



中国  
电力企业  
联合会

CHINA  
ELECTRICITY  
COUNCIL

# 电网技术改造和检修项目 工程造价培训教材

## 输电线路

电力工程造价与定额管理总站 编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



CHINA  
ELECTRICITY  
COUNCIL  
中国  
电力企业  
联合会

# 电网技术改造和检修项目 工程造价培训教材

## 输电线路

电力工程造价与定额管理总站 编

常州大学图书馆  
藏书章



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

为配合电网检修和技术改造工程定额和费用计算规定的试行,电力工程造价与定额管理总站组织编写了电网技术改造和检修项目工程造价系列培训教材,包括《工程造价综合知识》、《变电站》和《输电线路》三册。

本册为《输电线路》,详细介绍了输电线路的基础知识,输电线路技术改造工程和检修工程的概预算编制和定额套用等,并附有详细的案例。

本书可供从事输电线路的技经人员学习、参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

输电线路/电力工程造价与定额管理总站编. —北京:中国电力出版社, 2011.10

电网技术改造和检修项目工程造价培训教材

ISBN 978-7-5123-2178-6

I. ①输… II. ①电… III. ①输电线路-工程造价-技术培训-教材 IV. ①TM726

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 202942 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>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2011 年 10 月第一版 2011 年 10 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.5 印张 367 千字

印数 0001—3000 册 定价 75.00 元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

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

# 《电网技术改造和检修项目工程造价培训教材》

## 编写委员会

主 任	魏昭峰				
副 主 任	郭 玮	葛兆军	成 卫	陈建福	李品清
	张印明				
委 员	张天文	张慧翔	周新风	许子智	温卫宁
	方森华	董士波	褚得成	李大鹏	张盛勇

## 编 写 组

组 长	张天文				
副 组 长	董士波	李春和	李大鹏		
成 员	张启华	全成浩	任兆龙	李彦平	张盛勇
	李炳华	牛建新	徐福革	赵兴锁	吴 旭
	张 伟	王玉兵	焦艳燕	周宝明	戴广华
	白 静	潘 进	广巍巍	张 镭	高 扬
	常开飞	李圣君	高 峰		
特聘专家	刘 薇	孔 湧	段卫国	文上勇	罗智丽
	赖启杰	金耀谦	李树阳	史 哲	杨树权
	陈学中				

## 本册编审人员

主 编 李大鹏

副主编 张盛勇 张 伟 赵兴锁

参编人员 张启华 金耀谦 任兆龙 史 哲 张维明  
姜 楠

主 审 周新风 周淑华 赖启杰 李树阳 陈学中

# 前 言

电网检修和技术改造是电网生产运行中的常规性工作，工程项目数量多、影响面大。电网检修和技术改造工程的质量、工期和造价将直接影响电网企业的形象和经营效益。近年来，各电网公司对电网检修和技术改造工程造价的规范化管理工作都给予了高度重视，而随着电网规模的不断扩大，电网检修及技术改造任务也日益繁重。因此，各电网公司正在积极探索市场化的运作方式，并已经逐步开始将检修和技术改造工程通过招标方式委托专业公司承担。为进一步规范电网检修和技术改造工程的市场计价行为，合理确定工程造价，提高资金使用效益，促进电网健康发展，国家能源局于2010年8月颁布了《电网技术改造工程预算定额》、《电网检修工程预算定额》、《电网技术改造工程预算编制与计算标准》和《电网检修工程预算编制与计算标准》等，对电网检修和技术改造工程的概预算编制和审查工作进行统一规范。

为配合电网检修和技术改造工程定额和费用计算规定的试行，电力工程造价与定额管理总站认真贯彻国家能源局指示精神，落实工程造价“全寿命周期管理”理念，创新思路，按照“四个服务”的要求，组织编写电网技术改造和检修项目工程造价系列培训教材。本套教材包括《工程造价综合知识》、《变电站》和《输电线路》三册，在范围上涵盖了电气工程、架空线路工程、电缆线路工程和通信工程等，在内容上较为详细地介绍了电网检修和技术改造工程在施工工艺、工程管理、新技术应用、概预算编制、定额套用、费用计算、工程结算和资金使用等方面的知识。

