

ICS 27.100

P 62

备案号: J428—2017

DL

中华人民共和国电力行业标准

P

DL/T 5216 — 2017

代替 DL/T 5216 — 2005

**35kV ~ 220kV城市地下变电站
设计规程**

**Code for design of 35kV~220kV urban
underground substation**

2017-11-15 发布

2018-03-01 实施

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

35kV~220kV 城市地下变电站
设计规程

Code for design of 35kV~220kV urban
underground substation

DL/T 5216—2017

代替 DL/T 5216--2005

主编部门：电力规划设计总院

批准部门：国家能源局

施行日期：2018年3月1日

中国计划出版社

2017 北 京

国家能源局 公告

2017 年 第 10 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法(试行)〉及实施细则的通知》(国能局科技〔2009〕52 号)有关规定,经审查,国家能源局批准《煤层气生产站场安全管理规范》等 204 项行业标准,其中能源标准(NB)62 项、电力标准(DL)86 项、石油标准(SY)56 项,现予以发布。

上述标准中电力管理、电工装备标准、煤层气及生物液体燃料标准由中国电力出版社出版发行,电力(火电)规划设计标准由中国计划出版社出版发行,《定制电力技术导则》由中国标准出版社出版发行,石油天然气标准由石油工业出版社出版发行,煤炭标准由煤炭工业出版社出版发行,锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件:行业标准目录

国家能源局

2017 年 11 月 15 日

附件：

行业标准目录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
.....						
111	DL/T 5216—2017	35kV～220kV 城市 地下变电站设计规 程	DL/T 5216—2005		2017-11-15	2018-03-01
.....						

前 言

根据《国家能源局关于下达〈2014 年第一批能源领域行业标准制(修)订计划〉的通知》(国能科技〔2014〕298 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结城市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《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 进行修订。

本标准主要技术内容是: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,节能与环境保护,劳动安全与职业卫生。

本次修订的主要内容是:

1. 增加了智能变电站设计要求,以及光缆和辅助控制系统设计内容;
2. 增加了基坑支护设计内容;
3. 细化了地下变电站防火设计原则和措施。

本标准自实施之日起,替代《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005。

本标准由国家能源局负责管理,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,由北京电力经济技术研究院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)。

本标准主编单位、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

参 编 单 位:上海电力设计院有限公司

主要起草人: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				
主要审查人:方 静	王 静	张 伟	褚 农	胡君慧
谷 宏	李宾皑	郑卫纲	杨国富	乐党救
巢 琼	李 静	范绍有	李朝顺	梁 杰
刘忠文	张海刚			

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	(4)
3.3	进出线电缆通道	(5)
4	电气一次	(7)
4.1	电气主接线	(7)
4.2	电气布置	(8)
4.3	主变压器	(9)
4.4	配电装置	(10)
4.5	无功补偿装置	(10)
4.6	站用电系统	(11)
4.7	导体	(12)
4.8	过电压保护和接地装置	(12)
4.9	电缆和光缆	(13)
4.10	建筑电气	(13)
5	系统及电气二次	(16)
5.1	继电保护及安全自动装置	(16)
5.2	调度自动化	(16)
5.3	计算机监控和二次接线	(17)
5.4	通信	(18)
5.5	直流系统及不间断电源	(18)
5.6	辅助系统	(18)
5.7	二次设备布置	(19)

6	土建部分	(20)
6.1	建筑	(20)
6.2	结构	(24)
6.3	建筑防水	(25)
6.4	基坑支护	(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	(31)
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	节能与环境保护	(35)
10.1	建筑节能	(35)
10.2	设备及材料节能	(35)
10.3	节水	(35)
10.4	电磁环境影响	(36)
10.5	噪声控制	(36)
10.6	污水与废气排放	(36)
11	劳动安全与职业卫生	(38)
11.1	一般规定	(38)
11.2	劳动安全	(38)
11.3	职业卫生	(39)
	本标准用词说明	(40)
	引用标准名录	(41)
	附: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	(4)
3.3	Cable corridor of incoming and outgoing line	(5)
4	Primary electrical	(7)
4.1	Electrical circuit connection	(7)
4.2	Layout of electrical instrument	(8)
4.3	Main transformer	(9)
4.4	Switchgear	(10)
4.5	Reactive power compensation	(10)
4.6	AC station service	(11)
4.7	Conductor	(12)
4.8	Over-voltage protection and grounding	(12)
4.9	Cable and optical fiber	(13)
4.10	Construction electricity	(13)
5	Electric power system and secondary electrical	(16)
5.1	Relaying protection and automatic device	(16)
5.2	Dispatch automation	(16)
5.3	Monitoring & control system and electrical secondary wiring	(17)
5.4	Communication	(18)
5.5	DC power system and uninterruptable	

power system(UPS)	(18)
5.6 Accessory system	(18)
5.7 Secondary equipment arrangement	(19)
6 Civil works	(20)
6.1 Bulidings	(20)
6.2 Structures	(24)
6.3 Construction waterproof	(25)
6.4 Foundation pit supporting	(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	(31)
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 Energy saving and environmental protection	(35)
10.1 Building energy saving	(35)
10.2 Energy saving of materials and equipment	(35)
10.3 Water saving	(35)
10.4 Electromagnetic impact on environment	(36)
10.5 Noise control	(36)
10.6 Sewage and waste gas discharge	(36)
11 Labour safety and occupational health	(38)
11.1 General requirements	(38)
11.2 Labour safety	(38)

11.3 Occupational health	(39)
Explanation of wording in this code	(40)
Lists of quoted standards	(41)
Addition: 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、节能环保的要求,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于交流电压为 35kV~220kV 城市地下变电站的新建及改建、扩建工程的设计。

1.0.3 地下变电站设计应一体化解决节地与环境问题,应符合以下基本原则:

- 1 满足城市规划的要求,并与所在区域总体规划相协调;
- 2 必须坚持节约集约用地的原则;
- 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。

1.0.4 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

全部或部分主要电气设备装设于地下建筑内的变电站。

地下变电站包括全地下变电站和半地下变电站,其建筑可独立建设,也可与其他建(构)筑物结合建设。

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主控制室等。

2.0.3 半地下变电站 partially underground substation

变电站主变压器或高压侧电气设备其中之一装设于地下建筑内。

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

基坑工程中的局部或全部结构既是基坑施工阶段的围护、支撑构件,又是正常使用阶段主体结构的墙、梁、板、柱等构件。

2.0.5 逆作法 top-down method

利用主体地下结构的全部或一部分作为内支撑,按楼层自上而下并与基坑开挖交替进行的施工方法。

3 站址选择和站区布置

3.1 站 址 选 择

3.1.1 在城市电力负荷集中且变电站建设受到限制的地区,可结合城市绿地或运动场、停车场等地面设施独立建设地下变电站;也可结合其他工业或公共建筑物共同建设地下变电站。条件允许时宜建设半地下变电站。

3.1.2 地下变电站的站址选择应与城市市政规划部门紧密协调,并应符合下列规定:

1 应统一规划地面道路、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。

3.1.3 站址应具有建设地下建筑适宜的水文、地质条件。应避开地震断裂带、塌陷区等不良地质构造。站址应避免选择在地上或地下有重要文物的地点。

3.1.4 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,必要时应取得有关协议。

3.1.5 与工业或公共建筑联合建设的地下变电站,应将建设方案报消防主管部门审核。

3.1.6 不同电压等级的地下变电站可集中选择站址和布置,注重集约用地。

3.1.7 站址应满足防洪及防涝的要求,否则应采取防洪和防涝措施,防洪及防涝宜利用市政设施。

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。当变电站与其他建(构)筑物合建时,还应充分利用其建(构)筑物的相关条件,统筹设计。

3.2.4 地下变电站的地上建筑物(含与其他建筑结合建设的地上建筑物)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》GB 50016 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 站区地面高程应按城市规划确定的控制标高设计;

2 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;

3 220kV 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 及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 站区内地面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,并应符合现行行业标准《变电站总布置设计技术规程》DL/T 5056

的有关规定。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。

3.2.8 站内道路路面宽度不应小于 3m,转弯半径不宜小于 7m;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 9m。站内道路纵坡不宜大于 6%。

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;并符合下列规定:

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。

3.2.12 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其他管理部门的要求。

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 设计高程及防排水设施应避免城市积水通过沟、隧道倒灌入变电站建筑物内。

3.3.5 地下变电站的进出线电缆通道应与站外电缆通道可靠分隔。

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 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。

4.1.4 220kV 地下变电站中的 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。

4.1.5 35kV～110kV 地下变电站高压侧 35kV～110kV 配电装置，当进出线路为 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 进出线路为 6 回及以上时,宜采用双母线或单母线单元接线。

4.1.6 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压器停运时,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 台及以上主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;当主变压器低压侧无出线时,应采用单母线接线。

4.1.7 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。

4.1.8 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。

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 气体绝缘金属封闭组合电器(GIS)室应留有进行试验和检修的必要空间。

4.2.4 电缆夹层的设置应符合下列规定：

1 电缆夹层的高度设置应满足电缆施工和运行的转弯半径要求；

2 大截面电缆与气体绝缘金属封闭组合电器(GIS)的连接可采用 GIS 电缆终端下伸到电缆夹层内横置方式。

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 等设备宜在地下水平整体运输。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。

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 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和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、现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222 和《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352 的要求。

4.4.2 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。

4.4.3 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。

4.4.4 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。

4.5 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 和现行行业标准《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。

4.5.3 各电压等级无功补偿装置的单组容量除应满足系统对母线电压质量的要求外,还应满足回路断路器的开合能力要求。

4.5.4 无功补偿装置的选型原则应符合下列规定:

1 10kV 并联电抗器宜选用干式铁芯电抗器;对地面允许设置散热器的 35kV 及以上电压等级的并联电抗器宜采用油浸式,同时考虑减振措施;

2 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;

3 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；并联电容器组宜选用干式铁芯串联电抗器。

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行业标准《220kV～1000kV 变电站站用电设计技术规定》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应选择无油型设备。

4.6.4 地下变电站的站用电源应安全可靠。220kV 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。

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	负荷类别	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

续表 4.6.5

序号	名 称	负荷类别	运行方式
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	消火栓泵	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	Ⅲ	不经常、短时
16	照明	Ⅱ	经常、连续

4.7 导 体

4.7.1 配电装置中的导体设计应符合现行行业标准《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。

4.8 过电压保护和接地装置

4.8.1 地下变电站的过电压保护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 的有关规定。

4.8.2 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。

4.8.3 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。

4.8.4 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。

4.8.5 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。

4.8.6 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。

4.9 电缆和光缆

4.9.1 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规范》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。

4.9.2 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。

4.9.3 地下变电站进出站单芯电缆埋管应采取防磁措施。

4.9.4 光缆的选择应根据传输性能、使用环境确定。

4.10 建筑电气

4.10.1 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。

4.10.2 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》GB 50034 和现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390 的规定。

4.10.3 地下变电站各工作场所工作面上的照度值不应低于表 4.10.3 规定的照度标准值。

表 4.10.3 地下变电站各工作场所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 眩光值 UGR	一般 显色 指数 Ra
		工作照明	应急照明		
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
主变压器室、站用变压器 室、电容器室、电抗器室、蓄 电池室、中性点接地设备 间、通风机室、工器具间	地面	100	15	—	60
消防水泵房、消防设备间	地面	100	100	—	60
电缆夹层、楼梯间、通道	地面	30	5	—	60
电缆隧道	地面	15	3	—	60

