

DB61

陕西省地方标准

DB61/T XXX-2026

35kV 模块化变电站设计、施工规范

35kV modular substation design and construction specifications

(征求意见稿)

XXXX 发布

XXXX 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 站址选择和站区布置	3
4.1 站址选择	3
4.2 站区布置	4
5 电气部分	4
5.1 主变压器	4
5.2 电气主接线	5
5.3 总平面布置	5
5.4 配电装置	5
5.5 电气设备及导体选型	6
5.6 过电压保护和防雷接地设计	6
5.7 站用电系统	6
5.8 照明	7
5.9 二次设备布置	7
5.10 监控系统	7
5.11 继电保护和自动化装置	8
5.12 时间同步系统	9
5.13 直流及不间断电源系统	9
5.14 调度自动化	9
5.15 调度数据网及安全防护接入设备	10
5.16 通信	10
5.17 辅助监控系统	11
5.18 电缆敷设	13
6 土建部分	13
6.1 一般规定	13
6.2 荷载	14
6.3 装配式建（构）筑物	14
6.4 总平面布置	16
6.5 采暖、通风和空气调节	16
6.6 给水与排水	16
7 消防和噪声控制	17
7.1 消防	17
7.2 噪声控制	17
8 舱体	18
8.1 基本技术条件	18
8.2 主要技术指标	18
8.3 舱体一、二次组合设备设置原则	19
8.4 技术要求	19
8.5 一次设备技术要求	20

8.6	二次设备技术要求	20
8.7	舱内电气及辅助设施配置要求	20
8.8	舱体线缆敷设及接口要求	21
8.9	接地、过电压保护及抗干扰要求	22
9	土建施工	22
9.1	一般规定	22
9.2	基础	22
9.3	主变基础	23
9.4	预制舱基础	23
9.5	围墙及大门	23
9.6	电缆沟	24
9.7	道路及地面	24
9.8	事故油池	24
9.9	构支架	24
9.10	排水	24
10	电气施工	25
10.1	一般规定	25
10.2	接地网敷设	25
10.3	主变压器安装	27
10.4	箱式并联电容器装置安装	28
10.5	预制舱安装	29
10.6	电缆敷设安装	31
10.7	独立避雷针	32
10.8	二次回路接线	33
10.9	设备联调	35
11	施工验收	37
11.1	一般规定	37
11.2	工厂验收（FAT）	37
11.3	进场验收	37
11.4	隐蔽工程验收	38
11.5	分项工程验收	38
11.6	竣工预验收	38
11.7	缺陷整改与闭环管理	39
12	环境保护	39
12.1	设计阶段环境保护	39
12.2	施工阶段环境保护	39
12.3	废弃物处置	39
13	劳动安全和职业卫生	40
13.1	一般规定	40
13.2	设计阶段劳动安全和职业卫生	40
13.3	施工阶段劳动安全和职业卫生	40
14	节能	41
14.1	一般规定	41
14.2	设计阶段节能	41

14.3 施工阶段节能.....	41
------------------	----

前 言

本规范依据 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

为规范陕西省行政区域内 35kV 模块化变电站设计、施工，制定本规范。

本规范的某些内容可能涉及专利，发布机构不承担识别专利的责任。

本规范由陕西省能源局提出并归口。

本规范起草单位：陕西电力建设集团有限公司、国网陕西省电力有限公司、西安交通大学、国电南瑞南京控制系统有限公司、青岛特锐德电气股份有限公司、中国科学院、陕西省电力行业协会。

本规范主要起草人：李永毅、张薛鸿、梁倩、朱彤、王欣、张锡泉、李冰、苏煜、石蓉、贾军、尹小飞、刘华伸、王娇、张国驹、李广智、王建学、李琰文、苏健、石玉华、王辉、沈宇龙、韩冬、史东方、刘雪萍

本规范及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——本文件为首次发布。

本规范由陕西电力建设集团有限公司负责解释。

联系信息如下：

单位：陕西电力建设集团有限公司

地址：陕西省西安市高新区唐延路 27 号

邮编：710000

35kV 模块化变电站设计、施工规范

1 范围

本规范规定了 35kV 模块化变电站的站址选择和站区布置、电气部分、土建部分、消防和噪声控制、舱体、土建施工、电气施工、施工验收、环境保护、劳动安全和职业卫生、节能等设计与施工要求。

本规范适用于陕西省行政区域内新建、扩建的 35kV 模块化变电站的设计与施工。改建工程、新能源接入及用户侧储能配套的 35kV 变电站可参照执行。

本规范所指 35kV 模块化变电站，主要建设形式为：主变压器户外布置；其他中、低压电器设备、继电保护和自动化装置、交直流电源系统等组合集成在预制舱体内；现场就位安装于预制混凝土基础上。

本规范施工质量验收内容与 GB 50300、DL/T 5161 配套使用，涵盖施工阶段的质量检验评定及缺陷整改。启动验收、生产移交等生产运行环节按国家及行业相关标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3906 《3.6kV-40.5kV 交流金属封闭开关设备和控制设备》
- GB/T 4208 《外壳防护等级（IP 代码）》
- GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》
- GB 50009-2012 《建筑结构荷载规范》
- GB 50010-2010 《混凝土结构设计规范》
- GB/T 50011-2010 《建筑抗震设计规范》（2024 版）
- GB 50016 《建筑设计防火规范》
- GB 50017-2017 《钢结构设计标准》
- GB 50057 《建筑物防雷设计规范》
- GB 50059 《35kV~110kV 变电站设计规范》
- GB 50060 《3~110kV 高压配电装置设计规范》
- GB/T 50063 《电力装置的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/T 50087 《工业企业噪声控制设计规范》
- GB 50116 《火灾自动报警系统设计规范》
- GB 50147 《电气装置安装工程 高压电器施工及验收规范》
- GB 50148 《电气装置安装工程 电力变压器、油浸式互感器施工及验收规范》
- GB 50149 《电气装置安装工程 母线装置施工及验收规范》
- GB 50150 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》
- GB 50169 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》
- GB 50171 《电气装置安装工程 盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》

GB 50217 《电力工程电缆设计标准》
GB 50227 《并联电容器装置设计规范》
GB 50229 《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/T 50479 《电力系统继电保护及自动化设备柜（屏）工程技术规范》
GB 55001 《工程结构通用规范》
GB 55003 《建筑与市政地基基础通用规范》
GB 55008 《混凝土结构通用规范》
GB 55030 《建筑与市政工程防水通用规范》
GB 55036 《消防设施通用规范》
GB 55037 《建筑防火通用规范》
GB 8702 《电磁环境控制限值》
GB 12348 《工业企业厂界环境噪声排放标准》
GB/T 14285 《继电保护和安全自动装置技术规程》
GB/T 17467 《高压/低压预装式变电站》
GB 20052 《电力变压器能效限定值及能效等级》
GB 23864 《防火封堵材料》
GB 26860 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》
GB/T 30155 《智能变电站技术导则》
DL/T 408 《电力安全工作规程（发电厂和变电站部分）》
DL/T 537 《高压/低压预装式变电站》
DL/T 593 《高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求》
DL/T 639 《六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员安全防护细则》
DL/T 720 《电力系统继电保护及安全自动装置柜（屏）通用技术条件》
DL/T 860 《电力自动化通信网络和系统》
DL 5027 《电力设备典型消防规程》
DL/T 5056 《变电站总布置设计技术规程》
DL/T 5103 《35kV-110kV 无人值班变电所设计规程》
DL/T 5161 《电气装置安装工程质量检验及评定规程 第1部分：通则》
DL/T 5210 《电力建设施工质量验收规程 第1部分：土建工程》
DL/T 5352 《高压配电装置设计技术规程》
DL/T 5495 《变电站暖通设计技术规程》
DL/T 5891 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》

3 术语和定义

GB/T 2900.50、GB/T 2900.57、GB/T 2900.94、GB/T 2900.95、GB/T 30155、DL/T 860（所有部分）界定的以下列术语和定义适用于本文件。

3.1

模块化变电站 modular substation

将主变压器装设于户外地面预制混凝土基础上；将中、低压电器设备、继电保护和自动化装置、交直流电源系统等组合集成在预制舱体内，现场就位安装在预制混凝土基础上；其余辅助设施（如围墙、电缆沟、路面、小型基础等）均采用工厂预制，现场组装的，具备方

便转移、快速建设、投运的变电站。

3.2

主变压器 power transformer

变电站中用于变换电压等级、传输电能的核心变压器。

[来源：GB/T 2900.95—2008]

3.3

预制舱 prefabricated cabin

由钢结构舱体、内部电气设备及辅助设施组成，在工厂内完成结构制作、设备安装、内部接线和调试，运输至现场整体就位的箱式电气设备单元。预制舱体集成照明、暖通、火灾报警、视频监控、环境监测、消防等辅助设施，为舱内设备提供可靠的运行环境。

3.4

预制舱式 10kV~35kV 一二次组合设备 prefabricated cabin pattern 10kV~35kV primary and secondary combination device

由预制舱体、柜体、一二次设备、组装、配线、舱体辅助设施等组成，在工厂内完成调试等工作，运输至工程现场就位安装。

3.5

装配式建（构）筑物 prefabricated structures

主变基础、预制舱基础、辅助用房基础、电缆沟、防火墙、站区围墙、事故油池及其他基础采用工厂内完成预制、现场拼接安装的构筑物。

3.6

装配式施工 prefabricated construction

采用工厂预制的构件、部品部件，在现场进行装配安装的施工方式。

3.7

工厂验收 factory acceptance test (FAT)

预制舱及主要设备在出厂前，在制造工厂内进行的整体性能检验和验收。

3.8

施工质量验收 construction quality acceptance

施工单位在工程完工后，依据设计文件、施工技术标准和合同要求，对施工质量进行的检验评定及缺陷整改闭环活动。启动验收、生产移交等生产运行环节按国家及行业相关标准执行。

4 站址选择和站区布置

4.1 站址选择

4.1.1 站址选择应符合国土空间规划、电网规划要求，综合考虑负荷分布、交通运输、环境保护、防洪排水、地质条件等因素。

4.1.2 站址应避开易燃、易爆场所和污染源严重区域，与周边设施的安全距离应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.3 站址标高宜在 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与地区的防洪标准相一致，并应高于内涝水位。防洪设施标高及波浪爬高计算应符合 GB 50201《防洪标准》的有关规定。

4.1.4 站址应避开雷电多发区、常年主风向风口、沙暴频发区等恶劣气象区域；无法避开时，应采取相应的防护措施。

4.1.5 站址应具有方便、经济的交通运输条件，进站道路应与站外公路短捷衔接，道路宽度不应小于 4m。大件设备运输道路转弯半径不宜小于 9m，道路承载力应满足预制舱、主变压器等重型设备运输要求。

4.1.6 大件设备运输道路应满足预制舱整体运输要求。预制舱整体运输应满足道路限宽、限高要求，必要时可采用窄体舱方案，并应对运输路径进行专项校核。窄体舱的内部布置应满足设备检修及运维通道要求。单舱重量超过 25t 的项目应对道路桥梁承载力进行专项校核；陕南山区项目应校验道路限宽、限高、转弯半径。

4.2 站区布置

4.2.1 站区总平面布置应结合站区地形、电气主接线、设备运输、运行维护、同时要满足机械化施工要求，做到功能分区明确，布局紧凑合理，节约用地。

4.2.2 模块化变电站应根据所在区域特点，抗震设计应符合现行国家标准 GB 50260《电力设施抗震设计规范》的有关规定。

4.2.3 站区围墙高度不应低于 2.3m，宜采用装配式围墙。站区大门应满足大型设备、大型装配式预制件运输要求，大门高度不应低于 2.1m。

4.2.4 站区内消防通道宽度不应小于 4.0m，转弯半径应满足大型消防车通行要求。

4.2.5 占地面积小于 1000m² 的小型模块化变电站，站区内可不设置环形消防车道，但应满足下列要求：

- a) 站区围墙处应设置可供消防车辆进出的出入口；
- b) 站外应具备消防车停靠及作业场地条件；
- c) 消防车停靠位置的灭火射程应能够覆盖站内主变压器、预制舱等全部重点防火对象。

4.2.6 场地设计坡度，应根据设备布置、土质条件、排水方式确定，坡度宜为 0.5%~2%，且不应小于 0.3%。道路最大坡度不宜大于 6%。当利用路边明沟排水时，沟的纵向坡度不宜小于 0.5%，局部困难地段不应小于 0.3%。电缆沟及其他类似沟道的沟底纵坡，不宜小于 0.5%。

4.2.7 主变压器、预制舱等主要设备基础宜采用预制混凝土基础。建筑物标高、基础埋深、路基和管线埋深，应相互配合。

4.2.8 站区内场坪应做硬化地面，表面应平整、坚实，满足设备安装、运输及运维行走要求。

4.2.9 站区总平面布置应考虑设备运输及吊装作业空间，满足施工及运维要求。

4.2.10 各种地下管线之间和地下管线与构筑物、道路之间的最小净距，应满足安全、检修安装及工艺的要求。

4.2.11 模块化变电站站区内包含储能舱时，应设置独立的储能分区，储能分区与站内其他设施的防火间距应符合 GB/T 51048—2025《电化学储能电站设计标准》及 GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》的有关规定。

5 电气部分

5.1 主变压器

5.1.1 主变压器的台数和容量，应根据地区供电条件、负荷性质、用电容量和运行方式等条件综合确定。

5.1.2 在有一、二级负荷的模块化变电站中应装设两台主变压器。模块化变电站可由低压侧电网取得足够容量的工作电源时，可装设一台主变压器。

5.1.3 装有两台主变压器及以上的变电站，当断开一台主变压器时，其余主变压器的容量（包括过负荷能力）应满足全部一、二级负荷用电的要求。

5.1.4 主变压器应选双绕组有载调压，低噪声电力变压器。主变压器优先采用 ONAN 自然冷却方式，减少站用电能耗；主变压器能效等级应符合 GB 20052《电力变压器能效限定值及能效等级》的规定，不应低于 2 级。

5.1.5 主变压器容量宜选用 6300kVA、8000kVA、10000kVA，电压等级为 35/10.5kV。

5.1.6 主变压器中性点绝缘水平应与系统中性点接地方式相适应。

5.1.7 主变压器应配置温度监测、油位监测、气体继电器、压力释放阀等保护及监测装置。

5.2 电气主接线

5.2.1 模块化变电站的主接线，应根据模块化变电站在电网中的地位，出线回路数、设备特点及负荷性质等条件确定，并应满足供电可靠、运行灵活、操作检修方便、节约投资等要求。一次设备应具备实现一键顺控、设备状态在线监测的功能。

