

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	6
1.3 设计水平年	9
1.4 水土流失防治责任范围	10
1.5 水土流失防治目标	10
1.6 项目水土保持评价结论	12
1.7 水土流失预测结果	13
1.8 水土保持措施布设成果	14
1.9 水土保持监测方案	16
1.10 水土保持投资及效益分析成果	17
1.11 结论	17
2 项目概况	21
2.1 项目组成及工程布置	21
2.2 施工组织	50
2.3 工程占地	58
2.4 土石方平衡	61
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	67
2.6 施工进度	67
2.7 自然概况	68
3 项目水土保持评价	74
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	74
3.2 建设方案与布局水土保持评价	80
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	92
4 水土流失分析与预测	93

4.1 水土流失现状	93
4.2 水土流失影响因素分析	93
4.3 土壤流失量预测	96
4.4 水土流失危害分析	106
4.5 指导性意见	106
5 水土保持措施	110
5.1 防治区划分	110
5.2 措施总体布局	111
5.3 分区措施布设	114
5.4 施工要求	135
6 水土保持监测	141
6.1 范围和时段	141
6.2 内容和方法	142
6.3 点位布设	150
6.4 实施条件和成果	151
7 水土保持投资估算及效益分析	156
7.1 投资估算	156
7.2 效益分析	171
8 水土保持管理	175
8.1 组织管理	175
8.2 后续设计	176
8.3 水土保持监测	176
8.4 水土保持监理	177
8.5 水土保持施工	177
8.6 水土保持设施验收	178

附表

- 1 防治责任范围表；
- 2 水土流失防治标准指标计算表；
- 3 水土保持投资估算单价分析表

附件：

附件 1：水土保持方案编制委托书

附件 2：中国国际工程咨询有限公司文件《〈中国国际工程咨询有限公司关于江苏华电赣榆 LNG 接收站项目可行性研究报告（修编版）〉的评审报告》（咨化轻〔2020〕2631 号）

附件 3：江苏省自然资源厅《关于江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用地预审与选址意见》（用字第 320000202000022 号）

附件 4：自然资源部《关于江苏华电赣榆 LNG 接收站建设用地预审意见的复函》（自然资办函〔2019〕2268 号）

附件 5：自然资源部文件《自然资源部办公厅关于江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用海初步审核意见的函》（自然资办函〔2021〕29 号）

附件 6：连云港港赣榆途顺贸易有限公司关于 LNG 接收站纳泥的函

附件 7：连云港金东方港口投资有限公司关于 LNG 接收站纳泥的函

附件 8：C5 地块海域使用权证书

附件 9：C8 地块海域使用权证书

附件 10：江苏省人民政府关于围填海历史遗留问题处理方案的函

附件 11：江苏华电赣榆 LNG 接收站场地绿化用土供应意向协议

附件 12：江苏省生态环境厅关于审核江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用地不涉及国家级生态保护红线的复函

附件 13：接收站给排水及供电情况说明

附件 14：关于赣榆末站供水情况的说明

附件 15：关于赣榆末站供电情况的说明

附图

- 附图 1 地理位置图
- 附图 2 区域位置图
- 附图 3 项目区水系图
- 附图 4 江苏省水土保持区划图
- 附图 5 江苏省重点防治区划分图
- 附图 6 项目区土地利用规划图
- 附图 7 工程总平面布置图
- 附图 8 接收站平面布置图
- 附图 9 码头工程总平面布置图
- 附图 10 港池疏浚图
- 附图 11 航道拓宽疏浚图
- 附图 12 陆域形成填方图
- 附图 13 北护岸断面图
- 附图 14 西护岸断面图
- 附图 15 西护岸延长段断面图
- 附图 16 南护岸断面图
- 附图 17 接收站措施布置图
- 附图 18 赣榆末站措施布设图
- 附图 19 管线施工作业带措施布设图
- 附图 20 截断阀室措施布设图
- 附图 21 定向钻穿越施工场地措施布设图
- 附图 22 接收站排水沟设计图
- 附图 23 接收站排盐碱措施典型设计
- 附图 24 接收站泥浆沉淀池设计图
- 附图 25 透水砖铺设典型设计图
- 附图 26 植草砖铺设典型设计图
- 附图 27 沉砂池典型设计图
- 附图 28 防治措施布局及水土保持监测点位图

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

天然气作为其他化石能源替代品，有着其无可比拟的环保优势。LNG 作为一种清洁环保的优质能源，几乎不含粉尘、硫和其他有害物质，燃烧后排放的是二氧化碳和水，并且二氧化碳排放量少于其他化石能源，可以从根本上改善环境质量。

国家能源局《2021 能源工作指导意见》提出，坚持底线思维和问题导向，补短板、强弱项、促转型，提高能源供给保障能力，加强能源供需形势分析研判，确保能源安全稳定供应。立足“全国一张网”，推进天然气主干管网建设和互联互通。积极推进东北、华北、西南、西北等“百亿方”级储气库群建设，抓好 2021 年油气产供储销体系建设管道、地下储气库和 LNG 接收站等一批重大工程建设。实施《2021 年能源监管重点任务清单》，加大对重大能源规划、项目落实和市场秩序监管，将生态环保落实情况作为一项持续性监管内容。推进电网、油气管网等自然垄断环节监管机制改革，加大规划落实、公平开放、运行调度、价格成本、社会责任等方面的监管力度。

江苏省是我国经济大省，也是能源消费大省，一次能源严重匮乏，全省天然气 99% 以上依靠其他省调入。随着城市化进程的不断加快，环保质量要求越来越高，再加上省内经济发展和节能减排工作的需要，江苏省未来对清洁能源——天然气的的需求潜力巨大。

因此为充分利用国外的 LNG 资源，满足江苏省天然气的需求，提高天然气供应能力，完善供应格局，保障安全供气，带动地方经济发展，华电集团拟在江苏省连云港赣榆港区规划建设一期规模 300 万 t/a，二期增加 300 万 t/a，总计 600 万 t/a 的大型 LNG 接收站和适配的输送管网工程，不断满足我国高速增长的能源需求，增加国内能源供给，对推动我国能源供给革命和满足我国能源的多渠道供给具有重要的现实意义和战略意义。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目包括码头工程、接收站工程、外输管道工程。

码头工程拟建 LNG 码头一座，设计船型 21.7 万 m^3 LNG 船（兼顾 3 万 m^3 的 LNG 船舶停靠）。在港区 10 万吨级航道的条件下，年接卸能力为 480 万吨；待 15 万吨级航道开通后，年接卸能力可达 610 万吨。同时建设工作船码头及海上火炬平台各一座。

接收站项目分两期建设，其中一期工程的建设规模 300 万 t/a，二期扩建到 600 万 t/a，本期为一期建设工程。本项目接收站一期工程的建设规模为 300 万 t/a，其中气态外输 215 万 t、通过槽车液态外销 85 万 t，建造 22 万 m^3 LNG 全包容储罐 3 个，具备装小船转运功能。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目外输管线工程起自赣榆港区首站，出站后跨过防波堤沿防波堤东侧海域敷设海底管道至外环路登陆，然后陆上敷设到达赣榆末站，并与青宁管道工程赣榆 LNG 上输站相连。工程线路全长 24.7km，设计压力 10.0MPa，管径 1016mm，设计输气规模 65 亿 m^3/a 。全线设置工艺站场 2 座，分别是赣榆港区首站和赣榆末站，设置线路监控截断阀室 1 座。

本项目接收站工程及外输管线工程总计占地面积 72.77 hm^2 ，其中永久占地面积 29.35 hm^2 ，包括接收站工程（填海造地）、外输管线站场阀室及附属设施用地；临时占地主要为管道施工作业带、管道穿跨越及施工便道占地，临时占地面积 43.42 hm^2 。

根据推荐的平面布置方案，本工程接收站及码头区域海域使用面积约为 123.62 万 m^2 ，其中 LNG 码头和工作船码头的港池及码头前停泊水域用海面积约 82.14 万 m^2 ；围海造陆用海面积约为 35.18 万 m^2 ；西护岸延长段属不透水构筑物，用海面积约为 2.5 万 m^2 ；LNG 码头和火炬平台采用桩基结构，属于透水建筑物，用海面积为 1.96 万 m^2 ；取、排水口用海面积约为 1.84 万 m^2 。其他港内与港外航道、锚地水域等皆为公共水域，无须征海。

本工程外输管道出首站跨越防波堤后下海建设海底管道 6.29km，于外环路南登陆跨越海堤及外环路后改为埋地敷设。海底管道敷设占用海域长 6.29km，占用海域宽平均按 50m 考虑，施工期需临时占用海域 31.45 hm^2 。

本工程土石方（含表土）开挖总计 1025.73 万 m^3 ，其中一般土石方 1023.64 万 m^3 ，表土 2.09 万 m^3 。工程土石方（含表土）回填总量 459.77 万 m^3 ，其中一般土石方 456.98 万 m^3 ，表土 2.79 万 m^3 。工程借方 0.70 万 m^3 ，为接收站后期植被恢复绿化覆土，全部采取外购的方式。工程弃方 566.66 万 m^3 ，为疏浚海泥及

海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，总纳泥区容量为 625.1 万 m³，能够满足本项目土方吹填需要。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

建设单位与连云港市赣榆惠达矿业有限公司签订了《江苏华电赣榆 LNG 接收站场地绿化用土供应意向协议》，详见附件 11，供方经营范围包含园林绿化工程及土石方景观工程施工等。C-5 地块和 C-8 地块海域使用权证，以及《江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表》详见附件。

本项目总投资为 644447 万元人民币，其中土建投资 215000 万元。其中：项目资本金 193334 万元，占总投资的 30%；项目债务融资 451113 万元，占总投资的 70%。本工程拟于 2023 年 1 月开工建设，主体工程计划于 2026 年 12 月建成投产，总工期 48 个月。

结合《连云港市赣榆区柘汪镇总体规划(2017-2030)》，本工程外输管线沿石羊河段，位于柘汪镇规划市政工程类管廊，涉及的拆迁及场地平整等有政府负责实施。工程其他区域不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

1.1.2 项目前期工作进展情况

本项目港口工程、接收站工程及外输管道工程分别由中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中国成达工程有限公司及中石化中原石油工程设计有限公司负责研究，其中中国成达工程有限公司负责项目总体可研的汇总编制和财务评价工作。2018 年 10 月 28 日-30 日，中国国际工程咨询有限公司组织专家对本项目可行性研究报告进行了审查，可研评审报告详见附件。2019 年 4 月中国成达工程有限公司完成了《江苏华电赣榆 LNG 接收站工程可行性研究报告总报告》。其他专项报告包括环评报告、安全评价报告等编制工作正在进行中。

遵照《中华人民共和国水土保持法》、《江苏省水土保持条例》等法律、法规的要求，2019 年 6 月，建设单位委托我公司北京百灵天地环保科技股份有限

公司承担《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目水土保持方案报告书》编制工作。接受委托后,我公司组建了方案编制组,根据主体工程可行性研究设计资料和图纸,并利用工程布局图,对工程现场及自然环境现状进行了实地踏勘和调查,对项目周边地形地貌情况和土地利用情况进行了全面调查,收集了项目区环境、社会经济及水土保持现状的有关资料,同时征求了地方水行政主管部门的意见、落实了编制过程中存在的疑难问题。在此基础上,依据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)等有关技术标准,于 2022 年 1 月编制完成了《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目水土保持方案报告书》。

1.1.3 自然简况

工程接收站用地为填海造地;外输管道线路沿线可分为两个地貌单元:海洋中的大陆架近海冲积平原地貌及陆地上的剥蚀残丘平原地貌,整体地形较平坦,起伏较小。大陆架近海冲积平原表层为 0.5m 左右的淤泥质土薄层,其下主要为可塑-硬塑状粘土、中密-密实状砂性土厚度约为 22m,覆盖层之下为全风化岩及强风化岩片麻岩;陆地上的剥蚀残丘平原表层为 0.5~1.0m 的残积土或耕植土,其下为全风化岩及强风化岩片麻岩。

项目区属暖温带海洋性季风气候,冬季带有大陆性气候特征。据赣榆气象站 1986-2015 年 30 年的气象资料,气温:历年平均气温为 13.6℃;最冷月(一月)平均气温-0.3℃,极端最低气温为-18.0℃;最热月(七月)平均气温 26.3℃,历年极端最高气温为 46.6℃。≥10℃积温 2495.4℃;风向、风速:夏季盛行偏南风,冬季盛行偏北风,年平均风速 2.9m/s,最大风速 24m/s;日照及雾日:年平均日照数 2401h,历年平均大雾日 22 d,最多年份为 34d,最少年份为 9d;湿度:历年平均相对湿度为 70%,最高相对湿度 85%;冻土、霜冻:历年最大冻土深度为 300mm;年平均无霜期 218d;降水量与蒸发量:区域年均降水量 883.2mm,降水主要集中在 6-9 月份,约占全年降水量的 70%左右。年最大降水量 1348mm,年最小降水量 511mm。5 年、10 年、20 年一遇最大日降水量为 62.25mm、131.42mm、177.43mm。年平均蒸发量 855.1mm。

在拟建工程海域布设有 7 个潮位观测站(岚山头、秦山岛、连云港油码头、小丁港、燕尾港、废黄河口附近翻身闸下、海头港)。根据潮位观测资料,接收

站附近潮位特征值及设计水位数据如下:

(以下潮位值均从当地理论最低潮面起算)

潮位特征值:

最高高潮位 5.88m;

最低低潮位 -0.09m;

平均高潮位 4.79m;

平均低潮位 1.35m;

平均潮差 3.44m;

最大潮差 5.97m;

平均海面 3.01m。

涨潮历时 5:54h

落潮历时 6:45h

设计水位

百年一遇高水位为 6.65m;

设计高水位为 5.34m;

设计低水位为 0.63m;

极端高水位为 6.48m;

极端低水位为-0.55m。

项目区土壤类型以水稻土为主,间或分布沼泽土和潮土。其中水稻土自然肥力高,结构和水分条件良好,易于耕作,适宜发展农业。

项目区植被类型属典型的亚热带落叶阔叶林,平均林草覆盖率约 25%。

根据《全国水土保持区划(试行)》,连云港赣榆区在全国水土保持规划中属于北方土石山区(北方山地丘陵区)(III)-泰沂及胶东山地丘陵区(III-4)-鲁中南低山丘陵土壤保持区(III-4-2t);根据《江苏省水土保持规划(2015-2030年)》,柘汪镇属于连云港低山丘陵土壤保持农田防护区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),水土流失量容许值 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区水土流失类型以水力侵蚀为主,从现场调查情况来看,项目区地形较平坦,综合分析判断项目区原土壤侵蚀模数约为 $160\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,侵蚀强度为微度。

本工程位于连云港港赣榆港区,根据《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》(办水保〔2013〕188号

文），项目区不属于国家级水土流失重点防治区。根据《省水利厅关于发布《江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区》的公告》（苏水农[2014]48号），连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区。

根据《江苏省生态环境厅关于审核江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用地不涉及国家级生态保护红线的复函》，本项目用地不涉及国家级生态红线。本项目外输管道未穿越清水通道维护区，距离清水通道维护区最近约 8km，建设和运营期不会对清水通道维护区产生不利影响。

本工程不涉及饮用水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（1991年6月29日第七届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过，2010年12月25日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订）；

（2）《中华人民共和国防洪法》（1997年8月29日第八届全国人民代表大会常务委员会第二十七次会议通过，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议第三次修正）；

（3）《中华人民共和国水法》（1988年1月21日第六届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过，2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议修改）；

（4）《中华人民共和国环境保护法》（1989年12月26日第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过，2014年4月24日第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议修订）；

（5）《中华人民共和国行政许可法》（2003年8月27日第十届全国人民代表大会常务委员会第四次会议通过，2004年7月1日起施行）；

（6）《中华人民共和国土地管理法》（1986年6月25日第六届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议通过，2004年8月28日第十届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议修正）；

(7) 《建设项目环境保护管理条例》（1998 年 11 月 18 日通过，1998 年 11 月 29 日起施行，2017 年 6 月 21 日国务院第 177 次常务会议修订）；

(8) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令 120 号发布，2011 年 01 月 08 日根据<国务院关于废止和修改部分行政法规的决定>修正）；

(9) 《江苏省水土保持条例》（2013 年 11 月 29 日江苏省第十二届人民代表大会常务委员会第六次会议通过，2017 年 6 月 3 日江苏省第十二届人民代表大会常务委员会第三十次会议修正）；

(10) 《江苏省河道管理条例》（江苏省第十二届人民代表大会常务委员会第三十二次会议于 2017 年 9 月 24 日通过，自 2018 年 1 月 1 日起施行）。

1.2.2 部委规章

(1) 《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（水利部令第 5 号，1995 年 5 月 30 日发布，2005 年 7 月 8 日水利部第 24 号令修订，2017 年 12 月 22 日水利部第 49 号令第二次修改）；

(2) 《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号，2000 年 1 月 31 日发布，2014 年 8 月 19 日水利部令第 46 号公布修改并施行）；

(3) 《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》（2005 年 7 月 8 日水利部第 24 号令发布实施）；

(4) 《政府核准的投资项目目录（2016 年本）》（2016 年 12 月 12 日，国发〔2016〕72 号）；

(5) 《水利工程建设监理规定》（2006 年 12 月 28 日水利部令 28 号公布，2007 年 2 月 1 日起施行，2017 年 12 月 22 日水利部第 49 号令第二次修改）。

(6) 《水利部关于废止和修改部分规章的决定》（2017 年 12 月 22 日水利部令 49 号公布并施行）。

1.2.3 规范性文件

(1) 关于印发《全国水土保持规划》的通知（国函〔2015〕160 号）；

(2) 《水利部办公厅关于贯彻落实国发〔2015〕58 号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知》（办水保〔2015〕247 号）；

(3) 《水利部办公厅关于强化依法行政进一步规范生产建设项目水土保持监督管理工作的通知》(办水保〔2016〕21号)；

(4) 关于《进一步加强生产建设项目水土保持方案技术评审工作》的通知(办水保〔2016〕123号)；

(5) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编制和印制格式规定(试行)的通知》(办水保〔2018〕135号)；

(6) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持方案技术评审细则(试行)的通知》(办水保〔2018〕47号)；

(7) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程(试行)的通知》(办水保〔2018〕133号)；

(8) 水利部关于印发《水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定(试行)的通知》(办水保〔2016〕65号)；

(9) 关于印发《生产建设项目水土保持监测规程(试行)》的通知(办水保〔2015〕139号)；

(10) 《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》(办水保〔2013〕188号文)；

(11) 《水利部关于加强水土保持监测工作的通知》(水保〔2017〕36号)；

(12) 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》(发改价格〔2015〕299号)；

(13) 《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知(办水总〔2016〕132号)；

(14) 《省水利厅关于发布<江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区>的公告》(苏水农〔2014〕48号)；

(15) 江苏省人民政府关于《江苏省水土保持规划(2015-2030)》的批复(苏政复〔2015〕137号)；

(16) 《江苏省住房城乡建设厅关于建筑业增值税计价政策调整的通知》(苏建函价〔2018〕298号)；

(17) 《江苏省水利厅关于印发<江苏省生产建设项目水土保持设施验收管理办法>的通知》(苏水规〔2018〕4号)；

(18) 《江苏省物价局 江苏省财政厅关于降低水土保持补偿费征收标准的

通知》（苏价农〔2018〕112号，2018年8月21日）；

（19）《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）。

1.2.4 技术规范、标准

- （1）《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- （2）《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；
- （3）《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）；
- （4）《水土保持工程调查与勘察标准》（GB/T51297-2018）；
- （5）《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- （6）《防洪标准》（GB50201-2014）；
- （7）《水利水电工程制图标准水土保持图》（SL73.6-2015）；
- （8）《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；
- （9）《水土保持遥感监测技术规范》（SL592-2012）；
- （10）《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）；
- （11）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- （12）《水土保持工程概(估)算编制规定》（水利部水总[2003]67号）。

1.2.5 技术资料

（1）《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目可行性研究报告》，2021年12月，中国成达工程有限公司、中交第一航务工程勘察设计院有限公司、中石化中原石油工程设计有限公司编制；

（2）《沿海河（塘河～疏港路）整治工程可行性研究报告》，2017年9月。

（3）《全国水土保持规划（2015-2030年）》（水利部、国家发展改革委、财政部、国土资源部、环境保护部、农业部和国家林业局）；

（4）《江苏省水土保持规划（2015-2030）》（江苏省水利厅）；

（5）其他项目相关设计资料。

1.3 设计水平年

本工程拟于2023年1月开工建设，总体工程计划2026年12月建成投产，

根据主体工程完工时间和水土保持措施实施进度安排等,综合确定本工程水土保持方案设计水平年为工程完工当年,即为 2026 年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018),生产建设项目水土流失防治责任范围是生产建设单位依法应承担水土流失防治义务的区域,包括生产建设项目的永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。根据项目实际,江苏华电赣榆 LNG 接收站项目水土流失防治责任范围为 72.77hm²,其中永久占地面积 29.35hm²,包括接收站工程(填海造地)、外输管线站场阀室及附属设施用地;临时占地主要为管道施工作业带、管道穿跨越及施工便道占地,临时占地面积 43.42hm²。占用海域但不形成陆域的面积不计入防治责任范围。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《水利部办公厅关于印发<全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果>的通知》(办水保〔2013〕188号),项目区不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区。根据《省水利厅关于发布<江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区>的公告》(苏水农〔2014〕48号)和《江苏省水土保持规划(2015-2030)》,项目所在地连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区。根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018),综合确定本工程水土流失防治标准执行北方土石山区一级标准。

在执行一级标准的基础上,应根据所在地区干旱程度、土壤侵蚀强度、地形因素、区位因素加以调整:

①一级标准中水土流失治理度、林草植被恢复率和林草覆盖率位于极干旱地区和干旱地区的,相应指标可做调整(本工程不处于干旱区,故不进行调整)。

②一级标准中土壤流失控制比是以现状土壤侵蚀强度属中度侵蚀为主的区域为基准,根据《生产建设项目水土流失防治标准》中规定,以轻度侵蚀为主的

区域不应小于 1；根据水土流失现状调查，项目区土壤侵蚀以微度水力侵蚀为主，原土壤侵蚀模数约为 $160\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。根据《生产建设项目水土流失防治标准》相关规定，结合优于施工前土壤流失强度的原则，综合确定土壤侵蚀控制比防治目标值提高至 1.3。

③按地形调整渣土防护率：项目所在地地形起伏不大，故拦渣率不作调整。

④按区位因素调整渣土防护率、林草覆盖率：位于城市区的项目，渣土防护率和林草覆盖率可提高 1%-2%。本项目未处于城市区，故本方案不调整渣土防护率和林草覆盖率。

⑤根据《生产建设项目水土保持技术标准》，项目区属于江苏省省级水土流失重点预防区，提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个-2 个百分点，本方案设计林草覆盖率提高 2 个百分点。

⑥对林草植被有限制的项目，林草覆盖率可按相关规定适当调整。根据《液化天然气接收站工程设计规范》（GB 51156-2015）4.1.13 条及其条文说明：1、接收站绿化应满足生产、检修、运输、安全、卫生、防火、采光、通风的要求，应避免与建筑物、构筑物及地下设施的布置相互影响；2、液化天然气储罐区不应绿化。

经修正在后，试运行期所采用的防治目标如下表：

表 1.5-1 水土流失综合防治指标计算表

防治指标	标准值		调整值		采用值	
	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年	施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	/	95			/	95
土壤流失控制比	/	0.9		+0.4	/	1.3
渣土防护率(%)	95	97			95	97
表土保护率(%)	95	95			95	95
林草植被恢复率(%)	/	97			/	97
林草覆盖率(%)	/	25		+2	/	27

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本工程不处于水土流失严重、生态脆弱的地区；不涉及泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区；避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，工程建设不占用国家确定的水土保持长期定位观测站；不位于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区；本工程在建设过程中的影响，避让重要基础设施建设、重要民生工程、国防工程等，同时项目的建设满足严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强工程管理、优化施工工艺的要求；本项目位于江苏省省级水土流失重点预防区，存在一定制约性因素，在方案编制时将防治目标相应提高标准，可满足水土保持相关要求；综合以上分析，本工程选址不存在重大的水土保持制约因素，项目可行。

1.6.2 建设方案与布局评价

主体工程设计过程中，根据合理利用自然条件，满足船舶安全靠泊和 LNG 装卸作业要求，同时在考虑自然水深和 LNG 储罐热辐射区域的前提下，码头尽量靠近 LNG 罐区，以减少栈桥和输送管廊的长度，并在此基础上给出主体工程平面布置推荐方案。

根据《省水利厅关于发布《江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区》的公告》（苏水农[2014]48号），连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区。鉴于无法避让，建设单位在项目建设过程中，应优化建设方案以减少工程占地和土石方量；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级；宜布设雨洪集蓄、沉沙设施；提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个到 2 个百分点。外输管道沿线涉及的公路及河流等大部分采取顶管穿越，减少了大开挖造成的大量扰动及土壤流失。

设计接收站施工生产区布设结合站内各功能区域施工时序，利用站内空地布置；施工生活区租用项目附近民房或空闲厂房等设施。管线敷设区施工场地利用管线作业带，在工程征占地范围内解决。站场阀室施工场地布设在场内空地上。

堆管场地和施工生活区租用沿线民房或者空置厂房解决。

管道穿越铁路采用顶箱涵方式，穿越公路一般采取顶管，柘汪河及石羊河采取定向钻穿越，大幅度节约了工程用地，并减少了土石方挖填。

除了特殊位置需要采用海底管道和顶管、定向钻穿越外，其余管道采用埋地敷设为主，埋地管线为临时占地，极大地减少了工程永久占地。接收站食堂及办公楼等构筑物采取钢筋混凝土预制管桩，利用打桩机将管桩打入地基，可有效减少建筑物基础挖填土石方量。

主体设计过程中，对工程土石方进行合理调配以减少挖填方量。建设中应提高防治标准，优化施工工艺，加强工程管理，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制建设活动引起的水土流失。

本工程建筑高度、整体布置以及出入口的设计均与周边设施协调，符合区域关于该地块的规划要求。本项目接收站道路按环状布置，绿化围绕建筑物和围墙布置。平面布置和纵向布局满足要求。

外输管线路线布设与城镇规划相结合，绕避人口密集区、学校、医院等环境敏感区，尽量少拆迁建筑物；尽量避让或减少对重要设施（如高压输电网线、地下管线等）的干扰和影响；尽可能地少占用耕地；尽量保护现有水网和水利设施不受破坏，满足水土保持要求。

穿越工程区尽量避开河流两岸的植物保护带，跨越工程施工场地布置紧凑合理；施工道路首先考虑利用现有道路，在确实无法利用现有道路的情况下新修施工道路，满足水土保持要求。施工生产生活区考虑租用厂房或民房，不新增占地。

从水土保持角度分析，本工程建设方案科学，总体布局合理。

1.7 水土流失预测结果

(1) 本项目接收站工程及外输管线工程总计占地面积 72.77hm^2 ，其中永久占地面积 29.35hm^2 ，包括接收站工程（填海造地）；工程建设损毁植被面积 15.87hm^2 ；工程弃方 566.66 万 m^3 ，为疏浚海泥及海底管道回填余方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块），不需要再设置弃土场。

(2) 经预测，本项目施工期及自然恢复期可能产生的土壤流失总量为 5577t ，其中背景土壤流失量 380t ，新增土壤流失量为 5197t 。工程施工期是水土流失最

为严重的时期，期间可能造成土壤流失总量为 5003t（占土壤流失总量的 90%），新增土壤流失量为 4828t（占新增土壤流失总量的 93%）。

（3）根据工程地理位置，确定项目区水土流失类型主要为水力侵蚀。结合水土流失预测结果，水土流失重点时段为施工期，水土流失的重点区域为接收站工程及管道施工作业带，相应地监测重点时段为施工期，重点监测部位为接收站工程及管道施工作业带。

（4）根据水土流失预测结果，工程建设过程中水土流失量较大，需加强对项目区排水系统和临时防护措施布设，确保泥沙不流出项目区外；临时防治措施布设要和主体工程进度相适应。

1.8 水土保持措施布设成果

本工程实施水土保持措施布置及工程量如下：

1) 接收站工程

工程措施：施工过程中，沿站内道路设置 4300m 排水沟；施工结束后，储罐周边采取碎石覆盖 5.30hm²，办公生活区及围墙内四周设计绿化区域土地整治 1.61hm²，绿化覆土 0.70 万 m³，接收站地面停车位植草砖防护 600m²，人行道及非机动车道透水砖铺设 500m²。

植物措施：施工结束后，设计接收站办公生活区及围墙内四周绿化美化 1.61hm²，共计栽植乔木紫薇 50 株、女贞 50 株；栽植小乔木灌木海桐 150 株、紫叶小檗 250 株；栽植绿篱紫叶小檗 200 延米；铺设草皮面积约 1.50hm²；穴播台湾草 270m²；排盐碱措施 1.61hm²。

临时措施：施工过程中，储罐区空地布设泥浆沉淀池 6 处，场地排水出口处设置临时沉砂池 25 处，规划道路及临时堆土区域设计临时排水沟 6200m，临时堆土堆料防尘网苫盖 1.50hm²。

2) 管道施工作业带

工程措施：施工前，管沟开挖区域占用耕地、林地或草地部分表土剥离 5.06hm²；施工结束后，管沟开挖区域占用耕地、林地或草地部分回覆表土 1.52 万 m³，复耕及植被恢复区域土地整治 35.84hm²。

植物措施：施工结束后，针对占用其他草地及石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内用地，采取撒播狗牙根 17.41hm²。

临时措施: 施工前, 临时占用旱地、林地及其他草地部分, 对管沟两侧临时用地采取彩条布铺垫的防护措施, 以保护表土资源, 彩条布铺垫面积 24.78hm^2 ; 管沟开挖区域剥离的表土直接装袋, 用于管沟开挖土方挡护, 编织袋拦挡 1.72 万 m^3 。

施工过程中, 需对临时堆土表面进行简单拍实, 在此基础上苫盖防尘网以防止降雨及大风引起的水土流失, 防尘网苫盖 9.8hm^2 ; 施工期间在作业带两侧布设彩条旗进行围护, 控制施工扰动面积, 彩条旗围护 29.3km 。

3) 站场阀室

工程措施: 赣榆末站占地类型为旱地, 施工前结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离, 待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙内周边绿化覆土, 表土剥离 0.70hm^2 。

施工结束后, 赣榆末站及截断阀室设计绿化区域采取绿化覆土 0.22 万 m^3 及土地整治 0.55hm^2 ; 赣榆末站地面停车位铺设植草砖 100m^2 ; 赣榆末站进出站阀组区周边, 以及综合楼前人行道路采用透水铺装地面, 透水砖铺设 930m^2 。

植物措施: 施工结束后, 赣榆末站综合楼周边采取乔、灌、草(铺草皮)结合方式进行园林式绿化, 赣榆末站围墙外、放空区围墙外及截断阀室围墙外设计采取撒播种草的方式。站场阀室共计绿化美化 0.55hm^2 , 共计栽植乔木紫薇 10 株、女贞 10 株; 栽植小乔木灌木海桐 20 株、紫叶小檗 20 株; 铺设草皮面积约 0.31hm^2 ; 穴播台湾草 45m^2 ; 撒播狗牙根 0.18hm^2 。

临时措施: 施工过程中, 规划道路及临时堆土区域建设临时排水沟 600m , 排水沟末端出口设计者临时沉沙池 3 处, 赣榆末站堆存表土四周编织袋拦挡 0.0144 万 m^3 , 基础回填土方及堆存的表层土采取防尘网苫盖 0.20hm^2 。

4) 管线穿跨越

工程措施: 施工前, 针对占用旱地或草地的工作坑开挖区域、定向钻场地泥浆池开挖区域进行表土剥离, 表土剥离 0.52hm^2 ; 施工结束后, 设计复耕及绿化区域采取土地整治 5.62hm^2 , 绿化区域回覆表土 0.16 万 m^3 。

植物措施: 施工结束后, 针对占用其他草地及石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内用地, 采取撒播种草的方式恢复植被, 撒播狗牙根 2.42hm^2 。

临时措施: 施工前, 工作坑及泥浆池等强烈扰动以外区域采取铺垫措施, 以

保护表土资源，共计彩条布铺 3.70hm²，钢板铺垫 0.58hm²；

施工过程中，针对桁架跨越海堤及定向钻穿越需布设泥浆沉淀池，对泥浆进行沉淀，并重复利用，设置泥浆沉淀池 8 处；沿场地内道路及临时堆土区域布设临时排水沟 6000m，排水沟末端出口设置临时沉砂池 65 处；穿跨越施工场地表土资源及工作坑回填土方临时堆放在施工场地范围内，临时堆土四周采取编织袋拦挡，顶部采取临时苫盖，共计编织袋拦挡 0.30 万 m³，防尘网苫盖 0.60hm²；施工期间在穿跨越施工场地四周布设彩条旗进行围护，控制施工扰动面积，彩条旗围护 8km。

5) 管线附属设施

工程措施：管线附属设施在主体工程施工结束后，及时采取土地整治措施，共计土地整治 0.04hm²。

植物措施：施工结束后，在土地整治基础上，及时撒播狗牙根 0.04hm²。

6) 施工便道

工程措施：施工便道占地类型为旱地，施工前进行表土剥离 0.68hm²，直接装袋用于附近管沟开挖土方拦挡；工程施工结束后，及时回覆表土 0.20 万 m³；在表土回覆的基础上开展土地整治并复耕，共计土地整治 0.68hm²。

1.9 水土保持监测方案

监测内容：包括项目建设区水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害和水土保持措施等方面。

监测时段：本工程水土保持监测时段为 2022 年 12 月-2026 年 12 月（设计水平年结束），共 49 个月。

监测方法：调查（巡查）、沉砂池体积法、简易水土流失观测场法（测钎法）、遥感监测、无人机监测、资料查阅等方法。

监测频次：地形地貌状况监测和植被状况监测应在整个监测期监测 1 次；地表组成物质监测在施工期和试运行期各监测 1 次；地表扰动情况监测和水土流失防治责任范围监测应每月监测记录 1 次；水土流失类型及形式监测应每年监测不少于 1 次；水土流失面积监测应每月进行 1 次；土壤侵蚀强度监测在施工准备期和监测末期各监测 1 次、施工期间应每年监测 1 次；土壤流失量监测应每月监测

记录 1 次；水土流失危害面积及水土流失危害监测均应每季度监测 1 次；正在实施的水土保持工程措施、植物措施、临时措施及措施实施情况均每季度监测记录 1 次；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用及水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用应监测应在汛期前后及暴雨后进行。遥感监测应在施工前开展 1 次，建设期每年不少于 1 次。

监测点位：接收站工程 6 处，管道施工作业带 5 处，站场阀室 3 处，管线穿跨越 5 处；管线附属设施结合管道施工作业带统一布设，不进行单独布设定位监测点；施工便道 1 处，工程共计 20 个监测点。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本项目建设期水土保持工程估算总投资为 2012.75 万元，其中工程措施投资 504.51 万元，植物措施投资 131.15 万元，临时措施投资 638.58 万元，独立费用 581.88 万元（含水土保持监测费 187.68 万元、水土保持监理费 180 万元），基本预备费 111.37 万元，水土保持补偿费 45.26 万元。

预计至设计水平年，本工程扰动地表面积 72.77hm^2 ，经计算分析得出水土流失治理度为 99.6%；土壤流失控制比为 1.5；渣土防护率 99%；表土保护率达到 95.6%；林草植被恢复率 98.7%；林草覆盖率 30.3%。六项指标均达到或超过《生产建设项目水土流失防治标准》的规定。

1.11 结论

经分析评价，本项目从选址选线、建设方案、水土流失防治等方面符合水土保持法律法规、技术标准的规定，实施相关水土保持措施后能够达到控制水土流失、保护生态环境的目的。本水土保持方案提出了有针对性的水土保持防护措施，可大大降低了新增的土壤流失量，按本方案设计、实施，坚持水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，可以基本消除项目建设对当地水土资源的不利影响。经分析论证，本项目的建设是可行的。

本方案从水土保持角度对建设单位、工程设计、施工、水土保持监理、水土保持监测和“第三方”验收机构提出建议如下：

1) 本方案经批准后，水土保持措施需要作出重大变更的，应当补充或者修改水土保持方案并报当地水行政主管部门批准。

2) 积极配合各级水行政主管部门对工程水土保持方案实施的监督检查。工程竣工验收前应完成对水土保持设施进行验收。

3) 本方案经主管部门批复后, 建设单位按照方案设计要求抓紧落实, 将新增的水土保持措施及时纳入主体工程建设中。

4) 工程场地汇水排出本项目前设置沉沙池沉淀泥沙, 可有效减少工程施工对市政管网排水的影响。

5) 开展水土保持专项监理工作, 要做好水保措施实施的管理和监督工作, 对水土保持措施的实施进度、质量和投资进行监控管理, 保证工程质量。

6) 落实水土保持监测工作, 按季度向水行政主管部门报送水土保持监测季度报表, 监测季度报告表及年度报告中应附“生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表”, 并明确三色评价结论。

7) 工程建成投产前, 须按照水利部相关要求开展水土保持设施验收工作, 水土保持验收合格手续作为生产建设项目竣工验收的重要依据之一, 对验收不合格的生产建设项目不得投产使用。

8) 项目二期工程开工前, 应编报二期工程水土保持方案报告书, 并报送水行政主管部门审批。二期工程开工前及时委托开展水土保持监测监理相关工作, 为后续水土保持设施验收提供技术支撑。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目水土保持方案特性表

项目名称	江苏华电赣榆 LNG 接收站项目		流域管理机构		淮河水利委员会
涉及省(市、区)	江苏省	涉及地市或个数	连云港市	涉及县或个数	赣榆区
项目规模	接收站建设规模 300 万 t/a, 建造 22 万 m ³ 全包容储罐 3 个。码头工程建设 1 座最大可靠泊 21.7 万 m ³ LNG 船的 LNG 码头及 1 座工作船码头。外输管线全长 24.7km, 管径 1016mm。		总投资	64.44 亿元	土建投资 21.5 亿元
动工时间	2023 年 1 月	完工时间	2026 年 12 月	设计水平年	2026 年
工程占地 (hm ²)	72.77	永久占地 (hm ²)	29.35	临时占地 (hm ²)	43.42
土石方量 (万 m ³)	挖方	填方	借方	余(弃)方	
	1025.73	459.77	0.70	566.66	
重点防治区名称	江苏省省级水土流失重点预防区				
地貌类型	剥蚀残丘平原		水土保持区划	北方土石山区	
土壤侵蚀类型	水力侵蚀		土壤侵蚀强度	微度	
防治责任范围面积 (hm ²)	72.77		容许土壤流失量[t/(km ² •a)]	200	
土壤流失预测总量 (t)	5577		新增土壤流失量 (t)	5197	
水土流失防治标准执行等级	北方土石山区一级标准				
防治指标	水土流失治理度 (%)	95	土壤流失控制比	1.3	
	渣土防护率 (%)	97	表土保护率 (%)	95	
	林草植被恢复率 (%)	97	林草覆盖率 (%)	27	
防治措施及工程量	分区	工程措施	植物措施	临时措施	
	接收站工程	碎石覆盖 5.30hm ² , 绿化覆土 0.70 万 m ³ , 土地整治 1.61hm ² , 混凝土排水沟 4300m, 植草砖防护 600m ² , 透水砖铺设 500m ² 。	乔木紫薇 50 株、女贞 50 株; 栽植小乔木灌木海桐 150 株、紫叶小檗 250 株; 栽植绿篱紫叶小檗 200 延米; 铺设草皮面积约 1.50hm ² ; 穴播台湾草 270m ² ; 排盐碱措施 1.61hm ² 。	泥浆沉淀池 6 处, 临时沉砂池 25 处, 临时排水沟 6200m, 防尘网苫盖 1.50hm ² 。	
	管道施工作业带	表土剥离 5.06hm ² , 绿化覆土 1.52 万 m ³ , 土地整治 35.84hm ² 。	撒播狗牙根 17.41hm ² 。	彩条布铺垫 24.78hm ² , 编织袋拦挡 1.72 万 m ³ , 防尘网苫盖 9.8hm ² , 彩条旗围护 29.3km。	
	站场阀室	表土剥离 0.70hm ² , 绿化覆土 0.22 万 m ³ , 土地整治 0.55hm ² ; 植草砖防护 100m ² , 透水砖铺设 930m ² 。	站场阀室绿化美化 0.55hm ² , 共计栽植乔木紫薇 10 株、女贞 10 株; 栽植小乔木灌木海桐 20 株、紫叶小檗 20 株; 铺设草皮面积约 0.31hm ² ; 穴播台湾草 45m ² ; 撒播狗牙根 0.18hm ² 。	临时沉砂池 3 处, 临时排水沟 600m, 编织袋拦挡 0.0144 万 m ³ , 防尘网苫盖 0.20hm ² 。	
管线穿越	表土剥离 0.52hm ² , 绿化覆土 0.16 万 m ³ , 土地整治 5.62hm ² 。	撒播狗牙根 2.42hm ² 。	泥浆沉淀池 8 处, 临时沉砂池 65 处, 临时排水沟 6000m, 钢板铺垫 0.58hm ² , 彩条布铺 3.70hm ² , 编织袋		

