

40-WA14091C-A0201

500 千伏惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程

(500 千伏征程站扩建工程)

初 步 设 计

第二卷 变电部分

第一册 初步设计说明书

(收口版)

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

工程设计资质证书：工程设计综合资质甲级 A142001089 号

工程勘察证书：工程勘察综合类甲级 B142001089 号

2025 年 8 月

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司

总工程师：江卫华

江卫华

审 核：李昌洁

李昌洁

陈宏明

陈宏明

马怡晴

马怡晴

校 核：刘琳安

刘琳安

莫一义

莫一义

覃海向

覃海向

夏冷风

夏冷风

刘 超

刘超

编 写：欧 君

欧君

韦童

韦童

周东浪

周东浪

黄 玲

黄玲

王江天

王江天

目 录

1 工程概述	4
1.1 概述	4
1.2 主要技术原则及要求	6
1.3 施工条件	6
1.4 与可研不同之处	8
1.5 技术方案主要经济指标	8
1.6 遗留问题	10
2 电力系统	10
2.1 电力系统概况	10
2.2 电力需求预测	12
2.3 电源规划	12
2.4 电力平衡分析	14
2.5 电网发展规划	15
2.6 送出工程建设的必要性	15
2.7 工程建设规模	16
2.8 系统对电气参数要求	16
2.9 预留线路必要性分析	17
2.10 工程建设进度	19
2.11 电力系统二次	19
2.12 系统通信及站内通信	19
3 电气部分	20
3.1 电气一次	20
3.2 电气二次	28
4 变电土建	36
4.1 站址自然条件及设计主要技术数据	37

4.2	扩建总平面布置设计	37
4.3	本期土建工程详细项目	38
4.4	结构形式	38
4.5	地基基础方案	38
5	环境保护及水土保持	39
5.1	本工程对环境可能造成的影响	39
5.2	防治措施	39
5.3	变电站节能设计	40
6	施工组织设计大纲	41
6.1	主要工程量	41
6.2	施工总平面布置	41
6.3	施工水电供应	41
6.4	施工消防设计	41
6.5	主要施工方案及主要机具配备	42
6.6	施工进度控制	43

附件：

附表 1 ： 设备选型专题说明

1 工程概述

1.1 概述

1.1.1 设计依据

1)南方电网供应链集团有限公司 500 千伏惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程可研勘察设计招标《中标通知书》（招标编号：CG0000022001575164）；

2)《变电工程初步设计内容深度规定》DL/T 5452-2012；

3)《南方电网公司 35～500kV 变电站标准设计(V3.0)》；

4) 现行有效相关法律、法规及设计规程、规范。

1.1.2 技术标准

本初步设计技术文件的编制按相关的国家标准最新版本和行业标准的最新版本执行。标准的优先顺序如下：企业标准、行业标准、国家标准。执行设计规程、规范包括（但不限于）：

《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定》	GB/T 26218-2010
《火力发电厂与变电站设计防火规范》	GB 50229-2019
《电力设施抗震设计规范》	GB 50260-2013
《建筑物防雷设计规范》	GB 50057-2010
《高压输变电设备的绝缘配合》	GB 311.1-2012
《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》	GB 50062-2008
《继电保护和安全自动装置技术规程》	GB 14285-2006
《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
《交流电气装置的接地设计规范》	GB/T 50065-2011
《混凝土结构设计规范》	GB 50010-2010
《建筑地基基础设计规范》	GB 50007-2011
《变电工程初步设计内容深度规定》	DL/T 5452-2012
《电力系统设计技术规程》	DL/T 5429-2009
《220~750kV 变电站设计技术规程》	DL/T 5218-2012
《高压配电装置设计规范》	DL/T 5352-2018
《导体和电器选择设计技术规定》	DL/T 5222-2005

《220kV~1000kV 变电站站用电设计技术规程》	DL/T 5155-2016
《330kV~750kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》	DL/T 5014-2010
《35kV~220kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》	DL/T 5242-2010
《发电厂和变电站照明设计技术规定》	DL/T 5390-2014
《工程建设标准强制性条文》(电力工程部分)	(2016 版)
《南方电网公司 35kV~500kV 变电站标准设计 V3.0》	
《南方电网公司一级采购物资品类优化目录清册》	(2024 版)
《南方电网公司反事故措施》	(2025 版)

1.1.3 工程建设规模

中洞抽水蓄能电站本期出线一回 500kV 线路，接入 500kV 征程站。本工程为 500kV 征程站侧扩间隔工程，扩建一个 500kV 出线间隔。见图 1.1.3-1。

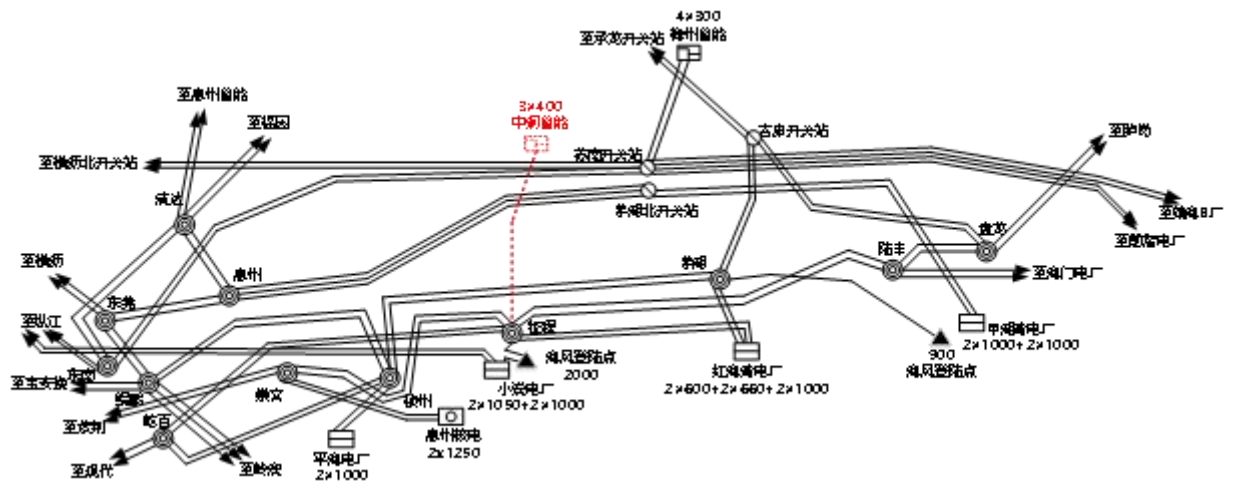


图 1.1.3-1 中洞抽水蓄能电站推荐接入系统方案示意图

本期征程站建设规模：500kV 征程变电站本期扩建至中洞抽水蓄能电站 500kV 出线间隔 1 回。

本期及最终的建设规模如表 1.1.3-1 所示。

表 1.1.3-1 建设规模表

项 目 \ 规 模	前 期	本 期	最 终
主变压器	2×1000MVA	无	4×1000MVA
500kV 出线	共 4 回： 崇文 2 回、陆丰 2 回	中洞抽蓄 1 回	共 10 回： 崇文 2 回、陆丰 2 回、 屹百 2 回、汕尾 2 回、 小漠 1 回、中洞抽蓄 1 回
220kV 出线	共 6 回	无	共 18 回
35kV 无功补偿	电容器组 2×(2×60MVar) 电抗器组 2×(2×60MVar)	无	电容器组 6×(2×60MVar) 电抗器组 6×(2×60MVar)

1.2 主要技术原则及要求

- 1) 满足各项现行规程规范和标准的要求。
- 2) 工程设想应尽量与前期工程设计一致，并作优化。根据现状，按安全、可靠、经济、便于扩建和维护的原则进行扩建。
- 3) 设备选型参考前期工程，500kV 配电装置短路水平按 63kA 考虑，35kV 配电装置短路水平按 40kA 考虑。
- 4) 设备的抗震烈度、外绝缘防污等级按照规程规范要求执行。
- 5) 工程投资估算应做到尽可能准确，经济评价应尽可能全面合理。

1.3 施工条件

1.3.1 施工用电

站用电系统在前期工程均已完成，本期工程均可利用现有设施。

1.3.2 施工场地

本期扩建工程施工场地要确保运行安全和做好一切安全防护措施。施工期间要做好水土保持措施，以防水土流失，施工完后要做好善后工作，恢复绿化。

1.3.3 施工水源

本工程施工用水量较小，可砌筑临时蓄水池从变电站给水管网取水以满足施工用水要求。

由于这部分用水仅临时发生于扩建施工时期，所以不列入长期供水范围。

1.3.4 技术方案主要经济指标

序号	项 目	技术方案和经济指标
1	主变压器规模，远期/本期，型式	-
2	（高）电压出线规模，远期/本期	10/1
3	（中）电压出线规模，远期/本期	-
4	（低）电压出线规模，远期/本期	-
5	高压电抗器规模，远期/本期	-
6	低压电抗器规模，远期/本期	-
7	低压电容器规模，远期/本期	-
8	（高）电气主接线，远期/本期	一台半断路器接线/一台半断路器接线
9	（中）电气主接线，远期/本期	-
10	（低）电气主接线，远期/本期	-
11	（高）配电装置型式，断路器型式、数量	户内 GIS 布置，断路器 1 组
12	（中）配电装置型式，断路器型式、数量	--
13	（低）配电装置型式，断路器型式、数量	-
14	地区污秽等级/设备选择的污秽等级	e 级/e 级
15	控制方式及运行管理模式	综合自动化，适应无人值班方式
16	变电站系统通信方式、本期建设规模	光纤通信、新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～川平站、惠州中洞抽水蓄能电站～陆丰站 SDH 10Gb/s 广东省传输 ASON 网光纤通信电路。 新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～桢州站、惠州中洞抽水蓄能电站～陆丰站 SDH 10Gb/s 南网保底通信网省公共域光纤通信电路。 新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～桢州站 4*100G 波

序号	项 目		技术方案和经济指标
			道的广东电网省 OTN 网络的 OTN 链路。
17	站外电源方案/架空线长度 (km) /电缆长度 (km)		--
18	电力电缆 (km)		0.3 (二次)
19	控制电缆 (km) /光缆 (km)		5.5/2.68
20	接地材料/长度 (km)		热镀锌扁钢/0.15
21	变电站总用地面积 (hm ²)		9.72 公顷
22	围墙内占地面积 (hm ²)		4.21 公顷
23	进站道路长度 新建/改造 (m)		--
24	总土石方工程量及土石比 挖方/填方 (m ³)		-
25	弃土工程量/购土工程量 (m ³)		-
26	站内道路面积 远期/本期 (m ²)		--
27	电缆沟长度 远期/本期 (m)		-
28	地震动峰值加速度		0.1g
29	地基处理方案和费用		一期已考虑
30	动态投资	合计 (万元)	1094
		单位造价 (万元/kVA)	
31	静态投资	合计 (万元)	1086
		单位造价 (万元/kVA)	
32	建筑工程费用 (万元)		8
33	设备购置费用 (万元)		917
34	安装工程费用 (万元)		84
35	其他费用 (万元)		51
36	建设场地征用及清理费 (万元)		0

