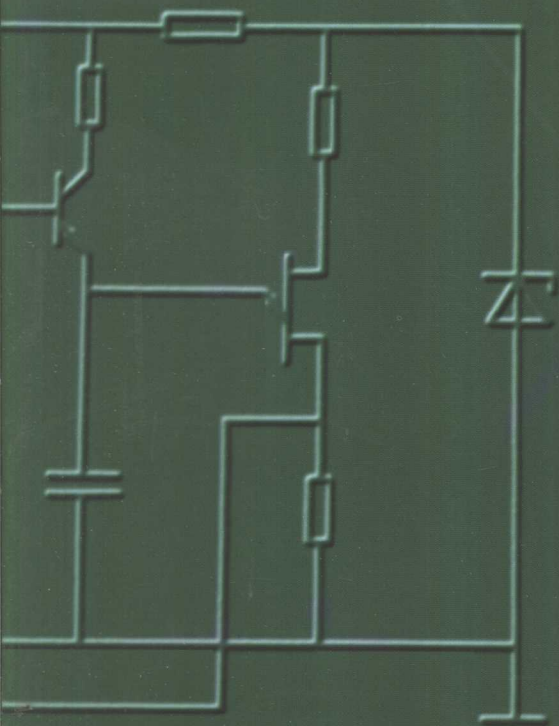


张国香 主编

电子电路问答



中国石化出版社
机械工业出版社

电子电路问答

主 编 张国香

副主编 李 辉 高玉奎

编写人 李 继 何广东

中国石化出版社
机械工业出版社

本书以问答形式较全面、系统地阐述了模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电力电子电路和实用电子电路等各种电路的工作原理,以及部分常用计算公式,共计 300 余题。

本书特点是:内容充实、条理清楚、重点突出、通俗易懂。

本书可供具有中等文化以上程度从事电子技术工作的工人和
技术人员,以及中专、技校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子电路问答/张国香主编. —北京:中国石化出版社、
机械工业出版社, 2000.3

ISBN 7-80043-985

I. 电… II. 张… III. 电子电路—问答

IV. TN710—44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 02267 号

责任编辑:张沪光 版式设计:张世琴 责任校对:罗凤书

封面设计:方 芬 责任印制:何全君

煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 1 月第 1 版·第 3 次印刷

850mm × 1168mm¹/₃₂ · 8 印张 · 200 千字

6001—8000 册

定价:15.00 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)68993821、68326677-2527

前 言

随着科学技术的进步与国民经济的发展，各部门、各行业的电气化日臻完善，电气设备特别是一些技术先进、电路复杂的设备日益增多，因而更需要技术水平高、素质好的电气工人对电气设备进行安装、调试与维修。而任何电气设备都不可避免地涉及电子电路，为了满足上述需要，按照国家有关部门颁布的“工人技术理论培训计划、大纲”和重新修订的“工人技术等级标准”有关电气工人部分的规定，编写了这本《电子电路问答》。

本书内容包括：模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电力电子电路和实用电子电路等，共计 300 余题。编写过程中，从基础内容开始，由浅入深、兼顾不同水平读者的需要，着重系统性、实用性。本书特点是：内容充实、条理清晰、重点突出、通俗易懂。

本书由张国香任主编、李辉、高玉奎任副主编。张国香编写第一章一~六节，李辉编写第一章七、八节和第二章，高玉奎编写第三章，李继、何广东编写第四章，全书由高玉奎统稿。编者对关心本书出版、热心提供资料的单位及个人在此一并表示衷心感谢。

限于编者的学识和经验，书中难免有缺点和错误之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言

第一章 模拟电子电路	1
一、半导体基础	1
1. 什么叫半导体?	1
2. 半导体主要有哪些特性?	1
3. 什么是P型半导体?	1
4. 什么是N型半导体?	1
5. 半导体的PN结是怎样形成的?	2
6. 为什么PN结具有单向导电性?	2
7. 什么是半导体二极管?	3
8. 二极管的伏安特性是什么?	3
9. 二极管的结电容是什么?	4
10. 结电容对二极管工作有何影响?	4
11. 半导体二极管有哪些类型?	5
12. 二极管的主要参数有哪些?	5
13. 如何用万用表测量二极管的正反向电阻?	6
14. 如何用万用表识别二极管的好坏?	6
15. 什么是二极管的导通区? 什么是反向截止区?	6
16. 什么是变容二极管?	6
17. 什么是光敏二极管?	7
18. 什么是光敏晶体管?	7
19. 什么是发光二极管?	7
20. 什么是字母数字显示器?	8
21. 什么是液晶显示屏?	8

