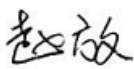
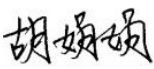
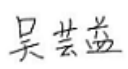


 中国昆仑工程有限公司 CHINA KUNLUN CONTRACTING & ENGINEERING CORP		项目名称 Project	福建福海创石油化工有限公司 芳烃装置优化节能改造项目			
		装置名称 Unit Name	芳烃装置优化节能改造			
文件号 Doc. No.	FAP302-00-EE-SP-0001	设计阶段 Design Phase	基础设计	页数 Pages	77	
	01EN25001B-0000-EE-02-0001					

电气专业设计统一规定

P1						2025.03
版次 REV.	说明 DESCRIPTION	编制 PRE'D	校核 CKD	审核 DISC APP.	审定 APPR.	日期 DATE

目 录

1 总则	3
2 项目概况	3
3 设计基础数据	4
4 设计依据和设计原则	5
5 设计文件要求	6
6 采用的标准规范	6
7 设计规定	10
8 文件交付	73
9 电气设备编号规则	74

1 总则

1.1 目的

在本基础设计中，为统一电气专业在福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目设计工作中的设计原则、设计标准，统一设计文件的内容深度，特制定本规定。

在详细设计阶段，承担某工艺装置或公用工程和辅助设施的设计承包商（以下简称装置院）应在符合本规定的基础上，编写各装置详细设计阶段的更详细的统一规定。

1.2 适用范围

本规定适用于福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目内各工艺装置、公用工程和辅助设施的电气设计文件的编制。

本项目的各装置院均应执行本规定。

1.3 修订

本规定若有不完善之处，可参照执行相关的国家、行业标准、规范和规定，同时本规定将不断加以补充、完善和修订。

本规定执行过程中，若出现下列情况，各设计承包商（装置院）有义务提出修订或补充的建议，经业主确认后生效：

- 1 完善或修订某些条款时；
- 2 执行指定规范产生矛盾时；
- 3 遇特殊情况不能执行某些条款时。

当设计承包商（装置院）必须采用行业标准、规范或习惯做法时，经业主确认，不与本规定产生矛盾时，方可使用。

2 项目概况

项目名称：福建福海创石油化工有限公司芳烃装置优化节能改造项目

项目简称：福海创芳烃装置优化节能改造

建设单位：福建福海创石油化工有限公司（简称福海创）

建设地点：福建省漳州古雷港经济开发区

建设性质：改造

3 设计基础数据

名 称	数 据		用 途
最热月平均最高温度（7 月）	27.7	°C	选室外裸导线、裸母线, 室内见注 1, 户外空气中、 桥架中、电缆沟中电缆
最热月平均温度		°C	选室内导线及母线
夏季通风室外计算温度		°C	选择室内电器（注 2）
年平均雷电日数	34	日/年	防雷装置
多年最大冻结深度		cm	地下装置
最大风速	48	m/s	选择室外高压电器
年平均相对湿度	80	%	电器选择
地震设防烈度	7	度	电气设备抗震措施及有关设备选型
基本地震加速度值	0.15	g	电气设备抗震措施及有关设备选型
月平均最大绝对湿度	87	%	电器选择（考虑可靠性和发热影响时选用）
年平均最高温度		°C	电器选择（考虑可靠性和发热影响时选用）
年平均最低温度		°C	电器选择（考虑可靠性和发热影响时选用）
主厂区海拔高度		m	电器选择
年平均日照时数	2174.6	h	室外高压电器选择
土壤电阻率		$\Omega \cdot m$	接地装置
土壤热阻系数		$K \cdot m/W$	地下电缆
地下水位深度		m	变电所及电缆沟
地下水位酸碱度		PH	接地装置
土壤下 0.8~1.0 m 处 连续5-10 年最热月平均温度		°C	选地下电缆（直埋）
基本雪压		kN/m ²	室外电缆桥架

注 1：室内裸导线及母线在通风不良的场所，其温度条件为最热月平均最高温度加 5°C。

注 2: 当无法取得该处通风设计温度资料时, 可取最热月平均最高温度加 5℃。

4 设计依据和设计原则

4.1 设计依据

- 1 项目开工报告;
- 2 项目程序文件;
- 3 可行性研究报告。

4.2 设计原则

- 1 电气设计应符合有关标准规范的规定。
- 2 电气设计中应优先执行相应的国家标准规范, 并以行业标准、企业标准及本设计规定作为补充。
- 3 电气设计应满足工艺设计及安全、环保设计的要求, 确保经济合理性。
- 4 任何对本规定的偏离都必须得到业主的书面认可。

4.3 设计范围

1 装置院应负责其设计范围内的变电所(含 35kV 变配电所、10kV 变配电所、10kV/0.4kV 变电所、配电间)、动力、照明(不包括厂区主干道的道路照明)、防雷、接地、界区内高低压供电线路和阴极保护系统的设计。

2 除非另有规定, 装置或单元(以下统称装置)变电所的进线电源电缆和用于保护、控制的电缆(光缆)的路由应由系统单元设计单位设计, 且至装置交接点为止; 从交接点开始进入装置内的电缆(光缆)敷设和走向应由装置院负责设计。但线路所需的电缆(光缆)设备材料由上游变电所设计单位(系统设计单位)统一开列(包括两端终端头和中间接头), 装置院应给上游变电所设计单位和总体院提供此部分电缆(光缆)规格(或用电设备参数)、在装置内的长度、敷设方式和交接点处的坐标。

3 对于装置界区内不设变电所的装置, 由变电所至本装置用电设备的电力及控制电缆等开列在本装置内, 变电所内为装置配电的开关柜(含配套综保)、变频器、电缆(含控制和联锁电缆, 下同)等原则上由装置院负责开列。此外, 对应的配电变压器、配电变压器上游的 10kV 开关柜(含配套综保), 以及完整的低压系统, 如进线柜、母分柜、母线桥、配出柜、变频器、电缆等原则上也由装置院负责开列。当两装置共用一组配电变压器时, 用电容量较小装置的装置院仅开列其所需的低压配出柜、电缆等, 其余由用电容量较

大装置的装置院负责开列。变电所的公用部分由变电所设计单位负责开列，包括 35kV 变压器、10kV 进线、母分柜、10kV 母线桥、10kV 无功补偿装置等，直流系统、综自系统、安全管控系统、UPS 系统、EPS 系统、照明母线的公用配电柜、检修母线的公用配电柜等，以及上述设备之间及上述设备与变电所内由装置院开列的设备之间的电缆。

4 对于装置界区内不设变电所的装置，装置院应将其电源变电所内由装置院负责开列的设备种类、数量按商定时间提供给变电所的设计单位，由该变电所设计单位统一考虑平面布置、土建基础等。变电所的土建、照明、防雷接地、电动配线、暖通、电信、给排水、消防等由变电所设计单位负责。

5 线路两端的光纤纵联差动保护装置及配套材料，由上、下游变电所设计单位分别负责，但上游单位提出技术要求（含对电流互感器的要求），指导下游设计单位的设备选择。

6 除非另有规定，各装置界区内道路照明均应构成独立系统，由各装置院负责设计；厂区主干道（不含在任何装置界区内的道路）的道路照明应由所在区域的总体院负责设计，各回路电源由就近变电所提供。

7 除非另有规定，原则上各装置（单元）界区内主接地网均应相对独立设置，由装置院负责设计；各装置主接地网与全厂接地网的衔接应由所在区域的总体院负责设计。

8 以上为设计分工指导原则，各设计单位应根据项目的具体情况，协商设计分工的具体内容。

5 设计文件要求

5.1 设计文件内容和深度

基础设计的内容和深度按照 SPMP-STD-EM2003-2016《石油化工装置基础工程设计内容规定》。

6 采用的标准规范

6.1 一般规定

除本规定特别说明之外，所有的工程设计、设备制造及施工安装应遵循现行的 GB 中国国家标准和相关行业标准以及符合相应的 IEC 国际电工委员会标准。

设计过程中，有关规范和标准更迭时，原则上应执行新颁布的新版标准。对成套引进部分，或配套引进设备设计，执行引进国家有关规范和标准，若与我国规范和标准有冲突时，应执行较为严格的规范和标准。

国家强制性标准规范及条文必须严格执行。

6.2 国家标准

GB/T 156-2017	标准电压
GB 311.1-2012	绝缘配合 第 1 部分:定义、原则和规则
GB 50016-2014	建筑设计防火规范(2018 年版)
GB/T 50034-2024	建筑照明设计标准
GB 50052-2009	供配电系统设计规范
GB 50053-2013	20kV 及以下变电所设计规范
GB 50054-2011	低压配电设计规范
GB 50055-2011	通用用电设备配电设计规范
GB 50056-1993	电热设备电力装置设计规范
GB 50057-2010	建筑物防雷设计规范
GB 50058-2014	爆炸危险环境电力装置设计规范
GB 50059-2011	35~110kV 变电站设计规范
GB 50060-2008	3~110kV 高压配电装置设计规范
GB/T 50062-2008	电力装置的继电保护和自动装置设计规范
GB/T 50063-2017	电力装置电测量仪表装置设计规范
GB/T 50064-2014	交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范
GB/T 50065-2011	交流电气装置的接地设计规范
GB 50074-2014	石油库设计规范
GB 50160-2008	石油化工企业设计防火标准（2018 版）
GB 50217-2018	电力工程电缆设计标准
GB 50227-2017	并联电容器装置设计规范
GB 50229-2019	火力发电厂与变电站设计防火标准
GB 50260-2013	电力设施抗震设计规范
GB 50650-2022	石油化工装置防雷设计规范
GB/T 12325-2008	电能质量 供电电压偏差

GB/T 12326-2008	电能质量 电压波动和闪变
GB 14050-2008	系统接地的型式及安全技术要求
GB/T 14285-2023	继电保护和安全自动装置技术规程
GB/T 14549-1993	电能质量 公用电网谐波
GB/T 15544.1-2023	三相交流系统短路电流计算 第 1 部分:电流计算
GB 15599-2009	石油与石油设施雷电安全规范
GB/T 21448-2017	埋地钢质管道阴极保护技术规范
GB/T 21246-2020	埋地钢质管道阴极保护参数测量方法
GB /T3836.35-2021	爆炸性环境 第 35 部分：爆炸性粉尘环境场所分类
GB /T3836.1-2021	爆炸性环境 第 1 部分：设备 通用要求
GB 3836.2-2021	爆炸性环境 第 2 部分：由隔爆外壳“d”保护的设备
GB 3836.3-2021	爆炸性环境 第 3 部分：由增安型“e”保护的设备
GB 3836.4-2021	爆炸性环境 第 4 部分：由本质安全型“i”保护的设备
GB 3836.14-2014	爆炸性环境 第 14 部分：场所分类爆炸性气体环境
GB/T 3836.15- 2017	爆炸性环境 第 15 部分：电气装置的设计、选型和安装
GB/T 4208-2017	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 4942.1-2006	旋转电机整体结构的防护等级（IP 代码）
GB 55015-2021	建筑节能与可再生能源利用通用规范
GB 55024-2022	建筑电气与智能化通用规范
GB 55036-2022	消防设施通用规范
GB 55037-2022	建筑防火通用规范

6.3 行业标准

DL/T 401-2017	高压电缆选用导则
DL 5027-2015	电力设备典型消防规程

DL/T 5044-2014	电力工程直流电源系统设计技术规程
DL/T 5056-2007	变电站总布置设计技术规程
DL/T 5103-2012	35kV~220kV 无人值班变电站设计技术规程
DL/T 5136-2012	火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程
DL/T 5153-2014	火力发电厂厂用电设计技术规程
DL/T 5222-2021	导体和电器选择设计规程
DL/T 5226-2013	发电厂电力网络计算机监控系统设计技术规程
DL/T 5352-2018	高压配电装置设计规范
DL/T 5390-2014	发电厂和变电站照明设计技术规定
DL/T 5429-2009	电力系统设计技术规程
SH/T 3192-2017	石油化工装置照明设计规范
SH/T 3038-2017	石油化工装置电力设计规范
SH/T 3060-2013	石油化工企业供电系统设计规范
SH/T 3097-2017	石油化工静电接地设计规范
SH/T 3116-2017	石油化工企业用电负荷计算方法
CECS 31-2017	钢制电缆桥架工程设计规范
SH/T 3200-2018	石油化工腐蚀环境电力设计规范
SY/T 0088-2016	钢质储罐罐底外壁阴极保护技术标准

6.4 参考标准

NFPA 499	Classification of combustible dust and of hazardous(classified) locations for electrical installations in chemical process area
NFPA 497	Classification of class 1 hazardous (classified) location for electrical installations in chemical process areas
API RP 505	Recommended practice for classification of locations for electrical installations at petroleum facilities classified as class 1

	ass I, zone 0,zone 1 ,and zone 2
IEC 标准	国际电工协会标准

7 设计规定

7.1 负荷分级及供电要求

7.1.1 负荷计算

1 各装置和系统单元的负荷原则上按《石油化工企业用电负荷计算方法》SH/T 3116-2017 确定。当轴功率在设计初期暂时无法取得时，可先按需要系数法进行计算。辅助设施的负荷计算可采用需要系数法等。

2 动力中心负荷计算采用换算系数法，满足《火力发电厂厂用电设计技术规程》DL/T 5153-2014 附录 F 要求。

7.1.2 负荷分级

本项目各装置、单元用电负荷，应根据 GB 50052 对用电负荷分级，即将用电负荷划分为一级负荷、一级负荷中特别重要的负荷、二级负荷和三级负荷。装置区域内用电负荷作为一个整体的负荷等级考虑供电。

1 一级负荷是指对负荷的供电突然中断时，将打乱关键性的连续生产工艺过程，造成重大经济损失（例如使产品及原材料大量报废跑损，催化剂结焦、中毒，物料管线或设备堵塞等），供电恢复后需长时间才能恢复生产的特大型和大、中型生产装置以及确保其正常操作的公用工程的用电负荷。

2 一级负荷中那些为确保安全停车，避免引起爆炸、火灾、中毒、人员伤亡、关键设备损坏，或事故一旦发生能及时处理，防止事故扩大，保证关键设备，抢救及撤离工作人员，而必须保证用电的负荷，应视为一级负荷中特别重要负荷。

3 一级负荷中特别重要负荷通常有下列几种类型：

- 1) 当供电中断时，为确保安全停车的自动程序控制装置及其执行机构和配套装置，如生产装置的 DCS、PLC、重要仪表、自动装置和微机自动化系统、关键物料进出及排放阀等；
- 2) 当生产装置供电中断时，为防止反应爆炸的应急措施（例如：搅拌和冷却水供应系统）；
- 3) 大型关键机组在运行或停电后的惰性过程中，保证不使设备发生损坏的应急措

施，如润滑油泵等；

- 4) 为确保安全生产，处理事故，抢救撤离人员，生产装置所必须设置的应急照明、通信、工业电视、火灾报警等系统。

3 二级负荷是指对该负荷的供电突然中断时，将造成较大经济损失(例如电源中断将出现减产或停产)，恢复供电后，能较快地恢复正常生产的生产装置及为其服务的公用工程的用电负荷。

4 三级负荷是指所有不属于一级、二级的其它用电负荷。

5 对外电网而言，本项目用电负荷作为一个整体应视为一级负荷。

7.1.3 供电要求

1 一级负荷应由双重电源供电，当一电源发生故障时，另一电源不应同时受到损坏。

2 一级负荷中特别重要的负荷，除应由双重电源供电外，尚应增设应急电源，并严禁将其他负荷接入应急供电系统。一级负荷中的特别重要负荷量应严格限制在最低限度。由各装置院在需要应急电源的生产装置或变配电所内设置应急电源系统（如柴油发电机组、交流不间断电源系统（UPS）、交流应急电源系统（EPS）等）。

3 二级负荷由两回线路供电。

4 三级负荷对供电无特殊要求。

7.2 供配电系统设计原则

7.2.1 供配电系统电气主接线

1 全厂主要电压等级为：220kV、35kV、10kV、0.66kV 及 0.38kV。

2 220kV 总变电站，采用 220kV/35kV 两个电压等级，主变压器容量 2x180MVA+2x150MVA。220kV 配电装置为双母线接线形式，35kV 配电装置采用单母线四分段环形接线方式，35kV 母线采用分列运行方式。35kV 装置变电所电源来自 220kV 总变电站，为各生产装置、联合装置或 10kV 装置变电所供电；除变压器电动机组以外，10kV 配电装置主接线均为单母线分段形式，分段断路器设自动切换装置；低压配电系统宜采用单母线分段接线，母线分段开关应设置备自投。

3 供电系统主接线应简单可靠，同一变电所供电系统的变配电级数中压不宜多于两级、低压不宜多于三级。

4 供电系统设计，除一级负荷中的特别重要负荷外，不应按一回电源系统检修或故障的同时另一电源又发生故障进行设计。

5 生产装置区域内中、低压供配电系统宜采用放射式。

6 母线的分段应考虑生产流程等具体情况，同一生产系统的用电设备宜连接在同一段母线上。中压用电设备的低压辅机应与中压电源为同一系统。

7 三级负荷为单回路供电，单台降压变压器，变压器负荷率通常可按 75~80%左右选择。

8 一级负荷中特别重要的负荷应设专用的供电母线段；正常电源与应急电源的接线方式符合国标《供配电系统设计规范》GB50052-2009 中的有关要求；应急电源与工作电源之间必须采取可靠的防止并联运行的措施。

9 一级负荷中特别重要的负荷供电原则：

- 1) 仪表 DCS、SIS 等的供电采用交流不间断电源系统（UPS），且为两套独立 UPS。
- 2) 电气微机综合自动化系统、火灾报警系统、电信系统的供电采用交流不间断电源系统（UPS），且不接入仪表系统用 UPS。
- 3) UPS、直流电源装置的两路进线电源应分别引自正常电源母线的不同母线段，如有应急母线则其中一路应引自应急段母线。
- 4) 转动类设备可根据负荷的大小、重要性设置相应的快速启动的柴油发电机。负荷容量较小时，且供电时间较短时可以采用 EPS 电源供电。
- 5) 应急照明采用 EPS 供电。

10 配电变压器一次侧满足下列要求之一时，可不装设负荷开关、隔离开关或隔离触头：

- 1) 变压器在本变电所内时；
- 2) 系统采用微机五防配置时；
- 3) 与上级变电站在运行上联系紧密且能防止误操作时。

7.2.2 用电设备配电电压选择

1 电机：

- 1) $P > 6000\text{kW}$ ，10kV 3 相 3 线 50Hz（由变压器-电动机组供电）
- 2) $6000\text{kW} \geq P \geq 200\text{kW}$ ，10kV 3 相 3 线，50Hz
- 3) $P \leq 160\text{kW}$ ，380V 3 相 3 线，50Hz
- 4) $75\text{kW} \leq P \leq 1000\text{kW}$ 变频，0.69kV，3 相 3 线，50Hz
- 5) 电动阀（MOV），380V 3 相 4 线，50Hz
- 6) 低于 0.5kW 非工艺电机，220V 1 相 2 线，50Hz

注1: 对于 6000kW 以上的大电机需进行起动计算后确定是否采用变压器-电动机组方式或变频软启方式供电。

注2: 对于容量在 160kW 至 200kW 之间的电机, 可考虑装置供电距离、设备数量、装置内设计统一、经济等因素比较后, 采用 380V、690V 或 10kV 供电, 需经业主同意。

注3: 当同一低压母线段75kW~500kW 的变频器超过5 台或总容量超过630kW时, 宜采用690V供电; 对于容量在75kW至1000kW之间的变频电机, 可采用690V供电, 并选择采用IGBT整流有源前端变频, 进线侧 THDi 应 $\leq 5\%$ 。

2 电加热器:

