

电力生产“1000个为什么”系列书

DIANLI SHENGCHAN 1000GEWEISHENME XILIESHU



电力线路知识 1000问

主 编 李建军
副主编 贾东方 赵俊伟



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电力生产“1000个为什么”系列书

DIANLI SHENGCHAN 1000GEWEISHENME XILIESHU

电力线路知识1000问

主 编 李建军

副主编 贾东方 赵俊伟



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

编 委 会

主 任	王生明			
副主任	李继东	杨文霞		
成 员	李建军	谭丽娟	贾东方	赵俊伟
	宰红斌	李国林	李向东	王威扬
	李新宝	赵桂林	马建国	李舰雷
	常雷雷	莫宁川	郭晓斌	金治华
	宰洪涛	牛玉琨	马 安	赵翠旗
	李正强	王建峰	马 春	郭会峰
	卫 伟	何文锋	卫温强	张兆锋
	张文亮			
主 编	李建军			
副主编	贾东方	赵俊伟	宰红斌	

随着我国电网建设的快速发展和“三华”同步电网的建设，输电线路规模逐年加大，线路运行已进入特高压、大电网时代，输电线路运行维护技术也随着技术的进步，从传统的人工维护进入到信息化维护时代。

为适应电网新的发展变化，提高运行维护人员的理论知识水平，晋城供电公司组织相关专业人员对《线路运行与检修 1000 问》进行了修订，因新增及修订内容不仅仅涉及电力线路的运行与检修，根据内容改名为《电力线路知识 1000 问》。本次修订在第一版的基础，结合生产实际和制度变革，以现行规程和现行管理模式为主，重点突出状态检修、标准化作业与智能电网、在线监测以及 PMS 系统等国家电网公司重点推广和应用项目，紧扣时代主题，承前启后，重在实用。

本书共分七章，第一章为电力系统及电网，第二章为输电线路的电气特性，第三章为输电线路的元件，第四章为输电线路的机械力学特性，第五章为输电线路的运行，第六章为输电线路的检修，第七章为配电线路中低压部分。希望能对线路工作人员有所裨益。

由于编者水平有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请广大读者批评指正。

编者

前言

第一章 电力系统及电网

第一节 电力线路相关基础知识..... 1

1. 什么是电力系统及电网? 1
2. 电力线路的额定电压是如何规定的? 1
3. 电力线路在电网中的作用是什么? 它由哪些
 元件构成? 2
4. 什么是电力线路的电压水平? 2
5. 为什么说线路的额定电压取决于它的输送功率? 2
6. 对电力系统中电压偏移的要求是什么? 电压偏移
 过大将采取什么措施? 2
7. 电网的类别是如何划分的? 3
8. 何为联合电力系统? 联合电力系统有何优越性? 3
9. 电力线路额定电压是如何规定的? 3
10. 各级电压电网的供电半径是如何规定的? 4
11. 电力工业的特点是什么? 4
12. 对电力系统的基本要求是什么? 4

第二节 中性点接地电网和中性点不接地电网..... 5

13. 何为小电流接地系统和大电流接地系统? 5
14. 110kV 及以上系统为什么多采用中性点直接
 接地方式? 5

15. 对接地电流不超过 10A 的 35kV 系统采用中性点 不接地方式的理由是什么？	5
16. 中性点直接接地方式有哪些优缺点？	5
17. 35kV 系统中性点直接接地运行的优点是什么？	6
18. 在中性点不接地系统中，什么情况下要加装 消弧线圈？	6
19. 消弧线圈为什么能够消除线路接地时所产生的 弧光电压？	6
20. 中性点不接地系统适用的范围是什么？	7
21. 消弧线圈补偿方法有几种？	7
22. 全补偿易引起什么故障？	7
第三节 电力线路参数	7
23. 研究线路电气参数的意义是什么？它包括哪些 内容？	7
24. 电力线路的电阻是如何表示的？	8
25. 交流电力线路的电阻除与导线截面有关外还同 哪些因素有关？	8
26. 电力线路电抗的意义是什么？	9
27. 线路电导的意义是什么？	9
28. 电力线路电纳的意义是什么？	9
29. 电纳对高压线路有何危害？	10
30. 什么是线路的分布电容？	10
31. 何为线路的充电功率？	10
32. 画出 35、110、220kV 线路参数图。	11
33. 电晕是怎样发生的？怎样避免电力线路上发生 电晕？	11
第四节 电力线路功率和损耗	12
34. 电网经济运行包括哪些内容？	12

