 T/CECS XXXX-20XX



中国工程建设标准化协会标准

变电站智能设备防雷技术导则

Technical specification for lightning protection of intelligent devices in station

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

变电站智能设备防雷技术导则

Technical specification for lightning protection of intelligent devices in station

**T/CECS XXXX-20XX**

主编单位：国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：X年X月X日

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2017]014号），制定本规程。

本导则共分5章。主要技术内容包括：总则、术语、站内防雷一般要求、站内智能设备防雷要求、运行维护要求。

本规程由中国工程建设标准化协会雷电防护专业委员会归口管理，由国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司（地址：湖北省武汉市洪山区珞喻路143号）负责具体内容的解释。在执行过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和建议寄送解释单位。

**主 编 单 位：**国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司

**参 编 单 位：**四川中光防雷科技股份有限公司

国网北京市电力公司电力科学研究院

华北电力大学

**主要起草人：**XXX

**主要审查人：**XXX

目 次

[1　总 则 （1](#_Toc11943224)）

[2　术 语 （2](#_Toc11943225)）

[3　站内防雷一般要求 （4](#_Toc11943226)）

[3.1 一般规定 （4](#_Toc11943227)）

[3.2 直击雷防护 （4](#_Toc11943228)）

[3.3 雷电电磁脉冲防护 （6](#_Toc11943229)）

[4　站内智能设备防雷要求 （10](#_Toc11943230)）

[5　运行维护要求 （13](#_Toc11943231)）

[附录A 变电站雷电活动强度等级划分 （14](#_Toc11943232)）

本规程用词说明 （23）

引用标准名录 （2[4](#_Toc11943235)）

附：条文说明 （25）

Contents

[1　General provisions （1](#_Toc11943224)）

[2　Terms （2](#_Toc11943225)）

[3　General requirements of lightning protechion in station （4](#_Toc11943226)）

[3.1 General provisions （4](#_Toc11943227)）

[3.2 Direct lightning protection （4](#_Toc11943228)）

[3.3 LEMP protection （6](#_Toc11943229)）

[4　Lightning protection requirements of IED in station （10](#_Toc11943230)）

[5　Run and maintenance （13](#_Toc11943231)）

[Appendix A Classification of lightning activity intensity in stations （14](#_Toc11943232)）

[Explanation of wording in this specification （23](#_Toc11943235)）

List of quoted standards （24）

Addition:Explanation of provisions （25）

**1　总 则**

**1.0.1** 为防止或减少雷电对变电站智能设备的危害，确保变电站设备运行安全，制定本导则。

**1.0.2** 本导则适用于新建、扩建、改建的变电站智能设备防雷的设计、施工、维护。

**1.0.3** 变电站智能设备雷电防护的设计、选型，除应执行本导则外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

**2　术 语**

**2.0.1**  智能设备（IED） intelligent devices

对高压设备本体或部件进行智能控制的设备，对高压设备运行可靠性、控制可靠性及负载能力进行实时评估，由高压设备本体的测量、控制、监测、保护（非电量）、计量等全部或部分智能电子装置（IED）集合而成，通过电缆或光缆与高压设备本体的传感器或/和控制机构连接成一个有机整体。