22. 什么是多位显示屏?	9
23. 什么叫晶体管, 它在结构上有何特点?	9
24. 晶体管有哪几种基本类型?	10
25. 如何检测晶体管的好坏?	10
26. 如何判别电路中晶体管的工作状态?	11
27. 如何识别晶体管的管型和管脚?	11
28. 如何判别晶体管是高频管还是低频管?	11
29. 如何判别晶体管是硅管还是锗管?	12
30. 晶体管主要参数有哪些?	12
31. 晶体管的极限参数有哪些?	12
32. 晶体管的发射极与集电极可否调换使用?	13
33. 晶体管的噪声是指什么?	13
二、放大电路	13
34. 从晶体管电流分配关系来说明什么是晶体管的 电流放大作用?	13
35. 晶体管有几种基本连接方式?	14
36. 怎样构成共发射极接线?	14
37. 怎样构成共集电极接线?	14
38. 怎样构成共基极接线?	14
39. 晶体管放大系数如何判断?	15
40. 在电路中测得四个晶体管各电极对地电压的数据, 试判断管子的管型及工作状态?	16
41. 什么是放大器? 放大器的增益指哪些内容?	16
42. 什么是放大电路的静态工作点? 如何估算 静态工作点?	17
43. 为什么放大电路要设置静态工作点?	17
44. 电路参数对放大器静态工作点有何影响?	17
45. 在基本共射放大电路中 R_B 、 R_C 及 V_{CC} 对 放大倍数 A_u 有何影响?	18
46. 什么是饱和失真? 什么是截止失真?	18

47. 静态工作点与波形失真的关系怎样?	19
48. 单个晶体管放大器主要由哪些元器件组成?	19
49. 共射极基本放大器是如何工作的?	19
50. 判断一个电路是否有放大作用的依据是什么?	20
51. 温度变化时晶体管的参数将有哪些变化? 它对 基本共射放大器工作点有什么影响?	20
52. 什么是分压式射极偏置电路? 它是怎样工作的?	20
53. 集-基极偏置电路如何稳定静态工作点?	21
54. 放大电路输入、输出电阻的定义是什么?	22
55. 如何确定直流通路和交流通路?	22
56. 用图解法确定静态工作点的步骤是什么?	23
57. 图解法主要解决哪些问题?	23
58. 用图解法求带负载时电压放大倍数的步骤是 哪些?	24
59. 什么叫耦合? 对级间耦合电路有哪些要求?	25
60. 什么叫阻容耦合放大器? 电路中的阻容元件 是怎样起耦合作用的?	25
61. 功率放大器的工作范围是怎样的?	26
62. 功率放大器与电压放大器有什么区别?	27
63. 功率放大器的三种工作状态是什么?	27
64. 什么是推挽功率放大器? 它是怎样工作的?	28
65. 什么是 OCL 功率放大器? 它是怎样工作的?	29
66. 什么是 OTL 功率放大器? 它是怎样工作的?	30
67. 设计乙类推挽放大器的主要步骤是什么?	30
68. 如何具体计算乙类推挽放大器?	31
69. 应如何选择互补推挽管?	34
70. 什么是复合管? 其连接方式有何规律?	34
71. 甲类、乙类与甲乙类功率放大器有什么区别?	35
72. 变压器耦合功率放大器与无输出变压器耦合功率 放大器有什么区别?	35

73. OCL 与 OTL 功率放大器有什么区别?	36
三、反馈电路	36
74. 什么是反馈?	36
75. 反馈有哪些种类? 它们各有何用途?	36
76. 为什么负反馈能使放大器工作稳定?	37
77. 如何根据需要引入负反馈?	37
78. 推导反馈的一般表达式, 说明闭环放大倍数和 开环放大倍数有何区别?	37
79. 如何判断反馈类型?	38
80. 当反馈深度 $ 1 + FA $ 很大时, 闭环放大倍数 A_f 的近似值是什么结果?	39
四、场效应晶体管	39
81. 什么是场效应晶体管? 场效应晶体管与晶体管 有何区别?	39
82. 场效应晶体管有哪些种类? 它们有哪些 不同之处?	40
83. 各种场效应晶体管的符号、电压极性和转移特性 是什么?	40
84. 场效应晶体管的主要参数有哪些?	43
85. 结型场效应晶体管的结构和工作原理是 怎样的?	43
86. 绝缘栅场效应晶体管的结构和工作原理 是怎样的?	44
87. 什么是场效应晶体管的工作特性?	45
88. 使用场效应晶体管时应注意哪些事项?	46
89. 如何识别场效应晶体管的管脚?	47
五、振荡电路	47
90. 什么叫做振荡? 振荡器必须具备什么条件 才能振荡?	47
91. 正弦振荡电路由哪几部分组成?	48