1.4 与可研不同之处

- 1) 根据最新光缆长度调整光纤通信电路光路子系统配置。

1.5 技术方案主要经济指标

1.5.1 技术方案主要造价与可研批复对比

初步设计概算投资汇总表

序号	费用名称 项目名称	建筑工程费	设备购置费	安装工程费	编制基准期价差	其他费用		基本预备费	特殊项目费用	静态投资		建贷利息	动态投资
						其他费用	其中：建设场地征用及清理费			静态投资	单位造价		
一	变电工程												
1	500kV 征程站扩建工程（深圳供电局出资部分）	8	800	88	8	52	0	14	2	972		7	979
2	站内光通信工程（深圳供电局出资部分）	0	65	21	1	3	0	1	1	92		1	93
3	站内光通信工程（广东电网公司出资部分）（惠州）	0	123	11	1	3	0	2	1	141		1	142
4	站内光通信工程（广东电网公司出资部分）（汕尾）	0	46	3	0	1	0	1	0	51		0	51
	合计	8	1034	123	10	59	0	18	4	1256		9	1265

500kV 征程站扩建工程（深圳供电局出资部分）估概算对比表

项目 \ 造价	可研 (万元)	初设 (万元)	初设-可研 (万元)
建筑工程费	8	8	0
设备购置费	917	800	-117
安装工程费	84	88	4
编制期价差	8	8	0
其他费用	51	52	1
基本预备费	21	14	-7
特殊项目	2	2	0
工程静态投资	1091	972	-119
建设期贷款利息	8	7	-1
工程动态投资	1099	979	-120

站内光通信工程（深圳供电局出资部分）估概算对比表

项目 \ 造价	可研 (万元)	初设 (万元)	初设-可研 (万元)
建筑工程费	0	0	0
设备购置费	72	65	-7
安装工程费	21	21	0
编制期价差	1	1	0
其他费用	4	3	-1
基本预备费	2	1	-1
特殊项目	1	1	0
工程静态投资	101	92	-9
建设期贷款利息	1	1	0
工程动态投资	102	93	-9

站内光通信工程（广东电网公司出资部分）估概算对比表

项目 \ 造价	可研 (万元)	初设 (万元)	初设-可研 (万元)
建筑工程费	0	0	0
设备购置费	173	169	-4
安装工程费	13	14	1
编制期价差	1	1	0
其他费用	3	4	1
基本预备费	4	3	-1
特殊项目	1	1	0
工程静态投资	195	192	-3
建设期贷款利息	1	1	0
工程动态投资	196	193	-3

1.6 遗留问题

无。

2 电力系统

2.1 电力系统概况

2.1.1 广东电力系统现状

广东省划分为 21 个市（2 个副省级市，19 个地级市），土地面积 177901km²。初步

核算，2024 年全省实现地区生产总值（GDP）53230.99 亿元，比上年增长 4.8%。其中，第一产业增加值 4899.69 亿元，同比增长 3.0%；第二产业增加值 19534.64 亿元，同比增长 5.7%；第三产业增加值 28796.66 亿元，同比增长 4.5%。三次产业结构占比为 9.2:36.7:54.1。

截止至 2024 年底，广东省发电装机总容量约 224000MW，其中：煤电 71290MW、气电 50790MW、其他火电 5340MW、常规水电 9380MW、抽水蓄能 9680MW、核电 16140MW、风电 18100MW、光伏 40010MW、储能 3500MW，各类电源占比依次为：31.8%、22.7%、2.4%、4.2%、4.3%、7.2%、8.1%、17.9%、1.6%。

2024 年广东省全社会用电量 9121 亿 kWh，同比增长 7.3%。2024 年全社会用电最高负荷达到 157000MW，同比增长 6.1%。

截至 2024 年底，广东电网通过“八交十直”500 千伏及以上线路与中西部电网互联，包括梧州～罗洞单回、梧州～卧龙单回、玉林～茂名双回、贺州～罗洞双回、桂林～贤令山双回 500 千伏交流线路，以及±500 千伏天广直流线路 1 回、±500 千伏江城直流 1 回、±500 千伏禄高肇直流（高肇段）1 回、±500 千伏兴安直流 1 回、±500 千伏牛从直流线路 2 回、±800 千伏楚穗直流线路 1 回、±800 千伏普侨直流线路 1 回、±800 千伏新东直流线路 1 回、±800 千伏昆柳龙直流线路 1 回。此外，通过 2 回 500 千伏线路与湖南的桥口电厂相联；通过 2 回 500 千伏线路经云霄“背靠背”换流站与福建东林站相联；通过 4 回 400 千伏线路（元深双回、核大双回）、3 台 500/400 千伏大亚湾联变、3 台 500/400 千伏深圳联变及 7 回 132 千伏线路与香港中华电力系统互联；通过 8 回 220 千伏电缆线路和 4 回 110 千伏线路与澳门电网相联，还通过 110 千伏线路向湘南供电。

截至 2024 年底，广东电力系统有 500 千伏变电站 90 座，其中包括开关站 6 座（吉康开关站、承龙开关站、鹅凰开关站、渡水开关站、徐闻开关站、茅湖北开关站）以及交直流合建站 5 座（东方换流站、宝安换流站、从西换流站、侨乡换流站、穗东换流站），直流换流站 4 座（龙门换流站、鹅城换流站、肇庆换流站、广州换流站），柔直背靠背 2 座（粤中、南粤），500 千伏变压器总容量 18725 万千伏安，总长度约 18470 千米。

2.2.1 广东省电力需求预测

广东作为全国经济发展的排头兵，自 1989 年起，经济总量稳居全国第一。2000 年广东全省地区生产总值达 10810 亿元，是全国首个突破十万亿大关的省份，历年 GDP 增速均高于全国平均水平。2024 年，广东全省地区生产总值增至 53230.99 亿元，比上年增长 4.8%。总体仍然保持良好的发展态势。

参考广东电网“十五五”规划等最新规划成果，预计 2025 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 9600 亿 kWh 和 170000MW，“十四五”年均增长率分别为 6.7% 和 5.5%；预计 2030 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 12500 亿 kWh 和 220000MW，“十五五”年均增长率分别为 5.4% 和 5.3%。预计 2035 年，广东省全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 14500 亿 kWh 和 258000MW，2030 年~2035 年年均增长率分别为 3.0% 和 3.2%。

2.1.2 本工程概况

根据《南网能源院关于 500 千伏惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程可行性研究报告评审意见的报告》，惠州中洞抽水蓄能电站本期以 500kV 一级电压接入系统，出线 1 回至 500kV 征程（征程）站；考虑远期电站可靠性提升和电网发展需要，建议预留 1 回备用出线间隔。根据进度计划，惠州中洞抽水蓄能电站全部 3 台机组发电时间预计为 2027 年上半年。为满足电站发电电力送出及抽水电力供给的需要，配合机组投产时间适时建设本工程是必要的。

2.2 电力需求预测

广东作为全国经济发展的排头兵，自 1989 年起，经济总量稳居全国第一。2000 年广东全省地区生产总值达 10810 亿元，是全国首个突破十万亿大关的省份，历年 GDP 增速均高于全国平均水平。2024 年，广东全省地区生产总值增至 53230.99 亿元，比上年增长 4.8%。总体仍然保持良好的发展态势。

参考广东电网“十五五”规划等最新规划成果，预计 2025 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 9600 亿 kWh 和 170000MW，“十四五”年均增长率分别为 6.7% 和 5.5%；预计 2030 年，全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 12500 亿 kWh 和 220000MW，“十五五”年均增长率分别为 5.4% 和 5.3%。预计 2035 年，广东省全社会用电量和全社会用电最高负荷分别为 14500 亿 kWh 和 258000MW，2030 年~2035 年年均增长率分别为 3.0% 和 3.2%。

2.3 电源规划

2.3.1 省内电源规划

（1）小火电退役计划

粤港澳大湾区的建设将对广东省、尤其是珠三角地区环保排放带来更高的要求。中长

期，随着在运煤电、气电运行年限增加，将逐步达到服役年限，除珠三角煤电到期等容量替代外，其余地区考虑逐步退役。2024~2035 年，广东省约有 5220MW 煤电机组、1648MW 将逐步达到服役年限，需要实施升级改造或退役。

（2）已核准主力电源项目

截至 2024 年底，全省通过国家（或省）发改委核准或已基本明确的大型电源项目共计 96927MW。其中煤电项目 36880MW，核电项目共计 24322MW，抽水蓄能项目 12200MW，气电项目 12334MW。

（3）新能源发展规划

1）风电

根据广东“十五五”发展规划边界条件，到 2025 年，预计广东风电总规模达到约 25000MW。到 2030 年，总规模达到约 46000MW，其中海上风电约 33000MW。到 2035 年，总规模达到约 62420MW。

2）太阳能发电

根据广东“十五五”发展规划边界条件，“十四五”最后一年，广东新增光伏装机约 6000MW，到 2025 年，预计太阳能发电装机规模约 46010MW。到 2030 年，总规模达到约 60010MW。到 2035 年，总规模达到约 63010MW。

（4）生物质发电

预计到 2025 年，全省生物质发电的装机容量将达到约 4800MW，远期到 2030 年和 2035 年，将分别达到 5000MW 和 5600MW。

2.3.2 西电东送规划

南方电网等相关单位正在积极开展藏东南、西北能源基地等地送电广东的研究工作，结合南方电网、广东省“十五五”最新研究成果，初步考虑“十五五”及以后新增外区送电广东电力 20000MW，预计 2025 年、2030 年、2035 年，广东省接受区外电力总容量分别达 45080MW、55080MW、65080MW。

2.3.3 向外送电规划

目前，广东省电力外送区域主要为香港、澳门等地。全省电力外送最大容量约 3879MW，包括送香港 2350MW、送澳门 1529MW。

2017 年 1 月香港政府环境局发布《香港气候行动蓝图 2030+》，提出到 2020 年，香港碳排放总量相比 2005 年，下降 50~60%，到 2030 年，相比 2005 年，下降 65~70%。按

照这一规划，预计中长期香港可能希望通过广东提供更多的清洁电力，但目前尚未有明确的受电规模计划，因此，本报告考虑送香港电力仍维持 2350MW 规模不变。

向澳门输电规划方面，参考《南方电网向澳门输电第三通道专题研究项目（审定版）》研究成果，高方案下，到 2025 年澳门需外区输入电力约 1659MW，2030 年约 1744MW。2030 年后暂按维持 2030 年规模考虑。

综合起来，预计到 2025 年、2030 年及 2035 年，全省向外送电总容量分别达到约 4009MW、4094MW 及 4094MW。

2.4 电力平衡分析

基于前述电力平衡条件，在考虑西电送入、省内火电退役和省内规划电源项目情况下，对广东省及各分区进行夏季大方式电力平衡分析。

2.4.1 广东省电力平衡分析

2027 年，广东全社会最高用电负荷约 190000MW，系统需要容量约 212800MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 19198MW。

2030 年，广东全社会最高用电负荷约 220000MW，系统需要容量约 246400MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 15600MW。

2035 年，广东全社会最高用电负荷约 258000MW，系统需要容量约 288960MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 2592MW。

2.4.2 广东东区电力平衡分析

2027 年，广东东区全社会最高用电负荷约 88244MW，系统需要容量约 98833MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力缺口为 18528MW。

2030 年，广东东区全社会最高用电负荷约 101854MW，系统需要容量约 114076MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力缺口为 22162MW。

2035 年，广东东区全社会最高用电负荷约 119957MW，系统需要容量约 134352MW。考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力缺口为 22162MW。

2.4.3 珠东南电力平衡分析

2027 年，珠东南地区全社会最高用电负荷约 32194MW，系统需要容量约 36057MW。考虑在运、核准、规划电源（不含中洞抽蓄），全省电力缺口为 132MW。考虑中洞抽蓄按期投运后，全省电力供需转缺为盈，电力盈余为 1068MW。

