

电力行业管理与执法实务全书

雷电安全技术 (五)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数:1~1 000 册

定价:2560.00 元(本卷 16.00 元)

目 录

◎如何使用驻波比表	1
◎4 波长高频同轴避雷器的原理与应用	39
◎古建筑防雷	41
◎印发溧水县防雷安全管理工作实施意见的通知	46
◎雷电灾害每年“吃掉”50 亿至 100 亿元	49
◎云南去年雷击死亡 64 人	50
◎气候越暖和雷电越活跃	51
◎辽宁朝阳频遭暴雨雷电袭击暴雨惊雷连夺 11 命	52
◎上海浴场内 4 女孩同被闪电劈中花季年华雷摧毁	54
◎年我省(陕西)发生多起雷电致人伤亡事故防雷工 作亟待加强	56
◎巴盟境内发生数起雷击事故	61
◎贵州丹寨一砖厂一声惊雷一死三伤	62
◎关于进一步加强防雷安全工作的通知	63
◎关于加强我县防雷安全工作的通知	70
◎学习防雷的基本功	73
◎为什么要进行三级防雷	75
◎传统避雷针的改进	77
◎浅谈防雷器在电源系统中的应用	80
◎怎样做程控交换机的防雷工作	89

◎金融系统机房一体化解决方案介绍	92
◎对爆炸危险环境建筑物防雷设施选择和布置的探讨 ..	107
◎建筑物防雷击电涌保护	118
◎视频监控系统防雷保护方案	131
◎小灵通通信基站系统过电压及雷击(浪涌电压) 防护方案	152
◎信号系统防雷	158
◎通信系统防雷	160
◎网络系统防雷	163
◎低压配电系统防雷	167
◎某校电源、网络及通讯系统,雷电及过电压防护 设计方案	173
◎广东省防雷行政执法程序	187
◎新邵百姓感谢防雷中心排除雷击隐患	195
◎阿坝州防雷中心	196

◎如何使用驻波比表

若以功率的观点来看驻波比可以表示为

$$SWR = (\sqrt{P_o} + \sqrt{P_r}) / (\sqrt{P_o} - \sqrt{P_r})$$

P_o : 进入天线系统的功率 P_r : 从天线系统反射回来的功率

经过运算 SWR 与 P_r/P_o (反射功率百分比)的关系如下

$$P_r/P_o = [(SWR - 1) / (SWR + 1)]^2$$

驻波比表基本上就是功率表它可以量测输入功率及反射功率但根据上式不管输入功率为何反射功率一定和输入功率成一定的比例也就是说对同一驻波比不管输入功率为何只要是在量输入功率时利用可变电阻调整驱动表头的电流使指针达到满刻度那麽你量测反射功率时指针一定是指在同一个位置把这些相关位置标出来我们的功率表上就多了一排刻度叫做“驻波比”而您的功率表马上摇身一变成成为“驻波比表”了

说穿了驻波比表就是功率表在量测功率时它预设了几组功率(如 5W, 20W, 200W)使输入功率恰好是这个位准时(5W, 20W, 200W)指针会达到满刻度当你拨在 CAL 位置时就是量输入功率只不过你可以调整指针位置当你拨在 SWR 位置时就是量反射功率只不过您这时

候看的是 SWR 的刻度

以 DIAMOND 系列的驻波比表而言它有一个 Calibration 旋钮及三个选择开关 Power Range FuncFWD/REFSWITCH 用法如下

量输入功率 1 将 POWERRANGE 拨到 200WFUNC 拨到 PWRFWD/REF 拨到 FWD

2 按下无线电机的发射键

3 适度选择 POWERRANGE 以精确读出功率

量反射功率 1 将 POWERRANGE 拨到 200WFUNC 拨到 PWRFWD/REF 拨到 REF

2 按下无线电机的发射键

3 适度选择 POWERRANGE 以精确读出功率

量驻波比 1 将 FUNC 拨到 CAL 位置 CALIBRATION 旋钮反时针方向旋转到底

2 按下无线电机的发射键调整 CALIBRATION 旋钮使指针达到满刻度

3 将 FUNC 拨到 SWR 位置由表头的 SWR 刻度读出驻波比的读值

使用驻波比表量测天线的驻波比时要尽量将驻波比表靠近天线端因为传输线的传输损耗会使得所量出来的驻波比数值较小变成“快乐驻波比”例如原本天线的驻波比为 1.92(反射功率百分比为 10%)现在

加上一段 cable 衰减量为 3dB 假设无线电机的发射功率为 10W 则经由 CABLE 传到天线的输入端时只剩下 5W 然後反射 10% 即 0.5W 0.5W 经由传输线送回来只剩下 0.25W 所以驻波比量到的是输入 10W

