

电气设备故障试验诊断 **攻略**

架空线路

丛书主编 包玉树
本册主编 秦嘉喜

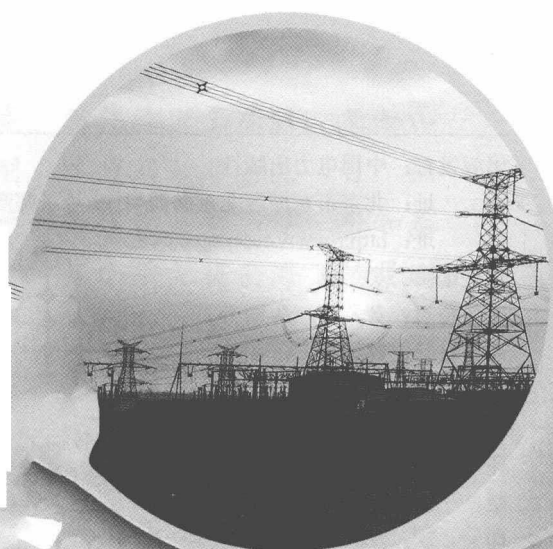


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电气设备故障试验诊断 **攻略**

架空线路

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《架空线路》分册。共4章,分别为概述、架空线路的电气试验、案例剖析、架空线路新技术应用。

本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

电气设备故障试验诊断攻略. 架空线路 / 秦嘉喜主编; 包玉树丛书主编. —北京: 中国电力出版社, 2019. 4

ISBN 978-7-5198-3072-4

I. ①电… II. ①秦…②包… III. ①电气设备—故障诊断②架空线路—故障诊断 IV. ①TM07②TM755

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 068812 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: 吴 冰

责任校对: 黄 蓓 朱丽芳

装帧设计: 赵姗姗

责任印制: 石 雷

印 刷: 三河市百盛印装有限公司

版 次: 2019 年 7 月第一版

印 次: 2019 年 7 月北京第一次印刷

开 本: 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本

印 张: 6

字 数: 109 千字

印 数: 0001—1000 册

定 价: 26.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题, 我社营销中心负责退换

《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 王如山
王丽峰 王泽仁 王建刚 卞康麟 邓嘉欣 甘强
叶加星 付慧 司增彦 朱孟周 刘洋 孙和泰
孙景奕 孙熊 杜森 杨小平 杨世海 杨景刚
李夕强 李军 李勇 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 隋东礪 衡思坤

本册编写人员

主编 秦嘉喜
副主编 秦存博
参编 康立芳 刘洪磊 秦存思 毛念奎 陈志强



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。

《架空线路》分册主要分为四个章节：第一章是概述，主要是介绍电力输电线路基础知识，包括电力架空输送线路的发展过程、主要分类、型号和参数的含义，以及电力架空输送线路主要部件构成等。第二章主要是认识、了解、熟悉电力架空输送线路试验的一些方法；第三章着重从多个层面、多种类型分析、介绍电力架空输电线路故障类型的处理案例；第四章是电力架空输电线路故障试验诊断新技术的应用。

本书收录了多篇故障试验、诊断案例，使读者无需亲自到电力架空输送线路故障现场就能了解、掌握多种的电力架空输送线路故障类型的试验、诊断及试验、诊断经验。本书精心编集的典型案例分析，通过分析、排查、诊断、处理，使读者很快的学习、领会、掌握遇到类似情况的快捷处理的本领，具备很强的现场实用性、规范性和灵活性。本书不但适用于电力架空输送线路一线运行维护、检修人员同时对电力系统管理人员，对于领导干部更好地了解事故的多发性、复杂性、预防性，都有可贵学习、借鉴、参考作用。

