

30163

丁 荣 王书孟 佟岩冰 编

10kV 及以下 配电线路典型故障 分析与预防



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

丁 荣 王书孟 佟岩冰 编

10kV 及以下 配电线路典型故障 分析与预防



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是由北京电力公司具有几十年实际工作经验的专业技术人员编写的,旨在提高供电企业配电线路的工作水平,帮助配电线路职工进行业务培训,提高分析、处理各类配电线路事故的能力,从而更好地服务于广大的用电客户。

本书共分三大部分,分别为架空配电线路、配电变压器和路灯。书中收集、列举了力所能及收集到的大量的各种类型的配电线路事故案例及图片,并从事故现象、事故原因分析到应采取的防范措施等进行了详细的论述,目的就是使从事配电线路的运行和检修职工业务素质得到较大的提高,快速、优质地处理好各类配电线路事故。

本书文字简明扼要,图文并茂,通俗易懂,各类架空配电线路事故详尽,既可作为从事配电线路职工的培训教材,也可作为他们处理事故的参考工具书,还可供用电客户电工查阅。

图书在版编目(CIP)数据

10kV及以下配电线路典型故障分析与预防/丁荣,王
书孟,佟岩冰编. —北京:中国电力出版社,2005
ISBN 7-5083-3357-8

I.1... II.①丁... ②王... ③佟... III.①配
电线路—故障诊断②配电线路—故障—预防 IV.TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 039556 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

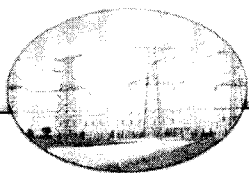
*

2005 年 8 月第一版 2005 年 8 月北京第一次印刷
850 毫米 × 1168 毫米 32 开本 6.375 印张 163 千字
印数 0001—3000 册 定价 13.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

10kV及以下配电线路
典型故障分析与预防



编委会名单

主任：侯清国

副主任：谢志国

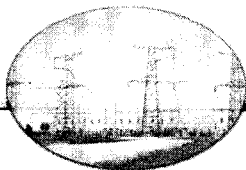
委员：	关城	李顺平	王家维	王以京	牛磊
	王世华	孙怡璞	任自勇	纪洪	李岷
	陈光华	丁荣	王书孟	佟岩冰	宁岐
	包显良	李绍鹏	黄旭	宋士强	陈燕京
	邢其敬	邢胜			

主编：丁荣

编写人员：丁荣 王书孟 佟岩冰 丁利恒

审定人员：关城 陈光华 李顺平 任自勇

10kV及以下配电线路 典型故障分析与预防

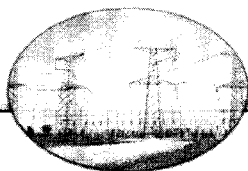


随着我国各行各业的迅速发展和人民生活水平的不断提高,电力工业也得到了迅猛的发展。特别是近几年国家加大了城乡电网的建设与改造力度,是电力工业有史以来发展最快的时期,与此同时,对电力生产人员的素质也提出了更高的要求。为了满足配电线路职工岗位培训和处理事故能力培训的需要,我们特组织专家编写了此书。书中收集、列举了力所能及收集到的大量的各种类型的配电线路事故案例及图片,并从事故现象、事故原因分析到应采取的防范措施进行了详细的论述,目的就是使从事配电线路的运行和检修职工业务素质得到较大的提高,快速、优质地处理好各类配电线路事故。本书的主要特点是针对性、实用性和通俗性强,对用电单位的电工和技术人员也有很大的参考价值。本书由北京电力公司配电专业首席工程师丁荣统稿并任主编。架空配电线路部分由丁荣和丁利恒编写;配电变压器部分由王书孟和丁荣编写;路灯部分由佟岩冰编写。

由于时间仓促和编写者的水平有限,不妥之处恳请读者提出宝贵意见,不胜感谢!

