

ICS 27.100

P 60

备案号: J554—2018

**DL**

**中华人民共和国电力行业标准**

**P**

**DL / T 5352 — 2018**

代替 DL / T 5352 — 2006

---

# **高压配电装置设计规范**

**Code for design of high voltage electrical switchgear**

2018-04-03 发布

2018-07-01 实施

---

**国家能源局 发布**

中华人民共和国电力行业标准

## 高压配电装置设计规范

Code for design of high voltage electrical switchgear

**DL/T 5352—2018**

代替 DL/T 5352—2006

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7月1日

中国计划出版社

2018 北 京

# 国家能源局 公告

2018 年 第 4 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《风力发电机组振动状态评价导则》等168项行业标准,其中能源标准(NB)56项、电力标准(DL)112项,现予以发布。

附件:行业标准目录

国家能源局  
2018 年 4 月 3 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 | 出版机构    | 批准日期       | 实施日期       |
|-------|-------------------|------------|-------------------|-----|---------|------------|------------|
| ..... |                   |            |                   |     |         |            |            |
| 141   | DL/T<br>5352—2018 | 高压配电装置设计规范 | DL/T<br>5352—2006 |     | 中国计划出版社 | 2018-04-03 | 2018-07-01 |
| ..... |                   |            |                   |     |         |            |            |

# 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、认真总结高压配电装置设计工作经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,对《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352—2006 进行了修订。

本标准主要技术内容有:总则,基本规定,环境条件,导体和电气设备的选择,配电装置的型式与布置,配电装置对建(构)筑物的要求等。

本次修订的主要内容是:

- 1 扩大了本标准的适用范围,增加了 750kV~1000kV 电压等级配电装置的相关内容;
- 2 补充了 750kV、1000kV 最小安全净距,含海拔修正;
- 3 补充了直接空冷建(构)筑物与高压配电装置关系的内容;
- 4 整合调整了部分章节内容;
- 5 与相关标准的最新版本进行了协调。

本标准自实施之日起,替代《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352—2006。

本标准由国家能源局负责管理,由电力规划设计总院提出,由能源行业发电设计标准化技术委员会负责日常管理,由中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送电力规划设计标准化管理中心(地址:北京市西城区安德路 65 号,邮政编码:100120,邮箱: bz-zhongxin@eppei.com)。

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:中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司

参 编 单 位:电力规划总院有限公司

主要起草人:周 爽 杨月红 穆华宁 邓长红 沈 坚

孙 进 康 鹏 李鸿路 卢 伟 陈海焱

王 宁 戴 悦

主要审查人:梁言桥 张 农 李淑芳 俞 正 张蜂蜜

杜小军 方 静 李汉峰 沈 云 缪震昆

钱 序 张尊严 王 丽 周 敏 张 勇

孙 萌

# 目 次

|               |                                       |        |
|---------------|---------------------------------------|--------|
| 1             | 总 则 .....                             | ( 1 )  |
| 2             | 基本规定 .....                            | ( 2 )  |
| 2.1           | 敞开式配电装置 .....                         | ( 2 )  |
| 2.2           | 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置 .....           | ( 3 )  |
| 3             | 环境条件 .....                            | ( 5 )  |
| 4             | 导体和电气设备的选择 .....                      | ( 8 )  |
| 4.1           | 一般规定 .....                            | ( 8 )  |
| 4.2           | 导体的选择 .....                           | ( 8 )  |
| 4.3           | 电气设备的选择 .....                         | ( 9 )  |
| 5             | 配电装置的型式与布置 .....                      | ( 11 ) |
| 5.1           | 最小安全净距 .....                          | ( 11 ) |
| 5.2           | 型式选择 .....                            | ( 21 ) |
| 5.3           | 布置 .....                              | ( 21 ) |
| 5.4           | 通道与围栏 .....                           | ( 22 ) |
| 5.5           | 防火与蓄油设施 .....                         | ( 24 ) |
| 6             | 配电装置对建(构)筑物的要求 .....                  | ( 27 ) |
| 6.1           | 屋内配电装置的建筑要求 .....                     | ( 27 ) |
| 6.2           | 屋外配电装置架构的荷载条件要求 .....                 | ( 28 ) |
| 6.3           | 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置对土建的要求 .....     | ( 29 ) |
| 附录 A          | 35kV~1000kV 配电装置最小安全<br>净距的海拔修正 ..... | ( 30 ) |
| 本标准用词说明 ..... |                                       | ( 34 ) |
| 引用标准名录 .....  |                                       | ( 35 ) |
| 附:条文说明 .....  |                                       | ( 37 ) |

# Contents

|                                                                                                                            |                                                           |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|
| 1                                                                                                                          | General provisions .....                                  | ( 1 )  |
| 2                                                                                                                          | Basic requirements .....                                  | ( 2 )  |
| 2.1                                                                                                                        | Air insulated switchgear .....                            | ( 2 )  |
| 2.2                                                                                                                        | Gas insulated switchgear .....                            | ( 3 )  |
| 3                                                                                                                          | Environmental conditions .....                            | ( 5 )  |
| 4                                                                                                                          | Selection of conductor and electrical equipment .....     | ( 8 )  |
| 4.1                                                                                                                        | General requirement .....                                 | ( 8 )  |
| 4.2                                                                                                                        | Selection of conductor .....                              | ( 8 )  |
| 4.3                                                                                                                        | Selection of electrical equipment .....                   | ( 9 )  |
| 5                                                                                                                          | Type and arrangement of switchgear .....                  | ( 11 ) |
| 5.1                                                                                                                        | Minimum safety clear distance .....                       | ( 11 ) |
| 5.2                                                                                                                        | Type selection .....                                      | ( 21 ) |
| 5.3                                                                                                                        | Layout .....                                              | ( 21 ) |
| 5.4                                                                                                                        | Routeway and fences .....                                 | ( 22 ) |
| 5.5                                                                                                                        | Fireproof and oil storage facilities .....                | ( 24 ) |
| 6                                                                                                                          | Requirements for construction of switchgear .....         | ( 27 ) |
| 6.1                                                                                                                        | Construction requirements for indoor switchgear .....     | ( 27 ) |
| 6.2                                                                                                                        | Load condition of the outdoor switchgear frame .....      | ( 28 ) |
| 6.3                                                                                                                        | Gas insulated switchgear requirements for structure ..... | ( 29 ) |
| Appendix A Elevation greater than 1000m, correction<br>of minimum safety clear distance<br>of 35kV~1000kV switchgear ..... |                                                           | ( 30 ) |
| Explanation of wording in this standard .....                                                                              |                                                           | ( 34 ) |
| List of quoted standards .....                                                                                             |                                                           | ( 35 ) |
| Addition:Explanation of provisions .....                                                                                   |                                                           | ( 37 ) |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范高压配电装置设计,贯彻国家法律、法规,执行国家的建设方针和技术经济政策,符合安全可靠、技术先进、运行维护方便、经济合理、环境保护的要求,制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于发电厂和变电站工程中交流 3kV~1000kV 配电装置设计。

**1.0.3** 配电装置的设计应根据电力负荷性质、容量、环境条件、运行维护等要求,坚持节约用地的原则,合理地选用设备和制定布置方案。在技术经济合理时应选用效率高、能耗小的电气设备和材料。

**1.0.4** 配电装置的设计应根据工程特点、建设规模和发展规划,做到远、近期结合,以近期为主。

**1.0.5** 配电装置的设计除应执行本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 基本规定

### 2.1 敞开式配电装置

**2.1.1** 配电装置的布置和导体、电气设备、架构的选择应满足当地环境条件下正常运行、安装检修、短路和过电压时的安全要求，并满足规划容量要求。

**2.1.2** 配电装置各回路的相序排列宜按面对出线，从左到右、从远到近、从上到下的顺序，相序为 A、B、C。对屋内硬导体及屋外裸导体应有相色标志，A、B、C 相色标志应为黄、绿、红三色。

**2.1.3** 配电装置内的母线排列顺序，靠变压器侧布置的母线宜为 I 母，靠线路侧布置的母线宜为 II 母；双层布置的配电装置中，下层布置的母线宜为 I 母，上层布置的母线宜为 II 母。

**2.1.4** 110kV 及以上电压等级的屋外配电装置不宜带电作业。

**2.1.5** 110kV~220kV 电压等级配电装置母线避雷器和电压互感器宜合用一组隔离开关；330kV 及以上电压等级配电装置进、出线和母线上装设的避雷器及进、出线电压互感器不应装设隔离开关，母线电压互感器不宜装设隔离开关。

**2.1.6** 330kV 及以上电压等级的线路并联电抗器回路不宜装设断路器或负荷开关。330kV 及以上电压等级的母线并联电抗器回路应设断路器和隔离开关。

**2.1.7** 对于 66kV 及以上电压等级的配电装置，断路器两侧的隔离开关靠断路器侧、线路隔离开关靠线路侧、变压器进线的变压器侧应配置接地开关。

**2.1.8** 每段母线上应装设接地开关或接地器；接地开关或接地器的安装数量应根据母线上电磁感应电压和平行母线的长度以及间隔距离进行计算确定。

**2.1.9** 330kV 及以上电压等级的同杆架设或平行回路的线路侧接地开关应具有开合电磁感应和静电感应电流的能力,其开合水平应按具体工程情况经计算确定。220kV 同杆架设或平行回路的线路侧接地开关的开合水平可按具体工程情况经计算确定。

**2.1.10** 110kV 及以上电压等级配电装置的电压互感器可采用按母线配置方式,也可采用按回路配置方式。

**2.1.11** 当 220kV 及以下电压等级屋内配电装置设备低式布置时,间隔应设置防止误入带电间隔闭锁装置。

**2.1.12** 充油电气设备的布置应满足带电观察油位和油温时安全、方便的要求,并应便于抽取油样。

**2.1.13** 配电装置的布置位置应使场内道路和低压电力、控制电缆的长度最短。发电厂内应避免不同电压等级的架空线路交叉。

## **2.2 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置**

**2.2.1** 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置的接地开关配置应满足运行检修的要求。与 GIS 配电装置连接并需单独检修的电气设备、母线和出线均应配置接地开关,出线回路的线路侧接地开关宜采用具有关合动稳定电流能力的快速接地开关。

**2.2.2** GIS 配电装置的母线避雷器和电压互感器、电缆进出线间隔的避雷器、线路电压互感器宜设置独立的隔离断口或隔离开关。

**2.2.3** GIS 配电装置应在与架空线路连接处装设敞开式避雷器,其接地端应与 GIS 管道金属外壳连接。500kV 及以上电压等级 GIS 母线避雷器的装设宜经雷电侵入波过电压计算确定。

**2.2.4** 正常运行条件下,GIS 配电装置外壳和支架上的感应电压不应大于 24V;故障条件下,GIS 配电装置外壳和支架上的感应电压不应大于 100V。

**2.2.5** 在 GIS 配电装置间隔内,应设置一条贯穿所有 GIS 间隔的接地母线或环形接地母线,并应将 GIS 配电装置的接地线引至接地母线,由接地母线再与接地网连接。

**2.2.6** GIS 配电装置宜采用多点接地方式。当选用分相设备时,应设置外壳三相短接线,并在短接线上引出接地线通过接地母线接地。外壳的三相短接线的截面应能承受长期通过的最大感应电流,并应按短路电流校验。当设备为铝外壳时,其短接线宜用铝排;当设备为钢外壳时,其短接线宜采用铜排。

**2.2.7** GIS 配电装置每间隔应分为若干隔室,隔室的分隔应满足正常运行条件和间隔元件设备检修要求。

### 3 环境条件

**3.0.1** 屋外配电装置中的绝缘子和电气设备外绝缘应符合现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分:定义信息和一般原则》GB/T 26218.1、《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第2部分:交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2、《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第3部分:交流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3的规定。

**3.0.2** 屋外配电装置位置的选择宜避开自然通风冷却塔和机力通风冷却塔的水雾区及其常年盛行风向的下风侧。屋外配电装置与冷却塔的距离应符合现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032的规定。

**3.0.3** 电气设备的正常使用环境温度不宜超过 $40^{\circ}\text{C}$ ,且24h内测得的温度平均值不宜超过 $35^{\circ}\text{C}$ 。屋外电气设备最低环境温度的优选值宜为 $-10^{\circ}\text{C}$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ 、 $-30^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ ;屋内电气设备低环境温度的优选值宜为 $-5^{\circ}\text{C}$ 、 $-15^{\circ}\text{C}$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ 。选择导体和电气设备的环境温度宜符合表3.0.3的规定。

表 3.0.3 选择导体和电气设备的环境温度

| 类别   | 安 装 场 所                 | 环 境 温 度      |        |
|------|-------------------------|--------------|--------|
|      |                         | 最高           | 最低     |
| 裸导体  | 屋外                      | 最热月平均最高温度    | —      |
|      | 屋内                      | 该处通风设计温度     | —      |
| 电气设备 | 屋外 SF <sub>6</sub> 绝缘设备 | 年最高温度        | 极端最低温度 |
|      | 屋外其他                    | 年最高温度        | 年最低温度  |
|      | 屋内电抗器                   | 该处通风设计最高排风温度 | —      |
|      | 屋内其他                    | 该处通风设计温度     | —      |

注:1 年最高或最低温度为一年中所测得的最高或最低温度的多年平均值。

2 最热月平均最高温度为最热月每日最高温度的月平均值,取多年平均值。

3 选择屋内裸导体及其他电气设备的环境温度,若该处无通风设计温度资料时,可取最热月平均最高温度加 $5^{\circ}\text{C}$ 。

**3.0.4** 选择导体和电气设备的环境相对湿度应采用当地湿度最高月份的平均相对湿度。当无资料时,相对湿度可比当地湿度最高月份的平均相对湿度高 5%。在湿热带地区应采用湿热带型电气设备产品。在亚湿热带地区可采用普通电气设备产品,但应根据当地运行经验采取加强防潮、防凝露、防水、防锈、防霉及防虫害等防护措施。

**3.0.5** 周围环境温度低于电气设备、仪表和继电器的最低允许温度时,应装设加热装置或采取其他保温设施。在积雪、覆冰严重地区,应采取防止冰雪引起事故的措施。隔离开关的破冰厚度不应小于安装场所的最大覆冰厚度。

**3.0.6** 330kV 及以下电压等级屋外配电装置的导体和电气设备最大风速的选择可采用离地 10m 高,30 年一遇 10min 平均最大风速;500kV、750kV 屋外配电装置的导体和电气设备最大风速的选择宜采用离地 10m 高,50 年一遇 10min 平均最大风速;1000kV 屋外配电装置的导体和电气设备最大风速的选择宜采用离地面 10m 高,100 年一遇 10min 平均最大风速。最大风速宜按导体和电气设备的安装高度进行修正。对于最大设计风速大于 34m/s 的地区,在屋外配电装置的布置中应采取相应措施。

**3.0.7** 配电装置的抗震设计应符合现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260 的规定。对于重要电力设施中的电气设施,当抗震设防烈度为 7 度及以上时,应进行抗震设计。对于一般电力设施中的电气设施,当抗震设防烈度为 8 度及以上时,应进行抗震设计。

**3.0.8** 选择导体和电气设备时,应根据当地地震烈度选择能够满足地震要求的产品。重要电力设施中的电气设施可按抗震设防烈度提高 1 度设防,当抗震设防烈度为 9 度及以上时不再提高。

**3.0.9** 对于海拔超过 1000m 的地区,配电装置应选择适用于高海拔的电气设备、电瓷产品,其外绝缘强度应符合高压电气设备绝缘试验电压的有关规定。

**3.0.10** 配电装置设计应重视对噪声的控制,降低有关运行场所的连续噪声级。配电装置紧邻居民区时,其围墙外侧的噪声标准应符合现行国家标准《声环境质量标准》GB 3096、《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348 的要求。

**3.0.11** 330kV 及以上电压等级配电装置内设备遮栏外离地 1.5m 的静电感应场强水平不宜超过 10kV/m,少部分地区可允许达到 15kV/m。配电装置围墙外侧非出线方向为居民区时,离地 1.5m 的静电感应场强水平不宜大于 4kV/m。

**3.0.12** 当干扰频率为 0.5MHz 时,配电装置围墙外非出线方向 20m 地面处无线电干扰限值应符合表 3.0.12 的规定。

**表 3.0.12 无线电干扰限值**

| 电压(kV)                 | 110 | 220~330 | 500 | 750~1000 |
|------------------------|-----|---------|-----|----------|
| 无线电干扰限值 dB( $\mu$ V/m) | 46  | 53      | 55  | 55~58    |

**3.0.13** 110kV 及以上电压等级的电气设备及金具,在 1.1 倍最高工作相电压下,晴天夜晚不应出现可见电晕,110kV 及以上电压等级导体的电晕临界电压应大于导体安装处的最高工作电压。

**3.0.14** 布置在直接空冷平台下方的电气设备,其外绝缘宜采用 e 级污秽等级要求。

## 4 导体和电气设备的选择

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 导体和电气设备的选择应符合现行行业标准《导体和电气设备选择设计技术规定》DL/T 5222 的规定。

**4.1.2** 电气设备的最高工作电压不应低于所在系统的最高运行电压；电气设备的额定电流和导体的长期允许电流不应小于各种工况下回路持续工作电流，并应根据海拔和环境条件进行修正。

**4.1.3** 验算导体和电气设备额定峰值耐受电流、额定短时耐受电流以及电气设备开断电流所用的短路电流应按实际工程的设计规划容量计算，并应考虑电力系统远景发展规划，留有一定裕度。

**4.1.4** 验算裸导体短路热效应的计算时间宜采用主保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。当主保护有死区时，应采用对该死区起作用的后备保护动作时间，并应采用相应的短路电流值。验算电气设备短路热效应的计算时间宜采用后备保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。

**4.1.5** 选择耐热导体时，应考虑温度对连接设备的影响，并采取防护措施。

**4.1.6** 在正常运行和短路时，电气设备引线的最大作用力不应大于电气设备端子允许的荷载。

### 4.2 导体的选择

**4.2.1** 220kV 及以下电压等级的软导线宜选用钢芯铝绞线，330kV～500kV 软导线宜选用钢芯铝绞线或扩径空芯导线，750kV～1000kV 软导线宜选用耐热型扩径空芯导线。在空气中含有盐量较大的沿海地区或周围气体对铝有明显腐蚀的场所，宜选

用防腐型铝绞线或铜绞线。

**4.2.2** 220kV 及以下电压等级的软导线宜选用单根导线,根据导线载流量的要求也可采用双分裂导线;330kV 软导线宜选用单根扩径导线或双分裂导线;500kV 软导线宜选用双分裂导线;750kV 软导线可选用双分裂导线,也可选用四分裂导线;1000kV 软导线宜选用四分裂导线。

**4.2.3** 硬导体可选用矩形、双槽形和圆管形。20kV 及以下电压等级回路中的正常工作电流在 4kA 及以下时,宜选用矩形导体;在 4kA~8kA 时,宜选用双槽形导体或管形导体;在 8kA 以上时,宜选用圆管形导体。66kV 及以下电压等级配电装置硬导体可采用矩形导体,也可采用管形导体。110kV 及以上电压等级配电装置硬导体宜采用管形导体。

**4.2.4** 硬导体的设计应考虑不均匀沉降、温度变化和振动等因素的影响。

### 4.3 电气设备的选择

**4.3.1** 35kV 及以下电压等级的断路器宜选用真空断路器或 SF<sub>6</sub> 断路器,66kV 及以上电压等级的断路器宜选用 SF<sub>6</sub> 断路器。在高寒地区,SF<sub>6</sub> 断路器宜选用罐式断路器,并应考虑 SF<sub>6</sub> 气体液化问题。

