

第2版

维修电工问答

高玉奎 主编

WEI XIU DIAN GONG WEN DA



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



维修电工问答

第 2 版



机械工业出版社

本书是以原机械工业部颁布的《工人初级和中级操作技能训练大纲》为依据,按照《维修电工国家职业标准》规定的初、中级维修电工应知、应会,并参考有关地区和部门考工情况编写的。内容包括变压器、交流电机、直流电机、特殊电机、低压电器、电力拖动及机床电气控制、电子线路、常用电工仪器仪表和数控机床等,共计 506 题。编写时按照理论结合实际、由浅入深的原则,着重系统性、实用性,全书特点是图文并茂、内容充实、重点突出、简明扼要、通俗易懂。

本书可供初、中级维修电工考工和解决实际问题时使用,还可作为技工学校、职业学校师生和初、中级维修电工培训班教学参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

维修电工问答/高玉奎主编. —2 版. —北京:机械工业出版社, 2006.5
ISBN 7-111-07229

I. 维… II. 高… III. 电工-维修-问答 IV. TM07-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 034780 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张沪光 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:陈沛 责任印制:杨曦

成都新华印务有限责任公司印刷

2006 年 6 月第 2 版第 1 次印刷

140mm×203mm·14.125 印张·378 千字

27.001-31.000 册

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)88379767

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

随着国民经济的发展,以及新技术的不断涌现。原书中某些内容已显陈旧,急需更新,以适应新形势下广大维修电工和相关人员的需要,因此对原书进行修订。

在原书的基础上,删掉 77 题、增加 148 题,本书共 506 题。各部分内容都有不同的增减,特别是在第六部分充实了电力拖动控制系统内容和增加了第九部分数控机床,不仅保持了原书的特点,而且内容更为广泛。

本书由高玉奎主编,雷云涛、刘凌云任副主编。第一~第三部分由高玉奎编写,第五部分和第六部分中的 273~283 题由刘凌云编写,第四部分和第六部分(除 273~283 题)由雷云涛编写,第七部分由姚青梅编写、第八部分由陈东生编写,第九部分由储健编写,全书由高玉奎统稿。编者对第 1 版的三位作者谢超、孙玉林、王俊萍和书末所附参考文献的作者致以衷心的感谢,同时对关心本书出版,热心提供资料的单位和个人一并表示谢意。

编者的学识和经验有限、时间仓促,书中定有疏漏和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

2005 年 9 月

第1版前言

随着科学技术的进步和国民经济的发展，各行各业的电气化程度日益提高，所用的电气设备越来越复杂，相应的安装、调试与维修的技术水平也越来越高，因此，要求维修电工的技术水平也需要进一步提高。为了适应上述对维修电工的要求，我们编写了《维修电工问答》一书，以满足广大维修电工和相关人员的需要。

在编写过程中，以原机械工业部颁布的“工人初级和中级操作技能训练大纲”为依据，围绕《工人技术等级标准》初、中级应知、应会的主要要求，从当前维修电工的实际情况出发，面向企业、面向生产实际，搜集、查阅了大量有关资料，并参考有关地区和部门考工情况，归纳了变压器、交流电机、直流电机、特殊电机、低压电器、电力拖动及机床电气控制、电子线路、常用电工仪器仪表等方面内容，精选出435题。编写时考虑到了系统性，力求突出针对性和实用性，努力做到理论联系实际。全书特点是图文并茂、简明扼要、内容充实、重点突出、通俗易懂。

本书由高玉奎任主编，谢超、雷云涛任副主编。第一~第四部分由高玉奎编写，第五部分由谢超编写，第六部分由雷云涛编写，第七部分由王俊萍编写，第八部分由孙玉林编写，全书由高玉奎统稿。编者对关心本书出版、热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心感谢。