5.2.2 35kV 侧接线

a) 35kV 出线回路数为 1 回时，宜采用线路变压器组接线；

b) 35kV 出线回路数为 2 回时，可采用桥形或单母线接线；

c) 35kV 出线回路数为 4 回及以上时，宜采用单母线分段接线。

5.2.3 10kV 侧接线

a) 10kV 侧宜采用单母线接线；当装有两台及以上主变压器时宜采用单母线分段接线，分段方式应满足当其中一台主变压器停运时，有利于其他主变压器负荷分配的要求；

b) 10kV 出线回路数应根据负荷性质及供电可靠性要求确定。

5.2.4 中性点接地方式

a) 35kV 系统中性点采用不接地方式；

b) 10kV 侧接地方式宜结合线路负荷性质、供电可靠性等因素，采用不接地或经消弧线圈接地方式，可因地制宜配置主动干预型消弧装置。

5.3 总平面布置

5.3.1 电气总平面布置应结合主接线形式、设备运输及运行维护要求，做到布局紧凑、流程顺畅、安全可靠。

5.3.2 主变压器宜户外布置，靠近站区运输通道一侧。

5.3.3 模块化变电站的 35kV、10kV 配电装置及二次设备采用预制舱式布置，舱体布置应满足设备运输、安装及运维通道要求。

5.4 配电装置

5.4.1 一般规定

a) 模块化变电站配电装置的设计，应符合国家标准 GB 50060《3~110kV 高压配电装置设计规范》的有关规定；

b) 配电装置的安全净距、通道宽度应符合 DL/T 5352《高压配电装置设计技术规程》的有关规定；

c) 电气设备与舱体结构之间的安全净距应满足 DL/T 5352 的要求；

d) 预制舱内电气设备的布置，应满足安装、检修、起吊、运行及巡视所需的空间和通道要求。

5.4.2 35kV 配电装置

a) 35kV 配电装置宜采用气体绝缘金属封闭开关柜；

b) 35kV 开关柜中配置真空断路器、干式电流互感器、电压互感器、交流无间隙金属氧化物避雷器；

c) 35kV 开关柜防护等级不应低于 IP4X，柜内宜配置温湿度控制装置；

d) 35kV 开关柜应具备五防闭锁功能。

5.4.3 10kV 配电装置

a) 10kV 配电装置宜采用气体绝缘金属封闭开关柜；

b) 10kV 开关柜应配置真空断路器、干式电流互感器、电压互感器、交流无间隙金属氧化物避雷器；

c) 10kV 开关柜防护等级不应低于 IP4X，柜内宜配置温湿度控制装置；

d) 10kV 开关柜应具备五防闭锁功能。

5.5 电气设备及导体选型

5.5.1 短路电流

a) 模块化变电站 35kV、10kV 侧短路电流宜按 31.5kA 考虑。实际工程中应根据系统计算结果确定；

b) 电气设备的动热稳定电流应满足短路电流要求。

5.5.2 导体选择

a) 导体应按长期工作电流、经济电流密度、动稳定及短路热稳定条件选择；

b) 35kV、10kV 主回路导体宜采用铜导体，连接方式应满足机械强度和电气性能要求。

5.5.3 污秽等级

陕西省全域按不低于 d 级污秽区设计，设备外绝缘最小爬电比距不应小于 31mm/kV，局部重污区应根据实际情况提高污秽等级。

5.5.4 无功补偿

a) 变电站无功补偿装置的配置应符合 GB 50227《并联电容器装置设计规范》和 DL/T 5242《35kV~220kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》的规定；

b) 无功补偿容量宜按主变压器容量的 10%~30%配置，可采用并联电容器组形式；

c) 无功补偿装置应采用自动投切方式，投切策略应满足系统电压调节和无功平衡要求，并应符合 GB 50227 的有关规定，防止频繁投切；

d) 配套储能舱可结合储能无功调节能力统筹配置，满足电网 AVC 调压要求；

e) 当有新能源接入等特殊系统要求时，可采用动态无功补偿装置。

5.6 过电压保护和防雷接地设计

5.6.1 变电站的过电压保护和绝缘配合应符合 GB/T 50064《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》和 DL/T 620《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》的规定。

5.6.2 变电站应装设避雷针作为直击雷保护，35kV、10kV 母线及进线应装设金属氧化物避雷器。

5.6.3 变电站接地设计应符合 GB/T 50065《交流电气装置的接地设计规范》的有关规定。

5.6.4 接地网应采用以水平接地极为主、垂直接地极为辅的复合接地网。在独立避雷针及避雷器处设集中接地装置。全站二次设备接地引线处敷设一体化静态屏蔽网，选用铜绞线和铜带。

5.6.5 接地网外缘应闭合，外缘各角应做成圆弧形。水平接地极间距不宜小于 5m，埋深不宜小于 0.8m。且应布设于站址所在地区冻土层之下。

5.6.6 具体工程可根据实际条件设计，经各方面检验计算，接地网工频接地电阻设计值，跨步电压、接触电压、接地装置的热稳定应满足 GB/T 50065 的要求。

5.7 站用电系统

5.7.1 站用电系统应采用 380/220V 三相四线制，站用电低压配电应采用 TN-S 系统，系统的中性点直接接地。

5.7.2 站用变压器宜配置两台容量相同、可互为备用的站用变压器。单台站用变压器容量应满足全站最大负荷需求。站用变压器按照以下原则配置：

- a) 本期主变压器为 2 台及以上时，2 回电源应从不同主变压器供电的 10kV 母线引接；
- b) 初期为 1 台主变压器、远期为 2 台及以上主变压器时，第 1 回电源宜从电源进线引接，第 2 回电源宜从主变压器供电的 10kV 母线引接；
- c) 当终期为 1 台主变压器情况时，电源宜从 35kV 电源进线引接，有特殊要求时，可从主变压器供电的 10kV 母线引接第 2 回工作电源。

5.7.3 放置于预制舱内的站用变应设置单独隔室。

5.7.4 站用电母线采用按工作变压器划分的单母线接线，相邻两段工作母线同时供电分列运行。

5.7.5 站用电配电应满足照明、动力、检修、空调、消防等负荷供电要求。

5.7.6 预制舱内应配置检修电源箱，作为各级电压配电装置及变压器的检修电源和试验电源。检修电源箱全部装设漏电保护。

5.7.7 站用电、直流电源、UPS、通信电源宜采用交直流一体化电源系统，工厂预制为标准屏柜或舱体，整体运输、现场接线，统一监控管理。

5.8 照明

5.8.1 变电站照明设计应符合 GB 50034《建筑照明设计标准》、GB50582《室外作业场地照明设计标准》的有关规定。

5.8.2 户外照明宜采用庭院灯或投光灯，照度应满足运行维护要求。

5.8.3 预制舱内照明应满足设备安装、运行及检修的照度要求。灯具的配置和安装数量与舱体装饰相配合，并避免眩光。

5.8.4 站内照明宜于图像监控、火灾报警、电子围栏等实现联动控制。

5.9 二次设备布置

5.9.1 二次设备宜集中布置于二次预制舱内。按照功能集中组屏（柜）。

5.9.2 预制舱内二次布置宜双列布置，靠墙布置的屏柜宜采用前接线、前显示装置。柜后维护可结合预制舱墙设置检修门，从舱外进行操作。

5.9.3 站控层设备、主变压器间隔层设备、公用设备与电源系统宜集中布置于二次设备舱，35kV 和 10kV 间隔层设备不单独组屏（柜），均分散安装至相应（进）出线开关柜上。

5.9.4 二次设备舱备用屏（柜）数可按远期规模的 10%~15%考虑。二次预制舱内应预留 2~3 面屏柜。

5.9.5 当模块化变电站规模较小时，可不单独设置二次预制舱，与 35kV 及 10kV 开关柜双列共舱布置。

5.10 监控系统

5.10.1 监控系统应具有数据采集、运行监视、操作与控制、信息传输、对时、远动、运行管理等基本功能及一键顺控、智能告警、综合分析等高级应用功能，支撑调控中心、集控站的应用需求。

5.10.2 监控系统站控层网络按照安全分区划分为安全区Ⅰ、Ⅱ及Ⅳ，安全区Ⅰ、Ⅱ及Ⅳ宜按单网配置。安全区Ⅰ部署保护、监控及站用交直流一体化电源等系统；安全区Ⅱ部署故障录波、计量、一次设备在线监测、火灾消防、安全防卫、动环、智能锁控等系统；安全区Ⅳ部署智能巡视系统。35（10）kV 不宜单独设置过程层网络，35kV 间隔层设备采用电缆方式采集相关信息。当技术经济合理且有智能化升级需求时，可设置过程层网络，并应符合 DL/T 860《电力自动化通信网络和系统》的有关规定。

5.10.3 监控系统具备一键顺控功能，变电站一键顺控功能宜部署于安全I区，由监控主机、智能防误主机、I区数据通信网关机，测控装置及一次设备传感器共同实现。防误逻辑双校验由监控系统主机和智能防误主机共同实现。执行操作时，监控主机宜与巡视主机联动，调用被操作设备区安全环境监视画面。

5.10.4 监控系统采用开放式分层、分布开放式网络结构，通信规约采用 DL/T 860 标准，主要由站控层设备、间隔层以及网络设备构成。站控层设备按变电站远景规模配置，间隔层设备按本期建设规模配置。站控层网络采用单星形 100M 以太网，站控层配置单台主机兼操作员站，35kV 及 10kV 配置支持 DL/T 860 标准微机型保护测控一体化装置。监控主机（操作员站）、智能防误主机、综合应用服务器宜单套配置。安全I、II区数据通信网关机宜单套配置，IV区通信网关机可单套配置。

5.10.5 变电站自动化系统应具备实现全站的防误操作闭锁功能。

5.10.6 监控主机、综合应用服务器、智能防误主机宜采用交流不间断电源（UPS）供电；其他设备宜采用直流电源供电。

5.11 继电保护和自动化装置

5.11.1 一般规定

a) 继电保护和安全自动装置的设计应符合 GB/T 14285《继电保护和安全自动装置技术规程》、GB 38755《电力系统安全稳定导则》及相关继电保护技术规程中的有关规定。

b) 保护装置宜采用微机保护，集中组屏布置于二次屏柜内；

c) 保护装置应具备完善的自检功能和通信接口；

d) 线路保护宜采用保护测控一体化集成装置，装置应具备低周减载功能。

5.11.2 主变压器保护

a) 35kV 变压器电量保护宜按单套配置，采用主、后备保护独立装置，后备保护宜与测控装置集成；非电量保护单套配置；

b) 主变压器应配置纵联差动保护作为主保护；当变压器容量较小且系统条件允许时，可采用电流速断保护作为主保护，并应满足灵敏度和选择性要求。后备保护应包括复压闭锁过流保护、零序保护等；

c) 非电量保护应包括瓦斯保护、温度保护、压力释放保护、油位保护等。

5.11.3 35kV 线路保护

a) 35kV 每回线路按单套配置相间电流保护，对于多级短线路、并网电源线、链式结构等，如电流保护不能满足配合要求时，宜采用纵联差动保护作为主保护，电流保护作为后备保护。变电站为终端负荷站时不宜配置 35kV 线路保护。线路保护宜采用保护、测控集成装置；

b) 分列运行的母线或互为备用的线路宜配置 1 套备用电源自动投入装置，35kV 备自投装置可独立配置。为实现远期链式串供接线方式，该装置应具备站内进线备投及区域联动备投功能。

5.11.4 35kV 母线保护

a) 35kV 母线保护的配置应符合 GB/T 14285《继电保护和安全自动装置技术规程》的有关规定；

b) 当有风电、光伏或储能等新能源接入且需要快速而有选择地切除 35kV 母线上的故障时，可配置 1 套母线差动保护；

c) 母线保护应满足选择性、速动性、灵敏性和可靠性要求。

5.11.5 10kV 线路保护

a) 10kV 线路保护宜配置 1 套线路保护，具备电流速段、过电流保护，采用保护测控集

成装置。三相一次重合闸功能由线路保护实现；

- b) 10kV 线路如有新能源接入，宜配置与对侧一致的纵联差动保护测控集成装置；
- c) 10kV 馈线保护宜采用开关柜就地安装方式。

5.11.6 10kV 线路分段保护

- a) 10kV 分段断路器配置具备瞬时和延时跳闸功能的充电及过电流保护；
- b) 分段保护宜采用保护、测控集成装置。

5.11.7 小电流接地选线

a) 变电站应配置小电流接地系统单相接地故障选线功能，实现单相接地故障的快速检测与选线；

- b) 选线装置应具备较高的选线准确率，适应中性点不接地及经消弧线圈接地系统。

5.11.8 安全自动装置

- a) 变电站低频低压减负荷功能由馈线保护测控装置实现，有特殊要求的可独立配置；
- b) 35kV 两回电源进线时，可配置 1 套进线备自投保护装置。为实现远期链式串供接线方式，结合网架情况该装置可具备站内进线备投及区域联动备投功能；
- c) 有新能源接入的变电站应根据系统要求配置新能源并网相关安全自动装置。

5.12 时间同步系统

5.12.1 变电站应配置全站公用的时间同步系统，主时钟应双机冗余配置，采用北斗系统标准授时信号，时钟同步精度和守时精度满足所有设备要求。

5.12.2 时间同步系统应满足站内继电保护、监控系统、自动化装置等设备的对时要求。

5.12.3 站控层设备宜采用 SNTP 网络对时方式，间隔层设备宜采用 IRIG-B (DC) 对时方式。

5.13 直流及不间断电源系统

5.13.1 变电站采用由交流电源、直流电源、不间断电源 (UPS)、直流变化电源 (DC/DC) 等装置组成的一体化电源系统，其运行工况和信息数据应能统一监视。

5.13.2 直流电压采用 DC220V 或 DC110V，直流电源系统配置单套蓄电池、单套高频开关电源、单套直流变化电源 (DC/DC)。

5.13.3 直流电源宜采用阀控式铅酸蓄电池，蓄电池单体电压采用 12V。二次负荷宜按 2 小时事故放电时间计算，通信负荷宜按 4 小时事故放电时间计算。

5.13.4 直流电源应采用辐射式供电方式，开关柜可采用直流小母线供电。

5.13.5 全站配置 1 套交流不停电电源系统 (UPS)。

5.14 调度自动化

5.14.1 调度管理

根据电网调度管理规程规定，按照统一调度、分层管理原则。35kV 模块化变电站由各地地调调度集中控制。

5.14.2 远动系统

a) 为保证模块化变电站远动信息采集完整性，地调所需远动信息内容配置按 DL/T 5103 《35kV-110kV 无人值班变电所设计规程》执行；

b) 远动与模块化变电站计算机监控系统统一考虑。保证远动信息的实时性要求，变电站监控自动化系统选型时应考虑远动信息流的合理性和远动信息上传调度的出口时间应满足远动要求，保证远动信息直采直收。远动数据不应经过站控主机处理，在间隔层（或站控层）的局域网上设置专门的远动工作站负责汇总调度所需的远动信息；

c) 远动功能宜由数据通信网关机实现，远动信息应“直采直送”，宜通过电力调度数据网与调度系统、集控系统通信。

5.14.3 电能量计量系统

a) 变电站应配置电能量计量系统，电能量采集终端宜单套配置。电能量信息宜通过电力调度数据网通道方式传送至计量主站，不具备条件时也可以采用专线方式。变电站地调电能量关口点设置在 35kV 线路侧、主变高压侧。电能量计量系统设计应符合 DL/T 5202《电能量计量系统设计规程》的有关规定；

b) 贸易结算关口计量点应按主副表配置准确度等级为有功 C（0.5S）级电能量计量表，采用模拟量接入；

c) 10kV 出线、站用变、电容器应单独设置电能计量表；关口电能表准确度等级有功为 C（0.5S）级，无功为 2 级；计量互感器的准确等级电流互感器为 0.5S 级，电压互感器为 0.2 级，PT 二次回路电缆压降应小于其额定二次电压的 0.2%；CT、PT 要求计量专用线圈；

d) 表计功能及规约应符合 DL/T 614《多功能电能表》和 DL/T 645《多功能电能表通信协议》的要求。

5.14.4 电能质量监测

接入风电、光伏或储能等新能源的模块化变电站，宜配置单套电能质量监测装置，每套装置应至少具备接入 4 回线路的监测能力。电能质量监测装置的技术要求应符合 DL/T 1227《电能质量监测装置技术规范》的规定。

