

DIANGONG XINJISHU WENDA

电工新技术问答

周希章 主编



金盾出版社
JINDUN CHUBANSHE

电工电子技术问答 / 王明华 主编 / 中国电力出版社

电工新技术问答

王明华 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRICITY PRESS

电工新技术问答

主 编

周希章

编 著

周希章 周 全 周 勇

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书以问答的形式,深入浅出地介绍了近年来电工领域正在推广应用的
新知识和新技术。内容包括:半导体及其基本器件、基本放大电路和反馈电
路、数字电路基础、晶闸管及其应用、常用集成电路、变频器及其应用、可编程
控制器及其应用、控制电机及其应用、机床数控技术、传感器及其应用。

本书通俗易懂,简明扼要,基础性、实用性、先进性强,可供有一定基础知
识和实践经验的电工职业资格鉴定、考工取证及继续教育阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工新技术问答/周希章主编. —北京:金盾出版社,2006.12
ISBN 7-5082-4342-0

I. 电… II. 周… III. 电工技术—问答 IV. TM-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 131217 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 83219215

传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京百花彩印有限公司

正文印刷:北京金盾印刷厂

装订:第七装订厂

各地新华书店经销

开本:850×1168 1/32 印张:15.75 字数:453 千字

2006 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1—10000 册 定价:27.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着电子技术的飞速发展并广泛渗透到电工领域,使电工技术发生了巨大变化,新型电工电子器件不断涌现,新的技术手段层出不穷,新的应用领域日新月异。在新的形势面前,广大电气技术人员和电工迫切希望更新知识结构,提高技术水平,以适应经济发展和科学技术进步的需要。同时,根据国家职业标准的要求,初、中、高三级电工都必须掌握相应的电工电子技术知识和技能。为了普及电工新技术知识,满足电工职业资格鉴定、考工取证的需要,我们编写了本书。

本书共分十章,分别是:半导体及其基本器件、基本放大电路和反馈电路、数字电路基础、晶闸管及其应用、常用集成电路、变频器及其应用、可编程序控制器及其应用、控制电机及其应用、机床数控技术、传感器及其应用。

考虑到我国广大电工当前的文化基础和技术水平,在编写过程中,突出基础性,兼顾实用性和先进性,力求做到深入浅出、通俗易懂,尽量避免纯理论的叙述和复杂公式的推导。

由于编者水平所限,虽然做了很大努力,书中仍难免有错漏之处。另外,书中对许多问题所作的解答或者所提供的方法,都不能说是最好的,更不是惟一的。在此,恳请读者批评指正。

编者

2006年6月于北京

目 录

一、半导体及其基本器件

(一) 半导体基础知识	(1)
1. 什么是导体、绝缘体和半导体?	(1)
2. 半导体有什么特点?	(1)
3. 半导体的导电机构有哪两类? 有何特点?	(2)
4. 什么是掺杂半导体?	(2)
5. 什么是 N 型半导体?	(2)
6. 什么是 P 型半导体?	(3)
7. 什么是 PN 结? 它是如何形成的?	(3)
8. PN 结的基本特性是什么?	(4)
(二) 二极管	(5)
9. 半导体二极管有哪几种结构类型? 各有何特点?	(5)
10. 什么是二极管的伏安特性? 它有什么特点?	(6)
11. 二极管有哪些分类方法?	(7)
12. 二极管的反向电流与环境温度有什么关系?	(7)
13. 整流二极管有哪些主要技术参数?	(8)
14. 稳压二极管有哪些主要技术参数?	(8)
15. 稳压二极管和光电二极管分别工作在什么区?	(9)
16. 怎样识别二极管的极性和好坏?	(9)
17. 使用普通二极管应注意哪些问题?	(9)
18. 使用稳压二极管应注意哪些问题?	(10)
19. 为什么稳压管不要并联使用?	(10)
20. 如何解释稳压管的击穿现象?	(11)
21. 要使稳压性能好, 稳压管的工作电流是大一些好还是 小一些好?	(11)

