

35Kv~220kV 城市地下变电站设计规定

DL/T5216-2005

目次

前言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 总则

5 站址选择和站区布置

5.1 站址选择

5.2 站区布置

5.3 进出线电缆通道

5.4 其他

6 电气部分

6.1 电气主接线和设备选择

6.2 主变压器

6.3 配电装置

6.4 无功补偿装置

6.5 站用电源和直流设备

6.6 主控制室和继电器室

6.7 监控和二次接线

6.8 继电保护、调度自动化和电测量仪表装置

6.9 通信

6.10 过电压保护和接地

6.11 电气照明

6.12 电缆选择与敷设

7 土建部分

7.1 建筑

7.2 结构

7.3 建筑防水

7.4 通风、采暖与空调

7.5 给水与排水

8 消防

8.1 建筑防水

8.2 消防灭火系统

8.3 火灾探测报警装置与消防供电

9 环境保护

9.1 电磁辐射及防治

9.2 噪声控制

9.3 污水排放

10 劳动安全和工业卫生

10.1 一般规定

10.2 防火

10.3 防电伤和防坠落伤害

10.4 防毒及防化学伤害

10.5 防噪声及防电磁辐射

条文说明

前言

本标准是根据原国家经济贸易委员会《关于下达 2002 年度电力行业标准制定和修订计划的通知》(国经贸电力[2002]973 号)安排制定的。

制定本标准是为了规范城市地下变电站的设计,以达到供电安全可靠、技术先进、造价合理和运行维护方便的目的。

本标准以国家标准 GB 50059《35kV~110kV 变电所设计规范》和 SDJ 2《220kV~500kV 变电所设计技术规程》为基础,参照有关国家标准和电力行业标准,对 35kV~220kV 地下变电站设计的有关问题作出了原则规定。

本标准是在目前国内地下变电站设计和建设尚不普遍的情况下,在调查收集了北京、上海、山东等地区地下变电站设计、运行、管理经验的基础上制定的。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力规划设计标准化技术委员会归口并解释。

本标准起草单位:北京电力设计院。

本标准参加起草单位:上海电力设计院有限公司、山东电力工程咨询院。

本标准主要起草人: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。

35kV~220kV 城市地下变电站设计规定

1 范围

本标准提出了建设在城市的地下变电站在站址选择、站区布置、电气接线、建筑结构、环境保护等方面的一般技术要求,以及需注重的设备运输、通风、防水、防火等方面的特殊技术要求。

本标准适用于电压为 35kV~220kV 的城市地下变电站设计。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 3096 城市区域环境噪声标准

GB 8702 电磁辐射防护规定

GB 8978 污水综合排放标准

GB 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50015 建筑给水排水设计规范

GB 50019 采暖通风与空气调节设计规范

GB 50034 建筑照明设计标准

GB 50059 35kV~110kV 变电所设计规范

GB 50060 35kV~110kV 高压配电装置设计规范

GB 50108 地下工程防水技术规范

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB 50217 电力工程电缆设计规范

GB 50222 建筑内部装修设计防火规范

GB 50227 并联电容器装置设计规范

GB 50229 火力发电厂与变电所设计防火规范

GB 50260 电力设施抗震设计规范

GBJ 16 建筑设计防火规范(2001 年版)

DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 621 交流电气装置接地

DL 5003 电力系统调度自动化设计技术规程

DL/T 5044 火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定

DL/T 5056 变电所总布置设计技术规程

DL/T 5120 小型电力工程直流系统设计规程

DL/T5136 火力发电厂、变电所二次接线设计技术规程

DL/T 5137 电测量及电能计量装置设计技术规程

DL/T 5149 220kV~500kV 变电所计算机监控系统设计技术规程

DL/T 5155 220kV~500kV 变电所所用电设计技术规程

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

SDJ 2 220kV~500kV 变电站设计技术规程

SDJ 5 高压配电装置设计技术规定

能源电[1993]228 号《城市电力网规划设计导则》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.0.1

地下变电站 underground substation

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。

3.0.2

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，以及有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。

3.0.3

半地下变电站 partially underground substation

变电站以地下建筑为主，主变压器或其他主要电气设备部分装设于地下建筑内。

4 总则

4.0.1 地下变电站是在常规地上变电站无法建设时所采用的特殊变电站建设形式。变电站可独立建设，也可与其他建(构)筑物结合建设。

4.0.2 地下变电站的设计应以 10 年及以上电网规划为基础，依据电网结构、变电站性质等要求确定变电站最终规模，土建工程应一次建设完成。

4.0.3 地下变电站的设计必须与城市规划和地上建筑总体规划紧密结合、统筹兼顾，综合考虑工程规模、变电站总体布置、地下建筑通风、消防、设备运输、人员出入以及环境保护等因素，确定变电站的全地下或半地下设计方案。

4.0.4 地下变电站的设备选择要坚持适度超前、安全可靠、技术先进、造价合理的原则，注重小型化、无油化、自动化，免维护或少维护的技术方针，选择质量优良、性能可靠的定型产品。

4.0.5 地下变电站的设计必须坚持节约用地的原则，尽量压缩建筑体量以节约建设用地并控制工程造价。

4.0.6 地下变电站必须保证有完善的设备运输、建筑防水、排水、通风和消防工程设计。

4.0.7 地下变电站的抗震设计应符合 GB 50011 及 GB 50260 等有关规定。

4.0.8 地下变电站的设计除应执行本规定外，尚应符合有关国家法律、法规和标准，以及电力行业标准、地方标准的规定。

5 站址选择和站区布置

5.1 站址选择

5.1.1 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民用建(构)筑物共同建设地下变电站。

5.1.2 地下变电站的站址选择应与城市市政规划部门紧密协调，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入与引出。

5.1.3 站址应具有建设地下建筑的适宜的水文、地质条件(例如避开地震断裂带、塌陷区等不良地质构造)。站址应避免选择在地下有重要文物的地点。

5.1.4 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。

5.1.5 除了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外，还应注意校核邻近地区运输道路地下设施的承载能力。

5.2 站区布置

5.2.1 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。

5.2.2 地下变电站的总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。

5.2.3 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 GBJ16 等有关规定。

5.2.4 站区内地面道路的设置应符合 DL/T 5056 的有关规定。

5.2.5 地下变电站安全出口不得少于 2 个，有条件时可利用相邻地下建筑设置安全出口。

5.2.6 地下变电站的主控制室有条件时宜布置在地上，如受条件限制需布置在地下，宜布置在距地面较近的地方。规模较大、层数较多的地下变电站可考虑设置载人电梯。

5.2.7 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。

5.2.8 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，也可与进风口合并使用。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。

5.2.9 地下变电站的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起重车辆的工作条件。

5.2.10 地下变电站室内布置的油浸电力变压器宜安装在单独的防爆间内。

5.3 进出线电缆通道

5.3.1 地下变电站的电力电缆通道应满足电缆出线数量要求，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。

