

电力生产“1000个为什么”系列书

变电运行与 检修 1000 问

张滨生 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

《电力生产“1000个为什么”系列书》

编 委 会

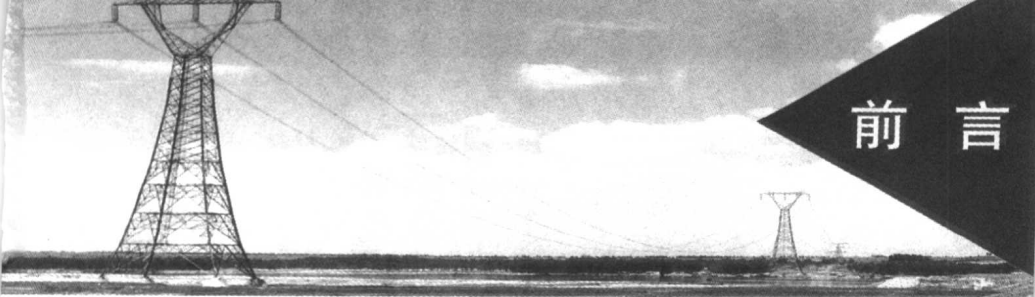
主 任：郭林虎

副主任：张滨生

编 委：程丽平 黄晋华 毛文学 张安成

刘予胜 马春萍 孙力勋 郭 敏

畅文红 王书明



前言

随着国民经济的持续、高速发展,电力系统迎来了一个发展的新时代。超高压电网的运行及新技术、新设备的广泛应用,对电力系统运行及检修队伍的素质提出了更高的要求。

为了迅速提高变电运行及检修人员的技术素质,配合当前开展的专业技能鉴定工作,山西省电力公司组织编写了《变电运行与检修 1000 问》。

本书以电力技术规程为依据,着眼于电力新技术、新设备的应用,从打好基础出发,力求既有一定的专业理论知识,又包含一定的现场实际操作技能,为变电运行与检修相关工作人员提供一本技术学习用书。

本书第一章、第九章第四~六节、第十章由张滨生同志执笔;第二章由安立进同志执笔;第三章由畅文红同志执笔;第四章由李广福同志执笔;第五章由赵忠勇同志执笔;第六章由柳润马同志执笔;第七~八章由郭敏同志执笔;第九章其余小节由滑勉同志执笔。全书由张滨生同志主编。

由于编写时间较短,编者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

2002 年 3 月

前言

第一章 变电运行及检修基础知识

第一节 电工基础知识..... 1

1. 什么是电场? 电场具有哪些特性? 1
2. 电动势与电压有什么区别, 它们的方向是怎么规定的? 1
3. 什么是正弦交流电? 有何特点? 1
4. 为什么要采用三相交流电? 三相交流电是如何产生的? 2
5. 什么叫欧姆定律? 2
6. 什么叫法拉第电磁感应定律? 2
7. 什么是基尔霍夫定律? 3
8. 什么是安培全电流定律? 3
9. 什么是安培力定律 (毕奥—萨伐尔电磁力定律)? 4
10. 什么是能量守恒定律? 4
11. 什么是对称分量法? 4
12. 什么是集肤效应? 5

第二节 常用电工仪器、仪表的使用..... 6

13. 万用表有什么用途? 怎样使用? 6

14. 使用万用表时应注意什么？	6
15. 钳型电流表有什么用途？怎样使用？	7
16. 使用兆欧表（摇表）应注意哪些问题？	7
17. 如何进行红外线测温？	8

第三节 电力系统运行的基础知识 10

18. 什么是电力系统？什么是电力网？	10
19. 为什么要采用高压远距离输电？	10
20. 什么是联合电力系统？它有什么优越性？	11
21. 试述我国联合电力系统的现状及未来。	11
22. 电气设备的电压是如何规定的？	12
23. 各级电压的合理输送容量及距离是多少？	12
24. 什么是电力负荷？电力负荷是如何划分的？	12
25. 什么是负荷率？什么是日负荷率？	13
26. 什么是设备利用率？什么是设备月利用率？	13
27. 电力系统的故障有哪些类型？	13
28. 电力系统的故障有哪些危害？	14
29. 交流电的频率是什么？低频运行有什么危害？	14
30. 电力系统调度的任务有哪些？	14
31. 超高压输电线路采用哪些限制操作过电压的措施？	15
32. 什么是内部过电压？	15
33. 合空载变压器为什么会产生过电压？如何预防？	15
34. 电力系统中枢点电压控制的方式有哪几种？其各有什么要求？	15
35. 什么叫污闪？哪些情况下容易发生污闪？	16