**4.3.2** 隔离开关应根据正常运行条件和短路故障条件的要求选择。

**4.3.3** 单柱垂直开启式隔离开关在分闸状态下,动静触头间的最小电气距离不应小于配电装置的最小安全净距  $B_1$  值。

**4.3.4** 电流互感器宜采用套管式,也可采用独立式电流互感器。

**4.3.5** 35kV 及以上电压等级配电装置宜选用电容式电压互感器,当条件不允许时也可采用电磁式电压互感器。

**4.3.6** 35kV 及以下电压等级采用真空断路器的回路宜根据被操作的容性或感性负载,选用金属氧化锌避雷器或阻容吸收器进

行过电压保护。

**4.3.7** 66kV 及以上电压等级配电装置内的过电压保护宜采用金属氧化锌避雷器。

**4.3.8** 装设在屋外的消弧线圈宜选用油浸式；装设在屋内的消弧线圈宜选用干式。

**4.3.9** 当有冰雪时，3kV～20kV 屋外支柱绝缘子和穿墙套管宜采用提高一级电压的产品；对 3kV～6kV 者可采用提高两级电压的产品。

**4.3.10** 330kV 及以上电压等级的 GIS 或 HGIS 与变压器之间采用气体绝缘管道连接时，应采取适当措施降低快速暂态过电压（VFTO）的影响。

## 5 配电装置的型式与布置

### 5.1 最小安全净距

**5.1.1** 配电装置的最小安全净距宜以金属氧化物避雷器的保护水平为基础确定。

**5.1.2** 屋外配电装置的最小安全净距不应小于表 5.1.2-1、表 5.1.2-2 的规定。

**5.1.3** 屋外配电装置使用软导线时,在不同条件下,带电部分至接地部分和不同相带电部分之间的最小空气间隙,应根据表 5.1.3-1、表 5.1.3-2 的规定进行校验,并采用其中最大数值。

**5.1.4** 屋内配电装置的安全净距不应小于表 5.1.4 的规定。

**5.1.5** 当屋外配电装置的电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时,应装设固定遮栏;屋内配电装置的电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2300mm 时,应装设固定遮栏。

**5.1.6** 配电装置中相邻带电部分的额定电压不同时,应按较高的额定电压确定其最小安全净距。

**5.1.7** 屋外配电装置带电部分的上面或下面不应有照明、通信和信号线路架空跨越或穿过;屋内配电装置的带电部分上面不应有明敷的照明、动力线路或管线跨越。

表 5.1.2-1 3kV~500kV 屋外配电装置的最小安全净距 (mm)

| 符号    | 适 应 范 围                                                                                        | 图号                            | 系统标称电压(kV) |       |      |      |      |      |      |      |                   | 备注               |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------------------|------------------|
|       |                                                                                                |                               | 3~10       | 15~20 | 35   | 66   | 110J | 110  | 220J | 330J | 500J              |                  |
|       |                                                                                                |                               |            |       |      |      |      |      |      |      |                   |                  |
| $A_1$ | 1. 带电部分至接地部分之间;<br>2. 网状遮栏向上延伸线距地 2.5m<br>处与遮栏上方带电部分之间                                         | 5.1.2-1<br>5.1.2-2            | 200        | 300   | 400  | 650  | 900  | 1000 | 1800 | 2500 | 3800              | —                |
| $A_2$ | 1. 不同相的带电部分之间;<br>2. 断路器和隔离开关的断口两侧引<br>线带电部分之间                                                 | 5.1.2-1<br>5.1.2-3            | 200        | 300   | 400  | 650  | 1000 | 1100 | 2000 | 2800 | 4300              | —                |
| $B_1$ | 1. 设备运输时,其外廓至无遮栏带电<br>部分之间;<br>2. 交叉的不同时停电检修的无遮栏<br>带电部分之间;<br>3. 栅状遮栏至绝缘体和带电部分之间 <sup>①</sup> | 5.1.2-1<br>5.1.2-2<br>5.1.2-3 | 950        | 1050  | 1150 | 1400 | 1650 | 1750 | 2550 | 3250 | 4550              | $B_1=A_1+750$    |
| $B_2$ | 网状遮栏至带电部分之间                                                                                    | 5.1.2-2                       | 300        | 400   | 500  | 750  | 1000 | 1100 | 1900 | 2600 | 3900              | $B_2=A_1+70+30$  |
| $C$   | 1. 无遮栏裸导体至地面之间;<br>2. 无遮栏裸导体至建筑物、构筑物顶<br>部之间                                                   | 5.1.2-2<br>5.1.2-3            | 2700       | 2800  | 2900 | 3100 | 3400 | 3500 | 4300 | 5000 | 7500 <sup>②</sup> | $C=A_1+2300+200$ |
| $D$   | 1. 平行的不同时间停电检修的无遮栏<br>带电部分之间;<br>2. 带电部分与建筑物、构筑物的边沿<br>部分之间                                    | 5.1.2-1<br>5.1.2-2            | 2200       | 2300  | 2400 | 2600 | 2900 | 3000 | 3800 | 4500 | 5800              | $D=A_1+1800+200$ |

- 注:1 110J、220J、330J、500J 系指中性点直接接地系统。  
 2 海拔超过 1000m 时, A 值应按本标准附录 A 进行修正。  
 3 500kV 的 A<sub>1</sub> 值, 分裂软导线至接地部分之间可取 3500mm。  
 ①表示对于 220kV 及以上电压, 可按绝缘体电位的实际分布, 采用相应的 B<sub>1</sub> 值进行校验。当无给定的分布电位时, 允许栅状遮栏与绝缘体的距离小于 B<sub>1</sub> 值按线性分布计算。校验 500kV 相间通道的安全净距, 亦可用此原则。  
 ②表示 500kV 配电装置 C 值由地面静电感应的场强水平确定, 距地面 1.5m 处空间场强不宜超过 10kV/m, 但部分地区可按不大于 15kV/m 考核。

表 5.1.2-2 750kV、1000kV 屋外配电装置的最小安全净距 (mm)

| 符号               | 适 应 范 围                                                               | 图 号                                           | 系统标称电压 (kV) |                                                       | 备 注                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
|                  |                                                                       |                                               | 750J        | 1000J                                                 |                                           |
| A' <sub>1</sub>  | 带电导体至接地架构                                                             | 5.1.2-4                                       | 4800        | 6800(分裂导线至接地部分、管形导体至接地部分)                             | —                                         |
| A'' <sub>1</sub> | 带电设备至接地架构                                                             | 5.1.2-5                                       | 5500        | 7500(均压环至接地部分)                                        | —                                         |
| A <sub>2</sub>   | 带电导体相间                                                                | 5.1.2-1<br>5.1.2-3<br>5.1.2-4                 | 7200        | 9200(分裂导线至分裂导线)<br>10100(均压环至均压环)<br>11300(管形导体至管形导体) | —                                         |
| B <sub>1</sub>   | 1. 带电导体至栅栏 <sup>①</sup> ;<br>2. 运输设备外轮廓线至带电导体;<br>3. 不同时停电检修的垂直交叉导体之间 | 5.1.2-1、5.1.2-2<br>5.1.2-3、5.1.2-4<br>5.1.2-5 | 6250        | 8250                                                  | B <sub>1</sub> = A <sub>1</sub> + 750     |
| B <sub>2</sub>   | 网状遮栏至带电部分之间                                                           | 5.1.2-2                                       | 5600        | 7600                                                  | B <sub>2</sub> = A <sub>1</sub> + 70 + 30 |
| C                | 带电导体至地面                                                               | 5.1.2-2<br>5.1.2-3                            | 12000       | 17500(单根管形导体)<br>19500(分裂架空导线)                        | C 值由地面场强确定 <sup>②</sup>                   |
| D                | 1. 不同时停电检修的两平行回路之间水平距离;<br>2. 带电导体至围墙顶部;<br>3. 带电导体至建筑物边缘             | 5.1.2-1<br>5.1.2-2                            | 7500        | 9500                                                  | D = A <sub>1</sub> + 1800 + 200           |

- 注:1 750J、1000J 系指中性点直接接地系统。
- 2 交叉导体之间应同时满足  $A_2$  和  $B_1$  的要求。
- 3 平行导体之间应同时满足  $A_2$  和  $D$  的要求。
- 4 海拔超过 1000m 时,  $A$  值应按附录 A 进行修正。
- ①表示对于 750kV 及 1000kV 电压等级,可按绝缘体电位的实际分布,采用相应的  $B_1$  值进行校验。此时,允许栅状遮栏与绝缘体的距离小于  $B_1$  值,当无给定的分布电位时,可按线性分布计算。校验 750kV 及 1000kV 相间通道的安全净距,也可用此原则。
- ②表示 750kV 及 1000kV 配电装置  $C$  值由地面静电感应的场强水平确定,距地面 1.5m 处空间场强不宜超过 10kV/m,但少部分地区可按不大于 15kV/m 考核。

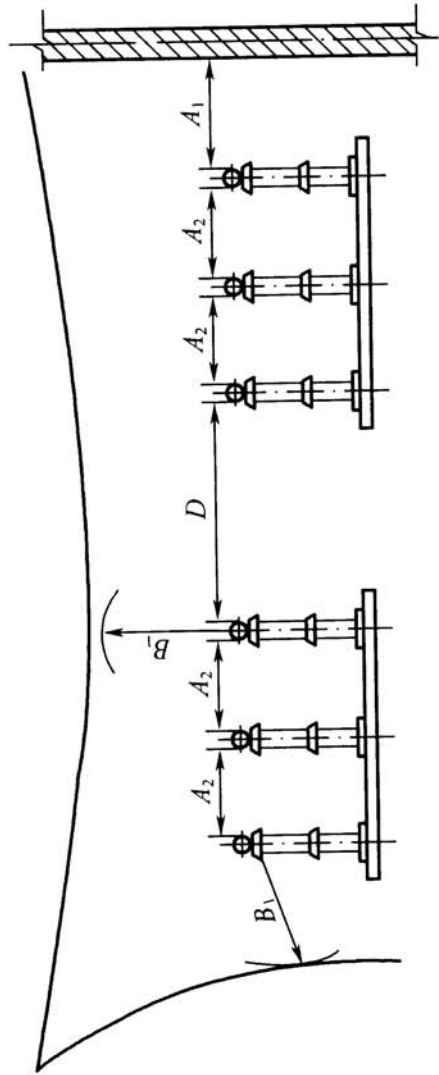
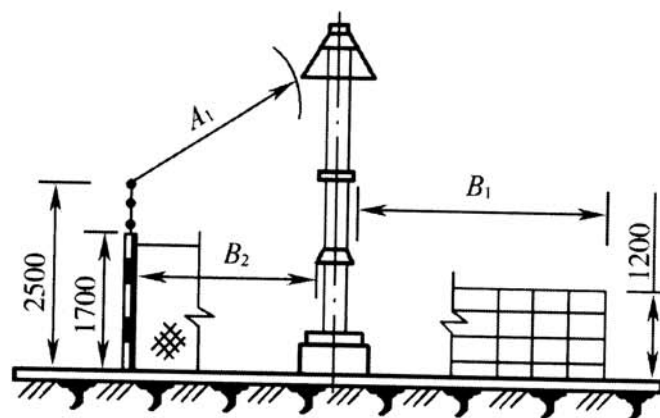
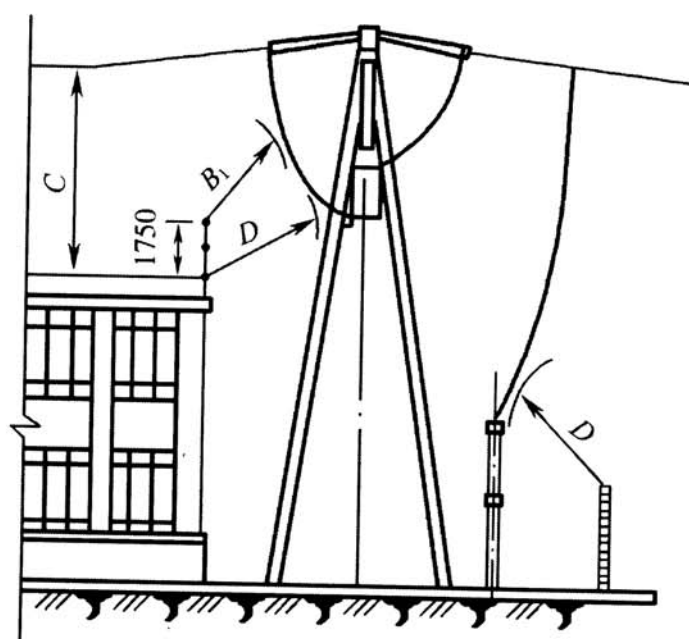


图 5.1.2-1 屋外  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$ 、 $D$  值校验图



(a)



(b)

图 5.1.2-2 屋外  $A_1$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $C$ 、 $D$  值校验图

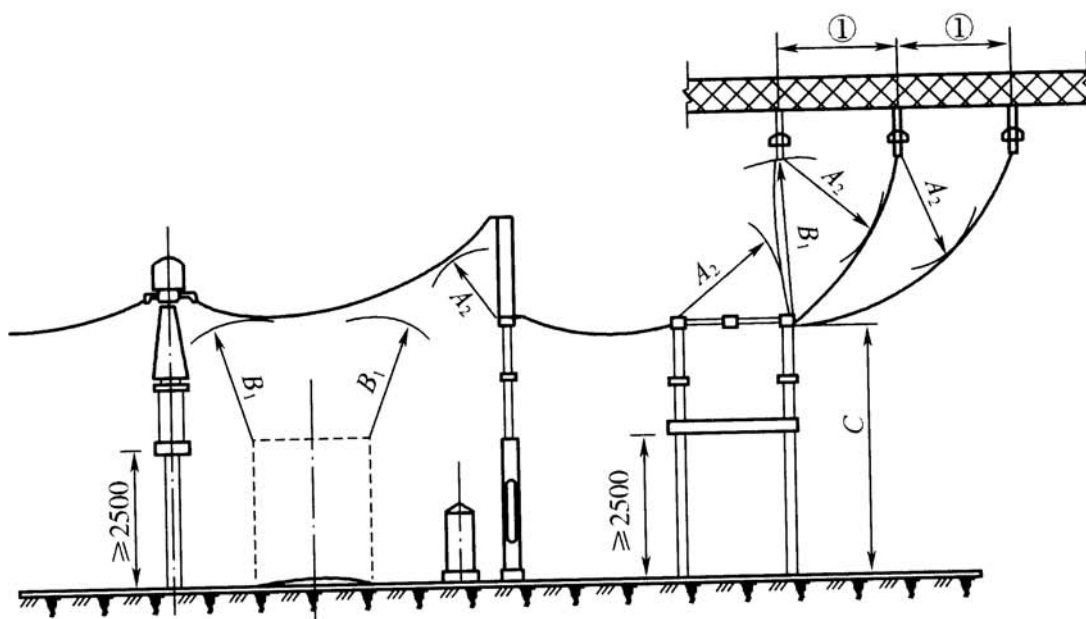


图 5.1.2-3 屋外  $A_2$ 、 $B_1$ 、 $C$  值校验图

①—按照本标准第 5.1.3 条执行

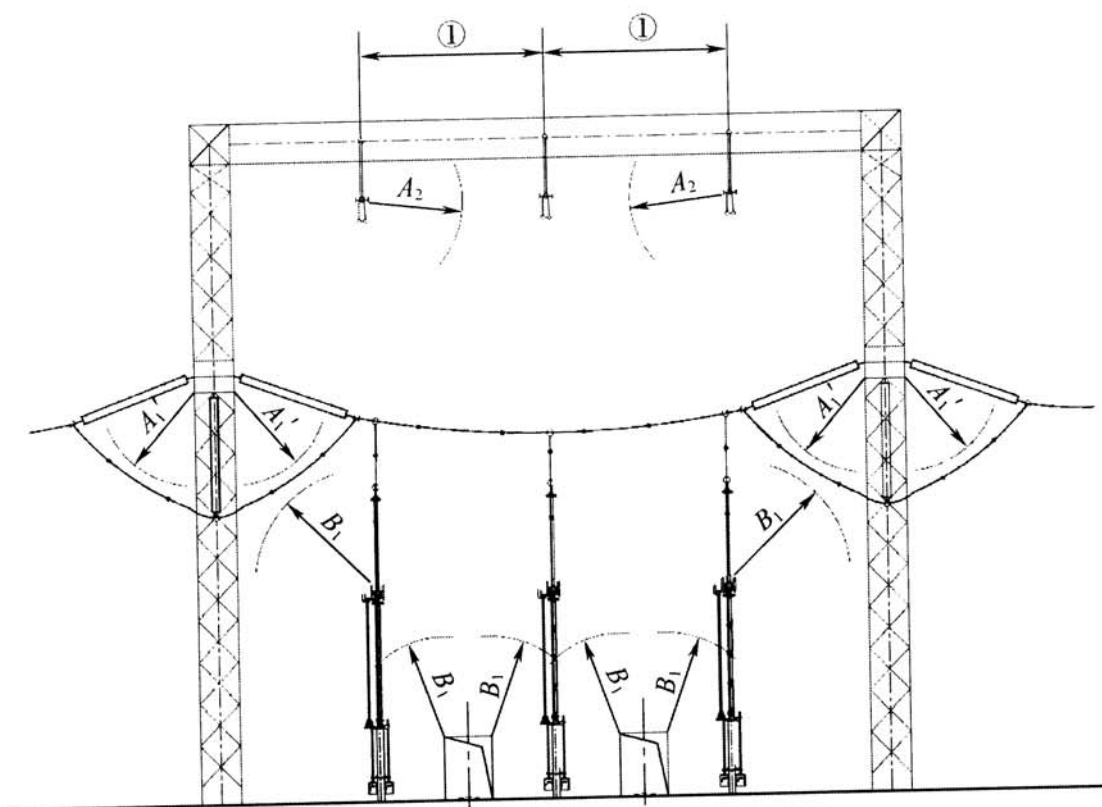


图 5.1.2-4 屋外  $A'_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$  值校验图

①—按照本标准第 5.1.3 条执行

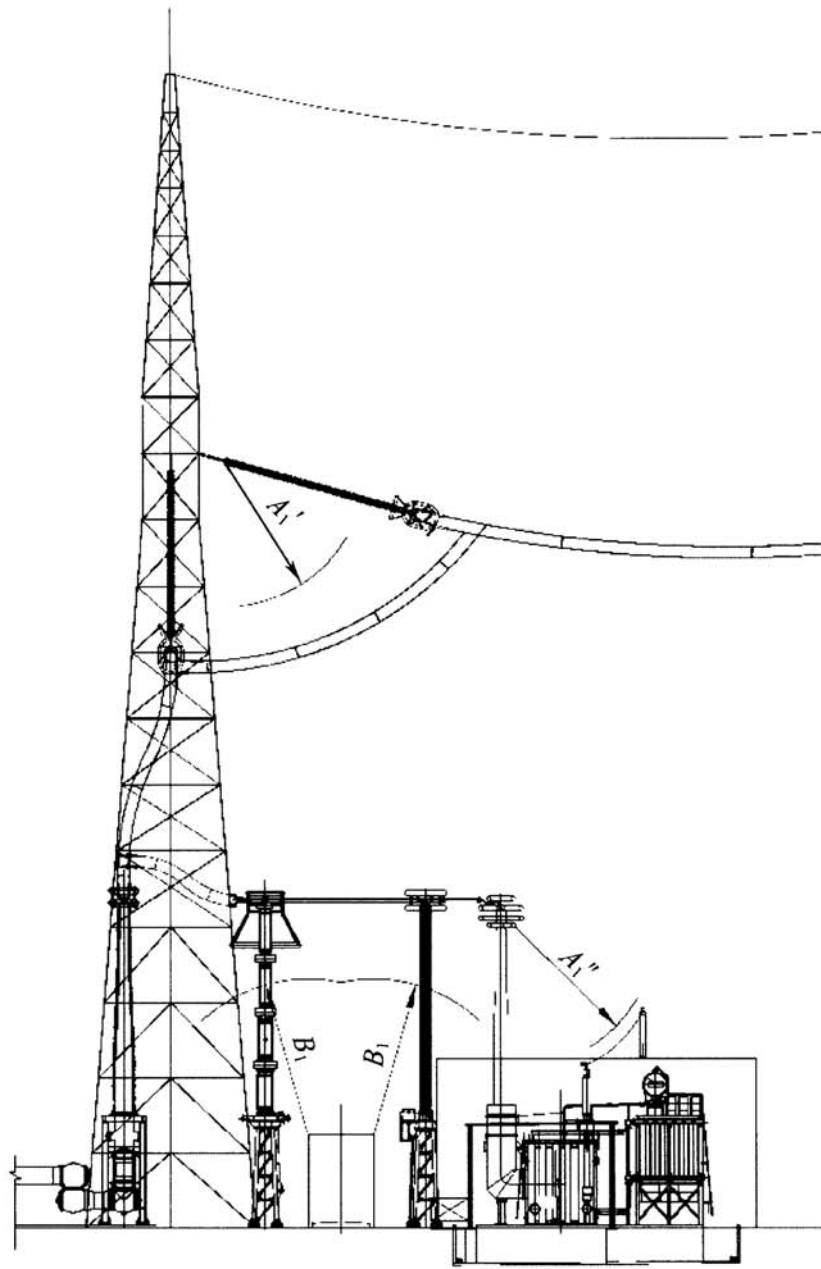


图 5.1.2-5 屋外  $A'_1$ 、 $A''_1$ 、 $B_1$  值校验图

表 5.1.3-1 35kV~750kV 不同条件下的计算风速和最小空气间隙(mm)

| 条件       | 校 验 条 件                                                       | 计算风速<br>(m/s)   | A 值            | 额定电压(kV) |     |      |      |      |      |      |      |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|----------|-----|------|------|------|------|------|------|
|          |                                                               |                 |                | 35       | 66  | 110J | 110  | 220J | 330J | 500J | 750J |
| 雷电<br>电压 | 雷电过电压和风偏                                                      | 10 <sup>注</sup> | A <sub>1</sub> | 400      | 650 | 900  | 1000 | 1800 | 2400 | 3200 | 4300 |
|          |                                                               |                 | A <sub>2</sub> | 400      | 650 | 1000 | 1100 | 2000 | 2600 | 3600 | 4800 |
| 操作<br>电压 | 操作过电压和风偏                                                      | 最大设计<br>风速的 50% | A <sub>1</sub> | 400      | 650 | 900  | 1000 | 1800 | 2500 | 3500 | 4800 |
|          |                                                               |                 | A <sub>2</sub> | 400      | 650 | 1000 | 1100 | 2000 | 2800 | 4300 | 6500 |
| 工频<br>电压 | 1. 最高工作电压、短路和风偏<br>(取 10m/s 风速);<br>2. 最高工作电压和风偏(取最大<br>设计风速) | 10 或最大<br>设计风速  | A <sub>1</sub> | 150      | 300 | 300  | 450  | 600  | 1100 | 1600 | 2200 |
|          |                                                               |                 | A <sub>2</sub> | 150      | 300 | 500  | 500  | 900  | 1700 | 2400 | 3750 |

