
DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 5216—XXXX

替代 DL/T 5216-2017

地下变电站设计规程

Code for design of underground substation

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

地下变电站设计规程

Code for design of underground substation

DL/T 5216-XXXX

代替 DL/T 5216-2017

主编部门：北京电力经济技术研究院

中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司

中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司

参编部门：上海电力设计院有限公司

广东省电力设计研究院有限公司

河北省电力勘测设计研究院有限公司

批准部门：国家能源局

施行日期：20XX 年 X 月 X 日

中国 XX 出版社

20XX 年 北京

前言

根据国家能源局综合司《关于下达 2021 年能源领域行业标准制修订计划及外文版翻译计划的通知》（国能综通科技[2021]92 号）项目编号“能源 20210804”的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结国内地下变电站建设和设计工作经验，并在广泛征求意见的基础上，对原《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216-2017 进行修订。

本标准按照《工程建设标准编写规定》（建标〔2008〕182 号）的要求起草，共分为 12 章。包括：总则、术语、站址选择和站区布置、电气一次、系统及电气二次、土建部分、采暖、通风与空气调节、给水与排水、消防、勘察要求及环境调查、节能与环保、劳动安全与职业卫生。

本标准修订的主要内容是：

1) 将原标准名称《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》修改为《地下变电站设计规程》，本标准适用范围调整为适用于交流电压为 35kV~500kV 的独立建设的地下变电站新建及改建、扩建工程的设计；

2) 第 4 章“电气一次”取消“导体”一节，相关内容放入“配电装置”一节；

3) 第 9 章“消防”中取消“建筑防火”、“防烟、排烟”小节，相关内容分别在第 6 章“土建部分”、第 7 章“采暖、通风与空气调节”中体现；

4) 增加第 10 章“勘察要求及环境调查”相关内容。

本规程自实施之日起，替代《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216-2017。

本规程由国家能源局综合司负责管理，由电力规划设计总院提出，由能源行业电网设计标准化技术委员会负责日常管理，由主编单位负责具体技术内容解释。执行过程如有意见或建议，请寄送电力规划设计总院（地址：北京市西城区安德路 65 号，邮政编码：100120）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：北京电力经济技术研究院、中国能源建设集团陕西省电力设计院有限公司、中国电力工程顾问集团华东电力设计院有限公司

参 编 单 位：上海电力设计院有限公司、广东省电力设计研究院有限公司、河北省电力勘测设计研究院有限公司

主要起草人：XX

主要审查人：XX

本标准及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2005年2月首次发布；
- 2017年11月第一次修订；
- 本次为第二次修订。

目次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 站址选择和站区布置.....	3
3.1 站址选择.....	3
3.2 站区布置.....	3
3.3 进出线电缆通道.....	4
4 电气一次.....	6
4.1 电气主接线.....	6
4.2 电气布置.....	7
4.3 主变压器.....	7
4.4 配电装置.....	8
4.5 无功补偿装置.....	8
4.6 站用电系统.....	9
4.7 过电压保护和接地装置.....	9
4.8 电缆和光缆.....	10
4.9 建筑电气.....	10
5 系统及电气二次.....	12
5.1 继电保护及安全自动装置.....	12
5.2 调度自动化.....	12
5.3 通信.....	13
5.4 监控系统和二次接线.....	14
5.5 直流系统及不间断电源.....	14
5.6 辅助系统.....	15
5.7 二次设备布置.....	15
6 土建部分.....	16
6.1 作用.....	16
6.2 工程材料.....	18
6.3 建筑.....	18
6.4 结构.....	22
6.5 工程防水.....	25
6.6 基坑支护及地下水控制.....	26
7 采暖、通风与空气调节.....	29
7.1 采暖.....	29
7.2 通风.....	29
7.3 空气调节.....	30
7.4 防烟、排烟.....	30

8 给水与排水.....	32
8.1 给水.....	32
8.2 排水.....	32
9 消防.....	33
9.1 消防设施.....	33
9.2 火灾探测和消防报警.....	33
10 勘察要求及环境调查.....	34
10.1 工程勘察.....	34
10.2 环境调查.....	35
11 节能与环境保护.....	37
11.1 节能.....	37
11.2 环保.....	37
12 劳动安全与职业卫生.....	39
12.1 劳动安全.....	39
12.2 职业卫生.....	39
本标准用词说明.....	40
引用标准目录.....	41
条文说明	45

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	Location selection and layout of the substation.....	3
3.1	Selection of the substation location.....	3
3.2	Substation layout.....	3
3.3	Cable corridor of incoming and outgoing line.....	4
4	Primary electrical.....	6
4.1	Electrical circuit connection.....	6
4.2	Layout of electrical instrument.....	7
4.3	Main transformer.....	7
4.4	Switchgear.....	8
4.5	Reactive power compensation.....	8
4.6	AC station service.....	9
4.7	Over-voltage protection and grounding.....	9
4.8	Cable and optical fiber.....	10
4.9	Construction electricity.....	10
5	Electric power system and secondary electrical.....	12
5.1	Relaying protection and automatic device.....	12
5.2	Dispatch automation.....	12
5.3	Communication.....	13
5.4	Monitoring & Control system and electrical secondary wiring.....	14
5.5	DC power system and uninterruptable power system(UPS).....	14
5.6	Accessory system.....	15
5.7	Secondary equipment arrangement.....	15
6	Civil works.....	16
6.1	Motion.....	16
6.2	Construction Materials.....	18
6.3	Buildings.....	18
6.4	Structures.....	22
6.5	Construction waterproof.....	25
6.6	Foundation pit supporting and underground water control.....	26
7	Heating, ventilation and air conditioning.....	29
7.1	Heating.....	29
7.2	Ventilation.....	29
7.3	Air conditioning.....	30
7.4	Smoke control and removal.....	30

8 Water supply and drainage.....	32
8.1 Water supply.....	32
8.2 Drainage.....	32
9 Fire protection.....	33
9.1 Fire fighting facility.....	33
9.2 Fire detection and fire alarm.....	33
10 Site investigation and environment survey.....	34
10.1 Requirements on site investigation.....	34
10.2 Environment survey.....	35
11 Energy saving and environmental protection.....	37
11.1 Energy saving.....	37
11.2 Environmental protection.....	37
12 Labour safety and occupational health.....	39
12.1 Labour safety.....	39
12.2 Occupational health.....	39
Explanations of wording in this code.....	40
Lists of quoted standards.....	41
Appendix: Explanation of provisions	45

1 总则

1.0.1 为在地下变电站设计中贯彻执行国家技术经济政策，使地下变电站设计符合国家有关法规，达到安全可靠、先进适用、投资合理、节能环保、绿色低碳的要求，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于交流电压等级为 35kV~500kV 独立建设的地下变电站新建及改、扩建工程的设计。

1.0.3 当户内变电站、户外变电站建设形式难以满足城市规划、环保、景观及特殊环境要求时，可采用地下变电站建设形式。条件允许时宜优先建设半地下变电站。

1.0.4 地下变电站设计应符合以下基本原则：

- 1 满足城市规划及电力系统规划的要求，并与所在区域总体规划相协调；
- 2 必须坚持节约集约用的原则；
- 3 符合消防、节能、环境保护的规定；
- 4 应结合工程特点，积极稳妥地采用新技术、新设备、新材料、新工艺，促进技术创新；
- 5 应注重设备小型化、自动化、无油化或少油化、节能环保、免维护或少维护的特点。

1.0.5 地下变电站设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 地下变电站 underground substation

全部或部分电气设备布置于地下建筑内的变电站。地下变电站包含全地下变电站和半地下变电站两种建设形式。

2.0.2 全地下变电站 fully underground substation

变电站主建筑物建于地下，主变压器及其他主要电气设备均装设于地下建筑内，地上只建有变电站通风口和设备、人员出入口等少量建筑，以及可能布置在地上的大型主变压器的冷却设备和消防控制室、安保用房等附属用房。

2.0.3 半地下变电站 partially underground substation

变电站主变压器布置于地上，高压侧电气设备及部分电气设备布置于地下建筑内的变电站。

2.0.4 支护结构与主体结构相结合 excavation supported by permanent structure

主体工程与支护结构相结合，是指在施工期利用地下结构外墙或地下结构的梁、板、柱兼作基坑支护体系，不设置或仅设置部分临时基坑支护体系。

2.0.5 逆作法 top-down method

在逆作面处先形成竖向结构，以下各层地下水平结构自上而下施工，并利用地下水平结构平衡抵消围护结构侧向土压力的施工方法。

2.0.6 工程周边环境 environment around substation

指地下变电站工程施工影响范围内的建（构）筑物、地下管线、城市道路、城市桥梁、既有城市轨道交通、既有铁路和地表水体等环境对象。

3 站址选择和站区布置

3.1 站址选择

3.1.1 地下变电站的站址选择，应根据电网结构、负荷分布、城市规划、景观协调、环境评价、交通运输、水文地质、消防安全的要求，通过技术经济比较选择适宜的站址方案。

3.1.2 地下变电站应按本地区电力系统远景发展规划，结合城市规划按终期规模一次征用土地，并合理规划电缆进出线走廊，满足远近期电缆进出线条件要求。

3.1.3 地下变电站的站址选择应与城市市政规划部门紧密协调，符合如下要求：

1 应统筹规划地面道路、地下管线、电缆通道等，以便于变电站设备运输、吊装和电缆线路的引接。

2 应对站区外部设备运输道路的转弯半径、运输高度等限制条件进行校验，并应注意校核邻近地区运输道路地下设施的承载能力。

3.1.4 地下变电站选址应避开地震断裂带、塌陷区等不良地质构造，不应将站址建在滑坡、泥石流、大型溶洞、矿产采空区等地质灾害地段，站址不宜压覆矿产及文物。

3.1.5 站址选择时应考虑变电站与周围环境、邻近设施的相互影响，满足当地城市规划和环境评价的要求。

3.1.6 不同电压等级的地下变电站可集中选择站址联合布置，注重集约用地。

3.1.7 地下变电站站址应选择在地势较高、排水通畅的地方，优先选择经过少量填方就能够达到防汛防涝设防标准的站址。应避开下列地区：

- 1 排水条件不良的地势低洼地区；
- 2 冲沟、河道、达不到设防标准的水库堤坝下游或行滞洪区、蓄滞洪区；
- 3 达不到设防标准的沿海滩涂围堤内；
- 4 河道弯道或急剧缩窄等险工堤段下方；
- 5 规划退圩还湖区等易受洪水和内涝影响的地区。

3.1.8 站址的抗震设防烈度应符合现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 的规定。

3.2 站区布置

3.2.1 地下变电站的地上建（构）筑物、道路及地下管线的布置应与城市规划相协调，宜充分利用就近的交通、给排水、消防及防洪等公用设施。

3.2.2 地下变电站的总平面布置应按最终规模进行规划设计，土建工程应一次建设完成；有条件时，电气工程也可一次建设完成。

3.2.3 地下变电站的站区布置在满足工艺要求的前提下，应力求布局紧凑，并兼顾设备运输、通风、消防、安装检修、运行维护及人员疏散等因素综合确定。

3.2.4 地下变电站的地上建筑物与相邻建筑物之间的消防通道和防火间距，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016、《建筑防火通用规范》GB55037及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229的有关规定。

3.2.5 站区地面高程应符合下列规定：

- 1 站区地面高程宜高于站外自然地面和相邻城市道路路面标高，以满足站区排水要求；
- 2 110kV及以上的地下变电站站区场地标高，应高于频率为1%（重现期，下同）的洪水水位或历史最高内涝水位；110kV以下的地下变电站站区场地设计标高应高于频率为2%的洪水水位或历史最高内涝水位。

3.2.6 场地设计综合坡度应根据自然地形、工艺布置、排水条件等因素综合确定，宜为0.5%~2%；局部最大坡度不宜大于6%。

3.2.7 地下变电站的进站道路和站内道路的设置应根据运行、检修、消防和大件设备运输等要求，结合城市规划和站区自然条件等因素综合确定，并应符合现行标准GB 55037、GB 50016及DL/T 5056的有关规定。

3.2.8 场地硬化铺装宜选用有助于雨水渗透、收集的材质。当站址所在地区有雨水调蓄强制性要求时，应设置雨水调蓄系统。

3.2.9 地下变电站的进、出风口应分离设置。进风口宜设置在夏季盛行风向的上风侧，出风口应避开人员频繁通过区域。

3.2.10 地下变电站宜分别设置大、小设备吊装口。大设备吊装口供变压器等大型设备吊装使用，也可兼作进风口使用。小设备吊装口为常设吊装口，供日常检修、试验设备及小型设备吊装使用。

3.2.11 当变压器置于地下时，应根据主变压器等大型设备的运输和吊装要求选择吊装方式，大设备吊装口的位置应具备变电站设备运输使用的大型运输和起重车辆的工作条件；并符合下列要求：

- 1 吊装口宜布置于主要运输道路旁；
- 2 宜按最大吊装设备外形四周各增加0.5m确定吊装口最小尺寸。
- 3 当吊装口埋于地面以下时，应采取可靠的防水措施。

3.2.12 当地下变电站覆土部分用于城市绿化或其他用途时，覆土深度应满足城市绿化和相关功能的要求。

3.2.13 地下变电站的围墙和大门型式应根据城市规划景观和安全保卫要求等因素综合确定，当规划有要求时，全地下变电站可不设置围墙和大门，但应采取可靠的保安措施。

3.3 进出线电缆通道

3.3.1 电缆通道应按地下变电站的最终规模统筹规划，在平面与空间布局上相互协调，近远期结合，合理布置。

3.3.2 地下变电站的电缆通道应满足电缆进出线数量要求，并应留有适当裕度。变电站的电源电缆有条件时宜通过不同的电缆通道引入站内。

3.3.3 当地下变电站电缆夹层布置较深时，可采用电缆竖井将电缆引上与站外电缆隧道（排管）连接。

3.3.4 电缆从站外电缆通道进入地下建筑的入口处应设置分隔墙，并采取可靠的防水、防站外电缆通道积水倒灌措施。分隔墙上电缆进出线孔洞宜设置不锈钢防水套管和阻水法兰，电缆敷设后与埋管之间的空隙宜采用防水封堵材料可靠封堵。

3.3.5 电缆穿分隔墙处应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施，满足 GB 50229 的相关规定。

4 电气一次

4.1 电气主接线

4.1.1 电气主接线应根据变电站在电力系统中所处的地位、规划容量、负荷性质、电压等级、线路和变压器连接元件数量、设备特点等条件综合确定；应满足供电安全可靠、运行灵活、操作检修方便、节约投资和便于过渡或扩建等要求。

4.1.2 地下变电站在满足电网规划、可靠性等要求下，宜减少电压等级和简化接线；当不同电压等级的变电站集中布置时，相应的电压等级电气接线可简化。

4.1.3 330kV、500kV 地下变电站为终端站时，330kV、500kV 配电装置宜采用线变组、桥形、单母线分段等接线形式。

4.1.4 330kV、500kV 地下变电站中的 110kV、220kV 配电装置宜采用双母线接线、并应满足下列要求：

- 1 当出线和变压器等连接元件总数为 10 回~14 回时，可在一条母线上装设分段断路器；
- 2 当出线和变压器等连接元件总数为 15 回及以上时，可在两条母线上装设分段断路器；
- 3 当为了限制母线短路电流或满足系统解列运行的要求时，可根据需要将母线分段。

4.1.5 220kV 地下变电站中的 220kV 配电装置宜按以下原则选择接线形式：

- 1 当 220kV 出线回路数为 4 回及以下时，可采用线路变压器组、桥形及单母线分段等接线形式；
- 2 当在系统中居重要地位、220kV 出线回路数为 4 回及以上时，宜采用双母线接线；当 220kV 出线和变压器等连接元件总数为 10 回~14 回时，可在一条母线上装设分段断路器；当 220kV 出线和变压器等连接元件总数为 15 回及以上时，在两条母线上装设分段断路器；也可根据系统需要将母线分段。

3 当 220kV 地下变电站处于系统终端时，在满足运行要求的前提下，其 220kV 配电装置可采用少设或不设断路器的接线，如线路变压器组或桥形接线等。

4.1.6 220kV 地下变电站的 66kV、110kV 配电装置，当出线回路数在 6 回及以下时，宜采用单母线或单母线分段接线；6 回以上时，可采用单母线分段或双母线接线。

4.1.7 35kV~110kV 地下变电站高压侧 35kV~110kV 配电装置，当进出线回路数为 2 回~4 回时，宜采用线路变压器组、桥形、扩大桥形、单母线分段或线路分支接线等简单接线。当 110kV 进出线回路为 6 回及以上时，宜采用双母线或单母线单元接线。

4.1.8 220kV 地下变电站中的 35kV 或 10kV 配电装置宜采用单母线分段接线，分段方式宜考虑当其中一台主变停运时，有利于其他主变压器的负荷均匀分配的要求。当变电站装有 3 台及以上变压器并均带有馈电负荷时，6kV~10kV 配电装置可采用单母线分段环形接线；当变压器低压侧无出线时，应采用单母线接线。

4.1.9 35kV~110kV 地下变电站装有 2 台及以上主变压器时，6kV~10kV 配电装置宜采用单母线分段接线，分段方式宜考虑当其中一台主变压器停运时，有利于其它主变压器的负荷均匀分配的要求。当变电站装有 3 台及以上主变压器时，6kV~10kV 配电装置可采用单母线分段环形接线。

4.1.10 当需要限制变电站 6kV~10kV 侧短路电流时，可采用下列措施之一：

- 1 变压器分列运行；
- 2 采用高阻抗变压器；
- 3 在变压器 6kV~10kV 回路中串联限流装置。

4.2 电气布置

4.2.1 电气总平面布置应根据电力系统规划、城市规划、站址地形、进出线条件、交通条件、环境条件、地质条件等因素进行综合布置。各层平面的配电装置室宜按功能划分分区布置。

4.2.2 全地下变电站的主变压器、并联电抗器等荷载较重或油浸式电气设备，以及进出线电缆较多的配电装置宜布置在变电站厂房除电缆夹层外最底层。

4.2.3 配电装置室内应考虑安装、试验、检修、起吊、运行、巡视以及气体回收装置所需的空间和通道。

4.2.4 电缆夹层的设置应符合下列规定：

- 1 电缆夹层高度，应满足电缆施工和运行转弯半径要求；
- 2 大截面或转弯半径较大的电缆与气体绝缘金属封闭组合电器（GIS）的连接，可采用GIS电缆终端下伸至电缆夹层横置方式布置。

4.2.5 地下各层平面运输通道的宽度，宜按可能通过的最大设备外形两侧净距不小于 0.5m 确定。

4.2.6 主变压器、GIS 等设备的整体运输宜通过吊装口运输方式。主变压器室、GIS 室等设备间顶部宜设置供安装检修使用的吊装设施。

4.2.7 各级配电装置的相对位置宜缩短主变压器、无功补偿装置至各配电装置的联络导体长度。主变压器室建议和 6kV/10kV/35kV 配电装置室贴临布置。

4.3 主变压器

4.3.1 地下变电站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考虑确定。变电站的主变压器台（组）数不宜少于 2 台。