5.3.2 当地下变电站电力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。

5.4 其他

地下变电站站区的场地绿化应按城市规划要求进行，绿化树种不得影响变电站的安全运行。

6 电气部分

6.1 电气主接线和设备选择

6.1.1 地下变电站的电气主接线应根据变电站在电网中的地位、规划容量、电压等级、线路和变压器连接元件总数、负荷性质、设备特点等条件综合确定，并应满足供电可靠、运行灵活、操作检修方便、节约投资和便于扩建等要求。

地下变电站在满足电网规划和可靠性要求的条件下，宜减少电压等级和简化接线。

6.1.2 高压侧线路为 3 回及以下、主变压器为 3 台及以下的终端变电站，宜采用线路变压器组、桥形或扩大桥形接线。高压侧线路有系统穿越功率的变电站，宜采用外桥形、扩大外桥形、单母线、单母线分段或其他接线；当能满足电力系统继电保护要求时，也可采用线路分支接线。电源容量和回数的配置应满足能源电 [1993]228 号《城市电力网规划设计导则》的要求。

6.1.3 地下变电站装有 2 台及以上主变压器时，6kV~110kV 负荷侧宜采用单母线分段接线或其他接线，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。当变电站装有 4 台主变压器并均带有馈电负荷时，6kV~110kV 负荷侧可考虑采用单母线分段环形接线。

6.1.4 当需限制变电站 6kV~10kV 线路的短路电流时，可采用下列措施：

- 1 变压器分列运行；
- 2 采用高阻抗变压器；
- 3 在变压器回路中串接限流电抗器。

6.1.5 地下变电站应选用断流性能好的无油断路器。

地下变电站的 66kV~220kV 配电装置宜选用 SF₆ 气体绝缘全封闭组合电器(以下简称 GIS)。

35kV 及以下配电装置宜选用开关柜(包括柜式 GIS)。

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

6.2 主变压器

6.2.1 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数不宜少于 2 台；不宜多于 4 台。

6.2.2 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，其余主变压器的容量(包括过负荷能力)应满足全部负荷用电要求。

6.2.3 地下变电站宜采用低损耗、低噪声电力变压器，根据防火要求，必要时可选择无油型设备。

6.2.4 地下安装的单台容量在 63MVA 及以下的电力变压器宜采用自冷或风冷方式进行冷却；容量在 63MVA 以上的电力变压器可采用水冷却方式，或将主变压器散热器引至地上用风冷方式进行冷却。

6.2.5 地下变电站的水冷变压器应采用双层铜管冷却系统。

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

6.3 配电装置

地下变电站的配电装置设计应符合 GB 50060 和 SDJ 5 的有关规定。

6.4 无功补偿装置

6.4.1 地下变电站的无功补偿装置应根据系统无功补偿就地平衡和便于调整电压的原则配置。

6.4.2 地下变电站的无功补偿设备宜选择无油型产品。

6.4.3 并联电容器装置的设计应符合 GB 50227 的规定。

6.4.4 并联电抗器和并联电容器组使用的串联电抗器宜选用体积较小、漏磁较少的铁芯式设备。

6.5 站用电源和直流设备

6.5.1 地下变电站站用电的设计应符合 DL/T 5155 的规定。

6.5.2 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。

6.5.3 地下变电站的站用变压器应选择无油型设备。

6.5.4 地下变电站的站用电源必须安全可靠。220kV 和重要的 110kV 地下变电站宜另引接一回站外电源，供全站停电时通风、消防等负荷使用。

6.5.5 地下变电站直流系统的设计应符合 DL/T 5044 和 DL/T 5120 的规定和要求。

6.5.6 地下变电站应装设蓄电池组向控制、信号、继电保护、自动装置等负荷和交流不停电电源、断路器操动机构以及直流事故照明负荷等供电。

6.5.7 220kV 地下变电站宜装设两组蓄电池组；110kV 及以下地下变电站宜装设一组蓄电池组，重要的 110kV 地下变电站可装设两组蓄电池组。蓄电池宜采用阀控式铅酸蓄电池，直流充电装置宜采用高频开关充电装置。

6.5.8 在选择蓄电池组容量时，有人值班变电站的全站交流事故停电时间应按 1h 计算，无人值班变电站的全站交流事故停电时间应按 2h 计算。

6.6 主控制室和继电器室

枢纽变电站宜分别设置主控制室和继电器室，负荷变电站不宜设置独立的继电器室。当 220kV、110kV/66kV 配电装置采用 GIS 设备时，可将保护测控设备下放到配电装置室。

6.7 监控和二次接线

6.7.1 地下变电站监控和二次接线的设计应符合 DL/T 5149 和 DL/T 5136 的有关规定。

6.7.2 地下变电站断路器、主变压器中性点接地隔离开关、主变压器有载调压开关应在主控制室内集中监控；电动隔离开关宜在主控制室内集中监控；接地开关和母线接地器宜就地操作。

6.7.3 地下变电站计算机监控系统应采用分层、分布、开放式结构。220kV 枢纽变电站网站系统宜采用双网双机冗余配置；其他变电站宜采用单网单机配置。

6.8 继电保护、调度自动化和电测量仪表装置

6.8.1 地下变电站继电保护和自动装置的设计应符合 GB 14285 的有关规定。

6.8.2 地下变电站调度自动化的设计应符合 DL 5003 的有关规定。

6.8.3 地下变电站电测量仪表装置的设计应符合 DL/T 5137 的有关规定。

6.9 通信

6.9.1 地下变电站可根据如下通信要求设置通信设施：

- 1 系统调度通信；
- 2 对外行政通信；
- 3 站内通信。

6.9.2 地下变电站的远动、继电保护和电话的通道可采用光纤、租用邮电路、专用通信电缆等通道形式。66kV~220kV 变电站至上级调度应有两个独立的通信通道。

6.9.3 地下变电站通信设备应有可靠事故备用电源。当以专用蓄电池组作为备用电源时，其容量应按 2h~3h 计算。

6.10 过电压保护和接地

6.10.1 地下变电站的过电压保护设计应符合 DL/T 620 的有关规定。

6.10.2 地下变电站的接地应符合 DL/T 621 的有关规定。

地下变电站应设置接地网，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。

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

6.10.4 地下变电站室内敷设的接地母线应于不同方位至少 4 点与接地网连接。

6.10.5 地下变电站接地网的人工接地极宜采用铜导体；室内接地母线及设备接地线可采用钢导体。

6.10.6 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。

6.11 电气照明

6.11.1 地下变电站照明包括一般照明、事故照明和检修照明。地下变电站电气照明的设计应符合 GB 50034 的有关规定。

6.11.2 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。

6.11.3 对主控制室、继电器室、主变压器室、配电装置室、站用变压器室、消防设备间、主要通道、楼梯间应装设事故照明。无人值班变电站宜在变电站的入口处内侧或警卫值班室内装设事故照明手动和自动转换开关，并应设有明显标志。

6.11.4 事故照明宜由站内直流系统供电。事故照明应分区控制。当交流失电时，有人值班变电站事故照明应能自动投入；无人值班变电站事故照明则应待人员到达时手动投入。

