

报告编号: SH-2025-SY-YPJ-0601

中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司

涪陵区块焦页 33 号扩建项目

安全预评价报告

山东实华安全技术有限公司

资质证书编号: APJ-(鲁)-013

2025 年 8 月 16 日

中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司

涪陵区块焦页 33 号扩建项目

安全预评价报告

法定代表人：任红艳

技术负责人：安风菊

项目负责人：吴佳东

2025 年 8 月 16 日

前 言

涪陵地区页岩气田焦石坝区块位于川东南涪陵区块南部，行政区划隶属于重庆市涪陵区焦石坝镇，地处涪陵区东部，属经济较发达区。

工区区域构造位置位于四川盆地川东南构造区川东高陡褶皱带万县复向斜包鸾-焦石坝背斜带中的焦石坝背斜，构造呈北东向展布。

焦页 33 号平台位于重庆市涪陵区焦石镇，本次焦页 33 号扩平台新增 4 口井，考虑天然气于平台就地分水后外输至 42 号集气站。井口处新增 2 台除砂橇，4 套井口智能控制切断阀，新建 3 台 DN50 的两相流量计，2 座 4 井式智能泡排装置，1 座放空火炬。搬迁利旧 1 套 400kW 水套加热炉、1 台 DN1200 生产分离器、1 台 DN800 计量分离器，配套完善自控、通信、供配电、消防、土建等工程。

本次建设焦页 33 号扩平台-焦页 42 集气站低压集气管线 1 条，线路平面长度约为 1.47km，实际长度约为 1.50km。管线采用抗菌管+HDPE 内衬，实现管线长寿命运行。

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）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 36 号，第 77 号修订）等有关规定，山东实华安全技术有限公司受中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司的委托，对本工程项目进行安全预评价。

接受委托后，山东实华安全技术有限公司成立了评价项目组，评价项目组遵循有关法律、法规、政策和标准，开展评价工作。在现场调查的基础上，仔细分析本工程项目的可研报告，及时与设计单位交换意见，并严格按照国家有关法律法规、技术标准的要求，综合运用了安全检查表（SCL）、定量风险模拟评价方法等定性定量分析方法，对该工程项目存在的危险有害因素进行了分析评价，并提出了切实可行的安全对策措施和建议，为本工程项目的初步设计和今后安全生产管理提供依据。

本报告在评价、编制过程中，得到了中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司的大力支持，在此表示由衷的感谢！

2025 年 8 月

目 录

1 概 述.....	1
1.1 评价目的.....	1
1.2 评价范围.....	1
1.3 评价依据.....	1
1.4 评价程序.....	8
2 建设项目概况.....	11
2.1 建设项目（工程）基本情况.....	11
2.2 自然和社会环境概况.....	13
2.3 油气集输工程.....	16
2.4 公用工程及辅助生产设施.....	22
2.5 安全管理情况.....	29
3 危险、有害因素辨识与分析.....	30
3.1 主要物质危险、有害因素分析.....	30
3.2 生产工艺及设备设施危险、有害因素分析.....	35
3.3 自然和社会危险因素分析.....	43
3.4 重大危险源辨识.....	45
3.5 事故案例与事故原因分析.....	46
4 评价单元划分和评价方法选择.....	49
4.1 评价单元划分.....	49
4.2 评价方法选择.....	49
5 定性、定量评价.....	51
5.1 选址及外部安全条件评价.....	51
5.2 技术、工艺安全可靠性评价.....	52
5.3 设备、装置、设施配套及可靠性评价.....	53
5.4 公用工程及辅助生产设施单元.....	53
5.5 风险度评价.....	53
6 安全管理和应急管理评价.....	55
6.1 安全管理.....	错误！未定义书签。
6.2 应急管理.....	错误！未定义书签。

7 安全对策措施及建议 56

 7.1 方案设计中提出的主要安全对策措施 56

 7.2 需补充或落实的安全对策措施及建议 60

8 评价结论 61

 8.1 项目主要特点及主要危险、有害因素评价结果 61

 8.2 应重点防范的重大风险和应重视的安全对策措施建议 61

 8.3 项目潜在的危险、有害因素控制情况 61

 8.4 安全评价结论 62

附件 1 委托书 错误！未定义书签。

附件 2 建设单位营业执照 错误！未定义书签。

附件 3 重庆市企业投资项目备案证 错误！未定义书签。

附件 4 建设单位应急预案备案表 错误！未定义书签。

附件 5 关于焦石坝区块焦页 4 号西中部气层开发井组等项目的批复错误！未定义书签。

附件 6 专家意见及报告修改说明 错误！未定义书签。

附图 1 相对关系图 错误！未定义书签。

附图 2 平面布置图 错误！未定义书签。

附图 3 工艺管道及仪表控制流程图 错误！未定义书签。

附图 4 爆炸危险区域划分及接地平面图 错误！未定义书签。

1 概 述

1.1 评价目的

- 1、辨识与分析评价对象可能存在的主要危险有害因素；
- 2、确定项目与安全生产法律、法规、规章、标准的符合性；
- 3、预测项目运行过程中发生事故的可能性及其严重程度；
- 4、提出消除、预防和降低危险、危害后果的安全对策措施建议；
- 5、为项目安全运行提供技术性指导，为安全生产管理部门实施监督提供参考依据，为建设项目下一步设计提供依据。

1.2 评价范围

本安全评价报告评价对象和范围包括：

1、站场工程

扩建焦页 33 号平台，焦页 33 号扩平台新增 4 口井，平台就地分水后外输至 42 号集气站。井口处新增 2 台除砂橇，4 套井口智能控制切断阀，新建 3 台 DN50 的两相流量计，2 座 4 井式智能泡排装置，1 座放空火炬。搬迁利旧 1 套 400kW 水套加热炉、1 台 DN1200 生产分离器、1 台 DN800 计量分离器。

2、集输工程

本次焦页 33 号扩平台建设焦页 33 号扩平台-焦页 42 集气站低压集气管线 1 条，涉及企业机密，不予公开。

2、公用工程及辅助工程

与站场工程配套的自控、通信、供配电、消防、给排水等公用工程及辅助工程。

1.3 评价依据

1.3.1 国家法律法规、部门规章和地方性法规

1.3.1.1 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）

3、《中华人民共和国特种设备安全法》（中华人民共和国主席令[2013]第 4 号，2014 年 1 月 1 日起施行。）

4、《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）

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

6、《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）

1.3.1.2 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、《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）

6、《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）

7、《易制毒化学品管理条例》（国务院令[2005]第 445 号、国务院令 第 703 号修订，国办函[2014]40 号、[2017]120 号、[2021]58 号增补，公安部等 6 部委公告 2024 年 8 月 2 日、2025 年 6 月 20 日修订）

8、《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）

9、《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）

10、《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）

11、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日起施行）

1.3.1.3 部门规章及规范性文件

1、《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[2011]第 36 号，国家安全生产监督管理总局令第 77 号修改，2015 年 4 月 2 日实施）

2、《化学品物理危险性鉴定与分类管理办法》（原国家安全生产监督管理总局令第 60 号，自 2013 年 9 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、《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）

6、《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）

7、《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）

8、《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）

9、《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）

10、《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）

11、《产业结构调整指导目录》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令[2023]第 7 号，自 2024 年 2 月 1 日起施行）

12、《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）

13、《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）

14、《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）

15、《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）

16、《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）

17、《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）

18、《易制爆危险化学品目录（2017 年版）》（2017 年 5 月 11 日起施行）

19、《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）

20、《卫生部关于印发<高毒物品目录>的通知》（卫法监发[2003]142 号，2003 年 6 月 10 日起施行）

21、《中国严格限制的有毒化学品名录（2023 年版）》（2023 年 10 月 18 日起施行）

22、《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）

1.3.1.4 地方性法规、规章

1、《重庆市安全生产条例》（渝人常[2024]第 29 号，2024 年 07 月 01 日施行）

2、《重庆市建设工程安全生产管理办法》（重庆市人民政府令[2015]第 289 号，2015 年 5 月 1 日起施行）

3、《重庆市突发事件应对条例》（重庆市第三届人民代表大会常务委员会第 30 次会议通过，2012 年 7 月 1 日起施行）

4、《重庆市安全生产委员会办公室关于印发〈重庆市生产安全事故应急预案管理办法实施细则〉的通知》（渝安办[2020]110 号，2020 年 11 月 12 日起施行）

1.3.2 标准规范

1.3.2.1 国家标准

1、《企业职工伤亡事故分类》（GB/T6441-1986）

2、《消防安全标志设置要求》（GB15630-1995）

3、《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-2023）

4、《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231-2003）

5、《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）

6、《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）

7、《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）

8、《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）

- 9、《安全色和安全标志》（GB2894-2025）
- 10、《陆上石油天然气开采安全规程》（GB42294-2022）
- 11、《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 12、《石油与石油设施雷电安全规范》（GB15599-2009）
- 13、《化学品分类和标签规范 第 1 部分：通则》（GB30000.1-2024）
- 14、《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 15、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）
- 16、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 17、《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 18、《危险货物品名表》（GB12268-2025）
- 19、《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）
- 20、《石油天然气站内工艺管道工程施工规范（2012 年版）》（GB50540-2009）
- 21、《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）
- 22、《建筑照明设计标准》（GB/T50034-2024）
- 23、《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 24、《自动化仪表工程施工及质量验收规范》（GB50093-2013）
- 25、《电力设施抗震设计规范》（GB50260-2013）
- 26、《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB50058-2014）
- 27、《电气装置安装工程爆炸和火灾危险环境电气装置施工及验收规范》
（GB50257-2014）
- 28、《气田集输设计规范》（GB50349-2015）
- 29、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）
- 30、《混凝土结构设计标准（2024 年版）》（GB/T50010-2010）
- 31、《通信线路工程设计规范》（GB51158-2015）
- 32、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- 33、《油田采出水处理设计规范》（GB50428-2015）
- 34、《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T50011-2010）
- 35、《钢结构设计标准》（GB50017-2017）
- 36、《天然气》（GB17820-2018）
- 37、《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB50016-2014）

- 38、《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 39、《安全防范工程技术标准》（GB50348-2018）
- 40、《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》（GB51309-2018）
- 41、《火灾自动报警系统施工及验收标准》（GB50166-2019）
- 42、《个体防护装备配备规范第 1 部分：总则》（GB39800.1-2020）
- 43、《个体防护装备配备规范第 2 部分：石油、化工、天然气》（GB39800.2-2020）
- 44、《消防设施通用规范》（GB55036-2022）
- 45、《建筑防火通用规范》（GB55037-2022）
- 46、《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- 47、《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 48、《石油天然气工业 井下设备 井下安全阀》（GB/T28259-2012）
- 49、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 50、《爆炸性环境 第 1 部分：设备通用要求》（GB/T3836.1-2021）
- 51、《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）
- 52、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
- 53、《职业性接触毒物危害程度分级》（GBZ/T230-2010）
- 54、《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》（GBZ 2.1-2019/XG2-2024）
- 55、《石油石化系统治安反恐防范要求 第 1 部分：油气田企业》（GA1551.1-2019）
- 56、《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）

1.3.2.2 行业标准和地方标准

- 1、《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）
- 2、《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 3、《危险场所电气防爆安全规范》（AQ3009-2007）
- 4、《生产安全事故应急演练基本规范》（YJ/T9007-2019）
- 5、《生产经营单位生产安全事故应急预案评估指南》（YJ/T9011-2019）
- 6、《电子巡查系统技术要求》（GA/T644-2006）
- 7、《石油天然气管道系统治安风险等级和安全防范要求》（GA1166-2014）
- 8、《页岩气气田集输工程设计规范》（NB/T14006-2020）

- 9、《页岩气安全规程》（NB/T10399-2020）
- 10、《石油工业用加热炉安全规程》（SY0031-2012）
- 11、《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T7036-2016）
- 12、《油气田工程安全仪表系统设计规范》（SY/T7351-2016）
- 13、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）
- 14、《石油天然气工程建筑设计规范》（SY/T0021-2016）
- 15、《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》（SY/T7036-2016）
- 16、《油气田防静电安全技术规范》（SY/T7385-2024）
- 17、《油气田电业带电作业安全规程》（SY/T5856-2017）
- 18、《油气田防静电接地设计规范》（SY/T0060-2017）
- 19、《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T6064-2024）
- 20、《气井试气、采气及动态监测工艺规程》（SY/T6125-2024）
- 21、《泡沫排水采气推荐作法》（SY/T6525-2017）
- 22、《石油天然气生产专用安全标志》（SY/T6355-2017）
- 23、《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）
- 24、《石油设施电气设备场所I级 0 区、1 区和 2 区的分类推荐作法》（SY/T6671-2017）
- 25、《油气田防静电安全技术规范》（SY/T7385-2024）
- 26、《本安型人体静电消除器安全规范》（SY/T7354-2017）
- 27、《石油天然气作业场所劳动防护用品配备规范》（SY/T6524-2017）
- 28、《天然气地面设施抗硫化物应力开裂和应力腐蚀开裂金属材料技术规范》（SY/T0599-2018）
- 29、《石油天然气行业建设项目（工程）安全预评价报告编写细则》（SY/T6607-2019）
- 30、《天然气井试井技术规范》（SY/T5440-2019）
- 31、《石油天然气钻井、开发、储运防火防爆安全生产技术规程》（SY/T5225-2019）
- 32、《油气厂、站、库给水排水设计规范》（SY/T0089-2019）
- 33、《油气田变配电设计规范》（SY/T0033-2020）
- 34、《油（气）田容器、管道和装卸设施接地装置安全规范》（SY/T5984-2020）
- 35、《油气田及管道工程雷电防护设计规范》（SY/T6885-2020）
- 36、《油气管道仪表及自动化系统运行技术规范》（SY/T6069-2020）
- 37、《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T4109-2020）

- 38、《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）
- 39、《陆上油气田油气集输安全规程》（SY/T6320-2022）
- 40、《压力管道安全技术监察规程—工业管道》（TSGD0001-2009）
- 41、《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG21-2016）
- 42、《压力管道监督检验规则》（TSGD7006-2020）
- 43、《通信线路工程技术规范》（YD/T5102-2024）

1.3.3 建设项目批复性文件及其它资料

- 1、《涪陵页岩气田焦石坝区块焦页 16 号扩立体开发井网完善井组可行性研究报告》（森诺科技有限公司，2024 年 6 月）
- 2、《关于焦石坝区块焦页 4 号西中部气层开发井组等项目的批复》（江油工单〔2024〕42 号）
- 3、《重庆市企业投资项目备案证》（项目代码：2405-500102-04-01-673827）
- 4、现场踏勘、调查及收集的相关资料
- 5、安全预评价委托书

1.4 评价程序

1.4.1 安全预评价程序

安全预评价程序见图 1.4-1。



图 1.4-1 安全预评价程序框图

1.4.2 预评价工作经过

安全预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评价，提出相应的安全对策措施；

第三阶段为安全预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，得出安全预评价结论，提出建议，最终完成安全预评价报告书的编制。

