

电气设备故障试验诊断 **攻略**

电力电缆

丛书主编 包玉树
本册主编 秦嘉喜

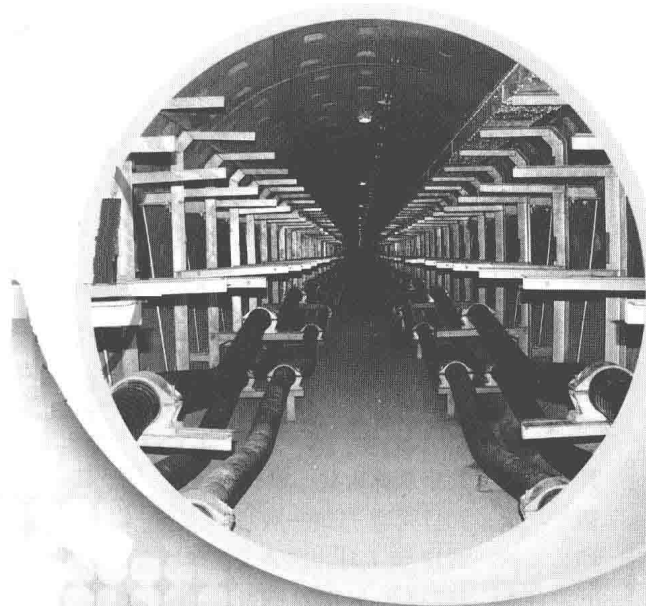


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电气设备故障试验诊断 攻略

电力电缆

丛书主编 包玉树
本册主编 秦嘉喜



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

为加强对电气设备的检查维护及故障诊断力度,确保电气设备安全稳定运行,特编写《电气设备故障试验诊断攻略》丛书。本丛书以生动的案例介绍、真实的场景再现,将基于电气试验的设备故障诊断案例加以剖析。

本书是《电力电缆》分册,共分四章,分别为电力电缆基本知识、电力电缆试验方法、运行中电力电缆故障查寻及定位、电力电缆典型故障案例分析。

本丛书可供电力系统从事电气设备试验的工程技术人员使用,也可作为高等院校相关专业师生的学习参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

电力电缆 / 秦嘉喜主编. —北京:中国电力出版社, 2017. 7

(电气设备故障试验诊断攻略 / 包玉树主编)

ISBN 978-7-5198-0775-7

I. ①电… II. ①秦… III. ①电力电缆—故障诊断 IV. ①TM247

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第115211号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:刘 丹(dan-liu@sgcc.com.cn) 郭丽然

责任校对:王开云

装帧设计:赵姗姗

责任印制:邹树群

印 刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次:2017年7月第一版

印 次:2017年7月北京第一次印刷

开 本:787毫米×1092毫米 16开本

印 张:6.25

字 数:127千字

印 数:0001—2000册

定 价:26.00元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

《电气设备故障试验诊断攻略》丛书编委会 审定委员会

主 任 黄志高
副 主 任 陈 晟 卞康麟
委 员 (按姓氏笔画排序)
马生坤 王丽峰 水为涟 吉 宏 许焕清 杜 森
李 杰 李瑶红 吴 俊 张红光 祝和明 徐建军
翟学锋

编写委员会

丛书主编 包玉树
丛书参编 (按姓氏笔画排序)
马生坤 马君鹏 王成亮 王伟津 王庆胜 王丽峰
王泽仁 王建刚 卞康麟 甘 强 叶加星 付 慧
司增彦 朱孟周 刘 洋 孙和泰 杜 森 杨小平
杨世海 杨景刚 李夕强 李 军 李瑶红 吴 俊
吴 剑 张兴沛 陈华桂 陈志勇 陈 杰 陈明光
范 忠 周 源 孟 嘉 赵 胤 胡永建 钟子娟
钟永和 祝和明 秦嘉喜 贾勇勇 徐敏锐 殷 峰
高 山 高 嵩 黄亚龙 黄 芬 黄 磊 衡思坤

本册编写人员

主 编 秦嘉喜
副 主 编 秦存思
参 编 王梅芳 方 华

前 言



目前，国家电网公司立足自主创新，大力发展特高压和智能电网并取得了重大突破，实现了“中国创造”和“中国引领”，电力事业日新月异，蓬勃向前。国网江苏省电力公司的广大员工随潮而动，逐梦而飞。在此背景下，经过近四年的筹划、组织、立项、编撰、审核、修改，《电气设备故障试验诊断攻略》丛书与读者见面了。