编 者

2005 年 3 月 25 日



前言

第一章 架空配电线路

1

第一节 架空配电线路的基本要求	1
一、线路的基本要求	1
(一) 线路路径的基本要求	1
(二) 架空线路应避免架设的处所	1
(三) 架空线路电杆应避开的埋设处所	2
(四) 对架空线路的基本要求	2
二、架空线路电杆的高度和埋深	2
三、对架空配电线路电杆的要求	3
(一) 木杆	3
(二) 钢筋混凝土电杆	3
四、架空线路装设拉线的要求	3
五、架空线路导线在档距内的连接要求	5
六、架空线路导线在绝缘子上固定的要求	5
(一) 导线在针式绝缘子上固定	5
(二) 导线在蝶式绝缘子上固定	5
(三) 导线在悬式绝缘子上的固定	6
(四) 铝线在绝缘子上的固定	6
(五) 集束绝缘线的固定	6
(六) 停电工作接地点的设置	7

第二节 架空配电线路的运行维护	7
一、架空线路的巡视检查	7
(一) 运行前的检查项目	7
(二) 巡视检查周期	7
(三) 巡视检查的种类	8
(四) 巡视检查项目	9
二、维护检测	14
(一) 绝缘子测试	14
(二) 导线接头测试	14
第三节 架空配电线路的故障处理	15
一、导线的故障处理	15
(一) 导线损伤、断股的处理	16
(二) 导线接头过热的处理	17
(三) 线路一相断线的处理	17
(四) 线路单相接地的处理	17
(五) 导线断线碰线的处理	17
(六) 导线振荡的处理	18
(七) 拉线折断的处理	18
(八) 拉线基础上拔的处理	18
二、电杆的故障处理	19
(一) 钢筋混凝土电杆腐蚀的处理	19
(二) 钢筋混凝土电杆缺陷处理	19
(三) 金属杆塔基础和地下拉线棒锈蚀的处理	20
(四) 杆塔“冻鼓”处理	20
(五) 杆塔倾斜处理	20
三、绝缘子故障处理	21
(一) 绝缘子污闪的处理	21
(二) 绝缘子老化的处理	22
(三) 零值绝缘子的处理	22
四、其他故障处理	22
(一) 电晕的处理	22
(二) 线路保护装置动作处理	23
(三) 铝线与铜线连接处发生氧化的处理	23

(四) 导线覆冰的处理	24
第四节 架空配电线路故障案例分析及预防	24
一、杆塔	24
(一) 汽车撞电线杆	24
(二) 电杆埋深过浅, 发生倾倒, 造成导线相间短路	25
(三) 电杆上有藤萝类植物附生, 造成导线接地	26
(四) 电杆上筑有鸟窝	26
(五) 电杆安装在河道, 被水冲倒, 造成导线断裂, 线路停电	27
(六) 10kV 架空线路分、倒路后, 未及时更换路铭牌和杆 号牌, 造成工作人员误登带电杆触电的事故	27
(七) 换大绝缘导线, 致使电杆抗弯强度超过设计标准而 折断	28
(八) 木制电杆因 P10 针式绝缘子碎, 致使裸导线搭落 在杆顶上, 造成木杆顶烧毁	29
(九) 铁杆安装后未经验收就投入运行, 留下事故隐患	30
(十) 电杆质量不良、酥松、钢筋外露, 孔洞内筑有鸟窝, 给线路运行埋下隐患	30
二、导线	32
(一) 导线“死弯”造成断线	32
(二) 绑线松动、导线磨损造成断线事故	33
(三) 低压三相四线系统中性线断线, 造成用户烧毁设备	33
(四) 10kV 串入低压事故	34
(五) 人或物从建筑物上掉落在高压线上, 砸断高压线的 事故	35
(六) 配电变压器中性线断线事故	35
(七) 进户线中性线断线, 造成电压升高的事故	37
(八) 低压线路接头接触不良而被烧断	37
(九) 因为鸟筑窝造成照明线路断电	38
(十) 架空导线连接不当, 造成烧线事故	38
(十一) 10kV 架空配电线路因操作过电压屡次被烧断	39
(十二) 中性线断线引起的触电事故	41
(十三) 同一档距内导线弧垂不同造成短路断线事故	42
(十四) 塑料布挂到低压线路(裸铝绞线)上造成相间短路	42

