

电业工人技术问答丛书

# 送电线路 技术问答

---

国家电力公司华东公司 编

中国电力出版社

华北水利水电学院图书馆



208520037

电 业 工 八 议 小 问 答

TM726-44

G897

# 送电线路技术问答

国家电力公司华东公司 编



中国电力出版社

[www.cepp.com.cn](http://www.cepp.com.cn)

852003

## — 内 容 提 要 —

本书针对送电线路施工和运行、检修工人应知应会的要求,以现行有关规程和标准为依据,结合线路施工、运行检修实际进行编写,力求用简明扼要的回答方式讲述工作中常遇到的各种技术问题、施工方法以及保证质量、安全的措施。

### 图书在版编目(CIP)数据

送电线路技术问答/国家电力公司华东公司编。—北京:  
中国电力出版社,2002

(电业工人技术问答丛书)

ISBN 7-5083-1163-9

I. 送… II. 国… III. 输电线路—问答 IV. TM726-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第048988号

中国电力出版社出版、发行

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

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

2003年1月第一版 2003年1月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 10.625印张 217千字

印数 0001—3000册 定价 17.00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)

# 电业工人技术问答丛书

## 编委会

主任：冯良芳

副主任：曹寿鹏 沈 炼 罗斌雄 甘霄松

委员：王四知 黄海涛 沈 挺 陈岐山

贾慧莉 葛兢业 吴少伟 韦光庆

王文胜 邹 俭 周云波 黄奇峰

胡国荣 吴书强 曹施忠 陈林生

钟钢军 李长益 宋维宁

本册主编：胡国荣

参 编：陈杏春 申屠柏水

主 审：陈国华

QA.B.6/96

# 前 言

为了提高电力生产运行、检修人员和技术管理人员的技术素质和管理水平，适应工人岗位培训的需要，国电华东公司组织华东有关省、市电力局和发电厂、供电局 1999 年 10 本技术问答的基础上，又补充了 17 本技术问答。分别为：锅炉检修技术问答，化学检修技术问答，气轮机检修技术问答，发电厂集控运行技术问答，电机检修技术问答，变电检修技术问答，变压器运行技术问答，带电检修技术问答，电测仪表技术问答，送电线路技术问答，电气试验技术问答，配电线路技术问答，内线安装技术问答，电能表校验技术问答，电能表修理技术问答，厂用电安装技术问答，二次线安装技术问答。

丛书本着紧密联系生产实际的原则，采用问答的形式并配以必要的图解，内容以操作技能为主，以基础训练为重点，强调了基本操作技能的通用性和规范化。本丛书内容丰富，覆盖面广，文字通俗易懂，是一套适用性、针对性较强的工人技术培训读物，适合广大电业职工在职自学和岗位培训，亦可作为工程技术人员的参考书。

《送电线路技术问答》针对送电线路施工和运行、检修工人应知应会的要求，以现行有关规程和标准为依据，结合线路施工、运行检修实际进行编写，力求用简明扼要的问答方式讲述工作实际中常遇到的各种技术问题、施工方法以及保证质量、安全的措施。

本书由浙江省浙西电力教育培训中心胡国荣老师主编，

绍兴电力局高级工程师陈国华主审。浙西电力教育培训中心陈杏春、申屠柏水两老师参加了编写，其中胡国荣老师编写了第一、第五章，陈杏春老师编写了第三、第四章，第二章由申屠柏水老师编写。