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11月

目 录



前言

第一章 概述	1
第一节 架空线路类型	1
第二节 架空线路结构	2
第二章 架空线路的电气试验	7
第一节 架空线路试验的任务	7
第二节 架空线路试验的目的	8
第三节 架空线路试验的分类	9
第四节 杆塔及基础试验	9
第五节 绝缘子试验	10
第六节 导线、地线的测试	10
第七节 金具试验	12
第八节 架空线路工频参数测量	12
第九节 相序和相位的测量	14
第三章 案例剖析	15
[案例 1] 220kV 线路污闪故障分析	15
[案例 2] 500kV 架空线路长棒瓷绝缘子污闪故障	21
[案例 3] 500kV 同杆架设线路引起的传递过电压	22
[案例 4] 架空线路垂直排列双分裂导线粘连的故障分析及防范	28
[案例 5] 220kV 线路与 10kV 交叉跨越放电跳闸分析	32
[案例 6] 220kV 线路金具断裂分析	36
[案例 7] 220kV 悬式瓷绝缘子断串故障	39
[案例 8] 220kV 线架空地线悬垂线夹挂轴磨损故障处理	45
[案例 9] 架空线路复合绝缘子老化断裂试验分析	51
[案例 10] 220kV 架空线路覆冰雪断线故障分析	55
[案例 11] 110kV 线路雷击事故的分析	61
[案例 12] 220kV 架空线路地线雷击断线故障分析	63
[案例 13] 高海拔地区 750kV 线路雷击跳闸故障分析	65
[案例 14] 大风引发 500kV 线路断线故障分析	71
[案例 15] 500kV 架空线路风偏引发故障	75

第四章 架空线路新技术应用	80
第一节 架空线路故障定位新技术应用综述	80
第二节 新技术的应用	80
第三节 理论创新介绍	83
参考文献	86

第一章



概 述

第一节 架空线路类型

输电线路是把发电厂发出的电能，经过各级升压变电站变压器升压后，再经断路器
等控制设备接入输电线路，输送到远方的降压变电站，降压后再通过电力线路分送到电
力用户。如图 1-1-1、图 1-1-2 所示。

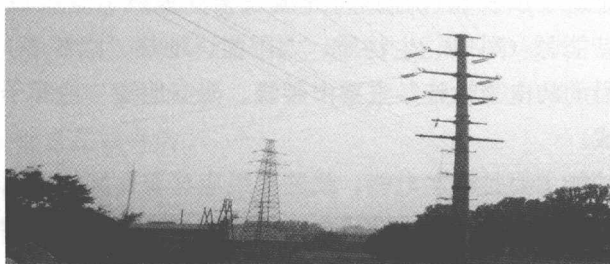


图 1-1-1 转角的线路杆塔

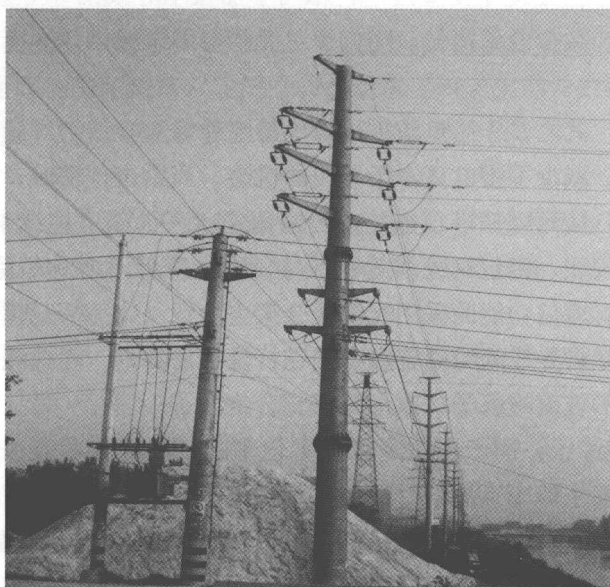


图 1-1-2 同杆架设多条出线带转角的线路杆塔

输电线路是电力系统的重要组成部分，它担负着输送和分配电能的任务。

输电线路按照架设形式可以分为：

(1) 架空输电线路，是将无绝缘护套的导线，通过架立于地面上的杆塔作为支撑体，用绝缘子把导线悬架杆塔之上，以及采用线路金具、拉线、接地等装置构成输送电能的通道。

(2) 电缆输电线路，是通过有绝缘护套的导线电缆埋设于地下或敷设于专用电缆沟、电缆隧道内，构成输送电能的通道。

输电线路按照输送电流形式可以分为交流输电线路、直流输电线路。

按照输送电压可以分为交流 10、35、110、220、330、500、750、1000kV，直流 ±400、±500、±600、±800、±1100kV（在建）。

