

前言

为贯彻《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，根据2021年6月10日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，2021年9月1日施行）的有关规定及“安全第一，预防为主，综合治理”的方针，根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》的有关要求，该工程需进行安全预评价。为此辽河油田曙光采油厂委托我公司对“曙光污水厂改造工程”进行安全预评价。

在接受该工程安全评价工作任务之后，本公司立即组织有关安全评价人员成立了安全评价小组，依据《安全评价通则》等标准规范和曙光污水厂改造工程相关资料，广泛收集相关的专业文献及参考书籍，组织实施安全评价工作。评价组在实施安全评价的过程中，以“科学、客观、公正”的工作态度对曙光污水厂改造工程现场进行了勘察，与企业的安全管理人员进行了充分的访谈。评价组根据相关资料进行了严谨的技术分析，全面、客观、公正地辨识和分析了该工程的主要危险、有害因素，采用安全检查表、预先危险性分析等评价方法对该项目进行了定性、定量评价，提出了合理可行的安全对策措施建议。在此基础上，编制完成了《辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告》。

本评价报告在编制过程中得到了辽河油田曙光采油厂有关领导及相关部门的大力支持，在此一并表示感谢。

目录

1 概述	1
1.1 评价目的	1
1.2 评价依据	1
1.3 评价范围	5
1.4 评价程序	5
2 建设工程概况	7
2.1 建设工程基本信息	7
2.2 建设及生产单位简介	7
2.3 自然和社会环境概况	7
2.4 油藏概况	13
2.5 油气集输工程	13
2.6 注汽工程	19
2.7 公用工程及辅助生产设施	22
2.8 安全管理情况	26
3 主要危险、有害因素辨识与分析	27
3.1 主要物质危险有害因素分析	27
3.2 生产工艺及设备设施危险有害因素分析	36
3.3 自然和社会危险因素分析	42
3.4 重大危险源辨识	42
3.5 事故案例与事故原因分析	45
4. 评价单元划分及评价方法选择	48
4.1 评价单元划分	48
4.2 评价方法选择	48
4.3 评价方法简介	48
5. 定性、定量评价	50

5.1 选址及外部安全条件评价	50
5.2 技术、工艺安全可靠评价	51
5.3 设备、装置、设施配套及可靠性评价	52
5.4 公用工程和辅助生产设施配套性评价	57
5.5 风险程度评价	60
6 安全管理及应急管理评价	65
6.1 安全管理	65
6.2 应急管理	71
7 安全对策措施与建议	77
7.1 可研中提出的主要安全对策措施	77
7.2 补充的对策措施建议	78
8 安全评价结论	83
8.1 主要危险、有害因素分析结果	83
8.2 主要危险、有害因素评价结果	83
8.3 应重视的安全对策措施	83
8.4 总体结论	83
附件	84

1 概述

1.1 评价目的

- 1) 辨识与分析曙光污水厂改造工程可能存在的主要危险有害因素。
- 2) 确定本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) 为本项目安全运行提供技术性指导，为应急管理部门实施监督提供参考依据，为建设项目初步设计提供依据。

1.2 评价依据

1.2.1 安全生产法律

(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，根据 2021 年 6 月 10 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议《关于修改〈中华人民共和国安全生产法〉的决定》第三次修正，2021 年 9 月 1 日施行）

(2) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（中华人民共和国主席令〔2010〕30 号，2010 年 10 月 1 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 日施行）

(4) 《中华人民共和国消防法》（中华人民共和国主席令〔2008〕第 6 号，根据 2021 年 4 月 29 日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议《关于修改〈中华人民共和国道路交通安全法〉等八部法律的决定》第二次修正，2021 年 4 月 29 日施行）

(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〕69 号，根据 2024 年 6 月 28 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十次会议修订，2024 年 11 月 1 日起施行）

1.2.2 行政法规

(1) 《特种设备安全监察条例》（国务院令〔2003〕373 号发布，国务院令〔2009〕549 号修正，2009 年 5 月 1 日施行）

(2) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令第 344 号，根据 2013 年 12 月 7 日国务院令 645 号发布的《国务院关于修改部分行政法规的决定》修订，2013 年 12 月 7 日施行）

(3) 《生产安全事故应急条例》（国务院令〔2019〕第 708 号，2019 年 4 月 1 日施行）

1.2.3 部门规章

(1) 《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〔2006〕第 3 号，根据 2015 年 5 月 29 日国家安全生产监督管理总局令第 80 号《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》第二次修订，2015 年 7 月 1 日施行）

(2) 《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，根据 2019 年 7 月 11 日应急管理部令第 2 号《应急管理部关于修改〈生产安全事故应急预案管理办法〉的决定》修正，2019 年 9 月 1 日施行）

(3) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（安监局令〔2010〕30 号发布，安监局令〔2013〕63 号、安监局令〔2015〕80 号，2015 年 7 月 1 日施行）

(4) 《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，根据 2015 年 4 月 2 日国家安全生产监督管理总局令第 77 号《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》修正，2015 年 5 月 1 日施行）

(5) 《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》（国家安全生产监督管理局令〔2009〕第 20 号，根据 2015 年 3 月 23 日国家安全生产监督管理总局令第 78 号《关于废止和修改非煤矿山领域九部规章的决定》修订，2015 年 7 月 1 日施行）

(6) 《危险化学品重大危险源监督管理暂行规定》（国家安全生产监督管理总局令 40 号，2015 年 3 月 23 日国家安全生产监督管理总局令第 79 号修订，2015 年 7 月 1 日实施）

1.2.4 地方性法规、规章、文件

1. 《辽宁省建设项目安全设施监督管理办法》（2009 年 3 月 19 日辽宁省人民政府令第 229 号公布，根据 2021 年 5 月 18 日辽宁省人民政府令第 341 号《辽宁省人民政府关于废止和修改部分省政府规章的决定》第二次修正，2021 年 5 月 18 日施行）

1.2.5 标准规范

(1) 《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

(2) 《稠油注汽系统设计规范》SY/T0027-2024

(3) 《石油天然气工程设计防火规范》GB50183-2004

(4) 《建筑防火通用规范》GB55037-2022

(5) 《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）

- (6) 《建筑灭火器配置设计规范》 GB50140-2005
- (7) 《消防给水及消火栓系统技术规范》 GB50974-2014
- (8) 《室外给水设计标准》 GB50013-2018
- (9) 《室外排水设计标准》 GB50014-2021
- (10) 《建筑给水排水设计标准》 GB50015-2019
- (11) 《输送流体用无缝钢管》 GB/T8163-2018
- (12) 《流体输送用不锈钢无缝钢管》 GB/T14976-2012
- (13) 《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》 SY/T5037-2023
- (14) 《钢制对焊管件类型与参数》 GB/T12459-2017
- (15) 《冷热水用聚丙烯管道系统第 2 部分： 管材》 GB/T18742. 2-2017
- (16) 《建筑排水用硬聚氯乙烯（PVC-U） 管材》 GB/T5836. 1-2018
- (17) 《混凝土和钢筋混凝土排水管》 GB/T11836-2023
- (18) 《钢制管法兰（PN 系列） 》 HG/T20592-2009
- (19) 《石油天然气钢质管道无损检测》 SY/T4109-2020
- (20) 《钢质管道外腐蚀控制规范》 GB/T21447-2018
- (21) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》 GB/T23257-2017
- (22) 《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》 GB/T39636-2020
- (23) 《石油天然气站场管道及设备外防腐层技术规范》 SY/T7036-2016
- (24) 《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》 GB/T50892-2013
- (25) 《油气田及管道工程计算机控制系统设计规范》 GB/T50823-2013
- (26) 《油气生产物联网系统建设规范》 Q/SY10722-2023
- (27) 《低压配电设计规范》 GB50054-2011
- (28) 《电力工程电缆设计标准》 GB50217-2018
- (29) 《交流电气装置的接地设计规范》 GB/T50065-2011
- (30) 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058-2014
- (31) 《供配电系统设计规范》 GB50052-2009
- (32) 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053-2013
- (33) 《并联电容器装置设计规范》 GB50227-2017
- (34) 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055-2011

- (35) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB50060-2008
- (36) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008
- (37) 《电力装置电测量仪表装置设计规范》GB/T50063-2017
- (38) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T50064-2014
- (39) 《建筑照明设计标准》GB/T 50034-2024
- (40) 《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010
- (41) 《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
- (42) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019-2015
- (43) 《消防设施通用规范》GB55036-2022
- (44) 《立式圆筒形钢制焊接油罐设计规范》GB50341-2014
- (45) 《热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差》GB/T709-2019
- (46) 《碳素结构钢和低合金结构钢热轧钢板和钢带》GB/T3274-2017
- (47) 《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236-2011
- (48) 《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB50683-2011
- (49) 《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020
- (50) 《气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口》GB/T985.1-2008
- (51) 《压力容器焊接规程》NB/T47015-2023
- (52) 《固定式钢梯及平台安全要求第 1 部分：钢直梯》GB4053.1-2009
- (53) 《固定式钢梯及平台安全要求第 3 部分：工业防护栏杆及钢平台》GB4053.3-2009
- (54) 《工程结构通用规范》GB55001-2021
- (55) 《建筑与市政工程抗震通用规范》GB55002-2021
- (56) 《建筑与市政地基基础通用规范》GB55003-2021
- (57) 《钢结构通用规范》GB55006-2021
- (58) 《砌体结构通用规范》GB55007-2021
- (59) 《混凝土结构通用规范》GB55008-2021
- (60) 《稠油注汽系统设计规范》SY/T0027-2024
- (61) 《油气管道线路标识设置技术规范》SY/T6064-2024
- (62) 《建筑抗震设计标准》（2024 年版）GB/T50011-2010

1.2.6 依据的有关技术文件、资料

- 1) 《辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）可行性研究报告》中油辽河工程有限公司编制
- 2) 辽河油田曙光采油厂提供的其他相关资料。

1.3 评价范围

本次安全预评价的评价范围为曙光采油厂曙光污水厂改造工程，具体评价范围为：

- 1) 注汽工程：新建 17 口蒸汽驱注汽井地面配套设施,新建蒸汽驱注汽管线 2.43km。
- 2) 油气集输工程：曙采 62 口蒸汽驱受效井工艺系统校核；4 口无抽油机生产井需配套抽油机；5 口新井配套地面设施。
- 3) 以及上述工程的仪表自动化控制系统、供配电、通信、供热、建（构）筑物等配套设施。

1.4 评价程序

安全预评价的程序一般包括：前期准备，识别与分析危险有害因素，划分评价单元，选择评价方法，定性、定量评价，提出安全对策措施建议，做出安全预评价结论、编制安全预评价报告等。

具体评价程序和工作经过，见图 1.4-1。

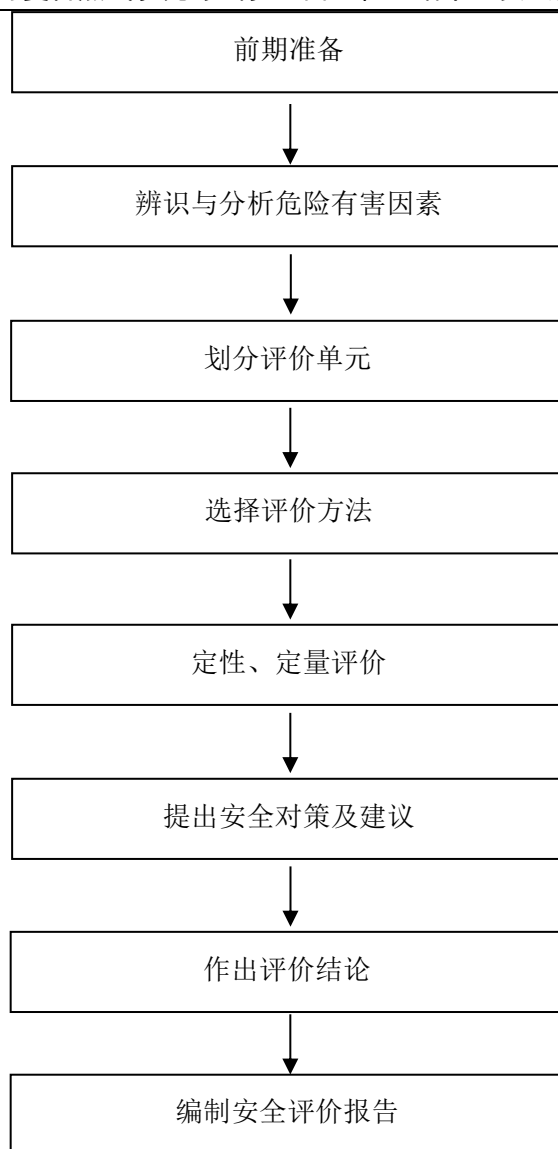


图 1.4-1 安全预评价程序框图

2 建设工程概况

2.1 建设工程基本信息

1) 项目建设单位

辽河油田曙光采油厂。

2) 项目生产单位

辽河油田曙光采油厂。

3) 项目地理位置

辽河油田公司曙一区位于辽宁省盘锦市辽河下游绕阳河畔，杜 84 块位于辽宁省盘锦市东郭苇场苇田大队西南约 3km，井位分布在绕阳河防洪大堤东岸，欢曙路南侧。

4) 项目规模

表 2.1-1 项目规模表

序 号	工 程 内 容	单 位	总规模	备 注
1	注蒸汽规模	10 ⁴ t/a	42.02	转驱前 2 年
2	产出液处理规模	10 ⁴ t/a	39.43	转驱前 6 年
3	原油处理规模	10 ⁴ t/a	6.74	转驱第 3-4 年

5) 项目性质及投资

建设性质为改扩建项目，总投资 1630.4 万元。

2.2 建设及生产单位简介

本项目建设单位为曙光采油厂。曙光油田是斜坡背景上发育的北东方向展布、被断层切割成阶梯下掉的复杂断块油田，具有“内部断层多、储层类型多、油藏类型多、开发层系多、纵向层数多、油品性质多”的地质特点。

地质特征决定开发方式多样，目前有天然能量、注水、化学驱、蒸汽吞吐、火驱、蒸汽驱、SAGD 等开发方式。曙光油田 1975 年投入开发建设，通过分区块、分方式滚动接替建产，稀油 1979 年上产至 100 万吨，普通稠油 1982 年投入吞吐开发，建成 200 万吨产量规模，超稠油 1996 年投产，实现上产 350 万吨。“十二五”以来，通过超稠油 SAGD、普通稠油火驱工业化实施，保持 300 万吨持续稳产。

2.3 自然和社会环境概况

2.3.1 自然环境

1) 地形、地貌

盘锦属华北陆台东北部从“燕山运动”开始形成的新生代沉积盆地，经过漫长历史年代的河流冲积、洪积、海积和风积作用，覆盖着深厚的四系松散沉积物。地势地貌特征是北高南低，由北向南逐渐倾斜，比降为万分之一，坡度在 2° 以内；地面海拔平均高度4m左右，最高18.2m，最低0.3m，地面平坦，多水无山。

2) 工程地质

本区地质构造属于下辽河断陷，台安-盘山断凹，由太古代花岗岩、片麻状花岗岩组成，地面下8m以上是含有多层淤泥质土的粉砂层，18m以下是砂细层。

根据参考地勘地-3124《曙光污水处理达标外排改扩建工程（一期）岩土工程勘察报告》，场地各岩土层特征从上至下分述如下：

第①层杂填土：杂色，主要由黏性土、砂、矿渣、碎石、块石、建筑垃圾及生活垃圾组成，局部上部为水泥面及原有建（构）筑物基础，该层分布普遍，揭露厚度0.50~1.80m。局部揭露为由黏性土、砂、碎石、块石组成的素填土。

第②层黏土：灰褐色~深灰色，呈软塑~可塑状态，摇振反应无，有光泽，干强度、韧性强，局部揭露为粉质黏土，局部夹粉土、粉砂薄层，该层于11#、29#、30#勘探孔缺失，揭露处层底埋深1.80~3.50m，层厚0.70~2.60m。

第③层粉质黏土：深灰色，主要呈软塑状态，局部呈可塑状态，摇振反应无，稍有光泽，干强度、韧性中等，局部揭露为黏土，该层于2#、22#勘探孔缺失，揭露处层底埋深2.80~4.00m，层厚1.00~2.20m。

第④层黏土：深灰色~灰黑色，呈可塑状态，摇振反应无，有光泽，干强度、韧性强，局部揭露为粉质黏土，局部含贝壳碎屑、炭屑，该层于24#、27#勘探孔缺失，揭露处层底埋深5.00~6.70m，层厚1.00~3.20m。

第⑤层细砂夹黏土：深灰色，呈松散~稍密状态，饱和，夹可塑状态的黏土，单层厚约1~3cm，局部近互层状，该层于20#、25#勘探孔缺失，揭露处层底埋深6.70~9.00m，层厚0.90~3.70m。

第⑤-1层细砂：灰色，呈中密状态，饱和，矿物成分主要由石英组成，含少量云母及其它暗色矿物。该夹层于9#、19#勘探孔处有所揭露，揭露处层底埋深6.80m，最大揭露厚度1.80m。

第⑥层细砂：灰色，主要呈中密状态，局部呈稍密或密实状态，饱和，矿物成分主要

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

由石英组成，含少量云母及其它暗色矿物。该层分布普遍，已施工的勘探孔最大勘探深度 20.00m，未揭穿该层，最大揭露厚度 13.20m。

第⑥-1 层细砂夹黏土：深灰色，呈稍密状态，饱和，夹可塑状态的黏土，单层厚约 1～3cm，该夹层于 3#勘探孔处有所揭露，揭露处层底埋深 11.00m，揭露厚度 2.00m。

第⑥-2 层黏土：深灰色，呈可塑状态，该夹层于 2#、28#勘探孔处有所揭露，揭露处层底埋深 18.00～19.00m，揭露厚度 1.50m。

表 2.3.1-1 各岩土层物理力学指标建议采用值

层号	岩土名称	承载力特征值 f_{ak} (kPa)	压缩模量 E_{s1-2} (MPa)	变形模量 E_0 (MPa)
②	黏土	75	3.58	—
③	粉质黏土	50	3.64	—
④	黏土	85	3.78	—
⑤	细砂夹黏土	125	—	10.00
⑤-1	细砂	200	—	14.50
⑥	细砂	190	—	14.00
⑥-1	细砂夹黏土	145	—	11.00
⑥-2	黏土	95	3.50	

勘察期间地下水埋深 0.80～2.30m。属第四系孔隙潜水，具微承压性，受大气降水及地表水下渗的补给，以蒸发、径流方式排泄。季节性变化较大，变幅 0.50m 左右。

场地环境类型为Ⅱ类，场地地下水对混凝土为微腐蚀，在干湿交替环境下对钢筋混凝土结构中的钢筋腐蚀等级为中腐蚀，在长期浸水环境下对钢筋混凝土结构中的钢筋腐蚀等级为微腐蚀，对钢结构腐蚀等级为中腐蚀。

