

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI 4—2018

通信基站隔离式雷电防护系统技术要求

Technical requirements of isolated lightning protection system for communication
base station

2018 - 07 - 17 发布

2018 - 08 - 01 实施

中国通信企业协会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统概述	3
4.1 系统结构	3
4.2 防护模式	3
4.3 系统要求	3
5 一般规定	4
5.1 工作环境要求	4
5.2 储存及运输条件	4
5.3 外观及结构	4
5.4 重量和外形尺寸	4
5.5 材质厚度	5
5.6 安装要求	5
5.7 电气安规	5
5.8 容量规格	6
6 泄放单元要求	6
6.1 基本要求	6
6.2 失效保护要求	6
6.3 各冲击电流下残压 U_{res}	6
7 隔离抑制器要求	6
7.1 电源隔离抑制器	6
7.2 接地隔离抑制器	7
7.3 电压降	7
8 电涌防护性能要求	7
8.1 最大可持续运行电压	7
8.2 最大通流残压	7
8.3 最大通流残流	7
8.4 负载侧电涌耐受能力	7
8.5 电涌安全性能要求	8
9 智能监测要求	8
9.1 环境条件	8
9.2 供电方式	8

T/CAICI 4—2018

9.3	时钟电池	8
9.4	校时功能	9
9.5	输出功能	9
9.6	数据监测和告警	9
9.7	数据存储功能	9
9.8	通信协议	9
10	环境适应性试验(可选项)	11
10.1	外壳防护等级	11
10.2	振动试验	11
10.3	高温试验	11
10.4	低温试验	11
10.5	交变湿热试验	11
11	检验规则	11
11.1	交收检验	11
11.2	型式检验	11
附录 A(资料性附录)	隔离式雷电防护技术要求	12
附录 B(资料性附录)	防护方案选择.....	14
附录 C(资料性附录)	通信基站接地系统.....	15
附录 D(资料性附录)	通用术语和定义.....	22

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则编写。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信企业协会提出并归口。

本标准主要起草单位：中国铁塔股份有限公司、深圳远征技术有限公司。

本标准参加起草单位：中国联合网络通信有限公司北京市分公司、中国联合网络通信有限公司广东省分公司、中国移动集团公司湖南有限公司、中国铁塔股份有限公司湖南分公司、深圳市雷博斯科技有限公司、北京邮电大学、重庆邮电大学、江苏省邮电规划设计院有限责任公司、江苏煌恒通信设备制造有限公司、北京梅泰诺通信技术股份有限公司、深圳市科锐技术有限公司、长沙飞波通信技术有限公司、深圳市中鹏电子有限公司、深圳市海鹏信电子股份有限公司、深圳市雄脉科技有限公司、成都标定科技有限责任公司、山东兆宇电子股份有限公司、广州雷盾通信科技有限公司、天元瑞信通信技术股份有限公司、广州曜卓通讯工程有限公司、山东纵深科技发展有限公司、北京桑尼科技有限责任公司、深圳新禾盛科技有限公司、广州市锋钛科技发展有限公司。

本标准主要起草人： 巩欣、高健、张庭炎、陈群、谭胜淋、赖世能、杨世忠、杜民、韩冠军、艾兴华、李玉昇、张宏恩、陈勇、马卫兵、蔡洁、曾中海、彭文星、刘元安、吴帆、范文浩、伍安春、孙健、汪清、卞相日、王硕、徐春明、洪铁民、舒正福、李向前、王克兵、舒宗安、李杰、冉先发、雷明慧、张明凡、余湘林、吴苏楼、杨锦鑫、林培川。

本标准首次发布。

引 言

根据 GB/T20003.1-2014《标准制定的特殊程序第 1 部分:涉及专利的标准》，本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到第 3.1、3.3、3.4、3.7、3.8、3.9、3.12、3.13、4.1、4.2、4.3、7.2.2、A.1、A.3、C.10 条内容与专利号为：ZL201210244544.3、ZL 201210277989.1、ZL 201310207188.2、ZL 201310207449.0、ZL 201810660465.8、ZL 201310211277.4、ZL201310296497.1相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人：深圳远征技术有限公司

地址：深圳市宝安区西乡街道桃花源科技创新园第三分园

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

通信基站隔离式雷电防护系统技术要求

1 范围

本标准规定了通信基站隔离式雷电防护系统的结构组成以及隔离式电源防护装置、隔离式接地装置（以下可统称为“防护装置”或简称为“装置”）的外观结构、电气性能、配置原则、应用场景等部分的要求。

本标准适用于通信基站隔离式雷电防护系统的设计、应用、施工、验收、使用及维护等，也可作为防护装置的采购依据，其它行业基站的隔离式雷电防护系统也可根据自身需求参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50057-2010 建筑物防雷设计规范

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

GB 50689-2011 通信局(站)防雷与接地工程设计规范

GB/T 21431-2015 建筑物防雷装置检测技术规范

GB 17464-2012 连接器件 电气铜导线 螺纹型和无螺纹型夹紧件的安全要求

YD/T 1235.1-2002 通信局(站) 低压配电系统用电涌保护器技术要求

YD/T 3007-2016 小型无线系统的防雷与接地技术要求

YD/T 1363.3-2014 通信局(站)电源、空调及环境集中监控管理系统 第3部分 前端智能设备协议

D500~D502 国家建筑标准设计图集 防雷与接地(上册)

Q/ZTT 1009-2014 通信基站防雷接地技术要求

ITU-T K.56 无线基站的雷电防护

IEC 61643.1-2005 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

3 术语和定义

3.1

隔离式雷电防护系统 Isolation lightning protection system

指在基站场景中，避免雷电入侵所采用的一种包含电源隔离、接地隔离、泄放单元和接地体的防护系统，其本质是通过隔离抑制器，降低进入基站设备系统的雷电冲击强度，同时通过泄放单元和接地体将雷电能量对地泄放，达到防护基站设备系统的效果。

3.2

隔离抑制器 Isolation suppressor device

指对雷电产生高阻抗，抑制雷电能量进入基站被保护设备的一种装置，隔离抑制器主要包括电源隔离抑制器和接地隔离抑制器。

3.3

电源隔离抑制器 Isolation suppressor devices for power

指一种串联在供电(交流或直流)线路中,对线路上的雷电产生高阻抗,抑制雷电能量向基站设备传播的一种装置。

3.4

接地隔离抑制器 Isolation suppressor devices for earthing

指一种串接在基站总接地排之前,分别隔离防雷接地与其他接地(包括工作接地、保护接地),抑制雷电能量向基站设备传播的一种装置。

3.5

泄放单元 Discharge unit

指一种并联在供电线路中,提供雷电能量泄放通道的一种装置,至少包含一种防雷元件。

3.6

磁饱和 Magnetic flux saturation

磁饱和是指电感磁性材料所通过的磁通量并非无限增大,电感磁饱和将导致电感器失去隔离作用。

3.7

隔离式电源防护装置 Isolated power supply protection device

指一种由电源隔离抑制器与两级泄放单元组成的组合式雷电保护装置,利用电源隔离抑制器与其前后安装的泄放单元进行协同工作,使沿基站供电回路入侵的雷电脉冲绝大部分沿第一级泄放单元泄放下地,确保进入被保护的设备的雷电脉冲(包括雷电流和雷电压)最小化。

3.8

隔离式接地装置 Isolated grouping earthing device

指一种由接地隔离抑制器与多种接地汇流排组成的组合式接地装置,接地装置在基站保护地和工作地上串入接地隔离抑制器,降低了入地雷电浪涌对接地的通信设备地电位反击;与隔离式电源保护装置一起使用,也可降低沿电源供电回路入侵的雷电脉冲在被保护设备上的对地压降。