接到任务书后，我公司随后开展工作，安全预评价过程如下：

- 1、成立项目组；
- 2、收集相关资料，分析项目存在风险，制定工作计划；
- 3、开展现场踏勘，了解现场情况，收集现场资料；
- 4、项目组成员对项目情况展开讨论，进行报告编制分工；

5、梳理涪陵区块焦页 33 号扩建项目各个方面的工作，按照图 1.4-1 的流程开展各项工作，编制安全预评价报告；

6、公司对报告进行内部审查，修改报告；

7、建设单位组织专家对报告进行审查；

8、修改、出版安全预评价报告。

2 建设项目概况

2.1 建设项目（工程）基本情况

2.1.1 项目（工程）概况

工程名称：中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司涪陵区块焦页 33 号扩建项目

工程建设单位：中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司

生产管理单位：中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司采气一区

地理位置：重庆市涪陵区焦石镇

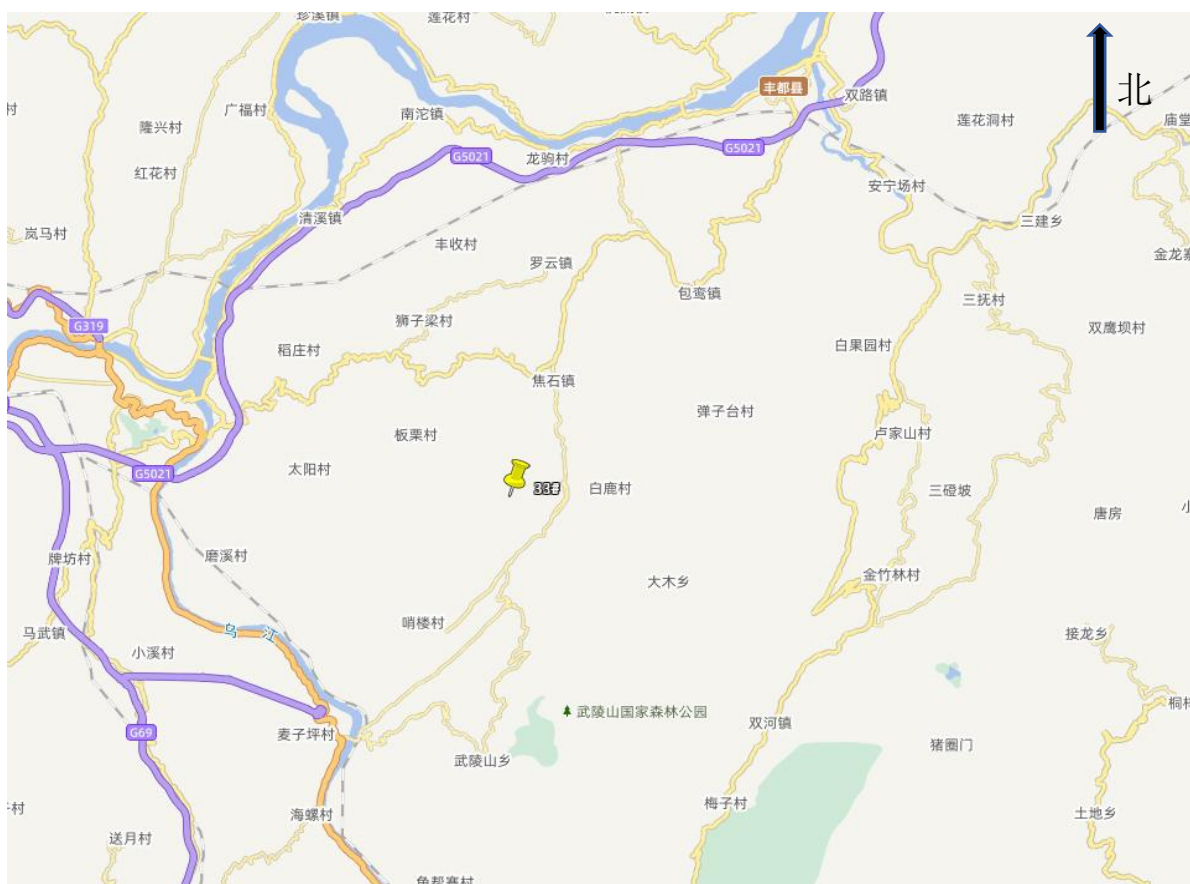


图 2.1-1 焦页 33 号平台地理位置图

涉及企业机密，不予公开。

2.1.2 建设单位基本情况

本项目的建设单位中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司，生产管理单位为中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司采气管理一区，应急救援依托位于采气管理二区内的应急救援中心。

中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司（以下简称涪陵页岩气公司）由中国石油

化工股份有限公司、重庆市涪陵国有资产投资经营集团有限公司（以下简称涪陵国投集团）按照 99:1 的股比合资成立，涪陵国投集团不委派董事、监事和高级管理人员，不参与日常生产经营管理。

涪陵页岩气公司于 2014 年 6 月 30 日完成工商登记注册，注册资金：10000 万元，注册地址为重庆市涪陵区新城区鹤凤大道 6 号。经营范围：许可项目：陆地石油和天然气开采，矿产资源勘查，住宿服务（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：石油天然气技术服务，技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广，非居住房地产租赁，住房租赁，工程技术服务（规划管理、勘察、设计、监理除外），非金属矿及制品销售，非食用盐销售（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）。

涪陵页岩气公司负责开发建设的涪陵页岩气田分布于重庆市涪陵、南川、武隆、忠县、梁平、丰都等区县境内，区块探矿权面积 5986.53km²，采矿权面积 907.46km²；2014 年至 2021 年，涪陵页岩气田累计探明含气面积达 696.58km²，累计探明储量 6985.6 亿 m³。现有焦石坝、江东、平桥、白马 4 个产建区，白涛、凤来、复兴 3 个评价区。2013 年 1 月 9 日，部署在涪陵江东区块的焦页 1HF 井投入试采，成为中国第一口投入商业开发的页岩气井，标志着气田正式进入商业开采。2013 年 9 月 3 日，国家能源局批准设立“重庆涪陵国家级页岩气示范区”。2014 年 4 月 21 日，国土资源部宣布设立“重庆涪陵页岩气勘查开发示范基地”。2015 年 12 月，气田圆满建成一期 50 亿 m³ 生产能力。2017 年底，如期建成百亿 m³/a 产能。2018 年 4 月 18 日，被集团公司、重庆市政府共同授予“百亿方产能基地”称号。2018 年 10 月 6 日，累计产气突破 200 亿 m³。2020 年 5 月 11 日，累计产气突破 300 亿 m³。2021 年 10 月 8 日，累计产气突破 400 亿 m³。

2.1.3 生产管理单位基本情况

采气一区 2023 年 7 月成立，位于涪陵区焦石镇涪陵页岩气公司焦石基地。采气一区作为基层级管理机构，承担焦石坝、江东区块页岩气生产运行、现场管理、风险防控主体责任，主要负责页岩气产量任务、生产运行组织、安全环保管理、生产操作成本管控、质量监督、员工队伍建设等工作。现管辖区域有集气站 35 座，42 个采气平台，有气井 359 口，日均工业气量约 1000 万方。

采气一区设置有“一室一中心”（综合管理室、生产指挥中心），下辖焦页 1#、11#、18#、42#四个中心站。

采气二区 2023 年 7 月成立，位于涪陵区白涛镇涪陵页岩气公司白涛基地。采气二区作为基层级管理机构，承担白涛区块页岩气生产运行、现场管理、风险防控主体责任，主要负责页岩气产量任务、生产运行组织、安全环保管理、生产操作成本管控、质量监督、员工队伍建设等工作。现管辖区域有集气站 21 座，13 个采气平台，有气井 140 口，8 月份日均工业气量约 255 万方。

采气二区设置有“一室一中心”（综合管理室、生产指挥中心），下辖焦页 39#、60#、63#三个中心站；白涛集输站和白涛产出水处理站。

2.2 自然和社会环境概况

2.2.1 地理位置

焦页 33 号扩平台位于重庆市涪陵区焦石镇。地理位置相对关系如图 2.2-1 所示。



图 2.2-1 焦页 33 号平台与焦页 42 号集气站区域相对关系图

2.2.2 自然环境

2.2.2.1 气象条件

涪陵地区属亚热带季风性湿润气候，常年平均气温 $15^{\circ}\text{C}\sim 17^{\circ}\text{C}$ 。其总的特点是：四季分明，热量充足，季风影响突出；地势由西北向东南升高，气温递降，降水递增，立

体气候明显。四季特点：春早，常有“倒春寒”和局部的风雹灾害；夏长，炎热，旱涝交错，伏旱频繁；秋短，凉爽而多绵雨；冬迟，无严寒，雨雪少，常有冬干。

涪陵地区降水丰沛，年降水量 1100mm 至 1200mm，年雨日 170 天至 190 天左右。四季降雨量分配，夏秋两季最多，占全年的 66%；冬春次之，占 34%。无霜期 317 天，日照 1248 小时。

累年平均气温	18.5℃
年极端最高温度	43.0℃
年极端最低温度	-2.7℃
累年平均风速	1.4m/s~1.7m/s
年最大风速	24m/s
年主导风向	WSW（西南西）
年夏季主导风向	WS（西南）
年平均湿度	66%左右
累年平均气压	734.6mmHg
累年平均降雨量	1056.9mm
年最高降雨量	1522.0mm
累年平均雷电日数	53d
累年平均晴天日数	50d~150d
累年平均雾天日数	10d~140d

2.2.2.2 水文

涪陵地区境内的溪河总归长江水系。长江自西向东横贯涪陵市境北部，略成“W”形，乌江由南向北于涪陵城东汇入长江，略成“S”形，两江支流众多。按河道汇流关系分：直接汇入长江的一级支流有 35 条（含乌江），直接汇入乌江的一级支流有 10 条。其中流域面积大于 100km² 的河流有乌江、梨香溪、小溪、渠溪河等 12 条。境内河流大多为雨源补给型，径流因季风降水而比较丰富，多夏洪秋汛，暴涨暴落，水位变幅大。

2.2.2.3 地形地貌

涪陵地区地处四川盆地和盆缘山地过渡地带，境内地势以低山丘陵为主，横跨长江南北、纵贯乌江东西两岸。地势大致东南高而西北低，西北-东南断面呈向中部长江河谷倾斜的对称马鞍状。涪陵地区海拔最高 1977m，最低 138m，多在 200m~800m 之间；焦石坝地区东部为铜矿山脉，山脉南北走向，山脊呈“一山一槽二岭”形态，出露最老岩层

为二叠系灰岩，山顶峰丛发育，主要山峰有：大顶山（海拔 1372m）、鸡石尖（1319m）、大耳山（1224m）等；工区总体为丘陵山地，具有北东高、南西低特点，海拔最高 851m，最低 200m，多在 400m~700m 之间。

2.2.2.4 地震烈度

依据《中国地震动峰值加速度区划图》、《中国地震反应谱特征周期区划图》和《建筑抗震设计规范》划分，工程区地震动峰值加速度为 0.05g，地震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第一组。

2.2.3 社会环境

2.2.3.1 人文

截至 2024 年末，涪陵区常住人口 110.01 万人，其中城镇常住人口 81.91 万人，乡村常住人口 28.10 万人，城镇化率为 74.46%。公安户籍户数 43.74 万户，户籍人口 110.78 万人。户籍人口中，城镇人口 50.81 万人，乡村人口 59.97 万人，户籍人口城镇化率 45.87%。按性别分，男性人口 56.20 万人，女性人口 54.58 万人，人口性别比（以女性为 100）为 102.9。全年出生人口 0.52 万人，死亡人口 0.98 万人，人口自然增长率为-4.09‰。

2.2.3.2 交通运输

涪陵地区交通较为方便，公路通车里程达到 4346km，其中高速公路 21km，涪陵城区可通过国道、省道及铁路等西至重庆、成都，东达万州、宜昌、武汉及上海，距江北国际机场约 80km，交通运输条件便利；涪陵地处乌江与长江汇合处，历来是川东南水上交通枢纽和乌江流域最大的物资集散地，区内港口 23 个，同时大型新建集装箱码头已投入使用，水运条件便利。区内各城镇间均有公路通连，全区行政村公路通达率达 100%。

2.2.3.3 通信

本工程所处区域的公网通信设施网络比较完善，中国电信、中国联通、中国移动通信网覆盖全境，公网通信较发达。

2.2.3.4 治安条件

焦页 33 号平台位于重庆市涪陵区焦石镇，所在地的治安条件较好。

2.2.4 周边人居、企事业单位及敏感设施情况

涉及企业机密，不予公开。

2.3 油气集输工程

2.3.1 工程总体布局

本次涉及 1 座平台，位于乌江北焦石坝区块。

集输系统采用采气平台-集气站-脱水站的二级布站方式。

扩建平台公用系统依托气田内部已建公用系统，平台的供水、供电、自控、通信等就近从集气站或者管网接入。

本次焦页 33 号扩平台接入已建焦页 42 号集气站。

2.3.2 集输工程现状及依托情况

2.3.2.1 平台现状

焦页 33 号平台目前生产井有 5 口，同时根据《涪陵页岩气田焦石坝区块焦页 30 号东中部气层开发井组方案可行性研究报告》，焦页 33 号平台在建中部气层井 3 口，拟接入焦页 42 号集气站。目前生产井采用连续计量或轮换计量、气液分离、增压外输工艺。3 口在建井拟采用井口加热、连续计量外输的工艺。站内分离出的污水接入站内已建排污池。新建井口放空气通过高压放空管线接入站外已建放喷池。新建站内分离器放空气通过已建低压放空管线接入站外已建放空立管。

本工程拟在焦页 33 号扩平台新增 4 口井，考虑于平台就地分水后外输至 42 号集气站。井口处新增 2 台除砂橇，4 套井口智能控制切断阀，新建 3 台 DN50 的两相流量计，2 座 4 井式智能泡排装置，1 座放空火炬。搬迁利旧 1 套 400kW 水套加热炉、1 台 DN1200 生产分离器、1 台 DN800 计量分离器，同时新建焦页 33 号扩平台-焦页 42 集气站低压集气管线 1 条。

2.3.2.2 周边管网现状

气田周边主要管道有中石化的川气东送管道、川维支线、涪陵-王场管道；重庆燃气公司的长南线、梓白线；四合燃气公司的四合管道，以及龙禹公司武陵山管道（经黔江接至湖南），气田周边主要输气管道分布见图 2-3-1，输气管道主要技术参数见表 2-3-1。



图 2.3-1 气田周边主要输气管道分布图

表 2.3-1 输气管道主要技术参数表

管道名称	管径 (mm)	设计压力 (MPa)	设计输量 ($10^8\text{m}^3/\text{a}$)	所有者
川气东送	1016	10	120	中石化
川维支线	559	8	25	中石化
长南线	508/457/323.9	6.3	20	重庆燃气公司
梓白线	323.9	6.3	8	重庆燃气公司
梓白复线	610	6.3	/	重庆燃气公司
四合管道	406	4	14	四合燃气公司
涪陵-王场管道	1016	10	104	中石化
武陵山管道	406	10	9.5	龙禹管道公司