22. 要使稳压性能好, 稳压管的温度系数是大一些好还是小一些好? (11)
23. 什么是单结晶体管? 结构是怎样的? 有何特点? (12)
24. 怎样识别单结晶体管的管脚? (13)
25. 单晶体管的等效电路如何表示? (14)
26. 什么是单结晶体管伏安特性曲线? 有什么特点? (14)
27. 用二极管组成的整流电路有哪几种主要类型? 各有什么特点? (15)
28. 小功率滤波电路有哪几种类型? 各有什么特点? 参数关系如何? (19)
29. 普通稳压二极管构成稳压电源的应用电路是怎样的? (19)
30. 稳压管用于测量比较电路的应用电路是怎样的? (20)
31. 单结晶体管振荡电路是怎样的? (21)
- (三) 晶体管 (22)
32. 什么是晶体管? (22)
33. 晶体管有哪几种结构类型? (23)
34. 晶体管有哪些分类方法? (24)
35. 晶体管的电流放大条件是什么? 它的电流放大作用是指什么? (24)
36. 什么是晶体管共射极输入特性曲线? 有什么特点? (25)
37. 什么是晶体管共射极输出特性曲线? 有什么特点? (26)
38. 什么是晶体管的电流放大系数? 其含义如何? (27)
39. 什么是晶体管的极间反向电流? 其含义如何? (28)
40. 什么是晶体管的极限参数? 有什么意义? (29)
41. 什么是晶体管的反向击穿电压? 有什么意义? (29)
42. 为什么不能在接有电源时断开晶体管? (30)
43. 如何用万用表判别晶体管的类型和基极? (30)
44. 如何用万用表判别晶体管的集电极? (31)
45. 怎样利用万用表判断晶体管性能的好坏? (31)

46. 用万用表测试晶体管相关参数时能不能用 $R \times 1\Omega$ 和 $R \times 10k\Omega$ 电阻挡?	(31)
47. 怎样用万用表判别晶体管是高频管还是低频管?	(32)
48. 温度对晶体管性能有哪些影响?	(32)
49. 如何选用晶体管?	(33)
50. 晶体管的代换应注意什么?	(33)
51. 场效应晶体管和普通晶体管有什么不同?	(34)
52. 场效应晶体管有哪些类型?	(35)
53. 场效应晶体管的主要技术参数有哪些?	(35)
54. 场效应晶体管的电路图形符号是怎样的?	(36)
55. 结型场效应晶体管的结构和工作原理是怎样的?	(37)
56. 绝缘栅型(MOS)场效应晶体管有几种类型? 各有什么特点?	(39)
57. 绝缘栅双极(IGBT)场效应晶体管结构有什么特点? 主要用途有哪些?	(39)
58. 怎样选择场效应晶体管?	(40)
59. 使用场效应晶体管应注意什么?	(40)

二、基本放大电路和反馈电路

(一)基本放大电路	(42)
60. 晶体管有哪三种工作状态? 参数关系如何?	(42)
61. 放大电路有哪些类型? 其主要用途有哪些?	(43)
62. 什么是交流放大电路的静态工作点? 交流放大电路为什么要设置静态工作点?	(44)
63. 静态工作点、静态值的确定方法有哪两种?	(44)
64. 电路参数对直流负载线与静态工作点有什么影响?	(46)
65. 什么是放大电路的交流负载线? 它与直流负载线有什么关系?	(47)
66. 什么是放大电路的非线性失真?	(48)
67. 交流放大电路放大作用的实质是什么?	(50)
68. 组成放大电路时有哪些基本要求?	(50)

