

有线电信保安设备与防雷



人民邮电出版社

有綫電信保安設備与防雷

人民邮电出版社选編

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书首先对雷电现象作了简单说明。其次,对电信系统用的各种保安设备与防雷措施,例如:放电器、熔丝管、热线圈、分级保护、避雷线、接地装置等的构造、性能、安装与维护方法,作了介绍。最后一部分为有关防雷和保安设备的技术问答。

本书的主要内容是根据《邮电技术通讯》上的相关文章选编而成的。

本书可供从事有线电通信的技术人员和机线员阅读。

有 线 电 信 保 安 设 备 与 防 雷

选编者: 人 民 邮 电 出 版 社

出版者: 人 民 邮 电 出 版 社

北京东四6条19号

(北京市书刊出版业营业许可证出字第〇四八号)

印刷者: 北 京 市 印 刷 一 厂

发行者: 新 华 书 店 北 京 发 行 所

经售者: 各 地 新 华 书 店

开本 787×1092 1/32

1965 年 9 月北京第一版

印张 2 20/32 页数 42

1965 年 9 月北京第一次印刷

印刷字数 58,000 字

印数 1 4,400 册

统一书号: 15045·总1502—有321

定价: (科4) 0.30 元

前 言

随着我国国民经济的迅速发展，电路日益增多，如何消灭雷击电信机綫设备的障碍，成为电信部門非常关心的一个问题。为了普及防雷知識和帮助讀者采取防雷措施，我們出版了这本小册子。

书中的文章，大部分是从《邮电技术通訊》所发表的文章中选出的。

本书的第一部分是1962年《邮电技术通訊》第6—9期連載的“保安設備与防雷”一文，比較全面系統地讲述了各种保安設備和防雷措施。

第二部分讲述分級保护，这种防雷措施的效果比較好，在我国已得到普遍采用，并且在安装方法上还有了一些新的改进。国外近几年也发表了几篇論述与改进这一經驗的文章。我們参考了一些散見的文章編成这一部分，以加强系統性和避免不必要的重复。

本书的第三部分和第四部分，是《邮电技术通訊》发表过的一些防雷經驗和技术問答。

在选編过程中，徐家瑞同志参加了編选整理工作，在此謹致謝意。

人民邮电出版社图书編輯室

1965年3月

4572 32

目 录

前言

I、保安設備与防雷	湯学耕(1)
II、分級保护裝置	本社改編(42)
III、防雷經驗	(55)
甲、改进长途綫路防雷工作的几点意見	馬正本(55)
乙、加强防雷工作的几点經驗	馬正本(61)
丙、一次雷击障碍的教訓	何英群(66)
丁、“放电管击穿电压測試器”的制作	李珊和(67)
戊、西方式热綫圈	徐紀唐(70)
IV、技术問答	(73)

I. 保安設備与防雷

湯 学 耕

每年雷雨季节，都有可能发生雷电損毀通信設備和阻断通信的障碍。如果不注意防雷，不采取有效的防雷措施，就会发生事故，甚至可能因雷电造成火灾或发生伤害工作人員等事故。因此防止雷电影响通信，是在雷雨季节保証通信暢通的重要問題。近年来各地对防雷工作，已积累了不少經驗，取得了一定效果。但是雷电的情况很复杂，目前对雷电的研究以及目前的防雷措施和設備，还不能达到尽善尽美的程度，有些措施和設備仍有待进一步提高。然而正确地采取防雷措施和使用防雷設備，可以大大减少雷击的事故，要想有效地防止雷电障碍，必須首先弄清楚雷电对通信的危害影响；保安設備的构造性能和安装与維護的注意事项。然后才能够分析在通信設備上发生雷电障碍的原因，从而采取有效的預防措施。現就以上問題与大家共同商討。

一、雷电和它对通信的危害

在通信綫路上产生危險电压和危險电流的原因有以下几种：雷电；通信綫与强电流导綫（如照明和电車的电力綫）相碰；高压輸电綫和电气鉄道綫路发生事故时对通信綫路的感应影响。其中以雷电所产生的影响为最多。