92. 什么叫 RC 正弦波振荡器?	49
93. 什么叫变压器反馈式 LC 振荡器?	50
94. 什么叫电感三点式振荡器? 它是怎样工作的?	50
95. 什么叫电容三点式振荡器? 它是怎样工作的?	51
96. 电感三点式振荡器和电容三点式振荡器各自的 特点是什么?	52
97. 什么叫石英晶体振荡器?	52
98. 分析判断电路能否产生振荡常采用什么方法?	52
六、直流放大器	53
99. 直流放大器与阻容耦合放大器相比有何特点?	53
100. 直流放大器静态工作点的设置必须注意 哪些问题?	54
101. 产生零点漂移的原因是什么?	55
102. 抑制零点漂移有哪些主要措施?	55
103. 什么叫差模信号? 什么叫共模信号?	56
104. 什么是差模电压放大倍数? 什么是共模电压 放大倍数?	56
105. 什么是共模抑制比?	57
106. 差动电路中采用恒流源代替发射极公共电阻 R_E 有何好处?	57
七、集成电路	58
107. 什么是集成运算放大器?	58
108. 运算放大器有哪些主要性能参数?	59
109. 集成运算放大器按性能指标分为哪些类型? 各有何用途?	59
110. 什么是电压比较器?	61
111. 怎样组成零电压比较器?	61
112. 怎样组成非零电压比较器?	61
113. 反相输入放大器是采用怎样的电路?	62
114. 同相输入放大器是采用怎样的电路?	63

115. 怎样构成电压跟随器?	63
116. 怎样组成电压加法放大器?	64
117. 怎样组成电压减法放大器?	64
118. 什么是模拟信号和模拟电路?	65
八、电源	65
119. 怎样利用整流方式得到平稳的直流电?	65
120. 单相半波整流电路是怎样工作的?	66
121. 单相全波整流电路是怎样工作的?	67
122. 单相桥式整流电路是怎样工作的?	67
123. 单相半波、全波、桥式整流电路各有什么 特点?	68
124. 怎样选择整流元件?	69
125. 为什么大功率整流元件必须采取规定的散热 措施?	70
126. 在桥式整流电路中, 若有一只二极管损坏, 将会出现什么现象?	70
127. 滤波电路有何作用?	71
128. 常用滤波器有哪几种形式?	72
129. 什么是稳压管? 它有什么用途?	74
130. 稳压管有哪些主要参数?	75
131. 在电路中稳压管怎样起稳压作用?	75
132. 晶体管串联式负反馈稳压器是如何进行 稳压的?	76
133. 什么是倍压整流电路?	76
134. 三端式集成稳压块有何特点?	77
135. 集成稳压块单路输出正电压的接法是怎样的?	78
136. 集成稳压块单路输出负电压的接法是怎样的?	78
137. 怎样同时输出两组正、负电压?	79
138. 什么样的接法能扩大输出电流?	79
139. 什么样的接法能使输出电压可调?	80

第二章 数字电子电路	81
一、脉冲与数字电子电路基础	81
140. 什么是脉冲信号和脉冲电路?	81
141. 什么是数字信号和数字电路?	81
142. 什么是二极管限幅器?	82
143. 什么是二极管钳位器?	84
144. 单稳态电路是怎样工作的?	85
145. 什么是无稳态电路, 它是怎样工作的?	85
146. 什么是施密特触发器?	86
147. 什么是数制? 什么是位权值?	87
148. 二进制数有哪些特点?	88
149. 什么是二进制数的四则运算?	88
150. 怎样把二进制数转换成十进制数?	89
151. 怎样把十进制数转换成二进制数?	89
152. 怎样把二进制数转换成八进制数?	91
153. 十六进制数是怎样表示的, 它有哪些特点?	91
154. 怎样把二进制数转换为十六进制数?	92
155. 怎样把十六进制数转换成二进制数?	92
156. 什么是 BCD 码?	93
157. 何谓有权 BCD 码和无权码?	93
158. 什么叫格雷码?	94
159. 什么是逻辑代数? 它与普通代数有何区别?	95
160. 什么叫真值表? 它的用途是什么?	95
161. 何为逻辑表达式和逻辑函数?	96
162. 逻辑代数的基本运算规律有哪些?	96
二、门电路	98
163. “与”逻辑及其作用是什么?	98
164. “或”逻辑及其作用是什么?	99
165. 二极管与门电路的构成和工作原理是怎样的?	99

