


<div></div> <div>陕西宇阳石油科技工程有限公司</div> <div>设计证书号 A161011788</div> <div>A261002767</div> <div>勘察证书号 B261001219</div>	说明书		项目号: YPTE2021-001-017DD	
	咸宝线蔡家坡沿渭河段梧桐里小区 占压隐患治理工程 线路部分		文件号: SPC0101PL01-01	
			专业: 线路	
			阶段: 施工图设计	
			日期: 2022.05.09	
		第 1 页 共 27 页		0 版
目 录				
1 概述 .....3				
1.1 设计依据 .....3				
1.2 设计遵循的主要法律法规及标准规范.....3				
1.3 项目建设背景 .....4				
1.4 设计范围 .....5				
1.5 工程概况 .....5				
2 沿线自然概况 .....7				
2.1 地形地貌 .....7				
2.2 气象 .....7				
2.3 交通和社会依托.....7				
3 线路工程 .....9				
3.1 管道设计 .....9				
3.2 管道敷设 .....12				
3.3 管沟开挖 .....13				
3.4 管道埋深 .....14				
3.5 施工作业带 .....14				
3.6 废旧管道处理 .....14				
4 管道保护工程 .....15				
5 线路附属工程 .....16				
5.1 线路标识 .....16				
6 主要工程量 .....17				
7 施工技术要求 .....19				
7.1 基本要求 .....19				
7.2 测量放线 .....19				
编 制	校 对	审 核	审 定	
张攀	王鹏	赵伟刚	曹云	

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 2 页 共 27 页	0 版
7.3 施工作业带 .....19			
7.4 管沟开挖 .....20			
7.5 管道附件的加工及检验 .....20			
7.6 管道组装与焊接 .....20			
7.7 管道下沟及回填 .....22			
7.8 管道清管、试压及干燥 .....22			
7.9 基坑开挖与支护 .....24			
7.10 管道连头 .....24			
8 交工验收 .....26			
9 附表 .....27			

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 3 页 共 27 页	0 版

1 概述

1.1 设计依据

1) 《咸宝线蔡家坡沿渭河段梧桐里小区占压隐患治理工程》设计委托；

2) 《2022 年-2023 年度输气管道（设施）项目可行性研究、勘察、测量及设计合同（二标段）》；

3) 已建管道相关资料；

4) 其它相关设计依据及现场测量数据。

1.2 设计遵循的主要法律法规及标准规范

1.2.1法律法规

1) 《中华人民共和国安全生产法》中华人民共和国主席令第八十八号（2021 年）；

2) 《中华人民共和国环境保护法》中华人民共和国主席令第九号（2015 年）；

3) 《中华人民共和国石油天然气管道保护法》中华人民共和国主席令第三十号（2010 年）；

4) 《中华人民共和国土地管理法》中华人民共和国主席令第三十二号（2020 年）；

5) 《中华人民共和国水土保持法》中华人民共和国主席令第三十九号（2011 年）；

6) 《建设项目环境保护管理条例》中华人民共和国国务院令第 682 号，自 2017 年 10 月 1 日起实施。

1.2.2标准规范

1) 《输气管道工程设计规范》GB 50251-2015；

2) 《油气输送管道穿越工程设计规范》GB 50423-2013；

3) 《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369-2014；

4) 《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424-2015；

5) 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2017；

6) 《油气输送管道完整性管理规范》GB32167-2015；

7) 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》GB/T 50470-2017；

8) 《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017；

9) 《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T 21447-2018；

10) 《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448-2017；

11) 《油气管道线路标识设置技术规范》SY/T 6064-2017；

12) 《石油天然气金属管道焊接工艺评定》SY/T0452-2021；

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 4 页 共 27 页	0 版

- 13) 《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032-2014;
- 14) 《承压设备无损检测》NB/T47013-2015;
- 15) 《混凝土和钢筋混凝土排水管》GB/T 11836-2009;
- 16) 《化学品生产单位特殊作业安全规范》GB30871-2014;
- 17) 《钢制管道焊接规程》SY/T4125-2013;
- 18) 其他现行及行业标准规范。

1.3 项目建设背景

咸阳至宝鸡输气管道投产于 1999 年，管道全长为 147.11km，沿线共设咸阳分输站、兴平分输站、武功分输站、杨凌分输站、绛帐阀井、常兴分输站、蔡家坡阀室、虢镇分输站、宝鸡分输站九座场站及阀室，管道规格为 D426×6/7/8mm，材质为 X52（L360M），设计压力为 4.0MPa。

本次占压位置位于蔡家坡镇周五路与渭河河堤路交叉口东北角的梧桐里小区南侧位置，介于咸宝线蔡家坡阀室与虢镇分输站之间，距离蔡家坡阀室约 1.2km 位置的 207#桩附近。

根据现场实际踏勘，梧桐里小区住宅楼及室外楼梯均与已建管道形成占压，并且与建构物的间距不满足 5m 的法律及规范要求，存在安全隐患，因此需要对占压管道进行局部改线。