注:在最大设计风速为 34m/s 及以上,以及雷暴时风速较大的气象条件恶劣的地区用 15m/s。

表 5.1.3-2 1000kV 不同条件下的计算风速和空气间隙(mm)

| 条件   | 校验条件                                                          | 计算风速(m/s)       | A' <sub>1</sub> | A'' <sub>1</sub> | A <sub>2</sub>                                        |
|------|---------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------------------------------------------|
| 雷电电压 | 雷电过电压和风偏                                                      | 10 <sup>注</sup> | 5000            |                  | 5500                                                  |
| 操作电压 | 操作过电压和风偏                                                      | 最大设计风速的 50%     | 6800            | 7500             | 9200(分裂导线至分裂导线)<br>10100(均压环至均压环)<br>11300(管形导体至管形导体) |
| 工频电压 | 1. 最高工作电压、短路和风偏<br>(取 10m/s 风速);<br>2. 最高工作电压和风偏(取最大<br>设计风速) | 10 或最大设计风速      | 4200            |                  | 6800                                                  |

注:在最大设计风速为 34m/s 及以上,以及雷暴时风速较大的气象条件恶劣的地区用 15m/s。

表 5.1.4 屋内配电装置的最小安全净距(mm)

| 符号             | 适 应 范 围                          | 图号      | 系统标称电压(kV) |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|----------------------------------|---------|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                |                                  |         | 3          | 6    | 10   | 15   | 20   | 35   | 66   | 110J | 220J |
| A <sub>1</sub> | 带电部分至接地部分之间                      | 5.1.4-1 |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 网状和板状遮栏向上延伸线距地 2.3m 处与遮栏上方带电部分之间 |         | 75         | 100  | 125  | 150  | 180  | 300  | 550  | 850  | 1800 |
|                |                                  |         |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| A <sub>2</sub> | 不同相的带电部分之间                       | 5.1.4-1 |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 断路器和隔离开关的断口两侧引线带电部分之间            |         | 75         | 100  | 125  | 150  | 180  | 300  | 550  | 900  | 2000 |
|                |                                  |         |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| B <sub>1</sub> | 栅状遮栏至带电部分之间                      | 5.1.4-1 |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                | 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间             | 5.1.4-2 | 825        | 850  | 875  | 900  | 930  | 1050 | 1300 | 1600 | 2550 |
|                |                                  |         |            |      |      |      |      |      |      |      |      |
| B <sub>2</sub> | 网状遮栏至带电部分之间 <sup>①</sup>         | 5.1.4-1 | 175        | 200  | 225  | 250  | 280  | 400  | 650  | 950  | 1900 |
| C              | 无遮栏裸导体至地(楼)面之间                   | 5.1.4-1 | 2500       | 2500 | 2500 | 2500 | 2500 | 2600 | 2850 | 3150 | 4100 |
| D              | 平行的不同时停电检修的无遮栏裸导体之间              | 5.1.4-1 | 1875       | 1900 | 1925 | 1950 | 1980 | 2100 | 2350 | 2650 | 3600 |
| E              | 通向屋外的出线套管至屋外通道的路面                | 5.1.4-2 | 4000       | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 |

注:1 110J、220J 系指中性点有效接地电网。

2 海拔超过 1000m 时,A 值应按照本标准附录 A 的规定进行修正。

3 通向屋外配电装置的出线套管至屋外地面的距离,不应小于本标准表 5.1.2-1 中所列屋外部分之 C 值。

①表示当为板状遮栏时,其 B<sub>2</sub> 值可取(A<sub>1</sub>+30)mm。

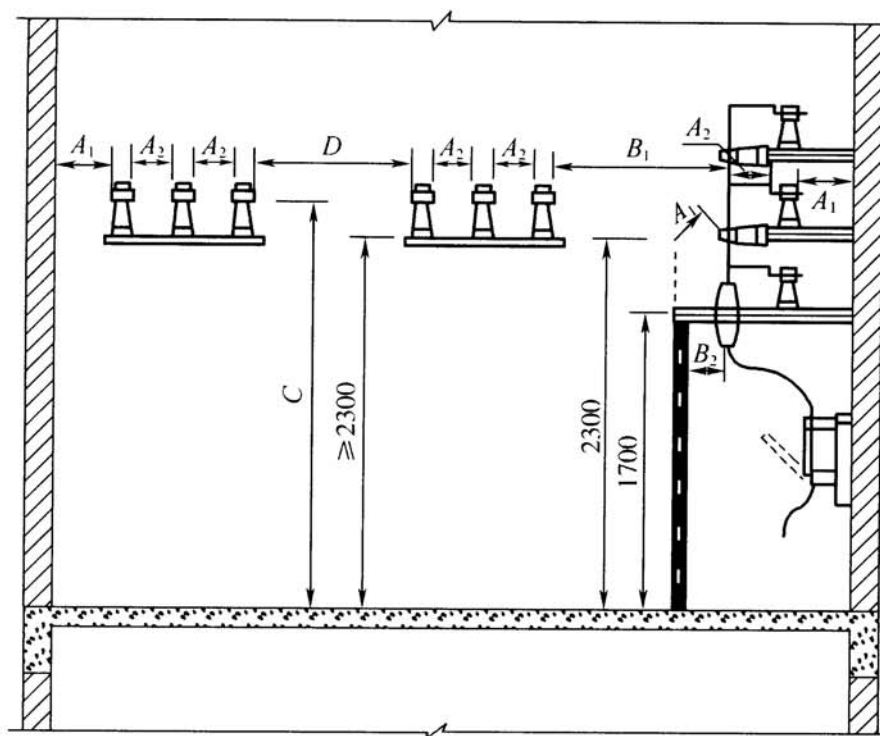


图 5.1.4-1 屋内  $A_1$ 、 $A_2$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $C$ 、 $D$  值校验图

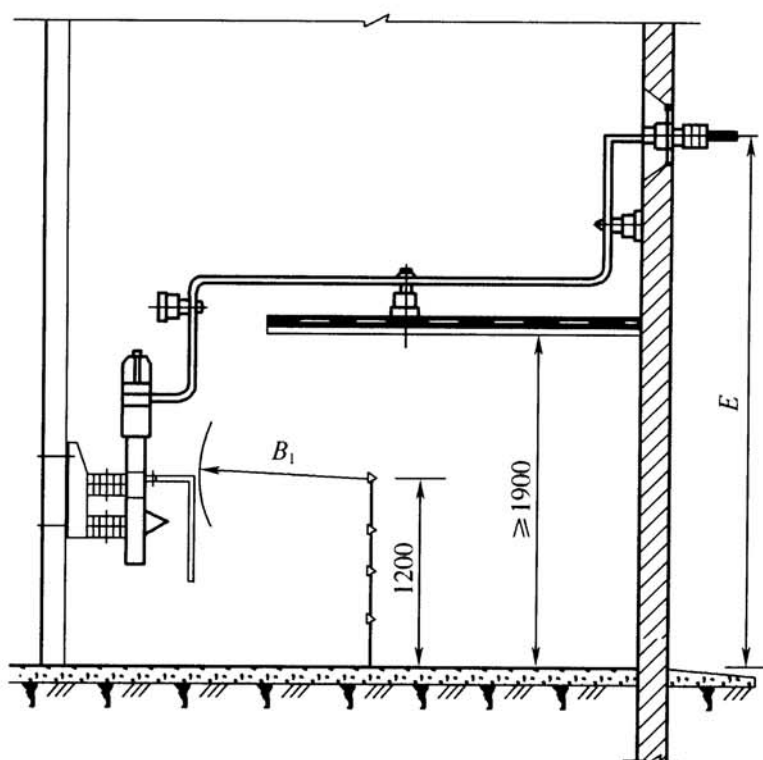


图 5.1.4-2 屋内  $B_1$ 、 $E$  值校验图

## 5.2 型式选择

**5.2.1** 配电装置型式的选择应根据设备选型及进出线方式,结合工程实际情况,因地制宜,并与发电厂或变电站以及相应水利水电工程总体布置协调,通过技术经济比较确定。在技术经济合理时,宜采用占地少的配电装置型式。

**5.2.2** 3kV~20kV 电压等级的配电装置宜采用金属封闭开关设备型式。

**5.2.3** 35kV 配电装置宜采用金属封闭开关设备型式,也可采用屋外中型配电装置或其他型式。

**5.2.4** 110kV 和 220kV 电压等级的配电装置可采用屋外中型配电装置、GIS 配电装置或屋内配电装置。

**5.2.5** 330kV~750kV 电压等级的配电装置宜采用屋外中型配电装置。e 级污秽地区、海拔高度大于 2000m 地区、布置场地受限的 330kV~750kV 电压等级配电装置,当经技术经济比较合理时,可采用 GIS 配电装置或 HGIS 配电装置。

**5.2.6** 1000kV 配电装置宜采用 GIS 配电装置或 HGIS 配电装置。

**5.2.7** 抗震设防烈度为 8 度及以上地区的 110kV 及以上电压等级配电装置宜采用 GIS 配电装置。

**5.2.8** 抗震设防烈度为 8 度及以上地区的 110kV 及以上电压等级配电装置不宜采用敞开支持型硬母线配电装置。

## 5.3 布置

**5.3.1** 配电装置的布置应结合接线方式、设备型式及发电厂和变电站的总体布置综合考虑。

**5.3.2** 对于 35kV~110kV 电压等级单母线接线方式,当采用软母线配双柱式隔离开关时,屋外敞开式配电装置应采用中型布置。断路器宜采用单列式或双列式布置。

**5.3.3** 对于 35kV 电压等级双母线接线方式,当采用软母线配单柱式或双柱式隔离开关时,屋外敞开式配电装置宜采用中型布置。断路器宜采用单列式或双列式布置。

**5.3.4** 对于 110kV~220kV 电压等级双母线接线方式,当采用管形母线配双柱式或三柱式隔离开关时,屋内敞开式配电装置应采用双层布置。断路器可采用单列式或双列式布置。

**5.3.5** 对于 110kV~500kV 电压等级双母线接线方式,当采用软母线或管形母线配双柱式、三柱式、双柱伸缩式或单柱式隔离开关时,屋外敞开式配电装置宜采用中型布置。断路器宜采用单列式或双列式布置。

**5.3.6** 对于 220kV~750kV 电压等级 3/2 断路器接线方式,当采用软母线或管形母线配双柱式、三柱式、双柱伸缩式或单柱式隔离开关时,屋外敞开式配电装置应采用中型布置。断路器宜采用三列式、单列式或“品”字形布置。

**5.3.7** 1000kV 配电装置宜采用屋外布置。

**5.3.8** 110kV 及以上电压等级 GIS 配电装置宜采用屋外布置,当环境条件特殊时,也可采用屋内布置。

**5.3.9** 当采用管形母线时,110kV 及以上电压等级配电装置应考虑下列因素:

1 管形母线宜选用单管结构,其固定方式可采用支持式或悬吊式,当抗震设防烈度为 8 度及以上时,宜采用悬吊式;

2 支持式管形母线在无冰无风状态下的挠度不宜大于(0.5~1.0)倍的导体直径,悬吊式管形母线的挠度可放宽;

3 采用支持式管形母线时还应分别对端部效应、微风振动及热胀冷缩采取措施。

## **5.4 通道与围栏**

**5.4.1** 配电装置通道的布置应便于设备的操作、搬运、检修和试验,并应符合下列规定:

1 220kV 及以上电压等级屋外配电装置的主干道应设置环形通道和必要的巡视小道,如成环有困难时应具备回车条件;

2 500kV 屋外配电装置可设置相间道路。如果设备布置、施工安装、检修机械等条件允许时,也可不设相间道路;

3 750kV~1000kV 电压等级屋外敞开式配电装置宜设相间运输通道,并应根据电气接线、设备布置和安全距离要求,确定相间距离、设备支架高度和道路转弯半径;

4 屋外配电装置主要环形通道应满足消防要求,道路净宽度和净空高度均不应小于 4m。

**5.4.2** 屋外中型布置配电装置内的环形道路及 500kV 及以上电压等级配电装置内如需设置相间运输检修道路时,其道路宽度不宜小于 3m。

**5.4.3** 配电装置内的巡视道路应根据运行巡视和操作需要设置,并充分利用地面电缆沟的布置作为巡视路线。

**5.4.4** 屋内配电装置采用金属封闭开关设备时,室内各种通道的最小宽度(净距)不宜小于表 5.4.4 的规定。

**表 5.4.4 配电装置室内各种通道的最小宽度(净距)(mm)**

| 布置方式    | 通道分类 |      |          |
|---------|------|------|----------|
|         | 维护通道 | 操作通道 |          |
|         |      | 固定式  | 移开式      |
| 设备单列布置时 | 800  | 1500 | 单车长+1200 |
| 设备双列布置时 | 1000 | 2000 | 双车长+900  |

注:1 通道宽度在建筑物的墙柱个别突出处,允许缩小 200mm。

2 手车式开关柜不需进行就地检修时,其通道宽度可适当减小。

3 固定式开关柜靠墙布置时,柜背离墙距离宜取 50mm。

4 当采用 35kV 开关柜时,柜后通道不宜小于 1m。

**5.4.5** 对于就地检修的室内油浸变压器,室内高度可按吊芯所需的最小高度再加 700mm,宽度可按变压器两侧各加 800mm 确定。室内油浸变压器外廓与变压器室四壁的净距不应小于表 5.4.5 的规定。

**表 5.4.5 室内油浸变压器外廓与变压器室四壁的最小净距(mm)**

| 变压器容量(kV·A) | 1000kV·A 及以下 | 1250kV·A 及以上 |
|-------------|--------------|--------------|
| 变压器与后壁、侧壁之间 | 600          | 800          |
| 变压器与门之间     | 800          | 1000         |

注：若变压器室内布置有中性点接地开关、避雷器或电缆终端装置时，除满足布置上的要求外，还应考虑到这些设备在做试验时所要求的电气距离。

**5.4.6** 设置于室内的无外壳干式变压器，其外廓与四周墙壁的净距不应小于 600mm。干式变压器之间的距离不应小于 1000mm，并应满足巡视维修的要求。对全封闭型干式变压器可不受上述距离的限制，但应满足巡视维护的要求。

**5.4.7** 发电厂屋外配电装置的周围宜设置高度不小于 1500mm 的围栏，并在其醒目的地方设置警示牌。

**5.4.8** 配电装置中电气设备的栅状遮栏高度不应小于 1200mm，栅状遮栏最低栏杆至地面的净距不应大于 200mm。

**5.4.9** 配电装置中电气设备的网状遮栏高度不应小于 1700mm，网状遮栏网孔不应大于 40mm×40mm；围栏门应装锁。

**5.4.10** 在安装有油断路器的屋内间隔内，除设置网状遮栏外，对就地操作的断路器及隔离开关，应在其操动机构处设置防护隔板，宽度应满足人员的操作范围，高度不应低于 1900mm。

**5.4.11** 当外物有可能落在母线上时，屋外母线桥应采取防护措施。

## **5.5 防火与蓄油设施**

**5.5.1** 当 35kV 及以下电压等级屋内配电装置未采用金属封闭开关设备时，其油断路器、油浸电流互感器和电压互感器应设置在两侧有不燃烧实体隔墙的间隔内；35kV 以上电压等级屋内配电装置的带油设备应安装在有不燃烧实体墙的间隔内，不燃烧实体墙的高度不应低于配电装置中带油设备的高度。总油量超过 100kg 的屋内油浸变压器应安装在单独的变压器间，并应有灭火设施。

**5.5.2** 屋内单台电气设备的油量在 100kg 以上时,应设置挡油设施或储油设施。挡油设施的容积宜按容纳设备油量的 20% 设计,并应有将事故油排至安全处的设施,排油管的内径不宜小于 150mm,管口应加装铁栅滤网;当不能满足上述要求时,应设置能容纳设备全部油量的储油设施。

**5.5.3** 屋外充油电气设备单台油量在 1000kg 以上时,应设置挡油设施或储油设施。挡油设施的容积宜按容纳设备油量的 20% 设计,并应有将事故油排至安全处的设施,且不应引起污染危害,排油管的内径不宜小于 150mm,管口应加装铁栅滤网。当不能满足上述要求时,应设置能容纳相应电气设备全部油量的储油设施。储油和挡油设施应大于设备外廓每边各 1000mm。储油设施内应铺设卵石层,其厚度不应小于 250mm,卵石直径宜为 50mm~80mm。

**5.5.4** 当设置有总事故储油池时,其容量宜按其接入的油量最大一台设备的全部油量确定。

**5.5.5** 发电厂单台容量为 90MV·A 及以上的油浸变压器和变电站单台容量为 125MV·A 及以上的油浸变压器应设置水喷雾灭火系统、泡沫喷雾灭火系统或其他固定式灭火装置系统。

**5.5.6** 油量为 2500kg 及以上的屋外油浸变压器或油浸电抗器之间的最小间距应符合表 5.5.6 的规定。

**表 5.5.6 屋外油浸变压器或油浸电抗器之间的最小间距(m)**

| 电 压 等 级       | 最 小 间 距 |
|---------------|---------|
| 35kV 及以下      | 5       |
| 66kV          | 6       |
| 110kV         | 8       |
| 220kV 及 330kV | 10      |
| 500kV 及以上     | 15      |

**5.5.7** 当油量在 2500kg 及以上的屋外油浸变压器或油浸电抗器之间的防火间距不满足本标准表 5.5.6 的要求时,应设置防火

墙。防火墙的耐火极限不宜小于 3h。防火墙的高度应高于变压器或电抗器油枕,其长度应大于变压器或电抗器储油池两侧各 1000mm。

**5.5.8** 油量在 2500kg 及以上的屋外油浸变压器或油浸电抗器与本回路油量为 600kg 以上且 2500kg 以下的带油电气设备之间的防火间距不应小于 5m。

**5.5.9** 在防火要求较高的场所宜选用非油绝缘的电气设备。

**5.5.10** 配电装置及部分建(构)筑物生产过程中火灾危险性类别及最低耐火等级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。

## 6 配电装置对建(构)筑物的要求

### 6.1 屋内配电装置的建筑要求

**6.1.1** 主控制楼、屋内配电装置楼各层及电缆夹层的安全出口不应少于2个,其中1个安全出口可通往室外楼梯。当屋内配电装置楼长度超过60m时,应加设中间安全出口。配电装置室内任一点到房间疏散门的直线距离不应大于15m。

**6.1.2** 汽机房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼与油浸变压器的外廓间距不宜小于10m。当其间距小于5m时,在变压器外轮廓投影范围外侧各3m内的汽机房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼面向油浸变压器的外墙不应设置门、窗、洞口和通风孔,且该区域外墙应为防火墙;当其间距在5m~10m时,在上述外墙上可设置甲级防火门,变压器高度以上可设防火窗,其耐火极限不应小于0.9h。

