

胜利油田分公司孤岛采油厂
孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后
非均相复合驱提高采收率先导试验工程
安全预评价报告

东营市胜丰安全技术服务有限公司

资质证书编号：APJ-（鲁）-314

2019 年 11 月 15 日

胜利油田分公司孤岛采油厂
孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后
非均相复合驱提高采收率先导试验工程
安全预评价报告

法定代表人：周兴友

技术负责人：李志勇

评价项目负责人：吴佳东

报告完成日期：2019 年 11 月 15 日

前言

孤岛油田西区北部位于孤岛披覆背斜构造西翼的北部，是一个人为划分的不封闭的开发单元，目前已进入特高含水开发阶段，面临着井网长期固定、注采流线固定、单元耗水突出等问题。孤岛采油厂为提高产能采收率，预开展层系井网互换变流线先导试验，孤岛油田西区北 Ng3-4 层系满足先导试验的三个条件：一是具有较大的储量规模及调整潜力；二是层系间动用状况、井网流线差异大；三是井网较完善，控制程度高。

本工程主要实施内容包括：

1) 油气集输：

改造孤东辛输气管线 400m。

2) 注聚系统：

新建母液配置、外输、加药、注入系统，新建干粉仓库 1 座，吨包拆带下料装置及水射流分散装置各 2 套、100m³ 熟化罐 3 座、母液外输泵 2 台、注入泵 40 台、混配阀组 35 套、药剂罐及药剂泵房各 1 座、撬装式注入站 1 座；敷设 DN150 玻璃钢母液外输管线 1.4km、 $\Phi 168\times 13$ 高压稀释水管线 1.4km，新建 $\Phi 76\times 6$ 单井注聚管线 16.9km、 $\Phi 60\times 5$ 单井注聚管线 16km。

3) 采出水处理及清水系统：

新建采出水处理系统 1 套，新建 $\Phi 219\times 18$ 低压采出水管线 1km，300m³ 曝氧罐 1 座、提升泵 2 台、700m³ 注水罐 1 座、注水泵 3 台、加药装置 2 套。

新建 $\Phi 273\times 7$ 清水管线 3.3km，清水泵 3 台。

4) 配套系统:

与主体工程配套的电力部分、土建工程及自控、通信、道路等。

根据《中华人民共和国安全生产法》(主席令[2014]第 13 号)、《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[2015]第 77 号)等规定的要求,为实现建设项目的本质安全 and 生产、经济的同步增长,孤岛采油厂委托我公司对本工程进行安全预评价。

我公司接到委托后,成立了评价项目组,按照《安全预评价导则》(AQ8002-2007)的要求,进行了资料与标准收集、现场调研、工程分析、危险与有害因素分析、评价,并在此基础上提出了安全对策措施建议,最后编制完成了本工程安全预评价报告。

此次安全评价工作,自始至终都得到了孤岛采油厂领导和员工的大力支持和配合,在此表示衷心的感谢!

评价项目组

2019 年 11 月

目 录

| | | |
|----------|----------------|----------|
| 1 | 总则 | 1 |
| 1.1 | 评价目的 | 1 |
| 1.2 | 评价依据 | 1 |
| 1.2.1 | 法律、法规 | 1 |
| 1.2.2 | 部门规章、地方政府规章 | 2 |
| 1.2.3 | 标准、规范 | 3 |
| 1.2.4 | 企业规定 | 5 |
| 1.2.5 | 建设项目的有关技术文件、资料 | 6 |
| 1.3 | 评价范围 | 6 |
| 1.4 | 评价程序 | 7 |
| 2 | 工程概况 | 9 |
| 2.1 | 建设单位简介 | 9 |
| 2.2 | 工程基本情况 | 10 |
| 2.3 | 地理位置与自然条件 | 10 |
| 2.3.1 | 地理位置 | 10 |
| 2.3.2 | 气象条件 | 11 |
| 2.3.3 | 工程地质 | 12 |
| 2.3.4 | 经济环境 | 12 |
| 2.4 | 油气藏工程 | 12 |
| 2.4.1 | 开发历程及现状 | 12 |
| 2.4.2 | 油藏地质特征 | 14 |
| 2.4.3 | 剩余油分布特征 | 15 |
| 2.4.4 | 方案部署 | 16 |
| 2.5 | 地面工程现状 | 17 |
| 2.5.1 | 注聚系统现状 | 17 |
| 2.5.2 | 清水系统现状 | 20 |
| 2.5.3 | 低压采出水系统现状 | 21 |
| 2.5.4 | 注水系统现状 | 24 |
| 2.5.5 | 集输系统现状 | 28 |
| 2.5.6 | 电力系统现状 | 33 |
| 2.5.7 | 自控、通信系统现状 | 33 |
| 2.6 | 工艺方案 | 34 |
| 2.6.1 | 注聚系统 | 34 |
| 2.6.2 | 采出水处理系统 | 44 |
| 2.6.3 | 清水系统 | 51 |
| 2.6.4 | 集输系统 | 56 |
| 2.7 | 配套方案 | 61 |
| 2.7.1 | 电力部分 | 61 |

| | | |
|----------|-----------------------------|------------|
| 2.7.2 | 自控部分..... | 70 |
| 2.7.3 | 通信部分..... | 80 |
| 2.7.4 | 结构部分..... | 86 |
| 2.7.5 | 道路部分..... | 90 |
| 2.7.6 | 消防部分..... | 90 |
| 3 | 主要危险、有害因素分析..... | 92 |
| 3.1 | 物质的危险性有害特性分析..... | 92 |
| 3.1.1 | 天然气..... | 92 |
| 3.1.2 | 高压水..... | 93 |
| 3.1.3 | 聚合物..... | 93 |
| 3.2 | 井下作业过程危险有害因素分析..... | 94 |
| 3.3 | 地面工程施工过程危险因素分析..... | 95 |
| 3.3.1 | 管道施工..... | 95 |
| 3.3.2 | 储罐建设..... | 100 |
| 3.3.3 | 建筑物施工..... | 101 |
| 3.3.4 | 设备安装..... | 101 |
| 3.3.5 | 电力线路敷设..... | 102 |
| 3.3.6 | 其他..... | 103 |
| 3.4 | 生产过程危险有害因素分析..... | 103 |
| 3.4.1 | 井下作业过程..... | 103 |
| 3.4.2 | 油气集输过程..... | 104 |
| 3.4.3 | 注聚系统..... | 105 |
| 3.4.4 | 其他危害..... | 108 |
| 3.5 | 检维修过程危险有害因素分析..... | 108 |
| 3.6 | 环境因素分析..... | 110 |
| 3.6.1 | 自然环境因素分析..... | 110 |
| 3.6.2 | 周边环境因素分析..... | 111 |
| 3.7 | 重大危险源辨识..... | 112 |
| 3.7.1 | 辨识依据..... | 112 |
| 3.7.2 | 重大危险源辨识结果..... | 112 |
| 3.8 | 主要危险、有害因素分析结论..... | 112 |
| 4 | 评价单元的划分与评价方法的选择..... | 113 |
| 4.1 | 评价单元的划分..... | 113 |
| 4.1.1 | 划分原则..... | 113 |
| 4.1.2 | 划分评价单元..... | 113 |
| 4.1.3 | 评价方法选择..... | 114 |
| 4.2 | 评价方法介绍..... | 115 |
| 4.2.1 | 安全检查表..... | 115 |
| 4.2.2 | 预先危险性分析法..... | 115 |

| | | |
|----------|-------------------|------------|
| 5 | 安全评价 | 118 |
| 5.1 | 区域布置单元 | 118 |
| 5.1.1 | 区域位置及路由走向现场核实 | 118 |
| 5.1.2 | 安全检查表法评价 | 125 |
| 5.1.3 | 评价小结 | 127 |
| 5.2 | 地面工程施工作业单元安全评价 | 127 |
| 5.2.1 | 预先危险性分析结果 | 127 |
| 5.2.2 | 单元小结 | 130 |
| 5.3 | 集输单元安全评价 | 130 |
| 5.3.1 | 安全检查表法评价 | 130 |
| 5.3.2 | 预先危险性分析法评价 | 132 |
| 5.3.3 | 单元小结 | 133 |
| 5.4 | 注聚、采出水处理及注入系统单元评价 | 134 |
| 5.4.1 | 安全检查表法 | 134 |
| 5.4.2 | 预先危险性分析 | 139 |
| 5.4.3 | 单元小结 | 140 |
| 5.5 | 配套设施单元安全评价 | 141 |
| 5.5.1 | 安全检查表法评价 | 141 |
| 5.5.2 | 预先危险性分析法评价 | 142 |
| 5.5.3 | 单元小结 | 144 |
| 5.6 | 井下作业单元 | 144 |
| 5.6.1 | 预先危险性分析 | 144 |
| 5.6.2 | 评价小结 | 146 |
| 5.7 | 安全管理单元 | 147 |
| 5.7.1 | 安全检查现状 | 147 |
| 5.7.2 | 安全检查表法评价 | 150 |
| 5.7.3 | 单元小结 | 154 |
| 6 | 典型事故案例 | 155 |
| 6.1 | 注水站管线爆裂 高压水击伤臀部 | 155 |
| 6.1.1 | 事故经过 | 155 |
| 6.1.2 | 事故原因 | 155 |
| 6.1.3 | 防范措施 | 155 |
| 6.2 | 本工程借鉴 | 156 |
| 7 | 安全对策措施及建议 | 157 |
| 7.1 | 《可研》中已有的安全对策措施 | 157 |
| 7.1.1 | 自然危害因素及其防范措施 | 157 |
| 7.1.2 | 生产过程中的危害因素及其防范措施 | 157 |
| 7.2 | 本次评价提出的安全技术措施 | 160 |
| 7.2.1 | 建议采取的安全技术措施 | 160 |

| | | |
|----------|----------------------|------------|
| 7.2.2 | 补充的安全对策措施..... | 162 |
| 7.3 | 本次评价提出的安全管理建议..... | 165 |
| 7.3.1 | 施工阶段的安全管理建议..... | 165 |
| 7.3.2 | 井下作业安全管理建议..... | 168 |
| 7.3.3 | 运行过程的安全管理建议..... | 169 |
| 7.3.4 | 井控安全管理建议..... | 171 |
| 8 | 安全预评价结论..... | 173 |
| 8.1 | 安全评价结果..... | 173 |
| 8.2 | 安全评价结论..... | 174 |
| 附表 1 | 天然气的主要危险有害特性一览表..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附表 2 | PPG 产品说明书..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附表 3 | 聚丙烯酰胺的危险有害特性一览表..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附件 1 | 委托书..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附件 2 | 内审意见..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附件 3 | 可行性研究报告批复..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附件 4 | 专家名单..... | 错误! 未定义书签。 |
| 附件 5 | 专家组意见..... | 错误! 未定义书签。 |

附图

1 总则

1.1 评价目的

(1) 识别分析项目投产运行后可能存在的主要危险、有害因素。

(2) 通过对孤岛采油厂孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程的环境条件、地理位置、规划改造方案、施工过程、物料特性、设备设施等进行调研、分析，辨识分析建设项目、生产运行潜在的危险、有害因素。

(3) 提出提高项目本质安全的对策和措施，以及事故应急处理的建议。

(4) 为建设单位安全生产管理系统化、标准化和科学化提供依据和条件。

(5) 为安全生产综合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 法律、法规

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号）
- 2) 《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令[2007]第 69 号）
- 3) 《中华人民共和国消防法》（主席令[2008]第 6 号）
- 4) 《中华人民共和国防震减灾法》（主席令[2008]第 7 号）
- 5) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》（主席令[2010]

第 30 号)

6) 《建设工程安全生产管理条例》(国务院令[2003]第 393 号)

7) 《工伤保险条例》(国务院令[2010]第 586 号)

8) 《危险化学品安全管理条例》(中华人民共和国国务院令[2013]第 645 号, 2013 年 12 月 7 日施行的《国务院关于修改部分行政法规的规定》修正)

9) 《生产安全事故应急预案管理办法》(中华人民共和国应急管理部令[2019]第 2 号)

10)《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)

1.2.2 部门规章、地方政府规章

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[2015]第 77 号)

2) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》(国家安全生产监督管理总局令[2010]第 30 号, 国家安全生产监督管理总局令[2015]第 80 号修改)

3) 《安全生产培训管理办法》(国家安全生产监督管理总局令[2012]第 44 号, 国家安全生产监督管理总局令[2015]第 63 号修改)

4) 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》(山东省人民政府令[260 号], 2018 年第 311 号修改版)

5) 《山东省安全生产条例》(山东省人民代表大会常务委员会

会公告[2017]第 168 号)

1.2.3 标准、规范

- 1) 《安全评价通则》 (AQ8001-2007)
- 2) 《安全预评价导则》 (AQ8002-2007)
- 3) 《石油天然气安全规程》 (AQ2012-2007)
- 4) 《企业职工伤亡事故分类标准》 (GB6441-86)
- 5) 《危险化学品重大危险源辨识》 (GB18218-2018)
- 6) 《建筑抗震设计规范》 (GB50011-2010)
- 7) 《室外给水设计规范》 (GB50013-2018)
- 8) 《建筑设计防火规范》 (GB50016-2014)
- 9) 《供配电系统设计规范》 (GB50052-2009)
- 10) 《低压配电设计规范》 (GB50054-2011)
- 11) 《建筑物防雷设计规范》 (GB 50057-2010)
- 12) 《石油天然气工程设计防火规范》 (GB50183-2004)
- 13) 《输气管道工程设计规范》 (GB50251-2015)
- 14) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》
(GB50343-2012)
- 15) 《油田油气集输设计规范》 (GB50350-2015)
- 16) 《油田注水工程设计规范》 (GB50391-2014)
- 17) 《油气输送管道穿越工程设计规范》 (GB50423-2013)
- 18) 《油田采出水处理设计规范》 (GB50428-2015)
- 19) 《厂矿道路设计规范》 (GBJ 22-87)
- 20) 《工业企业设计卫生标准》 (GBZ1-2010)

- 21) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- 22) 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T 9711-2011）
- 23) 《钢制管道外腐蚀控制规范》（GB / T 21447-2008）
- 24) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》（GB/T 21448-2008）
- 25) 《钢制管道内腐蚀控制规范》（GB / T 23258-2009）
- 26) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2013）
- 27) 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB/T 50470-2017）
- 28) 《油气田及管道工程仪表控制系统设计规范》（GB/T50892-2013）
- 29) 《公路沥青路面设计规范》（JTG D50-2006）
- 30) 《石油天然气行业建设项目（工程）安全预评价报告编写细则》（SY6607-2011）
- 31) 《石油天然气工程总图设计规范》（SY/T0048-2009）
- 32) 《油气田地面管线和设备涂色规范》（SY/T0043-2006）
- 33) 《油气田和管道工程建筑设计规范》（SY/T0021-2008）
- 34) 《陆上油气田油气集输安全规程》（SY/T6320-2016）
- 35) 《油田注聚合物、碱液、表面活性剂开采安全规程》（SY/T6360-2016）
- 36) 《油田用注聚合物泵》（SY/T 6462-2012）
- 37) 《石油天然气行业建设项目（工程）安全预评价编制规则》

(SY/T6607-2011)

38) 《胜利油田油气生产场所 HSE 警示标识及警语设置规范》(Q/SH1020 2152-2013)

39) 《石油企业现场安全检查规范 第 3 部分：修井作业》(QSY1124.3-2012)

40) 《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》(DL-T5220-2005)

1.2.4 企业规定

1) 《中国石化用火作业安全管理规定》(中国石化安[2015]659 号)

2) 《中国石化临时用电作业安全管理规定》(中国石化安[2015]683 号)

3) 《中国石化动土作业安全管理规定》(中国石化安[2016]21 号)

4) 《中国石化作业许可安全管理规定》(中国石化安[2018]327 号)

5) 《中国石化高处作业安全管理规定》(中国石化安[2016]4 号)

6) 《中国石化承包商安全监督管理办法》(中国石化安[2017]603 号)

7) 《中国石化建设项目安全、职业病防护、消防设施“三同时”管理办法》(中国石化安[2018]448 号)

8) 《胜利石油管理局 胜利油田分公司承包商安全环保监督

管理办法》（胜油局发[2018]86 号）

9) 《胜利石油管理局胜利油田分公司用火作业安全管理实施细则》（胜油局发[2016]58 号）

10) 《胜利石油管理局 胜利油田分公司应急管理办法》（胜油局发[2017]106 号）

11) 《胜利油田分公司钻井井控管理实施细则》（胜油公司发[2017]57 号）

12) 《胜利油田规范使用中国石化视觉识别系统管理办法》（胜油局发[2011]331 号）

13) 《胜利油田油气生产现场外观形象标准化规范》（胜油宣发[2012]9 号）

1.2.5 建设项目的有关技术文件、资料

1) 《孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程可行性研究报告》（孤岛采油厂，2019 年 9 月）；

2) 《关于孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程可行性研究报告的批复》（2019 年 9 月 19 日，胜油公司发计字[2019]59 号）；

3) 其他与该工程安全评价有关的技术资料

1.3 评价范围

本次评价对象为孤岛采油厂孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程。依据本项目的可研报告及可研批复，本次评价范围主要包括：

1) 油气集输:

改造孤东辛输气管线 400m。

2) 注聚系统:

新建母液配置、外输、加药、注入系统, 新建干粉仓库 1 座, 吨包拆带下料装置及水射流分散装置各 2 套、100m³ 熟化罐 3 座、母液外输泵 2 台、注入泵 40 台、混配阀组 35 套、药剂罐及药剂泵房各 1 座、撬装式注入站 1 座; 敷设 DN150 玻璃钢母液外输管线 1.4km、 $\Phi 168 \times 13$ 高压稀释水管线 1.4km, 新建 $\Phi 76 \times 6$ 单井注聚管线 16.9km、 $\Phi 60 \times 5$ 单井注聚管线 16km。

3) 采出水处理及清水系统:

新建采出水处理系统 1 套, 新建 $\Phi 219 \times 18$ 低压采出水管线 1km, 300m³ 曝氧罐 1 座、提升泵 2 台、700m³ 注水罐 1 座、注水泵 3 台、加药装置 2 套。

新建 $\Phi 273 \times 7$ 清水管线 3.3km, 清水泵 3 台。

4) 配套系统:

与主体工程配套的电力部分、土建工程及自控、通信、道路等。

5) 安全管理

该工程安全管理单位(孤岛采油厂注聚大队)的安全管理情况。

本工程依托的已建设施不在本次评价范围内

1.4 评价程序

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分析，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，得出项目安全预评价结论，提出建议，最终完成安全预评价报告书的编制。具体程序见下图 1.4-1。

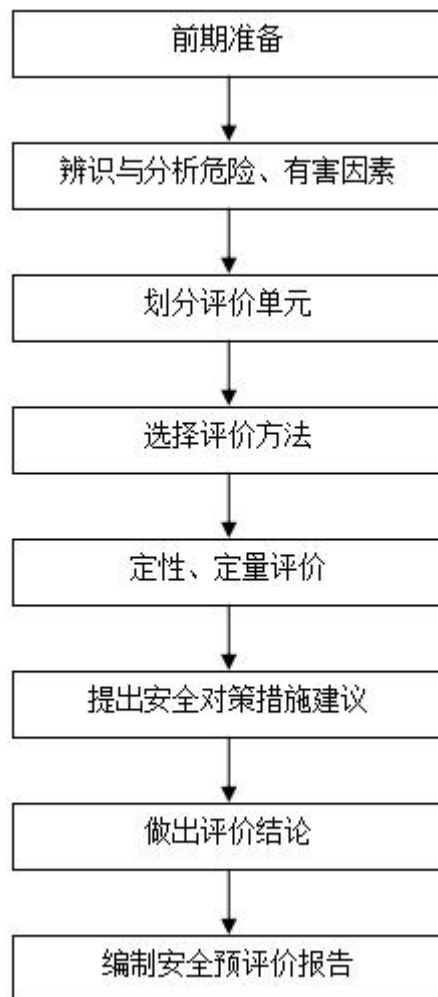


图 1.4-1 安全预评价工作程序

2 工程概况

2.1 建设单位简介

孤岛采油厂成立于 1972 年 7 月 25 日,成立之初称孤岛指挥部,1987 年 1 月与孤东指挥部合并为胜利油田滨海采油指挥部,1989 年 6 月 22 日滨海采油指挥部改称滨海采油厂,1989 年 12 月 29 日,滨海采油厂分为孤岛、孤东、桩西三个采油厂,2000 年 5 月 28 日,胜利石油管理局孤岛采油厂更名为胜利油田有限公司孤岛采油厂,2006 年 1 月,更名为胜利油田分公司孤岛采油厂。

孤岛采油厂位于黄河三角洲冲积平原上,北临渤海,南靠黄河,是从事石油天然气勘探开发的大型骨干二级企业。截止 2008 年 12 月,现有职工 9121 人,辖区勘探面积 1050 平方千米,管理着孤岛、垦利、垦西、孤南、河滩等 5 个油田,探明石油含油面积 140 平方千米,探明石油地质储量 4.9554 亿吨,动用地质储量 4.8723 亿吨,标定可采储量 1.7706 亿吨,采收率 36.3%。采油厂油井总井 2791 口,开井 2305 口,累积产油 16052.7069 万吨;注水井总井 957 口,开井 824 口,地层总压降 1.97 兆帕,日注水平 100945 立方米。孤岛采油厂主力孤岛油田“七五”、“八五”、“九五”、“十五”期间连续 4 次被评为“全国高效开发油田”,开发建设 40 年来,累计生产原油 1.28 亿吨,原油产量在 350 万吨以上稳产了 27 年,其中 1984—1995 年连续 12 年保持在 430 万吨以上,孤岛油田的开发是对常规稠油疏松砂岩油藏注水的大胆探索,为同类型油田开发积累了大量的成功经验,创出了同类油田开发的全国领先水平,为中国石油工业“稳定东部、发展西部”总体战略做出了重大贡献,在中国

油气田开发史上书写了光辉的一页。

近年来，孤岛采油厂先后被授予“中石化红旗采油厂”、“中石化先进集体”、“山东省文明单位”、“山东省思想政治工作优秀企业”、“全国精神文明建设工作先进单位”、“国家级文明企业”等荣誉称号，采油厂党委分别被国资委党委和中石化集团公司党组评为“先进基层党组织”。

本项目运行后由注聚大队负责管理。

2.2 工程基本情况

项目名称：孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程

项目性质：改扩建

建设地点：山东省东营市河口区孤岛镇

项目投资估算：工程总投资 8734.38 万元。

2.3 地理位置与自然条件

2.3.1 地理位置

孤岛油田位于山东省东营市河口区孤岛镇境内，S312 省道西侧，光明路以北，周边为荒地和农田。相对位置见图 2.3-1。

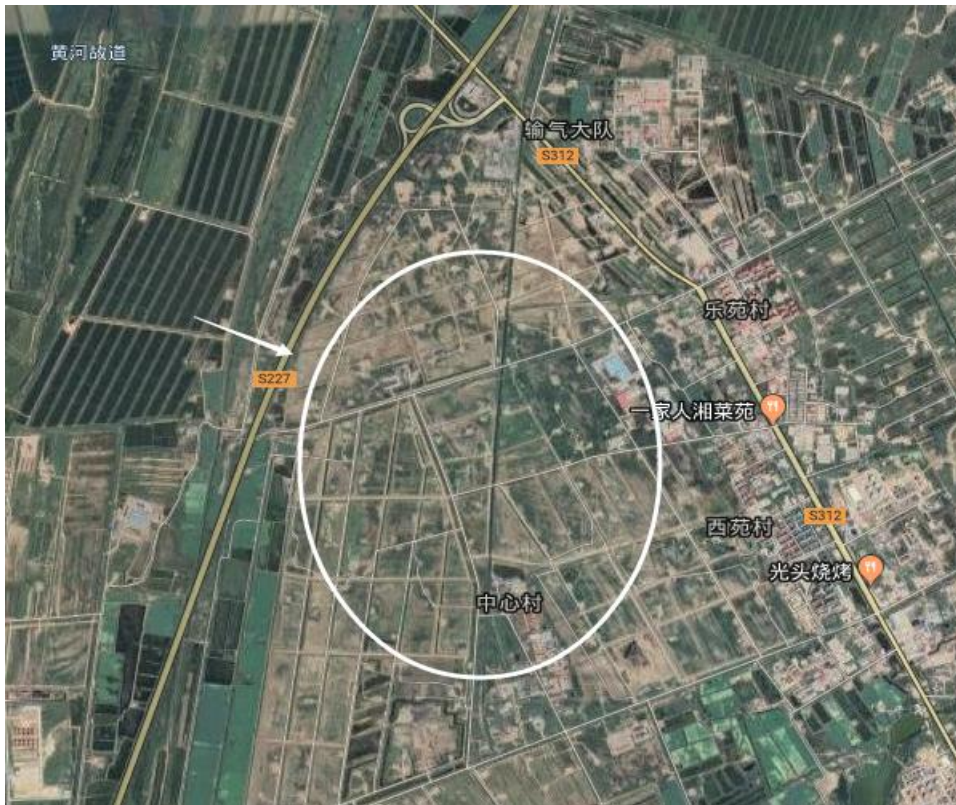


图 2.3-1 地理位置图

2.3.2 气象条件

| | |
|--------|-----------|
| 历年平均气压 | 101.61kPa |
| 历年平均气温 | 12.5°C |
| 极端最高气温 | 39.7°C |
| 极端最低气温 | -18.1°C |
| 年平均降水量 | 556.8mm |
| 年最大降水量 | 1039.7mm |
| 最大积雪深度 | 17cm |
| 最大冻土深度 | 54cm |
| 累年最大风速 | 30.7m/s |
| 历年最多风向 | SSE |

2.3.3 工程地质

| | |
|---------|------|
| 抗震设防烈度 | 7 度 |
| 地震基本加速度 | 0.1g |

2.3.4 经济环境

区域资源优势明显，土地资源丰富，地下资源主要为石油天然气等。

2.4 油气藏工程

2.4.1 开发历程及现状

西区北 1973 年 2 月投产，1973 年 2 月-1976 年 2 月天然能量开发，1976 年 3 月-1997 年 2 月注水开发，1997 年 3 月-2002 年 4 月注聚开发，2002 年 4 月全区转入后续水驱。

孤岛西区北油藏埋深 1180—1300m，含油面积 3.3km²，有效厚度 24.2m，地质储量 1371×10⁴t，属于构造岩性层状油藏。

孤岛西区北馆 3—4 先导试验区目前采出程度 52.3%，且层系间、平面、层间、层内动用状况及剩余油具有较大差异，具有调整的潜力及物质基础。

表 2.4-1 孤岛油田层系细分井网加密调整情况表

| 单元 | 调整前后 | 层系 | 井网 | 井距 | 总井网密度 | 单控地质储 |
|------------|------|----------|---------------|------------|-------------------|-------|
| | | | | m | 口/km ² | 万吨 |
| 中一区 3-4 | 调整前 | 3-4 | 反九点 | 270~300 | 13 | 32.9 |
| | 调整后 | 3 4 | 排状 (纵向主流线、 | 270~300 | 19 | 22.5 |
| 中二中 3-5 | 调整前 | 3-5 | 四点法(反七点) | 225 | 21 | 23.9 |
| | 调整后 | 3-4 5 | 七点法 反九点 | 225 185 | 41 | 12.2 |

| | | | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|------|
| 西区 3-6 | 调整前 | 3-6 | | 反七点 | 350 | 9 | 47.4 |
| | 调整后 | 北部 | 1 | 1 | 排状 | | |
| | | | 2 | | 反九点 | 300~350 | |
| | | | 3-6 | | 排状 | 175 | 20 |

而胜利油田整装油藏纵向含油小层多，目前经过多次细分调整，纵向形成井网形式交错分布的多套开发层系，具备通过整体换层系变流线的井网基础。如孤岛油田中一区 3-4 等典型单元，目前均按照多套层系开发，如表 2.4-1 所示。因此，针对纵向多层系油藏流线固定、不同层系间井网形式交错及动用状况差异大的问题，开展基于纵向多层系井网综合调整的转流线先导试验，探索整装多层系油藏特高含水后期层系井网互换转流线技术，对特高含水后期油藏效益开发具有重要的指导意义。

前期孤岛中二中馆 3-4 单元 GD37N8 井区开展了局部层系互换变流线试验，证明了换层系变流线在技术上是可行的。该试验中，将上层系主流线上低效油井 GD2-37N8 封上采下交换至下层系非主流线区域生产，将下层系主流线上低效油井 GD2-37-506 封下采上交换至上层系非主流线区域生产，实施后两口油井日增油分别为 13.4t/d、7.5t/d，且长期有效，取得较好效果。

据统计，目前整装油田适合层系井网综合调整变流线的多层系单元有 30 个，覆盖地质储量 4.2 亿吨，

目前全区分两套层系部署两套注采井网。其中：上层系 Ng31-41 层系，于 1987 年建成北偏西 30°行列井网，平均排距 300m，平均井距 175m；下层系 Ng42-44 层系，于 1990 年建成北偏东 10°行列井网，平均排距 200m，平均井距 230m。

截止 2018 年 6 月：西区北开油井 59 口，单井日液能力 121t/d，单井日油能力 2.1t/d，综合含水 98.1%，平均动液面 335m；开水井 42 口，单井日注能力 173m³/d；全区采出程度 52.3%，目前采油速度 0.39%。

2.4.2 油藏地质特征

以沉积学、石油地质学理论为指导，以三维地震资料、测井、岩芯资料为依据，结合动态生产资料，在确定对比标志层的基础上，进行了对比划分。

经钻井资料证实，目的层段 Ng3¹⁻⁴埋深 1180~1300m，划分为 Ng3¹、Ng3²、Ng3³、Ng3⁴、Ng3⁵、Ng4¹、Ng4²、Ng4³、Ng4⁴共 9 个小层。上层系 Ng3 主力层 Ng3⁵，下层系主力层 Ng4⁴。

标准层是区域上稳定泥质岩层、特殊岩性层或化石层，不仅在剖面上岩性特殊、平面上分布稳定，而且在测井曲线上易于识别，在小层对比中起等时控制的作用。

在方案区，Ng3 顶部普遍发育一套分布稳定的含螺化石的高感泥岩段，厚度约 1m，特征明显，易于识别，在整个孤岛油田分布稳定，能连续追踪对比，是很好的划分对比 Ng1+2 和 Ng3 的标准层。

辅助标志层：Ng4 顶部细脖子泥岩段，全区分布，厚度约 1-5m。

区馆上段 3¹⁻⁴主力层位集中在 Ng3⁵、Ng4²、Ng4⁴。其中 Ng3⁵、Ng4²层全区大面积连通发育，Ng3⁵平均砂厚 10m 以上，平均有效厚度 8.8m，Ng4⁴平均砂厚 12.2m，平均有效厚度 9.0m。Ng4²层大面积

发育，连通性好，砂厚 7.2m，效厚 5.2m。其他非主力小层厚度 2.0-5.0m，大部分呈土豆状或条带状展布，平均效厚 1.3-4.3m。

2) 物性特征

曲流河沉积是良好的油气藏成藏场所。首先曲流河泛滥平原的泥岩，厚度大，且富含有机质，可以成为良好的生油、生气烃源岩。另一方面，曲流河的河道砂体沉积，厚度较大，成分成熟度、结构成熟度较高，其原始孔隙度较大，渗透性较好，再加上成岩过程中，可以产生大量的次生孔隙，为油气提供储集空间，因此河道砂体可以形成良好的储集层。根据取心井西 5—斜检 131 的物性分析，Ng3⁵、Ng4⁴ 两个小层平均渗透率 $3366 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，根据取心井建立了孔隙度、渗透率测井解释模型，计算方案区孔隙度平均为 34%，渗透率平均为 $3213 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。总体上储层物性好，属高孔高渗油藏。

2.4.3 剩余油分布特征

1) 层间剩余油分特征

(1) 动态监测资料表明层间吸水差异大，动态非均质严重。

根据 2016 年孤岛西区北两口水井吸水剖面监测资料(图 2.3-1-图 2.3-2)，层间吸水状况差异大，以 GDX5-131 井为例，主力层 Ng4⁴ 吸水比例高达 86%，远高于非主力层 Ng4²。

区块综合含水 98.1%，采出程度 52.3%，利用数值模拟方法计算了各小层剩余油饱和度及采出程度，如图 2.3-3、图 2.3-4 所示。从图可知层间差异明显，Ng3⁵、Ng4²、Ng4⁴ 等主力小层采出程度高、剩余油饱和度低，非主力层采出程度低、剩余油饱和度高；同时也

可以看出，下层系整体采出程度较高。主力层含油饱和度相对较低（34.9-37.6%）；非主力层相对较高（40.8%-46.8%）

2) 平面剩余油分布特征

主力层 Ng3⁵ 层平面水淹状况差异较大，中西部水淹严重；高耗水层带沿注水井排（西北-东南向）及注采主流线方向分布，高耗水层带发育区域剩余油饱和度较低（平均 $S_o=0.22$ ，较小层平均低 0.16），平面上面积占比 15.5%。

Ng4⁴ 层总体上较 Ng3⁵ 层水淹严重，高耗水层带沿水井排（北东-西南向）及注采主流线方向分布，高耗水层带发育区域剩余油饱和度较低（平均 $S_o=0.21$ ，较小层平均低 0.14），平面上面积占比 17.8%。

平面剩余油饱和度差异大，弱驱部位相对富集。对 2012 年以来新井 Ng3⁵ 层和 Ng4⁴ 层剩余油饱和度进行统计，并按照井点所在平面位置进行分类汇总。油井排及断层边部剩余油饱和度高，平均在 40% -50% 之间；水井排及油水井间剩余油饱和度低，平均在 30%-40% 之间；而对于注采井间而言，平面上主流线的剩余油饱和度相对较低，非主流线相对较高。

2.4.4 方案部署

1) 提出室内初步推荐配方如下：

聚合物：矿场在用耐温抗盐聚合物 II 型-A1、II 型-A6PPG：30-50 目，聚合物与 PPG 用量 2:1，总浓度 2400mg/L

活性剂配方推荐：0.27%SLPS+0.13%ST1-1A3、0.27%SLPS+0.13%GDX-2、0.2%SLPS+0.2%GDX-3

活性剂与原油间界面张力：10-3mN/m 室内提高采收率：23.6%。

2) 矿场注入方案

在室内试验、数值模拟及方案优化研究的基础上，根据方案区开采现状，采用清水配制母液、产出水稀释注入的注入方式：

前置段塞：0.10PV×（2000mg/L 聚合物+1000mg/LPPG）；

主体段塞：0.40PV×（1600mg/L 聚合物+800mg/L PPG+2000mg/L 表面活性剂+2000mg/L 石油磺酸盐）；

2.5 地面工程现状

在试验区范围内建有孤一联合站，孤五注水站，8#配注站，8#-3 注入站。

2.5.1 注聚系统现状

2.5.1.1 8#配注站

8#配注站最初于 1997 年 3 月份投产，主要承担孤岛西区北 Ng4-6 单元 36 口井的注聚任务。

1998 年 8 月，8#配注站又承担孤岛西区复合驱先导试验（三元复合驱），该试验于 2001 年 12 月结束。8#配注站于 2002 年 1 月第一次停注。2002 年 6 月又承担孤岛西区南 Ng3-4 区块注聚的配液任务，注聚井 31 口，于 2006 年 1 月停注。2013 年部分建筑物经过改造、新建设备，承担了“孤岛西区北馆 3-4 单元二元复合驱地面工程”的配聚任务。8#配注站配母液能力 1000m³/d，目前实际配母液 620m³/d，通过母液外输泵将母液输送到 8#-3 注入站母液管线 DN150 16MPa-1.7km。

表2.5-1 8#配注站主要设备

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数 量 | 备注 |
|----|--|----|-----|-------|
| 1 | 水射式分散装置 60m ³ /h0.6MPa | 套 | 1 | |
| 2 | 清水泵60m ³ /h H=80m N=37kW | 台 | 2 | |
| 3 | 液 外 输 泵 Q=35m ³ /h P=1.6MPa N=37kW | 台 | 2 | 1运 1备 |
| 4 | 缓冲池提升泵 XG105B02JQ Q=25m ³ /h H=125m | 台 | 2 | 1运 1备 |
| 5 | 石油磺酸盐加药泵橇(2泵)0.3m ³ /h1.6MPa (防爆电机) N=1.1kW | 套 | 1 | 1运 1备 |
| 6 | 表面活性剂加药泵橇(2泵) 0.2m ³ /h 1.6MPa (防爆电机) N=0.75kW | 套 | 1 | |
| 7 | 杀菌剂泵橇(2泵) 0.15m ³ /h 1.6MPa (防 爆电机) N=0.75kW | 套 | 1 | |
| 8 | 卸料泵 Q=25m ³ /h、0.6MPa | 台 | 1 | |
| 9 | 700m ³ 注水罐 Φ 10.2 H9.825 | 座 | 1 | |
| 10 | 100m ³ 熟化罐 Φ 5.0 H6.5 | 座 | 3 | 配搅拌电机 |
| 11 | 60m ³ 石油磺酸盐罐 Φ 4.0 H5.0 | 座 | 1 | 配搅拌电机 |
| 12 | 35m ³ 表面活性剂罐 Φ 3.0 H5.0 | 座 | 1 | |
| 13 | 18m ³ 不锈钢杀菌剂罐 Φ 2.6 H3.45 | 座 | 1 | |

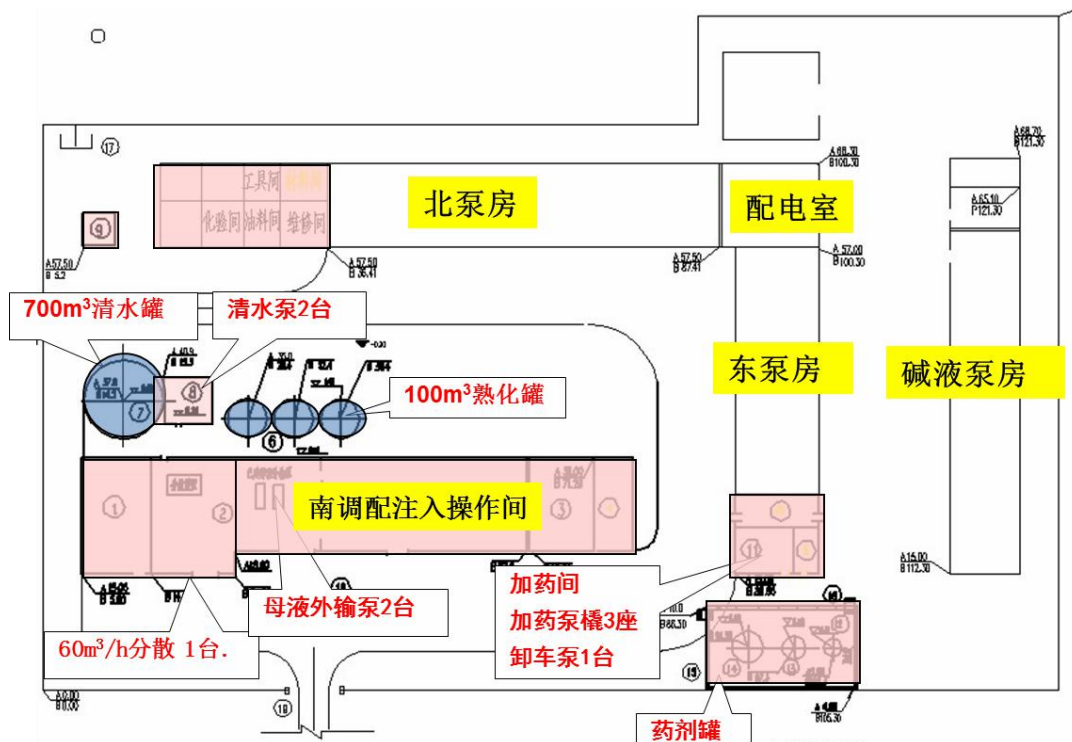


图2.5-1 8#配注站平面布置图

2.5.1.2 8#-3 注入站

8#-3 注入站是 1 座橇装注入站，管辖 14 口注聚井，站内安装注聚泵 16 台（其中 2 台备用），采用四泵一橇的模块化底座+可拆卸高级彩钢房组合结构，注入液 1440m³/d，最大高压稀释量 820m³/d，由中 1-15 站供高压稀释水，水源来自孤四曝氧后，又在中 1-15 站内进行生物脱硫处理的净化后采出水。

2.5.1.3 8#配注站占压孤东辛输气管线

8#配注站占压部分孤东辛输气管线，该条管线（孤岛-东营段）于 1992 年 8 月投运，已运行 23 年，其中孤岛压气站至集贤站段长 35km，集贤站至东营压气站段长 22km，设计埋深 1.2m。管线主体采用螺旋缝弧焊钢管 $\Phi 426 \times 7$ ，材质 L415，外防腐为特加强沥青防腐，部分地段采用 $\Phi 426 \times 8$ 3PE 防腐，全程采用牺牲阳极的阴极

