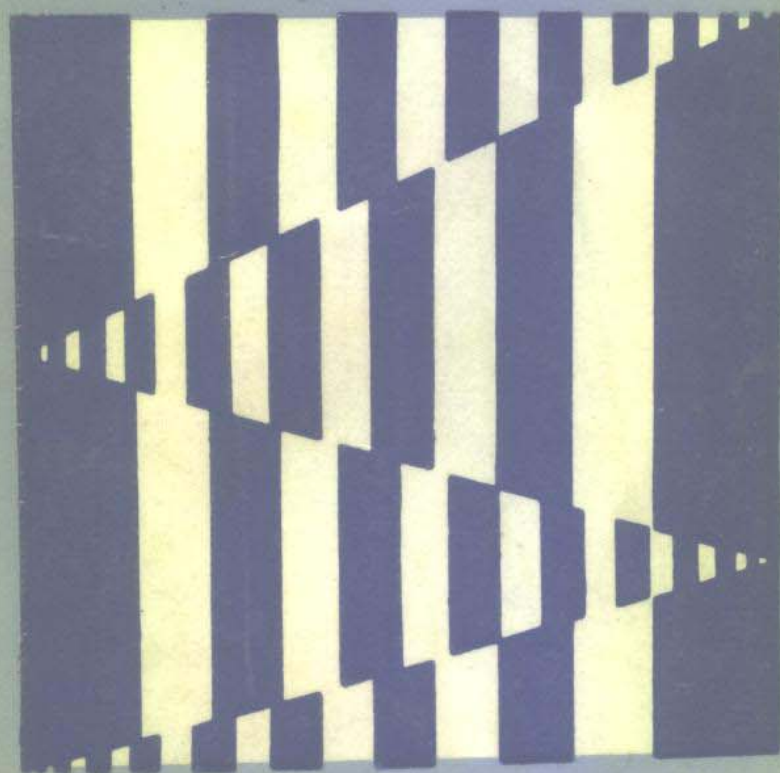


晶闸管变流技术应用图集

晶闸管变流技术 应用图集

王文郁 石玉 李秉象 编



机械工业出版社

机械工

社

晶闸管变流技术应用图集

王文郁 石 玉 李秉象 编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书主要选编了晶闸管技术应用的有关电路,给出原理图并辅以简单文字说明。内容包括开关、保护报警、时控、调压、电源稳定、充电电镀电焊、日用电器、逆变斩波变频和调速等九大类共227项具体应用电路。书末附有晶闸管装置一般维修知识、常用元器件和组件技术参数,便于查阅。

全书所用图形符号和文字代号一律采用了GB4728和JB2740标准。为便于读者熟悉和阅读,书末附有新旧图形符号和文字代号对照表。

该书为中专工业企业电气化专业辅助教材,亦可供具有基本电工及电子技术知识的大、中专学生、工人及有关技术人员参考。

晶闸管变流技术应用图集

王文郁 石 玉 李秉象 编

责任编辑:贡克勤 版式设计:胡金璞
封面设计:郭景云 责任校对:熊天荣
责任印制:卢子祥

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)
北京市密云县印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $16^{5/4}$ ·插页2·字数424千字
1992年12月北京第1版·1992年12月北京第1次印刷
印数 0,001—3,100·定价:11.10元

ISBN 7-111-03478-3/TN·70



前 言

本书是根据原国家机械工业委员会教育局 1987 年 5 月制定的中等专业学校教材编审计划而编写的。目的在于配合教材“晶闸管变流技术”的教学，为学生提供一本有助于联系实际、开拓思路、培养能力的辅助教材，也可作为推广晶闸管技术应用的参考资料。

为此，全书资料的收集和选择力求符合中专“晶闸管变流技术”教学大纲要求，与相应教材紧密配合；也充分考虑到社会需求的广泛性和实用性。全书将晶闸管变流技术应用分为开关、保护报警、时间控制、调压、电源稳定、充电电镀、电焊、日用电器、逆变斩波变频和调速等九大类，共 205 项具体电路。每项应用均给出电路原理图并辅以简单文字说明。此外，为更加实用，书末还选编了一般维修知识。附录列出了晶闸管装置常用元件和组件的技术参数，供查阅。本书在图文编写和结构安排上力求深入浅出、简练实用，适合于具有基本电工和电子技术知识的读者阅读和实践。

为贯彻和推广国家标准，本书使用的所有电气电子图形符号和文字代号一律采用 GB4728 和 JB2740 标准。书末还列出了新旧图形符号和文字代号对照表，以便于读者辨认和阅读。

本书由河北省机电学校王文郁、内蒙古工业学校石玉、重庆机器制造学校李秉象合编。其中，王文郁负责编写一、二、八全部和十、附录的一部分；石玉负责编写四、五、七全部和九、附录的一部分；李秉象负责编写三、六全部和九、十的一部分。全书由北京机械工业管理学院自动化系栗书贤副教授主审。参加审稿的还有申鸿光、莫正康、郑忠杰、吴作海、高文华、刘致舜、蒙连光等同志。

本书选编的各项应用电路主要取材于国内有关教材、书刊和生产厂家公开发表的技术资料。在此，特向上述有关单位和资料编者一并表示衷心感谢。

目前，晶闸管技术应用领域不断扩大，应用电路种类繁多，新的应用项目层出不穷。本书收集整理的仅不过是一些常用的应用电路，远不能反映晶闸管技术应用的全貌和当前的发展水平。

在本书编写工作中重庆机器制造学校、内蒙古工业学校、河北省机电学校、北京机械工业管理学院等单位曾给予了大力支持；还有许多教师、技术人员热情提供资料或信息、协助绘图。在此，编者也一并表示衷心感谢。

由于我们学识浅薄、水平有限，再加上资料来源不足，时间仓促，书中错误在所难免，恳请读者不吝指正。

编 者

1988 年 8 月

目 录

一、开关电路1

1. 无电源光控开关1
2. 自动生产线运行监控电路1
3. 闪光同步指示器1
4. 直流电磁铁加速接通电路2
5. 简单的应急照明灯3
6. 零点开关电路3
7. 半波开关电路3
8. 厂矿用零电压开关整流器4
9. 晶闸管液位保持电路之一4
10. 晶闸管液位保持电路之二5
11. 晶闸管液位简易控制电路6
12. 大型水塔的水位控制电路6
13. 汽车的晶闸管电子点火器电路7
14. 数控机床输入设备的晶闸管驱动电
路9
15. 晶闸管临近探测器电路10
16. 无触点接近开关电路10
17. 过零触发电路11
18. 晶闸管过零触发交流开关12
19. 交流无触点定时开关13
20. 光控照明开关14
21. 路灯自动控制器15
22. 利用光控音乐集成电路制做的路灯自
动开关15
23. 多功能交流无触点自动控制器16
24. 光控PUT开关16
25. 触摸式电子开关17
26. 温度控制自动开关电路18
27. 采用双向晶闸管和PUT振荡的开关电
路18
28. 以双向晶闸管为基础的交流固态继电
器19
29. 实用固态继电器电路20
30. 采用光耦合器的交流开关电路20
31. 数字式无触点继电器21
32. 用微机控制的交流固态继电器22