第二节 架空线路结构

输电线路是用绝缘子以及相应金具将导线及架空地线悬空架设在杆塔上，连接火力、水力、核能、新能源（风电、生物质、太阳能、地热、潮汐等）发电厂和变电站，以实现输送电能为目的的电力设施。主要由导线、架空地线、绝缘子、金具、杆塔、基础、接地装置等组成。

(1) 导线：其功能主要是输送电能。线路导线应具有良好的导电性能、足够的机械强度、耐振动疲劳和抵抗空气中化学杂质腐蚀的能力。线路导线目前常采用钢芯铝绞线或钢芯铝合金绞线。为了提高线路的输送能力，减少电晕，降低对无线电通信的干扰，近年来部分 110kV 电压等级和 220kV 电压等级线路采用二分裂导线、500kV 采用四分裂导线、特高压采用八分裂导线型式，它相当于加粗了导线的“等效直径”，改善了导线附近的电场强度，减少电晕损失，降低了对无线电的干扰，并提高了送电线路的输送能力。

(2) 架空地线：其主要作用是防雷。由于架空地线对导线的屏蔽，以及导线、架空地线间的耦合作用，减少了雷电直击于导线的机会。当雷击杆塔时，雷电流可以通过架空地线分流一部分，从而降低塔顶电位，提高耐雷水平。架空地线常采用镀锌钢绞线。目前常采用钢芯铝绞线、铝包钢绞线等良导体，可以降低不对称短路时的工频过电压，减少潜供电流。兼有通信功能的采用光缆复合架空地线（OPGW 光缆）。

(3) 绝缘子：是将导线绝缘固定和悬吊在杆塔上的物件。送电线路常用绝缘子有盘形瓷质绝缘子、盘形玻璃绝缘子、棒形悬式复合绝缘子。

1) 盘形瓷质绝缘子：国产瓷质绝缘子劣化率高，需检测零值，维护工作量大。遇到雷击及污闪容易发生掉串事故，目前已逐步被淘汰。

2) 盘形玻璃绝缘子：具有零值自爆的优点，但自爆率很低（一般为万分之几）。维护不需检测，钢化玻璃件万一发生自爆后，其残留机械强度仍达破坏拉力的 80% 以上，仍能确保线路的安全运行。遇到雷击及污闪不会发生掉串事故，现已普遍使用。

3) 棒形悬式复合绝缘子：具有防污闪性能好、重量轻、机械强度高、少维护等优点，在Ⅲ级及以上污区已普遍使用。

(4) 金具：送电线路金具按其主要性能和用途可分为线夹类、连接金具类、接续金具类、防护金具类、拉线金具类。

1) 线夹类：

a. 悬式线夹：用于将导线固定在直线杆塔的悬垂绝缘子串上，或将架空地线悬挂在直线杆塔的架空地线支架上。

b. 耐张线夹：是用来将导线或架空地线固定在耐张绝缘子串上，起锚固作用的。耐张线夹有三大类，即螺栓式耐张线夹、压缩型耐张线夹、楔型线夹。

c. 螺栓式耐张线夹：借 U 型螺丝的垂直压力与线夹的波浪形线槽所产生的摩擦效应来固定导线。

d. 压缩型耐张线夹：它由铝管与钢锚组成。钢锚用来接续和锚固钢芯铝绞线的钢芯，然后套上铝管本体，以压力使金属产生塑性变形，从而使线夹与导线结合为一整体；采用液压时，应用相应规格的钢模以液压机进行压缩。采用爆压时，可采用一次爆压或二次爆压的方式，将线夹和导线（架空地线）压成一个整体。

e. 楔型线夹：用来安装钢绞线，紧固架空地线及拉线杆塔的拉线。它利用楔的劈力作用，使钢绞线锁紧在线夹内。

2) 连接金具类：连接金具是用来将绝缘子串与杆塔之间，线夹与绝缘子串之间，架空地线线夹与杆塔之间进行连接的金具。常用的连接金具有球头挂环、碗头挂板、U 型挂环、直角挂板等。