**2.0.2**  变电站智能设备 station intelligent devices

对变电站中设备和运行环境进行监测、分析、评估或控制的智能电子装置集合而成的设备。

**2.0.3** 雷电防护区（LPZ） lightning protection zone

规定雷电电磁环境的区域。

**2.0.4** 风险 risk（*R*）

雷击造成的年平均可能损失（人和物）与需保护建筑物的总价值（人和物）之比。

**2.0.5** 风险分量 risk component（*R*X）

按损害成因和损害类型细分的部分风险。

**2.0.6** 风险容许值 tolerable risk（*R*T）

需保护对象所能容许的最大风险值。

**2.0.7** 雷电电磁脉冲（LEMP） lightning electromagnetic impulse

雷电流通过电阻性、电感性和电容性耦合产生的各种电磁效应，包括电涌和辐射电磁场。

**2.0.8** 电磁屏蔽 electromagnetic shielding

用导电材料阻尼和减弱交变电磁场向指定区域穿透的措施。

**2.0.9** 电磁兼容（EMC） electromagnetic compatibility

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

**2.0.10** 电涌保护器（SPD） surge protective device

用于限制瞬态过电压和泄放电涌电流的电器，它至少包含一个非线性的元件。

注：1 SPD是一个装配完整的部件，其具有适当的连接手段；

2 电涌保护器又称浪涌保护器。

**2.0.11** 抗扰度 immunity

装置、设备或系统面临电磁骚扰不降低运行性能的能力。

**2.0.12** 地闪密度 ground flash density（*N*G）

单位面积、单位时间的平均地闪次数。

注：单位为次每平方千米年[次/(km2·a)]。

**3　站内防雷一般要求**

**3.1 一般规定**

**3.1.1** 变电站所在地区雷电活动强度等级划分为强雷区、多雷区、中雷区、少雷区，应根据其所在地地闪密度修正值（*N*r）划分，划分标准及全国各地区地闪密度资料参见附录A.1，在有条件的情况下，可通过计算变电站雷害风险值来划分，计算方法参见附录A.2。

**3.1.2** 变电站内雷电防护区（LPZ）的划分应符合《雷电防护第4部分：建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4-2015中4.3的规定。

**3.1.3** 变电站内建（构）筑物防雷分类应符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010中第3章的规定，并按其第4章和本标准3.2节规定的要求对各类防雷建（构）筑物采取直击雷防护措施。当智能设备所在建（构）筑物达不到第三类防雷建（构）筑物时应按第三类防雷建（构）筑物设置直击雷防护装置。

**3.1.4** 变电站内雷电电磁脉冲防护应采用防雷等电位连接、磁屏蔽、隔离界面和电涌保护器（SPD）等措施。

**3.1.5** 防雷接地宜利用自然接地体，当其接地电阻不满足要求时可增加人工接地体。人工接地体的敷设方法参见国家建筑标准设计图集《接地装置安装》14D504，接地体的材料、结构和最小尺寸要求应符合《雷电防护系统部件（LPSC）\_第2部分：导体和接地极的要求》GB/T 33588.2-2017中表3的要求。

**3.2 直击雷防护**

**3.2.1** 智能设备应处于直击雷防护区（LPZ0B）内，第二类防雷建（构）筑物应按45m滚球半径计算确定直击雷防护区范围，当采用接闪网时，网格尺寸不应大于10m×10m或12m×8m。第三类防雷建（构）筑物应按60m滚球半径计算确定直击雷防护区范围，当采用接闪网时，网格尺寸不应大于20m×20m或24m×16m。宜利用金属杆、柱内钢筋或垂直金属框架作为自然引下线，利用基础接地作为接地装置。无金属杆、柱内钢筋或垂直金属框架可利用时，应设置专设引下线和接地装置。冲击接地电阻值不宜大于10Ω。

**3.2.2** 站内户外变压器区域宜设置独立避雷针作为接闪器，变压器、配电柜等都应在避雷针保护范围内，避雷针基础冲击接地电阻值不宜大于10Ω。建（构）筑物宜设置明装接闪网，利用柱内钢筋为自然引下线，利用基础钢筋网作为公用接地装置。其接地电阻值应符合 《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010中4.3.6的规定。