6.11.5 地下变电站的平均照度值不应低于表 6.11.5 所规定的地下变电站工作面上的照度标准值。

表 6.11.5 地下变电站工作面上的照度标准值

6.11.6 主变压器室和配电装置室宜装设高效的照明设备供检修使用。

6.11.7 疏散走道和疏散门应设灯光疏散指示标志。

6.12 电缆选择与敷设

6.12.1 地下变电站电力电缆和控制电缆的选择与敷设应符合 GB 50217 的有关规定。

6.12.2 地下变电站的电力电缆宜采用铜芯阻燃电缆，控制电缆应采用铜芯阻燃电缆。

7 土建部分

7.1 建筑

7.1.1 一般规定。

- 1 地下变电站地上建(构)筑物应与周围环境相协调。
- 2 站区建筑高度的限值应满足城市规划的规定和要求。
- 3 站区或站区建筑地上及地下部分均不得超出规划控制红线。当雨篷、挑檐因占地限制必须突入规划控制红线时。挑出宽度和高度应满足城市规划和有关规范的规定。

4 站区室外地坪高程应按城市规划控制标高设计，宜高出邻近城市道路路面标高。220kV 地下变电站站址地面场地标高不宜低于频率为 1%的洪水水位和最高内涝水位；35kV~110kV 地下变电站站址地面场地标高不宜低于频率为 2%的洪水水位和最高内涝水位。

5 地下变电站覆土厚度应满足城市绿化和其他管理部门的要求。

7.1.2 建筑设计。

1 地下变电站一层地面、设备基础顶面、常设吊装口地面、出入口与进风口的下檐高出室外地坪不应小于 0.3m；出风口下檐高出室外地坪不宜小于 1.2m；当出风口外侧为公共人行道时，出风口下檐高出人行道不应小于 2.0m。

2 常设吊装口、通风口周围应有安全防护设施。

3 地上建筑物通风口应有防雨、雪及小动物的措施。必要时，可采取滤尘措施。

4 GIS 室及常设小吊装口宜设吊装设备。主变压器室应具备安装吊装机具的条件。

5 地下变电站沿大型设备运输通道及变压器室内、室外应埋设设备运输用地锚。

6 建筑非结构构件自身及其与结构主体的连接应满足抗震设计要求。

7.1.3 建筑内装修。

1 地下变电站建筑内装修应当安全、实用、经济、美观，其装修材料应符合 GB 50222 的规定。

2 地下变电站宜采用防霉耐潮装修材料。

3 在保证基本使用功能的前提下，变电站可简化内部装修。

7.2 结构

7.2.1 一般规定。

1 地下变电站的设计使用年限应不低于 50 年。

2 建筑结构在规定的设计使用年限内应满足下列各项功能要求：

- 1) 在正常施工和正常使用时，能承受可能出现的各种作用；
- 2) 在正常使用时具有良好的工作性能；
- 3) 在正常维护下具有足够的耐久性能；
- 4) 在设计规定的偶然事件发生时及发生后，仍能保持必需的整体稳定性。

3 枢纽变电站的建筑结构安全等级为一级，其他变电站的建筑结构安全等级为二级。

4 当主体结构基础位于稳定的地下水位以下时，应进行长期荷载作用下的稳定计算。

5 地下围护结构应做长期地下水工况下的结构计算。

7.2.2 荷载。

1 荷载可分为永久荷载、可变荷载及偶然荷载三类。结构设计时，对不同荷载应采用不同的代表值。

- 1) 对永久荷载应采用标准值作为代表值；
- 2) 对可变荷载应根据设计要求采用标准值、组合值或准永久值作为代表值；
- 3) 对偶然荷载应按建筑结构使用的特点确定其代表值。

- 2 结构楼(屋)面均布活荷载的标准值、组合值和准永久值系数应根据实际的工艺、设备、运输等条件确定。其标准值及相关系数不应低于表 7.2.2 中数值。
- 3 搬运重物的动力系数可采用 1.1，其动力作用只传至楼板和梁。
- 4 计算吊车梁及其连接强度时，吊车竖向荷载应乘动力系数，动力系数可取 1.05。

表 7.2.2 楼(屋)面均布活荷载及有关系数

表 7.2.2 (续)

7.2.3 结构形式的选择与计算。

- 1 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。当跨度大于 12m，可选用预应力混凝土结构。
- 2 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。
- 3 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，按压弯构件计算。

4 地下变电站地下主体结构埋深较深，需做基坑支护时，基坑支护应满足 JGJ 120 的规定和要求。

5 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。

7.2.4 构造与变形要求。

- 1 受弯构件最大挠度应按荷载效应的标准组合并考虑荷载长期作用影响进行计算。其计算值不应超过表 7.2.4 中规定的数值。

表 7.2.4 受弯构件的挠度限值

2 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效应标准组合并考虑长期作用影响计算，采用热轧钢筋的钢筋混凝土构件最大裂缝宽度限值为 0.2mm。

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轴心抗拉强度标准值；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。

4 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。

5 常设大吊装口楼板处应采取必要的加强措施。

7.2.5 地基与基础。

1 地基与基础应按有关的《地基基础设计标准》进行设计，并应符合 GB 50007 的有关规定和要求。

2 地下部分主体结构宜选用筏板基础。

7.2.6 抗震设计应符合 GB 50011 的有关规定。

7.3 建筑防水

7.3.1 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 GB 50108 的有关规定和要求。

7.3.2 220kV 变电站应按一级防水设计；110kV 及以下变电站可按一级防水设计。

7.3.3 地下部分的防水设计应根据工程实际，合理确定防水标高。

7.3.4 地下变电站防水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。

7.3.5 当主体结构可能受到侵蚀性介质作用和需要多道防水相结合使用时，宜在迎水面做卷材防水层。

7.3.6 地下主体部分宜不设变形缝或者少设变形缝。需要设置时，变形缝宜设置在主体与通道的连接处。

7.3.7 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。

7.3.8 建筑排水应采取以防为主、防排结合的设计方法，宜沿地下外墙的内壁设置集水槽，汇于集水池，并通过排水设施排至站外城市下水道。

7.4 通风、采暖与空调

7.4.1 通风、采暖与空调设计方案应根据变电站工艺的使用要求、室外气象条件、环境要求以及能源状况等，与有关专业相配合，通过技术经济比较确定。

7.4.2 通风、采暖与空调的设计应考虑防水排烟措施，并符合 GB 50229 的有关规定和要求。

7.4.3 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。

7.4.4 变压器宜的通风系统应与其他通风系统分开。配电装置室通风系统的排风机可兼作排烟机。火灾时，应切断通风机的电源。

7.4.5 主控制室和继电器室室温不宜超过 35℃，电容器室和配电装置室室温不宜超过 40℃，变压器室室温不宜超过 45℃。当不能满足要求时应设置排风装置。

7.4.6 配电装置室通风设备应满足事故时每小时通风换气次数不低于 6 次的要求，排风口应设在室内上部；SF₆电气设备室应采用机械通风，排风口

应分别设在室内下部和上部，通风设备应满足事故时每小时通风换气次数不低于 4 次的要求。

7.4.7 主控制室、继电器室、通信室宜设置空气调节装置。

7.4.8 通风、采暖与空调计算参数的选择应符合 GB 50019 的有关规定和要求。

7.4.9 严寒及寒冷地区的地下变电站宜采用电采暖设施。

7.5 给水与排水

7.5.1 地下变电站水源应取自市政给水管网，取水点和取水量应取得有关部门的同意。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。