2030 年，珠东南地区全社会最高用电负荷约 36712MW，系统需要容量约 41117MW。

考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 2164MW。

2035 年，珠东南地区全社会最高用电负荷约 42719MW，系统需要容量约 47845MW。

考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力缺口为 4488MW。

2.4.4 珠东北电力平衡分析

2027 年，珠东北地区全社会最高用电负荷约 32003MW，系统需要容量约 35843MW。

考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 8542MW。

2030 年，珠东北地区全社会最高用电负荷约 35783MW，系统需要容量约 40077MW。

考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力盈余为 5299MW。

2035 年，珠东北地区全社会最高用电负荷约 40868MW，系统需要容量约 45772MW。

考虑在运、核准、规划电源（含中洞抽蓄），全省电力缺口为 255MW。

2.5 电网发展规划

截至 2024 年底，广东电网已全面建成服务于珠江三角洲范围的内外双环网结构，并向东延伸至潮州、向西辐射到湛江、向北辐射到韶关。广东电网中、南通道柔直及湾区外环中段投产后，具备向基于湾区外环的柔性直流互联的目标网架结构过渡的条件。

到 2025 年，广东电网 500kV 供电能力进一步增强，通过优化调整网架结构，清晰划分骨干电网和送电通道，保证电力输送和分配，推进广东电网向更加智能、高效、可靠、绿色的方向转变，基本解决短路电流偏高的问题，降低交直流联合运行风险，具备抵御大面积停电事故的能力，主网架运行的安全性和可靠性得到提高，为顺利向目标网架发展奠定基础。

根据《广东电网目标网架系统方案论证专题研究》研究成果，到 2035 年，广东电网将形成 500kV 湾区外环的柔性直流互联结构。以外环为支撑实现广东电网分区，每个分区通过 2-3 个交流通道与外环相连，正常方式下分区间通过外环交流相连，湾区外环工程功能定位为发挥省内电力互济和事故支援功能的枢纽环节，同时可以满足严重故障下分区间互济的需求。在珠三角内部建设一定规模的柔直背靠背，实现广东东部、西部电网柔直互联。

2.6 送出工程建设的必要性

1) 满足惠州中洞抽蓄电站的送出需要。

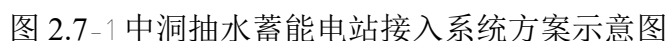
广东电网是南方电网的重要组成部分，根据广东电网“十五五”输电网规划的边界水平，

2) 满足惠州中洞抽蓄电站倒送电, 保障施工调试用电。

综上分析,为满足广东省用电需求,加强系统电源支撑,保证惠州中洞抽蓄项目电力送出需求,满足惠州中洞抽蓄项目建设期间的倒送电需求,配套建设惠州中洞抽蓄项目500kV送出工程是必要的。

根据《南网能源院关于 500 千伏惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程可行性研究报告评审意见的报告》，惠州中洞抽蓄电站本期以 500kV 一级电压接入系统，出线 1 回至 500kV 征程（征程）站；考虑远期电站可靠性提升和电网发展需要，建议预留 1 回备用出线间隔。

惠州中洞抽蓄电站本期接入系统方案示意图见图 2.7-1 所示。



— 16 —

征程站内相关电力设备的要求如下：

- (1) 无功补偿设备。本期征程站不扩建无功补偿装置。
- (2) 短路电流。本期征程站 500kV 设备短路电流按 63kA 考虑。
- (3) 500kV 间隔。本期征程站扩建相应 500kV 出线间隔。
- (4) 对开关设备的要求

根据短路电流计算结果，本期征程站 500kV 断路器直流分量时间常数按 120ms 考虑。

2.9 预留线路必要性分析

2.9.1 工程概况及背景

500kV 惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程起于中洞抽水蓄能电站，止于征程 500kV 变电站。线路途经惠州市惠东县、汕尾市海丰县和深圳市征程特别合作区。初设推荐方案线路全长约 69.8km，曲折系数为 1.32，线路整体呈由北向南走向。

本工程线路路径方案在与汕尾市及海丰县政府协调过程中，政府提出海丰县输电线路通道走廊较为拥挤，要求本工程统筹考虑与远期规划线路同塔架设，节约用地。

经多次讨论和现场踏勘后，结合海丰县境内的远期电力规划，本期和远期接入系统方案示意图如下：

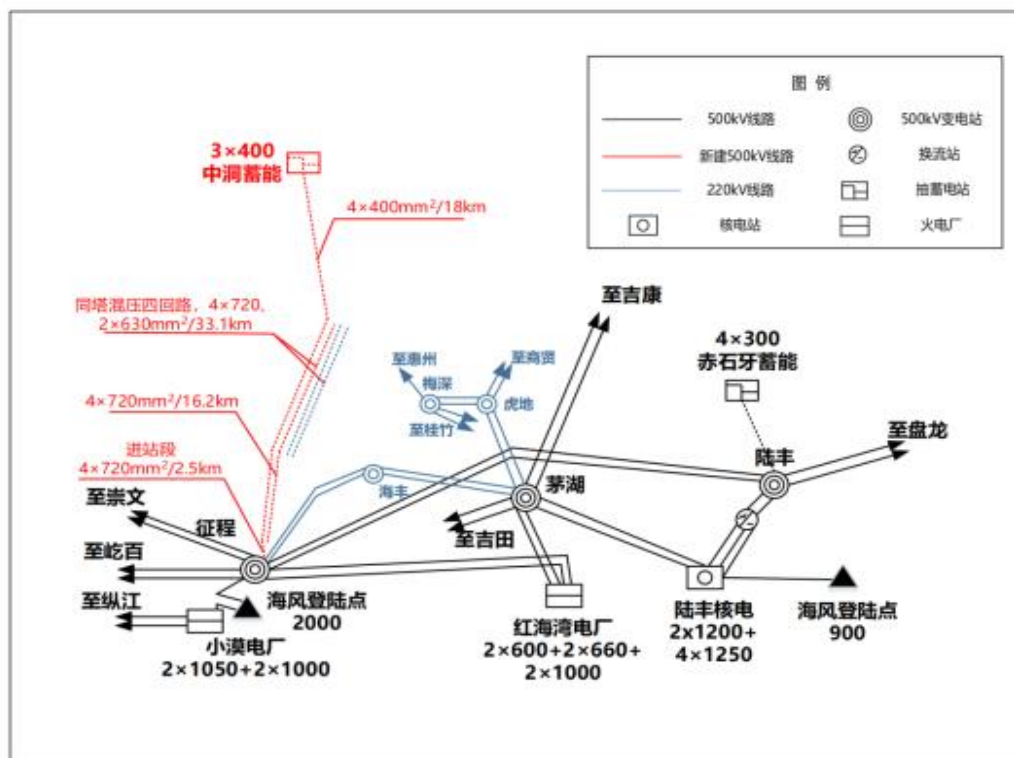


图 2.9-1 中洞抽水蓄能电站本期接入系统方案示意图

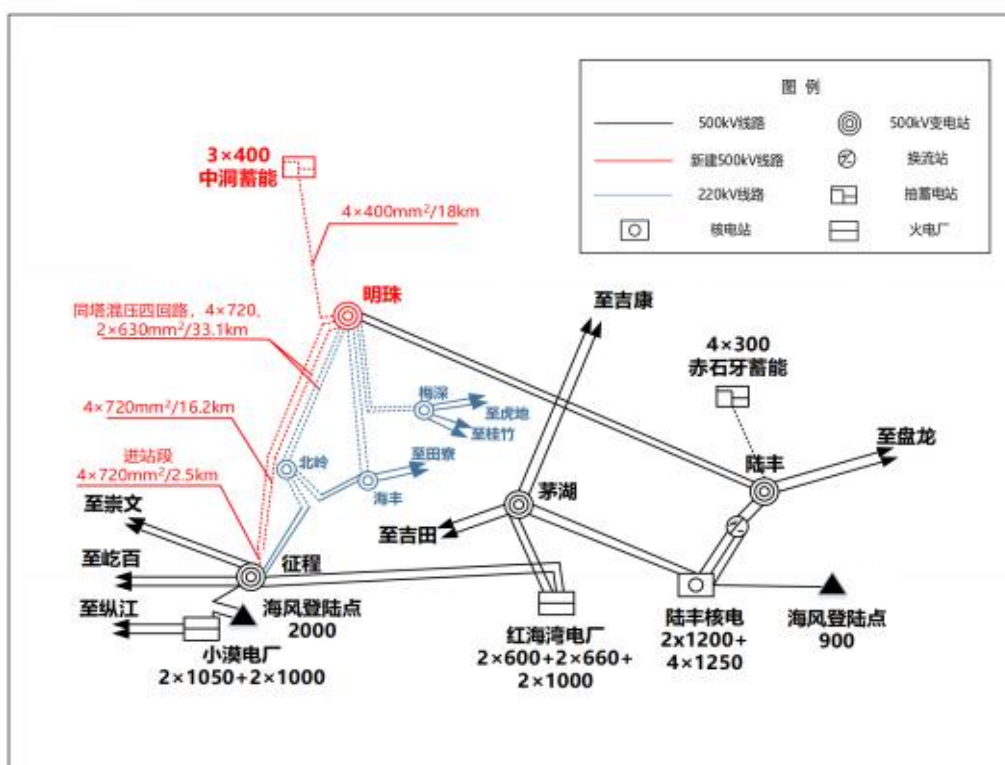


图 2.9-2 中洞抽水蓄能电站远期接入系统方案示意图

2.9.2 中洞-征程（征程）方向采用湿压建设必要性分析

茅湖北西侧-梅深站段采用混压四回路架设段必要性如下:

(1) 经研究分析,新建明珠-海丰双回 220kV 线路,能够有效解决 220kV 长距离供电可靠性低的问题、降低近区大面积停电风险,具备建设必要性。

(2) 经系统风险分析,明珠-北岭双回 220kV 线路与明珠-征程双回 500kV 线路混压四回架设,明珠-梅深双回 220kV 线路与明珠-海丰双回 220kV 线路采用同塔四回路架设,经过潮流计算和风险分析,近区无 500kV、220kV 主变或线路重过载,方案合理,满足运行要求。

(3) 茅湖北-梅深段航空直线西侧为红花地水库饮用水源保护区, 东侧为鸟类保护区及公平镇房屋密集区, 受自然保护区及公平镇服装工业园的限制, 向南出线的 220kV 出线通道资源紧张, 建议明珠-北岭 220kV 线路与本工程 500kV 线路混压走线, 明珠-海丰双回 220kV 线路与明珠-梅深双回 220kV 线路采用共塔架设, 可节省线路走廊, 节约土地资源, 同时避让房屋密集区。

(4) 远期出线的 220kV 线路将对公平镇国土空间规划、农业空间规划及综合交通规划产生严重影响，若采用混压四回路架设，可减少公平镇未来发展的影响。

(5) 本工程与近期和远期规划线路路径走向基本一致，经设计、属地供电局、海丰县及汕尾市人民政府等单位多次现场踏勘，并组织召开多次路径协调会，根据多次路径协调会会议精神结合海丰县人民政府回函内容，茅湖北-梅深段采用混压四回路架设可满足海丰县人民政府的诉求，有利于工程的顺利推进。

2.10 工程建设进度

根据进度计划，惠州中洞抽水蓄能电站全部 3 台机组发电时间预计为 2027 年上半年。为满足电站发电电力送出及抽水电力供给的需要，配合机组投产时间适时建设本工程是必要的。