**6.1.3** 屋内装配式配电装置的母线分段处宜设置有门洞的隔墙。

**6.1.4** 充油电气设备间的门若开向不属配电装置范围的建筑物内时,其门应为非燃烧体或难燃烧体的实体门。

**6.1.5** 变压器室、配电装置室、发电机出线小室、电缆夹层、电缆竖井等室内疏散门应为乙级防火门,上述房间中间隔墙上的门可为不燃烧材料制作的门。

**6.1.6** 配电装置室可开固定窗采光,但应采取防止雨、雪、小动物、风沙及污秽尘埃进入的措施。

**6.1.7** 配电装置室的顶棚和内墙应作耐火处理,耐火等级不应低于二级。地(楼)面应采用耐磨、防滑、高硬度地面。

**6.1.8** 配电装置室有楼层时,其楼面应有防渗水措施。

**6.1.9** 配电装置室应按事故排烟要求,装设足够的事故通风

装置。

**6.1.10** 配电装置室应设置通风、除湿、防潮设备。

**6.1.11** 配电装置室内通道应保证畅通无阻,不得设立门槛,并不应有与配电装置无关的管道通过。

**6.1.12** 布置在屋外配电装置区域内的继电器小室宜考虑防尘、防潮、防强电磁干扰和静电干扰的措施。

**6.1.13** 配电装置与各建(构)筑物之间的防火间距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。

## **6.2 屋外配电装置架构的荷载条件要求**

**6.2.1** 计算用气象条件应按当地的气象资料确定。

**6.2.2** 独立架构应按终端架构设计,连续架构可根据实际受力条件分别按终端或中间架构设计。架构设计不考虑断线。

**6.2.3** 架构设计应考虑正常运行、安装、检修时的各种荷载组合。正常运行时,应取设计最大风速、最低气温、最厚覆冰三种情况中最严重者;安装紧线时,不考虑导线上人,但应考虑安装引起的附加垂直荷载和横梁上人的 2000N 集中荷载;检修时,对导线跨中有引下线的 110kV 及以上电压等级的架构,应考虑导线上人,并分别验算单相作业和三相作业的受力状态,导线集中荷载宜按表 6.2.3 的规定选取。

**表 6.2.3 导线上人集中荷载取值表**

| 电 压 等 级     | 检 修 状 态 | 导线集中荷载  |
|-------------|---------|---------|
| 110kV~330kV | 单相作业    | 1500N   |
|             | 三相作业    | 1000N/相 |
| 500kV 及以上   | 单相作业    | 3500N   |
|             | 三相作业    | 2000N/相 |

**6.2.4** 110kV 及以上电压等级配电装置的架构宜设置上横梁的爬梯。当配置有检修车时,220kV 及以下电压等级配电装置的架构可不设上横梁的爬梯。

### **6.3 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)**

#### **配电装置对土建的要求**

- 6.3.1** GIS 配电装置应考虑其安装、检修、起吊、运行、巡视以及气体回收装置所需的空间和通道。
- 6.3.2** GIS 配电装置设备基础应满足不均匀沉降的要求。同一间隔 GIS 配电装置的布置应避免跨土建结构缝。
- 6.3.3** 屋内 GIS 配电装置室内应清洁、防尘。地面宜采用耐磨、防滑、高硬度地面。
- 6.3.4** 屋内 GIS 配电装置室内应配备 SF<sub>6</sub> 气体净化回收装置,低位区应配有 SF<sub>6</sub> 泄露报警仪及事故排风装置。
- 6.3.5** 屋内 GIS 配电装置室两侧应设置安装检修和巡视的通道,主通道宜靠近断路器侧,宽度宜为 2000mm~3500mm;巡视通道不应小于 1000mm。
- 6.3.6** 屋内 GIS 配电装置室应设置起吊设施,其容量应能满足起吊最大检修单元要求,并满足设备检修要求。

## 附录 A 35kV~1000kV 配电装置 最小安全净距的海拔修正

**A.0.1** 当海拔大于 1000m 时,35kV~500kV 配电装置 A 值的修正可根据图 A.0.1 获得,或按表 A.0.1 所列海拔高度分级查取。  
最小安全净距 B、C、D 值可根据本标准第 5.1 节的规定推算。

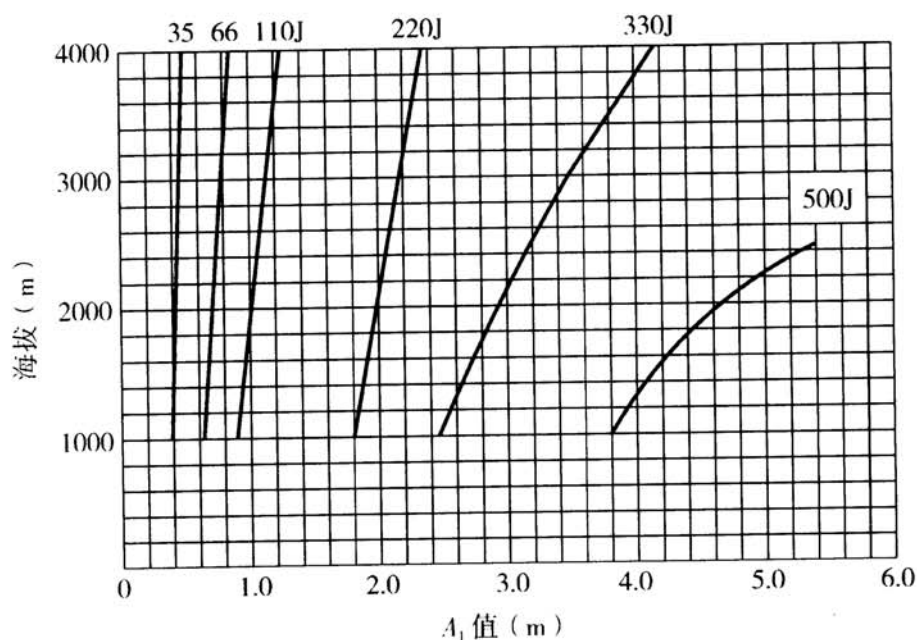


图 A.0.1 35kV~500kV 配电装置海拔大于 1000m 时 A 值的修正  
注:  $A_2$  值和屋内的  $A_1$ 、 $A_2$  值可按本图之比例递增。

**表 A.0.1 35kV~500kV 配电装置海拔大于 1000m 时 A 值的修正值表**

| 系统标称电压(kV)<br>海拔 $H$ (m) | 35   | 66   | 110J | 220J | 330J | 500J |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $H \leq 1000$            | 0.40 | 0.65 | 0.90 | 1.80 | 2.50 | 3.80 |
| $1000 < H \leq 1100$     | 0.41 | 0.66 | 0.91 | 1.82 | 2.54 | 3.90 |
| $1100 < H \leq 1200$     | 0.41 | 0.67 | 0.92 | 1.84 | 2.57 | 3.95 |

续表 A.0.1

| 系统标称电压(kV)<br>海拔 $H$ (m) | 35   | 66   | 110J | 220J | 330J | 500J |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $1200 < H \leq 1300$     | 0.41 | 0.68 | 0.94 | 1.86 | 2.60 | 4.00 |
| $1300 < H \leq 1400$     | 0.42 | 0.68 | 0.95 | 1.88 | 2.65 | 4.07 |
| $1400 < H \leq 1500$     | 0.42 | 0.69 | 0.96 | 1.90 | 2.70 | 4.15 |
| $1500 < H \leq 1600$     | 0.42 | 0.69 | 0.97 | 1.92 | 2.75 | 4.25 |
| $1600 < H \leq 1700$     | 0.43 | 0.70 | 0.98 | 1.94 | 2.80 | 4.30 |
| $1700 < H \leq 1800$     | 0.43 | 0.70 | 0.99 | 1.96 | 2.85 | 4.45 |
| $1800 < H \leq 1900$     | 0.43 | 0.71 | 1.00 | 1.98 | 2.90 | 4.60 |
| $1900 < H \leq 2000$     | 0.44 | 0.72 | 1.02 | 2.00 | 2.95 | 4.70 |
| $2000 < H \leq 2100$     | 0.44 | 0.72 | 1.03 | 2.02 | 3.00 | 4.80 |
| $2100 < H \leq 2200$     | 0.44 | 0.73 | 1.05 | 2.04 | 3.05 | 4.95 |
| $2200 < H \leq 2300$     | 0.45 | 0.74 | 1.07 | 2.06 | 3.10 | 5.10 |
| $2300 < H \leq 2400$     | 0.45 | 0.74 | 1.08 | 2.08 | 3.15 | 5.30 |
| $2400 < H \leq 2500$     | 0.45 | 0.75 | 1.09 | 2.19 | 3.20 | 5.40 |
| $2500 < H \leq 2600$     | 0.46 | 0.76 | 1.10 | 2.10 | 3.25 | —    |
| $2600 < H \leq 2700$     | 0.46 | 0.77 | 1.11 | 2.12 | 3.30 | —    |
| $2700 < H \leq 2800$     | 0.46 | 0.77 | 1.13 | 2.14 | 3.35 | —    |
| $2800 < H \leq 2900$     | 0.47 | 0.78 | 1.14 | 2.16 | 3.40 | —    |
| $2900 < H \leq 3000$     | 0.47 | 0.79 | 1.15 | 2.18 | 3.45 | —    |
| $3000 < H \leq 3100$     | 0.47 | 0.80 | 1.16 | 2.20 | 3.50 | —    |
| $3100 < H \leq 3200$     | 0.48 | 0.80 | 1.17 | 2.22 | 3.65 | —    |
| $3200 < H \leq 3300$     | 0.48 | 0.81 | 1.18 | 2.24 | 3.70 | —    |
| $3300 < H \leq 3400$     | 0.48 | 0.82 | 1.19 | 2.26 | 3.75 | —    |
| $3400 < H \leq 3500$     | 0.49 | 0.83 | 1.20 | 2.28 | 3.80 | —    |
| $3500 < H \leq 3600$     | 0.49 | 0.84 | 1.21 | 2.30 | 3.90 | —    |
| $3600 < H \leq 3700$     | 0.49 | 0.85 | 1.22 | 2.32 | 3.95 | —    |
| $3700 < H \leq 3800$     | 0.50 | 0.86 | 1.23 | 2.33 | 4.05 | —    |
| $3800 < H \leq 3900$     | 0.50 | 0.87 | 1.24 | 2.34 | 4.10 | —    |
| $3900 < H \leq 4000$     | 0.50 | 0.88 | 1.25 | 2.35 | 4.15 | —    |

**A.0.2** 海拔在 1000m 及以上时,750kV、1000kV 配电装置最小安全净距的修正值可按照表 A.0.2-1、表 A.0.2-2 所列海拔高度分级查取。

**表 A.0.2-1 750kV 配电装置最小安全净距的海拔修正(m)**

| 符号      | 含 义                                                                   | 海拔<br>1000 | 海拔<br>1500 | 海拔<br>2000 | 海拔<br>2500 | 海拔<br>3000 |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| $A'_1$  | 带电部分至接地部分之间                                                           | 4.80       | 5.10       | 5.40       | 5.60       | 6.00       |
| $A''_1$ | 带电设备至接地部分之间                                                           | 5.50       | 5.75       | 5.95       | 6.30       | 6.60       |
| $A_2$   | 不同相的带电部分之间                                                            | 7.20       | 7.55       | 8.00       | 8.40       | 8.80       |
| $B_1$   | 1. 栅状遮栏至带电部分之间;<br>2. 设备运输时,其外廓至无遮栏带电部分之间;<br>3. 交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间 | 6.25       | 6.50       | 6.70       | 7.05       | 7.35       |
| $C$     | 无遮栏裸导体至地面之间                                                           | 12.00      | 12.00      | 12.00      | 12.00      | 12.00      |
| $D$     | 1. 平行的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间;<br>2. 带电部分与建筑物、构筑物的边沿部分之间                    | 7.50       | 7.75       | 7.95       | 8.30       | 8.60       |

**表 A.0.2-2 1000kV 配电装置最小安全净距的海拔修正(m)**

| 符号      | 适 用 范 围                                                 |           | 海拔 1000 | 海拔 1250 | 海拔 1350 |
|---------|---------------------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|
| $A'_1$  | 分裂导线至接地部分之间<br>管形导体至接地部分之间                              |           | 6.80    | 6.80    | 6.80    |
| $A''_1$ | 均压环至接地部分之间                                              |           | 7.50    | 7.78    | 7.86    |
| $A_2$   | 带电导体<br>相间                                              | 分裂导线至分裂导线 | 9.20    | 9.27    | 9.31    |
|         |                                                         | 均压环至均压环   | 10.10   | 10.28   | 10.31   |
|         |                                                         | 管形导体至管形导体 | 11.30   | 12.12   | 12.17   |
| $B_1$   | 1. 带电导体至栅栏;<br>2. 运输设备外轮廓线至带电导体;<br>3. 不同时停电检修的垂直交叉导体之间 |           | 8.25    | 8.53    | 8.61    |

续表 A.0.2-2

| 符号 | 适用范围                                                          |        | 海拔 1000 | 海拔 1250 | 海拔 1350 |
|----|---------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|---------|
| C  | 带电导体<br>至地面                                                   | 单根管形导体 | 17.50   | 17.50   | 17.50   |
|    |                                                               | 分裂架空导线 | 19.50   | 19.50   | 19.50   |
| D  | 1. 不同时停电检修的两平行回路<br>之间水平距离；<br>2. 带电导体至围墙顶部；<br>3. 带电导体至建筑物边缘 |        | 9.50    | 9.78    | 9.86    |

注：目前 1000kV 变电站尚无海拔高于 1350m 地区投运经验，故本表暂不涉及海拔高于 1350m 地区 1000kV 屋外配电装置最小安全净距。

## 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
- 《电力设施抗震设计规范》GB 50260
- 《声环境质量标准》GB 3096
- 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB 12348
- 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分：  
定义信息和一般原则》GB/T 26218.1
- 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 2 部分：  
交流系统用瓷和玻璃绝缘子》GB/T 26218.2
- 《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 3 部分：  
交流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3
- 《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032
- 《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222



中华人民共和国电力行业标准

# 高压配电装置设计规范

**DL/T 5352—2018**

代替 DL/T 5352—2006

条 文 说 明



## 修 订 说 明

《高压配电装置设计规范》DL/T 5352—2018,经国家能源局2018年4月3日以第4号公告批准发布。

本标准是在《高压配电装置设计技术规程》DL/T 5352—2006的基础上修订而成,上一版的主编单位是西北电力设计院,参编单位是长江勘测规划设计研究院,主要起草人有:曹永振、张蜂蜜、石凤翔、张晓江、杨月红、穆华宁、杜晓东、伍小艾、阳少华、邵建雄、计绿野、毛永松。

本标准修订过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国高压配电装置设计工作经验,同时参考了国外先进技术法规、技术标准,完成了《750kV~1000kV 最小空气间隙专题报告》《750kV 配电装置布置调研报告》《1000kV 配电装置布置调研报告》《其他型式配电装置的布置调研报告》4份专题调研报告。

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正确理解和执行条文规定,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 .....                   | ( 43 ) |
| 2   | 基本规定 .....                  | ( 44 ) |
| 2.1 | 敞开式配电装置 .....               | ( 44 ) |
| 2.2 | 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置 ..... | ( 46 ) |
| 3   | 环境条件 .....                  | ( 49 ) |
| 4   | 导体和电气设备的选择 .....            | ( 63 ) |
| 4.1 | 一般规定 .....                  | ( 63 ) |
| 4.2 | 导体的选择 .....                 | ( 63 ) |
| 4.3 | 电气设备的选择 .....               | ( 64 ) |
| 5   | 配电装置的型式与布置 .....            | ( 67 ) |
| 5.1 | 最小安全净距 .....                | ( 67 ) |
| 5.2 | 型式选择 .....                  | ( 69 ) |
| 5.3 | 布置 .....                    | ( 69 ) |
| 5.4 | 通道与围栏 .....                 | ( 71 ) |
| 5.5 | 防火与蓄油设施 .....               | ( 73 ) |
| 6   | 配电装置对建(构)筑物的要求 .....        | ( 79 ) |
| 6.1 | 屋内配电装置的建筑要求 .....           | ( 79 ) |
| 6.2 | 屋外配电装置架构的荷载条件要求 .....       | ( 83 ) |



# 1 总 则

原标准适用于发电厂和变电站工程中交流 3kV~500kV 新建配电装置设计,扩建或改建配电装置的设计可参照执行。涉外工程需要考虑所在国国情,并结合工程的具体情况参照执行。本标准补充 750kV、1000kV 电压等级配电装置设计的基本要求,适用于交流 3kV~1000kV 配电装置设计。

## 2 基本规定

### 2.1 敞开式配电装置

**2.1.1** 考虑近年来电力负荷发展速度较快,发电厂和变电站工程投资较大,工程大多为分期建设。因此,配电装置的设计需要综合考虑前期、后期及以后的扩建。

**2.1.2** 考虑到各配电装置布置中相序的一致性,规定了一般情况下相序的排列顺序和相色标志。

**2.1.3** 鉴于敞开式配电装置布置时母线排列编号不尽一致,本条规定了母线平行布置、上下布置时母线的编号顺序。

**2.1.4** 本条是原标准第 5.1.4 条的修改条文。

110kV 及以上电压等级的屋外配电装置最小安全净距一般不考虑带电作业。配电装置是否需进行带电作业,依据该配电装置在系统中的地位、接线方式、配电装置型式以及该地区的检修经验等因素而定。如考虑带电作业,需要按带电作业的要求校核电气尺寸,配电装置的最小安全净距要满足带电作业的工况;屋外配电装置的架构荷载条件及安全距离,也需要考虑带电检修的要求。带电作业内容一般以处理缺陷为主。带电作业的操作方法有绝缘操作杆、等电位、水冲洗等,一般采用等电位法。

**2.1.5** 各电压等级母线和进、出线处所装设的避雷器、电压互感器的作用不同,本条明确了 110kV 及以上电压等级配电装置中避雷器、电压互感器的引接方式。

**2.1.6** 装设在 330kV 及以上电压等级超高压线路上的并联电抗器的主要作用:削弱空载或轻负载线路中的电容效应,降低工频暂态过电压,进而限制操作过电压的幅值;改善电压分布,提高负载线路中的母线电压,增加系统稳定性及送电能力;改善轻载线路中

的无功分布,降低有功损耗,提高送电效率。降低系统工频稳态电压,便于系统同期并列;有利于消除同步电机带空载长线时可能出现的自励磁谐振现象。鉴于线路并联电抗器的作用不同,一般并联电抗器与线路同时运行。因此,并联电抗器回路不需要装设断路器或负荷开关。如系统有特殊要求,则根据要求设置断路器或负荷开关。

**2.1.7** 为保证变压器、断路器的检修安全,规定了断路器两侧的隔离开关的断路器侧、线路隔离开关的线路侧以及变压器进线隔离开关的变压器侧需要配置接地开关,以保证设备和线路检修时的人身安全。变压器进线设置隔离开关时,接地开关装设在变压器侧。

**2.1.8** 本条是原标准第 5.1.8 条的修改条文。

为保证电气设备和母线的检修安全,本条明确了接地开关和接地器的安装数量需要根据母线上电磁感应电压和平行母线的长度以及间隔距离进行计算确定。删除“对屋外配电装置”,认为屋内、屋外配电装置此项要求一致。

**2.1.9** 本条是原标准第 5.1.9 条的修改条文。

补充对 220kV 同杆架设或平行回路的线路侧接地开关的要求。

对同杆架设或平行架设的线路,当平行线段很长或相邻带电线路电流很大,或带电线路的额定电压高于接地线段的额定电压时,这些情况下感应电流参数将很高,此时需要根据工程情况计算感应电流,一般选择具有开合感应电流能力的接地开关。