-
69. 偏置电路的作用是什么? 常用的偏置电路有哪几种? (50)
70. 什么是固定偏置电路? 有什么特点? (50)
71. 什么是电压负反馈偏置电路? 有什么特点? (52)
72. 什么是分压式电流负反馈偏置电路? 有什么特点? (53)
73. 什么是放大电路的输入电阻? 如何计算固定偏置电路和
分压式电流负反馈偏置电路的输入电阻值? (54)
74. 什么是放大电路的输出电阻? 如何计算固定偏置电路和
分压式电流负反馈偏置电路的输出电阻值? (55)
75. 什么是放大电路的放大倍数? 如何计算? (56)
76. 晶体管单管放大电路有哪三种基本接法? 性能如何? (57)
77. 图 2-13 所示电路对输入信号能否实现放大? 为什么? (57)
78. 如何用图解法确定 NPN 型晶体管放大电路的静态
工作点? (58)
79. 怎样求解图 2-16(a)所示放大电路的静态工作点和
电压放大倍数? (60)
80. 判断图 2-18 所示各电路处于什么工作状态? (62)
81. 什么是放大电路的频率特性? 表征频率特性的三个
参数是什么? (63)
82. 什么是幅度失真、相位失真和频率失真? (64)
83. 结型场效应晶体管放大器有哪几种基本组态? 性能
如何? (64)
84. 场效应晶体管常用偏置电路有几种? (65)
85. 为什么增强型绝缘栅场效应晶体管放大电路无法采用
自偏压电路? (66)
86. 什么是直流放大器? 它与交流放大器有哪些异同? (66)
87. 直流放大器的主要技术指标有哪些? 在结构上
如何保证? (67)
88. 差动放大电路在结构上有什么特点? 其工作原理
是怎样的? (67)
89. 差动放大电路有哪几种输入方式? 各有什么特点? (68)

90. 差动放大电路有哪四种常用接法? 其性能如何?	(69)
91. 什么是差动放大电路的共模抑制比? 提高共模抑制比的途径有哪些?	(71)
92. 什么是差动放大电路的共模抑制电阻?	(71)
93. 多级放大器常见的耦合方式有哪几种? 各有什么特点?	(72)
94. 什么是音频小信号放大电路?	(73)
95. 功率放大电路的作用是什么? 对功率放大电路的基本要求有哪些?	(73)
(二) 基本反馈电路	(74)
96. 什么是电子电路中的反馈? 什么是正反馈? 什么是负反馈? 各有什么特点?	(74)
97. 放大电路中的负反馈有哪几种类型? 各有什么特点?	(75)
98. 如何判别反馈放大器的极性?	(75)
99. 什么是串联电压负反馈电路?	(76)
100. 什么是并联电压负反馈电路?	(76)
101. 什么是串联电流负反馈电路?	(76)
102. 什么是并联电流负反馈电路?	(78)
103. 如果输入信号本身已是一个失真的正弦量, 试问引入负反馈后能否改善失真, 为什么?	(79)
104. 什么是放大电路的开环放大倍数、闭环放大倍数、反馈系数和反馈深度?	(79)
105. 负反馈对放大电路工作性能有哪些影响?	(80)

三、数字电路基础

(一) 脉冲与数字电路	(81)
106. 什么是脉冲电路和数字电路?	(81)
107. 数字电路和模拟电路有哪些不同点?	(81)
108. 脉冲波形有哪些主要参数?	(82)
109. 什么是正逻辑和负逻辑?	(82)
110. 什么是与逻辑、或逻辑和非逻辑?	(83)