**3.2.3** 在有人通过或可能停留的位置，应采取下列防跨步电压、防接触电压和旁侧闪络的措施：

1 防跨步电压应符合下列规定之一：

1）引下线3m范围内土壤地表层的电阻率不小于50kΩm。或敷设5cm厚沥青层或15cm厚砾石层；

2）用网状接地装置对地面作均衡电位处理；

3）用护栏、警告牌使人进入距引下线3m范围内地面的可能性减小到最低限度。

2 防接触电压和旁侧闪络应符合下列规定之一：

1）引下线3m范围内地表层的电阻率不小于50kΩm，或敷设5cm厚沥青层或15cm厚砾石层；

2）外露引下线，其距地面2.7m以下的导体用耐1.2/50μs冲击电压100kV的绝缘层隔离，或用至少3mm厚的交联聚乙烯层隔离；

3）用护栏、警告牌使人接触引下线的可能性降至最低限度。

**3.3 雷电电磁脉冲防护**

**3.3.1** 变电站建（构）筑物应采取下列等电位连接措施：

**1** 宜将变电站钢筋混凝土建筑物内的大尺寸金属构件或金属材料构筑物的金属部件以最短的路径与等电位连接带连接，形成一个立体的等电位连接系统；

**2** 智能设备所在建（构）筑物和装置的各种金属管线均应在入户处，即LPZ0B与LPZ1两防护区界面上做总等电位连接，并可靠接地。当管道在入户处含有一段绝缘管时，应将这段绝缘管的两端用SPD或放电间隙加以连接，入户后的管道宜进行等电位连接；

**3** 在LPZ1与LPZ2防护区界面上以及在后续防护区的各界面上均应做局部和辅助的等电位连接，参加等电位连接的主体应包含智能设备金属外壳、接地线、信号电缆和防静电金属地板等；

**4** 智能设备所处的中央控制室或主机房应尽量远离建（构）筑物和装置中雷击时可能传导雷电流的结构钢筋部位，应按最高的雷电防护等级设防。设置在建（构）筑物和装置顶层的智能设备，应加强其电磁屏蔽措施；

**5** 在装设智能设备的室内，应设等电位连接网络，电气和电子设备的金属外壳、机柜、机架、金属管、金属槽、屏蔽线缆外层、信息设备防静电接地、安全保护接地、SPD接地端等均应以最短的距离与等电位网络相连；

**6** 对采用金属外壳的智能设备，应以最短的距离将外壳与等电位连接带连接。对采用非金属外壳的电子设备，且其所处室内屏蔽未达到设备的电磁兼容性要求时，应设金属屏蔽网或金属屏蔽室，这些金属屏蔽体应与等电位连接带做连接；

**7** 对于配备有敏感度高的电子设备中央控制室或主机房，应沿室内六面敷设金属网加以屏蔽。金属网宜利用屋面板筋焊接而成，具体做法是利用屋面板筋（或梁筋）焊接成，在整个屋面组成不大于20m×20m或24m×16m的网格，金属网应与接地母线环或等电位连接带做多点连接；

**8** 等电位连接的导体的材料和截面应遵循《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012第5.2.2节的规定。

**3.3.2** 连接线缆应符合下列规定：

**1** 金属芯线路宜采用屏蔽电缆，当采用非屏蔽电缆时，应采用金属线槽或金属管道屏蔽；

**2** 电缆屏蔽层、金属线槽或金属管道两端宜在雷电防护区交界处做等电位连接并接地；

**3** 布置线缆的路由走向时，应尽量减小由线缆自身形成的感应环路面积；

**4** 线缆及线槽的布放宜避免紧靠建筑物外侧立柱或横梁。无法避免时，应减小沿该立柱或横梁的布线长度；

**5** 当采用含金属部件（如金属接头、挡潮层和加强芯）的光缆时，应在其出入设备机房光缆终端处将金属部件与等电位连接带直接进行连接或加装SPD进行连接。

**3.3.3** 电源系统应符合下列规定：

**1** 进、出机房的电源线路不宜采用架空线路；

**2** 智能设备由TN交流配电系统供电时，从总配电箱开始引出的配电线路应采用TN-S系统的接地型式；

**3** 供电电源线路SPD的选择应符合下列规定：

1）供电电源SPD性能应符合现行国家标准《低压电涌保护器（SPD）第1部分：低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1-2011的规定；

2）在低压交流电源线路上，应在各防护区的界面处根据具体情况分别选用SPD，对沿电源线侵入的雷电电涌进行分级抑制。LPZ0B区的智能设备宜选用标称放电电流不小于15kA（10/350μs）的SPD，机房内智能设备宜按本条第4款选择SPD；