限于编者的学识和经验，书中缺点和错误在所难免，敬请广大读者批评指出。

编者

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

一、变压器	1
1. 什么是变压器？为什么要用变压器？	1
2. 变压器为什么能够变换电压？	1
3. 你知道变压器如何分类吗？	2
4. 三相油浸式电力变压器由哪些部分组成？其铁心、 绕组及主要附件的构成和作用是什么？	2
5. 要想正确使用变压器需要掌握哪些额定技术数据？	4
6. 三相变压器的联结组标号是如何确定的？它有哪些 实用价值？	4
7. 作为一名维修电工，应该如何保养 1000kVA 以下的 电力变压器？	8
8. 变压器大修的内容是什么？	9
9. 变压器小修的内容是什么？	9
10. 为什么变压器要进行耐压试验？	10
11. 怎样做变压器的耐压试验？	10
12. 变压器大修后，需要做哪些电气性能试验？	11
13. 变压器应该如何检修？	13
14. 什么是电压互感器？使用时应注意哪些事项？	14
15. 如何检修 10kV 以下的电压互感器？	16
16. 什么是电流互感器？使用时应注意哪些事项？	17
17. 如何检修 10kV 以下的电流互感器？	19
18. 什么是电焊变压器？其性能与结构有什么特点？	20
19. 交流电焊机有哪些常见故障？怎样排除？	20
二、交流电机	21
20. 什么叫交流电机？	21

21. 交流电机如何分类？各有什么用途？	21
22. 三相异步电动机由哪些部分组成？各主要部件的作用是什么？	21
23. 为什么三相异步电动机的定子绕组接通三相交流电时会产生旋转磁场？	24
24. 为什么对调三相异步电动机三根电源线中任意两根，电动机的转向就会改变？	26
25. 三相异步电动机是怎样转动起来的？	26
26. 如果三相绕线转子异步电动机的转子绕组开路，为什么就不能转动？	27
27. 三相异步电动机的转速 n 是否等于旋转磁场的转速 n_1 ？	27
28. 异步电动机旋转磁场的转速 n_1 的大小和什么因素有关？	27
29. 什么是异步电动机的转差率？它有什么实用价值？	28
30. 若有一台三相笼型异步电动机，无法从外观上分清六个出线的首、末端，此时应如何处理？	29
31. 如何判别三相异步电动机定子绕组的极相组是否接错？	30
32. 异步电动机有哪些常见故障？应该如何处理？	30
33. 异步电动机定子绕组有哪些常见故障？怎样检修？	30
34. 在对称的三相电路中，相、线电流和相、线电压应该如何计算？	36
35. 怎样计算对称三相交流电路的功率？	39
36. 交流电机三相电流不平衡可能是哪些原因造成的？	39
37. 三相异步电动机小修内容有哪些？小修周期时间为多长？	40
38. 三相异步电动机大修内容有哪些？大修周期时间为多长？	40
39. 怎样拆装三相笼型异步电动机？	40
40. 怎样安装轴承？	42
41. 电动机大修后，应做哪些检查和试验？	43
42. 怎样拆装、修理防爆电机？	44
43. 什么是同步电机？按用途不同如何分类，各有什么特点？	45
44. 什么是同步电机的基本结构形式？	45

45. 同步发电机主要有哪些类型？其结构如何？	45
46. 同步发电机是怎样发电的？	46
47. 同步电动机为什么不能自行起动？怎样起动同步电动机？	47
48. 同步电机有哪几种励磁方式？	47
49. 同步电动机有哪些常见故障？怎样排除？	48
50. 应如何修理同步电机阻尼绕组焊接处的断裂？	50
51. 集电环有哪些常见故障？应该怎样检修？	50
52. 应怎样处理同步电机定子接线处的开焊？	51
53. 应怎样修理同步电机定子线圈的损坏？	51

三、直流电机

54. 什么是直流电机？在哪些地方使用直流电机？	52
55. 直流电机是怎样分类的？	52
56. 直流电机的基本结构包括哪些部分？各有什么作用？	53
57. 直流发电机是怎样发电的？	56
58. 直流电动机是怎样起动的？	56
59. 什么叫直流电机的电枢反应？	57
60. 电枢反应对直流电机有什么影响？	57
61. 直流电机的火花等级有几级？用什么标志判断火花的等级？	58
62. 什么叫直流电机的换向？	58
63. 电流换向时，产生火花的原因有哪些？	58
64. 改善换向减小火花应采取哪些措施？	59
65. 在大容量的直流电机中，为什么要设置补偿绕组？	59
66. 什么是直流电机的均压线？它有什么作用？	60
67. 怎样设置均压线？	60
68. 怎样拆装直流电机？	60
69. 电枢绕组有哪些常见故障？应怎样修理？	61
70. 换向器有哪些常见故障？应怎样修理？	64
71. 换向器修复后，应做哪些检查？	64
72. 直流电机检修后，应做哪些检查？	64
73. 直流电机检修后，应做哪些试验？	65
74. 怎样确定电刷的几何中性线？	65

