

连云港中新燃气有限公司 石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然 气管道工程

可行性研究报告

项目代号：江 061880



中机国际工程设计研究院有限责任公司 2025.02

工程设计证书等级：甲级 编号：A143000768

工程咨询单位甲级资信证书：编号：甲 222024012022

CHINA MACHINERY INTERNATIONAL ENGINEERING DESIGN & RESEARCH INSTITUTE Co.,Ltd.

连云港中新燃气有限公司
石化基地徐圩调压站至中星能源
高压天然气管道工程

可行性研究报告

中机国际工程设计研究院有限责任公司

（原机械工业部第八设计研究院）

二〇二五年二月

连云港中新燃气有限公司
石化基地徐圩调压站至中星能源
高压天然气管道工程

文本编号：江 061880KX

可行性研究报告

总 经 理：陈 蕃

单位技术负责人：王 劲

项 目 负 责 人：许 秀 芹

咨询工程师（投资）：许 秀 芹

齐 大 谦

注册造价工程师：苏 毓 敏

中机国际工程设计研究院有限责任公司

（原机械工业部第八设计研究院）

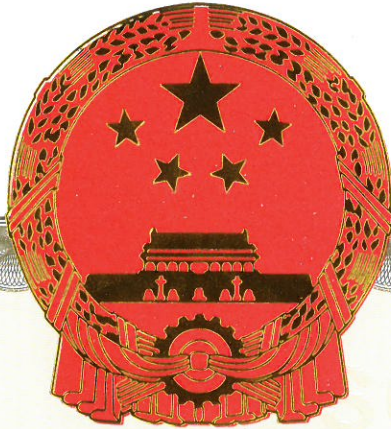
（工程设计证书等级：甲级 编号：A143000768）

（工程咨询单位资信证书：甲 222024012022）

二〇二五年二月

设计及验证人员名单

专业	专业负责人	设计	校对	审核	审定
燃气	齐大谦	齐大谦	戴涛涛	许秀芹	吴佩英
造价	韩亚丽	陆业明	韩亚丽	苏毓敏	苏毓敏



营业执照

统一社会信用代码

914300004448853216



扫描二维码登录“国家企业信用信息公示系统”了解更多登记、备案、许可、监管信息。

名称 中机国际工程设计研究院有限责任公司

类型 有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）

法定代表人 陈蕃

经营范围 承担工程设计及相应的工程总承包、工程咨询、工程勘察、工程测量、工程监理；市政公用工程、建筑工程、电力工程施工总承包；建筑装修装饰工程、机电设备安装工程、建筑智能化工程、环保工程、输变电工程、电子与智能化工程、地基基础工程、特种工程专业承包；承包与其实力、规模、业绩相适应的国外工程项目并对外派遣实施上述境外工程所需的劳务人员；城市规划咨询、设计（含风景园林设计）；国土空间规划咨询、设计（含风景园林设计）；园林绿化工程施工及配套的园林景观、园林设施设备的安装、养护、管理；工程造价咨询；检验检测；设备成套的销售、安装、维护；以自有合法资产开展新能源项目、水务项目投资、建设和运营管理（不得从事吸收存款、集资收款、受托贷款、发行票据、发放贷款等国家金融监管及财政信用业务）；科研产品（不含危险化学品及监控品）的研制、开发、生产、销售；技术咨询、技术培训（不含营利性职业资格培训及职业技能培训）、技术服务；招标代理；经营和代理各类商品及技术的进出口业务，但国家限定公司经营或禁止进出口的商品及技术除外；打字、复印、晒图、文印服务；物业管理；房屋租赁、设备租赁、场地租赁；经济信息咨询（不含金融、证券、期货咨询）；企业管理咨询；项目策划；特色小镇的策划；品牌策划服务；餐饮管理服务；市场调研服务（不含限制项目）；展览展示、文化活动及会议策划。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

注册资本 叁亿元整

成立日期 1993年10月05日

住所 长沙市雨花区韶山中路18号

登记机关

2023 年 7 月 7 日



工程咨询单位甲级资信证书

单位名称：中机国际工程设计研究院有限
责任公司

住所：湖南省长沙市雨花区韶山中路18号

统一社会信用代码：914300004448853216

法定代表人：陈蕃

技术负责人：蒋剑虹

资信等级：甲级

资信类别：专业资信

业务：机械（含智能制造），电力（含火电、水电、核电、新能源），石油天然气，冶金（含钢铁、有色），建筑，市政公用工程，生态建设和环境工程

证书编号：甲222024012022

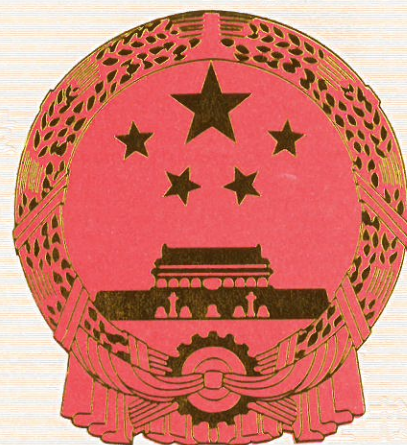
有效期：2024年11月28日至2027年11月27日



证书查询

发证单位：中国工程咨询协会





工 程 设 计 资 质 证 书

证书编号:

有 效 期:

A143000768

至2028年12月22日

中华人民共和国住房和城乡建设部制

企 业 名 称 : 中机国际工程设计研究院有限责任
公司

经 济 性 质 : 有限责任公司 (非自然人投资或控股的法人
独资)

资 质 等 级 : 机械行业甲级; 电子通信广电行
业 (电子工程) 乙级; 市政 (燃气工程、轨道交通
工程除外) 行业甲级; 冶金行业 (金属材料工程)
专业甲级; 军工行业 (控制系统、光学、光电、电
子、仪表工程、船舶机械工程、坦克、装甲车辆工
程) 专业甲级; 轻纺行业 (家电电子及日用机械)
专业甲级; 市政行业 (城镇燃气工程) 专业甲级;
建筑行业 (建筑工程) 甲级; 风景园林工程设计专
项甲级; 环境工程设计专项 (水污染防治工程、固
体废物处理处置工程、物理污染防治工程、污染修
复工程) 甲级。

可承担建筑装饰工程设计、建筑幕墙工程设计、轻型钢结
构工程设计、建筑智能化系统设计、照明工程设计和消防
设施工程设计相应范围的甲级专项工程设计业务。*****

发证机关:



No.AZ 0106380

2023 年 12 月 22 日



北京中设认证服务有限公司

(地址: 北京市石景山区古城南街9号院1号楼4层407室 邮编: 100043)

质量管理体系认证证书

兹证明

中机国际工程设计研究院有限责任公司

(注册地址/审核地址: 湖南省长沙市雨花区韶山中路18号 邮编: 410007)

(统一社会信用代码: 9143000074448853216)

质量管理体系符合质量管理体系标准:

GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015

《质量管理体系 要求》

本证书覆盖的范围:

★工程咨询、工程造价咨询、岩土工程勘察、项目管理(代建)、资质证书范围内的工程设计(含设备设计)、环境影响评价、房屋建筑工程监理、市政公用工程监理、机电安装工程监理、建设工程总承包、全过程工程咨询★

本证书没有附件/本证书不含多场所

本证书信息可在全国认证认可信息公共服务平台(<http://cx.cnca.cn>)查询。

初次认证日期: 2001年12月24日

更新认证日期: 2024年1月8日

有效期: 2024年1月8日至2027年1月13日

注册号: C2724Q10003R8L

法定代表人(签名):

张崇武



中国认可
国际互认
管理体系
MANAGEMENT SYSTEM
CNAS C027-M

说明: 在证书有效期内, 本证书应与年度审核的《保持认证注册通知书》一并使用, 方为有效。

中华人民共和国 特种设备生产许可证

Production License of Special Equipment
People's Republic of China

编号: TS1843068-2028

单位名称: 中机国际工程设计研究院有限责任公司

住所: 长沙市雨花区韶山中路18号

办公地址: 1、长沙市雨花区韶山中路18号
2、江苏省南京市栖霞区紫东路2号9幢

经审查, 获准从事以下特种设备的生产活动:

许可项目	许可子项目	许可参数	备注
压力管道设计	长输管道 (GA1、GA2)	/	/
	公用管道 (GB1、GB2)	/	
	工业管道 (GC1、GC2、GCD)	/	

发证机关: 湖南省市场监督管理局

有效期至: 2028年01月13日

发证日期: 2024年01月08日



目 录

1 概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 企业概况	3
1.3 编制依据	3
1.4 主要结论和建议	8
1.5 连云港石化产业基地天然气输配系统现状	9
2 项目建设背景及必要性、需求分析及产出方案	11
2.1 项目建设背景及必要性	11
2.2 规划政策符合性	13
2.3 企业发展战略需求分析	13
2.4 项目市场需求分析	14
2.5 项目建设内容、规模和产出方案	14
2.6 项目商业模式	14
3 项目选址与要素保障	16
3.1 项目选线	16
3.2 项目建设条件	16
3.3 要素保障分析	22
4 线路工程	25
4.1 气源	25
4.2 主要工艺参数	26
4.3 工艺计算	26
4.4 线路走向	28
4.5 管材选择及壁厚	32
4.6 管道强度和稳定性校核	38
4.7 架空管道温差变形补偿	41
4.8 架空管道应力分析	44
4.9 架空管道支吊架允许跨距	45
4.10 管道抗震	46
4.11 管道敷设	48

4.12 穿越工程	57
4.13 控制性工程	59
4.14 埋地管道防腐及阴极保护	59
4.15 架空管道防腐	66
4.16 施工技术要求	67
4.17 线路附属构筑物	77
4.18 主要工程量	80
5 项目建设、运营方案	84
5.1 信息工程	84
5.2 资源开发方案	95
5.3 用地征收补偿（安置）方案	95
5.4 建设管理方案	96
5.5 生产经营方案	98
5.6 安全保障方案	98
5.7 运营管理方案	99
6 项目投融资方案	101
6.1 投资估算	101
6.2 工程总投资	103
6.3 资金筹措	104
7 财务方案	106
7.1 财务分析范围	106
7.2 财务分析基础	106
7.3 财务评价基础数据	106
7.4 盈利能力分析	110
7.5 债务清偿能力分析	112
7.6 财务评价主要指标	113
7.7 不确定性分析	113
7.8 财务评价结论	114
8 项目影响效果分析	115
8.1 经济影响分析	115

8.2 社会影响分析	115
8.3 生态环境影响分析	119
8.4 资源和能源利用效果分析	129
8.5 碳达峰碳中和分析	129
9 项目风险管控方案.....	131
9.1 风险识别与评价	131
9.2 风险管控方案	135
9.3 风险应急预案	138
10 研究结论与建议.....	140
10.1 主要研究结论	140
10.2 问题与建议	140
11 附表、附图	142
11.1 附表	142
11.2 附图	142

附件：

1、《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》专家评审意见；

2、《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》专家评审意见回复。

1 概述

1.1 项目概况

1.1.1 项目名称

石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程

1.1.2 建设单位

连云港中新燃气有限公司

1.1.3 项目建设地点

本项目建设地点位于连云港徐圩新区石化产业基地。

1.1.4 建设内容及规模

本项目的的主要建设内容包括 9.0 km 高压管道和阀井 1 座。

本项目高压管道起点位于连云港石化产业基地徐圩调压站内，工程从起点建设约 9.0 km DN400 高压管道至连云港中星能源有限公司用气接口，在陇山路与 G228 国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。

本项目高压管道设计压力为 4.0MPa，管径为 DN400，设计最大年输气量为 $4.0 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。

高压管道管材等级为 L360M，管外径为 D406.4 mm，壁厚为 8.8 mm。管材选用直缝双面埋弧焊钢管，符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2023 中 PSL2 的有关要求。

本项目压力管道分级属于 GB1 类。管道设计工作年限：30 年。1 座阀井不涉及永久征地。

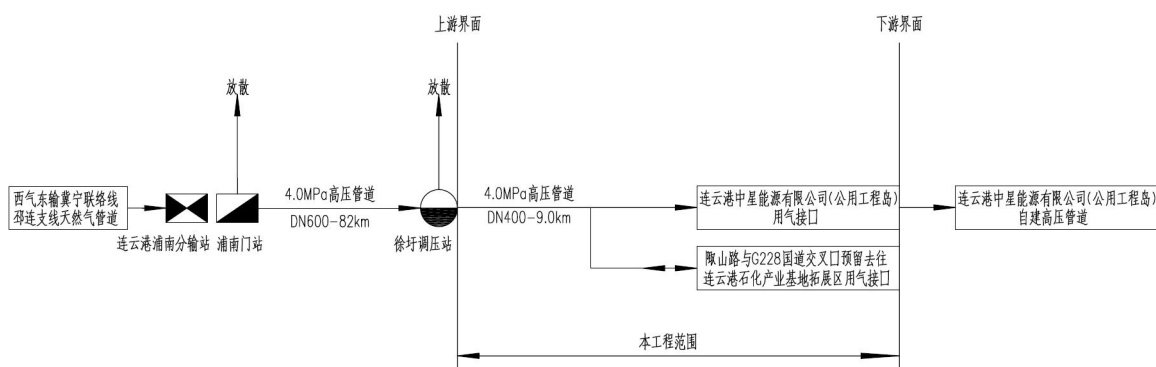


图 1.1.4 整体输配方案图

1.1.5 建设工期

2025 年 1 月~2025 年 12 月

1.1.6 投资规模及资金来源

本项目工程建设总投资为 2822.83 万元，其中，建筑工程费用 18.40 万元、设备及工器具购置费 1220.89 万元、安装工程费 857.49 万元、工程其他费 431.61 万元、预备费 252.84 万元、建设期利息 41.50 万元、流动资金 0.12 万元。

表 1.1.6 工程建设投资费用构成表

序号	费用名称	投资额（万元）	占总投资比例（%）
1	建设投资静态部分	2781.22	98.5
1.1	建筑工程费	18.40	0.7
1.2	设备及工器具购置费	1220.89	43.3
1.3	安装工程费	857.49	30.4
1.4	工程其他费	431.61	15.3
1.5	基本预备费	252.84	9.0
2	建设投资动态部分	41.61	1.5
2.1	涨价预备费	0.00	0.0
2.2	建设期利息	41.50	1.5
3	铺底流动资金	0.12	0.0
	项目总投资（1+2+3）	2822.83	100.0

根据建设单位要求，本项目的资金组成暂按 30%自筹、70%贷款考虑。

1.1.7 主要技术经济指标

本项目主要技术经济指标见表 1.1.7。

表 1.1.7 主要技术经济指标

序号	项目	单位	指标
1	设计输气量	亿 Nm ³ /a	4.0
2	设计压力	MPa	4.0
3	管径	mm	DN400
4	管道长度	km	9.0
5	钢材用量	t	776.54
6	项目工程总投资	万元	2822.83
7	财务评价		
1)	所得税后财务内部收益率	%	8.72
2)	所得税后投资回收期	年	13.16
3)	盈亏平衡点	%	51.08

1.2 企业概况

连云港中新燃气有限公司（以下简称“中新燃气公司”）是由江苏洋井石化集团有限公司控股，与新奥燃气发展有限公司共同组建的合资公司，成立于 2019 年 10 月 22 日，注册资本 3.1111 亿元人民币，是石化产业基地天然气管道燃气特许经营项目的投资运营主体。中新燃气公司立足连云港石化产业基地产业发展需求，积极响应国家清洁能源发展战略，通过建设徐圩新区 LNG 储配站和天然气管道等天然气基础设施，多方面组织气源，加快石化产业基地天然气供应，保障基地内部产业项目用气需求，致力于将企业打造成为“连云港石化产业基地清洁能源综合服务商”。

1.3 编制依据

1.3.1 有关支持性规划

- 1、《连云港石化产业基地总体发展规划修编（2019-2030）》
- 2、《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030 年）》
- 3、《连云港市国土空间总体规划三区三线图》
- 4、徐圩新区石化公共管廊规划图

1.3.2 产业政策和行业准入条件

- 1、天然气利用产业政策

为缓解天然气供需矛盾，优化天然气使用结构，促进节能减排工作，经国务院

同意，国家发改委研究制定的《天然气利用管理办法》（国家发展和改革委员会令〔2024〕第21号）于2024年8月1日正式颁布实施。

根据国家发改委《天然气利用管理办法》，天然气利用领域归纳为四大类，即优先类、允许类、限制类和禁止类。

本项目供气对象主要为石化产业基地内的工业用户，为其提供工业燃料，属于允许类的用户，符合《天然气利用管理办法》。

2、技术标准及行业准入条件

1) 技术标准

- (1) 《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）
- (2) 《燃气工程项目规范》GB 55009-2021
- (3) 《压力管道规范：公用管道》GB/T 38942-2020

2) 行业准入条件

本项目的建设地点为连云港石化产业基地，中新燃气公司为石化产业基地天然气管道燃气特许经营项目的投资运营主体，负责石化产业基地内高压燃气管道和燃气场站建设。

1.3.3 文件依据

- 1、《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》（发改投资规〔2023〕304号）
- 2、与建设单位签订的咨询合同
- 3、《连云港石化产业基地总体发展规划修编（2019-2030）》
- 4、《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030年）》
- 5、徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定（2022年修订版）
- 6、建设单位提供的其他有关资料

1.3.4 相关法律法规依据

- 1、《中华人民共和国城乡规划法》（2019年修正，主席令第二十九号公布）
- 2、《中华人民共和国消防法》（2021年修正，主席令第八十一号公布）
- 3、《中华人民共和国安全生产法》（2021年修正，主席令第八十八号公布）
- 4、《中华人民共和国劳动法》（2018年修正，主席令第二十四号公布）
- 5、《中华人民共和国民法典》（2020年，主席令〔2020〕第四十五号）
- 6、《中华人民共和国环境保护法》（2014年修订，主席令第九号公布）
- 7、《中华人民共和国土地管理法》（2019年修正，主席令第三十二号公布）

- 8、《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021 年公布，主席令第一零四号公布）
- 9、《中华人民共和国大气污染防治法》（2018 年修正，主席令第十六号公布）
- 10、《中华人民共和国节约能源法》（2018 年修正，主席令第十六号公布）
- 11、《中华人民共和国水土保持法》（2010 年修正，主席令第三十九号公布）
- 12、《中华人民共和国职业病防治法》（2018 年修正，主席令第二十四号公布）
- 13、《中华人民共和国突发事件应对法》（2007 年，主席令第六十九号公布）
- 14、《中华人民共和国特种设备安全法》（2013 年，主席令第四号公布）
- 15、《中华人民共和国公路法》（2017 年修正，主席令第八十一号公布）
- 16、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令〔2017〕第 682 号公布）
- 17、《建设工程安全生产管理条例》（国务院令〔2003〕第 393 号公布）
- 18、《基本农田保护条例》（2011 年修订，国务院令〔2011〕第 588 号公布）
- 19、《公路安全保护条例》（国务院令〔2011〕第 593 号公布）
- 20、《天然气利用管理办法》（国家发展和改革委员会令〔2024〕第 21 号）
- 21、《关于印发<加快推进天然气利用的意见>的通知》（发改能源〔2017〕1217 号）
- 22、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（2010 年，2015 年中华人民共和国国家安全生产监督管理总局令第 77 号修正）
- 23、《建设项目职业病防护设施“三同时”监督管理办法》（2017 年，国家安全生产监督管理总局令第 90 号）
- 24、《建设项目职业病危害风险分类管理目录》（国卫办职健发〔2021〕第 5 号）
- 25、《城镇燃气管理条例》（国令〔2016〕第 666 号）
- 26、《甲烷排放控制行动方案》（环气候〔2023〕67 号）
- 27、《江苏省燃气管理条例》（江苏省人大常委会〔2020〕第 28 号公布）
- 28、《江苏省公路条例》（江苏省第十三届人民代表大会常务委员会〔2021〕第 60 号公布）
- 29、《江苏省安全生产条例》（2023 年 3 月 30 日江苏省第十四届人民代表大会常务委员会第二次会议修订，自 2023 年 7 月 1 日起施行）
- 30、《江苏省消防条例》（2023 年 1 月 12 日江苏省第十三届人民代表大会常务委员会第三十四次会议第二次修订，自 2023 年 5 月 1 日起施行）

31、《江苏省特种设备安全条例》（2021 年江苏省第十三届人民代表大会常务委员会公告第 61 号修正）

32、《连云港石化产业基地高质量发展条例》（连云港市第十五届人民代表大会常务委员会公告 第 2 号）

1.3.5 遵循的主要标准规范

- 1、《燃气工程项目规范》GB 55009-2021
- 2、《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）
- 3、《建筑防火通用规范》GB 55037-2022
- 4、《消防设施通用规范》GB 55036-2022
- 5、《建筑设计防火规范》GB 50016-2014（2018 年版）
- 6、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160-2008（2018 年版）
- 7、《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023
- 8、《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 年版）
- 9、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011
- 10、《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010
- 11、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011
- 12、《压力管道规范：工业管道》GB/T 20801.1~6-2020
- 13、《压力管道规范：公用管道》GB/T 38942-2020
- 14、《压力管道安全技术监察规程——工业管道》TSG D0001-2009
- 15、《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2023
- 16、《优质钢制对焊管件规范》SY/T 0609-2016
- 17、《钢质管道冷弯管制作及验收规范》SY/T 4127-2018
- 18、《钢制对焊管件规范》SY/T 0510-2017
- 19、《钢制对焊管件类型与参数》GB/T 12459-2017
- 20、《钢制阀门一般要求》GB/T 12224-2015
- 21、《管线阀门技术条件》GB/T 19672-2021
- 22、《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017
- 23、《钢质管道外腐蚀控制规范》GB/T 21447-2018
- 24、《埋地钢质管道阴极保护技术规范》GB/T 21448-2017
- 25、《绝缘接头与绝缘法兰技术规范》SY/T 0516-2016
- 26、《油气输送管道跨越工程设计标准》GB/T 50459-2017

- 27、《油气输送管道线路工程抗震技术规范》GB 50470-2017
- 28、《建筑结构荷载规范》GB 50009-2012
- 29、《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010（2016 年版）
- 30、《构筑物抗震设计规范》GB 50191-2012
- 31、《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010（2015 年版）
- 32、《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011
- 33、《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014
- 34、《低压配电设计规范》GB 50054-2011
- 35、《建筑照明设计标准》GB 50034-2013
- 36、《供配电系统设计规范》GB 50052-2009
- 37、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062-2008
- 38、《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010
- 39、《化工企业静电接地设计规程》HG/T 20675-1990
- 40、《自动化仪表选型设计规范》HG/T 20507-2014
- 41、《过程测量与控制仪表的功能标志及图形符号》HG/T 20505-2014
- 42、《控制室设计规范》HG/T 20508-2014
- 43、《仪表供电设计规范》HG/T 20509-2014
- 44、《仪表供气设计规范》HG/T 20510-2014
- 45、《信号报警及联锁系统设计规范》HG/T 20511-2014
- 46、《仪表配管配线设计规范》HG/T 20512-2014
- 47、《仪表系统接地设计规范》HG/T 20513-2014
- 48、《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140-2005
- 49、《室外给水设计标准》GB 50013-2018
- 50、《室外排水设计标准》GB 50014-2021
- 51、《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019
- 52、《化工园区公共管廊管理规程》GB/T 36762-2018
- 53、《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011
- 54、《石油化工非埋地管道抗震设计规范》SH/T 3039-2018
- 55、《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》SH/T 3501-2021
- 56、《工业企业煤气安全规程》GB 6222-2005

57、《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231-2003

58、《管架标准图》HG/T 21629-2021

1.4 主要结论和建议

1.4.1 主要研究结论

1、目前，连云港石化产业基地内采用 2 条 DN400 次高压 A 的主天然气管网供气，供气能力相对有限。近期，连云港中星能源有限公司向连云港中新燃气有限公司发函，表示公用工程岛二标段燃气轮机目前正在建设中，预计所需天然气约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力 2.0MPa，2025 年 12 月用气，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求。因此，建设本项目高压天然气管道显得格外迫切。

2、连云港中星能源有限公司用气量大，用气稳定，本项目的建设既可以保障公用工程岛的供气安全、可靠，同时也为中新燃气公司带来新的营收增长点，有利于企业高质量发展。

3、本项目的建设可以大大提升园区的供气能力，提供供气保障性，消除石化工业大户的供应瓶颈，为企业安全生产提供重要能源保障，提升园区的综合服务品质，提高园区产业吸引力，是积极响应《连云港石化产业基地高质量发展条例》要求的体现。

4、本项目社会稳定风险较小，对于管道施工及临时用地等过程中的各项矛盾采取相关措施是可以化解的，本项目就社会稳定性发面来讲，是可行的。

5、从上述财务评价结果看，本项目有较好的盈利能力；并具有一定的抗风险能力。因此，从财务上讲项目是可行的。

综上所述，本项目建成后具有良好的经济效益和社会效益，该项目的建设是可行的。

1.4.2 问题与建议

1、项目应尽快完成项目的核准立项，完成建设项目环境影响报告表审批、安全预评价报告审批等相关手续。

2、本项目管廊内架设的高压管道口径大，已有管廊内各类工业管线种类多，高压燃气管焊接作业难度大、管道布管及吊装难度大，建设单位需选择资质符合且有经验的施工单位进行施工作业。

3、本项目控制性工程为公共管廊架设段中河流及通行道路上的跨越。建设单位应在施工图设计前做好与交通部门、水利部门的沟通，并聘请有相关资质的公司做出相应评价，以作为最终施工图设计方案的设计依据，以免后期施工因该控制性点影响整个工程的投资和工期。

4、争取当地政府部门的更多支持，由于本项目是为保证石化产业基地内公用工程岛连续稳定生产而建设的工程，具有一定的社会效益，建议政府相关部门在规划、外部条件等方面给予简化手续并提供方便，以使本项目能尽早开工建设。

1.5 连云港石化产业基地天然气输配系统现状

1.5.1 天然气输配系统现状

目前，连云港石化产业基地的管道天然气由中新燃气建设的徐圩调压站和徐圩 LNG 储配站供应。其中徐圩调压站的高压管输气源来自连云港浦南门站至徐圩调压站高压天然气管道，该工程建设有 4.0MPa DN600 高压管道约 82 km，最大年输气量 $25 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，高压天然气管道通过浦南门站、岗埠门站、平明门站将西气东输冀宁联络线、中俄东线、青宁线的长输气源输送至石化产业基地，通过徐圩调压站调压计量后，为用户供气，设计最大供气能力 $20 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ；徐圩 LNG 储配站建设有 150 m^3 LNG 储罐 12 座， 5000 m^3 LNG 储罐 4 座，LNG 储存总有效容积可达 21800 m^3 ，设计最大气化能力为 $9 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 。

截止 2024 年 11 月，中新燃气公司已在石化产业基地内沿管廊架空敷设次高压天然气管道共计 36 km，设计压力 1.6MPa，工作压力 1.0~1.45MPa，为石化产业基地内各类工业用户供应天然气，工业用户有 14 户，日供气规模达 $120 \times 10^4 \text{ Nm}^3$ 。

中新燃气公司立足连云港石化产业基地产业发展需求，积极响应国家清洁能源发展战略，通过建设徐圩新区 LNG 储配站和天然气管道等天然气基础设施，构建以管输气为主，LNG 为应急储备的“双气源”供气格局，保障基地内部产业项目用气需求。

1.5.2 中新燃气公司已建燃气设施

截止 2024 年 11 月，中新燃气公司在石化产业基地内已建 1 座 LNG 储配站、1 座高压调压站和 36 km 次高压管道，详见下表。

表 1.5.2-1 中新燃气公司输配场站一览表

序号	场站名称	规模	设备设施	地址
1	徐圩新区 LNG 储配站	$9 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$ （气化能力）	150 m^3 LNG 储罐 12 座， 5000 m^3 LNG 储罐 4 座	徐圩新区苏海路与西安路交叉口向南 300 米
2	徐圩高压调压站	$20 \times 10^4 \text{ Nm}^3/\text{h}$	1 台高压调压计量橇	徐圩新区 LNG 储配站内

表 1.5.2-2 中新燃气公司已建天然气管道一览表

序号	管道起止点	长度 km	管径 mm	压力等级 MPa	管材
1	石化产业基地内公共管廊 架空次高压管道	36	DN400	1.6	钢管

2 项目建设背景及必要性、需求分析及产出方案

2.1 项目建设背景及必要性

2.1.1 项目建设背景

连云港石化产业基地是国家规划布局的七大石化产业基地之一，规划面积 61.34 平方公里，位于连云港徐圩新区（国家东中西区域合作示范区的先导区）范围内，以 4000 万吨级/年炼油、600 万吨级/年乙烯、700 万吨级/年芳烃一体化为基础，以多元化原料加工为补充，以清洁能源、有机原料和合成材料为主体，以化工新材料和精细化工为特色，形成多产品链、多产品集群的大型炼化一体化基地。近年来，连云港石化产业基地建设与发展呈现出强劲态势。目前，该基地已形成盛虹石化、卫星化学、中化循环经济产业园三大龙头产业集群布局，总投资超 3400 亿元，2022 年已具备 2000 亿元/年生产能力，实现“四上”企业应税销售收入 1125 亿元，位列全市第一。到 2023 年，连云港石化产业基地综合实力和影响力进入国内化工园区 30 强前三位，创成国家绿色园区、绿色化工园区、国家新型工业化示范基地、中国智慧化工园区、循环经济发展示范基地和“绿水青山就是金山银山”实践创新基地，成为国内化工园区生态环境示范标杆，在全国石化园区中树立高质量发展的典范。

灌云县临港产业区地处连云港市南部，东临黄海，南靠新沂河与灌河口入海交汇处，西、北为灌西盐场，总规划面积 134.27 平方公里，其中规划化工产业园 10.8 平方公里，作为连云港石化产业基地拓展区。在临近连云港石化产业基地区域，规划 24.36 平方公里作为连云港石化产业基地拓展区发展储备区域。

根据《连云港石化产业基地高质量发展条例》的相关要求，连云港石化产业基地应当加强与灌云临港产业区的联动发展，加强基础设施互联互通，共享产业发展资源要素，构建园区分工明确、链条紧密衔接、产业联动支撑、区域协同共进的石化产业发展新格局。

石化产业基地公用工程岛内连云港中星能源有限公司近期将新增天然气用气量约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力为 2.0MPa，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求。本项目为满足连云港中星能源有限公司的天然气需求，需要新建一条高压天然气供气管道，为公用工程岛提供气源，满足连云港中星能源有限公司近期新增用气需求。

另外，本项目新建高压管道未来将与灌云县临港产业区方向高压管道联通，并通过调压后与现有次高压管网联通，进一步提高连云港石化产业基地和灌云临港产业区天然气保供能力。

2.1.2 项目建设必要性

1、满足连云港中星能源有限公司天然气供应的迫切需求

目前，连云港石化产业基地内采用 2 条 DN400 次高压 A 的主天然气管网供气，供气能力相对有限。近期，连云港中星能源有限公司向连云港中新燃气有限公司发函，表示公用工程岛二标段燃气轮机目前正在建设中，预计所需天然气约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力 2.0MPa，2025 年 12 月用气，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求。因此，建设本项目高压天然气管道显得格外迫切。

2、提高连云港石化产业基地和灌云临港产业区天然气保供能力

灌云县临港产业区地处连云港市南部，东临黄海，南靠新沂河与灌河口入海交汇处，西、北为灌西盐场，总规划面积 134.27 平方公里，其中规划化工产业园 10.8 平方公里，作为连云港石化产业基地拓展区。在临近连云港石化产业基地区域，规划 24.36 平方公里作为连云港石化产业基地拓展区发展储备区域。

连云港石化产业基地规划加强与灌云临港产业区的联动发展，加强基础设施互联互通，共享产业发展资源要素，构建园区分工明确、链条紧密衔接、产业联动支撑、区域协同共进的石化产业发展新格局。本项目新建高压管道未来将与灌云县临港产业区方向高压管道联通，提高连云港石化产业基地和灌云临港产业区天然气保供能力。

3、实现高压管道互联互通

《连云港石化产业基地高质量发展条例》第六条明确，石化产业基地应当加强与石化产业基地拓展区、石化产业基地拓展区发展储备区、柘汪临港产业区化工园区以及周边园区的联动发展，加强基础设施互联互通，共享产业发展资源要素，构建园区分工明确、链条紧密衔接、产业联动支撑、区域协同共进的石化产业发展新格局。（本条例所称石化产业基地拓展区，是指江苏连云港化工产业园区、灌云县临港产业区化工产业园）

2023 年 1 月 20 日，连云港徐圩新区经济发展局下发了：关于梳理贯彻落实《连云港石化产业基地高质量发展条例》任务分工方案的通知，要求新区各部门仔细谋划落实工作举措，其中新区建设局提出了研究推进与灌云化工区的管廊路由方案、天然气和蒸汽管道联通方案。

目前，中新燃气公司已建成连云港浦南门站至徐圩调压站的 DN600 高压管道，灌云中石油昆仑燃气有限公司近期拟建设 1 条灌云燕尾港调压站至连云港石化产业基地外围的 DN600 高压管道，本项目的建成有助于实现连云港浦南门站至灌云燕尾港调压站高压管道的互联互通。

4、优化地区能源结构，积极履行双碳目标

2021年10月24日国务院下发了《2030年前碳达峰行动方案》；《“十四五”现代能源体系规划》也提出：“能源结构低碳化转型，能源系统多元化迭代”；同时近几年国家各部门也相继出台了碳中和实施政策。在统筹减碳和经济发展中，天然气作为高效、清洁、便于运输和储存的低碳能源，是理想的替代、补充及调节能源。因此本项目的建设可以大力优化地区能源结构，积极履行国家双碳政策。

5、提升园区综合服务品质

天然气是优质高效绿色能源，其供应保障能力是衡量园区服务水平的一个重要指标。本项目的建设可以大大提升石化产业基地园区的供气能力，提供供气保障性，消除石化工业大户的供应瓶颈，为企业安全生产提供重要能源保障，提升园区的综合服务品质，提高园区产业吸引力。

2.2 规划政策符合性

2.2.1 与相关规划的关系

《节能中长期专项规划》（国家发改委发改环资〔2004〕2505号）中提出：“实施节约和替代石油工程，电力、石油石化、冶金、建材、化工和交通运输行业通过实施以洁净煤、石油焦、天然气替代燃料油（轻油），实施清洁汽车行动计划，“在城市大气污染治理应以改造后达标排放和污染物总量控制为原则，在有天然气资源的地区应鼓励使用天然气替代其他能源”，因此，本项目的实施符合《节能中长期专项规划》。

同时，本项目路由及供气对象符合《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030年）》。

2.2.2 产业政策和行业准入条件

1、与相关产业政策的关系

本项目供气对象为工业用户，属于《天然气利用管理办法》中的允许类。因此，实施本项目符合国家《天然气利用管理办法》的有关要求。

2、与相关行业准入标准的关系

本项目燃气管道设计压力4.0MPa，压力管道分类为GB1类，执行的主要规范为《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020年版）、《燃气工程项目规范》GB 55009-2021、《压力管道规范：公用管道》GB/T 38942-2020等，技术标准明确。

本项目为城镇燃气项目，建设的燃气管道位于中新燃气公司的特许经营范围，符合行业准入的相关要求。

2.3 企业发展战略需求分析

1、用户的用气需求

具体详见 2.4 章节。

2、项目的建设带来良好的经济收益

从上述财务评价结果看，本项目有较好的盈利能力；并具有一定的抗风险能力。因此，从财务上讲项目是可行的。

2.4 项目市场需求分析

近期，连云港中星能源有限公司向连云港中新燃气有限公司发函，表示公用工程岛二标段燃气轮机目前正在建设中，预计所需天然气约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力 2.0MPa，2025 年 12 月用气。目前，连云港石化产业基地内仅有 2 条 DN400 次高压 A 的主天然气管网供气，无高压天然气管道，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求，本项目市场需求明确。

2.5 项目建设内容、规模和产出方案

2.5.1 项目建设内容

本项目的的主要建设内容包括 9.0 km 高压管道和阀井 1 座。

本项目高压管道起点位于连云港石化产业基地徐圩调压站内，工程从起点建设约 9.0 km DN400 高压管道至中星能源用气接口，在陇山路与 G228 国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。

本项目高压管道设计压力为 4.0MPa，管径为 DN400，设计最大年输气量为 $4.0 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

高压管道管材等级为 L360M，管外径为 D406.4 mm，壁厚为 8.8 mm。管材选用直缝双面埋弧焊钢管，符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2023 中 PSL2 的有关要求。

本项目压力管道分级属于 GB1 类。管道设计工作年限：30 年。1 座阀井不涉及永久征地。

2.5.2 供气规模

本项目高压管道最大规模为 $4.0 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

2.6 项目商业模式

1、拟建项目收入来源和结构

根据项目建设计划，本项目建设工期为 12 个月，供应对象为石化产业基地内的工业用户。

2、商业可行性

从盈利能力分析，按业主提供的资料要求，售气差价为 0.0228 元/ m^3 （含税价）

测算税后收益，项目所得税后财务内部收益率为 8.72%，大于目标收益率 8%；项目所得税后投资财务净现值 216.11 万元，大于零。表明项目从全部投资角度看已满足建设单位收益要求，在财务上具有一定的盈利能力。

由于从偿债能力分析，前几年输气量较低，盈利能力较弱，造成利息备付率较低，但随着输气量逐步提升其盈利能力逐渐得以增强，还款期内利息备付率、偿债备付率也在逐步提高。

从财务生存能力分析，在经营期前几年由于输气量没有达到最大值，还要偿还长期借款，没有盈余资金；后期随着输气量增加，盈余资金充足，维持运营，保证财务的可持续性。

从不确定性分析看，盈亏平衡点在生产运营期内的平均值为 51.08%，即该项目在投产达到设计能力的 51.08%，企业即可达到盈亏平衡。

3 项目选址与要素保障

3.1 项目选线

具体详见第 4.4 章节。

3.2 项目建设条件

3.2.1 拟建项目所在地的自然环境

1、地理位置

连云港石化产业基地位于江苏省连云港市徐圩新区，是国家七大石化产业基地之一。连云港石化产业基地规划范围北起徐圩湖南、疏港大道红线南退 550 米，南至驳盐河及南复堆河北岸，东临复堆河西岸，西至西安路和德邦厂区西边界，规划面积 61.34 平方公里。

连云港石化产业基地正在建设 2 个 30 万吨级原油码头和 10 个 5-10 万吨级液体化工码头，已建成多个多用途泊位；已建成徐圩铁路支线，等级为国铁Ⅲ级，输送能力约 4000 万吨/年；徐新公路、连宿公路、228 国道、242 省道穿区而过，外围有 G15（沈海高速）、G25（宁连高速）、G30（连霍高速）高速公路，15 分钟即可到达高速路口；交通便利，地理位置优越。

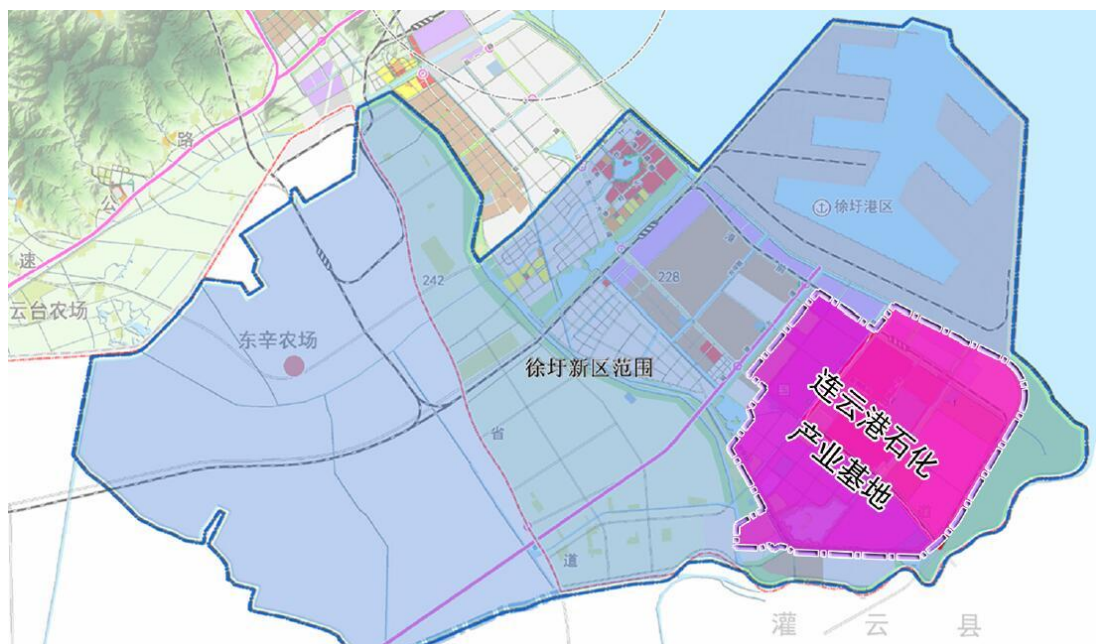


图 3.2.1 连云港石化产业基地区位图

2、地形地貌

连云港石化产业基地地势平坦，地面高程 3.5 米左右。为抗震烈度 7 度设防区。

3、气候

连云港石化产业基地属温暖带南缘湿润性季风型气候。其主要特征是四季分明，雨量中等，日照充足，雨热同季，无霜期较长，灾害性天气较多。全年七八月份气温最高，年平均气温 14.2℃，极端最高气温 38.5℃，8 月份平均气温为 27.2℃。极端最低气温-11.9℃，1 月份平均气温为 0.9℃，气温年较差 26.3℃。年平均降水量 882.6 毫米，年最大降水量 1380.7 毫米，年最小降水量 520.7 毫米。降水多集中于 6~9 月份，占年降水量的 63%。夏季以东北风为主，冬季西北风较多，年平均风速为 3.14m/s，最大风速为 21.8m/s。

