



李 裕 善 编

矿山应用 电子技术问答



TD6
9

矿山应用电子技术问答

李裕善 编

煤炭工业出版社

B 138969



内 容 提 要

本书是根据目前电子技术在矿山的普及应用情况,如:电机车可控硅脉冲调速、继电保护、电机保护、通讯技术、显示技术、遥测、遥控、传感技术以及检测仪表的操作与维护等编写的。采用问答形式,从电子技术基础知识入手,介绍了常用的各种半导体器件及若干电子元件的基本构造、特性及其应用情况。

本书可供从事矿山电子技术的工人阅读,并可供一般科技人员参考。

责任编辑:陈 锦 忠

矿山应用电子技术问答

李裕善 编

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本850×1168¹/₃₂ 印张15 插页 6

字数 379千字 印数1—6,920

1984年10月第1版 1984年10月第1次印刷

书号15035·2628 定价2.75元

前 言

电子技术在矿山生产领域中得到日益广泛的应用，并收到了很好的效果。为适应新形势发展的需要，特为在矿山从事微电工作的工人同志编写此书，介绍电子技术在矿山的应用。从目前一般技术状态出发，汇集有关资料，用问答形式作为普及电子知识的尝试，以基本概念作引导，结合实际电子线路，深入浅出，有的放矢，力图使读者对电子技术在矿山的应用有一概略的了解，为进一步从事矿山自动化的研究应用打下基础。

在编写过程中，承中国矿业学院朱建铭教授对问答提纲提出了十分宝贵的建议。本书初稿完成后，中国矿业学院教师过锡度同志提出了不少可贵的修改意见，谨在此表示感谢。

由于笔者水平有限，问答中谬误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

1983年7月

目 录

第一章 基础知识 1

第一节 基本物理知识 1

1. 什么是导体? 导体为什么能导电? 1
2. 什么是绝缘体? 绝缘体为什么不能导电? 1
3. 什么是半导体? 它有什么特点? 2
4. 电子、空穴、离子、载流子有什么区别? 3
5. 什么是单晶半导体? 它的原子结构有何特点? 3
6. N型半导体和P型半导体是怎样生成的? 各有什么特点? 4
7. 扩散、漂移、复合, 它们的物理意义有什么不同? 4
8. 什么是P-N结? P-N结有什么特性? 5

第二节 晶体管 5

1. 什么是PN结的正向电压? 什么是PN结的反向电压? 5
2. 什么叫正向电流? 什么叫反向电流? 6
3. 二极管为什么能够整流? 6
4. 什么是二极管的伏安特性? 有何特点? 7
5. 变容二极管为什么能代替可变电容器? 7
6. 变容二极管有几种类型? 它的主要参数有哪些? 8
7. 晶体管的基本构造是怎样的? 9
8. 为什么把用半导体材料制成的二极管、三极管等统称为晶体管? 10
9. 国产半导体器件的型号是怎样命名的? 10
10. 晶体三极管为什么有放大作用? 10
11. 什么是交流放大器的电压放大倍数K? 12
12. 三极管的电流放大倍数与电压放大倍数有什么不同? 12
13. 通过哪些途径可以提高电压放大倍数? 12
14. 使用晶体管时应注意哪些事项? 13
15. 晶体管发射极与集电极接错线有什么后果? 14
16. PNP和NPN两种类型的管子作用上有何不同?

能否代用?.....	14
17. 晶体管有哪两个极限工作状态? 这两个状态受什么条件限制?.....	14
18. 什么是晶体管的开关作用?.....	14
19. 三极管损坏一个结后, 可否当作整流二极管使用?.....	15
20. 晶体管的参数有何意义? 晶体管的放大特性参数有哪些?.....	15
21. 晶体管的极限参数有哪些?.....	16
22. 什么是三极管的共发射极正向饱和压降 V_{bes} 和饱和压降 V_{ces} ? 它们由哪几部分组成?	16
23. 晶体管的开关特性参数有哪些?.....	17
24. 晶体管的频率特性参数有哪些?.....	18