地球表面平均每昼夜大約要发生 4 万多次雷暴^①，打到地

① 对雷电統計的一种方法，一次雷暴就是打雷时，連續不断地雷声，只要雷声的停息時間小于 15 分钟，不論雷声有多少次，持續時間有多长，都算是一次雷暴——編者注。

上的閃电的次数达到每秒钟大約有 100 次。有时一次激烈的雷暴,可能閃电很多次,例如根据重庆 1956 年的实际記錄,一次雷暴由 7 月 10 日 20 时起到 11 日 7 时止,持續了 11 小时,閃电約达 1000 次^①。每次閃电都可能对該地区的地面建筑物造成損失。

1. 雷电的形成

雷电是由于大气中带电的云层相互間或者对地放电所形成的。垂直的气流和大气上层的旋风是形成雷云过程的主要因素。当冷空气团沿地面移动时,在气流前面形成强大的垂直气流和涡流(图 1)。在这种情况下所形成的雷云体积巨大,与基本气流共同移动,常在云与地間发生雷电放电,通常叫作落地雷,它的破坏力特別强大。落地雷約占雷电总数的十分之一。

另一种雷云的形成是被日光加热了的水蒸汽和空气垂直对流的结果(图 2)。在山区中由于山的斜坡关系,更易形成这种对流。这种雷云的体积較小,放电多在云間,它的强烈程度也

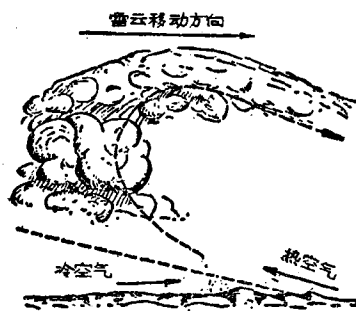


图 1

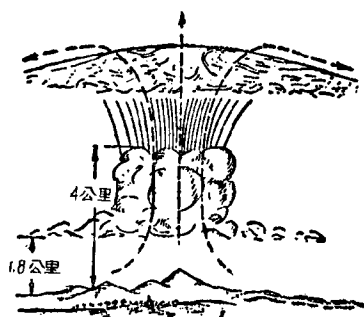


图 2

^① 参看“中国的雷电活动”,电力工业出版社 1958 年出版。

較前者小。

根据勘测結果，雷云的厚度为 2—8 公里，宽度为 8—12 公里，长度为 40—80 公里，

移行速度約 40 公里/小时。因雷云的范围甚大，由于静电作用，在水滴与空气的摩擦过程中，逐渐积蓄着大量的电荷。用气球探测証明，正电荷多积聚在高于摄氏

—10 度等温綫的云的上层，

负电荷则积聚在雷云的下部，而且还可能同时有好几个电荷中心(图 3)。

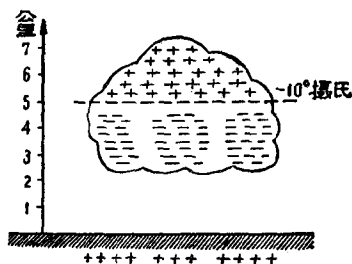


图 3

当雷云中的电荷积聚到一定程度时，在雷云的内部和外部就形成了很强的电场。設雷云帶有負电荷，則在云层下的地表感应出正电荷，在云层和大地間形成电场。在雷云下部电荷密度特大的地方，首先使空气分子电离成为阳性的正离子和阴性的电子。电子受雷云负电荷的排斥和地面正电荷的吸引，向下冲动，附着于中性分子上，形成负离子，由于这种电离作用，不断地向下进行，形成先驱放电，构成放电通路。这种先驱放电是以平均約 7000 公里/秒的速度逐步冲进，逐步使空气电离化而形成的。每冲进一步約停歇 30—90 微秒(1 微秒等于百万分之一秒)。先驱放电不是一直沿同一直綫前进的，而是成为树枝状的分支。当先驱放电接近或抵达大地时，大地上的正电荷形成反向电冲，沿电道急剧地逕冲云霄，中和放电道和雷云中的负电荷，发出强烈的光輝，形成所謂主放电。主放电的平均速度約为 60000 公里/秒。我們通常所說的雷电流主要是指相当于主放电的电流，雷电发展过程如图 4 所示。