勘察场地地貌简单，勘察期间原有建（构）筑物尚未被拆除，该建筑场地为稳定场地，交通便利，可进行本工程的建设。

场区属抗震设防烈度 7 度区，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震第二组，设计特征周期为 0.40s。场地土类型为软弱～中软场地土，建筑类别为Ⅱ类。场地内有软弱土、液化土存在，属抗震不利地段。无其它不良地质作用。

拟建场地 7#、8#、16#、24#、26#、27#、28#、31#孔轻微液化，液化土层在第⑤层，液化深度介于 4.65～8.15m 之间，其它钻孔不液化。

勘察场地的标准冻土深度为 1.10m。

勘察场地地层整体分布较均匀，对于本工程拟建建（构）筑物可考虑以②层黏土或③

层粉质黏土为浅基础天然地基持力层。

3) 水文和水文地质

盘锦市境内有大、中、小河流 21 条，总流域面积 3570km²。其中，大型河流 4 条：辽河、大辽河、绕阳河、大凌河。

场地地下水稳定埋深 1.10m~2.50m，属第四系孔隙潜水，具微承压性，主要受大气降水、灌溉补给，以蒸发、地下径流为主要排泄方式，水位季节性变化较大，年变幅 0.50m。按环境类型(II)地下水对混凝土结构腐蚀性为微腐蚀，干湿交替环境下对钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀性为弱腐蚀，长期浸水环境下对钢筋混凝土结构中钢筋腐蚀性为微腐蚀，对钢结构的腐蚀性为弱腐蚀。

4) 气象

(1) 气候类型

工程建设地点地处北温带，属暖温带大陆性半湿润季风气候。气候的主要特征是，四季分明，雨热同季，日照充分，寒暑悬殊。春季风大雨少，气候干燥；夏季高温，多雨；秋季晴朗，降温快；冬季寒冷，降雪少。

(2) 季节特点

春季：气温回升快，降水少，空气干燥，多偏南大风，蒸发量大，日照时数多，季平均气温 8.7℃，降水 96.5 毫米。春季以 SSW 向风为主，频率为 16%。全季大于 8 级大风日数为 20 天，占全年大风日数的 52.6%。

夏季：降雨集中，温度高，盛行西南风，潮湿炎热，季平均气温 23.1℃，历史最高气温 35.2℃，季平均降水量 392.1 毫米。夏季以 SSW 向风为主，频率为 13%。

秋季：多晴朗天气，气温明显下降，雨量骤减，季平均气温 9.9℃，晴天多雨天少，日照时数 674.4 小时，季降水量 121.0 毫米。秋季为 NNE 和 SSW 向风交替之季节，NNE 和 SSW 向风频率皆为 12%。

冬季：寒冷干燥，多偏北风，晴天多，降雪少，季平均气温为-7.6℃，历史最低气温-28.2℃。季日照时数 613.4 小时，最冷月为 1 月。冬季以 NNE 向风占据优势，相应频率为 15%。

(3) 气象资料

工程建设地点具体气象资料见表 2.3.1-2。

表 2.3.1-2 气象资料表

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

序号	项目		单位	数量	备注
1	一般海拔高度		m	4	
2	相对湿度	年平均	%	70.5	
		最冷月平均	%	54	
		最热月平均	%	82	
3	风速	年平均	m/s	4.6	
		最大地面（10 处 10 分钟）	m/s	25.7	
4	风向	冬季主导风向		北北东 (NNE)	
		夏季主导风向		南南西 (SSW)	
5	大气压	年平均	kPa	101.6222	
		年最高	kPa	104.61	
		年最低	kPa	98.37	
6	气温	年平均	℃	8.3	
		夏季最热月平均	℃	28.2	
		冬季最冷月平均	℃	-15.7	
		极端最高	℃	35.2	1967 年 8 月 8 日
		极端最低	℃	-28.2	1964 年 2 月 3 日
7	降水	年平均降雨量	mm	616.6	
		日最大降雨量	mm	142.2	
		一小时最大降雨量	mm	47.8	
		一次暴雨持续时间	d	3	
		一次暴雨降雨量	mm	236.4	
		五分钟最大降雨量	mm	13	
		十分钟最大降雨量	mm	22.8	
8	冻土	最大深度	cm	117	
9	日照	冬季日照率	%	69	
10	蒸发	年平均蒸发量	mm	1669.6	
		最高月蒸发量（5 月）	mm	264.9	
		最低月蒸发量（1 月）	mm	38.0	

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

11	最大积雪厚度		cm	15	
12	霜冻	平均无霜期	d	172	
13	地温	年平均地面温度	℃	10.4	
		最高月地面温度（7月）	℃	27.9	
		最低月地面温度（1月）	℃	-10.2	
14	雪载荷		kN/m ²	0.40	
15	雷电	年平均雷电天数	d	23.4	
		最多雷电月份	月	6	

5) 地震基本烈度

综合确定各场地处属抗震设防烈度 7 度，地震动峰值加速度 0.10g，地震动加速度反应谱特征周期 0.40s，设计地震分组为第二组。

2.3.2 社会环境

辽河油田所在地盘锦市隶属于辽宁省，位于辽宁省西南部，地处辽河三角洲中心地带，1984 年 6 月建市。全市总人口 144 万人，户籍人口 129 万人，区域总面积 4063 平方公里。辖盘山县一个县，双台子区和兴隆台区、大洼区 3 个区，辽东湾新区和辽河口生态经济区 2 个经济区。

盘锦市被沈阳、辽阳、鞍山、营口、大连环抱，交通便利，物产丰富，气候宜人，人文和地理环境十分优越。盘锦市海岸线长约 118km，苇田面积近 8 万公顷，是亚洲最大苇田，主要粮食作物是水稻，日照充足，雨量适中，水源丰富，地下蕴藏着丰富的石油、天然气等矿产资源，辽河油田在此开发了 19 个油田，对其建设和发展起到了极大的促进作用。

辽河油田所在地盘锦市境内沈山高速公路和盘海营高速公路承南启北，秦沈高速铁路和沟海铁路贯穿全境，疏港铁路、沈盘铁路、疏港高速、阜盘高速等建成使用，形成了纵横域内外、贯穿东北腹地的集疏运体系，为其发展创造了良好的外部条件。

盘锦市位于辽宁省西南部，辽河三角洲中心地带。东、东北邻鞍山市辖区，东南隔大辽河与营口市相望，西、西北邻锦州市辖区，南临渤海辽东湾。市区距省城沈阳市 155km；西距锦州市 102km；南距营口市 65km，鲅鱼圈港 146km，大连港 302km；东距鞍山市 98km，交通便利。

本次工程建设地点通过油田公路与外部路网连接，形成了完整的路网系统。

2.4 油藏概况和开发方案

2.4.1 超稠油开发现状

曙一区超稠油开发方式已形成“蒸汽吞吐全覆盖、SAGD 成规模、蒸汽驱在试验”的格局。大部分区块 70m 井距正方形直井井网，其余为 100m 井距正方形井网。水平井处于直井井网之间，纵向上主要位于兴Ⅱ和兴Ⅲ油层厚度在 15m 以上的单层上。2023 年曙一区超稠油年产油 $230 \times 10^4 \text{t}$ ，年注汽 $1045 \times 10^4 \text{t}$ ，年油汽比 0.22，采油速度 1.4%。截至 2023 年 12 月底，累计动用储量 $1.67 \times 10^8 \text{t}$ ，累积注汽 $29035 \times 10^4 \text{t}$ ，累积产油 $6922 \times 10^4 \text{t}$ ，累积油汽比 0.24，采出程度 41.4%。

2.4.2 试验目的层杜 84 块兴Ⅱ+Ⅲ组开发现状

截止 2023 年 12 月，杜 84 块兴Ⅱ+Ⅲ组油层总井数 520 口，开井数 319 口，日产液 2950t，日产油 545.7t，含水 81.5%，平均单井吞吐 15.0 个周期，累积注汽 $2150.2 \times 10^4 \text{t}$ ，累积产油 $610.7 \times 10^4 \text{t}$ ，累积产液 $2458.7 \times 10^4 \text{t}$ ，累积油汽比 0.28，含水率 75%，采出程度 31.7%，采油速度 1.32%。

2.4.3 开发方案

部署先导试验井组 20 个，包括 20 口注汽井、79 口生产井，动用储量 $304 \times 10^4 \text{t}$ ，计划转驱开发 16 年，预测采收率 70.1%。其中曙采部署注汽井 17 口，生产井 62 口（利用老井 57 口，新井 5 口）。

2.5 油气集输工程

2.5.1 总体布局

采 62 口蒸汽驱受效井均位于已建井场上，57 口老井利用已建集油管线、5 口新井新建集油管线，输往曙采已建计量接转站，将原油输往曙四联处理。

蒸汽驱注汽，蒸汽驱采用高干度蒸汽注汽，利用现有 SAGD 锅炉富裕供汽能力为蒸汽驱注汽。

1) 现有 SAGD 注汽能力为 654.4 万吨/年，根据《曙光油田稠油 300 万吨稳产开发方案》，2025 年后 SAGD 最大需求注汽量为 444.8 万吨/年。辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采+特油）最大注汽需求为 49.8 万吨/a（曙采+特油），高干度蒸汽最大需求为 494.6 万吨/年，SAGD 注汽站富余能力满足本工程注汽需求，仅需完善注汽管线即可。

SAGD 干线南侧 17 口井利用从已建 SAGD 注汽支干线引分支管线，井场设蒸汽计量装置供汽。

2) 蒸汽吞吐注汽

因蒸汽驱管线利用部分已建蒸汽吞吐管线注汽，造成该区块蒸汽吞吐管线不完善，需完善蒸汽压吞吐管线，满足注汽需求。

2.5.2 工程现状

本工程曙光采油厂共 62 口生产井，包括利用老井 57 口，新井 5 口。其中 57 口老井在运 46 口，老井待复产 11 口，其中 5 口可直接复产，4 口老井无抽油机。

2.5.3 区域布置

曙采 62 口生产井分布于 4 座计量接转站。

表 2.5.2-1 曙采 62 口生产井统计表

序号	采油厂	老 井				新井
		小计	在运	待复产	无抽油机	
1	6 区 12 站	32	22	10	3	4
2	6 区 611 站	3	3			
3	6 区 90 站	6	6			
4	6 区新 15 站	16	15	1	1	1
合计		57	46	11	4	5

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

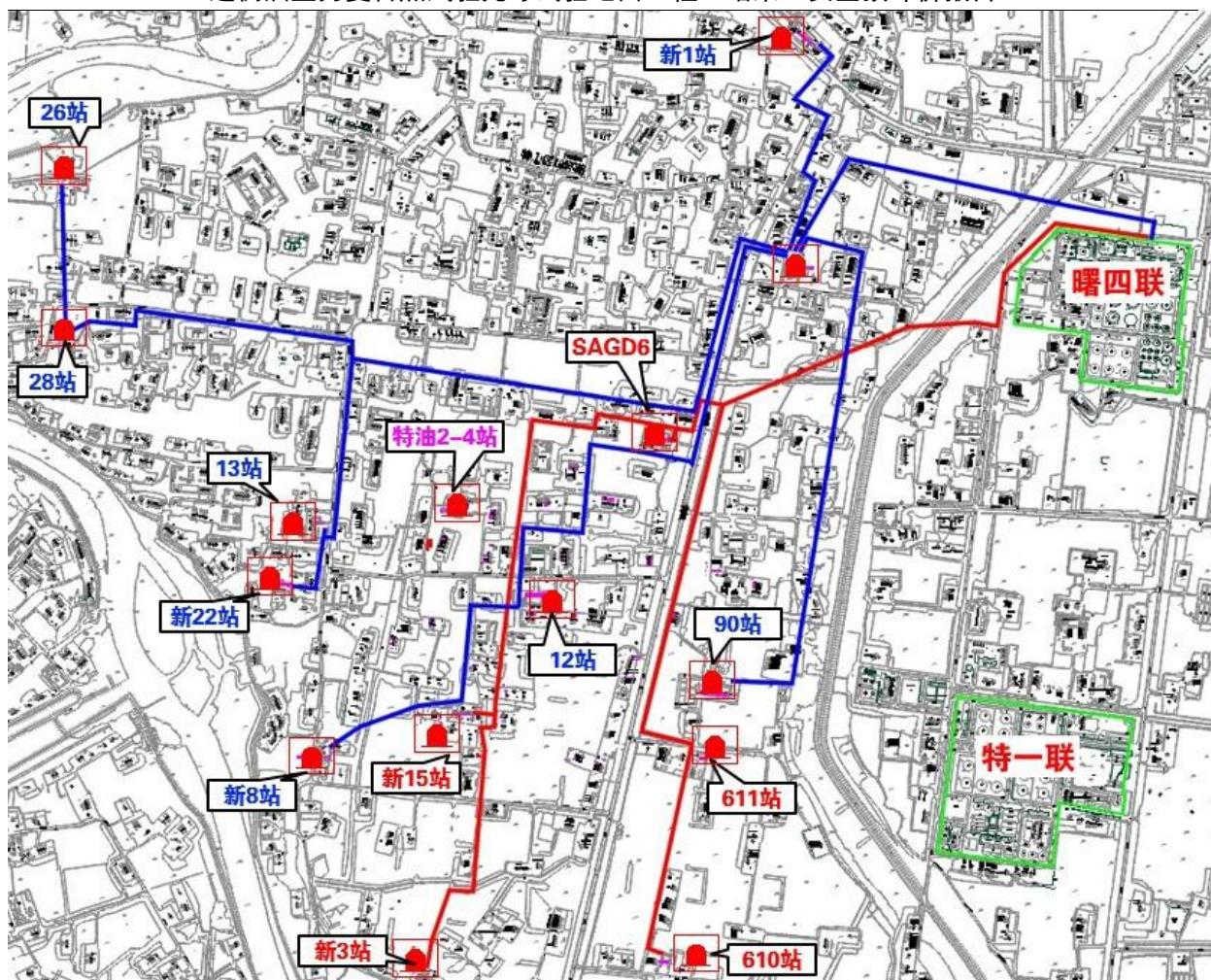


图 2.5.2-1 曙采 4 座计量接转站位置

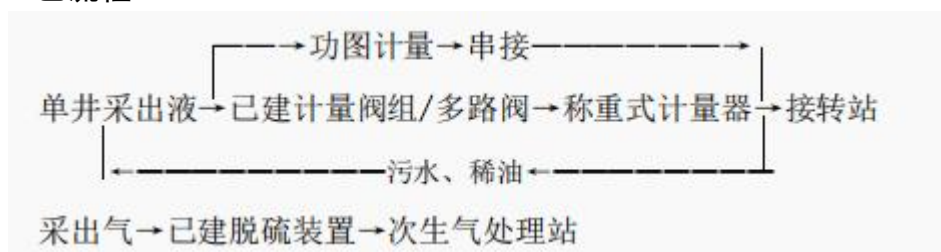
2.5.4 原油物性

蒸汽驱受效井原油物性参考曙四联作业六区混合原油物性。

表 2.5.4-1 曙四联六区混合原油物性表

检测参数		单位	六区进站原油
闪点（闭口）		℃	118
密度	20℃	g/cm ³	0.9796
	70℃	g/cm ³	0.9526
	80℃	g/cm ³	0.9472
	90℃	g/cm ³	0.9418
凝点		℃	21
蜡含量		%	10.2
胶质+沥青质含量		%	46.8
原油 粘度	50	mPa·s	5614
	60	mPa·s	2686
	70	mPa·s	1018
	80	mPa·s	543.7
	90	mPa·s	352.3

2.5.5 工艺流程



2.5.6 参数

单井配产：35m³/d

井口回压：1.0MPa

综合含水：83.2%

原油管线设计温度：100℃

掺液管线设计温度：90℃

原油、掺液管线设计压力：2.5MPa

原油、掺液管线设计压力：2.5MPa

伴生气线设计温度：常温

伴生气管线设计压力：1.6MPa

材质为 20。钢管的规格执行《无缝钢管尺寸、外形、重量及允许偏差》。

2) 阀门

阀门采用钢制闸阀，制造执行《石油、天然气工业用螺柱连接阀盖的钢制闸阀》GB/T12234-2019。伴生气系统阀门采用抗硫钢制阀门，制造执行《石油、天然气工业用螺柱连接阀盖的钢制闸阀》GB/T 12234-2019。除特殊要求外与阀体铸造的整体钢制管法兰，执行化工部标准欧洲体系，采用《钢制管法兰（PN 系列）》HG/T 20592-2009(2017 年复审)，法兰密封面型式为突面 RF。

3) 法兰、垫片、紧固件

阀门安装除特殊要求外，法兰均采用带颈对焊钢制管法兰，密封面形式为突面（RF），材质为 16Mn，执行化学工业部标准 HG/T 20592-2009(2017 年复审)，标准名称《钢制管法兰、垫片、紧固件》。

伴生气系统用法兰选材须满足规范《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 的要求。

垫片选用金属缠绕垫，密封面形式为突面。垫片形式为带内环和对中环的缠绕式垫片（D 型），对中环材料为碳钢。金属带材料为 0Cr18Ni9，填料为柔性石墨带，内环材料为 0Cr18Ni9，型号为 1222。标准号为《钢制管法兰用缠绕式垫片（PN 系列）》HG/T 20610-2009(2017 年复审)。

紧固件按照相应法兰、垫片的设计压力及设计温度进行选择，执行标准为《钢制管法兰用紧固件（PN 系列）》HG/T 20613-2009(2017 年复审)。螺柱选用全螺纹螺柱，性能等级专用级，材质 35CrMo；螺母选用 II 型六角螺母，性能等级专用级，材质 30CrMo。

4) 管件

① 弯头

弯头采用无缝钢管制造，制造执行《钢制对焊管件规范》SY/T0510-2017，材质与所连接的管线材质相同。DN≤200 尺寸执行 II 类系列。

② 支管台

采油树高压段支管台执行 GB/T19326。

2.5.9 防腐保温

1) 管道除锈

工艺管线在防腐前应进行表面除锈，其质量标准应达到《涂覆涂料前钢材表面处理

表面清洁度的目视评定第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》和《涂装前钢材表面处理规范》中的相关要求，设备、管线表面进行喷（抛）射除锈，除锈等级达到 Sa2.5 级，不能采用喷（抛）射除锈的采用动力工具或手工除锈，除锈等级达到 St3 级。

2) 地面管道防腐

地面管道防腐执行 SH/T3548。

3) 地面管道保温

保温前应对管道表面涂层损伤部位补刷涂料，然后才可以进行保温施工。

管道采用憎水型复合铝镁硅酸盐管壳或卷毡保温，公称直径 $DN < 150$ 时保温层厚 30mm，保温后用 18#（ $\phi 1.2\text{mm}$ ）镀锌铁丝捆扎，捆扎间距 200mm。捆扎后外缠 1mm 厚石棉板，用镀锌铁丝固定，再缠玻璃丝布 2 道，然后刷聚氨酯底漆 1 道，面漆 2 道，干燥后漆膜总厚度 $\geq 150 \mu\text{m}$ 。