第二章 放大器19

第一节 交流放大器19

1. 什么是晶体管的输入特性?	19
2. 什么是晶体管的输入电阻 r_{be} ? 它的意义是什么?	19
3. 什么叫放大器的输入电阻(R_i)? 它的物理意义是什么?	20
4. 什么叫放大器的输出电阻(R_o)? 它有什么物理意义?	20
5. 怎样测量放大器的输出电阻 R_o ?	21
6. 什么是晶体管的输出特性? 输出特性曲线是怎样绘制出来的?	22
7. 怎样从晶体管输出特性曲线上划分出截止区、饱和区、放大区和过功耗区?	22
8. 什么是放大器的直流负载线和静态工作点? 负载线的斜率指的是什么?	23
9. 电路参数对直流负载线与静态工作点有何影响?	24
10. 什么是放大器的交流负载线?.....	25
11. 从低频放大器的图解分析中, 可看出放大器的哪些特性?.....	26
12. 怎样判断晶体三极管的工作状态? 怎样调试静态工作点?.....	27
13. 一般常用的工作点稳定的典型电路实现静点稳定的两个条件是什么?.....	28

14. 什么是放大器的相频特性?.....28
15. 什么是放大器的频率特性?.....28
16. 晶体管放大电路主要有几种电路形式? 各有何
特点和用途?.....29
17. 什么是共基极放大电路? 线路有何特点?.....29
18. 什么叫共“射”共“基”级联放大器? 线路有何特点?.....30
19. 什么叫低频放大器? 音频放大器就是低频放大器吗?.....31
20. 什么是高频放大器?.....31
21. 什么是中频放大器?.....32
22. 什么是电压放大器? 对电压放大器有什么要求?.....33
23. 什么是陶瓷滤波耦合放大器?.....34
24. 什么叫缓冲放大器?.....35
25. 什么是选频放大器?.....35
26. 什么叫调谐放大器? 调谐放大器工作在什么情况下?.....36
27. 什么是前置放大器? 对其有何要求?.....37
28. 怎样选择多级放大电路的静态工作点?.....37
29. 怎样求多级放大器的电压放大倍数、电流放大倍数及
功率放大倍数?.....38
30. 试述ZK-1型采煤通讯、信号、控制装置音频通讯
系统中的密封放大器工作原理?38
31. 采用什么措施来减小放大器的内部噪声?.....40
- 第二节 直流放大器41
1. 什么是直流放大器? 交流放大器为什么不能放大
直流讯号?41
2. 直流放大器和交流放大器相比较有什么相同和相异之处? ...42
3. 什么叫零点漂移? 为什么要克服零点漂移?42
4. 怎样衡量零漂的大小? 如何减小零漂电压?43
5. 常见的几种直接耦合放大电路各有什么特点?44
6. 什么是差分放大器? 差分放大器是怎样抑制
零点漂移的?45
7. 什么叫共模信号? 什么叫差模信号? 这两种信号在差分
放大器中能得到同样放大吗?46
8. “共模抑制比”(CMRR)是怎样定义的? 它有什么物理

意义?	46
9. 差分电路常采用几种接法? 各有何特点和用途?	48
10. 什么是有恒流源的差分电路?	48
11. 采用什么放大电路可以基本上克服漂移问题? 调制型 直流放大器是怎样工作的?	48
第三节 功率放大器	51
1. 功率放大器是根据什么来分类的? 各类功率放大器 有什么特点?	51
2. 单边甲类功率放大器的工作点必须满足哪些条件才能 减小失真? 甲类功放管怎样选择?	53
3. 乙类功率放大器为什么要用两支管子组成?	54
4. 适用在乙类推挽功率放大器中的晶体管怎样选择?	55
5. 乙类推挽功放电路中的“交越失真”是怎样产生的? 怎样克服“交越失真”?	55
6. 用于甲乙类推挽功率放大的两只管子其参数不一致时, 应采取什么措施?	57
7. 怎样设计乙类推挽功放音频输出变压器?	57
8. 怎样调试乙类推挽放大电路?	58
9. 什么是丙类功率放大器? 有何特点?	60
10. 对推挽放大器的输入信号有什么要求? 什么叫ITL 电路?	61
11. 什么是OTL电路? 它与普通推挽功率放大器相比具有 哪些优点? 对电源有何要求?	62
12. 什么是互补对称式OTL电路?	62
13. 用导电极性一致的晶体管制作OTL电路时, 应采用 什么样的倒相电路?	63
14. 怎样检查变压器倒相式OTL电路故障?	65
15. 怎样检查准互补OTL电路故障?	66
16. 互补推挽功率放大电路中功放级使用的推挽复合管 怎样选择?	66
17. 怎样组合复合管? 怎样求复合管的电流放大系数?	67
18. 什么叫匹配? 什么叫失配? 什么叫共轭匹配? 放大器 的级间匹配应满足什么要求?	68