36. 绝缘子发生污闪的机理是什么？	16
37. 电力系统常用的、现行的防止污闪的措施 有哪些？	17
38. 变电所电气主接线选择的基本原则是什 么？	18
39. 变电所电气常用主接线有哪些？	18
40. 变电所电气主接线的设计有哪些内容？	19
41. 现代电力网有哪些特点？	19
42. 大型自耦变压器中性点为什么必须接地？ 其中性点接地应注意什么？	20
43. 什么是输电线路的充电功率？	21
44. 500kV 变电所为什么要加装并联高压电抗 器？	22
45. 500kV 变电所并联高压电抗器加装中性 点小电抗器的作用是什么？	23
46. 装有并联高压电抗器的 500kV 变电所为什 么还要加装低压电抗器？	23
47. 什么叫电磁环网？电磁环网在电网运行中 有什么问题？	24
48. 电力系统振荡和短路两者在电气量上有何 区别？	24
49. 电力系统中性点接地的方式有几种？	25
50. 小接地电流系统中，为什么单相接地保护 在多数情况下只发信号，而不跳闸？	25
51. 中性点不接地系统存在哪些问题？	25
52. 小接地电流系统发生单相接地时，电压分 布有哪些特点？	26
53. 中性点经消弧线圈接地的作用是什么？	27
54. 什么是消弧线圈的欠补偿、全补偿和过补 偿方式？	27

第二章 变电运行管理

第一节 变电运行规章制度 28

- 55. 《电力法》的基本原则是什么? 28
- 56. 《电力法》的主要内容是什么? 28
- 57. 电力安全生产管理制度主要包括哪些内容? 29
- 58. 变电所所长的职责是什么? 29
- 59. 变电所值班长的岗位职责是什么? 30
- 60. 变电所值班员的职责是什么? 30
- 61. 部颁“变电所运行管理”中规定了哪些制度? 30
- 62. 变电运行管理制度对交接班有哪些规定? 30
- 63. 交班人员在交班前应做好哪些准备工作? 31
- 64. 变电所交接班有哪些内容? 31
- 65. 运行设备维护工作有哪些主要内容? 32
- 66. 高压设备上的缺陷分几类, 如何划分? 32
- 67. 应如何管理设备缺陷? 33
- 68. 对变电所的所容、所貌有哪些要求和规定? 33
- 69. 变电所保卫制度中有哪些规定? 34
- 70. 变电所必须建立、健全的各种设备技术档案包括哪些内容? 34
- 71. 变电所应有哪些主要规程、制度? 35
- 72. 变电所应有哪些记录簿? 35
- 73. 变电所应有哪些指示图表? 36
- 74. 变电所设备评级(定级)的原则是什么? 36
- 75. 根据设备的评级(定级)原则, 设备的评级可划分为几类? 是如何划分的? 36

第二节 无功电压管理 37

- 76. 电力系统中的无功电源有几种? 37
- 77. 为什么要在并联电容器与其断路器之间
装设一组氧化锌避雷器? 37
- 78. 电阻限流有载调压分接开关有哪五个主
要组成部分? 各有什么用途? 37
- 79. 调相机在电力系统中起什么作用? 38
- 80. 变压器有载调压装置的调压次数是如何规定
的? 38
- 81. 如何计算电压合格率? 38
- 82. 无功功率的传输对电网的运行有什么影响? 38
- 83. 无功补偿的原则是什么? 39
- 84. 并联电容器的作用有哪些? 39
- 85. 并联电容器回路中安装的串联电抗器有什么
作用? 39
- 86. 在什么情况下适宜采用调整变压器分接头进
行调压? 为什么? 40
- 87. 电力系统中消耗无功功率的设备主要有哪
些? 40

第三节 新设备投产与验收 41

- 88. 变电设备的验收有哪些规定? 41
- 89. 新设备投入运行前的验收项目有哪些? 41
- 90. 运行人员接到试验报告后应做哪些工作? 41
- 91. 断路器的液压机构检修后应验收哪些项目? 42
- 92. 35kV 多油断路器大修后应重点验收哪些项
目? 42
- 93. 多油断路器的交接试验项目有哪些? 43
- 94. 新安装的互感器在投入运行前应检查验收哪

