

Bai

工程建设百问丛书

电工 技术百问(强电)

芮静康 编

(第二版)

Wen

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技术百问 (强电)/芮静康编. —2 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2006
(工程建设百问丛书)
ISBN 7-112-07995-0

I. 电... II. 芮... III. 电工技术-问答
IV. TM-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 001351 号

工程建设百问丛书
电工技术百问 (强电)
(第二版)
芮静康 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
新华书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 印张: 14½ 字数: 390 千字
2006 年 3 月第二版 2006 年 3 月第八次印刷
印数: 15901—19400 册 定价: 30.00 元

ISBN 7-112-07995-0
(13948)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书共分十二章，以问答的形式解答了电气技术的有关问题，内容包括电工基础知识、电机、变压器和互感器、高低压电器、供配电、电工材料、电工测量、典型控制电路、焊接电气、电气照明、电气安全、电气术语等。本书内容丰富、联系实际，且通俗易懂、图文并茂。

本书可供广大电工阅读，也可供电气技术人员和大专院校有关师生参考。

* * *

责任编辑 刘 江 刘婷婷

责任设计 赵明霞

责任校对 张树梅 王金珠

出版说明

为了推动工程建设事业的蓬勃发展，满足广大读者对这类图书的需要，我社拟陆续出版“工程建设百问丛书”。目前这套丛书已推出 25 册（见封四），范围包括建筑工程、安装工程和建筑管理等学科。丛书涵盖的专业面较广，内容比较全面，并有一定深度，主要供工程技术人员、管理人员和工人阅读。

每册作者编写时均针对该学科应掌握的政策法规、标准规程、专业知识和操作技术，并根据专业技术人员日常工作中遇到的疑点、难点，逐一提出问题，并用简洁的语言辅以必要的图表，有针对性地、一事一议地给予解答。

以问答形式叙述工程技术问题的图书，预期会受到读者的欢迎。它的特点是问题涉及面广、可浅可深，解答针对性强、避免冗长。读者可带着问题翻阅，从中找出答案，增长才干；初学者可以从阅读中汲取知识和教益，满足自学的欲望。希望我们这套丛书的问世，能帮助读者解决工作中的疑难问题，掌握专业知识，提高实际工作能力。为此，我们热诚欢迎读者对书中不足之处来信批评指正，如有新的问题也请给予补充，协助我们把这套丛书出得更好。

中国建筑工业出版社

再 版 前 言

本书是一本电工的入门书，自 2000 年 6 月第一版出版后，受到广大读者的欢迎，在此表示衷心的感谢。

为了进一步提高本书的质量、使读者更为满意，所以再作修订。

修订时，对第一章电工基础知识作少量补充。第二章电机，删去相当一部分电机绕组展开图，只选入典型的有代表性的，而增加电机接线图。第三章变压器和互感器，增加变压器试验和联结组的内容。第四章高低压电器中，增加对时间继电器接点符号和应用的内容。第五章供配电，作少量调整。第六章电工材料和第七章电工测量是再版时新增加的内容。第八章典型控制电路，作了少量补充，增加起重机控制和施工图的内容。第九章焊接电气和第十章电气照明变动较小。第十一章电气安全，增加了防雷、接地、电气防火的内容，此章增加内容较多，以示电气安全的重要性。第十二章电气术语基本未变。在全书中重点对图形符号、文字符号、名词的许多错漏加以改正，标准化、规范化。希望再版以后，能受到广大读者的欢迎。

由于作者水平有限，时间急促，错漏之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

芮静康 于北京
2005 年 10 月

前言（第一版）

随着国民经济的发展，用电的广泛，电气技术的日新月异，工业、农业、交通运输、建筑和日常生活都离不开电，电工队伍发展很快。为了帮助电工人员提高电气技术的理论水平和增强处理实际问题的能力。作者根据多年从事电气技术工作和培训电工的经验，特编写本书，希望读者从中能够得到启发，在实际工作中得以应用。在较少的篇幅内，给电工人员打下好的基础，为电工人员水平的提高作贡献，相信会取得良好的效果。希望成为广大电气人员的良师益友。