19. 为什么变压器有阻抗匹配作用?	69
第四节 失真	70
1. 什么叫非线性失真? 失真度是怎样定义的?	70
2. 放大器的非线性失真怎样产生的?	70
3. 一个单级放大器怎样选择静态工作点才能保证放大作用不失真?	71
4. 放大器的波形产生失真时, 怎样调节电路参数消除失真?	71
5. 阻容耦合放大器在低频端电压放大倍数 K_U 下降的原因是什么? 怎样改善低频失真?	72
6. 怎样测量失真度?	72
第三章 振荡器	74
第一节 LC振荡器	74
1. 什么是振荡器? 振荡器是怎样分类的?	74
2. 放大器能够转化为振荡器吗?	74
3. 晶体管 LC 振荡器的振荡过程是怎样建立的?	75
4. 什么是自耦变压器反馈式推挽振荡器?	76
5. 什么是电感三点式振荡器?	77
6. 电感三点式振荡器电路中, LC 并联谐振回路中的反馈电压应从何处取出来最好?	77
7. 什么是电容三点式振荡器?	78
8. 电容三点式振荡器有什么特点? 适宜应用在什么地方?	78
9. 电感三点式振荡器和电容三点式振荡器的谐振回路联接方法必须遵守什么规则?	79
10. 怎样计算电感三点式振荡器及电容三点式振荡器的振荡频率?	79
11. 什么是克拉泼振荡器?	80
12. 三种反馈型 LC 振荡器各有什么特点?	81
13. 怎样选用 LC 振荡器中的振荡管?	82
14. LC 振荡器的晶体管静态工作点怎样选择? 振荡器的输出功率怎样调节?	82
15. LC 振荡电路不起振时怎样检查原因?	83
16. 品质因数 (Q 值) 表示什么意思?	84

17. 一个线圈的等效串联电阻 r 包括哪些数值? 线圈的品质因数与其回路中信号工作频率是线性关系吗?	85
18. 怎样提高 LC 振荡回路的 Q 值?	86
19. LC 振荡器输出波形不好, 采取什么措施加以改善?	86
20. 什么是频率稳定度?	87
21. 怎样改善和提高振荡器频率的稳定度?	88
第二节 石英晶体及陶瓷元件	89
1. 石英晶体是一种什么物质? 它有什么宝贵的特性?	89
2. 什么是石英晶体谐振器及其谐振频率?	89
3. 石英晶体谐振器的频率特性有什么独特之处?	90
4. 什么是串联型石英晶体振荡器电路?	91
5. 什么是并联型石英晶体振荡器电路?	92
6. 在振荡器中使用石英谐振器时怎样保证有较高的频率稳定度?	93
7. 什么是石英滤波器?	94
8. 什么是压电陶瓷元件? 有何特性?	94
9. 压电振子的谐振特性是怎样的?	94
10. 压电振子的等效电路怎样画?	95
11. 什么是陶瓷滤波器? 陶瓷滤波器是怎样分类的?	96
12. 陶瓷滤波器和压电陶瓷振子有什么不同之处?	96
13. 陶瓷滤波器是怎样命名的?	97
14. 压电陶瓷振子的主要参数有哪些?	98
15. 怎样测量压电陶瓷振子的等效参数 f_s 、 f_p 、 f_t 及 R_1 ?	99
16. 陶瓷滤波器的主要技术指标有哪些?	99
17. 使用陶瓷滤波器时, 应注意哪些问题?	101
18. 什么是音频压电陶瓷振荡器? 怎样使振荡器的频率正好等于压电陶瓷振子的谐振频率?	101
19. 压电音叉是一种什么器件? 它是怎样构成音频振荡器的?	102
第三节 RC 振荡器、间歇振荡器、多谐振荡器	103
1. 什么是 RC 移相式振荡器? 有何特点?	103
2. 在 RC 移相振荡器的反馈网路中为什么至少采用三节 RC 电路?	104

3. 各种 RC 移相振荡器的频率怎样计算? 对晶体管的放大倍数有何要求? 105
4. 什么是间歇振荡器? 它有什么特点? 107
5. 什么是多谐振荡器? 108