本套丛书按照一次设备的种类分别成册，内容涵盖设备结构、针对性试验、典型故障、诊断攻略等方面，重点放在具有可操作性的故障诊断上。丛书中所列故障案例，既有作者的亲身经历，也有收集借鉴的他山之石，经过筛选、加工一一呈现在读者面前，期望这套丛书能给读者带去不一样的收获。本套丛书各分册内容安排主要以故障描述、缺陷排查、综合分析、诊断攻略的形式呈现，另外对专业领域的试验与诊断新技术做了前瞻性叙述。

《电力电缆》分册共分四章，第一章主要介绍了电力电缆的发展过程、主要分类、型号和参数的含义，电力电缆主要部件构成等，以及电力电缆的分类与结构。第二章介绍了电力电缆的试验方法。第三章重点讲解了在复杂、众多拥挤的电缆沟中，正确、快速识别电力电缆的方法，以及迅速寻找出故障点，并及时消除故障缺陷的测寻方法。第四章从多个层面、多种类型分析，介绍了电力电缆故障类型的处理案例。

在本套丛书的编写过程中，得到了国网江苏省电力公司领导的大力支持，书中参考了其他省市电力公司的事故案例，引用了一些研究成果及试验数据，在此对相关单位的领导和专家表示衷心的感谢。

本套丛书可供电力系统从事电气设备试验的工程技术人员使用，也可作为高等院校相关专业师生的学习参考资料。

由于各分册作者均为在职电力系统专家，利用工作之余的时间编写，时间仓促，书中仍有疏漏与不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2017年5月

目 录



前言

第一章 电力电缆基本知识	1
第一节 概述	1
第二节 电力电缆分类	2
第三节 电力电缆结构及型号	3
第四节 电力电缆的识别方法	4
第二章 电力电缆试验方法	10
第一节 电力电缆现场试验	10
第二节 电力电缆线路参数测试	13
第三节 电力电缆在线试验	13
第四节 国外交联聚乙烯电缆在线检测新方法	15
第三章 运行中电力电缆故障查寻及定位	20
第一节 电缆路径查寻	20
第二节 运行电缆故障测寻方法	21
第三节 电缆故障精确定点	25
第四章 电力电缆典型故障案例分析	29
案例 1 110kV 电缆复合终端局部发热缺陷原因分析	29
案例 2 某变电站 110kV 电缆终端故障分析	32
案例 3 220kV XLPE 电缆事故原因分析	36
案例 4 110kV 电缆终端头爆炸引发的事故	40
案例 5 10~35kV 电力电缆故障分析与预防	42
案例 6 电缆终端异常发热原因分析	44
案例 7 110kV 电缆中接头故障分析及对策	47
案例 8 35kV 电力电缆中端头击穿烧毁故障分析	51
案例 9 110kV 电缆终端故障分析	54
案例 10 超声超高频联合检测出 35kV GIS 电缆头表面局部放电原因 分析	57
案例 11 10kV 电缆中接头击穿故障的原因分析	61

案例 12	110kV 电缆中接头故障分析	63
案例 13	110kV 电缆着火故障分析	66
案例 14	110kV 电缆 GIS 终端发热原因分析及处理措施	69
案例 15	110kV 交联聚乙烯电缆终端头爆炸事故分析	72
案例 16	220kV 启明 I 路电缆事故分析	75
案例 17	35kV 电缆终端头与屏蔽放电现象分析	80
案例 18	110kV 电缆本体缺陷检测分析	84
案例 19	110kV 进线电缆缺陷检测查寻实例	88
参考文献	91

电力电缆基本知识

第一节 概 述

电力电缆应用发展至今有 100 多年的发展、演变、进化历史。

架空输电线路具有局限性，不适于矿山开采等特殊地理位置，俄国人在 1812 年发明了简易的电线电缆并用于矿山爆破。随着电力应用的发展，出现了地下输电电缆。地下输电具有更加安全、节约空间、路径短、受大气环境影响干扰低、供电更加可靠等优点，但是其绝缘要求高于架空线路。1879 年，爱迪生创造性地用黄麻包绕铜棒填充沥青等绝缘混合物制成电缆，开创了地下敷设电缆输电的先河。

在最初出现的电缆中，沥青等绝缘混合填充制作的电缆笨重、费力、费料，1889 年英国人费兰提开发了 10kV 油浸纸质绝缘电缆，建立 20kV 的电力电缆供电网络，电力电缆得以推广应用。

1911 年德国人研制了更高一级 60kV 高压电缆，使电力电缆的电压等级有了较大幅度的提高。1913 年，德国人霍希施泰特又研制了电缆分相屏蔽，改善了电缆内部电场分布，消除电缆绝缘层表面的正切应力，为电力电缆的发展、应用起到了划时代的作用。