保护方式。设计压力 2.5MPa，设计温度为 20℃，设计最大输气能力为 $100 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。目前，最大工作压力 1.2MPa，输气量为 $20 \sim 50 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ 。

8#配注站 1996 年投产，其中站内占压孤东辛输气管线约 170m，均在泵房或水泥硬化地面以下，对油气管道正常运行和配注站职工日常工作构成重大安全隐患，同时违反《管道保护法》相关规定。孤东辛输气管线一旦遭到破坏，将影响胜利油田、东营市生产、生活用气。为保证该输气管道的安全运行，急需对该段管线进行改造处理。



图 2.5-2 孤东辛线与 8#配注站相对位置图

2.5.2 清水系统现状

目前，孤岛西区 8# 配注站已建供水管线为 $\Phi 219 \times 7$ 钢管线，长度

为 18km，起点压力 0.2MPa。该管线起点在孤河路乐苑村十字路口接自供水公司 DN300 供水管线。根据配注要求按照配制母液用清水 700m³/d，考虑其他区块用水，调水规模为 2000m³/d 进行设计。

目前 8#配注站日用清水量 620m³/d。根据孤岛西区项目，注聚用清水量为 3084m³/d；总输水量为 3704m³/d，已建 $\Phi 219 \times 7$ 钢管线作为配注用清水专用管线不满足 8#配注站配母液用清水的要求，且目前已无新增复线路由。



图 2.5-3 8#配注站目前供水管线示意图

2.5.3 低压采出水系统现状

2.5.3.1 孤一采出水处理站现状

孤一采出水处理站，始建于 1991 年，主要处理孤一联合站油站三相分离器与原油沉降罐分出采出水。2018 年改造投产，目前采用“一次除油+重力沉降”工艺，处理规模 $2.1 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，将孤一采出水处理站的出水输往孤一注水站的为四级水质（设计规模 8600m³/d），输往孤南注水站的为四级水质（2400m³/d），输往调水管网为双 50 水质（设计规模 10000m³/d）。



图2.54 孤一联合站现状图

2.5.3.2 水质现状

孤一外输净化水水质达标率优于其他联合站，且来水水性单一，适合作为水源。因部分指标不满足稀释用水要求，还需继续处理。

表 2.5-2 外输水质情况表

| 采出水站名 | 含油量 | | | 悬浮固体含量 | | | SRB菌 | | | 平均腐蚀率 | | | 粒径中值 | | | 达标率% | |
|-------|------|------|-------|--------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-------|------|------|
| | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 考核 | 实测 |
| | mg/L | mg/L | % | mg/L | mg/L | % | 个/mL | 个/mL | % | mm/a | mm/a | % | μm | μm | % | % | % |
| 孤一 | 50 | 28.1 | 100.0 | 50 | 1.3 | 100.0 | 25 | 25 | 100.0 | 0.076 | 0.065 | 100.0 | 4 | 3.5 | 100.0 | 95.0 | 100 |
| 孤二 | 50 | 38.2 | 100.0 | 50 | 16.2 | 100.0 | 25 | 60 | 78.6 | 0.076 | 0.031 | 100.0 | 4 | 4.2 | 95.2 | 95.0 | 94.8 |
| 孤三 | 50 | 49.0 | 100.0 | 50 | 8.2 | 100.0 | 25 | 250 | 58.3 | 0.076 | 0.247 | 30.8 | 4 | 4.5 | 88.9 | 95.0 | 75.6 |
| 孤四 | 50 | 25.3 | 100.0 | 50 | 4.0 | 100.0 | 25 | 25 | 100.0 | 0.076 | 0.036 | 100.0 | 4 | 4.2 | 95.2 | 95.0 | 99.0 |
| 孤五 | 50 | 60.5 | 82.6 | 30 | 6.1 | 100.0 | 25 | 60 | 78.6 | 0.076 | 0.047 | 100.0 | 4 | 3.7 | 100.0 | 95.0 | 92.3 |
| 孤六 | 50 | 48.5 | 100.0 | 50 | 14.8 | 100.0 | 25 | 250 | 58.3 | 0.076 | 0.402 | 18.9 | 4 | 3.4 | 100.0 | 90.0 | 75.4 |
| 垦利 | 30 | 18.7 | 100.0 | 10 | 6.1 | 100.0 | 25 | 60 | 78.6 | 0.076 | 0.462 | 16.5 | 4 | 5.2 | 76.9 | 95.0 | 74.4 |
| 垦西 | 30 | 14.8 | 100.0 | 10 | 4.2 | 100.0 | 25 | 250 | 58.3 | 0.076 | 0.061 | 100.0 | 4 | 3.5 | 100.0 | 95.0 | 91.7 |

| 采出水站名 | 含油量 | | | 悬浮固体含量 | | | SRB菌 | | | 平均腐蚀率 | | | 粒径中值 | | | 达标率% | |
|-------|------|------|-------|--------|------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|------|-----|-------|------|------|
| | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 标准 | 实测 | 达标率 | 考核 | 实测 |
| | mg/L | mg/L | % | mg/L | mg/L | % | 个/mL | 个/mL | % | mm/a | mm/a | % | μm | μm | % | % | % |
| 河滩 | 10 | 0.9 | 100.0 | 4 | 1.4 | 100.0 | 25 | 60 | 78.6 | 0.076 | 0.031 | 100.0 | 2.5 | 1.4 | 100.0 | 95.0 | 95.7 |
| | | | 95.7 | | | 100.0 | | | 78.8 | | | 79.6 | | | 96.1 | 90.0 | 90.1 |

表 2.5-3 孤一、孤五外输水质情况表

| 序号 | 水质项目 | 孤一外输水质 | 孤五外输水质 |
|----|---------------|--------|--------|
| 1 | 含油量, mg/L | 28.1 | 60.5 |
| 2 | 悬浮固体含量, mg/L | 1.3 | 6.1 |
| 3 | 粒径中值, μm | 3.5 | 3.7 |
| 4 | 溶解氧, mg/L | 0.15 | 0.34 |
| 5 | 平均腐蚀速率, mm/a | 0.065 | 0.047 |
| 6 | SRB, 个/mL | 25 | 78.6 |
| 7 | 总铁含量, mg/L | 1.4 | 1.6 |
| 8 | 二价铁离子含量, mg/L | 0.82 | 1.2 |
| 9 | 硫化物含量, mg/L | 0.6 | 1.45 |

目前孤一联合站外输采出水离子情况如表 2.5-4

表 2.5-4 外输采出水离子情况表

| 水型 | pH值 | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Na ²⁺ | K ⁺ | Ba ²⁺ | Fe ²⁺ |
|--------------------|-------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | mg/ | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| NaHCO ₃ | 6.8 | 95 | 35 | 2798 | 72 | 0 | 0.82 |
| 矿化度 | 游 CO ₂ | COD | HCO ₃ ⁻ | 硫化物 | Cl ⁻ | 温度 | 总铁 |
| mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | °C | mg/L |
| 8647 | 20 | 600 | 1220 | 0.6 | 4385 | 48 | 1.4 |

2.5.3.3 采出水去向

孤岛采出水处理站目前有富余 7520m³/d 采出水调入管网，可满足本次配注用水水量需求。

表 2.5-5 经处理后的采出水主要去向表

| 管 理 区 号 | 对应采出水站进水量 | | | 对应注水站注水量 | | 采出水站 调出水量 | 管网调入注 水站水量 |
|------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 采出水 站 | 设计规 模 m ³ /d | 实际水 量 m ³ /d | 注水站 | m ³ /d | m ³ /d | m ³ /d |
| 孤一 | 孤一 | 20000 | 14904 | 孤一注 | 6184 | | |
| | | | | 孤南注 | 1200 | | |
| | | | | 孤一外调水量 | | 7520 | |
| | 孤四 | 30000 | 27671 | 孤三注 | 13650 | | 2370 |
| | | | | 孤七注 | 16391 | | |
| | | | | 孤四外调水量 | 0 | | |
| 孤二 | 孤二 | 30000 | 26575 | 孤二注 | 28145 | | 3055 |
| | | | | 供低压掺水 | 1485 | | |
| | | | | 孤二外调水量 | 0 | | |
| 孤三 | 孤三 | 20000 | 15452 | 孤四注 | 16042 | | 2095 |
| | | | | 供低压掺水 | 1505 | | |
| | | | | 采出水站外调水量 | 0 | | |
| | 孤六 | 20000 | 17425 | 孤六注 | 16650 | | |
| | | | | 供低压掺水 | 775 | | |
| | | | | 采出水站外调水量 | 0 | | |
| 孤四 | 孤五 | 40000 | 40959 | 孤五注 | 23450 | | |
| | | | | 孤南注 | 15659 | | |
| | | | | 供低压掺水 | 1850 | | |
| | | | | 采出水站外调水量 | 0 | | |
| 合计 | | | 142986 | | 142986 | 7520 | 7520 |

2.5.4 注水系统现状

本次先导试验所涉及的注水井所注高压水均来自该区块南侧的孤五注水站，孤五注水站的低 压水均来自孤五注水站东南方的孤五联合站。

孤五注水站于 1988 年投产，现装 DF300-150Ax8 型离心注水泵 6 台，设计供水能力为 28800m³/d，现运行 3 台注水泵，日平均供水 18700m³左右，注水泵压 12.5MPa，干压 12.0MPa。主要担负孤岛油田西区及中一区部分注水井的注水任务，注水干线 4 条，带有站外配水间 21 座，

注水井 103 口。其中经过 8#配注站附近干线有 3 条，分别为中 1-3 干线、中二南干线、西 1-5 干线，各干线生产情况见表 2.5-6。

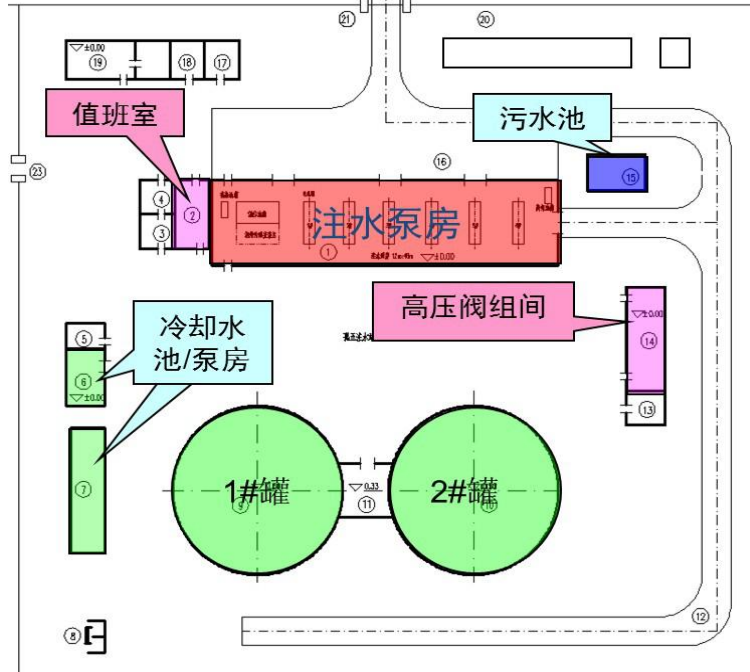


图 2.5-5 孤五注平面布置示意图

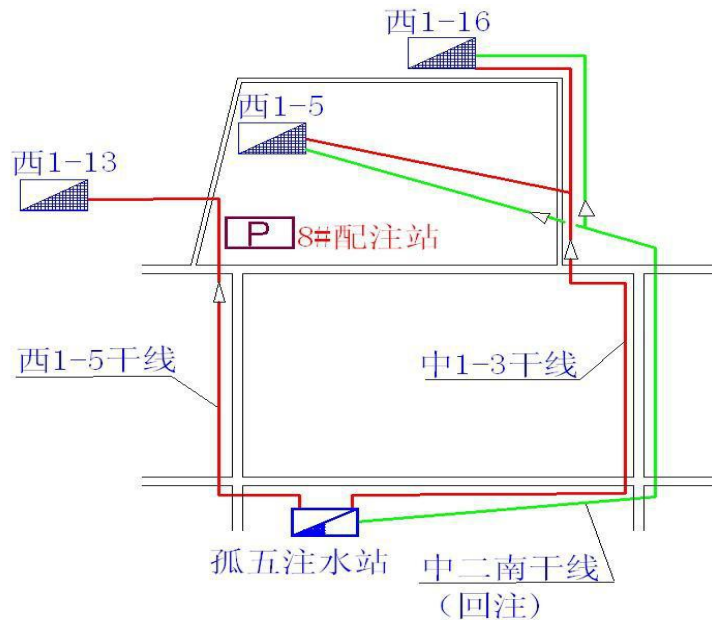


图 2.5-6 孤五注以北注水干线走向图

表2.5-6 8#配周边孤五注干线生产情况

| 序号 | 干线名称 | 所辖配水间名称 | 水量(m ³ d) | 管径(mm) | 长度(m) | 配水间干压(MPa) |
|----|--------------------------|--------------|----------------------|----------|-------|------------|
| 1 | 西一五干线 Φ 245x18, 2.9km | 西 1-7配水间 | 367 | Φ168×13 | 300 | 10.5 |
| 2 | | 西 1-6-1配水间 | 348 | Φ114×10 | 100 | 9.8 |
| 3 | | 西 1-6-2配水间 | 788 | Φ168×13 | 100 | 9.8 |
| 4 | | 西 1-9-2配水间 | 1279 | Φ168×13 | 800 | 9.3 |
| 5 | | 西 1-13配水间 | 1231 | Φ168×13 | 1200 | 9.7 |
| | | 合计 | 4013 | | | |
| 6 | 中一三干线 | 西 1-4-2配水间 | 1456 | Φ168×13 | 1000 | 11.6 |
| 7 | Φ 245x18, 3km | 西 1-2-1配水间 | 559 | Φ168×13 | 230 | 10.2 |
| 8 | | 西 1-2-2配水间 | 469 | Φ168×13 | 50 | 10.2 |
| 9 | | 西 1-1-2配水间 | 497 | Φ168×13 | 700 | 10.1 |
| 10 | | 西 1-16配水间 | 54 | Φ168×13 | 1400 | 8.6 |
| 11 | | 西 1-5-1配水间开发 | 473 | Φ168×13 | 800 | 8.2 |
| 12 | | 西 1-5-2配水间 | 643 | Φ168×13 | 80 | 8.3 |
| | | | 合计 | 4151 | | |
| 13 | 西区北干线 Φ 273x19, 3.0km | 西 1-8配水间 | 154 | Φ168×13 | 400 | 12 |
| 14 | | 西 1-4-1配水间 | 653 | Φ168×13 | 450 | 11.6 |
| 15 | | 西 1-3配水间 | 516 | Φ168×13 | 210 | 11 |
| 16 | | 西 1-1-1配水间 | 0 | Φ168×13 | 130 | 0 |
| 17 | | 西 1-5-1配水间回灌 | 781 | Φ 245×18 | 1210 | 10.4 |
| 18 | | 西 1-9-1配水间 | 478 | Φ114×10 | 860 | 9.9 |
| 19 | | 西 1-16配水间外 | 806 | Φ168×13 | 1400 | 9.9 |
| 20 | | GDX2-91 | 520 | Φ 89×9 | 150 | 10.2 |
| 21 | | GDGR6 | 700 | Φ114×9 | 600 | 8.8 |
| | | | 合计 | 4608 | | |

本次方案里的 47 口注入井除 1 口为油井转注外，其余均为老水井，目前 46 口水井配注量为 6000m³/d。

表 2.5-7 方案水井现状表

| 序号 | 注水井 | 所属配水间 | 所属干线 | 干线压力(MPa) | 井口实际压力 | 实注(m ³ /d) |
|----|----------|------------|-------|-----------|--------|-----------------------|
| 1 | GDX8-132 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 9.7 | 9.2 | 263 |
| 2 | GDX7-14 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 9.7 | 9 | 253 |
| 3 | GDX7-13 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 9.7 | 9.3 | 190 |

| 序号 | 注水井 | 所属配水间 | 所属干线 | 干线压力 (MPa) | 井口实际压力 | 实注 (m ³ /d) |
|----|----------|-------------|-------|------------|--------|------------------------|
| 4 | GDX7-15 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 9.7 | 9 | 177 |
| 5 | GDX6-171 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | GDX7-151 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | GDX7-12 | 西 1-13 配水间 | 西一五干线 | | | |
| 8 | GDX5-131 | 西 1-6-1 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 8.9 | 152 |
| 9 | GDX4-121 | 西 1-6-1 配水间 | 西一五干线 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | GDX4-112 | 西 1-6-1 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 9.4 | 199 |
| 11 | GDX5N9 | 西 1-6-1 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 8.7 | 98 |
| 12 | GDX5-122 | 西 1-6-2 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 7.4 | 229 |
| 13 | GDX5-12 | 西 1-6-2 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 9.8 | 177 |
| 14 | GDX5-11 | 西 1-6-2 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 8.9 | 187 |
| 15 | GDX5-10 | 西 1-6-2 配水间 | 西一五干线 | 9.8 | 8.6 | 195 |
| 16 | GDX5-82 | 西 1-7 配水间 | 西一五干线 | 10.5 | 9.1 | 223 |
| 17 | GDX7-8 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.3 | 8.7 | 214 |
| 18 | GDX6-101 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.34 | 8.9 | 123.6 |
| 19 | GDX7C111 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.34 | 8.1 | 277.7 |
| 20 | GDX7-111 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.34 | 8.6 | 235 |
| 21 | GDX7-102 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.34 | 8.5 | 302.5 |
| 22 | GDX6-92 | 西 1-9-2 配水间 | 西一五干线 | 9.34 | 8.8 | 126.5 |
| 23 | GDX3-14 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | 10.1 | 10 | 193 |
| 24 | GDX2-151 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | 10.1 | 9.8 | 34 |
| 25 | GDX3-142 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | 10.1 | 10.1 | 0 |
| 26 | GDX3-151 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | 10.1 | 8 | 270 |
| 27 | GDX3-16 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | | | |
| 28 | GDX3N15 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | | | |
| 29 | GDX3-13 | 西 1-1-2 配水间 | 中一三干线 | | | |
| 30 | GDX5-18 | 西 1-16 配水间 | 中一三干线 | 8.6 | 8 | 54.1 |
| 31 | GDX2-132 | 西 1-2-1 配水间 | 中一三干线 | 10.2 | 8.6 | 184 |
| 32 | GDX3-10 | 西 1-2-1 配水间 | 中一三干线 | 10.2 | 9.8 | 175 |

| 序号 | 注水井 | 所属配水间 | 所属干线 | 干线压力 (MPa) | 井口实际压力 | 实注 (m ³ /d) |
|----|-----------|-------------|-------|------------|--------|------------------------|
| 33 | GDX3-92 | 西 1-2-2 配水间 | 中一三干线 | 10.2 | 10.1 | 67 |
| 34 | GDX3-111 | 西 1-2-2 配水间 | 中一三干线 | 10.2 | 9 | 260 |
| 35 | GDX3-122 | 西 1-2-2 配水间 | 中一三干线 | | | |
| 36 | GDX3-11 | 西 1-2-2 配水间 | 中一三干线 | | | |
| 37 | GDX5-17 | 西 1-5-1 配水间 | 中一三干线 | 8.2 | 7.8 | 54.4 |
| 38 | GDX4-161 | 西 1-5-1 配水间 | 中一三干线 | 8.2 | 8 | 186 |
| 39 | GDX4-152 | 西 1-5-1 配水间 | 中一三干线 | 8.2 | 8 | 168 |
| 40 | GDX5-142 | 西 1-5-1 配水间 | 中一三干线 | 8.2 | 8.1 | 65 |
| 41 | GDX5C16 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 8 | 22 |
| 42 | GDX5XN171 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 7.8 | 127 |
| 43 | GDX6-132 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 7.4 | 110 |
| 44 | GDX5-162 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 7.6 | 67 |
| 45 | GDX6-141 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 7.6 | 101 |
| 46 | GDX5N15 | 西 1-5-2 配水间 | 中一三干线 | 8.3 | 7.6 | 216 |

2.5.5 集输系统现状

本工程隶属于孤岛采油厂采油管理五区，油区采用油井→计量站→接转站→联合站的三级布站模式，油井产液含水率高，采用单管不加热集输。目前区块产液 12500m³/d，产油 420t/d，产气 10395Nm³/d，含水 96.6%。本次注聚受效油井 65 口，单井产油量 120.14t/d，单井产液量 6098t/d，含水 98.03%。

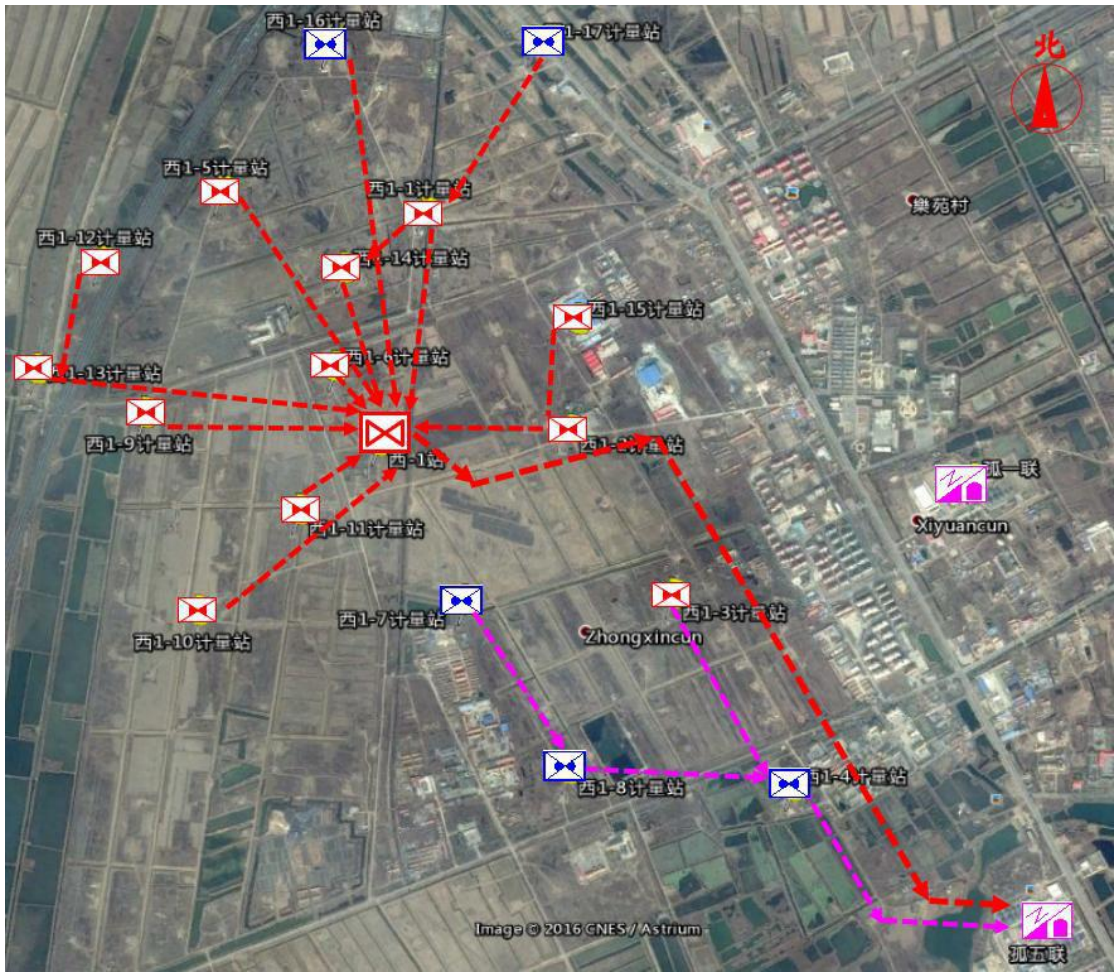


图2.5-7 西区北区块油气集输现状图

2.5.5.1 计量站现状

采油管理五区共管辖 16 座计量站。各计量站生产运行现状见表2.5-8。

表 2.5-8 西区北产能区块各计量站生产运行现状

| 站名 | 液量 (t/d) | 油量 (t/d) | 气量 (Nm ³ /d) | 含水 (%) | 站场压力 (MPa) | 站场温度 (°C) | 所辖油 井最大 回压 |
|-----------|-------------|-------------|----------------------------|-----------|---------------|--------------|------------------|
| 西 1-1 计量站 | 624 | 34.8 | 0 | 92.9 | 0.70 | 45 | 0.99 |
| 西 1-2 计量站 | 790 | 18 | 550 | 97.7 | 0.5 | 57 | 0.8 |
| 西 1-5 计量站 | 646 | 13.3 | 0 | 97.8 | 0.70 | 47 | 1.1 |
| 西 1-6 计量站 | 337.6 | 5.3 | 234 | 92.5 | 0.60 | 40 | 0.67 |

| 站名 | 液量 (t/d) | 油量 (t/d) | 气量 (Nm ³ /d) | 含水 (%) | 站场压力 (MPa) | 站场温度 (°C) | 所辖油 井最大 回压 |
|----------------|-------------|-------------|----------------------------|-----------|---------------|--------------|------------------|
| 西 1-9 计量站 | 1222.8 | 17.9 | 489 | 98.6 | 0.65 | 50 | 0.81 |
| 西 1-10 计量站 | 1197.5 | 25 | 1522 | 97.9 | 0.65 | 49 | 0.9 |
| 西 1-11 计量站 | 557.05 | 10.3 | 248 | 98.4 | 0.65 | 45 | 0.8 |
| 西 1-12 计量站 | 1122.9 | 34.2 | 510 | 94.6 | 0.75 | 50 | 0.95 |
| 西 1-13 计量站 | 1226.7 | 31.2 | 814 | 97.5 | 0.75 | 48 | 0.87 |
| 西 1-14 计量站 | 386.1 | 9.8 | 331 | 82.9 | 0.60 | 41 | 0.8 |
| 西 1-15 计量站 | 774 | 16.8 | 787 | 96.9 | 0.56 | 46 | 0.7 |
| 西 1-16 计量站 | 743 | 27.6 | 748 | 84.6 | 0.80 | 45 | 1.2 |
| 西 1-17 计量站 | 341 | 63.2 | 193 | 71.9 | 0.84 | 40 | 1.2 |
| 西一站外输线(汇总) | 10005 | 307 | 6426 | 96.9 | 0.5 | 50 | |
| 西 1-3 计量站 | 680 | 40 | 980 | 94.1 | 0.6 | 44 | 0.7 |
| 西 1-4 计量站 | 869.33 | 39.3 | 1855 | 85.9 | 0.5 | 42 | 0.7 |
| 西 1-8 计量站 | 942 | 34.3 | 1134 | 91.6 | 0.55 | 51.4 | 0.8 |
| 西 1-4 站外输线(汇总) | 2491.3 | 114 | 3969 | 95.4 | 0.5 | 42 | |

2.5.5.2 集输管网现状

西区北区块产液量通过两条集油干线输至孤五联合站处理。1 条为西 1 站至孤五联集油干线；另 1 条为西 1-4 计量站站至孤五联集油干线。西 1 站至孤五联集油干线及管辖各计量站集油支、干线管线规格、长度、建设时间、保温方式统计详见表 2.5-9。

表 2.5-9 西区北区块已建集油管线一览表

| 序号 | 计量站集油 管线起点 | 计量站集油 管线终点 | 管线管径 (mm) | 管线长度 (km) | 建设 时间 | 保温方式 |
|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|---------|
| 西 1 站~孤五联集油干线 | | | | | | |
| 1 | 西 1-1 计量站 | 西 1-14 计量站 | 159 | 0.25 | 1999.11 | 沥青防腐不保温 |
| 2 | 西 1-2 计量站 | 西一站 | 273 | 0.70 | 1991.03 | 沥青防腐不保温 |
| 3 | 西 1-5 计量站 | 西一站 | 159 | 1.05 | 1999.11 | 沥青防腐不保温 |

| 序号 | 计量站集油 管线起点 | 计量站集油 管线终点 | 管线管径 (mm) | 管线长度 (km) | 建设 时间 | 保温方式 |
|----|---------------|---------------|--------------|--------------|----------|------------|
| 4 | 西 16 计量站 | 西一站 | 159 | 0.30 | 1991.01 | 沥青防腐不保温 |
| 5 | 西 19 计量站 | 西一站 | 159 | 1.00 | 1991.01 | 沥青防腐不保温 |
| 6 | 西 110 计量站 | 西一站 | 159 | 0.85 | 2001.01 | 沥青防腐不保温 |
| 7 | 西 111 计量站 | 西一站 | 219 | 0.35 | 1990.12 | 沥青防腐不保温 |
| 8 | 西 112 计量站 | 西 113 计量站 | 219 | 0.44 | 1991.01 | 沥青防腐不保温 |
| 9 | 西 113 计量站 | 西一站 | 159 | 1.40 | 1983.02 | 沥青防腐不保温 |
| 10 | 西 114 计量站 | 西一站 | 159 | 0.60 | 1991.01 | 沥青防腐不保温 |
| 11 | 西 115 计量站 | 西 12 计量站 | 159 | 0.55 | 1991.01 | 沥青防腐不保温 |
| 12 | 西 116 计量站 | 西一站 | 159 | 1.40 | 1999.11 | 沥青防腐不保温 |
| 13 | 西 117 计量站 | 西 11 计量站 | 159 | 0.80 | 2007.07 | 沥青防腐不保温 |
| 14 | 西一站 | 孤五联 | 457 | 4.50 | 2012.01 | 聚氨酯保温 30mm |

2.5.5.3 孤五联合站现状

孤五联合站隶属于孤岛采油厂孤四管理区管辖，是孤岛厂处理液量最大的联合站，投产于 1985 年，具有管输进站、三相分离、原油沉降脱水、采出水处理、净化油外输等功能，主要负责孤四管理区、垦利联合站来液的处理任务，以及垦西联合站原油的外输任务。

孤五联合站建站初期设计脱水处理能力 $180 \times 10^4 \text{t/a}$ ，原油处理外输能力 $150 \times 10^4 \text{t/a}$ ，采出水处理能力为 $40000 \text{m}^3/\text{d}$ ，天然气外输能力 $40000 \text{m}^3/\text{d}$ 。该站自建成投产后，经过 4 次调整改造，目前孤五联合站脱水处理能力为 $48000 \text{m}^3/\text{d}$ ，原油外输能力 $175 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

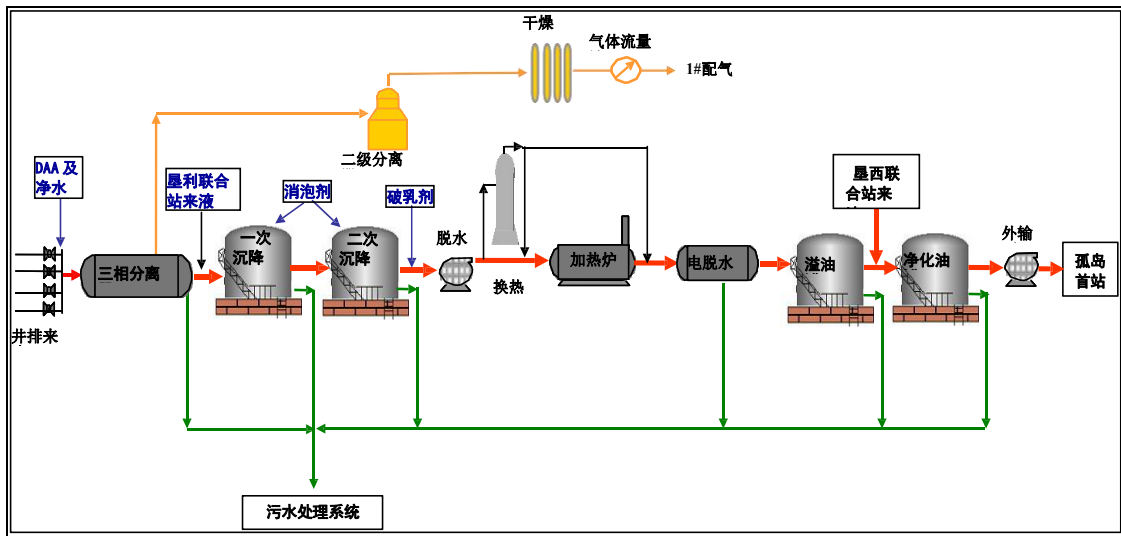


图 2.5-7 孤五联工艺流程示意图

流程描述：进站来液经站内阀组进入三相分离器，进行油、气、水三相分离，天然气经站内二级分离器分离后输至 1#配气站，含油污水进入站内污水处理系统，含水原油与垦利联合站来液一同进入一次沉降罐、二次沉降罐沉降脱水，经二次沉降后含水率为 25% 的低含水原油经脱水泵增压，与换热器换热升温后进入原油电脱水器，经过电化学脱水后含水率在 3%~5% 的原油经溢油罐后进入净化油罐(净化油罐接收垦西联来油 350t/d)，原油含水率 $\leq 2\%$ 后，经外输泵增压、计量后输送到孤岛首站。孤五联合站内主要设备见表 2.5-10。

表 2.5-10 孤五联合站主要工艺设备

| 类型 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 投产时间 | 运行工况 | 备注 |
|------|-------|--------------------------|----|--------|---------|-------|
| 压力容器 | 三相分离器 | $\Phi 4000 \times 20136$ | 1 | 2017 年 | 在用 | |
| | | $\Phi 4000 \times 17912$ | 3 | 2010 年 | 在用 | |
| | | $\Phi 4000 \times 17600$ | 1 | 2009 年 | 停用 | |
| | | $\Phi 4000 \times 17200$ | 1 | 2007 年 | 停用 | |
| | 电脱水器 | $\Phi 3000 \times 12608$ | 5 | 2017 年 | 在用 | |
| 常压容器 | 一次沉降罐 | 5000m^3 | 2 | 1985 年 | 1 用 1 备 | |
| | 二次沉降罐 | 5000m^3 | 2 | 1985 年 | 1 用 1 备 | |
| | 三次沉降罐 | 5000m^3 | 1 | 2017 年 | 在用 | 兼净化油罐 |

| 类型 | 名称 | 规格型号 | 数量 | 投产时间 | 运行工况 | 备注 |
|------|--------------|------------------------------|----|--------|------|---------|
| | 净化油罐 | 5000m ³ | 1 | 1985 年 | 在用 | |
| | | 3000m ³ | 1 | 1985 年 | 在用 | |
| 动力设备 | 外输泵 (离心泵) | Q=200m ³ /h H=66m | 1 | 2015 年 | 在用 | N=75kW |
| | | Q=200m ³ /h H=66m | 1 | 2016 年 | 备用 | N=75kW |
| | 脱水泵 (离心泵) | Q=230m ³ /h H=60m | 1 | 2016 年 | 备用 | N=75kW |
| | | Q=250m ³ /h H=65m | 1 | 2017 年 | 在用 | N=90kW |
| | | Q=250m ³ /h H=65m | 1 | 2017 年 | 备用 | N=90kW |
| | | Q=350m ³ /h H=65m | 1 | 2007 年 | 备用 | N=110kW |
| 加热设备 | 加热炉 | 1750KW | 2 | 2015 年 | 在用 | |
| | | 1750KW | 1 | 2013 年 | 在用 | |
| | | 1750KW | 1 | 2009 年 | 在用 | |
| | 螺旋板式换热器 | 换热面积=160m ² | 8 | 2009 年 | 在用 | 脱水加热 |
| | | 换热面积=160m ² | 4 | 2009 年 | 停用 | 分水加热 |

2.5.6 电力系统现状

该区域 8#配注站周边主要有 35kV 孤压变（2x6300kVA，目前正常负荷约 3000kW），110kV 孤五变（2x31500kVA，目前正常负荷约 35000kW）及 35kV 孤一变（2x10000kVA，目前正常负荷约 9000kW）。

8#配注站内已建南注入泵房目前设 2 台 315kVA 的电力变压器，配电室内设 9 面 GCS 柜。变压器运行 1 台，备用 1 台，计算负荷 258kW，其中一、二级负荷 195kW。电源引自 6kV 西苑线及 6kV 压西线。目前 6kV 西苑线线路运行电流 100A 左右，6kV 压西线线路运行电流 140A 左右。正常时 2 回线路分列运行，电网检修时压西线与西苑线环网运行。8#配注站内现主要运行的设备为南调配注入操作间内的设备，已建北注入泵房、东注入泵房、采出水提升泵房内用电设备及电源均已拆除。

2.5.7 自控、通信系统现状

8#配注站已建 PLC 系统 1 套，视频监控系统 1 套，包括 5 部摄像机、1 台 8 口数字硬盘录像

机和监控工作站 1 套。8#配注站已接入采油厂局域网。站外现有配水间及油井均已按照四化标准进行配套。

2.6 工艺方案

2.6.1 注聚系统

2.6.1.1 设计方案

根据井位分布，有 5 口注入井位于黄河故道东大堤西侧，大堤东侧为东营东港高速，8#配注站位于东港高速东侧，黄河故道东大堤内不允许新增地面设施，大堤西侧 5 口井均要从 8#配注站引单井注入管线，每条管线跨大堤、穿高速手续费用合计 70 万元。另外该试验区东部、南部另有 12 口井，距离中心位置的 8#配注站距离较远，若都从 8#配注站引单井管线，管线投资较大，且 8#配注站内可利用空间有限，不能管辖如此多井，根据井位及配注站能力，设计在 8#配注站站外新建 1 座橇装注入站。

改造 8#配注站，管辖 35 口注入井，再新建 1 座橇装注入站，管辖 12 口注入井。8#配注站将配好的母液、处理后的污水分别经新建母液外输泵、注水泵增压后，分别通过母液管线、高压污水管线输送到各注入站。在注采管理 503 站西南侧西 1-2 计量站附近建 1 座 8#-4 注入站，管辖 12 口注入井。

2.6.1.2 设计规模及设计压力等级

1) 设计规模

(1) 5000mg/l 的聚合物母液

前置段塞：3084m³/d 主段塞：2467m³/d

(2) 清水需求

前置段塞：3084m³/d。主段塞：2467m³/d。

(3) 高压稀释水

前置段塞：2056m³/d。主段塞：2673m³/d。

(4) 石油磺酸盐量：10m³/d

(5) 表面活性剂量：10m³/d

表 2.6-1 各站设计规模一览表

| 名称 | 所辖井数(口) | 配母液量(m ³ /d) | 稀释用水(m ³ /d) | 注入液量(m ³ /d) | 注母液量(m ³ /d) | 高压稀释水量(m ³ /d) | 石油磺酸盐(m ³ /d) | 表面活性剂(m ³ /d) |
|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 8#配注站 | 35 | 3084 | 2673 | 3770 | 2260 | 1960 | 10 | 10 |
| 8#-4注入站 | 12 | | | 1370 | 824 | 713 | | |

2.6.1.3 设计压力等级

目前该区块注水井口油压主要集中在 7.5~10MPa 之间，转非均相驱后，注入过程中压力上升幅度控制在 2MPa 左右（调研了 8#-3 注入站注入井实施后压力增加约 2MPa），因此本次地面工程高压注入系统设计压力为 16MPa，清水、采出水来水、母液外输系统设计压力等级为 1.6MPa。

2.6.1.4 工艺流程

1) 母液配制、注入系统

本项目采用吨袋密闭投料，采用 2 套吨袋投料装置，2 套水射流分散装置，分别用于聚合物与 PPG 投料，两种干粉均使用带卸

料嘴的吨袋包装，投料工操作吊车转料就位，投料口压环密封，吨包袋抽线卸料，干粉进入加料斗干粉经螺旋提升机送入下料仓，站外来低压清水进入清水罐储存，然后经清水泵加压、计量后通过文丘利式水射器，下料仓的干粉在振荡器的作用下进入水粉混合器，在水射流的作用下干粉与水在水粉混合器中混合，初步混合后的两种干粉，进入高效混合器进行不同干粉溶液的混合，然后进入熟化橇进行搅拌熟化，3 座熟化橇串连运行。

熟化后的一部分母液经喂入泵出口过滤后，送至 8#配注站内的各注入泵，升压至相应压力（采用一泵一井成熟流程），高压母液经计量后与计量后的高压稀释水再经过高压静态混合器混合成给定浓度的注入液，输送到井口注入地层。另外一部分母液经母液外输泵输送至注入站，经过滤后至各注入泵，升压后与高压水混配注入地下。

2) 石油磺酸盐或表面活性剂配制、注入系统罐车拉来的石油磺酸盐或表面活性剂经卸料泵分别进入各自储罐，然后经提升泵升压，在母液喂入泵、外输泵出口分别进入低压静混器混合，混合后的母液母液喂入泵、外输泵提升，分别进入站内注入泵、站外注入站注入泵，注入泵升压计量后与计量后的高压水混合，注入井口。

2.6.1.5 主要设备、管材选型

1) 主要设备、管材选型

(1) 8#配注站

①分散装置

②清水罐

站内已建 700m³清水罐 1 座,有效容积 560m³,现使用清水 620m³/d,本工程需要清水 3084m³/d,共需清水 3704m³/d,清水有效缓冲时间 4h,满足生产要求。