本书共分十部分，重点描述强电的内容，编写力求理论联系实际，文字通俗易懂，图文并茂，以一问一答的形式解答了日常电气技术方面的问题。

对多年来关心和帮助的教授、专家和工人师傅们，和关心本书编写出版的同志，表示衷心的感谢。

由于编者水平有限、经验不足、书中难免有许多错误和不妥之处，恳请广大读者和专业人员批评指正。

编者

1999. 12. 10

目 录

第一章 电工基础知识

1. 电位、电压和电动势有什么不同和相同之处？	1
2. 什么叫部分电路的欧姆定律？写出三种形式的表达式及单位。	1
3. 部分电路的欧姆定律与全电路的欧姆定律有什么不同和相同之处？	1
4. 什么叫电阻的串联电路？串联电路有哪几个规律？	2
5. 什么叫电阻的并联电路？并联电路有哪几个规律？	2
6. 在纯直流电路中，稳定情况下，电阻 R 、电容 C 、电感 L 各起什么作用？	3
7. 在纯直流电路中，瞬态（开、关电源时）情况下，电阻 R 、电容 C 、电感 L 各起什么作用？	3
8. 你能举出电阻的分压作用在电视、广播中应用的例子吗？	3
9. 什么是电流的热效应？	4
10. 什么是计算热量 Q 的焦耳—楞次定律？	4
11. 什么是磁感应强度？	5
12. 什么是磁通？	5
13. 什么是磁导率？	6
14. 什么是磁场强度？	6
15. 什么是电磁感应？	7
16. 如何计算感应电势？	7
17. 什么是右手定则？	8
18. 什么是左手定则？	8
19. 什么是楞次定律？	8
20. 什么是自感和互感？	9
21. 什么是涡流？	9

22. 什么是磁路的欧姆定律?	10
23. 什么是磁路的基尔霍夫定律?	10
24. 什么是电磁力?	11
25. 什么是铁磁材料的主要磁性能?	11
26. 什么是交流电?	12
27. 什么是正弦交流电?	13
28. 什么是正弦交流电的有效值?	14
29. 什么是有功功率、无功功率和视在功率?	15
30. 什么是交流电路功率的表达式?	17
31. 什么是功率因数? 提高功率因数的意义是什么?	18
32. 什么是集肤效应? 有何应用?	18
33. 为什么纯电容和纯电感, 不消耗电能?	18
34. 什么是交流电路的频率特性?	20
35. 什么是 LC 自由振荡电路?	21
36. 提高功率因数有哪些方法?	21
37. 电容在电路中的作用有哪些?	23
38. 电容器常见哪些故障?	24
39. 使用电容器应注意哪些事项?	24
40. 什么是三相正弦交流电?	24

第二章 电 机

41. 在修理电机绕组时必须了解哪些术语和基本参数?	26
42. 什么是线圈、线圈组、绕组?	26
43. 什么是线圈的有效边?	26
44. 什么是电机的联结方式?	26
45. 什么是每极每相槽数 (q)?	27
46. 什么是线径和匝数?	27
47. 什么是并绕根数?	27
48. 什么是每槽导线数?	27
49. 什么是并联支路数?	28
50. 什么是线负荷 (A_1)?	28
51. 什么是极距 (τ)?	28
52. 什么是节距 (跨距) (y)?	29

