

储气库配套地面卤水管网建设项目及矿区卤水保供
提升技改项目

施工图说明书



智恒工程设计有限公司

二〇二五年十二月

目 录

1 工程概况	1
1.1 设计依据	1
1.2 设计原则	1
1.3 参照遵循的主要标准规范	1
1.3.1 法律、法规	1
1.3.2 标准、规范	2
1.4 设计范围及内容	2
1.5 设计参数	3
2 自然及社会条件	4
2.1 地理位置	4
2.2 地形地貌	4
2.3 气象条件	4
2.4 地质构造	5
2.5 地质划分和描述	6
2.6 水文条件	6
2.6.1 地下水对工程的影响	7
2.6.2 地下水控制	7
2.7 岩土工程分析	7
2.7.1 场地稳定性、适宜性评价	8
2.7.2 地基岩土性质评价	8
2.7.3 地基的稳定性评价	8
2.7.4 特殊性岩土及不利埋藏物	9
2.7.5 土层物理力学性质指标统计及确定件	9
2.8 沿线交通条件	9
2.9 沿线地质灾害概述	10
2.10 地震效应	10
2.10.1 地震动参数	10
2.10.2 地基的地震稳定性	10
2.10.3 抗震地段划分	10
3 线路工程	11
3.1 管道线路走向	11
3.2 主要材料	11
3.2.1 管材选用	11
3.2.2 管件选用	12
3.2.3 焊接材料	12
3.3 施工技术要求	13
3.3.1 施工作业带及施工便道修筑	13
3.3.2 管道敷设	15
3.3.3 布管、管道组装及配管	20
3.3.4 焊接及检验	22

3.3.5 管道下沟.....	28
3.3.6 管沟回填.....	29
3.3.7 清管、测径及试压.....	30
3.3.8 穿越工程.....	34
3.4 管道附属工程.....	36
3.4.1 管道标识.....	36
3.4.2 管道连头.....	37
3.4.3 竣工验收.....	38
4 管道防腐层.....	38
4.1 外防腐层设计.....	38
4.2 防腐层技术要求.....	38
4.3 防腐层补口.....	38
4.4 管道施工要求.....	39
4.5 管道下沟前后防腐层检验.....	39
5 其他需要说明的问题.....	40
6 主要工程量和材料.....	41
7 附表.....	42

1 工程概况

1.1 设计依据

- 1) 中化地质江苏岩土工程有限公司 2025 年 8 月提供的《丰县瑞丰盐业地形测绘图》电子版；
- 2) 江苏省瑞丰盐业有限公司 2025 年 8 月提供的《瑞丰盐业公司储气库配套地面卤水管网建设项目》项目建议书；
- 3) 江苏省瑞丰盐业有限公司提供的相关基础数据和资料等。
- 4) 中化地质江苏岩土工程有限公司 2025 年 12 月提供的《江苏省瑞丰盐业有限公司地下溶腔资源综合利用项目(采集卤管道工程部分)补勘》；

1.2 设计原则

- 1) 根据国情和地情，采用国内先进成熟的输送技术，使工程建成后能够安全高效的进行输送，使项目具有较好的经济效益和社会效益；
- 2) 严格执行国家、行业的有关标准、规程和规范，确保输卤管道建成后高效、安全、平稳运行；
- 3) 充分利用现有设施、土地等资源，优化技术方案，节约土地，不搞重复建设，降低工程投资；
- 4) 管道线路设计进一步优化，合理布局，简化流程，实现便于管理、安全运营的目标；
- 5) 线路在符合城市规划要求的前提下，应力求顺直，尽量靠近道路，便于施工、管理和维修；
- 6) 积极采用新技术、新工艺、新设备、新材料，提高综合技术水平和管理水平，降低运行成本；

1.3 参照遵循的主要标准规范

参照遵循的国内外法规、标准与规范主要有：

1.3.1 法律、法规

- 1) 《中华人民共和国环境保护法》 主席令第 9 号
- 2) 《中华人民共和国安全生产法》 主席令第 13 号
- 3) 《中华人民共和国城乡规划法》 主席令第 29 号
- 4) 《中华人民共和国公路法》 主席令第 81 号
- 5) 《建设工程安全生产管理条例》 国务院令第 393 号

1.3.2 标准、规范

- 1) 《输油管道工程设计规范》 GB 50253-2014
- 2) 《工业金属管道设计规范》 GB 50316-2000 (2008 版)
- 3) 《油气输送管道穿越工程设计规范》 GB 50423-2013
- 4) 《油气输送管道线路工程抗震技术规范》 GB/T50470-2017
- 5) 《油气输送用钢制感应加热弯管》 SY/T 5257-2012
- 6) 《石油天然气工业管线输送系统用钢管》 GB/T 9711-2023
- 7) 《钢质管道焊接及验收》 GB/T 31032-2023
- 8) 《石油天然气钢质管道无损检测》 SY/T 4109-2020
- 9) 《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统第 1 部分：总则》 (GB/T 13663.1-2017)
- 10) 《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统第 2 部分：管材》 (GB/T13663.2-2018)
- 11) 《给水用聚乙烯 (PE) 管道系统第 3 部分：管件》 (GB/T13663.3-2018)
- 12) 《油气长输管道工程施工及验收规范》 GB 50369-2014
- 13) 《钢质管道外腐蚀控制规范》 GB/T 21447-2018
- 14) 《管道外防腐补口技术规范》 GB/T 51241-2017
- 15) 《穿越管道防腐层技术规范》 GB/T 7368-2023
- 16) 《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636-2020

1.4 设计范围及内容

建设从瑞丰盐业公司盐矿站场到新建设的三对盐井（井 k1、井 k4、井 k6）井组附属注水和回卤管道所涉及的线路工程、穿跨越工

程、附属工程、防腐工程等。

附属注水和回卤管道部分共 6 根管线，其中 3 根为注水管线，3 根为回卤管线，采用同沟埋地敷设的方式；6 根管线起点为盐矿站场西南侧。注水和回卤管道管线起点为（X=3851270.087，Y=467424.489），6 根管线按照 1-6 号管位依次排列。1、2 号管线终点为井 k1、井 k1'，井 k1 坐标为（X=3852285.190，Y=466219.160），井 k1' 坐标为（X=3852284.860，Y=466027.160）；3、4 号管线终点为井 k4、井 k4'，井 k4 坐标为（X=3852094.664，Y=466220.025），井 k4' 坐标为（X=3852011.407，Y=465997.867）；5、6 号管线终点为井 k6、井 k6'，井 k6 坐标为（X=3851909.050，Y=466194.250），井 k6' 坐标为（X=3851900.151，Y=466005.122）。本工程取水来自东营子河。以上坐标均采用 2000 国家大地坐标系。

1.5 设计参数

本工程是瑞丰公司盐矿站场到新建设三对盐井（井号为井 k6、井 k4、井 k1）的附属注水、回卤管道部分，管线规格为 D219×10mm L360N 无缝钢管，采用环氧粉末进行外防腐。取水管线采用 De200x18.2mm 的 HDPE 管道，取水管线由业主后期根据建设需求自理。

本工程新建管道的输送介质、设计压力、温度、管径及各段长度详见下表。

表 1.5-1 设计基础参数汇总表

序号	管段名称	输送介质	设计压力 MP	设计温度 °C	管径 mm	总长度 km	备注
1	盐矿站场-盐井 k1	淡盐水	6.3	50	D219	2.53	1 根
2	盐井 k1' -盐矿站场	原卤	6.3	50	D219	2.53	1 根
3	盐矿站场-盐井 k4	淡盐水	6.3	50	D219	2.35	1 根
4	盐井 k4' -盐矿站场	原卤	6.3	50	D219	2.35	1 根
5	盐矿站场-盐井 k6	淡盐水	6.3	50	D219	2.14	1 根
6	盐井 k6' -盐矿站场	原卤	6.3	50	D219	2.14	1 根
7	东营子河-盐矿站场	清水	1.6	50	De200	0.15	1 根（自理）

2 自然及社会条件

2.1 地理位置

该管线工程选址区域位于江苏省徐州市丰县师寨镇。丰县位东经 $116^{\circ} 21' 15''$ 至 $116^{\circ} 52' 03''$ ，北纬 $34^{\circ} 24' 25''$ 至 $34^{\circ} 56' 27''$ 之间，地处苏、鲁、豫、皖四省七县交界处，淮海经济区中心地带。北与山东省的金乡、鱼台县接壤，南与安徽省砀山、萧县毗邻，西接山东省单县、东与本省铜山、沛县相连。丰县总面积 1449.7 平方公里，南北长约 59.2 公里，东西宽约 46.6 公里。

2.2 地形地貌

丰县属黄泛冲积平原，地势高亢、平坦，地面高程一般在 34.5—48.2 米之间，西南略高于东北。



图 2.2-1 线路沿线典型地貌图

2.3 气象条件

江苏省丰县，属暖温带半湿润季风气候，四季分明，冬夏两季长，

春秋两季短，光照充足。春季干旱少雨，以东风偏多；夏季炎热，平均气温 26℃，以东南风偏多；秋季气候凉爽，北风增多，平均气温 15℃；冬季寒冷干燥，多偏北风，平均气温 0.9℃。年平均降水量 867 mm，雨季（6-8 月）降雨量占全年的 58.7%。年平均气温 14℃，历年最高气温 43.3℃（1928 年 7 月 5 日），极端最低气温 -23.3℃（1969 年 2 月 6 日）。年平均日照 2445 小时，无霜期 200-220 天，最大冻土深度 24 cm，最大堆雪厚度 25 cm。年平均风速 3.2m/s，常年主导风向是东风，其次是北风。管道沿线各地区主要气象要素特征详见表 2.3-1。

表 2.3-1 管道沿线主要气象要素特征表

地区	丰县
极端最高气温, °C	43.3
极端最低气温, °C	-23.3
全年平均温度, °C	14
年平均降雨量, mm	867
最大日降雨量, mm	193.8
全年主导风向	东南风
年平均风速, m/s	3.2
年平均相对湿度, %	72
年日照时间, h	2445

2.4 地质构造

根据区域地质资料，徐州丰县地处华北地台鲁西台背斜西南部边缘地带，地质构造上属徐州-宿县弧形构造带北段之徐州弧形构造带，位于山东台背斜与河淮台向斜交界部位，构造属黄河下游苏、鲁、豫、皖一带新生界凹陷区边缘。其构造单元以丰沛隆起带为核心，南侧为黄口断陷盆地，至山东金（乡）腾（州）盆地为界，深部构造含近东西向莫霍面隆起铁佛沟断裂，位于丰沛隆起带南侧斜坡上。

断裂构造大体分两组：一组是与褶皱轴向近一致的纵张断裂，另一组为西北向的张扭断裂。对区域地壳稳定性有影响的活动性断裂主要有丰县断裂和郟庐断裂带，其中郟庐断裂带活动性频繁、震级强，对区内有一定影响；丰县断裂为区域性构造断裂，属非全新世活动断

