陷；焊接缺陷；内腐蚀防腐层损坏；绝缘防护涂层失效；补偿失效；人为施工破坏；地震；洪水；人为破坏；操作失误。
2	X1X2X3X4X8X9X10X11X12X13X14X15	制造缺陷；焊接缺陷；内腐蚀防腐层损坏；绝缘防护涂层失效；外保温失效管道冻裂；温控失效；清管温度过高；人为施工破坏；地震；洪水；人为破坏；操作失误。
3	X1X2X3X5X6X7X11X12X13X14X15	制造缺陷；焊接缺陷；内腐蚀防腐层损坏；阴极保护失效；阳极保护失效；补偿失效；人为施工破坏；地震；洪水；人为破坏；操作失误。
4	X1X2X3X5X6X8X9X10X11X12X13X14X15	制造缺陷；焊接缺陷；内腐蚀防腐层损坏；阴极保护失效；阳极保护失效；外保温失效管道冻裂；温控失效；清管温度过高；人为施工破坏；地震；洪水；人为破坏；操作失误。

（3）事故树分析

该事故树共有 13 个最小割集，说明事件发生途径多。最小径集 4 个，不发生泄漏的主要方案有 4 种。管道泄漏可能会对周围自然动植物造成伤害，可能造成人员伤亡和财产损失，防止泄漏事故的发生，是管道安全运行的根本。通过事故树对管道泄漏事故的构造和分析，可知：管道泄漏事件的最小割集数目较多，其中以制造缺陷、焊接缺陷、内腐蚀防腐层损坏、人为施工破坏、地震、洪涝、人为破坏和操作失误结构重要度最大，说明管道泄漏的主要原因是制造、安装和人为破坏及腐蚀等。

管道泄漏事件的最小径集数量为 4，说明预防管道泄漏的安全方案有 4 种，其中控制包含较少事件的最小径集的基本事件具有省工省时，经济有效的特点，据此，主要采取以下几个方面的措施：

a. 管材应采购具有国家规定的资质认定企业生产的合格产品。

b. 管道施工应严格把好质量关，实行完善的监理制度，对焊接质量进行检测，管道试压合格方可交付使用。包括初始缺陷和安装施工缺陷。初始缺陷主要因为管材加工和运输。管材缺陷将导致管道整体强度降低，影响管道运行的可靠性。应加

强管材质量检查，提高制造工艺水平，建立严格的施工检测制度，选择合适的焊接工艺。

c.定期检查管线内外防腐情况。包括内外腐蚀，应该定期进行检测。

d.对管道全线参数加强定期监控，确保管道运行正常。

e.加强巡线管理，防止第三方破坏。包括人为以及自然灾害破坏。如管道上违章构筑物，违章施工；水流对管道的长期冲刷；管道附近土层运移等都可以导致管道发生失效。应对管道及标志物定期检测。

f.设备事故和人员误操作。应加强设备的选型和质量监控以及日常维护，确保设备安全运行。建立健全严格的规章制度，提高干部职工的安全意识和业务水平，严格遵守工艺纪律，避免误操作。

5.2.5 单元小结

1) 通过检查表法对工艺设施、设备单元共检查 88 项内容，其中 2 项不涉及项，2 项不符合项，其他为符合项。不符合项为：

- ① 8#注气站内压力表刻度盘上未划出指示工作压力的红线；
- ② 滨莱高速穿越处的穿越桩上未标记穿越方式、位置里程、穿越长度等信息。

2) 通过事故树分析如下：

该事故树共有 13 个最小割集，说明事件发生途径多。最小径集 4 个，不发生泄漏的主要方案有 4 种。通过事故树对管道泄漏事故的构造和分析，可知：管道泄漏事件的最小割集数目较多，其中以制造缺陷、焊接缺陷、内腐蚀防腐层损坏、人为施工破坏、地震、洪涝、人为破坏和操作失误结构重要度最大，说明管道泄漏的主要原因是制造、安装和人为破坏及腐蚀等。

