

高电压与绝缘技术 HVLab DEMO 课程 报告

1 课程学习的背景和意义

(通过模块课程的学习，结合文献调研，论述 DEMO 课程模块内容的工程需求和科学研究意义。)

高压电力电缆应用越来越广泛，电缆故障大部分发生在电缆段之间的接头处。

对电缆接头进行准确定位，可快速查找电缆故障、保障用电安全。

利用接头与电缆之间的波阻抗不连续，通过测量、提取反射波，通过波速确定接头位置。

本实验在**测量导线长度、测量中间接头长度、测试故障**等领域具有广泛的使用。

该实验原理已经广泛应用于各电缆长度测量，如凯美特电子生产的测量仪。



CLM33电缆长度测量仪

国际电力电缆来料检验，工程布线长度验收，量程30000米，精确度1%，铜芯/铝芯0.15mm²~240mm².....



CLM1000E电缆线长测试仪

可测300,400,500mm²大线径电缆，20个预置标准档位，8个用户自定义编程档位，μΩ小电阻测量.....



TX8000电缆故障定位仪

英国BIC-TX8000是手持式高精度TDR电缆故障定位仪，TX8000提供了完整功能，高性能和微细的规格...



TX6000电缆故障定位仪

TX6000是TDR手持式行业旗舰，量程6000米，精确度1%，11个测试等级，7系和阻量程，0.5系测试盲区.....

在实际运用中，进行电缆质量检测十分有用。

2 课程模块的原理分析

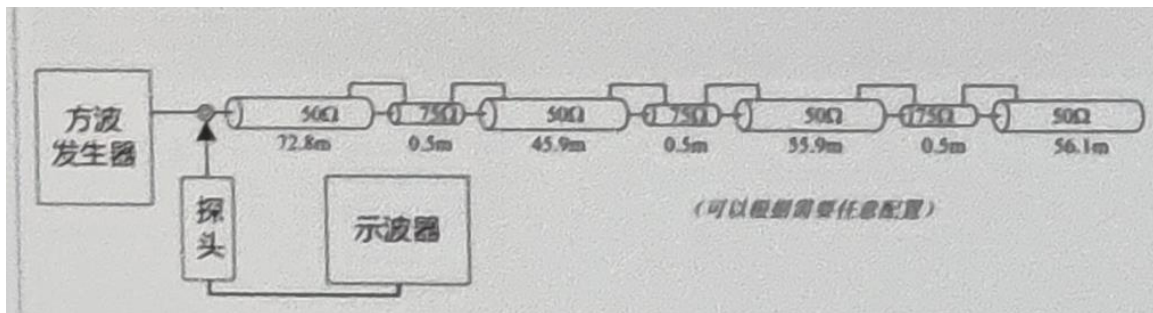
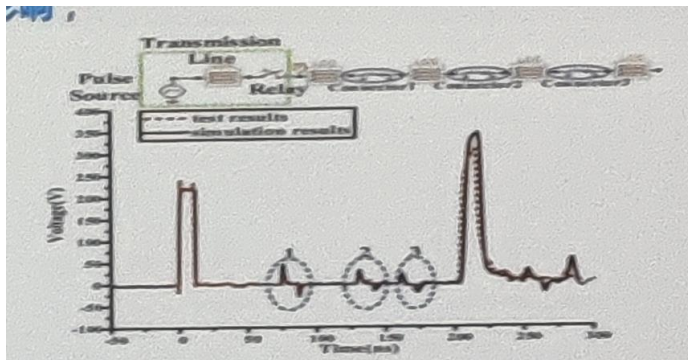
(学习课程模块的内容，应用高电压与绝缘技术课堂教学知识解释 DEMO 实验中印象最深刻的物理现象，分析其关键科学和技术问题。)

波的反射，波的衰减与变形；

波阻抗的影响；

电磁干扰及其抑制；

脉宽的影响；



发出方波，在遇到阻抗不匹配处（中间接头或者开路引线处），会产生反射波，反射波反射回来，通过示波器检测即可测得对应位置。

中间接头反射波较小，开路引线处较大（开路 2 倍）。有一正一反两波。

需避免输入侧阻抗不匹配造成的双波问题，需串一个二极管进行单向导电。

通过两倍距离=波速*时间，可以求得对应中间接头或开路导线位置。

3 课程模块内容研究的发展趋势

(通过模块课程的学习，结合文献调研，论述 DEMO 课程模块内容国内外发展状况，分析我国相关技术的现状，以及未来的发展。)

该技术已经非常成熟，广泛应用于电缆长度和接头测量，目前研究重点在实时故障监测。

1948 年 Seidul 受雷达启发，首次提出了行波法测量输电线路故障的思想。基于上述思想，上世纪中叶到上世纪末先后出现了低压脉冲法、脉冲电压法和脉冲电流法用于电缆故障检测。低压脉冲是一种无损检测，具有操作简单、廉价和安全的特点，但是低压脉冲反射法由于不能在电缆发生高阻故障时产生闪络，不能击穿高阻故障点，因此不能进行高阻故障的检测。脉冲电压法与低压脉冲发射法原理相同，区别在于脉冲电压法发射的高压脉冲信号，可以进行高阻故障和闪络故障的检测。缺点是进行脉冲电压法检测时测量仪器由于测量幅值有限，需要采用电阻和电容耦合的方法进行测量，因此高压信号极易通过电容的耦合作用窜入测量设备，危害测量人员和设备的安全。脉冲电流法和脉冲电压法原理相似，区别在于脉冲电流法检测时测量设备和高压设备之间没有直接联系，保证了测量人员和测量设备的安全，而且电流信号非常尖锐，很容易辨识。

随着计算机和通信技术的发展，在上世纪八、九十年代，电缆故障检测得到了快速发展。国内外学者针对上述检测方法的缺点，结合计算机技术进行了相应的研究。上世纪八十年代，Sachdev 和 Agarwal 提出了利用双端信号进行故障测距的方法，解决了单端测量不同步的问题。国内学者也进行了相应的研究，全玉生 [2] 针对行波法检测电缆故障的各种方法进行了分析比较，提出了各种方法的使用范围和应用局限性。马德帮 [3] 针对低压脉冲法不能测量高阻故障的缺点，提出了采用二次脉冲法进行故障检测，相比低压脉冲法，二次脉冲法提高了测量精度和工作效率。关巍 [4] 针对故障检测时，燃弧不彻底的问题，提出了采用三次脉冲法进行检测。杜林 [5] 针对故障测距时时钟不同步的问题，采用

了全球定位系统(GPS)的同步时钟模块，提高了长距离测量的精度。另外，国外专家在研究新型检测方法的同时，将电缆故障检测和地理信息系统(GPS)结合起来，不仅能够定位故障距离，而且可以同时定位地理位置，加快了故障抢修的速度。为了提高供电安全性，国外学者结合计算机技术进行了电缆健康度实时专家系统的研究，在线测量电缆信号，与原始数据进行对比分析，从而对电缆健康度进行有效测评和预警，有效降低了电缆故障发生的概率，提高了供电可靠性。

通过国内外专家对测量方法的改进，目前的检测方法能够有效对电缆故障进行故障诊断，但是上述方法多数属于离线检测，只能在电缆故障后进行检测。因此，在线检测结合 GPS 技术的实时专家系统是未来发展方向。

4 对 HVLab DEMO 课程的建议

Demo11 这一门课非常好，老师用生动的例子和课堂的积极调动大家配合思考让我们学习了相关知识，收获许多。