1) $P \geq 1\text{kW}$, 380V 3 相 3 线/220V 1 相 2 线, 50Hz

2) $P < 1\text{kW}$, 220V 1 相 2 线, 50Hz

注 1: 对于空间加热器优先采用 220V 供电。

注 2: 对于容量较大的电加热器, 可采用690V电压, 具体视制造厂要求、供电距离及回路数而定。

3 控制电压:

1) 高、中压开关柜, DC 220V

2) 低压开关柜及电机控制中心, AC 220V 或 DC 220V (低压进线、母联柜)

4 照明:

1) 照明, AC 220V

2) 安全照明灯具, 便携式手提灯为 AC 24V; 塔内为 AC 12V

3) 消防应急照明集中电源 AC 220V, 50Hz/DC48V

5 检修电源:

1) 焊接插座, AC 380V, 3 相 4 线, 50Hz

2) 检修电源箱, AC 380V, 3 相 5 线, 50Hz

3) 方便插座, AC 220V/12V, 1 相 3 线, 50Hz

6 DCS/仪表控制电源: , AC 220V, 50Hz, UPS 供电

7.2.3 电能质量

1 正常运行情况下, 电源电压偏差允许值 (额定电压的百分数):

1) 35kV 及以上电压正负偏差绝对值之和不超过标称电压的 10%

2) 10kV 供电电压偏差允许范围为 $\pm 7\%$

3) 0.69kV 供电电压偏差允许范围为 $\pm 7\%$

4) 0.38kV 供电电压偏差允许范围为 $\pm 7\%$

5) 220V 单相电压偏差允许范围为 $-10\% \sim +7\%$

2 电动机起动时母线电压降。在电气系统处于最小运行方式时，各装置变电所 10kV 母线及 380V 母线上的电压降不大于（母线空载电压降按额定电压的 105%计）：

1) 配电母线上接有照明或其他对电压波动较敏感的负荷，电机频繁起动时，其配电母线电压不宜低于额定电压的 90%

2) 配电母线上接有照明或其他对电压波动较敏感的负荷，电机不频繁起动时，其配电母线电压不宜低于额定电压的 85%

3) 配电母线上未接照明或其他对电压波动较敏感的负荷，电机起动时，不应低于额定电压的 80%

4) 对于变压器-电动机组，应保证电机起动转矩，且上级 35kV 配电母线电压不应低于额定电压的 90%

3 电动机的端电压偏差允许值：

1) 正常运行时： $\pm 5\%$

4 照明灯具的端电压偏差允许值：

1) 一般工作场所： $\pm 5\%$

2) 在视觉要求较高的室内场所： $+5\%$ 、 -2.5%

3) 远离变电所的小面积一般工作场所： $+5\%$ 、 -10%

4) 应急照明、道路照明和警卫照明等： $+5\%$ 、 -10%

5 检修电源箱端电压偏差允许值：

1) 正常情况下： $\pm 10\%$

6 变频器端电压偏差允许值：

1) 正常情况下： $+10\%$ 、 -15%

7 电伴热系统电压偏差允许值：

1) 配电箱： -3%

2) 伴热回路： -5%

8 其他用电设备电压偏差允许值：

1) 无特殊要求时： $\pm 5\%$

2) 特殊设备和灯具按产品要求确定

9 动力站电动机正常启动时母线电压水平按《火力发电厂厂用电设计技术规程》DL/T 5153-2014 的 4.5、4.6 条规定执行。

10 供电系统与企业电气系统公共连接点的谐波电压限值和谐波电流允许值见标准《电能质量公用电网谐波》GB/T 14549-93，对含有谐波源较多的母线进行谐波分析，并提供计算报告，当计算结果超出限值时，应采取谐波治理措施，使谐波满足标准要求。

11 为了减小谐波影响，可采下列措施：

- 1) 增加换流装置的脉动数,改造换流装置或利用相互间有一定移相角的换流变压器；
- 2) 改变谐波源的配置或工作方式,具有谐波互补性的设备应集中布置，否则应分散或交错使用，适当限制谐波量大的工作方式；
- 3) 加装串联电抗器,在用户进线处加串联电抗器，以增大与系统的电气距离，减小谐波对地区电网的影响；
- 4) 增加系统承受谐波能力,将谐波源改成由较大容量的供电点或由高一级电压的电网供电；
- 5) 避免电力电容器组对谐波的放大,改变电容器组串联电抗器的参数，或将电容器组的某些支路改为滤波器，或限制电容器组的投入容量；
- 6) 提高设备或装置抗谐波干扰能力，改善抗谐波保护的性能,改进设备或装置性能，对谐波敏感设备或装置采用灵敏的保护装置；
- 7) 采用有源滤波器、无源滤波器等抑制谐波的措施；
- 8) 选用 Dyn11 接线组别的三相配电变压器。

12 对于中压变频器，产品必须保证向电网注入的谐波量通过治理后 THDU 应满足 GB/T14549《电能质量公共电网谐波》数据 50%要求。系统中应配备滤波设备和措施，当驱动系统不工作时，将系统关闭，以保证不向电网注入任何谐波分量。

13 频率及偏差：额定频率及波动范围：50 Hz±0.2 Hz

14 配电系统中波动负荷产生的电压变动和闪变在电网公共连接点的限值应符合《电能质量 电压波动和闪变》GB 12326—2008 的要求。

7.2.4 功率因数及改善措施

1 220kV 变电站设置 35kV 无功补偿装置，主要以补偿 220kV 主变以及线路无功损耗。补偿的容量应满足 220kV 主变压器正常运行的最大负荷时，其高压侧功率因数不低于 0.95。

2 10kV 配电母线在负荷最大时，其进线处的功率因数不低于 0.95。

对于变压器电动机组接线形式的 10kV 高压电动机采用分散补偿方式，各高压补偿电容器与高压电动机同时投切，容量按 $Q_c=0.9*(\sqrt{3})*U*I_o$ 计算，(I_o 为电动机空载电流)。

3 380V 配电母线在配电变压器最大负荷时，其母线处的功率因数不低于 0.95；对于容量较小的配电室，经业主和总体院同意后可不设电容补偿。

4 无功功率补偿装置优先采用静态并联电力电容器，在无功功率变化导致电压波动不满足《电能质量 电压波动和闪变》GB 12326—2008 的要求时，可采用动态无功功率补偿装置。

5 采用并联电力电容器作为无功补偿装置时，为了尽量减少线损和电压损失，宜就地平衡补偿，可采用集中补偿或分散补偿的方式，并应符合下列要求：

- 1) 低压部分的无功功率应采用分组自动投切和手动投切的功能。
- 2) 中压部分的无功功率应具备分组自动投切和手动投切的功能。
- 3) 对于容量较大、负荷平稳且连续运行的用电设备的无功功率，宜单独补偿，补偿容量宜按空载电流核算；单独补偿的中压电动机，不应设置快速的自动再投入起动装置；
- 4) 当无 10kV 中压电动机负荷时，不宜在 10kV 中压侧装设并联电容器装置。
- 5) 如同步电机运行状态为间断运行或和其它母线上的同步电机互为备用时，在相应的配电母线上应按照该同步电机停运状态计算无功补偿；如同步电机运行状态为持续运行且不和其它母线上的同步电机互为备用，在相应的配电母线上应按照该同步电机运行状态计算无功补偿。

6 动力站采用发电机过励磁来补偿，通常不再另设无功补偿装置。

7.2.5 供配电系统中性点接地方式

- 1 高压220kV：直接接地或经间隙接地；
- 2 中压35kV：经小电阻接地；
- 3 中压10kV：经小电阻接地；
- 4 变压器-电动机组：中性点不接地系统；
- 5 低压380 V、690V系统：中性点直接接地，接地型式采用 TN-S。
- 6 DC220V 为不接地系统。

7.3 变、配电所设计原则

7.3.1 变电所的位置

变（配）电所位置的确定应符合《工业企业平面设计规范》GB50187-2012 的有关规定，并应遵照以下原则：

- 1 在满足防爆、防火安全距离的条件下，尽可能靠近负荷中心和电源侧；
- 2 应与企业规划相协调，便于线路的引入和引出；
- 3 交通运输应方便，保证大型设备运输的通畅；
- 4 考虑风向、朝向的影响，宜避开粉尘、蒸汽、水雾、腐蚀性气体、噪声等污染源，应避开高温、剧烈震动和低洼积水场所，空气污秽时，宜设在受污染源影响最小处；
- 5 应具有适宜的地质、地形和地貌条件，应避免处于滑坡地带；标高宜在 50 年一遇高水位上，无法避免时，站区应有可靠的防洪措施或企业的防洪标准一致并应高于内涝水位；
- 6 宜预留发展、扩建的余地。

7.3.2 变电所的布置

全厂变配电所的布置风格应尽量统一。变配电所的型式和建筑布置应符合下列规定：

1 原则上，35kV 区域变电站和装置变（配）电所不超过 2 层，上层为配电室，下层为电缆室（夹层），但如果单元平面布置确实有困难时，也可以采用多层结构。此外，受地下水位影响，以及防止变电所室外进水，即使变配电所的设备较少时，也不可采用一层布置，不能通过电缆沟的方式敷设电缆，所有变配电所首层地坪应高出内涝水位，至少应高出室外 300mm。对于设在其它建筑物内部的变电所（如中央控制室变电所等），当技术和经济合理时可不设置电缆夹层。

2 220kV 总变电站为有人值班变电站，应设单独的控制室用于人员值班，配置仿真培训室、小型会议室、值班休息室、更衣室、备品备件间、工具间等；35kV 变电站按无人值守设计，不配置控制室，但应将电气监控设备安装在适当的房间内便于巡检人员巡视，首层（靠近厂区道路一侧）宜设置备品备件间、工器具间、检修间。10kV 配电装置的变电所均在一层设拖布池。

3 变电所与腐蚀环境相毗连时，不宜向 1 类或 2 类腐蚀环境开门或开窗（可开采光用的固定窗）；如果必须开门时，宜用套间或走廊隔开，并采用弹簧门。

7.3.3 变配电装置的布置

1 配电装置的布置应整齐、清晰，并应满足运行中对人身和设备的安全要求，且便

于安装、操作、巡视、检修。

2 中、低压开关柜柜顶净空宜不小于 1200mm。

3 仪表用 UPS 宜布置在仪表现场机柜间。

4 集控中心控制室宜有良好的朝向和采光，应有足够大的空间布置模拟屏（拼接屏）。

5 变压器布置应符合下列要求：

- 1) 220/35kV 级油浸变压器为户外型，户外布置，变压器间设置防火墙。
- 2) 35/10.5kV、10/0.4kV 级油浸变压器为户外型，户内半敞开高式布置，配备屋顶及 304 不锈钢栅栏门，变压器室外设置巡检平台和扶手（平台宽度不小于 2000mm）和 304 不锈钢扶手。原则上变压器低压侧朝向配电柜。两台及以上并排布置时应设置通长平台。两侧上下，超过 10 米应在中间增设上下楼梯。
- 3) 干式变压器宜布置在单独的房间内，如有困难，也可与相应的配电装置布置在一起。
- 4) 35kV 变压器室宽度不小于 10000mm，深度不小于 10000mm；变压器与后壁、侧墙和门的净距均不小于 1500 mm。
- 5) 10kV 变压器室深度、宽度不小于 5000mm；室内地坪标高不低于 650mm；变压器与后壁、侧墙和门的净距均不小于 1200 mm；变压器油量为 1000kg 及以上的变压器室，应设 100%油量的挡油坑，220kV、35kV 变压器可单独设置共用的事故储油池。
- 6) 电力变压器周围应考虑吊车起吊空间及通道，变压器室顶部预留 3~5t 的吊钩。
- 7) 变压器室应避免长时间日照，并保证通风良好。
- 8) 变压器布置优先面向有道路侧。
- 9) 油浸式变压器应布置在建筑物底层，干式变压器可与低压配电装置一并布置，外壳满足 IP2X 防护等级；当考虑散热需要时，干式变压器亦应采用独立的封闭高式变压器室布置。

6 配电装置的布置应符合下列要求：

- 1) 220kV SF6 组合电器（GIS）每段应预留至少 1 套备用间隔位置以及相应的 GIS
- 2) 母线扩建续建节。
- 3) 35kV、10kV 配电装置每段母线宜预留 2~3 台备用柜和 10~20%的备用柜

位置；

- 4) 低压配电装置每段母线宜预留 4~6 台备用柜位置和不少于 20%的备用出线回路，且不同容量备用出线回路不宜少于 1 回。
- 5) 10kV 电容器、10kV 变频器、数量较多（柜体超过 9 面）且集中设置的低压变频器宜布置在单独房间内。
- 6) 变压器低压侧中性点小电阻柜宜放在配电室或独立房间内。
- 7) 低压电容器装设在低压配电装置内。
- 8) 配电装置的布置应避免跨土建结构伸缩缝。
- 9) 中压开关柜的布置尺寸不宜小于表 7.3-1 所列数值；
- 10) 低压配电屏的布置尺寸不宜小于表 7.3-2 所列数值；
- 11) 控制室各类屏的布置尺寸不宜小于表 7.3-3 所列数值；

表 7.3-1 中压开关柜的布置尺寸（mm）

开关柜布置方式	柜后维护通道	柜前操作通道	
		固定式	手车式
单排布置	800	1500	单车长+1200
双排面对面布置	800	2000	双车长+900
双排背对背布置 (不推荐)	1000	1500	单车长+1200

注 1. 固定开关柜为靠墙布置时，柜后与墙净距离应大于 50mm，侧面与墙净距离应大于 200mm。

注 2. 通道宽度在建筑物的墙面遇有柱类突出时，突出部位的通道宽度可减少 200mm。

表 7.3-2 低压开关柜的布置尺寸（mm）

形式	开关柜布置方式	柜前通道	柜后通道
	单排布置	160	100

固定式（不推荐）		0	0
	双排面对面布置	200	100
		0	0
	双排背对背布置（不推荐）	150	150
抽屉式（推荐）		0	0
	单排布置	180	100
		0	0
	双排面对面布置	230	100
		0	0
	双排背对背布置（不推荐）	180	100
		0	0

注 1. 当建筑物的墙面遇有突出时，突出部位的通道宽度可减少 200mm。

注 2. 原则上不推荐使用柜后免维护的抽屉柜，确需采用，靠墙布置时柜后与墙净距离应大于 50mm，侧面与墙净距离应大于 200mm。

表 7.3-3 控制室各类屏的布置尺寸（mm）

相对面	屏正面	屏背面	墙
屏正面	1600	1200	1200
屏背面		800	800
屏边			800

注 1. 控制屏靠墙布置时，屏后与墙净距离应大于 50 mm，侧面与墙净距离应大于 200mm。

注 2. 通道宽度在建筑物的墙面遇有柱类突出时，突出部位的通道宽度可减少 200mm。

12) 空间允许的情况下，宜设置中压配电室，中低压设备分开布置。

13) 配电装置室和控制室宜设两个出口，并布置在两端。当配电装置的长度大于 6m 时，其柜（屏）后通道宜设两个出口，其维护通道出口应通向本室或其它房间；如果低压配电装置两个出口间的距离超过 15m 时，尚应增加出口。

14) 电流超过 1500A 的穿墙套管和电流互感器的穿墙隔板应有防止闭合导磁回路

的措施。

- 15) GIS 配电室设置 SF6 气体检测装置，并与事故排风系统联锁（起动），同时发出报警。

7.3.4 对其他专业的要求

1 土建

- 1) 变电所构筑物的火灾危险性分类、耐火等级应满足《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229-2006 的要求。
- 2) 室内地面：防滑耐磨抗压瓷砖，柜前、柜后相关标准规范要求铺设绝缘胶垫；电缆夹层地面为水泥压光地面。绝缘胶垫的厚度应按电压等级确定。
- 3) 吊顶及墙面：控制室设金属板吊顶，中低压配电室不设吊顶；无吊顶处的顶棚应在楼底板平整后直接涂刷内墙乳胶漆，以防止抹灰层脱落影响设备的正常运行；内墙表面应抹灰刷白，涂白色内墙乳胶漆。
- 4) 窗户：配电室设备间、电缆间靠近装置侧不设窗户，毗邻道路侧应尽量减少窗户数量和面积；窗户为断桥节能型铝合金中空玻璃窗，并应设置防止雨水和蛇、鼠类小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等进入室内的设施；控制室、值班休息室设塑钢中空玻璃窗，需开启的加纱窗；电缆夹层临道路一侧装玻璃窗及热镀锌铁丝网或 304 不锈钢丝网。
- 5) 控制室、配电装置室、电容器室和变压器室的门均应向外开，并应设弹簧锁；当其中任意二者之间有门时，门应向两个方向开启；
- 6) 控制室、配电装置室、电容器室和变压器室的门及通道的大小应允许室内安装设备的自由进入；
- 7) 当上述建筑物为两层及以上时，楼上一个出口宜通向室外楼梯的平台。该平台同时作为设备的吊装平台。其承重力和尺寸应满足最大设备的重量和尺寸的要求；
- 8) 配电装置室和变压器室的通风窗应有防止雨、雪及动物进入的措施；
- 9) 变压器室、配电装置室、发电机出线小室、电缆夹层、电缆竖井等室内疏散门采用防火门，但上述房间中间隔墙上的门可为不燃烧材料制作的双向弹簧门。
- 10) 建筑面积超过 250m² 的控制室、配电室、电容器室、电缆室的疏散出口不宜少于 2 个，楼层的第二个出口可设在固定楼梯的室外平台处。
- 11) 长度大于 7m 的配电室应设两个出口，并宜布置在配电室的两端。长度大于 6

0m 时, 宜增加一个出口, 相邻安全出口之间的距离不应大于 40m。当变电站采用双层布置时, 位于楼上的配电室至少设一个出口通向室外的平台或通道, 正常行人的楼梯间宜采用户内布置。

- 12) 变配电所的电缆沟和电缆夹层应采取有效的防水措施。
- 13) 电缆夹层的梁底净空高度不低于 2200mm。
- 14) 变电所电缆夹层距室外的地坪提高 300mm, 窗户或开洞的底标高应在地面 0.6 m 以上。
- 15) 变配电所屋面应采用有效的防水措施, 屋面防水等级为一级, 宜采用倒置做法, 即最底层的防水层采用 2 道 SBS 防水卷材, 上设挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板隔热层及细石钢筋 ($\phi 5$, 间距 200mm) 混凝土板保护层 (厚度 $\geq 100\text{mm}$, 人字坡度 $\geq 5\%$)。
- 16) 开关柜预留空位及室内电缆沟采用花纹钢盖板, 盖板刷防锈底漆及灰色面漆, 应平整、轻便, 并适当布置有手提吊环, 盖板下应安装 20mm 聚苯板或其它防火保温材料进行隔热处理。
- 17) 同一间隔 GIS 配电装置的布置应避免跨土建结构缝。室内布置的 220kV GIS 配电装置应设置起吊设备, 其容量应能满足起吊最大检修单元要求, 并满足设备检修要求。此外, GIS 室必须留有扩建间隔位置。

2 给排水

- 1) 220kV 总变电站设置单独的男、女厕所, 并在适当位置设洗手盆和墩布池。
- 2) 35kV 及以下变电所一层设拖布池。

3 采暖通风

- 3) 变电站采暖通风和空气调节系统的设计, 应符合国标《建筑设计防火规范》GB50016-2014 和《火力发电厂与变电站设计防火设计规范》GB50229-2006 的有关规定。
- 4) 220kV 变电站值班室、休息室等需要工作生活的地方设民用空调; 220kV GIS 室、35kV GIS 室、低压配电室、电容器室、直流室、UPS 室、继电保护室等设备间设置工业空调、必要时设置移动式工业除湿机。
- 5) 变配电所内高、低压配电间、直流室、微机通讯室、变频器室、电容器室、UPS 室等设备间运行环境温度要求不宜高于 35℃, 安装独立的分体式工业冷暖空调。配电室空调室外机应设置在地面, 便于维护。

