

卷册检索号：31-PW7696BK-A

国网上海市电力公司市南供电公司
上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程
可行性研究报告

项目名称：上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程

项目单位：国网上海市电力公司市南供电公司

编制单位：上海电力设计院有限公司

证书编号：甲 102021010459



2024 年 11 月

工程咨询单位甲级资信证书

单位名称： 上海电力设计院有限公司

住 所： 上海市波阳路16号8号楼232室

统一社会信用代码： 913101101323136156

法定代表人： 蔡光宗

技术负责人： 林勇锋

资信等级： 甲级

资信类别： 专业资信

业 务： 电力（含火电、水电、核电、新能源）

证书编号： 甲102021010459

有 效 期： 2022年01月21日至2025年01月20日



发证单位： 中国工程咨询协会



上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程

可行性研究报告总目录

序号	图 名	图 号
1、	可行性研究报告说明书	PW7696BK-A-01
2、	主要设备材料清册	PW7696BK-A-02
3、	绿色设计策划	PW7696BK-A-03
4、	周边电网现状地理接线图	PW7696BK-X-01
5、	本工程实施前周边电网地理接线图	PW7696BK-X-02
6、	近期接入系统方案	PW7696BK-X-03
7、	周边电网远景地理接线图	PW7696BK-X-04
8、	电气主接线图	PW7696BK-A-PW-BD-01
9、	电气总平面图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-02
10、	-3.200mm 层电气平面布置图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-03
11、	±0.000m 层电气平面布置图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-04
12、	4.800m 层电气平面布置图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-05
13、	屋顶光伏平面布置图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-06
14、	I-I剖面图（方案一）	PW7696BK-A-PW-BD-07
15、	-3.200mm 层电气平面布置图（方案二）	PW7696BK-A-PW-

		BD-08
16、	±0.000m 层电气平面布置图（方案二）	PW7696BK-A-PW-BD-09
17、	4.800m 层电气平面布置图（方案二）	PW7696BK-A-PW-BD-10
18、	I -I剖面图（方案二）	PW7696BK-A-PW-BD-11
20、	站址图	PW7696BK-Z-01
21、	总平面图	PW7696BK-Z-02
22、	-3.200m 层平面图	PW7696BK-Z-03
23、	±0.000m, -0.900m 层平面图	PW7696BK-Z-04
24、	4.800m 层平面图	PW7696BK-Z-05
25、	屋顶层平面	PW7696BK-Z-06
26、	1-1 剖面图	PW7696BK-Z-07
27、	视频光缆拓扑图	PW7696BK-SD-01
28、	视频光缆路径总图	PW7696BK-SD-02
29、	视频光缆路径图(一)	PW7696BK-SD-03
30、	视频光缆路径图(二)	PW7696BK-SD-04
31、	视频光缆路径图(三)	PW7696BK-SD-05
32、	视频光缆路径图(四)	PW7696BK-SD-06
33、	10kV 临时用电线路走向图	PW7696BK-SD-07
34、	估算书（另行装订）	PW7696BK-EA

图号：PW7696BK-A-01

上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程

可行性研究报告说明书

编制单位：上海电力设计院有限公司

咨询证书号：甲 102021010459

出版日期： 2024 年 11 月

上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程

可行性研究报告说明书

批 准： 2024.11.8

审 核： 2024.11.8

	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8
校 核：	唐勇俊	邱振武	林伟明	神祥明
	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8
	王淑娟	马晓元	张荣庆	王小红

	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8
编 写：	於洪森	杨雷	田金	刘波
	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8	2024.11.8
	牛婧	盛夏	韩东	徐青青

目 录

1 工程概述	1
1.1 设计依据及规程规范	1
1.2 工程概况	4
1.3 主要设计原则	5
1.4 经济性与财务合规性	9
2 系统部分	10
2.1 系统一次	10
2.2 系统二次	22
2.2.3 系统通信	26
3 变电部分	27
3.1 站址选择	27
3.2 主要设计原则和工程设想	34
3.2.7.3 主要建筑材料	66
3.2.7.4 地基处理方案	67
3.2.7.5 基坑围护方案	68
4 输电部分	76
5 环境保护、水土保持、节能降耗和社会稳定	76
5.1 环境保护	76
5.2 水土保持	79
5.3 节能减排	80
5.4 社会稳定	82
6 技术经济部分	82
6.1 编制原则和依据	82
6.2 投资估算	82
7 安全校核分析	83
7.1 系统	83
7.2 变电	83
7.3 线路	84
7.4 土建	84
8 绿色建造设计	84
8.1 变电部分	85
8.2 土建部分	86
8.3 送电部分	87
9 防汛防台抗冰防舞设计	87
10 模块化 2.0 应用方案	90
10.1 110kV 变电站模块化建设技术应用清单	90

10.2 110kV 变电站模块化建设技术方案91

11 附件95

1 工程概述

1.1 设计依据及规程规范

- 1) 上海市电力公司市南供电公司: 项目设计委托书。
- 2) 龙水 110 千伏输变电工程项目建议书
- 3) 《上海电网若干技术原则的规定》（第四版）
- 4) 《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）
- 5) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB 50060-2008）
- 6) 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T 50064-2014）
- 7) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）
- 8) 《并联电容器装置设计规范》（GB 50227-2017）
- 9) 《电力工程电缆设计标准》（GB 50217-2018）
- 10) 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）
- 11) 《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）
- 12) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）
- 13) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014（2018 年版））
- 14) 《建筑防火通用规范》（GB55037—2022）
- 15) 《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB/T 14285-2006）
- 16) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T 50062-2008）
- 17) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）
- 18) 《高压配电装置设计规范》（DL/T 5352-2018）
- 19) 《35kV~110kV 户内变电站设计规程》（DL/T 5495-2015）
- 20) 《导体和电器选择设计技术规定》（DL/T 5222-2021）

- 21) 《变电站总布置设计技术规程》（DL/T 5056-2007）
- 22) 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB50053-2013）
- 23) 《电力设备典型消防规程》（DL 5027-2015）
- 24) 《35kV~220kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》（DL/T 5242-2010）
- 25) 《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》（DL/T 5136-2012）
- 26) 《电力工程直流电源系统设计技术规程》（DL/T5044-2014）
- 27) 《发电厂和变电站照明设计技术规定》（DL/T 5390-2014）
- 28) 《高压电缆选用导则》（DL/T 401-2017）
- 29) 《电流互感器和电压互感器选择及计算规程》（DL/T 866-2015）
- 30) 《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》（GB 50545-2010）
- 31) 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）
- 32) 《城市电力电缆线路设计技术规定》（DL/T 5221-2016）
- 33) 《架空输电线路电气设计规程》（DL/T 5582-2020）
- 34) 《架空输电线路荷载规范》（DL/T 5551-2018）
- 35) 《架空输电线路杆塔结构设计技术规程》（DL/T 5486-2020）
- 36) 《架空绝缘配电线路设计标准》（GB 51302-2018）
- 37) 《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》（DL/T 5220-2005）
- 38) 《高压配电装置设计技术规程》（DL/T5352-2006）
- 39) 《电缆载流量计算》（JB/T 10181-2014）
- 40) 《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）

- 41) 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2010[2015 年版]）
- 42) 《混凝土结构设计标准》（GB/T 50010-2010）（2024 年版）
- 43) 《钢结构设计标准》（GB50017-2017）
- 44) 《建筑抗震设计规范》（GB 50011-2010[2016 年版]）
- 45) 《建筑抗震设计标准》（GB/T 50011-2010）（2024 年版）
- 46) 《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）
- 47) 《地下工程防水技术规范》（GB 50108-2008）
- 48) 《构筑物抗震设计规范》（GB 50191-2012）
- 49) 《工程结构通用规范》（GB 55001-2021）
- 50) 《建筑与市政工程抗震通用规范》（GB 55002-2021）
- 51) 《建筑与市政地基基础通用规范》（GB 55003-2021）
- 52) 《建筑与市政工程防水通用规范》（GB 55030-2022）
- 53) 《钢结构通用规范》（GB 55006-2021）
- 54) 《混凝土结构通用规范》（GB 55008-2021）
- 55) 《变电站建筑结构设计技术规程》（DL/T5457-2012）
- 56) 上海市《建筑抗震设计标准》（DG/TJ08-9-2023）
- 57) 上海市《地基基础设计标准》（DGJ08-11-2018）
- 58) 上海市《基坑工程技术标准》（DG/TJ08-61-2018）
- 59) 《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120-2012）
- 60) 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB55015-2021）
- 61) 《工业建筑节能设计统一标准》（GB 51245-2017。）
- 62) 《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分）
- 63) 《电力电缆及通道运维规程》（Q/GDW 1512-2014）
- 64) 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》

- 65) 《国家电网公司标准化建设成果（35~750kV 输变电工程通用设计、通用设备）应用目录》（2024 年版）
- 66) 《110kV 钢结构变电站（土建）设计标准化图册（混凝土屋面方案 2023 版）》

1.2 工程概况

本工程为上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程，该项目为新建项目，110 千伏龙水变电站位于上海市徐汇区黄石路北侧，丰谷路东侧。根据国网上海市南供电公司项目委托及项目建议书相关内容，本工程拟实施上海市南供电公司龙水（土建）110kV 输变电工程。本期工程建设规模如下：

（1）变电部分

变电站最终规模为 3 台 80MVA 主变，110kV/10kV 电压等级。110kV 侧接线采用一进三出（含变压器）接线；10kV 侧为单母六分段环形接线，出线 48 回，10kV 为中性点经小电阻接地系统；每台主变安装电容器组容量为 12000（6000+6000）kvar，每台主变安装电抗器容量为 6000kvar。

变电站近期规模为 2 台 50MVA 主变，110kV/10kV 电压等级。110kV 侧接线采用一进三出（含变压器）接线；10kV 侧为单母四分段环形接线，出线 32 回，10kV 为中性点经小电阻接地系统；每台主变安装电容器组容量为 3000kvar，每台主变安装电抗器容量为 5000kvar。

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，变电站土建按最终规模一次建成，电气部分不建设。

工程建设规模表

	最终规模	近期规模	本期规模
主变容量	3×80MVA	2×50MVA	本期不建设
电压等级	110/10kV	110/10kV	本期不建设
110kV接线	一进三出 (含变压器)	一进三出 (含变压器)	本期不建设
10kV接线	单母线六分段环形 接线	单母线四分段环形接 线	本期不建设
无功补偿 电容器	每台主变12000kvar (6000+6000)	每台主变3000kvar	本期不建设
无功补偿 电抗器	每台主变 6000kvar	每台主变 5000kvar	本期不建设
10kV中 性点接地 方式	小电阻接地	小电阻接地	本期不建设

1.3 主要设计原则

本站是上海市电网内的 110/10kV 降压变电站，本站所有的配电装置均安装在建筑物内。主变压器本体与散热器为水平分体布置。主变压器室采用通风百叶窗，为安全起见，主变压器室内的设备采用户外标准，其余电气设备均采用户内标准。本项目按无人值班智能化变电站建设。

1.3.1 “三通一标”的推广应用情况

(1) 推广应用通用设计情况

通用设计是国家电网公司实施集约化管理，统一工程建设标准、规范建设管理、合理控制造价的重要手段；是落实科学发展观，建设“资源节约型、环境友好型”社会，大力提高集成创新能力的重要体现。

1) 变电部分

本站近期上电气工程采用了《国家电网公司标准化成果（35~750kV 输变电工程通用设计、通用设备）应用目录》（2024 年版）的 110-A2-7 方案。两者对比如下：

通用设计对比表

	本站	通用设计110-A2-7
主变	近期2×50MVA， 远景3×80MVA	3×80MVA
110kV接线	近期一进三出（含变压器）接线， 远期一进三出（含变压器）接线	一进三出（含变压器）接线
10kV接线	近期单母线四分段环型， 远期单母线六分段环型	单母线六分段环型
无功补偿电容器	近期2×3Mvar 远景3×（6+6）Mvar	近期2×（3+4+5）Mvar 远景3×（3+4+5）Mvar
无功补偿电抗器	近期2×5Mvar 远景3×6Mvar	近期2×5Mvar 远景3×6Mvar
中性点接地方式	近期小电阻接地 远景小电阻接地	小电阻接地

（2）推广应用通用设备情况

本站近期上电气工程主要电气设备均采用《国家电网公司标准化成果（35~750kV 输变电工程通用设计、通用设备）应用目录》（2024 年版）内的设备，具体设备采用情况见下表：

通用设备采用情况表

序号	设备名称	主要技术参数	通用设备
1	主变压器	50000kVA	1T-S-A/50
2	110kV GIS	3150A，40kA	1GIS-3150/40
3	10kV主变开关柜	4000A，40kA	AKG--4000/40
4	10kV分段开关柜	4000A，40kA	AKG--4000/40
5	10kV分段引线柜	4000A，40kA	AKG--4000/40

序号	设备名称	主要技术参数	通用设备
6	10kV馈线开关柜	1250A, 31.5kA	AKG--1250/31.5
7	10kV电容器开关柜	1250A, 31.5kA	AKG--1250/31.5
8	10kV电抗器开关柜	1250A, 31.5kA	AKG--1250/31.5
9	10kV站用变开关柜	1250A, 31.5kA	AKG--1250/31.5
10	10kV压变避雷器柜	1250A	AKG--1250/31.5
11	10kV成套电容器柜	3000kvar	AC-K-3
12	10kV油浸分体电抗器	5000kvar	AL-OF3-5
13	10kV干式站用变	100kVA	AST-D-1

（3）推广应用典型造价情况

通用造价是国家电网公司为响应国家建设“资源节约型、环境友好型”和谐社会的政策要求，实现国家电网“一强三优”发展战略的重要手段，同时也是为了不断强化电网工程建设管理，努力降低工程造价、提高投资效益，确保电网的长远发展，集中体现了国家电网公司“集团化运作、集约化发展、精细化管理”的要求。

在设计的全过程中制定了严格的管理流程，通过设总（项目经理）负责制推广应用通用造价，为项目的主管、建设单位有效控制工程造价提供客观、真实的数据，从而加强对项目投资的全过程控制。

（4）推广应用标准工艺情况

本工程设计中全面应用《国家电网有限公司输变电工程标准工艺（2022年版）》。

1.3.2 变电站“两型一化”

建设“两型一化”变电站是按照变电站功能要求，进一步明确其工业性设施的功能定位和配置要求，实现变电站全过程、全寿命周期

内“资源节约、环境友好”，推进通用设计和标准化建设，降低变电站建设和运行成本，深化、完善变电站通用设计，倡导公司变电站工程建设方向，推进标准化建设，实现公司电网建设方式的转变。其原则是：以人为本、环境友好，以用为先、简洁适用，创新优化、节约资源。

本站设计中，落实科学发展观，贯彻标准化设计，推行全过程和全寿命周期最优化设计，以提高变电站建设的效率和效益。

1.3.3 “两型三新”应用情况

（1）资源节约型

在输电线路的路径优选、电缆及其附件的选择、终端站及电缆通道的选型和设计时，需要对采购成本、施工成本、运行过程中的能耗、维修和更换成本等进行比较，从而比选出最优方案。

（2）环境友好型

输电线路走廊应统筹规划，优化走向和宽度，提高利用率；高压走廊内的输电线路，路径选择应统筹考虑，科学利用走廊资源；为节约土地资源，压缩线路终端站面积，不占或少占耕地和经济效益高的土地。

（3）新技术、新材料、新工艺

路径以及终端站定位选择宜根据具体情况采用卫星定位等新技术。终端站内合理的绝缘配置及防雷设计，依照有关规程、规范及通用设计的原则进行绝缘设计，保证线路在工频电压、操作过电压和雷电过电压等各种情况下安全可靠运行。

电缆类型、截面的选择应综合考虑规划要求、电气性能（线路损耗、容量要求等）、机械性能（防火、防腐等）、工程造价等因素，进行综合技术经济比较。

本工程设计中全面应用标准施工工艺。

根据基建技术[2022]14 号《国网基建部关于发布基建技术应用目录的通知》，本期工程实际应用的新技术见下表：

表 1-9 新技术应用情况表

序号	名称	分类
1	节能型变压器	推荐应用类
2	变电站并联型电源系统供电技术	发布应用类
3	变电站标准化成品预制构件	推荐应用类
4	一体化铝镁锰复合墙板	推荐应用类

1.4 经济性与财务合规性

1.4.1 预期效果

本项目投入方向为加快推进电网高质量发展、抓好重点工程建设。为满足地区负荷发展需求，增供售电量，降低周边变电站的负载率，提高电网供电可靠性,建设“全网覆盖、功能领先、差异配置，同步推进”通过实施上海市南龙水 110kV 输变电工程后满足该区域负荷发展需求，降低周边变电站的负载率，提高电网供电可靠性,释放原有变电站容量，统筹线路走廊，优化走向和宽度，提高利用率，保障线路输送能力缓解地区供电压力,满足该地区配电自动化接入需求，提供配网实时及准实时数据，融合配网运营相关系统信息，构建配网全业务精益化管理支撑平台,符合公司“三型两网”发展战略。

1.4.2 可研资料完整性

本项目按照《可研资料完整性审核表》要求，提供了齐全的可研资料，包括项目建议书、可研报告、估算书，单体项目经济效益不可测算经济性分析表等。

1.4.3.财务合规性

本项目按照《国家电网公司项目可研经济性与财务合规性评价指导意见》（国家电网财〔2015〕536号）要求，通过对项目的经济性与财务合规性进行分析，本项目在前期立项阶段符合国家法律、法规、政策以及公司内部管理制度等各项强制性财务管理规定要求，项目在投入产出方面也具有经济可行性与成本开支的合理性。

2 系统部分

2.1 系统一次

2.1.1 电网现状

规划 110kV 龙水变电站位于徐汇区中东部，临近黄浦江，具体位置位于云锦路西侧、黄石路北侧、龙耀路南侧、天钥桥南路东侧地块内，占地 2400 平方米。110 千伏龙水变电站所在的徐汇区龙华社区、长桥社区规划以中高档住宅为主，徐汇滨江地区的商品房及商业配套正在如火如荼的建设之中，随着住宅及商业的陆续竣工，用电负荷将不断增加。

现状龙水站周边有 220kV 龙泉站、110kV 丰谷站、35kV 石龙站，周边电网地理接线示意图见 PW7696BK-X-01。

220kV 龙泉站电压等级 220/110/35kV，现有变电容量 $3 \times 240\text{MVA}$ ，220kV 为线变组接线方式，110kV 侧为单母三分段接线，35kV 侧为单

母六分段环形接线。2024 年夏季高峰时，全站负载率为 35.8%。

110kV 丰谷站电压等级 110/10kV，现有变电容量 $2 \times 50\text{MVA}$ ，110kV 侧为一进三出接线方式，10kV 侧为单母四分段环形接线，丰谷站 10kV 侧目前有 32 回出线间隔，目前 13 个备用仓位。2024 年夏季高峰时，全站负载率为 27.8%。