本套教材的编写组由电力工程造价与定额管理总站、中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心和辽宁省电力有限公司大连培训中心抽调的专家组成。在本套教材成书过程中，得到了国家电网公司、中国南方电网有限责任公司等企业的大力支持和帮助，其中，东北电网有限公司、辽宁省电力有限公司、湖北省电力公司、广东电网有限公司和内蒙古电力建设定额站等单位为本教材的编写提供了大量的书面材料和图片资料。在此，我们向给予本套教材大力支持的各部门和企业表示衷心的感谢！

本册是《输电线路》分册。本册教材在内容上详细地介绍了输电线路的基础知识，输电

线路技术改造工程和检修工程的概预算编制和定额套用等，并附以详细的案例。本书可供从事输电线路的技经人员学习、参考。

由于编写组各位编写人员受知识水平和时间经验方面的限制，教材中难免有疏漏和不当之处，恳请广大读者和各位专家多提宝贵意见。

电力工程造价与定额管理总站

2011年8月

# 目 录

前言

## 第一篇 基础知识

<b>第一章 输电线路概述</b> .....	3
第一节 输电线路的作用和分类.....	3
第二节 架空输电线路构成.....	7
第三节 电缆输电线路构成.....	20
<b>第二章 设计基础知识</b> .....	26
第一节 输电线路设计基本概念和设计图例.....	26
第二节 输电线路工程设计.....	28
第三节 架空输电线路施工图.....	32
第四节 电缆输电线路施工图.....	42
<b>第三章 输电线路施工</b> .....	45
第一节 输电线路施工组织.....	45
第二节 输电线路施工准备.....	48
第三节 输电线路施工程序.....	49
第四节 输电线路施工机具.....	51

## 第二篇 技术改造工程

<b>第四章 输电线路工程工地运输</b> .....	61
第一节 工地运输方式及适用条件.....	61
第二节 定额中工地运输相关内容.....	61
第三节 工地运输工程量计算.....	62
第四节 工地运输工程量计算案例.....	65



<b>第五章 杆、塔改造工程</b> .....	70
第一节 土石方挖填.....	70
第二节 基础施工.....	76
第三节 杆、塔施工.....	85
第四节 杆、塔改造工程工程量计算案例.....	89
<b>第六章 导地线改造工程</b> .....	112
第一节 常见导地线项目.....	112
第二节 导地线改造施工内容.....	113
第三节 定额中导地线改造工程相关内容.....	117
第四节 导地线改造工程工程量计算案例.....	119
<b>第七章 线路附件改造工程</b> .....	127
第一节 线路附件改造施工内容.....	127
第二节 附件改造工程量计算.....	128
第三节 线路附件改造工程案例.....	129
<b>第八章 电缆线路改造工程</b> .....	138
第一节 电缆线路改造工程施工内容.....	138
第二节 定额中电缆工程计算相关内容.....	142
第三节 电缆线路改造工程案例.....	144
<b>第九章 输电线路拆除工程</b> .....	157
第一节 基础拆除工程.....	157
第二节 杆、塔拆除工程.....	159
第三节 导、地线拆除工程.....	163
第四节 附件拆除工程.....	168
第五节 电缆线路拆除工程.....	173

**第三篇 检 修 工 程**

<b>第十章 杆、塔检修工程</b> .....	183
第一节 人力运输.....	183
第二节 基础检修.....	184
第三节 杆、塔检修工程.....	185
第四节 防雷设施及接地装置检修.....	188
第五节 杆、塔检修工程案例.....	189