5.3 公用工程及辅助设施的符合性评价单元

5.3.1 安全检查表法评价

根据《输气管道工程设计规范》（GB 50251-2015）、《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）等标准、规范，编制安全检查表，对本项目公用工程及辅助设施的符合性进行评价。具体检查内容见表 5.3-1。

表 5.3-1 公用工程单元安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1.	输气站用电负荷等级的确定应符合下列规定： 1. 采用电力作输气动力，以及采用其他动力驱动，但是对供电可靠性要求特别高的压气站，用电负荷宜为一级。 2. 其他输气站用电负荷宜为二级。支线站场根据工程条件和需要可为三级。	GB50251-2015 10.1.3	本工程新增自控、通信机柜为重要负荷，注气站的用电负荷主要为三级。重要负荷采用 UPS 供电。	√
2.	信号电缆与电力电源电缆应分开敷设，不可避免时应采取隔离措施。	GB/T50823-2013 8.2.4	分开敷设。	√
3.	导体选择及线路敷设应符合安全规定，线路应无老化、破损和裸露现象。	SY/T6320-2022 10.4	无老化、破损和裸露现象。	√
4.	电气设备的接地应完好、可靠。	SY/T6320-2022 10.8	接地完好。	√
5.	灭火器应设置在位置明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。	GB50140-2005 5.1.1	设置在位置明显和便于取用的地点。	√
6.	灭火器不宜设置在潮湿或强腐蚀性的地点。当必须设置时，应有相应的保护措施。灭火器设置在室外时，应有相应的保护措施。	GB50140-2005 5.1.4	未设置在潮湿或强腐蚀性的地点。	√
7.	一个计算单元内配置的灭火器数量不得少于 2 具。 每个设置点的灭火器数量不宜多于 5 具。	GB50140-2005 6.1.1 6.1.2	每个设置点的灭火器数量为 2 具。	√

5.3.2 单元小结

本检查表共列出 7 项检查内容，未发现不符合项，本项目公用工程及辅助设施符合标准、规范要求。

5.4 安全生产管理的符合性评价单元

5.4.1 安全检查表法评价

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号，2021 年主席令第八十八号修正）、《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（2024 年 1 月 4 日山东省人民政府令第 357 号第三次修正）、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）对本工程在安全生产管理单元进行评价。具体评价内容见下表 5.4-1。

涉及企业安全管理信息，保密。

5.4.2 单元小结

本节采用安全检查表对安全管理、教育培训、应急及相关文件的符合性方面与国家现行法律、法规、技术标准进行了相应的检查，共设 44 项检查项，未发现不符合项，1 项不涉及。

本工程建设单位建立了较为完善可靠的安全管理体系、安全生产规章制度和安全操作规程，作业人员参加有关培训并持证上岗，制定有应急响应程序并定期演练，工程建设程序完整，各类安全生产相关证明材料较齐全，基本符合相应的法律、法规的要求。