- 6) 六氟化硫开关室应设置上部和下部机械排风装置，正常换气次数不应小于 2 次/h，事故时换气次数不应少于 4 次/h，并应符合室内空气中六氟化硫的含量不得超过 6000mg/m³ 的要求；六氟化硫开关室、35kV 电缆夹层应安装 SF₆ 气体检测装置，且具备联锁起动事故排风系统的功能，室外入口处应安装 SF₆ 气体检测声光报警装置。
 - 7) 35kV~220kV 配电室宜设置机械通风装置，配电装置室应设置换气次数不少于 10 次/h 的事故排风机；10kV 及以下配电装置室一般采用自然通风或机械通风装置，当室内装有事故通风装置时，其换气次数每小时不应小于 6 次。
 - 8) 独立的变频器室应设置空调散热，不采用通风散热。
 - 9) 风道不宜布置在配电装置正上方。
 - 10) 免维护式蓄电池室通风空调设计，应符合下列要求：夏季室内温度应不大于 30℃；设置通风换气次数不应少于 3 次/h 的事故排风装置，事故排风装置可兼做通风用；
 - 11) 单独的变频器室通过空调进行散热。
 - 12) 变电所新风入口应有防沙尘措施。
- 4 对消防及火灾报警的要求包括：
- 1) 对消防及火灾报警的要求应执行《火力发电厂与变电所设计防火标准》GB50229-2019 中的有关规定。
 - 2) 下列场所和设备应采用火灾自动报警系统：配电室、继电保护室、控制室、可燃介质电容器室、变压器室、电抗器室；采用固定灭火系统的油浸变压器；电缆室或电缆竖井中。
 - 3) 单台容量为 40MVA 及以上的主变压器宜设置自动灭火系统；其他带油电气设备，宜采用干粉灭火器。
 - 4) 当变电站（所）内建筑物的火灾危险性为丙类且建筑的占地面积超过 3000m² 时，变电站（所）内的消防车道宜布置成环形；当为尽端式车道时，应设回车场地或回车道。

7.3.5 防火要求

1 变电所及电力设施的防火设计应满足《建筑设计防火规范》GB50016-2014、《石油化工企业设计防火规范》GB 50160-2008、《火力发电厂与变电所设计防火标准》GB50229-2019 中的相关规定。

2 变配电所建筑物的耐火等级，除油浸变压器室及总事故油池为一级外，其它均为二级或三级。

3 为了加强变电所配电间安全，有效阻止电缆夹层火灾蔓延扩散，按照《火力发电厂与变电所设计防火标准》GB50229-2019、《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018 和《电缆防火阻燃设计与施工》06D105，在配电间盘柜底部敲落孔、电缆桥架或电缆沟穿墙出入口设置防火封堵。

7.3.6 抗震要求

1 电气设备的安装、固定、连接执行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260-2013、《石油化工电气设备抗震设计规范》SH/T 3131 的抗震要求。

2 安装在屋内二层及以上和屋外高架平台上电气设施，通常当抗震设防烈度为 7 度及以上时，应进行抗震设计。本项目抗震设防烈度为 8 度，应进行抗震设计。

3 电气设施安装和设计应符合下列原则要求：

- 1) 设备引线和设备间连线宜采用软导线，其长度应留有余量。当采用硬母线时，应有软导线或伸缩接头过渡。
- 2) 电气设备和装置的安装螺栓或焊接强度必须满足抗震要求。
- 3) 变压器类宜取消滚轮及其轨道，并应固定在基础上。

4 变压器类的基础台面宜适当加宽。

5 开关柜、控制柜、通讯设备等，应采用螺栓或焊接的固定方式。当为 8 度或 9 度时，可将几个柜（屏）在中心位置以上连成整体。

7.4 配电设计

7.4.1 配电设计原则

配电设计应符合以下要求：

1 供配电系统应简单可靠，同一电压等级的配电级数高压不宜多于两级，低压不宜多于三级，全厂配电系统原则上以放射式向各级用电负荷供电，个别非重要负荷（如三级负荷）可采用树干式供电；

2 工作设备和备用设备的电源应分配在变电站（所）不同的母线段上；

3 中压设备的低压辅机仅为单台时，其电源应与中压设备主机为同一电源系统。

4 成套设备电动机回路的保护以及控制应设置在变电所内。

7.4.2 动力检修箱和方便插座

1 动力检修箱

- 1) 装置内应在地面和主要检修操作平台上设动力检修箱，半径不超过 30 m。
- 2) 动力检修箱进线开关不宜小于 200 A，应配置一定数量的 32A~63A 的馈出回路，进出线回路均设带电指示灯，进出线口均应设置在下方，并应符合安装环境的要求。
- 3) 检修箱进线开关不设漏电保护，出线开关均带漏电保护功能。

2 方便插座

- 1) 装置内根据需要设置方便插座（单相三孔）半径不超过 15 m；如需设置行灯插座，应尽可能安装在主要设备（如塔、容器和锅炉等）的人孔附近，以便于使用。
- 2) 方便插座（单相三孔）不大于 16 A，电压 250 V，并单独设置分支回路或配电箱，其配电回路要加装漏电保护，并符合安装环境的要求。
- 3) 方便插座配电箱的电源通常引自变电所内的主照明配电盘。方便插座（三相三孔）根据移动设备的要求设置。

7.4.3 电动机起动方式

1 鼠笼型电动机和同步电动机起动方式的选择应符合以下要求：当符合下列条件时，电动机应全压起动：电动机起动时，配电母线的电压应符合上述第 8.3.1 条的规定；机械能承受电动机全压起动时的冲击转矩；制造厂对电动机的起动方式无特殊规定；

2 根据工艺要求对关键负荷和重要负荷且生产机械允许再起动的机泵应设自动再起装置，按变压器容量确定再起容量与批次；对多级再起的时间间隔应符合工艺流程时序。

3 本项目最大容量的电机为连续重整装置 32 单元新增 32-K-102E 重整氢增压机，其额定容量为 8700kW，额定电压为 10kV，该电机采用电动机-变压器组全压起动。

7.4.4 电动机控制

1 电动机控制和监视

- 1) 当就地控制时，在机旁设置起、停控制开关等。
- 2) 当为多处控制时，宜按下列要求装设控制开关：
- 3) 控制室：按工艺要求，由 DCS 自动控制电机的开与停。

- 4) 机旁：根据工艺要求，按下列方式之一装设控制开关（旋钮式）：
- 5) 起、停控制开关和允许在控制室起动的远方/就地（手动/自动）选择开关；
- 6) 紧急停车开关（当工艺有要求时）；
- 7) 以上两者兼而有之。
- 8) 就地指示信号灯和仪表。
- 9) 变电所内的开关柜上需设置运行（红色）、停止（绿色）和故障（黄色）的信号灯。

2 中压电动机空间加热器电源取自中压开关柜交流小母线，并与主电动机运行状态联锁。

3 压缩机的主机、辅机、加热器等用电设备当布置较集中时，就地控制设备集中组盘，即采用就地控制盘。

4 电机的就地控制设备（控制盘或操作柱，包括安全开关）宜安装在靠近电动机便于操作和观察的地方。

5 37kW 及以上需要就地操作的电动机或在工艺要求中需要监视电流的电动机，机旁装设电流表。

6 操作柱功能要求：

- 1) 操作柱应根据工艺需要设置“就地位”、“远程位（具备联锁自启功能）”选择开关。
- 2) “就地位”、“远程位（具备联锁自启功能）”开关选择在“就地位”，现场启动有效，远程 DCS 启动无效。
- 3) “就地位”、“远程位（具备联锁自启功能）”开关选择在“远程位”，远程 DCS 启动有效，现场启动无效。
- 4) 电机启动运行后，“就地位”、“远程位（具备联锁自启功能）”开关在任何位置，均不能造成电机停机。
- 5) 电机启动运行后，“就地位”、“远程位（具备联锁自启功能）”开关无论在任何位置，现场停止电机，远程 DCS 停止电机均有效。
- 6) 10kV 电动机：起停开关、电流表、指示灯。
- 7) 10kV 电动机（需工艺联锁起动的负荷）：起停开关、手动/自动转换开关、电流表、指示灯。
- 8) 低压电动机（<37kW）：起停开关、指示灯。

9) 低压电动机 ($\geq 37\text{kW}$): 起停开关、电流表、指示灯。

10) 低压电动机 ($< 37\text{kW}$ 润滑油泵包括电加热器等需手动/自动切换负荷): 起停开关、手动/自动转换开关、指示灯。

11) 低压电动机 ($\geq 37\text{kW}$ 润滑油泵包括电加热器等需手动/自动切换负荷): 起停开关、手动/自动转换开关、电流表、指示灯。

12) 现场操作柱上应设置停止位置锁定机构。

7 现场就地控制设备上的按钮和信号灯的颜色按 GB4025-2010 (或 IEC60073) 规定如下:

1) 按钮的颜色: 红色: 用于停止或关机、断电; 绿色: 用于起动或通电。

2) 信号灯的颜色: 红色: 表示运转或通电状态; 绿色: 表示停止或断电状态;

8 户外控制按钮、操作柱、控制箱、配电箱需设置防护罩。

7.4.5 主要电气设备的选择

1 主要电气设备选择原则

- 1) 电气设备的允许最高工作电压不得低于所连接回路的最高运行电压。
- 2) 电气设备的长期允许电流不得小于所连接回路在各种可能运行方式下的持续工作电流。
- 3) 电气设备的允许工作频率应与所连接回路的电源频率相一致。
- 4) 校验电器动、热稳定和用于断开短路电流的电气设备应校验开断电流能力。
- 5) 按当地自然环境和地震条件加以校验。
- 6) 上, 下保护电器之间应能协调配合, 其动作应具有选择性。

2 220kV 高压配电装置

- 1) 220kV 高压配电装置选用 SF6 气体绝缘金属封闭开关设备 (GIS), 设备额定工作电压分别为 252kV, 额定短时耐受 (热稳定) 电流根据需要进行选择 50kA、63kA、80kA。
- 2) GIS 主母线宜选用三相共箱结构, 分支母线宜选用单相分箱式结构, 配套提供架空线引入套管、接线端子。
- 3) GIS 进线断路器应具备单相操作和三相同步操作功能, 当发生架空线路相间或相对地故障时, 断路器应能有选择地进行单相或三相同时分闸和重合闸, 而且应满足重合闸不成功立即分闸的要求; 母联、主变断路器应为三相同步操作。
- 4) GIS 除母联间隔外所有断路器间隔 CT 一般配置 8 组二次绕组 (二次典型组

合：5P40/5P40/5P40/5P40/5P40/5P40/0.5S/0.2S），在一次通过故障电流 0.04 s 内，二次暂态误差不应超过 7.5%，短路电流倍数应尽量满足额定短路开断电流值；双重化保护配置的不同二次绕组至接线盒应通过不同的电缆连接；计量、检测绕组带中间抽头。

- 5) GIS 每个隔室应单独安装一个具有密度和压力指示功能合一的 SF6 气体监测设备，不同隔室不允许用 SF6 气体管道连成一个封闭压力系统；SF6 气体监测设备与 GIS 本体之间应设置带手动隔离阀门的三通阀，可切断与本体的气路，并配有充放气的自封接头或阀门，具备不拆卸校验功能；预留便携式 SF6 微水、密度检测仪或微水在线监测设备的接入接口；当 SF6 气体压力降低时应有报警信号，当其密度降至最小低功能值时，断路器应能可靠闭锁，并发出信号。
- 6) 配置 GIS 特高频局部放电在线检测装置，用于检测 GIS 中的尖端放电、悬浮放电、沿面放电、颗粒放电、气隙放电等典型缺陷产生的局部放电信号，具备放电信号定位、数据分析统计、图谱识别功能等。
- 7) 端子排采用阻燃、防尘型端子。
- 8) 所有二次部分的控制、保护回路电缆必须采用阻燃屏蔽电缆，交、直流回路不能共用同一根电缆，两套分闸回路不能共用同一根电缆。
- 9) 户外电气设备、元件及金具应与污秽等级、气候环境相适应。

3 电力变压器

- 1) 优先选用油浸式三相电力变压器，能够满足户外、高温、高湿、强盐雾腐蚀、重污秽等环境使用要求，空载损耗和负载损耗值均应不高于《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052-2020 规定的 2 级能效值。
- 2) 220kV/35kV 变压器户外布置，采用 YNd11 接线组别，选用有载调压油浸风冷式铜线电力变压器，单台容量不大于 150MVA，调压范围为 $\pm 8 \times 1.25\%$ ，采用 ONAN/ONAF 冷却方式，70%及以下负载时采用自然冷却（ONAN），70%以上负载时采用自然油循环风冷（ONAF），当冷却风机 50%停止运行时，变压器仍能保持满载长期运行，采用内油式金属波纹膨胀储油柜。
- 3) 35kV/10.5kV 变压器半户内布置。采用 DYn11 或 YNd11 或 Yd11 等接线组别、户外型无励磁调压油浸自冷式铜绕组电力变压器，单台最大容量不宜大于 31.5MVA。应采用全封闭防触电结构，在变压器上设置空气母线箱并带可视窗

口，35kV 侧采用电缆接线，10kV 侧套管通过浇筑型母线桥连接。变压器采用内油式金属波纹膨胀储油柜。室内 10kV 柜间联络母线采用空气绝缘封闭母线桥。

- 4) 10kV/0.4(0.69)kV 油浸电力变压器半户内布置。采用 Dyn11 接线组别。变压器容量不宜大于 2000kVA，空载损耗和负载损耗值均应不高于《电力变压器能效限定值及能效等级》GB20052-2020 规定的 2 级能效值。变压器应选用低损耗、低噪音、无油枕、结构先进、体积小、长周期运行免维护的全密闭型变压器，冷却方式为油浸自冷（ONAN）。变压器应采用无励磁调压，分接开关设在高压侧，调压范围一般为 $\pm 2 \times 2.5\%$ 。变压器应采用全封闭防触电结构，在变压器上设置空气母线箱并带可视窗口，10kV 侧采用电缆接线，0.4kV 侧通过软连接与密集母线槽连接，变压器应配置与母线槽对接的法兰盘及连接螺栓。不便于安装油浸式变压器的场所，可选择环氧树脂浇注箔绕组干式变压器，干式变压器带 IP4X 铝合金防护外壳。
- 5) 10/0.4kV 干式变压器采用 Dyn11 结线组别、户内型环氧树脂浇注干式变压器；一般情况下，阻抗电压和低压侧接线方式见表 7-4-1。

表 7.4-1 干式变压器典型阻抗值

10/0.4kV 变压器容量（kVA）	阻抗电压（%）	低压侧电源引入方式
2000	6	
1600	6	
1250	6	
1000	6	
800	6	
630	4	
500	4	
400	4	

注 1：表中阻抗为标准参考值，具体阻抗需综合短路、电机起动计算后确定，变压器优先采用标准阻抗。

- 6) 接地变压器采用 ZN 接线干式 Z 型接地变，兼做所用变时为 ZNyn11。

4 电动机

- 1) 电动机应能满足现场环境和防爆等级要求,1kV 及以下的异步电动机能效限定值不低于《电动机能效限定值及能效等级》(GB18613-2020)的 2 级能效要求, 部分特殊设备, 主要机组油泵、重要的单台设备(非 AB 泵), 采用 1 级能效。具体业主与设备专业商定。10kV 及以上的异步电动机能效等级不低于《高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级》(GB30254-2013)的 1 级要求。(相关能效要求提给机泵专业)
- 2) 一般情况下, 对于容量在 160kW 至 200kW 之间的电机, 考虑装置供电距离、设备数量、装置内设计统一、经济等因素比较后, 可采用 380V、660V 或 10kV 供电, 并需经业主同意; 200kW 及以上的电机采用交流 10kV 供电; 200kW 及以上的变频电机根据具体情况和项目经验, 可采用交流 380V、690V 或 10kV 供电。
- 3) 电机的绝缘应为 F 级, 温升按 B 级考核; 机座号 H355mm 及以下变频电动机绝缘等级为 F 级。
- 4) 电机的壳体应能满足石油化工企业要求; 风扇材质应采用铸铁、钢板或铝合金, 不得采用工程塑料; 电机槽楔不得采用磁性槽楔。
- 5) 电动机本体的防护等级为 IP55, 接线盒的防护等级不低于 IP56, 户外安装的电机主接线盒应配置防雨罩; 垂直安装的电机(IMV1)应在风扇盖上带有防雨罩, 防雨罩的直径不小于进风口直径的 1.2 倍; 垂直安装的电机, 当轴伸端朝上(GB/T997-2008 的 IMV6) 时, 应采取防止水通过轴或润滑油排放装置进入电机或轴承箱内的措施。
- 6) 主接线盒应满足买方提供的进线电缆规格要求, 成套提供适用于铠装电缆的密封防爆引入装置; 90kW 及以上低压电机要求 2 个接线口(最终以订货要求为准); 主接线盒的空间应足够大, 便于电缆终端头的安装;
- 7) 电机主接线盒入口选用电缆直接入口方式, 配套电缆固定夹紧密封结构。如采用密封格兰, 材质宜为不锈钢。
- 8) 功率大于等于 400kW(中心高 400mm 及以上)时, 电机应采用端盖式球面滑动轴承, 润滑方式应为强迫油润滑或油环自润滑, 轴承箱设油位观察窗, 轴承应设有防止轴电流对地绝缘措施。
- 9) 高压电机定子绕组应埋置 6 个双支 Pt100 铂热电阻, 每相 2 个, 并设独立的测温接线盒, 测温接线盒与主接线盒同方向; 滚动轴承电机前后轴承应各设

置 1 个，滑动前后轴承电机各设置 2 个双支 Pt100 铂热电阻，要求有远传信号和现场显示

- 10) （带指针式温度计）测温引线接至与定子测温共用的接线盒；90kW 及以上电机宜安装空间加热器，其电源要求单相交流 220V，空间加热器应设独立的加热器接线盒，加热器接线盒与主接线盒同方向。
- 11) 2000kW 及以上的电机主接线盒内宜配备自平衡式差动保护电流互感器，二次电流为 1A。
- 12) 电动机的绕组引出线应选择可适应 180℃及以上高温不龟裂、绝缘和机械性能良好的材质。
- 13) 轴瓦电机每端设 2 个振动探头。

5 中压配电装置

1) 35kV 开关设备

- a. 选用 SF6 气体绝缘金属封闭开关设备（GIS），选用真空断路器或 SF6 断路器，设备额定工作电压为 40.5kV，额定短时耐受（热稳定）电流可根据需要选择 31.5kA、40kA。
- b. 35kV GIS 母线室若采用 SF6 密度继电器，与开关设备本体之间的连接方式应满足《国网公司十八项电网重大反事故措施（修改版）》不拆卸校验密度继电器的要求；当 SF6 气体压力上升或降低至整定值时，监视器能发出报警信号或使断路器跳闸。
- c. 35kV 母联柜应装设快切装置，主要快速起动判据为进线开关误跳、主变差动保护和非电量（重瓦斯、压力释放）保护动作信号。
- d. 35kV GIS 进线间隔与变压器之间应采用空气绝缘封闭母线桥连接方式。