2.6 注汽工程

2.6.1 注汽工程内容

为 17 口蒸汽驱注汽井及蒸汽吞吐配套注汽管线 2.43km。

2.6.2 参数

1) 蒸汽驱管线：

设计压力 14.1MPa

设计温度 337℃

蒸汽干度 $X=0.95$

单井注汽管线设计流量 $Q=8\text{t/h}$

考虑到未来承担蒸汽吞吐注汽任务，按吞吐管线设计参数设计管线壁厚。

2) 蒸汽吞吐管线：

设计压力 17.2MPa

设计温度 354℃

蒸汽干度 $X=0.75$

2.6.3 注入方案

1) 曙 3+52 注汽站东侧注汽支干线

从曙 3+52 注汽站东侧 D194 SAGD 注汽干线引 D159 支干线至已建 D114 管线,分别

向东侧 3 口井和东南侧 5 口井注汽。

曙采 3+52 注汽站东侧 3769、3369、3765 井，利用已建 D114 管线为 3 口井注汽。

采 3+52 注汽站东南侧 3765、29K65、2565、2569、2969 井利用部分已建 D114 管线，再新建 D114 管线，井场设 D76 管线为油井注汽。

2) 杜 84-25-81、杜 84-25-77 井

从曙 23+53 注汽站南侧 D325 SAGD 注汽干线引 D159 注汽支干线，然后变径为 D114 管线，在井场新建 1 台一分二等干度分配计量装置为 2 口井注汽，2 口井高干度蒸汽需求量 175t/d。

3) 杜 84-33-73、杜 84-37-73 井

从已建曙采冬梅女子注汽站至 SAGD 注汽干线间 D159 支干线引 D76 管线，在井场新建 1 台一分二等干度分配计量装置为 2 口井注汽，2 口井高干度蒸汽需求量 150t/d。

4) 曙采冬梅女子注汽站东侧注汽管线

从已建曙采冬梅女子注汽站至 SAGD 注汽干线间 D159 支干线引 D114 管线至已建 D114 管线，承担 5 口井注汽任务。

2.6.4 新增注汽管线

1) 曙采冬梅女子注汽站北侧

从冬梅站出口注汽管线引 D114 管线与 29K81 井北侧曙 23+53 注汽站来 D76 管线联网。

2) H62 活动站（1×18t/h）

从 H62 活动站引 D114 管线至已建蒸汽管线。

3) 33+66 活动站（2×9.2t/h）

从 3+66 站引 D76 管线至 3696 井注汽管线。

2.6.5 管道及附件选择

1) 管材：

注汽管线采用无缝钢管，材质选用 20G，执行标准《高压锅炉用无缝钢管》（GB/T5310-2023）。

2) 管道敷设方式

注汽管线采用架空敷设。

3) 阀门

注汽管线每段的低点设放水装置，高点设放气装置。管线的放水与放气管的连接均采用接管座形式，严禁采用直插形式焊接。

注汽阀门选用压力等级 PN32MPa 高温高压截止阀。

4) 补偿

注汽管线采用立式方型补偿器及自然补偿，方型补偿器在可焊部位进行焊接，转弯处严禁采用冲压弯头，曲率半径为 $R \geq 5D_w$ 。

5) 管径

注汽管道内饱和蒸汽介质流速不应大于流体的冲蚀速度，详见下表：

表 2.6.5-1 蒸汽驱注汽管线管径计算表

序号	项 目	单位	注汽干线	注汽支干线		注汽支线	
1	管线流量	t/h	40	20	20	8	8
2	工作压力	MPa	14.1	17.2	14.1	17.2	14.1
3	饱和温度	℃	337	354	337	354	337
4	饱和水比容	m ³ /kg	0.001610	0.001782	0.001610	0.001782	0.001610
5	饱和汽比容	m ³ /kg	0.011489	0.008190	0.011489	0.008190	0.011489
6	蒸汽干度		0.95	0.75	0.95	0.75	0.95
7	平均比容	m ³ /kg	0.010995	0.006588	0.010995	0.006588	0.010995
8	平均密度	kg/m ³	90.95	151.78	90.95	151.78	90.95
9	冲蚀速度	m/s	12.79	9.90	12.79	9.90	12.79
10	速度	m/s	12.5	9	12.5	9	12.5
11	计算内径	mm	111.51	71.93	78.85	45.50	49.87
12	可用外径	mm	159	114	114	76	76

6) 壁厚

根据给出资料，壁厚计算详见下表：

表 2.6.5-2 蒸汽驱注汽管线管径计算表

序号	项 目	单位	注汽干线	注汽支干线		注汽支线	
1	管线流量	t/h	40	20	20	8	8
2	工作压力	Mpa	14.1	17.2	14.1	17.2	14.1
3	饱和温度	℃	337	354	337	354	337
4	材料的许用应力	MPa	94.34	91.52	94.34	91.52	94.34
5	焊接接头系数		1	1	1	1	1
6	温度修正系数		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
7	直管设计厚度	mm	11.21	9.96	7.98	6.64	5.32
8	腐蚀或磨蚀附加量	mm	2	2	2	2	2
9	直管壁厚允许负偏差		-10	-10	-10	-10	-10
10	管道壁厚负偏差系数		0.167	0.167	0.167	0.167	0.167
11	厚度减薄附加量	mm	1.87	1.66	1.33	1.11	0.89
12	厚度附加量之和	mm	3.87	3.66	3.33	3.11	2.89
13	直管取用壁厚	mm	15.08	13.63	11.32	9.75	8.21
14	取用壁厚	mm	16	14	12	10	9
15	所选管材		D159×16	D114×14		D76×10	

2.6.6 注汽管道防腐及保温

1) 防腐

钢材表面涂装前必须先进行表面除锈处理，表面喷射除锈达 Sa2.5 级，然后进行防腐，注汽管线刷 400℃ 型有机硅高温涂料，防腐层厚度为底漆 50 μm，面漆 50 μm，总干膜厚度 ≥100 μm。

2) 保温

D114、D76 注汽管线采用 4 层纳米气凝胶绝热毡保温，D159 注汽管线采用 5 层纳米气凝胶绝热毡保温。

2.7 公用工程及辅助生产设施

2.7.1 供配电

2.7.1.1 用电负荷

蒸汽计量装置 13 套，IO 适配器 13 套；曙采 6 区-12 站新增抽油机 4 套，掺液流量计 4 套；

曙采新 15 站新增抽油机 1 套，掺液流量计 4 套。抽油机电用负荷电压等级为 AC380V，计量装置、

IO 适配器、掺液流量计用电负荷电压等级为 AC220V，用电频率为 50Hz。

本工程新增计算负荷 92.1kW，年耗电量 47.06×10⁴kWh。

2.7.1.2 电源现状

蒸汽计量装置各井场配电箱备用回路满足本工程用电；

曙采 6 区-12 站新增 4 口新井所在井场附近无变压器；

曙采新 15 站新增 1 口新井所在井场原有 100 kVA 变压器已满载。

2.7.1.3 供配电方案

蒸汽计量装置对应的井场原有配电箱备用回路位置更换微型断路器 C10/2P 26 个，为新增负荷配电；

曙采 6 区-12 站新增 4 口新井所在井场新增 160kVA 变压器，并增设杆上电源箱、户外动力箱为新增负荷配电；

曙采新 15 站新增 1 口新井所在井场新增 50kVA 变压器，并增设杆上电源箱、户外动力箱为新增负荷配电。

2.7.1.4 爆炸危险区域划分

本工程危险区域的划分按 0 区、1 区和 2 区分类划分标准进行。

管线输送区域阀组区内以阀门及类似释放源为中心半径 7.5m 及延伸至地面空间范围为 2 区；其他通风充分的非封闭区域内的油气压力容器周围 3m 及延伸至地面空间为 2 区；站场内通风充分的非封闭场所的游梁式抽油机井周围区域，当有通风不充分的井口井池或低于地面的集油槽时，地面以下的部分划为 1 区，地面以上部分划为 2 区。

2.7.1.5 电缆及其敷设

电缆采用直埋敷设，埋深 1.0m，且电缆上方和下方的细砂层厚度不小于 100mm。电缆在进出地面与工艺管线交叉处均穿镀锌钢管保护。直埋电缆在拐弯、接头、终端等地段应设置明显的方位标志，直线段上应适当增设标桩。

2.7.1.6 防雷、防电涌、防静电及接地设计

1.防雷分类

根据《建筑物防雷设计规范》GB50057-2010，按自然条件、当地雷暴日和建构筑物、生产装置的重要程度划分类别，本工程防雷等级划分为第二类。

2.防雷措施

防雷电感应：平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物，其间距小于 100 mm 时应采用金属线跨接，跨接点的间距不应大于 20m；交叉净距小于 100mm 时，其交叉处也应跨接。

3.防静电

各站场工艺管线的始、末端，分支处以及直线段每隔 100m 处，设置防静电、防感应雷的接地装置。在爆炸危险场所中凡生产储存过程有可能产生静电的管道、设备、金属导体等均应做防静电接地。输气管线的法兰(绝缘法兰除外)、阀门连接处，应设金属跨接线，当法兰用 5 根以上螺栓连接时，法兰可不用跨接，但必须构成电气通路。工艺设备的接地采用 50×5 热镀锌扁钢与井场内接地网可靠连接，接地点设置在工艺设备的混凝土基础或钢支架处。

4.接地要求

井场新增电气设备非载流金属部分均做接地处理，并与原井场做可靠连接，接地电阻 $R \leq 4 \Omega$ ；地上金属管道在进出装置处、始末端、分支等处均做防雷、防静电接地，接地电阻 $R \leq 30 \Omega$ ；平行管道净距小于 100mm 时，每隔 20m 加跨接线，跨接线采用 -25×4 镀锌扁钢；阀门、法兰连接螺栓少于 5 个时，加跨接线，跨接线采用 BVR-6mm²/多股铜芯软线。垂直接地体采用镀锌角钢 $\angle 50 \times 5 \times 2500$ ，间距 5m；水平接地体采用镀锌扁钢 -40×4，接地装置埋深顶端距地 1m。

2.7.2 自控及仪表

2.7.2.1 仪表选型

- 1) 温度仪表：温度检测采用一体式铂热电阻温度变送器，WIA-PA 无线传输。
- 2) 压力仪表：压力检测采用电容式压力变送器，WIA-PA 无线传输。
- 3) 示功仪：抽油机载荷、位移检测采用一体式无线示功仪，WIA-PA 无线传输，电池供电。
- 4) 电参：主井抽油机电机参数采集采用智能电参分析控制器（兼具 RTU 功能），丛井油机电机参数采集无线电参采集单元，WIA-PA 无线传输。
- 5) 注汽分配计量调节装置由蒸汽入口管线、等干度分配器、流量调节阀、计量仪表、去各井的注汽管线以及远程控制单元等组成，实现井口注汽等干度分配、蒸汽流量计量、调节以及数据传输。
- 计量仪表采用孔板测量蒸汽流量，由计量直管段、压力变送器、差压变送器等构成。
- 远程控制单元采集压力和差压信号，完成绝对压力、瞬时流量、累积流量等的计算。同时采用 WIA-PA 无线实现数据上传。
- 7) 油水掺注流量计量采用油水掺注流量计，精度不低于 1.0 级。

2.7.2.2 自控

1) 油井

5 口采油井位于 2 个平台，2 个平台均已设置一套智能电参分析控制器（具备电参采集、RTU 功能）。5 井口设置无线电参采集单元，所在井口的工艺参数、抽油机位移及载荷、抽油机电机参数、井口的温度、压力参数通过 WIA-PA 无线信号传至平台已有的智能电参分析控制器、油水掺注流量通过电缆传至已有智能电参分析控制器，再通过 WIA-PA 无线网上传至所属接转站的 WIA-PA 网关、接入站控 RTU 系统显示，通过光缆传输至厂级生产调度中心。

2) 注汽井

本次新增的杜 84 块转蒸汽驱的计量装置信号通过 IO 适配器将 RS485 信号转换为 WIA-PA 无线信号，再通过 WIA-PA 无线信号传至平台已有的智能电参分析控制器，再通过 WIA-PA 无线网上传至所属接转站的 WIA-PA 网关、接入站控 RTU 系统显示，通过光缆传输至厂级生产调度中心

2.7.3 建（构）筑物

表 2.7.3-1 新建建筑物信息一览表

序号	位置	构筑物名称	单位	数量	钢结构 (t) (总量)	钢筋混凝土 (m³) (总量)
1	注汽部分	一分二蒸汽 计量装置	座	3		7.2
2		单井蒸汽 计量装置(一)	座	8		6.4
		单井蒸汽 计量装置(二)	座	1		1
3		过路门架	座	8	48	112
4		固定管架	座	194	43.65	
5		活动管架	座	274	52.06	
6		高管架	座	58	55.1	
7		阀门平台-1	座	2	1.85	
8		阀门平台-2	座	10	88	
9	曙采6区-12站	活动管架	座	125	23.75	
10	曙采新15站	活动管架	座	25	4.75	

1.结构设计

安全等级为二级，结构设计工作年限 50 年。设备基础采用钢筋混凝土基础。管线支

架采用钢结构，基础采用钢管桩基础。

2.基础防腐措施

根据岩土工程勘察报告描述的场地土及地下水对混凝土及钢筋的腐蚀程度，按照 GB/T 50046 确定：

在微腐蚀情况下，不做防腐处理。(对混凝土基础)

2.8 安全管理情况

2.8.1 安全管理机构设置

本工程相应的生产组织和管理机构隶属于曙光采油厂的生产组织和管理机构，依托原有组织架构。

2.8.2 劳动定员及安全管理人員配置

本工程管理人员和生产操作人员均依托已建站原有人员配置，不需要新增人员。

3 主要危险、有害因素辨识与分析

3.1 主要物质危险有害因素分析

该工程涉及的危险有害物质为原油、高温蒸汽、硫化氢、伴生气。其中伴生气主要是天然气。

3.1.1 原油

表 3.1.1 原油物性表

特别警示	易燃粘稠液体。
理化特性	原油即石油，是一种粘稠的、深褐色（有时有点绿色的）流动或半流动粘稠液，略轻于水。原油相对密度一般在 0.75~0.95 之间，少数大于 0.95 或小于 0.75，相对密度在 0.9~1.0 之间的称为重质原油，小于 0.9 的称为轻质原油。原油粘度范围很宽，凝固点差别很大（54℃、47.1℃、50.5℃），沸点范围为常温到 500℃ 以上。它由不同的碳氢化合物混合组成，其主要组成成分是烷烃，还含有硫、氧、氮、磷、钒等元素。可溶于多种有机溶剂，不溶于水，但可与水形成乳状液。不同油田的石油成分和外观可以有很大差别。 主要用途：原油主要被用来作为燃油和生产各种油品等，也是许多化学工业产品，如溶剂、化肥、杀虫剂和塑料等的原料。
危害信息	燃烧和爆炸危险性 易燃，遇明火或热源有燃烧爆炸危险。 健康危害 石油对健康的危害取决于石油的组成成分，对健康危害最典型的是苯及其衍生物，含苯的新鲜石油对人体危害的急性反应症状有：味觉反应迟钝、昏迷、反应迟缓、头痛、眼睛流泪等，长期接触可引起白血病发病率的增加。
安全措施	一般要求 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 严加密闭，防止泄漏，工作场所提供充分的局部排风和全面通风，远离火种、热源，工作现场严禁吸烟。 在可能泄漏原油的场所内，应该设置可燃气体报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。戴安全防护眼镜。穿相应的防护服。戴防护手套。高

浓度环境中，应该佩戴防毒口罩。必要时应佩戴自给式呼吸器。储罐等压力设备应设置液位计、温度计，并应带有远传记录和报警功能的安全装置。

避免与强氧化剂接触。

生产、储存区域应设置安全警示标志。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。倒空的容器可能存在残留有害物时应及时处理。

特殊要求

操作安全

（1）往油罐或油罐汽车装油时，输油管要插入油面以下或接近罐的底部，以减少油料的冲击和与空气的摩擦。

（2）当进行灌装原油时，邻近的汽车、拖拉机的排气管要戴上防火帽后才能发动，存原油地点附近严禁检修车辆。

（3）注意仓库及操作场所的通风，使油蒸气容易逸散。

储存安全

（1）储存于阴凉、通风的仓库内。远离火种、热源。库房内温度不宜超过 30℃。

（2）保持容器密闭。应与氧化剂、酸类物质分开存放。储存间采用防爆型照明、通风等设施。禁止使用产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。灌装时，注意流速不超过 3m/s，且有接地装置，防止静电积聚。

（3）注意防雷、防静电，厂（车间）内的储罐应按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的规定设置防雷、防静电设施。

运输安全

（1）运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。

（2）严禁与氧化剂、食用化学品等混装混运。运输时所用的槽（罐）车应有导静电拖线，槽内可设孔隔板以减少震荡产生静电。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。运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。运输途中应防曝晒、防雨淋、防高温。中途停留时应远离火种、热源、高温区，勿在居民区和人口稠密区停留。

（3）输油管道地下铺设时，沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩，并设

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

	警示标志。运行应符合有关法律法规规定。
应 急 处 置 原 则	急救措施 吸入：将中毒者移到空气新鲜处，观察呼吸。如果出现咳嗽或呼吸困难，考虑呼吸道刺激、支气管炎或局部性肺炎。必要时给吸氧，帮助通气。 食入：禁止催吐。可给予 1~2 杯水稀释。尽快就医。 皮肤接触：脱去污染的衣物，用大量水冲洗皮肤或淋浴。 眼睛接触：用大量清水冲洗至少 15min，尽快就医。冲洗之前应先摘除隐形眼镜。 灭火方法 消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，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已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。 用泡沫、干粉、二氧化碳、砂土灭火。 泄漏应急处置 根据液体流动和蒸气扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。消除所有点火源（泄漏区附近禁止吸烟、消除所有明火、火花或火焰）。作业时所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。在保证安全的情况下堵漏。防止泄漏物进入水体、下水道、地下室或密闭空间。用泡沫覆盖抑制蒸气产生。用干土、砂或其它不燃性材料吸收或覆盖并收集于容器中。用洁净非火花工具收集吸收材料。大量泄漏：在液体泄漏物前方筑堤堵截以备处理。雾状水能抑制蒸气的产生，但在密闭空间中的蒸气仍能被引燃。 作为一项紧急预防措施，泄漏隔离距离周围至少为 50m。如果为大量泄漏，下风向的初始疏散距离应至少为 300m。

3.1.2 高温蒸汽

高温蒸汽危害因素的分类和定义根据高温蒸汽的危害性，将高温蒸汽危害因素归为以下几个方面：温度、压力、速度和湿度。

1. 温度：高温蒸汽意味着蒸汽温度高于正常环境温度，接触高温蒸汽可能导致烫伤、灼伤等严重伤害。温度危害因素应根据蒸汽温度进行分类，比如低温蒸汽（100℃以下）、中温蒸汽（100℃-300℃）和高温蒸汽（300℃以上）。

