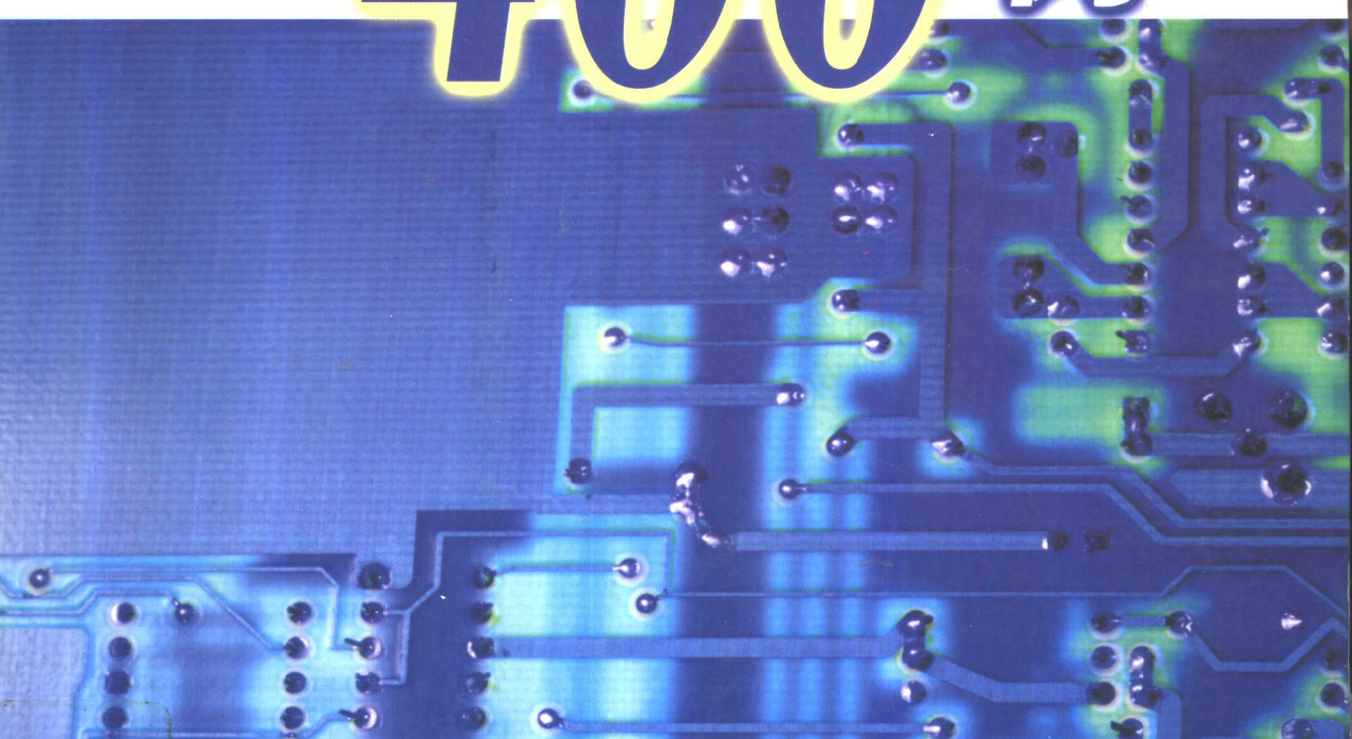


新编实用电工电路 400例



郑凤翼
李俊

主编
审校

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

198242

TM13

Z434

新编实用电工电路 400 例

郑凤翼 主编

李俊 审校

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

新编实用电工电路 400 例/郑凤翼主编. —北京:人民邮电出版社, 2001. 10

ISBN 7-115-09520-5

I. 新… II. 郑… III. 电工 - 电路 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 048044 号

内 容 提 要

本书精选了低压电器电路、设备控制电路、供电电路、检测与报警电路以及电子电路等常用的电工电路 400 余例,详细地讲解了电路的原理和工作过程。本书所选资料来自生产实践,内容真实可信、通俗易懂,可以帮助读者解决工作生活中遇到的问题。

本书适合广大电工人员及电子爱好者阅读。

新编实用电工电路 400 例

◆ 主 编 郑凤翼

审 校 李 俊

责任编辑 张 鹏 刘建章

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

读者热线:010-67129212 010-67129211(传真)

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京朝阳隆昌印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:25.25

字数:632 千字

2001 年 10 月第 1 版

印数:1-6 000 册

2001 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09520-5/TN·1752

定价:32.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

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。

我们根据有关资料和多年从事电工工作的经验,汇编了约 400 种实用电工电路。本书所介绍的电工电路绝大部分来自生产实践,经过归纳、提炼和引伸而成,因此内容比较真实,可帮助大家快速、正确地处理工作中遇到的问题,希望读者能从中得到启发。

本书主要内容有:低压电器电路、电动机控制电路、机床和起重机械电气控制电路、一般生产机械装置电气控制电路、供电电路(包括三相交流电源相序检测及锁定电路、单相和三相供电电路、整流、稳压及调压电路、备用电源切换电路和蓄电池充电电路)、电工测量、监测、指示电路与报警电路、灯光控制电路(包括照明灯控制电路、彩灯控制电路、路灯控制电路)、电子电路(包括电子电器电路、晶闸管电路、常用设备电子控制电路)。全书共分三章,第一章为一般电工电路,第二章为基础电工电路,第三章为电工用电子电路。