4.3.2 装有 2 台及以上主变压器的地下变电站，当断开 1 台主变压器时，其余主变压器容量（包括过负荷能力）应满足全部负荷用电要求。

4.3.3 地下变电站宜采用低损耗、低噪声电力变压器；有特殊要求时，66kV 及以上变压器可选择无油型设备。

4.3.4 地下安装的 110kV 及以下的油浸式变压器宜采用自冷方式进行冷却；220kV 及以上油浸式变压器宜采用油-水或油-油循环冷却方式，宜将主变散热器引至地上进行冷却；环氧浇注或气体绝缘变压器宜采用风冷方式进行冷却。地上户内安装的油浸式变压器宜采用本体与散热器分体安装方式。

4.3.5 地下变电站的水冷变压器应采用双层铜管冷却系统。

4.3.6 地下变电站的主变压器订货时应应对变压器设备运输尺寸与城市道路运输条件进行校核。

4.4 配电装置

4.4.1 配电装置设计应符合现行国家标准《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060 和《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的要求。

4.4.2 配电装置应按最终规模布置，应根据工程特点、规模和发展规划，满足分期建设和扩建过渡的要求，做到远、近结合。

4.4.3 66kV 及以上电压等级的配电装置，宜选用小型化气体绝缘组合电器。

4.4.4 (6kV)10kV~35kV 配电装置宜采用空气绝缘开关柜，经技术经济比较可采用气体绝缘开关柜。

4.4.5 当地下变电站进风处无可靠的滤尘措施时，其电气设备电瓷外绝缘爬电比距的选择宜等同户外变电站。

4.4.6 配电装置中的联络导体设计应符合现行电力行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222、《35kV~110kV 户内变电站设计规程》DL/T 5495 和《220kV~500kV 户内变电站设计规程》DL/T 5496 的规定。

4.5 无功补偿装置

4.5.1 地下变电站高、低压并联电抗器和并联电容器及其他无功补偿装置的设计，应符合现行国家标准《并联电容器装置设计规范》GB 50227 和电力行业标准《330kV~750kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》DL/T 5014、《35kV~220kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》DL/T 5242 的规定。

4.5.2 变电站低压无功补偿装置的配置应根据无功分层分区平衡的需要，经技术经济综合论证确定。当有无功快速调整要求时，可根据系统计算要求配置静止补偿装置。

4.5.3 330kV~500kV 并联电抗器的容量和台数，应首先满足限制工频过电压的需要，并结合限制潜供电流、防止自励磁、同期并列及无功平衡等方面的要求，进行技术经济论证。

4.5.4 各电压等级无功补偿装置的单组容量除满足系统对母线电压质量的要求外，还必须满足回路中相应断路器的开合能力要求。

4.5.5 无功补偿装置的选型原则如下：

1 6kV~10kV 并联电抗器宜选用干式铁芯电抗器；35kV 及以上电压等级并联电抗器宜选用油浸式，地面有条件时宜将散热器设置在地面；

2 6kV~10kV电容器组宜采用柜式或框架式电容器组，35kV电容器组宜采用框架式电容器组；电容器组宜选用干式铁芯串联电抗器；

3 66kV电容器组可根据技术经济比较采用框架式或集合式电容器组；

4 设备噪声水平应使得变电站整体噪声水平满足国家和所在地区环保标准。

4.6 站用电系统

4.6.1 地下变电站的站用电设计应符合现行电力行业标准《220kV~1000kV 变电站站用电设计技术规范》DL/T 5155 的规定。

4.6.2 地下变电站应从主变压器低压侧分别引接两台容量相同，可互为备用，分列运行的站用工作变压器。每台变压器容量按全站计算负荷选择。

4.6.3 地下变电站的站用变压器宜选择无油型设备。

4.6.4 地下变电站的站用电源应安全可靠。220kV 及以上和重要的 110kV 地下变电站宜另行引接一回站外电源，供全站停电时通风、消防等负荷使用。并可增设地面应急电源接口。

4.6.5 地下变电站站用电负荷计算时，连续运行及经常短时运行的设备应予计算，不经常短时及不经常断续运行的设备不予计算，站用电负荷分类及特性见表 4.6.5。

表 4.6.5 地下变电站站用电负荷分类及特性

序号	名称	符合类别	运行方式
1	变压器强油水冷却装置	I	经常、连续
2	变压器有载调压装置	II	经常、断续
3	隔离开关操作电源	II	经常、断续
4	GIS、开关柜、端子箱加热	II	经常、连续
5	充电装置、逆变器工作电源	II	经常、连续
6	消防报警主机电源	I	经常、连续
7	辅助控制系统电源	II	经常、连续
8	通风机	II	经常、连续
9	事故通风机	II	不经常、连续
10	消防通风机	I	不经常、短时
11	空调机、电暖器	II	经常、连续
12	稳压泵、污水泵	II	经常、短时
13	消防栓泵	I	不经常、短时
14	水喷雾、高压细水雾、气体等灭火系统	I	不经常、短时
15	配电装置检修电源箱	III	不经常、短时
16	照明	II	经常、连续

4.7 过电压保护和接地装置

4.7.1 地下变电站的过电压保护设计及建筑物防雷设计应符合现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064 和《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

4.7.2 地下变电站的接地应符合现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065 的有关规定。地下变电站应设置人工接地网，接地网除采用人工接地极外，还应充分利用地下建筑结构的钢筋和护坡桩作为辅助接地。

4.7.3 地下变电站建筑物各层楼板的钢筋宜焊接成网，并和室内各层敷设的接地母线相连。

4.7.4 地下变电站各层敷设的接地母线应于不同方位至少 4 点与接地网连接。

4.7.5 地下变电站主接地网和人工接地极，宜采用铜导体，酸性土质宜采用钢导体；室内接地母线及设备接地线可采用钢导体；不同材质接地体连接点宜设置在室内。

4.7.6 地下变电站接地网应与站外电缆隧道接地导体相连，且有便于分开的连接点。

4.7.7 地下变电站人员出入口应考虑均压措施。

4.7.8 对高土壤电阻率地区，应充分考虑降阻措施

4.8 电缆和光缆

4.8.1 地下变电站电力电缆和控制电缆的选择与敷设应符合现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217 及现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 的有关规定。电缆防火封堵设计应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定；防火封堵材料应符合现行国家标准《防火封堵材料》GB 23864 的规定。

4.8.2 地下变电站的电力电缆和控制电缆宜采用铜芯阻燃电缆；1kV 及以下电缆宜采用低烟无卤阻燃电缆。

4.8.3 地下变电站进出站单芯电缆埋管应采取防磁措施。

4.8.4 光缆的选择应根据传输性能、使用环境确定。

4.8.5 光缆敷设的路径应合理安排，在满足安全及使用要求的前提下，力求路径短、转弯少、交叉少、便于改扩建；220kV 及以上电压等级变电站、通信枢纽站应具备两条及以上完全独立的光缆敷设沟道（竖井）。

4.8.6 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处，建（构）筑物中电缆引致开关柜、控制保护屏的开孔部位，电缆贯穿隔板、楼板的孔洞处应采用电缆防火封堵材料进行封堵，其防火封堵组件的耐火极限不应低于被贯穿物的耐火极限，且不低于 1h。

4.9 建筑电气

4.9.1 地下变电站低压配电设计应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。

4.9.2 地下变电站照明包括工作照明、应急照明和检修照明。地下变电站照明设计应符合现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034 和电力行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 的规定。消防应急照明设计应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 的规定。

4.9.3 地下变电站各工作场所工作面上的照度值不应低于表 4.9.3 规定的照度标准值。

表 4.9.3 地下变电站工作面上的照度标准值

工作场所	参考平面及其高度	照度标准值 (lx)			统一眩光 UGR	一般显色指数 Ra
		工作照明	备用照明	疏散照明		
二次设备室	0.75m 水平面	300	50		22	80
消防控制室	0.75m 水平面	300	300		19	80
资料室	0.75m 水平面	300	50		19	80
高、低压配电装置室	地面	200	30		—	80
交直流电源室	地面	200	200		—	80
蓄电池室	地面	100	100		—	60
主变压器室、站用变压器室、电容器室、电抗器室、中性点接地设备间、工器具间	地面	100	15		—	60
消防水泵房、消防设备间	地面	100	100		—	60
防排烟机房	地面	100	100		—	60
楼梯间	地面	30		10	—	60
电缆夹层、通道	地面	30		5	—	60
电缆隧道	地面	15		3	—	60

4.9.4 电气照明应根据不同的设备布置形式，采用配照合理、检修方便、经济适用的照明方式。

4.9.5 二次设备室、主变压器室、配电装置室、站用变压器室、蓄电池室、消防控制室、消防设备间、主要通道、楼梯间等人员活动场所，应装设应急照明；应急照明包括疏散照明和备用照明。

4.9.6 备用照明宜采用蓄电池直流供电，宜在地下变电站入口或消防控制室装设备用照明手动和自动转换开关，并应设有明显标志。当交流失电时，有人工作时备用照明应能自动投入；无人工作时备用照明则应待人员到达时手动投入。备用照明应分区控制。

4.9.7 人员安全疏散的疏散门和疏散走道应设置疏散照明和灯光疏散指示标志。疏散照明和疏散指示标志宜采用自带蓄电池的应急灯；蓄电池放电时间应不低于 120min。

4.9.8 采用非密封蓄电池的蓄电池室照明应采用防爆型照明电器；开关、插座等可能产生电火花的电器，应装在蓄电池室外。

4.9.9 主变压器室和配电装置室，宜装设高效的检修照明设备。

5 系统及电气二次

5.1 继电保护及安全自动装置

5.1.1 变电站继电保护和安全自动装置的设计应符合现行国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285《电力系统继电保护设计技术规范》DL/T 5506 的规定。

5.1.2 变电站应按电力系统安全运行需要，装设如下保护设备：

- 1 按电压等级、出线配置线路保护、辅助保护、线路故障录波装置、故障测距装置；
- 2 按照电压等级、母线接线型式配置母线保护、母联保护、分段保护；
- 3 按照现行电力行业标准《电力系统安全稳定导则》DL 755 的规定装设安全自动控制装置；
- 4 主变压器保护、主变故障录波装置；
- 5 无功装置保护、站用变保护。

5.1.3 继电保护和自动装置应提供远方监控中心运行需要的各种信息。

5.1.4 继电保护及故障信息管理功能宜由监控系统统一实现。

5.2 调度自动化

5.2.1 变电站调度自动化的设计应符合现行电力行业标准《电力系统调度自动化设计技术规程》DL/T 5003、《地区电网调度自动化设计技术规程》DL/T 5002 的规定。

5.2.2 根据电力系统调度安全运行、监控需要，变电站宜装设如下调度自动化设备：

- 1 远动网关；
- 2 电能量计量装置；
- 3 调度数据网接入设备；
- 4 二次系统安全防护设备；
- 5 网络安全监测装置。

5.2.3 根据需要，变电站可装设同步相量测量装置、电能质量谐波监测装置。

5.2.4 电能量计量系统的设计应符合现行电力行业标准《电能量计量系统设计技术规程》DL/T 5202 的规定。

5.2.5 变电站至远方监控中心的信息通道，宜采用调度数据网络方式。调度数据网络接入设备的设计应符合现行电力行业标准《电力调度数据网技术规范》DL/T 1306 的规定。

5.3 通信

5.3.1 一般规定：

1 地下变电站通信设计应按照地下变电站的规模容量、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设置通信设施，并留有适当发展余地。

2 地下变电站应设置系统通信、站内通信、与当地公共通信网的通信等。

3 地下变电站通信应满足电力调度通信、调度自动化、继电保护安全自动装置、电力生产信息化管理等多个系统对通道的要求。

5.3.2 系统通信：

1 地下变电站系统通信应采用光纤通信方式。变电站至上级调度至少应有两个独立的通信通道；

2 地下变电站光纤通信设计，应符合 DL/T 5599、DL/T 5404、DL/T 5524 的规定；

3 地下变电站通信主要业务对传输通道的要求应符合下列规定：

(1) 地下变电站至其电网调度机构的调度电话应具备两条独立的电力专网通信路由；

(2) 地下变电站至其电网调度机构的调度自动化业务信息的传输应具备两条不同路由的通道；

(3) 同一条线路的两套继电保护和同一系统的有主/备关系的两套安全自动装置应具备两条相互独立的通道，并应符合现行国家标准 GB/T 14285 和现行行业标准 DL/T 364 的规定。

5.3.3 站内通信：

1 调度和行政电话、数据通信网、通信动力环境监控的设计应符合现行行业标准 DL/T 5225 的有关规定；

2 220kV 及以上地下变电站、重要的 35kV~110kV 地下变电站通信设备应具有两路独立的电源供电。通信电源的设计应满足下列要求：

(1) 330kV 及以上电压等级的地下变电站应设置两套独立的-48V 直流电源系统。通信专用直流电源系统由高频开关电源、免维护蓄电池组和直流配电屏组成。通信电源容量应按地下变电站远期通信设备的总耗电量配置。每套通信电源系统配置的蓄电池组单独供电时间应不小于 4h；

(2) 220kV 及以下电压等级地下变电站的通信电源宜采用交直流一体化电源系统供电，通信部分容量应按地下变电站远期通信设备的总耗电量配置；

(3) 300Ah 及以上的阀控式蓄电池组应安装在各自独立的专用蓄电池室内或在蓄电池组间设置防爆隔火墙。

5.3.4 公网通信：

- 1 地下变电站应设置与公网通信网的通信，可设置 1 至 2 部公网电话；
- 2 地下变电站可根据实际需求，采用无线公网通信方式进行手机信号覆盖。

5.3.5 通信设备宜布置在变电站二次设备室中。

5.4 监控系统和二次接线

5.4.1 变电站监控系统的设计应满足现行电力行业标准《220kV~500kV 变电站计算机监控系统设计技术规程》DL/T 5149 的规定。变电站监控系统应具备完善的站内控制、同期、监视、测量及防误功能，并具备遥测、遥信、遥调、遥控等全部的运动功能，具有与调度通信中心交换信息的能力。监控系统宜采用开放式分层分布式结构。

5.4.2 变电站测量与计量装置的设计应符合现行国家标准《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB 50063 及现行行业标准《电测量及电能计量装置设计技术规程》DL/T 5137 的规定。

5.4.3 变电站监控系统宜采用现行行业标准《变电站通信网络和化系统》DL/T 860 规定的通信标准。

5.4.4 变电站应配置一套公用的时间同步系统，优先支持北斗系统对时，具备双星对时功能。

5.4.5 二次接线的设计应符合现行行业标准《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规程》DL/T 5136 的相关规定。

5.5 直流系统及不间断电源

5.5.1 直流系统的设计应符合现行电力行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的规定。

5.5.2 地下变电站宜采用由直流电源、交流不间断电源（UPS）、直流变换电源（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控制。

5.5.3 蓄电池容量宜按 2 小时事故放电计算，系统通信负荷按 4 小时事故放电分别计算。

5.5.4 35kV 及以上电压等级的配电装置直流系统的馈线网络应采用辐射状供电方式，其余电压等级的配电装置直流电源可以母线为单元，采用环状供电方式。

5.5.5 变电站不间断电源的设计应符合现行电力行业标准《电力工程交流不间断电源系统设计技术规程》DL/T 5491 的规定。

5.6 辅助系统

5.6.1 地下变电站应设置一套辅助控制系统。辅助控制系统由图像监视及安全警卫、火灾报警、消防、环境监测子系统组成，通过辅助控制后台实现子系统之间以及消防、暖通、照明的联动控制。辅助控制系统不宜配置独立后台系统，后台功能宜由一体化监控系统实现。

5.6.2 图像监视及安全警卫系统的设计应符合现行行业标准《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218 的规定。监视范围包括变电站地上区域、地下入口区域、主变压器区域、配电装置区域、二次设备室、主监控室等生产区。

5.6.3 火灾报警和消防系统的设计应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定。地下变电站火灾报警及消防装置的设计和设置应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定。

5.6.4 火灾报警和消防系统应连锁控制电采暖、通风、空调系统，火灾时应切断该防火分区内的上述设备电源，同时联动防火分隔卷帘门、排烟及正压送风系统。

5.6.5 地下变电站内应设置电气火灾监控系统。

5.7 二次设备布置

5.7.1 二次设备室位置应满足节省控制电缆、防尘、防潮等要求。

5.7.2 二次设备室宜按规划建设规模一次建成，在满足定期巡视和检修的条件下，二次设备室设施应简化，布置应紧凑，并合理预留屏位。

5.7.3 二次设备室的设计和布置应符合监控系统、继电保护设备的抗电磁干扰能力要求。

5.7.4 地下变电站间隔层设备宜下放布置。二次设备室备用柜数量宜按柜总数 15~20%考虑。

6 土建部分

6.1 作用

6.1.1 地下变电站结构上的作用根据时间变化特性，分为永久作用、可变作用、偶然作用3种类型：

1 永久作用，如结构自重、地层压力、水位不变的水压力、结构上部和破坏棱体范围内的设施及建筑物压力、预加应力等；

2 可变作用，如楼（地）面活荷载、屋面活荷载、设备荷载、地面车辆荷载及其动力作用、吊车荷载、地面车辆荷载引起的侧向土压力、水位变化的水压力、施工和检修荷载、多遇地震、风荷载、雪荷载等；

3 偶然作用，如罕遇地震、人防荷载、短路电动力等；

6.1.2 楼面、屋面均布活荷载标准值及其组合值系数、准永久值系数及相关参数的取值应不小于表 6.1.2 的规定。当设备及运输工具荷载大于表 6.1.2 规定的数值时，应根据实际荷载进行设计。

表 6.1.2 楼面、屋面均布活荷载标准值及有关参数

项次	类别	标准值 (kN/m ²)	组合值 系数	准永久 值系数	计算墙、柱、 主梁、基础 的折减系数	备注
1	主控制室、继电器室、 二次设备及通信机房、 消防设备间、工具室	4.0	0.7	0.8	0.7	
2	电缆夹层	3.0	0.7	0.8	0.7	
3	电容器室	4.0~9.0	0.7	0.8	0.7	三相分体式电容器组的 荷载应按实际计算
4	电抗器室、站用变室	-	0.7	0.8	0.7	标准值按实际计算
5	蓄电池室	5.0~11.0	0.7	0.8	0.7	限用于蓄电池支架高度≤ 1.7m，否则应按实际计算
6	10kV~35kV 配电装置室	4.0~8.0	0.7	0.8	0.7	限用于每组开关重量 ≤12kN，否则应按实际计算
7	110（66）kV 配电装置 室	4.0~10.0	0.7	0.8	0.7	限用于每组开关重量 ≤36kN，否则应按实际计算
8	110（66）kV~220kV GIS 室	10.0	0.7	0.8	0.7	
9	500（330）kV GIS 楼面	12.0~15.0	0.7	0.8	0.7	
10	通风和空调机房	7.0	0.7	0.8	0.7	
11	办公室、会议室、值班	2.5	0.7	0.5	0.85	