4、水文

连云港石化产业基地水系较多，由“三纵五横两湖”构成，“三纵”为 3 条南北向调节河道，分别为驳盐河、中心河和复堆河；“五横”为 5 条东西向排水骨干河道，由北向南依次为方洋河、纳潮河、西港河、深港河、南复堆河；“两湖”为徐圩湖和陂山湖。

3.2.2 拟建项目与交通运输的关系

1、拟建项目与现状交通运输的关系

本项目新建管线周边交通非常发达，国道、省道、园区市政道路纵横交错，石化产业基地内各等级道路已基本成型。因本项目燃气管道主要采用管道输送天然气，只有施工及管道巡线时有少量交通量的增加，所以项目建设期及运营期交通量增加很小，对石化产业基地的交通几乎没有影响。

本项目燃气管道主要沿石化产业基地内石化三道、石化九路、陂山路已有公共管廊内架空敷设，与现状道路的关系如下表：

表 3.2.2 本项目燃气管道与现状道路关系情况

序号	现状道路	周边环境	备注
1	石化三道		沿石化三道公共管廊架空敷设
2	石化九路		沿石化九路公共管廊架空敷设
4	隰山路		沿隰山路公共管廊架空敷设

2、拟建项目与规划交通运输的关系

本项目新建燃气管道主要沿石化产业基地内公共管廊上架空敷设，与区域内规划和已经建成的省道、市政道路等在路径选址上没有冲突。

天然气管道与交通规划的冲突主要是交叉穿越问题。本项目穿越道路都是通过石化产业基地已建公共管廊架空穿越，不会与石化产业基地综合交通规划产生冲突。

根据《连云港石化产业基地总体发展规划修编（2019-2030）》中的相关规划内容，本项目与石化产业基地交通规划的关系如下：





图 3.2.3-1 本项目燃气管道与石化产业基地规划市政基础设施的关系图

由上图可知,本项目新建燃气管道主要沿石化产业基地内公共管廊上架空敷设,与区域内规划和已经建成的公共工程岛、热电厂、供电设施、供水设施、排水设施、消防站等在路径选址上没有冲突。

二、与石化产业基地燃气规划的协调情况

根据《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030 年）》关于高压输配系统规划的内容：

“高压天然气管道（设计压力 4.0MPa）的走向以现场实地踏勘和与燃气发展规划相结合,并根据地形地貌、工程难点、供气要求、经济技术条件等因素综合考虑, DN600 高压管道采用埋地敷设,高压管道由接收门站进入连云港石化产业基地后分为两路,一路高压天然气管道进入徐圩新区调压站,经调压计量后供给用户使用,另外一路高压天然气管道穿越西安路,沿苏海路北侧绿化带,向东穿越 G228 国道（江苏大道）、石化三路至港前大道,沿港前大道东侧绿化带向南至隄山路,再沿隄山路北侧绿化带敷设至公用工程岛,为公用工程岛高压直供天然气。”

原规划高压天然气管道采用沿苏海大道北侧绿化带埋地敷设,现状苏海大道北侧已建有大型工业输送机,部分路段已不具备高压天然气管道埋地敷设条件。原规划高压管道未考虑连接至灌云县临港产业区内的连云港石化产业基地拓展区,未考虑与灌云燕尾港调压站至连云港石化产业基地外围的 DN600 高压管道互联互通。

本项目根据中新燃气公司对连云港石化产业基地用气量的最新调研数据,并考

考虑高压管道未来连接至灌云县临港产业区内的连云港石化产业基地拓展区，与灌云燕尾港调压站至连云港石化产业基地外围的 DN600 高压管道互联互通，实现自连云港浦南门站、灌云燕尾港调压站双路气源为连云港石化产业基地供气。

本项目高压天然气管道考虑市场实际需求，管径调整为 DN400，管道敷设方式调整为主要采用公共管廊架空敷设，管道自徐圩调压站出站后，主要沿石化三道、石化九路、瓊山路公共管廊接入连云港中星能源有限公司；并在瓊山路与 G228 国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。本项目管道路由是根据《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030 年）》规划目的、原则，并结合工程建设基本条件和市场变化作出的必要调整，与其高压天然气管道规划不冲突。



图 3.2.3-2 本项目与燃气专项规划的关系

3.3 要素保障分析

3.3.1 土地要素保障

1、项目用地分析

1) 燃气管道用地面积

本项目新建燃气管道主要沿石化产业基地内公共管廊上架空敷设，架空段不涉及永久用地，施工时需临时占用，待施工完毕后，可以恢复现状，因此燃气管线无需征地。

2) 阀井用地

本项目新建 1 座阀井。其中，1#阀井设置于管线起点处，位于徐圩调压站内；不涉及永久征地。

2、房屋征收情况

本项目不涉及房屋征收情况。

3.3.2 本项目与土地利用规划之间的协调情况

本项目全线位于连云港石化产业基地内，沿石化三道、石化九路、馥山路路侧已有公共管廊内架空敷设。根据《连云港石化产业基地总体发展规划修编（2019-2030）》中的相关规划内容，本项目与连云港石化产业基地土地规划的关系如下：



图 3.3.2 本项目燃气管道与连云港石化产业基地土地利用规划的关系图

由上图可知，本项目燃气管道在石化产业基地内主要沿工业用地敷设，且采用在已有公共管廊内架设的方式，因此本项目燃气管线不会对石化产业基地内的土地规划产生影响。

3.3.3 资源环境要素保障

1、沿线地质灾害分布情况

本项目管线拟建场地以沿海滩涂、平原、圩地为主，场区及附近无全新活动断裂和发震断裂通过，无不良地质作用，场地稳定。

2、与沿线周边风景名胜、文物古迹保护的关系

本项目建设区域为石化产业基地，属于已规划建成的工业园区，根据对新建燃气管道沿线的勘察，本项目建设区域没有风景名胜区和文物古迹保护区。

3、与机场净空、微波通道、军事设施保护及国家安全等特殊要求的关系

本项目距连云港花果山国际机场直线距离约 40 公里，大于《华东地区民用机场净空管理办法（2016 版）》规定的 20 公里净空保护范围，且本项目新建天然气管道建设高度较低，无高层建筑或设施。另外本项目燃气管道的选址沿线没有微波通道、军事设施等。因此，本项目燃气管道和阀井选址不涉及与机场净空、微波通道、军事设施保护及国家安全等特殊要求的关系。

4、与途经地区的探矿权、采矿权的协调关系

本项目燃气管道的选址沿途没有矿区。因此，本项目与途经地区的探矿权、采矿权不冲突。

4 线路工程

4.1 气源

本项目的气源接自徐圩调压站，徐圩调压站的气源主要来自西气东输冀宁联络线邳连支线连云港浦南分输站和徐圩 LNG 储配站气化的源自江苏启东 LNG 接收站的 LNG。

1、西气东输气源天然气组分及物理特性

1) 天然气组分

西气东输管道的天然气来自新疆塔里木气田，塔里木气区已探明气田 21 个，天然气地质储量 5150.31 亿 m^3 ，可采储量 3615.87 亿 m^3 ，输气规模为 170 亿 m^3/a ，质量符合国家《天然气》GB 17820-2018 一类气的标准。

表 4.1-1 塔里木气田天然气组分

组 分	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅
mol%	96.226	1.77	0.3	0.062	0.075	0.02
组 分	nC ₅	C ₆	C ₇₊	CO ₂	N ₂	H ₂ S
mol%	0.016	0.051	0.038	0.473	0.967	0.002

2) 主要物性参数

低发热值：33.812MJ/ m^3 ；

高发热值：37.505MJ/ m^3 ；

相对密度：0.5796。

2、江苏启东 LNG 接收站气源组分及物理特性

1) 天然气组分

根据江苏启东 LNG 接收站实测资料，LNG 气体组分及主要物性见下表。

表 4.1-2 江苏启东 LNG 接收站气源气体组分

组 分	单位	平均值
甲烷 (CH ₄)	mol%	88.94
乙烷 (C ₂ H ₆)	mol%	8.75
丙烷 (C ₃ H ₈)	mol%	1.77
异丁烷 (iC ₄ H ₁₀)	mol%	0.50
氮气 (N ₂)	mol%	0.04

2) 主要物性参数

液相密度 (-162℃, 101.3kPa) : 461.9 kg/m³;

低发热值: 37.05MJ/m³;

高发热值: 41.00MJ/m³;

气相相对密度: 0.68。

上述两种天然气的质量均符合国家《天然气》GB 17820-2018 一类气的标准, 且均为 12T 天然气。

西气东输管线是我国天然气供应链的核心部分, 在国家能源战略布局中占据着极其重要的位置, 因此其供气稳定性可以得到充分保障。

此外, 灌云中石油昆仑燃气有限公司近期拟建设 1 条灌云燕尾港调压站至连云港石化产业基地外围的 DN600 高压管道, 本项目未来将实现与灌云县临港产业区方向高压管道联通, 可有力保障石化产业基地和灌云临港产业区天然气供应的稳定性与可靠性。

4.2 主要工艺参数

1、设计流量

本项目的小时最大供气量为 $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$, 年供气规模为 $4.0 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

2、管道设计压力的确定

本项目高压管道接徐圩调压站内已建 DN600 高压管道, 该高压管道设计压力 4.0MPa, 运行压力为 2.5~3.2MPa, 因此, 本项目高压管道的设计压力定为 4.0MPa。

3、管道长度

本项目建设 DN400 4.0MPa 高压管道全长约 9.0 km。

4、管道规格

本项目 DN400 高压管道外径为 D406.4mm, 壁厚为 8.8mm。

5、管道材质

本项目 DN400 高压管道材质选用直缝双面埋弧焊钢管, 管道钢级选用 L360M。

6、压力管道分级

本项目高压管道压力管道分级属于 GB1 类。

4.3 工艺计算

1、管道水力计算公式

根据《输气管道工程设计规范》(GB 50251-2015), 用下列公式:

$$q_v = 1051 \left\{ \frac{[P_1^2 - P_2^2 (1 + \alpha \Delta h)] d^5}{\lambda Z \Delta T L [1 + \frac{\alpha}{2L} \sum_{i=1}^n (h_i + h_{i-1}) L_i]} \right\}^{0.5}$$

$$\alpha = \frac{2g\Delta}{ZR_a T}$$

式中：

q_v ——气体流量（ $P_0=0.101325\text{MPa}$ ， $T=293\text{K}$ ） m^3/d ；

d ——输气管线内径（ cm ）；

P_1 、 P_2 ——计算管段起点和终点压力（绝压、 MPa ）；

Z ——气体的压缩系数；

T ——气体的平均温度（ K ）；

L_i ——输气管道的计算长度（ km ）；

Δ ——气体的相对密度；

λ ——水力摩阻系数；

h_{i-1} ， h_i ——输气管道的计算段起点，终点的标高（ m ）；

Δh ——输气管道的各计算段起点与终点的标高差（ m ）。

2、计算软件

本项目采用的计算软件为英国 ESI 公司开发的气体管线瞬态和稳态模拟计算软件 TGNET。

3、计算结果

根据建设单位要求，本项目高压管道接徐圩调压站内已建 DN600 高压管道，该高压管道设计压力 4.0MPa，运行压力为 2.2~3.5MPa，设计终点至连云港中星能源有限公司，末点压力不得低于 2.0MPa，设计小时最大供气量为 $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 。因此本项目拟通过以下两个方案合理确定管径。

（1）本项目管道选择 DN300、DN400 和 DN500 进行计算，起点压力取徐圩调压站可能的最低供气压力 2.2MPa，小时流量取最大供气量为 $5 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$ 。由于本项目管道采用不增压方式输送，管线运行将随着输送长度的变化，压力不断降低。工艺方案的比选按照管径 300mm、400mm 和 500mm 三种情况进行计算，以选择起点压力 2.2MPa，末点压力不能低于 2.0MPa 情况条件下仍能满足输送规模的管径。

表 4.3 三管径输气量表

管径	终点位置	起点压力 (MPa)	末点压力 (MPa)
DN300	连云港中星能源有限公司	2.2	1.96
DN400	连云港中星能源有限公司	2.2	2.12
DN500	连云港中星能源有限公司	2.2	2.18

(2) 工艺管径的确定

a) 通过计算可知，在高峰用气量工况下，当选用 DN300 的管径时不能满足输气量要求，当选用 DN400、DN500 的管径时能满足输气量要求，且都有一定的富裕，DN400 更为经济合理。

b) 根据上述计算，本项目高压管道管径选用 DN400。

4.4 线路走向

4.4.1 选线原则

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）及《燃气工程项目规范》GB 55009-2021 中关于线路选择的规定，结合本项目管道所经区域的地形地貌、建设规划、交通、人文、经济的发展状况以及气体流向、气量调配的灵活性、实用性，在线路走向方案选择中主要遵循以下原则：

1) 燃气输配管道应结合城乡道路和地形条件，按满足燃气可靠供应的原则布置，并应符合城乡管线综合布局的要求。输配管网系统的压力级制应结合用户需求、用气规模、调峰需要和敷设条件等进行配置。

2) 高压 A 的气态燃气输配管道不应敷设在居住区、商业区和其他人员密集区域、机场车站及其他危化品生产和储存区域内。

3) 线路走向应根据地形、地物、工程地质、沿线站场设置的地理位置、地方政府的中远期规划以及交通运输等条件经多方案比选后确定；

4) 线路应尽量顺直，以缩短线路长度，尽量减少与天然和人工障碍物交叉；

5) 线路应尽可能避开多年经济作物区、基本农田保护区、重要的农田基础设施、水源保护区、风景区、环境敏感区、规划区等区域。受条件限制需要在上述区域内通过时，必须征得主管部门同意，并采取安全保护措施；

6) 考虑管道服役年限内，管道拟通过地区可能发展的变化，合理确定线路设计地区等级；

7) 管线应避灾害性地质区、严重危及管道安全的地震高烈度及地震频发地震区

和大型活动断裂带。当受条件限制必须通过时，应采取防护措施并选择合适位置，缩小通过长度；

8) 尽量避免对自然环境和生态平衡的破坏，防止水土流失，注意有利于自然环境和生态平衡的恢复，保护沿线人文景观，使线路工程与自然环境相协调。

本项目建设地点位于连云港石化产业基地，管线路由选择还需满足《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 年版）、《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011、《化工园区公共管廊管廊规程》GB/T 36762-2018 等国家和行业的相关设计规范和标准中关于线路选择的规定，并满足石化产业基地管委会及管廊管理单位的相关要求。

4.4.2 项目选线方案

1、管道宏观走向

本项目高压管道设计起点为徐圩调压站，该调压站位于石化三道与西安路交叉口西北侧，设计终点为连云港中星能源有限公司；并在隰山路与 G228 国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。高压管道宏观走向为自石化产业基地西南角向东北部中心区域。

2、路由选址方案

本项目管道主要采用架空敷设，其中架空段管道（徐圩调压站内的除外）均沿石化产业基地内已有公共管廊上架设。

石化产业基地公共管廊是化工园区的重要基础配套设施，连云港石化产业基地公共管廊由江苏洋井公用管廊有限公司投资建设运营。目前，连云港石化产业基地已建成投用石化公共管廊 50 余公里，实现连云港石化产业基地主干路网全覆盖，建设规模在全国化工园区中遥遥领先。连云港石化产业基地公共管廊承载各类化工管线已达 600 余公里，产业单位通过公共管廊实现了互联互通，园区产业关联度高达 75%，石化产业生态链条已近闭环成链，园区整体竞争实力名列前茅。

根据《连云港石化产业基地总体发展规划修编（2019-2030）》、《连云港石化产业基地天然气发展规划（2020-2030 年）》、连云港石化产业基地公共管廊规划图、地形地貌、相关管理部门的建议，本项目高压管道路由走向如下：

本项目高压管道主要采用架空敷设，高压管道起点接徐圩调压站内已有 DN600 埋地高压管道，向北埋地敷设 55 米后出地，再沿徐圩调压站北侧围墙内已有低位管墩向东架设 450 米出站，出站后登高至石化三道公共管廊架设，沿石化三道公共管廊向东北方向架空敷设 1220 米（此处长度均为该段管线起止点平面距离，未含管廊竖向登高及补偿转弯的距离，后同）至石化九路公共管廊，后转向东南沿石化九路公共管廊架空敷设 2400 米至隰山路公共管廊，后转向东北沿隰山路公共管廊架空敷

设 3975 米至连云港中星能源有限公司外公共管廊。另外在陇山路与 G228 国道交叉口的高压管道需设置三通，预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。高压管道全长约 9.0 公里，其中埋地敷设约 0.055 公里，其余采用架空敷设。



图 4.4.2-1 管道整体走向图

按中新燃气公司的委托要求，我司前期已编制包含本项目建设内容的工程规划选址论证报告，该报告已于 2023 年 07 月 26 日，通过了国家东中西区域合作示范区（连云港徐圩新区）建设局组织召开的评审会。中新燃气公司目前正在办理本项目路由的批复文件。

石化产业基地内中新燃气公司建设的次高压燃气管道均在公共管廊上架空敷设，中新燃气公司与公共管廊管理单位（连云港深港石化能源科技有限公司）签订了《管廊管位租用框架协议》，该协议终止期至 2024 年 10 月，框架协议期内，中新燃气公司入廊管线无需签订租赁合同。目前中新燃气公司已对接办理本项目高压燃气管道入廊的前期工作，并已征得石化产业基地公共管廊管理单位的同意，公共管廊管理单位已提供本项目路由沿线公共管廊上高压燃气管入廊布置的管位图，规划的高压燃气管在管廊上与其他工艺管线的间距、布置位置均满足《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011 等相关规范要求。具体如下各图所示：

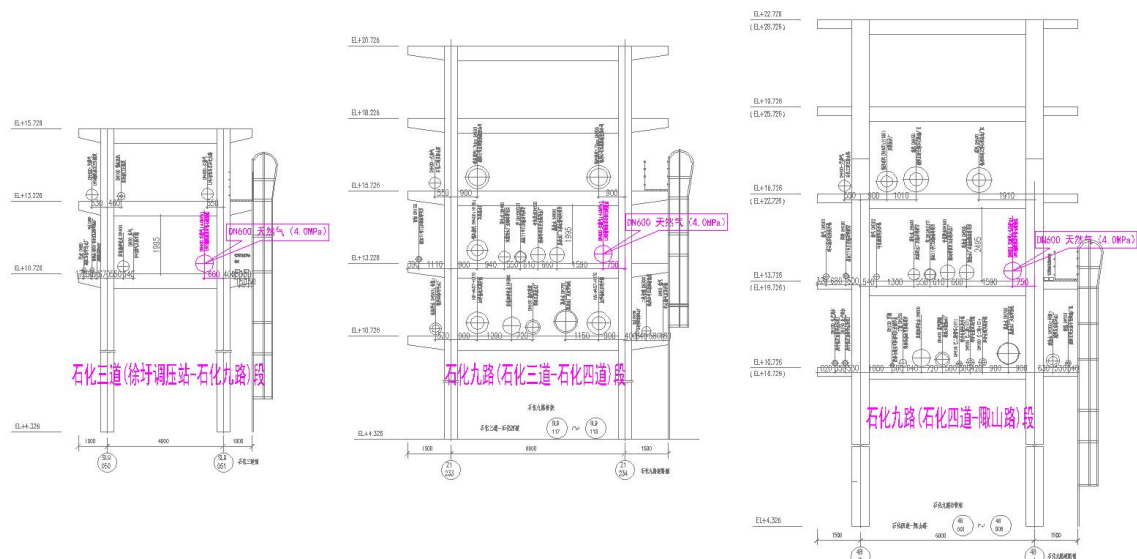


图 4.4.2-2 石化三道、石化九路段公共管廊高压燃气管入廊位置图

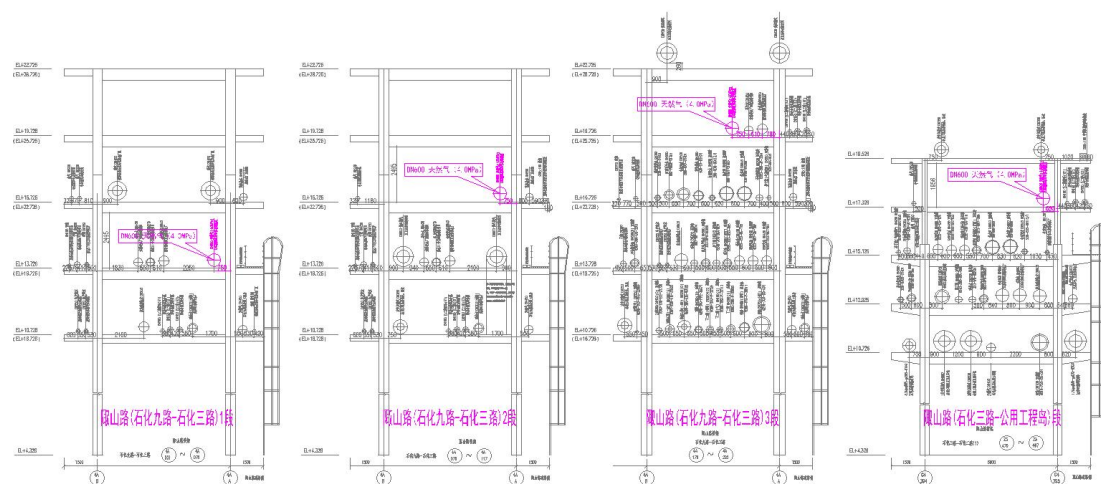


图 4.4.2-3 隰山段公共管廊高压燃气管入廊位置图

4.4.3 管道沿线行政区划及地区等级

1、等级划分依据

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版），按沿线建筑物的密集程度划分为四个管道地区等级，城镇燃气管道地区等级的划分应符合下列规定：

1) 沿管道中心线两侧各 200m 范围内，任意划分为 1.6km 长并能包括最多供人居住的独立建筑物数量的地段，作为地区分级单元。

2) 管道地区等级应根据地区分级单元内建筑物的密集程度划分，应符合下列规定：

A、一级地区：有 12 个或 12 个以下供人居住的独立建筑物。

B、二级地区：有 12 个以上，80 个以下供人居住的独立建筑物。

C、三级地区：介于二级和四级之间的中间地区。有 80 个或 80 个以上供人居住

住的独立建筑物但不够四级条件的地区、工业区或距人员聚集的室外场所 90m 内铺设管线的区域。

D、四级地区：4 层或 4 层以上建筑物（不计地下室层数）普遍且占多数、交通频繁、地下设施多的城市中心城区（或镇的中心区域等）。

3）确定城镇燃气管道地区等级，宜按城市规划为该地区的今后发展留有余地。

2、地区等级划分依据

本项目全线位于连云港石化产业基地内，根据管道沿线现状，同时结合连云港国土空间规划三区三线图及连云港石化产业基地土地利用规划图，本项目沿线均为石化产业基地内的企业，等级划分为三级地区。项目全线按照三级地区进行设计。

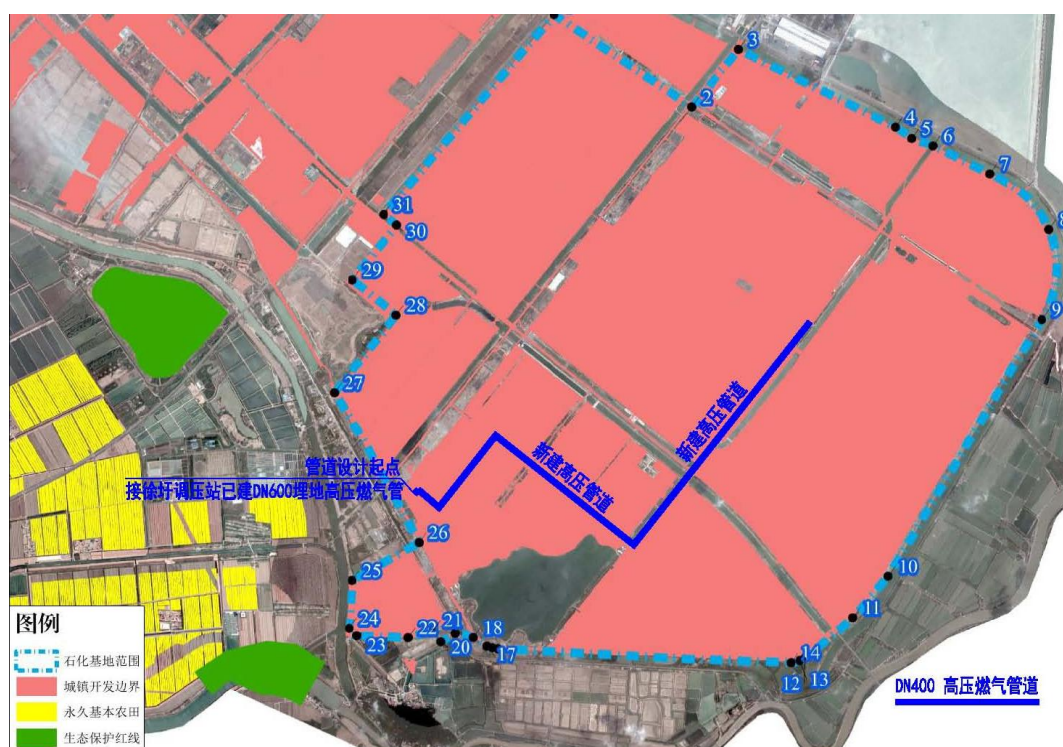


图 4.4.3 本项目燃气管道与三区三线的相对关系图

4.5 管材选择及壁厚

4.5.1 材料选择

1、设计参数

设计管径：D406.4 mm；

设计压力：4.0MPa；

设计温度：-19~50℃；

设计系数：管道经过三级地区，设计系数取 0.4。

2、管材选用标准

考虑到本项目的高压管道设计压力为 4.0MPa，属于高压管道，从提高钢管质量来确保输气管道的安全角度出发，钢管执行标准采用《石油天然气工业 管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2023 PSL2。

3、钢管材质的确定

合理选择高压管道材质和壁厚是保证其安全可靠运行，经济合理减少工程投资的关键因素。

为了减少钢材的消耗和节省投资，获得最佳的经济效益，就要求管材强度高，以减小壁厚，从而减少工程的耗钢量。但是，为了防止高强度薄壁管道发生断裂事故，就要求管材有较好的韧性。另一方面，良好的可焊性是保证管道制管和焊接质量的基本条件。因此，对高压管道的管材来说，强度、韧性、可焊性是三项最基本的质量控制指标。

天然气高压管道所使用的管材应具有足够的机械强度、良好的焊接性能、屈强比和冲击韧性，其化学成分、力学性能及主要质量指标应能满足相关标准的规定要求，以保证输气管道的安全。根据本项目管径和设计压力，结合以往项目常用管材情况，可供比选的材质有 L360 和 L415 两种，为合理选择材质，先对不同材质的钢管进行用量计算，然后进行比较选择。

表 4.5.1 各钢级钢管用量比选表

钢级	管外径	计算类型	设计系数	计算壁厚 mm	选取壁厚 mm	长度	钢管用量	单价	总价
						km	t	(元/t)	(万元)
L360	406.4	弯管段	0.4	7.53	8.8	9.0	776.54	9000	698.89
L415	406.4	弯管段	0.4	6.53	8.5	9.0	750.63	9500	713.10

因本项目高压管道主要为架空敷设，管线弯头较多，钢管用量比选表以弯管为例进行计算，壁厚选取考虑腐蚀裕量和安全系数。从表 4.5.1-1 可以看出，从管材用量、管材投资等方面考虑，L360 钢级管道投资相对较少，另考虑焊材等成本，L360 钢级管道投资成本更有优势。管道选择 L360 钢级时，管道选取壁厚为 8.8 mm，该壁厚下 4.0MPa 高压燃气管线在三级地区与周边建构筑物的水平净距可缩小至 8m，管道选线距离可控性好；对厂家而言，该壁厚也是常规壁厚；另外该等级管材塑性、韧性、可焊性好。目前国内 L360 钢级技术成熟，生产钢管用板、卷的供货充足，结合工程经验，设计压力 4.0MPa 高压管道一般选用 L360 钢级的管材。

因此，综合考虑经济、安全可靠、供货方便程度等因素，**本项目推荐钢管材质采用 L360 等级的钢管。**

4、管型选择及交货状态

1) 管型选择

高压天然气输送管道可选用符合 GB/T 9711-2023 的制管方式主要有无缝钢管、直缝电阻焊钢管、直缝埋弧焊钢管和螺旋缝埋弧焊钢管。几种类型的钢管在技术特性和价格方面等各有所长。

无缝钢管由于无焊缝，其品质均匀度高，理化性能、力学性能较均匀。无缝钢管采用镇静钢热轧成型，制造工艺复杂，生产成本低，适用于小口径管道。国产热轧无缝钢管的管径一般小于 DN400。

直缝电阻焊钢管采用镇静钢热轧（控轧）钢板（带）以轧辊连续滚轧成型，焊接热量由电阻或电感应产生，加热后通过机械力压合而成。无熔敷填充金属，焊缝强度不如埋弧焊，易出现碳偏析和夹渣，制管质量不稳定。随着高纯净优质钢材出现、焊接技术的成熟、新技术的采用和严格的质量控制与检测体系的完善，国产 ERW 管的质量已有较大提高，承压等级和使用场合不断扩大。目前一般用于 DN600 且压力 4.0MPa 以下的场合。

直缝埋弧焊钢管采用镇静钢热轧（控轧）钢板（带）以 UOE、JCOE 或 HME 方法成型，自动埋弧焊焊接，焊缝有熔敷填充金属，焊缝强度一般不低于母材；其特点是焊缝质量好，端口尺寸精度高，易于对口焊接；但制管费用较高。

螺旋焊缝钢管采用镇静钢热轧（控轧）钢板（带）卷制、自动埋弧焊焊接成型，焊缝有熔敷填充金属，焊缝强度一般不低于母材；具有壁厚均匀，规格多，焊缝受力小，质量控制较好。螺旋缝埋弧焊钢管在国内油气长输管道上广泛采用，生产成本较低，工艺成熟，生产厂家较多，供货周期相对较短。

根据上述条件，本项目高压管道输送压力为 4.0MPa，管径为 DN400，以往工程经验，适合本项目口径的管道为直缝电阻焊钢管、直缝埋弧焊钢管和螺旋缝埋弧焊钢管。本项目高压管道主要采用在公共管廊内的架空敷设，沿线均为化工企业，管廊内还有蒸汽、水管、弱电及工业气体管道，考虑提高运行安全性，同时结合采购、供货周期及经济性等因素考虑，**本项目 DN400 管道线路用管推荐采用直缝双面埋弧焊钢管。**

2) 交货状态

双面埋弧焊钢管有 N、M、Q 三种交货状态，目前国内钢管厂均具有生产能力。交货状态 N 钢管的元素晶粒细化，消除材料内应力，性能上要优于交货状态 M 类型钢管；交货状态 Q 钢管由于需要进行淬火加回火的热处理，选用同强度钢级的钢管单价最高。

根据市场调研情况，目前国内钢管厂主要生产交货状态 M 类型埋弧焊钢管，从

钢管综合性能和经济性考虑，本项目的直缝埋弧焊钢管推荐采用 PSL2 交货状态 M 钢管。

4.5.2 壁厚计算

1、直管段壁厚计算

1) 本项目架空段直管段壁厚按《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 年版）第 6.2.1 条计算，公式如下：

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

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

$$C = C_1 + C_2$$

其中：

t_s —直管计算壁厚，mm；

P —设计压力，MPa；

D_0 —钢管外径，mm；

$[\sigma]^t$ —在设计温度下材料的许用应力，MPa；

E_j —焊缝系数，取 1.0；

t_{sd} —直管设计壁厚，mm；

C —厚度附加量之和，mm；

C_1 —管道壁厚负偏差附加量，mm，取 $0.125t_s$ 且不得小于 0.5；

C_2 —管道壁厚腐蚀或磨蚀附加量，mm；

Y —系数，取 0.4。

表 4.5.2-1 架空直管段材质、管径和壁厚

公称直径	管道外径 (mm)	压力 (MPa)	材质	许用应力 (MPa)	计算壁厚 (mm)	腐蚀裕量 (mm)	设计壁厚 (mm)	选用壁厚 (mm)
DN400	406.4	4.0	L360M	153	5.257	1.5	6.76	8.8

根据上述计算，本项目架空段 D406.4 钢管壁厚选取 8.8 mm。

2) 本项目埋地段直管段壁厚按《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）第 6.4.6 条计算，公式如下：

$$\delta = \frac{PD}{2\sigma_s \phi F}$$

式中：

δ —钢管设计壁厚，mm；

P—设计压力，MPa；

D—钢管外径，mm；

σ_s —钢管的最小屈服强度，MPa；

φ —钢管焊缝系数，按标准规定选取 1.0；

F—强度设计系数，本项目全线按三级地区进行设计，强度设计系数按照三级地区进行选取，根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版），三级地区取 0.4。

经上式计算结果统计如下：

表 4.5.2-2 埋地直管段材质、管径和壁厚

管径	设计压力 MPa	强度设计系数	材质	计算壁厚 mm	选择壁厚 mm
D406.4	4.0	0.4	L360M	5.64	8.8

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）中所规定的管径 DN350~450 的管道公称壁厚不小于 5.2 mm；根据上表计算结果可知，一般线路埋地 D406.4 钢管壁厚考虑腐蚀余量应提高两个等级进行选取，可选取 7.1 mm；由于本项目埋地管段仅 55 米，为方便管材采购，本项目埋地管段管材壁厚同架空段全部取 8.8 mm。

2、弯管壁厚计算

1) 本项目架空段弯管段壁厚按《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801.3-2020 第 6.2.2 条相关要求计算，公式如下：

$$t_w = \frac{PD}{2 \times \left[\left(\frac{S\phi W}{I} + PY \right) \right]}$$

其中：

t_w —弯管或弯头在内侧、外侧或弯管中心线处的计算厚度，mm；

P—设计压力，MPa；

D—钢管外径，mm；

S—在设计温度下材料的许用应力，MPa；

W—焊接接头高温强度降低系数，取 1.0；

ϕ —焊件的纵向焊接接头系数，取 1.0；

I—计算系数，弯管中心线侧壁处取 1；

内侧根据公式 $I = \frac{4 \times (\frac{R}{D}) - 1}{4 \times (\frac{R}{D}) - 2}$ 计算，外侧根据公式 $I = \frac{4 \times (\frac{R}{D}) + 1}{4 \times (\frac{R}{D}) + 2}$ 计算；

R—弯管弯曲半径，mm；

Y—系数，取 0.4。

表 4.5.2-3 架空弯管壁厚计算结果

管道外径 (mm)	压力 (MPa)	材质	许用应力 (MPa)	弯曲半径 R	弯头部位	计算系数 I	计算壁厚 (mm)	附加裕量 (mm)	选用壁厚 (mm)
406.4	4.0	L360M	153	1.5D	外侧	0.88	4.61	1.5	8.8
					中心	1	5.26		
					内侧	1.25	6.55		

本项目架空段 D406.4 高压管道需在管廊竖向及水平空间内设置方形补偿器，由于管廊层高有限，架空段 D406.4 管道弯头曲率半径为管道外直径的 1.5 倍，根据上表计算结果，本项目架空段 D406.4 高压管道弯头（R=1.5D）壁厚取 8.8 mm。

2) 本项目埋地段弯管段壁厚按《压力管道规范 公用管道》GB/T 38942-2020 第 5.1.4 条相关要求计算，公式如下：

$$\delta_b = \delta \cdot m, \quad m = \frac{4R - D}{4R - 2D}$$

式中： δ_b —弯头或弯管的管壁计算厚度，mm；

δ —弯头或弯管所连接的直管段管壁计算厚度，mm；

R—弯头或弯管的曲率半径，mm；热煨 R=6D、冷弯 R=40D；

D—弯头或弯管的外直径，mm；

m—弯头或弯管的管壁厚增大系数。

减薄率 C: $C = \frac{D}{2R + D}$ ，且不大于 9%。

考虑减薄率的弯管壁厚计算： $\delta_b = \delta \frac{1}{1 - C}$

表 4.5.2-4 埋地弯管壁厚计算结果

弯管名称	外直径 mm	曲率 半径	直管计算 壁厚 mm	增大 系数	减薄率	计算壁厚 mm	选择壁厚 mm
冷弯弯管	D406.4	40D	5.64	1.01	0.013	5.68	7.1
热煨弯管	D406.4	6D	7.53	1.05	0.077	7.87	8.8

经过计算，埋地段 D406.4 高压管道冷弯弯管（R=40D）的壁厚可取 7.1 mm；考虑 75%的应力降低，埋地段 D406.4 高压管道热煨弯管（R=6D）选用壁厚可取 8.8 mm；由于本项目埋地段管线仅 55 米，为方便管件采购，本项目埋地段冷弯弯管（R=40D）和热煨弯管（R=6D）壁厚全部取 8.8 mm。

3、壁厚计算结果汇总

根据上述计算及分析，本项目管道壁厚选择情况如下表：

表 4.5.2-5 壁厚计算结果汇总

管道外径 (mm)	设计压力 (MPa)	材质	敷设方式	管段及弯头	选择壁厚 mm
D406.4	4.0	L360M	埋地敷设	直管段	8.8
				冷弯弯管 R=40D	8.8
				热煨弯管 R=6D	8.8
			架空敷设	直管段	8.8
				弯头 R=1.5D	8.8

4.6 管道强度和稳定性校核

4.6.1 管道强度校核

对于埋地管道必须进行当量应力校核，校核条件为：受约束热胀直管段，最大剪切应力强度理论计算的当量应力必须满足下式要求：

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

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

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

式中： σ_e —当量应力，MPa；

σ_h —由内压产生的管道环向应力，MPa；

σ_L —内压和温度引起的轴向应力，MPa；

σ_s —钢管最小屈服强度, MPa;

P—设计压力, MPa;

d—管道内径, cm;

δ_n —管子公称壁厚, cm;

μ —泊桑比, $\mu=0.3$;

E—钢材的弹性模量, MPa, 2.06×10^5 MPa;

α —钢材的线性膨胀系数, $^{\circ}\text{C}^{-1}$, $1.2 \times 10^{-5} ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

t_1 —管道下沟回填温度, $^{\circ}\text{C}$, 取 10°C ;

t_2 —管道的工作温度, $^{\circ}\text{C}$, 埋地段取 20°C 。

经过计算校核, 由表 4.6.1 可知, 本项目埋地高压管道最大当量应力值 $\sigma_e < 0.9 \sigma_s$, 满足强度要求。

表 4.6.1 埋地直管段强度校核计算结果

设计压力 (MPa)	管径 (mm)	壁厚 (mm)	σ_L (MPa)	σ_h (MPa)	σ_e (MPa)	$0.9\sigma_s$ (MPa)	是否满 足条件
4.0	406.4	8.8	1.79	88.36	86.57	324	√

4.6.2 管道稳定性校核

1、管道的刚性

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）要求, 各种管径高压管道的最小管道壁厚应满足下表 4.6.2-1 要求。

表 4.6.2-1 各种管径下最小管道壁厚

钢管公称直径 mm	最小公称壁厚 mm
100~150	4.0
200~300	4.8
350~450	5.2
500~550	6.4
600~700	7.1
750~900	7.9
950~1000	8.7
1050	9.5

根据国内外研究表明， D/δ 值不大于 100 时，管子正常运输、施工和运行时不会出现刚度问题。

经计算，本项目 DN400 用管的直径与厚度比 $D/\delta=46.18$ ，满足要求。因此，钢管不会出现圆截面失稳问题。

2、径向稳定性验算

根据《输气管道工程设计规范》GB 50251-2015 要求，对管道埋设较深或外荷载较大的管段，均应按无内压状态校核其稳定性，校核公式如下：

$$\Delta x \leq 0.03D$$

$$\Delta x = \frac{ZKW D_m^3}{8EI + 0.061E_s D_m^3}$$

$$W = W_1 + W_2$$

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

式中： Δx —钢管水平方向最大变形量（m）；

D_m —钢管平均直径（m）；

W —作用在单位管长上的总竖向荷载（N/m）；

W_1 —单位管长上的竖向永久荷载（N/m）；

W_2 —地面可变荷载传递到管道上的荷载（N/m）；

Z —钢管变形滞后系数，宜取 1.5；

K —基床系数，取 0.085；

E —钢材的弹性模量（N/m²）， 2.06×10^5 N/m²；

I —单位管长截面惯性矩（m⁴/m）；

δ_n —钢管壁厚（m）；

E_s —土壤变形模量（N/m²），取 4.8。

在进行径向稳定校核的时候应该按照不同工况的条件进行验算。本项目按下面最不利的情况进行验算。当管道穿越三级及三级以下公路时，管道采用大开挖方式敷设，所以作用在管道上的总竖向荷载须考虑土壤的重力和汽车荷载，即最不利的工况。假设管顶埋设深度为 3m，汽车荷载等级按公路 I 级考虑，即 W_2 取 10500 N/m。