1952 年，瑞典首次在发电厂布设了 380kV 超高压电力电缆，把超高压电力电缆的应用和发展引领到一个新的历程。

电力电缆在我国的生产及应用开始于 20 世纪 30 年代，大多在煤矿、冶金等企业使用。1949 年由于受生产技术、工艺设备等因素的影响，我国生产过 6.6kV 橡胶绝缘铅皮护套的电力电缆。1951 年研制生产出 6.6kV 纸质绝缘铅皮护套的电力电缆，之后又陆续开发生产了 35kV 及以下油浸纸质绝缘电力电缆的系列电力电缆。1966 年研制生产出了首根充油电力电缆。1968~1971 年陆续研制、生产了 220、330kV 充油电力电缆，广泛用于各种大型水电站。1983 年又研制、开发生产了 550kV 充油电力电缆。1983 年以后，我国的电力电缆研制、开发、生产有了较大的提高和应用，相继研制、开发了聚乙烯电力电缆、聚氯乙烯电力电缆、交联聚乙烯电力电缆、乙丙橡胶电力电缆、充气电力电缆、钢管电力电缆、压气 SF₆ 绝缘电力电缆。

在 110kV 及以下电压等级中，广泛使用的是交联聚乙烯电力电缆，达 90% 以上，在 220kV 及以上的电压等级中约占 40%~60%。电力电缆的广泛应用主要缘由它的诸

多优点，首先，电力电缆安全系数高、可靠性稳定、不易受自然环境、人为损坏等外界影响，有效地避免雷电、雾霾灰尘污染、外力误碰、损伤等多种线路事故，供电安全可靠性尤为凸显；其次，电力电缆线、相之间绝缘距离小，占用地面及空间大大减少，不影响地面绿化、景观美化需要，能够适应城市、港口等重点场所的整体规划布局和建设需要。

第二节 电力电缆分类

一、按电流类别分类

电力电缆按照可分为交流电力电缆和直流电力电缆两大类。

(1) 交流电力电缆。交流电力电缆的电压等级有 220/380V、10kV、35kV、66kV、110kV、220kV、500kV、750kV、1000kV，一般 220/380V 为配电电缆，10kV 及以上为高压电缆，110kV 及以上的为超高压电缆。

(2) 直流电力电缆。直流电力电缆的电压等级有 ± 400 、 ± 500 、 ± 600 、 ± 800 kV，均为超高压直流电缆。

二、按绝缘材料分类

电力电缆按照绝缘材料可分为：

(1) 油纸绝缘电缆：用绝缘纸带浸渍绝缘油剂作为绝缘保护层的电缆为油纸绝缘电缆。由于浸渍剂的不同又可分为黏性油浸纸质绝缘电缆、不滴流油浸纸质绝缘电缆、充油式油剂纸质绝缘电缆、充气式黏性油浸纸质绝缘电缆四种，一般用于 6.6kV 及以上电压等级。

(2) 橡胶绝缘电缆：由具备绝缘性能的橡胶材料作为绝缘保护层的电缆为橡胶绝缘电缆。由于橡胶类型的不同又可分为天然橡胶电缆、乙丙橡胶电缆、硅橡胶电缆三种，一般用于 220~380V 低压配电系统。

(3) 塑料绝缘电缆：化工塑料材质作为绝缘保护层的电缆塑料绝缘电缆。根据材质可分为聚氯乙烯电力电缆、聚乙烯电力电缆、交联聚乙烯电力电缆三种，应用领域最为广泛，数量、品种最多，各等级电压都大量使用。

(4) 特种绝缘电缆：根据环境功能、输送容量等不同需求，使用特种不同绝缘材质制作的电力电缆。根据特种绝缘材质的不同，又可分为以下四种：

1) 输送大容量电能的管道 SF₆ 充气电缆（适用于 400kV 超高压、100 万 kVA 大容量）。

2) 应用高纯度铜做导体材料，以液氮或液氢为绝缘体，利用导体材料在极低温度下导体材料的电阻随绝对温度急剧降低的性能，将电缆深度冷却的低温阻性电缆（满足大容量电能输送）。

3) 以氧指数不小于 28 的聚烯烃作为外保护层的一般阻燃电缆和以在绝缘层与外护套之间填充一层无机金属化合物 [如 $\text{Al}(\text{OH})_3$]，当遇火时，化合物立即分解，产生出一层不可燃、不熔融的胶状金属氧化物晶体水，包敷在绝缘层外，隔绝氧气，达到阻燃的目的阻燃电缆。