5.15 调度数据网及安全防护接入设备

5.15.1 变电站内配置两套数据网接入设备。按照 $N \times 2M$ 组网，单独组屏，且应满足数据网双接入的要求。

5.15.2 变电站配置二次安全防护设备两套，采用纵向加密认证方式。

5.15.3 安全防护设计应遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”的原则，设置相应的隔离和认证措施，并应满足 GB/T 22239《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》、GB/T 36572《电力监控系统网络安全防护导则》、《电力监控系统安全防护总体方案》和《电力监控系统安全防护规定》等文件的要求，符合下列规定：

a) 站控层网络宜划分为安全 I、II 及 IV 区。安全 I 区、安全 II 区网络之间应配置防火墙，安全 II 区、安全 IV 区网络之间应配置正、反向隔离装置；

b) 宜在安全 I 区和安全 II 区各配置 1 套网络安全监测装置。

5.16 通信

5.16.1 总体原则

a) 变电站通信设计应遵循审定的相关通信网规划及项目前期评审意见；

b) 变电站通信系统配置应按变电站的规模容量、调度关系、所在电力通信网的技术体制及其在电网及通信网中所处的位置因地制宜地配置通信设备，并留有适当发展余地；

c) 变电站内所有通信设施，与保护、自动化等专业的分界点应以通信设备输入、输出端子或以通信侧配线设备端子为界；

d) 本规范的设备配置部分仅包括了本站通信设备的配置要求，对于对端站或调度端的相应接入设备或板卡应根据实际需求进行相应配置；

e) 模块化变电站系统通信应采用光纤通信方式，变电站应配置光传输设备，接入相应的光传输网。光缆宜随新建 35kV 电力线路建设；

f) 模块化变电站通信业务包括调度电话、行政电话、继电保护、调度数据网、综合数据网等。业务的传输通道组织应满足相关专业设计要求。

5.16.2 光缆建设原则

a) 随 35kV 电力线路应至少建设 1 根通信光缆，35kV 架空线路宜架设 OPGW 或 ADSS 光缆，随电缆敷设的光缆应采用非金属阻燃光缆，每根光缆芯数不应少于 24 芯，光缆纤芯类型宜采用 G.652 光纤。10kV 线路如需建设光缆，架空线路宜采用 ADSS 光缆，电缆线路宜采用非金属阻燃光缆，芯数不应小于 24 芯；

b) 进站引入光缆应采用非金属阻燃光缆，光缆芯数与纤芯类型应与线路光缆相匹配；

c) 通信电路主备路由或光环网的两个方向光缆，其对应的引入光缆，应沿沟道的不同路由接入机房。

5.16.3 通信设备配置

a) 模块化变电站应配置 1 套地区接入层光传输设备，接入地区电力光纤通信网络，可根据光缆条件选择开环接入或支链接入方式；

b) 传输设备体制、传输容量、交叉连接容量应按照既定传输网络模式并结合电力通信规划要求进行配置，优先采用 SDH 技术体制，传输容量优先选择 STM-4 或 STM-16，光传输设备环网接入按 1+0 配置光接口、支链接入按 1+1 配置光接口；

c) 调度电话由调度运行单位放小号方式解决，采用“IP 用户板+IAD 设备”模式，配置 1 台 16 线或 8 线 IAD 综合接入设备；

d) 行政电话采用 IMS 系统，配置 1 台 32 线或 16 线 IAD 综合接入设备；

e) 应配置 1 套综合数据网接入设备，综合数据网设备宜采用两条独立的上联链路和网络中就近的汇聚节点互联；

f) 配置 1 套综合配线设备（包含光纤配线、数字配线、音频配线、网络配线设备），满足各业务系统接入需求。

5.16.4 通信电源及通信设备布置

a) 模块化变电站通信设备宜集中布置在二次屏柜，应按照远期规模预留通信屏位的安装位置；

b) 通信设备的环境监测功能由站内辅助监控系统统一考虑。

5.17 辅助监控系统

5.17.1 系统架构

a) 辅助监控系统宜采用分层、分布式网络架构，网络拓扑结构采用星型、单网配置，由后台设备和各子系统前端设备组成；

b) 辅助监控系统后台由综合应用服务器和边缘巡视主机组成，后台实现数据采集、数据处理、状态监视、设备控制、智能应用、运行管理和主站支撑等功能；

c) 前端设备由各类探测器和传感器、采集单元、监测终端、监控终端、消防信息传输控制单元、汇聚终端、摄像机和硬盘录像机等设备组成，实现信息感知、采集、控制及管理功能；

d) 一次设备在线监测、火灾消防报警、安全防卫、动力环境、智能锁控等系统部署于安全 II 区，采用 DL/T 860 通信报文接入综合应用服务器，通过 II 区数据通信网关机与集控系统通信；智能巡视系统部署于安全 IV 区，通过数据通信网与集控系统通信，前端摄像机通过 TCP/UDP 协议接入巡视系统后台；

e) 辅助监控系统宜采用有线传输方式，当条件不具备时宜采用无线传输方式，应设置安全接入区，部署于安全 IV 区，配置安全接入网关、无线汇聚节点以及各类无线传感器等。

无线传感器采用微功率无线接口与汇聚节点通信，数据传输应满足无线组网协议及无线网通信协议要求。

5.17.2 系统功能

a) 后台功能

1) 系统后台应具有对站内一次设备在线监测、火灾消防报警、安全防卫、智能锁控、动力环境、智能巡视等各系统信息的分类存储、智能联动及全景展示功能，具备与变电站监控系统进行信息交互的功能；

2) 系统后台应能接收来自集控系统的控制命令，实现对受控设备的远程控制；

3) 系统应能实现用户自定义的设备联动，包括照明、暖通、火灾监测、环境监测等相关设备的联动。

b) 一次设备在线监测系统应具备对变压器类、气体绝缘类开关柜等设备的在线监测功能，实现一次设备运行状态的在线采集、监测预警、故障诊断及综合分析；

c) 火灾报警系统应具备对全站火灾自动采集、报警。火灾报警系统功能设计应满足 GB 50116《火灾自动报警系统设计规范》、GB 55036《消防设施通用规范》的规定；

d) 安全防卫系统应具备对全站围墙周界和出入口摄像机、红外双鉴探测器、红外对射探测器、门禁控制器以及脉冲电子围栏等设备的实时监控功能，实现站内安全防卫设备的信息采集、传输和控制。安全防卫系统应具有防拆报警和紧急报警功能；

e) 智能锁控系统应具备对站内各类锁具（不含防止电气误操作的锁具）和电子钥匙的控制和管理功能，实现开锁权限、开锁记录和开锁流程的智能化管控；

f) 动力环境系统应具备对站区微气象、温湿度、SF₆泄漏、水浸、水位等传感器的实时监测功能，实现站内微气象数据和环境数据的采集、处理和上送，并实现空调、电暖气、除湿机、风机、照明等设备的智能联动控制和远方控制；

g) 智能巡视系统宜采用区域型智能巡视系统。由硬盘录像机直接上传区域型巡视主机；

h) 反恐电子防范系统应根据电力系统治安反恐防范要求，按照确定的目标等级配置实体防范和电子防范设施，满足相应级别常态防范要求。

5.17.3 后台设备配置

a) 服务器容量应根据变电站远景规模进行配置。综合应用服务器宜独立配置，由变电站监控系统统筹考虑；

b) 宜配置独立的边缘巡视主机，接入区域巡视系统汇集节点；

c) 智能巡视系统录像设备的存储容量宜按本期规模配置且具备扩容条件。用于安全防范需要的周界和大门摄像机视频图像存储时间不应少于 90 天，其他摄像机视频图像存储时间不应少于 30 天。

5.17.4 通信接口

a) 综合应用服务器与边缘巡视主机通过正反向隔离装置通信，采用 UDP 协议、CIM/E 语言格式；

b) 边缘巡视主机与上级系统接口采用 TCP 协议，与硬盘录像机接口采用 TCP/UDP 传输协议。边缘巡视主机与区域巡视主机接口采用 TCP 传输协议，文件传输接口采用 FTPS 协议；

c) 交换机与摄像机之间宜采用 100M 电口通信，当传输距离大于 100m 时或穿越室外配电装置场区进行传输时，应增加光电转换模块。

5.17.5 电源

- a) 综合应用服务器、硬盘录像机及交换机等设备宜采用交流不间断电源(UPS)供电;
- b) 辅助监控系统的监测终端及监控终端设备宜采用站内 AC220V 交流电源供电;
- c) 火灾自动报警系统应设置交流电源和蓄电池备用电源, 其中交流电源应在配电线路的最末一级配电箱内设置自动切换装置。消防信息传输控制单元应采用交流不间断电源(UPS)供电或直流电源供电;
- d) 智能巡视系统应配置 1 套综合电源系统, 综合电源提供两路 AC220V 交流电源输入接口, 当主供电线路故障和消失时, 可自动切换到备用供电线路, 为各区域前端采集设备供电。

5.18 电缆敷设

5.18.1 电缆的敷设设计应符合 GB 50217《电力工程电缆设计标准》、GB 50059《35kV~110kV 变电站设计规范》、DL 5027《电力设备典型消防规程》中的有关规定。电缆防火封堵的设计应符合 GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》的有关规定。防火封堵材料应符合 GB 23864《防火封堵材料》的有关规定。

5.18.2 电缆应按照应用场景进行分沟、分侧、分层敷设, 敷设方式应符合下列规定:

a) 10kV 及以上高压电力电缆与低压电缆应分沟敷设。两台站用变高低压侧电缆应分沟或分侧敷设;

b) 直流电源系统的双电源回路动力电缆、交流配电屏至配电装置的双电源回路动力电缆应分层敷设。

5.18.3 动力电缆、控制电缆与通信光缆同电缆沟敷设时, 宜按“由上至下”的顺序排列: 上层敷设动力电缆, 中层敷设控制电缆, 下层敷设通信光缆, 并应符合 GB 50217 的有关规定。电缆沟层间防火分隔可采用防火隔板、耐火槽盒及防火封堵等措施。不同电压等级、不同回路的动力电缆之间, 应设置防火隔板; 双回路控制电缆应采取防火隔离措施; 通信光缆应敷设于耐火槽盒内。电缆沟防火墙、阻火隔板及阻火封堵的耐火极限不应低于 1.0h, 并应满足相应的耐火完整性与隔热性要求。

5.18.4 预制舱内电缆出舱宜采用电缆沟敷设方式或预制式舱体基础预留检修空间敷设。当采用电缆沟与预制舱之间连接时, 应将裸露线缆做防护处理。

5.18.5 二次线缆在舱内宜采用舱体底座夹层或槽盒内敷设方式。

6 土建部分

6.1 一般规定

6.1.1 模块化变电站主变压器采用户外布置, 全站一、二次设备设置在预制舱内, 全站建(构)筑物宜采用装配式。实现标准化设计、工厂化制作、成品化配送、机械化装配, 具备可更换、移位、重复利用。当站址地形复杂时, 可部分采用现浇结构。设备基础应按承载力需求设置, 保证基础强度及平整度, 在满足设备安全运行前提下优化基础设计。

6.1.2 模块化变电站建(构)筑物包括设备基础、电缆沟、支架、防火墙、围墙、地面、辅助用房及预制小型基础及构件等, 采用装配式, 减少现场“湿作业”。

6.1.3 预制构件宜优先采用标准化、通用化的构件, 在同一工程中同类构件宜采用统一材质、结构型式及外形尺寸。

6.1.4 构筑物构件应选用节能环保材料, 采用节能环保技术, 优选节能设备, 降低生产能耗, 减少碳排放。建筑节能设计应符合 GB 55015《建筑节能与可再生能源利用通用规范》的规定。

6.1.5 工程前期应进行相关岩土勘察,分析评价站址稳定性,查明影响建站的不良地质作用,以及站内各构筑物地段的岩土类型、工程性质和地下水条件等,通过岩土工程分析与评价,为站址选择、场地整治、地基基础设计和施工提供依据。

6.1.6 工程实施时,应开展相应地基检测,评价地基承载力是否满足各设备及其基础荷载要求。

6.1.7 装配式构件设计应考虑施工作业空间、作业机械、作业环境等影响因素,合理设计构件尺寸、构件重量、拼接构造以及吊点位置。构件尺寸还应结合道路运输条件确定。

6.1.8 模块化变电站应采用隔声、吸声、消声等降噪技术,减少工程建设及运行噪声对环境的影响。

6.2 荷载

6.2.1 模块化变电站装配式建(构)筑物结构的设计使用年限应采用 50 年,安全等级不应低于二级。

6.2.2 构筑物结构设计应满足抗震要求,抗震设防烈度不应低于 7 度,并应满足工程所在地抗震设防烈度要求,抗震设防类别为丙类。

6.2.3 舱体单舱应具备独立的承重结构,并应根据其使用功能、荷载、场地条件等要求进行结构设计。舱体钢结构设计应符合 GB 50017《钢结构设计标准》的规定。

6.2.4 预制舱结构及其装配式建(构)筑物应按照承载能力极限状态和正常使用极限状态进行设计,计算结构构件和连接节点时,荷载效应组合、荷载分项系数、荷载组合系数的取值,应满足 GB 50009《建筑结构荷载规范》及 GB/T 50011《建筑抗震设计规范》的规定。

6.2.5 在永久荷载、可变荷载作用下的内力和变形宜采用弹性分析的方法计算。

6.2.6 在永久荷载和可变荷载标准值作用下,装配式建(构)筑物的挠度限值应满足 GB 50017 的规定;在水平风荷载和水平地震作用下的弹性层间位移角限值应满足 GB 50010《混凝土结构设计规范》及 GB/T 50011《建筑抗震设计规范》的规定。

6.3 装配式建(构)筑物

6.3.1 构支架

a) 构支架柱宜采用钢管结构或格构式结构,构件采用螺栓连接,支架柱与基础宜采用地脚螺栓连接。构支架设计应符合 DL/T 5352《高压配电装置设计技术规程》的有关规定;

b) 避雷针设计应统筹考虑站址环境条件、配电装置构架结构型式等,采用格构式避雷针或圆管型避雷针的结构型式。对严寒、大风地区,避雷针钢材设计应满足材料冲击韧性的要求;

c) 采用电动扳手或气动扳手进行支架柱和支架梁的零部件之间螺栓连接、支架柱与预埋地脚螺栓之间的螺栓连接、构(支)架柱与构(支)架梁之间的螺栓连接。

6.3.2 装配式设备基础

a) 装配式设备基础包括主变压器、预制舱基础、电容器基础、辅助用房等,应合理设计尺寸模数,减少荷载偏心,在满足受力和变形前提下,优化基础设计;

b) 装配式设备基础连接应安全可靠,经济合理;

c) 装配式设备基础应结合工程实际,通过技术经济比较确定设计方案。预制构件的尺寸和重量应满足运输和吊装能力要求。

6.3.3 装配式电缆沟

a) 装配式电缆沟可采用预制钢筋混凝土电缆沟、预制复合材料电缆沟等材料;

b) 装配式电缆沟应结合场地竖向布置综合考虑电缆沟的排水方向及坡度,确保排水通

畅；

c) 电缆沟截面尺寸宜采用：800mm×1000（高）mm、800mm×800mm、600mm×600mm。不宜设置电缆支沟时，可采用电缆埋管、电缆排管或成品地面槽盒系统；

d) 电缆沟沟壁应高出场地地坪 100mm。应采取防止水流入电缆沟的封闭措施；

e) 当主变与预制舱、相互独立的舱体之间线缆较少时宜采用埋管。埋管的内径应大于线缆外径的 1.5 倍，埋管内应光滑。埋管深度不应小于 0.7m，且应大于当地冻土深度。穿越道路时应加装保护管，管顶至路面结构层底面不应小于 0.5m。埋管敷设应符合 GB 50217 和 DL/T 5891《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的有关规定。

6.3.4 装配式防火墙

a) 防火墙宜采用钢筋混凝土预制框架；

b) 防火墙墙体宜采用预制墙板，耐火极限不低于 3.0h，应符合 DL 5027 的有关规定；

c) 防火墙墙板吊装时应从下而上，缓吊轻放，注意墙板保护。

6.3.5 装配式围墙及大门

a) 围墙宜选用装配式围墙，围墙高度不低于 2.3m；

b) 装配式围墙柱宜采用预制钢筋混凝土柱或型钢柱；应符合 GB 50003《砌体结构设计规范》和 GB 50010《混凝土结构设计规范》的有关规定。预制钢筋混凝土柱宜采用工字形，截面尺寸不宜小于 300mm×300mm。装配式围墙墙体宜采用预制墙板，可选用混凝土预制板、水泥基轻质墙板等板材。围墙顶部宜设预制压顶；

c) 站区大门宽应满足站内大型设备运输要求，大门高度不应低于 2.1m，采用电动实体推拉门或实体平开门。

6.3.6 预制路面、地面

a) 站区内道路及其需要硬化的地面采用钢筋混凝土预制路面、地面。大型设备安装就位后进行预制路面铺设；

b) 道路地基进行夯实并平整，将预制块运至现场进行铺设，并加设必要的排水构件；

c) 路基的铺设厚度根据原始土层状况及路面车载重量确定，需上重型车辆的路段铺设厚度为 250mm～350mm，非重载路段铺设厚度为 150mm～200mm。路基质量主要控制其压实度及平整度，路基的压实系数不应小于 0.95，平整度应控制在 10mm/3m 以内。路基施工质量应符合 DL/T 5190.1《电力建设施工技术规范 第 1 部分：土建结构工程》的有关规定。