2.3.2.3 可依托辅助生产设施

焦页 33 号平台可依托的地面辅助设施:

电力: 和焦页 33 号平台附近已建 10kV 江油一线, 电源引自 110kV 江汉变电站, 可

以满足场站生产用电需求。焦页 33 号平台供电依托焦页 42 号集气站。平台已建 1 台低压动力配电箱 AP1，总进线断路器 $I_n=40A$ ，进线电缆型号为 YJV22-0.6/1kV 5³ 25，箱内有备用断路器。焦页 42 号集气站内已建 1 套 10kVA 不间断电源，无备用回路。

给水和排水：依托站场已建生活设施。

通讯：周边无自建通讯网络，可依托运营商无线网络。

2.3.3 设计参数及建设规模

2.3.3.1 基础参数

焦页 33 号扩建项目井口参数见表 2.3-2。

表 2.3-2 焦页 33 号扩建项目井口参数

参数	焦页 33 号扩建项目井口
单井配产量	$4.76 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ （参照焦页 12-Z1HF）
井口压力	6.5MPa～30.0MPa
井口温度	20℃～40℃
高位发热值	36.1MJ/m ³
外输压力	4.87MPa

2.3.3.2 天然气物性及组分

本次焦页 33 号平台 4 口新井由于暂未获得组分参数，井口气体组分参考同平台《焦页 33-3HF 天然气组成分析（检测）报告》（检测日期 2024 年 11 月 30）。焦页 33-3HF 井天然气以甲烷为主，含量 98.34%；乙烷含量 0.549%；CO₂ 含量 0.354%，不含 H₂S；相对密度为 0.5637。气质组分见表 2.3-3。

涉及企业机密，不予公开。

2.3.4 站场工程

2.3.4.1 平面布置

涉及企业机密，不予公开。

2.3.4.2 工艺流程

涉及企业机密，不予公开。

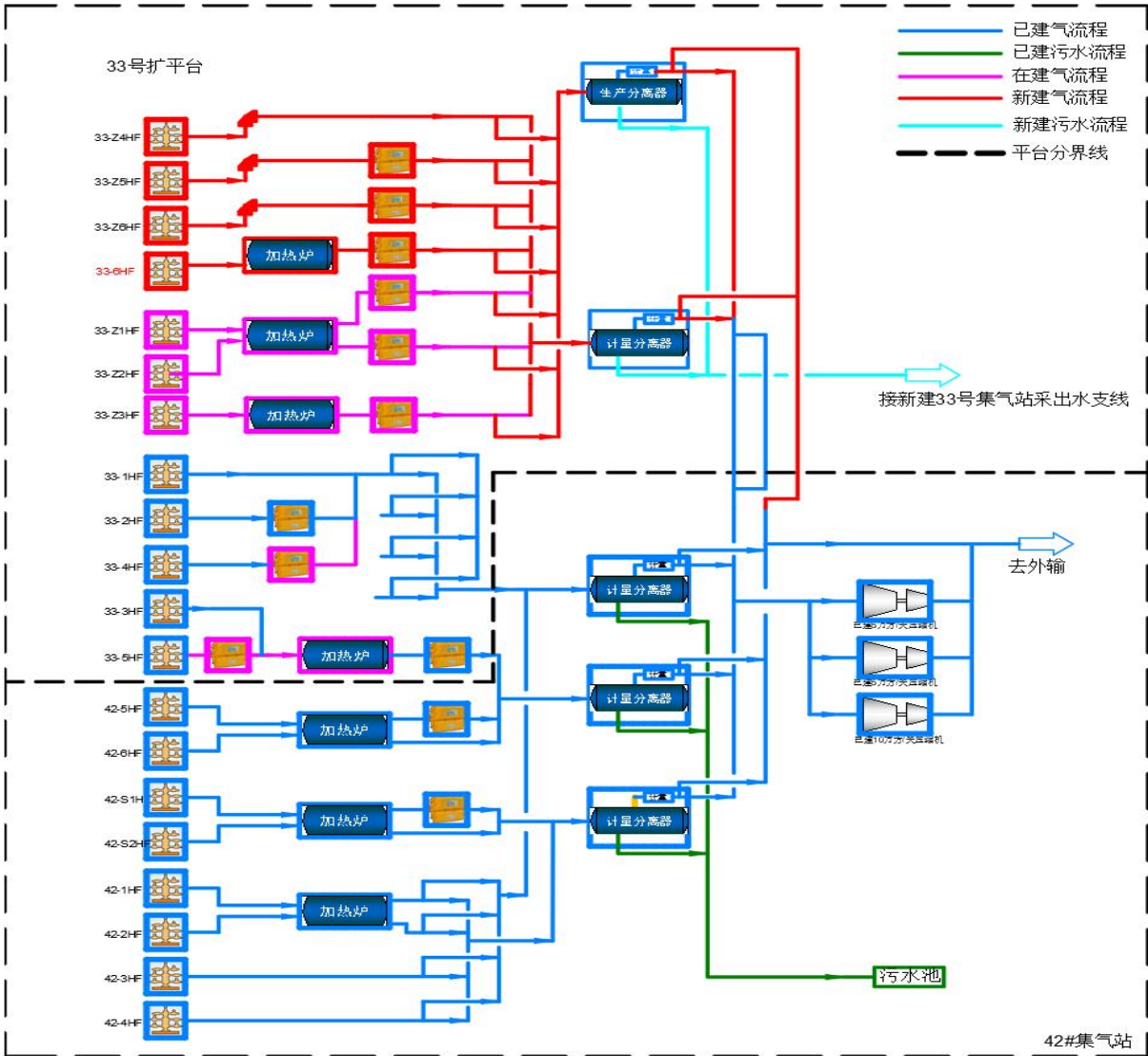


图 2.3-3 焦页 33 号平台和焦页 42 号集气站工艺流程改造示意图

2.3.4.3 主要设备设施

本工程主要设备见下表。

表 2.3-5 主要设备设施表

序号	名称及规格	单位	数量	备注
1	水套加热炉 400kW	座	1	搬迁，利旧
2	生产分离器 DN1200	座	1	搬迁，利旧
3	计量分离器 DN800	座	1	搬迁，利旧
4	燃气调压橇	座	1	
5	单井式过滤式除砂器 25MPa	座	2	
6	两相流量计	台	3	
7	智能泡排装置（4井式）排量26L/h 17MPa，消泡剂泵42L/h 10MPa	座	2	
8	放空火炬 DN150	套	1	

2.3.5 集输管道

2.3.5.1 管道路由

本次新建焦页 33 集气站至焦页 42 集气站集气管线。

管线起点为焦页 33 集气站，终点为焦页 42 集气站，管线整体呈东北-西南方向，自焦页 33 集气站南侧出发后，向西敷设约 0.4km 后折向西南方向，继续敷设至焦页 42 集气站北侧围墙处。管线设计压力 6.3MPa，沿途穿路 5 次，穿越长度 64m。

线路平面长度约为 1.47km，实际长度约为 1.50km。管线线路走向见下图。

涉及企业机密，不予公开。

2.3.5.2 管道材质与规格

本工程集气管线管径为 $\Phi 168 \times 7.0$ ，采用无缝钢管（抗菌），钢管等级为 L245N PSL2。

2.3.5.3 沿线地区等级

本工程管线输送介质为页岩气，根据《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）相关规定，结合本工程实际情况，本工程管道途经区域定为二级地区。

2.3.5.4 管道穿越

本工程穿越 5 处乡村水泥路，采取开挖预埋套管穿越的方式。

涉及企业机密，不予公开。

2.3.5.5 管道敷设

本工程管道埋地敷设，拟按以下形式进行管道敷设：

（1）当管道转角的周围地形允许时，优先采用弹性敷设；弹性敷设无法满足时方可采用弯管。

（2）管道在地下水位较高的地区或雨季施工时，采取降低水位或排水措施，及时清除沟内积水。管道在漂浮状态下严禁回填。

（3）对可能引起管道不均匀沉降的地段，地基进行处理或采取其它防沉降措施。

（4）管道穿越公路、河流、其他管道和地沟的敷设期限、程序以及施工组织方案，征得有关管理部门的同意并符合本说明书的相关施工要求。

2.3.5.6 附属工程

（1）管道标识

管道沿线设置里程桩、测试桩、标志桩、加密桩、警示牌等永久性管道标识。管道标识设置执行《油气管道线路标识设置技术规范》（SY/T6064）。

管道沿线设置以下管道标识：

①里程桩：用于标识管道距离和位置的设施，每公里设置 1 个，标记管道名称、里程数、管理单位名称、电话号码。

②测试桩：用于监测和测试管道阴极保护等参数的设施。

③标志桩：用于标记管道方向变化、管道与地面工程（地下隐蔽物）交叉、管理单位交界、管道结构变化（管径、壁厚、防护层）、管道附属设施的地面标识，包括转角桩、穿越桩（河流、公路、铁路、隧道）、交叉桩（管道交叉、光缆交叉、电力电缆交叉）等。

④转角桩：管道水平改变方向的位置，在水平方向一次转角大于 5° ，设置转角桩。转角桩上要标明管线里程，转角角度。

⑤穿越桩：管道穿越河流、高等公路两侧均设置穿越标志桩，穿越标志桩上标明管线名称、穿越类型、线路里程及穿越长度。有套管的注明套管长度、规格和材质。

⑥交叉桩：地下管道、电（光）缆和其它地下构筑物交叉位置设置交叉桩。交叉桩上注明线路里程、交叉物的名称、志交叉物的关系。

⑦加密桩：在通过人口密集区、易受第三方损坏地段设置加密桩，在平面上弹性敷设的管道，在弹性敷设段设置加密标识桩间距不大于 100m，同时满足通视性的要求。

（2）管道警示牌

为保护管道不受意外外力破坏，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。

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，中间每 300m 设置一块警示牌；②管道穿越河流处，两端各设置一块警示牌；③管道穿越公路时，在两侧各设置一个警示牌，④易发生或已多次发生危及管道安全行为的区域。

警示牌设置在明显醒目的地方。

（3）警示带

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管道，其敷设位置在管道管顶正上方 500mm 处，农田段确保农耕机具不损坏警示带。

2.3.5.7 管线防腐

为实现管线长寿命运行，本工程新建站外管线采用抗菌管+HDPE 内衬+外防腐多重防腐方式。外防腐做法如下：线路管道直管采用常温型加强级 3PE 防腐层。冷弯管采用加强级 3PE 防腐层，热煨弯管防腐采用双层熔结环氧粉末，管道补口采用辐射交联热熔胶型聚乙烯热收缩带补口。

2.4 公用工程及辅助生产设施

2.4.1 供配电

2.4.1.1 供电现状

和焦页 33 号平台附近已建 10kV 江油一线，电源引自 110kV 江汉变电站，可以满足场站生产用电需求。

焦页 33 号平台供电依托焦页 42 号集气站。平台已建 1 台低压动力配电箱 AP1，总进线断路器 $I_n=40A$ ，进线电缆型号为 YJV22-0.6/1kV 5³ 25，箱内有备用断路器。焦页 42 号集气站内已建 1 套 10kVA 不间断电源，无备用回路。

2.4.1.2 供配电方案

1、用电负荷统计

焦页 33 号平台用电负荷统计见表 2.4-1。

表 2.4-1 焦页 33 号平台用电负荷统计表

序号	设备名称	设备功率 (kW/台)	电压等 级 (V)	数量	工况	需要系 数	功率因 数	计算功 率(kW)	视在功率 (kVA)	负荷等级
1	已建负荷（井口加注橇、照明等）	4.5	380	1	1 用	1.00	0.80	4.50	5.63	三级
2	外输泵	15.0	380	1	1 用	1.00	0.80	15.00	18.75	三级
3	水套加热炉 PLC	0.5	220	1	2 用	1.00	0.80	0.50	0.63	三级
4	智能泡排装置	8.0	380	1	1 用	1.00	0.80	8.00	10.00	三级
5	照明等负荷	4.0	220	1	1 用	1.00	0.80	4.00	5.00	三级
小计								32.00	40.01	

经计算，AP1 总断路器和进线电缆可满足平台用电需求。

新建设备电源均引自 AP1 备用回路，更换 3 只备用回路断路器，增设 1 只热继电器和 1 只交流接触器。平台已建 UPS 增设 4 只断路器，为平台 2 个新建摄像头供电。

可行性研究阶段未对自控系统供电电源及用电负荷进行详细说明，建议下一步详细设计阶段对自控系统（包括气体报警系统）的供电电源及用电负荷情况进行详细设计。

2、电缆敷设

动力线缆采用铜芯聚氯乙烯绝缘电缆，室内部分采用穿钢管埋地敷设，室外部分采用电缆沟内或铠装电缆直接埋地或桥架敷设。爆炸和火灾危险场所的电缆，采用电缆沟内敷设电缆沟内充砂，且绝缘电线和电缆的截面选择符合有关规定。爆炸和火灾危险场所的照明线路采用钢管明配。

接地角钢与接地扁钢采用热镀锌防腐。

2.4.1.3 防雷、防静电及接地

平台内建筑物的防雷措施严格按照国标《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）的规定执行。

低压配电系统的接地型式采用 TN-S 系统，在供配电系统的电源端安装与设备耐压水平相适应的过电压（电涌）保护器。电气设备的下列金属部分，均应可靠接地：配电屏、配电箱的框架；互感器的二次绕组；配电装置的金属构架及靠近带电部分的金属围栏和金属门等；电力电缆接线盒、终端盒的外壳，电缆的外皮、穿线的钢管等的金属部分。

露天布置的天然气管制设备、容器做防雷防静电接地。直径大于或等于 2.5m 及容积大于或等于 50m³ 的设备，其接地点不少于 2 处。地上或管沟内敷设的金属管道在进装置或设施处、管道分支处等设防静电接地装置。长距离无分支管道每隔 200m 接地一次。平行管道净距小于 100mm 时，每隔 20m 跨接；当管道交叉净距小于 100mm 应做跨接。各阀门（螺栓连接少于 5 处）间应采用 BVR-6mm² 多股铜芯软导线做跨接。长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03 Ω 时，连接处跨接。跨接材料采用 BVR-16mm² 多股铜芯软导线。各阀门（螺栓连接少于 5 处）间采用 BVR-16mm² 多股铜芯软导线做跨接。

站场所有的电气设备接地、仪表接地、防雷、防静电接地相连构成统一的接地网；接地极采用镀锌角钢接地极，间距不小于 5m；接地线采用 -40×4 镀锌扁钢；接地装置埋深 1m；接地电阻 $R \leq 4 \Omega$ 。当接地电阻无法满足要求时，补打接地极。