	休息室、警卫室、资料室					
12	楼梯	3.5	0.7	0.5	0.9	
13	室内沟盖板	4.0	0.7	0.5	1.0	当搬运设备需通过盖板时应按实际计算
14	不上人屋面	0.5	0.7	0	1.0	
15	上人屋面	2.0	0.7	0.4	1.0	

注：1 本表活荷载标准值适用于一般使用条件，当使用荷载较大或有专门要求时应按实际情况采用。

2 运输通道活荷载可按运输的最重设备计算。

3 当电缆夹层电缆吊在上层楼板或在楼板板面上活动地板内布置电缆时，该楼面活荷载应计入电缆荷载值。

4 当地上一层楼面堆放施工材料时，其活荷载不宜小于 5kN/m^2 。

6.1.3 地层压力应根据结构所处工程地质和水文地质条件、埋置深度、结构形式及其工作条件、施工方法及相邻建构筑物间距等因素结合已有的试验、测试和研究资料确定。

1 竖向压力应按下列规定计算：

1) 结构顶板宜按计算截面标高以上全部土体重量计算；

2) 竖向荷载应结合地面及临近的任何其他荷载对竖向压力的影响进行计算。

2 水平压力应按下列规定计算：

1) 施工期间作用在支护结构主动区的土压力宜根据变形控制要求在主动土压力和静止土压力之间选择，在支护结构的非脱离区或给支护结构施加预应力时应计入土体抗力的作用；

2) 明挖结构长期使用阶段或逆作法结构承受的土压力宜按静止土压力计算；

3) 荷载计算应计及地面荷载和破坏棱体范围的建筑物，以及施工机械等引起的附加水平侧压力。

6.1.4 作用在地下结构上的水压力，应根据施工阶段和长期使用过程中地下水位的变化，分别按下列规定计算：

1 水压力可按静水压力计算，应根据设防水位以及施工阶段和使用阶段可能发生的地下水最高水位和最低水位两种情况，计算水压力和浮力对结构的作用；

2 砂性土地层的侧向水、土压力应采用水土分算；

3 黏性土地层的侧向水、土压力在施工阶段应该采用水土合算，使用阶段应采用水土分算。

6.1.5 地下结构应按下列施工荷载之一或可能发生的组合设计：

1 设备运输及吊装荷载：

2 施工机具荷载，宜采用 10kPa；

3 地面堆载，宜采用 20kPa；

4 地下室顶板施工活荷载标准值不应小于 5.0kPa。当有临时堆积荷载以及有重型车辆通过时，施工组织设计中应按实际荷载验算并采取相应措施。

6.2 工程材料

6.2.1 地下变电站的工程材料应根据结构类型、受力条件、使用要求和所处环境，以及结合其可靠性、耐久性和经济性选用。

6.2.2 地下变电站材料特性应通过标准化测试方法确定。当实际应用条件与试验条件有差异时，应对试验值进行修正。

6.2.3 混凝土的原材料和配比、最低强度等级、最大水胶比和单方混凝土的胶凝材料最小用量等，应符合耐久性要求，满足抗裂、抗渗、抗冻和抗侵蚀的需要。

6.2.4 大体积浇筑的混凝土应避免采用高水化热水泥，并宜掺入高效减水剂、优质粉煤灰或磨细矿渣等，同时应严格控制水泥用量，限制水胶比和控制混凝土入模温度。

6.2.5 普通钢筋混凝土和支护结构中的钢筋应按下列规定选用：

1 梁、柱纵向受力钢筋应采用 HRB400E、HRB500E、HRBF400E、HRBF500E 钢筋，其他纵向受力钢筋也可采用 HPB300、RRB400 钢筋；

2 箍筋宜采用 HPB300、HRB400、HRBF400、HRB500、HRBF500 钢筋。

6.2.6 地下结构底板的混凝土垫层，强度等级不应小于 C15，厚度不应小于 100mm，在软弱土层中不应小于 150mm。

6.3 建筑

6.3.1 地下变电站地上建（构）筑物整体造型与色彩处理应与周围环境相协调，满足城市景观的要求。

6.3.2 地下变电站生产建筑室内地坪应根据站区竖向布置形式、工艺要求、场地排水和土质条件等因素综合确定。地上建筑物室内地坪高出室外地坪不应小于 0.60m。其他附属建筑室内地坪高出室外地坪不应小于 0.45m。

6.3.3 地下变电站的建筑设计应根据工艺布置要求，设置主变压器室、配电装置室、二次设备室、电容器室等电气设备房间以及消防设备间、通风机房、工具间、吊装间、运输通道

等用房。根据运行需要，可设置警卫室、消防控制室、保电值班室、运维值班室、防汛器材室、男女卫生间、备餐间等用房。

6.3.4 地下变电站各设备房间的火灾危险性应根据生产中使用或产生的物质性质及其数量等因素分类，各设备房间火灾危险性分类及其耐火等级应符合表 6.3.4 的规定。当设备房间位于地下、半地下时，其耐火等级应为一级。

表 6.3.4 地下变电站各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级

设备房间名称		火灾危险性分类	耐火等级
二次设备室		丁	二级
配电装置室	单台设备油量 60kg 以上	丙	二级
	单台设备油量 60kg 及以下	丁	二级
	无含油电气设备	戊	二级
油浸变压器室		丙	一级
气体或干式变压器室		丁	二级
干式电抗器室、干式电容器室		丁	二级
油浸电抗器室、电容器室（有可燃介质）		丙	二级
事故贮油池		丙	一级
生活、消防水泵房、雨淋阀室、泡沫设备室		戊	二级
污水、雨水泵房、备品间、工具间		戊	二级

6.3.5 消防控制室的布置和防火分隔应符合现行国家标准 GB 55037、GB 50016 的有关规定。消防控制室应设置在建筑的首层或地下一层，并宜布置在靠外墙部位。消防控制室应采取防水淹的技术措施。

6.3.6 地下厂房每个防火分区的建筑面积不应大于 1000 m²。设置自动灭火系统的防火分区，其防火分区面积可增大 1.0 倍；当局部设置自动灭火系统时，增加面积可按该局部区域面积的 1.0 倍计算。

6.3.7 每个防火分区或一个防火分区内的每个楼层，其安全出口的数量不应少于 2 个。安全出口应分散布置。其相邻 2 个安全出口最近边缘之间的水平距离不应小于 5m。当地下有多个防火分区相邻布置，并采用防火墙分隔时，每个防火分区可利用防火墙上通向相邻防火分区的甲级防火门作为第二安全出口，但每个防火分区必须至少有 1 个直通室外的独立安全出口。

6.3.8 地下楼层与地上层不应共用楼梯间。当必须共用楼梯间时，地下楼层的疏散楼梯间与地上楼层的疏散楼梯间，应在直通室外地面的楼层采用耐火极限不低于 2.00h 且无开口的防火隔墙分隔。

6.3.9 地下每层内任一点至最近安全出口的直线距离应符合下列规定：

- 1) 当地下变电站火灾危险性分类为丙类时，不应大于 30m；
- 2) 当地下变电站火灾危险性分类为丁类时，不应大于 45m；
- 3) 当地下变电站火灾危险性分类为戊类时，不应大于 60m。

6.3.10 疏散楼梯的最小净宽度不宜小于 1.10m，疏散走道的最小净宽度不宜小于 1.40m，房间疏散门的最小净宽度不宜小于 0.90m，多层共用首层外门最小净宽度不应小于 1.20m。疏散通道、走道、出口净高不应小于 2.10m。同时，电气设备间门、楼梯及运输通道的宽度及净高应满足设备运输要求。

6.3.11 地下变电站楼梯的数量、位置和楼梯间形式应符合现行国家规范《建筑设计防火规范》GB50016、《建筑防火通用规范》GB55037 的相关规定。地下建筑疏散楼梯应满足下列要求：

1) 当埋深不大于 10m 或地下层数不大于 2 层时，疏散楼梯应采用封闭楼梯间。当封闭楼梯间不能自然通风或自然通风不能满足要求时，应设置机械加压送风系统或采用防烟楼梯间。

2) 当埋深大于 10m 或地下层数不小于 3 层时，疏散楼梯应采用防烟楼梯间。

3) 楼梯间应设乙级防火门，并向疏散方向开启。

6.3.12 消防电梯的设置要求：

1) 埋深大于 10m 且总建筑面积大于 3000m² 的地下、半地下建筑（室），应设置消防电梯。

2) 消防电梯应分别设置在不同防火分区内，且每个防火分区可供使用的消防电梯不应少于 1 部。

3) 消防电梯应设置前室，前室的使用面积不应小于 6.0m²，前室的短边不应小于 2.4m；与防烟楼梯间合用的前室，其使用面积不应小于 10.0m²；除前室的出入口、前室内设置的正压送风口外，前室内不应开设其他门、窗、洞口；前室或合用前室的门应采用乙级防火门，不应设置卷帘。

4) 电梯井应独立设置，不应敷设与电梯无关的电缆、电线等。电梯井的井壁耐火极限

为 2h，除设置电梯门和通气孔洞外，不应设置其他开口。

5) 消防电梯的井底应设置排水设施，排水井的容量不应小于 2m³，排水泵的排水量不应小于 10L/s。消防电梯间前室的门口宜设置挡水设施。

6) 消防电梯应能每层停靠；电梯的载重量不应小于 800kg；

6.3.13 房间疏散门的设置要求：

1) 地上油浸变压器室的门应直通室外；地下油浸变压器室门应向公共走道方向开启，不应开向相邻房间，该门应采用甲级防火门。

2) 干式变压器、电容器室的门应向公共走道方向开启，该门应采用乙级防火门。

3) 蓄电池室、电缆夹层、继电器室、通信机房、配电装置室的门应向疏散方向开启，当门外为公共走道或其他房间时，该门应采用乙级防火门。

4) 配电装置室中间隔墙上的门可采用分别向不同方向开启且宜相邻的 2 个乙级防火门。

5) 通风、空气调节机房的门开启方向不限，该门应采用甲级防火门。

6) 消防控制室门应向疏散方向开启，该门应采用乙级防火门。

6.3.14 建筑面积超过 250 m²的控制室、通信机房、配电装置室、电容器室、电缆夹层，其疏散门不宜少于 2 个。

6.3.15 消防控制室、灭火设备室、消防水泵房和通风空气调节机房等，应采用耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和 1.50h 的楼板与其他部位分隔。不同火灾危险性类别房间隔墙耐火极限不应小于 2.00h，油浸变压器室与其他电气房间的隔墙应为耐火极限不小于 3.00h 的防火墙。

6.3.16 设置在防火墙、防火隔墙上的防火窗，窗扇应不可开启或具有火灾时能自行关闭的功能。防火窗应符合 GB 16809 的有关规定。

6.3.17 直接服务于生产的办公室、休息室等辅助用房的设置，应采用防火门、防火窗、耐火极限不低于 2.00h 的防火隔墙和耐火极限不低于 1.00h 的楼板与其他部位分隔，并应设置至少 1 个不需要经过生产区域即可直接通向室外或疏散楼梯间的独立安全出口。

6.3.18 地下变电站建筑中电缆隧道入口处、电缆竖井的出入口处、电缆头连接处、二次设备室与电缆夹层之间，均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施，并应达到相应耐火极限要求，其他部位封堵应符合现行 GB 50229、GB 50016 的有关规定。

6.3.19 地下变电站内单台总油量 100kg 以上的电气设备挡油储油设施应符合 GB 50229 的有关规定。当采用水喷雾或细水雾消防时，事故油池容量应能容纳最大一台设备的事故排水量以及消防水量，并设置油水分离装置。

6.3.20 建筑设计应满足各层设备的垂直运输及安装检修的要求，合理布置吊装场地，设备间顶部宜设置供安装检修使用的起吊设施。常设吊装口室内回廊、内天井等临空处，应设置防护栏杆，栏杆高度不应低于 1.10m，栏杆离楼面 0.10m 高度内不应留空。

6.3.21 地上通风口应设永久防雨顶盖并采取防雨、雪及小动物措施，宜采取防沙尘措施。当地上排风口邻近城市规划对噪声控制有要求的区域时，应采取降噪措施。

- 1) 通风口下沿高出室外地坪不应小于 0.7m;
- 2) 排风口外侧为绿地时，排风口下沿高出室外地坪不宜小于 1.2m;
- 3) 排风口外侧为公共人行通道时，排风口下沿高出人行通道不宜小于 2.0m。

6.3.22 建筑内装修应安全、实用，装修风格宜简洁。各部位内装修材料燃烧性能等级应符合现行国家标准 GB 50222 的有关规定。

6.3.23 地下变电站应采用防火、防潮、防腐、耐久、不起尘、易清洁的环保材料，并应便于施工和维修。楼地面材料应满足平整、防滑、耐磨、不起尘易清洁的要求，室内墙面、顶棚应采用不易剥落饰面材料，电气设备房间不宜吊顶。

6.4 结构

6.4.1 主体结构和使用期间不可更换的结构构件，应根据使用环境类别，220kV 及以下电压等级变电站按设计工作年限为 50 年的要求进行耐久性设计，220kV 以上电压等级变电站按设计工作年限为 100 年的要求进行耐久性设计；使用期间可以更换且不影响运营的次要结构构件，可按设计使用年限 50 年的要求进行耐久性设计；临时结构宜根据其使用性质和结构特点确定其使用年限。

6.4.2 220kV 枢纽变电站及 330kV 电压等级以上变电站的建筑物安全等级为一级，其他变电站的建筑物安全等级为二级。

6.4.3 地下结构设计应以“结构为功能服务”为原则，满足城市规划、变电站运维运营、环境保护、抗震、防水、防火、防护、防腐蚀及施工等要求，并应做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。

6.4.4 地下结构的净空尺寸必须符合地下变电站建筑功能合理要求，并应满足运行维护及施工工艺要求，同时应计入施工误差、结构变形和位移的影响等因素。

6.4.5 结构形式选择与计算:

1 地下变电站的结构体系应根据使用要求、场地工程地质条件和施工方法等确定,并应具有良好的整体性,避免抗侧力结构的侧向刚度和承载力突变。地下变电站的建筑布置应力求简单、对称、规则、平顺;横剖面的形状和构造不宜沿纵向突变。

2 地下变电站抗震等级按照表 6.4.5 确定。

表 6.4.5 地下变电站抗震等级

抗震设防类别	设防烈度			
	6 度	7 度	8 度	9 度
乙类	三级	三级	二级	一级
丙类	四级	三级	三级	二级

注:乙类建筑按本表确定抗震等级时无需再提高设防烈度。

3 对于半地下变电站,当地下室顶板作为上部结构的嵌固部位时,地下一层的抗震等级应与上部结构相同,地下一层以下抗震构造措施的抗震等级可逐层降低一级,但不应低于四级。地下室中无上部结构的部分,抗震构造措施的抗震等级可根据具体情况采用三级或四级。

4 地下变电站抗震变形验算应符合《建筑抗震设计规范》GB 50011、《地下结构抗震设计标准》GB/T 51336-2018 的有关规定。

5 主体结构可选用钢筋混凝土框架-剪力墙、框架或剪力墙结构,跨度宜控制在 10m~12m。必要时也可采用预应力混凝土结构、钢管混凝土结构、钢骨混凝土结构、型钢混凝土组合结构等。

6 楼板开洞时,孔洞宽度不应大于该层楼板宽度的 30%;洞口的布置宜使结构质量和刚度的分布仍较均匀、对称,避免局部突变。孔洞周围应设置满足构造要求的边梁或暗梁。

7 当地下部分主体结构梁板承受较大压力时,其梁板应计入轴向压力的影响,按压弯构件验算。

8 主体结构采用“逆作法”施工方案,水平支撑与主体结构水平构件相结合时,主体结构楼盖的计算及构造要求应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

9 主体结构采用“逆作法”施工方案,竖向支承立柱与主体结构竖向构件相结合时,竖向支承立柱的计算及构造要求应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的有关规定。

10 主体结构采用“逆作法”施工时,应在地下各层楼板是设置用于垂直运输的开洞。

11 非结构构件包括建筑非结构构件和建筑附属机电设备自身及其与主体结构的连接,应进行抗震设计。

6.4.6 当主体结构基础位于抗浮设计水位以下时，应进行抗浮稳定性验算，设计应符合《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 的有关规定。抗浮结构和构件的承载力、变形及抗浮设施有效性应按《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476 的规定执行。抗浮构件及设施的耐久性年限不应少于变电站的结构设计使用年限。主体结构应根据勘察报告提供的“抗浮设计水位”进行结构抗浮稳定性验算。

6.4.7 结构变形及构造设计：

1 钢筋混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的准永久组合，预应力混凝土受弯构件的最大挠度应按荷载的标准组合，并均应考虑荷载长期作用的影响进行计算，其计算值按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求执行。

2 裂缝控制要求：

1) 当地下部分主体结构为钢筋混凝土结构时，与土壤直接接触的钢筋混凝土构件裂缝控制等级为三级。裂缝控制宽度按荷载的准永久组合并考虑荷载长期作用影响进行计算，采用热轧钢筋的钢筋混凝土裂缝宽度限值为 0.2mm。

2) 当地下部分主体结构为预应力混凝土结构时，混凝土构件裂缝控制等级为二级。按荷载效应标准组合计算时，构件受拉边缘混凝土拉应力不应大于混凝土抗拉强度标准值；按荷载效应准永久组合计算时，构件受拉边缘混凝土不宜产生拉应力。

3 地下外墙宜连续浇筑，当必须设置水平施工缝时，除在施工缝处采取止水措施外，施工缝处的承载力尚应满足强度要求。当混凝土浇筑采用后浇带分段施工时，后浇带应设在受力、和变形较小的部位，其间距和位置应按结构设计要求确定，宽度宜取 800-1000mm。后浇带应在其两侧混凝土龄期不小于 42d 后再施工，后浇带应采用补偿收缩混凝土浇筑，其抗渗和抗压强度等级应高于两侧混凝土一级。当混凝土浇筑采用膨胀加强带时，膨胀加强带可采用连续式、间歇式或后浇式等形式。膨胀加强带的设置可按照常规后浇带的设置原则进行，膨胀加强带宽度宜为 2000mm，并应在其两侧用密孔钢（板）丝网将带内混凝土与带外混凝土分开。非沉降的膨胀加强带可在两侧混凝土浇筑 28d 后再浇筑，大体积混凝土的膨胀加强带应在两侧的混凝土中心温度降至环境温度后浇筑。

4 地下室外墙内侧预埋件应于浇筑混凝土前埋设，不应在地下室外墙上后补埋件或后补膨胀螺栓。

5 常设大吊装口楼板处应采取必要的加强措施。

6 框架结构的围护墙和隔墙设置，应考虑其设置对结构抗震的不利影响，避免不合理设置而导致主体结构的破坏。

6.4.8 结构耐久性设计：混凝土结构暴露的环境类别及混凝土材料的耐久性基本要求应符合 GB 50010 的有关规定。

6.4.9 地基与基础设计：

1 地下变电站宜建造在密实、均匀、稳定的地基上。地基与基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定。

2 地下部分主体结构基础形式宜选用桩筏或筏板基础。

6.4.10 防腐蚀设计：地下变电站地下部分主体外围护结构的防腐蚀设计应符合《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 的有关规定。