由于水平有限，书中错漏和不妥之处，敬请读者提出批评指正。

**编者**

2002.3

## 目 录

## 前言

## 第一章 基础知识

<b>第一节 线路结构知识</b> .....	1
1-1-1 什么叫电力系统、电力网? .....	1
1-1-2 什么叫配电线路? 什么叫送电线路? .....	1
1-1-3 我国电力线路有哪些电压等级? .....	1
1-1-4 对电力线路有哪些基本要求? .....	2
1-1-5 为什么采取高电压输送电能? .....	2
1-1-6 电力线路有哪几种结构形式? .....	2
1-1-7 什么是紧凑型线路? 其结构特点是什么? 优缺点是什么? .....	3
1-1-8 架空电力线路中什么叫档距? 什么叫耐张段? .....	3
1-1-9 架空电力线路由哪些元件组成? .....	3
1-1-10 架空送电线路所选用的导线应满足哪些特性要求? .....	4
1-1-11 什么叫经济电流密度? 经济电流密度有何用途? .....	4
1-1-12 导线的作用是什么? 35~220kV 线路一般采用 什么型式电线作导线? .....	4
1-1-13 为什么要采用相分裂导线? 导线最小直径有 什么要求? .....	5
1-1-14 采用相分裂导线时子导线的距离是如何考虑的? .....	6
1-1-15 采用相分裂导线时间隔棒的安装距离是 如何考虑的? .....	7
1-1-16 避雷线的作用是什么? 一般采用什么型式	

	电线作避雷线? .....	7
1-1-17	为什么采用绝缘避雷线?它如何与杆塔连接? .....	8
1-1-18	避雷线敷设有哪几方面要求? .....	9
1-1-19	接地体有哪些形式?接地体的作用是什么? .....	10
1-1-20	杆塔的作用是什么?杆塔按其受力特点分 为哪几种型式? .....	10
1-1-21	钢筋混凝土电杆常用的有哪些型式? .....	10
1-1-22	送电线路杆塔中常用的技术名词术语的 含义是什么? .....	11
1-1-23	绝缘子的作用是什么?架空送电线路常用 哪些绝缘子? .....	12
1-1-24	绝缘子型号及片数选择时应考虑哪些要求? .....	12
1-1-25	基础的作用是什么?杆塔基础按其受力状态 分有哪些类型? .....	12
1-1-26	拉线的作用是什么? .....	13
1-1-27	防振锤、阻尼线的作用是什么? .....	13
1-1-28	为什么有的线路绝缘子串上安装均压环和屏蔽 环?330~500kV线路绝缘子串的分布电压有 什么规定? .....	13
1-1-29	架空电力线路金具一般分成哪几类?各类金 具的主要用途是什么? .....	15
1-1-30	架空电力线路常用哪些连接金具? .....	16
1-1-31	架空电力线路常用的接续金具有哪些? .....	17
1-1-32	保护金具的作用是什么? .....	17
<b>第二节 线路电气知识</b> .....		17
1-2-1	什么叫电路?它由哪几部分组成? .....	17
1-2-2	导体的电阻与导体的几何尺寸、材料之间关系 如何?一段导线,将它拉长为原长的两倍, 电阻为原电阻的几倍?如将其对折使用,	



	电阻又为原电阻的几倍? .....	18
1-2-3	什么叫电流、电压、电位? 它们的单位分别是什么? .....	18
1-2-4	写出一段无源支路的欧姆定律的三种表达形式和全电路欧姆定律表示式, 如图 1-3 电路, 如何求取电源、蓄电池的端电压及负载电压? .....	19
1-2-5	简述电功率、电能的概念。 .....	20
1-2-6	写出基尔霍夫定律 (KCL、KVL) 的表示式并简述其内容。列出如图 1-4 电路中的节点电流和回路电压方程。 .....	20
1-2-7	标有“220V、100W”的灯泡, 它的电阻是多少? 正常情况发光时有多大电流通过? 一天要消耗多少度电? .....	21
1-2-8	阻值分别为 $10\Omega$ 、 $20\Omega$ 、 $30\Omega$ 的电阻串联后接入 60V 的电源, 如图 1-5 电路, 问总电阻、流过各电阻的电流、各电阻上的电压及各电阻消耗的功率各为多少? .....	22
1-2-9	阻值分别为 $10\Omega$ 、 $20\Omega$ 、 $30\Omega$ 的电阻并联后接入 60V 的电源, 如图 1-6 电路, 问总电阻、流过各电阻的电流、各电阻上的电压及各电阻消耗的功率各为多少? .....	22
1-2-10	如图 1-7 所示电路, 问总电阻、流过各电阻的电流、各电阻上的电压及各电阻消耗的功率各为多少? .....	23
1-2-11	现有额定电压相同, 功率不同的两个电阻, 试问串联时哪个电阻吸收的功率大; 并联时哪个电阻吸收的功率大? .....	24
1-2-12	直导体中产生感应电动势的条件是什么? 感应电动势的方向如何判定? .....	24
1-2-13	线圈中产生感应电动势的条件是什么? 感应电动	