111. 什么是组合逻辑电路? 什么是时序逻辑电路? 各有哪些
电路类型? (83)
- (二) 门电路与组合逻辑电路 (83)
112. 什么是门电路? 基本门电路有哪几种? (83)
113. 由开关组成的基本门电路是怎样的? (84)
114. 由分立元件组成的基本逻辑门电路有哪几种? 它们的逻辑
关系是怎样的? (84)
115. 什么是与非门电路? (87)
116. 什么是或非门电路? (88)
117. 什么是编码器? 有哪两种常用的编码器? (89)
118. 什么是译码器? 常用的译码器有哪几种? (89)
- (三) 触发器与时序逻辑电路 (89)
119. 触发器有什么特点? 有哪些分类方法? (89)
120. 什么是基本 RS 触发器? 有什么特点? (89)
121. 什么是可控 RS 触发器? 有什么特点? (91)
122. 什么是 JK 触发器? 有什么特点? (93)
123. 什么是维持阻塞型 D 触发器? 有什么特点? (95)
124. 什么是单稳态触发器和无稳态触发器? (96)
125. 什么是寄存器? 它有哪些种类? (96)
126. 四位数码寄存器是怎样工作的? (97)
127. 四位移位寄存器是怎样工作的? (97)
128. 什么是计数器? 它有哪些种类? (98)

四、晶闸管及其应用

129. 什么是晶闸管? 有哪些类型? (99)
130. 普通晶闸管的结构和工作原理是怎样的? (99)
131. 晶闸管有哪些主要参数? (101)
132. 什么叫触发延迟角和导通角? (102)
133. 晶闸管的型号如何表示? (103)
134. 晶闸管的控制极允许加多高电压? 通过多大电流?
不同规格的晶闸管是一样的吗? (104)

-
135. 什么是额定结温? 结温与管壳(底座)温度大概差别多少? 50A 以上元件不用风冷时电流定额要打多少折扣? (104)
136. 工作温度升高, 晶闸管的正反向峰值电压变化一样吗? (105)
137. 晶闸管在大电流时失控变成二极管是什么故障? 晶闸管正向击穿后能否当二极管用? (105)
138. 测定晶闸管触发电压和触发电流时阳极和阴极间加多大电压较合适? (105)
139. 如果晶闸管的控制极只加 2V 电压就可以触发, 对于触发电路是否只输出 3V 电压就够了? (105)
140. 将螺旋式与平板式晶闸管固定在散热器上, 是否拧得越紧越好? (105)
141. 双向晶闸管的结构和工作原理是怎样的? (106)
142. 使用双向晶闸管应注意什么? (108)
143. 快速晶闸管有什么特点? (108)
144. 可关断晶闸管(GTO)有什么特点? (108)
145. 光控晶闸管有什么特点? (109)
146. 逆导晶闸管有什么特点? (109)
147. 什么是逆阻断型晶闸管(GCT)? 有什么特点? (109)
148. 什么是集成门极换流晶闸管(IGCT)? 有什么特点? (110)
149. 如何判断普通晶闸管的三个极和好坏? (111)
150. 如何判断检查可关断晶闸管? (111)
151. 当晶闸管并联工作时应注意什么? 为什么要采取均流措施? 均流有几种方法? (112)
152. 当晶闸管串联工作时应注意什么? 为什么要采取均压措施? 均压用什么方法实现? (114)
153. 晶闸管在使用过程中忽然损坏, 有哪些可能的原因? (115)
154. 晶闸管两端并联阻容吸收电路可起哪些保护作用? 按什么原则选用电阻和电容? (116)

-
155. 晶闸管有哪几种过电流保护方法? (117)
156. 晶闸管整流电路交流侧有哪几种过电压保护方法? (118)
157. 如何选择过电压保护用的压敏电阻? (121)
158. 当选用高电压晶闸管时,是否可以不用过电压保护?
 什么情况下可以不用过电压保护? (123)
159. 晶闸管对触发脉冲有哪些要求? (123)
160. 常用触发脉冲波形有哪几种? (124)
161. 什么是晶闸管的触发电路? 有哪些种类和特点? (125)
162. 为了满足触发脉冲的要求,触发电路应采取哪些措施? (125)
163. 什么是移相触发? 其主要缺点是什么? (126)
164. 什么是过零触发? 其主要缺点是什么? (126)
165. 额定电流为100A的双向晶闸管,可以用两只普通
 晶闸管反并联来代替,若使其电流容量相等,普通
 晶闸管的额定电流应多大? (126)
166. 在什么情况下晶闸管电路的直流侧要加阻容保护
 电路? (127)
167. 晶闸管可控整流电路的作用是什么? (127)
168. 电感性负载对晶闸管有什么影响? (127)
169. 反电动势负载对晶闸管有什么影响? (127)
170. 晶闸管可控整流电路有哪些主要类型? 各有哪些主要
 参数? (128)
171. 常用的晶闸管整流电路的主要特点有哪些? 应用在
 什么地方? (133)
172. 三相桥式全控整流电路是如何组成的? 它对触发脉冲
 有哪些要求? (134)
173. 用一只晶闸管的双半波或全波可控整流电路,对晶
 闸管元件的选用有何要求? 有时变成不可控是什
 么原因? (136)
174. 在晶闸管整流电路中,如何选择晶闸管的电压和电流
 等级? (137)