75. 直流电机电枢与定子铁心相擦（扫膛）是什么原因造成的？应如何处理？	66
76. 轴承过热的原因是什么？应怎样排除？	66
77. 直流电机振动是哪些原因引起的？应怎样才能消除？	67
78. 电刷下火花过大是哪些原因引起的？应该采取什么措施排除？	67
79. 自励直流发电机不能建立电压的原因有哪些？应怎样排除？	69
80. 发电机电压过低是哪些原因造成的？应怎样排除？	70
81. 电机温升过高的原因是什么？应怎样排除？	71
82. 直流电动机不能起动是哪些原因造成的？应怎样排除？	72
83. 什么原因可能使电机漏电？应怎样排除？	73
84. 直流电动机转速异常可能有哪些原因？应怎样排除？	73
四、特殊电机	75
85. 什么是单相异步电动机？	75
86. 单相异步电动机是怎样起动的？	75
87. 单相异步电动机有哪些常见故障？引起故障可能的原因有哪些？	77
88. 电磁调速异步电动机是由哪几部分组成的？	77
89. 电磁调速异步电动机是怎样调节转速的？	79
90. 与电磁调速异步电动机配套的 ZLK-1 型调速控制器起什么作用？	79
91. 电磁调速异步电动机主要有哪些常见故障？应该怎样排除？	82
92. 什么是测速发电机？它有哪些种类？	83
93. 杯形转子异步测速发电机的结构包括哪些主要部分？	83
94. 杯形转子异步测速发电机是怎样发电的？	84
95. 直流测速发电机的结构是怎样的？	84
96. 直流测速发电机是怎样工作的？	84
97. 什么是伺服电动机？它有哪些种类？	85
98. 交流伺服电动机的基本结构包括哪些部分？	85
99. 交流伺服电动机应怎样接线才能正常运转？	86
100. 怎样检查和排除交流伺服电动机的故障？	86

101. 直流伺服电动机的基本结构包括哪些部分?	87
102. 直流伺服电动机怎样接线才能正常运转?	87
103. 怎样检查和排除直流伺服电动机的故障?	87
104. 什么是步进电动机? 为什么它能在许多装置上被采用?	87
105. 步进电动机有哪些种类?	88
106. 三相反应式步进电动机有哪几种控制方式(通电 方式)?	88
107. 步进电动机是怎样起动的?	88
108. 直流弧焊机有哪些类型? 应具备哪些性能才能满足 焊接工艺的需要?	89
109. 旋转式直流弧焊机主要由哪几部分组成?	90
110. 旋转式直流弧焊机的基本工作原理是什么? 怎样获 得焊接工艺需要的特性?	90
111. 旋转式直流弧焊机有哪些常见故障? 应怎样排除?	91
112. 整流式直流弧焊机主要由哪几部分组成? 各有什么 作用?	92
113. 整流式直流弧焊机有哪些常见故障? 应怎样排除?	93
114. 什么是单相串励电动机?	94
115. 单相串励电动机是怎样在交、直流电源上工作的?	95
116. 单相电钻主要由哪几部分构成? 有哪些常见故障? 应怎样排除?	95
117. 什么是自整角机?	97
118. 自整角机是如何运行的?	97
119. 自整角机的基本结构有哪些部分?	99
120. 控制式自整角机的工作原理是什么?	99
121. 带有“ZKC”的控制式自整角机是如何传递两发送 轴的角度差(或和)的?	105
122. 力矩式自整角机是怎样工作的?	107
123. 自整角机有哪些技术数据?	108
124. 选用自整角机时要注意哪些事项?	109
125. 什么是旋转变压器?	110
126. 旋转变压器如何分类?	110
127. 旋转变压器的结构有哪些特点?	111