	势的方向如何判定? .....	25
1-2-14	什么叫自感? 什么叫互感? 试举出常见的自感、互感应用实例。 .....	26
1-2-15	判别载流导体产生的磁场和磁场对载流导体产生的作用力的方向分别用什么方法? 根据要求对图 1-9 和图 1-10 进行判别: (1) 试确定如图 1-9 所示线圈通电后磁极的极性, 或根据磁极的极性判断电源的极性。 (2) 试确定如图 1-10 所示电流、磁场和导体受力的方向。 .....	26
1-2-16	简述直流电、交流电的特点。 .....	27
1-2-17	简述交流量的瞬时值、最大值、周期和频率的概念。 .....	27
1-2-18	什么叫正弦量的“三要素”? 若已知一正弦工频电流 $i = 5\sin(\omega t + 30^\circ)$ A, 问该电流的最大值、频率、初相及 $t = 0.1$ s 时的瞬时值是多少? .....	28
1-2-19	什么叫正弦量的相位差? 什么叫超前、滞后, 同相及反相? 已知 $i_1 = 5\sin(\omega t + 30^\circ)$ A, $i_2 = 3\sin(\omega t - 30^\circ)$ A, $i_3 = 4\sin(\omega t - 150^\circ)$ , 试比较它们之间的相位关系。 .....	28
1-2-20	什么叫交流电的有效值? 正弦电流的有效值与最大值的的关系如何? .....	29
1-2-21	简述正弦交流电路中电流通过电阻、电感、电容元件时电流和电压的关系。 .....	29
1-2-22	什么叫功率因数? 电力系统的功率因数与什么有关? 功率因数低对电力系统有何不良影响? 如何提高功率因数? .....	29
1-2-23	三相正弦交流电路中, 什么叫相电压、线电压、相电流、线电流? 相互间关系如何? .....	30

1-2-24	线路的额定电压指的是线电压还是相电压? .....	31
1-2-25	什么叫做中性点、零点、中性线和零线? .....	31
1-2-26	什么叫做接地电阻? .....	32
1-2-27	为什么在中性点不接地的电力系统中发生单相 接地故障时, 非故障相的对地电压较正常运行 时要升高 $\sqrt{3}$ 倍? .....	32
1-2-28	为什么 10~35kV 电力系统一般都采用中 性点不接地的方式? .....	35
1-2-29	为什么 66kV 电力系统一般采用中性点经消弧 线圈接地的方式? .....	36
1-2-30	为什么 110kV 及以上电力系统一般都采用中性 点直接接地的方式? .....	36
1-2-31	什么叫做电气上的“地”? 什么叫做对地电压、 接触电压和跨步电压? .....	37
1-2-32	什么叫做内过电压? 哪些是内过电压? 内过电压 的数值是多少? .....	39
1-2-33	什么叫外过电压? 外过电压有哪几种? .....	39
1-2-34	电力线路电气参数有哪几种? 主要是由哪些 因素形成的? .....	40
1-2-35	什么是中性点位移现象? 中性线的作用是什么? .....	40
1-2-36	什么叫绝缘配合, 绝缘子串片数选择需考虑 哪几方面影响? .....	41
<b>第三节 线路力学基础</b> .....		41
1-3-1	什么叫力、力偶、力矩? .....	41
1-3-2	什么叫力的三要素? .....	41
1-3-3	什么叫合力? 什么叫分力? .....	41
1-3-4	什么是二力平衡公理? 什么是作用与反作用力 公理? .....	42

