

Sp7 17.2

Sp1 42.5

SHUPEIDIAN DIANXING QUEXIAN TUCE

# 输配电典型缺陷 图册

本书编委会 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

SHUPEIDIAN DIANXING QUEXIAN TUCE

# 输配电典型缺陷 图册

本书编委会 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

输配电设备受自然环境条件、设计缺陷、施工工艺水平、产品质量等各种因素的影响,不可避免的会产生缺陷,而目前生产运维人员的数量、素质能力等方面与设备规模的快速发展水平还不相匹配。为了促进输配电专业运维人员加强对相关设备缺陷的辨别和判断能力,以保证及时发现和处置设备缺陷,消除设备运行安全隐患,云南电网有限责任公司组织相关专家编写了本书。

本书包含概述、主网部分和配网部分,通过图册的形式,按照国家、行业和中国南方电网有限责任公司关于设备缺陷定级的相关标准,梳理输配电设备典型缺陷,并分别列出每种缺陷的缺陷描述、原因分析、规范要求、缺陷定级、管控阶段和处置建议。全书内容丰富,通俗易懂,生动形象,为提高相关人员对各类典型缺陷的感性认识及理性分析提供指导。

本书可供输配电专业生产运维人员学习使用,也可供设备厂家及相关单位技术人员阅读参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

输配电典型缺陷图册 / 《输配电典型缺陷图册》编委会组编. — 北京: 中国电力出版社, 2016. 4  
ISBN 978-7-5123-9312-7

I. ①输… II. ①输… III. ①输配电线路—缺陷检测—图集 IV. ①TM726-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第105835号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2016年4月第一版 2016年4月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 15.25印张 279千字

印数0001—7000册 定价86.00元

## 敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 《输配电典型缺陷图册》

## 编 委 会

主任委员 蔡晓斌

副主任委员 周 丹 王昆林 吴 娟

主 编 沈 志

副 主 编 莫海峰 罗 毅 杨建兴 张靖宇

参 编 人 员 田鹏飞 孙海斌 张言谦 宋文明

严正兴 孙 斌 郭福林 张 建

赵红伟

# Preface 前言

近年来，随着云南电网网架的快速发展，输配电设备规模也不断扩大。受自然环境条件、设计缺陷、施工工艺水平、产品质量等各种因素的影响，不可避免地造成大量的输配电设备缺陷。而目前生产运维人员的数量、素质能力等方面与设备规模的快速发展水平不相匹配，作为大电网运行维护的责任主体，各级输配电专业运维人员有必要不断加强对相关设备缺陷的辨别和判断能力，以保证及时发现和处置设备缺陷，消除设备运行安全隐患，确保电网的安全稳定运行。

输配电设备大多缺陷的发生具有突然性、不确定性和离散性等特点，缺陷的发现、认定和处置与生产运维人员的能力水平、工作经验、责任心均有较大的关系。本图册出版之前，中国南方电网有限责任公司系统内尚无系统列举输配电设备典型缺陷的表征，分析预防措施及处置建议的资料，这也直接导致了很宝贵的运行经验仅仅局限在某一个单位或部门应用的现状。因此，我们寄希望于通过图册展示的形式，按照国家、行业和中国南方电网有限责任公司关于设备缺陷定级的相关标准，梳理整理输配电设备典型缺陷，供广大输配电专业生产运维人员参考，提高相关人员对各类典型缺陷的感性认识及理性分析定级，认真做好设备缺陷管理，为提高输配电设备运维质量创造条件。

本图册经过数月的修编完善，现在终于出版了，这其中凝结了云南电网有限责任公司各级输配电专业人员大量细致的工作和辛勤的汗水，没有他们平日的积累、沉淀和付出，本图册也难以呈现在读者的眼前，在此，编委会谨向为本图册编制过程中给予支持的各供电单位及个人表示衷心的感谢！