反射 0.25W 反射功率百分比为 25% 即 $SWR=1.03$ 量起来真是快乐的不得了

此外目前大部份的驻波比表都是利用感应的方式将信号感应到驻波比表内的量测电路所以在量测时可以一边发射一边切换驻波比表上的开关这并不会损坏无线电机如果小心一点不要让指针瞬间打到底驻波比表要坏掉也蛮难的

最後提醒一点天线的好坏不能单看驻波比现在大家如此迷信驻波比的原因很简单因为驻波比表到处都买得到我的意思是说不要因为天线驻波比很低就觉得一切 OK 而沾沾自喜多研究天线的其它特性才是真正的乐趣

卫星广播电视接收系统中的匹配

卫星广播电视接收系统中，天线、馈源、高频头、卫星接收机、电视机等部件需要用电缆和接插件把这些设备部件连接起来，只有正确连接，方可保证设备运转正常。在一般情况下，人们往往都更注重天线的方向、仰角、高频头的极化、接收机菜单的设置、频

率的选取等步骤，安装调试步骤中往往忽视设备之间的连接，这些设备部件连接时从始至终都应遵循“匹配”这一条原则。

1 “匹配”的重要作用

“匹配”，从功率的角度出发意味着最大的输出功率，即在供电电路中使负载阻抗等于电源内阻抗的共轭值(电阻相等，电抗大小相等，符号相反)，称作“匹配”。匹配的目的在于得到最大的输出功率。在卫星广播电视接收系统中存在着如何获取最大功率，用自己现有的设备从卫星上得到最大的功率，这时需要匹配。“匹配”从传输线的角度出发意味着无损耗传输，即在应用于传输线时，使负载阻抗等于传输线的特性阻抗，称作“匹配”。匹配的目的在于消除负载引起的反射，避免发生驻波，使负载获取最大功率。

在卫星广播电视接收系统中，诸多的地方需要匹配。接收天线必须同发射天线有相同的极化，且旋向相同，以实现极化匹配接收全部能量。凡是馈线连接的各个部位及各部件间的连接都需要达到匹配。天线和馈源需要匹配、馈源和高频头的接口处需要匹配，高频头的输出端口和电缆、电缆和卫星接收机之间等都需要匹配。在卫星广播电视接收系统中只要有不匹配的地方出现，就会出现不能有效地接收卫星广播电

视信号和有效地传输能量，使信号在部件中间、馈线间产生反射，从而使信号质量下降、噪声增加，严重时影响收看质量。特别是在收视信号处于临界状态时，更需反复、耐心地调整，使各个接口部件间都达到匹配。如若极化不匹配，就会造成全部收不到信号，此时需要极化调整，使其极化达到匹配信号最强。匹配在卫星广播电视接收系统中如此重要，因此对安装调试使用者而言，需要规规矩矩的做好每一步，确保系统匹配。

2 如何实现“匹配”

2.1 天线和馈源

天线和馈源之间的匹配，历来受到人们的高度重视。在抛物面天线中，有的抛物面的形状较“深”，也就是说比较“凹”。有的抛物面天线形状较“浅”，也就是说比较“平坦”。抛物面天线的形状就决定馈源的设计和天线的效率，如馈源的长短，馈源是天线的“心脏”。因此，天线和馈源在购买时应当购买原配的，在厂家设计时天线和馈源是整体进行设计的，在选用抛物面天线之前，必须知道新用馈源的方向图，使用天线获得最佳性能，才能保证天馈系统的驻波比指标。有时同样的高频头，同样的卫星接收机及同样的其它器件或部件，只是天线口径不同。按道理来讲口

径大的应当比口径小的天线收视质量好，但有时恰巧相反，小口径天线反而比大口径天线好。在调整没有差异的情况下，那就应当归罪在大天线的天馈系统中的驻波比不合乎要求所致，驻波比过大。此时应当认真地调整天馈系统，馈源是否放在焦点处，馈源是否出现倾斜等找出原因进行更正，使信号最强。当原偏馈天线是用来接收 Ku 波段卫星信号时，改换为 C 波段馈源用来接收 C 波段卫星信号时，多少都要打些折扣，这都是由于天馈系统匹配不佳造成的。

22 高频头和馈线、馈线和接收机

高频头和馈线之间、馈线和接收机之间，需要用专用的电缆接插件连接。目前最常用的是 F 型接插件，这时就需要将 F 头和电缆配套使用，选用与电缆配套的接插件、卡箍(环)适中，配合紧密，接触良好，要求内外导体都接触良好，且不可有松动或短路现象。绝对不允许用 75-5 的 F 头和 75-9 的电缆相连接。因为这是明摆着的事，75-5F 头小，而 75-7 或 75-9 的电缆要比 75-5 的 F 头大得多，肯定放不进去。为了放进去(有时用一小段 75-5 的电缆和用双通将 75-5 电缆和 75-7 或 75-9 电缆用配套的 F 头相连，但这样接头过多增加了损耗，也不如直接选用和电缆配套的接插件。)肯定会将电缆用刀削去一些里面的一层绝