本工程计划 2025 年 9 月 30 日开工建设，2026 年 6 月 30 日全线投产。

2.11 电力系统二次

500kV 征程站原有 2 套南瑞继保 PCS-992 型 500kV 安稳装置，尚有备用接口，500kV 征程站本期暂考虑征程~中洞抽蓄线路相关信息接入原有安稳装置的外部接线，并预留本站系统联调费用，具体安稳策略安排在《粤东送电珠东北通道工程》中进行安全稳定详细计算分析明确，稳控装置的策略改造等不在本工程范围内。

2.12 系统通信及站内通信

新建惠州中洞抽水蓄能电站~征程站、惠州中洞抽水蓄能电站~川平站、惠州中洞抽水蓄能电站~陆丰站 SDH 10Gb/s 广东省传输 ASON 网光纤通信电路。

新建惠州中洞抽水蓄能电站~征程站、惠州中洞抽水蓄能电站~桢州站、惠州中洞抽水蓄能电站~陆丰站 SDH 10Gb/s 南网保底通信网省公共域光纤通信电路。

新建惠州中洞抽水蓄能电站~征程站、惠州中洞抽水蓄能电站~桢州站 4*100G 波道的广东电网省 OTN 网络的 OTN 链路。

在征程站、陆丰站均配置 1 块广东电网传输 ASON 网设备 10G 光接口板，在川平站配置 1 套广东电网传输 ASON 网设备扩展子框，同时在陆丰站配置 1 套光放子系统。

在征程站、桢州站、陆丰站均配置 1 块南网保底通信网广东省公共域设备 10G 光接口板，同时在陆丰站、桢州站、征程站各配置 1 套光放子系统。

在征程站、桢州站已有广东电网省 OTN 网络设备上新增一个至中洞蓄能电站方向的光子框，在电子框配置相应线路板。

在惠州局的程控交换机上新增 1 块 2M 中继板，用于惠州中洞抽水蓄能电站接入调度

交换网。

3 电气部分

3.1 电气一次

3.1.1 征程站概述

表 3.1.1-1 500kV 征程变电站扩建规模

项 目 \ 规 模	前 期	本 期	最 终
主变压器	2×1000MVA	无	4×1000MVA
500kV 出线	共 4 回： 崇文 2 回、陆丰 2 回	中洞抽蓄 1 回	共 10 回： 崇文 2 回、陆丰 2 回、 屹百 2 回、汕尾 2 回、 小漠 1 回、中洞抽蓄 1 回
220kV 出线	共 6 回	无	共 18 回
35kV 无功补偿	电容器组 2×(2×60MVar) 电抗器组 2×(2×60MVar)	无	电容器组 6×(2×60MVar) 电抗器组 6×(2×60MVar)

500kV 征程变电站最终规划规模为 500kV 主变压器 4 组，500kV 出线 10 回，220kV 出线 18 回。目前本站主变规模为 2×1000MVA，每组主变低压侧配置了 2×60Mvar 电容器组和 2×60Mvar 电抗器组。

500kV 征程变电站本期扩建至惠州中洞抽水蓄能电站 500kV 出线 1 回。根据需接水电站的位置，结合扩串的便利性，扩建方案采用 1 回 500kV 中洞抽水蓄能电站线接入原第 3 串，与 500kV 屹百甲线形成 1 个完整串。500kV 设备同前期选型一致，采用常规户内 GIS 设备，本期工程在前期预留场地上扩建。500kV 终期按 10 回出线，4 组主变进串，7 个完整串规划。

220kV、35kV 及主变本期无建设内容。

3.1.2 电气主接线

500kV 部分采用一个半断路器接线。目前已建成 500kV 出线 4 回，500kV 主变压器回

路 2 回，组成 2 个完整串和 2 个不完整串。配串表如下：

串编号	1M 侧回路	2M 侧回路
第 1 串（预留）	#1 主变（预留）	备用出线 1（预留）
第 2 串（完整串）	陆丰乙	#2 主变
第 3 串（不完整串）	备用出线 2（预留）	陆丰甲
第 4 串（预留）	备用出线 3（预留）	#3 主变（预留）
第 5 串（不完整串）	崇文甲	备用出线 4（预留）
第 6 串（完整串）	#4 主变	崇文乙
第 7 串（预留）	备用出线 5（预留）	备用出线 6（预留）

本期在第 3 串预留的位置扩建 1 回出线至中洞抽水蓄能电站，同期另有项目共计 5 回 500kV 线路接入征程站，最终组成 5 个完整串和 2 个不完整串，扩建前与扩建后配串图见图 3.1.2-1 和图 3.1.2-2。

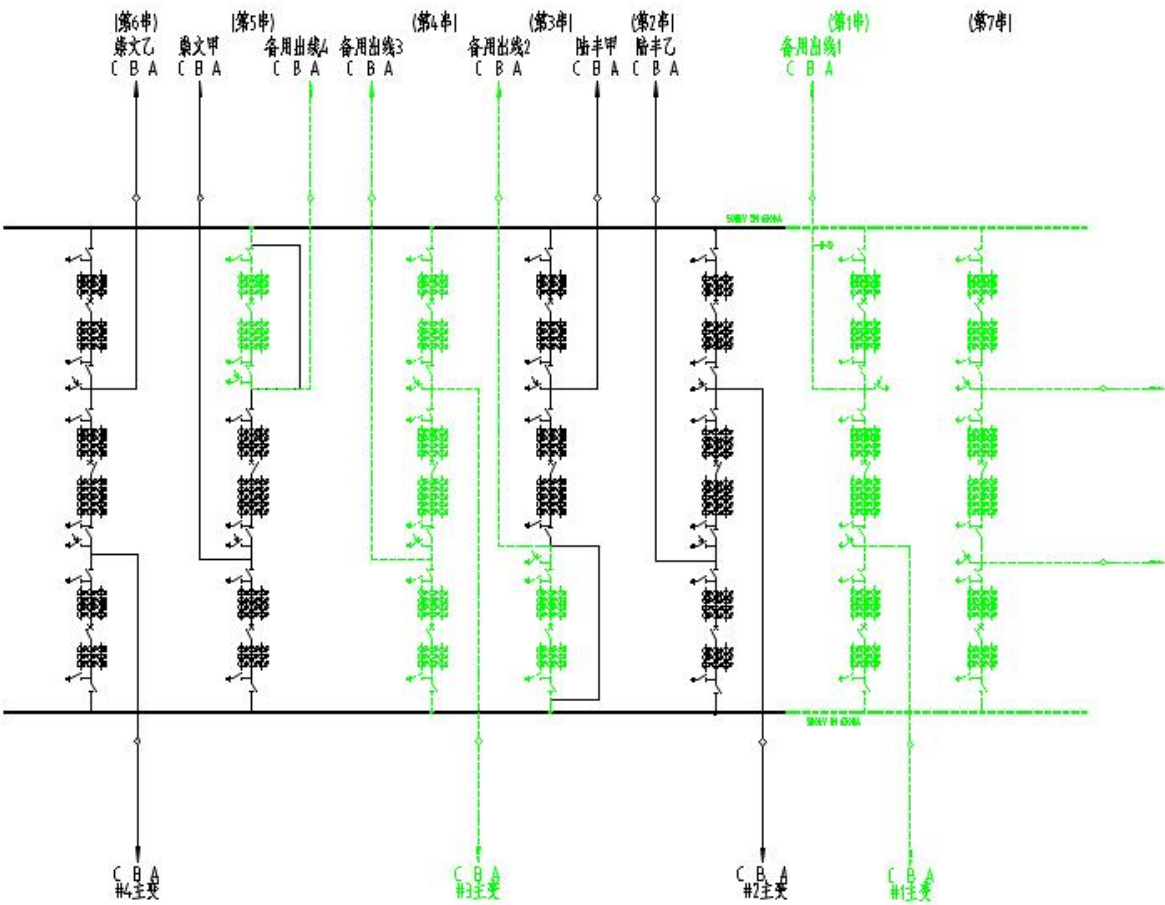


图 3.1.2-1 500kV 征程变电站 500kV 配串示意图（扩建前）

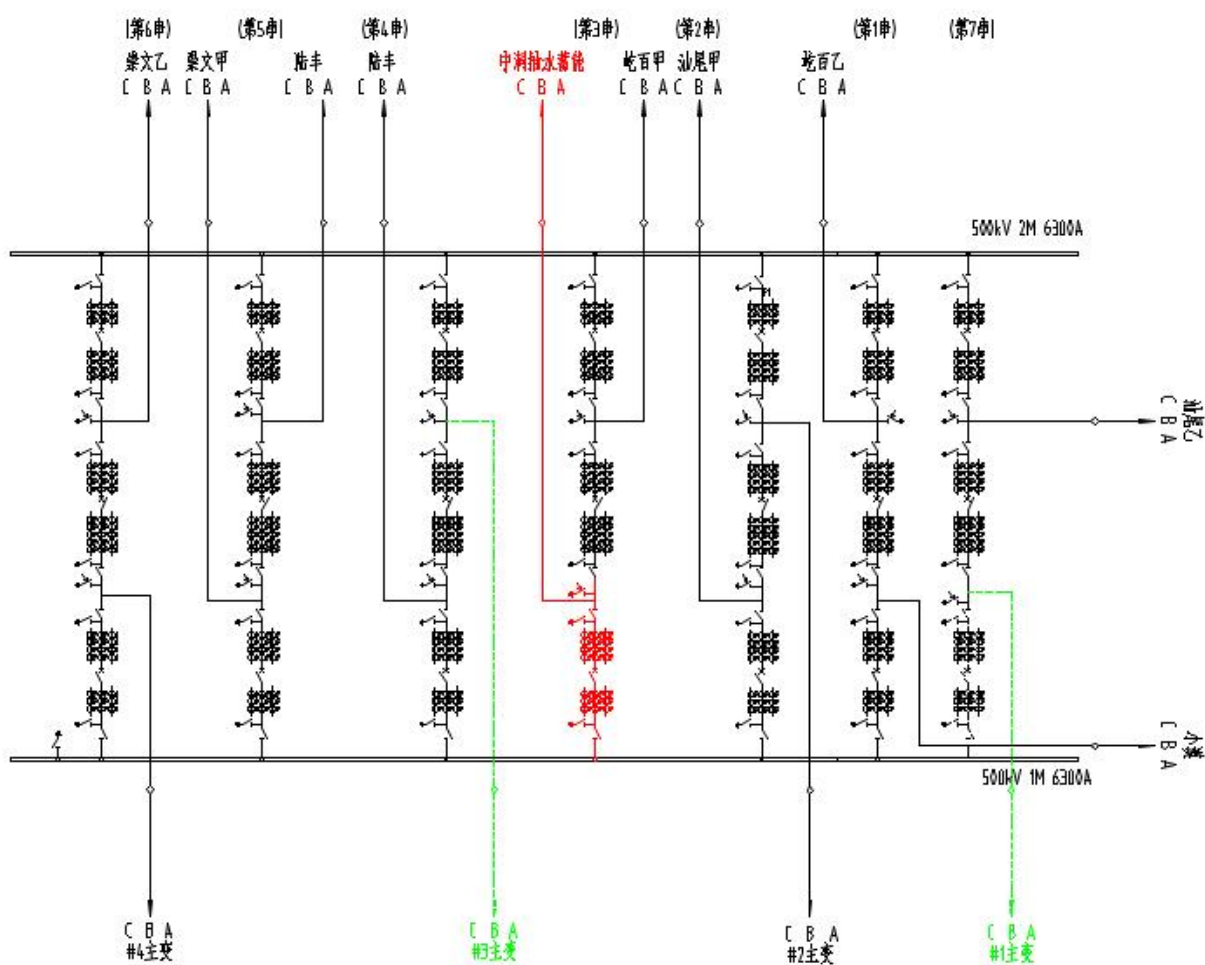


图 3.1.2-2 500kV 征程变电站 500kV 配串示意图（扩建后）

本期工程 220kV 接线形式不变，仍采用双母线双分段接线，本期无扩建。

本期工程 35kV 接线仍采用单母线单元接线、设总断路器，本期无扩建。

3.1.3 电气总平面布置

500kV 征程站前期电气总平面布置按电压等级分成 3 列配电装置，站区由北至南依次布置有 500kV 配电装置、主变压器及 35kV 配电装置、220kV 配电装置。