53. 什么是整距、长距和短距?	29
54. 什么是绕组的分布系数?	29
55. 什么是绕组系数 (k_w)?	30
56. 什么是几何角度?	30
57. 什么是 60° 相带?	30
58. 什么是电磁负荷?	31
59. 什么是标么值?	31
60. 什么是槽配合?	31
61. 什么是槽满率?	33
62. 电机绕组有哪些种类?	34
63. 什么是单层绕组?	35
64. 什么是单层同心式绕组?	35
65. 什么是单层交叉式绕组?	37
66. 什么是单层链式绕组?	39
67. 什么是双层绕组?	40
68. 什么是双层波绕组?	41
69. 什么是分数槽绕组?	44
70. 一相连续绕的单层绕组的嵌线程序是怎样的?	46
71. 常见单层绕组, 其三相展开图是怎样的?	50
72. 常见双层波绕组, 其一相展开图是怎样的?	54
73. 常见双层叠绕组的展开图是怎样的?	58
74. 怎样画电机绕组接线图?	61
75. 电梯电机的主要用途是什么?	65
76. 电梯电机和工业电机有哪些区别?	66
77. 电梯电机的种类有哪些?	67
78. 交流电梯电机有哪些主要零部件? 其作用是什么?	69
79. 交流电梯电机的结构有哪些特点?	69
80. 直流电机主要由主极、机座、电枢、换向器和电刷装置等零 部件组成, 它们各自的主要作用是什么?	71
81. 串励直流电动机空载时, 会产生什么现象? 为什么?	72
82. 造成直流电机火花大的机械原因有哪些?	72
83. 制造和修理换向器的主要质量要求有哪些? 装配完成后, 需做 哪几项电气试验? 试验目的是什么?	72

84. 什么叫对称三相电源、对称三相负载？对称三相绕组的条件是什么？建立旋转磁场的必要条件是什么？	73
85. 单层绕组和双层绕组各有哪些主要优缺点？分数槽绕组通常用于什么场合？	73
86. 单层链式和交叉式链式绕组的嵌线工艺各有哪些特点？每极每相槽数 $q=4$ 的单层交叉同心式绕组的嵌线工艺又有哪些特点？	74
87. 电机绝缘处理的目的是什么？主要包括哪几个过程？电机浸漆时，经预烘后为什么要等绕组冷到 $60\sim 80^{\circ}\text{C}$ 才能浸漆？	74
88. 笼型异步电动机的转子有哪两种结构形式，制造工艺有什么不同？绕线型和笼型相比，各有什么优缺点？	75
89. 电机安装完毕后，在试车时若发现振动大，应从哪些方面找原因？电机转子为什么要校平衡？	75
90. 怎样利用万用表的毫安档检查交流电机定子三相绕组的始端和末端连接是否正确？为什么？	75
91. 怎样利用 36V 低压交流电源和一只灯泡来判别交流电机定子三相绕组的始末端，并说明为什么？	76
92. 什么叫同步发电机的电枢反应？隐极同步电机的电枢反应与凸极同步电机的电枢反应有什么不同？	77
93. 什么叫做同步发电机的外特性、调整特性和电压调整率？	77
94. 什么叫同步电机的自励系统和他励系统？什么叫半导体整流器励磁系统？什么叫无刷励磁？	78
95. 直流并励发电机的电枢电压是怎样建立起来的？	78
96. 直流并励发电机不能建立正常电压，直流并励电动机不能启动（或启动后达不到额定转速），属于电机本身的原因可能有哪些？	79
97. 怎样用低压直流电源和直流毫伏表来检查单叠和单波电枢绕组的短路和断路（开焊）故障？	79
98. 牵引电机有哪几种？	80
99. 牵引电机的工作条件有哪些特点？	81
100. 直流牵引电机常见的故障有哪些？	81
101. 怎样修理牵引电机电枢绕组的故障？	82
102. 怎样修理牵引电机换向器的故障？	83