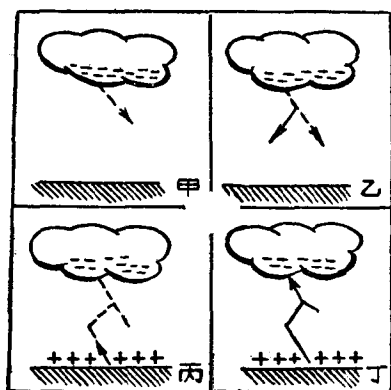


图 4

由于雷云中通常有好几个电荷中心，所以在第一次放电后，往往会沿先驱放电通路产生重复放电。这样的重复放电和第一次放电一样，也是由先驱放电和主放电组成的。但在第二次放电时，先驱放电并不是逐步分支前进，而是象箭一样直射到

地，因此叫做矢形先驱放电，其速度约为 2000 公里/秒。两次放电的间隔时间约为 0.0001—0.8 秒，放电数目为 1—42 次，大约有 50% 的雷电有 2—3 次多重放电。

2. 雷电的规律

因为形成雷电的必要条件是空气中湿度很大和气温随高度不同而有很大差别，因此雷电是有季节性和地区性规律的。如在炎热潮湿的赤道地带和热带的某些地区一年内有 200 多个雷电日。撒哈拉大沙漠及阿拉伯沙漠地区虽然炎热，但由于空气干燥，雷电却极稀少。温带地区一年有 25—40 个雷电日。在极圈内，一年只两次左右。又陆地上的雷电比海洋多，高山上比山麓平地多。我国南方的大部分地区，特别是在夏季雷电也是很频繁的。总之，在某一地区，一年当中哪几个月有雷电？一共多少天有雷电？都有一定的规律。

地下水出口处和各种导电岩石的衔接地段(图 5)，山岳地区的裂缝、河床、山坡等处，容易遭受雷击，这种现象叫选择

性雷击。我們常見有些电杆重复遭受雷击，和栽立在水田中的电杆往往比相邻的山石上的电杆容易遭受雷击，就是由于雷击的选择性的原故。

3. 直击雷和感应雷

就雷电对通信线路的影响来说，可分为直击雷和感应雷两种。我們一般把雷电直接击中线路设备而在通信导线上产生危险电压和电流的叫直击雷；把由于雷云放电的感应作用在通信线路上所造成的危险电压和电流的叫感应雷。直击雷的破坏力比感应雷大；感应雷的次数比直击雷多。感应雷的形成过程是这样的：假如在线路上面有一片带负电荷的雷云，由于静电感应作用，在地面上就

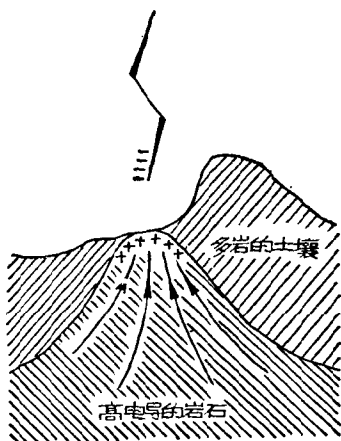


图 5

会有正电荷，在雷云和地面之间形成静电场。平行于地面的通信导线处在这个电场中，也就有了一定的电位。导线靠雷云的一边带有正电荷，而在另一边带有负电荷(图6)。由于长途通信线的长度大大超过带有电荷的雷云的长度，而且通信线路对地的绝缘又不可能太好，因此导线上的负电荷就要从受雷云影响的线段上向左右流散，并逐渐流入大地(图7)。负电荷流散以后，与雷云相耦合的正电荷被留下来，并且在雷击开始放电以前，导线的电位与大地的电位一样(图8甲)。

当雷云在地面某处放电或与空间的另一雷云放电以后，电

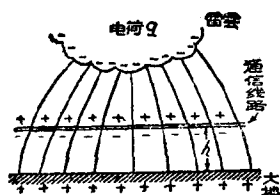


图 6

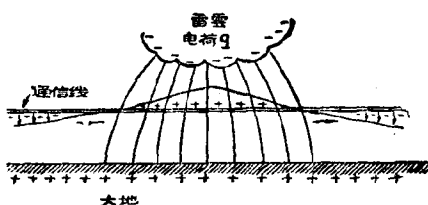


图 7

場消失，此时导线上的正电荷变成自由电荷，该导线的对地电位为正（图 8 乙）。耦合电荷也就以雷云放电的速度被解放而向左右流散，它引起了电压和电流的杂散波，从发生放电的地点向左右传播出去如图 8 丙。