4) 以超导材料或超导合金为导体材料，将其处于临界温度、临界磁场强度和临界电流密度条件下输送电能的电力电缆为超导电力电缆。

第三节 电力电缆结构及型号

一、电力电缆的结构

电力电缆主要由最外保护层、金属铠甲层、外屏蔽层、绝缘层、内屏蔽层、金属导线芯等部分（有的层间加麻线、纸带等）部分构成，如图 1-1 所示。

电力电缆实物图例如图 1-2 所示。

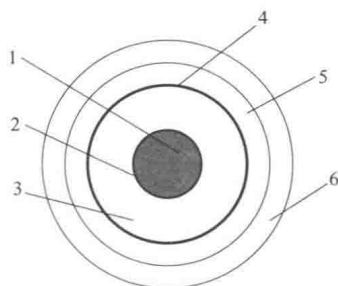


图 1-1 交联聚乙烯电力电缆结构

1—金属导线芯；2—内屏蔽层；3—绝缘层；
4—外屏蔽层；5—金属铠甲层；6—最外保护层

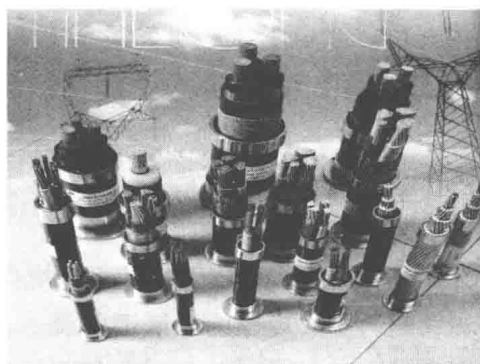
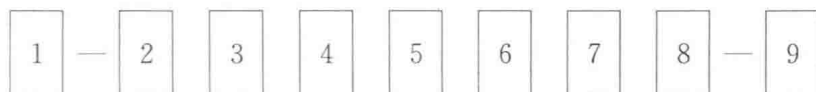


图 1-2 电力电缆实物图例

二、电力电缆的型号

由于电力电缆的绝缘材质、电压等级、使用范围、新技术、新材料的应用等诸多因素，电力电缆的型号组成与顺序编号，在不同时期也不尽相同。

通常绝缘电缆的型号组成与顺序编号如下：



电缆型号中各位含义如下：

第一位：特点。其中：ZR—具有阻燃特性，NH—具有耐火性。

第二位：用途；电力电缆无标注，默认电力电缆。其中：K—控制电缆，P—信号电缆，DJ—计算机。

第三位：绝缘材质。其中：Z—纸质绝缘材料，V—聚氯乙烯，Y—聚乙烯，YJ—交联聚乙烯，X—橡皮绝缘材料。

第四位：电缆芯导体材料，铜芯电缆不标注，默认为铜质。其中：L—电缆铝芯导体材料。

第五位：内保护层。其中：Q—铅皮包裹保护材质，L—铝质包裹保护层，V—聚氯乙烯，Y—聚乙烯，H—橡胶包套，HF—非燃性橡胶包套，LW—皱纹铝包套，F—氯丁胶包裹，N—丁腈橡皮包套。

第六位：特征。其中：F—分相铅包分相护套，D—不滴油，P—屏蔽功能，CY—充油为绝缘材质，C—滤尘器用，Z—直流。没有特征的电力电缆此位无表示（不填）。

第七位：铠装层。其中：0—无，不加铠装保护；2—双钢带；3—细圆钢丝；4—粗圆钢丝。

第八位：最外保护层。其中：0—无保护层，1—纤维缠绕包裹，2—聚氯乙烯护套，3—聚乙烯护套。

第九位：额定电压等级。包括 0.25kV、0.4kV、10kV、35kV、110kV、220kV、330kV、500kV、直流±400kV。

第四节 电力电缆的识别方法

为了加快城市发展，美化城市环境，提高城市品位，强力推进城市基础设施建设，很多城市进行了大规模的城区道路改造，对原有的城区道路架空线进行电缆入地。同时，随着城市的发展，很多新建小区需要电网接入，但配电所的高压柜位置容量固定，只能改变电缆线路，使电缆线路能够为新建小区提供新的电源点。同时，大规模地铁建设

也需要电缆线路的临时改变等。在大规模电网建设和改造过程中，涉及许多电缆的停电切割工作（所谓切割就是为了规划需要把停电电缆割断，以便与另一根电缆拼接以实现改变电缆走向、延长电缆总体长度或修复电缆损坏部分的目的）。电缆沟中的电缆往往有多根（见图 1-3），如何在多根电缆中准确、迅速地找到要切割的电缆，即为电力电缆的正确识别。