2. 压力：高温蒸汽通常伴随着较高的压力，过高的压力可能导致设备爆炸、管道破裂等事故。压力危害因素应根据蒸汽压力进行分类，比如低压蒸汽（1-10MPa）、中压蒸汽（10-20MPa）和高压蒸汽（20MPa 以上）。

3. 速度：高温蒸汽在流动过程中具有较高的速度，流速过快可能造成喷溅、飞溅、撞击等意外伤害。速度危害因素应根据蒸汽流速进行分类，比如低速蒸汽（0.5-2/s）、中速蒸汽（2-5m/s）和高速蒸汽（5m/s 以上）。

4. 湿度：高温蒸汽的湿度是指蒸汽中水蒸气的含量，湿蒸汽具有较高的热容量和导热性，对皮肤和呼吸系统造成潜在危害。湿度危害因素应根据蒸汽湿度进行分类，比如低湿蒸汽（干燥蒸汽）和高湿蒸汽。

3.1.3 硫化氢

特别警示	强烈的神经毒物，高浓度吸入可发生猝死，谨慎进入工业下水道（井）、污水井、取样点、化粪池、密闭容器，下敞开式、半敞开式坑、槽、罐、沟等危险场所；极易燃气体。
理化特性	无色气体，低浓度时有臭鸡蛋味，高浓度时使嗅觉迟钝。溶于水、乙醇、甘油、二硫化碳。分子量为 34.08，熔点-85.5℃，沸点-60.7℃，相对密度（水=1）1.539g/L，相对蒸气密度（空气=1）1.19，临界压力 9.01MPa，临界温度 100.4℃，饱和蒸气压 2026.5kPa (25.5℃)，闪点-60℃，爆炸极限 4.0%~46.0%（体积比），自燃温度 260℃，最小点火能 0.077mJ，最大爆炸压力 0.490MPa。 主要用途：主要用于制造无机硫化物，还用作化学分析如鉴定金属离子。
危害信息	【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。气体比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃。 【活性反应】 与浓硝酸、发烟硝酸或其它强氧化剂剧烈反应可发生爆炸。 【健康危害】 本品是强烈的神经毒物，对粘膜有强烈刺激作用。

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	急性中毒：高浓度（1000mg/m³以上）吸入可发生闪电型死亡。严重中毒可留有神经、精神后遗症。急性中毒出现眼和呼吸道刺激症状，急性气管-支气管炎或支气管周围炎，支气管肺炎，头痛，头晕，乏力，恶心，意识障碍等。重者意识障碍程度达深昏迷或呈植物状态，出现肺水肿、多脏器衰竭。对眼和呼吸道有刺激作用。 慢性影响：长期接触低浓度的硫化氢，可引起神经衰弱综合征和植物神经功能紊乱等。 职业接触限值：MAC(最高容许浓度)(mg/m³):10。
安全 措 施	【一般要求】 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 严加密闭，防止泄漏，工作场所建立独立的局部排风和全面通风，远离火种、热源。工作场所严禁吸烟。 硫化氢作业环境空气中硫化氢浓度要定期测定，并设置硫化氢泄漏检测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。戴化学安全防护眼镜，穿防静电工作服，戴防化学手套，工作场所浓度超标时，操作人员应该佩戴过滤式防毒面具。 储罐等压力设备应设置压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置。设置整流装置与压力机、动力电源、管线压力、通风设施或相应的吸收装置的联锁装置。重点储罐等设置紧急切断设施。 避免与强氧化剂、碱类接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。防止气体泄漏到工作场所空气中。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 【特殊要求】 【操作安全】 （1）产生硫化氢的安全应尽量密闭。对含有硫化氢的废水、废气、废渣，要进行净化处理，达到排放标准后方可排放。 （2）进入可能存在硫化氢的密闭容器、坑、窖、地沟等工作场所，应首先测定该场所空气中的硫化氢浓度，采取通风排毒措施，确认安全后方可操作。操作时做好个人防护措施，佩戴正压自给式空气呼吸器，使用便携式硫化氢检测报警仪，作业工人腰间缚以救护带或绳子。要设监护人员做好互保，发生异常情况立即救出中毒人员。 （3）脱水作业过程中操作人员不能离开现场，防止脱出大量的酸性气。脱出的酸性气要用氢氧化钙或氢氧化钠溶液中和，并有隔离措施，防止过路人中毒。 【储存安全】 储存于阴凉、通风仓库内，库房温度不宜超过 30℃。储罐远离火种、热源，防止阳光直射，保持容器密封。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	具。储存区应备有泄漏应急处理设备。 【运输安全】 （1）运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。夏季应早晚运输，防止日光曝晒。 （2）运输时运输车辆应配备相应品种和数量的消防器材。装运该物品的车辆排气管必须配备阻火装置，禁止使用易产生火花的机械设备和工具装卸。 （3）采用钢瓶运输时必须戴好钢瓶上的安全帽。钢瓶一般平放，瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方，堆放高度不得超过车辆的防护栏板，并用三角木垫卡牢，防止滚动。严禁与氧化剂、碱类、食用化学品等混装混运。运输途中远离火种，不准在有明火地点或人多地段停车，停车时要有人看管。 （4）输送硫化氢的管道不应靠近热源敷设；管道采用地上敷设时，应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段，采取保护措施并设置明显的警示标志；硫化氢管道架空敷设时，管道应敷设在非燃烧体的支架或栈桥上。在已敷设的硫化氢管道下面，不得修建与硫化氢管道无关的建筑物和堆放易燃物品。硫化氢管道外壁颜色、标志应执行《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》（GB7231）的规定。
应 急 处 置 原 则	【急救措施】 吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给氧。呼吸心跳停止时，立即进行人工呼吸和胸外心脏按压术。就医。 【灭火方法】 切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器，尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂：雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 【泄漏应急处置】 根据气体扩散的影响区域划定警戒区，无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。消除所有点火源（泄漏区附近禁止吸烟、消除所有明火、火花或火焰）。作业时所有设备应接地。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器，泄漏、未着火时应穿全封闭防化服。在保证安全的情况下堵漏。隔离泄漏区直至气体散尽。 隔离与疏散距离：小量泄漏，初始隔离 30m，下风向疏散白天 100m、夜晚 100m；大量泄漏，初始隔离 600m，下风向疏散白天 3500m、夜晚 8000m。

3.1.4 天然气

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

表3.1-4天然气的理化性质及危险特性表

特别 警示	极易燃气体。
理 化 特 性	无色、无臭、无味气体。微溶于水，溶于醇、乙醚等有机溶剂。分子量 16.04，熔点-182.5℃，沸点-161.5℃，气体密度 0.7163g/L，相对蒸气密度（空气=1）0.6，相对密度（水=1）0.42(-164℃)，临界压力 4.59MPa，临界温度-82.6℃，饱和蒸气压 53.32kPa(-168.8℃)，爆炸极限 5.0%~16%(体积比)，自燃温度 537℃，最小点火能 0.28mJ，最大爆炸压力 0.717MPa。 主要用途：主要用作燃料和用于炭黑、氢、乙炔、甲醛等的制造。
危 害 信 息	【燃烧和爆炸危险性】 极易燃，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇热源和明火有燃烧爆炸危险。 【活性反应】 与五氧化溴、氯气、次氯酸、三氟化氮、液氧、二氟化氧及其他强氧化剂剧烈反应。 【健康危害】 纯甲烷对人基本无毒，只有在极高浓度时成为单纯性窒息剂。皮肤接触液化气体可致冻伤。 天然气主要组分为甲烷，其毒性因其他化学组成的不同而异。
安 全 措 施	【一般要求】 操作人员必须经过专门培训，严格遵守操作规程，熟练掌握操作技能，具备应急处置知识。 密闭操作，严防泄漏，工作场所全面通风，远离火种、热源，工作场所严禁吸烟。 在生产、使用、贮存场所设置可燃气体监测报警仪，使用防爆型的通风系统和设备，配备两套以上重型防护服。穿防静电工作服，必要时戴防护手套，接触高浓度时应戴化学安全防护眼镜，佩带供气式呼吸器。进入罐或其它高浓度区作业，须有人监护。储罐等压力容器和设备应设置安全阀、压力表、液位计、温度计，并应装有带压力、液位、温度远传记录和报警功能的安全装置，重点储罐需设置紧急切断装置。 避免与氧化剂接触。 生产、储存区域应设置安全警示标志。在传送过程中，钢瓶和容器必须接地和跨接，防止产生静电。搬运时轻装轻卸，防止钢瓶及附件破损。禁止使用电磁起重机和用链绳捆扎、或将瓶阀作为吊运着力点。配备相应品种和数量的消防器材及泄漏应急处理设备。 【特殊要求】 【操作安全】

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

- （1）天然气系统运行时，不准敲击，不准带压修理和紧固，不得超压，严禁负压。
- （2）生产区域内，严禁明火和可能产生明火、火花的作业（固定动火区必须距离生产区 30m 以上）。生产需要或检修期间需动火时，必须办理动火审批手续。配气站严禁烟火，严禁堆放易燃物，站内应有良好的自然通风并应有事故排风装置。
- （3）天然气配气站中，不准独立进行操作。非操作人员未经许可，不准进入配气站。
- （4）含硫化氢的天然气生产作业现场应安装硫化氢监测系统。进行硫化氢监测，应符合以下要求：
 - 含硫化氢作业环境应配备固定式和携带式硫化氢监测仪；
 - 重点监测区应设置醒目的标志；
 - 硫化氢监测仪报警值设定：阈限值为 1 级报警值；安全临界浓度为 2 级报警值；危险临界浓度为 3 级报警值；
 - 硫化氢监测仪应定期校验，并进行检定。
- （5）充装时，使用万向节管道充装系统，严防超装。

【储存安全】

- （1）储存于阴凉、通风的易燃气体专用库房。远离火种、热源。库房温度不宜超过 30℃。
- （2）应与氧化剂等分开存放，切忌混储。采用防爆型照明、通风设施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。储存区应备有泄漏应急处理设备。
- （3）天然气储气站中：
 - 与相邻居民点、工矿企业和其他公用设施安全距离及站场内的平面布置，应符合国家现行标准；
 - 天然气储气站内建（构）筑物应配置灭火器，其配置类型和数量应符合建筑灭火器配置的相关规定；
 - 注意防雷、防静电，应按《建筑物防雷设计规范》（GB50057）的规定设置防雷设施，工艺管网、设备、自动控制仪表系统应按标准安装防雷、防静电接地设施，并定期进行检查和检测。

【运输安全】

- （1）运输车辆应有危险货物运输标志、安装具有行驶记录功能的卫星定位装置。未经公安机关批准，运输车辆不得进入危险化学品运输车辆限制通行的区域。
- （2）槽车和运输卡车要有导静电拖线；槽车上要备有 2 只以上干粉或二氧化碳灭火器和防

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	爆工具。 （3）车辆运输钢瓶时, 瓶口一律朝向车辆行驶方向的右方, 堆放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。不准同车混装有抵触性质的物品和让无关人员搭车。运输途中远离火种, 不准在有明火地点或人多地段停车, 停车时要有人看管。发生泄漏或火灾时要把车开到安全地方进行灭火或堵漏。 （4）采用管道输送时: ——输气管道不应通过城市水源地、飞机场、军事设施、车站、码头。因条件限制无法避开时, 应采取保护措施并经国家有关部门批准; ——输气管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩和测试桩; ——输气管道采用地上敷设时, 应在人员活动较多和易遭车辆、外来物撞击的地段, 采取保护措施并设置明显的警示标志; ——输气管道管理单位应设专人定期对管道进行巡线检查, 及时处理输气管道沿线的异常情况, 并依据天然气管道保护的有关法律法规保护管道。
应 急 处 置 原 则	【急救措施】 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸。就医。 皮肤接触: 如果发生冻伤: 将患部浸泡于保持在 38~42℃的温水中复温。不要涂擦。不要使用热水或辐射热。使用清洁、干燥的敷料包扎。如有不适感, 就医。 【灭火方法】 切断气源。若不能切断气源, 则不允许熄灭泄漏处的火焰。喷水冷却容器, 尽可能将容器从火场移至空旷处。 灭火剂: 雾状水、泡沫、二氧化碳、干粉。 【泄漏应急处置】 消除所有点火源。根据气体的影响区域划定警戒区, 无关人员从侧风、上风向撤离至安全区。应急处理人员戴正压自给式空气呼吸器, 穿防静电服。作业时使用的所有设备应接地。禁止接触或跨越泄漏物。尽可能切断泄漏源。若可能翻转容器, 使之逸出气体而非液体。喷雾状水抑制蒸气或改变蒸气云流向, 避免水流接触泄漏物。禁止用水直接冲击泄漏物或泄漏源。防止气体通过下水道、通风系统和密闭性空间扩散。隔离泄漏区直至气体散尽。 作为一项紧急预防措施, 泄漏隔离距离至少为 100m。如果为大量泄漏, 下风向的初始疏散距

离应至少为 800m。

3.2 生产工艺及设备设施危险有害因素分析

3.2.1 生产工艺危险有害因素分析

本工程在生产、作业过程中存在的主要危险有害因素灼烫、物体打击、机械伤害、高处坠落、火灾爆炸等，具体分析如下。

3.2.1.1 灼烫

本工程的灼烫主要指高温灼烫，本项目布置有大量的注汽管线等管线，表面温度较高。若高温管线无保温层或保温层脱落致使高温设备、管线裸露，操作人员在生产、巡检过程中接触高温设备或管线表面，有烫伤的危险。

若高温设备、管线因质量缺陷、超压、腐蚀等原因破裂、或因管线、设备的法兰、压力表等连接点破损，造成高温物料的泄漏、喷溅，在未采取防护措施的情况下也可能造成作业人员烫伤。

注汽管线，高温汽水危害较大，生产中若因管道爆漏等原因喷出后，极易发生烫伤周围工作人员的事故。

发生泄漏主要有三种类型：

一是焊口发生泄漏，有少量蒸汽泄漏，出现小白龙现象，焊口泄漏的主要原因是焊口缺陷，如裂纹、气孔等。

二是法兰口喷开造成蒸汽大量泄漏，法兰口喷开的原因有二点，其一是蒸汽由于流动速度慢，产生凝结水，造成橡胶石棉板法兰垫加速老化，被蒸汽吹裂；其二是联接法兰的螺栓材质选用不正确，在高温下易产生疲劳从而松动，使法兰口紧固力不够。

三是管路断裂，管路断裂的原因有四点：1.管路焊接质量不合格，如未焊透、裂纹、夹渣等；2.管路长时间运行造成焊缝金属疲劳；3.是蒸汽温度变化使焊缝金属应力集中；4.管路内有凝结水积聚，由于蒸汽流动使凝结水急骤汽化产生水击，使管路承受应力急骤升高。

若油井发生井喷事故，热注蒸汽有可能窜入井喷事故井，导致高温蒸气喷出，可能烫伤周围操作及施工人员。

3.2.1.2 物体打击

在生产维修检修过程中，工具飞出可能造成物体打击伤害；由于管道内压力未释放，造成物料、部件飞出，可能导致物体打击；在生产操作中更换压力表，安装、拆卸闸阀、

节流阀、安全阀等时带压操作可造成物体打击。

注汽系统压力较高，高压系统中蒸汽具有很大的压缩势能，若注汽设备、管线及附件一旦损坏，介质在压力作用下，高速喷出，打到人体，形成物体打击伤害。

3.2.1.3 机械伤害

该项目机械伤害主要发生于抽油机及配套电机、机泵等转动设备。若机泵等转动设备缺少可靠的防护措施或防护设施损坏，违章操作等，可能发生挤辗、绞伤、刺割等对人身体的机械伤害。机泵为高速转动设备，若设备固定不牢或设备缺陷造成振动过大，有可能造成飞车事故，对设备和人身安全造成损害。

3.2.1.4 高处坠落

本站新建注管线架空敷设，跨越道路时，管线标高超过 2m，操作人员常需通过直梯或作业平台的楼梯等进行操作、维护、调节、检查或分析采样作业，如果防护措施不完善或工人在作业过程中麻痹大意，则有可能发生高出坠落事故的危险。

3.2.1.5 火灾爆炸

油输送管道运行过程中，可能因控制仪表出现故障、操作失误、连接附件密封缺陷、腐蚀、违规操作或错误操作等原因造成泄漏、跑料事故，遇明火可能发生火灾、爆炸事故。油气泄漏的原因有：

1) 密封失效

集输系统中的管线、机泵、容器、阀门、仪表及各种附件之间的连接部位的密封件因老化、磨损，或者由于紧固件松动，而产生密封不良或失效，导致油气渗漏甚至泄漏。

2) 腐蚀穿孔

集输系统设备、管线中的金属质材料受到内、外腐蚀的影响（内腐蚀由油气介质中的腐蚀性成分引起，外腐蚀则是受到大气或土壤环境的影响而产生），在内、外表面形成不均匀的凹坑，严重时形成腐蚀穿孔，引起原油泄漏。

3) 焊缝开裂设备、储罐、管线的焊接部位存在质量缺陷，或因基础失稳、不均匀沉降而导致容器焊缝开裂，引起原油泄漏。

4) 外力损伤

机泵运行产生的振动可造成与其连接的管线或附件损坏；管线之间若采用刚性连接，由于变形、沉降、温度变化等产生的应力过大，可引起管线损坏，造成跑油事故。

埋地敷设的油气集输管线受到车辆碾压、热应力的变化、憋压、深根植物的破坏等

引起损坏，造成渗漏或大面积跑油。

3.2.1.6 中毒和窒息

在生产过程中，若设备故障、管道安装不良、密封不良、操作不当等，都有可能造成有毒有害物料泄漏、挥发，在操作人员未采取防护措施的情况下，可通过呼吸道、皮肤接触甚至通过口腔、眼睛接触等途径使作业人员发生中毒、窒息事故。

在生产过程中经常需要对设备进行检修，在检修之前必须对设备进行隔绝、清洗、置换和通风，经过氧含量分析合格开具作业证后，在采取个体防护措施和监护的条件下才能进入设备内作业。如果违反以上规定，很可能因为设备管道内漏、有毒物质清洗不尽、缺氧等原因引发中毒事故。

3.2.2 设备设施危险有害因素分析

本工程设备设施存在的主要危险有害因素有疲劳失效、腐蚀、物理爆炸等，具体分析如下。

3.2.2.1 疲劳失效

管道在交变应力作用下发生的破坏现象称为疲劳破坏。所谓交变应力即为因载荷作用而产生随时间周期或无规则变化的应力。交变应力引起的破坏与静应力引起的破坏现象截然不同，即使在交变应力低于材料屈服极限的情况下，经过长时间反复作用，也会发生突然破坏。