为保证设备安全和系统的可靠，在本工程新增检测仪表信号接口、新增控制系统和现有控制系统扩容的所有 I/O 点等有可能将感应雷电引起高压引入系统的部位，采取防护措施，避免雷电感应造成的设备损坏。现场变送器仪表和可燃气体探测器及控制系统机柜均设置防浪涌保护器。现场变送器需设置外置式防浪涌保护器，防浪涌保护器连接于变送器的第二个进线口。当变送器只有一个进线口的仪表采用连接型防浪涌保护器或使用防爆三通接头进行安装。

保护接地、工作接地和防雷接地分别接入到公用接地网，接地联结电阻小于 1Ω ，接地电阻小于或等于 4Ω 。

2.4.1.4 主要工程量

电气专业主要工程量见下表：

表 2.4-2 电气专业主要工程量表

序号	名称及规格	单位	数量	备注
1	微型断路器 Inm=63A 40/3D	只	1	
2	微型断路器 Inm=63A 20/3C	只	1	
3	微型断路器 Inm=63A 10/2C I Δ n=30mA	只	1	
4	微型断路器 Inm=63A 10/2C	只	4	
5	交流接触器 32A	只	1	
6	热继电器 50A	只	1	
7	电力电缆 ZA-YJV22-0.6/1kV 5 $\times$ 6	m	200	
8	电力电缆 ZA-YJV22-0.6/1kV 3 $\times$ 4	m	100	
9	电力电缆 NH-YJV22-0.6/1kV 3 $\times$ 4	m	1000	
10	接地装置	项	1	
11	电缆保护管件	项	1	
12	恢复路灯	基	2	
13	恢复路灯电缆 ZA-YJV22-0.6/1kV 3 $\times$ 4	m	200	

2.4.2 仪表及控制系统

2.4.2.1 概况

本次自控部分主要对焦页 33 号平台新增工艺设备生产过程有关数据进行远程监视及控制。对集气站/平台独立井口的压力及可燃气体浓度进行检测，当超压时连锁报警并关闭井口截断阀，当可燃气体泄漏时连锁报警。

2.4.2.2 自动控制方案

焦页 33 号扩平台新增 4 口井，新建 3 台 DN50 的两相流量计，搬迁利旧 1 套 400kW 水套加热炉橇、1 台 DN1200 生产分离器、1 台 DN800 计量分离器。

以上设备信号接入新建 ESD 远程 IO 控制柜，对系统进行组态，最终完成对本次新增工程工艺生产设施的监测和控制。

自动控制系统要有以下内容：

- 1、井口采气树设置井口紧急截断阀，可实现对井口高低压切断；
- 2、井口采气平台及工艺装置区现场仪表、橇装设备及控制系统进行数据采集，实现

远程监视及控制；

3、焦页 33 号平台依托已建站控系统进行扩容；

4、对焦页 42 集气站组态扩容，实现对新增生产单元的监控、调度和管理；

5、调控中心组态扩容，实现对新增生产单元的监控、调度和管理；

6、在工艺装置区以及井口平台设置可燃气体探测器，对可能存在泄漏可燃气体的场合进行连续检测，当站场发生可燃气体泄漏的情况下自动报警。

焦页 33 号平台依托新建 SCS 系统机柜 1 台，采用安全与非安全混合控制系统架构。系统冗余配置，安全完整性等级不低于 SIL2 等级。包括冗余电源模块、冗余通信模块，I/O 模块等，系统带时间标签的数据回填功能，I/O 模块的配置预留 20%余量。安全仪表信号及过程控制信号分别接入不同的 IO 模块，其中安全仪表信号接入具有 SIL 认证的 IO 模块，实现站内主要工艺参数的采集和紧急切断控制。系统自带 12" 触摸屏对采集参数进行集中显示。

水套加热炉及自带 PLC 控制系统采用支持标准 MODBUS 协议的 RS485 通信方式接入新建 SCS 系统过程控制模块，水套加热炉紧急停车信号通过计算机电缆直接接入 SCS 系统 SIS 模块。

分离器橇及自带防爆接线箱采用多芯电缆接入 SCS 系统过程控制模块。

两相流量计信号采用支持标准 MODBUS 协议的 RS485 通信方式接入新建 SCS 系统过程控制模块。

平台新增可燃气体探测器信号（4~20mA）通过硬线接入已建 ESD 系统独立的 AI 模块。

井口仪表信号通过硬线接入集气站新建 SCS 控制系统过程控制模块和 SIS 模块。

焦页 42 号集气站及调控中心控制系统根据本次新增控制信号进行组态扩容。

2.4.2.3 可燃气体检测系统

本次方案在气井井口区域，水套加热炉区域、压缩机橇区域及一体化集输橇区域设置可燃气体探测器。可燃气体释放源处于室外非封闭场所时，当探测器位于释放源的全年最小频率风向的上风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不大于 15m。当探测器位于释放源的全年最小频率风向的下风侧时，可燃气体探测器与释放源的距离不大于 5m。

可燃气体探测器与周边管线或设备间距不小于 0.5m。当比空气轻时，安装高度高出释放原 0.5m~2.0m。

可燃气体报警设定值，一级报警小于或等于 20%LEL、宜为 10%LEL；二级报警小

于或等于 40%。报警信号应发送至有人值守的控制室、操作室或值班室进行显示报警。

2.4.2.4 仪表选型与工控安全防护

探测器检测控制仪表是采集工艺过程变量、执行站控系统控制命令的关键环节，是整个系统安全可靠运行的重要因素。因此选择仪表必须能满足其所需的精确度要求，满足其所处位置的等级、温度和防爆等级的要求。

1、远传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)。

2、开关型仪表的输出采用无源接点，接点类型为 DPDT。

3、温度远传采用一体化智能温度变送器（检测元件为 Pt100 的铂热电阻）。

4、压力远传采用智能型压力变送器。

5、井口 SSV 阀选用液动关断闸阀。

6、可燃气体检测装置：装置区采用红外点式可燃气体探测器。

7、单井口计量采用湿气多相流量计。

8、防爆和防护等级：仪表的防爆类型和防护等级根据国家有关爆炸和火灾危险场所电气装置设计规范等规范的规定，按照仪表安装场所的爆炸危险类别、范围、组别确定防爆和防护等级。

处于爆炸危险性场所的电动仪表及电气设备一般按隔爆型设计，电气设备和电气连接一般按《爆炸性环境（系列）》（GB/T 3836-2021）规定的爆炸危险性区域 2 区选型设计。所选用的电气设备必须具有公认的权威机构颁发的符合有关标准的防爆合格证书。

防爆等级：不低于 Exdb II BT4 Gb;

防护等级：室内不低于 IP55；室外不低于 IP65。

9、防电涌保护

现场变送器仪表和可燃气体探测器首先接防浪涌保护器（SPD）；SPD 技术要求如下：SPD 应满足下列标准和规范：《低压电涌保护器（SPD）第 11 部分：低压电源系统的电涌保护器性能要求和试验方法》（GB/T 18802.11-2020）；《低压电涌保护器（SPD）第 12 部分：低压电源系统的电涌保护器选择和使用导则》（GB/T 18802.12-2024）；《低压电涌保护器第 22 部分：电信和信号网络的电涌保护器选择和使用导则》（GB/T 18802.22-2019）仪表信号

SPD 技术要求：最大标称放电电流不低于：室内 5kA/线（8/20 μ s）、室外 10kA/线（8/20 μ s）；响应时间小于 5ns；持续运行电压不小于 30V；RS 232/422/485 通信端口限制

电压 $\leq 12\text{V}$ ，其它限制电压 $\leq 60\text{V}$ （线-线、线-地）（ $8/20\mu\text{s}$ 组合波形）；应同时具有线-线间、线-地间保护功能；机柜或接线箱内 SPD 为导轨式安装，保护接地可与导轨可靠连接。

现场变送器需另外置式防浪涌保护器，防浪涌保护器连接于变送器的第二个进线口。当变送器只有一个进线口的仪表采用连接型防浪涌保护器或使用防爆三通接头进行安装。

2.4.2.5 主要工程量

自控部分主要工程量见下表。

表 2.4-3 自控部分主要工程量表

序号	名称	单位	数量
1	压力变送器 60MPa	台	8
2	压力表 60MPa	台	8
3	一体化温度变送器 H=150mm	台	4
4	井口智能切断阀	台	4
5	两相流量计	台	3
6	可燃气体检测器	台	6
7	SCS 控制柜（新建）	套	1
8	PCS+ESD 调试（含调控中心）	套	1
9	SCS 控制柜调试	套	1
10	耐火铠装计算机电缆 NH-DJYJVP3-32 1 $\times$ 2 $\times$ 2.5	m	800
11	耐火铠装计算机电缆 NH-DJYJVP3-32 1 $\times$ 3 $\times$ 1.5	m	600
12	阻燃铠装计算机电缆 ZR-DJYJP3VP3-32 1 $\times$ 2 $\times$ 1.5	m	400
13	阻燃铠装计算机电缆 ZR-DJYJP3VP3-32 2 $\times$ 2 $\times$ 1.5	m	100
14	阻燃铠装计算机电缆 ZR-DJYJP3VP3-32 10 $\times$ 2 $\times$ 1.5	m	200
15	铠装型双绞屏蔽电缆 ASTP-120 Ω	m	900
16	防爆挠性连接管 BNGII 25 $\times$ 700 M25 $\times$ 1.5（F）/M25 $\times$ 1.5（M）	根	32
17	防爆铠装电缆密封接头 M20 $\times$ 1.5（M）-M25 $\times$ 1.5（F）	个	32

2.4.3 通信及监控

2.4.3.1 工程概况

本次通信部分主要对焦页 33 号平台通信系统进行恢复，并对新建工艺设备进行监控。

2.4.3.2 技术方案

1、工业电视监控系统设计

钻前阶段因钻前设备占压需要拆除部分现场摄像头，本次对拆除部分进行恢复，实现对集气站/平台工艺装置区、大门口、围墙四周和重要设备的运行情况进行监视，以预防意外闯入和及时发现险情给予报警及火灾确认等。

焦页 33 号平台内新增室外防爆网络高清全球型摄像机 1 台，用于监视新增气井井场区域。

2、通信电源系统及接地的设计

本次通信系统采用联合接地，接地电阻不大于 4 欧姆；室外摄像机防雷接地电阻不大于 4 欧姆。电源系统及接地（含室外摄像机接地）就近接入联合接地网，联合接地网由电气专业统一设计。

2.4.3.3 主要工程量

通信系统工程建设的主要工程量见下表。

表 2.4-4 通信系统主要工量表

序号	名称	单位	数量
1	室外防爆网络高清全球型摄像机	台	1
2	室外网络高清全球型摄像机	台	1
3	摄像机安装立柱	套	2
4	防爆防护箱	套	1
5	防水防护箱	套	1
6	单模光缆 GYTA 4B1	m	200
7	电源线 RVVP 3×1.5	m	200
8	镀锌钢管 DN20	m	15
9	镀锌钢管 DN100	m	8
10	防爆挠性连接管 BNGII 25×700 M25x1.5 (F) /M25x1.5 (M)	根	6
11	防水挠性连接管 FNGII 25×700 M25x1.5 (F) /M25x1.5 (M)	根	6
12	钻前摄像机恢复	套	1
13	通信系统扩容调试	套	1

2.4.4 消防及给排水

2.4.4.1 消防

根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）的相关规定，焦页 33 号平台为五级站场，站内可不设置消防水系统。本工程根据新增设备增加相应消防设施。

根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2005）要求，按照消防保护对象的火灾种类和危险等级，设置移动式灭火器，一旦发生火灾，可随时启用扑救。

2.4.4.2 给水和排水

本次为平台扩建，无新增生活用水、排水设施，依托已建生活设施。

2.4.4.3 主要工程量

消防部分的主要工程量见下表。

表 2.4-5 消防部分主要工程量

序号	名称	单位	数量
1	手提式磷酸铵盐干粉灭火器 MFZ/ABC5	具	6
2	推车式磷酸铵盐干粉灭火器 MFT/ABC50	个	3
3	灭火器箱 XMDDD32 型	个	3

2.4.5 建（构）筑物

2.4.5.1 设计方案

本次土建工程范围为焦页 33 号平台改造部分的设备基础、管道支墩、平台围墙等设施。

根据各单体不同使用功能及造型，采用不同结构形式。本工程基础垫层采用 C20 混凝土，其他部位采用 C30 混凝土；主体钢筋混凝土强度等级为 C30。

本工程橇装设备（分离器、加热炉等）采用将设备橇座放置在站场碎石场坪上，设备到场后，需将设备放置处的已建碎石场坪找平并压实，压实系数 $\geq 95\%$ 。

2.4.5.2 主要工程量表

表 2.4-6 结构专业主要工作量表

序号	名称	单位	数量	备注
1	方井盖板及方井钢梯/个 共4个	t	5.6	Q235B
2	围栏恢复	m	284	钻前围栏恢复

2.5 安全管理情况

涉及企业机密，不予公开。

3 危险、有害因素辨识与分析

参照《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13861-2022）和《企业职工伤亡事故分类》（GB 6441-1986）综合考虑起因物、引起事故的诱导性原因、致害物、伤害方式等，本工程存在的危险因素有：火灾、爆炸、中毒和窒息、高处坠落、机械伤害、触电、物体打击、容器爆炸、灼烫、淹溺等；有害因素有：噪声危害、雷电危害、地震灾害、洪涝、大风、山体滑坡、泥石流、腐蚀等。

3.1 主要物质危险、有害因素分析

根据项目方案，焦页 33-3HF 井气样分析解释结果，本项目天然气以甲烷为主，含量 98.34%，含少量 CO₂，不含 H₂S。

根据工程内容分析，其涉及到的主要危险有害物质有天然气、氮气（压缩的或液化的，置换、吹扫等使用）、起泡剂（十二烷基磺酸盐甜菜碱）、消泡剂（硅油）等，主要危险有害物质的辨识情况及危害特性见表 3.1-1、3.1-2。

表 3.1-1 危险有害物质辨识情况一览表

序号	类别	该项目所涉及物质	辨识依据
1	危险化学品	天然气、氮（压缩的）	《危险化学品目录》（应急管理部等十部委公告 2022 年第 8 号修订）、《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 号发布，应急厅函〔2022〕300 号修正）
2	剧毒化学品	不涉及	
3	高毒物品	不涉及	
4	易制毒化学品	不涉及	《易制毒化学品管理条例》（国务院令〔2005〕第 445 号、国务院令 第 703 号修订，国办函〔2014〕40 号、〔2017〕120 号、〔2021〕58 号增补，公安部等 6 部委公告 2024 年 8 月 2 日、2025 年 6 月 20 日修订）
5	易制爆化学品	不涉及	《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）
7	重点监管危险化学品	天然气	《重点监管的危险化学品名录》（2013 完整版）
8	监控化学品	不涉及	《各类监控化学品名录》（工业和信息化部令第 52 号）

序号	类别	该项目所涉及物质	辨识依据
9	特别管控危险化学品	不涉及	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