3.9

隔离式防护装置 Isolated Protection device

隔离式电源防护装置和隔离式接地装置的统称,简称为装置。

3.10

最大通流残流 Isolated residual flow, I_{res}

雷电最大冲击电流 I_{max} 通过防护装置后,进入设备侧的电流峰值。

3.11

最大通流残压 Discharge residual voltage, U_{max}

雷电最大冲击电流 I_{max} 通过防护装置时,进入设备侧的电压峰值。

3.12

反击分流比 Current ratio

通过接地隔离抑制器进入基站设备地线中的雷电过电流，与通过基站接地系统的雷电过电流 I_n 、 I_{max} 分别的比值。

3.13

智能监测系统 Intelligent monitoring system

通过硬件和软件功能，实现对通信基站隔离式电源防护装置工作状态实时监测管理的系统。

4 系统概述

4.1 系统结构

隔离式雷电防护系统主要包含4个核心部分，分别是：电源隔离抑制器、接地隔离抑制器、泄放单元和接地体，系统结构如图1所示。

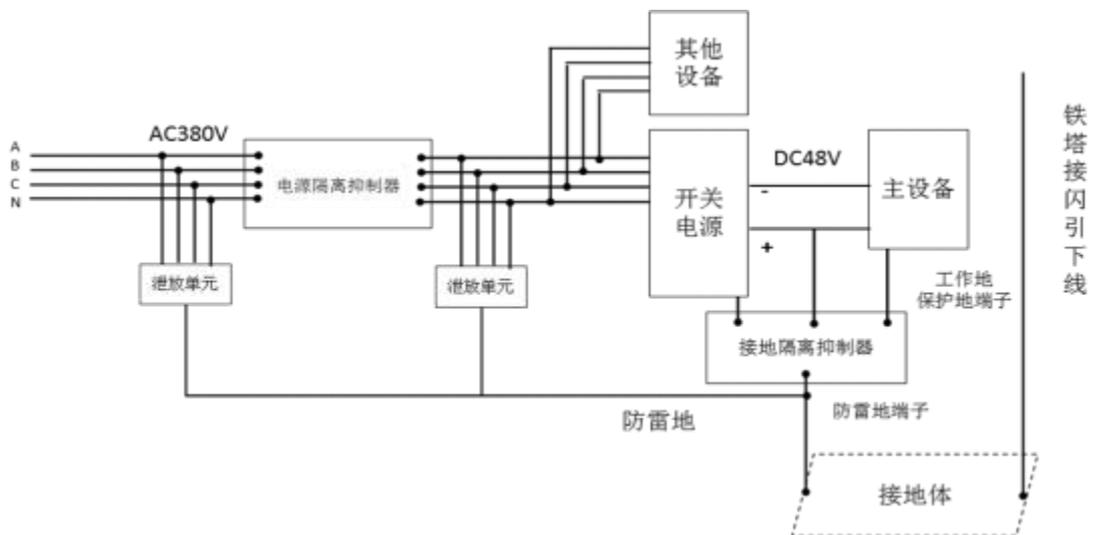


图1 隔离式雷电防护系统结构图

4.2 防护模式

4.2.1 供电线路防护

电源隔离抑制器抑制从基站供电线路入侵的雷电能量，并通过泄放单元泄放入地，在接地隔离抑制器的配合作用下，显著降低了被保护设备所承受的雷电残压和残流，从而保护了基站设备。

4.2.2 地网反击防护

隔离式接地装置中设置相应的防雷、工作和保护接地排，在其中的工作和保护地排上加装对雷电浪涌起抑制作用的接地隔离抑制器，有效抑制了雷电流入地引起地电位反击的雷电能量，降低了被保护设备所承受的雷电残压和残流，从而保护了基站设备。

4.3 系统要求

- a) 隔离式防雷与接地系统应满足 1kHz~500kHz 频段范围内雷电电流能量隔离防护的要求。

- b) 通过隔离抑制系统到达被保护设备端口的残余雷电能，其电压、电流值不应超过被保护设备正常工作允许范围。
- c) 条件允许的情况下，对隔离式防雷与接地系统的性能测试应在模拟实际工况条件下进行。
- d) 系统应具备易管理、易维护且不断电更换元器件等功能。
- e) 隔离式防雷和接地设备宜具备智能检测系统。

5 一般规定

5.1 工作环境要求

防护装置工作环境应符合表1要求。

表1 工作环境要求

序号	条件	具体要求
1	环境温度	室内型：-10℃~+45℃，室外型：-40℃~+60℃
2	相对湿度	5%~95%RH
3	大气压力	54kPa~101kPa（近似于海拔 5000m~0m）
4	工作环境	工作环境应无剧烈振动与冲击，无导电爆炸性尘埃，无明显的腐蚀性气体，并远离热源。

5.2 储存及运输条件

防护装置的储存及运输条件应符合表2要求。

表2 储存及运输条件

序号	条件	具体要求
1	环境温度	-40℃~+70℃
2	环境湿度	≤95% RH
3	振动	防护装置应能承受频率为(10~55) Hz、振幅为 0.35mm 的正弦波振动。

5.3 外观及结构

- a) 防护装置应结构稳定，漆面或镀层均匀牢固，无剥落、锈蚀及裂痕等不良现象。
- b) 防护装置应表面平整，所有铭牌、标记、文字符号应清晰、正确、整齐。铭牌应标明装置型号规格、供电容量、最大可持续工作电压、标称放电电流、最大放电电流、冲击残压水平、隔离残流水平等参数。
- c) 防护装置内部各部件结构设计应保证操作、运行、维修和检查时的安全可靠。
- d) 防护装置应能正面开门与维护，具有足够的维护操作空间，能方便地更换易损部件。
- e) 室内型装置壳体和外门应采用 1.2mm 及以上标称厚度的钢板，室外型装置宜采用铸铝密闭外壳，且应由 $\phi \geq 4\text{mm}$ 不锈钢内六角螺丝固定。

5.4 重量和外形尺寸

防护装置的重量和外形尺寸不宜大于表3规定。

表3 防护装置重量和外形尺寸要求

负载等级 P (kW)	装置最大重量 (kg)	装置最大外形尺寸 (W*D*H: mm)
P>25	18	560*400*180
15<P≤25	15	
10<P≤15	12	
5<P≤10	12	500*350*120
P≤5	10	400*350*200

注：要求安装在19英寸标准机柜中的装置宽度为483mm，两端安装孔中心距为465mm，每边至少有2个安装固定孔。

5.5 材质厚度

防护装置的机箱壳体厚度应不小于1.2mm。

5.6 安装要求

5.6.1 防护装置安装配件要求：

- a) 室内型装置应支持挂墙安装方式。
- b) 室外型装置应支持挂墙、抱杆两种安装方式。

5.6.2 防护装置安装配件的承重能力应不低于装置重量的 4 倍。

5.7 电气安规

5.7.1 防护装置的接线端子除应符合 GB 17464-2012 中的要求外，其连接导线的通流能力还应符合表 4 的要求。

表4 防护装置铜导线标称截面积和通流能力

额定负载电流 I_R (A)	最大放电电流 I_{max} (kA)	能被夹紧的铜导线标称截面积尺寸 (mm^2)
$I_R \leq 13$	10	2.5
$13 < I_R \leq 16$	20	2.5~4
$16 < I_R \leq 25$	20~40	4~6
$25 < I_R \leq 32$	40~80	6~10
$32 < I_R \leq 50$	80~100	10~16
$50 < I_R \leq 80$	100~120	16~25
$80 < I_R \leq 100$	≥ 120	25~35

注1：连接导线能力的截面积要求不能小于 I_R 要求的下限截面积，且符合最大放电电流的要求。
注2：对于额定负载电流小于或等于50A的防护装置，要求接线端子的结构能紧固实心导体以及硬性多股绞合导体，允许使用软导体和其他连接方式。