征程站 500kV 配电装置为户内 GIS 设备，布置在站区北侧。本期新增 500kV 配电装置设备布置在前期预留位置，布置原则同前期一致。

500kV 征程变电站扩建中洞抽水蓄能电站间隔电气总平面布置详见 500kV 屋外配电装置平面布置图。

3.1.4 标准设计应用情况

征程站前期参照《中国南方电网公司输变电工程标准设计 V2.1》G1 层模块 500kV 变

电站部分第六册方案六 CSG-500B-H2 方案设计，但 500kV 采用户内 GIS 布置，标准设计 V2.1 中无相应 500kV G1 层模块参考。本项目在预留位置扩建间隔，参考使用了《南方电网公司 110kV-500kV 智能变电站标准设计（V3.0）》相关模块，模块使用情况见表 3.1.4-1。

表 3.1.4-1 本项目扩建间隔方案模块应用列表

序号	模块类别	模块名称及编号
1	500kV 子模块	500B-G2-5GIS-HC1-D1-01

3.1.5 主要电气设备选型

本工程变电设备按照《220~750kV 变电站设计技术规程》(DL/T5218-2012)，以及南方电网公司《南方电网 35kV~500kV 变电站装备技术导则（变电一次分册）》(Q/CSG 1107001-2018)进行设备选型。

(1) 根据系统专业提资征程站母线最大穿越功率为 2266MVA，母线最大工作电流为 2616A；串中最大穿越功率为 1860MVA，串中最大工作电流为 2148A。因此串内设备按额定电流为 5000A 选择，断路器直流分量时间常数不低于 120ms。

(2) 根据系统提资，2035 年征程站 500kV 母线短路电流水平进行计算结果均不超过 63kA，满足系统安全运行要求。计算 2035 年征程站 500kV 侧短路电流如下：

表 3.1.5-1 2035 年征程站 500kV 短路电流

变电站	500kV 母线短路电流	
	三相	单相
征程站	55.8	50.2

(3) 根据广东电网公司印发的《南方电网污区分布图（2021 版）》，本工程站址处于 d 级污区范围内。根据《35kV~500kV 变电站装备技术导则（变电一次分册）》要求，“户外 110kV 及以上电气设备，外绝缘防污等级小于 d 级的按 d 级设防，d 级及以上的按 e 级设防”。本站户外电气设备的防污等级同前期为 e 级，即外绝缘统一爬电比距按不小于 53.7mm/kV 考虑(电压按 $U_m/\sqrt{3}$ 计算， U_m 为系统最高运行电压)。

(4) 根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)，场地所在区域 50 年超越概率 10%的地震动峰值加速度 0.10g，站址对应的地震基本烈度为Ⅶ度，设备按能抗Ⅷ度地震烈度设计。

(5) 本期工程拟采用的主要电气设备按照南方电网公司《南方电网公司生产设备品类优化清单》中设备型号进行选择，具体如下所示。

1、500kV 全封闭组合开关电器（GIS），□—550/5000-63，GIS-断路器间隔，550kV，5000A，63kA，63（kA）/2s，171kA，包括：

① 1 组断路器，5000A，附操作机构，每相一套操作箱，分相操作操作控制电压 DC110V，电动机电压 DC110V；

② 2 组隔离开关，操作控制电压 DC110V，电动机电压 DC110V；

③ 2 组检修接地开关；

④ 1 组快速接地开关；

⑤ 1 组电流互感器(七个次级)：

2000-4000-5000/1A

TPY/TPY/5P20/TPY/TPY/0.5S/0.2S

1S: TPY 12Ω

2S: TPY 12Ω

3S: 5P20 20VA

4S: TPY 12Ω

5S: TPY 12Ω

6S: 0.5S 20VA

7S: 0.2S 10VA

⑥ GIS 出线套管 3 只，泄漏比距：≥53.7mm/kV；

⑦ 汇控柜 1 个；

⑧ 三相带电显示装置。

第三串前期设备厂家为山东泰开，预留位置设备基础已建成，为了与前期设备能良好的对接建议采用单一来源采购方式。

2、电容式电压互感器：额定电压：500kV；额定电容：5000pF；

额定短时耐受电流：63kA(2s，有效值)；

额定峰值耐受电流：171kA(峰值)；

额定电压比：500/√3:0.1/√3:0.1/√3:0.1/√3:0.1kV；

级次组合：0.2/0.5（3P）/0.5（3P）/3P；额定输出：30/30/30/30VA。

3、500kV 氧化锌避雷器 Y20W-444/1106W。

3.1.6 导体选择

征程站母线最大穿越功率为 4051MVA，母线最大工作电流为 4678A，前期母线载流量按 6300A 设计，满足穿越功率要求。本期新扩建线路通流能力需满足 3 台 400MW 机组外送考虑，电流约 1385A，引下线及跳线选择 2×NRLH58GJ-1440 耐热铝合金导线，其允许载流量的修正值为 2000A(载流量按环境温度 40℃修正，长期允许最高工作的温度 90℃)。

表 3.1.6-1 主要导体选择结果表

电压 (kV)	回路名称	计算 电流 (A)	选用导线		导线截面控制条件
			导线根数及型号	载流量 (A)	
500	母线	4678	6300A	6300	载流量控制(母线温度按 80℃控制)
	PT避雷器引下线	1385	2×NRLH58GJ-1440/120	2000	由电晕控制(导线温度按 150℃控制)

注：表中载流量按环境温度+40℃，导体最高允许温度+80℃考虑（除特别说明）。

3.1.7 绝缘配合及过电压保护

电气设备的绝缘配合，参照国家行业标准 GBT 50064-2014《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》确定的原则进行。

500kV 氧化锌避雷器按《交流无间隙金属氧化物避雷器》(GB11032 -2016)及《交流电力系统金属氧化物避雷器使用导则》(DL/T804-2014)中的规定进行选择。

(1) 500kV 电气设备的绝缘配合

1) 绝缘配合的原则

系统最高运行电压 550kV，内过电压绝缘配合以最高运行相电压 $U_{xg}=550/\sqrt{3}=318\text{kV}$ 为基础；

工频过电压：线路断路器的变电站侧为 $1.3U_{xg}$ ，线路断路器的线路侧为 $1.4U_{xg}$ ；

电气设备的全波额定雷电冲击耐压与避雷器 20kA 下的残压(U_{bc})相配合，配合系数取 1.4。

断路器同极断口间的内绝缘，以及断路器、隔离开关同极断口间外绝缘的额定雷电冲击耐压 ULd 符合：

$$ULd = ULc + \sqrt{2}U_{xg}。$$

ULe-额定雷电冲击耐压(kV)

电流互感器的截波额定雷电冲击耐压为全波额定雷电冲击耐压的 1.1 倍。

电气设备的额定操作冲击耐压与避雷器的操作过电压保护水平相配合，配合系数取 1.15。

断路器、隔离开关同极断口间的额定操作冲击耐压 U_{cd} 应符合：

$$U_{cd}=U_{xbp}+\sqrt{2}U_{xg}$$

U_{xbp} -线路避雷器操作过电压保护水平(kV)

本工程所选的 500kV 避雷器主要参数见表 3.1.7-1。

表 3.1.7-1 500kV 氧化锌避雷器参数表

项 目	线路避雷器
额定电压 (kV, 有效值)	444
最大持续运行电压 (kV, 有效值)	324
操作冲击 2kA 残压 (kV, 峰值)	907
雷电冲击 20kA 残压 (kV, 峰值)	1106
直流 1mA 参考电压(kV)不小于	597

避雷器与各主要设备冲击耐受电压标准值的配合系数见下表。

表 3.1.7-2 500kV 设备耐受电压和避雷器保护水平的配合表

设备 名称	耐受	设备试验电压值(kV 、峰值)						保 护 水 平 配 合 系 数	
	电压	雷电冲击 耐受电压		操作冲击耐 受电压		一分钟工 频耐受电压		雷电冲击保护水平 (kV 、峰值)	操作冲击保护水平 (kV 、峰值)
		全波内	截	内外绝缘					
	外绝缘	波	干试	湿试	干试	湿试			
高压电器	1675		1300	1300	740	740	线路避雷器 Y20W-444， 20kA 残压 1106kV ，全波 BIL 配合系数，大于 1.4 1675/1106=1.514>1.4	1300/907=1.43>1.15	

设备 名称	耐受	设备试验电压值(kV 、峰值)						保 护 水 平 配 合 系 数	
	电压	雷电冲击 耐受电压		操作冲击耐 受电压		一分钟工 频耐受电压		雷电冲击保护水平 (kV 、峰值)	操作冲击保护水平 (kV 、峰值)
		全波内	截	内外绝缘					
	外绝缘	波	干试	湿试	干试	湿试			
电容式电 压互感器	1550	1675	1175	1175	740	740	1550/1106=1.401>1.4	1175/907=1.29>1.15	
	1675				750	750	1675/1106=1.514>1.4		

(2) 悬式绝缘子串片数确定

本工程站址环境考虑海拔 1000m 以下，站址处于 d 级污区。500kV、设备 e 级，即外绝缘爬电比距按 53.7mm/kV(最高相电压)考虑。

因此，500kV 设备外绝缘爬电距离不小于 $550 \text{ kV} \times 31 \text{ mm/kV} = 17050\text{mm}$ 。单片 XWP2-160 绝缘子泄漏距离为 550mm，绝缘子串选择计算如下：

500kV 绝缘子串片数： $31 \times 550 / 550 = 31$

根据上面计算结果，再考虑取悬垂零值绝缘子 1~2 片，500kV 悬垂串取 33 片。

3.1.8 防雷接地

1) 雷电侵入波保护

雷电侵入波保护采用在不同地点装设避雷器作为过电压保护，本期工程 500kV 电压等级的避雷器配置在线路侧。

2) 直击雷保护

前期在站内设避雷针 15 支，其中独立避雷针 11 支，220kV 构架 1 支，500kV 构架 3 支，经设计核算后，全站配电装置在避雷针的保护范围内。本期扩建设备布置于前期预留位置，处于前期避雷针保护范围内，满足本期工程扩建需求，本期不改动。

3) 接地

前期已建设以水平接地体为主，垂直接地极为辅，边缘闭合的复合人工接地装置，水平接地体采用 $\Phi 22$ 圆钢，垂直接地极采用 $\angle 50 \times 5 \text{ L}=2.5\text{m}$ 角钢，全站接地电阻值已满足要求。本期仅考虑采用扁钢将新增设备与前期主接地网可靠连接。