3) 接续金具类：用于导线的接续、架空地线的接续、耐张杆塔跳线的接续。定型的接续金具有钳压接续金具、液压接续金具、螺栓接续金具、爆压接续金具。

4) 防护金具类：①用于防护导线的，如架空地线振动的防振锤、护线条、阻尼线；②用于抑制次档距振动的间隔棒；③用于防护绝缘子串产生电晕的屏蔽环及均压环等。

5) 拉线金具类：用于调整和稳固杆塔拉线的金具有可调式 UT 型线夹、钢线卡子及双拉线联板等。

(5) 杆塔：杆塔是支承架空线路导线和架空地线，并使导线与导线之间，导线和架空地线之间，导线与杆塔之间，以及导线对大地和交叉跨越物之间有足够的距离。

常规杆塔型号表示方法：

1) 按杆塔用途分类，其代号含义：Z—直线杆塔；D—终端杆塔；ZJ—直线转角杆塔；F—分支杆塔；N—耐张杆塔；K—跨越杆塔；J—转角杆塔；H—换位杆塔。

2) 按杆塔外形或导线布置型式分类，其代号含义：S—上字型；SZ—正伞型；C—叉骨型（鸟骨型）；SD—倒伞型；M—猫头型；T—田字型；V—V 字型；W—王字型；J—三角型；A—A 字型；G—干字型；Me—门型；Y—羊角型；Gu—鼓型；B—酒杯型。

3) 按杆塔材料和结构分类，其代号含义：G—钢筋混凝土电杆；T—自立式铁塔；X—拉线式铁塔。

4) 分级代号含义：同一种杆塔型式按荷重不同进行分级，其分级代号用角注 1、2、3、…表示。

5) 高度代号含义：杆塔高度是指横担对地面的距离 (m)，称为呼称高，一般用数字表示。

6) 铁塔型号表示方法。铁塔型号由字母及数字共六个部分组成，图 1-2-1 所示为 220kV 直线酒杯型自立铁塔，第一级呼称高 33m。

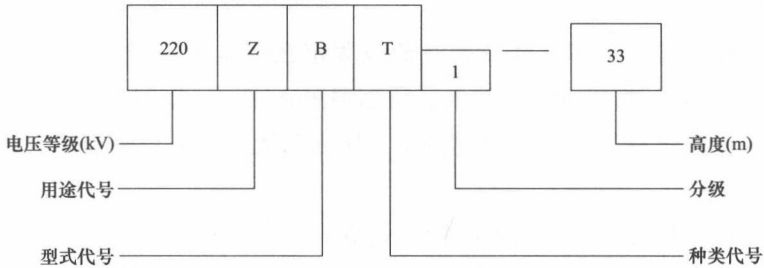


图 1-2-1 220kV 直线酒杯型自立铁塔

7) 钢筋混凝土杆型号表示方法：钢筋混凝土电杆型号与铁塔型号表示方法基本相同，通常不写出线路电压等级的代号。例：NMeG2—21，表示无拉线耐张门型钢筋混凝土电杆，第二级呼称高为 21m。

(6) 基础：基础的作用主要是稳定杆塔，能承受杆塔、导线、架空地线的各种荷载所产生的上拔力、下压力和倾覆力矩。

电杆及拉线宜采用预制装配式基础。铁塔宜采用现浇钢筋混凝土基础或混凝土基础。有条件时，应优先采用原状基础，包括岩石基础、机扩桩基础、掏挖（半掏挖）基础、爆扩桩基础和钻孔桩基础等。