管道通过压缩机提供压力能，如果输送管道经常开停车或变负荷，系统流动不稳定，跨越公路处地基受到振动，引起管道内介质在管道内部产生压力波弹性振动，从而引起交变应力，交变应力导致管道疲劳失效。

管道在制造过程中，不可避免地存在开孔或支管连接，焊缝存在错边、棱角、余高、咬边或夹渣、气孔、裂纹、未焊透、未熔合等内部缺陷，这些几何不连续将造成应力集中。随着交变应力的作用在这些几何不连续部位或缺陷部位将产生疲劳裂纹，疲劳裂纹会逐渐扩展并最终贯穿整个壁厚，从而导致蒸汽或油气泄漏。

3.2.2.2 物理爆炸

注汽管道爆炸的具体原因如下：

①管道长期在高温状态下工作发生高温蠕变，造成管道爆裂；

②高压过热蒸汽管道均属间歇性高温工作管道，钢材长期冷热交替工作，材料及焊缝内部缺陷在温度变化引起的热应力作用下，会产生微小裂纹并不断扩展，最后导致破

裂，引发爆裂；

③高温管道在高温氧化性介质环境中会被氧化，从而加速管道的外腐蚀，导致壁厚减薄，可引发爆裂；

④高温管道裸露部位突遇冷水(如:强降雨等)冲刷，造成局部剧烈降温，产生强内应力，可引发爆裂；

⑤系统操作失误，温度过高，材料强度下降，可引发爆裂。

⑤注汽系统设计压力过高，若发生故障或冻堵现象，会造成系统超压而发生爆炸。由于设计、制造原因存在先天缺陷，因腐蚀致使承压能力降低，压力表、安全阀或阀门等设备失灵或误操作超压运行，可导致物理爆炸。

3.2.2.3 腐蚀

本工程的腐蚀主要包括系统内介质形成的内腐蚀以及应力腐蚀。内腐蚀和应力腐蚀的共同作用造成了金属管道和设备的腐蚀危害，随着时间的推移，腐蚀可能会导致管道腐蚀穿孔，造成其承压能力下降引发蒸汽泄漏，易导致灼烫事故的发生。

1) 内腐蚀

本工程设备内腐蚀主要来自蒸汽产生的凝结水，水的存在会加速对钢材的腐蚀，严重腐蚀管道内壁造成管道破坏。

2) 应力腐蚀

本工程管道有应力腐蚀的存在。由于管道冷加工、焊接、热处理的残余应力存在，对金属材料的破坏，可导致耐压强度降低而发生破裂或爆炸，并导致高温蒸汽或油气泄漏，影响生产安全。

3.2.2.4 抽油机危险有害因素分析

1.高速旋转的助推器

抽油机中的助推器是一个高速旋转的零部件，其工作时速度可达数千转每分钟，如果不加防护，容易造成工作人员的意外伤害。

2.高温、高压液体的腐蚀性

由于抽油机的设计工作涉及到高温、高压的油液，其具有强的腐蚀性，如果管理不当，油液可能会泄漏，对工作人员造成损伤。

3.高精度机械的易损性

由于抽油机的工作需要高精度的机械零部件配合运转，因此这些零部件的易损性也

会导致抽油机的故障和事故，对工作人员造成损伤。

3.2.3 公用工程及辅助生产设施危险有害因素分析

公用工程及辅助生产设施存在的主要危险有害因素有火灾、爆炸、触电等，具体分析如下。

3.2.3.1 电气设施导致的火灾、爆炸

除电气设备本身会出现火灾事故外，电气设备所产生的火花、电弧或危险温度也是火灾、爆炸事故的点火源，低压配电柜可能会因以下原因而发生火灾、爆炸事故，如线路短路；负荷超载、接触不良、散热不良或由于设备自身故障导致过热而引起火灾；设备接地不良引起雷电火灾。

1) 配电系统火灾、爆炸危险性分析

电气设备本身除可构成引燃源外，也可能成为爆炸性气体或火灾易燃物的点火源。其主要原因有：

（1）过载，又称过负荷，是指电力线路和电气设备在运行过程中通过的电流超过安全载流量或额定值的现象。由于电流的发热量与电流的平方成正比，因此过载时发热量往往大大超过允许限度，轻则加速绝缘层老化，重则会使可燃绝缘层燃烧而引起火灾事故。

（2）短路，又称碰线、混线或连电，是指电气线路或设备中相线与相线之间短接，或相线与大地、相线与中性线之间的短接现象。在短路处可产生高达 700℃ 的火花，甚至产生 6000℃ 以上的电弧；不仅会使金属导线熔化和绝缘材料燃烧，还会引起附近的可燃物着火及可燃性气体、蒸气、粉尘与空气混合物爆炸。

（3）接触电阻过大，是指导线与导线、导线与电气设备的连接处，由于接触不良，使接触部位的局部电阻过大的现象。当电流通过时，产生极大的热量，从而使绝缘层损坏以致燃烧，使金属导线变色甚至熔化，严重时可引起附近的可燃物质着火而造成火灾。

（4）电火花或电弧

电火花是电极间气体在放电能量不足或外电路阻抗较大时的击穿放电，而电弧放电则是气体自持放电的一种形式。电火花和电弧的温度极高，可达 5000℃，不仅能引起绝缘物质的燃烧，甚至还可能使导体金属熔化、飞溅，构成火灾爆炸的危险源。

雷电放电产生强烈电弧，直击雷放电可产生 20000℃ 的电弧，引燃危险性极大，雷电冲击过电压击穿电气设备的绝缘构成短路也有很大的引燃危险。

2) 电缆火灾危险性分析

(1) 电缆布置过于靠近高温管道，而又缺乏有效的隔热措施，使电缆长期处于高温环境，容易产生老化，破坏电缆的绝缘，使电缆短路而导致火灾。

(2) 开关柜、仪表盘的电缆穿孔以及集控、主控制室的进出电缆群的孔洞封堵不严密，甚至没有封堵，导致发生火灾时火势蔓延。

(3) 电缆或照明电缆因过载发热，使电缆绝缘层着火并引燃附近的易燃物而酿成火灾。

(4) 不重视电缆的敷设质量，例如布置不整齐，任意交叉，没有留出充分的巡视通道，制作电缆头不注意工艺要求，不按规定设置电缆卡具或用铅丝帮扎塑料电缆等，这些都给运行管理带来困难还留下故障隐患。

3.2.3.2 触电

如果各类电气设备，电气开关，电缆敷设的接地或接零及屏蔽措施不完善，耐压强度低，耐腐蚀性差，都会造成漏电，导致触电伤人事故。电气伤害有两种方式即电击和电伤。

①伤害的方式：触电伤害是由电流形式的能量造成的，当伤害电流流过人体时，人体受到局部电能作用，使人体内细胞的正常工作遭到不同程度的破坏，产生生物学效应、热效应、化学效应和机械效应，会引起压迫感、打击感、痉挛、疼痛、呼吸困难、血压异常、昏迷、心率不齐等，严重时会引起窒息、心室颤动而导致死亡。

②伤害的途径：人体触及设备和线路正常运行时的带电体发生电击；人体触及正常状态下不带电，而当设备或线路故障（如漏电）时意外带电的金属导体（如设备外壳）发生电击；人体进入地面带电区域时，两脚之间承受到跨步电压造成电击。

③电击危险因素的产生原因：

a. 电气线路或电气设备在设计、安装上存在缺陷，或在运行中，缺乏必要的检修维护，使设备或线路存在漏电、过热、短路、接头松脱、断线碰壳、绝缘老化、绝缘击穿、绝缘损坏、等隐患；

b. 没有设置必要的安全技术措施（如保护接零、漏电保护、安全电压、等电位连接等）或安全措施失效；

c. 电气设备运行管理不当，安全管理制度不完善；没有必要的安全组织措施；

d. 专业电工或机电设备操作人员的操作失误，或违章作业等。

本工程还涉及到变压器，变压器的绕组可能会因为绝缘损坏、异物侵入等原因发生短路。例如，长期运行导致绕组绝缘磨损，或者小动物进入变压器内部引发短路。短路时会产生强大的短路电流，使变压器绕组过热，可能损坏绕组和其他部件，甚至引发火灾。在变压器投切过程中，可能会产生操作过电压，其幅值较高，若超过变压器的绝缘耐受水平，会使绝缘薄弱部位发生击穿，影响变压器的正常运行。

3.3 自然和社会危险因素分析

3.3.1 自然危险因素分析

影响管道安全的自然灾害有：地震、洪水。

（1）地震

该地区地震烈度：7 度。地震是具有较强破坏力的自然因素，特别是大于Ⅵ级的强震可造成地面的强烈震动以及各种次生灾害的发生，从而直接或间接破坏管道。

若沿线地区发生地震对本工程管道造成的危害有：

1) 造成电力、通信系统中断、毁坏。

2) 永久性地土变形，如地表断裂、土壤液化、塌方引起管线断裂或严重变形，构（建）筑物倒塌。

3) 地震波对管道产生拉伸作用，可使管道薄弱管段破坏。

4) 地震产生电磁场变化。干扰控制仪器仪表正常工作。

另外，发生地震时，管道遭到破坏，可能带来易燃、易爆介质的泄漏蔓延，而引起火灾、爆炸、中毒等次生灾害。

（2）洪水

该厂区所在区域年平均降水量 616.6mm，降水多集中在 7、8 月份，一旦发生洪水或雨量过大时，生产装置及建（构）筑物排水不畅，会发生水淹等事故。

3.3.2 社会危险因素分析

一些不法分子为了谋取暴利，对生产设施、供配电设施进行偷盗，使站场的安全受到严重威胁。

3.4 重大危险源辨识

本评价根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），对本工程进行重大危险源辨识。

3.4.1 重大危险源定义

重大危险源是指“长期地或临时地生产、加工、搬运、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”。

注：1) 危险化学品——具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

2) 临界量——某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

3) 单元——涉及危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

3.4.2 重大危险源辨识依据

一、辨识

重大危险源辨识依据是《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定的危险化学品的危险性及临界量的符合条件。

1) 重大危险源辨识指标

生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表 1、表 2 规定的临界量，即被定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据危险化学品种类的多少区分为以下两种情况：

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

b) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按式(1)计算，若满足式(1)，则定为重大危险源：

$$S = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \frac{q_n}{Q_n} \geq 1 \text{ ----- 公式 (1)}$$

式中：S———辨识指标；

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

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

二、分级

（一）分级指标

采用单元内各种危险化学品实际存在量与其相对应的临界量比值，经校正系数校正后的比值之和 R 作为分级指标。

（二）R 的计算方法

$$R = \alpha \left(\beta_1 \frac{q_1}{Q_1} + \beta_2 \frac{q_2}{Q_2} + \cdots + \beta_n \frac{q_n}{Q_n} \right)$$

式中：

R——重大危险源分级指标

α ——该危险化学品重大危险源厂区外暴露人员的校正系数；

$\beta_1, \beta_2, \cdots, \beta_n$ ——与每种危险化学品相对应的校正系数；

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

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

1、校正系数 β 的取值

根据单元内危险化学品的类别不同，设定校正系数 β 值。

2、校正系数 α 的取值

根据重大危险源的厂区边界向外扩展 500 米范围内常住人口数量，设定厂外暴露人员校正系数 α 值，见表 3.4.2-1：

表 3.4.2-1 校正系数 α 取值表

厂外可能暴露人员数量	校正系数 α
100 人以上	2.0
50 人~99 人	1.5
30 人~49 人	1.2
1~29 人	1.0
0 人	0.5

（三）分级标准

根据计算出来的 R 值，按表 3.4.2-2 确定危险化学品重大危险源的级别。

表 3.4.2-2 危险化学品重大危险源级别和 R 值的对应关系

危险化学品重大危险源级别	R 值
一级	$R \geq 100$
二级	$100 > R \geq 50$
三级	$50 > R \geq 10$
四级	$R < 10$

3.4.3 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），该工程需进行危险化学品重大危险源辨识的物质为天然气、原油和硫化氢。临界量分别为 50t、5000t、5t。

本工程新建的注汽管线、抽油机井口不属于生产和储存单元，不属于危险化学品重大危险源辨识范围。

因此，本工程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

2016 年 8 月 11 日 14 时 49 分，湖北省当阳市马店矸石发电有限责任公司热电联产项目在试生产过程中，2 号锅炉高压主蒸汽管道上的“一体焊接式长径喷嘴”（企业命名的产品名称，是一种差压式流量计，以下简称事故喷嘴）裂爆，导致发生一起重大高压蒸汽管道裂爆事故，造成 22 人死亡，4 人重伤，直接经济损失约 2313 万元。

（一）事故发生经过

2016 年 8 月 10 日凌晨 0 点左右，当班员工巡检时发现集中控制室前楼板上滴水、2 号锅炉高压主蒸汽管道保温层开始漏汽，锅炉运行班长江 x 将泄漏情况报告给当班值班长，但直到 8 月 10 日 8 点下班也未收到处置指令。

8 月 10 日 11 点左右，锅炉车间主任王 xx 率人拆开 2 号锅炉事故喷嘴附近部分外壳及保温棉查看，但未发现滴水情况和泄漏点，于是下令将保温棉恢复，并要求员工加强监视。

8 月 11 日 9 点左右，锅炉运行人员肖 xx 发现 2 号锅炉事故喷嘴附近有泄漏声音且温度比平时高，但保温层未拆除无法确定泄漏点具体位置。

8 月 11 日 11 点左右，矸石发电公司副总经理赵 xx 率人赴现场查看并测量温度，发现 2 号锅炉事故喷嘴附近保温层外表已达 360℃，指示当班员工继续加强监控。

8 月 11 日 12 点 32 分，肖 xx 在“锅炉车间”微信群发布信息称“2 号炉蒸汽后母管泄漏点最高温度上涨，11 点 360℃，12 点 405℃”、“漏点声音变大，保温棉已吹开”。

8 月 11 日 12 点 51 分，锅炉车间司炉钟 xx 在“锅炉车间”微信群上发布了 2 号锅炉事故喷嘴附近的照片。

8 月 11 日 12 点 57 分，肖 xx 将泄漏情况转发在另一微信群，希望领导能够看到。

8 月 11 日 13 点左右，王 xx 接钟 xx 报告称“2 号锅炉主蒸汽管道蒸汽泄漏更加明显且伴随高频啸叫声”。

8 月 11 日 13 点 30 分左右，赵 xx 在厂外接王 xx 和生产科副科长张 xx 报告称“有漏汽

现象而且温度有点高”，赵 xx 指示他们“向华强化工集团生产部报告并做好开 1 号锅炉、停 2 号锅炉的准备”，赵 xx 并未及时赶到现场处置。

8 月 11 日 13 点 50 分至 14 点 20 分左右，华强化工集团生产部部长叶 xx 先后三次接矸石发电公司生产科副科长张 xx 和华强化工集团生产调度中心调度庄 xx 电话报告“2 号锅炉主蒸汽管道有泄漏，请求停炉”。叶 xx 没有赶到现场处置，没有下达停炉措施消除隐患，没有向分管领导报告。

8 月 11 日 14 点 20 分左右，矸石发电公司设备科科员罗 x 向华强化工集团设备动力部部长庄 xx 电话报告“2 号锅炉蒸汽母管有泄漏，请求派人协助处理”，庄 xx 安排华强化工集团设备部 2 名工程师到矸石发电公司集中控制室指导。

8 月 11 日 14 点 30 分左右，叶 xx 到办公室向华强化工集团副总经理赵 xx 报告“蒸汽管道泄漏，矸石发电公司要求停炉”后，两人开始商量华强化工集团减电、减汽的应对方案。

截至 14 时 49 分事故发生，华强化工集团和矸石发电公司无任何负责人发出停炉指令，2 号锅炉一直处于运行状态。

8 月 11 日 14 时 49 分，2 号锅炉高压主蒸汽管道上的事故喷嘴上的焊缝裂爆，导致高压主蒸汽管道断开，2 号锅炉的高温高压蒸汽从靠近锅炉侧的断口喷出，3 号锅炉的高温高压蒸汽经蒸汽母管从靠近汽机侧的断口喷出，高压主蒸汽管道断口形成 10 余米的错位，造成除氧间、煤仓间 8.0m 至 15.5m 层区域的墙体、楼板部分破损，集中控制室隔断的玻璃和边框软化、熔化、坍塌，高温高压蒸汽（温度 530℃，9.5 MPa）瞬间冲击集中控制室，造成重大人员伤亡、设备损毁。

事故发生 4-5 分钟后，事故区域附近员工严 xx 开始连续手动关停 2 号锅炉和 3 号锅炉，耗时 10 分钟左右，切断了高压主蒸汽管道蒸汽，外排了残余蒸汽，避免了事故的扩大。

二、事故原因分析

1、主蒸汽管材料为 12Cr1MoV、直径 426mm，流量计材质也为 12Cr1MoV，工作温度 540℃、压力 9.8Mpa，孔径为 273*25mm。12Cr1MoV 工作温度不超过 570-585℃，是高压、超高压，亚临界电站锅炉过热器、集箱和主蒸汽导管广泛采用的钢种。580℃时仍具有高的热强性和抗氧化性能，有较高的持久塑性，生产工艺较简单，焊接性能良好，但对正火冷却速度较敏感，单焊前需热至 300℃，焊接后需应力处理。580℃长期使用会产生由于磷等杂质元素在晶界处偏聚引起的第二类回火脆性。长期使用还会出现珠光体

球化。

2、2 号锅炉蒸汽出口处主管道流量计阀门焊缝裂开，造成阀门焊缝失效的原因

（1）12Cr1MoV 材质存在问题，可能性最大为主蒸汽管材质不合格或者是旧管代替。

（2）焊接质量不过关，焊缝处理工艺不完善，焊接后未进行 100%的焊口探伤，事故前两天，该焊口就发生泄漏，现场技术人员正在研究处理方案，事故就发生了。

（3）管道布置不合理，事故管道布置在 8 米层，该区域是全厂主蒸汽母管和 2 号炉出口母管连接处，也是锅炉给水平台，大量的管道交叉布置，空间位置有限，导致管道膨胀受阻，容易产生热应力拉断焊口。

（4）运行中存在超温超压现象，该公司报装锅炉 220t，实际大概为 300t，事故前机组正常运行中，进行的调试项目为热能调试，在此过程中极有可能造成 2 号锅炉蒸汽出口处主管道流量超限，应力集中位置为流量计阀门焊缝。

4. 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元划分

在安全评价过程中，为了方便评价工作的具体实施，确定正确的评价方法，需要把评价对象按照一定的原则进行分解，把一个复杂的系统划分为数个相对独立，便于评价操作、灾害控制、安全管理的单元，分别进行评价后，再合成各单元的评价结果，这种对评价对象的分解，叫做评价单元划分。划分评价单元的方法主要有两类，一是以危险有害因素的类别为主来划分；二是以生产工艺装置或场所为主来划分。