7.5.2 给水与排水设计应符合 GB 50015 的有关规定和要求。

7.5.3 地下变电站宜考虑清洁用水。

7.5.4 排水系统宜采用分流制。

7.5.5 站区应有排除地面及路面雨水至城市排水系统的设施。

7.5.6 地下变电站应设置自动排水系统。机械排水的出口管段上必须采取防止废水回灌措施。

8 消防

8.1 建筑防火

8.1.1 独立建设的地下变电站与相邻地面建筑之间的防火间距，可根据变电站的地上建筑与相邻地上建筑之间的防火间要求确定，不应小于表 8.1.1 的规定。

表 8.1.1 独立建设的地下变电站的地上建筑与相邻地上建筑的防火间距 m

8.1.2 地下变电站的各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级应符合表 8.1.2 的规定。

表 8.1.2 地下变电站各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级

表 8.1.2 (续)

8.1.3 地下变电站与其他建筑联合建设时，应采用防火分区隔离措施。

8.1.4 地下变电站直通地面的门、楼梯及走道的宽度应满足设备运输要求。但直通地面的疏散门的最小宽度不宜小于 0.9m；疏散楼梯的最小宽度不宜小于 1.10m；疏散走道的最小宽度不宜小于 1.40m。

8.1.5 主变压器采用油浸变压器时，疏散楼梯应为封闭楼梯间；主变压器采用干式变压器时，疏散楼梯宜采用封闭楼梯间。

8.1.6 变压器室、配电装置室、电抗器室、电容器室、蓄电池室、电缆夹层的门应向疏散方向开启。当门外为公共走道或其他房间时，应采用钢质门。

8.1.7 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、主控制室与电缆夹层之间，均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施。

8.1.8 当地下变电站采用水喷雾消防时，油浸主变压器事故油池容量应考虑容纳最大一台变压器事故排油量以及消防水量。

8.2 消防灭火系统

8.2.1 地下变电站地上设置的油浸变压器室，当单台主变压器容量为 125MVA 及以上时应设置固定灭火系统；地下油浸变压器室应设置固定灭火系统。干式变压器室可不设置固定灭火系统。无人值班变电站可在入口处和主要通道处设置移动式灭火器。

8.2.2 固定灭火系统可采用水喷雾或气体等灭火系统。

8.2.3 地下变电站的消防给水应符合 GB 50229 的有关规定和要求。

8.3 火灾探测报警装置与消防供电

8.3.1 地下变电站应设置火灾自动报警系统，并应具有火灾信号远传功能。

8.3.2 地下变电站火灾自动报警系统保护对象为二级，其系统形式为区域报警系统，各种探测器及火灾报警装置等的设置应符合 GB 50116 的有关规定和要求。

8.3.3 地下变电站火灾探测器的选择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，并应符合 GB 50229 的有关规定和要求。

8.3.4 火灾探测报警装置应与固定灭火系统及通风设备联动。

8.3.5 消防供电应符合 GB 50229 的规定和要求。

9 环境保护

9.1 电磁辐射及防治

9.1.1 地下变电站电磁辐射对周围环境的影响应符合 GB 8702 的规定和要求。

9.1.2 地下变电站宜优先选用电磁辐射水平低的电气设备，如有必要可采取屏蔽措施，降低电磁辐射的影响。

9.2 噪声控制

9.2.1 地下变电站噪声对周围环境的影响应符合 GB 3096 的规定和要求。其取值不应高于表 9.2.1 所规定的数值。

表 9.2.1 各类区域噪声标准值 $L_{eq}[dB(A)]$

9.2.2 地下变电站噪声应从声源上进行控制，宜选用低噪声设备

9.2.3 对地下变电站运行时产生振动的电气设备、大型通风设备等，宜考虑设置减振技术措施。

9.2.4 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。

9.3 污水排放

地下变电站排出的生活污水和生产废水应符合 GB 8978 的有关规定。

10 劳动安全和工业卫生

10.1 一般规定

10.1.1 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”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。

10.1.2 有人值班的变电站应注意改善人员的值班和工作条件。

10.2 防火

10.2.1 建筑物的防火分区、防火隔断的设计应符合 GBJ 16 和 GB 50229 的规定；防火间距应符合本标准。

10.2.2 地下变电站的安全疏散通道应有充足的照明和明显的疏散指示标志。

10.3 防电伤和防坠落伤害

10.3.1 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，还应设置安全接地等措施。防电伤的设计应符合 SDJ 5、DL/T 621、电业安全规程及其他有关标准的规定。

10.3.2 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。

10.4 防毒及防化学伤害

10.4.1 对贮存和产生有害气体或腐蚀性介质的场所，必须有相应的防毒及防化学伤害的安全防护设施，并应符合现行的国家标准、行业标准的有关规定和要求。

10.4.2 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。变电站可配置 SF₆ 测试装置。

10.5 防噪声及防电磁辐射

10.5.1 地下变电站设计时应应对主变压器等电气设备及通风设施的噪声进行控制。

10.5.2 地下变电站的电磁防护设计应符合 GB 8702 的规定和要求。

35kV~220kV 城市地下变电站设计规定 条文说明

目 次

前言

3 术语和定义

4 总则

5 站址选择和站区布置

6 电气部分

7 土建部分

8 消防

9 环境保护

10 劳动安全和工业卫生

前言

本标准以国家标准 GB 50059 《35kV~110kV 变电所设计规范》和 SDJ 2 《220kV~500kV 变电所设计技术规程》为基础，参照有关国家标准和电力行业标准进行编制。重点对建设在城市中的地下变电站设计的有关问题进行原则规定。

目前国内地下变电站大部分集中在北京、上海等大城市。至 2003 年末，国内已投运 220kV 地下变电站 5 座、110(66)kV 地下变电站 22 座、35kV 地下变电站 6 座。欧洲和日本虽有一定数量地下变电站，但未闻有专用的地下变电站设计规定。由于国内地下变电站数量尚少，地下变电站的设计和运行经验均不够丰富。随着城市建设的发展，地下变电站的建设不可避免，数量将逐年增多。为了使设计工作有章可循，有必要编制地下变电站设计规定。