35. 电网损耗包括哪些？	12
36. 何为线路的可变损耗和固定损耗？	12
37. 何为管理损耗（又称管理线损）？	12
38. 电力系统无功损耗不直接影响电量，为什么还要 予以重视？	12
39. 线路损失电量及线路线损率如何计算？	13
40. 什么是负荷距？不同电压等级的负荷距是多少？ ...	13
41. 利用负荷距如何计算通过线路的输送功率和输 送距离？	14
42. 什么是负荷曲线？	14
43. 什么是日负荷曲线、年最大负荷曲线、年持续 负荷曲线？	14
44. 何为最大负荷利用小时？	15
45. 什么叫理论损失电量？为什么要进行线损理论 计算？	15
46. 如何用均方根电流法进行线损的理论计算？	15
47. 电力线路各种损耗的计算是如何表示的？	16
48. 为什么说提高电网功率因数可以降低线损？	16
49. 降低线损应采取哪些措施？	16
50. 什么是电力系统潮流？潮流分布可分为哪几种？ ...	16
51. 什么叫电网的潮流计算？为什么要进行电网潮 流计算？	16
52. 电网功率分布的决定因素是什么？为什么要进行 电网功率分布计算？	17
53. 进行电网功率分布计算要达到的目的是什么？	17
54. 为什么要对电网各点的电压进行计算？	17
55. 电网电压的变化可用哪三个名词来说明？	17
56. 电压偏移对系统运行有何影响？我国规定的电压 偏移的范围是多少？	18

第五节 电力线路的继电保护及自动装置 18

- 57. 继电保护的任务是什么? 18
- 58. 自动装置的任务是什么? 18
- 59. 电力系统对继电保护的基本要求是什么? 18
- 60. 电力线路常用的保护分哪些类别? 19
- 61. 继电保护按职能可分为哪些保护? 19
- 62. 什么是电力线路的电流速断保护? 其保护范围如何? 19
- 63. 电力线路继电保护时限作用是什么? 20
- 64. 什么是电力线路的电流保护? 分类有几种? 20
- 65. 什么是反映电力线路相间短路的方向过流保护? ... 20
- 66. 中性点不接地系统电力线路的接地保护是根据什么特点构成的? 21
- 67. 中性点不接地系统电力线路接地保护的原理是什么? 21
- 68. 电流速断保护的主要优缺点是什么? 21
- 69. 什么是限时电流速断保护? 对限时电流速断保护的要求及整定的基本原则是什么? 21
- 70. 什么是零序过电流保护? 22
- 71. 什么是电力线路阶段式零序过电流保护? 22
- 72. 零序过电流保护有哪些优缺点? 22
- 73. 什么是零序方向过电流保护? 23
- 74. 在高电压网络中为什么要加装线路的距离保护? ... 23
- 75. 什么是电力线路距离保护? 距离保护有哪些优缺点? 23
- 76. 什么是电力线路阶段式距离保护? 23
- 77. 电力线路装设纵联差动保护的意義是什么? 24
- 78. 电力线路的纵联差动保护配置的基本原则是什么? 24

79. 电力线路的纵联差动保护的优缺点是什么？	24
80. 什么是电力线路高频保护？	24
81. 线路高频保护分为哪几类？有何优点？	25
82. 什么是微波保护？微波保护存在的问题是什么？ ...	25
83. 为什么利用微波通道作为继电保护通道？	25
84. 试述电力线路纵联差动保护发展的趋势。	26
85. 电力线路为什么要采用自动重合闸？	26
86. 自动重合闸有哪些种类及功能？	26
87. 电力线路对自动重合闸基本要求是什么？	26
88. 什么是故障录波器？故障录波器有哪些功能？	27