6.5 工程防水

6.5.1 地下变电站防水设计应遵循“防、排、截、堵相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的原则，符合《地下工程防水技术规范》GB 50108、《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 的有关规定和要求。

6.5.2 110kV 及以上电压等级地下变电站地下防水等级应按现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030 规定的一级设计；110kV 以下地下变电站防水等级宜按一级防水设计。

6.5.3 地下变电站的防水设计应符合下列规定：

1 应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、环保要求、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行。

2 主体结构一级防水设计做法不应少于 3 道，防水混凝土为 1 道，防水卷材，防水涂料，水泥基防水涂料不少于 2 道，其中防水卷材和防水涂料不应少于 1 道。

6.5.4 地下变电站应以混凝土结构自防水为主，以接缝防水为重点，并辅以防水层加强防水，并应满足结构使用要求。

6.5.5 变电站地下部分迎水面主体结构应采用防水混凝土，防水做法宜采用混凝土结构自防水与外包防水相结合的方法。根据具体情况，混凝土可掺加减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂等，以改善混凝土的防水性能，并应符合下列规定：

1 防水混凝土抗渗等级不应低于 P8；

2 防水混凝土结构厚度不应小于 250mm；

3 防水混凝土的裂缝宽度不应大于 0.2mm，并不应贯通；

4 寒冷地区抗冻设防段防水混凝土抗渗等级不应低于 P10；

5 钢筋保护层厚度应根据结构的耐久性和工程环境选用,迎水面钢筋保护层厚度不应小于 50mm。

6 受中等及以上腐蚀性介质作用的地下变电站外墙还应满足:防水混凝土强度等级不应低于 C35;迎水面主体结构应采用耐侵蚀性防水混凝土,外设防水层应满足耐腐蚀要求。

6.5.6 变电站地下外围护结构宜规整,地下主体部分不宜设置变形缝。

6.5.7 变电站最底层宜沿地下外墙的内壁设置排水沟,并应在一处或若干处地面较低点设置集水坑或集水池,集水坑和排水沟应做防水处理,排水沟的纵向坡度不应小于 0.2%。同时设置排水泵,通过自动启停的排水设备排至站外。

6.5.8 当地下变电站覆土部分用于城市绿化时,地下建筑顶板工程防水等级为一级,防水设计应符合现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155、《屋面工程技术规范》GB 50345 的规定。

6.5.9 地上建筑屋面排水宜采用有组织外排水,平屋面排水坡度不应小于 2%。屋面防水等级应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345 规定的 I 级。

6.5.10 地面上防水等级为一级的框架填充外墙,应设置 2 道及以上防水层,防水等级为一级的现浇混凝土外墙板应设置 1 道及以上防水层。

6.5.11 防水节点构造设计应符合下列规定:

1 附加防水层采用防水涂料时,应设置胎体增强材料;

2 结构变形缝设置的橡胶止水带应满足结构允许的最大变形量;

3 地下变电站电缆、接地线和管道穿越建筑地下外墙时,应在穿越处采取穿墙套管等防水措施。穿墙管设置防水套管时,防水套管与穿墙管之间应密封。

6.6 基坑支护及地下水控制

6.6.1 基坑工程设计应综合考虑地下变电站结构类型、工程地质和水文地质条件、基坑开挖深度、基坑规模、周围环境保护要求、当地施工条件等因素,因地制宜,合理选型。

6.6.2 基坑支护设计应采用合理的设计工作年限。基坑支护的设计工作年限不应小于 1 年。当基坑支护结构作为主体结构的一部分时,其设计工作年限应与主体结构的设计工作年限相同。

6.6.3 地下变电站基坑支护设计应根据支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响程度采用不同的安全等级。支护结构的安全等级应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的规定。

6.6.4 基坑支护结构应按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行如下计算和验算：

1 承载能力极限状态计算和验算：

1) 支护结构构件承载能力计算；

2) 支护结构和地基稳定性验算：包括支护结构的整体稳定性、抗倾覆稳定性、坑底抗隆起稳定性、抗水平滑动稳定性、抗渗流稳定性、抗承压水稳定性等；

3) 对支挡式结构，挡土构件因坑底土体丧失嵌固能力而推移或倾覆；

4) 对锚拉式支挡结构，锚杆因土体丧失锚固能力而拔出；

5) 支护结构与主体结构相结合时，应对设备吊装时地面所产生的附加吊装荷载作用下支护结构承载能力极限状态进行验算。

2 正常使用极限状态计算和验算：

1) 变形计算应满足支护结构及基坑周边建（构）筑物和地面沉降等正常使用状态下的变形控制值的要求；

2) 支护结构与主体结构相结合或支护结构有耐久性要求时，应验算支护结构的裂缝宽度。

6.6.5 基坑支护方案可根据周边环境条件、地质条件选择顺作法或逆作法。基坑支护结构可采用下列形式：

1 基坑支护方案可采用地下连续墙、型钢水泥土搅拌墙、土钉墙、排桩等形式；

2 内支撑可采用钢结构、钢筋混凝土结构等形式。竖向传力体系宜采用格构柱结合钻孔灌注桩或型钢结合钻孔灌注桩等形式。

6.6.6 基坑支护方案的选择应综合考虑地下变电站及电缆隧道的结构形式、施工方法、施工顺序、施工条件产生的影响。

6.6.7 基坑支护的逆作法施工适用于基坑深度较大，周边场地狭窄且周围环境对变形要求严格的工程。逆作法的设计、施工应符合《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ165 的有关规定。

6.6.8 基坑支护方案如果选择顺作法设置临时内支撑时，应综合考虑基坑平面形状、尺寸，开挖深度，周边环境，主体结构形式与布置的影响。

6.6.9 内支撑的平面布置与计算分析应符合《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 的相关要求，在换撑时应采取有效合理的过渡措施。

6.6.10 采用支护结构与主体结构相结合的基坑工程设计应符合下列规定：

1 在基坑开挖阶段应满足支护结构的设计计算要求,在永久使用阶段应满足主体结构的设计计算要求;

2 基坑开挖阶段坑外土压力宜采用主动土压力,永久使用阶段坑外土压力宜采用静止土压力;

3 支护结构相关构件的节点连接、变形协调与防水构造应满足主体工程的设计要求。

6.6.11 软土地区基坑工程除支护结构方案选择、稳定性验算等内容外,根据地下变电站结构、场地地质条件、周边环境的变形控制要求、土方开挖的方式等情况,还宜进行基坑土体加固设计。基坑土体加固可采用水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、注浆、降水等方法。

6.6.12 当采用地下连续墙和内衬墙完全结合的外墙结构形式时,地下连续墙的混凝土应采用防水混凝土,其抗渗性能应满足主体结构设计的要求,且地下连续墙墙缝应采取相应的防水处理措施。

6.6.13 地下水控制应根据工程地质和水文地质条件、基坑周边环境要求及支护结构形式选用截水、降水、集水明排方法或其组合。

6.6.14 当降水会对基坑周边建(构)筑物、地下管线、道路等造成危害或对环境造成长期不利影响时,应采用截水、回灌等方法控制地下水。

6.6.15 地下水控制设计应满足基坑坑底抗突涌、坑底和侧壁抗渗流稳定性验算的要求及基坑周边建(构)筑物,地下管线、道路、城市轨道交通等市政设施沉降控制的要求。当不满足稳定性要求时,应对该含水层采取截水、减压措施。

6.6.16 安全等级为一、二级的支护结构,在基坑开挖过程与支护结构使用期内,必须进行支护结构的水平位移监测和基坑开挖影响范围内建(构)筑物、地面的沉降监测。

6.6.17 基坑支护设计应根据支护结构类型、基坑安全等级和地下水控制方法按照《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120及《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497选择基坑监测项目,并根据支护结构的具体形式、基坑周边环境的重要性及地质条件的复杂性确定监测点部位及数量。选用的监测项目及其监测部位应能够反映支护结构的安全状态和基坑周边环境受影响的程度。

7 采暖、通风与空气调节

7.1 采暖

7.1.1 地下变电站的采暖设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。

7.1.2 位于严寒地区或寒冷地区的变电站，有人值班的生活房间以及工艺与设备等有采暖需求的房间，均应设置采暖设施。

7.1.3 根据变电站的位置、规模、气象条件等因素，采暖方式可采用分散电采暖或利用附近热源设施供暖。

7.1.4 对放散有爆炸危险可燃气体的房间，当采用电采暖时应采取防爆措施。

7.1.5 电暖气宜配置温度控制器，电暖气的设置还应符合《电采暖散热器》JG/T236-2008 的其他规定。

7.2 通风

7.2.1 地下变电站的通风设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。

7.2.2 变电站地下部分的通风系统设计应能适时排除电气设备电能损耗所产生的热量。其通风方式可采用自然进风、机械排风；也可采用机械进风、机械排风。

7.2.3 地下变电站的进、排风口应分开设置；进、排风口应采取防雨、雪及小动物的措施；当进、排风口邻近城市规划对噪声控制有要求的区域时，还应采取相关的降噪措施。

7.2.4 机械送风系统的进风口位置应符合下列规定：

- 1 应直接设置在室外空气较清洁的地点；
- 2 近距离内有排风口时，应低于排风口；
- 3 进风口的下沿距离室外地坪不宜小于 2.0m，当设置在绿化地带时，不宜小于 1.0m；
- 4 应避免进、排风短路。

7.2.5 机械排风系统的排风口位置应符合下列规定：

- 1 排风口外侧为绿地时，地上排风口下沿高出室外地坪不宜小于 1.2m；
- 2 排风口外侧为公共人行通道时，排风口下沿高出人行通道不宜小于 2.0m。

7.2.6 变压器室的通风量应满足排除变压器发热量的要求，变压器室的通风按夏季排风温度不超过 45℃，进风与排风温差不超过 15℃计算。变压器室的通风系统应与其它通风系统分开。

7.2.7 电容器室、电抗器室和配电装置室等其他电气设备间的室内温度不宜超过 40℃。各房间的正常通风系统可兼作事故后通风用，事故后通风换气次数不小于 6 次/h。

7.2.8 含 SF₆ 气体的电气设备室应采用机械通风，室内空气不允许再循环。室内空气中 SF₆ 的含量不得超过 6000mg/m³，房间正常通风量不少于每小时 4 次，排风口应设在室内下部。事故时通风量不少于每小时 6 次，由设置在下部的正常通风系统和上部事故排风系统共同保证。通风设备、风管及其附件应考虑防腐措施。

7.2.9 蓄电池室应设通风设施，换气次数不小于 3 次/h，通风系统的通风机应为防爆型。

7.2.10 通风风管在下列部位应设置公称动作温度为 70℃的防火阀：

- 1 穿越防火分区处；
- 2 穿越通风机房及重要电气房间隔墙和楼板处；
- 3 穿越防火分隔处的变形缝两侧。

7.2.11 通风机应与火灾自动报警系统联动，火灾时应切断与消防排烟无关的通风风机电源。

7.3 空气调节

7.3.1 地下变电站的空调设计应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的规定。

7.3.2 变电站的主控室、二次设备室、计算机房、继电器室、通信机房、蓄电池室及其他工艺设备有需求的房间宜设置空调。空调房间的室内温度、湿度应满足工艺要求，工艺无特殊要求时，夏季设计温度为 26~28℃，冬季设计温度为 18~20℃，相对湿度不宜高于 70%。

7.3.3 蓄电池室空调设备应选用防爆型，并与室内氢气浓度探测报警装置联锁。

7.3.4 330kV 及以上电压等级变电站的通信机房空调配置应满足 N+1 冗余的需求，且空调送风口不宜设置在电气设备正上方。其余房间空调设备一般不设置备用。

7.3.5 水冷空调不应布置在地下变电站电气设备间，采暖或空调有压水管不应穿过地下变电站电气设备间。

7.4 防烟、排烟

7.4.1 地下变电站的防烟、排烟设计应符合现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《建筑设计防火规范》GB 50016、《火力发电厂及变电站设计防火标准》GB 50229 及《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251 的规定。

7.4.2 不具备自然通风条件的封闭楼梯间应设机械加压送风系统。防烟楼梯间及其前室应设置防烟设施。

7.4.3 地下变电站内长度大于 40m 的内走道应设置排烟设施。

7.4.4 电气设备房间应设置火灾后排风设施，其他房间的排烟设计应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

8 给水与排水

8.1 给水

8.1.1 地下变电站给水设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定和要求。

8.1.2 地下变电站水源应优先采用市政管网供水，当市政给水管网的供水压力不能满足工艺要求时，应设置升压或减压装置。

8.1.3 生活用水的给水系统，其供水水质必须符合现行的生活饮用水卫生标准的要求；其余用水给水系统，其水质标准应根据水的使用要求确定。

8.1.4 位于寒冷或严寒地区的地下变电站，敷设在非采暖房间内的管道应采用必要的保温及防冻措施。

8.1.5 除为该房间内电气设备提供消防保护的管道外，其余生活给水、消防给水管道不宜布置在电气设备房间内。确需布置时，应采取保证电气设备安全运行的可靠措施。

8.2 排水

8.2.1 站区生活污水、生产废水、事故排油、消防排水和雨水排水宜采用分流制。分流后雨水排入市政雨水管道，生活污水、消防排水排入市政污水管道。

8.2.2 地下变电站应在最底层设置集水池，集水池有效容量应结合室内同时使用的消防用水量 and 排水泵排水能力等因素综合考虑确定。机械排水的出水管段上必须采取防止废水回灌措施。

8.2.3 地下变电站自动排水系统应设置备用泵，其工作能力不应小于最大一台排水泵的工作能力。

8.2.4 设置在最底层集水坑内的排水泵应采用双路电源供电，且双路电源自动切换时间不应大于 2s。

8.2.5 自动排水系统应根据排出液体的特性选择水泵、阀门、阀件、仪表与管道。

8.2.6 站区污、废水排入市政排水管网的水质应按现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 有关规定执行。

9 消防

9.1 消防设施

9.1.1 地下变电站消防设施的设置，应符合《消防设施通用规范》GB 55036、《建筑防火通用规范》GB 55037、《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229、《建筑设计防火规范》GB 50016、《消防给水及消火栓系统技术规范》GB 50974、《电力设备典型消防规程》DL 5027 及其他消防系统类规范及标准的相关规定。

9.1.2 地下变电站应设置室内外消火栓系统，且室内消火栓应配置喷雾水枪。

9.1.3 地下变电站室内水消防系统应设置水泵接合器。设置在严寒及寒冷地区非采暖房间内的室内消火栓系统，应有可靠的防冻措施。

9.1.4 除电缆夹层外的电气设备房间内不应设置给水管道及室内消火栓。

9.1.5 地下变电站下列场所应设置自动灭火系统，并宜采用水喷雾、高压细水雾或其他固定式灭火系统：

- 1 地上布置的单台容量为 125MVA 及以上的油浸变压器、200Mvar 及以上的油浸电抗器；
- 2 地下布置的油浸变压器和油浸电抗器。

9.1.6 消防供电应符合《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的相关规定。

9.1.7 地下变电站应配备适当数量的移动式灭火器。

9.2 火灾探测和消防报警

9.2.1 地下变电站火灾探测及消防报警的设计和设置，应符合现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116、《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229、《消防设施通用规范》GB 55036 和行业标准《电力设备典型消防规程》DL 5027 的规定。

9.2.2 地下变电站火灾探测区域应包括油浸变压器、油浸电抗器、控制室、各电压等级配电装置室、可燃介质电容器室、二次设备室、通信机房、蓄电池室、电缆夹层及电缆竖井、重要的辅助机房等。

9.2.3 火灾自动报警系统应取得当地消防部门验收。

9.2.4 地下变电站宜配置电气火灾监控系统。

10 勘察要求及环境调查

10.1 工程勘察

10.1.1 地下变电站勘察应执行《工程勘察通用规范》GB 55017、《建筑地基基础设计规范》GB 50007、《岩土工程勘察规范》GB 50021、《变电站岩土工程勘测技术规程》DLT 5170等有关规定。

10.1.2 勘探点间距及深度应符合下列规定

1 勘探点范围应根据基坑开挖深度及场地的岩土工程条件确定；基坑外宜布置勘探点，其范围不宜小于基坑深度的1倍；当主体结构需要进行抗震计算分析，勘探点范围不宜小于基坑宽度的3倍；当需要采用锚杆支护时，基坑外勘探点的范围不宜小于基坑深度的2倍；当基坑开挖边界外无法布点时，应通过调查取得相关资料并结合场地内的勘察资料进行综合分析；

2 勘察点间距宜取15m~25m，主体结构外轮廓宜布置勘察点；基坑面以下存在软弱土层、暗沟或岩溶等复杂地质条件时，应加密勘探点并查明其分布和工程特性；

3 勘察深度应满足基坑支护稳定性验算、降水或截水帷幕设计、地基基础设计、抗浮设计的要求；当主体结构需要进行抗震计算分析，勘察深度不宜小于主体深度的3倍；基坑面以下存在软弱土层或承压水含水层时，勘探孔深度应穿过软弱土层或承压水层；

10.1.3 应查明站区水文地质资料及、降水和抗浮设计有关的参数，并应包括下列内容：

1 应查明场区水文地质条件及与地下水控制有关的参数；当场地水文地质条件复杂，补充水位地质勘察；

2 当存在对工程有影响的地下水时，应查明地下水的类型、地下水位高程及变化幅值、各层水的水力联系、补给、径流、排泄条件及土层的渗透系数；有承压水时，应分层测量其水头高度；

3 站区岩土工程勘察应满足抗浮工程设计与施工要求。抗浮设计等级为甲级的工程、水文地质条件比较复杂及站区岩土工程勘察文件不满足抗浮工程设计与施工要求时应进行专项抗浮工程勘察，其它应按《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476执行；

10.1.4 严寒地区的大型越冬基坑应评价各土层的冻胀性，并应对特殊土受开挖、振动影响以及失水、浸水影响引起的土的特性变化参数进行评估；

10.1.5 应对土壤电阻率进行测量并符合相关规范要求。

10.1.6 勘察报告中的岩土工程分析评价应包括下列内容：

-
- 1 场地的稳定性、适宜性评价；
 - 2 场地地震效应评价；
 - 3 地基基础评价；
 - 4 不良地质作用及特殊性岩土对工程影响的分析与评价，避让或防治措施的建议；
 - 5 边坡稳定性和变形分析，支护方案和施工措施的建议；
 - 6 工程建设与工程周边环境相互影响的预测及防治对策的建议；
 - 7 地下水对工程的静水压力、浮托作用分析；
 - 8 水和土对建筑材料腐蚀性的评价；

8 对地基承载力、地基处理等的工程检测提出建议，对工程结构、工程周边环境、岩土体的变形及地下水位变化等的工程监测提出建议。

10.2 环境调查

10.2.1 一般规定

1 工程周边环境专项调查范围、对象及内容，可根据工程设计方案、环境风险等级、工程地质、水文地质及施工工法等条件确定；

2 工程周边环境专项调查应在取得工程周边地形图、管线及地下设施分布图等资料的基础上，采用实地调查、资料调阅、现场勘查与探测等多种手段相结合的综合方法开展工作。

10.2.2 调查要求

1 工程周边环境专项调查的内容主要包括环境类型、权属单位、使用单位、管理单位、使用性质、建设年代、设计工作年限、地质资料、设计文件、变形要求、与工程的空间关系、相关影像资料等；