裂，对工程影响有限。

据历史地震记载，本区历史上有过地震活动，如 925 年 11 月 18 日丰县附近曾发生 5.75 级地震，但现代地震活动水平较低，县域内无破坏性地震记录，属较稳定区域。

2.5 地质划分和描述

根据中化地质江苏岩土工程有限公司提供的《江苏省瑞丰盐业有限公司地下溶腔资源综合利用项目(采集卤管道工程部分)补勘岩土工程勘察报告》揭露，根据钻探及室内试验成果，场地揭露地基土层全为第四纪(Q)沉积土。将控制深度范围内岩土层按从上往下顺序共分 7 个层次，其岩土性及主要特征简述如下：

1 层耕土:分布全场区，杂色，稍湿，主要由黏性土组成，含植物根系及腐殖质，结构疏松，土质不均匀，堆积时间约 5~10 年。该层层厚 1.0~1.5m。

2 层粉土分布全场区，黄色，稍密，砂质粉土，摇振反应迅速，干强度及韧性低。该层层厚 1.5~2.1m。

3 层粉质黏土:分布全场区，黄褐色，软塑，稍有光泽，干强度及韧性中等，土质不均匀，局部夹薄层粉土。该层层厚 1.0~2.5m。

4 层粉土:分布全场区，黄色，稍密，砂质粉土，摇振反应迅速，干强度及韧性低。该层层厚 1.0~3.5m。

5 层粉质黏土:分布全场区，黄褐色，软塑，无摇振反应，稍有光泽，干强度及韧性中等，土质不均匀。该层层厚 1.5~2.5m。

6 层黏土:分布全场区，褐黄色，硬塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度及韧性高，土质不均匀。该层层厚 3.0~4.3m。

7 层含砂姜黏土:分布全场区，褐黄色，硬塑，无摇振反应，有光泽反应，干强度及韧性高，含约 15%的砂姜颗粒，粒径 1-5cm，土质不均匀。该层未揭穿。

2.6 水文条件

丰县境内河流原为自然河流，东西走向，建国后进行了全面治理，

以大沙河为界，东有郑集南北支流，流向自西向东；西有复新河水系，流向自南向北，废黄河经过治理，引入长江水，形成了大沙河带状水库。

2.6.1 地下水对工程的影响

根据地下水的赋存、埋藏条件，本次勘察揭示的地下水类型主要为潜水。潜水含水层为①~⑤层，含水层厚度 6.0~8.40m，隔水层为⑥层黏土。潜水补给来源为大气降水和地表人工排水，排泄方式以蒸发为主，径流主要为侧向径流，水位随季节升降；勘察期间测得潜水的初见水位标高 35.75~36.00m，初见水位埋深 0.45~1.62m，稳定水位标高 35.36~35.42m，稳定水位埋深 0.82~2.06m。潜水是本工程重点防治对象。据调查，该场地近 3~5 年最高水位标高约为 36.50m，历史最高水位标高为 37.0m，潜水水位受季节性影响，最高水位发生在每年 7、8、9 月，最低水位发生在每年的 12、1、2 月，年变化幅度约为 1.00~2.00m，且雨后水量较大。

场地地下潜水对钢筋混凝土结构具微腐蚀性，在长期浸水条件下对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性，在干湿交替作用下对钢筋混凝土结构中的钢筋具弱腐蚀性；地下水位以上的土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。

2.6.2 地下水控制

1) 降排水措施

场地地下水位较高，场地地下水丰富，地下水位动态受季节性变化影响明显。施工时基坑坑内采用明沟加集水井排水，工作井附近采用降压井降低承压水头，沟槽外侧设止截水沟或水坎防止雨水流入基坑。

2) 降排水对周围环境的影响

基坑降水可能会对周边道路、管线造成安全隐患，在基坑开挖应采取合理可行的保护措施。

2.7 岩土工程分析

2.7.1 场地稳定性、适宜性评价

根据区域地质资料及附近工程地质资料,场地及其周围不存在全新活动断裂、地裂缝、岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、土洞塌陷、建筑边坡等影响场地稳定性的岩土工程问题等明显不良地质作用,场地整体稳定性为稳定。

根据区域地质资料,丰县位于华北地台鲁西台背斜西南缘,场区及附近无全新活动断裂,场区基底稳定,拟建场地处于地质构造较稳定地段,除发现较软土外,未发现其他对场地稳定性构成危害的不良地质现象,因而该场地在区域地质上是稳定的。

拟建场区不存在孤石、防空洞等对拟建工程不利埋藏物。拟建场区下无煤层分布,不存在地下采空区。因此,本场区场地稳定性较好,适宜本工程的兴建。

2.7.2 地基岩土性质评价

本次勘察成果表明:在本次勘察范围内拟建场区内的各土层普遍分布均匀、稳定,但上部地基土工程力学性质较弱。

层1 耕土:分布全场区,主要由黏土组成,含植物根系及腐殖质,结构疏松,土质不均匀,工程地质性质差。

层2 粉土稍密,中等压缩性工程地质性质一般。

层3 粉质黏土:软塑,高压缩性,工程地质性质较差。

层4 粉土:稍密,中等压缩性,工程地质性质一般。

层5 粉质黏土:软塑,高压缩性,土质不均,工程地质性质较差。

层6 黏土:硬塑,中等压缩性,土质不均,工程地质性质较好。

层7 黏土:含砂姜黏土:硬塑,中等压缩性,未揭穿,工程地质性质较好。

根据区域地质资料及邻区勘察成果以下无软弱地层存在,对本工程影响不大。

2.7.3 地基的稳定性评价

勘察揭露土层为第四系沉积土,同一地质单元,纵向成层规律性

较好，厚薄不一，横向分布起伏明显，各岩土层液性指数、压缩试验、剪切试验指标变异系数低-中等，其它指标参数变异性低，建筑地基评定为不均匀地基。

2.7.4 特殊性岩土及不利埋藏物

本场地无不良地质作用，定向钻穿越粉土层部位时，易出现塌孔、漏浆等问题，需引起注意并提前采取合理措施。拟建场地内普遍分布有人工耕植土，堆积于地表，杂色，松散，稍湿，多为黏土、石块、渣土，厚度为 1.0m。该层堆积时间约 5~10 年，性质不均匀，密实度较差，对开挖施工不利，应及时清除。本次勘察范围内，在市政道路边及绿化带内有管道、管线等分布，建议施工前委托相关专业单位进行专门的地下管线调查。除此外未发现暗塘、墓穴等不利埋藏物。

2.7.5 土层物理力学性质指标统计及确定件

地基岩土的物理力学性质指标统计方法及取值标准采用《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）14.2.2~14.2.4 条规定，即对工程地质单元体内各项指标逐项检查、分析，剔除个别异常数据，然后进行数据统计，提供各土层主要指标的范围值、样本个数、平均值、标准差、变异系数、标准值。经数理统计，同时结合地区勘察经验综合确定如下表：

表 2.7-1 推荐土层成果表

层号	土名	锥尖阻力 平均值	侧壁摩擦力平 均值	承载力特征 值	压缩 模量
		q_c (MPa)	f_s (kPa)	f_{ak} (MPa)	E_s (MPa)
1	耕土	1.669	21	-	-
2	粉土	0.939	17	100	7.5
3	粉质黏土	1.365	17	70	3.0
4	粉土	2.036	23	110	8.3
5	粉质黏土	1.920	20	80	3.3
6	黏土	1.948	80	200	9.6
7	含砂姜黏土	9.044	216	220	10.5

注： f_{ak} ：地基土承载力特征值(kPa)； E_s ：压缩模量(MPa)。

2.8 沿线交通条件

管道沿线区域交通条件整体较好，公路纵横交错。乡镇之间有公路连接，道路条件较好，局部地段相对较差，水渠及沟坎较多，需修筑施工便道。

可依托主要道路有济徐高速、丰沙县县道等众多高等级公路以及乡镇道路。

2.9 沿线地质灾害概述

根据目前收集的地质灾害资料，并结合现场实际踏勘，管道沿线并未发现明显的地质灾害发育，未见崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地面沉降、地裂缝、特殊性岩土等地质灾害情况，地质灾害危险性小。

2.10 地震效应

2.10.1 地震动参数

拟建管道位于徐州市丰县师寨镇境内。基本地震动峰值加速度 $0.05g$ ，抗震设防烈度为6度；相应的地震分组为第二组。

2.10.2 地基的地震稳定性

1) 地震液化

据《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010）4.3.1~4.3.3等条款，4层粉砂为第四纪晚更新世（Q3）沉积的土层，6度时可判为不液化。

2) 震陷

场地地基无软土分布，可以不考虑震陷的影响。

3) 滑坡

场地周围无较大、高陡的天然边坡存在，可不考虑滑坡的影响。

2.10.3 抗震地段划分

依据 GB55002—2021《建筑与市政工程抗震通用规范》表 3.1.2，场地除填土外无其他特殊性岩土分布，场地或其附近不存在对工程安全有影响的岩溶、滑坡、危岩和崩塌、泥石流、采空区、地面沉降、活动断裂等不良地质作用，综合判定场地属对建筑抗震一般地段。

参照《油气输送管道线路工程抗震技术规范》（GB50470-2017）的规定，应对位于地震动峰值加速度大于或等于 0.2g 地区的管道进行抗震校核，本改线工程所经地区的地震动峰值加速度小于 0.2g，无需进行抗震校核。

3 线路工程

3.1 管道线路走向

根据地方政府规划发展的要求，结合现场实际踏勘情况以及业主等的综合建议确定本工程管道路由。

瑞丰公司盐矿站场到新建设三对盐井（井 k1、井 k4、井 k6）同沟敷设六根 DN200 管道，总长度约 14.24km。管线从江苏省丰县瑞丰公司盐矿站场西南接出六根 DN200 管，向南过路后，沿路南侧农田向西敷设约 370 米后架空过灌溉渠，过道路之后折向西北方向沿孙干沟南侧继续向西敷设，约 340 米后，向北侧架空通过孙干沟，通过道路后沿道路东侧向北敷设至三组新建采盐井（井 k6、井 k4、井 k1）。管线具体路由走向详见管道线路走向平面布置图。

3.2 主要材料

3.2.1 管材选用

本工程管径为 D219mm，管径不大，无缝钢管在国内应用普遍，具有大规模的生产能力和可靠的质量、成熟的施工经验，满足本工程的需要，因此本工程的注水、回卤管道采用无缝钢管。采用的钢管应符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》（GB/T 9711-2017）的要求。取水管道采用 HDPE 管道，全线采用 De200×18.2mm PN=1.6MPa PE100 级。

工程实际情况，本工程注水、回卤管道设计压力为 6.3Mpa，设计温度为 50℃。结合类似工程经验，L360N 管材具有壁厚适中、韧性好、焊接要求不是很高、制造使用经验成熟，国内供货充足等优点，因此本工程注水、回卤管道根据设计压力情况推荐采用 L360N 钢管。

本工程取水管道设计压力为 1.6Mpa,设计温度为 50℃,管道采用 HDPE 管道。

3.2.2 管件选用

1) 钢管材质

热煨弯管敷设时,热煨弯管的曲率半径(R_h)应为 5 倍的管道外直径,即 $R_h=5D$ (D 为管道外直径),技术要求按《油气输送用钢制感应加热弯管》SY/T 5257-2012 标准执行。