(十五) 线路导线舞动造成缠绕短路	43
(十六) 架空线路安装不合格, 致使拉线带电	44
(十七) 不按规程安装线路, 造成铁横担带电	45
(十八) 拉线严重松弛造成接地	46
(十九) 柱上变压器处的避雷器爆炸, 造成线路接地跳闸	47
(二十) 柱上油断路器的铜铝过渡卡子烧毁, 弓字线掉下与另 一相瞬间短接, 造成线路速断跳闸, 重合成功	47
(二十一) 因风筝线造成线路短路	48
(二十二) 未接电的线路带电	48
(二十三) 电表箱安装不正确, 造成线路接地	50
(二十四) 用户线漏电造成电能表空转	50
(二十五) 低压线对地距离不够造成的触电事故	51
(二十六) 已拉开变压器的低压总开关, 但低压线路中的中性 线仍然有电	52
(二十七) 违章建筑, 造成学生触电身亡	54
(二十八) 忽视安全, 施工钢筋搭在高压线上造成触电事故	54
(二十九) 错接一根线, 造成牛被电死, 人险丧命事故	55
(三十) 中性线过细引起事故	56
(三十一) 用户内部 TV 爆炸, 导致供电部门 10kV 弓字线烧断	56
(三十二) 汽车撞断电线杆造成线路短路、导线被烧断的事故	57
(三十三) 树压线造成导线断裂事故	57
(三十四) 变压器二次引线烧断引发的事故	58
(三十五) 电缆被刨短路, 造成 10kV 线路被烧断的事故	59
(三十六) 柱上油断路器的铜铝过渡卡子烧毁, 弓字线掉下与 另一相瞬间短接, 造成线路速断跳闸, 重合成功	59
(三十七) 柱上变压器高压磁头上落小动物, 造成相间短路, 线路跳闸	60
(三十八) 雷击断线	60
(三十九) 10kV 线路拉闸限电后, 再送电却送不出去	61
(四十) 因跌落式熔断器操作不当, 致使相间短路	62
(四十一) 铜铝导线连接未使用铜铝过渡线夹, 导致接头腐 蚀, 导线被烧断	62
(四十二) 10kV 导线因未和绝缘子进行绑扎, 导致导线	

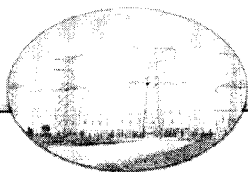
掉落在横担上, 造成接地	62
(四十三) 由于设计不合理, 造成相间短路	63
(四十四) 10kV 线路检修完后, 忘拆除接地线, 造成 10kV 线路接地事故	64
(四十五) 因 10kV 绝缘子爆炸, 造成线路接地	64
(四十六) 因 10kV 吊瓶开口销子掉, 致使线路停电处理	65
(四十七) 因联络不畅, 误锯线路的出线电缆, 造成相 间短路	66
(四十八) 因用户内部电气设备故障, 造成 10kV 线路跳闸	67
(四十九) 因用户拉合分界刀开关, 导致 10kV 线路接地	68
(五十) 因过街电缆被刨, 造成 10kV 线路相间短路	68
(五十一) 因电缆头爆炸, 造成相间短路, 线路停电	69
(五十二) 路灯线断, 掉落在 10kV 线路上, 造成线路接地	70
(五十三) 因柱上变压器故障, 导致 10kV 线路跳闸	70
(五十四) 线路压接质量不合格, 导致线路断线	71
(五十五) 10kV 线路断线事故	72
(五十六) 10kV 绝缘子抱箍立铁与抱箍焊接处断, 造成相间短路	73
(五十七) 房屋拆迁, 接户线剪断后未做处理, 造成 随风乱摆, 导致相间短路	74
(五十八) 线路柱上变压器接地线断裂造成的事故	74
(五十九) 因为绝缘子污闪造成的 10kV 线路事故	75
(六十) 变压器磁套管破裂引起的事故	77
(六十一) 10kV 线路绝缘子损坏引起连续跳闸的事故	77
(六十二) 柱上变压器接地体连接固定螺栓被破坏引 起事故	79
(六十三) 乱接照明线路引起的事故	81
(六十四) 错将用户照明线接到路灯相线上造成的事故	82
(六十五) 10kV 线路改接完后, 漏搭弓字线, 造成给 用户晚送电的事故	84
三、柱上开关	85
(一) 柱上油断路器进水造成断路器爆炸的事故	85
(二) 柱上分段用空气断路器一相“死接”	85