③熟化橇

新建工程需配制母液 3084m³/d,采用连续熟化工艺,选用 100m³熟化橇块 3 座,串连运行,可满足母液熟化 2h 的时间要求。

④母液喂入泵

新建母液喂入泵(螺杆泵) Q=50m³/h、P=0.6MPa N=37kW 3 台(2 用 1 备),配套变频器调节。

⑤母液外输泵

新建母液外输泵(螺杆泵) Q=40m³/h、P=1.6MPa N=55kW 2 台(1 用 1 备),配套变频器调节。

⑥清水泵

新建清水泵(离心泵) Q=65m³/h H=80m N=37kW 3 台(2 用 1 备),分别向分散装置供水。

⑧石油磺酸盐及表面活性剂设备

本项目需石油磺酸盐量 10m³/d,已建孤岛西区石油磺酸盐量 3.75m³/d,合计 13.75m³/d,已建的 60m³石油磺酸盐罐储液时间 2.5 天;本项目需表面活性剂量 10m³/d,已建孤岛西区表面活性剂量 1.8m³/d,合计 11.8m³/d,已建的 35m³表面活性剂罐储液时间 2.5 天,60m³石油磺酸盐罐及 35m³表面活性剂罐储存时间短,不方便生产。本项目与现有站内注入的石油磺酸盐性质相同,表面活性剂性质不同,因此,把已建的 60m³石油磺酸盐罐改为本项目表面活性剂储

罐使用，储存时间 5.2 天。新建 1 座 150m^3 的石油磺酸盐搅拌罐，存储本项目所需以及现有石油磺酸盐共用，储存时间 9 天。石油磺酸盐搅拌罐配套防爆搅拌电机 22kW ，为了保持冬季罐内的温度，采用电加热棒加热（ $N=10\text{kW}$ ），罐体外设保温。

新建站内石油磺酸盐、表面活性剂泵橇（3 泵，2 用 1 备）1 套， $Q=3\times 350\text{L/h}$ 、 $PN=0.6\text{MPa}$ 、 $N=1.5\text{kW}$ ，设变频调节。

新建外输石油磺酸盐、表面活性剂泵橇（3 泵 2 用 1 互备）1 套， $Q=3\times 150\text{L/h}$ 、 $PN=1.6\text{MPa}$ 、 $N=1.1\text{kW}$ ，设变频调节。

⑧注入泵

南注入泵房安装 12 台注入泵，管辖 11 口注入井；北注入泵房安装 23 台注入泵，管辖 20 口注入井，东注水泵房安装 5 台注入泵，管辖 4 口注入井。共设 40 台注入泵，35 台工作，5 台备用。每台注入泵均配备有变频器，以便调节排量。注入泵排量在 $3\text{m}^3\text{-}4\text{m}^3/\text{h}$ 。

⑨注水泵

东注水泵房新建 3 台 $Q=60\text{m}^3/\text{h}$ $P=16\text{MPa}$ $N=355\text{kW}$ 注水泵（2 用 1 备）设变频调节。

⑩喂水泵

东注水泵房新建 3 台 $Q=80\text{m}^3/\text{h}$ $H=32\text{m}$ $N=22\text{kW}$ 喂水泵（2 用 1 备）。

2) 8#-4 橇装注入站

管辖 12 口注入井，需母液量 $824\text{m}^3/\text{d}$ ，选用 1 台 $40\text{m}^3/\text{h}$ 的过滤器。选用 $2.5\text{-}5\text{m}^3/\text{h}$ 16MPa 型注入泵 14 台，12 运 2 备。

站内安装 3 泵式注入泵橇 4 座，2 泵式注入泵橇 1 座，1 台过滤器

40m³/h，箱变 1 座，监控值班橇房 1 座。

3) 站外工艺管线

①母液外输管线

根据规范中对流速的要求，选择母液外输管线管径的依据是流速不大于 0.6m/s。为降低母液输送过程中的粘度损失，母液外输管线选用玻璃钢管线。

自 8#配注站至 8#-4 注入站 1.4km，需要母液 824 m³/d，选用玻璃钢管线 DN150 1.6MPa 流速 V=0.53m/s，沿程损失 11m。

②高压稀释水外输管线

高压稀释水外输管线采用 20#无缝钢管自 8#配注站至 8#-4 注入站 1.4km，需要高压稀释水 713 m³/d，选用 Φ168x13 流速 V=0.54m/s，沿程损失 10m。

③单井注入管线

由于本次试验区周边为马场农业用地，工农关系复杂，要开发建设，因此本项目站外单井注入管线选用玻璃钢增强复合管，该种管线基材为无缝钢管，内壁以新技术衬敷高密度聚乙烯塑料（HDPE）、外壁采用玻璃纤维热固性树脂塑料防腐。产品同时具有钢管的强度和塑料的耐腐蚀性，管线采用丝扣连接，铺设简单。

单井注入管线根据各井配注量，配注量≤100m³/d 的管径选用 Φ60x5（流速≤0.58m/s，压降≤0.2MPa），配注量>100m³/d 的管径选用 Φ76x6（流速≤0.65m/s，压降≤0.2MPa）。

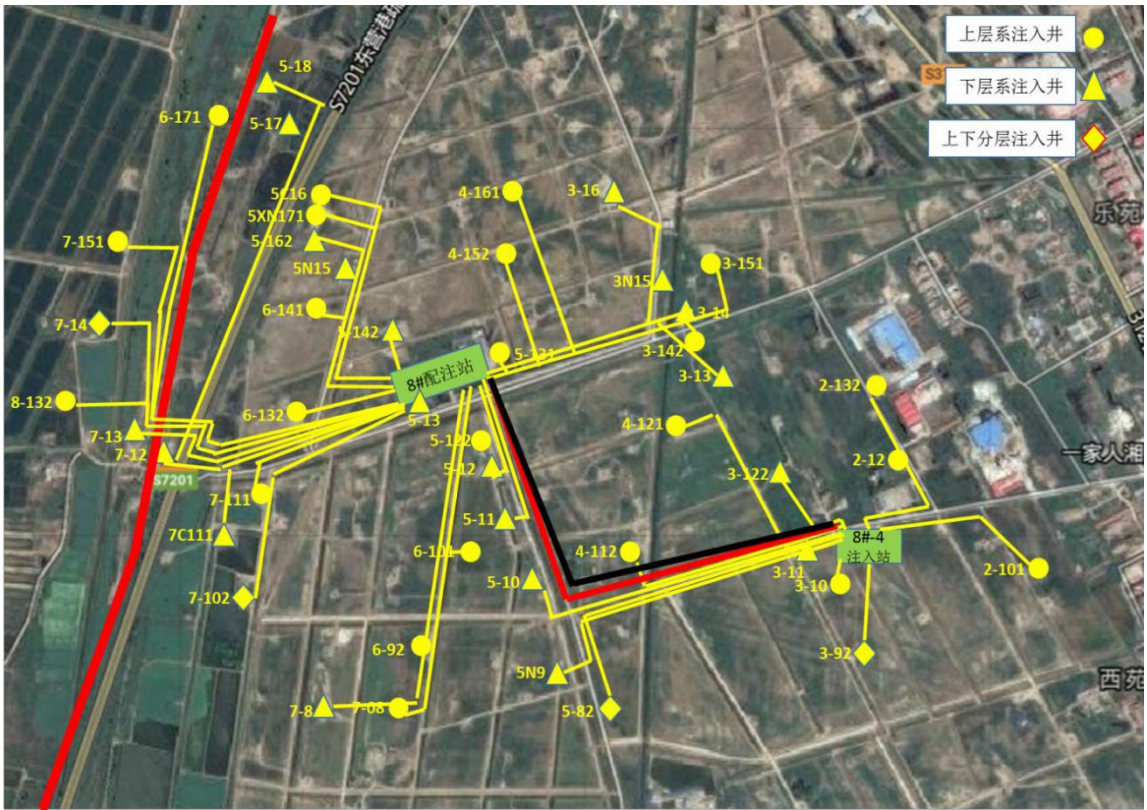


图 2.6-1 站外单井注入管线走向示意图

表 2.6-2 单井管线规格、长度

| 所属注入站 | 序号 | 井号 | 配注量 (m ³ /d) | 管线规格 | 长度 (m) | 配套井口 |
|-------|----|----------|----------------------------|------|--------|------|
| 8#配注站 | 1 | GDX5XN1 | 90 | 60x5 | 820 | |
| | 2 | GDX5C16 | 90 | 60x5 | 820 | |
| | 3 | GDX6-141 | 90 | 60x5 | 565 | |
| | 4 | GDX6-132 | 90 | 60x5 | 360 | |
| | 5 | GDX7-111 | 90 | 60x5 | 620 | |
| | 6 | GDX4-161 | 50 | 60x5 | 1105 | |
| | 7 | GDX4-152 | 90 | 60x5 | 885 | |
| | 8 | GDX5-131 | 90 | 60x5 | 50 | |
| | 9 | GDX5-122 | 90 | 60x5 | 285 | |
| | 10 | GDX6-92 | 30 | 60x5 | 634 | |
| | 11 | GDX7-08 | 90 | 60x5 | 860 | |
| | 12 | GDX3-151 | 50 | 60x5 | 745 | |
| | 13 | GDX5-162 | 70 | 60x5 | 755 | |
| | 14 | GDX5N15 | 70 | 60x5 | 530 | |
| | 15 | GDX5-13 | 70 | 60x5 | 50 | |
| | 15 | GDX5-12 | 100 | 60x5 | 236 | |
| | 17 | GDX5-11 | 100 | 60x5 | 368 | |

| 所属注入站 | 序号 | 井号 | 配注量 (m ³ /d) | 管线规格 | 长度 (m) | 配套井口 |
|----------|----|----------|----------------------------|-------------|--------------|----------|
| | 18 | GDX6-171 | 50 | 60x5 | 1420 | |
| | 19 | GDX7-151 | 50 | 60x5 | 1320 | |
| | 小计 | | | | 12428 | |
| | 20 | GDX7-14 | 100 | 60x5 | 1260 | 配套分层注聚井口 |
| | 21 | GDX6-101 | 120 | 76x6 | 465 | |
| | 22 | GDX7-12 | 120 | 76x6 | 760 | |
| | 23 | GDX7C11 | 120 | 76x6 | 765 | |
| | 24 | GDX7-8 | 120 | 76x6 | 1001 | |
| | 25 | GDX5-18 | 120 | 76x6 | 1320 | |
| | 26 | GDX5-17 | 120 | 76x6 | 1220 | |
| | 27 | GDX7-13 | 120 | 76x6 | 1050 | |
| | 28 | GDX3-16 | 120 | 76x6 | 782 | 配套单层注聚井口 |
| | 29 | GDX3N15 | 120 | 76x6 | 635 | |
| | 30 | GDX3-14 | 120 | 76x6 | 530 | |
| | 31 | GDX3-142 | 130 | 76x6 | 615 | |
| | 32 | GDX8-132 | 120 | 76x6 | 1160 | |
| | 33 | GDX7-102 | 200 | 76x6 | 870 | 配套分层注聚井口 |
| | 34 | GDX5-142 | 140 | 76x6 | 450 | |
| | 35 | GDX3-13 | 120 | 76x6 | 870 | |
| | 小计 | | | | 13753 | |
| 8#-4 注入站 | 1 | GDX2-12 | 70 | 60x5 | 350 | |
| | 2 | GDX3-10 | 90 | 60x5 | 150 | |
| | 3 | GDX3-11 | 70 | 60x5 | 150 | |
| | 4 | GDX2-101 | 30 | 60x5 | 650 | |
| | 5 | GDX4-121 | 100 | 60x5 | 750 | |
| | 6 | GDX4-112 | 70 | 60x5 | 730 | |
| | 7 | GDX5-10 | 50 | 60x5 | 880 | |
| | 小计 | | | | 3660 | |
| | 8 | GDX2-132 | 110 | 76x6 | 700 | |
| | 9 | GDX3-92 | 170 | 76x6 | 300 | 配套分层注聚井口 |
| | 10 | GDX3-122 | 140 | 76x6 | 350 | |
| | 11 | GDX5N9 | 120 | 76x6 | 930 | |
| | 12 | GDX5-82 | 200 | 76x6 | 950 | 配套分层注聚井口 |
| 小计 | | | | 3230 | | |

2.6.1.6 孤东辛输气管线迁建

为解决 8#配注站占压孤东辛输气管线问题，设计对孤东辛输

气管线占压段进行改线，迁出 8#配注站。改建管线从北侧绕过 8#配注站与已建管线连接。新建管线浅埋敷设，管顶距原始自然地坪 1.2m，总长度约 400m。管线改造走向示意图见附图 2.6-3。

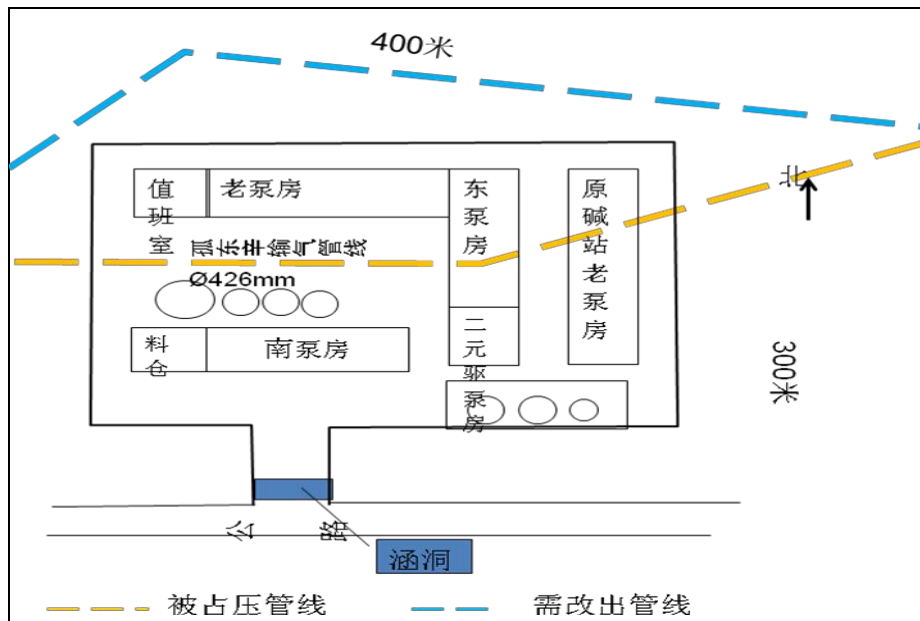


图 2.6-3 迁建管线走向示意图

由于孤东辛输气管线是重要的供气干线，停输会造成天然气无法输送至集贤站和东营压气站，不能保证生产和生活用气。因此，采用接旁通不停输方式，其中带压开孔一处，带压封堵 2 处。

2.6.1.7 工艺部分主要工程量

表 2.6-3 工艺部分主要工程量

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|-------|--|----|----|
| 站内部分 | | | |
| 8#配注站 | | | |
| (1) | 已建南注入泵房 | | |
| 1) | 注入泵 Q=3.0-4.0m ³ /h P=16MPa N=22kW | 台 | 12 |
| 2) | 混配管汇 | 套 | 11 |
| 3) | 母液外输泵（单螺杆泵）Q=40m ³ /h P=1.6MPa N=55kW | 台 | 2 |
| 4) | 母液喂入泵（单螺杆泵）Q=50m ³ /h P=0.6MPa N=37kW | 台 | 3 |
| 5) | 母液过滤器100m ³ /h0.6MPa DN250 | 台 | 1 |
| 6) | 低压混配器DN2500.6MPa | 台 | 1 |
| 7) | 低压混配器DN1501.6MPa | 台 | 1 |
| 8) | 65 ³ /h 0.6MPa 水射流分散装置 | 座 | 2 |
| (2) | 新建干粉库房 | | |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|-----|--|----|----|
| 1) | 干粉吨包拆袋下料装置 | 套 | 2 |
| (3) | 新建清水泵房 | | |
| 1) | 清水提升泵 (离心泵) Q=65m ³ /h H=80m N=37kW | 台 | 3 |
| 2) | 清水提升泵 (管道泵) Q=150m ³ /h H=20m N=15kW | 台 | 1 |
| (4) | 已建污水提升泵房 | | |
| 1) | 污水提升泵 (卧式离心泵) Q=130m ³ /h H=40m N=37kW | 台 | 2 |
| 2) | 鼓风机 250 m ³ N/h N=15kW | 台 | 2 |
| 3) | 脱氧剂加药装置 Q=16L/h H=1.0MPa N=0.55kW | 套 | 1 |
| 4) | 生物调控剂加药装置 Q= 48L/h H=1.0MPa N=0.55kW | 套 | 1 |
| (5) | 已建东注水泵房 | | |
| 1) | 喂水泵 Q=80m ³ /h H=32m N=22kW | 台 | 3 |
| 2) | 注水泵 Q=60m ³ /h P=16MPa N=355kW | 台 | 3 |
| 3) | 注入泵 Q=3.0-4.0m ³ /h P=16MPa N=22kW | 台 | 5 |
| 4) | 混配管汇 | 套 | 4 |
| (6) | 已建北注入泵房 | | |
| 1) | 注入泵 Q=3.0-4.0m ³ /h P=16MPa N=22kW | 台 | 23 |
| 2) | 混配管汇 | 套 | 20 |
| (7) | 新建加药泵房 | | |
| 1) | 石油磺酸盐、表面活性剂泵橇 (3 台螺杆泵) Q=3x350L/h P=0.6MPa N=1.5kW | 套 | 1 |
| 2) | 石油磺酸盐、表面活性剂泵橇 (3 台螺杆泵) Q=3x150L/h P=1.6MPa N=1.1kW | 套 | 1 |
| 3) | 低压混配器DN500.6MPa | 台 | 1 |
| 4) | 低压混配器DN501.6MPa | 台 | 1 |
| (8) | 已建辅助房间 | | |
| 1) | 化验设备 | 套 | 1 |
| (9) | 站场部分 | | |
| 1) | 100m ³ 连续熟化橇块 | 座 | 3 |
| 2) | 300m ³ 玻璃钢曝氧罐 (内含曝气系统) | 座 | 1 |
| 3) | 700m ³ 玻璃钢注水罐 | 座 | 1 |
| 4) | 150m ³ 石油磺酸盐罐 (电加热 N=10kW) | 座 | 1 |
| 5) | 石油磺酸盐罐搅拌机N=22kW | 台 | 1 |
| 6) | 污水回收泵 (立式螺杆, 防爆电机) Q=15m ³ /h H=1.2MPa N=15kW | 台 | 2 |
| 7) | 推车式磷酸铵盐干粉灭火器MFTZ/ABC50 | 具 | 10 |
| 8) | 手提式磷酸铵盐干粉灭火器MFZ/ABC8 | 具 | 30 |
| 9) | 灭火器箱XMDDS -42 | 具 | 15 |
| 10) | 站内管网 | 套 | 1 |
| 二 | 新建 8#-4 橇装注入站 | | |
| 1) | 2 泵式注入橇块单台 Q=3.0-4.0m ³ /h P=16MPa N=22kW | 座 | 1 |
| 2) | 3 泵式注入橇块单台 Q=3.0-4.0m ³ /h P=16MPa N=22kW | 座 | 4 |
| 3) | 监控值班橇 | 座 | 1 |
| 4) | 站内管网 | 套 | 1 |
| 5) | 20m ³ (玻璃钢) 污水罐 | 座 | 1 |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|----|---|----------------|-------|
| 6) | 液下泵 25m ³ /h H=150m N=22kW | 台 | 1 |
| 7) | 母液过滤器 40m ³ /h 1.6MPa DN150 | 台 | 1 |
| 三 | 站外部分 | | |
| 一 | 8#配注站站外 | | |
| 1) | 单井注入管线玻璃钢增强复合管（内衬钢管）Φ 60x5 | m | 12428 |
| 2) | 单井注入管线玻璃钢增强复合管（内衬钢管）Φ 76x6 | m | 13623 |
| 3) | 管线套管焊接钢管 Φ165x4.5 2PE 外防 | m | 1585 |
| 4) | 分层注聚井口工艺安装 16MPa | 套 | 3 |
| 5) | 单层注聚井口工艺安装 16MPa | 套 | 1 |
| 二 | 8#-4 注入站站外 | | |
| 1) | 单井注入管线玻璃钢增强复合管（内衬钢管）Φ 60x5 | m | 3660 |
| 2) | 单井注入管线玻璃钢增强复合管（内衬钢管）Φ 76x6 | m | 3230 |
| 3) | 分层注聚井口工艺安装 16MPa | 套 | 2 |
| 4) | 8#配-8#-4 站母液外输管线玻璃钢管 DN150 1.6MPa | m | 1400 |
| 5) | 8#配-8#-4 站高压污水管线无缝钢管 Φ168x13 20# HT515 内防, 2PE 外防 | m | 1400 |
| 6) | 管线套管焊接钢管 Φ165x4.5 2PE 外防 | m | 405 |
| 7) | 管线套管螺纹钢管 Φ 219x7.2 2PE 外防 | m | 200 |
| 四 | 输气管线迁建 | | |
| 1) | 天然气管线 DN400 20# | m | 400 |
| 2) | 管道交叉 | 次 | 1 |
| 3) | 施工便道（路宽 3.5m） | m | 40 |
| 4) | 带压封堵 DN400 双封双堵 | 处 | 1 |
| 5) | 水泥地面拆除恢复 | m ² | 180 |
| 6) | 阴极保护 | 项 | 1 |

2.6.2 采出水处理系统

2.6.2.1 水源选择

根据注聚开发要求，聚合物稀释用水为净化后采出水，用量为 2673m³/d。孤岛采油厂整个采出水系统中孤一联合站富余 7520m³/d 水量进入调水管网，可满足本项目稀释用水水量要求。

2.6.2.2 稀释用水水质指标

稀释用水水质要求见表 2.6-4。

表 2.6-4 稀释用水水质指标

| 水质项目 | 推荐水质控制指标 |
|-------------|----------|
| 化学需氧量, mg/L | <500 |
| 溶解氧含量, mg/L | 0 |

| 水质项目 | 推荐水质控制指标 |
|----------------|----------|
| 二价铁离子含量, mg/L | 0 |
| 二价硫离子含量, mg/L | 0 |
| 硫酸盐还原菌含量, 个/mL | 0 |
| 含油量, mg/L | <50 |
| 悬浮物固体含量, mg/L | <10 |

2.6.2.3 存在问题及分析

目前孤一联净化后采出水水质见表 2.6-5。

表 2.6-5 孤一联合站出水水质

| 序号 | 水质项目 | 处理后水质 | 配注采出水指标 |
|----|---------------------|-------|---------|
| 1 | 含油量, mg/L | 28.1 | <50 |
| 2 | 悬浮固体含量, mg/L | 1.3 | <10 |
| 3 | 二价铁离子含量, mg/L | 1.42 | <0.5 |
| 4 | SRB, 个/mL | 25 | 0 |
| 5 | 硫化物含量, mg/L | 0.6 | 0 |
| 6 | 化学需氧量, mg/L | 600 | <500 |
| 7 | 溶解氧含量, mg/L | 0.15 | 0 |
| 8 | 平均腐蚀速率, mm/a | 0.065 | — |
| 9 | 粒径中值, μm | 3.5 | — |

根据地质方案要求的稀释用水水质与孤一联净化后采出水的对比情况可以看出, 孤一联合站净化后采出水的溶氧、 Fe^{2+} 、SRB、硫化物等含量超出稀释用水水质指标, 会造成聚合物溶液的降解, 影响聚合物溶液的长期稳定性, 为保证聚合物溶液的长期稳定性, 必须根据地质方案要求的稀释用水水质进行处理, 以满足该区块注入水质需求。

2.6.2.4 采出水处理前期研究

(1) 工艺研究

由于采出水中的二价铁离子、硫离子 ($\text{Fe}^{2+}=1.42\text{mg/L}$, $\text{S}^{2-}=0.6\text{mg/L}$, 化学需氧量=600mg/L, SRB=25 个/mL) 等不满足配聚

用采出水水质（ $\text{Fe}^{2+}=0.5\text{mg/L}$ ， $\text{S}^{2-}=0\text{mg/L}$ ，化学需氧量 $<500\text{mg/L}$ ， $\text{SRB}=0$ 个/mL）要求。油气田废水中常用的铁离子处理方法主要用络合或者氧化沉淀、锰砂过滤器等方法处理，络合处理过程中，络合剂用量较大成本较高。氧化沉淀的方法包括曝氧和电化学方法等，处理后对后续工艺有一定的腐蚀性，需要进行控制。

水合联氨 $\text{N}_2\text{H}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ 是一种脱氧剂，它能使水中的溶解氧还原，被用于进一步去除锅炉给水经热力除氧后的残留微量溶解氧。具有腐蚀性、渗透性，能与水、醇任意混合。

本工程选择曝气氧化工艺来去除采出水中还原性物质，目前油田常用是采用通过空气曝氧来氧化采出水中还原性物质，降低采出水中 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、化学需氧量及 SRB 细菌。为控制风量,有效曝氧除 Fe^{2+} 、 S^{2-} ，曝氧设备变频调节，根据实际生产可调节运行参数，满足生产需要。

曝气氧化工艺除二价铁离子，为防止含氧超标，需投加脱氧剂。

由于大部分 SRB 菌附着在管壁、罐底污泥内，无法杀灭生物膜内部的 SRB 菌，通过曝氧不能从根源上消除，考虑采用生物竞争抑制的方法进一步除硫。

生物抑制原理：特种菌将 SRB 菌代谢形成的 H_2S 分解掉，同时特种菌与 SRB 菌争夺营养，形成生物脱硫抑硫体系，去除采出水中存在的硫化物（生物脱硫），同时抑制 SRB 菌不在产生新的硫化物（生物抑硫）。

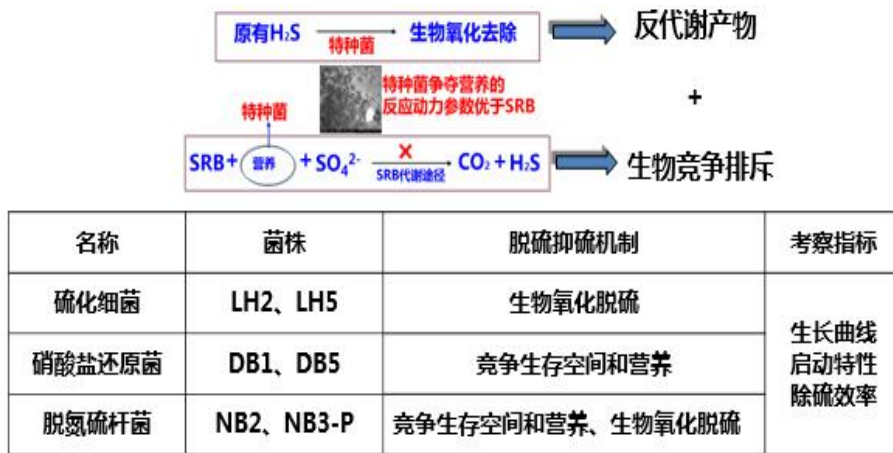


图 2.6-3 生物调控剂作用原理图

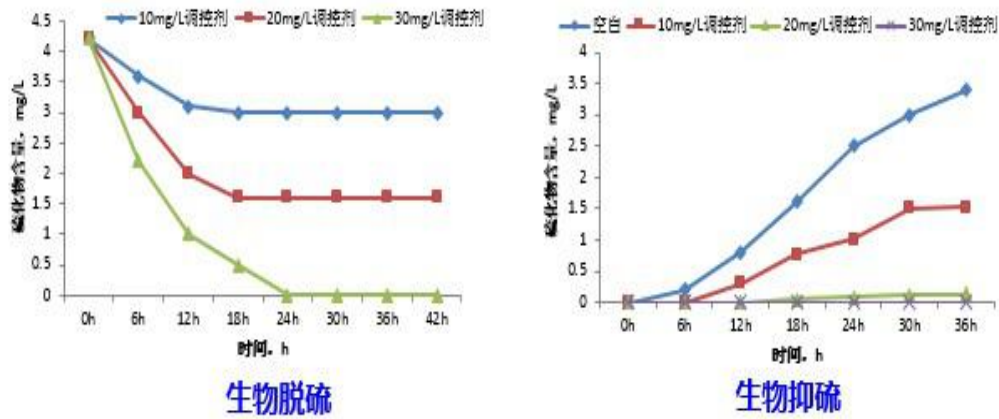


图 2.6-4 生物调控剂脱硫抑硫曲线

该生物调控剂在孤岛进行了现场应用，试验效果良好， S^{2-} 含量由 3.5mg/L 降至 0.2mg/L 以下，采出水粘度大幅度提升，东区北（53 口）井口平均粘度由 17mPa.s 上升至 35mPa.s。

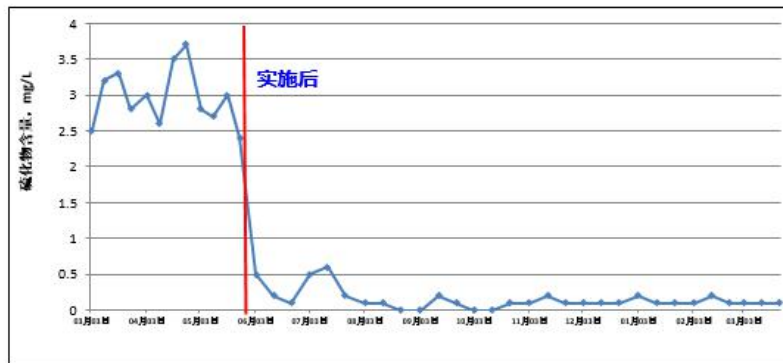


图 2.6-5 生物调控剂试验前后含硫量变化曲线

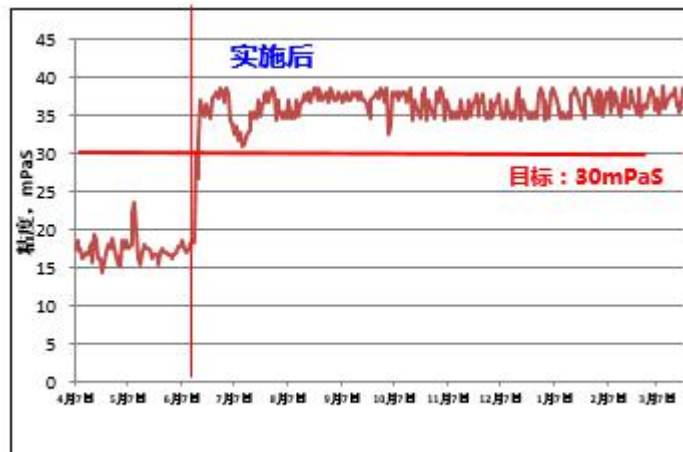


图 2.6-6 生物调控剂试验前后采出水粘度变化曲线

同时，相关部门于 2018 年 1 月份在陈庄联合站进行了现场试验，对单独曝气、生物处理和曝气后生物处理三种工况进行了对比分析，不同工况对采出水粘度的影响曲线见下图所示。

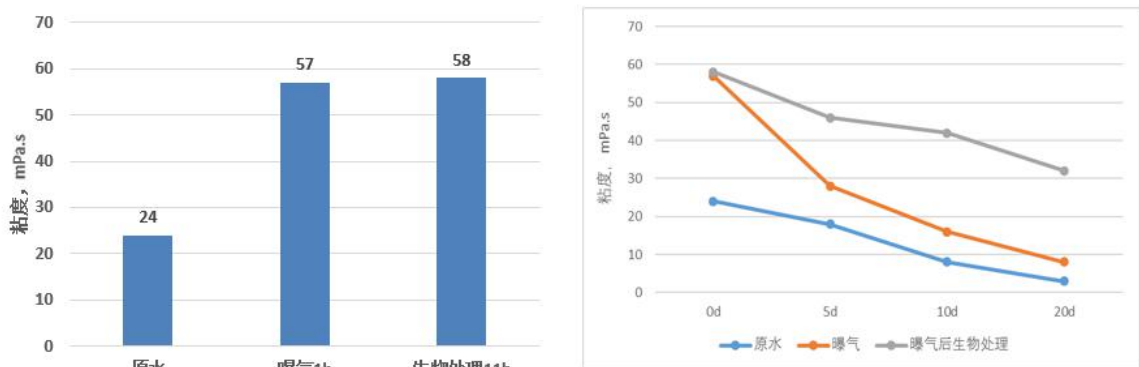


图 2.6-7 不同处理工艺对应采出水粘度变化

单纯依靠生物处理需要 11h，药剂费用约 1.8 元/m³，曝氧后再生物处理需药剂费用约 1.0 元/m³，生物处理后聚合物溶液粘度稳定性大幅提高。

采出水曝氧后，流程上增加生物调控剂，抑制 SRB 不再产生新的硫化物。加药浓度 150mg/L，水处理药剂费用 1.0 元/m³，年水处理药剂费用 91.3 万元；

如果前端不曝氧直接采用生物脱硫保粘技术处理，由于硫化物含

量较高，加药停留时间延长，有效 10~12 小时，需要增加储水罐容积，加药浓度高，水处理药剂费用 1.8 元/m³，年水处理药剂费用 164.3 万元。

孤岛采油厂在中 1-15 站，采用曝氧+生物调控剂工艺后水质满足稀释用水水质标准，本次借鉴该处理工艺。

表 2.6-6 中 1-15 站采用曝氧+生物调控剂工艺后水质

| 取样时间 | 曝氧前 Fe ²⁺ (mg/L) | 曝氧后 Fe ²⁺ | 加生物调控剂后 Fe ²⁺ (mg/L) | 处理后溶解氧 (mg/L) | 处理后硫 (mg/L) |
|------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|---------------|-------------|
| 2018-12-22 | 2.0 | 0.80 | 0.2 | 0.0 | 0.0 |

(2) 研究结论结合孤岛和陈庄现场试验数据，及孤岛中 1-15 现场应用情况，本工程在 8#配注站新建水处理设施，处理工艺采用“采出水曝氧+生物调控剂”。

5.3.2.5 采出水处理方案

(1) 处理规模

本工程需要稀释水量 2673m³/d，计算水量 111m³/h。在 8#配注站扩建水处理及升压系统，便于集中管理。

(2) 水源低压净化后采出水水源引自孤一联外输水。

孤岛采油厂调水工程拟建孤一联至孤五注净化后采出水调水管线，本次项目母液稀释用水设计接自该条管线，设计水量 2700m³/d，管径 Φ219x8，管长 1.0km，管线走向见图 2.6-8。

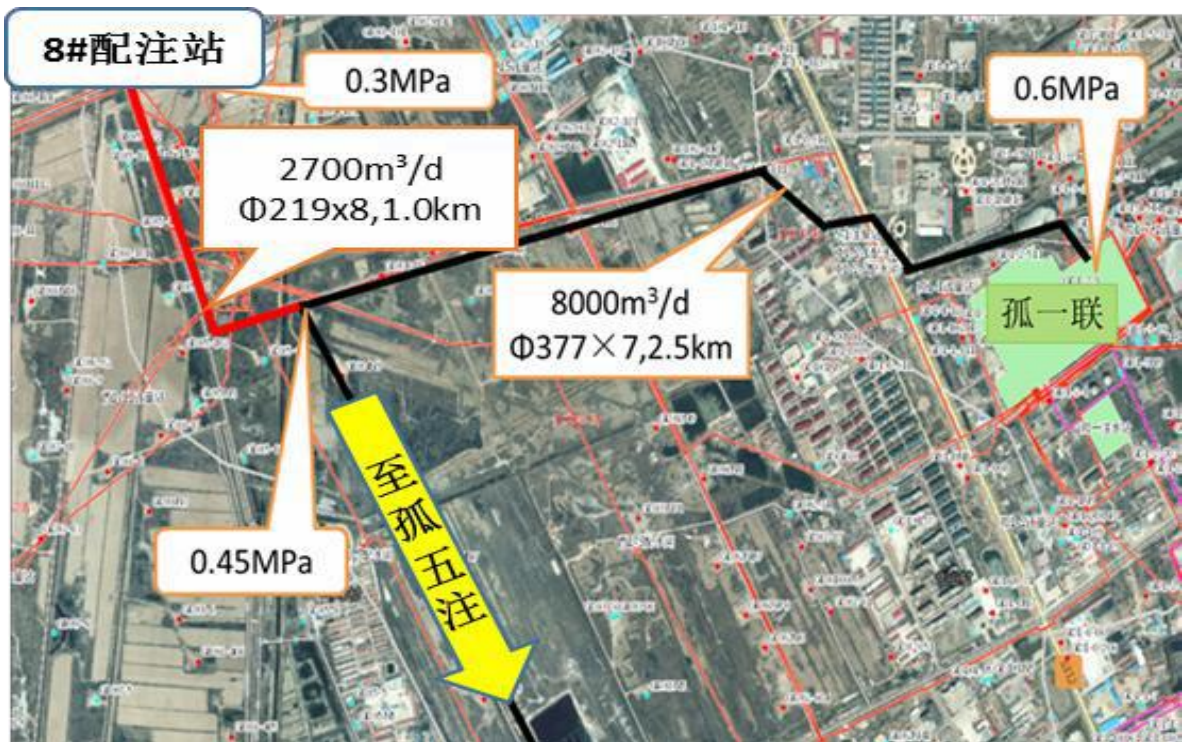
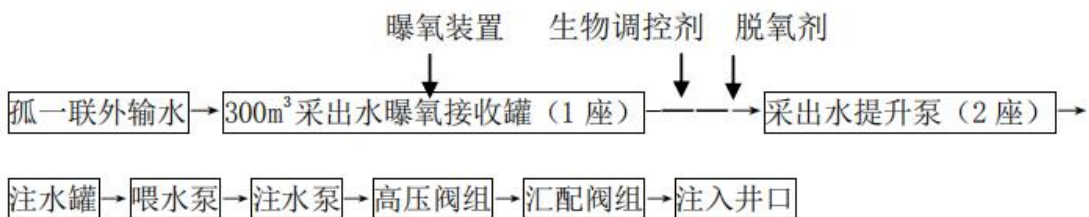


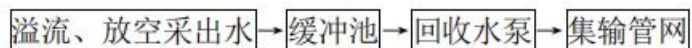
图 2.6-8 孤一联-8#配注站低压净化后采出水外输管线示意图

(3) 工艺流程

输送至 8#配注站的净化后采出水，在站内新建一套采出水处理系统，处理合格后进注水罐。本工程选择主工艺流程：



辅助工艺流程：



(4) 采出水处理主要设备、工程量

1) 300m³ 玻璃钢曝氧罐

数量：1 座 直径：Φ7.5m 总高度：H7.7m 有效容积：260m³

2) 曝氧装置

数量：1 套（2 台罗茨鼓风机撬装）参数：风量 $250\text{m}^3/\text{h}$ 台
 $N=15\text{kW}/\text{台}$ 。

3) 加药装置

药剂品种：生物调控剂、脱氧剂数量：各 1 套（每套 1 罐 2 泵），共 2 套均自带 1 套 PLC 电控箱生物调控剂加药装置

$Q=48\text{L}/\text{h}$ $H=1.0\text{MPa}$ $N=0.55\text{kW}$ 脱氧剂加药装置

$Q=16\text{L}/\text{h}$ $H=1.0\text{MPa}$ $N=0.55\text{kW}$ 生物调控剂储药罐 20m^3 1 座。

4) 缓冲池

尺寸： $10\text{m}\times 6\text{m}\times 2.5\text{m}$ 数量：1 座 2 格有效容积： 120m^3 。

5) 回收水泵

数量：3 台，2 台新建，1 台为已建缓冲池更新，规格：立式螺杆菌泵， $Q=15\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=1.2\text{MPa}$ ， $N=15\text{kW}$ ，防爆电机。

6) 采出水提升泵

数量：2 台规格：卧式离心泵， $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=40\text{m}$ ， $N=37\text{kW}$ 。

