



# 架空输电线路 巡视及防护手册

● 国网山东省电力公司 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

# 架空输电线路 巡视及防护手册

● 国网山东省电力公司 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

为加强电网公司护线员和新入职员工对架空输电线路基础知识的认知能力,提高其发现、判断线路缺陷或隐患的能力,国网山东省电力公司编写了本书。全书分为四章,主要介绍了输电线路基础知识、输电线路巡视内容及标准、输电线路巡视经验和线路常用知识。作为全书重点,第二章给出了架空输电线路通道、杆塔、基础、接地、拉线、导地线、绝缘子、金具等输电线路设备的巡视内容及标准。

本书可供电网公司护线员和新入职员工阅读、使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

架空输电线路巡视及防护手册/国网山东省电力公司组编. —北京:中国电力出版社, 2015. 2

ISBN 978-7-5123-6803-3

I. ①架… II. ①国… III. ①架空线路-输电线路-检测-手册②架空线路-输电线路-防护-手册 IV. ①TM726.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 276511 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>)

北京瑞禾彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2015 年 2 月第一版 2015 年 2 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 3.5 印张 86 千字

印数 0001—4000 册 定价 28.00 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



W 编写委员会  
WRITING COMMITTEE

主 编 刘 凯

副主编 孟海磊 雍 军

编 委 杨 波 孙晓斌 沈庆河 段建军

胡晓黎 韩志骏 乔耀华 周 洋

刘 嵘 高 翔 蔡 健 李思毛

王晓宁 季善浩 郝 骋 杨 军

郑延军 王 晖 姚鹏飞 宋来森

吴洪勋 王立新 张宗峰 杜斌祥

李 珊 刘 辉 段玉兵 袁海燕

肖俊丽 赵金辉 高 森



# P 前言 REFACE

近年来，随着社会经济发展，城镇化建设快速推进，铁路、公路和市政等基础设施大规模投资建设，输电线路的运行环境发生了根本性变化，外力破坏风险日益突出。施工单位的大型施工机械车辆经常邻近输电线路作业，电力设施保护区内作业审批虽有明确要求，但由于缺少配套措施，在实际执行时差异很大，加之个别操作人员缺乏必要的电气安全常识，对自身的危害性也认识不足，经常因违章操作导致线路故障的发生，对电网安全运行造成严重威胁。

输电线路防护工作任务艰巨，不仅需要运维单位的关口前移，主动作为，也需要各单位创新线路防护形式，开展属地县（区）供电公司、社会化服务公司的就地防护，还需充分调动和发挥线路沿线群众作用，吸纳和培育一定数量的群众护线员，群策群力，共同做好线路防护工作。

为加强护线员和新入职人员对输电线路基础知识的认知能力，及时准确地发现、判定线路缺陷或隐患，国网山东省电力公司结合多年来线路运行维护经验，编写

了输电线路巡视及防护手册。本手册分为四章，分别介绍了输电线路基础知识、输电线路巡视内容及标准、输电线路巡视经验和线路常用知识。其中第二章是全书的重点，因此目录中列出了具体巡视项目，方便读者查阅。本手册文字通俗易懂，图片资料翔实丰富，可帮助护线员和新入职人员迅速提高线路巡视基本技能。