-
175. 在带平衡电抗器三相双反星形可控整流电路中,平衡电抗器有何作用? (137)
176. 与整流装置输出串联的电抗器起什么作用? 充电机或调速的晶闸管整流装置不用电抗器输出有何缺点? ... (137)
177. 铁心电抗器为什么一定要有气隙? (138)
178. 什么情况下可以不用续流二极管? 什么情况下必须采用续流二极管? (138)
179. 调试单相可控整流装置应注意什么问题? (138)
180. 调试三相可控整流装置的步骤大致如何? (139)
181. 充电机是否可以使用单相半波、单相全波或三相半波可控整流电路? 若充电机输出电流的平均值均为15A,上述三种电路各应选用多大的熔断器? (139)
182. 为什么输出平均电流为15A的充电机要使用40A的熔断器做过电流保护? 输出电流为15A的单相半波可控桥式整流充电机是否可以使用通态平均电流为10A的晶闸管? (139)
183. 额定输出电压为110V、额定输出电流为15A的晶闸管充电机,是否可以用来给48V或24V的蓄电池充电? (140)
184. 什么情况下晶闸管触发不开? 什么情况下触发了又自行关断? 什么情况下不触发自己就会开了? (140)
185. 三个相的晶闸管特性不一致,触发功率有的大、有的小,对于工作有何影响? (141)
186. 什么是斩波器? 斩波器有哪几种工作方式? (141)
187. 什么叫逆阻型斩波器? 什么叫逆导型斩波器? (141)
188. 晶闸管交流调压电路的基本构成和工作原理是怎样的? (141)
189. 晶闸管交流调压有哪两种控制方法? 各有什么特点? (141)
190. 什么叫有源逆变? 其能量传递过程是怎样的? (142)

191. 什么叫无源逆变? 其能量传递过程是怎样的? (142)
192. 实现有源逆变的条件是什么? (142)
193. 哪些晶闸管电路可实现有源逆变? (142)
194. 变流器在逆变运行时,若晶闸管触发脉冲丢失或电源
缺相,将会导致什么后果? 如何避免? (143)
195. 常用逆变器有哪些电路参数? (143)

五、常用集成电路

- (一) 集成电路基础知识 (145)
196. 什么是集成电路? 有哪些类型? (145)
197. 半导体集成器件型号是如何表示的? (146)
198. 集成电路的主要参数有哪些? (147)
- (二) 集成运算放大器 (147)
199. 什么是集成运算放大器? 其基本组成是怎样的? (147)
200. 集成运算放大器的主要参数有哪些? (148)
201. 集成运算放大器有哪些类型? (149)
202. 常用集成运算放大器的性能是怎样的? (150)
203. 集成运算放大器外形、管脚和电路图形符号是
怎样的? (150)
204. 集成运算放大器有哪些工作特点? (151)
205. 什么是反相比例运算电路? 其应用电路是怎样的? 电
路的相关参数如何确定? (152)
206. 什么是同相比例运算电路? 其应用电路是怎样的? 电
路的相关参数如何确定? (153)
207. 什么是反相加法运算电路? 有什么特点? (154)
208. 什么是减法运算电路? 有什么特点? (155)
209. 什么是积分运算电路? 有什么特点? (156)
210. 什么是微分运算电路? 有什么特点? (157)
211. 如何正确选用集成运算放大器? 如何检测集成运算
放大器? (157)
212. 集成运算放大器常用的保护有哪些? (158)