6.3.7 预制式构件

a) 标准化小型预制构件主要包括小型预制基础（庭院灯基础等）、预制水工构件（雨水井、检查井的井盖与泛水、排水沟盖板等）和预制构筑物构件（电缆沟盖板、电缆沟压顶、围墙压顶等）；

b) 标准化小型预制构件尺寸设计应考虑运输、吊运、安装等因素，以 10mm 为模数，采用成品钢模，在工厂预制；

c) 标准化小型预制构件应合理设置吊点或吊孔，以方便安装和日常巡检操作。

6.3.8 预制式构筑物连接件

a) 预制式构筑物采用钢质构件连接时均应进行防锈处理，防锈和涂装应综合考虑结构的重要性、环境条件、维护条件及使用寿命；

b) 连接件表面处理和防腐蚀应满足腐蚀环境、工况条件和防腐蚀年限要求，并应满足 GB 50046《工业建筑防腐蚀设计标准》、GB/T 8923.1《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》和 JGJ/T 251《建筑钢结构防腐蚀技术规程》的相关规定；

c) 所有外露金属构(埋)件均需除锈,除锈等级 Sa2.5,除锈后均进行热浸镀锌处理,厚度不小于 85 μm ,不大于 120 μm 。钢构件防腐涂层可根据具体情况采用金属保护层(热镀锌等)、涂料涂层或复合保护层;

d) 基础预埋件及混凝土顶面应进行校正水平,确保设备底座与基础顶接触面平整,要求基础埋件定位准确,基础预埋件水平相差不超过 $\pm 3\text{mm}$ 。

6.3.9 预制式辅助用房

a) 站区内宜设置辅助用房 1 座。辅助用房宜采用预制舱结构;

b) 辅助用房占地面积不宜大于 300 m^2 ;

c) 辅助用房设置门窗、交流 220V 电源、照明、空调、给排水设施。寒冷地区宜设置加热器。

6.4 总平面布置

6.4.1 变电站总平面布置应符合功能完整、科学合理、施工场地占用面积少的布置原则,并根据地理环境、使用功能、荷载特点和施工条件等因素综合确定。

6.4.2 变电站内各设备、道路应规划合理,覆盖全面,应满足工作、施工、运输及消防的交通要求。

6.4.3 变电站总平面应合理组织场地排水,保证雨季场地使用正常。有条件的项目可设置中水收集系统,节约水资源。

6.4.4 舱体底面宜高出场坪 0.4m。电缆沟沟壁应高出场坪 0.1m。变电站其他设备(如避雷针等)基础顶面与场坪之间高差不宜小于 0.45m。

6.4.5 舱体建筑基础应埋入稳定土层,埋置深度不宜小于 0.5m 且大于当地冻土深度。基础设计应符合 GB 50007《建筑地基基础设计规范》的有关规定。季节性冻土地区的基础埋置深度应符合 GB 50007 第 5.1.8 条的规定;

6.4.6 变电站舱体基础宜采用同一类型,基础底面宜埋置在同一标高上。

6.5 采暖、通风和空气调节

6.5.1 变电站采暖、通风和空气调节设计应符合 GB 50059 和 DL/T 5495《35kV~110kV 户内变电站设计规程》中的有关规定。采暖、通风和空气调节系统应具备自动控制功能。预制舱内一次设备当采用气体绝缘时,应设置气体超限报警系统,有害气体浓度超限时自动启动事故风机。预制舱内应设置温度控制器,超温自动启动散热排风系统。

6.5.2 预制舱采暖、通风应满足设备运行环境要求。

6.6 给水与排水

6.6.1 给水

变电站水源宜采用自来水或打井取水。在地下水枯竭或管控地区可采取拉水方式。生活给水水质应符合 GB 5749《生活饮用水卫生标准》的规定。

6.6.2 排水

a) 站区雨水采用有组织排放或散排。当地规划有要求时,应采用有组织排放;

b) 排水系统宜设置为重力流排水系统,不具备重力排水条件时应采用水泵升压排水;

c) 站内排水根据实际情况确定,可采用将污水先经化粪池初步沉淀后排入站外市政污水管网的方式,雨水则由雨水口收集后集中排入市政雨水管网;也可将污水排入化粪池沉淀后定期清掏。

6.6.3 事故排油

- a) 户外单台油量为 1000kg 以上的电气设备应设置贮油设施，其容积宜按设备油量的 20%设计，油坑底部铺设卵石，其厚度应经计算确定且不小于 250mm，卵石直径宜为 50~80mm；
- b) 户内单台总油量为 100kg 以上的电气设备，应设置挡油设施及将事故油排至安全处的设施。挡油设施的容积宜按油量的 20%设计；
- c) 户外总事故集油池有效容积应按最大主变油量的 100%考虑，并设置油水分离装置；
- d) 排油管管径和坡度设计宜按 20min 将事故油排尽确定，排油管内径不宜小于 150mm。

7 消防和噪声控制

7.1 消防

7.1.1 变电站消防设计应符合 GB 50229《火力发电厂与变电站设计防火标准》、GB 50140《建筑灭火器配置设计规范》、GB 50116《火灾自动报警系统设计规范》和 GB 55036《消防设施通用规范》的规定。

7.1.2 模块化变电站预制舱、辅助用房建筑体积不大于 3000m³且火灾危险性为戊类时，可不设置室内消火栓系统；室外消防给水应结合站区规模及市政条件确定，占地面积小于 1000m²的小型站可不设室外消火栓，但应配置足够数量和规格的移动式灭火器材。

7.1.3 户外油浸变压器附近应设置消防砂箱及消防器材箱，配置推车式干粉灭火器、消防砂桶、消防铲、消防斧等器材。

7.1.4 总事故油池容量应按接入的最大一台油浸设备的全部油量确定，并应设置油水分离设施。

7.1.5 主变压器、预制舱、辅助用房应按 DL 5027 和 GB 50140 的规定配置移动式灭火器，灭火器类型应匹配火灾种类和危险等级。一、二次预制舱内应配置手提式灭火器，配置级别和数量应符合 DL 5027 的规定。

7.1.6 重要预制舱可配置全氟己酮等洁净气体灭火装置，灭火装置应与火灾探测报警系统联动。气体灭火系统设计应符合 GB 50370《气体灭火系统设计规范》的有关规定。

7.1.7 火灾探测及报警设计应符合 GB 50116 的有关规定。

7.1.8 含储能电池舱的模块化变电站，储能电池舱应设置全氟己酮等洁净气体灭火系统及消防给水系统。消防给水量、消火栓设计流量及火灾延续时间应符合 GB/T 51048—2025 的有关规定。室外消火栓宜在储能分区周边均匀布置，数量应满足灭火救援要求。消防给水系统应与火灾自动报警系统联动。

7.1.9 变电站火灾报警信号应实现远传。

7.2 噪声控制

7.2.1 变电站噪声控制设计应符合 GB/T 50087《工业企业噪声控制设计规范》的有关规定，厂界噪声排放应符合 GB 12348《工业企业厂界环境噪声排放标准》的规定，站址周围声环境质量应符合 GB 3096《声环境质量标准》的规定。

7.2.2 变电站噪声应首先从声源上进行控制，宜选用低噪声设备。不满足站界噪声排放、声环境质量要求时，可采用加高围墙或围墙加装隔声屏障、主要噪声源外加装隔声屏障等隔声措施。

7.2.3 当采用平面布置优化、低噪声设备、隔声措施综合方案后，仍不能满足噪声排放要求时，宜考虑采取吸声降噪措施。

7.2.4 站内风机等噪声源处宜加装合适尺寸的阻抗复合式消声装置。

8 舱体

8.1 基本技术条件

8.1.1 使用环境

舱体采用工厂预制式，在一般地区，舱体 10kV~35kV 一、二次组合设备正常工作的使用环境应满足海拔高度、舱体抗震设防烈度、舱体防护等级、舱体耐火极限等国家相关标准要求。下列为陕西省参考使用环境：

- a) 海拔高度：≤2000m。
- b) 环境温度：-35℃~+45℃。
- c) 最大日温差：25K。
- d) 最大相对湿度：95%（日平均），90%（月平均）。
- e) 舱体抗震设防烈度：8 度（0.3g）。
- f) 太阳辐射强度：0.12W/cm²。
- g) 设计最大风速：35m/s 且应满足 GB 50009 中 50 年一遇风压要求。
- h) 雪荷载：0.25kN/m²。

8.2 主要技术指标

8.2.1 舱体技术指标

舱体主要技术指标应满足以下要求：

- a) 舱体防护等级：IP55。
- b) 舱体耐火极限：1.50h。
- c) 舱体荷载能力：地面活载 8kN/m²，不上人屋面活载 0.5kN/m²，最大雪压应满足当地雪荷载数值。
- d) 舱体防腐蚀要求：采用有效防腐措施；舱体构造上应考虑便于检查、清刷、油漆及避免积水。经过防腐处理的零部件，预制舱体应满足中性盐雾试验 1440h 和凝露试验 720h 后无金属基体腐蚀现象。
- e) 舱体内部环境控制目标温度：10℃~30℃（无人时）、18℃~25℃（有人时）。
- f) 舱内相对湿度：不大于 75%，任何情况下无凝露。
- g) 舱内空调噪音：<55dB。

8.2.2 舱体 10kV~35kV 一二次组合设备额定值

- a) 35kV 一次设备额定值：
 - 1) 额定电压：40.5kV；
 - 2) 额定电流：1250A；
 - 3) 额定短路开断电流：31.5kA；
 - 4) 额定频率：50Hz；
- b) 10kV 一次设备额定值：
 - 1) 额定电压：12kV；
 - 2) 额定电流：1250A；
 - 3) 额定短路开断电流：31.5kA；
 - 4) 额定频率：50Hz；

c) 二次设备额定值:

- 1) 额定交流电压: 220V/380V
- 2) 额定直流电压: 110V/220V;
- 3) UPS 电压: AC220V;
- 4) 额定频率: 50Hz。

8.2.3 电磁兼容性要求

按 GB/T 17626 标准执行。

8.3 舱体一、二次组合设备设置原则

8.3.1 舱体 10kV~35kV 一、二次组合设备应根据变电站远景建设规模、场地运输条件、站址条件等因素选择合理的预制舱体。

8.3.2 10kV、35kV 高压开关柜设备宜按最终规模布置于舱内,并按最终规模预留二次空柜。

8.4 技术要求

8.4.1 预制舱体技术要求

a) 结构要求

- 1) 舱体的重要性系数应根据结构的安全等级设计,设计使用年限按 50 年考虑。
- 2) 结构自重、检修集中荷载、屋面雪荷载和积灰荷载等,应按 GB 50009 的规定执行,悬挂荷载应按实际情况计算。
- 3) 舱体承受的风荷载标准值,应按 GB 50009 的规定计算。
- 4) 地震作用应符合 GB/T 50011 的规定,舱体应按照工程环境的设防烈度进行抗震设计。舱体抗震性能按下列方法评估:

舱体抗震性能试验按照 GB 50260 抗震试验的方法进行。在设计的地震作用下,按规定方法试验后,舱体防护性能不降低、舱体外立面装饰构件不应脱落、舱内辅控设备完好、舱门无损坏;

由于尺寸原因不具备试验条件的舱体,舱体框架本身的抗震性能可采用仿真分析验证。

- 5) 钢结构骨架应整体焊接,应满足足够的强度与刚度。
- 6) 舱门设置应满足舱内设备运输及巡视要求,舱体应在短边两侧各设一个舱门,舱门尺寸为(宽×高)900mm×2100mm(巡视门)、1200mm×2500mm(运输门)。舱门应设置在不含开关柜的拼接单元侧,应采用甲级防火门且内外均具有方便开启的安全门锁,其余建筑构件燃烧性能和耐火极限应满足 GB 50016 的规定。舱体不应设窗户,采用风机及空调实现通风。高风沙地区预制舱入口处可配置防沙门斗。
- 7) 舱体屋面宜采用双坡屋顶结构,屋面坡度不小于 5%,寒冷地区应适当增大屋面坡度,防止积雪。屋面防水等级为 I 级。
- 8) 舱体与基础应牢固连接,宜焊接于基础预埋件上,舱体与基础交界四周宜采用耐候硅酮胶封缝防止潮气进入。
- 9) 一次开关柜及二次设备柜在舱内应沿预制舱长度方向布置,沿列柜体底板布置两根槽钢(≥#8),槽钢与舱体底板焊接作为设备安装基础,柜体通过螺栓与槽钢固定。
- 10) 预制舱舱体应向两短边泄压,舱壁上应留泄压孔,泄压孔孔底对室外地坪高度不小于 2m。

b) 材质要求

- 1) 舱体钢构件主材应采用不低于 Q355 型钢,满足 GB 50017 的规定。主要钢材材质应选用优质碳素结构钢或高强度型钢,屈服强度不小于 355 MPa。

2) 舱墙体宜由钢板或水泥纤维板及保温材料等组成。舱体墙在盐雾地区应采用纤维水泥板。

3) 舱屋顶宜采用铝镁锰合金板或不锈钢板，并内衬保温材料。

4) 舱内吊顶宜采用铝塑板或夹芯板。

5) 一二次舱底板宜采用花纹钢板或环氧树脂隔板。

6) 二次舱内地面宜采用防水、防潮、防静电活动地板，活动地板支架应固定于舱底，舱底板与活动地板之间净高宜为 200mm。

7) 保温材料宜采用岩棉或聚氨酯，保温材料的厚度根据热力学计算确定。

8) 预制舱体防腐蚀性能应满足本规范 8.2.1 d) 的要求。

c) 防火要求

预制舱应有良好的防火性能，预制舱结构梁耐火极限不小于 1.5h，预制舱结构柱耐火极限不小于 2.0h，预制舱墙体耐火极限应不小于 1.5h。

d) 外观要求

1) 舱体外立面正面喷写预制舱名称，预制舱名称宜按照功能命名。

2) 舱内开关柜、屏柜外观统一，开关柜、屏柜的名称、厂家名称等标识的位置、字体、高度应全部保持一致。

3) 舱体表面应平直光滑，不应有裂缝、结疤、分层、毛刺。

8.5 一次设备技术要求

8.5.1 舱内 35kV 气体绝缘开关柜宽度不宜大于 800mm，高度不宜大于 2400mm，深度不应大于 1800mm；10kV 气体绝缘开关柜宽度不宜大于 600mm，高度不宜大于 2400mm，深度不应大于 1500mm。

8.5.2 10kV、35kV 开关柜宜采用“一”字型单列布置，10kV、35kV 开关柜之间应预留通道。开关柜柜后的舱体墙应设置检修门。

8.5.3 10kV、35kV 开关柜应分别设置泄压通道，向舱体两短边泄压，且不应朝向巡视通道。泄压通道高 200mm，宽度通过计算确定。

8.5.4 预制舱内主变压器进线、10kV 及 35kV 出线、分段均应采用电缆连接。

8.5.5 预制舱内开关柜内部电弧防护等级宜采用 IAC 级，试验方法及要求参照 GB/T 3906 中进行。

8.6 二次设备技术要求

8.6.1 舱内二次设备柜外观形式、颜色统一，屏柜名称、厂家名称等标识位置、字体、高度应保持一致。

8.6.2 10kV、35kV 保护测控装置、电能表宜布置于开关柜内，其余二次设备组柜布置于二次设备舱内。

8.6.3 舱内间隔层二次设备、通信设备、直流分屏等二次设备宜采用 2260mm×800（600）mm×600mm（高×宽×深）屏（柜），屏（柜）前开门；站控层服务器柜可采用 2260mm×600mm×900mm（高×宽×深）屏（柜），屏前、屏侧面开门。