冷弯弯管敷设时,冷弯弯管的曲率半径(R_c)应为 40 倍的管道外直径,即 $R_c=40D$ (D 为管道外直径),技术要求按《钢质管道冷弯管制作及验收规范》SY/T 4127-2018。

管件管材规格为: D219×10.0mm L360N 无缝钢管。

2) HDPE 材质

HDPE 材质管件分为焊制弯头和煨制弯头,根据角度不同制作,普通的成品弯头一般是 15° 的倍数,其它角度弯头可以采用焊制弯头,本工程弯头为 De200 PN1.6MPa PE100 级,弯头管制作执行标准《给水用聚乙烯(PE)管道系统第 3 部分:管件》(GB/T13663.3-2018)。

3.2.3 焊接材料

管道现场组装焊接属于有填充金属的焊接,焊接材料的选择应考虑以下条件:

1) 母材的化学成分、机械强度以及韧性指标是必须首要考虑的因素,焊接材料的化学成分应符合或接近母材的化学成分,机械强度及韧性指标一般不低于母材的要求。

2) 工作条件和使用性能:输送介质的腐蚀性、介质温度、环境温度等条件也对焊接材料有一定的要求。随输送介质的不同,对管道安全的设防标准也不一样,因此焊接材料的选用一定要满足介质性质对管道安全设防标准的要求,并应达到相应的焊接指标。

3) 焊接可操作性要求:大规模的管道建设要求焊接质量和焊接速度都要有保证,选用适宜的焊接材料在焊接过程中不但易于操作,而且焊缝质量、焊接速度都易满足要求。

4) 经济合理性：在几种焊接材料都能达到要求的前提下，应选用价格便宜焊接材料，保证经济合理。

为使焊缝的力学性能与管体母材相匹配，除施工方考虑采用实心焊丝自动工艺外，热焊和填充盖面材料应选取熔敷金属名义抗拉强度与母材名义抗拉强度相当或更高一级的焊接材料。针对不同的焊接方式，应选用不同焊接材料，同时应根据实际管材的强度指标来进行焊材匹配，所选焊接材料须经焊接工艺评定试验合格后，方可使用。本工程焊接材料推荐如下。

对于一般段管道焊接建议采用手工（根焊）+手工（填充盖面）或半自动（填充盖面）焊接工艺如下：

➤ 焊接方法：焊条电弧焊+自保护药芯焊丝半自动焊填充盖面；

➤ 焊材采用标准：根焊标准采用 AWS A5.1，填充盖面焊采用 AWS A5.29。

➤ 焊接材料选用：推荐采用 E6010 焊条打底，填充、热焊、盖面采用 AWS E6010 4.0mm 纤维素型下向焊条；施工单位也可根据自身条件，采用半自动焊工艺，但要提前提出申请，并应通过焊接工艺评定后方可实施。焊接用焊丝宜选用 AWS E71T8-K6、E71T8-Ni1 药芯焊丝。

对于返修焊建议采用手工电弧焊，焊接工艺如下：

➤ 焊接方法：手工电弧焊；

➤ 焊材采用标准：根焊标准采用 AWS A5.1，填充盖面焊采用 AWS A5.5。

➤ 焊接材料选用：推荐采用 E6010 纤维素焊条打底，采用 E8045 4.0mm 低氢型焊条进行填充和盖面。

3.3 施工技术要求

3.3.1 施工作业带及施工便道修筑

3.3.1.1 作业带宽

为了避免或减少对环境的破坏，施工作业带应本着少占地为原则。一般情况下，本工程多管同沟敷设段一般敷设段施工作业带宽度不超过 12m，可根据现场实际协调征地情况做适当调整。

在保证施工手段展开的前提下，施工作业带宽度应尽量缩减，条件适宜时尽可能采用沟下组焊方式减少施工作业带宽度。特殊地段如地下水丰富和管沟挖深过深的地段、工程车调头处等，可考虑一些平台施工场地，其占地宽度应根据实际情况与业主商定后可适当增加。

3.3.1.2 施工作业带清理

1) 施工作业带清理、平整应遵循保护农田、果园、植被及配套设施，较少或防止产生水土流失的原则。清理和平整施工作业带时，应保留线路控制桩在原位。桩位难以保留的，应将控制桩沿转角平分线（或其延长线）移至施工作业带堆土一侧的边缘，并在焊接一侧施工作业带边缘加设一桩位，三桩位在一条直线上。对于移桩困难的地段可采用增加引导桩、参照物标记等方法来测定原位置。

2) 施工单位应清除一切有碍安装管道和有关设施的障碍物，如石块、荆棘丛、树木等。如遇坟墓，应与当地村民协商，妥善处理。

3) 尽量减少农田、果园、林木地段的占地，应对农田、果园、林木段进行保护，严格控制作业带宽度。通过时，应取得持有者的许可，并于围栏处设置临时大门。

4) 管道通过耕地时，要在平整施工带之前，将耕作层土壤移至适当位置。待管道施工完成后，再恢复原地貌。

5) 施工单位应结合设计图纸调研、探测并识别所有与管线交叉或平行的埋地设施，如光缆、电缆、其他管线等，包括设计图上未标明的设施。当管道及施工作业带与地下构筑物或其它隐蔽工程交叉时，放线应在交叉范围两端做出明显标志。同时作好技术交接，防止在扫线及管沟开挖中对其造成破坏。

6) 施工单位应向业主提交一份对各种情况提供保护措施的施工组织设计，包括管线、电力线、电（光）缆、公路、铁路、水渠以及其他地上或地下建筑物。

7) 施工单位应做好施工带及附近区域的防洪工作，以便施工带上的雨水、地表水和地下水能流泻出去，避免对施工造成影响。同时还应对由于施工造成周围区域的破坏负责修复。

8) 当管道沿公路、电力线、电（光）缆交叉或并行敷设距离较近

时，应与有关管理部门取得联系，得到施工许可证后，方可平整施工作业带。

9)施工作业带通过不允许堵截的渡槽、灌溉水渠、沟渠时，应铺设具有足够流量的过水管涵后进行覆土或搭设便桥的办法进行保护。

3.3.1.3 修筑施工便道

1)本工程范围内为平原，有公路依托。施工便道主要指道路条件较差时，用于连接现有道路与作业带而修筑的临时通道。施工便道应平坦，有足够的承压强度，保证施工机具设备的行驶安全。

2)施工作业时原则上应充分利用现有道路，尽量减少施工便道修筑工程量。

3)施工便道的位置、长度应取得监理和业主的同意，并在施工单位和业主间有书面文件。

4)施工作业带便道修筑的建议宽度一般为4m。施工作业带与现有道路的连接通道的修筑应平缓接通，每2km设置一个会车处，弯道和会车处路面宽度应大于10m，弯道的转弯半径要大于18m。

5)对于地下水位低、承载力大的地质条件较好地段，可直接清除地面作物，通过机械推平、碾压后当作施工便道；地下水位高、承载力小的地质条件较差地段，需垫土、碾压，必要时放置装土沙袋、作物秸秆或有机填料，以增加地耐力，碾压后作为便道。