据了解,目前各省电力试验研究院对 330kV 及以上电压等级同杆架设线路或平行回路中的电磁感应电流采用电磁暂态计算程序(EMTP)进行计算。220kV 及以下电压等级同杆架设线路或平行回路的电磁感应电流参数比超高压回路要低,因此,220kV 同杆架设或平行回路的线路侧接地开关,其开合水平可按具体工程情况经计算确定。

**2.1.10** 电压互感器的配置应以满足测量、保护、同期和自动装置的要求,并能保证在运行方式改变时,保护装置不失电,同期点的两侧都能提取到电压为原则。

**2.1.11** 目前国内外生产的高压开关柜均实现了“五防”功能,对屋外敞开式布置的高压配电装置也都配置了“微机五防”操作系统。本条文仅强调 220kV 及以下电压等级屋内敞开式布置的配电装置中设备低式布置时需要设置防误入带电间隔的闭锁装置。

**2.1.12** 充油电气设备运行时须经常观察油位及油温,本条强调了设计时需要注意油浸变压器等的布置方位,以便于安全检查。

## **2.2 气体绝缘金属封闭开关设备(GIS)配电装置**

**2.2.1** 本条是原标准第 5.2.1 条的修改条文。

GIS(Gas-insulated metal-enclosed switchger, 气体绝缘金属封闭开关设备)配置两种接地开关,一种仅做安全检修用,另一种相当于接地短路器,它将通过断路器的额定关合电流和电磁感应、静电感应电流。后一种称为快速接地开关。

线路侧的接地开关与出线相连接,尤其是同杆架设的架空线路,其电磁感应和静电感应电流较大,装于该处的接地开关必须具备切、合上述电流的能力。

配置快速接地开关主要功能为:普通接地开关的检修功能、切合电磁感应、静电感应电流,通常配置在平行架空输电线路出线侧。

一般情况下,如不能预先确定回路不带电,出线侧装设快速接地开关,快速接地开关需要具有关合动稳定电流的能力;如能预先确定回路不带电,则设置一般接地开关。

**2.2.2** 根据《防止电力生产事故的 25 项重点要求》第 13.1.7 条新增本条。

GIS 中的避雷器、电压互感器耐压水平与 GIS 设备不一致,一般较 GIS 中断路器、隔离开关等元件的额定耐压水平低。如果设

计时无相应的隔离开关或隔离断口,则在耐压试验前将其拆卸,对原部位进行一定均压处理后方可进行 GIS 耐压试验,耐压试验通过后再进行避雷器和电压互感器安装,这样使得耐压试验周期变长,且现场处理的密封面、对接面变多,不利于 GIS 内部清洁度的控制。

**2.2.3** GIS 配电装置的进、出线主要有三种方式:架空进出、有电缆段进出、电缆进出。本条对 GIS 架空进出线的雷电侵入波过电压保护做出了规定,即在 GIS 于架空线连接处,应装设金属氧化锌避雷器,该避雷器宜采用敞开式。主要考虑敞开式避雷器的接地端与 GIS 金属外壳连接后可增大 GIS 内部波阻抗,提高避雷器的保护效果。另外,敞开式避雷器价格也低于 GIS 内设避雷器。

**2.2.4** GIS 设备的母线和外壳是一对同轴的两个电极,当电流通过母线时,在外壳感应电压,GIS 本体的支架、管道、电缆外皮与外壳连接之后,也有感应电压,感应电压过高将降低设备容量,危及人身安全,因此,本条规定了 GIS 外壳的感应电压要在安全规定的范围之内。

**2.2.5** GIS 设备的母线布置方式有两种:三相共筒式和离相式。由于离相式母线的 GIS 设备,三相母线分别装于不同的母线管内,在正常运行时,外壳有感应电流,感应电流的大小取决于外壳的材料。感应电流会引起外壳及金属结构发热,使设备的额定容量降低,使二次回路受到干扰。因此,GIS 外壳的接地是非常重要的。其接地线必须直接与主地网连接,不允许元件的接地线串联之后接地。

**2.2.6** 由于离相式母线的三相感应电流相位相差  $120^\circ$ ,因此在接地前用一块金属板,将三相母线管的外壳连接在一起然后接地,此时,通过接地线的接地电流只是三相不平衡电流,其值较小。为防止 GIS 外壳感应电流通过设备支架、运行平台、扶手和金属管道,其外壳需多点接地。

**2.2.7** GIS 隔室的设置需要考虑到当间隔元件设备检修时不能

影响未检修间隔设备的正常运行。因此,不同压力的设备或需拆除后进行试验测试的设备、可退出后仍能运行的设备等需要设置单独隔室,其作用为将内部故障限制在故障隔室内,并考虑气体回收装置的容量和分期安装的扩建的方便。与 GIS 配电装置外部连接的设备一般也设置单独隔室。

GIS 配电装置气室划分还需要考虑,当采用双母线接线时,一组母线检修,不影响另一组母线运行。

### 3 环境条件

**3.0.1** 本条是原标准第 6.0.1 条的修改条文。

污秽等级分级:为了标准化的目的,将环境污秽程度定义为 a、b、c、d、e 共 5 个污秽等级。其中,a 级代表污秽很轻,b 级代表污秽轻,c 级代表污秽中等,d 级代表污秽重,e 级代表污秽很重。

现场污秽度 (SPS) 是指在经过适当的积污时间后记录的等值盐密/不容沉积物密度或现场等值盐度的最大值。

图 1(引自现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分:定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1—2010 图 1)给出了参照盘形悬式绝缘子对应于每一现场污秽度 (SPS) 等级的等值盐密/灰密值的范围,这些值是从现场测量、经验以及污秽试验推导出来的,并且是从至少一年时间的定期测量中得到的最大值。

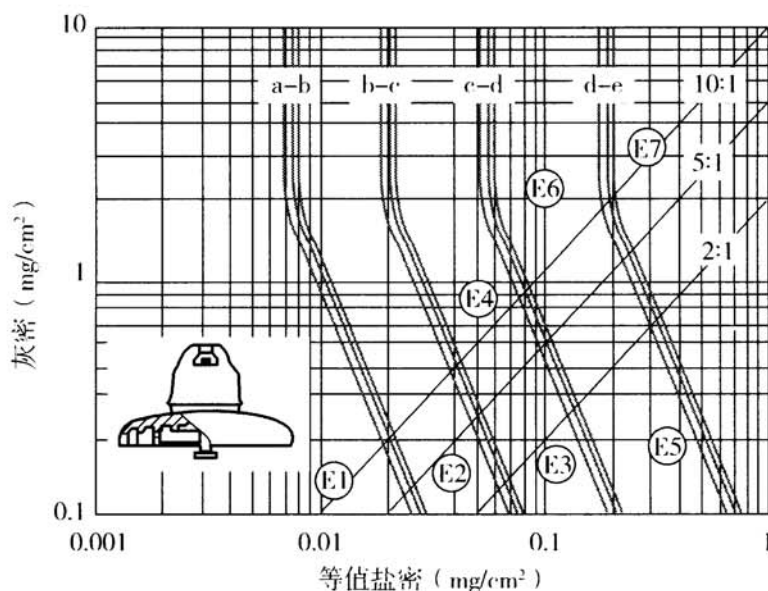


图 1 普通盘形绝缘子现场污秽度与等值盐密/灰密的关系

注: E1~E7 对应表 1 中的 7 种典型污秽示例, a-b、b-c、c-d、d-e 为各级污区的分界线, 三条直线分别为灰密与盐密之比为 10:1、5:1、2:1 的灰盐比线。

表 1(引自现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分:定义、信息和一般原则》GB/T 26218.1—2010 表 3)对每一污秽水平给出了某些典型的相应环境的示例和大致的描述,表 1 中示例 E1~E7 被放置于图 1 中以说明典型现场污秽度(SPS)水平,其中 NSDD 为灰密,ESDD 为等值盐密。绝缘子的某些特性(例如外形)对绝缘子本身的积污秽量有重要影响。因此,这些典型值仅对参照盘形悬式绝缘子适用。

表 1 典型环境举例

| 示例 | 典型环境的描述                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E1 | <p>离海、荒漠或开阔干燥的陆地<math>&gt;50\text{km}^a</math>;<br/>           离人为污染源<math>&gt;10\text{km}^b</math>;<br/>           距大中城市及工业区<math>&gt;30\text{km}</math>,植被覆盖好,人口密度很低(每平方公里小于 500 人的地区)。<br/>           距上述污秽源距离近一些,但:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 主导风不直接来自这些污秽源;</li> <li>• 并且/或者每月定期有雨冲洗</li> </ul>                                                             |
| E2 | <p>离海、荒漠或开阔干燥陆地<math>(10\sim 50)\text{km}^a</math>;<br/>           离人为污染源<math>(5\sim 10)\text{km}^b</math>;<br/>           距大中城市及工业区<math>(15\sim 30)\text{km}</math>,或乡镇工业废气排放强度小于 1000 万标准立方米每平方公里的区域、或人口密度<math>(500\sim 1000)</math>人每平方公里的乡镇区域。<br/>           距上述污染源距离近一些,但:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 主导风不直接来自这些污秽源;</li> <li>• 并且/或者每月定期有雨冲洗</li> </ul> |
| E3 | <p>离海、荒漠或开阔干燥陆地<math>(3\sim 10)\text{km}^a</math>;<br/>           离人为污染源<math>(1\sim 5)\text{km}^b</math>;<br/>           集中工业区内工业废气排放强度<math>(1000\sim 3000)</math>万标准立方米每平方公里的区域、或人口密度<math>(1000\sim 10000)</math>人每平方公里的乡镇区域。<br/>           距上述污秽源距离近一些,但:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 主导风不直接来自这些污染源;</li> <li>• 并且/或者每月定期有雨冲洗</li> </ul>                     |

续表 1

| 示例                                                                                                                 | 典型环境的描述                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E4                                                                                                                 | 距 E3 中提到的污染源距离更远,但: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在较长(几周或几个月)干燥污秽集积季节后经常出现浓雾(或毛毛雨);</li> <li>• 并且/或有高电导率的大雨;</li> <li>• 并且/或者有高的 NSDD 水平,其为 ESDD 的 5 倍~10 倍</li> </ul>                    |
| E5                                                                                                                 | 离海、荒漠或开阔干燥陆地 3km 以内 <sup>c</sup> ;<br>离人为污染源 1km 以内 <sup>b</sup> ;<br>距大中城市及工业区积污期主导风下风方向(5~10)km,或距独立化工或燃煤工业源 1km,或乡镇工业密集区及重要交通干线 0.2km,或人口密度大于 10000 人每平方公里的居民区,或交通枢纽                              |
| E6                                                                                                                 | 离 E5 中提到的污染源距离更远。但: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 在较长(几周或几个月)干燥污秽集积季节后经常出现浓雾(或毛毛雨);</li> <li>• 并且/或者有高的 NSDD 水平,其为 ESDD 的 5 倍~10 倍</li> </ul>                                             |
| E7                                                                                                                 | 离污染源的距离与重污秽区(E5)相同,且 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 直接遭受到海水喷溅或浓盐雾;</li> <li>• 或直接遭受高电导率的污秽物(化工、燃煤等)或高浓度的水泥型灰尘,并且频繁受到雾或毛毛雨湿润;</li> <li>• 沙和盐能快速沉积并且经常有冷凝的荒漠地区或含盐量大于 1.0% 的干燥盐碱地区</li> </ul> |
| <p>a 在风暴期间,在这样的离海距离,其 ESDD 水平可以达到一个高得多的水平。</p> <p>b 相比于规定的离海、荒漠和干燥陆地距离,大城市影响的距离可能更远。</p> <p>c 取决于海岸区域地形以及风的强度。</p> |                                                                                                                                                                                                      |

统一爬电比距(USCD)指绝缘子的爬电距离与该绝缘子上承载的最高运行电压的方均根值之比。此定义与使用设备的最高电压(线对线值)的爬电比距定义不同,对于交流系统通常为( $U_m/\sqrt{3}$ ),对线对地绝缘,此定义产生的值将是爬电比距给出的值的 $\sqrt{3}$ 倍。

各污秽等级对应的统一爬电比距如图 2(引自现行国家标准《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 3 部分:交

流系统用复合绝缘子》GB/T 26218.3—2011 图 1)所示,图中长方形代表每一等级统一爬电比距最低要求的优先选用值。

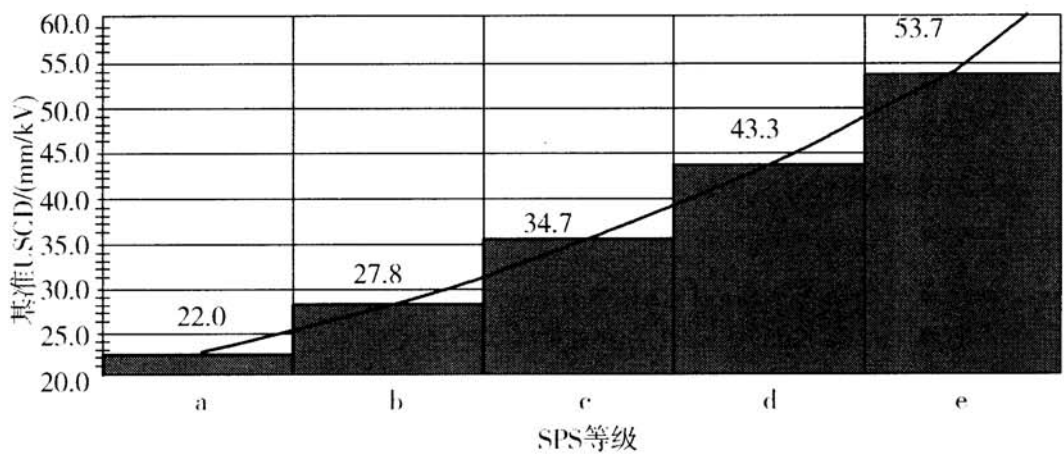


图 2 基准统一爬电比距(USCD)与污秽等级(SPS)的关系图

爬电比距和统一爬电比距的关系如表 2 所示。

表 2 爬电比距和统一爬电比距的关系 (mm/kV)

| 对于三相交流系统的爬电比距 | 统一爬电比距 |
|---------------|--------|
| 12.7          | 22.0   |
| 16            | 27.8   |
| 20            | 34.7   |
| 25            | 43.3   |
| 31            | 53.7   |

3.0.2 本条是原标准第 6.0.1 条的修改条文。

(1)参考现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032—2018 第 5.2.5 条,配电装置位置宜布置在循环水湿式冷却设施冬季盛行风向的上风侧,宜位于产生有腐蚀性气体及粉尘的建(构)筑物常年最小频率风向的下风侧。

对于中小型电厂,以往冷却塔均未装设除水器,在总平面布置中又未充分考虑风向条件,是造成污闪事故的重要原因,目前大中型发电厂的冷却塔均装设除水器,其水雾影响范围大为减少,对屋外配电装置的危害也基本消除,关键是要防止腐蚀性气体和粉尘

的影响。

(2)为了避免自然冷却塔的水雾对配电装置内电气设备的影响,现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032—2018 中表 5.7.2、第 5.7.3 条第 12 款规定了配电装置与冷却塔的距离要求:

“机械通风冷却塔与屋外配电装置、变压器的间距为 40m~60m,其中在非严寒地区采用 40m,严寒地区采用有效措施后可小于 60m;机械通风间冷塔与屋外配电装置、变压器的间距不宜小于 30m。

冬季采暖室外温度在 0℃以上的地区,机械通风湿式冷却塔与屋外配电装置和道路之间的距离可减少 25%。

自然通风冷却塔与屋外配电装置、变压器的间距为 25m~40m,其中湿式冷却塔位于屋外配电装置冬季盛行风向的上风侧时为 40m,位于冬季盛行风向的下风侧时为 25m;当为间冷塔时,与屋外配电装置、变压器的间距不宜小于 30m。

建构筑物与屋外配电装置的最小间距应从构架上部的边缘算起。自然通风湿式冷却塔距离计算点为塔底零米标高斜支柱中心处;散热器塔内卧式布置的自然通风间接空冷塔,冷却塔距离计算点为塔底零米标高斜支柱中心处;散热器周立式布置的自然通风间接空冷塔,冷却塔距离计算点为散热器外围。”

由于间接空冷塔水汽对周边环境的影响小,屋外配电装置、变压器与间接空冷塔的间距,主要考虑防火、进风、检修、施工等要求。间接空冷塔的耐火等级为三级,根据防火要求,最小间距应为 25m,若考虑进风、检修要求,以 25m~30m 间距为宜,30m 也为施工基本要求,故确定间接空冷塔与屋外配电装置、变压器的最小间距为 30m。

(3)根据现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032—2018 第 5.7.3 条第 8 款,架空高压输电线与建筑物之间的距离应符合下列规定:

1)不应跨屋顶为可燃材料的建筑物。

2)500kV 及以上高压输电线不应跨越长期住人的建筑物。

3)架空高压输电线边导线应在考虑最大计算风偏影响后,边导线与丙、丁、戊类建(构)筑物的最小净空距离不应小于:110kV 为 4m,220kV 为 5m,330kV 为 6m,500kV 为 8.5m,750kV 为 11m,1000kV 为 15m。

4)架空高压输电线在考虑最大计算弧垂情况下,导线与建筑物的最小垂直距离不应小于:110kV 为 5m,220kV 为 6m,330kV 为 7m,500kV 为 9m,750kV 为 11.5m,1000kV 为 15.5m。

5)架空高压输电线与甲类厂房、甲类仓库、可燃材料堆垛,甲类和乙类液体储罐、可燃和助燃气体储罐的最小水平距离不应小于杆塔高度的 1.5 倍,与丙类液体储罐的最小水平距离不应小于杆塔高度的 1.2 倍;对于埋地的甲、乙、丙类液体储罐和可燃气体储罐在上述距离的基础上可减少一半。

上述各建构筑物的火灾危险性分类等级可参见本条文说明表 5。

### 3.0.3 本条是原标准第 6.0.2 条的修改条文。

本标准表 3.0.3 为原标准表 6.0.2 的修改表,参考现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222 修改。

年最高(或最低)温度为一年中所测得的最高(或最低)温度的多年平均值;最热月平均最高温度为最热月每日最高温度的月平均值,取多年平均值。根据调查测算不宜采用少于 10 年的平均值。

对于屋外裸导体,如钢芯铝绞线允许在 $+90^{\circ}\text{C}$ 时运行,而根据实测新制金具触点温度一般为导线温度的 $50\%\sim 70\%$ ,从未超过导线温度,故本标准对屋外裸导体的环境最高温度取最热月平均最高温度。

选择屋内裸导体和电气设备的环境最高温度时,尽量采用该处的通风设计温度,当无资料时,才取最热月平均最高温度加 $5^{\circ}\text{C}$ 。

对于屋外电气设备环境最高温度的选择,广州电器科学研究所认为,极端最高温度是自有气象记录以来的最高温度,在几十年内可能出现一次,持续时间很短,一般电器无须如此严格要求。最

热月平均最高温度是每日最高温度平均值,持续时间最长 7h~8h,每年累计 100h,若用此值选择高压电器,难于保证可靠运行,采用两年一遇的年最高温度接近于年最高温度的多年平均值。另外,西安高压电器研究所的有关研究报告也认为,电器产品中的开断电器如断路器、隔离开关等是带有可动接触的电器,一旦触头过热氧化,势必马上引起严重后果,故应着眼于短至几小时的气象参数变动情况。基于上述原因,本标准对屋外电气设备的环境最高温度采用年最高温度的多年平均值。

#### **3.0.4 本条是原标准第 6.0.3 条的修改条文。**

参考现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222,补充无资料时,相对湿度的选取原则。

现行国家标准《电工电子产品自然环境条件温度和湿度》GB/T 4797.1—2005 中将我国气候按温度和湿度的年极值的平均值分为若干类型。据调查,在我国湿热带地区,采用普通高压电器产品问题较多(因产品受潮、长霉、虫害、锈蚀严重等引起的故障较多),在亚湿热带地区使用普通高压电器产品,在外绝缘和发热方面未出现过重大问题。因此,湿热带地区应该采用湿热带型高压电器,亚湿热带地区允许采用普通高压电器,但需要根据当地运行经验加强防潮、防水、防锈、防霉及防虫害等措施。

