

滨南采油厂  
林东注水干线更新工程  
**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07月03日



滨南采油厂  
林东注水干线更新工程  
安全预评价报告

法定代表人：周兴友

审核定稿人：李志勇

评价项目负责人：刘瑞峰

报告完成日期：2019年07月03日



## 前言

滨南采油厂林东注水干线更新工程主要内容如下：

### 1、注水系统

新建林东 8 号站至林东 4 号站注水干线  $\phi 159 \times 12-1.9\text{km}$ 、定向钻深穿  $\phi 159 \times 18-1\text{km}$ ；更新林东 4 号站至林东 2 号站注水干线  $\phi 114 \times 10-0.4\text{km}$ 。管线设计压力 16MPa。

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，滨南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《安全评价通则》(AQ8001-2007)、《安全预评价导则》(AQ8002-2007)和《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)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，自始至终都得到了滨南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7月

## 目 录

1	总则.....	1
1.1	评价目的.....	1
1.2	评价依据.....	1
1.3	评价范围.....	5
1.4	评价程序.....	5
2	工程概况.....	7
2.1	工程基本情况.....	7
2.2	自然环境概况.....	7
2.3	生产现状及存在问题.....	9
2.4	改造方案.....	13
3	主要危险、有害因素分析.....	27
3.1	主要物质的危险有害因素分析.....	27
3.2	地面工程施工过程危险、有害因素分析.....	27
3.3	生产运行过程危险有害因素分析.....	33
3.4	自然环境因素分析.....	34
3.5	社会环境影响分析.....	36
3.6	重大危险源辨识.....	36
3.7	主要危险、有害因素分析结论.....	38
4	评价单元划分及评价方法选择.....	39
4.1	评价单元划分.....	39
4.2	评价方法选择.....	40
5	安全评价.....	44

5.1	注水管道单元.....	44
5.2	安全管理单元.....	51
6	典型事故案例.....	61
6.1	“4.26” 高压水伤害事故.....	61
6.2	本工程借鉴.....	62
7	安全对策措施及建议.....	63
7.1	本次评价提出的安全技术措施.....	63
7.2	本次评价提出的安全管理建议.....	64
8	评价结论.....	70
8.1	安全评价结果.....	70
8.2	安全评价结论.....	71
附件 1	可研批复.....	72



# 1 总则

## 1.1 评价目的

1) 贯彻“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针，确保建设项目中的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用，保证项目建成后在安全方面符合国家有关法律、法规和技术标准的要求。

2) 通过对滨南采油厂林东注水干线更新工程的环境条件、地理位置、物料特性、设备设施等进行调研、分析，辨识分析建设项目、生产经营活动潜在的危险、有害因素，预测发生事故的可能性及其严重程度。

3) 通过本次安全预评价，针对主要危险、有害因素，提出科学、合理、可行的安全对策措施建议，以利于提高项目的本质安全化水平，避免和减少生产安全事故危害的发生。

4) 本次安全预评价，为建设单位安全管理的系统化、标准化和科学化提供依据和条件；为政府安全生产监管、监察部门、行业主管部门等相关单位实施监督、管理提供依据。

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 法律、法规、规章及文件

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, 2019 修订)
- 4) 《工伤保险条例》(国务院令[2010]第 586 号)
- 5) 《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)
- 6) 《企业安全生产费用提取和使用管理办法》(财企[2012]16 号)
- 7) 《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[2018]311 号修订)
- 8) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(安监总局令[2015]第 77 号修改)

### 1.2.2 技术标准、规范

- 1) 《企业职工伤亡事故分类》(GB6441-86)
- 2) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)
- 3) 《石油天然气工程设计防火规范》(GB50183-2004)
- 4) 《油田油气集输设计规范》(GB50350-2015)
- 5) 《油田注水工程设计规范》(GB50391-2014)
- 6) 《油气输送管道穿越工程设计规范》(GB50423-2013)
- 7) 《生产过程安全卫生要求总则》(GB/T12801-2008)
- 8) 《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》  
(AQ/T9002-2006)
- 9) 《石油工业作业场所防护用具配备要求》(SY/T6524-2017)
- 10) 《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)

### 1.2.3 中石化相关规章制度

- 1) 《中国石化作业许可管理规定》(中国石化安〔2018〕327号)
- 2) 《中国石化用火作业安全管理规定》(中国石化安〔2015〕659号)
- 3) 《中国石化临时用电作业安全管理规定》(中国石化安〔2015〕683号)
- 4) 《中国石化高处作业安全管理规定》(中国石化安〔2016〕4号)
- 5) 《中国石化起重作业安全管理规定》(中国石化安〔2016〕7号)
- 6) 《中国石化动土作业安全管理规定》(中国石化安〔2016〕21号)
- 7) 《中国石化承包商安全监督管理办法》(中国石化安〔2017〕603号)
- 8) 《中国石化作业安全分析(JSA)管理办法》(中国石化安〔2018〕174号)
- 9) 《中国石化防雷防静电安全管理办法》(中国石化安〔2018〕197号)

- 10) 《中国石化安全设施管理办法》（中国石化安〔2018〕232号）
- 11) 《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）
- 12) 《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）
- 13) 《胜利油田安全环保督查管理办法》（胜油 HSE〔2017〕51号）
- 14) 《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）
- 15) 《胜利石油管理局胜利油田分公司隐患排查治理管理办法》（胜油局发〔2017〕119号）
- 16) 《胜利石油管理局有限公司胜利油田分公司作业许可管理规定》（胜油局发〔2018〕85号）
- 17) 《胜利石油管理局有限公司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）

### **1.2.3 工程有关技术文件**

- 1) 《林东注水干线更新工程可行性研究报告》（北京石大东方工程设计有限公司，2019年3月）。

2) 《关于林东注水干线更新工程可行性研究报告的批复》，见附件 1。

3) 其他与该工程安全评价有关的技术资料。

### 1.3 评价范围

本次评价对象为林东注水干线更新工程(以下简称本工程或者本项目)，评价范围为：

#### 1、注水系统

新建林东 8 号站至林东 4 号站注水干线  $\phi 159 \times 12$ —1.9km、定向钻深穿  $\phi 159 \times 18$ —1km；更新林东 4 号站至林东 2 号站注水干线  $\phi 114 \times 10$ —0.4km。管线设计压力 16MPa。

### 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评价，提出相应的安全对策措施；

第三阶段为安全预评价报告书的编制阶段，主要是汇总前两个阶段所得到的各种资料数据，总结评价成果，通过综合分析，得出安全

预评价结论，提出建议，最终完成安全预评价报告书的编制。

具体程序见图 1.4-1。



图 1.4-1 安全预评价程序框图

## 2 工程概况

### 2.1 工程基本情况

项目名称：林东注水干线更新工程

项目性质：改建

建设单位：滨南采油厂

建设地点：山东省滨州市境内

项目总投资：总投资 401.68 万元

### 2.2 自然环境概况

#### 2.2.1 地理位置及地形地貌

滨南采油厂位于山东省滨州境内，区域内地形较为复杂，公路及灌溉沟渠众多。改造管线隶属于采油管理一区。管理区相对地理位置见图 2.2-1。

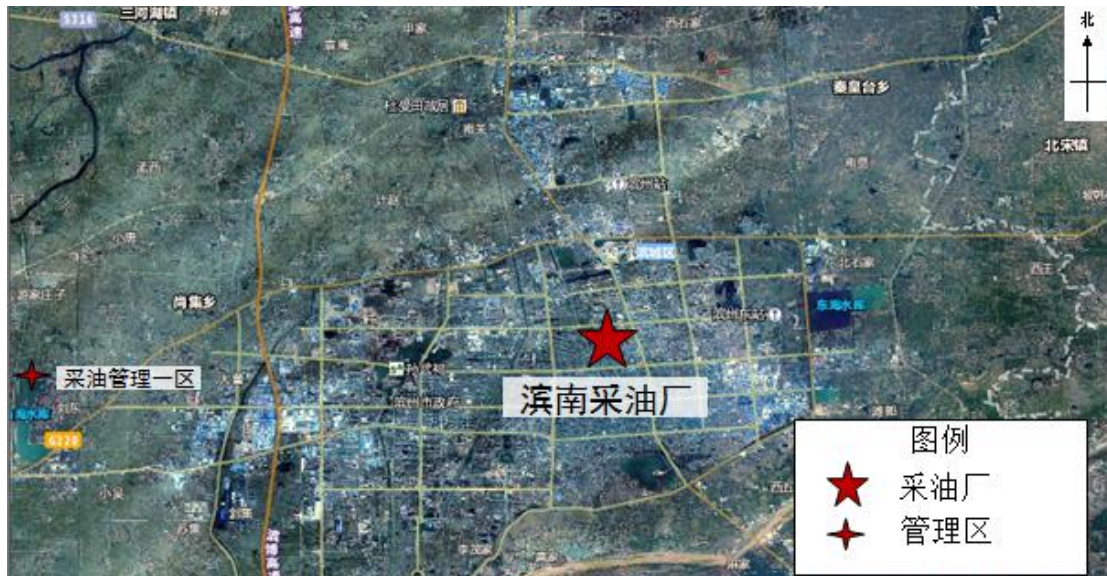


图 2.2-1 管理区相对地理位置图

## 2.2.2 自然条件

### 1、气象条件

滨州市属华北温带-暖温带，半湿润半干旱区，为大陆季风性气候区，特点是四季分明，冬季寒冷少雪，天气干燥，夏季炎热多雨；气温年变化较大，年降水量少。

1) 累年平均气压	101.6kPa
2) 累年平均气温	12.6℃
3) 累年极端最高气温	39.7℃
4) 累年极端最低气温	-18.1℃
5) 累年平均年降水量	556.8mm
6) 累年最大风速	30.7m/s
7) 累年最大积雪深度	17cm