限于我们的水平和经验，书中难免存在缺点和不足，望读者给予批评指正，以便今后不断修编完善。

编 者

2015 年 11 月

# Contents 目录

## 前言

## 第一章 概述

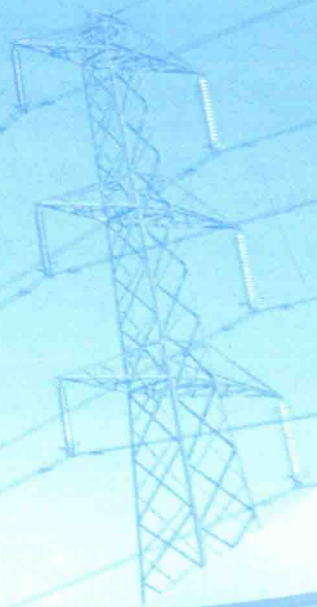
## 第二章 主网部分

|            |     |
|------------|-----|
| 杆塔.....    | 10  |
| 导地线.....   | 24  |
| 基础及接地..... | 50  |
| 拉线.....    | 68  |
| 附属设施.....  | 72  |
| 绝缘子.....   | 85  |
| 金具.....    | 100 |
| 通道.....    | 131 |

## 第三章 配网部分

|            |     |
|------------|-----|
| 杆塔.....    | 142 |
| 导地线.....   | 162 |
| 基础及接地..... | 196 |
| 拉线.....    | 201 |
| 绝缘子.....   | 208 |
| 金具.....    | 215 |
| 防护区.....   | 222 |
| 开关及其他..... | 230 |

# 第一章 概述



## 术语及定义

### （一）输电、配电的区分

根据运行电压等级，将35kV及以上电压设备归为输电设备，将10kV及以下电压设备归为配电设备。

#### 1、输电设备

按结构形式，输电线路分为架空输电线路和电缆线路。架空输电线路由线路杆塔、导线、绝缘子、线路金具、拉线、杆塔基础、接地装置等构成，架设在地面之上。电缆线路由导线心、绝缘层、屏蔽层、保护层四部分组成，架设在地面或水面之下。

#### 2、配电设备

配电设备包括主设备及辅助设备。

（1）**主设备**。包括变压器、开关柜、柱上开关类设备、电缆分接箱一次设备，以及直流柜箱、保护装置、备自投装置、配电网自动化终端、通信终端等二次设备。

（2）**辅助设备**。包括避雷器、电流互感器、电压互感器、带电指示器、故障指示器、无功补偿装置、测量仪表、五防闭锁装置等。

### （二）缺陷的定义

缺陷是指使用中的设备、设施发生异常或存在的隐患。这些异常或隐患将影响：

- （1）人身、电网和设备安全。
- （2）电网和设备的可靠、经济运行。
- （3）设备出力或寿命。
- （4）电能质量。

### （三）缺陷分级

将设备缺陷按其严重程度进行归类，或者说对缺陷进行定级细分，缺陷按紧急、重大、一般、其他缺陷四大类进行划分。其具体定义如下：

（1）**紧急缺陷**：生产设备运行维护阶段中发生的，不满足运行维护标准，随时可能导致设备故障，对人身安全、电网安全、设备安全、经济运行造成严重影响，需立即进行处理的设备缺陷。

（2）**重大缺陷**：生产设备运行维护阶段中发生的，不满足运行维护标准，对人身安全、电

网安全、设备安全、经济运行造成重大影响，设备在短时间内还能坚持运行，但需尽快进行处理的设备缺陷。

**(3) 一般缺陷：**生产设备运行维护阶段中发生的，基本不对设备安全、经济运行造成影响的设备缺陷。

**(4) 其他缺陷：**生产设备在运行维护阶段中发生的，不影响人身安全、电网安全、设备安全，可暂不采取处理措施，但需要跟踪关注的设备缺陷。在基建工程验收时，不符合《输变电及配电工程质量验收与评定标准》的不合格项，同时未达到一般及以上缺陷等级的设备质量问题，也纳入其他缺陷。设备缺陷的定性还应综合考虑系统、设备及负荷的性质、情况，也应考虑气候等因素。