33. 用光耦合器直接触发的晶闸管开关电 路22

34. 移动感节日彩灯23
35. 大功率循环彩灯24
36. 广告灯控制电路25
37. 运用双向晶闸管开关电动机26
38. 三相交流无触点动力开关电路27
39. 带断相保护的可逆交流开关电路28

二、保护报警电路30

1. 串联型稳压电源的过流保护电路30
2. 过电压保护电路30
3. 稳压电源短路保护电路31
4. 直流电源的限流保护电路31
5. 过流保护电路31
6. 大电流电源保护电路32
7. 集成电路板电源保护电路32
8. 交流过流过压保护电路33
9. 欠电压报警电路34
10. 电流可整定的过流保护装置34
11. 交流电动机的过热保护35
12. 具有过载保护环节的晶闸管单相交流
调压电路36
13. 晶闸管路灯自动限压保护电路36
14. 限电照明灯自控装置37
15. 单相负载的晶闸管限电保安电路38
16. 电视机电源过压自动断电保护电路40
17. 晶闸管触电保安器40
18. 漏电保护开关41
19. 家用过压漏电保护器41
20. 全自动过压、欠压、断电延时起动保
护装置42
21. 采用温敏晶闸管的过热保护装置43

三、时间控制电路45

1. 1 s ~ 3 h 定时器电路45
2. 晒图定时曝光控制电路45
3. SCS断电延时定时器电路46
4. 交流无触点定时器电路46

5. 暗房曝光定时电路	47	30. 三相加热控制电路	75
6. 顺序控制定时电路	48	31. 数控电流零触发晶闸管交流调压器	75
7. PUT定时电路	48	32. 单片微机控制晶闸管交流调压电路	77
8. 高效时间继电器电路	49	五、电源稳定电路	80
9. 多用曝光定时电路	49	1. 简易可变双路直流电源电路	80
10. 程序控制电路	50	2. 基本稳压电路	80
11. 大功率可变单稳定时电路	50	3. 捷克 24in (英寸) 黑白电视机的电源 电路	80
12. 调压定时多用电路	51	4. 电视机的晶闸管稳压电源电路	81
13. 延时器电路	52	5. 无电源变压器晶闸管稳压电路	82
14. 晶闸管检测定时电路	52	6. PYE713型彩色电视机电源	83
15. 搅拌机定时控制电路	52	7. 佳丽牌彩色电视机电源	84
四、调压电路	54	8. 用晶闸管作调整管的稳压电路	85
1. 简易调光电路	54	9. 自控整流调压电路	86
2. 亮度稳定的台灯调光电路	54	10. 中容量稳压电源预稳电路	88
3. 千瓦级音乐彩灯电路	55	11. 正反馈能量控制型自激变换稳压电路	89
4. 用220V供电的彩灯电路	55	12. 高稳定度交流稳压电路	90
5. 有线声控彩灯电路	55	13. 高性能交流稳压电路	90
6. 日光灯调光电路	57	14. 晶闸管零触发交流稳压电路	91
7. 管式高温电炉晶闸管恒流电源电路	57	15. 程控单结晶体管触发的交流稳压电路	92
8. 音乐闪烁彩灯链电路	58	16. 晶闸管自激恒压电路	93
9. 声控、调光两用彩灯控制电路	59	17. 单相半波晶闸管励磁电路	94
10. 无线声控彩灯电路	60	18. 晶闸管励磁电源电路	95
11. 采用光反馈的调光电路	60	19. 三次谐波励磁发电机电压调整电路	96
12. 采用PUT触发的晶闸管调压电路	61	20. 晶闸管交流稳压电路	97
13. 2.4kW电热器控制电路	62	六、充电机、电镀电源、电焊机	99
14. 多功能闪光灯电路	62	1. 自保护充电器电路	99
15. 精确比例温度控制电路	63	2. 采用SUS的充电保护电路	99
16. 简易恒温控制电路	64	3. 充电机自动保护电路	99
17. 采用零压开关控制的调温电路	65	4. 安全充电器电路	100
18. 晶闸管温度调节电路	65	5. 无极性充电器电路	101
19. 自动恒温化铅控制电路	65	6. 电池充电调压器	101
20. 使用PA436触发双向晶闸管的调光电 路	67	7. 半自动充电器电路	101
21. 集成过零触发双向晶闸管调温电路	68	8. 恒流充电机电路	102
22. 采用光反馈的高压调整电路	68	9. 恒流非匀称充电机电路	102
23. 音乐彩灯门铃电路	68	10. 简易充电机电路	103
24. 音乐控制彩色灯光电路	69	11. 可逆恒流恒压充电机电路	104
25. 采用PUT的零压加热控制电路	70	12. 自动稳流充电机电路	105
26. 采用光耦合器的温度控制电路	71	13. KGCA-2型自动充电机电路	105
27. 采用MCIZ的时间比例温度控制电路	71	14. 晶闸管快速充电机电路	106
28. 舞蹈音乐彩灯电路	72	15. 小功率快速充电机电路	107
29. 三相交流调压电路	74	16. 小型 (5kW) 快速充电机电路	109