经计算，本项目选用的管道全部满足径向稳定校核要求。开挖直埋管道的稳定性校核计算结果见表 4.6.2-2。

表 4.6.2-2 开挖直埋管道径向稳定性校核计算

D_m	δ_n	I	W	Δx	0.03D	$\Delta x \leq 0.03D$
0.4064	0.0088	5.68E-08	24384	0.0017	0.0122	√

4.7 架空管道温差变形补偿

4.7.1 温差变形补偿量

架空燃气管道应考虑温度引起变形的补偿，补偿量应按下列式计算：

$$\Delta L = L \times \alpha (t_2 - t_1)$$

式中： ΔL —补偿量（mm）；

L —计算管长（m）；

α —管道的线膨胀系数（mm/m·℃），取 12×10^{-6} mm/m·℃；

t_2 —管道运行时可能达到的极限温度（℃），取 65℃（查气象资料，本项目所在地连云港极端最高气温为 38.5℃，结合相关文献资料，夏天太阳直晒环境中管道温度可取 65℃）；

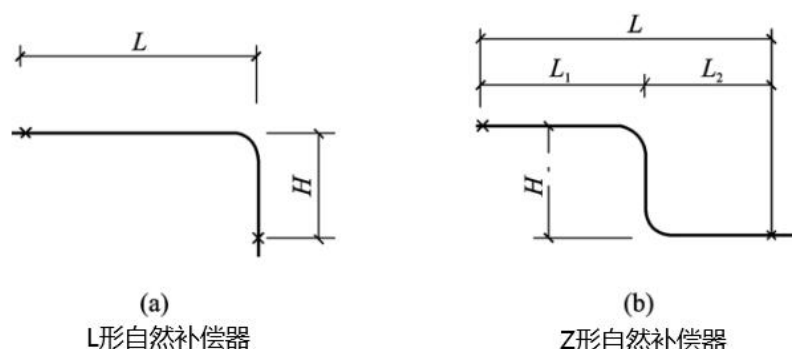
t_1 —管道安装温度（℃），取 20℃。

按直管段长度分别为 60m、70m 和 80m，计算对应的温差变形量分别为 32.4mm、37.8mm 和 43.2mm。

4.7.2 温差变形补偿措施

1、自然补偿器

自然补偿器是利用管道自身进行补偿，常用的有两种形式，L 型和 Z 型，如下图所示：



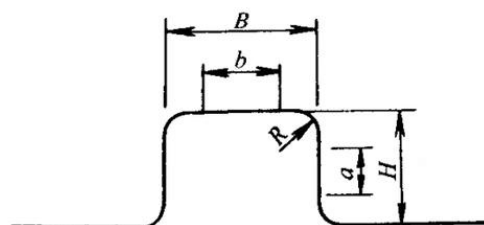
查《动力管道设计手册》第 6.3 节的相关内容，得知自然补偿的管道的长臂臂长一般不超过 25m，弯曲应力不应超过 80MPa。

L 形与 Z 形补偿器可以利用管道中的弯头构成，且便于安装。在管道设计中，应充分利用这两种补偿器做补偿，然后再考虑采用其它种类的补偿器。自然补偿的

优点是可以节省补偿器，缺点是管道变形时产生横向位移。架空管道中自然补偿不能满足要求时才考虑装设其它类型的补偿器。

2、方形补偿器

方形补偿器是架空管道设计中最常用的一种补偿器，它是由四个 90° 弯头组成，常用的有四种类型，补偿能力为 30mm~250mm，如下图所示：



方（矩）形补偿器

- | | |
|------------------|---------------|
| 1 型 ($b=2a$) | 2 型 ($b=a$) |
| 3 型 ($b=0.5a$) | 4 型 ($b=0$) |

方形补偿器的优点是制造方便，轴向推力较小，补偿量大，运行可靠，严密性好，不需要经常维修。其缺点是介质流动阻力大、单面外伸臂较长，占空间较大，当管径较大时不宜采用。

3、波纹补偿器

波纹补偿器是采用先进的、对波纹管无损伤的利用薄不锈钢板整体一次液压成型制作的。波纹补偿器在管线上可作轴向、横向和角向三个方向的补偿。

波纹补偿器的种类很多，包括轴向型波纹补偿器、自由复式型波纹补偿器、拉杆型波纹补偿器等。后两种结构较为复杂，且在燃气管道中用的较少，主要介绍轴向型波纹补偿器。轴向型波纹补偿器由一个波纹管 and 两个接管构成。它通过波纹管的柔性变形来吸收管线轴向位移（也有少量横向、角向位移），一般通过法兰与管道连接。补偿器上的小拉杆主要是运输过程中的刚性支承或作为产品预变形调整用，它不是承力件。

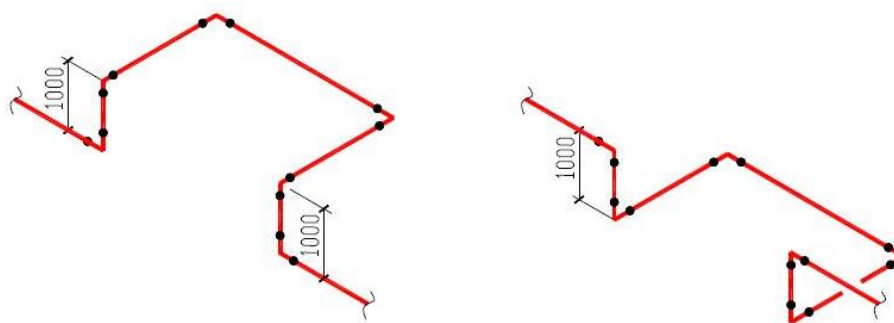
波纹补偿器具有工作可靠、结构紧凑、重量轻、位移补偿量大、变形应力小等优点，广泛应用于燃气管道的补偿中，但由于其管壁较薄、强度低，不能承受扭力、振动，安全性差，施工时应注意保护。

4、相关规定和规范要求

1) 《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》（2022 年修订版）中的相关要求

(1) 在公共管廊内设置立体“Π”膨胀弯的管道，不得影响公共管廊上其它管道，并确保保留有足够的膨胀弯位移空间。立体布置的管道膨胀弯高度，应位于上、

下二层中间，管道可升高或下降 1000mm，不得穿越上下相邻层。如下图所示：



(2) 管廊转角处宜采用“L”形自然补偿，管道转弯处的管道横向位移应限制在相邻管道之间最小距离的一半或管道与管廊柱子之间最小距离的一半。且管廊转角处的管道横向位移不得超过 50mm。

(3) 部分路段管廊存在非 90 度“L”形转角，管道应随管廊转角同步转弯，与管廊纵向轴线平行敷设。

(4) 管道跨越道路、大门等升高处，宜作立式“Π”型膨胀弯。

(5) 除跨越道路、大门等升高处以外，一、二期管廊原设计预留了膨胀弯升高管廊，但预留高差仅为 2.2 米，不能满足部分大口径管道补偿要求，可在适当位置设置水平“Π”形膨胀弯或立体“Π”形膨胀弯。

2) 《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011 中的相关要求

(1) 管道系统的补偿能力不能满足柔性要求时，应在适当位置设置补偿器。

(2) 补偿器的选用和布置应符合下列要求：

① “Π”形补偿器结构简单、运行可靠、投资少，应优先选用；

② “Π”形补偿器宜设置在两固定支架的中部，但不应小于两固定支架间距的三分之一；

③ 管道布置受限制时，在设计条件和输送介质允许情况下可选用金属波纹管补偿器。

(3) 无约束金属波纹管补偿器的布置应符合下列要求：

① 两个固定支架间仅能布置一个补偿器；

② 固定支架应具有足够的强度，以承受内压推力的作用；

③ 靠近补偿器的部位应设置导向支架，第一个导向支架与补偿器的距离应小于或等于 4 倍公称直径，第二个导向支架与第一个导向支架的距离应小于或等于 14 倍公称直径。

(4) 带约束的金属波纹管补偿器的布置应符合柔性计算的要求。

(5) 可燃介质管道和有毒介质管道不得选用套管式补偿器或球形补偿器。

5、补偿措施选择

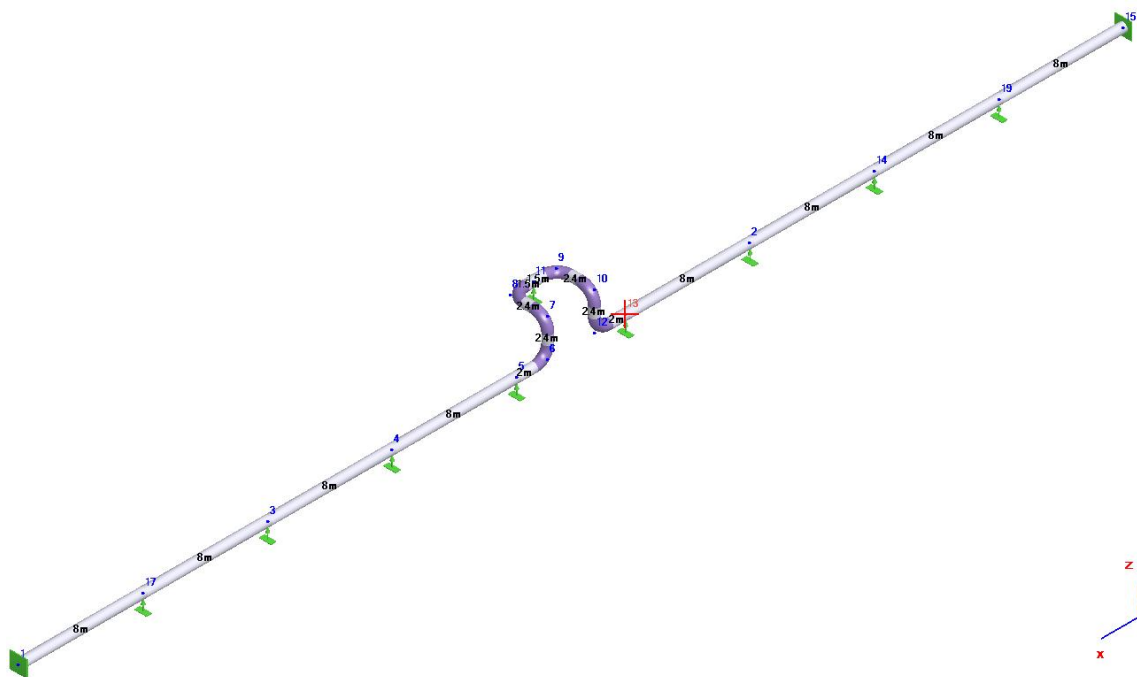
架空管道中补偿器的选择应首先应考虑自然补偿，当自然补偿不能满足要求时才考虑装设方型补偿器、波纹补偿器或金属软管。由于本项目管道口径为 DN400，设计压力为 4.0MPa，结合《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》（2022 年修订版）和《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011 中的相关要求，本项目架空燃气管优先考虑 L 形和 Z 形自然补偿，即管廊沿线设有转角 L 形登高和跨越厂区出入口的 Z 形登高；另外在直管段处设方形（“Π”形）补偿器，根据温差变形量，经计算复核后，暂定每 70 米设一个，弯头均采用 R=1.5D 成品弯头（壁厚 8.7 mm，L360M，执行 GB/T 12459-2017）。

管廊内架空燃气管方形补偿器设置有竖向安装和水平安装两种，根据建设单位提供的石化基地公共管廊断面图资料，本项目燃气管所在管廊层高度为 1.9~2.65 米，故本项目管廊架设直管段“Π”形补偿器采用水平安装，做法满足《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》（2022 年修订版）。

4.8 架空管道应力分析

在方形补偿器尺寸确定后，需利用计算软件对管道在不同补偿区间的应力情况进行模拟。即在补偿区间内建立物理模型进行应力分析，其中方形补偿器水平布置时，管道受力不在一个平面内，需要建立三维物理模型进行应力分析；方形补偿器竖直放置时，管道所有受力均在一个平面内，在管道应力分析时可以简化为二维模型。

管道受到内压产生环向应力，受到重量等持续载荷产生纵向应力，受到周期性的热胀冷缩作用而产生位移应力。软件分别计算各种应力，然后计算任意 2 种或 3 种应力的组合应力，最后选择输出这些应力或组合应力的最大值分布。通过计算管道应力和支座受力，确定最佳的补偿区间长度和支座的设置间距，为支座的选取提供依据。计算模型如下图所示：



根据软件计算模拟结果得知，对于设定的 70m 补偿区间，DN400 管道最大应力点处的应力与许用应力的比值小于 1，且固定点轴向推力小于 10kN。

根据《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》和管廊结构设计图纸，对于 DN400 管道固定点轴向水平推力应控制在 12 kN 范围内。另外根据软件计算，当补偿区间设定为 86m 时，管道最大应力点处的应力已经超过管道许用应力，这显然是不允许的。而当补偿区间设定为 54m 时，虽然安全性会提高，但会造成方形补偿器的数量过多，投资增大。因此，从安全性和经济性考虑，选择 70m 的补偿区间长度。此时管道支座间距为 8m，方形补偿器两端两个导向支座之间的间距为 7m。固定支座采用双面挡板固定支座。

4.9 架空管道支吊架允许跨距

1、按强度条件确定管道支吊架允许跨距

管道自重弯曲应力不应超过管材的许用外载弯曲应力值，以保证管道的安全。对于连续敷设、均布载荷的水平直管，支吊架最大允许跨距按下式计算：

$$L_{\max} = 2.24 \sqrt{\frac{1}{q} W \phi [\sigma]}$$

式中： $L_{\max}$ —管道支吊架最大允许跨距（m）；

q —管道单位长度计算载荷（N/m）， q =管材重+保温重+附加重；

W —管道截面系数（ cm^3 ）；

ϕ —管道横向焊缝系数；

$[\sigma]$ —钢管热态许用应力（MPa）。

2、按刚度条件确定管道支吊架允许跨距

管道在一定跨距下总有一定的挠度，由管道自重产生的弯曲挠度不应超过支吊架跨距的 0.005。对于连续敷设均布载荷的水平直管支吊架最大允许跨距按下式计算：

$$L_{\max} = 0.19 \sqrt[3]{\frac{100}{q} E_t I_0}$$

式中： $L_{\max}$ —管道支吊架最大允许跨距（m）；

q —管道单位长度计算载荷（N/m）， q =管材重+保温重+附加重；

I —管道截面二次矩（ cm^4 ）；

i_0 —管道放水坡度；

E_t —在计算温度下钢材弹性模量（MPa）。

3、水平弯管管道支吊架允许跨距的确定

水平 90° 弯管两支吊架间的管道展开长度，不应大于水平直管段上支吊架最大允许跨距的 0.73 倍。

4、尽端直管支吊架允许跨距的确定

尽端直管两支吊架间的管道长度不应大于水平直管段上支吊架最大允许跨距的 0.81 倍。

5、结算结果

根据上述计算公式，并查《动力管道设计手册》，计算得出：DN400 不保温管道最大允许跨距按强度条件和刚度条件计算分别为 20.66m 和 18.5m，推荐值取 18.5m。

根据建设单位提供的相关图纸资料，本项目徐圩调压站用地红线内架空管道在已有管道支墩上架设，支墩最大间距为 12m，小于最大允许跨距；管廊架空段管道均沿管廊钢构桁架支撑架设，各处管廊桁架间距为 3~4m，均小于最大允许跨距。

4.10 管道抗震

4.10.1 一般线路段抗震验算

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB 18306-2015，管道沿线所属区域——连云港市连云区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，分为第三组。

按照《油气输送管道线路工程抗震技术规范》GB 50470-2017 的第 6.1.1 条的规定，位于设计地震动峰值加速度大于或等于 0.2g 地区的一般段管道，应进行抗拉伸和抗压缩校核。因此，本项目一般段管道不用进行抗震校核。

4.10.2 架空段抗震验算

根据《中国地震动峰值加速度区划图》GB 18306-2015,管道沿线所属区域——连云港市连云区抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g,分为第三组。

按照《石油化工非埋地管道抗震设计规范》SH/T 3039-2018 的第 5.1.5 条的规定, DN $\geq$ 500 的 SHB2 级管道在抗震设防烈度为 8、9 度, 应进行抗震验算。因此, 本项目架空段管道不用进行抗震验算。

4.10.3 抗震措施

1、一般要求

1) 弹性敷设的管道应注意填实, 不得有脱离沟底的悬空段。

2) 管道焊口应按相关标准 100%通过 X 射线检查, 通过活动断层区的管道尚应进行 100%超声波检查。

3) 管道开挖穿越公路、河、沟时, 必须为斜坡式敷设, 倾斜角不宜大于 30°。

2、滑坡地段管道的抗震措施

1) 管道敷设时, 宜避开滑坡地段。如确需敷设, 管道敷设方向不得与滑坡方向垂直。

2) 滑坡地段的边坡稳定性验算结果不满足抗震稳定性要求时, 可采取排水、支挡或减载等措施。滑坡地段的稳定性验算应按《油气输送管道线路工程抗震技术规范》GB 50470-2017 进行验算。

(1) 排水: 对地面水应设置排水系统, 防止地面水浸入滑坡地段, 必要时采取防渗措施。

(2) 支挡: 可选用抗滑挡墙、抗滑桩和锚固等有效支挡措施。

(3) 减载: 减缓坡度; 在保证卸载区上方及两侧岩土稳定的情况下, 可对滑体卸载。

3、架空管道抗震措施

1) 架设在公共管廊内的天然气管道应在适当位置设置滑动支架、导向支架, 以增强管道柔性, 提高抗震性能, 必要时设置抗震支架。

2) 根据《石油化工非埋地管道抗震设计规范》SH/T 3039-2018 的第 6 条的规定, 抗震措施有:

(1) 管件、阀门等管道组成件宜采用钢制制品。

(2) 除安装、维护、检修需要拆卸处外, 管道应采用焊接连接。

(3) 管道的补偿器宜采用非填料函式补偿器, 在有毒及可燃介质管道中严禁采用填料函式补偿器。

(4) 管道应具备必要的抗震承载能力、良好的变形能力和消耗地震能量的力；对管道薄弱部位，应采取措施提高其抗震能力。

(5) 管道与设备的连接应具有足够柔性，管道柔性应符合国家现行标准 SH/T 3041 的要求。

(6) 管道穿过建、构筑物构件时应加套管，管道与套管之间应填塞软质不可燃材料。管道与套管之间的净间隙除满足管道热膨胀的要求外，不得小于 25mm。

(7) 自力跨越道路的拱形管道应有防止倾倒的措施。

(8) 管架上应设有防止管道侧向滑落的措施。

(9) 沿立式设备布置的竖直管道和采用吊架吊挂的管道应合理设置导向支。

(10) 管道的支吊架应计及地震作用，具有足够的强度和刚度。

4.11 管道敷设

4.11.1 管道敷设方式

本项目燃气管道主要采用架空敷设，局部采用埋地敷设。

一、架空敷设

1、架空高压燃气管道执行规范的选择

本项目高压管道首先是供应城市工业企业生产用作燃料的城镇燃气高压管道，管道的布置首先应满足《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）相关规定，但《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）对于支墩和公共管廊架空管道的布置没有明确的规定。

本项目徐圩调压站内的架空敷设段高压管道及沿公共管廊架空敷设段高压管道全部位于 1 个化工园区内，不穿越居民区，且为设计压力小于 42MPa 的金属管道，符合《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 年版）适用范围，故本项目架空敷设段高压管道的布置可按《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 年版）执行。

2、架空管道的安装要求

1) 架空管道安装须满足《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023、《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB 50184-2011、《石油化工有毒、可燃介质钢制管道工程施工及验收规范》SH / T 3501-2021 及《工业企业煤气安全规程》GB 6222-2005 中的相关的要求。

2) 管道支、吊架安装前应按设计文件要求的轴线位置和高程进行测设，固定后的支、吊架轴线位置和高程应符合设计文件要求；安装应平整、牢固，应与管道接触良好。管道涂层涂料的种类、涂敷次序、层数、各层的表干要求及施工的环境温

度应按设计文件和产品说明书的要求确定。管道涂底漆前应清除被涂表面的铁锈、焊渣、毛刺、油、水等污物。管道安装完成后，应按《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 第 11 章的规定进行吹扫和压力试验，合格后，应补刷底漆并完成管道设备的防腐处理。

3) 架空管道安装还需满足《石油化工金属管道布置设计规范》SH 3012-2011 中的相关规定

(1) 管道布置设计应符合工艺、管道及仪表流程图的要求。

(2) 管道布置应统筹规划，做到安全可靠、经济合理、整齐美观，满足施工、操作和检修等方面的要求。

(3) 在管廊或管墩上布置管道时，宜使管廊或管墩所受的垂直荷载、水平荷载均衡。

(4) 管道布置宜做到“步步高”或“步步低”，减少“气袋”或“液袋”。否则应根据操作、检修要求设置放空或放净。管道布置应减少死区。

(5) 管道的抗震设计应符合国家现行标准《石油化工非埋地管道抗震设计规范》SH/T 3039-2018 的有关规定。

(6) 管道布置宜利用管道的自身形状达到自然补偿。

(7) 管道布置和支承点设置应同时考虑。支承应可靠，不应发生管道与其支承件脱离、管道扭曲、下垂或立管不垂直等现象。

二、埋地敷设

管道敷设的设计必须满足《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 的要求。管道采用埋地敷设，采用弹性敷设、现场冷弯、热煨弯管三种形式来满足管道三维变向安装要求；在满足最小埋深要求的前提下，管道纵向曲线尽可能减少热煨弯管、冷弯管。

天然气管线埋地敷设时，管线与土壤之间有纵向摩擦力，管顶土壤埋深越大，其摩擦力越大。而天然气管线焊接合拢时的环境温度与管输天然气温度之间存在温度差，这种温度差将使管线缩短或伸长。只有当管线与土壤之间的摩擦力可以约束管线的变形时，才能使管线处于嵌固状态。因此本项目管道的埋深除考虑农业耕作深度外，还考虑了使管线处于嵌固状态所必须的埋土深度。

依据以往的工程实践经验，本项目的管道管顶覆土不得小于 1.2m，且不小于冻土深度。遇到石方、卵石地段管沟挖深应增加 0.2m，以便设置垫层保护管道防腐层。一般地段管沟边坡为 1:0.33~1:0.75，石方地段管沟边坡为 1:0~1:0.2。管沟的开挖宽度按照《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 的要求，根据工

程地质条件、管径和施工措施确定。

为少占土地，管道施工作业带应尽量窄。根据本项目实际情况，一般段管道的施工作业带宽度为 10m。

4.11.2 架空管道的相关要求

1、架空管道净空高度要求

根据《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 版），架空管道穿过道路、铁路及人行道等的净空高度系指管道隔热层或支承构件最低点的高度，净空高度应符合下列规定：

- 1) 电力机车的铁路，轨顶以上 $\geq 6.6\text{m}$ ；
- 2) 铁路轨顶以上 $\geq 5.5\text{m}$ ；
- 3) 道路推荐值 $\geq 5.0\text{m}$ ；最小值 4.5m；
- 4) 装置内管廊横梁的底面 $\geq 4.0\text{m}$ ；
- 5) 装置内管廊下面的管道，在通道上方 $\geq 3.2\text{m}$ ；
- 6) 人行过道，在道路旁 $\geq 2.2\text{m}$ ；
- 7) 人行过道，在装置小区内 $\geq 2.0\text{m}$ 。
- 8) 管道与高压电力线路间交叉净距应符合架空电力线路现行国家标准的规定。

2、架空管道水平净距要求

1) 根据《工业金属管道设计规范》GB 50316-2000（2008 版），在外管架（廊）上敷设管道时，管架边缘至建筑物或其他设施的水平距离除按以下要求外，还应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火规范》GB50160、《工业企业总平面设计规范》GB50187 及《建筑设计防火规范》GB50016 的规定。

2) 管架边缘与以下设施的水平距离：

- (1) 至铁路轨外侧 $\geq 3.0\text{m}$ ；
- (2) 至道路边缘 $\geq 1.0\text{m}$ ；
- (3) 至人行道边缘 $\geq 0.5\text{m}$ ；
- (4) 至厂区围墙中心 $\geq 1.0\text{m}$ ；
- (5) 至有门窗的建筑物外墙 $\geq 3.0\text{m}$ ；
- (6) 至无门窗的建筑物外墙 $\geq 1.5\text{m}$ 。

3) 布置管道时应合理规划操作人行通道及维修通道。操作人行通道的宽度不宜小于 0.8m。

4) 两根平行布置的管道，任何突出部位至另一管子或突出部位或隔热层外壁的

净距，不宜小于 25mm。裸管的管壁与管壁间净距不宜小于 50mm，在热（冷）位移后隔热层外壁不应相碰。

5) 管道距管廊或构架的立柱、建筑物墙壁或管沟壁的净距不应小于 100mm。

6) 多层管廊的层间距离应满足管道安装要求。腐蚀性的液体管道应布置在管廊下层。高温管道不应布置在对电缆有热影响的下方位置。

3、架空燃气管道的敷设

根据《工业企业煤气安全规程》GB 6222-2005，架空燃气管道敷设还应满足该规范的第 6.2.1 节的相关要求。

4、架空管道入廊要求

1) 根据《化工园区公共管廊管廊规程》GB/T 36762-2018 要求，进入管廊区域的管道，其使用单位应向管理单位申请准入，并符合以下的准入管理要求：

(1) 进入管廊区域的管道，其使用单位应与管理单位签订使用管廊服务合同和安全责任协议；

(2) 进入管廊区域的管道，设计应符合国家现行的规定和标准，并满足管理单位对管道布置和设计的要求；

(3) 进入管廊区域的管道，其使用单位应按有关规定，办理相关手续；

(4) 进入管廊区域的管道，应提供安评、环评批复意见、施工图设计第三方审查意见（含荷载核算书）和施工方案专家评审意见等资料。

2) 根据《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》（2022 年修订版），管廊内管道布置设计基本要求如下：

(1) 管道布置应符合我国有关标准和规范的强制性规定，确保管道布置满足管道施工、运行、检修的可操作性；

(2) 所有管道的管位布置应遵循《连云港徐圩新区石化公共管廊管位规划断面图》；

(3) 公共管廊区域的管道连接，金属管道应采用焊接；

(4) 公共管廊区域的管道上不宜设置阀门，如工艺需要必须设置时，应征得管廊公司的许可，并定期向管廊公司提供安全使用检查报告；

(5) 公共管廊区域的管道上不应安装计量仪表、调压设施、测温仪表、取样口等。如工艺要求确需安装，应安装在公共管廊区域以外，安装在管道外表面的热电偶除外；

(6) 管廊的立柱边缘与管道外壁或管道隔热层外壁之间的净距应不小于 100mm；

(7) 为提高公共管廊的管位利用率，同时确保管道施工、运行、检修的可操作空间，管道净距不小于 50mm（特殊管道除外）；

(8) 管道膨胀弯两侧的固定点，应设置在固定管架上；

(9) 在公共管廊内设置立体“Ⅱ”膨胀弯的管道，不得影响公共管廊上其它管道，并确保保留有足够的膨胀弯位移空间；

(10) 管道膨胀弯设置应避免绕过管廊立柱，膨胀弯上管道的支吊架设置按下列要求：

a、当膨胀弯位于中、下层时，膨胀弯处管道支撑宜采用吊架形式。

b、管道膨胀弯的支吊架设置应以避免挡住公共管廊预留管位。

c、敷设在顶层的管道膨胀弯设置支架时，支撑点应避开钢桁架加层用的预留节点，管道应避免管廊柱子纵向轴线。

d、立体布置的管道膨胀弯高度，应位于上、下二层中间，管道可升高或下降 1000mm，不得穿越上下相邻层。

e、管道进出公共管廊区域时，应从管廊二层中间引出，即管道应升高或下降 1000mm，然后横向接出公共管廊，至公共管廊柱子纵向轴线 2000mm 以外再升降至用户所需标高，不得在管廊内穿越相邻层。

(11) 公共管廊上管道施工定位时，应严格按照管位规划断面图定位。如在规划管位上遇障碍物，应与管廊管理公司和管道设计单位协商解决。施工方不得随意改变管位；

(12) 公共管廊在跨越道路、铁路、地块进出口等升高处，升降通道内立管位置应按管道所在层布置，管道跨越道路、大门等升高处，宜作立式“Ⅱ”型膨胀弯；

(13) 进出用户界区的管道，用户应与管廊公司共同协商接口处的管道布置，必要时用户界区内的管道在接口可作适当调整，确保管道布置的安全性和合理性；

(14) 当公共管廊上的管道无特殊敷设要求时，管道弯头的曲率半径应采用 $R=1.5DN$ 长半径弯头；

(15) 当管道采用通球吹扫时，整个管道系统不应采用变径设计。两端管道上的阀门应采用全通径；

(16) 如公共管廊上的架空管道与埋地管道相连接，埋地管道应在出土端管道上安装绝缘法兰，然后出土与架空管道连接，埋地管道与公共管廊上架空管道的连接分界线宜为地上 1 米。

4.11.3 埋地管道水平间距

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）第 6.4.12 条的规定，

高压管道在三级地区敷设时，与建筑物的水平净距不应小于下表的规定。

表 4.11.3-1 三级地区地下燃气管道与建筑物之间的水平净距（m）

壁厚（mm）	地下燃气管道压力（MPa）		
	1.61	2.50	4.00
壁厚<9.5	13.5	15.0	17.0
9.5≤壁厚<11.9	6.5	7.5	9.0
壁厚≥11.9	3.0	5.0	8.0

三级地区管道与建筑物的水平净距不能保证大于 9.0 m 时，应将管道壁厚增加至 8.7 mm，当水平净距小于 8 m 时，应对建筑物进行拆迁。

根据建设单位提供的地形图资料，同时结合现场勘查情况，本项目埋地段管线壁厚均取 8.7 mm，埋地段高压管线与建筑物的间距控制均为 8 m 以上，埋地段次高压管线距离建筑物外墙面距离均不小于 3 m，全线无拆迁。

根据《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006（2020 年版）第 6.4.13 条，本项目高压及次高压地下燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的水平净距、垂直净距不小于下表的规定。

表 4.11.3-2 地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间的水平净距 (m)

项 目		次高压 A	高压 A
建筑物外墙面		13.5 ^{注1}	— ^{注2}
给水管		1.5	1.5
污水、雨水排水管		2.0	2.0
电力电缆 (含电车电缆)	直埋	1.5	1.5
	在导管内	1.5	1.5
通信电缆	直埋	1.5	1.5
	在导管内	1.5	1.5
其它燃气管道	DN≤300mm	0.4	0.4
	DN>300mm	0.5	0.5
热力管	直埋	2.0	2.0
	在管沟内 (至外壁)	4.0	4.0
电杆 (塔) 的基础	≤35kV	1.0	1.0
	>35kV	5.0	5.0
通讯照明电杆 (至电杆中心)		1.0	1.0
铁路路堤坡脚		5.0	8.0
有轨电车钢轨		2.0	4.0
街树 (至树中心)		1.2	1.2

注 1: 当对次高压 A 燃气管道采取有效的安全防护措施或当管道壁厚不小于 9.5 mm 时, 管道距建筑物外墙面不应小于 6.5 m; 当管壁厚度不小于 11.9 mm 时, 管道距建筑物外墙面不应小于 3.0 m。

注 2: 按表 4.11.3-1 执行。

根据《埋地钢质管道交流干扰防护技术标准》GB/T 50698-2011 的规定, 管道与其他管道以及电力、通信电缆交叉敷设时, 二者的垂直净距不应小于 0.3m、0.5m, 且管道交叉点两侧各延伸 10m 以上的管段应作加强级防腐层。

表 4.11.3-3 地下燃气管道与构筑物或相邻管道之间的垂直净距（m）

项 目		地下燃气管道（当有套管时，以套管计）
给水管、排水管或其它燃气管道		0.15
热力管的管沟底（或顶）		0.15
电缆	直埋	0.50
	在导管内	0.15
铁路轨底		1.20
有轨电车轨底		1.00

交流电力系统的各种接地装置与埋地钢质管道水平间距不应小于下表的规定。

表 4.11.3-4 高压燃气管道与建筑物、构筑物或相邻管道之间的垂直净距（m）

接地形式	电力等级（kV）			
	10	35	110	220
铁塔或电杆接地	1.0	3.0	5.0	10.0
电站变电所接地	5.0	10.0	15.0	30.0

当与交流电力系统的各种接地装置不能满足规范要求时，则采用固态去藕器进行接地排流保护。

4.11.4 高压管道的最小保护范围及最小控制范围

1、管道的保护范围及控制范围的确定

高压燃气管道的保护范围及控制范围需按照《燃气工程项目规范》GB55009-2021 确定。

1) 输配管道及附属设施的保护范围及控制范围应根据输配系统的压力分级和周边环境条件确定。最小保护范围及最小控制范围应符合下列规定。

表 4.11.4 输配管道及附属设施的最小保护范围及最小控制范围

压力级别	最小保护范围（m）	最小控制范围（m）
次高压输配管道及附属设施	1.5	1.5~15.0
高压输配管道及附属设施	5.0	5.0~50.0

2) 在输配管道及附属设施的保护范围内，不得从事下列危机输配管道及附属设施的安全活动：

（1）建设建筑物、构筑物或其他设施；

- (2) 进行爆破、取土等作业；
- (3) 倾倒、排放腐蚀性物质；
- (4) 放置易燃易爆危险物品；
- (5) 种植根系深达管道埋设部位可能损坏管道本体及防腐层的植物；
- (6) 其他危及燃气设施安全的活动。

3) 在输配管道及附属设施保护范围内从事敷设管道、打桩、顶进、挖掘、钻探等可能影响燃气设施安全活动时，应与燃气运行单位制定燃气设施保护方案并采取安全保护措施。

4) 在输配管道及附属设施的控制范围内从事第 2) 条列出的活动，或进行管道穿跨越作业时，应与燃气运行单位制定燃气设施保护方案并采取安全保护措施。在最小控制范围以外进行作业时，仍应保证输配管道及附属设施的安全。

4.11.5 管道转角

1、转角形式的选择

当管道水平或竖向发生转角时，可根据具体情况分别采用弹性敷设、加冷弯管或热煨弯头进行处理。这三种方式优先选用弹性敷设，其次为冷弯弯管，必要时采用热煨弯头。但在管道平面和竖向同时发生转角时，不得采用弹性敷设。设计时，这三种方式的角度最大不超过下表的要求。

表 4.11.5 管道转角形式

转角方式	弹性敷设	冷弯弯管	热煨弯头
角度 (°)	3	15	90

2、弹性敷设

弹性敷设管道与相邻的反向弹性弯管之间及弹性弯管和人工弯管之间，采用直管段连接，直管段长度不小于 1 米。弹性敷设管道曲率半径须满足管道强度要求，且不小于钢管外径的 1000 倍。垂直面上弹性敷设管道的曲率半径应大于管子在自重作用下产生的挠度曲线的曲率半径，其曲率半径按下式计算：

$$R \geq 3600 \sqrt[3]{\frac{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}{\alpha^4}} D^2$$

式中：

R—管道弹性弯曲曲率半径 (m)；

D—管道半径 (cm)；

α —管道转角 (°)。

3、一般要求

1) 冷弯弯管曲率半径为 $R \geq 40D$ ；本项目局部埋地管道需要出地登高，考虑埋深及弯头间距的影响，热煨弯管曲率半径取为 $R=3D$ 和 $R=6D$ 。

2) 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)之间需保持至少 0.5m 的直管段，冷弯管与冷弯管间需保持至少 4m 的直管段；冷弯管与热煨弯管间需保持至少 2.5m 的直管段；两热煨弯管间需保持至少 1m 直管段。

3) 现场冷弯弯管的曲率半径 $\geq 40D$ 。平面转角在地形条件许可且经济的情况下，在施工中可以考虑采用多个冷弯管连接改变线路走向。每根现场冷弯管的弯曲段两侧应至少有各 2m 长的直管段。

4、架空段弯头

本项目石化产业基地内已有公共管廊每层净高空间十分有限，方形补偿器的安装受到限制。方形补偿器由 4 个 90° 弯头组成，且弯头一般为长半径 ($R=1.5D$)。在本项目中，管道外径为 D406.4，低位管墩及管廊架空段均采用长半径 90° 弯头 ($R=1.5D$)，其中在管廊处的“ Π ”型补偿器采用水平安装。

4.11.6 与其它地下建（构）筑物的交叉

埋地管道与其他建（构）筑物交叉的处理方法：一般情况下，管道与其它埋地构筑物交叉原则上应位于先建（构）筑物的下方。

1) 与管道交叉时，两管间净距不小于 0.3m，并在交叉位置放置废旧轮胎等方法将两管道隔离。

2) 与电缆（光缆）交叉时，管道与电缆（光缆）净距不小于 0.5m；与电缆（光缆）交叉时，还要对电缆采取保护措施，用角钢围裹住电缆，在电缆（光缆）上方铺一层砖。

4.12 穿越工程

4.12.1 设计原则

- 1、处理好穿越工程与河流、城市及水利规划等的相互关系；
- 2、采用先进、成熟的技术，吸收国内外新的技术成果；
- 3、确定最佳穿（跨）越点位置及最佳穿（跨）越结构型式；
- 4、技术可行，经济合理，施工简便易行，工期短。

4.12.2 管道跨越工程等级划分

根据《油气输送管道跨越工程设计标准》GB/T 50459-2017 第 3.0.1 条，管道跨越工程应划分为甲类和乙类。甲类应为通航河流、电气化铁路和高速公路跨越；乙类应为非通航河流及其他障碍跨越。本项目管道跨越均为乙类。

管道跨越工程等级应按下表划分。

表 4.12.2 管道跨越工程等级

工程等级	总跨长度 L_1 (m)	主跨长度 L_2 (m)
深港河	≥ 300	≥ 150
中心河	$100 \leq L_1 < 300$	$50 \leq L_2 < 150$
深港河	< 100	< 50

4.12.3 河流穿越

本项目燃气管道沿途需穿越深港河和中心河，均随公共管廊高位架空跨越，管道在管廊桁架上架设，属于桁架式跨越。

结合《连云港徐圩石化产业园公共管廊布置图》，本项目管道跨越河流情况如下表所示（表中跨距为管廊结构柱间距，余同）。

表 4.12.3 管道穿越河流情况

序号	河流名称	穿越方式	长度 (m)	跨越工程等级
1	深港河	利用石化九路公共管廊高位架空跨越	跨距 30+20+30	小型
2	中心河	利用陬山路公共管廊高位架空跨越	跨距 24+20+30+17	小型
3	深港河	利用陬山路公共管廊高位架空跨越	跨距 20+18+15+34+15+18	中型

4.12.4 道路穿越

本项目燃气管道沿途需穿越石化基地内的石化十路、石化九路、石化三道、石化四道、石化五道、石化七路、S226 省道（228 国道）石化六路、石化三路，均随公共管廊高位架空跨越，管道在管廊桁架上架设，属于桁架式跨越。

结合《连云港徐圩石化产业园公共管廊布置图》，本项目管道跨越道路情况如下表所示。

表 4.12.4 管道穿越道路情况

序号	道路名称	穿越方式	长度（m）	跨越工程等级
1	石化十路	利用石化三道公共管廊高位架空跨越	跨距 50	中型
2	石化九路	利用石化三道公共管廊高位架空跨越	跨距 21.25+29+17.75	小型
3	石化三道	利用石化九路公共管廊高位架空跨越	跨距 57	中型
4	石化四道	利用石化九路公共管廊高位架空跨越	跨距 50	中型
5	石化五道	利用石化九路公共管廊高位架空跨越	跨距 55	中型
6	石化七路	利用石化九路公共管廊高位架空跨越	跨距 50	中型
7	S226 省道	利用隰山路公共管廊高位架空跨越	跨距 43+26	小型
8	石化六路	利用隰山路公共管廊高位架空跨越	跨距 36	小型
9	石化三路	利用隰山路公共管廊高位架空跨越	跨距 53	中型

因现场道路均已建成通车，现场架空高压燃气管道跨越道路施工前需征得相关管理部门的同意。

4.13 控制性工程

本项目控制性工程为公共管廊架设段中河流及通行道路上的跨越。建设单位应在施工图设计前做好与交通部门、水利部门的沟通，并聘请有相关资质的公司做出相应评价，以作为最终施工图设计方案的设计依据，以免后期施工因该控制性点影响整个工程的投资和工期。