1-3-5	在静力学分析中,典型的约束类型有哪些? .....	42
1-3-6	什么叫平面汇交力系?什么叫平面任意力系? .....	42
1-3-7	简述平面汇交力系的平衡条件,图 1-17 (a) 为起吊重力 $G = 3000\text{N}$ 的横担的情况,当 $\alpha = 60^\circ$ 时,试求绳 AC 和 BC 所受的力。若 $\alpha = 30^\circ$ 时, AC 和 BC 绳所受的力又如何? .....	42
1-3-8	写出平面任意力系的平衡方程。采用固定人字抱杆起吊水泥杆,现场布置如图 1-18,设水泥杆自重为 $8000\text{N}$ ,重心在 C 点,为防止水泥电杆沿地面滑动,在水泥杆的 A 点系一制动绳。若水泥杆起吊至 $\alpha = 30^\circ$ 时, $\beta = 60^\circ$ ,试求此时起吊钢绳、制动绳所受的拉力和地面 A 点对水泥杆的反力。 .....	44
1-3-9	摩擦一般分为哪两类?何谓摩擦力?试列举几种线路工作中摩擦力利用的实例。 .....	45
1-3-10	什么叫物体的重心?起吊电杆时如何确定电杆的重心? .....	45
1-3-11	什么叫刚体、变形体?静力学、材料力学的主要研究内容是什么? .....	46
1-3-12	物体在外力作用下的变形有哪两种? .....	46
1-3-13	工程中进行构件设计时一般有哪几方面要求? .....	46
1-3-14	什么叫内力?什么叫应力?什么叫许用应力? .....	47
1-3-15	在材料力学研究中,基本变形有哪些类型? .....	47
1-3-16	什么叫杆件的长细比?它与哪些因素有关? .....	47
1-3-17	什么叫定滑轮?什么叫动滑轮?它们的作用效果有何不同? .....	47
1-3-18	滑轮组有哪两种串接方式?如何计算使用滑轮组时的牵引力? .....	48
1-3-19	有一 $(6 \times 19) \phi 9.3\text{mm}$ (抗拉强度 $155\text{MPa}$ ) 钢丝绳,已知其破断拉力为 $48.94\text{kN}$ ,欲用此钢丝	

	绳做起吊铁塔的牵引绳, 已知铁塔起吊重量为 3000kg, 采用 1-2 滑轮组, 牵引绳由动滑轮引出, 滑轮组综合效率 $\eta = 92.5\%$ , 钢丝绳安全系数 $K = 4$ , 动荷系数 $K_1 = 1.2$ , 不平衡系数 $K_2 = 1.2$ , 请计算此钢丝绳能否做起吊牵引绳? .....	48
1-3-20	在线路施工现场起吊一构架, 重量为 $Q = 4000\text{kg}$ , 而现场只有一根 $\phi 9.3\text{mm}$ 钢丝绳 (破断拉力为 48.94kN) 可作牵引绳, 另有单门、双门滑轮若干只, 设滑轮组综合工作效率为 93%, 钢丝绳安全系数 $K = 4$ , 动荷系数 $K_1 = 1.2$ , 不平衡系数 $K_2 = 1.2$ , 问如何组装滑轮组, 此钢丝绳才能用作起吊绳? .....	49
1-3-21	对杆塔结构的几何稳定性有什么要求? .....	50
1-3-22	试判别图 1-22 结构中的零力杆。 .....	50
1-3-23	电杆运行过程中, 电杆受力变形有哪几种类型? .....	51
1-3-24	简述导线应力的概念, 导线应力大小与哪些因素有关? .....	51
1-3-25	一档导线中各点应力有何关系? 同一耐张段中各档应力有何关系? .....	52
1-3-26	什么叫耐张段的代表档距? 如何计算? .....	52
1-3-27	什么叫导线弧垂? 如何计算? .....	52
1-3-28	什么叫水平档距? 什么叫垂直档距? 如何计算导线传递给杆塔的水平荷载和垂直荷载? .....	53
1-3-29	杆塔为什么会出上拔? 如何处理? .....	54
1-3-30	导线弧垂大小与哪些因素有关? 什么叫定位气象条件? .....	54
1-3-31	导线、避雷线的最大使用应力是如何确定的? .....	54
1-3-32	新架线路运行中, 导线有哪几种变形? 线路	