17. KGDS-1200型不对称交一直流自动钎铁电源	111	10. KDS 3 系列电动铲车或平板车调速装置	145
18. 简易不对称交流钎铁电路	113	11. KDS 4 系列蓄电池车辆调速装置	147
19. 单稳多谐振荡式点焊机	113	12. KGPS-100-1.0型晶闸管中频装置	149
20. SCZ-200型直流弧焊机	114	13. KGPS250~100-1~8型宽频带多用途晶闸管中频电源	151
七、日用电器电路	117	九、调速电路	153
1. 功耗限制器在电视机上的应用	117	1. 工具或器械用组合式速度控制器	153
2. 晶闸管点火电路	118	2. QRL-20型单晶炉调速电路	153
3. 实用晶闸管点火器电路	118	3. 感应转差调速控制电路	154
4. 晶闸管电饭锅及其控制电路	119	4. 攻螺纹机速度控制电路	155
5. 灶具点火器电路	120	5. 220 V 直流电机调速电路	156
6. 气体点火电路	121	6. 小容量直流无级调速电路	157
7. 摩托车电子点火器电路	121	7. KCJ ₁ 小容量直流电动机控制电路	158
8. 照明延时开关	122	8. 简易直流电动机调速电路	159
9. 照明灯泡的延寿节电电路	122	9. 4.5kW 直流电动机无级调速电路	160
10. 开放式空气负离子发生器	123	10. 小功率伺服系统	162
11. 晶闸管电子灭蝇器电路	123	11. 直流伺服电机调速电路	162
12. 晶闸管电熨斗自动恒温电路	124	12. 晶闸管调速在M1025无心磨床上的应用	163
13. 实用三位数密码锁电路	125	13. SA7512型螺纹磨床直流调速系统	164
14. 晶闸管数字电子锁电路之一	125	14. M82125型曲轴磨床电机调速电路	166
15. 晶闸管数字电子锁电路之二	126	15. M7475B 磨床退磁器电路	167
16. 电风扇简易无级调速电路	127	16. MM7120平面磨床调速电路	168
17. 晶闸管模拟自然风电路	127	17. T 4163A 型单柱坐标镗床调速电路	169
18. 电扇模拟自然风电路	128	18. TG610型卧式镗床调速电路	171
19. 仿自然风落地电扇电路	128	19. 滑差电机调速电路	172
20. 家用电扇多功能控制电路	129	20. 转塔坐标钻镗床调速电路	174
21. 电冰箱短时间断电晶闸管保护电路	130	21. X2010龙门铣床电气控制系统	174
22. 电冰箱失压、过压、过流自动保护电路	130	22. DT006直流无级调速系统	176
23. 晶闸管控制的洗衣机电路	131	23. 电弧炉电极升降自动调节电路	177
八、逆变、斩波、变频应用电路	134	24. 5 t 电弧炉自动控制系统	181
1. 简单实用的可控逆变器	134	25. 造纸机调速电路之一	184
2. 工频晶闸管逆变器	135	26. 造纸机调速电路之二	185
3. 晶闸管全自动应急电源	135	27. 2.8kW 绕线电动机串励调速电路	187
4. 微机用不间断电源	136	28. 电动机Y形接法反馈式三相零式串励调速电路	189
5. JZF10-B型诊断用X线机电源	138	29. 1500kW串励调速电路	191
6. 应用功率场效应管的直流点燃日光灯电路	138	30. B210无环流龙门刨床拖动系统	193
7. 100W V-MOS管逆变电源	139	十、晶闸管设备维修一般知识	199
8. 2 t 电动平板车调速装置	141	1. 晶闸管元件常见故障分析	199
9. 1 t 电动铲车调速装置	143	2. 晶闸管元件的合理选用	201

3. 整流变压器的设计.....	202	附录三 JZB-1型晶闸管变流技术实验装置 ...	253
4. 铁芯电抗器的设计.....	206	附录四 常用电阻器、电位器和电容器的规	
附录一 晶闸管电路常用半导体元器件的技		格	255
术参数	208	新旧图形符号和文字代号对照表	257
附录二 集成触发和控制组件	248	主要参考资料	261

一、开 关 电 路

1. 无电源光控开关

通常采用光敏晶体管的光控开关，其本身需要电源供电。而采用晶闸管和高速硅光电池组成的无电源光控开关简单实用，且同样可适用于光强探测、工业自动控制、报警、光电保护等方面。

简单的光控开关电路如图 1-1 a 所示。 B_1 和 B_2 为密栅高速硅光电池，用于接收光信号；晶闸管 VT 起开关作用；电位器 RP 用于调节光控开关的灵敏度。图中用两只光电池串联，以保证可靠触发晶闸管。

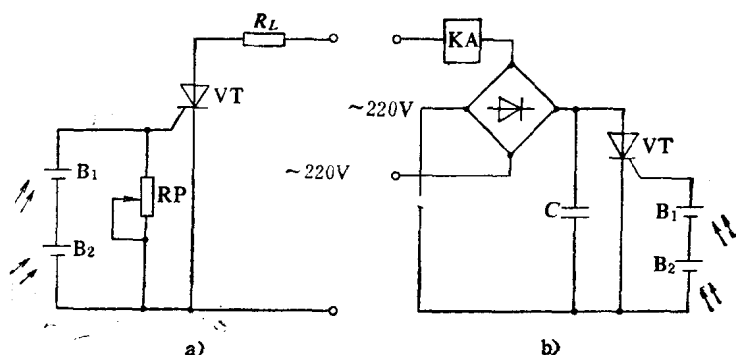


图1-1 无电源光控开关电路

这种无电源光控开关还可做成光控继电器，线路如图 1-1 b 所示。有光照时，光控开关导通，使交流继电器动作，去控制大功率负载。采用耐压 400 V 以上、导通电流达 0.2 A 的晶闸管。对于小功率电器，则可去掉图中交流继电器，直接接入即可。

2. 自动生产线运行监控电路

如图 1-2 所示：当生产线上平稳运动着的零部件挡住光源发出的光时，光控晶闸管 VT_1 关断，电源通过二极管 VD、电位器 RP、 R_1 对电容 C 充电。当零部件穿过光源后， VT_1 导通，电容 C 通过 VT_1 和 R_2 放电。当生产线发生故障或其它物品挡住灯光时间超过一定数值后，电容 C 的端电压因连续充电而超过稳压管 V 的稳压值。此时晶闸管 VT_2 因得到门极触发信号而导通，继电器吸合，自动生产线停止运转。

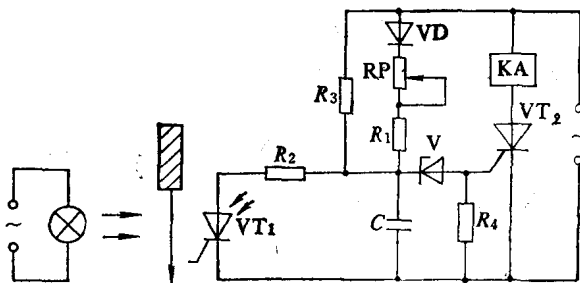


图1-2 自动生产线运行监控电路

3. 闪光同步指示器

图 1-3 为闪光同步指示器电路。

拍摄时，相机上的主闪光灯亮，它发出的光照到被摄物的同时还照到同步指示器的光敏

二极管 V_1 上, 使其电阻瞬间变小。于是, 在电阻 R 上产生一个脉冲信号, 它经电容 C_1 加到晶体管 V_2 的基极, 使其立即导通, 并在电位器 RP 上产生一个被放大的脉冲信号, 经分压后加到晶闸管 VT 的门板上, 晶闸管被触发导通。此时, 电容 C_2 被充电; 直流继电器 KA 通电, 其触点 KA_2 闭合, 辅助闪光灯亮; 触点 KA_1 断开, 晶闸管关断, C_2 经继电器 KA 放电, 使继电器在晶闸管关断后继续吸合 $0.2s$ 左右, 以保证可靠触发辅助闪光灯, 然后 KA 释放, 完成一张照片的拍摄, 电路恢复原始状态。