3）电源线路SPD安装位置与被保护智能设备间的线路长度大于10m且有效保护水平大于*U*w/2时，宜在被保护智能设备处增设SPD；

4）机房内电源SPD的冲击电流和标称放电电流参数推荐值，宜符合表3.3.3的规定。

**表3.3.3 电源SPD冲击电流和标称放电电流参数推荐值**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 雷电活动强度等级 | 交流电源入口 | 机房交流电源柜 | 智能设备交流端口处 | 直流电源端口 |
| I类试验 | II类试验 | II类试验 | II类试验或III类试验 | II类试验或III类试验 |
| *I*imp(kA) | *I*n(kA) | *I*n(kA) | *I*n/ *I*sc (kA) | *I*n(kA) |
| 强雷区 | ≥15 | ≥60 | ≥30 | ≥5 | ≥5 |
| 高雷区 | ≥12.5 | ≥50 | ≥20 | ≥3 | ≥3 |
| 中雷区/少雷区 | ≥12.5 | ≥50 | ≥10 | ≥3 | ≥3 |

**4　站内智能设备防雷要求**

**4.0.1** 安装在室外的变电站智能设备合并单元、智能终端、智能组件、就地化保护均应尽量安装在组件柜内，并采取下列屏蔽和等电位连接措施：

**1** 智能组件的浪涌抗扰度应符合《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》GB/T 17626.5-2008的规定；

**2** 智能组件应安装在组件柜内，组件柜应为金属材质，密封良好，外壳有效接地，保证组件柜屏蔽效果；

**3** 连接到组件柜的电源线应尽量减小由线缆自身形成的感应环路面积，并在进入组件柜时安装对应型号的电源SPD；

**4** 连接到组件柜的信号线、控制线宜采用光纤，如采用金属线缆应在进入组件柜处安装对应型号的信号SPD。

**4.0.2** 不能安装在组件柜内的室外智能组件，包括安装在一次设备本体上的测量IED、油中气体监测IED、局部放电监测IED、绕组温度监测IED、风冷控制IED、OLTC控制IED、整合型变压器监测IED等，应在设备处安装对应型号的SPD，设备浪涌抗扰度应能通过《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验》GB/T 17626.5-2008中规定的5类试验。

**4.0.3**  装有智能组件的高压设备外壳上应通过扁钢或金属支架与金属底座多点连接，扁钢尺寸不小于60mm×6mm。底座槽钢上应留多个连接点，与变电站接地网的上引线连接。

**4.0.4** 对于需要做单独接地的特殊智能设备，其接地体与系统所在建（构）筑物和装置基础接地网之间应通过放电间隙连接，以实现在正常运行时隔离干扰传输，在雷击时暂时共地。

**4.0.5** 通信类智能设备应根据各自性能参数来选择对应的SPD，选用的信号SPD应满足传输速率、带宽要求，并与被保护设备接口兼容。通信系统智能设备的防雷设计应符合《电力通信系统防雷技术规程》CECS 341：2013的有关规定。

**4.0.6** 视频监控系统的防雷应符合下列要求：

**1** 户外摄像机的输出视频接口应设置视频信号SPD，摄像机控制信号线接口处应设置信号线路SPD；宜采用冲击电流不小于1kA（8/20μs）的SPD；解码箱处供电线路应设置标称放电电流不小于10kA（8/20μs）的电源端口SPD；

**2** 主控机、分控机的信号控制线、通信线、各监控器的报警信号线，宜在线路进出建筑物雷电防护区边界处选用标称放电电流不小于5kA（8/20μs）的SPD；

**3** 视频信号线屏蔽层应单端接地，其他线路屏蔽层及钢管应两端接地。

**4.0.7** 室内的智能设备应根据各设备的耐磁场强度值（100/300/1000 A/m）进行屏蔽设计，雷击磁场强度值的计算应符合《雷电防护第4部分：建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4-2015的规定。室内设备宜利用建（构）筑物墙体内的钢筋进行大空间磁场屏蔽，屏蔽设计应使智能设备所处环境的雷击磁场强度低于设备的耐磁场强度值，智能设备应安装在与屏蔽体有一定安全距离的有效屏蔽空间内。