6)施工前，应根据便道占地宽度办理临时征地手续。如需要通过林区、绿化草坪，须取得林区、草场管理部门同意，方可施工。

7)施工结束后，要按地方要求恢复原有地貌。

3.3.2 管道敷设

3.3.2.1 管道埋深

管道的埋设深度应根据相关规范的要求，结合拟建管道的输送温度等综合情况确定管道埋深。本段管道管顶最小埋深1.2m。

3.3.2.2 管沟尺寸

本工程采输卤管线为6根D219mm的钢管，采输卤管线采用埋地同沟敷设的方式，相邻管道管壁间距为0.3m。多管同沟埋地敷设开

挖管沟典型剖面图如下所示：

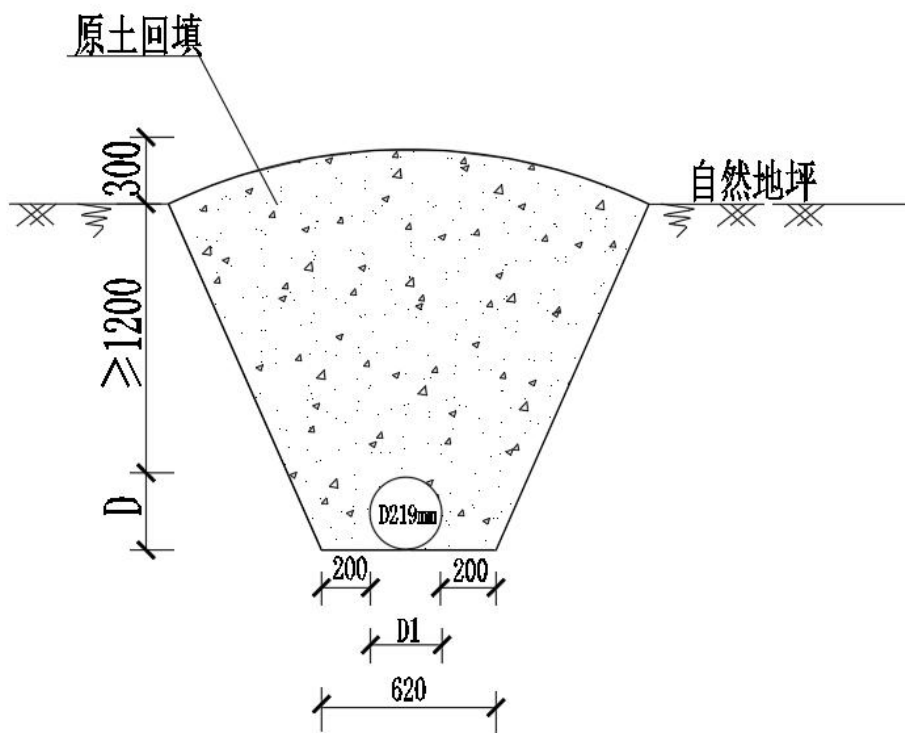


图 3.3-1 单根管道敷设典型图

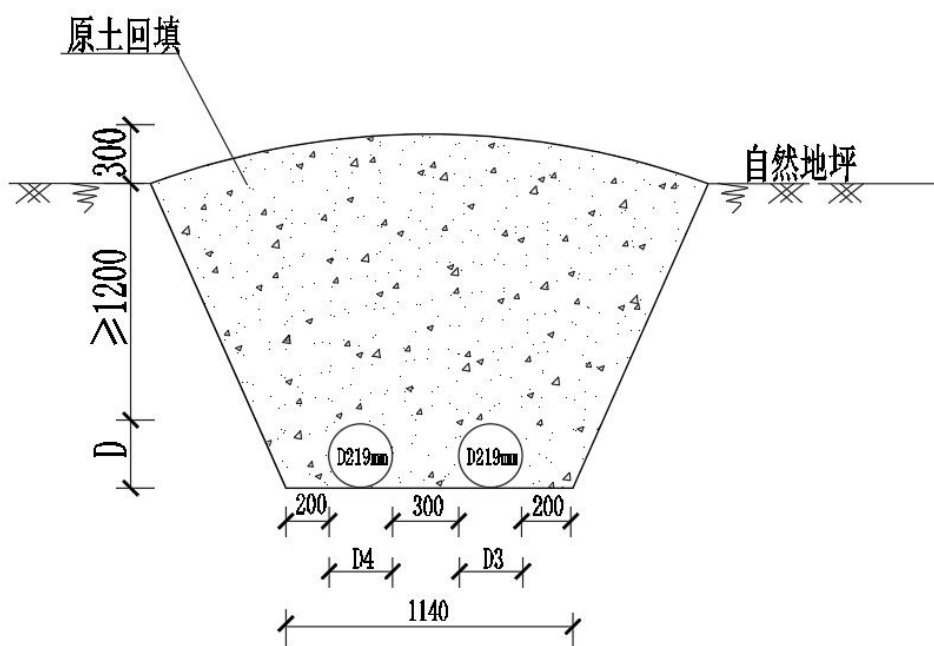


图 3.3-2 2 根管道敷设典型图

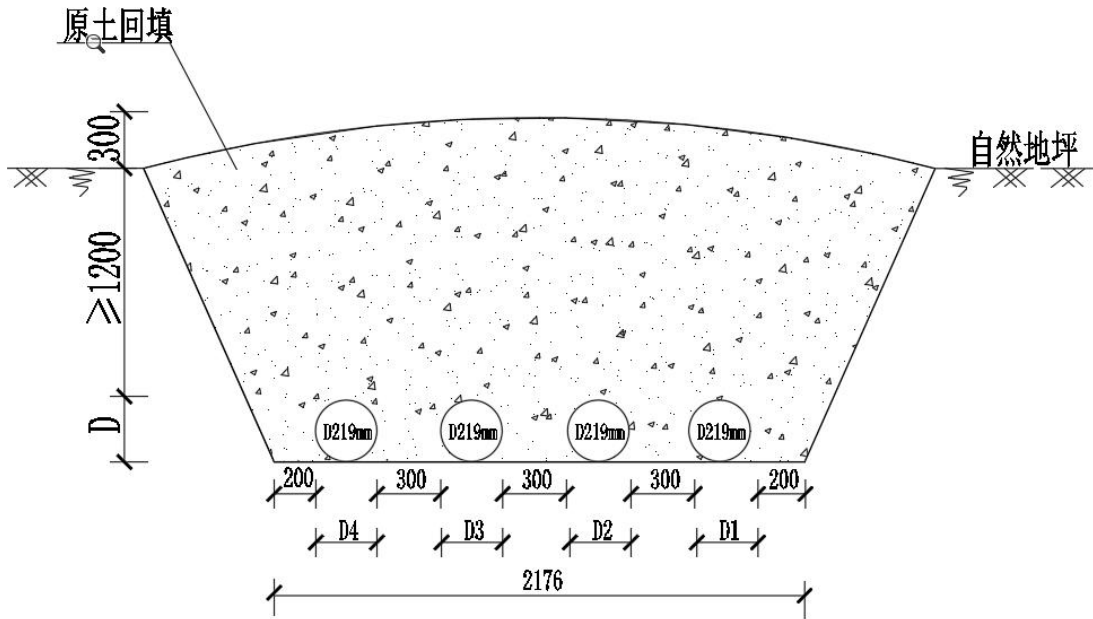


图 3.3-3 4 根管道敷设典型图

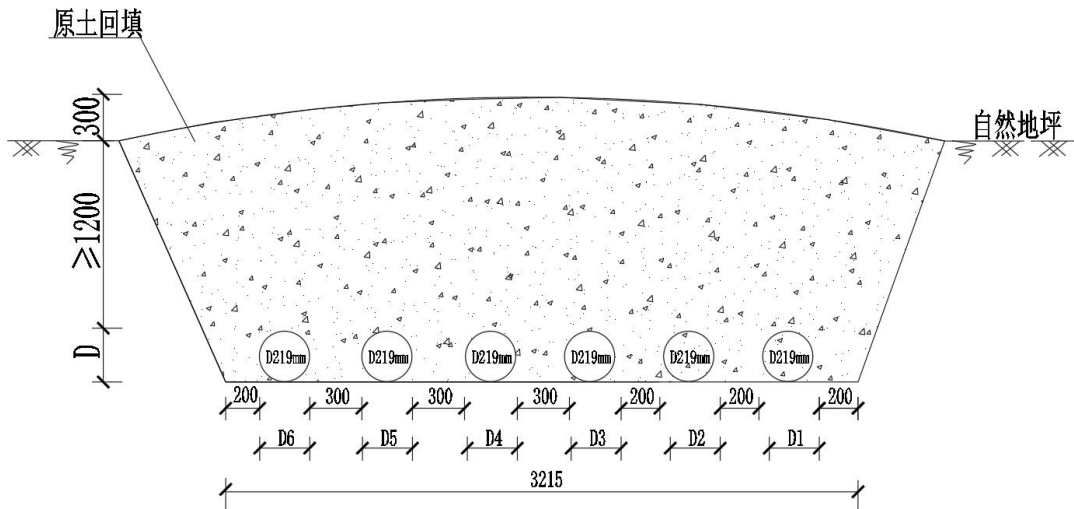


图 3.3-3 6 根管道敷设典型图

图中为单根管道、2 根管道、4 根管道、6 根管道同沟敷设时的敷设管沟示意图。

当管沟沟深超过 5m 时，应根据土壤类别及物理力学性质确定底宽，并将边坡适当放缓或加筑平台。

表 3.3-1 沟深小于 5m 的管沟边坡最陡坡度表（不加支撑）

土壤类别	边坡坡度（高：宽）
------	-----------

	坡顶无荷载	坡顶有静荷载	坡顶有动荷载
中密砂土	1: 1.00	1: 1.25	1: 1.50
中密碎石土 (充填物为砂土)	1: 0.75	1: 1.00	1: 1.25
硬塑性的粉土	1: 0.67	1: 0.75	1: 1.00
中密碎石土 (充填物为黏性土)	1: 0.50	1: 0.67	1: 0.75
硬塑性的粉质黏土、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(经井点降水后)	1: 1.00	-	-
硬质岩	1: 0	1: 0.1	1: 0.2

注：静荷载系指堆土或料堆等；动荷载系指有机械挖土、吊管机和推土机作业。

平原地区一般地段采取管沟沟上机械开挖，部分特殊地段采用人工开挖；管沟在土壤构造均匀、无地下水的地段，沟深小于 5m 且不加支撑时，管沟边坡可按规范要求确定。沟深超过 5m 时，可将边坡放缓或加筑平台

3.3.2.3 管沟开挖

1) 开挖管沟应达到设计图纸挖深的要求，沟壁应顺直，转弯处应圆顺，沟底应平整，无石块、树根或其它坚硬物，沟壁不得有欲坠的石头。

2) 管沟开挖应按中心线进行。开挖时，应将挖出的土石方堆放在施工作业带的一侧，距沟边不小于 1m，不得影响施工作业。直线段管沟应保证顺直通畅，曲线段管沟应保证圆滑过渡，无凸凹和折线；沟壁和沟底应平整，沟内无塌方、无杂物。弹性敷设段，管沟尺寸按设计要求进行控制。

3) 本项目单井管线有一处河流小型跨越，施工应合理安排施工季节，防止季节性洪水对管道施工和管道建设质量产生不利影响。跨越支架做法以及防腐要求详见典型图。

4) 穿越低等级公路（无套管穿越的公路）的管沟开挖时，开挖前要办理有关的手续，取得相关部门的同意。管沟应在穿越管段预制完成后进行突击开挖，完成穿越段下沟后两侧进行连头。若穿越不能在一个夜晚之内完成，应修筑临时道路或搭设钢板式过桥，保证交通畅

通。根据路基情况，管沟边坡坡度适当减小或开挖直立管沟，以减小路面恢复工作量。开挖道路的回填、路面恢复按照设计图纸和道路管理部门的要求进行。开挖穿越公路管段上方设置砼盖板保护，盖板两端与管沟搭接处应夯实，保证盖板处于稳定层，无法夯实的砌筑支撑，避免盖板下沉破坏管道本体

5) 软土地段、地下水位小于沟深地段及深度超过 5m 的管沟，应根据情况，采用明渠排水、井点降水、管沟加支撑等方法辅助进行管沟的开挖实验，由监理或业主现场确认，方可实施。

6) 管道与已建管道、高压电线及光、电缆有交叉时，交叉点两侧 3m 范围内采用人工开挖，施工前应与有关部门取得联系，征得同意后方可施工。由于现场情况的变化等原因，设计统计及图上表示的管道穿越地下构筑物的数量和位置可能存在偏差，施工单位在管沟开挖之前要进行调研，以防止对其造成破坏。对于重要设施，开挖前应征得其管理单位同意，并在其监督下开挖。

7) 沟深超过 5m，沟底宽应根据工程地质情况酌情处理，并对部分松土、软土等地段采用梯形截面保护，避免施工、吊管下沟时塌方现象。为保证施工安全，同时减少土方工作量，需进行必要的支护，支护材料选用钢板桩支撑，施工前做坡比试验，由监理现场确认。

8) 对于地下水位较高地段管沟的开挖，应采取明沟排水措施排出管沟内的积水：在沟底一侧开挖排水沟、集水井，使水流入集水井中，用水泵排走，用人工对沟底进行修整，抽水工作持续到整个地段铺管工程结束。

9) 为方便施工，施工承包方可对一般地区线路的局部平面走向、纵断面变坡位置及埋深、弯头角度选用作适当调整，提出施工变更申请（含方案、工程量变更、示意图等），在征得业主、监理、设计对其方案同意且对工程费用影响不大的前提下实施，但应保证管道设计最小埋深。

3.3.2.4 管道敷设要求

当管道水平转角大于 3° 小于 6° 或竖向转角大于 2° 小于 6° 时，优

先采用弹性敷设，曲率半径 $R \geq 1200D$ ，并要满足管道强度条件和自重作用下的变形条件；弹性敷设无法满足时采用冷弯弯管和热弯弯管。弹性敷设、冷弯、热弯的控制参数见表 3.3-2。

表 3.3-2 管道转角控制参数表

序号	参 数	D219×10
1	最小弹敷曲率半径 (m)	262
2	冷弯最小角度 (°)	6
3	冷弯弯管弯曲半径	40D
4	热弯最小角度 (°)	30
5	热弯弯管弯曲半径	5D

1) 弹性敷设管段与其相邻的弹性敷设管段(包括水平方向和竖向方向弹性敷设)间需保持至少 2m 的直管段；两热弯弯管间宜保持至少 2m 的直管段。

2) 为便于死口焊接和检验工作的完成，弯管位置的管沟应适当加宽、加深，留出足够的工作空间。

3) 热弯弯管组装连接前，应对管沟进行测量，如选用标准热弯弯管角度与实际测量角度误差超过 $\pm 1.5^\circ$ 范围，应根据误差不超过 $\pm 1.5^\circ$ 范围为原则重新选用标准热弯弯管。