全书特点是简明扼要、内容充实、重点突出、通俗易懂。

参加本书编写的工作人员有郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、郑晞晖、苏阿莹及杨长瑞等。

在本书写作过程中,编者参考了大量的书刊杂志和有关资料,并引用其中一些资料,难以一一列举,在此一并向有关书刊和资料的作者表示衷心感谢。

作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 一般电工电路	1
第一节 低压电器电路	1
一、交流接触器直流运行电路	1
二、接触器控制电路	2
三、继电器电路	5
四、熔断器电路	7
五、其它电工电器电路	9
第二节 电动机控制电路	11
一、电动机多点、多地及远地控制电路	11
二、三相鼠笼型异步电动机全压启动控制电路	13
三、三相鼠笼型异步电动机降压启动控制电路	30
四、电动机制动电路	36
五、三相异步电动机 Y- Δ -Y 转换节能控制电路	42
六、三相异步电动机保护电路	45
七、三相绕线型异步电动机控制电路	50
八、双电动机自动切换电路	53
九、单相交流电动机控制电路	55
十、直流电动机控制电路和调速电路	58
十一、60Hz 的电动机在 50Hz 电源上的使用	61
第三节 机床和起重机械电气控制电路	64
一、机床电气控制电路	64
二、起重机械电气控制电路	70
第四节 一般生产机械装置电气控制电路	76
一、电焊机电路	76
二、纺织机械电气控制电路	82
三、水泵电气控制电路	83
四、水位、液位电气控制电路	91
五、供水、断水控制电路	102
六、压力和压缩机电气控制电路	104
七、电加热电路	106
八、其它生产机械装置电气控制电路	113
第五节 供电电路	121
一、三相交流电源相序检测及锁定电路	121
二、单相和三相供电电路	123
三、整流、稳压及调压电路	131

四、简单实用的备用电源切换电路	147
五、蓄电池充电电路	149
第六节 电工测量、监测、指示电路与报警电路	159
一、电工测量、监测与指示电路	159
二、报警电路	167
第七节 灯光控制电路	172
一、照明灯控制电路	172
二、路灯控制电路	181
第二章 基础电工电路	185
第一节 低压电器电路	185
一、断路器控制电路	185
二、继电器电路	187
三、熔断器电路	187
四、其它电工电器电路	189
第二节 电动机控制电路	190
一、电动机多点、多地及远地控制电路	190
二、电动机全压启动控制电路	194
三、电动机降压启动控制电路	199
四、电动机制动电路	205
五、三相异步电动机保护电路	206
六、单相交流电动机控制电路	216
七、电磁调速电动机控制电路	217
八、直流电动机控制电路和调速电路	220
第三节 机床和起重机械电气控制电路	228
一、机床电气控制电路	228
二、起重机械电气控制电路	236
第四节 一般生产机械装置电气控制电路	240
一、电焊机电路	240
二、纺织机械电气控制电路	241
三、水泵电气控制电路	247
四、水位、液位电气控制电路	250
五、供水、断水控制电路	253
六、压力和空气压缩机(以下简称空压机)电气控制电路	256
七、电加热电路	261
八、其它生产机械装置电气控制电路	263
第五节 供电电路	265
一、单相和三相供电电路	265
二、整流、稳压及调压电路	267
三、简单实用的备用电源切换电路	270
四、蓄电池充电电路	273

第六节 电工测量、监测、指示电路与报警电路	275
一、电工测量、监测与指示电路	275
二、报警电路	281
第七节 灯光控制电路	285
一、照明灯控制电路	285
二、彩灯控制电路	290
三、路灯控制电路	294
第三章 电工用电子电路	298
第一节 电子电器电路	298
一、电子定时器电路	298
二、电子继电器电路	310
三、电子开关和插座电路	317
四、新型电子器件应用电路	333
五、其它电子电器电路	342
第二节 晶闸管电路	350
一、晶闸管开关和单相调压电路	350
二、晶闸管三相调压电路	354
三、晶闸管过零触发调功电路	362
第三节 常用设备电子控制电路	367
一、电动机控制电路	367
二、液位显示与井泵控制电路	372
三、温度控制电路	375
四、其它设备电子控制电路	379
第四节 供电电路	383
一、单相电源和三相电源供电电路	383
二、整流、稳压、调压及充电电路	385

第一章 一般电工电路

本章介绍由继电器、接触器组成的电气控制电路,以及由晶体管、晶闸管和集成电路组成的简单电气控制电路。

第一节 低压电器电路

一、交流接触器直流运行电路

1. 不占用辅助触点的交流接触器直流运行电路

大多数交流接触器直流运行电路都要占用接触器的一个常闭辅助触点,而图 1.1.1 所示的交流接触器直流运行电路不占用交流接触器的辅助触点。

(1) 向电容 C_2 充电

交流接触器 KM 不带电时,220V 交流电经电容 C_1 降压再耦合到全桥 UR,经全波整流后再经 C_2 滤波,在 C_2 的两端得到上正下负的约 300V 直流电压。