(7) 接地装置：主要由连接架空地线的接地引下线及埋入杆塔地里的接地体（极）所组成。接地装置的主要作用是能迅速将雷电流在大地中扩散泄导，以保持线路有一定的耐雷水平。杆塔接地电阻值愈小，其耐雷水平就愈高。

(8) 光纤复合架空地线 (Optical Fiber Composite Overhead Ground Wires, OPGW)：光纤复合架空地线是用于高压输电系统通信线路的新型结构地线，具有普通架空地线和通信光缆的双重功能。

1) 形式和规格：OPGW 由四部分组成，各部分用括号或数字表示含义如图 1-2-2 所示。

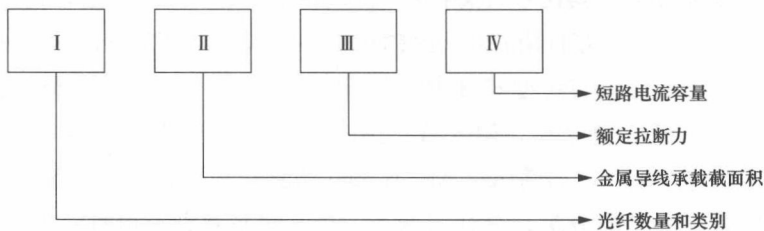


图 1-2-2 OPGW 的规格代号含义

2) 光纤数量和类别：光纤数量代号用光缆中同类别光纤的实际有效数目的数字表示。当光缆中具有不同类别的光纤时应分别表示，中间用“+”相连。光纤类别代号表示如下：B1.1 (B1)—非色散位移单模光纤；B4—非零色散位移单模光纤；Ala—50/125 μm 渐变型多模光纤；Alb—62.5/125 μm 渐变型多模光纤。

a. 金属导线承载截面积，以 mm^2 为单位，截面积的值应修约到以修约间隔为 5 的整数。

b. 额定拉断力，额定拉断力以 kN 表示，额定拉断力的值应修约到以修约间隔为 1 的整数。

c. 短路电流容量，20~200 $^{\circ}\text{C}$ 时的短路电流容量，单位以 “ $\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ ” 表示，并修约到小数点后 1 位。

3) 产品型号和标记：

a. 型号。OPGW 型号由 OPGW 的形式代号和规格代号两部分组成，两者之间用短横线隔开。

b. 标记。OPGW 产品的标记由 OPGW 的型号和本标准编号两部分组成。例如，包含 12 根 B1.1 类单模光纤和 12 根 B4 类单模光纤，金属承载截面为 98.7mm^2 ，额定拉断力为 87kN，20~200 $^{\circ}\text{C}$ 时的短路电流容量为 $80.54\text{kA}^2 \cdot \text{s}$ 的 OPGW，其标记表示为 OPGW-1281+1284-100 [87 : 80.5] DL/T 832—2003。

4) OPGW 结构。OPGW 由一个或多个光单和一层或多层绞合单线组成，几种常见的 OPGW 结构示意图如图 1-2-3 所示。

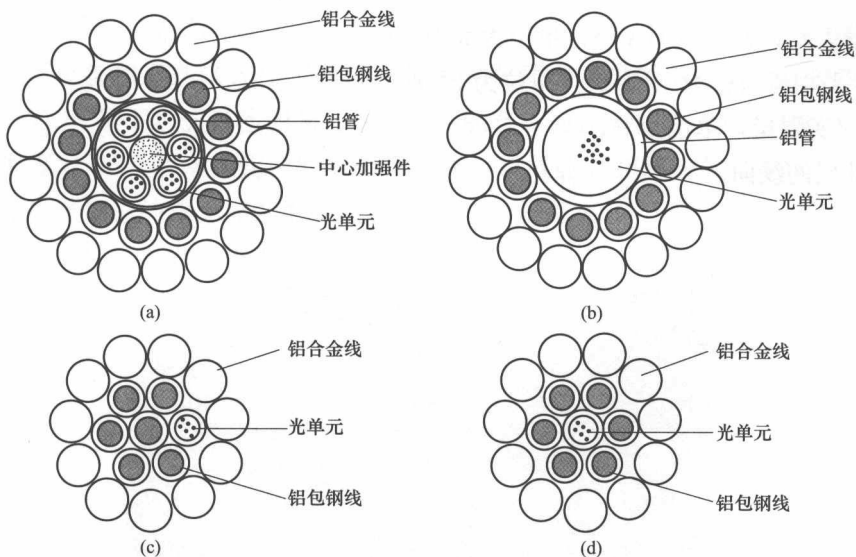


图 1-2-3 几种常见的 OPGW 结构示意图 (一)