3.3.3 布管、管道组装及配管

3.3.3.1 布管

布管时，应按设计图纸规定的钢管材质、规格和防腐等级布管，施工前应按设计图纸作运管、布管计划。

布管前宜测量管口周长、直径以便匹配对口。

堆管场地应平坦，无土石块、积水和坚硬根茎等损伤防腐层的物体。宜在防腐成品管下面垫上两条条形土埂及沙袋等袋状物。

沟上布管前，先在布管中心线上铺(筑)好管墩，每根管子下面设置 1 个管墩，对于取土方便的平原地区，可采用土墩作支撑物；当取土不方便时，可采用带有橡胶垫的枕木或沙袋来代替，管子距地面的高度为 0.4~0.5m。管墩的施工应与布管同步进行。

布管时管子应成锯齿状排列，首尾错开。沟上布管时，管与管首

尾宜错开一个管径，每间隔 100m 左右应隔开大于 5m 的通道，以便人畜和车辆设备穿过施工作业带；沟下布管时，管子首尾应留有 100mm 左右的距离。

布管吊装时应采用专用吊装工具，并应采用单管单吊的方式布管。

在需采用爆破方法开挖管沟的地段，应等管沟挖好以后再布管。

坡地布管，线路坡度大于 5° 时，应在下坡管端设置支挡物，以防窜管。线路坡度大于 15° 时，组装时从堆管平台处随用随取。

3.3.3.2 管道组装及配管

管道组对应符合下表 3.3-3 的规定：

表 3.3-3 管道组对规定

序号	检查项目	规定要求
1	管内清扫	无任何杂物
2	管口清理（10mm 范围内）和修口	管口完好无损，无铁锈、油污、油漆、毛刺等
3	管端焊缝余高打磨	端部 10mm 范围内余高打磨掉，并平缓过渡
4	两管口焊缝间距	错开间距大于或等于 100mm
5	错口和错口校正要求	错边量不超过 1.6mm，且沿周长均匀分布
6	钢管短节长度	短节不小于 1.0m
7	管子对接偏差	不得大于 3°

1) 在对口和焊接之前，应采用刮板清管器对管口进行清扫，每次清扫不能超过焊接台班前面的 4 个接口。

2) 直管与热弯管对接时，其直管端口焊缝与热弯管的直焊缝必须错开，且不小于 100mm；两热弯管对口焊接时，其弯管中性线附近的焊缝宜在对接弯管的两侧，若不能分开则对接时两条直缝最少应错开不小于 100mm。

3) 对于公路路面小于 10m 和沟渠开口小于 10m 的穿越，中间不允许出现环向焊缝。

4) 管道组装对口宜采用内对口器，当变壁厚、连头处等内对口器难以实施时，方可允许采用外对口器。使用内对口器时，可不进行定位焊，但必须在焊完根焊道后，方可卸除对口器。使用外对口器时，必须在焊口整个圆周上均匀分布 3~5 处的定位焊，每一处定位焊长

度应不小于 100mm，且在卸下对口器前，定位焊的累计长度不得少于管周长的 50%。

5) 相同公称直径等壁厚的管子组对时，错边量不大于 1.6mm。因管端尺寸偏差造成的错边量应均匀的分布在管口的整个圆周上，不得使用锤击等强行校正对口。

6) 管端内偏差不超过 2.5mm 时，可不作管端处理，但错口值不应大于 1.6mm。

7) 管道组装严禁采用斜接口。

8) 在纵向坡度地段组对应根据地质情况，对管子和施工机具采取稳固措施，其施工方法根据地形、地势地质情况确定。

9) 其他未及部分按《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011 和《油气长输管道工程施工及验收规范》GB50369-2014 的要求执行。

3.3.4 焊接及检验

3.3.4.1 钢制管道

1) 焊接方式

目前，管道现场焊接常用的方式根据操作条件分有：手工电弧焊、半自动焊、自动焊三种；根据焊接方式又分有：下向焊和上向焊。手工电弧焊是一种传统的焊接方式，可适用于各种条件，在管道建设上应用很普遍；半自动焊是手工和机械的结合，即在焊接过程中，通过机械输送焊丝，人工持枪焊接，这种方式焊接质量均匀可靠，速度快，在管道建设上发展普及很快，目前已成为国内大型管道焊接的主要方式；自动焊的焊接过程全部采用机械化作业，目前这种方式在国内应用也比较普遍，在国外一些大口径管道上应用较多，其在国内的发展前景很广阔。

本工程管道具有以下特点：

- (1) 管径较小，壁厚较薄。本项目管径为 D219mm，壁厚为 10.0mm；
- (2) 钢级相对适中，本项目钢级为 L360N；
- (3) 管道地处淮安市，管道沿线主要以平原、水网为主，地形

起伏不大，平原地段水网、公路交错；管道沿线穿越河流、公路次数多。地表植被主要为果园、林地和经济作物，根据以往工程经验，管道征地协调难度较大；管道施工过程中留头较多。

本工程采输卤管道管径为 D219mm，管径不大，且都是平原地区，现场环焊缝全部焊道均可采用手工电弧焊下向焊方式。填充和盖面焊也可根据施工单位的实际情况选择采用半自动焊方式。

表 3.3-4 焊接方式推荐表

材质	环焊类型	焊接方式	焊接方法	
			L360N	一般段焊缝对焊
填充盖面	焊条电弧焊/药芯焊丝半自动焊			
连头返修	手工焊	根焊		焊条电弧焊
		填充盖面		焊条电弧焊

2) 焊接工艺

管道线路工程焊接施工应制定焊接工艺方案，应依据焊接工艺方案及设计文件编制预焊接工艺规程，并对预焊接工艺规程进行评定。依据合格的焊接工艺评定报告制定工程焊接工艺规程，并经监理和业主批准后方可实施。

(1) 焊接工艺评定宜由业主选定的施工承包商组织完成，施工承包商依据焊接工艺方案拟定预焊接工艺规程，组织焊接工艺评定，编制焊接工艺规程。焊接工艺评定的理化性能试验单位应具有中国计量认证（CMA）或中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可的检验检测资质。

(2) 焊接材料应符合现行国家标准，当选用未列入标准的焊接材料时，必须经焊接工艺试验并经评定合格后方可使用；

(3) 焊接前应根据施工条件和施工季节等因素，制定详细的工艺指导书，并据此进行焊接工艺评定，焊接工艺评定应符合《钢质管道焊接及验收》（GB31032-2014）的有关规定；

(4) 焊工应具有相应的资质证书，焊接能力应符合《钢质管道焊接及验收》（GB31032-2014）的有关规定；

(5) 管道焊接及检验应严格按《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）；

(6) 坡口采用单 V 型坡口，坡口角度建议为 29° -32.5°，钝

边尺寸为 1mm-2mm。最终的坡口形式应按照本工程焊接工艺规程执行。当两根相接钢管内壁偏差大于 2mm 时，应将较厚钢管进行内坡口处理。当热煨弯管壁厚比接管壁厚大 2mm 以上时，应在热煨弯管加工时，根据热煨弯管两端接管壁厚对热煨弯管进行内坡口处理。

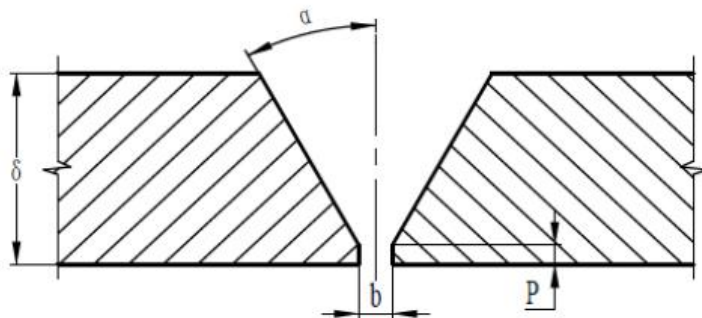


图 3.3-4 等壁厚管道焊接坡口形式

(7) 在下列任何一种环境中，如未采取任何措施不得进行焊接：

- 雨雪天气；
- 施工环境相对湿度大于 90%；
- 使用低氢型焊条电弧焊，风速大于 5m/s；
- 气体保护焊，风速大于 2m/s；
- 环境条件不满足焊接工艺规程中的规定时。

3) 焊接材料

管道现场组装焊接属于有填充金属的焊接，焊接材料的选择应考虑以下条件：

(1) 母材的化学成分、机械强度以及韧性指标是必须首要考虑的因素，焊接材料的化学成分应符合或接近母材的化学成分，机械强度及韧性指标一般不低于母材的要求。

(2) 工作条件和使用性能：输送介质的腐蚀性、介质温度、环境温度等条件也对焊接材料有一定的要求。随输送介质的不同，对管道安全的设防标准也不一样，因此焊接材料的选用一定要满足介质性质对管道安全设防标准的要求，并应达到相应的焊接指标。

(3) 焊接可操作性要求：大规模的管道建设要求焊接质量和焊接速度都要有保证，选用适宜的焊接材料在焊接过程中不但易于操作，而且焊缝质量、焊接速度都易满足要求。

(4) 经济合理性：在几种焊接材料都能达到要求的前提下，应选用价格便宜焊接材料，保证经济合理。

为使焊缝的力学性能与管体母材相匹配，除施工方考虑采用实心焊丝自动工艺外，热焊和填充盖面材料应选取熔敷金属名义抗拉强度与母材名义抗拉强度相当或更高一级的焊接材料。针对不同的焊接方式，应选用不同焊接材料，同时应根据实际管材的强度指标来进行焊材匹配，所选焊接材料须经焊接工艺评定试验合格后，方可使用。本工程焊接材料推荐如下。

对于一般地段管道焊接建议采用手工（根焊）+手工（填充盖面）或半自动（填充盖面）焊接工艺如下：

➤ 焊接方法：焊条电弧焊+自保护药芯焊丝半自动焊填充盖面；

➤ 焊材采用标准：根焊标准采用 AWS A5.1，填充盖面焊采用 AWS A5.29。

➤ 焊接材料选用：推荐采用 E6010 焊条打底，填充、热焊、盖面采用 AWS E6010 4.0mm 纤维素型下向焊条；施工单位也可根据自身条件，采用半自动焊工艺，但要提前提出申请，并应通过焊接工艺评定后方可实施。焊接用焊丝宜选用 AWS E71T8-K6、E71T8-Ni1 药芯焊丝。

对于返修焊建议采用手工电弧焊，焊接工艺如下：

➤ 焊接方法：手工电弧焊；

➤ 焊材采用标准：根焊标准采用 AWS A5.1，填充盖面焊采用 AWS A5.5。

➤ 焊接材料选用：推荐采用 E6010 纤维素焊条打底，采用 E8045 4.0mm 低氢型焊条进行填充和盖面。

4) 焊接检验

(1) 焊接中的检查和环向焊口外观检查

从根焊开始的每一遍焊接，都要注意检查焊道的情况，看是否有异常情况，如气孔、裂纹、夹渣等。一道完整的焊口焊完之后，对外观质量做全面检查。当外观检查合格后，方可进行下一步探伤检验。