另外本项目管廊内架设的高压管道口径大，已有管廊内各类工业管线种类多，高压燃气管焊接作业难度大、管道布管及吊装难度大，建设单位需选择资质符合且有经验的施工单位进行施工作业。

4.14 埋地管道防腐及阴极保护

本项目埋地管道推荐采用外防腐涂层和阴极保护联合防护措施。来自外界环境的腐蚀对管道影响最大，因此外防腐涂层最为关键，有了良好的外防腐涂层，才能保证其它防腐措施更有效；阴极保护系统是同外防腐层配合达到抑制腐蚀的功能。

4.14.1 直管段防腐涂层

现应用于管道防腐的材料和施工技术，主要有三大类。第一类是沥青类，包括环氧煤沥青、煤焦油瓷漆等；第二类是聚乙烯类，包括聚乙烯胶带、包覆聚乙烯和复合结构等。第三类为环氧类，包括单层熔结环氧粉末、双层环氧粉末和液态环氧涂料等。

煤焦油瓷漆防腐涂层具有良好的化学稳定性、绝缘性、耐水性、耐土壤细菌侵蚀性、耐植物根茎穿透性，现场易于补口补伤等优点。缺点是施工中对环境及施工人员有轻微污染。

挤压聚乙烯类涂料包括二层结构和三层结构，二层结构的底层为胶粘剂，外层为聚乙烯，三层结构为熔结环氧粉末--共聚物热熔胶--挤塑高密度聚乙烯，高密度聚乙烯的主要优点是机械强度高、韧性强、耐冲击性能好，特别是在管段运输、吊装、敷设等施工过程中不易损坏，防腐绝缘性能高。该涂层同时还具有无针孔、无污染、阴极保护电流低以及耐阴极剥离等优点。

熔结环氧粉末涂层，该涂层与金属表面的附着力极大，同时具有优良的韧性、绝缘好、耐阴极剥离、耐化学介质侵蚀及抗冲击强度高等性能。使用寿命长，适应温度范围广。特别适用于高盐、高碱土壤及沙漠和寒冷地区等严酷的腐蚀环境。

双层熔结环氧粉末涂层，是一种具有优良防腐性和抗机械损伤的较新的防腐结构，是由两种不同的环氧粉末在喷涂过程中一次喷涂成膜完成。与单层环氧粉末比较，理论上应具有更优的抗机械损伤能力，但在国内工程中还未广泛应用。

由以上分析可以看出三层 PE 防腐材料在抗水性、抗生物性、抗土壤应力、抗电流密度、抗机械外力及抗渗透性方面均优于其它防腐材料，且克服了单纯的二层 PE 和环氧粉末防腐材料的不足。考虑到高压管线经过的路段有水塘、河流等，为防止钢管防腐层的破坏，本设计选用防腐材料为三层 PE（环氧粉末+胶粘剂+PE 层）。

本项目线路埋地段全部采用三层 PE 加强级防腐。三层结构聚乙烯防腐的性能指标、检验和验收指标应符合《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017 的规定。

4.14.2 补口、补伤

1、外防腐层补口

管道外防腐层现场补口必须在水压试验前完成，补口采用三层结构热收缩套防腐，即先涂一层双组分无溶剂环氧底漆，再包覆热收缩套（带）。热收缩套（带）的基材厚度 $\geq 1.5\text{mm}$ ，胶层厚度 $\geq 0.8\text{mm}$ ，周向收缩率应不小于 15%，基材经 200℃，5 分钟自由收缩后，热收缩套性能指标应符合《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017 的要求。为确保工程质量，必须使用同一型号的双组分无溶剂环氧底漆和热收缩套，不能随便搭配，以免二者分离，影响补口质量。底漆的使用和配置应按生产厂家提供的说明书进行。底漆涂刷前应进行喷砂除锈。除锈后管口表面处理质量应达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》Sa2.5 级。补口质量检验应满足《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017 的要求。

2、补伤

三层结构聚乙烯防腐层，采用补伤片补伤。补伤片的厚度宜为 1.3~2.2mm。对直径不大于 30mm 的损伤（包括针孔）采用补伤片补伤，直径大于 30mm 的损伤，先用补伤片补伤，然后用热收缩带包覆。补伤方法和补伤检验按《埋地钢质管道聚乙烯防腐层》GB/T 23257-2017 执行。

双层环氧粉末防腐层补伤，对直径不小于 25mm 损伤应采用液体环氧树脂涂料，对直径小于 25mm 的损伤应采用热熔修补棒进行修补。补伤方法和补伤检验按《钢质管道熔结环氧粉末外涂层技术规范》GB/T 39636-2020 执行。

4.14.3 管件防腐

本项目埋地段管件全部采用成品防腐标准件。冷弯弯管采用做好的加强级三层 PE 防腐层的直管进行制作，热煨弯管、三通及管封头的外防腐采用双层环氧粉末涂层加强级防腐。

4.14.4 阴极保护

1、阴极保护准则

埋地钢质管道阴极保护准则可采用下列任意一项或几项为判据：

1) 在施加阴极保护的情况下，测得管/地电位为-850mV（相对饱和硫酸铜参比电极，下同）或更负。

注：正确解释管/地电位测量值，必须考虑测量方法中所含的管道电压降（IR）误差，通常采用下面的几个方法：

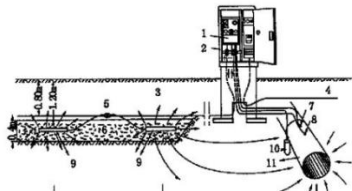
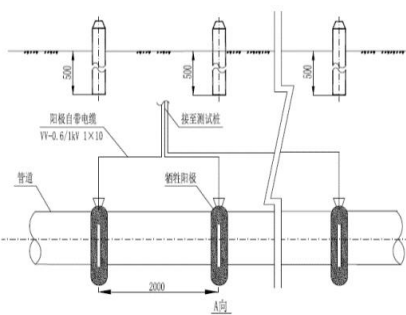
- （1）测量或计算 IR 降；
- （2）评价管道及其环境的物理和电性能；
- （3）确定是否存在腐蚀的直接证据。

2) 管道表面与同土壤接触的稳定的参比电极之间阴极极化电位差值最小为 100mV。这一准则可以用于极化的建立过程或衰减过程中。

2、阴极保护方案

阴极保护是通过对金属表面进行阴极极化从而抑制金属腐蚀速度的一种方式，常用的阴极保护方法有两种：强制电流法和牺牲阳极法。两种方法的其优缺点比较见下表。

表 4.14.4 阴极保护方法的优缺点

保护方法	示例图片	优点	缺点
强制电流 阴极保护		1. 输出电流持续可调 2. 保护范围大 3. 不受环境电阻率的限制 4. 工程越大越经济 5. 保护装置寿命长	1. 需要外部电源 2. 对邻近金属构筑物干扰大 3. 维护管理工作量大
牺牲阳极 阴极保护		1. 不需要外部电源 2. 对邻近建筑物无干扰或很小 3. 投产调试后可不需要管理 4. 工程越小越经济 5. 保护电位分布均匀、利用率高	1. 高电阻率环境不宜使用 2. 保护电流几乎不可调 3. 覆盖层质量必须好 4. 投产调试工作复杂 5. 消耗有色金属

强制电流法就是对外来电力通过变压整流器或恒电位仪进行变压整流后变成直流电，将直流电的负极与被保护金属管道进行电连接从而来实现被保护金属的阴极极化。强制电流法具有输出功率大、阴极保护站保护能力强、保护范围大、保护电位可调、受环境条件影响小等优点，其不足之处是需要可靠的外界电力供应，还有可能对系统附近的其它金属构筑物产生不良干扰。

牺牲阳极法是在被保护的管道上连接上电位比钢更负的金属或合金，利用此金属或合金作阳极，来达到被保护金属的负向极化。与强制电流法相比，牺牲阳极法具有不需要外界电源、运行维护简单、对附近非保护金属构筑物无干扰等优点。其不足之处是输出功率较小、运行电位不可调、受环境因素影响较大。

对于短距离管道工程采用牺牲阳极阴极保护方式较为合理；对于长距离管道工程，采用强制电流阴极保护方法较为经济合理。

考虑到本项目埋地管道输送距离较短，因此本项目推荐采用牺牲阳极阴极保护。

4.14.5 牺牲阳极设计

1、设计参数

- (1) 埋地高压管道全长约 55m，采用 D406.4×8.8mm 规格钢管；
- (2) 防腐层为三层 PE，绝缘电阻率值为 10000 $\Omega \cdot m^2$ ；

- (3) 管道自然电位为-0.55V，最小保护电位为-0.85V，最大保护电位为-1.2V；
- (4) 钢管面电阻率为 $0.135 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ ；
- (5) 最小保护电流， $J_s=0.1 \text{ mA}/\text{m}^2$ ；
- (6) 土壤电阻率，取 $18\sim 30 \Omega \cdot \text{m}$ （以地勘报告实际测量值为准）；
- (7) 设计寿命，大于 20 年。

2、阳极种类

通常根据土壤电阻率选择牺牲阳极的种类，根据保护电流的大小及设计寿命选取阳极的规格。根据本项目的土壤电阻率，确定采用镁合金阳极（标准型），水平式安装。

3、牺牲阳极设计

(1) 总保护电流强度

$$I = A \times I_d = \pi \times D \times L \times I_d$$

式中：

I—管道所需总保护电流，mA；

A—管道总面积， m^2 ；

I_d —管道所需最小保护电流密度， mA/m^2 ；

D—管道直径，m；

L—保护管道长度，m。

(2) 牺牲阳极接地电阻

$$R_h = \frac{\rho}{2\pi l_g} \left\{ \ln \frac{2l_g}{D_g} \left[1 + \frac{l_g/4t_g}{\ln^2(l_g/D_g)} \right] + \frac{\rho_g}{\rho} \ln \frac{D_g}{d_g} \right\}$$

$$R_g = f \frac{R_h}{n}$$

式中：

R_h —水平式牺牲阳极接地电阻， Ω ；

R_g —多只组合牺牲阳极接地电阻， Ω ；

ρ —土壤电阻率， $\Omega \cdot \text{m}$ ；

l_g —裸牺牲阳极长度，m；

D_g —预包装牺牲阳极直径，m；

t_g —牺牲阳极中心至地面的距离，m；

ρ_g —填包料电阻率, $\Omega \cdot m$;

d_g —裸牺牲阳极等效直径, m, [$d_g = C/\pi$, C 为周长, m];

f—牺牲阳极电阻修正系数;

n—阳极支数。

(3) 牺牲阳极输出电流

$$I_g = (e_c - e_a) / R$$

式中:

I_g —牺牲阳极输出电流, A;

e_c —阴极极化电位, V;

e_a —阳极极化电位, V;

R—回路总电阻, Ω 。

(4) 阳极支数的确定

$$n = \frac{B \times I}{I_g}$$

式中:

n—阳极支数;

B—备用系数, 取 2~3。

(5) 阳极工作寿命

$$T_g = 0.85 \frac{W_g}{w_g I_g}$$

式中:

T_g —阳极工作寿命, a;

W_g —牺牲阳极净质量, kg;

w_g —牺牲阳极消耗率, kg/(A·a)。

(6) 阳极总量的确定

经过计算, 同时考虑管线周边杂散电流干扰及局部管段的加强保护, 本项目需 15 公斤/支锌阳极 2 支, 分为 1 组安装。

4、特殊地段的保护

特殊地段通常指管线穿越公路、河流等的地段。穿越段常常是阴极保护的难点, 故穿越段需要采取特殊的阴极保护措施。穿越段常常是阴极保护的难点, 故穿越段

需要采取特殊的阴极保护措施。另外本项目管道在出入站及出入管廊时，也需要采取特殊的阴极保护措施。

(1) 绝缘接头的防护

为了防止阴极保护电流的流失，需在所有工艺站场进出站处、所有阀室放空管埋地部位及管道从管廊出入土处均设置绝缘接头，绝缘接头安装前应进行绝缘性能测试，其绝缘电阻值应大于 $2\text{M}\Omega$ 。为防止静电、雷击等外界因素在管道上感应出的强电压，需要对绝缘接头实施防强电冲击保护。防强电冲击的设备有：极化电池、火花间隙、接地电池等。本项目中采用绝缘接头保护器进行防护。

(2) 干扰腐蚀严重段，增设绝缘接头或采用排流保护措施。

5、测试装置

为了进行日常管理、检测阴极保护效果、了解阴极保护设施的运行状况，需要在管道沿线设置阴极保护检测装置，通常测试装置为测试桩，测试桩可兼作线路里程标志桩。

一般情况，每 250m 设置 1 支测试桩。管道投产后，根据实测杂散干扰电流，采取相应的排流或减缓措施。

另外，本项目还需在绝缘接头处设置测试装置。

6、干扰腐蚀控制

(1) 直流杂散电流干扰防护

环境介质中的杂散电流可通过防腐层某处缺陷进入金属结构物，再从结构物防腐层另一处缺陷的部位流出，进入环境介质，这就构成了一种电解腐蚀电池。当埋地金属管线平行或交叉地紧挨着一条直流供电的电气化铁路敷设时，可能产生一种由于直流杂散电流排放而引起的杂散电流腐蚀危险。在杂散电流的作用区，不仅由于产生杂散电流腐蚀而导致埋地管线的腐蚀速率非常高，而且管线的阴极保护系统同样也会受到严重的干扰。

处于直流电气化铁路、阴极保护系统及其他直流干扰源附近的管道，应进行干扰源侧和管道侧两方面的调查测试。当管道任意点上的管地电位较自然电位偏移 20mV 或管道附近土壤电位梯度大于 0.5mV/m 时，确认为直流干扰。具体采取的措施视将来现场测试情况再定。

(2) 交流电流干扰

高压输电线路、电气化铁道附近的地下金属管道会受到交流电干扰。现场测出的持续干扰电压可达 57V ，瞬间干扰电压可达上千伏。交流干扰电压不但危及人身、设备安全，而且会引起金属管道交流电腐蚀。

为确保管道施工人员的安全以及未来管理操作人员的安全，应在与高压输电线路平行段的管道上采取抗干扰措施。对管道交流干扰电压可采取的防护措施有：接地栅极、电屏蔽、极化电池和接地电池。采取的措施视将来现场测试情况再定。

4.15 架空管道防腐

1、本项目架空管道及管件采用工厂除锈防腐（成品管）。

2、架空碳钢管道基底处理和管道接口处采用喷砂除锈。喷砂除锈应采用适宜的磨料，粒度均匀，且应干燥、清洁、无杂质，除锈等级应达到《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1-2011 中规定的 Sa2.5 级（非常彻底的喷射除锈；钢材表面无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈、油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹仅是点状或条状的轻微色斑），锚纹深度应达到 $40\mu\text{m}\sim 90\mu\text{m}$ 。

3、除锈后应清除表面灰尘，表面灰尘度等级应不低于《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的评定试验第3部分：涂覆涂料前钢材表面的灰尘评定（压敏粘带法）》GB/T 18570.3-2005 规定的 3 级。

4、除锈后依次刷涂环氧富锌底漆（不挥发分中锌粉质量含量不小于 70%）干膜厚度 $\geq 80\mu\text{m}$ ，环氧云铁中间漆干膜厚度 $\geq 140\mu\text{m}$ ，交联氟碳面漆干膜厚度 $\geq 100\mu\text{m}$ ，涂层干膜总厚度不小于 $320\mu\text{m}$ 。

5、涂漆应附着良好，无脱皮、起泡和漏涂，漆膜厚度均匀，色泽一致，无流淌及污染现象。

6、现场焊口的防腐前应清除被涂表面的铁锈、焊渣、毛刺、油、水等污物，焊口两侧钢材表面应采用手动工具除锈，除锈等级应达到《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定》GB/T 8923.1-2011 中规定的 St3 级。

7、地上架空管道的焊口周边防腐涂料采用 2 道环氧富锌底漆 $100\mu\text{m}$ ，1 道环氧云铁中间漆 $100\mu\text{m}$ ，2 道丙烯酸聚氨酯面漆 $50\mu\text{m}$ ，涂层干膜厚度大于等于 $250\mu\text{m}$ 。施工及验收按照《石油化工设备与管道涂料防腐蚀技术规范》SH/T 3022-2011 的要求和涂料产品说明执行。施工及验收按《石油化工涂料防腐蚀工程施工技术规范》SH/T 3606-2011 和《石油化工涂料防腐蚀工程施工质量验收规范》SH/T 3548-2011 的要求和涂料产品说明执行。

8、管道安装时与支架间垫厚 5mm 的聚四氟乙烯垫片，管箍须有塑料保护套。

9、管道投产运行后视漆膜脱落情况或三到五年再刷漆一次。

10、埋地管道的出入地面管段防腐层应露出地面 200~300mm，与地面以上架空

管道防腐层搭接长度不小于 100mm。

11、根据《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》，公共管廊上的架空管道与埋地管道相连接，埋地管道应在出土端管道上安装绝缘法兰，然后出土与架空管道连接。

12、管廊架空管道防腐还应符合《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》中第 7 条的要求：

1) 公共管廊上的金属管道防腐，应采用质量可靠的防腐涂装方案，使用寿命应不小于 10 年。

2) 公共管廊区域的管道防腐涂装，宜采用环保型防腐涂料。

4.16 施工技术要求

4.16.1 架空管道安装

1、本项目高压管道大部分采用沿管墩和管廊架空敷设。施工时应遵循《工业金属管道工程施工规范》GB 50235-2010、《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011 及《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》。

2、施工单位应按设计图纸规定的钢管材质、规格布管。

3、布管前每根管道底下应设置管墩，管墩的高度宜为 0.4m~0.5m，管墩宜用袋装软质材料。

4、布管时，管与管首尾相接处宜错开一个管径。吊管机布管吊运时，宜单根管吊运。进行双根或多根管吊运时，应采取有效的防护措施。

5、管廊上布管时，应采取防止滑管的措施。

6、管道在对口前应将管道、管件内部清理干净，不得存有杂物，每次收工时，敞口管端应临时封堵。

7、应将坡口及其内外侧表面 $\geq 20\text{mm}$ 范围内的杂质、污物、毛刺和镀锌层等清除干净，且不得有裂纹、夹层等缺陷。

8、管道在敷设时应在自由状态下安装连接，严禁强力组对。

9、管道对接角度偏差不得大于 3° 。

10、焊缝的坡口形式和尺寸应符合设计文件和焊接工艺规程文件的要求。当无规定时，焊缝坡口形式和尺寸应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236-2011 的规定。

11、管道的切割及坡口加工宜采用机械方法，当采用气割等热加工方法时，必须除去坡口表面的氧化皮，并进行打磨。

4.16.2 支、吊架安装

1、本项目燃气管道支、吊架应按《管架标准图》HG/T 21629-2021 进行选型和制作。

2、支、吊架安装应符合下列规定：

1) 支、吊架安装位置应准确，安装应平整牢固，与管子接触应紧密。管道安装时，应及时固定和调整支、吊架。固定支架应按设计文件要求或标准图安装，并应在补偿器预拉伸之前固定。

2) 无热位移的管道，其吊杆应垂直安装。有热位移的管道，吊点应设在位移的相反方向，按位移值的 1/2 偏位安装。两根有热位移的管道不得使用同一吊杆。

3) 导向支架或滑动支架的滑动面应洁净平整，不得有歪斜和卡涩现象。其安装位置应从支承面中心向位移反方向偏移，偏移量应为位移值的 1/2 或符合设计文件规定。

4) 管架安装的调整不应改变管架的类型。管架与生根结构间的安装缝隙可使用钢垫板填充，填充前应保持管架和管道安装的自然状态。

5) 支、吊架安装位置应符合设计要求，方法正确，且应尽量避免管道焊缝热影响区。

6) 管道环向焊缝与支架、吊架边缘之间的距离不应小于 50mm；需要进行热处理的焊缝与支架、吊架边缘之间的距离不应小于焊缝宽度的 5 倍，且不应小于 100mm。

7) 支架的焊接应由合格焊工施焊，不得有漏焊、欠焊或焊接裂纹等缺陷，管道与支架焊接时，管道不得有咬边、烧穿等现象。

8) 架空管道末端连接公共管廊处底部支架采用弹簧支架，以避免管墩沉降对公共管廊或管道造成破坏。

3、管道支、吊架设计还应符合《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》中第 10 条的要求：

1) 敷设在公共管廊上的管道，无论是否有隔热层，建议均需设置管托，可有效避免管道与管架横梁接触部位的腐蚀。

2) 管道宜采用卡箍型管托，可减少管道施工过程中在公共管廊区域的焊接作业。

3) 卡箍型管托应 30~45° 安装，减少占用管位占用空间。

4) 导向管托不得设置在桁架内部的中间横梁上，应设置在管廊门架（或有管架立柱）的横梁上。

5) 导向管托的导向板可焊接在公共管廊钢砼横梁的预埋件上，焊接应及时修复

损坏的公共管廊防腐层。

6) 定型管托及管道支吊架及其附件的防腐应采用热镀锌。

7) 敷设在顶层的管道设置支架时，支撑点位置应避开管架加层用的预留节点。

8) 对于设有管托的管道，管廊柱子处的横梁上均应设置管托。所有升高翻越的框架处，上部和下部的第一根横梁上均应设置管托，以利分解上、下横梁的管道荷载。

9) 对于公称直径大于 DN500 的管道，在大跨度桁架内的管托设置应确保桁架横梁及节点均匀受力。

10) 管道固定点应设置在原设计固定管架上，固定管架一般是四柱框架，设有二根横梁，不同管道的固定点应分开设置，使固定管架四柱框架的二根横梁均匀受力。

4.16.3 管沟开挖

1、每段管沟开挖前施工单位应编制管沟开挖计划，报监理单位批准后方可实施。

2、沟槽及基坑的开挖、支护应根据工程地质条件、施工方法、周围环境等要求进行，并应符合国家现行标准《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

3、在地下水位较高场地或雨期进行施工时，应采取降水或排水措施，并应采取防止管道、构筑物漂浮及沟槽或基坑滑坡、塌方的措施。施工降水、排水应符合现行行业标准《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111 的规定。

4、混凝土路面和沥青路面的开挖应使用切割机切割。

5、管道沟槽应按设计文件规定的平面位置和高程开挖。当沟槽内有地下水或采用机械开挖时，槽底的预留值不应小于 150mm，并应人工清底至设计高程。当沟槽为石方时，应超挖 200mm~300mm，并应采用砂土回填至设计高程。

6、管沟沟底宽度和工作坑尺寸，应根据现场实际情况和管道敷设方法确定，并应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 第 4.1 节的有关规定。

7、沟槽一侧或两侧的临时堆土位置 and 高度不得影响边坡的稳定性和管道安装，临时堆土高度不宜大于 1.5m，距沟槽边距离不应小于 1m，且不得靠墙堆土。堆土前应对消火栓、雨水口等设施进行保护，且不得影响其使用。

8、当槽底无地下水，且超挖深度小于 150mm 时，可用原土回填；超挖深度大于或等于 150mm 时，应采用石灰土处理。当槽底地下水位较高或含水量较大时，应采取降水措施，并应采用级配砂石或天然砂回填至设计高程。超挖部分回填后应进行压实。

9、当槽底遇有废弃构筑物或硬石、木头、垃圾等杂物时，应在清除干净后铺设厚度不小于 150mm 的砂土或素土，并应平整、压实至设计高程。

10、在深度大于 1m 的沟槽或基坑施工时，应设置人员上下通道。通道的形式、位置和数量应根据土质、沟槽或基坑的长度或大小、施工人员数量等确定，且不宜少于 2 处。

11、管沟开挖深度应符合设计埋深要求，当开挖难度较大时，应编制安全施工的技术措施，并向现场施工人员进行安全技术交底。

4.16.4 管道下沟及回填

1、管道下沟前必须对防腐层进行 100%的外观检查，回填前应进行 100%电火花检漏，回填后必须对防腐层完整性进行全线检查，不合格必须返工处理直至合格。

2、管段下沟前应进行沟底、沟深测量，清除沟中的块石、砖块、泥土、积水，对要求素土及加灰土夯实段的沟底进行夯实度检查，整平沟底以达到设计要求。对设计要求稳管的地段，应按设计要求进稳管处理。

3、管段下沟时必须使用专用吊具，严禁使用推土机或撬杠等非起重机具。起吊点距管道环焊缝不宜小于 2m。起吊高度以 1m 为宜。下沟吊具宜使用尼龙吊带或橡胶辊轮吊篮，严禁直接使用钢丝绳。管道应平稳地吊入沟底，不允许任何导致管段产生弯折或永久性弯曲变形，以及损坏管道外防腐层的现象发生。

4、吊装设备的占位不应影响管道沟槽边坡的稳定。在架空高压输电线路附近进行管道吊装作业时，起重机等机械吊装设备与电力架空线路的最小距离应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 表 6.1.5 的规定。

5、管段下沟后应与沟底相吻合，紧贴沟底且放到管沟中心位置，在不受外力的情况下妥善就位，局部悬空应用细土填塞。回填后管顶覆土厚度应符合设计要求，不得出现浅埋。地下水位较高时，如沟内积水无法完全排除，应制定保证管道埋深的稳管措施。

6、管道下沟检查完毕应立即回填，回填时应防止防腐层被擦伤。石方段管沟回填应先用细土回填至管顶以上 0.5m，才允许用土、砂或粒径小于 0.1m 的碎石回填并压实；非石方段结合现场情况，采用松土回填。

7、不得采用冻土、垃圾、木材及软性物质回填，管道两侧及管顶以上 0.5m 内的回填土，不得含有碎石、砖块等杂物，不得用灰土回填；距管顶 0.5m 以上的回填土中的石块不得多于 10%，直径不大于 0.1m，且均匀分布。

8、管沟回填时，应先回填管底局部悬空部位，再回填管道两侧。

9、回填土应分层压实，每层虚铺厚度宜为 0.2~0.3m，管道两侧及管顶以上 0.5m

内的回填土必须采用人工压实，管顶 0.5m 以上的回填土可采用小型机械压实，每层虚铺厚度宜为 0.25~0.4m。回填土压实后，应分层检查密实度，密实度应符合相关规范的要求。

4.16.5 焊接及检验

1、焊接方式

焊接是管道建设的最为关键的施工环节，因此必须采用可靠的施焊方案和严格的质量保证措施。

目前，管道现场焊接常用的方式根据操作条件分为：手工电弧焊、半自动焊、自动焊三种；根据焊接方向又分：下向焊和普通焊。手工电弧焊是一种传统的焊接方式，可适用于各种条件，在管道建设上应用普遍；半自动焊是手工和机械的结合，即在焊接过程中，通过人工打底根焊，填充、盖帽自动焊接，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，其在国内的发展前景很广阔。下向焊适用于流水化作业，进度快，一般适用于管径大于 273mm 的管道，对大规模的长输管道是最主要的焊接方式；传统焊在管道焊接上现在已经很少应用，在管道建设中主要用在沟下碰死口以及站场、阀室设备构件的焊接上。本项目埋地管段沿线地形相对简单，施工难度适中，且埋地管道较短；架空段主要位于公共管廊上，需要登高焊接，施工难度较大，综合推荐焊接方式如下：

- 1) 埋地段采用手工电弧焊，焊接方向为下向焊；
- 2) 架空段采用手工电弧焊，焊接方向为下向焊；
- 3) 碰死口和返修焊接部位现场环焊缝焊道采用手工电弧焊下向焊方式。

2、焊接材料及工艺评定

1) 焊接工艺评定

工程焊接前，施工单位应按照设计要求的管材、焊接方式及要求，结合现场作业实际情况，进行焊接工艺评定。焊接工艺评定试验结果报业主或监理单位批准合格后，制定焊接工艺规程。焊接工艺评定按《承压设备焊接工艺评定》NB/T47014 或《钢质管道焊接及验收》GB/T31032 执行。

2) 焊接材料

本项目所选焊材必须是经过焊接工艺评定确定的合格焊材，本项目推荐手工电弧焊焊材均采用 AWS A5.1 E6010，焊条 $\Phi 3.2\text{ mm}$ 。

3) 焊缝检验及验收

- (1) 管道焊接完成后，强度试验及严密性试验之前，必须对所有焊缝进行外观

检查和对焊缝内部质量进行检验，外观检查应在内部质量检验前进行。

(2) 设计要求进行 100%内部质量检验的焊缝，其外观质量不得低于现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工质量验收规范》GB 50683-2011 要求的 I 级质量要求；对内部质量进行抽检的焊缝，其外观质量不得低于现行国家标准《工业金属管道工程施工规范》GB 50184-2011 要求的 II 级质量要求。

(3) 本项目对管道环焊缝进行 100%超声波检测和 100% X 射线检测；穿越水域、公路、铁路的管道焊缝，弯管与直管段焊缝以及未经试压的管道连头焊缝均应进行 100%超声波检测和 100% X 射线检测。

(4) 超声波检测应符合《承压设备无损检测-超声检测》NB/T 47013.3-2015 中的 I 级质量标准；X 射线探伤应符合《承压设备无损检测-X 射线检测》NB/T 47013.2-2015 中的 II 级质量标准。

(5) 焊缝质量检查数量及合格标准应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 表 6.2.12 的规定。

4) 布管、坡口加工及管口组对

(1) 钢管切口表面应平整，无裂纹、重皮、毛刺、凹凸、缩口、熔渣、氧化物、铁屑等；切口端面倾斜偏差不应大于钢管外径的 1%，且不应大于 2mm；管道加工后，应进行内部清理，不得留有砂土、铁屑以及其他杂物，封闭管口，打上检验标记并妥善存放。管道、管件、阀门等内部应清理干净，无污物、杂物。安装工作有间断时，应及时封堵管口或阀门出入口。

(2) 焊接工作开始前，应根据《压力管道规范 公用管道》GB/T 38942-2020 要求进行管道的布管、坡口加工及管口组对。

(3) 管道组对时，应符合下列规定：

①对接焊缝相连接的两管道纵向焊缝间的距离不应小于 100mm；

②同一直管段上两个环向焊缝间的距离不应小于管子外径，且不应小于 150mm。

(4) 管道或管件对接焊缝组对时，内壁错边量不应大于母材厚度的 10%，且不应大于 2mm。

(5) 管道对口时应测量平直度，当管道公称尺寸小于 DN100 时，平直度允许偏差应为 1mm；当管道公称尺寸大于或等于 DN100 时，平直度允许偏差应为 2mm。全长平直度允许偏差应为 10mm。

4.16.6 清扫与试压

1、一般规定

1) 输配管道安装完成后,应依次进行清扫、强度试验和严密性试验。未完成清扫和压力试验的管道不得与既有的燃气管道连接。

2) 清扫和压力试验前应编制专项施工方案,并应采取确保人员及设施安全的措施,方案应经审查批准后实施。

3) 清扫和压力试验实施前,应划出警戒区并应设置警示标志,无关人员不得进入警戒区。吹扫口前、盲板(堵头)端头等处严禁人员靠近。

4) 除规定需单独试压的穿越段管道外,埋地管道的清扫和压力试验应在回填后进行,架空管道的清扫和压力试验应在滑动支架、吊架、固定支架等紧固完成后进行。

5) 输配管道穿跨越铁路、高速公路、二级以上公路和河流时,应单独进行压力试验。

6) 输配管道的线路截断阀不应参加试压前的清管。

7) 清扫和试验管道上的所有堵头应加固牢靠。

8) 试验前应检查试验段管道上所有阀门的开关状态,无关管段应采用盲板(堵头)封堵或断开。

9) 试验时发现的缺陷,应待试验压力降至大气压后再进行处理,处理合格后应重新进行试验。

10) 在管道清扫和压力试验合格且与不参加管道系统清扫和压力试验的设备复位连接后,不得再进行其他作业。

11) 对于验收合格后超过半年未投入运行且未进行保压的管道,钢质管道应重新进行吹扫和严密性试验。

2、管道清扫与测径

1) 高压管道试压前应采用临时清管器进行清扫,不同管径应分开清扫。清扫管线应设临时放空口,清扫出口应设在开阔地段并加固,出口端正前方应无建筑物,放空口应锚固并有可靠的接地装置。清扫应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 的要求。

2) 清管进出口应采用临时收、发球(器)装置。

3) 对影响清管球(器)通过的管件、设施,在清管前应采取必要措施。

4) 清管器行进速度一般控制在 4~5km/h,清管器充水后直径过盈量为管道内径的 5%~8%,清管次数不得少于两次,以开口端不再排出杂物为合格。

5) 清管时最大压力不应大于设计压力,且不应大于 0.8MPa。

6) 清管合格后,设置清管球(器)装置的输配管道应在试压前后分别进行测径。

测径板通过管段后，无变形、无褶皱可判定为合格。

3、管道试压

高压管道应分段进行强度试验和严密性试验，对穿越河流、高速公路的管段应进行单独试压。单独试压的穿越管段，强度试验压力不应小于该处设计内压力的 1.5 倍，强度试压稳压时间不应少于 4h；试压时的环向应力不宜大于钢管的屈服强度的 90%。穿越管段的严密性试验的压力不应低于该处设计内压力、稳压时间不应少于 24h。

高压管道应分段进行压力试验，本项目高压管道设计压力为 4.0MPa，试验管道分段最大长度为 10 km；本项目次高压管道设计压力为 1.6MPa，试验管道分段最大长度为 5 km。

试验时应设巡视人员，无关人员不得进入试验区。在升压过程中和强度试验稳压结束前，所有人员不得靠近试验区。本项目高压管道设计压力为 4.0MPa，人员与试验管道的防护警戒距离应不小于 20m；本项目次高压管道设计压力为 1.6MPa，人员与试验管道的防护警戒距离应不小于 10m。

经试压合格后的管段之间相互连接的焊缝经射线探伤检验合格后，全线接通后不再进行强度试验。管道试验应按《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 执行。

1) 强度试验

(1) 管道焊接检验、清扫合格后，应进行强度试验，试验介质为清洁水；试验压力为设计压力的 1.5 倍，本项目高压管道试验压力为 6.0MPa；次高压管道试验压力为 2.4MPa。

(2) 采用水进行强度试验时，试验管段任何位置的管道环向应力均不应大于管材最低屈服强度的 90%。架空管道进行水压试验前，应核算管道及支撑结构的强度，必要时应进行临时加固，试压时的环境温度宜为 5℃以上，否则应采取防冻措施。

(3) 试验用的压力计及温度记录仪应在校验有效期内，管道试验用压力计及温度记录仪均不应少于两块，并应分别安装在试验管道的两端。

(4) 试验用压力计的量程应为试验压力的 1.5~2 倍，其精度不得低于 1.0 级。

(5) 进行强度试验时，压力应逐步缓升，采用水为介质时，当压力升至试验压力的 30%和 60%时，应分别进行检查，如无泄漏或异常，继续升压至试验压力，然后应稳压 1h，观察压力计，无变形、无压力降为合格。

(6) 分段试压合格管段之间相互连接的焊缝，经 100%射线探伤和超声波探伤合格后，可不再进行强度试验。

(7) 采用水进行强度试验结束后,应及时将管道中的水放(抽)净,并应按相关规定进行清扫。

2) 严密性试验

(1) 严密性试验应在强度试验合格、管线全线回填后进行。

(2) 压力表或电子压力记录仪应在校验有效期内,其量程应为试验压力的 1.5 倍~2 倍。当采用压力表时,精度等级、分格值及表盘直径应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 中表 11.4.2-1 的规定。当采用电子压力记录仪时,保存数据的时间间隔不应大于 5min,精度等级应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 中表 11.4.2-2 的规定。

(3) 本项目管道严密性试验采用压缩空气,中压及以上管道严密性试验压力应为设计压力,且不应小于 0.1MPa。本项目高压管道设计压力为 4.0MPa,试验压力为设计压力,即 4.0MPa;另根据《压力管道规范 公用管道》GB/T 38942-2020 第 7.3.2.7 条,设计压力为 $0.1\text{MPa} \leq P < 2.5\text{MPa}$ 时,严密性试验压力为 1.15 倍设计压力,本项目次高压管道设计压力为 1.6MPa,试验压力应为 1.84MPa。

(4) 试压时的升压速度不宜过快。对设计压力大于 0.8MPa 的管道试压,压力缓慢上升至 30%和 60%试验压力时,应分别停止升压,稳压 30min,并检查系统有无异常情况,如无异常情况继续升压。管内压力升至试验压力后,待温度、压力稳定后开始记录。

(5) 严密性试验稳压的持续时间应为 24h,每小时记录不应少于 1 次,当修正压力降小于 133Pa 为合格。修正压力降应按《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 中式 11.4.5 确定。

(6) 架空管道升压到严密性试验压力后,可采用起泡剂对所有焊口、接口进行检查,无泄漏为合格。

4.16.7 干燥

高压管道投产前应进行管道的干燥。干燥前,应用清管器清扫管内残余积水,注入吸湿剂后,再次清管,清管合格后,用采用露点低于 40℃的压缩干空气对管道进行干燥吹扫。干燥程度可用电子露点仪测定,当管道内排出的空气水露点低于 -20℃(常压下的露点)时,即为合格。

高压管道全部贯通后,利用清管设备,用压缩空气推动清管器对主线路进行清管。与管线无关的其它工艺管线应进行隔离,以防止脏物进入,具体方案由施工单位根据实际情况出具施工专项方案并应经过建设单位批准。

管道干燥应按《天然气管道、液化天然气站(厂)干燥施工技术规范》SY/T4114-2016 执行。

管道干燥结束后，应采用干燥气体保压，保压压力应为 0.12MPa~0.15MPa。

4.16.8 置换

投产置换是天然气管道施工后投入运行的一个关键步骤。应采用氮气或其他惰性气体置换管内空气，应识别气体注入过程的风险，并制定消除或控制措施；注入气体的温度不宜低于 5℃。

天然气管道置换空气用氮气或惰性气体的隔离长度应保证到达置换管线末端时，空气与管道气体不混合。

天然气管道置换管内空气时，当管道末端放空检测口气体含氧量不大于 2%时即可认为空气置换合格。

4.16.9 防雷接地

1、本项目大部分高压管道沿管廊架空敷设，雷击、静电的危害大，主要采取接地的方式，对管道进行保护，措施如下：

1) 燃气管道法兰连接处、法兰两侧均以导线跨接，架空管道与管廊已建静电接地网连接。

2) 燃气管道与管廊已建静电接地网连接，应遵循《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097-2017 要求，还应符合下列要求：

(1) 为了防止静电产生，架空管道法兰电阻值超过 0.03Ω时，采用 10mm² 铜片跨接。

(2) 架空管道静电接地直接利用已建管廊静电接地设施。管道静电接地导线采用镀锌扁钢，每个静电接地装置的对地电阻值小于 10Ω。

(3) 用作静电接地的材料或零件，安装前不得刷油。导电接触面必须除锈并妥善连接，安装完毕后进行测试。

(4) 填写管道静电接地测试记录。

(5) 需要作静电接地的物料管道，应在管道上部焊接与金属管道相同材质的接地耳，然后用导线（或镀锌扁钢）与公共接地装置连接，采用螺栓固定。

(6) 两静电接地连接点间跨度不大于 80 米。

2、管道静电接地设计还应符合《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》中第 4 条的要求：

1) 公共管廊上已设置了公共接地设施，用户管道的静电接地应直接利用这些公共接地设施。

2) 管道静电接地导线宜采用镀锌扁钢，每个静电接地装置的对地电阻值宜小于 10Ω。

3) 需要作静电接地的物料管道, 应在管道上部焊接与金属管道相同材质的接地耳, 然后用导线(或镀锌扁钢)与公共接地装置连接, 采用镀锌螺栓固定。

3、本项目徐圩调压站内管墩上架空高压管道为露天低位架设, 其防雷设施利用管墩上的钢板同管墩内部绑扎钢筋焊接作为引下线, 钢筋混凝土管墩作为接地装置。每隔 25m 接地一次, 其冲击接地电阻不应大于 $30\ \Omega$ 。防雷防静电共用接地装置, 接地电阻不大于 $10\ \Omega$, 当不能满足接地要求时, 须补打接地级。

4.17 线路附属构筑物

4.17.1 管道标志桩、警示牌

线路标志包括线路标志桩和警示牌, 其设置按《城镇燃气设计规范》GB50028-2006(2020 年版)和《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153-2010 执行。

管道沿线应设置路面标志, 标志应埋设牢固、清晰完整, 并应符合《城镇燃气输配工程施工及验收标准》GB/T 51455-2023 第 6.1.9 条的规定。

每处水平转角(线路控制桩)设转角桩一个; 从管道起点开始, 每 1km 处设一个里程桩(与阴极保护测试桩合用); 凡与地下构筑物交叉处, 穿越的两侧均设置标志桩和警示牌。直管段部分每 100 m 设置加密桩。

对易于遭到车辆碰撞、人畜破坏或第三方施工作业破坏的局部管段, 设置警示牌, 并采取保护措施。

在距埋地天然气管道管顶 30~50cm 处应连续敷设警示带(板), 起警示和保护作用, 防止其他施工时破坏天然气管道。

4.17.2 架空管道涂色及标识

1、管道及管支架等涂色参照《城镇燃气标志标准》CJJ/T 153-2010、《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231-2003、《公共管廊管道涂色标识统一规定》及企业标准的要求执行。