2 建（构）筑物应重点调查建（构）筑物的平面图、上部结构形式、地基基础形式与埋深、持力层性质，基坑支护、桩基或地基处理设计、施工参数，建（构）筑物的沉降观测资料等；

3 地下构筑物及人防工程应重点调查工程的平面图、结构形式、顶板和底板标高、工程施工方法以及使用、充水情况等；

4 地下管线应重点调查管线的类型、平面位置、埋深（或高程）、铺设方式、材质、管节长度、接口形式、介质类型、工作压力、节门位置、运营情况及保护要求等；

5 既有城市轨道交通线路与铁路应重点调查下列内容：地下结构调查应包括结构的平面图、剖面图，地基基础形式与埋深，隧道断面形式与尺寸、支护形式与参数，施工方法，运

营情况及保护要求等；高架线路调查应包括桥梁的结构形式、墩台跨度与荷载、基础桩桩位、桩长、桩径等；地面线路调查应包括路基的类型、结构形式、道床类型，涵洞与支挡结构形式以及地基基础形式与埋深；

6 城市道路及高速公路应重点调查下列内容：路基调查应包括道路的等级、路面材料、路堤高度、路堑深度；支挡结构形式及地基基础形式与埋深；桥涵调查应包括桥涵的类型、结构形式、基础形式、跨度，桩基或地基加固设计、施工参数等；

7 文物建筑应重点调查文物建筑的平面位置、名称、保护等级、结构形式、地基基础形式与埋深等；

8 水工构筑物应重点调查构筑物的类型、结构形式、地基基础形式与埋深、使用现状等；

9 架空线缆应重点调查架空线缆的类型、走廊宽度、线塔地基基础形式与埋深、线缆与轨道交通线路的交汇点坐标、悬高等；

10 地表水体应重点调查水位、水深、水体底部淤积物及厚度、防渗措施，河流的流量、流速、水质及河床宽度，河床冲刷深度等；

10.2.3 工程建设对工程周边环境影响的分析评价可包括下列内容：

1 基坑开挖和桩基施工等可能引起的地面沉降、隆起和土体的水平位移对邻近建（构）筑物及地下管线的影响；

2 工程建设导致地下水位变化、区域性降落漏斗、水源减少、水质恶化、地面沉降、生态失衡等情况，提出防治措施的建议；

3 工程建成后或运营过程中，可能对周围岩土体、工程周边环境的影响，提出防治措施的建议。

11 节能与环境保护

11.1 节能

- 11.1.1 地下变电站的地上建筑平面布置宜规整，布局紧凑，以控制建筑的体系数。
- 11.1.2 地上建筑外围护结构应采用节能、环保型建筑材料。夏热冬暖和夏热冬冷地区地下变电站地上建筑围护结构的外表面宜采用浅色饰面材料。
- 11.1.3 对有空调、采暖装置及寒冷地区的房间，其外门窗应采用节能型门窗。严寒地区变电站地上建筑的外门应设门斗，寒冷地区建筑的外门宜设门斗或采取其他减少冷风渗透的措施。
- 11.1.4 地下变电站有安装条件时，应设置太阳能系统。
- 11.1.5 在满足国家相关政策条件下，最大限度的实现节能减排。
- 11.1.6 地下变电站的设备及材料节能设计要求应符合现行电力行业标准《35kV~110kV 户内变电站设计规程》DL/T 5495 和《220kV~500kV 户内变电站设计规程》DL/T 5496 的规定。
- 11.1.7 合理选择导体，减少电能损耗。
- 11.1.8 地下变电站需配置固定灭火装置的充油电气设备，应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的规定，并在取得当地消防主管部门同意的前提下，可采用用水量较少的细水雾、合成泡沫或排油注氮等灭火方式。
- 11.1.9 地下变电站采用的工艺、设备、器具和产品均应采具有节水功能，应采用符合现行行业标准《节水型生活用水器具》CJ 164 规定的节水型产品，并需满足《建筑给排水与节水通用规范》GB 55020-2021。
- 11.1.10 地下变电站种植屋面宜采用中水用于绿化浇灌，中水需满足现行行业标准《建筑中水设计标准》GB 50336、《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335 和《城市污水再生利用 景观环境用水水质》GB/T 18921 等标准对于中水的要求。

11.2 环保

- 11.2.1 地下变电站及进出线的电磁辐射对环境的影响应符合现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702 的规定；并应满足现行行业标准《环境影响评价技术导则 输变电工程》HJ/T 24 要求。地下变电站及进出线的工频电磁场场强限值应小于 4kV/m，磁场感应强度应小于 0.1mT。

11.2.2 地下变电站宜选用电磁场强度低的电气设备，如有必要可采取屏蔽措施，降低电磁场的影响。

11.2.3 地下变电站噪声对周围环境的影响应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348、《声环境质量标准》GB 3096 的规定和要求。

11.2.4 地下变电站噪声控制应符合国家现行标准《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087、现行行业标准《35kV~110kV 户内变电站设计规程》DL/T 5495 和《220kV~500kV 户内变电站设计规程》DL/T 5496 的规定。

11.2.5 地下变电站噪声应从声源上进行控制，宜选用低噪声设备。

11.2.6 对运行时产生振动的电气设备、大型通风设备等，宜设置减振技术措施。

11.2.7 地下变电站可利用站内设施如建筑物、绿化物等减弱噪声对环境的影响，也可采取消声、隔声、吸声等噪声控制措施。

11.2.8 地下变电站的污水收集和处理，以及事故油池的设计要求，应符合现行电力行业标准《35kV~110kV 户内变电站设计规程》DL/T 5495、《220kV~500kV 户内变电站设计规程》DL/T 5496 的规定。

11.2.9 地下变电站生活污水应处理达标后复用或排放。生活污水可排入城市污水系统，其水质应符合现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ 343 的要求。

11.2.10 装有六氟化硫气体设备的配电装置室应设置机械通风装置。正常运行时，设备内 SF₆ 气体的年泄漏率不得大于国家标准规定限值。检修时应采用六氟化硫气体回收装置进行六氟化硫气体回收，严禁直接排放。

12 劳动安全与职业卫生

12.1 劳动安全

12.1.1 地下变电站设计应执行国家劳动安全和工业卫生的法令、标准和规定。

12.1.2 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/T 50065、GB/T 50064、GB 50057 及 DL/T 5352、DL/T 408 及其他有关标准、规范的有关规定。

12.1.3 防机械伤害和防坠落伤害的设计,应符合现行国家标准《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083、《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB/T 8196 及其他有关标准的规定。

12.1.4 对含 SF₆ 气体设备的配电装置室应设置机械排风设施,应保证室内空气中的 SF₆ 气体浓度不超过 6000mg/m³, 并应配置 SF₆ 气体泄漏监测装置,当报警装置发出信号时,机械排风系统应能自动投入运行,并应符合 DL/T 408 的有关规定。

12.1.5 建筑物的防火分区、防火隔断、防火间距的设计应符合 GB 50016 和 GB 50229 的有关规定。

12.1.6 吊装口、通风口、平台和巡视通道等有坠落危险处,应设栏杆或盖板。

12.2 职业卫生

12.2.1 地下变电站设计时应应对主变压器、电抗器等电气设备及通风设施的噪声进行控制。噪声控制的设计应符合现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 及其他有关标准的规定。

12.2.2 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现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 的规定。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准目录

- 《声环境质量标准》GB 3096
- 《生产设备安全卫生设计总则》GB 5083
- 《机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB 8196
- 《电磁环境控制限值》GB 8702
- 《污水综合排放标准》GB 8978
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285
- 《中国地震动参数区划图》GB 18306
- 《防火封堵材料》GB 23864
- 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 《建筑照明设计规范》GB 50034
- 《动力机器基础设计规范》GB 50040
- 《低压配电设计规范》GB 50054
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《3kV~110kV高压配电装置设计规范》GB 50060
- 《电力装置的电测量仪表装置设计规范》GB/T 50063
- 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064
- 《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065
- 《地下工程防水技术规范》GB 50108
- 《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116

《建筑灭火器配置设计规范》 GB 50140

《电力工程电缆设计规范》 GB 50217

《建筑内部装修设计防火规范》 GB 50222

《并联电容器装置设计规范》 GB 50227

《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB 50229

《屋面工程技术规范》 GB 50345

《节水型生活用水器具》 CJ 164

《污水排入城镇下水道水质标准》 CJ 343

《电业安全工作规程（发电厂和变电所电气部分）》 DL 408

《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 639

《电力系统安全稳定导则》 DL 755

《变电站通信网络和系统》 DL/T 860

《电力调度数据网技术规范》 DL/T 1306

《地区电网调度自动化设计技术规程》 DL/T 5002

《电力系统调度自动化设计技术规程》 DL/T 5003

《电力设备典型消防规程》 DL 5027

《电力工程直流系统设计技术规程》 DL/T 5044

《变电站总布置设计技术规程》 DL/T 5056

《35kV~220kV无人值班变电站设计技术规程》 DL/T 5103

《火力发电厂、变电站二次接线设计技术规定》 DL/T 5136

《电测量及电能计量装置设计技术规程》 DL/T 5137

《220kV~500kV变电所计算机监控系统设计规程》 DL/T 5149

《220kV~1000kV变电站站用电设计技术规程》 DL/T 5155

《电能量计量系统设计技术规程》 DL/T 5202

《导体和电器选择设计技术规定》 DL/T 5222

《35kV~220kV变电站无功补偿装置设计技术规定》 DL/T 5242

《高压配电装置设计技术规程》 DL/T 5352

《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390

《电力工程交流不间断电源系统设计技术规程》DL/T 5491

《35kV~110kV户内变电站设计规程》DL/T 5495

《220kV~500kV户内变电站设计规程》DL/T 5496

《环境影响评价技术导则 输变电工程》HJ/T 24

《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120

《种植屋面工程技术规程》JGJ 155

《户内变电站建筑结构设计规程》DL/T 5602

《地铁设计规范》GB 50157

《工程结构通用规范》GB 55001

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《地下工程防水规范》GB 50108

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《建筑工程抗浮技术标准》JGJ 476

《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476

《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046

《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068

《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223

《地下建筑工程逆作法技术规程》JGJ 165

《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497

《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

《工程勘察通用规范》GB 55017

《变电站岩土工程勘测技术规程》DLT 5170

《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909

《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307

《消防设施通用规范》GB55036

《电力设备典型消防规程》DL5027

《建筑防火通用规范》 GB55037

《建筑防烟排烟系统技术标准》 GB51251

中华人民共和国电力行业标准

地下变电站设计规程

DL/T 5216-20XX
代替DL/T 5216-2017

条文说明

修订说明

《35kV~220kV城市地下变电站设计规定》DL/T 5216-2017，经国家能源局于2017年11月15日发布。

本标准是在《35kV~220kV城市地下变电站设计规定》DL/T 5216-2017的基础上修订而成的，上一版的主编单位是北京电力经济技术研究院，参编单位是上海电力设计院有限公司、山东电力工程咨询院，主要起草人是夏泉、孙国庆、曹林放、李树恩、何仲、强芸、白小会、黄伟、邬振武、张利、叶军、蔡祖明、陈凯、李超群、王婷婷、翁之浩、高轶、姜波、刘毅梅、张雷、张学庆。

本次主要修编内容及相关说明如下：

(1) 编制工作按照国家住房和城乡建设部《工程建设标准编写规定》（建标[2008]182号）的要求进行。

(2) 将原标准名称《35kV~220kV城市地下变电站设计规程》修改为《地下变电站设计规程》，适用范围调整为适用于交流电压为35kV~500kV的独立建设的地下变电站新建及改建、扩建工程的设计。

(3) 通过编制组共同研究，保留DL/T 5216-2017中适用的条文，删除、修改了不适用或不完全适用的条文，增加了必要的章节与条文。

(4) 编制工作中除更新变电站工艺设计方面的规范内容外，还着重考虑适应我国在集约节约用地、一次和二次设备集成、智能化、防洪涝、消防、抗震设计、节能和环境保护等方面的要求，在本标准中重点更新了下列内容的相关条文：

—基坑支护。强调地下变电站设计工作中应采取的各种基坑支护措施，确保地下变电站施工和运行安全可靠。

—消防。按照《建筑防火通用规范》GB 55037-2022、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229-2019的相关要求，强调地下变电站的消防设计原则和采用的消防设施，确保地下变电站防火设计满足国家标准要求。

—防洪涝。参照《中华人民共和国防洪法》、《城市防洪规划规范》GB51079-2016、《户内变电站防汛防涝设计技术规程》Q/GDW 11737-2017的相关要求，提出地下变电站防洪涝设计原则和采用的技术设施。

—智能化。按照智能变电站的设计原则，提出地下变电站调度自动化、计算机监控、交直流一体化、辅助控制系统、二次设备布置等设计方面内容。

—节能。提出地下变电站在节能设计方面应重点关注的内容，包括设备材料选型、建筑节能、节水设计等。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能理解和执行条文规定，《地下变电站设计规程》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目次

1 总则.....	50
2 术语.....	51
3 站址选择与站区布置.....	52
3.1 站址选择.....	52
3.2 站区布置.....	52
3.3 进出线电缆通道.....	54
4 电气一次.....	55
4.1 电气主接线.....	55
4.2 电气布置.....	55
4.3 主变压器.....	55
4.4 高压配电装置.....	55
4.5 无功补偿装置.....	56
4.6 站用电系统.....	56
4.7 过电压保护和接地装置.....	57
4.8 电缆和光缆.....	57
4.9 建筑电气.....	58
5 系统及电气二次.....	59
5.1 继电保护及安全自动装置.....	59
5.2 调度自动化.....	59
5.3 通信.....	59
5.4 监控系统和二次接线.....	60
5.5 直流系统及不间断电源.....	60
5.6 辅助系统.....	61
5.7 二次设备布置.....	62
6 土建部分.....	63
6.1 作用.....	63
6.2 工程材料.....	64
6.3 建筑.....	64
6.4 结构.....	69
6.5 工程防水.....	70
6.6 基坑支护及地下水控制.....	70
7 采暖通风与空气调节.....	73
7.1 采暖.....	73
7.2 通风.....	73
7.3 空气调节.....	73

7.4 防、排烟.....	74
8 给水与排水.....	75
8.1 给水.....	75
8.2 排水.....	75
9 消防.....	76
9.1 消防设施.....	76
9.2 火灾探测和消防报警.....	77
10 工程勘察及环境调查.....	78
10.1 工程勘察.....	78
10.2 环境调查.....	80
11 节能与环境保护.....	82
11.1 节能.....	82
11.2 环保.....	83
12 劳动安全与职业卫生.....	86
12.1 劳动安全.....	86
12.2 职业卫生.....	86

1 总则

1.0.1 原标准 DL/T 5216—2017 第 1.0.1 条的修改条文，补充绿色低碳的要求。

1.0.2 原标准 DL/T 5216—2017 第 1.0.2 条的修改条文，将适用范围由 35kV~220kV 电压等级调整为 35kV~500kV 电压等级，并明确了独立建设的要求。

截至到2022年底，全国电力系统内总计建成和投入运行的66kV及以上电压等级全地下、半地下变电站约为167座，主要分布在北京、上海、深圳、广州等国内主要城市。经广泛调研，由于受到防火、环保等要求影响，绝大部分地下站采用独立建设方式，也有少部分早期建设的110kV地下变电站受规划影响，采用与办公及商业建筑合建的方式，但多数合建站采用气体绝缘变压器（GIT）。综合考虑地下变电站存在的火灾隐患、当前国内无油电气设备研制进展以及新颁布的《建筑防火通用规范》GB 55037-2022相关规定的要求，本规程将适用范围明确为独立建设的地下变电站。

1.0.3 新增条文。

本条文将原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.1 条调整至总则并做部分文字修改，主要明确了独立建设的地下变电站建设形式选择条件。由于采用可燃油油浸变压器、充有可燃油的高压电容器和多油开关的全地下变电站存在外部灭火困难、人员疏散不便以及油类流淌的“火烧连营”安全风险，条文保留原条文中“条件允许时宜优先建设半地下变电站”的规定。

1.0.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 1.0.3 条的修改条文，增加“应注重设备小型化、自动化、无油化或少油化、节能环保、免维护或少维护的特点”的地下变电站设计要求。

1.0.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 1.0.4 条的保留条文，此条未做修改。

2 术语

2.0.1 原标准 DL/T 5216—2017 第 2.0.1 条的修改条文，取消“主要”及“可与其他建筑结合建设”文字，与本标准适用范围保持一致。

2.0.2 原标准 DL/T 5216—2017 第 2.0.2 条的修改条文，将原条文“主控制室等”调整包括“消防控制室、安保用房等附属用房”。

2.0.3 原标准 DL/T 5216—2017 第 2.0.3 条的修改条文，明确半地下变电站为主变压器布置于地上，高压侧电气设备及部分电气设备布置于地下建筑内的变电站。

2.0.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 2.0.4 条的修改条文，调整部分文字。

2.0.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 2.0.5 条的修改条文，调整部分文字。

2.0.6 新增条文。

定义工程周边环境具体内容。

3 站址选择与站区布置。

3 站址选择与站区布置

3.1 站址选择

3.1.1 新增条文。

本条将原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.1 条调整至总则部分，新增条文明确了地下变电站站址选择总的原则，应根据电网结构、负荷分布、城市规划、景观协调、环境评价、交通运输、水文地质、消防安全的要求，通过技术经济比较选择适宜的站址方案。

3.1.2 新增条文。

补充地下变电站的征地主要原则。

3.1.3~3.1.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.2-3.1.3 顺延，文字部分调整，内容基本不变。

3.1.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.4 顺延，文字部分调整，取消“必要时应取得有关协议”的管理规定，本规程为技术性指导文件，不涉及工程管理问题。取消原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.5 条地下变电站与工业或公共建筑联合建设的有关规定。

3.1.6~3.1.8 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.1.6-3.1.8 保留条文，文字部分调整，细化原 3.1.7 条地下变电站站址选择应满足防洪防涝的具体要求。

近年来我国极端强降雨天气频现，多个省份位于蓄滞洪区的变电站、站区场地标高低于洪涝设防水位的变电站、邻近河道、水库堤坝下游且存在洪水漫溢风险的变电站灾害损失严重，考虑到地下变电站建筑物受洪涝影响较大的特殊性，本条文对地下变电站站址选择的要求较其他类型变电站选址更为严格。

3.2 站区布置

3.2.1 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.1 条的保留条文；

3.2.2 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.2 条的保留条文；

3.2.3 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.3 条的修改条文。取消当变电站与其它建（构）筑物合建时的要求；

3.2.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.4 条的修改条文。取消变电站与其它建（构）筑物合建的情况，补充应符合《建筑防火通用规范》GB 55037 的有关规定。原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.3 条与本条文重复，合并至本条文；