35kV 石龙站电压等级 35/10kV，现有变电容量 $3 \times 20\text{MVA}$ ，35kV 侧为线变组接线方式，10kV 侧为单母三分段环形接线，石龙站 10kV 侧目前有 24 回出线间隔，无备用仓位。2024 年夏季高峰时，全站负载率为 58.9%。

2.1.2 负荷预测

规划 110 千伏龙水变电站所在的徐汇区龙华社区、长桥社区规划以中高档住宅为主，医疗卫生、商业办公、文化娱乐为辅的综合性社区。规划构建“两带纵贯、七区协同”的城市发展格局。两带：15 号线科创走廊延伸带和徐汇滨江发展带。规划通过梳理、整合各区优势资源，形成功能明晰、优势互补、疏导转移的创新空间布局。

着力构筑“一核一极一带”空间局，徐汇在人工智能领域的知晓度和影响力持续提升。汇滨江地区是上海新一轮发展的重点区域之一，在此前实施“艺术西岸”布局的基础上，正在开启“科技西岸”的建设，打造“双 A”（AI 人工智能+ART 艺术）引擎。以建设上海人工智能产业集聚区和国家人工智能高地为目标，徐汇滨江正着手建设“西岸智慧谷”，打造人工智能总部基地，与浦东张江科学城等东西呼应。

根据上海市徐汇区《上海市徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元

188S-C-4 地块、188S-D-1 地块、188S-D-2 地块控制性详细规划》，规划龙水 110kV 变电站位于 188S-D-2 地块内。龙水站主要供电范围北至丰谷路，东至黄浦江，南至临江路，西至丰谷路，供电面积约 1.38 平方公里。目前该区域由区内的 110kV 丰谷站和区外的 35kV 石龙站供电。



图 2-1 龙水站供电区域图

根据用户提供的信息，110kV 龙水站位于徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元 188S-D-2 地块内。

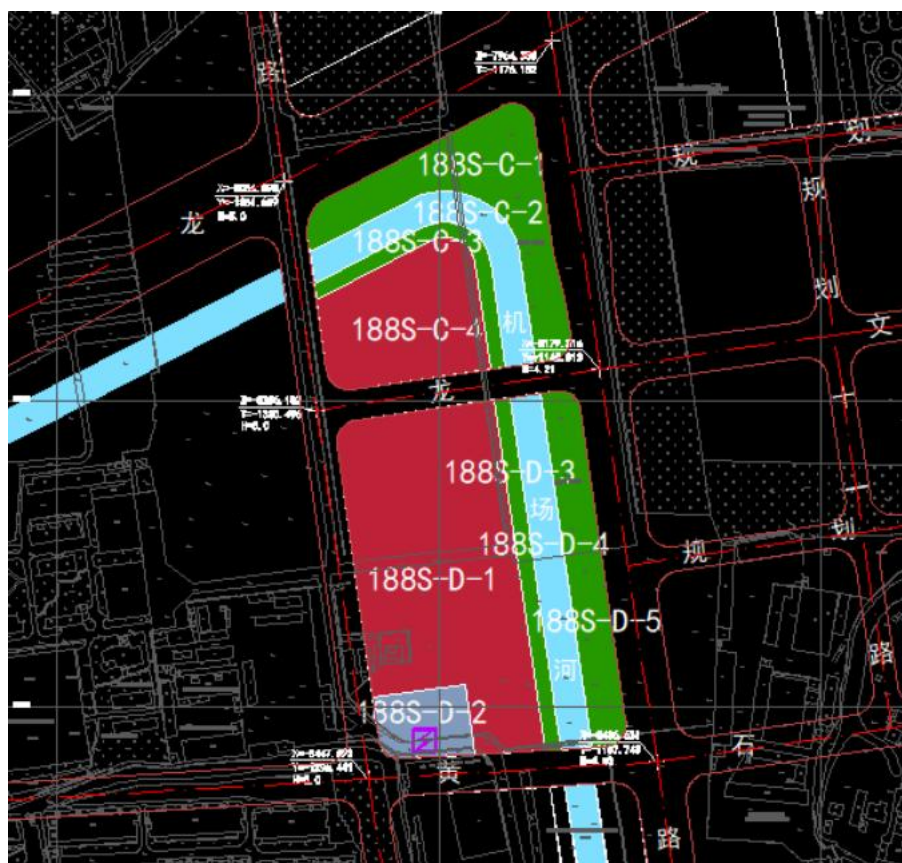


图 2-2 上海市徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元 188S-C-4 地块、
188S-D-1 地块、188S-D-2 控制性规划调整普适图则

根据《上海市徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元 188S-C-4 地块、
188S-D-1 地块、188S-D-2 地块控制性详细规划调整普适图则》，采用
负荷密度指标法预测该地块远景负荷，负荷预测结果如表 2-1 所示：

表 2-1 上海市徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元局部地块远期负荷预测结果

用地性质	用地 面积 (公 顷)	容 积 率	建筑 面积 (万 平方 米)	负荷密度 MW/km ²		负荷预测结果 (MW)	
				低方 案	高方案	低方案	高方案
公共设施用地	C	2.98					

其中	商业服务业用地	C8C2	2.98	3	8.94	90.00	100.00	8.05	8.94
市政公用设施用地		U	0.26						
	环境卫生设施用地	U12	0.26			35.00	40.00	0.091	0.104
绿地		G	1.88						
其中	公共绿地	G1	1.88	-	-	-	-	-	-
建设用地合计			5.12						
总负荷（计及同时率 0.72，MW）								5.9	6.5
负荷密度（MW/km ² ）								115.23	126.95

从上表可知，上海市徐汇区黄浦江南延伸段 WS5 单元 188S-C-4 地块、188S-D-1 地块、188S-D-2 地块远期负荷预测结果约 5.9～6.5MW，平均负荷密度约为 115.23～126.95MW/km²。参考该地块负荷密度，结合龙水站供电区域面积，预测龙水站供电区域饱和年总负荷约 159～175MW。

目前，该供电区域主要依靠区域内 110kV 丰谷站（2*50MVA）以及周边 35kV 石龙站（3*20MVA）供电。2024 年夏季石龙站 1 号主变负载率达 85.04%。随着该区域整体经济的迅速发展，加之构建 110 千伏网架的发展需要，现有的厂站布局仍不能满足地区负荷增长的要求。

表 2-2 龙水站周边地区电力平衡表

年份	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
----	------	------	------	------	------	------	------	------

1 地区负荷	60	66	73	80	88	97	106	115
2 配电容量	160	160	160	160	160	160	260	260
(1) 现有变电站	160	160	160	160	160	160	160	160
110kV 丰谷	100	100	100	100	100	100	100	100
35kV 石龙	60	60	60	60	60	60	60	60
(2) 新增变电站	0	0	0	0	0	0	100	100
110kV 龙水	0	0	0	0	0	0	100	100
3 容载比	2.67	2.42	2.20	2.00	1.82	1.66	2.45	2.26

从上表可以看出，丰谷站及石龙站能够满足近期该区域发展的用电需求，因此龙水站本期无需投运电气部分。至 2029 年该地区供电容载比逐步减小至约 1.66。

2030 年 110kV 龙水站电气部分投运，周边地区新增负荷的供电需求得到解决，投运后容载比为 2.45，地区供电压力得到缓解，至投运 1 年后（2031 年）容载比降低为 2.26。

2.1.3 工程建设必要性

(1) 配合地块开发需求，避免施工带来矛盾

110 千伏龙水变电站位于徐汇区中东部，临近黄浦江，具体位置位于云锦路西侧、黄石路北侧、龙耀路南侧、丰谷路东侧地块内，占地 2400 平方米，为独立用地，该站土建及电气部分均由市南供电公司负责建设。110 千伏龙水变电站所在的徐汇滨江地区是上海新一轮发展的重点区域之一，在此前实施“艺术西岸”布局的基础上，正在开启“科技西岸”的建设，打造“双 A”（AI 人工智能+ART 艺术）

引擎。以建设上海人工智能产业集聚区和国家人工智能高地为目标，徐汇滨江正着手建设“西岸智慧谷”，打造人工智能总部基地，与浦东张江科学城等东西呼应。

因此，为了解决徐汇滨江地区新建住宅及商业规划建设所需供电配套电源缺乏的问题，同时满足周边地区负荷增长需求，因此，近期拟先完成 110kV 龙水站土建部分，视该地区负荷发展情况再适时投运电气部分。

（2）满足未来负荷增长需求及仓位需求

龙水站位于徐汇区龙华街道内，该区域为徐汇滨江腹地，周边由西岸传媒港、西岸数字谷和西岸数智中心组成。随着地区内进一步开发，区内有较大的用电需求。

地区由 110 千伏丰谷站及 35kV 石龙站供电。随着周边道路架空线入地、地铁 23 号线建设、徐汇滨江开发，目前丰谷站仅剩三个备用仓位，石龙站无可用仓位。2024 年夏季石龙站 1 号主变负载率达 85.04%。随着该区域整体经济的迅速发展，加之构建 110 千伏网架的发展需要，现有的厂站布局仍不能满足地区负荷增长的要求。此外，近年来居民环保意识的增强，为缓解后续变电站建设可能产生的社会矛盾，本期考虑和周边地块同步开发，先行开展变电站土建的建设，待上级电源站成熟，同时综合考虑负荷需求，再开展电气工程。因此，根据规划急需在徐汇区滨江地区新建一座 110 千伏变电站来承担该地区日益增长的用电需求。

2.1.4 变电站接入系统方案

本期为土建站，近期龙水站两路电源开断环入 220 千伏龙泉站至

规划 110 千伏百色站双回 110 千伏线路，龙水站接至龙泉站新建线路采用截面 1000mm² 电缆；龙水站接至规划百色站新建线路采用截面 800mm² 电缆。近期工程实施后形成 “220kV 龙泉~110kV 龙水~110kV 百色~110kV 承启~220kV 莘东” 的双侧电源双链接线。

本工程实施前周边电网地理接线图见 PW7696BK-X-02，本工程实施后周边电网地理接线图见 PW7696BK-X-03，远景周边电网地理接线图见 PW7696BK-X-04。

龙水站近期工程 110kV 侧短路电流按约为 6.9kA，远期特大方式下的 110kV 侧短路电流按 25kA 控制值选取。

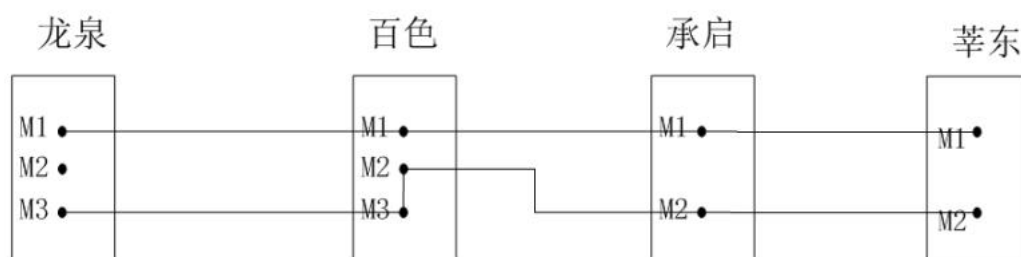


图 2-3 实施前周边电网接线方式

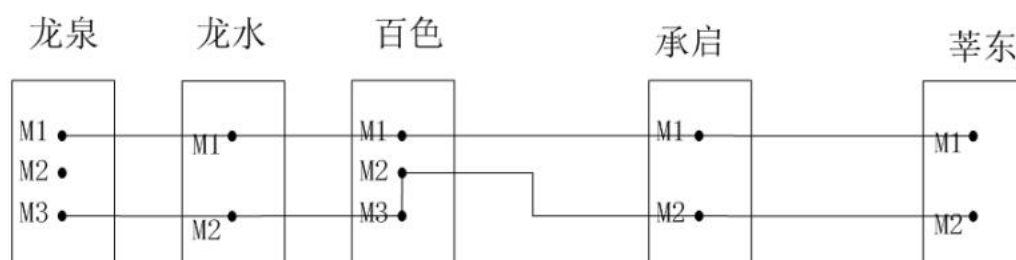


图 2-4 近期工程实施后接线方式

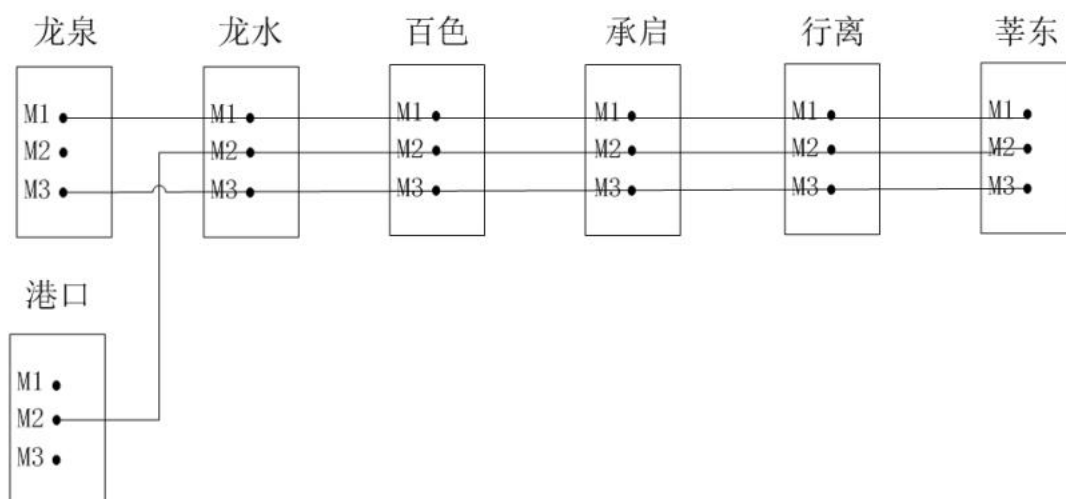


图 2-5 远景接线方式

2.1.5 电气计算

经计算，近期龙水站 110kV 三相短路电流计算结果为 6.9kA，远期规划短路电流不超过 25kA 的控制值。

2.1.6 无功平衡及调相调压计算

(1) 电容器

目前上海电网负荷侧功率因数普遍较高、电缆充电功率过剩，负荷高峰时电容器投入率不高。根据《上海电网规划设计技术导则（试行）》，110kV 变电站高压侧功率因数应达到 0.95 以上。综合考虑，龙水站近期每台主变配置一组 3000kvar 电容器。经计算，近期当主变低压侧负荷功率因数为 0.94 时（主变负载率 50%），补偿后 110kV 侧功率因数约为 0.95，采用 3000kvar 电容器可以满足需求，投切单组电容器所引起的母线电压波动约为 1.24%。根据《电力系统电压和无功电力技术导则》（DL/T 1773-2017）中“投切一组补偿设备引起所接母线电压的变动值不宜超过额定电压的 2.50%”的要求，龙水站投切单组无功补偿设备时满足要求。

龙水站远景每台主变配置 12000kvar 电容器，按

6000kvar+6000kvar 分组。经计算，当主变低压侧负荷功率因数为 0.93 时（主变负载率 67%），补偿后 110kV 侧功率因数约在 0.95，此时投切单组电容器所引起的母线电压波动约为 2.25%，满足标准要求。

根据上海电网电能质量监测情况，部分地区存在 3 次、5 次、7 次背景谐波较大的问题。为减小谐波对变电站运行的影响，龙水站考虑两种电容器串抗配置方式：①每台电容器配置 5%串抗，②每台电容器配置 12%串抗。

经计算，若每台电容器串联 5%电抗，龙水站 10kV 侧 5 次、7 次谐波可得到有效抑制（谐波电流放大倍数小于 1），但对 3 次谐波有一定程度的放大（约 1.1 倍）；若每台电容器串联 12%电抗，龙水站 10kV 侧 3 次、5 次、7 次谐波均得到有效抑制（谐波电流放大倍数小于 1）。

从谐波抑制效果来看，龙水站每台电容器配置 12%串抗效果更佳，但高串抗率将导致电容器造价增加，同时电网的电能损耗增加，不利于系统的经济运行和节能减排目标的实现。考虑 5%串抗率仅对 3 次谐波略有放大，从降低损耗，节约投资角度，建议龙水政站每台电容器配置 5%串抗。

（2）电抗器

上海电网在负荷特性上呈现用电峰谷差大的特点，在法定长假期间会出现极端低负荷情况。根据目前城市发展的需要，上海电网新建的高中压配电线路电缆化率高，充电功率大，将进一步加剧无功倒送的情况。在最近几年的负荷低谷期间，尽管电网采取了诸如强化无功补偿装置投退管理、机组进相运行管理及防治用户无功倒送等调压措施，系统无功仍然过剩，无功流向整体呈低电压等级向高电压等级层

层倒送状态，尤其是 110kV 及以下电网无功倒送严重，节假日更为突出。从全局来看，远景需要在新建 110kV 站考虑电抗器建设需求，根据 2020 年 4 月国网上海市电力公司设备管理部《上海电网无功平衡对策措施（110kV 变电站装设 10kV 电抗器设备选型和方案）专题研讨会会议纪要》要求，近期电气部分投产时有必要在 110kV 龙水站配置 10kV 电抗器。

根据近期接入系统方案，建议近期在龙水站每台主变配置 5000kvar 电抗器（土建按 6000kvar 预留），全站配置电抗器容量 10000kvar。经计算，近期、远期投切电抗器所引起的母线电压波动约为其额定电压的 2.12%~2.23%，满足标准要求。

综上，建议近期龙水站每台主变配置 3000kvar 电容器与 5000kvar 电抗器，远景按每台主变配置（6000+6000）kvar 电容器与 6000kvar 电抗器预留。

2.1.7 主变压器选择

龙水站近期选用 2×50MVA 主变，最终规模选用 3×80MVA 主变，根据《上海电网规划设计技术导则（试行）》，选用双卷变压器（带平衡绕组）。

2.1.8 项目建设规模

龙水站电压等级 110/10kV，110kV 侧最终规模为一进三出接线，近期主变 110kV 侧一进三出接线；10kV 侧最终规模为单母六分段环形接线，近期采用单母四分段环形接线；10kV 侧出线最终规模 48 回，近期规模 32 回。

2.1.9 对主要电气设备参数的要求

（1）主变参数

龙水站近期选用 $2 \times 50\text{MVA}$ 主变，根据《上海电网规划设计技术导则（试行）》，选用双卷变压器（带平衡绕组），规范如下：

容量：50000kVA

电压分接头： $110 \pm 8 \times 1.25\%$ /10.5kV

阻抗电压： $17 \pm 5\%$

连接组标号：YN,yn10, +d

龙水站最终规模选用 $3 \times 80\text{MVA}$ 主变，根据《上海电网规划设计技术导则（试行）》，选用双卷变压器（带平衡绕组），规范如下：

容量：80000kVA

电压分接头： $110 \pm 8 \times 1.25\%$ /10.5kV

阻抗电压： $24 \pm 5\%$

连接组标号：YN,yn10, +d

（2）短路电流水平

龙水站 110kV 侧近期大方式下的三相短路电流计算结果约为 6.9kA，远景 110kV 侧短路电流按 25kA 控制。

（3）无功补偿容量

龙水站近期每台主变配置 3000kvar 电容器和 5000kvar 电抗器；远期每台主变配置 12000kvar 电容器（按 6000kvar+6000kvar 分组）和 6000kvar 电抗器；每台电容器配置 5%串抗。