**5　运行维护要求**

**5.0.1** 变电站内雷电防护装置检测和验收按《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431-2015执行。

**5.0.2** 雷电防护装置的维护分为定期维护和日常维护。

**5.0.3** 每年在雷雨季节到来之前，应进行一次定期全面检查维护。

**5.0.4** 应在每次雷击之后进行日常维护。在雷电活动强烈的地区，对雷电防护装置应经常进行目测检查。

**5.0.5** 检查外部防雷防护装置和内部防雷装置的腐蚀情况及机械损伤，包括由雷击放电所造成的损伤情况。若有损伤，应及时修复；当锈蚀部位超过截面的三分之一，应更换。

**5.0.6**  检测外部雷电防护装置和内部雷电防护装置以及金属设备、外壳等物体等电位连接的电气连续性，若发现连接处松动或断路，应及时修复。

**5.0.7** 检查各类SPD的运行情况：有无接触不良、漏电流是否过大、发热、绝缘是否良好、积尘是否过多等，出现故障应及时排除或更换。

**5.0.8** 为便于维护和监控SPD的工作状态，宜配置SPD在线监测系统。

**5.0.9** 宜配置雷电预警系统，在雷电预警告警后，巡检无人机、巡检机器人等移动式户外作业智能设备在雷雨天气时应立即停止作业，返回至室内安全处。

**附录A 变电站雷电活动强度等级划分**

**A.1 按所在地地闪密度修正值划分**

**A.1.1** 变电站所在地地闪密度修正值（*Nr*）按式（A.1.1）计算：

*Nr*=*k*×*Ng*…………………（A.1.1）

式中：*Nr*——地闪密度修正值，单位为次每平方千米年（次·km-2·a-1）；

*k*——修正系数；

*N*g——地闪密度，单位为次每平方千米年[次/(km2·a)]。

**A.1.2** 地闪密度（*Ng*）应按以下方法确定：

1 以变电站所在地为圆心，范围半径不小于2km，查询此范围内的雷电监测资料确定；

2 在无法得到地区雷电监测资料的情况下，取变电站所在地的省级地闪密度平均值。

**A.1.3** 修正系数按以下要求取值：

1 位于平原的取1；

2 位于江河湖海边、地下水露头处、特别潮湿处、山坡下或山地中土壤电阻率较小处及土山顶部、山谷风口等处的取1.5；

3 位于小山顶或山丘孤立处的取2。

**A.1.4** 基于地闪密度值，将雷电活动强度从弱到强分为4个等级：

A级 ——*Nr* < 0.78次·km-2·a-1

B级 —— 0.78次/（km2·a）≤*Nr* <2.78次·km-2·a-1

C级 —— 2.78次/（km2·a）≤*Nr* <7.98次·km-2·a-1

D级 ——*Nr*≥7.98次·km-2·a-1

其中，A级为少雷区；B级为中雷区；C级为多雷区；D级为强雷区。

**A.1.5** 全国部分省（市、自治区）2005年～2017年地闪密度平均值见表A.1.5。

**表A.1.5 全国部分省（市、自治区）2005年～2017年地闪密度平均值**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 地名 | 地闪密度平均值（次/(km2·a)） | 地名 | 地闪密度平均值（次/(km2·a)） |
| 北京市 | 3.361 | 河南省 | 1.924 |
| 天津市 | 3.44 | 湖北省 | 2.433 |
| 河北省 | 2.586 | 湖南省 | 2.7 |
| 山西省 | 2.186 | 广东省 | 6.382 |
| 内蒙古自治区 | 0.493 | 广西壮族自治区 | 4.433 |
| 辽宁省 | 1.644 | 四川省 | 2.159 |
| 吉林省 | 0.893 | 贵州省 | 3.512 |
| 黑龙江省 | 0.369 | 云南省 | 1.919 |
| 上海市 | 6.196 | 西藏自治区 | 0.107 |
| 江苏省 | 4.629 | 陕西省 | 1.074 |
| 浙江省 | 5.542 | 甘肃省 | 0.222 |
| 安徽省 | 3.984 | 青海省 | 0.199 |
| 福建省 | 4.465 | 宁夏回族自治区 | 0.25 |
| 江西省 | 4.424 | 新疆维吾尔自治区 | 0.02 |
| 山东省 | 2.251 |  |  |