(2) 电容 C_2 向 KM 线圈放电,KM 直流吸合

按下启动按钮 SB_1 , C_2 向 KM 线圈放电,强大的瞬间放电电流使 KM 立即得电吸合并自锁。

(3) KM 直流吸合维持阶段

220V 交流电经电容 C_1 降压、整流桥 UR 整流、电容 C_2 滤波,通过已闭合的常开触点 KM (1-2)提供的较小的直流维持电流,使 KM 保持吸合状态不变。

2. 接入 1 只二极管的交流接触器无声运行电路

电路如图 1.1.2(a)所示,按下启动按钮 SB_1 ,其常开触点(1-2)闭合、常闭触点(3-4)断开,交流接触器 KM 得电吸合,其常开辅助触点闭合,将电容 C 接入电路,其等效电路如图 1.1.2(b)所示。松开启动按钮 SB_1 ,在 SB_1 复位的过程中,其常

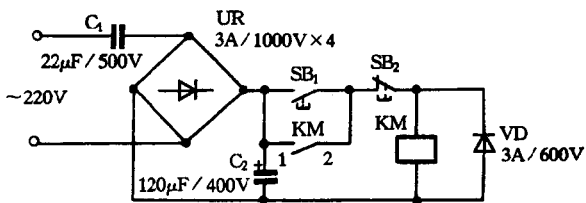


图 1.1.1 不占用辅助触点的交流接触器直流运行电路

开触点(1-2)先断开、常闭触点(3-4)后闭合,电容 C 先串入电路。由于电容具有隔直流通交流的作用,接触器 KM 的线圈通过电容 C 能够直接接通 220V 交流电,通过电容 C 给线圈提供维持吸合的电流。在 SB_1 复位后,二极管 VD 接入电路,使 KM 线圈开始进入直流运行。在交

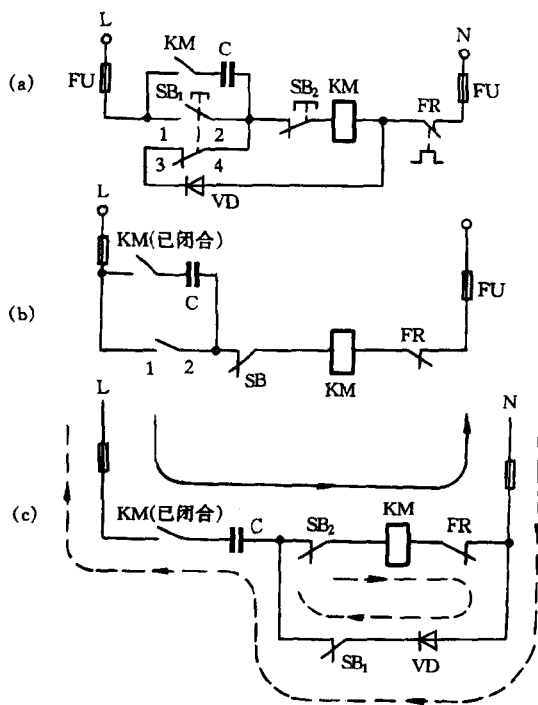


图 1.1.2 接入 1 只二极管的交流接触器无声运行电路

这样在 KM 的辅助常闭触点 KM(3-4)断开的瞬间,过电压将被电容 C 吸收,保护二极管 VD₂ 免被击穿。在 KM(3-4)断开、KM(5-6)尚未闭合瞬间,220V 交流电经启动按钮 SB₁ (仍闭合)、VD₂ 直接供给 KM 线圈电流,使衔铁可靠吸合。KM(5-6)闭合后,在 SB₁ 复位(断开)前,电源正半周(左正右负)经 SB₁、VD₂ 直接供给 KM 直流电流,负半周由 VD₁ 续流维持吸合。SB₁ 复位后,才由 C 和 VD₁ 组成直流运行电路。

对于图 1.1.2、图 1.1.3 所示电路,电容器 C 的容量和接触器线圈的工作电流之间存在着一定关系。经验公式 $C = (6.5 \sim 8) I_0$ 可供参考,式中 C 为电容器的电容量(μF)、 I_0 为所选接触器线圈的直流工作电流(A)。该式适用于交流工作电压为 380V 的情况。由于吸合的直流工作电流 I_0 小于交流的工作电流 I_c ,且接触器的容量愈大, I_0/I_c 的值愈小,因此对额定电流大的接触器,选取直流电流值和上式中的系数时应当小些。

二、接触器控制电路

1. 低压接触器瞬时失压、欠压延时电路

接触器线圈为长期工作负载,若由于某种原因而瞬间失压或欠压,使线圈两端的电压跌落到维持电压以下,造成衔铁释放,这将给要求保持连续运行的生产线带来损失。如果能在交流线圈上并接一只平时不放电的电容器充电待命,一旦在电网电压跌落到一定数值,电容器就自

流电源的正半周中,二极管 VD 截止,220V 交流电通过电容 C 给线圈供电,其电流流通路径如图 1.1.2(c)的实线所示;在交流电源的负半周中,二极管 VD 导通,同时二极管 VD 给 KM 线圈提供续流回路,其电流流通路径如图 1.1.4(c)的虚线所示,使 KM 线圈中流过连续的直流电流,交流接触器进入无声的节电运行状态。按下停止按钮 SB₂,能同时切断 KM 线圈的交流供电电路和续流回路,使交流接触器触点快速释放,这与交流释放时间大致相等。因此在电网电压发生瞬时断电或电压突然大幅度波动时,交流接触器主触点就会释放,此时就不能保证设备的可靠稳定运行。