128. 正余弦旋转变压器的工作原理是怎样的?	112
129. 什么是线性旋转变压器?	113
130. 旋转变压器有哪些用途?	114
131. 什么是感应移相器?	114
132. 旋转变压器在使用中, 应注意哪些事项?	115
五、低压电器	116
133. 什么是低压电器?	116
134. 低压电器是如何分类的?	116
135. 低压电器的型号命名有什么规定? 怎样识别?	117
136. 选择低压电器的原则是什么? 选用时应注意哪些事项? ...	118
137. 什么是低压电器的额定绝缘电压? 其性能如何来确定? ...	118
138. 什么是短路保护? 短路保护器件安装在什么地方最 合适, 为什么?	119
139. 如何正确安装、使用熔断器?	119
140. 怎样根据电气设备容量选择熔断器?	120
141. 在三相四线制线路中, 为什么在中性线上不允许安 装熔断器?	121
142. 常见熔断器故障有哪些? 如何排除?	121
143. 直流接触器和交流接触器是否能互换使用? 为什么?	122
144. 在可靠性要求高或频繁动作的交流负载电路中, 为 什么要采用直流吸引线圈的接触器?	123
145. 交流接触器与直流接触器有哪些不同的地方? 为什么不能 将交流接触器接在额定电压相同的直流电源上使用?	123
146. 为什么直流接触器在通、断高电感负载时, 触头间 会产生火花? 如何将其消除?	124
147. 串联在交流和直流接触器线圈回路中的电阻分别起 什么作用?	125
148. 什么是交流接触器的直流操作? 它的实际用途是什么? ...	126
149. 怎样实现交流接触器的直流操作?	127
150. 交流接触器常用的灭弧装置有哪些?	129
151. 熔断器的灭弧方式有哪些?	131
152. 油断路器采用什么方式灭弧?	131
153. 直流接触器常用什么方式的灭弧装置?	131

154. 怎样正确选择接触器?	132
155. 电磁式继电器和接触器有什么主要区别?	133
156. 什么叫电流继电器? 其用途、结构和动作原理是怎 样的?	133
157. 什么叫电压继电器? 其用途、结构和动作原理是怎 样的?	134
158. 什么叫时间继电器? 其用途及种类是怎样的?	135
159. 空气阻尼式时间继电器的主要结构和工作原理是怎 样的?	135
160. 什么叫速度继电器? 其用途和工作原理是怎样的?	136
161. 什么叫压力继电器? 其用途和工作原理是怎样的?	137
162. 热继电器由哪几部分构成? 其工作原理是什么? 如 何使用?	138
163. 什么是热继电器的整定电流? 热继电器具有怎样的 保护特性?	139
164. 电动机在Y联结和△联结运行时, 能否选择同样的 热继电器作为过载保护? 为什么?	140
165. 热继电器是怎样实现差动式断相保护的? 这种保护 与因过载而动作的保护有何区别?	141
166. 热继电器为什么只能作过载保护, 不能作短路保护?	142
167. 怎样选择热继电器? 常用的热继电器有哪些系列?	142
168. 热继电器的常见故障有哪些? 应怎样排除?	143
169. 中间继电器和接触器有何异、同之处? 其主要用途 是什么?	143
170. 如何选用中间继电器?	144
171. 在继电器接触系统中, 怎样扩大继电器的触头使用容量? ...	144
172. 在继电器接触电路中, 为什么有些控制信号不能直接 控制接触器?	145
173. 继电器、接触器的常见故障有哪些? 应如何排除?	145
174. 什么是低压断路器? 其用途和工作原理是怎样的?	147
175. 怎样选用低压断路器?	148
176. 为什么有些低压线路中用了低压断路器还要串接交 流接触器?	148