注：本表数据来源于国网雷电监测预警中心雷电定位系统统计数据，不包含港澳台地区数据。

**A.2 通过计算变电站雷害风险值划分**

**A.2.1** 变电站雷害风险按图A.2.1进行评估。

**图A.2.1 变电站雷害风险评估流程图**

**A.2.2** 变电站雷害风险*R*按照公式（A.2.2-1）计算：

$R=R\_{A}+R\_{B}$ ……………………（A.2.2-1）

式中：*R*——变电站雷害风险值；

*R*A——雷直击变电站内建（构）筑物或邻近区域造成损害的风险；

*R*B——雷击变电站进线线路造成损害的风险。

其中，风险分量*R*A，按照公式（A.2.2-2）计算：

$R\_{A}=N\_{1}×P\_{A}$ ……………………（A.2.2-2）

式中：$N\_{1}$——变电站建（构）筑物年平均危险事件次数；

 $P\_{A}$——雷直击变电站内建（构）筑物或邻近区域引起损害的概率。

风险分量*R*B，按照公式（A.2.2-3）计算：

$R\_{B}=N\_{2}×P\_{B}$ ……………………（A.2.2-3）

式中：$N\_{2}$——变电站进线线路年平均危险事件次数；

 $P\_{B}$——雷击变电站进线线路引起损害的概率。

**A.2.3** 变电站建（构）筑物年平均危险次数$N\_{1}$按照公式（A.2.3）计算：

$N\_{1}=C\_{D}N\_{G}A\_{1}$ …………………… (A.2.3)

式中：$N\_{1}$——变电站建（构）筑物年平均危险次数；

 $C\_{D}$——变电站建筑物的位置因子，取值见表A.2.3；

 $ N\_{G}$——变电站所在地区的年平均地面地闪密度，单位为次每平方千米年[次/(km2∙a)]，在雷电定位系统内查询，取三年内变电站受雷击影响区域遭受雷击次数的均值；

 $A\_{1}$——变电站建（构）筑物的雷电截收面积。

**表A.2.3 变电站建筑物位置因子**$C\_{D}$**的取值**

|  |  |
| --- | --- |
| 变电站建筑物相对位置 | $$C\_{D}$$ |
| 周围有更高的物体 | 0.25 |
| 周围有相同高度或更矮的物体 | 0.5 |
| 孤立建筑物：附件无其他物体 | 1 |
| 小山顶或山丘上孤立的建筑物 | 2 |

**A.2.4** 变电站进线线路年平均危险次数$N\_{2}$按照公式（A.2.4）计算：

$N\_{2}=C\_{1}C\_{E}N\_{G}A\_{2}$ ……………………………(A.2.4)

式中：$N\_{2}$——变电站进线线路年平均危险事件次数；

 $C\_{1}$——线路安装因子，取值见表A.2.4-1；

 $C\_{E}$——线路环境因子，取值见表A.2.4-2；

 $ N\_{G}$——变电站所在地区的年平均地面地闪密度，单位为次每平方千米年[次/(km2∙a)]，在雷电定位系统内查询，取三年内变电站受雷击影响区域遭受雷击次数的均值；

 $ A\_{2}$**——**为变电站进线线路的等效受雷面积，单位为km2。

**表**A.2.4-1 **线路安装因子**$C\_{1}$**的取值**

|  |  |
| --- | --- |
| 布线方式 | $$C\_{1}$$ |
| 架空 | 1 |
| 埋地 | 0.5 |
| 完全埋设在网格型地网中的电缆 | 0.01 |

**表**A.2.4-2 **线路环境因子**$C\_{E}$**的取值**

|  |  |
| --- | --- |
| 环境 | $$C\_{E}$$ |
| 农村 | 1 |
| 郊区 | 0.5 |
| 市区 | 0.1 |
| 有高层的市区 | 0.01 |