表 3.1-2 主要有害物质的危害特性

序号	介质	爆炸极限 (V)	存在部位及生产过程	闪点℃	火灾危险性类别	危险性类别
1	天然气	5.3%~15%	井口、设备、管线	-188	甲 _B 类	易燃气体，类别 1 加压气体
2	氮(压缩的或液化的)	--	设备、管线	--	--	加压气体

3.1.1.1 天然气

天然气的主要组分是甲烷，为易燃易爆气体，和空气混合后，天然气浓度达到 5.3%~15% 就会爆炸。

天然气是一种无色气体，比空气轻，具有以下危险特性：

1、易燃性

天然气具有易燃性，燃烧速度很快，并散发出大量的热量，产生的高热可致人员烧伤、设备、建筑物损坏、引燃周边可燃物及其他次生灾害。

2、易爆性

天然气具有易爆性，与空气混合形成可燃性混合物，当其浓度达到“爆炸浓度极限”时（在空气中的爆炸极限约为 5.3%~15%（V）），遇到点火源发生爆炸，明火、撞击、摩擦、静电火花、雷电等都可构成点火源。爆炸可瞬间产生高温、高压，造成很大的破坏。

3、静电集聚性

天然气和管道、容器设备等发生碰撞、摩擦，会产生静电，静电得不到释放，则会集聚，达到一定量后，产生火花放电，引发火灾、爆炸事故。

4、毒性

天然气属低毒物质，当其经口、鼻进入人的呼吸系统，能使人体器官受损害而产生中毒。当空气中天然气含量过高时，还会造成急性中毒、缺氧窒息等。

5、易扩散性

天然气泄漏后容易扩散与空气形成爆炸性混合气体，并可顺风飘移，增加了爆炸的危险性；其中比空气重的组分，漂流在地面、沟渠等低洼处，长时间集聚不散，一旦遇

火源可能燃烧和爆炸。

6、腐蚀性

伴生气中所含的 CO_2 对集输管道的内壁产生腐蚀，造成管道破坏，在氧气存在的情况下，腐蚀会加剧。腐蚀到一定程度后，可引起设备和管道穿孔，造成泄漏。

天然气的主要危险有害特性见下表。

表 3.1-3 天然气主要危险有害特性一览表

标识	中文名	甲烷	CAS		74-82-8		
	分子式	CH ₄	危险货物编号		21007		
	分子量	16.04	UN 编号		1971		
理化性质	外观性状	无色无臭气体。					
	主要用途	用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。					
	溶解性	微溶于水，溶于乙醇、乙醚。					
	熔点（℃）	-182.5	燃烧热（kJ/mol）		889.5		
	沸点（℃）	-161.5	饱和蒸气压（kPa）		53.32/-168.8℃		
	相对密度（水=1）	0.42/-164℃	临界温度（℃）		-82.6		
	相对密度（空气=1）	0.55	临界压力（MPa）		4.59		
燃烧爆炸危险性	燃烧性：	易燃	危险特性		与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。与氟、氯等能发生剧烈的化学反应。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	建规火险分级	甲					
	闪点（℃）	-188					
	引燃温度（℃）	538					
	爆炸下限（V/%）	5.3					
	爆炸上限（V/%）	15	燃烧（分解）产物		一氧化碳、二氧化碳。		
	稳定性	稳定	灭火方法	切断气源。若不能立即切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。雾状水、泡沫、二氧化碳。			
	聚合危害	不能出现	禁忌物		强氧化剂、氟、氯。		
包装与储运	危险性类别	第 2.1 类 易燃气体	危险货物包装标志		4	包装类别	无资料
	储运注意事项	易燃压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型，开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天贮罐夏季要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。					
毒性	接触限值	苏联 MAC：300mg/m ³ 美国 TWA：ACGIH 窒息性气体					

与健康危害性	毒性	无资料
	健康危害	空气中甲烷浓度过高，能使人窒息。当空气中甲烷达 25~30% 时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加速、精细动作障碍等，甚至因缺氧而窒息、昏迷。
	侵入途径	吸入
急救	皮肤接触	若有冻伤，就医治疗。
	眼睛接触	无资料
	吸入	迅速脱离现场至空气新鲜处。注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸及心跳停止者立即进行人工呼吸和心脏按压术。就医。
	食入	无资料
防护措施	工程控制	生产过程密闭，全面通风。
	呼吸系统防护	高浓度环境中，佩带供气式呼吸器。
	眼睛防护	一般不需特殊防护，高浓度接触时可戴安全防护眼镜。
	防护服	穿工作服。
	手防护	一般不需特殊防护，高浓度接触时可戴防护手套。
	其它	工作现场严禁吸烟。避免长期反复接触。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并隔离直至气体散尽，切断火源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。切断气源，喷雾状水稀释、溶解，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将漏出气用排风机送至空旷地方或装设适当喷头烧掉。也可以将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器不能再用，且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。	

3.1.1.2 氮气（压缩的或液化的）

本项目建成后试运行前，需用氮气置换容器和管道中的空气，氮气具有窒息性，人员位于高浓度的氮气环境下，可能造成缺氧窒息。

氮气的主要危险有害特性见下表。

表 3.1-4 氮气主要危险有害特性一览表

标识	中文名	氮气	英文名称	Nitrogen
	分子式	N ₂	CAS	7727-37-9
	分子量	28.01	UN 编号	1977
理化性质	外观性状	无色无臭气体。		
	溶解性	微溶于水、乙醇。		
	熔点（℃）	-208.8	燃烧热（kJ/mol）	无资料
	沸点（℃）	-175.8	饱和蒸气压（kPa）	1026.42（-173℃）
	相对密度（水=1）	0.81（-196℃）	临界温度（℃）	-147
	相对密度（空气=1）	0.97	临界压力（MPa）	3.40
燃烧	燃烧性	不燃	危险特性	惰性气体，有窒息性，在密闭空

爆炸危险性	闪点（℃）	无意义		间内可将人窒息死亡。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。		
	引燃温度（℃）	无意义				
	爆炸下限（V/%）	无意义				
	爆炸上限（V/%）	无意义	燃烧（分解）产物	氮气		
	聚合危害	不聚合	禁忌物		无资料	
包装与储运	危险性类别	类别 2.2	危险货物包装标志	-	包装类别	-
	储运注意事项	不燃性压缩气体。储存于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。远离火种、热源。防止阳光直射。验收时要注意品名，注意验瓶日期，先进仓的先发用。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。				
毒性与健康危害性	健康危害	健康危害：过量，使氧分压下降，会引起缺氧。大气压力为 392kPa 表现爱笑和多言，对视、听和嗅觉刺激迟钝，智力活动减弱；在 980kPa 时，肌肉运动严重失调。潜水员深潜时，可发生氮的麻醉作用；上升时快速减压，可发生“减压病”。				
	侵入途径	吸入				
急救	皮肤接触	无资料				
	眼睛接触	无资料				
	吸入	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸。就医。				
防护措施	呼吸系统防护	高浓度环境中，佩带供气式呼吸器。				
	眼睛防护	一般不需要特别防备。				
	防护服	穿一般作业工作服。				
	手防护	戴一般作业防备手套。				
泄漏处置	迅速撤离泄漏污染区人员至上风处，并隔离直至气体散尽，建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿相应的工作服。切断气源，通风对流，稀释扩散。漏气容器不能再用，且要经过技术处理以清除可能剩下的气体。					

3.1.1.3 起泡剂（十二烷基磺酸盐甜菜碱）

十二烷基磺酸盐甜菜碱（通常指十二烷基二甲基磺丙基甜菜碱）是典型的长链磺基甜菜碱两性表面活性剂，其理化性质由十二烷基疏水链和内盐型亲水基团共同决定，具体如下：

外观：常温下为白色至微黄色粉末、颗粒或片状固体，纯度较高时结晶性良好，无明显异味。

溶解性：易溶于水，冷水即可溶解，水溶液呈透明或微浊状；可溶于极性有机溶剂（如乙醇、丙二醇、甘油），但不溶于非极性溶剂（如煤油、苯、乙醚）。其水溶性受温度影响较小，低温下仍能保持较好溶解性。

熔点：作为离子型化合物，熔点较高，通常在 140-160°C（具体因纯度和制备工艺略有差异），高温下（>200°C）易分解，无明确沸点。

与其他表面活性剂的相容性：具有优异的配伍性，可与阴离子（如十二烷基硫酸钠）、阳离子（如十六烷基三甲基氯化铵）、非离子（如脂肪醇聚氧乙烯醚）表面活性剂任意比例混合，无沉淀或分层现象，且能协同增强表面活性（如降低 CMC、提高发泡性）。

化学稳定性：对酸、碱、盐（如 NaCl、CaCl₂ 等）耐受性强，在高盐溶液中仍能保持溶解和表面活性（抗硬水性好）；不易被氧化或还原，与常见的氧化剂（如过氧化氢）、还原剂兼容。

发泡与稳泡性：在宽 pH 和硬水环境中均能产生丰富泡沫，且泡沫稳定性好。

3.1.1.4 消泡剂（硅油）

甲基硅油的主要危险有害特性见下表。

表 3.1-5 甲基硅油主要危险有害特性一览表

标识	中文名	甲基硅油	英文名称	Dimethylsiliconeoil201
	CAS	9006-65-9	UN 编号	/
理化性质	外观性状	无色无臭透明粘稠液体。		
	熔点（℃）	/	燃烧热（kJ/mol）	/
	沸点（℃）	/	饱和蒸气压（kPa）	/
	相对密度（水=1）	/	临界温度（℃）	/
	相对密度（空气=1）	/	临界压力（MPa）	/
燃烧爆炸危险性	燃烧性：	可燃	危险特性	可燃。其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热易燃烧或爆炸。在高温火场中，受热的容器或储罐有破裂和爆炸的危险。
	闪点（℃）	≥155℃~≥300℃		
	禁忌物	氧化剂、卤素。	燃烧（分解）产物	氮气
急救措施	脱离接触。如有不适感，就医漱口，尽量饮水，不要催吐。就医脱去污染的衣着，用肥皂水和清水冲洗。如有不适感，就医分开眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗。如有不适感，就医			
泄漏处置	小量泄漏：用干燥的砂土或其他不燃材料吸收或覆盖，收集于容器中。大量泄漏：构筑围堤或挖坑收容			
灭火方法	消防人员须穿全身消防服，佩戴空气呼吸器，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。处在火场中的容器若发生异常变化或发出异常声音，须马上撤离灭火剂。			

3.2 生产工艺及设备设施危险、有害因素分析

3.2.1 工艺过程危险、有害因素分析

本工程生产工艺过程中，存在的主要危险为火灾、爆炸、中毒和窒息、高处坠落、机械伤害、触电、物体打击、容器爆炸、灼烫、淹溺等。

1、火灾、爆炸

本工程新建的系统均存在着大量的天然气等甲类火灾危险性物质，在高压、高温等处理过程中，由于密闭不严、串料、跑料、超温、超压等情况下发生可燃介质泄漏、扩散，在站内形成爆炸性混合气体。

正常生产过程中，为防止火灾和爆炸事故的发生，天然气在密闭的管线中及密闭性良好的设备之间输送，不具备发生火灾、爆炸的条件。但在异常情况下，由于设备或管道阀门、法兰、一次仪表接头等因腐蚀、老化或密闭不严造成破裂或泄漏、操作失误等，导致可燃物质释放，在空气中形成爆炸性气体，一旦遇有点火源即可引发火灾、爆炸事故。

生产系统在生产过程中，输送物料频繁、操作过程复杂，均有可能发生串料、跑料、超温超压等危险；一旦发生泄漏，易与空气形成爆炸性混合气体，遇点火源可引发火灾、爆炸事故。

电气火灾：当设备的电机出现故障、电线绝缘层损坏，以及人员在操作各供配电设施，存在着发生电击伤亡、电弧灼伤、设备短路等危险，若电气设备接地失效、漏电保护器损坏、防爆装置失效、电气设备老化，绝缘失效都会使得电气有发生火灾的危险。

2、中毒和窒息

天然气具有一定的毒性，容易造成中毒窒息或慢性毒性危害。在各工艺装置区放空区等可能发生窒息性气体大量泄漏，造成现场氧分压不足，而发生中毒窒息事故。这些化学物质在长期接触情况下也可能发生慢性毒性危害。

氮气具有窒息性，在有限空间内过量，使氧分压下降，会引起缺氧。

3、高处坠落

水套加热炉等设施作业平台的高度在 2m 以上，在这类设备设施的平台上巡检和作业均为高处作业，一旦平台、扶梯、栏杆等处有损伤、松动、打滑时，操作者不慎失去平衡，有高处坠落的危险。

4、机械伤害

机泵等机械外露的运转部件若防护罩缺损或不符合规范，有可能发生机械伤害事故。对机械设备进行检修时，若设备未可靠停死、刹车失灵、误操作、未可靠断电、违章送电等，发生机械设备意外启动，引发机械伤害。

作业人员没有按照设备操作规程来操作，或者设备操作规程不完善，作业人员作业时，也会导致机械伤害的发生。

5、触电

装置生产中电气线路复杂，若操作不当或其他原因会引起电气设备过载等现象，严重时发生人身触电身亡。

人身触电：在用电操作中若操作不当会引起触电，触电对人体伤害很大，很容易造成死亡。若动力设备、照明电气、供配电等电气设备或电气线路绝缘、安全距离、漏电保护等防护措施失效以及违章操作等均可导致触电事故的发生。

6、物体打击

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致部件飞出，造成人员物体打击伤害。

7、容器爆炸

本工程生产分离器等属于压力容器的范畴，在下列情况下，可能发生压力容器爆炸事故：

（1）压力容器壁厚设计不足，使容器在压力的作用下，产生过度的弹性变形和塑性变形，最终导致容器破坏；

（2）压力容器选材不当，即便具有足够的壁厚，也可能在操作条件下，因为材料塑性的降低而发生脆性断裂。或因选材不当，由于介质的影响而产生过度腐蚀使容器遭到破坏；

（3）压力容器的结构不合理，往往产生过大的局部应力，在应力集中的部位因压力波动产生疲劳应力导致容器损坏；

（4）安全附件选用不当或失效，当压力超过额定工作压力时不能及时、迅速地进行报警或泄压，致使容器超压而遭到破坏；

（5）日常管理维护不到位，如内外防腐措施不到位，压力容器在运行寿命期限内，产生过度腐蚀，壁厚减薄甚至局部穿孔，强度降低；或者未按规定进行强制性检验，压力容器存在缺陷未及时发现，致使设备带病运行；或者未按规定对其安全附件定期进行维护、校验或标定，安全附件失灵。

8、灼烫

本工程利旧水套加热炉，如果设备、管道、阀门制造、安装、保温、隔热、维修存在缺陷，造成泄漏，如不采取防护措施，人体意外触及高温表面，有可能造成人员灼烫。

9、淹溺

站场设置有清污水池，若暂存池周边未设置围栏、安全警示牌等安全防护措施，站

外周边人员易误入其中，发生淹溺的危险。

10、噪声危害

运行期间的噪声源主要是各类机泵产生的空气动力噪声。

噪声能引起听觉功能敏感度下降甚至造成噪声性耳聋，或引起神经衰弱、心血管疾病及消化系统等疾病的高发。当岗位工人长期在较强噪声环境条件下（超过 90dB）作业时，可能产生头痛、头昏、失眠、多梦、记忆力下降等综合症，严重时可能造成永久性听力损伤。