2.6.3 清水系统

2.6.3.1 新建复线接水点的确定

1) 孤岛西区供水管线情况

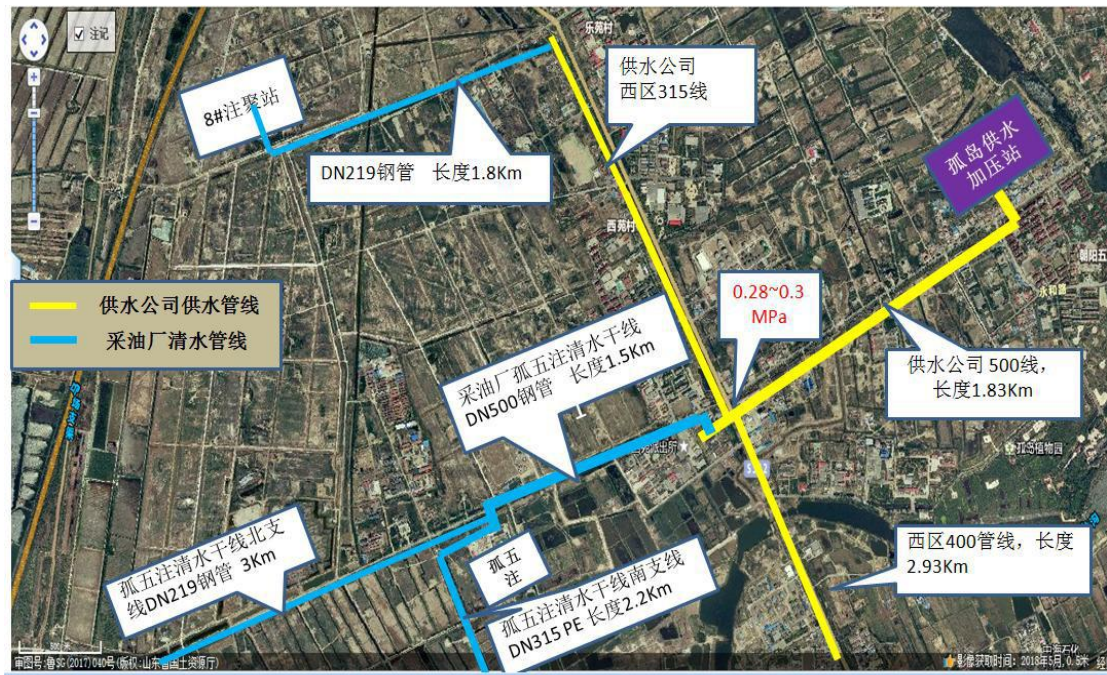


图 2.6-9 西区供水管线走向示意图

如西区供水管线分布图所示，供水公司孤岛加压站出站到西区有唯一的 DN500 供水管线，长度 1.83km，末端位于光明路与 S312 省道交叉路口路西，供水压力 0.28~0.3MPa。管线由此分出 3 条支干线：

(1) 向北为供水公司西区 315 线，到乐苑村省道十字路口，全长 1.78km，前段 1km 为 DN315PE 管线，后段 0.78km 为 $\Phi 219 \times 7$ 钢管。沿线用水点包括西苑村、孤一联、孤一注、作业西区、乐苑村、8#配注站、4 个活动注汽点、其他工业厂区等，平均日用水量 2400m³/d。

(2) 向南为供水公司西区 400 线，到首站，全长 2.93km，前段 0.53km 为 DN400 PE 管线，后段 2.4km 为 DN280~160PE 管线，平均日用水量 2000m³/d。

(3) 向西为采油厂孤五注清水干线系统，到孤五注，全长

1.5km，为 $\Phi 529 \times 7$ 钢管，平均日用水量 $2500\text{m}^3/\text{d}$ 。该管线在孤五注附近分为南支线和北支线两条支线，主要为西区和南区热采注汽供水。

表 2.6-7 采油厂孤五注清水干线系统管网及用水情况表

| 分类项目 | | 日用水量 (m^3/d) | 管线情况 | 备注 |
|-------|--------------|-----------------------------------|---|------------------------------|
| 支干线名称 | 用水点 | | | |
| 干线 | 采五区机关区域 | 50 | Φ 529-1500 米钢管 | 1986 年投运，目前 老化严重，穿孔频繁，影响生产运行 |
| | 孤五注 | 56 | | |
| | 孤五变 | 1 | | |
| | 工程公司 | 50 | | |
| 北支线 | 注采 502 站 | 10 | Φ 219-3000 米钢管 | 1995 年投运，目前 老化严重，穿孔频繁，影响生产运行 |
| | 注采 506 站 | 9 | | |
| | 环保站 | 7 | | |
| | 5 个计量站 | 5 | | |
| | 12-1 注聚站 | 12 | | |
| | 3 个活动注汽平台 | 900 | | |
| 南支线 | 6#、7#固定固定注汽站 | 500 | 前段 2200 为 DN300 PE 管 线，后段 1500 为 Φ 159~114 钢管 | 因注汽站供水不足，从该管线补水 |
| | 活动注汽点及部分办公点 | 400 | | |
| | 垦 53 区块 | 300 | | |
| 生活区线 | 生活区 | 200 | $\Phi 159$ PE 管线 | |
| 合计 | | 2500 | | |

2) 支干线供水保障性分析

以上 3 条支干线中，向北的供水公司西区 315 线和向西的采油厂孤五注清水干线距离 8#配注站较近：

(1) 向北的供水公司西区 315 线，目前用水负荷为 $2400\text{m}^3/\text{d}$ ，本工程新增 $3084\text{m}^3/\text{d}$ 配聚用水，届时 315 线所带水量为 $5484\text{m}^3/\text{d}$ ，压

降高达 0.31MPa（起点压力 0.28MPa），供水管线能力不足，且管线紧邻省道，周边厂区村庄较多，已无空间敷设复线。

（2）西区 DN500 供水管线供水能力 15000 m³/d，总负荷 7800 m³/d（三条支干线沿线用水负荷 6900 m³/d，主管段用水负荷 900m³/d），有 7200m³/d 富余水量，能满足本项目新增 3084m³/d 水量需求。

因此，为保障本项目用水，经综合考虑，确定供水公司西区 DN500 供水管线末端为接水点，地点位于光明路与 S312 省道交叉路口路西，供水压力 0.25MPa。

2.6.3.2 新建管线方案设计

1) 建设方案

通过计算，在保证供水西区 315 线沿途用水压力的情况下，现有 $\Phi 219 \times 7-1.8\text{km}$ 管线所带水量最大为 900m³/d，去除现有 600m³/d 水量，仍能带本次方案水量 300m³/d，届时供水西区 315 线末端压力为 0.20MPa，8#配注站进站压力 0.17MPa。

剩余 2784m³ 水量将由新建管线所带，自孤五注清水干线末端新建 $\Phi 273 \times 7-3.3\text{km}$ 至 8#配注站，流速 0.61m/s，压降 0.08MPa（起点 0.25MPa、进站 0.17MPa）。另对孤五注清水 500 线与供水 500 干线碰头处 $\Phi 325 \times 7-270\text{m}$ 进行扩径，改为 PE80 材质 DN450x33.11.0MPa-270m。



图 2.6-10 新建清水管线走向示意图

2) 主要工作量

(1) 新建 DN450 0.6MPaPE80 管线 270m，全部直埋。

(2) 新建螺旋焊管\埋弧焊 $\Phi 273 \times 7$ Q235B GB/T9711 管线 3300m，H8701 内防、2PE 外防，其中跨光明路深穿 1 处 200m，其余直埋 3100m。

(3) 在采一十字路口西南角孤岛镇绿化带大开挖碰头，并建长 7m×宽 3m×深 2m 阀、表池 1 座（地上 0.5m，地下 1.5m，加盖板），配套安装 DN450 分水阀组 1 套（1 进 2 出、加保温层）、DN450 蝶阀 1 个、DN200 钢闸阀 4 个、DN200 流量压力远传电磁水表 2 个。

(4) 在采油五区门口西侧建 2m×2m 阀池 1 个，配套安装 DN200 闸阀 1 个。

(5) 在孤五注水站附近建 2.5m×2m 表池 1 座，配套安装 DN250

分水阀组 1 套（1 进 3 出）、DN200 钢闸阀 4 个、DN200 普通水表 1 个。

（6）在 8#配注站门口建 2.5m×2m 表池 1 座，配套安装 DN200 钢闸阀 2 个、DN200 普通水表 1 个；站内清水泵房外安装 150m³/h 管道泵 1 台，配套 DN250 钢闸阀 1 个，DN200 钢闸阀 2 个；清水泵房内安装 DN250 电磁阀 1 个。

2.6.4 集输系统

本工程受效油井 65 口，复合驱实施之后 65 口油井平均产液 5781.6t/d，平均产油 341.1t/d；较复合驱前平均增加液量 1201.3t/d，平均增加油量 271.2t/d。

2.6.4.1 产量预测

本工程注聚受效油井 65 口，实施后产能预测数据见表 2.6-8。

表 2.6-8 上下层系非均相复合驱开发指标综合预测表

| 时间 | 上下层日产液合计 (t/d) | 上下层日产油量 (t/d) | 井数 (口) | 单井日液 (t/d) | 单井日油 (t/d) | 含水 (%) |
|------|----------------|---------------|--------|------------|------------|--------|
| 2019 | 7410.0 | 180.6 | 65 | 114.0 | 2.8 | 95.3 |
| 2020 | 3162.9 | 238.4 | 65 | 48.7 | 3.7 | 92.5 |
| 2021 | 4119.5 | 435.5 | 65 | 63.4 | 6.7 | 89.4 |
| 2022 | 4497.2 | 572.9 | 65 | 69.2 | 8.8 | 87.3 |
| 2023 | 5189.4 | 524.2 | 65 | 79.8 | 8.1 | 89.9 |
| 2024 | 5762.2 | 448.4 | 65 | 88.6 | 6.9 | 92.2 |
| 2025 | 6746.0 | 383.9 | 65 | 103.8 | 5.9 | 94.3 |
| 2026 | 6921.3 | 287.1 | 65 | 106.5 | 4.4 | 95.9 |
| 2027 | 7002.9 | 203.2 | 65 | 107.7 | 3.1 | 97.1 |
| 2028 | 7004.6 | 137.1 | 65 | 107.8 | 2.1 | 98.0 |
| 2029 | 7302.9 | 95.2 | 65 | 112.4 | 1.5 | 98.7 |

| 时间 | 上下层日产液合计 (t/d) | 上下层日产油量 (t/d) | 井数 (口) | 单井日液 (t/d) | 单井日油 (t/d) | 含水 (%) |
|------|----------------|---------------|--------|------------|------------|--------|
| 2030 | 7258.1 | 87.1 | 65 | 111.7 | 1.3 | 98.8 |
| 2031 | 7259.8 | 72.3 | 65 | 111.7 | 1.1 | 99.0 |
| 2032 | 7396.3 | 62.9 | 65 | 113.8 | 1.0 | 99.1 |
| 2033 | 7598.6 | 57.1 | 65 | 116.9 | 0.9 | 99.2 |

2.6.4.2 设计参数

油井数： 65 口

平均单井产液量： 88.9t/d

平均单井产油量： 5.2t/d

区块平均产液量： 5781.6t/d

区块平均产油量： 341.1t/d

井口回压： $\leq 1.5\text{MPa}$

井口出油温度： $40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 气油比： $30\text{Nm}^3/\text{t}$

单井出油管线、集油管线设计压力： 1.6MPa

单井出油管线、集油管线设计温度： 80°C

2.6.4.3 油水物性

原油密度 (20°C)： $960\text{kg}/\text{m}^3\sim 980\text{kg}/\text{m}^3$

原油粘度 (50°C)： $2300\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 4400\text{mPa}\cdot\text{s}$

凝点： 2°C

地层水矿化度： $6000\text{mg}/\text{L}\sim 7000\text{mg}/\text{L}$

地层水水型： NaHCO_3

2.6.4.4 已建集输系统能力校核

(1) 孤五联能力校核

孤五联设计液量处理规模 $48000\text{m}^3/\text{d}$ ，设计净化原油外输规模

5000t/d; 目前孤五联处理进站 液量为 42000m³/d, 处理液量剩余能力为 6000m³/d; 目前孤五联净化原油总外输量为2500t/d, 原油外输剩余能力为2500t/d。

表 2.6-9 孤五联合站液量处理能力、净化原油外输能力一览表

| 设计液量处理规模 | 设计净化原油外输规模 (t/d) | 目前进站液量 (m ³ /d) | 目前外输净化原油量 (t/d) | 剩余进站液量处理能力 (m ³ /d) | 剩余外输净化原油能力 |
|----------|------------------|----------------------------|-----------------|--------------------------------|------------|
| 48000 | 5000 | 42000 | 2500 | 6000 | 2500 |

根据《孤岛油田南区低效稠油转注水地面配套工程》项目预测指标及本工程预测指标, 孤五联合站进站产液开发综合指标预测见表 2.6-10。

表 2.6-10 孤五联合站进站产液开发综合指标预测表

| 时间 | 产液量 (×10 ⁴ t/a) | 年产油量 (×10 ⁴ t/a) | 含水 (%) | 产液量 (m ³ /d) | 产油量 (m ³ /d) |
|------|----------------------------|-----------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| 2019 | 1322.7 | 120.77 | 90.87 | 36239.61 | 3308.71 |
| 2020 | 1232.1 | 122.68 | 90.04 | 33756.30 | 3361.00 |
| 2021 | 1226.8 | 122.53 | 90.01 | 33610.62 | 3356.91 |
| 2022 | 1269.2 | 126.54 | 90.03 | 34772.82 | 3466.83 |
| 2023 | 1298.6 | 117.37 | 90.96 | 35578.23 | 3215.52 |
| 2024 | 1335.0 | 109.22 | 91.82 | 36574.98 | 2992.25 |
| 2025 | 1409.0 | 102.42 | 92.73 | 38602.06 | 2805.89 |
| 2026 | 1422.0 | 95.98 | 93.25 | 38959.83 | 2629.52 |
| 2027 | 1441.7 | 91.83 | 93.63 | 39498.66 | 2515.95 |
| 2028 | 1504.0 | 88.46 | 94.12 | 41205.70 | 2423.46 |
| 2029 | 1555.2 | 85.49 | 94.50 | 42608.42 | 2342.26 |
| 2030 | 1562.5 | 82.77 | 94.70 | 42808.91 | 2267.74 |
| 2031 | 1524.8 | 80.29 | 94.73 | 41775.64 | 2199.59 |
| 2032 | 1542.4 | 77.89 | 94.95 | 42256.37 | 2134.05 |
| 2033 | 1571.0 | 75.53 | 95.19 | 43041.09 | 2069.42 |
| 2034 | 1619.2 | 73.18 | 95.48 | 44360.37 | 2005.04 |

根据开发预测，实施后孤五联合站最大进站液量 44360.37m³/d，最大进站油量 3466.83t/d，孤五联处理能力满足复合驱受效后的原油处理要求。

(2) 已建集输管网能力校核

结合生产现状及油藏预测指标，应用 PipePhase9.5 软件对已建集输系统进行水力、热力计算。首先，建立水力、热力模型，对已建集输系统的运行现状进行模拟，再考虑方案井的接入。

各计量站外输压力计算结果见表 2.6-11。

表 2.6-11 复合驱受效后计量站外输压力计算结果表

| 序号 | 名称 | 外输温度 (°C) | 外输压力 (MPa) |
|----|-----------|-----------|------------|
| 1 | 西 11 计量站 | 40 | 0.67 |
| 2 | 西 15 计量站 | 42 | 0.79 |
| 3 | 西 112 计量站 | 42 | 0.78 |
| 4 | 西 113 计量站 | 43 | 0.77 |
| 5 | 西 114 计量站 | 42 | 0.76 |
| 6 | 西 115 计量站 | 43 | 0.83 |
| 7 | 西 116 计量站 | 43 | 0.84 |
| 8 | 西 117 计量站 | 42 | 0.83 |
| 9 | 西 19 计量站 | 43 | 0.75 |
| 10 | 西 110 计量站 | 43 | 0.78 |
| 11 | 西 111 计量站 | 43 | 0.71 |
| 序号 | 名称 | 外输温度 (°C) | 外输压力 (MPa) |
| 12 | 西 16 计量站 | 42 | 0.65 |
| 13 | 西 12 计量站 | 55 | 0.62 |
| 14 | 西 13 计量站 | 40 | 0.56 |
| 15 | 西 14 计量站 | 43 | 0.52 |

方案井接入后，现有集输管网能力可以满足新增油井集输的需求。

(3) 已建单井出油管线能力校核

根据现场调研，已建单井管线全部采用 DN65 不保温管线，采用 Pipephase9.5 软件，依据预测指标，按最大单井日液量

116.9m³/d、油量 0.9t/d，最大单井油量 8.8t/d、液量 69.2m³/d，井口出油温度 45℃，进计量站最大压力 1.0MPa，分别对集输半径为 500m、600m、700m、800m 进行校核，计算结果分别见表 2.6-12、表 2.6-13。

表 2.6-12 最大液量校核单井出油管线水力、热力计算成果表

| 序号 | 最大集输半径 | 管线管径 | 最大井口回压 | 井口出油温度 (°C) | 计量站压力 (MPa) | 计量站温度 (°C) | 保温方式 |
|----|--------|-------|--------|-------------|-------------|------------|------|
| 1 | L≤800 | Φ76×5 | ≤1.41 | 45 | 1.0 | 40.6 | 不保温 |
| 2 | L≤700 | Φ76×5 | ≤1.44 | 45 | 1.0 | 41.3 | 不保温 |
| 3 | L≤600 | Φ76×5 | ≤1.43 | 45 | 1.0 | 42.1 | 不保温 |
| 4 | L≤500 | Φ76×5 | ≤1.44 | 45 | 1.0 | 42.0 | 不保温 |
| 5 | L≤800 | Φ89×5 | ≤1.35 | 45 | 1.0 | 39.4 | 不保温 |
| 6 | L≤700 | Φ89×5 | ≤1.31 | 45 | 1.0 | 38.7 | 不保温 |
| 7 | L≤600 | Φ89×5 | ≤1.25 | 45 | 1.0 | 37.4 | 不保温 |
| 8 | L≤500 | Φ89×5 | ≤1.21 | 45 | 1.0 | 36.6 | 不保温 |

表 2.6-13 最大油量校核单井出油管线水力、热力计算成果表

| 序号 | 最大集输半径 (m) | 管线管径 | 最大井口回压 (MPa) | 井口出油温度 (°C) | 计量站压力 (MPa) | 计量站温度 (°C) | 保温方式 |
|----|------------|-------|--------------|-------------|-------------|------------|------|
| 1 | L≤800 | Φ76×5 | ≤1.43 | 45 | 1.0 | 40.5 | 不保温 |
| 2 | L≤700 | Φ76×5 | ≤1.40 | 45 | 1.0 | 40.8 | 不保温 |
| 3 | L≤600 | Φ76×5 | ≤1.46 | 45 | 1.0 | 41.1 | 不保温 |
| 4 | L≤500 | Φ76×5 | ≤1.41 | 45 | 1.0 | 41.4 | 不保温 |
| 5 | L≤800 | Φ89×5 | ≤1.29 | 45 | 1.0 | 40.1 | 不保温 |
| 6 | L≤700 | Φ89×5 | ≤1.25 | 45 | 1.0 | 40.4 | 不保温 |

| 序号 | 最大集输半径 (m) | 管线管径 | 最大井口回压 (MPa) | 井口出油温度 (°C) | 计量站压力 (MPa) | 计量站温度 (°C) | 保温方式 |
|----|------------|-------|--------------|-------------|-------------|------------|------|
| 7 | L≤600 | Φ89×5 | ≤1.21 | 45 | 1.0 | 40.7 | 不保温 |
| 8 | L≤500 | Φ89×5 | ≤1.17 | 45 | 1.0 | 41.1 | 不保温 |

根据水力、热力计算结果，最大集输半径油井回压<1.5MPa，能够满足《油田油气集输设计规范》GB 50350-2015 中规定的机械采油井井口回压宜为 1.0~1.5MPa 的要求。该区域受效油井已经在层系井网互换变流线阶段进行过改造，本次方案通过计算校核，发现现有集输系统能够满足方案后需求，因此本次集输部分没有工作量，

2.7 配套方案

2.7.1 电力部分

1) 符合等级及供电要求根据《油气田变配电设计规范》，配注站的用电负荷为二级；注入站内注入泵用电负荷为三级，二级负荷的供电系统宜由两回线路供电。

2) 用电负荷计算表

改造已建8#配注站，新建8#-4 注入站。

表2.7-1 已建8#配注站用电负荷

| 序号 | 名称 | 单台功率 kW | 需要系数 | 数量 | 运行台数 | 计算负荷 kW | 备注 |
|------------|-------|---------|------|----|------|---------|------|
| 已建南注入泵房配电室 | | | | | | | |
| 1 | 现有负荷 | | | | | 258 | 其中二级 |
| 2 | 母液喂入泵 | 37 | 1 | 3 | 2 | 74 | 二级负荷 |
| 3 | 母液外输泵 | 55 | 1 | 2 | 1 | 55 | 二级负荷 |

| 序号 | 名称 | 单台功率 kW | 需要系数 | 数量 | 运行台数 | 计算负荷 kW | 备注 |
|----------|---------|-----------------------------------|------|----|------|---------|--------|
| 4 | 分散装置 | 11 | 1 | 2 | 2 | 22 | 二级负荷 |
| 5 | 熟化装置 | 35 | 1 | 2 | 2 | 70 | 二级负荷 |
| 6 | UPS 负荷 | | | | | 5 | UPS 负荷 |
| 7 | 清水泵（离心） | 37 | 1 | 3 | 2 | 74 | 二级负荷 |
| 8 | 清水泵（管道） | 15 | 1 | 2 | 1 | 15 | 二级负荷 |
| 9 | 注入泵 | 22 | 0.9 | 12 | 11 | 217.8 | 三级负荷 |
| 10 | 其它 | | | | | 10 | 三级负荷 |
| | 小计 | Pjs=800.8X0.9=720.7kW 其中二级负荷459kW | | | | | |
| 北注入泵房配电室 | | | | | | | |
| 1 | 注水泵 | 355 | 1 | 3 | 2 | 710 | 二级负荷 |
| 2 | 喂水泵 | 22 | 1 | 3 | 2 | 44 | 二级负荷 |
| 3 | 注入泵 | 22 | 0.9 | 5 | 4 | 79.2 | 三级负荷 |
| 4 | 注入泵（北） | 22 | 0.9 | 23 | 20 | 396 | 三级负荷 |
| 5 | 加药 | | | | | 5 | 二级负荷 |
| 6 | 污水提升泵 | 37 | 1 | 2 | 1 | 37 | 二级负荷 |
| 7 | 鼓风机 | 15 | 1 | 2 | 1 | 15 | 二级负荷 |
| 8 | 磺酸盐罐搅拌机 | 22 | 1 | 1 | 1 | 22 | 二级负荷 |
| 9 | 电加热 | | | | | 10 | 二级负荷 |
| 10 | 其它 | | | | | 50 | 三级负荷 |
| 11 | 污水回收泵 | 15 | 1 | 2 | 1 | 15 | 三级负荷 |
| | 小计 | Pjs=1383.2X0.9=1245kW 其中二级负荷759kW | | | | | |

表 2.7-2 新建 8#-4 注入站

| 序号 | 名称 | 单台功率 kW | 需要系数 | 数量 | 运行台数 | 计算负荷 kW | 备注 |
|----|--------|---------|------|----|------|---------|------|
| 1 | 注入泵 | 22 | 0.9 | 14 | 12 | 236.7 | 三级负荷 |
| 2 | 污水回收泵撬 | | | | | 22 | 三级负荷 |
| 3 | 监控值班撬 | | | | | 10 | 三级负荷 |
| 4 | 其它 | | | | | 3 | 三级负荷 |

| 序号 | 名称 | 单台功率 kW | 需要系数 | 数量 | 运行台数 | 计算负 荷kW | 备注 |
|----|----|------------|------|----|------|------------|----|
| | 总计 | Pjs=134kW | | | | | |

3) 供配电方案

(1) 新建 6kV 线路

新建一回 6kV 线路 4km, LGJ-120, 引自孤压变 6kV 开关室。

(2) 8#配注站

已建南注入泵房变配电室 (2X315kVA) 扩容为 2X630kVA, 采用单母线分段接线。配电室内设低压盘 11 面及变频器柜 (2 进线、2 电容、6 出线、1 母联, 母液外输泵变频器、母液喂入泵变频器)。正常运行时, 两台变压器分列运行, 满足全站用电负荷的要求。当一回电源故障或检修时, 母联断路器闭合, 一台变压器保证站内一、二级负荷用电。北注入泵房、东注入泵房设变配电室 1 座, 考虑计算负荷及最大一台注水电机 (355kW) 的起动, 容量为 2X1250kVA, 电源引自已有 6kV 西苑线和新建 6kV 线路。0.4kV 侧采用单母线分段接线。配电室内设低压盘 15 面及变频器柜 (2 进线、2 电容、10 出线、1 母联, 注水泵变频器)。正常运行时, 两台变压器分列运行, 满足全站用电负荷的要求。当一回电源故障或检修时, 母联断路器闭合, 一台变压器保证站内一、二级负荷用电。

(3) 新建 8#-4 注入站

8#-4 注入站附近有 6kV 线路, 新建注入站的电源引自附近 6kV 线路。站内建 1 座 10/0.4kV 箱式变, 0.4kV 侧采用单母线。

4) 供配电设计

(1) 配电方式

动力配电系统采用放射式供电，电缆沿电缆沟或直埋敷设方式。

根据机泵运行连锁要求，设置相应的信号和连锁装置，具备就地、远方操作和自动控制功能，并将其运行状态、电流、电压、故障报警等参数上传。除注水泵、注入泵、母液喂入泵、母液外输泵、加药泵房内的设备采用变频控制外，其余用电设备直接启动。

本工程采用变频器较多，产生高次谐波，使电能质量下降。为减少谐波影响，在 0.4kV 低压侧采用集中防谐波污染自动补偿的方式，降低供电损耗，抑制谐波放大，减少谐波对电气系统的影响。

(2) 电气照明设计

在变配电间、泵房、办公室、场区设 LED 照明。户内照明就地分散控制，户外照明采用时钟控制器自动控制。

(3) 线路敷设

①动力线采用铜芯绝缘电缆，室内部分采用电缆沟内或穿钢管埋地敷设，室外部分采用铠装电缆直接埋地敷设。

②照明线采用 BV-750 型 2.5mm² 导线穿镀锌钢管沿墙及顶板暗敷设。

③插座线采用 BV-750 和 BVR-750 型 4mm² 导线穿镀锌钢管沿墙暗及地暗敷设。

④防雷、防静电接地系统

建构筑物的防雷保护执行《建筑物防雷设计规范》、工艺装置的防雷防静电设计执行《石油天然气工程设计防火规范》。

5) 主要工程量表

电力部分主要工作量表

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|-------------------|-----------------------------------|----------------|------|
| 已建南注入泵房配电室 | | | |
| 1 | 电力变压器 S13-M-630/10 6/0.4kV 630kVA | 台 | 2 |
| 2 | GCS型低压配电盘（进线柜） | 面 | 2 |
| 3 | GCS型低压配电盘（出线柜） | 面 | 6 |
| 4 | 调谐滤波电抗电容器柜 150kvar | 面 | 2 |
| 5 | GCS型低压配电盘（母联柜） | 面 | 1 |
| 6 | 配电箱 PXT-4 | 台 | 1 |
| 7 | 6kV柱上式真空断路器 | 台 | 2 |
| 8 | 6kV避雷器 | 组 | 2 |
| 9 | 高压计量箱（带远程抄表功能） | 台 | 2 |
| 10 | 电力电缆 YJV22-8.7/10kV 3X120 | m | 400 |
| 11 | 母液外输泵变频器柜45kW（设备利旧） | 面 | 1 |
| 12 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 5X16 | m | 50 |
| 13 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 50 |
| 14 | 镀锌钢管 DN50 | m | 20 |
| 15 | 镀锌钢管 DN25 | m | 50 |
| 16 | 母液外输泵变频器柜55kW1 拖2 | 台 | 1 |
| 17 | 母液喂入泵变频器柜37kW1 拖2 | 台 | 1 |
| 18 | 母液喂入泵变频器柜37kW1 拖 1 | 台 | 1 |
| 已建南注入泵房 | | | |
| 1 | 注入泵变频器柜 22kW | 台 | 12 |
| 2 | 配电箱 PXT-4型 | 个 | 2 |
| 3 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 950 |
| 4 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 300 |
| 5 | 镀锌钢管 DN50 | 米 | 50 |
| 6 | 镀锌钢管 DN25 | m | 360 |
| 7 | 南调配注入操作间照明及配管配线 | m ² | 720 |
| 8 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | 米 | 1700 |
| 9 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X25 | 米 | 400 |
| 10 | 镀锌钢管 DN70 | 米 | 30 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|-----------------|-------------------------|----------------|-----|
| 11 | 控制电缆 KYJV-0.6/1kV 6X2.5 | 米 | 400 |
| 12 | 防水操作柱 | 台 | 5 |
| 新建干粉库房 | | | |
| 1 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X25 | m | 200 |
| 2 | 镀锌钢管 DN70 | m | 60 |
| 3 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | m | 120 |
| 4 | 防爆配电箱 | 台 | 1 |
| 5 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 100 |
| 6 | 干粉库房防爆照明及配管配线 | m ² | 350 |
| 7 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 80 |
| 8 | 镀锌钢管 DN25 | m | 80 |
| 新建清水泵房 | | | |
| 1 | 配电箱 PXT-4型 | 个 | 1 |
| 2 | 防水操作柱 | 台 | 5 |
| 3 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X25 | m | 300 |
| 4 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 300 |
| 5 | 控制电缆 KYJV-0.6/1kV 6X2.5 | m | 500 |
| 6 | 清水泵房照明及配管配线 | m ² | 45 |
| 7 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | m | 500 |
| 8 | 镀锌钢管 DN70 | m | 15 |
| 9 | 镀锌钢管 DN50 | m | 25 |
| 10 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X4 | m | 50 |
| 11 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 30 |
| 12 | 镀锌钢管 DN25 | m | 30 |
| 已建污水提升泵房 | | | |
| 1 | 防水操作柱 | 台 | 4 |
| 2 | 配电箱 PXT-4型 | 个 | 1 |
| 3 | 污水提升泵房照明配管配线 | m ² | 170 |
| 4 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X25 | m | 100 |
| 5 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 150 |
| 6 | 镀锌钢管 DN70 | m | 10 |
| 7 | 镀锌钢管 DN50 | m | 20 |
| 8 | 控制电缆 KYJV-0.6/1kV 6X2.5 | m | 200 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|-------------------|--|----------------|-------|
| 9 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | m | 960 |
| 10 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X4 | m | 20 |
| 11 | 镀锌钢管 DN32 | m | 20 |
| 12 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 50 |
| 13 | 镀锌钢管 DN25 | m | 30 |
| 已建东注水泵房 | | | |
| 1 | 配电箱 PXT-4型 | 个 | 2 |
| 2 | 注水泵房照明配管配线 | m ² | 453.6 |
| 3 | 防水操作柱 | 台 | 3 |
| 4 | 带电流表防水操作柱 | 台 | 3 |
| 5 | 电力电缆 BPYJV-0.6/1kV 3X240+1X120 | m | 300 |
| 6 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 450 |
| 7 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 250 |
| 8 | 控制电缆 KYJV-0.6/1kV 6X2.5 | m | 200 |
| 9 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | m | 2700 |
| 10 | 镀锌钢管 DN100 | 米 | 20 |
| 11 | 镀锌钢管 DN50 | 米 | 10 |
| 12 | 镀锌钢管 DN32 | m | 10 |
| 13 | 镀锌钢管 DN25 | m | 200 |
| 14 | 注入泵变频器柜 22kW | 台 | 5 |
| 已建北注入泵房配电室 | | | |
| 1 | 电力变压器 S13 -M-1250/106 (10) /0.4kV 1250kVA | 台 | 2 |
| 2 | GCS型低压配电盘 (进线柜) | 面 | 2 |
| 3 | GCS型低压配电盘 (出线柜) | 面 | 10 |
| 4 | 调谐滤波电抗电容器柜 270kvar | 面 | 2 |
| 5 | GCS型低压配电盘 (母联柜) | 面 | 1 |
| 6 | 注水泵变频器柜 355kW | 台 | 2 |
| 7 | 配电箱 PXT-4 | 台 | 1 |
| 8 | 6kV柱上式真空断路器 | 台 | 2 |
| 9 | 6kV避雷器 | 组 | 2 |
| 10 | 高压计量箱 (带远程抄表功能) | 台 | 2 |
| 11 | 电力电缆 YJV22-8.7/10kV 3X120 | m | 400 |
| 12 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 5X16 | m | 50 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|----------------|-------------------------|----------------|-------|
| 13 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 50 |
| 14 | 镀锌钢管 DN50 | 米 | 20 |
| 15 | 镀锌钢管 DN25 | m | 50 |
| 已建北注入泵房 | | | |
| 1 | 注入泵变频器柜 22kW | 台 | 23 |
| 2 | 配电箱 PXT-4型 | 个 | 3 |
| 3 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 4X16 | m | 1840 |
| 4 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 690 |
| 5 | 镀锌钢管 DN50 | 米 | 60 |
| 6 | 镀锌钢管 DN25 | m | 690 |
| 7 | 新建注入泵房照明及配管配线 | m ² | 550.8 |
| 8 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | 米 | 2300 |
| 9 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 200 |
| 10 | 镀锌钢管 DN25 | m | 200 |
| 新建加药泵房 | | | |
| 1 | 变频器 1.5kW 1拖3 (加药泵橇自带) | 套 | 1 |
| 2 | 变频器 1.1kW 1拖3 (加药泵橇自带) | 套 | 1 |
| 3 | 防爆配电箱 | 台 | 1 |
| 4 | 加药泵房防爆照明及配管配线 | m ² | 60 |
| 5 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X6 | m | 100 |
| 6 | 镀锌钢管 DN50 | 米 | 10 |
| 7 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 20 |
| 8 | 镀锌钢管 DN25 | m | 20 |
| 已建辅助房间 | | | |
| 1 | 配电箱 | 台 | 1 |
| 2 | 防爆配电箱 | 台 | 1 |
| 3 | 辅助房间照明及配管配线 | m ² | 226.8 |
| 4 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X6 | m | 120 |
| 5 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 100 |
| 6 | 镀锌钢管 DN25 | m | 50 |
| 7 | 镀锌钢管 DN50 | m | 10 |
| 8 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X16 | m | 120 |
| 新建监控值班室 | | | |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|------------------|---|----------------|------|
| 1 | 配电箱 | 台 | 1 |
| 2 | UPS（放电时间30分钟） 6KVA | 套 | 1 |
| 3 | 辅助房间照明及配管配线 | m ² | 32.4 |
| 4 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X6 | m | 120 |
| 5 | 电力电缆 YJV-0.6/1kV 3X4 | m | 100 |
| 6 | 镀锌钢管 DN25 | m | 50 |
| 7 | 镀锌钢管 DN50 | m | 10 |
| 8 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X16 | m | 60 |
| 站场部分 | | | |
| 1 | 路灯 H=6M 2X100W | 套 | 12 |
| 2 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X16 | m | 120 |
| 3 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X6 | m | 800 |
| 4 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 3X4 | m | 600 |
| 5 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X50 | m | 80 |
| 6 | 户外防爆操作柱 | 只 | 2 |
| 7 | 控制电缆 KYJV22-750 6X2.5 | 米 | 120 |
| 8 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | 米 | 480 |
| 9 | 镀锌扁钢 -40X4 | 米 | 1800 |
| 10 | 镀锌角钢 L50X5X2500 | 根 | 240 |
| 11 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X25 | m | 220 |
| 12 | 新建6kV线路（单列） | 米 | 4000 |
| 8#-4撬装注入站 | | | |
| 1 | 箱式变电站 6/0.4kV 400kVA 内附：进线柜 1面 出线柜 3面 调谐电抗电容器柜 120kvar 1面 | 座 | 1 |
| 2 | UPS（放电时间30分钟） 1KVA | 套 | 1 |
| 3 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X35 | 米 | |
| 4 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 5X16 | 米 | |
| 5 | 路灯 H=6M 2X100W | 套 | 2 |
| 6 | LED 灯 50W（监控立杆上） | 套 | 2 |
| 7 | 电力电缆 YJV22-0.6/1kV 3X4 | 米 | 150 |
| 8 | 控制电缆 KYJV22-750 4X2.5 | 米 | 160 |
| 9 | 6kV线路 LJ-70 | 米 | 300 |
| 10 | 6kV柱上式真空断路器 | 台 | 1 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|----|----------------|----|----|
| 11 | 6kV避雷器 | 组 | 1 |
| 12 | 高压计量箱（带远程抄表功能） | 台 | 1 |

2.7.2 自控部分

2.7.2.1 检测内容

1) 已建南注入泵房

(1) 注入泵 12 台，每台注入泵出口设压力检测远传，高压 15.5MPa 报警，超高压 16MPa 停对应注入泵。单泵变频器（1 控 1），远程调节。

(2) 新建单井混配阀组 11 套。

每套单井混配阀组母液路设电磁流量计 1 台，共 11 台，16MPa、DN40，装高 1.5m，介质：聚合物母液，电磁流量计输出信号分别与对应注入泵变频器实现闭环控制，实现恒流量供液；

每套单井混配阀组设高压流量自控仪 1 套（电动阀、计量水表），远程调节，共 11 台，16MPa、DN40，装高 1.5m，介质：采出污水；

每套单井混配阀组设压力检测（0-16MPa），共 11 台，装高 0.3m 汇管高压污水设计压力检测 1 处，信号远传（0-16MPa）。

(3) 母液喂入泵 2 台。出口总管设压力检测远传（1 处），高压 0.6MPa 报警，低压 0.3MPa 报警，保持恒压供液，恒压值 0.55MPa。正常工作压力 0.3~0.6MPa。与变频器闭环连锁。

(4) 母液外输泵 1 台，出口总管设压力检测远传（1 处），高压 16MPa 报警，低压 1.0MPa 报警，保持恒压供液，恒压值 1.3MPa。正常工作压力 1.2~1.4MPa。与变频器闭环连锁。

(5) 母液过滤器（DN2000.6MPa）1 台，过滤器进、出口设压

力检测远传，出口低压 0.3MPa 报警。正常工作压力 0.3~0.6MPa。

(6) 母液汇管（管径 DN2000.6MPa）设在线浓度检测仪，信号上传。

操作压力 0.03MPa，设计压力 1.6MPa，操作温度 50°C，设计温度 70°C，操作密度 1010kg/m³，动力粘度 3000mPa.s。

2) 新建干粉库房

新建干粉吨包拆袋上料装置 2 套。设备运行状态、参数，由干粉库房的电控柜采集。

3) 新建清水泵房

(1) 新增 3 台清水泵，单泵出口设电磁流量计(DN150, 0-60m³/h)，单泵进、出口设压力检测，进口压力 0.02MPa 报警，0.015MPa 连锁停泵。700m³ 已建清水罐已设液位检测，低液位停清水泵。

(2) 新增 2 台清水提升泵，单泵出口设电磁流量计（DN250, 0-60m³/h），单泵进、出口设压力检测，进口压力 0.02MPa 报警，0.015MPa 连锁停泵。700m³ 已建清水罐已设液位检测，设高液位连锁停提升泵，低液位启动清水提升泵。

(3) 700m³ 已建清水罐设电动阀 1 台，DN250，1.0MPa，置于新建清水泵房内。

4) 已建污水提升泵房

(1) 污水提升泵 2 台，1 运 1 备，出水汇管设压力检测远传（工作压力 0.4MPa），泵运行状态、故障报警信号上传；

(2) 加药装置 2 套，加药装置自带电控柜，运行状态、故障报警信号上传；

(3) 曝气 1 套 (2 台鼓风机), 自带电控柜、运行状态、故障报警信号上传;

5) 已建东注水泵房

(1) 3 台注水泵进口设流量检测 0-60m³/h, 工艺管 Φ165x5,

(2) 3 台注水泵进口设压力检测, 低压 0.2MPa 报警, 极限低压 0.1MPa 停在运注水泵、喂水泵。

(3) 3 台注水泵出口设压力检测, 高压 15.5MPa 报警, 极限高压 16MPa 停在运注水泵、喂水泵。

(4) 高压污水汇管处设压力检测, 压力输出信号与注入水泵变频器实现闭环控制, 实现恒压供水。

(5) 设 5 台注入泵。每台注入泵出口设压力检测远, 高压 15.5MPa 报警, 超高压 16MPa 停对应注入泵。单泵变频器(1 控 1), 远程调节。

(6) 新建单井混配阀组 4 套。

每套单井混配阀组母液路设电磁流量计 1 台, 共 4 台, 16MPa、DN40, 装高 1.5m, 介质: 聚合物母液, 电磁流量计输出信号分别与对应注入泵变频器实现闭环控制, 实现恒流量供液;

每套单井混配阀组设高压流量自控仪 1 套 (电动阀、计量水表), 能远程调节, 共 4 台, 16MPa、DN40, 装高 1.5m, 介质: 采出污水; 每套单井混配阀组设压力检测 (0-16MPa), 共 4 台, 装高 0.3m; 汇管高压污水设压力检测远传 (1 处, 0-16MPa)。

7) 已建北注入泵房

(1) 设 23 台注入泵。每台注入泵出口设压力检测, 高压

15.5MPa 报警, 超高压 16MPa 停对应注入泵。单泵变频器 (1 控 1), 远程调节。

(2) 新建单井混配阀组 20 套。

每套单井混配阀组母液路设电磁流量计 1 台, 共 20 台, 16MPa、DN40, 装高 1.5m, 介质: 聚合物母液, 电磁流量计输出信号分别与对应注入泵变频器实现闭环控制, 实现恒流量供液;

每套单井混配阀组设高压流量自控仪 1 套 (电动阀、计量水表), 能远程调节, 共 20 台, 16MPa、DN40, 装高 1.5m, 介质: 采出污水;