**A.2.5** 变电站建（构）筑物和装置的雷电截收面积$ A\_{1}$即截收相同雷击次数的等值面积，为建（构）筑物和装置实际平面积向外扩展后的面积（见图A.2.5）。



**图A.2.5 建（构）构筑物的雷电截收面积**

当建（构）筑物和装置高度*H*＜100m时，按照公式（A.2.5-1）计算：

$A\_{1}=\left[LW+2\left(L+W\right)\sqrt{H\left(200-H\right)}+πH\left(200-H\right)\right]×10^{-6}$ ……（A.2.5-1）

式中：$A\_{1}$——变电站建（构）构筑物的雷电截收面积；

*L*——建（构）筑物和装置的长度，单位为米(m)；

*W*——建（构）筑物和装置的宽度，单位为米(m)；

*H*——建（构）筑物和装置的高度，单位为米(m)。

当建（构）筑物和装置高度*H*≥100m时，其每边的扩大宽度应按等于建（构）筑物和装置的高*H*计算，等值面积按照式（A.2.5-2）确定：

$A\_{1}=\left[LW+2H\left(L+W\right)+πH^{2}\right]×10^{-6}$ …………………（A.2.5-2）

当建（构）筑物和装置上各个部位高度不同时，应沿建（构）筑物和装置周边逐点计算出最大扩大宽度，其等值面积$A\_{1}$应按每点最大扩大宽度外端的连接线所包围的面积计算。

**A.2.6**  变电站进线线路的等效受雷面积*A*2按照式（A.2.6）计算：

$A\_{2}=40×l$ …………………………（A.2.6）

式中：$A\_{2}$——变电站进线线路的等效受雷面积；

 $ l$——变电站进线线路区段长度，单位为米（m）。如线路区段的长度未知，一般$l$ 取值为1000m。

**A.2.7**  雷直击变电站内建（构）筑物或邻近区域引起的损害概率*P*A按照公式（A.2.7-1）计算：

$P\_{A}=(P\_{1}+P\_{2}-P\_{1}P\_{2})P\_{X}$ ……………（A.2.7-1）

式中：*P*A——雷直击变电站内建（构）筑物或邻近区域引起的损害概率；

 $P\_{1}$——雷直击变电站内建（构）筑物造成设备损害概率；

 $P\_{2}$——雷击变电站邻近区域造成设备损害概率；

 $P\_{X}$——变电站防雷系统的防护系数。

其中，变电站防雷系统的防护系数$P\_{X}$按照公式（A.2.7-2）计算：

$P\_{X}=(P\_{ZJ}+P\_{EB}+P\_{SPD})/3$ ……………（A.2.7-2）

式中：$P\_{ZJ}$——直击雷防护措施的防护系数，安装有直接雷防护措施的取0.1，无直击雷防护措施的取1；

 $ P\_{EB}$——等电位连接的防护系数，安装等电位连接的取0.1，无等电位连接措施的取1；

 $P\_{SPD}$——SPD的防护系数，合理安装了SPD变电站的取0.01，无SPD的取1，部分安装SPD，未考虑级间配合的酌情取0.1~0.5。

其中$P\_{1}$、$P\_{2}$分别按公式（A.2.7-3）、公式（A.2.7-4）计算：

$P\_{1}=\frac{1}{1+\left(\frac{I\_{01}}{a}\right)^{b}}$ **…………………**(A.2.7-3)

$P=\frac{1}{1+\left(\frac{I\_{0}}{a}\right)^{b}}$$P\_{2}=\frac{1}{1+\left(\frac{I\_{02}}{a}\right)^{b}}$…………………(A.2.7-4)