些项目?	43
95. 怎样进行变压器校相工作?	43
96. 新安装或大修后的有载调压变压器在投入 运行前, 运行人员对有载调压装置应检查 哪些项目?	44
第四节 无人值班及综合自动化变电所的运行	44
97. 什么是变电所综合自动化?	44
98. 变电所综合自动化系统有哪些特征?	45
99. 变电所实现综合自动化有什么优越性?	45
100. 变电所综合自动化系统具备哪些基本功能?	45
101. 变电所综合自动化系统需要采集的数据量 有哪些?	46
102. A/D 转换器的作用是什么?	46
103. 对模拟量的采集有哪两种方式?	46
104. 交流采样的工作原理是怎样的?	46
105. 直流采样有什么特点?	47
106. 交流采样有什么特点?	47
107. 为什么在开关量的输入/输出回路采用光 电耦合器可以实现现场开关量和计算机 总线之间的隔离?	48
108. 什么是 SOE?	48
109. 变电所综合自动化系统的通信任务包括哪 些内容?	48
110. 综合自动化系统现场级的通信方式有哪几 种?	48
111. 变电所综合自动化系统中串行数据通信常 采用什么样的接口标准?	49
112. 变电所综合自动化系统采用现场总线有什 么优越性?	49

113. 调制解调器的作用是什么？	49
114. 什么叫远动规约？	49
115. 变电所的远传信息包括哪些内容？	49
116. 变电所的远传信息分哪几类？	50
117. 何为遥测、遥信、遥控、遥调？	50
118. 变电所综合自动化与无人值班有什么关系？	51
第五节 事故处理与运行分析	51
119. 变电所事故处理的主要任务是什么？	51
120. 在事故处理中允许值班员不经联系自行处 理的项目有哪些？	51
121. 强迫油循环变压器发出“冷却器全停”信号 和“备用冷却器投入”信号后，运行人员应 如何处理？	52
122. 断路器在运行中液压降到零将如何处理？	52
123. 电磁操作机构的断路器合闸后接触器的触 点打不开，这种情况应怎样判断、处理？	52
124. 值班人员在处理事故的过程中应注意哪些 事项？	52
125. 运行分析应重点分析哪些内容？	53
126. 事故抢修可不用工作票，但应遵守哪些规 定？	53
127. 变压器差动保护动作跳闸后，应如何检查 处理？	53
128. 中性点不接地系统发生单相接地时，电压 表怎样指示？电压互感器辅助绕组的开 口三角两端有多少伏电压？	54
129. 电压互感器二次断线，中央信号盘上有哪 些反映？如何处理？	54
130. 按什么顺序用试拉断路器的方法寻找单相	

接地线路？	55
131. 10kV 及 35kV 系统发生单相接地时，在什 么情况下可采用人工转移接地的方法处 理？	55
132. 母线电压消失应如何处理？	55
133. 断路器越级跳闸应如何检查处理？	56
134. 弹簧储能操动机构的断路器发出“弹簧未 拉紧”信号时应如何处理？	56
135. 液压机构的油泵打压频繁的原因有哪些？	56
136. 正在运行中的同期继电器的一个线圈失电 会出现什么现象？如何处理？	56
137. 单母线接线的 10kV 系统发生单相接地后， 经逐条线路试停电查找，接地现象仍不 消失是什么原因？	57

第六节 设备巡视检查的要求及方法

138. 巡视高压设备有哪些规定？	57
139. 变压器的正常巡视检查项目有哪些？	57
140. 变压器的特殊巡视检查项目有哪些？	58
141. 变压器气体继电器的巡视项目有哪些？	58
142. 油断路器的正常巡视检查项目有哪些？	58
143. 隔离开关的正常巡视检查项目有哪些？	59
144. 互感器的巡视检查项目有哪些？	59
145. 电力电缆的巡视检查项目有哪些？	59
146. 电容器的巡视检查项目有哪些？	60
147. 在什么情况下需要对高压设备进行特殊 巡视？	60
148. 对特殊巡视的周期有哪些规定？	60
149. 电抗器的正常巡视项目有哪些？	61
150. 消弧线圈的正常巡视检查项目有哪些？	61