每套单井混配阀组设压力检测 (0-16MPa), 共 20 台, 装高 0.3m; 汇管高压污水压力 1 处, 检测远传 (0-16MPa)。

8) 新建加药泵房

(1) 石油磺酸盐、表面活性剂泵橇 1 套 (3 台泵, 2 用 1 备), 出口设压力检测 3 处, 出口低压 0.3MPa 报警, 高压 0.6MPa 停对应泵, 出口设流量检测 1 处 (0~1m³/h), 信号与橇块自带变频器联锁。

(2) 石油磺酸盐、表面活性剂泵橇 1 套 (3 台泵, 2 用 1 备), 出口设压力检测 3 处, 出口低压 1.0MPa 报警, 高压 1.5MPa 停对应泵, 出口设流量检测 1 处 (0~1m³/h), 信号与橇块自带变频器联锁。

9) 新建监控值班室

(1) 新建监控值班室新建 PLC 控制系统一套。

(2) 所有数据均在新建监控值班室显示。

10) 站场部分

(1) 新建 300m³ 玻璃钢曝氧罐设液位检测 (0~7.0m), 低液位 2m 报警, 极低液位 1.5m 联锁停新建污水提升泵房内的两台污水

提升泵（1 运 1 备），高压 6m 报警。

（2）新建 700m³ 玻璃钢注水罐设液位检测（0~9.5m），低液位 2m 报警，极低液位 1.5m 联锁停喂水泵，高液位 8.5m 报警。

（3）污水池设置液位就地显示及远传，高液位-0.8m 联锁启、低液位-2.5m 联锁停污水回收泵（2 台，1 用 1 备）。

（4）新建石油磺酸盐罐设液位检测（0-5m），高液位 4m 报警并停卸车泵，低液位 1.5m 报警。罐区设有毒气体检测装置。

11) 8#-4 注入站

（1）安装 3 泵式座注入泵橇 4 座，2 泵式注入泵橇 1 座；14 台注入泵控制柜，橇内落地式安装，将各泵橇内信号集中上传站内监控值班室。

（2）污水回收罐 1 座，罐底标高-2.4m；旁边安装污水回收泵橇 1 座，污水罐设液位检测，高液位-0.5m、低液位-2.2m 报警。高液位手动启，极低液位自动停。

（3）设 1 台母液过滤器（DN150 1.6MPa）。过滤器进、出口设压力检测，出口低压 1.0MPa 报警。正常工作压力 1.1~1.4MPa。

（4）监控值班室内设 PLC 显示站内采集信息。

2.7.2.2 控制方案

（1）8#配注站 PLC 控制系统概述

8#配注站原有 PLC 系统 1 套，上位机操作站 2 台。由于本次改造增加测控点数较多，原有控制系统不能满足测控要求，需新增 PLC 控制系统 1 套，包括 PLC 控制器 1 套，I/O 柜若干，置于新建监控值班室内。

原有 PLC 及操作站利旧，并将其数据上传至新建监控值班室。

8#配注站的操作人员通过 PLC 系统操作员工作站提供/显示的工艺过程参数，完成对站内运行的监控和管理，确保安全生产运行。通过通信设备上传数据至采油厂信息中心，实现数据统一管理。

(2) 注入站 PLC 控制系统概述

注入站监控值班室设置 PLC 系统 1 套，采用操作计算机作为操作显示终端。注入站工艺数据、报警信号上传至 8#配注站。

2.7.2.3 控制系统功能

站控系统实现对站内各工艺过程的监控，保障工艺系统安全、可靠、平稳地运行，实现工艺系统参数的显示、数据处理、报警和数据归档。通过终端人机界面能够显示全站工艺流程图及各种主要工艺参数，工艺变量的历史趋势。具备以下基本功能：

①数据采集和存储。

②具有开关控制的功能，执行信号的逻辑运算和判断，可自动完成过程或设备的安全、停止保护。

③动态显示生产流程、主要工艺参数及设备运行状态。

④对异常工况进行报警。

⑤在线设定、修改控制参数。

⑥实现打印记录，包括生产运行记录、报警记录和时间记录。

2.7.2.4 仪表选型

1) 选型原则

(1) 现场仪表的选型原则应遵守有关设计规范，选择技术先进、性能可靠、维护方便、适应当地环境条件、经济合理的现场仪表。

(2) 仪表设备应从“油田四化”设备库中选型，应尽量统一，选用设备的制造厂家应尽量少，便于维修维护、购买备件和厂家售后服务。

(3) 需要信号远传的检测仪表全部选用电动仪表，采油井场采用无线仪表，其通信协议为 ZigBee 协议；有线仪表其输出信号为 4~20mA.DC、或 RS485 信号（ModbusRTU 协议）。

2) 现场仪表选型

(1) 压力、温度检测站内压力检测选用智能压力变送器。

(2) 液位检测

注水罐、曝氧罐、污水池、污水回收罐、石油磺酸盐罐等液位检测选用超声波液位计。

(3) 流量检测母液、活性剂计量选用智能电磁流量计。单井水量自动调节计量选用高压流量自控仪。

(4) 聚合物母液浓度检测聚合物母液浓度检测选用超声波在线浓度分析仪。

(5) 控制阀

清水罐进口流量关断选用电动开关阀。

(6) 橇装设备信号

橇装设备控制柜信号采用 RS485 通信接口上传数据，遵循标准的 MODBUS RTU 协议。

2.7.2.5 供电

新建 HIC 系统、操作站由 UPS 供电，220VAC 50Hz。UPS 的电池容量保证掉电后，系统在 100% 负荷时运行 30 分钟。现场无线

仪表为自带电池供电。现场有线仪表 24VDC 由 PLC 自控系统提供。

现场电动开关阀 380VAC 电源的仪表由电专业提供。

2.7.2.6 接地

控制柜、电缆屏蔽层等设备的保护接地，均经接地干线连接到全站统一接地网上。

2.7.2.7 电缆敷设

仪表电缆出仪表接挠性连接管穿镀锌钢管下至地面，室内埋地 0.3m 穿护管敷设，室外埋地 0.7m 敷设。防爆区内仪表需接防爆挠性连接管。

2.7.2.8 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，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：ExdIIBT4。

防护等级：室内 IP54（最低）；室外 IP65（最低）。

2.7.2.9 主要工程量

表 2.7-4 自控部分主要工作量

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|----|---|----|------|
| | 8#配注站-已建南注入泵房 | | |
| 1 | 智能压力变送器0~1.0MPa | 台 | 3 |
| 2 | 智能压力变送器0~1.6MPa | 台 | 1 |
| 3 | 智能压力变送器0~25MPa | 台 | 24 |
| 4 | 智能电磁流量计DN40, PN160 | 台 | 11 |
| 5 | 高压流量自控仪DN40, PN160 | 台 | 11 |
| 6 | 在线浓度分析仪 | 台 | 1 |
| 7 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 770 |
| 8 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏控制电缆 2×2×1.5mm ² | m | 2000 |
| 9 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 10×2×1.0mm ² | m | 300 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|-----------------------|--|----|-----|
| 10 | 接线箱 36端子 | 个 | 6 |
| 11 | 镀锌钢管 $\Phi 26.9 \times 2.8$ | m | 650 |
| 12 | 镀锌钢管 $\Phi 60.3 \times 3.8$ | m | 60 |
| 13 | 镀锌钢管 $\Phi 168.3 \times 4.5$ | m | 20 |
| 14 | 挠性连接管 | 根 | 110 |
| 15 | 电缆桥架250×100 | m | 120 |
| 8#配注站-新建干粉库房 | | | |
| 1 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 $1 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 200 |
| 2 | 镀锌钢管 $\Phi 26.9 \times 2.8$ | m | 30 |
| 8#配注站-新建清水泵房 | | | |
| 1 | 智能压力变送器0~100kPa | 台 | 5 |
| 2 | 智能压力变送器0~1.6MPa | 台 | 4 |
| 3 | 智能电磁流量计DN150, PN16 | 台 | 4 |
| 4 | 电动开关阀DN250, PN16 | 台 | 1 |
| 5 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏铠装控制电缆 $1 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 100 |
| 6 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 $2 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 110 |
| 7 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 $4 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 130 |
| 8 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 $10 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 360 |
| 9 | 接线箱 36端子 | 台 | 3 |
| 10 | 镀锌钢管 $\Phi 26.9 \times 2.8$ | m | 160 |
| 11 | 镀锌钢管 $\Phi 60.3 \times 3.8$ | m | 30 |
| 12 | 挠性连接管 | 根 | 30 |
| 8#配注站-已建污水提升泵房 | | | |
| 1 | 智能压力变送器0~1.6MPa, 防爆等级ExdIIBT4 | 台 | 1 |
| 2 | 阻燃计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 $1 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 200 |
| 3 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 $2 \times 2 \times 1.5 \text{mm}^2$ | m | 640 |
| 4 | 镀锌钢管 $\Phi 26.9 \times 2.8$ | m | 60 |
| 5 | 挠性连接管 | 根 | 1 |
| 8#配注站-已建东注水泵房 | | | |
| 1 | 智能压力变送器0~0.6MPa | 台 | 3 |
| 2 | 智能压力变送器0~25MPa | 台 | 14 |
| 3 | 智能电磁流量计DN150, PN16 | 台 | 3 |
| 4 | 智能电磁流量计DN40, PN160 | 台 | 4 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|----------------------|--|----|------|
| 5 | 高压流量自控仪DN40, PN160 | 台 | 4 |
| 6 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏铠装控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 430 |
| 7 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 2×2×1.5mm ² | m | 550 |
| 8 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 10×2×1.5mm ² | m | 1040 |
| 9 | 接线箱 36端子 | 个 | 6 |
| 10 | 镀锌钢管 Φ26.9×2.8 | m | 370 |
| 11 | 镀锌钢管 Φ60.3×3.8 | m | 60 |
| 12 | 镀锌钢管 Φ168.3×4.5 | m | 20 |
| 13 | 挠性连接管 | 根 | 62 |
| 14 | 电缆桥架250×100 | m | 50 |
| 8#配注站-已建北注入泵房 | | | |
| 1 | 智能压力变送器0~25MPa | 台 | 44 |
| 2 | 智能电磁流量计DN40, PN160 | 台 | 20 |
| 3 | 高压流量自控仪DN40, PN160 | 台 | 20 |
| 4 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 1300 |
| 5 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏控制电缆 2×2×1.5mm ² | m | 2730 |
| 6 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 10×2×1.0mm ² | m | 2400 |
| 7 | 接线箱 36端子 | 个 | 16 |
| 8 | 镀锌钢管 Φ26.9×2.8 | m | 1010 |
| 9 | 镀锌钢管 Φ60.3×3.8 | m | 160 |
| 10 | 镀锌钢管 Φ168.3×4.5 | m | 20 |
| 11 | 挠性连接管 | 根 | 184 |
| 12 | 电缆桥架250×100 | m | 100 |
| 8#配注站-新建加药泵房 | | | |
| 1 | 智能电磁流量计DN15, PN16 | 台 | 2 |
| 2 | 智能压力变送器0~1.6MPa | 台 | 3 |
| 3 | 智能压力变送器0~2.5MPa | 台 | 3 |
| 4 | 有毒气体检测报警系 | 套 | 1 |
| 5 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 60 |
| 6 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏控制电缆 2×2×1.5mm ² | m | 230 |
| 7 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 12×2×1.0mm ² | m | 400 |
| 8 | 耐火计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 1×3×1.5mm ² | m | 150 |
| 9 | 阻燃计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 3×2×1.5mm ² | m | |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|---------------------|--|----|-----|
| 10 | 防爆接线箱36端子防爆等级ExdIIGb | 个 | 3 |
| 11 | 镀锌钢管 Φ26.9×2.8 | m | 180 |
| 12 | 镀锌钢管 Φ60.3×3.8 | m | 30 |
| 13 | 挠性连接管 | 根 | 20 |
| 新建监控值班室 | | | |
| 1 | 新建 HC控制系统 | 套 | 1 |
| 2 | 已建 HC系统迁移 | 套 | 1 |
| 8#配注站-站场部分 | | | |
| 1 | 超声波液位变送器0~5m | 台 | 4 |
| 2 | 有毒气体检测报警系 | 套 | 2 |
| 3 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏铠装控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 600 |
| 4 | 计算机电缆铜芯绝缘分屏总屏铠装控制电缆 2×2×1.5mm ² | m | 120 |
| 5 | 耐火计算机电缆铜芯绝缘总屏控制电缆 1×3×1.5mm ² | m | 240 |
| 6 | 镀锌钢管 Φ26.9×2.8 | m | 70 |
| 7 | 防爆挠性连接管 | 根 | 6 |
| 8#-4配注站-站场部分 | | | |
| 1 | 超声波液位变送器0~5m | 台 | 1 |
| 2 | 智能压力变送器0~25MPa | 台 | 2 |
| 3 | 壁挂式 HC控制系统 | 套 | 1 |
| 4 | 计算机电缆铜芯绝缘总屏铠装控制电缆 1×2×1.5mm ² | m | 360 |
| 5 | 镀锌钢管 Φ26.9×2.8 | m | 55 |
| 6 | 挠性连接管 | 根 | 3 |

2.7.3 通信部分

本工程通信专业共 2 部分，注入部分，集输部分。注入部分考虑完善 8#配注站视频监控系统，将中控室进行升级改造。并新建 1 座撬装注入站，将新建站的视频监控系统、通信传输系统、自控数据上传等。

2.7.3.1 注入部分设计内容

1) 8#配注站

本次考虑完善 8#配注站视频监控系统，将原有模拟摄像机更换，系统采用网络化数字系统结构，室外摄像机均采用网络高清摄像机，像素满足 1080P，安装在新建 8 米金属立杆上。注水、注入泵房室内摄像机采用室内红外半球摄像机，摄像机安装在泵上方监控泵的运行状态。操作间及其他泵房室内设一体化红外枪机，摄像机安装在室内门口上方，监控人员进出状态及室内设备的运行情况。

在新建值班室设置本地监控，进行实时显示、控制及存储，正常运行图像在保存 90 个工作日后，进行统一处理（删除或保存）。自控数据与监控图像通过已建网络上传至管理区进行集中管理。

表 2.7-5 8#配注站视频监控工作量表

| 序号 | 安装位置 | 摄像机类型 | 安装方式 | 监控区域 | 方案相同 | 备注 |
|---------------|----------|--------|------|-----------|------|----|
| 新增视频监控 | | | | | | |
| 1 | 已建南注入泵房 | 室内红外半球 | 吸顶安装 | 监控注入泵 | 3 台 | |
| 2 | 新建干粉库房 | 红外枪机 | 支架安装 | 监控库房内 | 1 台 | |
| 3 | 新建清水泵房 | 红外枪机 | 支架安装 | 监控清水泵 | 1 台 | |
| 4 | 已建污水提升泵房 | 红外枪机 | 支架安装 | 监控污水提升泵 | 1 台 | |
| 5 | 已建东注水泵房 | 室内红外半球 | 吸顶安装 | 监控注入泵 | 3 台 | |
| 6 | 新建加药泵房 | 红外枪机 | 支架安装 | 监控加药泵房 | 1 台 | |
| 7 | 熟化罐罐区 | 智能分析球机 | 立杆 | 监控罐区 | 1 台 | |
| 8 | 石油磺酸盐罐区 | 智能分析球机 | 支架安装 | 监控罐区 | 1 台 | |
| 9 | 大门口 | 智能分析球机 | 立杆 | 监控大门口进出人员 | 1 台 | |
| 已建视频更换 | | | | | | |
| 1 | 西南角视频 | 智能分析球机 | 立杆 | 西侧围墙 | 1 台 | |
| 2 | 西北围墙视频 | 智能分析球机 | 立杆 | 北侧围墙 | 1 台 | |
| 3 | 注入操作间 | 红外枪机 | 支架安装 | 泵的运行状态 | 1 台 | |
| 4 | 注入操作间房顶 | 智能分析球机 | 支架安装 | 大门口区域 | 1 台 | |
| 5 | 杀菌剂泵房顶 | 红外枪机 | 支架安装 | 泵房北侧区域 | 1 台 | |
| 6 | 东侧废旧厂房 | 智能分析球机 | 支架安装 | 废旧厂房空地 | 1 台 | |
| 7 | 东南侧房间房顶 | 智能分析球机 | 支架安装 | 东侧围墙 | 1 台 | |

2) 注入站

注入站内设视频监控系统。监控系统实现对注入站大门口及场区设备运行及人员活动实现全方位、全天候监视，以便预防各类盗窃破坏站内设施，和及时发现险情给予报警等，保证安全生产。

系统采用网络化数字系统结构，前端摄像机均采用网络高清摄像机，像素满足 1080P，安装在新建 15 米监控立杆上。摄像机把图像信号摄入后，过无线网桥将图像和自控数据上传至 8#配注站值班室进行监控显示。再通过已建网络上传至采油厂信息中心，进行实时显示、控制及存储，正常运行图像在保存 30 个工作日后，进行统一处理（删除或保存）。

3) 主要工程量

表 2.7-6 通信部分主要工作量

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|------|-----------------------------|----|-----|
| 一 | 8#配注站改造 | | |
| 1 | 已建南注水泵房 | | |
| (1) | 工业级交换机 8 电非网管 | 台 | 1 |
| (2) | 六类屏蔽双绞线 | 米 | 300 |
| (3) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 200 |
| (4) | 室内红外半球摄像机 | 台 | 3 |
| (5) | 防水通信箱 配套电源端子排，开关电源，继电器等 | 只 | 1 |
| (6) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 150 |
| (7) | 镀锌接续盒 | 只 | 3 |
| (8) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (9) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (10) | 防水软管 0.5m | 根 | 3 |
| (11) | 接地线 BVRk6 | 米 | 20 |
| 2 | 新建干粉库房 | | |
| (1) | 室内一体化枪机 | 台 | 1 |
| (2) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 70 |
| (3) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 40 |
| (4) | 防水通信箱 配套电源端子排，开关电源，继电器等 | 只 | 1 |
| (5) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (6) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (7) | 工业级交换机 5 电非网管 | 台 | 1 |
| (8) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 20 |
| (9) | 防水软管 0.5m | 根 | 1 |
| (10) | 接地线 BVRk6 | 米 | 10 |
| 3 | 新建清水泵房 | | |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|----------|-----------------------------|----|-----|
| (1) | 室内一体化枪机 | 台 | 1 |
| (2) | 光纤收发器 | 只 | 2 |
| (3) | 光缆终端盒 | 只 | 2 |
| (4) | 4芯单模铠装光缆 GYTA53 | 米 | 150 |
| (5) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 1 |
| (6) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (7) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (8) | 工业级交换机 5 电非网管 | 台 | 1 |
| (9) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 20 |
| (10) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 10 |
| (11) | 防水软管 0.5m | 根 | 1 |
| (12) | 接地线 BVRk6 | 米 | 10 |
| 4 | 已建污水提升泵房 | | |
| (1) | 室内一体化枪机 | 台 | 1 |
| (2) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 50 |
| (3) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 30 |
| (4) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 1 |
| (5) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (6) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (7) | 工业级交换机 5 电非网管 | 台 | 1 |
| (8) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 20 |
| (9) | 防水软管 0.5m | 根 | 1 |
| (10) | 接地线 BVRk6 | 米 | 10 |
| 5 | 已建东注水泵房 | | |
| (1) | 工业级交换机 8 电非网管 | 台 | 1 |
| (2) | 六类屏蔽双绞线 | 米 | 250 |
| (3) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 100 |
| (4) | 室内红外半球摄像机 | 台 | 3 |
| (5) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 1 |
| (6) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 100 |
| (7) | 镀锌接续盒 | 只 | 4 |
| (8) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (9) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (10) | 防水软管 0.5m | 根 | 4 |
| (11) | 接地线 BVRk6 | 米 | 20 |
| 6 | 已建北注入泵房 | | |
| (1) | 工业级交换机 5 电非网管 | 台 | 1 |
| (2) | 六类屏蔽双绞线 | 米 | 100 |
| (3) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 80 |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|----------|-----------------------------|----|-----|
| (4) | 室内红外半球摄像机 | 台 | 2 |
| (5) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 1 |
| (6) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 100 |
| (7) | 镀锌接续盒 | 只 | 4 |
| (8) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (9) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (10) | 光纤收发器 | 只 | 1 |
| (11) | 光缆终端盒 | 只 | 2 |
| (12) | 4芯单模铠装光缆 GYTA53 | 米 | 150 |
| (13) | 防水软管 0.5m | 根 | 4 |
| (14) | 接地线 BVRk6 | 米 | 20 |
| 7 | 新建加药泵房 | | |
| (1) | 室内一体化枪机 | 台 | 1 |
| (2) | 光纤收发器 | 只 | 1 |
| (3) | 光缆终端盒 | 只 | 2 |
| (4) | 4芯单模铠装光缆 GYTA53 | 米 | 150 |
| (5) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 1 |
| (6) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 1 |
| (7) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 1 |
| (8) | 工业级交换机 5 电非网管 | 台 | 1 |
| (9) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 20 |
| (10) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 10 |
| (11) | 防水软管 0.5m | 根 | 1 |
| (12) | 接地线 BVRk6 | 米 | 10 |
| 8 | 罐区、大门口 | | |
| (1) | 8米金属立杆 | 根 | 2 |
| (2) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 2 |
| (3) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 4 |
| (4) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 4 |
| (5) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 160 |
| (6) | 镀锌钢管 DN25 | 米 | 120 |
| (7) | 金属软管 DN25 0.5m | 根 | 8 |
| (8) | 室外智能分析红外高速球机 | 台 | 3 |
| (9) | 侧墙安装支架 | 套 | 1 |
| (10) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 30 |
| (11) | 接地线 BVRk6 | 米 | 40 |
| 9 | 场区原视频更换 | | |
| (1) | 室外智能分析红外高速球机 | 台 | 5 |
| (2) | 室内一体化枪机 | 台 | 2 |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|-----------|-----------------------------|----|-----|
| (3) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 300 |
| (4) | 4芯单模铠装光缆 GYTA53 | 米 | 150 |
| (5) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 60 |
| (6) | 接地线 BVRk6 | 米 | 40 |
| (7) | 镀锌钢管DN25 | 米 | 250 |
| (8) | 光纤收发器 | 只 | 1 |
| (9) | 光缆终端盒 | 只 | 2 |
| 10 | 值班室 | | |
| (1) | 标准通信机柜 | 面 | 1 |
| (2) | 32路网络硬盘录像机 | 台 | 1 |
| (3) | 监控硬盘 4T | 块 | 12 |
| (4) | 监控主机 | 台 | 1 |
| (5) | 操作台 | 面 | 1 |
| (6) | 55寸液晶显示屏 | 块 | 1 |
| (7) | 4芯单模铠装光缆 | 米 | 200 |
| (8) | 网络交换机4光24电 三层 网管 | 台 | 1 |
| (9) | 网络交换机 2光 16电 二层 网管 | 台 | 1 |
| (10) | 尾纤 0.5m | 根 | 40 |
| (11) | 屏蔽水晶头 RJ45 | 盒 | 1 |
| (12) | 防爆密封胶泥 | KG | 10 |
| (13) | 接地线 BVRk6 | 米 | 20 |
| 二 | 新建8#-4橇装注入站 | | |
| (1) | 室外智能分析红外高速球机 | 台 | 2 |
| (2) | 室外屏蔽双绞线 | 米 | 120 |
| (3) | 防水通信箱 配套电源端子排, 开关电源, 继电器等 | 只 | 2 |
| (4) | 交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆 YJV 2×1.5 | 米 | 30 |
| (5) | 接地线 BVRk6 | 米 | 40 |
| (6) | 镀锌钢管DN25 | 米 | 80 |
| (7) | 浪涌保护器 电源线 | 只 | 2 |
| (8) | 浪涌保护器 网络线 | 只 | 2 |
| (9) | 工业级交换机 8 电网管 | 台 | 1 |
| (10) | 纯铜音箱线 RVH 2×1.5 | 米 | 3 |

| 序号 | 设备型号及规格 | 单位 | 数量 |
|------|--------------|----|----|
| (11) | 防水扬声器 | 只 | 1 |
| (12) | 金属软管 DN25 | 根 | 9 |
| (13) | 8米金属立杆 | 根 | 2 |
| (14) | 点对多点无线网桥 20M | 套 | 1 |
| (15) | 定向天线 | 套 | 1 |
| (16) | POE防雷模块 | 只 | 1 |
| (17) | 屏蔽水晶头 | 个 | 12 |
| (18) | 防爆密封胶泥 | Kg | 2 |
| 三 | 管理区 | | |
| (1) | 监控硬盘 4T | 块 | 1 |

2.7.4 结构部分

1) 设计使用条件

- (1) 工程设计使用年限为 50 年。
- (2) 建筑工程等级均为三级。
- (3) 耐火等级均为二级。
- (4) 屋面防水等级为 II 级。
- (5) 建筑的抗震设防类别：建筑物及室外设备基础为丙类。
- (6) 地基基础设计等级:丙级。
- (7) 地震设防烈度：

抗震设防烈度 7 度。

设计基本地震加速度值0.10g 设计地震分组第三组。

- (8) 建筑结构的安全等级：二级。

2) 设计荷载取值

- (1) 基本风压0.5kN/m²；地面粗糙度 B 类。

- (2) 基本雪压 0.35kN/m^2 ;
- (3) 屋面活载非上人屋面 0.5kN/m^2 ;

3) 建筑设计各建构筑物见下表:

表 2.7-6 方案建构筑物一览表

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|-----------------|-------------------------------|----------------|-----|
| 8#配注站 | | | |
| 已建注入泵房 | | | |
| 1 | 新建注入泵基础 (1.6mx1.0m), N=15kN | m ³ | 36 |
| 2 | 新建母液喂入泵基础 (2.7mx0.7m), N=15kN | m ³ | 9 |
| 3 | 新建母液外输泵基础 (2.7mx0.7m), N=15kN | m ³ | 6 |
| 新建干粉库房 | | | |
| 1 | 新建干粉库房 (14mx25m), 钢结构, 设吊车 | m ² | 370 |
| 2 | 拆除原干粉库房 (9mx15m) | m ² | 141 |
| 3 | 地基处理 中砂换填 | m ³ | 250 |
| 新建清水泵房 | | | |
| 1 | 新建清水泵房 钢结构, 一层, 轻钢屋面 | m ² | 32 |
| 2 | 新建清水泵基础 (1.5mx1.0m), N=12kN | m ³ | 9 |
| 3 | 新建清水提升泵基础 (1.5mx1.2m), N=12kN | m ³ | 3 |
| 4 | 地基处理 中砂换填 | m ³ | 55 |
| 已建污水提升泵房 | | | |
| 1 | 新建污水提升泵基础 (1.5mx1.2m), N=12kN | m ³ | 6 |
| 2 | 新建鼓风机橇基础 (3mx2m), N=25kN | m ³ | 8 |
| 3 | 新建加药装置基础 (2.2mx1.6m), N=25kN | m ³ | 8 |
| 已建东注水泵房 | | | |
| 1 | 新建注水泵基础 (4.0mx2.3m), N=90kN | m ³ | 54 |
| 2 | 新建喂水泵基础 (1.5mx1.0m), N=12kN | m ³ | 9 |
| 3 | 新建注入泵基础 (1.6mx1m), N=15kN | m ³ | 15 |
| 已建北注入泵房 | | | |
| 1 | 新建注入泵基础 (1.6mx1m), N=15kN | m ³ | 69 |
| 新建监控值班室 | | | |
| 1 | 新建监控值班室 (6mx5.4mx3.3) | m ² | 36 |
| 2 | 地基处理 | m ³ | 80 |

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 数量 |
|------------------|---|----------------|------|
| 新建加药泵房 | | | |
| 1 | 新建加药泵房 砖混结构，一层，10*6*3.3 | m ² | 64 |
| 2 | 新建药剂泵橇基础（2.5mx2.5m），N=36kN | m ³ | 16 |
| 3 | 地基处理 | m ³ | 100 |
| 站场部分 | | | |
| 1 | 新建 100m ³ 连续熟化橇块基础 12mx3.2m，N=1100kN | m ³ | 120 |
| 2 | 新建300m ³ 玻璃钢曝氧罐基础，罐直径7.8mN=3500kN | m ³ | 30 |
| 3 | 新建700m ³ 玻璃钢注水罐，罐直径 10.2m ， N=7200kN | m ³ | 100 |
| 4 | 新建污水回收池（长x宽x深）10mx6mx2.5m | 座 | 1 |
| 5 | 新建2.5m高砖围墙 | m | 130 |
| 6 | 新建防火墙，高 1m | m ³ | 35 |
| 7 | 新建 150m ³ 石油磺酸盐罐基础，罐直径6m，N=1650kN | 座 | 1 |
| 8 | 地基处理 | m ³ | 1500 |
| 新建8#-4注入站 | | | |
| 1 | 新建3泵式注入泵橇基础（10mx3m），N=170kN | m ³ | 140 |
| 2 | 新建 2泵式注入泵橇基础（7mx3m），N=170kN | m ³ | 30 |
| 3 | 新建污水回收罐基础，N=150kN | m ³ | 10 |
| 4 | 新建污水回收泵橇基础（2mx0.8m），N=12kN | m ³ | 3 |
| 5 | 新建监控橇装房基础（4.0m×3.5m），N=30kN | m ³ | 14 |
| 6 | 新建2.5m高砖围墙 | m | 142 |
| 7 | 新建钢大门4m宽 | 樘 | 1 |
| 8 | 新建二蹲位厕所 砖混结构，一层 | 座 | 1 |
| 9 | 地基处理 中砂换填 | m ³ | 726 |

4) 建筑设计

本工程建（构）筑物的结构设计做到结构安全、经济合理，满足结构强度、刚度、稳定性和抗震设防的要求。对结构材料可因地制宜，合理选择。

（1）建筑物的结构型式

新建清水泵房、干粉库房均采用钢结构，基础为 C30 混凝土、

HRB400 级钢筋混凝土柱下独立基础。屋面及墙面均采用 100mm 厚岩棉夹芯板，钢板厚 0.7mm。

其他建筑物均采用单层砖混结构，墙体采用 MU10 烧结普通砖（非粘土砖）、M5 水泥石灰砂浆砌筑，墙厚 240mm，施工质量控制等级为 B 级，屋面为现浇钢筋混凝土板，基础均为墙下素混凝土条形基础。钢筋混凝土构件采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋混凝土现浇。素混凝土基础采用 C30 混凝土。

（2）构筑物的结构型式

设备基础根据设备荷载的不同，采用 C30 素混凝土现浇或者钢筋混凝土基础，钢筋混凝土基础采用 C30 混凝土、HRB400 级钢筋混凝土现浇。

防火墙采用 C30，P6 级抗渗混凝土，HRB400 级钢筋现浇。污水回收池采用 C30、P8 抗渗混凝土、HRB400 级钢筋混凝土现浇。

实体围墙采用 MU10 烧结普通砖（非粘土砖）、M5 水泥石灰砂浆砌筑，墙厚 240mm，施工质量控制等级为 B 级。基础采用素混凝土条形基础。

钢构件均采用 Q235B 钢材，E43 型焊条焊接。

钢构件除锈等级为 Sa2.5 级，室内钢构件表面应刷涂（滚涂、喷涂）室内厚型防火涂料以达到相应耐火极限的要求。钢柱、钢梁的耐火极限为 2.5 小时，屋面水平支撑、钢系杆及其余未明确构件的耐火极限均为 1.0 小时。钢结构防腐涂层及防火涂层：环氧富锌底漆 2 遍，厚度不小于 70 微米；环氧云铁中间漆 1 遍，厚度不小于 60 微米；厚型防火涂料（依据不同构件耐火极限的要求，根据标准耐

火实验数据选定相应的涂层厚度)。钢结构防腐涂料设计使用年限 15 年。

(3) 地基处理

建(构)筑物的基础均采用天然地基,基础应落在老土层上,基础埋深未到老土层时,可研设计阶段暂考虑基础下回填中砂,压实系数不小于 0.97。本设计暂考虑钢筋混凝土中添加钢筋阻锈剂。

2.7.5 道路部分

注入站

新建注入站填土平均高度为 1.5m,清表厚度均为 0.3m,填土边坡比 1:1.5。进站道路采用 C30 水泥混凝土路面,长度 200m;路面宽度 4.0m。站内场地做法与进站道路相同。混凝土路面结构: C30 水泥混凝土路面厚 22cm+5%水泥稳定碎石厚 18cm+12%石灰土厚 20cm。

表 2.7-7 注入站道路工作量表

| 序号 | 工程内容 | 单位 | 工程量 |
|----|---------|----------------|------|
| 1 | 清理表土 | m ³ | 400 |
| 2 | 填土方 | m ³ | 1980 |
| 3 | 水泥混凝土路面 | m ² | 2220 |

2.7.6 消防部分

本次消防涉及到的配注站为五级站,按《石油天然气工程设计防火规范》的要求配备一定数量的手提式和推车式干粉灭火器,一旦发生火情,可随时启用扑救,手提式干粉灭火器放置在专用灭火器箱里。

表2.7-8 消防主要工程量

| 序号 | 名称及规格 | 单位 | 数量 |
|----|-------------------------|----|----|
| 1 | 推车式磷酸铵盐干粉灭火器 MFTZ/ABC50 | 具 | 10 |
| 2 | 手提式磷酸铵盐干粉灭火器 MFZ/ABC8 | 具 | 30 |
| 3 | 灭火器箱 XMDDS -42 | 具 | 15 |

3 主要危险、有害因素分析

3.1 物质的危险性有害特性分析

本工程涉及的主要危险、有害物质为：天然气。

注聚过程中的高压水及聚合物，存在一定的危险因素。

3.1.1 天然气

本项目中的天然气主要为孤岛压气站处理后的天然气，不含硫化氢。

天然气是一种无色气体，比空气轻，按照《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004），天然气属于甲_B类火灾危险物质。天然气物化性质及危害特性见附表 2，天然气组分分析报告见附件 1。

天然气具有以下危险特性：

（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%-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。

3.1.2 高压水

本项目中设计注聚压力等级为 16MPa，高压水在注入泵或管道破裂发生刺漏现象时，高压水射流会给人体带来很大伤害，甚至可能贯穿人体。如果反冲飞散出的水珠射入人眼，也会使眼睛受到损伤。

地上注聚管线由于断裂，造成高压反冲，容易引起区域内的物体打击事故。

注聚管线发生刺漏时，会掏空附近土壤，形成坑洞，人员坠入其中，可能发生淹溺事故；如果注入液温度过高的情况下，有发生灼烫的危险。

3.1.3 聚合物

本工程注聚系统所使用聚合物的主要成分为聚丙烯酰胺及 PPG，含量大于 95%，另外含有少量的发酵粉和尿素等，外观为

颗粒状干粉。

聚丙烯酰胺为脆性白色固体，可燃但不易引燃，其粉尘与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热易引起燃爆。其粉尘云的引燃温度 410°C，5mm 厚粉尘层引燃温度 240°C，爆炸下限 40g/m³。根据《建筑设计防火规范》的分类，其火灾危险性类别为丙类。

聚丙烯酰胺易溶于水，几乎不溶于有机溶液，配置的稀溶液易发生降解。聚丙烯酰胺本身没有腐蚀性，但其水溶液对金属有一定的腐蚀作用。另外聚丙烯酰胺易吸附空气中的水分并保留水分。

聚丙烯酰胺本身无毒，只有当食入量大于 5‰时，因肠胃粘膜对营养的吸收被粘阻而有害。聚丙烯酰胺中残留的丙烯酰胺单体有毒，属中等毒类物质。还有聚丙烯酰胺在温度超过 120°C 时易分解而释放出有毒单体——丙烯酰胺

3.2 井下作业过程危险有害因素分析

本项目井下作业是采油过程中保证注聚井正常生产的技术手段，井下作业内容主要有注聚井维修、注聚井大修、油层改造等。井下作业是在野外进行，流动性大，环境艰苦，并且多工种协作施工，生产过程中事故隐患较多，危险性较大。

维护及常规井作业：易出现因作业前没有检查刹车系统，刹车失控造成严重事故；在安装驴头罩等防污设施时、调整天车大绳时，如果高处作业防护措施不到位，会发生高处坠落事故；因超速起下管杆造成顿钻甚至落物事故；游动系统没有经常检查维护和保养、作业井架、大钩、吊环吊卡等设施没有经过检验，在解卡或重负荷作业时，发生大绳断落、井架倾斜折断或承重设施断裂等事故；井

口操作不熟练、配合不当或防脱钩失效造成单吊环伤人；无证操作或通井机操作不熟练、防碰天车失效等会发生顶天车或砸井口事件。

井下作业过程中，起下管柱速度过快，可能会诱发井喷事故。

3.3 地面工程施工过程危险因素分析

本工程在建设过程中要新建管线(天然气管线、单井注聚管线、清水管线、母液外输管线等)、干粉库房、拆袋下料装置、熟化撬块装置、外输泵、注入泵、提升泵、药剂罐、注水罐、曝氧罐、撬装式注入站、敷设架空电力线路等，在施工过程中主要涉及到起重作业、用火作业、动土作业、临时用电和管道敷设等危险作业，施工过程中的危险有害因素辨识如下：

3.3.1 管道施工

本项目中的管道施工主要是 $\Phi 426\times 7$ 的天然气管道、 $\Phi 273\times 7$ 的清水管道、 $\Phi 168\times 13$ 的高压稀释用水管道、 $\Phi 219\times 8$ 的低压采出水管道及单井注聚管线。施工过程中可能发生的危险有害因素主要有机械伤害、火灾爆炸、触电、起重伤害、物体打击、坍塌等

1) 管沟开挖、回填

本项目更换天然气管线 0.4km，在管沟开挖时，一般情况下采用机械方法开挖，利用人工方法清渣，需要在受限的空间内进行作业，由于作业面狭窄、作业环境复杂、通风不畅等可能引起触电、机械伤害等事故。

开挖管沟前，应对地下设施如光缆、管线等进行充分调查，避免挖断光缆和管线等设施。

2) 管道组对与焊接

管子组对和对接时，调整个别管线的长度时需要使用切割机，容易发生机械伤害事故。

移动管子时，无人指挥或指挥信号不准确，易造成挤伤、砸伤事故。

对口时手与管件无安全距离，易发生伤手事故。

管道的切割和焊接，需要用火作业。没有正确使用氧气、乙炔瓶，气瓶间距、与火源间距小于安全距离；电、气焊工具有缺陷；可能会能引发触电、火灾爆炸危险。

套管组对焊接，电、气焊作业时未清除作业点周围的易燃物（枯萎的芦苇），作业时火星窜入其它设备或易燃物，造成火灾，赤手接触刚刚焊接和切割完毕的管材、管口、材料构件等，造成灼烫伤。

针对本阶段的危险特点，对本工程提出如下建议：

（1）焊接作业时，应严格按有关规定办理用火作业证，对用火区周围易燃、易爆物应清理干净。

（2）氧气瓶与乙炔气瓶之间，应留有足够的安全距离，与明火点应保持 10 米以上的距离。

（3）本工程天然气与高压线有并行段，在高压电源线及管线下，禁止放置乙炔气瓶。

（4）在多人作业或交叉作业场所，从事电焊作业要设有防护遮板，以防止电弧光刺伤他人眼睛。

（5）清理施工现场的芦苇、杂草等易燃物质。

3) 带压封堵

带压封堵作业的基本流程为：进场施工准备→封堵定位→三通焊接→带压开孔→旁通管线连接、投运→带压封堵→割管连头→新管投产

（1）带压焊接

在带压焊接过程中，最大的风险是出现焊接缺陷，严重时甚至出现管道熔透，引发天然气泄漏。主要原因和控制措施为：①管道运行压力过大，超过允许带压施焊的压力。控制措施：计算最大允许带压施焊压力，在焊接作业前确认当前运行压力，必要时可进行工艺调整，使运行压力低于允许带压施焊的压力。②管内气流速度过大。因为流动的气体将带走较多热量，若流速过大，容易造成焊接缺陷。控制措施：根据规范，管件焊接时，气体流速不应大于 10m/s。③焊接点位于管道壁厚减薄点。控制措施：封堵三通、旁通三通及平衡短节的定位完成后，应在焊接前进行壁厚测试，并做周向及轴向测试记录。④焊接工艺问题，可能是焊接电流过大、施焊速度过慢等。控制措施：焊接前进行焊接工艺评价，编制评价报告，制定合适的焊接技术规程，焊接过程中严格按照报告控制相关技术参数。

（2）带压开孔

带压开孔作业过程中主要风险有天然气泄漏、刀具被卡、鞍形板脱落。

天然气泄漏，主要是管件、夹板阀、开孔机的气密性不好。控制措施：开孔机安装完毕后，必须先对管件，夹板阀、开孔机做整体试压，试验压力宜等于管道运行压力，最高不应超过管道运行压

力的 1.1 倍。由开孔机放空阀处注入氮气，确认各个连接处、焊口没有泄漏时方可进行开孔。

刀具被卡，主要是因为刀具扭矩不足。控制措施：调整开孔机系统压力防止刀具因为扭矩不够而产生卡刀。如果解决不了应当在封堵点后方重新焊接管件，进行带压开孔作业。

鞍形板脱落，给日后的清管作业带来困难，易造成清管器卡堵。控制措施：开孔前检查中心钻上的 U 型卡，确保 U 型卡转动灵活。若鞍形板脱落，使用强力磁铁安装在开孔机上，进行打捞。