(三) 柱上用空气断路器一相“常开”	86
(四) 联络断路器小动物引发的事故	87
(五) 因跌落式熔断器磁件裂纹所造成的事故	87
(六) 因跌落式熔断器操作不当所造成的事故	88
(七) 10kV 跌落式熔断器经常掉管原因分析	89
(八) 10kV 跌落式熔断器一相断熔丝原因分析	92
(九) 新更换的跌落式熔断器因为没有做耐压试验而引起 的故障	94
(十) 由于跌落式熔断器引发的柱上变压器假故障	95
(十一) 由于跌落式熔断器熔丝选择不当造成的事故	96
(十二) 因跌落式熔断器引起的事故	97
 第二章 配电变压器故障分析及预防措施	99
第一节 变压器运行的异常处理	99
一、变压器运行中发现下列故障应停运	99
二、变压器运行中发现下列情况应汇报调度并记录	100
三、变压器有下列情况应查明原因	101
(一) 变压器运行中声音不正常的处理	102
(二) 变压器运行中温度过高的处理	103
第二节 配电变压器故障概况、特点及事故调查分析程序	110
一、变压器发生故障的概况 (以北京供电局为例)	110
二、变压器发生故障的特点	110
第三节 变压器事故调查及分析程序	111
第四节 配电变压器故障检查分析及预防措施	113
一、铁心故障实例、分析及预防措施	113
二、绕组故障分析实例及预防措施	118
(一) 低压绕组故障实例	118
(二) 针对低压绕组发生故障定出的预防措施	123
(三) 高压绕组故障实例	123
三、器身方面的故障实例	130
(一) 器身结构有缺陷, 机械强度差或绝缘强度弱	

造成故障	130
(二) 高压引线及分接线故障	134
(三) 导线焊接故障	136
(四) 器身方面故障的预防措施	136
四、外体及主要部件故障	137
(一) 无励磁分接开关和端子板故障	137
(二) 有载调压开关故障	143
(三) 高压套管及附件故障	146
(四) 低压瓷套管及附件故障	148
(五) 漏油缺油引起的故障	150
(六) 凝结水和进水造成的故障	152
(七) 高压电源缺一相故障 (安装质量不良)	154
五、雷击导致变压器烧毁	155
六、配电变压器的防雷措施	156

第三章 路灯故障及预防对策 182

第一节 路灯线路	182
一、架空线路	182
二、电缆线路	184
第二节 路灯设备	186
一、路灯光源	186
二、路灯灯具	188
三、路灯钢杆	189
第三节 路灯控制	190
一、控制类型	190
二、控制方式	191