- |             |      |
|-------------|------|
| 8) 累年最大冻土深度 | 57cm |
| 9) 累年最多风向   | SSE  |

## 2、地震烈度

该区域基本地震烈度为 7 度，设计基本地震加速度值 0.10g。

### 2.3 生产现状及存在问题

本次工程涉及的管线位于滨州市滨城区，所属林樊家油田，隶属于采油管理一区管辖。

林樊家油田探明含油面积 49.27km<sup>2</sup>，地质储量 4166.79×10<sup>4</sup>t，动用储量 4166.79×10<sup>4</sup>t，可采储量 2334.62×10<sup>4</sup>t，标定采收率 22.10%。截止到 2018 年 10 月，林樊家油田共有油井 288 口，开井 250 口，日产液量 3021t，日产油量 781t/d，综合含水率 74.1%，注水井总井 155 口，开井 119 口，日注水量 4861m<sup>3</sup>/d。

林樊家油田注水系统示意图见图 2.3-1。

涉及企业保密内容，不予公开。

图 2.3-1 林樊家油田注水系统示意图

#### 2.3.1 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线

##### 1、生产现状

采油管理一区所辖管线水源来自于滨五污水站。出水水质为含油量 $\leq 10\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 4\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 2.5\ \mu\text{m}$ 。经林一注水站升压后向各配水间输送。

林一注水站目前共有柱塞式注水泵 5 台，储水罐 2 座，总容量为  $4000\text{m}^3$ 。注水能力为  $5110\text{m}^3/\text{d}$ ，日注水量为  $3600\text{m}^3/\text{d}$ ，注水压力为  $13.5\text{MPa}$ 。

林东 8 号配水间水源来自林一注水站，注水干线由林一注水站向东敷设至林东 8 号配水间后再向林东 4 号及林东 2 号配水间输送。该管线材质为无缝钢管，林东 8 号至林东 4 号站注水干线管线规格为 DN150，全长 3.3km，设计压力  $16\text{MPa}$ ，已建注水管线走向示意图见图 2.3-2。已建注水管线现状统计见表 2.3-1。

表 2.3-1 已建注水管线现状统计见表

序号	管理区	管线名称	管径 (mm)	长度 (km)	实际水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	运行压力 (MPa)	投产时间(年.月)
1		林东 8 号至林东 4 号站注水干线	$\Phi 159 \times 13$	3.3	850	12.0	1996.5

林东 8 号站和林东 4 号站现状统计见表 2.3-2。

表 2.3-2 配水间现状统计表

	运行压力 (MPa)	注水能力 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	配注量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	实注量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ )	井式
林东 8 号站	12	300	230	225	9
林东 4 号站	11.5	300	200	195	6

涉及企业保密内容，不予公开。

图 2.3-2 林东 8 号配水间至林东 4 号配水间注水干线走向示意图

## 2、存在问题

管线自投产运行至今已 22 年，管线老化腐蚀严重、穿孔频繁。2018 年共产生补漏及维修费 7.0 万元，环保及青苗赔偿费合计 8.2 万元，维修及污染赔偿费用高，亟需进行更新。

林东 8 号配水间至 4 号配水间注水干线腐蚀穿孔照片见图 2.3-3。



图 2.3-3 林东 8 至 4 号配水间注水干线腐蚀穿孔照片

### 2.3.2 林东 4 号配水间至林东 2 号配水间（滨惠大道南）

#### 1、生产现状

采油管理一区所辖管线水源来自于滨五污水站。出水水质为含油量 $\leq 10\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 4\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 2.5\ \mu\text{m}$ 。经林一注水站升压后向各配水间输送。

林一注水站目前共有柱塞式注水泵 5 台，储水罐 2 座，总容量为 4000m<sup>3</sup>。注水能力为 5110m<sup>3</sup>/d，日注水量为 3600m<sup>3</sup>/d，注水压力为 13.5MPa。

林东 4 号配水间水源来自林一注水站，注水干线由林一注水站向东敷设至林东 8 号配水间后再向林东 4 号及林东 2 号配水间输送。该管线材质为无缝钢管，林东 4 号至林东 2 号站注水干线管线规格为 DN100，全长 0.4km，设计压力 16MPa，已建注水管线走向示意图见图 2.3-4。已建注水管线现状统计见表 2.3-3。

表 2.3-3 已建注水管线现状统计见表

序号	管理区	管线名称	管径 (mm)	长度 (km)	实际水量 (m <sup>3</sup> /d)	运行压力 (MPa)	投产时间(年.月)
1		林东 4 号至林东 2 号站(滨惠大道南)	Φ 114×9	0.4	340	11.5	1996.5

林东 4 号站和林东 2 号站现状统计见表 2.3-4。

表 2.3-4 配水间现状统计表

	运行压力(MPa)	注水能力(m <sup>3</sup> /d)	配注量 (m <sup>3</sup> /d)	实注量 (m <sup>3</sup> /d)	井式
林东 4 号站	11.5	300	200	195	6
林东 2 号站	11.5	300	100	100	6

涉及企业保密内容，不予公开。

图 2.3-4 林东 4 号配水间至林东 2 号配水间注水支干线走向示意图

## 2、存在问题

管线自投产运行至今已 22 年，管线老化腐蚀严重、穿孔频繁。2018 年共产生补漏及维修费 7.0 万元，环保及青苗赔偿费合计 5.8

万元，维修及污染赔偿费用高，亟需进行更新。林东 4 号配水间至林东 2 号配水间注水支干线腐蚀穿孔照片见图 2.3-5。



图 2.3-5 林东 4 号配水间至林东 2 号配水间注水支干线腐蚀穿孔照片

## 2.4 改造方案

### 2.4.1 设计思路

本工程对管理一区林东 8 号站至林东 4 号站注水干线及林东 4 号站至林东 2 号站注水干线进行更换。

根据管线存在的问题进行分析，结合生产现状和城区规划，确定以下隐患治理的原则。

1) 对于腐蚀、老化及壁厚不满足要求的的管线进行更换；针对输送水质合理选择管材，并考虑开发规划，合理选择管线的管径，满足开发需求。

2) 对于在园林规划范围内的管线，重新选择路由，避开构筑物，确保消除安全环保隐患。

3) 穿越方式的选择根据道路情况及周边环境，可采取定向钻穿越、顶管穿越等方式；跨越水体时设置套管，防止水体污染。

#### **2.4.2 选线原则**

本工程管线沿线所经的地区地貌大部分为农田，少量沟渠。影响线路走向的因素各异，在保证路线路由方案无重大变更和确保管线前期施工和后期运营安全、稳妥、可靠的前提下，线路走向应尽量控制和减少线路工程量，从而降低工程投资。

经过滨南采油厂有关部门与地方规划部门结合，本工程区域内所涉及管线路由走向均能满足地方建设规范要求。

根据设计标准以及管线所经地区的地形、地貌、交通、工程地质等条件，结合本工程特点，确定以下选线原则：

- ①线路走向力求顺直、平缓，以节约钢材、减少投资；
- ②尽可能靠近或利用现有公路、以方便管线施工和维护管理；

③尽量避开施工难度较大和不良工程地质段，确保管线可靠、安全运行，确有困难时，应选择合适的位置和方式通过，并采取相应的工程措施；

④管线严格按《油田注水工程设计规范》GB 50391-2014 相关要求设计，对于城镇和工矿企业区应充分考虑其发展、规划的需求；

⑤尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失。

### 2.4.3 管材选择

目前油田注水管道运用较多的管材有钢管和玻璃钢管，两种材质优缺点比较见表 2.4-1。

表 2.4-1 管道材质优缺点对比表

管线种类	优点	缺点
钢管	1、耐压高、耐高温； 2、抗外界冲击力性能较好； 2、不易受外力损坏； 3、便于维修。	1、需要防腐等； 2、易腐蚀。
玻璃钢管	1、耐腐蚀、寿命长； 2、内壁光滑，对流体阻力小； 3、重量轻、吊装方便； 4、绝缘性能好，不需要防腐。	1、施工过程中怕重物敲击、高空坠落； 2、施工要求相对较高，一般需要厂商配备专业人员负责安装； 4、易受外力损坏，补口难度较钢管大； 4、穿孔后维修难度大。

综合比较钢管和玻璃钢管的优缺点，并落实现场维修人员没有配备维修玻璃钢管的设备，一旦管线出现损坏将导致外输管线停产，将严重影响生产运行；由于改造管线经过沟渠和规划道路，为了防

止对管线破坏，则要求管线有良好的抗冲击性，且破坏后易于现场维修。钢管较玻璃钢管较为经济，综合考虑本次设计管线采用 20# 无缝钢管。

#### 2.4.4 管道壁厚选择

##### 1、林东 8 号站-林东 4 号站注水干线

根据《油田注水工程设计规范》GB 50391-2014 规定，注水管道直管段的钢管壁厚按下列公式计算：

$$t_s = \frac{PD_0}{2([\sigma]^t E_j + PY)}$$

式中： $t_x$ —直管计算壁厚（mm）；

P—设计压力（MPa）；

$D_0$ —管子外径（mm）；

$[\sigma]^t$ —在设计温度下材料的许用应力（MPa），取 245；

$E_j$ —焊接接头系数，无缝钢管取 1；

Y—系数，取 0.4。

直管的设计厚度应按下列公式计算：

$$t_{sd} = t_x + C$$

$$C = C_1 + C_2$$

$$C_1 = Et_s$$

$t_{sd}$ —直管设计壁厚（mm）；



$t_x$ —直管计算壁厚 (mm)