3.2.2 施工过程的危险、有害因素分析

施工建设期间，涉及到挖填土方、场地平整、设备组焊、高空吊装、高处作业等，其中动火、动焊作业等较多，可能发生摔伤、砸伤、撞伤，中暑，火灾、触电等事故。

焊接过程中，由于操作不当可能发生烫伤、电伤害和弧光刺伤眼睛等伤害，焊缝检验时还可能受到超声波和电离辐射伤害。

表 3.2-1 站场施工期间的危险、有害因素

作业类型	可能的危险、有害因素	可能引发的事故
管沟开挖	土石方塌方、滑坡	坍塌
管道运输	装车捆管不牢、路况差而发生钢管滑落、翻车	车辆伤害
管道补口、补伤	喷砂除锈时，喷砂枪射出的砂子可能伤人。热收缩套防腐预热时，可能发生烧伤事故。用电动设除锈时，可能触电	机械伤害、烧伤、触电
组对、焊管	使用各种机具发生割伤、烫伤、触电	机械伤害、触电
焊口检查	操作不当	灼烫
作业类型	可能的危险、有害因素	可能引发的事故
碰口作业	未采取有效的安全防护措施，平整场地及基础开挖，损伤原有管道	火灾或爆炸
管道交叉	未采取有效的保护措施，违章操作	火灾或爆炸
动火、动焊	安全防护措施不到位	火灾或爆炸
高温露天作业	未采取有效的防暑降温措施	中暑、跌落
用电作业	操作不当	触电
交叉作业	作业过程中破坏已建设施	火灾或爆炸

3.2.3 工程运行期危险性分析

3.2.3.1 站场运行期危险、有害因素分析

站场装置主要包括井口装置、分离装置、计量装置、加热装置等。引发站场事故的主要危险、有害因素表现为：站内管道破裂、站场设备故障和站场压力设备爆裂、泄漏

等引发的火灾、爆炸事故等。

根据站场在生产工艺方面、设备设施方面的危险性分析，对站场正常生产期主要危险有害因素汇总见下表。

表 3.2-2 站场正常生产期主要危险有害因素分析

位置	危害、有害因素	后果
总体流程	1、站场安全控制系统内部出现故障，不能控制安全截断阀； 2、未对站场操作人员进行安全阀工作原理、操作规范、维护保养等方面的知识培训，造成操作人员不了解安全阀原理未按要求进行包养及定期维护检验； 3、未做好设备管道维护保养工作，腐蚀严重导致设备局部薄弱； 4、仪器仪表失效。	设备超压爆炸、设施引起、火灾，人员伤亡，财产损失
水套加热炉	1、天然气燃烧系统因操作失误、设备故障、设备熄火而保护装置未切断气源及因天然气含水量过高而造成意外熄火，燃烧炉内伴生气形成爆炸性气体，遇火源形成伴生气混合气体爆炸、设备损坏； 2、循环水系统因设备原因造成循环水不足、断流，燃烧炉换热器干烧，造成设备损坏；当换热器高温状态下通入冷却水，可造成换热管爆裂、甚至水蒸气爆炸； 3、因水套加热炉温度、压力等控制仪表出现问题，可造成出水套加热炉的天然温度、压力失控，当温度偏低时，可造成伴生气后期集气过程出现“冰堵”等隐患，当压力偏高时，对天然气试采管线造成管道超压等危害，可能造成管道因强度不足而损坏，天然气泄漏，形成火灾、爆炸事故。	火灾爆炸、压力容器爆炸人员伤亡
分离器	1、分离器在设计制造过程中未按照规范进行设计，如分离器壳体所用材质强度未满足要求或者未考虑壳体开孔后的强度削弱因素等造成壳体承压能力不足，易引起超压容器爆炸事故，导致天然气泄漏；若安全阀失效、安全阀压力整定错误或失效，会造成容器超压时，不能及时泄压，导致超压爆炸事故； 2、当分离器的天然气中含有较高 H_2O 、 CO_2 等物质时气体呈酸性，在容器内部无氧环境中，阴极发生析氢反应，铁作为阳极发生腐蚀。造成压力容器内壁腐蚀减薄，严重情况下造成天然气泄漏，遇火源形成气体火灾爆炸、设备损坏。	火灾爆炸、压力容器爆炸人员伤亡
智能泡排装置	1、泡排剂输送与注入系统故障，可能导致超压或泄漏，注入管线因腐蚀、磨损或振动疲劳导致破裂； 2、智能泡排的“智能化”依赖传感器与执行器，其失效直接导致系统失控。	火灾爆炸、中毒、容器爆炸人员伤亡
站场过滤、计量装置	1、压力容器可能出现超压或腐蚀； 2、过滤器内阀芯更换不及时，造成过滤器堵塞； 3、计量装置：因孔板阀上下腔密封不严，在清洗或更换孔板时可能发生孔板导板飞出伤人和伴生气泄漏。	火灾爆炸、压力容器爆炸人员伤亡
站场放空排污系统	1、放空系统出现串压、堵塞和放空排污阀故障； 2、放空系统可能因阀门密封不严或破裂，导致伴生气泄漏； 3、放空管线较长，因腐蚀或其他原因造成泄露； 4、排污管线腐蚀，排污时液位过低造成伴生气串入污水系统； 5、燃料气规模不满足放喷要求，点火不成功。	伴生气泄漏，低压设备超压破裂

位置	危害、有害因素	后果
雷击和静电	进入装置区前人员未按要求穿戴衣服和接触静电消除装置，进入后可能由于人体静电在有伴生气泄漏时，可能引发火灾或爆炸事故。	火灾爆炸、压力容器爆炸人员伤亡
有限空间作业	人员进入储罐、分离器、污水池等有限空间作业时未正确穿戴劳保用品易发生窒息事故。	窒息

3.2.3.2 设备设施危险有害因素分析

1、井口装置

本工程采气井配有安全保护装置，如安全保护装置失灵，井口压力高可造成气体喷出，或井口装置的管、阀连接处气体泄漏，天然气与空气混合达到爆炸极限，遇点火源可能发生火灾爆炸。操作采气树时动作过猛、带压更换压力表、维修阀门等可导致物体飞出造成物体打击。

2、分离器类

分离器具有脱除固、液杂质的功能，分离器的压差、控制器及减压阀，以及设备的压力、温度及液位是巡回检查的重点。一旦重点部位发生故障，均可能造成火灾、爆炸事故的发生。造成分离器泄漏的主要原因：

(1) 设计原因：选材不当，阀门、挂件、容器选型不合理；应力分析失误；系统设施布置不合理等。

(2) 制造原因：主要是容器制造缺陷，制造质量低劣；管材本身存在缺陷，焊接结构中有夹渣、气孔、裂纹等焊接缺陷；材料和表面加工粗糙，密封性能差，引起泄漏。

(3) 安装原因：施工安装质量低劣和违章施工引发事故。表现为：施工安装焊接质量低劣，存在未焊透、夹渣、气孔、未熔合等质量缺陷；不按照设计图纸施工，错用材料；无损探伤的比例、部位和评判标准不符合有关标准。

(4) 管理原因：管理混乱，无操作规程，违章操作；不按规定进行定期检验等。

(5) 容器腐蚀：天然气中含有一定量的 CO_2 等对容器产生腐蚀。也有属于管理疏忽、防腐措施不善等原因，有的甚至因错用材料致使腐蚀速度加快。

3、水套加热炉

本工程有水套加热炉，主要危险有火灾、爆炸、冰堵等，发生的原因可能有：

(1) 天然气燃烧系统因操作失误、设备故障、设备熄火而保护装置未切断气源，节流后形成水合物，天然气含水量过高而堵塞管道，造成事故。

(2) 循环水系统因设备原因造成循环水不足、断流，燃烧炉换热器干烧，造成设备损坏；高温状态下通入冷却水，可造成换热管爆裂、加热炉爆炸。

(3) 水套加热炉温度、压力等控制仪表出现问题,造成出水套加热炉的天然气温度、压力失控,当温度偏低时,可造成天然气后期采气过程出现“冰堵”等隐患,当压力偏高时,对天然气采气管线造成管道超压等危害,可能造成管道因强度不足而损坏,天然气泄漏,形成火灾、爆炸事故。

(4) 水套炉盘管刺漏导致火灾、爆炸事故。

4、智能泡排装置

本工程有智能泡排装置。智能泡排装置涉及的介质包括天然气(含地层水)、泡排剂等,主要危险有火灾、爆炸等,发生的原因可能有:

(1) 泡排剂输送与注入系统故障可能导致超压或泄漏,注入管线因腐蚀、磨损或振动疲劳导致破裂。

(2) 调节阀、球阀等阀门因阀芯磨损、卡涩,导致注入量失控(过量或中断),引发井筒积液异常。

(3) 泡排剂储罐(常压或低压容器)若存在以下问题,可能引发泄漏:罐壁腐蚀;罐顶呼吸阀/安全阀失效,储罐超压(如阳光暴晒导致内部蒸气膨胀)时无法卸压,或负压(如泵抽吸过快)时吸入空气(与泡排剂蒸气混合形成爆炸物);液位计故障,无法监控储罐液位,导致泡排剂溢出(满罐泄漏)或抽空(泵干磨损坏)。

(4) 压力传感器误差或漂移,会导致超压保护失效;液位传感器失灵,导致泡排剂注入过量(储罐空罐后泵干转)或注入不足(井筒积液未消除,气井产量骤降);流量传感器堵塞,无法反馈实际流量,自动控制系统误调节,如持续开大调节阀,导致超注入。

(5) 若控制系统逻辑故障,导致系统误动作,如无积液时持续注入,或积液严重时未注入。

(6) 防雷接地需要经常检查的设施主要是引下线和接地装置,如发生断裂松脱,影响雷电通路,或土壤电阻增大,影响雷电流散,则可能在雷雨季节,遭受雷击,引起着火爆炸事故。

5、集输管道

管道输送的介质主要是天然气,其在输送过程中存在一定的压力和温度,正常情况下是在密闭的管线中及密闭性良好的设备间加热输送,设施危险、有害因素主要有天然气泄漏后遇明火造成的火灾、爆炸、中毒事故,造成天然气泄漏原因有以下几点。

(1) 设计缺陷

管道设计过程中根据输送能力选用管径、材质时存在缺陷，容易留下隐患。如未根据地区等级合理选择管道安全系数，管径选用过细，管壁过薄，导致管线流速大，压降过大，易加大管线的负荷，影响管线的运行寿命。站内架空管线高度不满足要求，车辆碰撞导致损坏等。

（2）冲蚀、内磨蚀

井区水含盐、含砂等杂质较多，管路中天然气的流速过大，超过冲蚀速度时，会产生冲蚀现象，其结果会对弯头、三通等造成损害。同时水中存在的盐等砂粒，对管壁产生磨蚀。

（3）外腐蚀

管线埋地敷设时，土壤颗粒中充满着空气、水和不同的盐类，其中水分和可溶性盐类的存在使土壤能进行离子导电，具有电解质溶液的特征，因而金属在土壤中将发生电化学腐蚀。土壤中由于细菌作用而引起的腐蚀，称为细菌腐蚀（或微生物腐蚀），也是埋地管道腐蚀的原因之一。

集气站内地面管线如果未采用管墩架设或架设高度无法达到规范要求，造成管线半埋于土壤之中，会加速腐蚀。

由于工业和民用用电有意、无意地排入或漏泄至大地，土壤中有杂散电流流入管道，因而发生电解作用，电解池的阳极是遭受腐蚀部位。

（4）第三方破坏

包括施工破坏、打孔盗气、违章占压等，易造成输气管线的泄漏。

（5）其他

管线埋深不足遇暴雨、洪水冲刷导致管线裸露在外遭受破坏；地震导致管线造成断裂等等。

目前部分单井管线越来越多的采用非金属材质，主要有塑料合金复合管、热塑性塑料复合管等。非金属管道具有防腐蚀性能强、输送能力高的优点，但也存在如耐温性差、质量参差不齐、施工维护要求高等问题，是造成管线破裂、泄漏的重要因素。

3.2.4 公用工程及辅助生产设施的危险有害因素分析

本工程公用工程及辅助设施主要包括了供配电系统、自控系统、给排水系统、消防系统及通信系统，其危险有害因素总结见下表。

表 3.2-3 公用工程及辅助设施危险有害因素总结

公用工程及辅助设施	主要危险、有害因素分析	危险有害因素分类
供配电系统	1、线路、设备超载过热引发火灾。 2、电缆沟密封不好油气积聚遇火花发生火灾爆炸。 3、种配电装置、电气设备、电器、照明设施、电缆、电气线路等，安装不当造成电路运行不正常 4、站用变压器跌落保险打火放电。 5、电缆安装时没有注意电缆防火措施处理，若在运行过程中，一处电缆失火，会造成大面积电缆火灾。	设备、设施、工具、附件缺陷
自控系统	1、自动控制系统未按要求跟工艺装置投入使用，无法对井站运行进行监控，故障状态下无法执行远程操作，可能引起事故。 2、站内可燃气体检测和有毒气体检测报警系统存在故障，一旦发生天然气泄漏，不能及时的报警，造成事故。 3、井口紧急切断阀由于堵、卡、磨损、锈蚀等原因，使调节不灵，切断不力，造成事故	设备、设施、工具、附件缺陷
给排水系统	若站内排水系统不符合要求，可能排入环境中造成环境污染，雨季时可能造成站场内涝，引发事故。	环境污染
消防系统	1、部分灭火器失效，发生火灾时不能及时扑救，造成事故扩大。 2、应急设备种类、数量不足或损坏，设置点不合理，发生事故时没有相应的应急设备或设备不能使用，可能引起事故扩大。	设备、设施、工具、附件缺陷
通信系统	站内远程监控传输出现故障，不能对站场画面进行实时监控，一旦有人入侵井站，不能对非法闯入的外部人员进行驱离。同时，不能及时对站内紧急情况处置，造成事故的扩大。	设备、设施、工具、附件缺陷

3.3 自然和社会危险因素分析

3.3.1 自然环境危险有害因素分析

项目所在地区为亚热带湿润季风气候，以山地丘陵地带为主，地形条件复杂，沟壑纵横，主要自然环境危害有雷电、地震、大风以及由于暴雨而引发的山体滑坡、泥石流等自然灾害。

1、雷电危害

雷电天气对本工程站场分离器、加热炉等设备均有潜在威胁，若这些设备设施、线路等防雷装置不得当，会产生极大的过电压和过电流，当几十至上千安培的强大雷电电流通过导体时，在瞬间转换成大量的热能，雷击点的发热能量约为（500~2000）J，在其波及范围内，可能造成着火、爆炸。直接雷放电时能产生高达数万伏甚至数十万伏的冲击电压，足以烧毁电力系统的变压器等电气线路和设备，发生短路，导致可燃、易燃易爆物品着火和爆炸。所以各生产设备设施、管道应按期进行防雷防静电的检测，保证