第一章

架空配电线路

第一节 架空配电线路的基本要求

一、线路的基本要求

(一) 线路路径的基本要求

(1) 架设线路的路径尽量选择捷径，地形不复杂，投资较少。

(2) 应尽量少占农田，避开洼地、冲刷地带及易被车辆碰撞的地方。

(3) 应尽量避免爆炸物、易燃物和可燃液（气）体的生产厂房、仓库、贮罐等。

(4) 应尽量把线路架设在公路、道路物两侧，便于运输、施工和今后的运行维护。

(5) 线路路径的选择既要照顾到当前的需要，又要考虑到今后的发展，并要满足城市规划和电网规划，要留有一定的裕度。

(二) 架空线路应避免架设的处所

(1) 国家的纪念塔、碑及其类似处所或规划之内。

(2) 屋顶、庭院、林木丛生之地。

(3) 山洪、水灾较多之处。

(4) 生产、贮存易燃、易爆物的厂房、库房等处所。

(5) 产生腐蚀性气体、液体及污染严重之地。

(6) 不易通过的山河、湖泊及基础不易稳固的地方。

(三) 架空线路电杆应避免的埋设处所

(1) 妨碍交通的场所或妨碍交通信号视线的场所。

(2) 铁路路基取土处及路基斜坡面。

(3) 地下管道、暗渠、电力电缆、通信电缆及其他地下设施埋设之处。

(4) 建筑物及地道出入口。

(5) 车马通行频繁易受碰撞之处。

(6) 临河岸及接近水渠之处。

(7) 沙地、沼泽地及泉水池。

(四) 对架空线路的基本要求

(1) 供电安全。要保证对用户可靠地、不间断地供电，就要保证线路架设的质量并加强运行维修工作，防止发生事故。

(2) 电压质量。电压质量的好坏，直接影响着用电设备的安全和经济运行，供电电压 10kV 及以下高压供电和低压电力用户的电压变动范围为 $\pm 7\%$ ，低压照明用户为 $-10\% \sim +5\%$ 。

(3) 经济供电。送电过程中要尽量降低线路损耗。

二、架空线路电杆的高度和埋深

(1) 电杆高度应根据横担安装位置、电杆埋深、导线弧垂和导线对地面的垂直距离来确定，可用下列公式近似计算

电杆高度 (总长) = 横担至杆顶距离 + 导线弧垂 + 导线对地面垂直距离 + 电杆埋入深度

(2) 电杆的埋深应根据电杆的材料、高度、承力和当地的土质情况确定。一般 15m 以下电杆，埋深可按杆长的 $1/6$ 计算，但最少不得小于 1.5m，一般电杆埋深见表 1-1。

表 1-1 电杆埋设深度

杆高 (m)	8	9	10	11	12	13	15	18
埋深 (m)	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.1	2.3	2.8

一般也可以按经验公式： $1/10$ 电杆长度 + 0.7m 进行计算。注意，当电杆长度 $\geq 15\text{m}$ 时，计算方法改为： $1/10$ 电杆长度

+ 0.8m 进行计算。

三、对架空配电线路电杆的要求

(一) 木杆

(1) 杆身不应有腐朽，有腐朽的电杆在设计范围内应去掉腐朽部分，涂刷防腐油。

(2) 不能使用通身木纹呈螺旋状扭曲的木杆。

(3) 杆身弯曲，凡两端中心连接已超出杆外者不得使用，在受力大的地方，弯曲严重的木杆也不得使用。

(4) 未裂穿的干缩缝允许深度，不得超过梢径 $1/3$ ，长度不得超过杆长的 $1/2$ 。

(5) 木杆的外皮应全部剥干净。

(6) 主杆梢径不得小于：10kV 及以下的线路为 160mm；农村架空线路为 140mm。

(7) 木杆接腿梢径不应小于主杆根径的 85%，其最大弯曲不应超出接腿长度的 1%。

(二) 钢筋混凝土电杆

(1) 杆身的弯曲不得超过杆长的 2‰。

(2) 电杆横向裂纹宽度应不超过 0.2mm。

(3) 电杆表面应平整光滑内外壁均不得有流浆露筋等缺陷，杆顶必须有封堵。

(4) 混凝土杆用的底盘，卡盘表面应无裂缝、剥落等缺陷，如因运输碰损，其碰损面积不得超过总面积的 2%（深度不大于 20mm）。

四、架空线路装设拉线的要求

(1) 拉线在木杆上固定时，应在木杆上加护杆铁板，以防止木杆受到损伤。但拉线为 25mm^2 钢绞线或 5 股以下镀锌铁线时，可不加护杆铁板。

(2) 用钢绞线做拉线应在电杆上先绕一圈，用卡钉钉牢。拉线截面为 50mm^2 以下，可用镀锌铁线缠绕； 50mm^2 以上，应用钢线卡子固定。若用直径 4.0mm 铁线制做拉线，应把各股