<b>第十一章 导地线检修工程</b> .....	199
第一节 导线及地线检修施工内容 .....	199
第二节 导线及地线检修工程量计算方法 .....	200
第三节 导地线检修工程案例 .....	201
<b>第十二章 线路附件检修工程</b> .....	208
第一节 线路附件检修施工内容 .....	208
第二节 附件检修工程量计算方法 .....	211
第三节 线路附件检修工程案例 .....	211
<b>第十三章 电力电缆线路检修工程</b> .....	217
第一节 电力电缆检修工程施工内容 .....	217
第二节 电力电缆检修工程量计算方法 .....	220
第三节 电力电缆线路检修工程案例 .....	221
<b>第十四章 架空线路带电检修</b> .....	230
第一节 架空线路带电检修工程施工内容 .....	230
第二节 架空线路带电检修工程量计算方法 .....	231
第三节 架空线路带电检修案例 .....	231
<b>参考文献</b> .....	237

# 第一篇

---

# 基础知识

电网技术改造和检修项目工程造价培训教材 输电线路



# 第一章

# 输电线路概述

## 第一节 输电线路的作用和分类

### 一、输电线路的作用

输电线路的作用是输送电能，并联络各发电厂、变电站（所）使之并列运行，实现电力系统联网，并实现电力系统间的功率传递。高压输电线路是电力工业的大动脉，是电力系统的重要组成部分。图 1-1 为电力系统示意图。

连接发电厂与变电站及变电站之间的 35kV 以上电压等级的电力线路称输电线路，也称送电线路。负责分配电能的 35kV 及以下电压等级的电力线路，称为配电线路。

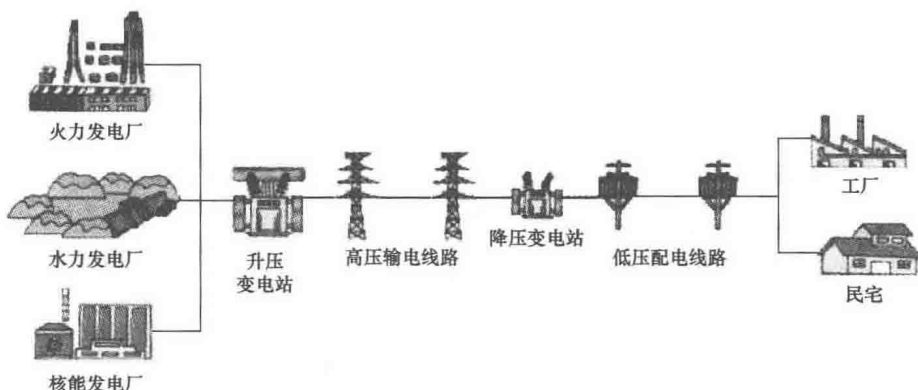


图 1-1 电力系统示意图

### 二、输电线路的分类

#### （一）按架设形式分类

按架设形式分为架空输电线路和电缆输电线路。

##### 1. 架空输电线路

架空输电线路是将无绝缘的裸导线通过立于地面的杆塔作为支撑物，用绝缘子导线悬挂于杆塔之上输送电能的装置总称。由于电缆价格较贵，目前大部分配电线路、绝大部分高压输电线路和全部超高压及特高压输电线路都采用架空线路。

##### 2. 电缆输电线路

电缆输电线路是指利用埋设于地下或敷设在电缆隧道中的电力电缆输送电能的线路。

#### （二）按传输电流形式分类

按传输电流形式分为交流输电线路和直流输电线路。

##### 1. 交流输电线路

交流输电线路指利用交流方式输送电能的输电线路。

## 2. 直流输电线路

直流输电线路指利用直流方式输送电能的输电线路。

### (三) 按电压等级分类

交流输电主要电压等级：35kV、66kV、110kV、220kV、330kV、500kV、750kV、1000kV。

直流输电主要电压等级：±400kV、±500kV、±660kV、±800kV。

## 三、输电线路技术改造概述

### (一) 输电线路技术改造的原则

输电线路的技术改造应坚持因地制宜原则，重点解决影响电网安全运行的关键问题和突出问题。例如，长期得不到更新改造的老旧、老化、技术水平偏低线路，以及与电网发展、环境保护、输送能力、自然气候变化、抗外力破坏等不相适应的线路均为技术改造的重点内容。技术改造原则如下。