5.5 安全设施设计专篇报告中的安全措施落实情况单元

5.5.1 安全设施设计专篇报告提出安全对策措施

本工程的安全设施设计专篇报告由中石化石油工程设计有限公司编制完成。安全设施设计专篇报告对安全预评价报告补充提出的安全对策措施落实情况见下表。

表 5.5-1 安全设施专篇的安全对策措施及落实情况

序号	安全对策措施	落实情况
一	管道本体	
1	按照《二氧化碳输送管道工程设计标准》（SH/T3202）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423）要求，本项目位于鲁中地区，经济发达，人口密集，为提高管道的安全性，又本工程工期紧张，为方便管材采购，减少管材规格，二级地区按照 0.5 设计系数考虑，因此输送干线管道均采用 0.5 设计系数。	已落实。通过施工图设计、竣工文件等资料，输送管道设计系数符合设计要求。
2	本工程管材选用 D88.9~D168.3 管径钢管选用 L360Q 钢级。	已落实。根据施工资料，钢管选材符合设计要求。
3	本工程选择《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T9711）作为钢管选用标准。热煨弯管制作参照《油气输送用钢制感应加热弯管》（SY/T5257）执行，管道直管段采用无缝钢管。	已落实。根据施工资料，钢管选材符合设计要求。
4	根据《二氧化碳输送管道工程设计标准》SH/T3202 及《输气管道工程设计规范》GB50251 要求，对管道进行了直管段和热煨弯管强度校核、径向及轴向稳定性校核、最小壁厚校核、定向钻回拖工况应力校核和抗震校核。	已落实。已对管道进行了相关校核
5	管道在下沟回填后，应按照《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369 的要求进行清管和试压。清管与试压根据地形、地貌及自然条件分段进行。	已落实。分段进行清管和试压。
6	分段试压前，应采用清管器或清管球进行清管，清管介质应用空气，清管次数不应少于两次，以开口端不再排出杂物为合格。	已落实。根据清管、测径报告，清管次数不少于两次。

序号	安全对策措施	落实情况
7	中型水域穿越、二级以上公路穿越和高速公路穿越段应单独进行强度试验，并应符合《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 的规定。	已落实。单独进行试压。
8	试压介质应采用无腐蚀性洁净水，试验环境温度不宜低于 5℃，低于 5℃时应采取防冻措施。试压合格后，应排尽管段内积水。	已落实。试压介质为纯净水。
9	进行强度试验时，应缓慢升压，压力分别升至试验压力的 30%和 60%时各稳压 30min，检查管道无问题后，继续升至强度试验压力。稳压时间不应小于 4 小时，管道无断裂、无变形、无渗漏为合格，然后降至设计压力进行严密性试验，稳压为 24 小时。	已落实。稳压压力和时间均符合要求。
10	针对本工程管道，经清管后管内水份含量少，干燥施工工期要求紧等特点，以及安全、环保等诸多因素，选择以干空气干燥法为主对管道进行干燥。	已落实。采用压缩空气进行干燥。
二	管道敷设	
11	一般地段管顶覆土深度不小于 1.5m。	已落实。一般地段管顶覆土深度不小于 1.5m。
12	管道河流穿越按《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423）执行。	已落实。管道河流穿越按照标准执行。
13	当管道水平转角 $<6^{\circ}$ 或竖向转角 $<4^{\circ}$ 时，设计中应优先采用弹性敷设，管道平面的弹性敷设曲率半径大于 1000D，垂直面上的弹性敷设管道的曲率半径尚应大于管子在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径。	已落实。优先采用弹性敷设。
14	开挖管沟前，需对施工作业带两侧各 50 米范围内的地下管道、电缆或其他地下构筑物详细排查。在地下设施两侧 3m 范围内，采用人工开挖，并对挖出的地下设施给予必要的保护。对于重要地下设施，开挖前征得其管理部门同意，必要时在其监督下开挖。	已落实。根据施工记录，管沟开挖符合要求。
15	项目在建设过程中将不可避免地占用部分农地、林地、坡地，局部损坏地表植被、排水沟渠等水土保持设施，破坏原有的地形地貌，改变地表水流方向，同时开挖、运移及铺筑行为也将造成一定的土壤流失。对于工程施工作业带和施工直接影响区域，管沟回填后的覆盖防护应结合实际的地形地貌及植被情况做好水土保持。沿线施工时所破坏的耕田、林地、挡水墙、排水沟、道路等地面设施按原貌恢复或采取相应有效措施进行处理。	已落实。沿线施工时所破坏的地面设施按原貌恢复或采取相应有效措施进行处理。
16	道经过经济作物区时，应尽量减小施工作业带宽度，减少对经济作物区的影响。	已落实。尽量减小施工作业带宽度。