平铺在电杆上用卡钉钉牢，再用直径 2.6mm 的铁线或自身缠绕固定。

(3) 拉线在钢筋混凝土杆上固定时，应使用拉线抱箍，抱箍的机械强度要满足拉线的拉力要求，而螺栓直径不小于 16mm。

(4) 拉线在电杆上固定应尽量靠近横担，但木制直线杆的两侧人字拉线（防风拉线）应固定在横担以下的 1m 处，以防雷击闪络。

(5) 拉线底把应做在不易被车碰撞的地方，若受地形限制，应埋设拉桩。拉线在易受洪水冲刷的地区，应增设必要的防护设施。

(6) 配电线路木杆上拉线应装设拉紧绝缘子，要求绝缘子距地面不小于 2.5m，混凝土电杆的拉线一般不装拉紧绝缘子，但拉线从导线之间穿过时应装设拉紧绝缘子。

(7) 拉线与带电体的最小净空距离：3~10kV 为 0.2m；低压线路为 0.05m。

(8) 线路沿道路应架设分支或转角杆。在线路转向的反方向，如受道路或其他障碍物的限制不能做一般拉线时，可架设水平拉线。拉线对地面的垂直距离应不小于 6m，在人行道及不能通车的小巷应保持 4m 以上。水平拉线的埋深不小于 1m，并向外倾斜 10°~20°，拉线截面积为 11 股或用 GJ-50 及以上的钢绞线时，拉线应装设底盘。

(9) 拉线长度计算为

$$L = kB$$

式中 L ——拉线装设长度 (m)；

B ——拉距 (m)；

k ——系数，见表 1-2。

表 1-2 对不同距离比的系数 k

距离比	2	1.5	1.25	1	0.72	0.66	0.5	0.33	0.25
系数 k	1	1.2	1.3	1.4	1.7	1.8	2.2	3.2	4.1

五、架空线路导线在档距内的连接要求

(1) 在一个档距内每根导线允许有一个接头或三个补修管，其间距离不小于 15m，导线接头中补修管距导线固定点，直线杆不小于 0.5m，配电线耐张杆不小于 1m。

(2) 在下列交叉跨越内不能有接头：①跨越铁路；②跨越公路和城市主要道路；③跨越通信线路；④特殊大档距和跨越主要通航河流。

(3) 不同金属、不同规格、不同绞向的导线，不得在一个耐张段内连接，只允许用专用连接器在杆塔跳线上连接。

六、架空线路导线在绝缘子上固定的要求

(一) 导线在针式绝缘子上固定

(1) 直线杆上的导线应固定在绝缘子瓶顶线槽内。1kV 及以下线路可固定在绝缘子侧面绑线的槽内。

(2) 30°及以下转角杆上的导线，应固定在绝缘子转角外侧绑线的槽内。

(3) 轻型承力杆上，导线在绝缘子上固定处不应出角度，两侧导线应按绝缘子外侧取直，中间导线应按面向电源侧时右侧绝缘子取直。

(4) 1kV 及以下线路的导线，在绝缘子固定应绑扎成单十字，1kV 以上的绑成双十字。

(5) 绝缘线在针式或棒式绝缘子的绑扎，直线杆采用顶槽绑扎法；直线角度杆采用边槽绑扎法，绑扎在线路外角侧的边槽上。蝶式绝缘子采用边槽绑扎法。使用直径不小于 2.5mm 的单股塑料铜线绑扎（北京地区采用直径不小于 2.5mm 的单股铝线绑扎）。绝缘线与绝缘子接触部分应用绝缘自粘带缠绕，缠绕长度应超出绑扎部位或与绝缘子接触部位两侧各 30mm（北京地区不缠绕绝缘自粘带）。

(二) 导线在蝶式绝缘子上固定

(1) 铜线在绝缘子上固定时，其绑扎长度为：导线截面为 35mm^2 及以下的绑扎 150mm；截面为 $50 \sim 95\text{mm}^2$ 的绑扎 200mm。