5.7.2 有金属底板的防护装置要求底板和装置壳体做电气连接，其他正常不带电体金属外壳、底座等必须接地，且通过专用端子连接。

5.7.3 防护装置内电气连接部分，应有绝缘防护或者隔离，不允许有金属接线端子裸露，防止操作、维修、检查时发生触电安全事故。

5.7.4 防护装置接线出口应加保护圈，宜采用阻燃橡胶圈密封。

5.7.5 防护装置内所有输入输出导线、绝缘封装壳体封装材料，都需要满足 V-0 阻燃等级要求。

5.8 容量规格

隔离式防护装置的供电容量及通流量规格应满足表5要求。

表5 防护装置供电容量及通流量规格

负载功率等级 P	交流电压制式	最大放电电流 I_{max}
$P > 25kW$	380V	120kA
$15kW < P \leq 25kW$	380V	120kA
$10kW < P \leq 15kW$	380V/220V	120kA
$5kW < P \leq 10kW$	380V/220V	80kA
$P \leq 5kW$	220V	80kA

注：根据不同区域的雷暴日环境，合理选择通流量规格。

6 泄放单元要求

6.1 基本要求

- 泄放单元必须满足表 5 中最大冲击电流的要求。
- 泄放单元应满足易管理、易维护、可在线更换等要求。

6.2 失效保护要求

泄放单元在故障或失效时，应具备可靠的分离保护能力，其前级不能采用普通微型断路器。

6.3 各冲击电流下残压 U_{res}

防护装置的通流量和残压水平对照表6。

表6 各冲击电流下残压 U_{res}

8/20 μ s 冲击电流	20kA	30kA	40kA	50kA	60kA	80kA	100kA	120kA
输出残压 (kV)	1.0kV	1.1kV	1.2kV	1.3kV	1.4kV	1.5kV	1.6kV	1.8kV

7 隔离抑制器要求

7.1 电源隔离抑制器

- 绝缘阻抗 $> 100M\Omega$ 。
- 抗电强度要求：在 3500V，漏电流 $< 3mA$ 时，1min 不产生绝缘击穿。

- c) 自身最大功耗应低于额定负载功率的 0.5%。
- d) 各类不同负载等级的电源隔离抑制器的带载温升应满足表 7 规定的要求。

表7 隔离抑制器温升要求

负载等级 P (kW)	交流电压制式	隔离器件温升 K(环境温度 25℃)
P>25	380V	<65
15<P≤25	380V	<55
10<P≤15	380V/220V	
5<P≤10	380V/220V	
P≤5	220V	

7.2 接地隔离抑制器

7.2.1 电气性能

- a) 绝缘阻抗>100MΩ。
- b) 抗电强度要求：在 3500V，漏电流小于 3mA 时，1min 不产生绝缘击穿。
- c) 各类不同负载等级的接地隔离抑制器的带载温升应满足表 7 规定的要求。

7.2.2 反击分流比

串接接地隔离抑制器后的反击分流比与未串接时的反击分流比之比应小于5%。

7.3 电压降

在隔离式防雷箱的L-N之间通过电阻性的额定负载电流 I_R 时，在稳定条件下，同时测量的输入端与输出端之间的电压降应<1%。

8 电涌防护性能要求

8.1 最大可持续运行电压

- a) 泄放单元在 L-N 之间的限压型器件，动作电压不得低于 $620V \pm 10\%$ ，最大可持续运行电压 U_c 不得小于 385Vac。
- b) 泄放单元在 N-PE 之间的开关型器件，点火电压不得低于 $600V \pm 20\%$ ，最大可持续运行电压 U_c 不得小于 255Vac。

8.2 最大通流残压

隔离式电源保护装置的最大通流残压 U_{res} 应符合表6中的值。

8.3 最大通流残流

隔离式电源保护装置的最大通流残流 I_{res} 应不大于1kA。

8.4 负载侧电涌耐受能力

隔离式电源防护装置的负载侧(即装置输出端)泄放单元应能耐受峰值电流为20kA的8/20μs冲击波形正、负极性各冲击5次。

8.5 电涌安全性能要求

8.5.1 电气间隙和爬电距离

隔离式电源防护装置的电气间隙和爬电距离应符合YD/T 1235.1-2002中6.4.1条相关要求。

8.5.2 保护接地

隔离式电源防护装置的保护接地应符合YD/T 1235.1-2002中6.4.3条相关要求。

8.5.3 着火危险性

隔离式电源防护装置的着火危险性试验应符合YD/T 1235.1-2002中6.4.4条相关要求。

8.5.4 高压 TOV

隔离式电源防护装置的高压TOV试验应符合GB 18802.1-2011中7.7.4条相关要求。

8.5.5 低压 TOV

隔离式电源防护装置的低压TOV试验应符合GB 18802.1-2011中7.7.6条相关要求。

8.5.6 热稳定性

隔离式电源防护装置的热稳定性试验应符合GB 18802.1-2011中7.7.2.2条相关要求。

9 智能监测要求

9.1 环境条件

智能监测系统应能在表7规定的环境条件中正常使用。

表8 智能监测系统环境条件

项目	环境条件
工作温度范围	室内型：-10℃~+45℃、室外型：-40℃~+60℃（液晶显示屏除外）
工作湿度范围	5%~95%RH
大气压力范围	54kPa ~101kPa（近似于海拔 5000m~0m）
存储温度	-40℃~70℃（液晶显示屏除外）
注：大气压力为70kPa以下时，用户与制造厂协商，制造厂可根据 GB/T 20626.1-2006 的要求进行设计、生产。	

9.2 供电方式

智能监测系统采用交流供电，具备三相取电功能，断电后内置电池待机工作时间不小于8小时。

9.3 时钟电池

采用具有温度补偿功能的内置硬件时钟电路，具有日历、计时和闰年自动切换功能。

时钟电池在监测系统寿命周期内无需更换，仅在断电后使用的情况下，断电后应维持内部时钟正确工作时间累计不少于5年。

雷电监测系统内的电池续航时间不得小于8小时。

雷电监测系统接通电源后，本机有完整的历史数据，时钟正常计时。

9.4 校时功能

支持广播校时，监控中心可通过RS485通信接口对监测系统进行远程校时。

9.5 输出功能

监测系统具备RS232或RS485输出接口，能输出全部监测和告警数据。

9.6 数据监测和告警

9.6.1 泄流单元监测

泄流单元监测功能应符合表8的要求。

表9 泄流单元监测要求

泄流单元	失效告警	劣化告警	告警本机显示
第一级泄放单元	√	√	√
第二级泄放单元	√	√	√
注：泄放单元的劣化监控报警可分为泄放单元的漏电流和泄放单元持续的高温进行监控报警。			

9.6.2 雷电监测

- 监测雷电强度数值、雷电发生时间和雷电次数等。
- 本机需具备雷电监测查询功能，且显示强度、时间和次数，方便雷击故障诊断和分析。
- 雷电强度数值误差±10%。

9.7 数据存储功能

- 具备实时数据存储功能。
- 各种历史数据存储数量≥50条。
- 数据存储应稳定、可靠，不能因错误操作、错误监控命令等原因丢失、缺损。
- 工作电源掉电后，各类历史数据与设定的参数应永久保存，不丢失。
- 历史电能数据和历史告警信息的存储采用先进先出的原则。

9.8 通信协议

9.8.1 存储记录

雷击数据和告警的存储记录应符合表10的要求。

表10 存储记录要求

项目	参数	备注
雷击数据记录	250条	若需要增大存储条数，可更换更大容量的存储器
告警记录	250条	

9.8.2 通信接口

通信接口应符合表11的要求。

表11 通信接口要求

项目	参数	备注
接口电气规格	RS485	
通信参数	9600bps,N,8,1	
通信协议	YD/T 1363.3-2014	

9.8.3 协议约定

通信协议按照YD/T 1363.3-2014中的相关规定，由于本设备不是标准设备，所以需要进行相关约定才能和主站通信。CID1使用扩展CID：0xD1，命令实现应符合表12的要求。