#### (四) 设备缺陷的处理时限

**(1) 紧急缺陷：**消除时间或立即采取措施以限制其继续发展的时间不超过24h。

**(2) 重大缺陷：**消除时间原则上不超过7天。但由于电网运行方式或其他特殊情况限制，无法及时处理的缺陷，经本单位技术主管领导同意及各级调度部门批准后，可适当延长处理时限。在此期间，必须安排缺陷的跟踪、试验、检查或采取措施，以免发展成为紧急缺陷。

**(3) 一般缺陷：**属下列情况之一的一般缺陷，应列入下一个季度的生产计划予以消除：不需要停电处理；可带电作业处理；经调整运行方式，使缺陷设备停电但不影响正常供电。必须停电处理的一般缺陷，应在发现缺陷后的第一次停电时消除。

**(4) 其他缺陷：**采取处理措施前，需跟踪关注，避免缺陷升级。

#### (五) 缺陷分类部位

**(1) 输电设备：**杆塔、导地线、基础（含接地）、拉线、附属设施、绝缘子、金具、通道及防护区。

**(2) 配电设备：**杆塔、导地线、基础、拉线、附属设施、绝缘子、金具、通道及防护区、开关及其他。



## 引用规范、条文

至本图册出版时，以下规程、规范、标准均处于有效期，如有修订，以最新版本文件内容为准。（注：配网可参照部分执行）

- DL/T 741—2010《架空输电线路运行规程》（以下简称《运规》）、GB 50713—2014《电气装置安装工程66kV及以下架空电力线路施工及验收规范》、DL/T 1253—2013《电力电缆线路运行规程》。
- GB 50233—2014《110kV～750kV架空输电线路施工及验收规范》（以下简称《验收规范》）。

- 中国南方电网公司《设备缺陷定级标准（运行分册）（试行）》（以下简称《定级标准》）。
- Q/CSG 411002—2012《10kV～500kV输变电及配电工程质量验收与评定标准》（以下简称《验收评定标准》）。

## 缺陷描述说明

根据语法习惯，缺陷描述应通顺合理，不使用含糊、口语化的词语，专业词汇使用准确，并能根据缺陷描述准确定位，大致知晓缺陷情况，为此，特对本图册缺陷描述进行如下定义：

- (1) **线路方向**：以杆塔号从小到大顺序为前进方向，分为大号侧、小号侧、左侧、右侧。
- (2) **导地线**：以左中右或相别确定位置，以面向大号时横断面各线所处相对位置确定线别，以距离最近杆塔相对位置确定地点。
- (3) **绝缘子串**：以一组碗头挂板、球头挂环之间绝缘子串为单位区分大号侧串、小号侧串、左串、右串，以导线侧为起点编排方向，分为第1片，第2片并以此类推。
- (4) **基础**：以位于塔位中心面向大号站立时左后侧基础为起点顺时针排序，分为A腿、B腿、C腿、D腿（或左腿、右腿）。
- (5) **杆塔**：以左、右区分地线支架，左中右、上中下或相别区分导线支架，以基础区分主材或平面位置，以最近塔材编号确定具体位置。
- (6) **金具**：使用图纸标示名称，同型号的应注明导线侧、挂点位置。
- (7) **接地、挡墙**：以基础编号确定方向。

缺陷描述格式=前缀+部位+缺陷描述

以图1-1为例：

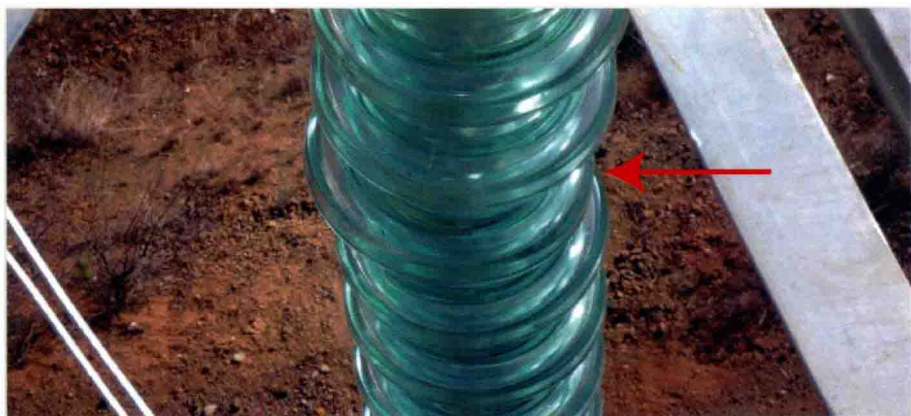
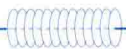