3. 接入 2 只二极管的交流接触器无声运行电路

电路如图 1.1.3 所示,按下启动按钮 SB₁,在接触器 KM 的衔铁闭合过程中,首先应使 KM 的辅助常开触点 KM(1-2)闭合,把电容 C 直接并联在二极管 VD₂ 的两端,

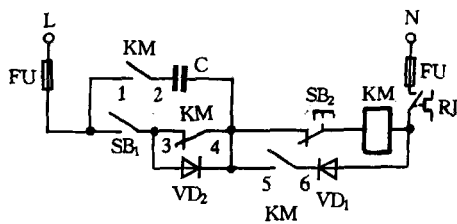


图 1.1.3 接入双二极管的交流接触器无声运行电路

动接通通向线圈的电路,并向线圈放电(见图 1.1.4),则前述的缺陷都可克服。

图 1.1.5 虚线框内所示电路为接触器由瞬时失压再转入正常时能立即自动吸合的电路。接触器 KM 线圈接在变压器 T 的一次侧对应电压值的绕组上,继电器 K 的常开触点并联在控制回路 KM 的自锁触点上,常闭按钮 SB₁ 增加一副常开触点与延时电路放电回路相连。这样安装简便,不影响原控制回路,操作习惯与正常时一样,按“停止”按钮时间不需超过延时时间。

按下 SB₂, KM 得电吸合并自锁,虚线框中变压器 T 随 KM 同时得电, T 的次级电压经整流桥 UR 整流、C₁ 滤波,在 C₁ 两端得到直流电压,经 R 对电容 C₂ 充电, C₂ 充电完毕, VT 导通,使继电器 K 得电吸合,其常开触点闭合,作失压、欠压延时的准备。当失压、欠压时,接触器 KM 失电释放,其自锁触点断开,同时 C₂ 向三极管 VT 放电,使其仍维持导通,而由 C₁ 供给 K 线圈吸合能量,因此 K 仍可吸持一定时间,这段时间里如电源已恢复正常, KM 立即通过 K 的已闭合的常开触点得电吸合,达到失压延时同样的效果。如果正常按动 SB₁, 则主回路失电,同时 C₂ 被 SB₁ 常开按钮(已闭合)短路放电, K 由于 VT 无基极电流截止而释放, KM 也由于通路全部切断而释放。

该失压、欠压延时电路可通用于所有电流等级的接触器,而且所用元件简单,体积也很小。

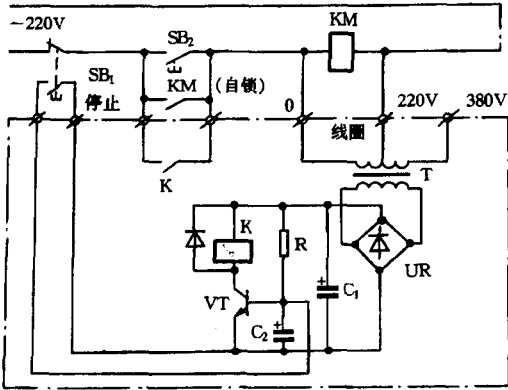


图 1.1.5 低压接触器瞬时失压、欠压延时电路

往往不足, I 又为感性负载电流,在触点断开瞬间,往往因拉弧致使触点烧坏而出现故障,造成 Q 难以正常工作。

为了消除该电弧并保证 Q 正常运行,在 Q 的常闭触点两端并联一消弧电容,如图 1.1.6 (b)所示。在 Q 得电、其常闭触点断开的瞬间,合闸电流 I 对 C 充电, Q 的常闭触点就在无弧状态下断开, Q 正常合闸。当 C 充电电压等于电阻分压 U_R 时,充电结束,合闸电流 I 逐渐衰减为维持电流 I_1 。S 断开, Q 失电, C 通过 Q 的常闭触点瞬间放电至零,恢复原始状态。其充电电压及电流波形如图 1.1.7 所示。充电时间 T 的长短取决于 Q 线圈的直流电阻和 C 的大小。充电时间必须大于 Q 常闭触点的动作时间,其电弧才能全面消除,并可保证辅助点的安全和真空接触器的正常合闸。一般这种接触器动作拉弧时间为数十毫秒,因此在参数选择上,只要能保证充电时间 T 大于 $0.7RC$ 即可。电容 C 选用 $100\mu\text{F}/350\text{V}$, 其时间常数 τ 计算结果为 114ms , 就能完全满足系统运行要求。实践结果也充分证明当 Q 合闸、Q 常闭触点断开时是无电弧运行的。

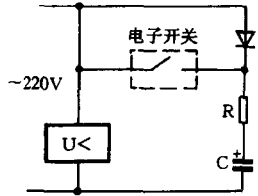
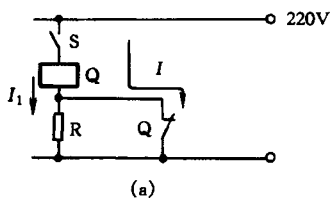