表12 命令实现

命令内容	CID1	CID2	实现	备注
获取模拟量化数据(浮点)	0xD1	0x41	×	
获取模拟量化数据(定点)	0xD1	0x42	√	
获取开关输入状态	0xD1	0x43	√	
获取告警状态	0xD1	0x44	√	
遥控	0xD1	0x45	√	
获取系统参数(浮点)	0xD1	0x46	×	无参数设定
获取系统参数(定点)	0xD1	0x47	×	
设定系统参数(浮点)	0xD1	0x48	×	
设定系统参数(定点)	0xD1	0x49	×	
获取历史数据(浮点)	0xD1	0x4A	×	
获取历史数据(定点)	0xD1	0x4B	√	含开关输入
获取历史告警	0xD1	0x4C	√	
获取监测模块时间	0xD1	0x4D	√	
设定监测模块时间	0xD1	0x4E	√	
获取通信协议版本	0xD1	0x4F	√	
获取设备地址	0xD1	0x50	√	
获取设备厂家信息	0xD1	0x51	√	

9.8.4 带返回数据的命令

- a) 获取模拟量化数据命令
获取模拟量化数据用于读取上次雷击电流数值、安全运行天数、6个模组温度等数据。
- b) 获取告警命令
获取告警命令用于获取6个模组失效状态。
- c) 获取状态
获取状态命令用于获取设备类型等状态。
- d) 遥控命令
遥控命令用于控制设备重启、恢复出厂等。

e) 获取历史数据记录(整形)命令

获取历史数据记录用于逐条读取雷击数据, 每条雷击记录包含如下内容: 雷击发生时间、雷电流数值、安全运行天数、6个模组状态等。

f) 获取历史告警命令

用于逐条读取历史告警记录, 每条告警记录包含如下内容: 告警时间、6个模组状态、SPD状态等。

10 环境适应性试验 (可选项)

10.1 外壳防护等级

室内型装置的外壳防护等级应不低于GB 4208-2008中IP31级别。

室外型装置的外壳防护等级应不低于GB 4208-2008中IP55级别。

10.2 振动试验

防护装置的振动试验应满足YD/T 1235.2-2002中6.6.1条相关要求。

10.3 高温试验

防护装置的高温试验应满足YD/T 1235.2-2002中6.6.2条相关要求。

10.4 低温试验

防护装置的高温试验应满足YD/T 1235.2-2002中6.6.3条相关要求。

10.5 交变湿热试验

防护装置的交变湿热试验应满足YD/T 1235.2-2002中6.6.4条相关要求。

11 检验规则

11.1 交收检验

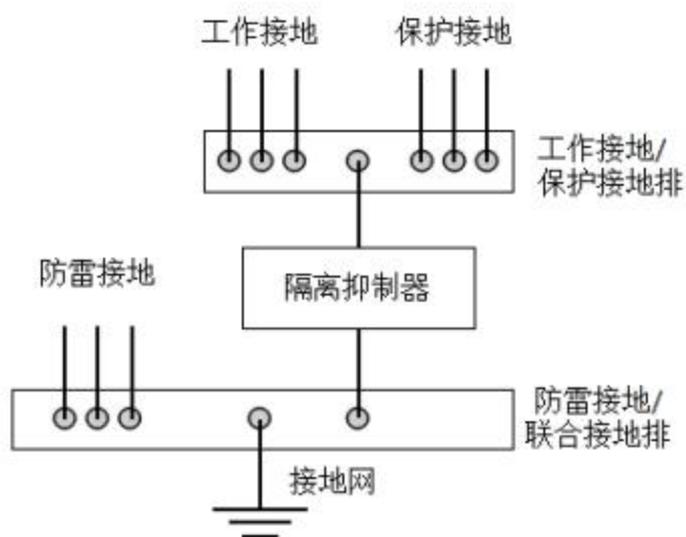
防护装置应符合YD/T 1235.2-2002中 7.1条相关要求。

11.2 型式检验

防护装置应符合YD/T 1235.2-2002中7.2条相关要求。

附录 A
(资料性附录)
隔离式雷电防护技术要求

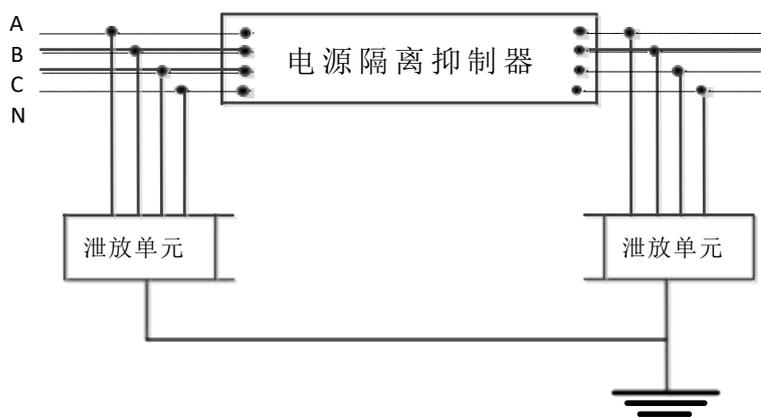
A.1 通信基站可采用隔离式接地的方法接入简易地网，隔离式接地中设置相应了防雷接地排、工作接地和保护接地排，其工作原理图见A.1。



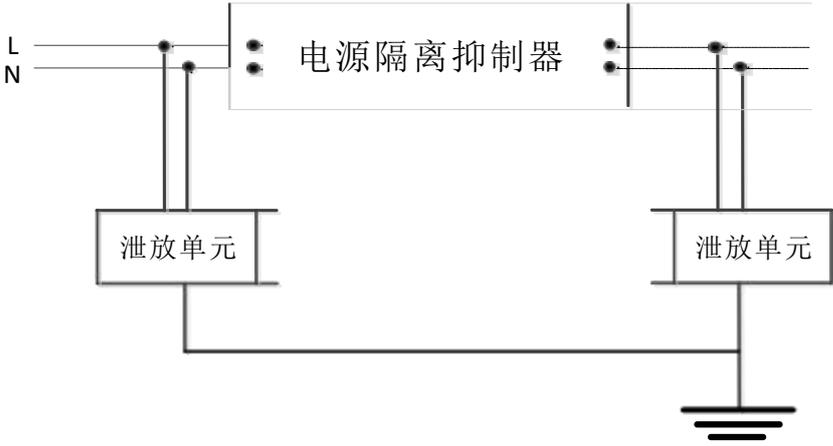
图A.1 隔离式接地接线示意图

A.2 隔离式电源防护装置和隔离式接地装置的相关技术指标应满足国家防雷与接地规范的要求。

A.3 隔离式三相交流防护、隔离式单相交流防护的工作原理分别见图A.2、A.3。



图A.2 隔离式三相交流防护原理



图A.3 隔离式单相交流防护原理

附 录 B
(资料性附录)
防护方案选择

泄放式雷电防护系统方案、隔离式雷电防护系统方案可满足不同场景的通信基站雷电防护要求。

其中泄放式雷电防护系统方案通常要求要有阻值很低的联合地网和泄放能力很强的多级SPD，而隔离式雷电防护系统方案可在对地网阻值不做限制要求的情况下，降低雷电流进入被保护系统的比例，提高雷电防护效果，因此应根据实际情况和投入产出比因地制宜进行合理选择。

两种雷电防护方案的选择可参考下列原则：

- a) 对于土壤条件好、基站功率 $>50\text{kW}$ 的新建通信基站，适合(宜)采用泄放式雷电防护方案；
- b) 对于土壤条件一般， 基站功率 $\leq 50\text{kW}$ 的中雷区或以上地区的新建基站， 适合(宜) 采用隔离式雷电防护方案；
- c) 对于需以常规接地方式改造地网特别困难的存量基站， 也适合(宜)采用隔离式雷电防护方案；
- d) 采用隔离式雷电防护方案的场景，接地电阻值可不作限制。