2、对架空燃气管道的标识要求:

1) 管道都需按要求设置醒目的管道标识。

2) 管道标识粘贴、涂色应正对马路或管廊的主干道一侧, 便于查看。

3) 管道途径路由的标志间距宜为 70-80 米, 多根管道排列在一层时, 色环的设置应考虑整齐、美观。管廊上架设管道由管廊公司提供统一的具体安装或粘贴的轴位号。

4) 管道上的标识包含色环(含箭头)标识、字样标识牌、危险警示标志。

3、管廊架空管道涂色还应符合《徐圩新区石化公共管廊管道详细设计统一规定》中第 11 条的要求:

1) 敷设在公共管廊上的管道均应设置色标,具体要求应按照《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231 和《常用危险化学品的分类标志》GB13690 制作标识。

2) 管道色标制作可按下列色标基本组成:

- (1) 基本识别色: 用以识别管道内物质种类的颜色。
- (2) 危险标识: 表示管道内的物质为危险化学品。
- (3) 识别符号: 用以识别管道内的物质名称和状态的记号。

3) 基本识别色

公共管廊上的管道基本识别色采用色环标识,按《工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识》GB 7231 规定的标识方法,并按下列要求设置:

- (1) 在管道上以宽为 150mm 的色环标识。
- (2) 直线段二个标识之间的最大距离不应超过 50m。
- (3) 标识位置应为管道的起点、终点、交叉点、转弯处、阀门处、其他需要标识的部位。

4) 危险标识

管道的危险标识适用范围:管道内的物质属《常用危险化学品的分类标志》GB 13690 所列的危险化学品管道应设置危险标识。

(1) 标识方法是在管道基本标识色的标识上或附近涂 150mm 宽黄色,在黄色两侧各涂 25mm 宽黑色的色环或色带。

(2) 直线段二个标识之间的最大距离不应超过 50m。

(3) 标识位置应为管道的起点、终点、交叉点、转弯处、阀门处、其他需要标识的部位。

5) 识别符号

管道的识别符号由物质名称、流向、上下游客户名称及 24 小时联系电话等组成,其标识应符合下列要求:

(1) 每两个识别符合为一组,水平管分别张贴于管道的上、下二面;立管分别张贴于管内介质流向的前、后二面。

(2) 直线段二个标识组之间的最大距离不应超过 50m。

(3) 标识位置应为管道的起点、终点、交叉点、转弯处、阀门处、其他需要标识的部位。

4.17.3 线路截断阀

本项目线路截断阀按照《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）的要求进行设置。

根据《城镇燃气设计规范》GB50028-2006（2020 年版）的规定，高压管道应设置线路截断阀，截断阀位置应选择在交通方便、地形开阔、地势较高的地方。截断阀最大间距应符合下列规定：

以一级地区为主的管段不宜大于 32 km；

以二级地区为主的管段不大于 24 km；

以三级地区为主的管段不大于 13 km；

以四级地区为主的管段不大于 8 km。

本项目全线位于连云港石化产业基地内，按照三级地区设计；本项目高压管道全长约 9.0km，在起点处设 DN400 埋地焊接球阀配套阀井一座；另外本项目高压管道至公用工程岛用气接口、预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口的管道末端各设置 1 个 DN400 焊接球阀，在管道从公共管廊引出后的回下管上设置，依附管廊结构立柱做支架固定，不设阀井。

本项目新建 1 座阀井，设置于管线起点处，位于徐圩调压站内，不涉及永久征地。

4.17.4 管道分段放散

本项目埋地焊接球阀配套双放散，可利用球阀的放散控制阀对各阀门之间的管道进行放散。

4.18 主要工程量

表 4.18-1 高压管道主要工程量表

序号	名称	单位	数量	备注
一	线路工程	km	9.0	
	高压管道	km	9.0	次高压管材同高压管
1	土石方工程	m ³		预估量
	作业带土方	m ³	500	开挖段 清表
	管沟土方	m ³	200	
	石方挖方	m ³	0	
	购买细土	m ³	100	
	购买干砂	m ³	100	
	土、石方外运	m ³	100	20km 运距
2	措施工程	km	9.0	预估量
	恢复地貌（水泥路）	km	0.055	开挖管段
3	管材、管件			钢管冲击试验温度为 -20℃~0℃
	D406.4×8.8 L360M 直缝双面埋弧 焊钢管	km	8.945	架空段 工厂成品 刷漆防腐
	D406.4×8.8 L360M 直缝双面埋弧 焊钢管	km	0.055	埋地段 工厂成品 3PE 加强级防腐
	D406.4×8.8 L360M 直缝双面埋弧 焊钢管	t	776.54	
	D406.4×8.8 L360M（冷弯）	个	1	R=40D 架空段 成品 刷漆防腐
	D406.4×8.8 L360M（冷弯）	个	4	R=40D 埋地段 成品 3PE 加强级防腐
	D406.4×8.8 L360M（热煨）	个	865	R=1.5D 架空段 成品 刷漆防腐
	D406.4×8.8 L360M（热煨）	个	4	R=3D 埋地段 成品 3PE 加强级防腐

序号	名称	单位	数量	备注
	D406.4×8.8 L360M (热煨)	个	4	R=6D 埋地段 成品 3PE 加强级防腐
	DN400/400 钢制三通	个	1	成品 刷漆防腐
	DN400 管帽	个	1	成品 刷漆防腐
4	管段、管件防腐			
	管材三层 PE 加强级防腐	m ²	100	
	管材工厂除锈刷漆防腐	m ²	15300	
	R=3D 热煨弯头防腐(双层熔结环氧粉末+聚丙烯胶带)	m ²	30	
	R=6D 热煨弯头防腐(双层熔结环氧粉末+聚丙烯胶带)	m ²	30	
	R=1.5D 热煨弯头防腐(工厂除锈刷漆防腐)	m ²	3050	
	架空段焊口 现场手动除锈刷漆防腐	m ²	2415	
5	管道安装			
5.1	管段运输	km	9.0	
5.2	管段组装焊接	km	9.0	
	架空段	km	8.945	大型机械吊装作业
	直埋开挖段	km	0.055	
5.3	管道清管试压	km	9.0	
5.4	干燥及氮气置换	km	9.0	
5.5	线路附属工程			
	DN400 阀门井 PN40	个	1	
	DN400 双放散埋地焊接球阀 PN40	个	1	Q361F-40
	DN400 焊接球阀 PN40	个	2	Q341F-40 架空段
	标志桩	个	20	
	警示牌	个	15	
	警示带	km	0.1	每根管两条
	基本识别色	处	160	架空管涂色

序号	名称	单位	数量	备注
	危险标识	处	160	架空管涂色
	识别符号	处	160	架空管涂色
6	架空管道静电接地	处	320	镀锌扁钢
7	支架、支墩			
	滑动支架	个	1000	HG/T 21629-2021
	固定支架	个	135	HG/T 21629-2021
	导向支架	个	265	HG/T 21629-2021
	吊架	个	135	HG/T 21629-2021
	弹簧支撑架	个	5	
	管道水泥支墩	个	6	垫层: C20 2.6×0.15m 基础、支柱: C40 2.4× 2.4×1.5m
8	无损检测			
	X 射线探伤	口	2200	
	超声波探伤	口	2200	
9	整修施工便道	km	1	
10	管道数字化	km	9.0	管道竣工、焊口测量等
11	管道 PCM 检测	km	9.0	
12	线路杂散电流干扰腐蚀调查、测试与分析评价	km	1	
13	临时用地（架空段）	m ²	77000	作业带宽度 10m
	临时用地（开挖段）	m ²	1000	作业带宽度 14m
14	架空段施工 安全防护网	m	300	跨越河流段
	架空段施工 安全防护网	m	500	跨越已有道路段

表 4.18-2 阴极主要工程量表

序号	项目名称	单位	数量	备注
	管道防腐及阴极保护			部分为预估量
1	D406.4 三层 PE 加强级防腐	km	0.055	开挖直埋段
2	D406.4 辐射交联聚乙烯热收缩带补口	个	20	
3	热收缩带牺牲套	个	20	
4	补伤片	m	20	
5	DN400 绝缘接头 PN40	个	1	
6	15kg 锌阳极包	支	2	
7	交流干扰防护点/固态去耦合器安装	处/台	2/2	
8	测试桩	个	2	
9	绝缘接头含电火花间隙	套	2	

5 项目建设、运营方案

5.1 信息工程

近年来，随着信息化、数字化水平不断提高，城镇燃气管网正逐步走向智能化建设，将优质材料、信息化技术、管理模式等进行有机整合，实现智能化管网搭建和管理，提升燃气管网的运行效率和安全系数。利用智能化管理系统，能够提升城市燃气管网的安全性，最大程度上避免风险出现，及时解决安全隐患，并通过智能化的风险监控，提前进行预警，做好风险预案。通过收集城镇燃气管网建设期和运行期的数据，有利于调控管网输送，发现容易出现隐患的区域和管道位置，为检修、施工提供指导，降低风险和管理成本。

国务院于 2015 年发布《工业制造 2025》，也就是中国版“工业 4.0”战略规划，以实现制造业数字化、网络化和智能化为目标。

2017 年国务院正式印发《新一代人工智能战略规划》，为我国的人工智能技术和产业发展设立了目标和蓝图，人工智能的发展已经上升到国家战略层面。

2020 年国资委发布《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》，落实习近平总书记关于推动数字经济和实体经济融合发展的重要指示精神，促进国有企业数字化、网络化、智能化发展，提升产业基础能力和产业链现代化水平。

在城镇燃气管网数字化建设过程中，数据的有效采集、交付是基础。在工程建设阶段产生了几乎全部的工程本体数据，属全生命周期数据源头，数据结构化程度高、价值高，为建设期和运行期的各项智能化工作提供数据支持。因此在工程建设期全面开展数字化交付意义重大，在建设期数据采集和交付的基础上，面向智能建造、智慧运行和管道完整性管理进行延伸，有效挖掘数据价值，创造效益。

在运营阶段，通过各项自动化、信息化建设，实现集中监控、远程操作，建立泄露、应力、杂散电流、第三方破坏的自动感知和预警，针对易受第三方破坏的重点区域实现视频监控，有效提高运营管理水平。

连云港徐圩新区智慧化工园区综合管理与指挥一体化平台项目已建设完成，通过智慧化工园区综合管理与指挥一体化平台，依托园区已有的运营管理指挥体系和相关部门，为园区的安全监控、环境监测、工厂运行、应急保障、综合服务等业务提供信息化支撑，提升对园区安全、环保监管和综合管理服务的水平，实现“园区体征可视化、安全监管一体化、管理服务实时化、基础设施集成化”。

根据调研，连云港徐圩新区已完成了斯尔邦石化、荣泰仓储等公司 2400 公里压力管道的数字化治理工作，高标准实现了设备数据、管理情况、介质信息可视化，新区其余 4000 公里压力管道也全部完成赋码工作。随着新区的快速建设发展，现有

特种设备超 1.53 万台套，压力管道 6000 余公里，各类高腐蚀性介质的压力管道、超高压设备、第三类压力容器等数量位列江苏省县区前列，特种设备种类全、数量多、增速快。《连云港石化产业基地高质量发展条例》指出，要贯彻安全第一、预防为主、综合治理的指导方针，提升本质安全水平。新区市场监管局持续强化特种设备安全监管，以压力管道数字化治理为切入点，创新特种设备监管模式，扎实推进特种设备数字化治理，严格执行日常安全隐患排查整治，织密织牢特种设备“安全网”。新区建成了以特种设备数字化治理为主、融合应急处置服务于一体的智慧监管平台，将特种设备相关数据直接接入石化基地运管中心，与应急救援中心、智慧管网等监管平台实现互联互通。依托移动式压力容器充装预警系统，高效开展压力管道泄漏监测、腐蚀性减薄预警等预防性研究，以数字化监管实现特种设备安全风险预警、识别、处置的无缝衔接和闭环管理，贯通源头预防、过程管控、末端治理等特种设备安全监管全流程。

本项目结合中新燃气公司信息化建设现状，建立建设期数据资产，强化建设期设计、采购和施工的管理，为运行期智能应用提供基础。本项目最大设计压力为 4.0MPa，属于 GB1 类压力管道，且大部分沿公共管廊架设；项目实施后，需将管网信息同步录入连云港石化基地智慧综合管网平台，并按照徐圩新区主管部门要求，实现压力管道的数字化管理。

根据管道沿线情况及建设单位运行需求，本项目智能化推荐如下方案：

- 1、地理信息系统（GIS 三维）；
- 2、管线视频监控系统；
- 3、智能阴极保护系统；
- 4、燃气管网智能安全监测系统。

5.1.1 地理信息系统（GIS 三维）

传统的二维管线管理模式已无法满足人们对管网、管线大数据信息分析、表达、应用的实际需要，三维管线管理逐渐替代二维管理模式。在三维场景中，需要使用三维管点模型、管线模型来展示管网系统，模型建设成本较高，管点模型的管口与管线管线的匹配效果差，并且业务属性信息需要从点、线数据集中再次录入到三维模型中，同时维护两套数据而无法满足实时更新的需求。基于二三维一体化技术的三维管点、管线符号及自适应管点符号。在三维管线的快速构建、海量承载、应用分析方面，为三维管线 GIS 应用系统，提供了快速高效、完善实用的技术方案。

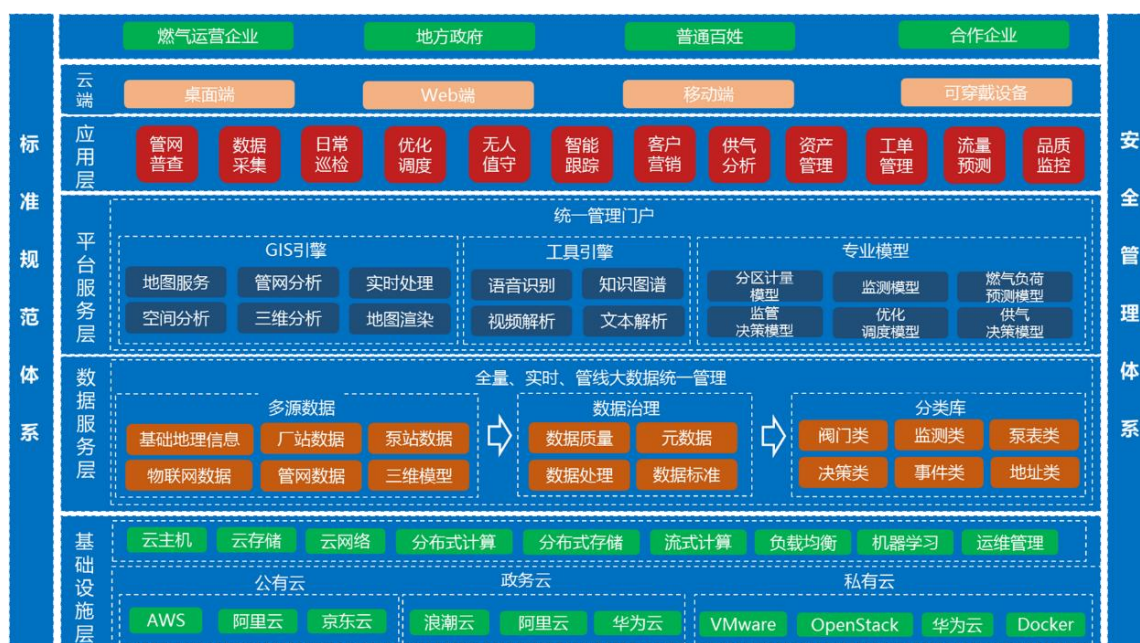


图 5.1.1 地理信息系统（GIS 三维）系统架构

5.1.2 管线视频监控系统

整个管线可视化联网监控系统主要分成前端视频监控系统、传输网络、监控中心三个层次。

前端监控系统：主要由防爆摄像机和太阳能供电摄像机组成；管线区域部署太阳能供电摄像机。

传输网络：管线区域的摄像机通过网线或光纤汇聚到接入交换机，统一送到汇聚交换机；管线线路的太阳能供电摄像机通过 4G 将信号传输至平台。

监控中心：监控中心部署管理服务器、网络存储设备、核心交换机等，完成其所辖区内所有视频监控系统的汇聚。

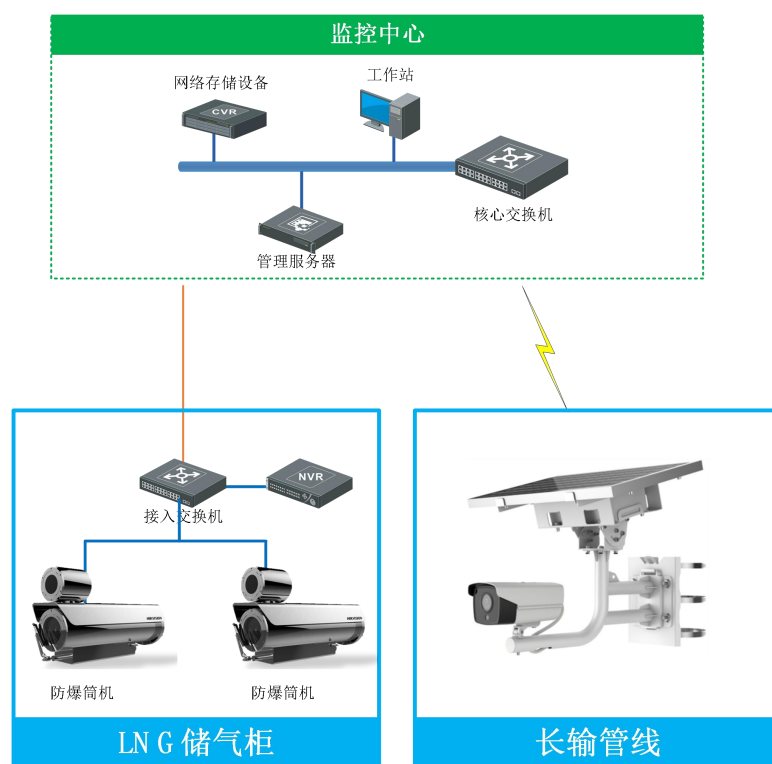


图 5.1.2 管线视频监控系统框架

采用高品质摄像机，具有防尘、防水、防爆、防腐蚀等功能特性。实时获得监控区域内清晰的监控图像，各种型号系统的摄像机可以满足不同区域监控点的监控需求，实现 24 小时不间断监控，同时可以对带云台的设备进行云台操作，对视角、方位、焦距的调整，实现全方位、多视角、无盲区、全天候式监控。

通过支持智能功能的 NVR，支持基于智能侦测事件的快速检索；支持基于区域入侵、越界侦测的录像后检索，可在回放中自定义智能规则快速检索，录像搜索随心所欲。通过平台软件能够对前端设备进行校时、重新启动、修改参数、软件升级、远程维护等功能。设备提供远程访问功能，运维人员不必到达设备现场，就可修改设备的各项参数，提高设备的维护效率。

5.1.3 智能阴极保护系统

牺牲阳极阴极保护是将电位更负的金属与被保护金属连接，并处于同一电解质中，使该金属上的电子转移到被保护金属上去，使整个被保护金属处于一个较负的相同的电位下。该方式简便易行，不需要外加电源，很少产生腐蚀干扰。

通过 RTU 终端实时采集牺牲阳极测试桩的数据，实现了对阴保的阴极保护电位、阴极保护电流、杂散电流强度、土壤电阻率等运行参数的监测，加强了对阴保工况、镁包的寿命、交流杂散电流和直流杂散电流对钢管的腐蚀影响的监管。

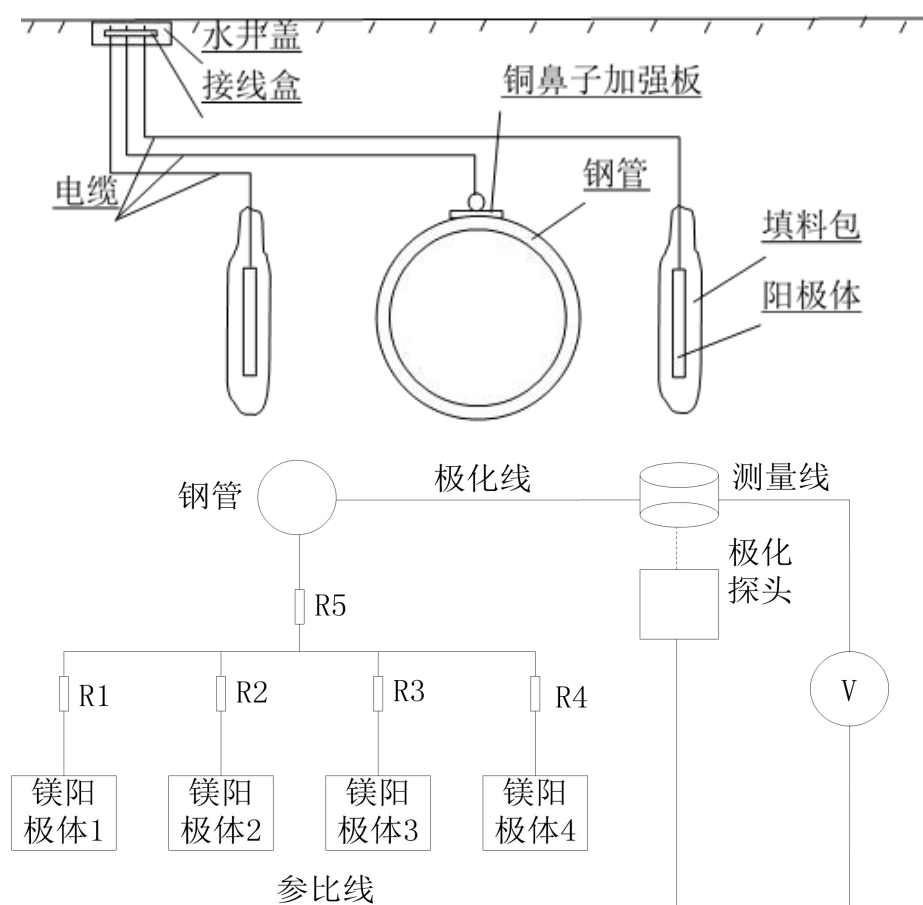


图 5.1.3-1 智能阴极保护系统原理

天然气高压管道多采用防腐涂层和阴极保护技术来防止防腐层的老化，通过恒电位仪或牺牲阳极的方式向管道施加负电位，使管道对地构成阴极，形成防护、减缓腐蚀。阴极保护测试桩是阴极保护在线监测系统中必不可少的装置，主要用于阴极保护效果和运行参数的检测，一般沿输送管道 1~2km 设置 1 支。针对管道阴极保护监测存在的上述问题，规划设计了一体化的智能测试桩和阴极保护在线监测系统，以实现阴极保护参数自动采集、分析、传输和处理的目标。智能测试桩每天定时自动采集管道保护电位、腐蚀电流、管道自然电位、阳极自然电位以及设备自身电池电压等数据，并通过 4G/NB-IoT 网络定时上传云服务器。云服务器上安装管道阴极保护智能监测管理系统软件，该软件以 B/S（浏览器/服务器）结构进行设计，以 SQLSERVER 数据库对海量数据进行存储，提供了电子地图、数据展示、越限报警、数据查询和各种统计、分析功能，支持电脑和手机 APP 远程访问。



图 5.1.3-2 智能阴极保护现场图

5.1.4 燃气管网智能安全监测系统

为推进国家安全发展示范城市建设，依据中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于推进城市安全发展的意见》和国务院安委会印发的《国家安全发展示范城市评价与管理办法》要求，国务院安委会办公室于 2023 年 10 月 18 日修订完成《国家安全发展示范城市评价细则（2023 版）》，其中要求建设监测预警平台，包含以下两方面：

①城市综合平台：建成城市安全风险综合监测预警平台，对城市整体安全运行态势和跨行业领域风险进行分析研判，实现分级分类预警和联动处置；

②重点行业领域平台：针对燃气爆炸、火灾、大客流、城市内涝等风险，建设重点行业领域监测预警系统，实现“能监测、会预警、快处置”。

燃气管网智能安全监测系统通过管网压力监测仪、可燃气体监测仪、智能结构诊断器、井盖甲烷传感器等城市生命线智能监测仪器，对城市燃气管网存在的各类风险，如：压力异常、温度异常、管网流量异常、管网泄漏、可燃气体浓度超标等进行实时物联网监测。



图 5.1.4-1 燃气管网智能安全监测系统架构图

构建燃气管网综合管理的动态监测网络，涵盖压力、流量、密闭空间监测、燃

气泄漏监测等数据，实时记录和分析管网运行健康数据，实现管网地理空间、运行状态信息的集成以及管网运行状态的动态安全监管。使城市安全运行管理“从看不见向看得见、从事后调查处置向事前事中预警、从被动应对向主动防控”转变。

该系统可通过前端的传感器自动监测燃气管网运行状态，待发现管道出现泄漏后，会自动标记和反馈燃气泄漏位置，并将燃气泄漏信息传送至后台数据库，对燃气泄漏原因进行智能化分析，进而确定燃气泄漏量及发展趋势。同时，系统会根据燃气泄漏情况确定那些是必须关闭的阀门，那些是不用关闭的阀门，从而及时自动关闭相应的阀门，有效控制燃气泄漏。若某个必须关闭的阀门无法自动关闭或发生损坏，则系统会将该阀门标记为异常，并发出提示信息提醒技术人员进行人工操作。另外，操作人员在系统地图上选择管网泄漏位置，通过系统对管网泄漏的自动化远程追踪分析，可以及时了解管网事故的性质及发展趋势，从而确定并标记出受影响用户的范围。同时，系统会从数据库中调出受影响用户的基本信息，并在地图上显示出来。

此系统还需配套进行燃气阀门智能化改造、管网感知设备布设、用户端或管线重要节点处泄漏报警装置安置、燃气安全风险监测系统的建设。

基于阀门的智能化改造，即加装远程控制阀门，当出现燃气泄漏、管线被挖断等情况，可以远程关闭阀门，紧急切断气源。阀门的智能化改造后可对以下参数进行在线监测：球阀上游压力监测、球阀下游压力监测、管道流量监测、球阀远程关断、球阀远程开启、阀井内可燃气体泄漏检测、窖井盖异动监测、北斗定位。



图 5.1.4-2 燃气管网智能安全监测系统示意图

管网感知设备主要对位移和泄漏进行监测，可以装在阀门井，也可以采取地埋式，这相当于管网上的“哨兵”，通过催化技术、激光技术、无线通讯及电池供电技术，对天然气泄漏进行 24 小时实时监测，一旦管道发生泄漏、位移或管道周围有

第三方施工破坏，感知设备能及时发布报警预警信息，调度员可以迅速安排距离事发地最近的巡线人员赶往现场进行处置。

5.1.5 施工智能化管理

一、施工智能化概述

本项目智能管道建设，现场智能化管理是重要环节，通过在线路部署无线局域网，确保施工单元作业范围内 wifi 信号全面覆盖，焊接、检测、防腐等机械化施工机具，项目管理助手，视频监控终端等设备可通过无线局域网接入现场数据采集计算机。

结合二维码、电子标签、摄像头、手机等终端设备，实现对工程建设过程的实时视频监控、感知和数据采集，真实准确反映现场作业过程，及时完整进行资料数字化移交归档，提高过程管控能力，确保工程建设质量。从而实现以下目标：

- 1) 实时掌握现场作业情况，避免作业过程不规范；
- 2) 实时监视施工机具工况数据，发现问题，及时预警；
- 3) 施工数据现场采集，关键数据自动输出，确保数据真实、准确；
- 4) 掌握重点区域人员和设备情况，确保安全作业；
- 5) 施工全过程数据完整数字化移交和归档，确保过程可追溯。

施工智能化建设依托于 PCM 系统与智能工地。其中智能工地主要承担施工过程视频监控、施工工况数据采集、施工资源情况采集及集成传输，其他在 PCM 系统中实现。

二、智能工地建设

通过搭建智能工地，利用信息化手段对现场进行有效管控。借助二维码和电子标签技术可快速扫描、精确识别的特点，在管材生产制造、采办调拨、现场施工等环节，通过扫码实现全过程管理；采用二维码和电子标签技术封装人员信息，通过终端设备扫描证件后，准确识别现场人员基本资料、位职责、资质证件等关键信息，提高现场人员管控力度，强化入场合规性，有效杜绝安全隐患；对施工设备进行改造，实现影响焊接质量重要参数的实时采集，并利用二维码、电子标签技术将实时采集的施工过程数据与通过移动终端采集的施工结果数据、施工管理数据进行集成；在施工现场关键机组组建视频监控系统，规范现场人员施工行为，为管理者提供远程监管手段。形成智能工地为平台的工程项目全面在线管理。

1) 功能架构设计

通过二维码、RFID 等实现对关键施工人员、施工机具设备的集中式管理；通过对关键工序监控视频的采集、施工工况数据的采集实现对施工过程精细化管理；

通过全自动化施工、机械化防腐和数字化检测，实现施工新三化及数据智能化采集。

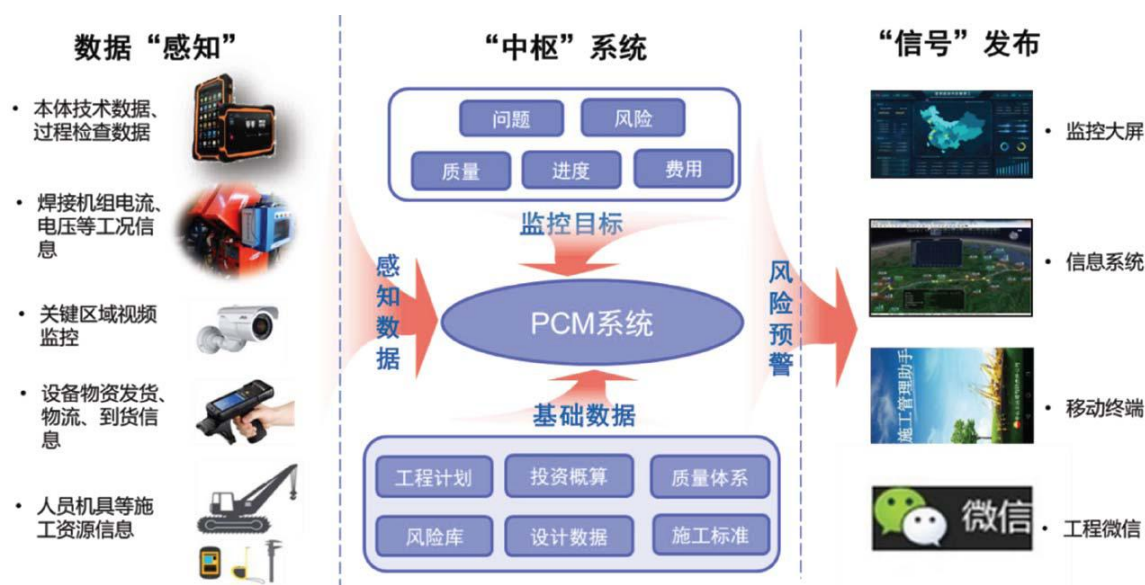


图 5.1.5-1 智能工地整体框架

2) 建设方案

智能工地建设主要包括：视频监控实施、机具工况数据采集、项目管理助手应用、竣工资料管理、基于电子标签的施工过程管理 5 类。

这 5 类业务数据在项目现场、建设单位之间交互，构成了系统主要的信息流。

视频监控实施：通过部署视频监控综合管理平台，包括数据库服务模块、管理服务模块、接入服务模块、流媒体服务模块、存储管理服务模块、Web 服务模块等，对现场整体情况，各关键工序的作业情况实时监控，加强对现场施工的监管，它们共同形成数据运算处理中心，完成各种数据信息的交互，集管理、交换、处理、存储和转发于一体，是视频监控系统能稳定、可靠、安全运行的先决条件。

机具工况数据采集：管道建设行业，焊接是最为核心的技术，对焊接工作涉及的设备进行改造，增加传感器和无线传输模块，采集和传输设备参数，并与焊口建立关联。

与通过项目管理助手采集的结果数据进行对齐，实现焊接设备工况参数实时监控、焊接参数报警提醒、焊接质量分析等功能结合管道沿线地形情况分析。

项目管理助手应用：业务范围覆盖项目建设过程管理、施工数据采集管理、综合分析可视化展示等；过程管理包括过程检查、不符合项管理、人员管理、机具设备管理、物资管理、竣工资料生成与审核等相关工作，记录并移交检查数据，设计结构化的数据表单，简化操作，以点选或二维码扫描获取相关信息。

竣工资料管理方案：融合设计、采办、施工、投产试运、完整性管理、设备管理、生产管理数据需求，通过对程序类、记录类表格重新梳理和分析，明确数据采

集范围，优化数据审核、归档的程序，全面实现竣工资料移交，实现竣工资料与施工过程同步生成，如实反映施工全过程。

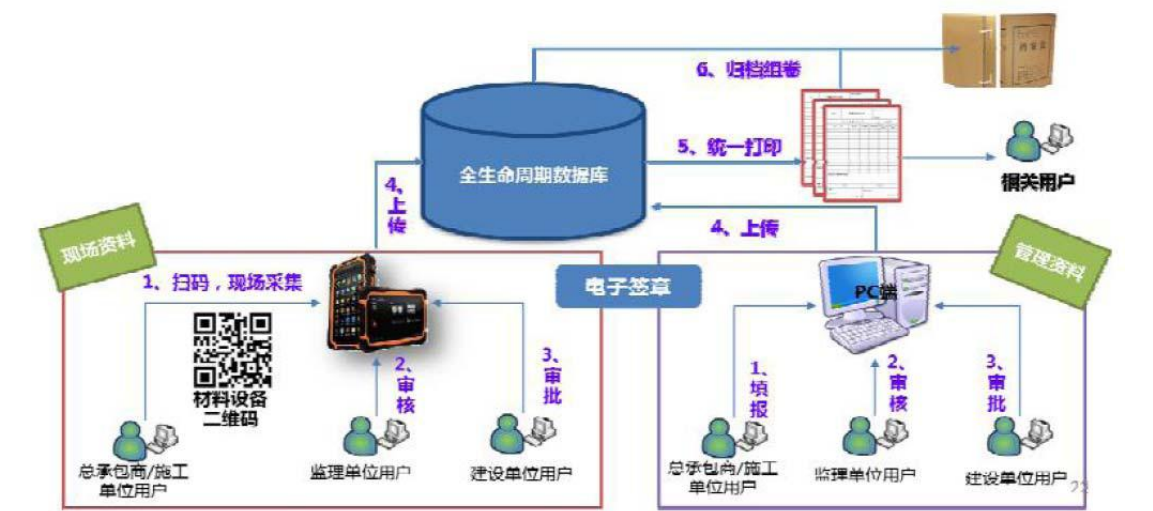


图 5.1.5-2 智能工地建设流程示意图

3、施工阶段全数字化移交包括以下内容：

1) 施工图设计数据

表 5.1.5-1 施工图设计数据移交

业务	分类	结构化数据	非结构化数据	
			管道实体数据	管理数据
施工图设计	各专业技术数据，勘察、测量技术数据	各专业技术数据，勘察、测量技术数据	说明书、安装图纸、技术规格书、数据单等文件、三维模型成果	施工图会审、交底、变更等文件
	涉及标准			

2) 物资采办

表 5.1.5-2 物资采办数据移交

业务	分类	物资本体技术参数信息	非结构化数据	
			物资本体技术参数信息	物资本体技术参数信息
物资采办	涉及标准			

3) 外协管理

表 5.1.5-3 外协管理数据移交

业务	分类	结构化数据		非结构化数据	
				管道实体数据	管理数据
外协	数据范围	--	外协手续	进展信息	
	涉及标准				

4) 工程施工数据移交

表 5.1.5-4 工程施工数据移交

业务	分类	结构化数据		非结构化数据	
				管道实体数据	管理数据
施工	数据范围	施工作业过程工序技术数据		进展信息	开工准备、施工组织、过程及记录文件
	涉及标准				
竣工图	数据范围	焊口、穿跨越、人手孔、桩		--	--
	涉及标准				

5) 工程监理数据

表 5.1.5-5 工程监理数据移交

业务	分类	结构化数据	非结构化数据	
			管道实体数据	管理数据
监理	数据范围	--	--	旁站、巡视、平行验收、质量验收、不符合项等文件
	涉及标准			

6) 检测管理数据

表 5.1.5-6 检测管理数据移交

业务	分类	结构化数据	非结构化数据	
			管道实体数据	管理数据
检测	数据范围	--	检测报告、返修通知单	检测报告、返修通知单
	涉及标准			

7) 试运投产

表 5.1.5-7 试运投产数据移交

业务	分类	结构化数据	非结构化数据	
			管道实体数据	管理数据
试运投产	数据范围	--	--	专项验收手续和协议、投产组织管理、投产申请与实施等管理文件
	涉及标准			

8) 竣工验收

表 5.1.5-8 竣工验收数据移交

业务	分类	结构化数据	非结构化数据	
			管道实体数据	管理数据
专项验收	数据范围	各类专项验收的环节节点数据	--	专项验收申报、审核、验收等文件
	涉及标准			
竣工验收	数据范围	--	--	竣工验收实施方案、总结报告、审查意见等管理文件
	涉及标准			

5.2 资源开发方案

本项目为清洁能源——天然气利用项目，不涉及资源开发。

5.3 用地征收补偿（安置）方案

1、用地方案

1) 高压管道部分

本项目高压管道部分不涉及永久征地，仅为管道施工临时占地，新建燃气管道在徐圩调压站内敷设或沿石化产业基地内公共管廊架空敷设。

2) 阀井部分

本项目新建 1 座阀井，位于徐圩调压站内，不涉及永久征地。

因此，本项目用地基本符合国家法律、法规、符合节约使用土地的原则。

2、房屋征收情况

本项目不涉及房屋征收情况。

3、土地征收情况

本项目不涉及土地征收情况。

5.4 建设管理方案

5.4.1 组织机构及定员

考虑到中新燃气公司目前已有成熟的组织机构，负责本项目的人事、组织、财务、计划、技术、采购、工程、生产、安全等事宜，本项目不考虑增加运行人员。

5.4.2 项目实施进度安排

为尽快建成本项目，满足项目的用气需求，本项目全部完成时间为十二个月。

表 5.4.2 工程建设计划进度表

内容	2025.01	2025.02 ~2025.03	2025.03 ~2025.05	2025.06 ~2025.08	2025.08 ~2025.10	2025.10 ~2025.11	2025.12
选址论证	——						
社会稳定性评估	——	——					
可行性研究	——	——					
项目申请报告核准		——	——				
初步设计、审批			——	——			
施工图设计				——	——		
设备及建设招标					——	——	
土建、安装工程					——	——	——
调试、验收、运行							——

5.4.3 项目招标

1、编制依据

- 1) 《中华人民共和国招标投标法》（1999 年）
- 2) 《必须招标的项目规定》（发改委 2018 年第 16 号令）
- 3) 《江苏省依法必须招标建设项目可行性研究报告增加招标专章和核准招标事项的规定》（苏计法规发〔2001〕1408 号）
- 4) 《建设项目可行性研究报告增加招标内容以及核准招标事项暂行规定》（国家计委令第 9 号）
- 5) 《国家发展改革委办公厅印发关于我委办理工程建设项目审批（核准）时核准招标内容的意见的通知》（发改办法规〔2005〕824 号）

6) 《工程建设项目招标投标办法》（国家计委第 30 号令）

2、招标基本情况

1) 招标范围

根据《必须招标的项目规定》（发改委 2018 年第 16 号令），本项目为依法必须招标建设项目，本项目招标范围包括土建工程、设备购置与安装工程等内容的招标。招标内容为本项目的管材、土建工程等。招标段分为管材购置阶段、土建施工阶段、工艺安装与调试阶段。

2) 招标组织形式

本项目采用自行招标的招标组织形式。

3) 招标方式

本项目为能源建设项目，施工及主要材料均属特殊行业，且竞争对手有限。根据行业和工程特点及工期要求，为满足工程建设进度的需要，本项目全部采用公开招标的方式。

4) 评标要求

本项目为天然气管道项目，属易燃易爆的特殊行业，参加评标的专家应具有天然气管道工程建设的专业知识和建设经验，并参加过相关工程的建设评标工作。

5) 招标事项安排

招标事项安排见下表。

表 5.4.3 招标事项安排表

项目	招标范围		招标组织形式		招标方式		不采用招标方式
	全部招 标	部分 招标	自行招 标	委托 招标	公开 招标	邀请 招标	
勘察	√		√		√		
设计	√		√		√		
建筑工程	√		√		√		
安装工程	√		√		√		
监理	√		√		√		
主要设备	√		√		√		
重要原料	√		√		√		
其他	√		√		√		

5.5 生产经营方案

近期，连云港中星能源有限公司向连云港中新燃气有限公司发函，表示公用工程岛二标段燃气轮机目前正在建设中，预计所需天然气约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力 2.0MPa，2025 年 12 月用气。目前，连云港石化产业基地内仅有 2 条 DN400 次高压 A 的主天然气管网供气，无高压天然气管道，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求，本项目市场需求明确。