3.2.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.5 条的修改条文。取消“站区地面高程应按城市规划确定的控制标高设计”的规定，修改原条文“站区地面高程宜高于站外自然地面和相邻城市道路路面标高，以满足站区排水要求；”中“宜”修改为“应”；修改 110kV 地下变电站站区场地标高应高于频率为 1%（重现期，下同）的洪水水位或历史最高内涝水位，目的是提高地下变电站防洪涝灾害能力。

3.2.6 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.6 条的保留条文；

3.2.7 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.7 条和 3.2.8 条的合并修改条文。规定地下变电站的进站道路和站内道路的设置应根据运行、检修、消防和大件设备运输等要求，结合城市规划和站区自然条件等因素综合确定，并应符合现行标准 GB 55037、GB 50016 及 DL/T 5056 的有关规定。由于现行标准 GB 55037、GB 50016 及 DL/T 5056 已经对站区内道路设置要求有详细描述，故取消“变电站内的消防道路宜布置成环形，可利用临近城市道路成环；如成环有困难时，应具备回车条件。”、“站内道路路面宽度不应小于 3m，转弯半径不宜小于 7.0m；当用于消防道路时，道路路面宽度不应小于 4m，转弯半径不宜小于 9.0m、站内道路纵坡不宜大于 6%”等文字；

3.2.8 新增条文，补充地下变电站站区场地处理要求；

3.2.9 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.9 条的保留条文；

3.2.10 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.10 条的保留条文。

地下变电站一般设置大、小设备吊装口各一个。大设备吊装口供变压器等大型设备吊装使用，除吊装口上方为固定的吊装间外，吊装口在设备吊装后可恢复为道路、绿地或在吊装口上加通风百叶及活动屋顶兼作进风口常年使用。小设备吊装口为常设吊装口，供日常检修、试验设备及小型设备进、出变电站时吊装使用，一般设置在变电站主入口建筑内。这种设计思路的目的是力求使用方便，并减少地面建筑数量，利于地面建筑规划和观瞻。

3.2.11 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.11 条的修改条文。补充“当吊装口埋于地面以下时，应采取可靠的防水措施。”的要求。

一般地下变电站大吊装口可与地下空间的进风口合并设置，也可单独布置。当大型电气设备吊装口单独布置以减少地面建筑时，可埋于地面以下，吊装口盖板可采用预制盖板，便于后期设备吊装运输，但应采取可靠的防水措施。

3.2.12 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.2.12 条的修改条文。将原条文“覆土深度应满足城市绿化和其他管理部门的要求。”修改为“覆土深度应满足城市绿化和相关功能的要求。”

全地下变电站顶部覆土部分可结合城市规划、功能拓展等需求设置绿地、停车场、运动场所等，顶部覆土深度应满足城市绿化和相关功能的要求，并应尽量减少覆土厚度。对地下变电站顶部覆土部分有绿地率或绿化覆盖率要求时，其地下结构顶部平均覆土深度应符合当地规划和绿化部门法定控制的要求，例如北京地区植草皮覆土厚度需 1.2m，种灌木覆土厚度需 3.0m。

3.2.13 新增条文，补充地下变电站站区围墙要求，规定地下变电站的围墙和大门型式应根据城市规划景观和安全保卫要求等因素综合确定，当规划有要求时，全地下变电站可不设置围墙和大门，但应采取可靠的保安措施。

3.3 进出线电缆通道

3.3.1~3.3.3 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.3.1-3.3.3 条的保留条文。

3.3.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.3.4 条的修改条文。

明确进出线地下电缆通道与地下建筑接口处应设置分隔墙，使变电站与站外有效分开，以利于运行管理的安全划分。分隔墙应采取可靠的防水以及防站外电缆通道积水倒灌措施。分隔墙宜采用混凝土浇筑，分隔墙电缆进出线孔洞宜设置不锈钢防水套管或阻水法兰，电缆敷设后与埋管之间的空隙采用专用防水堵头可靠封堵，避免站外地下电缆通道区域积水通过管沟倒灌入变电站内。

3.3.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 3.3.5 条的修改条文。

明确电缆穿分隔墙处的防火分隔要求，应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃措施，满足 GB 50229 的相关规定。

4 电气一次

4.1 电气主接线

4.2 电气布置

4.2.1 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.1 条的修改条文。增加各层平面的配电装置室布置原则；

4.2.2 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.2 条的保留条文；

4.2.3 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.3 条的修改条文。提出地下变电站的配电装置室内空间和通道的设置原则；

4.2.4 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.4 条的保留条文；

4.2.5 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.5 条的保留条文；

4.2.6 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.6 条的修改条文，增加吊装口运输要求，“吊装挂点”修改为“吊装设施”；

4.2.7 原标准 DL/T 5216—2017 第 4.2.7 条的修改条文，补充主变压器室建议和 10/35kV 配电装置室贴临布置，避免走廊层高增加。

4.3 主变压器

4.3.1 此条未做调整；

4.3.2 此条未做调整；

4.3.3 此条未做调整；

4.3.4 此条对原 4.3.4 进行调整，增加 220kV 以上油浸式变压器冷却方式要求；

4.3.5 此条未做调整；

4.3.6 此条未做调整；

4.4 高压配电装置

4.4.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T5216-2017 第 4.1.3 条的修订条文，导体和设备选择相应要求调整在第 4.4.6 条。

4.4.2 新增条文。35kV~500kV 地下变电站配电装置位于一幢楼建筑物内，土建一期建成，因此布置应按最终规模考虑。根据工程的特点和发展规划，考虑地下变电站扩建的难度较大，也可将配电装置一次建成。

4.4.3~4.4.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T5216-2017 第 4.4.2~4.4.4 保留条文。

4.4.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T5216-2017 第 4.7.1 保留条文。

4.5 无功补偿装置

4.5.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.5.1 条的修改条文。

补充应符合现行电力行业标准《330kV~750kV 变电站无功补偿装置设计技术规定》DL/T 5014 的规定。

4.5.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.5.2 条的修改条文。

根据系统需要或由用户电力负荷的特殊性确定静止补偿装置的配置。

4.5.3 本条文为新增条文。

根据适用地下变电站电压等级范围，补充高压并联电抗器配置要求，条文引自《220kV~750kV 变电站设计技术规程》DL/T 5218-2012 第 5.4.2 条的内容。

4.5.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.5.3 条的保留条文。

4.5.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.5.4 条的修改条文。

根据适用地下变电站电压等级范围，补充 66kV 并联电容器的选型建议。

4.6 站用电系统

4.6.1-4.6.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.6.2 条的保留条文。

4.6.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.6.3 条的修改条文。

地下变电站的站用变压器优先选择无油型设备，特殊情况下可采用其他型式。

4.6.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.6.4 条的修改条文。

一般情况下，站用电源由站用变压器引接，其安全可靠性能得到保证。但考虑到 220kV 及以上和重要的 110kV 地下变电站的重要性，本条文建议引接站外保安电源或设置应急电源接口，供全站停电时通风、消防等负荷使用，以提高站用电源的可靠性。

4.6.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.6.5 条的保留条文。

4.7 过电压保护和接地装置

4.7.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.8.1 条的修改条文，增加建筑物防雷设计有关规定；

4.7.2 此条未做调整；

4.7.3 此条未做调整；

4.7.4 此条未做调整；

4.7.5 此条对原 4.8.5 进行调整，增加不同材质接地体连接点设置要求；

4.7.6 此条未做调整；

4.7.7 此条为新增条款，提出地下变电站人员出入处需采取均压的要求；

4.7.8 此条为新增条款，提出高土壤电阻率地区降阻措施要求；

4.8 电缆和光缆

4.8.1 此条未做调整。

4.8.2 此条未做调整。

4.8.3 此条未做调整。

4.8.4 此条未做调整。

4.8.5 此条为新增条款，提出光缆敷设的路径要求。

4.8.6 此条为新增条款，明确电缆防火封堵材料及耐火极限要求。

4.9 建筑电气

4.9.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.2 条的修改条文。

补充消防应急照明设计应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229、《建筑设计防火规范》GB 50016 和《消防应急照明和疏散指示系统技术标准》GB 51309 的规定。

4.9.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.3 条的修改条文。

区分备用照明和疏散照明。根据现行国家标准对消防应急照明设计的要求，交直流电源室、蓄电池室和防排烟机房备用照明的照度建议不低于工作照明的照度值。根据《建筑防火通用规范》GB 55037-2022 的要求，楼梯间疏散照明照度值提高至 10lx。

4.9.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.4 条的保留条文。

4.9.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.5 条的保留条文。

4.9.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.6 条的保留条文。

4.9.7 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.7 条的保留条文。

4.9.8 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.8 条的保留条文。

4.9.9 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 4.10.9 条的保留条文。

5 系统及电气二次

5.1 继电保护及安全自动装置

5.1.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 5.1.1 条的修改条文。

现行的国家标准《继电保护和安全自动装置技术规程》GB/T 14285、电力行业标准《电力系统继电保护设计技术规范》DL/T 5506 和国家标准《330kV~750kV 智能变电站设计规范》GB/T 51071 对 330kV 城市地下变电站设计仍适用。

5.1.2 原规程第 5.1.2 条的修改条文。

规定变电站继电保护装置的配置原则。安全自动装置应根据电力系统的需要经研究确定。

5.1.3 原规程第 5.1.3 条的保留条文。

引自《330kV~750kV 智能变电站设计规范》GB/T 51071 中的 6.1.9 条。

5.1.4 原规程第 5.1.4 条的保留条文。

5.2 调度自动化

5.2.1 原规程第 5.2.1 条的保留条文。

5.2.2 原规程第 5.2.2 条的修改条文。

根据目前变电站建设要求，增加了网络安全监测装置。

5.2.3-5.2.5 原规程第 5.2.3-5.2.5 条的保留条文。

5.3 通信

5.3.1 新增条文。

提出地下变电站通信设计的一般规定。

5.3.2 原规程第 5.4.1 的修改条文。

在原规程 DL/T 5216—2017 第 5.4.1 条文的基础上，补充了地下站光纤通信设计的相关规定，并对通信主要业务传输通道要求进行了规定。

5.3.3 原规程第 5.4.2 条和 5.4.3 条的修改条文。

对标准 DL/T 5216—2017 第 5.4.2 条文和 5.4.3 条文进行了补充，细化了地下站通信设备电源的设计要求。

5.3.4 原规程第 5.4.2 条的修改条文。

在原标准 DL/T 5216—2017 第 5.4.2 条文基础上，对公网通信的设计进行细化。根据地下站施工和运维人员反馈的情况，在工作期间需要使用手机，却经常遇到地下站手机信号不畅通带来的通信问题。提出了可以根据实际需求，对城市地下变电站无线公网信号不佳的区域，可通过无线公网通信进行覆盖，满足人员工作期间的通信需求。

5.3.5 原规程第 5.4.4 条的保留条文。

5.4 监控系统和二次接线

5.4.1、5.4.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》(DL/T 5216-2017) 第 5.3.1、5.3.3 的修改条文。

调整了“变电站计算机监控系统”的描述，根据《变电站监控系统设计规程》DL/T5149-2020的描述，改为“变电站监控系统”。

5.4.2、5.4.4、5.4.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》(DL/T 5216-2017) 第 5.3.2 条、第 5.3.4 条、第 5.3.5 条的保留条文。

5.5 直流系统及不间断电源

5.5.1 原规程第 5.5.1 条的修改条文。

明确一体化电源系统中的直流电源应满足电力行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044 的规定。

5.5.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 5.5.2 条的修改条文。

明确在 330kV 地下变电站中配置的一体化电源系统取消独立的通信电源。主要由于供电时间不同，无法共用同一组蓄电池组。

5.5.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 5.5.3 条的修改条文。

提出了变电站蓄电池容量宜按 2h 事故放电计算的要求，通信蓄电池电源按 4h 事故放电计算。

当事故照明未切换到手动投入情况下，为保证无人值班变电站检修人员 1h 赶到后，再工作 1h 的时间，在选择蓄电池组容量时，无人值班变电站的蓄电池组容量应能维持供电 2h。由于地下变电站均为无人值班，为保证检修人员 1h 赶到后，在工作 2h 的时间，通信电源的容量应能维持供电 3h~4h。上限 4h 是考虑到无人值班变电站通信的重要性，考虑事故后 3h 内未能恢复供电而需要继续保持通信的可能性。由于通信设备耗电量小，其计算容量一般不影响蓄电池选择结果。

5.5.4 本条文为新增条文。

5.5.5 本条文为新增条文。

提出了变电站不间断电源设计应符合《电力工程交流不间断电源系统设计技术规程》DL/T 5491 的规定。

5.6 辅助系统

5.6.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 5.6.1 条的修改条文。

联动控制：在照明不良的情况下，需要启动摄像头摄像时，联动摄像头辅助灯光、开启照明灯；发生火灾时联动报警设备所在区域的摄像机跟踪拍摄火灾情况、自动解锁房间门禁、自动切断风机电源、空调电源；发生非法入侵时，联动报警设备所在区域的摄像机；当配电设备室 SF6 浓度超标时，自动启动风机；通过对室内环境温度、湿度的实时采集，自动启动和关闭通风系统。

5.6.2 本条文为新增条文。

考虑到变电站的安全防和无人值守的运维需要，强调在变电站地上区域、地下区域配置视频监视设备，实现变电站安全防和设备区监视功能。摄像机可利用行为分析作为触发事件，球机将自动跟踪目标物体直至物体消失，并发出报警信息给智能辅助监控系统平台。

5.6.3、5.6.4 本条文为新增条文。

由于城市地下变电站地处市区，周边为公共区域，且为地下设施，一旦发生火灾，后果不堪设想。因此地下变电站除了满足国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的规定外，还应满足国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116 的规定，以保证地下变电站的消防设计能够满足消防验收的要求和消防安全要求。

5.6.5 本条文为新增条文。

根据引发火灾的三个主要原因电气故障、违章作业和用火不慎来看，电气故障原因引发的火灾居于首位。根据我国近几年的火灾统计，电气火灾年均发生次数占火灾年均总发生次数的 27%，占重特大火灾总发生次数的 80%，居各火灾原因之首位，且损失占火灾总损失的 53%，而发达国家每年电气火灾发生次数占总火灾发生次数的 8%~13%。原因是多方面的，主要包括电缆老化、施工的不规范、电气设备故障等。通过合理设置电气火灾监控系统，可以有效探测供电线路及供电设备故障，以便及时处理，避免电气火灾发生。

5.7 二次设备布置

5.7.1-5.7.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 5.7.1-5.7.2 条的修改条文，5.7.3 为新增条文。

从节省控制电缆、简化设备布置和抗电磁干扰能力的角度，对二次设备布置提出一般要求。

5.7.4 新增条文。

由于城市地下变电站后期改、扩建难度大，为应对一般工程情况，提出间隔层设备宜下放的要求，同时提高了二次备用屏柜的比例要求，有条件的建议按照屏柜总数 20%考虑。

6 土建部分

6.1 作用

6.1.1 新增条文。

作用在变电站地下结构上的荷载，如地层压力、水压力、地面各种荷载及施工荷载等，有许多不确定因素，所以必须考虑每个施工阶段的变化及使用过程中荷载的变动。

1 地面车辆荷载及其冲力：一般可简化为与结构埋深有关的均布荷载，但覆土较浅时应按实际情况计算。

2 其他未加说明的部分，可按本节条文或参照国家有关规范，依实际情况取值。

6.1.2 新增条文。

作用计算时应选择使结构整体或构件的工作状态为最不利的荷载组合及加载状态来进行设计，按照《户内变电站建筑结构设计规程》DL/T 5602-2021 中相关参数规定执行。

6.1.3 新增条文。

地层压力是地下结构承受的主要荷载。

由于影响地层压力分布、大小和性质的因素很多，应根据地下结构的具体条件，结合已有的试验、测试和研究资料慎重确定，一般情况下，土质地下结构可按下述通用方法计算土压力：

1 竖向压力：底板以上全部覆土荷载，对于种植地坪采用土层饱和容重进行计算覆土荷载；

2 水平压力：根据结构受力过程中墙体位移与地层间的相互关系，分别按主动土压力、静止土压力或被动土压力理论计算；在黏性土中应考虑粘聚力影响。

3 计算土层的侧压力时，一般有两种方法，一种是将土压力与水压力分开计算(水土分算)，另一种是将水压力作为土压力的一部分进行计算(水土合算)。两种方法的适用条件详见 6.1.4 条说明。

6.1.4 新增条文。

引自《地铁设计规范》(GB 50157-2013)中第 11.2.3 条，其中砂性土或黏性土的表述引至《建筑地基基础设计规范》GB 50007。

6.1.5 新增条文。

引自《地铁设计规范》(GB 50157-2013)中第 11.2.7 条和《工程结构通用规范》(GB

55001-2021) 中第 4.2.13 条。

本条对地下室顶板的施工荷载作出规定。地下室顶板等部位在建造施工和使用维修时,往往需要运输、堆放大量建筑材料与施工机具,因施工超载引起建筑物楼板开裂甚至破坏时有发生,应该引起设计与施工人员的重视。具体执行可按照如下原则:

1 地下室顶板施工活荷载标准值不应小于 5.0kPa。当有地面堆载以及有重型车辆通过时,施工组织设计中应按实际荷载验算,且不小于 20kPa,并应采取相应措施。

2 地下室顶板以外的地面荷载应考虑设备运输及吊装荷载、施工机具荷载和地面堆载等不利作用,施工组织设计中应按实际荷载验算,不宜小于 10kPa,并应采取相应措施。

6.2 工程材料

6.2.1 新增条文。

引自《地铁设计规范》(GB 50157-2013)第 11.3.1 条。

6.2.2 新增条文。

引自《工程结构通用规范》(GB 55001-2021)第 2.5.2 条。

6.2.3 新增条文。

引自《地铁设计规范》(GB 50157-2013)第 11.3.2 条。

6.2.4 新增条文。

引自《地铁设计规范》(GB 50157-2013)第 11.3.3 条。

6.2.5 新增条文。

引自《混凝土结构设计规范》(2015 年版)(GB 50010—2010)第 11.2.2 条、《地铁设计规范》(GB 50157-2013)第 11.3.4 条。

6.2.6 新增条文。

引自现行国家标准《地下工程防水规范》(GB 50108-2008)中第 4.1.6 条的规定要求。

6.3 建筑

6.3.1 原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.1 条的保留条文。

地下变电站选址一般毗邻或位于城市商业区、居住区、公共绿地、城市广场等景观、环保、消防、安全要求高的区域,按照城市高质量发展的规划要求,地下变电站应妥善处理地上建筑景观设计、安全保卫、噪声控制以及进排风口设置等。地上建(构)筑物整体造型与

色彩处理要求应与周围环境协调，以满足城市景观的要求。当城市规划对地上建（构）景观要求较高时，在满足工艺需要的前提下可考虑通过外立面处理、增加外装饰构件等进行遮掩和装饰，并结合场地绿化、小品进行综合景观设计。