采用隔离式雷电防护方案时，通信基站的地网可直接采用所在建筑物以及铁塔的基础钢筋。若无可利用的基础钢筋时， 应建设简易地网。

附 录 C
(资料性附录)
通信基站接地系统

C.1 基站地网的组成

移动基站地网应由机房地网、铁塔地网或者由机房地网、铁塔地网和变压器地网组成联合地网。基站地网应充分利用机房建筑基础(含地桩)、铁塔基础内的主钢筋和地下其它金属设施作为接地体的一部分。当电力变压器设置在机房内时,应共用机房地网;当铁塔建于机房屋顶时,铁塔地网与机房地网合为一个地网。

C.2 机房地网的组成

机房地网由机房基础接地体(含地桩)和外围环形接地体组成。环形接地体应沿机房建筑物散水点外敷设(与机房外墙之间的水平距离宜为1米),并与机房基础接地体横竖梁内两根以上主钢筋焊接连通。机房基础接地体有地桩时,应将地桩主钢筋与环形接地体焊接连通。

C.3 铁塔地网组成

C.3.1 角钢塔

铁塔地网应采用40mm×4mm的热镀锌扁钢,将铁塔四个塔脚地基内的金属构件焊接连通,铁塔地网的网格尺寸不应大于3×3米。铁塔地网的环形接地体宜沿铁塔外围水平距离1米处铺设。

C.3.2 通信管塔(或杆塔)

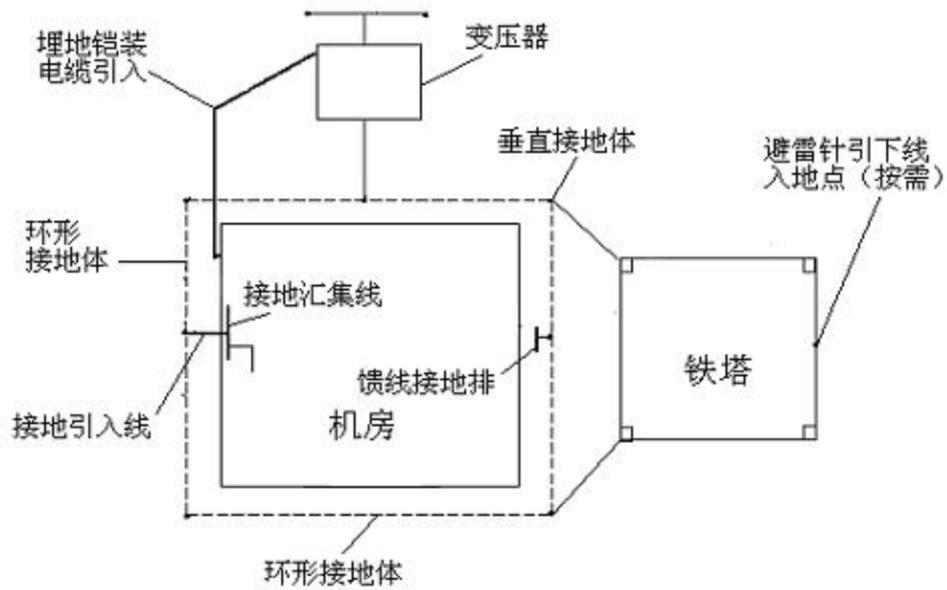
通信管塔(或杆塔,下同)地网应围绕管塔3米远范围设置封闭环形(矩形)接地体,并与通信管塔地基钢板四角焊接连通;管塔地网的环形接地体宜沿管塔外围水平距离1米处铺设。

C.4 变压器地网的组成

当电力变压器设置在机房外,且距机房地网边缘30米以内时,变压器地网与机房地网或铁塔地网之间,应每隔3-5米相互焊接连通一次(至少有两处连通),以组成一个周边封闭的地网。

C.5 基站地网形式

应将机房(含一体化站房)、落地塔(包括角钢塔和钢管塔)、变压器地网相互连通组成一个共用地网。若落地塔设有避雷针独立引下线时,其引下线应接至落地塔地网或环形接地装置远离机房一侧。机房内的接地引入线应接至机房环形接地体(或环形接地装置)远离落地塔的一侧。铁塔建在机房旁的地网示意图见图C.1。



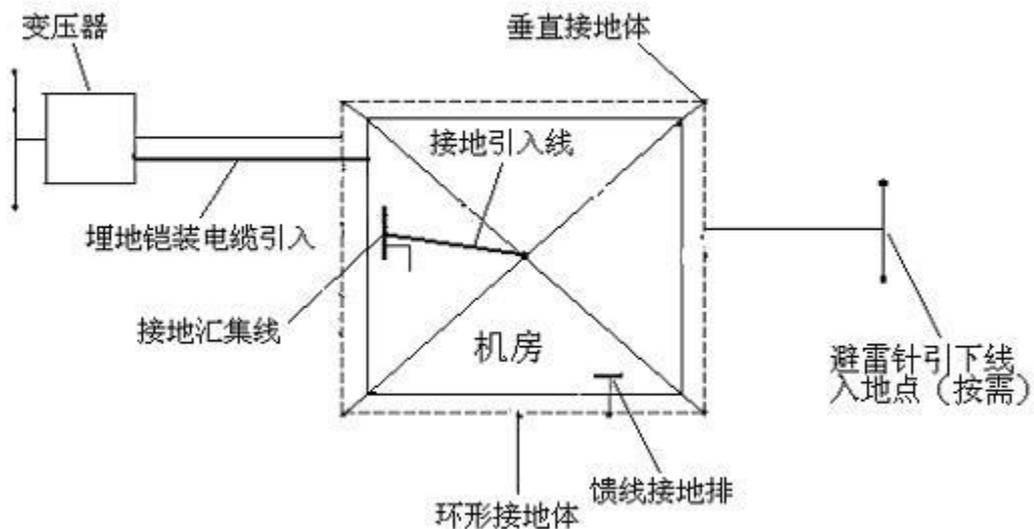
图C.1 铁塔建在机房旁的地网示意图

C.6 铁塔建在机房上的地网

当铁塔设在基站屋顶时，应利用建筑物四根立柱内的钢筋作为雷电流引下线。地网除利用建筑物基础接地体外，还应环绕机房设置环形接地体共同组成。若铁塔上设有避雷针引下线时，该引下线应接至专设的避雷针接地体，避雷针接地体宜设在机房某侧环形接地体(或环形接地装置)向外延伸约10米远处。

在方形机房的两对角线上设置水平接地体，并在两水平接地体相交处设垂直接地体，两水平接地体与垂直接地体焊接连通，该处作为机房内接地引入线在地网上的引接点。

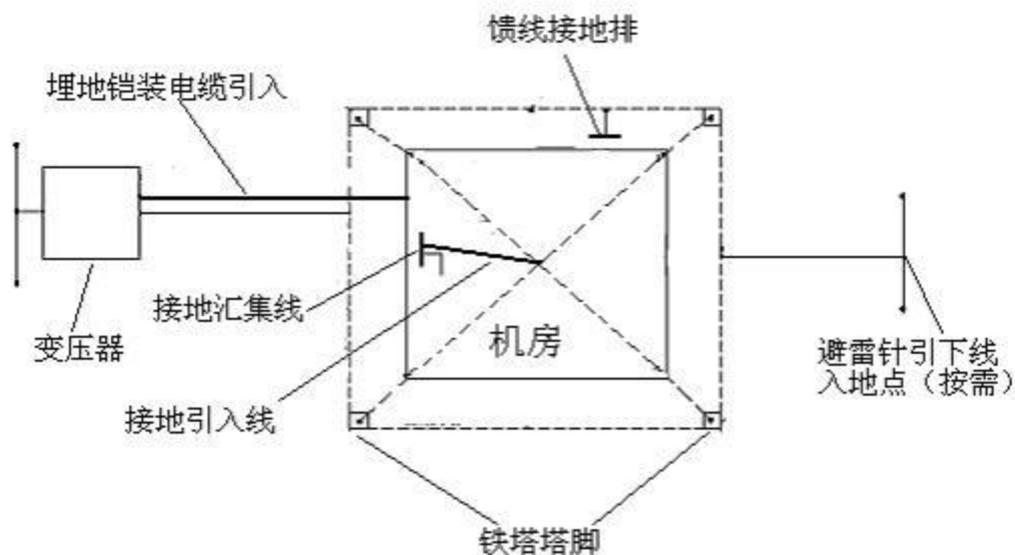
馈窗接地汇流排的接地引入线应就近接至机房环形接地体上。铁塔建在机房上的地网示意图见图C.2。