$C_1$ —厚度减薄附加量, 包括加工、开槽和螺纹深度及材料厚度负偏差 (mm);

$C_2$ —腐蚀或磨蚀附加量 (mm), 对于轻微腐蚀环境可取 1mm, 对于较严重腐蚀环境应根据实际情况确定。本工程取 2mm。

E—系数, 取 15%。

管段钢管为外径 159mm, 计算管线所需壁厚见表 2.4-2。

表 2.4-2 壁厚计算

管子外径 (mm)	压力 (MPa)	钢管材料	计算壁厚 (mm)	设计壁厚 (mm)	选用壁厚 (mm)
159	16	20#	8.87	11.7	12

2、林东 4 号站-林东 2 号站 (滨惠大道南)

根据《油田注水工程设计规范》GB 50391-2014 规定, 注水管道直管段的钢管壁厚按下列公式计算:

$$t_x = \frac{PD_0}{2([\sigma]^t E_j + PY)}$$

式中:  $t_x$ —直管计算壁厚 (mm);

P—设计压力 (MPa);

$D_0$ —管子外径 (mm);

$[\sigma]^t$ —在设计温度下材料的许用应力 (MPa), 取 245;

$E_j$ —焊接接头系数, 无缝钢管取 1;

Y—系数, 取 0.4。

直管的设计厚度应按下列公式计算:

$$t_{sd}=t_x+C$$

$$C=C_1+C_2$$

$$C_1=Et_s$$

$t_{sd}$ —直管设计壁厚（mm）；

$t_x$ —直管计算壁厚（mm）

$C_1$ —厚度减薄附加量，包括加工、开槽和螺纹深度及材料厚度负偏差（mm）；

$C_2$ —腐蚀或磨蚀附加量（mm），对于轻微腐蚀环境可取 1mm，对于较严重腐蚀环境应根据实际情况确定。本工程取 2mm。

E—系数，取 15%。

管段钢管为外径 114mm，计算管线所需壁厚见表 2.4-3。

表 2.4-3 壁厚计算

管子外径（mm）	压力（MPa）	钢管材料	计算壁厚（mm）	设计壁厚（mm）	选用壁厚（mm）
114	16	20#	6.69	9.19	10

## 2.4.5 方案设计

### 2.4.5.1 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线

#### 1) 预测指标

根据预测，林东 8 号站-林东 4 号站最大注水量为 950m<sup>3</sup>/d，考虑 1.1 不均匀系数，管线最大输水量为 1045m<sup>3</sup>/d。

#### 2) 基础数据

污水性质

地层水型	NaCl
矿化度	15159mg/L
Cl-含量	8957.01mg/L

3) 设计参数

最大注水量	950m <sup>3</sup> /d
设计温度	50℃
设计压力	16MPa

4) 线路走向

新建管线起点为林东 8 号站，向东敷设 1.4km 至林东 5 号站西南角，再向东北敷设 100m 后，定向钻向东穿越海棠园至林东 4 号站。该管线共穿越公路 2 次，穿越土路 11 次，穿越沟渠 2 次，长度共计 2.9km。林东 8 号站至林东 4 号站注水管线改造走向示意图 2.4-1。

**涉及企业保密内容，不予公开。**

**图 2.4-1 林东 8 号站至林东 4 号站注水干线改造走向示意图**

5) 管线管径选择

根据预测指标，对更换段管线进行管径比选。根据《油田注水工程设计规范》（GB 50391-2014）规定，注水支干线流速不宜大于 1.6m/s。林东 8 号站至林东 4 号站注水干线管线水力计算见表 2.4-4。

**表 2.4-4 管线水力计算表**

序号	管线名称	管径	预测最大输水量 (m <sup>3</sup> /d)	长度 (m)	最大流速 (m/s)	水头损失 (m)
1	8号站至林东4号站注水 干线	Φ114×9	1045	2500	1.67	188.82
2		Φ159×12	1045	2500	0.85	32.65
3		Φ219×16	1045	2500	0.44	6.511

经过水力计算，确定选用Φ159×12 20#无缝钢管。

#### 2.4.5.2 林东4号站-林东2号站（滨惠大道南）

##### 1) 预测指标

根据预测，林东4号站-林东2号站最大注水量为440m<sup>3</sup>/d，考虑1.1不均匀系数，管线最大输水量为484m<sup>3</sup>/d。

##### 2) 基础数据

污水性质

地层水型

NaCl

矿化度

15159mg/L

Cl<sup>-</sup>含量

8957.01mg/L

##### 3) 设计参数

最大注水量

440m<sup>3</sup>/d

设计温度

50℃

设计压力

16MPa

##### 4) 线路走向

新建管线起点为林东 4 号站院墙西侧，向北敷设至滨惠大道南侧。该管线共穿越土路 1 次，穿越公路 1 次，长度共计 0.4km。林东 4 号站至林东 2 号站注水管线改造走向示意图 2.4-2。

涉及企业保密内容，不予公开。

图 2.4-2 林东 4 号站至林东 2 号站（滨惠大道南）改造走向示意图

### 5) 管线管径选择

根据预测指标，对更换段管线进行管径比选。根据《油田注水工程设计规范》（GB 50391-2014）规定，注水支干线流速不宜大于 1.6m/s。管线水力结果见表 2.4-5。

表 2.4-5 管线水力计算表

序号	管线名称	管径	预测最大输水量 (m <sup>3</sup> /d)	长度 (m)	最大流速 (m/s)	水头损失 (m)
1	林东 4 号站至林东 2 号站 注水支干线	Φ89×8	484	400	1.40	29.28
2		Φ114×10	484	400	0.80	7.12
3		Φ159×12	484	400	0.41	1.35

经过水力计算，确定选用 Φ114×10 20#无缝钢管。

## 2.4.6 管道敷设

### 1) 管道敷设原则

①本工程管道以沟埋敷设为主，根据地形条件，管道采用弹性敷设（ $R \geq 1000D$ ）、现场冷弯管（ $R=40D$ ）和预制热煨弯头（ $R=5D$ ），以适应管道在平面和竖向上的变化。其最小埋设深度应在冻土深度以下，本管道考虑最小管顶覆土为 1.2m。

②管道敷设时在水平和纵向转角处，优先采用弹性敷设来实现管道方向改变，以减小沿途摩阻损失和增强管道的整体柔韧性；当在弹性敷设受地形条件限制时，优先采用曲率半径不小于 40D 的现场冷弯弯管，冷弯弯管无法实现管道转向时使用曲率半径 5D 的热煨弯头。

## 2) 管线敷设要求

①在相邻的反向弹性弯管之间以及弹性弯管和人工弯管之间，应采用直管段连接，直管段长度不应小于钢管的外径，且不小于 500mm。

②在线路沿线要求恢复原设置的里程桩。

③开挖管沟之前需对施工作业带两侧各 50m 范围内的地下管线、电缆或其它地下构筑物详细排查。如地下埋设有已建管线及线缆等，新建管线下沟前需对已建管线及线缆设置保护措施；如新建管线下沟有困难需对已建管线进行破坏时，施工完毕后需进行恢复。因管线开挖对边沟、边坡造成损害的应进行恢复。

④下沟前应检查管沟的深度、标高和断面尺寸，并应符合设计要求。对管体防腐层应用高压电火花检漏仪进行 100%检查，检漏电压不低于 20kV，如有破损和针孔应及时修补。冬季施工时，下沟应选择晴天中午气温较高时。管沟回填应至少高出地面 0.3m，管沟

挖出土应全部回填于沟上，耕作土应置于回填土的最上层。在管线出土端和弯头两侧，回填土应分层夯实。

⑤为节省占地，应严格控制管线施工作业带宽度。一般地段临时作业带宽度，单管敷设管段为 14m，特殊地段临时作业段宽度可调整为 8m~10m。根据不同的地形、地貌和管径情况，采用不同的组焊、下沟方式。

#### 2.4.7 管线附属设施

##### 1) 标志桩

根据《管道干线标记设置技术规定》SY/T 6064-2011 的规定。

管道沿线应设置：

里程桩：每公里设一个。

转角桩：管道水平改变方向的位置，均应设置转角桩。转角桩上要标明管道里程，转角角度。

穿越标志桩：管道穿越公路、干渠的两侧，均设置穿越标志桩，穿越标志桩上应标明管道名称、穿越类型、公路或干渠的名称，线路里程，穿越长度，有套管的应注明套管的长度、规格和材质。

交叉标志桩：与地下管道、电（光）缆和其它地下构筑物交叉的位置应设置交叉标志桩。交叉标志桩上应注明线路里程、交叉物的名称、与交叉物的关系。

结构标志桩：管道外防护层或管道壁厚发生变化时，应设置结构标志桩：桩上要表明线路里程，并注明在桩前和桩后管道外防护层的材料或管道壁厚。

设施标志桩：当管道上有特殊设施（如：固定墩）时，应设置设施桩。桩上要表明管道的里程、设施的名称及规格。

## 2) 警示牌

应在以下地点设置永久性安全警示标志或者标示。

- ①管道穿越的人口密集地段和人员活动频繁的地区；
- ②车辆、机械频繁穿越管道线路的地段；
- ③易被车辆碰撞和人畜破坏的管道沿线地段；
- ④管道穿(跨)越河流的地段；
- ⑤管道穿越大型水利工程、重要供水管道的地段；
- ⑥管道穿越风景名胜区、自然保护区、水源保护区地段；
- ⑦管道经过的路口、村庄；
- ⑧其他需要设置安全警示标志的地区。