#### **3.0.5 当覆冰厚度可能超过 20mm 时应与制造厂协商。**

根据运行调查,电气设备在低温下运行易发生不利于安全运行的问题。现在国内制造厂通常采用气温标准为 $-30^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。在严寒地区建议制造厂将气温下限值再适当降低。东北某变电站 220kV 破冰式隔离开关因降雪覆冰,使隔离开关嘴部和底部转动部分结冰而拉不开,另一变电站一组同类型隔离开关,因隔离开关嘴部覆冰而合不上,故本标准要求隔离开关的破冰厚度应大于安装场所实测的最大覆冰厚度。

#### **3.0.6 本条是原标准第 6.0.5 条的修改条文。**

补充了 750kV、1000kV 配电装置风速选择条件,提出风速宜按导

体或电气设备的安装高度进行修正的要求。参考现行行业标准《导体和电器选择设计技术规定》DL/T 5222, 1000kV 最大风速选择条件与现行国家标准《1000kV 变电站设计规范》GB 50697—2011 一致。

500kV、750kV(1000kV)设备允许的最大风速,系指 10min 平均风速。当 50 年(100 年)一遇 10m 高处的风速大于 34m/s 时,需相应增大 500kV、750kV(1000kV)设备的设计风速。

750kV 及以下电压等级电气设备的风荷载作用点高度一般不超过 10m, 1000kV 电气设备的安装高度为 18m~20m, 其风荷载作用点高度通常高于 10m。超高压、特高压配电装置中导体的安装高度通常远高于 10m, 该高度的风速与 10m 高风速可能差距较大, 故提出最大风速按导体和电气设备安装高度进行修正, 修正方法可参考现行行业标准《电力工程气象勘测技术规程》DL/T 5158—2012 的规定。

据调查, 由于导体和电气设备的尺寸和惯性远小于建筑物, 在瞬时风速大于 34m/s 的地区, 如按 10min 平均风速设计, 则在阵风作用下, 导体和电气设备可能因过载而倒折。所以对风载特别敏感的 110kV 及以上电压等级的支柱绝缘子、隔离开关、避雷器及其他细高电瓷产品, 要求制造部门在产品设计中考虑阵风的影响。

**3.0.7** 本条是原标准第 6.0.6 条的修改条文。

参考现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260—2013 第 6.1.1 条:“电气设施的抗震设计应符合下列规定: 1 重要电力设施中的电气设施, 当抗震设防烈度为 7 度及以上时, 应进行抗震设计。2 一般电力设施中的电气设施, 当抗震设防烈度为 8 度及以上时, 应进行抗震设计。3 安装在屋内二层及以上和屋外高架平台上的电气设施, 当抗震设防烈度为 7 度及以上时, 应进行抗震设计。

电气设备、通信设备应根据设防标准进行选择。对位于高烈度区且不能满足抗震要求或对于抗震安全性和使用功能有较高要求或专门要求的电气设施, 可采用隔震或消能减震措施。”

重要电力设施和一般电力设施的划分参考现行国家标准《电

力设施抗震设计规范》GB 50260—2013 第 1.0.6 条,“电力设施应根据其抗震的重要性的特点分为重要电力设施和一般电力设施,并应符合下列规定:

1 符合下列条款之一者为重要电力设施:

1)单机容量为 300MW 及以上或规划容量为 800MW 及以上的火力发电厂;

2)停电会造成重要设备严重破坏或危及人身安全的了矿企业的自备电厂;

3)设计容量为 750MW 及以上的水力发电厂;

4)220kV 枢纽变电站、330kV~750kV 变电站、330kV 及以上换流站,500kV~750kV 线路大跨越塔,±400kV 及以上线路大跨越塔;

5)不得中断的电力系统的通信设施;

6)经主管部(委)批准的,在地震时必须保障正常供电的其他重要电力设施。

2 除重要电力设施以外的其他电力设施为一般电力设施。”

**3.0.8** 参考现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260—2013 第 1.0.9 条,“电力设施的抗震设防烈度或地震动参数应根据现行国家标准《中国地震动参数区划图》GB 18306 的有关规定确定。对按有关规定做过地震安全性评价的工程场地,应按批准的抗震设防设计地震动参数或相应烈度进行抗震设防。重要电力设施中的电气设施可按抗震设防烈度提高 1 度设防,但抗震设防烈度为 9 度及以上时不再提高”。

**3.0.9** 对安装在海拔高度超过 1000m 地区的电气设备外绝缘一般应予加强,当海拔高度在 4000m 以下时,其试验电压应乘以系数  $K$ 。这是因为高海拔地区的低气压条件使外绝缘强度降低。高海拔地区空气间隙的击穿电压、绝缘子的干闪、湿闪和污闪电压都低于平原地区,海拔越高,绝缘强度的降低越严重。高海拔地区输变电设备的电晕起始电压也明显低于平原地区。电晕放电会造

成无线电干扰、噪声干扰、烧蚀、腐蚀、电能损耗等一系列问题。因此高海拔地区电气设备外绝缘应予以修正。

对于海拔高于 1000m,但不超过 4000m 处设备的外绝缘需要进行绝缘强度海拔修正,修正方法一般按照现行国家标准《绝缘配合 第 1 部分 定义、原则和规则》GB 311.1 的规定进行,具体内容见表 3。

表 3 绝缘配合的海拔修正

**B.1 绝缘配合的海拔修正**

空气间隙的闪络电压取决于空气中的绝对湿度和空气密度。绝缘强度随温度和绝对湿度增加而增加;随空气密度减小而降低。湿度和周围温度的变化对外绝缘强度的影响通常会相互抵消。因此,作为绝缘配合的目的,本部分在确定设备外绝缘的要求耐受电压时,仅考虑了空气密度的影响。即:

$$K_i = \left( \frac{p}{p_0} \right)^m \dots\dots\dots (B.1)$$

式中: $p$ ——设备安装地点的大气压力,kPa;  
 $p_0$ ——标准参考大气压力 101.3kPa;  
 $m$ ——空气密度修正指数(具体取值见 GB/T 16927.1)。

实际经验表明(参见 IEC 60721-2-3),气压随海拔高度呈指数下降。因此外绝缘电气强度也随海拔高度呈指数下降,于是在确定设备外绝缘绝缘水平时,可按式(B.2)进行海拔修正:

$$K_a = e^{q \frac{H}{8150}} \dots\dots\dots (B.2)$$

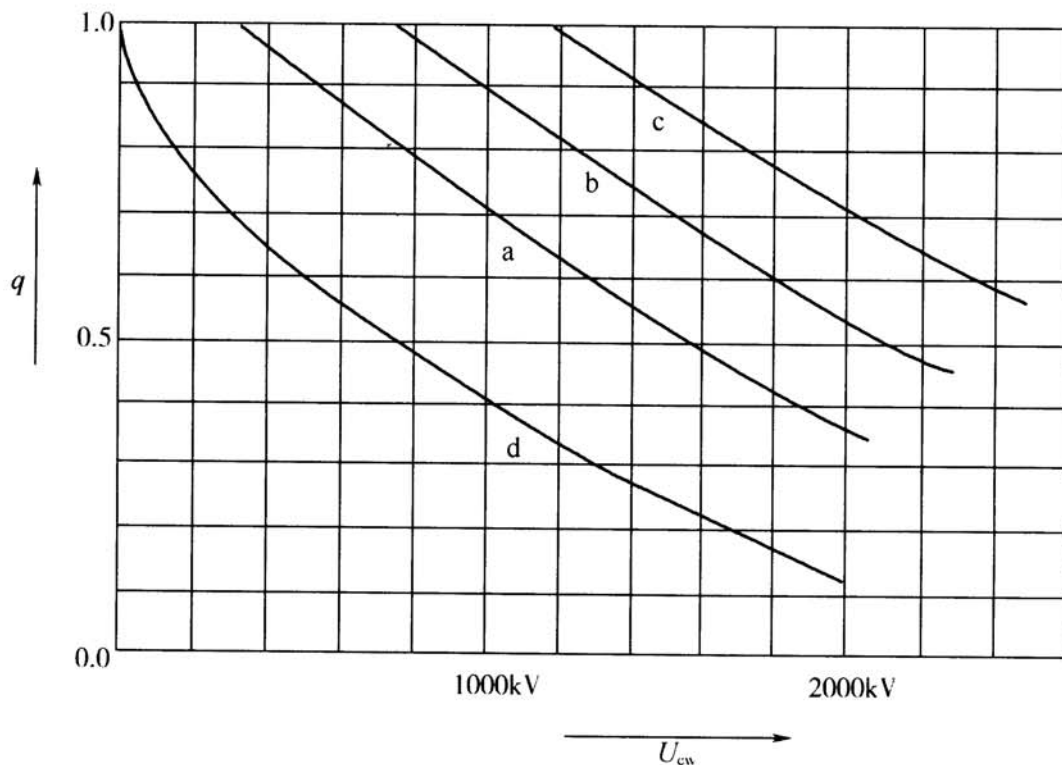
式中: $H$ ——设备安装地点的海拔高度,m;  
 $q$ ——指数,取值如下:  
——对雷电冲击耐受电压, $q=1.0$ ;  
——对空气间隙和清洁绝缘子的短时工频耐受电压, $q=1.0$ ;

续表 3

——对操作冲击耐受电压,  $q$  按图 B.1 选取。

注: 指数  $q$  取决于包括在设计阶段未知的最小放电路径在内的各种参数。但是, 作为绝缘配合的目的, 图 B.1 中给出了  $q$  的保守估算, 可用作操作冲击耐受电压的修正。

对污秽绝缘子, 指数  $q$  是探讨性的。对长时间和短时工频耐受电压试验标准绝缘子的  $q$  值最低可取至 0.5, 防雾型绝缘子  $q$  值最高可取至 0.8。



说明: a——相对地绝缘;

b——纵绝缘;

c——相间绝缘;

d——棒-板间隙(标准间隙)。

注: 对于由两个分量组成的电压, 电压值是各分量的和。

图 B.1 指数  $q$  与配合操作冲击耐受电压的关系

本部分中外绝缘的要求耐受电压是将配合耐受电压乘以海拔修正因数  $K_a$  以及安全因数  $K_s$  来求得的。对外绝缘  $K_a$ , GB/T

续表 3

311.2—2002 规定为 1.05,由此,设备外绝缘的实际耐受电压不应低于按以上修正后的要求耐受电压。

## B.2 运行在海拔低于 1000m 的设备

本部分给出的额定耐受电压是基于设备运行条件为正常环境条件。设备的额定绝缘水平已按 3.1 及 3.2 规定的使用条件(即海拔 1000m,温度 40℃)进行了修正,因此,额定耐受电压范围已涵盖所有海拔 1000m 及以下的外绝缘要求。

## B.3 运行在海拔高于 1000m 的设备

对于设备安装在海拔高度高于 1000m 时,本部分规定的耐受电压范围可能不满足设备外绝缘实际耐受电压的要求。此时,在进行设备外绝缘耐受电压试验时,实际施加到设备外绝缘的耐受电压应根据表 2 和表 3 的额定绝缘水平按公式(B.3)进行海拔修正:

$$K_a = e^{q\left(\frac{H-1000}{8150}\right)} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:  $H$ ——设备安装地点的海拔高度, m;

$q$ ——取值如 B.1 之规定。

注:表中内容引自现行国家标准《绝缘配合 第 1 部分 定义、原则和规则》GB 311.1—2012 附录 B。

**3.0.10** 配电装置中的主要噪声源是主变压器、电抗器和电晕放电,其中以前者为最严重,因此,在设计时需要注意主变压器与控制室、通信室及办公室等的相对布置位置及距离,使变电站内各建筑物的室内连续噪声水平不超过国家相关标准要求。

**3.0.11** 本条是原标准第 6.0.9 条的修改条文。

关于静电感应场强水平,目前在国际上尚无统一标准与规定,日本超高压变电站,一般控制场强水平在 7kV/m 以内(变电站外

为  $3\text{kV/m}$ ), 苏联在设计变电站时, 对场强水平不加限制, 但按安全规则, 对运行人员在高场强区工作时间做了规定(如在  $10\text{kV/m}$  场强下,  $24\text{h}$  中允许人员待在场强中的时间为  $180\text{min}$ )。

1980 年, 国际大电网会议报告中, 提出关于电场对生物的影响, 认为  $10\text{kV/m}$  是一个安全水平。最高允许场强在线路下可定为  $15\text{kV/m}$ , 走廊边沿为  $3\text{kV/m}\sim 5\text{kV/m}$ 。

我国曾对  $330\text{kV}\sim 500\text{kV}$  变电站静电感应场强水平做了大量的实测及模拟与计算工作。实测结果, 大部分场强水平在  $10\text{kV/m}$  以内,  $10\text{kV/m}\sim 15\text{kV/m}$  场强水平在  $2.5\%$  以下, 各电气设备周围的最大空间场强大致为  $3.4\text{kV/m}\sim 13\text{kV/m}$ 。

综上所述, 根据国际大电网会议的意见和国内外  $330\text{kV}$  及以上电压等级配电装置的设计运行经验, 提出本条场强水平的规定。

围墙外的静电感应水平是从生活在该区的居民不引起生活上的麻烦考虑。根据现行国家标准《电磁环境控制限值》GB 8702—2014,  $100\text{kV}$  以下电压等级的交流输变电设施属电磁环境保护管理豁免范围,  $100\text{kV}$  及以上电压等级的工频( $50\text{Hz}$ )电场, 公众曝露控制限值为  $200/f$ , 即  $f=50\text{Hz}$ , 电场强度限值为  $4\text{kV/m}$ 。公众曝露指公众所受的全部电场、磁场、电磁场照射, 不包括职业照射和医疗照射, 故环境评价以  $4\text{kV/m}$  作为配电装置(站)外居民点工频电场强度限制。

设计中降低配电装置内静电感应场强一般采取如下措施:

- (1)减少同相母线交叉与同相转角布置;
- (2)减少或避免同相的相邻布置;
- (3)控制箱等操作设备宜布置在较低场强区;
- (4)设备落地布置时, 围栏高度不低于  $1.8\text{m}$ ;
- (5)必要时可适当加屏蔽线或设备屏蔽环;
- (6)提高设备及引线的安装高度。

### 3.0.12 本条是原标准第 6.0.10 条的修改条文。

参考现行国家标准《高压交流架空送电线无线电干扰限值》

GB 15707—1995、《1000kV 变电站设计规范》GB 50697—2011 第 6.0.9 条的规定,给出当干扰频率为 0.5MHz 时,配电装置围墙外非出线方向 20m 地面处无线电干扰限值表。干扰频率为 1MHz 时,表中数值减少 5dB。0.15MHz~30MHz 频段中其他频率的无线电干扰限值一般按现行国家标准《高压交流架空送电线无线电干扰限值》GB 15707—1995 附录 A 修正获得。

配电装置的无线电干扰水平一般取同电压等级的送电线路干扰水平。在变电站的出线方向,由于变电站和输电线路的组合,其综合干扰水平可能高出 3dB,但只需经 100m~200m 距离后,变电站的影响即可忽略不计。考虑到出线走廊范围内不可能有无线电收信设备,因此,取非出线方向围墙外 20m 地面处的干扰水平。

**3.0.13** 鉴于我国现有高压电气设备,特别是 110kV 以上电压等级隔离开关,起晕电压均小于最高工作相电压。目前,国内各制造部门的高压电气设备均能满足在晴天夜晚不出现可见电晕,因此,本标准提出在 1.1 倍最高工作相电压下晴天夜晚不应出现可见电晕的要求。

**3.0.14** 本条是新增条文。

考虑直接空冷平台上设备水冲洗时,污水淋至下方电气设备,污秽可能停留在设备表面,增加污闪可能性,本条参考现行国家标准《大中型火力发电厂设计规范》GB 50660—2011 第 16.5.9 条提出要求。

## 4 导体和电气设备的选择

### 4.1 一般规定

#### 4.1.2 本条是原标准第 7.1.1 条的修改条文。

导体和电气设备的选择需要满足在当地环境条件下正常运行、安装维修、短路和过电压工况的安全要求。在按电流选择导体和电气设备时,确定回路的持续工作电流需要考虑检修时和事故时转移过来的负荷,可不计及在切换过程中短时可能增加的负荷电流。

#### 4.1.3 本条是原标准第 7.1.2 条的修改条文。

现行行业标准《电力系统设计技术规程》DL/T 5429—2009 规定:“电力系统设计的设计水平年宜与国民经济与社会发展规划的年份相一致,一般取今后 5 年左右的某一年,远景展望取今后 10~15 年的某一年。”本标准“考虑电力系统远景发展规划”即参考现行行业标准《电力系统设计技术规程》DL/T 5429—2009 中的规定,一般情况下可按本工程预期投产后 5 年~15 年的发展规划考虑。

#### 4.1.4 本条是原标准第 7.1.3 条的修改条文。

据对断路器和继电保护装置运行情况的不完全调查,主保护拒动、断路器和操动机构拒动以及继电保护装置因扩建、调试、检修等原因停用的情况时有发生。因此,对电气设备的热稳定校验,尽量用后备保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。对裸导体的热效应计算时间,取主保护动作时间加相应的断路器全分闸时间。

### 4.2 导体的选择

#### 4.2.1、4.2.2 本条是原标准第 7.2.1 条的修改条文。补充 750kV、

1000kV 导线的选型。

**4.2.4** 在有可能发生不均匀沉陷或振动的场所,硬导体和电气设备连接处一般装设伸缩接头或采取防振措施。为了消除由于温度变化引起的危险应力,矩形硬铝导体的直线段一般每隔 20m 左右设置一个伸缩接头。对滑动支持式铝管母线一般每隔 30m~40m 设置一个伸缩接头;对滑动支持式铝管母线一般根据计算确定。

导体伸缩接头一般采用定型伸缩接头产品,其截面大于所连接导体的截面。

### 4.3 电气设备的选择

**4.3.1** 目前,35kV 及以下电压等级的断路器以真空断路器和 SF<sub>6</sub> 断路器为主,66kV 及以上电压等级的断路器以 SF<sub>6</sub> 断路器为主。真空断路器和 SF<sub>6</sub> 断路器在技术性能及运行维护方面均比油断路器具有优势,油断路器在近年的工程设计已很少选用,因此不再推荐。

**4.3.2** 由于隔离开关所安装的位置不同,对其要求的技术条件也是不一样的,如开、合电容电流能力,开、合电感电流能力,开、合母线转移电流能力等,同时应考虑系统发展的需要。

**4.3.3** 隔离开关的断口两侧引线带电部分间安全距离为  $A_2$  值,但单柱垂直开启式隔离开关在分闸状态下检修时的安全净距需要满足交叉不同时停电检修的要求,因此提出动静触头间的最小安全距离要求。

**4.3.4** 本条是原标准第 7.3.5 条的修改条文。

对于电气设备的选择,本标准主要对影响高压配电装置设计的相关因素做出规定。根据电流互感器安装使用条件及产品制造水平,如回路中有变压器套管、断路器套管或穿墙套管等推荐采用套管式电流互感器。

**4.3.5** 本条是原标准第 7.3.6 条的修改条文。

电容式电压互感器冲击绝缘水平高,且电容分压装置的电容

较大,从而对冲击波的波头能起到缓冲作用。在结构上,电容式电压互感器对误差的调整比较灵活,利用调整电抗器和中间变压器一次绕组的抽头来改变电感,使互感器的电抗尽量与容抗相等,使互感器内阻抗最小,从而达到调整准确度的比值差和相角差。

电容式电压互感器的容量较电磁式小,但一般都能满足要求。电磁式电压互感器的励磁特性为非线性特性,与电力网中的分布电容或杂散电容在一定条件下可能形成铁磁谐振。通常电磁式电压互感器的感性电抗大于电容的容性电抗,当电力系统操作或其他暂态过程引起互感器暂态饱和而感抗降低就可能出现铁磁谐振。这种谐振可能发生于不接地系统,也可能发生于直接接地系统。随着电容值的不同,谐振频率可以是工频和较高或较低的谐振。铁磁谐振产生的过电流和/或高电压可能造成互感器损坏,特别是低频谐振时,互感器相应的励磁阻抗大为降低而导致铁芯深度饱和,励磁电流急剧增大,高达额定值的数十倍至百倍以上,从而严重损坏互感器。因此,对 35kV 及以上电压,当电容式电压互感器容量满足要求时,考虑其优点较多,建议优先采用电容式电压互感器。

