



您好！欢迎来到中国质量协会—防雷电分会网！

今天是：

中国质量协会防雷电分会

首页>>技术交流>>相关文章

学会简介 学会章程

组织机构 联系我们

常务理事单位

中国移动

中国电信

中国铁路

中国人民银行

华为技术有限公司

艾默生网络能源有限公司

ABB（中国）有限公司

|| MORE



## 移动基站供电系统防雷的主要问题

中国联通福建分公司 陈晓昌

[ 摘要 ] 依据相关标准，结合实际经验，论述了当前存在于移动基站供电系统防雷中的主要问题。

关键词： 移动基站 供电系统 防雷 接地 电涌保护器

### 1 前言

移动基站供电系统一般由配电变压器、低压交流供电线路、进户配电箱、交流稳压器、交流分配电箱、通信开关电源、联合接地网等组成，因其所处工作环境的特殊性，容易遭到雷电、电涌或其它过电压的损害。信息产业部邮电设计院（现中讯邮电咨询设计院）曾对全国十几个省市通信局（站）遭雷击情况进行过调查统计，发现雷击造成通信设备损坏事故的 75% 左右是因雷电过电压侵入移动基站供电系统而引起的。作为通信系统的“心脏”，移动基站供电系统的损坏将对其它通信设备的正常运行构成威胁，若得不到及时有效的维护，很容易引发通信中断等不可接受的二次事故。

因此，做好移动基站供电系统的雷电防护，对于遏制移动基站雷击事故具有重要意义，它也是移动运营商、设备供应商和电信设计与施工单位等多方共同关注的问题之一，成为近年来国内通信防护研究的重点。本文将对目前这方面比较突出的一些工程技术问题如专用配电变压器的保护、第一级电涌保护器的特点及选择、供电设备防雷要求等进行简要论述。

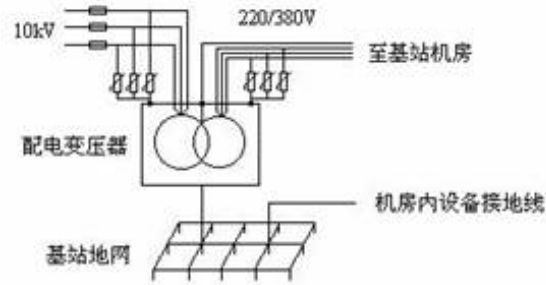
### 2 专用配电变压器的保护

部分移动基站设有专用的 配电变压器。为了防止高电位引入，根据通信行业规范的要求，配电变压器 不宜与通信设备安装在同一建筑物内。若要安装在同一建筑物内，则要求配电变压器的高压引入导线应是金属铠装电缆，并且需要埋地引入，其埋地长度应不小于 200 米，铠装层的两端应就近接地。另外，规范还对在高压电线终端杆和铠装电缆的转接处的防雷措施做出了具体规定。

从实际情况看，由于管理体制的问题，移动基站的电力高压线难以满足铠装电缆转接和 200 米埋地引入的要求，一般都是架空到移动基站，专用配电变压器也主要采取户外露天柱上安装方式。这时，基站配电变压器的防雷与接地保护需特别注意 3 点（如图 1 所示）：

- 在高压侧安装氧化锌避雷器的同时，在低压侧也应按规定安装符合要求的氧化锌避雷器；
- 高、低压侧避雷器的接地端子，低压侧中性点，以及配电变压器外壳必须就近短接后再集中接至地网。一定不能将高、低压侧避雷器直接接至地网；

- 高压侧避雷器应安装在跌落式熔断器的负荷侧。



## 2 低压交流供电线路的敷设

按规范要求，低压电力线应埋地引入，并且埋地长度应不小于 15 米，在高土壤电阻率地区还要适当增加，有效长度可取为  $2\sqrt{\rho}$ （ $\rho$  为基站土壤电阻率）。

当低压电力线埋地确有困难，需要架空引入基站时，应同时在低压电力线入户处安装更高冲击通流量的基站电源第一级电涌保护器，对于处在 中雷区以上的基站应不小于 100kA 。

航空障碍灯、彩灯等设备的电源线，应采用有金属外皮的电缆，横向布设时金属外皮每隔 5-10 米接地一次，上下走向时金属外皮至少应在两端就近接地。

## 3 两类第一级电涌保护器——限压型 SPD 与电压开关型 SPD

SPD 是电涌保护器（ Surge Protective Device ）的简写，它是通过抑制瞬态过电压以及旁路电涌电流来保护设备的一种装置，须包含至少一个非线性元件。 SPD 常被分为三大类：限压型 SPD 、电压开关型 SPD 和组合型 SPD 。

SPD 的动作特性有两种，一种被称作限压型，其特征是：在无电涌时呈高阻态，但随着电涌的增大，其阻抗不断降低。具有限压特性的 SPD 包括：①完全由限压型元器件，如压敏电阻（ MOV ）、瞬变抑制管（ TVS ）等构成的限压型 SPD ；②具有限压特性的组合型 SPD 。