166. 二极管或门电路的构成和工作原理是怎样的?	100
167. “非”门的作用和工作原理是怎样的?	101
168. 什么是“与非”门?	101
169. 什么是“或非”门?	102
170. 什么是“异或”门?	102
171. 什么是“同或”门?	102
172. 什么是 TTL 集成电路?	102
173. TTL 与非门电路是怎样组成的? 工作原理 是怎样的?	104
174. 什么是集电极开路门 (OC 门)?	106
175. OC 门有哪些用途?	106
176. 什么是“三态”与非门 (TSL)?	107
177. 三态门有什么用途?	108
178. 使用 TTL 门电路有哪些基本常识?	109
179. 什么是 MOS 门电路?	110
180. 什么是 CMOS 非门?	110
181. 什么是 CMOS 传输门?	111
182. 使用 MOS 电路时需注意哪些事项?	112
183. TTL 电路怎样驱动 CMOS 电路?	112
184. CMOS 电路怎样驱动 TTL 电路?	113
185. 怎样正确理解正负逻辑问题?	113
三、组合逻辑电路	114
186. 什么是组合逻辑电路?	114
187. 设计组合逻辑电路的步骤有哪些?	115
188. 什么是编码器?	116
189. 什么是译码器?	117
190. 什么是二进制译码器?	117
191. 二十进制译码器是怎样组成的?	118
192. 什么是 BCD 码七段显示译码器?	119
193. 什么是数字比较器?	121

194. 什么是半加器?	121
195. 什么是全加器?	122
四、时序逻辑电路	123
196. 基本 RS 触发器的组成及工作原理是怎样的?	123
197. 什么是带时钟信号的 RS 触发器?	124
198. 主从 RS 触发器是怎样的?	125
199. 什么是主从 JK 触发器?	126
200. 什么是 D 触发器?	127
201. 什么是边沿触发器?	128
202. 什么是 T' 和 T 触发器?	128
203. 什么是时序逻辑电路?	129
204. 什么是寄存器?	129
205. 什么是移位寄存器?	129
206. 什么是计数器?	130
207. 555 集成定时器的内部电路结构以及如何 工作的?	130
208. 怎样由 555 构成多谐振荡器?	131
209. 怎样由 555 构成单稳态触发器?	132
第三章 晶闸管电力电子电路	134
一、晶闸管	134
210. 什么是晶闸管? 它有哪些用途?	134
211. 如何区分晶闸管的三个电极?	134
212. 怎样鉴别晶闸管的好坏?	135
213. 晶闸管的型号表示什么意义?	136
214. 变流装置中所用的晶闸管其额定电压值为什么 比电路电压值大得多?	136
215. 晶闸管的额定电流和其他电气设备的额定电流有 什么不同?	137
216. 怎样选取晶闸管的额定电流?	139

217. 某变流装置的一个晶闸管损坏, 换上同一型号的晶闸管之后, 其温升较高, 是什么原因? 140
218. 为什么晶闸管在夏天比冬天容易出故障? 140
219. 为什么晶闸管在夏天工作正常, 而到了冬天就不可靠了? 140
220. 晶闸管在使用时门极常加上负电压, 有何利弊? 141
221. 在调试晶闸管整流器时, 有触发脉冲时晶闸管导通了, 脉冲消失后则又关断, 是何原因? 141
222. 主回路电源电压正常, 门极加上触发脉冲后晶闸管也不导通, 试分析其原因? 141
223. 主回路加电源电压后, 不加触发脉冲晶闸管就导通, 是何原因? 142
224. 晶闸管在工作中过热, 是哪些原因引起的? 142
225. 晶闸管在运行中烧坏的原因有哪些? 143
- 二、可控整流电路 144
226. 可控整流电路有哪些型式? 144
227. 哪些地方应使用可控整流电路? 147
228. 可控整流电路为直流电动机供电, 为什么主回路中要串入电抗器? 147
229. 如何计算 228 题中电抗器的电感量? 147
230. 续流二极管在全控桥整流电路和半控桥整流电路中的作用有何不同? 149
231. 同步发电机单相半波自励电路, 在额定转速下运行, 什么原因会使励磁电压下降? 151
232. 在实际电路中为什么要用晶闸管串联? 晶闸管串联时应采取哪些措施? 151
233. 晶闸管串联时如何进行均压? 152
234. 在实际电路中为什么要用晶闸管并联? 晶闸管并联时应采取哪些措施? 153