4.10.4 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。

4.10.5 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。

4.10.6 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。

4.10.7 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。

4.10.8 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。

4.10.9 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 和现行行业标准《电力系统安全稳定导则》DL 755 的规定。

5.1.2 变电站应按电力系统安全运行需要装设下列保护设备：

- 1 按照电压等级、出线型式配置相适应的线路保护；
- 2 按照电压等级、母线接线型式配置母线保护；
- 3 根据具体工程电力系统安全稳定计算研究结论，配置安全自动控制装置；
- 4 主变压器保护；
- 5 故障录波装置；
- 6 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 保护及故障录波信息管理功能宜集成在监控系统统一实现。

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，变电站应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。
- 5.2.3 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行业标准《电力调度数据网技术规范》DL/T 1306 的规定。

5.3 计算机监控和二次接线

- 5.3.1 变电站计算机监控系统的设计应满足现行行业标准《220kV～500kV 变电所计算机监控系统设计规程》DL/T 5149、《35kV～220kV 无人值班变电站设计技术规程》DL/T 5103 的规定。计算机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、遥控等全部的远动功能，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。
- 5.3.2 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。
- 5.3.3 计算机监控系统宜采用现行行业标准《变电站通信网络和系统》DL/T 860 规定的通信标准。
- 5.3.4 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。
- 5.3.5 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。

5.4 通 信

5.4.1 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。

5.4.2 地下变电站应配置下列站内通信设施：

- 1 系统调度通信；
- 2 行政通信(兼作调度通信备用)；
- 3 市话；
- 4 其他站内通信。

5.4.3 地下变电站通信设备应具有两路独立的电源供电。通信电源与变电站电源一体化设计。

5.4.4 通信设备应布置在变电站二次设备室中。

5.5 直流系统及不间断电源

5.5.1 直流电源、不间断电源系统的设计应符合现行行业标准《电力工程直流电源系统设计技术规程》DL/T 5044、《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。

5.5.2 地下变电站宜采用由直流电源、交流不间断电源(UPS)、通讯电源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 2h 事故放电计算,通信负荷按 4h 事故放电计算。

5.6 辅 助 系 统

5.6.1 地下变电站应设置辅助控制系统。辅助控制系统由图像监视及安全警卫、火灾报警、环境监测子系统组成。辅助控制系统不宜配置独立后台系统,其功能宜由一体化监控系统实现。

5.6.2 地下变电站宜配置一次设备在线监测功能,由一体化监控系统实现。GIS 室应配置 SF₆ 气体泄漏监测装置。

5.7 二次设备布置

5.7.1 二次设备室布置应满足抗电磁干扰技术要求,满足节省控制电缆、防尘、防潮等要求。

5.7.2 二次设备室应按地下变电站规划建设规模一次建成。

6 土 建 部 分

6.1 建 筑

6.1.1 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协调,满足城市景观的要求。

6.1.2 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 0.45m。

6.1.3 独立建设的地下变电站地上建筑与相邻建筑之间的防火间距,不应小于表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 独立建设的地下变电站地上建筑与
相邻建筑之间的防火间距(m)

名称		甲类 厂房	乙类厂房 (仓库)		丙、丁、戊类 厂房(仓库)				民 用 建 筑					
		单、 多层	单、多层	高层	单、多层		高层		裙房,单、多层		高层			
		一、 二级	一、 二级	三级	一、 二级	一、 二级	三级	四级	一、 二级	一、 二级	三级	四级	一类	二类
变电站 丙类 地上 建筑	一、 二级	12	10	12	13	10	12	14	13	10	12	14	20	15

续表 6.1.3

名称		甲类 厂房	乙类厂房 (仓库)			丙、丁、戊类 厂房(仓库)				民 用 建 筑				
		单、 多层	单、多层		高层	单、多层			高层	裙房,单、多层			高层	
		一、 二级	一、 二级	三级	一、 二级	一、 二级	三级	四级	一、 二级	一、 二级	三级	四级	一类	二类
变电站 丁类 地上 建筑	一、 二级	12	10	12	13	10	12	14	13	10	12	14	15	13

注:1 表中的一级~四级为耐火等级,一类、二类为高层民用建筑的分类。

2 防火间距按变电站地上建筑的外墙与相邻建筑外墙的最近距离计算,如外墙有凸出的燃烧构件,应从其凸出部分外缘算起。

3 两座厂房相邻较高一面外墙为防火墙,或相邻两座高度相同的一、二级耐火等级建筑中相邻任一侧外墙为防火墙且屋顶的耐火极限不低于 1.00h 时,其防火间距不限。两座丙、丁、戊类厂房相邻两面外墙均为不燃性墙体,当无外露的可燃性屋檐,每面外墙上的门、窗、洞口面积之和各不大于外墙面积的 5%,且门、窗、洞口不正对开设时,其防火间距可按本表的规定减少 25%。

4 两座一、二级耐火等级的厂房,当相邻较低一面外墙为防火墙且较低一座厂房的屋顶无天窗,屋顶的耐火极限不低于 1.00h,或相邻较高一面外墙的门、窗等开口部位设置甲级防火门、窗或防火分隔水幕或防火卷帘时,丙、丁、戊类厂房之间的防火间距不应小于 4m。

6.1.4 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。地下变电站各设备房间火灾危险性分类及其耐火等级应符合表 6.1.4 规定。

表 6.1.4 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		戊	二级
配电装置室	单台设备充油量 60kg 以上	丙	二级
	单台设备充油量 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
干式变压器、电抗器、电容器室		丁	二级
油浸电抗器、电容器室		丙	二级
事故油池		丙	一级
消防设备间、通风机房		戊	二级
备品间、工具间		戊	二级

注：干式变压器包括 SF₆ 气体变压器、环氧树脂浇注变压器等。

6.1.5 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，并宜布置在靠外墙部位。

6.1.6 地下变电站与其他建筑合建时，应采用防火分区等隔离措施。

6.1.7 地下变电站每个防火分区的建筑面积不应大于 1000m²。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面积的 1.0 倍计算。

6.1.8 地下变电站的安全出口数量不应少于 2 个。地下室与地上层不应共用楼梯间。当必须共用楼梯间时，应在地上首层采用耐火极限不低于 2h 的不燃烧体隔墙和乙级防火门将地下部分与地上部分的连通部分完全隔开，并应有明显标志。

6.1.9 地下变电站内任一点到最近安全出口的距离应符合下列

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。

6.1.10 地下变电站直通地面的疏散门最小净宽度不宜小于 0.90m；疏散楼梯最小净宽度不宜小于 1.10m；疏散走道最小净宽度不宜小于 1.40m。同时，电气设备房间门、楼梯及走道的宽度应满足设备运输要求。

6.1.11 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标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的相关规定。地下建筑疏散楼梯应满足下列要求：

- 1 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 地下建筑室内地面与室外出入口地坪高差大于 10m 或 3 层及以上时，其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。

6.1.12 变压器室、配电装置室、电抗器室、电容器室、蓄电池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，该门应采用防火门。

6.1.13 地下变电站中电缆隧道入口处、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。

6.1.14 地下变电站的变压器应设置能贮存最大一台变压器油量的事故油池。当地下变电站采用水喷雾或细水雾消防时，油浸主变压器事故油池容量应能容纳最大一台变压器的事故排油量以及消防水量。

6.1.15 建筑设计应满足各层设备的垂直运输及安装检修的要求。常设小吊装口上方宜设吊装钢梁，主变压器室及 GIS 室宜具

备安装吊装机具的条件。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 1.05m,栏杆离楼面 0.10m 高度内不宜留空。

6.1.16 地下变电站地上通风口应采取防雨、雪及小动物措施,必要时可采取防沙尘措施。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;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。

6.1.17 地下变电站建筑内装修应安全、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《建筑内部装修设计防火规范》GB 50222 的规定。

6.1.18 地下变电站宜采用防霉、耐潮的装修材料。除有特殊使用要求外,楼地面应满足平整、耐磨、不起尘、防滑、易清洁的要求,室内墙面、顶棚应采用不易剥落的饰面材料,电气设备房间不宜吊顶。

6.2 结 构

6.2.1 地下变电站的设计使用年限应不低于 50 年。

6.2.2 枢纽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。

6.2.3 地下及地上主体结构可选用钢筋混凝土框架-剪力墙、框架或剪力墙结构体系,跨度宜控制在 10m~12m 以内。

6.2.4 当主体结构钢筋混凝土楼板开洞较大,并需考虑楼板对地下外墙的支承作用时,楼板的强度与变形应满足有关规范要求。

6.2.5 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。

6.2.6 地下水位较高时,应考虑施工方案及降水对周围建(构)筑物的不良影响。

6.2.7 当主体结构基础位于地下水位以下时,应进行抗浮稳定性

验算。

6.2.8 地下围护结构应做长期地下水工况下的结构计算。

6.2.9 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。

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

6.2.11 常设大吊装口楼板处应采取必要的加强措施。

6.2.12 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。

6.2.13 地下部分主体结构基础宜选用筏板基础。

6.2.14 抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

6.3 建筑防水

6.3.1 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,符合现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 的有关规定和要求。

6.3.2 220kV 地下变电站地下防水等级应按现行国家标准《地下工程防水技术规范》GB 50108 规定的一级设计;110kV 及以下地下变电站防水等级可按一级防水设计。

6.3.3 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。

6.3.4 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。混凝土宜掺加减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂等外加剂,以改善混凝土的防水性能。

6.3.5 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。

6.3.6 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,同时设置排水泵,通过自动启停的排水设备排至站外。

6.3.7 当地下变电站覆土部分用于城市绿化时,地下建筑顶板及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 的规定。

6.3.8 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。

6.4 基坑支护

6.4.1 基坑工程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。

6.4.2 基坑支护设计应采用合理的设计使用期限。基坑支护的设计使用期限不应小于 1 年。当基坑支护结构与主体结构相结合时,其设计使用期限应与主体结构的设计使用年限相同。

6.4.3 地下变电站基坑工程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。基坑工程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。基坑安全等级分为一级、二级和三级,其结构重要性系数分别不应小于 1.1、1.0 和 0.9。

6.4.4 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。

6.4.5 支护结构与主体结构相结合可采用下列形式:

1 当围护结构采用地下连续墙时,地下结构外墙宜与围护墙体相结合;

2 地下结构水平构件与支撑结构相结合;

3 地下结构竖向构件与竖向支撑相结合。

6.4.6 支护结构与主体结构相结合的工程类型和施工方法应符合下列规定:

1 周边地下连续墙结合临时支撑系统,可采用顺作法施工;

2 周边临时围护墙结合坑内水平梁板体系替代支撑系统,应采用逆作法施工;

3 支护结构与主体结构全面相结合,应采用逆作法施工。

6.4.7 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。

6.4.8 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动;

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) 支护结构计算变形应满足支护结构正常使用变形控制值的要求；

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。

6.4.9 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。基坑土体加固可采取水泥土搅拌桩、高压旋喷桩、注浆、降水等方法。

6.4.10 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。

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,有人值守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。