本标准内容深度参照 GB 50059。

引用标准基本采用国家标准，个别无国家标准或行业性较强的引用电力行业标准。引用标准中的内容本标准一般不再复述。

3 术语和定义

3.0.1 地下变电站

地下变电站包括全地下变电站和半地下变电站两种不同的建设形式。

3.0.2 全地下变电站

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。

3.0.3 半地下变电站

目前国内建设的半地下变电站有几种不同的布置形式：变压器室在地上，其他设备在地下；变压器在地下，其他设备分别布置在地上室内及地下；变压器室为半地上等。为了包容各种类型，半地下变电站定义为以地下建筑为主，主变压器或其他电气设备部分置于地下建筑内。

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。

4 总则

4.0.1 由于全地下及半地下变电站不仅土建工程投资大大高于地上户内变电站，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地上变电站，故在目前国情条件下不宜大量建设。地下变电站只是在城市中由于城市规划及占地等原因使地上变电站无法建设时才采用的特殊变电站建设形式。

4.0.2 根据 GB 50059-1992《(35kV~110kV 变电所设计规范》第 1.0.3 条的规定,变电站的设计应根据工程的 5~10 年发展规划进行,但由于地下变电站土建工程无法扩建,故变电站的最终规模应以 10 年及以上电网发展规划为基础确定。变电站规模确定后,土建工程需按最终规模一次建设完成,而电气设备可以分期安装。

4.0.3 除在城市绿地或运动场、停车场等地面设施下独立建设外,地下变电站通常与大型城市综合建筑结合建设,故变电站必须与综合建筑联合设计、同期施工。设计时,需结合主建筑的总体布局,协调变电站总体布置形式和变电站地上建筑需求(包括确定变电站布置、通风系统路径和进、出通风口位置、设备运输吊装口位置、人员出入口位置等),在综合建筑总体方案征得城市规划部门批准后,变电站的设计方案方可确定。近年来,随着城市环境保护工作的加强及中华人民共和国《环境影响评价法》的正式实施,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。

地下变电站有全地下和半地下两种布置形式,设计确定变电站总体布置方案时。应根据变电站所处地理位置和建设条件,在规划许可时优先选择半地下布置形式,考虑将变压器置于地上,这样既可以节省建设投资,又便于变压器吊运安装,同时也改善变压器运行环境。

4.0.4 变电站的运行安全至关重要,故设备选择应以运行安全可靠为基点,兼顾适度超前、技术先进、造价合理。特别要注重设备小型化以节省空间;无油化以保证防火安全;自动化、免维护或少维护以利于运行管理。设备选型时应选择质量优良、性能可靠的定型产品;设备选厂时要注重生产厂的制造能力和质量保证信誉。

4.0.5 节约用地是工程建设的基本原则,在大城市中尤其重要。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、同设备地上户内变电站的 2.5 倍;半地下变电站的建筑工程费亦需约 1.5~

2 倍。由于土质松软，上海地区的地上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和体积以节省建设用地并控制工程造价。

4.0.6 完善的设备运输、建筑防水、通风和消防工程设计是地下变电站安全运行的基础，也是地下变电站与地上变电站设计的主要差别所在，设计时必须作为重点问题进行考虑。

5 站址选择和站区布置

5.1 站址选择

5.1.1 本条款重申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、停车场等地面设施的地下独立建设地下变电站，也可结合其他工业或民用建(构)筑物建设地下变电站。以北京地区为例，2002 年底前已投入运行的 15 座地下变电站中，独立建设的全地下或半地下变电站有 4 座，其他均为与大型商场、办公楼等综合建(构)筑物联合建设的全地下或半地下变电站。

5.1.2 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(排管)与变电站的接口位置。

5.1.3 本条款引自 GB 50059-1992《35kV~110kV 变电所设计规范》第 2.0.1 及 SDJ 2-1988《220kV~500kV 变电所设计技术规程》中相关内容。

5.1.4 本条款引自 GB 50059-1992 第 2.0.1 及 SDJ 2-1988《220kV~500kV 变电所设计技术规程》中相关内容。

变电站对周围环境的影响主要指机电噪声、电磁辐射污染、无线电干扰及地电位升高等。

周围环境对变电站的不良影响主要指污秽、剧烈振动、易燃、易爆的危险场所等。

5.1.5 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符合设施要求。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破坏并影响设备运输安全。

5.2 站区布置

5.2.1 此条款指出变电站布置方案与城市规划管理部门之间需协调的内容。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。

5.2.2 本条款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。如变电站的进出口等可与其他建筑合用。

5.2.3 本条款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 GBJ 16《建筑设计防火规范》等国家标准的有关规定。5.2.5 根据 GBJ16-1987 第 5.3.6 条规定：当地下、半地下建筑内有 2 个或 2 个以上防火分区相邻布置时，每个防火分区可利用防火墙上的一個通向相邻分区的防火门作为第二安全出口，但每个防火分区必须有一个直通室外的安全出口。而第 1.0.3 条说明，此规定不适用于地下非民用建筑。考虑到地下变电站是工业建筑，并且无人或少人值班，参照 GBJ16 的规定，国内目前建设的地下变电站设计标准均为安全出口不少于 2 个。有条件时，是指地下变电站与其他建(构)筑物联合建设且取得同意时，可利用相邻地下建筑的主要运输通道设置人员或设备出入口。此出口也应是直通室外的出口。

5.2.6 变电站的主控制室是运行及维护人员停留时间较长的房间，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。载人电梯可根据变电站规模大小及人员需求决定配置与否。目前国内建设的城市地下变电站由于地下一般只有3层，故一般未设置载人电梯；日本的规模较大的地下变电站由于地下建筑层数较多，一般均设置载人电梯。

5.2.8 全地下变电站般设置大、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。

5.2.9 当变压器置于地下时，设计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的运输过程包括垂直运输和水平运输两部分。

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压器运输拖车(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。

利用专用门式起重机吊运，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得较多，相对比较灵活、方便。110kV 主变压器吊运一般需 300t 起重机，起重机支座处需铺垫钢板；220kV 主变压器吊运一般需 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，利用专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，我国一般都采用在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移动。日本的地下变电站中则还有利用气垫平台或在地面涂润滑脂使设备滑动的运输方法。

5.2.10 根据 GB 50060-1992《35kV~110kV 高压配电装置设计规范》第 5.4.2 条的规定：“总油量超过 100kg 的屋内油浸电力变压器，宜装设在单独的防爆间内，并应设置消防设施”。又根据 GBJ16-1987 第 341 条规定：“有爆炸危险的甲、乙类厂房，应设置必要的泄压设施，泄压设施宜采用轻质屋盖作为泄压面积，宜于泄压的门、窗、轻质墙体也可作为泄压面积”（但此规范不适用于地下建筑）。油浸变压器室属丙类厂房，如按以上规定，应不必要设置泄爆设施。目前国内变电站防爆设

计做法不一，地上布置变压器室时一般均未考虑防爆问题，地下布置的变压器室作防爆设计的也为数不多，故本条款对变压器间的防爆问题仍按 GB 50060 的内容进行原则规定。

5.3 进出线电缆通道

5.3.1 城市内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 个以上电缆出口，故提出此条款。

5.3.2 地下变电站的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，但由于隧道较深，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；三是在电缆高度落差较大时易造成电缆主绝缘与外护套间结构受损，故条款对电缆隧道如何与站内电缆夹层连接未作明确要求。