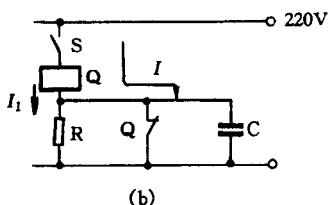
图 1.1.4 交流接触器
线圈瞬时失压、
欠压延时电路原理

2. 高压真空接触器辅助回路的改进电路

在大功率电气拖动系统中,高压真空接触器经常处于开闭运转状态,其直流电磁操作回路要求 220V 供电,合闸电流较大,保持电流较小,这一转换过程是通过其辅助常闭触点来完成的,如图 1.1.6(a)所示。当 S 闭合后, Q 的线圈得电,全电流 I 通过 S、Q 的线圈及 Q 的触点,在 Q 得电的瞬间 Q 的常闭触点打开,则 I 变为由限流电阻 R 限流后的 Q 线圈的维持电流 I_1 。根据 CZG 型真空接触器技术要求,合闸电流为 $1.3 \sim 5\text{A}$,维持电流为 $0.3 \sim 0.2\text{A}$ 。由于 Q 的常闭辅助触点开断容量往



(a)



(b)

图 1.1.6 高压真空接触器辅助回路的改进电路

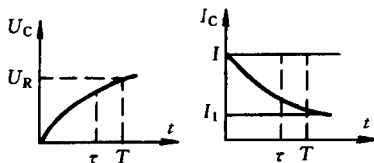


图 1.1.7 图 1.1.6 中电容 C 的充电电压和电流波形

3. 交流接触器的检测控制电路

接触器在运行中,主触点频繁地接通和分断电路中的大电流,并长期要通过额定电流,往往造成磨损、严重烧损或熔焊;接触器的可动部件被卡住、吸合线圈绝缘被损坏、电磁铁噪声大等故障也时有发生。因此,接触器投入运行后,要经常进行检查、维护并定期检修,确保接触器长期可靠地运行。

对于新安装的或检修后的接触器,通常要在主触点不带电的情况下,先使吸合线圈通电,分合数次,以检查可动部件是否灵活以及触点开距、压力、超行程和触点接触的同步性等是否符合规定、动作是否可靠,然后才能投入使用。

为此,有必要对固定式低压配电屏和动力配电箱带有交流接触器的配电回路,增设接触器检测控制电路,以达到在主触点不带电的情况下,检查接触器的动作情况。

图 1.1.8 所示为带有低压断路器 QF 的交流接触器控制电路,点划线框内为检测交流接触器 KM 的控制电路。这种电路是利用 LA101 系列机械自持型按钮 SB_3 常开触点和 QF 的辅助常闭触点与接触器 KM 的吸合线圈串联组成的。当检测 KM 时,将 QF 置于分断位置,这时 QF 的常闭触点 QF (1-2) 闭合,按下 SB_3 ,其常开触点 SB_3 (1-2) 闭合并保持这一状态,使 KM 得电吸合,接通 KM 的检测电路,并且 SB_3 的常闭触点 SB_3 (3-4) 断开 KM 的控制电路,此时就可

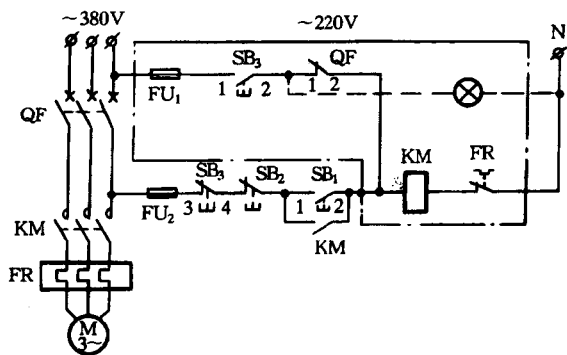


图 1.1.8 交流接触器检测控制电路

以单独对 KM 进行接通与分断相关项目的检查。虽然 KM 的常开辅助触点 KM (1-2) 闭合,但由于复合按钮 SB_3 的常闭触点 SB_3 (3-4) 已断开,使 KM 的主触点不带电。如果主电路接通(断路器 QF 合闸),电动机 M 运转,由于 QF 的常闭触点 (1-2) 断开,则检测 KM 的控制电路不能工作。检测工作完毕后,再次按动 SB_3 时,其常开触点断开,恢复到原始状态。为了提示电工及时将 SB_3 复位,宜选用带指示灯的 LA101 系列灯式机械自持按钮,如图 1.1.8 中虚线接线

部分所示。

4. CJ20 系列接触器运行指示电路

图 1.1.9 所示的 CJ20 系列交流接触器运行指示电路,根据指示灯的指示,可判断接触器是否吸合。

对于图 1.1.9(a)所示电路,电源部分用电容 C_1 将 220V 交流电降至 15V 左右。 R_1 和 R_2 为变色发光二极管的限流电阻。当接触器 KM(CJ20 型)得电吸合时,其常开辅助触点 KM(1-2)闭合、常闭辅助触点 KM(3-4)断开,红色发光二极管发光;当 KM 失电释放时,其辅助触点 KM(3-4)闭合、KM(1-2)断开,绿色发光二极管发光。