8.6.4 永久性备用的屏柜宜布置在靠近舱门的位置，并敷设盖板。

8.7 舱内电气及辅助设施配置要求

8.7.1 舱内应设置完好的安全防护及视频监控措施，同时应设置照明、检修、接地等设施，保证舱设备安全运行及人员巡检需求。

8.7.2 每组空调、照明、工作插座、风机应分别设置断路器，所有断路器应集中在配电箱内，

具备人身安全防护措施和误操作防护措施。

8.7.3 舱内照明系统应由正常照明和事故照明组成。正常照明网络电压应为 380/220V，照明供电线路应采用三相五线制。事故照明宜采用交直流两用的 LED 照明灯，电源引自电源屏事故照明专用回路，当正常照明系统无法工作时，可自动切换至事故照明供电，应急时间不小于 120min。

8.7.4 舱内应设置应配置温度、湿度、风机等调节设施，满足电气设备运行环境要求。正常工作状态下，舱内环境应控制在舱内环境目标温湿度内，任何情况下无凝露。舱内宜设置 2 台空调，在任一台空调故障时舱内温度应控制在（5~30）℃范围内。空调应选用工业、低噪音设备，噪声控制要求不大于 55dB。舱内采暖通风设施设置要求如下：

a) 舱体应设置机械通风装置，舱内形成通风回路。当人员进入舱体维护时，可由舱外控制启动通风装置进行换气。

b) 舱内设置 SF₆ 事故通风，通风由排风机、下部排风口组成，SF₆ 事故通风应于与辅助设备智能监控系统联动。人员进入舱体时风机自动启动。

c) 风机应具备防沙、防尘防水、防小动物措施。并具有与预制舱相同的防护等级和抗腐蚀能力。

d) 空调在预制舱内布置位置，不能占用检修巡视通道。

e) 对于寒冷的地区，应根据实际热工计算结果，加装电热设施。

8.7.5 预制舱内火灾探测及报警系统的设计应符合 GB 50116 的规定。舱内应配置火灾报警烟感探测装置，火灾报警烟感探测装置应采用吸顶布置。

8.7.6 舱内应安装 1~2 台旋转式摄像机，有效监视预制舱出入口及舱内通道情况。

8.7.7 舱内含 SF₆ 设备时应设置 SF₆ 气体环境监测装置和氧含量报警装置，并实现与舱内风机的联动。舱外门口应安装 SF₆ 报警显示主机和风机启动开关，另一侧门应设置 SF₆ 和氧气浓度报警显示装置，并按工程实际气象条件采取相应的低温防护及防雨、防风、防尘措施。

8.7.8 舱内宜设置有线电话，采用挂壁式安装，底边离地 1.3m。

8.7.9 舱内宜设置温湿度传感器，可根据需要设置水浸传感器，并将信息上传至智能辅助控制系统。

8.7.10 舱内宜设置智能环境控制单元，实现舱内环境的监视、控制及报警功能。

8.8 舱体线缆敷设及接口要求

8.8.1 预制舱主变压器进线和预制舱间的母线连接宜采用电缆连接。10kV 及 35kV 出线采用电缆。

8.8.2 舱内选用的电缆导线应符合 GB/T 50479、GB 50217、GB 55036 中的规定。舱内动力回路应采用阻燃电缆，疏散照明、火灾自动报警及控制回路应采用耐火电缆。其中，火灾自动报警、消防联动控制回路应采用燃烧性能不低于 B₂ 级的耐火铜芯电线电缆。

8.8.3 舱内应设置一、二次线缆敷设的相互独立通道。舱内二次设备柜间二次缆线应采用舱体底座夹层内走线方式，夹层内通讯线缆、电缆应分隔敷设，通讯线缆宜设置走线槽盒，槽盒顶部设置可靠盖板。舱内的缆线应在工厂内全部完成接线、敷设。

8.8.4 高压电力电缆应按远期规模在进出舱位置处留有孔洞，与高压电力电缆通道相连通。预制舱宜设置 1 个~2 个一、二次线缆出口与站内电缆沟相连通；一、二次线缆出口和高压电力电缆孔洞处应满足安装及防火封堵等要求。

8.8.5 舱内应设置配电箱、开关面板、插座等，配电箱底部距地面高度为 1.3m，开关面板采用嵌入式安装，面板底部距地面 1.3m，侧边距门框 0.2m，面板间距不小于 0.02m，插座底边离地 0.3m，其他应满足相关规程规范要求。

8.8.6 舱内空调、照明、安防、环境监控等设备线缆应采用暗敷方式。预制舱本体走线宜通过侧壁、舱顶采用暗排式布线。舱顶走线须通过走线槽或穿线管，舱体侧面走线需通过 PVC

管加于保护，火灾报警系统应采用镀锌管。

8.8.7 所有舱内辅助设施应有明显标识。

8.8.8 在电缆沟与舱体接口处、二次设备屏柜、10kV、35kV 开关柜的孔洞处均应实施防火封堵。

8.9 接地、过电压保护及抗干扰要求

8.9.1 舱内一次接地网可利用钢结构体系等自然接地体实现，舱体钢结构体系与地网可靠连接，舱体外有不少于 4 处明显接地端，开关柜接地通过槽钢与地网可靠连接。

8.9.2 舱内设环形接地网，舱内所有的设备基础、支架、构件及箱体均就近与环形地网可靠连接。为便于预制舱内检修及试验需求，离地板 300mm 高，明敷室内接地网，连接点处应设置明显的一次接地标识。

8.9.3 舱内应设置独立的二次等电位接地网。在预制舱静电地板下层按柜体布置的方向敷设 100mm² 的专用铜排，将该专用铜排首末端连接，形成预制舱内二次等电位接地网。柜体内部接地铜排采用 100mm 的铜带（缆）与二次等电位接地网连接。舱内二次等电位接地网采用 4 根以上截面积不小于 50mm² 的铜带（缆）与舱外主地网一点连接，连接点设置在预制舱的电缆沟道入口处。连接点处需设置明显的二次接地标识。

8.9.4 内柜体及柜体内设备接地应满足 DL/T 720 的要求。

8.9.5 舱体门、配电箱、灯具、空调等所有金属构件均应可靠接地

8.9.6 舱内设备应符合 GB/T 50064 的防雷击及过电压保护要求。

8.9.7 舱体应采用屏蔽措施，满足舱内二次设备及辅助设施的抗干扰要求。

9 土建施工

9.1 一般规定

9.1.1 土建施工应符合 DL/T 5210 及国家现行有关施工质量验收规范的规定。

9.1.2 施工前应编制施工组织设计或施工方案，经审批后实施。

9.1.3 采用的原材料、半成品和成品应有检验合格的资料并按规定进行现场验收或抽样检验。

9.1.4 预制构件进场时应进行检验，核查产品合格证、出厂检验报告，并对外观质量、尺寸偏差、预埋件位置等进行检查验收，不合格构件不得使用。

9.1.5 装配式施工应遵循先地下、后地上，先基础、后上部的原则，合理安排施工顺序。

9.1.6 冬雨季施工应制定专项施工措施，结合陕西地区气候特点，做好防冻、防雨、防滑等工作。

9.1.7 各道工序均应按技术标准进行质量检验，经质检人员和监理工程师检查合格后，方可进行下道工序。

9.2 基础

9.2.1 场地整平应符合下列规定

a) 施工前需根据设计标高进行场地平整，采用机械与人工结合方式，确保平整度误差 ≤5mm/m²，标高偏差控制在 ±30mm 以内；

b) 临时排水沟坡度应符合设计要求，且不应小于 0.3%，并设置临时排水沟，防止积水影响后续施工；

c) 临时堆放区与吊装通道需硬化处理，采用 C20 混凝土或碎石垫层，厚度 ≥150mm，避免模块运输时地基下沉；

- d) 场平时需采取防尘措施（如洒水、覆盖防尘网），噪声控制昼间 $\leq 70\text{dB}$ 、夜间 $\leq 55\text{dB}$ ；
- e) 清除地表植被及障碍物时，需按环保要求分类堆放可利用土方，减少水土流失。

9.2.2 基坑开挖应符合下列规定

- a) 采用机械开挖结合人工清槽，机械开挖至基底标高以上 200mm 时停止，剩余部分由人工清理，避免超挖扰动地基；
- b) 基坑边坡坡度根据土质确定，必要时采用钢板桩或土钉墙支护，确保边坡稳定。

9.2.3 地基处理应符合下列规定

- a) 若天然地基承载力不足，采用换填法（如级配砂石）或桩基处理，换填厚度 $\geq 500\text{mm}$ ，压实系数 ≥ 0.95 ；
- b) 地基处理后需进行静载试验，试验点数量按每 500m² 不少于 1 处，承载力需达到设计值的 1.2 倍以上。

9.2.4 基础组装应符合下列规定

- a) 吊装前复核轴线及标高，采用全站仪定位，模块就位后安装临时支撑，水平度误差 $\leq 2\text{mm/m}$ ，垂直度误差 $\leq 3\text{mm/2m}$ ；
- b) 模块间连接螺栓扭矩值按设计要求执行（如 M24 螺栓扭矩值 250N·m），外露螺纹长度 ≤ 2 倍螺距。

9.2.5 沉降观测应符合下列规定

- a) 每个独立基础四角及中心设置沉降观测点，观测点采用不锈钢标志，埋深 $\geq 200\text{mm}$ ，外露高度 50mm；
- b) 施工期间每 7 天一次，主体完工后每月一次，持续至竣工验收后一年，沉降量稳定标准为 $\leq 0.02\text{mm/d}$ 。

9.2.6 回填工艺应符合下列规定

- a) 回填材料优先选用素土或砂石，分层厚度 $\leq 300\text{mm}$ ，压实系数 ≥ 0.94 ，采用振动夯或压路机压实；
- b) 电缆沟及设备基础周边回填需对称进行，避免单侧挤压导致偏移，回填后预留 50mm 防沉层（采用细砂或中砂）。

9.3 主变基础

9.3.1 采用预制混凝土基础时需与变压器底座尺寸精准对应，预留螺栓孔位误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内，确保与模块化组件的无缝对接。

9.3.2 在预制阶段一次性完成接地扁钢、电缆导管、减震垫固定件的预埋，避免现场二次开孔破坏结构完整性。

9.3.3 油坑尺寸至少比设备外轮廓尺寸大 1.0m，油坑周边油坎宜高出地面 50~100mm。

9.3.4 储油坑内应铺设不少于 250mm 厚的卵石，卵石粒径为 50~80mm。

9.3.5 油坑底面应设置坡度，将油排至集油坑并用管道与事故油池相连接。

9.4 预制舱基础

9.4.1 采用预制混凝土基础时需与预制舱底座尺寸精准对应，预留螺栓孔位误差控制在 $\pm 2\text{mm}$ 内，确保与模块化组件的无缝对接。

9.4.2 在预制阶段一次性完成接地扁钢、电缆导管、减震垫固定件的预埋，避免现场二次开孔破坏结构完整性。

9.5 围墙及大门

9.5.1 围墙预制钢筋混凝土抗风柱使用清水混凝土倒角工艺制作，型钢抗风柱在工厂加工制作。

9.5.2 板墙安装前，基础梁上均整摊铺 20mm 厚水泥砂浆找平；安装完成后用 W15 水泥砂浆勾缝，勾缝宽度一样，深浅匀整，美观大方。

9.5.3 预制板安装完毕后，应切除吊钩，并进行防腐处理，基础梁每 20m~30m 设置一道变形缝，用柔性材料联填。

9.5.4 型钢抗风柱外露表面做镀锌处理，做明显接地，刷黄绿相间标识。

9.5.5 大门安装，垂直度偏差不大于 2.5mm，水平度偏差不大于 2mm；金属大门应做牢靠接地。

9.6 电缆沟

9.6.1 电缆沟沟壁应高出场地坪 100mm。

9.6.2 电缆沟内的接地扁铁与支架连接牢靠。

9.6.3 电缆支架的水平间距应一致层间距离不应小于 2 倍电缆外径加 50mm。

9.6.4 电缆支架宜与沟壁预埋件焊接，焊接处防腐，安装牢固，横平竖直，各支架的同层横档应在同一水平面上，其高低偏差不大于 5mm。

9.6.5 电缆支架最上层及最下层至沟顶、楼板或沟底、地面的距离，应符合 GB50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》的规定。

9.6.6 当电缆沟切断站区排水通道时，应设置过水装置。

9.7 道路及地面

9.7.1 站内道路及其需要硬化的地面采用钢筋混凝土预制路面、地面。大型设备安装就位后进行路面预制铺设。

9.7.2 道路及地面的地基进行夯实平整。

9.7.3 预制块铺设后，用 W15 水泥砂浆勾缝，勾缝宽度一样，深浅匀整，美观大方。

9.8 事故油池

9.8.1 油池应靠近主变布置，防火净距不应小于 5m，应符合 GB 50229 的有关规定。

9.8.2 事故油池的基础底板垫层应浇筑不小于 100mm 的混凝土。

9.8.3 事故油池与变压器油坑、排水系统连接的管道连接处应密封。

9.9 构支架

9.9.1 构支架的材质宜采用镀锌钢管或混凝土杆。

9.9.2 构支架制作和安装质量的检验，应采用经计量检定合格，并在使用有效期内的计量器具。

9.9.3 构架柱地面组装应符合下列规定：

- a) 应严格按照图纸和施工方案进行组装；
- b) 构件的支垫处应平整、坚实，并应根据构件长度和重量设置支点；
- c) 构架柱底段宜单根组装；
- d) 组装完成后应检查结构尺寸和螺栓规格，对高强螺栓应按图纸要求的型号逐个检查；
- e) 组装好的构架柱表面应清洁，不应有损伤、变形；
- f) 构架柱底段就位后，应及时进行接地连接；
- g) 设备支架应在地面整体组装，组装后应对支架几何尺寸和螺栓紧固情况进行检查，符合要求后方可进行吊装。

9.10 排水

9.10.1 场地排水坡度不应小于 0.5%，且不宜大于 2%，局部困难地段不应大于 3%。

9.10.2 有挡土墙和护坡的地段，应设排水系统。挡土墙应设置泄水孔，泄水孔的间距宜为 2m-3m，最下一排泄水孔的出水口应高出地面或排水沟沟底不小于 250mm。

9.10.3 变电站内电缆沟应有不小于 0.5%的排水坡度，并在最低处设置集水坑。

10 电气施工

10.1 一般规定

10.1.1 电气装置安装工程应按已批准的设计文件和产品技术文件进行施工，修改设计应经设计单位同意并出具设计变更文件。

10.1.2 电气设备及器材到达现场后，应及时进行验收检查，并符合下列规定：

- a) 包装及密封良好；
- b) 型号、规格、数量符合设计要求，附件、备件齐全；
- c) 产品技术文件（出厂试验报告、安装使用说明书、合格证等）齐全；
- d) 外观检查无损伤、变形、锈蚀，绝缘件无裂纹、破损。

10.1.3 设备和器材的运输、保管应符合产品技术文件要求。对有特殊保管要求的设备，应按制造厂规定采取相应措施。预制舱在运输、保管期间应防止受潮、倾倒或遭受机械损伤。

10.1.4 大型设备（变压器、预制舱等）的装卸、运输、就位及安装，应编制专项施工方案和安全技术措施，经批准后方可实施。

10.1.5 与电气安装有关的建筑工程施工质量应符合 GB 50300 的有关规定，并应满足设备安装要求。设备安装前应配合土建完成预埋件、预留孔的复测验收。

10.1.6 施工人员应经培训合格，特种作业人员应持证上岗。施工用机具、仪器仪表应检验合格，并在有效期内。

10.1.7 二次回路接线施工完毕测试绝缘时，应采取防止弱电设备损坏的安全技术措施。

10.1.8 二次回路电源回路送电前应检查绝缘，绝缘电阻值不应小于 $1M\Omega$ ，潮湿地区不应小于 $0.5M\Omega$ 。

10.1.9 安装调试完毕后，电缆进出盘柜的底部或顶部以及电缆管口处应进行防火封堵，封堵应严密，耐火极限符合设计要求。

10.1.10 电气设备及装置的接地应符合设计要求，接地可靠，导通良好。

10.2 接地网敷设

10.2.1 一般规定

- a) 接地装置施工应符合 GB 50169 的规定；
- b) 接地网型式、布置及接地电阻应符合设计要求。35kV 侧为小电流接地系统时，全站共用接地装置的接地电阻不应大于 4Ω ；
- c) 接地装置应充分利用自然接地体，同时敷设人工接地网；
- d) 接地装置隐蔽工程覆盖前，应经监理及建设单位检查验收，形成隐蔽工程记录。