(2) 焊接探伤检验

焊接探伤检验应遵循以下原则：

①对于一般线路段，采用 100%超声波探伤和 30%射线探伤相结合的方式

②对于每个机组的百口磨合段、水域大中型穿越管段、高速公路、二级及二级以上公路穿越段、环境敏感区段，采用 100%超声波探伤和 100%射线探伤相结合的方式

③热煨弯管与直管段的焊缝、沟下连头焊缝，采用 100%超声波探伤和 100%射线探伤相结合的方式

④碰死口焊缝应采用 100%超声波探伤和 100%射线探伤相结合的方式

⑤返修环焊缝在修补后再采用 100%超声波探伤和 100%射线探伤相结合的方式

管道的射线检测和超声检测执行《石油天然气钢质管道无损检测》（SY/T 4109-2020）要求，超声波检测合格等级为 I 级，射线检测合格等级为 II 级及以上等级。

3.3.4.2 高密度聚乙烯 (HDPE) 管道

1) 焊接操作规范

适合焊接操作的环境温度为 +5℃ ~ +30℃，相对湿度不超过 80%。如果焊接场地周围的环境条件不符合以上规定，就必须在焊接场地人为地创造适宜的条件，如临时盖加工棚、采暖等。以免直接受到日晒雨淋，影响焊接质量。

本标段 HDPE 管道采用热熔对焊方式连接，HDPE 管道与钢管、阀门采用法兰连接。

热熔对焊连接应使用专用热熔焊机焊接。具体方法如下：

(1) 用电刨将管材焊接面刨平，刨平后检查一下焊接面的同心度，最大允许位移量 $V \leq 0.1S$ ，且 V 最大不超过 2 mm， S 为管材的壁厚 (mm)，两个管材端面间隙不得超过管径的 2‰。

(2) 用干布将两连接管道端面擦干净。

(3) 清除电热板表面灰尘或杂屑。

(4) 接通电热板电源，当电热板温度达到焊接温度时，须继续保温 3-5 分钟，使电热板温度均匀。

(5) 对于管壁厚度分别为 $S \leq 5 \text{ mm}$, $S=6 \sim 12 \text{ mm}$, $S \geq 13 \text{ mm}$ 时, 要求相应电热板的温度对于 FRPP 管材分别为 240°C 、 230°C 、 225°C 。对于 PP 管分别为 220°C 、 210°C 、 205°C , 对于 HDPE 管材分别为 200°C 、 195°C 、 190°C 。

(6) 将电热板放在两根焊管端面之间, 把焊管压在加热板上, 并使其熔融以消除端面的残余不平面, 此时压力为 1.0 kg/cm^2 , 若无压力显示装置, 应根据经验掌握。

为保证对焊质量, 建议使用的电热板表面应喷涂聚四氟乙烯树脂, 防止电热板移开时把已热熔的物料带走。

通过控制电热板上管材端面周边被挤压翻卷的熔质宽度来确定挤压状态, 而挤压翻卷的熔质宽度是根据管材壁厚来确定的, 见下表。

管壁厚度 δ (mm)	对应的挤压翻卷的熔质宽度 (mm)
$\delta \leq 7$	0.5
$7 < \delta \leq 18$	1.0~1.5
$18 < \delta \leq 32$	1.5~2.0
$\delta > 32$	2.0~3.5

(7) 管口焊接面被刨平后, 挤压力要下降到最小, 焊接面几乎不与电热板接触, 此时挤压力应 $\leq 0.1 \text{ kg/cm}^2$, , 在此加热时间内, 挤压翻卷的熔质宽度几乎不增加, 加热时间 (t_g) 以秒计算, (20°C 的晴天) 所用时间数值上约等于 10 倍的壁厚。

$$t_g = (10 \sim 12) \times \delta$$

t_g 为加热时间 (S)

δ 为管壁厚度 (cm)

(8) 加热完后, 移开加热板, 侧向推压管材, 管材的两焊接面就粘结在一起。通常这种操作需要一定时间, 管壁薄的时间较短, 管壁厚的时间较长 (4~12 秒)。

在进行此操作时, 要特别小心, 不要损坏已校平和加热过的焊接表面, 表面也不得有灰尘和其它任何杂质微粒。

(9) 管材熔合一起后, 将挤压力从接触时的 0.01MPa 均匀地增加到 0.1MPa 。从 0.01MPa 上升到 0.1MPa , 所用时间 (S) 数值上等于

管材壁厚 δ (mm)。

焊接挤压翻卷的熔质宽度必须均匀,并沿熔化线很好地绕在管的两边。

(10) 继续使用挤压力,热熔焊接机上的接口冷却时间(分)在 20℃晴天时在数值上至少等于管壁厚度(mm),冷却期间挤压力始终不变。

(11) 通过触摸连接好的接口,就可定量地估计出冷却程度,焊缝温度不得高于环境温度 10~15℃。

2) 管道安装注意事项

(1) 安装塑料管道时,应考虑环境温度对安装质量的影响,一般气温高于 40℃或低于 0℃时,不宜进行室外施工。

(2) 地面埋地敷设的管道其敷设工序是:①管材放入沟槽。②管道连接。③部分回填。④试压和全部回填。埋深很小时可将管子在沟槽上连接好,再平稳放入沟槽内。

(3) 穿越公路的管道应加保护装置,避免受压损坏管道及管接头。

(4) 管子在吊运及放入沟内时,应采用软带吊具,平稳下沟,不得与沟壁和沟底激烈碰撞。

(5) 在昼夜温差变化较大的地区施工时,应采取防止因温差产生的应力而破坏管道接口的措施。

(6) 塑料管道吊装时,应采用软质索具。如采用钢绳时,钢绳应外套胶管或塑料软管并应用软质宽带包扎好。

3.3.5 管道下沟

1) 管道下沟前应检查管沟深度、标高和断面尺寸,并应符合设计要求。

2) 管道下沟前要对管线外防护层用高压电火花检漏仪进行检查,检查电压及合格标准按照防腐专业的要求执行。如有损坏和针孔应及时修补。

3) 在确认管沟、管段组装焊接及防腐层检查合格后,应立即组织

管段下沟，就位。在地下水位较高的地段，开挖、下沟和回填应连续进行。

4) 管段下沟时必须使用专用吊具。应采用 2 台及以上吊管机同时吊管，平稳地将管段吊入管沟中就位敷设。严禁猛提管子或使管子绷紧从而发生弯折或永久性弯曲。起吊点距管道环焊缝距离不应小于 2m。

5) 管段下沟后应与沟底相贴合，管道应紧贴沟底，在不受外力的情况下妥善就位，沟底的最大悬空高度应小于 250mm。

6) 下沟时应避免管段与沟壁接触，并避免撞击沟底。下沟完成时，管道轴线与管道设计中线横向偏差不大于 100mm。

7) 管道冬季下沟温度不得低于 5℃。

8) 弹性敷设管段应独立下沟，严禁组焊成一条“长龙”下沟。

3.3.6 管沟回填

3.3.6.1 管段下沟后，回填前应对管道做如下检查：

1) 首先应检查管顶标高，埋深应符合设计要求。

2) 清除沟内积水，保证管道在沟内无悬空现象。

3) 检查防腐层，如有破损，应立即修补。

3.3.6.2 管道下沟检查完毕立即回填，回填时应防止管道的防腐层被砸伤。回填土的沟顶部分都必须高出原地面 0.3m 呈弧形，并做好排水、严防地表水在管沟附近汇集。严禁采用“二次回填”（即先松散回填，自重下沉后再进行二次补填）的方式。

3.3.6.3 开挖穿越公路段及热弯弯管段管沟回填时应分层夯实，夯实系数不小于 0.90。

3.3.6.4 当管道穿越沟渠时，施工单位应按要求挖导流沟或埋设涵管。堤岸处管沟回填时，应采取多层夯实的方法回填，每一层都要用人工或机械彻底夯实，以使沟渠未扰动过的一面能与新的回填材料很好地结合到一起。

3.3.6.5 管沟回填后应恢复原地貌，并保护耕植层，防止水土流失和积水。

3.3.6.6 管道穿越地下电缆、管道及其他地下构筑物进行隔离保护完成后，采用人工回填。

3.3.6.7 管线下沟温度不低于 5℃，冬季施工时宜选择在中午气温较高时下沟，夏季施工宜选择在早晚下沟。

3.3.6.8 管沟回填土自然沉降密实后，一般地面宜沉降 30 天，高水位地段宜沉降 7 天，用地面音频信号检漏仪对管道防腐层进行地面检漏。

3.3.7 清管、测径及试压

3.3.7.1 一般要求

本工程管道清管、试压应参照执行《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）及《输油管道工程设计规范》（GB 50253-2014）。

管道应在下沟回填后进行分段清管、测径和试压。清管及试压的一般程序：管段清管→管段测径→管段上水→管段升压→管段稳压→管段泄压排水→管段扫水→管段连头。

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、测径、试压施工方案，并报业主和监理审批。

管道清管、测径与试压前，应对试压段进行安全检查，落实各项安全措施。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。水压试验时，供水水源应洁净、无腐蚀性。为防止泥沙和杂物进入管道，应设置沉降池，在泵入口处安装过滤器，达到要求后方可注入管道。试压注水、加压设备，应运转良好，安全可靠，满足使用要求和工期要求，其设置应经济合理，技术可行。

3.3.7.2 清管

本工程管道清管次数不应少于 2 次。第一次管段清洗采用的清管器应根据清管方案现场确定。第二次有内涂层的管道采用尼龙刷清管器，清除焊渣和氧化铁。清管未达到合格标准时，应增加清管次数，直至达到合格为止。

管道分段清管应设置临时清管器收发装置，并不应使用站内设

施。清管器接收装置应选择在地势较高、周围 50m 内无建筑物和人员的区域内，四周应设置安全警示标志。管段清管、测径与试压分段应保持一致。临时收发球筒制造厂家应具有压力容器制造资格，到场的临时收发球筒应具有产品合格证和质量证明文件，并应建立档案。临时收发球筒首次使用前应进行试压，试验压力所产生的环向应力不应超过管道最小屈服强度的 30%，且不小于 2.4MPa，每次使用前应严格检查。

清管时，应采用压缩空气推动清管器运行，清管器运行时速度应控制在 3km/h~9km/h，工作压力宜为 0.05MPa~0.2MPa。如遇阻力可提高其工作压力，但清管时最大压力所产生的环向应力不应超过管材最低屈服强度的 30%。

清管时应及时检查清管效果，应将管道内的水、泥土、杂物清理干净。清管完成后应及时对清管设备进行清洗，然后送至指定地点存放和处理。对排出的污物集中处理，不可随意丢弃。