本项目的建设对保障连云港石化产业基地内连云港中星能源有限公司用气的安全和稳定供应有着十分重要的意义，提升园区的综合服务品质，提高园区产业吸引力，是积极响应《连云港石化产业基地高质量发展条例》要求的体现。

5.6 安全保障方案

5.6.1 安全管理机构设置

本项目由中新燃气公司负责建成后的运行管理工作，主要负责本项目燃气管道的日常巡检、巡线、维护及组织事故抢修。

5.6.2 个体安全防护用品配备

公司按照规定为从业人员配置个体防护用品，包括安全帽、耳罩、口罩、雨靴等，并定期发放。

5.6.3 维修和抢修

1、设计计原则

- 1) 贯彻“安全第一，预防为主”的工作方针；
- 2) 事故状态下，能有效抑制，及时解救，减少伤亡，降低损失；
- 3) 统一领导、有序、及时扑救；
- 4) 分清事故等级，启动相应的应急预案；
- 5) 分清职责、密切配合、加强协调、争取外援。

2、主要维抢修内容

- 1) 高压管道的停气维抢修；
- 2) 高压管道发生泄露或爆炸情况下的维抢修。

3、维抢修设置方案

为确保本项目安全生产、平稳供气，本项目采用三级维抢修体系。

1) 一级维抢修体系设置方案

一级维抢修是主要的应急抢险保障力量，主要依托中国石油集团公司维抢修公司或专业具有相关资质公司的维抢修力量，辅助依托当地政府公安、消防、急救等力量进行维抢修，主要负责应对 I 级突发事件。承担所辖区域高压管网、燃气设备发生泄漏、着火爆炸以及造成人员伤亡的事故。

本项目周边 200 km 抢修范围内具备 1 家一级维抢修体系队伍。

2) 二级维抢修体系设置方案

二级维抢修队是中新燃气公司委托专业施工单位作为主要的维抢修保障力量和应急抢险力量，负责公司的安全监督，并负责应对 II 级突发事件和 III 级突发事件。除负责抢修任务外，还负责区域内主要燃气设施的维修和应急供气任务。

3) 三级维抢修体系设置方案

三级维抢修体系是中新燃气公司最基础的维修抢修保障力量，编制在中新燃气公司，主要负责应对 IV 级突发事件的应急处理。并围绕公司的生产维修抢修任务，负责城市燃气管网的巡护和用户燃气设施的检修工作。

5.6.4 外部依托力量

本项目沿线的消防队主要为徐圩新区消防指挥中心及连云港徐圩新区消防救援大队，可作为本项目外部依托的主要消防力量。

本项目沿线 15 km 范围内有徐圩盐场医院、徐圩新区人民医院，均可作为本项目紧急情况下人员医疗救治的依托。

5.7 运营管理方案

本项目燃气管道由中新燃气公司运营管理，由其设置运营机构，制定绩效考核

方案、奖惩机制等运营管理制度。

6 项目投融资方案

6.1 投资估算

6.1.1 工程概述

本估算根据我司石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告文本资料、国家建设部建标〔2007〕164号文件编制。

本项目为石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程，项目位于江苏省连云港市徐圩新区，项目建设内容为 D406.4 高压管道，管道材质为 L360M 直缝双面埋弧焊钢管，全长 9.0km。

6.1.2 编制依据

- 1、石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告文字说明、图纸和设备清单；
- 2、《市政工程投资估算编制办法》（建设部，建标 2007 第 164 号）；
- 3、《市政公用工程设计文件编制深度规定》（发改投资规〔2023〕304 号）；
- 4、《石油建设安装工程概算指标》（2022）；
- 5、主要设备采用询价，材料价格按连云港当地建设行政主管部门提供的 2024 年 11 月信息指导价取定；
- 6、我司类似工程技术经济资料。

6.1.3 编制方法

本项目投资估算编制方法为工程量法，即按各专业提供的设计方案工程量，采用现行的指标、定额以及设备、材料价格对项目投资进行估算。

6.1.4 主要建材及设备价格

主要建材价格按下表所示计取：

表 6.1.4 主要建材价格表

序号	材料名称	价格（除税价）	单位
1	水泥 42.5#	337.14	元/吨
2	普通预拌混凝土 C30	461.44	元/立方
3	木材	2928.06	元/m ³
4	钢筋	3176.22	元/吨

设备价格按到工地报价或出厂价+6%的运杂费计，同时参考同类设备价格。进口设备暂按在国内代理商处采购估价。

6.1.5 其他费用说明

- 1、征地及青苗补偿费：
 - 1) 临时征地（含青苗赔偿等）：按 0.5 万元/亩计算，共 40 亩；
 - 2) 永久征地：无；
 - 3) 临时堆管场地：按 5 万元暂估，据实调整；
- 2、外电引入费用：无；
- 3、站外水引入费：无；
- 4、建设单位管理费：按财建〔2016〕504 号文计算；
- 5、建设工程监理费：按发改价格〔2007〕670 号文计算；
- 6、建设项目前期工作咨询费：按 61 万计算（含项目建议书编制费和评审费、可行性研究报告编制费和评审费）；
- 7、工程勘察费：按工程费用的 0.8%计算；
- 8、工程设计费：按计价格〔2002〕10 号文计算；
- 9、施工图预算费：按设计费的 10%计算；
- 10、竣工图编制费：按设计费的 8%计算；
- 11、环境影响咨询服务费：5 万元暂估，据实调整；
- 12、场地准备费及临时设施费：按工程费的 1%计算；
- 13、工程保险费：按工程费的 0.3%计算；
- 14、人员培训费：无；
- 15、办公及生活家具购置费：无；
- 16、联合试运转费：按设备费及安装费之和的 1.5%计算；
- 17、招标代理服务费：按国家计委计价格〔2002〕1980 号文计算；
- 18、施工图审查费：按苏价服〔2005〕146 号文计算；
- 19、工程造价咨询服务费：按苏价服〔2014〕383 号文计算；
- 20、节能评估费：无；
- 21、稳定性评估费：无；
- 22、安全专项设计及评审费：无；
- 23、消防专项设计费：无；
- 24、防雷防静电测试及验收费：按 5 万元暂估，据实调整；
- 25、压力管道、安全阀等监检校验费：按 15 万元暂估，据实调整；

26、管道穿越省道、河道协调费：无；

27、节地评价费用：无；

28、软土地基处理费用：无。

6.1.6 工程预备费

1、基本预备费：按第一部分工程费及第二部分工程其他费用之和的 10%计算；

2、涨价预备费：执行计投资〔1999〕1340 号文规定按 0%计算。

6.1.7 建设期贷款利息

根据建设单位的安排，项目建设期为一年，根据《国务院关于加强固定资产投资项目资本金管理的通知》国发〔2019〕26 号文，项目资本金按 30%考虑、剩余 70%贷款，贷款利率按 2024 年 11 月 5 年以上 LPR 4.2%计算。

6.1.8 铺底流动资金

铺底流动资金按项目建成后正常所需流动资金的 30%计算。

6.2 工程总投资

本工程总投资为 2822.83 万元，其中，工程费为 2096.77 万元，工程其他费为 431.61 万元，工程预备费为 252.84 万元，建设期贷款利息 41.61 万元，铺底流动资金 0.12 万元。详见下表：

表 6.2 工程建设投资费用构成表

序号	费用名称	投资额（万元）	占总投资比例（%）
1	建设投资静态部分	2781.22	98.5
1.1	建筑工程费	18.40	0.7
1.2	设备及工器具购置费	1220.89	43.3
1.3	安装工程费	857.49	30.4
1.4	工程其他费	431.61	15.3
1.5	基本预备费	252.84	9.0
2	建设投资动态部分	41.61	1.5
2.1	涨价预备费	0.00	0.0
2.2	建设期利息	41.50	1.5
3	铺底流动资金	0.12	0.0
	项目总投资（1+2+3）	2822.83	100.0

6.3 资金筹措

根据建设单位的安排，项目建设期为一年，项目资金按 30%自筹、70%贷款考虑，贷款利率 4.2%。

资金筹集和资金使用计划详见下表：

表 6.3 投资使用计划和资金筹措表

序 号	项 目	合计（万元）	建设期
			1
1	资金使用	2822.83	2822.83
1.1	建设投资（不含建设期利息）	2517.79	2517.79
1.2	建设期国内银行利息（年利率 4.2%）	41.50	41.50
1.3	流动资金	0.12	0.12
1.4	用于建设投资进项税	263.43	263.43
2	资金筹措	2822.83	2822.83
2.1	资本金	583.42	583.42
2.1.1	用于建设投资	541.80	541.80
2.1.2	用于建设期贷款利息	41.50	41.50
2.1.3	用于流动资金	0.12	0.12
2.2	用于建设投资进项税	263.43	263.43
2.3	借款	1975.98	1975.98
2.3.1	国外银行贷款	0.00	
2.3.2	国内银行贷款	0.00	
2.3.4	短期借款	1975.98	1975.98
2.3.5	流动资金借款	0.00	
2.3.6	发行债券	0.00	
2.4	融资租赁	0.00	
	年末资金结余	0.00	

7 财务方案

7.1 财务分析范围

本可研财务分析研究范围为 D406.4×8.8mm 高压管道建设，管道材质为 L360M 直缝双面埋弧焊钢管，全长 9.0km。

7.2 财务分析基础

7.2.1 财务分析依据

- 1、《建设项目经济评价方法与参数》发改投资〔2006〕1325 号——国家发展改革委、建设部；
- 2、《市政公用设施建设项目经济评价方法与参数》建标〔2008〕162 号文；
- 3、《关于简并增值税税率有关政策的通知》〔2017〕37 号——财政部、国家税务总局财税；
- 4、《关于深化增值税改革有关政策的公告》——财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号。

7.2.2 财务分析方法

本项目经济评价是依据以上依据，并按照国家现行的财税制度和有关行业标准、方法，就本项目进行经济评价，以确定项目实施的可行性。

7.3 财务评价基础数据

- 1、本项目的计算期为 31 年，建设期 1 年，运营期 30 年。
- 2、定员职工：0 人，人员工资每人每年按 15 万计取。
- 3、生产负荷：4 亿标方/每年。
- 4、固定资产折旧按年摊销法折旧，管道及设备折旧期限 30 年；建、构筑物折旧期限 30 年，根据业主要求，固定资产报废时的净残值率为 5%。
- 5、经营损耗率：取 0.3%。
- 6、房产税及土地使用税：根据业主要求，按 10 万元/年计算，在其他管理费用中计取。
- 7、其他制造费用：根据《市政公用设施建设项目经济评价方法与参数》，以制造费用中的修理费为基数，取其他制造费率为 10%。
- 8、主要税率：增值税按 9%计，城市建设维护费和教育附加税按增值税的 7%和 5%计，所得税按 25%计。
- 9、物价水平的变动因素：为简化计算，对建设期较短的项目在建设期内各年采用平均时价，生产经营期内年平均采用建设期末物价总水平基础，不考虑物价总水

平上涨因素。

10、盈余公积金的提取比例：盈余公积金（包括法定盈余公积金和任意盈余公积金）提取比例，按税后利润（扣除弥补亏损）的 10%提取。

11、财务基准收益率和基准投资回收期

财务基准收益率和基准投资回收期是建设项目评价财务内部收益率和投资回收期指标的基准判据。按照“评价细则”，根据近几年燃气行业的统计数据，并考虑到国家资金的有效利用、行业技术进步和价格结构等因素，取定税前财务基准收益率（不含通货膨胀率）为 8%；基准投资回收期（自投产开始年算起）为 12 年。

12、售气价差

按业主提供的资料要求，售气差价为 0.0228 元/m³（含税价）测算税后收益，并按此进行财务评价。

13、管廊租赁费：根据建设单位提供的资料，计算得出每年管廊租赁费约为 173 万元。

14、架空管段刷漆维护费：按每四年重新刷漆 1 次，计算得出每年的刷漆维护费约为 36 万元。

15、电消耗量：考虑管线自控、监控等电消耗量，以每年工作 365 天计年耗电量约为 2.628 万 kW·h，电费按 0.88 元/度计。

16、气量方案比选：（1）当 2 亿标方/每年时，管输费为 0.042 元/m³（不含税），满足收益率；（2）当 1 亿标方/每年时，管输费为 0.082 元/m³（不含税），满足收益率；（3）当管输费为 0.600 元/m³（不含税）时，气量为 1500 万方，满足收益率。

财务指标汇总表

序号	财务评价指标	指标值
一	气价（2亿方每年）	
1	管输费(扣除进项税)	0.042 元/m ³
一	盈利能力分析	
1	项目投资财务内部收益率（所得税前）	10.72 %
2	项目投资财务内部收益率（所得税后）	8.72 %
3	项目投资财务净现值（所得税前）	865.61 万元
4	项目投资财务净现值（所得税后）	216.11 万元
5	项目投资回收期（所得税前）	11.49 年
6	项目投资回收期（所得税后）	13.16 年
二	项目资本金现金流量表	
1	资本金内部收益率	10.64 %
三	利润与利润分配表	
1	达产后年营业收入	840.00 万元
2	达产后年利润总额	404.83 万元
3	达产后年缴纳所得税	45.41 万元
4	达产后年净利润	136.24 万元

财务指标汇总表

序号	财务评价指标	指标值
一	气价（1亿方每年）	
1	管输费(扣除进项税)	0.082 元/m ³
一	盈利能力分析	
1	项目投资财务内部收益率（所得税前）	10.21 %
2	项目投资财务内部收益率（所得税后）	8.31 %
3	项目投资财务净现值（所得税前）	699.80 万元
4	项目投资财务净现值（所得税后）	91.66 万元
5	项目投资回收期（所得税前）	11.93 年
6	项目投资回收期（所得税后）	13.63 年
二	项目资本金现金流量表	
1	资本金内部收益率	9.96 %
三	利润与利润分配表	
1	达产后年营业收入	820.00 万元
2	达产后年利润总额	385.21 万元
3	达产后年缴纳所得税	40.60 万元
4	达产后年净利润	121.80 万元

财务指标汇总表

序号	财务评价指标	指标值
一	气价（1500万方每年）	
1	管输费(扣除进项税)	0.546 元/m ³
一	盈利能力分析	
1	项目投资财务内部收益率（所得税前）	10.19 %
2	项目投资财务内部收益率（所得税后）	8.29 %
3	项目投资财务净现值（所得税前）	691.51 万元
4	项目投资财务净现值（所得税后）	85.44 万元
5	项目投资回收期（所得税前）	11.95 年
6	项目投资回收期（所得税后）	13.66 年
二	项目资本金现金流量表	
1	资本金内部收益率	9.93 %
三	利润与利润分配表	
1	达产后年营业收入	819.00 万元
2	达产后年利润总额	384.23 万元
3	达产后年缴纳所得税	40.36 万元
4	达产后年净利润	121.07 万元

7.4 盈利能力分析

按差价计算财务分析；

售气差价为 0.0228 元/m³（含税价）；

税后内部收益率为 8.72%，详细计算参见总成本估算表。

总成本估算基础数据

序号	项 目	基本数据
1	管道进气量 (Nm ³ /a)	400000000.00
2	管道天然气销售量 (Nm ³ /a)	400000000.00
3	年耗电量 (千瓦·时)	26280.00
4	电费单价(元/千瓦小时, 扣除进项税)	0.77
5	年耗水量(吨/年)	0.00
6	水费单价(元/吨, 扣除进项税)	3.64
7	加臭剂费用(万元/年)	0.00
8	管廊租赁费(万元/年)	173.00
9	年防腐刷漆费用(万元/年)	36.00
10	经营损耗率 (%)	0.30
11	销售损耗率 (%)	0.00
12	职工定员(人)	0
13	人均年工资福利(万元/人*年)	15
14	工程总投资(万元)	2822.83
15	总固定资产原值(万元)	2534.28
	其中:固定资产原值 (管道)	2534.28
	固定资产原值(建构筑物)	0.00
	固定资产原值(设备)	0.00
16	无形资产	25.0
17	递延资产	0.0
18	固定资产及基本折旧率 (%)	3.20
19	固定资产残值率 (%)	5
20	修理费(折旧费的%, 前期低, 后期高)	50
21	无形资产及递延资产摊销费	见附表
22	管理费及其它费用 (%)	
	其中: 其他制造费用 (万元/人·年)	1
	其他管理费用 (万元/人·年)	2
	其他销售费用 (营业收入的%)	0.5
23	流动资金贷款额(万元)	见附表
24	流动资金贷款利率 (%)	4.2
25	生产年限(年)	30.00

7.5 债务清偿能力分析

从借款还本付息表（附表）可以看出，随着运营，偿债备付率、利息备付率的数值逐步上涨到正常范围内，满足还款要求。

投资使用计划与资金筹措表

序 号	项 目	合计 (万元)	建设期
			1
1	资金使用	2822.83	2822.83
1.1	建设投资（不含建设期利息）	2517.79	2517.79
1.2	建设期国内银行利息（年利率4.2%）	41.50	41.50
1.3	流动资金	0.12	0.12
	用于建设投资进项税	263.43	263.43
2	资金筹措	2822.83	2822.83
2.1	资本金	583.42	583.42
2.1.1	用于建设投资	541.80	541.80
2.1.2	用于建设期贷款利息	41.50	41.50
2.1.3	用于流动资金	0.12	0.12
2.2	用于建设投资进项税	263.43	263.43
2.3	借款	1975.98	1975.98
		0.00	
2.3.1	国外银行贷款	0.00	
2.3.2	国内银行贷款	1975.98	1975.98
2.3.4	短期借款	0.00	
2.3.5	流动资金借款	0.00	
2.3.6	发行债券	0.00	
2.4	融资租赁	0.00	
	年末资金结余	0.00	

7.6 财务评价主要指标

财务指标汇总表

序号	财务评价指标	指标值
一	气价（4亿方每年）	
1	管输费(扣除进项税)	0.021 元/m ³
一	盈利能力分析	
1	项目投资财务内部收益率（所得税前）	10.72 %
2	项目投资财务内部收益率（所得税后）	8.72 %
3	项目投资财务净现值（所得税前）	865.61 万元
4	项目投资财务净现值（所得税后）	216.11 万元
5	项目投资回收期（所得税前）	11.49 年
6	项目投资回收期（所得税后）	13.16 年
二	项目资本金现金流量表	
1	资本金内部收益率	10.64 %
三	利润与利润分配表	
1	达产后年营业收入	840.00 万元
2	达产后年利润总额	404.83 万元
3	达产后年缴纳所得税	45.42 万元
4	达产后年净利润	136.25 万元

根据上表可知，项目所得税后财务内部收益率为 8.72%，符合企业期望收益率 8%，项目所得税后投资财务净现值 216.11 万元，大于零，表明项目从全部投资角度看盈利能力已满足了行业最低要求，在财务上可以考虑接受。

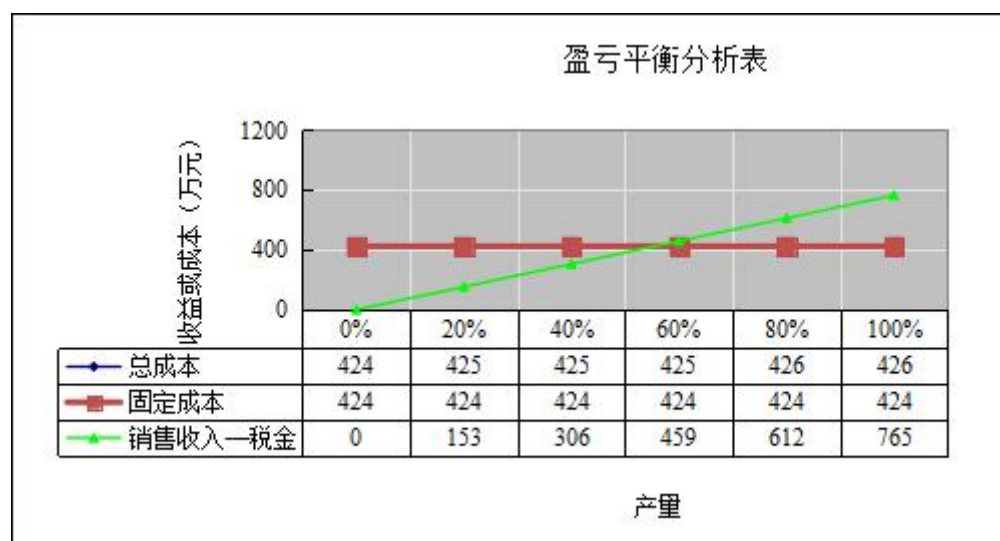
项目所得税后全部投资回收期为 13.16 年，基本满足行业基准投资回收期 12 年。

7.7 不确定性分析

7.7.1 盈亏平衡分析

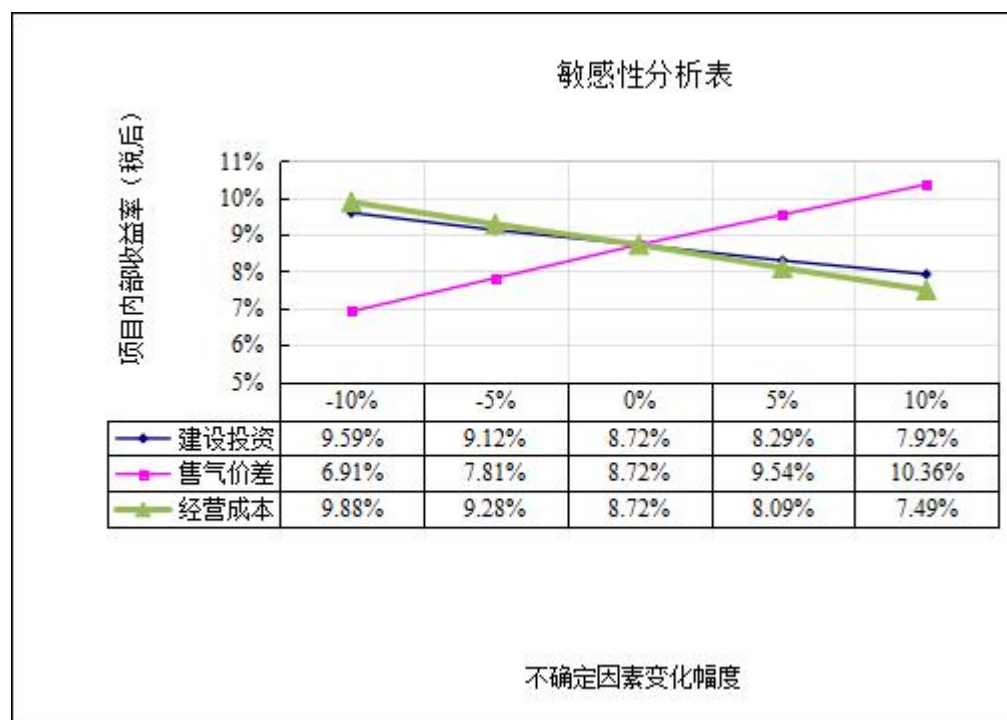
本项目投产以生产能力利用表示的盈亏平衡点（BEP）为：BEP=固定成本/（销售收入—可变成本—销售税金）×100%=51.08%。

计算结果表明,该项目在投产达到设计能力的 51.08%,企业即可达到盈亏平衡。



7.7.2 敏感性分析

敏感性分析是通过预测项目主要因素发生变化时对财务评价指标的影响程度,从而确定合理措施。



从表中可以看出,输气价格是影响财务能力的最敏感因素,其次是产品产量,建设投资相对略小。因而确定合理的输气价格和控制产品产量及建设投资对于保证项目的正常经营至关重要。

7.8 财务评价结论

从上述财务评价结果看,售气差价为 0.0228 元/m³ (含税价); 有较好的盈利能力; 并具有一定的抗风险能力。因此,从财务上讲项目是可行的。

8 项目影响效果分析

8.1 经济影响分析

8.1.1 社会经济费用效果分析

本项目为天然气利用项目，利用的主要资源为天然气（NG），天然气的利用可以优化当地的能源结构，改善投资环境，促进当地国民经济发展持续增长；可以提高劳动生产率，促进城镇化，同时还可以完善城市基础设施建设；可以促进徐圩新区清洁能源、低碳经济的发展，为减少环境污染，提高当地人民生活质量起到相当大的作用。

与此同时，根据上述章节的相关内容，在一定的经济评价条件下，本项目的建设也具有一定的经济效益。

从上述财务评价结果看，本项目有较好的盈利能力；并具有一定的抗风险能力。因此，从财务上讲项目是可行的。

因此，项目的社会经济效益明显。

8.1.2 区域经济影响分析

本项目的实施将增强当地的财政收入，为优化当地能源结构、保证经济持续快速发展稳定发展等做出重要贡献，同时，政府将获得项目经营单位——中新燃气公司缴纳的各类税金，为当地社会公共事业发展、社会保障体系完善提供有力的财政资金支持。

8.1.3 宏观经济影响分析

本项目建设不涉及国家经济安全，对宏观经济影响较小。

8.2 社会影响分析

8.2.1 社会影响效果分析

本项目的社会影响包括正面和负面两方面的影响。

1、本项目的正面影响

1) 促进受益地区的经济发展

近年来，徐圩新区石化产业基地经济发展势头强劲，城市化建设不断推进，对能源的需求也更加迫切。本项目的实施将有效缓解该地区能源问题。

2) 调整传统能源结构，改善生态环境

天然气作为一种优质、清洁的能源，对环境造成的污染远远小于石油和煤炭，本项目的实施，是调整当地能源结构不合理的重要举措，可以缓解由于能源消费过度依赖煤炭带来的巨大环境压力，符合我国能源发展战略，对改善区域环境质量，

提高居民生活质量水平，保护生态环境具有重要意义。

3) 增加就业机会

本项目将为当地提供新的就业机会，包括项目施工的用工，和相关项目建设、城市燃气公司、社会服务业等间接就业机会。

2、本项目的负面影响

通过调查统计，本项目的建设可能造成的负面影响主要有以下几个方面：

1) 工程用地造成的影响

本项目工程在施工过程中，将会临时占用石化产业基地部分生态防护绿地。

2) 主要措施及土地占用恢复计划

(1) 管线走向方案选择时，要选择有利的地形，尽可能避开城镇集中居民点、天然及人工障碍物，避开军事设施、易燃易爆仓库、国家自然保护区、重点文物保护单位等。

(2) 管线走向尽量靠近或沿现有公路、石化产业基地园区道路敷设，充分利用现有道路，减少修筑施工道路和维修道路，减少作业带宽度，尽量减少对绿化和林地的毁坏，减少工程临时性用地的占用。

(3) 管沟的开挖和回填应做到分层开挖，分层堆放，分层回填；施工完毕后做好土地的平整工作，恢复植被，尽量恢复到原有地貌。

3) 安全性影响

据社会调查反映，群众对输气管线的安全性不是特别了解，担心管道会发生天然气泄漏引起爆炸和污染环境。

天然气管道可能出现的危险，包括地质灾害、管道腐蚀、人为破坏这三种情况，可能使管道受到破坏而发生泄漏事故。任何原因引起天然气泄漏、聚集，在遇到明火时都有可能发生火灾爆炸事故，危及到设备及人身安全。

4) 安全防护措施

(1) 本项目的设计和施工将严格按照现行国家标准《城镇燃气设计规范》GB50028 等规范的有关规定，采取有效、安全的防范措施，防止泄漏、燃爆等不安全因素。

(2) 对于地质灾害，工程设计将对管线沿线的土地进行了严格的专业地质评估，可以保证地质的稳定性。

(3) 对于地震的防范，根据管道沿线抗震设防烈度对管道进行了专业防震设计。管道工程按国内及国际相关标准进行设计。设计选用质量可靠的管材、管件、附件和关键的工艺设备，保证管道的带压运行安全。

(4) 管线采用防腐材料和阴极保护结合的方式，埋地管道外有专业的三层 PE 加强级常温型防腐层，架空管道采用工厂除锈刷漆防腐的成品钢管，可以保证每一根钢管的质量。

(5) 为了防止人为造成的破坏，天然气管道埋深确保管顶覆土不小于 1.2m，管道上方设有明显的标志，架空管道上每隔 50 米设置各类危险标识和识别符号，巡线人员将定期巡回检查，及时发现任何可能的隐患。

(6) 管线的设置与地面建（构）筑物、附近企业及其它公用设施的安全距离应符合现行国家标准规定的埋地天然气集输管道与建（构）筑物的最小间距规范要求，各建（构）筑物间距满足安全防火距离和相关技术要求；当环境条件不能达到规范的规定时，按规范要求采取增加管道壁厚的措施，确保安全。

(7) 设置可燃气体泄露报警、压力监测报警和切断系统，可自动感知并切断可燃源。

(8) 运行中建设单位加强巡检，及时发现管道异常状况，及时处理。

8.2.2 社会适应性分析

8.2.2.1 利益群体对项目的态度及参与程度

目前，本项目处于前期立项阶段，据调查，项目所在的地区的民众对本项目有着不同程度的了解，普遍认为本项目的建设能够对当地的经济发展带来较大的推动作用，也相信本项目的建设单位——中新燃气公司有实力、有能力建设好本项目，切实维护公众的相关利益。

8.2.2.2 各级组织对项目的态度及支持程度

1、基层组织对本项目的态度

在稳评工作组对项目地政府的意见征询中，基层政府对本项目建设持大力支持态度。为促进本项目的立项，积极推进项目实施前工作。

稳评工作组对本项目涉及的园区企业进行了实地走访及意见征询，均支持项目的建设。

2、相关单位对本项目的态度

2023 年 10~11 月，建设单位取得各单位对本项目的初步选址意见，各单位基本同意该项目选址。

3、地区文化状况对项目的适应程度

项目选址路由主要为公共管廊的架空，项目用地不涉及自然历史文化遗产、自然遗产、自然保护区、森林公园、重要湿地和风景名胜等环境敏感区。项目的建设及运营，不会对当地生态、民俗、传统、习惯等造成影响。

8.2.3 社会风险及对策分析

8.2.3.1 社会风险因素识别

本项目的实施一方面会给受项目影响的区域带来很多正面的积极的影响，但另一方面也会带来一些负面影响，这些负面的影响中的社会因素就是潜在的社会风险。本项目的实施所带来的风险主要包含以下几个方面：

1、政策规划和审批程序问题方面的风险

本项目临时占地符合石化产业基地国土空间规划，其他稳评、环评等相关手续尚未办理。根据项目报批程序要求，该项目需报请连云港市发改委审核手续，审核后方可进行安评、环评、消防等工作。该项目尚有各项手续正在办理，可能延长审批时间，增加不确定性因素。

2、项目前期施工过程中安全问题

本项目前期施工过程中安全问题主要注意：

施工人员的安全问题，施工过程中涉及挖土、填土、设备及材料运输堆放、切割、电焊、高空作业等，存在一定安全风险，如果不精心设计施工方案和加强施工安全管理，将可能引发触电、机械伤害等安全事故，从而发生影响社会稳定的问题。

项目周边园区企业的过往车辆较多，场地施工时在运送土方时会对交通造成一定影响，存在安全事故隐患。

施工质量保证不可靠引发的安全问题，这个问题可能即时发生也可能延时发生，但无论何时发生，都会对公司员工心理产生消极影响。

3、项目投产后运行过程中的安全问题

本项目要求定期对员工进行安全知识教育，对特殊工种作业人员严格持证上岗，杜绝违章操作、无证上岗，同时加强管理、教育、培训、操作等制度的落实，确保安全生产。无论哪一个环节不到位，都有可能发生安全事故，而引发社会稳定问题。

4、项目运行过程中的环境问题

天然气属易燃易爆品，在明火、电火花、静电、爆炸、雷击等因素诱发下，极易发生火灾或爆炸事故。

5、项目运行过程中安全生产资金投入的问题

生产经营单位的决策机构、主要负责人应当保证安全生产条件所必需的资金投入，并对因资金投入不足而导致的后果承担责任。不要因为资金不足引起企业安全，人员利益受到影响，从而引发社会稳定问题。

8.2.3.2 风险程度分析

通过对沿线的园区企业进行调查，项目利益相关者对上述六个社会风险因素的

敏感度是不一样的，对涉及面越广、敏感程度越高的风险因素风险程度也就越大。

表 8.2.3.2 社会风险程度分析表

序号	社会风险因素	风险程度	风险程度分析
1	受损补偿问题	一般	受损补偿问题涉及沿线企业的相关构筑物，影响部分企业利益，处理不好容易引发纠纷、造成冲突，破坏社会稳定。
2	被占用土地使用权问题	一般	被临时占用土地使用权问题持续时间横跨整个项目建设期，本项目不涉及征地，临时占用土地主要为石化产业基地公共管廊旁绿化用地。
3	弱势群体支持问题	一般	弱势群体是社会援助和关注的焦点，处理不好会带来很多社会争议。
4	相关利益群体支持问题	一般	相关利益群体支持问题相对而言涉及面不大，但处理不好同样会带来一些不利的社会影响。

8.3 生态环境影响分析

8.3.1 生态环境现状

2023 年，连云港市市区环境空气二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物（PM₁₀）和细颗粒物（PM_{2.5}）的年均浓度分别为 7 微克/立方米、22 微克/立方米、54 微克/立方米和 30 微克/立方米，二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）年平均浓度指标全部达到《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）二级标准要求。市区环境空气质量优良天数为 305 天（其中：优 81 天，良 224 天），优良率为 83.6%。全市 22 个地表水国控断面水质优Ⅲ类比例为 86.4%，45 个地表水省控断面水质优Ⅲ类比例为 93.3%。全市土壤环境质量总体保持良好，未受到环境污染，土壤环境质量总体稳定。市区区域环境噪声平均等效声级为 52.8 分贝，达到“较好”等级，测值范围在 39.2~66.1 分贝之间。全市道路交通噪声总体情况较好，全市道路交通噪声年平均等效声级均在“较好”等级以上，年平均等效声级为 61.2 分贝。全市生态质量指数（EQI）为 56.23，生态质量为“二类”，较上一年基本稳定。

8.3.2 环境影响分析

由于管道工程属于非污染生态工程，工程排放的污染物很少，对环境影响也较小。该天然气输送管道的建设，对环境的影响主要有两个方面：一是建设期间的影

1、施工期生态环境影响分析

1) 大气环境影响分析

(1) 扬尘

本项目施工期主要建设内容包括：管线开挖铺设、建筑材料运输等。对整个施工期而言，施工扬尘产生量主要取决于风速及地表干湿状况。而本项目预计秋冬季施工，因风速较小，加之地表较湿，不易产生扬尘，对区域空气环境质量的影响也相对较小。

项目施工过程中地面扰动较大，在不采取必要的防尘措施条件下，受风蚀作用影响，将进一步造成土壤侵蚀，而且扬尘对空气环境的影响也将有所加重。为减轻本项目施工过程中扬尘对环境的污染，禁止大风天气施工、对施工场地经常性洒水、减少地面扰动面积、限制运输车辆的行驶速度、对运输车辆覆盖篷布、加强施工管理等措施，以减少扬尘对周边环境造成的影响。同时管线开挖的土方回填后剩余的沙土必须就近填入沙坑压实，平整后的土地必须进行压实和必要的工程措施使土地尽快恢复植被，减少风蚀强度和沙丘流动，这样不但保护了土地的稳定性，有利于区域生态环境的改善，而且对管线的稳定性也有好处。

本项目施工规模小、工期短，项目周边范围内常住居民较少，且施工期扬尘影响是暂时的，随着施工的完成，这些影响也将消失，因此在采取本项目提出的防尘措施后施工扬尘对环境的影响很小。

(2) 汽车尾气

施工机械（主要包括挖掘机等）及运输车辆产生的尾气对局部大气环境会造成影响，其主要污染物为 NO_x 、CO 和 HC。评价要求施工车辆尾气达到非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国第三、四阶段）GB 20891-2014 中相关标准限值，可减少尾气排放对环境的污染，项目施工期应加强施工机械和车辆管理，经常对施工机械和车辆进行保养和维护，减少废气排放。施工机械及车辆产生的污染物的排放源强较小，排放高度较低，排放方式为间断，主要局限于施工作业场区，且为暂时性的，故废气影响因此对周围环境影响小。

2) 水环境影响分析

项目施工期废水主要为施工废水及施工人员生活污水。

(1) 施工废水

施工废水主要来自施工机械的冲洗以及机械修配、汽车保养等环节。施工废水中主要污染物为悬浮物，不含其它有毒有害物质，因此在施工期应设置沉淀池进行澄清处理，上清液可回用于施工机械冲洗、道路洒水等环节，沉淀的泥浆可与施工垃圾一起处理。由于项目区域地势平坦，因此产生的施工废水不会形成水流，不会对环境产生不利影响。

(2) 污水

施工期间的水污染源主要为施工人员的生活污水及管道试压后排放的工程废水。管道试压一般采用清洁水，试压后排放水中的污染物主要是悬浮物，生活污水的主要污染物是 COD_{cr} 、氨氮和 SS 等。其综合排放水质 COD_{cr} 约为 250~500 mg/L，氨氮约为 20~40 mg/L，SS 约为 150~300 mg/L。

根据以往经验，不设置施工营地的施工期生活污水主要依托当地生活污水处理系统。因此，施工期生活污水对沿线环境的影响比较小。

3) 声环境影响分析

施工期噪声具有临时性、阶段性和不固定性等特点，随着施工的结束，项目对周围环境的影响也会停止。施工期噪声主要为施工机械设备所产生的作业噪声，施工机械如推土机、挖掘机、升降机、运输车辆等。根据类比调查和有关资料：这些建筑施工机械的声源噪声强度大多在 80~100dB (A) 左右。施工过程中管线敷设等活动均选择在白天进行，噪声影响主要在白天。

(1) 施工机械及源强

工程施工期间，噪声来源于高噪声设备产生的机械噪声和空气动力性噪声，主要产噪机械设备有挖掘机、推土机、轮式装载机、起重机、定向钻机、柴油发电机组等。根据类比调查，施工阶段使用的主要施工机械及其声源强度见表 8.3.2-1。

表 8.3.2-1 主要施工机械噪声级

序号	施工机械	噪声 dB（A）	声源性质
1	挖掘机	78	间歇性
2	推土机	80	
3	轮式装载机	84	
4	起重机	75	
5	定向钻机	67	
6	柴油发电机组	78	
注：本表给出的施工机械噪声为 1m 处的实测值。			

根据本项目施工期间主要噪声源的特征，可采用点声源距离衰减公式对主要声源产生声环境质量影响进行预测，具体公式如下：

$$LA(r) = LA(r_0) - 20 \lg(r/r_0)$$

式中：

$LA(r)$ —距声源 r 处的 A 声级，dB (A)；

$LA(r_0)$ —参考位置 r_0 处的 A 声级，dB (A)；

r —预测点距离声源的距离，m；

r_0 —参考位置距离声源的距离，m。

施工设备噪声的距离衰减情况见下表。

表 8.3.2-2 主要施工噪声值随距离的衰减情况

施工机械	离施工点不同距离的噪声值 单位：dB (A)				
	10 m	50 m	100 m	150 m	200 m
挖掘机	78	64	58	54	52
推土机	80	66	60	56	54
轮式装载机	84	70	64	60	58
起重机	75	61	55	51	49
定向钻机	67	53	47	43	41
柴油发电机组	78	64	58	54	52

根据《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523-2011，昼间主要机械在 50 m 外均达到昼间 75dB (A) 的噪声限值，而夜间不超标距离大于 200 m。根据现场调

查，高压管线沿线 200 m 范围内有工业企业办公楼，距离管道相对较近，在施工过程中，将会受到一定程度的施工噪声影响。但由于管道在局部地段的施工周期一般为几个星期，其影响时间相对较短，只要在施工期间避免夜间施工，同时做好与附近企业的沟通，其产生的噪声影响是可以接受的。

(2) 运输车辆

工程中使用的设备和材料等主要采用汽车往来运输。运输车辆产生的机动噪声也是施工中不可忽视的噪声源强之一。机动车噪声是一低矮流动污染源，其源强的大小受车辆、道路、环境诸多因素的影响。由于施工机动车辆的行驶从而增加了区域内交通噪声的污染程度，特别是重型汽车运行产生的噪声影响范围较广。道路交通噪声影响范围主要集中在路两侧 150m 范围之内。考虑工程施工期道路运输车辆的不连续性，且道路两侧企业办公楼或长期住人的场所较少，因此其造成的声环境影响是有限的，这种增加的交通噪声影响会随着施工过程的结束而降低。

4) 固体废弃物环境影响分析

施工期固体弃物主要是建筑垃圾、定向钻穿越施工产生的污染泥浆及生活垃圾。

(1) 建筑垃圾

建筑垃圾主要来自管线开挖施工过程中废弃砂石、水泥料等，由于项目施工采用专业的施工队伍，选用先进的施工机械，故产生的建筑垃圾很少。建筑垃圾可回用于道路的修筑，不能回收利用的建筑垃圾运至当地环卫部门指定的垃圾填埋场处置。