序号	安全对策措施	落实情况
17	<p>在施工时间安排上，尽量在经济作物收获的季节开工，尽量在经济作物区多开标段，缩短各标段的里程数，尽快完成经济作物区的施工，对经济作物区进行复耕。</p>	<p>已落实。施工完成后对作业带进行复耕。</p>
三	高后果区	
18	<p style="text-align: center;">设计方面</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、管道经过三级地区，严格按照规范选取强度设计系数、阀室布置和试压； 2、高后果区强度设计系数取 0.5； 3、采用加强级三层 PE 防腐层，全线采用阴极保护并进行杂散电流干扰防护； 4、管道沿线设置标志桩、警示牌、加密桩（与其他标志桩间距不大于 50m），管道上方设置警示带； 5、对管道环焊缝进行 100%射线检测； 6、适当增大管道埋深，管顶埋深不小于 1.8 m； 	<p>已落实。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、三级地区管线强度设计系数取 0.5 以增加管道壁厚，提高强度储备； 2、高后果区强度设计系数取 0.5； 3、采用加强级三层 PE 防腐层，全线采用阴极保护并进行杂散电流干扰防护； 4、管道沿线设置标志桩、警示牌、加密桩等，管道上方设置警示带； 5、对管道环焊缝进行 100%射线检测； 6、管顶埋深不小于 1.8m。
19	<p style="text-align: center;">施工方面</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、施工时严格控制管道与人口密集地区的间距，不得随意更改路由。 2、施工时，加强对焊接、防腐、补口质量的监督、检验，严格执行焊接工艺规程。 3、管道下沟后及时回填管沟，防止人员落入管沟造成伤害。 4、编制详细的试压施工方案。严格控制试压头质量。试压头应在安装前进行强度试压，强度试验压力为设计压力的 1.5 倍。试压头重复使用的次数不宜超过 3 次。重复使用超过 3 次时，应对所有焊缝进行无损检测，达到Ⅱ级合格后方可再次使用。 5、试压设备和试压管线 50m 范围内在升压过程中为试压禁区，严禁非试压人员进入。严密性试验时可巡检。试压禁区要设专人把守。试压程序应严格按照“分阶段、缓升缓降”进行。 6、严格按照管道保护法的要求，管道两侧 5m 范围内的建筑物要进行拆除。 7、高后果区应作为建设期重点关注区域，建议施工期间加强监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工。 	<p>已落实。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、施工时严格控制间距，未更改路由； 2、施工时，严格执行焊接工艺规程，保证施工质量； 3、管道下沟后及时回填管沟； 4、编制详细的试压施工方案。严格控制试压质量； 5、严格按照试压程序开展试压工作； 6、严格按照管道保护法的要求，对管道两侧 5m 范围内的建筑物进行拆除； 7、施工期间加强了监理力度，保证施工质量，严格按照设计要求进行施工。

序号	安全对策措施	落实情况
20	运营方面 1、运营期间加大巡线力度，尤其是规划区，应密切注意城市发展，对可能出现的建筑物、道路等占压管道情况，应及时与主管部门协商解决，避免造成隐患。 2、运营期间结合沿线情况制定应急预案，应急预案按照管道保护相关法律法规报管道所在地县级人民政府主管管道保护工作部门备案。 3、运营期间应根据管道运行情况定期进行外防腐层完整性、阴极保护系统有效性及杂散电流干扰测试评价，根据检测评价结果采取必要的防护措施。	已落实。 1、运营期间加大了巡线力度。 2.已制定应急预案，并已备案。 3.进行测试评价，根据结果采取必要的防护措施。
四	穿越	
21	该项目河流穿越方式为定向钻。三号沟、赵班路联合穿越地层岩性主要为粉土、粉质黏土等，根据《油气输送管道穿越工程设计规范》规定，最小管顶埋深应大于设计洪水冲刷线以 6m。根据穿越规范的要求，结合地质资料，确定三号沟河床范围内管顶最小埋深为 12.0m。	已落实。查阅有关施工资料，管道埋深在设计洪水冲刷以下 6m，符合规范要求。
22	穿越段管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层，热煨弯管涂层采用“双层环氧粉末+外缠聚丙烯胶带”的防腐层结构，外防腐层补口采用“普通热收缩带补口”的补口结构，穿越层为岩层、砾石的定向钻段、穿越位置重要、难以修复、长度较长的定向钻段采用“加强级三层 PE 防腐层+普通热收缩带补口+环氧玻璃钢保护”。大中型穿越利用线路强制电流阴极保护系统进行阴极保护，在大中型穿越两侧设置阴极保护测试桩。	已落实。根据施工记录、防腐补口电火花检测记录，施工质量合格，符合《钢质管道外腐蚀控制规范》（GB/T21447-2018）的要求，落实了设计要求。
23	为保证穿越段管道的安全，管道施工完毕后，在穿越出、入土点及河道两侧设立明显的禁采标志，运行期间密切注意附近采砂船的活动范围，防止越线作业对管道产生不利影响。	已落实。河道两侧设立明显的警示标志。
五	公路交叉	
24	管道采用无套管、有套管、钢筋混凝土盖板或涵洞穿越公路时，穿越管道与被穿越公路的夹角宜为 90°，在特殊情况下，不宜小于 30°。	已落实。穿越管道与被穿越公路的夹角不小于 30°。
25	管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度应满足：公路顶面路面以下 1.2m，公路边沟底面以下 1.0m；采用钢筋混凝土盖板时，管顶距盖板不小于 0.5m。	已落实。管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度满足设计要求。
六	管道标识与安全警示	
26	根据《油气管道线路标识设置技术规范》SY/T6064 规定；管道沿线设置里程桩、转角桩、穿越桩、加密桩等。	已落实。管道沿线设有相关标志桩。
27	为保护管道不受第三方破坏，提高管道沿线群众保护管道的意识，输气管道沿途设置一定数量的警示牌。	已落实。管道沿线设有一定数量的警示牌。