7.2 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他通风系统分开。

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,室内温度不宜超过 40℃。各房间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宜小于 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 2 次,排风口应设在室内下部。事故时通风量不少于每小时 4 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。

7.2.9 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 穿越通风机房的房间隔墙和楼板处;
- 3 穿越防火分隔处的变形缝两侧。

7.2.10 通风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 变电站的二次设备室及其他工艺设备有空调需求的房间,宜设置空调,空调房间的室内温度、湿度应满足工艺要求。

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《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

7.4.2 地下变电站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。

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 地下变电站水源宜选用市政管网供水。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规定;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 地下变电站宜设置清洗用水。

8.2 排 水

8.2.1 站区生活污水、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 地下变电站应设置自动排水系统。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 地下变电站应在变电站最底层设置废水池,废水池设计容量应根据室内消火栓设计流量、消防灭火时间、排水泵排水能力等因素综合考虑确定。

8.2.4 站区废水接入市政排水系统的水质应按现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ 343 有关规定执行。

9 消 防

9.1 消 防 设 施

9.1.1 消防给水和消防设施的设置应根据火灾危险性、火灾特性和环境条件等因素综合确定。

9.1.2 地下变电站应设置室外消火栓系统。

9.1.3 地下变电站的下列场所应设置室内消火栓系统：

- 1 楼梯间及其前室、消防电梯间及其前室或合用前室；
- 2 走廊及各类疏散走道；
- 3 电缆夹层。

9.1.4 电气设备间不应设置室内消火栓系统。

9.1.5 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。

9.1.6 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装置：

- 1 地上布置的单台主变压器容量为 $125\text{MV} \cdot \text{A}$ 及以上的油浸变压器室；
- 2 地下布置的油浸变压器室。

9.1.7 消防供电应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的规定。

9.1.8 各房间应配备适当数量的移动式灭火器，移动式灭火器设计应符合现行国家标准《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140、《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 和现行行业标准《电力设备典型消防规程》DL 5027 的规定。

9.2 火灾探测和消防报警

9.2.1 地下变电站火灾探测及报警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规范》GB 50229 的规定。

9.2.2 火灾探测及报警系统的设计和消防控制设备及其功能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。

9.2.3 火灾自动报警系统应连锁控制电采暖、通风、空调系统,火灾时应切断上述设备电源,同时联动防火分隔卷帘门、排烟及正压送风系统。

10 节能与环境保护

10.1 建筑节能

10.1.1 地下变电站的地上建筑平面布置宜规整,布局紧凑,以控制建筑的体形系数。

10.1.2 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。

10.1.3 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。

10.2 设备及材料节能

10.2.1 地下变电站的设备及材料节能设计要求应符合现行行业标准《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。

10.2.2 应合理选择导体,减少电能损耗。

10.3 节水

10.3.1 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规范》GB 50229 的规定,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高压细水雾等灭火方式。

10.3.2 地下变电站采用的卫生器具、水嘴等,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。

10.4 电磁环境影响

10.4.1 地下变电站及进出线的电磁场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。

10.4.2 地下变电站宜选用电磁场强度低的电气设备。

10.5 噪声控制

10.5.1 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。

10.5.2 地下变电站的噪声控制应符合现行行业标准《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。

10.5.3 地下变电站噪声应从声源上进行控制,应选用低噪声设备。

10.5.4 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。

10.5.5 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。

10.6 污水与废气排放

10.6.1 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。

10.6.2 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。

10.6.3 装有 SF₆ 气体设备的配电装置室应设置机械通风装置。检修时应采用 SF₆ 气体回收装置进行 SF₆ 气体回收,严禁直接排放。

11 劳动安全与职业卫生

11.1 一般规定

11.1.1 地下变电站设计必须执行国家劳动安全和工业卫生的法令、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。劳动安全和工业卫生设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用。

11.1.2 有人值守的变电站应注意改善值守人员的工作条件。

11.2 劳动安全

11.2.1 地下变电站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、《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065、《建筑物防雷设计规范》GB 50057,以及现行行业标准《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352、《电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)》DL 408 及其他有关标准的规定。

11.2.2 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。

11.2.3 SF₆设备室应设置机械排风设施。有关安全防护设施的设计应满足现行行业标准《电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)》DL 408 和《六氟化硫电气设备运行、试验及检修人员安全防护导则》DL/T 639 的规定。

11.2.4 地下变电站 SF₆电气设备室的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。变电站 SF₆电气设备室应配置 SF₆气体自动报警装置,并符合现行行业标准《电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)》DL 408 的有关规定。

11.2.5 地下变电站的劳动安全其他设计要求,应符合现行行业标准《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。

11.3 职 业 卫 生

11.3.1 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。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。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。

11.3.2 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”。

引用标准名录

- 《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
- 《3~110kV 高压配电装置设计规范》GB 50060
- 《电力装置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
- 《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

—般要求》GB/T 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

《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导则》
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

《电力工程直流电源系统设计技术规程》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程》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
《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
《种植屋面工程技术规程》JGJ 155
《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
《环境影响评价技术导则 输变电工程》HJ/T 24

中华人民共和国电力行业标准

35kV~220kV 城市地下变电站
设计规程

DL/T 5216—2017

代替 DL/T 5216—2005

条文说明

修 订 说 明

《35kV~220kV 城市地下变电站设计规程》DL/T 5216—2017,经国家能源局 2017 年 11 月 15 日以第 10 号公告批准发布。

本标准是在《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 的基础上修订而成。上一版的主编单位是北京电力设计院,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、张安林、李树恩、曹林放、郝国栋、贾云华、汪箐、张利、张爱民、高晓华、郑利纺、袁晓明、汪亚伦。

本次修编的主要原则:

1. 编制工作按照住房城乡建设部《工程建设标准编写规定》(建标〔2008〕182 号)的要求进行。

2. 通过编制组的共同研究,保留 DL/T 5216—2005 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。

3. 编制工作中除更新变电站工艺设计方面的标准内容外,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、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:

1) 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。

2) 消防。按照现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 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。

3) 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。

4) 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,《35kV~220kV 城市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注意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	(51)
2	术 语	(52)
3	站址选择与站区布置	(54)
3.1	站址选择	(54)
3.2	站区布置	(56)
3.3	进出线电缆通道	(59)
4	电气一次	(61)
4.1	电气主接线	(61)
4.2	电气布置	(63)
4.3	主变压器	(64)
4.4	配电装置	(67)
4.5	无功补偿装置	(68)
4.6	站用电系统	(69)
4.7	导体	(70)
4.8	过电压保护和接地装置	(71)
4.9	电缆和光缆	(72)
4.10	建筑电气	(73)
5	系统及电气二次	(75)
5.1	继电保护及安全自动装置	(75)
5.2	调度自动化	(75)
5.3	计算机监控与二次接线	(75)
5.4	通信	(76)
5.5	直流系统及不间断电源	(77)
5.6	辅助系统	(77)
5.7	二次设备布置	(78)
6	土建部分	(79)

6.1	建筑	(79)
6.2	结构	(83)
6.3	建筑防水	(83)
6.4	基坑支护	(85)
7	采暖、通风与空气调节	(89)
7.1	采暖	(89)
7.2	通风	(89)
7.3	空气调节	(90)
7.4	防烟、排烟	(91)
8	给水与排水	(92)
8.1	给水	(92)
8.2	排水	(92)
9	消 防	(94)
9.1	消防设施	(94)
9.2	火灾探测和消防报警	(96)
10	节能与环境保护	(97)
10.1	建筑节能	(97)
10.2	设备及材料节能	(97)
10.3	节水	(98)
10.4	电磁环境影响	(98)
10.5	噪声控制	(99)
10.6	污水和废气排放	(99)
11	劳动安全与职业卫生	(100)
11.1	一般规定	(100)
11.2	劳动安全	(100)
11.3	职业卫生	(101)

1 总 则

1.0.1 本条文为新增条文,指出了制定本标准的目的和意义。

地下变电站在城市建设过程中发挥越来越重要的作用,本标准的制定将对城市地下变电站建设成为“资源节约型、环境友好型”变电站具有指导意义,有效促进城市地下变电站的技术发展和科学进步。

1.0.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第4.0.3条~第4.0.5条的修改条文。

本条文说明城市地下变电站设计应遵循的基本原则。节约集约用地是工程建设的基本原则,在大城市中尤为重要。另外,从变电站建筑工程造价看,在地下水位较低的北京地区,全地下变电站的建筑工程费约为同规模、同设备户内变电站的2.5倍;半地下变电站的建筑工程费亦需约1.5倍~2倍。由于土质松软、地下水位较高,上海地区的户内和地下变电站的建筑工程造价比还要大一些。故变电站设计时应尽量压缩建筑面积以节省建设用地,并控制工程造价。

近年来,随着城市环境保护工作的加强及现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096 和《电磁环境控制限值》GB 8702 的实施,许多大城市变电站的设计方案还需经环境影响评价后方可付诸实施。

2 术 语

2.0.1~2.0.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 3.0.1 条~第 3.0.3 条的保留条文。

本标准将主变压器及主要电气设备均装设于变电站地下建筑内,地上只设有变电站通风口和设备及人员出入口等建筑,以及有可能引上至地面的 220kV 变压器油或水冷却器及主控制室等设施的变电站,定义为全地下变电站,概念比较明确。

由于全地下变电站多建于城市繁华地区,变电站有可能在城市绿地或运动场、停车场等地面设施的地下独立建设,也有可能与其他建(构)筑物结合建设。

目前国内建设的半地下变电站有几种不同的布置形式:第一种,变压器室在地上,其他设备在地下;第二种,变压器在地下,高压配电装置在地上;第三种,变压器室为半地上。为了包容各种类型,半地下变电站定义为变电站主变压器或高压侧电气设备其中之一装设于地下建筑内。

与全地下变电站相同,半地下变电站有可能独立建设,也有可能与其他建(构)筑物结合建设。

2.0.4 本条文为新增条文。

支护结构与主体结构相结合,是指利用主体地下结构的一部分构件或全部构件作为基坑开挖阶段的支护结构,不设置或仅设置部分临时支护结构的一种设计和施工方法。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。是在软土地基区域出现的一种地下站设计和施工方法。

2.0.5 本条文为新增条文。

逆作法是指利用主体地下结构的全部或一部分作为支护结构,按楼层自上而下并与基坑开挖交替进行的施工方法。逆作法的最大优点是基坑的变形小,因而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,当基坑周边环境保护要求高时可考虑采用逆作法。逆作法是近些年出现的一种全新的地下站设计和施工方法。

3 站址选择与站区布置

3.1 站 址 选 择

3.1.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.1.1 条的保留条文。

在城市电力负荷集中但地上变电站建设受到限制的地区,可在城市绿地或运动场、停车场等地面设施下独立建设地下变电站,也可结合其他工业或公共建筑物建设地下变电站。以北京地区为例,2015 年已投运的 60 座地下变电站中,独立建设的全地下或半地下变电站 46 座,与大型商场、办公楼等公共建筑物联合建设的全地下或半地下变电站 14 座。

将变压器置于地上,既可以节省建设投资,又便于变压器吊运安装,同时也改善了变压器运行环境。鉴于半地下变电站具有经济合理和运行维护便利的优势,补充了条件允许时宜建设半地下变电站的内容。