图1.3-1 管道占压区域位置示意图





图 1.3-2 管道占压位置示意图



图1.3-3 管道占压位置现场图

## 1.4设计范围

- 1) 咸阳至宝鸡输气管道蔡家坡梧桐里小区出 Q1 至 Q4 段改线施工图设计。
- 2) 改线管道配套防腐、阴极保护施工图设计。
- 3) 施工图预算。

## 1.5 工程概况

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 6 页 共 27 页	0 版

1.5.1原管道概况

咸阳至宝鸡输气管道投产于 1999 年，管道全长为 147.11km，沿线共设咸阳分输站、兴平分输站、武功分输站、杨凌分输站、绛帐阀井、常兴分输站、蔡家坡阀室、虢镇分输站、宝鸡分输站九座场站及阀室，管道规格为 D426×6/7/8mm，材质为 X52（L360M），设计压力为 4.0MPa。

本次相关段梧桐里小区埋地管道规格为 D426×7mm，埋地管道与 10kV 海螺厂专线并行敷设，输气管道与 10kV 线路见最小间距为 8m。

1.5.2改线管道概况

本项目对房屋外沿及室外楼梯占压处管道进行局部迁改，迁改后管道在穿周五路处与原管道连接，改线起点位置管顶埋深为 7.3m，改线终点位置管顶埋深为 3.6m，由于迁改后管道位于该小区南侧停车场及广场，现场情况较复杂，并且管道建设投产时间较早，随着时间推移及周边发展变化，该区域地区等级升高至四级地区，并且高后果区等级为 III 级，因此考虑迁改段管道增加壁厚的同时对全段加设套管保护。

本次占压位置位于蔡家坡镇周五路与渭河河堤路交叉东北角的梧桐里小区南侧位置，介于咸宝线蔡家坡阀室与虢镇分输站之间，距离蔡家坡阀室约 1.2km 位置的 207#桩附近。

改线起点为 206#-120m 处，改线终点为 206#+146m 处，本次改线段设计压力与原管道保持一致，管材选用 L360M-D426×8.8 直缝埋弧焊钢管，改线水平长度为 266.2m，与原管道焊接时采用坡口焊接。

改线后管道距梧桐里小区建构物物的距离之间的最小间距为 5.4m，满足相关规范的要求，但改线后管道沿线与 10kV 高压输电线路杆塔近距离靠近 1 处，与接地体的最小距离 5.5m，设置强电冲击屏蔽措施，具体措施的设置见防腐专业。

2沿线自然概况

2.1 地形地貌

拟建场地位于宝鸡市岐山县蔡家坡镇梧桐里小区与渭河河堤路之间的临时停车场位置，周边地势平坦，地表为已建路面。

2.2气象

宝鸡市属于关中原暖温带温和半湿润区，以温热偏干为特征，春季天气变化无常，多风，夏季气候炎热，秋季凉爽湿润，持续时间短，冬季寒冷干燥，多寒潮天气，四季分明。气象要素统计见表 2-1。

表2-1 气象要素统计表

气象要素		单位	地名
			宝鸡市岐山县
平均气压		hPa	972.6
气温	年平均	℃	13.7
	极端最高	℃	41.8
	极端最低	℃	-16.0
平均相对湿度		%	70
年平均降水量		mm	553.3
风速	平均	m/s	1.6
	最大	m/s	15.2
	最多风向	—	NE
地面温度	平均	℃	15.3
	极端最高	℃	65.8
	极端最低	℃	-22.3
日照时数		h	1646.1
大风日数		d	2.4
雷暴日数		d	13.7
霜日数		d	75.5
最大积雪深度		cm	14
冻结深度	标准冻深	cm	13.7
	最大冻深	cm	37

2.3地震

本次项目所在地岐山县蔡家坡镇峰值加速度为 0.2g，反应谱特征周期 0.4s，场地类别是

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 8 页 共 27 页	0 版
<p>II 类场地，地震烈度为 VIII 度。</p> <h3>2.4交通和社会依托</h3> <p>本工程位于宝鸡市岐山县蔡家坡镇梧桐里小区南侧，梧桐里小区位于蔡家坡镇孔明大道与滨河路交汇处，小区北侧为 G30 连霍高速，南侧为河堤北路，西侧为周五路，距离蔡家坡工业园约 1.5km，距离岐山县城约 15km，整体有较好的交通和社会依托。</p>			



陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 9 页 共 27 页	0 版

3 线路工程

3.1 管道设计

3.1.1设计基础资料

1) 输送介质

咸宝线送介质为净化天然气。

2) 设计压力

设计压力 4.0MPa。

3) 地区等级及高后果区识别

本工程改线位置北侧为梧桐里小区，西侧为周五路，本次设计地区等级按四级地区，根据《油气输送管道完整管理规范》（GB32167-2015）相关规定，高后果区识别分级为 III 级，针对高后果区，采取加大管道壁厚，加强防腐强度，迁改段全段加设钢筋混凝土套管，增加管道标识的方式。