图C.2 铁塔建在机房上的地网示意图

C.7 铁塔四角包含机房的地网

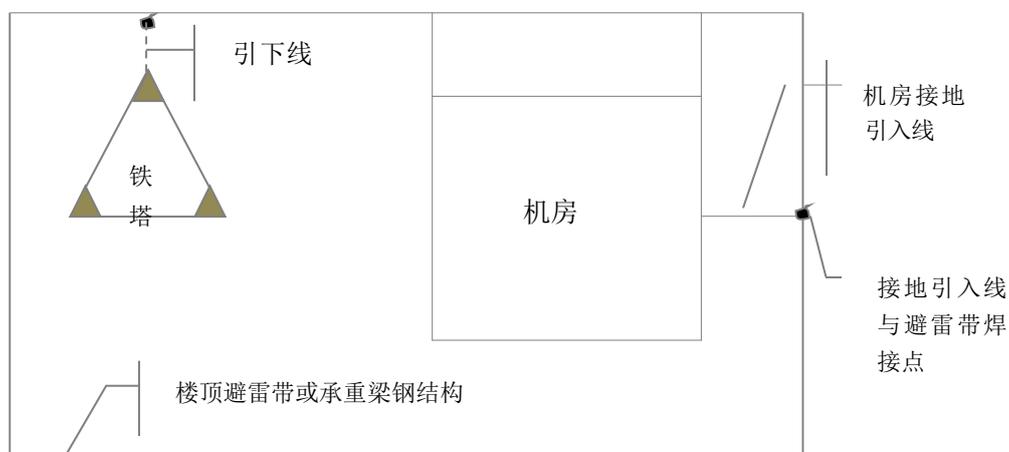
铁塔四角包含机房是指基站机房建在铁塔四角塔脚之内，机房通常采用框架结构建筑。机房的基础接地体和铁塔地网应就近互连，并在铁塔四角外设环形接地体，三者共同组成共用地网。铁塔四角包含机房时典型地网的设计见图C.3。