235. 晶闸管并联时如何进行均流?	154
236. 晶闸管整流电路为什么要进行过电压保护? 通常有哪些方法?	156
237. 晶闸管整流电路过电流的原因是什么? 如何进行 过电流保护?	156
238. 如何选取 237 题中 D 种过电流保护的快速 熔断器?	157
239. 在整流电路中的交流侧设置的电流检测装置是 如何进行过电流保护的? 如何整定?	158
240. 晶闸管对触发电路有哪些要求?	159
241. 常用的触发电路有哪几种?	160
242. 如何调试单结晶体管移相触发电路?	160
243. 如何调试正弦波同步触发电路?	161
244. 正弦波同步触发电路有哪些优缺点?	163
245. 怎样确定正弦波同步触发电路的同步电压和 主电路电源电压的相位关系?	163
246. 怎样测定电源的相序?	165
247. 如何调试锯齿波同步触发电路?	166
248. 锯齿波同步触发电路输出脉冲宽度不够, 应如何解决?	167
249. 锯齿波同步触发电路是怎样发出双窄触发 脉冲的?	167
250. 怎样确定三相同步变压器的联结组别?	168
251. 锯齿波同步触发电路的故障 (图 3-26), 是如何 影响三相桥式全控整流电路输出电压的?	169
252. 三相桥式全控整流电路使用同步信号为锯齿波 的触发电路, 为什么六个锯齿波的斜率要达到 一致?	169
253. 如何根据整流电路输出电压 v_L 波形和晶闸管 两端电压 v_{VT} 波形分析电路的故障?	170

254. 如果用示波器测出三相全控桥电感性负载输出电压 v_L 波形 (图 3-39), 试分析原因所在及如何解决? 174
255. 在 254 题中六个波头严重不对称时, 将有什么后果? 176
256. 某三相半波整流电路, 为什么会出现图 3-41 所示的输出电压 v_L 波形? 176
257. 晶闸管整流电路为什么要用整流变压器? 三相整流变压器为什么都用 D, y 联结? 177
258. 三相半控桥与三相全控桥整流电路相比有哪些特点? 177
259. 调试晶闸管整流装置时, 应注意哪些问题? 177
- 三、逆变与变频电路 178
260. 什么叫逆变? 怎样分类? 178
261. 要想使变流器工作在逆变状态, 应该具备什么条件? 178
262. 什么叫逆变角? 178
263. 在逆变状态时晶闸管工作有何特点? 179
264. 三相逆变电路对触发电路要求和整流电路相比有什么不同? 180
265. 什么叫逆变失败? 造成逆变失败的原因有哪些? 180
266. 为了防止逆变失败, 最小逆变角 β_{min} 应取多大? ... 181
267. 试举例说明有源逆变有哪些应用? 181
268. 在哪些地方使用由晶闸管组成的静止变频器? 183
269. 变频器怎样分类? 其简单工作原理是怎样的? 183
270. 变频器有哪些换相方式? 184
271. 中频电源逆变器都有哪些型式? 185
272. 如何区分电压源型和电流源型变频器? 186
273. 电压源型变频器和电流源型变频器各有什么

特点?	186
274. 有某一小功率单相逆变器 (图 3-48), 试说明它是怎样工作的?	187
275. 交-交变频器怎样分类? 各有什么优缺点?	188
276. 交-交变频器和交-直-交变频器各有什么特点?	188
四、斩波器和交流调压电路	189
277. 什么叫斩波器? 哪些地方使用斩波器?	189
278. 斩波器怎样改变加到负载上的直流电压平均值?	189
279. 斩波器怎样分类?	190
280. 2t 电动平板车定频调宽式调速装置是怎样工作的?	190
281. 2t 电动平板车不能起动, 是什么原因造成的?	191
282. 2t 电动平板车不能调速, 只能全速运行是何原因?	193
283. KDS3 系列电动铲车或平板车定宽调频式调速装置是怎样工作的?	193
284. KDS3 系列电动铲车或平板车调速电路中的行走电动机不能起动, 是什么原因引起的?	194
285. KDS3 系列电动铲车或平板车起动后不能调速是何原因?	195
286. 什么叫交流调压器? 都应用在哪些地方?	195
287. 什么是晶闸管交流开关?	195
288. 交流调压器的晶闸管, 常用哪些方式控制?	198
289. 单相交流调压器主电路中, 对于电阻-电感负载, 为什么晶闸管的触发脉冲要用宽脉冲或脉冲列?	199
290. 在交流调压器或交流开关中, 使用双向晶闸管有什么好处?	200
291. 三相交流调压器有哪些接线方式? 各有什么	