图 1-3 电缆沟中的电缆布局

一、观察手摸法

从电缆确定的一端开始，目光始终不离

电缆，并且手也不离开电缆，沿电缆移动到需要切割的部位为止，这种方法即为观察手摸法。

观察手摸法优点是比较准确简单，缺点是当电缆较长、电缆相互交叉叠压较多、双手不能相交时容易出错。

二、电阻法

先将电缆位于电源侧的 3 根相线、地线和钢铠全部断开，用绝缘电阻表测得钢铠的对地电阻应是兆欧级的高阻（若是低于 0.1Ω 的低阻时，应用万用表测量，但现场与电源侧所采用的测量仪器应一致），然后到现场的电缆旁，用针刺破保护绝缘表皮（最好选取钢铠重叠时凸出的位置进针，绝缘表皮有 2mm 左右厚）。当接触到钢铠后，将针头左右转一转，使针尖刺破钢铠上的漆皮，以便与钢铠接触良好；再将绝缘电阻表的表笔插入潮湿的土地，另 1 支表笔与针接触，测该针的对地电阻。若是高阻，则它很可能就是所要找的电缆（因为一般电缆的钢铠都接了地，应是低阻值）。

为了防止别的电缆的钢铠存在接地不良的现象，应将面前的所有电缆外壳的钢铠对地绝缘都测量一遍，并做好记录。若只有 1 根电缆的钢铠对地绝缘与所找电缆电源侧的钢铠对地绝缘基本相等，该电缆就是所要找的电缆；若在现场测到的钢铠绝缘电阻是与电源测到的高阻差别很大的低阻，那该电缆就不是所要找的电缆。若 2 条电缆钢铠的绝缘阻值都是差别不大的高阻，可采用将所欲找的电缆的钢铠端部断续接地的方法，使在检测现场可以测到独立的绝缘电阻出现高低交替的现象，那么它就是欲找的电缆。

(1) 采用电阻法识别电缆的优点是。经济性高，不需购买价格昂贵的专用设备，简单易行。

(2) 采用电阻法识别电缆的缺点。

1) 需要刺破电缆外皮，触及铠装，对于 110kV 及以上的电 缆施工安全性有待进一步讨论。

2) 要考虑外皮刺破后的防水工作。

3) 效率不高，每根电缆的钢铠接地电阻都要进行测量分析，较费时。

三、音频信号法

音频信号法即将 1 个音频信号源（如用半导体收音机，最好用调频收音机）的音频信号输出到电缆两端断开的钢铠上的电源侧，然后用针刺法，在现场用 1 个有源音频放大器的 1 个输入端通过针接在钢铠上，另一端接在插入土地的针上，若在切割端可清晰地听到电源侧半导体所发出的广播信号，就是要找的电缆。反之如果听不到或只听到微弱声音的就不是，应重新查找。

(1) 采用音频信号法识别电缆的优点。资金投入少，经济性高，操作简单。

(2) 采用音频信号法识别电缆的缺点。

1) 与电阻法一样，对于 110kV 及以上的电 缆不适用。

2) 不适用于现场环境嘈杂的场合,而专业人员工作的场合大都在马路边或工地上,因此现场的干扰多而杂,电缆的停电切割不可能专门安排在夜深人静时。

此方法适用性较差。

四、专用电缆识别仪识别法

现阶段电缆识别仪主要分为两大类产品,一类是带电电缆识别仪,另一类是数字式电缆识别仪。究其本质,这两类识别仪采用两种截然不同的电缆识别理念,一种是带电电缆的识别,可以识别出哪根电缆有电,哪根电缆没电;另一种是停电电缆的识别,一次性识别出哪根是要切割的电缆。

(一) 带电电缆的识别

该方法主要用于鉴别现场高压电缆是否带电,不知其始端和终端,也不用施加信号,完全利用带电电缆的自身特性鉴别。

工作中希望有一种简单实用的判别仪器,能够判断一组电缆中哪根是带电电缆哪根是不带电电缆。其实这是个既简单又复杂的问题,复杂性在于一般情况下的判别是通过鉴定带电电缆上的 50Hz 交变电流,但在以下特殊情况下,这一方法会失效。