103. 怎样修理牵引电机电枢轴的故障?	83
104. 怎样修理牵引电机定子绕组的故障?	84
105. 同步发电机定子绕组三相电阻不平衡的原因有哪些?	86
106. 电压不平衡而三相直流电阻平衡, 原因有哪些?	86
107. 同步发电机转子励磁绕组常见的故障有哪些?	87
108. 受潮发电机转子励磁绕组的烘干处理方法有哪几种?	88
109. 检查发电机定子绕组故障的方法有哪几种?	88
110. 同步发电机电刷系统的常见故障有哪些? 怎样诊断和进行 维修?	90
111. 集电环常发生哪些故障?	91
112. 发电机空载发电正常, 而加负载后即出现异常, 原因是 什么?	92
113. 不可控电抗器移相复励发电机达到额定转速后仍不发电的原 因是什么?	93
114. 发电机工作一定时间后, 电压达不到额定值的故障原因是 什么?	93
115. 三次谐波励磁的发电机不发电的原因是什么?	94
116. 三次谐波励磁的发电机空载电压正常, 而负载时不能输出额 定电压, 原因是什么?	94
117. 带励磁机的发电机不发电的原因有哪些?	94
118. 无刷励磁发电机不发电的原因有哪些?	95
119. 发电机发生逆磁和失磁的原因有哪些?	95
120. 同步电动机常见哪些故障?	95
121. 什么叫异步启动、牵入同步?	96
122. 同步电动机不能异步启动的原因是什么?	96
123. 同步电动机启动转矩小的原因是什么?	96
124. 三相同步电机在修理拆除旧绕组时应记录哪些原始数据?	97
125. 修理时依据的 T_2 系列三相同步发电机绕组的技术数据是 哪些?	97
126. TSWN、TSN 系列小容量水轮发电机绕组数据是哪些?	97

第三章 变压器和互感器

127. 常用变压器有哪些种类? 各有何特点?	101
-------------------------------	-----

128. 变压器的工作原理是什么？	102
129. 变压器的额定技术数据都包括哪些内容？它们各表示什么 意思？	103
130. 变压器的构造和各部件的作用是什么？	104
131. 什么是变压器线圈的联结组？	105
132. 电力变压器要进行哪些试验？	107
133. S9-10kV 系列电力变压器的数据是什么？	109
134. SCL 型环氧浇注干式变压器的技术数据是什么？	109
135. 电力变压器的铁心结构是怎样的？	109
136. 变压器的各种联结组的应用范围是什么？变压器有几种冷却 方式？各种冷却方式的特点是什么？	116
137. 变压器在运行前应检查些什么？变压器在运行中，应做哪些 测试？	117
138. 变压器油有什么作用？具有哪些主要性能？运行中的变压器补 油时应注意哪些事项？	118
139. 运行中变压器的温升过高有哪些原因？如何判断？	119
140. 树脂浇注的干式变压器的特点是什么？	120
141. 什么是电子变压器？	121
142. 电子变压器的特点是什么？	121
143. 自耦变压器的特点是什么？	122
144. 电焊变压器的特点是什么？	122
145. 电炉变压器的特点是什么？	123
146. 什么叫做电压互感器？它有什么作用？电压互感器与变压器有 何不同？	123
147. 电压互感器的误差有几种？影响各种误差的因素是什么？什么 是电流互感器的误差？影响互感器误差的主要因素是 什么？	124
148. 为什么电流互感器的二次线圈不能开路？	126

第四章 高低压电器

149. 熔断器的作用是什么？按结构分哪几类？其特点是什么？	128
150. 怎样确定熔断器熔体的额定电流？	128
151. 什么叫熔体的熔断电流？熔断器的保护特性的含义是	