（4）中性点接地方式

根据《上海电网规划设计技术导则（试行）》和周边电网情况，龙水站 10kV 中性点近期采用小电阻接地。

2.1.10 系统安全校核分析

本工程为土建站，近期电气部分投运后 110kV 龙水站进线电源来

自不同方向，具有合理的网架结构和足够的能力，供电可靠性高；在线路发生 N-1 故障时，不会发生其他线路过载，系统能够保持连续稳定运行，满足《电力系统安全稳定导则》和《十八项电网重大反事故措施》要求。

近期电气部分投运后，形成“220kV 龙泉~110kV 龙水~110kV 百色~110kV 承启~220kV 莘东”的双侧电源链式接线，电网结构完善，检修方式 N-1 不会造成变电站全停，满足《防治变电站全停十六项措施》要求。

根据《国网差异化规划设计导则》，110kV 龙水站线路不属于重要线路，无需按差异化要求设计。

2.2 系统二次

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，电气部分不建设。本章节仅对系统二次作简要论述。

2.2.1 系统继电保护

（1）概况

近期上电气阶段 110kV 龙水变电站 110kV 侧采用一进三出含变压器组接线方式，共 6 回进出线；近期龙水 110kV 变电站 2 回进线电源来自 220kV 龙泉站，2 回进线电源来自 110 百色站，另 2 回备用。

近期龙水站 110kV 线路较重要，按联络线考虑，本站 110kV 进出线侧需配置与对侧站型号及版本号一致的主后合一的微机型光纤纵差保测装置，与合智装置、电度表、GIS 控制回路合组 1 面智能控制柜，安装于 110kV GIS 室内。

近期 110kV 龙水站侧需配置与对侧站（220kV 龙泉站、110 千伏百色站）型号及版本号一致的主后合一的微机型光纤纵差保测装置。

（2）保护配置方案

1.110kV 按间隔配置单套独立的保护测控集成装置，采用主后一体保护测控装置，安装于 110kV GIS 线路智能汇控柜内，保护配置如下：相间距离 I、II、III 段、接地距离 I、II、III 段、（方向）零序电流 I、II、III 段、零序电流 IV 段，三相一次重合闸、纵差。

2.故障录波：近期 110kV 龙水站配置 1 台数字式故障录波装置组 1 面故障录波柜。可采集 24 台合并单元的数字式交流量信号，可采集微机保护装置的开关量数字信号 256 路，分别记录冗余配置的 110kV 间隔过程层采样值网信息和 GOOSE 网信息。故障录波装置通过过程层网络方式接受 SV 和 GOOSE 报文。

（3）对相关专业的要求

对通信通道的技术要求：110kV 线路光纤纵差保护采用专用光纤芯通信方式，每套保护采用一收一发两根光纤芯，备用纤芯可与通信合用。

对相关专业的技术要求：

- a.采用常规电磁式互感器；
- b. 全站 110kV 采用保护、测控合一装置，10kV 部分采用保护、测控合一装置；
- c. 全站设置站控层、间隔层网络及过程层网络。

（4）安全稳定控制装置

近期 110kV 龙水站投运后，形成 220 千伏龙泉-110 千伏龙水-110 千伏百色-110 千伏承启-220 千伏莘东手拉手双链自愈串接线，根据国网上海市电力公司《110 千伏手拉手接线模式自愈系统技术原则》，龙水站需配置自愈系统。

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，自愈系统配置待上电气阶段再行实施，本期不建设。

（5）110kV 母线保护装置

近期龙水站上电气阶段需配置 2 面母差保护屏，每面屏含 1 套母差保护装置，安装于 110kV 配电装置室。

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，110kV 母线保护配置待上电气阶段再行实施，本期不建设。

2.2.2 系统调度自动化

2.2.2.1 系统远动

（1）现状及存在的问题

上海电网调度数据网以国家电网 SDH 通信传输网络为基础，采用 IP over SDH 的技术体制组网。采用符合电力二次系统安全防护要求的 MPLS/VPN 技术，按安全区和安全等级划分 VPN，结合 QoS 的使用，实现上下级调度数据网的互联互通，与管理信息网络在纵向上实现物理隔离。本期工程仍然采用这种技术体制组网。

上海电网调度数据网由两级自治域组成，即由市调、备调、地调节点组成第一、二平面骨干网；由地调及所辖厂站组成地调接入网；由市调、备调、中心站和 220kV 及以上变电站组成市调接入网。

上海电网调度数据网通信电路组织的基本原则如下：

（1）市调、备调、地调及中心站骨干节点之间采用 155M SDH 光电路互连；

（2）各厂站与市调、备调、地调和中心站各骨干节点之间原则上采用 N×2M 电路互连，有条件的可采用 155M 链路互连；

（2）远动系统

根据上海电网调度管理体制，110kV 龙水变电站调度关系为由市南地调调度。

110kV 龙水变电站自动化系统负责完成远动信息采集及远动规约转换，同时向各级电网调度中心传送远动信号。

远动信息优先采用网络传输方式,就近接入电力调度数据网。网络层协议采用 TCP/IP 通信协议，应用层协议采用 DL/T634.5104。

同时采用常规点对点远动方式作为备用传输方式，与浦东地调通信，通信规约采用国际标准的 DL/T634.5101-2002。

（3）相关调度端系统

本期为土建站,暂不考虑信息接入调度端工作。

2.2.2.2 调度数据通信网络接入设备

变电站调度数据专网开列接入路由器设备 2 台，配网三层交换机 2 台，保信三层交换机 2 台，二层交换机 4 台，纵向加密装置 4 台，组屏 2 面。根据《国网基建部关于印发《110(66)kV 智能变电站模块化建设通用设计技术导则（试行）》的通知》，调度数据网设备与站控层设备组成站控层模块，安装于二次设备室内。

本期为土建站,暂不列调度数据网设备。

2.2.2.3 二次系统安全防护

根据《电网与电厂计算机监控系统及调度数据网络安全防护规定》（即《安全防护规定》30 号令）的有关精神，即根据国家电力安全分区的要求，一、二区数据（包括调度实时数据、自动化及继保生产数据等）必须与三、四区的数据（包括办公 MIS 信息、E-mail 信息等）隔离分开，一、二区数据由调度数据专网承载。

本期为土建站,暂不列二次系统安全防护设备。

2.2.3 系统通信

本期为土建站，暂不计列系统通信设备。

1.现场视频监控通信方案

根据国家电网基建【2019】843 号文《国网上海市电力公司关于印发基建视频智能监控系统应用指导意见（试行）等 2 个标准化文件的通知》要求，“即日起所有在建变电站基建视频监控不再接入内网统一视频平台，统一切换至基建视频专网，按技术规范更换现场摄像头后接入基建视频智能监控系统。”

本工程采用有线专网接入方式，110kV 龙水站就近龙水站施工项目部新敷 1 根 24 芯光缆，将电力通信专网延伸至施工现场。本期自 110kV 龙水站~35kV 石龙站新敷设 1 根 24 芯的通信光缆。光缆通道为：龙水站施工项目部~110kV 龙水站~35kV 石龙站。龙水站内临时图像监视系统含临时图像监控系统安防屏柜一面，网络高清枪球一体机 4 台，出入口高清抓拍摄像机 1 台和无线布控球若干。35kV 石龙站内已有基建视频专网设备，具备接入条件，在龙水站施工项目部配置 1 个光配模块，1 台交换机（千兆，8 光口 4 电口），110kV 龙水站配置 2 个光配模块，35kV 石龙站配置 1 台交换机（千兆，8 光口 4 电口），1 个光配模块。将现场视频监控系统通过交换机经 35kV 石龙站接入基建视频专网以及基建视频智能监控系统。

3 变电部分

3.1 站址选择

本站位于上海市徐汇区黄石路北侧，丰谷路东侧。站址总用地面积约 2606.9m²。站址东西方向约 61m，南北方向约 45m。

3.1.1 站址基本情况

3.1.1.1 站址现状

场地现状主要为项目部生活区，地面为素混凝土硬化地面，移动板房尚未拆除。站址北侧及东侧为商办楼。根据初勘报告，场地内现状地面标高约为+4.88m~+5.41m（吴淞高程），平均标高约为+5.11m（吴淞高程），历史最高内涝水位标高+4.80m（吴淞高程）。



图 3-1 站址现状



图 3-2 站址现状

3.1.1.2 站址气象条件

根据上海市气象局气象资料数据如下：

（1）气压

累年年平均气压 1016.4hPa

（2）气温

累年年平均气温 16.2℃

累年年平均最高气温 16.7℃

累年年平均最低气温 13.3℃

累年年极端最高气温 40.8℃（2013 年 8 月 7 日）

累年年极端最低气温 -8.5℃（2016 年 1 月 24 日）

最热月（7 月）平均气温 27.8℃

最冷月（1 月）平均气温 4.3℃

（3）降水量

累年年平均年降水量 1156.1 毫米

累年年最大降水量 1727.4 毫米（1977 年）

累年年最小降水量 665.6 毫米（1978 年）

累年月最大降水量 570.9 毫米（1999 年 6 月）

累年最大 24 小时降水量 394.5（1977 年 8 月 21 日）

累年最大 3 小时降水量 191.4（1977 年 8 月 22 日）

累年最大 1 小时降水量 95.1（1977 年 8 月 22 日）

3.1.1.3 站址水文条件

根据初勘报告，拟建场地的内涝水位控制在绝对标高+4.80m（吴淞高程）。

浅层地下水主要为孔隙潜水，主要赋存在浅部地层中。根据规范，上海潜水水位埋深，一般离地表面约 0.3~1.5m，受降雨、潮汛、地表水的影响有所变化，年平均水位埋深一般为 0.5~0.7m。当大面积填土时，潜水位会随地面标高的升高而升高。潜水地下水位变化，主要受大气降水和地面蒸发控制。设计时浅层孔隙潜水地下水位埋深建议按不利因素考虑，高水位埋深值取设计室外地坪下 0.5m、低水位埋深值可取设计室外地坪下 1.5m。抗浮水位设计值可取室外地坪标高。

根据初勘报告，本场地地下水对Ⅲ类场地环境中的混凝土具微腐蚀性；在长期浸水的状态下，对钢筋混凝土结构中的钢筋有微腐蚀性；在干湿交替环境下，对钢筋混凝土结构中的钢筋有弱腐蚀性，对钢结构有弱腐蚀性。

由于场地地下水位较高，地基土在地下水之下，基本呈饱和状态，场地及周围无地下水污染源，根据上海市类似工程经验，当地下水对混凝土具有微腐蚀性时，地基土对混凝土也具有微腐蚀性。

3.1.1.4 站址工程地质条件

根据初勘报告，场地的抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度为 0.10g，所属的设计地震分组为第二组，地基土属软弱土，场地类别为 IV 类，属抗震一般地段。

本站所处地域位于长江三角洲入海口东南前缘，其地貌属于上海地区四大地貌单元中的滨海平原类型。拟建场地在勘察深度（40.0m）范围内揭露的地基土属第四纪沉积物，主要由粘性土和粉土组成。根据初勘报告，场地地基土按成因类型、形成时代、结构特征、工程性质自上而下可初步分为 5 个工程地质层及若干亚层，由浅至深简述如下：

第①层杂填土：表层为 20~30cm 混凝土地坪，地坪下部为砖块、碎石等建筑垃圾，下部以粘性土为主，局部夹砖块及小石块，土质松散不均匀。本层在场地内遍布。

第②层粉质粘土：滨海~河口相沉积，灰黄色，可塑~软塑，中等压缩性，含氧化铁条纹及铁锰质结核，局部夹粘土，土质自上而下渐软，无摇震反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

第③层淤泥质粉质粘土：滨海~浅海相沉积，灰色，流塑，高等压缩性，含有机质，夹薄层粉砂，局部夹粘质粉土，土质不均匀，无摇震反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

第④层淤泥质粘土：滨海～浅海相沉积，灰色，流塑，高等压缩性，含有机质，局部夹极薄层粉砂及贝壳屑，土质较均匀，无摇晃反应，切面光滑，有光泽，干强度高，韧性高。本层在场地内遍布。

第⑤₁层粉质粘土：滨海、沼泽相沉积，灰色，软塑，中等压缩性，含云母、有机质，局部夹薄层粉砂，土质不均匀，无摇晃反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

第⑤₂层粘质粉土：滨海、沼泽相沉积，灰色，松散，中等压缩性，含有机质、贝壳碎屑，局部夹粘性土，摇晃反应中等，切面粗糙，无光泽，干强度低等，韧性低等。本层在场地内遍布。

第⑤₃₋₁层粉质粘土：滨海、沼泽相沉积，灰色，软塑～可塑，中等压缩性，含云母、有机质、贝壳碎屑，夹薄层粉砂，土质不均匀，无摇晃反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

第⑤₃₋₂层粉质粘土：滨海、沼泽相沉积，灰色，软塑～可塑，中等压缩性，含云母、有机质、贝壳碎屑，夹薄层粉砂，土质不均匀，无摇晃反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

第⑤₃₋₃层粉质粘土夹砂质粉土：溺谷相沉积，灰色，软塑～可塑，中等压缩性，含云母、有机质，以粉质粘土为主，局部夹薄层粉性土，土质不均匀，无摇晃反应，切面较光滑，稍有光泽，干强度中等，韧性中等。本层在场地内遍布。

地基土承载力一览表

层号	土层名称	静探 Ps (MPa)	平均层顶标高 (m)	建议值
				f _{ak} (kPa)
②	粉质粘土	0.78	+2.29	80
③	淤泥质粉质粘土	0.61	+0.90	60

④	淤泥质粘土	0.55	-4.15	55
⑤ ₁	粉质粘土	0.92	-11.62	90
⑤ ₂	粘质粉土	3.15	-15.22	120

注：1、表中 f_d 未考虑下卧层强度影响，仅作为评价土层工程特性之用，设计时应根据实际基础形状、尺寸、埋深并考虑下卧层强度影响进行计算。

2、表中 f_{ak} 未经变形验算。

根据初勘报告，本工程的不良地质条件主要有地下障碍物及场地内厚填土。本场地目前为项目部生活区，地面被混凝土硬化，厚度约 20~30cm。另场地中间有化粪池等地下障碍物存在，影响部分螺纹钻钻孔施工。同时，场地遍布第①层杂填土，含有碎砖石块，土质松散、杂乱，厚度在 3 米左右。施工时建议采取清除换填或加固措施，做好排水、止水措施。

另外拟建场地在 20m 深度内无成层的粉土、砂土分布，初步判定为非液化场地。

本场地虽有③、④层淤泥质软土分布，但根据规范，在 7 度设防烈度条件下，本场地可不考虑软土震陷问题。

地基土评价：

第①层杂填土，土质差，未经处理不得作为天然地基持力层。

第②层粉质粘土，可塑~软塑，中等压缩性，土质上硬下软，层顶标高约+2.03m~+2.49m，平均层顶标高约+2.29m，一般层厚约 1.20m~1.60m，平均层厚约 1.39m，静探 P_s 均值 0.78MPa，该层土质较好，可以作为天然地基基础持力层。

第③层淤泥质粉质粘土，流塑，高等压缩性，层顶标高约+0.63m~+1.04m，平均层顶标高约+0.90m。一般层厚约 4.80m~5.20m，平均层厚约 5.00m，静探 P_s 均值 0.61MPa。

假设场地整平后标高+5.80m，变电站主体基础埋深 2.60m，相当于基底标高+3.20m，基础位于第①层杂填土底部，建议加大基础埋深，将基础置于第②层粉质粘土层内。②层土土质较好，可作为天然地基持力层。

事故油池基础埋深 5.0m，相当于基底标高+0.80m，基底位于第②层粉质粘土内。当地基承载力和沉降满足规范和设计要求时，第②层粉质粘土可作为本工程事故油池的天然地基持力层。事故油池抗浮可采用加大自重的方法解决。

3.1.2 主变压器运输条件

本站位于上海市徐汇区，南侧为黄石路，西侧为丰谷路，黄石路及丰谷路均为市政道路，可通行大型运输车辆。

本站基地四周均设置 4.0m 宽设备运输道路。变电站设两个出入口分别通向丰谷路、黄石路。

因此，主变压器等大件设备可经水路运抵上海，再经黄石路或丰谷路进入站址内。

3.1.3 站址上下水

本站位于上海市徐汇区黄石路北侧，丰谷路东侧。由黄石路市政给水管网先引入一路 DN150 进水，作为站区临时消防用水，管长考虑 30m；一路 DN32 进水，作为站区临时生活用水，管长考虑 30m。同时站内引出一根 DN300 排水管，作为站区污水排水，管长考虑 30m。

本工程永久用水利用前期临水方案，再增加一路消防水源和一路雨水排水。由站外丰谷路市政给水管网再引入一路 DN150 消防进水，和前期已先行引入的一路 DN150 形成两路消防进水作为站区永久消

防水源，管长考虑 30m。同时站内再引出一根 DN300 雨水排水管，排至站外黄石路市政雨水管网，管长考虑 30m。

最终用排水规模：消防进水为两路 DN150 市政水源，生活进水为一 路 DN32 市政水源，生活排水为一 路 DN300 排至市政，站区雨水为一 路 DN300 排至市政。

3.2 主要设计原则和工程设想

本期 110kV 龙水变电站为土建工程，电气部分不建设。本章节仅对电气主要设计原则作简要论述。

3.2.1 电气主接线

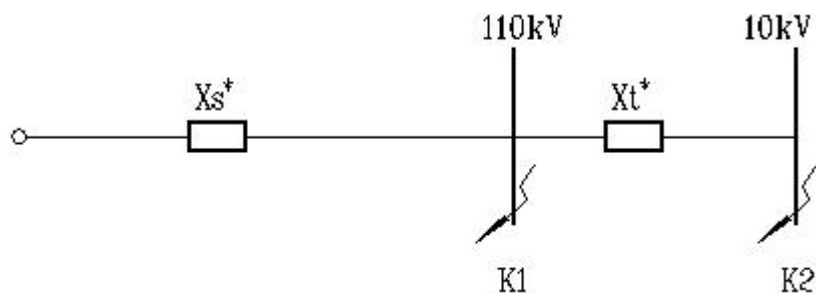
变电站最终规模为 3 台 80MVA 主变，110kV/10kV 电压等级。110kV 侧接线采用一进三出（含变压器）接线；10kV 侧为单母六分段环形接线，出线 48 回，10kV 为中性点经小电阻接地系统；每台主变安装电容器组容量为 12000（6000+6000）kvar，每台主变安装电抗器容量为 6000kvar。

变电站近期规模为 2 台 50MVA 主变，110kV/10kV 电压等级。110kV 侧接线采用一进三出（含变压器）接线；10kV 侧为单母四分段环形接线，出线 32 回，10kV 为中性点经小电阻接地系统；每台主变安装电容器组容量为 3000kvar，每台主变安装电抗器容量为 5000kvar。