序号	安全对策措施	落实情况
28	为尽可能避免管道受外力破坏，管道沿线设置警示带。管道警示带作用是警示下方敷设有二氧化碳管道，其敷设位置在管道管顶正上方 500mm 处。	已落实。管顶上方 0.5m 处设置警示带。
七	站场工艺	
29	本次改造拆除站内已建 CO ₂ 储罐及高压加注泵，由高青末站管输来的 CO ₂ 通过新建撬装密相注入装置增压，连接至已建调压计量撬进口后，输往注汽井。	已落实。注气站内已拆除高压加注泵，在原来的基础上装设密相注入装置。
30	注气站进站管线设置低压报警及低压联锁，当压力低于 8.0MPa 时报警，压力低于 7.5MPa 时，联锁关闭进站切断阀。	已落实。注气站进站管线设置了低压报警及低压联锁装置。
31	整个工程设计为密闭系统，二氧化碳置于密闭的设备和管道中，各个连接处均采用可靠的密闭措施。站场工艺控制系统中具有越限报警系统和连锁自保系统，以确保在误操作或非正常生产状况下，危险物料始终处于安全控制中。	已落实。站场工艺控制系统中具有越限报警系统和连锁自保系统。
32	站场内管道焊缝要求进行 100% 外观检查，外观质量须符合《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》（GB 50683）中表 8.1.2-1 和表 8.1.2-2 中相关规定。焊缝外观检查合格后方可对其进行无损检测。	已落实。根据相关施工资料，管道焊缝进行 100% 外观检查，并检查合格后进行无损检测。
八	通信	
33	本工程光缆主要采用硅芯管保护与输气管道同沟气吹敷设的方式。	已落实。本工程光缆与输气管道同沟敷设。
34	定向钻穿越时，光缆线路采用 1 根 D140×6.5mm 热镀锌无缝钢管与主管道固定，D140 钢套管内穿 3 根∅ 40/33mm 硅芯管（其中 1 根备用）。钢套管伸出穿越段两侧各 1m，硅芯管伸出穿越段两侧不小于 10m 或至两侧手孔内，钢管两端应增加喇叭口套筒过渡保护以免硅芯管被剪切或压瘪。施工完毕后，钢管两端和预留硅芯管两端均做严密有效封堵。钢套管的敷设位置及埋深与前后段光缆的位置保持一致。	已落实。根据相关施工资料，穿越时，光缆的选材及敷设符合要求。
35	光缆线路在采用钢套管保护的时候，选用热镀锌防腐，内外表面镀锌层单位面积总重量不小于 300g/m ² 。在钢套管焊缝补口处选用环氧煤沥青复合涂层，涂层结构为：1 道环氧富锌底漆+2 道环氧煤沥青面漆，补口长度 450mm，总干膜厚度≥ 240μm。	已落实。根据相关施工资料，光缆的防腐保护措施符合要求。
36	室外电力及控制电缆沿电缆沟、电缆桥架敷设或直埋敷设，直埋敷设时埋深 0.7m。电缆进出地面时穿钢管保护。在电缆穿路处、可能过车处及与其他管道交叉时均穿 DN100 镀锌钢管保护。穿路时电缆埋深 1m，保护钢管两端伸出路基两侧各 1m。	已落实。根据相关施工资料，光缆敷设埋深符合要求。
九	防腐	