2) 10kV 中压开关柜

- a. 选用金属铠装中置式开关柜，内装固封式（或分相绝缘）真空断路器，设备额定电压为 12kV，额定电流可选择 630A、800A、1000A、1250A、1600A、2000A、2500A、3150A，额定短时耐受（热稳定）电流可选择 20kA、25kA、31.5kA、40kA。
- b. 开关柜的柜架应采用高质量镀锌钢板或敷铝锌板弯制后用螺栓组装而成，面板采用冷轧钢板静电喷涂（喷塑），其板材厚度一般要求 $\geq 2\text{ mm}$ ；所有金属部分应根据指定的环境条件进行防腐处理；主开关室和低压室须设单独面板，应

具有足够强度（板材厚度一般要求 $\geq 2.5\text{mm}$ ）。

- c. 母线连接处、电缆连接处的导电接触面应镀银处理；主母线、分支母线及接头外表面应采用复合绝缘包裹。
- d. 开关柜应具备本体机械五防闭锁系统；应设置断路器操作闭锁装置，操作前需进行解锁；应具备线路检修时防止手车推入的挂锁功能。
- e. 电流互感器采用环氧浇注型单相式电流互感器，互感器所用环氧树脂为 V0 级阻燃。除用于不同保护目的的电流互感器外，电流互感器可采用多绕组型，其中计量绕组精度为 0.2 级，测量绕组精度为 0.5 级，保护绕组精度为 5P20 或 5P30 级，二次侧额定电流为 1A；零序电流互感器保护等级为 5P10，容量不小于 2.5VA，二次侧额定电流为 1A；电流互感器二次线圈应与电流型端子连接。在需要引至开关柜外的外部引出端子处要提供桥型端子，端子电流不小于 20 A（500V），并具有隔离板。
- f. 电压互感器采用环氧浇注型单相电压互感器，互感器所用环氧树脂为 V0 级阻燃。为有效防止铁磁谐振过电压，尽可能采用“4PT”防谐振方案，其中三台主电压互感器（分别接在 A、B、C 三相上）和零序电压互感器采用全绝缘结构的接地电压互感器，二次主 PT 的开口三角绕组要与零序 PT 的二次零序输出（显示）绕组串接在一起，不再加装消谐器；同一开关柜中所用的三台主电压互感器（PT）励磁特性一致性要好，励磁特性相差不超过 30%，一次熔断器的额定电流值 $\leq 0.5\text{A}$ ；每个馈线间隔的电压回路与系统电压小母线之间，需通过试验端子（与电流回路相同）连接，宜采用具有高分断能力的（16KA 及以上）微型断路器进行保护；为限制系统过电压，可选用低残压母线综合保护 PT 柜，同时具备弧光接地、金属性接地、过电压、低电压、电压不平衡、PT 断线监测、谐振等报警功能。
- g. 进线和分段回路应加装指针式电流表、电压表，可直观指示三相电流，三相相电压及线电压；进线、馈线等电流、电压、有功、无功、功率因数、视在功率、频率、开关状态、报警等通讯可用多功能表实现，其中各装置/单元的电能计量应采用多功能电度表来完成。
- h. 送往或来自 DCS 的联锁接点均为无源干接点，并采用“点对点”硬接线方式，不得采用通讯方式，柜内接线端子排应有醒目的特殊标识，并用空端子与其它端子隔离；DCS 侧输入、输出中间继电器应选用直流型（输出继电器 DC24

V、输入继电器 DC220V），接点容量一般不小于 DC220V/5A；参与机组联锁的 4~20mA 电流或功率信号应取自独立的电流或功率变送器，不应使用智能数显仪表或微机测控保护装置自带的 4~20mA 输出，且采用屏蔽电缆进行信号传输。

- i. 所有进线回路、变压器回路、电容器回路、馈线回路、电动机回路均应装设氧化锌避雷器或应用技术成熟可靠的过电压保护器，其中过电压保护器 2ms 方波通流容量峰值不小于 400A。
- j. 进线柜与变压器之间的母线桥采用浇筑型母线。开关柜间的母线桥采用空气绝缘封闭母线桥。
- k. 开关柜低压室面板一次模拟图应能动态显示断路器位置、开关状态、接地刀闸位置、弹簧储能状态等；除 PT 柜外，均需装设带电显示装置。
- l. 开关柜具有手动/自动除湿、低温加热功能；进线、变压器、功率大于等于 1500kW 的电动机回路应装设柜内温度在线监测装置，可实时在线监测开关柜内的温度，当温度过高超过预设报警值能及时报警。
- m. 10kV 母线侧应装设备用电源快速切换装置，除备自投功能外，应解决在进线开关误跳、线路、线路-变压器组故障情况下的快速投切，主要快速启动判据为线路纵差/纵联保护动作信号、变压器差动保护/非电量保护动作信号。
- n. 10kV 开关柜上下触头（6 个）、出线柜电缆终端接头（3 个）等安装接触式温度传感器，传感器不应使用电池供电，也不可使用有线供电或有线信号输出；无线测温主机能对温度越限状态进行处理和报警，并采用通讯方式将报警信息上传至 24 小时有人值守的总变电站。
- o. 10kV 母线设置在线绝缘监测分析系统，用于定性、定量、实时地监测运行中的电气系统绝缘水平和设备绝缘变化情况，提前发现并准确判断带电设备的绝缘隐患，防止带电运行设备由于绝缘破坏击穿而发生突发故障。在线绝缘监测分析系统采用直流叠加法工作原理，在线监测两段母线及重要馈出支路绝缘数据，馈出支路数量宜不少于四路。
- p. 中压电动机回路均安装电机缺陷在线诊断系统，实现电动机运行状态监测功能。监测量包括电动机各相电压及电流有效值、电压及电流零负序分量、负序电压及电流不平衡度、各相电流及电压谐波（2~25 次）与畸变率，漏电流、电压骤变（晃电）、三相有功功率、功率因数、电机转速与转矩，支持阈值自

定义的异常录波。缺陷诊断的缺陷类型应包括电气缺陷（缺相、断线、欠压、失压、不平衡、谐波超标、接线错误、匝间短路、相间短路等、转子断条、漏电与接触不良等）、机械缺陷（轴承故障、偏心、转子不平衡及其他异常振动等）、负载缺陷（负载波动、负载失效）等，电信息采集装置应安装在开关柜内，在线监测信息应可以通过监控端和手持设备监视查看。

3) 低压配电装置

- a. 低压配电装置采用金属封闭型抽出式成套开关柜或固定分隔式成套开关柜。原则上不采用 1/2 抽屉模数回路或更小模数的抽屉单元，特殊情况下 63A 及以下馈电回路可采用 1/2 抽屉模数的抽屉单元（需经业主确认）。45~75kW 电机回路每台柜安装不大于 4 个；90kW 及以上电机回路每台柜安装数量不大于 2 个，630A 及以上馈线回路采用固定分隔式结构，每台柜只允许布置最多 2 个 630A 及以上馈线回路回路。抽屉模高不得小于 200mm，每台配电柜回路总数不大于 9 个回路，且满足垂直母排运行电流不超过 630A。所有的备用回路原则上布置在开关柜的下方。进线、母分柜框架断路器采用不带保护模块的断路器，保护功能采用微机保护装置实现。所有电动机回路安装电动机综合保护器，馈电回路安装线路综合保护器。
- b. 400A 及以上电缆出线接头及动静触头设在线测温装置。
- c. 选择直立式、落地安装的金属封闭型抽出式/固定分隔式结构型式的。
- d. 每台配电柜回路总数原则上不大于 9 个回路，应避免大容量回路安装在同一面柜内，垂直分支母排载流量应按不小于所在柜内所有回路额定电流之和选择，一次插接件按回路断路器框架电流选择；除 63A 及以下电动机空间电加热器回路、照明回路、检修插座回路外，原则上不采用 1/2 抽屉模数回路。
- e. 母线按 TN-S 系统配置，为三相四线+PE。主母排按照 4 线（A、B、C、N 线）布置，其中 N 排与主母排等截面，PE 排固定在开关柜底部，与开关柜金属框架连接。柜后垂直分支母排按照 4 线（A、B、C、N）布置，相互完全隔离和绝缘，底部做到完全封闭，最大限度降低短路故障的发生。柜内带电裸露部位（主母排等处）应利用透明绝缘板或绝缘套管做好隔离。主母排搭接处接触面应镀银处理，一次插接件与分支母线连接处、电缆接线端子板的导电接触面应镀银/搪锡处理。
- f. 各段母线应有不少于该母线段总出线回路 20%的备用出线回路，且不同容量

备用出线回路不应少于一回，每一面开关柜至少有一个备用回路。

- g. 框架电流 800A 及以上的进线、馈电、母联开关柜采用固定分隔单元，采用可摇出式 3 极框架断路器；框架断路器不带保护模块，保护功能采用微机保护装置实现，应具有分合闸回路断线监视功能；配置指针式电流表 3 支，电压表 4 支（3 支显示单相电压，1 支指示线电压（具有 4 个位置的选择开关，可进相间电压切换））。
- h. 备用电源自动投入装置应采用微机型装置，备自投装置安装于母联柜上，柜门设“投入/退出”选择开关；备自投装置应具备进线开关误跳、变压器非电量（重瓦斯、压力释放）保护动作快速起动功能。
- i. 电涌保护器 SPD 安装在进线柜内，采用 L-PE、N-PE 保护模式，并应经过熔丝开关与主母排连接。电涌保护器 SPD 应采用模块化设计，模块与底座可以带电插拔，方便维护。
- j. 75kW 以下电机控制回路馈线回路采用抽屉单元，选用固定式塑壳断路器；75kW 及以上采用固定分隔单元，其中 75kW~132kW 选用插拔式塑壳断路器（配电子脱扣器），160kW 及以上采用框架式断路器；所有电机控制回路配置 DCS 自动起动和现场手动起动功能，均配置低压电动机微机综合保护器；37kW 及以上的电动机机旁操作柱需装设电流表；LED 指示灯应具有抗干扰能力（门限电压不小于 80V）。
- k. 馈线单元除检修电源、照明单元应配置 4 极断路器外，其它应采用 3 极断路器；框架电流 160A 及以下塑壳断路器，采用抽屉单元固定安装；框架电流 250A、400A 塑壳断路器，采用固定分隔单元安装，选用插拔式塑壳断路器；框架电流 630A 及以上单元采用框架式断路器。除框架断路器回路外，其它所有馈线回路应配置低压线路综合保护器，动作于塑壳断路器的分励脱扣器。
- l. 进线柜与变压器之间的母线桥宜采用密集母线桥；母线桥直接以开关柜为支座时，应防止产生不适当的应力。密集母线桥穿墙处不得采用直接封堵方式，使用穿线套管后采用防火包进行封堵，避免今后沉降造成密集母线桥受力。
- m. 母线电压互感器采用星型接线，为便于检修，在电压互感器一次、二次应分别装设单极微型断路器，并将各相电压引至微机综合保护装置。
- n. 保护、计量、测量应分别配置专用电流互感器，保护 CT 精度为 5P20，计量、测量 CT 精度为 0.5 级，二次电流均为 1A；若母线安装有源滤波装置，则

需配置与装置配套的 CT。

- o. 计量和测量表计应采用多功能表计，通讯数据包括电流、电压、有功、无功、功率因数、频率、电度、开关状态、报警等。
- p. 在主备辅助油泵增加的联锁方式一般有两种，一是通过油压低联锁启泵方式，一般通过仪表 DCS 组态实现；另一种是通过电气控制回路实现电气联锁。目的都是增强重要机组辅助油泵的联锁动作能力，缩短主备油泵之间联锁切换时间，保证机组连续运行。（板块反措要求）
- q. 为了有效应对“晃电”（电压暂降），可采取如下措施：
利用低压电机综合保护器的抗晃电功能和失电再启动功能，实现低压电机接触器回路的抗晃电要求；
对于非关键的变频驱动的低压电机回路，可采用低压变频器抗晃电模块来实现抗晃电要求；
对于关键的变频驱动的低压电机回路，如短时失电会导致装置停工，可采用动态电压恢复装置，保障变频器主电源 1 秒内不失电来实现抗晃电要求。
如无特殊要求，只对工艺专业有自启动要求的低压负荷采用上述抗晃电措施。
对于高压电机，利用 10kV 单母线分段的快速切换及投入装置，实现抗晃电功能。
变频器输出侧应安装接触器。
重要、关键的单台变频器控制的电机，在工艺允许短时工频运行的电机，应设置工频旁路，变频器故障时可以切换到工频回路运行。
- r. 当供电电源短时中断（如 BZT 动作）后又恢复供电时，可利用低压电机综合保护器、再起控制模块、分批再起控制柜，根据生产工艺要求及设备运行条件，结合母线电压恢复程度等，按预设时间（0.5s~20s），实现电机的分批再起。
- s. 影响安全生产的 90kW 及以上大功率重要低电动机、配置电机缺陷在线诊断系统，利用低压电动机综保与波形采集终端信息，实现低压电动机的运行状态、运行环境、诊断结果、信息参数等全过程监视和管理。
- t. 变频器应选用工程型，考虑到设备可能出现的过负荷情况，应使用重载配置，要求变频器具备持续 1 分钟的 150% 过载能力，持续 3 秒的 200%过载能力；为降低谐波对电网污染，要求 $\geq 90\text{kW}$ 变频器采用 IGBT 整流有源前端变频，每个变频器进线测 $\text{THDi} \leq 5\%$ ，谐波含量直接满足 IEEE-519；变频器应具

有掉电自启动功能，可以在电机非静止状态时实现飞车启动（转速跟踪再起功能），在电网失电 0~9s 内恢复供电时能自动启动设备；为使电机的绝缘所受影响降到最低，要求变频器本体结构内拥有制动 IGBT 和直流母线调节能力，必要时可通过启动变频器自身的频率调节功能或添加一定功率的制动电阻，吸收电机的再生能量；电机与变频器之间的动力电缆距离超过 300 米时，变频器应加装正弦波滤波器；一次回路方案中宜根据工艺负荷的情况决定是否需设工频旁路。设旁路时，应配置隔离开关、快速熔断器、2 个接触器（设工频旁路）、电机综合保护器（工频旁路用）等。为便于维护检修以及散热，每个柜内最多布置 2 台 4~30kW 的变频器，≥37kW 时独立成柜；变频器柜采用强制通风，柜后门板上应安装低噪音轴流风机，确保散热良好。

- u. 低压并联电容器采用金属化聚丙烯膜，采用环氧树脂或惰性气体干式绝缘技术，绝缘介质应符合国家环保部门的规定与要求，不含 PCB、六氟化硫或任何绝缘油、石蜡；串联电抗器宜采用干式铁芯电抗器，与低压并联电容器为同一品牌，当串联 7%电抗器时，电容器额定电压 $\geq 480V$ ，当串联 14%电抗器时，电容器额定电压 $\geq 520V$ ；放电器件应满足电容器断电后，在 3min 内将电容器的剩余电压降至 50V 及以下，当电容器再次投入时，电容器端子上的剩余电压不应超过额定电压的 0.1 倍；为易于维修更换，可采用模块化结构，核心元器件的布置应考虑系统散热与通风；成套设备中宜采用同一品牌电容器、串联电抗器、晶闸管开关、控制器，安装方式。低压并联电容器装置自动投切开关应采用专用接触器控制投切。
- v. 智能照明控制柜采用固定安装方式，配置进线断路器（4P，配电子脱扣器，可快速切除短路和接地故障）、双电源切换开关（4P）。控制器具备“时控”和“光控”的自动控制及手动控制功能，保证光源不受冷启动大电流冲击，应具有软启动、软过渡功能，照明出线回路应加装线路综合保护器。
- w. 有源滤波装置安装在低压柜内，应采用通过 CE、UL、ABS 相关认证的有源滤波器。有源滤波器产品内部 IGBT 平均开关频率不低于 20kHz，PCB 板材必须涂有保护涂层。
- x. 开关柜端子排选用防尘阻燃型端子；柜内二次线采用多股铜芯线压接时应首选 O 型线鼻，其次为 Y 型线鼻。

6 直流电源装置

- 1) 直流电源装置选用技术成熟、使用业绩良好的产品，所供产品应有五年以上的工业运行经验，整机使用寿命不低于 20 年（蓄电池除外）。
- 2) 直流电源装置交流输入电源应为两回 AC380V 三相电源（主电源和备用电源）。
- 3) 充电模块组由 N+1 冗余并联的微机型高频开关电源模块组成，每只高频开关电源模块输入端每相需安装保护熔断器。
- 4) 220kV 总变电站、35kV 区域变电站的直流电源应采用双机双电池直流装置；10kV 变电所内的直流电源采用单机单电池直流装置。有人值守变电站的直流电源蓄电池组容量应满足变电站事故停电 1 小时的放电容量；无人值守变电所的直流电源蓄电池组容量，应满足变电所事故停电 2 小时的放电容量。
- 5) 单机单电池组容量一般为 40、50、60、80、100、120、150（AH），配一套充电装置；单机双电池组容量一般为 40、50、60、80、100、120、150、200、300(AH)，配一套充电装置；双机双电池组容量为 80、100、120、150、200、250、300、500（AH），配两套充电装置；双机双电池组电源装置按照双机互备充电，直流配电系统采用双母线接线供电，两段母线间应实现联络，在运行切换时要求不中断直流负荷供电。蓄电池容量 300 Ah 及以上时设置独立的蓄电池室。
- 6) 直流电源装置采用阀控密封式铅酸蓄电池组。
- 7) 直流电源装置应具有在线绝缘监测、蓄电池智能管理、微机监控等功能。
- 8) 微机监控系统的直流电源采用 220V 直流电源；带备自投或无扰动切换要求的低压进线、母联开关控制电源可采用 DC220V(当有直流屏时)或 AC220V(当没有直流屏时)。低压馈电柜控制电源采用取自断路器上口的 AC220V。

7 交流不间断电源（UPS 装置）

- 1) 火灾报警和通信系统、仪表和 DCS 系统用交流不间断电源
 - a. 用于火灾报警和通信系统的交流不间断电源装置不采用冗余配置，仪表及 DCS 系统用交流 UPS 应采用冗余配置。
 - b. 装置输入和输出

装置输入电压：AC 380V/220V $\pm$ 15%、3 相、50Hz。

装置旁路输入电压：AC 380V/220V $\pm$ 15%、2 相或 3 相（采用制造商标准）、50H

Z。

装置输出：60kVA 及以下容量时为 AC 220V、50Hz、单相输出；60kVA 以上容量时通常为 AC 380V、50Hz、单相输出，根据需要也可采用三相四线输出；UPS 装置额定功率因数为 0.8。

装置应能在环境温度 0~40℃的条件下额定满负荷运行，以及 50℃时额定满负荷运行。

装置的备用电源切换时间小于 4ms，其后备时间应满足用电负荷的需要。

装置应由主机柜、电池柜、旁路柜和配电柜等组成，包括整流器/蓄电池充电器（静态型）、蓄电池组、逆变器（静态型）、静态旁路开关、手动维护旁路开关、输出隔离变压器（干式）、配电单元、控制单元、仪表单元、信号指示及报警等功能单元。

装置采用免维护阀控密封式铅酸蓄电池组。蓄电池的浮充电压、均充电压 和放电终止电压应符合相关规定；并配置蓄电池微机监控/巡检装置和温度补偿单元。

装置柜体防护等级不低于 IP4X。

装置主回路及馈电回路的保护电器应采用自动开关。

装置应装设绝缘监察装置，当绝缘电阻低于规定值时应能发出灯光和音响信号。

装置应配置交流输入电压表、交流输入电流表、直流母线电压表、电池电流表（中心指零式电流表）、系统输出交流电流表、逆变器输出交流电压表和输出频率表。

装置应配置交流电源输入断路器、电池断路器、静态旁路断路器、手动旁路断路器、静态旁路开关切换控制装置、配电柜电源进线断路器、配电柜输出回路断路器；交流电源进线处设电涌吸收装置。