				拦挡 0.30 万 m ³ ，防尘网苫盖 0.60hm ² ，彩条旗围护 8km。	
	管线附属设施	土地整治 0.04hm ² 。	撒播狗牙根 0.04hm ² 。		
	施工便道	表土剥离 0.68hm ² ，绿化覆土 0.20 万 m ³ ，土地整治 0.68hm ² 。			
投资（万元）	504.51		131.15		638.58
水土保持总投资（万元）	2012.75		独立费用（万元）		581.88
监理费（万元）	180	监测费（万元）	187.68	补偿费（万元）	45.26
方案编制单位	北京百灵天地环保科技股份有限公司		建设单位		江苏华电赣榆液化天然气有限公司
法定代表人	王文胜/010-68535259		法定代表人		王建东
地址	北京海淀区西三环北路甲 2 号北理工中关村国防科技园 4 号楼		地址		江苏省连云港市赣榆区青口镇琴岛路 3 号
邮编	100045		邮编		222199
联系人及电话	杨秀梅/13911536709		联系人及电话		朱宝荣/13665260679
传真	010-68535266		传真		
电子信箱	yangxiumei@larkworld.com		电子信箱		zhubr@chd.com.cn

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

(1) 项目名称

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目

(2) 建设性质

新建建设类项目

(3) 建设单位

江苏华电赣榆液化天然气有限公司

(4) 地理位置

本工程接收站及码头工程拟建设在连云港港赣榆港区，港区位于连云港区北侧海州湾内，绣针河口与龙王河口之间，北邻山东省日照市。港区后方有沿海高速、204 国道等主要交通通道。本工程拟建码头和接收站位于赣榆港区起步工程南部，位于规划的 LNG 泊位区内，经纬度坐标为：E119°18'3.31"，N35°1'34.87"。

外输管道出接收站跨越防波堤后下海建设海底管道，于外环路南登陆跨越海堤及外环路后改为埋地敷设，然后转向西偏南敷设 0.2km 至疏港路，转向北敷设 0.8km，穿临港高等级公路及沿海河后转向西偏南沿沿海河敷设 4.0km，然后转向西北沿石羊河西侧敷设 3.5km，依次穿越 G204 国道、青连铁路及 G15 沈海高速，经过马站北、侍家庄南后穿越望海路到达赣榆末站。

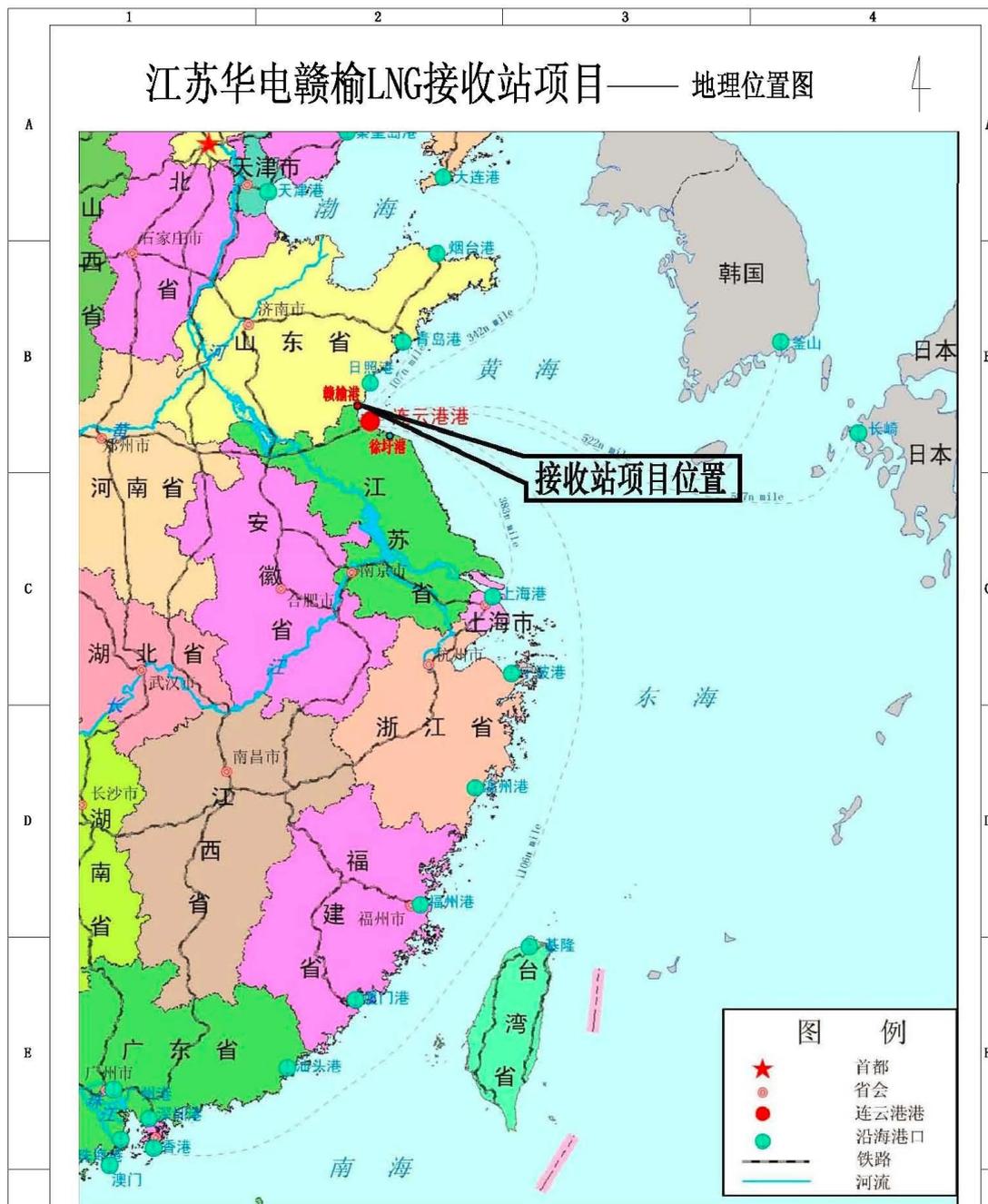


图 2.1-1 地理位置图

(5) 建设内容

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目包括码头工程、接收站工程及外输管线工程。

(6) 工程等级与规模

LNG 主要成分为甲烷 (CH_4)，沸点为 -160.4°C ，液态比重为 0.4565，爆炸极限（气相）上限为 13%-17（V%），下限为 3.6%-6.5（V%），火灾危险性为甲 A 类，码头等级为一级。

码头工程拟建 LNG 码头一座，设计船型 21.7 万 m^3 LNG 船（兼顾 3 万 m^3

的 LNG 船舶停靠)。在港区 10 万吨级航道的条件下,年接卸能力为 480 万吨;待 15 万吨级航道开通后,年接卸能力可达 610 万吨。同时建设工作船码头及海上火炬平台各一座。

接收站项目分两期建设,其中一期工程建设规模 300 万 t/a,二期扩建到 600 万 t/a,本期为一期建设工程。本项目接收站一期工程建设规模为 300 万 t/a,其中气态外输 215 万 t、通过槽车液态外销 85 万 t,建造 22 万 m³LNG 全包容储罐 3 个,具备装小船转运功能。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目外输管道起自赣榆港区首站,出站后跨过防波堤沿防波堤东侧海域敷设海底管道至外环路登陆,然后陆上敷设到达赣榆末站,并与青宁管道工程赣榆 LNG 上输站相连。工程线路全长 24.7km,设计压力 10.0MPa,管径 1016mm,设计输气规模 65 亿 m³/a。全线设置工艺站场 2 座,分别是赣榆港区首站和赣榆末站,设置线路监控截断阀室 1 座。

(7) 总投资及土建投资

本项目总投资为 644447 万元人民币,其中土建投资 215000 万元。其中:项目资本金 193334 万元,占总投资的 30%;项目债务融资 451113 万元,占总投资的 70%。

(8) 建设工期

本工程拟于 2023 年 1 月开工建设,总体工程计划于 2026 年 12 月建成投产,总工期 48 个月。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目工程特性详见表 2.1-1。

表 2.1-1 江苏华电赣榆 LNG 接收站项目工程特性表

一、项目基本概况						
项目名称	江苏华电赣榆 LNG 接收站项目					
建设单位	江苏华电赣榆液化天然气有限公司	所在流域	淮河流域			
建设地点	江苏省连云港市赣榆区柘汪镇	建设性质	新建			
总投资	64.44 亿元	土建投资	21.5 亿元			
建设期	2023 年 1 月-2026 年 12 月, 共 48 个月					
二、项目组成及主要技术指标						
码头工程						
(1) LNG 码头	1 座/350m	(2) 工作船码头	1 座/91m			
(3) 海水取水站	1 座	(4) 火炬平台	1 座			
(5) 用海面积	接收站及码头区域海域使用面积约为 123.62hm ² ; 其他港内与港外航道、锚地水域等皆为公共水域, 无须征海。					
(6) 疏浚量 (含岸坡和基槽)	码头工程总疏浚量 972.6 万 m ³					
(7) 码头吞吐量	300 万 t/a					
接收站工程						
(1) 接收站规模	300 万 t/a	(2) LNG 储罐	3×22 万 m ³			
(3) 年气化外输量	30 亿 m ³ /a	(4) 最大日外输量	2400 万 m ³ /d			
(5) 最大小时外输量	100 万 m ³ /h	(6) LNG 槽车外运量	85 万 t/a			
(7) 用海面积	接收站陆域形成及西护岸延长段共计用海 37.68hm ² , 其中围海造陆用海面积约为 35.18 hm ² ; 西护岸延长段属不透水构筑物, 用海面积约为 2.5hm ² 。					
(8) 形成陆域面积	形成陆域 27.51 hm ² , 为东面围墙与挡浪墙前沿线合围面积					
外输管道工程						
(1) 输气规模	65 亿 m ³ /a	(2) 管径及长度	Φ1016mm x 24.7km			
(3) 站场数量	首站、截断阀室、末站各一座					
四、项目占地及土石方						
项目组成	永久占地 /hm ²	临时占地 /hm ²	挖方/万 m ³	填方/万 m ³	借方/万 m ³	弃方/万 m ³
码头港池及航道			972.60			553.50
接收站工程	27.51		14.33	434.13	0.70	
管道施工作业带		36.49	14.91	16.77		
站场阀室	1.80		1.19	1.20		
管线穿跨越		6.25	2.92	1.05		
管线附属设施	0.04		0.02	0.02		
施工便道		0.68	0.20	0.20		
海底管道			19.56	6.40		13.16
合计	29.35	43.42	1025.73	459.77	0.70	566.66
五、工程拆迁安置情况						
本工程外输管线沿石羊河段, 位于柘汪镇规划市政工程类管廊, 涉及的拆迁及场地平整等有政府负责实施。工程其他区域不涉及拆迁 (移民) 安置与专项设施改 (迁) 建。						

赣榆港区东防波堤 CD 段总长 1400m, 现状按允许越浪设计, 堤顶无挡浪墙, 堤身采用满布 4t 扭王字块作为护面结构, 不具备通行条件; 现有东防波堤的延伸工程——防波堤二期工程 A 段, 现正在水下抛填。本工程的实施需要以防波堤 CD 段改造完成和防波堤二期工程 A 段建设完成为依托, 防波堤改造方案由连云港港口控股集团和金东方港口投资有限公司实施。接收站依托改造后的防波堤作为进站道路。

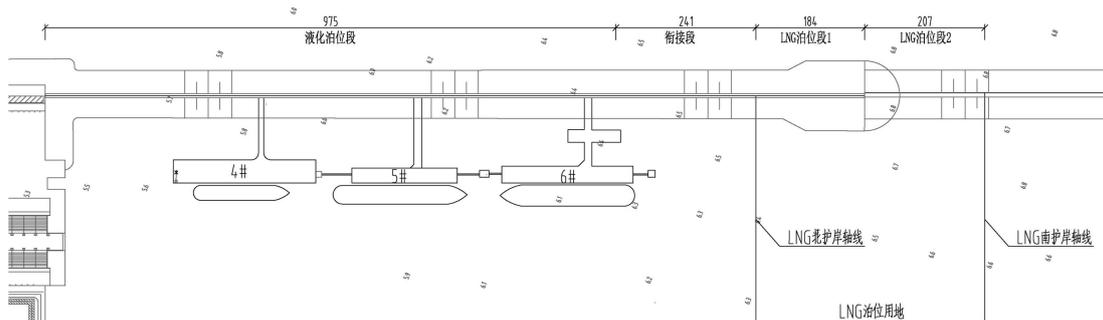


图 2.1-3 本工程涉及防波堤改造平面位置图

目前赣榆港区 10 万吨级航道已经建成投入使用, 当航速不大于 6 节时, 现有航道宽度能够满足 17.5 万 m^3 LNG 船通航需求。现有航道可以满足 13.8 万 m^3 LNG 船舶在流速 2 节及以下时的航行要求, 13.8 万 m^3 LNG 船应急离港时, 口门附近航道宽度应沿口门外航道向南侧拓宽。当航速大于 6 节时, 17.5 万 m^3 LNG 船舶航行所需的航道宽度最小应达 280m, 17.5 万 m^3 LNG 船舶应急离港时, 口门附近航道进一步拓宽。

接收站及码头区域用电设计引接自港区规划 110kV 变电站, 规划站址位于港区北侧, 紧邻港区北侧规划港界, 港区临时堆场西北角。供电线路采用电缆, 沿港区内综合管廊敷设, 将由港区负责敷设至接收站围墙外 1m。

本项目的给水和排水系统将依托连云港市赣榆港区, 接收站从港区生活给水管上接管进入站区分别送入 3 个淡水罐后供全厂生活、生产低压消防水系统使用以及码头船舶的生活水补充水。来自港区的给排水主管道将由港区负责安装至接收站围墙外 1m。

项目所在区域移动通讯及电信业发达, 电信公网已覆盖, 本工程可与电信公网连接, 实现市内、国内、国际长途、互联网等各种基础电信业务。有线通信和网络均由港区协调当地电信部门敷设光缆至接收站界区。

赣榆末站总用电负荷约为 101kW, 工程供电采用 10kV 电源线路, 同时设柴

油发电机组作为备用电源。赣榆末站位于赣榆区柘汪镇花唉头村，根据附近电网分布情况，赣榆末站供电拟引接自斗沟线 89#电杆，供电电压等级为 10kV，引接长度 55m，直接由斗沟线 89#电杆接线至赣榆末站，无需布设电杆或铁塔。供电线路由国网江苏省电力有限公司连云港市赣榆区供电分公司负责建设，相关情况说明详见附件。

赣榆末站日常用水为生活用水，最高日用水量为 1.65m^3 。另外，赣榆末站绿化浇灌用水量为 $10.2\text{m}^3/\text{次}$ 。考虑未预见水用量为总量的 12%，则赣榆末站最高日用水量为 13.27m^3 。为保障项目建设运营，将由连云港市赣榆金港水务有限公司采取水车送水的方式保证赣榆末站生活及绿化用水，将用水运输至站内设置的 20m^3 储水箱，保证赣榆末站用水需求。相关情况说明详见附件。

接收站所在区域移动通讯及电信业发达，电信公网已覆盖，本工程可与电信公网连接，实现市内、国内、国际长途、互联网等各种基础电信业务。接收站所需电话及网络中继线将由当地电信部门负责建设，有线通信和网络均由当地电信部门敷设光缆至接收站界区。

站场阀室有线通信和网络均由当地电信部门敷设光缆至用地界区。

本工程外输管线沿石羊河段，位于柘汪镇规划市政工程类管廊，涉及的拆迁及场地平整等有政府负责实施。

2.1.3 项目组成

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目包括码头工程、接收站工程及外输管线工程。

接收站按功能划分主要包括码头卸料系统、LNG 储罐、BOG 处理系统、气化外输系统、燃料气系统、火炬系统、槽车装车及公用工程和辅助设施。接收站建设规模为 300 万 t/a，其中气态外输 215 万 t、通过槽车液态外销 85 万 t，具备装小船转运功能。建造 22万 m^3 全包容储罐 3 个。

本工程拟建 1 个 LNG 泊位与 1 个工作船泊位，LNG 泊位布置在拟建的防波堤二期内侧，码头为南北向布置。LNG 泊位按最大停靠 21.7 万 m^3 LNG 船设计，码头长度 350m，码头前沿顶面高程为 9.0m，采用蝶形布置，共布置 1 个工作平台，4 个靠船墩与 6 个系缆墩。

本项目外输管线起自赣榆港区首站，出站后跨过防波堤沿防波堤东侧海域敷设海底管道至外环路登陆，然后陆上敷设到达赣榆末站，并与青宁管道工程赣榆

LNG 上输站相连。外输管道工程线路全长 24.7km，管径为 1016mm，设计压力为 10.0MPa。

2.1.3.1 码头工程

工程建设 LNG 码头和工作船码头，其中 LNG 码头长度 350m，最大可停靠 1 艘 21.7 万 m³LNG 船；工作船码头泊位长 91m。LNG 码头装卸主力船型为 17-18 万 m³ LNG 船，近期受航道限制停靠 3 万-17.5 万 m³LNG 船，待赣榆港区 15 万 t 级航道通航后，码头可停靠 21.7 万 m³LNG 船。港池近期按照停靠 17.5 万 m³LNG 船通航要求配套，远期浚深、拓宽，满足 21.7 万 m³LNG 船通航要求。在现有 10 万 t 级航道条件下，码头年设计通过能力为 480 万 t，能够满足近期 300 万 t/a 装卸任务量要求；待 15 万 t 级航道通航后，码头年设计通过能力可达到 610 万 t。另外，码头预留装船转运功能。

同时建设海上火炬平台一座。火炬平台布置在罐区西南角外侧海域，以减少对接收站的影响，与工艺设施和罐区皆留有足够的安全距离。平台平面尺度取为 46m×27m，顶面高程为 10.5m。采用高桩墩台结构，墩台厚 2.5m，下部布置 47 根钢管桩。

本工程港池及航道疏浚约 972.6 万 m³（其中港池疏浚 674 万 m³，口门段航道拓宽疏浚 298.6 万 m³）。施工拟采用 3500-4500m³/h 的绞吸式挖泥船进行施工，其中港池疏浚中 419.1 万 m³ 疏浚土方吹填至后方造陆区内造陆，其余疏浚土方通过管线直接吹填至 C5 及 C8 地块。由于岸坡挖泥临近护岸（围埝），施工时应严格控制超深超宽，并随时进行岸坡位移观测，确保岸坡稳定。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，以上文件详见附件。两地块总纳泥容量为 625.1 万 m³，能够满足本项目土方吹填需要，现阶段两地块已完成四周围挡。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

码头工程主要技术指标见表 2.1-2。

表 2.1-2 码头工程主要技术指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	码头吞吐量	万 t/a	300	
2	LNG 泊位	m	350	
3	LNG 火炬平台	座	1	
4	工作船舶位	m	91	
5	疏浚量	万 m ³	972.6	含航道局部加宽疏浚 298.6 万 m ³ ，其中 419.1 万 m ³ 吹填至接收站陆域形成
6	堤头灯	座	4	
7	浮标	套	10	含备用 3 套
8	护岸长度	m	2138.8	其中北护岸 725m，西护岸 676m，南护岸 737.8m
9	快速脱缆钩	套	12	
10	港池及码头前停泊水域用海面积	万 m ²	82.14	
11	施工工期	月	27	

(1) LNG 码头岸线及水域布置

LNG 泊位布置在接收站西侧海域，码头为南北向布置，码头前沿顶面高程为 9.0m，采用蝶形布置，共布置 1 个工作平台，4 个靠船墩与 6 个系缆墩。工作平台位于码头中部，平台尺度为 50m×27m，靠船墩和系缆墩对称布置在工作平台两侧。靠船墩尺度为 14m×16m，系缆墩尺度为 11m×11m。考虑 LNG 船靠、离泊安全，横缆墩退后至距码头前沿线 42m 处，艏、艉缆墩也相应后退 42m。各墩、台之间通过人行桥联接，人行桥总长度约 200m。工作平台上设置登船梯、码头装卸工艺设施，靠船墩上设置消防炮塔架。工作平台、靠船墩、系缆墩上均布置有快速脱缆钩。码头通过一座 47m 长栈桥与陆域相连接，引桥宽度为 15m。

LNG 码头前沿停泊水域水深近期按停靠 17.5 万 m³LNG 船设计，远期按停靠 21.7 万 m³LNG 船设计；停泊水域宽度按照 21.7 万 m³LNG 船设计。因此，码头前沿设计底高程近期为-13.6m，远期为-14.0m。码头前沿停泊水域长度按满足 21.7 万 m³LNG 停靠要求设计，取 379m；宽度取最大设计船宽的 2 倍，为 104m。

LNG 码头船舶回旋水域回旋圆直径按满足 21.7 万 m³ 及以下仓容 LNG 船舶通航需要设计，按最大船长的 2 倍计算，调头圆直径取为 630m；设计底高程近

期按满足 17.5 万 m³LNG 船通航要求设计，为-13.6m，远期浚深至-14.0m。

(2) 工作船码头岸线及水域布置

在 LNG 接收站陆域北侧新建 1 座工作船码头，码头采用顺岸形式布置在北护岸东侧，泊位长度 91m，占用规划岸线长度 46m，码头宽度 15m，码头前沿顶面高程为 6.5m；码头前沿停泊水域宽度 40m，码头前沿设计底高程-5.5m。回旋水域调头圆直径为 101m，设计底高程为-5.7m。

根据 LNG 船舶的作业条件，本工程的码头可作业天数按 320 天考虑。在现有 10 万吨级航道条件下，LNG 码头主要停靠 3 万~17.5 万 m³ 的 LNG 船，泊位通过能力可达到 480 万 t/a，可满足 300 万 t/a 接卸任务量的要求；在 15 万吨级航道通航后，码头靠泊最大船型提升至 21.7 万 m³ 的 LNG 船，泊位通过能力可达到 610 万 t/a，能够满足 600 万 t/a 接卸任务量的要求。

(3) 水工建筑物

本工程水工建筑物包括新建 1 座 LNG 码头（水工结构按最大停靠 21.7 万 m³LNG 船设计），码头结构总长 350m；1 座工作船码头，长 91m。LNG 码头安全等级为一级，设计使用年限为 50 年，设计波浪要素的重现期采用 100 年。考虑工程区范围内地质和地形、水流、波浪条件、码头性质、安全等级及施工条件等情况，本阶段推荐 LNG 码头采用高桩墩式结构方案，工作船码头采用重力式结构，与护岸结合建设。

1) 工作平台

LNG 码头工作平台长 50m，宽 27m，顶标高为 9.0m，采用高桩墩式结构。墩台厚 2.5m，工作平台桩基采用 Φ1000mm 的钢管桩，钢管桩顶部灌注 C35 微膨胀混凝土。工作平台不考虑系船或靠船，平台顶面安装卸船、消防、登船、安全等设备。

2) 靠船墩

LNG 码头靠船墩共 4 座，平面尺度为 14×16m，顶高程为 9.0m，采用高桩墩式结构。墩台厚度 2.5~4.5m，每个靠船墩下方布置 16 根 Φ1200mm 的钢管桩，钢管桩顶部灌注 C35 微膨胀混凝土。每个靠船墩设置两套 SC1700H 一鼓一板橡胶护舷及一套 1500kN 快速脱缆钩，以满足系靠船需要。

3) 系缆墩

LNG 码头共布置 6 个系缆墩。平面尺度为 $11 \times 11\text{m}$ ，顶高程为 9.0m 。受围埝结构的影响，系缆墩处不便进行打桩作业，因此系缆墩采用重力沉箱结构，系缆墩结合西护岸布置。沉箱顶标高 7.5m ，底标高为 -2.0m ，底宽 12.2m ，共 4 个仓格，每个仓格尺寸为 $5.05 \times 5.05\text{m}$ ，单个沉箱重约 640t 。沉箱仓格内回填 $10 \sim 50\text{kg}$ 块石，上部现浇混凝土盖板，下部为 $10 \sim 100\text{kg}$ 抛石基床。每个系缆墩顶部安装一套 1500kN 快速脱缆钩，以满足系船需要。

4) 栈桥

LNG 码头栈桥长度约为 47m ，宽 15m 。栈桥采用钢质板梁桥结构，接岸侧设置桩基桥台，桥台下方打设 $\Phi 1200\text{mm}$ 灌注桩，桩尖高程暂定约为 -29.0m 。受施工能力的影响，灌注桩需结合护岸进行施工。

5) 人行钢桥

LNG 码头工作平台、靠船墩、系缆墩之间通过人行钢桥连接，人行钢桥采用常用的钢质板梁结构。

6) 工作船码头

根据工程地质，结合当地的工程经验和施工能力，工作船码头可用的结构型式有桩基结构和重力式沉箱结构。工作船码头后边线与北护岸挡浪墙轴线一致，为节约投资，工作船码头结合北护岸布置采用重力沉箱结构，兼作部分北护岸结构和后方陆域形成的吹填围埝。为便于与两侧护岸结构衔接，工作船码头左右两侧需各设 22m 过渡段。沉箱顶标高为 3.5m ，底标高原泥面 $\sim -6.5\text{m}$ ，单个沉箱重约 887t ，沉箱仓格内回填开山石渣及 $10 \sim 50\text{kg}$ 块石，沉箱下部为 $10 \sim 100\text{kg}$ 抛石基床，上部为预制安放混凝土盖板及现浇钢筋混凝土胸墙、 $10 \sim 50\text{kg}$ 块石及路面结构层。沉箱后方为回填 $10 \sim 100\text{kg}$ 块石棱体。为防止陆域吹填材料的流失，吹填材料与块石棱体之间设置土工布倒滤层、混合倒滤层和二片石垫层。为满足系靠泊要求，码头上设置 350kN 系船柱和 DA500 型橡胶护舷。

(4) 航道情况

目前赣榆港区 10 万吨级航道已经建成投入使用，设计通航宽度为 255m ，设计底标高为 -13.6m 。根据《海港总体设计规范》计算，当航速不大于 6 节时， 17.5 万 m^3 LNG 船航道设计通航宽度为 250m ，现有航道宽度能够满足通航需求。根据武汉理工大学《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目船舶操纵模拟试验报告》，现有

航道可以满足 13.8 万 m^3 LNG 船舶在流速 2 节及以下时的航行要求。13.8 万 m^3 LNG 船应急离港时，口门附近航道宽度应沿口门外航道向南侧拓宽至 355m。当航速大于 6 节时，17.5 万 m^3 LNG 船舶航行所需的航道宽度最小应达 280m，17.5 万 m^3 LNG 船舶应急离港时，口门附近航道应需进一步拓宽。

2.1.3.2 接收站工程

本工程拟建接收站位于赣榆港区起步工程南部，位于规划的 LNG 泊位区内。接收站按功能划分主要包括码头卸料系统、LNG 储罐、BOG 处理系统、气化外输系统、燃料气系统、火炬系统、槽车装车及公用工程和辅助设施。接收站建设规模为 300 万 t/a，其中气态外输 215 万 t、通过槽车液态外销 85 万 t，具备装小船转运功能。建造 22 万 m^3 全包容储罐 3 个。

(1) 总平面布置

根据一期 LNG 码头的布置，考虑到远期 LNG 码头的利用，将 LNG 储罐呈“一”型垂直于西护岸布置于接收站西南角。根据规范要求，LNG 码头与 LNG 储罐的安全间距不小于 150m，为了节约用地和靠近取水口，将工艺区布置在最北面，即 LNG 储罐区和远期 LNG 码头之间。接收站的西面和北面水深条件都能满足近岸式取水要求，将海水取水区布置在接收站的北面，靠近工艺区，缩短海水管线长度。首站布置在接收站的东北角，靠近工艺区，也靠近接收站的边缘，便于出线。槽车装车区布置在 LNG 储罐区的东面，首站的南面，设置两个物流出入口，独立成区。公用工程区、中央控制室、总变布置在厂区中部，既靠近西面的工艺区，又靠近南面 LNG 罐区。冷能利用区布置在槽车装车区的南侧，冷能利用南侧为消防废水收集池及污水处理和厂前区，厂前区东侧设置一个人流出入口。公用工程区北侧为仓库及维修车间。接收站西面靠近主航道，为了不影响运输船通行，将火炬布置布置在接收站西南角。工艺区内、装车区内及储罐区分别设置相应的 LNG 收集池及消防室，消防室含泡沫系统及雨淋阀系统。

接收站工程主要技术指标见表 2.1-3。

表 2.1-3 接收站工程主要技术指标表

序号	名称	单位	数量	备注
1	四面挡浪墙前沿线合围面积	hm ²	28.6017	
其中	本项目陆域用地面积 (S)	hm ²	27.51	东面围墙与挡浪墙前沿线合围面积
	东面围墙与东面挡浪墙前沿线合围面积	hm ²	1.0917	
2	建、构筑物用地面积 (A)	m ²	46400	
3	露天设备用地面积 (B)	m ²	71000	
4	露天堆场及操作场用地面积 (C)	m ²	12000	
5	管线及管廊用地面积 (D)	m ²	15509	
6	站内道路及广场用地面积 (E)	m ²	25174	
7	建筑系数 (F)	%	47.04	$F=(A+B+C)/S(100\%)$
8	利用系数 (G)	%	61.83	$G=F+(D+E)/S(100\%)$
9	站内绿化用地面积 (H)	m ²	16144	
10	站内绿化系数(I)	%	5.87	$I=H/S(100\%)$
11	计容建筑面积(J)	m ²	166000	
12	容积率(K)		0.6	$K=J/S$
13	行政办公及生活服务设施用地面积(L)	m ²	6800	
14	行政办公及生活服务设施用地面积比率(M)	%	2.47	$M=L/S$
15	固定资产投资(N)	万元	300052	
16	项目投资强度(O)	万元/hm ²	10907	$O=N/S$

(2) 竖向布置

根据港区总体规划,接收站采取平坡式布置,场地雨水采用混凝土排水沟排放,将接收站雨水径流直接排入大海。根据港区总体规划优化方案和水文资料,接收站区域极端高水位 6.48m(理论最低潮面起算),结合《防洪标准》确定场地平整标高为 7.5m,室外设计标高为 7.8m(理论最低潮面起算)。接收站竖向设计采用平坡式布置,考虑道路作为场地的雨水收集区,道路中心标高设计为 7.5m,比室外标高低 0.3m。道路结构层设计厚度通常 0.5-0.6m,地坪的厚度在 0.4-0.5m,碎石铺砌的厚度考虑为 0.1m。道路基槽、水沟、地管以及建构筑物基础开挖将有大量的出土,根据以往项目经验,考虑场地交工标高为 7.4m,初步

估计能够达到场地二次平整土方平衡，且与东侧海堤顶标高 7.5m 合理衔接。

本项目为围海造地，填方压实度不应小于 0.9，处理后的地基承载力标准值：LNG 储罐区域表层地基承载力不小于 180kPa，其他区域表层地基承载力不小于 80kPa。

接收站内场地设计应不受洪水、潮水和内涝威胁，接收站按百年一遇防护标准设计。接收站区域为围海吹填造地，通过防波堤与现有陆域连接，不涉及防洪问题。接收站区域百年一遇高水位为 6.65m，北护岸挡浪墙高度 9m，西护岸挡浪墙高度 10m，西护岸延长段顶部高程 7.5m，南护岸挡浪墙高度 12.5m，东侧防波堤改造完成后挡浪墙高程 13.5m，接收站设计满足防潮要求。

接收站设计采取混凝土排水沟进行雨水排放，排水沟设计主要沿站内道路布设，将接收站征地范围内雨水径流直接排入大海。

接收站内布置一条 6m 宽的海水排放沟，接收站的高程应满足海水的自流排放，避免采用泵提升的方式，节约能耗。

(3) 站内道路

接收站内道路由主次干道组成，主干道宽 9m，次干道 6m（包括 LNG 储罐周围道路），主干道转弯半径不小于 15m，道路采用混凝土路面。装车区地坪采用混凝土硬化。

(4) 雨水排放

液态 LNG 一旦发生泄露的情况下，容易进入雨水排水系统，所以雨水排水不宜采取暗管的形式，因为进入管道的液态 LNG 气化后难以尽快释放，极易产生爆炸等安全事故。接收站设计采取混凝土排水沟进行雨水排放，共计设置 4300m 排水沟，将接收站雨水径流直接排入大海。

(5) 港区防波堤改造

赣榆港区东防波堤 CD 段总长 1400m，现状按允许越浪设计，堤顶无挡浪墙，堤身采用满布 4t 扭王字块作为护面结构，不具备通行条件；现有东防波堤的延伸工程——防波堤二期工程 A 段，现正在水下抛填。本工程的实施需要以防波堤 CD 段改造完成和防波堤二期工程 A 段建设完成为依托，防波堤改造方案由连云港港口控股集团和金东方港口投资有限公司实施。接收站依托改造后的防波堤作为进站道路。改造方案详见附件。

江苏华电赣榆 LNG 接收站项目相关的防波堤改造主要包括现有防波堤一期

CD 段（总长 1400m）和在建防波堤二期 A 段北侧 207m 部分，按其位置和功能分为四部分：

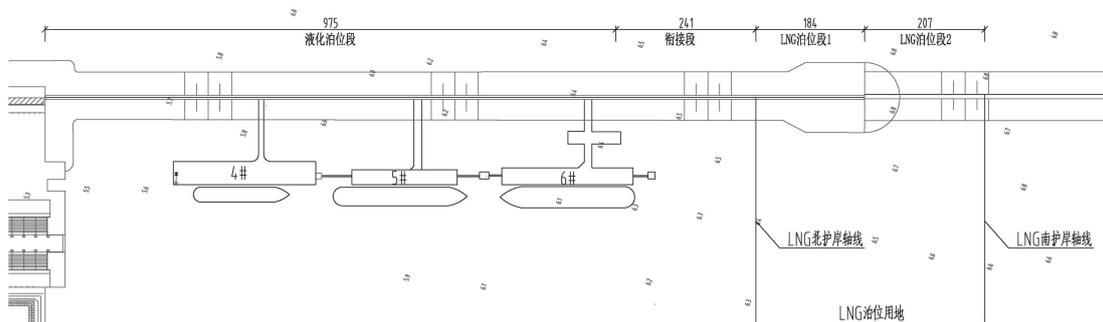


图 2.1-4 本工程涉及防波堤改造平面位置图

液化泊位段，长 975m，位于 6#液体散货泊位引桥根部至一期起步工程罐区南护岸。连云港港口控股集团为了满足 4-6 号液体散货泊位工程的需要，已启动管廊架延伸工程的前期工作，改造工程在其基础上进行实施。拆除堤顶挡浪墙及外坡面少量扭王字块，并向外补填 10-100kg 块石。堤顶设置钢筋混凝土挡浪墙，墙前及外坡面护面采用 6t 扭王字块，护面下方铺设 300-600kg 块石垫层，改造后外坡坡度 1:1.5。护底块石稳定重量为 100~200kg，护底宽 15m。

衔接段，长 241m，位于 6#液体泊位引桥根部至华电用地项目北护岸。在现有东防波堤的基础向两侧进行拓宽改造，堤顶布置一条 9m 宽道路，供 LNG 槽车通行。改造后挡浪墙后边线位于现有防波堤一期轴线外侧 5.5m。外侧拆除堤顶及两侧少量扭王字块体，补填 10~100kg 块石，在堤顶设置钢筋混凝土挡浪墙，外侧护面块体采用 6t 扭王字块，护面块体下方铺设一层 300-600kg 垫层块石，改造后外坡坡度 1:1.5，按波浪底流速确定护底块石稳定重量为 100-200kg，护底宽取 15m。内侧拆除堤顶及两侧少量扭王字块体，补填 10-100kg 块石，内侧护面采用 500mm 厚栅栏板，栅栏板下方为 50-80kg 块石垫层，改造后内坡坡度 1:1.5。

LNG 泊位段 1，长 184m，该段位于华电用地项目北护岸至现有防波堤一期工程南端点。该段堤改造后作为 LNG 泊位区护岸，在现有东防波堤一期的基础进行改造，改造后挡浪墙后边线位于现有防波堤一期轴线外侧 5.5m。**外侧改造**：拆除护面块体及少量垫层块石，堤顶设置钢筋混凝土挡浪墙，铺设 100-200kg、700-1000kg 垫层块石，安放 10t 扭王字护面块体，改造后外坡坡度 1:1.5。原结构护底长度能满足改造后的需要，不需新增护底。**内侧改造**：改造后防波堤作为华电 LNG 泊位区护岸，为防止堤后吹填土流失，需对现有防波堤内侧进行改造。

改造方案：拆除护面块体及少量块石，拆除后采用二片石找平，二片石垫层上依次为混合倒滤层、土工布倒滤层。

LNG 泊位段 2，长 207m，该段位于在建防波堤二期 A 段北端点至华电用地项目南护岸，该段堤改造后作为 LNG 泊位区护岸。在东防波堤二期 A 段的基础再加设设施倒滤层。该部分后期可根据工程建设进度与防波堤二期 A 段同时实施，以节约投资。**内侧改造**：改造后防波堤作为华电 LNG 泊位区护岸，为防止后方吹填土流失，需对防波堤内侧进行改造，改造方案：开挖内侧少量堤角后铺设二片石找平，二片石垫层上依次为混合倒滤层、土工布倒滤层。

(6) 护岸工程

本工程护岸主要包括三部分，其中西护岸总长 676m（含 250m 延长段），北护岸长 725m，南护岸长 737.8m。

1) 西护岸（北护岸西端点至南护岸西段点）

根据泥面标高、掩护情况和波浪大小，西护岸挡浪墙顶高程定为 10.0m，堤顶高程为 7.5m。堤心采用开山石（300kg 以下，级配良好，含泥量 < 5%）和 10-100kg 块石，外坡坡度为 1:1.5，护面采用 2t 扭王字块体，其下为 0.8m 厚 100-200kg 垫层块石。护底块石为 100-200kg 块石。为防止陆域吹填材料的流失，吹填材料与堤心石之间设置土工布倒滤层、混合倒滤层和二片石垫层。

2) 西护岸延长段（西护岸位于南护岸以南部分）

根据泥面标高、掩护情况和波浪大小，暂定堤顶高程取 7.5m。堤心采用开山石（300kg 以下，级配良好，含泥量 < 5%）和 10-100kg 块石。东侧坡面坡度为 1:1.5，护面采用 6t 扭王字块体，其下为 1.2m 厚 300-600kg 垫层块石，护底采用 100-200kg 块石；西侧坡面坡度为 1:1.5，护面采用 2t 扭王字块体，其下为 800mm 厚的 100-200kg 垫层块石。护底采用 100-200kg 块石。

3) 南护岸

根据泥面标高、掩护情况和波浪大小，南护岸挡浪墙顶高程暂定为 12.5m，堤顶高程为 7.5m。堤心采用开山石（300kg 以下，级配良好，含泥量 < 5%）和 10-100kg 块石。外坡坡度为 1:1.5，护面采用 6t 扭王字块体，其下为 1200mm 厚的 300-600kg 垫层块石。护底块石为 100-200kg 块石。为防止陆域吹填材料的流失，吹填材料与堤心石之间设置土工布倒滤层、混合倒滤层和二片石垫层。

4) 北护岸

根据泥面标高、掩护情况和波浪大小，北护岸挡浪墙顶高程暂定为 9.0m，堤顶高程为 7.5m。堤心采用开山石（300kg 以下，级配良好，含泥量 < 5%）和 10-100kg 块石。外坡坡度为 1:1.5，护面采用 2t 四脚空心方块，其下为 650mm 厚的 60-100kg 垫层块石。护底块石为 100-200kg 块石。为防止陆域吹填材料的流失，吹填材料与堤心石之间设置土工布倒滤层、混合倒滤层和二片石垫层。

（7）陆域形成

本工程陆域接收站位于码头后方，根据总体院的平面布置，库区陆域纵深为 721.5m，宽 391m。现阶段考虑赣榆港区防波堤二期工程 A 段建设完成，且现有东防波堤堤头段改造完成，在工程区域的南侧、西侧与北侧新建护岸，与东侧的防波堤工程形成闭合区域。为保证 LNG 码头前方的泊稳条件，将西护岸向南延伸 250m。

根据掩护条件不同，南侧护岸挡浪墙顶高程 12.5m，西侧护岸挡浪墙顶高程 10.0m，北侧护岸挡浪墙高 9.0m。围合后，采用港池疏浚土吹填成陆，后期采用堆载预压方式进行地基处理，吹填高程取为 7.5m，吹填方量 419.1 万 m³（流失率按 10%考虑）。地基处理后的交工高程为 7.4m。共形成陆域面积 27.51hm²（用海红线以内），满足接收站平面布置要求，吹填造陆海域使用面积 35.18 hm²。

（8）地基处理

根据接收站可研资料，远吹泥口区域地基处理方案推荐采用堆载预压，地基处理面积约 13.62 万 m²，堆载压力为 65kPa/m²。堆载料采用码头工程西护岸延伸段堤心料及护岸人工块体，按不考虑倒载计量，需要堆载体量为 52 万 m³，堆载期满卸载后用于西护岸延伸段及护岸护面施工建设。

2.1.3.3 外输管道工程

本项目外输管线起自赣榆港区首站，出站后跨过防波堤沿防波堤东侧海域敷设海底管道至外环路登陆，然后陆上敷设到达赣榆末站，并与青宁管道工程赣榆 LNG 上输站相连。外输管道工程线路全长 24.7km，管径为 1016mm，设计压力为 10.0MPa。

外输管道工程主要技术指标见表 2.1-4。

表 2.1-4 外输管道工程主要技术指标表

序号	项目	单位	数量
1	管道长度	km	24.7
2	海底管道	m	6290
3	站场	座	2
4	阀室	座	1
5	输气规模	亿m ³ /a	65
6	管径	mm	1016
7	设计压力	MPa	10.0
8	管道施工作业带宽度	m	26
9	局部受限区域作业带	m	18
10	穿越铁路	m/次	240/4
11	穿越高速、高等级公路	m/次	1090/16
12	河流池塘穿越	m/次	1980/6

(1) 线路路径

管道出接收站跨越防波堤后下海建设海底管道,于外环路南登陆跨越海堤及外环路后改为埋地敷设,然后转向西偏南敷设 0.2km 至疏港路,转向北敷设 0.8km,穿临港高等级公路及沿海河后转向西偏南沿沿海河敷设 4.0km,然后转向西北沿石羊河西侧敷设 3.5km,依次穿越 G204 国道、青连铁路及 G15 沈海高速,经过马站北、侍家庄南后穿越赣柘路到达赣榆末站,管道全长 24.7km。