由于时间所限，本手册难免存在疏漏和不足之处，请广大读者批评指正。

**编 者**

2014年12月



# 目 录

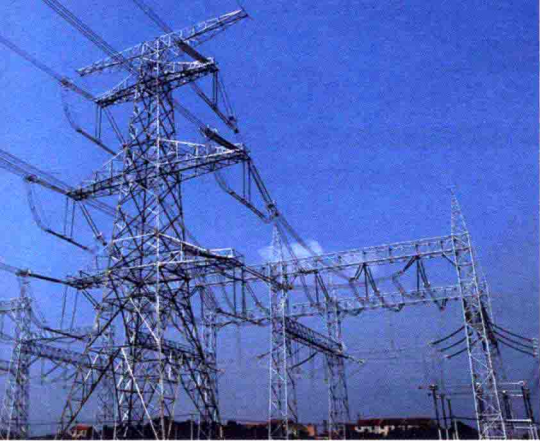
CONTENTS

## 前言

<b>第一章 输电线路基础知识</b> .....	1
<b>第一节 基础知识</b> .....	1
一、概述 .....	1
二、基础知识 .....	2
<b>第二节 输电线路常见塔型</b> .....	5
一、水泥杆 .....	6
二、交流输电线路塔 .....	6
三、直流输电线路塔 .....	7
<b>第三节 输电线路主要部件</b> .....	8
<b>第四节 线路缺陷</b> .....	18
<b>第二章 输电线路巡视内容</b> .....	20
<b>第一节 输电线路巡视基本要求</b> .....	20
一、巡视基本要求 .....	20
二、常规巡视 .....	23
三、护线巡视 .....	27
<b>第二节 通道巡视内容及标准</b> .....	28
<b>第三节 杆塔巡视内容及标准</b> .....	33

第四节	基础巡视内容及标准 .....	40
第五节	接地巡视内容及标准 .....	44
第六节	拉线巡视内容及标准 .....	45
第七节	导、地线巡视内容及标准 .....	48
第八节	绝缘子巡视内容及标准 .....	52
第九节	金具巡视内容及标准 .....	57
<b>第三章</b>	<b>输电线路巡视经验 .....</b>	<b>60</b>
第一节	典型故障巡视经验 .....	60
一、	雷击故障 .....	60
二、	外力破坏故障 .....	62
三、	鸟害故障 .....	62
四、	复合绝缘子断裂故障 .....	67
第二节	输电线路舞动及舞动后巡视重点 .....	69
一、	舞动机理和引发因素 .....	69
二、	山东电网主要舞动事件概况 .....	70
三、	舞动对线路设备的影响 .....	72
四、	舞动过后典型设备缺陷照片 .....	73
<b>第四章</b>	<b>线路常用知识 .....</b>	<b>75</b>
第一节	线路导线对地距离及交叉跨越 .....	75
第二节	架空线路弧垂计算 .....	81
第三节	杆塔锈蚀特征图 .....	84
<b>附录</b>	<b>山东省电力设施和电能保护条例 .....</b>	<b>90</b>
第一章	总则 .....	90
第二章	电力设施保护 .....	91
第三章	电能保护 .....	96
第四章	监督管理 .....	100
第五章	法律责任 .....	101
第六章	附则 .....	102
<b>参考文献</b>	<b>.....</b>	<b>103</b>





# 1

## C 第一章 CHAPTER ONE

# 输电线路基础知识

## 第一节 基础知识

### 一、概述

输电线路是指将发电厂、变电站、用电设备等互相联系在一起的动力设施，一般分为架空输电线路和电缆线路。架空输电线路是世界范围内使用最广泛的输电形式，具有施工方便、费用低、维护检修方便等特点。电缆线路由于建设费用高、施工及维护费用高，一般用于城市供电及跨海输电等。

输电线路按照电压等级可分为高压、超高压和特高压线路。电压等级介于 110 (66) ~ 330kV 以下的为高压线路，330 ~ 1000 ( $\pm 800$ ) kV 以下为超高压线路，1000 ( $\pm 800$ ) kV 及以上的为特高压线路。我国在特高压交直流输电领域已经处于国际领先水平，先后建成晋东南—南阳、向家坝—上海等多条特高压交直流输电线路并投入商业运营。截至 2013 年年底，仅国家电网公司就已建成并在运 66kV 及以上电压等级架空输电线路 3.7 万余回，长度 72.8 万 km，其中特高压交流输电线路 8 回、