由于地下变电站不仅土建工程投资远远高于户内变电站,且设计及施工难度较大、施工质量要求较严格,运行维护、设备检修条件也不及户内变电站,故地下变电站适用于由于城市规划及占地等原因使户内变电站无法建设时才采用的特殊变电站建设形式。

3.1.2 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.1.2 条和第 5.1.5 条的保留条文。

城市中任何设施的建设都要服从城市建设规划,地下变电站的建设也不例外。变电站的地面道路、地下管线以及电缆通道的位置及走向等都与城市市政规划密切相关,设计时应与城市规划

和市政规划设计管理部门密切配合,力争选择最佳的管线和电缆隧道规划路径,并确定电缆隧道与变电站的接口位置。

地下变电站通常建设在城市繁华地区,设备运输沿途地上可能有立交桥、过街天桥等交通设施,需校核其设备运输高度是否满足设施要求。城市道路下各种管道及隐蔽工程较多,如果运输主变压器等大型设备不能避开有地下设施的道路,还应特别注意校核沿途地下设施,尤其是地下变电站周围的地下建(构)筑物的承载能力,以免设备运输过程中对地下设施造成损坏并影响设备运输安全。

3.1.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.1.4 条的保留条文。

周围环境对变电站的不良影响主要指:污染、剧烈振动及易燃、易爆的危险场所等。城市地下变电站对邻近设施的影响主要指:地电位升高、电磁感应、无线电干扰、噪声等对无线电收发讯台、飞机场、导航台、地面卫星站、通信设施和居民生活区等的影响。

3.1.5 本条文为新增条文。

参考中华人民共和国消防法第十一条:“国务院公安部门规定的大型的人员密集场所和其他特殊建设工程,建设单位应当将消防设计文件报送公安机关消防机构审核。公安机关消防机构依法对审核的结果负责。”当与大型人员密集场所结合建设的城市地下变电站应向国家相应的消防主管部门提交规定的消防报审材料,以取得认可。

3.1.6 本条文为新增条文。

规划站址较近的不同电压等级地下变电站可以集中选择站址,更大程度地节约占地。譬如,日本的地下变电站往往 275kV 变电站和 66kV 变电站集中布置,通过共用交通、市政和消防等设施,大大减少变电站选址用地。当各电压等级地下变电站集中选择站址和布置时,通过统一设计、简化接线等措施,达到集约用地

的效果。

3.1.7 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.1条的修改条文。

城市一般有较强的防洪能力,站区室外地坪高程应高于城市规划设计标高,并应高于邻近城市道路路面标高。防洪及防涝宜利用市政设施。

3.2 站 区 布 置

3.2.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.1条的保留条文。

指出变电站布置方案与城市规划管理部门之间需要协调的内容。由于地下变电站多建于城市繁华地区,故变电站总图设计时其地下建筑所处位置、地上建筑布局、造型、高度、绿地面积及站区道路出口位置等各项指标均应与城市规划管理部门进行协调;电缆沟道及上下水、煤气、热力等各种地下管线相对位置则需与市政规划管理部门进行协调,获得批准后方可初步确定变电站布置方案。

补充了地下变电站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 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第4.0.2条的修改条文。

由于地下变电站土建工程无法扩建,故变电站土建工程应按终期规模一次建设完成,而电气设备可以分期安装;主要考虑个别工程建成后扩建困难,电气工程也可一次建设完成。

3.2.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.2条的保留条文。

强调在确定变电站总布置方案时需综合考虑的各种内部使用功能。地下变电站应优化设计,充分利用平面和空间组合,减少建筑面积。

3.2.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.3 条的修改条文。

强调地下变电站的地面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》GB 50016 及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的有关规定。

3.2.8 本条文为新增条文。

细化了变电站道路宽度和转弯半径要求;变电站用于车辆通行的道路最小转弯半径为 7m;当用于消防通道时,依据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 7.1.8 条:据公安消防监督机构实测,普通消防车的转弯半径为 9m;当用于消防道路时,转弯半径不宜小于 9m;纵坡不宜大于 8%,与场地局部设计坡度限值 6%相近。

3.2.9 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.7 条的修改条文。

考虑对地面通行人员的关爱和保护,强调出风口应避开人员频繁通过的区域。

3.2.10 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.8 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《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.2.9 条的修改条文。

补充了吊装口的设计要求。设计时应根据变电站主变压器等大型设备的运输和吊装要求以及所选择的吊装方式,注意变电站

的设备吊装口处是否具备大型运输起重车辆的工作条件,有条件时最好将吊装口置于主要运输道路旁。

主变压器进入地下变电站垂直运输分三种方式,第一种为采用汽车起重机吊运方式,第二种为使用建筑结构起吊的方式,第三种为设置专用门式起重机吊运方式。

采用汽车起重机吊运:大吊装口宜靠近道路设置,其附近应留有停放汽车起重机和主变运输拖车(或停放主变压器)的空地,由汽车起重机吊起主变压器后转动吊臂置主变压器于大吊装口的上方,然后慢慢放下主变压器到其安装层。

利用建筑结构吊运设备时,大吊装口可设在主建筑内部或外部,大吊装口上方设有专用吊装厂房(吊装间侧面可设置百叶窗兼作通风口),吊装间顶部设吊装梁和大型起重设备。运输主变压器时需先在大吊装口洞口上铺设一层支撑物,将主变压器拖至支撑物上,再用安装在吊装梁上的起吊装置将主变压器吊起,撤掉支撑物后,再将主变压器下放到设备安装层。

利用门式起重机吊运,需在大吊装口旁预留主变压器停放场地,并在大吊装口一侧铺设轨道至主变压器停放处,运输时先利用轨道将变压器移至吊装口上方,再利用门式起重机将主变压器下放到安装层。门式起重机可在运输工作完成后拆除。

三种主变压器吊运方式各有优缺点,可结合工程的具体情况进行选择。

汽车起重机方式采用的较多,相对比较灵活、方便。110kV主变吊运一般需 300t 起重机,起重机支座处需铺垫钢板;220kV主变吊运一般需 600t 起重机,支座处需预先浇筑混凝土基块,吊运时要求工作场地较大。当大吊装口兼进出风口时,需根据起吊能力限制进出风塔的高度。

利用建筑结构吊运也有实际采用,吊运的操作较麻烦,但对吊运操作场地要求最小。到目前,利用门式起重机吊运方法在我国还未实际采用过,由于需订制特殊形式的门式起重机,首次使用投

资较高(但可重复使用)。采用这种运输方式时,地下变电站大吊装口处的建筑结构设计要做特殊考虑和处理。

关于主变压器在地下变电站内的水平运输方式,我国一般都采用变压器下方铺设滚杠,利用建筑结构中预埋的运输地锚辅以定滑轮组使设备缓缓滚动;或采用地面铺设钢轨,在钢轨上固定定滑轮组使设备缓缓滑动的运输方法。日本的地下变电站中则还有利用气垫平台或地上涂润滑脂使设备滑动的运输方式。

3.2.12 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.4节的修改条文。

当城市规划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,覆土厚度不宜小于0.6m。在满足规划和绿化部门要求的情况下,应尽量减少覆土厚度。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。

3.3 进出线电缆通道

3.3.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.3.1条的保留条文。

城市地下变电站的电缆隧道通常电缆数量较多,为了防止电缆隧道火灾、外力破坏等事故造成敷设在同一隧道内的变电站电源电缆同时损坏,并考虑到变电站一般均有2个以上电缆隧道出口,故提出本条款。

3.3.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第5.3.2条的保留条文。

地下变电站的电缆夹层一般埋深较深,外接电缆隧道如果在站外向下放坡与站内电缆夹层连接,电缆敷设及维护工作较易于进行,但由于隧道底部远高于变电站电缆夹层,有可能造成因站外隧道内大量积水而危及站内防水安全;如果采用站内设电缆竖井与站外电缆隧道连接的方式,站外电缆隧道不必向下放坡以致积

水危险性减少,但存在如下缺点:一是电缆竖井需占用变电站的建筑面积;二是竖井段电缆有故障时较难处理,故本条款对电缆隧道如何与站内电缆夹层连接未作明确要求。

3.3.4 本条文为新增条文。

地下变电站的沟、隧道与站外沟、隧道的连接方式多样,可在同一高程连接,亦可通过电缆竖井在不同高程连接,但无论如何连接,都应能避免区域积水通过管沟倒灌入变电站内。

3.3.5 本条文为新增条文。

地下变电站的沟、隧道与站外沟、隧道可靠分隔一般采用分隔墙方式,使变电站与站外有效分开,以利于运行管理的安全划分;但变电站分隔墙电缆进出线的孔洞需要采用有效的防水封堵。

4 电 气 一 次

4.1 电气主接线

4.1.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.1.1 条的保留条文。

本条文明确提出了确定电气主接线的基本要求和需考虑的主要问题。“便于过渡或扩建”是考虑变电站分期建设时,在建筑预留的空间内,电气主接线能较方便地从前期形式过渡到后期形式至终期形式,一次和二次设备改动较少,以减少扩建过程造成的停电损失。

4.1.2 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.1.1 条的修改条文。

多电压等级变电站集中布置的情况,为紧凑变电站布置,为节约工程造价提出本条文。目前我国的城市地下变电站大多数为终端变电站,110kV 及以下变电站一般为二级电压,220kV 变电站为三级电压。为了尽量压缩地下变电站建设规模以降低工程造价、保证运行安全可靠并减少运行维护工作量,本条文提出在满足电网规划和可靠性要求的条件下,地下变电站宜减少电压等级和简化接线的原则。

4.1.3～4.1.7 这 5 条为新增条文。

为体现不同电压等级、不同性质变电站电气接线在设计方面的区别,便于工程实际应用,将 220kV 地下变电站中各级电压配电装置、35kV～110kV 地下变电站中各级电压配电装置的电气接线设计分条叙述。

110kV 地下变电站中的 110kV 配电装置采用单母线单元接线是指 110kV 主变进线、线路分支均配置断路器的单母线接线,具体形式如下图 1 所示:

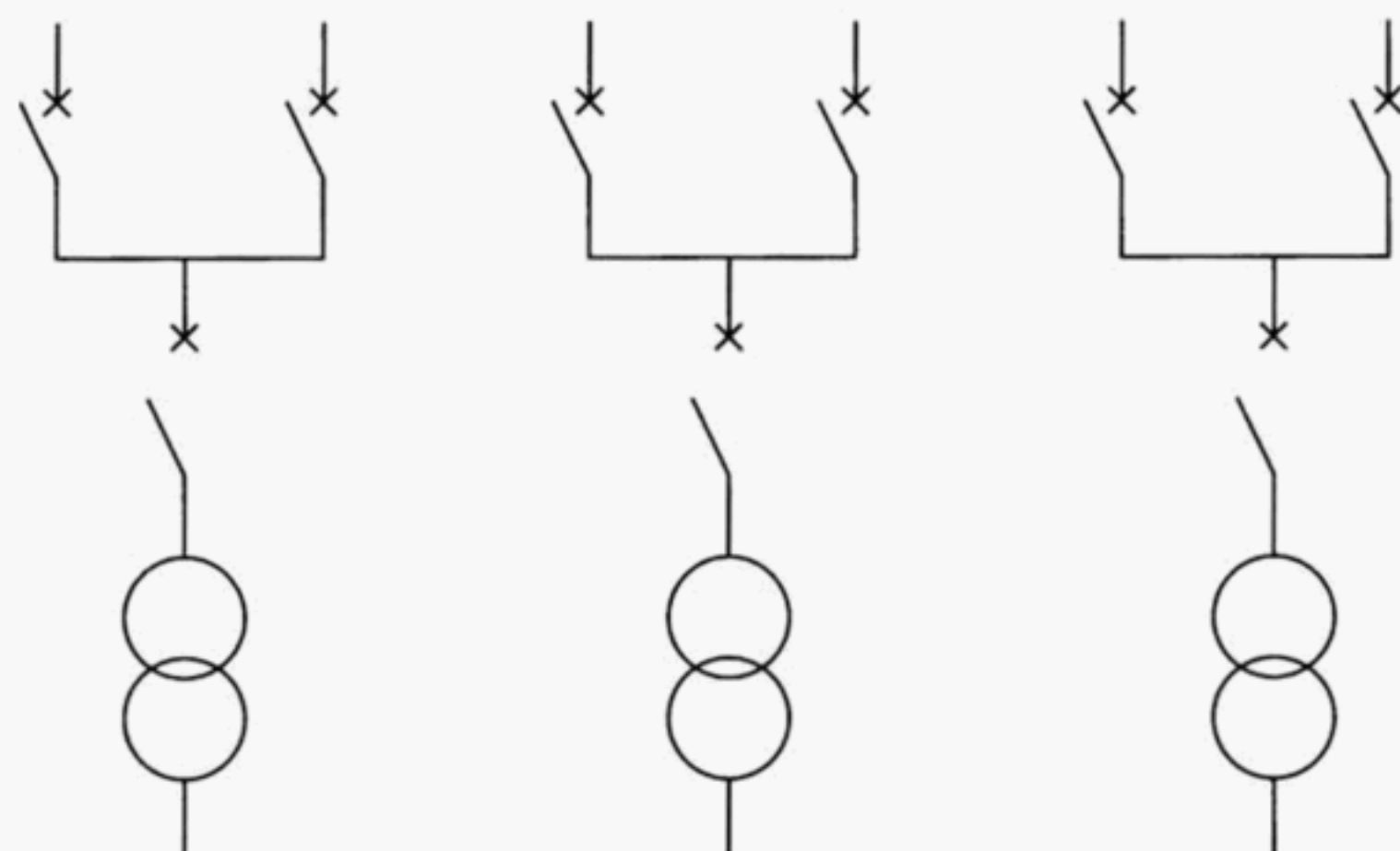


图 1 单母线单元接线(以 3 台主变为例)

110kV 地下变电站高压侧进出线路数为 6 回以上时,可采用双母线或单母线单元接线。双母线接线的特点是便于系统中的功率分配,母线事故后停电范围小恢复供电快,便于对母线及母线设备进行检修试验,对供电影响小;单母线单元接线的特点是保证了主变的分列运行,电源方向更多,运行方式更为灵活,可靠性高,在北京及上海电网有一些应用。

地下变电站 6kV~10kV 负荷侧一般采用单母线分段接线,其分段方式考虑当其中一台主变压器停运时有利于其他主变压器的负荷均匀分配。例如 3 台变压器时,10kV 可采用单母线四分段接线(四台受电开关、两台分段开关、四段母线),即将中间一台变压器低压负荷侧用两台受电开关分接至两段母线,每段母线通过母线分段开关分别与邻近的变压器连接;当变电站装有四台变压器并均带有馈线负荷时,为了保证任何一台变压器停运时其他变压器负荷可以均匀分配,可考虑采用环形接线及单母线八分段环形接线(八台受电开关、四台分段开关、八段母线)。所以,当变电站装有 3 台及以上主变压器并均带有馈电负荷时,为了保证任何一台变压器停运时其他主变压器负荷可以均匀分配,可采用环形接线。当主变压器低压侧无出线仅带无功设备时,可采用单母线接线,各变压器低压侧母线之间不做连接。

4.1.8 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.1.4 条的保留条文。

变压器分列运行是最简单并广泛采用的限流措施,但变压器容量较大、电压等级较高时限流效果不能满足使用要求。容量大于或等于 50MV·A 的 110kV 变压器和部分 220kV 变压器,采用高阻抗变压器限制 10kV 侧系统短路容量。

部分 220kV 变压器采用 6kV～10kV 回路中串联限流电抗器的方法。比如国家电网公司新一代智能变电站示范工程——北京未来城 220kV 变电站工程选择 10kV 限流电抗器并接旁路限流器方式。

限流器是采用高科技专利技术制作的超高速开关,动作电流可以通过其电子控制器整定。它正常运行时相当于采用铜排将限流电抗器短接,旁路限流器上通过全部负载电流;发生两相或三相短路时,能在短路电流刚刚上升的 3ms～5ms 内瞬间开断故障电流,及时将限流电抗器投入用于限制短路电流。

4.2 电 气 布 置

4.2.1 本条文为新增条文。

提出了地下变电站电气总平面布置应考虑的各种因素。

4.2.2 本条文为新增条文。

电气平面布置时,宜对荷载较重或油浸式电气设备进行合理布置,避免布置在其他设备层上方;地下变电站的电气设备布置在地下,将主变压器等荷载较重的电气设备同层布置,便于厂房结构设计及设备运输、吊装。宜对电缆通道路径提出统一安排,考虑电缆进出线路径的合理性。

4.2.4 本条文为新增条文。

电缆夹层的高度设置应满足电缆施工和运行时的转弯半径要求。如果由于一些大截面电缆转弯半径过大导致 220kV GIS 室下面的电缆夹层层高过高,可采用 GIS 电缆终端下伸到电缆夹层内

横置方式,使电缆无需转弯即可接入电缆终端,从而避免电缆夹层层高过高。

4.2.5 本条文为新增条文。

提出了设备运输通道宽度应按可能通过的最大设备外形两侧净距不小于 0.5m 的要求。

4.2.6 本条文为新增条文。

主变压器、并联电抗器及 GIS 等电气设备的运输重量很大,通常为几十吨至数百吨,而且体积也很大,其设备主体的安装就位一般采用地面运输方式。如采用垫滚杠拖拽、垫钢轨用千斤顶顶推方式,对于 GIS 整体间隔还可采用气垫运输。

在这些电气设备的设备间顶部设置一些吊装设施,如吊环或工字钢,主要用于设备附件的吊装或检修试验,其承重一般只有数吨。

4.2.7 本条文为新增条文。

为紧凑变电站布置,节约工程造价提出本条文。

4.3 主 变 压 器

4.3.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.2.1 条修改条文。

综合近年来用电负荷的持续增加,城市中心区变电站选址难度加大,以及不同电压等级变电站集中布置等情况,取消了原标准中主变压器台数不宜多于 4 台的描述。

4.3.2 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.2.2 条保留条文。

国内和国外对变压器负载率的取值有两种观点:一种观点认为大为好,即高负载率;另一种观点认为小为好,即低负载率。现行企业标准《城市电力网规划设计导则》Q/GDW 156 推荐采用高负载率。

持高负载率观点者认为,根据变压器负载能力中的绝缘老化

理论,允许变压器短时间过负荷不会影响变压器的使用寿命。一般油浸式变压器取过负荷倍数为 1.3,持续时间 2h。按照“N-1”准则,当变电站中一台变压器因故障停运时,剩余变压器承担全部负荷而过负荷运行。如取变压器过负荷倍数为 1.3,变压器台数 $N=2$ 时,变压器正常运行负载率 $T=65\%$;当 $N=3$ 时, $T=87\%$ 。

高负载率的使用可减少电网建设投资,降低变压器损耗(变压器取高负载率时,为保障系统的可靠供电,在变电站的低压侧应有足够容量的联络线,在故障发生后 2h 之内经过操作把变压器过负荷部分通过联络线转移至相邻变电站)。

变压器取低负载率时,不考虑变压器的过负荷能力。若变电站中有一台变压器因故障停运,剩余变压器必须承担全部负荷而不过负荷运行,当 $N=2$ 时, $T=50\%$;当 $N=3$ 时, $T=67\%$ 。

对变压器负载率取值的不同看法,导致了设计观念和经济评价标准上的差别。各地可根据实际情况进行选择。

4.3.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 6.2.3 条保留条文。

地下变电站的主变压器采用低损耗变压器,有益于减少通风系统的负担;低噪声有益于环境保护。目前使用的无油型变压器有环氧树脂浇铸和 SF₆ 气体绝缘电力变压器。无油型变压器虽然设备价格高于同容量油浸式电力变压器,但考虑到采用无油型变压器既有免除火灾危险性保证运行安全的社会效益,又有节省消防设备购置、占地及运行维护费用等优点,故提出可根据地下变电站的防火设计要求在必要时选择此类无油型变压器。

“有特殊要求时”是根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 中第 5.4.12 条第 9 款的要求:“总容量大于 1260kV·A,单台容量大于 630kV·A 的油浸变压器,不应布置在民用建筑物内。”根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 中第 1.0.2 条“火力发电厂与变电站的建筑防火

设计,当国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 有专门的规定时,宜从其规定”。因此,现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 中第 5.4.12 条第 9 款的要求,是针对民用建筑物自用变电站的电气设备。电力系统变电站的建筑防火设计应执行现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229。

为此,当地下变电站与其他建(构)筑物联合建设,且主变压器置于地上非变电站建筑的正下方时,变压器宜采用无油型设备。如果地下变电站与其他建(构)筑物联合建设,而地下安装的主变压器未置于地上建筑的正下方,而是在地上建筑的投影范围以外时,地下变电站可采用油浸电力变压器。

4.3.4 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.2.4 条修改条文。

变电站安装的 220kV 变压器容量一般在 120MV · A 以上,总损耗也在 600kW 以上,地下安装时用风冷系统却难度较大,故一般采用油-水或油-油循环冷却方式。我国地下安装的变压器采用油-水或油-油循环冷却方式时,油-水或油-油交换器置于地下,冷却器一般置于地面;个别变电站因地面无位置而将冷却器也置于地下建筑内或引至高楼屋顶。因现在有变压器厂可生产配高置式散热器的油浸变压器,对于高差不大的工程,为避免采用油-水或油-油循环冷却方式变压器,减低设备购置费,建议将油浸变压器的散热器直接引上至地面用自冷或风冷方式进行冷却。地下布置的单台容量在 63MV · A 及以下的 110kV 低损耗电力变压器,单台总损耗均约在 350kW 以下,一般可采用自冷方式进行冷却。

4.3.5 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.2.5 条保留条文。

本条文根据国家能源局关于印发《防止电力生产事故的二十五项重点要求》(国能安全〔2014〕161 号)的第 12.6.5 条要求“新建或扩建变压器一般不采用水冷却方式,对特殊场合必须采用水

冷却系统的,应采用双层铜管冷却系统”提出。双层铜管冷却系统为油、水之间有双层铜管隔离,有利于保障油浸变压器的运行安全。

4.3.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.2.6 条保留条文。

由于城市中道路情况比较复杂,立交桥及行人过街天桥较多,运输道路允许荷载不同;运输车辆高度限制不一,变压器运输车辆的底盘高度也不一,故主变压器设备订货时需注意对变压器运输尺寸和运输重量,根据道路运输条件提出要求。