10.2.2 接地网敷设

- a) 接地极顶面埋设深度不宜小于 0.8m；水平接地极间距不宜小于 5m，垂直接地极间距不宜小于其长度 2 倍；
- b) 接地网外缘应闭合，外缘各角做成圆弧形，圆弧半径不宜小于均压带间距的一半；
- c) 接地网内应敷设水平均压带，可按等间距或不等间距布置；
- d) 接地网边缘经常有人出入的走道处，应铺设碎石、沥青路面或装设均压带；
- e) 回填土应分层夯实，不得夹有石块、建筑垃圾等，土电阻率较高地段应换填低电阻

率土壤。

10.2.3 接地体连接

- a) 接地体连接应采用搭接焊，搭接长度符合下列规定：
 - 1) 扁钢为其宽度的 2 倍，且至少 3 个棱边焊接；
 - 2) 圆钢为其直径的 6 倍，双面施焊；
 - 3) 圆钢与扁钢连接时，长度为圆钢直径的 6 倍；
- b) 焊缝应饱满、无夹渣、无虚焊；热镀锌钢材焊接处焊痕外 100mm 范围内应做防腐处理；
- c) 采用放热焊接时，接头表面应平滑，导体完全熔合，无贯穿性气孔；
- d) 异种金属连接时，接头处应采取防止电化学腐蚀的措施。

10.2.4 接地线安装

- a) 接地线应防止机械损伤和化学腐蚀，穿越道路、墙体、楼板等处应加装保护管；
- b) 接地线穿过新建构筑物时，可绕过基础或在其下方穿过，不应断开或浇筑在混凝土中；
- c) 严禁在一条接地线中串接两个及以上需要接地的电气装置；
- d) 明敷接地线应排列整齐、固定牢固，支持件间距均匀，地面以上部分做黄绿相间标识。

10.2.5 预制舱接地

- a) 预制舱金属箱体应可靠接地，接地点不少于 4 处，分别与主接地网不同网格连接；
- b) 舱内接地母线应沿舱壁敷设，与舱体等电位连接，接地母线截面符合设计要求；
- c) 舱内屏柜、设备底座等应分别与接地母线可靠连接，不得串联接地；
- d) 预制舱基础内钢筋宜焊接成网，并与主接地网可靠连接；
- e) 电缆进出舱处的金属护层、屏蔽层应接地，接地方式符合设计要求。

10.2.6 主要设备接地

- a) 主变压器、并联电容器装置、避雷器等设备应两点接地，分别接至主接地网不同网格；
- b) 电缆桥架全长不大于 30m 时，与接地网连接不少于 2 处；大于 30m 时，每隔 20m～30m 增加连接点，起止端必须可靠接地；
- c) 独立避雷针接地装置应独立设置，与主接地网的地中距离不应小于 3m；
- d) 配电装置金属构架、支架、遮栏等均应可靠接地。

10.2.7 降阻措施

- a) 高土壤电阻率地区接地电阻不满足要求时，可采取下列措施：
 - 1) 敷设外引接地网或延伸接地极；
 - 2) 采用深井 / 斜井接地极；
 - 3) 换填低电阻率土壤；
 - 4) 使用符合 DL/T 380 要求的降阻材料；
- b) 降阻材料中重金属及放射性物质含量应符合 GB 15618 一级标准规定。

10.2.8 接地电阻测试与验收

- a) 接地网施工完成后应测量接地电阻，阻值符合设计要求，且不大于 4Ω ；
- b) 测试应在晴天、土壤干燥条件下进行，测试方法符合 DL/T 887 规定；
- c) 应进行接地导通测试，各设备接地点与接地网之间导通良好；
- d) 交接验收应提交下列资料：
 - 1) 接地装置竣工图；
 - 2) 隐蔽工程验收记录；

- 3) 接地电阻测试报告;
- 4) 接地导通测试记录。

10.3 主变压器安装

10.3.1 一般规定

- a) 主变压器安装应符合 GB 50148 的规定;
- b) 设备到达现场后应进行外观检查, 油箱密封良好、无渗漏油, 套管无损伤裂纹, 附件齐全, 产品技术文件及出厂试验报告完整。

10.3.2 运输与装卸

- a) 变压器装卸和运输过程中应装设三维冲击记录仪, 冲击加速度不应大于 3g; 超过 3g 或监视装置异常时, 应由建设、监理、施工、制造厂共同分析, 必要时进行器身检查;
- b) 充干燥气体运输的变压器, 油箱内应保持 0.01MPa~0.03MPa 正压, 干燥气体露点低于 -40℃, 运输全程设压力表监视。

10.3.3 基础检查与本体就位

- a) 基础预埋件中心位移偏差不应大于 5mm, 水平度偏差不应大于 2mm; 轨道式基础轨距应与轮距匹配, 轨面水平;
- b) 装有气体继电器的变压器, 顶盖沿气流方向应有 1%~1.5% 的升高坡度 (制造厂规定不需坡度者除外);
- c) 本体就位后滚轮应加可拆卸制动装置固定, 本体与基础连接牢固、稳定。

10.3.4 附件安装

- a) 储油柜: 安装方向正确, 油位表动作灵活、指示准确, 信号接点绝缘良好;
- b) 套管: 油位观察面朝向外侧, 电容型套管末屏可靠接地;
- c) 气体继电器: 安装前应校验合格, 水平安装、箭头指向储油柜, 加装防雨罩, 电缆进线处设滴水弯;
- d) 温度计: 安装前校验合格, 整定值按运行要求整定, 感温元件置于套管内并与油面充分接触;
- e) 有载调压装置: 切换顺序正确, 极限位置机械与电气联锁动作可靠, 位置指示与实际一致;
- f) 压力释放阀: 安装方向正确, 密封良好, 动作值符合产品要求。

10.3.5 接地

- a) 变压器本体应两点接地, 分别接至主接地网不同网络;
- b) 外壳、机构箱接地牢固, 导通良好; 钟罩式变压器上下法兰间应做接地跨接;
- c) 接地引线宜采用热镀锌扁钢, 螺栓搭接面紧密, 地面以上部分做黄绿相间标识。

10.3.6 母线连接

- a) 母线与套管端子连接应设伸缩补偿节, 避免应力传递至套管;
- b) 硬母线安装横平竖直, 相间距离一致, 水平度偏差不大于 5mm/m;
- c) 三相母线表面加热缩绝缘护套, 电压等级与母线匹配。

10.3.7 绝缘油与注油

- a) 绝缘油进场应按 GB 50150 试验合格后方可注入; 不同牌号油混合前应做混油试验;
- b) 注油宜从底部注油阀注入, 排尽各部位空气; 注油后按制造厂要求静置, 35kV 变压器静置时间不宜少于 24h;
- c) 静置完成后应取油样进行油中溶解气体色谱分析, 合格后方可进行后续试验。

10.3.8 整体密封检查

全部安装完毕后, 应在储油柜上施加 0.03MPa~0.05MPa 静压进行整体密封试验, 持续 24h 各部位无渗漏。

10.3.9 器身检查

- a) 运输冲击超标或制造厂有要求时应进行器身检查;
- b) 器身检查应在天气良好、相对湿度不大于 75%的条件下进行;雨雪、风沙天气严禁检查;
- c) 充氮运输的变压器,检查前应排氮并通风 15min 以上,确认器身表面氮气充分扩散后方可作业。

10.3.10 交接验收

- a) 试运行前,应进行全面检查,确认下列项目符合要求:
 - 1) 本体、冷却装置及所有附件应无缺陷、无渗漏油,外观完好;
 - 2) 设备上应无遗留杂物,事故排油设施应完好,消防设施齐全;
 - 3) 变压器本体应两点接地,中性点接地引出后应有两根接地引下线与主接地网的不同干线连接,其规格应满足设计要求;铁芯和夹件的接地引出套管、套管的末屏接地应符合产品技术文件要求;
 - 4) 储油柜和充油套管的油位应正常,气体继电器、温度计等应经校验合格,整定值符合运行要求;
 - 5) 本体与附件上的所有阀门位置应核对正确;
 - 6) 分接开关位置应符合运行要求,且指示正确;
 - 7) 变压器的相位及绕组的接线组别应符合并列运行要求;
 - 8) 冷却装置试运行应正常,联动应正确。
- b) 变压器试运行时应符合下列规定:
 - 1) 变压器第一次投入时,宜全电压冲击合闸,冲击合闸宜由高压侧进行;
 - 2) 变压器应进行 5 次空载全电压冲击合闸试验。加压前应将变压器全部保护投入。变压器带电 10min,间隔 10min,以后每次带电 3min,间隔 1min;
 - 3) 变压器并列前应核对相位;
 - 4) 带电后,检查本体及附件所有焊缝和连接面,不应有渗油现象;
 - 5) 变压器带电后连续运行 24h 无异常,可认为试运行结束。
- c) 验收应移交下列资料 and 文件:
 - 1) 安装技术记录、器身检查记录、质量检验及评定资料、电气交接试验报告;
 - 2) 施工图纸及设计变更文件;
 - 3) 制造厂的产品说明书、试验记录、合格证件及安装图纸等技术文件;
 - 4) 备品、备件、专用工具及测试仪器清单。

10.4 箱式并联电容器装置安装

10.4.1 一般规定

- a) 箱式并联电容器装置安装应符合 GB 50147 及产品技术文件的规定;
- b) 装置为工厂整装成套设备,现场安装应按制造厂技术要求进行,不得擅自拆卸内部设备;
- c) 设备进场后应及时验收,规格、容量、接线方式符合设计要求。

10.4.2 设备进场验收

- a) 装置外观完好,箱体无变形、损伤,涂层完好,无锈蚀;
- b) 箱门开启灵活,密封良好,门锁、铰链齐全;
- c) 铭牌清晰,技术参数符合设计要求,产品技术文件、出厂试验报告齐全;
- d) 备品备件及专用工具齐全,与装箱单一致;
- e) 运输过程中应装设冲击记录仪或采取防振措施,冲击值不超过制造厂规定;
- f) 开箱检查内部设备无移位、损伤,电容器、电抗器、放电线圈、避雷器等固定牢固,

接线无松动。

10.4.3 基础检查与就位

- a) 安装前应对基础进行复测，基础尺寸、预埋件位置符合设计要求；
- b) 基础顶面水平度偏差不应大于 3mm/m，中心线位移偏差不应大于 5mm；
- c) 装置吊装就位应使用专用吊点，严禁利用箱门、侧板等非承重部位起吊；
- d) 就位后装置应水平、稳固，水平度偏差不大于 2mm/m；
- e) 装置与基础之间的连接应牢固，防松措施齐全；
- f) 就位后应检查箱体密封性能，确保防护等级符合设计要求。

10.4.4 接地

a) 箱式电容器装置金属箱体应可靠接地，接地点不少于 2 处，分别接至主接地网不同网格；

- b) 箱内接地母线应与箱体等电位连接，接地母线截面符合设计要求；
- c) 内部设备接地应分别与接地母线连接，不得串联接地；
- d) 接地引下线与主接地网连接牢固，导通良好，防腐完好；
- e) 接地标识清晰规范，地面以上部分黄绿相间。

10.4.5 电气连接

- a) 进出线电缆或母线连接应符合设计要求，连接方式与设备端子匹配；
- b) 电缆终端制作符合本规范第 10.6 节的规定；
- c) 硬母线连接应设伸缩节，避免应力传递至设备端子；
- d) 所有连接螺栓紧固，力矩符合产品技术要求，防松措施齐全；
- e) 二次电缆接线正确、标识清晰，与站内监控、保护系统对接无误；
- f) 电缆进出箱体处应密封，满足防护等级要求。

10.4.6 交接验收

- a) 装置外观完好，箱体无变形、涂层无脱落，箱门密封良好；
- b) 装置水平、稳固，与基础连接牢固；
- c) 接地可靠，导通良好，接地电阻符合设计要求；
- d) 内部设备检查：电容器无渗油、套管无裂纹，电抗器无变形，放电线圈、避雷器完好，熔断器安装正确；
- e) 一次接线正确、牢固，相色标识清晰；
- f) 二次接线正确，保护、监控、信号回路传动正常；
- g) 交接试验按 GB 50150 规定合格，包括：
 - 1) 电容器组整体电容值测量；
 - 2) 绝缘电阻测试；
 - 3) 工频耐压试验；
 - 4) 保护装置传动试验；
- h) 箱内清洁，无遗留工具、杂物。

10.5 预制舱安装

10.5.1 一般规定

- a) 预制舱安装应符合设计要求及产品技术文件的规定；
- b) 预制舱为工厂整装成套设备，舱内电气设备已在工厂安装调试完成，现场安装不得擅自拆卸、改动舱内设备及接线；
- c) 安装前应编制专项施工方案，吊装、运输等关键工序应制定安全技术措施。

10.5.2 设备进场验收

- a) 预制舱外观应完好，舱体无变形、凹陷、划伤，涂层无脱落、锈蚀；

- b) 舱门开启灵活, 密封胶条完好, 门锁、铰链齐全可靠;
- c) 铭牌清晰, 技术参数符合设计要求, 产品技术文件、出厂试验报告齐全;
- d) 备品备件、专用工具齐全, 与装箱单一致;
- e) 运输过程中应装设三维冲击记录仪, 冲击加速度不超过制造厂规定值; 超标时应由制造厂、建设、监理、施工单位共同分析, 必要时进行内部设备检查;
- f) 开箱检查舱内设备无移位、损伤, 屏柜固定牢固, 接线无松动, 元器件无脱落。

10.5.3 基础检查与复测

- a) 安装前应对预制舱基础进行复测, 基础尺寸、标高、预埋件位置符合设计要求;
- b) 基础顶面水平度偏差不应大于 2mm/m, 全长偏差不大于 5mm;
- c) 基础中心线位移偏差不应大于 5mm;
- d) 预埋件(地脚螺栓、接地扁钢等)位置、数量、规格符合设计要求, 露出长度符合安装要求;
- e) 基础混凝土强度应达到设计值, 表面平整, 无裂缝、蜂窝、麻面。

10.5.4 吊装与就位

- a) 预制舱吊装应使用制造厂指定的专用吊点, 严禁利用舱顶附件、舱门、通风口等非承重部位起吊;
- b) 吊装索具应经检验合格, 吊装过程平稳, 避免冲击和摆动;
- c) 就位时应缓慢下落, 对准基础中心线和预埋件, 避免碰撞;
- d) 就位后预制舱应水平、稳固, 舱体垂直度偏差不大于舱高的 1/1000, 且总偏差不大于 10mm;
- e) 预制舱与基础的连接应牢固, 螺栓紧固力矩符合产品技术要求, 防松措施齐全;
- f) 就位后应检查舱体密封性能, 确保防护等级符合设计要求。

10.5.5 舱体拼接(多舱组合时)

- a) 多舱拼接时, 应按设计编号和顺序依次就位;
- b) 拼接面应清洁、平整, 密封胶条完好, 无破损、脱落;
- c) 拼接后两舱体对齐, 高低差不大于 3mm, 缝隙均匀;
- d) 拼接螺栓紧固均匀, 密封胶连续、饱满, 无遗漏;
- e) 拼接处应做防水处理, 确保雨水不渗入;
- f) 两舱之间的电气连接(母线、电缆、控制回路)应符合设计要求。

10.5.6 密封与防水

- a) 舱体所有接缝、门、窗、孔洞处密封应完好, 防护等级符合设计要求;
- b) 电缆进出舱口应采用密封装置, 封堵严密, 满足防水、防尘要求;
- c) 舱体底部与基础之间应采取防水密封措施, 防止地下水、潮气渗入;
- d) 通风口、排气口应设防雨、防虫措施;
- e) 安装完毕后应进行淋水试验或气密性检查, 无渗漏为合格。