(1) 如果运行电缆有电压,无负载时,电缆上就无电流流过,这时就检测不到磁场,以为是不带电电缆,极易产生误判。

(2) 如果电缆没有运行,但是这条电缆如果和其他运行电缆有并行的情况,就会有感应电流产生,同时感应电流也会有磁场产生,这时仪表也会有指示,因而就会产生误判。

(3) 如果电缆沟中有多条电缆,这多条电缆都会产生磁场,这时整个区域都会有 50Hz 电流产生的磁场,无法进行判别,容易产生误判。

(4) 这种方法只能判断哪根电缆带电,哪根电缆不带电。而电缆沟中不带电电缆不一定只有一根,也就是说即使辨别出了哪根不带电,也不能完全确定这根电缆就是要切割的电缆,还要结合其他手段去综合判断,力求做到万无一失。

采用电磁波感应原理设计的电缆综合探测仪的功能有带电电缆的寻径,带电电缆的识别,以及 50Hz 运行电缆的寻径、识别。若将上述几项功能交叉使用,带电电缆识别才能保证准确性。但往往就是这种判断方法的复杂性,导致其在停电电缆的识别工作中采用不多。

(二) 停电电缆的识别

这种方法主要用于从现场多条电缆中准确找出某一根待查电缆,必须事先知道其始端和终端,并肯定其不带电。识别时要在其始端施加大功率特殊信号,在现场用接收装置寻找已加信号电缆,采用方向、幅度双判据以达到准确识别。这种方法也是采用较多的一种电缆识别方法,与之相配的仪器就叫停电电缆识别仪。

停电电缆识别仪的基本原理如图 1-4 所示。

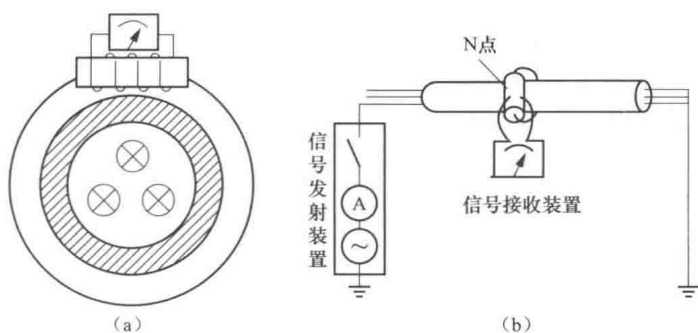


图 1-4 识别仪的基本原理

(a) 识别原理；(b) 停电电缆识别仪工作原理

1. 停电电缆识别仪的结构

停电电缆识别仪是基于电磁感应原理工作的。

停电电缆识别仪分为两大部分：

(1) 信号发射装置，此装置可以调节信号电流的幅值、频率。使用时，因为已知待切割电缆的始端和终端，故而用电缆识别仪的信号发射装置对电缆一端任意一相线芯加以电流，另一端接地，且电缆屏蔽层接地线解开悬空。

(2) 信号接收装置，可以调节接收信号的感应灵敏度。将漆包线线圈通过矽钢片缠绕制成一个钳形接收装备安置在被识别电缆上，相当于形成一个互感器，将互感器二次侧接入一块感应表，这就做成了停电电缆识别仪的信号接收装置。

2. 停电电缆识别仪的工作情况分析

设 \dot{I}_M 为流过要查找电缆的某一线芯的电流， \dot{I}_N 为流过电缆沟中某一根三芯电缆的电流，此电流是流经该电缆的三相电流之和。设流经该电缆的三相电流分别是 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C ，则 $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C$ ，根据图 1-4 所示，分下面几种情况进行分析。

情况 1：N 点所在的电缆不是要查找的电缆，是一根正在运行的电缆。如果该电缆所接负载是对称三相负载，由于三相电源都是对称的，所以三相电流 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 为一组对称三相正弦量，那么 $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$ ，即信号接收装置读数为零。如果该电缆所接负载是不对称三相负载，则三相电流 \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 为一组不对称三相正弦量，那么 $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C \neq 0$ 无论信号发射装置是断开还是闭合，N 点处电流始终不等于零，则该电缆也不是要查找的电缆。

情况 2：N 点所在的电缆不是要查找的电缆，是一根停运的电缆。由于线路停运， $\dot{I}_A = \dot{I}_B = \dot{I}_C = 0$ ，所以无论信号发射装置是打开或者关闭， $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$ ，N 点处电流恒为零，该电缆不是要查找的电缆。

情况 3：N 点所在的电缆是要查找的电缆。由于要查找的电缆是一条停运的电缆，在没有发射电流脉冲信号的情况下， $\dot{I}_A = \dot{I}_B = \dot{I}_C = 0$ ， $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C = 0$ ，当信号发