(2) 管道敷设

根据本工程的地形地貌以及沟渠河流情况,全线大部分地段采用沟埋敷设,局部地段采用海底管道、定向钻和顶管穿越方式敷设。管顶埋设深度要考虑管线所经过地区的最大冻土层深度,地面荷载等对管道钢度的影响以及管道稳定要求。本工程全线土方地区管顶埋深 1.5m;石方段埋深不得小于 0.8m,并采取 0.3m 细土或沙作为垫层,管顶覆细土或沙 0.3m 后再回填土方。部分地段管道沿河谷敷设,应根据水文情况采取相应的稳管和防冲刷保护措施。

小型河流、沟渠穿越段管沟挖深在满足上述要求的同时,在有冲刷深度数据时,还应保证管道在最大冲刷深度线以下 0.5m;在无冲刷深度数据时,应保证管顶最小埋深不小于 2.5m。

1) 管沟底宽度

按照输气管道工程设计规范，结合本工程具体情况，一般段管沟底宽度为：

$$B=D+K$$

式中：B—沟底宽度，m；

D—管外径，m；

K—沟底加宽余量，m。

管沟加宽余量K值见表2.1-5。

表 2.1-5 管沟底宽度

施工方法	沟上组装焊接		
地质条件	旱地	沟内有积水	岩石
K (m)	0.5	0.7	0.9

当管沟深大于3m而小于5m时，沟底宽还可适当加宽；沟深超过5m时，应根据土壤类别及物理力学性质确定底宽，并将边坡适当放缓或加筑平台。回填土需填至超过自然地面约0.3m。弹性敷设、冷弯管处管沟应加宽0.2m。

2) 管沟边坡

管沟允许边坡坡度见表 2.1-6。

表 2.1-6 管沟允许边坡坡度表

土壤名称	边坡坡度		
	坡顶无载荷	坡顶有静载荷	坡顶有动载荷
中密的砂土	1:1.00	1:1.25	1:1.50
中密碎石土（充填土为砂土）	1:0.75	1:1.00	1:1.25
硬塑的粉土	1:0.67	1:0.75	1:1.00
中密碎石土（充填土为黏土）	1:0.50	1:0.67	1:0.75
硬塑粉质黏土、黏土	1:0.33	1:0.50	1:0.67
老黄土	1:0.10	1:0.25	1:0.33
软土（经井点降水）	1:1.00	—	—
硬质岩	1:0	1:0	1:0

(3) 管道施工作业带

为满足管沟开挖和管道敷设大型机械施工的需要，管道敷设需设置施工作业带，管沟开挖在施工作业带内进行，作业带一侧堆放开挖土方，另一侧放置管道

进行对焊并用于施工机械运行。

根据《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目外输管道工程可行性研究报告》，本工程外输管线管沟开挖顶宽 3-5m，施工机械运行通道 4-8m，管道施工作业带宽度一般 26m（管径 1016mm），局部受限区域按照 18m 布设。

本工程外输管线共计 24.7km，其中铺设海底管道 6.29km，穿跨越段线路长度共计 3.76km，布设管道施工作业带长度 14.65km，共计用地 36.49hm²。

（4）站场阀室

站场选址及布置在满足安全生产要求的前提下，力求做到节约用地、降低能耗、节省投资、保护环境。根据线路长度、目标市场分布等具体情况，本工程共设 2 座站场，分别是赣榆港区首站和赣榆末站。赣榆港区首站仅具有发球功能，赣榆末站具有收球功能和计量、调压设施。

为了发生事故时减少泄漏量，同时便于进行管道抢修。根据规范要求，在管道上设置线路截断阀。本工程共设线路截断阀室（RTU）1 座。截断阀选用气液联动全通径全焊接球阀，并能通过清管器。一旦管道破裂，截断阀可根据管道的压降速度来判断工作状态，并自动关闭。

表 2.1-7 站场阀室设置情况

序号	阀室名称	里程 (km)	间距 (km)	位置	备注
1	赣榆港区首站	0	0	赣榆港区江苏华电赣榆 LNG 接收站	新建
2	港区阀室 (RTU)	13.9	13.9	柘汪镇甘县村	新建
3	赣榆末站	24.7	10.8	柘汪镇花埃头村	新建

1) 赣榆港区首站

赣榆港区首站在江苏华电赣榆 LNG 项目接收站内建设，向赣榆末站输送气化天然气。布置在接收站东北角，位于工作船码头南侧。设计压力 10.0MPa。首站竖向布置、施工、运行及管理均依托接收站。

2) 赣榆末站

本工程外输管线在赣榆区柘汪镇花埃头村布设赣榆末站，站址位于青宁管道工程赣榆 LNG 上输站东南侧。

站场北侧中部布设办公生活综合楼，一层设置办公室、卫生间、厨房、餐厅、通信机房、站控室，二层设置宿舍。进出站阀组区位于站场中部，工艺装置区布

置在站场南侧，排污池位于工艺装置区东南角。站场主要出入口设置在东北角，出入口附近布设 20m³ 储水箱、发电机房、变配电室及门卫等设施。污水处理装置布设在站场西北角。站场四周设置 2.2m 高砖砌围墙，主出入口设置 9m 宽电动伸缩大门。放空区在站场外单独布设，位于站场东南侧，以 2m 宽道路与站场连接。放空区四周设置 2.2m 高铁栅栏围墙，北侧入口设置为 4m 宽钢制大门。

赣榆末站面积较小，功能区域较少，站场竖向设计采用平坡式。结合自然地坪标高、周边道路高程及站场周边最高洪水位确定站场高程。由于目前无相关资料，根据主体设计站场平整范围暂时按照站场围墙外 2m，平均填土 0.6m 考虑，站外存在高差处采用 1:1.5 自然放坡进行防护。站区设计地坪坡度不小于 3‰。

赣榆末站进站道路引接自北侧望海路，引接长度 98.5m，路面宽 6m，人行及路肩宽 1m，征地宽 8m，采用混凝土路面。站场与放空区之间采取混凝土道路连接，路面宽 2m，人行及路肩宽 1m，征地宽 4m，连接道路长度 80.5m。

赣榆末站场地雨水设计顺场地坡度自然散排至周边农地，在四周围墙设置雨水排水孔。

表 2.1-8 赣榆末站经济技术指标

序号	名称	单位	数量	备注
1	用地面积	hm ²	1.69	
1.1	站场用地	hm ²	1.43	
1.2	站外道路用地	hm ²	0.11	
1.3	放空区用地	hm ²	0.15	
2	进站道路	m	98.5	
3	放空区连接道路	m	80.5	
4	站场四周砖砌围墙	m	481	
5	放空区铁栅栏围墙	m	110	
6	站内道路 4m	m	436	
7	站内道路 10m	m	116	

3) 截断阀室

为了发生事故时减少泄漏量，同时便于进行管道抢修。根据规范要求，在管道上设置线路截断阀。本工程共设线路截断阀室（RTU）1 座，布设在外输管线沿石羊河段，位于柘汪镇规划市政工程类管廊通道。截断阀选用气液联动全通径全焊接球阀，并能通过清管器。一旦管道破裂，截断阀可根据管道的压降速度来

判断工作状态，并自动关闭。

阀室及对外连接道路共计征地 1090m²，其中阀室区征地面积 950m²，阀室道路征地面积 140m²。主要设施有阀室、通信仪表间、变配电室，阀室布置在场地中部，通信仪表间和变配电室布设在阀室南侧。四周设置 2.5m 高砖砌围墙，出入口位于场地西北角，采用 4m 宽钢大门。

截断阀室面积较小布局简单，竖向设计采用平坡式，阀室标高应结合自然地坪标高、周边道路高程及阀室周边最高洪水位确定站场高程。由于目前无相关资料，主体设计阀室平整范围暂时按照阀室外 1m，平均填土 0.6m 考虑，外围存在高差处采用 1:1.5 自然放坡进行防护。阀室设计地坪坡度不小于 3‰。

阀室对外连接道路引接自柘汪镇规划市政工程类管廊项目规划道路，引接长度 20m，路面宽 4m，人行及路肩宽 1.5m，征地宽 7m，采用混凝土路面。

截断阀室场地雨水设计顺场地坡度自然散排至周边，在四周围墙设置雨水排水孔。

表 2.1-9 截断阀室经济技术指标

序号	名称	单位	数量	备注
1	用地面积	m ²	1090	
1.1	阀室区征地	m ²	950	
1.2	对外连接道路征地	m ²	140	引接自柘汪镇规划 市政工程类管廊项目规划道路
2	对外连接道路	m	20	
3	阀室 (10.8m×9m)	间	1	
4	2.5m 高砖砌围墙	m	90	
5	4m 宽钢大门	樘	1	

(5) 穿(跨)越工程

1) 公路穿越

本工程共计穿越高等级公路 16 次，穿越长度为 1090m，拟采用顶管加钢筋混凝土套管；县级及县级以下公路穿越 7 次，长度为 210m，拟采用顶管的方式穿越。顶管穿越砼套管规格为 DRCPIII1500×2000，混凝土套管执行标准《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T11836)。

公路穿越统计见表 2.1-10。

表 2.1-10 公路穿越一览表

序号	公路名称	穿越长度 (m)	穿越方式	穿越次数
1	疏港路	120	顶管	2
2	环港路	80	顶管	1
3	临海高等级公路	80	顶管	1
4	纵四路	60	顶管	1
5	纵三路	60	顶管	1
6	纵二路	60	顶管	1
7	日照大道	80	顶管	1
8	纵一路	60	顶管	1
9	连路	60	顶管	1
10	横二路	60	顶管	1
11	上海路	60	顶管	1
12	景泰路	60	顶管	1
13	G204	80	顶管	1
14	G15 沈海高速	90	顶管	1
15	疏港二通道	80	顶管	1
16	其他县乡道路	210	顶管	7
合计		1300		23

2) 铁路穿越

目前各省境内铁路穿越由各省铁路部门指定设计和施工,结合《青宁输气管道工程》等以往项目管线穿越铁路均采用顶箱涵的方式,因此本项目穿越铁路穿越方式亦采用顶箱涵。管道穿越铁路要按照《油气输送管道与铁路交汇工程技术及管理规定》进行协商,并签署有关协议。本工程外输管线穿越青连铁路 1 次,规划铁路 3 次,共计穿越长度 240m,铁路穿越统计见表 2.1-11。

表 2.1-11 铁路穿越一览表

序号	铁路名称	穿越长度 (m/次)	穿越位置	穿越方式
1	青连铁路	60/1	赣榆区柘汪镇南	顶箱涵
2	规划铁路	180/3	港区物流组团	箱涵

3) 河流穿越

管道通过河流、湖泊、水塘、山谷、冲沟,常用的穿越方式有:大开挖沟埋

穿越、定向钻穿越、顶管法隧道穿越、钻爆法基岩隧道穿越、盾构法隧道穿越；常用的跨越结构形式有：托架结构、桁架结构、管结构、悬缆结构、悬索结构、斜拉索结构等。一般情况下，管道以穿越方式较跨越方式节省投资，施工期短，施工技术难度小，有利于维护和管理等优点，在工程实践中，多采用穿越方式通过江河湖泊水域。穿越河流工程设计考虑防洪标准为中型穿越工程按照五十年一遇洪水设计，小型穿越工程按照二十年一遇洪水设计；或者按照所穿越河流管理部门要求等级设计。校核等级按照河流管理部门要求等级校核。本工程管道河流及池塘穿越 6 次，穿越长度 1980m，本工程河流池塘穿越统计见表 2.1-12。

表 2.1-12 河流池塘穿越一览表

序号	河流名称	穿越长度 (m/次)	穿越方式	穿越类型
1	柘汪河	600/1	定向钻	中型穿越
2	石羊河	500/1	定向钻	小型穿越
3	通榆河	600/1	定向钻	中型穿越
4	沿海河	60/1	挖沟法	小型穿越
5	东林子河	60/1	挖沟法	小型穿越
6	池塘	160/1	挖沟法	小型穿越

4) 跨越防波堤及海堤

管道自接收站首站引出后，需要经防波堤、海堤才能到达陆域。根据相关管理部门意见，过防波堤、海堤的方式采用跨越方式。常用的跨越结构形式有：托架结构、桁架结构、管结构、悬缆结构、悬索结构、斜拉索结构等。结合工程地点的潮差、水深、浪高等因素，采用桁架结构跨越防波堤、海堤。

1、跨防波堤桁架结构：

海侧采用大跨度钢桥，钢桥净宽 4.0m，单跨 60m，单跨重约 260t；陆侧跨路部分采用钢质板梁桥，钢桥净宽 4.0m，净跨 10m，净空 6.5m，总重约 10 t。

下部结构包括 4 个桩基桥台。陆域两个桥台均采用现浇钢筋混凝土结构，每个桥台下布置 2 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 灌注桩。海侧桥台分别采用现浇钢筋混凝土结构和钢质导管架结构，混凝土桥台下方布置 4 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩；导管架桥台采用钢结构，管架安装完毕后打设 4 根 $\Phi 1000\text{mm}$ 钢管桩后采用现浇微膨胀混凝土浇筑管缝，使桩基与管架连接牢固。

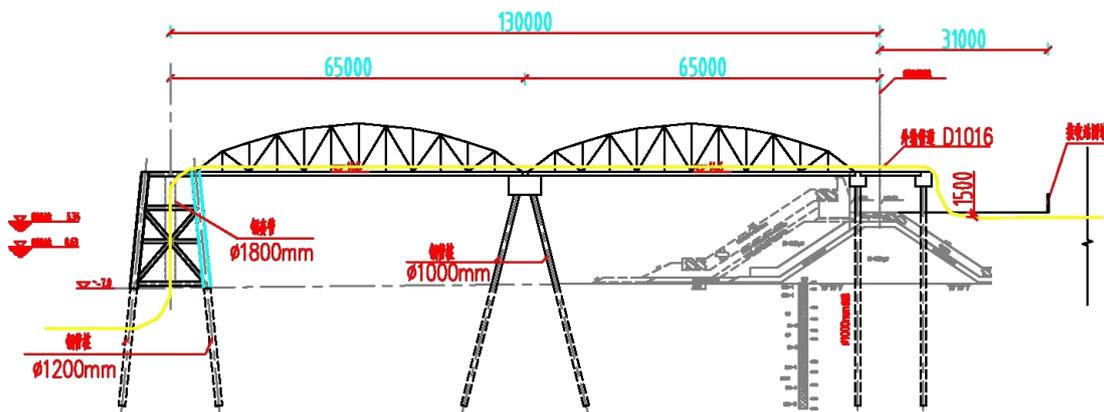


图 2.1-5 桁架跨越防波堤示意图

2、跨海堤桁架结构:

上部结构采用大跨度钢桥，钢桥净宽 4.0m，净跨 60m，净空高 5m，总重约 260t。下部结构包括两个桩基桥台。桥台位于 4.0-5.0m 等深线附近，岩面平面高程为 -4.0m，打桩船不便施工，基桩采用Φ1000mm 灌注桩。两个桥台均采用现浇钢筋混凝土结构，每个桥台下设置 4 根Φ1000mm 灌注桩。海底天然气管道延海侧灌注桩向上至钢桥，延钢桥通向后方陆域。

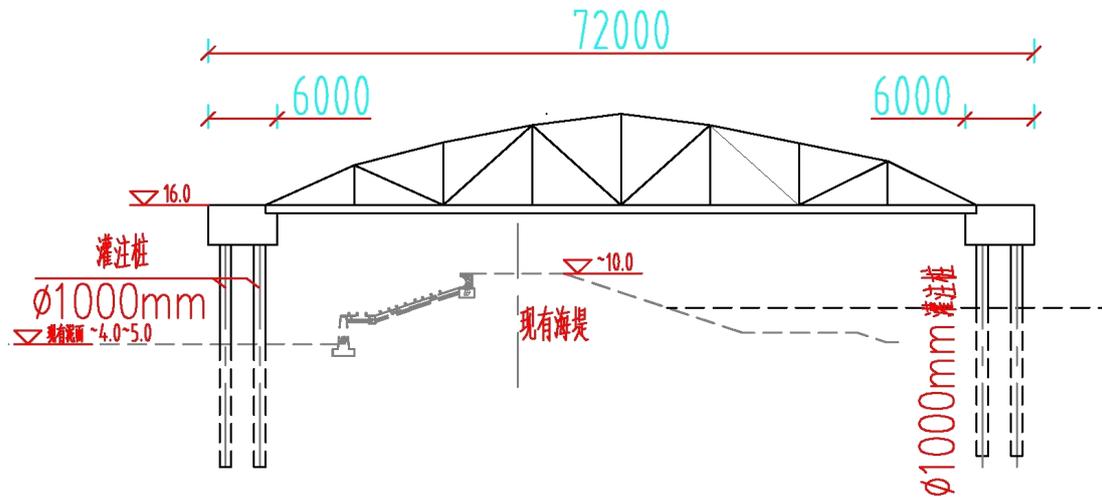


图 2.1-6 桁架跨越海堤示意图

工程外输管线跨越防波堤及海堤各 1 次，共计跨越长度 240m，详见下表。

表 2.1-13 跨越防波堤及海堤一览表

序号	跨越堤坝名称	跨越长度 (m/次)	跨越方式
1	防波堤	160/1	桁架
2	海堤	80/1	桁架

(6) 管线附属设施

1) 固定墩

为防止管道因内压及温度应力的作用损伤管道设备及弯头，保证站场管道、设备及管道的安全，在站场出、入土处设置固定墩；在跨越段出、入土处设置固定墩。其余地段管道，可不设固定墩。

2) 管道标志桩

管道标志桩有里程桩、穿跨越桩、交叉桩、结构和设施桩等。标志桩宜设在管道正上方，如因管道埋深等原因埋设困难时，也可设置在距管道中心线顺油气正输方向左侧水平距离 $1.0m+0.5D$ 处 (D 为管道直径)。当平面转角桩超过 100m 时加设加密桩，局部人口密集型特定场所区段设置间隔 50m。管道穿越铁路、河流处设置标志桩。对易于遭到破坏的管段设置警示牌，并采取保护措施。根据设计全线设置线路标志桩 207 个。

3) 管道警示牌

为保护管道不受意外外力破坏，提高管道沿线群众保护管道的意识，输气管道沿途设置一定数量的警示牌。警示牌设置位置：①管道经过人口密集区，在进出两端各设警示牌一块，中间每 300m 设置一块警示牌；②海上管线桥处两端各设置一块警示牌，中间每 300m 设置一块警示牌，并在海产养殖及渔业捕捞区悬挂明显警示标志；③管道穿越大中型河流处，在两岸大堤内外各设置一个警示牌，每条河流设置四块警示牌。根据设计全线设置管道警示牌 90 个。

2.1.4 附属水电通讯工程

2.1.4.1 给排水

(1) 接收站及码头给排水

根据用水性质的区分，给水系统划分为四个系统：生活给水系统（含全厂生活用水和船舶生活用水及冷能空分装置生活用水）、生产低压消防给水系统（含全厂生产给水、厂前区低压消防给水和海水高压消防系统的稳压给水）、海水高压消防给水系统（含接收站及码头高压消防用水）和工艺海水给水系统。

根据清污分流的原则，排水系统划分为四个系统：生活污水系统（包括厂前区、接收站）、生产废水及污染雨水排水系统（包括接收站）、工艺海水排水系

统和雨水排水系统。

项目建设在连云港市赣榆港区，港区生产生活给水系统和污水排水系统远期建设满足本项目的给水、排水系统要求。故本项目的给水和排水系统将依托连云港市赣榆港区，接收站从港区生活给水主管上接管进入站区分别送入 3 个淡水罐后供全厂生活、生产低压消防水系统使用以及码头船舶的生活水补充水。港区生活用水水质达到《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）。来自港区的给排水主管道将由港区负责安装至接收站围墙外 1m，相关情况说明详见附件。

工艺海水取自附近的海域，站址所处位置的海床深度理想，为减少投资和方便管理，可采取开放式取水，直接将海水引入取水池。

液态 LNG 一旦发生泄露的情况下，容易进入雨水排水系统，所以雨水排水不宜采取暗管的形式，因为进入管道的液态 LNG 气化后难以尽快释放，极易产生爆炸等安全事故。接收站设计采取混凝土排水沟进行雨水排放，共计设置 4300m 排水沟，将接收站雨水径流直接排入大海。

表 2.1-14 生产生活用水量表

用户名称	水量 m ³ /h	水温 °C	工作压力 MPa.G	备注
生产用水	10	常温	≥0.45	间断
生活用水	5	常温	≥0.45	间断
船用生活水	55	常温	0.5	间断
厂前区消防水	180	常温	0.5	间断

表 2.1-15 工艺海水及高压消防用海水量

类型	水量 m ³ /h	水温 °C	工作压力 MPa.G	备注
工艺海水	31200	AMB.	0.5	连续
高压消防水	3000	常温	1.50	间断

表 2.1-16 生活污水和生产废水排水水量

用户名称	水量 m ³ /h	压力 Mpa.G	备注
生活污水	3	无压	间断排放
生产废水	10	无压	间断排放，含油
	30	无压	间断排放，已中和
工艺海水冷排水	31200（一期） 62400（二期）	无压	连续排海

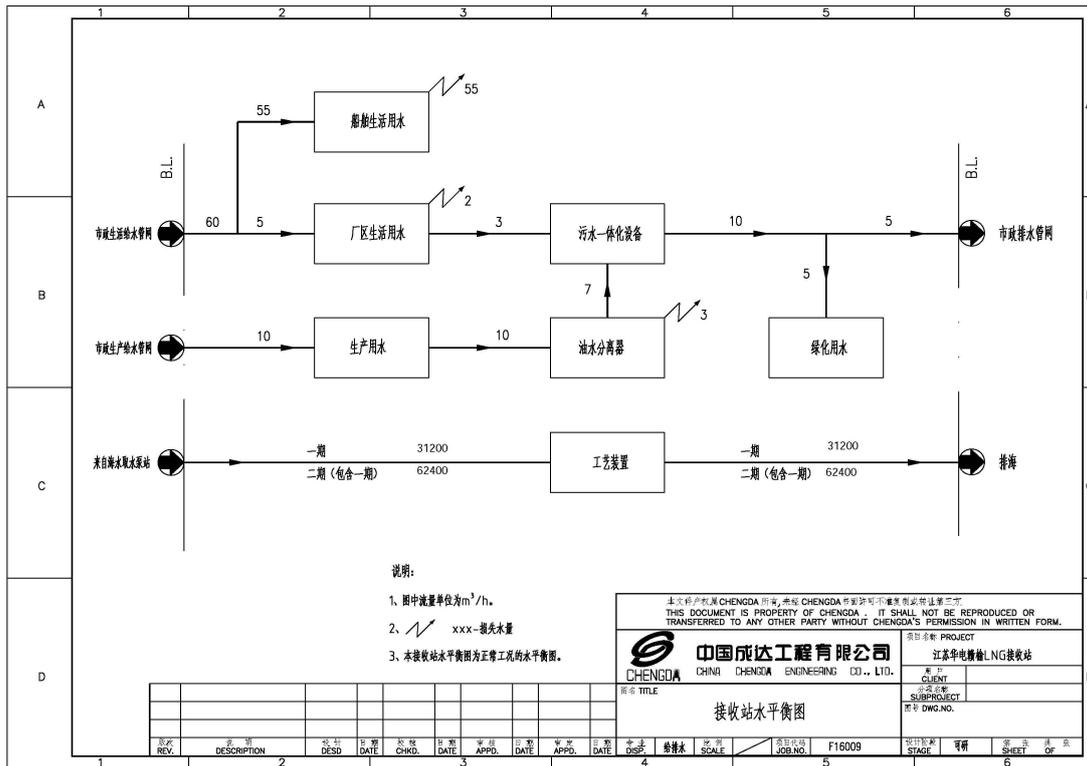


图 2.1-7 接收站及码头水量平衡图

(2) 外输管道工程给排水

1) 赣榆首站

赣榆首站依托接收站给排水系统。

2) 赣榆末站

赣榆末站用水主要为生活用水及浇洒绿化用水。赣榆末站生活用水设计人数为 11 人，用水定额 $150L/人 \cdot d$ ，最高日用水量为 $1.65m^3$ 。赣榆末站绿化面积为 $5100m^2$ ，浇灌定额为 $2.0L/m^2$ ，一次绿化浇灌用水量为 $10.2m^3$ 。考虑未预见水用量为总量的 12%，则赣榆末站最高日用水量为 $13.27 m^3$ 。

为保障项目建设运营，将由连云港市赣榆金港水务有限公司采取水车送水的方式保证赣榆末站生活及绿化用水，将用水运输至站内设置的 $20m^3$ 储水箱，保证赣榆末站用水需求。排水接入化粪池—污水处理调节池—一体化污水处理装置—浇洒绿地及站内道路。

赣榆末站周边地形平坦，附近没有天然或人工沟渠，站内雨水径流沟排或管排没有较为合适的去处。综合考虑，赣榆末站场地雨水设计顺场地坡度自然散排至周边农地，为农作物所利用，在四周围墙设置雨水排水孔。

2.1.4.2 供电

(1) 接收站及码头供电

接收站及码头区域用电设计引接自港区规划 110kV 变电站，规划站址位于港区北侧，紧邻港区北侧规划港界，港区临时堆场西北角。供电线路采用电缆，沿港区内综合管廊敷设，将由港区负责敷设至接收站围墙外 1m，相关情况说明详见附件。由规划 110kV 变电站引出两回路 110kV 线路至本工程界区，作为接收站和码头正常电源向整个接收站及码头供电，任一回电源皆能向整个接收站及码头供电，两者互为备用。

对一级用电负荷中的特别重要负荷，如应急照明、关键仪表负荷、开关柜的控制电源、消防负荷及部分重要的工艺负荷等，根据负荷特性及有关规范要求，接收站将配备一台出口电压为 0.4kV，容量为 1500kVA 的事故发电机组，该发电机组在外部电源发生故障时为上述负荷提供紧急备用电源。

(2) 外输管道工程供电

本工程外输管线设置的赣榆末站及截断阀室涉及用电。供电电压应从用电容量、用电设备特性、供电距离、当地公共电网现状和它的发展规划以及经济合理等因素综合考虑决定。赣榆末站供电电压等级 10kV，截断阀室供电电压等级 DC24V。

赣榆末站总用电负荷约为 101kW，工程供电采用 10kV 电源线路，同时设柴油发电机组作为备用电源。赣榆末站位于赣榆区柘汪镇花唉头村，根据附近电网分布情况，赣榆末站供电拟引接自斗沟线 89#电杆，供电电压等级为 10kV，引接长度 55m，直接由斗沟线 89#电杆接线至赣榆末站，无需布设电杆或铁塔。供电线路由国网江苏省电力有限公司连云港市赣榆区供电分公司负责建设，相关情况说明详见附件。

阀室由于用电负荷太小，接入地方电网比较困难，引接外电源其所属电网基本为农网，供电质量和可靠性难以满足负荷要求，考虑采用太阳能系统供电，后备时间按 7 天考虑。

2.1.4.3 通讯工程

接收站所在区域移动通讯及电信业发达，电信公网已覆盖，本工程可与电信公网连接，实现市内、国内、国际长途、互联网等各种基础电信业务。接收站所

需电话及网络中继线将由当地电信部门负责建设,有线通信和网络均由当地电信部门敷设光缆至接收站界区。

工程外输管线通信系统设计范围包含管道全线的光传输系统、软交换调度系统、办公网络系统、会议电视系统、管道全线的巡线应急抢修以及备用通信业务等。主用通信系统陆地段采用与输气管道同沟敷设光缆,海底段光缆敷设在防波堤管沟内的方式,组建管道专用通信系统;备用通信系统采用租用地方公网解决。站场阀室有线通信和网络均由当地电信部门敷设光缆至用地界区。

2.2 施工组织

2.2.1 施工条件

项目施工条件应当包括施工场地、施工用水、施工用电、对外交通、施工通讯及建筑材料等,本方案根据项目简要说明本项目的施工条件。

1、施工场地

根据主体工程设计,接收站及码头区域材料堆场、码头分包商营地、搅拌站、储罐预制区及临时堆土区等,结合各功能区域施工时序,尽量利用站内空地布置,施工后期拆除施工临时设施,恢复原设计建设内容。施工生活区租用项目附近民房或空闲厂房等设施。

一般管线敷设区施工场地可利用管线作业带,在工程征占地范围内解决,施工结束后进行场地清理,并尽可能恢复原地貌或恢复植被、复耕为农地。站场阀室施工场地布设在场内空地上,施工结束后,进行场地清理,恢复原设计建设内容。堆管场地和施工生活区可以租用沿线民房或者空置厂房解决。

2、施工用水

接收站及站场阀室施工用水依托运行期生产生活用水水源,采取永临结合的方式,施工过程中应安排好施工时序,避免影响施工用水。外输管线施工采取水车拉水的方式。

3、施工用电

接收站及站场阀室施工用电依托运行期生产生活用电电源,采取永临结合的方式,施工过程中应安排好施工时序,避免影响施工用电。外输管线施工采取配置柴油发电机的方式。

4、对外交通

接收站位于赣榆港区，对外道路利用港区防波堤顶道路。港区外部有临海高等级公路、环港路及疏港路等，交通十分便利。

赣榆末站北侧现有望海路，进站道路由此引接，站址交通便利。

为方便施工及后续运行管理与维护，外输管线在选线过程中已充分考虑依托现有道路，不需要大量修筑施工临时便道和投产后用于巡线、维护、抢修的道路。设计在管道远离公路以及道路条件较差的地段修建施工临时便道；另外，部分穿跨越施工场地需要布设与施工作业带连接道路。工程外输管线共计布设施工便道 1.5km，按照普通砂石路等级设计，宽度设计为 4.5m，砂石路面，转弯半径不小于 15m，坡度能适应运送管道。施工结束后，及时拆除便道路面砂石，就近用于管沟回填砂石料。

5、施工通讯

接收站施工期通信可由当地电信局负责接线，近距离船岸通信采用 VHF 无线电台，码头区与接收站区内生产调度通信采用 VHF 无线对讲机。码头区有线通信由后方接收站区接线。

外输管线施工通讯可采取无线对讲机或者无线电话。沿途的交换和传输网总体建设状况较好，基本都已建成了分组交换网、移动电话网，移动通信网覆盖面较广，信号较好。

6、建筑材料

地方材料：块石、碎石等地方材料可在当地就地供应，当地砂、石等建筑材料资源较丰富，材质良好，其开采和供应可以满足本工程建设需要。施工单位在购料时须向合法料场购买，在购料合同中明确料场的水土流失防治责任方。钢材及水泥：钢材、水泥可就近选择大型钢厂、水泥厂供货。

2.2.2 施工工艺

项目建设期间施工工艺繁多且复杂，本方案仅描述与水土保持相关的施工工艺，主要包括建筑物基础开挖、外输管道开挖、穿越工程施工、土石方运移、土方填筑、建筑材料生产、后期整地等。

(1) 码头航道

本工程 LNG 码头推荐采用蝶式平面布置方案，工作平台和靠船墩采用高桩

墩台式结构，系缆墩采用沉箱结构，通过引桥与后方陆域进行连接。工作平台和靠船墩在岸坡挖泥完成后进行施工，由打桩船水上打设钢管桩，打桩完成后及时进行基桩的夹桩固定，铺设底板，支模浇筑墩台钢筋混凝土，混凝土采用搅拌船供应。系缆墩施工首先由抓斗式挖泥船开挖基槽上部土方，方驳定位，驳船靠定位驳抛填基床块石，基床夯实可采用专用的夯实船施工，基床整平由整平作业船配合潜水员进行。钢筋混凝土沉箱拟在沉箱预制场预制，出运下水，由拖轮拖到施工现场，靠泊现场定位方驳水上定位，乘低潮灌水坐底安装。沉箱内填石在沉箱安装后，采用驳船配合反铲水上抛填，随后水上抛填上部二片石。而后支立模板、绑扎钢筋浇注上部结构混凝土，所需混凝土由搅拌船水路运至施工现场，泵送浇筑。工作船码头主体采用钢筋混凝土沉箱结构，施工方式与 LNG 码头相近。

本工程港池及航道疏浚约 972.6 万 m^3 （其中港池疏浚 674 万 m^3 ，口门段航道拓宽疏浚 298.6 万 m^3 ）。施工拟采用 3500-4500 m^3/h 的绞吸式挖泥船进行施工，其中港池疏浚中 419.1 万 m^3 疏浚土方吹填至后方造陆区内造陆，其余疏浚土方通过管线直接吹填至 C5 及 C8 地块。由于岸坡挖泥临近护岸（围埝），施工时应严格控制超深超宽，并随时进行岸坡位移观测，确保岸坡稳定。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，总纳泥区容量为 625.1 万 m^3 ，能够满足本项目土方吹填需要。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

（2）接收站

根据《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目码头及接收站陆域工程可行性研究阶段地质勘察报告》结论，区域内基岩埋深较深，浅层土层承载力低，本工程推荐 LNG 储罐的基础形式采用高桩式基础，桩型采用大直径钻孔灌注桩，桩径 1.2 或 1.4m，桩基持力层选用中风化岩，桩长约 40m。灌注桩基础施工需布设泥浆池，结合码头施工产生的泥浆，综合考虑泥浆运输距离，结合接收站布置选取合理位置布置。泥浆经过晾干翻晒后，作为场地回填土。

食堂及办公楼等储罐之外的其他建构物采取钢筋混凝土预制管桩，利用打桩机将管桩打入地基。管桩施工过程中无泥浆产生，无需布设泥浆池。管桩直径根据荷载要求分别采取 400mm-600mm-800mm。

各类建筑物（包括管道）基础开挖，视开挖基坑大小、深浅和相邻间距，拟

采用机械施工与人工施工相结合的方法，机械以铲运机、推土机为主，人工则配合机械进行零星场地或边角地区的平整，机械或手推车输送；对于成片基础，采用大开挖，反之采用单独或局部成片的开挖方式。

(3) 陆域形成及地基处理

本工程陆域形成采用港池疏浚土方进行吹填，地基处理面积为 27.36hm²，其中堆载预压区 13.62hm²，强夯区 13.74hm²。地基堆载预压施工首先铺设竹（荆）笆和土工布，然后铺筑中粗砂垫层，运砂船运至造陆区附近，皮带机打砂上岸，运输车转运，由装载机或推土机摊铺推平，然后施打排水板。排水板插打完成后在其上部摊铺堆载料进行堆载预压，堆载 65kPa/m² 压载料进行 140d 的满载预压。满载预压达到 140d 时，应组织进行工后沉降预分析，当经过沉降资料评估，堆载料可以卸载后，用装载机装土，自卸汽车进行外运并满夯两遍。罐底二次地基处理采用换填压实法，换填材料为 2m 山皮土+4m 级配碎石。

(4) 海底管道铺设

本项目采用非保温输送，海底管线公称直径为 D1016mm。通过对海底管线进行操作、安装期强度和稳定性分析，在考虑内腐蚀裕量为 1.5mm 的情况下，确定海底管线壁厚为 25.4mm、管材为 API 5L X65 直缝埋弧焊管，为确保铺设安装期间稳定性，海底管道外侧需要涂敷密度为 2950kg/m³、厚度为 100mm 的混凝土配重层。

海底管道所处海域水深在 0~7m 之间，综合考虑预挖沟技术要求和施工区域的水文地质条件，本工程近岸段长 1692m，采用水陆两栖挖掘机结合抓斗船进行挖掘；近岸段（KP1.692-KP3.192）及下海点至第一拐点段长 100m，考虑使用抓斗船施工；一般段长 3000m，采用后挖沟法施工。

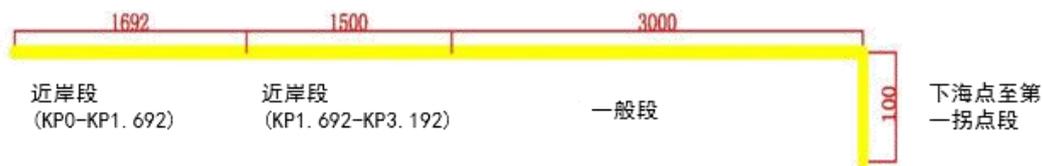


图 2.2-1 施工分段示意图

等影响，采用回填粗砂至管顶 0.5m+回填块石 1.0m 的方案进行保护；

近岸段 KP0.5-KP3.192：对于 KP0.5 至 KP3.192 段海底管道，采用粗砂回填至管顶 0.5m+原土回填 1.0m 的方案进行保护（见图 4.6-15）；

一般段 KP3.192-KP6.192：对于 KP3.192 至 KP6.192 段海底管道，采用 S 型铺管船法进行海底管道铺设，并采用后挖沟方式进行管沟开挖，采用粗砂回填至管顶 0.5m+原土回填 1.0m 的方案进行保护（见图 4.6-15）；

下海点段 KP6.192-KP6.292：对于 KP6.192 至 KP6.292 段海底管道，由于距下海点的管桥较近，需要采用预挖沟的方式进行管沟开挖，考虑波浪与海流的冲刷及第三方活动影响，采用回填粗砂至管顶 0.5m+回填块石 1.0m 的方案进行保护。

（5）陆上管道铺设

根据标准规范规定及管道沿线的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到管道稳定性等要求综合确定，除了特殊位置需要采用海底管道和顶管、定向钻穿越外，其余管道采用埋地敷设为主。

本工程管道沟槽开挖以机械为主，辅以人工开挖，开挖土石方堆置在沟槽的一侧。管道沟槽开挖时，先针对管沟开挖区域剥离表层土，直接装袋用于管沟开挖土方拦挡。待沟槽施工完毕后，进行土方回填，依次回填深层土、表层土，表层土摊铺在沟槽上方，为恢复原有土地功能作准备。沟槽回填逐层进行压实，处于耕地、园地范围内的沟槽回填土，表层 50cm 范围内不压实，表面整平，预留沉降土层。

（6）穿越工程

1) 鱼（水）塘地段的管道敷设

管线穿越鱼塘，考虑清淤的情况，一般管顶覆土不小于 2.5m，根据需要采取稳管措施，采用平衡压袋稳管。外输管线涉及的池塘穿越长度为 160m，管线穿越在池塘一侧，采用在一侧筑坝，将水抽干再开挖管沟。

2) 穿越铁路、公路

管道穿越铁路采用顶箱涵方式，套管质量应符合顶进施工法用钢筋混凝土管设计标准。管道穿越铁路时，套管顶部最小覆盖层厚度应满足：铁路路肩以下 1.7m，自然地面或者边沟以下 1.0m。

穿越公路时应设保护套管，套管长度宜伸出路堤坡脚、路边沟外边缘不小于 2.0m，套管顶距离路面应该大于 1.2m。顶管穿越方式是对掘进机械施加一定的压力，进行掘进，后跟进保护套管，顶进完成后在穿入主管的施工方式。在施工时，通过传力顶铁和导向轨道，用支撑于基坑后座上的千斤顶将管压入土层中，同时挖除并运走管道正面的泥土。当第一节管全部顶入土层后，接着将第二节管接在后面继续顶进，这样一节节管子顶入，做好接口，建成涵管。顶管法施工不产生泥浆。顶管施工首先确定工作坑的位置，工作坑布置在顶管施工段得两端，工作坑的长、宽、深一般为 4.5m、4m、4m，施工时间安排在非雨季进行。工作坑开挖形成的坑壁及时进行支护，并利用坑壁土体作后背，后背土体壁面平整，并于管道顶进方向垂直。顶管施工完成后，进行工作坑土方回填。

3) 大开挖穿越河流

当采用大开挖方式穿越河流时，一般设置临时围堰导流，采用左右岸分期导流方案，泄流方式为河床泄流。先任选一岸修筑一期围堰，其中的管道铺设完成后，再拆除一期围堰，同时修建二期围堰。围堰土方来源为附近管道开挖土方，围堰拆除后土方回填至附近管道施工作业带。施工工艺为：测量放线→开挖围堰→河滩段管线敷设→管沟开挖→下沟稳管→试压清管→管沟回填→围堰拆除→连头→水工保护地貌恢复。围堰方法如下：用草袋装土，人工错码迭放进行围堰，然后沿围堰脚各打一排木桩，木桩规格和间距以保证堰体长度为宜，木桩顶部露出水面约 1m，桩与桩间用铁丝进行加固，若围堰间有漏水现象，则在围堰迎水侧加设一层防水土工布，防止围堰渗漏。清除基底淤泥及杂物等，有透水性较强地基时，做好防渗处理。施工完毕后及时拆除围堰，恢复河道原貌，清除基底淤泥晾晒后可就近用于临近管沟的回填。当采用大开挖方式时需要做沟坡护砌，以防水流冲刷危及管道安全，要求对两岸护砌，护砌范围为管道两侧各 7.0m，砌石厚度为 40cm。

4) 定向钻穿越河流

柘汪河及石羊河采取定向钻穿越。定向钻施工时先确定施工工作坑的入土角、出土角及曲率半径等因素，考虑到管道的埋深后进行控向参数测量，选择最佳参数后开始钻机试钻，运转正常后反钻导向孔，线路导向孔确定再进行预扩孔，根据管径需求，整个预扩孔过程采取多级扩孔，扩孔完成最后实行回托管道；在钻机试钻开始后，对钻孔过程中产生的泥浆设置泥浆池，进行沉淀固化处理，施

工完毕后对入口和出口处的场地进行平整、清理，沉淀的泥浆经晾晒后回填至施工场地用地范围。定向钻施工过程中，易产生水土流失的环节主要在施工开始和结束时的场地平整、清理，扩孔时产生的泥浆及泥浆池土方开挖的临时堆置等。定向钻穿越长度及管径决定施工产生的泥浆量和泥浆池的个数及大小，预扩孔径较小在 $\Phi 100$ 左右，经多级扩孔后，孔径达到 $\Phi 355.6-813$ 。