第四章 直流电源 110

第一节 整流电路 110

1. 什么叫半波整流电路? 输出电压如何计算? 110
2. 什么是全波整流电路? 111
3. 什么是桥式整流电路? 111
4. 怎样选二极管的最大工作电流 I_{Dmax} ? 112
5. 怎样选用整流滤波电容? 112
6. 什么是倍压整流电路? 电路是怎样工作的? 113
7. 什么是三倍压、多倍压整流电路? 如何选择元件参数? 114
8. 什么叫整流器的外特性和滤波特性? 115
9. 什么是 π 型 RC 滤波电路? 一般用在什么场合? 116
10. 什么是 π 型 LC 滤波器? 它有什么缺点? 116
11. 什么是电感滤波器? 什么情况下整流输出端用电感滤波? 117
12. 与整流装置输出串联的电抗器起什么作用? 不用电抗器输出有何缺点? 117
13. 滤波电路中起电感作用电抗器铁芯磁路内为什么一定要有气隙? 118
14. 什么叫脉动系数 S ? 118
15. 什么叫整流电路的纹波因数 r ? 有什么物理意义? 怎样测量纹波因数 r ? 118
16. 一般电子仪器的电源变压器为什么要加静电屏蔽层? 119
17. 什么是三相半波整流器? 它有什么特点? 输出电压平均值 U_d 是多少? 120
18. 什么是三相半波可控硅整流器? 121
19. 什么是三相桥式整流电路? 122
20. 什么是三相桥式全控整流电路? 124
21. 怎样将交流接触器改制成直流无噪音接触器? 125

第二节 稳压电路	126
1. 稳压管和二极管有什么不同之处? 稳压管为什么能够稳压?	126
2. 稳压管能否当二极管用?	127
3. 什么是稳压管的动态电阻?	127
4. 稳压二极管的稳定电压 U_w 指的是什么电压值?	128
5. 怎样选择稳压二极管?	128
6. 使用稳压管时应遵守哪些注意事项?	128
7. 什么是串联式晶体管稳压电路? 工作原理是什么?	129
8. 串联式晶体管稳压电路中负载电阻 R_c 怎样选择?	130
9. 串联式晶体管稳压电路中调整管怎样选择?	131
10. 什么是并联式晶体管稳压电路?	131
11. 什么是硅集成稳压器?	132
12. CK-1型通讯、信号、控制装置中的DY1直流稳压电源的工作原理是什么? 具有哪些保护性能?	133
13. ZK-1型通讯、信号、控制系统中通讯电源能进行哪些保护, 其工作原理是什么?	135
14. 磁饱和状态下的交流感应线圈, 为什么能稳定电压?	136
第五章 可控硅	138
第一节 可控硅主电路	138
1. 可控硅是一种什么半导体器件? 它是怎样工作的?	138
2. 可控硅有什么特性? 为什么能得到广泛应用?	139
3. 可控硅的控制角和导通角是怎样定义的?	139
4. 可控硅的伏安特性是怎样的?	139
5. 可控硅的特性参数常用的有哪些? 它们是怎样定义的?	140
6. 什么是双向可控硅? 这种器件的伏—安特性怎样?	141
7. 什么情况下可控硅需要串联使用? 对串联使用的可控硅应采取什么措施?	142
8. 可控硅元件串联使用时, 怎样选取均压电阻、均压电容及阻尼电阻?	143
9. 什么情况下可控硅并联使用? 并联使用的可控硅应采取什么措施?	144
10. 什么情况下可控硅元件串、并联可以不用均压、均流	