防雷防静电设施好用。

2、地震灾害

地震是地球上一种自然地质现象，它的发生与活动的构造体系有十分密切的关系，活动强烈的构造带往往会导致地震的频繁发生。强烈的地震可能造成设备、管道和建筑物的破坏，造成物料大量泄漏，进而引发火灾、爆炸、中毒和窒息等灾害事故，并造成人员伤亡。

3、地质灾害

地质灾害包括纯地质所引起的灾害、人类工程和经济活动所引起的次生地质灾害。根据井场当地的自然条件，井场遭受泥石流、滑坡等地质灾害的影响较小。

4、洪涝

洪涝灾害不仅可淹没站场，给安全生产带来威胁；还可能引发泥石流，对居民点、井场公路、井场基础及设施造成危害；甚至引起山体滑坡，毁坏井场、设备设施及管线。

5、大风

大风会吹折或吹倒树木、电杆、井架及烟囱等细高直立的物体，它们在倒落过程中则可能发生砸伤人畜、砸毁房屋或设备、以及折断电线引发火灾等二次事故，更大的风力还可能直接摧毁站场内建筑物及采气设备。

6、山体滑坡、泥石流

本工程地处山区环境，根据井场当地的自然条件，井场可能直接遭受泥石流、滑坡等地质灾害影响，山体滑坡、泥石流均可能造成管线及设备损坏，甚至直接造成管线拉裂等，造成天然气泄漏，引起火灾、爆炸事故。

7、腐蚀

自然环境对埋地的设备设施及管道产生电化学腐蚀、化学腐蚀、微生物腐蚀、应力腐蚀和干扰腐蚀。

在大气中，由于氧的作用，雨水的作用，腐蚀物质的作用，裸露的设备、管线、阀、泵及其他设施会产生严重腐蚀，设备、设施、泵、螺栓、阀等锈蚀，会诱发事故的发生。

在管道连接处、衬板、垫片等处的金属与金属、金属与非金属间及金属涂层破损时，金属与涂层间所构成的窄缝于电解液中，会造成缝隙腐蚀。

由于金属表面露头、错位、介质不均匀等，使其表面膜完整性遭到破坏，成为点蚀源，腐蚀介质会集中于金属表面个别小点上形成深度较大的腐蚀。

如果设备、管道表面缺乏保护或保护不够、防腐层破损、焊接部位处理不当，则土

壤中的水分与各种盐分等化学物质形成电解质溶液，会对金属管道造成化学腐蚀和电化学腐蚀，引起穿孔、变薄，发生腐蚀破裂。

天然气中可能含有其他杂质，其含量越多，腐蚀就越严重。

3.3.2 社会环境危险有害因素分析

在勘探、开发、输送过程中，若发生天然气泄漏会造成环境污染。井喷失控、设备、管道中的天然气泄漏，会对邻近的周边设施和人员安全造成威胁。若安全宣传不到位，附近农户安全意识不强，发生事故时，不能紧急避险或应急措施不当，可能引发人员伤亡事故。

站场设有栅栏与周边设施相隔，一般情况下，社会人员不会进入站场。但不法分子偷盗工程设施、打孔偷盗或恐怖袭击等为有意破坏，会影响站场的安全生产。同时，站场周边多为山地森林，一旦发生森林火灾，也会影响站场的安全生产。

3.4 重大危险源辨识

3.4.1 危险化学品重大危险源定义

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）和《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（安监总局令第 40 号，79 号令修订）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。

单元内存在的危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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

源；

2、生产单元、储存单元内内存在的危险化学品为多品种时，则按下列公式计算，若满足下列公式，则定为危险化学品重大危险源。

$$S=q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_n/Q_n \geq 1 \quad \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

式中：

S—辨识指标；

$q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险化学品实际存在量，单位为 t；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —与各危险化学品相对应的临界量，单位为 t。

3.4.2 危险化学品重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定，针对本工程的具体情况进行重大危险源的辨识，本工程涉及的危险化学品主要为天然气，依据 GB18218-2018 表 1，天然气临界量为 50t。

本工程未设天然气储存设施，天然气在站场及管道内均处于输送状态，辨识结果见下表。

表 3.4-1 危险化学品重大危险源辨识情况表

单元	危险化学品名称	临界量	危险化学品的量(t)	辨识过程	是否构成重大危险源
生产单元	天然气	50	<1	$1/50=0.02<1$	否

经辨识，涪陵区块焦页 33 号扩建项目未构成危险化学品重大危险源。

3.5 事故案例与事故原因分析

3.5.1 天然气泄漏事故

2012 年 1 月 21 日，采气一厂作业三区西 1 站陕 49 井井口针阀下游立管开裂，引发天然气泄漏，未造成人员伤亡。

1、事故经过

2012 年 1 月 20 日 15:00 左右，西 1 站当班员工发现陕 49 井进站压力由 5.22MPa 缓慢降至 5.00MPa，注醇泵压为 7.00MPa，由于井口未安装数据远传，初步判断为地面管线堵。15:30 开始放空解堵，17:30 开井生产，但进站压力、泵压保持不变，判断地面管线仍微堵。1 月 21 日 8:00 当班员工巡检时发现该井进站压力、泵压分别降至 4.88MPa 和 5.00MPa。10:40 左右作业区经理上站检查，当班员工汇报陕 49 井情况后，遂判断为

井口异常。11:00 达到井场后发现井口大量天然气刺漏，立即通知站上员工关闭进站闸阀及注醇闲门。由于未带空呼，便返回西 1 站取抢险物资，11:30 分到达井场后，佩戴空呼关闭 2 号及 5 号套管生产阀门，站内放空泄压，12:20 分地面管线泄压至零，险情得到控制。

2、事故原因

(1) 直接原因

①由于硫化氢、二氧化碳应力腐蚀导致管道内壁的腐蚀坑形成裂纹，并沿热影响区向外壁扩展，造成管段开裂；

②井口安全设施未能充分发挥作用。

(2) 间接原因

①岗位员工对生产异常问题重视程度不够，生产异常信息处置程序不完善、不规范，未能及时发现和处理问题；

②井口油套压等生产数据获取仅依靠巡井人员，未实现数据远程传输。

3、防范措施

(1) 利用集气站检修期间，对生产工况条件与陕 49 井类似的气井进行了进口针闲下游立管的壁厚检测与硬度检测，掌握其腐蚀现状及管线材质的力学性能；

(2) 明确岗位职责，规范视频监控记录，增强安全风险意识，提升异常生产信息分析、处置技能；

(3) 进一步完善生产异常信息处置程序，确保异常生产信息的及时、有效传递；

(4) 严格井口检修作业，确保井口各类安全设施完好可靠；

(5) 进行井口数字化改造，实现生产数据实时、远程传输。

3.5.2 天然气爆炸事故

1、事故经过简述

x 年 12 月 18 日 15 时 54 分，某油田天然气调压站与天然气管线接口处突然爆裂。由于爆炸产生的巨大能量和冲击波，将爆管西侧约 4m 长的管线扭断，东侧 16m 长的管线撕裂扭断，北侧管线连同调压站阀门一起扭断并向北飞出 70 多米远，爆炸的碎片向南飞出 70 多米远，并将调压站院墙外的杂草引燃起火，外泄的天然气发生着火。事故造成了巨大的经济损失，引起油田各级领导的高度重视。

2、事故原因分析

通过事故发生后进行的宏观检查、厚度测定、腐蚀产物检测及扫描电镜分析的结果

可知，爆管的主要原因为：

（1）天然气中含有部分 H_2S ， CO ， CO_2 气体及部分水份等杂质，导致了管线的严重腐蚀。通过测厚检查发现，爆破的三通底部减薄最严重。根据三通部位的几何特殊性，可知该处天然气流速最慢，从而使天然气中的 H_2S ， CO ， CO_2 气体及部分水份等杂质有更为充足的时间与金属管壁发生各种反应，导致了该处腐蚀最为严重。

（2）三通管线的选材没有按设计要求取材，管线不符合 20#钢的要求和标准，焊接质量差，加速了材质的腐蚀和减薄。

（3）塑性变形使金属内部产生大量的位错和空位，位错沿滑移面移动，在交叉处形成位错塞积，造成很大的应力集中，当材料达到屈服极限后，应力不能得到松弛，形成初裂纹，随着时间的延迟，裂纹不断扩展。

（4）该管线从未进行过专业的技术检测，使用状况不明，也是造成事故的原因之一。长期使用 13 年的天然气管线遭受严重腐蚀之后，造成强度大大降低，实际壁厚小于计算厚度，远远不能满足使用条件，在微裂纹的诱导下，不能满足强度要求，发生了爆炸事故。

3、事故教训

这次事故的教训是非常深刻的，本次建设的天然气调压箱是易发生重大安全事故的部位，从设计、施工到监督检验，必须进行强有力的专业检查、验收，杜绝使用不合格的管线，确保施工质量。使用单位在加强自检的同时，必须定期的由专业检测单位进行定期检查，以便及早发现事故隐患，找出薄弱环节，防患于未然。

4 评价单元划分和评价方法选择

4.1 评价单元划分

4.1.1 评价单元划分原则

单元是工程相对独立的组成部分。一是指布置上的相对独立性，即与工程的其它部分间有一定的距离；二是指工艺上的独立性，即一个单元在一般情况下是一独立的工艺，关键设备作为评价单元内的主要评价设备加以考虑。

4.1.2 评价单元划分

根据评价单元划分原则和本工程现状将工程分为站场工程、集输管道单元和公用工程及辅助设施 3 个评价单元。

4.2 评价方法选择

根据本工程特点，结合《石油天然气行业建设项目（工程）安全预评价报告编写细则》（SY/T 6607-2019）推荐方法，本报告采用安全检查表、定量风险模拟评价方法。

各评价方法的具体操作程序如下表：

表 4.2-1 各单元评价方法表

序号	评价单元	评价方法	备注
1	站场工程	安全检查表、定量风险模拟评价方法	
2	集输管道单元	安全检查表	
3	公用工程及辅助生产设施单元	安全检查表	

4.2.1 安全检查表（SCL）

安全检查表（Safety Checklist Analysis, SCA）是系统安全工程的一种最基础、最简便、且应用广泛的系统危险性评价方法。为了查找系统中各种设备、设施、物料、工件、操作、管理和组织措施中危险、有害因素，事先把检查对象加以分解，以提问或打分的形式，列表逐项检查。

4.2.2 定量风险模拟评价方法

采气站场是高风险存在和集中的场所。对其发生的事故后果进行分析计算是很有必要的。

事故后果模拟分析法是在数学、物理模型的基础上，选择适当的数值计算方法，对危险单元或系统进行模拟，预演事故的发生过程及事故后果的影响范围，从而能更加形象直观地认识所评估单元或系统的危险及危害性，事故后果模拟分析法通过运用相关的数学模型，定量地描述一个可能发生的重大事故对周边范围内的设施、人员以及对环境造成危害的严重程度，它是危险源危险性分析的一个主要组成部分。

本次评价是根据中国安全生产科学研究院研发的定量风险量化评估软件（CASSTQRA）对涪陵区块焦页 33 号扩建项目危险性较大的设备生产分离器发生天然气泄漏事故后果进行模拟，得出在不同事故情景下，可能对周围环境造成的事故影响、伤害范围（轻伤、重伤、死亡）。

由于事故发生具有不可预见性，不一定按照设定的模式发生，因此本次事故后果模拟计算的结果仅供参考。

5 定性、定量评价

5.1 选址及外部安全条件评价

5.1.1 选址及外部条件安全评价

5.1.1.1 安全检查表评价

按照《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）、《气田集输设计规范》（GB50349-2015）、《页岩气气田集输工程设计规范》（NB/T14006-2020）、《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2016）等有关国家标准规范，检查结果详见下表：

涉及企业机密，不予公开。

5.1.1.2 站场选址及外部安全条件分析

1、自然条件对工程建设和生产运行的影响

（1）工程区累年平均温度 18.5℃。建设和生产期间可能受夏季高温天气影响，施工人员长时间在高温天气下露天施工和作业人员长期露天作业，可能发生人员中暑。生产运行期间冬季气温低，节流后极易形成水合物，造成冰堵。

（2）平台生产运行期间，若平台排水系统排水能力不足，排水设施堵塞或损坏，排水不畅，可能导致站内积水。

（3）雷雨季节时，平台建设和生产运行可能受到雷电的影响。一方面，雷电直接威胁人员的人身安全，另一方面，若建构筑物、设备设施未按要求设置防雷接地装置，电气系统未设置防浪涌保护器，或接地电阻不符合要求，发生雷击事故时，可能造成设备设施损坏，导致天然气、原油泄漏，引起火灾、爆炸等二次事故。

（4）平台区域内无地震构造存在，场地及附近无全新活动断层分布，场地区域稳定性好。场地内未见滑坡、崩塌等危害场站安全的不良地质作用和地质灾害现象。

（5）工程区地震动峰值加速度为 0.05g，地震设防烈度为 6 度，设计地震分组为第一组，抗震设计特征周期为 0.35s。本工程建构筑物按抗震设防烈 6 度要求进行设计，并按抗震设防烈度 6 度采用相应的构造措施，抗震设防满足要求。

2、建设项目生产、作业固有危险有害因素和可能发生的各类事故与周边生产经营活动或居民生活的相互影响

（1）平台生产、作业固有危险有害因素主要为天然气、压力容器和电气设备。天然气为易燃易爆性物质，泄漏后遇点火源可能发生火灾、爆炸事故。压力容器超压运行可能发生压力容器爆炸。电气设备设施在生产运行过程中可能造成触电事故。

(2) 平台周边主要为散居民房，生产运行时，一旦本工程发生天然气泄漏，可能造成影响周边居民等。

(3) 平台周边设有清污水池、放喷池，若周边居民无意在池边行走或游玩时，容易误入其中，发生淹溺的危险。

(4) 集输管道周边主要为散居民房，生产运行时，一旦集输管道发生天然气泄漏，可能对周边居民造成影响等。

3、建设项目周边有无法律法规予以保护的区域及与法律法规的符合性分析

本工程平台未在一级水源保护区、国家级自然保护区核心区、重要军事设施的防护区、历史文物、名胜古迹保护区等法律法规予以保护的区域，符合要求。

5.2 技术、工艺安全可靠评价

5.2.1 安全检查表评价

按照《气田集输设计规范》（GB50349-2015）、《页岩气气田集输工程设计规范》（NB/T14006-2020）等有关国家标准规范，检查结果详见下表：

涉及企业机密，不予公开。

5.2.2 技术、工艺安全可靠评价

除砂流程：焦页 33 号平台本次部署 4 口新井，配置 2 座单井式过滤除砂橇。

加热、节流、计量、分离流程：焦页 33 号平台新增 4 口井及 3 口在建井加热节流/井口节流、两相计量后进入 1 台 DN1200 生产分离器（利旧）和 1 台 DN800 计量分离器（利旧）进行气液分离，两台分离器分别接入增压汇管和外输汇管，本次新建 1 条 DN150 集气管线作为外输汇管，利旧已建焦页 33 号平台至焦页 42 号集气站 2 条 DN65 采气管线作为增压汇管。