1936km, 特高压直流输电线路两回、3949km。

## 二、基础知识

### 1. 术语

(1) 架空输电线路：用绝缘子和杆塔将导线架设于地面上的电力线路。

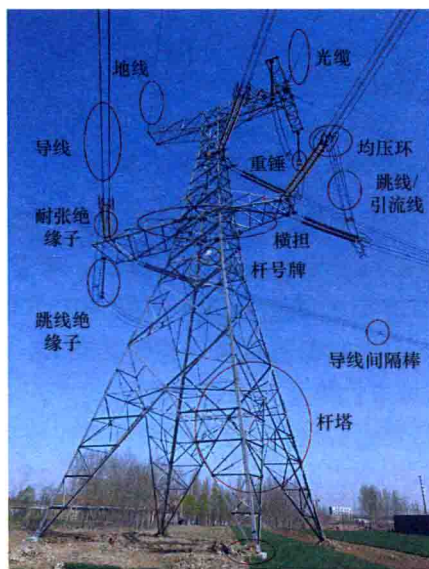
(2) 居民区：工业企业地区、港口、码头、火车站、城镇、村庄等人口密集区。

(3) 非居民区：居民区以外的地区。

(4) 耐张段：连续两基耐张杆塔间的线路部分。

### 2. 基本组成

架空输电线路主要由设备本体、附属设施和线路通道（保护区、防护区）组成。



如图 1-1 所示，设备本体主要包括基础、杆塔、导线、地线（OPGW 光缆）、绝缘子、金具、接地装置、拉线等；附属设施主要包括辅助线路运行的防撞墩、巡视桥等。

### 3. 档距

档距是两基相邻杆塔导线悬挂点之间的水平距离。常用到的档距有水平档距、垂直档距和代表档距。

(1) 水平档距：两

图 1-1 输电线路铁塔及主要部件图  
相邻档距的平均值。

(2) 垂直档距：两相邻档距中导线弧垂最低点之间的水平距离。



(3) 代表档距：在一个耐张段中，由于荷载或者温度变化引起张力变化的规律与该耐张段实际变化规律几乎相同的假设档距，又称规律档距。

#### 4. 保护区（通道）

如图 1-2 所示，线路保护区（通道）是导线边线向外侧水平延伸并垂直于地面所形成的两平行面内的区域。在一般地区各级电压等级的边线延伸距离如下：

1~10kV	5m
35~110kV	10m
220kV	15m
500kV	20m
1000kV	30m
±660kV	25m
±800kV	30m

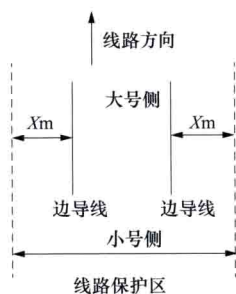


图 1-2 线路保护区（通道）示意图

#### 5. 弧垂

如图 1-3 所示，导线的弧垂与其悬挂点有关：导线的悬挂点等高时，弧垂是连接两个悬挂点的水平线与导线最低点的垂直距离；悬挂点不等高时，弧垂是导线的两个不同高度的悬挂点所连直线与导线间的最大垂直距离。