(2) 生活垃圾

施工期间生活垃圾及时收集到指定的垃圾箱（桶）内，定期送至当地环卫部门指定的垃圾填埋场处置，不得随意丢弃、洒落。

2、运行期生态环境影响分析

1) 大气环境影响分析

(1) 正常工况废气

正常情况下，管道运营期间不会对周围环境造成影响，运营期高压管道对周围环境的影响主要为天然气泄漏、火灾、爆炸可能造成的环境风险事故影响和管线定期清管废物以及检修危废等。

项目管道采用密闭方式输送天然气，正常情况下对环境基本无影响。

(2) 非正常工况废气

①检修废气

在管道进行检修时，有少量气体放空，排放天然气很快就向四周扩散并稀释于

大气环境中，污染物成分主要是 CH_4 和 H_2S ，这些气体物质比空气轻，易于扩散，加之排放量小，又属于间断性排放，类比调查表明，不会出现超标情况，所以，对环境空气质量不会产生明显的不良影响。

②清管作业排放

工程运营一定时间后，临时清管产生废气，主要成分为天然气。清管作业排放天然气为几立方至几十立方。

③事故工况排放

运营期间，由于腐蚀、第三方破坏以及施工缺陷等原因，可能造成管道穿孔、裂缝、断裂，天然气从孔洞、裂缝泄漏，管输压力发生明显变化。事故段的上游管段内天然气点火放空。事故时，放空立管产生废气，废气主要污染物为 SO_2 、 NO_x 。

2) 水环境影响分析

正常工况下，由于高压管道是全封闭系统，输运的天然气不会与地下水发生联系，采用外防腐层和牺牲阳极阴极保护联合方式，如不发生泄漏事故，正常运营期对地下水环境不会造成影响。

3) 固体废弃物影响分析

清管作业约 1 年清理一次，废渣产生量较少，委托环卫部门处理，不外排。因此对环境的影响较小。

8.3.3 环境保护措施

1、施工期生态环境保护措施

1) 大气污染防治措施

(1) 扬尘防治措施

为减少施工扬尘对周边环境的影响，施工期采取的具体措施要求如下：

①施工场地做到工地周边围挡、物料裸土覆盖、土方开挖湿法作业、路面硬化、出入车辆清洗、渣土车辆密闭运输“六个百分之百”。管沟开挖、渣土运输等施工阶段，采取洒水、覆盖、冲洗等防尘措施；建筑工地四周建设喷淋设施，严控扬尘污染。

②控制道路扬尘污染。加强渣土车运输监管，车辆必须全部安装卫星定位系统，杜绝超速、超高装载、带泥上路、抛洒泄漏等现象。运输车辆应保持工况良好，采取遮盖、密闭措施；及时清扫散落在路面上的泥土和建筑材料，定时洒水压尘，减少运输扬尘。

③加强物料堆场扬尘监管。施工现场尽量实施建材料统一堆放管理，并尽量减少搬运环节，搬运时防止包装袋破裂。筑路材料堆放地点选在环境敏感点下风向，

距离在 200 m 以上。遇恶劣天气加蓬覆盖，必要时设围栏，并定时洒水防尘。减少堆存量并及时利用。

④严格按照连云港市徐圩新区有关控制扬尘污染等规定，强化施工期环境管理和监理，加强全员环保意识宣传和教育，制定合理的施工计划，坚决杜绝粗放式施工现象发生。

⑤对作业面和土堆适当喷水，使其保持一定湿度，以减少扬尘量；施工弃土及建筑垃圾要及时运走，以防长期堆放表面干燥而起尘或被雨水冲刷。

⑥遇有 4 级以上大风天气，停止土方施工，并做好遮掩工作，最大限度地减少扬尘；在大风日加大洒水量及洒水次数。

⑦工业企业集中区道路施工现场采用彩钢板围护，围挡设置高度不低于 2.5m。

⑧在道路两端设置工程概况标志牌，标志牌上必须公布扬尘投诉举报电话，举报电话应包括施工企业电话和主管部门电话。

⑨强化施工期环境监督管理，提高全员环保意识宣传和教育，制定合理施工计划，缩短工期，采取集中力量逐项施工方法，坚决杜绝粗放式施工现象发生。采取上述措施后，可有效降低施工扬尘排放量，对周边环境空气质量影响较小。

（2）施工机械尾气防治措施

施工单位应选用符合国家卫生防护标准的施工机械和运输工具，确保其废气排放符合国家有关标准。加强对机械设备的养护，减少不必要的空转时间，以控制尾气排放，减轻对环境的影响。

2）水污染防治措施

（1）生产废水

施工期生产用水主要用于混凝土养护和施工机械及运输车辆冲洗等，施工过程中产生的含有泥浆或砂石的工程废水，该部分废水中主要污染物为 SS，不含其它有毒有害物质，采用沉淀池进行澄清处理后贮存，用于施工场地、道路洒水降尘。

（2）生活污水

本项目施工期间，原则上不设置办公、住宿设施，依托当地的旅馆和饭店。施工人员的生活污水水质简单，污染物产生量较小，施工营地的施工期生活污水主要依托当地生活污水处理系统。施工期生活污水对沿线环境的影响比较小。

3）噪声污染防治措施

施工期噪声的防治措施主要为：

（1）施工尽量采用低噪声设备，并加强维修保养。

（2）避免深夜运输（22 点以后），禁止夜间高噪声机械施工（晚间不宜超过

22 点），以免影响周边人群休息。

（3）应对车辆行驶时间、行驶路线进行严格控制和管理，注意避开噪声敏感时段，文明行车。

（4）为降低施工噪声对施工人员的影响程度，对从事高噪声机械作业的现场施工人员应加强个人防护，配备必要的噪声防护物品。

（5）对施工人员进场进行文明施工教育，施工时材料不准从车上往下扔，材料堆放不发生大的噪声。

4) 固废污染防治措施

施工期固体弃物主要是建筑垃圾和生活垃圾。

（1）建筑垃圾

建筑垃圾主要来自管线开挖施工过程中废弃砂石、水泥料等。建筑垃圾可回用于场内检修道路的修筑，不能回收利用的建筑垃圾运至当地环卫部门指定的垃圾填埋场处置。

（2）生活垃圾

施工期间施工人员产生的生活垃圾，及时收集到指定的垃圾箱（桶）内，定期送至当地环卫部门指定的垃圾填埋场处置，不得随意丢弃、洒落体。

5) 生态保护措施

（1）施工期生态保护措施

①加强施工人员生态保护教育，施工过程中尽量减少植被破坏，各种施工活动应严格控制在施工区域内，并将临时占地面积控制在最低限度，以免造成植被不必要的破坏。

②临时开挖土应该实行分层堆放与分层回填，地表 30 cm 厚的表土层堆放在下层，用无纺布进行隔离，其他土方需采用无纺布进行苫盖，并设置草袋装土进行拦挡压盖，同时采取洒水降尘措施。平整填埋时，也应分层回填，尽可能保持原有的生长环境、土壤肥力和生产能力不变，以利于运行期植被的恢复。

③项目占地类型为草地，在设计施工道路时，应优化微观选址，应尽量避免有植被的地方，减少植被生态环境破坏；对无法避让的林木尽量选取植被稀疏处，严格控制临时占地，尽量不占或少占林地，以减少对植被的砍伐、损坏。

④制定详细的植被恢复方案，在施工作业完成后，应种植适应当地自然条件的优势灌草植被，及时进行植被恢复。除考虑选择适合当地的沙生植被外，在绿化布局上还应考虑多灌草的交错分布，以增强生态系统的稳定性。绿化物种选择时应避免采用对当地植被和作物产生生态入侵危害的树种。

（2）植被恢复措施

施工结束后对临时性占地及时采取植树种草。根据评价区的环境特征，当地条件、气候等限制因素，选择适宜本地生长的灌草植被，以及适于生存的草种进行合理绿化。

（3）加强生态保护宣传教育工作

施工前后，应加强沿线生态环境保护的宣传教育工作，在工地及周边，特别是环境较为敏感的路段，设立与环境保护有关的科普性宣传牌，包括生态保护的科普知识、相关法规、拟建项目所采取的生态保护措施及意义等。此外，为了加强沿线生态环境的保护及实施力度，建议建设单位与施工单位协商制定相应的环境保护奖惩制度，明确环保职责。

（4）对施工单位的要求

①作为具体的施工机构，其施工行为直接关系到能否将环境的影响和破坏降低到最低程度。施工单位必须自觉遵守和维护有关环境保护的政策法规，教育施工人员爱护施工路段周围的植被。在施工前对施工平面图设计进行科学合理的规划，充分利用原有的地形、地貌，严禁乱挖乱弃，做到文明施工，规范施工，按设计施工。

②施工单位应合理进行施工布置，精心组织施工管理，严格将工程施工区控制在工程征用土地范围内，在工程开挖过程中，尽量减小和有效控制对施工区生态环境的影响范围和程度。

③合理安排施工季节和作业时间，优化施工方案，减少废弃土石方的临时堆放，并尽量避免在雨季进行大量动土和开挖工程，有效减少区域水土流失，从而减小对生态环境的破坏。

2、运行期生态环境保护措施

1) 大气污染防治措施

（1）采用合理的输气工艺，选用优质材料，在设计时，管道及其附属设施应充分考虑抗震，保证正常生产无泄漏。

（2）加强管理，采取先进的清管工艺，减少放空和泄漏量。

2) 水污染防治措施

项目建设管线是全封闭系统，输运的天然气不会与管线穿越的河流水体之间发生联系，管线采用防腐层和阴极保护联合方式，保证管线正常运行无泄漏。此外，天然气不易溶于水，对水质的直接影响很小。

3) 固废污染防治措施

清管废渣产生量少，委托环卫部门处理。

只要加强管理，落实可行的措施，该项目运行后产生的固体废物将不会给环境带来危害。

4) 环境管理与监测计划

(1) 环境管理制度

建设单位必须重视环境保护工作，应制定一系列规章制度以促进环境保护工作。制定的环境保护工作条例有：

①环境保护职责管理条例

②固废的管理与处置制度

③环保教育制度

(2) 环境管理机构设置与职责

根据《建设项目环境保护设计规范》等要求，本项目需设立专门的环境管理机构及专职负责人员 1 名，负责项目的日常环境管理工作。环保专职管理人员的职能：

①负责贯彻实施国家环保法规和有关地方环保法令。

②加强环保管理，建立健全企业的环境管理制度，确保污染治理和生态环境保护工作顺利实施，并实施检查和监督。

③组织开展环境监测，及时了解施工区及工程运行后环境质量状况及生态恢复状况。

(3) 监测计划

项目建成投产后，本项目建设单位可委托当地有资质的监测单位定期对项目最近敏感点及生态环境状况进行例行监测，保证环境保护工作的顺利进行。

8.3.4 环境影响结论

本项目是天然气管道输送工程，属于国家鼓励类的产业项目。

《连云港石化产业基地高质量发展条例》第二十九条明确，鼓励和支持石化产业基地开发利用清洁能源，开展绿色低碳循环技术创新，推进清洁能源、绿色能源替代工作，持续提升“零碳”清洁能源在石化产业基地能源体系中占比，推动石化产业基地全产业链节能、降耗、减排工作。

本项目的开发建设必然会对所在区域的自然环境和社会环境带来一系列的影响，这些影响包括有利影响和不利影响。一方面，天然气管道的建设和运行，可带动当地社会经济的发展，改善石化产业基地的环境空气质量；另一方面，由于工程的建设，需要建设高压管道及相关设施，同时要向外环境排放废水、废气、固废等污染物，必然会对周围自然生态环境造成一定的影响。但工程通过采取必要的环境保护措施后，本项目的建设不会对当地环境造成明显影响，工程在环境保护方面是

有利的。

8.4 资源和能源利用效果分析

1、本项目为天然气管道输送工程，提高管道输送压力，减少管输能耗。由于气体输送的压力越高，管线的压降越小，从而管输能耗越低。因此，本项目在起点充分利用上游天然气压力，采用不增压输送流程，大大降低了管输能耗。

2、优化线路走向，减少管输能耗。经多次现场踏勘，在满足规划要求的基础上优化线路走向，使管线长度尽量缩短，以降低能耗。

3、提高事故抢修反应速度，减少泄漏损失。

综上所述，本项目建设符合能耗准入标准及资源节约和有效利用的相关要求。

8.5 碳达峰碳中和分析

一、本项目为天然气管道输送工程，管线为密闭输送工艺，几乎不会向环境中排放二氧化碳及其他污染气体。所以，本项目中的碳排放主要集中在施工期间和运行期间的天然气泄漏、事故放空。为保证本项目的低碳环保，采取如下措施：

1、项目设计时，选择合理路由，减少管线的长度，从而减少管线生产时的碳排放；

2、施工围挡上方设置水雾喷洒装置，降低施工期间的粉尘污染；

3、合理布置料场，减少管线运输车辆的不必要的形成，从而减少汽车尾气的排放；

4、管道投产前清管所排放的废水，为了避免水资源的浪费和减少排量，尽量重复利用；

5、选用密闭性能好、使用寿命长、能耗低的阀门，避免和减少由于阀门等设备密封不严造成的天然气泄漏；

6、燃气管道上设置必要的切断阀门，一旦管道发生断裂或大的泄漏，则事故段两端的阀门紧急关闭，这样将事故段内天然气的排放量或泄漏量控制在最小范围内；

7、在计划检修时，可通过关断需要维修管道的上、下游的管线阀门，使维修管段内天然气放空量控制在较小范围内，可大大减少检修时的天然气放空量。

二、甲烷作为全球第二大温室气体，具有增温潜势高、寿命短的特点，主要来源于煤炭、油气生产、农业和废弃物处理等领域。

为贯彻《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》、《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，落实积极应对气候变化国家战略，强化大气污染防治与甲烷排放控制协同，科学、合理、有序控制甲烷排放，2023 年 11 月 7 日，生态环境部等 11

部门关于印发《甲烷排放控制行动方案》的通知。《甲烷排放控制行动方案》中明确“要推进能源领域甲烷排放控制”，具体要求如下：

1、强化甲烷综合利用。促进油气田放空甲烷排放管控，鼓励企业因地制宜开展伴生气与放空气回收利用，不能回收或难以回收的，应经燃烧后放空。

2、推广应用泄漏检测与修复技术。探索逐步完善油气领域泄漏检测与修复技术规范体系，推动全产业链泄漏检测与修复常态化应用。加强管线先进维检修技术、设备的研究与应用，有效提升甲烷泄漏控制能力。

3、推动逐步减少油气系统常规火炬。优化油气田地面工程建设与管理，减少火炬系统天然气燃烧量。科学规划设计新建油气作业项目，在确保生产安全的基础上，努力逐步减少常规火炬燃放。

综上，本项目应从控制天然气泄漏为出发点，建设单位在日常产生及巡查时，加强应用泄漏检测与修复技术，减少甲烷排放量。

三、本项目符合低碳环保政策，本项目的碳排放对比于其他类型的工程属于低排放水平。对当地环保影响较小，从碳达峰碳中和角度讲，本项目符合要求且可行。

9 项目风险管控方案

9.1 风险识别与评价

9.1.1 资源风险

本项目气源来自于中新燃气公司徐圩调压站，而徐圩调压站的气源来自于西气东输冀宁联络线邳连支线连云港浦南分输站和徐圩 LNG 储配站气化的源自江苏启东 LNG 接收站的 LNG。西气东输管线是我国天然气供应链的核心部分，在国家能源战略布局中占据着极其重要的位置，因此其供气稳定性可以得到充分保障。

另外中新燃气公司建成的高压输配管网已将浦南门站、岗埠门站、平明门站来气输送至高压管网，管网末端通过徐圩调压站输送至徐圩新区，其中岗埠门站气源接自青宁线岗埠分输站、平明门站气源接自中俄东线平明分输站。本项目气源供应途径较多，供气稳定，资源风险很低。

9.1.2 市场风险

1、天然气价格敏感性分析

天然气价格是杠杆，供应价格越高，需要量越小。在一个成熟的天然气市场中，天然气价格在不同年份出现变化，价格是影响天然气市场规模的重要因素，不同的天然气利用领域对价格承受能力也不尽相同。价格波动将直接导致利用量的变化，利用量的下降将导致管输量的下降，从而影响供气企业经济效益，也将影响上游企业对天然气勘探、开发进度。潜在的价格风险始终存在，天然气和其他能源之间的竞争力发生变化，也存在价格变化的风险损失。

2、对替代能源价格敏感性分析

目前，目标市场一部分工业用户使用其他能源作燃料，在改造成天然气作燃料后，原有设备需要改造或更换，需要投入大量的资金重新购置设备或改造设备，这也制约了一部分用户，使本来拥有一定用气量的企业无力使用天然气，给产业链带来一定风险。

3、对当地国民经济发展速度敏感性分析

当前，我国面临着产业结构优化调整、转型升级加快推进、经济增速由高速增长向中高速、国企改革持续深化和集团公司转变发展方式、严控投资规模等新常态。主要经济体都采取了更为谨慎的投资政策，一些原已规划的城镇燃气管道项目，有的进行压减投资，有的改用融资模式运作，有的推迟启动甚至终止。

9.1.3 工程风险

1、工程建设风险

本项目建设工程路线虽短，但也需与沿线地方政府规划部门、土地管理部门、

公路管理部门、石化产业基地园区相关管理部门、水力资源管理部门、环保部门以及水、电、气、通讯等公用配套工程相协调，也存在施工中承包商容易在施工过程中产生干扰而发生责任推诿，影响工程进度、质量。项目管理单位也可能由于项目管理内容与工作环节较多、部分人员经验不足，给整个项目在计划组织、管理控制、配合协调等方面带来困难。

2、施工安全风险

本项目沿线架空管道焊接对施工技术要求较高，每一环工作都紧密相连，如果其中一项出现纰漏，都可能造成较大的施工安全风险；若由于安全防范措施不足或工程管理不规范引起安全事故纠纷，焊接作业容易引发火灾事故而影响工程建设进度和石化产业基地正常安全生产。

3、水土流失风险

本项目埋地管道施工将扰动地表，降低表层土壤的抗蚀性，雨季将产生较多的土壤流失，可能破坏当地环境和损害沿线企业相关利益，可能引发与园区企业的纠纷，影响社会稳定。

4、工期风险

1) 施工周边交通出行安全风险

项目施工期工程车辆进出会使道路的拥挤度提高从而道路安全性降低，将会影响附近企业职工的交通出行安全。一旦发生交通事故将引发企业职工和施工单位纠纷，若纠纷处置不当将引发冲突，影响当地社会的稳定，进而影响施工作业开展。

2) 项目稳定风险管理体系风险

项目实施过程中因为社会风险处理机制缺失，企业未制定社会稳定风险应急预案，管理层对风险认识不足，没有和当地维稳主管部门建立风险联动机制，导致风险发生后上报及信息反馈不流畅，无法和当地政府协同处理而造成事件失控，项目可能由于风险处理机制缺失而引发大规模风险，进而影响施工进度。

3) 施工单位拖欠工人工资风险

在项目施工过程中，个别施工单位因后期经营管理不善，导致项目资金紧张，容易发生拖欠当地工人工资的情况，很可能引起当地民工到政府集体讨薪或阻挠施工行为。若未提前预见并采取防治措施，将会引发地方群体性事件，影响社会稳定。

5、天然气泄漏及火灾爆炸事故风险

本项目管输天然气正常情况下是在密闭的管线中输送，一旦出现异常情况导致天然气发生泄漏，在空气中极易形成爆炸性混合气体，遇到明火、静电火花、机械

火花、雷击等点火源可能发生火灾、爆炸事故。发生天然气泄漏及火灾爆炸事故的主要危险有害因素包括：

1) 管道沿线第三方单位施工作业是管道破坏的主要原因与潜在风险因素。第三方作业队伍若前期未进行地下勘测或技术交底，未对管道采取保护措施或野蛮施工等，都有可能对管道造成破坏，造成天然气泄漏及火灾爆炸事故。

2) 管道腐蚀是造成天然气长输管道穿孔、破裂常见的因素，有应力腐蚀开裂、内腐蚀、外腐蚀等类型。其中：应力腐蚀开裂是金属管道在固定拉应力作用和特定介质的共同作用下引起的，对管道具有很大的破坏性；内腐蚀包括二氧化碳腐蚀和硫化氢腐蚀；外腐蚀包括土壤腐蚀和杂散电流腐蚀等。腐蚀可能导致防腐绝缘涂层失效、管壁减薄、管道穿孔，导致管道开裂，造成天然气泄漏及火灾爆炸事故。随着石化皖能公司管道投产后运行年限的增加，管道局部腐蚀的不断积累，其风险将不断增加。

3) 管道前期施工中若存在未熔合、夹渣、未焊透、裂纹等焊接缺陷或存在管材缺陷，随着管道投产运行时间的增长其薄弱环节将给生产运行阶段管道埋下重大隐患，可能出现管道天然气泄漏及火灾爆炸事故。

4) 管道沿线遭遇地震可使地面断层错动、地裂、滑坡、沙土液化等，可能造成管道悬空裸露或破裂；引发天然气泄漏及火灾爆炸事故。

5) 管道沿线发生暴雨、洪水等气象灾害，可能引发地面沉降、水毁等，造成管道悬空裸露或破裂，引发天然气泄漏及火灾爆炸事故。

6) 天然气输送管道发生故障或失效维抢修过程中，若管道中的天然气没有未置换彻底，或没有按要求施工，或维抢修时违规动火，环境中天然气含量达到爆炸极限，易发生火灾、爆炸事故。

7) 天然气管道有可能是恐怖袭击的对象，恐怖分子对管道系统的破坏包括利用暴力手段袭击管道造成火灾、爆炸事故。

8) 公路运行维护时，若未进行地下勘测或技术交底而盲目施工，可能对穿越管道造成第三方破坏，引发天然气泄漏及火灾爆炸事故。

9) 管道穿越公路时，若套管没有与高压管道隔离、套管两头没有密封等，在套管内可能形成积水，或者干扰阴极保护电流等，都可能恶化管道的运行环境，加速高压管道腐蚀、穿孔，造成天然气泄漏，引发火灾、爆炸事故。

10) 管道穿越公路段若没有设置警示牌，或者在警示牌损毁、丢失后没有及时补充，遇到公路拓宽、改道等施工时，可能会在施工过程中损伤管道，造成天然气泄漏，引发火灾、爆炸事故。

6、窒息事故风险

本项目管输天然气正常情况下是在密闭的管线和设备中输送，一旦出现异常情况导致天然气发生泄漏，可能发生窒息事故。发生窒息事故的主要危险有害因素包括：

由于停产检修前吹扫、置换不彻底，或检修、改造部位与天然气介质隔离不好，均可能造成检修或施工人员在有限空间内窒息。

施工过程中有开挖、搬运、装卸、起重、吊装、焊接、安装、探伤等作业，可能导致天然气管道设备设施发生泄漏，造成检修或施工人员在有限空间内窒息。

9.1.4 运营管理风险

1、工艺废气排放风险

当管道发生事故需要事故排放时，采用放空立管放空，天然气直接排进大气，当这些气体与空气混合达到爆炸浓度极限时，存在爆炸危险。

2、固体废弃物污染风险

固体污染物主要来自施工中的建筑垃圾和各站点少量的生活垃圾。

3、管道维抢修风险

1) 高压管道的停气维抢修；

2) 高压管道发生泄露或爆炸情况下的维抢修。

3) 几种化学毒物中毒风险

(1) 甲烷窒息

虽然甲烷属低等毒性物质，对人体健康基本无毒无害，但在事故状态下，空气中含量达 25~30%以上时，由于使氧含量相对降低而能引发一系列缺氧症状，身体会感到虚弱眩晕。如空气浓度超过 30%时，可引起窒息，甚至死亡。

(2) 四氢噻吩

皮肤接触：脱去被污染的衣着，用肥皂水和清水彻底冲洗皮肤并立即就医。

眼睛接触：提起眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗并立即就医

吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸。

食入：饮足量温水，催吐，并立即就医。

4、其它风险

本项目还存在着操作人员意外伤害的可能，如接触电气设备时可能发生触电事故；登高检修作业时的高处坠落事故；机械伤害和物体打击等。

9.1.5 投融资风险及财务效益风险

本项目高压管道起点位于连云港石化产业基地徐圩调压站内，工程从起点建设约 9.0 km DN400 高压管道至连云港中星能源有限公司用气接口，在陇山路与 G228 国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。

本项目高压管道设计压力为 4.0MPa，管径为 DN400，设计最大年输气量为 $4.0 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

高压管道管材等级为 L360M，管外径为 D406.4 mm，壁厚为 8.8 mm。管材选用直缝双面埋弧焊钢管，符合《石油天然气工业管线输送系统用钢管》GB/T 9711-2023 中 PSL2 的有关要求。

根据本项目的建设内容，影响本项目的投资因素主要为管材的材质及规格、建设时期管材的价格、征地赔偿等。

其中，根据上述章节的相关内容，本项目管材选用直缝双面埋弧焊钢管，管材等级为 L360M，管外径为 D406.4 mm，壁厚为 8.8mm。而管材的价格受市场影响，波动较大，本项目管材的价格根据建设期当地的市场价确定。

征地赔偿方面：本项目为线路工程，管道敷设所涉及的占地为施工临时占地，施工完毕后，可以恢复且不影响绿化种植。而赔偿方面应根据当地相关赔偿标准进行赔偿。

建设单位不能全部自有资金投入，需要进行融资。由于当前经济形势具有一定的不确定性，故本项目存在一定投融资风险。

2、财务效益风险

本项目建成后的财务效益主要受上游购气价及下游售气价的影响。而天然气价格是杠杆，供应价格越高，需要量越小。在一个成熟的天然气市场中，天然气价格在不同年份出现变化，价格是影响天然气市场规模的重要因素，不同的天然气利用领域对价格承受能力也不尽相同。价格波动将直接导致利用量的变化，利用量的下降将导致管输量的下降，从而影响供气企业经济效益，也将影响上游企业对天然气勘探、开发进度。潜在的价格风险始终存在，天然气和其他能源之间的竞争力发生变化，也存在价格变化的风险损失。

9.1.6 其他风险

本项目还存在其他相关政策风险。

9.2 风险管控方案

9.2.1 工程风险防范、化解措施

1、工程建设风险防范、化解措施

加强项目管理的专业队伍建设，充分灌输质量意识，强化参与工程管理工作人员的专业素质，提高对实施全过程的控制力，确保工程质量的水平。选择拥有相应资质、技术力量雄厚的监理单位，严把质量关、进度关、投资关。同时，设计单位加强实施过程中的技术交底、现场配合和设计变更管理，保证设计的质量、深度达到设计任务书中的要求。采用依法招标方式选择施工单位，并且在招标过程中加强资格审查，对施工单位的业绩进行认真调查和认定，杜绝施工单位中普遍存在的挂靠现象，坚决防止工程转包和违法分包现象的发生。切实选择实力强、业绩好、信誉佳的施工企业，以降低本项目的实施风险。

2、施工安全风险防范、化解措施

1) 建设单位在组织本项目建设的过程中应充分发挥组织、监管作用，委托专业管道工程施工队伍，并对安全制度的执行情况进行日常监督；

2) 施工单位必须严格管理现场作业人员，特别是大型机械设备操作人员、特殊工种作业人员，必须经过专门的安全作业培训，在取得特种作业操作资格证书后，方可上岗作业；

3) 施工单位技术管理人员在工程方案实施前应认真核对和分析优化方案，充分考虑当地实际的地质条件和水文环境，规避施工安全风险；

4) 加强项目工程监理，监理单位对于可能影响安全又无法立即整改的问题，坚决做到先停工，待整改措施落实到位后再施工。

3、水土流失风险防范、化解措施

1) 施工期间尽可能减少对水体和植被的破坏，防止泥沙流入水体；施工完成后实施植被恢复工程；

2) 施工过程中要合理安排进度和工期，避免开挖后作业面长期闲置产生水土流失，施工临时弃渣要运至地势平坦处堆放，并尽快回填，减少准积的时间。

4、工期风险防范、化解措施

1) 施工周边交通出行安全风险防范、化解措施

(1) 建设单位应和施工单位、运输单位在相关的施工、承运等合同中明确车辆安全进场风险责任条款，加强行车司机的安全教育，在石化产业基地园区道路应限速行驶，按交通指示标志要求进行停靠和卸车作业；

(2) 施工期间，应合理组织大型施工车辆进场时间，尽量减小对当地交通出行的影响，要避开园区企业上下班时段，不要造成施工现场周围交通不畅或发生事故等；

(3) 工程车辆行驶在较低等级的道上时，道路等级不能满足要求，需要对现有

道路进行改造。改造期间做好交通组织，占用道路的应另外设置满足园区企业人员和车辆通行安全通道，减少对原有交通的影响。对已被破坏的道路，项目建成后应进行还建、新建；

(4) 施工期土石方运输和运营期燃料运输实行加盖篷布，运输土方、施工垃圾等易产生扬尘的车辆要严密遮盖，物料不要装得过满，以防途中洒漏，影响环境；

(5) 项目架空管道跨越园区道路时可能需要对道路做临时封闭。施工单位在施工前应和园区管委会和公路交通管理部门沟通协商，合理组织施工时间，对封闭的道路做好安全出行提示，若设置临时辅道应加强安全引导措施。施工完成后对遗落在道路上的焊渣、杂物等及时清理。

2) 项目稳定风险管理体系风险防范、化解措施

(1) 根据项目实际情况及时制定相关应急预案，针对工程中的风险因素，研究制定对应的预防和应急处置措施。预案应符合周密、具体、清晰、可行的原则，内容包括：组织领导、职责分工及其联络方式、预防和处置的具体措施，责任追究办法等；

(2) 加强宣传教育工作，事先对公众开展正面的宣传教育工作，使公众了解项目建设的必要性、对当地社会经济的贡献。

3) 施工单位拖欠工人工资风险防范、化解措施

(1) 建设单位对建设资金的使用严格按批准的设计文件、年度财政预算、年度投资计划和基建财务管理的各项规定执行，严格执行《基本建设财务管理规定》《建设工程价款结算暂行办法》法律法规，保障项目建设资金足额到位；

(2) 本项目将严格执行工人工资保证金制度，在施工单位进场时，需按照要求缴纳一定比例的保证金，作为发生工资拖欠情况下的垫付款。同时建设单位对施工单位用工情况进行监督，及时发现问题，尽早处置。

5、天然气泄漏及火灾爆炸事故风险防范、化解措施

1) 建立第三方施工管线交底监护管理制度，明确第三方施工的跟踪处理流程，包括出具《燃气管线安全告知书》或《违章通知书》、填写《巡线监护日志》《巡线工地监护记录》等，尽可能降低第三方破坏的风险；

2) 本项目埋地段管道全部采用三层 PE 加强级防腐，定向钻穿越段管道在原三层 PE 防腐层及热收缩带防腐补口基础上增加一层环氧玻璃钢防护层，热煨弯管采用双层环氧粉末涂层加强级防腐；架空段管道及管件全部采用工厂除锈成品刷漆防腐管。

3) 本项目燃气管道设计、施工均应严格执行国家相关规范标准的相关规定。

9.2.2 其他风险防范、化解措施

本项目在实施过程中，将积极贯彻落实政府的各项要求，在各有关部门的协助下，坚持决策程序化、管理科学化、业务多元化的经营方针，依靠增强自身实力来降低政策变化带来的风险。不断加强信息收集工作，根据新的政策法规及时调整公司发展战略。只要公司坚持规范操作，科学管理，灵活经营，不断增强自身实力，就能将政策风险降至最低。

9.3 风险应急预案

1、应急救援机构及人员

1) 本项目应纳入中新燃气公司的应急救援体系中，设立应急救援组织机构和应急救援队伍，明确各部门和人员职责，定期对应急救援人员进行培训，使其掌握人员救护的基本知识和基本技能。

2) 应急救援组织机构急救人员配备 1 名，并对急救人员进行相关知识、技能的培训。条件允许的情况下每个工作班宜至少安排 1 名急救人员。

2、应急救援预案及演习

拟建工程运行过程中可能发生天然气泄漏造成窒息，维检修或事故过程中可能存在密闭/有限空间作业发生急性中毒、窒息，甚至死亡，夏季长时间在高温环境中作业时可能发生职业性中暑，企业应针对上述可能发生的职业病危害事故制定应急救援预案，建立、健全《职业病危害事故应急救援预案》并形成书面文件予以公布。

《职业病危害事故应急救援预案》应明确责任人、组织机构、事故发生后的疏通线路、紧急集合点、技术方案、救援设施的维护和启动、医疗救护方案等内容。定期开展应急预案以及自救互救的演练，并根据实际需要对应急救援预案进行修改和更新。

3、应急、报警系统装置

对于有毒、有害物质的密闭系统，避免跑、冒、滴、漏。必要时配置监测、报警装置。

4、现场急救用品

建设单位应当对应急救援设施进行经常性的维护、检修，定期检测其性能和效果，确保其处于正常状态，不得擅自拆除或者停止使用。拟建工程应急救援设施可参考表 9.3。

表 9.3 拟建工程应急救援设施设置参考内容

评价单元	应急救援设施	备注
维检修	急救箱	1 个
	便携式有毒有害气体检测器	可测氧含量、可燃气等有毒有害气体
	防毒面具	数量根据每班劳动定员确定
	防化学手套	
	化学防护服	
	护目镜	
	防护面罩	
	防爆对讲机	

10 研究结论与建议

10.1 主要研究结论

3、目前，连云港石化产业基地内采用 2 条 DN400 次高压 A 的主天然气管网供气，供气能力相对有限。近期，连云港中星能源有限公司向连云港中新燃气有限公司发函，表示公用工程岛二标段燃气轮机目前正在建设中，预计所需天然气约 $5 \times 10^4 \text{Nm}^3/\text{h}$ ，用气压力 2.0MPa，2025 年 12 月用气，现有次高压供气主管网无法满足用户用气压力需求。因此，建设本项目高压天然气管道显得格外迫切。

4、连云港中星能源有限公司用气量大，用气稳定，本项目的建设既可以保障公用工程岛的供气安全、可靠，同时也为中新燃气公司带来新的营收增长点，有利于企业高质量发展。

3、本项目的建设可以大大提升园区的供气能力，提供供气保障性，消除石化工业大户的供应瓶颈，为企业安全生产提供重要能源保障，提升园区的综合服务品质，提高园区产业吸引力，是积极响应《连云港石化产业基地高质量发展条例》要求的体现。

4、本项目社会稳定风险较小，对于管道施工及临时用地等过程中的各项矛盾采取相关措施是可以化解的，本项目就社会稳定性发面来讲，是可行的。

5、从上述财务评价结果看，本项目有较好的盈利能力；并具有一定的抗风险能力。因此，从财务上讲项目是可行的。

综上所述，本项目建成后具有良好的经济效益和社会效益，该项目的建设是可行的。

10.2 问题与建议

1、项目应尽快完成项目的核准立项，完成建设项目环境影响报告表审批、安全预评价报告审批等相关手续。

2、本项目管廊内架设的高压管道口径大，已有管廊内各类工业管线种类多，高压燃气管焊接作业难度大、管道布管及吊装难度大，建设单位需选择资质符合且有经验的施工单位进行施工作业。

3、本项目控制性工程为公共管廊架设段中河流及通行道路上的跨越。建设单位应在施工图设计前做好与交通部门、水利部门的沟通，并聘请有相关资质的公司做出相应评价，以作为最终施工图设计方案的设计依据，以免后期施工因该控制性点影响整个工程的投资和工期。

4、争取当地政府部门的支持，由于本项目是为保证石化产业基地内公用工程岛连续稳定生产而建设的工程，具有一定的社会效益，建议政府相关部门在规划、

外部条件等方面给予简化手续并提供方便，以使本项目能尽早开工建设。

11 附表、附图

11.1 附表

- 1、工程投资总估算表；
- 2、工程建设其他费用计算表；
- 3、除税工程投资估算表；
- 4、总成本费用估算表；
- 5、外购原辅材料费估算；
- 6、外购燃料及动力费估算；
- 7、工资及福利费估算；
- 8、固定资产折旧、无形及递延资产摊销估算表；
- 9、流动资金估算表；
- 10、营业收入、营业税金及附加和增值税估算表；
- 11、利润与利润分配表；
- 12、借款还本付息计算表；
- 13、项目投资现金流量表；
- 14、项目资本金现金流量表；
- 15、财务计划现金流量表；
- 16、资产负债表。

11.2 附图

- 1、江 061880KX-00-Q-01 整体输配方案图；
- 2、江 061880KX-00-Q-02 管道整体走向图。

工程投资总估算表

工程名称：石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程

序号	工程或费用名称	概 算 价 值 (万元)					技术经济指标			占投资额%	备 注
		建筑工程	安装工程	设备购置	其它费用	合计	单位	数量	单位价值 (万元)		
	第一部分 工程费用										
一)	线路工程	18.40	857.49	1220.89		2096.77	Km	9.00	232.97		
1	线路工程	18.40	857.49	1220.89		2096.77	Km	9.00	232.97		
	工器具及备品备件购置费 2%			0.00							
	工程费 小计：	18.40	857.49	1220.89		2096.77				74.28%	
	第二部分 其它费用										
1	征地及青苗补偿费				25.00	25.00					
2	外电引入费用				0.00	0.00					
3	站外水引入费				0.00	0.00					
4	建设单位管理费				46.27	46.27					
5	建设工程监理费				57.17	57.17					
6	建设项目前期工作咨询费				61.00	61.00					
7	工程勘察费				16.77	16.77					
8	工程设计费				86.78	86.78					
9	施工图预算费				8.68	8.68					
10	竣工图编制费				6.94	6.94					
11	环境影响咨询服务费				3.00	3.00					
12	场地准备费及临时设施费				20.97	20.97					
13	工程保险费				6.29	6.29					
14	人员培训费				0.00	0.00					
15	办公及生活家具购置费				0.00	0.00					
16	联合试运转费				31.18	31.18					
17	招标代理服务费				10.39	10.39					
18	施工图审查费				1.17	1.17					
19	工程造价咨询服务费				30.00	30.00					
20	节能评估费				0.00	0.00					
21	稳定性评估费				0.00	0.00					

工程投资总估算表

工程名称：石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程

序号	工程或费用名称	概 算 价 值 (万元)					技术经济指标			占投资额%	备 注
		建筑工程	安装工程	设备购置	其它费用	合计	单位	数量	单位价值 (万元)		
22	安全专项设计及评审费				0.00	0.00					
23	消防专项设计费				0.00	0.00					
24	防雷防静电测试及验收费				5.00	5.00					
25	压力管道、安全阀等监检校验费				15.00	15.00					
26	管道穿越省道、河道协调费				0.00	0.00					
27	节地评价费用				0.00	0.00					
28	软土地基处理费				0.00	0.00					
	第二部分 工程其它费用 小 计:				431.61	431.61				15.29%	
	第三部分 预备费										
1.	工程预备费 10%				252.84	252.84					
2.	价格预备费 0%										
	第三部分 预备费 小 计:				252.84	252.84				8.96%	
	建设投资	18.40	857.49	1220.89	684.45	2781.22	m	13000	2139.40	98.53%	
	建设期贷款利息				41.50	41.50				1.47%	
	铺底流动资金				0.12	0.12				0.00%	
	工程总投资	18.40	857.49	1220.89	726.06	2822.83	m	13000	2171.41	100.00%	
	各专业占总投资比例	0.65%	30.38%	43.25%	25.72%	100.00%					

工程建设其他费用计算表

工程名称：石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程

序号	费用名称	说明及计算式	金额（万元）	备注
1	征地及青苗补偿费		25.00	
1.1	临时征地（含青苗赔偿等）	0.5万元/亩，40亩	20.00	
1.2	永久征地	无	0.00	
1.3	临时堆管场地	暂估，据实调整	5.00	
2	外电引入费用	无	0.00	
3	站外水引入费	无	0.00	
4	建设单位管理费	$(20 + (\text{计算基础} - 1000) \times 1.5\%)$	46.27	财建[2016]504号文
5	建设工程监理费	$[30.1 + (78.1 - 30.1) \times (\text{工程费用} + \text{联合试运转费} - 1000) / (3000 - 1000)]$	57.17	发改价格[2007]670号文
6	建设项目前期工作咨询费	据实计算	61.00	国家计委计价格[1999]1283号文
7	工程勘察费	工程费用*0.8%	16.77	
8	工程设计费	$[38.8 + (103.8 - 38.8) \times (\text{工程费用} + \text{联合试运转费} - 1000) / (3000 - 1000)] \times 1.0$ (专业调整系数)*1.15 (工程复杂程度调整系数)*1.0 (附加调整系数)	86.78	计价格[2002]10号文
9	施工图预算费	设计费*10%	8.68	国家计委、建设部计价格[2002]10号文
10	竣工图编制费	设计费*8%	6.94	
11	环境影响咨询服务费	暂估，据实调整	3.00	
12	场地准备费及临时设施费	工程费*1%	20.97	建标[2011]1号文
13	工程保险费	工程费*0.3%	6.29	
14	人员培训费	0人	0.00	6人*60%*12.0万元/人*50%
15	办公及生活家具购置费	2000元/人	0.00	根据设计标准计算
16	联合试运转费	$(\text{安装费} + \text{设备费}) \times 1.5\%$	31.18	
17	招标代理服务费	$6.55 + (\text{工程费} - 1000) \times 0.35\%$	10.39	国家计委计价格[2002]1980号文
18	施工图审查费	工程费* (0.05%+0.006%)	1.17	苏价服[2005]146号文
19	工程造价咨询服务费	审核概算+预算或标底的编制+预算或标底的审核+施工阶段全过程造价控制+结算审核	30.00	苏价服[2014]383号文
20	节能评估费	无	0.00	
21	稳定性评估费	无	0.00	