5.4 其他

变电站应按当地城市规划要求进行场地绿化，但应注意绿化物种的选择，避免飞絮类树木可能造成絮毛堵塞通风口等问题。

6 电气部分

6.1 电气主接线和设备选择

6.1.1 本条款提出了确定电气主接线的基本要求和需考虑的主要问题。“便于扩建”是考虑变电站分期建设时，在建筑预留的空间内，电气接线能较方便地从前期形式过渡到后期形式直至终期形式，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。

目前我国的城市地下变电站大多为终端变电站,110kV 及以下变电站一般为 2 级电压,220kV 变电站为 3 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,条款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。

6.1.2 由于各城市供电部门对变电站运行可靠性、建设投资标准掌握不一,习惯采用的主接线形式也不同,本条款仅提出一般的建设规模与接线方式,原则仍是力求简化。

地下变电站电源容量和回数应符合能源电[1993]228 号《城市电力网规划设计导则》的电网供电安全准则规定。城市配电网的供电安全采用“N-1”准则,即高压变电站中失去任何一回进线或一组降压变压器时,必须保证向下级配电网供电。

6.1.3 地下变电站 6kV~110kV 负荷侧一般采用单母线分段接线,也有些地下变电站在:35kV~110kV 配电装置采用 GIS 设备时选择双母线接线。采用单母线分段接线时,其分段方式应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。例如三台变压器时,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,可考虑采用环形接线,即单母线八分段接线(八台受电开关、四台分段开关、八段母线)。

6.1.4 变压器分列运行,是最简单并广泛采用的限流措施,但变压器容量较大时限流效果不能满足使用要求。当 110kV 地下变电站主变压器容量大于或等于 50MVA 时,一般采用高阻抗变压器以限制 6kV~10kV 侧系统短路容量;而为了限制 220kV 地下变电站 6kV~10kV 侧系统短路容量,国内也有少数变电站采用了高阻抗变压器,

但大多数变电站仍采用变压器回路中串接限流电抗器的方法。分裂电抗器目前均投有在地下变电站中采用。

6.1.5 目前国内无油断路器(包括气体断路器、真空断路器等)已普及使用,故地下变电站应选用。

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)已在我国城市中的户内变电站的 66kV~220kV 配电装置普遍使用,故推荐在地下变电站采用。

开关柜类设备节省占地,便于运输,易于安装、检修,故推荐在 35kV 及以下配电装置使用。

6.1.6 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瓷外绝缘的爬电比距与地上户外配电装置等同考虑。

6.2 主变压器

6.2.1 城市变电站建设规模应符合能源电[1993]228 号《城市电力网规划设计导则》要求。目前国内地下变电站的主变压器台数以 3 台居多。北京地区近年还建设了一批最终规模为 4 台主变压器的 110kV 全地下或半地下变电站。

6.2.2 国内和国外对变压器负荷率的取值有两种观点,一种观点认为大为好,即高负荷率;另一种观点认为小为好,即低负荷率。我国《城市电力网规划设计导则》推荐采用高负荷率。

持高负荷率观点者认为根据变压器负荷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。一般取过负荷倍数为 1.3,持续时间 2h。按“N-1”准则,当变电站中有一台变压器因故障停运时,剩余变压器需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,变压器正常运行负荷率 T=65%;当 N=3 时, T=87%。

高负荷率的使用可减少电网建设投资，降低变压器损耗(变压器取高负荷率时，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)。

变压器取低负荷率时，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， $T=67\%$ 。

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

6.2.3 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 SF_6 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国产油浸电力变压器，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。

“根据防火要求”和“必要时”是指根据GBJ 16-1987第5.4.1条的要求：“总容量不超过1260kVA、单台额定容量不超过630kVA的可燃油油浸电力变压器以及可燃油的高压电容器等设备间不宜布置在主体建筑内。如受条件限制必须布置时，应采取……防火措施”。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，变电站宜采用无油型设备。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。

6.2.4 变电站安装的220kV变压器，容量一般在120MVA以上，总损耗也在600kW以上，地下安装时用风冷系统冷却难度较大，故一般采用水冷却方式。我国地下安装的变压器采用水冷却时，油水交换器置于地下，水冷却器一般置于地面；日本有

些变电站因地面无位置而将水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，故为了避免采用水冷变压器，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。地下安装的单台容量在 63MVA 及以下的低损耗电力变压器，单台总损耗均约在 350kW 以下，一般可采用自冷(变压器为自冷式，自身无风扇，变压器发热量靠通风系统带出)或风冷(变压器为风冷式，自身有风扇，变压器室也需靠通风系统散热)方式进行冷却。

6.2.5 本条款根据 2002 年原国家电力公司下发的《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》的 15.7 项要求：“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。

6.2.6 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根据道路条件提出要求。

6.4 无功补偿装置

6.4.1 我国目前投运的 110kV 变电站大多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。

6.4.2 “变电站的无功补偿设备有条件时宜选择无油型产品”，此条款为力求实现变电站无油化的原则性规定。提出“有条件时”是因为目前国内生产的干式电容器尚处于试运行阶段，价格较高，推广使用尚需时日；电抗器目前已有干式(如环氧树脂浇铸)设备可供选用。

6.4.3 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，适合在室内安装；后者为油浸式设备，但因油量不大，在地下变电站也有采用。

6.4.4 空芯电抗器体积较大，漏磁场较强，故在地下变电站不推荐使用。铁芯电抗器目前国内地下变电站采用的有油浸式和环氧树脂浇铸式两种。

6.5 站用电源和直流设备

6.5.2 本条款引自 DL/T 5155-2002《220kV~500kV 变电所所用电设计技术规程》中第 4.1.1 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。

6.5.3 此条款为变电站无油化进行的规定。站用变压器可选择无油型设备(如环氧树脂浇铸式)。

6.5.4 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 地下变电站的重要性，本条款建议引接站外保安电源，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。

6.5.6 本条款对变电站蓄电池供电负荷的名称和范围进行统一明确。将交流不停电电源作为直流负荷，变电站可不单独为其配置电池，以减少运行维护工作量。

6.5.7 考虑到 220kV 地下变电站的重要性，推荐装设两组蓄电池。对于 110kV 变电站，各地的配置不尽相同。华北地区以华北电集生(1999)22 号文的形式规定：重要的 110kV 及以上变电站应设置两组蓄电池组、三台充电机配置的方案，以提高站用直流系统的稳定性和可靠性。因此，北京地区的 110kV 地下变电站均设置两组蓄电池组；但调查国内其他地区 110kV 地下变电站一般仍设一组蓄电池组。鉴于此种情况，本条款规定 110kV 及以下变电站宜装设一组蓄电池组，重要的 110kV 变电站可装设两组蓄电池组。