4.4 配 电 装 置

4.4.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.3 节修改条文。

细化了高压配电装置设计执行标准的要求。

4.4.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.1.5 条修改条文。

考虑到敞开式配电装置需要空间太大,不适合安装在户内变电站内。体积小、可靠性高、检修周期长的 SF₆ 气体绝缘全封闭组合电器(GIS)已在我国户内变电站的 66kV~220kV 配电装置普遍使用,因此,66kV 及以上电压等级的配电装置推荐采用小型化气体绝缘组合电器。有益于紧凑变电站厂房布置,减少地下变电站占地面积。

4.4.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.1.5 条修改条文。

10kV 及 35kV 气体绝缘开关柜与空气绝缘开关柜相比,尺寸减小有限,但价格仍然较高,故推荐宜采用空气绝缘开关柜。如缩小的土地面积节省下来的征地费用及房屋的建筑费用大于设备增加的费用,经过经济技术比较,则可采用气体绝缘开关柜。

4.4.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》

DL/T 5216—2005 第6.1.6 条保留条文。

若地下变电站未采取完善的进风除尘设施,通风系统也会将地上的灰尘与污秽带进地下厂房,故建议地下变电站电气设备的电瓷外绝缘的爬电比距与地上户外配电装置等同考虑。

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定》DL/T 5216—2005 第6.4.3 条修改条文。

并联电容器组一般可采用装配式布置形式或大容量集合式设备;前者布局较紧凑,适合在户内安装;后者为油浸式设备,但因油量不大,在地下变电站也有采用。补充应符合现行行业标准《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 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.4.1 条修改条文。

我国目前投运的 66kV～110kV 变电站大多数配置了容性无功补偿装置;220kV 变电站大多分别配置了容性及感性无功补偿装置。由于城市中电力电缆的大量使用,城市电力系统设计时需考虑电力电缆(尤其是高压电力电缆)对容性无功的助增作用,以分别确定变电站需配置的容性及感性无功补偿装置容量。

4.5.3 本条文为新增条文。

各电压等级断路器开断电容器和电抗器回路时,为了限制操作过电压在安全的范围内,应对电容器和电抗器的容量加以限制。

4.5.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.4.2 条和第 6.4.4 条修改条文。

变电站的无功补偿设备有条件时宜选择无油型产品;目前国内生产的干式电容器因产品质量不稳定已退出市场,电抗器目前已有干式(如环氧树脂浇注)设备可供选用。

空心电抗器体积较大,漏磁场较强,故在地下变电站不推荐使用

用;铁芯电抗器目前国内采用的有油浸式和环氧树脂浇注式两种。考虑到尽量简化地下站的通风系统,对地面允许布置散热器的35kV及以上电压等级的并联电抗器,只有油浸铁芯电抗器具备采用分体结构的条件,故推荐采用油浸式。

4.6 站用电系统

4.6.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.5.2条保留条文。

本条文引自《220kV~1000kV 变电站站用电设计技术规程》DL/T 5155—2016 中第3.1.1条和第3.1.5条的内容。装设两台容量均按全站计算负荷选择的工作变压器,是为了保证站用变压器的相互切换和轮换检修。

4.6.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.5.3条保留条文。

本条文为变电站无油化进行的规定。站用变压器应选择无油型设备(如环氧树脂浇注式)。

4.6.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.5.4条保留条文。

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 本条文为新增条文。

针对地下变电站站用电负荷的特点,参照现行行业标准《220kV~1000kV 变电站站用电设计技术规程》DL/T 5155—2016 附录A,增加站用电负荷分类及特性表。其中:

辅助控制系统由图像监视及安全警卫、火灾报警、风机自动控制、环境监测子系统组成,列为Ⅱ类负荷;

事故通风机,系指火灾后的事故排烟,列为Ⅱ类负荷;

消防通风机,系指丙类房间和走廊火灾时为滞留人员送风的风机,列为Ⅰ类负荷;

考虑地下站均设有室内消火栓,故将消火栓泵列为Ⅰ类负荷;

考虑地下站图像监视系统是无人值班站的重要辅助控制系统,图像监视系统需要照明系统提供辅助照明,本标准将照明列为Ⅱ类负荷。

对表 4.6.5 内容的注释如下:

(1)负荷分类:

Ⅰ类负荷:短时停电可能影响人身或设备安全,使生产运行停顿或主变压器减载的负荷;

Ⅱ类负荷:允许短时停电,但停电时间过长,有可能影响正常生产运行的负荷;

Ⅲ类负荷:长时间停电不会直接影响生产运行的负荷。

(2)运行方式栏中“经常”与“不经常”系区别该类负荷的使用机会。“连续”、“短时”、“断续”系区别每次使用时间的长短。即:

连续——每次连续带负荷运行 2h 以上;

短时——每次连续带负荷运行 2h 以内,10min 以上;

断续——每次使用从带负荷到空载或停止,反复周期地工作,每个工作周期不超过 10min;

经常——与正常生产过程有关的,一般每天都要使用的负荷;

不经常——正常不用,只在检修、事故或者特定情况下使用的负荷。

4.7 导 体

4.7.1 本条为新增条文。

明确配电装置中的导体设计应符合现行行业标准《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、《220kV~500kV 户内变电站设计规程》DL/T 5496 的规定。

4.8 过电压保护和接地装置

4.8.2 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.10.2 条修改条文。

明确接地装置设计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。

由于地下变电站大多数建设于城市建筑及电信设施密集地区,变电站占地面积一般又较小,接地是变电站建设中的一个需要关注的问题。变电站不仅应在主建筑底板下设置接地网,同时为了达到降低接地电阻的目的,变电站接地网还应充分利用建筑中的接地设施,如地下建筑结构部分钢筋以及建筑地下桩基、护坡桩等,以辅助增强接地效果。需要时,变电站接地网也可与邻近的非变电站的主建筑地网连接。如无特殊要求,变电站的接地电阻通常应符合国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 第4.2.1 条中 $R \leq 2000/I_G$ 的规定要求。

由于降阻剂的降阻效果有随时间增长而降低的问题,地下变电站一般不采用降阻剂。

4.8.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.10.3 条保留条文。

本条文根据现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中第4.4.7 条对变电站 GIS 的接地线及其连接的要求,以及对地下变电站建筑各楼层地网等电位的要求提出。参考 CIGRE(国际大电网会议) Working Group 63.04 “EMC Within power plants and substation” 1997.12 的 “GUIDE ON EMC IN POWER PLANTS AND SUBSTATIONS”(发电厂及变电站电磁兼容导则)的要求,建议变电站建筑的底板及各层楼板钢筋焊接成网的网孔尺寸控制在不大于 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 为宜。

4.8.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.10.4 条保留条文。

根据现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中第 4.4.5 条要求,提出站内环形接地母线与站外部接地网间应至少以不同方位的 4 条连接线互相连接。

4.8.5 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规范》DL/T 5216—2005 第 6.10.5 条修改条文。

地下变电站的接地网一般埋设在主建筑底板下及四周,呈笼形布置,施工后则无法更换,故推荐采用铜材,应满足现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中第 4.3.6 条要求。

4.8.6 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规范》DL/T 5216—2005 第 6.10.6 条保留条文。

本条规定是为了便于测试变电站接地电阻,参照现行国家标准《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 中第 4.3.1 条内容提出。

4.9 电缆和光缆

4.9.1 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规范》DL/T 5216—2005 第 6.12.1 条修改条文。

增加了对防火封堵做法及材料应满足的规范要求。

4.9.2 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规范》DL/T 5216—2005 第 6.12.2 条保留条文。

本条文根据国家标准《电力工程电缆设计规范》GB/T 50217—2007 第 3.1 节“电缆导体材质”第 3.1.1 条~第 3.1.3 条规定提出。

地下变电站的电力电缆和控制电缆均应采用铜芯阻燃电缆。根据现行国家标准《电缆在火焰条件下的燃烧试验》GB/T 18380.3 (2001),电缆的难燃性(阻燃性)考核标准分为 A、B、C 三类试验等级,且 A 类比 B 类、C 类试验条件顺次比较严格。就减少电缆火灾概率,防止火灾扩大,保证运行安全而言,自然以选择 A 类较 B 类、C 类顺次为佳,但对地下变电站这种阻燃电缆用量较大的工

程,投资增加将较为显著;由于目前各地区对阻燃电缆的等级要求不尽一致,故本条文仅对阻燃电缆作原则规定。为降低地下变电站火灾危险性,1kV 及以下电缆宜优先选用低烟无卤阻燃电缆。

4.9.3 本条文为新增条文。

主要考虑单芯交流电力电缆穿普通金属管,普通金属管会产生电磁环流引起发热;建议将普通金属管纵向锯开,再用非铁磁性材料(比如铜)焊接成一体;或直接采用非铁磁性材料电缆埋管。

4.9.4 本条文为新增条文。

地下变电站大量使用光缆,本条文提出了光缆选择的一般要求。

4.10 建筑电气

4.10.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.11.5 条修改条文。

按照现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390—2014 第 6.0.1 条修改部分电气设备室照度标准值,并增加统一眩光值 UGR 和一般显色指数 Ra 数值要求。按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 10.3.3 条,消防泵房和消防控制室发生火灾时仍需正常工作,应设置备用照明,其作业面的最低照度不应低于正常照明的照度,修改上述房间的应急照明照度值。

4.10.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.11.3 条修改条文。

变电站正常交流照明故障失电后,运行监视及故障处理均需有照明,故凡是有可能需要处理事故的主要场所及通道均要求装设备用照明。

按照现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390—2014 第3.2.1 条和第 3.2.2 条,明确不同设备间和场所需要设置应急照明;应急照明分为疏散照明和备用照明。

4.10.6 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.11.4 条保留条文。

无人值班变电站的备用照明系统应在入口处或警卫室设总开关,总开关在检修人员到达后手动投入,以防检修人员未到时蓄电池放电。北京地区的无人值班变电站的备用照明要求设置手动/自动转换开关。备用照明分区控制是为了节省蓄电池的容量。

4.10.7 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.11.7 条修改条文。

根据现行行业标准《发电厂和变电站照明设计技术规定》DL/T 5390—2014 第5.1.8 条第2款,增加了疏散照明灯具蓄电池的放电时间不低于120min的要求。

4.10.8 本条文为新增条文。

目前采用密封阀控蓄电池几乎没有氢气逸出,所以非密封蓄电池的室内电气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,装在室外操作方便且安全。

4.10.9 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.11.6 条保留条文。

本条文应北京地区检修人员的要求而提出,对提高检修工作效率有益。

5 系统及电气二次

5.1 继电保护及安全自动装置

5.1.2 本条文为新增条文。

本条规定了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。

5.2 调度自动化

5.2.5 本条文为新增条文。

本条规定变电站信息远传方式,220kV、110kV 地下变电站应采用调度数据网络,35kV 地下变电站条件不具备时,可采用专线方式。

5.3 计算机监控与二次接线

5.3.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.7.1 条修改条文。

35kV～110kV 变电站计算机监控系统的设计应符合现行行业标准《35kV～220kV 无人值班变电站设计技术规程》DL/T 5103 的规定;提出了计算机监控的原则性要求。