6.3.2 原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.2 条的修改条文。

参考《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056-2007 中的第 6.2.1 条。由于地下变电站生产建筑对于防洪防涝要求应高于普通地上变电站，故规定生产建筑物（主要指地下变电站厂房）地上室内地坪高出室外地坪不应小于 0.45m（考虑场地设计坡度，以建筑物出入口处计算）。同时，近年来，国内极端暴雨天气频出，为保证地下变电站汛期安全，参考国家电网公司变电站工程防汛防涝相关文件要求，对地下变电站厂房地上建筑物室内地坪高出室外地坪高差适当提升到 0.60m，附属建筑室内地坪高差要求保持不变。

6.3.3 原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.3 条内容合并调整到站区布置第 3.2.4 条。

本条为原标准第 6.1.4 条，本条拆分为 6.1.3 及 6.1.4 两条，分别对功能房间设置及火灾危险分类进行规定。功能房间增加保电值班室、运维值班室、防汛器材室等辅助用房。

6.3.4 本条为原标准第 6.1.4 条地下变电站各设备房间火灾危险性分类及耐火等级的修改条文。

本条文按照地下变电站主要设备房间分类，参照现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229-2019 对各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级进行规定。二次设备室（继电器室）火灾危险性分类由丙类改为丁类。同时，根据现行国家标准 GB 55037 第 5.1.2 条的规定，当设备房间位于地下、半地下时，明确其耐火等级应为一级。

6.3.5 本条为原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.5 条的修改条文。

根据现行国家标准 GB 55037、GB 50016，将原规定“地下变电站的消防控制室，宜设置在建筑内首层或地下一层”中的“宜”修改为“应”，与现行规范强条保持一致。目前，部分城市地下变电站的消防控制室兼用于警卫值守，为保证值守人员出入方便、快捷，消防控制室宜靠外墙部位布置，其疏散门应直通室外或安全出口。

6.3.6 原标准 DL/T 5216—2017 第 6.1.6 条的修改条文。

本标准适用范围为独立建造的地下变电站，故取消原标准第 6.1.6 条关于合建的规定。本条为原标准第 6.1.7 条的保留条文，对地下厂房防火分区面积计算进行规定。

6.3.7 原标准第 6.1.8 条的修改条文。

本条将原标准 6.1.8 条拆分为 6.3.7 及 6.3.8 两条。本条文参照 GB 50016 及 GB 50037 编写，对安全出口数量进行规定。

6.3.8 原标准第 6.1.8 条的修改条文。

本条参照 GB 50016 及 GB 50037 编写，地上部分与地下部分出入口应严格分开，不可在隔墙上设乙级防火门。

6.3.9 原规程第 6.1.9 条的保留条文。

本条文引自国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.7.4 条规定。

6.3.10 原规程第 6.1.10 条的保留条文。

本条文要求地下变电站在设计门、楼梯及走道的宽度时，除满足国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.7.5 条的安全疏散要求外，还应结合考虑小型设备运输的要求。同时，根据 GB 50037 第 7.1.5 条增加疏散净高要求。

6.3.11 原规程第 6.1.11 条的修改条文。

本条文参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 6.4.2 条、第 6.4.4 条及《建筑防火通用规范》GB 55037 第 7.1.10 条规定制定。

6.3.12 新增条文。

本条文参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 7.3.5、7.3.6、7.3.7、7.3.8 条规定制定。

6.3.13 原规程第 6.1.12 条的修改条文。

本条文对原规程 6.1.12 条进行细化。参照国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229-2019 第 11.2.4 条内容编写。

6.3.14 新增条文。

参照国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229-2019 第 11.2.5 条内容编写。

6.3.15 新增条文。

本条文参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 6.2.3 条、6.2.7 条，《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229-2019 第 11.2.2 条内容编写。

6.3.16 新增条文。

本条文参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 6.5.2 条内容编写。

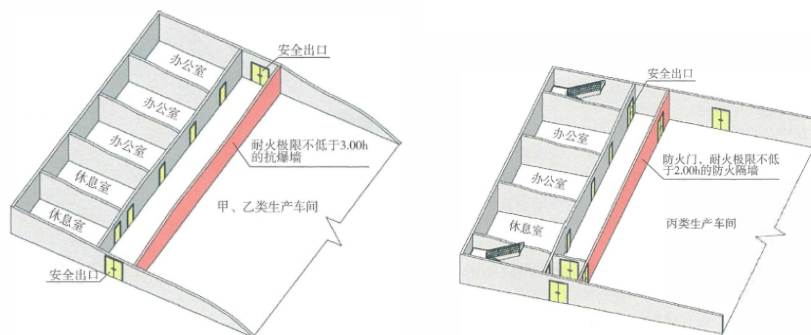
6.3.17 新增条文。

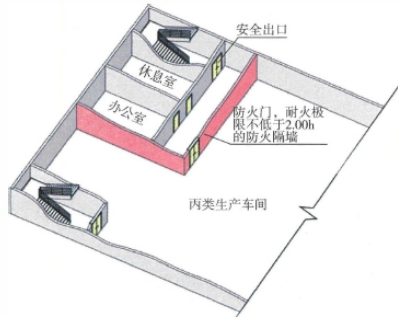
本条文参照国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016-2014 第 3.3.5 条，《建筑防火通用规范》4.2.2 条内容编写。警卫室、消防控制室、保电值班室、运维值班室、防汛器材室、男女卫生间、备餐间等用房可作为直接服务生产的辅助用房。《建筑防火通用规范实施指南》内说明，直接为生产服务的办公室、休息室等辅助用房，是为满足连续生产、产品质量控制所需控制与调度、在线监测、检验与检测的房间，保障生产作业人员职业健康所需临时休息室，保障生产所需设备用房等房间，属于生产性建筑中的不同用途的房间，允许与生产车间合建或直接设置在丙、丁、戊类生产厂房或车间内。但是，这些生产辅助用房与生产场所的火灾危险性不同，因此仍需要合理确定其布置位置、设置必要的独立安全出口，采取满足防火要求的分隔措施，以减少火灾的危害。这些生产辅助用房的设置可以按照以下情形区别对待：

1) 当生产辅助用房的建筑面积较小且分散布置时，可以视作生产过程中具有一定围护结构的工位，其防火要求与所在区域对应类别火灾危险性的生产场所相同。

2) 当生产辅助用房的建筑面积较大时，应避开生产厂房中火灾危险性较大的位置集中布置，并设置独立的安全出口。在此情况下，尽管这些生产辅助用房与生产厂房是组合建造的，但除设备用房和库房外，其他辅助用房的防火要求应符合相应民用建筑的相关要求。

3) 所谓独立的安全出口，是指该出口不需要经过生产区域即可直接通向室外或疏散楼梯间。对于多层和高层生产厂房，当辅助用房通过单独的安全出口连通至疏散楼梯间的前室或封闭楼梯间，并与生产区域共用疏散楼梯间时，该出口可以视为独立的安全出口。员工宿舍严禁设置在厂房内。





6.3.18 原规程第 6.1.13 条的修改条文。

本条文对原规程 6.1.13 条进行细化。

6.3.19 原规程第 6.1.14 条的修改条文。

本条文对原规程 6.1.14 条进行细化。按国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229-2006 第 6.6.6 条确定屋内含油电气设备事故贮油池的设置原则。单台油量大于 100kg 的屋内含油电气设备，应设置贮油坑或挡油设施，贮油坑或挡油设施的容积宜按单台设备油量的 20% 设计，并应设置能够将事故油排至安全处的设施。当不能满足上述要求时，应设置能容纳全部油量的贮油设施。对于屋内含油电气设备，如果未设置水喷雾灭火系统，也未设置总事故油池，则贮油坑应能容纳设备的全部油量。如果设置水喷雾灭火系统，消防时的事故油和消防水一起排出，贮油坑的容量不能满足要求，要将事故油和消防水排至安全处，可设置总事故油池。事故油池的容量、功能应根据油量、水量、排放条件综合确定。在设计变压器事故油池有效容积时，不应忽略水喷雾、细水雾灭火、消火栓设施动作后消防水的容量。

6.3.20 原规程第 6.1.15 条的修改条文。

本条文参照《民用建筑通用规范》GB 500031 第 6.6.1 条修改栏杆高度。

变电站大型设备的吊装条件、运输条件是地下变电站设计重点考虑的问题。常设小吊装口宜设吊装设备；GIS 室及主变压器间宜考虑设备安装及检修时的吊装机具的安装条件。另外，对安全防护设施描述进行了细化。常设吊装口是为安装、检修设备运输方便设置的永久性吊装口，应具备安全防护措施。

6.3.21 原规程第 6.1.16 条的修改条文。

调整语句结构，增加通风口距地坪最低要求。

排风口外侧为绿地时，地上排风口下沿高出室外地坪不宜小于 1.2m，是考虑附近草木的生长。排风口外侧为公共人行通道时，排风口下沿高出人行通道不宜小于 2.0m。当排风

口设计通风风速、噪音等满足城市规划、环保、绿化要求时，排风口下沿高度可以降低。强调通风口增加防雨顶盖要求。

6.3.22 原规程 6.1.17 条的保留条文。

变电站在保证基本使用功能的前提下，简化内部装修，可降低建设投资和投产运行后的建筑维护费用。同时，地下部分各部位内装修材料燃烧性能等级应符合现行国家标准《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

6.3.23 原规程 6.1.18 条的保留条文。

设备房间规定一般不吊顶，主要是防止吊顶材料由于锈蚀老化坠落引起电气故障。按以往设计经验，二次设备室房间宜采用活动地板，GIS 电气设备室等配电装置室宜采用燃烧性能为 A 级的耐磨水泥基自流平等不起尘的地面面层；变压器室、无功补偿设备室可采用细石混凝土地面；二次设备室、配电装置室的顶棚及靠近电气设备的墙面，不采用易剥落的材料粉刷。

6.4 结构

6.4.1 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 规定：普通房屋和构筑物的设计使用年限为 50 年，纪念性建筑和特别重要的建筑结构设计使用年限为 100 年。考虑到地下或半地下变电站对城市供电的重要性及其破坏后果的严重性，地下变电站的设计使用年限应按不低于 50 年设计，实际工程可以根据变电站对城市供电的重要性及其破坏后果的严重性，经可靠论证后提高设计使用年限。

6.4.2 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 中规定：一般的房屋建筑结构的安全等级为二级，重要的房屋建筑结构的安全等级为一级。《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 将 220kV 及以下的重要枢纽变电站与 330kV、500kV 变电站划为一类。根据上述及其他结构规范分类或规定，同时考虑地下或半地下变电站对城市供电的重要性及其破坏后果的严重性，确定 220kV 枢纽变电站及 330kV 电压等级以上地下变电站的安全等级为一级。

6.4.3 本条为新增条款，规定了地下结构设计的主要原则。

6.4.4 本条为新增条款，规定了地下结构的净空尺寸应满足的条件。

6.4.5~6.4.7 对原规范 6.2.3~6.2.11 进行了调整，规定了地下变电站结构形式选择与计算、结构变形及构造设计以及抗浮设计要求。

6.4.8 本条为新增条款，规定了地下变电站结构耐久性设计要求。

6.4.9 对原规范 6.2.12、6.2.13 进行了调整，细化了地下变电站地基与基础设计规定。

6.4.10 本条为新增条款，规定了地下部分主体外围护结构的防腐蚀设计要求。

6.5 工程防水

6.5.1 原 6.3.1 条增加《防水规程》要求；

6.5.2 原 6.3.2 条补充 110kV 及以下防水等级；

6.5.3 新增条文。按照《防水规程》增加地下主体一级防水的做法要求；

6.5.4 新增条文。明确防水设计的做法具体要求；

6.5.5 原 6.3.4 按照《防水规程》补充地下工程迎水面主体混凝土的相关要求；

6.5.6 原 6.3.3 保留条文；

6.5.7 原 6.3.6 按照《防水规程》补充排水沟坡度；

6.5.8 原 6.3.7 按照《防水规程》补充屋面防水等级及做法符合《屋面工程》规范；

6.5.9 原 6.3.8 的修改条文。

根据最新规范调整，规定屋面防水等级应符合现行国家标准《建筑与市政工程防水通用规范》GB 55030规定的一级。

6.5.10 新增条文。补充墙面防水等级和做法。

6.5.11 原 6.3.5 修改条文。按照《防水规程》补充节点构造要求。

6.6 基坑支护及地下水控制

6.6.1 基坑工程是一项与工程地质、水文地质、周围环境保护要求等密切相关的工程，具有风险大、制约因素多、计算理论不完善、设计与施工关联度大、施工难度高等特点。地下变电站内部空间大、房间不规则、层高高、楼板缺失多、开挖深度大、防水要求高。因此，地下变电站基坑工程应综合考虑其结构类型、工程地质和水文地质条件、基坑开挖深度、当地施工条件等有关因素，并根据基坑工程安全等级，选择合理的基坑支护方案。

6.6.2 本条文引自《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012 第 3.1.1 条。另外，基坑支护结构与主体结构相结合时，基坑支护结构在地下变电站的使用期间作为其结构的一部分，因此，其设计使用期限应与主体结构的设计使用年限相同。

6.6.3 基坑工程安全等级的划分有原则性划分和定量划分等方法。《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 采用的是原则性划分方法。地方规程如上海、北京等采用的是定量划分的方法。《建

筑基坑支护技术规程》JGJ 120 考虑到基坑深度、周边建筑物距离及埋深、结构及基础形式、土的性状等因素对破坏后果的影响程度难以用统一的标准界定，定量化的方法对具体工程可能会出现不合理的情况，所以采用原则性划分方法。地方规程如上海以基坑开挖深度为划分依据；北京以基坑开挖深度、邻近建（构）筑物及管线与坑边的相对距离比和工程地质、水文地质条件为划分依据。以上规程规范的共同点是都将基坑工程安全等级分为三级。

6.6.4 本条文参照 《建筑基坑支护技术规程》JGJ120—2012 第 3.1.4 条和有关规程制定。

6.6.5~6.6.9 基坑支护方案主要有顺作法和逆作法两类基本形式。顺作法是基坑工程传统的施工方法，工艺成熟，基坑支护的设计与主体结构关联度较小，工程进度制约因素少。由于地下变电站本身的布置特点，变压器室净高较高，临时支撑设计时需特别注意变压器室内的支撑布置与换撑方案。逆作法的基坑的对基坑周边的环境影响较小。但逆作法技术复杂，施工难度高，施工质量和进度制约因素较多。对地下变电站而言，当基坑周边环境要求高时可考虑采用逆作法。

在已建的地下变电站基坑工程中，一般采用钢筋混凝土支撑或钢支撑，也有采用钢支撑与钢筋混凝土支撑结合的形式。采用钢筋混凝土支撑可以较好地控制基坑围护结构的变形和对周边环境的影响，但拆除困难。钢支撑可以重复利用，但施工工艺要求较高。

内支撑竖向传力体系一般采用格构柱结合钻孔灌注桩或型钢结合钻孔灌注桩等形式。需要时，灌注桩可作为地下变电站的工程桩。

6.6.10 利用主体结构兼作基坑支护结构时，由于施工阶段和使用阶段的荷载和结构等有所不同，所以应分别进行施工阶段和使用阶段的支撑及结构计算，在基坑开挖阶段应根据相关规范满足支护结构的设计计算要求，在永久使用阶段应根据相关规范满足主体结构的设计计算要求。

作用在围护结构及主体结构上的土压力与围护结构及主体结构的位移密切相关。考虑到基坑开挖阶段围护结构位移的存在，所以施工阶段坑外土压力一般采用主动土压力。主体结构建成后，侧向土压力等回复到稳定状态，所以永久使用阶段坑外土压力一般采用静止土压力。

由于支护结构是主体结构的一部分，因此，在施工阶段支护结构的变形、沉降量与差异沉降均应在限值规定内，与主体结构对变形和沉降的要求相一致。同时要求结构的节点连接和防水构造等均应稳定可靠，满足设计要求。

6.6.11 软土地区基坑工程设计内容除支护结构方案选择、稳定性验算、承载力和变形计算等以外，为了增强支护结构的稳定性，控制基坑的变形，给施工和土方开挖创造条件，可以考虑进行基坑土体加固。根据工程经验，基坑土体加固可采用水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、注浆、降水等方法。

6.6.12 当采用地下连续墙和内衬墙完全结合的两墙合一的外墙结构形式时，常常采用将地下连续墙内表面提前凿毛，并将后续内衬墙混凝土与外部地下连续墙浇筑在一起的做法，内衬墙和地下连续墙共同作为结构外墙使用，两者之间无柔性防水卷材，完全靠混凝土结构抵御外部地下水的渗透力，因此，地下连续墙的混凝土抗渗性能必须按照主体结构的防水要求进行设计，同时必须对地下连续墙墙身抗渗能力最为薄弱的墙缝处采取有效的防水处理措施。

6.6.13~6.6.15 本条文为新增条文。

本次新增了有关地下水控制相关条文，参照《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 与《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 有关规程制定。

6.6.16~6.6.17 本条文为新增条文。

本次新增了有关基坑监测基本要求的相关条文，参照通用规范《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003 、国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497、行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120 有关规程制定。

7 采暖通风与空气调节

7.1 采暖

7.1.1 原规程第 7.1.1 保留条文。

7.1.2 原规程第 7.1.2 保留条文。

7.1.3 原规程第 7.1.3 保留条文。

7.1.4 新增条文。

直接布置在有爆炸危险场所中的电暖气，有产生火花引起燃烧或爆炸事故，为此规定应采用防爆型。

7.1.5 新增条文。

当采暖房间的室内温度达到设定值后电暖气自动断开电路，当室内温度低于设定值时电暖气自动接通电路。

7.2 通风

7.2.1 原规程第 7.2.1 保留条文。

7.2.2 原规程第 7.2.2 保留条文。

7.2.3 原规程第 7.2.3 保留条文。

7.2.4 原规程第 7.2.4 保留条文。

7.2.5 原规程第 7.2.5 保留条文。

7.2.6 原规程第 7.2.6 保留条文。

7.2.7 原规程第 7.2.7 保留条文。

7.2.8 原规程第 7.2.8 修改条文。

增加含SF₆气体电气设备间通风设备及附件的防腐要求，提高通风设备使用寿命。

7.2.9 新增条文

新增蓄电池室通风相关要求。

7.2.10 原规程第 7.2.9 保留条文。

7.2.11 原规程第 7.2.10 保留条文。

7.3 空气调节

7.3.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》（DL/T 5216-2017）第7.3.1条的保留条文。

7.3.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》（DL/T 5216-2017）第7.3.2条的修改条文。

引用现行行业标准《220kV~750kV 变电站设计技术规程》（DL/T 5218-2012）第8.3.2条部分内容、《火力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》（DL/T 5035-2016）第6.2.2条的部分内容对室内设计参数进行了补充。

7.3.3 本条文为新增条文。

引用现行行业标准《火力发电厂供暖通风与空气调节设计规范》（DL/T 5035-2016）第6.2.2条部分内容。

7.3.4 本条文为新增条文。

引用现行行业标准《220kV~750kV变电站设计技术规程》（DL/T 5218-2012）第8.3.2条部分内容、《国家电网有限公司十八项电网重大反事故措施》第16.3.1.14条部分内容。