151. 运行中的潜油泵的检查项目有哪些？	61
第七节 变压器的经济运行	62
152. 设备的负荷率是怎样计算的？	62
153. 怎样计算三相电能表的倍率及实际用电量？	62
154. 变压器的损耗有哪些？	62
155. 什么是变压器的固定损耗？与哪些因素有 关？	62
156. 什么是变压器的可变损耗？与哪些因素有 关？	63
157. 怎样计算双绕组变压器的有功功率损耗？	63
158. 怎样计算双绕组变压器的无功功率损耗？	63
159. 什么叫变压器的综合功率损耗？怎样计算 双绕组变压器的综合功率损耗？	63
160. 什么是无功经济当量？它与什么因素有关？	64
第八节 电力系统的稳定运行	64
161. 电网运行管理的基本原则是什么？	64
162. 《电网调度管理条例》所称统一调度， 其内容一般是指什么？在形式上如何表现？	64
163. 什么叫电力系统动态稳定？	65
164. 什么叫电力系统暂态稳定？	65
165. 什么叫电力系统静态稳定？	65
166. 电力系统稳定计算分析的任务是什么？	65
167. 电力系统发生大扰动时的安全稳定标准分为 哪几类？	65
168. 电网结构应满足什么要求？	66
169. 电力系统发生振荡时会出现哪些现象？	66
170. 系统发生振荡时在变电所有哪些现象产生？	67
171. 提高电力系统静态稳定的措施有哪些？	67

172. 提高电力系统动态稳定的措施有哪些?	67
173. 发生分频谐振过电压有何危险?	67
174. 中性点不接地或经消弧圈接地系统(消弧 线圈脱离时)分频谐振过电压的现象及消 除方法是什么?	68
175. 铁磁谐振过电压现象和消除方法是什么?	68
176. 电力系统中产生铁磁谐振过电压的原因是 什么?	68
177. 振荡闭锁装置有哪些基本要求?	69

第三章 电气设备倒闸操作

第一节 电气设备倒闸操作的基本知识和原则

178. 什么是倒闸操作?	70
179. 倒闸操作有哪些主要内容?	70
180. 变电所现场必须符合哪些条件才能进行倒闸 操作?	71
181. 倒闸操作的基本步骤有哪些?	71
182. 倒闸操作中“五防”指的是什么?	71
183. 倒闸操作时把“六关”指的是哪六关?	71
184. 倒闸操作应遵循什么顺序进行?	72
185. 倒闸操作有哪些技术规定?	73
186. 操作票的作用是什么?	73
187. 倒闸操作时, 哪些内容必须填入操作票中?	73
188. 操作票填写的规定有哪些?	74
189. 倒闸操作的过程有哪些规范要求?	74
190. 操作中“三秒思考”应注意什么?	75
191. 什么情况下可以不用填写操作票进行操作?	75
192. 如何验电? 验电时应注意哪些事项?	76

193. 如何装设和拆除接地线?	76
194. 对装设接地线的位置有哪些要求?	76
195. 回路中未装设断路器时, 用隔离开关可进行 哪些操作?	77
196. 手动操作隔离开关时应注意哪些事项?	77
197. 停用电压互感器操作时应注意什么?	78
198. 在操作中发生带负荷拉、合隔离开关时应怎 么办?	78
199. 断路器停电操作后应检查哪些项目?	78
200. 断路器送电操作后应检查哪些项目?	79
201. 断路器远方合闸时应注意什么?	79
202. 如何用试拉断路器的方法寻找接地线路?	79
203. 在只有刀闸和熔断器的低压回路停、送电时, 应遵守哪些原则?	80
204. 新设备的充电为什么要由远离电源一侧的断 路器进行?	80
205. 倒闸操作过程中, 发生疑问时如何处理?	80
206. 为什么不能用隔离开关拉、合负荷回路?	80
207. 高压断路器在操作及使用中应注意什么?	81
208. 为什么在进行倒闸操作时应先拉断路器, 再 拉负荷侧隔离开关, 最后拉母线侧隔离开 关?	81
209. 单相隔离开关和跌落式熔断器的操作顺序?	81
210. 在倒闸操作过程中发生事故怎样处理?	81
211. 无人值班变电站是如何实现操作的?	82
212. 综合自动化站断路器操作时, 若遥控失灵, 应如何处置?	82
213. 500kV 隔离开关不能进行哪些操作?	82
214. 就地操作断路器的基本要求是什么?	83
215. 哪些设备需要安装连锁装置?	83