#### 1. 加快改造老旧线路

对运行年限长、故障率高的老旧线路进行全面评估分析，针对线路存在的问题和隐患，有计划、有步骤地进行技术改造，全面提高线路的安全经济运行水平。

#### 2. 及时改造老化线路

加强对线路状况的诊断，对于存在老化现象的线路，分析老化原因，制订改造方案，消除隐患。

#### 3. 逐步改造技术水平偏低线路

对于设计、制造、施工水平偏低不能满足现有运行标准和环境要求的线路，应有针对性地进行部件更新或整体改造。对于输送容量小、线损大，不能适应当前大容量输送要求的线路进行科学合理的增容改造。

#### 4. 因地制宜改造抵御自然灾害能力较低线路

随时掌握线路受自然灾害影响的状况，针对有问题的线路采取相应的改造措施，全面提高线路抵御自然灾害能力。

#### 5. 有效改造易受外力破坏线路

及时掌握线路易受外力破坏情况，采用有效防护措施，提高线路防外力破坏的能力。

#### 6. 合理改造与周围环境不相适应的线路

加强运行管理，及时掌握周围环境变化情况，对不相适应的线路，分轻重缓急逐步改造。

#### 7. 改善管理手段，提高生产装备水平

采用科学的管理手段和先进的生产装备，完善诊断技术，建立预警系统，及时、准确地掌握线路状况，提高管理水平。

### (二) 输电线路技术改造的内容

输电线路技术改造的内容分为整体改造和部分改造。

#### 1. 整体改造

(1) 对于运行时间长、设计标准低、普遍老化的线路，以及不能满足安全运行要求的升压线路与输电能力不足的老旧线路，应进行有计划的全线整体改造。

(2) 对于地处特殊区域（洪水冲刷区、严重污秽区、采石采矿区、采空塌陷区、重冰区、山体滑坡易发区等），无法采取有效防范措施且反复发生故障的线路，应进行区段性整体改造。

## 2. 部分改造

线路部分改造主要针对线路的组成部分,包括基础、杆塔、导地线、绝缘子、金具、接地装置等进行技术改造。

(1) 基础技术改造。基础技术改造以提高稳定性、牢固性和增强抵御外力的能力为目的。

1) 对于可能遭受洪水、冰凌、暴雨冲刷的杆塔基础,应根据线路所处的环境及季节性灾害发生的规律和特点,因地制宜地采取可靠的防冲刷措施,加固杆塔基础的防护设施。必要时可根据实际情况采取迁移塔位、基础改型(如普通基础改为灌注桩基础或锚桩基础等)等措施。

2) 对处于采矿塌陷区(采空区)的线路,应设法了解矿区采掘规划与计划(如采掘方向、进度等),及时进行杆塔基础处理(或增加拉线),必要时改变基础型式或改迁路径。

3) 对处于山坡上可能受到水土流失、山体滑坡、泥石流冲击危害的杆塔与基础,应采取加固基础、修筑挡墙、截(排)水沟等措施。必要时改迁路径。

4) 若严寒地区基础出现冻胀问题,应采取换土、加固等有效措施进行处理,严重情况予以更换。

(2) 杆塔技术改造。杆塔技术改造主要考虑提高稳定性,解决交叉跨越和对地距离不足问题。

1) 对处于自然条件恶劣的强风区、重冰区、导线易舞区、采矿塌陷区等特殊区域且不满足运行要求的杆塔,应根据实际情况缩小挡距、提高杆塔强度。

2) 对 220kV 及以上电压等级线路拉 V 塔或拉猫塔连续基数超过 3~5 基,应逐步进行改造,减少连续使用的数量。在人口密集处和重要交叉跨越处的拉线塔和混凝土杆应改造成自立式杆塔。

