

驻波比分析模块 在漏缆监测系统中的应用



驻波比分析模块在漏缆监测系统中的应用

概述

在基站与移动站之间的通讯，通常是依靠无线电传送。目前通讯业的不断发展越来越要求基站与移动站之间随时随地能接通，甚至要求在隧道中也是如此。

然而在隧道中，移动通信用的电磁波传播效果不佳。隧道中利用天线传输通常也很困难，所以关于漏缆的研究也应运而生。无线电地下传输有着极其广泛的用途，例如：

- 用于建筑物内、隧道内及地铁的移动通信（GSM，PCN/PCS，DECT…）
- 用于地下建筑的通讯，例如停车场、地下室及矿井
- 公路隧道内 FM 波段（88-108MHz）信息的发送
- 公路隧道内无线报警电信号的转发
- 公路隧道内移动电话信号的发送
- 地铁或地铁隧道中的信号传输

图 1 所示为一发射站位于隧道口的典型图例：

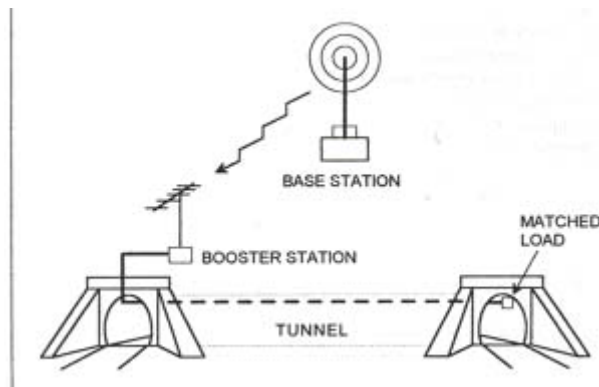


图 1 典型系统结构图

为了保证通信系统的稳定运行，对漏缆的实时监测和故障警报就显得尤为重要。利用驻波比分析技术可实时监控漏缆的射频指标，如出现故障也可快速的定位及上报相关管理单位。

漏缆的工作原理

横向电磁波通过同轴电缆从发射端传至电缆的另一端。当电缆外导体完全封闭时，电缆传输的信号与外界是完全屏蔽的，电缆外没有电磁场，或者说，测量不到有电磁辐射。同样地，外界的电磁场也不会对电缆内的信号造成影响。

然而通过同轴电缆外导体上所开的槽孔，电缆内传输的一部分电磁能量发送至外界环境。同样，外界能量也能传入电缆内部。外导体上的槽孔使电缆内部电磁场和外界电波之间产生耦合。具体的耦合机制取决于槽孔的排列形式。

漏缆的一个典型例子是编织外导体同轴电缆。绝大部分能量以内部波的形式在电缆中传输，但在外导体覆盖不好的位置点上，就会产生表面波，沿着电缆正向或逆向向外传播，且相互影响。

无线电通信信号的质量通常因为电缆外界电波电平波动情况不同而相差很大。电缆敷设方式和敷设环境对电缆辐射效果也有影响。大部分隧道内还有各种各样金属导体，比如沿两侧墙面安装的电力电缆、铁轨、水管等等，这些导体将彻底改变电磁场的特性。

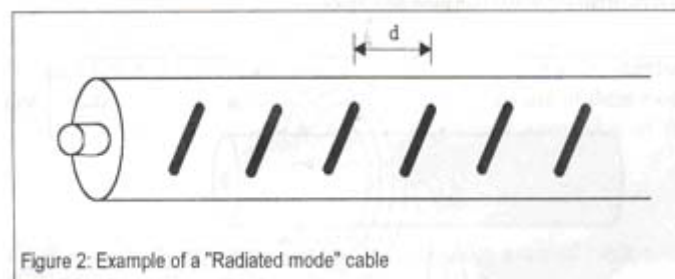


图 2 辐射型电缆

电缆的外导体上开了一组周期性槽孔，屏蔽层的辐射机制类似于朝着电缆轴向的一系列磁性偶极子的辐射。辐射模式所有槽孔都符合相位迭加原理。

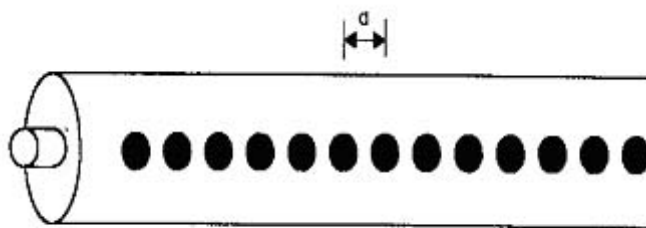


图3 耦合型电缆

电磁场通过小孔衍射激发电缆外导体外部电磁场。电流沿外导体外部传输，电缆像一个可移动的长天线向外辐射电磁波。因此，耦合型电缆亦等同于一根长的电子天线。

驻波比分析的基本原理

天线系统的 SWR 的大小，对发射效率有很大影响；SWR 大，意味着有大的功率被反射回发射机，使电台效率变低，甚至使发射机末级损坏。可以说天线系统是一个发射台的瓶颈，不可忽视。