措施?.....	145
11. 可控硅元件都要并联阻容保护元件吗? 阻容保护元件各有什么作用?.....	145
12. 怎样选择可控硅元件阻容保护电路中各元件的参数?.....	146
13. 是否可以选用高电压元件而不用过压保护? 什么情况下可以不用过压保护?.....	146
14. 变压器一次侧是否要装过压保护?.....	146
15. 为什么要用快速熔断器保护可控硅? 是否可以保险丝代用?.....	147
16. 造成可控硅元件突然损坏可能有哪些原因? 怎样改进?.....	147
17. 什么是电流上升率 di/dt ? 它对可控硅工作有何影响?	148
18. 什么情况下有电流上升率 di/dt 问题? 如何限制电流上升率 di/dt ?	149
19. 什么叫正向阻断电压上升率 du/dt ? 它对可控硅工作有何影响?.....	149
20. 怎样避免电压上升率 du/dt 造成失控导通?	150
21. 采用哪些措施可以抑制过电压或 du/dt ?	151
22. 大功率整流器中(变压器容量在5KVA以上) RC吸收电路的参数怎样计算?.....	152
23. 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?.....	153
24. 在感性负载整流电路中, 为什么要加续流二极管?.....	154
25. 使用可控硅元件时应注意事项有哪些?.....	155
26. 安装可控硅散热器时, 应注意些什么?.....	156
第二节 可控硅触发电路	156
1. 对可控硅的触发电路有什么要求?	156
2. 一般触发电路为什么都要采用脉冲电路?	157
3. 可控硅的控制极允许加多高的电压? 通过多大电流? 不同规格的可控硅是否一样?	157
4. 可控硅阳极加较高或较低电压时, 触发电压、电流是否一样?	157
5. 什么是阻容移相桥触发电路?	157

6. 阻容移相桥触发电路中的电容 C , 用电感 L 代替行吗? 158
7. 阻容移相桥电路中的元件参数根据什么原则选择? 158
8. 单结晶体管是一种什么半导体器件? 它的伏—安特性怎样? 159
9. 单结晶体管是怎样构成弛张振荡器的? 161
10. 单结晶体管弛张振荡器中的发射极电阻 R_E 、第一基极电阻 R_1 、温度补偿电阻 R_2 的电阻值及充电电容 C 怎样选择? 162
11. 由单结晶体管组成的弛张振荡器的振荡频率 f 怎样计算? 163
12. 什么是晶体管触发电路? 试述其工作原理? 163
13. 各种可控硅触发电路有什么特点? 应用范围怎样? 166
14. 对可控硅电路中所用的电阻数值的误差范围有何要求? 166
15. 3CT 系列的可控硅, 当交流开关用时, 可以不要触发电路吗? 167
16. 脉冲变压器的作用是什么? 对其有何要求? 168
17. 怎样选用脉冲变压器所用的铁芯材料和铁芯截面积? 169
18. 可控硅触发回路中脉冲变压器一次线圈匝数 N_1 大致在什么范围? 二次线圈匝数 N_2 怎样考虑? 170
19. 安装可控硅的控制回路时应注意什么问题? 170
20. 控制电路受干扰是怎样引起的? 怎样避免? 171
- 第三节 可控硅电路调试 171
1. 调试可控硅整流装置前应做哪些准备工作? 171
2. 调试可控硅整流装置时大致按什么步骤? 检查哪些内容? 172
3. 在调试三相可控硅整流装置时, 如何用万用表确定变压器的极性? 172
4. 同步变压器二次极性接反了有何后果? 相序错了有何后果? 173
5. 如何确定控制电路和主电路相位是否一致? 触发电路输出脉冲与其所对应控制的可控硅怎样才能对上号? 173
6. 可控硅整流装置开机后, 无直流输出怎么办? 173
7. 三个相的可控硅特性不一致, 触发功率有的大,

- 有的小, 对于工作有何影响? 174
8. 如何调整三相可控硅整流输出电压使波形平衡对称? 174
9. 可控硅整流输出波形, 一个半波开放大, 一个半波
开放小是什么原因? 175
10. 调整三相整流装置的给定信号时, 输出电压波形中
三个波头的上升增大不一样快, 以致于可控硅的小
开放角时调对称了, 大开放角时又不对称了, 怎样检查
原因? 175
11. 什么情况下可控硅触发不开? 什么情况下触发开了
又自己关断了? 什么情况下不触发自己就会开了? 175
12. 可控硅导通角开不到最大, 关不到最小是什么原因?
如何解决? 176
13. 有些可控硅触发导通后, 触发脉冲完结时,
它又关断是什么原因? 177
14. 试述KGCA系列可控硅整流充电机工作原理? 177
- 第四节 电机车脉冲调速 179
1. 可控硅脉冲调速的基本原理是什么? 179
2. 电机车可控硅脉冲调速装置有哪些优点? 180
3. 什么是可控硅直流降压斩波器? 它是怎样工作的? 180
4. 电机车脉冲调速装置中斩波器的工作频率及
主、副可控硅元件怎样选择? 182
5. 电机车脉冲调速装置主回路中的二极管怎样选择? 185
6. 可控硅脉冲调速装置主回路中的电容、电感及电阻
怎样选择? 187
7. 一般矿用架线式电机车和蓄电池电机车脉冲调速
主电路中主要元件的常用规格数值是多少? 190
8. 电机车脉冲调速装置中的触发电路由哪些主要环节组成?
对触发脉冲有哪些技术要求? 192
9. 小可控硅组成的双稳态电路怎样使脉冲调速装置中的
主、副脉冲工作频率完全一致? 192
10. 怎样利用晶体管组成的双稳态电路使脉冲调速触发
电路中主、副脉冲工作频率完全一致? 194
11. 在脉冲调速装置的触发电路中采用单稳态电路