第六节 智能电网 27

89. 什么是智能电网？其本质是什么？	27
90. 智能电网的驱动因素有哪些？	27
91. 智能电网的主要特征是什么？	28
92. 高级输电运行通过哪些技术来实现？	28
93. 超导电缆有何优缺点？	29
94. 什么是电力线路动态定额技术？	29
95. 电力线路动态定额技术有何特点和作用？	29
96. 什么是广域测量系统？广域测量系统有何作用？ ...	29
97. 电力线路灾害预警预报系统的构成及监测范围 是什么？	30
98. 高压电网、超高压电网、特高压电网是如何 划分的？	30
99. 电力线路根据输送电流的性质不同如何分类？	31
100. 发展特高压电网对建设智能电网有何意义？	31
101. 国家电网公司对建设坚强智能电网是如何 规划的？	31
102. 交流特高压输电有哪些优点？	31
103. 高压直流输电有哪些特点和缺点？	31

104. 输电技术有何发展和应用?	32
-------------------------	----

第二章 送电线路的电气特性

第一节 线路绝缘、对地距离及交叉跨越	34
--------------------------	----

105. 电力线路绝缘配合的具体内容是什么?	34
106. 电力线路绝缘配合与哪些因素有关?	34
107. 什么是内过电压? 它是如何产生的? 具体分为哪几大类?	34
108. 影响电力线路安全运行的内过电压有哪些形式?	35
109. 影响过电压的因素有哪些?	35
110. 什么叫绝缘配合? 电力线路绝缘配合指什么?	35
111. 如何确定塔头尺寸?	35
112. 在计算导线对地及交叉跨越距离时应考虑哪些因素?	36
113. 导线与地面的最小距离是如何规定的?	36
114. 导线与山坡、峭壁、岩石的最小净空距离是如何规定的?	36
115. 导线与建筑物之间的最小垂直距离是如何规定的?	37
116. 边导线与建筑物之间的最小距离是如何规定的?	37
117. 导线在最大弧垂或最大风偏时与树木之间的安全距离是如何规定的?	37
118. 送电线路与弱电线路的交叉角是如何规定的?	38
119. 导线带电部分与杆塔构件的最小距离是如何规定的?	38
120. 导线线间距离(水平线间距离)是如何确	

定的？	38
121. 如何确定导线垂直排列的垂直距离？	38
122. 同杆架设多回路的线间距离应是多少？	39
123. 上下层相邻导线间或地线与相邻导线间水平 偏移是多少？	39
第二节 送电线路的防雷保护与接地	39
124. 什么叫雷暴日和雷暴日小时？	39
125. 雷区是如何划分的？	39
126. 落雷密度是如何规定的？	40
127. 雷电流的幅值大小是如何确定的？	40
128. 架空地线是如何保护电力设备的？	40
129. 什么是架空地线的保护角？架空地线对边导线 的保护角是如何确定的？	40
130. 电力线路架设架空地线的作用是什么？	41
131. 为何降低杆塔接地电阻？	41
132. 线路防雷保护对路径有何要求？	41
133. 什么是雷电过电压？	42
134. 叙述雷电对地的放电过程。	42
135. 如何确定架空地线的保护范围？	42
136. 防雷接地的重要性是什么？	43
137. 何为逆闪络？	43
138. 线路雷击掉闸的条件是什么？	43
139. 为什么 35kV 及以下的线路不用架空地线或不 需全线架设架空地线？	43
140. 什么是线路的保护间隙？	44
141. 送电线路要防止雷电危害，应采取哪些措施？	44
142. 按过电压规程规定，送电线路架空地线的耐雷 水平和保护角是如何规定的？	44
143. 什么是大气过电压？	45