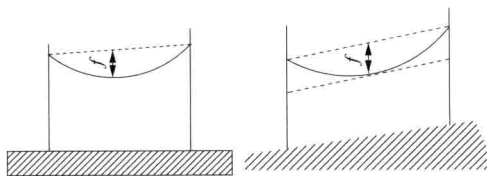


图 1-3 线路弧垂示意图

#### 6. 线路方向描述

顺线路方向站立，面向大号侧确定。前（大号侧）、后（小号侧）、左、右。

#### 7. 四分裂导线的子导线和间隔棒线夹的编号

面向大号侧，左上子导线和线夹的编号为“1”，再以逆时



针方向分别确定“2、3、4”号，即

1	4
2	3

### 8. 铁塔塔腿位置的确定

面向大号侧左后侧为 A 腿，以顺时针方向依次为 B、C、D 腿。

B	C
A	D

### 9. 间隔棒的次序

从档距内小号侧向大号侧排列。

### 10. 杆塔呼称高度

杆塔最下层横担的下弦至地面的垂直距离称为杆塔的呼称高度。

### 11. 根开

两电杆根部或塔脚之间的水平距离为根开。

### 12. 地线保护角

地线（避雷线、OPGW 光缆）和边相导线的外侧连线与地线铅垂线之间的夹角称为地线保护角，如图 1-4 所示。

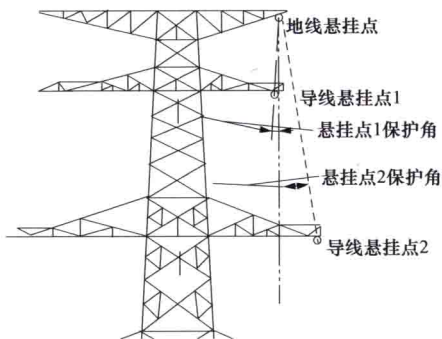


图 1-4 地线保护角示意图

注：导线悬挂点 1 为负保护角，悬挂点 2 为正保护角。

### 13. 杆塔埋深

电杆（基础）埋入土壤中的深度称为杆塔埋深。



#### 14. 导线型号及名称

输电线路使用的导线一般为同心圆绞线，即在同一根中心线芯周围螺旋绞上一层或多层单线组成的导线，其相邻层绞向相同。导线型号与名称见表 1-1。

表 1-1 导线型号与名称

型 号	名 称
JL	铝绞线
JLHA2、JLHA1	铝合金导线
JL/G1A、JL/G1B、JL/G2A、JL/G2B、JL/G3A	钢芯铝绞线
JL/G1AF、JL/G2AF、JL/G3AF	防腐型钢芯铝导线
JLHA1/G1A、JLHA1/G1B、JLHA1/G3A	钢芯铝合金导线
JL/LHA1、JL/LHA2	铝合金芯铝导线
JL/LB1A	铝包钢芯铝导线
JLHA1/LB1A、JLHA2/LB1A	铝包钢芯铝合金导线
JG1A、JG1B、JG2A、JG3A	钢绞线
JLB1A、JLB1B、JLB2	铝包钢绞线

#### 15. 导线初伸长

当导线初次受到外加拉力而引起的永久性变形（沿着导线轴线伸长）称为导线初伸长。

#### 16. 大跨越

线路跨越通航河流、湖泊或海峡等，因档距较大（1000m 以上）或杆塔较高（100m 以上），导线选型或杆塔设计需要特殊考虑，且发生故障时严重影响航运或修复特别困难的耐张段。

## 第二节 输电线路常见塔型

架空输电线路的杆塔类型主要取决于线路电压等级、所处气象条件、输送回数、地形、地质等，主要有钢筋混凝土电杆、钢管杆、角钢塔、钢管塔等。角钢塔是应用最多的输电线路杆塔，主要有直线塔、直线转角塔（一般用于不大于 $5^\circ$ 的转角）、换位塔、耐张塔、耐张换位塔、终端塔等。钢管塔主要用于跨越大江、大河、湖泊等大跨越处，高度一般超过 100m，主要采用斜爬梯、攀爬机、电梯等攀登形式。

## 一、水泥杆

用于 220kV 及以下电压等级输电线路，主要有直线单杆、直线双杆、承力杆等，如图 1-5 所示。

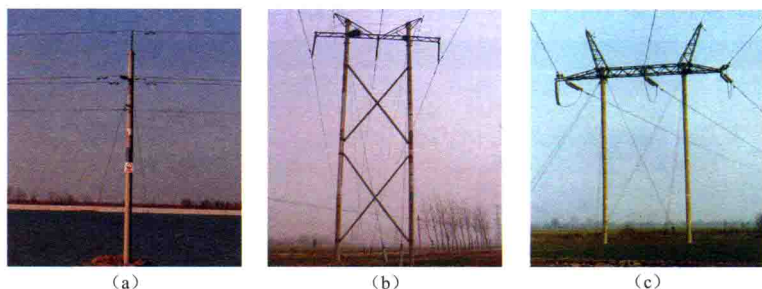


图 1-5 常见水泥杆

(a) 直线单杆；(b) 直线双杆；(c) 承力杆

## 二、交流输电线路塔

我国交流输电线路电压等级主要有 35、66、110、220、330、500、1000kV。常见铁塔型式有直线塔、直线转角塔、换位塔、耐张塔、耐张换位塔、大跨越塔、终端塔等，如图 1-6 所示。