(a) 铝管十层绞塑线；(b) 中心铝管；(c) 绞层不锈钢管；(d) 引中心不锈钢管

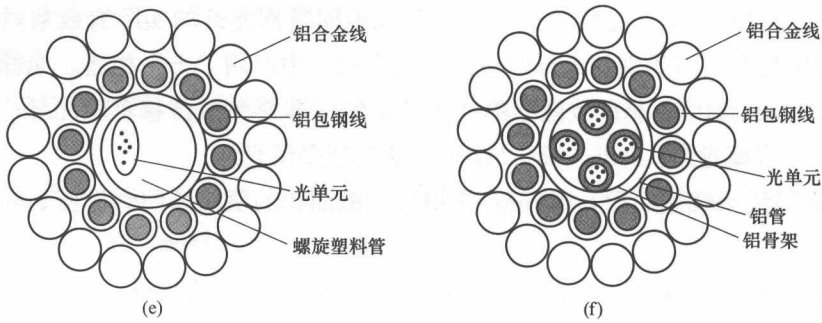


图 1-2-3 几种常见的 OPGW 结构示意图 (二)

(e) 内螺旋塑料管; (f) 骨架槽

5) OPGW 的特性参数:

- a. 光纤的根数、类型、光学特性和传输特性的特性参数;
- b. OPGW 的外径, 单位: mm;
- c. 金属导线的承载截面积, 单位为 mm^2 ;
- d. 计算单位长度质量, 单位为 kg/km ;
- e. 额定拉断力 (RTS), 单位为 kN;
- f. 弹性模量, 单位为 MPa^3 ;
- g. 热膨胀系数, 单位为 $1/^\circ\text{C}$;
- h. 直流电阻, 单位为 Ω/km ;
- i. 最大允许温度范围, 单位为 $^\circ\text{C}$;
- j. 短路电流容量 (I_{2t}) ($20\sim 200^\circ\text{C}$, 1s), 单位为 $\text{kA}^2 \cdot \text{s}$;
- k. 最大允许拉力 (MAT), 单位为 kN;
- l. 年平均运行张力 (EDS), 单位为 kN;
- m. 应变限量, 单位为 %;
- n. 外层的绞向。

架空线路的电气试验

为了对架空线路进行合理设计，工程技术人员必须掌握架空线路在上述各种情况下的实际应力和变形状态，了解架空线路各种构件实际具有的机械强度、电气性能、安全储备及刚度、抗裂性能等。为此，输电线路试验是研究和发展架空线路新材料、新工艺、新体系以及探索输电线路计算分析、设计理论的重要手段，在架空线路科学研究和技术创新等方面起着重要作用。

第一节 架空线路试验的任务

架空线路试验的目的是：

- (1) 对线路上各种构件受机械和电气作用后的性能进行观测，对量测数据进行分析；
- (2) 对线路上各种构件工作性能作出评价；
- (3) 对线路上各种构件的承载能力做出正确估计；
- (4) 为验证和发展架空线路的计算理论提供可靠的技术依据。

由此可见，架空线路试验就是在架空线路的试验对象（局部或整体实物或模型）上，使用仪器设备和工具以各种实验技术为手段在荷载（机械的电气的）和其他因素（温度和变形）作用下，通过检测与构件工作性能有关的各种参数（变形、挠度、应变、振幅、频率等），来反映结构或构件的工作性能、承载能力和相应的安全度，为线路的安全使用和设计理论的建立提供重要的依据。