针对高后果区，建设期间作为重点关注区域，试压及投产制定针对性方案，做好沿线宣传并采取安全保护措施。

运营期间将该位置作为重点管理段。

4) 压力管道分级

根据《市场监管总局关于特种设备行政许可有关事项的公告》-市场监管总局 2019 第 3 号-附件 1，咸宝线改线压力管道分级为 GA1（1）。

3.1.2线路用管

1) 钢管直管段壁厚计算

根据《输气管道设计工程设计规范》GB 50251-2015，直管段壁厚按照下式计算：

$$\delta = \frac{PD}{2\sigma_s\varphi Ft}$$

式中：

$\sigma$ —钢管计算壁厚（mm）；

P—设计压力（MPa）；

D—钢管外径（mm）；

$\sigma_s$ —钢管标准规定的最小屈服强度（MPa）；

F—强度设计系数；

$\varphi$ —焊缝系数。

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 10 页 共 27 页	0 版

t—温度折减系数。当温度小于 120℃时，t 值取 1.0。

弯管弯头壁厚计算

2) 弯头和弯管的壁厚按照下式计算：

$$\delta_b = \delta m$$

$$m = \frac{4R - D}{4R - 2D}$$

式中：

$\delta_b$ —弯头或弯管的管壁计算厚度（mm）；

$\delta$ —弯头或弯管所连接的直管段管壁计算厚度（mm）；

m—弯头或弯管的管壁厚度增大系数；

R—弯头或弯管的曲率半径（mm）；

D—弯头或弯管的外直径（mm）。

3) 壁厚计算结果

壁厚计算结果见表 3.1-1

表3.1-1壁厚计算结果表

管道名称	管径	地区等级	设计压力（MPa）	设计系数	管材钢级	一般直管段		弯管、弯头	
						计算结果	选用壁厚	计算结果	选用壁厚
咸宝线	D426	四级	4.0	0.4	L360M	5.92	8.8	6.19	8.8

3.1.3管道校核

1) 强度校核

由内压和温度引起的轴向应力应按系列公式计算：

$$\sigma_L = \mu \sigma_h + E \alpha (t_1 - t_2)$$

$$\sigma_h = \frac{Pd}{2\delta_n}$$

式中：

$\sigma_L$ —管道的轴向应力，拉应力为正，压应力为负（MPa）；

$\mu$ —泊桑比，取 0.3；

$\sigma_h$ —有内压产生的管道环向应力（MPa）；

E—钢材弹性模量；

$\alpha$ —钢材线膨胀系数；

$t_1$ —管道下沟回填时的温度 (℃);  
 $t_2$ —管道的工作温度 (℃);  
 $P$ —管道的设计压力;  
 $d$ —管子内径 (mm);  
 $\delta_n$ —管子公称厚度 (mm)。  
 受约束热胀直管段, 应按最大剪应力强度理论计算当量应力, 并应满足下式要求:

$$\sigma_e = \sigma_h - \sigma_l < 0.9\sigma_s$$

式中:  
 $\sigma_e$ —当量应力 (MPa);  
 $\sigma_s$ —管材标准规定的最小屈服强度 (MPa)。

管道直管段强度校核结果见表 3.1-2, 管道直管段强度校核满足要求。

表3.1-2 管道直管段强度校核结果表

管径	设计压力 (MPa)	壁厚 (mm)	$t_1$ (℃)	$t_2$ (℃)	$\sigma_h$ (Mpa)	$\sigma_L$ (Mpa)	$\sigma_e$ (Mpa)	比较	$0.9\sigma_s$ (Mpa)
D426	4.0	8.8	30	5	92.82	89.35	182.17	<	324.0

2) 稳定性校核

(1) 管道刚性

按照《输气管道工程设计规范》GB50251-2015 规定, 输气管道的最小管壁厚不应小于 4.5mm, 钢管外径与壁厚之比不大于 100。本工程各种管径及壁厚比见表 3.1-3, 本工程管道刚性校核满足要求。

表3.1-3 管道刚性校核结果表

管径	壁厚 (mm)	管径/壁厚	比较	规定最大值
D426	8.8	48.41	<	100

(2) 管道径向稳定性

管道径向稳定性应按照下列公式计算:

$$\Delta x \leq 0.03D$$

$$\Delta_x = \frac{ZKWD_m^3}{8EI + 0.061E_s D_m^3}$$

$$I=\frac{\delta_n^3}{12}$$

$$W=W_1+W_2$$

式中

$\Delta_x$ —钢管水平方向最大变形量（m）；

D—钢管外径（m）；

Z—钢管变形滞后系数，取 1.5；

K—钢管基座系数，取 0.105；

W—作用在单位管长上的总垂直荷载（MN/m）；

W<sub>1</sub>—单位管长上的竖向永久荷载（MN/m）；

W<sub>2</sub>—地面可变荷载传递到管道上的荷载（MN/m）；

D<sub>m</sub>—钢管平均直径（m）；

E—管材弹性模量（N/m<sup>2</sup>），取 2.0×10<sup>5</sup>；

E<sub>s</sub>—土壤变形模量（MN/m<sup>2</sup>），取 2.8；

I—单位管长截面惯性矩（m<sup>4</sup>/m）；

δ<sub>n</sub>—钢管公称壁厚（m）；

对于大埋深地段，管道最大埋深按照 4.5m 计算，管道径向稳定性校核结果见表 3.1-4。

表3.1-4 管道径向稳定性校核结果表

管径	δ <sub>n</sub> (m)	H (m)	K	W (MN/m)	D <sub>m</sub> (m)	I (10 <sup>-8</sup> m <sup>4</sup> /m)	Z	E <sub>s</sub> (MPa)	Δx (m)	比 较	0.03D (m)
D426	0.0088	7.5	0.105	0.051	0.417	5.679	1.5	2.8	0.0055	<	0.0128

### 3.2 管道敷设

1）管道敷设的设计必须满足《输气管道工程设计规范》GB50251-2015 的要求。管道采用沟埋敷设，采用弹性敷设、热煨弯管两种型式来满足管道变向安装要求。在满足最小埋深要求的前提下，管道纵向曲线尽可能少设弯头、弯管。

#### （1）弹性敷设

当管道水平转角或竖向转角较小时，设计中应优先采用弹性敷设，弹性敷设曲率半径大于 1000D。

#### （2）热煨弯管

线路热煨弯管的曲率半径为 R=6D；热煨弯管两端各带 0.5m 长直管段；设计中在±2.5°

范围内选用热煨弯管使用角度，现场施工中采用微调管沟进行就位和安装；热煨弯管采用直缝埋弧焊钢管弯制。

### 3.3 管沟开挖

按照《输气管道工程设计规范》（GB50251-2015），结合本工程具体情况，一般管沟底宽度按下式计算：

$$B=D+K$$

式中：

B—沟底宽度（m）；

D—管外径（m）；

K—沟底加宽裕量（m）。

沟底加宽裕量见表 3.3-1。

表3.3-1 沟底加宽裕量（m）

条件因素	沟上焊接				沟下焊条电弧焊接			沟下半自动焊接处管沟	沟下焊接弯头、弯管及连头处管沟
	土质管沟		岩石爆破管沟	弯头、冷弯管处管沟	土质管沟		岩石爆破管沟		
	沟中有水	沟中无水			沟中有水	沟中无水			
沟深3m 以内	0.7	0.5	0.9	1.5	1.0	0.8	0.9	1.6	2.0
沟深3m~5m	0.9	0.7	1.1	1.5	1.2	1.0	1.1	1.6	2.0
注 1：当采用机械开挖管沟时，计算的沟底宽度小于挖斗宽度，则沟底宽度按挖斗宽度计算。									
注 2：沟下焊接弯头、弯管、连头以及半自动焊焊接处的管沟加宽范围为工作点两侧各 1m。									

管沟边坡坡度应根据土壤类别、物理力学性质（如粘聚力、内摩擦角、湿度、容重等）、边坡顶部附近在情况和管沟开挖深度综确定。当无上述土壤的物理性质资料时，对土壤构造均匀、无地下水、水文地质条件良好、深度不大于 5m 却不加支撑结构的管沟，其边坡坡度可按照表 3.3-2 确定。当管沟沟深超过 5m 时，应根据实际情况采取并将边坡适当放缓、加筑平台或加设支撑。

表3.3-2 深度在5m以内管沟最陡边坡坡度值

土壤类别	最陡边坡坡度值（高宽比）		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.5

土壤类别	最陡边坡坡度值（高宽比）		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的碎石类土 （充填物为砂土）	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密的碎石类土 （充填物为粘性土）	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑的粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土（经井点降水）	1:1.00	—	—
硬质岩	1:0	1:0	1:0

注 1：静载荷系指堆土或堆料等，动载荷系指有机械挖土、吊管机和推土机等动力机械作业；  
注 2：对软土地区，开挖深度不应超过 4m；  
注 3：冻土地区，应根据冻土可能的变化趋势及土壤特性经现场试挖确定边坡坡度值。

3.4 管道埋深

根据线路沿途地形、工程地质、水文及气象、冻土深度等自然条件，本工程管顶覆土层厚度不小于 1.3m。

3.5 施工作业带

本次改线考虑管道施工便道与作业带整体征地，同时考虑管材堆放及施工，平均施工作业带按照 16m 考虑，具体作业带宽度以现场实际设置为准。

3.6 废旧管道处理

废旧管线无害化处理后拆除，按照《报废油气长输管道处置技术规范》SY/T 7413-2018 执行。对于无法难以拆除的废旧管道，采用注浆封存的方式处理。针对本项目的废旧管道全部采用注水泥砂浆封存的方式。



陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 15 页 共 27 页	0 版
<div>4管道保护工程</div> <p>本项目位于梧桐里小区南侧，该区域局部为临时停车场，鉴于该段管道高后果区等级为 III 级，本次设计针对改线后管道全段加设钢筋混凝土套管保护，套管规格为 RCPⅢ1000×2000。</p>			

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 16 页 共 27 页	0 版
5线路附属工程			
5.1 线路标识			
1) 管道标志牌做法及标注内容与原管线保持一致。			
2) 线路施工完毕后，应从管道起点至终点，沿气流前进方向设置标志桩。			
3) 全线设置管道警示带，管道警示带埋设在管顶上方 0.5m 处。警示带采用红底黄字纵向印刷，标注管理单位名称、联系电话、警示用语等信息。			
4) 警示带中心线与管道中心线在同一竖直面上。			

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD		
		文件号：SPC0101PL01-01		
		第 17 页	共 27 页	0 版

6主要工程量

主要工程量见表 6.1-1

表6.1-1 线路主要工程量表

序号	工程项目	单位	数量	备注
一	线路长度	m	266.2	
二	管道组装焊接			
1	L360M-D426×8.8 直缝埋弧焊钢管	m	264	GB/T 9711-2017 PSL2
2	L360M-D426×8.8 直缝埋弧焊钢管 热煨弯管 R=6D 安装	个	4	GB/T 9711-2017 PSL2 SY/T 5257-2012
2.1	25°	个	2	单件长 2.12m
2.2	29°	个	2	单件长 2.29m
3	焊口	道	35	
4	超声波探伤	道	35	
5	X 射线检验	道	35	
三	管道保护工程			
1	小区南侧停车场及广场	m	267	开挖加钢筋混凝土套管保护
四	清管、试压			
1	线路段试压	m	267	
五	土石方量			
1	管沟土方开挖及回填	m <sup>3</sup>	5000	
2	水泥地面破坏及恢复	m <sup>2</sup>	2000	C30 混凝土, 厚度 220mm
3	砖铺场地破坏及回复	m <sup>2</sup>	600	
六	迁改线路占地			
1	施工临时占地	m <sup>2</sup>	4500	作业带 16m
2	永久性占地	m <sup>2</sup>	4	
七	废旧管道回收			
1	旧管道注浆封存	m <sup>3</sup>	40	长度 260m
八	管道动火连头			
1	停输不带压动火连头	处	2	
九	附属工程			
1	标志桩（含里程桩、转角柱）	个	4	
2	警示牌	个	2	
3	警示带（宽度：1m）	m	267	
4	氮气吹扫、置换	km	7.91	两次

陕西宇阳石油科技工程有限公司		说明书		项目号：YPTE2021-001-017DD	
				文件号：SPC0101PL01-01	
				第 18 页	共 27 页      0 版
5	钢筋混凝土套管	m	267	RCPIII1000×2000	
6	绝缘支撑	块	267		
7	静电消除柱	个	4	配角钢和电缆	
8	接地电极	个	20		
9	防护栏杆：高 1.2m	m	50	成品	
10	防滑踏步：长 1.0m，宽 0.3m	片	80	成品	
11	发光围挡：长 2m，宽 2m	块	560	成品	
12	套管填砂	m <sup>3</sup>	200		
13	隔离球	个	2		
14	已建管道砖砌隔墙	m	230	高度 1m，宽度 0.12m	
15	钢板桩支护				
15.1	拉森钢板桩	m	2500	总用钢量，单根 12m 高	
15.2	Q235HW 型钢 250×250	m	320		
16	抽水台班	组	20		
十	破碎混凝土路面外拉	m <sup>3</sup>	360	运距 10km	
十一	放空损失	×10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	1.0		
十二	停输损失	×10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup>	100	按停输两天	
十三	路灯迁移	根	1	高度 2.5m	

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 19 页 共 27 页	0 版

7 施工技术要求

7.1 基本要求

1、施工时必须以《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014，参照国家颁发的现行有关标准和规范，并同时考虑本段线路工程的具体情况。

2、管道施工要求包括：测量放线、管沟开挖、弯头预制、管道组装焊接、无损探伤、管道下沟回填、水工保护要求、管道通球扫线清管及试压、地貌恢复、线路附属工程施工等。

3、管道施工应按相关法律法规要求办理压力管道安装监检手续。

4、线路施工图中咸宝线原管道位置及深度根据探管仪探测数据绘制，由于管道建设时间较早，且现场存在高压线等干扰，存在一定误差。施工前应开挖探坑确认管线实际位置，碰口点位置及碰口用弯头角度可根据管线实际位置微调，以方便施工。

5、市政路下存在已建及拟建地下管网，施工前应先向相关单位进行确认。

6、对于开挖深度大于5m的作业坑，还需要按照住建部第37号《危险性较大的分部分项、程安全管理规定》相关要求。施工前由施工单位根据实际情况编制施工方案并组织召开专家论证会进行论证并通过论证。