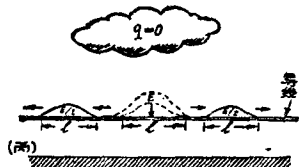
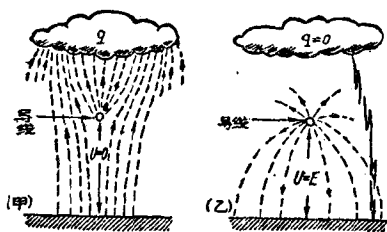


图 8

雷电直接冲击时，平均电流为 10000—12000 安，最大可达 20 万安以上；电压一般在 100 万伏以上。

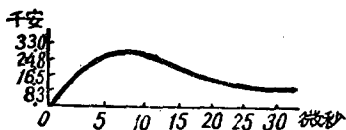


图 9

据苏联实测结果，雷电时在通信导线上所产生的感应过电压可以高达 10 万伏以上；电流为 200—250 安，有时可达 1000 安以上。在

雷电是幅度极大、历时极短，包含着大量谐波的脉冲电流，它由一个或数个脉冲（多

重放电时) 构成, 每个脉冲持续时间为 40—60 微秒, 少数达 200—250 微秒。雷电电流的波形如图 9, 因此在通信导线上所产生的电波也是类似的形状, 波头很陡峭, 在导线上传播时, 受到各种损失 (有效电阻、隔电子的漏泄, 集肤作用和电量等), 衰减很快, 特别是在铁线线路上。据统计结果, 在强烈暴风雨放电时, 通信导线上感应的电能量传至局内时, 一般不超过 8—10 焦耳。

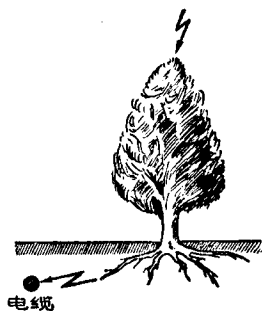


图 10

雷电在通信线路上所产生的过电压和电流, 要在通信设备上突破一个薄弱环节进入大地而消逝, 因此, 有可能击毁电杆、线条、隔电子以及电缆等线路设备, 如果雷电发生在局屋附近, 就可能破坏进局和局内机线设备。雷电不仅危害架空线路, 有时也会破坏地下电缆, 如图 10。有时, 即使雷电还没有达到造成破坏通信设备的程度, 也会在通信电路中造成干扰影响。

二、保安设备的装用与维护

现在将装在线路上的和局内的各种保安设备的规格、性能、装用方法和使用中存在的问题进行一些说明和讨论。

1. 放 电 器

放电器是利用电荷在高电压时可跳越空隙的原理制成的。它的作用是引导由于雷电和输电线在电信线路上所产生的高压电流入地, 以防止危险影响。放电器分炭精块、充气管和钨放电器三种。

(1) 炭精放电器 炭精放电器 (图 11, 图 12) 构造简单,

成本低廉，广泛使用于市内电话和农村电话，而且至今还有一些国家使用于长途通信设备上。它是用炭精块做两极，其中隔以有缺口的绝缘体薄云母片制成。炭精块的导电

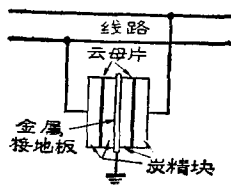


图 11

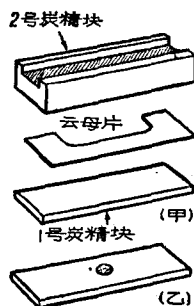


图 12

性能良好，在空气隙内有火花放电时又不致熔化，表面产生的变形也容易清除复原。云母片的绝缘良好，缺口是放电间隙。保安器上的簧片压在图 12 中 2 号炭精块的槽内，使炭精块保持在正常位置；1 号炭精块为平板形，抵于保安器的金属接地板上。装用时，炭块要侧立，云母片的缺口应向下，以便在闪电放电时产生的炭屑可以自由下落，避免地气杂音障碍。炭精须细洁坚硬，在纸上摩擦不得有粉粒散落，簧片弹力须在 500 克以上，经拉开 15 度后仍能保持原弹力，并与炭精块表面保持均匀压力。云母片的厚度应在 0.065—0.07 毫米，放电电压不超过 500 伏。