## 3) 固定墩

为满足管线进、出土端管线的稳定要求，在管线距管线出土端及平面折点 5m 处均设固定墩。



## 2.4.8 管道防腐

本工程埋地不保温的注水支干线设计温度为 50℃，为了降低管线外壁的腐蚀及节约成本，根据管线沿线地质条件等因素，更新注水支干线推荐管线主体外壁选机械强度高、抗冲击性能和耐磨性能较好的加强级二层 PE 外防腐，涂层结构为环氧粉末层+胶粘剂层+聚乙烯层。补口采用无溶剂双组份液体环氧涂料（干膜厚度 $\geq 300 \mu\text{m}$ ）+辐射交联聚乙烯加强型热收缩补口套，收缩后宽度 $\geq 500\text{mm}$ ，收缩后与管体涂层两端搭接宽度各不小于 100mm，聚乙烯热收缩补口套自带无溶剂液体双组分环氧涂料。埋地钢套管采用也加强级二层 PE 外防腐。

注水管线内防腐，考虑到管线输送介质均为处理后的污水，具有一定内腐蚀性，且结合现场实际情况，管线的内腐蚀问题突出，极大的影响了正常的生产运行，因此管线内壁需涂覆防腐层。

结合注水管线输送流体的性质及运行温度，本工程更换管线推荐采用环氧粉末内防涂层，厚度 $\geq 400 \mu\text{m}$ 。

管线内涂施工要求高，补口是关键，管线接口部分的表面处理及涂覆困难，如果处理不好，反而会加大管线的腐蚀，因此需选择适宜的补口形式。管线内补口采用质量可靠的堆焊技术。

## 2.4.9 主要工程量

本工程主要工程量见表 2.4-6。

表 2.4-6 主要工程量表

序号	项目名称及型号	单位	数量	备注
一	采油管理一区			
(一)	林东 8 号站至林东 4 号站注水干线			
1	Φ159×12 20#无缝钢管 2PE 外防, 环氧粉末内防	km	1.9	
2	Φ159×18 20#无缝钢管 3PE 外防, 环氧粉末内防	km	1.0	定向钻穿越海棠园
3	套管 Φ273×7.1 Q235B 2PE 外防	m	190	顶管穿越公路 40m, 共 2 处, 开挖穿越土路 110m, 共 11 处, 穿越沟渠 40m, 共 2 处
4	高压闸阀 DN100 16MPa	只	1	
5	高压闸阀 DN150 16MPa	只	1	
(二)	林东 4 号站-林东 2 号站 (滨惠大道南)			
1	Φ114×10 20#无缝钢管 2PE 外防, 环氧粉末内防	km	0.4	
2	套管 Φ219×6 20#无缝钢管 2PE 外防	m	40	顶管穿越公路 20m, 开挖穿越土路 20m, 共 2 处
3	高压闸阀 DN100 16MPa	只	1	

## 3 主要危险、有害因素分析

### 3.1 主要物质的危险有害因素分析

本项目涉及的具有危险有害因素的主要物质是高压水。

#### 3.1.1 高压水

本工程注水系统设计压力为 16MPa，高压水具有很大的流速，携带较大的动能。注水管道破裂时，形成射流时，直接喷射到人体上可能会造成伤害。如果管道或阀门等设备设施破裂裹挟的碎片，可能引起物体打击事故。

### 3.2 地面工程施工过程危险、有害因素分析

本工程地面工程主要建设内容包括：敷设注水管线。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、管道敷设及管线穿越等危险作业，施工过程中的危险有害因素辨识如下：

#### 3.2.1 起重作业

在管线敷设时，需要对设备进行吊运。如果无起重指挥人员、机械操作人员、司索人员和辅助人员的密切配合，统一指挥、统一行动，作业前未对作业人员资质、技术交底以及对所有起吊机械、工具、绳索等按有关标准进行细致检查，正式吊装前未进行试吊检查，作业范围内无明显标志，超负荷使用起重设备等都易造成严重

的设备及人员伤亡事故。起重伤害的事故主要形式有：重物坠落、吊机失稳侧翻、高处坠落等。

### 3.2.2 用火作业

敷设管线时，需要焊接和切割等用火作业。施工现场存在易燃物；气瓶间距不足或放置不当，气焊工具有缺陷；管理人员不按规定办理用火作业许可，不执行用火作业规定的安全措施；监督人员不熟悉现场环境和安全措施未落实到位，不具备相关安全知识和应急技能，应急设施不足或措施不当，施工安全措施不落实，监护人不到位等，均可能引发火灾、爆炸危险。此外用火作业可引起灼烫事故和弧光辐射危害。

### 3.2.3 动土作业

在敷设管线时，需要挖土、打桩、埋设接地极或地锚桩等对地面进行开挖和填埋。地下情况复杂，容易造成地下电缆和管线被挖断，引起触电事故。如果引起原油泄漏，遇火源容易引起火灾、爆炸；现场支撑不牢固，未设立警示标志，容易造成坍塌和高处坠落事故；现场视线不良，推土机、挖土机等施工机械故障均容易造成车辆伤害和机械伤害。

### 3.2.4 临时用电

施工现场需要临时用电，用电设备的安装、使用不合理，设备

老化、损坏，维修不及时；施工人员误操作或违反操作规程；施工情况复杂、新老设备交叉多、更换设备和运行设备交叉运行情况复杂等，均可能导致电气火灾、触电等事故，危机人身安全。

另外，本工程需要安装变压器，架设架空线路。在对此项工程施工时，若施工前未与连接的电力线路保持断开状态，造成带压工作，易造成架设人员的触电事故。

### 3.2.5 管道敷设

1、在管线的敷设过程中，主要会存在下列危险有害因素：

1) 管线由于储存或运输方式不当，均可能使管线受到机械损伤（如凹坑、刻痕等）或使管线发生永久变形（如弯曲等），若处理不当，均会对管线失效埋下隐患。

2) 施工作业时车辆碾压造成已建集输管线损伤漏油事故发生，引发火灾爆炸事故；

3) 管沟开挖、回填作业过程中疲劳作业或违章驾驶等原因造成车辆伤害；

4) 管件堆放无防滑和倾倒措施，管线意外滚动或防护用具不当，易发生管道伤人事故；

5) 管子组对时，手与管件近距离接触，易发生伤手事故；

6) 对口时需要使用切割机，容易发生机械伤害事故；

7) 进行焊缝检测时，使用 X 射线探伤时，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；

8) 管道试压时，由于操作失误或管道材料缺陷等都可能造成造成高压介质泄漏伤人事故。

## 2、管线穿越作业

1) 顶管穿越作业时，顶进操作，吊装短接时脱钩砸人，人员下操作坑时坠落，机械器具损伤；

2) 沿管线地质土层变化频繁，顶管施工前未了解地质土层的变化情况；

3) 在开工前未探明通信、电力、给水等地下管线的位置、埋深和走向，则顶管施工中极易对其造成破坏，引发火灾、爆炸、触电等安全事故；

4) 在吊管过程中未与地面高压线保持安全距离，则极易发生触电事故；

5) 顶管施工中管理人员的违章指挥和作业人员的违规操作，如冒险或野蛮施工，新进工人未经安全教育和培训就上岗作业，特种作业人员未经专门安全培训，未持特种作业操作证上岗等，这些都是顶管施工中引发安全事故的潜在风险因素。

## 3、管线定向钻穿越

1) 钻机锚固不稳定，可能导致钻进和回拖失败，甚至造成设备损坏和人员伤亡；

2) 穿越段曲率半径相对较小,管段自重较重, 如出现孔壁成形不好、塌孔、缩径、回拖万向节或 U 形环失效、设备故障、钻机锚固不牢、回拖中途因故停滞时间过长等情况, 都可能导致回拖失败;

3) 在钻导向孔过程中, 如果出土点纵向、横向偏差和实际穿越曲线与设计穿越曲线偏差较大, 或出现急弯、死折等, 均有可能造成钻杆承受弯矩过大, 从而导致钻杆发生断裂;

4) 水平导向钻进在钻机的进入点和钻杆的出口点均涉及回转的设备。员工在过于接近回转设备的条件下工作可能导致被卷入, 受到严重的伤害甚至死亡;

5) 地上冒浆、跑浆可能造成耕地、水域污染; 设备、油料储罐的封盖不严、密封不好, 或未采取有效的隔离措施会造成作业场地污染。

### 3.2.6 交叉作业

不同工种之间若不能互相配合, 往往会造成各种伤亡事故。如用火作业和动土作业同时进行时, 可能因为动土作业过程误挖开油气管线造成油气泄漏, 进而由于用火作业引发火灾爆炸事故, 造成人员伤亡和财产损失。吊装作业和其他作业同时进行时, 若吊装操作人员违章操作, 可能造成起重伤害等事故。

### 3.2.7 其他

1) 在施工过程中,来往各种运输车辆可能对工作人员造成人身伤害。

2) 该项目在施工过程中,有切割和焊接作业,存在烫伤危险和弧光辐射危害;焊接过程中熔渣和火星的四处飞溅等,易导致火灾和爆炸事故的发生。

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

4) 由于施工现场混乱,施工人员多而杂,容易引起多种伤害同时发生的情况。

5) 管线试压时,未设置警戒线造成无关人员误入,可能造成人员伤亡;升(降)压太快,会引起系统内压力不平衡,导致系统部件损坏;管道试压时,由于操作失误或管道材料缺陷等都可能造成高压介质泄漏伤人事故。

6) 废旧管线在拆除作业中,废旧管线原来在施工和使用中产生了应力,管线被割断时,可能造成应力的突然释放,使管线产生振动或弹起伤人。



### 3.3 生产运行过程危险有害因素分析

#### 3.3.1 高压水刺漏

本项目注水系统的设计压力最高可达 16MPa，系统中的介质具有很大的压力势能，设备、管线及附件一旦损坏，导致管线中高压介质刺漏、高速喷出、线路附件松动飞出，打到人体，形成物体打击伤害。