(7) 站场阀室

站场阀室采用推土机平整，施工过程中尽可能做到挖填平衡。施工中采取临时防护措施。搞好场地排水措施，确保地表排水畅通。施工结束后对周边扰动占压的土地进行平整。

建造建（构）筑物与水土流失密切相关的主要是开挖建（构）筑物基础。视各类建（构）筑物基础大小、深浅和相邻间距，采用机械施工与人工施工相结合的方法开挖基础，其施工工艺是：采用挖掘机或人工开挖基础—临时堆土拦挡—地基处理—基础回填压实—平整场地—建造建（构）筑物。产生水土流失的主要环节是开挖基础产生的临时堆土。

(8) 施工准备

施工准备阶段主要是场地的三通一平、施工备料、施工生产办公区布设等。临时施工场地尽量利用红线内空地，最大限度避免新增临时占地。

(9) 基坑开挖

基坑开挖的施工顺序为：确定开挖的顺序→沿灰线切出坑边轮廓线→分层开挖→修整槽边→清底。基坑土方开挖采取反铲大开挖、人工清理与修坡相结合，开挖土方用自卸汽车运至指定的场地，长距离的采用汽车运输，短距离的采用推土机直接运输。基坑按自然放坡的开挖方式，机械开挖、人工修整；土方开挖后立即进行坡面覆盖处理，边挖边覆盖。

(10) 土石方回填

土石方回填主要是地下建筑物施工结束后，土方回填掩埋，地面修建道路、广场。土石方回填采用分层夯实，小面积采用立式电动打夯机，边角处采用人工夯实，大面积用推土机反复碾压，对于填方较深的区域采取强夯措施。施工工序为地下隐蔽工程验收→填土→压（夯）实→检验与试验→填土→以此循环至设计回填标高。施工方法采用机械和人工相结合的方法，由挖掘机装土，自卸汽车运

土，推土机铺土、摊平，用振动碾压机碾压，边缘压实不到之处，辅以人工和电动冲击夯夯实。

(11) 土石方转运

土石方的运移采用自卸汽车运输的方式解决，汽车运输过程中应避免沿途撒漏，对于长距离的松散物料应采用加盖必要的防护篷布进行遮挡，减少对运输路线周围影响。

(12) 整地工程

当项目建设完毕时立即采取整地措施，恢复原有的地貌特征或改良后作为其他土地利用类型。整地时除去不利于植物生长及耕作活动的建筑物料、碎石、金属等，然后将表土作为绿化用土进行回填，经人工清理平整即可。

2.3 工程占地

2.3.1 陆域用地

本项目接收站工程及外输管线工程总计占地面积 72.77hm^2 ，其中永久占地面积 29.35hm^2 ，包括接收站工程（填海造地）、外输管线站场阀室及附属设施用地；临时占地主要为管道施工作业带、管道穿跨越及施工便道占地，临时占地面积 43.42hm^2 。

(1) 接收站

本工程接收站陆域形成采用吹填港池疏浚土方案，共形成陆域面积 27.51hm^2 （用海红线以内），满足接收站平面布置要求，吹填造陆海域使用面积 35.18hm^2 。

(2) 管道施工作业带

本工程外输管线管沟开挖顶宽 $3\text{--}5\text{m}$ ，施工机械运行通道 $4\text{--}8\text{m}$ ，管道施工作业带宽度一般 26m （管径 1016mm ），局部受限区域按照 18m 布设。本工程外输管线共计 24.7km ，其中铺设海底管道 6.29km ，穿跨越段线路长度共计 3.76km ，布设管道施工作业带长度 14.65km ，共计用地 36.49hm^2 。

(3) 站场阀室

赣榆末站共计征地面积 1.69hm^2 ，其中站场征地面积 1.43hm^2 ，站外道路征占地面积 0.11hm^2 ，放空区征地面积 0.15hm^2 。

截断阀室及对外连接道路共计征地 1090m^2 ，其中阀室区征地面积 950m^2 ，

阀室道路征地面积 140m²。

(4) 管线穿跨越

外输管线沿线涉及穿跨越公路、铁路、河流、池塘、防波堤及海堤等，涉及的穿跨越形式有顶管穿越、顶箱涵穿越、定向钻穿越、大开挖穿越及桁架跨越。

公路采取顶管穿越，施工过程中在发送坑和接收坑分别设置 800m² 施工场地，外输管线共计穿越公路 23 次，顶管施工场地共计用地 3.68hm²。

铁路采取顶箱涵穿越，施工过程中在铁路两侧分别设置 1000m² 施工场地，外输管线共计穿越铁路 4 次，顶箱涵施工场地共计用地 0.80hm²。

本工程管道河流及池塘穿越 6 次，其中采取定向钻穿越柘汪河、通榆河及石羊河共 3 次，定向钻穿越施工场地每处 2600m²，为河流两侧两个施工场地用地总和，3 次穿越施工场地共计用地 0.78hm²。

外输管线穿越沿海河、东林子河及池塘采取挖沟法，共计穿越长度 280m。挖沟法施工过程中，考虑导流围堰、施工区、堆土区等布设情况，施工作业总宽度取 32m，共计临时用地面积 0.90hm²。

线路经过海堤时采取桁架结构跨越，基础采用灌注桩，陆地一侧基础施工场地按照 30m×30m 计列，临时用地 0.09hm²。

(5) 管线附属设施

本项目共设置管道标志桩 207 个及警示牌 90 个，每个里程桩、穿跨越桩、交叉桩、结构和设施桩永久占地为 1.0m²，每个警示牌永久占地为 2.0m²。管线附属设施总占地面积 0.04hm²。

(6) 施工便道

为方便施工及后续运行管理与维护，外输管线在选线过程中已充分考虑依托现有道路，不需要大量修筑施工临时便道和投产后用于巡线、维护、抢修的道路。设计在管道远离公路以及道路条件较差的地段修建施工临时便道；另外，部分穿跨越施工场地需要布设与施工作业带连接道路。外输管线工程共计布设施 1.5km。施工便道按照普通砂石路等级设计，宽度设计为 4.5m，砂石路面，转弯半径不小于 15m，坡度能适应运送管道。外输管线施工便道共计用地 0.68hm²。

工程占地面积汇总表详见表 2.3-1。

表 2.3-1 工程征占地汇总表 单位: hm²

行政分区	工程名称	永久占地				临时占地							小计
		填海造地	旱地	其他草地	公用设施用地	旱地	公用设施用地	其他林地	其他草地	河流水面	坑塘水面	仓储用地	
赣榆区	接收站工程	27.51											27.51
	管道施工作业带					16.22	5.40	2.08	12.14			0.65	36.49
	站场阀室		1.69		0.11								1.80
	管线穿跨越					3.20	0.84		1.64	0.26	0.22	0.09	6.25
	管线附属设施		0.02	0.01	0.01								0.04
	施工便道					0.68							0.68
	合计	27.51	1.71	0.01	0.12	20.10	6.24	2.08	13.78	0.26	0.22	0.74	72.77
		29.35				43.42							

2.3.2 工程用海

根据推荐的平面布置方案，本工程接收站及码头区域海域使用面积约为 123.62 万 m^2 ，其中 LNG 码头和工作船码头的港池及码头前停泊水域用海面积约 82.14 万 m^2 ；围海造陆用海面积约为 35.18 万 m^2 ；西护岸延长段属不透水构筑物，用海面积约为 2.5 万 m^2 ；LNG 码头和火炬平台采用桩基结构，属于透水建筑物，用海面积为 1.96 万 m^2 ；取、排水口用海面积约为 1.84 万 m^2 。其他港内与港外航道、锚地水域等皆为公共水域，无须征海。

本工程外输管道出首站跨越防波堤后下海建设海底管道 6.29km，于外环路南登陆跨越海堤及外环路后改为埋地敷设。海底管道敷设占用海域长 6.29km，占用海域宽平均按 50m 考虑，施工期需临时占用海域 31.45 hm^2 。

2.4 土石方平衡

2.4.1 工程建设土石方平衡

根据项目区地形地貌和自然环境特征，结合考虑主体工程的挖填特点及规划设计土石方平衡分界点，按照“开挖+调入+外借 = 回填+调出+废弃”的原则，对项目区土石方工程量进行估算。

2.4.2 分区土石方平衡

(1) 码头港池及航道

本工程码头前沿、港池及口门段航道拓宽疏浚工程量约 972.6 万 m^3 （其中港池 674 万 m^3 、航道拓宽 298.6 万 m^3 ），接收站陆域形成所需吹填方量约 419.1 万 m^3 ，尚有 553.5 万 m^3 富裕土方。根据目前赣榆港区建设现状，纳泥区较为紧缺，目前可供选择的纳泥区只有三突堤根部的 6 宗物流园工程可以利用。综合考虑港区建设情况，推荐将本工程富裕土方通过管线直接吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块），C-5 地块可纳泥量约 279.4 万 m^3 ，C-8 地块可纳泥量约 345.7 万 m^3 ，共可纳泥 625.1 万 m^3 ，能够满足本工程纳泥需要。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，以上文件详见附件。两地块总纳泥容量为

625.1 万 m^3 ，能够满足本项目土方吹填需要，现阶段两地块已完成四周围挡。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

（2）接收站工程

根据港区总体规划和水文资料，接收站区域极端高水位 6.48m（理论最低潮面起算），结合《防洪标准》确定场地平整标高为 7.5m，室外设计标高为 7.8m（理论最低潮面起算）。道路基槽、水沟、地管以及建构筑物基础开挖将有大量的出土，根据以往项目经验，考虑场地交工标高为 7.4m，初步估计能够达到场地二次平整土方平衡，且与东侧海堤顶标高 7.5m 合理衔接。

根据可研土石方量统计，工程建设期道路及混凝土基槽开挖土方量 2.44 万 m^3 ，排水、管沟及建构筑物基础开挖土方量共计 7.49 万 m^3 ，储罐桩基础开挖 4.40 万 m^3 ，共计基础基槽开挖量为 14.33 万 m^3 。

基坑基槽及管沟等回填量为 8.70 万 m^3 ，施工期间在基坑基槽及管沟附近堆放，回填剩余 5.63 万 m^3 平摊于附近场地，以将场地标高由场平标高提升至最终设计标高。

设计接收站后续绿化覆土采取外购的方式解决，施工结束后购买的表土回填至绿化区域。铺草皮及种草区域覆土厚度 30cm；植乔灌木采取挖穴客土方式，厚度在 100-150cm 之间，接收站共计回填表土 0.70 万 m^3 ，使用自卸汽车运输，由土方出售方负责将表土运至项目区内。建设单位与连云港市赣榆惠达矿业有限公司签订了《江苏华电赣榆 LNG 接收站场地绿化用土供应意向协议》，详见附件 11，供方经营范围包含园林绿化工程及土石方景观工程施工等。

根据接收站可研资料，远吹泥口区域地基处理方案推荐采用堆载预压，地基处理面积约 13.62 hm^2 ，堆载压力为 65kPa/ m^2 。堆载料采用码头工程西护岸延伸段堤心料及护岸人工块体，按不考虑倒载计量，需要堆载体量为 52 万 m^3 ，堆载期满卸载后用于西护岸延伸段及护岸护面施工建设。

（3）管道施工作业带

管道施工作业带占用旱地、林地及草地部分，施工前针对管沟开挖区域进行表土剥离，共计剥离面积 5.06 hm^2 ，剥离厚度 30cm，共计剥离表土 1.52 万 m^3 。

剥离的表土直接装袋,用于管沟开挖土方挡护。施工结束后回覆于管沟开挖区域,为复耕及植被恢复创造条件。

根据主体工程可研报告,管沟土石方开挖量为 13.39 万 m^3 ,管线敷设完毕后就近回填管沟。根据管道工程相关施工规范,管沟回填土应高出地面 0.3-0.5m,其宽度为管沟上开口宽度,因此本项目管沟回填余土按规范要求就近堆置于管沟开口上方。

(4) 海底管道

预挖沟段为近岸段及临近管桥段共 3.292km,该段土方挖方量总计 16.40 万 m^3 ;后挖沟长度 3km,开挖土方量 3.16 万 m^3 。本工程海底管道管沟回填粗砂 6.75 万 m^3 ,回填块石 1.01 万 m^3 ,回填原土 6.40 万 m^3 。回填粗砂及块石采取外购的方式,外购砂石料属于建材,不纳入土石方平衡。海底管道共计弃方 13.16 万 m^3 ,弃至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程(C-5 地块)和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程(C-8 地块)。海底管道挖沟及回填方案见表 2.4-1。

表 2.4-1 海底管道挖沟及回填方案

位置	里程(km)	长度(m)	挖沟方式	沟深(m)	保护方式
近岸段	KP0-KP0.5	500	预挖沟	2.716 (管顶 1.5m)	回填粗砂至管顶 0.5m+ 回填块石 1.0m
近岸段	KP0.5-KP1.692	1192	预挖沟	2.716 (管顶 1.5m)	回填粗砂至管顶 0.5m+ 原土回填 1.0m
近岸段	KP1.692-KP3.192	1500	预挖沟	2.716 (管顶 1.5m)	回填粗砂至管顶 0.5m+ 原土回填 1.0m
一般段	KP3.192-KP6.192	3000	后挖沟	2.716 (管顶 1.5m)	原土回填 1.5m
临近管桥段	KP6.192-KP6.292	100	预挖沟	2.716 (管顶 1.5m)	回填粗砂至管顶 0.5m+ 回填块石 1.0m

(5) 站场阀室

赣榆末站占地类型为旱地,施工前应结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离,集中堆放在站内一角并采取相应临时防护措施,待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙周边绿化覆土。赣榆末站表土剥离面积 0.70 hm^2 ,剥离厚度 30cm,共计表土剥离量为 0.21 万 m^3 。

截断阀室区无可利用表土资源,设计砖砌围墙外采取植被恢复措施,所需绿化覆土 0.01 万 m^3 就近由管道施工作业带调运。

根据主体工程可研报告,赣榆末站建构物及道路基槽等土方开挖量 0.94

万 m^3 ，土方回填量 0.94 万 m^3 ；截断阀室区建构筑物及围墙等土方开挖量 0.04 万 m^3 ，土方回填量 0.04 万 m^3 。站场及阀室基础基槽回填剩余土方平摊于征地范围内，以抬高场地标高。

(6) 管线穿跨越

部分穿越施工场地占用旱地或草地，施工前针对工作坑开挖区域、定向钻场地泥浆池开挖区域等进行表土剥离；另外大开挖穿越河流池塘时，针对河流池塘两侧旱地或草地部分，管沟开挖区域进行表土剥离。管线穿跨越共计表土剥离 0.52 hm^2 ，剥离厚度 30cm，共计剥离量为 0.16 万 m^3 。

顶管采用套管内径 1m，顶箱涵采用箱涵规格为 3m \times 3m，直接开挖方式穿越河流及池塘段基本上挖填平衡。管线穿跨越工程工作坑开挖、泥浆池开挖、直挖段管沟开挖、管线穿越出土出渣共计产生挖方量 2.76 万 m^3 。

工作坑、泥浆池及直挖段管沟回填 0.89 万 m^3 ，剩余管道穿越施工产生的土方 1.87 万 m^3 就近运往管道施工作业带平衡。

(7) 管线附属设施

本项目共设置管道标志桩 207 个及警示牌 90 个，管线附属设施挖方 0.02 万 m^3 ，全部本区域回填。

(8) 施工便道

工程设置施工便道 1.50km，共计用地面积 0.68 hm^2 ，占地类型为旱地。施工前进行表土剥离，剥离厚度 30cm，共计剥离量为 0.20 万 m^3 。剥离的表土直接装袋，就近利用于管线施工作业带管沟开挖土方拦挡。施工结束后回覆至便道扰动区，为后续复耕创造条件。

施工便道区域原始地形平坦，表土剥离完成后，直接铺设砂石压实即可，无需进行土石方挖填。路面铺设砂石厚 0.2m，共计铺设砂石料 0.14 万 m^3 。施工结束后，及时拆除便道路面砂石，就近用于管沟回填砂石料。砂石料作为建材，不纳入土石方平衡。

2.4.3 土石方平衡汇总

本工程土石方（含表土）开挖总计 1025.73 万 m^3 ，其中一般土石方 1023.64 万 m^3 ，表土 2.09 万 m^3 。工程土石方（含表土）回填总量 459.77 万 m^3 ，其中一般土石方 456.98 万 m^3 ，表土 2.79 万 m^3 。工程借方 0.70 万 m^3 ，为接收站后期植

被恢复绿化覆土，全部采取外购的方式。工程弃方 566.66 万 m³，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。

建设单位与连云港市赣榆惠达矿业有限公司签订了《江苏华电赣榆 LNG 接收站场地绿化用土供应意向协议》，详见附件 11，供方经营范围包含园林绿化工程及土石方景观工程施工等。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，总纳泥区容量为 625.1 万 m³，能够满足本项目土方吹填需要。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

工程表土平衡见表 2.4-2，土石方平衡（含表土）调配详见表 2.4-3，土石方平衡（含表土）流向框图详见图 2.4-1。

表 2.4-2 工程表土平衡一览表 单位：万 m³

序号	项目	开挖	回填	调入	调出	外借		废弃	
						数量	来源	数量	去向
1	接收站工程		0.70			0.70	外购		
2	管道施工作业带	1.52	1.51		0.01				
3	站场阀室	0.21	0.22	0.01					
4	管线穿跨越	0.16	0.16						
5	施工便道	0.20	0.20						
6	合计	2.09	2.79	0.01	0.01	0.70			

表 2.4-3 项目区总土石方平衡一览表 单位: 万 m³

序号	项目		开挖	回填	调入	调出	外借		废弃	
							数量	来源	数量	去向
1	码头港池及航道	疏浚工程	土石方	972.60			419.10		553.50	赣榆港区 C-5 地块+C-8 地块
2	接收站工程	吹填陆域形成	土石方		419.10	419.10				
		基础基槽及管沟	土石方	14.33	14.33					
		场地后期绿化	表土		0.70			0.70	外购	
		小计		14.33	434.13	419.10		0.70		
3	管道施工作业带	管沟开挖区域表土利用	表土	1.52	1.51		0.01			
		管沟挖填	土石方	13.39	15.26	1.87				
		小计		14.91	16.77	1.87	0.01			
4	海底管道	管沟挖填	土石方	19.56	6.40			13.16	赣榆港区 C-5 地块+C-8 地块	
5	站场阀室	场地绿化	表土	0.21	0.22	0.01				
		基础基槽及管沟	土石方	0.98	0.98					
		小计		1.19	1.20	0.01				
6	管线穿跨越	大开挖区域表土利用	表土	0.16	0.16					
		工作坑挖填及穿越施工	土石方	2.76	0.89		1.87			
		小计		2.92	1.05		1.87			
7	管线附属设施	标志桩及警示牌埋设	土石方	0.02	0.02					
8	施工便道	扰动区域表土利用	表土	0.20	0.20					
9	合计	表土		2.09	2.79	0.01	0.01	0.70		
		土石方		1023.64	456.98	420.97	420.97		566.66	
		总计		1025.73	459.77	420.98	420.98	0.70	566.66	

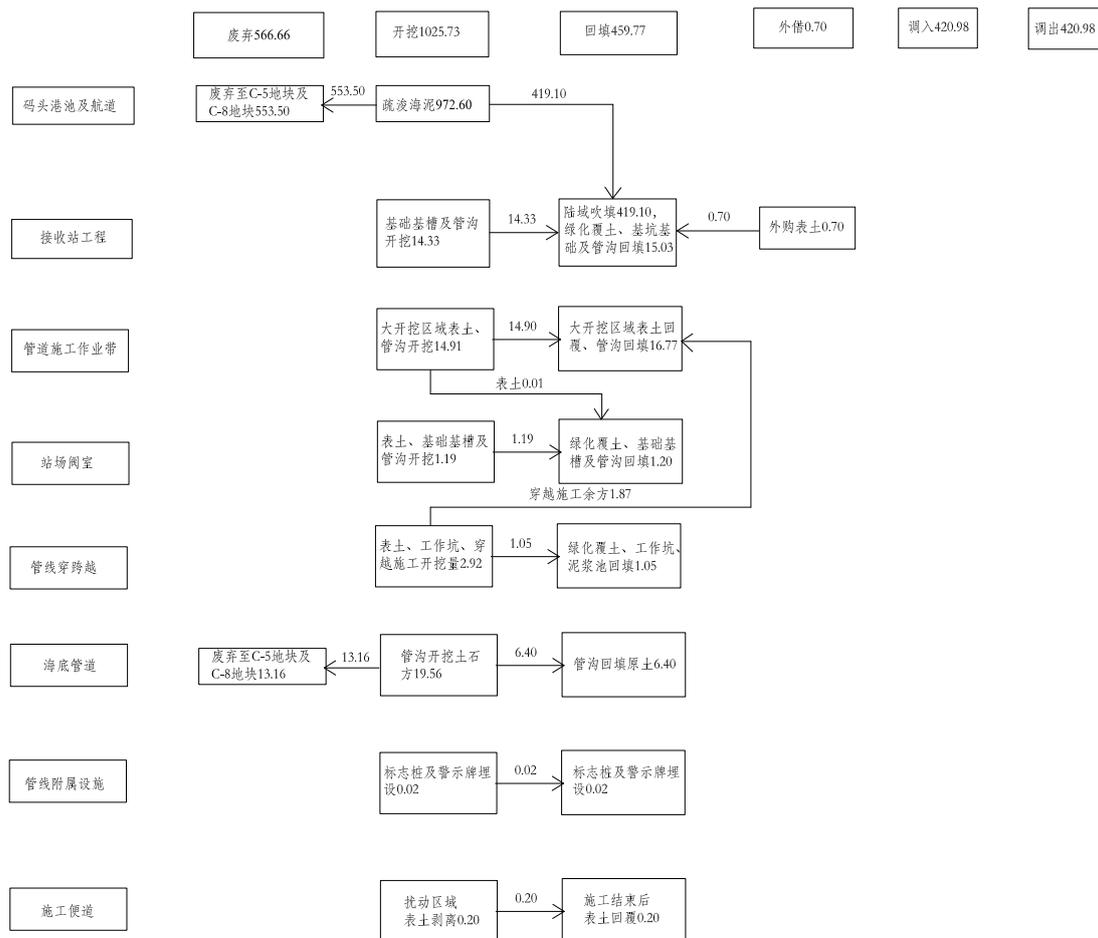


图 2.4-1 工程土石方流向图 单位：万 m³

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

结合《连云港市赣榆区柘汪镇总体规划(2017-2030)》，本工程外输管线沿石羊河段，位于柘汪镇规划市政工程类管廊，涉及的拆迁及场地平整等有政府负责实施。工程其他区域不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

根据本工程的工程规模、内容、施工特点、工程数量、现场条件等因素分析，本工程推荐方案的工期为 48 个月（含施工准备期），详细进度安排见下表 2.6-1。

建设工期：本工程拟于 2023 年 1 月开工建设，总体工程计划于 2026 年 12 月建成投产，总工期 48 个月。

表 2.6-1 主体工程施工进度表 (单位: 年/季)

项目	2023				2024				2025				2026			
	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
施工准备	■															
码头港池及航道 (含陆域吹填)		■	■	■	■											
接收站工程					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
外输管道工程							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
站场阀室									■	■	■	■				

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

海州湾是典型的弧形岸线海湾,海湾南北两端分别由连云港东西连岛和岚山头为基岩岬角,海湾底床自 NW 向 SE 缓倾。从水下地形特征看,在整个海州湾岸段,只有-5m 以浅的浅水区等深线表现出明显的海湾形态,-5m~-15m 部分的等深线仅在北部的岚山头附近发生转折,向东南均基本顺直经过东西连岛。水下地形坡度在-5m 以浅部分不同岸段有着明显差异,-5m~-15m 之间的距离基本保持在 20km 左右,平均坡度 1.0‰。

工程海域海岸性质处于基岩—砂质海岸与粉沙淤泥质海岸的交汇处,规划航道南侧主要以粘土质粉砂或粉砂质粘土的细颗粒为主,而北侧则粗细相间,沉积物类型也是多样,有粉砂质粘土、粘土质粉砂、粗中砂、中细砂、砾石等;海岸整体冲淤幅度不大,岸滩处于微冲刷和基本稳定状态。

工程外输管道线路沿线可分为两个地貌单元:海洋中的大陆架近海冲积平原地貌及陆地上的剥蚀残丘平原地貌,整体地形较平坦,起伏较小。大陆架近海冲积平原表层为 0.5m 左右的淤泥质土薄层,其下主要为可塑-硬塑状粘土、中密-密实状砂性土厚度约为 22m,覆盖层之下为全风化岩及强风化岩片麻岩;陆地上的剥蚀残丘平原表层为 0.5~1.0m 的残积土或耕植土,其下为全风化岩及强风化岩片麻岩。

2.7.2 地质

项目位于华北准地台鲁苏地盾,由太古代的一套受到不同程度混合岩化作用的变质岩系组成基底,历经吕梁运动、燕山运动、喜马拉雅山运动等构造运动,下元古代地槽沉积地层褶皱、变质、回返,构成地台结晶基底。吕梁运动后场地区长期处于振荡升降运动中,并以上升隆起运动为主。喜马拉雅运动以来,本区以垂直运动为主(上游段地貌上形成阶地),构造应力以压性为主,近期地应力继续以压性为主,断层两侧与破碎带之间则表现为垂直差异运动,并具有趋势性弹性波状变形运动(蠕变)的特性。东部地区受地壳沉降及海侵影响,沉积了一套近代地层。

(1) 地震

江苏省赣榆区,根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),勘察区抗震设防烈度为7度,设计基本地震加速度值为0.10g,设计地震分组为第二组。场地特征周期为0.45s。

(2) 不良地质

沿线的的主要不良地质现象主要为海流侵蚀。

2.7.3 气象

项目区属暖温带海洋性季风气候,冬季带有大陆性气候特征。赣榆气象站为国家基本气象站,据赣榆气象站1986-2015年30年的气象资料,各气象要素特征值如下:

气温:历年平均气温为13.6℃;最冷月(一月)平均气温-0.3℃,极端最低气温为-18.0℃;最热月(七月)平均气温26.3℃,历年极端最高气温为46.6℃。 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温2495.4℃。

风向、风速:夏季盛行偏南风,冬季盛行偏北风,年平均风速2.9m/s,最大风速24m/s。

日照及雾日:年平均日照数2401h,历年平均大雾日22d,最多年份为34d,最少年份为9d。

湿度:历年平均相对湿度为70%,最高相对湿度85%。

冻土、霜冻:历年最大冻土深度为300mm;年平均无霜期218d。

降水量与蒸发量：区域年均降水量 883.2mm，降水主要集中在 6-9 月份，约占全年降水量的 70%左右。年最大降水量 1348mm，年最小降水量 511mm。5 年、10 年、20 年一遇最大日降水量为 62.25mm、131.42mm、177.43mm。年平均蒸发量 855.1mm。

项目区各项气象特征值详见表 2.7-1。

表 2.7-1 项目区主要气象要素表

序号	指标	指标值
1	多年平均降水量	883.2mm
2	年最大降水量	1348mm
3	年最小降水量	511mm
4	年平均气温	13.6°C
5	极端最低气温	-18.0°C
6	极端最高气温	46.6°C
7	平均最大冻土深度	300mm
8	年平均风速	2.9m/s
9	年最大风速	24 m/s
10	主导风向	ENE、SSW

2.7.4 水文

赣榆区除西南部分地区属新沭河水系外，其它大部分地区水系自成一体，属滨海诸小河水系。经过建国后 60 多年的治理及水系调整，现基本形成了高水高排、低水低排、高低分开、灌排分开的合理布局。区域共有大小河流 17 条，其中流域性河道 2 条，区域性河道 3 条，地方性骨干河道 12 条。流域性排洪河道新沭河从区域南侧由临洪口入海；青口河贯穿整个赣榆区，将区域南北分开，从下口入海；龙王河穿过区域北部由朱篷口入海；绣针河为省际边界行洪河道，从区域东北侧通过荻水口入海。以上四条河流均发源于山东省沂蒙山区，为赣榆地区主要行洪骨干河道。范河、朱稽河、兴庄河发源于区域内西部丘陵山区，为赣榆地区主要排涝骨干河道。其它诸小排涝河流均发源于西部或西北部低山丘陵区。因受地形控制，该区域内水系多呈东西方向，部分河道长度短、高差大，大部分河道独流入海。

在拟建工程海域布设有 7 个潮位观测站（岚山头、秦山岛、连云港油码头、

小丁港、燕尾港、废黄河口附近翻身闸下、海头港)。根据潮位观测资料,接收站附近潮位特征值及设计水位数据如下:

(以下潮位值均从当地理论最低潮面起算)

潮位特征值:

最高高潮位 5.88m;

最低低潮位 -0.09m;

平均高潮位 4.79m;

平均低潮位 1.35m;

平均潮差 3.44m;

最大潮差 5.97m;

平均海面 3.01m。

涨潮历时 5:54h

落潮历时 6:45h

设计水位

百年一遇高水位为 6.65m;

设计高水位为 5.34m;

设计低水位为 0.63m;

极端高水位为 6.48m;

极端低水位为-0.55m。

2.7.5 土壤

根据《江苏省土壤志》,项目区土壤类型以水稻土为主,间或分布沼泽土和潮土。其中水稻土自然肥力高,结构和水分条件良好,易于耕作,适宜发展农业,主要以水稻和小麦种植为主。

根据现场踏勘调查,本项目接收站为填海造地,外输管道工程沿线占地类型涉及其他林地、其他草地及旱地等,以上区域表土厚度 30cm 左右。

表 2.7-2 项目区表土厚度分布表 单位: cm

工程分区	地表状况	表土厚度
管道施工作业带	其他林地、其他草地及早地	30
站场阀室	旱地	30
管线穿跨越	其他草地及早地	30
管线附属设施	其他草地及早地	30
施工便道	旱地	30

2.7.6 植被

赣榆区地处江苏东北部近海地域,受海洋调节,降水量较多,属暖温带与亚热带过渡地带,为湿润的季风气候。光照充足,四季分明,适宜种植水稻、小麦、玉米、棉花等作物,一年两熟或两年三熟,植被类型属典型的亚热带落叶阔叶林。落叶阔叶等地带性植被类型以人工栽培为主,主要有常绿针叶林、乔木、部分野生灌木和野生草本植物。乔木主要有意杨、枣树、中槐、泡桐等;灌木有野蔷薇、酸枣、花椒等;野生草本植物主要有山扁豆、马唐草、狗尾草、鸡眼草、蒲公英等。项目区无大面积原生植被分布,平原区以人工林和农田防护林为主,树种有杨树、泡桐、柳树、水杉等;农田植被以水稻、小麦为主,兼种有玉米、棉花、大豆、油菜等,平均林草覆盖率约 25%。

2.7.7 水土流失现状

根据《全国水土保持区划(试行)》,连云港赣榆区在全国水土保持规划中属于北方土石山区(北方山地丘陵区)(Ⅲ)-泰沂及胶东山地丘陵区(Ⅲ-4)-鲁中南低山丘陵土壤保持区(Ⅲ-4-2t);根据《江苏省水土保持规划(2015-2030年)》,柘汪镇属于连云港低山丘陵土壤保持农田防护区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),水土流失量容许值 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区水土流失类型以水力侵蚀为主,从现场调查情况来看,项目区地形较平坦,综合分析判断项目区原土壤侵蚀模数约为 $160\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,侵蚀强度为微度。

2.7.8 水土保持敏感区

本工程位于连云港港赣榆港区，根据《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》(办水保[2013]188号文)，项目区不属于国家级水土流失重点防治区。根据《省水利厅关于发布《江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区》的公告》(苏水农[2014]48号)，连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区。

根据《江苏省生态环境厅关于审核江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用地不涉及国家级生态保护红线的复函》，本项目用地不涉及国家级生态红线。本项目外输管道未穿越清水通道维护区，距离清水通道维护区最近约 8km，建设和运营期不会对清水通道维护区产生不利影响。

本工程不涉及饮用水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园以及重要湿地等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

根据《省水利厅关于发布<江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区>的公告》（苏水农[2014]48号），项目所在地连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区，存在一定制约性因素。鉴于以上情况，应优化主体工程建设方案，后续施工过程中应优化施工工艺，同时方案编制过程中应提高水土流失防治标准，尽量减少原地表扰动及植被的损坏，将人为水土流失降到最低。

根据主体工程设计，接收站及码头区域材料堆场、码头分包商营地、搅拌站、储罐预制区及临时堆土区等，结合各功能区域施工时序，尽量利用站内空地布置，施工后期拆除施工临时设施，恢复原设计建设内容。施工生活区租用项目附近民房或空闲厂房等设施。利用站内空地布设施工场地可大量减少因单独布设而增加的临时用地。

一般管线敷设区施工场地可利用管线作业带，在工程征占地范围内解决，施工结束后进行场地清理，并尽可能恢复原地貌或恢复植被、复耕为农地。站场阀室施工场地布设在场内空地上，施工结束后，进行场地清理，恢复原设计建设内容。堆管场地和施工生活区可以租用沿线民房或者空置厂房解决。合理利用管道施工作业带、站场阀室站内空地以及沿线民用设施作为施工生产生活区，可大幅度减少工程施工临时占地。

管道穿越铁路采用顶箱涵方式，穿越公路一般采取顶管，柘汪河及石羊河采取定向钻穿越，顶箱涵、顶管以及定向钻穿越长度共 3240m。以上各穿越工程若采取大开挖施工方式，预计将增加管道施工作业带面积约 8.50hm²，同时将增加土石方挖填量。

根据标准规范规定及管道沿线的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到节约用地要求综合确定，除了特殊位置需要采用海底管道和顶管、定向钻穿越外，其余管道采用埋地敷设为主，地埋管线为临时占地，极大地减少了工程永久占地。接收站食堂及办公楼等建构筑物采取钢筋混凝土预制管桩，利用打桩机将管桩打入地基，可有效减少建筑物基础挖填土石方量。

本项目属于新建建设类项目，目前建设单位已取得江苏省自然资源厅《江苏省自然资源厅关于江苏华电赣榆 LNG 接收站项目用地预审与选址意见》（用字第 320000202000022 号），原则同意江苏省华电赣榆 LNG 接收站项目通过建设项目用地预审与选址。本方案对主体工程选址选线的制约性因素分析评价从有关法规、规范文件等方面进行对照说明。

（1）《中华人民共和国水土保持法》制约性因素分析

1) 中华人民共和国水土保持法第十七条规定：禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。本项目所在区域不属于崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区；根据土石方情况，不涉及取土场或取料场地。

2) 中华人民共和国水土保持法第十八条规定：水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、地衣等。本项目所在地不属于水土流失严重或生态脆弱地区。

3) 中华人民共和国水土保持法第二十四条规定：生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区，方案编制过程中，应提高水土流失防治标准；后续施工过程中施工单位应优化施工工艺，尽量减少原地表扰动及植被的损坏，将人为水土流失降到最低。

4) “依法应当编制水土保持方案的生产建设项目中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”，本项目水土保持方案与主体工程同时设计，满足要求。

5) “依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地”。本工程建设过程中将产生弃方 566.66 万 m^3 ，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。

6) “对可能造成严重水土流失的大中型生产建设项目，生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的机构，对生产建设活动造成的水土流失进行监测，并将监测情况定期上报当地水行政主管部门”。建设单位应当在工程开工

前委托水土保持监测、监理单位，以便在项目施工过程中发现存在的问题，及时完善水土保持工作中的不足之处。

上述法律适应性分析结果表明，本项目选址不违背水土保持法的相关规定。与水土保持法的适应性分析详见表 3.1-1。

表 3.1-1 水土保持制约性因素分析表

序号	《中华人民共和国水土保持法》规定	本项目情况	分析评价
1	第十七条 地方各级人民政府应当加强对取土、挖砂、采石等活动的管理，预防和减轻水土流失。	项目建设过程中不设置取土场，不涉及挖砂、采石等活动。工程涉及的砂石料采取外购的方式。	满足要求
2	第十八条： 水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本工程未涉及水土流失严重、生态脆弱地区	满足要求
3	第二十条 禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。在二十五度以上陡坡地种植经济林的，应当科学选择树种，合理确定规模，采取水土保持措施，防止造成水土流失。	本项目地势平坦，且不为农林开垦类项目	满足要求
4	第二十一条 禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等。	本项目为基础设施建设项项目，不涉及条文提到的各项农牧行为	满足要求
5	第二十四条： 生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本工程涉及江苏省水土流失重点预防区，无法避让	应提高防治标准，优化施工工艺
6	第二十八条： 依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用的，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目疏浚海底及海底管道回填土方，吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）	满足要求
7	第三十二条： 开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动造成水土流失的，应当进行治理。	本方案对工程建设造成的水土流失布设了相应的防治措施。	满足要求
8	第三十八条： 对生产建设活动所占用土地的地表土应当进行分层剥离、保存和利用，做到土石方挖填平衡，减少地表扰动范围。	本方案将针对扰动范围内可利用表土资源进行保护	满足要求

(2) 《江苏省水土保持条例》的约束性分析

1) 《条例》第十五条规定：不得违反法律、法规的规定从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。

项目建设过程中不设置取土场，不涉及挖砂、采石等活动，工程建设涉及的砂石料采取外购的方式。

2) 《条例》第十七条规定：在水土流失重点预防区、重点治理区和水土保持规划确定的容易发生水土流失的其它区域开办基础设施建设、矿产资源开发、城镇建设、房地产开发、旅游开发等生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报项目批准（包括审批、核准）、备案部门同级的水行政主管部门审批。

本工程依法编报水土保持方案，满足要求。

3) 《条例》第二十一条规定：经批准的生产建设项目水土保持方案中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。水土保持设施在设计、施工中有重大变更的，应当报原审批水土保持方案的水行政主管部门批准。

该工程水土保持方案与主体设计同时设计，满足要求。后续水土保持设施在设计、施工中有重大变更的，应当报原审批水土保持方案的水行政主管部门批准。

4) 《条例》中第二十七条规定：开办生产建设项目或者从事其它生产活动造成水土流失的，应当负责治理。损坏水土保持设施、地貌、植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。

本工程水土流失的防治主体为建设单位，同时将水土保持补偿费计入项目总投资估算中，符合规定要求。

与《江苏省水土保持条例》的适应性分析详见表 3.1-2。

表 3.1-2 水土保持制约性分析

序号	约束性条件	主体工程	分析评价
1	第十五条 不得违反法律、法规的规定从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动	不设置取土场或取料场，砂石料外购	满足要求
2	第十七条 在水土流失重点预防区、重点治理区和水土保持规划确定的容易发生水土流失的其它区域开办基础设施建设、矿产资源开发、城镇建设、房地产开发、旅游开发等生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报项目批准（包括审批、核准）、备案部门同级的水行政主管部门审批。	生产建设单位在工程开工前委托水土保持方案编制	满足要求
3	第十九条 水土保持方案报告形式分为水土保持方案报告书和水土保持方案报告表。用地面积五万平方米以上或者挖填土石方总量五万立方米以上的生产建设项目，应当编报水土保持方案报告书；其他生产建设项目应当编报水土保持方案报告表。编制水土保持方案应当符合相关技术规范 and 规定。	编报水土保持方案报告书	满足要求
4	第二十条 应当编制水土保持方案的生产建设项目，生产建设单位未编制水土保持方案或者水土保持方案未经水行政主管部门批准的，生产建设单位不得开工建设主体工程、附属配套工程和前期工程。	本工程已委托编制水土保持方案，且尚未开工建设	满足要求
5	第二十一条 经批准的生产建设项目水土保持方案中的水土保持设施，应当与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。水土保持设施在设计、施工中有重大变更的，应当报原审批水土保持方案的水行政主管部门批准。	工程现为可研阶段，已委托方案编制	满足要求
6	第二十七条： 开办生产建设项目或者从事其他生产活动造成水土流失的，应当负责治理。损坏水土保持设施、地貌、植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。水土保持补偿费的收取使用管理按照国家和省有关规定执行。	报告书中按照国家及省机关文件要求计列水土保持补偿费	满足要求
7	第三十一条： 编制水土保持方案的生产建设项目，用地面积五万平方米以上或者挖填土石方总量五万立方米以上的，生产建设单位应当自行或者委托具备水土保持监测资质的单位，对生产建设活动造成的水土流失进行监测，并将监测情况每季度上报水行政主管部门。	建设单位承诺按照左栏所列要求开展水土保持监测工作	满足要求

(3) 《生产建设项目水土保持技术标准》选址选线制约性因素分析评价

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）关于开发建设项目水土保持制约条件的规定，具体情况如表 3.1-3 所示。

表 3.1-3 水土保持制约性因素分析表

序号	《生产建设项目水土保持技术标准》规定	本项目情况	分析评价
3.2.1	主体工程选址（线）应避让下列区域：		
1	水土流失重点预防区和重点治理区	本工程涉及江苏省水土流失重点预防区	提高防治标准，优化施工工艺
2	河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	本项目采取地下穿越的方式穿越河流，不破坏河流两岸的植物保护带	满足要求
3	全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本项目所在区域不涉及左栏中区域	满足要求
4	严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土（石、砂）场	不属于崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区，不设置取土（石、砂）场	满足要求
5	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场	工程余方吹填至赣榆港区C-5地块和C-8地块，已征得港区同意	满足要求

根据《中华人民共和国水土保持法》、《江苏省水土保持条例》及《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)等相关规定，本方案对主体工程的限制性因素作了一一排查，本工程不处于水土流失严重、生态脆弱的地区；不涉及泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区；避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，工程建设不占用国家确定的水土保持长期定位观测站；不位于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区；本工程在建设过程中的影响，避让重要基础设施建设、重要民生工程、国防工程等，同时在项目的建设满足严格控制扰动地表和植被损坏范围、减少工程占地、加强工程管理、优化施工工艺的要求；本项目位于江苏省水土流失重点预防区，在方案编制时将防治目标相应提高标准，可满足水土保持相关要求；综合以上分析，本工程选址不存在重大的水土保持制约因素，项目可行。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