序号	安全对策措施	落实情况
37	本工程输气管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层。	已落实。根据相关施工资料，管线全部采用加强级黑色 3 层 PE 防腐层。
38	站内工艺管线由地下转为地上安装时，出入地面 ±250mm 范围内管道防腐层外采用铝箔胶带进行耐候防护。	已落实。站内工艺管线由地下转为地上安装时，出入地面 ±250mm 范围内管道防腐层外采用铝箔胶带进行耐候防护。
十	阴极保护	
39	本工程新建集输管道采用枝状分布，且周边单井注气管线密集，结合管道沿线地理条件的实际情况，推荐支线管道阴极保护采用牺牲阳极法。	已落实。支线管道阴极保护采用牺牲阳极法。
40	定期对阴极保护及杂散电流监测装置进行维护管理，正确评价管道沿线是否获得有效的阴极保护，是否存在欠保护或过保护情况，是否存在杂散电流干扰，对阴极保护设备、排流防护设备定期检查和检测，保证其完整性和有效性，保证设施的正常运行。	已落实。定期对阴极保护及杂散电流监测装置进行维护管理。

5.5.2 单元小结

通过对安全设施设计专篇报告提出的安全对策措施的落实情况检查可知，安全对策措施均已建设落实。

6 典型事故案例

6.1 事故案例

6.1.1 事故经过

2014年9月18日晚上约20:40，中石化华东分公司采油厂所属的由溪桥井站向黄桥二氧化碳厂输送液态二氧化碳的管道（设计压力9.0MPa、设计温度50℃）共7根，规格 $\phi 89 \times 6.5$ ，其中7#管线发生爆炸事故。事故未造成人员伤亡，管道损毁约60m。事故导致1.5D弯头、两个5D煨弯弯头发生断裂，呈韧性断口形貌，直管段1、直管段2由围墙内向北甩到了围墙外，其中直管段1飞出约45.6m，直管段2飞出约18m。直管段1、直管段2未发生弯曲变形，直管段3扭曲变形严重。对三处弯头进行剩余壁厚超声测定：弯管1最薄处为5.6mm、弯管2外侧曲面有减薄沟槽，最薄处已断开，壁厚小于1mm、弯管3整圈有较深蚀坑，外侧曲面较严重，壁厚小于2mm。

6.1.2 事故原因和性质

（1）直接原因

CO₂液气未过滤，含有水，CO₂溶于水生成碳酸，弯管2管壁主要被冲刷腐蚀减薄，弯管3管壁主要被空泡腐蚀减薄。当减薄至穿孔或强度不够发生开裂，高压CO₂液体喷出。弯管2处管内压力瞬时降低，引起弯头1处流量瞬时增加，流量增加导致瞬时推力增加，造成弯头1断裂，直管段1、直管段2在高压气的反推作用下向北甩出，弯管2、弯管3由于减薄，强度不够而撕裂。弯管2、弯管3由围墙内向北甩到了围墙外。直管段3在高压气的反推作用下发生扭曲变形。根据现场勘查，直管几乎无腐蚀现象；弯管的直边处也几乎无腐蚀现象。腐蚀主要腐蚀在弯管的弯曲处。