对注水系统进行带压操作时，违章或不慎，检修工具、部件、介质在压力作用下飞出，伤及人体，发生物体打击伤害。

高压管线未可靠固定，在升压过程中发生摆动伤人。

注水系统压力高，振动严重，如泵与管路间的减振设施缺失或故障，极易导致管路转弯处发生高压管路爆裂现象，打到人体，造成物体打击伤害。对注水系统进行带压操作时，违章或不慎，检修工具、部件、介质在压力作用下飞出，打到人体，发生物体打击伤害。

#### 3.3.2 管道爆裂

本工程注水管线，在下列情况下，存在发生爆裂的危险。

1) 管道因设计不合理、制造材质不符合要求、焊接质量差、检修质量差、长时间超压运行，致使管道承受能力下降。

2) 管道超压运行，压力达到管道的承压极限，安全泄放装置失灵，发生压力管道超压爆裂。

3) 振动。高压注水系统压力高，振动严重，如泵与管路间的减振设施缺失或故障，极易导致管路转弯处发生高压管路爆裂现象。

4) 强度下降、超期服役、管线内壁过度腐蚀；外防腐措施失效，使管线受到腐蚀而导致管壁减薄，承压能力降低；热补偿设置不当，在热膨胀作用下，管道损伤；热力系统运行不稳定，压力、温度骤升骤降，管道受到交变应力作用，产生疲劳裂纹；外界挤压或碰撞等。

上述情况的发生都会导致管道的承压强度下降，一旦受力超过其强度极限，在管道的薄弱环节和损伤部位可能发生爆裂事故。

### 3.3.3 淹溺

埋地注水管线穿孔后高压水可将地下土壤掏空，形成地下空洞或导致地面塌陷，人员经过坠落其中，可能导致淹溺、摔伤。

## 3.4 自然环境因素分析

自然条件对企业生产环境因素影响主要有：气温、地震、腐蚀等灾害。

### 1) 气温

本工程所在地夏季极端高温为 39.7℃，冬季极端最低气温为

-18.1℃。

夏季温度较高，巡检人员处于高温工作环境中，使身体产生蓄热现象，久之影响身体的循环、消化系统，发生中暑。冬季温度较低，巡检人员处于低温工作环境中，如缺少保温措施，将造成冻伤。同时长时间在高温或低温环境下工作，会造成协调性降低和反应速度减慢，注意力不集中等现象，容易引起工伤。

巡检作业人员在夏季定期发放防暑降温饮品，冬季发放棉工作服及工鞋等劳保用品，有效控制巡检时间和次数，可避免高、低对巡检人员的不利影响。

冬季极端低温条件下，若室外作业工作时间过长，可能引起人员冻伤。

## 2) 地震

一旦发生地震，根据地震强度的不同，不可避免的会对设施造成破坏，并引发一系列的恶性事故。由于目前还不具备成熟的地震预报技术，因此根据项目所在区域的地震烈度，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。

## 3) 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。

### **3.5 社会环境影响分析**

#### **3.5.1 周边环境对本工程的影响分析**

管线沿线若进行土建施工未探明管道走向，可能挖断管线，造成泄漏。同时，随着管线沿途城镇的扩建，建筑设施占压管线也将是今后管线运行中的重大安全隐患。

#### **3.5.2 本工程对周边环境的影响分析**

本工程注水管线在农田敷设，如果管线刺漏，可能给周边务农人员造成伤害。

### **3.6 重大危险源辨识**

#### **3.6.1 重大危险源**

重大危险源辨识的依据为《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218—2018）。危险化学品重大危险源是指长期地或临时地生产、加工、使用或贮存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

生产单元：危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀作为分隔界限划分为独立的单元。

储存单元：用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

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

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

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

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

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

式中：

S—辨识指标；

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

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

### 3.6.2 重大危险源辨识结果

根据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)的有关规定,本工程不涉及生产、加工、使用或贮存危险化学品,本工程未构成重大危险源。

### 3.7 主要危险、有害因素分析结论

- 1) 本工程涉及的具有危险有害因素的主要物质是高压水。
- 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、车辆伤害及其他等。
- 3) 生产过程中存在的主要危险、有害因素有物体打击、淹溺及其他事故等。
- 4) 环境影响因素主要有社会环境和自然环境(气温、地震、腐蚀等)。
- 5) 通过重大危险源辨识,本项目未构成重大危险源。

## 4 评价单元划分及评价方法选择

### 4.1 评价单元划分

#### 4.1.1 划分原则

评价单元是指在对工程危险、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。

通过对本工程生产过程中的危险、有害因素分析，结合本工程的特点和具体情况，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

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 2 个评价单元进行评价：

- 1) 注水管道单元；

2) 安全管理单元。

## 4.2 评价方法选择

为了达到对工程项目进行系统、科学、全面的评价目的，针对本工程主要危险、有害因素的分析，遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则，定性评价与定量评价相结合，选择安全评价方法。根据本工程特点，本次评价选择以下两种评价方法：预先危险性分析法（PHA）和安全检查表法（SCL）。在具体评价中，针对各单元的不同特点，可有选择地应用上述评价方法。

各评价方法的具体操作程序如下表：

表 4.2-1 各单元评价方法表

序号	评价单元	评价方法
1	注水管道单元	SCL、PHA
2	安全管理单元	SCL

### 4.2.1 安全检查表法（SCL）

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“√”，对于方案中未提及，在下一步方案中需要进行补充的检查项目在检查结果栏中标以“※”，对于不符合要求的检查项目在检查结果栏中标以“×”。见下表 4.2-2。

表 4.2-2 安全检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果

#### 4.2.2 预先危险性分析法（PHA）

预先危险性分析法是一种对系统存在的各种危险因素、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。通常是在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，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 4.2-3。