7、施工时按本说明书未涉及内容请按相关规范要求执行。

7.2 测量放线

1、放线前施工单位必须按照设计图纸进行现场核对，根据设计图纸以及设计控制数据（中线成果表）进行测量放线。

2、测量放线应放出线路轴线（或管沟开挖边线）和施工作业带边界线，打百米桩及转角桩并撒白灰线。放线控制桩上应注明桩号、里程、高程，转角桩上应注明角度。对于弹性敷设段其水平转角应根据切线长度、外矢距等参数在地面上放出曲线；采用热弯预制弯头的管段，应根据曲率半径和角度放出曲线。

3、地形起伏较大地段的管道，其纵向转角变坡点应根据施工图标明的变坡点位置、角度、曲率半径等参数放线。

4、当管道与沿线已建地下构筑物或其它隐蔽工程交叉时，放线应在交叉点范围两端作出明显标志。

7.3 施工作业带

1、平均施工作业带宽度取16m。

2、施工前对作业带范围内的障碍物应进行清理。清理时应注意对原有地貌的保

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 20 页 共 27 页	0 版

护，减少或防止水土流失。

3、清理施工和平整施工作业带时，注意保护施工标志桩。如果损坏立即修复。

7.4 管沟开挖

1、管沟开挖深度应符合设计要求。地下有石方段管沟开挖深度应比土方段管沟深0.2m。斜坡段的管沟深度，应按管沟横断面的低侧深度计算。

2、管沟开挖前应将控制桩移到堆土一侧的占地边界内，堆土时不得将控制桩埋掉，堆土距沟边不得小于1.0m。

3、直线段管沟应顺直，曲线段管沟应圆滑过渡，并应保证设计要求的曲率半径。

4、根据本项目特点，针对管沟挖深大于5m段采用钢板桩配合斜撑支护，针对管沟开挖深度小于5m段，采取分级放坡的方式，断面图详见附图。

7.5 管道附件的加工及检验

1、本段管道热煨弯头全部采用工厂预制热煨弯头，严禁在现场采用人工加热方式弯制。

2、热煨弯头采用和主管道同材质的直缝埋弧焊管预制，曲率半径为R=6D。弯头直焊缝应在内弧45°位置，且加工成型的弯头，其屈服强度不得低于管材标准的最低屈服强度。

3、任何受弯部位的管径变形率严禁大于管子公称直径的2%，并能满足通过清管器的尺寸要求。

4、弯头的任何部位不得出现折皱、裂纹、重皮、机械损伤。

7.6 管道组装与焊接

1、为降低安全隐患，本次设计咸宝线在施工前均采取放空、氮气置换的方式，采用停输不带压动火作业。

2、管道组对前管道端部不得有超过0.5mm深的机械伤痕。距管端20mm范围内的管内，外壁及坡口表面应进行清理，达到无泥、无水、无油、呈金属光泽。管道端部应无裂纹，无重皮。

3、管道组对不得强力对口。组对间隙应符合《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369-2014的相关条款要求。

4、管道组对中心线偏斜量不得大于1mm。

5、热煨弯头和主管焊接时严禁采用斜接口。

6、弯头的组装应在直管段就位后施工。



陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 21 页 共 27 页	0 版

7、弹性敷设管道与相邻而方向相反的两个弹性弯曲之间和热煨弯头之间，应具有不小于2m的过渡直管段。

8、直管段上两环向焊缝间距必须大于1.5倍的管道外径，环向焊缝距弯管及弯头起点的距离不得小于1.3倍的管道外径。

9、管道穿越公路长度小于12m时，穿越管段内不得出现环向焊缝。

10、管口组对合格后，方可进行定位焊。定位焊应与正式焊接要求相同，焊缝厚度为2~4mm，且不超过管壁厚度的2/3。定位焊不应小于3处，沿圆周均匀分布，定位焊长度应为10~15mm。

11、焊接材料根据《钢制管道焊接规程》SY/T 4125-2013附录B进行选取，采购的焊接材料必须具有产品合格证和产品说明书。焊条应无破损、发霉、油污、锈蚀现象。

12、焊接施工前，应根据《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032-2014要求进行焊接工艺评定，并根据评定合格的焊接工艺，编制焊接工艺规程。焊接方式、焊接材料应以焊接工艺评定为准。

13、施工单位必须对无齐全钢材焊接性能试验报告的管材，进行焊接性能实验。确定钢材焊接性能后，应按《钢质管道焊接及验收》GB/T 31032-2014的规定进行工艺评定，若与设计焊接工艺有差异，应核实后方可施焊。

14、管道焊工必须持有相应项目的资格证书。现场施焊的钢材种类、焊接法、焊接位置、有效期等均应与焊工本人的焊工证书相符。施工单位必须有负责焊接工程的焊接技术人员，焊接检验人员。