由于光敏二极管和晶闸管的工作速度很高, 故整个工作过程不超过 $1ms$ 。

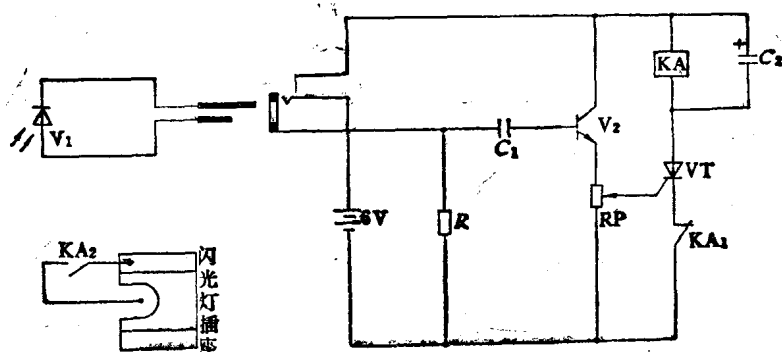


图1-3 闪光同步指示器

R 1MΩ C_1 0.1μF C_2 200μF RP 2kΩ KA JRX-13F VT 3CT8K V_1 3DU V_2 3DG6

4. 直流电磁铁加速接通电路

在许多电气设备中常采用直流电磁铁作为各种环节的执行元件。加速接通电磁铁可以提高机械设备的生产效率。

图 1-4 为直流电磁铁加速接通电路。

额定电压 24V 的电磁铁 YA 用于液压分配器的传动。电源采用 220V 交流经可控整流后供电。电磁铁 YA 的接通由外电路的继电器 KA 控制 (图中线圈未画出)。 KA 动作时, 电磁铁 YA 回路中的常开触点 KA_1 闭合, 常闭触点 KA_2 断开。交流电源正半波经过电阻 R_1 、二极管 VD_1 、 VD_2 以及晶闸管 VT 的门极、限流电阻 R_2 、电磁铁 YA 和常开触点 KA_1 对电容 C 充电, 晶闸管 VT 导通。

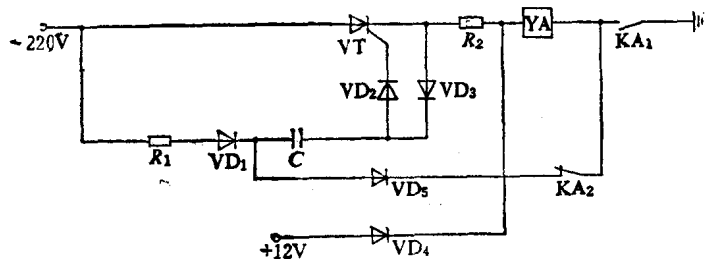


图1-4 直流电磁铁加速接通电路

半波电压经 R_2 加到 YA 上, 电磁铁动作, 液压分配器转换。电磁铁在动作中无振动。其原因是晶闸管承受加速电压各个半周的间隔中, 由 VD_4 送入一个比电磁铁线圈额定电压小二分之一的直流电压, 所以液压分配器复位弹簧的力不会把电磁铁的衔铁拉开。当给电磁铁发出分断指令时, KA_1 常开触点打开, KA_2 常闭触点闭合。此时, 电容 C 通过 VD_5 、 KA_2 、 YA 、 R_2 、 VD_3 回路放电, 电磁铁线圈中的电流衰减加快, 故液压分配器很快复原。

加速电路中, 接通电磁铁的电流幅值为该电流平均值的 3.14 倍。因此, 在电流平均值相等条件下, 与其它直流供电电路相比, 则单相半波电路使阀门脱离原位的最大力几乎是其它已知装置的 10 倍。加速电压正半波的持续时间为 0.01 s , 比由直流电磁铁传动的液压分配器动作时间少许多。

电路中经二极管 VD_1 给电磁铁施加 12 V 直流电压。只要加速电压瞬时值小于该直流电压, 这 12 V 的直流电压就流入电磁铁线圈。电磁铁消耗的功率与其供电电压的平方成正比, 故该电路可节约电能。

5. 简单的应急照明灯

图 1-5 电路适用于当市电突然断电后以直流电源提供应急照明。

交流电源正常时, 变压器二次侧提供 13 V 交流电压, 正半周经 VD_1 、 R_2 给蓄电池充电, 晶闸管 VT 反向截止。同时, C 经 R_1 、 VD_2 充电, C 上的电压对晶闸管门极施加负向电压可保证晶闸管不被触发。所以, 应急灯不亮。

市电断电后, C 经变压器二次侧线圈、蓄电池、 R_3 放电。蓄电池 $+12\text{ V}$ 电压经 R_3 触发晶闸管导通, 应急灯亮。市电恢复后, 正半周电压又使晶闸管关断, 自动复原。

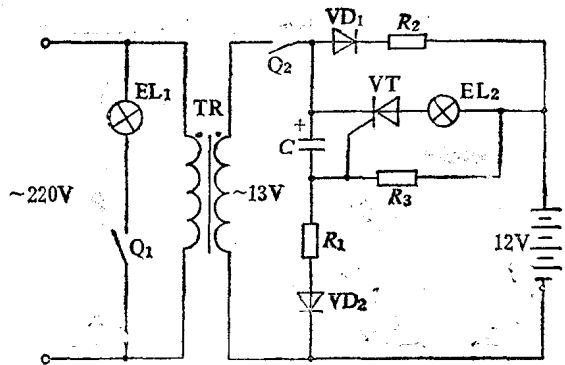


图1-5 简单的应急照明灯电路

6. 零点开关电路

作为无触点开关的晶闸管, 若能总是在电压为零的瞬间开通或关断, 则负载电流不会在瞬间突变, 可使电磁干扰减小到最小程度。

图 1-6 即为晶闸管零点开关电路。

将开关 Q 接通。当电源电压上负下正时, 晶闸管因施加反向电压而不导通。此时, C_1 通过 VD_1 充电; C_2 通过 R_2 、 VD_2 、 VD_3 充电。当电源电压变为上正下负时, VD_1 截止。此时, C_2 经过 VD_3 、 V 、 R_3 和晶闸管的门极回路放电, 使晶闸管导通。即在电源电压由上负下正半周变为上正下负过零时, 晶闸管立即导通, 起到零点开通作用。

当开关断开时, 晶闸管在上半周结束过零时自动关断。

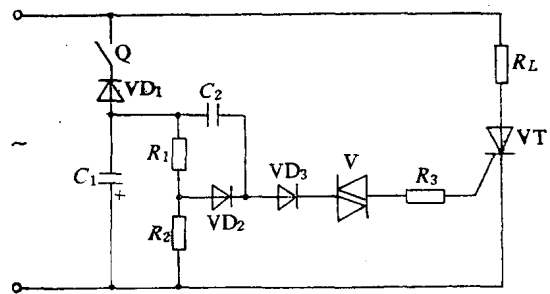


图1-6 零点开关电路

$C_1\ 10\mu\text{F}$ $C_2\ 0.25\mu\text{F}$ $R_1\ 3.8\text{k}\Omega$ $R_2\ 8.2\text{k}\Omega$ $R_3\ 100\Omega$