（3）封堵

封堵作业是保证后续动火连头作业安全进行的关键工序，主要风险是封堵不严密，天然气泄漏到作业管段中。主要原因可能是封堵头未达到指定位置或者封堵头尺寸不适合。控制措施：首先检查作业管段是否有支线，如果有则确认支线阀门是否存在内漏；如果依然内漏，必须将封堵头取出检查原因，解决问题后再进行封堵作业。同时需要注意封堵作业时的运行工况，气体流速过大将影响封堵作业。

（4）割管连头

割管连头作业中主要风险是火灾。因为燃烧需要可燃物、助燃物、点火源三个要素，因此隔绝天然气，即控制可燃物，同时控制点火源，可以降低火灾风险。结合割管连头作业，控制措施为：①割管作业前，确认封堵管段内天然气已放空，并进行氮气置换，经气体检测合格（可燃气体含量低于 10%LEL）。②割管作业时，应采用机械方法，不能使用电动爬管机，并在断管期间采用冷水喷淋

的方式冷却切口，防止切割时产生火花。③动火连头前，必须清理管道内壁的残留天然气等可燃物，用滑石粉与黄油一定比例制作成胶泥，打成黄油墙，然后用可燃气体检测仪器测量，达到焊接条件，方可动火焊接。④动火作业期间，加强动火现场管理，做好安全警戒，使用防爆工器具，同时现场配备适量消防器材。

（5）下塞堵

下塞堵阶段，主要风险是塞堵密封不严，主要原因是塞堵尺寸不合适，或者密封胶圈损坏。控制措施：首先将塞堵提出，检查确认塞堵的尺寸，再进行塞堵。如果仍然密封不严，将塞堵重新提起，更换胶圈后重新下塞堵。

4) 管道下沟

管线下沟时会使用吊管机等吊具，吊管机的数量、吨位以及间距不符合施工技术要求可能发生吊管机倾翻事故；起吊时人员距离过近可能会由于管道摆动伤人，发生起重伤害事故。

管道下沟时由于下方速度过快、吊带断裂等引起管道滚沟事故。

吊管作业操作不当，管道碰撞沟壁，引起沟壁塌方和防腐层损坏。

5) 管道试压及无损检测

（1）管道试压

试压时由于操作失误造成憋压、压力超过限荷，焊接质量缺陷，错开关闸阀，试压材料缺陷，管道材料缺陷等都可能造成设备或管道损坏，造成高压介质泄漏伤人事故。

(2) 无损检测

进行焊缝检测时，使用 X 射线探伤时，可能会发生一次或短时间内受大剂量照射所产生事故性照射损伤。以及工作人员不注意防护，长时间接受慢性小剂量连续照射产生的慢性放射损伤。

3.3.2 储罐建设

本项目建设曝氧罐、注水罐、表面活性剂罐、石油磺酸盐储罐、调控剂储罐及回收池缓冲罐等。

在储罐的建设过程中可能发生火灾爆炸、触电、坍塌、高处坠落、起重伤害等。

(1) 火灾、爆炸

焊接、切割作业过程中，现场有易燃物、乙炔与氧气瓶摆放太近、乙炔瓶泄露，都可能发生火灾爆炸事故。

储罐防腐过程中，防腐涂料可能具有易燃易爆特性，尤其是在储罐内防腐过程中，防腐涂料可能在罐内形成爆炸性混合气体，遇到点火源可能发生火灾爆炸事故。

(2) 触电

焊接作业用电设备可能导致人员触电，如漏电触电和直接(相线)触电，其中直接触电更为严重，往往发生在带电检修设备、电力线老化破损未作防范处理而触电。漏电触电主要由于机器绝缘下降而又未安全接地，使机体带电或感应带电产生的伤害。

(3) 坍塌

施工过程中需要搭设脚手架作业，脚手架搭设不规范，施工过程中可能发生坍塌，导致人员伤亡。

(4) 高处坠落

高处作业过程中，人员安全防护措施不到位，违反操作规程作业，现场施工环境条件不良，人员安全意识低，安全培训不到位等都可能引发人员高处坠落事故。

(5) 起重伤害

罐体焊接需要进行吊装作业，若起重机械存在安全缺陷。吊装作业过程中违章作业、违章指挥可能发生起重伤害事故，如起重机械倾覆可能砸到周边储罐或其他设备设施，被吊物件固定不牢导致松脱或坠落，钢丝绳断裂等都可能引发起重伤害事故。

3.3.3 建筑物施工

现场勘查，8#配注站内扩建部分存在废弃库房，可能存在拆除作业，拆除作业中可能发生砸伤事故。

在建设外输泵房、干粉加料间时，会用到起重设备，可能发生起重伤害事故，主要原因：在吊运过程中，因违章作业、起重设备的安全装置及保护措施失灵、吊车吊钩、钢丝绳、吊索具超载断裂，吊运时钢丝绳从吊钩中脱出，吊货物捆扎不牢固或作业时吊物下有人等情况，易发生起重伤害事故。

3.3.4 设备安装

本项目要安装拆袋下料装置、熟化撬块装置、外输泵、注入泵、提升泵等设备，在设备安装过程中，可能发生起重伤害、触电、机械伤害等事故。

1) 起重伤害

用力太大使工具脱手，可能会对周边人员造成物体打击事故。

安装运输设备时要用到起重设备，违章指挥、违规操作、空间不足等原因都有可能发生起重伤害事故。

2) 触电

调试设备过程中，注水泵机电缆老化、碰损产生漏电危险、电机没有良好接地或接地线损坏、电源开关处绝缘老化、破损漏电、启停泵没有穿戴防护用品等，可能发生触电事故。

3) 机械伤害

调试设备过程中，设备转动部分的防护罩脱落、缺失，人员碰到会发生机械伤害事故。

3.3.5 电力线路敷设

本项目敷设电力线路 4km，施工过程中可能存在的危险有害因素主要有触电、高处坠落、物体打击、车辆伤害等。

1) 触电

敷设新电缆时，不慎将原来运行中的电缆损伤，能引起触电伤害，锯断电缆时，若电缆带电，以及施工使用的机具若不慎碰触运行的电缆也能引起触电伤害。

2) 高处坠落

施工过程中存在发生高处坠落的可能，造成高处坠落的主要因素有：

(1) 电工用梯在使用过程中发生倒塌，使用不符合要求的脚架或安全带；

(2) 现场安全管理混乱，作业中存在违章作业、违章指挥、违反劳动纪律的现象；

(3) 人员安全培训不到位。

3) 物体打击

施工过程中用力不当, 物件、工具、配件位移造成对人的打击伤害; 在双人或多人配合作业的情况下, 对工具把持不稳, 有可能造成物体打击事故; 高处的机械部件或工具若掉落打到低处人体, 也会造成物体打击伤害。

4) 车辆伤害

在施工现场, 容易因以下因素导致发生车辆伤害事故:

(1) 施工现场无道路指示标志, 人行道、车行道坑坑洼洼、泥泞不堪;

(2) 施工现场交叉点太多;

(3) 在场地狭小, 行人来往和运输频繁的地方, 未设明显的警告标志或设置临时交通指挥。

3.3.6 其他

在施工过程中, 都存在临时用电。施工过程中涉及到电气设备的使用, 都有可能引发触电事故, 配电箱、开关箱置于地面或安装不牢、无漏电保护器; 电器开关破损、电缆沿地面敷设, 用电设施无警示标志; 配电、开关箱缺少防水保护; 特殊场所照明电压不规范; 手持电动工具负荷线有接头或绝缘层破损、无漏电保护器等。

3.4 生产过程危险有害因素分析

3.4.1 井下作业过程

井下作业是采油过程中保证油水井正常生产的技术手段, 井下

作业内容主要有注聚井维修、注聚井大修、油层改造等。

井下作业是在野外进行，流动性大，环境艰苦，并且与多工种协作施工，生产过程中事故隐患较多，危险性较大。

维护及常规井作业：易出现因作业前没有检查刹车系统，刹车失控造成严重的工业事故，或因超速起下造成顿钻和溜钻甚至落物事故；游动系统没有经常检查维护和保养，在解卡或重负荷作业时，发生大绳断落或井架倾斜折断等事故；井口操作不熟练或配合不当造成单吊环伤人；无证操作或不熟练绞车操作规程发生顶天车、顿钻等事件。

高压作业：主要包括压裂、注水、封堵、酸化等，这些作业属于高压作业，易出现井口闸门及连接管汇的刺漏，易造成伤人和污染等事故。

压井作业：由于压井等井下作业过程中使用的压井液在配伍等方面不符合地层要求，很容易造成井喷（特别是新区块的前期开采），影响安全生产。

3.4.2 油气集输过程

由于油气集输系统内的介质（天然气）具有易燃、易爆和有毒等特性，若管理和操作不当，易导致天然气泄漏可能发生中毒和窒息事故，一旦遇点火源引发火灾、爆炸。

天然气泄漏事故的易发部位和原因主要有：管线腐蚀穿孔、焊缝破裂以及管道的人为破坏等。

油气集输系统中的管道有出现超压的可能性，若其承压能力不够或超压保护失效时，有发生爆裂的可能性；若系统的密封性失效，

天然气大量泄漏，易发生火灾、爆炸。

该项目集油管线主要为天然气输送管道。其存在的主要危险有害因素是介质泄漏可能引发的火灾、爆炸及中毒和窒息事故，其泄漏原因是：

(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。

(2) 施工缺陷

施工焊接过程存在缺陷，如管沟不符合要求、防腐层损伤、管线本体机械损伤、管沟回填不符合要求等，都会对将来的管线安全运行留下隐患。

(3) 腐蚀

管道与土壤接触发生电化学反应而引起的金属材料的外腐蚀。外部腐蚀使管壁变薄，承压能力降低，严重时会导致腐蚀穿孔，发生泄漏事故，尤其是盐碱地区、沟渠区域。另外地下杂散电流的影响也是造成外腐蚀的重要因素。

3.4.3 注聚系统

注聚工艺过程中的危险性主要是母液配制系统、注入系统的高压力、高噪声等，本工程要危险、有害因素有超压爆裂、物体打击、火灾、爆炸、机械伤害、中毒、触电、高处坠落、车辆伤害等。

(1) 超压爆裂

本工程中注聚系统管线的设计压力达到 16MPa，由于系统压力较高，当设备存在缺陷、误操作造成憋压、带压（压力未放空）检维修等，压力超出设备承压极限，导致设备超压爆裂。

（2）物体打击

本工程注入管线设计压力达 16MPa，由于系统压力较高，当设备存在缺陷、误操作造成憋压、带压（压力未放空）检维修等，压力超出设备承压极限，使设备有关部件飞出，对设备造成损坏、人员伤亡。

（3）火灾、爆炸

由于聚丙烯酰胺挥发出氨成分，若操作间空气流通性差，易使氨气聚集，与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高温能引起燃烧爆炸。

聚合物及其他试剂的有关成分属于可燃物质，易发生火灾爆炸。

另外，本工程也可能发生电气火灾。电气设备有电气线路、电机、开关等不同的设备，由于结构、运行各有特点，产生电气火灾的原因一方面来自设备缺陷、安装不当等设计、施工方面的原因，另一方面来自电气设备运行中的电流产生的热量和电火花或电弧。

（4）机械伤害

本工程注聚泵、提升泵、卸料泵、母液外输泵等泵类设备旋转部位若未加防护罩，人员操作不当，未按规定穿戴劳保用品，易造成人员与运动部件接触导致机械伤害。

（5）中毒和窒息

本工程正常运行过程中使用的聚丙烯酰胺、PPG 等，对操作人员的影响较小，一旦发生电气火灾，会使聚丙烯酰胺分解成丙烯酰胺，丙烯酰胺对操作人员有一定的毒性危害，若操作间内通风较差，有可能引起中毒事故的发生。

油田污水本身具有一定的毒性，长时间接触对健康造成一定影响。

（6）触电

本工程中的各种电气设备、外露可导电体的接地保护损坏，导线绝缘损坏或老化，操作人员不按规定穿戴防护用品，带电作业，触及带电体，易发生触电事故。

（7）高处坠落

在生产运行中，操作人员需要登上罐顶进行作业时。若梯子扶手、栏杆不符合安装要求或由于日久失修、损坏或因腐蚀而失去了防护作用，特别在大风、雨雪天登高时，工作人员若疏忽大意，有可能发生高处坠落事故。

（8）车辆伤害

机动车辆在站区运输聚合物过程中，因车辆故障或驾驶员操作失误，有可能发生车辆伤害事故。

（9）淹溺

站内人员巡检时，若回收池无盖板或防护设施，易导致人员落水造成溺水伤亡事故。

本项目中单井注聚管线达 32km，注入压力等级达 16MPa，管线泄漏会掏空地下土壤，形成坑洞，巡检人员或周边路过人员坠入

其中可能发生淹溺事故。

(10) 噪声危害

高压流体在管道内流动，电机、泵类设备产生的噪声，对人员健康有一定影响。操作人员若长期在高噪声、振动环境下工作，不仅会损伤他们的听觉，还会使工作人员的情绪烦躁，降低工作效率，有时甚至会导致误动作而引起事故的发生。

(11) 粉尘危害

该项目采用简化的吨包拆袋下料方式，此方式虽减少了粉尘散落，但在包袋开封卸料、拍打及清理袋内残留的过程中，仍有部分聚丙烯酰胺干粉溢出，若其在空气中浓度过大，而厂房中无通风设施，会对职工健康产生粉尘危害。

(12) 起重伤害

本项目采用吊车转料投料，在操作吊车过程中，操作人员违规操作可能会发生起重伤害事故。

3.4.4 其他危害

本工程中的各种电气设备例如变压器，外露可导电体的接地保护损坏，导线绝缘损坏或老化，操作人员不按规定穿戴防护用品，带电作业，触及带电体，易发生触电事故。

3.5 检维修过程危险有害因素分析

1) 触电

施工和检修需要停电或部分停电时，值班人员未按照工作票要求做好安全措施，如停电、验电、装设临时接地线、开关加锁、装

设遮栏和悬挂警示牌，交待附近带电设备位置和注意事项等，都可能造成人员触电。

检维修电力线路或电气设备时，防护设施不合格，有可能发生触电事故。

3) 机械伤害

(1) 检维修人员在工作时如不注意周围的情况或防护不当，有可能摔跤、绊倒、滑倒，不慎与其他设备接触，造成机械伤害。

(2) 检维修人员的工具放置无规律，到处乱放或工具突出（锋利）部位朝外放置，其他人员不小心误触可能会造成机械伤害。

(3) 手持电动工具（如手电钻、手砂轮、电锤、电工刀、钢锯、扳手、钳子、电管等）一般体积较小，没有固定的工位，运行时振动较大，如操作不慎可能会伤及作业人员。

(4) 检维修各种泵时，断电不彻底或被人误送电，可能会发生机械伤害事故。

4) 高处坠落

检维修架空电力线路等登高作业时，未安全防护用品、天气恶劣或人员有心理生理等原因，会发生高处坠落事故。

此外焊接时，因操作不当可能发生灼烫、触电伤害、弧光刺伤眼睛和机械伤害等；焊缝检验时操作方法不对，操作人员可能受到超声波或射线危害；检修期间，拆检、敲打、起吊作业，高温露天作业，动火、动焊作业等较多，容易发生起重伤害、物体打击、火灾爆炸等事故；

3.6 环境因素分析

3.6.1 自然环境因素分析

(1) 雷击

雷击可能破坏建筑物和设备，并可能导致火灾爆炸事故的发生。雷击可能造成站场的火灾爆炸、停电、设备损坏以及人体电击伤害等事故。外输泵房等建筑、配电箱等设备设施均应采取防雷防静电保护设施，并应定期进行检测。

(2) 气温

本工程所在地冬季寒冷，冬季极端最低气温为 -18.1°C ，气温过低、保温或伴热失效、管道埋深过浅，易发生管线凝管、冻堵甚至冻裂事故。

外界的温差变化引起的热胀冷缩作用，会产生巨大的温度应力，导致设备、管线等损坏，这些损坏容易发生在管线与设备的连接部位、转弯处、焊缝等处。

(3) 地震

地震具有破坏性巨大且难以预报的特点，一旦发生地震，根据地震强度的不同，不可避免的会造成破坏，甚至对油田设施带来灾难性的影响，并引发一系列的次生灾害事故。由于目前还不具备成熟的地震预报技术，因此根据工程所在区域的地震烈度（本区基本地震烈度为 7 度），严格按照规范要求进行地震设防、做好地震灾害的应急救援是目前防范地震灾害的有效措施。

(4) 腐蚀

地上管道受到大气中的水、氧、酸性污染物等物质的作用而引

起大气腐蚀。埋地管道所处土壤环境，会造成管道的电化学腐蚀、化学腐蚀、微生物腐蚀、应力腐蚀和干扰腐蚀。若防腐措施失效、检查维护保养不到位，过度腐蚀会造成设备、管线的强度降低，尤其是发生点蚀，导致穿孔泄漏。设备在安装过程，管线与设备接口处存在应力，设备基础不牢固会产生不均匀沉降，造成管线与设备接口处断裂泄漏，有引发火灾、爆炸的危险。

3.6.2 周边环境因素分析

除特殊情况下，可能发生第三方破坏，第三方破坏又分为无意破坏和有意破坏两种。

1) 无意破坏

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

2) 有意破坏

一些不法分子为了获得经济利益，非法建设，对系统造成的占压破坏。

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

3.7 重大危险源辨识

3.7.1 辨识依据

按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）对重大危险源申报范围进行辨识。

3.7.2 重大危险源辨识结果

本项目涉及的天然气属于危险化学品，但是只涉及管道运输，没有储存设施。《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）规定“本标准不适用于危险化学品的厂外运输（包括铁路、道路、水路、航空、管道等运输方式）”，因此本工程不构成危险化学品重大危险源。

3.8 主要危险、有害因素分析结论

本工程涉及的主要物质为：天然气等。注聚过程中的高压水、聚合物，存在一定的危险因素。

地面工程施工过程中存在的主要危险有害因素有起重伤害、物体打击、火灾爆炸、机械伤害、触电、中毒和窒息、坍塌、车辆伤害、灼烫及其他等。

运行过程中存在的主要危险有害因素有火灾、爆炸、中毒和窒息、管道爆裂、机械伤害、高处坠落、触电、灼烫、车辆伤害、淹溺及其他等。

自然环境条件对该项目的影响因素有：雷击、气温、地震、腐蚀等。

通过重大危险源辨识，本项目不构成重大危险源。

4 评价单元的划分与评价方法的选择

4.1 评价单元的划分

4.1.1 划分原则

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

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

常用的评价单元的划分原则有:

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

通过对本工程运行过程中的危险、有害因素分析,结合本项目的特点和具体情况,本次预评价按工艺流程,兼顾装置特性及其辅助设施中的危险、有害因素的相似特性等进行评价单元的划分。

4.1.2 划分评价单元

为了对该项目进行深入的评价,既要抓住重点,分清主次,同时又不漏掉主要危险,不过分夸大其危险性,提高安全预评价的准确性,根据本工程的生产工艺特点、危险有害因素的分布状况、便于实施评价的原则,本次评价划分为以下七个评价单元进行评价:

- 1) 区域布置单元;
- 2) 地面工程施工作业单元;

- 3) 井下作业单元;
- 4) 集输单元;
- 5) 注聚、采出水及清水系统单元;
- 6) 配套设施单元;
- 7) 安全管理单元。

4.1.3 评价方法选择

安全评价方法是对系统的危险、有害因素及其危险、有害程度进行分析、评价的工具。每种评价方法的评价目的、特点、应用条件、适用范围均不相同，而且各有优缺点。依据预评价导则的要求及该项目实际情况，本次评价选择以下两种定性评价方法：安全检查表、预先危险性分析法。

各单元所选用评价方法如下表 4.1-1。

表 4.1-1 各单元评价方法表

| 序号 | 单元名称 | 主要设备 | 评价方法 |
|----|-----------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | 区域布置单元 | 天然气、单井注聚、母液外输、稀释水等管线 | 安全检查表法 |
| 2 | 地面工程施工作业单元 | 施工作业机械 | 预先危险性分析法 |
| 3 | 井下作业单元 | | 预先危险性分析法 |
| 4 | 集输单元 | 天然气管线等 | 安全检查表法、预先危险性分析法 |
| 5 | 注聚、采出水处理及注入系统单元 | 注聚井口、注入泵、注聚管线、曝氧装置、清水泵、清水管线等 | 安全检查表法、预先危险性分析法 |
| 6 | 配套设施单元 | 供配电、自控、通信等 | 安全检查表法、预先危险性分析法 |
| 7 | 安全管理单元 | | 安全检查表 |

4.2 评价方法介绍

4.2.1 安全检查表

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

安全检查表以下列格式列出，对于设计方案中已经涉及且符合要求的检查内容，在检查结果栏中标以“√”，不符合要求的检查项目在检查结果栏中标以“×”，可研中应涉及而未涉及的在检查结果栏中标以“※”。见表 4.2-1。

表 4.2-1 安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 评价依据 | 检查结果 | 备注 |
|----|------|------|------|----|
| | | | | |

4.2.2 预先危险性分析法

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

析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免考虑不周所造成的损失，属定性评价。即：讨论、分析、确定系统存在的危险因素，及其触发条件、现象、形成事故的原因事件、事故类型、事故后果和危险等级，有针对性的提出相应的安全防范措施。

(1) 预先危险性分析法的主要功能有：

大体识别与系统有关的危险；

鉴别产生危险的原因；

估计事故发生对系统的影响；

对已经识别的危险进行分级，并提出消除或控制危险性的措施。

(2) 预先危险性分析步骤

对系统的生产目的、工艺过程以及操作条件，对周围环境进行充分的调查了解；

收集以往的经验 and 同类生产中发生过的事故情况，判断所要分析对象中是否也会出现类似情况，查找能够造成系统故障、物质损失和人员伤害的危险性；

根据经验、技术诊断等方法确定危险源；

识别危险转化条件，研究危险因素转变成事故的触发条件；

进行危险性分级，确定危险程度，找出应重点控制的危险源；

制定危险防范措施。

预先危险性分析结果最终以表格的形式表示。

(3) 危险、有害因素的危险性等级

PHA 分析的结果用危险性等级来表示。危险性可划分为四个等级，见下表 4.2-2。

表 4.2-2 危险性等级划分表

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

5 安全评价

5.1 区域布置单元

5.1.1 区域位置及路由走向现场核实

本项目改造 8#配注站，新建 8#-4 注入站 1 座，设计注入井数为 47 口，其中上层系注入 23 口，下层系注入 20 口，上下分层注入 4 口。46 口注入井为老水井，转注井 1 口（井号为 GDX2-12）。新建玻璃钢母液外输管线 1.4km，高压稀释水管线 1.4km，单井注聚管线 32.9km，更换天然气管道 400m。

1) 8#配注站

本项目 8#配注站改造部分位于 8#配注站内，站外东北方向有散居范围 1 处，与配注站的间距为 11m，周边其他方向为荒地，除油田生产设施外无敏感设施，平面布置符合 GB50016 的要求。现场情况图见图 5.1-1。

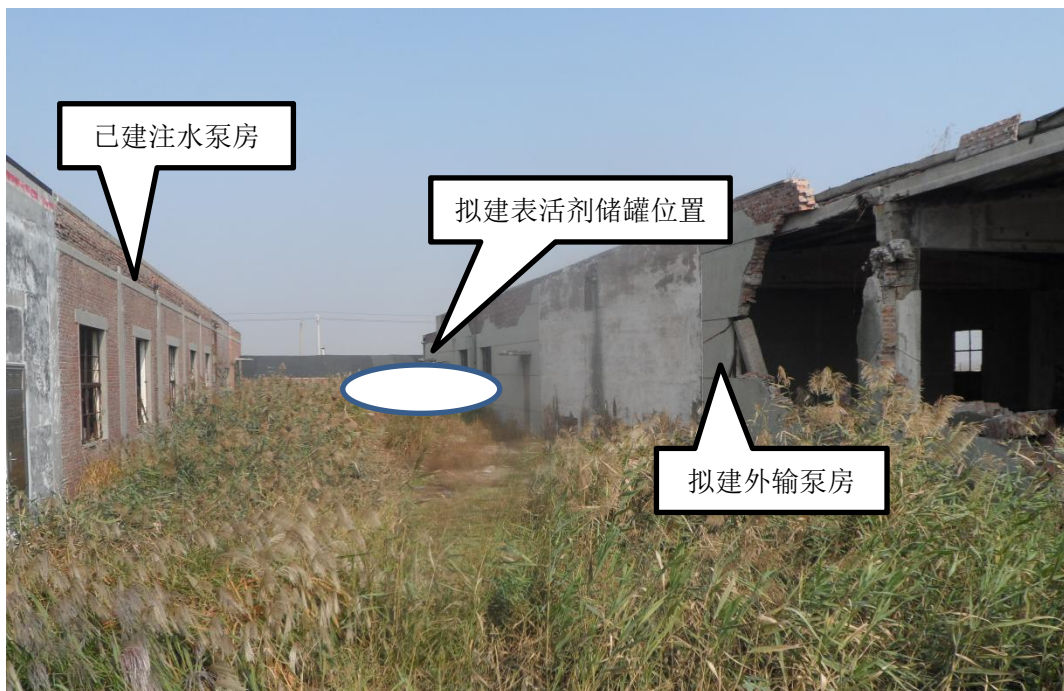




图 5.1-1 8#配注站情况图

2) 8#-4 注入站

在注采管理 503 站西南侧西 1-2 计量站附近建 1 座 8#-4 注入站，西 1-2 计量站周边 100m 范围内为荒地，除油田生产设施外无其他敏感建构物，平面布置符合 GB50016 的要求。现场情况见图 5.1-2。

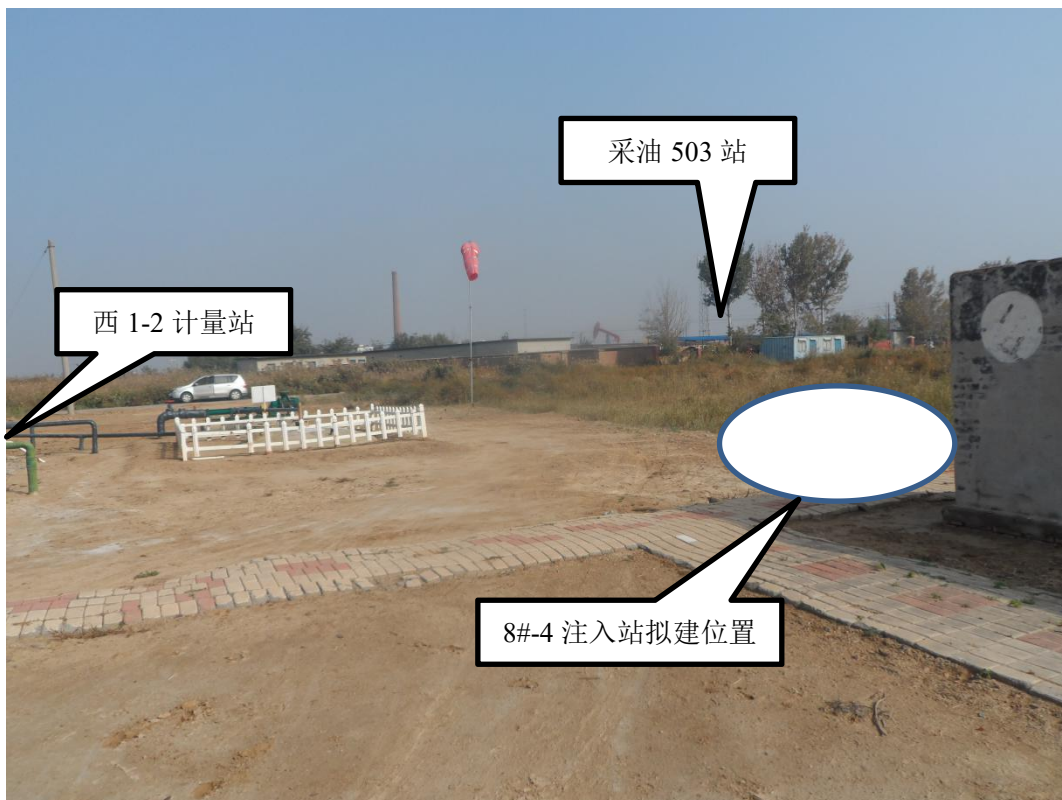


图 5.1-2 8#-4 注入站现场图

3) 母液外输管线及高压稀释水管线

本项目新建母液外输管线及高压稀释水管线各 1.4km，两条管线同沟敷设，管线自 8#配注站沿生产路向南敷设约 700m，再向东敷设约 700m，穿越生产路后进入 8#-4 注入站，此段管线穿越生产公路 2 处，跨越沟渠 1 处，有 1 处与废弃围墙的间距小于 5m。管线周边情况见图 5.1-3。



图 5.1-3 管线现场情况图

4) 天然气管道

本项目为解决 8#配注站占压孤东辛输气管线问题，对孤东辛输气管线占压段进行改线，迁出 8#配注站。改建管线从北侧绕过 8#配注站与已建管线连接。新建管线浅埋敷设，管顶距原始自然地坪 1.2m，总长度约 400m。现场情况见图 5.1-4。



图 5.1-4 天然气管线走向示意图

5) 单井注聚管线

有 5 口注入井位于黄河故道东大堤西侧，大堤东侧为东营东港高速，8#配注站位于东港高速东侧，大堤西侧 5 口井均要从 8#配注站引单井注入管线，通过东港高速已建涵洞穿越高速公路，每条管线跨大堤。在注采管理 503 站西南侧西 1-2 计量站附近建 1 座

8#-4 注入站，管辖 12 口注入井。X2-12 井与 X2-132 井的注聚管线距离西侧散居房屋不足 5m。现场情况见图 5.1-5。





图 5.1-5 现场环境图

6) 清水管线

本项目新建孤五注水站到 8#配注站清水干线 1 条，规格 $\Phi 273 \times 7$ PE 材质；光明路与 S312 省道附近更换清水管线 270m。

清水干线自孤五注水站北侧沿光明路向西敷设约 1000m，穿越公路（光明路）后向北沿生产路敷设至 8#配注站。

对孤五注清水 500 线与供水 500 干线碰头处 $\Phi 325 \times 7-270$ 进行扩径，改为 PE80 材质 DN450x33. 11. 0MPa-270m。

现场情况见图 5.1-6。



图 5.1-6 清水管线走向示意图

7) 采出水外输管线

8#配注站母液稀释水管线设计接入孤一联至孤五注的采出水调水管线，此段管线与本项目中的母液外输管线同沟敷设。

8) 电力线路

新建架空线路由已建的油田专线向新建配注站 T 接，架空线路走向路由附近不存在易燃易爆场所，不涉及敏感设施，与油气集输管道的间距满足标准规范的要求，能够满足安全生产的要求。

5.1.2 安全检查表法评价

本节采用安全检查表法对本工程区域布置单元进行安全检查，根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《油田油气集输设计规范》（GB50350-2015）等标准规范，编制安全检查表，具体检查内容见表 2.7-2。

表2.7-2 区域布置单元安全检查表

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|------------------|--------------|---------|------|
| 1 | 总平面布置应防止高温、有害气体、 | GB50187-2012 | 本项目涉及到粉 | √ |

| | | | | |
|---|--|------------------------|---|---|
| | 烟、雾、粉尘、强烈振动和高噪声对周围环境和人身安全的危害, 并应符合国家现行有关工业企业卫生设计标准的规定 | 5.1.7 | 尘及强烈震动, 站场周边基本为荒地, | |
| 2 | 产生高噪声的车间应与低噪声的车间分开布置。 | GB50187-2012 5.2.5 | 注聚泵、外输泵位于单独房间内。 | √ |
| 3 | 厂房之间及与乙、丙、丁、戊类仓库、民用建筑等的防火间距不应小于表 3.4.1 的规定 | GB50016-2014 3.4.1 | 本项目建筑设计耐火等级为二级, 根据设计平面布置图, 8#配注站及 8#-4 注入站防火间距符合要求 | √ |
| 一 | 集输管线 | | | |
| 4 | 埋地输气管道与高压交流输电线路杆(塔)和接地体之间的距离宜符合下列规定: 1 在开阔地区, 埋地管道与高压交流输电线路杆(塔)基脚间的最小距离不宜小于杆(塔)高; 2 在路由受限地区, 埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于 5m。在采取故障屏蔽、接地、隔离等防护措施后, 表 4.3.12 规定的距离可适当减小 | GB50251-2015 4.3.12 | 现场勘查天然气管线距离 6kv 压西线不足 5m, 可研未明确是否采取措施, 下一步应加强设计。 | ※ |
| 二 | 注聚管线 | | | |
| 5 | 与建(构)筑物净距不应小于 5m; 当特殊情况小于 5m 时, 注入管道应采取增强保护措施。 | GB50391-2014 5.2.1 | GDX2-12 井单井注聚管线距离西侧散居房屋间距不足 5m, 可研未明确是否采取保护措施。其他单井注入管线路由符合要求。 | ※ |
| 6 | 穿越长度和埋深应符合下列要求: 1 穿越长度宜涵盖设计洪水淹没范围。主河道的穿越长度应包括两岸防洪堤, 并满足堤防保护的距要求。当两岸无防洪堤时, 主河道的穿越长度应根据管道使用期间可能的河床摆动范围确定。 2 当两岸设有防洪堤坝及规划防洪堤坝时, 穿越的起始位置及堤下埋深应满足水利主管部门规定。3 当工 | GB50432-2013 3.3.6 | 可研未明确单井注聚管线通过黄河故道大堤的方式, 下一步应加强设计 | ※ |

| | | | | |
|---|--|-----------------------|---|---|
| | 程建在水库泄洪影响范围内时，穿越管段埋深应综合泄洪时的局部冲刷及常规泄水的清水冲刷深度确定。4 新建或规划库区内的穿越工程，穿越长度和埋深应满足库岸再造作用后的稳定性要求。 | | | |
| 三 | 母液外输管线 | | | |
| 7 | 与建(构)筑物净距不应小于 5m；当特殊情况小于 5m 时，注水管道应采取增强保护措施 | GB50391-2014 5.2.1 | 可研未明确母液外输管线距离废弃围墙 4m 处是否采取保护措施，下一步应加强设计 | ※ |

5.1.3 评价小结

通过安全检查表对该工程区域布置单元共 7 项内容进行了检查，其中可研未涉及的有 4 项。

5.2 地面工程施工作业单元安全评价

5.2.1 预先危险性分析结果

本单元预先危险性分析结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 地面工程施工作业单元预先危险性分析结果

| 序号 | 作业类型 | 危险因素 | 事故后果 | 危险等级 | 安全对策措施 |
|----|------|--|-----------------------|------|---|
| 1 | 用火作业 | 1、火星窜入其他设备或易燃物侵入用火设备。 2、用火点周围有易燃物。 3、泄露电流危害。 4、火星飞溅。 5、气瓶间距不足或放置不当。 6、焊接工具有缺陷。 7、通风不良、监护不当。 8、应急设施不足或措施 | 发生火灾、爆炸或触电等事故造成人员伤亡和设 | III | 1、电焊回路应搭接在焊件上，不得与其他设备搭接，禁止穿越下水道（井）。 2、防止火花飞溅，注意火星飞溅方向。用水冲淋火星落点。 3、氧气瓶、溶解乙炔气瓶间距不小于 5m，二者与用火地点之间均不小于 10m；气瓶不准在烈日下暴晒，溶解乙炔气瓶禁止卧放。 4、用火作业前，应检查电、气焊工具，保证安全可靠，不准带病使用。 5、用火过程中，遇有跑料、串料和易燃 |

| | | | | | |
|---|------|--|--------------------------------------|----|---|
| | | 不当。 9、涉及危险作业组合，未落实相应安全措施。 10、施工条件发生重大变化未采取相应措施。 | 备损坏 | | 气体，应立即停止用火。 6、监火人应熟悉现场环境和检查确认安全措施落实到位，具备相关安全知识和应急技能，与岗位保持联系。随时掌握工况变化，坚守现场；监火人随时扑灭飞溅的火花，发现异常立即通知用火人停止作业，联系有关人员采取措施。 7、用火现场备有灭火工具（如灭火器、沙子等）。固定泡沫灭火系统进行预启动状态。 |
| 2 | 动土作业 | 1、未办理《动土安全作业证》。 2、未对作业人员进行安全教育，作业人员未佩戴相应的劳动防护用品。 3、动土作业施工现场设置护栏、盖板和警告标志，夜间未悬挂红灯示警。 4、盲目挖掘，挖出电缆等继续施工。 5、未按照操作规程进行操作施工机械。 6、对施工现场未进行详尽分析，对周边和地下情况分析不够。 7、在危险场所动土时，没有有专业人员现场监护。 | 发生物体打击、坍塌、中毒窒息、车辆伤害或触电等事故造成人员伤亡和设备损坏 | II | 1、动土作业应办理《动土安全作业证》，以下简称《作业证》，没有《作业证》严禁动土作业。 2、作业前，项目负责人应对作业人员进行安全教育。作业人员应按规定着装并佩戴合适的个体防护用品。施工单位应进行施工现场危害辨识，并逐条落实安全措施。作业前，应检查工具、现场支撑是否牢固、完好，发现问题应及时处理。 3、动土作业施工现场应根据需要设置护栏、盖板和警告标志，夜间应悬挂红灯示警。 4、动土临近地下隐蔽设施时，应使用适当工具挖掘，避免损坏地下隐蔽设施。 5、动土中如暴露出电缆、管线以及不能辨认的物品时，应立即停止作业，妥善加以保护，报告动土审批单位处理，经采取措施后方可继续动土作业。 6、作业现场应保持通风良好，并对可能存在有毒有害物质的区域进行监测。发现有有毒有害气体时，应立即停止作业，待采取了可靠的安全措施后方可作业。 7、作业人员多人同时挖土应相距在 2m 以上，防止工具伤人。作业人员发现异常时，应立即撤离作业现场。 |
| 3 | 高处作业 | 1、违章作业，不系安全带或者系挂不正确，或穿硬底鞋。 2、施工使用的平台地面油污、地面滑等，高处施工平台、临边等无防护栏或安全设施；梯子有缺陷，绳索负荷不够；使用的安全带、安全网、安全帽等防护器材缺陷。 | 发生高处坠落、物打击等事故造成人员伤亡 | II | 1、高空作业人员要严格遵守高空作业的安全技术操作规程，凡是从事高空作业的人员，都必须经过专门培训，考试合格后，上岗作业。 2、正确使用个人安全防护用品，在高空（2m 以上）作业时，必须佩带安全带，并与已搭好的立、横杆挂牢，穿防滑鞋，作业时精神集中，团结协作，互相呼应，统一指挥，不得“走过档”和跳跃架子，严禁打闹玩笑、酒后上班。 3、按安全施工组织设计作好安全技术交 |

| | | | | | |
|---|------|--|----------------------|----|---|
| | | 3、施工作业过程中，使用的工具未放置在工具袋内或违规直接向上抛工具或材料，施工所使用的材料未固定好，以及施工场地周围未设置警戒等；在立体交叉施工过程中，施工安排不科学，同时缺乏必要的隔离防护措施或防护措施未落实，现场监护不到位等；高处作业施工方案，措施不具体等。 | 害和设备损坏 | | 底工作，明确分工。 4、使用的梯子要牢固，间距不得大于300mm。 5、对高处材料应用吊车或人向下传递，严禁向下抛掷。 |
| 4 | 临时用电 | 1、施工过程中的电气设备使用不合理、缺少保护装置，人员违章操作等。 2、跨越安全围栏或超越安全警戒线，误碰带电设备。 3、施工现场混乱，电气设备安全设施不健全或损坏漏电，绝缘保护层破损或保护接地失效等。 4、手持电动工具，工具带电。 5、在带电设备附近进行作业，不符合安全距离或无监护措施，缺少安全标志或标志不明显，工作面不使用安全电压照明。 6、施工使用的机具不慎碰触运行的电缆。 | 发生触电等事故造成人员伤亡和设备损坏 | II | 1、建立临时用电许可证制度。 2、电气作业人员持证上岗。 3、电气作业应加强个体防护，穿戴齐全各项绝缘防护用品。 4、四周应加可靠的遮护，采取防止无关人员误入的措施。 5、设置警示标志。 6、电气设备、线路必须具备良好的电气绝缘，且与电压等级相匹配。 7、人员容易触及的裸带电体必须置于人的伸臂范围以外，否则应加可靠的遮护。 8、电气设备、线路设置接地保护、漏电保护。 |
| 5 | 起重作业 | 1、违章指挥 2、人员大意 3、误操作 4、钢丝绳断裂 5、捆绑不符合要求 6、设备故障 | 发生起重伤害等事故造成人员伤亡和设备损坏 | II | 1、操作司机必须经过专门培训，持有特种作业操作资格证，同时操作司机应有良好的精神状态。 2、起重指挥人员必须按照<安规>规定指挥，信号明确，不产生意图外的动作，指挥时必须要让操作司机看到指挥人员，指挥人员不能随意离开，不能违反规程私自主张改变方案。 3、禁止超载，在吊装物的棱角处要进行保护，达到报废标准的钢丝绳要及时报废。起吊设备选择钢丝绳时，要根据不同的用途选择不同直径的绳子，其中安 |

| | | | | |
|---|--------|--|--------------------------------|---|
| | | | | 全系数一定要达到要求。 |
| 6 | 带压开孔作业 | 1、违章指挥 2、人员大意 3、误操作 4、管线设计强度不足 5、使用非防爆工具 6、设备故障 | 发生火灾爆炸、中毒窒息、物体打击等事故造成人员伤亡和设备损坏 | III 1、建立临时用电许可证制度。 2、禁止违章指挥。 3、制定操作工程。 4、对管线试压。 5、设置警示标志。 6、使用防爆工具。 |