主体工程设计过程中，根据合理利用自然条件，满足船舶安全靠泊和 LNG 装卸作业要求，同时在考虑自然水深和 LNG 储罐热辐射区域的前提下，码头尽量靠近 LNG 罐区，以减少栈桥和输送管廊的长度，并在此基础上给出主体工程平面布置推荐方案。

根据《省水利厅关于发布〈江苏省省级水土流失重点预防区和重点治理区〉的公告》（苏水农[2014]48号），连云港市赣榆区柘汪镇属江苏省省级水土流失重点预防区。鉴于无法避让，建设单位在项目建设过程中，应优化建设方案以减少工程占地和土石方量；截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级；宜布设雨洪集蓄、沉沙设施；提高植物措施标准，林草覆盖率应提高 1 个到 2 个百分点。

设计接收站施工生产区布设结合站内各功能区域施工时序，利用站内空地布置；施工生活区租用项目附近民房或空闲厂房等设施。管线敷设区施工场地利用管线作业带，在工程征占地范围内解决。站场阀室施工场地布设在场内空地上。堆管场地和施工生活区租用沿线民房或者空置厂房解决。

管道穿越铁路采用顶箱涵方式，穿越公路一般采取顶管，柘汪河及石羊河采取定向钻穿越，大幅度节约了工程用地，并减少了土石方挖填。

除了特殊位置需要采用海底管道和顶管、定向钻穿越外，其余管道采用埋地敷设为主，地埋管线为临时占地，极大地减少了工程永久占地。接收站食堂及办公楼等构筑物采取钢筋混凝土预制管桩，利用打桩机将管桩打入地基，可有效减少建筑物基础挖填土石方量。

主体设计过程中，对工程土石方进行合理调配，最大限度地减少挖填方量。建设中将提高防治标准，优化施工组织，加强工程管理，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制建设活动引起的水土流失。

本工程建筑高度、整体布置以及出入口的设计均与周边设施协调，符合区域关于该地块的规划要求。本项目接收站道路按环状布置，绿化围绕建筑物和围墙布置。平面布置和纵向布局满足要求。

外输管线路线布设与城镇规划相结合，绕避人口密集区、学校、医院等环境敏感区，尽量少拆迁建筑物；尽量避让或减少对重要设施（如高压输电网线、地下管线等）的干扰和影响；尽可能地少占用耕地；尽量保护现有水网和水利设施不受破坏，满足水土保持要求。

穿越工程区尽量避开河流两岸的植物保护带，跨越工程施工场地布置紧凑合理；施工道路首先考虑利用现有道路，在确实无法利用现有道路的情况下新修施工道路，满足水土保持要求。施工生产生活区考虑租用厂房或民房，不新增占地。

从水土保持角度分析，本工程建设方案科学，总体布局合理，符合水土保持要求。相对位置详见图 3.2-1。

3.2.2 工程占地评价

1、永久占地指标合理性分析

本工程码头和接收站均位于海上，用海类型属于交通运输用海中港口用海，没有占用现有陆地，不存在用地问题。本工程接收站及码头区域海域使用面积约为 123.62 万 m^2 ，其中 LNG 码头和工作船码头的港池及码头前停泊水域用海面积约为 82.14 万 m^2 ；围海造陆用海面积约为 35.18 万 m^2 ；西护岸延长段属不透水构筑物，用海面积约为 2.5 万 m^2 ；LNG 码头和火炬平台采用桩基结构，属于透水建筑物，用海面积为 1.96 万 m^2 ；取、排水口用海面积约为 1.84 万 m^2 。其他港内与港外航道、锚地水域等皆为公共水域，无须征海。以上用海申请，符合《海籍调查规范》和实际用海需求，是合理的。本工程申请用海期限 50 年，符合《中华人民共和国海域使用管理法》，也能满足工程实际用海需求，是合理的。

根据标准规范规定及管道沿线的地区等级、土壤类别及物理力学性质，并考虑到节约用地要求综合确定，除了特殊位置需要采用海底管道和顶管、定向钻穿越外，其余管道采用埋地敷设为主，地埋管线为临时占地，极大地减少了工程永久占地。

工程外输管线主干管道管径 DN1016，根据《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规[2016]14 号）中规模“ $1000 \leq DN < 1300$ ”管径的站场和阀室用地指标，各功能分区用地面积情况如下：

（1）末站 1 处（含防空区，外增加 2 路分输），用地 1.6912 hm^2 ，末站指标 1.3 hm^2 /处，增加分输用户 2 路，每增加 1 路分输用地指标增加 0.2 hm^2 ，放空区指标 0.04 hm^2 /处，合计控制指标控制用地规模 1.74 hm^2 ，未超出建设用地指标。

（2）阀室 1 处，用地 0.1090 hm^2 ，其中阀室指标 0.21 hm^2 /处，未超出建设用地指标。

综上该项目用地总面积及各功能分区用地面积均符合《石油天然气工程项目用地控制指标》（国土资规[2016]14 号）的规定，同时该项目用地符合当地土地利用总体规划。本工程用地结构合理，规模较小，在选址及设计过程中均严格遵循节约集用地原则。

2、临时占地指标合理性分析

为满足管沟开挖和管道敷设大型机械施工的需要，管道敷设需设置施工作业

带，管沟开挖在施工作业带内进行，作业带一侧堆放开挖土方，另一侧放置管道进行对焊并用于施工机械运行。根据《江苏华电赣榆 LNG 接收站项目外输管道工程可行性研究报告》，本工程外输管线管沟开挖顶宽 3-5m，施工机械运行通道 4-8m，管道施工作业带宽度一般 26m（管径 1016mm），局部受限区域按照 18m 布设。穿越工程区尽量避开河流两岸的植物保护带，跨越工程施工场地布置紧凑合理；施工道路首先考虑利用现有道路，在确实无法利用现有道路的情况下新修施工道路，满足水土保持要求。

设计接收站施工生产区布设结合站内各功能区域施工时序，利用站内空地布置；施工生活区租用项目附近民房或空闲厂房等设施。管线敷设区施工场地利用管线作业带，在工程征占地范围内解决。站场阀室施工场地布设在场内空地上。堆管场地和施工生活区租用沿线民房或者空置厂房解决。

管道穿越铁路采用顶箱涵方式，穿越公路一般采取顶管，柘汪河及石羊河采取定向钻穿越，大幅度节约了工程用地。

临时用地占地类型有旱地、公用设施用地、其他林地、其他草地、河流水面、坑塘水面及仓储用地，占地类型满足水保要求。

工程施工结束后及时进行土地整治，耕地恢复耕作能力，植被进行恢复，不会改变土地利用用途和降低土地生产力，从水土保持角度分析，对工程占地导致的水土流失危害，采取相应的水土保持措施可以将其降低到最低限度。

3.2.3 土石方平衡评价

工程建设中码头及接收站、站场、阀室及三桩、管道工程施工作业带的挖、填土石方数量，符合行业规定。从整个项目来看，临时占地多，耕地面积占用多。为了尽量减少对耕作、地表植被和沿线环境等造成的破坏，工程设计考虑表土及耕植土的合理利用。并采用科学的工艺流程，压缩各生产建构筑物本体尺寸。

本工程土石方（含表土）开挖总计 1025.73 万 m^3 ，其中一般土石方 1023.64 万 m^3 ，表土 2.09 万 m^3 。工程土石方（含表土）回填总量 459.77 万 m^3 ，其中一般土石方 456.98 万 m^3 ，表土 2.79 万 m^3 。工程借方 0.70 万 m^3 ，为接收站后期植被恢复绿化覆土，全部采取外购的方式。工程弃方 566.66 万 m^3 ，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。

建设单位与连云港市赣榆惠达矿业有限公司签订了《江苏华电赣榆 LNG 接收站场地绿化用土供应意向协议》，详见附件 11，供方经营范围包含园林绿化工程及土石方景观工程施工等。

目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，总纳泥区容量为 625.1 万 m^3 ，能够满足本项目土方吹填需要。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

工程填筑量尽量利用自身开挖土石方，减少了工程弃渣量，降低了工程投资。同时工程借方量采用商购解决，不需要设置取土场或取料场。工程余方吹填至 C-5 地块及 C-8 地块，不单独设置弃渣场，符合水土保持要求。

根据《油气长输管道工程施工和验收规范》GB50369-2006，管道下沟后，管沟回填土应高出地面 0.3-0.5m，形成管堤以待沉降，工程开挖土石方得到充分利用，减少弃方，符合水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

接收站所需绿化覆土采取商购的方式解决，不设置取土场；海底管道回填及工程建设需要的砂石料从合法的料场内购买，不设置自取料场，在土方及砂石料购买合同中应明确水土流失防治责任归属。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

工程弃方 566.66 万 m^3 ，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块），因此本项目不需要再设置弃土场。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 管道穿越工程施工方法与工艺评价

管道穿越工程主要包括大开挖沟埋穿越方式、大中型河流定向钻穿越、顶

管穿越公路及顶箱涵穿越铁路等施工工艺。从水土保持角度分别对管道穿越施工工艺分别进行分析：

(1) 大开挖沟埋敷设仅适宜于有水上大开挖机具施工条件、河床和岸线稳定、河床相对平坦、流速较小和冲淤变化不严重、施工对河道和航道影响不大、堤防允许开挖，以及地层结构适宜的水域。外输管线涉及的池塘穿越长度为 160m，管线穿越在池塘一侧，采用在一侧筑坝，将水抽干再开挖管沟。当采用大开挖方式穿越河流时，一般设置临时围堰导流，施工完毕后及时拆除围堰，恢复河道原貌，清除基底淤泥晾晒后可就近用于临近管沟的回填。

(2) 水平定向钻穿越安全防护措施为：定向钻方式穿越河流时，主体设计要求管道位于穿越河流的稳定层内，施工场地位于河流两侧 80m 以外地方。水土流失主要来自施工场地，在施工场地内设置泥浆池和沉淀池、堆料场以及表土堆放场。方案在施工场地内补充布设完善的临时排水和临时堆土拦挡和覆盖措施，通过实施本方案一系列水土保持措施后可有效减少定向钻施工产生的水土流失。

(3) 顶管和顶箱涵穿越施工时，在施工场地内设置操作区、临时堆土区及施工区三部分。通过挖槽布置设备，用千斤顶顶推钢筋混凝土套管（箱涵），并从管（箱涵）内不断挖出弃土，土方堆放在施工场地，水土流失主要来自施工场地。通过实施本方案一系列水土保持措施后可有效减少施工产生的水土流失。

3.2.6.2 管道敷设工程水土保持分析与评价

管道敷设施工采用机械与人工相结合的方法，管沟采用单斗挖掘机挖掘。管道敷设作业带综合考虑管沟开挖、堆土、管道施工安装的机械设备和施工人员活动以及临时挖方就地拦挡堆放，其施工场地及堆土场地均设置于作业带内，根据主体设计作业宽度，管道敷设作业带宽度在 18m-26m 之间。管道敷设作业带施工期限短，开挖后待管道焊接下管完毕、管沟覆土回填后，作业带便可恢复治理，但由于作业带被施工机械反复碾压，对原地面和植被损坏严重，另外由于管沟开挖存在较大的临时土方，若不做好拦挡措施势必造成水土流失，因此，管道作业带是工程水土流失的主要区域，应当作为防治水土流失的重点区域，按照本方案所布设的综合措施做好水土保持工作。

3.6.2.3 施工组织设计的分析与评价

工程施工过程中，应合理安排施工时序，并规划好土方堆存位置，防止

重复开挖和多次倒运，减少裸露时间和范围。工程外购的砂石料暂未确定具体砂石料场，施工过程中应要求并监督施工单位选择合法合规的料场购买。

工程施工过程中应坚持基本建设程序，加快建设速度，合理的项目实施进度计划，同时加强设计、施工质量管理，合理安排设计与施工周期，确保了施工单位合理安排施工顺序和进度。接收站应先期进行道路施工，方便其他区域施工机械及人员通行。

管道工程一般地段敷设施工速度快、占地面积小，施工作业及临时堆土均设置在作业带范围内进行，对一般地段敷设不另外设施工场地。本项目管道穿跨越工程均按单设施工场地进行考虑，根据管道施工工艺的不同，本方案对单个施工场地进行了不同的设置。

外输管线施工具有施工期短、施工方式多样（包括管线开挖敷设、定向钻穿越、顶管穿越等）、施工线路长、土方开挖和填筑量较大等特点。工程本着坚持基本建设程序，加快建设速度，制定了合理的项目实施进度计划。同时加强设计、施工质量管理，合理安排设计与施工周期，确保了施工单位合理安排施工顺序和进度。

对沿线穿越的河流工程确定了采用定向钻穿越的方式有利于减少水土流失，对一些鱼塘采用大开挖直埋的方式穿越，并控制在鱼塘干涸期施工便于进行大开挖的有利条件，降低施工难度和费用；站场的厂房和道路等土建工程，在开春先于其他工程开工。一般地段管道敷设应多开标段，缩短各标段的里程数，确保各标段能在两个施工季内完工，并完成标段管道的对接。

一般开挖敷设工程：明确了管道工程在开挖施工过程中，要选择合理位置堆放临时弃方；施工结束，及时回填。

砂石料来源采取就近采购的方式解决。明确了所购买砂石料其水土流失防治责任由卖方承担，并签订相关水土流失防治责任书（或合同）。

通过上述分析，管道的开挖敷设施工，穿跨越工程的施工场地、施工力能、施工方式、工期选择、进度控制、施工中的临时防护等施工组织，符合水土保持要求，但需进行补充设计，尤其对施工场地需补充设计；开挖土石方回填堆放，选择合理的地形，符合水土保持要求，需对拦挡、排水及植物措施等补充设计；站场平整及排水等，符合水土保持要求；施工道路修筑路基，并进行碾压，符合水土保持要求，对绿化等植物措施补充设计。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

主体工程设计中部分工程具有水土保持防护功能,应从水土保持的角度评价主体工程设计中的防护措施,这些措施在保障主体工程安全和改善环境的同时,也具备一定的水土保持功能。在分析主体设计具有水土保持功能工程基础上,针对水土保持薄弱环节,补充设计合理的水土保持措施。

工程措施:

主体设计的水土保持工程措施主要有接收站储罐周边碎石覆盖,以及接收站雨水排水系统。

(1) 接收站储罐周边碎石覆盖

鉴于 LNG 易燃易爆的特性,出于安全及防火等要求,LNG 储罐周边空地及大部分生产工艺区不宜采取植被恢复措施。主体设计在储罐周边等区域铺设碎石,碎石覆盖能有效防治地表在降雨及大风等条件下产生水土流失,起到保护土壤的作用。设计碎石覆盖厚度为 10cm,共计铺设面积 5.30hm²,碎石方量为 5300m³。

(2) 接收站雨水排水系统

液态 LNG 一旦发生泄露的情况下,容易进入雨水排水系统,所以雨水排水不宜采取暗管或者暗沟的形式,否则进入管道或暗沟的 LNG 气化后难以尽快释放,极易产生爆炸等安全事故。根据主体工程可研,接收站设计采取水泥混凝土排水沟进行雨水排放,共计在路边设置 4300m 排水沟,将接收站雨水径流直接排入大海。设计 LNG 接收站雨水排放采取混凝土矩形排水沟,顶部覆盖网格状混凝土预制盖板,排水沟底宽 800mm,深 1400mm(含 200mm 安全超高),混凝土壁厚 200mm,沟底砂砾垫层厚 150mm。

主体可研未针对其他工程区域提出水土保持工程措施相关设计,本方案将予以补充。另外,主体设计中接收站道路及广场等硬化、管线穿越河流池塘等设置的施工导流围堰具有一定的水土保持功能。

在分析主体设计中具有水土保持功能工程的基础上,方案设计补充完善接收站及外输管线各工程区域水土保持工程措施。

接收站施工后期应结合主体工程拟绿化区域施工进度,及时采取绿化覆土等土地整治措施,在此基础上布设植被恢复措施;储存罐施工结束后,四周场地进

行简单平整后尽快布设碎石覆盖；供办公人员使用的停车场采取植草砖铺设；为增强路面雨水下渗，人行道及自行车道等区域应采用透水铺装地面，以达到增加雨水下渗、改善生态微环境的作用；施工结束后，应对工程布设的各项水保措施进行管理维护，及时清理排水沟杂物，保证排水畅通。

管道施工作业带施工前应针对管沟开挖区域进行表土剥离，剥离的表土直接装袋，用于管沟开挖土方挡护；施工结束后表土回覆于管沟开挖区域，及时开展扰动区域土地整治工程，为复耕及植被恢复创造条件。

部分穿越施工场地占用旱地或草地，施工前针对工作坑开挖区域、定向钻场地泥浆池开挖区域等进行表土剥离；另外大开挖穿越河流池塘时，针对河流池塘两侧旱地或草地部分，管沟开挖区域进行表土剥离；施工结束后及时开展表土回覆及土地整治工程，为复耕及植被恢复创造条件。

赣榆末站占地类型为旱地，施工前应结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离，集中堆放在站内一角并采取相应临时防护措施，待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙内周边绿化覆土；施工结束后及时开展表土回覆及土地整治工程，为植被恢复创造条件；供办公人员使用的停车场采取植草砖铺设；为增强路面雨水下渗，人行道及自行车道等区域应采用透水铺装地面，以达到增加雨水下渗、改善生态微环境的作用。

施工便道占地类型为旱地，方案设计进行表土剥离，剥离的表土直接装袋，就近利用于管线施工作业带管沟开挖土方拦挡。施工结束后回覆至便道扰动区，为后续复耕创造条件。

植物措施：

主体可研提出了 LNG 接收站大致的绿化面积，但缺乏具体的规划设计，未明确植物种选择及相应工程量等，本方案后续需补充完善相关绿化设计；接收站陆域形成采取吹填造地，如采取常规绿化养护措施，绿化带极容易发生盐渍化，将对接收站植被养护造成负面影响，本方案考虑实施排盐碱措施。

主体可研未针对工程其他区域提出绿化措施，本方案将补充完善站场阀室、管道施工作业带及穿跨越工程等区域的绿化措施。

临时措施:

主体设计的水土保持临时措施主要是接收站以及管线穿跨越泥浆沉淀池。

(1) 接收站泥浆沉淀池

码头及 LNG 储罐基础施工过程中将产生大量的泥浆,单个 LNG 储罐需布设 380 根直径 1.4m 灌注桩,平均桩长 40 米,单罐所有灌注桩基础施工时间约 4 个月。单根桩出浆量约为 110m³,施工时间一般 3 天,出浆强度为 37m³/d。

主体设计在储罐区空闲区域布设 6 处泥浆沉淀池进行固化处理。沉淀池规格为(顶长×顶宽)15m×10m,开挖深度 2m,开挖边坡 1:0.5,内壁夯实,以利于池身稳定。池口堆土拍实并加盖土工膜,外侧采用填土草袋围护,填土草袋高度 1.0m,顶宽 0.5m,坡比 1:0.5,底宽 1.5m,填土草袋土源为池身开挖土。池身开挖的深层土方部分填筑在沉淀池四周。沉淀池周围需设安全护栏,并立有明显的警示标志,保证施工生产安全。固化沉淀后的钻渣自然晾干后平整回填。施工结束后将泥浆池填平,拆除填土草袋,拆除的土方回填于池体表层,进行整平,恢复原设计内容。泥浆沉淀池需开挖土方 1516m³,填土草袋拦挡防护 150m³,土工膜防渗 400m²。

(2) 管线穿跨越泥浆沉淀池

管线桁架跨越海堤设计采用灌注桩基础,灌注桩基础施工会产生大量泥浆;另外定向钻穿越将产生钻孔排水的泥浆。主体设计针对桁架跨越海堤及定向钻穿越需布设泥浆沉淀池,对泥浆进行沉淀,并重复利用。泥浆沉淀池尺寸为长×宽×深:10m×10m×2m,开挖边坡 1:0.5,内壁夯实,以利于池身稳定。共计布设泥浆沉淀池 8 座,需开挖土方 1300m³。泥浆沉淀池能够有效过滤泥浆,控制水土流失,满足水土保持要求。

针对工程其他区域,主体可研未提出相关水土保持临时防护措施,本方案将补充完善各防治区临时措施。

本方案需补充完善接收站施工过程中临时防护措施,首先结合站内道路进度配套建设道路排水沟及末端沉沙池;随着建构物基础开挖,应根据开挖产生的临时堆土所堆存时间的长度,布设相应的拦挡或苫盖措施,堆土四周布设临时排水沟将径流引至道路排水沟。

站场阀室、管道施工作业带及穿跨越工程区施工过程中将产生部分堆土,应

做好拦挡、苫盖及排水等临时防护措施；针对扰动强度较小的区域采取铺垫保护措施，保护表土资源。

总之，主体工程设计中的各项具有水土保持功能的设施可以发挥一定的预防和控制水土保持的作用，但各建设区域还缺乏较为详细、系统的水土保持防护措施体系，尤其缺乏临时防护措施和植物措施设计，并不能形成一个完整的水土流失防治系统。主体工程下一步工作要根据本方案中提出的各项防护措施，结合工程设计加以落实，提高防治标准，增强防治水土流失的效果，有效改善建设区生态环境，通过企业的投入，有效带动地方生态环境建设。

具有水土保持功能工程综合分析及评价结果详见表 3.2-1。

表 3.2-1 主体已有水土保持措施评价表

分区	主体工程中具有水保功能工程		方案需新增的措施
	主体设计内容	问题及不足	
接收站工程	碎石铺设、雨水排水沟、站内绿化、泥浆沉淀池	站内绿化未进行详细设计，需完善；未考虑绿化覆土、排盐碱措施、土地整治、植草砖铺设、透水砖铺设、临时排水、沉沙池、临时堆土防护等	工程措施：绿化覆土、土地整治、植草砖铺设、透水砖铺设 植物措施：完善设计、排盐碱 临时措施：临时排水、沉沙池、临时堆土防护
管道施工作业带	无水土保持措施	未考虑土地整治、表土利用、植被恢复、表土保护、临时堆土防护	工程措施：表土利用、土地整治（含耕地恢复） 植物措施：扰动区植被恢复 临时措施：表土铺垫保护、临时堆土防护
站场阀室	无水土保持措施	未考虑表土利用、土地整治、植被恢复、植草砖铺设、透水砖铺设及堆土临时防护	工程措施：表土利用、土地整治、植草砖铺设、透水砖铺设 植物措施：站内植被恢复 临时措施：临时堆土防护
管线穿跨越	泥浆沉淀池	未考虑表土利用、土地整治（含耕地恢复）、植被恢复、表土铺垫保护、临时堆土防护、沉沙池	工程措施：表土利用、土地整治（含耕地恢复） 植物措施：扰动区植被恢复 临时措施：铺垫保护、临时堆土防护、沉沙池
管线附属设施	无水土保持措施	未考虑土地整治及植被恢复	工程措施：土地整治 植物措施：扰动区植被恢复
施工便道	无水土保持措施	未考虑表土剥离及土地整治（耕地恢复）	工程措施：表土剥离、土地整治（耕地恢复）

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 纳入方案投资具有水保功能的工程

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）相关规定，主体设计中拟布设的接收站碎石压盖、雨水排水沟，以及接收站及定向钻施工场地泥浆沉淀池等具有水保功能的工程，符合水土保持工程界定原则，其投资作为具有水土保持功能的措施费用纳入本方案投资估算中。主体工程设计中水土保持措施工程量及投资见表 3.3-1。

表 3.3-1 主体工程设计中水土保持措施工程量及投资

序号	工程或费用名称	单位	数量	合计（万元）
一	接收站			363.29
1	混凝土排水沟	m	4300	205.24
2	碎石覆盖	hm ²	5.30	155.26
3	泥浆沉淀池	座	6	2.79
二	管线穿跨越			0.54
1	泥浆沉淀池	座	8	0.54
合计				363.83

3.3.2 具有水保功能但不纳入水土保持投资的工程

主体设计中，建构筑物压盖、穿越河流池塘设置的施工道路围堰、道路广场硬化以及施工便道路面覆盖等工程均具有一定的水土保持功能，但以主体设计功能为主，不界定为水土保持措施，相应工程的投资不纳入水土保持投资。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

根据《全国水土保持区划（试行）》，连云港赣榆区在全国水土保持规划中属于北方土石山区（北方山地丘陵区）（Ⅲ）-泰沂及胶东山地丘陵区（Ⅲ-4）-鲁中南低山丘陵土壤保持区（Ⅲ-4-2t）；根据《江苏省水土保持规划（2015-2030年）》，柘汪镇属于连云港低山丘陵土壤保持农田防护区。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），水土流失量容许值 $200\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区水土流失类型以水力侵蚀为主，从现场调查情况来看，项目区地形较平坦，综合分析判断项目区原土壤侵蚀模数约为 $160\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，侵蚀强度为微度。

表 4.1-1 项目区水土流失现状统计表 单位： $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$

涉及区县		全国水土保持区划			水土流失类型	容许土壤流失量	现状平均土壤侵蚀模数	土壤侵蚀强度
		一级区划	二级区划	三级区划				
连云港市	赣榆区	北方土石山区	泰沂及胶东山地丘陵区	鲁中南低山丘陵土壤保持区	以水力侵蚀为主	200	160	微度

4.2 水土流失影响因素分析

在工程施工建设过程中，人为引发水土流失的主要工程活动有：站场建设中的场地平整、管线敷设中管沟开挖和填埋、穿越工程施工场地、建构筑物基础设施建设等，重塑原地貌，扰动、破坏地表植被，造成地表裸露，在可蚀性降雨的作用下引发和加剧水土流失。但各区域因工程活动性质、规模、时段等的差异，造成水土流失的强度和特点也有所不同。由于本工程属于建设类项目，水土流失主要发生在施工期，因此主要对施工期水土流失影响因素进行分析。

4.2.1 工程建设可能产生的水土流失危害分析

工程建设造成的水土流失如不采取及时、合理的防治措施，将会对主体工程及周边地区生态环境产生严重的危害。

（1）外输管线水土流失危害

由于管道工程建设挖损、占压土地等因素，降低了原有水土保持功能。若不采取水土保持措施，将加剧区域水土流失危害。如：管道穿越农田区及其周边区域，破坏土壤肥力；在与公路、铁路相伴时，如不防护或防护不当会对公路与铁路的安全运营带来危害；穿越河流和池塘时，其开挖扰动地面易增加进入水体的泥沙，加剧洪涝灾害；作业带扰动区域未及时清理平整也将影响农业耕作及植被恢复，同时在大雨或暴雨情况下易迅速产生地表径流，且汇流时间短，冲刷力强，易形成大股径流，对沿线平原产生极强的冲刷。

（2）站场区水土流失危害

站场建设基础开挖等施工活动，减弱了表层土体抗侵蚀能力，增加了地表径流量和冲刷强度；同时，站场施工开挖形成边坡，削弱了原始土体的稳定性，若不进行合理防护会进一步诱发重力侵蚀，影响主体工程设施安全；另外工程建设产生的水土流失会对站场周边产生一定淤积，影响周边环境。

4.2.2 工程建设对水土流失的影响因素分析

根据对工程建设内容、平面布局、生产工艺、施工工序等技术资料的分析，工程水土流失呈现以下特点：

（1）项目区由于管道开挖边坡和管沟开挖的临时土石方的堆放，给项目区水土流失发生奠定了物质基础；项目区降水较多，给水土流失提供了动力，不采取防护措施必会发生严重水土流失。

（2）工程组成复杂，水土流失影响因子、流失形式多样，且流失强度分布不均，既有点状工程（如站场建设），又有线状工程（管道敷设工程等），施工形式多样，有定向钻穿越、大开挖穿越、顶管穿越，施工作业面分布较广、占地类型多样、地表扰动方式和强度各异，造成工程区内水土流失形式多样、分布不均。

（3）水土流失主要集中于施工建设期，当林草措施逐渐发挥效益时，水土流失也随之逐渐缩小，趋于稳定。

工程建设过程中对水土流失的影响分析见表 4.2-1。

表 4.2-1 工程施工水土流失因素分析表

施工项目	主要施工工艺	侵蚀类型	水土流失危害
管道敷设	管道作业带内表土清理后，明挖梯形深槽，管道放置槽内后覆土回填。	水蚀	破坏地面及地表植被，边坡施工水土流失，临时堆土流失
道路、河流穿越工程	采用定向钻、顶管、和大开挖施工。	水蚀	开挖回填扰动占压地面，临时堆土流失
临时堆土区域	根据场地地形，采取回填堆放的方式。	水蚀	水土流失造成河道、沟渠淤积，毁坏农田
站场、阀室建设	基础开挖、场地平整，附属设施建设。	水蚀	扰动地表，破坏植被

4.2.3 扰动地表、损毁植被面积、弃土（石）渣量

（1）扰动地表面积预测

本项目接收站工程及外输管线工程总计占地面积 72.77hm²，其中永久占地面积 29.35hm²，包括接收站工程（填海造地）、外输管线站场阀室及附属设施用地；临时占地主要为管道施工作业带、管道穿跨越及施工便道占地，临时占地面积 43.42hm²。

（2）损毁植被面积预测

本工程建设过程中，损坏植被面积共计 15.87hm²，损坏植被地类有其他林地及其他草地。

（3）弃土、弃渣量预测

工程弃方 566.66 万 m³，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。目前港区 C-5 和 C-8 项目均已经取得海域使用权证，列入江苏省已批准但尚未完成围填海的项目处理情况汇总表，总纳泥区容量为 625.1 万 m³，能够满足本项目土方吹填需要。本项目余方吹填至以上两地块过程中，全部为水下作业，本工程余方全部吹填至 C-5 地块和 C-8 地块后，两地块暂无法形成陆域。地块项目实施时间视地块吹填进展而定，而地块吹填土方来源包括本项目疏浚土方造陆后剩余土方量，故其吹填进展受本项目进展影响。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

水土流失预测的目的是为了确定行之有效的水土保持措施总体布局,预测项目建设及运营带来的水土流失总量及分布,分析可能造成水土流失危害,明确重点防治区。因此,根据项目建设的不同情况,依据以下原则进行水土流失预测单元的划分:

- 1) 同一预测单元的地貌、地表的物质组成相同;
- 2) 同一预测单元扰动地表的形成机理与形态相同;
- 3) 同一预测单元土地利用现状基本一致;
- 4) 同一预测单位主要土壤侵蚀因子基本一致。

根据建设项目的特点及扰动单元的划分原则,按不同的分部分项工程占地,将项目水土流失扰动单元划分为接收站工程、管道施工作业带、站场阀室、管线穿跨越、管线附属设施及施工便道 6 个扰动单元。根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018),上述 6 个扰动单元均确定为典型扰动单元,根据每个典型扰动单元在施工期(含施工准备期)、自然恢复期土壤侵蚀模数的变化,分别预测施工期(含施工准备期)、自然恢复期的土壤侵蚀总量。

表 4.3-1 水土流失扰动单元划分表 单位: hm²

扰动单元	预测时段	扰动类型	侵蚀面积
接收站工程	施工期	地表翻扰型	26.01
		工程堆积体	1.50
	自然恢复期	植被破坏型	1.61
管道施工作业带	施工期	地表翻扰型	5.06
		工程堆积体	9.80
		植被破坏型	21.63
	自然恢复期	植被破坏型	35.84
站场阀室	施工期	地表翻扰型	1.60
		工程堆积体	0.20
	自然恢复期	植被破坏型	0.55
管线穿跨越	施工期	地表翻扰型	1.40
		工程堆积体	0.60
		植被破坏型	4.25
	自然恢复期	植被破坏型	5.68
管线附属设施	施工期	地表翻扰型	0.04
	自然恢复期	植被破坏型	0.04
施工便道	施工期	地表翻扰型	0.68
	自然恢复期	植被破坏型	0.68

4.3.2 预测时段

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，建设类项目的水土流失量按照施工期（含施工准备期）、自然恢复期进行预测。各预测单位施工期和自然恢复期应根据施工进度分别确定：施工期为实际扰动地表时间；自然恢复期为施工扰动结束后，不采取水土保持措施的情况下，土壤侵蚀强度自然恢复到扰动前土壤侵蚀强度所需要的时间，应根据当地自然条件确定，一般情况下湿润区取 2 年，半湿润区取 3 年，干旱半干旱区取 5 年。本项目所处区域为半湿润区，所以自然恢复期取 3 年。

施工期预测时间应按连续 12 个月为一年计；不足 12 个月，但达到一个雨季长度的，按一年计；不足一个雨季长度的，按占雨季长度的比例计算。

项目区 6-9 月为雨季，雨季长度 4 个月。根据工程建设进度安排及工程区自

然生态条件，本工程水土流失预测时间段详见表 4.3-2。

表 4.3-2 水土流失预测时段一览表 单位：a

预测单元	建设时段 (含施工准备期)	建设期	自然恢复期
接收站工程	2024.01-2026.12 (不包含陆域吹填工期)	3	3.0
管道施工作业带	2026.07-2026.09 (分段施工)	2.75	3.0
站场阀室	2025.01-2025.12	1	3.0
管线穿跨越	2024.07-2026.09 (分段施工)	1	3.0
管线附属设施	2024.07-2026.09 (分段施工)	0.1	3.0
施工便道	2024.07-2026.09 (分段施工)	1	3.0

4.3.3 土壤侵蚀模数

1) 原地貌土壤侵蚀模数

土壤流失量与土壤、植被、地貌形态、地表物质组成等下垫面因子有着密切的关系。结合根据土壤侵蚀遥感调查、《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)进行综合分析、实地查勘、照片比照分析，确定原地貌的土壤侵蚀强度为微度，土壤侵蚀模数约为 $160\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

2) 扰动后土壤侵蚀模数

(1) 土壤侵蚀类型划分

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)，结合工程实际情况，针对不同扰动单元、不同预测时段分别划分成三级土壤流失类型，用于水土流失量计算。本项目所有预测单元一级分类均属于水力作用下的土壤流失，二级分类为一般扰动地表和工程堆积体，三级分类包括植被破坏型一般扰动地表、地表翻扰型一般扰动地表及上方无来水工程堆积体。

表 4.3-3 土壤流失单元类型划分表

扰动单元	预测时段	一级分类	二级分类	三级分类
接收站工程	施工期	水力作用下的土壤流失	一般扰动地表	地表翻扰型
	自然恢复期		工程堆积体	上方无来水
管道施工作业带	施工期		一般扰动地表	植被破坏型
			工程堆积体	上方无来水
	自然恢复期		一般扰动地表	植被破坏型
			工程堆积体	上方无来水
站场阀室	施工期		一般扰动地表	地表翻扰型
	自然恢复期		工程堆积体	上方无来水
管线穿跨越	施工期		一般扰动地表	植被破坏型
			工程堆积体	上方无来水
	自然恢复期		一般扰动地表	植被破坏型
			工程堆积体	上方无来水
管线附属设施	施工期		一般扰动地表	地表翻扰型
	自然恢复期		一般扰动地表	植被破坏型
施工便道	施工期		一般扰动地表	地表翻扰型
	自然恢复期		一般扰动地表	植被破坏型

(2) 侵蚀模数取值计算

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL773-2018)，结合预测单元、预测时段划分，通过公式计算预测期土壤侵蚀模数。

1) 植被破坏型一般扰动地表

该类型的土壤流失量公式见 4-1 至 4-4，扰动前以及自然恢复期土壤流失量也参照下列公式：

$$M_{yz} = RKL_y S_y \text{BETA} \dots\dots\dots (4-1)$$

式中：

R——降雨侵蚀力因子，MJ.mm/(hm².h)；

K——土壤可蚀性因子，t.hm².h/(hm².MJ.mm)；

L_y——坡长因子，无量纲；

S_y——坡度因子，无量纲；

B——植被覆盖因子，无量纲；

E——工程措施因子，无量纲；

T——耕作措施因子，无量纲；

A——计算单元的水平投影面积， hm^2 。

$$L_y = (\lambda/20)^m \dots\dots\dots (4-2)$$

$$\lambda = \lambda_x \cos\theta \dots\dots\dots (4-3)$$

式中：

λ ——计算单元水平投影坡长度， m ，对一般扰动地表，水平投影坡长 $\leq 100\text{m}$ 时按实际值计算，水平投影坡长 $> 100\text{m}$ 按 100m 计算；

θ ——计算单元坡度（弧度），取值范围为 $0^\circ-90^\circ$ ；

m ——坡长指数，其中 $\theta \leq 1^\circ$ 时， m 取 0.2 ； $1^\circ < \theta \leq 3^\circ$ 时， m 取 0.3 ； $3^\circ < \theta \leq 5^\circ$ 时， m 取 0.4 ； $\theta > 5^\circ$ 时， m 取 0.5 。

$$S_y = -1.5 + 17/[1 + e^{(2.3-6.1 \sin\theta)}] \dots\dots\dots (4-4)$$

式中：

e ——自然对数的底；

$\theta \leq 35^\circ$ 时按实际值计算，超过 35° 时按 35° 计算。坡度为 0° 时， S_y 取 0 。

2) 地表翻扰型一般扰动地表

该类型的土壤流失量公式见 4-5 至 4-6：

$$M_{yd} = RK_{yd}L_yS_yBETA \dots\dots\dots (4-5)$$

式中：

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量， t ；

K_{yd} ——地表翻扰后土壤可蚀性因子， $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ ；

$$K_{yd} = NK \dots\dots\dots (4-6)$$

式中：

N ——地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数，无量纲。

3) 上方无来水工程堆积体

各工程区的临时堆土可按照工程堆积体上方无来水土壤流失量公式计算：

$$M_{dw} = 100 \cdot X \cdot R \cdot G_{dw} \cdot L_{dw} \cdot S_{dw}$$

式中：

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体测算单元土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ；

X——工程堆积体形态因子，无量纲；

R——降雨侵蚀力因子， $\text{MJ}\cdot\text{mm}/(\text{hm}^2\cdot\text{h})$

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子， $\text{t}\cdot\text{hm}^2\cdot\text{h}/(\text{hm}^2\cdot\text{MJ}\cdot\text{mm})$ ；

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子，无量纲；

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子，无量纲。

按上述公式，计算本项目各扰动单元土壤侵蚀模数。

自然恢复初期，项目区主体工程和水土保持措施布置的防护措施都已发挥一定的保水保土功能，而植物措施发挥保水保土作用则具有后效性。因为植物栽植初期根系不发达，扎根较浅，还不具备较强的固土能力，地面也未形成较强的覆盖来抵御降雨、径流等外营力侵蚀作用，故在自然恢复期仍存在一定程度的水土流失。综合考虑，根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018），本工程自然恢复期第一年植被覆盖因子 B 按 0.45 取值，自然恢复期第二年植被覆盖因子 B 按林地 0.07，草地 0.17 取值。

各计算单元土壤流失因子取值见表 4.3-4。

表 4.3-4 计算单元土壤流失因子取值表

土壤流失因子	因子取值
降雨侵蚀力因子 R（全年）	8684.9
土壤可蚀性因子 K	0.0037
坡度因子 S_y	平原区 S_y 取 2°
植被覆盖因子 B	林地 B 取 0.04，空闲地 B 取 0.2，其他占地 B 取 1
工程措施因子 E	E 均取 1
耕作措施因子 T	农地 $T=T_1 \times T_2=0.499 \times 0.33=0.1647$ ，非农地 T 取 1
工程堆积体形态因子 X	X 均取 1
上方无来水工程堆积体土石质因子	G_{dw} 均取 0.0234
上方无来水工程堆积体坡长因子 L_{dw}	L_{dw} 均取 0.7483
上方无来水工程堆积体坡度因子 S_{dw}	S_{dw} 均取 1.7953

表 4.3-5 土壤侵蚀模数表 单位: t/(km²·a)

预测单元		背景值	建设期	自然恢复期		
				第 1 年	第 2 年	第 3 年
接收站工程	地表翻扰型		2210			
	工程堆积体		7130			
	植被破坏型	海域		810	430	210
管道施工作业带	地表翻扰型		1820			
	工程堆积体		7055			
	植被破坏型	160	1065	750	345	190
站场阀室	地表翻扰型		2210			
	工程堆积体		7130			
	植被破坏型	160		810	430	210
管线穿跨越	地表翻扰型		1820			
	工程堆积体		7055			
	植被破坏型	160	1065	750	345	190
管线附属设施	地表翻扰型		1280			
	植被破坏型	160		644	340	180
施工便道	地表翻扰型		980			
	植被破坏型	160		750	345	190

4.3.4 预测结果

1) 预测方法

土壤流失量预测按下式计算。当预测单元土壤侵蚀强度恢复到原地貌土壤侵蚀模数以下时，不再计算。

$$W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^3 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：W——土壤流失量，t；

ΔW ——新增土壤流失量，t；

F_{ji} ——某时段某单元的预测面积，km²；

M_{ji} ——某时段某单元的土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$;

ΔM_{ji} ——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数, $t/(km^2 \cdot a)$, 只计正值, 负值按 0 计;

T_{ji} ——某时段某单元的预测时间, a;

i ——预测单元, $i=1、2、3、\dots、n$;

j ——预测时段, $j=1、2、3$, 指施工准备期、施工期和自然恢复期。

2) 预测成果

按照上述土壤侵蚀模数背景值和扰动后土壤侵蚀模数值, 结合预测单元面积、预测时段, 可计算出预测流失量和新增土壤流失量。预测结果按照建设期开挖、堆料、回填、临时堆土、地面没有防护措施且又在雨季最不利情况下进行土壤流失量估算。根据土壤侵蚀量的预测模式, 计算本项目施工期(含施工准备期)、自然恢复期不同区域的土壤流失量。本项目施工期及自然恢复期可能产生的土壤流失总量为 5577t, 其中背景土壤流失量 380t, 新增土壤流失量为 5197t。工程施工期是水土流失最为严重的时期, 期间可能造成土壤流失总量为 5003t (占土壤流失总量的 90%), 新增土壤流失量为 4828t (占新增土壤流失总量的 93%)。施工期水土流失预测情况见表 4.3-6, 自然恢复期水土流失预测情况见表 4.3-7。