220kV 变电站主变压器布置于地下时,采用油-水或油-油循环冷却方式,变压器配套设置冷却系统。鉴于变压器冷却系统状态与变压器是否能正常运行息息相关,建议冷却系统相关信息接入计算机监控系统,实时监视。

5.3.3 本条文为新增条文。

现行行业标准《变电站通信网络和系统》DL/T 860 为国际电工委员会 TC57 制定的系列标准,该标准为基于通用网络通信平

台的变电站自动化系统唯一国际标准。该系列标准具有以下特点和优点:分层的智能电子设备和变电站自动化系统;根据电力系统生产过程的特点,制定了满足实时信息和其他信息传输要求的服务模型;采用抽象通信服务接口、特定通信服务映射以适应网络技术迅猛发展的要求;采用对象建模技术,面向设备建模和自我描述以适应应用功能的需要和发展,满足应用开放互操作性要求;快速传输变化值;采用配置语言,配备配置工具,在信息源定义数据和数据属性;定义和传输元数据,扩充数据和设备管理功能;传输采样测量值等。并制定了变电站通信网络和系统总体要求、系统和项目管理、一致性测试等标准。将此国际标准转化为电力行业标准,并贯彻执行,将提高我国变电站自动化水平,促进自动化技术的发展,实现互操作性。

5.3.4 本条文为新增条文。

时间同步系统宜输出 IRIG-B(DC)时码、1PPS、1PPM 或时间报文。

5.4 通 信

5.4.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.9.2 条保留条文。

在城市全地下和半地下变电站中,光纤、租用邮电线路、专用通信电缆等几种通信方式都有应用。由于城市电缆隧道及电力管井的大量建设,为采用光纤通信提供了便利条件。

5.4.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.9.1 条修改条文。

本条增加了与当地电话局的通信。

5.4.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.9.3 条修改条文。

变电站内一旦发生全站停电事故,通信设备不可或缺,所以变电站通信设备应有可靠事故备用电源。备用电源的取得方式宜

根据变电站的具体情况考虑,提出了地下变电站应采用通信电源与变电站电源一体化设计。

5.4.4 本条文为新增条文。

要求通信设备布置在变电站二次设备室中,取消了独立的通信设备室。

5.5 直流系统及不间断电源

5.5.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.5.5条修改条文。

增加了不间断电源系统依据性规范。

5.5.2 本条文为新增条文。

提出了直流一体化电源系统,取消独立的通信电源。

5.5.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第6.5.8条修改条文。

当备用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,再工作 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。

提出了蓄电池容量宜按 2h 事故放电计算,通信电源按 4h 事故放电计算的要求。

5.6 辅助系统

5.6.1 本条文为新增条文。

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；当配电装置室 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。

5.7 二次设备布置

5.7.1、5.7.2 这两条为新增条文。

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。

6 土建部分

6.1 建 筑

6.1.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.1条修改条文。

目前,由于城市用地紧张,部分地下变电站选址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。地下变电站的设计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,满足城市景观的要求。当城市规划对地上建(构)筑物景观要求较高时,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。

6.1.2 本条文为新增条文。

参考现行行业标准《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)。

6.1.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.1条修改条文。

本条文参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第3.4.1条规定。

6.1.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.2条修改条文。

本条文所列各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级参照

现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 进行规定。随着技术的进步,在工程实践中干式变压器(如SF₆气体绝缘变压器、环氧树脂浇注变压器)、干式电抗器在地下变电站中应用较普遍,使变电站的火灾危险性有所降低,上述设备间的火灾危险性由油浸设备的丙类改为丁类。

6.1.5 本条文为新增条文。

消防控制室设置在建筑内首层或地下一层,主要考虑消防控制室一般兼用警卫值班,消防控制室是警卫人员长时间停留的房间,为保证人员出入方便、快捷,宜布置在地上或地下一层离主出入口较近的位置。警卫人员正常情况下不进入地下变电站设备区,便于变电站运行管理。另外,消防控制室靠外墙布置,也符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 中第 8.1.7 条第 2 款的规定。

6.1.6 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.3 条保留条文。

当地下变电站与其他建筑合建时,应采用的防火措施一般指将变电站与建筑的其余部分作为不同的防火分区加以分隔。

6.1.7 本条文为新增条文。

本条文引自现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 11.4.3 条规定。

6.1.8 本条文为新增条文。

本条文参照现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 11.4.4 条规定。

6.1.9 本条文为新增条文。

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

6.1.10 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.4 条保留条文。

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

足现行国家标准《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。

6.1.11 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.5 条修改条文。

本条文参照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 6.4.2 条、第 6.4.4 条规定制定。

6.1.12 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.6 条修改条文。

本条文引用现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 11.4.1 条部分内容。

6.1.13 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.7 条保留条文。

本条文引用现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 11.3.1 条部分内容。

6.1.14 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.1.8 条修改条文。

按现行国家标准《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的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,可以设置总事故油池,事故油池的容量、功能应根据油量、水量、排放条件综合确定。本条文也提醒了在设计变压器事故油池有效容积时,不应忽略水喷雾或细水雾灭火设施动作后消防水的容量。

6.1.15 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.2 条第2 款修改条文。

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。

6.1.16 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.2 条第1 款保留条文。

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、噪声等满足城市规划、环保、绿化要求时，排风口下沿高度可以降低。

6.1.17 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.3 条第1 款保留条文。

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。

6.1.18 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.3 条第2 款修改条文。

本条对材料要求进行了细化，增加了建筑内装修中关于楼、地面、吊顶的具体要求。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耐磨环氧（简称自流平）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。

6.2 结 构

6.2.1、6.2.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 7.2.1 条的修改条文。

现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068—2001 中规定：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设计使用年限为 100 年；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。现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223—2008 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的分类或规定，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。

6.2.3~6.2.11 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 7.2.1 条、第 7.2.3 条、第 7.2.4 条的修改条文。

现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2011 中规定：当地下水埋藏较浅，建筑地下室或地下构筑物存在上浮问题时，应进行抗浮验算。

常设大吊装口处垂直吊装的大型设备较重，大型设备对吊装口下方梁板的冲击作用较大；当吊装口下方梁板整体性不强，抗冲击性能较低时，过大的设备冲击作用会导致钢筋混凝土梁板的损坏，并间接影响围护结构的安全。吊装口下方设置钢筋混凝土墙等加强措施可以起到显著的安全效果。

6.3 建 筑 防 水

6.3.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 7.3.2 条修改条文。

地下变电站外墙渗漏水，影响变电站使用和安全运行。同时，

地下变电站防水修补难度很大,即使修补完成,效果也不好,故需高度重视地下变电站的防水设计和施工。本条文规定 220kV 地下变电站应按一级防水设计,110kV 地下变电站宜按一级防水设计。但有些地区受到施工条件等因素影响,按一级防水设计确有困难或投资增加很大时,110kV 及以下地下变电站防水等级可适当降低要求,但不应低于二级。

6.3.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.3.6 条修改条文。

变形缝对结构受力及防水非常不利,因此应尽量不设或少设变形缝。主体部分与通道的连接处是应力集中容易开裂的地方,宜在此处设置变形缝。一般采用中埋式止水带与外贴防水层复合使用的方法。为降低建筑防水的施工难度,确保建筑防水的施工质量,本条文增加了变电站地下外围护结构规整性要求。

6.3.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.3.4 条修改条文。

利用混凝土结构自防水与外包防水是地下变电站主要的防水措施。如上海人民广场 220kV 变电站主体结构采用了 800mm 厚的地下连续墙,内部做 600mm 厚的内衬形成复合墙。根据工程实践,有的工程采用防水混凝土已达到了一级防水标准,有的采用多道防水也达到了一级防水标准,但也有采用多道防水,由于施工质量差而失败的,此道工序对施工质量要求较高。

通过在钢筋混凝土中掺加减水剂、膨胀剂、防水剂、密实剂、引气剂、复合型外加剂等,可以改善混凝土防水性能,提高混凝土的抗渗能力。

本条文增加了变电站地下厂房迎水面主体结构采用防水混凝土的要求。

6.3.5 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.3.7 条修改条文。

地下变电站电缆、接地线和管道穿越建筑时,应在穿越处采取

防水措施。电缆隧道与地下变电站的相接处宜设置隔断墙,隔断墙上安装防水套管供电缆穿越使用。

6.3.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.3.8条修改条文。

考虑地下变电站无人值班,本条文增加在集水坑和集水池附近预留排水泵电源,设置自动启停的排水设备。

6.3.7 本条文为新增条文。

增加了当地下变电站覆土部分用于城市绿化时,地下建筑顶板及防水设计应满足现行行业标准《种植屋面工程技术规程》JGJ 155 的规定。防水层应采用耐植物根系穿刺的防水材料。

6.4 基坑支护

6.4.1 本条文为新增条文。

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。

6.4.2 本条文为新增条文。

本条文引自现行行业标准《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。

6.4.3 本条文为新增条文。

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。现行行业标准《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。

现行行业标准《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。

6.4.4 本条文为新增条文。

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。逆作法的最大优点是基坑的变形小,因而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。

软土地区土质较差,地下水位很高,地下围护结构不仅要起到挡土作用,还要起到防水作用。目前如上海地区一般的 110kV 地下变电站基坑开挖深度在 18m~19m,110kV 半地下变电站基坑开挖深度在 10m 以下,220kV 地下变电站基坑开挖深度在 19m~21m,220kV 半地下变电站基坑开挖深度也在 10m 以下。因此,基坑开挖深度在 10m 以下的,其基坑支护方案可采用型钢水泥土搅拌墙;基坑开挖深度在 10m 以上的,其基坑支护方案一般采用地下连续墙。由于软土地区土质较差,建设用地范围较小,支护结构不宜采用锚杆,一般采用内支撑形式。

硬土地区土质较好,地下水位较低(地下水位约为地表以下 6m)。目前如北京地区一般的 110kV 地下变电站基坑开挖深度在 14m~19m,110kV 半地下变电站基坑开挖深度在 15m 以下,220kV 地下变电站基坑开挖深度在 20m~24m。因此,其基坑支护方案可采用土钉墙、排桩+锚杆或内支撑方案;只有在基坑变形

需控制严格时,才采用地下连续墙等刚度大的基坑支护方案,采用地下连续墙时,一般采用内支撑方案。

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。

6.4.5 本条文为新增条文。

支护结构与主体结构相结合有部分结合和全面结合,宜根据工程具体情况确定。当基坑围护结构采用地下连续墙时,为节约工程造价,应充分利用地下连续墙。即地下连续墙在施工阶段作为挡土挡水围护结构,在地下变电站使用阶段作为其结构的一部分。可以利用地下结构的梁板替代支撑与周边临时围护结构相结合,或与地下连续墙相结合;也可以利用地下竖向结构构件替代竖向支撑,此种形式一般在支护结构与主体结构全面结合时采用。

6.4.6 本条文为新增条文。

支护结构与主体结构相结合的工程,一般有以下几种类型:

1. 围护结构为地下连续墙,在使用阶段作为地下结构外墙的一部分,其内支撑可采用临时支撑。这时,可采用顺作法施工,施工顺序与一般基坑相同。

2. 围护结构采用临时围护墙,内支撑利用主体结构的梁板替代,由于梁板必须先行施工,所以只能采用逆作法施工。

3. 支护结构与主体结构全面相结合,按施工顺序先施工围护墙、立柱桩及立柱,再从上到下施工主体结构梁板及底板,只能采用逆作法施工。

6.4.7 本条文为新增条文。

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。

6.4.8 本条文为新增条文。

本条文参照现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120—2012 第 3.1.4 条和有关规程制定。

6.4.9 本条文为新增条文。

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。

6.4.10 本条文为新增条文。

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。

7 采暖、通风与空气调节

7.1 采 暖

7.1.2、7.1.3 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 7.4.9 条修改条文。

地下变电站可采用分散电采暖或利用附近热源设施供暖。考虑热力采暖有漏水隐患,且地下变电站各类管线较多,不利于集中供暖管道布置,因此,建议寒冷地区的变电站优先采用电采暖。当采用电采暖时,应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229 的规定,并满足房间用途、特点、经济和安全防火等要求。

7.2 通 风

7.2.3 本条文为新增条文。

进、排风口分开设置可以有效防止通风气流短路;同时考虑进、排风口一般直接对外,设计时需要采取必要的措施防止雨雪及小动物进入,并避免站内设备噪声通过风口泄露至室外,对周边环境产生影响。

7.2.4 本条文为新增条文。

参考现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019,对机械送风进风口的设置进行了规定。

7.2.5 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.1.2条修改条文。

外侧为绿地时排风口下沿高出地坪不宜小于 1.2m,是考虑附近草木的生长。

7.2.6 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》

DL/T 5216—2005 第7.4.4条、第7.4.5条修改条文。

目前北京、上海等地区,地下变电站主变室内设计温度为夏季排风温度不超过 45°C ,多年的运行实践表明,该温度参数能够保证主变压器正常运行。在夏季室外通风计算温度较低的地区,为保证变压器室有足够的通风量,并防止送风温度过低带来的凝结结露问题,故规定了房间进、排风温差不超过 15°C 。变压器室的耐火等级为一级,因此,变压器室通风系统不能与其他通风系统合并。

7.2.7 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.4.5条修改条文。

同时考虑各电气设备房间火灾后,能尽快排除火灾时产生的烟气,便于及时恢复生产,对房间事故后通风换气次数作出了不宜小于6次/h的规定。

7.2.8 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.4.6条修改条文。

GIS电气设备室室内空气不允许再循环,应采用机械排风。目前GIS设备均分气室设计, SF_6 气体泄漏量有限,故平时设置不小于2次/h换气次数的正常通风,并设置不小于4次/h换气次数的事故通风,以迅速排除室内 SF_6 气体。

7.2.9 本条文为新增条文。

参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016,对通风管道防火阀设置要求进行了规定。

7.2.10 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.4.4条修改条文。

通风风机与火灾探测系统联动,保证着火时立即切断与消防排烟无关的通风风机电源,及时关闭通风系统,以免火灾蔓延。

7.3 空气调节

7.3.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》

DL/T 5216—2005 第7.4.7 条修改条文。

本条对空调房间的温、湿度要求进行了规定。

7.4 防烟、排烟

7.4.1~7.4.3 这3条为新增条文。

参考现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014,规定地下变电站的防烟楼梯间及其前室需要设置防烟设施;同时现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 规定高度大于32m 的高层厂房(仓库)内长度大于20m 的疏散走道,其他厂房(仓库)内长度大于40m 的疏散走道应设置排烟设施。

本标准参照该条文,规定地下变电站内长度大于40m 的内走道应该设置排烟设施。

8 给水与排水

8.1 给 水

8.1.2 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.5.1 条保留条文。

给水系统的确定在给水设计中具有全局意义,系统选择的合理与否将对整个给水工程产生重大影响。地下变电站多建在城市,且位于繁华地段,给水管网发达。变电站给水取自市政给水管网,较为方便、经济,又符合城市规划建设的要求。取自市政给水管网的水量一般能够满足要求,水压应根据具体情况确定。

8.1.3 本条文为新增条文。

明确规定生活用水给水系统的供水水质应符合现行的生活饮用水卫生标准的规定。对于其他的工业用水给水系统,由于使用性质不同,水质要求各异,故其水质标准应根据具体要求经分析研究合理确定。

8.1.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.5.3 条保留条文。

为运行维护方便,地下各层宜考虑清洗用水的设施,譬如设立拖布池。

8.2 排 水

8.2.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.5.4 条和 7.5.5 条的修改条文。

排水系统采用分流制有利于改善卫生条件,也有利于排水设备的选型和集水池容积的确定。分流制指用不同管渠系统分部收集和输送各种污水和雨水的排水方式。污水由污水收集系统收集

并输送到市政污水管道;雨水由雨水系统收集,并排入市政雨水管道。

8.2.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第7.5.6 条保留条文。

变电站位于地下,若无自动排水设施及防止废水回灌的措施,会带来较为严重的后果。

8.2.3 本条文为新增条文。

地下变电站内最底层应设置废水池,用于存储消防废水、少量墙体及孔洞渗水、清洗废水等,废水池容积设计时应综合考虑室内消防用水量、消防灭火时间及排水泵排水能力等因素,墙体渗水及清洗废水因水量较少,可不作考虑。根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 要求,变电站火灾延续时间按 3h 考虑,在计算废水池容积时可根据当地实际消防灭火时间,并征得当地消防局同意后合理确定室内消火栓灭火时间。

8.2.4 本条文为新增条文。

排入市政排水系统的污水水质,必须符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 和现行行业标准《污水排入城镇下水道水质标准》CJ 343 等有关标准的规定。

9 消 防

9.1 消 防 设 施

9.1.1 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.2.3 条修改条文。

本条文规定了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 本条文为新增条文。

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 本条文为新增条文。

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 本条文为新增条文。

变电站内电气设备与水接触可能会导致电气设备损坏,这些房间不应布置消防给水设备,而应采取其他灭火设施或防火保护设施。

9.1.5 本条文为新增条文。

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的故事。所以,在寒冷地区对消防水管路采取防冻措施是必要的。

9.1.6 原标准《35kV ~ 220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.2.1条和第8.2.2条修改条文。

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规范》GB 50229,电压为 220kV 且单台容量为 125000kV·A 及以上的油浸变压器应设置固定灭火系统,低于 125000kV·A 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现行国家标准《水喷雾灭火系统技术规范》GB 50219 的有关规定。

另外,美国和台湾采用细水雾灭火系统较多,近年来随着现行国家标准《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和高压细水雾灭火系统。

9.1.8 本条文为新增条文。

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规范》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定》DL/T 5216—2005 第8.3.3 条保留条文。

地下变电站发生火灾将给扑救工作带来很大困难,为了有效控制火灾蔓延及尽快灭火,因此变电站火灾探测器应根据安装部位的特点采用不同类型的感烟及感温探测器,如变压器室采用线性感温探测器,配电装置室安装红外线感烟探测器等。

9.2.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第8.3.4 条修改条文。

根据现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第11.6.1 条第3 款,发生火灾时,火灾探测报警装置与自动灭火系统及通风设备联动,应切断通风机的电源,使通风系统立即停运,避免火灾蔓延。

10 节能与环境保护

10.1 建筑节能

10.1.1 本条文为新增条文。

本条文依据现行国家标准《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、夏季太阳辐射强度和风环境、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。

10.1.2 本条文为新增条文。

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他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。

10.1.3 本条文为新增条文。

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。

10.2 设备及材料节能

10.2.2 本条文为新增条文。

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。

10.3 节 水

10.3.1、10.3.2 这两条为新增条文。

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。

10.4 电磁环境影响

10.4.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第9.1.1条修改条文。

本条增加了现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702 的规定,以及地下站进出线的工频电磁场场强、磁场感应强度限值要求。

10.4.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第9.1.2条保留条文。

通过设备选型、进行屏蔽设计等措施,可降低电磁场对周围环境的影响。

1998年4月,北京供电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,得出与上述同样的结论。

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。

10.5 噪声控制

10.5.3 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第9.2.2条保留条文。

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。

10.5.4 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第9.2.3条保留条文。

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，故必须考虑减振以及隔振措施。

10.5.5 原标准《35kV～220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第9.2.4条保留条文。

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。

10.6 污水和废气排放

10.6.2 本条文为新增条文。

城市有完善的市政管网系统，变电站达标生活污水或废水应优先排入市政系统。

10.6.3 本条文为新增条文。

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。设备检修时，应采用 SF₆ 气体回收装置进行 SF₆ 气体回收，严禁直接排放。

11 劳动安全与职业卫生

11.1 一般规定

11.1.1、11.1.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 10.1.1 条和第 10.1.2 条保留条文。

根据建设和谐社会、以人为本的设计原则,针对有人值守变电站的值守人员,设计时应考虑其生活和工作的便利条件。

11.2 劳动安全

11.2.1 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第10.3.1 条修改条文。

电气设备的布置应按规程规定,满足带电设备的安全防护距离要求,还应有必要的隔离防护措施和防止误操作措施,应按规程要求设置安全接地等措施。

11.2.2 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第10.3.2 条修改条文。

吊装口、通风口、平台和巡视通道等有坠落危险处,应按电业安全工作规程及其有关标准、规程的规定设栏杆或盖板。

11.2.3、11.2.4 原标准《35kV~220kV 城市地下变电站设计规定》DL/T 5216—2005 第 10.4.2 条修改条文。

根据卫生部颁发的现行行业标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 规定:变电站 GIS 设备室内工作区空气中 SF₆气体的允许含量不超过 6000mg/m³。在设备检修或发生事故时,SF₆气体有可能泄漏到室内。对此,现行国家标准《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》GB/T 8905 规定:全封闭 SF₆组合电器发生故障造成气体外逸时,人员应立即撤离现场,并立即采取强力通风,换

气控制不得少于 15min 一次。在事故发生 4h 内,任何人员进入室内必须穿防护服,戴手套及防毒面具。4h 后进入室内虽然可不用上述措施,但在清扫现场时必须用上述安全防护措施。

11.2.5 本条文为新增条文。

本条引用现行行业标准《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。

11.3 职业卫生

11.3.2 本条文为新增条文。

地下变电站中的变压器、电抗器等电气设备运行时会产生振动,特别是近年来大量使用的干式铁芯电抗器,因产品设计和制造质量等方面的原因,振动限制超标现象时有发生,应在电气设备招标采购时,按照现行国家标准《动力机器基础设计规范》GB 50040 提出设计要求。

S/N:155182·0205



DL/T 5216—2017
代替 DL/T 5216—2005

中华人民共和国电力行业标准
35kV ~ 220kV城市地下变电站
设计规程

DL/T 5216—2017

代替DL/T 5216—2005

☆

中国计划出版社出版发行

网址: www.jhpress.com

地址:北京市西城区木樨地北里甲11号国宏大厦C座3层

邮政编码:100038 电话:(010)63906433(发行部)

北京市科星印刷有限责任公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3.625印张 89千字

2018年2月第1版 2018年2月第1次印刷

印数1—8000册

☆

统一书号:155182·0205

定价:33.00元

版权所有 侵权必究

侵权举报电话:(010)63906404

如有印装质量问题,请寄本社出版部调换