7. 半波开关电路

理想的半波开关电路如图 1-7 所示。

当开关 Q 在闭合位置: 交流电源正半周 (上正下负) 时, 二极管 VD_1 支路不通。电源经

R_3 供给晶体管 V 偏流, 使其导通, 晶闸管 VT 截止。交流电源负半周 (上负下正) 时, 晶体管和晶闸管均因反压而截止。故开关 Q 闭合时, 负载 R_L 为断开状态。

当开关 Q 断开后, 交流电源若正在正半周, 情况与前相同。交流电源负半周时, 晶闸管 VT 也不通, 电容 C 充电为上负下正。当交流电源再变为正半周时, 电容 C 经 VD_2 、 R_2 放电, 晶体管 V 继续反偏截止。因此, 晶闸管可在电源正半周开始时由电源经 VD_3 、 R_4 提供门极电流而导通。虽然晶闸管门极电流将随着晶体管 V 的导通而切断, 但整个正半波电流仍能通过晶闸管。

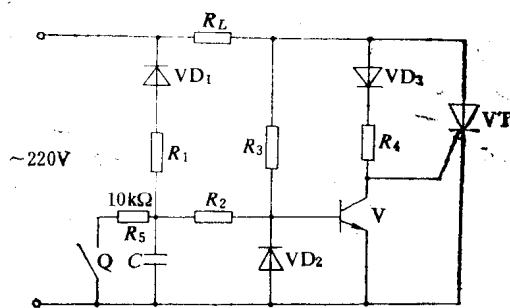


图1-7 半波开关电路

R_1 2.2kΩ R_2 47kΩ R_3 220kΩ R_4 15kΩ
V 3DA120A

8. 厂矿用零电压开关整流器

厂矿用电机、电炉等直流用电设备在电源通断时常产生冲击电流和干扰信号, 从而导致负载或开关受损。采用零电压开关可使电源在整流波形的零点附近通断, 有效地解决上述问题。

零电压开关整流器的电原理图见图 1-8。

由 $VD_2 \sim VD_5$ 全波整流产生的脉动直流经晶闸管 VT 供给负载 R_L 。合上开关 Q 后, 若此瞬间全波整流波形处于不在零点附近位置, 则电压经 R_4 、 VD_1 给电容 C_1 充电, V_1 处于反偏截止状态。当电源电压瞬时值降至 C_1 电压以下时, VD_1 截止, V_1 正向偏置而导通。其集电极电流经 R_1^* 、Q 供给晶闸管门极, 使 VT 导通, 负载得电, 实现了开关闭合时的过零起动。 V_2 为稳压管, 其稳压值为 15V, 与整流峰值电压 $\sqrt{2} \times 220V$ 相比可以认为是零点附近。 C_1 充电时可达此值 (差 0.7V)。

在开关 Q 打开后, 门极断路, 晶闸管也只能在脉动直流电压过零时关断, 从而达到了负载零电压关断的目的。

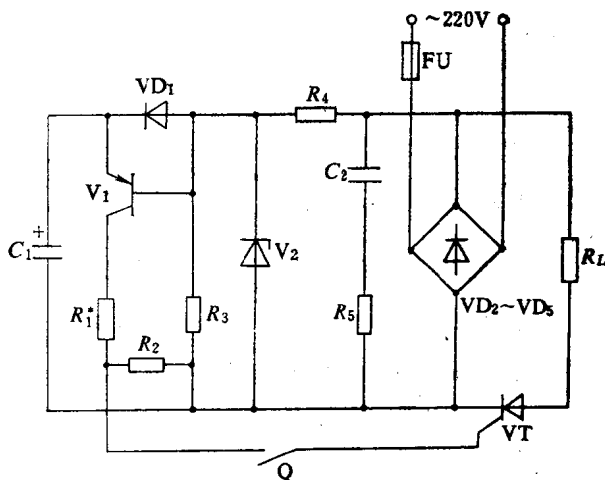


图1-8 厂矿用零电压开关整流器电原理图

R_1^* 91Ω R_2 2kΩ R_3 2kΩ R_4 20kΩ C_1 100μF
 C_2 10μF VD_1 2CP12 V_1 3CK V_2 2CW16

9. 晶闸管液位保持电路之一

图 1-9 为晶闸管液位保持电路。液位将保持在容器的高位和低位两个固定点之间。

将变压器 TC 二次侧绕组的上端和容器的外壁接地。当导电液体表面低于最低液位时, 继电器 KA 线圈失电, 其常闭触头闭合, 使液体泵电动机启动, 液位上升。当液体表面达到

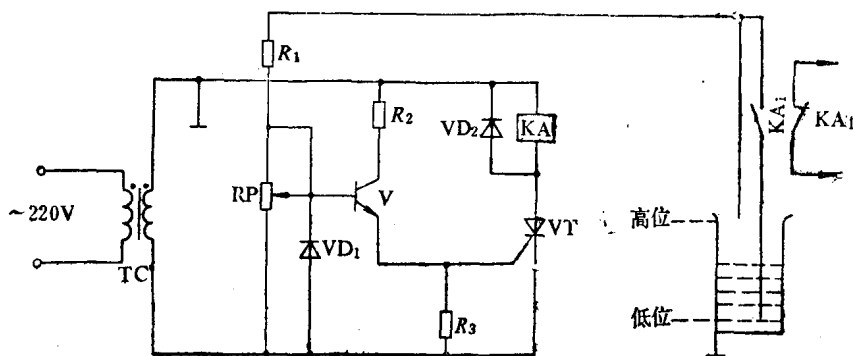


图1-9 晶闸管液位保持电路之一

最高液位时,电阻 R_1 经金属棒接入控制电路。在变压器二次侧上正下负的半周,由 R_1 、 RP 对晶体管 V 提供偏置电流,使其导通,引起晶闸管 VT 导通,继电器得电,断开其常闭触点,使液体泵电动机停转,液体表面则停止上升。