表 4.3-6 施工期水土流失预测结果汇总表 单位: t/(km²·a)

预测单元	扰动类型	预测面积 (hm ²)	预测时 段 (a)	原地貌 侵蚀模数	建设期 侵蚀模数	原地貌侵 蚀量 (t)	扰动地貌侵 蚀量 (t)	新增侵蚀 量 (t)
接收站工程	地表翻扰型	26.01	3		2210	0	1724	1724
	工程堆积体	1.50	3		7130	0	321	321
管道施工作业带	地表翻扰型	5.06	2.75	160	1820	22	253	231
	工程堆积体	9.80	2.75	160	7055	43	1901	1858
	植被破坏型	21.63	2.75	160	1065	95	633	538
站场阀室	地表翻扰型	1.60	1	160	2210	3	35	33
	工程堆积体	0.20	1	160	7130	0.3	14	14
管线穿跨越	地表翻扰型	1.40	1	160	1820	2	25	23
	工程堆积体	0.60	1	160	7055	1	42	41
	植被破坏型	4.25	1	160	1065	7	45	38
管线附属设施	地表翻扰型	0.04	0.1	160	1280	0.01	0.05	0.04
施工便道	地表翻扰型	0.68	1	160	980	1	7	6
合计		72.77				175	5003	4828

表 4.3-7 自然恢复期水土流失预测结果汇总表 单位: t/(km²·a)

预测单元	扰动类型	面积 (hm ²)	原地貌侵 蚀模数	自然恢复期侵蚀模数			原地貌 侵蚀量	扰动后土 壤流失量	新增侵 蚀量
				第一年	第二年	第三年	(t)	(t)	(t)
接收站工程	植被破坏型	1.61		810	430	210	0	23	23
管道施工作业带	植被破坏型	35.84	160	750	345	190	172	461	289
站场阀室	植被破坏型	0.55	160	810	430	210	3	8	5
管线穿跨越	植被破坏型	5.68	160	750	345	190	27	73	46
管线附属设施	植被破坏型	0.04	160	644	340	180	0.2	0.5	0.3
施工便道	植被破坏型	0.68	160	750	345	190	3	9	5
合计		44.40					205	574	369

4.4 水土流失危害分析

在本项目工程建设过程中，由于地表扰动使项目区内的水土流失加剧，在不采取任何防护措施的条件下，新增水土流失量将对工程所在区域的水土资源、生态环境带来不利影响，影响工程运行安全，其水土流失危害主要表现为：

（1）对当地生态环境的影响

水土流失本身是一项衡量区域生态环境状况的重要指标，水土流失的加剧，意味着生态环境质量降低。流失的土壤会对项目附近的沟渠产生一定的淤积，影响沟渠正常运行。同时因项目建设扰动地表、破坏植被，土壤结构受到破坏，土壤保水、保土能力下降，大面积土壤松懈、裸露，土体稳定性能减弱，将会导致晴天时尘土飞扬，雨天时泥水横流，严重影响周边生态环境质量。

（2）对社会环境的影响

工程建设总体来说对带动周边及地区生产发展建设具有重要意义，但若建设过程中产生的水土流失得不到有效治理，将导致大量水土流失，影响周边企业及居民正常生产和生活。

（3）对工业生产的影响

输气管道工程对生产安全有极高的要求，本工程建设中会有大量的土石方开挖，如果不加以防护，将会对输气管道的后期运行构成潜在威胁；运行中的水土保持设施如若质量不过关，甚至有可能使回填土被冲走，管道露出地表，严重威胁当地人民生命财产安全。

4.5 指导性意见

4.5.1 预测结果分析

通过对本项目建设中水土流失类型、分布及土壤流失量进行综合分析和预测，得出主要预测结论如下：

（1）本项目接收站工程及外输管线工程总计占地面积 72.77hm²，其中永久占地面积 29.35hm²，包括接收站工程（填海造地）；工程建设损毁植被面积 15.87hm²；工程弃方 566.66 万 m³，为疏浚海泥及海底管道回填余方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基

础工程（C-8 地块），不需要再设置弃土场。

（2）经预测，本项目施工期及自然恢复期可能产生的土壤流失总量为 5577t，其中背景土壤流失量 380t，新增土壤流失量为 5197t。工程施工期是水土流失最为严重的时期，期间可能造成土壤流失总量为 5003t（占土壤流失总量的 90%），新增土壤流失量为 4828t（占新增土壤流失总量的 93%）。

（3）根据工程地理位置，确定项目区水土流失类型主要为水力侵蚀。结合水土流失预测结果，水土流失重点时段为施工期，水土流失的重点区域为接收站工程及管道施工作业带，相应地监测重点时段为施工期，重点监测部位为接收站工程及管道施工作业带。

（4）根据水土流失预测结果，工程建设过程中水土流失量较大，需加强对项目区排水系统和临时防护措施布设，确保泥沙不流出项目区外；临时防治措施布设要和主体工程进度相适应。

不同预测时段主要流失量预测汇总见表 4.5-1 及图 4.5-1。

表 4.5-1 施工期及自然恢复期水土流失预测汇总表 单位：t

预测单元	施工期		自然恢复期		土壤流失总量		各预测单元 新增量百分比
	总量	新增量	总量	新增量	总量	新增量	
接收站工程	2045	2045	23	23	2069	2069	39.81%
管道施工作业带	2788	2628	461	289	3249	2916	56.11%
站场阀室	50	47	8	5	58	52	1.00%
管线穿跨越	113	103	73	46	186	149	2.86%
管线附属设施	0.05	0.04	0.5	0.3	0.5	0.3	0.01%
施工便道	7	6	9	5	15	11	0.21%
合计	5003	4828	574	369	5577	5197	100%
百分比	90%	93%	10%	7%	100%	100%	

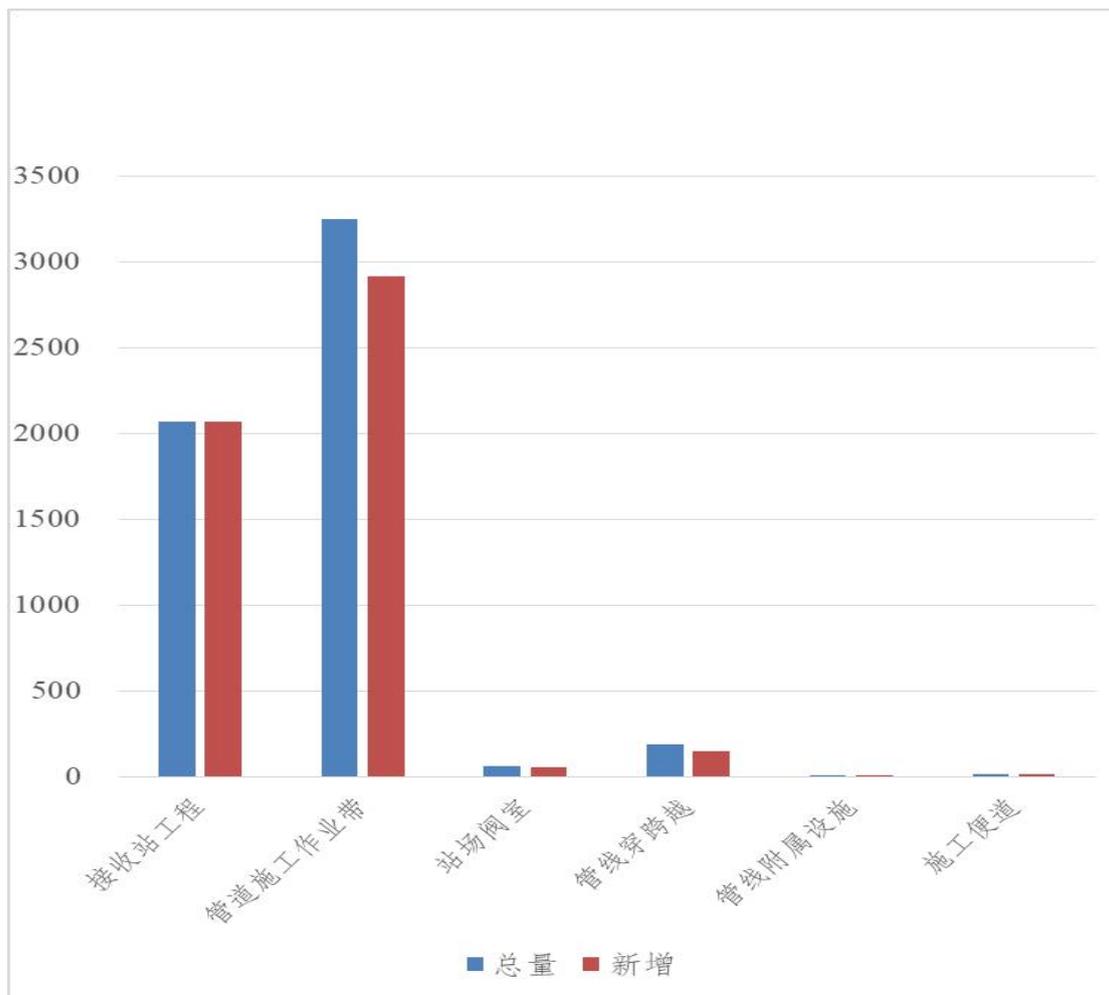


图 4.5-1 土壤流失分布图 单位: t

4.5.2 指导性意见

根据水土流失预测结果,水土流失量和新增水土流失量主要集中在接收站工程及管道施工作业带施工期,为防止水力侵蚀带来的水土流失,后续施工过程中应加强对文明施工的落实和管理工作,严格规范施工,严格落实新增水土保持措施,将水土保持落到实处。

(1) 重点流失时段和流失区域指导意见

本项目施工期是重点治理时段。项目区新增水土流失量主要集中在接收站工程及管道施工作业带,是本项目的重点治理区域。

(2) 防治措施布设的指导意见

本项目水土流失防治应建立在施工期整个扰动面上,除主体工程设计的部分具有水土保持功能的防护措施外,方案还应建立工程、植物、临时相结合的防护

体系。

(3) 施工进度安排指导意见

对于部分雨水系统应提前实施，及早发挥其水土保持功能，疏导雨水，降低侵蚀外营力。此外，对于建构筑物基础开挖方临时堆放前，应采取临时防护措施，防止雨水冲刷。

(4) 水土保持监测指导意见

对施工期间水土流失动态进行监测预报，了解项目建设对水土流失发展和变化规律以及对生态环境的影响，掌握该项目在施工期造成水土流失的主要因素，以及对周围环境的影响范围，以便有针对性地采取措施或调整措施，达到有效控制水土流失的目的。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 分区的原则

本方案设计水土流失防治分区遵循以下原则：

- ①各区之间应具有显著差异性；
- ②同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；
- ③根据项目的繁简程度和项目区自然情况，防治区可划分为一级或多级；
- ④一级区应具有控制性、整体性、全局性，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点逐级分区；
- ⑤各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 水土流失防治分区结果

根据确定的分区原则，结合项目组成及各区域扰动情况，项目水土流失防治分区划分为接收站工程防治区、管道施工作业带防治区、站场阀室防治区、管线穿跨越防治区、管线附属设施防治区及施工便道防治区。

表 5.1-1 水土流失防治区划分表

防治分区	主要扰动方式及水土流失特征	面积 (hm ²)
接收站工程	地面裸露，容易产生水力侵蚀、扬尘等；建筑物基础挖填量较大；施工材料堆放，施工机械碾压破坏土体结构，易形成坡面漫流；堆土堆料多，场地内施工分散，施工强度大。	27.51
管道施工作业带	管沟开挖及临时堆土区占压农耕地和植被，临时堆土易产生水土流失。堆土堆料多，场地内施工分散，施工强度大，占地面积大，易发生水土流失	36.49
站场阀室	场地开挖及临时堆土裸露面积较大，地内施工集中，易发生水土流失汛期降雨造成表土流失	1.80
管线穿跨越	开挖回填扰动占压地面，临时堆土流失。堆土堆料多，场地内施工集中，易发生水土流	6.25
管线附属设施	挖填扰动地表，易发生水土流	0.04
施工便道	施工机械碾压扰动损毁原地面，易发生水土流	0.68
防治面积合计		72.77

5.2 措施总体布局

5.2.1 总体防治思路

遵照《中华人民共和国水土保持法》及相关法律、法规、规定的要求，本着“预防为主、保护优先、因地制宜、因害设防、水土保持与生产建设相结合”的原则，在调查、分析、研究的基础上，确定工程建设阶段，各分区不同时段内需采取的水土保持措施，核定工程量，安排实施进度和投资，落实方案实施的保证措施。具体遵循以下原则：

(1) 突出重点防治工程措施布设原则。项目区施工期水土流失，重点控制降水产生的地面径流，归槽排泄，拦挡泥沙，确保施工场地安全，确保泥沙不出项目区。按此要求，需合理重点布设施工区临时排水系统、沉砂池等排、拦、挡工程，使泥沙拦挡在各级沉砂池内，清水排至区外。

(2) 突出环境保护临时防治措施布设原则。项目区施工期挖、填土方量较大，运渣（土）车出入场外较多，需特别重视喷水、苫盖、遮挡、冲洗等临时防护措施，减少挖填土施工、运渣车带来的风蚀扬尘和渣土滴漏带来对周边环境的影响。

(3) 突出人居环境景观绿化和地表植被防护措施相结合布设原则。应提高宜居环境绿化层次，重视地表植被（如灌、草）防护，尽量减少地面硬化措施，增加雨水入渗，涵养水土。

5.2.2 防治措施总体布局

(1) 接收站工程防治区

施工过程中，首先结合站内道路进度配套建设道路排水沟及末端沉砂池；随着建构物基础开挖，应根据开挖产生的临时堆土所堆存时间的长度，布设相应的苫盖措施，堆土四周布设临时排水沟将径流引至道路排水沟；储罐钻孔灌注桩基础及栈桥根部的钢筋混凝土钻孔灌注桩施工过程中将产生大量泥浆，需布设泥浆沉淀池；施工后期应结合主体工程拟绿化区域施工进度，及时采取表土回覆等土地整治措施，在此基础上布设植被恢复措施，并配套实施降盐碱措施；储存罐施工结束后，四周场地进行简单平整后尽快布设碎石覆盖；供办公人员使用的停

车场采取植草砖铺设；建构物基础施工采用桩基础加承台方式，桩顶标高高于最高地下水位，可避免基础施工受地下水位影响。

施工结束后，应对工程布设的各项水保措施进行管理维护，及时清理排水沟杂物，保证排水畅通；针对植物措施存活率不高区域应进行及时的补植补栽，若遇干旱天气及时浇水。

（2）管道施工作业带防治区

管道施工作业带施工前应针对管沟开挖区域进行表土剥离，剥离的表土直接装袋，用于管沟开挖土方挡护；施工过程中将产生部分堆土，应做好拦挡、苫盖及排水等临时防护措施，针对扰动强度较小的区域采取铺垫保护措施，保护表土资源；施工结束后表土回覆于管沟开挖区域，及时开展扰动区域土地整治工作，为复耕及植被恢复创造条件。

（3）站场闸室防治区

赣榆末站占地类型为旱地，施工前应结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离，集中堆放在站内一角并采取相应临时防护措施，待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙内周边绿化覆土；施工过程中将产生部分堆土，应做好拦挡、苫盖及排水等临时防护措施；施工结束后及时开展表土回覆及土地整治工程，为植被恢复创造条件；供办公人员使用的停车场采取植草砖铺设；为增强路面雨水下渗，人行道及自行车道等区域应采用透水铺装地面，以达到增加雨水下渗、改善生态微环境的作用。

（4）管线穿跨越防治区

部分穿越施工场地占用旱地或草地，施工前针对工作坑开挖区域、定向钻场地泥浆池开挖区域等进行表土剥离；另外大开挖穿越河流池塘时，针对河流池塘两侧旱地或草地部分，管沟开挖区域进行表土剥离；施工过程中将产生部分堆土，应做好拦挡、苫盖及排水等临时防护措施；施工结束后及时开展表土回覆及土地整治工程，为复耕及植被恢复创造条件。

（5）管线附属设施防治区

管线附属设施同施工作业带同时施工，施工结束后及时开展土地整治，在此基础上尽快恢复植被。

（6）施工便道防治区

施工便道临时用地类型为旱地，施工前进行表土剥离，剥离的表土直接装袋，

用于附近管沟开挖土方挡护；施工结束后及时开展土地整治工程。

水土流失防治措施体系图见图 5.2-1。

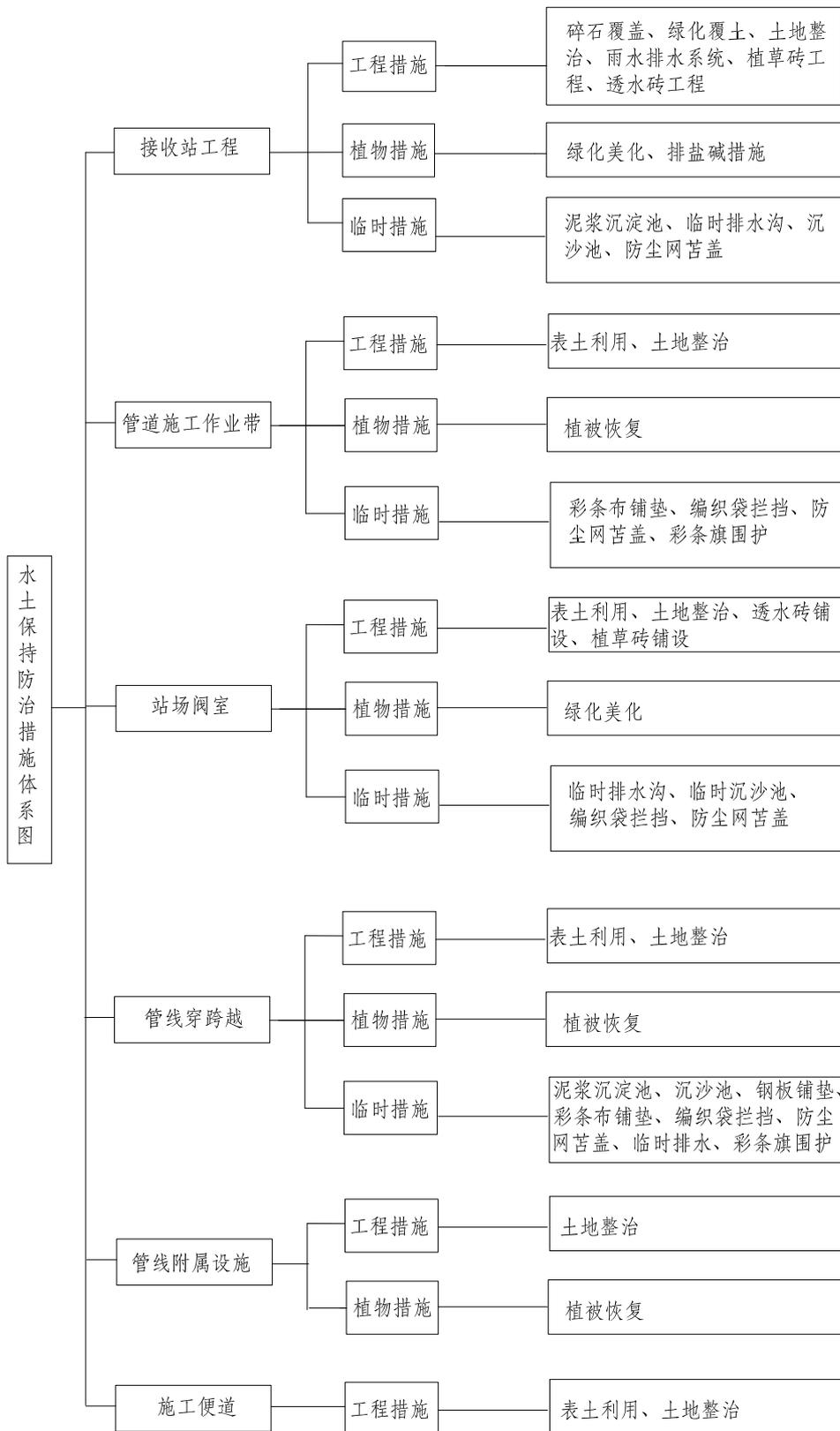


图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

5.3 分区措施布设

5.3.1 分区防治措施

5.3.1.1 接收站工程防治区

1) 工程措施

①碎石覆盖

鉴于 LNG 易燃易爆的特性，出于安全及防火等要求，LNG 储罐周边空地及大部分生产工艺区不宜采取植被恢复措施。主体设计在储罐周边等区域铺设碎石，碎石覆盖能有效防治地表在降雨及大风等条件下产生水土流失，起到保护土壤的作用。设计碎石覆盖厚度为 10cm，共计铺设面积 5.30hm²，碎石方量为 5300m³。

②表土回覆

设计接收站后续绿化覆土采取外购的方式解决，施工结束后购买的表土回填至绿化区域。铺草皮及种草区域覆土厚度 30cm；植乔灌木采取挖穴客土方式，厚度在 100-150cm 之间，接收站共计回填表土 0.70 万 m³，使用自卸汽车运输，由土方出售方负责将表土运至项目区内。

③土地整治

接收站设计绿化区域在主体工程施工结束后，应及时采取土地整治措施。土地整治工程是进行绿化工程的前期准备工程，整地深度均取 50cm，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，接收站征地红线范围内设计整治面积 1.61hm²。

④雨水排水系统

液态 LNG 一旦发生泄露的情况下，容易进入雨水排水系统，所以雨水排水不宜采取暗管或者暗沟的形式，否则进入管道或暗沟的 LNG 气化后难以尽快释放，极易产生爆炸等安全事故。根据主体工程可研，接收站设计采取水泥混凝土排水沟进行雨水排放，共计在路边设置 4300m 排水沟，将接收站雨水径流直接排入大海。

设计 LNG 接收站雨水排放采取混凝土矩形排水沟，顶部覆盖网格状混凝土

预制盖板。排水沟底宽 800mm，深 1400mm（含 200mm 安全超高），混凝土壁厚 200mm，沟底砂砾垫层厚 150mm。

⑤植草砖工程

设计在接收站地面停车位铺设植草砖，植草砖是目前国内较为成熟的一种园林地面铺筑技术，其指导思想是改变过去路面全部硬化的做法，使地面与地下保持能量交换，包括水、气等。铺筑材料往往自身带有孔隙或在铺筑时砖块间人为预留空隙，而在铺设完成后及时填土、培育草皮加以防护。这种技术在不改变承载力要求的前提下，增加了绿化和美化效果。从水土保持角度来看，该项技术不仅具有保土功能，还增强了铺设面的渗透能力，在一定程度上保留了土体的蓄水功能，值得提倡。

植草砖铺设设有4层结构，第一层为植草砖，厚度选择120mm，抗压强度选择MU30；第二层为找平层，铺设5cm中砂（粒径0.3~5mm），该层也是透水层，便于植草砖保水；第三层为支撑层，铺设30cm厚的碎石作为支撑层，并找平碾压密实；第四层为原土层，清理土方，并达到设计标高，找平碾压密实，压实系数达到95%以上。

植草砖铺设完成后，用营养土填充砖孔，并植草浇水养护。本方案设计植草砖开孔度达45%，采取穴播植草后，可有效提高雨水下渗率，绿地下渗率达85%，对比混凝土形式停车位有较大的提升。接收站共铺设植草砖面积600m²。

⑥透水砖工程

为增强雨水下渗，人行道及非机动车道采用透水铺装地面，以达到增加雨水下渗、改善生态微环境的作用。根据《透水砖路面技术规范》(CJJ/T188-2012)，小区内铺设透水砖可按照以下方式进行：

面层：面层为水泥与级配砂石构成预制透水砖。一般规格为600mm×300mm×80mm，由直径10mm无砂的砾石混凝土构成，其空隙率可达25%。

整平层：主要用厚度3cm的石灰砂浆放在透水透气砖下面起稳定作用。

基层：基层厚10cm，由透水性及蓄水性能较好又具有一定强度和稳定性的级配碎石构成。

垫层：垫层又称过滤层，厚约10cm，由粗砂或中砂构成。该层既可在雨水

由地表向地下透渗过程中起过滤作用，又可防止软土路基污染基础层。垫层直接与土路床相连。

透水地砖铺设面积 500m²，拟采用透水砖主要由 42.5R 普通硅酸盐水泥硅砂、XQB 混凝土增强剂烧制而成，渗透系数在 0.789~2.14mm/s，降雨降落地面随即入渗地下。

2) 植物措施

主体目前尚未进行园林绿化设计，仅给出永久占地范围内的绿化面积，没有林草种的选择、植草技术指标和技术设计，需进行补充设计，本方案综合考虑项目的特性，从水土保持角度提出推荐方案。

为美化区内环境，提供一个舒适的工作环境，接收站拟采取园林式绿化。站内地势平坦，在不影响项目主体功能的前提下，在办公生活区、围墙内四周等区域，采取乔、灌、草结合方式进行园林式绿化，只要植物种类选取适当，可以起到林冠截流、根系保水固土的作用。接收站征地红线范围内共计绿化面积 1.61hm²。

考虑安全防火及运营要求，储罐周边及生产工艺区不宜布设林草措施；围墙内周边以铺设草皮为主，办公生活区点缀栽植乔灌木。

办公生活区按吸尘、美观的要求可种植部分绿篱，结合乔灌栽植和草皮铺设，形成具有特色的景致，选择观赏性树种。如乔木采用紫薇、女贞、红叶李等；灌木采用紫叶小檗、大叶黄杨、红叶石楠、海桐、月季；草种可用狗牙根、马尼拉。

①停车位绿化

办公生活区停车场用于办公车辆停放，主体设计全部为小车位。“生态停车场”是指在露天停车场应用透气、透水性铺装材料铺设地面，并间隔栽植一定量的灌木等绿化植物，形成绿荫覆盖，将停车空间与园林绿化空间有机结合。生态停车位设计要做到：上有灌木，下能透水，绿树环抱，交通通畅。方案根据主体停车位位置，补充设计生态停车位。项目方案设计生态停车位为灌草结合的方式。

地表植草砖穴播狗牙根：停车场采用植草砖，开孔率为 45%，停车场面积 600m²，则植草孔面积约 270m²，孔内穴播种草，草种密度为 60kg/hm²，共撒播草籽 1.62kg；停车位四周栽植小灌木紫叶小檗，需要栽植紫叶小檗 100 株。

②办公区绿化

办公生活区绿化以乔灌草相结合，乔灌木零星点缀栽植，共计办公生活区绿

化面积约 1.07hm²。共栽植乔木紫薇 50 株、女贞 50 株，选用胸径 10cm 以上；栽植小乔木灌木，紫叶小檗 150 株、海桐 150 株；栽植绿篱紫叶小檗 200 延米，绿篱宽度 1.0m；铺设草皮面积约 1.02hm²。

③围墙周边

围墙周边与储罐距离较远区域设计绿化，因位于工艺生产区附近，主体设计单位不建议栽植乔灌木，方案设计以上区域直接铺设马尼拉草皮，共计铺设面积 0.48hm²。

④排盐碱措施

接收站陆域形成采取吹填造地，如采取常规绿化养护措施，绿化带极容易发生盐渍化，将对接收站植被养护造成负面影响，本方案考虑实施排盐碱措施。排盐碱地块采用钻孔 DN100 波纹管包裹土工布排除含盐地下水，中砂包裹，上面依次铺设 10cm 炉灰渣层、5cm 碾压稻草、100cm 回填土、50cm 种植土和 5cm 土杂肥，汇集的含盐水就近排入雨水检查井。绿化区域排盐碱总面积 1.61hm²。

3) 临时措施

①泥浆沉淀池

码头及 LNG 储罐基础施工过程中将产生大量的泥浆，单个 LNG 储罐需布设 380 根直径 1.4m 灌注桩，平均桩长 40 米，单罐所有灌注桩基础施工时间约 4 个月。单根桩出浆量约为 110m³，施工时间一般 3 天，出浆强度为 37m³/d。

主体设计在储罐区空闲区域布设 6 处泥浆沉淀池进行固化处理。沉淀池规格为（顶长×顶宽）15m×10m，开挖深度 2m，开挖边坡 1:0.5，内壁夯实，以利于池身稳定。池口堆土拍实并加盖土工膜，外侧采用填土草袋围护，填土草袋高度 1.0m，顶宽 0.5m，坡比 1:0.5，底宽 1.5m，填土草袋土源为池身开挖土。池身开挖的深层土方部分填筑在沉淀池四周。沉淀池周围需设安全护栏，并立有明显的警示标志，保证施工生产安全。固化沉淀后的钻渣自然晾干后平整回填。施工结束后将泥浆池填平，拆除填土草袋，拆除的土方回填于池体表层，进行整平，恢复原设计内容。泥浆沉淀池需开挖土方 1516m³，填土草袋拦挡防护 150m³，土工膜防渗 400m²。

②临时排水沟

本着“永临结合”的原则，根据接收站排水设施布设及临时堆土情况，施工期

在规划道路及临时堆土区域建设临时排水沟。在主体工程建设过程中，工序上做到规划道路及临时排水沟的先行施工，并进行定期清淤，将施工过程中雨水径流对施工面的冲刷降低到最小程度。

临时排水设计采用梯形断面，底宽 0.4m、深 0.6m、坡比 1:0.5，采用土质结构，水泥砂浆抹面，坡降 5‰。根据量算，接收站共计布设临时排水沟 6200m，排水沟采用 2cm 厚水泥砂浆抹面防止冲刷。排水沟土方开挖 2600m³，砂浆抹面 10800m²。

③沉沙池

工程施工期间，为防止临时排水沟中的泥沙排入海中，计划在排水沟末端布设临时沉沙池，共计布设 25 处。根据本工程特点，拟定沉沙池断面 2.5m×2m×1.5m（长×宽×深），池内设置 1 道挡水埂以增加泥沙沉淀率，挡水埂流水口断面规格为 0.8m×0.7m。均用浆砌砖护砌，壁厚 240mm，底厚 130mm，挡水埂厚 120mm，20mm 水泥砂浆抹面防护。单座沉沙池开挖土方 12.05m³，砌砖 4.47m³，抹面 18.94m²。在使用过程中定期清淤，以防淤塞，自然恢复期进行回填绿化。

④防尘网苫盖

接收站建构筑物基础回填土方就近堆放在基坑四周，管沟回填土方就近堆放在管沟两侧，待基础及管沟施工完成后及时回填。建构筑物基础及管沟开挖产生的临时堆土，以及施工过程中涉及的各种物料堆放，由于表面物质松散，极易产生水土流失。施工过程中需对临时堆土及堆料表面进行简单拍实，在此基础上苫盖防尘网以防止降雨及大风引起的水土流失，预计共需布设防尘网苫盖 15000m²。

5.3.1.2 管道施工作业带防治区

1) 工程措施

①表土利用

管道施工作业带占用旱地、林地及草地部分，施工前针对管沟开挖区域进行表土剥离，共计剥离面积 5.06hm²，剥离厚度 30cm，共计剥离表土 1.52 万 m³。剥离的表土直接装袋，用于管沟开挖土方挡护。施工结束后回覆于管沟开挖区域，为复耕及植被恢复创造条件。

②土地整治

管道施工作业带在主体工程施工结束后，除占用仓储用地区域恢复硬化外，其他区域（含石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内用地）均应及时采取土地整治措施，为复耕及植被恢复创造有利条件。整地深度均取 50cm，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，设计整治面积 35.84hm²。

2) 植物措施

管道施工作业带占用仓储用地部分恢复硬化；占用其他林地苗圃，采取土地整治结合经济补偿方式；占用旱地部分恢复耕地。方案设计针对占用其他草地及石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内用地，采取撒播种草的方式恢复植被，共计种草面积 17.41hm²，草种选用狗牙根，草种撒播密度为 60kg/hm²，共撒播草籽 805kg。

3) 临时措施

①彩条布铺垫

管道施工作业带在施工过程中，临时堆土、机械运行及管道堆放等施工活动将会对地表土层造成破坏。针对临时占用旱地、林地及其他草地部分，施工前对管沟两侧临时用地采取彩条布铺垫的防护措施，以保护表土资源。管道施工作业带设计彩条布铺垫共计 24.78hm²。

②编织袋拦挡

管道施工作业带占用旱地、林地及草地部分，施工前针对管沟开挖区域进行表土剥离，共计剥离表土 1.52 万 m³，剥离的表土直接装袋，用于管沟开挖土方挡护。另外，施工便道剥离的 0.20 万 m³ 表土直接装袋，就近利用用于管线施工作业带管沟开挖土方拦挡。管道施工作业带装土编织袋断面尺寸拟定：高度为 1.5m，顶底同宽 1.0m。

③防尘网苫盖

管道开挖土方堆置在管沟一侧，由于表面物质松散，极易产生水土流失。施工过程中需对临时堆土表面进行简单拍实，在此基础上苫盖防尘网以防止降雨及大风引起的水土流失，预计共需布设防尘网苫盖 9.80hm²。

④彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越管道施工作业带租地范围作业，造成大面积的地

表扰动，施工期间在作业带两侧布设彩条旗进行围护，控制施工扰动面积，共需彩条旗围护长度 29.3km。

5.3.1.3 站场阀室防治区

1) 工程措施

①表土利用

赣榆末站占地类型为旱地，施工前应结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离，集中堆放在站内一角并采取相应临时防护措施，待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙内周边绿化覆土。赣榆末站表土剥离面积 0.70hm²，剥离厚度 30cm，共计表土剥离量为 0.21 万 m³。

截断阀室区无可利用表土资源，设计砖砌围墙外采取植被恢复措施，所需绿化覆土 0.01 万 m³就近由管道施工作业带调运。

②土地整治

站场阀室设计绿化区域在主体工程施工结束后，应及时采取土地整治措施。土地整治工程是进行绿化工程的前期准备工程，整地深度均取 50cm，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，站场阀室设计整治面积共计 0.55hm²，其中赣榆末站 0.51hm²，截断阀室 0.04hm²。

③植草砖工程

设计在赣榆末站地面停车位铺设植草砖，植草砖是目前国内较为成熟的一种园林地面铺筑技术，其指导思想是改变过去路面全部硬化的做法，使地面与地下保持能量交换，包括水、气等。铺筑材料往往自身带有孔隙或在铺筑时砖块间人为预留空隙，而在铺设完成后及时填土、培育草皮加以防护。这种技术在不改变承载力要求的前提下，增加了绿化和美化效果。从水土保持角度来看，该项技术不仅具有保土功能，还增强了铺设面的渗透能力，在一定程度上保留了土体的蓄水功能，值得提倡。

植草砖铺设有4层结构，第一层为植草砖，厚度选择120mm，抗压强度选择MU30；第二层为找平层，铺设5cm中砂（粒径0.3~5mm），该层也是透水层，便于植草砖保水；第三层为支撑层，铺设30cm厚的碎石作为支撑层，并找平碾压密实；第四层为原土层，清理土方，并达到设计标高，找平碾压密实，压实系

数达到95%以上。

植草砖铺设完成后，用营养土填充砖孔，并植草浇水养护。本方案设计植草砖开孔度达45%，采取穴播植草后，可有效提高雨水下渗率，绿地下渗率达85%，对比混凝土形式停车位有较大的提升。赣榆末站共铺设植草砖面积100m²。

④透水砖工程

为增强雨水下渗，本方案设计在赣榆末站进出站阀组区周边，以及综合楼前人行道路采用透水铺装地面，以达到增加雨水下渗、改善生态微环境的作用。根据《透水砖路面技术规范》(CJJ/T188-2012)，站区铺设透水砖按照以下方式进行：

面层：面层为水泥与级配砂石构成预制透水砖。一般规格为600mm×300mm×80mm，由直径10mm无砂的砾石混凝土构成，其空隙率可达25%。

整平层：主要用厚度3cm的石灰砂浆放在透水透气砖下面起稳定作用。

基层：基层厚10cm，由透水性及蓄水性能较好又具有一定强度和稳定性的级配碎石构成。

垫层：垫层又称过滤层，厚约10cm，由粗砂或中砂构成。该层既可在雨水由地表向地下透渗过程中起过滤作用，又可防止软土路基污染基础层。垫层直接与土路床相连。

透水地砖铺设面积930m²，拟采用透水砖主要由42.5R普通硅酸盐水泥硅砂、XQB混凝土增强剂烧制而成，渗透系数在0.789~2.14mm/s，降雨降落地面随即入渗地下。

2) 植物措施

主体目前尚未进行园林绿化设计，仅给出永久占地范围内的绿化面积，没有林草种的选择、植草技术指标和技术设计，需进行补充设计，本方案综合考虑项目的特性，从水土保持角度提出推荐方案。

为美化区内环境，提供一个舒适的工作环境，赣榆末站拟采取园林式绿化。赣榆末站站内地势平坦，在不影响项目主体功能的前提下，在综合楼周边采取乔、灌、草（铺草皮）结合方式进行园林式绿化；赣榆末站围墙外、放空区围墙外及截断阀室围墙外设计采取撒播种草的方式。只要植物种类选取适当，可以起到林冠截流、根系保水固土的作用。站场阀室征地红线范围内共计绿化面积0.55hm²，其中赣榆末站乔灌草绿化面积0.51hm²，截断阀室砖砌围墙外撒播种草0.04hm²。

①停车位绿化

赣榆末站停车场用于办公车辆停放，主体设计全部为小车位。“生态停车场”是指在露天停车场应用透气、透水性铺装材料铺设地面。地表植草砖穴播狗牙根：停车场采用植草砖，开孔率为45%，停车场面积100m²，则植草孔面积约45m²，孔内穴播种草，草种密度为60kg/hm²，共撒播草籽0.27kg。

②综合楼绿化

综合楼周边绿化以乔灌草相结合，乔灌木零星点缀栽植，共计绿化面积约0.32hm²。共栽植乔木紫薇 10 株、女贞 10 株，选用胸径 10cm 以上；栽植小乔木灌木，紫叶小檗 20 株、海桐 20 株；铺设草皮面积约 0.31hm²。

③围墙外绿化

方案设计针对赣榆末站围墙外用地、放空区围墙外用地，以及截断阀室围墙外用地等区域，采取撒播种草的方式恢复植被，共计种草面积 0.18hm²，草种选用狗牙根，草种撒播密度为 60kg/hm²，共撒播草籽 10.8kg。

3) 临时措施

①临时排水沟

结合站场阀室施工过程中临时堆土情况，施工期在规划道路及临时堆土区域建设临时排水沟。在主体工程建设过程中，工序上做到规划道路及临时排水沟的先行施工，并进行定期清淤，将施工过程中雨水径流对施工面的冲刷降低到最小程度。临时排水设计采用梯形断面，底宽 0.4m、深 0.6m、坡比 1:0.5，采用土质结构，水泥砂浆抹面，坡降 5%。根据量算，站场阀室共计布设临时排水沟 600m，排水沟采用 2cm 厚水泥砂浆抹面防止冲刷。排水沟土方开挖 250m³，砂浆抹面 1050m²。

②沉沙池

工程施工期间，为防止临时排水沟中的泥沙外排，计划在排水沟末端布设临时沉沙池，共计布设 3 处。根据本工程特点，拟定沉沙池断面 2.5m×2m×1.5m（长×宽×深），池内设置 1 道挡水埂以增加泥沙沉淀率，挡水埂流水口断面规格为 0.8m×0.7m。均用浆砌砖护砌，壁厚 240mm，底厚 130mm，挡水埂厚 120mm，20mm 水泥砂浆抹面防护。单座沉沙池开挖土方 12.05m³，砌砖 4.47m³，抹面 18.94m²。在使用过程中定期清淤，以防淤塞，自然恢复期进行回填绿化。

③编织袋拦挡

赣榆末站占地类型为旱地，施工前应结合站场设计绿化覆土需求进行表土剥离，集中堆放在污水处理装置区南侧，并采取相应临时防护措施，待主体施工结束后用于综合楼四周及围墙周边绿化覆土。赣榆末站表土剥离面积 0.70hm^2 ，剥离厚度 30cm ，共计表土剥离量为 0.21 万 m^3 。剥离的表土堆存时间较长，设计周边采取编织袋拦挡措施，表土堆存占地 $50\text{m}\times 20\text{m}$ ，堆土边坡 $1:1$ ，堆高 3m ，西侧紧靠围墙，其余三侧需布设编织袋拦挡 120m ，装土编织袋断面尺寸拟定：高度为 1.2m ，顶底同宽 1.0m 。

④防尘网苫盖

站场阀室临时堆存的表土及建构筑物基础回填土方，以及施工过程中涉及的各种物料堆放，由于表面物质松散，极易产生水土流失。施工过程中需对堆土及堆料表面进行简单拍实，在此基础上苫盖防尘网以防止降雨及大风引起的水土流失，预计共需布设防尘网苫盖 2000m^2 。

5.3.1.4 管线穿跨越防治区

1) 工程措施

①表土利用

部分穿越施工场地占用旱地或草地，施工前针对工作坑开挖区域、定向钻场地泥浆池开挖区域等进行表土剥离；另外大开挖穿越河流池塘时，针对河流池塘两侧旱地或草地部分，管沟开挖区域进行表土剥离。管线穿跨越共计表土剥离 0.52hm^2 ，剥离厚度 30cm ，共计剥离量为 0.16 万 m^3 。

②土地整治

管线穿跨越在主体工程施工结束后，占用仓储用地区域恢复硬化，占用池塘及河流部分恢复水面，其他区域（含石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内穿跨越用地）均应及时采取土地整治措施，为复耕及植被恢复创造有利条件。整地深度均取 50cm ，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，设计整治面积 5.62hm^2 。