3.1.9 站用电系统及照明动力

站用电系统和照明系统已在前期工程完成，本期工程无需扩建。

本期工程施工电源从本站站用电电源引接。

3.1.10 电缆敷设及防火封堵

全站电缆主沟前期工程已经基本完成，本期仅增加部分电缆沟至新上设备处；电流互感器、电压互感器、机构箱等地上电缆采用槽盒敷设然后进入电缆沟。

电缆敷设完后，需按要求对电缆沟等进行封堵，下列通道需作封堵处理：

- (1) 所有户外端子箱的电缆进出口；
- (2) 进入 500kV 配电装置的电缆沟；
- (3) 各电缆沟进入户内的沟道口；
- (4) 进入主控楼和其他建筑物的电缆沟道口、预留孔等。
- (5) 在户外电缆沟的适当位置设阻燃隔墙，间距不超过 80m。
- (6) 电缆沟内采用如下防火措施：

- 1) 双回路供电的站用电回路电缆需用防火槽盒分隔。

- 2) 动力电缆和控制电缆的分隔，采用分沟的方式进行分隔；干线沟道沿前期控制电缆沟和技改建设的动电缆沟敷设，本期扩建场地沿新增的动控制电缆分支电缆沟敷设。

控制室、继电保护室的本期安装屏柜底部电缆留孔在电缆敷设完后，剩余空间，应严密封堵；预留扩建的屏位孔，用钢板盖严。

3.1.11 闲置物资

无。

3.1.12 扩建工程停电方案

本期扩建征程站第三串备用间隔 2，户内 GIS 设备吊装安装需对 500kV 1M 母线进行停电，期间将各组串 1M 母线侧断路器和隔离开关断开，1M 母线停电时间约 14 天。

3.2 电气二次

3.2.1 系统继电保护

系统继电保护设计范围包括 500kV 线路保护、500kV 断路器保护等。

双重化配置的两套保护需采用不同厂家的设备。

3.2.1.1 500kV 线路保护

1) 线路保护

本期征程站新建 1 回 500kV 出线至惠州中通抽蓄，配置两套光纤分相电流差动保护，主保护带有完整的后备保护功能，并将过电压和远方跳闸功能集成在线路保护装置中。每套保护均通过 2 路光 2M 光纤数字通道与对侧线路主保护交换信息。每套保护组 1 面屏，共 2 面，布置在继电器及通信室。对侧中通抽蓄电站需配置与本站配对的线路保护。

3) 复用光纤接口设备

每套保护均采用 2 路光 2M 光纤数字通道。

3.2.1.2 500kV 母线保护

500kV 征程站前期已按终期规模配置 2 套 500kV 母线保护，投运日期为 2023 年 9 月。具体配置如下：

500kV I、II 母母线保护分别按双套配置，主一保护为长园深瑞 BP-2CNC-DG-N，主二保护为南瑞继保 PCS-915C-DG-N。

500kV I、II 母母线智能终端分别按单套配置，单独组柜，均为长园深瑞 PRS-7789ILA-DG-N。

500kV I、II 母母线测控装置单套配置，共组一面柜，均为南瑞继保 PCS-9705G-GA-4-N。

前期 500kV 母线保护配置满足本期接入要求，本期接入新增间隔。

3.2.1.3 500kV 断路器保护

本期工程新增第三串 I 母边断路器，与陆丰甲线组成 1 个完整串，按断路器双重化配置断路器保护，本期新增断路器保护 2 套，组屏 1 面，布置在继电器及通信室。

3.2.1.4 故障录波器

500kV 征程站前期已配置 1 套智能录波系统，采用武汉中元华电科技股份有限公司的 ZH-5D 系列产品，投运日期为 2023 年 9 月。其中 500kV 配电装置配置了 2 面 A1/A2 网采集单元柜和 2 面 B1/B2 网采集单元柜，负责采集 500kV 第二串、第三串、第五串、第六串设备录波信号。

前期智能录波系统配置满足本期接入要求，本期接入新增间隔。

3.2.1.5 行波测距

500kV 征程站已规划配置一套 500kV 故障测距装置，型号与陆丰、崇文站一致，已规划接入陆丰甲线、陆丰乙线、崇文甲线、崇文乙线测距信息，该装置剩余 4 路备用接口。

500kV 征程~中通抽蓄新建线路长度约 170km，本期可考虑将该线路信息接入原有故障测距装置，并开通至中通抽蓄的 2M 测距通道。中通抽蓄侧需配置与本站故障测距装置型号一致的双端故障测距装置。

3.2.1.6 保信子站

前期征程站未规划配置独立的保信子站，功能集成在远动主机中，本期不需改造。

3.2.1.7 系统继电保护通道要求

中洞抽水蓄能电站至征程站每回 500kV 线路每侧配置两套光纤分相电流差动保护，集成过电压及远方跳闸就地判别功能。每套保护采用不同物理路由的一路 2M 光口复用通道、一路 2M 电口复用通道。

3.2.2 元件保护

本期不涉及元件保护。

3.2.3 调度自动化和电能采集

3.2.3.1 调度关系

本期工程 500kV 征程站维持原有调度关系不变。

本站前期已配置远动工作站将远动信息分别送南方电网总调/备调 EMS 系统，广东省中调/备调 EMS 系统，深圳中调/备调 EMS 系统，和惠州地调。南方电网总调/备调 EMS 系统，广东省中调/备调 EMS 系统，深圳中调/备调 EMS 系统，和惠州地调 SCADA/EMS 系统按本期扩建规模相应扩容。

本站前期已配置电能采集装置将电量信息送南网超高压公司电能计量遥测系统，广东省中调电能计量遥测系统，深圳中调调电能计量遥测系统及惠州地调电能计量自遥测系统。南网超高压公司电能计量遥测系统，广东省中调电能计量遥测系统，深圳中调调电能计量遥测系统及惠州地调电能计量自遥测系统按本期扩建规模相应扩容。

本站前期已配置保护及故障信息管理系统通过调度数据网将信息上送南网总调保信主站、广东省中调保信主站，深圳中调保信主站和惠州地调保信分站。南网总调保信主站、广东省中调保信主站，深圳中调保信主站和惠州地调保信分站按本期扩建规模相应扩容。

本站前期已配置功角测量系统通过调度数据网将信息上送南网总调同步相量测量主站及广东省中调同步相量测量主站系统。南网总调同步相量测量主站及广东省中调同步相量测量主站系统按本期扩建规模相应扩容。

3.2.3.2 远动设备配置方案

500kV 征程变电站为智能综合自动化站，站内已配置一套计算机监控系统、一台电能采集装置和一套安全防护系统。

本期工程远动功能仍通过站内原有远动工作站完成远动功能，即远动工作站根据调度端的要求采集本期扩建的 500kV 出线间隔的相关远动信息，通过现有远动通道传送至各调度端调度自动化主站系统。

3.2.3.3 远动信息采集范围

本期工程站内远动信息采集范围如下：

变电站遥测信息	
1	500kV 线路 P、Q、I
变电站遥信信息	
1	500kV 线路开关、刀闸、接地刀闸

3.2.3.4 通道要求

1) 远动通道要求

本期工程仍采用原有通道与各远方调度自动化系统通信。

2) 计量通道要求

本期工程仍采用原有通道与各计量遥测系统通信。

3) 同步相量测量系统通道要求

本期工程仍采用原有通道与各同步相量测量系统通信。

3.2.3.5 电能采集、计量表计配置

本期工程仍采用站内原有电能采集装置采集本期扩建的 500kV 出线的相关电量信息，通过现有电量信息传输通道将其传送至各调度端电能计量主站系统。电量信息采集范围包括 500kV 出线正、反向有功、无功电量。

500kV 征程站前期已配置 1 面 500kV 电度表柜，接入 500kV 崇文甲线、500kV 崇文乙线、500kV 陆丰甲线、500kV 陆丰乙线 4 回线路共 8 块电度表。

本期根据接入系统批复意见，征程站的 500kV 中洞抽水蓄能电站间隔处设置计量考核点，配置 2 块 0.2S 级(D 级)电子式电能表（共组 1 面柜，布置在主控通信楼继电器及通信室备用柜位 266P）。

500kV 征程站前期已配置 2 套电能量采集终端，采用威胜信息技术股份有限公司 WFET-3000 型产品。前期电能量采集终端配置满足本期接入要求，本期接入新增表计。

3.2.3.6 二次系统安全防护

本期工程仍采用站内原安全防护设备实现安全防护功能。

3.2.4 计算机监控系统

500kV 征程变电站为智能综合自动化站，全站设一套计算机监控系统，采用南瑞继保 PPSK97 综合自动化系统，微机五防系统采用长园共创电力安全技术股份有限公司。整个系统分为站控层、间隔层和过程层，网络按双网配置，采用分层、分布式结构，以间隔为单位，按对象进行设计。变电站防误闭锁由站控层五防、间隔层测控装置防误以及现场布线式电气闭锁共同完成。

本期扩建需按前期结构进行系统扩容，控制对象为本期扩建的断路器和电动隔离开关，控制方式与前期一致。

3.2.4.1 本期监控范围

- 500kV 中洞抽水蓄能出线
- 500kV 第 3 串 1M 侧断路器及隔离开关、接地刀闸

3.2.4.2 控制对象和方式

控制对象为本期扩建的断路器和电动隔离开关，控制方式与前期一致：

(1) 断路器控制分成以下四种情况：

- 远方(集控站/调度中心)操作
- 监控系统后台操作
- 继保室(测控柜)操作
- 就地(配电装置)操作

(2) 电动隔离开关控制分成以下三种情况：

- 远方(集控站/调度中心)操作
- 监控系统后台操作
- 就地(配电装置)操作

3.2.4.3 操作

(1) 设置操作权限：依据操作员权限的大小，规定操作员对系统及各种业务活动的使用范围；

(2) 操作的唯一性：在多种操作方式下，如确定一种操作方式，就必须闭锁其它操作方式；

(3) 对运行人员的任何操作，计算机都将做命令合法性检查和闭锁条件检查；

(4) 操作应按选点、校验、执行的步骤进行。

各级控制均实现五防操作，全站配置微机五防装置，并配置现场布线式电气闭锁。各级控制操作遵守唯一性原则，一级操作闭锁其它级操作，各级操作切换通过软件和转换开关实现。

3.2.4.4 同期

同期功能与前期工程一致，由监控系统各间隔的测控单元完成，站控层能对同期操作过程进行监测和控制。本期工程的同期点为扩建的 500kV 断路器。

不同断路器的同期指令间应相互闭锁，以满足一次只允许一个断路器同期合闸，同期功能应能进行状态自检和设定，同期成功与失败均应有信息输出，同期操作过程应有发令、参数计算、显示及确认等交互形式。操作过程及结果应予以记录。

同期还具有远方控制检无压/同期功能。

3.2.4.5 信号系统

信号系统与前期工程一致，采用综合自动化系统，事故及异常时发出音响报警，同时画面闪烁，并打印存盘。

3.2.5 同步相量测量系统

500kV 征程站前期已配置一套同步相量测量系统（含 1 面同步相量测量主机柜和 2 面采集柜），厂家为南京南瑞继保工程技术有限公司，设备投运日期为 2023 年 9 月。

其中 1 面同步相量测量采集柜（内含 3 台 PCS-996A-CG 同步相量测量采集装置）负责采集 500kV 线路电流、电压。可接入 24 回线路，前期已接入 500kV 崇文甲线、500kV 崇文乙线、500kV 陆丰甲线、500kV 陆丰乙线 4 回线路。仍有 20 回备用回路。