10. 晶闸管液位保持电路之二

图1-10为另一种晶闸管液位保持电路。它用来控制水泵电动机或电磁阀,从而达到保持液位的目的。

将金属棒或金属探头安装在两个固定点上,同时将盛液体的容器外壁接地。当液体表面处于高液位时,“高位”金属棒与地接通,程控单结晶体管 $PUT\ominus$ 的控制极电压由 R_3 、 R_5 分压, PUT 导通,在电阻 R_6 上的压降使晶闸管 VT_1 导通,继电器 KA 的线圈得电,其常开触点闭合,使双向晶闸管 VT_2 截止,负载(电磁阀)断电,液面停止上升。当液体表面降低,其液面低于“高位”但高于“低位”时,由于常开触点 KA_1 闭合短接了双向晶闸管门极和第二阳极,负载(电磁阀)仍停止进液。同时,程控单结晶体管 PUT 的控制极电位仍低于阳极电位。所以继电器 KA 线圈仍保持通电,直到液位低于“最低液位”时, PUT 因控制极电位升高而使振荡停止, VT_1 关断,继电器常开触点 KA_1 、 KA_2 断开,双向晶闸管 VT_2 导通,容器进液。如此,可使液位保持在两固定位置之间。

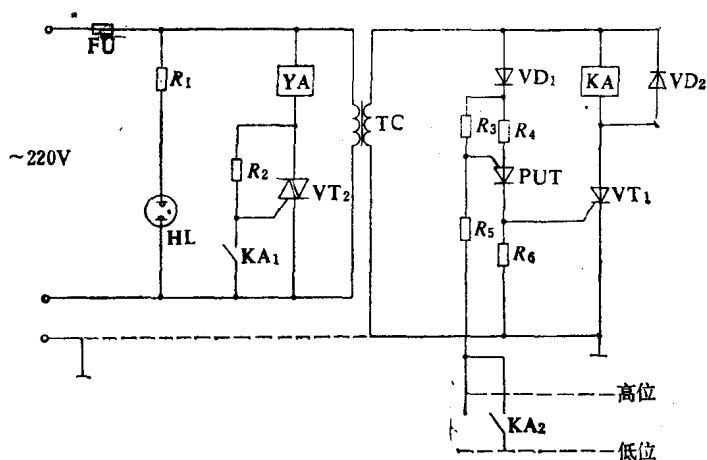


图1-10 晶闸管液位保持电路之二

R_1 63k Ω R_2 100 Ω R_3 1M Ω R_4 470 Ω R_5 100k Ω R_6 1k Ω

$\ominus$ PUT 实质上是 N 门极晶闸管。

11. 晶闸管液位简易控制电路

图1-11为晶闸管液位简易控制电路。

合上开关Q，控制电路投入工作状态。若水塔内无水时，磁铁浮子下落到水槽底部，与下限干簧管KA₂靠近。由于磁化作用KA₂闭合；又由于KA₃是常闭型干簧管，所以晶闸管被触发导通，继电器KA₁线圈得电，闭合它的常开触头使接触器KM线圈得电，其常开触头闭合，水泵电动机起动开始上水，液位上升。此时，磁浮子F已经离开干簧管KA₂，干簧管恢复它的常开状态，但此时继电器KA₁的常开触点闭合，因此继电器自锁，晶闸管VT继续导通。当水位上升到给定高度时，磁浮子F靠近干簧管KA₃，因磁化作用，将常闭型的干簧管的常闭触点断开，晶闸管关断，继电器线圈失电，断开它的常开触头，接触器线圈失电，电机停转，水泵停止上水。当水位下降到磁浮子F与干簧管靠近时，将重复上述过程，实现自动控制。

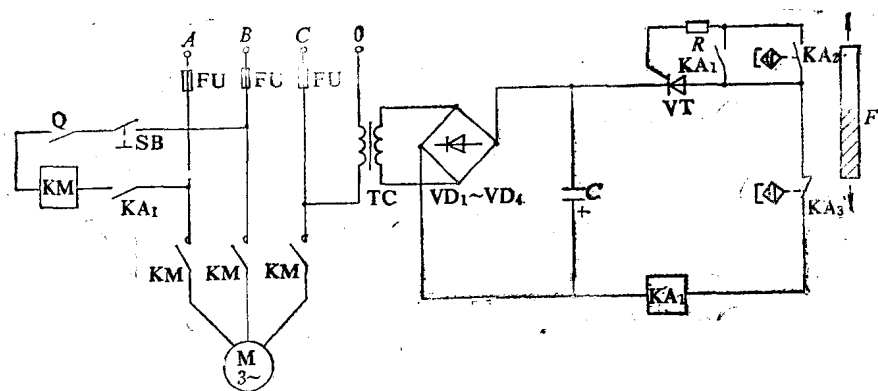


图1-11 晶闸管液位简易控制电路

R 100Ω C 220μF VD₁~VD₄ 2CP11 VT 3CT5A/500V KA₂ JAG~4~H (常开型) KA₃ JAG~4~Z (常闭型) KAJQX~4~12V

12. 大型水塔的水位控制电路

大型水塔或深井抽水所使用的水泵电动机常在几十千瓦以上，一般采用降压起动方式，Y/Δ起动为其中一种。

图1-12为大型水塔的水位控制电路。

将选择开关Q₁置于手动位置时，按下启动按钮SB₁，由于继电器KA₂已得电闭合了常开触头KA₂，所以中间继电器KA₃线圈得电，闭合其常开触头KA₃自锁，闭合其常开触头KA₃使接触器KM₁线圈得电。此时，接触器KM₂线圈未得电，继电器KA₄线圈也未得电，所以接触器KM₁接通其常开触头，电动机按Y形运转。当继电器KA₃接通时，其常闭触点KA₃断开，电容C₂充电，延时到整定的时间时，单结晶体管V₁导通，在R₂上产生脉冲，使晶闸管VT导通，时间继电器KT线圈得电，闭合其常开触头KT，则继电器KA₄得电，闭合其常开触头KA₄，断开其常闭触点KA₄，则接触器KM₂线圈得电，同时，其常开触头闭合自锁，电动机按Δ形运转，达到降压起动的目的。