为使指示器显示更醒目,可采用图 1.1.9(b)所示电路。 VT_1 、 VT_2 组成振荡频率为 1Hz 的多谐振荡器。当 KM 得电吸合时,其常开辅助触点 KM(1-2)闭合, +15V 电源电压经 VL_1 、 VD_1 给 VT_1 、 VT_2 供电;而使常闭触点 KM(3-4)断开,使 VL_2 、 VD_2 与 +15V 电源断开。这时 VL_1 、 VD_1 、 VT_1 、 VT_2 工作(振荡), VL_1 发出一亮一灭的红光。同理,KM 失电释放(不工作)时,其常开辅助触点 KM(1-2)断开,而常闭触点 KM(3-4)闭合,使 VL_2 发出一亮一灭的绿光。

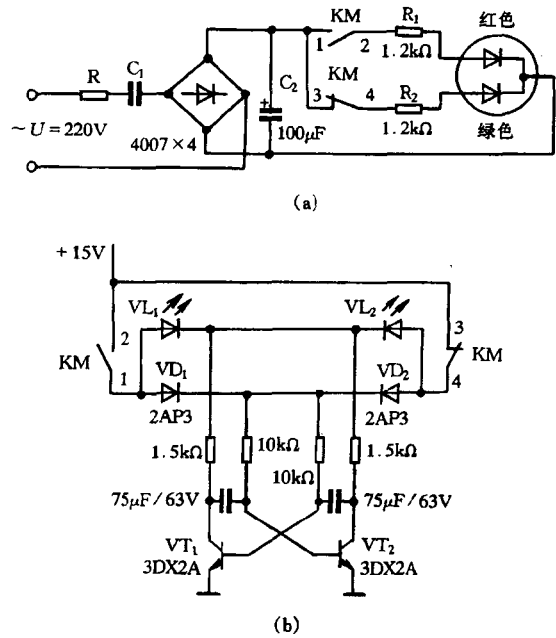


图 1.1.9 CJ20 系列接触器运行指示电路

三、继电器电路

1. 220V 交流市电直接驱动小型继电器电路

用小型直流继电器作执行元件的电路,通常利用变压器对市电降压、整流为其供电,成本较高。图 1.1.10 所示电路则采用电阻、电容降压的直接驱动电路,降低了成本。

图 1.1.10(a)为最简单的电阻降压、二极管整流、电容滤波的电路,用来驱动继电器工作,此电路唯一的要求是 R 的功率要稍大一点。

图 1.1.10(b)采用电阻降压、桥式整流、电容滤波的稳压电路,比图 1.1.1(a)电路稳定性好。

图 1.1.10(c)则采用电容降压、稳压管稳压、二极管整流、电容滤波的驱动小型继电器工作的电路。交流电的正半周通过阻容降压、稳压管 VZ 稳压,二极管 VD 整流,电容 C_2 滤波,驱动小型继电器工作;负半周 C_2 对小型继电器放电,使小型继电器继续得电,同时 C_1 通过 R 放电, R 则用来泄放 C_1 两端的电荷。

图 1.1.10(d)是 4 个电路中最好的一个,采用电容 C_1 降压,桥式整流, C_2 滤波来驱动继电器工作。

2. 提高直流继电器触点释放速度的电路

在常见的直流继电器控制电路中,为了防止继电器线圈的反电势击穿驱动晶体管 VT 和加快继电器触点释放速度,往往在继电器线圈 L 两端并联一只二极管 VD,如图 1.1.11(a)所

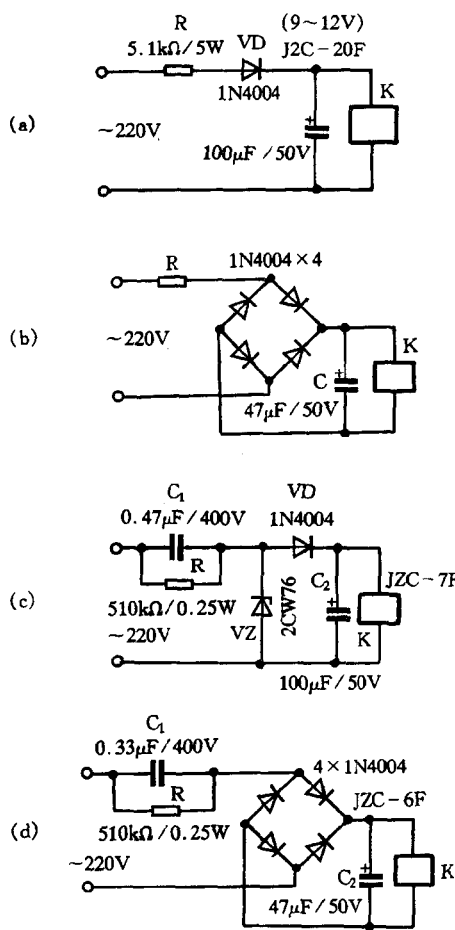


图 1.1.10 市电直接驱动小型继电器电路

情况,以保证所生产的电热膜元件的质量(温度对喷镀质量影响很大),为此将电阻丝分成 12 组,每组采用 Y 形连接,三相电源供电,利用电流继电器来检测断相,其中一组的断相检测电路如图 1.1.12 所示。