SPD 动作特性的另外一种电压开关型，其特征是：在无电涌时呈高阻态，但对电涌响应时，其阻抗突变为低阻值。具有电压开关特性的 SPD 包括：①完全由电压开关型元器件，如雷击电涌保护器、雷击电流放电器、气体放电管（ GDT ）、晶闸管（ TSS ）、火花间隙等构成的电压开关型 SPD ；②具有电压开关特性的组合型 SPD 。

在移动基站供电系统中，常用的 SPD 是限压型的压敏电阻，开关型的火花间隙、雷击电涌保护器（或雷击电流放电器，下同）也有少量使用。近年来围绕 SPD 的选用问题，主要是在压敏电阻和雷击电涌保护器的选取问题上一直存在争议。其实，压敏电阻和雷击电涌保护器在性能、功能和适用环境等方面都各有特点。

雷击电涌保护器的突出优点是冲击通流量大。由于导通后端压降主要是电弧压降，通常在 200V 以内，故可以承受长波冲击，如幅值较高的 10/350  $\mu$ s 冲击电流波形试验。但是，雷击电涌保护器也存在一些固有缺陷：



①存在续流遮断问题。虽然不少厂家宣称进行了改进，但实际应用表明还是比较容易失火，这也是雷击电涌保护器本身特点所决定的；

②动作时  $di/dt$  及  $du/dt$  值都很大，这对半导体元器件的影响特别明显；

③无法劣化指示；

④无法实现损坏告警、故障遥信功能。目前可以实现的仅限于通过 LED 来指示其辅助电路的工作状态，并不反映雷击电涌保护器本身的劣化、损坏情况。

雷击电涌保护器的续流问题限制了它在相线间及相线对中线间的应用，严格来讲，雷击电涌保护器只有接在运行质量稳定可靠的 TT 供电系统的中线对地线间才是本质安全的，这一点在通信行业标准 YD/T 1235.1-2002 和 YD/T 1235.2-2002 中均有明确规定。此外，雷击电涌保护器目前还无法实现损坏告警、故障遥信功能，这使得它在几乎全部是无人值守的移动基站中得不到有效应用。

与电压开关特性 SPD 不同的是，压敏电阻的伏安特性是连续和递增的，因此它不存在续流遮断问题，其  $di/dt$  及  $du/dt$  值也小得多，此外基于压敏电阻的 SPD 一般都可以实现劣化指示和故障遥信告警功能。压敏电阻的美中不足是其泄流本领相对较弱，但是通过采用并联、均流技术也可使其冲击通流容量达到 100kA 以上的水平，从而可以完全满足行业标准和通信局（站）实际情况的需要。

#### 4 第一级电涌保护器的选择

##### 4.1 冲击通流容量的确定

在安全可靠的前提下，为了做到经济合理，可根据基站地理环境将电源第一级电涌保护器划分为三类：（1）高山型（室外型基站划入该类）；（2）郊区型；（3）城市型。并对每类提出不同的防雷指标要求，如表 1 所示。

表 1 基站电源第一级电涌保护器的标称放电电流  $I_n$  和最大放电电流  $I_{max}$

	高山型	郊区型	城市型
标称放电电流 $I_n$ （8/20 $\mu s$ ，每线）	60kA	40kA	25kA
最大放电电流 $I_{max}$ （8/20 $\mu s$ ，每线）	100-150kA	80-100kA	60-80kA

##### 4.2 其它技术要求

（1）最大持续运行电压  $U_c$ ，应符合表 2 的规定，以避免因供电不稳而导致电涌保护器频繁损坏。

表 2 基站电源第一级电涌保护器的最大持续运行电压  $U_c$

保护模式	高山型		郊区型		城市型	
	三相	单相	三相	单相	三相	单相
L-N	$\geq 385V$	$\geq 385V$	$\geq 385V$	$\geq 385V$	$\geq 320V$	$\geq 320V$
L-PE	/	$\geq 385V$	/	$\geq 385V$	/	$\geq 385V$
N-PE	$\geq 255V$	$\geq 385V$	$\geq 255V$	$\geq 385V$	$\geq 255V$	$\geq 385V$

（2）电压保护水平  $U_P$ （在表 1 中  $I_n$  时），应符合表 3 的规定。

表 3 基站电源第一级电涌保护器的电压保护水平  $U_P$  (在表 1 中  $I_n$  时)

保护模式	山区型		郊区型		城市型	
	三相	单相	三相	单相	三相	单相
L-N	1.0 ~ 2.0 kV					
L-PE	/	1.0 ~ 2.5 kV	/	1.0 ~ 2.5 kV	/	1.0 ~ 2.5 kV
N-PE	$\leq 1.5$ kV	1.0 ~ 2.5 kV	$\leq 1.5$ kV	1.0 ~ 2.5 kV	$\leq 1.5$ kV	1.0 ~ 2.5 kV