有的机线人员由于不了解上述道理，不正确地使用炭精块放电器，因而破坏了它的性能。例如，有的将保安器排横装，使炭精块横叠；有的使用绝缘性能不好的纸条代替云母片；有的将云母片的缺口朝上；有的以许多小圆洞来代替缺口，以上这些情况都会使炭精块在放电后所产生的炭屑掉不出来。也有采用较厚的云母片，加大了放电电压，起不到保护机线设备和人身安全的作用；或者采用太薄的云母片，降低了放电电

压，这样在較高的振鈴电流时也会放电，并且会使炭精块在放电时所产生的炭屑不易掉下来，使炭精块粘连，丧失其还原性能。

另一种炭精放电器的1号炭精块的中心，嵌有一低熔解点的鉛合金小圓柱（图12乙）。当外綫与电力綫或电車綫接触，炭精块上电弧繼續相当時間后，圓柱熔化，流于两炭精块間，电弧被一低电阻捷接，因而熄灭。

新型的炭精放电器（图13）由26号炭精块和27号或30号瓷块所組成（匈牙利制的叫4105V型炭精块和41012V或4103V型瓷块）。26号与27号組合块的放电电压为350伏左右；26号与30号組合块的放电电压約750伏。26号炭精块为长方形的硬炭精，即为接地的一极，27号或30号瓷块本身为瓷制小槽，其中嵌有一小长方形炭精块，用低熔点的胶粘住，成为接綫路的一极。当保安器装配后，瓷块表面与26号炭精块直接相触，中間不用間隔物，因小炭精块縮进瓷块平面相当距离，成为适当厚度的空气隙。小炭精块的另一面突出槽內，与接綫簧片相触，因而被压向26号炭精块一方，此压力在平时为胶的粘着力所抵住，雷电电压可以越过空气隙放电。但因放电時間在0.001秒以下，不会使綫路长時間接地。若与电力綫碰上，放电一般在1秒钟以上，持續時間較长，可产生高热，使胶熔解，簧片推动小炭精块，与接地板直接接触，使与电力綫相碰的綫接地。此种放电器由于小炭精块四周空气隙較多，炭屑容易分散，落在瓷块的凹槽內，不致造成障碍。同时由于炭精块面积小，对地的电容量也小。整个保安器用罩子密

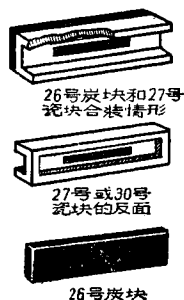


图 13

閉，可以防止灰尘。这种改进的炭精放电器，結構比較精密，而且不用云母片，也不用熔綫。在經濟上和維護上都有好处。有些国家的长途綫路进局設備上和載波机上(如BSOJ等)，还有采用此种放电器作为保安設備的。

炭精放电器容易堆积尘垢和受潮湿影响，而且还还原性能差，一般在放电后需要清拭，否則使电路产生杂音。同时云母片的厚度也难于准确掌握。炭精放电器装用時間过久，在炭精块間可能积有灰尘；在雷电放电后，炭精也可能发毛，生黑点或者积留炭屑，都会造成串杂音。因此應該定期地和在雷雨后将炭块取出，放在白布上(下垫平玻璃)摩擦光洁。27号及30号瓷板中的小炭精块若因强电流通过而发生了变动，可以用酒精灯稍烘一下，使它的胶熔化，将它恢复原位后冷却即可再用。

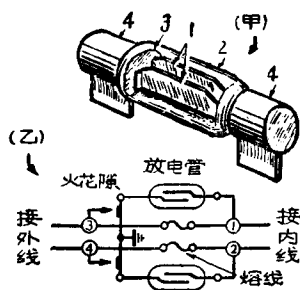


图 14

(2) 充气放电管 充气放电管(图 14 甲)俗称真空避雷器，它是在硬质玻璃管 2 內装有两片鋁质电极 1，并由云母薄片 3 来支持，焊在金属帽盖 4 上，管内充以低压的容易电离的惰性气体氩气。放电管的放电电压是根据管内气体的游离电压和电极的距离、形状以及气压大小等加以配合而成的。