3.3.7.3 测径

管道清管合格后应在试压前后分别进行测径。水域大中型穿越、高速公路、一、二级公路穿越段管道应单独进行试压前清管、测径，试压后可与两端的一般线路段合并进行测径。水域小型穿越段管道、二级以下的公路穿越管段，可与所在线路段合并进行清管、测径。水平定向钻穿越管段回拖前应单独进行清管、测径，回拖后应再进行测径。

采用带有铝质测径板的清管器进行管道的变形测径，测径板的直径为该管段最小理论内径的 92.5%。测径板通过管道后，无变形、无褶皱为合格。当测径板通过管道出现变形或破损，应采用电子测径仪（或变形检测器）对变形位置和大小进行精确测量，然后对变形部位管道进行处理。

测径板安装前应对测径板做出明显标志，测径结束后应由施工单位、建设单位（监理单位）现场进行见证，签字确认测径结果。测径板应安装在清管器后半部分直板和碟碗之间。

3.3.7.4 试压

压力试验要求参照《输油管道工程设计规范》（GB 50253-2014）、《油气长输管道工程施工及验收规范》（GB50369-2014）、《油气输送管道穿越工程设计规范》（GB50423-2013）的规定执行。

1) 基本要求

试压应使用椭圆封头，材质强度与壁厚应满足压力试验强度要求且与相连管道具有可焊性。试压头钢管应采用与试压管段材质相同、壁厚相等或高一级的钢管，试压头与试压管段连接的环焊缝需进行100%射线检测，射线检测应符合 SY/T4109-2020 规定，II级及以上为合格。试压头制造后应进行强度试压，强度试验压力为设计压力的1.5倍，稳压4小时，无变形、无压降、无泄漏为合格，使用前应进行严格检查。

试压用的压力天平、记录仪、温度仪和压力表等测量监控设备应经过检定或校验，并应在有效期内使用。压力表的精度不应低于0.4级，量程应为被测最大压力的1.5倍~2倍，表盘直径不应小于150mm，最小刻度应能显示0.05MPa。应采用数字式压力自动记录仪并保持试压全过程记录，记录仪表盘直径不宜小于300mm，量程范围应根据试验压力进行确定。应采用数字式温度自动记录仪并保持试压全过程记录，记录仪为图表型，图表直径最低为250mm，量程宜为-50℃~50℃。应采用热敏电阻电子测温仪，温度测量精度应达到0.5℃。应采用液压便携式压力天平，误差不大于0.1%额定压力。线路试压每个试压区段的压力表不应少于两块，分别安装在试压管段的首末端。试压管段的首端应安装一个压力自动记录仪和压力天平。管端读数应以压力天平为准。水过滤网眼不低于40目，应配有量程为0KPa~1500KPa的压差表，测量通过滤网的压差。流量计宜采用带远传数字输出的电子型流量计，显示升/秒和累积量，准确度在0.5%以上。

水压试验时，供水水源应洁净、无腐蚀性。进入管道的试压水PH值宜为6~9，总的悬浮物不应大于50mg/L，水质最大盐分含量不应大于2000mg/L，并经化验室出具水质化验报告。试压用水内不应加入对管道具有腐蚀性的化学剂。试压水重复使用应增加过滤器或沉淀池，过滤器过滤网眼不低于40目。

2) 试压要求

管道应在下沟回填后进行分段清管和分段试压。为防止泥沙和杂物进入管道，应设置沉降池。在泵入口处安装过滤器。

试压注水、加压设备，应运转良好，安全可靠，满足使用要求和工期要求，其设置应经济合理，技术可行。

试压时环境温度不宜小于 5℃；若环境温度低于 5℃，应采取防冻措施。

排放口不得设在人口居住稠密区、公共设施集中区；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。严密性试验时可巡检。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。

试压管段高点处的压力不小于试验压力，低点处试压时所承受的环向应力不得大于管材最低屈服强度的 0.9 倍。对特殊地段经设计允许，其值最大不得大于 0.95 倍，试验压力值的测量应以管道最高点测出的压力值为准，管道最低点的压力值应为试验压力与管道液位高差静压之和。求后方可注入管道。

管道穿越高速公路、二级及其以上公路及河流大中型穿跨越段，应单独进行强度试压和严密性试压；其余穿越段可与所在管段一并进行。

管道试压分为强度试压与严密性试压两阶段进行，严密性试压应在强度试压合格后进行。

表 3.3-7-1 钢制管道水压试验压力值、稳压时间及合格标准

分 类		强度试验	严密性试验
一般管段	压力值 (MPa)	7.25	6.3
	稳压时间 (h)	4	24
穿跨越段	压力值 (MPa)	9.45	6.3
	稳压时间 (h)	4	24
合格标准		无泄漏	压降不大于1%试验压力值且不大于0.1MPa

HDPE 管道试压分为强度试压与严密性试压两阶段进行，严密性试压应在强度试压合格后进行。

表 3.3.7-2 HDPE 管道水压试验压力值、稳压时间及合格标准

分 类		强度试验	严密性试验
全线	压力值 (MPa)	2	1.6
	稳压时间 (h)	1	24
合格标准		无泄漏	压降不大于1%试验压力值且不大于0.02MPa

3) 泄压与排水

排水应按照环评要求制定排水措施，以满足地方环保部门的要求。

压力试验合格后，管道泄压时，应缓慢开启泄压阀，以每分钟不超过 0.1MPa 的速度连续降压到 40%试验压力后，继续以每分钟不超过 0.2MPa 的速度连续降压，降压到管线内静水压力为 0.1MPa 时结束。排水管段应设置流量计，并做好记录。

地面排水点应安装排水缓冲设施，防止冲蚀地面或者损害排水点的植被。排水管应有充足的强度，安全的支撑，并在排水段固定排水管。一般地段通过排放口自然排放，再采用压缩空气推动排水清管器排放。排水点位置宜设在管线低点位置，排水宜从高点向低点排放。

排水端应设置警戒区，有专人进行看守，夜间排水应由充足的照明措施。

4) 扫水

排水作业完成后，安装临时收、发球筒，对管段内的积水进行清扫，清扫出的污物应排放到规定区域。管段扫水应根据管段实际高程情况制定扫水方案，不限于气流方向。扫水宜采用直板清管器，清扫宜多次进行，直至没有流动的水。直板清管器扫水后，应多次使用泡沫清管器（每隔 1h 发送一次）清管，发送前和接收后称测泡沫清管器质量，连续 2 次称重含水量不应大于 (1.5DN/1000) kg 为合格。

3.3.8 穿越工程

穿越施工除满足设计文件要求外，还应符合有关施工技术规范、

规定要求以及国家、当地的政策和法规。施工前还应征得河流（或公路、铁路）、规划、环保、国土等相关部门的认可，并取得相应协议后方可施工。

3.3.8.1 水域穿越要求

1) 确保河道（水系）通畅的原则。不因为工程实施而削弱河道（水系）防洪、排水、灌溉、用水等综合功能的发挥。

2) 地方行政主管部门对河流有规划要求的，管线施工应严格遵照规划断面和埋深要求进行。

3) 为保证管道和河道的安全，在管线穿越有冲刷深度数据和规划河底深度的河流时，应保证管道在最大冲刷深度线和规划河底深度以下 1.0m；在无冲刷深度数据时，应保证管沟挖深不小于 2.0m。涉及护岸工程、水闸泵站、桥梁等沿河建筑时，应另行研究。

4) 水域穿越管段可采用挖沟埋设、架空敷设等形式。

5) 在汛期期间开挖施工时，需要得到水利部门的许可，但原则上开挖穿越不应在汛期施工。

3.3.8.3 公路穿越

管道与公路交叉时，一般采用顶管或挖沟法穿越，管道应垂直穿越一、二级公路，若必须斜穿，穿越一、二级高等级公路，交角不应小于 60° ；穿越等级公路，交角不宜小于 45° ；穿越位置应尽可能避免在软地基或岩石地带及需要挖深处穿越；管道与其临近构筑物或设施之间的垂直和水平净距，必须满足管道和构筑物或设施维护的要求。

穿越公路时，管线顶部最小覆盖层厚度宜符合表 3.3-6 要求。

表 3.3-6 穿越公路最小覆盖层厚度

位置	最小覆盖层 (m)
公路顶面路面以下	1.8
公路边沟底面以下	1.0

本项目管线穿越公路时加设砼盖板或套管保护，盖板长度宜伸出路堤坡脚、路边沟底部外边缘不小于 1m，盖板距离管顶不小于 0.5m。有套管穿越公路时，套管顶的埋深不小于 1.2m，套管应伸出公路边

沟外 2m，并应满足公路管理部门的要求。公路穿越套管内的空间采用水泥浆填充，不需设置检漏管。顶管穿越的套管上部孔隙采用水泥浆进行注浆，防止路面塌陷。

3.3.8.4 管道与其他建（构）筑物的交叉

新建管道与埋地通信电缆交叉时，其垂直净距不小于 0.5m，对穿越的通信电缆采用角钢护缆，新建管道采用弹性敷设方式并在其下部通过交叉地段；新建管道与其它埋地管道相交叉时，二者间的净垂直距离不应小于 0.3m。当小于 0.3m 时，两者间应设有坚固的绝缘隔离物，确保交叉管道之间的电绝缘。同时，两管道在交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段上，应确保管道防腐层无缺陷。

与本工程交叉的地下管道施工时应特别注意。管沟开挖前应先查明其具体位置，施工时应采取保护措施，并与其管理单位取得联系，征得同意后方可施工，不得对这些管道造成任何破坏或损坏。

在与地下电缆、光缆及管道交叉点处地面上设置管道标志桩。

3.4 管道附属工程

3.4.1 管道标识

3.4.1.1 里程桩

①从起点开始，在宜长期保存的位置设置里程桩，里程桩应设置在管道中心线上方，里程桩不一定在整公里处设置，其数量可根据转角桩、标志桩的密集程度确定，原则上里程桩间距不大于 1km。

②里程桩所标里程，应以线路竣工测量数值为准，自起点 0 公里计起，全线累计到终点站。

3.4.1.2 转角桩

埋地管道在水平方向上除连续弧线敷设外，其余转角全部设置转角桩。

3.4.1.3 标志桩

穿越上口宽大于 20m 的河渠或常年枯水位水面宽度大于 40m 的水塘时，应在岸边两侧醒目的位置设置穿越标志桩。

穿越高速公路和二级及二级以上公路，在路两侧各设置 1 个标志

桩；二级以下公路和超过 4 米宽的砂石路只在穿越前一侧设置标志桩。

与地下管道、电缆等地下构筑物交叉处设置一个标志桩。

管道标志应按照观察者沿管道介质流向行走时阅读标志内容的方向进行设置，并且应该自管道的上游端开始编号。

埋地管道与地下管道、光（电）缆交叉的位置应设置交叉标志桩。交叉标志桩应注明线路里程、交叉物的名称及与交叉物的关系。

标识桩做法详见典型图。

3.4.2 管道连头

1) 下管之后，应尽快进行连接工作，并在设计要求的焊接条件下进行。

2) 所有的开坡口、组对、焊接工作都应按照批准的焊接工艺规程进行。

3) 管子下沟之后进行焊接时（沟下焊接），焊接处一定要开出足够的空间并清扫干净，以便操作人员能够使用正常的焊接技术。

4) 在连接点切割后剩下的长度小于 0.5m 的短节管段，不允许组装在一起作为长管使用。碰死口段相邻环焊缝最小间距为 0.5m，且每处碰死口只允许有一段这样的短管。