本期工程为土建工程，电气部分不建设，变电站土建按最终规模一次建成。

3.2.2 主要设备选型

（1）短路电流水平



正序等效网络图

本站远景 110kV 母线短路电流为 25kA，短路容量为 5000MVA。

计算用基准容量取 $S_j=100\text{MVA}$ ，基准电压取：

$$U_{g110} = 1.05 \times U_e = 1.05 \times 110 = 115.5\text{kV};$$

$$U_{g10} = 1.05 \times U_e = 1.05 \times 10 = 10.5\text{kV};$$

线路阻抗忽略不计。

$$\text{系统阻抗: } X_s^* = S_j / S \quad (1)$$

$$X_s^* = S_j / S = 100 / 5000 = 0.02;$$

$$\text{变压器阻抗: } X_t^* = U_k \times (S_j / S_e) \quad (2)$$

$$X_t^* = U_k \times (S_j / S_e) = 0.24 \times (100 / 80) = 0.3;$$

$$\text{短路阻抗: } X^* = X_s^* + X_t^* \quad (3)$$

$$X^* = 0.02 + 0.3 = 0.32;$$

$$\text{短路容量: } S_2 = S_j \times 1 / X^* \quad (4)$$

$$S_2 = 100 \times 1 / 0.32 = 312.5 \text{ MVA};$$

变电站 10kV 母线短路电流：

$$I_2 = S_2 / (\sqrt{3} \times U_{j10}) \quad (5)$$

$$I_2 = 312.5 / (\sqrt{3} \times 10.5) = 17.18 \text{ kA}$$

短路电流计算结果见短路电流计算结果表（远景）。

短路电流计算结果表（远景）

短路地点	短路点编	基准容量 S_j (MVA)	平均工作 电压 U_g	短路点 等值标	短路容量 $S''=S_j/X^*$	短路电流周期分 量有效值	短路冲击 电流峰值
------	------	---------------------	------------------	------------	-----------------------	-----------------	--------------

	号		(kV)	阻抗 X*	(MVA)	$I''(I) = S'' / (\sqrt{3} \times U_g)$ (kA)	$i_{ch} = 2.5I''$ (kA)
110kV 母线	K1	100	115.5	0.02	5000	25	63
10kV 母线	K2	100	10.5	0.32	312.5	17.18	42.95

主变 110kV 侧额定电流（远景）

$$I = S_t / (\sqrt{3}U) \quad (6)$$

$$I = S_t / (\sqrt{3}U) = 80000 \times 1.05 / (\sqrt{3} \times 110) = 440.9 \text{ A}$$

主变 10kV 侧分支额定电流（远景）

$$I = S_t / (\sqrt{3}U) \times 2/3 = 80000 \times 1.05 / (\sqrt{3} \times 10) \times 2/3 = 3233.3 \text{ A}$$

注：主变分支额定电流按 2/3 的主变额定电流计算。

主设备选择表

选用设备 名称及型号	额定电压 (kV)	额定电流 (A)	额定开断电流 (kA)	动稳定开断 电流峰值 (kA)	热稳定电流 (kA)
110kV 断路器	126	3150	40	100	40
10kV 主变、 分段断路器	12	4000	40	100	40
10kV 馈线断 路器	12	1250	31.5	80	31.5

110kV 主变间隔工作电流按远景阶段 1.05 倍主变额定电流计算，为 440.9A；110kV 线路间隔工作电流按 110kV 截面 1000mm² 的交联电缆在排管敷设条件下载流量确定，为 797A。根据载流量、本站的短路容量和通用设备要求，110kV GIS 设备额定电流为 3150A，额定开断电流为 40kA。

主变 10kV 侧工作电流按远景阶段 1.05 倍主变额定电流计算，主变 10kV 侧分支回路工作电流按 2/3 的主变 10kV 侧工作电流计算，故 10kV 主变分支回路（远景）电流为 3233A。根据载流量、本站的短路容量和通用设备要求，10kV 主变、分段开关柜额定电流为 4000A，

额定开断电流为 40kA；10kV 馈线开关柜额定电流为 1250A，额定开断电流为 31.5kA。

（2）污秽区

根据《国家电网公司电网污区分布图（2020 版）》，站址处于 D 类地区，本站设备污秽等级抬高一级按照 E 级考虑。主变压器运行温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ ，其余设备运行温度为 $-25^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

（3）设备选择

主变压器选用三相、双圈水平分体式有载调压变压器，冷却方式为自然冷却。

110kV 设备拟采用 SF6/N2 混合气体 GIS，GIS 间隔宽度按不大于 1.0m 考虑，额定工作电流 3150A，额定短路开断电流 40kA/3s。

10kV 设备拟采用金属铠装空气绝缘开关柜。出线、站用变、电容器、电抗器开关柜额定工作电流 1250A，额定短路开断电流 31.5kA/4s。主变、分段开关柜额定工作电流 4000A，额定短路开断电流 40kA/4s。

10kV 母线设有两台 100kVA 的干式站用变压器，采用柜式型式。

10kV 电容器选用集中安装的柜式电容器。

10kV 电抗器选用三相油浸水平分体式并联电抗器。

10kV 接地电阻选用成套不锈钢电阻柜，阻值 5.7 欧姆。

3.2.3 电气总平面布置及配电装置形式

3.2.3.1 电气总平面布置及配电装置

依照《国家电网公司标准化建设成果（35~750kV 输变电工程通用设计、通用设备）应用目录》（2024 年版）110-A2-7 方案及“两型一化”变电站建设设计导则，设计方案如下：

本站为全户内型双层布置，在总体布置上留有设备运输及巡视通道。

方案一：

地上一层：设#1、#2、#3 三间主变压器室和三间主变压器散热器室，三台主变分别安装在独立防火室内，主变本体与散热器为水平分体布置。110kV 设备拟采用 GIS 设备，布置在 110kV 配电装置室内。110kV 配电装置室的顶部设置工字钢梁，可用于吊装 GIS 间隔内的部件，不可用于单个 GIS 间隔的吊装。10kV 设备拟采用金属铠装空气绝缘开关柜，布置在 10kV 配电装置室内。10kV 开关柜分双列布置，柜前柜后均留有走廊，10kV 主变引线由穿墙套管通过母线桥箱引入开关柜（上进线），两排柜之间有封闭母线桥箱联络，母线分段的联络由封闭桥箱完成。本层还设置三间 10kV 电抗器室和电抗器散热器室。110kV GIS 的进线及与主变的联络均采用电缆，10kV 出线均采用电缆，通过配电装置室下的电缆夹层引出站外。

地上二层：设有二次设备室、一间蓄电池室、一间站用变室、一间电容器室、一间接地电阻室、二间空调外机室和一间风机房。其中接地电阻室、电容器室通过可拆卸墙板，共用运输、运维通道。通信设备布置在二次设备室内。

地下一层：在 110kV 配电装置室、10kV 配电装置室下设有电缆层，所有的进出线电力电缆均由此电缆层与站外连接，同时 110kV 及 10kV 的控制电缆也由电缆层与二次设备室联络。电缆层还设有消防泵房。

本期 110kV 龙水变电站为土建工程，电气设备不建设。

方案二：

地上一层：设#1、#2、#3 三间主变压器室，三台主变分别安装在独立防火室内，主变本体与散热器为侧上方分体布置，散热器布置在二层。110kV 设备拟采用 GIS 设备，布置在 110kV 配电装置室内。110kV 配电装置室的顶部设置手动葫芦，可用于吊装 GIS 间隔内的部件，不可用于单个 GIS 间隔的吊装。底层还设有#1、#2、#3 三间电抗器室，三台油浸一体式电抗器分别安装在三间独立的电抗器室内。10kV 设备拟采用金属铠装空气绝缘开关柜，布置在 10kV 配电装置室内。10kV 开关柜分双列布置，柜前柜后均留有走廊，10kV 主变引线由穿墙套管通过母线桥箱引入开关柜（上进线），两排柜之间有封闭母线桥箱联络，母线分段的联络也由封闭桥箱完成。10kV 配电装置室还布置有三台接地电阻。110kV GIS 的进线及与主变的联络均采用电缆，10kV 出线均采用电缆，通过配电装置室下的电缆夹层引出站外。底层还布置有空调外机室和一体化卫生间。

地上二层：设有三间主变压器散热器室、一间电容器室、一间站变室和一间二次设备室。通信设备布置在二次设备室内。

地下一层：在 110kV 配电装置室、10kV 配电装置室下设有电缆层，所有的进出线电力电缆均由此夹层与站外连接，同时 110kV 及 10kV 的控制电缆也由夹层与二次设备室联络。电缆层还设有消防泵房。

本期 110kV 龙水变电站为土建工程，电气设备不建设。

方案一和方案二对比分析如下：

（1）方案一的主变采用水平分体布置，方案二的主变采用侧上方分体布置。水平分体主变设备为 A2-7 方案中的典型通用设备，与

方案二采用的侧上方分体主变设备相比，渗油风险低，设备安装及运维更为简单。

（2）方案一的建筑结构更接近于 A2-7 方案，二层的设备房间布置更简单，便于运维管理；方案一含独立蓄电池室，安全性更优。方案二的建筑高度较 A2-7 典型方案增加 2.2 米，相应增加了建设成本，且方案二的设备房间布置与典型方案的差异较大。

（3）方案一的电抗器及散热器为水平分体布置，其中电抗器本体采用空调散热，散热器采用自然通风散热；方案二的电抗器及散热器为一体式布置，采用机械排风散热并设置消声器降噪。110kV 龙水变电站周边无噪声敏感区，方案一和方案二的布置均符合噪声排放要求。

综上所述，推荐方案一为设计方案。

3.2.3.2 绝缘配合及防雷接地

（1）过电压保护及设备的绝缘配合

根据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T 50064-2014），本站的过电压保护主要是考虑侵入雷电波及操作过电压对配电装置的影响，因此，在主变压器的 110kV 中性点及 10kV 母线均配置了氧化锌避雷器作为配电装置的保护。

（2）外绝缘配合

根据《国家电网公司电网污区分布图（2020 版）》，站址处于 D 类地区，本站设备污秽等级抬高一级按照 E 级考虑。110kV 及 10kV 电气设备泄漏比距取 3.1cm/kV（以上泄漏比距系按照系统最高额定电压取值）。

110kV 为 GIS 布置，GIS 设备应满足如下要求：

110kV 电气设备的绝缘水平 (kV)

标称电压	最高运行电压	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)		工频1min 耐受电压 (有效值)	
		相对地	断口	相对地	断口
110	126	550	550+100	230	230+70

10kV 配电装置由于采用了金属铠装式开关柜，根据国家的有关标准，设备应满足如下要求：

表 3-5 10kV 电气设备的绝缘水平 (kV)

标称电压	最高运行电压	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)		工频1min 耐受电压 (有效值)	
		相对地	断口	相对地	断口
10	12	75	75	42	42

(3) 防雷接地

本变电站为全户内型，为使变电站建筑在受到直击雷和感应雷的雷击时能有可靠的保护。因此在变电站的非导电体的屋顶上装设了避雷带作为防雷保护。并且避雷带设有数个独立接地点。

为保证人身安全，所有的电气设备，都装设接地装置，并将电气设备外壳接地。变电站的接地电阻 $R \leq 2000/I_g$ 。由于上海地区的土壤电阻率较小 ($\rho < 3 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$) 电位分布衰减较快，但由于接地电阻要求高，所以本站的接地网拟采用三维立体接地网。同时要求在勘探中测量土壤电阻率，以便设计确定采用接地极的数量和长度。为了尽可能地减小接地网之接地电阻，尽可能延长接地网的使用寿命，在本站接电网的户外接地部分采用抗腐蚀强的铜绞线，户内部分采用热镀锌扁钢。

在站内设置二次等电位接地网，以防止二次逻辑混乱，计算机死机，芯片损坏、保护“失灵”等各种干扰的问题。

本站均一土壤电阻率暂按 $16 \Omega \cdot \text{m}$ 考虑，110kV 单相短路入地电流 I_g 为 20kA，故障电流持续时间取 0.6s。

经过计算后得到：

接地电阻值：0.1 Ω

垂直接地极：铜覆钢棒 $L=7.5\text{m}$ ， $\Phi 14.2\text{mm}$ ，水平接地极：120mm² 铜绞线

接地网接触电位差和跨步电位差计算表

	允许值 (V)	最大值 (V)
接触电位差	494	438

本站出口大门处敷设两条与接地网连接的均压带，以降低跨步电势。建筑外至路边范围内，除散水层下部应铺设 20cm 厚碎石外，散水层之外地面表层应敷设 20cm 厚的碎石以提高接触电势允许值。通过计算，当故障时，接地网的电位即最大接触电位差和最大跨步电位差的值均能满足 GB50065-2011《交流电气装置的接地设计规范》中允许值的要求。

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，电气部分不建设。根据国网上电司建【2022】32 号《国网上海市电力公司关于印发电网工程土建设计标准化技术规范（2024 版）的通知》第十一章土建先行变电站建设界面第八十七条要求，本期除设备接地外，接地按最终规模建成。

3.2.3.3 照明方式

变电站内设置正常照明和应急照明。应急照明根据功能分为正常备用照明、消防备用照明和疏散照明。正常照明和正常备用照明采用 380/220V 三相四线制；消防备用照明由两路消防电源专用应急回路

互投后供电；疏散照明由带有蓄电池的直流 36V 应急照明集中电源供电。

户内建筑的通道照明配置感应控制，从而降低照明能耗。满足了绿色低碳、环境友好的要求。站内门厅、走道及楼梯间等公共空间采用智能照明灯具，可以实现对人体的微波智能感应，当检测到人体且环境亮度低于设置条件时，照明开启；当检测不到人体或者亮度过高时，灯具自动熄灭，满足绿色节能环保的要求。灯具采用群控策略，任何一盏灯具感应到人体，走道内所有灯具一起点亮。

正常备用照明、消防备用照明和疏散照明回路应采用耐火电缆。站内所有照明电缆敷设于独立的耐火型预制式线槽内。

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，电气部分不建设。根据国网上电司建〔2022〕32 号《国网上海市电力公司关于印发电网工程土建设计标准化技术规范（2024 版）的通知》第十一章土建先行变电站建设界面第八十七条要求，本期配电箱、导管及线缆等按最终规模建成；楼梯、走廊等公共区域及非设备房间灯具按最终规模建成，设备房间配置简易灯具，满足巡视要求。

3.2.3.4 设备吊装运输方案

3.2.3.4.1 主变压器

主变压器由专用平板运输车运送至变电站内主变室外环形道路上，进行卸车、移动、就位作业。待主变室前方场地的平整度和承载力满足平板车运输要求后，载有主变压器的平板车可直接停至该区域。

变压器卸车就位采用液压顶推平移法，运输车辆停至基础附近，在变压器基础及车板间铺设钢板并搭设枕木堆，枕木堆高度与车板一致，在变压器的前端铺设轨道，在变压器的后端铺设转体转台，在变

压器两端相对应的支撑点下方支好液压千斤顶，利用液压千斤顶将变压器两端分别交替顶起并垫入枕木。变压器升至足够高度后，将钢轨从变压器下穿过直至枕木堆上，在变压器和钢轨之间垫上滑块，降液压千斤使变压器落到钢轨上。将专用推进器安置在滑块上，将变压器推行过枕木堆直至变压器基础。

3.2.3.4.2 110kV GIS

先由起重机吊进 GIS 室，本体前后下方各用一台液压车，运至安装位置附近，升起液压车，下方放上营运器进行横移，调整至安装位置，最后取出营运器。

3.2.3.4.3 10kV 开关柜、站用变及接地电阻

10kV 开关柜采用电动叉车从变电站南侧设备运输门逐台运至对应基础位置，并进行拼接。

3.2.3.4.4 电容器、站用变及二次屏柜

先将液压车吊至二楼吊装平台，电容器、站用变及二次屏柜整体吊装至平台后，由液压车经走廊运至设备基础就位。

3.2.3.5 站用电源屏

本期工程 110kV 龙水变电站为土建工程，电气部分不建设。

本期站用电负荷计算结果如下表所示。

本期站用电负荷计算

序号	名称	额定容量 (kW/台)	安装 台数	运行 台数	总容量 (kW)
动力电源					
1	技防系统	2	1	1	2
2	潜水泵电源	2.2	4	2	4.4
小计 P1					6.4
照明电源					

1	正常照明	9			9
2	事故照明	3			3
小计 P2					12
$P\Sigma \text{ (kW)} = 0.85P1 + P2 = 17.44\text{kVA}$ 。					

本期全站站用电负荷为 17.44kVA，采用站外电源供电，站内配置 1 套容量为 40kVA 的站用电源屏，站外电源持续供电至上电气阶段完成。

3.2.4 电气二次

本期 110kV 龙水变电站为土建工程，电气二次设备不建设。本章节仅对近期电气二次部分配置作简要论述。

3.2.4.1 控制和监视方式

控制功能分为三种：调度中心远方控制、站内后台控制、就地手动控制。控制优先级可以选择。

110kV 断路器的就地控制设备安装在 110kV 汇控柜内，10kV 断路器的就地控制设备安装在 10kV 开关柜上的二次小室内，信号引至综合自动化系统。

10kV 电压互感器二次回路采用 N 相接地。

3.2.4.2 变电站自动化

3.2.4.2.1 系统构成

本站自动化系统网络由站控层网络、间隔层网络、过程层网络组成，采用 100M 及以上高速以太网构建。

站控层：由监控主机兼操作员、工程师工作站、数据服务器 2 台、综合应用服务器 1 台、I 区数据通信网关机兼图形网关机 2 台、II 区数据通信网关机 1 台，III/IV 区通信网关机 1 台构成，提供站内运行