图 1-1 设备缺陷图例

(1) **前缀**：说明发生缺陷的线路，格式为：电压等级+线路名称，如：500kV德博 I 回线。

(2) **部位**：说明发生缺陷的位置，以便定位或判定其影响程度，并遵循由大部位向小部件逐级递减的原则编排顺序。其格式为：杆塔号+部位+发生缺陷部件，如：#325塔B相大号侧跳线串导线起第28片绝缘子。

(3) **缺陷描述**：将缺陷现象使用文字进行说明，如：钢脚弯曲。



以此格式，则该缺陷完整的缺陷描述为：

500kV德博 I 回线#325塔B相大号侧跳线串自导线起第28片绝缘子钢脚弯曲。

## 四 阶段管控

以设计、施工、运行三个阶段进行管控，设计阶段运行单位就应介入，在设计审查时以选线、选址、选型作为重点，结合运行经验，为设计提供避、让、消的设计要求及参考，提高线路设计水平。

验收缺陷数远大于运行缺陷条数，把好验收关是最有效地降低缺陷率的手段，能最有效最直接控制缺陷的发生。但输电线路本身具有分布面广、高空作业多、环境复杂的特点，验收工作不仅要求验收人员熟悉输电线路基础、杆塔、导地线的不同特点，熟练掌握验收规范，还需要有强烈的责任心，认真细致地开展验收作业，这就要求验收人员具有丰富的经验。建议运行单位做好以下工作：

1) 验收前加强对相关中间验收资料及质量管控资料的检查力度，掌握各施工队或者标段的总体施工情况，验收时做到有的放矢。

2) 应加强验收人员对输电线路结构，工艺流程、验收规范规程、标准的学习，加强对具体线路相关设计图纸的学习，做到所有验收人员验收标准一致。

3) 缺陷统计过程发现缺陷具有明显的施工队、标段或者线路特征，在验收时应及时分析发现的缺陷特点，在后续验收中重点检查是否有同类型的缺陷存在，加强对缺陷高发施工标段的质量检查及考核。

4) 云南本身位于山区，且输电线路杆塔塔基位往往交通不便，验收人员花费较多的时间和精力在路上，对交通不便的输电线路应合理安排验收人员和验收时间，保证验收人员有充分的精力和时间对输电线路进行全面的验收，对条件允许的输电线路尽量做到全线走线检查，力求施工过程中导地线缺陷不遗留到运行阶段。

5) 输电线路很多缺陷具有很强的隐蔽性，部分线路复检阶段又有新增缺陷，建议在验收后复检时安排不同的人员，做到真正的“零缺陷”投产。

6) 在填报缺陷时应尽量的完善缺陷信息，以便施工单位照单消灭。

运行阶段初期应严格控制施工遗留缺陷及质保期内缺陷的统计清理工作，质保期结束前应安排

施工单位进行缺陷处理。运行阶段应严格按照《运规》进行设备巡视，开展好预试定检工作，通过巡视、检查、检测等手段发现设备缺陷及隐患，并根据结果安排相应处置，提高设备健康水平。

## 五 缺陷统计分析

通过缺陷统计，能完善缺陷管理，了解不同时间或各部位的缺陷构成，减少重复性缺陷发生。通过缺陷分析管理，能了解事故产生的原因，制定预控措施，防止类似事件发生。

### （一）缺陷分析

从运行数据统计来看，输电设备在各部位发生缺陷概率呈正态分布，如某年，云南电网公司35kV及以上输电设备累计发生紧急、重大缺陷共100起。其中以导地线、金具缺陷为主，但其余各部位均有缺陷发生，因此运行维护单位必须定期进行缺陷分析及统计，以便明确重点，提高预防、预控能力。