144. 杆塔接地的作用是什么？送电线路对接地电阻有何要求？	45
145. 送电线路接地装置有哪些种类？	46
146. 对接地装置用材料及接地引下线的要求是什么？	46
147. 对接地装置连接及杆塔接地装置的防腐一般有哪些要求？	46
148. 接地装置包括哪几部分？作用是什么？	47
149. 何为接地电压及接地电阻？	47
150. 接地可分为哪些类型？各有何作用？	48
151. 接地装置的形式有哪些？	48
152. 对接地装置有何要求？	48
153. 如何降低杆塔接地电阻？	48
第三节 送电线路的档距	49
154. 什么叫线路的水平档距？	49
155. 什么叫垂直档距和极大档距？	49
156. 什么是极限档距及允许档距？	49
157. 什么是连续档的代表档距（又称规律档距）？	50
第四节 通信保护	50
158. 什么叫通信保护？在电力线路建设时为什么要实施通信保护？	50
159. 送电线路对通信的影响分为哪些类别？	51
160. 通信设备的等级是如何划分的？	51
161. 什么叫电磁影响？	51
162. 什么叫干扰影响？干扰产生的原因是什么？	52
163. 何为大地电导率？	52
164. 何为屏蔽系数？什么是屏蔽地线的屏蔽效应？	52
165. 对通信设备的保护措施是什么？	53

第三章 送电线路的元件

第一节 送电线路的杆塔及拉线 54

166. 什么是杆塔？杆塔在电力线路中的作用是什么？ 54
167. 什么叫自立杆塔？什么叫拉线杆塔？ 54
168. 杆塔如何分类？ 54
169. 杆塔所受的荷载有哪些？ 54
170. 电力线路对杆塔的要求是什么？ 55
171. 直线杆塔、耐张杆塔及转角杆塔的作用是什么？ 55
172. 直线杆塔的使用范围是如何规定的？ 56
173. 终端杆塔、换位杆塔及跨越杆塔的作用是什么？ 56
174. 钢筋混凝土电杆的结构是怎样的？ 57
175. 什么是预应力钢筋混凝土电杆？ 57
176. 预应力电杆的优点是什么？ 57
177. 预应力钢筋混凝土电杆螺旋筋的直径是如何规定的？ 57
178. 预应力混凝土电杆螺旋筋如何布置？螺距应符合哪些规定？ 58
179. 110kV 转角杆通常有几种？简述其特点。 58
180. 简述 110kV 杆塔横担的主要结构及使用材料。 ... 58
181. 横担的作用是什么？ 59
182. 横担如何分类？ 59
183. 钢筋混凝土电杆焊接可以用气焊和电焊，哪种方法对混凝土杆接口的强度影响小，为什么？ 59
184. 混凝土电杆出厂时应做哪些外观检查？ 59

185. 对叉梁、横担等较大预制件的混凝土质量有 哪些要求？	59
186. 电力线路铁塔按不同的外观形状和结构通常可 分为哪几种形式，各有什么特点？	59
187. 识别以下铁塔产品型号。	60
188. 对铁塔的结构布置有什么要求？	60
189. 铁塔的基本结构及塔身的组成材料有哪些？	61
190. 什么是大跨越？大跨越杆塔有哪几种？	61
191. 钢筋混凝土烟囱式塔有何特点？	61
192. 钢管杆可分为哪几种？有哪些优缺点？	61
193. 什么是薄壁离心钢管混凝土结构？有哪些优 缺点？	62
194. 钢管杆荷载分几类？	62
195. 钢管杆的挠度应满足哪些规定？	62
196. 钢管杆的焊缝有哪些要求？	63
197. 对钢管杆所用钢管（钢板）有何要求？	63
198. 薄壁离心钢管混凝土电杆为何要限制最小管径？	63
199. 薄壁离心钢管混凝土电杆杆段之间的连接有 哪些方法？	63
200. 钢管杆可以采用哪些防腐措施？	63
201. 设计无特殊要求时，钢管杆的焊缝质量怎样 分级？	63
202. 城市钢管杆高压架空电力线路规划走廊宽度 怎样选定？	64
203. 钢管杆塔基础常用的形式有哪几种？	64
204. 杆塔拉线有哪些作用？	64
205. 拉线由哪几部分组成？	64
206. 带拉线的杆塔有何特点？	65
207. 电力线路的拉线有哪几种？	65
208. 采用楔形线夹连接拉线，安装时有何规定？	65