缘层，否则的话放不到 F 头内。由于削去了一些里面的一层绝缘层，不论削的圆滑均称与否都将破坏了电缆的结构，电缆的结构发生了变化，其特性阻抗也相应的发生了变化。电缆的特性阻抗是在制造电缆时就确定下来的，由外导体内径和内导体外径及介电常数共同决定的。电缆的结构变化时其特性阻抗也发生了变化，这时在高频头和电缆之间就存在不匹配的因素了。天馈系统接收下来的信号传输给高频头，由高频头有效的转为可传输中频信号。由于不匹配，就不可能全部传输给卫星接收机，在传输的第一道关口，就存在不匹配，而白白浪费掉一部分能量，因此一定要选用与电缆配套的接插件。由高频头经电缆输出的信号在送至接收机时，为了电缆的布线美观，有时施工人员为了满足用户的审美要求，而线走的横平竖直拐成直角，而且用线卡箍给电缆压的很死，这些做法都会使电缆变形，都应在禁止之列。电缆本身应当不受挤压，拐弯要根据电缆的粗细来决定电缆的弯曲半径，这样才能使电缆结构不发生变化。电缆结构一旦发生变化，其特性阻抗随之变化，造成信号在电缆内形成驻波，影响信号的传输质量。

23 系统匹配的定量描述

当系统匹配时，馈线上只有入射波没有反射波，

信号全部传输给卫星接收机，而没有反射，称之为行波工作状态。当馈线的负载为纯电阻而且其阻抗与馈线的特性阻抗相等时工作于行波状态。此时馈线上任一点的电压(或电流)的幅度相等。

当信号没有被卫星接收机接收而全部反射回来时，称之为全反射工作状态，又称为驻波工作状态。产生驻波工作状态的条件是馈线的终端开路或短路，或者是馈线接纯电抗负载，此时信号全部被反射，所以在馈线上的电压(或电流)为入射与反射波的叠加。此合成波的最大值为入射波幅度的 2 倍，而合成波的最小值为零。

当信号只有一部分被卫星接收机接收，这时在馈线上同时存在入射波和反射波，即一部分入射波被负载接收，一部分入射波被反射，称之为混波工作状态。当馈线的负载为非纯电抗负载，或是纯电阻负载但其阻抗与馈线的特性阻抗不相等时工作于此状态。此时在馈线上的电压(或电流)为入射波与反射波叠加，由于信号未被全部反射，因而合成波的最大值小于入射波幅度的 2 倍，而合成波的最小值则大于零。

作为馈线，我们总希望它具有较高的传输效率，尽可能地将信号传送到负载上而不被反射，这是最理想的。但由于设备的差异性，电缆的不一致性等原因

会造成系统处于行波和驻波工作之间。为了定量的描述系统匹配状态而常常用到反射系数 P 和驻波比 V_{SWR} 。

以反射系数 P 来定量地描述信号的传输效率。

$$P = U_{反} / U_{入}$$

式中 $U_{反}$ 为反射波的幅度, $U_{入}$ 为入射波的幅度。很明显在行波工作状态时, $U_{反}=0$, 即 $P=0$; 在驻波工作状态时, $U_{反}=U_{入}$, 即 $P=1$; 在介于行波和驻波工作状态之间时 0 为了方便, 又同时引入驻波系数来描述信号被反射的情况。驻波系数(驻波比)定义为馈线上信号合成波电压(或电流)的最大值与馈线上的信号合成波电压(或电流)的最小值之比:

$$V_{SWR} = E_{max} / E_{min}$$

式中 E_{max} 为馈线上信号合成波电压的最大值, E_{min} 为馈线上信号合成波电压的最小值。在行波工作状态时 $E_{max}=E_{min}$, $V_{SWR}=1$; 在驻波工作状态时 $E_{min}=0$, $V_{SWR}=\infty$; 在介于行波和驻波工作状态时 1 电压驻波系数(驻波比)与电压反射系数的关系如下:

$$V_{SWR} = (1+P) / (1-P)$$

在有关行波、驻波书籍的附录中一般都有反射系数和驻波系数(驻波比)之间的数据以供参考, 在此就不更多赘述。如当驻波系数为 119 时, 反射系数为

0089,系统要能达到这个指标,也是符合要求的。

在卫星广播电视接收系统中,各个设备部件都对匹配提出了相应的要求。如6mC波段卫星广播电视接收而言,在其技术指标中就明确提出了天线驻波比 <12 ,高频头驻波比 <13 ,高频头输出端连接插座 75Ω ,射频电缆特性阻抗要求 75Ω 等都是为了保证系统的收视质量。

什么是超五类双绞线以及其应用?