15、与管线相连接的管件必须保证具有良好的焊接性能。

16、施焊前应按焊接材料出厂说明书对焊接材料进行合理保存。

17、施焊前，应检查坡口，并清除坡口表面和两侧至少20mm范围内的铁锈、水分、油污及灰尘等。焊接后，焊缝表面应清理干净，清除药皮，溶渣和飞溅物。

18、焊口质量检查

（1）每道焊缝完成后应进行外观质量检验，质量要求应符合《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 的相关规定。

（2）焊缝外观质量检验合格后，应进行无损探伤，对所有环向焊缝采用 100%超声波探伤检验和 100%射线探伤。

（3）焊缝射线探伤应符合《承压设备无损检测 第 2 部分：射线检测》NB/T47013.2-2015

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 22 页 共 27 页	0 版

的相关规定，合格级别为Ⅱ级。

（4）焊缝超声波探伤应符合《承压设备无损检测 第3部分：超声检测》NB/T47013.3-2015的相关规定，合格级别为Ⅰ级。

（5）严格按照里程长度将沿线所有环向焊缝、弯头、弯管的位置记录准确无误，作为检验管线的原始基础资料。

19、对于探伤不合格的焊口应按要求进行返修，焊口只允许进行一次返修，一次返修不合格必须割口；所有带裂纹的焊缝应从管道上切除，焊道出现的非裂纹性缺陷可进行返修。返修后，按原标准进行检测。

### 7.7 管道下沟及回填

1、管道下沟前应进行沟底测量，并平整沟底，清除沟中的杂物，管沟回填土石块粒径不得大于250mm，不得含有树枝等有机质。

2、管道在下沟前要认真检查管道，如有折弯或压瘪等缺陷，应割除更换。管道在下沟过程中避免损坏防腐层。

3、当管沟弯曲半径不够时，应及时处理管沟，严禁憋管下沟。管道下沟后应与沟底相吻合，管道应紧贴沟底，在不受外力的情况下妥善就位，不得悬空。

4、管道下沟检查合格后回填，回填时应防止损坏防腐层。回填后的沟顶部分必须高出原地面0.3m，且呈弧形，并做好排水，严禁地表水在管沟附近汇集。

5、黄土地段的管沟回填应将管沟两侧各5m范围内的溶陷洞穴回填夯实，夯实系数不得低于0.9。

6、管沟回填必须用原土分层夯实，夯实系数不得小于0.9。对于坡度大于15°的斜坡段应按要求做好护坡水工保护。

7、管沟中心线两侧10m以内的冲沟沟头均应采取草袋装3:7灰土堵塞，并在沟头与管线之间修筑以沟头为中心的半环形排水沟并引至安全地带。

8、管沟回填完毕后，应恢复原有地形地貌和地表植被。

9、输气管道出土端、弯头、弯管两侧非嵌段及固定墩处，回固填土必须分层夯实,夯实系数不得小于0.9。

10、管沟回填前应将阴极保护测试桩引线焊好并引出地面。

### 7.8 管道清管、试压及干燥

#### 7.8.1一般要求

本管道的清管与试压按照《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 进行。

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 23 页 共 27 页	0 版

管道应在下沟后进行分段清管和分段试压。如果业主投产前要求进行站间试压时，管道投产前还应进行站间试压。承包商于施工前应依据设计要求及规范规定并结合工程实际，编制清管、试压施工方案，报业主或监理审批。

清管排放口不得设在人口居住稠密区、公共设施集中区。清管排放应符合环保要求。试压设备和试压管线 50m 范围内在升压过程中为试压禁区，严禁非试压人员进入。严密性试验时应巡检。试压禁区要设专人把守。试压中如有泄漏，应泄压后修补。修补合格后应重新试压。清管、试压过程中，要按规定做好记录并由业主或监理签字确认合格。

在地形起伏较大地区等采用水进行强度试压为在技术上和对环境的影响上存在问题的地区，应采取切实措施保证达到试压要求并保护好环境，避免产生次生灾害。

### 7.8.2清管

在进行分段试压前必须采用清管器进行清管。清管次数不小于 2 次，以开口端不在排出杂物为合格。

采用清管器清管时，清管器运行速度宜控制在 4km/h~5km/h 为宜，工作压力宜为 0.05 MPa~0.2MPa，如遇阻可提高其工作压力，但最大压力不应超过 2.4MPa，且不应超过管道设计压力。

清管器使用前，应检查清管器皮碗的外型尺寸变化、划伤程度，对磨损较大的皮碗应更换。清管过程中，开口端不再排出杂物为清管合格。清管合格后，按规定做好记录，业主或监理签字确认合格。

### 7.8.3测径

清管合格后，要用带有铝质测径板的清管器进行管道的变形测径，测径板的直径大于等于该管道最小内径的 90%并小于该段热煨弯管内径的 95%。测径板的尺寸应经监理的认可，测径板应安装在刚性清管器上以保证在整个运行期间测径板始终处于管道的中心线上。