由于制造技术的原因,GIS 或 HGIS 目前采用电磁式电压互感器。当 GIS 或 HGIS 采用电磁式电压互感器且与之相连的断路器设有均压电容时,注意核算电压互感器的电抗值应小于电容产生的容抗值,避免形成谐振条件,防止产生铁磁谐振。

**4.3.6** 对 3kV~35kV 的保护设备一般针对不同形式的操作过电压和不同的操作对象“对症下药”。保护电容器组产生的高频振荡过电压,采用重击穿概率极低的断路器,当采用无间隙金属氧化物避雷器保护时,通常按现行国家标准《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》GB/T 50064—2014 第 4.2.8 条规定的接线,限制单相重击穿过电压。

在开断高压感应电动机时,因断路器的截流、三相同步开断和高频重复重击穿等会产生过电压(后两种仅出现于真空断路器开

断时)。过电压幅值与断路器熄弧性能、电动机和回路元件参数等有关。开断空载电动机的过电压一般不超过 2.5p. u.。开断启动过程中的电动机时,截流过电压和三相同步开断过电压可能超过 4.0p. u.,高频重复重击穿过电压可能超过 5.0p. u.。采用真空断路器或采用的少油断路器截流值较高时,推荐在断路器与电动机之间装设旋转电机金属氧化物避雷器或 R-C 阻容吸收装置。

#### 4.3.10 本条是新增条文。

GIS 或 HGIS(Hybrid gas insulated switchgear,混合型气体绝缘开关设备)中的隔离开关切合操作时,由于触点运动速度慢,而隔离开关本身的灭弧性能差,会引起触头间多次的重燃,种种重击穿放电引起高频振荡形成快速暂态过程,产生的阶跃电压行波在 GIS 和相连设备中传播,在每个阻抗突变的节点上发生多次折射和反射,引起陡波前过电压,即 VFTO(Very Fast Transient Overvoltage,快速暂态过电压)。波前很陡、幅值很高的 VFTO 可能会对 GIS 本体、带绕组的设备(如变压器等)和二次设备的绝缘造成损害,特别是当 GIS 或 HGIS 与变压器之间采用气体绝缘管道连接时,VFTO 可能击穿变压器的绝缘。故需要对因隔离开关操作而产生 VFTO 的危害进行研究,如通过改变操作程序或在隔离开关断口上并联阻尼电阻等方式,降低 VFTO 的危害。

## 5 配电装置的型式与布置

### 5.1 最小安全净距

**5.1.1** 本条是原标准第 8.1.1 条的修改条文。

取消原文中“屋外”要求,屋外和屋内配电装置的最小安全净距均是以金属氧化物避雷器的保护水平为基础确定的。

**5.1.2** 本条是原标准第 8.1.1 条的修改条文。

(1)增加 750kV、1000kV 屋外配电装置的最小安全净距。图 5.1.2-2 中建(构)筑物顶“1750”为人平均身高,即人在建构筑物顶,与带电体的最小安全净距不应小于  $B_1$  值。

(2) $A$  值是基本带电距离。220kV 及以下电压等级配电装置的  $A$  值采用惯用法确定,330kV 及以上电压等级配电装置的  $A$  值采用统计法确定。隔离开关和断路器等开断点起的断口两侧引线带电部分间,应满足  $A_2$  值的要求。

(3) $B_1$  值是指带电部分至栅栏的距离和可移动设备在移动中至无遮栏带电部分的净距, $B_1 = A_1 + 750\text{mm}$ ,一般运行人员手臂误入栅栏是手臂长不大于 750mm,设备运输或移动时摆动也不会大于此值。交叉的不同时停电检修的无遮栏带电部分之间,检修人员在导线(体)上下活动范围也为此值。

(4) $B_2$  值是指带电部分至网状遮栏的净距, $B_2 = A_1 + 30\text{mm} + 70\text{mm}$ ,一般运行人员手指误入网状遮栏时手指长不大于 70mm,另外考虑了 30mm 的施工误差。

(5) $C$  值是保证人举手时,手与带电裸导体之间的净距不小于  $A_1$  值, $C = A_1 + 2300\text{mm} + 200\text{mm}$ 。一般运行人员举手后总高度不超过 2300mm,另外考虑屋外配电装置施工误差 200mm。在积雪严重地区还应考虑积雪的影响,该距离可适当加大。为了限制

500kV 配电装置静电感应,将  $C$  值(导体对地面安全净距)由 6300mm 提高到 7500mm,可使配电装置的静电感应场强水平限制到低于 10kV/m。

规定遮栏向上延伸线距地 2500mm 处与遮栏上方带电部分的净距,不应小于  $A_1$  值;以及电气设备外绝缘体最低部位距地小于 2500mm 时,应装设固定遮栏,都是为了防止人举手时触电。

(6) $D$  值是保证配电装置检修时,人和带电裸导体之间净距不小于  $A_1$  值。 $D=A_1+1800\text{mm}+200\text{mm}$ ,一般检修人员和工具活动范围不超过 1800mm,屋外条件较差,另增加 200mm 的裕度。

规定带电部分至围墙顶部的净距和带电部分至配电装置以外的建筑物等的净距,不应小于  $D$  值,也是考虑检修人员的安全。

(7)附录 A,35kV~500kV 配电装置海拔大于 1000m 时  $A$  值的修正为原标准保留附录,补充了 750kV、1000kV 配电装置最小安全净距的修正值。为方便使用,附录 A 还给出了 35kV~500kV 配电装置海拔大于 1000m 时  $A$  值的修正值表。

### 5.1.3 本条是原标准第 8.1.2 条的修改条文。

补充 750kV、1000kV 不同条件下的计算风速和最小空气间隙。

过去在最高工作电压条件下,进行短路加风偏的校验时,计算方法不太明确,有时采用短路叠加最大设计风速的风偏,相间距离常常由此条件控制,考虑到短路与最大设计风速同时出现的概率很小,本标准对校验条件明确分为两种情况:一是最高工作电压下的最小安全净距与最大设计风速;二是最高工作电压下的最小安全净距与短路摇摆加 10m/s 风速。

对于 330kV 及以上电压等级,安全净距主要由操作过电压水平下避雷器残压确定。表 5.1.3-1 中确定 330kV、500kV 和 750kV 电压等级安全净距时,330kV 避雷器选用 Y10W-300/727 型,500kV 避雷器选用 Y20W-444/1106 型,750kV 避雷器选用 Y20W-648/1491 型;当实际选用的避雷器参数与此不同时,也可

按照绝缘配合计算及空气间隙试验结果选取合适的安全净距,但应注意兼顾本期和远期情况。

## 5.2 型式选择

**5.2.2、5.2.3** 本条是原标准第 8.2.3 条的修改条文。

对于 3kV~35kV 电压等级配电装置,因为成套式高压开关柜设备技术上已经成熟,工程中得到广泛应用。根据工程条件,35kV 配电装置也可采用屋外中型配电装置或其他型式。

**5.2.4** 本条是原标准第 8.2.4 条的修改条文。

近年来,随着国产 GIS 设备价格的大幅降低,110kV、220kV 配电装置采用 GIS 渐趋广泛,取消配电装置选型对污秽等级等条件的限定。

**5.2.7** 本条是原标准第 8.2.6 条的修改条文。

参考现行国家标准《电力设施抗震设计规范》GB 50260—2013 第 6.5.2 条第 1 款,当抗震设防烈度为 8 度及以上时,电压为 110kV 及以上的配电装置型式,不宜采用高型、半高型和双层屋内配电装置。原条文“地震烈度为 9 度”改为“抗震设防烈度为 8 度”。

## 5.3 布置

**5.3.4** 本条是原标准第 8.3.6 条的修改条文。

沿海地区、严重污秽地区、城市变电站等,大都采用屋内配电装置,屋内配电装置与屋外相比具有占地面积小的优点,本条对当采用屋内配电装置时的布置做了规定。根据现有配电装置形式情况,原标准“断路器宜采用双列式布置”改为“断路器可采用单列式或双列式布置”。

**5.3.7** 1000kV 配电装置设备外形尺寸大,通常为屋外布置。

**5.3.8** 本条是原标准第 8.3.7 条的修改条文。

电压等级补充了 750kV、1000kV,取消了“GIS 配电装置应采

用户外低式布置”的条文。

### 5.3.9 本条是原标准第 8.3.8 条的修改条文。

管形母线的固定方式可分为支持式和悬吊式两种。从减小母线跨度、防止微风振动出发,支持式管形母线又可分为带长托架和不带长托架两种。但由于长托架式管形母线给安装带来不便,一般使用较少,不带长托架的支持式管形母线则使用较多,而悬吊式管形母线一般在超高压配电装置且考虑地震的地方予以采用。

支持式母线要控制正常状态的挠度,这主要考虑铝管支持金具的滑动范围和隔离开关的捕捉范围的限制,在满足机械强度、刚度要求时,需要对跨度进行限制。同时单管母线需考虑微风振动及温差对支持绝缘子应力作用。而悬挂式母线适用抗震设防烈度为 8 度及以上地区,由于悬式绝缘子的阻尼作用,不考虑微风振动问题。采用管形母线都要考虑端部效应。

单根铝管母线的挠度,日本、加拿大、英国和苏联均以铝管母线的直径为控制条件,我国从 20 世纪 70 年代至今设计的 110kV、220kV 采用的铝管母线挠度都是用直径来控制,即规定无冰无风时,管形母线自重产生的跨中挠度值应小于  $0.5D \sim 1.0D$  ( $D$  为铝管母线外径)。也有一些国家以采用母线跨度的比例来控制母线的挠度,如德国、法国和美国。我国已运行的 110kV、220kV 铝管母线挠度都是按  $0.5D \sim 1.0D$  设计的,通过多年的运行,未发现绝缘子断裂和挠度加大等不良现象。因此,本次修编仍维持原标准不变。

悬吊管形母线的挠度允许标准,没有支持式管形母线严格,因为它的两端用金具悬吊起来,是固定连接,没有因为管母挠度过大造成支持金具滑动失常的问题。挠度是由单柱式隔离开关的要求和适当考虑美观等其他因素控制,所以对挠度的要求可放宽一些。结合国外工程实践,悬挂式铝管母线挠度允许标准,可按在自重作用下母线的挠度不超过铝管外径的 2 倍考虑。

## 5.4 通道与围栏

### 5.4.1 本条是原标准第 8.4.1 条的修改条文。

通道的设置除需满足运行、检修要求外,还需要符合消防要求。

巡视通道根据运行巡视的需要设置,并结合地面电缆沟的布置确定路径,以节约投资,巡视通道路面宽一般为  $0.7\text{m}\sim 1\text{m}$ ,当巡视通道坡度大于  $8\%$  时,一般有防滑措施或做成踏步。

屋外配电装置在可能条件下,其道路力求环形贯通,尽量减少尽头死道,以提供良好的行车条件,当无法贯通时则要具有回车条件,如在道路尽头设  $12\text{m}\times 12\text{m}$  的回车道;或在附近设“T”形或“十”字形路口,以取代回车场。

$500\text{kV}$  及以上电压等级设备外形尺寸大,重量重,加上支架后设备离地高度可达  $8\text{m}\sim 18\text{m}$  以上。因此,设备的安装检修均采用机械的方法。为使施工、检修机械能够直接到达设备附近,配电装置内除设横向道路外,在每个间隔还设有相间纵向道路,以便于施工安装。如果设备布置、检修机械条件满足时,也可取消相间道路。

由于屋外不宜设置 GIS 专用的起重设备,安装维护需用汽车起吊和运输,因此总体布置应考虑这些起吊设备的通道。

按照现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 7.1.8 条第 1 款关于消防车道的规定,车道的净宽度和净空高度均不应小于  $4.0\text{m}$ ,补充“屋外配电装置主要环形通道应满足消防要求,道路净宽度和净空高度均不应小于  $4\text{m}$ ”。

**5.4.4** 配电装置室内各种通道的最小宽度,沿用原标准,由于电压等级不同,设备形式各异,具体应用时还须按设备搬运时所需的宽度进行校核,如不能满足要求,则应适当增大。

关于手车式开关柜的通道宽度,有运行单位反映数值偏小,根据目前各单位进行设备大修时的情况,将最小宽度放大至单车加

1200mm 及双车加 900mm。这两种尺寸与现行国家标准《火力发电厂厂用电设计技术规定》DL/T 5153—2014 第 7.2.9 条中手车式高压开关柜操作通道的最小宽度是一致的。该规定单列布置最小宽度为 2000mm,双列布置为 2500mm,而小车长度为 800mm,分别加上 1200mm 及 900mm 后,其最小宽度也是 2000mm 及 2500mm。

对 35kV 手车式开关柜的操作通道最小宽度,据对部分地区的调查,采用宽度一般在 2m~3m 之间。运行单位反映,由于这种断路器检修工作量通常不大,在操作通道内检修,既方便又解决问题,很少推到检修间检修,要求将宽度加宽到 3000mm。一般 35kV 手车式配电装置以单列为多,采用本条规定即单车长加 1200mm 是满足要求的。

**5.4.6** 干式变压器可与高、低压配电装置布置于同一室内,也可单独布置于变压器室内,其防护类型有网型、箱型及有机械通风的箱型,也可做敞开式布置(此时也需有防护触及接线端子的遮栏,或布置于单独小室内)。根据干式变压器的特点,安装地点要求通风良好。

**5.4.7** 目前,发电厂的屋外配电装置均有与外界隔开的围栏,而变电站特别是工矿企业的变电站,尚有的屋外配电装置未设置与外界隔离的围栏,非运行人员进大门后可直接进入屋外配电装置场地,影响安全运行。故本标准规定厂区内屋外配电装置宜设置高度不低于 1500mm 的围栏。当屋外配电装置的出线侧或旁侧紧靠发电厂、变电站或工矿企业的围墙时,通常围墙也可作为围栏的一部分。

另外,近年多有发生小孩攀登或翻越围栏误入配电装置触电事故发生,因此本标准规定了应在其醒目位置设置警示牌。

**5.4.8、5.4.9** 屋外配电装置的栅状遮栏(简称栅栏)高度为 1200mm 是最低要求,因栅栏对带电体的距离  $B_1$  值是以 750mm 加  $A_1$  值验算的,在 1200mm 高度时,人已不能弯腰探入栅栏内,当

手臂误入栅栏内时,不会超过 750mm,故不致发生危险。

围栏指栅状遮栏、网状遮栏或板状遮栏。

**5.4.10** 屋内配电装置油断路器间隔靠操作走廊侧,一般为网状遮栏,运行人员担心在巡视及就地操作时,可能受断路器爆炸或喷油燃烧等的威胁。考虑到主要为防止在就地操作时的断路器事故及隔离开关误操作事故等对人员的危险,增加运行人员的安全感,同时又考虑到经济性及通风等条件,本标准规定在进行操作的范围内设置人身防护实体隔板,隔板一般采用厚度不小于 2mm 的钢板,宽度以 500mm~600mm 为宜,高度则不低于 1900mm。

**5.4.11** 本条是原标准第 8.4.12 条的修改条文。

防护措施一般是指在母线桥顶上做无孔防护罩。两侧是否装设防护罩,可根据具体情况确定。防护罩的设置一般是从厂房外墙开始,至母线桥离厂房 6m~10m 处。

## **5.5 防火与蓄油设施**

**5.5.1** 本条是原标准第 8.5.1 条的修改条文。

对于油断路器、油浸电压互感器和电压互感器等带油电气设备,按电压等级来划分设防标准,既在一定程度上考虑到油量的多少,又比较直观,使用方便,能满足运行安全的要求。例如 20kV 及以下电压等级少油断路器油量均在 60kg 以下,绝大部分只有 5kg~10kg,虽然火爆事故较多,爆炸时的破坏力也不小(能使房屋建筑受到一定损伤,两侧间隔隔板炸碎或变形,门窗炸出,危机操作人员安全等),但爆炸时向上扩展的较多,事故损害基本上局限在间隔范围内。因此,只要将两侧的隔板采用非燃烧材料的实体隔墙或板,从结构上改进加强是可以防止出现这类事故的。

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 6.6.5 条的规定,前述不燃烧实体墙(非燃烧材料的实体隔墙或板)的高度不应低于配电装置中带油设备的高度。

**5.5.2** 挡油、储油设施的设置界限为 100kg 以上(油断路器、互

感器为三相总油量,变压器为单台含油量)。设置挡油设施时,不论门是否开向建筑物内或外,都需要将事故油排至安全处,以限制事故范围的扩大。为尽快将事故油排至安全处,排油管内径以150mm为宜。

**5.5.3** 储油池内铺设卵石层,可起隔火降温作用,防止绝缘油燃烧扩散。若当地无卵石,也可采用无孔碎石。

**5.5.4** 考虑到事故时油能安全的全部排走以及当装有水喷雾灭火装置时,水喷雾水量的因素,对总事故储油池的容量规定按其接入的油量最大一台设备的全部油量确定。对于地下变电站,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 11.2.2 条的规定,地下变电站的变压器应设置能储存最大一台变压器油量的事故储油池。

**5.5.5** 本条是原标准第 8.5.4 条的修改条文。

参考现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 7.1.11 条、第 11.5.4 条对电厂与变电站的变压器防火要求分别做出的规定,即电厂内容量 90MV·A 及以上油浸变压器应设置火灾自动报警系统、水喷雾灭火系统或其他灭火系统;变电站单台容量为 125MV·A 及以上的油浸变压器应设置水喷雾灭火系统、合成型泡沫喷雾系统或其他固定式灭火装置。其他带油电气设备,宜采用干粉灭火器。地下变电站的油浸变压器,宜采用固定式灭火系统。

固定灭火系统除传统形式的水喷雾灭火系统外,还有排油注氮灭火装置、合成泡沫喷淋灭火系统等形式。

**5.5.6** 本条是原标准第 8.5.5 条的修改条文。

参考现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 6.6.2 条,给出 500kV 及以上电压等级屋外油浸变压器或油浸电抗器之间最小间距要求。

考虑到油浸变压器内部储有大量绝缘油,其闪点在 130℃~140℃之间,与可燃液体储罐很相似,故可把油浸变压器之间防火净

距近似于地上可燃液体储罐之间的防火间距来考虑。按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 4.2.2 条规定,可燃液体地上式固定顶储罐之间的防火间距为  $0.75D$  ( $D$  为两相邻储罐中较大罐的直径),可设想变压器的长度为可燃液体储罐的直径,通过对不同电压、不同容量(油量均在 2500kg 以上)的变压器之间防火净距按  $0.75D$  计算得出:电压等级为 220kV,容量为  $90\text{MV} \cdot \text{A} \sim 300\text{MV} \cdot \text{A}$  的变压器间防火净距在 7800mm~9350mm 范围内;电压等级为 110kV,容量为  $31.5\text{MV} \cdot \text{A} \sim 150\text{MV} \cdot \text{A}$  的变压器间防火净距在 6360mm~6990mm 范围内;电压等级为 35kV 及以下,容量为  $5.6\text{MV} \cdot \text{A} \sim 31.5\text{MV} \cdot \text{A}$  的变压器间防火净距在 2880mm~4210mm 范围内。因为油浸变压器的火灾危险性比可燃液体储罐大,又是变电设备的核心设备,其重要性远远大于可燃液体储罐,所以变压器之间防火净距应大于  $0.75D$  计算数值。

根据变压器着火后,其四周对人的影响情况来看,当其着火后,对地面最大辐射强度是在与地面大致成  $45^\circ$  的夹角范围内,要避开最大辐射温度,变压器之间的水平净距必须大于变压器的高度。根据调研,500kV 变压器高度为 11m~13m,故将该级别防火间距定为 15m。

综上所述,将变压器之间防火净距按电压等级分为 15m、10m、8m 及 5m 是合适的(66kV 为 6m)。

日本《变电站防火措施导则》规定油浸设备间的防火间距如表 4 所示。表 4 防火距离是指从受灾设备的中心到保护设备外侧的水平距离,经计算净距与本条所规定的距离是比较接近的。