式中：$I\_{01}$——直击雷耐受电流值，为雷直击变电站内建（构）筑物不造成该变电站设备损坏的雷电流最大值，可结合设备浪涌抗扰度和变电站结构计算得到；

 $I\_{02}$——感应雷耐受电流值，为雷击变电站邻近区域不造成该变电站设备损坏的雷电流最大值，可结合设备浪涌抗扰度和变电站结构计算得到；

$a$——变电站受雷击影响区域中值电流值，为在雷电定位系统数据库内查询的变电站受雷击影响区域的雷电流幅值概率为50%的电流值大小；

$b$——变电站受雷击影响区域变化指数，为在雷电定位系统数据库内查询的变电站受雷击影响区域雷电流幅值图函数中的变化指数。

**A.2.8** 雷击变电站进出线引起的损害概率$P\_{B}$

$P\_{B}$按照公式（A.2.8-1）计算：

$P\_{B}=P\_{3}P\_{SPD}$…………………………（A.2.8-1）

式中：$P\_{B}$——雷击变电站进出线引起的损害概率；

 $P\_{3}$——雷击变电站进出线造成设备损害概率。

其中$P\_{3}$按公式（A.15）计算：

$P\_{3}=\frac{1}{1+\left(\frac{I\_{03}}{a}\right)^{b}}$ **…………………………**(A.2.8-2)

式中：$I\_{03}$——侵入波耐受电流值，为雷击变电站进线线路不造成该变电站设备损坏的雷电流最大值，可结合设备浪涌抗扰度和变电站结构计算得到。

**本规程用词说明**

**1**　为便于在执行本规程条文时区别对待，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……规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

《电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验》GB/T 17626.5-2008

《低压电涌保护器（SPD）第1部分：低压配电系统的电涌保护器性能要求和试验方法》GB 18802.1-2011

《建筑物防雷装置检测技术规范》GB/T 21431-2015

《雷电防护第4部分：建筑物内电气和电子系统》GB/T 21714.4-2015

《雷电防护系统部件（LPSC）\_第2部分：导体和接地极的要求》GB/T 33588.2-2017

《建筑物防雷设计规范》GB 50057-2010

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343-2012

《电力通信系统防雷技术规程》CECS 341：2013

《接地装置安装》14D504

**中国工程建设标准化协会标准**

**变电站智能设备防雷技术导则**

T/CECS XXXX-20XX

**条文说明**

目 次

[1　总 则 （27](#_Toc11943224)）

[2　术 语 （28](#_Toc11943225)）

[3　站内防雷一般要求 （29](#_Toc11943226)）

[4　站内智能设备防雷要求 （30](#_Toc11943230)）

**1 总 则**

**1.0.1～1.0.3** 本标准的适用对象及适用范围：本标准针对电力行业变电站内智能设备的防雷技术要求，变电站本身的防雷需遵循其他标准的要求。

**2 术 语**

**2.0.1**  改写自GB/T 30155-2013，3.1.3智能组件。原文：

智能组件 intelligent component

智能高压设备的组成部分，由高压设备本体的测量、控制、监测、保护（非电量）、计量等全部或部分智能电子装置（IED）集合而成，通过电缆或光缆与高压设备本体的传感器或/和控制机构连接成一个有机整体，实现和/或支持对高压设备本体或部件的智能控制，并对其运行可靠性、控制可靠性及负载能力进行实施评估，支持电网的优化运行和高压设备的状态检修。通常运行于高压设备本体近旁。

**2.0.3** 雷电防护区（LPZ）的区域边界不一定是物理边界（如墙壁、地板和天花板等）。

**3　站内防雷一般要求**

本章是对变电站内建（构）筑物雷电防护的一般要求的简要描述，建（构）筑物的雷电防护除遵循本章要求，还应遵循其他标准规定。

**3.1.1** 对于重要的变电站或预算充裕时，可省去本步骤，直接按强雷区进行防雷设计。

**4　站内智能设备防雷要求**

本章内容规定的是智能设备在变电站建构筑物已做防雷措施的情况下的要求。变电站户外一次设备增设的诸如状态监测、遥控、诊断等多种类型的新型智能化组件，导致其从室内电磁脉冲衰减区转移到户外强电磁脉冲区而更容易遭受雷害侵袭，因此传统的防雷要求可能不能满足要求，因此需遵循本章规定内容提供防雷可靠性。