2) 植物措施

管线穿跨越占用仓储用地区域恢复硬化；占用旱地部分恢复耕地；占用坑塘

水面和河流水面的恢复原有功能。方案设计针对占用其他草地及石羊河段柘汪镇规划市政工程类管廊内用地，采取撒播种草的方式恢复植被，共计种草面积 2.42hm²，草种选用狗牙根，草种撒播密度为 60kg/hm²，共撒播草籽 145kg。

3) 临时措施

① 铺垫保护

项目区地形较为平坦，方案设计针对工作坑及泥浆池等强烈扰动以外区域采取铺垫措施，以保护表土资源。针对施工过程中扰动频率高且碾压强度大的区域采取钢板铺垫，其他区域设计采用彩条布铺垫。管线穿跨越设计铺垫保护共计 4.28hm²，其中彩条布铺垫 3.70hm²，钢板铺垫 0.58hm²。

② 泥浆沉淀池

管线桁架跨越海堤设计采用灌注桩基础，灌注桩基础施工会产生大量泥浆；另外定向钻穿越将产生钻孔排水的泥浆。针对桁架跨越海堤及定向钻穿越需布设泥浆沉淀池，对泥浆进行沉淀，并重复利用。泥浆沉淀池尺寸为长×宽×深：10m×10m×2m，开挖边坡 1:0.5，内壁夯实，以利于池身稳定。共计布设泥浆沉淀池 8 座，需开挖土方 1300m³。泥浆沉淀池能够有效过滤泥浆，控制水土流失，满足水土保持要求。

③ 临时沉沙池

工程施工期间，为防止临时排水沟中的泥沙外排，计划在排水沟末端布设临时沉沙池，共计布设 65 处。根据本工程特点，拟定沉沙池断面 2.5m×2m×1.5m（长×宽×深），池内设置 1 道挡水埂以增加泥沙沉淀率，挡水埂流水口断面规格为 0.8m×0.7m。均用浆砌砖护砌，壁厚 240mm，底厚 130mm，挡水埂厚 120mm，20mm 水泥砂浆抹面防护。单座沉沙池开挖土方 12.05m³，砌砖 4.47m³，抹面 18.94m²。在使用过程中定期清淤，以防淤塞，自然恢复期进行回填绿化。

④ 编织袋拦挡

穿越工程管线土方及时调运至管道施工作业带，表土资源及工作坑回填土方临时堆放在施工场地范围内，堆土高度控制在 3m 以内。临时堆土四周采取编织袋拦挡，预计管线穿跨越共需布设编织袋装土拦挡 2500m，断面尺寸拟定：高度为 1.2m，顶底同宽 1.0m，共计装土 3000m³。

⑤ 防尘网苫盖

施工过程中临时堆土由于表面物质松散，极易产生水土流失，需对临时堆土

表面进行简单拍实，在此基础上苫盖防尘网以防止降雨及大风引起的水土流失，预计共需布设防尘网苫盖 0.60hm^2 。

⑥土质排水沟

结合施工场地临时堆土及道路布设情况，施工期沿道路及临时堆土区域布设临时排水沟，并进行定期清淤，将施工过程中雨水径流对施工面的冲刷降低到最小程度。临时排水设计采用梯形断面，底宽 0.4m 、深 0.6m 、坡比 $1:0.5$ ，采用土质结构，水泥砂浆抹面，坡降 5% 。预计管线穿跨越布设临时排水沟 6000m ，排水沟采用 2cm 厚水泥砂浆抹面防止冲刷。排水沟土方开挖 2500m^3 ，砂浆抹面 10500m^2 。

⑦彩条旗围护

为防止施工人员及车辆跨越租地范围作业，造成大面积的地表扰动，施工期间在穿跨越施工场地四周布设彩条旗进行围护，控制施工扰动面积，共需彩条旗围护长度 8km 。

5.3.1.5 管线附属设施防治区

1) 工程措施

管线附属设施在主体工程施工结束后，应及时采取土地整治措施。土地整治工程是进行绿化工程的前期准备工程，整地深度均取 50cm ，采用人工整地方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，设计整治面积共计 0.04hm^2 。

2) 植物措施

方案设计针对管线附属设施用地，采取撒播种草的方式恢复植被，共计种草面积 0.04hm^2 ，草种选用狗牙根，草种撒播密度为 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共撒播草籽 2.40kg 。

5.3.1.6 施工便道防治区

1) 工程措施

①表土利用

工程设置施工便道 1.50km ，共计用地面积 0.68hm^2 ，占地类型为旱地。施工前进行表土剥离，剥离厚度 30cm ，共计剥离量为 0.20 万 m^3 。剥离的表土直接装袋，就近利用于管线施工作业带管沟开挖土方拦挡。施工结束后回覆至便道扰动区，为后续复耕创造条件。

②土地整治

施工便道占地类型为旱地，工程施工结束后，应及时采取土地整治并复耕。土地整治工程整地深度均取 50cm，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于农作物生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平，设计整治面积共计 0.68hm²。

5.3.2 水土保持工程典型设计

本项目水土保持措施典型设计，采取《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）作为本方案水土保持工程设计标准。

（1）接收站永久排水沟

1、设计标准

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）关于坡面截排水工程确定的等级划分标准，接收站永久排水沟按照 3 级标准建设。鉴于本项目位于江苏省重点预防区，截排水工程的工程等级应提高一级，最终确定接收站永久排水沟工程等级为 2 级，排水标准对应采取 5 年一遇 1 小时暴雨，排水沟超高选取 0.2m。

2、设计洪水

设计流量根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）提供的以下公式计算：

$$Q_m = 16.67\phi q F$$

$$q = C_p C_t q_{5,10}$$

式中， Q_m —设计流量，m³/s；

ϕ —径流系数；

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度，mm/min；

F —集水面积，km²；

$q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度，mm/min；

C_p —重现期转换系数；

C_t —降雨历时转换系数；

结合《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）附录 A 水文计算部分，可查得项目区设计重现期和降雨历时洪水设计相关数值如下： $q_{5,10}=2\text{mm/min}$ ， $C_p=1$ ， $C_t=0.50$ 。计算得项目区 5 年一遇 1 小时降雨强度 $q=1\text{mm/min}$ 。

设计流量应计算接收站范围内排水需求最大区域的排水设施所需具备的最大排水能力。接收站范围内压缩机棚、槽车装车棚、槽车停车区、站内道路等区域采取水泥混凝土地面，径流系数较大，产流较多。选取以上区域计算暴雨设计重现期及降雨历时情况下的设计流量。

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），水泥混凝土地面径流系数取值 $\phi=0.90$ ；根据主体工程设计文件，按图纸测算最大集水面积 $F=0.12\text{km}^2$ 。计算可得设计流量 $Q_m=1.80\text{m}^3/\text{s}$ 。

3、排水沟设计断面

排水沟流量，按下列公式计算：

$$Q=Av$$

式中：Q—设计流量（ m^3/s ）；

A—水流有效断面面积（ m^2 ）；

v—流速（ m/s ）。

排水沟流速，按下列公式计算：

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

式中：V—流速（ m/s ）；

R—水力半径（ m ）； $R=A/S$

I—水力坡度；

n—粗糙系数。

S—湿周， $A=(b+mh)h$ $S=b+2h(1+m^2)^{1/2}$

b—底宽（ m ）；

m—边坡系数；

h—水深。

排水沟设计矩形断面，底宽 800mm，深 1400mm（含 200mm 安全超高），采取水泥混凝土明沟（抹面），n 取 0.015、i 取 5‰。

经计算得 $v=2.11\text{m}/\text{s}$ ，设计流量 $Q=Av=0.96\times 2.11=2.02\text{m}^3/\text{s}>1.80\text{m}^3/\text{s}$ ，满足排水要求。 $v=2.11\text{m}/\text{s}$ ，满足不淤（ $0.15\text{m}/\text{s}$ ）、不冲流速（ $5.2\text{m}/\text{s}$ ）条件。

(2) 工程临时排水沟

1、设计标准

依据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）关于坡面截排水工程确定的等级划分标准，临时排水沟按照 3 级标准建设。鉴于本项目位于江苏省省级水土流失重点预防区，截排水工程的工程等级应提高一级，最终确定临时排水沟工程等级为 2 级，排水标准对应采取 3 年一遇 1 小时暴雨，排水沟超高选取 0.2m。

2、设计洪水

设计流量根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）提供的以下公式计算：

$$Q_m = 16.67 \varphi q F$$

$$q = C_p C_t q_{5,10}$$

式中， Q_m —设计流量， m^3/s ；

φ —径流系数；

q —设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度， mm/min ；

F —集水面积， km^2 ；

$q_{5,10}$ —5 年重现期和 10min 降雨历时的标准降雨强度， mm/min ；

C_p —重现期转换系数；

C_t —降雨历时转换系数；

结合《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）附录 A 水文计算部分，可查得项目区设计重现期和降雨历时洪水设计相关数值如下： $q_{5,10}=2mm/min$ ， $C_p=0.86$ ， $C_t=0.50$ 。计算得项目区 3 年一遇 1 小时降雨强度 $q=0.86mm/min$ 。

施工期地面径流系数取值 $\varphi=0.60$ ；根据主体工程设计文件，按图纸测算施工期间最大集水面积 $F=0.02km^2$ 。计算可得设计流量 $Q_m=0.17m^3/s$ 。

3、排水沟设计断面

排水沟流量，按下列公式计算：

$$Q = Av$$

式中： Q —设计流量（ m^3/s ）；

A —水流有效断面面积（ m^2 ）；

v —流速（ m/s ）。

排水沟流速，按下列公式计算：

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

式中：V—流速（m/s）；

R—水力半径（m）； $R=A/S$

I—水力坡度；

n—粗糙系数。

S—湿周， $A=(b+mh)h$ $S=b+2h(1+m^2)^{1/2}$

b—底宽（m）；

m—边坡系数；

h—水深。

临时排水设计采用梯形断面，底宽 0.4m、深 0.6m、坡比 1:0.5，采用土质结构，水泥砂浆抹面，n 取 0.025、i 取 5‰。

经计算得 $v=0.91\text{m/s}$ ，设计流量 $Q=Av=0.24\times 0.91=0.22\text{m}^3/\text{s}>0.17\text{m}^3/\text{s}$ ，满足排水要求。 $v=0.91\text{m/s}$ ，满足不淤（0.15m/s）、不冲流速（5.2m/s）条件。

（3）土地整治

项目工程采、排、挖、弃等作业形成的施工场地、迹地等，应根据立地条件采取相应的土地整治措施，改造成农业用地或恢复植被等。土地整治工程是进行绿化工程和恢复耕地的前期准备工程，整地深度均取 50cm，整地采用机械与人工结合的方式，去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其它不利于草木生长的杂物，然后施有机肥、翻平、整平。

（4）植物措施草树种优选及设计标准

1、立地条件

项目区属暖温带海洋性季风气候，多年平均降雨量 883.2mm，降雨主要集中在 6-9 月，植物生长条件良好。项目区地形平坦，工程完工后经土地整治，在土地整治基础上进行绿化美化，提高项目区植被覆盖率，有效控制区内水土流失。针对管沟开挖区域、穿越施工场地工作坑及泥浆池开挖区域、站场阀室表土资源较好区域设计进行表土剥离，用于后期绿化覆土。

2、草树种优选

项目区林木生长主要的限制因子是土壤。在树种选择上，充分利用本区气候适宜、品种丰富的有利条件，根据“适地适树适草”的原则，兼顾植物多样性和经济性，从当地优良的乡土树种和草种或经过多年种植的引进种中选择，以适宜性强的乔、灌、草为主，速生树种和慢生树种相结合，来选择合适的绿化植物。

项目区树种草种选择可参见表 5.3-1。如乔木采用紫薇、女贞、红叶李等；灌木采用紫叶小檗、大叶黄杨、红叶石楠、海桐、月季；草种可用狗牙根、马尼拉。

表 5.3-1 项目区树草种推荐

类型	名称	科名	生物、生态学特性	主要用途
乔木	女贞	木犀科	木樨科女贞属。常绿乔木，单叶对，宽卵形至卵状披针形，顶端尖，基部圆形或阔楔形，。圆锥花序顶生，花白色，几无柄。树干直立或二、三千同出，枝斜展，成广卵形圆整的树冠，花两性，花期 7 月，果熟期 10-11 月。	行道树、园景树
	红叶李	蔷薇科	原产中亚及中国新疆天山一带。生态习性：喜光也稍耐阴，抗寒，适应性强，以温暖湿润的气候环境和排水良好的砂质壤土最为有利。怕盐碱和涝洼。浅根性，萌蘖性强，对有害气体有一定的抗性	庭荫树和行道树
	紫薇	千屈菜科	树皮平滑，灰色或灰褐色；枝干多扭曲，小枝纤细，叶互生或有时对生，纸质，椭圆形、阔矩圆形或倒卵形，幼时绿色至黄色，成熟时或干燥时呈紫黑色，室背开裂；种子有翅，长约 8 毫米。花期 6-9 月，果期 9-12 月。	观赏花木
灌木	大叶黄杨	卫矛科	卫矛科，常绿灌木，植株高 3-8m。喜光，亦较耐荫。喜温暖湿润气候亦较耐寒。要求肥沃疏松的土壤，极耐修剪整形。耐二氧化硫。	绿篱材料
	紫叶小檗	小檗科	落叶灌木，枝丛生，幼枝紫红色或暗红色，老枝灰棕色或紫褐色。叶小全缘，菱形或倒卵，紫红到鲜红，叶背色稍淡。4 月开花，花黄色。果实椭圆形，果熟后艳红美丽。紫叶小檗的适应性强，喜阳，耐半阴。耐寒，但不畏炎热高温，耐修剪。	防护林、园林绿化
	红叶石楠	蔷薇科	常绿灌木或小乔木，株高 4-6 米，叶革质，长椭圆形至倒卵披针形，春季新叶红艳，夏季转绿，秋、冬、春三季呈现红色，霜重色逾浓，低温色更佳。耐低温，耐土壤瘠薄，有一定的耐盐碱性和耐干旱能力。性喜强光照，也有很强的耐荫能力，但在直射光照下，色彩更为鲜艳。	观赏花木
	海桐	海桐科	海桐科，常绿灌木或小乔木，嫩枝被褐色毛。叶互生，革质，倒卵形或狭倒卵形，全缘，先端圆或钝，基部楔形。抗二氧化硫等有害气体的能力强，又为环保树种。	观赏花木
	月季	蔷薇科	小枝绿色，叶为墨绿色，叶互生，叶缘有锯齿，喜单生，花色甚多，多为重瓣也有单瓣者	观赏花木
草本	狗牙根	禾本科	多年生草本植物，具有根状茎和匍匐枝，须根细而坚韧。叶片平展、披针形，前端渐尖，边缘有细齿，叶色浓绿。穗状花序。喜温暖湿润气候，耐阴性和耐寒性较差。覆盖性强，较耐践踏，耐粗放管理。	园林绿化、水土保持
	马尼拉草	禾本科	马尼拉草喜温暖、湿润环境，草层茂密，分蘖力强，覆盖度大，抗干旱、耐瘠薄；适宜在深厚肥沃、排水良好的土壤中生长。	园林绿化、水土保持

3、植被恢复与建设工程设计标准

参照《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014）中的相关规定，“生活管理区植被恢复与建设工程级别为 1 级，附属设施植被恢复与建设工程级别为 2 级。”考虑到项目处于江苏省省级水土流失重点预防区，办公生活区植被恢复与建设工程级别为 1 级，生产设施区植被恢复与建设工程级别提高至 1 级，执行园林绿化工程标准；外输管线临时占地区域，植被恢复与建设工程级别为 3 级。

植物措施采用苗木和草种均选择 I、II 级标准，应具备生长健壮、枝叶繁茂、冠型完整、株型端正、色泽正常、根系发达完整、无病虫害、土球包装完整，无破裂或松散、无机械损伤等质量要求。其中乔木胸径 10cm 以上，具有 3 级以上分枝的苗木；灌木冠型圆满密实，苗高 1-2m，地径 5cm 以上；草种纯度 90%，发芽率 85% 以上。

（5）沉沙池

工程施工期间为防止临时排水沟中的泥沙外排，计划在排水沟末端布设临时沉沙池，本方案设计了 1 种规格的沉沙池，断面为矩形。

沉沙池尺寸：2.5m×2m×1.5m（长×宽×深）。

池内设置 1 道挡水埂以增加泥沙沉淀率，挡水埂流水口断面规格为 0.8m×0.7m。均用浆砌砖护砌，壁厚 240mm，底厚 130mm，挡水埂厚 120mm，20mm 水泥砂浆抹面防护。

5.3.3 防治措施工程量汇总

根据分区防治措施设计情况，对各区实施是水土保持工程措施、植物措施及临时措施进行统计汇总，工程水土流失防治措施工程量详见表 5.3-2。

表 5.3-2 水土流失防治措施工程量汇总表

措施类型	措施内容		单位	防治分区					合计	
				接收站工程	管道施工作业带	站场阀室	管线穿跨越	管线附属设施		施工便道
工程措施	碎石覆盖	覆盖面积	hm ²	5.3						5.3
		碎石方量	m ³	5300						5300
	表土剥离		hm ²		5.06	0.7	0.52		0.68	6.96
	绿化覆土		万 m ³	0.7	1.52	0.22	0.16		0.2	2.8
	土地整治		hm ²	1.61	35.84	0.55	5.62	0.04	0.68	44.34
	混凝土排水沟	水沟长度	m	4300						4300
		土方开挖	m ³	9030						9030
		C15 混凝土	m ³	3440						3440
		砂砾垫层	m ³	774						774
		预制盖板	m	4300						4300
	植草砖工程		m ²	600		100				700
透水砖工程		m ²	500		930				1430	
植物措施	绿化面积		hm ²	1.61	17.41	0.55	2.42	0.04		22.03
	紫薇		株	50		10				60
	女贞		株	50		10				60
	紫叶小檗		株	250		20				270
	海桐		株	150		20				170
	绿篱紫叶小檗		延米	200						200
	马尼拉草皮		hm ²	1.5		0.31				1.81
	撒播狗牙根		hm ²		17.41	0.18	2.42	0.04		20.05

措施类型	措施内容	单位	防治分区					合计		
			接收站工程	管道施工作业带	站场阀室	管线穿跨越	管线附属设施		施工便道	
	穴播狗牙根	m ²	270		45				315	
	排盐碱措施	hm ²	1.61						1.61	
临时措施	泥浆沉淀池	数量	个	6			8			14
		土方开挖	m ³	1516			1300			2816
		土工膜覆盖	m ²	400						400
		编织袋装土	m ³	150						150
		编织袋拆除	m ³	150						150
	临时沉沙池	数量	个	25		3	65			93
		土方开挖	m ³	301		36	783			1120.5
		浆砌砖	m ³	112		13	291			415.3
		水泥砂浆抹面	m ²	474		57	1231			1761.6
	临时排水沟	长度	m	6200		600	6000			12800
		土方开挖	m ³	2600		250	2500			5350
		水泥砂浆抹面	m ²	10800		1050	10500			22350
		钢板铺垫	hm ²				0.58			0.58
		彩条布铺垫	hm ²		24.78		3.7			28.48
		编织袋拦挡	万 m ³		1.72	0.0144	0.3			2.0344
	编织袋拆除	万 m ³		1.72	0.0144	0.3			2.0344	
	防尘网苫盖	hm ²	1.5	9.8	0.2	0.6			12.1	
	彩条旗围护	km		29.3		8			37.3	

5.4 施工要求

5.4.1 施工组织设计原则

①与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工进度的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

②按照“三同时”的原则，水土保持实施进度要与主体工程建设进度相适应，有效防治新增水土流失。

③施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃”的原则，主体水土保持工程在不影响主体工程施工进度情况下可适当提前实施，以尽早发挥其水土保持功能。

5.4.2 交通运输条件

项目区运输条件较好，施工期间依托原有的道路及施工便道，能够满足水土保持施工交通运输要求。

5.4.3 施工供水、供电、通讯及材料来源

施工用电、水、通讯与主体工程保持一致。与主体工程材料供应一致，水土流失防治措施所需水泥、砂石料、钢筋等材料均采取对外购买的方式。

根据本项目的特点，乔木和灌木均采取植苗种植，植草采取草皮铺种和种子种植的方式。苗木、种子均采取向就近苗木公司或种子公司购买的方式。

5.4.4 树、草种、苗木选择

①植物种的选择

根据项目区自然条件及各绿化部位的具体立地条件，按“适地适树，适地适草”的原则，选择优良的乡土树种，同时选择具有较强的抗污染性能和具有水土保持功能的品种。

水土保持植物措施设计在选择树种时，不仅考虑树种的生物、生态学特性，同时考虑树种的绿化美化效果。

②苗木、种子规格

本项目乔灌植物多采取苗木种植的方式进行，乔木选用胸径 10cm 的园林美

化树苗;灌木选用地径 5cm、灌丛高 100-200cm 的灌木苗;绿篱采用灌丛高 100cm 的灌木苗。草种选择要求质量规格达到一级标准,播种量根据具体草种的千粒重和成活率确定,净度不低于 95%、发芽率不低于 90%、其他种子不多于 1000 粒/kg、水分不高于 12%。草种密度不应低于 30kg/hm²。

5.4.5 施工方法及质量要求

①土方开挖

根据放样桩线,采用小型反铲挖掘机或人工开挖、装。弃土回填场地,然后人工修整坡度,使之达到设计要求。

②整地

整地深度取 0.5m。一般采用机械与人工结合的方式,对表土层进行清理,去除土中遗留的碎石、施工垃圾及其他不利于苗木生长的杂物,然后根据选用的苗木进行人工穴状整地。一般乔木坑穴的开挖尺寸为 0.6m×0.6m×0.6m,灌木坑穴的开挖尺寸为 0.5m×0.5m×0.5m。对于撒播草种植草坪的,首先将精选的草种浸泡 24h,然后将草籽均匀地撒播在苗床的表面,再用覆土耙覆熟土,最后用镇压器压平,以保证种子与土壤能够充分。播种植草一般在春末夏初或夏季进行,播种时应避开大风天气。

③草袋装土临时拦挡

用草袋装土在已整地基上堆砌时,应相互咬合、搭接,搭接长度不小于草袋长度的 1/3。

④种草施工

采用机械播种,部分人工,方法步骤如下:

整地:播种前,清除杂草,整理场地。

松土深 5cm。

种籽处理:播种前用 1%石灰水浸种 2h,然后用清水洗净。

拌种施肥:播种前将草籽与复合肥拌和,复合肥施入量按 30-50g/m²计。

播种覆盖:采用人工撒播,将拌好的草籽均匀喷播,均匀覆盖 0.5-1cm 细土并压实。

⑤苗木栽植施工

选苗要求苗圃定苗。

采用人工挖穴，每穴 1 株，方法步骤如下：

整地：按设计规格进行挖穴，清除周围杂草。

选择优质苗木栽植，每穴 1 株，然后填土压实。

带土大树苗栽植，树要栽正打紧，做坛，浇足定根水，并支撑加固。

灌木色块栽植：均匀三角形布置，不宜种深，栽后修剪，高度适当，一致平整，边缘清晰，切边。

水分：在挖运、栽植时要求迅速、及时，以免失水过多而影响成活。苗木移栽后，第一次定根水要及时，并且要浇足、浇透，这样可使根系与土壤充分接触而有利于树木成活。

修枝摘叶：通过修枝摘叶，可减少水分蒸发，缓解受伤根系供水压力。修枝应修掉内膛枝、重叠枝和病虫枝，并力求保持树形的完整；摘叶以摘光枝条叶片量的 1/3 为宜，否则会降低蒸腾拉力，造成根系吸水困难。也可采用促根剂、蒸腾抑制剂和菌根制剂等新技术处理苗木。

其他应注意问题：大苗木栽植后应用草绳包裹树干 1m 左右以减少水分蒸发，干旱时可向草绳喷水营造一个湿润的小环境。如果移植后天气干旱，可向树冠喷雾以降低叶片温度。

浇水管理：栽种时若遇天气干燥，应隔天浇水一次，延续一周，使树苗生根成活。

⑥临时措施施工

工程采用的临时措施包括草袋装土、覆盖防尘网、开挖临时排水沟等。临时排水沟以反铲挖掘机进行开挖为主，人工开挖为辅方法进行施工。

5.4.6 施工组织方案

①施工总布置

本工程施工工作面主要集中在接收站工程、管道施工作业带、站场阀室及管线穿跨越等区域，工程应分区、分段实施。施工临时设施尽量与主体工程临时施工设施相结合。

施工临时用房、施工便道与主体工程临时用房、施工便道相结合。

②施工组织机构

交付给主体施工单位，与主体工程统一施工，统一规范化管理，部分绿化和造林项目可通过招标，有绿化造林施工资质的单位进行实施，根据项目管理规范化运作的需要，各工地设立项目经理部，代表公司进驻工地组织施工。公司总部将作为项目经理部的坚强后盾，在人员、设备、资金上给予充分的保证，全力支持项目经理的工作，确保工程如期、优质完成。

项目经理部设经理 1 名，全面负责施工管理和协调工作。设项目总工 1 名，负责施工技术设施的计划安排等工作，另设项目副经理 1 名，负责生产调度事务。项目经理部下设工程技术科、质量安全科、物资设备科、计划财务科、综合办公室等部门。工程技术科负责工程实施及管理；质量安全科负责工程质量、安全与管理；质量检测由实验室负责。

5.4.7 施工进度

根据主体工程施工进度，各项水土保持措施的实施进度与相应的工程进度衔接。各防治区内的水土保持措施配合主体工程同时实施，相互协调，有序进行。坚持“因地制宜，因害设防”的原则，首先安排水土流失严重区域的防治措施，在措施安排上，工程措施、植物措施、临时措施应根据轻重缓急、统筹考虑，施工管理措施贯穿整个施工期间。原则上应对工程措施优先安排，植物措施可略为滞后，但须根据植物的生物学特性，合理安排季节实施，抓住春季植树时机，并在总工期内完成所有水土保持措施。本方案水土保持防治措施实施进度安排横道表见表 5.4-1。

表 5.4-1 水土保持实施安排进度表（单位：年/季）

项目	2023				2024				2025				2026			
	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
施工准备	—————															
码头港池及航道 (含陆域吹填)	—————															
接收站工程	—————															
碎石覆盖															

项目	2023				2024				2025				2026				
	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	
绿化覆土														■	■	■	■
土地整治														■	■	■	■
混凝土排水沟									■	■	■	■					
植草砖工程															■	■	■
透水砖工程															■	■	■
绿化美化														■	■	■	■
泥浆沉淀池					●	●	●	●									
临时沉沙池					●	●	●	●									
临时排水沟					●	●	●	●									
防尘网苫盖					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
管道施工作业带									■	■	■	■	■	■	■	■	■
表土剥离									■	■	■	■	■	■	■	■	■
绿化覆土									■	■	■	■	■	■	■	■	■
土地整治									■	■	■	■	■	■	■	■	■
植被恢复										■	■	■		■	■	■	■
彩条布铺垫									●	●	●	●	●	●	●	●	●
编织袋拦挡									●	●	●	●	●	●	●	●	●
编织袋拆除									●	●	●	●	●	●	●	●	●
防尘网苫盖									●	●	●	●	●	●	●	●	●
彩条旗围护									●	●	●	●	●	●	●	●	●
站场阀室									■	■	■	■					
表土剥离									■	■	■	■					
绿化覆土													■	■	■	■	
土地整治													■	■	■	■	
植草砖工程													■	■	■	■	
透水砖工程													■	■	■	■	
绿化美化														■	■	■	■
临时沉沙池									●	●	●	●					
临时排水沟									●	●	●	●					
编织袋拦挡									●	●	●	●					

项目	2023				2024				2025				2026			
	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04
编织袋拆除												●●●●				
防尘网苫盖								●●●●●●●●								
管线穿跨越								—————								
表土剥离								-----								
绿化覆土								-----								
土地整治								-----								
植被恢复									— — —					— — —		
泥浆沉淀池								●●●●●●●●								
临时沉沙池								●●●●●●●●								
临时排水沟								●●●●●●●●								
钢板铺垫								●●●●●●●●								
彩条布铺垫								●●●●●●●●								
编织袋拦挡								●●●●●●●●								
编织袋拆除								●●●●●●●●								
防尘网苫盖								●●●●●●●●								
彩条旗围护								●●●●●●●●								
管线附属设施								—————								
土地整治								-----								
植被恢复									— — —					— — —		
施工便道								—————								
表土剥离								-----								
表土回覆								-----								
土地整治								-----								

6 水土保持监测

水土保持监测是一项以保护水土资源、改善和维护良好的生态环境为目标，为规划设计和水土流失防治措施提供定性、定量依据的基础性工作，适时的监测有利于正确分析评价水土保持方案的实施效果，并依据监测结果和标准，及时补充和完善相应的水土保持设施，达到方案要求的防治目标，从而保障工程的安全运行和防止水土流失的发生。因此，水土保持监测对于贯彻水土保持法律法规、搞好水土保持设施竣工验收和监督管理具有十分重要的意义。

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

水土流失监测范围同水土流失防治责任范围一致，监测范围面积 72.77hm²，监测分区为：

- (1) 接收站工程
- (2) 管道施工作业带
- (3) 站场阀室
- (4) 管线穿跨越
- (5) 管线附属设施
- (6) 施工便道

依据主体工程建设特点、工程所在地原有水土流失类型、强度以及项目施工期间扰动地表及运行情况等因素，确定本工程水土流失重点监测点为接收站临时堆土区及建构物基础开挖区域、管道施工作业带管沟开挖及堆土区、站场阀室临时堆土区及建构物基础开挖区域、管线穿跨越工作坑开挖区及堆土区。

6.1.2 监测时段

水土流失监测时段应从施工准备期前 1 个月（本底值监测）开始至设计水平年结束，分为施工准备期、施工期和试运行期。本工程拟于 2023 年 1 月开工建设，总体工程计划 2026 年 12 月建成投产，根据主体工程完工时间和水土保持措

施实施进度安排等，综合确定本工程水土保持方案设计水平年为工程完工当年，即为 2026 年。

因此本工程水土保持监测时段为 2022 年 12 月-2026 年 12 月(设计水平年结束)，共 49 个月。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

水土保持监测内容包括：扰动土地情况、取土（石、料）情况、弃土（石、渣）情况、水土流失情况、水土保持措施实施情况及效果等。包含项目防治责任范围内水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害和水土保持措施等方面的内容。

（1）水土流失影响因素监测内容

主要包括：①气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；②项目建设对原地表、水土保持设施、植被的压占和损毁情况；③项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；④项目弃土（石、渣）场的占地面积、弃土（石、渣）量及堆放方式；⑤项目取土（石、料）的扰动面积及取料方式等。

（2）水土流失状况监测内容

主要包括：①水土流失的类型、形式、面积、分布及强度；②各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

（3）水土流失危害监测

主要包括：①水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度；②水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度；③对高等级公路、铁路、输变电、输油气管线等重大工程造成的危害；④生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；⑤对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况。

（4）水土保持措施监测

主要包括：①植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；②工程措施的类型、数量、分布和完好程度；③临时措施的类型、数量和分部；④主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；⑤水土保持措施

对主体工程安全建设和运行发挥的作用；⑥水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

6.2.2 监测方法

按照《生产建设项目水土保持监测技术规程（试行）》及《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水保〔2009〕187号），本工程水土保持监测主要采用调查（巡查）、沉砂池体积法、简易水土流失观测场法（测钎法）、无人机监测、遥感监测、资料查阅等方法。

（1）水土流失影响因素监测方法

1) 降雨和风力等气象资料监测

降水量、气温、风速、湿度等因子，通过收集项目区及附近地区的现有气象观测资料获取；主要河流的水位、流量、含沙量等指标，可参照当地水文观测资料。

2) 地形地貌状况监测

项目建设过程中地形地貌状况可采用实地调查和查阅资料等方法获取，整个监测期应监测 1 次。

3) 地表组成物质监测

地表组成物质可采用实地调查的方法获取，在施工准备期（本工程可在红线外调查补测）和试运行期各监测 1 次。

4) 植被状况监测

植被状况监测应采用实地调查的方法获取，确定植被类型和优势种，同时调查其林草的存活率、生长发育情况（林木的树高、胸径、冠幅）及其植被覆盖度的变化等情况。

项目区林草覆盖度采用抽样调查和测量等方法进行监测。即选择有代表性的地块，确定调查地样方，先现场量测、计算郁闭度（或盖度），再计算出场地的林草覆盖度。具体方法为：

①林地郁闭度的监测采用树冠投影法。在典型地块内选定 5m×5m 的样地，用皮尺将标准地划分为 2m×2m 的方格，测量每株立木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一

定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

②灌木盖度的监测采用线段法。用测绳或皮尺在所选定样方灌木上方水平拉过，垂直观察灌丛在测绳上的投影长度，并用卷尺测量。灌木总投影长度与测绳或样方总长度之比，即为灌木盖度。

③草地盖度的监测采用针刺法。用所选定样方内，选取 2m×2m 的小样方，测绳每 20cm 处用细针（φ=2mm）做标记，顺次在小样方内的上、下、左、右间隔 20cm 的点上，从草的上方垂直插下，针与草相接触即算有，不接触则算无。针与草相接触点数占总点数的比值，即为草地盖度。用此法在样方内不同位置取三个小样方求取平均值，即为样方草地的盖度。

④林地的郁闭度或灌草地的盖度计算公式为：

$$D = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{F_e}$$

式中：D——林地的郁闭度（或草地的盖度），%；

F_i ——样方面积， m^2 ；

F_e ——样方内树冠（或草冠）的垂直投影面积， m^2 。

⑤项目建设区内各种类型场地的林草植被覆盖度（C）计算公式为：

$$C = \frac{f}{F}$$

式中：C——林木（或灌草）植被的覆盖度，%；

F——类型区总面积， km^2 ；

f——类型区内林地（或灌草地）的垂直投影面积， km^2 。

纳入计算的林地（或草地）面积，其林地的郁闭度或草地的盖度取大于 20%。草地样方规格为 2m×2m。

5) 地表扰动情况监测

地表扰动情况应采用实地调查并结合查阅资料的方法进行监测。调查中，可采用实测法、填图法等。

实测法：采用测绳、测尺、全站仪、GPS 或其他设备量测。

填图法：采用大比例尺地形图现场勾绘，然后进行室内量算。

推荐采用实测法，可采用无人机对施工期间地表扰动情况进行监测。

6) 水土流失防治责任范围监测

实测法（采用测绳、测尺、全站仪、GPS、无人机或其他设备），对工程水土流失防治责任范围情况进行量测。

遥感监测：在开发建设项目水土保持监测中主要采用人机交互式解译的方法，在 GIS 和 RS 软件平台上，由水土保持和遥感专业人员进行遥感信息全数字解译，通过人脑和电脑相结合，对计算机储存的遥感信息和人所掌握的知识、经验进行推理、判断。具体工作思路为：1) 确定项目区坐标，准备 1:1 万地形图，同时购买 SPOT 或 TM 影像，并查阅有关本项目区的各种基础资料，作好一切准备工作。2) 现场勘测项目区土地利用状况、植被覆盖度等地理信息，采用高精度 GPS 仪重点定位，在地形图上结合高精度 GPS 仪进行粗略勾绘项目区各种地况，并采集一些地面覆盖标志。3) 室内在 GIS 平台上进行地物分类，用扫描后的地形图经大地坐标矫正后叠加到影像上，提取坡度因子，当地块表土母质和坡度确定后，图斑勾绘和侵蚀等级判定的指标就是植被。植被覆盖度及植被结构的信息可直接或间接从影像色调深浅及色相确定，根据地物类型和地表组成、坡度确定土壤侵蚀强度的级别其分布状况。遥感监测应在施工前开展 1 次，建设期每年不少于 1 次。

(2) 水土流失状况监测方法

1) 水土流失类型及形式监测

水土流失类型及形式应在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定。

2) 水土流失面积监测

项目水土流失面积监测应采用普查法进行。

3) 土壤侵蚀强度监测

土壤侵蚀强度应根据现行行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》SL190 按照监测分区分别确定，针对临时堆土等坡面可采用测钎法。

在汛期前将直径 0.5cm-1cm、长 50cm-100cm、类似钉子形状的钢钎，根据坡面面积，按一定距离分上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根布设。钢钎应沿铅垂方向打入坡面，钉帽与坡面齐平，并应在钉帽上涂上红漆，编号登记入册。坡面面积较大时，钢钎应适当加密。

每次大暴雨之后和汛期终了，观测钉帽距地面高度，计算土壤侵蚀深度和总

的土壤侵蚀量。计算公式采用：

$$A = ZS \cos\theta / 1000$$

式中：A——土壤侵蚀量(m³)；

Z——侵蚀深度(mm)；

S——坡面面积(m²)；

θ——斜坡坡度值(度)。

有人为扰动的地方，钢钎应在汛期末收回，来年再用，布设数量可适当增加。人为扰动少时可长期固定不动，但应注意保护，长期观测。

新堆放的土堆应考虑沉降产生的影响，在平坦地段设置对照观测或应用沉降率计算沉降高度。若钢钎不与土体同时沉降，则实际侵蚀深度，计算公式：

$$Z = Z_0 - \beta$$

式中：Z——实际侵蚀深度(mm)；

Z₀——观测值(mm)；

β——沉降高度(mm)。

4) 土壤流失量监测

结合监测区域内布设的临时沉沙池防护措施，采用沉沙池法在汇水集中出口处设置沉沙池，按照设计频次观测沉沙池中的泥沙厚度。观测时，可在沉沙池的四个角及中心点分别量测泥沙厚度，并测算泥沙密度。土壤流失量采用下公式计算：

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5}{5} S \rho_s \times 10^4$$

S_T----汇水区土壤流失量；

H_i----沉沙池四角和中心点的泥沙厚度 (cm)；

S ----沉沙池地面面积 (m²)；

ρ_s----泥沙密度 (g/cm³)。

(3) 水土流失危害监测方法

1) 水土流失危害面积监测

水土流失危害的面积采用实测法、填图法结合无人机监测法进行监测。

2) 水土流失危害监测

水土流失危害的其它指标和危害程度可采用实地调查、量测和询问等方法进

行监测。

(4) 水土保持措施监测方法

1) 植物措施监测

①植物类型及面积监测

植物措施类型及面积在综合分析相关技术资料的基础上，实地调查确定。

②成活率、保存率及生长状况监测

成活率、保存率及生长状况可采用抽样调查的方法确定；乔木的成活率与保存率可采用样地或样线调查法；灌木的成活率与保存率可采用样地调查法。

③郁闭度与盖度监测

郁闭度可采用样线法和照相法测定；盖度可采用针刺法、网格法和照相法测定。

④林草覆盖率监测

林草覆盖率在统计林草面积的基础上分析计算获得。

2) 工程措施监测方法

①措施的数量、分布和运行情况监测

措施的数量、分布和运行状况应在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定。

②措施运行情况监测

工程措施的运行情况，可设立监测点进行定期观测。

3) 临时措施监测

临时措施可在查阅工程施工、监理等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像等影像资料。

4) 措施实施情况监测

措施实施情况可在查阅工程施工、监理等资料的基础上，结合调查询问与实地调查确定。

5) 水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用及水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用以巡查监测为主。

6.2.3 监测频次

按照《生产建设项目水土保持监测技术规程（试行）》及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018），确定监测频次如下：

（1）水土流失影响因素监测频次

地形地貌状况监测和植被状况监测应在整个监测期监测 1 次；地表组成物质监测在施工期和试运行期各监测 1 次；地表扰动情况监测和水土流失防治责任范围监测应每月监测记录 1 次（遥感监测应在施工前开展 1 次，建设期每年不少于 1 次）。

（2）水土流失状况监测频次

水土流失类型及形式监测应每年监测不少于 1 次；水土流失面积监测应每月进行 1 次；土壤侵蚀强度监测在施工准备期和监测末期各监测 1 次、施工期间应每年监测 1 次；土壤流失量监测应每月监测记录 1 次。

（3）水土流失危害监测频次

水土流失危害面积及水土流失危害监测均应每季度监测 1 次。

（4）水土保持措施监测频次

正在实施的水土保持工程措施、植物措施、临时措施及措施实施情况均每季度监测记录 1 次；水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用及水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用应监测应在汛期前后及暴雨后进行。

表 6.2-1 水土流失监测计划表

	监测内容	监测方法	监测时间	监测频次
水土流失影响因素监测	降雨和风力等气象资料监测	资料收集	施工期	--
	地形地貌状况监测	实地调查和查阅资料	施工期	整个监测期监测 1 次
	地表组成物质监测	实地调查	施工期和试运行期	施工期和试运行期各监测 1 次
	植被状况监测	实地调查、测量	施工期	测定 1 次
	地表扰动情况监测	实地调查、实测法	施工期	每月 1 次
	水土流失防治责任范围监测	实测法、无人机、遥感监测	施工期	遥感监测应在施工前开展 1 次，建设期每年不少于 1 次。其他每月 1 次
	弃土弃渣情况监测	查阅资料、实地测量	施工期和试运行期	正在使用的弃土场每月监测 1 次，其它时段每季度监测 1 次
	取土（石、料）监测	查阅资料、实地测量	施工期和试运行期	正在使用的取土场每月监测 1 次，其它时段每季度监测 1 次
水土流失状况监测	水土流失类型及形式监测	实地调查	施工期	每年不少于 1 次
	水土流失面积监测	普查法	施工期	每季度 1 次
	土壤侵蚀强度监测	测钎法、计算确定	全时段	施工准备期和监测末期各 1 次，施工期每年 1 次
	土壤流失量监测	沉沙池法	施工期	每月 1 次
水土流失危害监测	水土流失危害面积监测	实测法、填图法	施工期	每季度 1 次
	水土流失危害监测	实地调查、量测、询问	施工期	每季度 1 次
水土保持措施监测	植物措施监测	实地调查、样地、针刺法等	施工期和试运行期	每季度 1 次
	工程措施监测	实地勘测、全面巡查、定期观测	施工期和试运行期	每季度 1 次
	临时措施监测	查阅资料、实地调查	施工期	每季度 1 次
	措施实施情况监测	调查询问、实地调查	施工期	每季度 1 次
	水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用监测	巡查	施工期	汛期前后及大风、暴雨后进行
	水土保持措施对周边水土保持生态环境发挥的作用监测	巡查	施工期	汛期前后及大风、暴雨后进行