表 4 油浸设备间的防火间距(mm)

| 标称电压(kV) | 防火距离   |        |
|----------|--------|--------|
|          | 小型油浸设备 | 大型油浸设备 |
| 187      | 3500   | 10500  |
| 220,275  | 5000   | 12500  |
| 500      | 6000   | 15000  |

对于单相变压器之间的防火净距,目前一般仅有 500kV 及以上电压等级变压器采用单相,虽有些国家对单相及三相变压器之间防火净距采取不同数值,考虑到变压器的重要性,防止事故蔓延,单相之间的防火净距仍宜与三相之间距离一致。

油量为 2500kg 及以上的高压电抗器亦属大型油浸设备,故也应执行本条规定。

**5.5.7** 本条是原标准第 8.5.7 条的修改条文。

防火墙除有足够的高度及长度,还应有一定的耐燃性能。根据现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014 第 3.2.1 条,一级~四级耐火等级的防火墙,其耐火极限均为 3h。本条防火墙的耐火极限由原标准的 4h 改为 3h。

油量为 2500kg 及以上的高压电抗器亦属大型油浸设备,故也应执行本条规定。

**5.5.10** 建(构)筑物的火灾危险性分类及其耐火等级见表 5(摘自现行国家标准《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB 50229—2006 表 3.0.1 和表 11.1.1)。

**表 5 建(构)筑物的火灾危险性分类及其耐火等级**

| 建(构)筑物名称                   | 火灾危险性分类 | 耐火等级 |
|----------------------------|---------|------|
| 主厂房(汽机房、除氧间、集中控制楼、煤仓间、锅炉房) | 丁       | 二级   |
| 吸风机室                       | 丁       | 二级   |
| 除尘构筑物                      | 丁       | 二级   |
| 烟囱                         | 丁       | 二级   |
| 脱硫工艺楼                      | 戊       | 二级   |
| 脱硫控制楼                      | 丁       | 二级   |
| 吸收塔                        | 戊       | 三级   |
| 增压风机室                      | 戊       | 二级   |
| 屋内卸煤装置                     | 丙       | 二级   |
| 碎煤机室、转运站及配煤楼               | 丙       | 二级   |
| 封闭式运煤栈桥、运煤隧道               | 丙       | 二级   |

续表 5

| 建(构)筑物名称                                | 火灾危险性分类 | 耐火等级 |
|-----------------------------------------|---------|------|
| 筒仓、干煤棚、解冻室、室内贮煤场                        | 丙       | 二级   |
| 供、卸油泵房及栈台(柴油、重油、渣油)                     | 丙       | 二级   |
| 油处理室                                    | 丙       | 二级   |
| 主控制楼、网络控制楼、微波楼、继电器室                     | 丁       | 二级   |
| 屋内配电装置楼(内有每台充油量 $>60\text{kg}$ 的设备)     | 丙       | 二级   |
| 屋内配电装置楼(内有每台充油量 $\leq 60\text{kg}$ 的设备) | 丁       | 二级   |
| 屋外配电装置(内有含油电气设备)                        | 丙       | 二级   |
| 油浸变压器室                                  | 丙       | 一级   |
| 岸边水泵房、中央水泵房                             | 戊       | 二级   |
| 灰浆、灰渣泵房                                 | 戊       | 二级   |
| 生活、消防水泵房、综合水泵房                          | 戊       | 二级   |
| 稳定剂室、加药设备室                              | 戊       | 二级   |
| 进水建筑物                                   | 戊       | 二级   |
| 冷却塔                                     | 戊       | 三级   |
| 化学水处理室、循环水处理室                           | 戊       | 二级   |
| 供氢站                                     | 甲       | 二级   |
| 启动锅炉房                                   | 丁       | 二级   |
| 空气压缩机室(无润滑油或不喷油螺杆式)                     | 戊       | 二级   |
| 空气压缩机室(有润滑油)                            | 丁       | 二级   |
| 热工、电气、金属试验室                             | 丁       | 二级   |
| 天桥                                      | 戊       | 二级   |
| 天桥(下面设置电缆夹层时)                           | 丙       | 二级   |
| 变压器检修间                                  | 丙       | 二级   |
| 雨水、污(废)水泵房                              | 戊       | 二级   |
| 检修车间                                    | 戊       | 二级   |
| 污水处理构筑物                                 | 戊       | 二级   |
| 给水处理构筑物                                 | 戊       | 二级   |
| 电缆隧道                                    | 丙       | 二级   |
| 柴油发电机房                                  | 丙       | 二级   |

续表 5

| 建(构)筑物名称    | 火灾危险性分类 | 耐火等级 |
|-------------|---------|------|
| 特种材料库       | 乙       | 二级   |
| 一般材料库       | 戊       | 二级   |
| 材料棚库        | 戊       | 二级   |
| 机车库         | 丁       | 二级   |
| 推煤机库        | 丁       | 二级   |
| 消防车库        | 丁       | 二级   |
| 主控通信楼       | 戊       | 二级   |
| 继电器室        | 戊       | 二级   |
| 电缆夹层        | 丙       | 二级   |
| 气体或干式变压器室   | 丁       | 二级   |
| 电容器室(有可燃介质) | 丙       | 二级   |
| 干式电容器室      | 丁       | 二级   |
| 油浸电抗器室      | 丙       | 二级   |
| 干式铁芯电抗器室    | 丁       | 二级   |
| 总事故贮油池      | 丙       | 一级   |

注:1 除本表规定的建(构)筑物外,其他建(构)筑物的火灾危险性及耐火等级应符合国家现行的有关标准的规定。

- 2 主控制楼、网络控制楼、微波楼、天桥、继电器室、主控通信楼,当未采取防止电缆着火后延燃的措施时,火灾危险性应为丙类。
- 3 当地下变电站、城市户内变电站将不同使用用途的变配电部分布置在一幢建筑物或联合建筑物内时,则其建筑物的火灾危险性分类及其耐火等级除另有防火隔离措施外,需按火灾危险性类别高者选用。
- 4 当电缆夹层采用 A 类阻燃电缆时,其火灾危险性可为丁类。

## 6 配电装置对建(构)筑物的要求

### 6.1 屋内配电装置的建筑要求

#### 6.1.1 本条是原标准第 9.1.1 条的修改条文。

本条修改参考现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 5.2.2 条的规定：“主控制楼、屋内配电装置楼各层及电缆夹层的安全出口不应少于 2 个，其中 1 个安全出口可通往室外楼梯。当屋内配电装置楼长度超过 60m 时，应加设中间安全出口。”和第 5.2.6 条的规定：“配电装置室内最远点到疏散出口的直线距离不应大于 15m”。

#### 6.1.2 本条是原标准第 9.1.2 条的修改条文。

本条文对汽机房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼与油浸变压器的外廓间距小于 5m，“在变压器外轮廓投影范围外侧各 3m 内的汽机房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼面向油浸变压器的外墙”，新增“且该区域外墙应为防火墙”的要求。

#### 6.1.5 本条是原标准第 9.1.5 条的修改条文。

本条修改参考《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB 50229—2006 第 5.3.3 条的规定“变压器室、配电装置室、发电机出线小室、电缆夹层、电缆竖井等室内疏散门应为乙级防火门，但上述房间中间隔墙上的门可为不燃烧材料制作的双向弹簧门”。

考虑到双向弹簧门密闭性差且弹簧门的回力过大，本次修订取消了原条文应装设弹簧锁、两个方向开启的要求，并明确了上述房间中间隔墙上的门可为不燃烧材料制作的门。

#### 6.1.6 配电装置室开窗后对采光和通风有利，但由于未采取有力

措施及维护不当,反而因雨雪、小动物及污秽的进入而造成事故。所以需要加强这方面的措施,在污秽严重或风沙大的地区,一般不设置可开启的窗,并将玻璃窗用铁丝网保护。

**6.1.10** 本条根据《防止电力生产事故的 25 项重点要求》第 13.3.5 条“应在开关柜配电室配置通风、除湿防潮设备,防止凝露导致绝缘事故”,新增了设置通风、除湿、防潮设备的要求。

**6.1.12** 随着变电站、升压站控制水平的提高,现场总线的应用,大量的电子设备布置在高压配电装置内。为了抑制低频磁场对电子设备的干扰,本条规定了对布置在配电装置内的二次设备间应采取屏蔽措施。

**6.1.13** 本条是原标准第 9.1.12 条的修改条文。

配电装置与各建(构)筑物之间的防火间距见表 6(摘自现行行业标准《火力发电厂总图运输设计规范》DL/T 5032—2018 表 5.7.2)。

表 6 建(构)筑物之间的防火间距(m)

| 序号 | 建筑物名称            |      | 乙类建筑耐火等级<br>单、多层 | 丙、丁、戊类建筑耐火等级 |      |    |    | 屋外配电装置 | 主变压器或屋外厂用变压器油量 V (t/台) |             |        |      |
|----|------------------|------|------------------|--------------|------|----|----|--------|------------------------|-------------|--------|------|
|    |                  |      |                  | 单、多层         |      | 高层 |    |        | 5 ≤ V ≤ 10             | 10 < V ≤ 50 | V > 50 |      |
|    |                  |      |                  | 一、二级         | 一、二级 | 三级 | 四级 |        |                        |             |        | 一、二级 |
| 1  | 乙类建筑耐火等级<br>单、多层 |      | 一、二级             | 10           | 10   | 12 | 14 | 13     | 25                     | 25          |        |      |
| 2  | 丙、丁、戊类建筑耐火等级     | 单、多层 | 一、二级             | 10           | 10   | 12 | 14 | 13     | 10                     | 12          | 15     | 20   |
|    |                  |      | 三级               | 12           | 12   | 14 | 16 | 15     | 12                     | 15          | 20     | 25   |
|    |                  |      | 四级               | 14           | 14   | 16 | 18 | 17     | 14                     | 20          | 25     | 30   |
|    |                  | 高层   | 一、二级             | 13           | 13   | 15 | 17 | 13     | 13                     | 12          | 15     | 20   |
| 3  | 屋外配电装置           |      |                  | 25           | 10   | 12 | 14 | 13     | —                      | —           |        |      |

续表 6

| 序号 | 建筑物名称                              |                       | 乙类<br>建筑<br>耐火<br>等级<br>单、<br>多层 | 丙、丁、戊类<br>建筑耐火等级 |        |        |          |                 | 屋外<br>配电<br>装置     | 主变压器<br>或屋外厂<br>用变压器<br>油量 $V$<br>(t/台) |                           |                |
|----|------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|--------|--------|----------|-----------------|--------------------|-----------------------------------------|---------------------------|----------------|
|    |                                    |                       |                                  | 单、多层             |        |        | 高层       |                 |                    | 5<br>≤<br>$V$<br>≤<br>10                | 10<br>＜<br>$V$<br>≤<br>50 | $V$<br>＞<br>50 |
|    |                                    |                       | 一、<br>二级                         | 一、<br>二级         | 三<br>级 | 四<br>级 | 一、<br>二级 |                 |                    |                                         |                           |                |
| 4  | 主变压器或屋外厂<br>用变压器油量 $V$ (t/台)       | $5 \leq V \leq 10$    | 25                               | 12               | 15     | 20     | 12       | —               | —                  |                                         |                           |                |
|    |                                    | $10 < V \leq 50$      |                                  | 15               | 20     | 25     | 15       |                 |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $V > 50$              |                                  | 20               | 25     | 30     | 20       |                 |                    |                                         |                           |                |
| 5  | 自然通风冷却塔                            |                       | 15~30 <sup>②</sup>               |                  |        |        |          | 30 <sup>②</sup> | 25~40 <sup>③</sup> |                                         |                           |                |
| 6  | 机械通风冷却塔                            |                       |                                  |                  |        |        |          | 30              | 40~60 <sup>①</sup> |                                         |                           |                |
| 7  | 燃气-蒸汽联合循环主厂房                       |                       | 10                               | 10               | 12     | 14     | 13       | 10              |                    |                                         |                           |                |
| 8  | 卸煤装置或露天贮煤场                         |                       | 15                               | 15               |        |        |          |                 | 50                 |                                         |                           |                |
| 9  | 露天卸秸秆<br>装置或秸秆堆<br>场总容量 $W$ (t)    | $10 \leq W < 5000$    | 15                               | 15               | 20     | 25     | 15       | 50              |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $5000 \leq W < 10000$ | 20                               | 20               | 25     | 30     | 20       |                 |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $W \geq 10000$        | 25                               | 25               | 30     | 40     | 25       |                 |                    |                                         |                           |                |
| 10 | 天然气调压站                             |                       | 12                               | 12               | 14     | 16     | 15       | 25              |                    |                                         |                           |                |
| 11 | 制氢车间、供氢间                           |                       | 12                               | 12               | 14     | 16     | 15       |                 |                    |                                         |                           |                |
| 12 | 贮氢罐总<br>容积 $V$ (m <sup>3</sup> )   | $V \leq 1000$         | 12                               | 12               | 15     | 20     | 15       | 25              |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $1000 < V \leq 10000$ | 15                               | 15               | 20     | 25     | 18       | 30              |                    |                                         |                           |                |
| 13 | 贮油罐罐区<br>总容量 $V$ (m <sup>3</sup> ) | $V \leq 50$           | 12                               | 12               | 15     | 20     | 12       | 30              |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $50 < V \leq 200$     | 15                               | 15               | 20     | 25     | 15       | 35              |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $200 < V \leq 1000$   | 20                               | 20               | 25     | 30     | 20       | 40              |                    |                                         |                           |                |
|    |                                    | $1000 < V \leq 5000$  | 25                               | 25               | 30     | 40     | 25       | 50              |                    |                                         |                           |                |

续表 6

| 序号 | 建筑物名称                       |                     |                              |              | 乙类<br>建筑<br>耐火<br>等级<br>单、<br>多层 | 丙、丁、戊类<br>建筑耐火等级 |          |        |        | 屋外<br>配电<br>装置 | 主变压器<br>或屋外厂<br>用变压器<br>油量 $V$<br>(t/台) |                  |          |
|----|-----------------------------|---------------------|------------------------------|--------------|----------------------------------|------------------|----------|--------|--------|----------------|-----------------------------------------|------------------|----------|
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 单、多层             |          |        | 高层     |                | $5 \leq V \leq 10$                      | $10 < V \leq 50$ | $V > 50$ |
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 一、<br>二级         | 一、<br>二级 | 三<br>级 | 四<br>级 |                |                                         |                  |          |
| 14 | 液氨罐<br>总容积 $V$<br>( $m^3$ ) | $V \leq 50$         | 单罐<br>容积<br>$V$<br>( $m^3$ ) | $V \leq 20$  | 30                               | 丙、丁类 24          |          |        |        | 34             |                                         |                  |          |
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 14               | 17       | 21     | 14     |                |                                         |                  |          |
|    |                             | $50 < V \leq 200$   |                              | $V \leq 50$  | 34                               | 丙、丁类 27          |          |        |        | 38             |                                         |                  |          |
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 15               | 19       | 23     | 15     |                |                                         |                  |          |
|    |                             | $200 < V \leq 500$  |                              | $V \leq 100$ | 38                               | 丙、丁类 30          |          |        |        | 42             |                                         |                  |          |
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 17               | 21       | 27     | 17     |                |                                         |                  |          |
|    |                             | $500 < V \leq 1000$ |                              | $V \leq 200$ | 42                               | 丙、丁类 34          |          |        |        | 45             |                                         |                  |          |
|    |                             |                     |                              |              |                                  | 19               | 23       | 30     | 19     |                |                                         |                  |          |
| 15 | 行政生活服务建筑<br>(单、多层)          |                     | 一、二级                         |              | 25                               | 10               | 12       | 14     | 13     | 10             | 15                                      | 20               | 25       |
|    |                             |                     | 三级                           |              | 25                               | 12               | 14       | 16     | 15     | 12             | 20                                      | 25               | 30       |
| 16 | 围墙                          |                     |                              |              | 5                                |                  |          |        | —      |                | —                                       |                  |          |

注:1 液氨储罐与建(构)筑物防火间距按本表液氨罐总容积和单罐容积较大者确定。液氨区内各建(构)筑物、设施之间的防火距离按现行行业标准《火力发电厂烟气脱硝设计技术规程》DL/T 5480 中的有关规定执行。

2 表中的贮油罐按乙类油品地上固定顶储罐。贮油罐区内各建(构)筑物、设施之间的防火距离按现行国家标准《石油库设计规范》GB 50074 的有关规定执行。

3 与屋外配电装置的最小间距应从构架上部的边缘算起。

4 表中油浸变压器外轮廓同丙、丁、戊类建(构)筑物的防火间距,不包括汽机房、燃气-蒸汽联合循环主厂房、屋内配电装置楼、主控制楼、集中控制楼及网络控制楼。

5 表中行政生活服务建筑系指生产行政综合楼、食堂、浴室、宿舍、消防车库、

警卫传达室等建筑物。

- 6 表中自然通风湿式冷却塔距离计算点为塔底零米标高斜支柱中心处;散热器塔内卧式布置的自然通风间接空冷塔,冷却塔距离计算点为塔底零米标高斜支柱中心处,冷却塔进风口高度为冷却塔零米至风筒底部间垂直高度;散热器周立式布置的自然通风间接空冷塔,冷却塔距离计算点为散热器外围,冷却塔进风口高度为冷却三角进风高度。

①表示在非严寒地区采用 40m,严寒地区采用有效措施后可小于 60m;机械通风间冷塔与屋外配电装置、变压器的间距不宜小于 30m。

②表示不包括主厂房、封闭煤场;湿式冷却塔与主控制楼、单元控制楼、计算机室等建筑物采用 30m,水工设施等建(构)筑物采用 15m,其余建(构)筑物采用 20m;散热器垂直布置的间冷塔与建(构)筑物的间距不宜小于建(构)筑物高度与 0.4 倍散热器高度之和;散热器水平布置的间冷塔与建(构)筑物的间距不宜小于建(构)筑物高度与 0.4 倍塔进风口高度之和;特别高大、同时体量也很大的建(构)筑物,与间冷塔的间距宜通过专项研究确定。

③表示当湿式冷却塔位于屋外配电装置冬季盛行风向的上风侧时为 40m,位于冬季盛行风向的下风侧时为 25m;当为间冷塔时,与屋外配电装置、变压器的间距不宜小于 30m。

## 6.2 屋外配电装置架构的荷载条件要求

**6.2.1、6.2.2** 考虑到预制、组装、就位的方便,架构的标准化和便于扩建改建,对独立架构均按终端条件设计为宜;对于连续多档的架构,可根据实际的受力条件,并预计到将来的发展,因地制宜地确定按中间或终端架构设计。

**6.2.3** 本条是原标准第 9.2.3 条的修改条文。

设计架构时,在设计说明中明确限制导线挂线时过牵引要求,由施工单位具体实施;不使过牵引力成为架构结构强度的控制条件。

架构设计的荷载组合基本沿用过去的设计条件。分裂导线在短路时对架构产生的附加力可通过调整间隔棒的位置加以限制,一般不作为验算条件。安装紧线时,各级电压施工经验均证明,采用上滑轮挂线方案不但可以减少过牵引拉力,若滑轮扎缚位置恰当,过牵引拉力还有可能小于导线的正常拉力。所以,只要施工方

法恰当,安装时过牵引拉力不是架构控制条件。在更换绝缘子串时,通常采用紧线器,使被更换的绝缘子串脱离受力状态,过牵引值在 30mm~50mm,试验也表明,它也不是架构的控制条件。

检修时考虑导线上人,主要指 110kV 及以上电压等级的架构。在架构较低时,导线的检修工作可以用靠梯进行。当跨中无引下线时,可不考虑跨中上人。但仍应考虑三相同时上人达到绝缘子串根部,每相 1000N。此时,上人跨及未上人的相邻跨的导线张力差,可考虑挠度不同所带来的有利影响。在导线上人检修时,还应考虑在梁上有两人带工具作业,故此时荷载应按 2000N 计算。

S/N:155182 • 0267



DL/T 5352—2018  
代替 DL/T 5352—2006

中华人民共和国电力行业标准  
高压配电装置设计规范

DL/T 5352—2018

代替 DL/T 5352—2006

☆

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)

三河富华印刷包装有限公司印刷

850mm×1168mm 1/32 3 印张 70 千字

2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

印数 1—4000 册

☆

统一书号: 155182 • 0267

定价: 27.00 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