前期同步相量测量系统配置满足本期接入要求，本期接入新增间隔。

3.2.6 直流电源系统

站内已设一套直流系统，用于继电保护、监控系统、事故照明等的供电。采用珠海瓦特电气股份有限公司的直流系统，直流电压 110V，蓄电池容量为 1200Ah。本期新增二次设备直流电源接入前期直流分馈电屏备用开关。

直流系统采用混合型供电方式：变电站计算机监控系统站控层、网络设备及间隔层测控装置采用辐射型供电方式；500kV 部分保护所需直流电源采用辐射型供电，每一安装单位均直接从直流馈电屏获取电源。

由于 500kV 断路器有两组跳闸线圈，而且保护配置也是双重化，为了保证两套保护的独立性，每套保护的直流回路必须有独立的供电系统。每台断路器、每套保护应能单独检修、调试断路器的两组跳闸回路，线路及元件的每套保护必须分别设置独立的小型空气开关。为了防止迂回回路和停电操作方便，断路器的跳、合闸回路，使用各断路器操作箱的直流控制电源。

3.2.7 交流电源供电分配方式

断路器的储能电机、隔离开关、接地刀闸的操作电源：考虑到交流站用电系统非常可靠，为提高直流系统的可靠性，缩小直流系统的故障机率，减少蓄电池容量，所有断路器、隔离开关的储能电机以及隔离开关、接地开关的操作电源采用交流电源。本期扩建 500kV 设备采用动力箱供电方式。

3.2.8 时间同步系统

500kV 征程站前期已配置 1 套可接收 GPS/北斗双卫星的高精度双授时时间同步系统。时钟本体与时间同步信号扩展装置组屏 4 面，其中 2 面布置在主控通信楼继电器及通信室，另 2 面分别下放于 500kV 和 220kV 配电装置室。采用南京南瑞继保工程技术有限公司的 PPCK97-85 系列产品，投运日期为 2023 年 9 月。

本期室内各保护、测控等设备均采用电口 IRIG-B 对时方式，对时信号引接自现有主控通信楼继电器及通信室 GPS 对时屏备用回路。

前期时间同步系统配置满足本期接入要求，本期接入新增间隔。

3.2.9 视频及环境监测系统

500kV 征程站前期已配置一套图像监视及安全警卫系统。其中 500kV GIS 室已按终期规模配置摄像头，本期无新增内容。

3.2.10 分布式光纤感温和定位系统

500kV 征程站前期已配置一套火灾报警系统，由于本期无新增建筑物以及充油设备，因此无新增相关内容。

3.2.11 二次设备的布置

本站二次设备采用集中布置方式，本期扩建新增的屏柜放置于继电器及通信室备用屏位。本期设备屏柜尺寸与前期保持一致，尺寸为 2260mm（高）×800mm（宽）×600mm（深）的前后开门形式柜体，颜色为计算机灰（RAL7035），单列布置。

3.2.12 抗干扰措施及二次电缆选择

本站所有保护均为微机保护，监控系统亦是由计算机和微机型测控装置组成。这些设备的工作电压很低，一次系统的操作、短路、雷电侵袭所产生瞬变电磁场通过静电耦合、电磁耦合、导电耦合等形式，极易对二次回路形成干扰，造成设备误动作或损坏。另外二次回路本身如直流回路中电感线圈的开断所产生高电压，也会对电子设备产生干扰。因此，除要求这些设备本身具有一定的抗干扰能力外，还采取下列抗干扰措施：

1、网络介质可采用超五类以上屏蔽双绞线、光纤。通往户外的通信介质采用铠装光缆。

2、不同电平的回路，不合用同一根电缆。

3、CT 的二次回路接地：由几组 CT 二次组合的电流回路，例如 3/2 断路器接线的保护/测量电流回路，应在第一级合电流保护/测量装置处一点接地；其余独立的、与其它 CT 二次回路没有电的联系的 CT 二次回路，在就地端子箱(汇控柜)处一点接地。

4、经继电器室零相小母线(N600)连通的几组电压互感器二次回路，只应在继电器室将 N600 一点接地，各电压互感器二次中性点在开关场地接地点应断开；为保证接地可靠，各电压互感器地中性线不得接有可能断开的断路器或接触器等。

5、站内敷设独立的二次接地网，该接地网全网由截面 120mm² 的铜排构成，由室内和室外二次接地网组成。

在继电器及通信室活动地板下的电缆层中，已敷设专用接地铜排网，形成户内二次接地网。本期新上的屏柜用截面 50mm² 的阻燃绝缘软铜导线将二次屏内底部的铜排与户内二次接地网可靠连接。

本期新增的户外断路器智能控制柜智能内接地铜排用截面 120mm² 的铜导线与户外二次接地网可靠连接。

6、继电器及通信室内的屏外壳与主接地网可靠连接。

7、根据电力系统反措要点，本工程选用阻燃 A 类铜芯双屏蔽铠装控制电缆，外屏蔽层两端接地，内屏蔽层在户内端一点接地。

3.2.13 二次系统防雷

3.2.13.1 总体要求

变电站二次系统的雷电电磁脉冲防护（以下简称为防雷）应做到统筹规划、整体设计，从接地、屏蔽、均压、限幅及隔离五个方面来采取综合防护措施。

变电站二次系统雷电防护区的划分应符合 GB 50343-2004 建筑物电子信息系统防雷技术规范的要求，根据雷电防护区的划分原则，变电站二次系统的防雷工作应减少直击雷（试验波形 10/350 μ s）和雷电电磁脉冲（试验波形 8/20 μ s）对二次系统造成的危害。

变电站内信号系统的 SPD 应选用限压型和具有限压特性的组合型 SPD。

变电站二次系统的雷电防护应遵循从加强设备自身抗雷电电磁干扰能力入手，以加装 SPD 防雷器件为补充的原则。

3.2.13.2 信号系统防雷

时间同步系统天线、继电器及通信室信号线等均本期无新增相关二次防雷。

3.2.13.3 电源系统防雷

直流系统、交流不间断系统均为前期设备，本期无新增相关二次防雷。

新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～川平站、惠州中洞抽水蓄能电站～陆丰站 SDH 10Gb/s 广东省传输 ASON 网光纤通信电路。

新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～桢州站、惠州中洞抽水蓄能电站～陆丰站 SDH 10Gb/s 南网保底通信网省公共域光纤通信电路。

新建惠州中洞抽水蓄能电站～征程站、惠州中洞抽水蓄能电站～桢州站 4*100G 波道的广东电网省 OTN 网络的 OTN 链路。

在征程站、陆丰站均配置 1 块广东电网传输 ASON 网设备 10G 光接口板，在川平站配置 1 套广东电网传输 ASON 网设备扩展子框，同时在陆丰站配置 1 套光放子系统。

在征程站、桢州站、陆丰站均配置 1 块南网保底通信网广东省公共域设备 10G 光接口板，同时在陆丰站、桢州站、征程站各配置 1 套光放子系统。

在征程站、桢州站已有广东电网省 OTN 网络设备上新增一个至中洞蓄能电站方向的光子框，在光子框配置相应线路板。

在惠州局的程控交换机上新增 1 块 2M 中继板，用于惠州中洞抽水蓄能电站接入调度交换网。

4 变电土建

4.1 站址自然条件及设计主要技术数据

500kV 征程变电站站址位于海丰县赤石镇大坑自然村东北侧，西侧距规划望鹏大道约 70~85m、距离现状 211 乡道约 500m。该站已于 2023 年 9 月建成投产运行。

土建总平面布置以工艺布置合理为原则，总平面布置尽量紧凑适用，节约土地面积；利用现场地形及周边环境使得站内构筑物布置整齐、美观；优化合理布置站前区。

该变电站已按最终规模征地面积 9.72 公顷，其中围墙内占地面积 4.21 公顷。

500kV 配电装置场地布置于站区北部，500kV 向北架空出线 8 回，采用户内 GIS 设备，为节约投资，不设置中间构架，挂线点布置在 GIS 室外墙上。220kV 配电装置场地布置于站区的南侧，220kV 向南电缆出线 10 回，向东架空出线 6 回，采用户内 GIS 设备，不设中间构架，220kV 构架呈一字型布置在 220kV GIS 室东侧。站区中部即 220kV 与 500kV 场地之间，主干道以北布置了主控通信楼、主变场地及 35kV 配电装置场地。水泵房、消防水池布置在 500kV GIS 室东侧。

站址西南侧为站前区，布置有警传室，西南角布置巡检中心、广场及停车场等，主控楼布置于西侧中部。围绕主控通信楼和各场地布置了环向的站内道路。

进站大门布置于站前区西南侧，与站内主干道连接，便于主变运输，大门向南与进站道路相连。进站道路长度约 577m，路面宽 6.0m。站内道路设五个环形通道，分别环 500kV 配电装置场地、220kV 配电装置场地、主控楼、主变及 35kV 场地、巡检中心及广场，其中环主变及 35kV 场地的通道为消防道路，宽 5.5m，转弯半径 12.0m，其它环道为设备运输检修通道，宽 4.0m，转弯半径 9.0m，主变前设置运输主干道，宽 5.5m，转弯半径 12.0m，与进站道路连通。

本期工程场地设计标高、各种设计外部条件、地质、水文、气象、交通运输、生活、环境影响、环保卫生等利用前期的资料。

4.2 扩建总平面布置设计

500kV 征程变电站本期工程扩建 1 个 500kV 中洞抽水蓄能电站间隔。本次扩建在变电站围墙内预留场地进行，不需新征地。500kV GIS 基础前期已经建好，本期增加的设备可直接用膨胀螺栓与基础固定。本期土建只需要建设线路侧设备支架及基础。

坐标系统、高程系统、与前期工程保持一致，即采用大地 2000 坐标系，1985 年国家高程基准，场地设计高程±0.00m 相当于 50.40m。

4.3 本期土建工程详细项目

表 4.3-1 本期扩建土建工程项目一览表

编号	基础及设备支架名称	数量	备注
1	500kV 电压互感器支架及基础	1 组×3 个=3	天然基础
2	500kV 避雷器支架及基础	1 组×3 个=3	天然基础
3	植草绿化	50m ²	
4	操作小道	60m ²	
5	基槽余土外运	30m ³	运距 5km

4.4 结构形式

(1) 主要技术数据

基本风压：距地面 10 米高 50 年一遇的基本风压标准值为 0.95kN/m²。地面粗糙度类别为 A 类。

抗震设防烈度：根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)，站址所处区域 II 类场地基本地震动峰值加速度值为 0.10g，对应的地震基本烈度为 VII 度，地震动加速度反应谱特征为 0.35s。

(2) 主要建筑材料

主要建筑材料为：基础采用 C25~C30 砼，垫采用 C20 砼，二次灌浆用 C30 细石砼；钢筋采用 HRB400 和 HPB300；支架采用多边形钢管(单条直焊缝)，钢材 Q235B，焊条 E43xx。

(3) 设备支架选型

本期工程设备支架形式同前期，均采用热浸镀锌多边形钢管结构。

(4) 钢结构防腐

本期工程钢结构全部采用热镀锌防腐。

(5) 站区道路及操作小道

站内巡视操作小道为宽 1m 的砖铺路面，并与站内道路或电缆沟接通。

4.5 地基基础方案

本期工程基础落在变电站场地挖方区，基础采用强风化粉砂岩④₁做持力层，不需要对基础进行换填处理；原状土地基承载力特征值为 180kPa，采用天然地基基础。

设备支架采用焊接多边形钢管单杆独立柱，钢管柱与混凝土基础连接方式采用杯口插入式。

5 环境保护及水土保持

5.1 本工程对环境可能造成的影响

1) 施工期间的环境影响

- (1) 施工活动中产生的扬尘对周围环境的影响。
- (2) 施工前期土石方开挖爆破作业、施工期间各种机械产生的噪声对环境的影响。
- (3) 施工人员的生活污水以及施工过程中的排水对地表水的影响。