	设计中是如何处理的? .....	55
1-3-33	如何应用弧垂安装曲线确定观测档的观测弧垂? .....	55
1-3-34	连续倾斜档或大小档在导线安装时有何特殊情况, 为什么? 安装时需注意什么? .....	55
1-3-35	孤立档导线安装有何特点? 导线最大使用应力是如何考虑的? .....	57
1-3-36	从受力角度, 杆塔分成哪几种类型? .....	57
1-3-37	作用于杆塔的荷载有哪些? .....	57
1-3-38	无拉线拔梢单杆受力有何特点? 强度危险点在什么位置? .....	58
1-3-39	拉线电杆受力有何特点? 强度危险点在什么位置? .....	58
1-3-40	拉线单柱直线杆拉线受力如何计算? .....	58
1-3-41	杆塔基础按受力可分为哪几种类型, 试举出各类基础的常见形式。 .....	59
1-3-42	无拉线电杆倾覆稳定不满足要求, 如何处理? .....	59

#### 第四节 常用线路器材 .....

1-4-1	杆塔按使用材料可分为哪几种? .....	60
1-4-2	钢筋混凝土电杆在出厂前, 进行外观和尺寸检查时应符合哪些要求? .....	60
1-4-3	线路杆塔使用的钢材机械、化学性能标准如何? .....	63
1-4-4	钢筋混凝土预制构件的外观检查应符合哪些要求? .....	64
1-4-5	铁塔结构图中各图形符号的含义是什么? .....	65
1-4-6	我国架空送电线路常用何种线材, 为什么? .....	68
1-4-7	导线、避雷线型号、规格如何表示? .....	68
1-4-8	线材外观检查需符合哪些要求? .....	69
1-4-9	绝缘子有哪些类型? 送电线路常用哪几种型式? .....	70
1-4-10	悬式绝缘子的型号含义是什么? .....	70

1-4-11	什么是棒形复合绝缘子？它的优点是什么？	70
1-4-12	什么是玻璃绝缘子？它有什么优缺点？	71
1-4-13	金具与绝缘子组装时需考虑哪几方面问题？	72
1-4-14	线路绝缘子串的组装型式和用途是什么？	73
1-4-15	绝缘子外观检查应符合哪些要求？	76
1-4-16	电力金具的电气接触性能应符合哪些规定？	77
1-4-17	线夹、接续金具对导线的握力有何要求？	77
1-4-18	线夹结构有何技术要求？	78
1-4-19	连接金具的强度如何选择？	78
1-4-20	线路金具外观检查应符合哪些要求？	79
1-4-21	线夹的型号如何表示？其含义是什么？	79
1-4-22	接续金具的型号如何表示？其含义如何？	80
1-4-23	架空电力线路常用哪些保护金具？其型号 含义如何？	80
1-4-24	常用的拉线金具有哪些？型号含义是什么？	81
1-4-25	指出图 1-32 所示三种绝缘子的名称、用途及图 1-32 (c) 中间隙的作用。	82
1-4-26	写出图 1-33 所示金具的名称和用途，并指出 属于哪类金具。	83
1-4-27	写出图 1-34 所示金具的名称和用途，并指出 属于哪类金具。	84
1-4-28	写出图 1-35 所示金具的名称和用途，并指出 属于哪类金具。	85
1-4-29	写出图 1-36 所示金具的名称和用途，并指出 属于哪类金具。	85
<b>第五节</b>	<b>线路施工及检修工器具</b>	<b>86</b>
1-5-1	常用钢丝绳的结构有哪些形式？	86
1-5-2	常用钢丝绳规格有哪些？直径单位“mm”和“分” 之间如何换算？	86