室内、室外杆塔静力试验现场示意图如图 2-1-1、图 2-1-2 所示。

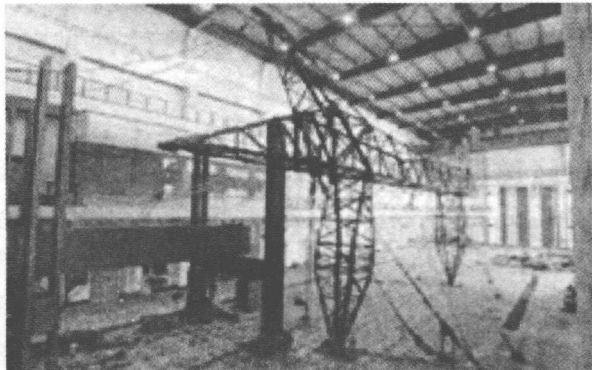


图 2-1-1 室内拉线门型杆塔静力试验现场

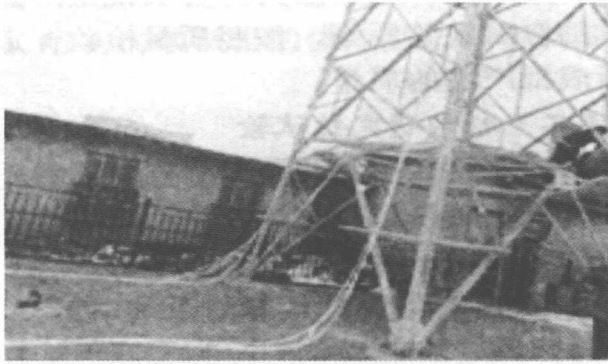


图 2-1-2 杆塔静力试验现场

导线疲劳振动试验示意图如图 2-1-3 所示。

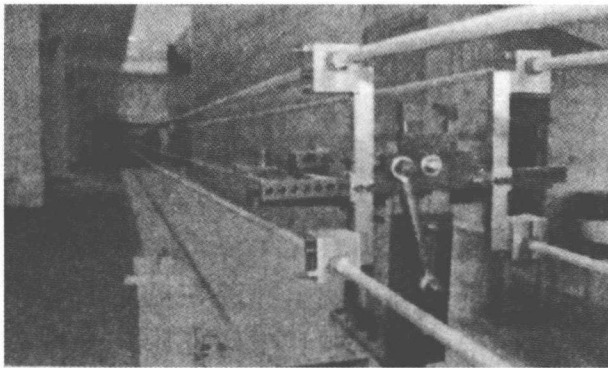


图 2-1-3 导线疲劳振动试验

第二节 架空线路试验的目的

在工程实际中，不同类型的架空线路试验，其目的也有所不同。生产鉴定性试验以直接服务于生产为目的，以真实结构为对象，通过试验对具体结构做出正确的技术结论。一般这类性质的试验经常要解决以下几类问题。

(1) 对线路设计和施工进行鉴定。我国新建的超高压、特高压线路除了在设计阶段需要进行大量的试验研究确定质量的可靠程度以外，还要求在线路建成后依据规程通过试验综合性鉴定。

(2) 判断改建、扩建和加固的线路的实际承载能力。对于电压等级比较低的旧有线路，要求改变工作条件需要进行的改建、扩建和加固工程，仅凭理论计算不能得到分析结论时，有必要通过试验确定其实际承载能力。

(3) 为线路工程事故鉴定提供技术依据。对于遭受地震、水灾、风灾、冰灾等破坏而受损的线路或正在建造和运行过程中发现有严重缺陷（如施工质量事故、铁塔过度变形、倒塔、断线、水泥杆塔严重开裂等）的组件，有必要通过详细的试验研究，鉴定其