根据该工程的主要危险、有害因素的分布及划分原则，该工程评价单元划分为：注汽工程、油气集输工程单元、公用工程及辅助设施及安全管理和应急管理 4 个单元。

4.2 评价方法选择

表 4.2-1 评价单元划分和评价方法选用表

序号	评价单元名称	主要内容	采用的评价方法
1	注汽工程单元	注汽工程单元	安全检查表、预先危险性分析
2	油气集输工程单元	油气集输工程	安全检查表
3	公用工程及辅助设施单元	供配电、仪表及控制系统、建（构）筑物	安全检查表、预先危险性分析
4	安全管理及应急管理单元	安全管理子单元、应急管理子单元	安全检查表

4.3 评价方法简介

4.3.1 安全检查表法（SCL）简介

安全检查表法是辨识系统危险的基本方法，其特点是简便易行。在详细了解系统结构、功能、工艺流程、主要设备、操作条件、布置等的基础上，依据安全法规、标准、操作规程等，按单元逐个分析潜在的危险因素及其对应的危险措施，据此制定出详细的、符合实际的、能全面识别、分析系统危险性的安全检查表。

本评价编制的安全检查表编制的依据有：

- 1) 与该工程有关的法规、标准和管理、操作等规程；
- 2) 同类企业有关安全管理经验；
- 3) 同类装置有关事故案例；

4) 与该工程有关的技术资料。

4.3.2 预先危险性分析（PHA）简介

预先危险性分析（PHA）是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素的类别、分布、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。分析步骤如下：

1) 熟悉对象系统

尽可能确切了解对象系统的生产目的、工艺流程、生产设备、物料、操作条件、辅助设施、环境状况等资料；搜集类似系统、设备和事故统计、分析资料，以弥补早期分析时对象系统资料有限的不足。

2) 分析危险、有害因素和触发事件

（1）从能量转化、有害物质、设备故障、人员失误及外界影响等方面分析系统存在的危险、有害因素。为防止遗漏，可将系统分成若干子系统，逐系统查找、记录。

（2）分析触发事件

触发事件是系统危险、有害因素导致事故、危害发生的条件（实质上也是一种危险、有害因素），是事故、危害发生的直接原因。

（3）推测可能导致事故类型和危险、危害程度

（4）确定危险、有害因素后果的危险等级

按危险、有害因素导致的事故和危害的危险（危害）程度，将危险、有害因素划分为四个危险等级。危险、有害因素危险（危害）程度划分表见表 4.3-1。

表 4.3-1 危险、有害因素危险（危害）程度划分表

危险等级	可能造成的伤害和损失
I 级	安全的、可以忽略
II 级	临界的，处于事故边缘状态，暂时尚不能造成伤亡和财产损失，应予以排除或采取控制措施
III 级	危险的，会造成人员伤亡和系统损坏，要立即采取措施
IV 级	破坏性的，会造成灾难性事故，必须立即排除

（5）制定相应安全措施

按危险、有害因素后果危险等级的轻、重、缓、急，采取相应的对策措施。

5. 定性、定量评价

5.1 选址及外部安全条件评价

5.1.1 注汽工程单元

表 5.1-1 注汽工程单元检查表

序号	检查内容	检查依据	企业提供材料 中 情况	结论
1	注汽管道不宜通过村镇及交通繁忙地段，如必须通过时管托应有防滑落措施，并在管道上设警示标志，穿过村镇应采用中支架架空敷设。从公路下穿过应采用加套管或设涵洞的形式；从公路上跨越，应采用高支架架空敷设，一般矿区公路架空高度不得小于 4.5m，跨越国家级公路架空高度不得小于 6.0m。	SY/T0027-2024 第 16.4.4 条	注汽管线路由为油田内部敷设，未通过村镇及交通繁忙地段，采用架空敷设	符合要求
2	五级石油天然气站场总平面布置的防火间距,不应小于表 5.2.3 的规定。	GB50183-2004 第 5.2.3 条	未提及	需要进一步确认

小结：本安全检查表对该项目的选址和总平面布置等共列出了 2 个检查项，通过现有资料与现场检查，其中一项需要进一步确认。

5.1.2 油气集输单元

表 5.1-2 油气集输单元检查表

序号	检查项目及内容	标准依据	备注	检查结果
----	---------	------	----	------

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

1	油气集输工程总体布局应根据油田开发方式、生产井分布及自然条件等情况，并应统筹考虑注入、采出水处理、给排水及消防、供配电、通信、道路等公用工程，经技术经济分析确定。各种管道、电力线、通信线等宜与道路平行敷设，形成线路走廊带。	GB50350-2015 第 3.0.3 条第 1 款	未经过经济比较。	需进一步确认
2	埋地管道的敷设深度应根据沿线地形、地面荷载情况、热力条件及稳定性要求综合确定。	GB50183-2004 第 8.5.2 条	埋深为 1.2m。	符合

小结：采用安全检查表法进行评价，共列出了 2 项检查内容，2 项符合相关标准、规范要求。

5.2 技术、工艺安全可靠性评价

5.2.1 注汽工程单元

表 5.2-1 注汽工程单元检查表

序号	检查内容	检查依据	企业提供材料中情况	结论
1	管道内介质流速不应大于流体的冲蚀速度。	SY/T0027-2024 第 16.2.1 条	根据材料可知管道内介质流速小于流体的冲蚀速度	符合要求
2	管道壁厚应分别按吞吐期和汽驱或 SAGD 期的设计压力和腐蚀裕量进行计算，取较大壁厚者作为管道计算壁厚。	SY/T0027-2024 第 16.3.1 条	企业提供材料中未经过分别计算	需进一步明确
3	管道强度计算设计参数的选择应符合下列规定： 1 吞吐阶段设计压力应取吞吐期最大工作压力的 1.08 倍。 2 汽驱或 SAGD 阶段设计压力应取汽驱期工作压力的 1.08 倍。 3 设计温度应为设计压力下蒸汽	SY/T0027-2024 第 16.3.2 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确

**辽河油田曙一区兴隆台油层Ⅱ+Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	的饱和温度或过热蒸汽温度。			
4	管道的取用壁厚不应小于管道的设计壁厚。	SY/T0027-2024 第16.3.3条	管道的取用壁厚 不小于管道的设 计壁厚。	符合 要求

小结：本节对注汽工程单元技术、工艺安全可靠共设4项检查项。2项需进一步明确，其余2项符合有关标准，本报告将在7.2章节对策措施和建议给与补充。

5.2.2 油气集输单元

表 5.2-2 油气集输工程检查表

序号	检查项目及内容	标准依据	备注	检查结果
油气集输管道单元				
1	管道外径与壁厚之比不应大于140。	GB50350-2015 第8.1.6.1条	管道外径与壁厚之比不大于140。	符合要求
2	原油集输管道的公称直径不应小于40mm。	GB50350-2015 第8.2.2条	原油集输管道的公称直径不小于40mm	符合要求
3	采用套管穿越公路、铁路时，套管长度宜伸出路坡脚，排水沟外边缘不小于2m。	GB50423-2013 第7.1.12条	企业提供材料中明确套管端部伸出路基坡脚外不小于2m；当有路边沟时，套管端部伸出边沟外侧顶部不小于2m。	符合要求

采用安全检查表对该项目的技术、工艺进行了评价，检查表共3项，3项符合相关标准要求，

5.3 设备、装置、设施配套及可靠性评价

5.3.1 注汽工程单元

表 5.3-1 注汽工程检查表

序号	检查内容	检查依据	企业提供材料 中 情况	结论
1	注汽管道与采油树连接处，应设置补偿器。	SY/T0027-2024 第16.4.2条	企业提供材料 确定设置补偿 器	符合要求

**辽河油田曙一区兴隆台油层Ⅱ+Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

2	注汽站集中输汽时，宜在注汽井口集中处设置等干度分配计量装置。等干度分配计量装置宜靠近井场布置。汽驱或 SAGD 注汽管道在分支处宜采用 T 型等干度分配；吞吐注汽管道同时向分支支线注汽时，分支处宜采用 T 型等干度分配。	SY/T0027-2024 第 16.4.3 条	等干度分配计量装置布置符合上述要求	符合要求
3	注汽管道宜设有坡度，其坡度不应小于 2%，连续运行的注汽管道可不设坡度。	SY/T0027-2024 第 16.4.6 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
4	注汽管道在架空输电线路下通过时，管道应采用绝缘保护层，保护层的边缘应超出导线最大风偏范围。	SY/T0027-2024 第 16.4.8 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
5	注汽管道附件材料选择应满足使用条件，宜与所连接的管道材料一致。	SY/T0027-2024 第 16.5.1 条	未提及管道附件材质	需进一步明确
6	注汽管道中的管件，宜选用热压件或锻制件，其公称压力的选择应根据介质的压力、温度、管件材料与加工方法校核计算确定。	SY/T0027-2024 第 16.5.2 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
7	注汽管道与管件的连接，应采用焊接方式	SY/T0027-2024 第 16.5.3 条	采用焊接方式	符合要求
8	注汽管道的放水，应在管道可能积水的低点处或支线的末端串联两个截止阀。如果管线不能发生冻结或采取其他措施的情况下，宜不设放水阀。注汽管道放	SY/T0027-2024 第 16.5.5 条	未明确是否串联截止阀，注汽管线每段的低点设放水装置，高点设放气装	需进一步明确

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

	气，在管道高点处应串联两个截止阀。两个放水阀或放气阀之间的连接长度不宜小于 100mm。		置，但未明确距离要求	
9	当选用方形补偿器与自然补偿器时，计算方法应符合国家现行标准《火力发电厂汽水管应力计算技术规程》DL/T 5366 的规定。管道弯管处不应采用冲压弯头，宜选用正偏差的整根直管段煨制，煨弯半径不小于 5 倍的外径。	SY/T0027-2024 第 16.5.7 条	曲率半径为 $R \geq 5D_w$ 。	符合要求
10	方型补偿器中的焊口应选择在弯矩较小的部位。补偿器两侧 40 倍内径距离处，应装设导向支架，管道焊口与管支架的间距不得小于 100mm。	SY/T0027-2024 第 16.5.8 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
11	方型补偿器应尽量布置在相邻固定支架的中点，没有条件时，较长一边的长度不应大于固定支架间距的 60%。	SY/T0027-2024 第 16.5.9 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
12	采用方型补偿器时，应对管道进行冷紧，冷紧比宜取 0.5，冷紧口宜选在管道弯矩较小且便于施工处。	SY/T0027-2024 第 16.5.10 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
13	注汽管道安全应符合以下要求： a) 地面注汽管道不准许踩踏， b) 地面注汽管道在醒目处应设立高温高压警示标志； c) 冬季停炉应及时扫线，防止	SY/T 6354-2022 第 4.3.5 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

	管线冻结； d) 凡是注汽管道所接放空和放喷管线应固定牢靠，排放至安全地点； e) 活动注汽管道连接卡瓦接头应做好保温隔热，防止人员适伤。			
14	注汽阀门不应用作限流使用。	SY/T 6354-2022 第 4.3.8 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
15	采用复合保温材料及其制品时，内保温层应选用耐高温且导热系数较低的材料，内层保温材料及其制品的外表面温度应小于或等于外层保温材料及其制品的允许最高使用温度的 0.9 倍。	SY/T0027-2024 第 10.1.4 条	内层保温材料及其制品的外表面温度小于外层保温材料及其制品的允许最高使用温度的 0.9 倍。	符合要求
16	注汽管道管托宜采用隔热结构。	SY/T0027-2024 第 10.1.7 条	未提及	需进一步明确
17	架空管道硬质保温材料在纵向和环向接缝处应填塞耐高温、导热系数小、弹性好的密封垫或软质保温材料，组成无缝隙保温层。	SY/T0027-2024 第 10.1.8 条	未提及	需进一步明确
18	当注汽管道的保护层或保温层的表面需要涂色或色环时，应做出箭头标示内部介质的流向。涂色或色环应符合国家现行标准《石油天然气工程管道和设备涂色规范》SY/T 0043 的有关规定。	SY/T0027-2024 第 10.1.11 条	未提及	需进一步明确

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

19	电动机的外壳防护等级应符合 GB/T 4942 要求的 IP23、IP44 或 IP54，控制箱的外壳防护等级应符合 GB/T 4208 要求的 IP23。	SY/T5226-2020 第 4.3.1 条	未提及	需要进一步确认
20	电动机的冷却方法应符合 GB/T 1993 的要求，对于 IP23 防护等级为 IC01，对于 IP44、IP54 防护等级为 IC0141。	SY/T5226-2020 第 4.3.2 条	未提及	需要进一步确认
21	电动机的结构及安装型式应符合 GB/T997 要求的 IMB3。	SY/T5226-2020 第 4.3.3 条	未提及	需要进一步确认
22	游梁式抽油机的制动装置应具有足够的制动能力,能承受曲柄在任何位置、在抽油机允许的最大平衡力矩条件下所施加的扭矩。游梁式抽油机在正常工作条件下突然与抽油杆柱脱开时制动装置应能将抽油机停住。游梁式抽油机制动装置应配备安全挂钩。	GBT 29021-2023 第 5.2.10 条	未提及	需要进一步确认

小结：本节对注汽工程单元设备、装置、设施配套及可靠性共设 24 项检查项，17 项需进一步明确，其余 7 项符合有关标准，本报告将在 7.2 章节对策措施和建议给与补充。

5.3.2 油气集输工程单元

序号	检查项目及内容	标准依据	备注	检查结果
1	五级站场中露天密闭设备及阀组与加热炉的间距应不下小于 10m。	GB50183-2004 表 5.2.3 条	未给出	需进一步明确

**辽河油田曙一区兴隆台油层Ⅱ+Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

2	埋地管道在水平方向一次转角大于 5° C，应设置转角桩	SY/T6064-2024 第 5.3 条	管道水平改变方向 的位置，均设置转 角桩	符合
---	--------------------------------	--------------------------	----------------------------	----

小结：采用安全检查表法进行评价，共列出了 2 项检查内容，1 项符合相关标准、规范要求，1 项未给出。

5.4 公用工程和辅助生产设施配套性评价

采用安全检查表法对公用工程和辅助生产设施单元进行评价，见表 5.4-1。

表 5.4-1 公用工程和辅助生产设施单元检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	事实记录	检查结果
一、供配电				
1	防雷接地装置冲击接地电阻不应大于10Ω。	GB50183-2004 第 9.2.5 条	企业提供材料中确定 防雷防静电接地电阻 不大于 10Ω。	符合
2	地上或非充沙管沟内管道防静电 接地应符合下列要求： 1. 管道在进出装置区及生产厂房 处、有爆炸危险的分界处、分支处 应做防静电接地，长距离无分支管 道应每隔200m-300m接地一次。 2. 平行管道净距小于100mm时，应 每隔20m跨接，当管道交叉净距小 于100mm，应做跨接。	SY/T0060-2017 第 5.4.2 条	企业提供材料中未提 及	需进一步 明确
3	阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻 大于0.03时，连接处应用金属线跨 接。当不少于5根螺栓连接时，在 非腐蚀环境下可不跨接。	SY/T0060-2017 第 5.4.3 条	企业提供材料中未提 及	需进一步 明确
4	管路系统的所有金属，包括护套的 金属包覆层，应接地。管路两端和 每隔 200-300m 处，以及分支处，	GB15599-2009 第 4.7.2 条	企业提供材料中只明 确电阻不得大于 10 Ω，未明确接地装置	需进一步 明确

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

序号	检查项目及内容	依据标准	事实记录	检查结果
	拐弯处均应有接地装置。接地点宜在管墩处，其冲击接地电阻不得大于 10Ω 。		设置地点	
5	容器、管道和装卸设施，其防雷接地装置的刚性导体接地引下线，宜采用镀锌扁钢制成，扁钢厚度不小于 4mm，宽度不小于 40mm。	SY/T5984-2020 第 6.1.1 条	企业提供材料中确定垂直接地体采用 $\angle 50 \times 5 \times 2500$ 镀锌角钢，水平接地体及接地线采用 -40×4 镀锌扁钢	符合
6	地上注汽管道同架空输电线路交叉时，管网的金属部分(包括交叉点两侧 5m 范围内钢筋混凝土结构的钢筋)应接地，接地电阻不应大于 10Ω	SY/T0027-2024 第 13.2.4 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
7	电缆直埋敷设于冻土地区时，应埋入冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损伤的措施。	GB 50217-2018 第 5.3.4 条	井场电缆埋深 1m，冻土层为 1.2m	需进一步明确
8	变压器安装位置应避开易燃、易爆、污秽严重及地势低洼地带。	DL/T1102-2021 第 7.1.2 条	企业提供材料中变压器按前述要求安装。	符合
二、仪表及控制系统				
9	仪表控制系统生产过程参数显示功能设置应符合下列要求： 1 需要现场观察的参数应设置就地显示功能。 2 需要实时监视的参数应设置远传显示功能。 3 影响生产安全、产品质量、生产稳定性的参数应设置就地和远传显示功能。	GB/T50892-2013 第 4.1.1 条	控制系统功能设置符合前述要求	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

序号	检查项目及内容	依据标准	事实记录	检查结果
10	当温度检测信号需要远传时,宜选用现场安装的温度变送器。	GB/T50892-2013 第 5.2.2 条	企业提供材料中确定选用一体化温度变送器	符合
11	防爆现场仪表及接线箱的电缆进线口处,应采用相应防爆级别的电缆引人装置进行密封。	GB/T50892-2013 第 10.4.1.11 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
12	直埋敷设的电缆不允许平行敷设在工艺管道的上方或下方,当沿工艺管道两侧平行敷设或交叉敷设时,最小净距离应符合下列规定: 1)与易燃、易爆介质的管道平行时不应小于 1000mm,交叉时不应小于 500mm; 2)与热力管道平行时不应小于 2000mm,交叉时不应小于 500mm,但电缆周围土壤温升超过 10℃时,应采取隔热措施;	GB/T50892-2013 第 10.4.1.16 条	企业提供材料中未提及	需进一步明确
13	仪表控制系统的工作接地、保护接地、防雷接地防静电接地宜共用接地系统,除非设备有特殊要求,接地电阻应符合电气装置的接地要求,不宜大于 4Ω。	GB/T50892-2013 第 11.1.1 条	企业提供材料中确定仪表控制系统共用接地系统,接地电阻不大于 4Ω	符合要求
14	仪表控制系统的交流电源应为 TN-S 接地型式,接地线不应使用中性线。	GB/T50892-2013 第 11.1.2 条	企业提供材料中确定接地采用 TN-S 接地型式,接地线不使用中性线。	符合要求
三、建构筑物				
15	管架应采用钢筋混凝土结构、钢结	SY/T0027-2024	管架采用预制钢筋	符合要求