表 4.2-3 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 注水管道单元

#### 5.1.1 注水管线现场情况

##### 1、林东 8 号站-林东 4 号站注水干线

新建管线起点为林东 8 号站，向东敷设 1.4km 至林东 5 号站西南角，再向东北敷设 100m 后，定向钻向东穿越海棠园至林东 4 号站。

现场情况如下图所示：

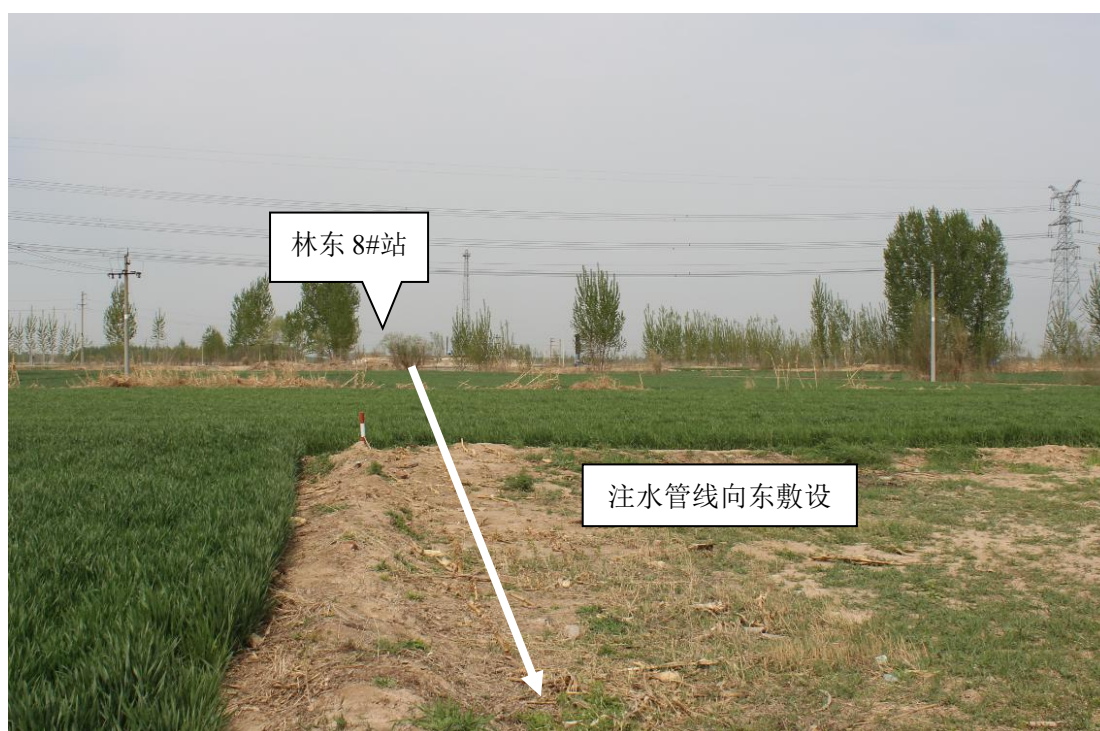


图 5.1-1 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 1



图 5.1-2 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 2

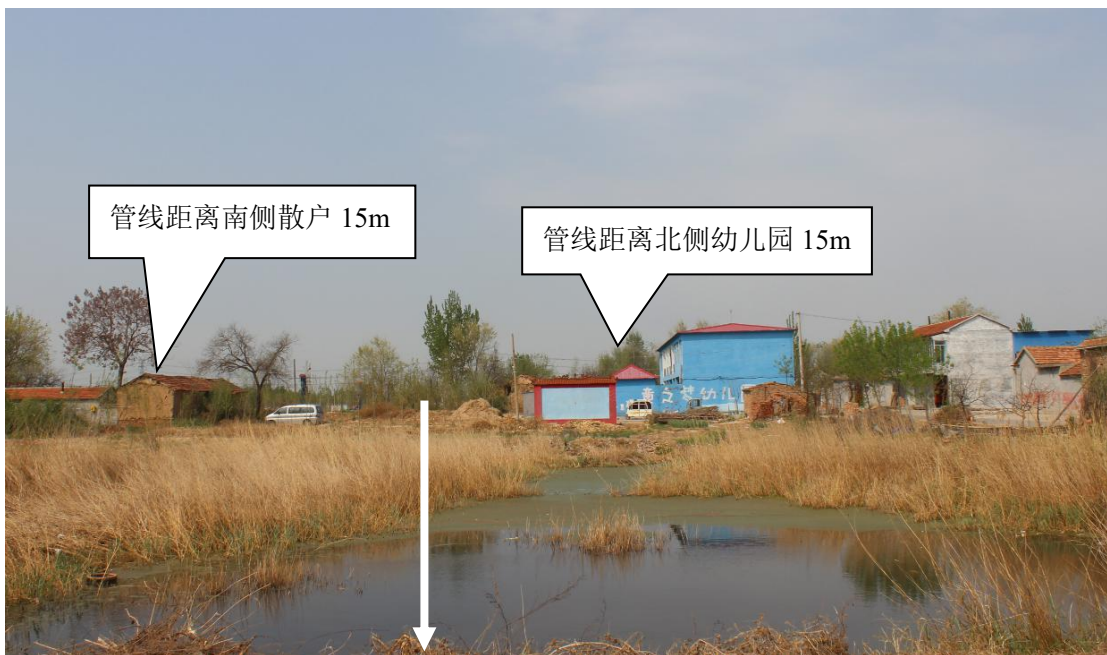


图 5.1-3 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 3

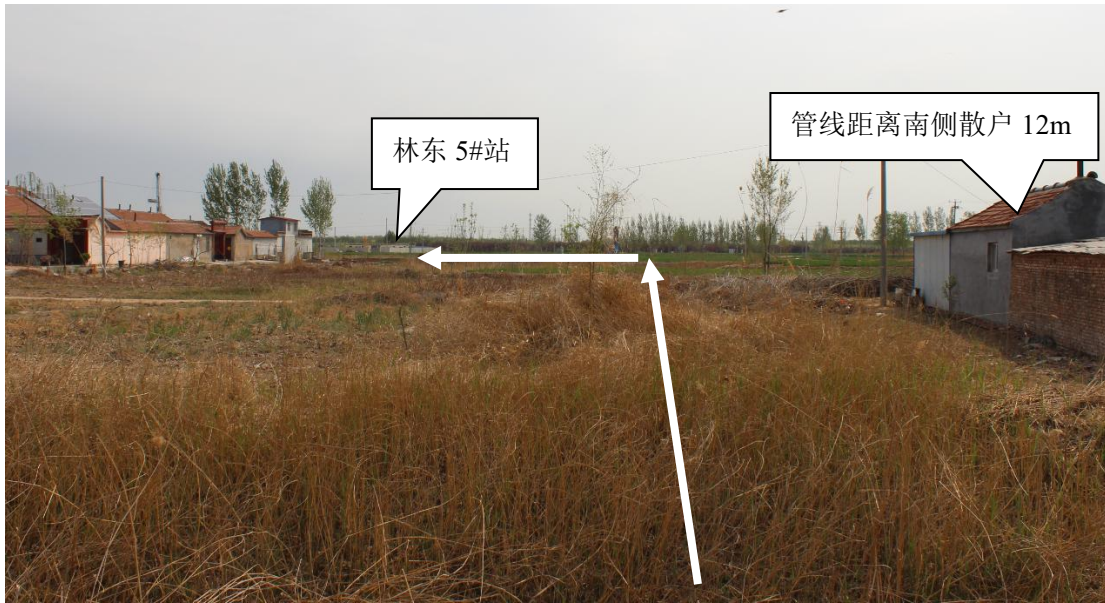


图 5.1-4 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 4



图 5.1-5 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 5



图 5.1-6 林东 8 号站-林东 4 号站注水干线走向现场图 6

## 2、林东 4 号站-林东 2 号站（滨惠大道南）

新建管线起点为林东 4 号站院墙西侧，向北敷设至滨惠大道南侧。

现场情况如下图所示：



图 5.1-7 林东 4 号站-林东 2 号站走向现场图 1



图 5.1-8 林东 4 号站-林东 2 号站走向现场图 2

### 5.1.2 安全检查表法评价

本节采用安全检查表法对林东注水干线更新工程注水管道单元进行安全检查，检查表的编制依据《油田注水工程设计规范》



(GB50391-2014) 等标准。

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“√”，对于方案中未提及，下一步方案中需要进行补充的检查项目在检查结果栏中标以“※”，对于不符合要求的检查项目在检查结果栏中标以“×”。

具体检查内容见表 5.1-1。

表 5.1-1 注水管道单元安全检查表

序号	检查项目	检查依据	检查情况	检查结果
1	注水干管、支干管宜采用钢管。单井管应根据介质、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	选用无缝钢管。	√
2	注水管道宜埋地敷设。	GB50391-2014 5.2.1	埋地敷设。	√
3	站外注水管道严禁从建（构）筑物基础下方穿过。		不从建构筑物下方穿过。	√
4	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。		根据 5.1.1 节描述，注水管线路由距离建筑物最近处为 8m。	√
5	2~3 个多井配水间的注水干线两端宜设截断阀。	GB50391-2014 5.2.3	可研报告中未提及，下一步设计应明确。	※
6	钢制注水干管、支干管在管道起点、折点、终点，以及每隔 0.5km 处宜设置管道标志桩。	GB50391-2014 5.2.3	可研报告明确提出设置标志桩等。	√
7	注水用高压钢质管道的选用，应符合耐压强度计算的壁厚要求，应按附加值列项，正确合理的确定管子的规格。	GB50391-2014 5.3.1	可研经计算管道满足要求。	√
8	油气管道穿越公路时，套管顶部最小覆盖层厚度距离公路路面不应小于 1.2m，公路边沟地面以下 1.0m。	GB50423-2013 7.1.9	可研报告中提出管道考虑最小管顶覆土为 1.2m。	√
9	采用套管穿越公路时，套管内径应大于输送管道外径 300mm 以上。	GB50423-2013 7.1.11	可研报告中未提及，下一步设计应明确。	※

序号	检查项目	检查依据	检查情况	检查结果
10	采用套管穿越公路时，套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于2m；当穿过路堑时，应长出路堑顶不小于5m。	GB50423-2013 7.1.12	可研报告中未提及，下一步设计应明确。	※
11	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	采用钢制套管。	√

### 5.1.3 预先危险性分析法评价

对注水管道单元进行预先危险性分析如下表 5.1-2:

表 5.1-2 预先危险性分析结果汇总

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	注水系统	物体打击	1.高压介质刺漏打到人体； 2.带压操作时，部件或工具在压力作用下飞出，打到人体。	人员伤亡	II	1.带压操作严格遵守安全操作规程； 2.压力管线投产运行前应进行强度和密封性试验； 3.运行后对密封、焊接部位应进行全面检查； 4.对泵房、阀组间地面上高压管线定期进行腐蚀性检查； 5.采取可靠的防腐措施； 6.高压管线穿、跨越容易受机械损伤的地点，应加强防护； 7.管线应采取可靠的消除热应力的措施； 8.定期巡检； 9.每次进行带压操作前应认真检查，故障状态下禁止强行操作。
		管道爆裂	1.压力势能； 2.强度下降； 3.超压且安全泄放措施失效。	设备损坏	II	1.合理设计、正确选材； 2.采取可靠的防腐措施； 3.投产运行前应进行强度和密封性试验；

						4.定期进行腐蚀性检查； 5.安全泄放装置定期校验、手动试验； 6.对系统压力即时监控，注入泵出口高压报警，超高压联锁停泵；过滤器出口低压报警；
--	--	--	--	--	--	--

### 5.1.4 注水管道单元小结

1) 该单元安全检查表对林东注水干线更新工程注水系统单元共对 11 项内容进行了检查，其中符合要求的有 8 项，下一步设计应明确的有 3 项，无不符合项。注水工艺完善、设备选型合理、安全设施配备基本满足安全生产要求。

2) 根据预先危险性分析结果，本工程可能发生的事故类别物体打击、管道爆裂等。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。

## 5.2 安全管理单元

### 5.2.1 安全管理现状

本工程新钻井隶属于滨南采油厂采油管理一区。

滨南采油厂采油管理一区建立了较为完善的 HSE 管理体系，成立了安全生产管理机构，配备了安全管理人员，建立健全了安全管理制度，安全管理人员和特种作业人员均持证上岗，制订了相应的应急预案。

采油管理一区执行采油厂安全管理制度、设备安全操作规程，

编制了突发事件应急程序，定期进行演练，并有详细记录。

### 1) 安全管理组织机构

滨南采油厂采油管理一区 HSE 管理网络图如下：

涉及企业保密内容，不予公开。

图 5.2-1 采油管理一区 HSE 管理网络图

采油管理一区安全管理人员持证情况如下表所示：

表 5.2-1 安全管理人员持证情况

涉及企业保密内容，不予公开。

### 2) 安全管理制度和安全操作规程

采油管理一区建立健全了以安全生产责任制为主的各项安全管理制度。

表 5.2-2 与本工程相关的安全生产责任制

涉及企业保密内容，不予公开。

表 5.2-3 与本工程相关的安全管理制度

涉及企业保密内容，不予公开。

### 3) 事故应急处理程序

采油管理一区制定有事故应急处置方案，应急处置方案中明确了事故风险分析、应急组织机构及职责、应急联络通讯录、预警条件、应急准备、应急处置程序、应急设施及抢险物资等内容。内容全面，章节齐全，符合《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2013 的要求。