216. 防止误操作的连锁有哪几种?	83
217. 操作隔离开关时为什么必须戴绝缘手套?	83
218. 用隔离开关进行操作的范围是按什么原则考虑的?	84
219. 电网解环运行应具备哪些条件?	84
220. 怎样用同期鉴定重合闸将双电源线路两侧的电源并列?	84
221. 设备送电前应具备的条件?	85
第二节 线路的倒闸操作	85
222. 为什么新线路投运前要进行充电试验?	85
223. 线路停、送电的操作顺序是怎样规定的?	85
224. 线路停电操作应考虑哪些问题?	85
225. 双电源线路停、送电操作原则是什么?	86
226. 双电源线路停、送电操作顺序是如何规定的?	86
227. 联络线并列操作有哪些具体要求?	86
228. 母联兼旁路断路器旁带线路时有何规定?	86
229. 如何投退 500kV 高压并联电抗器?	87
230. 新线路送电应注意哪些问题? 全电压冲击合闸的目的是什么?	87
231. 为什么超高压线路送电, 必须先投入并联电抗器后再合线路断路器?	87
232. 操作隔离开关时拉不开怎么办?	88
233. 断路器检修时, 合闸熔断器、控制熔断器应在何时取下? 为什么?	89
234. 在 220kV 高压电网中的线路停、送电操作应注意什么?	89
235. 如何进行 500kV 线路的初充电?	89
236. 3/2 接线的线路停、送电如何操作?	90

第三节 母线的倒闸操作 90

237. 母线操作有什么规定? 90
238. 母线倒闸操作的一般原则是什么? 91
239. 母线运行方式应如何考虑? 母线元件应如何分配? 92
240. 在倒母线操作时, 合上母联断路器后, 为什么还要取下控制熔断器? 92
241. 母线故障处理时, 为什么母线侧隔离开关要“先拉后合”? 93
242. 母线电压消失后, 为什么要立刻拉开未跳闸的断路器? 93
243. 在进行母线倒闸操作时是否应投入母差保护? 93
244. 母线差动保护的非选择性开关在什么情况下合上? 94
245. 倒母线时, 母线差动保护的非选择性开关怎样操作比较合理? 94
246. 母线倒闸操作时, 母线侧隔离开关的操作方法有几种? 95
247. 倒母线拉母联断路器时应注意什么? 95
248. 母线电压互感器检修后或新投入, 为什么只有经过“定相”才允许并列? 95
249. 母线保护为固定连接差动保护时, 母线元件从一条母线倒至另一条母线, 如何操作? 96
250. 采用相位比较原理差动保护时, 母线元件从一条母线倒至另一条母线, 应如何操作? 96
251. 双母线分母线运行时, 母线元件从一条母线倒至另一条母线, 如何操作? 96
252. 变电所母线停电, 一般根据什么判断母线是

否发生故障？应注意什么？	97
253. 在进行大型母线操作时，对母线保护有何考 虑？	97
254. 向备用母线充电时应注意什么？	98
255. 哪些母线操作应防止因保护失压而误动作 跳闸？	98
256. 空载母线送电或升压，应注意哪些问题？	98
第四节 变压器的倒闸操作	99
257. 变压器初充电的方法有几种？	99
258. 新安装或大修后的变压器充电有什么规定？	99
259. 为什么新安装或大修后的变压器在投入运行 前要做冲击合闸试验？	99
260. 变压器冲击合闸操作时，应注意什么？	100
261. 变压器停、送电的操作原则是什么？	100
262. 进行变压器倒闸操作时，应考虑哪些问题？	101
263. 为什么 110kV 及以上变压器在停电及送电前 必须将中性点接地？	101
264. 切换变压器中性点接地隔离开关如何操作？	101
265. 变压器并列运行的条件是什么？	102
266. 接线组别不同的变压器，需并列时应该怎么 办？	102
267. 大型变压器组送电前为什么要保持三相分接 头一致？	102
268. 强油循环冷却的变压器送电操作时的一般要 求有哪些？	102
269. 变压器有载分接开关的操作，应遵守哪些规 定？	102
270. 变压器新投入或大修后投入，操作送电前应 考虑哪些问题？	103