12

什么？	129
152. 怎样选用快速熔断器？	129
153. 开关的用途及刀开关的种类、技术参数是什么？如何选用刀 开关？	130
154. 低压断路器有哪些结构元件，作用是什么？低压断路器采用 的灭弧方法有哪些？	130
155. 交流接触器的用途和工作原理是什么？	130
156. 交流接触器由哪几部分组成？各部分的作用是什么？	131
157. 几种接触器的灭弧装置原理是什么？	131
158. 从工作原理而言，直流接触器有哪些特点？	132
159. 交流接触器的主要额定参数有哪些？使用时应注意什么？	132
160. 交流接触器噪声大的原因有哪些？如何消除？	133
161. 继电器有哪几部分组成？常见的继电器有哪些？	133
162. 什么叫电流继电器？什么叫电压继电器？它们在结构上有 什么区别？	134
163. 继电器的主要参数有哪些？	134
164. 常见的几种继电器各应用在什么场合？	135
165. 时间继电器分哪几类？各有什么特点？	135
166. JSMJ 型晶体管脉冲式时间继电器电路的工作原理是什么？	135
167. JSB 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	136
168. JSJ 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	137
169. JSJ0 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	139
170. JSJ1 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	139
171. JSDJ 型晶体管断电延时继电器电路的工作原理是什么？	140
172. JSKJ 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	141
173. JSU 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	142
174. TJSB1 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	142
175. JS14 型晶体管时间继电器电路的工作原理是什么？	143
176. 时间继电器怎样分类？延时接点符号怎样表示？	144
177. 对于时间继电器的图形符号，使用时应注意什么？	147
178. 热继电器使用时应注意哪些问题？	147
179. 漏电保护电器包括哪些？按其工作原理等分哪几类？	148
180. 电压型漏电开关有哪几部分组成？工作原理是什么？有什么	

缺点？	149
181. 电磁式电流型漏电开关由哪几部分组成？其工作原理是什么？	149
182. 什么是主令电器？其作用是什么？常用的主令电器有哪些？	150
183. 接近开关的特点和原理是什么？	151
184. 速度继电器的工作原理是什么？	151
185. 频敏变阻器的工作原理是什么？绕线转子异步电动机转子串频敏变阻器起动的优点是什么？	152
186. 直流电磁铁与交流电磁铁在结构和性能上有什么区别？	152
187. 低压断路器和熔断器如何配合使用？	153
188. 什么是高压隔离开关？其特点是什么？	153
189. 什么是高压负荷开关？室内压气式高压负荷开关有哪些特点？	154
190. SF ₆ 负荷开关有哪些特点？	154
191. 高压断路器的特点、种类和技术参数有哪些？	155
192. 什么是少油断路器？少油断路器的结构和特点是什么？	155
193. 什么是真空断路器？其结构、工作原理和特点是什么？	156
194. 什么是高压六氟化硫断路器？其结构、工作原理、特点是什么？	157

第五章 供 配 电

195. 什么叫动力系统、电力系统和电力网？什么叫配电系统？	158
196. 什么是负荷？什么是电量？	159
197. 什么是最高负荷、平均负荷？什么是高峰负荷、低谷负荷？	159
198. 什么是负荷率？什么是高峰定点负荷率？什么是月平均日负荷率？	159
199. 什么是计算负荷？确定计算负荷的意义是什么？	160
200. 用电负荷是如何分类的？各类负荷对供电方式有什么要求？	161
201. 什么是自然功率因数？什么是加权平均功率因数？怎样提高功率因数？	162

202. 为什么要安装移相电容器? 它有什么优缺点? 电力电容器分哪几类?	163
203. 无功功率是什么意思?	164
204. 电容器的爆炸事故是由哪些原因引起的? 电力电容器的保护方式有哪些?	165
205. 高压线路的接线方式有哪几种?	166
206. 什么叫负荷曲线?	167
207. 什么是计算负荷的需要系数法?	167
208. 什么叫计算负荷的二项式系数法?	169
209. 怎样计算供配电系统的线路功率损耗?	169
210. 怎样计算单台和多台用电设备的尖峰电流?	170
211. 电力系统发生短路故障的原因有哪些?	171
212. 电力系统发生短路故障有哪些影响?	171
213. 二次回路的定义和分类是什么? 二次回路包括哪几部分?	172
214. 主变压器的差动保护动作后怎样判断、处理与检查?	173
215. 微机保护装置的硬件系统通常包括哪几部分? 微机保护屏应符合哪些要求?	174
216. 对供电主结线的基本要求及主要电器的作用是什么?	175
217. 单回路供电的高压变电站接线方式有哪些?	177
218. 双回路供电的高压变电站接线方式有哪些?	180
219. 多回路供电的高压变电站接线方式有哪些?	182
220. 继电保护的作用和基本要求是什么?	184
221. 继电保护的基本原理是什么?	186
222. 输电线路的电流保护线路是怎样的?	189
223. 低电压闭锁的过电流保护线路是怎样的?	192
224. 反时限的过电流保护线路是怎样的?	194
225. 电流速断保护线路是怎样的?	195
226. 二段式(或三段式)电流保护线路是怎样的?	196
227. 电流闭锁电压速断保护线路是怎样的?	197
228. 电流电压连锁速断保护线路是怎样的?	198
229. 什么叫直击雷过电压? 变电站内装设有哪些防雷设备?	200
230. 微电脑消谐装置的工作过程如何?	201
231. 什么叫接地? 什么叫接零? 为什么要进行接地和接零? 什么	