装置至少应提供正常输入交流电源正常、逆变器输出电源正常、逆变器与备用电源同步、备用电源正常、逆变器给负荷供电、静态开关输出正常等状态信号指示。装置还应提供备用电源供电、直流电压不正常、充电输出电流不正常、逆变器故障、UPS 故障等报警信号指示。

在装置内部应将正常电源故障、备用电源故障、旁路接通、逆变器不同步、静态开关处于备用电源位置等故障信号汇总成一个公共报警接点信号送出。

装置应设置数据通信接口与远方监控系统通信，以实现装置的监视；重要的报警信号应通过无源接点送远方监控系统。

2) 变电所用交流不间断电源

a. 10kV 及以上变电所内应配置 UPS 电源装置。

b. UPS 装置额定输出容量不应小于 5kVA，电池后备时间不小于 2h。

交流不间断电源（UPS 装置）需设置外置检修旁路，当 UPS 发生故障时可以切换至外置检修旁路，便于 UPS 离线检修更换。

8 交流应急电源装置（简称 EPS 装置）

1) EPS 装置用于给应急照明负荷提供应急电源。

2) EPS 装置的输入和输出：

正常电源输入电压：380V $\pm$ 20%、3 相 4 线、50Hz $\pm$ 1、TN-S 系统；需要时（容量较小时）可采用 220V $\pm$ 20%单相输入电压。

备用电源输入电压：380V $\pm$ 20%、3 相 4 线、50Hz $\pm$ 1、TN-S 系统。需要时（容量较小时）可使用 220V $\pm$ 20%单相输入电压。

输出电压：380V（220V） $\pm$ 5%、3 相（1 相）+N+PE、50Hz、TN-S 系统。

3) EPS 装置的正常电源和备用电源间应设置备用电源自动切换装置；两回路输入电源应配置电涌吸收装置。

4) EPS 装置应由整流器（充电器）、蓄电池、逆变器、电源切换装置、智能监控模块等组成。

5) 装置内可采用阀控密封式铅酸蓄电池组。当 EPS 仅为应急照明供电时，后备时间不应小于 30min；当为电机类负荷供电时，后备时间应满足工艺运行的要求。

6) 装置应设置数据通信接口与远方监控系统通信，以实现对照明用应急电源系统的监视；重要的报警信号应通过无源接点上送远方监控系统。

9 防爆电气设备

1) 在爆炸性气体环境中，应根据爆炸危险区域的分区、电气设备的种类和防爆结构的要求，选择相应的电气设备。爆炸性气体环境中选用的防爆电气设备的级别和组别，不应低于该爆炸性气体环境内爆炸性气体混合物的级别和组别；当存在有两种以上易燃性物质形成的爆炸性气体混合物时，应按危险程度较高的级别和组别选用防爆电气设备。

2) 爆炸性粉尘环境中的电气设备，应符合 GB 12476.1、GB/T 3836.15 的规定

3) 爆炸性危险区域内，各类配电箱的进线和馈出线口应加装电缆夹紧密封接头。

电缆夹紧密封接头的材质应为不锈钢，防护等级不低于 IP66。

10 电气元件

1) 室内配电装置的电流互感器，采用树脂浇注绝缘结构的电流互感器。

- 2) 室内配电装置的电压互感器，采用树脂浇注绝缘结构的电磁式电压互感器，
- 3) 220kV 互感器选用电容式电压互感器。
- 4) 电流互感器的变比及准确度等级的选择，应符合现行国家标准《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》GB/T50063-2017、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062-2008、《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285-2006 及《电流互感器和电压互感器选择及计算导则》DL/T 866-2015 中的有关要求。
- 5) 电压互感器的变比及准确度等级的选择，应符合现行国家标准《电力装置的电气测量仪表装置设计规范》GB/T 50063-2017、《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T 50062-2008、《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285-2006 及《电流互感器和电压互感器选择及计算导则》DL/T 866-2004 中的有关要求。
- 6) 保护与计量（测量）用电流互感器和电压互感器的变比与准确度等级建议如表 7-4-2。

表 7.4-2 电流互感器及电压互感器参数表

回路名称	保护			计量与测量			备注
	CT	CT 变比	PT	CT	CT 变比	PT	
35kV 进线	5P	□/1	3P	0.2s 级	□/1	0.2 级	
35kV 出线	5P	□/1	3P	0.2s 级	□/1	0.2 级	
10kV 进线	5P	□/1	3P	0.5 级	□/1	0.5 级	
10kV 电机出线	5P	□/1	3P	0.5 级	□/1	0.5 级	
10kV 变压器出线	5P	□/1	3P	0.5 级	□/1	0.5 级	
380V 进线				1 级	□/1	1 级	
电动机差动保护	5P						自平衡
其它					□/1		

注 1: 需要零序电压时采用 3 只单相三绕组电压互感器，第三绕组电压为 100V/3。

注 2: 电流互感器的二次电流均为 1A。

- 7) 避雷器的选择应符合《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/

T50064-2014 和《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》DL/T620-1997 中的有关要求。

- 8) 电能的计量按单元独立计量核算的原则,可通过多功能数字表或安装电度表实现。测量内容有:电度、电流、电压、有功、无功、功率因数等。220kV 进线、主变高低压侧、发电机贸易结算点等设置单独的计量屏。

7.4.6 供配电线路及敷设

1 电缆截面的选择

- 1) 电力电缆在最大工作电流作用下的缆芯温度,不得超过按电缆使用寿命确定的允许值。对 10kV 及以下的交联聚乙烯绝缘电缆,在额定负荷时持续工作回路的缆芯工作温度不应大于 90℃;短路时缆芯温度不应大于 250℃。对聚氯乙烯绝缘电缆,在额定负荷时持续工作回路的缆芯工作温度不应大于 70℃;短路时缆芯温度不应大于 160℃。
- 2) 10kV 电缆按允许载流量选择,并用电压损失进行校验,按短路电流校验热稳定。
- 3) 低压电缆按允许载流量选择电缆截面,并用电压损失进行校验,还需要与线路保护装置配合,电缆的载流量应大于出线断路器的整定值。
- 4) 电力电缆在最大短路电流作用时间产生的热效应应满足热稳定条件。短路电流作用时间,应取保护切除时间与断路器全分闸时间之和:
- 5) 对电动机等直接馈线回路,应采取主保护时间,10kV 电动机回路的建议值为 0.15s;
- 6) 其他情况,宜按后备保护计,10kV 配电变压器回路的后备保护时间建议值为 0.5s。
- 7) 在最大工作电流作用下,电缆连接回路的电压降,不得超过该回路允许值。

2 电缆线路绝缘水平及绝缘类型

- 1) 供配电电缆缆芯的相间额定电压,不得低于使用回路的工作线电压。电缆绝缘等级宜按如下规定选择:
 - 35kV 电缆: 26/35kV;
 - 10kV 电缆: 8.7/15kV;
 - 380/220V 电缆: 0.6/1kV;

- 控制电缆：0.45/0.75kV；
- 计算机电缆：0.3/0.5kV。

- 2) 原则上，1~35kV 电缆采用交联聚乙烯绝缘电缆（XLPE）。移动式电气设备或经常弯曲或有较高柔软性要求的回路，可选用橡皮绝缘电缆。
- 3) 供配电电缆的冲击耐压水平，应满足系统绝缘配合。

3 电缆护层及外护套

- 1) 35kV 及以下电缆采用聚氯乙烯护套，户外敷设时采用防机械损伤的金属铠装。
- 2) 单芯电缆的铠装采用非磁性的铝丝铠装，3 芯电缆的铠装可采用钢带铠装。

4 电缆芯数

- 1) 35kV 配电回路在不增加中间接头的前提下可采用单芯或 3 芯电缆，距离较短时优先采用 3 芯电缆。
- 2) 10kV 配电回路在不增加中间接头的前提下可采用单芯或 3 芯电缆，对于工作电流较大的回路当选择 3 芯电缆需要 3 根以上且截面较大时可选择单芯电缆，单芯电缆的每相不宜超过 3 根。
- 3) 三相低压电动机配电原则上采用 3 芯电缆。
- 4) 低压电源至动力箱、照明配电箱、电源检修箱采用 5 芯电缆。路灯电缆采用 4 芯。
- 5) 单相馈电回路采用 3 芯电缆。
- 6) 低压直流回路采用 2 芯电缆。
- 7) 控制电缆芯数一般为总芯数（备用芯），例：4 芯（备 1 芯）。通常为：4（1）、7（1~2）、10（2）、14（2~3）、19（3）、24（3~4）。

5 电缆敷设

- 1) 电缆敷设应符合《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018 的要求。
- 2) 35kV 及以下电缆线路优先采用沿桥架敷设方式，特殊情况下，可采用局部直埋或电缆沟敷设方式。
- 3) 装置内、所有的室外电缆原则上采用电缆桥架架空敷设至电机等用电设备，电缆桥架安装在工艺管廊上，无管廊处可设单独的电缆桥架廊，桥架一般可用大跨距（6m）电缆桥架，每节桥架水平支架不少于 3 个。小于 6m 跨距时，每节桥架水平支架不少于 2 个。
- 4) 为提高供电可靠性，35kV 的I、II段电源进线电缆宜分别敷设在不同的桥架内。

- 5) 35kV 单芯电缆宜采用等边三角形（品字形）敷设（核算桥架高度），并有非导磁性的固定架。
- 6) 向同一重要负荷点供电的两回电源电缆线路以及重要的机泵电缆，其中包含有工作机泵和备用机泵的两组馈电电缆，宜采用电缆分桥架或分沟敷设；当架设不同桥架有困难只能敷设在同一桥架之内时，宜加防火隔板隔开；分沟有困难时，电缆应分别敷设于电缆沟内不同支架上，并采用阻燃电缆或采取防火措施，在充砂电缆沟中，适当加大电缆之间水平间距。
- 7) 电缆路径应远离有高火灾危险的设备，且不应从加热元件上方穿过，否则应采取相应的防火措施，如采用耐火电缆或耐火保护层。根据 API PR540 的规定，高危火灾区域是指距高危火灾点垂直 12 米，水平 9 米的区域）。
- 8) 安装电缆桥架的管廊和电缆桥架廊应设计安装和检修人员的走道。各段人行通道之间要保证可靠电气连接，并可靠接地。
- 9) 不同电压等级的电缆不宜敷设在同一桥架内。装置主管廊上中压、低压动力、低压控制电缆皆分开单独桥架敷设；分支小管廊、设备末端等其他如需将低压动力和控制电缆同桥架敷设时，动力和控制电缆间应加装隔离板。
- 10) 电缆桥架内 10kV 及以上电缆宜为单层敷设；当同一路径敷设的大截面低压电力电缆（推荐 95mm² 及以上）较多时，在空间、荷重且经济合理时宜单层敷设，其余情况可考虑为两层敷设。
- 11) 在户外安装时，梯架顶层需加盖板，以防日光直射。非铠装电缆的电缆桥架水平敷设距地面 2.5m 以下或垂直敷设距地面 2m 以下的部分需要加盖板，如在变电所等电气专用房间内时除外。
- 12) 电缆穿墙或穿楼板时，应穿钢管或 PVC 管或采取其它保护和封堵措施。
- 13) 变电所内、以及在没有火灾危险的公用管廊上和火灾危险性不高的装置内敷设的电缆桥架采用热浸锌桥架。优先选用梯架（ $L \geq 3000\text{mm}$ 应采用双梯边桥架）；钢质材料的立柱、托臂（重型托臂）表面采用热浸锌处理。桥架宽度为 200 mm、400 mm、600 mm 和 800 mm，高度为 100~300 mm。通常，10kV 及以下电缆桥架的层间距最小为 400 mm，10kV 及以上电缆桥架的层间距为 500mm。应根据电缆的中间接头及单芯电缆固定夹具的占用尺寸空间选择合适的电缆桥架梯边高度和桥架层间距。
- 14) 埋地敷设的电力电缆根数较少（6 根及以下）且路径较长时可采用铠装直埋方

式，根数较多时可采用电缆沟敷设。

- 15) 在危险区域内的电缆沟应充砂。
- 16) 室外电缆沟宜采用钢筋混凝土盖板，在铺砌区盖板顶部与地坪齐平，非铺砌区其沟口宜高出地坪 50mm，盖板宜用水泥砂浆密封，防止水进入；当采用有覆盖层电缆沟时盖板顶部宜在地坪下 300mm。
- 17) 室内电缆沟的盖板应与地坪平齐，当地面容易积水和积灰时应采用混凝土盖板且应将缝隙抹死；室内经常开启的电缆沟宜采用花纹钢盖板。
- 18) 油罐区的主要生产作业场所的电缆应采用铜芯电缆，并埋地敷设或采用充砂电缆沟敷设，局部地方需在地面敷设的电缆应采用阻燃电缆；消防设备的配电电缆采用耐火电缆；直埋电缆与油管之间最小平行间距为 1m，最小交叉间距为 0.5m，靠近带油设备的电缆沟盖板应密封，电缆不得与输油管道、热力管道同沟敷设。
- 19) 电气、仪表桥架盖板采用通风式，并采取抱箍式固定，间距 1 米，以满足防强风要求。

6 电缆的防火与阻止延燃

- 1) 除《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018 第 7.0.7 规定的场所采用耐火电缆外，其余皆采用阻燃电缆（A 型阻燃）。
- 2) 在爆炸危险环境明敷电缆过墙时应穿钢管，并需增设相应防爆隔离密封（如管口加密封胶泥）。
- 3) 在火灾危险区环境明敷电缆过墙时应穿钢管，钢管内并需用防火堵料填堵。在使用塑料管时，应具有满足工程条件的难燃自熄性要求。
- 4) 在火灾危险环境和爆炸危险环境采用非密闭性电缆沟时，应在沟内充砂，并使电缆上、下各有 100mm 厚的细沙。电缆穿出地面时应穿管，并对管口进行防爆隔离密封处理。
- 5) 在电缆构筑物的墙（板）孔洞处，电气柜、盘或控制屏、台的开孔部位应做防火封堵。电缆穿入保护管时，其管口应使用柔性的有机堵料封堵。
- 6) 电缆沟在进入建筑物处应设置防火墙。在隧道或重要回路的电缆沟中的适当部位，如公用主沟道的分支处、多段配电装置对应的沟道适当分段处、长距离沟道中相隔约 200m 或通风区段处、至控制室或配电装置的沟道入口、厂区围墙处等，宜设置阻火墙。

- 7) 电缆在竖井中, 宜每隔 7m 设置阻燃隔层。
- 8) 电缆桥架在进出建筑物、穿越隔墙、楼板处, 均应采取防火堵料封堵措施。

7.5 变电所综合自动化系统

7.5.1 变电站微机自动化系统的监控和数据采集

- 1 为了提高供电系统的自动化水平, 确保供电的运行质量和可靠性, 设置功能齐全、可靠性高、结构紧凑、操作简单的变电所微机自动化系统。
- 2 变电所微机自动化系统应集保护、控制、监测、通讯为一体, 软硬件的配置应采用当前国内外行之有效的主流产品。
- 3 系统结构采用分层分布式, 分层分布式的终端采用综合保护装置。
- 4 第一层为间隔层, 直接与开关柜相连接。间隔层设备综合了自动保护功能、数据采集和控制功能, 这些功能通过各系统的不同软件包来实现。
- 5 第二层为变电站层, 由冗余的变电站网关单元组成。变电站网关单元可以实现间隔层通讯协议 (IEC 60870-5-103, 标准 Modbus) 与各系统光纤网络 (用于连接总站与各个不同的变电所) 传输协议 (101、104) 的转换。
- 6 第三层为工厂层, 由 220kV 总变电所的操作台、工程师站、界面和操作系统局域网等组成, 操作系统局域网将不同的工作站和服务器相互连接起来, 工厂层必须采用专用的工业级的数据服务器和历史服务器。
- 7 全厂微机综合自动化系统总站 (集控中心) 设置在 220kV 总变电所内, 各装置变电所内均设微机综合自动化系统子站, 10/0.4kV 变配电室设微机综合自动化系统子子站。各子站、子子站独立完成本站变配电系统的电气监控功能, 并具备信号上传到上级站的接口。主网系统采用双 1000M 以太网冗余结构。
- 8 各综合保护装置采用现场总线方式与前端机相连, 前端机至后台系统采用网线或光纤连接。各装置变通过光纤将数据送至上级总变电所通讯管理机, 再由总变电所统一送至集控中心前端机。
- 9 微机综合保护系统应具备保护的独立性和功能的完整性, 配置灵活、结构简单、维护方便并具备友好的人机界面、简便实用的专家管理系统及操作指南。
- 10 变电所微机自动化系统应至少包括以下自动控制功能:
 - 1) 实现变压器分接头自动调整。
 - 2) 实现母线分段开关备用自动投切或检查同期开关自投。

11 全厂微机自动化系统监控范围

- 1) 10kV 及以上系统均需纳入监控范围；
- 2) 低压进线、母联的状态；
- 3) 进线柜多功能数字表通讯接口输出的三相电流、电压、有功无功功率、功率因数、频率以及有功电度、无功等；
- 4) 变电所内 UPS、直流盘、成套控制柜等主要电气设备；
- 5) 电机回路的保护装置。工艺电动机连锁信号、状态信号及故障信号等，采用电缆硬接线经端子柜连接至 DCS。设置低压系统信号采集柜，低压电机保护器通讯至本配电室信号采集柜；
- 6) 对重要电气设备（如 GIS、主变、中压柜等）非电气运行状态进行实时信息采集，预留与智能化工厂的对接端口，通过无线或有线网络上传至智能化工厂数据库，实现重要电气设备运行状态的实时监控。

12 220kV 总变电所设置挂墙式智能化电气系统模拟屏，该屏能与监控系统通讯，且具备在线实时显示、也可离线脱开系统模拟操作的功能。对时网络为 GPS 硬件对时提供网络方式。GPS 装置给出一副接点，通过一个网络，即可对所有设备提供硬件对时。

13 全厂微机自动化系统应提供通讯接口，为智能化工厂系统提供所需要的数据。

7.5.2 变电站安全管控系统

1 变电站安全管控系统包括防误、视频监视、操作票、工具和地线管理、智能压板等子系统。其中防误和视频监视系统通常可设于变电站需远程操作的重要部位。

2 变电站防误系统由位于变电站监控系统总站的智能显示屏和操作票管理系统，以及各变电站监控系统子站的五防系统遥控闭锁装置构成。主要功能包括：强制性五防闭锁、设备对位、操作票管理、五防模拟操作、站间闭锁、遥控闭锁。

3 全厂电气中控室可设置智能显示屏。智能显示屏可与全厂电气中控室的监控系统采用双以太网通讯，实现接收遥信、遥测、遥控功能。

4 智能显示屏与操作票专家系统采用以太网通讯，实现智能显示屏与专家系统的设备对位及操作票跟踪功能；防误系统子站遥控闭锁控制器与全厂电气中控室智能显示屏通过光交换机采用以太网通讯。

全厂电气中控室与各分变电站分别设置防误系统主站和子站。主站和各子站的遥控闭锁控制器采用独立光纤通道，可和监控共用 1 根光缆的不同芯。网络结构通常采用自愈双环网或双星网结构。主站和各子站均配置独立的防误系统环网或星网光交换机。

5 全厂变电站视频监控系统通过光纤与变电站微机自动化系统进行通讯。微机自动化系统通过对视频监控系统服务器发出调用命令，以调用视频监控系统视频数据。所调用的视频数据应可通过综合操作屏控制计算机投放在综合操作屏上。视频监控配置范围：

- 1) 总变：大门及外墙周界、室外变压器区、GIS 室、中压室、低压室、无功补偿等区域，提供重要设备及主要通道的视频监控信息。
- 2) 装置变电所：大门、电缆室及变压器室进口、高低压配电室、无功补偿、变频器室等区域。
- 3) 配电室：进出口及主要柜前通道。