**辽河油田曙一区兴隆台油层Ⅱ+Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

序号	检查项目及内容	依据标准	事实记录	检查结果
	构，管墩应采用混凝土结构，并宜采用预制	第14.2.5条	混凝土	

小结：本节对公用工程和辅助生产设施单元共设14项检查项，7项需进一步明确，其余6项符合有关标准，本报告将在7.2章节对策措施和建议给与补充。

5.5 风险程度评价

5.5.1 技术工艺、设备设施风险分析

针对该工程的特点，对该工程可能造成各种事故的危险、有害因素进行分析，辨识项目中存在的潜在危险、确定其危险等级并提出防范措施，以达到防范这些危险、有害因素发展成事故的目的。

主要危险、有害因素为物体打击、机械伤害、灼烫、疲劳失效、高处坠落、腐蚀、物理爆炸、触电等，现运用预先危险分析（PHA）对该单元可能出现的各种事故类型进行分析评价，分析结果详见表5.5-1。

表 5.5-1 危险性分析表

事故	形成事故的原因	事故后果	危险等级	安全对策措施
灼烫	1. 管线保温层破损； 2. 未穿戴防灼烫劳保用品； 3. 管线处未设置高温警示标识。	财产损失 人员伤亡	III	1. 设备或管道隔热层应完好、无破损； 2. 要穿戴好相应的防护用具； 3. 设立高温警示标志； 4. 加强预防烫伤和临时急救处理方法的培训、教育； 5. 设立救护点并备有相应的器材和药品等。
触电	站场用电线路架设、布置不合理； 线路绝缘不良； 用电设备接地不良；	人员受伤	II	合理架设布置用电线路； 用线使用正规线； 设立触电保护器等保护

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	作业工操作不当或违章操作。			装置； 及时检修电气线路，确保线路的接地、绝缘良好； 严格按照规程操作。
物体打击	1. 操作忽视安全； 2. 检维修时没有保险绳。	人员受伤	Ⅱ	1. 加强安全教育； 2. 制定措施，不乱抛物体； 3. 加强检查。
机械伤害	1. 未停机检修； 2. 违章操作或操作不当； 3. 精力不集中； 4. 操作技术不规范； 5. 违章指挥。	人员受伤	Ⅱ	加强设备检修； 严格按照操作规程操作； 严格安全管理制度； 加强技术培训。
疲劳失效	1. 设备、管道在制造过程中存在质量问题 2. 施工过程动火作业增加失效机率	人员受伤	Ⅱ	1. 加强设备检修； 2. 严格按照操作规程操作；加强技术培训。
物理爆炸	1. 操作不当、工艺不成熟或工艺条件未得到有效控制等造成超压； 2. 设备及高压管线存在先天性缺陷，如结构不合理、选材不当、强度不够、安装组焊质量差等； 3. 设备及高压管线内外表面因腐蚀而变薄，强度显著降低，就易于引起爆炸； 4. 设备及高压管线在长期运行中因操作不当等产生疲劳裂纹。另外，由于流体介质的冲刷形成沟槽，导致强度降低； 5. 安全装置不全、安装不正确或失灵，如安全阀安装错误或失效。	财产损失 人员伤亡	Ⅲ	1. 制定并严格执行操作规程，选用成熟的工艺； 2. 设备的设计、采购和安装选用具有对应资质的单位，并严格验收； 3. 对设备定期巡检，及时发现腐蚀和疲劳裂纹等现象，并及时处理； 4. 设备使用过程中，加强管理，避免操作失误，超温、超压、超负荷运行，失检、失修、安全装置失灵等；

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

				5.定期检查和校验安装装置和附件。
腐蚀	1.蒸汽产生的凝结水，加速对钢材的腐蚀，严重腐蚀管道内壁造成管道破坏。 2.管道冷加工、焊接、热处理的残余应力存在，对金属材料的破坏，可导致耐压强度降低而发生破裂或爆炸，并导致高温蒸汽或油气泄漏，影响生产安全。	财产损失 人员伤亡	Ⅱ	1.对设备定期巡检，及时发现腐蚀等现象，并及时处理
高处坠落	1. 检维修时没有佩戴安全带。	人员伤亡	Ⅱ	1. 加强安全教育； 2. 佩戴安全带； 3. 加强检查。
火灾爆炸	1.工艺设备以及管线等因密封不严、腐蚀、操作失误等泄露，遇到明火、静电等； 2.未穿防静电服等产生静电火花； 3.工作人员穿带钉子鞋进入联合站、井场，撞击产生火花； 4.工作人员吸烟或违章使用明火。 5.未按照操作规程进行操作导致站内管道、设备爆炸。	财产损失 人员伤亡	Ⅲ	1.定期对站场工艺设备以及输气管线等进行检查，及时维修或更换； 2.人员进入站场穿工装，佩戴劳保用品； 3.严格禁止穿带钉子鞋进入联合站、井场。 4.站场内严禁吸烟以及违章使用明火。 5.严格按照操作规程作业。

小结：从上表预先危险性分析可以看出，发生火灾爆炸、灼烫和物理爆炸时危险程度最高，为Ⅲ级（危险的），机械伤害、物体打击、触电、疲劳失效、腐蚀、高处坠落的危险程度处于Ⅱ级（临界的）。因此，在设计、施工、生产运行过程中，应着重防范火灾、爆炸事故的发生，具体的防范措施均参见上表中安全对策措施的相关内容。

5.5.2 公用工程和辅助生产设施风险分析

公用工程及辅助生产设施单元的主要危险、有害因素为火灾、爆炸、触电等，现运用预先危险分析（PHA）对该单元可能出现的各种事故类型进行分析评价，分析结果详见表 5.5-2。

表 5.5-2 公用及辅助工程单元预先危险性分析

危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
火灾、爆炸	1. 电缆长期浸泡水中，外皮腐烂，绝缘下降、老化，造成击穿短路； 2. 导线长期过负荷，电缆接头过热，绝缘下降 3. 敷设中电缆受到机械损伤导致短路打火； 4. 设备防雷、防静电接地失效； 5. 未使用防爆电器或电气设备防爆功能失效，电线线路老化等产生电火花。	财产损失 人员伤亡	Ⅲ	1. 电缆地下敷设，应注意地下水位条件，排水坡度不小于 5%； 2. 运行中的电缆不得长期超负荷运行，容量不足的要及时更换； 3. 加强电缆的检查和定期测试工作； 4. 定期检查设备和管线接地情况，定期对防雷防静电进行检测； 5. 定期对防爆电气设备等进行检查，发现故障或老化及时更换。
触电	1. 配电装置及线路的设计和配置不符合有关电气规程、规范； 2. 使用的电气设备漏电、绝缘体损坏。如电气设备在无良好的保护接地、接零情况下，外壳漏电，接线头裸露、接线板和导线绝缘损坏； 3. 安全距离不够（如架空线路，室内线路、变配电设备、用电设备及检修的安全距离）； 4. 电气设备、线路保护接地、接零不规范；	人员伤亡	Ⅱ	1. 配电装置及线路要严格执行有关电气规程； 2. 按规定设备、线路采用与电压相符，与使用环境和运行条件相适应的绝缘，并定期检查、维修，保持完好状态； 3. 架空线路、室内线路、变配电设备、用电设备的检修作业，应按规定要有一定安全距离； 4. 根据要求对用电设备做好保护接地或保护接零； 5. 在潮湿环境、金属容器或狭小空间内，使用不超过 24V 的电动工具； 6. 设置屏护、遮栏、护网、警示标志，禁止人员进入；

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

危险因素	事故原因	事故后果	危险等级	防范措施
	5. 在潮湿环境、金属容器或狭小空间内，使用超 24V 的电动工具； 6. 高压电气设备缺少屏护、遮栏、护网、警示标志； 7. 防护器材不合格。			7. 购买有质量保证的防护器材。

小结：由上述预先危险性分析结果可以看出，该工程公用工程及辅助生产设施单元的主要危险有害因素为火灾、爆炸、触电。其中，火灾、爆炸危险等级为Ⅲ级，属于“危险的”，会造成人员伤亡和系统损坏，应采取预防和控制措施重点防范。触电危险有害因素的危险等级为Ⅱ级，也需采取相应的预防和控制措施。

6 安全管理及应急管理评价

6.1 安全管理

依据《中华人民共和国安全生产法》等法律法规的要求，采用安全检查表对已有安全管理机构、人员、安全管理制度、安全技术规程、作业安全规程与项目（工程）的适应性进行评价，具体评价情况见下表 6.1-1。

表 6.1-1 安全管理检查表

一	安全管理机构设置和专职安全生产管理人员的配备			
1	生产经营单位应当具备本法 and 有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动。	《中华人民共和国安全生产法》 第二十条	本工程建设单位曙光采油厂具有合法的安全生产许可证、安全标准化证等，具备安全生产条件。	符合
2	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。 前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过一百人的，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员；从业人员在一百人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》 第二十四条	曙光采油厂配有专职安全管理人员。	符合
3	生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有下列职责： （一）建立健全并落实本单位全员安全生产责任制，加强安全生产标准化建设； （二）组织制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程；	《中华人民共和国安全生产法》 第二十一条	曙光采油厂主要负责人履行以上职责。	符合

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

	（三）组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划； （四）保证本单位安全生产投入的有效实施； （五）组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患； （六）组织并制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案； （七）及时、如实报告生产安全事故。			
二	安全生产管理制度的制定和执行			
1	企业应制定保护员工健康的制度和措施，对员工进行职业健康与劳动保护的培训教育。	《石油天然气安全规程》 AQ2012-2007 第 4.2.1	曙光采油厂制定有保护员工健康的制度和措施。	符合
2	建立健全主要负责人、分管负责人、安全生产管理人员、职能部门、岗位安全生产责任制；制定安全检查制度、职业危害预防制度、安全教育培训制度、生产安全事故管理制度、重大危险源监控和重大隐患整改制度、设备安全管理制度、安全生产档案管理制度、安全生产奖惩制度等规章制度。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》 第六条 第一款	曙光采油厂安全生产责任制健全，制定并执行各项安全管理制度。	符合
三	安全操作规程制定和执行			
1	生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知	《中华人民共和国安全生产法》 第四十四条	曙光采油厂员工均进行了教育和培训后上岗,定期进行应急演练	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。		练。	
2	制定作业安全规程和各工种操作规程。	《非煤矿山企业 安全生产许可证 实施办法》 第六条 第一款	曙光采油厂制定了各类操作规程，在生产管理过程中认真执行。	符合
四	主要负责人、分管负责人和安全生产管理人员、其他管理人员安全生产知识培训与取证			
1	生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。	《中华人民共和国 安全生产法》 第二十七条	曙光采油厂安全管理人员全部经过应急管理部门的培训合格。	符合
2	主要负责人和安全生产管理人员经安全生产监督管理部门考核合格，取得安全资格证书。	《非煤矿山企业 安全生产许可证 实施办法》 第六条 第四款	曙光采油厂主要负责人和安全生产管理人员经考核合格。	符合
3	从业人员应当接受安全生产教育和培训，掌握本职工作所需的安全生产知识，提高安全生产技能，增强事故预防和应急处理能力。	《中华人民共和国 安全生产法》 第五十八条	曙光采油厂通过外送培训、和组织经常性的安全教育培训、应急演练不但增强了员工的安全意识，而且提高了对事故预防的应急能力。	符合
五	特种作业人员的培训取证以及其他从业人员安全知识、专业技术和应急救援知识的培训			
1	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必	《中华人民共和国 安全生产法》	曙光采油厂已对从业人员进行安全生产教	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训合格的从业人员，不得上岗作业。 生产经营单位使用被派遣劳动者的，应当将被派遣劳动者纳入本单位从业人员统一管理，对被派遣劳动者进行岗位安全操作规程和安全操作技能的教育和培训。劳务派遣单位应当对被派遣劳动者进行必要的安全生产教育和培训。	第二十八条	育和培训。对新入厂的员工均进行“三级”培训合格后上岗。	
2	生产经营单位采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备，必须了解、掌握其安全技术特性，采取有效的安全防护措施，并对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。	《中华人民共和国安全生产法》 第二十九条	曙光采油厂已对新工艺、新技术、新材料的安全技术特性，采取有效的安全防护措施，对从业人员进行专门的安全生产教育和培训。	符合
3	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》 第三十条	曙光采油厂特种作业人员经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书。	符合
4	进行全员安全生产教育和培训，普及安全生产法规 and 安全生产知识。进行专业技术、技能培训和应急培训；特种作业人员、高危岗位、重要设备和设施的	《石油天然气安全规程》AQ2012-2007 第 4.1.4 条	曙光采油厂全员均经过安全教育和培训并组织经常性安全考核。	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	作业人员，应经过安全生产教育和技能培训，应符合《生产经营单位安全培训规定》。			
5	其他从业人员依照规定接受安全生产教育和培训，并经考试合格。	《非煤矿山企业 安全生产许可证 实施办法》 第六条第六款	曙光采油厂其他人员 按照规定接受教育培 训并考试合格。	符合
六	安全生产投入			
1	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致的后果承担责任。	《中华人民共和国 安全生产法》 第二十三条	曙光采油厂具备安全 生产条件所必需的资金投入。	符合
2	生产经营单位应当安排用于配备劳动防护用品、进行安全生产培训的经费。	《中华人民共和国 安全生产法》 第四十七条	曙光采油厂安排配备了劳动防护用品、进行安全生产培训的经费。	符合
3	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	《中华人民共和国 安全生产法》 第五十一条	曙光采油厂参加工伤保险，并为从业人员缴纳保险费。	符合
七	重大危险源的监控和管理			
1	生产经营单位对重大危险源应当登记建档，进行定期检测、评估、监控，并制定应急预案，告知从业人员和相关人员在紧急情况下应当采取的应急措施。生产经营单位应当按照国家有关规定将本	《中华人民共和国 安全生产法》 第四十条	本工程没有构成危险 化学品重大危险源。	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

	单位重大危险源及有关安全措施、应急措施报有关地方人民政府负应急管理部门和有关部门备案。有关地方人民政府负应急管理部门和有关部门应当通过相关信息系统实现信息共享。			
八	从业人员劳动防护用品配备和法定检验、检测			
1	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》 第四十五条	曙光采油厂从业人员均配备了相应的劳动防护用品，并正确使用。	符合
2	制定防治职业危害的具体措施，并为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》 第六条第八款	有职业危害防护措施，为从业人员配备了劳动防护用品。	符合
九	法律法规符合性			
1	非煤矿山企业必须依照本实施办法的规定取得安全生产许可证。	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》第二条	曙光采油厂已取得安全生产许可证	符合
2	生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规，加强安全生产管理，建立健全全员安全生产责任制和安全生产规章制度，加大对安全生产资金、物资、技术、人员的投入保障力度，改善安全生产条件，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，	《中华人民共和国安全生产法》 第四条	曙光采油厂已开展安全生产标准化、信息化建设，已建立安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制	符合

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

	确保安全生产。			
3	生产经营单位应当建立风险分级管控制度，按照安全风险分级采取相应的管控措施。 生产经营单位应当建立健全生产安全事故隐患排查治理制度，采取技术、管理措施，及时发现并消除事故隐患。事故隐患排查治理情况应当如实记录，并向从业人员通报。	《中华人民共和国安全生产法》 第四十一条	曙光采油厂已建立生产安全事故隐患排查治理制度。	符合

小结：通过安全检查表对曙光采油厂安全管理的安全检查可以看出，曙光采油厂已经建立了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，符合安全生产的条件。

6.2 应急管理

根据《中华人民共和国突发事件应对法》、《生产安全事故应急预案管理办法》、《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》的要求，结合该项目的实际情况，为防止事故的发生，应针对火灾、爆炸等重大事故编制切实可行的专项应急预案和现场处置方案，尤其应确保岗位应急处置程序简明、扼要、具有操作性。以保证万一事故发生时，能够有组织、有计划、有准备的按照预定程序进行及时处理，积极应对，将事故造成的损失最小化。

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
一	应急预案编制及内容要求			
1	应系统地识别和确定潜在突发事件，并充分考虑作业内容、环境条件、设施类型、应急救援资源等因素，编制应急预案。	AQ 2012-2007 第 4.6.1 条	根据要求编制了事故应急救援预案。	符合要求

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
2	应急预案的编制应符合国家现行标准关于生产安全事故应急预案编制的要求；在制定应急预案时，应征求相关方的意见，并对应急响应和处置提出要求；当涉及多个单位联合作业时，应急预案应协调一致，做到资源共享、应急联动；应急预案应按规定上报。	AQ 2012-2007 第 4.6.2 条	根据要求编制了事故应急救援预案。	符合要求
3	生产经营单位应当制定本单位生产安全事故应急救援预案，与所在地县级以上地方人民政府组织制定的生产安全事故应急救援预案相衔接，并定期组织演练。	《安全生产法》 第二十一条	制定了生产安全事故应急救援预案并定期进行演练。	符合要求
4	危险物品的生产、经营、储存单位以及矿山、金属冶炼、城市轨道交通运营、建筑施工单位应当建立应急救援组织；生产经营规模较小的，可以不建立应急救援组织，但应当指定兼职的应急救援人员。 危险物品的生产、经营、储存、运输单位以及矿山、金属冶炼、城市轨道交通运营、建筑施工单位应当配备必要的应急救援器材、设备和物资，并进行经常性维护、保养，保证正常运转。	《安全生产法》第 八十二条	配备了必要的应急救援器材。	符合要求
5	生产经营单位风险种类多、可能	《生产安全事故	制定了综合应急预案	符合

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
	发生多种类型事故的，应当组织编制综合应急预案。综合应急预案应当规定应急组织机构及其职责、应急预案体系、事故风险描述、预警及信息报告、应急响应、保障措施、应急预案管理等内容。	应急预案管理办法》第十三条		要求
6	对于某一种或者多种类型的事故风险，生产经营单位可以编制相应的专项应急预案，或将专项应急预案并入综合应急预案。专项应急预案应当规定应急指挥机构与职责、处置程序和措施等内容。	《生产安全事故应急预案管理办法》第十四条	制定了相应的专项应急预案，包括危险性分析、可能发生的事故特征、应急组织机构与职责、预防措施、应急处置程序和应急保障等内容。	符合要求
7	生产经营单位编制的各类应急预案之间应当相互衔接，并与相关人民政府及其部门、应急救援队伍和涉及的其他单位的应急预案相衔接。	《生产安全事故应急预案管理办法》第十八条	综合应急预案、专项应急预案相互衔接。	符合要求
8	综合应急预案应依据事故危害程度、影响范围和生产经营单位控制事态的能力，对事故应急响应进行分级，明确分级响应的基本原则。响应分级不可照搬事故分级。	GB/T 29639-2020 第 6.1.2 条	突发事件综合应急预案中对事故应急响应进行了分级。	符合要求
9	综合应急预案应明确应急组织形式（可用图示）及构成单位（部门）的应急处置职责。应急组织机构可设置相应的工作小组，各小组具体构成、职责分工及行动	GB/T 29639-2020 第 6.2 条	突发事件综合应急预案中明确了应急救援指挥机构及应急救援小组人员职责。	符合要求