22	安全专项设计及评审费	无	0.00	
23	消防专项设计费	无	0.00	
24	防雷防静电测试及验收费	暂估，据实调整	5.00	
25	压力管道、安全阀等监检校验费	暂估，据实调整	15.00	
26	管道穿越省道、河道协调费	无	0.00	
27	节地评价费用	无	0.00	
28	软土地基处理费	无	0.00	
	合计		431.61	

石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程投资估算表

序号	项目名称	单位	数量	单价 (万元)	投资 (万元)
一	徐圩调压站至港前大道调压站高压管道天然气项目	km	9.00		2096.77
1	管材费				1220.89
1.1	D406.4×8.8 直缝双面埋弧焊钢管	t	777	0.90	698.89
1.2	安装钢制热煨弯管DN400 L360M (热煨)	个	850.00	0.60	510.00
1.3	安装钢制冷弯弯管D410 L360M (冷弯)	个	6.00	2.00	12.00
2	管段运输	km	9.0	4.00	36.00
3	管段防腐	km	8.95	12.60	112.77
3	管段组装焊接	km	9.00	50.00	450.00
4	管道清管试压	km	9.00	3.00	27.00
5	干燥、氮气置换	km	9.00	3.00	27.00
6	无损检测	km	9.00	3.00	27.00
7	线路措施工程	km	9.00	3.00	27.00
8	穿越工程	m	0	0.20	0
9	施工便道、便桥	km	1.00	5.00	5.00
10	阴极保护	km	0.06	3.00	0.17

11	管沟土石方工程				13.40
11.1	作业带土方	m3	500	0.002	1.00
11.2	管沟土方	m3	200.0	0.002	0.40
11.3	石方挖方	m3	0.0	0.00	0.00
11.4	购买细土	m3	100.0	0.05	5.00
11.5	购买干砂	m3	100.0	0.05	5.00
11.6	土、石方外运	m3	100.0	0.02	2.00
12	线路附属工程				23.55
12.1	DN400 阀门井 PN40	个	1.0	5.00	5.00
12.3	DN400 双放散埋地焊接球阀 PN40	个	1.0	2.00	2.00
12.5	DN400 焊接球阀 PN40	个	2.0	2.00	4.00
12.6	标志桩	个	20.0	0.03	0.60
12.7	警示牌	个	15.0	0.15	2.25
12.8	警示带	km	0.1	2.00	0.20
12.9	支架(钢)	t	19.0	0.50	9.50
12.10	支墩	个	0.0	0.50	0.00
13.00	带压开孔	项	1	100.00	100.00
14.00	管道信息化	km	9.0	3.00	27.00
合计					2096.77

总成本费用估算表

单位: 万元																																					
序号	项 目	备注	建设期		生产运营期																														合计		
			1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1	除息费					70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	外购燃料动力费					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	管理费租赁费					1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.51	1.51	1.51	1.51	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
4	架空管段油漆维护费					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
5	车间装卸费					36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	
6	车运推费					106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	106.00	
7	管理费及其他费用					25.88	25.88	25.88	25.88	25.88	26.30	26.30	26.30	26.30	27.14	27.14	27.14	27.14	27.14	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	28.40	
7.1	其他制运费					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
7.2	其他管理费用					20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	
7.3	其他营业费用					5.88	5.88	5.88	5.88	5.88	6.30	6.30	6.30	6.30	7.14	7.14	7.14	7.14	7.14	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	8.40	
8	折旧费					80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	
9	摊销费					0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50		
10	财务费用					84.45	78.52	72.40	66.14	59.59	52.88	44.83	36.53	27.96	19.13	10.02	1.46	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47		
10.1	长期借款利息支出					82.99	77.06	70.95	64.64	58.14	51.43	43.38	35.07	26.51	17.67	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10.2	流动资金借款利息支出					1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47		
10.3	短期借款利息支出					0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
11	总成本及费用					507.49	501.56	495.44	489.14	482.63	476.44	468.40	460.09	451.53	442.69	434.62	426.07	426.07	426.07	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64		
	其中:经营成本					342.29	342.29	342.29	342.29	342.29	342.81	342.81	342.81	342.81	343.85	343.85	343.85	343.85	343.85	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41		
	固定成本					500.08	500.15	494.04	487.73	481.22	474.94	466.89	458.58	450.02	441.18	432.91	424.36	424.36	424.36	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63	425.63		
	可变成本					1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.51	1.51	1.51	1.51	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01		
	盈亏					86.27%	85.26%	84.22%	83.15%	82.04%	83.90%	82.44%	80.97%	79.46%	77.90%	67.45%	66.11%	66.11%	66.11%	66.11%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%	56.37%		

外购原辅材料费估算

单位: 万元																																			
序号	项 目	数量	建设期		生产运营期																														合计
			1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	供气量			70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	进价 (元/m3)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	数量 (万m3/a)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	进项税额 (9%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	外购原辅材料费合计:		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	外购原辅材料进项税额合计:		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

外购燃料及动力费估算

单位: 万元																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
序号	项 目	数量	建设期		生产运营期																														合计																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	生产负荷			70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
	单价 (元/度)	0.77	1.41	1.41	1.41	1.41	1.41	1.51	1.51	1.51	1.51	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	1.71	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01

[illegible]

固定资产折旧、无形及递延资产摊销估算表

单位: 万元

[illegible]

流动资金估算表

单位: 万元

序号	项目	最低周转天 数	周转次数	生产运营期																														合计
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
生产负荷				70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	流动资产			33.68	33.68	33.68	33.68	33.68	33.76	33.76	33.76	33.76	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.16	34.24	34.33	34.41	34.50	34.59	1020.48	
1.1	应收账款	30	12	28.52	28.52	28.52	28.52	28.52	28.57	28.57	28.57	28.57	28.65	28.65	28.65	28.65	28.65	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.78	28.87	28.95	29.03	29.12	29.20	861.74	
1.2	存货	1	360	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.19	
1.3	现金	30	12	5.16	5.16	5.16	5.16	5.16	5.19	5.19	5.19	5.19	5.26	5.26	5.26	5.26	5.26	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	158.55	
1.4	预付账款	30	12																														0.00	
2	流动负债			0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	5.69	
2.1	应付账款	30	12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.14	0.14	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.25	0.33	0.42	0.50	0.58	5.69	
2.2	预收账款	24	15																														0.00	
3	流动资金(1-2)			33.57	33.57	33.57	33.57	33.57	33.64	33.64	33.64	33.64	33.78	33.78	33.78	33.78	33.78	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	33.99	34.00	34.00	34.00	1014.79	
4	流动资金增加额			33.57					0.07				0.14					0.21										0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.00	

营业收入、营业税金及附加和增值税估算表

单位: 万元

序号	项目	数量	建设期																														合计	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
生产运营期																																		
1	营业收入		588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	22260.00
1.1	管输费	0.021	588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	22260.00
	单价(元/Na ⁺)	40000.00	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	
	数量(万Na ⁺ /a)	9.00%	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	28000.00	30000.00	30000.00	30000.00	30000.00	30000.00	34000.00	34000.00	34000.00	34000.00	34000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	40000.00	106000.00	
2	销项税额 9%	9.00%	52.92	52.92	52.92	52.92	52.92	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	64.26	64.26	64.26	64.26	64.26	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	2003.40	
	应计增值税额		52.74	52.74	52.74	52.74	52.74	56.50	56.50	56.50	56.50	56.50	64.04	64.04	64.04	64.04	64.04	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	1996.47	
3	实际缴纳的增值税额(应计额-抵扣额)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.75	56.50	56.50	56.50	56.50	64.04	64.04	64.04	64.04	64.04	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	1733.04	
3.1	销项税额		52.92	52.92	52.92	52.92	52.92	56.70	56.70	56.70	56.70	56.70	64.26	64.26	64.26	64.26	64.26	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	75.60	2003.40	
3.2	进项税额		0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.93	
3.2.1	原辅材料进项税额		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3.2.2	燃料及动力进项税额		0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	6.93	
4	营业税金附加		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	173.30	
4.1	城市维护建设税5%	5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	2.83	2.83	2.83	2.83	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	86.65	
4.2	教育费附加3%	5%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.84	2.83	2.83	2.83	2.83	3.20	3.20	3.20	3.20	3.20	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	86.65	
5	投资和建设费增值税		263.43	210.70	157.96	105.22	52.49	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.00																						
5.1	该生附加建设投资增值税额			52.74	52.74	52.74	52.74	52.74	-0.25																									
6	即征即返的增值税额	50%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

利 润 与 利 润 分 配 表

单位: 万元																																			
序号	项 目	建设期			生产运营期																														合计
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
	生产负荷				70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
1	营业收入				588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	22260.00	
2	营业税金及附加				0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.68	5.65	5.65	5.65	5.65	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	173.30	
3	总成本费用				507.49	501.56	495.44	489.14	482.63	476.44	468.40	460.09	451.53	442.69	434.62	426.07	426.07	426.07	426.07	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	427.64	428.64	429.64	430.64	431.64	432.64	13343.86
4	补贴收入																																	0.00	
5	利润总额(1-2-3+4)				80.51	86.44	92.56	98.86	105.37	147.88	155.95	164.26	172.82	181.66	272.97	281.53	281.53	281.53	281.53	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	403.83	402.83	401.83	400.83	399.83	8742.84
6	弥补以前年度亏损																																	0.00	
7	应纳税所得额(5-6)				80.51	86.44	92.56	98.86	105.37	147.88	155.95	164.26	172.82	181.66	272.97	281.53	281.53	281.53	281.53	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	403.83	402.83	401.83	400.83	399.83	8742.84
8	所得税(5%)				20.13	21.61	23.14	24.72	26.34	36.97	38.99	41.06	43.21	45.42	68.24	70.38	70.38	70.38	70.38	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	100.96	100.71	100.46	100.21	99.96	2185.71
9	净利润(5-8)				60.38	64.83	69.42	74.15	79.03	110.91	116.97	123.19	129.62	136.25	204.73	211.15	211.15	211.15	211.15	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	302.87	302.12	301.37	300.62	299.87	6557.13	
10	期初未分配利润					54.35	119.18	188.59	236.47	283.94	355.37	425.10	493.46	560.77	627.32	748.84	863.99	967.62	1060.89	1144.84	1303.61	1446.51	1575.12	1690.87	1795.04	1888.79	1973.17	2049.12	2117.46	2178.98	2233.66	2282.21	2325.22	2363.26	35353.76
11	可供分配利润(9+10)				60.38	119.18	188.59	262.74	315.49	394.85	472.33	548.29	623.08	697.02	832.05	959.99	1075.14	1178.77	1272.04	1448.46	1607.23	1750.13	1878.74	1994.49	2098.66	2192.42	2276.80	2352.74	2421.09	2481.85	2535.78	2583.58	2625.84	2663.13	41910.89
12	提取法定盈余公积金				6.04	0.00	0.00	26.27	31.55	39.49	47.23	54.83	62.31	69.70	83.20	96.00	107.51	117.88	127.20	144.85	160.72	175.01	187.87	199.45	209.87	219.24	227.68	235.27	242.11	248.18	253.58	258.36	262.58	266.31	4160.31
13	可供投资者分配的利润				54.35	119.18	188.59	236.47	283.94	355.37	425.10	493.46	560.77	627.32	748.84	863.99	967.62	1060.89	1144.84	1303.61	1446.51	1575.12	1690.87	1795.04	1888.79	1973.17	2049.12	2117.46	2178.98	2233.66	2282.21	2325.22	2363.26	2396.81	37750.58
14	应付优先股股利																																		
15	提取任意盈余公积金																																		
16	应付普通股股利																																		
17	各投资方利润分配																																		
	其中: **方																																		
	**方																																		
18	未分配利润(13-14-15-16-17)				54.35	119.18	188.59	236.47	283.94	355.37	425.10	493.46	560.77	627.32	748.84	863.99	967.62	1060.89	1144.84	1303.61	1446.51	1575.12	1690.87	1795.04	1888.79	1973.17	2049.12	2117.46	2178.98	2233.66	2282.21	2325.22	2363.26	2396.81	37750.58
19	息税前利润 (利润总额+利息支出)				163.50	163.50	163.50	163.50	163.50	199.31	199.33	199.33	199.33	199.33	199.33	281.53	281.53	281.53	281.53	281.53	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	404.83	403.83	402.83	401.83	400.83	399.83	9279.22
20	息税前利润摊销前利润 (息税前利润+折旧+摊销)				244.26	244.26	244.26	244.26	244.26	280.06	280.08	280.08	280.08	280.08	280.08	362.28	362.28	362.28	362.28	362.28	485.58	485.58	485.58	485.58	485.58	485.58	485.58	485.58	485.58	484.58	483.58	482.58	481.58	480.58	11701.79

借款还本付息计算表

单位: 万元

序号	项目	建设期	生产运营期																														合计	
			1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
	生产运营																																	
1	借款及还本付息																																	
1.1	年初借款本息累计		0.00	1975.98	1834.85	1689.26	1539.10	1384.20	1224.42	1032.76	835.04	631.09	426.72	203.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12771.14	
1.1.1	国内银行借款本金		0.00	1975.98	1834.85	1689.26	1539.10	1384.20	1224.42	1032.76	835.04	631.09	426.72	203.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12771.14
1.1.2	国外银行借款本金																																0.00	
1.1.3	利息		0.00																														0.00	
1.2	本年借款		1975.98																														0.00	
1.2.1	国内银行借款		1975.98																														0.00	
1.2.2	国外银行借款																																0.00	
1.3	本年应计利息		41.50	82.99	77.06	70.95	64.64	58.14	51.43	43.38	35.07	26.51	17.67	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	536.39	
1.3.1	国内银行借款利息		41.50	82.99	77.06	70.95	64.64	58.14	51.43	43.38	35.07	26.51	17.67	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	536.39	
1.3.2	国外银行借款利息		0.00																														0.00	
1.3.3	国外银行借款手续费																																0.00	
1.4	本年还本			141.14	145.58	150.17	154.90	159.78	191.66	197.72	203.95	210.37	217.00	203.72																			0.00	
1.4.1	国内银行借款			141.14	145.58	150.17	154.90	159.78	191.66	197.72	203.95	210.37	217.00	203.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1975.98	
1.4.2	国外银行借款																																0.00	
1.5	本年付息		41.50	82.99	77.06	70.95	64.64	58.14	51.43	43.38	35.07	26.51	17.67	8.56																			536.39	
1.5.1	国内银行借款利息		41.50	82.99	77.06	70.95	64.64	58.14	51.43	43.38	35.07	26.51	17.67	8.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	536.39	
1.5.2	国外银行借款																																0.00	
1.5.3	国外银行借款手续费																																0.00	
2	还本资金来源																																0.00	
2.1	净利润			60.38	64.83	69.42	74.15	79.03	110.91	116.97	123.19	129.62	136.25	204.73	211.15	211.15	211.15	211.15	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	303.62	302.87	302.12	301.37	300.62	299.87	6557.13
2.2	折 旧			80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	80.25	2407.57	
2.3	摊 销			0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	15.00	
2.4	短期借款																																0.00	
2.5	其他资金		0.00																														0.00	
	合计(2.1+2.2+2.3+2.4+2.5)			141.14	145.58	150.17	154.90	159.78	191.66	197.72	203.95	210.37	217.00	285.48	291.90	291.90	291.90	291.90	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	383.62	382.87	382.12	381.37	380.62	8979.69	
	计算指标:																																	
	利息备付率			1.97	2.12	2.30	2.53	2.81	3.88	4.60	5.68	7.52	11.28	32.90																			17.30	
	偿债备付率			0.99	0.86	0.86	0.86	0.86	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87	1.19																			7.50	

项目投资现金流量表

单位: 万元

序号	项目	建设期					生产运营期																														合计
		1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
	生产准备		70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%				
1.0	现金流入		588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	1800.72	22420.72			
1.1	销售收入		588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	1800.72	22420.72		
1.2	补贴收入			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
1.3	回收固定资产净值																																126.71	126.71			
1.4	回收流动资金																															0.00	34.00	34.00			
2.0	现金流出	0.00	2781.34	375.74	342.29	342.29	342.29	348.55	348.46	348.46	348.46	350.39	350.25	350.25	350.25	350.25	353.16	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95	352.95			
2.1	建设投资(不含建设期利息)	2781.22																															0.00	0.00			
2.2	流动资金	0.12	33.45						0.07						0.14				0.21												0.00	0.00	0.00	33.89			
2.3	经营成本		342.29	342.29	342.29	342.29	342.29	342.81	342.81	342.81	342.81	343.85	343.85	343.85	343.85	343.85	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41			
2.4	增值税																																	0.00			
2.4	营业税金及附加							5.68	5.65	5.65	5.65	5.65	5.65	6.40	6.40	6.40	6.40	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53			
2.5	维持运营投资																																	0.00			
3	所得税前净现金流量(1-2)	0.00	-2781.34	212.26	245.71	245.71	245.71	245.71	281.45	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54	281.54			
4	累计所得税前净现金流量	0.00	-2781.34	-2569.08	-2332.36	-2077.65	-1831.94	-1586.23	-1304.78	-1023.34	-741.70	-460.16	-176.22	184.98	548.73	912.48	1276.22	1639.97	2126.81	2613.86	3100.92	3587.97	4075.03	4562.08	5049.14	5536.19	6023.24	6510.30	6996.35	7481.40	7965.45	8448.50	8909.37	9364.11			
5	所得税后净现金流量		-2038.46	-40.28	40.38	40.88	40.88	40.88	49.83	49.83	49.83	49.83	49.83	49.83	70.38	70.38	70.38	70.38	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	100.96	100.71	100.46	100.21			
6	累计所得税后净现金流量(1-5)	0.00	-2781.34	-2621.80	-2644.94	-2644.94	-2644.94	-2644.94	-2624.32	-2584.49	-2544.66	-2504.83	-2465.00	-2425.17	-2385.34	-2345.51	-2305.68	-2265.85	-2226.02	-2186.19	-2146.36	-2106.53	-2066.70	-2026.87	-1987.04	-1947.21	-1907.38	-1867.55	-1827.72	-1787.89	-1748.06	-1708.23	-1668.40	-1628.57			
7	累计所得税后净现金流量	0.00	-2781.34	-2609.95	-2405.12	-2200.28	-1995.45	-1790.61	-1585.09	-1379.26	-1173.43	-967.60	-761.77	-555.94	-350.11	-144.28	6.54	102.37	204.74	307.11	409.48	511.85	614.22	716.59	818.96	921.33	1023.70	1126.07	1228.44	1330.81	1433.18	1535.55	1637.92	1740.29			
	计算指标:																																				
	项目投资财务内部收益率(所得税前)	10.72%																																			
	项目投资财务内部收益率(所得税后)	8.72%																																			
	项目投资财务净现值(所得税前)	865.61																																			
	项目投资财务净现值(所得税后)	216.11																																			
	项目投资回收期(所得税前)	11.19																																			
	项目投资回收期(所得税后)	13.16																																			
		13.16																																			

项目资本金现金流量表

单位: 万元

序号	项 目	建设期	生产运营期																														合计
			1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	生产负荷		70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
1	现金流入		588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	24258.00
1.1	营业收入		588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	588.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	22160.00
1.2	补贴收入		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
1.3	回收固定资产余值																																
1.4	回收流动资金																																
1.5	其他收入																																
2	现金流出		583.53	621.45	621.45	621.45	621.45	621.45	663.52	663.52	663.52	663.52	663.52	665.90	455.76	455.76	455.76	489.29	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	489.50	
2.1	项目资本金		583.42	33.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.2	经营成本		0.12	342.39	342.39	342.39	342.39	342.39	342.39	342.39	342.81	342.81	342.81	343.85	343.85	343.85	343.85	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	
2.3	折旧费及摊销		14.14	179.03	183.62	188.35	193.23	225.11	231.24	237.47	243.89	250.52	237.24	33.66	33.66	33.66	33.66	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	
2.4	增值税及附加			84.45	78.52	72.40	66.10	59.59	52.88	44.83	36.53	27.96	19.13	10.02	1.46	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	
2.5	营业税金及附加								5.68	5.65	5.65	5.65	5.65	6.40	6.40	6.40	6.40	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
2.6	所得税			20.13	21.61	23.14	24.72	26.34	36.97	38.99	41.06	43.21	45.42	68.24	70.38	70.38	70.38	70.38	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	100.96	100.71	100.46	
2.7	维持运营投资			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	净现金流量(1-2)		0.00	-583.53	-33.45	-33.45	-33.45	-33.45	-33.45	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52	-33.52		
4	累计净现金流量		0.00	-583.53	-616.98	-650.43	-683.88	-717.33	-750.78	-784.30	-817.82	-851.34	-884.86	-918.38	-951.90	-985.42	-1018.94	-1052.46	-1085.98	-1119.50	-1153.02	-1186.54	-1220.06	-1253.58	-1287.10	-1320.62	-1354.14	-1387.66	-1421.18	-1454.70	-1488.22	-1521.74	
	内部收益率(FIRR)		10.64%																														

财务计划现金流量表

单位: 万元

序号	项目	建设期	生产运营期																														合计		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
一、	生产运营期现金流量		70%	70%	70%	70%	70%	75%	75%	75%	75%	85%	85%	85%	85%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	投资活动现金流量		225.58	224.10	222.57	221.00	219.37	244.55	242.55	240.48	238.33	236.13	295.50	293.36	293.36	293.36	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.85	385.10	384.35	383.60	382.85	382.10	9500.07	
	1.1 现金流入		580.00	580.00	580.00	580.00	686.75	686.40	686.50	686.50	686.50	778.04	778.04	778.04	778.04	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	915.24	22260.00	
	1.2 现金流出		580.00	580.00	580.00	580.00	630.00	630.00	630.00	630.00	630.00	714.00	714.00	714.00	714.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	840.00	22260.00	
	1.3 增值税进项税额		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.75	56.50	56.50	56.50	64.04	64.04	64.04	64.04	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	1733.04	
	1.4 其他收入		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2 现金流出		362.42	363.90	365.43	367.00	368.63	442.21	443.95	446.03	448.17	450.38	482.53	484.67	484.67	484.67	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	529.49	530.24	530.99	531.74	532.49	533.24	14432.97	
	2.1 经营成本		342.89	342.29	342.29	342.29	342.89	342.81	342.81	342.81	342.81	343.85	343.85	343.85	343.85	343.85	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	345.41	346.41	346.41	347.41	348.41	349.41	10340.92	
	2.2 增值税进项税额		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	2.3 营业税金及附加		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.68	5.65	5.65	5.65	6.40	6.40	6.40	6.40	6.40	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53	173.00
	2.4 增值税		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	56.75	56.50	56.50	56.50	64.04	64.04	64.04	64.04	64.04	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	75.34	1733.04	
	2.5 所得税		20.13	21.61	23.14	24.72	26.34	36.97	38.99	41.06	43.21	45.42	68.24	70.38	70.38	70.38	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	101.21	100.96	100.71	100.46	100.21	99.96	2185.71
	2.6 其他支出																																		
	2.7 资产折旧支出																																		
	2.8 投资活动现金流量		-2517.90	-33.45	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-0.00	-33.89	
二、	现金流入		2517.90	33.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.89		
	2.1 建设投资		2517.79																																
	2.2 维持运营投资																																		
	2.3 流动资金		0.12	33.45						0.07				0.14					0.21																
	2.4 其他流出																													0.00	0.00	0.00	0.00	33.89	
	三、	筹资活动净现金流量		0.00	2517.90	-192.13	-234.10	-222.57	-221.00	-219.37	-244.41	-242.55	-240.48	-238.33	-236.13	-213.46	-146	-146	-146	-146	-146	-126	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-147	-2522.27	
	1.1 现金流入		0.00	2659.40	33.45	33.45	33.45	33.45	33.45	33.89	33.52	33.52	33.52	33.52	33.80	33.66	33.66	33.66	33.66	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.88	33.88	33.89	1011.48	
	1.2 项目资本投入		0.00	480.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21		
	1.3 流动资金借款		1975.98																																
	1.4 债券		33.45	33.45	33.45	33.45	33.45	33.45	33.52	33.52	33.52	33.52	33.52	33.66	33.66	33.66	33.66	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.88	33.88	33.89	1011.27	
	1.5 短期借款		0.00	0.00	0.00	0.00																													
	1.6 其他流入																																		
	2 现金流出		0.00	41.50	225.58	257.55	256.02	254.45	252.81	278.00	276.07	274.00	271.85	269.65	247.27	35.12	35.12	35.12	35.12	35.12	35.34	35.34	35.34	35.34	35.34	35.34	35.34	35.34	35.34	35.35	35.35	35.35	35.36	3533.75	
	2.1 各种利息支出		41.50	84.45	78.52	72.40	66.10	59.59	52.88	44.83	36.53	27.96	19.13	10.02	1.46	1.46	1.46	1.46	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	580.38		
	2.2 长期贷款本金偿还		141.14	145.58	150.17	154.90	159.78	191.66	197.72	203.95	210.37	217.00	203.72																						
2.3 短期借款本金偿还		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
2.4 流动资金借款本金偿还			33.45	33.45	33.45	33.45	33.45	33.45	33.52	33.52	33.52	33.52	33.66	33.66	33.66	33.66	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.87	33.88	33.88	977.58		
2.5 应付利息（股利分配）																																			
2.6 其他流出																																			
四、	净现金流量		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	81.90	291.90	291.90	291.90	291.90	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	384.37	383.62	382.87	382.12	381.37	380.62	7003.92	
五、	累计净现金流量		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	81.97	373.87	665.77	957.67	1249.57	1633.94	2018.31	2402.69	2787.06	3171.43	3555.81	3940.18	4324.56	4708.93	5093.30	5476.93	5859.80	6241.92	6623.30	7003.92	6811.71	



中机国际工程设计研究院有限责任公司
设计资质等级甲级 证书编号：甲级A143000768
资信证书等级甲级 编号：甲222021011007
CHINA MACHINERY INTERNATIONAL ENGINEERING
DESIGN & RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.

地址：中国 江苏省南京市栖霞区尧化门2号9楼
Add: Building 6, No.2, Zidong Road, Qiao District, Nanjing, Jiangsu, China
网址 (URL): http://hd.cmie.cn 邮编 (PC.): 210023

C		
B		
A		
	FIRST ISSUE	
版次 REV	摘要 DESCRIPTION	发行日期 ISSUED DATE

注册章
REGISTRATION STAMP

发图章
ISSUING STAMP

*(施工图未盖发图专用章无效)

建设单位 CLIENT

连云港中新燃气有限公司

项目名称 PROJECT NAME

石化基地徐圩调压站至中星能源
高压天然气管道工程

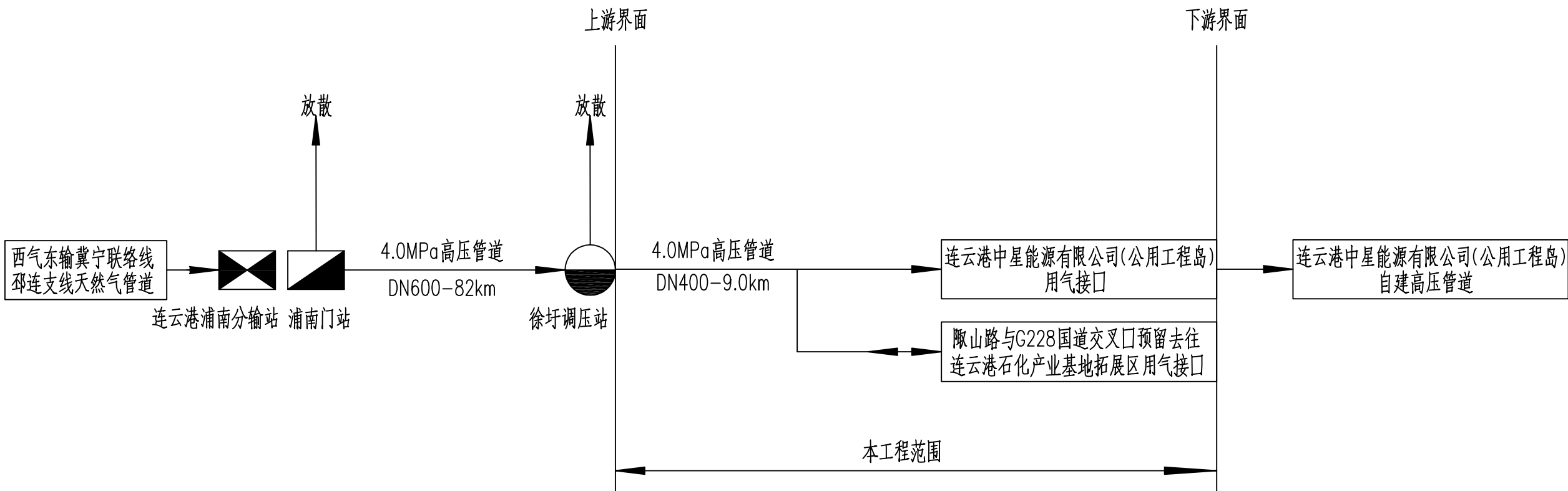
子项名称 SUB-PROJECT NAME

可行性研究报告

图纸名称 DRAWING TITLE

整体输配方案图

项目代号 PROJECT NO.	江O61880	阶段 DES. STAGE	可行性研究
图号 DRAWING NO.	江O61880KX-00-Q-01		
专业 DISCIPLINE	燃气	张次 SHEET NO.	张数 SHEET AMOUNT
		01	01
比例 SCALE	----	日期 DATE	2024.12



整体输配方案图

说明:

- 本工程高压管道起自于已建徐圩调压站，止于连云港中星能源有限公司(公用工程岛)用气接口；高压管道全长9.0km，管径DN400，设计压力4.0MPa，管材选用L360M直缝电阻焊钢管。
- 在陇山路与G228国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。

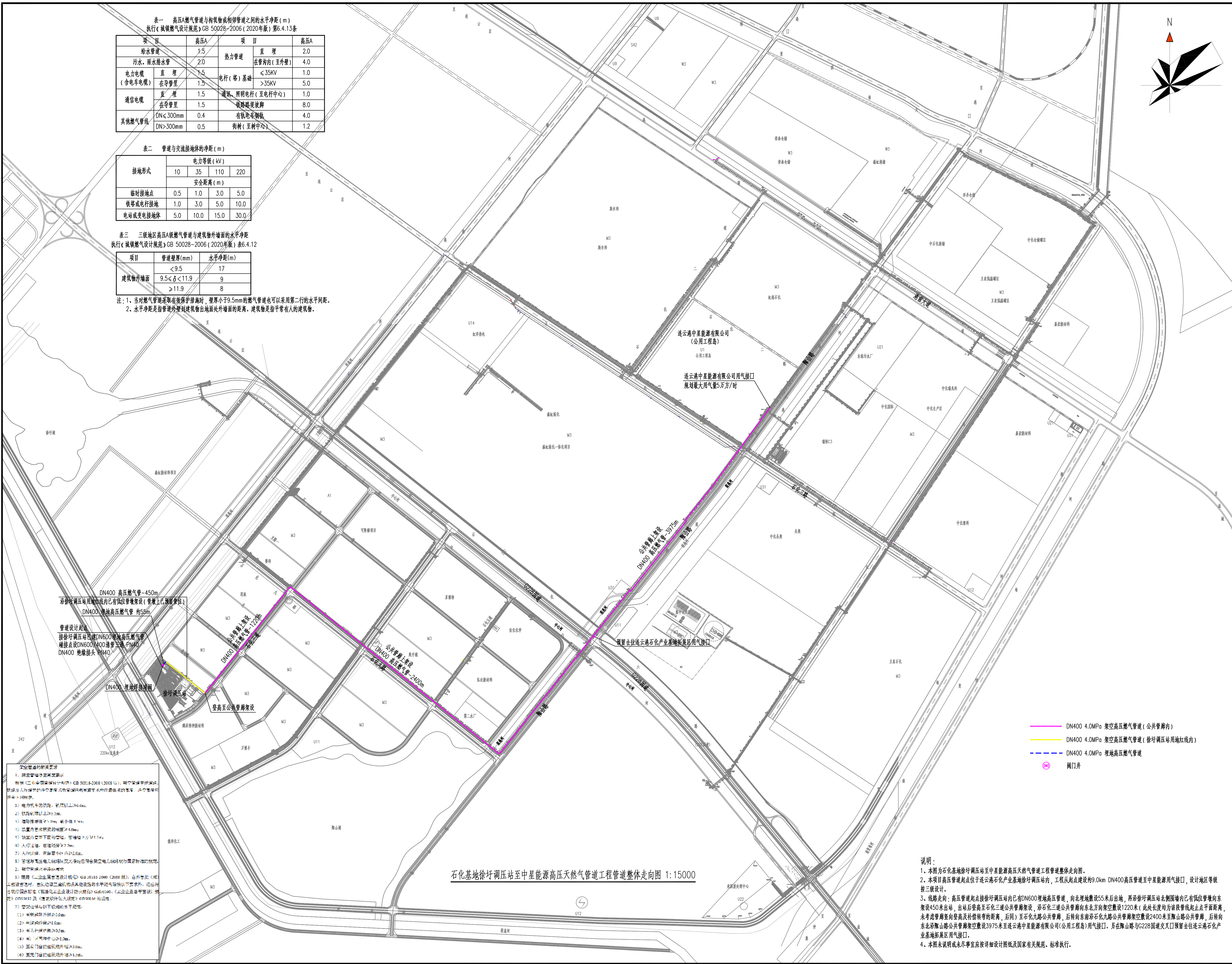
表一 高压A燃气管道与构筑物或相邻管道之间的水平净距 (m)					
执行《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006《2020年版》第6.4.13条					
项 目	高压A		项 目	高压A	
给水管道	1.5		热力管道	直 埋	2.0
污水、雨水排水管	2.0			在管沟内 (至外壁)	4.0
电力电缆 (含电车电缆)	直 埋	1.5	电杆 (零) 基础	≤35KV	1.0
	在管沟里	1.5		>35KV	5.0
通信电缆	直 埋	1.5	通讯、照明电杆 (至电杆中心)		1.0
	在管沟里	1.5		破路埋设拔脚	8.0
其他燃气管线	DN≤300mm	0.4	有轨电车钢轨		4.0
	DN>300mm	0.5		街树 (至树中心)	1.2

表二 管道与交流接地体的净距 (m)				
接地形式	电力等级 (kV)			
	10	35	110	220
安全距离 (m)				
临时接地点	0.5	1.0	3.0	5.0
铁路或电杆接地	1.0	3.0	5.0	10.0
电站或发电接地体	5.0	10.0	15.0	30.0

表三 三级地区高压A级燃气管道与建筑物外墙面的水平净距
执行《城镇燃气设计规范》GB 50028-2006 (2020年版) 表6.4.12

项目	管道壁厚(mm)	水平净距(m)
建筑物外墙面	<9.5	17
	9.5≤δ<11.9	9
	≥11.9	8

注：1、当对燃气管道采取有效保护措施时，壁厚小于9.5mm的燃气管道也可以采用第二行的水平间距。
2、水平净距是指管道外壁到建筑物出地面处外墙面的距离。建筑物是指平常有人的建筑物。



CMIE
中机国际

中机国际工程设计研究院有限责任公司
设计资质等级甲级 证书编号：甲级A143000768
资信证书等级甲级 编号：甲222021011007
CHINA MACHINERY INTERNATIONAL ENGINEERING
DESIGN & RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.
地址：中国 江苏省南京市栖霞区迈皋桥街道
Add: Building A, No.2, Dazhong Road, Qixia District, Nanjing, Jiangsu, China
网址 (URL): <http://hd.com.cn> 邮编 (PC): 210023

C		
B		
A		
	FIRST ISSUE	
版次 REV	摘要 DESCRIPTION	发行日期 ISSUED DATE
注册章 REGISTRATION STAMP		

发图章
ISSUING STAMP

建设单位 CLIENT
连云港中星燃气有限公司

项目名称 PROJECT NAME
石化基地徐圩调压站至中星能源
高压天然气管道工程

子项名称 SUB-PROJECT NAME
可行性研究报告

图纸名称 DRAWING TITLE
管道整体走向图

项目代号 PROJECT NO.	阶段 DES. STAGE	可行性研究
图号 DRAWING NO.	图号 SHEET NO.	张数 SHEET AMOUNT
专业 DISCIPLINE	张次 SHEET NO.	张数 SHEET AMOUNT
燃气	01	01
比例 SCALE	1:15000	日期 DATE
		2024.12

说明：
1、本图为石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程管道整体走向图。
2、本项目高压管道起点位于连云港石化产业基地徐圩调压站内，工程从起点建设约9.0km DN400高压管道至中星能源用气接口，设计地区等级按三级设计。
3、线路走向：高压管道起点接徐圩调压站已有DN600埋地高压管道，向北埋地敷设55米后出地，再沿徐圩调压站北侧围墙内已有低压管墩向东敷设450米出地，出地后登高至石化三道公共管廊架设，沿石化三道公共管廊向东北方向架空敷设1220米（此段长度均为该段管线起止点平面距离，未考虑管廊竖向登高及补偿管等的距离，下同）至石化九路公共管廊，后转向东南沿石化九路公共管廊架空敷设2400米至陇山路公共管廊，后转向东北沿陇山路公共管廊架空敷设3975米至连云港中星能源有限公司（公用工程岛）用气接口，另在陇山路与G228国道交叉口预留去往连云港石化产业基地拓展区用气接口。
4、本图未说明或未尽事宜应按详细设计图纸及国家有关规范、标准执行。

《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》专家评审意见

2025年01月22日下午,连云港中新燃气有限公司组织召开了《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》(以下简称《可行性研究报告》)评审会,会议邀请了三位专家(名单附后)组成专家组。与会专家和代表听取了编制单位中机国际工程设计研究院有限责任公司对《可行性研究报告》的汇报后,进行了认真讨论,形成评审意见如下:

一、建设内容及规模

本项目高压管道起点位于连云港石化产业基地徐圩调压站内,工程从起点建设约9.0 km DN400 高压管道至连云港中星能源有限公司用气接口,设计压力4.0MPa,设计最大年输气量为 $4.0 \times 10^8 \text{Nm}^3/\text{a}$ 。

二、总体评价

《可行性研究报告》编制依据正确、内容齐全、技术方案成熟、经济可行,编制深度达到了《国家发展改革委关于印发投资项目可行性研究报告编写大纲及说明的通知》(发改投资规〔2023〕304号)的要求。专家组同意《可行性研究报告》通过评审。

三、意见和建议

- 1、完善市场分析,明确目标供气量;
- 2、核实管道属性,管廊架空敷设管道应该按照工业管道设计和控制;
- 3、完善不同敷设方式的管道防腐;
- 4、核实管道穿跨越内容。

请编制单位根据上述意见及与会代表的其他合理意见和建议,对《可行性研究报告》修改完善。

专家组:

周心良 王艳 徐怡

2025年01月22日

《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》专家评审意见回复

首先非常感谢各位专家和与会代表对《石化基地徐圩调压站至中星能源高压天然气管道工程可行性研究报告》提出的各类建设性意见和建议。我院会后根据各位专家和与会代表的各类意见和建议对《可研报告》进行了相应的完善和修改。现对《可研报告》提出的意见和建议回复如下：

1、完善市场分析，明确目标供气量；

回复：已按要求完善市场分析内容，明确目标供气量，本工程市场需求明确，并已取得用气单位用气条件来函，详见 2.4 项目市场需求分析。

2、核实管道属性，管廊架空敷设管道应该按照工业管道设计和控制；

回复：本工程架空管道已按工业管道设计和控制，详见 4.5 管材选择及壁厚、4.11 管道敷设。

3、完善不同敷设方式的管道防腐；

回复：已完善不同敷设方式的管道防腐，详见 4.14 埋地管道防腐及阴极保护、4.15 架空管道防腐。

4、核实管道穿跨越内容。

回复：已核实完善穿跨越设计内容，详见 4.12 穿越工程。

中机国际工程设计研究院有限责任公司

2025.2.17

 中机国际工程设计研究院有限责任公司

CHINA MACHINERY INTERNATIONAL ENGINEERING DESIGN & RESEARCH INSTITUTE Co., Ltd.

联系地址：中国·江苏 南京市栖霞区紫东路2号B1栋

邮编：210049

电话：025-52310126

传真：025-52310129

电子信箱：zjgjn@cmiei.com

<http://hd.cmie.cn>（华东分院） <http://www.cmie.cn>（总院）

Address: Building 8, No.2, Zidong Road, Qixia District, Nanjing, Jiangsu, China 210049

Tel.025-52310126 Fax 025-52310129

Email: zjgjn@cmiei.com