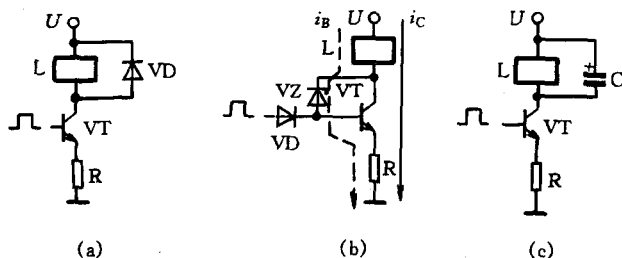


图 1.1.11 提高继电器触点释放速度的电路

三相对称电阻丝 R_{L1} 、 R_{L2} 、 R_{L3} 采用 Y 形连接,负载中性点 N' 与电源中性点 N 之间串入电流继电器 KA,若电阻丝未烧断,由于三相电流是对称的,因此中线电流 $I_{NN'}$ 为零,电流继电器 KA

示。但由于 VD 将脉冲电压钳制在 0.7V 左右,线圈中的电流不会立即消失,造成继电器触点释放时间较长,并产生抖动现象。这对控制电器设备是十分有害的,为此可以采用图 1.1.11(b)、(c) 所示电路来提高继电器触点的释放速度,并消除抖动现象。

(1) 稳压管电路(图 1.1.11(b))

当驱动晶体管 VT 突然截止时, L 的反电势将使稳压管 VZ 击穿,通过 VZ 供给 VT 的基极电流 I_B (如图 1.1.11(b) 虚线所示),使 VT 瞬时导通, L 直接通过 VT 对地放电 (如图 1.1.11(b) 实线所示),使放电时间大大缩短,从而达到提高继电器触点释放速度的目的。

(2) 并联电容电路(图 1.1.11(c))

当 VT 突然截止时, L 中的能量被电容 C 在短时间

内吸收,从而明显提高了继电器触点的释放速度。图中 C 的选择应满足临界阻尼条件,即 $C = \frac{4L}{r^2}$ (r 为 L 的电阻),电容耐压要求在 $(3 \sim 5)U$ 之间。此时,若 VT 突然截止,则 L 中的电流按指数规律衰减,因此 I_L 将很快衰减到继电器线圈最小的工作电流以下,从而明显提高了继电器触点的释放速度。

3. 应用电流继电器检测电阻丝烧断的控制电路

某一条 27m 的链传式喷镀电加热窑共分 12 段加热,每段分别由一台温控柜来控制其温度,由于该电加热窑中加热电阻丝很多(电加热窑最大功率消耗为 200kW),为此需要及时地检测出电阻丝烧断的

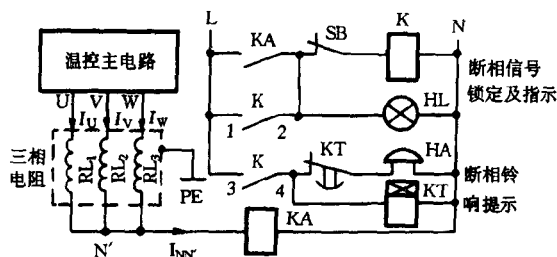


图 1.1.12 断相检测部分电路

K 的常开触点 K(3-4) 闭合, 使通电延时时间继电器 KT 得电吸合, 当延时时间到, 其延时断开的常闭触点断开, 解除声音报警。KT 选用 JS14A 晶体管时间继电器, SB 为报警信号解除按钮。若两相中线电流仍等于一相负载电流值, 仍能发出声光双报警信号, 三相同时烧断的概率几乎为零, 因此不作考虑。

四、熔断器电路

1. 直流电路熔断器熔体熔断指示电路

电路如图 1.1.13 所示, 当熔断器 FU 熔体完好时, 发光二极管 VL₁、VL₂ 均亮; 当熔断器 FU 熔体熔断时, 则 VL₂ 熄灭, 仅 VL₁ 亮。R 为 VL₁、VL₂ 的限流电阻。

2. 交流电路熔断器熔体熔断指示电路

电路如图 1.1.14 所示, 若熔断器 FU 熔体完好, 发光二极管 VL₁ ~ VL₄ 均亮, 正半周时 VL₂、VL₃ 亮; 负半周时 VL₁、VL₄ 亮。当熔断器 FU 熔体熔断时, 则 VL₃、VL₄ 熄灭, 仅 VL₁、VL₂ 亮。

3. 直流电路熔断器熔体熔断闪光指示电路

电路如图 1.1.15 所示。在熔断器 FU 完好的情况下, 氖管 NE-2 的限流电阻主要由 R₂ 起作用。由于 R₂ 的阻值较小, 因此给氖管提供足够的电流, 使氖管常亮。当熔断器熔体熔断后, 电阻 R₁ 便成了 NE-2 的限流电阻, 而 R₁ 阻值较大, 提供的电流不足以使氖管起辉, 因此氖管不亮, 而同时直流电源给电容 C₁ 充电, 当充电电压达到氖管的起辉电压时, 氖管点亮, 同时电容 C₁ 放电; 当 C₁ 上的电压低于氖管的起辉电压时氖管熄灭, 而后电容 C₁ 又重新充电。如此周而复始, 氖管一会儿亮一会儿灭, 不停地闪烁, 指示熔断器熔体已经熔断, 告知人们去排除故障。