是接地保护？什么条件下采用接地保护？	202
232. 地下变电所的特点是什么？	203
233. 什么是三相五线制？实行三相五线制有什么好处？	203
234. 高压熔断器在运行和检修时，应注意什么？	204
235. 高压隔离开关运行中常见的故障有哪些？其原因是什么？	204
236. 高压断路器常见的故障有哪些？其故障原因是什么？	205
237. 在 SN10-10 系列少油断路器检修时，怎样拆卸油断路器？	207
238. 怎样检修油断路器？	207
239. 油断路器怎样进行调整？	208
240. 油断路器在检修和调整时应作哪些试验，常采用哪几种试验 方法？	209
241. 什么是真空断路器的截流现象，怎样预防？	210
242. 真空断路器最常见的两个故障是什么？故障原因是什么？ 如何检查？	210

第六章 电 工 材 料

243. 电工材料是怎样分类的？	212
244. 导电材料的特点是什么？	212
245. 导电材料的参数和性能是什么？	213
246. 什么是电碳材料？其特性是什么？	217
247. 电刷怎样选用和维护以及故障处理？	218
248. 导磁材料的特性是什么？	220
249. 什么是磁滞回线和磁化曲线？	222
250. 影响导磁材料特性的因素有哪些？	222
251. 永磁材料的用途有哪些？	223
252. 绝缘材料的作用是什么？怎样分类？	225
253. 绝缘材料的耐热等级是怎样划分的？	226
254. 绝缘材料的性能是什么？	227
255. 电工新材料有哪些？	230
256. 磁卡的种类和用途是什么？	232
257. 什么是磁光材料？怎样选用？	233
258. 什么是磁流体材料？	235

第七章 电工测量

259. 测量的意义是什么?	237
260. 怎样测量直流电流?	237
261. 怎样测量交流电流?	238
262. 怎样用钳形表测量交、直流电流? 使用钳形表时应注意 什么?	240
263. 怎样测量直流电压?	241
264. 怎样测量交流电压?	241
265. 怎样测量电阻?	242
266. 怎样用电流、电压表测量直流电路功率?	246
267. 怎样测量单相交流电路中的功率? 误差情况又怎样?	248
268. 怎样测量三相交流电路中的功率?	249
269. 怎样测量三相电路中的无功功率和电能?	251
270. 三相异步电动机的测量和试验项目有哪些? 试画出一个最简单 的电机试验线路, 其特点是什么?	254
271. 电机试验的方法有几种? 其特点是什么?	256

第八章 典型控制电路

272. 画出单向启动控制电路, 电路工作过程是怎样的?	260
273. 画出缺辅助触点的交流接触器应急接线线路, 线路的作用 是什么?	262
274. 画出安全电压控制电动机电路, 电路的作用是什么?	263
275. 画出一个不用变压器的交流接触器低压启动电路, 电路的 作用和简单原理是什么?	264
276. 画出一个两地操作单向启动的电路, 其特点是什么?	265
277. 画出单按钮控制电动机启停电路, 电路的工作原理是 什么?	267
278. 画出一个简单的空载自停电路, 电路的作用是什么?	268
279. 画出一个单线远程电动机启动停止的控制电路, 电路工作 过程是怎样的?	268
280. 画出一个没有连锁的可逆启动控制电路, 电路的工作原理是	