第二节 送电线路的导线及架空地线 65

209. 导线及架空地线在架空送电线路中的作用及
要求是什么? 65
210. 如何选择导线、架空地线的材质? 66
211. 什么叫电晕及电晕损失? 66
212. 电晕对导线及电网有何危害? 怎样避免? 66
213. 按电晕放电的要求, 电力线路导线的最小直
径是如何规定的? 67
214. 导、地线的安全系数是如何规定的? 67
215. 什么是导、地线的荷载、比载及应力? 68
216. 什么是导线的经济电流密度? 68
217. 按经济电流密度计算导线截面的步骤是什么?
并举例说明。 68
218. 导线温度升高有何危害? 70
219. 规程规定钢芯铝绞线最高运行温度是多少? 什么
是导线的安全电流? 70
220. 按经济电流密度确定导线截面以后, 对导线截
面影响的因素还有哪些? 70
221. 导线和架空地线按构造如何分类? 70
222. 多股绞线与单股线对比有哪些优点? 70
223. 钢芯铝绞线结构如何? 有何特点? 71
224. 钢芯铝绞线根据铝、钢截面比的不同如何
分类? 71
225. 镀锌钢绞线可分为哪几种? 71
226. 特殊(种)导线有哪几种? 71
227. 导线型号如何表示? 各字母的意义是什么? 72
228. 架空地线一般采用何种材料? 72
229. 借助现有的送电设备, 可以架设的通信光缆有
几类? 73

230. 什么叫架空地线复合光缆 (OPGW)? 其特点 有哪些?	73
231. 什么叫绝缘架空地线? 有何特点?	73
232. 线路所用的线材使用前应做哪些外观检查?	73
233. 对导线及架空地线接续管的机械强度有什么 要求?	74
234. 架空电力线路架设架空地线的原则是什么?	74
235. 钢芯铝绞线的综合破坏强度及钢绞线的破坏 强度各是多少?	74
236. 什么叫分裂导线?	74
237. 相分裂导线有哪几种组合方式?	75
第三节 送电线路的标准金具及附件	75
238. 线路金具的作用和对它的基本要求是什么?	75
239. 线路金具如何分类?	75
240. 压缩型耐张线夹由哪几部分组成?	76
241. 悬垂线夹的型号如何表示?	76
242. 耐张线夹的分类和用途是什么? 其型号如何 表示?	77
243. 对耐张线夹有哪些要求?	77
244. 连接金具的分类及用途是什么? 其型号如何 表示?	77
245. 接续金具的分类及用途是什么?	78
246. 保护金具的分类及用途是什么? 其型号如何 表示?	78
247. 拉线金具的分类及用途是什么? 其型号如何 表示?	78
248. 连接金具的安全系数是什么?	78
249. 绝缘子串与金具组装时应注意什么?	78
250. 接续金具的型号如何表示? 采用接续金具应	

满足哪些条件?	79
251. 接续管有哪几种? 使用范围如何?	79
252. 间隔棒的作用是什么?	79
253. 线路使用的螺栓有哪些要求?	79
254. 直线杆塔的导线上悬挂重锤的作用是什么?	79
255. 杆塔基础的形成由什么条件来确定?	80
256. 杆塔基础设计的原则是什么?	80
257. 杆塔基础设计时关于基础作用力应考虑哪些问题?	80
258. 基础设计如何考虑基础地下水位季节性的变化?	80
259. 为了保证杆塔强度和耐久性, 对杆塔构件所用钢材规格是怎样规定的?	80
260. 拉线金具应做哪些检查?	81
261. 垫圈及弹簧垫圈的作用是什么?	81

第四节 送电线路的杆塔基础 81

262. 何谓杆塔基础? 其作用是什么?	81
263. 杆塔基础的分类。	81
264. 大开挖基础、掏挖扩底基础及岩石锚桩基础的特点是什么?	82
265. 灌注桩基础分类及优点是什么?	82
266. 什么是杆塔预制混凝土基础?	83
267. 杆塔基础对混凝土有何要求?	83
268. 水泥的标号是如何确定的?	83
269. 如何确定混凝土强度等级?	83
270. 杆塔基础对钢筋有何要求?	84
271. 钢筋混凝土基础对石材有何要求?	84
272. 土体如何分类?	84
273. 基础的埋置深度应考虑哪些因素?	85