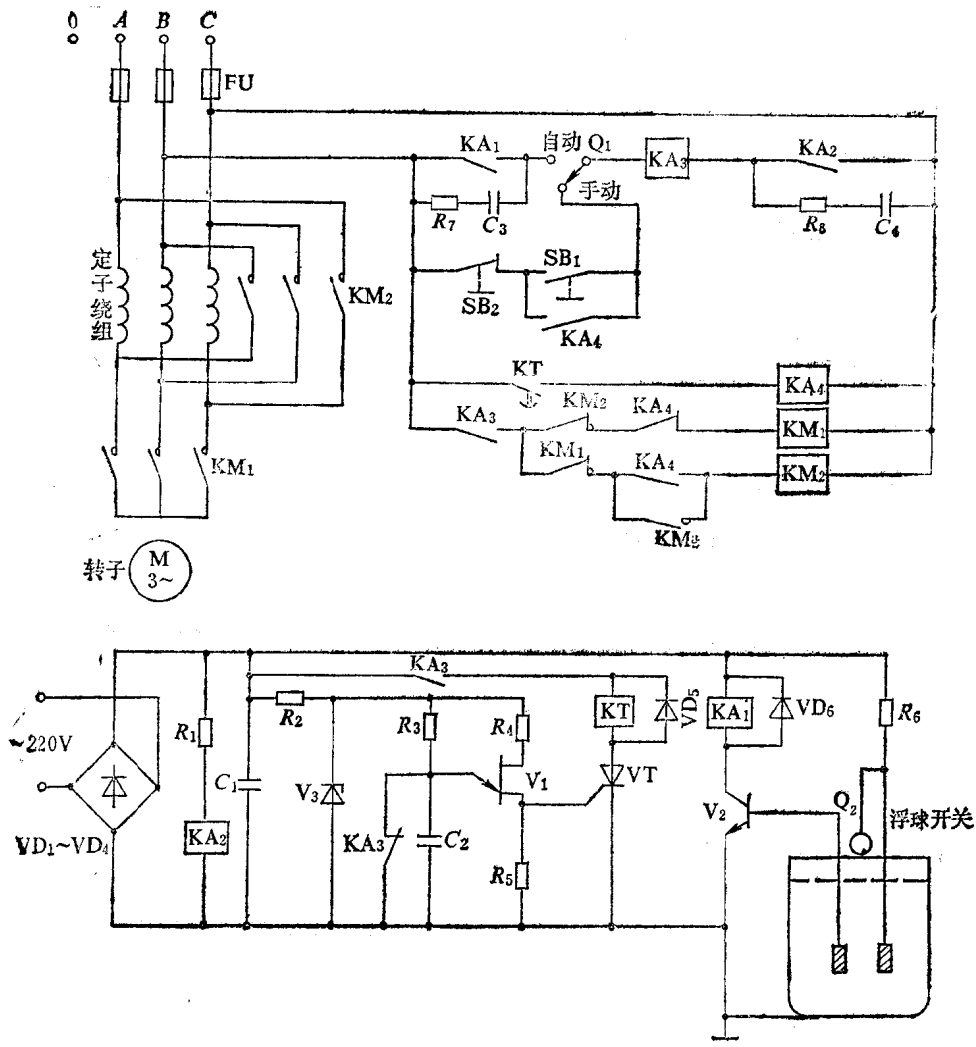


图1-12 大型水塔的水位控制电路

R_1 100 Ω R_2 390 Ω R_3 51k Ω R_4 510 Ω R_5 100 Ω R_6 10k Ω C_1 100 μ F
 C_2 100 μ F $VD_1 \sim VD_6$ 2CP11

按下停止按钮 SB_2 ，线圈 KA_3 失电，其常开触头全部断开，继电器 KA_4 、 KM_1 、 KM_2 、 KT 均失电，单晶体管 V_1 也停振，电动机停转，液位停止升高。

将选择开关置于自动位置，如将浮球开关 Q_2 与晶体管 V_2 接通，则继电器 KA_1 线圈得电，电动机重复前述起动过程。当水位超过某一位置时，浮球开关 Q_2 与晶体管 V_2 的基极断开， V_2 截止，继电器 KA_1 失电，断开其常开触头 KA_1 ，电动机停止运转，液位停止上升。

C_3 、 R_7 和 C_4 、 R_8 是为防止触头开断时拉弧所设置的保护电路。

13. 汽车的晶闸管电子点火器电路

图 1-13 为汽车的晶闸管电子点火器电路。

晶体管 V_1 、 V_2 、二极管 VD_1 、 VD_2 、电阻 R_1 、 R_2 和变压器 TP 等组成逆变器。其作用

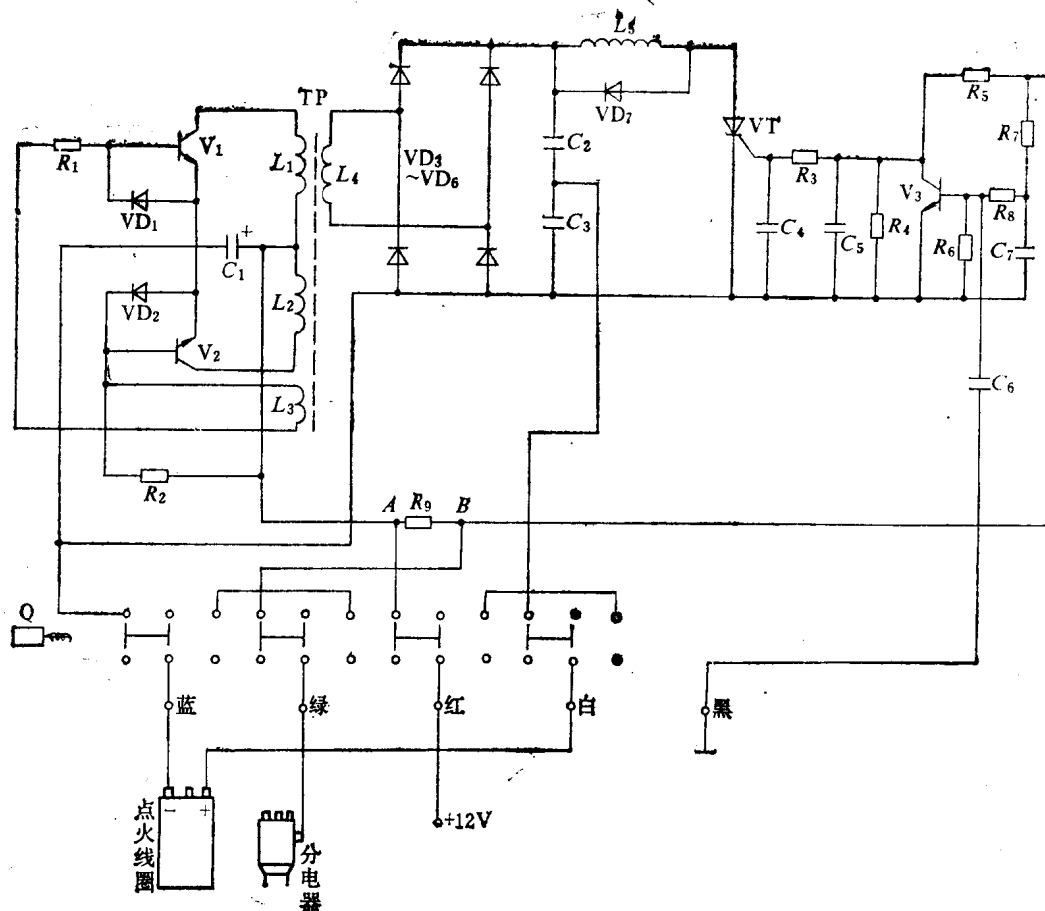


图1-13 汽车晶闸管电子点火器电路

是将 12 V 直流电变换为 400 V 左右的交流电，在 L_4 两端输出。

逆变输出的交流电压经 $VD_3 \sim VD_6$ 整流对 C_2 充电，将电能储存于 C_2 中。当汽车分电器中的白金触点闭合时，图中 B 点经白金触点接地，晶闸管的触发控制电路不工作，VT 关断。当分电器中白金触点断开时，+12V 电压经 R_0 、 R_1 、 R_3 给晶闸管 VT 提供门极触发电压，VT 导通，将由 $VD_3 \sim VD_6$ 组成的桥式整流电路的输出端短接，于是逆变器停振。此时，由于 C_2 两端电压不能突变， C_2 将通过晶闸管 VT 和地端向点火线圈 L_4 放电，经高压绕组和火花塞产生电火花。点火时， C_2 的电能很快释放完毕，晶闸管 VT 关断，逆变器恢复工作。