7.5.3 保护及自动切换装置

1 继电保护和自动装置其他要求应符合《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》GB/T50062-2008、《电力系统安全自动装置设计规范》GB/T50703-2011 的规定。

2 220kV 线路保护

线路保护完全按双重化原则配置，相互完全独立。两套线路保护相关二次回路遵循相互独立的原则按双重化配置；两套保护装置的直流电源取自不同蓄电池组供电的直流母线段。双重化配置的线路保护每套保护只作用与断路器的一组跳闸线圈。

每回线路两侧均配置双套分相电流差动主保护；保护通道均采用 2Mbit/s 接口方式的复用通道和专用纤芯。

每套线路保护均具备完整的主、后备保护和自动重合闸功能；随第一套线路保护配置一台双跳圈分相操作箱（含电压切换回路），第二套保护配置一台电压切换箱。

3 220kV 母线保护按双重化原则配置两套，均含失灵保护功能的电流差动保护。

4 220kV 母联（分段）按双重化各配置两套充电解列保护。

5 220kV 主变压器保护

变压器装设纵联差动保护作为主保护，以保护变压器绕组及其引出线的相间短路故障。

高压侧装设复合电压闭锁过流保护装置作为变压器主保护相间短路故障和相邻元件的后备保护。变压器低压侧应装设复合电压闭锁过流保护。高低压侧应装设过负荷保护。变压器高压侧均应装设零序电流保护。变压器高压侧中性点装设间隙零序电流保护和零序电压保护。

变压器保护装置应具有高压侧断路器失灵保护动作后跳各侧断路器的功能。变压器保护非电量双重化配置，双套保护采用不同品牌。

6 220kV 总变设故障录波装置

该装置实现 220kV 配电装置、主变故障信息记录功能，分别记录电流、电压波形、保护装置动作及保护通道的运行情况，并具有故障测距、GPS 卫星及北斗卫星对时、数据远传功能。

220kV 故障录波需采集每段母线的电压，每条线路、母联的电流，保护动作信号，断路器分闸位置信号，用于系统发生故障后进行故障分析。主变故障录波需采集主变各侧的电流、电压、断路器分闸位置信号，保护动作信号，用于系统发生故障后进行故障分析。

7 35kV 开关柜保护：

1) 35kV 线路母联保护

电流速断：瞬时跳闸

过电流：延时跳闸

带进线回路过电流闭锁的快速切换装置，过电流保护

带检进线无流、母线无压功能

2) 35kV 变压器的保护设置

电流速断保护：瞬时动作于跳闸

复压闭锁过电流保护：带时限动作于跳闸

线变组差动保护及变压器差动保护

单相接地故障保护：动作于跳闸

温度、突发压力保护

重、轻瓦斯保护

35kV 变压器上下级开关应通过光纤通道设置上下级联跳。上游馈电断路器跳闸（不论保护动作跳闸或手动跳闸或自动跳闸）时，应断两侧的断路器，上游变压器馈电断路器-联跳下游进线断路器。上游馈电断路器合闸后，才能合下游进线断路器只有变压器下游进线断路器在工作位置时，上游馈电断路器才能合闸。

3) 35kV 的馈线柜保护设置

低电压保护：PT 断线闭锁低电压延时 0.5 秒及 9 秒跳闸

电流速断保护：瞬时动作于跳闸

复压闭锁过流保护：带时限动作于跳闸

35kV 线变组设光纤差动保护，35kV 变压器就地设变压器差动保护。

单相接地故障保护：带时限动作于跳闸

失步保护：同步电动机装设

8 10kV 开关柜的保护

1) 10kV 变压器馈线柜

电流速断保护：瞬时动作于跳闸

过电流保护：带时限动作于跳闸

单相接地故障保护：动作于信号

温度、突发压力保护

重、轻瓦斯保护

2) 10kV 电动机馈线柜

低电压保护：有流闭锁，PT 断线闭锁，低电压延时 0.5 秒及 9 秒跳闸

电流速断保护：瞬时动作于跳闸

过负荷保护：对于生产过程中易发生过负荷的电动机，应装设过负荷保护。该保护宜采用反时限继电器，保护装置可动作于跳闸，也可视情况动作于信号或自动减负荷。对起动时间较长的电动机，可在起动过程中将过载保护元件闭锁，但应有堵转保护。

单相接地故障保护：带时限动作于信号

差动保护：容量在 2000kW 及以上的电动机装设，或电流速断灵敏度不满足要求时装设。电动机差动保护采用自平衡差动保护。

失步保护：同步电动机装设

3) 10kV 电力电容器组保护

延时速断保护：动作于跳闸

带时限动：带时限动作于跳闸

过电压保护：带时限动作于信号（由电容器柜引来）

母线过电压保护：带时限动作于跳闸

开口三角电压保护：带时限动作于跳闸

单相接地保护：带时限动作于信号

电源母线失电保护：带时限动作于跳闸

4) 10kV 进线柜

电流速断：延时跳闸

过电流保护：延时跳闸

PT 断线闭锁低电压保护：动作于信号

过电流闭锁 10kV 母线分段备自投

5) 10kV 母联柜

电流速断：瞬时跳闸

过电流：延时跳闸

带进线回路过电流闭锁的快速切换装置，过电流保护

带检进线无流、母线无压功能

6) 10kVPT 柜

单相接地监视

PT 互换

低电压检测

7) 10kV 线路馈线柜

电流速断：延时跳闸 ◆ 过电流保护：延时跳闸 ◆ 过负荷保护

10kV 线路差动保护（仅对于总变电所 10kV 馈出线） 单相接地保护

10kV 线路差动保护采用线路光纤纵差保护。两侧保护及 CT 分别安装在总变电所 10kV 出线柜和下级变电所 10kV 进线柜内，上下级开关设置联跳。

9 低压进线和母联保护

1) 低压进线

电流速断保护

过电流保护

过负荷保护

低电压保护

零序过流保护

欠电流同期检测

2) 低压母联

电流速断保护

过电流保护

充电保护

低电压

欠电流同期检测 BZT

10 自动切换装置

生产装置中一级负荷的供电电源应装设电源自动切换装置。安装位置有： 配电装置的进线及母线分段断路器。

应急电源处的工作电源和应急电源之间。末级配电装置或配电箱的双电源切换。 电源自动切换装置应符合下列要求：

除进线开关电流保护动作外，应保证工作电源无论任何原因失电或断电，另一电源电压能满足要求时应自动切换投入。

切换时间应在避开非同步冲击的前提下尽量缩短，并只允许动作一次。当电压互感器的任一熔断器熔断时，低电压启动元件不应误动作。

应校验备用电源的能力及电动机再起动的条件，根据工艺条件分批再启动；当不能保证时，可在电源自动切换的同时切除一部分负荷。

电源自动切换装置与继电保护装置应有选择性的配合。

电源自动切换装置之间应有选择性配合，其动作时限应按电源侧往负荷侧逐渐增加一个时限阶段。当电源侧有自动重合闸装置时，第一级电源自动切换装置的启动时限，应较自动重合闸装置动作时限大一时限阶段。

为保持配电装置在进线和母联进行切换时不断电，0.4kV 配电装置进线母联设置备自投装置，35kV 配电装置、各级 10kV 配电装置进线母联上设置无扰动快切装置。

11 电动机保护

电动机应装设短路保护、接地故障保护、堵转保护，并应根据具体情况分别装设过载保护、断相保护和低电压保护。

电动机保护选用智能型电动机综合保护器，具有抗晃电及分批启动功能。

12 馈线保护

照明箱、动力箱、检修箱、电动阀选用智能型馈线综合保护器

配电线路的短路保护，应在短路电流对导体和连接件产生危害之前切断短路电流。

绝缘导体的热稳定校验应符合下列规定：

当短路持续时间不大于 5 s 时，绝缘导体的热稳定应按下式进行校验：

$$S = \frac{1}{K} \sqrt{t}$$

式中：S——绝缘导体的线芯截面（mm²）；

I——短路电流有效值（均方根值 A）；

t——在已达到允许最高持续工作温度的导体内短路电流持续作用的时间（s）；

K——绝缘的计算系数

相线对地标称电压为 220 V 的 TN 系统配电线路的接地故障保护，其切断故障回路的时间应符合下列规定：

配电干线和仅供给固定式电气设备用电的末端配电线路不宜大于 5s；

供电给手握式电气设备或移动式电气设备的末端配电线路和插座回路不应大于 0.4 s。

当保护电器为瞬时或短延时动作低压断路器时，短路电流不应小于低压断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的 1.3 倍。

13 电气火灾监控系统

- 1) 按照相关规范要求设置电气火灾监控系统。宜对低压配电第一级输出回路设电气火灾监控系统。✓
- 2) 设置电气火灾监控系统的建筑物或场所及各种类型电气火灾监控探测器在供电线路中的设置位置应符合（包括但不限于）GB50016-2014 的第 10.2.7 条、GB50116-2013 的第 9 条和第 12.4 条等规范的内容规定；剩余电流式电气火灾监控探测器不宜设置在消防配电线路中；电气火灾监控器应设置在中央控制楼的消防控制室内，并接入消防控制室图形显示装置；电气火灾监控系统设计应符合 GB50116-2013 的规定；构成电气火灾监控系统的电气火灾监控器、剩余电流式电气火灾监控探测器、具有探测线路故障电弧功能的电气火灾探测器和测温式电气火灾监控探测器等应符合各自的产品标准，本项目中其应选用同一制造商的产品，并应选用符合市场监管规定的产品。
- 3) 电气火灾监控系统宜采用二总线通讯方式、双绞线作为传输介质，并应配置有消防联动输出接口；当信号传输电缆的长度超过产品允许的长度时应增设中继器。
- 4) 电气火灾监控系统的设置不应影响供电系统的正常工作，不宜自动切断供电电源。
- 5) 当剩余电流式电气火灾监控探测器、具有探测线路故障电弧功能的电气火灾探测器和测温式电气火灾监控探测器及其附件安装在各类开关柜和配电柜（箱、盘）内时，其应随开关柜和配电柜（箱、盘）成套供货。

14 线路差动保护

- 1) 生产装置中一、二级负荷的供电电源应装设电源自动切换装置；
- 2) 两个互为备用的二级及以上负荷宜装设电源自动切换装置。

3) 保护装置定时限之间的时限级差为 0.2s 或 0.3s。

7.6 爆炸危险环境电气设计

7.6.1 易燃气体/蒸汽危险环境

易燃气体/蒸汽爆炸危险区域划分需根据工艺专业提供的介质、温度、压力，结合平面布置、通风设备等专业的具体情况，遵照国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 进行绘制。该区域内电气设备和线路的设计应遵照强制性标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 和 GB 3836 相关标准。

7.6.2 可燃性粉尘危险环境

可燃性粉尘危险区域划分需根据工艺专业提供的介质、温度、压力，结合平面布置、通风设备等专业的具体情况，遵照国家标准《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 和参照 NFPA499（最新有效版本）进行绘制。

7.6.3 易燃气体/蒸汽危险环境和可燃性粉尘危险环境并存区域

在两种危险区域并存区域，电气设备的制造、安装和施工验收需同时满足《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 和 GB 3836 相关标准、标准《可燃

性粉尘环境用电器设备，第 1 部分：通用要求》GB 12476.1-2013 以及《可燃性粉尘环境用电器设备，第 2 部分选型和安装》GB 12476.2-2010。

7.6.4 防爆电气设备的认证

对于设计的所有防爆电气设备，无论是国内制造的，还是国外进口的，都必须通过国家或国际权威法定鉴定机构的认证。

7.6.5 爆炸危险区电气设备的选型

爆炸危险区电气设备应遵照《爆炸危险环境电力装置设计规范》GB 50058-2014 和 GB 3836 等相关标准进行选择，下表列出常用电气设备选型表仅供参考。

设备	危险区域	防爆形式	设备保护级别（EPL）
鼠笼式异步电动机	1 区	隔爆型“d”	Gb
	2 区	隔爆型“d”	Gb
		增安型“e”	Gb

		无火花型“n”	Gc
		正压通风型“pz”	Gc
	21 区	浇封型“mD”	Db
		外壳保护型“tD”	Db
		正压型“pD”	Db
	22 区	浇封型“mD”	Dc
		外壳保护型“tD”	Dc
		正压型“pD”	Dc
火花型元件 (按钮、插座 等)	1 区	隔爆型“d”	Gb
	2 区	隔爆型“d”	Gb
	21 区	浇封型“mD”	Db
		外壳保护型“tD”	Db
	22 区	浇封型“mD”	Dc
		外壳保护型“tD”	Dc
无火花型元 件 (接线 盒等)	1 区	隔爆型“d”	Gb
	2 区	隔爆型“d”	Gb
		增安型“e”	Gb
	21 区	本安型“iD”	Db
		浇封型“mD”	Db
		外壳保护型“tD”	Db
	22 区	本安型“iD”	Dc
		浇封型“mD”	Dc
		外壳保护型“tD”	Dc
照明灯具	1 区	隔爆型“d”	Gb
	2 区	隔爆型“d”	Gb
		增安型“e”	Gb
	21 区	外壳保护型“tD”	Db
	22 区	外壳保护型“tD”	Dc

注 1: “n”型和“p”型的选用应征得业主同意。

注 2: 表中所列设备保护级别 (EPL) 为最低要求。

7.7 照明

照明设计执行标准《建筑照明设计标准》GB 50034-2013、《应急照明和疏散指示系

统技术标准》GB 51309-2018、中石化总公司标准《石油化工装置电力设计规范》SH 3038-2017 和《石油化工企业照度设计标准》SH/T 3027-2003 等规范中的有关部分。

7.7.1 设计原则

照明设计应根据视觉对象及工作现场的具体条件，采用高光效节能型灯具并合理选用光源、尽量减少眩光，创造良好的视觉条件。

7.7.2 照度控制指标

本工程照明方式与照明种类划分、照明系统及照度标准应参照《建筑照明设计标准》GB/T50034-2024、《石油化工装置照明设计规范》SH/T 3192-2017 的要求进行设计。动力站的照度要求执行《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T5390-2014。

7.7.3 照度计算方法

一般采用利用系数法进行照度计算，对特殊照明用途者可用逐点计算法计算照度。

7.7.4 照明供电及控制

变电所设置智能照明配电柜，采用放射式回路给照明配电箱供电。

照明配电箱馈电回路一般情况下采用三相四线加 PE 制供电，在容量较小且距离较短时可采用单相两线加 PE 制供电。

1 照明线路每单相分支回路的电流，不宜超过 16A，所接光源数不宜超过 25 个（小功率 LED 灯具回路数量可适当放宽）；连接高强气体放电灯的单相分支回路的电流不应超过 25A。

2 照明回路的保护电器和导体的选择应满足回路末端灯具侧接地故障保护的要求。

3 方便插座不宜与照明灯具接在同一回路，在插座数量较多时宜设置单独的方便插座配电箱供电。

4 应急照明由应急电源装置供电，应急时间不应小于 30 分钟。

5 户内照明如变电所、机柜间等照明采用照明配电盘方式；户外照明系统可采用照明配电箱或三相照明主接线盒方式，并加装防浪涌保护装置。

6 户外装置区和工业厂房内照明系统一般采用非铠装电缆，控制室、辅助设施建筑物内照明系统一般采用电线。

7 照明支路应采用铜芯电缆或导线，最小截面不应小于 2.5mm²。

8 当照明配电箱所供灯具主要为高强气体放电灯时，照明配电箱三相馈电线路的中性

线截面应与相线一致,当 3 次谐波超过基波电流的 33% 时应按中性线电流选择线路截面。

9 照明控制方式应符合下列规定:

- 1) 道路照明设计宜按分区集中控制的原则设置手动控制和自动控制;
- 2) 户外装置区照明和道路照明宜采用智能照明光电控制器;照明控制器应采用节能型照明自动控制设备;
- 3) 装置区内照明的户、内外照明需分回路配置,户内采用分散控制,户外采用智能照明控制器集中控制(光电+时钟+手动控制)
- 4) 应急照明在正常工作时作为正常照明一部分时可通过智能照明光电控制器控制;
- 5) 爆炸危险环境或大型厂房宜采用照明箱集中控制;个别较分散的灯具可采用就地分散控制;
- 6) 主要厂房宜在出入口集中控制,办公室和生活室等房间应按房间及灯位进行就地控制;
- 7) 对于公共建筑物的门厅宜按使用条件和天然采光状况分区、分组控制,走廊、楼梯间等可采用光电式声控开关控制。爆炸危险环境场所、户内外有腐蚀性的场所的照明支路明配时采用电缆穿保护管方式。

10 设计中需依据规范及当地航空部门的要求设置航空障碍灯。当周边多个高大建出构筑物相互靠近时,航空障碍灯宜统一优化设置。

11 插座宜单独设置带漏电保护功能的回路。

7.7.5 光源选择

1 照明光源一般应根据环境特征、生产要求和场所条件选择。在满足环境特征、生产要求、场所条件、相关设计规范和规定的前提下,应采用节能、光效高的日光色 LED 光源。

2 户内普通环境:如仪表控制室、电气控制室、值班室、办公室,宜采用双支日光色 LED 灯。

3 户外装置区:采用长寿命的 LED 灯,色温宜为 6000K(冷白光)。

4 户内装置区:生产厂房、变配电室一般采用 LED 灯。

5 道路照明:采用 LED 灯。

6 应急照明灯可采用 LED 灯。

7 航空障碍灯采用低光强及中光强的 LED 灯。高光强采用金卤灯。

8 空旷场所宜选用高杆灯或投光灯,32 米及以下高杆灯和投光灯一般为日光色 LED 灯。

9 户外布置的 LED 灯不宜选用暖色性色温,提高工业摄像头视频画面中与火灾场景对比度。

10 在建筑物内部走廊、主要出入口处应设置带出口指示或走向指示的出口指示灯。

7.7.6 厂区道路照明及罐区照明

1 各装置界区内道路照明均构成独立系统,装置界区内的道路照明由各装置自行负责。

2 厂区内各装置之间的主干道的道路照明按分区集中控制考虑,由临近的装置变电所提供电源,采用光电自动控制,并能手动切换,具体分区由全厂性电气主项负责。

3 道路照明采用铠装电缆直埋敷设。(路灯间电缆是否穿管待定)。

4 厂区内各装置之间的主干道的道路照明按分区集中控制考虑,由临近的装置变电所提供电源,采用光电自动控制,并能手动切换,具体分区由相应的总体院确定。各装置的变电所应预留至少 3 回 380V 户外路灯照明回路,每回按 5kW 设计。

5 厂区内道路照明灯具配钢杆灯架,路灯在道路宽度小于等于 9 m 时为单侧布置,在道路宽度超过 9 m 时为道路两侧交错布置,灯具中心距地面高度主道路 10 m,次要道路 8 m,单侧布置时路灯间距为 30 m 左右,双侧布置时路灯间距为 40 m 左右。

6 道路照明采用 TN-S 系统,为保证接地故障保护灵敏性,电源侧应设置带接地故障保护功能的馈线综保。应在条件允许时,就地对路灯外壳做重复接地。

7 为方便检修及维护,路灯灯杆设置就地断路器箱。

8 全厂罐区采用以平台灯、护栏灯为主,结合泛光灯、路灯的照明型式。

7.7.7 建筑物内照明

1 生产装置及辅助生产厂房照明采用钢管明配(亦可采用电缆沿动力配电电缆桥架敷设,到灯具一般采用钢管明配);无人值守变电所照明可采用钢管暗配结合线槽明配方式;对于控制室、化验室及办公室等采用钢管暗配。