射装置打开后, \dot{I}_A 、 \dot{I}_B 、 \dot{I}_C 中的某一相电流等于 \dot{I}_M , 另外两相电流等于 0, 则 $\dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C \approx \dot{I}_M$ 。调节信号发射端的电流幅值、频率, 信号接收端仪表做出相应的变化, 则可判断该电缆就是要查找的电缆。

图 1-5 即为工作中用的电缆识别仪。

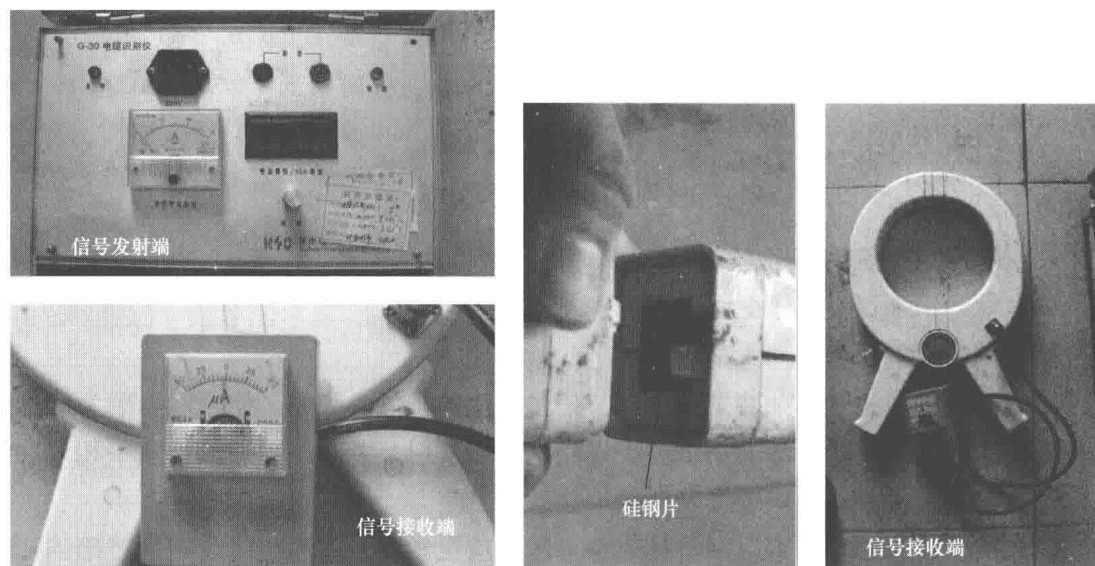


图 1-5 一种电缆识别仪

3. 电缆识别仪使用中的误判情况分析

易导致误判的原因主要如下:

(1) 信号不足易导致误判。

1) 电缆两侧的接地电阻过大, 如图 1-6 所示。从图中可以看出, 由电缆两端接地电阻过大, 整个系统无法形成一个回路, 电缆识别仪的信号发射装置发出的脉冲电流无法流通, 自然也无磁场的产生。

出现这种情况的解决方法: 在电缆的两端尽量找泥土, 打入接地桩, 接地桩顶端入土深度应在 0.5~1.5m, 尽量找湿土。

2) 除了发信的一相线芯外, 其他两相线芯没有断开, 如图 1-7 所示。电缆其他两相线芯没有充分断开, 会导致发射脉冲电流产生的交变磁场在封闭导线中产生电流, 进而其他两相线芯也会产生磁场, 方向总是阻碍原来的磁感应线方向, 进而减弱整体的磁场, 这样也会导致信号接收端信号减弱。