受损和存在缺陷的程度，为确定是否加固以及具体加固办法提供技术依据。

(4) 已建线路可靠性检验推断和估计线路的剩余寿命。随着线路建造年份和运行时间的增长，线路的各组件会逐渐出现不同程度的老化现象，有的已经到了老龄期、退化期和更换期，有的则已经到了危险期。为了保证运行中线路的安全运行，尽可能地延长线路的运行寿命，防止线路破坏、倒塔等重大事故的发生，需要对线路进行可靠性检验推断。目前已有科研人员对线路的运行寿命，特别是运行寿命中的剩余期限，即剩余寿命特别关注。对运行中的线路进行观察、检测和分析后，按可靠性规程评定线路的安全等级，由此推断可靠性并估计剩余寿命。

(5) 鉴定组件产品的质量。由电缆厂、线路器材厂等成批生产的导线、金具、绝缘子等，在出厂或安装前必须根据科学抽样试验的原则，按照质量检验评定标准和试验规程的要求，通过少量的试件试验，以推断成批产品的质量。

第三节 架空线路试验的分类

架空线路试验可以根据试验目的、带电性质、试验对象、荷载类型和试验场地等进行分类。

(1) 根据试验目的分类。根据试验目的不同，架空线路试验可分为生产鉴定性试验和科学研究性试验，如前面所介绍。

(2) 根据带电性质分类。根据带电性质的不同，架空线路试验可分为机械性能试验和电气性能试验。

(3) 根据试验对象分类。根据试验对象的不同，架空线路试验可分为真型试验和模型试验。线路试验中大多数是真型试验，因为线路的特殊性，不可能像其他结构试验那样做整体线路试验，试验对象必须是线路中的组件。

(4) 根据荷载类型分类。根据荷载类型不同，架空线路试验可分成静力荷载试验、动力荷载试验、短期荷载试验和长期荷载试验等。

第四节 杆塔及基础试验

1. 杆塔试验

(1) 试验分类。根据杆塔试验目的、验收标准的不同，杆塔试验大致可以分为验证试验、抽样试验两类。

(2) 基本规定。对于验证试验，试验杆塔使用的材料和制造工艺应与杆塔产品具有相同的技术条件和技术要求。这些技术条件和技术要求包括构件截面的性质、连接构造（如螺栓规格、焊接尺寸）、材料等级和生产工艺。对于抽样试验，应从杆塔产品批次中随机抽取杆塔样品试验。无论是验证试验还是抽样试验，试验杆塔都应承受试验技术要求所规定的荷载。

2. 输电杆塔接地试验常用名词术语

接地装置试验中常用名词术语有：

接地极：埋入地中并直接与大地接触的金属导体。

接地线：电力设备应接地的部位与地下接地极之间的金属导体，也称为接地引下线。

接地装置：包括接地极与接地线。

接地网：由垂直和水平接地组成的，供发电厂、变电站使用的，兼有泄流和均压作用的水平网状接地装置。

接地装置的电气完整性：接地装置中应该接地的各种电气设备之间、接地装置的各部分及与各设备之间的电气连接性，即直流电阻值，也称为电气导通性。

接地阻抗：接地装置对远方电位零点的阻抗。数值上为接地装置与远方电位零点间的电位差，与通过接地装置流入地中的电流的比值。按冲击电流求得的接地阻抗，称为冲击接地阻抗；按工频电流求得的接地阻抗，称为工频接地阻抗。

3. 输电线路杆塔接地装置的接地阻抗测试

杆塔接地阻抗测试宜采用三极法，对新建的杆塔接地装置的交接验收应采用三极法测试。测试应遵守现场安全规定，雷云在杆塔上方活动时应停止测试并撤离测试现场。

第五节 绝缘子试验

(1) 复合棒形绝缘子的试验：

1) 芯棒的实验。

2) 界面和金属附件连接试验：①负荷突然释放试验；②热机械试验。

(2) 芯棒机械负荷——时间试验：

1) 最大设计弯曲负荷（MDCL）验证试验。

2) 弯曲负荷试验。

(3) 复合绝缘子老化试验。

(4) 复合绝缘憎水性评定和污秽试验。

(5) ERP 棒应力腐蚀试验。

(6) 沿面放电试验。

第六节 导线、地线的测试

(1) 导、地线的试验。

如表 2-6-1 所示。