为避免因空调全停导致机房温度失控，影响设备运行，对重要通信站提出空调配置要求；同时增加送风口安装位置要求，避免出现因滴水导致设备短路。

7.3.5 本条文为新增条文。

参照现行国家规范《±800kV直流换流站设计规范》（GB/T 50789-2012）第9.1.7条。

7.4 防、排烟

7.4.1 补充涉及防烟排烟的现行国家标准《建筑防火通用规范》GB 55037、《消防设施通用规范》GB 55036、《火力发电厂及变电站设计防火标准》GB 50229 及《建筑防烟排烟系统技术标准》GB 51251。

7.4.2 对于规模较小的地下变，可能存在封闭楼梯间，因此补充封闭楼梯间加压送风要求。

7.4.3 原规范《35kV~220kV城市地下变电站设计规程DL/T 5216》引用条文。

7.4.4 参考现行国家标准《火力发电厂及变电站设计防火标准》GB 50229，明确电气设备房间应设置火灾后排风设施，灭火后需尽快进行排烟。

8 给水与排水

8.1 给水

- 8.1.1 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》引用条文。
- 8.1.2 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》引用条文，考虑市政水压的不确定性，增加了设置减压装置的相关条文。
- 8.1.3 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》引用条文。
- 8.1.4 考虑寒冷及严寒地区冬季温度较低，相关冻坏水管的事故时有发生，本条增加管道保温相关条文。
- 8.1.5 明确电气设备房间内除必要设置的消防水管外，不应设置其他有压水管，杜绝有压水管爆裂或漏水风险。

8.2 排水

- 8.2.1 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》引用条文。
- 8.2.2 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》8.2.2 条与 8.2.3 条合并。
- 8.2.3 考虑地下变电站重要性，本条明确排水系统应设置备用泵。
- 8.2.4 本条旨在提升地下变电站排水可靠性，对排水泵电源配置进行相关要求。
- 8.2.5 提出按流体属性选择水泵种类。
- 8.2.6 原规范《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》8.2.4 条引用条文。

9 消防

9.1 消防设施

9.1.1 本条规定为建筑消防给水设计和消防设施配置设计的基本原则。建筑的消防给水和其他主动消防设施设计，应充分考虑建筑的类型及火灾危险性、建筑高度、使用人员的数量与特性、发生火灾可能产生的危害和影响、建筑周边的环境条件和需配置的消防设施的适用性，使之早报警、快速灭火、及时排烟，从而保证人员及建筑的消防安全。

9.1.2 《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》9.1.2 条。

建筑室外消火栓系统包括水源、水泵接合器、室外消火栓、供水管网和相应的控制阀门等。室外消火栓是设置在建筑物外消防给水管网上的供水设施，也是消防队到场后需要使用的基本消防设施之一，主要提供消防车从市政给水管网或室外消防给水管网取水向建筑室内消防给水系统供水，也可以经加压后直接连接水带、水枪出水灭火。

9.1.3 引自《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》9.1.3 条。

本条规定了地下变电站需要设置室内消火栓的场所。在实际设计中不应仅限于这些场所，还应按照有关专项标准的要求确定。

9.1.4 北京地区一座 110kV 地下变电站曾经发生消防水管被冻裂，大量消防水进入地下电缆夹层事故；乌鲁木齐两座 110kV 变电站也因发生消防水管冻裂，导致废水集水坑及废水泵被冻结。在寒冷地区对消防水管路采取防冻措施是必要的。

9.1.5 本条文中“地下变电站”包括全地下及半地下变电站，因此指明位于地下的油浸变压器室应设置自动灭火系统。半地下变电站中油浸变压器位于地上，根据现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229，电压为 330kV 且单台容量为 125000kVA 及以上的油浸变压器应设置固定灭火系统，低于 125000kVA 的油浸变压器可不设置固定灭火系统。

但对于建设在城市建筑及人口密集地区的地下变电站，还应视公共消防条件是否便利综合考虑确定是否设置自动灭火系统。而干式变压器室火灾危险性为丁类，可不设置自动灭火系统。

本条文说明目前国内地下油浸式变压器室常用的自动灭火系统。35kV 和 110kV 变压器室房间体积较小，可采用气体灭火系统和水喷雾灭火系统等。220kV 变压器室体积较大，如采用气体灭火系统，气瓶数量多，投资大，因此常采用水喷雾灭火系统。水喷雾灭火系统的设置应符合《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219 的有关规定。

另外近年来随着《细水雾灭火系统技术规范》GB 50898 颁布执行，我国也在使用细水雾灭火系统。目前国内地下油浸变压器室常用的固定灭火系统为：水喷雾、高压细水雾及泡沫喷雾灭火系统。

9.1.6 引自《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》9.1.7 条。

引自《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程 DL/T 5216》9.1.8 条。移动式灭火器是建筑防火常用的消防设施；按照现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140 和《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229，提出本条文要求。

9.2 火灾探测和消防报警

9.2.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 9.2.1、9.2.2 条修改条文。

修改 GB 50229 标准名称；新增《消防设施通用规范》GB 55036、《电力设备典型消防规程》DL 5027 的规定。

9.2.2 本条文为新增条文。

根据现行国家标准《火灾自动报警系统设计规范》GB 50116、《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229、现行行业标准《电力设备典型消防规程》DL 5027 等，提出地下变电站火灾探测区域。

9.2.3 本条文为新增条文。

提出地下变电站的消防设计能够满足消防验收的要求。

9.2.4 本条文为新增条文。

根据引发火灾的三个主要原因电气故障、违章作业和用火不慎来看，电气故障原因引发的火灾居于首位。根据我国近几年的火灾统计，电气火灾年均发生次数占火灾年均总发生次数的 27%，占重特大火灾总发生次数的 80%，居各火灾原因之首位，且损失占火灾总损失的 53%，而发达国家每年电气火灾发生次数占总火灾发生次数的 8%~13%。原因是多方面的，主要包括电缆老化、施工的不规范、电气设备故障等。通过合理设置电气火灾监控系统，可以有效探测供电线路及供电设备故障，以便及时处理，避免电气火灾发生。

10 工程勘察及环境调查

10.1 工程勘察

10.1.1、10.1.2 本条文为新增条文。

引自《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120-2012)中第 3.2.1 条,《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909-2014 中第 6.9.2 条、《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 的 9.2 节并适当调整。

地下变电站工程建设阶段一般包括可行性研究、初步设计、施工图设计、工程施工等阶段。由于地下变电站工程投资较大,建设各阶段对工程技术的要求高,各个阶段所解决的工程问题不同,对岩土工程勘察的资料深度要求也不同。根据各设计阶段的要求,分阶段开展岩土工程勘察工作,规避工程风险。

鉴于工程地质现象的复杂性和不确定性,按一定间距布设勘探点所揭示地层信息存在局限性;受周边环境条件限制,部分钻孔在详细勘察阶段无法实施;工程施工阶段若周期较长,在此期间,地下水和周边环境会发生较大变化;同时在工程施工中经常会出现一些工程问题。因此,地质情况复杂工程在施工阶段有必要开展勘察工作,对地质资料进行验证、补充或修正。

不良地质作用、地质灾害、特殊性岩土等岩土工程问题往往具有复杂性和特殊性,采用常规的勘探手段,在常规的勘探工作量条件下难以查清。因此,对工程方案有重大影响的岩土工程问题应进行专项勘察工作,提出有针对性的工程措施建议,确保工程规划设计经济、合理,工程施工安全、顺利。

依据现行国家标准《城市轨道交通结构抗震设计规范》GB 50909-2014 中第 6.9.2 条要求采用时程分析计算时“计算模型的侧面边界距地下结构的距离不宜小于 3 倍结构单边最大尺寸,不应采用完全固定或完全自由等不合理边界条件。计算模型底面与地下结构底面距离不宜小于 3 倍结构单边最大尺寸;当地下结构埋深较深,结构与基岩的距离小于 3 倍结构单边最大尺寸时,计算模型底面宜取至基岩面;当地下结构嵌入基岩时,计算模型底面宜取至基岩面以下。”因此如果主体结构按相关规范要求进行抗震计算分析,宽度不宜小于主体宽度的 3 倍;深度不宜小于基坑深度的 3 倍。

基床系数在有经验地区可通过原位测试、室内试验结合本规范建议的经验值综合确定,必要时通过专题研究或现场 K30 载荷试验确定。

基床系数经验值

岩土类别		状态/密实度	基床系数 K (MPa/m)	
			水平基床系数 K_h	垂直基床系数 K_v
新近沉积土	黏性土	软塑	10~20	5~15
		可塑	12~30	10~25
	粉土	稍密	10~20	12~18
		中密	15~25	10~25
软土（软黏性土、软粉土、淤泥、淤泥质土、泥炭和泥炭质土等）		——	1~12	1~10
黏性土	流塑	3~15	4~10	
	软塑	10~25	8~22	
	可塑	20~45	20~45	
	硬塑	30~65	30~70	
	坚硬	60~100	55~90	
粉土	稍密	10~25	11~20	
	中密	15~40	15~35	
	密实	20~70	25~70	
砂质土	松散	3~15	5~15	
	稍密	10~30	12~30	
	中密	20~45	20~40	
	密实	25~60	25~65	
圆砾、角砾	稍密	15~40	15~40	
	中密	25~55	25~60	
	密实	55~90	60~80	
卵石、碎石	稍密	17~50	20~60	
	中密	25~85	35~100	
	密实	50~120	50~120	
新黄土	可塑、硬塑	30~50	30~60	
老黄土	可塑、硬塑	40~70	40~80	
软质岩土	全风化	35~39	41~45	

	强风化	135~160	160~180
	中等风化	200	220~250
硬质岩石	强风化或 中等风化	200~1000	
	未风化	1000~15000	

10.1.6 本条文为新增条文。

引自《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 中第 18.2.1 条和《工程勘察通用规范》GB 55017-2021 中第 6.1.2 条，结合《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 中第 9.2.6 条适当调整。

10.2 环境调查

10.2.1~10.2.2 新增条文。

结合《建筑地基基础设计规范》5007-2011、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012，参考《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307-2012 的 17.1 节和 17.2 节，并适当调整。

地下变电站工程周边存在着大量的地上、地下建（构）筑物、地下管线、人防工程等环境条件，对工程设计方案和工程安全产生重大的影响，地下工程的施工容易导致周边环境产生破坏。因此，岩土工程勘察前需要从建设单位获取地形图、地下管线及地下设施分布图，以便勘察单位在勘察期间确保地下管线和设施的安全，并在勘察成果中分析工程与周边环境的相互影响。

工程周边环境资料是工程设计、施工的重要依据，地形图及地下管线图往往不能满足周边环境与工程相互影响分析及工程环境保护设计、施工的要求。因此，有必要在工程建设中开展周边环境专项调查工作，取得周边环境的详细资料，以便采取环境保护措施，保证环境和城市轨道交通工程建设的安全。目前，工程周边环境的专项调查工作，是由建设单位单独委托，承担环境调查工作的单位，可以是设计单位、勘察单位或其他单位。建（构）筑物调查成果资料的整理应符合下列规定：

1 编制调查报告，报告内容包括文字报告、调查对象成果表、调查对象平面位置图、调查对象的影像资料等。

2 文字报告主要包括：工程概述、调查依据、调查范围、调查对象及内容、调查方法、工作量完成情况及调查成果汇总，初步分析工程与建（构）筑物的相互影响、划分环境风险

等级，提出有关的措施和建议，说明调查工作遗留问题。

3 调查对象成果表主要包括：名称、产权单位、使用单位、使用性质、修建年代、地上和地下层数、地基基础形式与埋深等。

4 调查对象应在平面位置图上进行标识。

5 工程环境调查报告中应详细说明资料获取方式及来源。

6 地下管线探测成果资料整理应符合现行行业标准《城市地下管线探测技术规程》CJJ 61 有关报告书编制的要求。

在地下结构相对成熟的领域城市轨道交通，委托独立第三方进行周边环境调查，周边环境详细调查依据周边环境调查的复杂程度收费，取费标准参照相关国家行业标准或该项目设计费的 5~10% 的范围计费。当调查中需要进行检测、监测或鉴定时，应当另行委托计费。

10.2.3 本条文为新增条文。引自现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》（50307-2012）中 18.2.7，并适当修改。

地下变电站工程建设对城市环境有一定的影响，勘察报告通过分析、评价和预测，提出防治措施的建议。环境问题涉及面广，本条仅涉及属于岩土工程方面的内容。

11 节能与环境保护

本章节将原 10 章编号调整为 11 章。

11.1 节能

11.1.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.1.1 条的保留条文。

本条文依据国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015 第 4.1.2 条。

严寒和寒冷地区建筑体形的变化直接影响建筑采暖能耗的大小。建筑体形系数越大，单位建筑面积对应的外表面面积越大，传热损失就越大。因此合理地确定建筑形状，必须考虑本地区气候条件，冬、夏季太阳辐射强度、风环境、围护结构构造形式等各方面的因素。应权衡利弊，兼顾不同类型的建筑造型，尽可能地减少房间的外围护面积，使体形不要太复杂，凹凸面不要过多，以达到节能的目的。

11.1.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.1.2 条的保留条文。

尽管地下变电站主体埋于地下，但对于严寒和寒冷地区的变电站，建筑物地上部分仍应考虑外围护结构的保温节能，避免浪费能源和布置在楼梯间或其它房间的给排水管线由于冻胀而发生损坏。建筑外表面采用浅色饰面材料有利于降低外墙表面的太阳辐射吸收系数。

11.1.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.1.3 条的保留条文。

在严寒和寒冷地区的冬季，外门的开启会造成室外冷空气大量进入室内，导致采暖能耗增加。设置门斗可以避免冷风直接进入室内，在节能的同时，也提高门厅的热舒适性。

11.1.4 本条文为新增条文。

引自现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021 第 5.2.1 条。

地下变电站的地上部分面积有限，因此，当条件受限时，应权衡利弊，尽量设置太阳能系统。

11.1.5 本条文为新增条文。

为了实现“碳达峰、碳中和”的目标，强化建筑节能设计，实现变电站建设由高碳向低碳转变，助力中国生态文明建设和可持续发展。因此，在满足国家相关政策条件下，要求最大限度的实现节能减排。

11.1.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.2.1 条的保留条文。

11.1.7 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.2.2 条的保留条文。

本条对城市地下变电站导体的选择提出要求；在满足相关标准和规范要求的同时，尽量选择损耗水平更低的导体。

11.1.8~11.1.9 《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》（DL/T 5216-2017）第 10.3.1、10.3.2 条修改条文。

随着我国经济发展，水资源遭受破坏、水环境遭受污染的现象越来越严重，加上全球气候变暖的影响，干旱或缺水地区日益增多；为积极响应国家相关政策，本标准增加节水内容。考虑到节水也是节能的一种措施，因此把节水内容归纳到本节。

在原有条文的基础上，补充了应满足现行国家规范《建筑给排水与节水通用规范》（GB 55020-2021）的规定要求。

11.1.10 本条文为新增条文。

一般地下变电站种植屋面宜采用中水用于绿化浇灌。因此，补充了应满足现行国家标准《建筑中水设计标准》GB 50336、《城镇污水再生利用工程设计规范》GB 50335 和《城市污水再生利用景观环境用水水质》GB/T 18921 等标准的规定要求。

11.2 环保

11.2.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.4.1 条的保留条文。

11.2.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.4.2 条的修改条文。

通过设备选型、进行屏蔽设计等措施，可降低电磁辐射对周围环境的影响。

1998 年 4 月，北京电力设计院与清华大学合作完成的“高压变电站电磁辐射测量和分析”课题，通过对北京市区北土城 110kV 变电站、阜成门 110kV 变电站、知春里 220kV 变电站等地上室内、室外变压器及配电装置辐射强度的测量与分析，得出如下结论：上述变电站所测设备 10m 以外的高频电磁辐射远低于环境电磁辐射安全标准，并符合国家规定的无线电

干扰控制指标，工频场强的测试值在美、日、俄等发达国家的限制指标内，不会对人体健康和居民正常生活产生任何短期或长期有害的影响。国内众多设计、研究机构对不同地区的户内变电站所测设备 10m 以外的电磁环境进行检测，得出与上述同样结论。

地下变电站地上设备比地上变电站少，且屏蔽物多，对周围环境的影响也不会超出限定的标准范围。

11.2.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.5.1 条的保留条文。

执行现行国家标准《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348。

11.2.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.5.2 条的修改条文。

在原有条文的基础上，补充了应满足《工业企业噪声控制设计规范》GB/T 50087 的规定要求。

11.2.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.5.3 条的保留条文。

变电站噪声主要来自风机、变压器等设备。采用低噪声设备，就从源头上减少了噪声。

11.2.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.5.4 条的保留条文。

设备振动不容忽视，设计时要考虑减振措施。当变电站与建（构）筑物联合建设时，主变压器、电抗器、通风机等设备的振动会通过建筑结构影响到整个建筑，故必须考虑减振以致隔振措施。

11.2.7 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.5.5 条的保留条文。

遮挡对噪声有显著的降低效果，利用站内的建筑物、绿化物等减弱噪声的影响是既节约投资又行之有效的办法。针对变电站声源的特点，可采用有效的消声、隔声、吸声等噪声控制措施，使噪声指标满足环保要求。实践证明：将变压器置于户内，采取隔声、吸声等噪声控制措施；对风机采取有效的消声措施等都是十分有效的。

11.2.8~11.2.9 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.6.1~10.6.2 条的保留条文。

11.2.10 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216-2017 第 10.6.3 条的修改条文。

目前,城市地下变电站装有 SF6 气体设备的配电装置室分别设置了满足规程要求的低位及高位机械通风装置,正常运行时,如有 SF6 气体渗漏,可通过风机直排室外。但是,在正常运行时,设备内 SF6 气体的年泄漏率不得大于国家标准规定限值。设备检修时,应采用六氟化硫气体回收装置进行六氟化硫气体回收,严禁直接排放。

12 劳动安全与职业卫生

12.1 劳动安全

本章节将原 11 章编号调整为 12 章；取消 11.1 一般规定；

12.1.1 此条为新增条款，明确地下变电站设计应执行国家劳动安全和工业卫生的法令、标准和规定；

12.1.2 此条对原 11.2.1 进行调整，明确地下变电站电气设备布置安全防护距离等要求；

12.1.3 此条对原 11.2.2 未做调整；

12.1.4 此条对原 11.2.3、11.2.4 修改补充，取消 11.2.5 条，增加“室内 SF₆ 气体浓度不超过 6000mg/m³，并应配置 SF₆ 气体泄漏监测装置，当报警装置发出信号时，机械排风系统应能自动投入运行，并应符合 DL/T 408 的有关规定”；

12.1.5 此条为新增条款，增加地下变电站建筑物的防火相关要求；

12.1.6 此条为新增条款，增加吊装口、通风口等有坠落危险处防坠落措施要求。

12.2 职业卫生

12.2.1 此条对原 11.3.1 条进行简化调整，去掉“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、吸声、隔振等控制措施”；

12.2.2 此条对原 11.3.2 条未做修改；