5.2.2 单元小结

根据以上分析结果,本工程施工过程中可能发生的事故类别有火灾爆炸、触电、物体打击、坍塌、中毒窒息、高处坠落、机械伤害、车辆伤害、起重伤害等。

可能发生的最严重的事故为火灾爆炸、中毒窒息,其危险程度为III级,一旦发生,可能会造成个别人员的伤亡和较大的经济损失,应当作为本工程安全防范的重点。起重伤害、物体打击、高处坠落、坍塌、触电、机械伤害和车辆伤害,其危险程度均为II级,应当引起足够的重视,采取针对性的防范与控制措施。

5.3 集输单元安全评价

5.3.1 安全检查表法评价

根据《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)、

《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）、《钢制管道内腐蚀控制规范》（GB/T23258-2009）、《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015）等标准、规范的要求，对本工程集输系统方面的安全设施设计进行检查。见表 5.2-1。

表 5.2-1 集输单元安全检查表

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-----------------------|--------------------------------|------|-----|----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|--|--|--|
| 1 | 埋地管道与建（构）筑物的间距应满足施工和运行管理需求，且管道中心线与建（构）筑物的最小距离不应小于 5m。 | GB50251-2015 4.1.1 | 天然气管线改造后，距离 8#配注站及周边养殖棚最近 20m。 | √ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 输气管道应采用埋地方式敷设，特殊地段可采用土堤或地面形式敷设。 | GB50251-2015 4.3.1 | 本项目管线采用埋地敷设。 | √ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 埋地管道覆土层最小厚度应符合表 4.3.2 的规定 | GB50251-2015 4.3.2 | 本项目管线埋深 1.5m | √ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地区等级</th> <th colspan="2">土 壤 类</th> <th rowspan="2">岩石类</th> </tr> <tr> <th>旱地</th> <th>水田</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>一级</td> <td>0.6</td> <td>0.8</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>二级</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>三级</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>四级</td> <td>0.8</td> <td>0.8</td> <td>0.5</td> </tr> </tbody> </table> | | 地区等级 | 土 壤 类 | | 岩石类 | 旱地 | 水田 | 一级 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | 二级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 三级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | 四级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | | | |
| 地区等级 | 土 壤 类 | | 岩石类 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 旱地 | 水田 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 一级 | 0.6 | 0.8 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 二级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 三级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 四级 | 0.8 | 0.8 | 0.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 输气管道应采取外防腐层加阴极保护的联合防护措施，管道的防腐蚀设计应符合现行国家标准《钢质管道外腐蚀控制规范》GB / T 21447 的有关规定 | GB50251-2015 4.6.1 | 可研已明确采取阴极保护措施。 | √ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩、交叉桩和警示牌等永久性标识 | GB50251-2015 4.8.1 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 输气管道的最小管壁厚度不应小于 4.5mm，钢管外径与壁厚之比不应大于 100； | GB50251-2015 5.1.3 | 本项目管线为 Φ426×7，符合要求。 | √ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|------------------------|----------------------|------|
| 7 | 输气管道所用钢管及管道附件的选材，应根据操作压力、温度、介质特性、使用地区等因素，经技术经济比较后确定。采用的钢管和钢材，应具有良好的韧性和焊接性能 | GB50251-2015 5.2.1 | 天然气管线采用 20# 钢级，符合要求。 | √ |
| 8 | 采用套管穿越公路、铁路时，套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m； | GB50423-2013 7.1.12 | 套管符合要求 | √ |

5.3.2 预先危险性分析法评价

本单元预先危险性分析结果见表 2.6-2

表 2.6-2 集输系统单元预先危险性分析结果

| 序号 | 危险源 | 事故类型 | 触发条件 | 可能的事故后果 | 危险等级 | 对策措施 |
|----|-------|------|---|------------------|------|---|
| 1 | 天然气管线 | 火灾爆炸 | <p>1.设计不合理，包括： ①工艺流程、设备布置不合理； ②系统工艺计算不正确；③管道强度计算不准确；④管道位置选择不合理；⑤材料选材不合理；⑥防腐蚀设计不合理； ⑦管线布置、柔性考虑不周； ⑧结构设计不合理；⑨防雷、防静电设计缺陷。</p> <p>2.管线内表面磨损、腐蚀 ①选材不当，材质不达标，抗蚀性能差； ②原油含水、酸性介质等；③原油含砂、铁锈等尘粒及杂质产生磨损。</p> <p>3.管线外表面腐蚀 ①管材抗腐蚀性能不符合要求；②防腐蚀措施失效；③防腐层在运输、施工中被破坏，</p> | 管线穿孔泄漏、人员伤亡、设备损坏 | III | <p>1.根据管道穿越地段的情况，合理设计工艺流程、设备、管材的选择及防腐、防雷、防静电等相关设计；</p> <p>2.根据原油的性质采取合理的防腐措施；</p> <p>3.根据管道穿越地段土壤性质选择合理的防腐措施；</p> <p>4.施工作业时，作业人员应经培训合格后上岗作业，规范操作规程，加强作业现场的管理，对施工单位及特种作业人员统一管理；</p> <p>5.疲劳失效常常发生在管道不连续处、加热炉等设施上，应对这些几何不连</p> |

| | | | | |
|--|-------|--|------|--|
| | | <p>没有进行修补；④管线接口处防腐不能满足工艺要求等。</p> <p>4.施工质量问题</p> <p>①管道施工队伍技术水平低、管理失控；②焊接缺陷；③补口、补伤质量问题；④检验控制问题</p> <p>5.疲劳失效</p> <p>6.管线受外力或液压、沉重物体压轧、打击等。</p> <p>7.管线漏油后未划定安全区域，外来人员在不知情的情况下点火。</p> | | <p>续不稳或缺陷部位加强检查；</p> <p>6.管道敷设地段设置安全警示标志，穿越线路应报当地行政主管部门备案，配置专人定期巡检。</p> <p>7.原油泄漏抢修，首先要检测现场的油气浓度，待油气浓度降至爆炸下限以下，再进行焊接等作业，避免盲目作业，引爆泄漏的可燃物，导致管线爆炸等更为严重的事故。</p> <p>8.管线泄漏后，在管线爆炸影响范围内不允许有外来人员进入。</p> |
| | 中毒和窒息 | <p>1.抢修等现场作业人员未佩带呼吸防护工具；</p> <p>2.人员违章作业；</p> <p>3.大量泄漏时，未及时通知并疏散周围人员。</p> | 人员伤亡 | <p>III</p> <p>1.抢修等作业人员在原油大量泄漏区域作业应佩带呼吸防护设备；</p> <p>2.严格按操作规程操作；</p> <p>3.大量泄漏时，及时通知周边人群并组织疏散。</p> |

5.3.3 单元小结

本单元安全检查表共列出了 8 项检查内容，其中 7 项为符合要求，1 项可研未涉及。对于未涉及项，在下一步的设计中，设计部门应予以补充、完善。

根据预先危险性分析结果，本工程可能发生的事故类别有火灾爆炸、中毒窒息、机械伤害、触电等。

事故后果最严重的是天然气管线泄露，引起的火灾爆炸、中毒窒息，事故其危险性等级为Ⅲ级，一旦发生，可能会造成个别人员的伤亡和较大的经济损失，应当作为本工程安全防范的重点。

对于其他事故，事故后果一般为Ⅱ级，后果相对较轻，应当根据导致各类事故发生的危险因素，有针对性地采取防范与控制措

施。

5.4 注聚、采出水处理及注入系统单元评价

5.4.1 安全检查表法

本节将使用检查表对本工程注聚管网、清水管线注聚设施等几个方面的工艺及设施设备安全性进行符合性评价,判断本工程是否满足相应的标准、规范的要求。

本节主要依据《油田注水工程设计规范》(GB50391-2014)等法律法规、标准规范。

表 5.4-1 安全检查表

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|-----------------------|--|------|
| 一 | 基本规定 | | | |
| 1 | 聚合物注入工程方案, 应按照油田开发方案规定的注入前置液及驱替液时间、注聚间隔时间、注入浓度、注入量及注入压力经技术经济比较确定。系统工程宜采用聚合物母液集中配制, 目的液分散注入的工艺流程。 | GB50391-2014 3.0.9 | 可研中通过方案优化, 确定了前置液、注聚间隔时间、注入浓度等基本参数。聚合物母液在配注站中集中配制, 目的液通过注聚泵分散注入。 | √ |
| 二 | 管线 | | | |
| 2 | 聚合物母液外输管流速不宜大于 0.6m/s, 目的液注入管流速不宜大于 1.0m/s | GB50391-2014 5.1.2 | 可研已明确母液外输管线流速不大于 0.6m/s。 | √ |
| 3 | 单井支管应根据介质、参数条件、运行维护要求和敷设条件经技术经济比选后确定选用金属或非金属管道 | GB50391-2014 5.1.4 | 单井注入管线选用玻璃钢增强复合管。 | √ |
| 4 | 注入管道一般采用埋地敷设。特殊地段的注入管道, 可视具体情况采用管堤、架空等敷设方式。 | GB50391-2014 5.2.1 | 站外外输管线及单井注聚管线均采用埋地敷设。 | √ |
| 5 | 站外注入管道严禁从建(构)筑物基础下方穿过。 | | 现场勘查管线不从建筑基础下穿过 | √ |
| 6 | 注水管道可沿油田专用公路路肩敷设。 | | 母液外输管线、清水管线、单井注聚管线沿生产路路肩敷设 | √ |
| 7 | 穿越铁路或二级及以上公路时, 应采用顶管穿越或水平定向钻穿越方式, 对三 | GB50432-2013 | 管线穿越油区生产道路采用挖沟法埋设。 | √ |

| 序号 | 检查内容 | | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|------------------------------------|-----------------------|--|------|
| | 级及三级以下公路穿越，可采用挖沟法埋设。 | | 7.1.3 | | |
| 8 | 采用涵洞、套管等保护方法穿越公路、铁路时。宜采用钢筋混凝土涵洞、钢筋混凝土套管或者钢质套管。 | | GB50423-2013 7.3.1 | 本项目注聚管线穿越高速公路通过预留涵洞穿过 | √ |
| 9 | 注水管道穿、跨越铁路、公路、水渠和河流的工程设计，应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423 和《油气输送管道跨越工程设计规范》GB 50459 的有关规定。 | | GB50391-2014 5.2.2 | 管线穿跨越处增设套管，符合要求 | √ |
| 10 | 钢制注入管道在管道起点、折点、终点，以及每隔 0.5km 处宜设管道标志桩。 | | GB50391-2014 5.2.4 | 可研中在安全部分明确写明设置标志桩。 | √ |
| 11 | 钢制管道与地下已有管道交叉时，新建管道除应保持足够的埋深外，新建管道与原有管道的净距不得小于 0.3m。 | | GB50391-2014 5.3.9 | 可研未明确，下一步应加强加强设计 | ※ |
| 三 | 配注站 | | | | |
| 12 | 配制站的选址应符合下列规定： 1 配制站的管辖范围应满足油田总体规划要求，并应符合交通、供电、供水及通信便利的要求。 2 站址应选择在所辖注入站的负荷中心。 3 应按所辖注聚油田的开发次序统筹布置，站址选择应兼顾各阶段注入站位置。 | | GB50391-2014 7.1.1 | 本项目 8# 配注站及 8#-4 注入站符合规定 | √ |
| 13 | 熟化罐应靠近母液外输泵房布置。 | | GB50391-2014 7.1.2 | 母液外输泵位于注入操作间，熟化橇靠近操作间设置。 | √ |
| 14 | 聚合物料库应靠近配制间布置。 | | | 8#配注站内熟化装置靠近干粉库房 | √ |
| 15 | 配置站应设有以下设施 | 配制间及料库，内设分散装置、供水泵、防粉尘飞溅和除尘设施； | GB50391-2014 7.1.3 | 设加料、分散配制间，聚合物干粉袋装放于该屋内； 设置 2 套水射流分散溶解装置；拆袋下料装置 2 套。 | √ |
| | | 熟化罐和储水罐； | | 设置集装箱式熟化橇 2 座。 | √ |
| | | 外输泵房，内设外输泵、过滤器、外输阀组； | | 设注入操作间，内有外输泵、过滤器及外输阀组 | √ |
| | | 辅助房间，包括配电间、值班室、化验室、维修间、库房、淋浴室及卫生间； | | 以上辅助房间均设置 | √ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|-----------------------|------------------------|------|
| | 废液回收设施。 | | 站内设置污水回收池 | √ |
| 16 | 聚合物配制站工艺流程应满足聚合物分散、熟化、过滤、外输的要求。 | GB50391-2014 7.2.1 | 8#、8#-4 注入站工艺流程符合要求 | √ |
| 17 | 配制用水应满足开发方案的要求。水过滤器或其他水处理设施的设置应根据水源特性及水质要求确定。 | GB50391-2014 7.2.3 | 配置用水满足开发要求。 | √ |
| 18 | 聚合物的分散和熟化过程应采取自动控制。分散装置、熟化罐、外输泵、过滤器应设置状态监测及保护功能。 | GB50391-2014 7.2.5 | 可研已明确，聚合物分散熟化过程采取自动控制。 | √ |
| 19 | 熟化罐出口、外输泵(喂入泵)进出口、过滤器进出口应设取样口 | GB50391-2014 7.2.7 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |
| 20 | 配制母液浓度不宜小于 5000mg / L，浓度最大允许误差应为±5% | GB50391-2014 7.2.8 | 可研已明确清水配 5000mg/L 母液 | √ |
| 21 | <p>配制间及料库的布置应符合下列规定：</p> <p>1 配制间主要通道宽度不宜小于 1.5m。</p> <p>2 配制间内设水过滤器时，宜成排布置。水过滤器头盖距地坪高度大于 1.5m 时，应设操作平台。</p> <p>3 料库的面积应满足聚合物干粉运输、检验、储存的要求。</p> <p>4 料库应设置吊车，大型站可按 2 台设置。吊运 750kg 干粉袋的吊车，可采用起重量 2t 桥吊。</p> <p>5 配制间及料库的净高，应满足下列规定：</p> <p>1)可堆放 3 层聚合物干粉袋。</p> <p>2)应满足聚合物干粉袋吊运、投料的要求。</p> <p>6 料库的进车通道坡度不宜大于 1: 10，并应做防滑处理。</p> <p>7 料库内存放聚合物干粉的区域，地坪应高于配制间地坪 50mm~100mm，且周围应设置防倒塌围栏。</p> <p>8 配制间大门应满足设备进出的要求，料库大门应满足运料车进出的要求。</p> | GB50391-2014 7.3.1 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |
| 22 | <p>聚合物的储存应符合以下规定：</p> <p>1 配制站的库存量应根据聚合物干粉的运输距离、运输条件和具体检验标准综合确定，库存量宜为 7d~15d 聚合物干粉用量。</p> <p>2 聚合物干粉的包装，宜采用 750kg 大袋包装。</p> <p>3 弥散性强的粉料宜采取自动密闭投料</p> | GB50391-2014 7.3.2 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |
| 23 | 配制间及料库应根据需要采取防尘、防 | GB50391-2014 | 可研未明确，下一步应 | ※ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|-----------------------|----------------------------------|------|
| | 滑措施。 | 7.3.5 | 加强设计 | |
| 24 | <p>外输泵房的布置应符合下列规定：</p> <p>1 外输泵前主要通道宽度不宜小于 1.5m。</p> <p>2 泵组间净距应满足设备整体装拆的需要。</p> <p>3 单螺杆泵出口处应留有定子拆装、检修的空间。</p> <p>4 聚合物过滤器宜成排布置，头盖距地坪高度大于 1.5m 时，应设操作平台。</p> <p>5 外输泵房宜设置吊车，起重量应满足外输泵检修和更换滤袋的要求。</p> <p>6 泵房净高应满足聚合物过滤器更换滤袋的要求。</p> <p>7 外输泵房大门应满足设备进出的要求</p> | GB50391-2014 7.5.1 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |
| 25 | <p>外输(喂入)泵应符合下列规定：</p> <p>1 在排量压力允许条件下，宜采用低剪切的单螺杆泵，且泵速不宜大于 300rpm。当排量压力超出单螺杆泵最大允许条件时，可采用低剪切的双螺杆泵</p> <p>2 外输泵的排量及数量应根据下列因素确定：</p> <p>1)聚合物类型及母液浓度。</p> <p>2)配制站所辖注入站规模。</p> <p>3 外输泵进、出口管线应设下列设施：</p> <p>1)泵进口应安装截断阀、过滤器、取样阀、压力显示及低压连锁保护。</p> <p>2)泵出口应安装安全阀、止回阀、截断阀、流量计、取样阀、压力显示及高压连锁保护。流量计可置于计量外输阀组处。</p> <p>4 外输泵直接给注入泵灌注供液时，外输泵应采取变频恒压闭环控制。</p> <p>5 外输泵宜按规格设在线备用泵。</p> <p>6 单螺杆泵安装应满足更换定子的需要。</p> | GB50391-2014 7.5.2 | 母液外输泵的喂入泵为螺杆泵； 外输泵设置有备用泵满足要求。 | √ |
| 26 | <p>聚合物母液过滤器应符合下列规定：</p> <p>1 应选用低剪切过滤器。</p> <p>2 可采用粗、精二级过滤方式，精滤器过滤精度的设置应根据油层对注入液的要求确定。</p> <p>3 粗滤器起始压降应小于 0.02MPa，精滤器起始压降应小于 0.05MPa。</p> <p>4 聚合物母液过滤器与外输泵宜采取一对一配置方式。</p> | GB50391-2014 7.5.3 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|-----------------------|-------------------|------|
| | 5 过滤器应设置顶部放空阀及底部排污阀。 6 粗、精过滤器应分别设置压差计及超压差报警 | | | |
| 27 | 注入站的选址应符合下列规定： 1 注入站的辖井范围应满足油田总体规划要求，并应符合交通、供电、供水及通信便利的要求。 2 应按所辖注入井的位置，站址选择在负荷中心。 3 应与所辖注入井的开发次序统筹布置，站址选择应兼顾各阶段注入井位置 | GB50391-2014 8.1.1 | 8#及 8#-4 注入站满足要求。 | √ |
| 28 | 采用单泵单井或一泵多井流程应根据注入井数量、注入压力差异情况确定。 | GB50391-2014 8.2.3 | 采用单泵单井流程。 | √ |
| 29 | 注入泵房的布置应符合下列规定： 1 注入泵前主要通道宽度不宜小于 1.5m。 2 泵组间净距应满足设备整体装拆的需要。 3 高压混配阀组宜成排布置，人行操作通道应满足阀门操作的需要。 4 辅助房间宜设在注入泵房一端。 5 可根据需要预留调剖设施的空间。 6 泵房及值班室的要求应符合本规范第 4.3.1 条第 9 款的规定。 7 注入泵房大门应满足设备进出的要求。 | GB50391-2014 8.3.1 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |
| 30 | 注入泵应符合下列规定： 1 应选用低剪切高压往复泵 2 应采取调节排量的措施，宜采取变频调速控制。 3 额定压力应满足工程适应期所辖油田注入井完成配注的最高压力需求，并应留有井口压力上升 2MPa~3MPa 的余地。 4 应易于放出泵腔内部所存空气。 5 采取单泵单井流程时，注入泵宜采用离线备用方式，每运行 8~10 台设置 1 台备用；采取一泵多井流程时，注入泵应采用在线备用方式，每运行 4~6 台设置 1 台备用。 | GB50391-2014 8.3.2 | 设有混配调节阀 | √ |
| 31 | 带有碱液罐和表面活性剂的厂房内要安装清水喷淋和固定一体洗眼装置，如遇到液体外溢第一时间得到稀释。 | SY6360-2016 9.5 | 可研未明确，下一步应加强设计 | ※ |

5.4.2 预先危险性分析

根据本报告第三章危险、有害因素辨识结果，按事故类型进行预先危险性分析，给出危险等级及预防措施。见下表。

表5.4-2 注聚系统预先危险性分析

| 序号 | 危险类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故情况 | 危险等级 | 措施 |
|----|------|--|--|-----------|--------|--|
| 1 | 超压爆炸 | 压力升高，使压力超过管材、设备的承压能力 | 1 设计、制造、施工存在缺陷；2 方案设计的不合理；3 运行过程中维护、巡检不到位；4 设备损坏或发生故障带病作业；5 没有严格执行操作规程；6 管线上存在违章建筑，周围的违章施工；7 腐蚀。 | 人员伤亡、财产损失 | III~IV | 1 选材、设备选型、设计、施工应符合要求；2 采取有效防腐措施；3 采取有效的防震措施；4 操作人员严格按照操作规程操作维护；5 按计划进行保养维护工作；6 进行管线、设备巡检；7 采用先进的适时监控手段；8 发现问题及时整改。 |
| 2 | 物体打击 | 1 高压作业过程中，压力出现异常；2 操作失误；3 设备本身质量存在缺陷；4 设备设施附件安装不牢固 | 1 闸门维修及操作时操作失误或零部件安装不合理造成刺漏或零部件飞出；2 压力表更换时操作失误等原因造成零部件飞出；3 管线冻堵时造成的憋压造成管线刺漏；4 管线结垢、腐蚀造成管道刺漏。 | 设备损坏、人员伤亡 | II~III | 1 泵、管道、阀门密封良好；2 加强巡检，设备上附件定期校验；3 对操作人员进行培训，严格按照操作规程进行操作。 |
| 3 | 火灾爆炸 | 聚合物粉尘及挥发氨成分 | 1 遇明火、高热能 2 通风不够。 | 人员伤亡财产损失 | IV | 1 加强通风；2 严格按操作规程操作；3 严格按规章制度执行；4 加强检查。 |
| 4 | 中毒 | 丙稀酰胺单体 | 1 人工投加；2 人员无防护；3 接触；4 急救不当。 | 人员受伤 | IV | 1 改变投加工工艺，避免直接接触；2 配备、穿戴必要的防护用品；3 设置必要的冲洗设施；4、制定合适的急救措施。 |
| 5 | 塌陷 | 管线刺漏 | 管线刺漏高压流体对地层造成冲击 | 人员伤亡、财产损失 | IV~V | 1 加强管线巡检；2 加强管线的维护保养 |
| 6 | 触电 | 1、电气设备、电缆漏电；2、存在易燃易爆物品 | 1 使用不合格的电气产品；2 操作人员劳保用品佩带不齐全 3 电气设备损坏未及时维修；4 供电 | 人员伤亡财产损失 | III | 1 劳保穿戴齐全；2 不使用化纤类物品；3 相关设备严格执行接地措施；4 按时巡查设备，发现损坏及时维 |

| 序号 | 危险类别 | 触发事件 | 形成事故原因事件 | 事故情况 | 危险等级 | 措施 |
|----|------|--------|--|------|------|---|
| | | | 线路绝缘损坏；5 操作人员误操作或违章操作；6 电气设备、线路的绝缘性能不合乎要求；7 电气设备的金属外壳接地不良。 | | | 修；5 避免产生爆炸、燃烧环境。 |
| 7 | 机械伤害 | 设备运动部件 | 1 没有防护装置；2 没有按规定穿戴劳保用品；3 女职工长头发。 | 人员伤亡 | III | 1 运动部件加装防护罩；2 按规定穿戴劳保用品；3 女职工盘头戴女工帽。 |
| 8 | 车辆伤害 | 运输药剂车辆 | 1动能；2违章操作或失误；3路面不平、视野不良。 | 人员伤亡 | III | 1运输车辆的安全技术状况应良好；2站内运输道路的设置应合理；3遵章操作；4保证良好的路况。 |

5.4.3 单元小结

新建注聚管道的路由符合《油田注水工程设计规范》（GB50391-2014）的要求。

1) 主要危险类型及危险等级

通过预先危险性分析，注聚工程存在的主要危险类型和危险等级有：注聚单元可能发生的事故有高压水刺漏、物体打击、机械伤害、触电、淹溺、高处坠落等，其危险等级均为II级。

2) 存在的问题及注意事项

本工程注聚管线敷设与周边的安全距离不足的地方应加强保护措施。

通过安全检查表评价，注聚系统部分共 31 项检查内容，22 项符合，待落实项 9 项。

5.5 配套设施单元安全评价

5.5.1 安全检查表法评价

根据《石油天然气工程设计防火规范》（GB50183-2004）、《低压配电设计规范》（GB50054-2011）、《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2007）等标准、规范的要求，对本工程配套设施单元进行检查，见下表 5.5-1。

表 5.5-1 配套设施单元安全检查表

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|------------------------|------------------------------|------|
| 一 | 供配电 | | | |
| 1 | 配电线路应装设短路保护和过负荷保护。 | GB50054-2011 6.1.1 | 低压断路器设有短路及过载保护。 | √ |
| 2 | 配电设备的布置必须遵循安全、可靠、适用和经济等原则，并应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测。 | GB50054-2011 4.1.2 | 布置合理。 | √ |
| 3 | 三级负荷：采用单回路、单变压器供电。 | GB50350-2015 11.1.2 | 三级负荷采用单变压器供电 | √ |
| 4 | 低压配电系统接地型式可采用 TN 系统、TT 系统和 IT 系统。 | GB50052-2009 7.0.1 | 采用 TN-C-S 系统 | √ |
| 5 | 架空电力线路的导线，可采用钢芯铝绞线或铝绞线。 | GB50061-2010 5.1.1 | 采用 YJV 型交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铜芯电力电缆。 | √ |
| 二 | 防雷、防静电 | | | |
| 6 | 原油集输、处理、储运系统的工艺管道、容器、储罐、处理装置塔类和装卸设施应设有可靠的防静电装置。 | SY5225-2012 7.1.2.2 | 所有金属管道、支架均做防雷、防静电接地。 | √ |
| 7 | 电气设备的外露可导电部分，必须与接地装置有可靠的电气连接。成排的配电装置的两端均应与接地线相连。 | GB50053-2013 3.1.4 | 与接地线相连。 | √ |
| 三 | 结构及道路 | | | |

| 序号 | 检查项目 | 检查依据 | 实际情况 | 检查结果 |
|----|--|--------------------------|----------------------------|------|
| 8 | 建(构)筑物按抗震设防烈度 7 度设防。 | GB50011-2010 3.2.4 | 按照 7 度设防。 | √ |
| 9 | 建(构)筑物设计应保证结构安全、可靠,符合现行国家结构设计规范的要求,还应满足抗震、防火、防爆、防腐蚀、防噪声、环保及节能等要求。 | GB50350-2015 11.4.1 | 建筑设计符合要求。 | √ |
| 10 | 油气集输站场道路的设计应满足生产管理、维修维护和消防等通车的需要。 | GB50350-2015 11.8.1 | 道路的设计满足生产管理、维修维护和消防等通车的需要。 | √ |
| 11 | 通向分井计量站及井场的道路可采用 4m 或 3.5m 宽的土路。 | GB50350-2015 11.8.11 | 4m 宽道路,符合要求。 | √ |
| 四 | 自控及通信 | | | |
| 12 | 通信系统应满足油田生产管理对通信业务的需求,并应能为数据传输提供可靠的通信通道。 | GB50350-2015 11.2.1 | 通信工程设计符合标准要求。 | √ |
| 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 11.1.1 | 接地电阻不大于 4Ω。 | √ |
| 14 | 现场仪表、接线箱的金属外壳应接地,可通过设备、操作平台的金属结构等电位连接后接地。 | GB/T50892-2013 11.4.4 | 电缆与仪表电气接口通过防爆挠性连接管连接 | √ |

5.5.2 预先危险性分析法评价

本单元预先危险分析结果见表 5.5-2。

表 5.5-2 配套设施单元预先危险性分析结果

| 序号 | 危险源部 | 导致事故类 | 触发条件 | 危险等级 | 安全对策措施 |
|----|------|-------|------|------|--------|
| | | | | | |

| | 位 | 型 | | | |
|---|------------------|------------------|--|----|---|
| 1 | 变 压 器 | 触 电 | 1.安全距离不足; 2.防护措施失效; 3.违章或失误; 4.无可靠的遮拦措施; 5.误入危险区。 | II | 1.严格遵守电气作业安全管理制度和安全法作业规程; 2.电气作业人员持证上岗。 3.电气作业应加强个体防护,穿戴齐全各项绝缘防护用品。 4.变压器与变压器之间、与其他设备之间的间距应符合要求; 5.变压器四周应加可靠的遮护,采取防止无关人员误入的措施; 6.设置警示标志; 7.外壳应可靠接地,并设置接地故障保护。 |
| | | 电 气 火 灾 | 1.内部绝缘损坏、老化引起短路; 2.接触不良; 3.过电压击穿; 4.外界火烤; 5.动物接触引起短路。 | II | 1.加强变压器的绝缘检查,确保各部件绝缘良好; 2.加强变压器的密封检查,确保各部位密封状况良好,防止漏油、渗水现象发生; 3.加强变压器的运行监视,发现异常,要认真分析,正确处理; 4.保证变压器保护装置可靠投入; 5.加强变压器油务管理和监督,定期化验; 6.设置防止小动物接近的措施; 7.定期清洁积垢部位,防止闪络起火; 8.设置雷击、操作过电压等保护; 9.变压器与易燃易爆场所保持足够的安全间距,检修时禁止使用酒精、汽油等易燃品草食变压器外壳和带电部位。 |
| 2 | 配 电 装 置 | 触 电 | 1.绝缘失效; 2.安全距离不足,且无可靠的遮护; 3.接地保护、漏电保护失效; 4.违反安全作业规程; 5.误触。 | II | 1.电气设备、线路必须具备良好的电气绝缘,且与电压等级相匹配; 2.人员容易触及的裸带电体必须置于人的伸臂范围以外,否则应加可靠的遮护; 3.电气设备、线路设置接地保护、漏电保护; 4.电气作业严格遵守安全作业规程,电气作业人员持证上岗; 5.设置防触电警示标志。 |
| | | 电 气 火 灾 | 1.短路; 2.过负荷运行; 3.接触不良; 4.散热不良; | II | 1.设置短路、过载、过电压保护; 2.电气连接部位连接应可靠; 3.变配电室应保证良好的通风,电气设备的散热系统应保证运转良好;加强运行监视,发现温 |

| | | | | | |
|---|-----|----|-----------------------------|----|--|
| | | | 5.外界火源。 | | 升异常，及时处理； 4.电气设备与易燃易爆物质应保证足够的防火间距；爆炸危险场所应采用防爆电气设备；配电室内严禁堆放可燃物；电缆进户、进装置处采取阻火设计。 |
| 3 | 构筑物 | 坍塌 | 1.设计不当； 2.施工不当； 3.过载。 | II | 1.规范设计，严密计算，严格设计审核； 2.加强施工过程中的监督监理，确保建筑施工质量； 3.施工过程中不得随意更改设计方案； 4.基础应进行可靠处理，防止过大的不均匀沉降使结构失稳； 5.建筑的结构设计应考虑大型设备检修吊装时的荷载； 6.按基本地震烈度设防。 |

5.5.3 单元小结

本单元安全检查表共列出了 14 项检查内容，其中 14 项为符合要求。

根据以上分析结果，本工程配套设施可能发生的事故类别有触电、电气火灾等，事故后果等级为II级，后果相对较轻，应当根据导致各类事故发生的危险因素，有针对性地采取防范与控制措施。

5.6 井下作业单元

5.6.1 预先危险性分析

本单元预先危险性分析结果见表 5.6-1。

表5.6-1 井下预先危险分析表

| 序号 | 危险 | 可能原因 | 可能后果 | 危险等级 | 预防措施 |
|----|------|--|-----------|------|--|
| 1 | 井喷失控 | 1. 作业过程中，出现异常地层。 2. 换装井口、起下管柱作业、射孔、压裂等作业过程中，思想麻痹，违规操作，造成井内压力失衡。 | 设备损坏，人员伤亡 | IV | 1. 对压力进行实时监控，及时发现，及时控制。 2. 严格按照作业规程进行作业。 3. 井口配备相应的应急抢险设备，安装灵活可靠的井口装 |

| 序号 | 危险 | 可能原因 | 可能后果 | 危险等级 | 预防措施 |
|----|-------|--|-----------|--------|--|
| | | 3. 应急措施不足，设备承压不足，防喷器失效等。 4. 抢喷工具不全。 | | | 置和防喷器；及时检查和设备设施的完好。 4. 加强安全教育，预防为主。 5. 选好相应密度的压井液防止井喷事故的发生。 6. 优化井下作业工艺，制订应急措施，并定期演练。 |
| 2 | 火灾 | 1. 管线或设备发生油气泄漏。 2. 井下作业发生井喷，油气喷出。 3. 雷电等。 4. 电气设备损坏、短路等引起火灾。 5. 放喷出的油品遇明火。 | 设备损坏，人员伤亡 | IV | 1. 定期检查设备、管线，及时发现和预防泄漏。 2. 严格按照井下作业规程作业。 3. 严格动火制度，严禁现场明火。 4. 确保防雷防静电设施的可靠。 5. 严格安全用电和配备足够的电气保护装置。 |
| 3 | 爆炸 | 1. 设备的实际操作压力超过所能承受的压力。 2. 设备腐蚀等造成承受压力降低，不能承受正常工作压力。 3. 爆炸器材发生爆炸。 4. 压裂过程中，造成异常超压引起爆炸。 | 设备损坏，人员伤亡 | IV | 1. 严禁设备、管线超压工作，定期对设备和管线进行检查。 2. 定期检查、校验安全阀和压力表。 3. 井场严禁烟火。 4. 严格爆炸性物品的管理。 5. 定期进行设备、管线的腐蚀检测，及时检修和更换。 6. 严格按照作业技术规程进行射孔和压裂等。 |
| 4 | 中毒和窒息 | 1. 油气大量泄漏蒸发。 2. 现场人员没有配备相应的防护设备。 | 人员伤亡 | II~III | 1. 严格和明确油气泄漏后的应急措施和应急演练。 2. 加强操作人负的安全防护。 |
| 5 | 机械伤害 | 1. 设备隐患。 2. 违章操作。 3. 精力不集中。 4. 操作技术不规范。 5. 违章指挥。 6. 其他意外原因。 | 人员伤亡 | II~III | 1. 加强设备检修。 2. 严格安全操作规程。 3. 加强安全培训教育。 |
| 6 | 高处坠落 | 1. 高处作业设备、设施存在隐患。 2. 安全防护不合适。 3. 安全措施不到位。 4. 作业人员违规操作。 | 人员伤亡 | II~III | 1. 严格高处作业安全操作规程。 2. 穿带好必备的劳动防护用品。 3. 定期检查维修安全措施， |

| 序号 | 危险 | 可能原因 | 可能后果 | 危险等级 | 预防措施 |
|----|---------|---|-----------------|--------|--|
| | | | | | 查找和改进不安全的因素 |
| 7 | 物体打击 | 1. 违章带压操作，设备零部件飞出伤人。 2. 操作不规范或不按操作规程进行操作等。 3. 高空落物。 4. 发生管线、设备刺漏等，内部高压介质发生冲击伤人。 | 设备损坏，人员伤亡 | II~III | 1. 严格操作规程。 2. 穿带好必备的劳动防护用品。 3. 定期及时检查和维修设备，尤其是承压部件的牢靠性。 4. 严格、明确应急措施。 |
| 8 | 触电及电气火灾 | 1. 井场用电线路架设、布置不合理。 2. 线路绝缘不良。 3. 用电设备接地不良。 4. 作业工操作不当或违章操作。 5. 电气过载运行，接触不良、散热不良等。 | 人员伤亡 | II~III | 1. 合理架设布置用电线路。2. 用线使用正规线。 3. 设立触电保护器等保护装置。 4. 及时检修电气线路，确保线路的接地、绝缘良好。 5. 电气设备加装过载保护，定期检查电气设备和电气线路，确保接触、散热良好，可能发生电气火灾周围严禁堆放可燃物。 |
| 9 | 起重伤害 | 1. 违章作业、违章指挥。 2. 设备故障。 | 设备损坏，人员伤亡 | II~III | 1. 严格执行起吊规定；严禁在起吊范围内行走、站立和作业；车辆、设备就位、固定要合理等。 2. 严格设备检查，保证设备安全性，不符合要求的部件进行维修或更换。 |
| 10 | 车辆伤害 | 1. 车辆违规驾驶。 2. 车辆发生故障。 | 人员伤亡 车辆或设备损坏 | II | 1. 严格车辆管理规定。 2. 及时维修、保养车辆。 |
| 11 | 其他 | 1. 低温天气导致人员冻伤，高温天气引起中暑。 2. 人员不慎落入污水池。 3. 噪声。 4. 人员直接接触酸性物质 | 设备损坏，人员伤亡 | II | 1. 加强人员冬季保暖，配备必要的应急药品，采用必要的防暑措施。 2. 污水池周围设立一定的安全标志和安全防护措施。 3. 噪音区设立降噪措施。 4. 人员佩戴防护用品 |

5.6.2 评价小结

通过预先危险性分析，井下作业过程中存在的主要危险类型和

危险等级有：井喷失控及井喷（IV级）、火灾（IV级）、爆炸（IV级）、中毒窒息（II~III级）、机械伤害（II~III级）、高处坠落（II~III级）、物体打击（II~III级）、触电及电气火灾（II~III级）、起重伤害（II~III级）、车辆伤害（II级）、其他伤害（II级）。

5.7 安全管理单元

5.7.1 安全检查现状

1) 组织机构

胜利油田孤岛采油厂注聚大队设立了QHSE管理机构及管理体系，配置了专职安全管理人员。本项目正式运行后由注聚大队管理，注聚大队HSE管理机构图见图5.7-1。

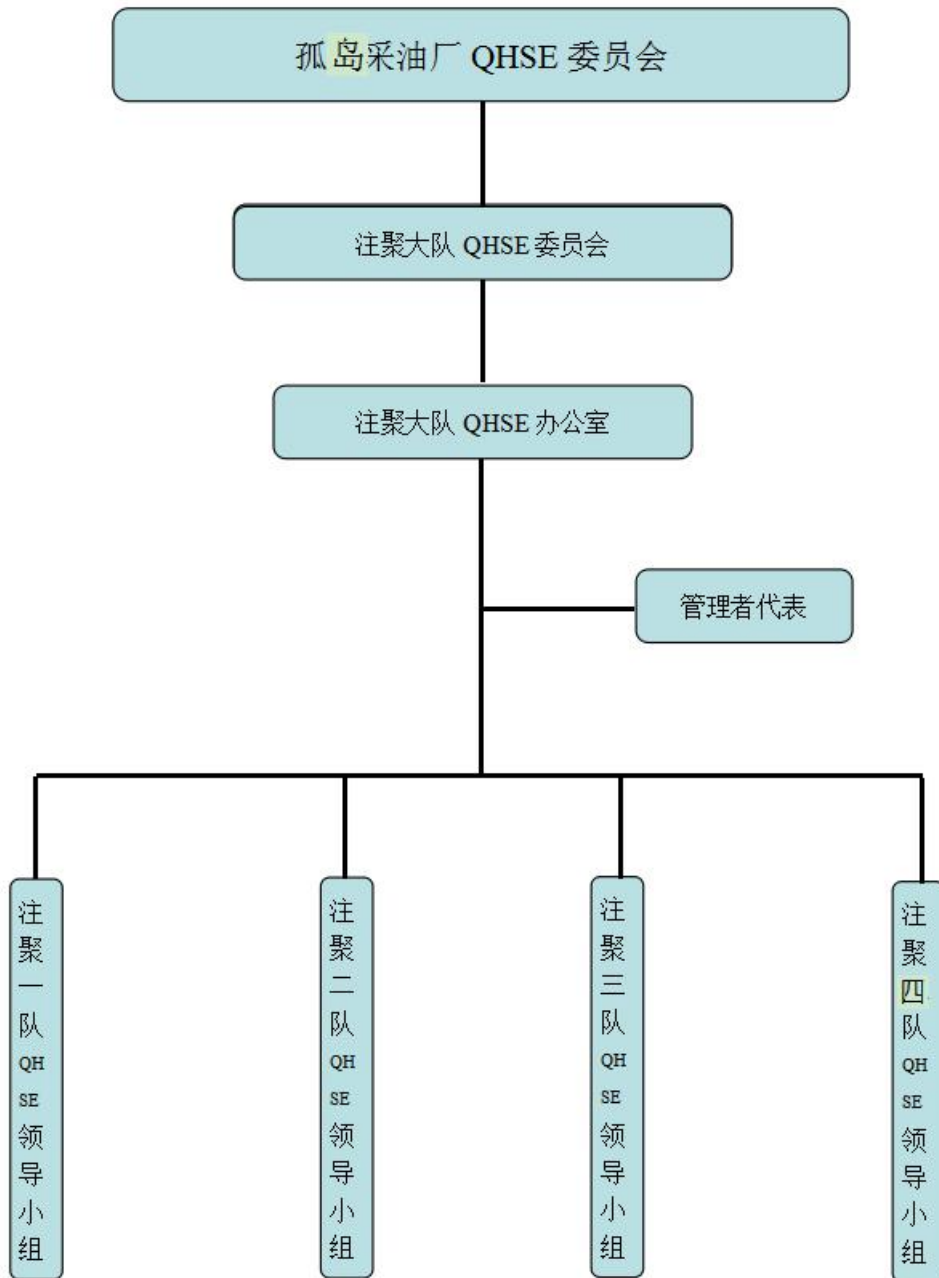


图5.7-1 安全管理组织机构图

2) 安全管理制度

注聚大队编制了安全管理制度汇编，详见表5.7-1。

表5.7-1 安全生产责任制度

| 序号 | 制度名称 | 序号 | 制度名称 |
|----|--------|----|----------|
| 1 | 安全检查制度 | 13 | 安全生产管理标准 |

| 序号 | 制度名称 | 序号 | 制度名称 |
|----|----------------------------|----|-------------------|
| 2 | 安全生产事故问责制度 | 14 | 安全教育及培训管理规定 |
| 3 | 安全生产违章行为处罚实施办法 | 15 | 安全生产特别管理规定 |
| 4 | 安全隐患治理项目管理规定 | 16 | 环保、清洁生产管理规定 |
| 5 | 承包商安全施工管理规定 | 17 | 工业用火安全管理规定 |
| 6 | 领导干部定点联系（承包）要害（重点）部位安全管理规定 | 18 | 安全生产评比挂牌公告及考核制度 |
| 7 | 领导干部“两特”作业现场带班管理规定 | 19 | 临时用电安全管理规定 |
| 8 | 要害（重点）部位安全管理规定 | 20 | 进入受限空间作业安全管理规定 |
| 9 | 危险化学品安全管理规定 | 21 | 破土作业安全环保管理规定 |
| 10 | 安全事故管理办法 | 22 | 起重作业安全管理规定 |
| 11 | 职工工伤管理规定 | 23 | 高处作业安全管理规定 |
| 12 | 职工劳动防护用品管理规定 | 24 | 注聚大队HSE风险管控责任考核办法 |