在低电压时是良好的絕緣体，当雷电或輸电綫等高压加上时，便使气体游离放电，使危险电压入地。

放电管插在底座的弹簧夹子上。底座由瓷块、弹簧夹子、熔綫和火花放电間隙等组成。其装置接綫如图 14 乙。火花隙过去为 0.15—0.2 毫米，放电电压为 1—1.5 千伏，自采用分

級保护后，改为 0.3 毫米，放电电压約 2—2.5 千伏。火花隙可以防止和保护放电管不致在强力放电和頻繁放电时损坏，并在万一放电管损坏时，还可以引导过电压入地。必須注意，火花隙应装在外綫側，接在熔綫之前，以减小流經熔綫的雷电电流，使熔綫不易熔断。同时，放电管还必须接在熔綫管之后，当外綫与电力綫相碰时，熔綫熔断才可以切断危险电流，使不再流經放电器和受保护的机綫設備。

由于經過放电管的放电电流是高压强电流，放电管必須是具有足够接触面积的插刀式的，而且两插刀之間要保持足够的距离。有一种插脚式的放电管，其結構是不合理的。由于两脚間的距离很近，脚与管座的接触面积很小，接触不良，当雷电放电时，会在管脚与管座間放电，或在管脚之間放电，会使管脚焊牢在底座上，放电管又容易损坏，有时会拔不下来。

国产放电管的性能如下：①放电始压：直流 350 ± 35 伏，交流（50—60 赫） 250 ± 25 伏；②放电容量：5 安；③放电時間：5 秒以內；④最大安全电压为最低放电电压的 90%，試驗 3 小时后应无放电現象；⑤放电管的弹簧夹子的弹力应在 1000 克以上；⑥在潮湿空气中，二綫接头間及各接头与地間的絕緣电阻应在 100 兆欧以上。

以上②至④点是指放电管在較長時間內所能經受的电流值。但是雷电是脉冲的大电流，还必须要求放电管具有一定的适应能力。表 1 列出苏联制造的几种放电器在不同的冲击放电時間的破坏电流值。为减少在雷电时放电管被破坏，已以 P—350 代替 PA—350。我們現用一般放电管耐受冲击放电的强度不够，容易损坏，需要研究改进。

为了适应一般电信設備的耐压程度为 500 伏，放电管的放电电压采取 350 伏。有的载波电话机（如匈制的）因綫路滤波

表 1

放 电 器 型 号	不同放电时间使放电器破坏的电流值 (千安)		
	40 微秒	100 微秒	250 微秒
PA-350	1.2	1.05	0.76
P-350	2.6	2.35	1.75
PE-280	8.5	7.4	5.6

据 1961 年版苏联电信工程技术手册第 16 章上载:

P-350 在 20/40 微秒波的脉冲破坏电流为 3.4 千安; 3P-350 (三极) 为 4.6 千安。

器的耐压程度较低, 在机上装有 250 伏的放电管。

同一线对上的两个放电管的放电电压不同时, 两管不能同时放电, 就会在甲乙二线间出现电压差, 未放电一侧的雷电电流会绕过机线设备, 通过已放电一侧的放电管入地, 这样会损毁设备或者在电路中造成音响冲击。如采用三极充气放电管 (匈制的及 SOS/T 等型载波电话机上装有此管), 中间一极接地, 其他二极接线路。因为各极装在一个管内, 当部分气体电离时, 可使两极都放电, 这样可以避免二极式放电管的上述缺点。但不能防止通信线的短路影响, 因此在使用三极式放电管时, 也要加装排流线圈。

充气放电管放电后即自动复原, 且无受潮短路等弊, 这是它比炭精放电器优越之处。但是结构比较复杂, 成本较高。

由于制造质量关系, 同一程式的放电管的放电电压不尽相同; 经过几次放电以后, 各管的放电电压也可能发生不同程度的变化; 有时在使用过程中, 放电管内的连接线会熔断, 或者放电管破裂, 都会失掉避雷的作用。因此, 必须定期试验放电管的放电电压。在雷雨季节应每半月测试一次; 在大雷雨或输