应急处置明确了处置步骤、具体处置方法、现场执行人及培训负责人等。与本工程相关的应急处置见表 5.2-4。

**表 5.2-4 与本工程相关的应急处置方案**

**涉及企业保密内容，不予公开。**

现场调研得知，采油管理一区能够按要求及时进行演练。每月至少举行一次应急演练，并编制应急演练评估报告。演练结束后，参演人员均签名登记，评估人员对演练过程和效果进行分析评价，并填写应急演练评价报告。

采油管理一区应急物资主要配备了各种消防器材、封堵设备、绝缘装备、防爆工具等，应急物资配置较为齐全，对管理区可能发生的事故均配置了相应的应急装备，应急物资由专人管理保养，管理较为规范。

**表 5.2-5 采油管理一区应急物资装备统计表**

**涉及企业保密内容，不予公开。**

## 5.2.2 安全检查表法评价

根据《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2014]第 13 号）、《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[2018]311 号修订）、《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令[2016]第 88 号）等规范、标准，对本工程的生产经营单位滨南采油厂采油管理一区，下面是对采油管理一区的安全管理进行评价。

对于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“×”，需要补充或改正的检查项目在检查结果栏中标以“※”。

具体评价内容见表 5.2-6。

表 5.2-6 安全管理单元检查表

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
一	<b>安全管理制度</b>			
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	采油管理一区制定了符合规定要求的安全生产管理制度和安全操作规程。	√
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	采油管理一区制订了各级安全生产责任制。	√
3	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、危险场所用火、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。	《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。	√

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	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。			
二	<b>安全管理人员</b>			
4	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。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第九条	采油管理一区设置专职安全管理人员。	√
三	<b>隐患排查</b>			
5	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，整改治理结束后，应当将治理效果评估报告报安全生产监督管理部门和有关部门备案。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第二十七条	采油管理一区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。	√
6	生产经营单位应当建立安全生产风险管控机制，定期进行安全生产风险排查，对排查出的风险点按照危险性确定风险等级，并采取相应的风险管控措施，对风险点进行公告警示。	《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》 第二十九条	采油管理一区对定期进行风险排查。	√
四	<b>安全投入</b>			
7	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	《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。	√

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	<p>应急演练支出；</p> <p>(三)开展重大危险源和事故隐患评估、监控和整改支出；</p> <p>(四)安全生产评估检查、专家咨询和标准化建设支出；</p> <p>(五)配备和更新现场作业人员安全防护用品支出；</p> <p>(六)安全生产宣传、教育、培训支出；</p> <p>(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；</p> <p>(八)安全设施及特种设备检测检验支出；</p> <p>(九)参加安全生产责任保险支出；</p> <p>(十)其他与安全生产直接相关的支出。</p> <p>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。</p>			
8	<p>生产经营单位应当按照国家和省有关规定，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>《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》第二十一条</p>	采油管理一区为员工配备劳保用品。	√
9	<p>存在职业病危害的生产经营单位，应当按照有关规定及时申报本单位的职业病危害因素，并定期检测、评价。</p>	<p>《山东省生产经营单位安全生产主体责任规定》第二十二条</p>	组织定期检测、评价，有职业健康档案。	√
10	<p>生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。</p>	<p>《中华人民共和国安全生产法》</p>	依法缴纳保险。	√



序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
		第四十八条		
五	<b>安全教育培训</b>			
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（安全总监）和安全生产管理人员，应当按照国家有关规定由具备相应资质的安全培训机构进行培训，并经有关主管部门对其安全生产知识和管理能力考核合格后，方可任职。</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>	安全生产管理人员经过专门培训，并取得相关资格证书。特种作业人员取得了特种作业证后上岗作业。	√
13	<p>生产经营单位的主要负责人和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。</p>	<p>《中华人民共和国安全生产法》2014 主席令第 13 号第二十四条</p>	采油管理一区安全管理人员均取得了相应的安全管理证书。	√
14	<p>生产经营单位的特种作业人员必须按照</p>	<p>《中华人</p>	采油管理一区特种作	√

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》2014 主席令第 13 号 第二十七条	业人员取得了特种作业证后上岗作业。	
15	特种作业人员和特种设备作业人员必须接受专门的安全作业培训，取得相应资格后方可上岗作业。	《中石化安全管理手册》 1.3.3.4	采油管理一区特种作业人员均经过专门的培训和考核合格，取得了资格证书。	√
六	<b>应急救援管理</b>			
16	各单位应制定年度应急演练计划。基层单位每月至少组织 1 次现场处置方案演练。	《中国石化安全生产应急管理规定》 4.2	采油管理一区制定应急演练计划，每月进行演练，并有详细记录。	√
17	<p>应急预案的编制应当符合下列基本要求：</p> <p>（一）符合有关法律、法规、规章和标准的规定；</p> <p>（二）结合本地区、本部门、本单位的安全生产实际情况；</p> <p>（三）结合本地区、本部门、本单位的危险性分析情况；</p> <p>（四）应急组织和人员的职责分工明确，并有具体的落实措施；</p> <p>（五）有明确、具体的事故预防措施和应急程序，并与其应急能力相适应；</p> <p>（六）有明确的应急保障措施，并能满足本地区、本部门、本单位的应急工作要求；</p> <p>（七）预案基本要素齐全、完整，预案附件提供的信息准确；</p> <p>（八）预案内容与相关应急预案相互衔接。</p>	《生产安全事故应急预案管理办法》 第五条	现场突发事件应急处置方案编制内容结合实际，明确了应急组织和人员职责，有明确、具体的事故预防措施和应急程序符合要求。	√

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
18	生产经营单位应当根据有关法律、法规和《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》，结合本单位的危险源状况、危险性分析情况和可能发生的事故特点，制定相应的应急预案。 生产经营单位的应急预案按照针对情况的不同，分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第七条	根据可能发生的事故制定了不同应急处置方案。	√
19	对于危险性较大的重点岗位，生产经营单位应当制定重点工作岗位的现场处置方案。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第十条	制定了重点岗位现场处置方案。	√
20	应急预案应当包括应急组织机构和人员的联系方式、应急物资储备清单等附件信息。附件信息应当经常更新，确保信息准确有效。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第十二条	应急组织机构和人员的联系方式、应急物资储备清单等相关信息齐全。	√
21	应急队伍保障：明确应急响应的人力资源，包括专业应急专家、专业应急队伍、兼职应急队伍等。	GB/T29639-2013/6.8.2	采油管理一区有应急队伍，符合要求。	√
22	物资装备保障：明确生产经营单位的应急物资和装备的类型、数量、性能、存放位置、运输及使用条件、管理责任人及其联系方式等内容。	GB/T29639-2013/6.8.3	采油管理一区配备有应急物资，明确了型号、数量、存放位置、责任人、联系方式等。	√
23	生产经营单位应当组织开展本单位的应急预案、应急知识、自救互救和避险逃生技能的培训活动，使有关人员了解应急预案内容，熟悉应急职责、应急处置程序和措施。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第三十一条	采油管理一区站定期组织对应急知识等的培训活动。	√
24	各级安全生产监督管理部门应当定期组织应急预案演练，提高本部门、本地区生产安全事故应急处置能力。	《生产安全事故应急预案管理办法》 第三十二条	采油管理一区定期组织应急预案演练，并编制急演练评估报告。	√
25	应急预案演练结束后，应急预案演练组	《生产安	采油管理一区演练结	√

序号	检查内容	检查依据	检查情况	检查结果
	织单位应当对应急预案演练效果进行评估，撰写应急预案演练评估报告，分析存在的问题，并对应急预案提出修订意见。	全事故应急预案管理办法》第三十四条	束后，对演练过程和效果进行分析评价，并填写应急演练评价报告。	
26	生产经营单位应当按照应急预案的规定，落实应急指挥体系、应急救援队伍、应急物资及装备，建立应急物资、装备配备及其使用档案，并对应急物资、装备进行定期检测和维护，使其处于适用状态。	《生产安全事故应急预案管理办法》第三十八条	采油管理一区结合本单位的实际情况，分别制订相应的应急预案，形成体系。设立应急救援队伍、应急物资装备定期进行检测。	√

### 5.2.3 安全管理单元小结

本单元安全检查表对滨南采油厂林东注水干线更新工程的安全管理单元共 26 对项内容进行了检查，其中 26 项符合要求，无不符合项。

## 6 典型事故案例

### 6.1 “4.26” 高压水伤害事故

#### 6.1.1 事故经过

2002年4月26日下午，某单位注水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右臀部击伤，造成右臀部软组织严重损伤，耻骨轻度骨折。

#### 6.1.2 原因分析

- 1) 高压管线使用时间较长，承压能力下降，是导致事故发生的直接原因。
- 2) 压力表显示不灵，反映压力不准确，高压阀门开启不灵敏，是导致事故发生的主要原因。
- 3) 操作人员配合不好，是导致事故发生的重要原因。

#### 6.1.3 防范措施

- 1) 对所有注水站压力表进行一次普查和校验。
- 2) 加紧对注水高压安全阀的校验。

3) 逐步对老注水泵站进行改造。

4) 加强对职工的安全教育和操作技能培训，增强职工的防范意识。

## 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) 加强安全教育，提高职工安全意识，提高员工的业务素质和加强事故应急预案演练，提高处理应急事故的能力。

2) 在日常生产中应吸收同类事故的经验教训，严把设备质量关，加强人员的培训，严格执行各类安全制度和操作规程，及时发现各类事故隐患，尽可能地杜绝事故发生。

3) 加大安全资金投入，确保安全生产设施的可靠有效。

4) 完善事故应急救援预案，扎实做好事故应急演练工作。对事故应急预案进行全面细致的重新审核，修改和完善事故应急预案，充分考虑生产装置及管道外部环境条件，做到科学合理。严格执行编制、审核、批准、发布、演练等程序，扎实做好事故应急预案演练工作。