### （二）缺陷统计

以历年紧急重大缺陷总量来看，导地线缺陷数量占比最大，接近一半的比例，导地线缺陷表现为断股、导地线异物，导地线出现缺陷后可能引起的后果比较严重，比如相间短路、断线等后果；其次是金具缺陷，主要表现为金具发热异常和金具锈蚀等，可能引起掉串、掉线等后果；绝缘子缺陷主要表现为玻璃绝缘子自爆；通道缺陷基本上为树木生长保护区安全隐患缺陷，应大力加强保护区监视和管控，从萌芽状态进行缺陷隐患管控。输电设备缺陷分布如图1-2所示。

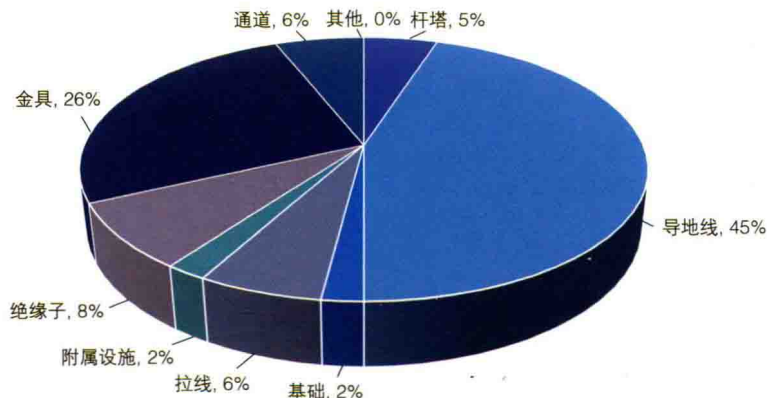


图 1-2 输电设备缺陷分布

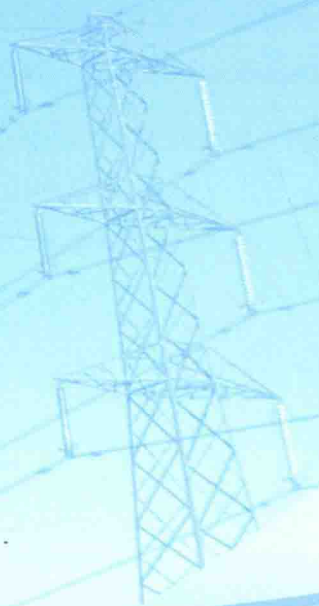
### （三）缺陷专项治理和维护工作

针对发生率比较高的输电设备缺陷，建议运行单位应有计划开展专项治理工作。例如导线断股、泡股缺陷，因架空输电导线长期经受电腐蚀、大气污染物腐蚀、热烧蚀等，有时还可能遭受雷击，这些因素的综合作用可能导致导线断股的发生。导线断股后对线路的运行状况产生很大的威胁，线路断股处产生了气隙，改变了电场分布，会发生放电并产生热量，可能会导致缺陷加重。因此，发现导线断股缺陷应及时消除，主要应开展以下工作：

- 1) 线路遭受雷击后，应在雷击点附近仔细巡查导线表面情况。
- 2) 开展对并沟线夹的改造，加强红外测温的使用，将引流线线头处、防振锤处，金具线夹处作为重点观测对象。
- 3) 对新建线路严把验收质量关，把接头作为验收重点，要求严格按照工艺要求施工。对已经出现的缺陷，在缺陷处理后也应认真进行验收。



## 第二章 主网部分



## 杆塔

## 缺陷模式：塔材及螺栓缺损

缺陷等级：一般



❶ 缺陷描述  $\times \times$  线  $\times \times$  塔  $\times$  腿  $\times \times$  号联板螺栓缺失，联板有多余眼孔。