V_3 、 $R_3 \sim R_0$ 、 $C_4 \sim C_7$ 等元件组成晶闸管 VT 的触发电路。当分电器中的白金触点断开时，+12V 电压通过 R_0 、 R_1 向电容 C_7 充电。由于电容两端电压不能突变，在刚开始充电的瞬间， C_7 相当于短路，其上端为零电位， V_3 截止。正电压通过 R_0 和 R_1 加到晶闸管 VT 的门极使其导通。点火后，VT 关断， C_2 开始充电，正向电压加在晶闸管上。此时，VT 不会因白金触点断开而继续导通。原因是 C_7 充电已达一定程度，其上端电压逐渐升高， V_3 开始导通并很快进入饱和区，相当于将晶闸管门极接地。白金触点闭合后， C_7 经 R_0 放电，释放积累电荷，晶闸管仍保持关断状态。直到白金触点再一次打开，又一个瞬间触发信号加到晶闸管 VT 的门极上，VT 又一次导通，火花塞又产生火花去启动汽车发动机。随后又因 C_7 上端电位升高， V_3 又饱

和导通, 将晶闸管门极再次接地。

电子点火器中 Q 是一只推拉式开关。当点火器偶然故障或不准备采用电子点火时, 只需将开关 Q 换上按钮即恢复原来的普通点火状态。电子点火器有效地改善了汽车的低温启动特性, 提高了燃烧程度, 减少了污染, 延长了白金触头的使用寿命, 而且可以节省汽油。

14. 数控机床输入设备的晶闸管驱动电路

数控机床的输入设备, 即读数机大都采用五单位电报机头。采用晶闸管驱动电路可大大提高输入机工作的可靠性。同时, 省掉传统电路中的继电器, 消除了机械振动和火花干扰, 可使纸带送入速度 $0 \sim 20$ 行/s 连续可调。

图 1-14 为数控机床输入设备的晶闸管驱动电路。

当输入端加 0 V 表示输入禁止。此时, 晶体管 V_6 导通, 集电极输出负电位, 二极管 VD_2 导通, C_1 无法充电, 单结管弛张振荡器不振荡, 脉冲变压器 TC_1 无输出, 晶闸管 VT_1 阻断, 电报机头不工作, 纸带不走。

当输入端加 -12 V 表示走带。此时, V_6 截止, 二极管 VD_2 反压截止。电容 C_1 开始充电, 达峰点电压时, V_1 导通, TC_1 输出脉冲, VT_1 导通, 接通电报机头线圈 3F-10 的电源, 吸动衔铁, 推动棘轮, 使纸带前移一行。

晶闸管 VT_1 导通后, 电报机头线圈两端的压降作为单结晶体管 V_2 的工作电源。当电容 C_2 充电到 V_2 的峰点电压时, V_2 导通输出脉冲, 经脉冲变压器 TC_2 加到晶闸管 VT_2 的门极, 使

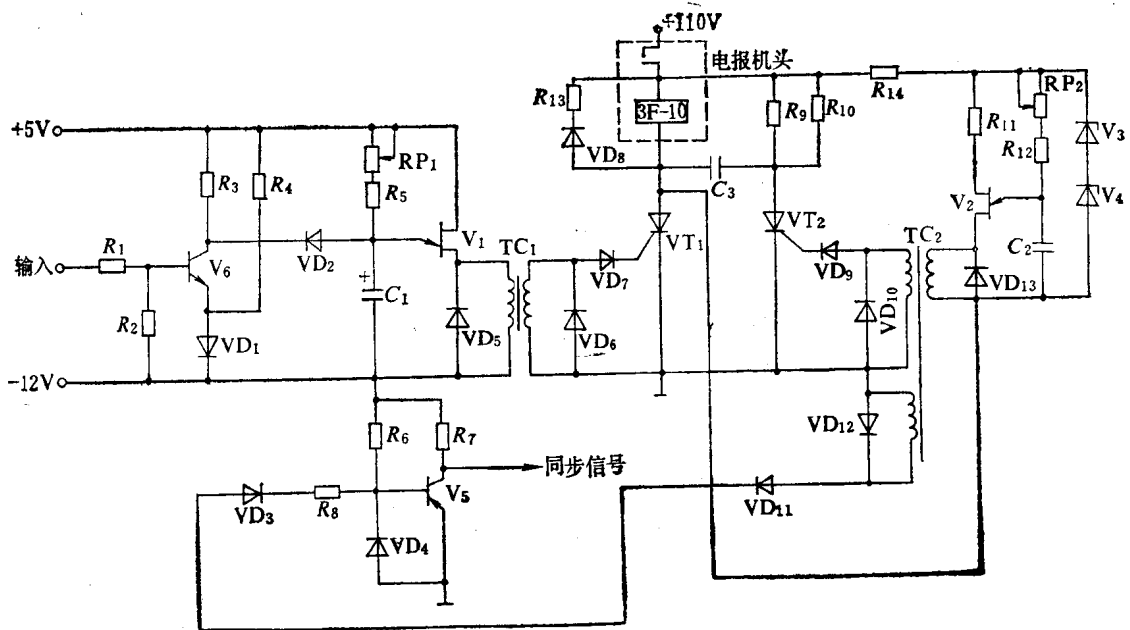


图1-14 数控机床输入设备的晶闸管驱动电路

R_1 10k Ω R_2 5.1k Ω R_3 8.2k Ω R_4 5.1k Ω R_5 15k Ω R_6 20k Ω R_7 1.5k Ω R_8 5.6k Ω
 R_9 10k Ω R_{10} 10k Ω R_{11} 510 Ω R_{12} 15k Ω R_{13} 2k Ω R_{14} 10k Ω RP_1 150k Ω RP_2 150k Ω
 $VD_1 \sim VD_7$ 2CP12 VD_8 2CP15 $VD_9 \sim VD_{13}$ 2CP12 C_1 1 μ F C_2 0.47 μ F C_3 0.47 μ F V_1
BT33E V_2 BT33F V_3, V_4 2CW5 V_5 3AK20A V_6 3DK2B VT_1, VT_2 3CT5A/300V