1-5-3	钢丝绳套的编插要求如何？	88
1-5-4	使用钢丝绳应注意哪些问题？	88
1-5-5	钢丝绳报废标准是什么？	89
1-5-6	起重用麻绳一般用什么材料制成？有何特点？ 常用规格有哪些？	90
1-5-7	什么叫索具？常用规格有哪些？	91
1-5-8	索卡的使用标准是什么？如果某临时拉线处只 备有一个索卡，应如何使用？	92
1-5-9	使用卸扣应注意什么？	93
1-5-10	起重滑车型号的含义是什么？	93
1-5-11	使用起重滑车一般应注意什么？	94
1-5-12	放线滑车有哪几种？	94
1-5-13	选配放线滑车时应符合哪些要求？	95
1-5-14	双钩紧线器由几部分组成？有几种规格？怎么 使用？	96
1-5-15	使用双钩紧线器的注意事项？	97
1-5-16	使用导（地）线卡线器应注意什么？	97
1-5-17	使用连接器应注意什么？	98
1-5-18	起重抱杆有哪些类型？	98
1-5-19	使用抱杆时，应注意哪些问题？	99
1-5-20	送电线路施工中常用的锚固工具有哪些？	100
1-5-21	手扳葫芦的工作原理和使用范围是什么？	100
1-5-22	使用手拉葫芦和手扳葫芦需注意什么？	100
1-5-23	起重工具使用应注意什么？	101
1-5-24	导线压接用钳压器按使用动力分哪两种？ 工作原理如何？	102
1-5-25	液压机的维护主要内容有哪些？	104
1-5-26	液压钳使用注意事项？	105
1-5-27	液压机由哪几部分组成？其钢模与钳压钢模 有何区别？	106



1-5-28	送电线路施工中常用的牵引设备有哪几种？	106
1-5-29	机动绞磨由哪些部件组成？使用中应注意哪些事项？	106

## 第二章 线路施工和管理

第一节	线路的分坑测量	108
2-1-1	水准仪的主要特点有哪些？	108
2-1-2	经纬仪如何对中、整平？	108
2-1-3	如何利用三只底脚螺旋快速调平仪器？	109
2-1-4	经纬仪对中、整平后，读数之前应做哪些操作？	109
2-1-5	J2 (DJ2) 经纬仪数字化窗口如何读角度？	110
2-1-6	全站仪与光学经纬仪比较有哪些优点？	110
2-1-7	什么叫垂直角？垂直角如何换算？	111
2-1-8	如何用“方向法—测回”测线路转角？	111
2-1-9	趋近法定线适用什么场合？如何操作？架仪器有何特点？	112
2-1-10	中分法定直线如何操作？	113
2-1-11	两点间水平距离如何测量与计算？	114
2-1-12	两点间高差如何测量与计算？	115
2-1-13	一般测点为何均用高程表示？高程怎样计算？	115
2-1-14	线路平断面测量应测哪些主要内容？	115
2-1-15	线路复测有哪几项主要内容？	116
2-1-16	直线双杆如何分坑？	116
2-1-17	直线方形塔如何分坑？	118
2-1-18	直线矩形塔如何分坑？	119
2-1-19	转角杆塔位移大小与哪些参数有关？位移方向向哪里？位移如何计算？	120
2-1-20	转角双杆如何分坑？	120
2-1-21	转角方形塔如何分坑？	122
2-1-22	正方形铁塔的高低腿基础如何分坑？	123