6.3 点位布设

监测点位布设应遵循代表性、方便性、少受干扰的原则。每个监测区至少布设 1 个监测点。根据本工程水土流失预测结果及同类型工程施工现场的调查情况，工程建设期水土流失主要发生在施工时间较长，机械碾压较为剧烈的区域，如罐区开挖、外输管线管沟开挖等区域，因此可在以上水土流失严重区域进行以调查、巡查为主的监测，同时选择有代表性的地段布设监测点位，进行定点监测。

接收站工程 6 处：LNG 储罐开挖回填区域布设 2 处，临时堆土区域布设 2 处，生产工艺区布设 1 处，办公生活区布设 1 处；

管道施工作业带 5 处：管沟开挖回填区域布设 2 处，临时堆土区域布设 2 处，施工机械通行区域布设 1 处；

站场阀室 3 处：赣榆末站 2 处（基础挖填区域 1 处、临时堆土区域 1 处），截断阀室 1 处；

管线穿跨越 5 处：定向钻穿越河流 1 处，顶箱涵穿越铁路 1 处，顶管穿越公路 1 处，大开挖穿越池塘 1 处，桁架跨越海堤 1 处；

管线附属设施：结合管道施工作业带统一布设，不进行单独布设定位监测点。

施工便道 1 处。

具体监测点位详见表 6.3-1。

表 6.3-1 水土保持监测点分区布设表

监测分区	具体区域	施工方式	监测点编号
接收站工程	LNG 储罐区	开挖+回填	1#-2#
	生产工艺区	开挖+回填	3#
	临时堆土区域	堆土+堆料	4#-5#
	办公生活区	开挖+回填	6#
管道施工作业带	管沟开挖回填区域	开挖+回填	7#-8#
	临时堆土侧	堆土	9#-10#
	施工机械通行侧	碾压	11#
赣榆末站	综合楼基础区域	开挖+回填	12#
	临时堆土区域	堆土	13#
截断阀室	外输线路截断阀室	开挖+回填	14#
管线穿跨越	定向钻施工场地	开挖+回填+碾压	15#
	顶箱涵穿越铁路	开挖+回填+碾压	16#
	顶管穿越公路	开挖+回填+碾压	17#
	大开挖穿越池塘	开挖+回填	18#
	桁架跨越海堤	开挖+回填+碾压	19#
施工便道	外输管线施工便道	碾压	20#

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测实施条件

(1) 监测人员

本工程水土保持监测团队拟由 4 名人员组成。监测工作包括现场监测、调查、数据统计以及编写监测报告等。

(2) 监测设施和设备

监测方法多样其监测设施种类也较多，根据监测工作中实际需要选择和优化监测设备，监测设施设备详见表 6.4-1。

表 6.4-1 监测设备、仪器使用汇总表

序号	设施和设备	单位	数量	备注
一	土建设施			
1	沉沙池	座	93	利用站场及施工场地布设的出水口临时沉沙池
二	监测设备			
1	全站仪	台	1	
2	电子坡度仪	台	1	
3	数码照像机	台	2	
4	便携式浊度仪	台	2	
5	烘箱	台	2	
6	电子天平	台	2	
7	GPS 定位仪	台	2	用于监测点、场地及现象点的定位和量测
8	计算机	台	4	用于文字，图表处理和计算
9	无人机	台	2	用于扰动面积实测
三	消耗性材料			
1	皮尺（100m）	支	2	
2	测绳	捆	2	
3	钢卷尺（3m）	个	3	
4	测钎	根	400	
5	水样桶	个	15	
6	土样桶	个	50	
7	铁铲	把	5	
8	烧杯	个	20	
9	量筒	个	5	
10	三角瓶	个	20	

6.4.2 监测成果要求

（1）水土保持监测成果要求

①项目完工后，应编制项目水土保持监测总结报告，以及有关附图、附表、照片和影像资料等。监测技术报告应包括监测实施细则的主要内容，同时增加监测结果与分析、监测结论和建议，以及水土保持监测三色评价结论等。

②图件和照片包括水土保持防治责任范围、水土保持措施总体布局图、监测设施典型设计图和动态监测场景照片及过程影像资料等。

③通过对监测成果的分析，明确 6 项水土流失防治指标（水土流失治理度、土壤流失控制比、表土保护率、渣土防护率、植被恢复率和林草覆盖率），以及水土保持监测三色评价结论。

④水土保持监测技术报告应满足水土保持工程专项验收的要求。

（2）水土保持监测成果

每次监测结束后，需对监测结果和原始调查资料数据进行统计对比分析，做出简要评价，编写监测阶段分析报告、数据记录册、附图附件等及时报送业主与当地水土保持主管部门。每年年底进行一次资料整理及归档，编制监测年报，内容包括监测时间、地点、监测项目和方法、监测成果以及存在的问题和下一步水土流失防治的建议等，并报送工程建设单位、当地水土保持主管部门和上级水土保持监测管理机构备案。监测季度报告表及年度报告中应附“生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表”，并明确三色评价结论。

①监测实施方案

工程开始建设前，应编制水土保持监测实施方案，实施方案应包括以下几个方面的内容：

1) 建设项目及项目区概况

包括生产建设项目概况，项目区自然、经济和生态环境概况，生产建设项目水土流失防治布局。

2) 水土保持监测布局

包括监测目标与任务，监测范围及分区，监测重点及监测布局，监测时段和工作进度。

3) 监测内容和方法

监测内容和方法要包括开工之前、施工准备期、工程建设期间、水土保持措施试运行期的监测指标与控制节点。

4) 预期成果及形式

预期成果及形式主要包括数据记录，重点监测图（重要弃土（渣）场要提供千分之一地形图），水土保持监测报告及附件。

5) 监测工作组织与质量保证体系

主要包括监测人员组成及监测质量控制体系。

②阶段报告

依据《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见（水保〔2009〕187号）》相关要求，工程开工（含施工准备期）前应向水行政主管部门报送《水土保持监测实施方案》。项目建设期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《水土保持监测季度报告表》，同时提供工程区照片及影像资料，填写“生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表”，明确三色评价结论；因降雨、大风或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后一周内报告有关情况。水土保持监测任务完成后，于三个月内报送《水土保持监测总结报告》。

上述报告由建设单位向批复方案的水行政主管部门上报，报送的报告和报告表要加盖生产建设单位公章，并由水土保持监测项目的负责人签字。《生产建设项目水土保持监测实施方案》、《生产建设项目水土保持监测总结报告》还需加盖监测单位公章。

③水土保持监测总结报告

该工程水土保持报告包括以下内容：

1) 前言：任务来源情况，组织领导，监测计划确定，监测任务的组织实施（监测布点、现场监测），监督管理（监测资料的检查核定），监测结果分析，监测阶段报告等。

2) 建设项目及水土保持工作概况：叙述建设项目基本情况、项目区概况、水土保持工作情况、监测工作实施情况等。

3) 监测内容与方法：包括扰动土地情况、取料（土、石）情况、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）情况、水土保持措施实施情况、水土流失情况等内容。

4) 重点对象水土流失动态监测：防治责任范围动态监测结果、取料监测结果、弃土弃渣动态监测结果、土石方流向情况监测结果。

5) 水土流失防治措施监测结果：工程措施监测结果、植物措施监测结果、临时措施监测结果、水土保持措施防治效果等。

6) 土壤流失情况监测：主要叙述水土流失面积、土壤流失量、取土（石、料）场监测情况、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）场监测情况以及水土流失危害

等内容。

7) 水土流失防治效果监测结果：水土流失及防治综合评价和六项目标达标情况，以及水土保持监测三色评价结论。

8) 结论：归纳总结水土流失动态变化，综合评价水土保持措施，提出存在问题并给出合理建议，进行综合结论叙述。

9) 附图及有关资料。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 水土保持为主体工程的一部分，水土保持工程投资估算所采用的价格水平年、基本材料价格等与主体工程设计估算一致，并结合水土保持工程特点，不足部分参照《水土保持工程概（估）算编制规定》及《水土保持工程估算定额》的有关规定进行编制；

(2) 对主体工程中界定为水土保持措施的工程费用，计列入水土保持投资估算；

(3) 主要材料价格及建筑工程单价与主体工程基本一致；

(4) 植物工程单价依据当地价格水平确定；

(5) 投资估算价格水平年为 2022 年第 1 季度。

7.1.1.2 编制依据

(1) 《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总[2003]67 号）

(2) 《水土保持工程估算定额》（水利部水总[2003]67 号）

(3) 《工程勘察设计收费管理规定》（国家计委、建设部计价格[2002]10 号）

(4) 《水利部关于印发水利工程营业税改增值税计价依据调整办法的通知》（办水总[2016]132 号，2016 年 7 月 5 日）。

(5) 《国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》（发改价格[2017]1186 号）；

(6) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函[2019]448 号）。

(7) 《关于印发<水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》（财政部、国家发改委、水利部、中国人民银行，财综[2014]8 号）；

(8) 《关于水土保持补偿费收费标准(试行)的通知》(国家发改委、财政部、水利部,发改价格[2014]886号);

(9) 《江苏省水土保持补偿费征收使用管理办法》(苏财综[2014]39号);

(10) 《江苏省物价局江苏省财政厅转发国家发展改革委财政部关于降低电信网码号资源占用费等部分行政事业性收费标准的通知》(苏价服〔2017〕115号);

(11) 主体有关单价、费率及相关文件资料。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制说明

(1) 项目划分

根据《生产建设项目水土保持技术标准》和《水土保持工程概(估)编制规定》,水土保持工程专项投资划分为工程措施费、植物措施费、临时工程措施费、独立费以及基本预备费组成。

(2) 编制方法

按水利部规定的编制方法,即水土保持投资估算费用由工程措施、植物措施、临时工程、其他费用等构成。依据水利部《水土保持工程概(估)算编制规定》与《水土保持工程估算定额》进行编制,按费用构成的有关规定计算各个工程项目的单价,再对照相应的水土保持措施工程量,计算得各防治区各项措施投资,并依据水利部的有关规定,计算独立费用:包括勘测设计费、建设管理费、监理费、监测费以及相应的基本预备费,最终得出总投资。

(3) 工程措施费和植物措施费

水土保持工程措施估算按设计工程量乘以工程单价进行编制,单价由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成;

植物措施材料费由苗木、草、种子的预算价格乘以数量进行编制,植物措施费由苗木、草、种子等材料费及种植费组成;种植费按种植工程量乘以种植工作单价计算。

(4) 施工临时工程

施工临时工程投资包括临时防护措施和其它临时工程投资两部分。临时防护

措施投资按设计工程量乘以工程单价编制；其它临时工程投资按工程措施和植物措施之和的 2% 计算。

(5) 人工单价

水保措施的人工单价与主体工程的建筑工程人工费一致，取 11 元/工时。

(6) 独立费用

1) 建设管理费按新增工程措施、植物措施、临时工程费之和的 2% 计。与主体工程建设管理费合并使用。

2) 建设监理费：根据实际工作量核实计算。工程建设监理费按工程师 10 万元/年和高级工程师 15 万元/年计。根据工程实际需要每施工年度配置人员 4 人，其中高级工程师 1 人，工程师 3 人。监理时间为 4 年，合计监理费用为 180 万元。

表 7.1-1 水土保持监理费计算表

费用名称	人均（元/年）	实际出勤率	年均人数（人/年）	监理年限	合计（元）
高级工程师	150000	100%	1	4.0	600000
工程师	100000	100%	3	4.0	1200000
合计					1800000

3) 水土保持监测费：监测费由消耗性材料费、设备折旧费、监测点位费及监测人工费组成。本工程设监测人员 4 人，其中总监测工程师 1 人，监测工程师 3 人。按照总监测工程师 15 万元/年，监测工程师 10 万元/年。本工程监测时间为 4 年，计算得出人工费；同时考虑监测材料、设备和仪器折旧费，经计算本工程水土保持监测费为 187.68 万元。

表 7.1-2 水土保持监测费计算表

序号	项目、名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (万元)	折旧率 (%)
一	土建设施					
1	沉沙池	个	93	利用站场及施工场地布设的出水口临时沉沙池		
二	监测设备				6.94	
1	全站仪	台	1	7000	0.56	80
2	电子坡度仪	台	1	200	0.02	80
3	数码照像机	台	2	3000	0.48	80
4	便携式浊度仪	台	2	2000	0.32	80
5	烘箱	台	2	4000	0.64	80
6	电子天平	台	2	800	0.13	80
7	GPS 定位仪	台	2	6000	0.96	80
8	计算机	台	4	8000	2.56	80
9	无人机	台	2	8000	1.28	80
三	消耗性材料				0.73	
1	皮尺 (100m)	支	2	100	0.02	
2	测绳	捆	2	30	0.01	
3	钢卷尺 (3m)	个	3	20	0.01	
4	测钎	根	400	10	0.40	
5	水样桶	个	15	30	0.05	
6	土样桶	个	50	30	0.15	
7	铁铲	把	5	30	0.02	
8	烧杯	个	20	20	0.04	
9	量筒	个	5	20	0.01	
10	三角瓶	个	20	20	0.04	
四	监测人工费 (高工)	人·年	4	150000	60	
	监测人工费 (工程师)		12	100000	120	
合计					187.68	

4) 科研勘测设计费: 包括水土保持方案编制费和下阶段水土保持工程设计费。参照《关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》(发改委价格[2015]299号), 水土保持方案编制费依据实际合同计取为 36 万元, 后续设计费计列

80 万元。

5) 水土保持验收报告编制费：按市场行情计列，估算价格 80 万。

(7) 预备费

按工程措施、植物措施、临时措施和独立费用四部分投资之和的 6.0% 计算。

(8) 水土保持补偿费

根据《江苏省水土保持补偿费征收使用管理办法》（苏财综[2014]39 号，2014 年 7 月 22 日）第七条（一）对于一般性生产建设项目，按照征占用地面积一次性计征，不足 1 平方米的按 1 平方米计。依据《江苏省物价局 江苏省财政厅关于降低水土保持补偿费征收标准的通知》苏价农[2018]112 号，收取标准为 1.0 元/m²。

《中华人民共和国水土保持法》第三十二条第二款规定：在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办生产建设项目或者从事其他生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。

本工程接收站为填海造地，由于原属海域部分不存在“损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的”情形，所以对于新形成的陆域部分不需要缴纳水土保持补偿费。本工程征占用地面积 72.77hm²，除去填海造地 27.51hm²，水土保持补偿费计征面积 45.26hm²，经计算本工程水土保持补偿费为 45.26 万元。

7.1.2.2 材料单价

(1) 人工单价

人工预算单价按主体人工单价计算：每工日 88 元（11.0 元/工时）。

(2) 主要材料估算价格

主要材料估算价格以材料原价，加上采、运、保等费用作为该工程的估算价。主要材料的估算价格详见表 7.1-3。

(3) 施工机械台时费

施工机械台时费包括基本折旧费、修理费及替换设备费、安装拆卸费、人工

费和动力燃料费，按《水土保持工程估算定额》附录中的施工机械台时费定额进行计算。根据《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）规定，施工机械台时费定额的折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不变。

表 7.1-3 主要材料价格估算表

序号	名称	单位	单价(元)	备注
01	砂	m ³	140	主体提供
02	碎石	m ³	130	主体提供
03	柴油 0#	t	5880	主体提供
04	水泥	t	250	主体提供
05	标准砖	千块	300	主体提供
06	土工布	m ²	2	市场价
07	防尘网(密目网)	m ²	1.6	市场价
08	塑料薄膜	m ²	2.17	市场价
09	农家土杂肥	m ³	60	市场价
10	编织袋	元/个	1.5	市场价
11	钢板	m ²	60	市场价
12	彩条布	m ²	1.8	市场价
13	彩条旗	m	0.2	市场价
14	水	元/m ³	6	主体提供
15	电	元/kw·h	2	主体提供
16	紫薇(10cm 胸径)	株	600	含运输、保管费
17	女贞(10cm 胸径)	株	400	含运输、保管费
18	紫叶小檗(5cm 地径)	株	25	含运输、保管费
19	海桐(5cm 地径)	株	150	含运输、保管费
20	紫叶小檗(高 1m)	株	13	含运输、保管费
21	狗牙根草籽	kg	65	含运输、保管费
22	马尼拉草皮	m ²	25	含运输、保管费
23	植草砖	m ²	50	
24	透水砖	m ²	45	
25	土方购买	m ³	70	运距 30km
26	C10 普通混凝土	m ³	280	主体提供(含工费)
27	C15 普通混凝土	m ³	350	主体提供(含工费)
28	C25 普通混凝土	m ³	340	主体提供(含工费)
29	混凝土预制盖板	m	50	主体提供(含工费)
30	原木	m ³	20	市场价

本工程所涉及到的施工机械台时费如表 7.1-4。

表 7.1-4 机械台时费汇总表

机械名称	规格	定额编号	I类费用/元				II类费用/元					合计/元
			折旧 费/元	修理及替 换设备费/元	安装拆 卸费/元	小计/元	人工	柴油 /kg	电 /kwh	水/m ³	小计/元	
							11	5.88	2	6		
胶轮架子车	--	水保 [3059]	0.23	0.59		0.82						0.82
混凝土搅拌机	0.4m ³	水保 [2002]	2.91	4.90	1.07	8.88	14.30		17.20		31.50	40.38
轮式拖拉机	37kw	水保 [1043]	2.69	3.35	0.16	6.20	14.30	43.51			57.81	64.01
内燃压路机	8-10t	水保 [1072]	5.18	9.34		14.52	26.40	26.46			52.86	67.38
油动挖掘机	0.5m ³	水保 [1001]	19.44	18.78	1.48	39.70	29.70	62.92			92.62	132.32
液压挖掘机	2m ³	水保 [1008]	78.81	50.17	3.56	132.54	29.70	118.78			148.48	281.02

备注：折旧费除以 1.13 调整系数，修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不变。

(4) 混凝土材料单价

表 7.1-5 砂浆单价计算表 单位：m³

名称	强度等级	级配	水泥 (kg)			砂 (m ³)		水 (m ³)		单价 (元)
			标号	数量	合价	数量	合价	数量	合价	
砂浆	M7.5	中	32.5	292.00	73.00	1.11	155.40	0.289	1.73	230.13

(5) 施工用风、水、电价

施工用风、水、电价采用主体工程的价格，电价 2.0 元/kw.h、生产用水价格 6.0 元/m³。

7.1.2.3 取值费率

直接工程费包括直接费（人工费、材料费、机械使用费）、其他直接费和现场经费组成。

- 1) 其他直接费：工程措施按直接费的 2%计，植物措施按直接费的 1%计。
 - 2) 现场经费：工程措施按直接费的 5.0%计，植物措施按直接费的 4.0%计；
 - 3) 间接费：工程措施按直接工程费费的 5.5%计，植物措施按直接工程费的 3.3%计；
 - 4) 企业利润：工程措施按直接工程费和间接费之和的 7%计；植物措施按直接工程费和间接费之和的 5%计；
 - 5) 税金：按直接工程费、间接费、企业利润之和的 9%计。
 - 6) 估算扩大利润：按直接工程费、间接费、企业利润、税金之和的 10%计。
- 取值费率详见表 7.1-6。

表 7.1-6 本方案水土保持措施费率表

费率	土石方工程	混凝土工程	其他工程	林草工程
其他直接费 (%)	2.00	2.00	2.00	1.00
现场经费 (%)	5.00	6.00	5.00	4.00
间接费 (%)	5.50	4.30	4.40	3.30
利润 (%)	7.00	7.00	7.00	5.00
税金 (%)	9	9	9	9

7.1.2.4 估算成果

本项目建设期水土保持工程估算总投资为 2012.75 万元，其中工程措施投资 504.51 万元，植物措施投资 131.15 万元，临时措施投资 638.58 万元，独立费用 581.88 万元（含水土保持监测费 187.68 万元、水土保持监理费 180 万元），基本预备费 111.37 万元，水土保持补偿费 45.26 万元。

水土保持总投资估算见表 7.1-7，工程措施估算见表 7.1-8，植物措施估算见表 7.1-9，临时工程措施估算见表 7.1-10，独立费用估算见表 7.1-11。

表 7.1-7 工程水土保持总投资估算表 (单位: 万元)

序号	工程或费用名称	建安工程 费	植物措施费				独立费 用	合计
			整地 费	栽种植 费	种苗 费	小计		
第一部分 工程措施		504.51						504.51
1	接收站工程	397.16						397.16
2	管道施工作业带	67.24						67.24
3	站场阀室	24.46						24.46
4	管线穿跨越	7.27						7.27
5	管线附属设施	0.01						0.01
6	施工便道	8.37						8.37
第二部分 植物措施			35.61	26.59	68.94	131.15		131.15
1	接收站工程		35.59	20.16	51.25	107.00		107.00
2	管道施工作业带			2.03	6.79	8.82		8.82
3	站场阀室		0.02	4.12	9.95	14.08		14.08
4	管线穿跨越			0.28	0.94	1.23		1.23
5	管线附属设施			0.00	0.02	0.02		0.02
第三部分 临时措施		638.58						638.58
(一)	临时防护工程	625.86						625.86
1	接收站工程	51.63						51.63
2	管道施工作业带	400.73						400.73
3	站场阀室	6.95						6.95
4	管线穿跨越	166.56						166.56
(二)	其他临时工程	12.71						12.71
第四部分 独立费用							581.88	581.88
1	建设管理费						18.21	18.21
2	水土保持监理费						180.00	180.00
3	水土保持监测费						187.68	187.68
4	科研勘测设计费						116.00	116.00
5	验收报告编制费						80.00	80.00
第一至四部分合计								1856.12
基本预备费								111.37
水土保持补偿费								45.26
水土保持总投资								2012.75

表 7.1-8 工程措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第一部分 工程措施					504.51
一	接收站工程				397.16
1	碎石覆盖	hm ²	5.3	主体设计	155.26
2	绿化覆土	万 m ³	0.7	270812	18.96
3	土地整治	hm ²	1.61	1339	0.22
4	混凝土排水沟	m	4300	主体设计	205.24
5	植草砖工程	m ²	600	168	10.06
6	透水砖工程	m ²	500	149	7.43
二	管道施工作业带				67.24
1	表土剥离	hm ²	5.06	42057	21.28
2	绿化覆土	万 m ³	1.52	270812	41.16
3	土地整治	hm ²	35.84	1339	4.80
三	站场阀室				24.46
1	表土剥离	hm ²	0.7	42057	2.94
2	绿化覆土	万 m ³	0.22	270812	5.96
3	土地整治	hm ²	0.55	1339	0.07
4	植草砖工程	m ²	100	167.65	1.68
5	透水砖工程	m ²	930	148.52	13.81
四	管线穿跨越				7.27
1	表土剥离	hm ²	0.52	42057	2.19
2	绿化覆土	万 m ³	0.16	270812	4.33
3	土地整治	hm ²	5.62	1339	0.75
五	管线附属设施				0.01
1	土地整治	hm ²	0.04	1339	0.01
六	施工便道				8.37
1	表土剥离	hm ²	0.68	42057	2.86
2	绿化覆土	万 m ³	0.2	270812	5.42
3	土地整治	hm ²	0.68	1339	0.09

表 7.1-9 植物措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第二部分 植物措施					131.15
一	接收站工程				107.00
1	栽植紫薇				3.26
	穴状整地(60×60)	个	50	5	0.03
	栽植费	株	50	36	0.18
	紫薇	株	51	600	3.06
2	栽植女贞				2.22
	穴状整地(60×60)	个	50	5	0.03
	栽植费	株	50	30	0.15
	女贞	株	51	400	2.04
3	栽植紫叶小檗				0.72
	穴状整地(50×50)	个	250	3	0.07
	栽植费	株	250	5	0.13
	紫叶小檗	株	205	25	0.51
4	栽植海桐				2.52
	穴状整地(50×50)	个	150	3	0.04
	栽植费	株	150	12	0.18
	海桐	株	153	150	2.30
5	栽植紫叶小檗绿篱				2.26
	绿篱栽植费	延米	200	9	0.18
	紫叶小檗 (1m)	株	1600	13	2.08
6	铺设马尼拉草皮				60.56
	草皮铺设	hm ²	1.5	128755	19.31
	马尼拉草皮	hm ²	1.65	250000	41.25
7	穴播狗牙根				0.02
	穴播草籽	m ²	270	1	0.01
	狗牙根	kg	1.62	65	0.01
8	排盐碱措施	hm ²	1.61	220000	35.42
二	管道施工作业带				8.82
1	撒播狗牙根				8.82
	撒播草籽	hm ²	17.41	1168	2.03
	狗牙根	kg	1044.6	65	6.79
三	站场阀室				14.08

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
1	栽植紫薇				0.64
	穴状整地(60×60)	个	10	5	0.01
	栽植费	株	10	36	0.04
	紫薇	株	10	600	0.60
2	栽植女贞				0.44
	穴状整地(60×60)	个	10	5	0.01
	栽植费	株	10	30	0.03
	女贞	株	10	400	0.40
3	栽植紫叶小檗				0.07
	穴状整地(50×50)	个	20	3	0.01
	栽植费	株	20	5	0.01
	紫叶小檗	株	20	25	0.05
4	栽植海桐				0.33
	穴状整地(50×50)	个	20	3	0.01
	栽植费	株	20	12	0.02
	海桐	株	20	150	0.30
5	铺设马尼拉草皮				12.52
	草皮铺设	hm ²	0.31	128755	3.99
	马尼拉草皮	hm ²	0.341	250000	8.53
6	撒播狗牙根				0.09
	撒播草籽	hm ²	0.18	1168	0.02
	狗牙根	kg	10.8	65	0.07
7	穴播狗牙根				0.004
	穴播草籽	m ²	45	1	0.002
	狗牙根	kg	0.27	65	0.002
四	管线穿跨越				1.23
1	撒播狗牙根				1.23
	撒播草籽	hm ²	2.42	1168	0.28
	狗牙根	kg	145.2	65	0.94
五	管线附属设施				0.02
1	撒播狗牙根				0.02
	撒播草籽	hm ²	0.04	1168	0.005
	狗牙根	kg	2.4	65	0.02

表 7.1-10 临时措施估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
第三部分 临时措施					638.58
一	接收站工程				51.63
1	泥浆沉淀池	个	6	主体设计	2.79
2	沉砂池	个	25		6.30
	土方开挖	m ³	301	4	0.14
	浆砌砖	m ³	112	457	5.12
	水泥砂浆抹面	m ²	474	22	1.04
3	临时排水沟	m	6200		36.25
	土方开挖	m ³	2600	48	12.47
	水泥砂浆抹面	m ²	10800	22	23.79
4	防尘网苫盖	hm ²	1.5	41935	6.29
二	管道施工作业带				400.73
1	彩条布铺垫	hm ²	24.78	53377	132.27
2	编织袋拦挡	万 m ³	1.72	1019174	175.30
3	编织袋拆除	万 m ³	1.72	272789	46.92
4	防尘网苫盖	hm ²	9.8	41935	41.10
5	彩条旗围护	km	29.3	1757	5.15
三	站场阀室				6.95
1	沉砂池	个	3		0.74
	土方开挖	m ³	36	4	0.02
	浆砌砖	m ³	13	457	0.59
	水泥砂浆抹面	m ²	57	22	0.13
2	临时排水沟	m	600		3.51
	土方开挖	m ³	250	48	1.20
	水泥砂浆抹面	m ²	1050	22	2.31
3	编织袋拦挡	万 m ³	0.0144	1019174	1.47
4	编织袋拆除	万 m ³	0.0144	272789	0.39
5	防尘网苫盖	hm ²	0.2	41935	0.84
四	管线穿跨越				166.56
1	泥浆沉淀池	个	8	主体设计	0.54
2	沉砂池	个	65		16.36

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价 (元)	合计 (万元)
	土方开挖	m ³	783	4	0.35
	浆砌砖	m ³	291	457	13.30
	水泥砂浆抹面	m ²	1231	22	2.71
3	临时排水沟	m	6000		35.11
	土方开挖	m ³	2500	48	11.99
	水泥砂浆抹面	m ²	10500	22	23.13
4	钢板铺垫	hm ²	0.58	898461	52.11
5	彩条布铺垫	hm ²	3.7	53377	19.75
6	编织袋拦挡	万 m ³	0.3	1019174	30.58
7	编织袋拆除	万 m ³	0.3	272789	8.18
8	防尘网苫盖	hm ²	0.6	41935	2.52
9	彩条旗围护	km	8	1757	1.41
五	其他临时工程		636	0.02	12.71

表 7-11 独立费用估算表 单位：万元

序号	工程名称及费用	依据	合价
第四部分 独立费用			581.88
1	建设管理费	按新增工程措施、植物措施和施工临时工程投资的 2% 计取	18.21
2	水土保持监理费	监理人员	180.00
3	水土保持监测费	人员+设施设备	187.68
4	科研勘测设计费	方案编制费 36 万元，后续设计费 80 万	116.00
5	水土保持验收报告编制费	参考市场价格	80

7.2 效益分析

本工程建设过程中工程措施和植物措施相结合,大大降低了新增的土壤流失量,按本方案设计、实施,坚持水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时竣工验收、同时投产使用,将很大程度地改善工程生产建设过程中造成的水土流失加速侵蚀现状。

在工程建设期实施的水土保持工程措施及植物措施目的是控制工程建设造成的新增水土流失,防治扰动面的土壤大量流失,维护工程的安全运行,绿化、美化环境,恢复改善工程占地区因压占、挖损、扰动破坏的土地及植被资源,其效益主要体现在维护水土资源、环境效益、生态效益上。

本工程水土保持方案实施后,有效防治及避免因工程建设产生的水土流失,保护了水土资源,使工程占地区水土流失得到了很好的控制。本工程水土保持方案中,对各占地区域实施了不同程度的植被恢复措施,植物措施依靠冠层承雨,保护地表免受雨滴打击,防止土壤溅蚀,可有效消弱其动能,增加降雨入渗的机会,减少地表径流,起到保持水分消减洪峰的作用。由于林草措施改善了土壤的理化性质,增加了土壤的有机质,并改善其团粒结构,可提高持水能力并改善植物生长条件。

通过实施本水土保持方案规划设计的工程措施和植物措施,降低了项目营运的维修防护、减少清淤等费用,减轻水土流失对土地生产力的破坏,提高土地生产率,使环境与经济发展走上良性循环,提高环境容量;同时,对促进生态环境建设,改善环境,加快和发展地方经济具有重要意义。

本项目的绿化设计和工程水土保持方案中,对各占地区域实施了不同程度的绿化工程,大大提高了项目区的林草覆盖率,从而有效的改善当地的生态环境,为生物多样性提供了较好的基础。

各分区工程措施、植物措施及永久建构筑物等占地情况见表 7.2-1。

表 7.2-1 各分区占地划分情况 单位: hm^2

分 区	水土流 失面积	工程措施	植物措施	硬化面积	复耕面积	水域面积
接收站工程	27.51	5.87	1.61	19.97		
管道施工作业带	36.49		17.41	0.65	18.3	
站场阀室	1.8	0.09	0.55	1.13		
管线穿跨越	6.25		2.42	0.09	3.2	0.48
管线附属设施	0.04		0.04			
施工便道	0.68				0.68	
合计	72.77	5.96	22.03	21.84	22.18	0.48

1、水土流失治理度

项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积 72.49hm^2 , 项目区水土流失总面积为 72.77hm^2 , 计算得水土流失治理度为 99.6%, 满足确定的目标。水土流失治理度计算详见表 7.2-2。

表 7.2-2 水土流失治理度 单位: hm^2

分 区	水土流 失面积	水土流失治理达标面积						水土 流失 治理 度%
		工程 措施	植物 措施	硬化 面积	复耕 面积	水域 面积	小计	
接收站工程	27.51	5.87	1.61	19.97			27.45	99.8
管道施工作业带	36.49		17.41	0.65	18.3		36.36	99.6
站场阀室	1.8	0.09	0.55	1.13			1.77	98.3
管线穿跨越	6.25		2.42	0.09	3.2	0.48	6.19	99.0
管线附属设施	0.04		0.04				0.04	100.0
施工便道	0.68				0.68		0.68	100.0
合计	72.77	5.96	22.03	21.84	22.18	0.48	72.49	99.6

2、土壤流失控制比

建设过程中实施本方案设计的各项水土保持措施后, 各区域水土流失将得到有效控制。预计设计水平年各防治分区土壤侵蚀模数可达到如下值: 接收站工程 $100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 管道施工作业带 $155\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 站场阀室 $100\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 管线穿跨越 $155\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 管线附属设施 $155\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$, 施工便道 $155\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

通过加权平均计算可得, 设计水平年项目区内综合土壤侵蚀模数可降至

133t/km²·a，土壤流失控制比达到 1.5。

3、渣土防护率

工程弃方 566.66 万 m³，为疏浚海泥及海底管道开挖弃方，弃方吹填至赣榆港区途顺钢材仓储物流工程（C-5 地块）和金东方化肥水泥仓储物流园基础工程（C-8 地块）。工程建设过程中，接收站办公楼等建筑物基础、管廊基础、储罐桩基础、道路及混凝土基槽、管线等回填土方，以及外输管线表土、管沟及工作坑开挖土方等需要临时堆存，方案均设计采取临时拦挡及苫盖等措施。预计工程渣土防护率为 99%。

4、表土保护率

本工程接收站为填海成陆，无可利用表土资源；外输管线扰动区占用旱地、其他林地、其他草地区域大部分有良好的表土资源，表土可剥离面积 37.68hm²，采取剥离保护范围 6.96hm²，钢板铺垫保护 0.58hm²，彩条布铺垫保护 28.48hm²，计算得表土保护率 95.6%。

5、林草植被恢复率

工程计划实施的植物措施面积共计 22.03hm²，项目区可恢复植被面积 22.31hm²，计算得工程林草植被恢复率为 98.7%，满足防治标准要求。

6、林草覆盖率

接收站工程及外输管线各防治区设计植物措施面积 22.03hm²，项目总占地 72.77hm²，可知工程林草覆盖率为 30.3%。

表 7.2-3 林草植被指标 单位：hm²

分 区	水土流失面积	可恢复植被面积	植物措施面积	林草植被恢复率%	林草覆盖率%
接收站工程	27.51	1.67	1.61	96.4	5.9
管道施工作业带	36.49	17.54	17.41	99.3	47.7
站场阀室	1.8	0.58	0.55	94.8	30.6
管线穿跨越	6.25	2.48	2.42	97.6	38.7
管线附属设施	0.04	0.04	0.04	100.0	100.0
施工便道	0.68				
合计	72.77	22.31	22.03	98.7	30.3

本工程扰动地表面积 72.77hm²，经计算分析得出水土流失治理度为 99.6%；土壤流失控制比为 1.5；渣土防护率 99%；表土保护率达到 95.6%；林草植被恢复率 98.7%；林草覆盖率 30.3%。六项指标均达到或超过《生产建设项目水土流失防治标准》的规定，六项指标达标情况详见表 7.2-4。

表 7.2-4 设计水平年六项指标达标情况汇总表

序号	六项指标	综合防治目标	总体实现值	达标情况
1	水土流失治理度 (%)	95	99.6	达标
2	土壤流失控制比	1.3	1.5	达标
3	渣土防护率 (%)	97	99	达标
4	表土保护率 (%)	95	95.6	达标
5	林草植被恢复率 (%)	97	98.7	达标
6	林草覆盖率 (%)	27	30.3	达标

8 水土保持管理

8.1 组织管理

开发建设项目水土保持工作是生态环境保护和建设的重要内容,也是江苏省生态环境建设的重要内容。建设单位应当高度重视水土保持工作,落实机构、人员,建立水土保持工程目标责任制,并制定详细的水土保持方案实施、检查和验收的具体方法和要求,将水土保持工程列为质量考核的内容之一,并定期向行政审批主管部门汇报水土流失防治情况。

(1) 组织机构、人员

根据《中华人民共和国水土保持法》,水土保持方案报经行政审批主管部门批准后,由建设单位负责组织实施,协调本方案与主体工程的关系,保证各项水土保持措施与主体工程相协调。因此,在项目筹建期,建设单位应指定专人负责水土保持方案的编制和实施工作,把水土保持工作列入重要记事日程,在建设期设置水土保持管理机构(办公室,由有关技术人员组成),协调本方案与主体工程的关系,全力保证该工程的水土保持工作按计划进行,真正做到责任、措施和投入“三到位”,并自觉接受社会和主管部门的监督。

(2) 工作职责

1) 认真贯彻执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持工作方针;

2) 建立水土保持目标责任制,把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一,制定水土保持方案的详细实施计划,定期向行政审批主管部门报告水土流失防治情况;

3) 建设期,大力加强水土保持意识宣传、教育工作,提高施工承包商和各级管理人员的水土保持意识,并加强管理。建设单位负责协调设计、施工、监理单位之间的联系。同时,对工程区现场进行不定期的检查,掌握项目建设期和自然恢复期的水土流失以及防治措施的落实状况,以确保各项水土保持措施真正实施到位;

4) 水土保持工程建设完成后,为保证工程施工安全,充分发挥工程的效益,

必须制定科学的，切实可行的运行规程；

5) 建立、健全各项档案管理制度，不断积累、分析、整编水土保持资料，总结经验，不断改进水土保持管理工作，同时为水土保持设施验收提供相关依据。

(3) 操作程序

1) 严格执行开发建设项目水土保持方案申报和审批制度；

2) 水土保持措施的初步设计、施工与相应的主体工程同时，参与招、投标工作；

3) 由建设单位委托主体工程监理单位或单独委托水保监理单位，对水土保持措施的落实进行全过程监理；

4) 由建设单位按照相关的程序自行监测或委托相关监测单位对水土保持设施进行监测；

5) 在实施过程中委托相应资质的施工单位负责建设，施工单位必须严格按照设计要求施工；

6) 施工完成后，按设计要求进行验收。

8.2 后续设计

水土保持方案经审批后作为水土保持后续设计的依据，在后续设计阶段水土保持应进行专项设计，同时主体工程初步设计中必须有水土保持专章或专篇，审查建设项目初步设计时应同时审查水土保持初步设计，并有水土保持专业技术人员参加。后续水土保持相关设计需报行政审批主管部门备案。

在招标过程中，坚持公平、公开、公正的原则，对参与项目投标的施工单位进行严格的资质审查，以确保施工队伍的素质、技术力量；同时在招标文件中需明确承包商的水土流失防治责任范围、水土保持施工要求、工程量、费用计量支付办法等内容。

8.3 水土保持监测

建设单位应按照水土保持方案提出的监测要求，自行安排水保监测或委托水保监测单位进行监测，切实把水土保持监测落到实处。

(1) 监测单位应按方案中的监测要求编制监测实施方案，制定详尽的水土

保持监测细则，开展水土保持监测工作。

(2) 监测单位要根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》，严格按照本报告制定的监测内容、方法、时段及频次进行监测。为使监测结果准确可靠，能够真正为项目区治理水土流失服务，要求每次监测前需要对监测仪器进行校检，合格后方可投入使用。

(3) 建立技术监测档案，主要包括水土保持设施设计、建设文件，监测记录文件，仪器设备校核文件及其它有关的技术文件等。

(4) 监测成果定期向行政审批主管部门报告，最后监测单位还必须完成客观、翔实的水土保持监测专项报告，作为本水土保持方案分析评估和验收达标的重要依据。监测季度报告表及年度报告中应附“生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表”，并明确三色评价结论。

8.4 水土保持监理

经行政审批主管部门批复后的水土保持方案，在工程建设时必须开展水土保持监理工作，监理的成果是生产建设项目水土保持设施竣工验收的基础。

监理单位在具体监理工作中，一要对水土保持工程建设的全过程进行投资控制、质量控制、进度控制；二要及时了解、掌握水土保持工程建设的各类信息，并对其进行管理；三要在工程施工过程中，与施工单位相互协作。

监理人员应建立施工过程中临时措施影像等档案，在日常工作中应及时整顿、归档有关水土保持资料，定期向建设单位报告现场水土保持工作情况，负责编写水土保持工程监理报告，并报送行政审批主管部门备案，作为水土保持设施竣工验收的依据。

8.5 水土保持施工

(1) 水土保持工程施工过程中，建设单位需对施工单位提出具体的水土保持工程施工要求，并要求施工单位对其责任范围内的水土流失负责。

(2) 施工期间，施工单位应严格按照工程设计图纸和施工技术要求施工，并满足施工进度的要求。

(3) 为了保证水土保持工程的质量，施工单位应采取各种有效措施防止在

其占用的土地上发生不必要的水土流失，防止其对占地范围外土地的侵占及植被资源的损坏。

(4) 各类工程措施，从总体部署、施工设计到清基、备料、开挖、填筑、砌石等全部完成，各道工序的质量都应及时进行测定，不合要求的应及时改正，以确保工程安全及治理效果。

(5) 植物措施从总体部署、施工设计到工程整地、植物选择、播种栽植等全部完成，各道工序的质量都应及时进行测定，不合要求的应及时更改。此外，还应加强植物的后期抚育工作，做好草皮抚育和管护，确保其成活率与保存率，以求尽早发挥植物措施的水土保持效益。

(6) 在水土保持施工过程中，如需进行设计变更，施工单位需及时与建设单位、设计单位和监理单位协商，按相关程序要求实施变更或补充设计，并经批准后方可实施。

8.6 水土保持设施验收

依法编报水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，建设单位应当根据水土保持方案及其审批决定等，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告。

水土保持设施验收报告编制完成后，生产建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论。水土保持设施验收合格后，生产建设项目方可通过竣工验收和投产使用。除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。

对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。

报备材料包括水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。生产建设单位、第三方机构和水土保持监测机构分别对各自出具资料的真实性负责。