超五类双绞线是一些电缆生产厂商最近推出的用于局域网的双绞线。这些厂商声称这种超五类线可以支持300MHz或更高的信号传输频率。这些超五类线是否可以达到其厂商所声称的频率指标姑且不论,它在实际的应用根本不是这么回事:

第一、目前的局域网最高的传输频率没有超过100MHz,100Base-TX这种比较新的快速以太网也没有超过100MHz的传输频率,所以在近期还没有看到其实际的应用在哪里;

第二、电缆不同于链路,电缆可以达到300MHz的传输频率,但不等于链路也可以达到如此高的频率。因为链路是由电缆、插头、插座甚至耦合器、配线架构成的。如果要获得超五类的链路,必须保证链路中所有的元件都要达到超五类的标准。只有电缆为

超五类而链路达不到超五类是没有实际意义的。

第三、目前对安装的超五类链路，还没有办法在现场对其进行认证测试，也就是说目前没有标准在现场测试这些高速电缆的实际性能。既然没有办法来检查所安装电缆能否达到超五类的性能，也就无法从根本上保证实际的投资。

五 PCB 传输线的工作状态

(一)PCB 传输线特性阻抗、匹配及反射

1 特性阻抗 Z_c

Z_c 为 PCB 传输线对入射波所呈现的阻抗，或在行波状态下线上电压与电流之比。对图 2 电路，有：

进一步推导可得及 $Z_c \approx 120 \ln(2D/d) = 276 \lg(2D/d)$

上式中 D 和 d 的定义与“二——(二)”中的 D 、 d 定义等同。

可见，PCB 传输线特性阻抗 Z_c 仅与传输线参数 (L_1 、 C_1 、或 D 、 d 等)有关，且呈现纯电阻特性，与实际激励电源无关。PCB 传输线的特性阻抗值一般在 $250 \sim 700 \Omega$ 之间。

2PCB 传输线的匹配与反射系数

当 PCB 传输线长到与工作波长 λ 可比拟时，传输线上可同时传输两个波：由电源向负载的入射波及由

负载向电源的反射波。每个电流波还伴随电压波(反之亦然),而 PCB 传输线任意点的电压和电流由特性阻抗 Z_c 相联系。

为便于理解,设一个无限长传输线,沿线各处的特性阻抗为 Z_c 。在激励源作用下,电磁能不断地向终端传播。由于传输线为无限长且阻抗处处相同,电磁能不会被反射。此时,仅存在入射波,即传输线工作在行波状态。

当传输线成为有限长并接负载,如图 7 所示。当使 $Z_L=Z_c$ 时,相当于负载代替了其右边的无限长传输线,对其左边电压或电流波传输将无影响。此时,能量将从电源向负载单向传输而无反射,保持行波状态,即能量全部为负载吸收。这种状态称为匹配,其负载为匹配负载。

实际中,电磁能在 PCB 线路中传输(从一个环节传到另一个环节,或从 RF 源传到天线),通常难以做到完全匹配,于是,入射波与反射波同时存在的现象在所难免,但要求尽可能使反射波幅值小,以提高电路效率及传输功率。

通常用反射波复数幅度与入射波复数幅度的比值来衡量线路上波的反射情况。其比值称为反射系数,用 Γ 表示。对电压波为 Γ_v ;对电流波为 Γ_i ,并

有

；

式中 A 、 B 、 β 、 z 的定义参见前述(二——(四))。可见,反射系数是复数量,且随位置 z 的变化而变化。入射波与反射波之间不仅有一定关系,相位间也有一定关系。由于反射波是由入射波在负载处反射形成的,所以其幅度恒小于入射波幅度,即反射系数模值在 0 —— ± 1 之间变化。

在微波技术中,常用电压反射系数表示反射系数。

可以推出,PCB 传输线终端负载处的反射系数 L 与特性阻抗 Z_c 和负载 Z_L 有如下关系:

可见,负载的性质直接影响 PCB 传输线的工作状态,有下列三中可讨论情况:

A) $Z_L=Z_c$ 时,,此时负载处于匹配状态,能量全部被负载吸收。

B) $Z_L=0$ 时,,表明负载无能量吸收(负载电压为零)而全部反射。此状态下,负载处反射波电压与入射波电压振幅相等,相位相反。

C) $Z_L=\infty$ 时,,表明负载上仍然无能量吸收(负载电流为零)而全部反射。此状态下,负载处反射波电压与入射波电压振幅相等,相位相反。