❷ 原因分析 将不符合设计图纸的塔材自行加工并强行安装在塔身上。

❸ 规范要求 《运规》杆塔不应出现塔材、螺栓丢失。

《验收规范》：螺栓的数量、规格、紧固程度、穿向应符合要求。

《定级标准》：除主材以外的塔材、爬梯、脚钉缺失，如一基塔同时缺失辅材小于5条；螺栓缺失小于1%；主材包钢及主要受力构件任一段连接处缺损螺栓1/6及以下；塔身小于10%螺栓松动为一般。

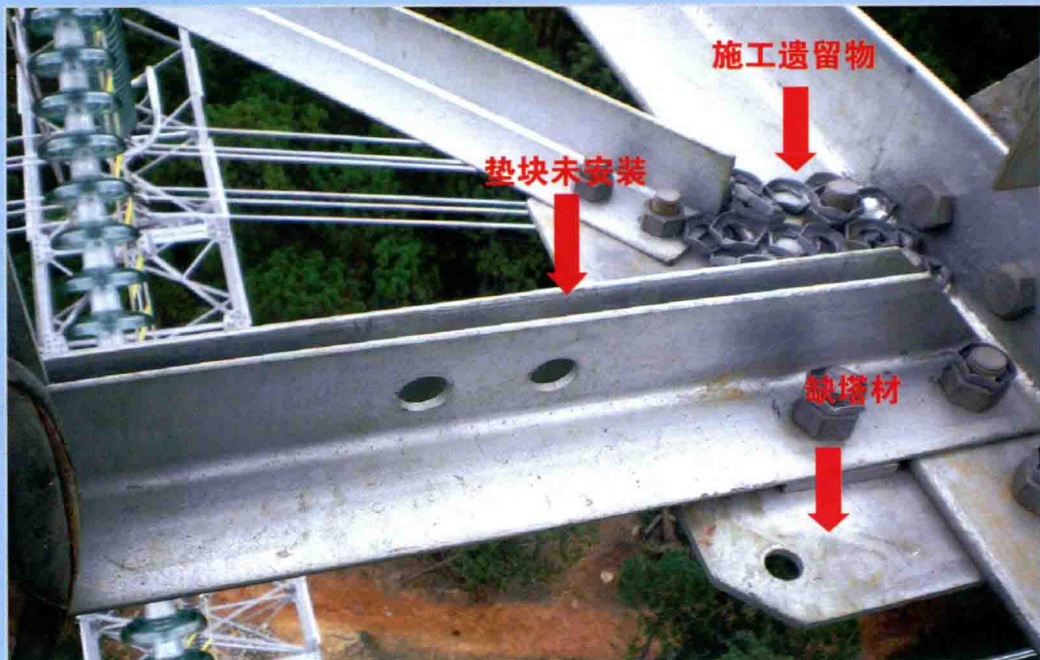
❹ 缺陷定级 一般缺陷

❺ 管控阶段 (1) ○可研设计 (2) ●检查验收 (3) ○生产运行

❻ 处置建议 将缺陷记入缺陷单，要求更换该联板并补齐螺栓，然后移交施工单位，并严格监督消缺情况。

## 杆塔

缺陷模式：塔材及螺栓缺损、松动 缺陷等级：一般



- ❶ **缺陷描述** ××线××塔天桥L328塔材缺失，附近塔材垫块未安装，并摆放有施工遗留物。
- ❷ **原因分析** 未按要求进行塔材安装，遗留材料未清理。
- ❸ **规范要求** 《验收规范》：杆塔部件、构件的规格及组装质量应符合要求。  
《定级标准》：除主材以外的塔材、爬梯、脚钉缺失，如一基塔同时缺失辅材小于5条；螺栓缺失小于1%；主材包钢及主要受力构件任一段连接处缺损螺栓1/6及以下；塔身小于10%螺栓松动为一般。
- ❹ **缺陷定级** 一般缺陷
- ❺ **管控阶段** (1) ○可研设计 (2) ●检查验收 (3) ○生产运行
- ❻ **处置建议** 列入验收缺陷单，要求补装所缺塔材，清理塔上的施工遗留物，并严格监督消缺情况。