图C.3 铁塔四角包含机房的地网示意图

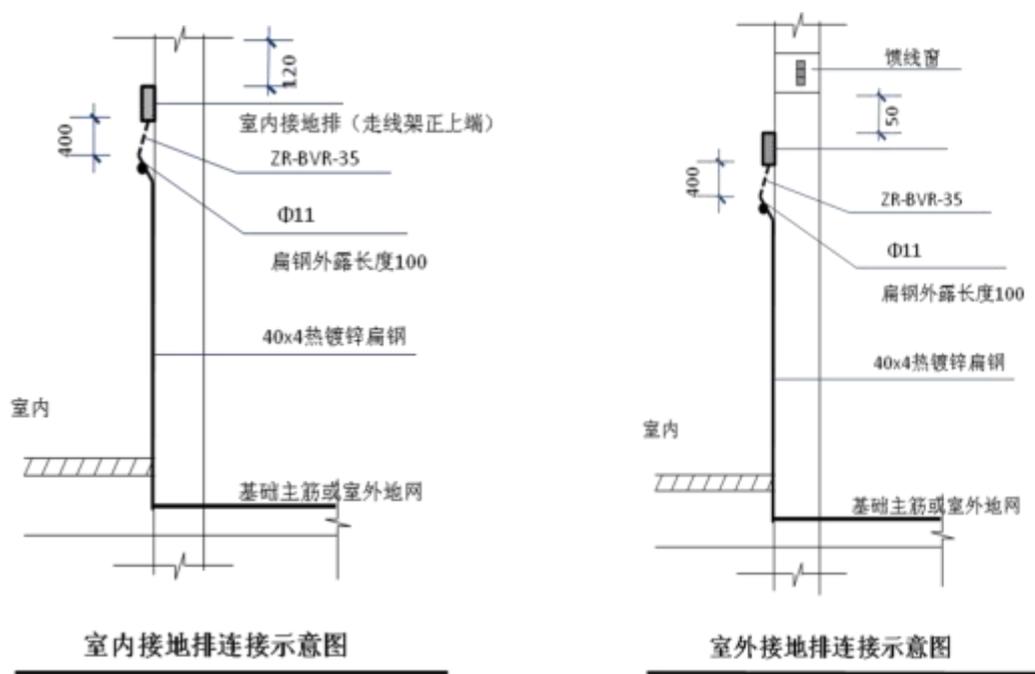
C.8 铁塔或抱杆楼顶站

利用原有建筑物地网与楼顶避雷网（带）、承重梁钢结构连接作为机房地网，不需要重新制作机房地网，见图C.4。



图C.4 铁塔或抱杆楼顶站地网连接图

地网宜在不同方向上至少设2个测试点，以便于测量，并有明显的测试点标志。
接地引入线与接地汇集排的设置图C.5。



图C.5 接地引入线与接地汇集排的设置图

C.9 机房接地连接

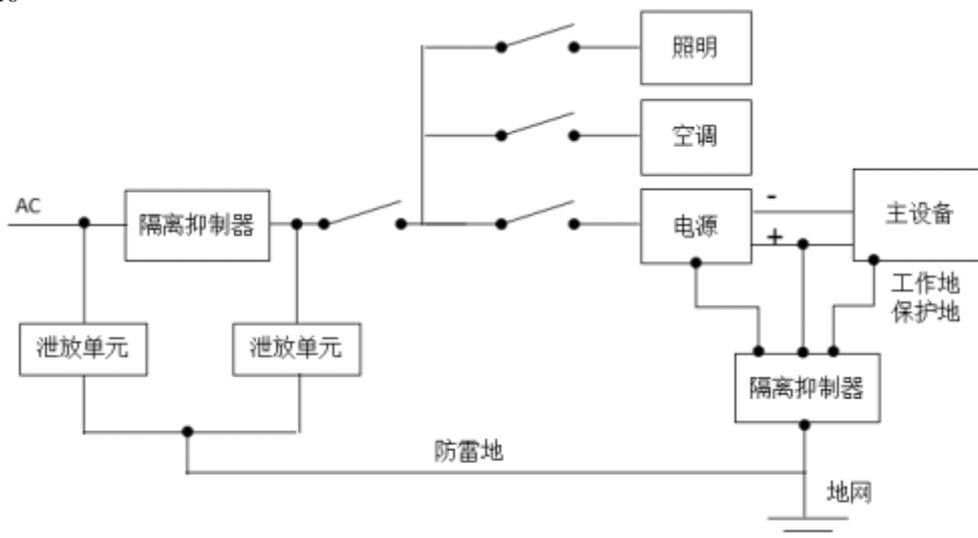
交流端口电气连接

新建基站的交流端口电气连接，采用全防护模式，要求防护机房内所有设备，包括电源、空调、照明等，即机房负载总开关安装在交流防护设备之后。

连接铜导线标称截面积依据(表：铜导线标称截面积和最大通流量)中的铜线截面积要求。存量基站改造宜采用新建基站交流端口电气连接方式。

设备进出接线需安装不易拆卸、掉落的接线标签，字体清晰，不易擦除，方便维护。

交流端口电气连接方式如图C.6所示。



图C.6 交流端口电气连接方式

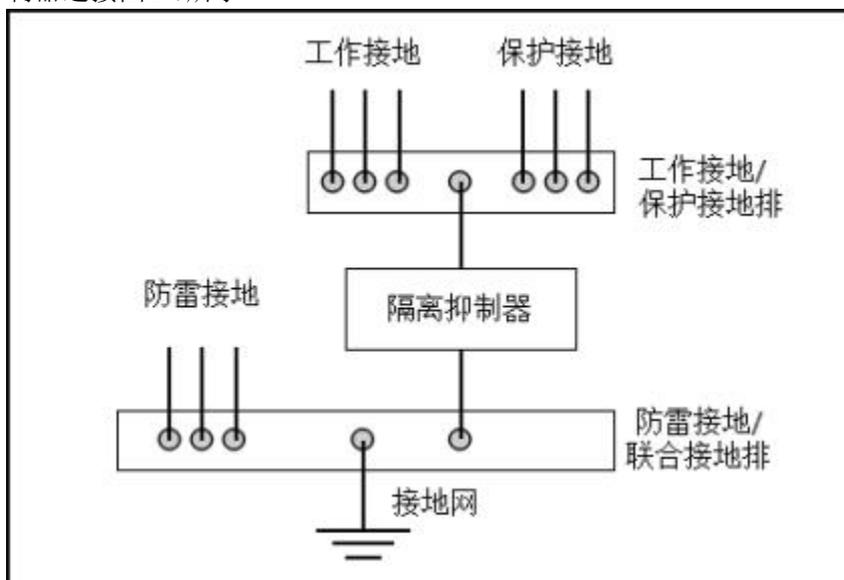
C.10 接地系统连接

接地隔离抑制器连接

隔离接地防护设备应内置有接地型隔离抑制器、联合接地/防雷接地排、保护接地排/工作接地排。各接地排接线端子的数量和容量应满足机房的接地要求。

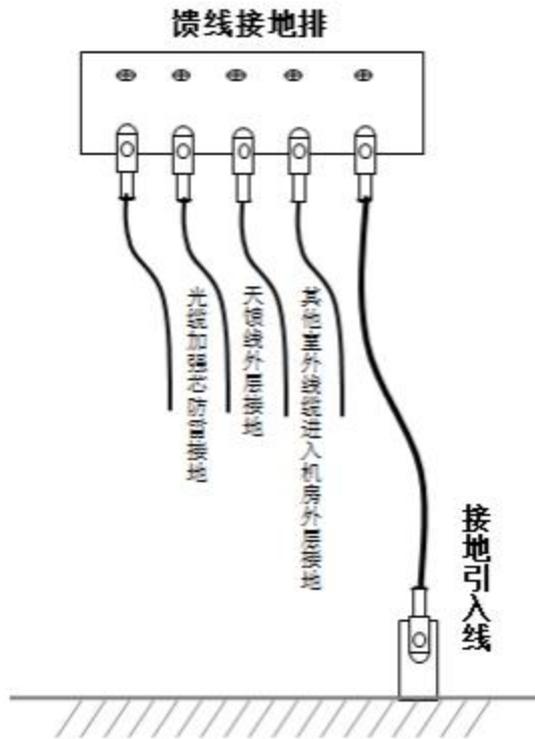
通信基站机房内的所有接地线应按接地性质，分别连接至接地型隔离抑制器，各类接地线严禁混接。设备进出接线需安装不易拆卸、掉落的接线标签，字体清晰，不易擦除，方便维护。

接地型隔离抑制器连接图C.7所示。



图C.7 接地型隔离抑制器连接

馈线接地排连接接地线如图C.8所示。



图C.8 馈线接地排连接接地线

C.11 接地体

接地体埋深(接地体上端距地面的距离)宜不小于0.7米。在严寒地区,接地体应埋设在冻土层以下。在土壤较薄的石山或碎石多岩地区可根据具体情况决定接地体埋深,在雨水冲刷下接地体不应暴露于地表。

垂直接地体宜采用长度不小于2.5米(特殊情况下可根据埋设地网的土质及地理情况决定垂直接地体的长度)的热镀锌钢材,垂直接地体间距为垂直接地体长度的1-2倍,具体数量可以根据地网大小、地理环境情况来确定,地网四角的连接处应埋设垂直接地体。

在土壤电阻率高的地区,地网的接地电阻值难以满足要求时,可设置辐射型接地体。

水平接地体应采用热镀锌扁钢,其截面积不小于 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 。

垂直接地体应采用截面积不小于 $50\text{mm}\times 50\text{mm}\times 5\text{mm}$ 热镀锌角钢、或直径不小于 50mm 、壁厚不小于 3.5mm 的热镀锌钢管。

C.12 接地引入线

接地引入线应作防腐蚀处理。

接地引入线宜采用 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 或 $50\text{mm}\times 5\text{mm}$ 热镀锌扁钢或截面积不小于 35mm^2 的多股铜线,且长度不宜超过30米。

接地引入线不宜与暖气管同沟布放,埋设时应避开污水管道和水沟,且其出土部位应有防机械损伤的保护措施和绝缘防腐处理。

接地引入线应避免从利用建筑物钢筋作为雷电引下线的柱子附近引入。当需利用建筑物楼柱钢筋引入时,应选取建筑物内墙的全程连通的钢筋。

接地引入线与地网的连接点还应避开避雷针、避雷带引下线及或铁塔塔脚，其间距应大于5米，条件允许时，宜取10-15米。

C.13 接地汇流排

机房内宜采用环形接地汇集线。总接地汇流排应通过接地引入线与地网的环形接地体单点连接。总接地汇流排应设在配电箱和第一级电源SPD附近以便于供交流配电箱、埋地电力电缆金属铠装层或钢管以及第一级电源SPD的接地。

总接地汇流排宜采用排状，并在机架上方走线架高度附近挂墙绝缘安装，材料为铜材。其规格应不小于 $400\text{mm}\times 100\text{mm}\times 5\text{mm}$ 。接地汇集线为设备与总接地汇流排相连时的过渡母线或母排，可按需设置。接地汇集线的安装位置应选择和设备密集的区域，以方便各设备的就近接地。接地汇流排宜采用截面积不小于 $100\text{mm}\times 5\text{mm}$ 的铜排，并用截面积不小于 35mm^2 的多股铜导线与总接地汇流排直接连接。

为便于馈线等在机房入口处的接地，应在机房入口处设置馈窗接地汇流排。馈窗接地汇流排应通过 $40\text{mm}\times 4\text{mm}$ 的热镀锌扁钢或截面积不小于 35mm^2 的多股铜导线就近与机房地网直接连接。馈窗接地汇流排和总接地汇流排在地网上的引接点，应根据实际情况，尽量相隔一定的距离(一般情况下宜不小于5米)。

出于防盗等的需要，馈窗接地汇流排也可以设置在馈窗口的室内侧，但必须确保馈窗接地汇流排与包括走线架在内的其它金属体和墙体绝缘，馈窗接地汇流排与地网的连接方式同上。

C.14 设备接地线

基站内的各类接地线的截面积，应根据最大故障电流和机械强度选择。

一般设备(机架)的接地线，应使用截面积不小于 16mm^2 的多股铜线。

光缆金属体的接地、光传输机架设备或子架的接地线，应使用截面积不小于 10mm^2 的多股铜线。

环境监控系统、数据采集器、光端机、BBU等小型设备的接地线，当单独安装时，应采用截面积不小于 4mm^2 多股铜线。当安装在开放式机架内时，应采用截面积不小于 2.5mm^2 的多股铜线连接到本机架的接地汇集线，然后用 16mm^2 的多股铜线将机架接地汇集线连接到室内总接地汇流排。