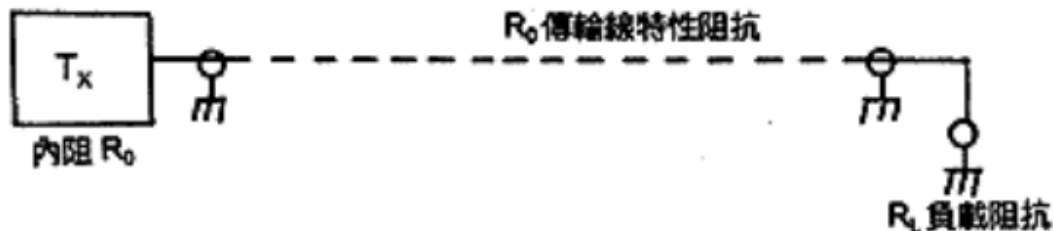


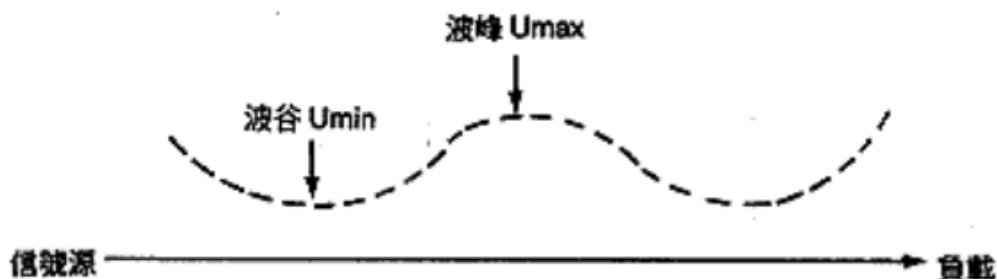
图4 自动路测测试 SINR 及 Event list 截图

衡量功率反射大小的量称为「反射系数」，常用 Γ (音 gamma) 或 ρ (音 rho) 表示。为了讨论简单起见，我们假设负载阻抗为纯阻性的。反射系数定义为：

$$\rho = (\text{反射电压波} / \text{反射电压波})$$

$$\rho = (R_L - R_0) / (R_L + R_0)$$

可见，当 $R_0 = R_L$ ，则 $\rho = 0$ ，称为匹配状态。当 $R_L > R_0$ ， ρ 为正值； $R_L < R_0$ 时， ρ 为负值。如果 R_L 为开路或短路，则 ρ 分别等于 $+1$ 或 -1 ，称为「全反射」。

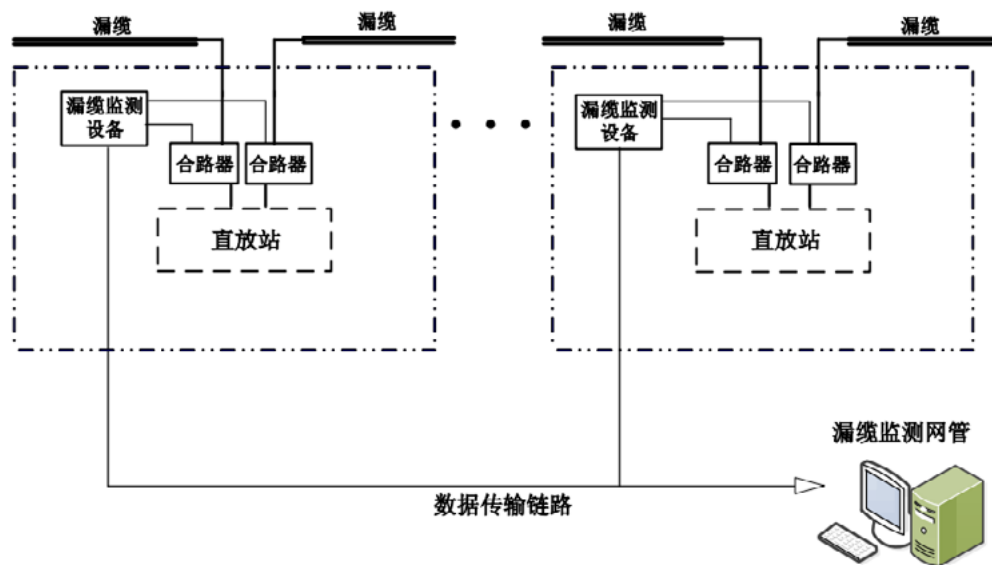


用反射系数可以完善地描述传输系统的匹配状态，但用驻波比 (SWR) 更为简单和直观。我们知道，在匹配状态下，高频电磁能量全部流入负载，不存在反射。这时，沿传输线各个位置上的电压振幅相等，不存在驻波，称为「行波状态」。而在失配时，由于存在反射波，反射波与正向波的叠加结果，就会在线上的各个点的振幅，存在有规律的起伏，称为驻波状态。

漏缆监测系统

工作原理：在漏缆前端加装驻波比检测模块来对漏缆实时监测，将监测信息通过光纤直放站的核心网回传至漏缆监测网管。

系统组成：漏缆监测系统由漏缆监测设备、合路器、数据传输链路和漏缆监测网管组成。



漏缆监测系统纳入直放站网管系统统一管理，可对漏缆驻波比指标实时监测和告警并定位故障点，可从异地读取数据备份或进行分析。

大大降低了原有定期现场检测的工作强度，并且有更高的实时性。出现问题可以立即通知到责任单位并给出故障位置。