**辽河油田曙一区兴隆台油层Ⅱ+Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
	任务以工作方案的形式作为附件。			
10	建立应急组织，配备专职或兼职应急人员或与专业应急组织签定应急救援协议，配备相应的应急救援设施和物资等资源。	AQ 2012-2007 第 4.6.3 条	建立了应急组织，配备应急人员和物资设施。	符合要求
11	生产经营单位应急预案应当包括向上级应急管理机构报告的内容、应急组织机构和人员的联系方式、应急物资储备清单等附件信息。附件信息发生变化时，应当及时更新，确保准确有效。	《生产安全事故应急预案管理办法》第十六条	附件信息齐全。	符合要求
12	综合应急预案明确应急值守电话、事故信息接收、内部通报程序、方式和责任人，向上级主管部门、上级单位报告事故信息的流程、内容、时限和责任人，以及向本单位以外的有关部门或单位通报事故信息的方法、程序和责任人。	GB/T 29639-2020 第 6.3.1.1 条	突发事件综合应急预案里已明确应急值守电话、事故信息接收、内部通报程序、方式、责任人和报告程序等信息。	符合要求
13	预警启动应明确预警信息发布渠道、方式和内容。	GB/T 29639-2020 第 6.3.2.1 条	突发事件综合应急预案已明确预警信息发布渠道、方式和内容。	符合要求
14	响应准备应明确作出预警启动后应开展的响应准备工作，包括队伍、物资、装备、后勤及通信。	GB/T 29639-2020 第 6.3.2.2 条	突发事件综合应急预案已明确预警启动后应开展队伍、物资、装备、后勤及通信等响应准备工作。	符合要求
15	预警解除应明确预警解除的基本	GB/T 29639-2020	突发事件综合应急预案预警	符合

**辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告**

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
	条件、要求及责任人。	第 6.3.2.3 条	解除已明确解除的基本条件、要求及责任人。	要求
16	响应启动应确定响应级别，明确响应启动后的程序性工作，包括应急会议召开、信息上报、资源协调、信息公开、后勤及财力保障工作。	GB/T 29639-2020 第 6.3.3 条	突发事件综合应急预案响应启动已明确响应级别以及启动后的工作。	符合要求
17	应急处置应明确事故现场的警戒疏散、人员搜救、医疗救治、现场监测、技术支持、工程抢险及环境保护方面的应急处置措施，并明确人员防护的要求。	GB/T 29639-2020 第 6.3.4 条	突发事件综合应急预案已明确事故现场的应急处置措施和人员防护的要求。	符合要求
18	应急支援应明确当事态无法控制情况下，向外部（救援）力量请求支援的程序及要求、联动程序及要求，以及外部（救援）力量到达后的指挥关系。	GB/T 29639-2020 第 6.3.5 条	突发事件综合应急预案已明确事态无法控制后请求应急支援的程序和指挥关系。	符合要求
19	响应终止应明确响应终止的基本条件、要求和责任人。	GB/T 29639-2020 第 6.3.6 条	突发事件综合应急预案已明确响应终止的基本条件、要求和责任人。	符合要求
20	后期处置应明确污染物处理、生产秩序恢复、人员安置方面的内容。	GB/T 29639-2020 第 6.4 条	突发事件综合应急预案已明确污染物处理、生产秩序恢复、人员安置方面的内容。	符合要求
21	通信和信息应明确相关单位及人员通信联系方式和方法，以及备用方案和保障责任人。	GB/T 29639-2020 第 6.5.1 条	突发事件综合应急预案已明确相关单位及人员通信联系方式和方法，以及备用方案和保障责任人。	符合要求
22	应急队伍应明确相关的应急人力	GB/T 29639-2020	突发事件综合应急预案已明	符合

辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状
超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）安全预评价报告

序号	检查内容	检查依据	预案情况	结论
	资源，包括专家、专兼职应急救援队伍及协议应急救援队伍。	第 6.5.2 条	确应急人力资源。	要求
23	物资装备应明确本单位的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、运输及使用条件、更新及补充时限、管理责任人及其联系方式，并建立台账。	GB/T 29639-2020 第 6.5.3 条	综合应急预案已建立物资台账，记录了本单位的应急物资和装备类型、数量、性能、存放位置、运输及使用条件管理责任人及其联系方式。	符合要求
24	专项应急预案应明确应急组织形式（可用图示）及构成单位（部门）的应急处置职责，应急组织机构以及各成员单位或人员的具体职责。	GB/T 29639-2020 第 7.2 条	应急预案已明确应急组织机构及人员的应急处置职责。	符合要求
25	响应启动应明确响应启动后的程序性工作，包括应急会议召开、信息上报、资源协调、信息公开、后勤及财力保障工作。	GB/T 29639-2020 第 7.3 条	应急预案已明确响应后的程序性工作。	符合要求

小结：采用安全检查表法进行评价，共列出了 25 项检查内容。全部符合要求。

7 安全对策措施与建议

本预评价根据该工程危险、有害因素的分析 and 评价结果，结合工程的工艺布局、工艺特点和有关标准、规范，按照经济合理与可操作的原则，对该工程可研提出的安全对策措施进行分析、汇总，并对安全措施不完善的部分提出补充性建议措施，以便在下一步的设计中进一步补充完善，从而达到预评价目的中提出的实现工程本质安全化的目的。

7.1 可研中提出的主要安全对策措施

1) 火灾及爆炸的防范措施

各生产区域、装置及建筑物内均设置足够的防火安全间距。

工艺设备、管线等均设有防雷及防静电接地设施，避免火灾的产生。

2) 烫伤及高温辐射危害的防范措施

对于表面温度高于 50℃ 的高温设备、高温管道及蒸汽、高温水排放系统等采取相应的隔热保温措施，并对温度较高的工作场所操作人员采取必要的个体防护与保健措施。

3) 地震的防范措施

将有关设备底座加固处理，管道采用必要的耐震连接方式，设备、管线等按地震烈度 7 度设防。

4) 人身触电事故及雷击的防范措施

所有电气设备均有完好的接地设施，场区所有金属设备、建筑物设有防雷接地设施，防止雷击、触电引发的事故。

5) 严寒酷暑的防范措施

房内设有采暖，既为设备安全运行创造条件，也使运行人员有较好的工作环境。

6) 机械伤害的防范措施

各种转动机械设备外露的转动、移动部分必须装有防护罩。

7) 坠落伤害的防范措施

平台、踏步、阀门井和坑池边等有坠落危险处，设置栏杆或盖板，防护栏杆高度不低于 1.2m；需登高检查和维修设备处，设置梯子等防护设施，以防坠落伤害。

8) 运行安全措施

新购进的湿蒸汽流量干度测量装置要求设备自带停运泄水阀，所有撬装设备停运时必须放水及做好防冻措施。

9) 其他措施

生产作业区在施工及生产管理中应根据特定场所，按《安全标志及其使用导则》有关规定，悬挂“禁止、警告、指令、提示”四大安全标志，用以表示各场所特定的安全信息，警示人们注意安全；进入作业区人员必须按规范要求穿戴劳保服、劳保鞋和安全帽，定期给各工种人员发放劳动保护品；增强职工安全意识，开展经常性的安全教育活动，提高职工在异常情况下的应变能力。

7.2 补充的对策措施建议

7.2.1 主要技术、工艺和装置、设备、设施

- 1) SY/T0027-2024 第 16.3.1 条，管道壁厚应分别按吞吐期和汽驱或 SAGD 期的设计压力和腐蚀裕量进行计算，取较大壁厚者作为管道计算壁厚。
- 2) SY/T0027-2024，第 16.3.2 条管道强度计算设计参数的选择应符合下列规定：
 1. 吞吐阶段设计压力应取吞吐期最大工作压力的 1.08 倍。
 2. 汽驱或 SAGD 阶段设计压力应取汽驱期工作压力的 1.08 倍。
 3. 设计温度应为设计压力下蒸汽的饱和温度或过热蒸汽温度。
- 3) SY/T0027-2024 第 16.4.6 条，注汽管道宜设有坡度，其坡度不应小于 2%，连续运行的注汽管道可不设坡度。
- 4) SY/T0027-2024 第 16.4.8 条，注汽管道在架空输电线路下通过时，管道应采用绝缘保护层，保护层的边缘应超出导线最大风偏范围。
- 5) SY/T0027-2024 第 16.5.1 条，注汽管道附件材料选择应满足使用条件，宜与所连接的管道材料一致。
- 6) SY/T0027-2024 第 16.5.2 条，注汽管道中的管件，宜选用热压件或锻制件，其公称压力的选择应根据介质的压力、温度、管件材料与加工方法校核计算确定。
- 7) SY/T0027-2024 第 16.5.8 条，方型补偿器中的焊口应选择在其弯矩较小的部位。补偿器两侧 40 倍内径距离处，应装设导向支架，管道焊口与管支架的间距不得小于 100mm。
- 8) SY/T0027-2024 第 16.5.9 条，方型补偿器应尽量布置在相邻固定支架的中点，没有条件时，较长一边的长度不应大于固定支架间距的 60%。
- 9) SY/T0027-2024 第 16.5.10 条采用方型补偿器时，应对管道进行冷紧，冷紧比宜取 0.5，冷紧口宜选在管道弯矩较小且便于施工处。
- 10) SY/T0027-2024 第 10.1.7 条，注汽管道管托宜采用隔热结构。
- 11) SY/T0027-2024 第 10.1.11 条，当注汽管道的保护层或保温层的表面需要涂色或色

环时，应做出箭头标示内部介质的流向。涂色或色环应符合国家现行标准《石油天然气工程管道和设备涂色规范》的有关规定。

12)SY/T5226-2020 第 4.3.1 条，电动机的外壳防护等级应符合 GB/T 4942 要求的 IP23、IP44 或 IP54，控制箱的外壳防护等级应符合 GB/T 4208 要求的 IP23。

7.2.2 公用工程和辅助生产设施

1)根据 SY/T0060-2017 第 5.4.2 条：地上或非充沙管沟内管道防静电接地应符合下列要求：

4. 管道在进出装置区及生产厂房处、有爆炸危险的分界处、分支处应做防静电接地，长距离无分支管道应每隔 200m-300m 接地一次。

5. 平行管道净距小于 100mm 时，应每隔 20m 跨接，当管道交叉净距小于 100mm, 应做跨接。

2)根据 SY/T0060-2017 第 5.4.3 条：阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03 时，连接处应用金属线跨接。当不少于 5 根螺栓连接时，在非腐蚀环境下可不跨接。

3)根据 GB15599-2009 第 4.7.2 条：管路系统的所有金属，包括护套的金属包覆层，应接地。管路两端和每隔 200-300m 处，以及分支处，拐弯处均应有接地装置。接地点宜在管墩处，其冲击接地电阻不得大于 10 Ω。

4)根据 SY/T0027-2024 第 13.2.4 条：地上注汽管道同架空输电线路交叉时，管网的金属部分(包括交叉点两侧 5m 范围内钢筋混凝土结构的钢筋)应接地，接地电阻不应大于 10 Ω。

5)根据 GB/T50892-2013 第 10.4.1.11 条：防爆现场仪表及接线箱的电缆进线口处，应采用相应防爆级别的电缆引入装置进行密封。

6)根据 GB/T50892-2013 第 10.4.1.16 条：直埋敷设的电缆不允许平行敷设在工艺管道的上方或下方，当沿工艺管道两侧平行敷设或交叉敷设时，最小净距离应符合下列规定：

1. 与易燃、易爆介质的管道平行时不应小于 1000mm, 交叉时不应小于 500mm;
2. 与热力管道平行时不应小于 2000mm, 交叉时不应小于 500mm, 但电缆周围土壤温升超过 10℃时，应采取隔热措施；

7)根据 GB50217-2018 第 5.1.1 条：电缆的路径选择应符合下列规定：

- 1 应避免电缆遭受机械性外力、过热、腐蚀等危害；

- 2 满足安全要求条件下，应保证电缆路径最短；
 - 3 应便于敷设、维护；
 - 4 宜避开将要挖掘施工的地方；
 - 5 充油电缆线路通过起伏地形时，应保证供油装置合理配置。
- 8) 根据 GB50217-2018 第 5.3.4 条：电缆直埋敷设于冻土地区时，应埋入冻土层以下，当受条件限制时，应采取防止电缆受到损伤的措施。
- 9) 根据 GB50217-2018 第 5.3.6 条：直埋敷设的电缆与铁路、道路交叉时，应穿保护管，保护范围应符合下列规定：
- 2 与道路交叉时，保护管应超出道路边各 1m, 或者排水沟外 0.5m。埋设深度不应低于路面下 1m；
 - 3 保护管应有不低于 1%的排水坡度。
- 10) 应明确爆炸危险区域划分。
- 11) 抽油机防雷防静电接地应符合相关要求。
- 12) 抽油机外露旋转部位在低于 2 米时，应安装防护装置并设置安全标志；井场采用非防爆启动器时，距离井口的水平距离。
- 13) 注汽管道在醒目处设置高温、高压警示标志。
- 14) 活动注汽管道连接卡瓦接头应做好保温隔热, 防止人员烫伤。
- 15) 注汽管道及其附件应定期检验。

7.2.3 安全管理和应急管理

(1) 应加强对第三方施工的管理，包括地方经济建设项目，公路桥梁建设，埋地电缆、光缆敷设等所有可能影响该工程安全的项目；同时，也要对可能发生的蓄意破坏活动，予以高度重视。

(2) 维抢修

- a) 应根据该工程实际情况，编制维抢修预案。
- b) 抢维修现场应划分安全界限，设置警戒线、警示牌。进入作业现场的人员应穿戴劳动防护用品，与作业无关的人员不应进入警戒区。

(3) 根据《特种设备安全监察条例》第二十三条，特种设备使用单位，应当严格执行本条例和有关安全生产的法律、行政法规的规定，保证特种设备的安全使用。

(4) 根据《特种设备安全监察条例》第二十四条，特种设备使用单位应当使用符合安

全技术规范要求的特种设备。特种设备投入使用前，使用单位应当核对其是否附有本条例第十五条规定的相关文件（安全技术规范要求的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、监督检验证明等文件）。

（5）根据《特种设备安全监察条例》第二十五条，特种设备在投入使用前或者投入使用后 30 日内，特种设备使用单位应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门登记。登记标志应当置于或者附着于该特种设备的显著位置。

（6）根据《特种设备安全监察条例》第二十六条，特种设备使用单位应当建立特种设备安全技术档案。安全技术档案应当包括以下内容：

- a) 特种设备的设计文件、制造单位、产品质量合格证明、使用维护说明等文件以及安装技术文件和资料；
- b) 特种设备的定期检验和定期自行检查的记录；
- c) 特种设备的日常使用状况记录；
- d) 特种设备及其安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表的日常维护保养记录；
- e) 特种设备运行故障和事故记录；
- f) 高耗能特种设备的能效测试报告、能耗状况记录以及节能改造技术资料。

（7）根据《特种设备安全监察条例》第二十七条，特种设备使用单位应当对在用特种设备进行经常性日常维护保养，并定期自行检查。

（8）特种设备使用单位对在用特种设备应当至少每月进行一次自行检查，并作出记录。特种设备使用单位在对在用特种设备进行自行检查和日常维护保养时发现异常情况的，应当及时处理。

（9）特种设备使用单位应当对在用特种设备的安全附件、安全保护装置、测量调控装置及有关附属仪器仪表进行定期校验、检修，并作出记录。

（10）根据《特种设备安全监察条例》第二十八条，特种设备使用单位应当按照安全技术规范的定期检验要求，在安全检验合格有效期届满前 1 个月向特种设备检验检测机构提出定期检验要求。

（11）未经定期检验或者检验不合格的特种设备，不得继续使用。

（12）根据《特种设备安全监察条例》第二十九条，特种设备出现故障或者发生异常情况，使用单位应当对其进行全面检查，消除事故隐患后，方可重新投入使用。

（13）特种设备不符合能效指标的，特种设备使用单位应当采取相应措施进行整改。

（14）根据《特种设备安全监察条例》第三十条，特种设备存在严重事故隐患，无改造、维修价值，或者超过安全技术规范规定使用年限，特种设备使用单位应当及时予以报废，并应当向原登记的特种设备安全监督管理部门办理注销。

（15）根据《特种设备安全监察条例》第三十九条，特种设备使用单位应当对特种设备作业人员进行特种设备安全、节能教育和培训，保证特种设备作业人员具备必要的特种设备安全、节能知识。

（16）特种设备作业人员在作业中应当严格执行特种设备的操作规程和有关的安全规章制度。

（17）根据《特种设备安全监察条例》第四十条，特种设备作业人员在作业过程中发现事故隐患或者其他不安全因素，应当立即向现场安全管理人员和单位有关负责人报告。

（18）生产经营单位编制的各类应急预案之间应当相互衔接，并与相关人民政府及其部门、应急救援队伍和涉及的其他单位的应急预案相衔接。

（19）根据《生产安全事故应急预案管理办法》第十九条，生产经营单位应当在编制应急预案的基础上，针对工作场所、岗位的特点，编制简明、实用、有效的应急处置卡。应急处置卡应当规定重点岗位、人员的应急处置程序和措施，以及相关联络人员和联系方式，便于从业人员携带。

8 安全评价结论

根据对本工程的危险有害因素分析和定性、定量评价结果，沈阳万益安全科技有限公司对该项目安全评价结论如下：

8.1 主要危险、有害因素分析结果

本工程涉及危险物质有高温蒸汽、原油、硫化氢、伴生气。

本工程运行过程中主要危险、有害因素为火灾爆炸、灼烫，同时，还存在物体打击、机械伤害、高处坠落、中毒窒息；本工程设备设施存在的主要危险有害因素有疲劳失效、腐蚀、物理爆炸等；公用工程及辅助生产设施存在的主要危险有害因素有火灾爆炸、触电等。

8.2 主要危险、有害因素评价结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》的规定，本工程不构成危险化学品重大危险源。

通过预先危险性分析可知：运行过程中，火灾爆炸和灼烫危险程度最高，为Ⅲ级（危险的），机械伤害、物体打击、触电、疲劳失效、腐蚀、高处坠落的危险程度处于Ⅱ级（临界的）。

8.3 应重视的安全对策措施

针对该项目的危险有害因素，建设单位和设计单位应重视本报告及可研中提出的安全对策措施，从评价结果可以看出，控制火灾爆炸、泄漏事故、中毒和窒息的发生是该建设项目安全设施设计的重点，并在该工程安全设施设计专篇和建设施工中予以落实，切实做到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，确保项目安全运行。

8.4 总体结论

通过评价分析，该工程可能发生的事故类型、部位和结果比较清楚。在设计、施工过程中认真落实本评价报告及可行性研究报告中提出的安全措施，则潜在的危险有害因素在采取安全对策措施后，其风险是可以接受的。本评价认为，辽河油田曙一区兴隆台油层兴Ⅱ+兴Ⅲ组互层状超稠油重力复合蒸汽驱先导试验地面工程（曙采）在安全方面符合国家有关法律、法规、标准、规范的要求。

附件

1. 管线走向图