的人机联系界面，实现管理控制间隔层、过程层设备等功能，并与调度通信。

站控层网络采用双星型拓扑结构，传输 MMS 报文和 GOOSE 报文，与站控层其他设备及间隔层网络通信。

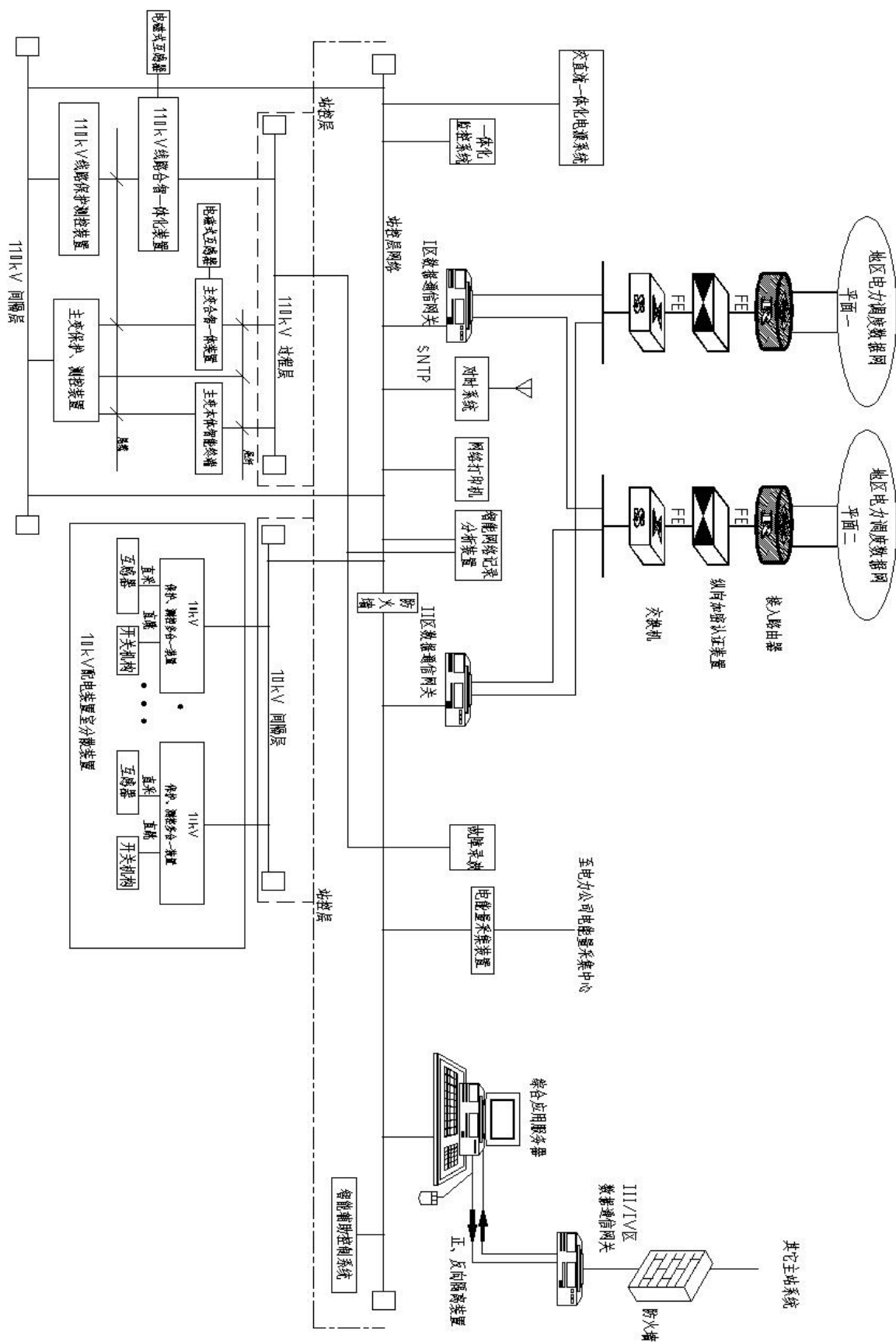
间隔层：由保护测控、辅助系统组成，在站控层设备及网络失效的情况下，仍能独立完成间隔层设备的就地监控功能。

间隔层网络采用单星型拓扑结构，可传输 MMS 报文和 GOOSE 报文，与间隔层其他设备及站控层网络通信。

过程层：由常规互感器、合并单元智能终端等构成，完成与一次设备相关的功能，包括实时运行电气量的采集、设备运行状态的监测、控制命令的执行等。

过程层网络传输 GOOSE 报文，主要功能是实现开关量的上传及分合闸控制、防误闭锁、跳分段断路器及闭锁备自投等。保护测控装置、故障录波、电量采集装置点对点采集后，不再配置独立的采样值网络。本工程主变保护采用主后合一保护双套配置，主变测控按侧独立配置。过程层 GOOSE 网按照单网配置。过程层网络完成过程层设备之间、间隔层设备之间、间隔层设备与过程层设备的数据通信。

全站自动化系统网络配置参见图：全站自动化系统网络接线示意图。



全站自动化系统网络接线示意图

3.2.4.2.2 网络结构及设备配置

（1）站控层网络

站控层采用双星型以太网网络，传输 MMS 报文和 GOOSE 报文。配置 2 台主机兼操作员工作站，完成保护及故障信息管理、高级应用等功能。配置双套远动通信装置，将站内的实时工况信息远传到调度中心。站控层配置 4 台高性能的工业级交换机，完成站控层之间数据交换接口、站控层与间隔层之间数据交换接口。

站控层所有设备组柜安装，布置在二次设备室内。在二次设备室内通信介质采用超五类屏蔽双绞线。

（2）间隔层网络

间隔层采用单星型以太网网络，传输 MMS 报文，主要实现保护、测控等面向间隔的功能。间隔层以主变为单元配置交换机，每台主变配置 2 台 110kV 间隔层交换机，实现间隔层与站控层数据交换。

110kV 及 10kV 配电装置室内网络通信介质均采用超五类屏蔽双绞线；二次设备室与 110kV 及 10kV 配电装置室间的通信介质均采用光缆。

（3）过程层网络

过程层采用单星型以太网网络，传输 GOOSE 报文和 SV 报文，来实现间隔层与过程层数据交换。过程层完成一次设备和二次系统之间的过程控制及数据采集功能，主要包括合并单元智能终端、常规互感器等设备。

保护测控装置与过程层设备之间采用点对点传输 GOOSE 和 SV 报文。故障录波和网络分析装置通过过程层网络采集 GOOSE 和 SV 报文。

合并单元智能终端配置原则：

1) 110 千伏线路间隔配置单套合并单元智能终端，采用合并单元和智能终端一体化集成装置，安装于 110kV 线路智能汇控柜上。

2) 主变高压侧合并单元智能终端按双套配置，采用合并单元和智能终端一体化集成装置；主变本体智能终端按单套配置，智能终端集成主变非电量保护，均安装于 110kV 主变智能汇控柜上。

3) 主变低压侧合并单元智能终端按双套配置，采用合并单元和智能终端一体化集成装置，安装于主变 10kV 开关柜上。

(4) 网络记录及分析系统

全站统一配置一套网络记录分析装置，装置应记录所有过程层 GOOSE、SV 网络报文、站控层 MMS 报文，具备网络报文分析功能，分析结果上传至站控层主机兼操作员站。网络记录分析装置由网络记录单元及网络分析主机构成。网络记录单元应连续在线记录存储网络上的原始报文。网络分析主机应由不同的软件模块实现网络报文分析功能，并将分析结果以特定报文形式上传至主机兼操作员站。

3.2.4.3 有载调压和无功投切

主变有载调压和无功装置的投切由站内自动化系统实现。

3.2.4.4 主要元件保护配置原则及设备选型

站内配置的保护装置均支持 IEC61850 规约，主变保护采用主后一体微机型保护装置，测控装置独立。10kV 部分采用保护、测控合一装置。

(1) 主变压器保护设有：主变差动保护、110kV 定时限三相过流保护、110kV 充电保护、110kV 定时限零序过电流保护、10kV 定时限零序过电流保护 I 段、10kV 定时限零序过电流保护 II 段、主变

重瓦斯保护、有载调压重瓦斯保护、110kV 定时限单相过负荷保护、轻瓦斯保护、油位高低、温度高、气压释放、有载调压轻瓦斯保护；

（2） 10kV 分段保护设有：定时限/反时限过电流保护、定时限/反时限零序过流保护、备用电源自切装置；

（3） 10kV 电缆出线保护设有：定时限/反时限电流速断保护、定时限/反时限过电流保护、定时限/反时限零序过流保护、低周低压减负荷，间歇性接地保护；

（4） 10kV 架空出线保护设有：定时限/反时限电流速断保护、定时限/反时限过电流保护、定时限/反时限零序过流保护、低周低压减负荷、前加速三相一次重合闸；

（5） 10kV 电容器保护设有：定时限电流保护、定时限零序过流保护、非电量保护。

（6） 10kV 油浸式电抗器保护设有：定时限电流保护、定时限零序过流保护、非电量保护。

（7） 10kV 站用变保护设有：定时限/反时限过电流保护、定时限/反时限零序过流保护、零序间歇接地保护。

（8） 10kV 母线按段各配置一套低频低压减载装置。

3.2.4.5 全站时间同步系统

站内配置 1 套全站公用的时间同步系统，主时钟双套配置，支持北斗系统单向标准授时信号，时钟同步精度和守时精度满足站内所有设备的对时精度要求，站控层设备通过 SNTP 进行网络对时，间隔层设备采用电口 IRIG-B 点对点对时。

3.2.4.6 站用交直流电源系统

根据国网公司 110-A2-7 方案中的配置方式，本站采用直流电压为 110V。

全站直流、交流、UPS（逆变）、通信等电源采用一体化设计、一体化配置和一体化监控，其运行工况和信息数据通过一体化监控单元展示并通过 DL/T 860 标准数据格式接入自动化系统。

本站应用智慧节能安全用电技术对站用交流电系统实现数据采集，运行监测、能耗计量统计、能效分析评估、用电安全监测告警、电能质量分析等功能，可以实现故障录波及回放，精确分析故障原因，从而发现设备早期缺陷，实施状态检修，提高站用电交流电源的运行可靠性。可在站用交流一体化电源系统中，安装新型智慧用电安全物联网数据采集设备。

3.2.4.6.1 交流电源部分

站内 10kV I 段、IV 段母线各接一台站用变，两台站用变装有失压自切装置，互为备用，以保证站用电源的可靠性。

3.2.4.6.2 直流电源部分

本站采用分布式并联电池直流系统。本站直流系统电压为 110V，蓄电池容量按 2 小时事故放电时间计算，通讯负荷按 4 小时事故放电时间计算，并配置直流接地检测装置。

分布式直流系统结合保护测控按间隔分散就地安装，主要直流负荷分布在二次设备室、10kV 开关室、110kV 开关室，将直流负荷按照 110/10kV 配电装置室和二次设备室分别进行统计和计算，根据蓄电池容量计算：

110kV/10kV 配电装置室模块配置 14 组 12V/100Ah 蓄电池，二次设备室模块配置 22 组 12V/200Ah 蓄电池，共组 5 面屏安装于蓄电池室。

3.2.4.6.3 UPS（逆变）电源部分

站内配置一套 UPS 电源，容量 5kVA。

3.2.4.6.4 站用通信电源部分

站用通信电源由站内直流系统的 DC/DC 装置供电，每段 48V 直流母线分别接一套 DC/DC 装置。DC/DC 装置直流输入电压为 110V，输出电压为 48V。

3.2.4.7 智能辅助控制系统

本站拟设置综合应用服务器和智能辅助控制系统。智能辅助控制系统设置后台主机，部署于安全 II 区，后台主机通过综合应用服务器与 IV 区智能巡视子系统、数字孪生系统进行信息交互，以实现站内安防、消防、视频、环境、一次设备状态监测等辅助设备的标准接入、监视控制和智能联动，并实现远传至主站端。

3.2.4.7.1 系统结构

智能变电站辅助控制系统由系统后台、智能巡视子系统、安全防卫子系统、环境监控子系统、灯光控制子系统、给排水监控子系统、火灾消防子系统、应急照明子系统、在线监测子系统等组成。该系统预留和上级控制中心的通信接口。

3.2.4.7.2 智能巡视子系统

本站配置 1 套智能巡视子系统，设置独立巡视主机。该系统主要负责对全站主要电气设备、安装地点及周边环境进行全天候的视频监

视，同时能与其它子系统进行报警联动，满足生产运行对安全、巡视的要求。

摄像机采用网络方式传输图像；电源取自就近检修箱，每台摄像机应配置独立电源适配器，电源适配器必须具备防雷和防过电压能力。

摄像机布置应满足变电站安防监视、设备遥控操作辅助监视及设备远程辅助巡视的要求，满足控制操作到设备冷备用状态辅助监视的要求，就地摄像机按最终规模配置，具体配置如下：

a) 主变室：每面及顶部各 1 台摄像机（1080p），每台主变配置 3~5 台球型摄像机或云台摄像机（1080p）；每台主变配置 1 台热成像测温摄像机；安装于主变室侧壁，满足安全距离要求。

b) GIS 室：每 2 个间隔配置 1~2 台球型摄像机或云台摄像机（1080p）；安装于 GIS 室侧壁，满足安全距离要求。

c) 开关室：每室对角配置 2 台球型摄像机（1080p）用于监测室内全景，壁装；每 8 面开关柜（双排各 4 面）配置 1 台球型摄像机（1080p），双排布置室内吊装，安装高度宜略高于开关柜；

d) 站用变室：每个房间宜配置 1~2 台球型摄像机（1080p），壁装；

e) 电容器室/电抗器室：每个房间宜配置 2~3 台球型摄像机（1080p），壁装；根据需要可选置 1~2 台热成像测温摄像机，壁装或吊装；

f) 二次设备室：每室配置 2 台室内网络快球（1080p），对角安装；

g) 电缆层：集水井、电缆进出线孔洞、出入口各配置 1 台球型摄像机（1080p），壁装或吊装；

h) 一层楼梯间：配置 4 台网络固定摄像机（1080p），壁装；

i) 变电站大门：每扇大门配置 1 台固定摄像机（1080p，带强光抑制功能，带单模光口），用于大门出入车辆号牌监测。同时布置 1 台固定摄像机（1080p，带强光抑制功能，带单模光口），用于大门出入口常规监视、兼顾环境状态分析和人员行为分析；

j) 变电站四周围墙：每个转角各配置 1 台球型摄像机（1080p，带强光抑制功能，带单模光口），单面围墙长度每超过 70 米增加 1 台，围墙内侧立杆安装；

k) 消防设备室：配置 1 台球型摄像机（1080p），壁装；

l) 消防泵房：配置 1 台球型摄像机（1080p），壁装。

本期为土建站,上述用于变电站安防监视、设备遥控操作辅助监视及设备远程辅助巡视的摄像机及网络快球不上。

3.2.4.7.3 安全防卫子系统

本站配置 1 套安全防卫子系统，主要配置 1 套安防监控终端，布置于二次设备室。采用两层防范方案：第一层为变电站周界防范，第二层为站内关键区域重点防范。

四周围墙采用高压脉冲的电子围栏布防，根据现场实际情况选用双防区主机或单防区主机，采用 100 米一个防区，6 线制；根据当地治安防范要求，可采用小于 70 米一个防区。电子围栏应满足 GB 7946 的相关设计技术要求，并取得当地公安部门认证。

大门上方采用 1~2 对红外对射。建筑物出入口及一楼窗口处按需配置红外双鉴探测器。配电装置室、二次设备室等出入口应配置红外双鉴探测器；对部分有长走廊的 GIS 室宜配置长距离红外双鉴探测器。变电站入口大门、建筑物出入口、二次设备室、主变室、GIS 室、

10kV 配电装置室、电容器、电抗器室应配置门禁。对于需要远传报警信息至 110 联网报警中心的变电站，可配置 1 台防盗报警控制器。配置 1 个紧急报警按钮。围墙四周应配置声光报警器，二次设备室、开关室、GIS 室宜配置声光报警器。

安防监控终端将相关信号接入站内智能辅助控制系统，以满足值班人员的需要。

本站本期为土建站，周界报警系统按最终规模建成。站内关键区域防范仅预留埋管。

3.2.4.7.4 环境监视子系统

本站配置 1 套环境监视子系统，主要配置 1 套环境监控终端，布置于二次设备室，环境监控应能利用环境监控终端、温湿度传感器、微气象传感器、SF6 传感器等设备，实现变电站的运行环境数据的实时采集、处理和上传。

在二次设备室、电容器室、电抗器室、站用变室、配电装置室等重要设备间，单个房间每 20 平方米配置 1 台温湿度传感器。GIS 室等含 SF6 设备的配电装置室应按每间隔配置 1 台 SF6 泄漏传感器。空调系统应具备控制和通信功能。风机系统应具备通信功能，其中变压器室、无功补偿装置室等发热量较大的设备房间配置的风机（除轴流风机外的其他非消防用普通风机）应具备变频调速控制功能。二次设备室楼顶配置 1 套一体化微气象传感器，采集室外温度、湿度、风速、风向、气压、雨量等数据。

本期为土建先行工程，本期不上。

3.2.4.7.5 灯光控制子系统

本站配置 1 套灯光控制子系统，包括灯光控制模块、光亮照度传感器、红外感应传感器以及照明回路等，通过照明回路通断状态、传感器等信息的采集，实现远方控制、区域控制、光亮照度控制、红外感应控制等多种照明回路控制方式。

户内走廊/通道照明配置红外线传感器，通过对人体红外线的检测，实现“人来灯亮、人走灯灭”功能。传感器的数量应根据灯具数量确定。有灯光补充需求的站内场地（如户外固定式摄像机、户内电缆层摄像机）应配置辅助灯光。辅助灯光可采用感应式补光灯，根据照度情况实现灯光控制。二次设备室、GIS 室、10kV 配电装置室应配置灯光控制模块，灯光控制模块的数量应根据实际所控制的照明灯具的数量确定。

本期为土建先行工程，本期不上。

3.2.4.7.6 给排水监控子系统

本站配置 1 套给排水控制子系统，主要配置 1 套给排水监控终端，通过给排水监控终端、水泵控制器、水浸传感器、水位传感器等设备，实现水泵运行状态、故障报警，以及站内水情等信息的采集。

电缆层、电缆沟等电缆集中区域配置水浸传感器。水浸传感器布置于电缆沟易于积水处，电缆沟内每 60 米或每段配置 1 台。每个集水井配置 1 台水位传感器，实现量程范围内水位的精确测量。室内消防栓、消防泵房地面配置水浸传感器。每组水泵应根据信号采集或控制需求，配置 1 个水泵控制器；每台水泵可独立控制。每个给水管道配置 1 台数字远传表计。

3.2.4.7.7 火灾消防子系统

火灾报警控制系统由主控制器、各种探测器、手动报警按钮、声光报警器等设备组成，当发生火灾时，探测器将火灾信号送至主控制器，在主控制器上能显示火灾发生的时间、地点，并发出报警信号，实现站内火灾报警信息的采集、传输和联动控制。

各房间、电缆夹层、电缆竖井配置点型感温感烟火灾探测器。GIS 室配电装置室应配置线型光束感烟探测器。变压器室、电抗器室等区域，配置缆式线型定温火灾探测器。根据变电站的实际需求，配置消防管网压力变送器和水流变送器，实时监测消防管网压力和水流情况。

本站本期为土建站，消防报警系统仅预留埋管。

3.2.4.7.8 应急照明子系统

应急照明子系统由应急照明控制器、应急照明灯具、应急标志灯具等构成，其主要功能是在火灾等紧急情况下，为人员的安全疏散和灭火救援行动提供必要的照度条件。

火灾状态下，应急照明子系统与火灾消防子系统的相关联动应由火灾报警控制器完成。

3.2.4.7.9 在线监测子系统

在线监测子系统监视实现油温及油位监测、变压器油中溶解气体监测、铁芯夹件接地电流监测、避雷器泄漏电流监测、绝缘气体密度监测、开关触头测温等功能。

在线状态监测前端设备实时采集各一次设备状态信息，点对点传输至就地配置的一次设备在线监测 IED，IED 采用 DL/T 860 协议将数据整合上送至辅助控制系统后台。前端硬件设备由一次设备集成。