（2）间接原因

①使用单位将CO₂输送管线中分离器解列，致使输送介质CO₂中的含水量偏高。水和CO₂反应生成碳酸，碳酸和铁反应生成碳酸亚铁、碳酸铁，腐蚀产物被冲刷，引起腐蚀沟槽，导致管道元件强度不够。

②管道结构不太合理，弯头过多，输送阻力大。

6.1.3 防范及保护措施

- (1) 改变输送工艺，控制 CO₂ 中的含水量。
- (2) 优化管道结构设计，减少输送阻力。
- (3) 落实好压力管道定期检验。
- (4) 完善安全管理制度，加强壁厚定期监测。
- (5) 要强化对特种设备作业人员（压力管道巡检员）教育培训，提高安全意识。

7 安全对策措施及建议

7.1 隐患及整改情况

2023 年 10 月至 2024 年 4 月，安全验收评价组对本工程进行多次现场勘查，将本工程存在问题及整改建议反馈到纯梁采油厂，并督促限期落实整改。

纯梁采油厂领导非常重视，对存在的问题及整改意见进行了分析研究，制定了整改计划，认真落实。评价组对照存在问题及整改意见，对本工程进行了复查。现场检查过程中发现的问题及整改情况汇总见表 7.1-1。

7.2 安全对策措施建议

1) 本项目输送管线沿途穿跨越高速公路及多条公路、沟渠，部分管段周边环境复杂，在后期的运行管理过程中，应加强巡检，并与管道周边单位进行沟通、协调，加强联动应急处置能力。

2) 加强在用管线的腐蚀检测，检测结束后，应根据检测结果，对存在的缺陷进行评估，确定合理的维修、维护措施，对于影响管道安全的严重缺陷，应立即安排修理。对不合格管线实行报废制度，禁止达到报废标准的管线继续使用。

3) 加强输送管道管理，及时发现问题，消除隐患，做好设备的日常维护、定期检查保养工作，杜绝设备带病运行；加强各类安全装置的日常检查、定期检测，确保设备的安全防护装置、安全设施可靠、齐全、有效。

4) 特种设备应按国家要求定期检测合格，且应在特种设备监督检验所进行备案登记，保存好检测资料和使用登记资料。

5) 当企业主要负责人发生变更时，应按照《产安全事故应急预案管理办法》（急管理部令第2号修正）要求的应急预案报备程序重新备案。

6) 安全阀、压力表等安全附件应定期进行校验，保证安全附件有效性。

7) 应加强管理空气呼吸器、二氧化碳气体探测器、氧气探测器的动态监管工作，定期进行检验检测，确保仪器的安全使用。

8) 增设并加强对管道沿线标志、标牌的检查、养护，发现破损的应及时修复或更换。

9) 按照《个体防护装备配备规范 第2部分：石油、化工、天然气》（GB 39800.2-2020）的相关要求，低温作业应配备防寒手套等劳动防护用品。

10) 定期对职工进行安全教育、考核，不断提高职工的安全意识和操作技能，增加安全知识。新职工上岗前应经过“三级教育”，并经考核合格后，方可上岗；特种作业人员应经具备资质的培训机构培训、考核，取得操作许可证，持证上岗。

11) 根据工程特点，依据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），及时修改各类生产安全事故的应急程序，并定期演练，做好记录。

12) 进一步补充完善安全管理制度、安全操作规程和事故应急救援预案，落实安全生产应急预案备案工作。应督促职工严格执行各项安全管理制度、安全操作规程及国家相应的法律、法规、标准、规范等。

13) 企业应与附近的医院建立密切的联系，并培训职工进行急救技术训练，提高自救护救能力；与附近消防部门建立密切联系，定期进行防火、防爆、检查和演练，做到每个职工都会使用消防器材。