有什么作用?.....	196
12. 可控硅脉冲调速装置中的方波发生器起什么作用? 试述其工作原理?	196
13. 电机车可控硅脉冲调速装置中的调磁控制器 有什么作用? 它是怎样工作的?.....	198
14. 电机车脉冲调速装置的触发电路中为什么要采用脉冲 功率放大器? 它是怎样工作的?.....	199
15. 采用什么电路可以避免和防止“脱弓失控”?.....	200
16. 怎样限制因“欠压”或“失压”时换流能力不够而 引起的“失控”现象?.....	200
17. 当斩波器“失控”时, 采用什么保护装置迅速切断 电源?.....	201
18. 怎样调试电机车脉冲调速装置中的触发电路?.....	201
19. 电机车可控硅脉冲调速装置发生失控故障有哪些 原因? 怎样检查处理?.....	203
20. 电机车可控硅脉冲调速装置不能正常调速是哪些原因 造成的? 怎样检查处理?.....	203
21. 可控硅脉冲调速电机车, 车开起来时快时慢是什么 原因造成的? 怎样检查处理?.....	203
22. 脉冲调速电机车的主接触器保不住是什么原因? 怎样检查处理?.....	203
23. 逆导晶闸管是一种什么半导体器件?.....	203
24. 试述逆导晶闸管斩波器的工作原理?.....	206
25. 逆导晶闸管斩波器中的换流电容器 C_1 的电容量及 电抗器 L_1 的电感量怎样确定?.....	208
第五节 电动机调速	209
1. 采用直流电动机调速比采用交流电动机调速有哪些 优点和缺点?	209
2. 什么叫力矩特性或机械特性? 什么叫硬特性? 什么叫 软特性? 如何提高特性的硬度?	209
3. 可控硅在直流绞车上实现直流调速时的系统方框图由 哪些部分组成?	209
4. 可控硅调速控制系统中的电流正反馈起什么作用?	209

5. 在直流电机调速的可控硅控制系统中, 怎样实现电流正反馈? 调整正反馈有何注意事项?	210
6. 什么是直流电机调速可控硅控制系统中的电流截止负反馈? 有什么作用? 电流截止负反馈与电流正反馈能否同时采用?	211
7. 什么叫微分负反馈? 起什么作用?	212
8. 直流电机调速可控硅控制系统中反馈调节部分不稳定是什么原因造成的? 应采取什么措施?	213
9. 在直流电机调速可控硅控制系统中的给定信号与反馈信号怎样实现相减? 它们之间的数量关系如何?	213
10. 正常工作中直流电机的激磁电路断线有何危险? 如何避免?	214
11. 可控硅全开放, 直流电机转速仍达不到要求值应如何处理?	214
12. 直流发电机能否当电动机用? 串激直流电动机能否用作可控硅直流调速用?	214
13. 什么是异步电动机电动方式下的串级调速? 什么情况下采用电动方式下的串级调速?	214
14. 什么情况下采用动力制动方式串级调速? 什么是异步电动机的动力制动方式下的串级调速?	216
第六节 逆变器	218
1. 直流电可以变成三相交流电吗? 什么叫变频调速?	218
2. 什么叫变流器? 架线电机车上照明及喇叭用的可控硅直流变流器的工作原理是什么?	221
3. 三相桥式(即串联电感式)并联逆变电路中各相可控硅导通后是如何关断的?	222
4. 三相桥式逆变器对触发脉冲有什么要求?	223
第六章 通讯	224
第一节 一般概念	224
1. 什么叫绝对电平? 电平的单位是什么?	224
2. 什么叫相对电平? 为什么要采用电平概念?	225
3. 什么叫衰减? 什么叫增益?	225