6.5.8 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。

6.6 主控制室和继电器室

本条款根据现有变电站的一般布置情况作出规定。由于枢纽变电站继电保护设备复杂，建议分别设置主控制室和继电器室，负荷变电站两者可合并为一室。

当 220kV 及 110kV 配电装置采用 GIS 设备时，设备间的条件较好，保护测控设备可下放到配电装置室，则可不设独立的继电器室，从而节省变电站的占地面积，减少控制电缆的敷设长度。

6.7 监控和二次接线

6.7.2 本条款参照 DL/T 5103-1999 《35kV~110kV 无人值班变电所设计规程》中第 6.5.2 条的内容制定，尽管该规程适用于 35kV~110kV，但对 220kV 变电站。本条款同样适用。

6.7.3 本条款引自 DL/T 5149-2001 《220kV~500kV 变电所计算机监控系统设计技术规程》中第 5.1.1、5.2.6 和 5.3.4 条的内容。DL/T 5149 适用于 220kV 枢纽变电站和 500kV(330kV)变电站，规程规定：220kV 枢纽变电站监控系统可采用单网双机冗余配置。考虑到地下变电站的特殊性，推荐 220kV 枢纽变电站监控系统采用双网双机冗余配置。其他变电站的监控系统建议采用单网单机配置。

6.9 通信

6.9.2 本条款是根据 GB/T 17246 《电力系统通信业务导则》的要求提出。在城市全地下和半地下变电站中，光纤、租用邮电路、专用通信电缆等几种通信方式都有应用。北京地区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。

6.9.3 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的事事故备用电源。备用电源的取得方式宜根据变电站的具体情况考虑，地下变电站建议采用独立的通信蓄电池。由于地下变电站均为无人值守，为保证检修人员 1h 赶到后，再工作 1h 的时间，专用蓄电池组的容量应能维持供电 2h~3h。上限 3h 是考虑到无人值班变电站通信的重要性，考虑事故后 2h 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较小，其计算容量一般不影响蓄电池选择结果。

6.10 过电压保护和接地

6.10.2 由于地下变电站大多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 DL/T 621《交流电气装置接地》中 $R \leq 2000/I$ 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。

6.10.3 此条款根据 DL/T 621-1997 中 6.2.14 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 Group36.04 “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 $5m \times 5m$ 为宜。

6.10.4 根据常规做法并参照 DL 5025-1993《电力系统微波通信工程设计技术规程》4.9.3.2 的有关内容,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。

6.10.5 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,故推荐采用铜导体。

6.10.6 本条规定是为了便于测试变电站接地电阻,参照 DL/T 621-1997 中 6.2.4 条内容提出。

6.11 电气照明

6.11.2 电气照明的照明方式多种多样,配照合理、检修方便、经济适用是原则要求。

6.11.3 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事故照明。无人值班变电站的事故照明系统应在入口处或警卫室设总开关,以防人员未到时蓄电池放电。

6.11.4 事故照明分区控制是为了节省蓄电池的容量。入口处或警卫室的总开关应在检修人员到达后手动投入。北京地区的无人值班变电站的事故照明要求设置手动/自动转换开关。

6.11.5 根据变电站的特点,参照 GB 50034-2004《建筑照明设计标准》和 DLGJ 56-1995《火力发电厂和变电站照明设计技术规定》提出变电站平均照度要求。

6.11.6 此条款是应北京地区检修人员的要求提出,对提高检修工作效率有益。

6.12 电缆选择与敷设

6.12.2 本条款根据 GB 50217-1994《电力工程电缆设计规范》第 3.1 节“电缆线芯材质”3.1.1~3.1.3 规定提出。

变电站的电力电缆和控制电缆均应采用阻燃电缆。根据现行国家标准 GB 12666.5(1990)《成束电线电缆燃烧试验方法》,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、C 类试验条件顺次比较严格。就减少电缆火灾几率，防止火灾扩大，保证运行安全而言，自然以选择 A 类较 B、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。由于目前各城市对阻燃的等级要求不尽一致，故条款仅作阻燃的原则规定。

7 土建部分

7.1 建筑

7.1.1 变电站的出入口、吊装口、进出风口等地上建筑应与周围环境相协调。

城市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。

当地面需要绿化时，变电站覆土厚度应根据绿化部门的要求进行设计，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。

7.1.2 出风口下檐高于室外地坪至少 1.2m 是考虑附近草木的生长。

常设吊装口是为安装、检修、运输方便设置的永久性吊装口，应具有安全防护措施。

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。GIS 室及常设小吊装口应设吊装设备，主变压器间应考虑设备安装及检修时的吊装机具的安装条件。设置地锚有助于大型设备地下水平运输。

7.1.3 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。因此，北京地区的一些变电站的部分房间(如电缆夹层)顶板或墙面采用清水混凝土，以达到降低建设和维护成本的目的。按以往设计经验，主控制室、继电器室等房间宜采用活动地板；SF₆电气设备室等配电装置室应采用有较高强度的预制水磨石、地砖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；主控制室、继电器室、通信室、配电装置室的顶棚及靠近电气设备的墙面。不得采用易剥落的材料粉刷。

7.2 结构

7.2.1 GB 50068《建筑结构可靠度设计标准》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。

GB 50223《建筑抗震设防分类标准》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，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。

GB 50007《建筑地基基础设计规范》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”，但并未给出计算公式。北京地区设计的地下变电站一般借鉴“水工专业”钢筋混凝土水池抗浮稳定的计算方法，结合 GB 50009《建筑结构荷载规范》的相关规定，按式(1)计算主体结构的抗浮稳定性。

式中：

G_{sk} ——结构或建筑自重标准值，kN；

G_{ek} ——覆土自重标准值，kN；

A ——结构计算单元底板面积， m^2 ；

P_{buo} ——结构计算单元底板面积上的地下水的浮托力，其值一般可取水头计算高度与水的重度的乘积， kN/m^2 。

7.2.2 结构楼面均布活荷载的标准值、组合值、准永久值以及折减系数主要摘自或借鉴 GB 50059、GB 50009 及 NDGJ《变电所建筑设计技术规定》。220kV GIS 室楼面荷载是在借鉴了 SDJ 2 相关数值的基础上，研究了北京电力设计院、上海电

力设计院、山东电力工程咨询院实际工程中的 220kV GIS 室楼面荷载的取值，经分析比较后确定的。它反映了目前工程的实际情况。

7.2.3 在经过技术、经济、耐久性、防火等方面的分析、论证后，北京地区的一些地下变电站的地上通风口、常设大吊装口等部位选用了钢结构、轻型钢结构体系，获得了较好的使用效果。当然，其设计应符合 GB 50017《钢结构设计规范》等相关规范、规程的规定和要求。

7.2.4 受弯构件的挠度限值主要摘自 GB 50010《混凝土结构设计规范》。

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，抗冲切性能较低时。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。