2 有吊顶的房间采用嵌入式光栅、光带 LED 灯具照明;无吊顶的房间采用吸顶式 LED 灯具,配电室可采用小型金属吊线槽敷设照明电缆并安装灯具,办公室、厕所、走廊、楼梯一般采用圆球或扁圆吸顶灯。

3 办公室、生活室电源插座一般采用单相带接地极和单相不带接地极组合式暗装插座

(单相五孔插座)。照明电源与动力电源宜分开供电。每个分支回路最多接入 8 个插座, 每个插座容量按 100W 计算; 插座馈电回路应配置漏电断路器(漏电动作电流 30mA), 应急照明回路不应装设插座。

4 插座接地极采用单独的铜芯接地线, 不与中性线共用。

5 主要厂房按回路在出入口集中控制, 办公室及生活等房间按房间及灯位控制, 灯开关可按周围环境和控制方式分别选用按钮开关、翘板式开关、气密式组合开关、防爆灯开关, 不应选用拉线开关。门灯的开关线路暗配时, 可采用装在户内的翘板开关, 当线路明配时, 则可采用装于户外的气密式组合开关。

7.7.8 应急照明的设置

1 备用照明主要采用应急电源, 其供电时间不少于 30 min。并考虑尽量设置在主要操作岗位, 以供人员紧急操作用。

2 消防应急照明及疏散指示系统应满足《应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309-2018 及《消防应急照明和疏散指示系统》GB17945-2010 相关要求, 系统宜采用集中电源集中控制型, 集中电源蓄电池供电时间不小于 90min, 应急照明控制器蓄电池供电时间不小于 180min。

3 应急照明灯应采用能瞬时可靠点燃的光源灯。应急照明中的备用照明照度应不低于该场所一般照度值的 10%; 安全照明照度应不低于该场所一般照度值的 5%, 疏散照明照度值不低于 0.5 Lux。设计时还应视现场实际情况而定并满足相关规范要求。

4 通常需要设应急照明的场所:

装置区、公用工程区的操作区域和通道;

中心控制室及通道;

变配电所、配电室和控制室及通道;

其他特别要求的区域。

7.7.9 照明设备安装高度

1 各类照明配电箱安装高度箱底距地 1.4 m, 照明开关底边距地 1.4 m, 插座底边距地 0.3 m。

2 照明灯具安装应考虑更换方便。

7.8 电气装置的接地设计

7.8.1 电气装置接地方式及基本要求

1 电力系统、电气装置或电气设备应按规范要求接地；接地装置应充分利用自然接地体，且应校验接地体的热稳定性。

2 接地按功能可分为系统接地、保护接地、雷电保护接地和防静电接地；不同用途和不同额定电压的电气装置或设备，除另有规定外应使用一个总的接地网，接地网的接地电阻值应符合其中最小值的要求。

7.8.2 系统接地

厂区供配电系统中，各级电压系统的中性点接地方式见本规定第 7.2.5 条内容；各级电压系统的接地设计应符合 GB50065、GB/T50064 和 GB50054 等的规定。

7.8.3 保护接地

1 保护接地的设计应符合 GB 50065 的规定；爆炸性气体环境和爆炸性粉尘环境的保护接地尚应符合 GB50058 和 SH/T3038-2017 的规定。

2 交流单芯电力电缆线路的金属层的接地方式及其电缆护层保护器的配置和选择应符合 GB50217 和 GB 50065 的规定。

3 电气设备和用电设备的外露可导电部分，应用单独的保护支线与保护干线相连或与接地体相连。保护线上不应设置保护电器及隔离电器，但允许设置供测量用且只有用工具才能断开的接点。

4 保护线、接地线与设备、接地母线、接地端子板间的连接点，应保证可靠的电气连接。不应将几个需保护接地的部分互相串联后，再用一根接地线与接地体相连接。

5 变压器、旋转电机的中性点与接地体或接地干线联接处应有接地测试并且应采用单独的接地线。

6 手持式电气设备应采用专用保护接地芯导体，且该芯导体严禁用来通过工作电流；其电源插座应备有专用的接地插孔，且所用插头的结构应能避免将导电触头误作接地触头使用。插头和插座的接地触头在导电之前连通并在导电触头脱离之后才断开。金属外壳的插座，其接地触头和金属外壳应有可靠的电气连接。

7 金属材质电缆桥架沿其敷设方向每隔 30m 处应进行接地，电缆桥架的组合连接处应有良好的电气通路并应用 16mm² 的黄绿相间 PVC 护套铜芯软绞线跨接。

8 照明箱、焊接插座利用电源电缆中的一芯做为保护接地线；照明灯具、方便插座等单相电气设备也利用电源电缆(线)中的一芯做为保护接地线；现场操作柱/箱可利用控制

电缆的备用芯做为保护接地线。

9 道路照明配电系统的接地形式宜采用 TN-S 系统或 TT 系统且应符合 GB 50054 的规定；当采用剩余电流保护装置时，还应满足 GB 13955 的相关要求。金属灯杆及构件、灯具外壳、配电及控制箱屏等的外露可导电部分，均应与保护导体相连接。接地应符合国家现行相关标准的规定。在满足接地电阻要求的情况下，应利用路灯基础钢筋等自然接地体。

10 如果钢结构为构成公用接地网的一部分且已可靠接地，安装在此类钢结构上的电气设备和工艺设备的金属外壳也与该钢结构永久连接时，则认为上述电气设备和工艺设备已可靠接地；但在爆炸性气体环境和爆炸性粉尘环境内的电气设备还需通过专用接地线进行接地。

11 在从变电所至装置的主电缆桥架路径上的任一桥架中，放置 40 x4mm 热镀锌扁钢，在电缆桥架路径上并与管廊上每一个管道防静电接地母排连接，该接地线在进入装置处进行重复接地，在装置区内不少于两点与接地装置相连，装置区二层及以上的电气设备的接地，可由此接地线引接接地支线对用电设备进行接地。

12 装置区一层用电设备、工艺设备、金属框架、金属构件等的接地，其接地线可直接连至接地网。

7.8.4 静电接地

1 在生产加工、储运过程中，设备、管道、操作工具及人体等，有可能产生和积聚静电而造成静电危害时，应采取静电接地措施；本规定未提及的静电接地的范围、方式、接地电阻值、接地端子和连接板、接地支线和连接线、接地干线和接地体、接地材料的选择和连接应符合 SH/T3097 和 GB50160 的规定。

2 爆炸危险环境内，应使用本安型人体静电消除器，不应使用裸金属作为人体静电消除器。本安型人体静电消除器的设置位置应符合相关设计规范的要求。本安型人体静电消除器应为符合 SY/T7354-2017 规定的定型产品，其不应配置电池或提供电源、也不应配置需外部电源供电的报警装置和显示仪表；本安型人体静电消除器的静电释放性能（即：触摸体表面与支撑体间电阻值为 $1 \times 10^7 \Omega \sim 1 \times 10^9 \Omega$ ，电荷转移量不得大于 $0.1 \mu C$ ）应具有权威检（试）验机构出具的关于静电释放性能的试验报告。

3 装卸爆炸危险物料的装卸站的装卸臂、管道、设备设施（含装卸车辆、车体）等应等电位联接；每个装卸车位应设置等电位在线监测报警及联锁控制装置；等电位在线监测报警及联锁控制装置能够在装卸过程中实时在线监测装卸设备（鹤管）、运载车辆是

否与接地网等电位连接，当等电位连接不良时，等电位在线监测报警及联锁控制装置应报警并切断装卸作业。

4 防静电接地体及防静电接地干线的设计应符合下列规定：① 当防静电接地干线与公用接地网的接地干线有两点相连时，可不设防静电接地体。② 宜充分利用自然接地体以及其它用途的接地体。③ 埋地敷设的防静电接地干线应采用规格不小于 $\Phi 16$ 的铜覆钢接地线；地上敷设的防静电接地干线应采用规格不小于 $\Phi 14$ 的铜覆钢接地线。

5 防静电接地支线的规格应符合下列规定：① 对固定设备，采用截面 16mm^2 黄绿相间铜芯软绞线或规格不小于 $\Phi 8$ 的铜覆钢接地线。② 对大型移动设备，采用截面 16mm^2 黄绿相间铜芯软绞线或橡套铜芯软电缆。③ 对一般移动设备，采用截面 10mm^2 黄绿相间铜芯软绞线或橡套铜芯软电缆。④ 对振动和频繁移动的设备，采用截面 6mm^2 黄绿相间铜芯软绞线。⑤ 对有振动性能的固定设备，其振动部件应采用截面 6mm^2 的黄绿相间铜芯软绞线接地，严禁使用单股线。有软连接的几个设备之间应采用铜芯软绞线跨接。⑥ 其它：应符合 SH/T3097-2017 的规定。

6 如果钢结构为构成公用接地网的一部分且已可靠接地，安装在此类钢结构上的工艺设备的金属外壳也与该钢结构永久连接，则认为上述工艺设备已可靠接地，不需要考虑专门的防静电接地；否则，应用本规定要求的接地支线，将设备和已可靠接地的钢结构相连。

7.8.5 防雷接地

1 防雷接地的主要设计原则：

- 1) 厂区内建筑物和构筑物的防雷分类、防雷措施设计以及对雷电电磁脉冲的设防，应符合现行国家标准 GB 50057 的规定；厂区内户外生产装置、户外公用工程和储运设施的防雷设计尚应符合 GB50650 和 GB50160 的规定。
- 2) 防雷设计中，应采取防直击雷、防雷电感应和防雷电波侵入的措施；各类防雷措施中，防雷接地装置的接地电阻值满足设计规范要求。
- 3) 总变电站应装设独立避雷针，避雷针应有独立的接地装置。
- 4) 35kV 变电所、10kV 配电所、10/0.4（或 0.69）kV 变电所和现场机柜间应根据 GB 50057 进行防雷分类并采取适应的防雷措施，但至少应按第三类防雷建筑物进行防雷设计。
- 5) 建筑物和构筑物的结构柱、楼板和基础内的主钢筋和金属构件应联成连续的电气通路，并不少于两点与人工接地体相连；储罐基础内的主钢筋宜作为自然接地体。

2 厂区中户外金属罐体、塔器和容器类设备应作防雷接地，它们的接地点不应少于两处(使用规格不小于 $\Phi 14$ 的铜覆钢接地线)，接地点应沿设备外围均匀或对称布置，其沿设备壁周长间距不应大于 18m；每根引下线的冲击接地电阻不应大于 10Ω 。接地体距金属罐体、塔器和容器的距离不宜小于 3m。

3 框架、管架的防雷设计应符合下列规定：

- 1) 钢框架和钢管架应连成连续的电气通路且应通过立柱上安装的接地端子板与接地装置相连，接地端子板应安装在立柱上高于地面不低于 450mm 的地方，与接地装置的连接的接地点间距不应大于 18m，每组框架、管架的接地点不应少于两处。如果钢结构要求防雷接地时，应采用规格不小于 $\Phi 14$ 的铜覆钢接地线将立柱上安装的接地端子板与就近的主接地网相连接；如果钢结构不要求防雷接地时，应采用规格为 25mm^2 黄绿相间 PVC 绝缘铜导线或规格不小于 $\Phi 14$ 的铜覆钢接地线将立柱上安装的接地端子板与就近的主接地网相连接(等电位联结)。
- 2) 混凝土框架、管架上的爬梯、电缆支架、栏杆等钢制构件，应与接地装置直接连接或通过立柱上安装的接地端子板进行连接接地，接地端子板应安装在立柱上高于地面不低于 450mm 的地方，与接地装置的连接的接地点间距不应大于 18m；采用规格不小于 $\Phi 16$ 的铜覆钢接地线将立柱上安装的接地端子板与就近的主接地网相连接。
- 3) 接地导体保护管通常采用 PPR 管。过路保护管采用钢管或利用混凝土排管。

4 管道的防雷设计应符合下列规定：

- 1) 管道应连接成连续的电气通路并接地；每根金属管道均应与已接地的金属管架或接地装置连接，其连接应采用接地连接件(端子板)。多根金属管道可互相连接后，再与已接地的金属管架或接地装置连接。
- 2) 户内和户外采用金属法兰连接的设备和金属管道的连接处，当过渡电阻大于 0.03 欧姆时，连接处应用铜制导线跨接；平行敷设的金属管道、框架和电缆保护管，当其间净距小于 100mm 时应每隔 30m 用铜制导线跨接；对交叉的金属管道构架，当交叉净距小于 100mm 时，其交叉处也应用金属线跨接；金属配管中间的非导体管段，除需做特殊防静电处理外，两端的金属管应分别与接地干线相连，或用金属线跨接后接地；跨接线采用 25mm^2 黄绿相间软绝缘铜导线。

- 3) 管架上敷设输送可燃性介质的金属管道,在始端、末端、分支处,均应设置防雷感应的接地装置,其冲击接地电阻不应大于 30Ω 。
- 4) 架空或埋地进出生产装置的金属管道,在装置的外侧应接地,并应与电气设备的保护接地装置和防雷接地装置相连接。当不相连时,架空金属管道应接地,其冲击接地电阻不大于 10Ω 。

5 为防止感应雷击,在建筑物内或工艺生产装置、公用工程及辅助生产设施、储运设施的金属物体(如设备外壳、管道、金属构架等)应用接地线连接到公用接地网上,不应有孤立的不接地的金属导体存在。

6 室外道路照明和高杆灯的防雷设计应符合下列规定:对安装高度在 15m 以上或其它安装在高耸构筑物上的照明装置,应按 GB 50057 的规定进行防雷设计。

7 防直击雷

- 1) 工艺生产装置、工业厂房、变电所及辅助设施等建构筑物应根据年雷暴日及建构筑物高度进行防雷设计的计算,并根据建构筑物的防雷等级进行防雷设计。
- 2) 原则上采用建构筑物柱内主钢筋作接地引下线,在距地面 $0.3\sim 1.8\text{m}$ 处留出抽头,并在此接地断接卡,用以测量接地电阻并与全厂主接地网连接。断接卡以下使用 $\phi 14\text{mm}$ 铜覆钢作为引下线沿墙明敷至地下干线。沿建构筑物周围接地干线设接地极。
- 3) 各建构筑物应自成接地网,接地网距建构筑物 $3\sim 5\text{m}$,并与全厂接地网连接,建构筑物屋顶接闪带使用直径为 12mm 的热镀锌圆钢。如需保护突出屋面的物体,可在建构筑物屋顶设置接闪杆。
- 4) 独立接闪杆宜设独立的接地装置,接地电阻不大于 10Ω ,当有困难时,该接地装置可与主接地网连接,但避雷针与主接地网的地下连接点至 35kV 及以下设备与主接地网的地下连接点,距接地体的长度不得小于 15m 。
- 5) 变电所接地装置的型式和布置,应尽量降低接触电压和跨步电压。变电所的接地装置,除利用自然接地体外,还应敷设人工接地体。变电所人工接地体应构成外缘闭合的接地网,且各角应成弧形。对经常有人出入的走道处,应采用高电阻率的路面或均压措施。

8 防过电压(内部及雷电过电压)保护

- 1) 为防止雷电电磁脉冲对电子设备的损害,对微机系统,通讯系统等电子设备需采用屏蔽电缆连接,合理布线并采取加装电子避雷器等措施限制侵入电子设备

的雷电过电压。

- 2) 低压开关柜的进线开关前侧、直流盘及交流 UPS 馈线开关后侧、仪表电源等位置, 加装浪涌保护器。
 - 3) 为防止线路侵入的雷电过电压, 在 10kV 每回出线安装带间隙氧化锌避雷器, 作为断路器的操作过电压保护, 也兼做热备用线路断开时终端设备的雷电过电压保护。
 - 4) 为防止感应雷击, 在建筑物内的金属物体, 如设备外壳, 管道, 金属构架等需用接地线连接到设在建筑物四周地下的接地环路上。对相距 100mm 及以下平行敷设金属管道, 应每隔 20m 另用 6~35mm² 的铜芯导线跨接一次, 交叉净距小于 100mm 时, 其交叉处也应跨接。
 - 5) 为防止高电位传入, 架空金属管道在进出建筑物处, 应与防雷电感应接地装置相连或就近接至防雷或电气设备的接地装置上。其冲击接地电阻不宜大于 30 Ω 。
 - 6) 在防雷建筑物中当长金属物的弯头、阀门、法兰盘等连接处的过渡电阻大于 0.03 Ω 时, 连接处应用金属线跨接。对于不少于 5 根螺栓连接的法兰盘, 在非腐蚀环境下, 可不跨接。
- 管廊每隔 18 米使用 50mm² 的铜芯导线与主接地网相连。

7.8.6 电气设备接地

1 所有室内及室外电气设备之不带电金属外壳及工艺要求接地的非用电设备应可靠接地, 动力配电箱及照明电源箱采用五芯电缆的 PE 线进行接地。保护接地线接入汇流排, 再引至接地干线。设备接地线均采用铜导线连接。

2 生产装置区接地干线采用 $\phi 16\text{mm}$ 铜覆钢, 接地极采用长 2.5 米, 直径 $\phi = 20\text{mm}$ 镀铜钢棒, 总变电所接地干线采用 $\phi 16\text{mm}$ 铜覆钢, 接地极采用长 2.5 米, 直径 $\phi = 25\text{mm}$ 镀铜钢棒, 地下接地线的连接采用热熔焊接; 室内接地干线采用 40x4mm 镀锌扁钢沿墙敷设。如无特殊要求防雷接地可同保护接地共用接地网, 接地电阻不大于 4 Ω 。如接地电阻不能满足要求, 可增加水平或垂直接地体数量。

3 保护线及接地线与设备、接地总母线、总接地线端子间的连接, 应保证可靠的电气接触。不允许把几个应予保护接地的部分互相串联后, 再用一根接地线与接地体相连接。

4 各生产装置区内所有用电设备的外露可导电部分, 必须用单独的保护线与保护线干线 (PE) 相连或用单独的接地线与接地体相连。保护线上不应设置保护电器及隔离电器,

但允许设置供测量用的只有用工具才能断开的接点。

5 安装在工艺管廊上的电缆桥架应做可靠接地，桥架之间连接采用 BV-1x6mm² 绝缘电缆，厂区管廊上管道和电缆桥架应在始末段分支处以及每隔 80-100 米处做防静电接地，接地电阻应不大于 30Ω。管道如采用金属或卡子紧固的金属法兰，可不装静电接地跨接线，但应保证至少有两个螺栓或卡子具有良好的导电接触面。

6 仪表及消防控制设备的接地系统设置如 DCS 及计算机系统的接地，其接地电阻应符合产品要求，并根据产品要求选择与之电气接地系统连通或分离。电缆屏蔽接地的电阻不大于 10Ω。

7 安装在已可靠接地的钢结构上的电气设备被认为是已可靠接地，但在爆炸性危险区域内还需通过专用接地线接入接地网。

7.8.7 工艺设备接地

1) 根据《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097-2017 的要求，凡可能产生静电的工艺设备均应装设防静电接地。

2) 工艺设备接地要求如下表所示：

工艺设备	接地点	备注
储罐		
直径 < 8 米	2	
直径 ≥8 米 < 15 米	3	
直径 ≥15 米 < 25 米	4	
直径 ≥25 米	6	
20 米以上的塔	2	
容器	≥2	
热交换器	2	
构筑物	2	
管廊	1/18m	
工艺管道	1/100m	

3) 单独设置（非利用建构筑物基础）的接地极应埋深至地面 1100mm 以下深度，常规湿度位置，以保证接地电阻，对土壤电阻率很大的装置应采用降阻措施，或采用特殊接地装置以保证接地电阻值。