10.5.7 接地

- a) 预制舱金属箱体应可靠接地, 接地点不少于 4 处, 分别接至主接地网不同网格;
- b) 舱内接地母线应沿舱壁敷设, 与舱体等电位连接, 接地母线截面符合设计要求;
- c) 舱内屏柜、设备底座、金属支架等应分别与接地母线可靠连接, 不得串联接地;
- d) 预制舱基础内钢筋宜焊接成网, 并与主接地网可靠连接;
- e) 接地标识清晰规范, 地面以上部分黄绿相间。

10.5.8 进出线接口对接

- a) 电力电缆进出舱应按设计路径敷设, 电缆终端制作符合本规范第 10.6 节的规定;
- b) 母线对接应符合设计要求, 连接螺栓紧固力矩符合标准, 相序正确;

- c) 二次电缆接线正确、标识清晰，与站内监控、保护、通信系统对接无误；
- d) 光缆熔接质量合格，光路测试满足传输要求；
- e) 所有进出线接口处应做防火封堵，封堵材料耐火极限不低于舱体耐火等级。

10.5.9 交接验收

- a) 舱体外观完好，无变形、涂层脱落，舱门密封良好；
- b) 舱体水平、稳固，与基础连接牢固，垂直度符合要求；
- c) 拼接处（如有）密封良好，无渗漏；
- d) 接地可靠，导通良好，接地电阻符合设计要求；
- e) 舱内设备检查：屏柜固定牢固，元器件完好，接线整齐、标识清晰；
- f) 进出线连接正确、牢固，相序正确，标识齐全；
- g) 防火封堵严密，符合设计要求；
- h) 舱内清洁，无遗留工具、杂物；
- i) 出厂试验报告齐全，现场交接试验合格。

10.6 电缆敷设安装

10.6.1 一般规定

- a) 电缆线路施工及验收应符合 DL/T 5891 的规定；
- b) 电缆进场时应检查型号、规格、电压等级符合设计要求，外观无损伤，绝缘层完好，技术文件齐全；
- c) 35kV 及以下电力电缆最小弯曲半径不应小于 $15D$ （ D 为电缆外径），控制电缆不应小于 $10D$ ；电缆弯曲半径尚应符合 GB 50217-2018 第 5.1.2 条和 GB 50168-2018 的有关规定。
- d) 电缆敷设前应按设计路径实测长度，合理安排每盘电缆，减少电缆接头。

10.6.2 电缆保护管敷设

- a) 金属保护管镀锌层完好、无穿孔裂缝，内壁光滑；金属软管配套卡具齐全；交流单芯电缆以单根穿管时，不得采用未分隔磁路的钢管，应采用经隔磁处理的钢管或非磁性材料保护管；
- b) 电缆管内径不宜小于电缆外径的 1.5 倍；
- c) 每根电缆管弯头不宜超过 3 个，直角弯不宜超过 2 个；弯扁程度不大于管子外径的 10%，弯曲半径不小于所穿电缆最小允许弯曲半径；
- d) 明敷电缆管安装牢固、横平竖直，支点间距不宜大于 3m；塑料管直线长度超过 30m 时宜加装伸缩节；
- e) 直埋保护管埋设深度不宜小于 0.7m（寒冷地区应埋入冻土层以下），人行道下不宜小于 0.5m；
- f) 引至设备的管口位置便于连接、不妨碍设备拆装，并列管口排列整齐、高度一致；
- g) 电缆管应有不小于 0.2% 的排水坡度（单管不宜小于 0.1%），金属电缆管应接地良好。

10.6.3 电缆支架与桥架安装

- a) 电缆支架、桥架规格应符合设计要求，表面光滑无毛刺，防腐层完好，并应符合工程防火要求；
- b) 支架安装牢固、横平竖直，层间距离符合电缆敷设要求，水平偏差不大于 5mm/m；
- c) 电缆沟内电力电缆支架层间净距不应小于 2 倍电缆外径加 10mm，控制电缆不应小于 1 倍电缆外径加 10mm；
- d) 金属电缆支架、桥架全长应不少于 2 处与接地干线可靠连接；采用玻璃钢桥架时，应沿桥架全长另敷设专用保护导体。

10.6.4 电缆敷设

- a) 电缆敷设前应核对型号、规格、电压等级，绝缘测试合格；
- b) 动力电缆与控制电缆应分层敷设，宜按电压等级由高至低的动力电缆、强电至弱电的控制和信号电缆“由上而下”的顺序排列；当水平通道中含有 35kV 高压电缆，或为满足引入柜盘的电缆符合允许弯曲半径要求时，宜按“由下而上”的顺序排列；
- c) 电缆沟内电缆敷设排列整齐，不宜交叉，拐弯处及两端设标识牌；
- d) 直埋电缆上、下应铺不小于 100mm 厚的软土或细砂，加盖混凝土保护板，覆盖宽度超出电缆两侧各 50mm；
- e) 电缆敷设完毕后应及时清理杂物，盖好盖板。

10.6.5 电缆终端制作安装

- a) 电缆终端制作应由经培训合格的人员操作，严格遵守制作工艺规程；
- b) 电缆终端宜采用热缩式或冷缩式，制作环境应清洁、干燥，相对湿度不宜大于 70%；
- c) 同一区域电缆终端制作高度和样式统一，排列整齐；
- d) 电力电缆金属屏蔽层、铠装钢带应按 GB 50217-2018 第 4.1.10~4.1.12 条的规定接地；控制电缆屏蔽层接地应符合本标准第 10.8.5 条的规定；
- e) 户外终端头应采取防雨密封措施，接地引出位置统一。

10.6.6 舱内电缆应在出厂前完成连接及调试。舱内电缆通过底座夹层或槽盒敷设，排列整齐、固定牢固。当需要现场拼舱时，应符合下列规定：

- a) 拼舱后柜间二次线缆的连接应在现场完成，接线应符合设计图纸及本规范第 10.8 节的有关规定；
- b) 现场接线完成后，应进行接线正确性检查及回路导通测试，确保接线无误。

10.6.7 出舱电缆应在项目施工现场完成安装，电缆出舱处应设密封装置，满足舱体防护等级要求。

10.6.8 电缆防火与封堵

- a) 电缆穿越舱壁、电缆沟隔墙、楼板处应采用防火封堵材料严密封堵；
- b) 电缆沟防火墙两侧电缆应涂刷防火涂料或绕包防火带，长度不小于 1m；
- c) 防火封堵材料应符合 GB 23864《防火封堵材料》的规定，耐火极限满足设计要求；
- d) 封堵应密实、平整，外观工艺统一；
- e) 防火封堵材料的测试工况应与实际使用工况一致；
- f) 电缆进舱处应设防火封堵，封堵材料耐火极限不应低于贯穿部位构件的耐火极限，且不应低于 1h。

10.6.9 电缆接地

- a) 电力电缆金属屏蔽层（金属套）的接地方式应符合 GB 50217-2018 第 4.1.10~4.1.12 条的规定：3 芯电缆金属套应在两终端直接接地；单芯电缆金属套应至少在一端直接接地，正常感应电势限值应符合 GB 50217-2018 第 4.1.11 条的规定。
- b) 铠装电缆钢带应接地，接地方式应符合设计要求；设计无要求时宜在终端侧一点接地。接地线截面符合规范要求；
- c) 屏蔽接地线与钢带接地线应分别引出，统一方向、统一高度，连接可靠。

10.7 独立避雷针

10.7.1 一般规定

- a) 独立避雷针及接地装置安装应符合 GB 50169 的规定；
- b) 避雷针及其接地装置应采用独立设置方式，与站内主接地网的地中距离不应小于 3m；
- c) 避雷针保护范围应覆盖全站电气设备及建（构）筑物，保护范围计算符合 GB 50057

的规定。

10.7.2 避雷针安装

- a) 避雷针钢构件应无变形、锈蚀，镀锌层完好，无锌瘤、毛刺、漏锌及黄锈现象；
- b) 单节构件弯曲矢高偏差不应大于 $L/1500$ ，且不应大于 5mm；单节构件长度偏差不应大于 8mm；
- c) 避雷针组装应垂直，整体垂直度偏差不应大于顶端高度的 $1/1000$ ，且总偏差不应大于 30mm；
- d) 各节连接螺栓紧固，防松螺母齐全，螺栓露出螺母 2~3 扣；
- e) 接地端子高度及方向统一，便于引下线连接和接地电阻测量；
- f) 避雷针顶部应装设接闪器，接闪器规格符合设计要求，安装牢固。

10.7.3 引下线安装

- a) 引下线宜采用热镀锌扁钢或圆钢，截面符合设计要求，扁钢截面不应小于 100mm^2 ，厚度不小于 4mm；
- b) 引下线与避雷针本体应采用螺栓连接，便于接地电阻测量；
- c) 引下线应沿避雷针塔身或支柱均匀对称布置，不少于 2 根，分别接至接地装置不同方向；
- d) 引下线地面以上部分应做黄绿相间标识，标识间距均匀、宽度一致，最上端为黄色；
- e) 引下线连接应采用搭接焊，搭接长度：扁钢为宽度的 2 倍（三面施焊），圆钢为直径的 6 倍（双面施焊），焊缝饱满无夹渣。

10.7.4 接地装置

- a) 独立避雷针接地装置应独立设置，接地体宜采用环形或放射形布置；
- b) 接地体埋设深度不应小于 0.8m，接地极间距不应小于 5m；
- c) 接地装置与道路或建筑物出入口的距离不应小于 3m，小于 3m 时应采取均压措施（如铺设沥青或碎石路面）；
- d) 接地体连接应可靠，焊接处防腐处理完好。

10.7.5 接地电阻测试

- a) 独立避雷针接地电阻值应符合设计要求，一般不大于 10Ω ；
- b) 测试应在晴天、土壤干燥条件下进行，测试方法符合 DL/T 887 的规定；
- c) 测试不合格时应采取增加接地极、换土或降阻剂等措施，直至满足要求。

10.8 二次回路接线

10.8.1 一般规定

- a) 二次回路接线应符合 GB 50171 的规定；
- b) 二次舱内二次接线由制造厂在工厂内完成，现场仅负责舱体之间及舱与户外设备之间的二次电缆连接；
- c) 现场接线应按有效图纸施工，接线正确；接线前应核对设计图纸与出厂接线图，确认端子排编号、电缆编号、芯线编号一致。

10.8.2 二次电缆敷设

- a) 二次电缆敷设路径及槽盒布置应符合本规范第 8.8.3 条和 10.6 节的相关规定；
- b) 二次电缆型号、规格、电压等级符合设计要求，电缆外观无损伤；
- c) 二次电缆与动力电缆应分层敷设，控制电缆在上层或独立通道，避免电磁干扰；
- d) 强电、弱电回路不应使用同一根电缆，线芯应分别成束排列；
- e) 电缆敷设排列整齐、编号清晰、避免交叉、固定牢固，不得使所接端子承受机械应力；
- f) 电缆弯曲半径不应小于电缆外径的 10 倍；

g) 电缆两端应预留足够长度，便于接线和检修。

10.8.3 现场接线

- a) 电缆芯线和所配导线端部均应标明回路编号，编号正确、字迹清晰、不易脱色；
- b) 每个接线端子的每侧接线宜为 1 根，不得超过 2 根；螺栓连接端子接两根导线时，中间应加平垫片；插接式端子不同截面导线不得接在同一端子；
- c) 多股导线与端子、设备连接应压接终端附件（线鼻子）；
- d) 芯线剥线长度适宜，不得损伤芯线，接线后无裸露铜丝；
- e) 备用芯线应引至端子排最远端或线槽末端，标明备用标识，芯线导体不得外露；
- f) 铠装电缆进入盘柜后，应将钢带切断，切断处扎紧，钢带应在盘柜侧一点接地；
- g) 橡胶绝缘芯线应外套绝缘管保护。

10.8.4 导线截面要求

- a) 电流回路配线应采用截面不小于 2.5mm^2 、标称电压不低于 450V/750V 的铜芯绝缘导线；
- b) 其他回路截面不应小于 1.5mm^2 ；
- c) 电子元件回路、弱电回路采用锡焊连接时，在满足载流量和电压降及有足够机械强度的情况下，可采用不小于 0.5mm^2 截面的绝缘导线。

10.8.5 屏蔽与接地

a) 屏蔽电缆的屏蔽层应接地良好，接地方式符合设计要求；设计无要求时，应符合下列规定：

1) 集成电路、微机保护的电流、电压和信号的控制电缆屏蔽层应在开关安置场所与控制室同时接地；电磁感应干扰较大时宜采用两点接地；静电感应干扰较大时可采用一点接地；

2) 远动、通信等计算机监控系统的模拟信号回路控制电缆屏蔽层不得构成两点或多点接地，应采用集中式一点接地；

3) 双重屏蔽或复合式总屏蔽宜对内、外屏蔽分别采用一点、两点接地；

b) 盘柜内二次回路应设接地铜排；静态保护和控制装置屏柜内应设有截面不小于 100mm^2 的接地铜排；

c) 电缆铠装及屏蔽接地线应采用黄绿绝缘多股接地铜导线与接地铜排相连；电缆铠装接地线截面宜与芯线截面相同，且不应小于 4mm^2 ；电缆屏蔽层接地线截面面积应大于屏蔽层截面面积的 2 倍；

d) 电流互感器二次回路中性点应分别一点接地，接地线截面不应小于 4mm^2 ，且不得与其他回路接地线压在同一接线鼻子内；

e) 不应使用电缆内的备用芯替代屏蔽层接地。

10.8.6 接线检查与导通测试

- a) 接线完成后应进行二次回路导通检查，核对接线正确性；
- b) 电流回路、电压回路、控制回路、信号回路应分别检查，确保接线与图纸一致；
- c) 导通测试应逐芯进行，不得有错接、漏接、虚接；
- d) 检查端子排紧固情况，所有接线螺栓应紧固到位。

10.8.7 绝缘电阻测试

- a) 二次回路绝缘电阻测试应在接线完成后进行；
- b) 测试前应断开弱电设备（保护装置、监控装置等）的电源和信号回路，防止损坏弱电元件；
- c) 小母线在断开所有并联支路时，绝缘电阻不应小于 $10\text{M}\Omega$ ；
- d) 二次回路每一支路的绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega$ ，潮湿地区不应小于 $0.5\text{M}\Omega$ ；

- e) 绝缘电阻测试应使用 1000V 兆欧表，测试结果做好记录。

10.8.8 交接验收

- a) 二次回路接线正确，与设计图纸一致；
- b) 端子排接线牢固、接触良好，标识清晰齐全；
- c) 导线截面符合规范要求；
- d) 屏蔽接地符合设计要求，接地可靠；
- e) 绝缘电阻测试合格；
- f) 导通检查合格，无错接、漏接；
- g) 电缆标识齐全、规范，编号清晰；
- h) 盘柜孔洞及电缆管口封堵严密，防火封堵符合设计要求；
- i) 二次回路通电试验合格，保护、监控、信号回路动作正确。

10.9 设备联调

10.9.1 一般规定

- a) 设备联调及交接试验应符合 GB 50150 的规定；
- b) 预制舱内电气设备出厂前已完成单体调试，现场应进行调试数据复核和系统联调；
- c) 联调前所有设备安装应完成，接线经检查正确，接地可靠，土建及环境条件满足调试要求；
- d) 调试前应编制调试方案，明确调试项目、方法、标准和安全措施，经批准后实施；
- e) 调试用仪器仪表应经检验合格，并在有效期内，精度等级满足试验要求。

10.9.2 调试前检查

- a) 设备安装质量检查：所有设备安装牢固，间距符合设计，外观完好无损伤；
- b) 接线检查：一、二次接线正确、牢固，标识清晰齐全，与图纸一致；
- c) 接地检查：接地连接可靠，导通良好，接地电阻符合设计要求；
- d) 环境检查：舱内清洁、干燥，通风、照明、消防设施齐全；
- e) 电源检查：站用电、直流电源、UPS 电源投入正常，电压稳定。