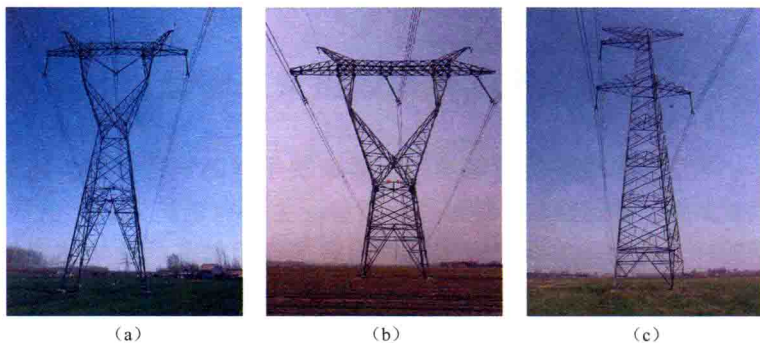


图 1-6 常见铁塔（一）

(a) 直线塔；(b) 直线转角塔；(c) 换位塔



(d)



(e)



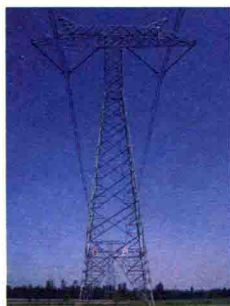
(f)

图 1-6 常见铁塔 (二)

(d) 耐张塔; (e) 耐张换位塔; (f) 终端塔

### ⚡ 三、直流输电线路塔

我国直流输电线路电压等级主要有  $\pm 400$  (青藏直流)、 $\pm 500$ 、 $\pm 660$  (银东直流)、 $\pm 800\text{kV}$ 。直流输电线路不同于交流输电线路,采用正负两极输电模式,可以单极运行。直直流线路常见铁塔形式有直线塔、直线转角塔、耐张塔、大跨越塔、终端塔等,如图 1-7 所示,其中大跨越塔由于杆塔较高,一般采用钢管塔,人员上下采用斜爬梯、攀登梯或者电梯。



(a)



(b)



(c)

图 1-7 直流输电线路主要铁塔 (一)

(a) 直线塔; (b) 直线转角塔; (c) 耐张塔

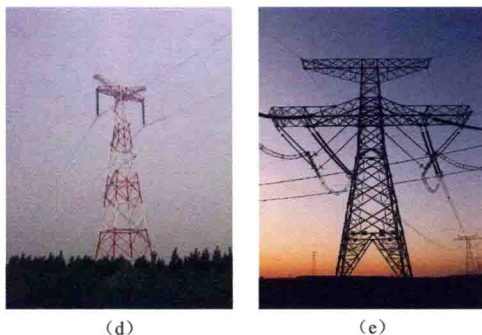


图 1-7 直流输电线路主要铁塔 (二)  
(d) 大跨越塔; (e) 终端塔

### 第三节 输电线路主要部件

输电线路主要部件包括基础、杆塔、导线、地线 (OPGW)、绝缘子、金具、拉线、接地装置及附属设施、通道等, 其功能及图例见表 1-2。

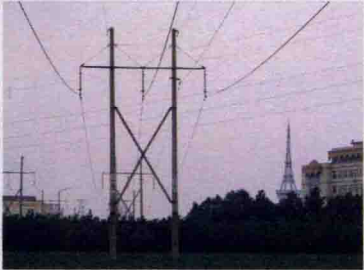


表 1-2 输电线路主要部件功能及图例

部件	功能/图例
基础	支撑杆塔, 承受地上各部件的荷载。主要有电杆基础、铁塔基础等。按其承载力可分为开挖基础、掏挖基础、岩石基础、灌注桩基础、倾覆基础等
	 <p style="text-align: center;">基础</p>





续表

部件	功能/图例
杆塔	<p>支持导线、地线及其他附件，使相导线以及地线之间彼此保持一定的安全距离，并保证导线对地面、交叉跨越物或者其他建筑物等的安全距离。主要有钢筋混凝土电杆和铁塔，其中铁塔主要有角钢塔、钢管塔</p>  <p style="text-align: center;">水泥杆</p>
	 <p style="text-align: center;">钢管杆</p>
	 <p style="text-align: center;">角钢塔</p>