14) 针对本次识别出的高后果区将作为重点管段加强管理：

①开展宣传教育，让高后果区附近居民知道管线介质的危害性、发生泄漏和事故前兆的识别、各种情况下的逃生路线和逃生方法等相关知识。

②建立与高后果区行政管理部门、交通管理部门、消防部门、医疗机构的有效联络，并制定包括人员疏散、交通管制、医疗救助、管道抢修等内容的应急预案。

③对于部分管道距离村庄较近区段，应设置视频监控点位，具备虚拟周界和闯入自动报警功能，并具备通过外接扬声器实现远程喊话实现告警和驱离功能。

15) 管道投产后，加强该输送管道的完整性管理，使用先进可靠的监测、检测手段，有计划的做好管道定期在线检测、压力试验、腐蚀评估等工作。重点检测管道的强度和完整性数据，并建立相应的检测档案。加强生产工艺系统设备、管道的腐蚀监控。建议本工程管理单位建立相关腐蚀检测机制，加强内外腐蚀监控，尤其是针对管道低洼处、拐点处以及沿线水塘等敷设段，并定期进行清管。

16) 巡线是减少管道第三方破坏事故的有效方法，其效果取决于巡线频率及巡线员责任心。对管道系统进行常规的巡线有利于防止管道遭受第三方破坏，还可以及时发现管道的泄漏点。地面活动水平越高的地区，巡线就越重要。

8 安全验收评价结论

根据中石化股份有限公司胜利油田分公司纯梁采油厂提供的齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道（支干线）项目的设计内容以及现场勘查，本次评价在主要危险有害因素辨识、分析的基础上，依据国家有关法律、法规、技术标准的要求，运用安全检查表等评价方法，对工程进行了安全验收评价，得出以下评价结论：

（1）工程主要危险、有害因素本工程涉及的主要危险、有害物质为二氧化碳。

本工程生产过程中存在的主要危险有害因素有中毒窒息、火灾、淹溺、触电、机械伤害、物体打击、车辆伤害、冻伤等。

本工程检维修过程中存在的危险有害因素为中毒窒息、冻伤、起重伤害、触电、电气火灾、灼烫、机械伤害、车辆伤害、坍塌等。

自然环境条件对该项目的影响因素有：暴雨、洪涝、雷暴、高温、低温、地震灾害等。

通过危险化学品重大危险源辨识，本项目不涉及危险化学品重大危险源。

（2）符合性评价结论

1）本报告采用安全检查表法，依据相关法律、法规、标准和规范对齐鲁石化-胜利油田百万吨级 CCUS 示范项目二氧化碳输送管道工程（支干线）的工艺及设备、安全生产管理等方面进行了符合性评价，并对安全设施设计专篇提出的安全对策措施是否落实进行了检查。

建设单位设有安全管理机构并配备了安全管理人员，制定了安全管理制度及安全操作规程，制定了应急演练计划并定期演练，安全管理方面符合法律、法规要求。

2）通过事故树分析如下：

该事故树共有 13 个最小割集，说明事件发生途径多。最小径集 4 个，不发生泄漏的主要方案有 4 种。通过事故树对管道泄漏事故的构造和分析，可知：管道泄漏事件的最小割集数目较多，其中以制造缺陷、焊接缺陷、内腐蚀防腐层损坏、人为施工破坏、地震、洪涝、人为破坏和操作失误结构重要度最大，说明管道泄漏的主要原因是制造、安装和人为破坏及腐蚀等。

3）纯梁采油厂在安全管理、教育培训、应急救援及相关文件符合国家现行法律、法规、技术标准的要求。

（3）报告总结论

本项目为新改建项目，管线整体走向及路由经过了当地规划部门及高速管理部门的同意，本工程的设计、施工、试运行、运行管理及监督制度齐全，具有较高的安全生产可靠性。较好地贯彻了“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，遵循了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的“三同时”原则。在生产管理上有效落实了已经建立的各项规章制度和安全对策措施，对存在的部分问题进行了整改。

综上所述，本工程安全设施符合国家现行有关安全生产法律、法规和行政规章及标准规定条件和要求，风险程度可以接受，具备安全设施竣工验收条件。

建议在今后的生产过程中继续完善安全对策措施、加强安全管理，以保证有一个稳固的安全生产水平。