177. 低压断路器的主要用途有哪些？选用低压断路器时应注意哪些事项？	149
178. 低压断路器的主要参数有哪些？各自代表的意义是什么？	150
179. 低压断路器触头的灭弧原理有哪些？灭弧装置中，灭弧栅片由什么材料制成，应如何处理？	151
180. 低压断路器常见故障有哪些？应怎样排除？	152
181. 什么是触头的初压力、终压力、超额行程？	153
182. 接触器、继电器、主令电器等的触头常见故障有哪些？怎样处理？	154
183. 接触器或其他电器的触头为什么采用银合金？	155
184. 交流接触器或电磁继电器工作时，动铁心噪声大，这是为什么？应怎样处理？	155
185. 交流接触器及电磁继电器工作时线圈烧毁的原因是什么？应怎样处理？	156
186. JS7 - A 系列空气阻尼式时间继电器延时不准确的原因是什么？应如何处理？	157
187. 什么是电磁铁？什么是电磁离合器？它们的作用和用途分别是什么？如何分类？	158
188. 为什么单相交流电磁铁的铁心上必须嵌有短路环，而三相交流电磁铁的铁心就不需要？	158
189. 牵引电磁铁的用途是什么？有几种传动方式？有什么区别？	159
190. 使用电磁铁时应注意哪些问题？为什么单相电磁铁常在动铁心和磁轭间衬以铜片？	159
191. 直流电磁铁和交流电磁铁外形上有何区别？为什么？它们各自铁心上的短路环的作用是什么？	160
192. 怎样检修和调整桥式起重机制动用的交流电磁铁？	160
193. 怎样检修和调整凸轮控制器？	162
194. 什么是导线的安全电流？	162
195. 工厂车间的低压照明线路和电动机线路根据什么条件决定导线截面积？	162
196. 如何按导线发热条件选择导线截面积？	163

197. 如何按线路允许的电压损失选择导线截面积?	166
198. 如何按线路的机械强度选择导线截面积?	166
199. 为什么导线的截面积应与熔断器相适应?	167
200. 如何选择导线截面积 (举例)?	167
201. 什么是欠电压保护? 什么是零电压保护? 各起什么作用?	169
202. 什么是接地保护和接零保护? 有何作用? 低压电气设备中采用哪种保护更安全, 为什么?	170
203. 直流电气设备的接地有何特殊的要求? 哪些设备必须进行接地或接零保护?	170
204. 什么是便携式的用电设备? 对于这种用电设备的接地、接零有哪些要求?	171
六、电力拖动及机床电气控制	173
205. 机床的电气原理图与接线图有什么区别? 绘制机床电气原理图应遵循哪些原则?	173
206. 常用的机床电气联锁控制有哪些?	176
207. 机床的电气控制方式有哪些?	178
208. 机床控制线路中是如何实现电动机的点动与连续运行控制的? 它们的主要区别在哪里?	179
209. 如何选取机床控制电路中所需的时间继电器? 若选用空气阻尼式时间继电器有何缺点? 应如何避免?	180
210. 什么是机床的过载保护? 当过载保护动作后, 能否立即重新启动机床? 为什么?	180
211. 当机床线路采用熔断器作为短路保护时, 如何合理选择其熔体及额定电流?	181
212. 电磁吸盘的工作原理是怎样的? 有何用途? 使用时应注意哪些事项?	182
213. 什么是三相异步电动机的起动特性?	183
214. 三相异步电动机有哪几种起动方法?	184
215. 根据什么情况决定笼型异步电动机是直接起动还是应该采用减压起动?	185
216. 三相笼型异步电动机有哪几种减压起动方法? 各有什么优缺点?	185

217. 正常工作时定子绕组为三角形联结的笼型异步电动机, 如必须限制其起动电流, 在空载或轻载条件下起动, 最好采用哪一种方法? 画出控制线路图, 并简述其工作原理? 187
218. 绕线转子异步电动机在轻载和重载情况下起动, 各应采用什么起动方法? 为什么? 188
219. 绕线转子异步电动机的电阻起动控制线路图和工作原理是怎样的? 189
220. 直流电动机的起动方法和工作原理是什么? 190
221. 画出并励直流电动机采用四点式“起 Z 型”起动变阻器的控制线路图, 其工作原理是怎样的? 192
222. 什么叫电动机的制动? 193
223. 三相异步电动机有哪几种电力制动的方式? 其工作原理怎样? 有哪些应用? 193
224. 电源反接制动和能耗制动的优缺点有哪些? 它们适用哪些场合? 196
225. 画出三相异步电动机实现单向旋转及反接制动的控制线路, 其起动转换控制过程是怎样的? 197
226. 要求异步电动机能在预定位置切断电源并进行能耗制动, 以实现快速、准确的定位, 其控制线路是怎样的? 198
227. 直流电动机有哪几种制动方法? 各种方法的特点是什么? 198
228. 如何使直流电动机反转? 201
229. 要求既能控制直流电动机电枢回路串电阻起动, 又能在停车时进行能耗制动, 其控制线路是怎样的? 201
230. 什么是电动机的机械特性? 202
231. 什么是直流电动机的机械特性? 202
232. 什么叫做调速? 并励 (或他励) 直流电动机有哪几种调速方法? 203
233. 什么是异步电动机的机械特性? 205
234. 异步电动机有哪几种调速方法? 205
235. 定子绕组中三角形换接成双星形的双速异步电动机控制线路及其工作原理是怎样的? 210
236. 由继电器、接触器构成的控制线路常采用哪几种控