10.9.3 一次设备交接试验

10.9.3.1 主变压器

- a) 测量绕组绝缘电阻及吸收比；
- b) 测量绕组直流电阻，各相绕组电阻相互间差别不应大于三相平均值的 2%，与出厂值比较变化不应大于 2%；
- c) 检查所有分接头的电压比，与出厂值相比应无明显差别，且符合规律；
- d) 检查变压器的三相接线组别，应与设计要求及铭牌标志相符；
- e) 测量绕组的介质损耗因数（油浸式）， $\tan\delta$ 不应大于出厂值的 120%；
- f) 交流耐压试验，试验电压为出厂试验电压的 80%；
- g) 绝缘油试验，应符合 GB 50150 表 19.0.1 的规定；
- h) 有载调压切换装置检查和试验，切换动作正确、接触可靠。

10.9.3.2 真空断路器（开关柜）

- a) 测量绝缘电阻，整体绝缘电阻符合制造厂规定；
- b) 测量每相导电回路电阻，采用不小于 100A 直流压降法，结果符合产品技术条件；
- c) 交流耐压试验，在合闸及分闸状态下分别进行，40.5kV 断路器工频耐受电压相对地、相间、断口均为 95kV（干试）；
- d) 测量分、合闸时间，分、合闸同期性，合闸触头弹跳时间（40.5kV 以下不应大于 2ms）；
- e) 测量分、合闸线圈及合闸接触器线圈的绝缘电阻（不低于 10M Ω ）和直流电阻（与

出厂值无明显差别)；

f) 断路器操动机构试验，动作正确、可靠。

10.9.3.3 互感器

a) 测量绝缘电阻，一次绕组对二次绕组及外壳、各二次绕组间及其对外壳的绝缘电阻不宜低于 $1000\text{M}\Omega$ ；

b) 检查接线组别和极性，应符合设计要求，并与铭牌和标志相符；

c) 误差及变比测量，用于关口计量的应进行误差测量，非关口计量的检查变比与铭牌相符；

d) 测量电流互感器励磁特性曲线，保护用互感器应满足继电保护要求；

e) 交流耐压试验，按出厂试验电压的 80% 进行；二次绕组间及其对地可用 2500V 兆欧表测绝缘替代。

10.9.3.4 并联电容器装置

a) 测量绝缘电阻，并联电容器电极对外壳绝缘电阻不应低于 $500\text{M}\Omega$ ；

b) 电容测量，测量各相、各臂及总电容值，电容器组中各相电容量最大值与最小值之比不应大 1.02；

c) 并联电容器交流耐压试验，电极对外壳耐压，试验电压为出厂试验电压的 75%，历时 10s；

d) 冲击合闸试验，在电网额定电压下进行 3 次，熔断器不应熔断。

10.9.3.5 电力电缆

a) 主绝缘绝缘电阻测量，采用 2500V 兆欧表；

b) 交流耐压试验，橡塑电缆优先采用 $20\text{Hz}\sim 300\text{Hz}$ 交流耐压， $21/35\text{kV}$ 电缆试验电压为 $2U_0$ ，时间 60min；不具备条件时可用直流耐压或 0.1Hz 超低频耐压替代；

c) 检查电缆线路两端相位，应与电网相位一致。

10.9.3.6 避雷器

a) 测量绝缘电阻；

b) 测量直流参考电压 (U_{1mA}) 及 $0.75U_{1mA}$ 下的泄漏电流；

c) 检查放电计数器动作情况。

10.9.3.7 接地装置

a) 测量接地电阻，全站共用接地装置接地电阻不应大于 4Ω ；

b) 接地导通测试，各设备接地点与接地网之间导通良好。

10.9.4 二次设备调试复核

a) 保护装置：上电检查正常，定值整定正确，开关量输入、输出回路检查正常；

b) 监控系统：数据采集正确，画面显示正常，告警、报表、历史数据存储功能正常；

c) 交直流电源系统：充电机运行正常，蓄电池容量满足要求，绝缘监察、告警功能正常；

d) 五防系统：五防闭锁逻辑正确，模拟操作试验通过。

10.9.5 系统联调

10.9.5.1 继电保护整组传动

a) 按调度定值单整定保护定值，打印定值清单确认；

b) 模拟各种故障工况，进行保护整组传动试验，验证保护动作正确性；

c) 保护动作信号正确上送监控系统，动作时间、动作值符合定值要求；

d) 断路器跳合闸回路传动正确，防跳、闭锁功能正常。

10.9.5.2 监控系统联调

a) 遥测：电压、电流、功率、温度等模拟量显示正确，精度符合要求；

- b) 遥信：断路器位置、隔离开关位置、保护信号、告警信号等开关量显示正确；
- c) 遥控：断路器、隔离开关遥控操作正确，返校功能正常；
- d) 遥调：有载调压、无功补偿装置遥调功能正常；
- e) 告警功能：各类告警信号正确触发、显示、记录、上送。

10.9.5.3 远动与通信联调

- a) 站端与调度端通信通道畅通，通信规约符合调度要求；
- b) 远动信息上传正确、完整，与站内监控系统数据一致；
- c) 调度端遥控、遥调操作正确执行，返校功能正常；
- d) 对时功能正常，站内所有设备时钟一致。

10.9.6 启动前检查

- a) 所有设备安装完毕，验收合格；
- b) 所有交接试验项目完成，结果合格；
- c) 保护定值整定正确，整组传动试验合格；
- d) 监控系统、远动系统运行正常，数据准确；
- e) 接地装置可靠，接地电阻合格；
- f) 消防设施齐全，消防通道畅通；
- g) 现场清洁，无遗留工具、杂物；
- h) 技术资料齐全，竣工图纸、试验报告、调试记录完整。

11 施工验收

11.1 一般规定

- 11.1.1 施工质量验收应符合 GB 50300、DL/T 5161 及相关专业验收规范的规定；
- 11.1.2 验收应按“工厂验收→进场验收→隐蔽工程验收→分项工程验收→竣工预验收”的程序进行；
- 11.1.3 施工单位应实行三级自检制度（班组自检、项目部复检、公司专检），自检合格后报监理验收；
- 11.1.4 验收发现的缺陷应实行闭环管理，整改完成并复验合格后方可进入下一阶段。

11.2 工厂验收（FAT）

- 11.2.1 主变压器、预制舱、箱式电容器装置等工厂整装设备，出厂前应进行工厂验收；
- 11.2.2 工厂验收应包括下列内容：
 - a) 设备结构、外观、尺寸检查；
 - b) 设备安装质量检查；
 - c) 接线正确性、标识完整性检查；
 - d) 单体设备试验及系统联调；
 - e) 防护等级、密封性能检查；
 - f) 技术资料、备品备件核查；
 - g) 其他合同约定的验收项目。
- 11.2.3 工厂验收合格并出具验收报告后，设备方可出厂发运。

11.3 进场验收

- 11.3.1 设备及材料到达现场后，应及时进行进场验收；

- 11.3.2 进场验收应由监理单位组织，施工、制造厂参加；
- 11.3.3 进场验收应包括下列内容：
- a) 包装及密封完好，无破损、受潮；
 - b) 型号、规格、数量与设计及供货清单一致；
 - c) 外观检查无变形、损伤、锈蚀，涂层完好；
 - d) 产品技术文件（出厂试验报告、合格证、安装说明书等）齐全；
 - e) 备品备件、专用工具齐全；
 - f) 运输冲击记录检查，冲击值不超过制造厂规定；
- 11.3.4 进场验收合格并签署记录后，设备方可入库或就位安装。
- 11.4 隐蔽工程验收**
- 11.4.1 隐蔽工程覆盖前，应进行隐蔽工程验收；
- 11.4.2 隐蔽工程验收应由监理单位组织，施工、设计单位参加；
- 11.4.3 隐蔽工程验收主要项目包括：
- a) 接地网敷设及连接；
 - b) 基础预埋件、预留孔；
 - c) 电缆敷设及防火封堵；
 - d) 地下管线及接地装置；
- 11.4.4 验收合格并形成隐蔽工程验收记录后，方可进行覆盖或下一道工序施工。
- 11.5 分项工程验收**
- 11.5.1 各分项工程施工完成后，应进行分项工程验收；
- 11.5.2 分项工程验收应由监理单位组织，施工单位参加；
- 11.5.3 主要分项工程包括：
- a) 土建施工（基础、电缆沟、围墙等）；
 - b) 主变压器安装；
 - c) 预制舱安装；
 - d) 并联电容器装置安装；
 - e) 电缆敷设；
 - f) 接地装置；
 - g) 二次回路接线；
- 11.5.4 分项工程验收合格后，方可进行设备调试及联调。
- 11.6 竣工预验收**
- 11.6.1 工程全部完工并经施工单位三级自检、监理初验合格后，应进行竣工预验收；
- 11.6.2 竣工预验收应由建设单位组织，运维、设计、施工、监理、调试等单位参加；
- 11.6.3 竣工预验收应包括下列内容：
- a) 工程实体质量检查；
 - b) 交接试验报告审核；
 - c) 调试记录及联调报告审核；
 - d) 工程资料审查（出厂资料、施工记录、试验报告等）；
 - e) 安全文明施工及生产准备情况检查；
- 11.6.4 预验收发现的问题应列出清单，明确整改责任和期限，整改完成后复验。

11.7 缺陷整改与闭环管理

11.7.1 各级验收发现的缺陷和问题，应统一登记造册，明确整改责任单位、整改要求和完成期限；

11.7.2 施工单位应按要求完成缺陷整改，整改完成后报监理单位复验；

11.7.3 监理单位应对缺陷整改情况进行跟踪，确保全部缺陷闭环；

11.7.4 所有缺陷整改闭环并复验合格后，工程方可具备投运条件。

12 环境保护

12.1 设计阶段环境保护

12.1.1 变电站设计应符合国家及陕西省环境保护相关法律法规要求。

12.1.2 站址选择应避让环境敏感区，减少对周边生态环境的影响。

12.1.3 变电站噪声控制设计应符合本规范第 7.2 节的有关规定。

12.1.4 变电站应设置事故油池，防止变压器油外泄对土壤和水体造成污染。

12.1.5 电磁环境影响应符合 GB 8702 及国家相关标准要求。

12.1.6 变电站的设计应采取防治水土流失的措施。

12.1.7 变电站的设备宜选用损耗低的节能型产品。

12.1.8 照明设计应符合本规范第 5.8 节和第 14.2.2 条的有关规定，宜采用绿色能源灯具。

12.1.9 应根据工艺要求区别照度设计，减少灯具设置，区域照明标准值不应超过 GB 50582 和 GB 50034 的规定；宜采用太阳能灯具等绿色能源。

12.2 施工阶段环境保护

12.2.1 施工过程中应采取有效措施控制扬尘、噪声、废水、固体废弃物等对环境的影响。施工场地应设置围挡，易产生扬尘的作业面应采取洒水、覆盖等降尘措施。

12.2.2 施工噪声应控制在建筑施工场界环境噪声排放标准限值以内，夜间施工应符合当地环保部门规定。

12.2.3 施工废水、生活污水应经处理后达标排放，不得随意排放。施工现场应配备吸附材料（如沙土、吸油毡等），用于应对油浸设备的突发泄漏。

12.2.4 施工期间应加强对 SF₆等绝缘密封介质的密封性检测，防止泄漏。

12.2.5 建设期间应检查防渗漏油池的密封性，确保符合设计要求。

12.3 废弃物处置

12.3.1 对废电池、废油、废绝缘材料、电子废弃物等危险废物应分类收集。

12.3.2 上述危险废物应交由具备相应环保资质的单位进行处理，不得随意丢弃或擅自处置。

12.3.3 建筑垃圾应分类收集、集中堆放，按规定清运处置。

12.3.4 施工临时占地在施工结束后应进行生态恢复，恢复原有土地使用功能或按规划要求进行绿化。

13 劳动安全和职业卫生

13.1 一般规定

模块化变电站设计应执行国家劳动安全和职业卫生的法令、标准和规定，并应贯彻执行“安全第一，预防为主，综合治理”的方针。劳动安全和职业卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。

13.2 设计阶段劳动安全和职业卫生

13.2.1 模块化变电站舱体的防火分区设计应符合 GB 50016 和 GB 55037 的有关规定；舱体之间、舱体与主变压器之间的防火间距应符合 GB 50229 和 DL 5027 的有关规定。

13.2.2 安全疏散通道应有充足的照明和明显的疏散指示标志。

13.2.3 电气设备的布置应满足带电设备的安全防护距离要求，应有必要的隔离防护措施和防止误操作措施，还应设置防直接雷击和安全接地等措施。防电伤的设计应符合 GB 50057、GB/T 50064、GB/T 50065、GB 26860、DL/T 5352 及其他有关标准的规定。

13.2.4 防机械伤害的设计，应符合 GB 5083、GB 8196 及其他有关标准的规定。

13.2.5 需登高检查和维修设备处，应有防护设施。

13.2.6 对含 SF₆ 电气设备的配电装置室应设置机械排风和 SF₆ 气体监测装置，机械排风应保证室内空气中的 SF₆ 气体浓度不超过 6000mg/m³，当 SF₆ 气体监测装置发出气体泄漏信号时，应自动启动机械排风。有关安全防护设施的设计应符合 GB 26860 和 DL/T 639 的有关规定。

13.2.7 模块化变电站设计时应应对主变压器等电气设备及通风设备的噪声进行控制。对于生产过程和设备运行产生的噪声，应首先从声源上进行控制并采取隔声、消声、隔振等控制措施。噪声控制的设计应符合 GB 12348 及其他有关标准的规定。

13.2.8 防止振动危害应首先从振动源上进行控制并采取隔振措施。防振动的设计应符合 GB 50040 的规定。

13.2.9 有爆炸和火灾危险的设备应按照不同类型的爆炸源和危险因素采取相应的防爆保护措施。防爆设计应符合 GB 50058 和《中华人民共和国爆炸危险场所电气安全规程》等国家有关标准的规定。

13.3 施工阶段劳动安全和职业卫生

13.3.1 施工单位应建立安全生产管理制度，落实安全生产责任制。

13.3.2 施工人员应经过安全教育培训，特种作业人员应持证上岗。

13.3.3 施工现场应按规定设置安全警示标志，危险区域应设置防护设施。

13.3.4 高处作业、起重作业、带电作业等危险作业应制定专项安全措施。

13.3.5 施工人员应按规定佩戴劳动防护用品。

13.3.6 夏季施工应做好防暑降温措施，冬季施工应做好防冻防滑措施。

13.3.7 施工期间应定期开展安全检查，及时消除安全隐患。

14 节能

14.1 一般规定

14.1.1 模块化变电站的设计、建设及运维应贯彻国家节能政策，采取降损措施，合理利用能源。

14.1.2 应优先选用节能设备及节能材料，电气设备应符合国家能耗标准，宜选用损耗低的节能型产品。

14.2 设计阶段节能

14.2.1 主变压器应选用高效节能变压器，能效等级应满足 GB 20052 中 2 级及以上要求。

14.2.2 应根据工艺要求区别照度设计，减少灯具设置，区域照明标准值不应超过 GB 50582 和 GB 50034 的规定；宜采用太阳能灯具等绿色能源。

14.2.3 站用电系统应优化设计，降低站用电损耗。

14.2.4 暖通空调设备应选用节能型产品，优化运行控制策略。

14.2.5 宜优化舱体节能设计，提高围护结构保温隔热性能，降低运行能耗。

14.3 施工阶段节能

14.3.1 施工组织设计中应制定节能措施，合理安排施工工序，降低施工能耗。

14.3.2 施工机械设备应选用节能型产品，提高能源利用效率。

14.3.3 施工现场临时用电应优化布置，减少线路损耗，优先采用节能照明。

14.3.4 应合理利用水资源，采取节水措施，提高水的重复利用率。

14.3.5 建筑材料应就近采购，减少运输能耗。宜采用工厂化预制、装配式建设、机械化施工的绿色建筑方式，减少施工现场能耗。

14.3.6 施工产生的可回收废弃物应分类回收利用。