放空、排污：新建放空火炬 1 座，排污接入新建采出水管网。

泡排和气举：根据采气工艺要求，配置 2 座 4 井式智能泡排装置。

本工程未采用淘汰的工艺、技术，采用的采气、集输工艺、技术为成熟工艺，符合《气田集输设计规范》（GB50349-2015）等标准规范的要求，安全可靠性好。

5.2.3 新技术、新工艺安全可靠评价

本工程未采用新工艺、新技术，无需进行新技术、新工艺安全可靠评价。

5.3 设备、装置、设施配套及可靠性评价

5.3.1 安全检查表评价

涉及企业机密，不予公开。

5.3.2 设备、装置、设施的安全可靠性评价

本工程新选取的设备、装置和设施均按照设计参数，并参照相关法律和标准规定选取，符合现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）、《气田集输设计规范》（GB 50349-2015）和《固定式压力容器安全技术监察规程》（TSG 21-2016，XG1-2020）、《压力容器》（GB/T 150.1~150.4-2011）等相关标准要求。

本工程涉及的其他生产设备和站内管道，介质在设备、管道内处于连续输送状态。设备和站内管道的设计参数选取依据工艺的设计资料，按照相关标准选取，并考虑了一定富余能力，能够满足正常生产需要。

5.3.3 改扩建的设备、装置、设施与已建设施影响评价

本工程扩建部分主要是在焦页 33 号平台内。在站内施工期埋设管道应注意是否与站内原有管道平行或交叉，需探明站内其他管道情况进行施工，防止对已建设施造成影响。

5.3.4 新材料、新产品安全可靠性评价

本项目未采用新材料、新产品。

5.4 公用工程及辅助生产设施单元

涉及企业机密，不予公开。

5.5 风险度评价

5.5.1 天然气泄漏事故后果模拟

在生产过程中可能发生的泄漏是工艺管道、设备发生损坏，引发天然气泄漏。故本报告假设本工程生产分离器发生天然气泄漏，进而发生火灾事故。

利用中国安全生产科学研究院定量风险分析软件（CASSTQRA，版本号：V2.1），对焦页 33 号平台 DN1200 生产分离器发生天然气泄漏事故后果进行模拟。模拟后果图如下：



图 5.5-1 焦页 33 号平台生产分离器泄漏云爆后果图

涉及企业机密，不予公开。

6 安全管理和应急管理评价

涉及企业机密，不予公开。

7 安全对策措施及建议

本报告根据施工、生产运行过程主要危险、有害因素辨识结果，以及各个单元风险度评价结果，提出安全技术和安全管理方面的对策措施，供设计、施工和生产单位参考。

7.1 方案设计中提出的主要安全对策措施

7.1.1 自动控制和紧急停车（截断）系统

1、项目在每个独立井口采气平台设置 RTU 系统 1 套；在每个井口采气平台和集气站合建站设置 PLC 系统 1 套。

2、设置井口安全截断系统，当检测点压力超高或超低以及火灾情况下，该系统自动关闭井口，同时也能人工紧急关闭井口。

3、在集气站进出站管线设置压力检测和压力高、低报警，压力超低时对出站管线进行安全联锁截断。

4、在工艺装置区以及井口平台设置可燃气体报警检测探测器，按室外可燃气体探测器探测半径 10m 进行设置，安装高度高于释放源 0.5m~2m，探测器报警信号通过硬线接入 ESD 系统独立的 IO 卡件，并上传至有人值守的值班室（调控中心）。

5、为保证场站现场仪表的正常运行，本站场所有现场仪表都有防浪涌功能，同时在仪表信号进入电缆截图 RTU 前设置了浪涌保护器。

7.1.2 火气探测系统

1、可燃气体检测报警一级报警应小于或等于 20%LEL，宜为 10%LEL，二级报警应大于一级报警设定值且小于或等于 40%LEL，站内工作人员根据报警值采取相处理措施。站内井口和工艺区设置便携式可燃气体检测报警仪。

2、在场站的主出入口和逃生门外分别设置有火灾手动报警按钮和声光报警器，当现场操作人员发现有火灾等紧急情况发生时，迅速逃离装置区并按下手动报警按钮触发井场安全联锁，同时触发声光报警器启动提醒其余操作人员迅速撤离，保证人身安全。

7.1.3 设备和管道的防腐

根据《钢质管道外腐蚀控制规范》(GB/T 21447-2018)、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》(GB/T 21448-2017)的有关规定，本工程采用外防腐层加强制电流阴极保护联合防腐措施，站内、外埋地管道采用抗菌管材，外壁均采取防腐涂层保护方案，管道内

壁未采取特殊腐蚀控制措施；为了防止雷击，避免强电流对阴极保护设备造成损坏，采用锌接地电池对绝缘接头进行保护；集气支线防腐层均为普通级 3PE 防腐，热煨弯头外防腐层采用无溶剂环氧涂料+聚丙烯胶粘带，采气管线采用普通级 3PE 防腐。

7.1.4 建（构）筑物

结构安全等级：建筑结构安全等级为二级

使用年限：结构设计合理使用年限 50 年

耐火等级：建筑物的耐火等级为二级

防水等级：屋面防水等级为Ⅱ级

抗震烈度等级：建筑物抗震设防烈度为 6 度

建筑抗震设防类别：本工程建筑抗震设防类别为乙类

地基基础的设计等级：建筑物地基基础的设计等级为丙级

7.1.5 电气设备

站内工艺装置区采用《石油设施电气设备场所 I 级 0 区、1 区和 2 区的分类推荐作法》（SY/T 6671-2017）的相关条款进行划分。

危险区域的电气设备的选择满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》（GB 50058-2014）的相关规定。站场区域防爆划分为二区，电气设备采用隔爆型防爆设备。

动力线缆采用铜芯聚氯乙烯绝缘电缆，室内部分采用穿钢管理地敷设，室外部分采用电缆沟内或铠装电缆直接埋地或桥架敷设。爆炸和火灾危险场所的电缆，采用电缆沟内敷设电缆沟内充砂。且绝缘电线和电缆的截面选择符合有关规定。爆炸和火灾危险场所的照明线路采用钢管明配。

接地角钢与接地扁钢采用热镀锌防腐。

7.1.6 防雷、防静电

1、低压配电系统的接地型式采用 TN-S 系统，配电箱处不得把 N 线和 PE 线相联，电缆在引入建筑物处，PE 线做重复接地，电气装置外露可导电部分与 PE 线相连。

2、所有正常非带电电气设备金属外壳、电缆终端头的金属外壳、管道、构架、电缆金属外皮、配线钢管、钢窗等较大金属物和突出屋面的放散管等金属物均作可靠接地。

3、平行敷设的管道、构架和电缆外皮等长金属物，其净距小于 100mm 时采用金属线跨接，跨接点间距不大于 30m，交叉净距小于 100mm 时，其交叉处亦跨接。当长金属

物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03Ω 时，连接处采用 -25×4 镀锌扁钢跨接。

4、架空、埋地或地沟内的金属管道，在进出建筑物处，就近与防雷接地装置相连。距离建构筑物 100m 内的管道，每隔 25m 左右接地一次，其冲击接地电阻不大于 10Ω 。

5、可能产生静电危害的容器、储罐、装卸设施等做防静电接地；直径等于或大于 2.5m 或容积等于、大于 50m^3 时，其接地点不少于两处；上述设备的金属浮体必须与罐体相接，与地绝缘的金属部件接地。

6、每个橇装设备至少两点与主接地干线连接，并与露出地面的工艺管道相互做电气连接。

7、接地极采用 $L50 \times 5 \times 2500$ 的镀锌角钢，间距不小于 5m；接地线采用 -40×4 的镀锌扁钢；接地装置埋深 0.7m。

8、站内所有的电气设备接地、仪表接地、防雷、防静电接地相连构成统一的接地网，接地电阻 $R \leq 4\Omega$ 。

7.1.7 应急电源及应急照明

集气站设 10/0.4kV 杆上变电站作为各站配电中心，其 10kV 电源就近引自气田 10kV 架空线路，并设在线式 UPS 电源装置为自控仪表、通信供电，UPS 容量为 10kVA，备用时间 2h。

7.1.8 通风设施

集气站为无人值守站，站内房屋建筑为橇装仪控室和配电室，采用橇装房自带轴流风机进行通风，其余露天设备采用自然通风。

7.1.9 安全泄放

严格执行压力容器设计规定和监察规程，所有可能超压的压力容器、压力管道按规定装设安全泄放装置，安全阀泄放统一汇入安全泄放系统。

井场内设置有紧急切断、井口地面安全装置。根据《泄压和减压系统指南》（SY/T 10043-2002），在紧急泄放的情况下，对于压力容器应满足在 15min 内将压力降至 0.69MPa 或者压力容器设计压力的 50%，取两者中较低的。

在每个标准化集气站的井口和出站管道上设置了紧急切断阀，设置了一套 BDV 泄压系统，事故状态下 BDV 自动开启，保障站内工艺设备、管道安全，同时分离器设置安

全阀，安全阀泄放的气体引入同级压力的放空管线。

每个集气站的放空管统一规格，采用标准化设计。由于 6~8 井式每个标准化集气站内设备和配管的水容积相差不大，所以放空量统一按 8 井式计算。按规范要求，集气站压力在 15 分钟内将压力从 6.3MPa 泄放到 0.69MPa，泄放量为 $2.5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ ，根据计算确定集气站的放空管规格采用 DN150，高 15m。3~4 井式集气站泄放量为 $1.25 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ ，根据计算确定集气站的放空管规格选用 DN100，高 15m 的放空管。

7.1.10 消防设施

消防设计遵照《石油天然气工程设计防火规范》（GB 50183-2004）、《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）的规定，贯彻“预防为主，防消结合”的方针。平台、属于五级站，按要求配置灭火器材，可扑灭初期火灾，配置一定数量的推车式及手提式磷酸铵盐干粉灭火器及二氧化碳灭火器。一旦发生火灾，可随时启用扑救。

7.1.11 其他防火防爆安全措施

通信工程采用工业以太网+光纤传输方案。此外，沿线所设工艺站场附近均有中国电信网络接入和中国移动信号覆盖，扩建平台/集气站采用 GPRS 无线公网作为仪表数据信号的备用传输方式。站场设置工业电视监控系统、周界防御系统、语音告警广播系统、巡线抢修及应急通信系统、火灾报警系统。

安防、视频监控采用工业电视监视系统，集气站和平台的工艺设备区配置室外网络防爆高清球型摄像机，大门口设置室外网络高清枪式摄像机，围墙对角设置非防爆型高速网络高清球机，用以对周围的情况进行监视，以便预防意外闯入和及时发现险情给予报警及火灾确认等。

集气站及平台均安装周界防越报警系统，每面围墙上安装一对光纤入侵探测装置，形成周界封闭警戒系统。

集气站及平台设置语音告警广播系统，工业电视监控及周界防御系统发现警情时，自动向可疑目标发出语音警告或警报信号，威慑和阻止非正常入侵行为。高噪声、和高危险度场合下运行和调试检修人员流动作业对调度通信的需要，并在事故状态下紧急疏散相关工作人员提供广播呼叫服务。

为有效管理站内、平台上的进出，防止不法分子和未经许可的人员进出。平台内设门禁系统，设门禁控制器。系统采用国际最通用的非接触 IC 卡门禁系统。

在通信设备与自控设备、供电设备接口处设置电涌保护器。通信设备机房工作接地、

保护接地和防雷接地采用三合一的联合接地，各站场阀室通信设备与电力专业设计的共用联合接地装置端子做可靠的连接，接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

7.2 需补充或落实的安全对策措施及建议

涉及企业机密，不予公开。

8 评价结论

8.1 项目主要特点及主要危险、有害因素评价结果

8.1.1 工程主要特点

本工程为扩建焦页 33 号平台，平台就地分水后外输至 42 号集气站。主要工艺设备包括井口处新增 2 台除砂橇，4 套井口智能控制切断阀，新建 3 台 DN50 的两相流量计，2 座 4 井式智能泡排装置，1 座放空火炬，搬迁利旧 1 套 400kW 水套加热炉、1 台 DN1200 生产分离器、1 台 DN800 计量分离器等配套站内管线及相应公辅工程。新建焦页 33 号扩平台-焦页 42 集气站低压集气管线 1 条，线路平面长度约为 1.47km，实际长度约为 1.50km，管线采用抗菌管+HDPE 内衬，实现管线长寿命运行。

8.1.2 工程主要危险、有害因素

1、本项目地面工程涉及的危险有害物质主要有天然气、氮（压缩的）、起泡剂（十二烷基磺酸盐甜菜碱）、消泡剂（硅油）等。

2、本工程在施工和生产运行中存在的主要危险因素有：火灾、爆炸、中毒和窒息、高处坠落、机械伤害、触电、物体打击、容器爆炸、灼烫、淹溺、噪声危害等。

3、自然环境危险有害因素有：雷电危害、地震灾害、洪涝、大风、山体滑坡、泥石流、腐蚀等。

4、本工程不构成危险化学品重大危险源。

8.2 应重点防范的重大风险和应重视的安全对策措施建议

本工程不构成危险化学品重大危险源，无重大风险。应重视的安全对策措施如下：

1、应重视运营期天然气泄漏可能引发的火灾和爆炸。

2、本工程涉及天然气集输管道，应加强集输管道的安全管理。

本工程在施工和运营中除应落实本报告第 7 章节内容外，还应重点落实加强设备设施及自控系统维护保养，严禁跑、冒、滴、漏，特种设备设施及其安全附件定期检测，防雷防静电设施定期检测完好有效，完善应急预案、制定应急疏散方案和加强应急演练。

8.3 项目潜在的危险、有害因素控制情况

本项目方案设计中提出的相关安全措施基本满足《石油天然气工程设计防火规范》

（GB50183-2004）、《气田集输设计规范》（GB50349-2015）、《页岩气气田集输工程设计规范》（NB/T14006-2020）、《石油天然气安全规程》（AQ2012-2007）、《页岩气安全规程》（NB/T10399-2020）等标准、规范的要求。

在下一步设计及建设、运行过程中，按照设计中提出的相关安全措施实施充分重视本报告提出的补充安全措施并严格执行相关安全管理要求，本工程的危险有害因素能够得到有效控制。

8.4 安全评价结论

中石化重庆涪陵页岩气勘探开发有限公司涪陵区块焦页 33 号扩建项目再进行后续设计及建设中，只要认真落实相关设计及本报告中提出的各项措施和建议，能够符合安全生产的要求。

综上所述，本项目方案设计中分析问题切合实际，严格落实方案设计的安全措施及本报告提出的补充措施后，其各项危险、有害因素得到有效控制，能够满足法律、法规及标准规范的要求。