主变压器在线监测装置：变压器监测终端根据变电站内主变压器数量进行配置，每台主变压器配置一台变压器监测终端。变压器配置铁芯/夹件接地电流在线监测装置，宜按每台变压器进行配置。变压器配置油温、油位数字化远传表计。配置中性点成套设备避雷器泄漏电流数字化远传表计。

GIS 在线监测装置：配置绝缘气体密度远传表计。

10kV 开关柜：进线柜、分段柜等空气绝缘开关柜应配置触头测温监测，按开关柜室配置。

本期为土建先行工程，本期不上。

3.2.4.7.10 联动控制

智能巡视子系统应接入各类巡视设备监控信息，实现变电站巡视数据的集中采集、智能分析，以及与系统后台的联动。

安全防卫子系统应实现对门禁控制器、电子围栏、红外双鉴探测器、红外对射探测器、声光报警器等设备的运行监视。

环境监控子系统应接入温湿度传感器、微气象传感器、SF6 传感器、空调、风机等设备监控信息。

灯光控制子系统应通过照明控制器和感应终端等实现灯光照明的智能控制。

给排水监控子系统应实现对给排水系统压力、流速、流量等的监控，并通过接入水浸传感器、水位传感器等感应信息，实现站内水情的监视和控制。

火灾消防子系统应通过对不同区域进行火警探测，实现火灾自动报警以及灭火设备的联动控制。

应急照明子系统应在交流失电时保证应急照明需求，与火灾消防子系统联动。

本期为土建先行工程，本期不上。

3.2.4.8 一键顺控

根据《基建技术〔2021〕2号 国网基建部关于发布输变电工程通用设计通用设备应用目录（2021年版）的通知》，将变电站一键顺控设计优化成果纳入通用设计。

（1）操作内容

针对上海 110kV A2-7 变电站一键顺控范围操作涉及一次设备和二次设备，一次设备为 10kV 和 110kV 断路器和电动隔离开关（含电动手车）。二次设备包括继电保护装置、安全自动装置等可远程投退的软压板和可远程切换的定值区。

（2）功能要求

变电站一键顺控应实现操作项目软件预制、操作任务模块式搭建、设备状态自动识别、防误联锁智能校核、操作步骤一键启动、操作过程视频联动等功能。由监控系统按照预设程序与防误策略，选择相应的操作任务，自动导出变电站操作票并按步骤顺序执行操作；基于变电站自动化系统后台实现准确的数据采集，包括变电站内所有实时遥信量（断路器、隔离开关、接地开关等）的位置，所有实时模拟量（电流、电压、功率等），以及其他辅助的状态传感器信息等多重判据，判别确认设备实时状态信息，直至所有步骤全部完成；采用防误双校核和设备状态双确认机制，确保操作控制安全可靠。

（3）总体方案

变电站一键顺控功能在站端实现，部署于安全I区，由站控层设备（监控主机、智能防误主机、I区数据通信网关机）、间隔层设备（测控装置）及一次设备传感器共同实施。具体由监控主机实现相关功能，与智能防误主机之间进行防误逻辑双校核，通过I区数据通信网关机采用 DL/T 634.5104 通信协议实现调控/集控站端对变电站一键顺控功能的调用。

双确认防误逻辑中，对断路器和刀闸的位置状态确认应至少包含不同源或不同原理的主辅双重判据。主判据应为断路器和隔离开关的机构辅助开关触点双位置信息，辅助判据宜为设备所在回路的电压、电流遥测信息、带电显示装置反馈的有无电信息或设备状态传感器反馈的位置状态信息。

（4）设备配置

站控层设备：由监控系统主机内置的一键顺控功能软件实现一键顺控功能。配置 1 套智能防误主机，智能防误功能模块 1 套部署于监控主机，一套部署于智能防误主机。监控主机的防误逻辑与智能防误主机的防误逻辑应相互独立，两套防误逻辑共同实现防误双校核功能。一键顺控数据通信功能由监控系统 I 区数据通信网关机集成。调控/集控站端通过站内I区数据通信网关机调用站端一键顺控功能，并接收一键顺控执行情况的相关信息。本期本站站控层需增加 1 台防误主机、4 台公用测控装置，共组 2 面屏布置于二次设备室。

间隔层设备：主判据位置信息接入本间隔测控装置上传至监控系统站控层。按电压等级配置公用测控装置，接入辅助判据位置信息。

（5）设备双确认判据

断路器：断路器双确认主判据采用断路器的合位、分位双位置辅助接点。辅助判据采用三相电流和电压遥测信息，110kV 电压等级各间隔的电压辅助判据取各间隔三相电压互感器，所以本期主变间隔需要增加三相 PT。

隔离开关、接地开关（含 GIS、充气开关柜中的隔离开关、接地开关）：主判据采用隔离开关、接地开关的合位、分位双位置辅助接点。辅助判据采用微动开关，在分闸、合闸位置各安装 1 只微动开关。对于三工位开关、隔离开关、接地开关各安装 2 只微动开关，所以本期 110kV GIS 所有隔离开关和接地开关需要安装微动开关。

开关柜电动手车：本期 10kV 开关柜手车采用电动手车，开关柜电动手车双确认主判据采用工作位置、试验位置双位置辅助接点，辅助判据采用传感器位置信息（采用微动开关，在开关柜电动手车的工作位置、试验位置各安装 1 只微动开关）。

3.2.4.9 光、电缆选择

3.2.4.9.1 预制光缆

1) 二次设备室站控层交换机至 110kV 和 10kV 间隔层交换机之间连接采用双端预制光缆，预制光缆选用阻燃型，自带高密度连接器和分支器。光缆芯数选用 8 芯，每根光缆备用 2~4 芯。

2) 二次设备室内不同屏柜间二次装置连接采用尾缆，尾缆采用 4 芯、8 芯、12 芯规格。柜内二次装置间连接采用跳线，柜内跳线采用单芯或多芯跳线。

3) 除线路保护通道专用光纤外，采用缓变型多模光纤；室外光缆采用非金属加强芯阻燃光缆，采用槽盒敷设方式。

4) 就地控制柜至二次设备室之间的光缆按间隔、按保护双套原则进行光缆的整合，就地控制柜至对时等公用设备的光缆不单独设置。

3.2.4.9.2 预制电缆

1) 主变保护、公共测控、一体化电源、10kV 开关柜二次小室、GIS 本体与智能控制柜之间二次控制电缆宜采用预制电缆连接。

当路径满足预制电缆敷设要求时（全程无电缆穿管）优先选用双端预制电缆。应准确测算双端预制电缆长度，避免出现电缆长度不足或过长情况，并留有足够的余长收纳空间。

预制电缆采用双端预制且为穿管敷设方式下，宜选用圆形高密度连接器。

2) 电流、电压互感器与智能控制柜之间二次控制电缆不采用预制电缆，交直流电源电缆宜采用预制电缆。

3.2.4.10 数字化孪生系统监视

全景信息监视系统将站内全部设备和系统的实时监测数据（包括一次设备的遥信、遥测以及辅控系统的所有实时监测数据）经由数据转换接口转换成数据库可读取格式，传输到数据库服务器上，并经由数据库整理、分析后解析成为 IFC（工业基础类）标准框架，且与三维 IFC 模型属性进行一一对应；根据管理人员的操作需要，将所需数据在主机屏幕上实时数据的动态更新和显示，并实现设备故障信息的同步报警和 IFC 三维模型的自动定位。

3.2.4.11 光伏屋面系统

根据《国网上海市电力公司关于印发变电站屋顶光伏系统技术规范（试行）的通知（国网上电司建【2023】488 号）》中相关内容要

求，钢结构变电站建筑屋面应采用混凝土屋面光伏系统，并根据朝向结合建筑形体优化设计。

变电站屋面光伏系统由光伏组件、光伏逆变器、光伏并网配电柜、光伏直流电缆、交流电缆及光伏支架等主要设备和材料组成。光伏组件宜采用碲化镓或单晶硅材料，采用固定支架安装，安装倾角与屋面坡度一致。光伏逆变器宜采用组串式逆变器，总额定容量应根据光伏系统装机容量确定。

根据《国网上海市电力公司关于印发电网工程土建设计标准化技术规范（2024 版）的通知（国网上电司建〔2024〕857 号）》中相关内容要求，一体化光伏屋面系统按最终规模预留土建基础，按需求上光伏电气部分。

本期龙水站一体化光伏屋面系统按最终规模预留土建基础，暂不上光伏电气部分。

3.2.5 总体规划和总布置

3.2.6 站区竖向布置

本工程坐标采用上海市城市坐标，高程系统采用吴淞高程。根据初勘报告，站址场地内自然标高 4.88~5.41m，平均为 5.11m。拟建场地历史最高内涝水位为绝对标高 4.80m。场地西侧丰谷路道路标高为 4.92m~5.03m，南侧黄石路过机场河起坡，道路标高为 5.07m~5.63m。因此设计室外地坪标高综合考虑内涝水位及周边道路标高情况，暂定为吴淞高程 5.50m。

站区场地竖向布置采用平坡式。为确保站区内不出现积水，站区场地的排水采用有组织排水方式。站内道路旁均匀设置雨水口，流入下水道，排至市政雨水管道。

由于场地有限，土方量按照全进全出考虑，经初步估算，站址范围内总挖方量 6580m³，包括拆除破碎混凝土地坪 720m³，拆除老旧基础 1500m³，其他 4360m³；总填方量 2010m³。土方平衡后，全站外弃土方量 6580m³，外购土方量 2010m³。

土方量表

	挖 方 (m ³)	填 方 (m ³)
场地平整	480	200
站本体	2330	520
事故油池	160	90
排管、电缆沟、围墙、道路	1390	1200
进站道路	/	/
混凝土地坪	720	/
老旧基础	1500	/
合计	6580	2010
综合平衡后土方量	6580（弃）	2010（购）

3.2.7 建筑规模及结构设想

3.2.7.1 建筑布置

本工程新建一幢建筑物，设计使用年限为 50 年，通过对混凝土结构采取加大保护层厚度、提高混凝土耐久性，对钢结构加强运行维护等措施，使建筑物使用寿命提高至 60 年。新建建筑为工业厂房，火灾危险分类为丙类，建筑耐火等级一级，屋面防水等级一级，地下室防水等级为二级。

建筑物地上二层，地下一层，建筑占地面积 1052m²，总建筑面积 2480m²。地下室布置电缆层、主变油坑和消防泵房；一层布置为主变室、主变散热器室、电抗器室、电抗器散热器室、110kV 配电装置室、10kV 配电装置室、卫生间、消防设备室；二层布置电容器室、接地电阻室、二次设备室、站用变室、风机房、并联直流电源室、空调外机室及吊装平台。

建筑外观设计与周边建筑风格、形态及色彩相协调，外墙与窗的材质与色彩与周边建筑相呼应。

建筑用材和内外装修按《国网上海市电力公司 110kV 钢结构变电站（土建）设计标准化图册——混凝土屋面方案（2023 版）》、《国网上海市电力公司电网工程土建设计标准化技术规范（2024 版）》有关要求执行。外墙采用铝镁锰夹芯板；屋面为混凝土平屋面，采用支架式光伏组件；采光窗采用玻纤增强聚氨酯节能窗框；百叶窗采用静电喷涂铝合金窗框。内墙采用轻钢龙骨耐火纸面石膏板，表面敷装无机预涂板。门采用彩钢板门和防火门，其中楼梯间外门采用防盗门。卫生间采用一体化成品卫生间。

3.2.7.2 主要建（构）筑物的结构型式

建筑物主体结构为带半地下室的二层钢框架结构，地下室顶板以下（包括基础、地下室内外墙、框架柱、一层梁、板）均为现浇钢筋混凝土结构；地上框架柱为钢柱，框架梁、次梁为钢梁，二层楼面及屋面采用压型钢板上现浇钢筋混凝土楼板；屋面上布置光伏组件、支架及基础，其中光伏支架及连接件、预埋螺杆共 3.651t。主体结构

基础为四周带钢筋混凝土板墙围护的平板式筏板基础，混凝土板墙抗渗标号 P8。

为减轻电抗器震动对整个建筑物的影响，电抗器基础与建筑物主体结构设缝脱开，采用钢筋混凝土独立基础，并在基础上设置电抗器事故油池。

建筑物结构设计安全等级为二级。建筑物抗震设防类别为丙类，按 7 度抗震设防，钢框架抗震等级为四级，混凝土框架抗震等级为三级。

事故油池采用地下钢筋混凝土现浇结构。

站内采用预制电缆沟和预制排管。室外电缆沟非承重盖板采用预制玻纤增强型聚氨酯复合材料盖板，承重盖板采用预制镀锌槽钢框钢筋混凝土盖板。

3.2.7.3 主要建筑材料

钢材：钢柱、钢梁用 Q355B 钢，锚栓、楼梯构件采用 Q235B 钢。

钢筋：构造钢筋及次要结构用 HPB300 级钢筋，受力结构用 HRB400 级钢筋。

混凝土：预制混凝土构件为 C35~C50，现浇混凝土为 C30~C40，素混凝土及垫层为 C20；地下设施建筑物采用防水混凝土，强度等级不小于 C35，抗渗等级为 P8。

由于拟建场地内地下水、土对基础混凝土有微腐蚀性，根据《工业建筑防腐蚀设计标准》，本工程地下部分采用 C35 混凝土，混凝土中的最小水泥用量为 $300\text{kg}/\text{m}^3$ ，最大水胶比为 0.50，最大氯离子含量为 0.1%，最大碱含量为 $3\text{kg}/\text{m}^3$ 。地下室外墙混凝土保护层厚度 50mm，裂缝小于 0.2mm。

3.2.7.4 地基处理方案

根据地勘报告，本工程场地内存在较厚填土，拟建变电站基础底标高为吴淞高程 2.900m，基底下方仍有约 0.9m 厚填土，可选用以下几种地基处理方案：

方案一：采用平板式筏板基础+素混凝土换填的方案。变电站主体下部需挖除第①层杂填土后，采用素混凝土换填至基底标高。根据地勘报告，需开挖至杂填土底（吴淞高程 2.000m），挖方深度约 3 米，由于场地有限，土方量按照全进全出考虑，站址范围内总挖方量 6580m³，包括拆除破碎混凝土地坪 720m³，拆除老旧基础 1500m³，其他 4360m³；总填方量 2010m³。土方平衡后，全站外弃土方量 6580m³，外购土方量 2010m³。本方案 C20 素混凝土回填量约 1190m³。9m 拉森钢板桩，总延长米 190m。此方案地基处理总费用约为 340 万元。

方案二：采用平板式筏板基础+基础落深的方案，即直接将基础底板标高落至第②层灰黄色粉质黏土上。根据地勘报告，需开挖至杂填土底（吴淞高程 2.000m），挖方深度约 3 米，由于场地有限，土方量按照全进全出考虑，站址范围内总挖方量 6580m³，包括拆除破碎混凝土地坪 720m³，拆除老旧基础 1500m³，其他 4360m³；总填方量 2010m³。土方平衡后，全站外弃土方量 6580m³，外购土方量 2010m³。相较于方案一，本方案可减少素混凝土回填量，但地下室层高增加 0.9m，地下室混凝土用量需增加约 90m³；钢框架柱长度增加 0.9m，钢材用量增加约 5t；同时，电缆层内部需增设地垄墙 54m³及预制架空板 1057 m²。采用 9m 拉森钢板桩，总延长米 190m。此方案地基处理总费用约为 293 万元。

经过以上方案比选可以看出，采用落深敷设架空地板的方案费用较为经济，因此本工程优先采用方案二。

围墙基底落于①层杂填土内，基底下仍有近 1m 厚填土，考虑采用天然地基，须将填土清理干净，并用 C20 素混凝土回填至基底标高，换填量约 240m^3 。

电缆沟底、道路底部填土必须清理至基底以下 0.5m，然后回填三合土并夯实，压实系数不小于 0.94。

事故油池基底位于②层粉质粘土底部，采用天然地基。

3.2.7.5 基坑围护方案

本工程基坑采用拉森钢板桩作围护，有效桩长为 9.0m，事故油池拉森钢板桩有效长度取 12 米。基坑降水可采用轻型井点降水措施加明排水，将基坑内地下水位降至坑底下 0.5~1.0m。

3.2.7.6 场地上拆迁与赔偿相关的情况

根据现场情况显示，现状场地为项目部生活区，施工临时板房需要拆除，动迁拆除费用由政府相关职能部门统一考虑；站址范围内地下存在若干雨水、上水管，场地内所有管线均拆除。

3.2.7.7 本期土建先行建设方案

本站为土建站，本工程本期只上土建部分，电气设备暂不上，由于设备未定，土建设计需采取以下措施：

对配电装置室，因预留洞较多，采用室内预留大孔洞的方法，楼板、梁及小柱全部不做，待今后设备确定后，采用种植钢筋的方法，浇筑该层楼板、梁及小柱混凝土；对主变室，由电气提供轨距后按假定设备设计、施工，如设备变更可能会引起部分楼板、墙体需重新开洞，

封堵等局部二次施工；涉及电气预埋槽钢的房间地面施工至结构层，建筑面层预留；其他房间完成建筑面层，水泥基自流平暂不浇筑。

除上述工程内容外，建筑结构按最终规模建成。二次设备室及并联直流电源室防静电架空地板按最终规模建成。

3.2.8 采暖通风及供排水系统

3.2.8.1 暖通

本工程暖通设计原则详述如下：

主变本体和散热器分体布置，本体室通过消声百叶自然进排风，散热器室顶部不设屋顶，敞开通风。

电缆层满足通风换气次数 6 次/小时，正常通风兼做事故后通风，并设置诱导风机辅助排风。消防泵房自然进风机械排风，由外墙百叶进风，设置管道离心风机排风，满足室温要求

110kV 配电装置室采用自然进风机械排风，同时设置 SF6 事故排风，满足事故通风换气次数不低于 12 次/小时要求； 10kV 配电装置室内，设置灾后通风，满足灾后通风不低于 10 次/小时的要求。

站用变室开外墙百叶自然通风。接地电阻室采用自然进风、机械排风，通过外墙防雨百叶，经走道设置的防火百叶自然进风，走道设 1 台低噪声离心风机连接风管排风，平时通风兼作 SVG 室事故后通风使用；电抗器采用分体布置，本体封闭于室内，在散热器近 10kV 墙体侧设置低位进风消声百叶，二层设排风机房，设置 1 台低噪声变频离心风机通过管道连接至 3 个电抗器本体室，根据室内温度联动开启变频风机，控制电抗器室内温度。风机排风侧设置消声措施以满足环保噪声要求。并联直流电源室设置防爆空调，防爆风机，满足事故通风 12 次/h 换气次数要求。

二次设备室和 10kV 配电装置室设置多联空调. 其中二次设备室设置 2 台天花板嵌入式环绕气流型空调室内机, 10kV 配电装置室设置 6 台自由静压风管式空调室内机。各室外机布置在各楼面专用的楼空调外机放置处, 外墙采用通风流量系数高的格栅或百叶遮挡装饰。SVG 室根据电气提资设置分体风冷空调机组。设备房间空调仅考虑为工艺设备正常运行提供冷、热量, 故不设置新风。