3) 岗位操作规程

注聚大队制定了各岗位的安全岗位操作规程，详见表 5.7-2。

表 5.7-2 各岗位操作规程

| 序号 | 操作规程 | 序号 | 操作规程 |
|----|-------------------|----|-----------------|
| 1 | 水漫式分散溶解装置安全技术操作规程 | 10 | 电焊工安全操作规程 |
| 2 | 水射流分散溶解装置安全技术操作规程 | 11 | 气焊工安全操作规程 |
| 3 | 注聚泵安全技术操作规程 | 12 | 维修电工安全操作规程 |
| 4 | 螺杆泵安全技术操作规程 | 13 | 砂轮切割机安全操作规程 |
| 5 | 低压离心泵安全技术操作规程 | 14 | 砂轮机安全操作规程 |
| 6 | 排污泵安全技术操作规程 | 15 | 电焊机安全操作规程 |
| 7 | 搅拌机安全技术操作规程 | 16 | 自背吊安全技术操作规程 |
| 8 | 隔膜式计量泵安全技术操作规程 | 17 | 挖掘机操作规程 |
| 9 | 驾驶员安全操作规程 | 18 | 注聚站停、送、倒电安全操作规程 |

4) 孤岛采油厂注聚大队制定了详细的事故应急处置措施。应急文件制订以后，定期进行演练，有演练记录。对存在的问题进行了改正，修订了相关文件，并将修订好的应急文件及时通知了相关部门和人员。

5.7.2 安全检查表法评价

根据《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》（山东省人民政府令[260号]，2018年第311号修改版）、《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）等对本工程在安全生产管理单元进行评价。具体评价内容见表 5.7-4。

表 5.7-4 安全生产管理单元检查表

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 检查情况 | 检查结果 |
|----|---|-------------------------------|--------------------------------------|------|
| 一 | 安全管理制度 | | | |
| 1 | 生产经营单位应当依据法律、法规、规章和国家、行业或者地方标准，制定涵盖本单位生产经营全过程和全体从业人员的安全生产管理制度和安全操作规程。 安全生产管理制度应当涵盖本单位的安全生产会议、安全生产资金投入、安全生产教育培训和特种作业人员管理、劳动防护用品管理、安全设施和设备管理、职业病防治管理、安全生产检查、危险作业管理、事故隐患排查治理、重大危险源监控管理、安全生产奖惩、调查处理，以及法律、法规、规章规定的其他内容。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第七条 | 注聚大队制定了符合规定要求的安全生产管理制度和部分安全操作规程。 | √ |
| 2 | 生产经营单位的主要负责人是本单位安全生产的第一责任人，对落实本单位安全生产主体责任全面负责。 生产经营单位分管安全生产的负责人协助主要负责人履行安全生产职责，技术负责人和其他负责人在各自职责范围内对安全生产工作负责。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第八条 | 注聚大队制订了各级安全生产责任制。 | √ |
| 3 | 生产经营单位将生产经营项目、场所、设备及交通运输工具发包或者出租的，应当对承包单位、承租单位的安全生产条件或者相应的资质进行审查，并签订专门的安全生产管理协议，或者在承包合同、租赁合同中约定有关的安全生产管理事项。对不具备安全生产条件或者相应资质的，不得发包、出租。发包或者出租给不具备安 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第十五条 | 建设单位制定了承包商安全管理规定，并与承包商签订了相应安全生产管理协议。 | √ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 检查情况 | 检查结果 |
|----|--|--------------------------------|------------------------------|------|
| | 全生产条件或者相应资质的单位、个人，或者未与承包单位、承租单位签订安全生产管理协议、约定安全生产管理事项，发生生产安全事故的，生产经营单位应当承担主要责任，承包、承租单位承担连带赔偿责任。 | | | |
| 4 | 生产经营单位进行爆破、悬挂、挖掘、大型设备（构件）吊装、危险装置设备试生产、危险场所动火、建筑物和构筑物拆除以及重大危险源、油气管道、受限空间、有毒有害、临近高压输电线路等作业的，应当按批准权限由相关负责人现场带班，确定专人进行现场作业的统一指挥，由专职安全生产管理人员进行现场安全检查和监督，并由具有专业资质的人员实施作业。 生产经营单位委托其他有专业资质的单位进行危险作业的，应当在作业前与受托方签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产职责。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第三十一条 | 施工管理符合要求。 | √ |
| 二 | 安全管理人员 | | | |
| 5 | 矿山、冶金、交通运输、建筑施工单位，危险物品的生产、经营、储存、装卸、运输单位和使用危险物品从事生产并且使用量达到规定数量的单位（以下简称高危生产经营单位），应当按照下列规定设置安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员： （一）从业人员 100 人以上不足 300 人，应当设置安全生产管理机构，并配备 2 名以上专职安全生产管理人员。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第九条 | 注聚大队设置有安全生产管理机构，设有安全管理人员 | √ |
| 三 | 隐患排查与应急救援管理 | | | |
| 6 | 各单位每半年至少组织 1 次综合性应急演练，三级单位每季度至少组织 1 次综合性应急（或现场处置方案）演练；成建制四级单位每月至少组织 1 次现场处置方案演练。 | 《胜利油田应急管理辦法》 3.1.2.2 | 注聚大队编制了应急处置方案，定期进行演练，并有详细记录。 | √ |
| 7 | 各业务（职能）部门、单位要按照分类管理、分级负责的原则，根据国家、集团公司和油田相关标准和规定，建立应急装备 | 《胜利油田应急管理辦法》 3.1.4.3 | 符合要求。 | √ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 检查情况 | 检查结果 |
|----------|--|--------------------------------|--------------------------------------|------|
| | 和物资的调配、维修保养、更新等机制，合理配备应急装备和储备应急物资，确保储备充足、调运顺畅。 | | | |
| 8 | 生产经营单位应当建立健全安全生产隐患排查治理体系，定期组织安全检查，开展事故隐患自查自纠。对检查出的问题应当立即整改；不能立即整改的，应当采取有效的安全防范和监控措施，制定隐患治理方案，并落实整改措施、责任、资金、时限和预案；对于重大事故隐患，应当及时将治理方案向负有安全生产监督管理职责的部门报告，并由负有安全生产监督管理职责的部门对其治理情况进行督办，督促生产经营单位消除重大事故隐患。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第二十七条 | 建立了安全生产隐患排查治理体系，定期组织安全检查，开展事故隐患自查自纠。 | √ |
| 四 | 安全投入与劳动防护 | | | |
| 9 | 生产经营单位应当确保本单位具备安全生产条件所必需的资金投入，安全生产资金投入纳入年度生产经营计划和财务预算，不得挪作他用，并专项用于下列安全生产事项： （一）完善、改造和维护安全防护及监督管理设施设备支出； （二）配备、维护、保养应急救援器材、设备和物资支出，制定应急预案和组织应急演练支出； （三）开展重大危险源和事故隐患评估、监控和整改支出； （四）安全生产评估检查、专家咨询和标准化建设支出； （五）配备和更新现场作业人员安全防护用品支出； （六）安全生产宣传、教育、培训支出； （七）安全生产适用的新技术、新标准、新工艺、新装备的推广应用支出； （八）安全设施及特种设备检测检验支出； （九）参加安全生产责任保险支出； （十）其他与安全生产直接相关的支出。 生产经营单位应当按照国家和省有关规定建立安全生产费用提取和使用制度。 | 《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第十七条 | 安全生产资金投入符合要求。 | √ |
| 10 | 生产经营单位应当按照国家和省有关规 | 《山东省生产经 | 劳动防护用 | √ |

| 序号 | 检查内容 | 检查依据 | 检查情况 | 检查结果 |
|----|--|-----------------------------------|-----------------------------------|------|
| | <p>定，明确本单位各岗位从业人员配备劳动防护用品的种类和型号，为从业人员无偿提供符合国家、行业或者地方标准要求的劳动防护用品，并督促、检查、教育从业人员按照使用规则佩戴和使用。</p> <p>购买和发放劳动防护用品的情况应当记录在案。不得以货币或者其他物品替代劳动防护用品，不得采购和使用无安全标志或者未经法定认证的特种劳动防护用品。</p> | <p>营单位安全生产主体责任规定》第二十一条</p> | 品使用符合要求。 | |
| 五 | 安全教育培训 | | | |
| 11 | <p>生产经营单位应当定期组织全员安全生产教育培训。对新进从业人员、离岗 6 个月以上的或者换岗的从业人员，以及采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备后的有关从业人员，及时进行上岗前安全生产教育和培训；对在岗人员应当定期组织安全生产再教育培训活动。教育培训情况应当记录备查。</p> <p>以劳务派遣形式用工的，生产经营单位与劳务派遣单位应当在劳务派遣协议中明确各自承担的安全生产教育培训职责。未明确职责的，由生产经营单位承担安全生产教育培训责任。</p> | <p>《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》第二十四条</p> | 定期对从业人员进行安全教育，均持证上岗。 | √ |
| 12 | <p>生产经营单位的主要负责人、分管安全生产的负责人（安全总监）和安全生产管理人员，应当具备与所从事的生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力。</p> <p>高危生产经营单位的主要负责人、分管安全生产的负责人或者安全总监、安全生产管理人员，应当经过培训，并由负有安全生产监督管理职责的主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格。考核不得收费。</p> <p>特种作业人员应当按照国家有关规定，接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训，取得特种作业相关资格证书后，方可上岗作业。</p> | <p>《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》第二十五条</p> | 安全生产管理人员、特种作业人员均经过专门培训，并取得相关资格证书。 | √ |
| 13 | <p>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。</p> | <p>《特种设备安全监察条例》第二十五条</p> | 可研未明确吊车型号，下一步应加强设备。 | ※ |

5.7.3 单元小结

本单元安全检查表对本工程的安全管理单元共 13 项内容进行了检查，12 为符合项，1 项目前无法确定下一步应加强设计。

孤岛采油厂注聚大队建立了完善可靠的安全管理体系、安全生产规章制度，作业人员参加有关培训并持证上岗，制定有突发事件应急预案，并定期演练，符合相应的法律、法规的要求。

建议下一步设计中明确干粉库房内新建吊车的型号，如果属于特种设备，应去有关单位登记。

6 典型事故案例

油田产能建设项目为高危行业，一旦发生事故，造成的损失较为严重，本报告通过对产能建设项目的事故分析，为本项目的运行管理、事故处理及防护等提供一些可借鉴的经验。

6.1 注水站管线爆裂 高压水击伤臀部

6.1.1 事故经过

某年4月26日下午，某单位配注站值班工人牟某与宋某正常倒泵，启动7号注水泵后，由宋某进行升压操作，牟某在后面观察。当压力升至10MPa，准备开启出口阀门时，牟某发现压力迅速上涨，急忙将宋某推开，准备紧急停泵。此时管线在三通北侧突然爆裂，裂口约30cm，喷出的高压水将牟某左侧臀部击伤，造成左臀部软组织严重损伤，耻骨轻度骨折。

6.1.2 事故原因

(1) 高压管线使用时间较长，液流冲刷，腐蚀严重，承压能力下降，是导致事故发生的直接原因和主要原因。

(2) 职工宋某闸门开启速度过快，造成压力迅速上升，是导致事故发生的主要原因。

6.1.3 防范措施

(1) 定期开展管线检测，及时更新使用时间长、承压能力低的管线。

(2) 加强职工的安全教育，严格遵守操作规程。

6.2 本工程借鉴

通过以上事故案例分析，本工程应借鉴以下几点：

1) 加强施工作业安全管理，杜绝违章操作，加强施工作业现场的安全防护措施。

2) 加强施工过程监督管理，及时检查施工过程中出现的设计、技术和质量问题，确保本质安全。

3) 加强设备巡回检查，定期开展设备检测和评价，及时发现问题，消除隐患，保障设备安全运行。

4) 加强职工培训，提高职工的业务素质，定期开展应急预案演练，提高职工应急处理能力。

7 安全对策措施及建议

7.1 《可研》中已有的安全对策措施

本工程的主要危害因素可分为两部分,其一为自然因素形成的危害或不利影响,包括地震、不良地质、暑热、冬季低温、雷击、洪水、内涝等因素;其二为生产过程中产生的危害,包括火灾、机械伤害、噪声、振动、触电等各种因素。

7.1.1 自然危害因素及其防范措施

(1) 防冻当环境温度低于一定范围时,会对管道及设备产生不良影响,本工程通过站外管线深埋、露空管线及设备保温的方法,消除隐患。

(2) 防雷 为防止雷电引发的危害,设备、建构筑物按规范要求采取防雷、防静电措施。

(3) 抗震

地震对建筑物的破坏作用明显,作用范围大,进而威胁设备和人员的安全,本工程区域地震基本烈度按 7 度烈度设防。

7.1.2 生产过程中的危害因素及其防范措施

7.1.2.1 危险有害因素

本工程所涉及的主要危险物质为其他粉尘(聚丙烯酰胺粉尘)、高压污水等。

(1) 聚丙烯酰胺为脆性白色固体,可燃但不易引燃,其粉尘与空气可形成爆炸性混合物,遇明火、高热易引起燃爆。其粉尘云的引燃温度 410°C,5mm 厚粉尘层引燃温度 240°C,爆炸下限

40g/m³。根据《建筑设计防火规范》的分类，其火灾危险性类别为丙类。

(2) 油田采出污水中含有丰富的阳离子和阴离子，污水的导电性强。对管线具有一定的腐蚀性。由于高压注水系统运行压力接近 20MPa，污水具有很高的势能，当工艺流程被腐蚀减薄到一定程度，承受不住工作压力时，会造成密闭输送的注入液发生泄漏，从而造成设备的损坏或人员的伤亡。

7.1.2.2 生产工艺过程危险有害因素

(1) 注聚工艺过程中的危险性主要是超压爆裂、火灾、爆炸、机械伤害、中毒、触电。1) 本工程中注聚系统、注水系统的设计压力达到 20MPa，由于系统压力较高，当设备存在

缺陷、误操作造成憋压、带压(压力未放空)检维修等，压力超出设备承压极限，导致设备超压爆裂。

2) 由于聚丙烯酰胺挥发出氨成分，若操作间空气流通性差，易使氨气聚集，与空气混合能形成爆炸性混合物。遇明火、高温能引起燃烧爆炸。

3) 注聚泵、注水泵等泵类设备旋转部位若未加防护罩，人员操作不当，未按规定穿戴劳保用品，易造成人员与运动部件接触导致机械伤害。

4) 工程中使用聚丙烯酰胺在常温下无毒，但是可以挥发出氨成分，在大量使用的地方，如加料间，操作间等，若空气流通性差，易使氨气聚集，对人员造成伤害。

5) 各种电气设备、外露可导电体的接地保护损坏，导线绝缘

损坏或老化，操作人员不按规定穿戴防护用品，带电作业，触及带电体，易发生触电事故。

7.1.2.3 防治措施

(1) 本工程应严格执行国家现行的有关防火、防爆、抗震设防等安全规范，严格执行《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)，平面布置符合防火间距要求。

(2) 水罐采取了高、低液位保护，注水泵、注聚泵等容积式泵均在泵出口采取了超高压报警停泵和安全阀放空措施，保证了设备和操作人员的安全。

(3) 工艺管道经管道强度计算、稳定性、抗震校核，按照输送介质不同，根据规范规定选取适当的腐蚀裕量，经过水力、热力、经济流速计算，最终确定管道的管径和壁厚。

(4) 生产区内污水池及活性剂罐区、药剂泵房、药库选用防爆电器设备和仪表。所有钢结构物包括容器和管线等均做防静电接地，可有效防止因电器设备、静电和雷电等引发火灾爆炸事故。

(5) 药剂间、投料间设置防爆轴流风机进行强制通风，干粉储料间设除尘装置，防止药剂挥发及粉尘聚集造成的爆炸、火灾。

(6) 所有钢结构物包括容器和管线等均做防静电接地，可有效防止因电器设备、静电和雷电等引发火灾爆炸事故。罐操作平台的梯子、栏杆的设计严格按有关标准执行，并采取防滑措施。所有转动设备的传动部分，均有安全可行的保护设施。防止机械运动而发生意外人身伤害，如皮带、联轴器等均加安全罩。

(7) 高压污水管线走向布置设计中，根据《油田注水工程设

计规范》（GB50391-2014）：站外注水管道严禁从建（构）筑物基础下方穿过，与建（构）筑物净距不应小于 5m。

（8）管线穿越道路、河流处均设保护套管，管线起止点、沿途折点及 500m 间距(非金属管 线每 200m) 处设标志桩，深穿干渠两端设标志桩，以方便巡检。各建筑设施及易发生危及管道安全的区域设警示牌。站外埋地敷设管线，管顶距自然地坪不小 1.0m，不足处覆土。

（9）管道防腐：为减小工程中新建注水管道的腐蚀破坏，延长其使用寿命，对高压注水管线采取了腐蚀控制措施；高压注聚管线选用了玻璃钢增强复合管，具有优异的防腐性能。

7.2 本次评价提出的安全技术措施

7.2.1 建议采取的安全技术措施

为了有效地消除或抑制能够导致事故发生的危险因素，降低事故的危害程度，根据本次评价的结果，对可研中未涉及的内容提出安全技术措施见表 7.2-1

表 7.2-1 安全技术措施汇总表

| 序号 | 对策措施 | 依据 |
|----|--|------------------------|
| 1 | 埋地输气管道与其他埋地管道、电力电缆、通信光(电) 缆交叉的间距应符合下列规定： 1 输气管道与其他管道交叉时，垂直净距不应小于 0.3m，当小于 0.3m 时，两管间交叉处应设置坚固的绝缘隔离物，交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段，应确保管道防腐层无缺陷； | GB50251-2015 4.3.11 |
| 2 | 埋地输气管道与高压交流输电线路杆（塔）和接地体之间的距离宜符合下列规定： 1 在开阔地区，埋地管道与高压交流输电线路杆（塔）基脚间的最小距离不宜小于杆（塔）高； 2 在路由受限地区，埋地管道与交流输电系统的各种接地装置之间的最小水平距离不宜小于 5m。在采取故障屏 | GB50251-2015 4.3.12 |

| 序号 | 对策措施 | 依据 |
|----|---|-----------------------|
| | 蔽、接地、隔离等防护措施后，表 4. 3. 12 规定的距离可适当减小 | |
| 3 | 管道沿线应设置里程桩、转角桩、标志桩、交叉桩和警示牌等永久性标识 | GB50251-2015 4.8.1 |
| 4 | 与建（构）筑物净距不应小于 5m；当特殊情况小于 5m 时，注入管道应采取增强保护措施。 | GB50391-2014 5.2.1 |
| 5 | 穿越长度和埋深应符合下列要求： 1 穿越长度宜涵盖设计洪水淹没范围。主河道的穿越长度应包括两岸防洪堤，并满足堤防保护的距 离要求。当两岸无防洪堤时，主河道的穿越长度应根据管道使用期间可能的河床摆动范围确定。 2 当两岸设有防洪堤坝及规划防洪堤坝时，穿越的起始位置及堤下埋深应满足水利主管部门规定。3 当工程建在水库泄洪影响范围内时，穿越管段埋深应综合泄洪时的局部冲刷及常规泄水的清水冲刷深度确定。4 新建或规划库区内的穿越工程，穿越长度和埋深应满足库岸再造作用后的稳定性要求。 | GB50432-2013 3.3.6 |
| 6 | 钢制管道与地下已有管道交叉时，新建管道除应保持足够的埋深外，新建管道与原有管道的净距不得小于 0.3m。 | GB50391-2014 5.3.9 |
| 7 | 熟化罐出口、外输泵(喂入泵)进出口、过滤器进出口应设取样口 | GB50391-2014 7.2.7 |
| 8 | 配制间及料库的布置应符合下列规定： 1 配制间主要通道宽度不宜小于 1. 5m。 2 配制间内设水过滤器时，宜成排布置。水过滤器头盖距地坪高度大于 1. 5m 时，应设操作平台。 3 料库的面积应满足聚合物干粉运输、检验、储存的要求。 4 料库应设置吊车，大型站可按 2 台设置。吊运 750kg 干粉袋的吊车，可采用起重量 2t 桥吊。 5 配制间及料库的净高，应满足下列规定： 1)可堆放 3 层聚合物干粉袋。 2)应满足聚合物干粉袋吊运、投料的要求。 6 料库的进车通道坡度不宜大于 1: 10，并应做防滑处理。 7 料库内存放聚合物干粉的区域，地坪应高于配制间地坪 50mm~100mm，且周围应设置防倒塌围栏。 8 配制间大门应满足设备进出的要求，料库大门应满足运料车进出的要求。 | GB50391-2014 7.3.1 |
| 9 | 聚合物的储存应符合以下规定： 1 配制站的库存量应根据聚合物干粉的运输距离、运输条件和具体检验标准综合确定，库存量宜为 7d~15d 聚合物干粉用量。 2 聚合物干粉的包装，宜采用 750kg 大袋包装。 3 弥散性强的粉料宜采取自动密闭投料 | GB50391-2014 7.3.2 |
| 10 | 配制间及料库应根据需要采取防尘、防滑措施。 | GB50391-2014 |

| 序号 | 对策措施 | 依据 |
|----|---|-----------------------|
| | | 7.3.5 |
| 11 | <p>外输泵房的布置应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 外输泵前主要通道宽度不宜小于 1.5m。 2 泵组间净距应满足设备整体装拆的需要。 3 单螺杆泵出口处应留有定子拆装、检修的空间。 4 聚合物过滤器宜成排布置，头盖距地坪高度大于 1.5m 时，应设操作平台。 5 外输泵房宜设置吊车，起重量应满足外输泵检修和更换滤袋的要求。 6 泵房净高应满足聚合物过滤器更换滤袋的要求。 7 外输泵房大门应满足设备进出的要求 | GB50391-2014 7.5.1 |
| 12 | <p>聚合物母液过滤器应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 应选用低剪切过滤器。 2 可采用粗、精二级过滤方式，精滤器过滤精度的设置应根据油层对注入液的要求确定。 3 粗滤器起始压降应小于 0.02MPa，精滤器起始压降应小于 0.05MPa。 4 聚合物母液过滤器与外输泵宜采取一对一配置方式。 5 过滤器应设置顶部放空阀及底部排污阀。 6 粗、精过滤器应分别设置压差计及超压差报警 | GB50391-2014 7.5.3 |
| 13 | <p>注入泵房的布置应符合下列规定：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 注入泵前主要通道宽度不宜小于 1.5m。 2 泵组间净距应满足设备整体装拆的需要。 3 高压混配阀组宜成排布置，人行操作通道应满足阀门操作的需要。 4 辅助房间宜设在注入泵房一端。 5 可根据需要预留调剖设施的空间。 6 泵房及值班室的要求应符合本规范第 4.3.1 条第 9 款的规定。 7 注入泵房大门应满足设备进出的要求。 | GB50391-2014 8.3.1 |
| 14 | <p>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。</p> | 《特种设备安全监察条例》第二十五条 |

7.2.2 补充的安全对策措施

根据油田发布的有关文件、历年来同类项目发生的事故类型结合本项目的具体情况，提出的补充措施如下：

1) 按照《关于下发<胜利油田 HSE 目视化管理实施方案>的通知》（2013 年 2 月 1 日发布）的要求，对关键场所进行标示。

2) 根据《胜利油田油气生产场所 HSE 警示标识及警语设置规范》(Q/SH1020 2152-2013) 第 5.1 条油井生产现场应设置警示标志及警语:

(1) 用电控制柜、接线盒等接送电设备

a 门外侧应设置警示标志: 当心触电。

b 门外侧应设置警语: 启停机戴好绝缘手套。

c 门内侧应设置警语: 当心电弧、侧身操作。

(2) 变压器

应设置警示标志: 禁止靠近、当心触电。

(3) 泵房

泵房外: 非工作人员禁止入内、禁止用汽油擦物、禁止乱动阀门、噪音有害、必须戴护耳器、必须戴防护帽等警示标志、噪声告知牌、检测公告牌。

泵房内: 当心障碍物、必须侧身操作阀门等警示标志。

3) 修井作业时严格按照《石油企业现场安全检查规范 第 3 部分: 修井作业》(QSY1124.3-2012) 的规定, 充分考虑井口与周边相关设置及其他设备设施的安全间距。

4) 用于管道带压封堵、开孔的机具和设备在使用前应认真检查, 确保灵活好用。必要时, 应提前进行模拟试验。

5) 管道封堵作业时, 管道内的介质压力应在封堵设备的允许压力之内。

6) 清水管线在施工前, 应做到管材内外表面光滑, 无明显划痕、凹陷、可见杂质和其他影响质量要求的表面缺陷, 管材端面应

切割平整并与轴线垂直。

7) 管材堆放应整齐，承口部位应交错放置。管材不得曝晒，距热源不小于 1m，堆放高度不超过 2m。

8) 下一步设计中应明确干粉库房内新建吊车的型号，如果属于特种设备，应严格按照《特种设备监察条例》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。

9) 应根据 8#配注站及 8#-4 注入站各岗位的实际情况，制定、完善相应的操作规程。

10) 8#配注站东北角有养殖棚、散居民房各 1 处，养殖棚靠近 8#配注站围墙，散居民房距离围墙 11m，建议投产运行前对其进行风险告知。

11) X2-12 及 X2-132 井的单井注聚管线距离西侧散居民房不足 5m，建议对此段管线加强保护措施，加强巡检。

12) 依据《中国石化承包商安全监督管理办法》（中国石化安[2017]603 号）相关规定，加强对承包商的安全管理，尤其是送药罐车进站应遵循站内各项安全规定。

13) 废弃天然气管道的处理：

根据《油气管道管理与维护规程》（Q/SY GD 0008-2011）的要求：

(1) 废弃管线能拆除的尽量拆除，拆除前应按报废资产管理程序办理相关手续，拆除废弃管道应选用具有相应资质的队伍，若废

弃管道由地方负责拆除，各输油气管理单位应与地方施工单位签订安全协议，并做好指导、监护工作。

(2) 不能拆除的气管道宜采用氮气封存，废弃管道管口的处理按动火相关标准执行，对于未能拆除的废弃管道，应将废弃管道的封存方法以及存在具体位置以书面形式报地方相关部门备案。

建议对原天然气管线占压段进行氮气封存，并以书面形式报送地方相关部门备案。

7.3 本次评价提出的安全管理建议

7.3.1 施工阶段的安全管理建议

1) 检查核实工程设计单位、施工单位、监理单位是否具备相应的资质。

2) 落实施工人员是否持有相应的资格证书。

3) 对承包商施工人员进行施工前的培训教育。

4) 签订相关的安全生产协议。

5) 工程施工前，建设单位应当对有关安全施工的技术要求向施工单位进行交底，施工单位负责项目管理的技术人员应当向施工作业班组、作业人员进行交底。

6) 施工单位必须按照批准的安全设施设计施工，并对安全设施的工程质量负责。

7) 本工程属改建项目，涉及到危险性较大的作业（如用火、动土、临时用电等），作业前必须进行危险分析，严格执行危险作业许可制度，办理相应的许可证，落实安全监护措施后方可进行。

8) 施工单位应针对施工过程中可能出现起重伤害、物体打击、

机械伤害、触电、车辆伤害等事故编制相应的应急救援措施，并对施工人员进行培训。

9) 加强施工过程监督管理，及时检查施工过程中出现的设计、技术和质量问题，确保本质安全。

10) 用火的管线经吹扫、清洗后应无易燃物，用火现场的管线内和坑内的可燃气体浓度必须低于爆炸下限的25%。

11) 针对管线下沟的危险特点，对本工程提出如下安全措施：

(1) 管线下沟前，现场生产负责人和 HSE 现场监督员要对下沟段的管沟进行检查，确认管沟符合要求，管沟内无人和其它障碍物、无塌方危险，方可组织下沟。

(2) 在管线所经的路口应设立安全标志，并派专人看守，阻止非工作人员进入作业现场，并观察管沟内是否有非施工人员或牧畜等。

(3) 管线下沟与管沟开挖不应交叉作业。

12) 使用 X 射线进行探伤时，建议采用下列安全管理措施。

(1) X 射线操作人员应配备防护服、报警器及个人剂量仪。

(2) X 射线探伤安全防护圈半径不得少于 30 米。

(3) 进行射线探伤作业前，要提前通知邻近施工单位及施工人员，以防止意外事故的发生。

(4) 进行射线探伤时，必须待安全防护圈内的人员全部撤离，经检查确认无人后，才准许进行作业。

(5) 安全防护圈必须标志鲜明，并应有专人值班监护

13) 带压开孔

天然气泄漏控制措施：开孔机安装完毕后，必须先对管件，夹板阀、开孔机做整体试压，试验压力宜等于管道运行压力，最高不应超过管道运行压力的 1.1 倍。由开孔机放空阀处注入氮气，确认各个连接处、焊口没有泄漏时方可进行开孔。

刀具被卡控制措施：调整开孔机系统压力防止刀具因为扭矩不够而产生卡刀。如果解决不了应当在封堵点后方重新焊接管件，进行带压开孔作业。

（3）封堵

封堵作业中天然气泄漏到作业管段中控制措施：首先检查作业管段是否有支线，如果有则确认支线阀门是否存在内漏；；如果依然内漏，必须将封堵头取出检查原因，解决问题后再进行封堵作业。同时需要注意封堵作业时的运行工况，气体流速过大将影响封堵作业。

（4）割管连头

割管连头作业中控制措施为：①割管作业前，确认封堵管段内天然气已放空，并进行氮气置换，经气体检测合格（可燃气体含量低于 10%LEL）；②割管作业时，应采用机械方法，不能使用电动爬管机，并在断管期间采用冷水喷淋的方式冷却切口，防止切割时产生火花；③动火连头前，必须清理管道内壁的残留天然气等可燃物，用滑石粉与黄油一定比例制作成胶泥，打成黄油墙，然后用可燃气体检测仪器测量，达到焊接条件，方可动火焊接。④动火作业期间，加强动火现场管理，做好安全警戒，使用防爆工器具，同时现场配备适量消防器材。

(5) 下塞堵

下塞堵阶段控制措施: 首先将塞堵提出, 检查确认塞堵的尺寸, 再进行塞堵。如果仍然密封不严, 将塞堵重新提起, 更换胶圈后重新下塞堵。

14) 特种作业(用火、动土、高处作业、临时用电等)严格按照相关要求进进行监督管理。

15) 安全警示牌、职业卫生告知牌及警戒线按要求进行设置。

16) 按要求监督检查施工人员劳保用品的佩戴情况。

17) 搜集并保存安全验收中所需要的有关资料。

7.3.2 井下作业安全管理建议

井下作业需要众多的设备, 各种不同的设备操作复杂, 比如修井机、起升设备、循环设备、修井辅助设备等。井下作业具有非常复杂、繁冗的工艺, 包括前线的检泵、打捞、压裂和, 后线主要包括机械加工和准备服务工作, 作业施工地点多、面广, 涉及到各种不同的施工, 有可能发生严重、损失巨大的灾难性事故, 如井喷、井喷失控、着火爆炸等。因此, 应积极采取各种措施做好井下作业的安全工作, 实现企业的安全生产。

1) 抓好制度建设环节, 从制度上确保井控本质安全, 应按照“谁主管, 谁负责”, “谁签批, 谁负责”, “谁引进, 谁负责”的原则, 大力加强井控管理制度建设, 明确各部门各岗位井控岗位责任制, 从制度上进一步规范井控管理行为。

2) 做好培训演练环节, 从技能上确保井控本质安全, 加强井控技术培训与井控演练是进一步提高职工井控意识、现场技术操作

水平、事故应急处理能力的关键。

3) 抓好设计审核环节,从源头上确保井控本质安全,设计的本质安全是做好井控管理工作的第一道防线,把好设计审核关,就把握住了防止井喷失控事故发生的源头。

4) 抓好装备配套环节,从保障措施上确保井控本质安全,首先要加强井控装备配备,如配齐双闸板防喷器、环形防喷器、旋塞阀等井控设备;其次是加强井控装备运行管理,在运行管理方面,设立专业施工人员负责作业井试压,达到第三方试压要求。

5) 完善石油井下作业 HSE 风险管理控制。

7.3.3 运行过程的安全管理建议

1) 根据工程特点,依据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T 29639-2013),制定生产安全事故的应急程序,并统一到孤岛采油厂的总体应急救援体系中,定期演练,做好记录。

2) 承压管道投产运行前应进行强度和密封性试验,运行后应对密封、连接部位进行全面检查,发现问题,应及时处理并定期检测。

3) 管线沿线地形复杂,必须及时做好线路的巡查和维修;由于各种自然或人为的因素,可能导致各种危害发生,为及时处理线路突发事故,设立专业管道抢修队伍,并配备相应的专业抢修设备、工具和专用抢修车辆;与当地油区办、公安部门建立联系,共同维护好管线沿途安全,防止人为偷盗事件发生。

4) 加强在用管线的腐蚀检测,检测结束后,应根据检测结果,

对存在的缺陷进行评估，确定合理的维修、维护措施，对于影响管道安全的严重缺陷，应立即安排修理。

5) 维抢修现场应划分安全界限，设置警戒线、警示牌。进入作业场地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。

8) 管道维抢修作业坑应能满足施工人员的操作和施工机具的安装及使用。

9) 机械设备上的安全防护装置应完好、可靠，设备的使用和管理应定人、定责、安全附件应定期校验。

10) 加强设备管理，及时发现问题，消除隐患，做好设备的日常维护、定期检查保养工作，杜绝设备带病运行；加强各类安全装置（防雷防静电接地、承压管道等）的日常检查、定期检测，确保设备的安全防护装置、安全设施可靠、齐全、有效。

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

12) 工程试运行3-6个月后，应由具有资质的专业中介机构进行验收评价，为总体验收做好准备。

13) 根据《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）第 6.3.1.1 条规定，对于生产过程和设备产生的噪声，应首先从声源上进行控制，使噪声作业劳动者解除噪声声级符合 GBZ2.2 的要求。采用工

程控制技术措施仍达不到 GBZ2.2 要求的，应根据实际情况合理设计劳动作息时间，并采取适宜的个人防护措施。

14) 驾驶员应严格遵守道路交通安全、危险货物运输装卸等法律法规、标准规范和管理区的各项规章制度，接受押运员监督，并服从装卸区管理人员及装卸人员的指挥。

15) 押运员对所押运的危险货物负安全责任，监督驾驶员、装卸人员的驾驶和装卸操作行为，配合驾驶员对路上突发情况进行应急处置。

7.3.4 井控安全管理建议

1) 井口装置齐全，性能可靠，防盗措施到位。注聚井的开井、关井、日常管理及一般性维护措施要严格执行井口及其它井控装置的操作规程。

2) 油井生产过程中和油井关井后，严格执行巡检制度，定期检测录取油压、套压、油气比等数据资料，有异常及时向上级报告。

3) 注聚井井下作业时，应对可能发生的压力变化进行预测，并编制相应井控安全要求及预防井喷措施。

4) 防喷器、内防喷工具（旋塞阀等）使用期满 6 个月或使用中出现问题的，应由具有资质的井控车间进行维护、检测；使用期满 3 年应由具有资质的井控检测部门进行全面检测。检测部门出具合格证后方可使用。并对检测防喷器、旋塞阀打钢号。施工单位做好建立发放、使用及回检台帐。

5) 采油厂、作业大队、作业基层队应有专人负责井控装备管理，建立井控装备管理台帐，每月更新一次，内容包括：型号、使

用队伍名称、投产日期、单位内编号、检测维修、报废与否等。作业班组每周对井控装备进行检查、保养、清洁一次，有记录。

6) 从事井下作业各级管理人员，设计编写、审核、审批人员，作业工程、技术人员、安全管理人员、现场施工、监督人员等必须进行井控培训，并持有中国石油化工集团公司井控培训机构颁发的相应级别“井控培训合格证”。“井控培训合格证”有效期为两年，到期应复审培训。

7) 按照《中国石化井控管理规定》(中国石化油[2015]374 号)、《胜利油田分公司钻井井控管理实施细则》(胜油局发[2017]57 号)的要求，加强井控管理。

8 安全预评价结论

根据孤岛采油厂提供的《孤岛西区北馆 3-4 层系井网互换变流线后非均相复合驱提高采收率先导试验工程可行性研究报告》、的设计内容、现场调研资料，本次评价在主要危险、有害因素辨识、分析的基础上，依据国家有关法律、法规、技术标准的要求，综合运用安全检查表、预先危险性分析的评价方法，对工程进行了安全预评价。

8.1 安全评价结果

1) 本工程涉及的主要物质为：天然气等。注聚过程中的高压水存在一定的危险因素。

2) 地面工程施工过程中存在的主要危险有害因素有起重伤害、物体打击、火灾爆炸、机械伤害、触电、中毒窒息、坍塌、车辆伤害及其他等。

3) 运行过程中存在的主要危险有害因素有火灾、爆炸、中毒、窒息、管道爆裂、高处坠落、机械伤害、触电、灼烫、淹溺、车辆伤害及其他等。

4) 自然环境条件对该项目的影响因素有：雷击、气温、地震、腐蚀等。

5) 通过重大危险源辨识，本项目不构成重大危险源。

6) 通过安全检查表分析，管线布置满足防火要求，与周边设施的安全距离符合标准要求，天然气管线、架空线路路由安全距离符合国家法律法规和相关标准规范的要求。设备选型合理，安全管理规范。

7) 根据预先危险性分析结果, 本工程可能发生的事故类别有火灾爆炸、中毒窒息、机械伤害、高处坠落、物体打击等。事故后果最严重的是天然气集输管线泄露, 引起的火灾爆炸、中毒窒息, 事故其危险性等级为Ⅲ级, 一旦发生, 可能会造成个别人员的伤亡和较大的经济损失, 应当作为本工程安全防范的重点。

8) 本项目周边基本为荒地, 单井注入管线采用玻璃钢增强复合管, 母液外输管线采用玻璃钢材质, 能有效防止地下水腐蚀, 间距不足 5m 处, 采取保护措施后, 能满足要求, 管线应加强巡检, 避免出现新建构筑物安全间距不足的现象。

8.2 安全评价结论

本项目中的配注站与周边建筑物符合标准规范要求, 站场内平面布置合理, 与周边设施的安全间距满足要求; 本工程天然气管线、注聚管线、稀释水管线及母液外输管线采取相关保护措施后符合国家法律法规和相关标准规范的要求。

本工程下一步的设计中应落实本报告第 7 章提出的安全对策措施及建议, 进行补充与完善, 确保工程的安全运行。

综上所述, 本工程在落实了可研及本报告提出的安全对策措施的前提下, 安全设施设计将符合国家相关法律、法规、技术标准中有关安全生产的要