7.3 建筑防水

7.3.1 本条款引自 GB 50108《地下工程防水技术规范》的防水设计规定。

7.3.2 变电站渗漏水，不仅影响使用，而且有可能影响到安全运行。按 GB 50108 规定：地下工程防水等级为一级时，不允许渗水，围护结构无湿渍；地下工程防水等级为二级时，允许漏水，围护结构有少量湿渍，实际渗漏量约为每天 $0.025 \sim 0.21/\text{m}^2$ 。因此本规定中提出 220kV 应按一级防水设计，但有些地区受到施工条件等其他因素影响，按一级防水设计确有困难或投资增加很大时，110kV 及以下变电站可以适当降低要求。

7.3.3 变电站地上进出口、通风口、吊装口都应高出洪水水位标高，220kV 变电站宜按百年一遇洪水水位考虑，110kV 及以下变电站宜按 50 年一遇洪水水位考虑。对于位于洪水水位以下的各种出口，应采取必要的防水措施。

7.3.4 利用变电站混凝土结构自防水与外包防水是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。

7.3.5 在迎水面做卷材防水层，是一种效果较好的防水措施，也是地下工程普遍使用的防水方法。如山东省烟台 110kV 变电站、北京王府井 220kV 变电站就在迎水面做卷材防水层。

7.3.6 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。

7.3.7 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。

7.4 通风、采暖与空调

7.4.1 本条款参照 GB 50019-2003《采暖通风与空气调节设计规范》第 1.0.3 条编制。

7.4.4 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。变压器室的通风系统、配电装置室通风系统在火灾时，通风系统应立即停运，以防火灾蔓延。

7.4.5 主控制室、继电器室、通信室按有关规定要求，夏季室温不宜超过 35℃，以满足设备和维护人员的要求。

7.4.6 屋内配电装置室通风设备不但应满足事故时每小时通风换气次数不低于 6 次的要求，还应考虑设备发热的影响，综合计算确定每小时通风换气次数，排风口应设在室内上部；SF₆电气设备室室内空气不允许再循环，应采用机械

排风，排风口应分别设在室内下部和上部，通风设备应满足事故时的通风换气次数每小时不少于 4 次。

7.4.9 由于热力采暖有漏水问题，为了变电站安全起见，本条款建议寒冷地区的变电站采用电采暖。

7.5 给水与排水

7.5.1 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，水压要根据具体情况确定。

7.5.3 为运行维护方便，地下各层宜考虑清洁用水的设施，譬如设立拖布池。

7.5.4 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。

7.5.6 变电站位于地下，若无防止废水回灌的措施，会带来较为严重的后果。

8 消防

8.1 建筑防火

8.1.1 GBJ 16 和 GB 50229《火力发电厂与变电所设计防火规范》不适用于地下工业建筑，本条款所列防火间距参照上述规程进行规定。

8.1.2 本条款所列各设备房间的火灾危险性分类及其耐火等级参照 GB 50229 进行规定。随着技术的进步，在工程实践中，干式变压器(如 SF₆气体变压器、环氧树脂浇铸变压器)、干式电容器、干式电抗器以及阻燃电力电缆和控制电缆在地下变电站中应用十分普遍，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变为丁类。

8.1.3 当变电站与其他建筑联合建设时，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。

8.1.4 本条款要求地下变电站在设计门、楼梯及走道的宽度时，除满足 GBJ 16 第 3.5.4 条的安全疏散要求外，还应结合考虑小型设备运输的需要。

8.1.5 按 GBJ 16 第 3.5.5 条规定，甲、乙、丙类厂房的疏散楼梯应考虑为封闭楼梯间，丁、戊类厂房未做规定，但有条件时还是设置封闭楼梯间为好。

8.1.6 本条款引用 GB 50229 中第 9.4.3 条部分内容。

8.1.7 本条款引用 GB 50229 中第 9.3.1 条部分内容。

8.1.8 本条款目的是提醒在设计变压器事故油池的有效容积时。不应忽略水喷雾灭火设施动作后消防水的容量。

8.2 消防灭火系统

8.2.1 本条款中“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固定灭火系统。如半地下变电站中油浸变压器位于地上，则根据 GB 50229，电压为 220kV 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固定灭火系统。而干式变压器室火灾危险性为丁类，可不设置固定灭火系统。

GB 56229 第 94 节规定：“主控制室、屋内配电装置室、变压器室、电容器室、蓄电池室等设备间应设置移动式灭火器”。考虑到地下变电站的特点，本条款规定将无人值班变电站移动式灭火器的设备设置改为入口处和主要通道处。

8.2.2 本条款说明目前国内地下油浸变压器室常用的固定灭火系统。35kV、110kV 变电站主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，有条件的可选用哈龙替代灭火剂(惰性气体 IG-541、七氟丙烷 HFC-227 ea 等)。220kV 变电站主变压器间体积较大，如采用气体灭火系统，钢瓶数量多，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 GB 50219《水喷雾灭火系统设计规范》的有关规定。

另外，美国和台湾采用细水雾灭火系统较多，国内也正在编制有关的规定和规范，并进行相关的试验，不久将应用于国内的地下变电站。

8.3 火灾探测报警装置与消防供电

8.3.1 变电站的消防设计应以防为主，由于地下变电站无人值班，除在变电站设置火灾探测报警装置外，还应将信号远传至集控中心。

8.3.2 变电站主变压器如采用油浸变压器，根据 GBJ 16 规定，该变电站为丙类厂房，应按二级保护对象考虑。但考虑到地 F 变电站的重要性，建议在有条件的地区可适当提高保护等级。

8.3.3 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，如变压器室采用感温探测器，配电装置室安装感烟探测器等。

8.3.4 根据 GB 50229 第 7.3 节，发生火灾时，火灾探测报警装置与固定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，启动灭火系统，避免火灾蔓延。

9 环境保护

9.1 电磁辐射及防治

9.1.2 通过设备选型、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。

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。

9.2 噪声控制

9.2.1 表 9.2.1 中数值为 GB 3096《城市区域环境噪声标准》对噪声的规定值。

9.2.2 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。

9.2.3 设备振动不容忽视，设计时要考虑减振措施。当变压器与建(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。

9.2.4 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，可采取有效的消声、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：将变压器置于室内，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。

9.3 污水排放

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 劳动安全和工业卫生

10.1 一般规定

10.1.1 参照 DL5000《火力发电厂设计技术规程》的相关内容，规定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。

10.2 防 火

10.2.1 本条款要求地下建筑物的防火分区、防火隔断的设计应符合 GBJ 16 和 GB 50229 的规定。而 GBJ 16 和 GB 50229 不适用于地下工业建筑，因此，防火间距、安全疏散和消防通道设计应执行本规定。

10.3 防电伤和防坠落伤害

10.3.1 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。

10.3.2 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他有关标准、规范的规定设栏杆或盖板。

10.4 防毒及防化学伤害

10.4.2 根据卫生部颁布 TJ 36 《工业企业设计卫生标准》规定：变电站 SF₆ 气体变压器间、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，GB 8905 《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》规定：全封闭六氟化硫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。

SF₆ 电气设备室事故机械排风设施换气量不少于 4 次/h，是由“不得少于 15min 一次”折算而来的。

【发布日期】20050214

【实施日期】20050601