空调系统（多联、分体）具备采用通用协议实现远程控制功能, 并能将空调的运行情况（启停、模式、温度和故障情况）传至后台。

电缆层、消防泵房、电抗器室, 110kV 配电装置室风机根据房间室温及湿度控制风机的启停; 110kV 配电装置室设置 SF6 气体浓度报警及空气含氧量控制事故风机启停; 并联直流电源室根据空气氢气浓度控制事故风机启停。

3.2.8.2 供排水系统

本站为无人值班站, 仅设有一间卫生间。生活给水水源为市政给水管网, 变电站生活用水考虑由站区附近黄石路市政给水管网引入, 管长 30m。最高日生活用水量为 $1\text{m}^3/\text{d}$, 最高日生活排水量为 $0.9\text{m}^3/\text{d}$ 。

室内采用污废水分流, 生活污水排入室外污水管。室外采用雨污水分流。根据现场实际情况, 雨水排入站外黄石路市政雨水管, 管长考虑 30m; 污水排入站外黄石路市政污水管, 管长考虑 30m。

以上给排水市政接口需由业主向市政部门提出申请, 最终位置以市政部门决议为准。

在变电站电缆层集水坑内设置潜水排污泵排水。

主变压器、电抗器事故时本体部分废油全部排入油坑储存不外排，事故后废油由具备资质的市政部门专门外运处理；主变压器散热器室设置不锈钢地漏及事故排油管，由于主变压器散热器室涉及油水分离，事故时将含油废水通过油废水管排至室外事故油池，经事故油池油水分离后，废水排入站内污水管，废油由具备相应资质的专业单位运出站外处理。

生活给水管采用衬塑钢管，室内排水管采用硬聚氯乙烯（PVC-U）排水管，室外埋地排水管采用硬聚氯乙烯（PVC-U）径向加筋管。所有塑料管道均需采用已取得准用证的管材，按有关国家规范施工安装。

3.2.9 消防

（1）建筑消防

变电站站区内的建构筑物间距以及站内外建构筑物的间距符合《建筑设计防火规范》的要求。

建筑物分类为丙类厂房，耐火等级为一级。

建筑物地下室按规范要求设置防火分区。

建筑物设置封闭楼梯间。

建筑物按规范要求设置防火门。

建筑钢结构柱和防火墙上的钢结构梁按防火要求采用非膨胀形防火涂料包覆，耐火极限达到 3 小时，其余钢结构梁、外墙檩条、钢结构楼梯和组合楼板的底板采用膨胀型防火涂料。

（2）消防给水

①消防水量

室外消防用水量为 25L/s

室内消防用水量为 20L/s

消防用水总量为 45L/s

②消防系统

消防给水水源为市政给水管网，由站区附近黄石路、丰谷路市政给水管网引入二路进水，引入管管径为 DN150，管长均考虑 30m，在站区内设置室外消防环管（管径为 DN150）及室外消火栓。

在地下室水泵房内设置成套室内消火栓泵组。由室外消防环管上引出两路管道作为泵组进水管。各层均设置室内消火栓箱，箱内配置室内消火栓、水枪、消防龙带，并安装报警按钮。

变电站灭火器配置参照《电力设备典型消防规程》DL5027-2015，配备磷酸铵盐手提式灭火器。

本站为土建站，室外消防水系统按最终规模建成，室内水消防系统（消防泵组、管网、消火栓等）预留位置不安装。消防设备暂不安装。

（3）变电站消防报警

由于本站为无人值班变电站，地位重要，故考虑采用全站报警方式。

火灾报警控制系统由主控制器、各种探测器、手动报警按钮、声光报警器等设备组成，当发生火灾时，探测器将火灾信号送至主控制器，在主控制器上能显示火灾发生的时间、地点，并发出报警信号。

主控制器设在消防控制室内，它负责全站消防系统的监控。在主变、10kV 油浸电抗器周围敷设线型定温探测器作为报警装置，电缆层拟采用智能感温及感烟探测器或空气采样探测器，110kV 配电装置室拟采用线性光束感烟探测器，10kV 配电装置室、站用变室、二次设备室、蓄电池室拟采用智能感烟探测器，电容器室拟采用智能感温

及感烟探测器。一旦发现火灾，主控制器能联动站内的风机及空调，并将火警信号送入站内监控系统实现远传。另外在变电站的各个楼层均设置了消火栓，消火栓按钮的状态信号需接入站内消防系统，一旦发生火情可以通过消火栓按钮启动消火栓进行灭火。

火灾报警控制装置由站用变供电，且装置本身带有蓄电池作为交流电源的备用电源供电。消火栓泵由站内两台站用变供电，末级进行自切。

（4）主变泄爆

变压器布置在室内单独的房间内，仅变压器与散热器室之间设置防火门，变压器与其它房间均不设置门，变压器室朝道路侧墙上不开门。在变压器与散热器室之间高处的外挂板采用易松动的连接形式，在主变发生爆炸事故时该部分墙体较易脱落，起到泄压作用。

3.2.10 临水方案

本工程由站外黄石路市政给水管网先引入一路 DN150 进水，作为站区临时消防进水，管长考虑 30m；一路 DN32 进水，作为站区临时生活进水；同时站内引出一根 DN300 排水管至黄石路市政污水管网，作为站区污水排水，管长考虑 30m。用水方案考虑永临结合。

3.2.11 临电方案

本期从黄石路 5-3 杆新放 1 回 10kV 电缆向东直埋敷设至丰谷路黄石路路口，向北直埋过黄石路，沿黄石路北侧向东敷设至龙水站前现状工井，出工井直埋敷设至龙水站站内新设箱变，本工程共计新放 10kV 电缆 YJV-8.7/10-3×70mm²长度 200 米。详见临电电缆走向图。

电缆选型

本工程新建 10kV 线路电缆根据上海地区运行经验，采用三芯交联聚乙烯电力电缆，型号为 YJV-8.7/10-3×70mm²。电缆参数如下：

YJV-8.7/10-3×70mm²电缆主要参数

	参数
额定电压 (kV)	8.7/10
标称截面 (mm ²)	3×70
电缆外径 (mm)	57.3
导体直流电阻 (Ω/km)	0.268
电缆重量 kg/m	4.183
弯曲半径	15 倍电缆直径

*注：上述参数以厂商产品为准

本工程 10kV 电缆敷设要求

电缆拉力： <70N/mm²

电缆侧压力： <3 kN/m

电缆弯曲半径：

施工时： ≥15d

运行时： ≥15d d 为电缆外径

电缆附件型式：

电缆终端是安装在电缆末端用以保证电缆线路与电力系统其他部分连接，并保持绝缘至连接点的装置。电缆接头是安装在电缆与电缆之间，使之形成连续电路的装置。电缆终端和接头统称为电缆附件，其绝缘应不低于电缆本体的绝缘水平。

电缆终端和接头是在电缆端部制作而成，它们和电缆本身结合为一个整体。

本工程 10kV 电缆采用预制式终端。

电缆接地方式：

电力安全规程规定，电气设备非带电的金属外壳都要接地，因此电缆金属屏蔽层应接地。本工程 $3 \times 70\text{mm}^2$ 电缆，采用两端直接接地方式。

环境条件：

本工程根据上海地区气象台站资料、地质资料及上海电缆线路的设计运行经验，推荐采用的环境条件汇总于下表。

环境条件汇总表

海拔高度：	不超过 1000 m	
环境温度和湿度：	最高气温：	40℃
	最低气温：	（户外） -10℃
		（户内） -5℃
	最热月平均温度：	35℃
	最冷月平均温度：	0℃
耐地震能力：	环境相对湿度：	85%（25℃下）
	地面水平加速度：	0.15m/s ²
	地面垂直加速度：	0.15m/s ² ，同时作用持续三个正弦波，安全系数 ≥ 1.67
风速：	离地面高 10m 处，维持 10min 的平均最大风速 29m/s	
月平均最高相对湿度：	90%（25℃下）	
日照强度：	0.1W/c m ²	
覆冰厚度：	5mm	
爬电比距：	32mm/kV	
土壤热阻：	1.0k .m/W	
土壤温度：	30℃	

3.2.12 基建现场视频智能监控系统

3.2.13 工程现场人员管理系统

根据国家电网基建【2017】438号《国家电网公司关于全面推广应用工程现场人员管理系统的通知》的要求，本工程正式开工前，需完成工程现场人员管理信息系统的工作。

现场人员车辆管理信息系统的工作由基本信息、人员管理、车辆管理、机具管理、系统管理等模块组成。各功能模块能同步维护、查看、管控相应的信息。

变电工程人员管理系统分别布置在施工项目部、施工场区警卫室、施工场区出入口。线路工程人员管理系统分别布置在施工项目部、线路施工现场出入口。

现场人员管理系统部署应用前，工程现场应具备稳定的网络环境，组成局域网。人员管理系统首次应用前进行联网注册，注册后，系统联网时与基建管理系统进行定时同步，不联网时在本地独立运行，对人员、车辆及施工机具进行管理。

4 输电部分

本站为土建站，本工程本期只上土建部分，不涉及输电部分。

5 环境保护、水土保持、节能降耗和社会稳定

5.1 环境保护

5.1.1 施工期环境影响分析

项目在建设过程中对环境的影响主要是施工噪声、扬尘污染，其次是施工人员的生活污染和建筑垃圾。

1) 施工期的料堆、土堆加防尘措施，挖出的泥土等固体废物应及时清运，运输车要采取防止散落和尘土飞扬的措施，防止施工现场的尘土向四周扩散。

2) 施工现场的固定噪声和移动噪声源如搅拌机（车）及料场等相对集中。

3) 施工期间的施工泥浆、生活污水和施工机械洗刷污水，按严格规定排水。

4) 施工期间的建筑垃圾应按指定的地点堆放并及时清运。

5) 施工的沟槽开挖应根据地形条件、土质类别和性质、地下水位情况、附近地面建筑物的地下管线的位置及开挖深度等因素综合考虑后选择而定。地形空旷、地下水位较低、地质条件较好、土质均匀、沟槽开挖深度不超过 3m、有较好的堆土场地时，可不设支撑，采用梯形槽断面；施工环境狭窄、周围地下管线密集的施工现场开挖的沟槽应选择直槽断面，开挖深度小于 3m 的沟槽应采用横列板支护，开挖深度大于等于 3m 的沟槽采用钢板桩支护。

5.1.2 环境保护措施

5.1.2.1 站址所在区域环境情况

本站位于上海市徐汇区丰谷路东侧，黄石路北侧。

5.1.2.2 与周边环境的协调

本站设围墙，预制式围墙颜色可根据周边环境优化；变电站道路铺设绿化，起到和周围建筑局部分割作用。建筑物外墙颜色与周边建筑物相协调。建筑屋面采用混凝土平屋面及支架光伏组件形式。

5.1.2.3 对环境的影响和措施

变电站边界和电缆地面处工频电场强度值和工频磁感应强度，均按照低于《500kV 超高压送变电工程工频电磁场环境影响评价技术规范》中推荐的工频电场 4kV/m 和磁感应强度 0.1mT 的评价标准执行。目前，变电站内的电气设备所产生的电磁场强均远小于国家及环保行业的有关标准。本站采用户内布置方式，通过建筑物本身的围护结构起到良好的电磁屏蔽作用；且电气设备均选用小型化设备，自带的金属罩壳也能起到一定的屏蔽效果。因此，变电站内电磁场强不会对周边居民的正常无线电通讯接受好人体健康产生不利影响。

本站位于上海市徐汇区丰谷路黄石路的东北侧。根据《上海市声环境功能区划（2019 年修订）》规定，设计拟按 2 类区域噪声标准考虑（昼间 $\leq 60\text{dB}(\text{A})$ ，夜间 $\leq 50\text{dB}(\text{A})$ ）。变压器本体噪声宜小于 $58\text{dB}(\text{A})$ ，而散热器噪声宜小于 $45\text{dB}(\text{A})$ ，电抗器本体噪声宜小于 $65\text{dB}(\text{A})$ ，散热器噪声宜小于 $45\text{dB}(\text{A})$ 。风机及空调机均采用低噪声设备，主变、电抗器本体室采用一体式吸声墙板，电抗器采取减振措施，以期控制噪声、振动对环境的影响。

在采用适当的降噪措施后，该站的噪声可满足环保 2 类区要求。

5.1.2.4 生产废水、生活污水处理措施和达到的排放标准

主变室、电抗器室下方设置有事故油坑，事故废油全部存于油坑，不外排；户外设置有事故油池，散热器室无油坑，事故废油直接排入户外事故油池。事故时含油废水经事故油池油水分离后，上清液排入站内污水管，废油由具备相应资质的专业单位运出站外处理。

变电站正常运行时为无人值守，仅设有一间卫生间，便于巡检人员使用。站内污废水分流，直接排入站区污水管。变电站外采用雨污水分流。站区雨水和污水分别排入站外市政雨水管和污水管。其排放应能满足《上海市污水综合排放标准》DB31/199-2018 中 3 级的要求。

5.1.2.5 电缆敷设

本工程不涉及。

5.1.2.6 施工阶段环保工程措施

建设单位在施工时采取封闭围挡，施工设备尽量远离周围居民，高噪声施工尽量安排在昼间等措施后，工程建设对周围声环境影响应满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）要求。

建设单位在施工过程中贯彻文明施工的原则，干燥天气条件下对开挖面及时洒水降尘，对施工车辆及时清洗，将施工扬尘对周围影响降到最小且尽快恢复。

施工人员产生的少量生活污水利用移动式厕所收集后由环卫部门定期清运不外排，施工废水沉淀后回用，无法回用的纳管处理，应不影响周围地表水。

施工期严格执行《上海市建筑垃圾处理管理规定》及《上海市生活垃圾管理条例》，将施工固体废弃物对周边环境的影响降到最小。

5.2 水土保持

5.2.1 自然简况

项目所处市南区属长江三角洲冲积平原，位于北亚热带季风区南缘，属典型的海洋性气候，四季分明，日照充分，雨量充沛。年均降雨量 1136.9mm， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的多年平均积温为 4992°C ，多年平均风速为 3.3m/s；项目区土壤类型为水稻土，植被类型区为北亚热带常绿阔叶林为主。

项目区域属于南方红壤区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。经调查分析，项目场地平整前水土保持状况较好，原始场地为三类住宅用地，土壤侵蚀模数背景值取值为 $300\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，属微度侵蚀。

拟建场地不属于国家级、省级水土流失重点防治区，周边无饮用水水源保护区、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。项目区不属于国家级及上海市水土流失重点预防区和重点治理区。

5.2.2 水土保持要求

在本工程建设过程中应严格按照法律、法规、规章及技术规范确定水土流失防治责任范围、防治标准等级及目标、水土保持措施实施，确保各项水土保持措施全部落实，满足水土保持设施验收要求，本站不属于水土流失重点预防区和重点治理区，因此本工程建设活动不会对水土保持产生影响。

5.2.3 水土保持措施

（1）植物措施

本站建成后，场地内除道路及硬化地坪外，其他区域均由树木、绿篱或草坪等绿化植被覆盖，共有绿地面积 720m²，不存在水土流失问题。

（2）工程措施

施工期间优化竖向布置使站内地面排水通畅，不发生内涝问题。站区内新建雨水管道，站区总排水口为 DN150 的 UPVC 加筋塑料排水管。做好施工区内的排水工作，防止施工废水漫排；并结合工程永久设施设置临时性的沉砂池或具有沉砂功能的排水沟道，将施工区的废水相对集中，经沉砂后再外排，以减少水土流失。

本工程总挖方量 3400m³，总填方量 3500m³。在施工过程中对土方开挖要统筹考虑，杜绝重复挖填，开挖的土方要及时回填，减少临时堆土场的堆放量。对于运输车辆，必须按当地渣土管理部门批准的运输线路和时间运输，按当地渣土管理处指定的场地倾倒。运输车辆不得超量装载，土方不得超过运输车辆槽帮上缘。运输车辆在驶出施工现场前，必须苫盖，保证在运输线路中不泄漏、遗撒。

5.3 节能减排

5.3.1 变电部分

5.3.1.1 优化设计方案

照明采用高光效光源和高效率节能灯具以降低能耗。

站内电缆均采用无卤素的全交联阻燃型号。聚氯乙烯外护套材质，燃烧时会释放出强烈的浓烟和酸雾，容易引发人体窒息、中毒，影响消防及抢修人员进入建筑物。聚乙烯外护套电缆毒性指数远小于目前使用的聚氯乙烯外护套。本期工程站内电缆选用交联聚乙烯电缆聚乙烯外护套，符合节能减排要求。

5.3.1.2 变电站建筑物的节能

工程遵循的节能标准及规范：《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB55015-2021、《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245-2017。

本工程建筑体型系数 ≤ 0.3 ，建筑总窗墙面积比 ≤ 0.5 ，建筑外墙选用可重复利用的材料，即选用铝镁锰金属岩棉夹芯板。

屋面采用 150 厚 120kg/m^3 岩棉保温措施，外窗选用聚氨酯中空玻璃 6.76+9A+6.76（6.76 厚夹胶玻璃、夹层内空气层厚 9mm、6.76 厚夹胶玻璃）。外窗的抗风压性能为 3 级，气密性能为 6 级，水密性能为 3 级，门窗传热系数不大于 $2.2\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})$ 。

本工程采用的多联式风冷空调、分体单元式风冷空调。其全年性能系数(APF)《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 规定选取。

本工程选用节水型卫生洁具及相应的出水龙头或阀门。

选用高效率灯具，并采用高光效光源及电子镇流器，功率因数 ≥ 0.95 。

5.3.2 送电部分

本工程不涉及。

5.4 社会稳定

本项目建设过程中所有征地拆迁工作均依据我国相关法律法规进行，且本项目的建设及运营将严格按照国家环保、劳动安全卫生及消防等相关标准进行。本项目的建设及投入运营对该地区经济发展有极大促进作用，为该地区规划工商业发展、住宅配套项目提供坚实的电力保障。

本项目采用资源节约型，环境友好型设计方案，同时该项目目的是为上海孙桥国际社区提供电力能源保障。与上海地区的社会环境、发展需求相适应。当地政府对本项目的实施持支持态度，在做好积极宣传工作、手续合法合规的情况下能为当地的社会环境、人文条件所接纳。

本项目的实施能促进当地的经济发展，在项目实施过程中，主管部门对项目认真审查，为相关决策部门提供审查意见等作为依据。同时本项目依照法定程序，申请规划、土地和环评等部门的审批，待审批通过后建设单位方可实施。项目在实施过程中，建立报告和备案制度，及时了解情况，落实维稳措施，加强协调指导和监督检查，从源头上预防和减少不稳定隐患。

6 技术经济部分

6.1 编制原则和依据

详见估算书

6.2 投资估算

详见估算书。

7 安全校核分析

7.1 系统

本工程为土建站，近期电气部分投运后 110kV 龙水站进线电源来自不同方向，具有合理的网架结构和足够的能力，供电可靠性高；在线路发生 N-1 故障时，不会发生其他线路过载，系统能够保持连续稳定运行，满足《电力系统安全稳定导则》和《十八项电网重大反事故措施》要求。