严禁在接地线中加装开关或熔断器。

接地线布放时应尽量短直，多余的线缆应截断，严禁盘绕。

接地线两端的连接点应确保电气接触良好。

由接地汇集线引出的接地线应设明显标志。

附 录 D
(资料性附录)
通用术语和定义

D. 1

雷暴日 Thunderstorm day

一天中可听到一次以上的雷声则称为一个雷暴日。

D. 2

雷电活动区 Keraunic Zones

根据年平均雷暴日的多少，雷电活动区分为少雷区、中雷区、多雷区和强雷区。

少雷区为一年平均雷暴日数不超过25的地区；

中雷区为一年平均雷暴日数在26~40以内的地区；

多雷区为一年平均雷暴日数在41~90以内的地区；

强雷区为一年平均雷暴日数超过90的地区。

D. 3

雷击风险评估 Evaluation of lightning strike risk

根据雷击的各种因素，综合评估因雷击大地导致局(站)损害程度确定防护等级、类别的一种方法。

D. 4

直击雷 Direct lightning flash

直接击在建筑物或防雷装置上的闪电。

D. 5

直击雷保护 Direct lightning flash protection

防止雷闪直接击在建筑物、构筑物、电气网络或电气装置上的措施。

因雷电放电，在系统端口上出现的瞬态过电压。

D. 6

地 Earth, Ground

大地或代替大地的某种较大导体。

D. 7

接地 Earthing

将导体连接到“地”，使之具有近似大地(或代替大地的导体)的电位，可以使地电流流入或流出大地(或代替大地的导体)。

D. 8

接地系统 Earthing system

系统、装置和设备的接地所包含的所有电气连接和器件，包括埋在地中的接地体、接地线、与接地体相连的电缆屏蔽层、及与接地体相连的设备外壳或裸露金属部分、建筑物钢筋、构架在内的复杂系统。

D. 9

综合防雷系统 Synthetic lightning protection system

外部和内容雷电防护系统的总称。外部防雷由接闪器、引下线 and 接地装置组成用于直击雷的防护。内部防雷由等电位连接、共用接地装置、屏蔽、合理布线、隔离抑制器及浪涌保护器等组成，用于减小和防止雷电流在需防护空间内所产生的电磁效应。

D. 10

外部防雷装置 External lightning protection system

由接闪器、引下线和接地装置组成，主要用于防直击雷的防护装置。

D. 11

内部防雷设施 Internal lightning protection facility

由等电位连接系统、接地系统、屏蔽系统、浪涌保护器、隔离抑制器等组成，主要用于减少和防止雷电流产生的电磁危害。

D. 12

接闪器 Air-terminal system

直接接受雷击的避雷针、避雷带(线)、避雷网。

D. 13

引下线 Down-conductor system

连接接闪器与接地装置的金属导体。

D. 14

接地体 Earth electrode

为达到与地连接的目的，一根或一组与土壤(大地) 密切接触并提供与土壤(大地) 之间的电气连接的导体。

D. 15

地网 Earth grid

由埋在地中的互相连接的裸导体构成的一组接地体，用以为电气设备或金属结构提供共同的地。

D. 16

接地引入线 Earthing connection

接地体与总接地汇集排之间相连的连接线称为接地引入线。

D. 17

接地装置 Earth-termination system

接地引入线和接地体的总和。

D. 18

基础接地体 Foundation earth electrode

建筑物基础中地下混凝土结构中的接地金属构件和预埋的接地体。

D. 19

等电位连接 Equipotential bonding

将分开的装置、诸导电物体用等电位连接导体或隔离抑制器连接起来以减小雷电流在它们之间产生的电位差。

D. 20

接地汇集线 Earthing bus bar

用于连接各类接地线的条状母排，或线形或环形母线。

D. 21

总接地汇流排 Main earthing terminal, MET

用于将各类接地线连接到接地装置的接地汇流排，是系统的第一级接地汇流排。

D. 22

馈窗接地汇流排 Feeder window earthing terminal

设置在馈窗口附近，用于入户馈线等接地的接地汇流排。

D. 23

土壤电阻率 Earth resistivity

表征土壤导电性能的参数，它的值等于单位立方体土壤相对两面间的电阻，常用单位是 $\Omega\cdot\text{m}$ 。

D. 24

工频接地电阻 Power frequency earth resistance

工频电流流过接地装置时，接地体与远方大地之间的电阻。其数值等于接地装置相对远方大地的电压与通过接地体流入地中电流的比值。

D. 25

联合接地 Common earthing

将通信基站各类通信设备不同的接地方式，包括通信设备的工作接地、保护接地、屏蔽体接地、防静电接地、信息设备逻辑地等和建筑物金属构件及各部分防雷装置、防雷器的保护接地连接在一起，并与建筑物防雷接地共同合用建筑物的基础接地体及外设接地系统的接地方式。

D. 26

标称导通电压 Nominal start-up voltage

在施加恒定1mA直流电流情况下，氧化锌压敏电阻的启动电压。

D. 27

标称放电电流 Nominal discharge current, I_n

表明泄放单元通流能力的指标，对应于8/20 μ s模拟雷电波的冲击电流。

D. 28

最大放电电流(最大通流容量) Maximum discharge current, I_{max}

泄放单元不发生实质性破坏，每线(或模块)能通过规定次数、8/20 μ s模拟雷电波的最大电流峰值。最大放电电流(最大通流容量)一般大于标称放电电流的2.5倍。

D. 29

冲击电流波形 8/20 μ s Impulse current waveform

规定的波头时间为T1为8 μ s，半值时间T2为20 μ s冲击电流。

D. 30

保护模式 Modes of protection

用于描述配电线路中泄放单元SPD保护功能的配置情况。

在交流配电系统中分为相线与相线(L-L)、相线与地线(L-PE)、相线与中性线(L-N)、中性线与地线(N-PE)之间等四种保护模式。

D. 31

第 I 类试验用冲击电流 Impulse current for class I test, I_{imp}

用于划分进行第I类试验的泄放单元的等级。其波形一般由电流峰值和电荷量来确定。它用于第I类试验的动作负载试验。

本标准中为明确起见， I_{imp} 通过10/350 μ s电流波形和峰值peak来表征。

D. 32

混合波 Combination wave

用于划分进行第III类试验的泄放单元的等级，其波形由具有下列标准输出特性的混合波发生器产生。它用于第III类试验的负载动作试验。

在本标准中，混合波发生器的标准输出特性被规定为：当输出开路时，其端电压 U_{oc} 的波形为1.2/50 μ s电压脉冲；当输出短路时，其输出回路电流I的波形为8/20 μ s，幅值为0.5 U_{oc} ，即规定混合波发生器的虚拟阻抗 $Z_f=2\Omega$ 。

T/CAICI 4—2018

施加到泄放单元上的电压或电流的实际幅值及波形，除与混合波发生器的虚拟阻抗有关外，还与泄放单元本身的阻抗有关。

开路电压 U_o 。和短路电流的最大值分别为20kV和10kA。超过该值时应进行第II类试验。

D. 33

冲击试验分类 Impulse test classification

第 I 类试验 class I tests

由标称放电电流 I_f 试验、1.2/50 μ s冲击电压试验和10/350 μ s冲击电流 I_{imp} 试验组成。

第 II 类试验 class II tests

由标称放电试验、1.2/50 μ s冲击电压试验和8/20 μ s最大放电电流 I_{max} 试验组成。

第 III 类试验 class III tests

采用组合波UO进行的试验。

D. 34

暂时过电压 Temporary overvoltage , U_r

具有一定幅值，并能持续相对长时间的工频过电压。

D. 35

分离装置(脱扣装置) SPD disconnecter

当泄放单元损坏时，使其与配电系统断开的一种装置。

D. 36

动作负载试验 Operating duty test

按照所规定的试验程序和条件，在规定幅值的电源电压下向泄放单元施加规定次数和幅值的冲击电流，以考核泄放单元在实际运行条件下浪涌耐受能力的一种试验。

D. 37

热稳定性 Thermal stability

描述泄放单元在动作负载试验时引起温度上升后，在规定的持续运行电压和规定的环境条件下，SPD温度随时间而下降的情况。