测径板通过管道后，无变形、无褶皱为合格，如果测径板显示有破损，承包商应找出原因并进行必要的修补。

### 7.8.4强度试验、严密性试验

本工程管道试压应采用洁净水作为试验介质，强度试验应在回填后进行，管段试验压力不小于设计压力的 1.5 倍，稳压时间不小于 4h。

严密性试验应在强度试验合格后进行，本工程选用清洁水作为实验介质，试验压力为设计压力，稳压时间不小于 24h。穿越段管道应进行单独试压。试压应符合《油气长输管

道工程施工及验收规范》GB 50369-2014 的相关条款要求。试压参数见表 7.8-1。

表 7.8-1 强度试压及严密性试验参数表

管道名称	地区等级	强度试验			严密性试验		
		试验介质	试验压力	试验时间	试验介质	试验压力	试验时间
咸宝线	四级	清洁水	6.0	4h	清洁水	4.0	24h

7.8.5干燥与置换

输气管道在投产之前必须进行管道内水分的清除和管道干燥。

本次设计采用空气干燥法。管道的干燥按站间分段，由有经验的队伍统一进行，负责干燥的单位应编制详细的管道干燥方案，干燥方案中应包括严密的安全预防措施，其干燥方案在经业主审批后进行。当采用干燥气体吹扫时,可在管道末端配置水露点分析仪，干燥后排出气体水露点应连续 4h 比管道输送条件下最低环境温度至少低 5℃变化幅度不大于 3℃，注入管道的干燥气体温度不宜低于 5℃，且不应大于防腐层的耐受温度。

管道在干燥结束后投产之前应先进行气体置换，用天然气推动氮气作为隔离段置换管道内空气，隔离段长度应能够保证天然气与空气不混合，置换管道末端测得的氧气含量不超过 2%。用天然气置换管道内惰性气体时，置换管道末端天然气含量不应小于 80%。置换过程中管内气体流速不应大于 5m/s。

7.9 基坑开挖与支护

基坑开挖满足《湿陷性黄土地区建筑基坑工程安全技术规程》JGJ-167-2009 相关要求。

基坑开挖建议采用坡率法，坡比可根据表 7.9-1 结合施工现场实际情况确定，当放坡受限时，应采取支护措施。基坑开挖及焊接作业过程中，应采取适当的降、排水措施。

表7.9-1 基坑设计参数表

土层编号	天然重度 $\gamma$ ( $\text{kN/m}^3$ )	内聚力 C ( $\text{kPa}$ )	内摩擦角 $\phi$ ( $^\circ$ )
①素填土	17.1	39	27.9
②中砂	16.3	0	17
③圆砾	17.2	0	37
④中砂	16.3	0	17

7.10 管道连头

管道连头应符合《油气长输管道工程施工及验收规范》GB 50369-2014 相关要求。

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 25 页 共 27 页	0 版
<p>连头位置及弯头角度根据原管道竣工图及现场探管数据计算确定，由于管线施工时间较早，现场存在干扰等，连头位置及弯头角度存在一定误差。实际连头位置应通过人工开挖探坑确定。</p> <p>连头时，采用冷切割方式对钢套管进行切割，切割时应避免损坏原管道防腐层。切割完成后，对原管道防腐层进行检查，如有损坏，应立即补伤。</p>			

陕西宇阳石油科技工程有限公司	说明书	项目号：YPTE2021-001-017DD	
		文件号：SPC0101PL01-01	
		第 26 页 共 27 页	0 版
<div>8 交工验收</div> <p>施工单位完成全部工程项目后应及时与建设单位办理交工手续，在交工验收前，建设单位应对长输管道工程进行检查，确定下列内容：</p> <div><div>1）施工范围和内容符合合同规定。</div><div>2）工程质量符合设计文件及本规范的规定。</div></div>			



9附表

表 9.0-1 线路中线成果表

桩号	转角 X° X'X''	里程 (km+m)	纵坐标 X(m)	横坐标 Y(m)	高程	备注
Q1	0 00 00	0+000.0	3797484.91	464317.22	472.17	
Q2	204 12 29	0+21.3	3797474.53	464335.82	471.66	
Q3	208 25 20	0+260.0	3797453.93	464573.59	469.29	
Q4	0 00 00	0+266.2	3797456.42	464579.32	469.30	

表 9.0-2 控制点坐标

桩号	纵坐标 X (m)	横坐标 Y (m)	高程	备注
S1	3797430.80	464497.01	471.96	
S2	3797421.50	464596.77	471.74	
S3	3797441.13	464397.46	472.27	
S4	3797454.20	464332.21	472.42	

表 9.0-3 热煨弯头统计表

序号	位置 (km+m)	弯头角度	管径×壁厚 (mm×mm)	弯制方式
Q1	0+000.0	25	D426×8.8	叠加角
Q2	0+21.3	25	D426×8.8	叠加角
Q3	0+260.0	29	D426×8.8	叠加角
Q4	0+266.2	29	D426×8.8	叠加角