2) 运行期间的环境影响

(1) 废水

变电站的废水量不大，主要是运行人员的生活污水，以及地面雨水径流。

(2) 噪声

运行时，部分设备会产生连续的电磁性和机械性噪声，噪声等级约 60~110dB(A)。

(3) 无线电干扰

部分设备可能产生的局部电晕放电，在一定范围内会成为无线电干扰源。

5.2 防治措施

1) 防无线电干扰措施

本工程选站址时已考虑避开无线电、电磁辐射干扰敏感点。因此本次扩间隔工程所产生的无线电干扰不会对其产生影响。

2) 防电磁感应措施

对产生大功率的电磁振荡设备采取必要的屏蔽，可使变电站电磁场影响忽略不计，对人体不构成危害。

3) 防噪声措施

变电站内对电气设备、导线和金具的选型已考虑防电晕和减轻噪声的措施。另外，在站内加强植树绿化，以降低噪声。

对变电站产生的噪声防治，在设计中可采取以下主要的预防和治理措施。

声源控制，对站内主要噪声源提出噪声水平限值，使其符合国家规定的噪声标准。控制变电站声源的噪声水平，对产生噪声的电气设备在设备招标时按国际标准、国家标准从

严加以控制。

另外，对变电站进行适当的绿化，在变电站围墙外布置绿化隔离带，也能起到降低变电站一部分噪声影响的作用。

4) 污水防治措施

站内无工业废水产生，废水主要来自值班人员的生活污水及雨水，值班人员的生活污水排水量约 1t/h，废水经生化处理系统处理后排入附近水沟可用于农田灌溉。

5) 施工期间污染防治

变电站占地面积小，施工周期短，但施工期间仍会对当地环境带来一定的影响，施工期间采用的措施有：

- (1) 设备堆场、沙石清洗等建筑工地排水，应进行沉淀后排放；
- (2) 生活污水设化粪池进行处理后排放。

施工时主要机械有，推土机、打桩机、搅拌机等，产生噪音较大，施工单位应按照《中华人民共和国环境噪声污染防治法》接受当地环保部门的监督检查。

6) 水土流失防治措施

施工期间场地处理、基础开挖等作业产生的土方应定点堆放，并设置相应的拦挡措施，防止水土流失，并根据施工进度及时回填。施工完毕后应将临时占用的施工场地恢复原来状态，还原水土原有功能。

为防止水土流失主要采取的防治措施：

- (1) 对暂时无法回填的土方在建设场地中设置临时专用堆场，按工程进度逐渐回填；
- (2) 临时专用堆场周围设置围栏，避免临时堆场中暂时堆放的土方向外流失；
- (3) 挖运土方的车辆用篷布严密遮盖，严禁拉运过程中的土方流失；
- (4) 遇到干燥或炎热的天气时，对作业区及时喷水以防止“二次扬尘”的产生；
- (5) 施工场地在站内，不另行租地。
- (6) 在施工结束时，按规划设计要求在站区的绿化区及时培植乔木，灌木及草坪，完成绿化目标。

通过采取以上水土保持措施，使原有的水土流失状况得到基本治理，新增水土流失得到有效控制，在充分保障变电站安全运行的前提下，保护和合理利用了当地的水土资源，减轻了工程建设过程中造成的水土流失对变电站周边的生态环境可能带来的影响。

5.3 变电站节能设计

本项目不涉及电气节能措施。

6 施工组织设计大纲

施工组织大纲根据本工程的相关文件、工程特征、主要土建及安装工程量、设备型号及重量等进行编制。

6.1 主要工程量

本期扩建土建工程量详见第 4 章节。

6.2 施工总平面布置

6.2.1 施工场地

站内用地一般，在征得建设和运行单位同意，确保运行安全和做好一切安全防护措施的前提下，可利用站区内预留的场地供施工机具及建材临时堆放，施工期间要做好水土保持措施，以防水土流失，施工完后要做好善后工作，恢复绿化。施工及临时生活用地可临时租用附近场地或者民房解决。

6.2.2 施工道路

站外施工道路利用前期原进站道路，场地内施工道路利用前期原站内道路。

6.3 施工水电供应

6.3.1 施工用电

站用电系统在前期工程均已完成，本期工程均可利用现有设施。

6.3.2 施工用水

施工用水量：这部分用水量较小，可从变电站引水以满足施工用水要求，由于这部分用水仅临时发生于扩建施工时期，所以不列入长期供水范围。

6.4 施工消防设计

6.4.1 工程施工场地规划

工程施工时，围绕变电站扩建场地区域布置临时建筑和施工工作区。

6.4.2 施工消防规划

(1) 工程施工道路对外有公路相连通，道路宽度大于 3.5m，并有充足的回转场地，场内通道不堆放材料等杂物，可作消防车道及紧急疏散通道。

(2) 材料加工厂、设备及材料仓库和辅助加工厂等施工现场室外消火栓按每个消火栓保护半径不超过 150m 的要求配置，并配备有足够的水龙带，其周围 3m 内，没有其他杂物堆放。消防供水管路，进水干管直径不小于 100mm。消防用水量不小于 15L/s。

(3) 临建区域内，每 100m² 配备 2 只 10L 灭火器。临时木工房、油漆房和木、机具间等每 25m² 配置一只类型合适的灭火器，油库、危险品仓库应配备足够数量、种类合适的灭火器。消防设施周围不堆放物品，阻塞通道。

(4) 施工现场设置的办公室、宿舍、厨房、厕所、浴室等临时设施采用混凝土硬底、砖砌墙体、轻钢屋架、压型钢板盖顶的临时房屋或活动板房、集装箱等型式的活动房屋。

6.5 主要施工方案及主要机具配备

(1) 基础工程

本工程新建建构筑物基础型式为柱下钢筋混凝土独立基础，基坑开挖量一般。在雨季施工须做好基坑排水工作；同时应避免基坑开挖超深，采用机械挖土时，应预留 30cm 厚由人工开挖，减少对地基土层的扰动。

基础模板、钢筋、砼工程施工时须注意后面的分项工程。特别注意基础的柱插筋要与柱筋相一致，且插筋位置要准确，固定牢固，避免柱筋偏移。此外砼养护时避免积水浸泡，防止影响地基承载力。

(2) 模板工程

a) 模板支撑体系必须有足够的强度、刚度和稳定性。结构模板拟采用钢模板和胶合板，用 $\Phi 48 \times 3.5$ 扣件式钢管脚手架作模板的加固和支撑体系。

b) 梁、板模板的支承体系要确保稳定，要设置足够的水平撑以防失稳。

c) 拆除侧模应保证砼表面及棱角不受损坏时进行，底模应在砼强度达到规范要求时拆除。

(3) 钢筋工程

钢筋工程施工要点如下：

a) 钢筋加工、接头、安装的方式，均应遵照设计或规范要求。钢筋焊接必须由合格的焊工施焊，确保焊接质量。

b) 预埋件应严格按设计进行制作，预埋件宜与钢筋焊接固定，避免在浇砼时发生位移。

(4) 混凝土工程

本工程砼优先采用商品砼，要按照 ISO9002 程序进行分承包方的评定，选择产品质量和信誉良好的厂家作为商品砼分承包方。砼工程施工要点：

商品砼到达现场应进行验收检查，确保砼的强度等级、坍落度等指标符合设计要求。

砼由集中搅拌站供应，砼罐车运输，泵车泵送浇筑，插入式振捣器分层振捣，保证砼密实性。

覆盖浇水养护应在砼浇筑完毕后的 12 小时以内进行，养护时间不得少于 7 天，若砼掺用缓凝剂养护时间不得少于 14 天。

6.6 施工进度控制

6.6.1 实现进度计划所采取的措施

为了使本工程施工高质量、高标准，如期完成。在计划上推行计算机管理信息系统；在施工的过程中有条不紊的进行，避免出现错、漏施、重复施工现象。在施工中应遵循顺序施工原则和次序交叉施工原则，并保证施工各阶段应满足的具体条件。

6.6.2 顺序施工原则和次序交叉施工原则

顺序施工原则上除预埋部分外，土建地下工程要求一次施工完成，在安装地下管道、电缆埋管、接地网施工完成后，零米地坪完成毛地面包括零米管沟，然后交安装施工；建筑物施工应与安装配合，协调好其接口部分。交叉施工原则土建与安装的交叉施工原则是以平面交叉为原则。站内地下埋管和电缆埋管应在零米地坪混凝土浇灌阶段由工艺专业人员配合进行。

6.6.3 施工各阶段配合措施

为了使工期更趋有序性、合理性、可靠性，在施工的各个阶段应具备以下条件：

(1) 施工准备阶段按合同要求在规定的日期内提供全部图纸、说明书等资料，以确保工程顺利展开。

(2) 所有设备及附件应按施工进度要求到达现场。

(3) 供货方应在成套设备发货前 3 个月提供全套设备、材料清册，内容包括名称、型号、规格、数量、分项工程名称等。

(4) 安装阶段制造厂应派驻现场代表，以及时解决施工中与设备有关的质量、技术、合同履行等方面的问题。

附表 1

设备选型专题说明

项 目 名 称			500 千伏惠州中洞抽水蓄能电站接入系统工程					
项 目 电 压 等 级			500kV		业 主 单 位		广东电网有限责任公 司惠州供电局	
编 制 单 位			中国电力工程顾 问集团中南电力 设计院有限公司		编 制 时 间		2025	
南方电网公司技术标准体系表中相关标准和最新反措列为设计依据（应对本工程涉及的相关标准和最新反措进行描述）。 南方电网 35kV～500kV 变电站装备技术导则（变电一次分册） （2024）2042 号 附件 1：生产设备品类清单（2024 版） 南方电网公司 35kV～500kV 变电站标准设计 V3.0 南方电网公司反事故措施（2025 版）								
项目涉及主要设备选型情况								
设备名称	规格型号	是否符合 装备技术 导则	是否符合 品类优化 成果	是否符合标 准设计	是否符 合技术 标准	是否符合反 措要求	是否采用公 司统一技术 规范书*	选型不符要求原 因说明
500kV 全封闭组合开关电 器（GIS）	□－550/5000-63, GIS-断路器间隔, 550kV, 5000A, 63kA, 63（kA）/2s	符合	符合	符合	符合	符合	/	
500kV 油浸电容式电压互 感器	额定电压 500kV，额定电容值 0.005 F 500/√3: 0.1/√3: 0.1/√3: 0.1/√3: 0.1kV	符合	符合	符合	符合	符合	/	
500kV 电站型氧化锌避 雷器	Y20W-444/1106W, 额定电压 444kV, 8/20μS 雷电冲击残压(20kA)不大于 1106kV	符合	符合	符合	符合	符合	/	

注：

1、本表适用于可行性研究、初步设计、施工图阶段主要生产设备选型说明，作为设计报告一个附表；

2、本表应对项目涉及的变压器、开关、组合电器、电压互感器、电流互感器、避雷器、电容器、导线、电缆等主要生产设备（材料）以及其他设备（如有必要）的选型进行说明；

3、“是否采用统一的技术规范书”仅适用于施工图阶段的设备选型专题说明；

4、如召开了设备选型专项审查会，生产技术部门应将相应会议审查意见提交计划/基建部门。