## 7 安全对策措施及建议

### 7.1 本次评价提出的安全技术措施

#### 7.1.1 根据安全检查表提出的安全技术措施

针对本次评价中发现的问题，提出以下安全技术对策措施：

表 7.1-1 安全技术措施汇总表

序号	对策措施	依据
1	2~3 个多井配水间的注水干线两端宜设截断阀。	GB50391-2014 5.2.3
2	采用套管穿越公路时，套管内径应大于输送管道外径 300mm 以上。	GB50423-2013 7.1.11
3	采用套管穿越公路时，套管长度宜伸出路堤坡脚、排水沟外边缘不小于 2m；当穿过路堑时，应长出路堑顶不小于 5m。	GB50423-2013 7.1.12

#### 7.1.2 补充的安全技术措施

1) 注水管道焊接完成后，焊缝表面应进行磁粉或液体渗透检验。注水管道焊缝的内部质量应进行抽样射线照相检验，其质量不得低于Ⅲ级。管道安装完毕，无损检验合格后，应进行压力试验。进行压力试验时，应划定禁区，无关人员不得进入。经试运行合格后，方可正式进行投产。

2) 高压注水管道安装竣工后，使用单位应向安装单位及其无损检测单位索要安装质量证明文件和安装监督检验报告。

3) 建议管道在靠近幼儿园及散户处设置标志桩；建议管线在定向钻穿越海棠园，入土点和出土点处设置标志桩。

## 7.2 本次评价提出的安全管理建议

### 7.2.1 地面工程施工风险控制建议措施

1) 工程设计单位、施工单位、监理单位均应具备相应的资质，严格按照《中国石化承包商安全监督管理办法》(中国石化安〔2017〕603号)要求，加强工程施工建设过程中的监督监理，严格竣工验收，确保工程质量。

2) 生产经营单位应当与承包商签订专门的安全生产管理协议，或者在承包合同中约定各自的安全生产管理职责；生产经营单位对承包单位的安全生产工作统一协调、管理，定期进行安全检查，发现安全问题的，应当及时督促整改。

3) 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[2018]311号修订)，生产经营单位进行挖掘、大型设备(构件)吊装、危险装置设备试生产、危险场所用火、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。

4) 施工前应由施工方和建设方安全负责人对施工人员进行安



全教育。施工单位应针对施工过程中可能出现火灾爆炸、物体打击、触电、起重伤害、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。

5) 严格执行《中国石化临时用电作业安全管理规定》(中国石化安〔2015〕683号)、《中国石化动土作业安全管理规定》(中国石化安〔2016〕21号)等直接作业环节各项规定，严禁违章作业、违章指挥。直接作业环节各方要签订安全生产管理协议，明确各自的安全生产管理职责和应当采取的安全措施，并制定专职安全生产管理人员进行安全检查与协调，进行安全交底。

6) 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。严格按操作规程进行操作，杜绝违章操作现象。

7) 承包商对参加项目的所有人员进行了安全培训，特种作业人员、特种设备作业人员持有相关证据；承包商项目管理人员进行了专项安全培训，考核合格方可开工。

8) 安全技术措施或专项施工方案已通过监理单位审查、建设单位批准。安装、拆卸施工起重机械及脚手架等设施，必须编制专项施工方案，经监理单位审查、建设单位批准后严格按照方案实行。

9) 施工过程中，应定期核查承包商项目经理、安全管理人员、现场技术负责人、特种作业人员、特种设备作业人员和关键工种人

员是否与投标文件中承诺人员相一致。

10) 建设单位、监理单位和施工单位应建立安全检查制度，定期或不定期对施工现场开展安全检查。

11) 设备、管线运移前，勘察所遇高、低压电线、通讯线的高度，避免迁移设备时与其挂、碰。

12) 管线敷设前，落实管线路由附近地下管网、光缆的情况，避免施工时损坏管网、光缆设施。

13) 管道的焊接应进行严格质量检验，并符合如下要求：

①所有现场环焊缝应采用射线或超声波等方式进行无损检测。在检验或试验之前，应清除渣皮和飞溅物，并达到外观检验合格；

②采用手工超声波检测时，应对焊工当天所焊焊缝全部进行检查，并应对其中不少于 5%的环焊缝进行全周长射线检测复查，设计可根据工程需要提高射线检测的比例；

③采用射线检测时，应对焊工当天所焊焊口不少于 15%数量的焊缝全周进行射线检测，如每天的焊口数量达不到上述抽检比例时，可将不大于 500m 长度内的管道焊口数作为一个检验段进行抽检；

④穿越段管道无损检测应符合现行国家标准《油气输送管道穿越工程设计规范》GB50423 的有关规定；

⑤射线检测和手工超声波检测应符合现行行业标准《石油天然气钢质管道无损检测》SY/T 4109 的有关规定，合格等级应为 II 级。

14) 管道试压应明确试压的强度压力、稳压时间等，其次升压过程应缓慢，严格按照阶段要求分段升压稳压。升压时盲板和封头对面不准站人，发现泄露时应立即停止升压，不准带压补焊和紧固螺栓。试验结束后，应及时排尽积液，排液时应防止形成负压，并不得随地排放。

15) 定向钻穿越断面应选择在水域形态稳定的地段，两侧场地应满足布设钻机、泥浆池、材料堆放和管道组焊的要求。

16) 定向钻穿越水域，穿越管段管顶埋深不宜小于设计洪水冲刷线或疏浚深度线以下 6m。

17) 定向钻穿越管段一般埋深毕竟深，在回拖过程中很容易造成拉伤，管道防腐层易被破坏。应严格控制焊接工序，保证焊接质量，并严格执行 100%射线探伤和 100%超声波探伤。

17) 在原管线封堵前，新建管线应安装全部完成。然后对原管线应进行吹扫、清洗、封堵等工作，清洗排放的脏液不得污染环境，严禁随地排放。

18) 封堵作业坑内有人作业期间，作业坑边缘非施工需要不得有人行走、停留，施工方现场安全员负责作业坑的变化监控，发现异常及时采取措施。

19) 开孔、封堵作业点应选择在直线段上。开孔部位应尽量避免管道焊缝，无法避开时，对开孔刀切部位的焊道应适量打磨。

20) 塞式封堵作业，下封堵时应先下下游封堵头，后下上游封堵头。筒式封堵作业，可同时进行封堵作业。封堵头到位后，应锁紧封堵器主轴。之后对封堵段进行封堵效果验证。

21) 管道穿越套管两端宜采用柔性材料进行端部密封。

22) 应对管道沿线可能发生的挖掘及其他危及管道安全的工程作业应提前了解，防止交叉作业造成伤害。

### 7.2.2 运行过程安全对策措施

1) 工程建设过程中和投入运行后，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，从资金和物质方面保证安全生产工作的正常进行。

2) 安全设备的设计、制造、安装、使用、检测、维修、改造和报废，应当符合国家标准或者行业标准。

3) 生产经营单位必须对安全设备进行经常性维护、保养，并定期检测，保证正常运转。维护、保养、检测应当作好记录，并由有关人员签字。

4) 管道投产前运行前应进行强度和密封性试验，运行后应对密封、焊接部位进行全面检查，发现问题，应及时处理。

5) 建立健全各项安全管理制度，按照设备、岗位特点制定安全作业规程，投产前对职工进行专门的培训；特种作业人员必须经过

具备相应培训资质的单位进行专门的培训、考核合格，取得相操作证，持证上岗；操作工人要严格按操作规程操作，杜绝违章操作现象。

6) 生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。

7) 根据工程特点，依据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》(GB/T29639-2013)，制定各类生产安全事故的应急程序，并统一到滨南采油厂的总体应急救援体系中，定期演练，做好记录。建立应急救援队伍，配备应急救援装备、器材，并定期进行维护、保养和检测。

8) 应根据沿线情况对管道进行经常性徒步巡查。在雨季、汛期或其他灾害发生时应加密巡查次数。

9) 设备设施建设标准达到胜利油田“四化”标准要求。

## 8 评价结论

评价项目组在对林东注水干线更新工程存在的危险、有害因素进行全面分析的基础上，运用了安全检查表法、预先危险性分析法分别对工程进行了分析评价，并提出了减少危险发生的相应对策措施。

### 8.1 安全评价结果

- 1) 本工程涉及的具有危险有害因素的主要物质是高压水。
- 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、车辆伤害及其他等。
- 3) 生产过程中存在的主要危险、有害因素有物体打击、淹溺及其他事故等。
- 4) 环境影响因素主要有社会环境和自然环境（气温、地震、腐蚀等）。
- 5) 通过重大危险源辨识，本项目未构成重大危险源。
- 6) 本工程注水管线路由的安全距离符合标准规范要求。
- 7) 通过评价分析，负责本区块滨南采油厂采油管理一区组织机构完善，安全管理制度和安全操作规程较全面，各岗位职责明确，人员配备合理，并制定相关的应急预案。应急预案的编写符合《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2013）的

要求。

## 8.2 安全评价结论

本工程属改建工程，新部署注水管线与周边设施、建筑的安全距离满足要求，生产工艺成熟，工艺装置根据安全生产要求设计了必要的安全设施。

本工程《可行性研究报告》已提出了部分安全设施的设计内容及设计原则，在下一步的设计中应结合本报告提出的安全对策措施，进行补充与完善。

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求。

## 附件 1 可研批复

涉及企业保密内容，不予公开。