出现这种情况的解决方法: 识别时应注意其他两相线芯应保持断开。

3) 电缆识别仪在使用前没有充足电。电缆识别仪使用前没充足电, 输出电流小, 自然产生的磁场强度不够, 影响接收信号端仪表的指示。

出现这种情况的解决方法: 在使用前一天尽量充足电, 准备工作要做充分, 以严谨、踏实的工作态度投入到电缆识别工作中。

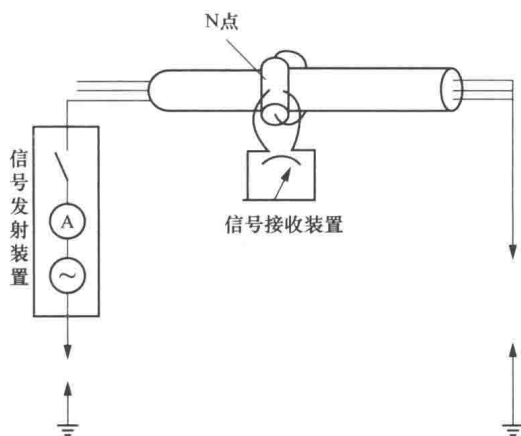


图 1-6 接地电阻过大

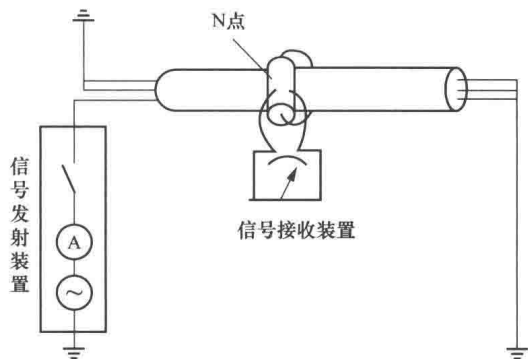


图 1-7 其他两相线芯没有断开

4) 电缆识别仪的接地端没有接大接地，而是接在电缆的接地编织带上。因为意识当中电缆的接地编铜带总是接地的，操作人员很容易就把识别仪的接地端接在铜编织带上。这里分两层来分析：①如果电缆的接地编织带没有接地，那么这样脉冲电流肯定无法流通；②如果电缆的接地编织带已接地（通常情况切割的电缆都是运行过的，肯定接地编织带两端都接地）。在电缆的铠装层也会产生一个反向磁场减弱整体的磁场强度。因为铠装层较电缆线芯的等值电阻大，产生的反向磁场强度会小很多，因此当识别仪脉冲电流较大时，一般感觉不出来，但是当电缆两端接地不好，或者识别仪电量不足时，产生的脉冲电流较小，这种影响就会体现出来。

出现这种情况的解决方法：在识别电缆时，应将电缆屏蔽层接地线解开悬空。

(2) 多条电缆并列运行，或铺设路径相同，或者多条电缆接地处于同一个大接地系统中，导致多条电缆中都有感应磁场，易导致“误判”。此问题比较严重，而又避无可避的问题。但有一点是肯定的，就是同一时间要识别的电缆中的磁场假设为正，那么其他电缆中的产生的磁场肯定为负（方向相反）。

出现这种情况的解决方法：①对于电缆沟中的电缆，不管有多少，识别时要做到决不放过任何一根电缆，每根电缆都要扫描一遍，确保不误认；②购入具有磁场方向识别的新设备。

在日常的工作实践中，对于电缆的识别探讨过很多方法，一直在寻找一种方便快捷的方法，现在利用电缆识别仪来识别电缆，有了突破性的发展。以后，将进一步在实践中检验电缆识别仪的准确性，进一步提高其可靠性。

电力电缆试验方法

电力电缆试验是保证电缆合格投入现场运行的技术依据。每根用于现场的电缆都必须经过严格的出厂试验、交接试验才能投入运行。

第一节 电力电缆现场试验

一、现场试验内容

1. 绝缘电阻试验

绝缘电阻的试验是电缆试验中被广泛应用的一种方法。绝缘电阻在一定程度上可以反映出电缆绝缘的好坏，同时可以通过吸收比的试验来判断绝缘保护层有无损伤、受潮等。

2. 耐受工频交流电压试验

耐受工频交流电压试验主要是检验电缆绝缘材料在工频交流电压下的介电强度，是一种破坏性击穿试验。

3. 谐振交流耐压试验

交流耐压试验是鉴定电力设备绝缘强度最严格、最有效和最直接的试验，它对判断电力设备能否继续可靠安全运行具有决定性的意义，也是保证设备绝缘水平、避免发生绝缘事故的重要手段。由于电缆的电容量较大，采用传统的工频试验变压器很笨重、庞大，且大电流的工作电源在现场不易取得，因此一般都采用串联谐振交流耐压试验设备，其输入电源的容量显著降低，质量减轻，便于使用和运输。

初期多采用调感式串联谐振设备（50Hz），但存在自动化程度差、噪声大等缺点。因此现在大都采用调频式（30~300Hz）串联谐振试验设备，可以得到更高的品质因数（Q值），并具有自动调谐、多重保护以及低噪声、灵活的组合方式（单件重量大为下降）等优点。

4. 电缆介质损耗角正切值（ $\tan\delta$ ）试验

电缆绝缘的介质损耗角正切值（ $\tan\delta$ ）是在工频交流电压下进行测量的。通过测量 $\tan\delta$ ，可以反映出电缆绝缘中的一系列缺陷，如电缆绝缘受潮、浸渍脏污劣化变质、绝缘中有气隙发生放电等。