(三)集成稳压器	(159)
213. 什么是集成稳压器? 是怎样分类的?	(159)
214. 三端集成稳压电路的结构是怎样的?	(160)
215. 三端集成稳压器是怎样命名的?	(161)
216. 集成稳压器有哪些常用参数?	(162)
217. W78 $\times\times$ 系列和 W79 $\times\times$ 系列集成稳压器的主要性能 是怎样的?	(163)
218. 怎样选用集成稳压器?	(164)
219. 怎样代换集成稳压器?	(165)
220. 怎样检测集成稳压器?	(165)
221. 使用集成稳压器时应注意什么?	(168)
222. 集成稳压器有哪几种实际应用电路?	(168)
223. 集成稳压器常用引出端有哪些功能符号?	(173)
(四)常用数字集成电路	(173)
224. 常用的数字集成电路有哪些类型? 各有什么 特点?	(173)
225. 我国生产 CMOS 集成电路的情况如何?	(175)
226. 数字集成电路有哪些常用参数?	(175)
227. 使用 TTL 集成电路应注意什么?	(177)
228. 使用 CMOS 集成电路应注意什么?	(179)
229. CMOS 门电路与 TTL 门电路如何连接?	(180)
(五)集成定时器	(181)
230. 什么是 555 型集成定时器? 常用的有哪两种?	(181)
231. CB555 型集成定时器有哪些主要性能参数?	(181)
232. CC7555 型集成定时器有哪些性能参数?	(182)
233. CB555 型集成定时器电路的特点是什么?	(183)
234. 什么叫单稳态触发器? 由 555 型集成定时器组成的 单稳态触发器电路有什么特点?	(184)
235. 什么是多谐振荡器? 由 555 型集成定时器组成的多谐 振荡器有什么特点?	(187)

236. 用 555 型集成定时器如何组成施密特触发器? (189)
237. 怎样检测 555 型集成定时器? (190)

六、变频器及其应用

238. 什么是逆变电路? 什么是变频电路? (191)
239. 变频调速的基本原理是什么? (191)
240. 变频调速有什么特点? (192)
241. 变频调速时,为什么常采用恒压频比(即保持 U_1/f_1 为常数)的控制方式? (192)
242. 变频调速有哪两种基本方式? 各有什么特点? (193)
243. 变频器有哪些基本类型? (195)
244. 交-交变频器与交-直-交变频器的主要特点有哪些? (196)
245. 交-直-交变频器有哪几种类型? 各有哪些主要特点? (197)
246. 什么是转差频率控制? 有什么特点? (198)
247. 什么是 3/2 变换和 2/3 变换? 什么是直/交变换和交/直变换? (200)
248. 什么是矢量控制? 矢量控制的基本原理是怎样的? (202)
249. 哪些情况不能应用矢量控制方式? 哪些情况应选用矢量控制方式 (203)
250. 各种控制方式变频器的应用范围和基本特性如何? (204)
251. 变频器由哪几部分构成? (206)
252. 在变频器主电路中滤波电容器并联的电阻起什么作用? (208)
253. 图 6-16 中所示的直流电源指示灯 HL 为什么不装在面板上? (209)
254. 每个逆变管旁边,为什么都要反并联二极管? (209)
255. 变频器的主电路有哪些接线端子? 为什么变频器的输入、输出端子绝对不能接错? (210)
256. 交-直-交电压型变频器有哪两种输出电压的调制方式? (211)
257. PWM 型变频器主电路是怎样构成的? (212)