4) 为防止静电引入,所有进出装置界区的边界内侧和始、终端及分支处的地上工艺管道应接地。接地电阻应小于 100Ω 。根据中华人民共和国行业标准《石油化工静电接地设计规范》SH/T 3097-2017,平行管道净距小于 100mm 时,应每隔 20m 加跨接线。管道交叉且净距小于 100mm 时亦应加跨接线,并每隔不超过 50m 与地面接地干线相连。管道接地应在管线未上防腐漆前进行。

7.8.8 接地网设计及接地电阻值

1) 接地网由接地干线(包括地上和地下部分)、接地体(包括埋入土壤中的人工接地体或混凝土基础中作散流的导体)、地上连接点(接地端子板)、从接地干线至每个接地极的分支干线和必要的测试井等组成。

2) 厂区内每个变电所、控制室、机柜间、工艺生产装置、公用工程及辅助生产设施、储运设施等应有各自独立的接地网,接地网应成环形分别围绕这些装置且埋地接地网各角应成弧形;每个装置的接地网应与相邻装置的接地网相互联结且联结点不少于两处。每个装置接地网的外引接地点宜分布在对角处。总变电站的接地网的接地电阻值应符合 GB/T50065 的规定,其它每个装置接地网的接地电阻不应大于 4Ω 。当技术和经济合理时可采用降阻剂或其它降阻措施。

3) 除独立避雷针、架空避雷线或架空避雷网的接地装置和另有规定外,厂区内电气装置的系统接地、保护接地、防雷接地、防静电接地、通讯系统接地和仪表系统接地应联接在一起组成公用接地网。

4) 接地网的接地装置的型式和布置,应尽量降低接触电势和跨步电势。工艺生产装置、公用工程及辅助生产设施、储运设施的接地装置宜充分利用自然接地体外,并增设人工接地体。

5) 人工接地体距墙和基础不宜小于 1m 。防直击雷的专设引下线距出入口或人行道边沿不宜小于 3m ,当小于 3m 时应采取下列措施之一:

- 1) 水平接地体局部应包绝缘物,可采用 $50\sim 80\text{mm}$ 厚的沥青层;
- 2) 采用沥青碎石地面或在接地体上面敷设 $50\sim 80\text{mm}$ 厚的沥青层,其宽度应超过接地体 2m 。

6) 每组接地极间的间距不宜超过 30m ;与每个装置的环形接地网所联接的接地极不应少于 2 根且应比实际需要多 1 根。

7.8.9 等电位联接

1) 工艺生产装置、公用工程及辅助生产设施、储运设施内应设置/实施等电位联接。等电位联接联结是接地故障发生时，防范电击事故的一项基本措施；它可以在发生接地故障时显著降低电气装置外露导电部分的预期接触电压，减少保护电器动作不可靠造成的电击危险；消除或降低从建筑物外部窜入电气装置外露导电部分上的危险电压。达到防触电、实现设备和工作人员的安全保护目的。

2) 总等电位联结设计应符合下列要求：

3) 等电位联结接地网其为由电力系统工作接地、电气设备保护接地、防雷及防静电接地、各种人工接地装置、自然接地体等相连接构成的接地网，其也为公用接地网的有机组成部分。

4) 等电位联结接地网的网格间距不宜大于 25x25m，网格应采用规格不小于 $\Phi 14$ 的铜覆钢接地线，当该接地线直埋敷设时，宜直埋于平整后地坪下 1000mm。

5) 工艺生产装置、公用工程及辅助生产设施、储运设施内不允许存在孤立的不接地的金属构件，通常下列可导电部分必须做总等电位联接：① 保护接地线(PE 和 PEN)的干线；② 电气装置中的接地母线。③ 装置区内的各种输送管道和类似金属部件，如各种金属上下水管道、工艺金属管线及各种用途的金属支架，塔、罐、机泵的壳体及支架，屏、柜、盒的箱体；插座的保护线；集中采暖和空调系统管道等。④ 电梯轨道，吊车，金属屋顶、门窗框架，平台、楼梯金属扶手、围栏，金属电缆桥架，穿线钢管或金属保护管；基础、地面、梁柱、墙壁、天花板和楼板内的钢筋等可导电体。

6) 下列金属部分不得用于保护导体或保护等电位联结导体：① 金属水管。② 含有易燃物料的金属管道。③ 正常使用中承受机械应力的金属结构。④ 柔性金属导管或金属部件。

3) 辅助（局部）等电位联结设计应符合下列要求：

7) 在一个装置或装置的一部分内，当作用于自动切断供电的间接接触保护不能满足相关规范规定时，应设置辅助等电位联结。

8) 辅助等电位联结应包括固定式设备的所有能同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分。

9) 连接外露可导电部分与外界可导电部分的辅助等电位联结导体采用黄绿相间 PVC 绝缘铜导线，其最小截面应不小于相应保护导体截面的一半（无机械保护时的最小值为 4mm^2 ，有机械保护时最小值为 2.5mm^2 ）。

7.8.10 防雷及接地装置材料的选择及其连结

1) 避雷针材质的选择应符合 GB50057 的规定；铜覆钢接地线和铜覆钢接地极应符合 DL/T1312 的要求。铜覆钢铜层厚度不得低于 0.8mm。

2) 烟囱上的接闪器及其明设引下线宜采用不小于 $\Phi 14$ 热镀锌圆钢，屋顶接闪带(网)及其明设引下线宜采用不小于 $\Phi 12$ 热镀锌圆钢，防雷引下线也可采用建构筑物梁柱内的主钢筋。在地面上 1.7m 至地面下 0.3m 的一段接地线应采取暗设或镀锌角钢、改性塑料管或其它等效物保护。

3) 公用接地网中，埋地接地装置材质的选择应考虑阴极保护的影响；接地导体（线）和接地极的材质和相应截面，应计及设计使用年限内土壤对其的腐蚀，通过热稳定校验确定。

4) 接地装置应充分利用自然接地体并增设人工接地体；土壤中人工垂直接地极应采用最小规格为 $\Phi 20$ 、长 2.5m 的铜覆钢接地极，相邻接地极间的距离不小于 5m(一般为 5m)；土壤中水平人工接地体和人工垂直接地极埋深为顶端距平整后地面 700mm。

5) 除总变电站外，其它 35kV 区域（装置）变电所、10kV 配电所和 10/0.4（0.69）kV 变电所（含配电室、电缆间、变压器室和电容器室等）、控制室、机柜间等户内装置的户内接地干线或户外装置的地上接地干线采用规格不小于 $\Phi 12$ 的铜覆钢接地线沿内墙/构筑物敷设，原则上安装高度为中心距所在地坪 400mm 且每隔 800mm 固定一次（过门或通道处埋地敷设；控制室有活动地板时，铜覆钢接地线宜在活动地板下的墙上敷设）。

6) 接地端子板应为镀锡铜材制成，其截面不小于 50x8；应选用混凝土型接地测试井供接地检测用，其附件[包括铸铁井盖或水泥井盖(在承载较大外力时建议优先选用水泥井盖)、10 孔镀锡铜质端子板、不锈钢端子板支架、接地线连接用不锈钢螺栓等)随接地测试井成套供货。

7) 总变电站电气设备和用电设备的保护接地线应通过热稳定校验确定。

8) 防静电接地、防雷接地和等电位联结部分接地材料的选择还应符合本规定中相关条款的规定。

9) 变压器中性点工作接地与接地装置间的连接导体的规格，应按在最大单相短路电流作用时间产生的热效应满足热稳定条件选择；从 35/10kV 变压器低压侧中性点至中性点接地电阻器柜的电缆以及从中性点接地电阻器柜至主接地网的电缆统一选用 ZRA-YJY-6/10 1x70mm² 电缆；上述接地电缆与主接地网的联接点处应安装接地测试井。

10) 设备端及接地端子板上接地线采用螺栓连接。接地极与接地线的连接及接地线之

间的连接应采用热熔焊连接；放热焊接模具在规范操作下应至少能满足 50 次焊接操作。

11) 接地线材料及规格如下：

建构筑物接闪器：	热镀锌圆钢 $\phi 12$
建构筑物防雷引下线（断接卡以上）：	柱内钢筋
建构筑物防雷引下线（断接卡以下）：	铜覆钢 $\phi 14\text{mm}$ 铜覆钢 $\phi 16\text{mm}$ （总变电所）
地下接地干线：	铜覆钢 $\phi 14\text{mm}$ 铜覆钢 $\phi 16\text{mm}$ （总变电所）
室内接地干线：	热镀锌扁钢 40x4mm
接地极：	铜覆钢，长度 2.5m， $\phi=20\text{mm}$

	铜覆钢，长度 2.5m， $\phi=25\text{mm}$ （总变电所）
接地母排：	镀锡铜母排，截面 500x50x10，10 孔
从接地干线到接地母排的接地线：	铜覆钢 $\phi 14\text{mm}$ 铜覆钢 $\phi 16\text{mm}$ （总变电所）
从接地干线直接连接到动设备外壳：	PVC 绝缘的黄/绿铜导线
从接地干线直接连接到静设备外壳：	PVC 绝缘的黄/绿铜导线
从接地母排到设备外壳：	PVC 绝缘的黄/绿铜导线
桥架内主接地干线：	PVC 绝缘的黄/绿铜导线 BV-1x95mm ²
静电跨接线（用于管道、法兰、桥架等）：	黄/绿铜导线 BV-1x6mm ²
地下接地线之间的连接：	热熔焊接
接地线和接地极（无接地井）的连接：	热熔焊接
接地线和接地极（有接地井）的连接：	端子板螺栓连接
地上接地线的连接方式：	焊接或螺栓连接
接地井采用聚合材料成品接地测试井或现场制作	
避雷针塔	

接地方式同上述电气设备的保护接地，其工作接地按照随机附带的“场地手册”的要求设计。

12) 化验室、分析室应设计有临时接地端子，其接地装置和接地电阻应满足化验、分析设备的要求。

13) 控制电缆屏蔽层不得构成两点或多点接地，宜用集中式一点接地。

14) 光缆传输系统中，各光端机外壳应接地；光端加强芯、架空光缆接续护套应接地。

7.9 阴极保护

大多数金属与大量水或潮湿环境接触时，会遭到腐蚀，阴极保护是防止这种腐蚀的方法之一（其他防止或减轻腐蚀的方法如加护套，加涂敷层或采用其他结构材料等）。但是，不应就此推断：凡是实施阴极保护的地方，阴极保护就一定是有利的。

当设备或管道等专业对埋地管线或地下设施等提出阴极保护要求时，才考虑设置阴极保护系统以达到防腐的目的。

阴极保护技术通常应与涂层技术联合使用，以降低阴极保护电流，节省投资。通用的保护方式是外加电流系统为主，牺牲阳极保护为辅。对需保护的地下设

施采用外加电流的阴极保护技术，对欠保护区域及装置区内采用牺牲阳极保护方案。当设置阴极保护时，地下的接地材料应不与阴极保护相矛盾，避免采用铜材。

7.10 电伴热系统

当工艺或仪表要求设置电伴热时，应进行电伴热系统的设计。电伴热配电柜应视负荷情况合理的安装在变电所或现场，从电伴热配电柜引出的 $\sim 220\text{V}$ 单相回路的供电负荷不大于 4kW 。

电伴热应具备自诊断和远方通讯报警功能。

7.11 主要电气设备和材料的选型建议

7.11.1 电气设备和材料的设计选型原则

1) 变电所内主要设备选型原则按 7.3.3 节规定。防爆设备的选型原则按第 7.6 章节的要求。

2) 电气设备和材料的设计标准均应不低于国家标准，设备和材料的选择均满足当地的气候环境条件，以及周围环境中化学、机械、温度、霉菌及风沙等不同环境条件对电气设备的要求。

3) 电气设备防护等级根据《外壳防护等级（IP 代码）》GB 4208-2017 确定。引进电器设备防护等级可根据 IEC-60529 来确定。

4) 电气设备和材料的选型以业主的框架协议为准，各设备和材料的技术规定参见业主提供的项目规定。如承包商有特殊要求，或发现技术规定中有技术错误或相互矛盾之处，应以书面形式告之业主，并在得到业主方的书面确认后补充、更正。

7.11.2 主要电气设备和材料的选型

序号	设备名称	选型建议	备注
1	220kV 配电装置	六氟化硫绝缘金属封闭开关设备，户内布置	
2	35kV 开关柜	SF6 气体绝缘金属封闭开关柜，真空开关，户内布置	
3	10kV 开关柜	空气绝缘金属铠装中置手车式开关柜，真空断路器	
4	380V 开关柜	抽出式开关柜/固定式开关柜	
5	220/36.5kV 变压器	三相双绕组油浸自冷铜线有载调压电力变压器 YNd11 接线 (变压器大电机组专用变压器不设置有载调压)	
	35/10.5kV 变压器	三相双绕组油浸自冷铜线电力变压器 YNd11 接线	
6	10/0.4kV 变压器	三相油浸全密封电力变压器 S20 型 Dyn11 接线； 环氧树脂浇注箔绕组变压器 SCB14 型 Dyn11 接线 其中要求的能效等级均为最低要求	
7	10 kV 电容器柜	分组自动/手动投切，静态并联电力电容器	
8	直流电源	全智能高频开关直流电源装置，铅酸免维护蓄电池（220kV 总变电所及 35kV 变电所内的直流电源采用双机双电池） *当供电部门有特殊要求时，总变电所可采用一体化电源作为电气设备操作电源	
9	UPS	双机冗余方式，完全独立工作，铅酸免维护蓄电池	
10	380V 电容器柜	自动投切	
11	380V 变频器	带电抗器或正弦滤波器	
12	电动机	三相鼠笼式感应电动机，F 级绝缘，B 级温升，防爆危险环境下使用时满足第 7.6 章节要求 2000kW 及以上电机自带自平衡差动 CT，电动机配大尺寸接线盒配电缆密封装置。	
13	220kV 架空线路	钢芯铝绞线	
14	220kV 电力电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘皱纹铝包防水层塑料护套电力电缆	

序号	设备名称	选型建议	备注
15	35kV 电力电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，单芯电缆采用非铁磁性材料铠装或非铠装	户外为铝丝铠装
16	10kV 电力电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆，三芯电缆钢带铠装，单芯电缆采用非铁磁性材料铠装或非铠装	
17	10kV 变频电力电缆	ZA-YJV22-8.7/15kV-3x**mm ² （以变频器厂商确认的电缆要求为准）	
18	装置区低压动力电力电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套钢带铠装电力电缆	
19	低压变频电力电缆	ZA-BPYJVP2-0.6/1kV-3x240+3x**mm ² （以变频器厂商确认的电缆要求为准）	
20	照明电缆及户内低压动力电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套电力电缆	
21	控制电缆	铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套屏蔽钢丝铠装控制电缆 模拟量信号需使用分屏加总屏控制电缆 室内控制电缆使用非铠装	
22	绝缘导线	铜芯聚氯乙烯绝缘电线 铜芯聚氯乙烯绝缘绞型连接用软电线（可用于 DC36V 消防应急照明配线）	
23	电缆桥架、槽盒	选用热浸锌钢制大跨距梯形桥架或槽盒	
24	母线槽	变压器到 10kV 进线柜采用浇筑式母线桥。 10kV 开关柜间采用空气绝缘封闭母线桥。 低压采用密集型封闭式母线桥	
25	电缆终端	10kV 及 35kV 电力电缆均须采用高弹性体硅橡胶材料制造的冷缩电缆头（与高压柜成套提供的插接式电缆终端除外） 低压电缆终端采用干包式	

8 文件交付

1 本项目的电气设备和材料供货方应随设备交付完整的竣工资料。

2 文件的交付还应满足业主对于资料交付的有关要求。

9 电气设备编号规则

本项目的电气编号规则参考 23DX001 《建筑电气工程设计常用图形和文字符号 》。

9.1 电气设备命名规则

9.1.1 电气设备编号格式:

X X X X X X X X X X
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

编号说明:

编号格式中的“X”表示为电气设备编号中的数字或字母，编号下面 1~11 数字表示编号的位数。

第 1 位至第 4 位由 4 位数字组成，为工程项目子项编号，由项目确定。

第 5 位和第 6 位由 2 位（或多位）字母组成，为电气设备代码，参见电气设备类型代码表。

第 7 位和第 8 位由 2 位数字组成，用于表示工艺或电气装置内部工段号，若无需区分工段，即为 00。比如电气装置内按母线段作为工段号，奇数为 I 段母线，偶数为 II 段母线。

第 9 位和第 10 位由 2 位数字组成，代表电气设备顺序号。

主要电气设备类型代码见下表:

代码	设备名称
TAH	110kV (66kV) 变压器
TAJ	35kV (20kV) 变压器
TAK	10kV (6kV) 变压器
AH	110kV (66kV) 开关柜
AJ	35kV (20kV) 开关柜
AK	10kV (6kV) 开关柜
AN	低压配电柜、MCC 柜
AD	直流配电柜
AC	控制柜
AE	励磁柜
AT	电源自动切换箱

代码	设备名称
AP	动力配电箱
APE	应急动力配电箱
APW	检修电源箱
QA	断路器箱
XD	接线箱、端子箱
AL	照明配电箱
ALE	非消防应急照明配电箱
ALEB	消防备用照明配电箱
ALEE	消防集中电源
GA	发电机
EPS	交流 EPS 电源
UPS	交流不间断电源
LF	路灯、高杆灯

9.1.2 操作柱的编号：

S - X X X X X X X X X X

编号说明：

编号格式中的“S”表示为操作柱类型代码，“X”表示为电机编号代码。（操作柱所服务的电机编号删去“-”即为本代码）

9.1.3 路灯的编号：

X X X X X X X X X X X X
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

编号说明：

编号格式中的“X”表示为路灯编号中的数字或字母，编号下面 1~11 数字表示编号的位数。

第 1 位至第 8 位为路灯配电箱设备编号。

第 9 位和第 10 位为路灯类型代码，参见电气设备类型代码表。

第 11 位和第 12 位由 2 位数字组成，代表电气设备顺序号。

9.2 电气桥架命名规则

9.2.1 桥架编号格式:

X	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X	X	-	X	X
1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11		12	13

9.2.2 桥架编号说明:

编号格式中的“X”表示为桥架编号中的数字或字母，编号下面 1~13 数字表示编号的位数。

第 1 位至第 4 位由 4 位数字组成，为工程项目子项编号，由项目确定。

第 5 位和第 6 位由 2 位字母组成，用 ET 表示，代表桥架。

第 7 位由 1 位数字表示，为电压等级代码，表示桥架内的电缆电压，如桥架内电缆有多个电压等级，则该代码选择最高的电压等级。

4 - 220kV;

3 - 110kV 或 66kV;

2 - 35kV 或 20kV;

1 - 10kV 或 6kV;

0 - 1kV 及以下电压;

第 8 位和第 9 位由 2 位数字组成，用于表示装置内部工段号，若无需区分工段，即为 00。

第 10 位和第 11 位由 2 位数字组成，代表桥架顺序号。如果某段桥架规格发生改变，桥架编号也应改变以示区别。

第 12 位和第 13 位由 1 位数字，或 1 位数字和一位字母组成，代表分支桥架编号，若无分支桥架，此处可省略。如果主桥架上出现分支，分支桥架可在原桥架名称后加 1 位数字表示分支，如果分支桥架还有分支，可再用 1 位字母表示分支上的分支。

9.2.3 示例:

1) 0032ET3-0001

位于 0032 子项内 00 工段的电气桥架，桥架内电缆的最高电压等级为 110kV，第 1 路桥架。

2) 0011ET0-0002-1

位于 0011 子项内 00 工段的电气桥架，桥架内电缆的最高电压等级为低压，
第 2 路桥架的第 1 个分支桥架。

3) 0005ET0-0003-2A

位于 0005 子项内 00 工段的电气桥架，桥架内电缆的最高电压等级为低压，第 3 路桥架的第 2 个分支桥架的第 1 个分支桥架。