(3) 保护模式与电路拓扑

移动基站的供电系统在无专用配电变压器时通常是 TT 型式, 在有专用配电变压器时应按图 1 所示形成 TN-S 型式, 因此对三相基站电源第一级电涌保护器应优先采用如图 2 所示的“3+1”电路拓扑, 具备 L-N-PE 保护模式, 以确保安全、适用。单相基站电源第一级电涌保护器应采用如图 3 所示的对称电路拓扑, 具备 L-N、L-PE 和 N-PE 保护模式, 不受交流供电混线的影响。

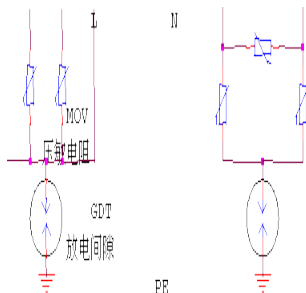


图 2 三相对称保护拓扑

(4) 分离装置：第一级电涌保护器在故障或失效时, 应有与电源系统永久断开的过温脱离机构和过流保护装置, 以防止失火。

(5) 告警功能：第一级电涌保护器工作正常或故障时, 应有能正确表示其状态的标志或指示灯, 基站一级防雷箱应具备远程集中监测或集中告警的接口。

4.3 检测与认证

按规范要求, 应提供经信息产业部认可的检验部门出具的检验合格报告。

5 对通信开关电源等供电设备的要求

5.1 交流电源端口的保护

①通流容量 (  $8/20\mu s$  波形 ): 应不低于  $20kA \times 10$  次及  $40kA \times 1$  次。该指标是对设备整体的要求, 而不应仅是设备内置的 SPD 的要求。离开设备谈 SPD 是舍本逐末的做法, 没有实际意义。

②最大持续工作电压: 应能使通信能源设备的 TOV 耐受特性满足 IEC 61643-1 和 UL 1449 的要求, 除在供电质量较好的城市内可以取为 275V 外, 在其它地区均应取到 320V 乃至更高。当然, 最大持续工作电压的取值增大后, SPD 的电压保护水平一般也将随之升高, 对这一问题, 需要设备商依据系统防护原则进行分析解决。

③设备内置的 SPD 应具备损坏告警功能，提供遥信告警接口，并可模块替换，方便就地维护。同时应具备可靠的过温和过流保护装置，以防止失火，严禁直接使用压敏电阻或对其进行简单组合。

④设备内置的 SPD 应有安全、有效和可靠的附加保护措施，如安装专用的断路器（空气开关）或熔断器，并对其额定电流、分断特性和动作特性等应有严格要求，对熔断器或断路器的来料质量也应有严格检验。

## 5.2 直流电源端口的保护

因现行电信设备入网规定对此没有明确要求，直流电源端口的保护问题常被不少设备厂家忽略。但是，直流侧雷击事故时有发生，并且因目前普遍采用集中供电方式，其后果往往是灾难性的，极易造成通信瘫痪。

对直流电源端口的保护要求主要有：

①通流容量（ $8/20\mu\text{s}$  波形）：设备整体应不低于  $5\text{kA} \times 10$  次及  $10\text{kA} \times 1$  次。

②最大持续工作电压：一般应不低于  $75\text{V}$ 。

③应具备损坏告警功能，提供遥信告警接口。④设备内置的 SPD 应有安全、有效和可靠的失效保护措施。

## 6 结论

移动基站供电系统的防雷是一项系统工程，需依据电磁兼容原理、所处地区的供电类别以及地理环境特征进行各项指标分析，实施分区分级保护，对配电变压器、供电线路、第一级电涌保护器、以及电源设备等均应有明确要求。笔者认为，就移动基站的防雷应该分为三个步骤来进行：首先，把好配电变压器以及低压供电线路防雷这一关；其次，把好进户低压配电箱防雷这一关；最后，要求设备供应商做好输入端以及直流部分的防雷。只有这样将每一步工作落到实处，才能将雷电对通信设备的损害降到最低。

以上浅见请各位专家、同仁予以指正。

参考文献：

1 刘吉克等 . 中华人民共和国通信行业标准“通信局（站）雷电过电压保护工程设计规范”（ YD/T 5098-2001 ）

2 刘吉克，何亨文等 . 中华人民共和国通信行业标准“通信局（站）低压配电系统用电涌保护器技术要求”（ YD/T 1235.1-2002 ）

3 刘吉克，何亨文等 . 中华人民共和国通信行业标准“通信局（站）低压配电系统用电涌保护器测试方法”（ YD/T 1235.2-2002 ）

4 何亨文 . 通信能源系统的过电压保护 . 邮电设计技术（雷电与静电专辑），2002-06

### 友情链接