3) 导线对交叉跨越物距离、对地距离不足时,应加高杆塔或更换为高塔。

4) 对盗窃多发区应提高或改善铁塔的防盗能力,拉线棒采取防锯割措施。

5) 在风口地带或季风较强地区,应考虑采取防松措施,必要时可增加防风拉线。

6) 对锈蚀严重、主材开裂的铁塔,锈蚀严重的拉线棒等应及时更换。

7) 对于易撞杆塔及拉线,采取防撞措施。

8) 混凝土杆钢圈严重锈蚀,杆体超标裂纹,主筋外露,应及时更换。

9) 杆塔倾斜超过运行标准,应采取加固补强措施。必要时进行整体更换。

(3) 导地线技术改造。导地线的改造应主要考虑提高输送能力,适应不同区域机械强度和防腐性能要求。

1) 对于导地线因质量问题出现多处严重断股,长期运行出现严重锈(腐)蚀、散股、断股、表面严重氧化现象时应考虑换线。

2) 对于导线截面积不能满足输送容量要求的应考虑换线。

3) 在腐蚀严重地区,对于老化锈蚀严重的导地线应更换改造为耐腐蚀型导地线。

4) 引流线使用的并沟线夹出现过热现象时,应采取压接工艺进行连接。

5) 线路下方新出现重要交叉跨越,挡内导地线有接头应进行改造。

6) 在导线易舞区(包括大跨越段),对已发生舞动或存在舞动可能性的线路,应进行防舞动设计,加装防舞动装置。对大跨越段线路发现动弯应变值超标时应及时进行分析,采取

防振措施进行改造。

7) 位于多雷区无避雷线或使用单根避雷线的线路, 有条件的应改造为双避雷线。

8) 导地线因微风振动引起多处严重断股时应予以更换, 改善防振措施, 如放松应力等。

(4) 绝缘子技术改造。绝缘子技术改造应主要考虑提高线路的绝缘水平及防雷防冰防污效果。

1) 当线路外绝缘配置不满足所处地区污秽等级要求时, 应根据线路的轻重缓急进行调爬改造并留有裕度。

2) 对于劣化率(自爆率)高的绝缘子, 应及时更换。

3) 易发生绝缘子覆冰闪络的地区, 应采取在绝缘子串之间插入大盘径绝缘子或倒 V 串改造等防冰闪措施。

4) 线路重要交叉跨越应采用双串绝缘子和双线夹悬挂导线改造, 悬挂方式应采用双挂点。

5) 强风区线路杆塔进行防风偏改造时可考虑采用 V 型串、倒 V 串或加装重锤, 对于耐张塔跳线没有安装绝缘子的, 考虑加装绝缘子串。

6) 干字型耐张塔的跳线宜采用两个独立挂点的双串绝缘子悬挂, 并保持一定张力。

(5) 金具技术改造。金具技术改造应主要考虑提高强度和耐腐蚀、耐磨性能, 以及节能效果。

1) 在风振严重地区, 导地线线夹应更换为高强度耐磨型线夹。

2) 在大跨越、重冰区、导线易舞动区、风口地带和季风较强地区等特殊区域, 发现金具磨损严重时应及时予以更换。

3) 在易腐蚀地区, 发现金具严重腐蚀时, 应及时更换为耐腐蚀型金具。

4) 分裂导线间隔棒为刚性间隔棒或出现普遍性缺陷时, 应进行更换改造。

(6) 接地装置技术改造。接地装置技术改造主要考虑降低接地电阻, 提高防腐能力。

1) 当接地装置不符合要求时, 应进行改造。在土壤电阻率较高的地段, 可采用增加垂直接地体、加长接地带、改变接地形式、换土或采用接地新技术(如接地模块、阴极保护阳极接地)等措施。