制原则?	211
237. 如何用逻辑表达式来表示继电接触控制电路的控制关系?	213
238. 采用逻辑表达式设计继电接触控制线路的方法、步骤有哪些?	216
239. 由继电器、接触器组成的机床控制线路, 常用的保护环节有哪些?	217
240. 机床常用电器检修质量标准是什么?	217
241. 机床电气设备修理质量标准是什么?	218
242. 机床电气设备维修保养的内容是哪些?	220
243. 怎样分析检查机床电气设备的故障?	220
244. 在检修机床电气故障时, 应注意哪些事项?	222
245. 如何阅读机床电气原理图?	223
246. 直流电动机串电阻起动控制电路是怎样工作的? 如何排除其常见故障?	224
247. 电动机和机械传动部分用传动带连接时, 怎样调整带轮?	226
248. 电动机和机械传动部分用联轴器连接时, 应怎样调整?	228
249. 电动机与机械传动部分用齿轮连接时, 应怎样调整?	229
250. 怎样设计机床电路?	229
251. 设计机床电路时, 应注意哪些事项?	232
252. 怎样设计机床电气线路(举例)?	233
253. 桥式起重机主要由哪几部分构成? 采用什么样的控制方法控制?	235
254. 桥式起重机的提升机构对电力拖动及控制系统有哪些要求?	235
255. 起重设备中对电动机的过载保护有什么特殊的要求?	239
256. 桥式起重机的保护配电柜的作用是什么? 系统中设有哪些保护措施?	239
257. 桥式起重机的控制过程是怎样的?	242
258. 桥式起重机主钩的控制器是怎样完成重物的提升和下降控制的?	243

259. 桥式起重机主钩下降重物时, 应注意哪些事项?	246
260. 桥式起重机的安全检查包括哪些内容?	247
261. 造成桥式起重机的电动机不能正常工作的原因有哪 些? 应如何排除?	248
262. 常见桥式起重机故障有哪些? 应如何排除?	250
263. 桥式起重机发生故障时, 应如何进行检修?	252
264. 什么是程序控制器? 它是怎样分类的?	254
265. 自动调速系统主要有哪几种类型?	254
266. 什么是开环控制系统? 它是怎样工作的?	254
267. 什么是闭环控制系统? 它是怎样工作的?	255
268. 什么是可逆控制系统? 如何实现可逆控制?	256
269. 常用的可逆系统有哪几种形式?	260
270. 什么是 PWM 控制器? 它是怎样工作的? 如何分类?	262
271. 什么是 SPWM 控制器? 它是怎样工作的?	263
272. 在自动控制系统中常用的调节器有哪些? 采用集成 运算放大器构成的调节器有何优点?	264
273. 什么是 P 调节器? 它的特点是什么?	265
274. 什么是 I 调节器? 它的特点是什么?	266
275. 什么是 PI 调节器? PI 调节器的特点是什么?	267
276. 什么是 PID 调节器? PID 调节器的特点是什么?	268
277. 什么是有静差闭环控制系统? 它的特点是什么?	270
278. 什么是无静差闭环控制系统? 它的特点是什么?	271
279. 电压负反馈、电流正反馈及电流截止负反馈控制系统 各环节的作用是什么? 该系统在拖动直流电动机负载时, 如何稳定电动机的转速?	272
280. 电流截止负反馈的作用是什么? 如何实现电流截止 负反馈?	274
281. 什么是转速、电流双闭环调速系统的内环和外环, 外环与内环的作用分别是什么?	275
282. 转速、电流双闭环调速系统的特点是什么?	277
283. 什么是交流调速系统? 交流调速有哪些种类?	277
七、电子线路	278
284. 什么是半导体? 有何特性?	278