5) 死口应尽量在直管段进行预留，应避免在曲线段连头，以减少碰死口的施工难度，并选择技术好的管工和焊工进行施工作业，按规范要求对管段的制作，不得进行强力组对。

6) 为保护管道的防腐层，碰头连通处管沟的开挖采用抓斗开挖与人工开挖相配合的开挖方式。首先利用抓斗对原有管沟进行加宽加深，对于抓斗无法开挖的部位，可采用人工开挖，开挖深度距管底 0.5-0.8m，以便于焊接等工序作业。

7) 部分地段地下水位较高，开挖过程中，需要做钢板桩支护处理，沿管道方向在管道两侧，距管沟边缘 1m 处各打一排可啮合钢板桩，起到防塌方、防地下水回积的作用。为增加钢板桩排的稳定性，施打钢板桩的长度应超出操作坑两端各 1m。

8) 对于操作坑内积水，可在一端挖积水坑利用水泵进行排水。若该处地下水过于丰富，积水坑排水难以达到施工所需的条件，可采用井点降水降低操作坑处地下水位。

3.4.3 竣工验收

1) 工程完成后，应由建设单位组织参建单位，根据规范和设计资料共同对管道线路工程进行检查和验收。

2) 检查验收时，应采用地面检漏仪对管道防腐层进行检查，具体要求见防腐专业要求。

3) 验收检查时，应采用埋深测深仪对管道埋深情况进行抽查，抽查数量为每公里不少于一点，对于查出的不合格点，应详细测出埋深不够的范围，并采取补救措施。

验收检查前，施工单位应进行 100% 自检并记录。

4 管道防腐层

4.1 外防腐层设计

站外管线埋地管道外防腐层和热煨弯管均采用加强级双层熔结环氧粉末防腐，架空管道采用氟碳涂层体系防腐。

4.2 防腐层技术要求

双层熔结环氧粉末外涂层由内、外两种熔结环氧粉末涂料分别喷涂一次成膜而构成，双层熔结环氧粉末外防腐层的最小厚度 $800\ \mu\text{m}$ 。钢管两端预留段长度 $100\pm 10\text{mm}$ 。钢管外表面喷砂除锈 Sa2.5 级，锚纹深度 $40\sim 100\ \mu\text{m}$ 。环氧粉末材料、外涂层涂敷的质量检验、涂层的修补等施工、验收应按《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》SY/T 0315-2013 执行。

架空管道外防腐采用环氧富锌底漆（干膜厚度 $\geq 60\ \mu\text{m}$ ）+环氧云铁中间漆（干膜厚度 $\geq 160\ \mu\text{m}$ ）+氟碳面漆（干膜厚度 $\geq 100\ \mu\text{m}$ ）结构，涂层干膜总厚度应 $\geq 320\ \mu\text{m}$ 。

4.3 防腐层补口

站外管线埋地敷设段管道的焊缝防腐层补口采用普通热收缩带，收缩后的最小宽度 $\geq 520\text{mm}$ ，采用 1B 型中低密度聚乙烯热收缩带，基材厚度 $\geq 1.2\text{mm}$ ，胶层厚度 $\geq 1.2\text{mm}$ 。

补口时，先对表面喷砂除锈至 Sa2.5 级，清除表面灰尘，预热钢管表面，涂刷双组分无溶剂液体环氧涂料，干膜安装，厚度不小于 $200\ \mu\text{m}$ ，底漆涂刷宽度与钢管宽度相等，无溶剂环氧底漆在收缩带安装前先形成完整的涂层。

环氧底漆表干后，测量厚度、火花检漏；然后对收缩带胶层预热，包裹，从中间往外加热收缩，滚轮压实，赶出气泡。收缩后，热收缩带与聚乙烯层搭接宽度应不小于 100mm ；热收缩带横向搭接处，用固定片固定，周向搭接宽度应不小于 80mm ，两边周向接缝处再用收缩条密封。

补口质量应检验外观、漏点及粘结力，检漏电压为 15kV ，补口材料、施工与质量检验执行《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017。

架空管道外防腐层补口与架空管道防腐层结构相同，即采用环氧富锌底漆（干膜厚度 $\geq 60\ \mu\text{m}$ ）+环氧云铁中间漆（干膜厚度 $\geq 160\ \mu\text{m}$ ）+氟碳面漆（干膜厚度 $\geq 100\ \mu\text{m}$ ）结构，涂层干膜总厚度应 $\geq 320\ \mu\text{m}$ 。

4.4 管道施工要求

所有防腐施工在气温 $< 10^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $> 80\%$ 或在有风沙的天气下不宜施工。

因长时间暴露在野外，防腐层损坏严重。防腐成品管露天存放时，应用不透明的遮盖物加以保护，避免日光曝晒和雨淋。防腐层补口宜在下沟前施工，尽快回填。

4.5 管道下沟前后防腐层检验

在管道下沟前，使用电火花检漏仪对管道防腐层做漏点检测，检漏电压为 $5\text{V}/\ \mu\text{m}$ ；熔结环氧粉末涂层加胶带防腐的热煨弯管检漏电压为 12kV ，如有破损或针孔应及时修补。回填后检查验收时，使用

地面检漏仪对管道防腐层进行检查，发现漏点必须修补。

5 其他需要说明的问题

1) 站外管线穿越工程应严格按设计图纸及《油气输送管道穿越工程施工规范》GB50424-2015 执行，公路、河流穿越方案要征得其主管部门同意。管道安装完成后应进行地貌恢复及相应的防护。

2) 本段管道与已建管道、高压电线及光、电缆有交叉，施工前应与有关部门取得联系，征得同意后方可施工。由于现场情况的变化等原因，设计统计及图上标识的管道穿越地下构筑物的数量和位置可能存在偏差，施工单位在管沟开挖之前要进行调研，复杂地段采用人工开挖方式，并采取保护措施，防止对其造成破坏。

3) 部分地段因受地形、地貌等条件限制，输送管道与架空电力线、通信线交叉或并行敷设，管沟开挖时应对距管沟较近的线杆采取相应的防护措施。线杆两侧各 10m 范围内的管沟应采用人工开挖方式；对管道与架空电力线、通信线交叉处两侧各 10 米范围内的管沟也应采取人工开挖方式。同时应加强施工安全管理，行车、吊装、装卸过程中，应采用专用的吊管机具进行吊管，并应注意对上空建筑物、线缆等设施进行防护，确保施工安全。对于管道与架空电力线、通信线频繁交叉段以及穿越埋地其它管道和光缆、电缆段宜采用沟下组焊方式进行管道焊接。

4) 管道下沟前应复查管沟深度，清除沟内塌方、石块、积水等异物；下沟时环境温度不小于 5℃。

5) 未尽事宜执行《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010、《油气输送管道穿越工程施工规范》（GB50424-2015）、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》（GB50236-2011）、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011。

6) HDPE 管道施工及验收除特别说明外，均应符合 GB50268-2008 《给水排水管道工程施工及验收规范》和国家及行业现行的有关专业标准。

7) 因 HDPE 管道特有的材料性能，故在整个运输、储存、安装、

回填等过程中，必须有管材生产厂家的技术人员亲自操作或现场指导。应使用生产厂家推荐的技术工具和设备及安装使用说明书。

6 主要工程量和材料

本工程附属注水和回卤管线主要工程量和材料表。

表 6-1 主要工程量表

序号	工程项目	单位	数量	备注
一	管道组装、焊接、敷设			
1	无缝钢管 D219×10.0 L360N	m	15000	GB/T9711-2023
2	HDPE 管 De200×18.2	m	150	GB/T13663.2-2018
二	管件安装			
1	热弯弯管（5D）	个	98	
2	等径三通 T(S)-200-Sch60	个	6	GB/T 12459-2017
3	弯头 De200, PN=1.6MPa HDPE 管	个	5	(GB/T13663.3-2018)
三	无损检测			
1	超声波检测	口	1464	
2	射线检测	口	659	
四	管道穿（跨）越			
1	开挖穿越等级外道路	m/处	28/7	砼盖板保护
2	顶管穿越乡道（泥水平衡）	m/处	32/3	混凝土套管直径 1m
3	沟渠和道路	m/处	180/1	定向钻
4	明排抽水台班（Q=250m ³ /h, H=4） 台班	台班	5	
5	河流开挖围堰	m ³	220	土袋
6	管道混凝土支墩 C30	m ³	15	
7	顶管处钢板桩支护	m	70	6m 桩长
五	线路附属工程			
1	标识桩	个	22	
2	临时用地	亩	45	
3	永久用地	m ²	22	
六	土方量			
1	开挖土方	m ³	34000	
七	防腐层工程量			
1	加强级双层熔结环氧粉末外防	m	15000	含热弯弯管
2	一般段补口用热收缩套（带）	套	1450	配套底漆
3	定向钻穿越专用热收缩套（带）	套	16	配套底漆

4	环氧富锌底漆	kg	135.4	厚度 $\geq 60 \mu\text{m}$
5	环氧云铁中间漆	kg	321	厚度 $\geq 160 \mu\text{m}$ 准
6	氟碳面漆	kg	139.5	厚度 $\geq 100 \mu\text{m}$

表 6-2 主要材料表

序号	名称、规格及标准号	单位	数量	单件质量 (kg/m)	总质量	备注
一	管材（无缝钢管）					GB/T9711
1	219×10.0 L360N	m	15000	51.54	773	考虑 5%富裕量
二	管材（HDPE）					
	De200×18.2	m	150			
三	管件					
1	热弯弯管（5D）	个	98			详见附表 7
2	等径三通 T(S)-200-Sch60	个	6			GB/T12459-2017
3	弯头 De200, PN=1.6MPa HDPE 管	个	5			
四	消耗材料					
1	焊条					
	AWSE6010 $\phi 3.2$	kg	204			根焊
	AWSE6010 $\phi 4.0$	kg	1158			热焊、填充、盖面
2	氧气	m ³	133			
3	乙炔气	kg	40			
五	其他					
1	标识桩	个	34			
2	砼盖板	m ²	72			
3	混凝土套管	m	32			DRCPIII 1000×2000
六	防腐					
1	加强级双层熔结环氧 粉末外防腐	m	15000			含热弯弯管
2	一般段补口用热收缩 套（带）	套	2120			配套环氧底漆
3	环氧富锌底漆	kg	135.4			厚度 $\geq 60 \mu\text{m}$
4	环氧云铁中间漆	kg	321			厚度 $\geq 160 \mu\text{m}$ 准
5	氟碳面漆	kg	139.5			厚度 $\geq 100 \mu\text{m}$

7 附表

表 7-1 热弯管管件统计表

序号	管线规格	35° 热弯管 (R=5D)	45° 热弯管 (R=5D)	90° 热弯管 (R=5D)	合计
1	D219×10	6	24	68	98