2) 在腐蚀较严重的地段, 接地装置改造适当考虑加大接地体截面积, 并选用耐腐蚀性材料或采取防腐措施。

### (三) 输电线路技术改造的新技术应用

线路技术改造应积极采用新技术、新材料、新工艺、新设备。坚持科学化、合理化, 保证安全性、适用性、经济性。

(1) 采用科学的管理手段, 逐步建立完善的线路地理信息系统、故障预警系统、雷电定位系统、智能巡检系统等。

(2) 采用先进生产装备和检测技术, 如绝缘子零值检测、盐密测试、接地电阻测量、红外测温、紫外探测、金具探伤、高空防坠落装置、流动带电作业工具车、直升机巡线、抢修塔等。

(3) 采用新产品、新工艺, 如高强度耐热铝合金线、新型合成导线、节能金具、线路避雷器、绝缘杆塔、紧凑型杆塔、高强度杆塔、同塔多回线路、高强钢、绝缘子倒 V 型改造、新型防鸟器、防盗技术等。

(4) 采用导线运行温度、导地线振动水平、导地线覆冰、绝缘子泄漏电流、杆塔受力、



杆塔倾斜、气象参数、危险点视频监控等在线监测系统。

(5) 采用先进适用新技术,如提高导线温升技术、铁塔采用高强钢技术、大截面耐热导线技术、带电更换检修高压输电线路 OPGW 技术等。

#### (四) 输电线路技术改造的评估

线路技术改造的评估包括线路技术改造前评估和线路技术改造后评估。

线路技术改造前评估主要针对线路现有状态,进行项目的必要性、可行性、技术经济性分析,确定技术改造方案,预测技术改造的效果。

线路技术改造后评估主要针对线路改造后的状态,对技术改造工作的安全性、经济性、改造质量是否达到预期效果进行评价。

##### 1. 主要经济技术指标

(1) 运行指标。运行指标包括跳闸率、可用率、非计划停运率、强迫停运率、事故率等。

(2) 经济指标。经济指标包括线损率、维护和检修费用、改造成本、输送能力等。

##### 2. 经济效益和社会效益

线路技术改造可以全面提高线路的安全经济运行水平和技术水平,必然给电网运行带来明显的经济效益和社会效益。

## 第二节 架空输电线路构成

架空输电线路主要由杆塔、基础、导线、架空地线、绝缘子、金具、杆塔接地装置等组成。

### 一、杆塔

#### (一) 杆塔的作用

杆塔用来支持导线及其他附件,使导线、地线、杆塔彼此保持一定的安全距离,并使导线对地面、交叉跨越物或其他建筑物等设施保持允许的安全距离。

杆塔结构荷载分为永久荷载和可变荷载,永久荷载包含导线及地线、绝缘子及其附件,以及杆塔结构和杆塔上各种固定设备等重力荷载;可变荷载包含风和冰(雪)荷载。

#### (二) 杆塔的分类

由于受电压等级、地理条件、导线型号、加工及运输等因素的影响,杆塔的种类繁多。我国目前常用的杆塔有电杆和铁塔,以及用钢柱、钢管和铝合金制造的杆塔。

##### 1. 电杆

电杆分为钢筋混凝土杆、预应力钢筋混凝土杆、钢柱杆、钢管杆等。钢筋混凝土杆在低压输电线路的应用比较广泛,它具有坚实耐用(一般可使用 50 年以上),易运行维护等优点。钢筋混凝土杆基本上可以满足各种跨越杆高度的要求。其缺点是比较笨重,运输不便,易产生裂纹。与普通水泥杆相比,现推广使用的预应力钢筋混凝土杆可以节约大量钢材,减轻杆身重量,并能提高抗裂性能。

钢筋混凝土杆按杆的根数分为单杆、双杆、三联杆。其中,双杆中的自立式门型双杆也可分为两种结构型式:一种有叉梁,另一种无叉梁。

##### 2. 铁塔

整基铁塔可分为塔头、塔身和塔腿三部分。导线按三角形排列的铁塔,塔头为下横担以