近期电气部分投运后，形成“220kV 龙泉~110kV 龙水~110kV 百色~110kV 承启~220kV 莘东”的双侧电源链式接线，电网结构完善，检修方式 N-1 不会造成变电站全停，满足《防治变电站全停十六项措施》要求。

根据《国网差异化规划设计导则》，110kV 龙水站线路不属于重要线路，无需按差异化要求设计。

7.2 变电

（1）拟上电气设备按国网通用设备要求及短路电流计算结果进行选型，导体选型按载流量、热稳定要求进行选型，两者选型均满足最新的规程、规范技术标准要求。设备和导体选型论证详见报告 3.2.2 章节。

（2）考虑到拟上变压器、室内设备的重要性和运行环境的相对恶劣，为了保证变压器等设备的安全运行要求，本站变压器室、室内设备选型、安全净距和爬电比距等均按户外环境设计，导体载流量按户外环境条件校核，满足动热稳定要求，可以满足《国家电网公司电

网污区分布图（2020 版）》及其执行规定（试行）及相关的规程规范。详细设计方案论述详见第三章相关章节及相应布置图。

（3）整站设计方案满足最新的规程规范及国家电网公司的最新文件要求，包括《十八项电网重大反事故措施》、《防治变电站全停十八项措施》和相关规范。相关依据文件及规程规范清单详见第一章。

7.3 线路

本项目无线路工作。

7.4 土建

本工程为 110kV 变电站，站址外为成熟的市政道路，可作为主变压器运输道路。

本站设计室外地坪标高，按高于站附紧道路中心路脊标高 500mm 以及内涝水位 500mm 确定。根据拟建场地工程地质条件，本场地无滑坡，无全新世活动断裂，无暗浜、土层分布，亦不考虑软土震陷问题，故本场地属稳定场地，适宜本工程建造。

设计方案落实了《十八项电网重大反事故措施》、《防治变电站全停十六项措施》，施工过程中需做好安全保护工作，同时考虑对电安全距离。

设计方案提出了采用的主要规范及标准，设计文件均满足地方强制性标准条文。

8 绿色建造设计

为贯彻落实绿色发展理念，采用更加有利于节约资源、保护环境、减少排放、提高效率、保障品质的建造方式，逐步实现输变电工程建设过程中人与自然和谐共生。对龙水项目进行绿色建造设计策划，详见绿色建造设计专题策划报告。

本章依据绿色建造设计策划报告，拟对本工程新增的绿色建造方案进行说明。

8.1 变电部分

（1）电缆选型

本站站内电缆均采用无卤素的全交联阻燃型号。聚氯乙烯外护套材质，燃烧时会释放出强烈的浓烟和酸雾，容易引发人体窒息、中毒，影响消防及抢修人员进入建筑物。聚乙烯外护套电缆毒性指数远小于目前使用的聚氯乙烯外护套，本期工程站内电缆选用聚乙烯外护套电缆，符合绿色环保要求。其中，站内交流动力电缆主要用于站内动力、照明、技防电源等系统，电力电缆型号选择 Z-YJY-0.6/1.0。

（2）公共区域的照明系统自动控制

本站公共区域的照明系统采用了分区、定时、感应等节能控制方法。户内建筑的通道照明配置感应控制，从而降低照明能耗。

表 9-1 感应节能照明灯具数量统计及安装位置表

灯具类型	数量/盏	所在位置
感应防水防尘灯	4	电缆层楼梯间
感应防水防尘灯	2	0 米层楼梯间
感应 LED 壁灯	4	0 米层楼梯间
感应 LED 壁灯	4	4.8 米层楼梯间
感应 LED 壁灯	7	4.8 米层走廊
合计	21	

（3）智慧节能安全用电技术

本站应用智慧节能安全用电技术对站用交流电系统实现数据采集，运行监测、能耗计量统计、能效分析评估、用电安全监测告警、电能质量分析等功能，可以实现故障录波及回放，精确分析故障原因，从而发现设备早期缺陷，实施状态检修，提高站用电交流电源的运行可

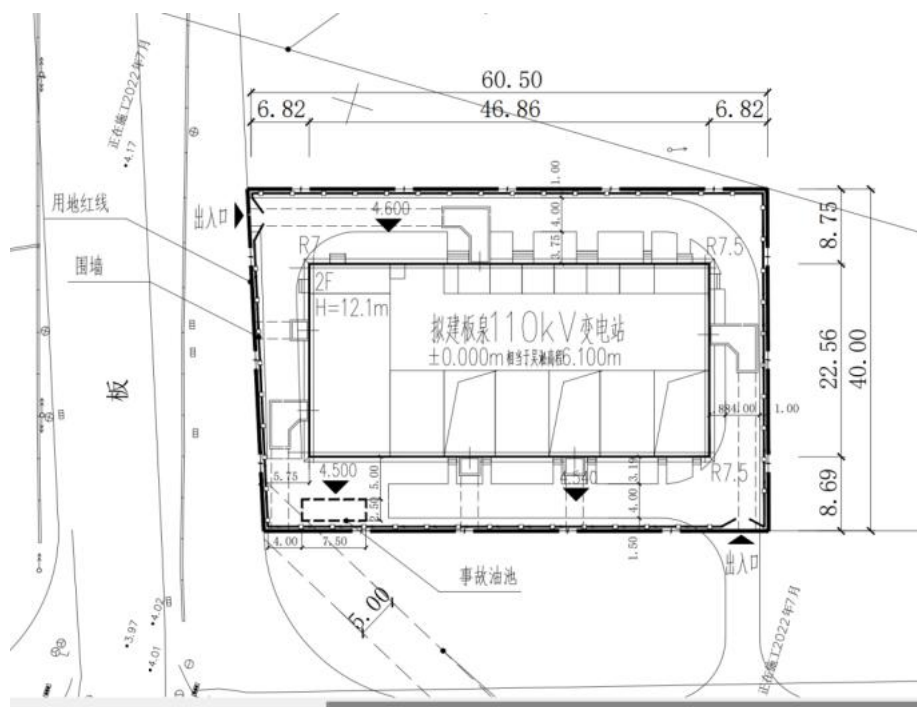
靠性。可在站用交流一体化电源系统中, 安装新型智慧用电安全物联网数据采集设备。

8.2 土建部分

(1) 预制电缆排管和电缆沟

本工程站内采用“电力行业五新技术”中的预制电缆排管和电缆沟技术。

变电站围墙内共有 6 处电缆进出线通道，共涉及 6 条 2*10*Φ150 排管，长度共 80 米；6 座 2.4*2.0 电缆沟，长度 20 米。



站内预制电缆通道示意图

(3) 多功能围挡

根据《国家电网有限公司关于全面推进输变电工程绿色建造的指导意见》，本工程采用多功能围挡技术。钢结构建筑物使用永临结合外墙结构，外墙龙骨同时作为施工安全防护，安装方便，一件多用节省材料，省时省力经济实用。

（4）屋面采用光伏屋面技术

屋面设计综合考虑建筑耐久性、防火和防水性能以及光伏组件的运维安全，在安全运行的基础上，优化建筑屋面形式，以获得最优化的屋面光伏设计方案。

（5）采用工厂预制一体化成套卫生间

采用一体化成套卫生间，卫生间围护结构、洁具和预埋管线均在工厂预制，无废材，易维护。

（6）噪声通道控制

优先选用低噪声的电气设备，并根据国网公司《依托工程设计新技术推广应用实施目录（2017 年版）》（基建技术〔2017〕107 号）关于“主变压器室整体降噪措施设计与应用”（SXYM-TBC5-01），吸声结构与内外墙板集成设计；对各噪声源设备进行封闭隔声处理；主变和电抗器采用分体布置，本体室必要的通风口采用消声百叶进行消声处理；在电抗器室底部进行弹簧减振治理。通过消声、吸声、隔声、减振等多种措施，控制厂界噪声满足环保要求。

8.3 送电部分

本项目无线路工作。

9 防汛防台抗冰防舞设计

本工程位于上海市上海市徐汇区黄石路北侧，丰谷路东侧，该项目为新建项目，建设规模如下：

本工程新建 1 座 110kV 变电站，站内设置一幢地上二层，半地下一层的建筑物。建筑占地面积 1052m²，总建筑面积 2480m²。半地下室布置电缆层、主变油坑、电抗器油坑和消防泵房；一层布置为主变室、主变散热器室、电抗器室、电抗器散热器室、110kV 配电装置室、

10kV 配电装置室、卫生间、消防设备室；二层布置电容器室、接地电阻室、二次设备室、站用变室、空调外机室及吊装平台。

根据《国网基建部关于切实抓好输变电工程防汛防台抗冰防舞工作的通知》（基建技术〔2024〕31号）文件要求，本工程设计阶段严格落实国网公司防汛防台、抗冰防舞措施等相关文件以及差异化设计导则相关标准要求，以提升电网工程防灾抗灾能力。

本工程差异化设计执行《国网上海市电力公司建设部关于印发35kV-750kV 输变电工程差异化设计管控要点的通知》（国网上电建〔2023〕3号）文件要求，具体如下：

第 6.1.3.4 条“经过易受洪涝灾害影响地区的重要输电线路和输电线路重要区段，导线对水面净空距离的防洪标准应按 100 年一遇考虑。有通航要求的，线路导线对水面净空距离还应满足最高洪水位时抢险船只的通行要求。”

第 7.2.3.3 条：“位于易受台风、洪涝灾害影响地区的变电站，进站道路坡度及标高应考虑防倒灌设计，电缆沟出围墙及建筑物处应采取防倒灌措施”。

第 7.2.3.4 条：“位于有海绵城市规划要求地区的变电站，排水设计应与城市规划要求相融合，其雨水系统应依据各地区规划原则设计。”

针对上述要求，本工程在防汛防台、抗冰防舞设计方面采取的具体措施方案如下。

一、变电部分：

（1）防汛设计 结合项目具体描述工程相关措施

1）土建设计

本站站址历史最高内涝水位为 4.80m，变电站入口处的站外丰谷路标高为 4.96m。变电站室外场地设计标高暂定为 5.50m，高于历史最高内涝水位及周边道路 0.5m，站址不受洪水和内涝影响。

本站围墙采用 2.3m 高实体围墙。主入口大门采用实体大门，大门处配置成品铝合金防汛挡板，安装高度不低于 0.8m，挡板底部及两侧设防水密封条。临河临江变电站围墙满足防汛围墙（防洪墙）要求。

本站为全户内变电站，主变室、主变散热器室、电抗器室、电抗散热器室、消防设备室的室内外高差 0.6m，其它地上一层设备房间室内外高差均为 1.5m。消防泵房位于地下，采取抬高控制柜基础等防水淹措施。

变电站建筑一层与室外相通的窗户、通风口、孔洞下沿均高于室外地坪 0.7m。半地下电缆层外墙上的百叶及通风口下沿均高于室外地坪 0.6m。电缆层百叶和通风口、以及建筑出入口门洞处均配置防洪挡板，防汛挡板高度均为室外地坪以上 1.0m。

建筑物室内地坪以下采用抗渗混凝土。

电缆进站区处、排管和围墙之间采用沥青麻丝封堵；电缆进建筑物处采用预制模块化阻水法兰。

2) 给排水设计

场地排水按重现期 5 年设计，室外雨污水为分流制，采用有组织排水。电缆沟内设置集水井，并以 0.4% 的坡度就近排至场地雨水检查井。场地雨水管网优先考虑重力接入市政雨水系统，无法满足重力接入市政雨水系统时设置强排雨水泵站和金属止回阀。

建筑电缆层配置强排排水泵，排水泵共设计四台，平时一用一备，高水位报警时同时启动，兼顾室内消防排水量及防汛排水要求。

3) 电气设计

站内配置专用排水设备电源箱，两路电源取自不同站用变。排水泵操作箱和电源箱布置于户内地上一层。户外箱体基础高度高于历史最高内涝水位 0.5m 并高于室外地坪 0.3m。

变电站设置微气象站，实现雨量、温湿度、风力、风速等数据监测，站内在集水井、电缆层及其他低洼处装设水位传感器，实现水位自动检测报警并联动排水系统自动强制排水。水位监测、排水系统、微气象信息应接入站内监控系统。

出建筑物外墙的电缆孔封堵应采用可变径密封模块封堵方案。

二、送电部分：无

10 模块化 2.0 应用方案

为推进变电站模块化建设技术迭代提升，实现“主要设备更集成、二次系统更智能、预制装配更高效、更绿色环保”，遵循“安全可靠、先进适用、经济合理、建设高效、运维便捷”的原则，国家电网公司发布变电站模块化建设 2.0 版技术导则（试行）。本站按照上述导则中相关要求，根据站点实际情况落实模块化 2.0 建设应用方案。

10.1 110kV 变电站模块化建设技术应用清单

变电站模块化建设 2.0 版技术主要包括四方面 25 项技术，本站共涉及 14 项技术，具体技术清单如下：

表 10.1 110kV 变电站模块化建设 2.0 版应用技术清单

序号	技术原则	应用技术
1	主要设备更集成	预制光缆（本期土建站不涉及）

2		预制电缆（本期土建站不涉及）
3	二次系统更智能	一键顺控（本期土建站不涉及）
4		一次设备在线监测（本期土建站不涉及）
5		监测量数字化远传（本期土建站不涉及）
6		辅助设备智能监控（本期土建站不涉及）
7		并联型直流电源系统（本期土建站不涉及）
8	预制装配更高效	装配式建筑物新型一体化墙板
9		单元式小型建筑
10		装配式围墙
11	更绿色环保	节能型变压器（本期土建站不涉及）
12		建筑物智能通风
13		噪声通道控制
14		辅助降噪措施

10.2 110kV 变电站模块化建设技术实施方案

针对模块化建设 2.0 版技术清单中本站所涉及的 14 项技术，具体实施方案如下：

（1）预制光缆（本期土建站不涉及）

变电站内二次设备室站控层交换机至 110kV 和 10kV 间隔层交换机之间连接采用双端预制光缆，预制光缆选用阻燃型，自带高密度连接器和分支器。光缆芯数选用 8 芯，每根光缆备用 2~4 芯。

（2）预制电缆（本期土建站不涉及）

变电站内主变保护、公共测控、一体化电源、10kV 开关柜二次小室、GIS 本体与智能控制柜之间二次控制电缆宜采用预制电缆连接。电流、电压互感器与智能控制柜之间二次控制电缆不采用预制电缆。

（3）一键顺控（本期土建站不涉及）

变电站一键顺控功能在站端实现，部署于安全Ⅰ区，由站控层设备（监控主机、智能防误主机、Ⅰ区数据通信网关机）、间隔层设备（测控装置）及一次设备传感器共同实施。具体由监控主机实现相关功能，与智能防误主机之间进行防误逻辑双校核，通过Ⅰ区数据通信网关机采用 DL/T 634.5104 通信协议实现调控/集控站端对变电站一键顺控功能的调用。

（4）一次设备在线监测（本期土建站不涉及）

变电站主变压器铁芯夹件配置电流互感器，实时采集接地电流，上传至站内测控装置，从而实现接地电流实时监测。

（5）监测量数字化远传（本期土建站不涉及）

目前变电站主变油温通过 pt100 铂电阻及变送器将 4-20mA 信号接到主变测控装置，可以通过站内监控系统远传。

变电站主变压器铁芯夹件通过电流互感器测量接地电流，上传至站内测控装置，可以通过站内监控系统远传。

（6）辅助设备智能监控（本期土建站不涉及）

变电站设置综合应用服务器和智能辅助控制系统，以实现图像监视、技术防范、消防报警、照明、采暖通风、SF₆ 气体监测等系统的智能联动控制，并实现远传至主站端。技防报警子系统、火灾报警子系统设置独立主机与辅控后台系统通信，其他子系统均不设置独立主机，由辅控后台系统集成。

变电站一体化辅助控制系统与辅助设备通信，采集一次设备、消防、安防、环境监测等信息，经过分析和处理后进行可视化展示，并将数据存入综合应用服务器。

视频子系统接入站内Ⅳ区，其余辅控子系统接入站内Ⅱ区。

（7）并联型直流电源系统（本期土建站不涉及）

本工程采用分布式并联电池直流系统。本站直流系统电压为 110V，蓄电池容量按 2 小时事故放电时间计算，通讯负荷按 4 小时事故放电时间计算，并配置直流接地检测装置。

分布式直流系统结合保护测控按间隔分散就地安装，主要直流负荷分布在二次设备室、10kV 开关室、110kV 开关室，将直流负荷按照 110/10kV 配电装置室和二次设备室分别进行统计和计算，根据蓄电池容量计算：

110kV/10kV 配电装置室模块配置 14 组 12V/100Ah 蓄电池，二次设备室模块配置 22 组 12V/200Ah 蓄电池，共组 5 面屏安装于蓄电池室。

（8）装配式建筑物新型一体化墙板

外墙板采用一体化铝镁锰复合墙板，为三层结构金属夹芯板，工厂一体化加工，四面启口，外层采用铝镁锰合金板，表面氟碳辊涂，中间保温层采用岩棉，内层采用镀锌钢板。

（9）装配式围墙

本工程采用“预制钢筋混凝土柱+预制墙板”的装配式实体围墙型式。

围墙墙板采用蒸压轻质加气混凝土板（厚度 100mm）；围墙柱采用预制钢筋混凝土工字柱，截面尺寸 300mm×300mm；围墙顶部设置预制压顶。

（10）标准化小型预制构件（小型预制基础、预制水工构件、预制构筑物构件）

本工程电缆沟盖板采用预制镀锌槽钢框钢筋混凝土盖板。场地雨水井、检查井的井盖采用球墨铸铁，道路上采用重型，绿化内采用轻型。路缘石和散水采用预制。

（11）节能型变压器（本期土建站不涉及）

变电站近期主变压器采用符合《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2020）中 2 级能效的高效能节能电力变压器，主变容量为 50MVA，空载损耗不大于 24.8kW，负载损耗不大于 175kW。

变电站近期站用变选择符合《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 20052-2020）中 2 级能效的高效能节能配电变压器，站用变容量 100kVA，空载损耗不大于 270W，负载损耗不大于 1415W。

（12）建筑物智能通风

电容器室设置变频风机。当相应房间温度高于温度限值（如 36℃）时，风机启动，控制室内温度，该数值应根据运行单位实际要求，现场进行调整。

通风及空调系统均与消防系统连锁，当变电站火灾时，切断所有风机、空调电源。

（13）噪声通道控制

变压器本体噪声宜小于 58dB（A），散热器噪声宜小于 45dB（A）；电抗器本体噪声宜小于 65dB（A），散热器噪声宜小于 45dB（A）

（14）辅助降噪措施

主变、电抗器本体室内墙面采一体化吸声墙板；电抗器设置减振基座；风机及空调机均采用低噪声设备；离心风机排风口处设置阻抗复合式消声器。以期控制噪声对环境的影响。

11 附件

- 1) 上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程委托书
- 2) 上海市南龙水（土建）110kV 输变电工程项目建议书