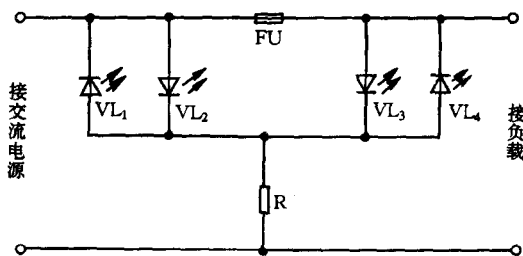


图 1.1.14 交流电路熔断器熔体熔断指示电路

不会动作(选用阿城继电器厂生产的 DL-24C 型电流继电器, 其动作电流只要调整到稍低于每相负载的电流值即可)。

当有一相负载烧断时(例如 U 相), 则中线电流不为零, 电流继电器 KA 得电吸合, 使继电器 K 得电吸合并自锁, 其常开触点 K(1-2)、K(3-4) 闭合, 通过 HA、HL 发出声光双报警信号, 或送至中央控制室中的计算机, 由计算机发出相应的处理信号。

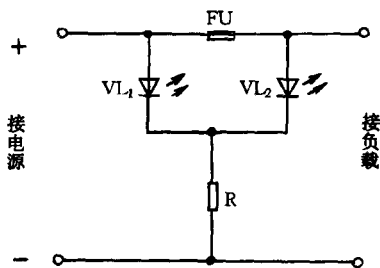


图 1.1.13 直流电路熔断器熔体熔断指示电路

4. 检测熔断器熔体熔断的报警继电器电路

JRD1 系列熔断器熔体熔断报警继电器适用于工作在交流电路中各种低压熔断器、快速熔断器熔体熔断的检测报警, 可提高配电屏、电力变流设备运行的可靠性及供电系统的自动化水平。按熔断器工作回路电压,

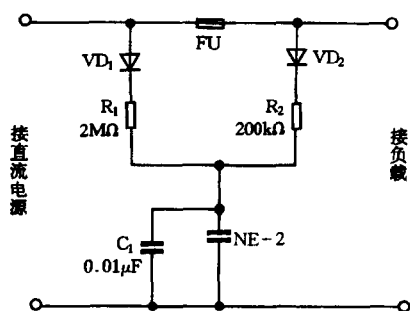


图 1.1.15 熔断器熔断闪光电路

熔断报警继电器共分为 4 个规格:10 ~ 80V、48 ~ 150V、110 ~ 250V、220 ~ 380V。只要选对规格,无需配置限流电阻等便可直接使用。

报警用继电器电路如图 1.1.16 所示。由接于熔断器 $FU_1 \sim FU_3$ 两侧的两个整流桥 UR_1 和 UR_2 、检测单元(由晶闸管等电子器件组成)、电阻 R (提供检测电流通路)以及直流工作电源和继电器 K 等组成。当用于单相交流电路中时,只要将⑧、⑨脚不连接即可。正常工作时, UR_1 、 UR_2 的输入电压相同,其输出电压相等,使检测单元两端电位相等,检测单元不工作,因此 UR_1 截止,而

UR_2 经 R 导通。

当 $FU_1 \sim FU_3$ 中有 1 只或两只或全部熔断器熔体熔断时, UR_2 输入电源断相或没有输入, UR_1 输出电压高于 UR_2 输出电压,此时, UR_1 通过检测单元、 R 导通,使检测单元流过检测电流,检测单元内晶闸管导通,使 K 得电吸合,完成了熔断器熔体熔断报警的检测功能。

5. 熔断器自动切换电路

电路如图 1.1.17 所示, FU_2 为启动熔断器, FU_1 为运行熔断器。按下 SB_2 ,接触器 KM_2 、时间继电器 KT 得电吸合并自锁,接触器 KM_2 的主触点闭合,电动机启动,启动熔断器 FU_2 投入,经一段时间, KT 延时触点 $KT(1-2)$ 闭合, KM_1 得电吸合并自锁,运行熔断器 FU_1 投入, KM_1 常闭辅助触点断开,使 KT 、 KM_2 失电,断开 FU_2 ,启动过程结束。可根据启动时间来整定 KT 的延时时间。

6. 自动投入备用熔断器电路

图 1.1.18 所示为自动投放备用熔断器电路,既适用于直流电路又适用于交流电路。当电路中的熔断器发生非保护性熔断时,该电路能自动投入

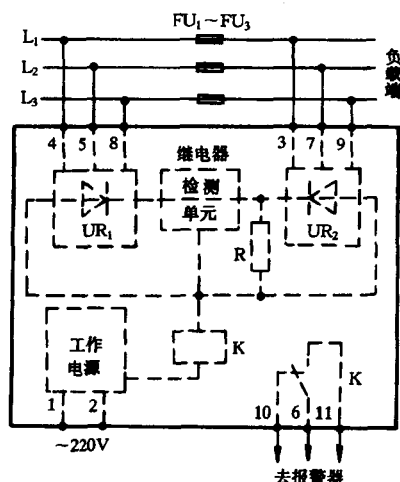


图 1.1.16 熔断器熔体熔断报警继电器电路

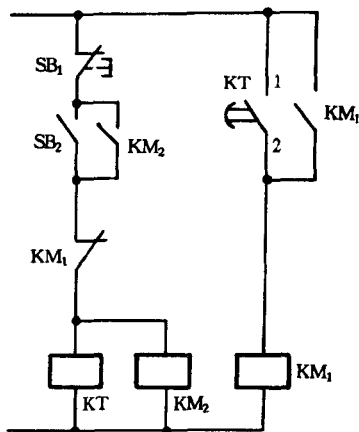
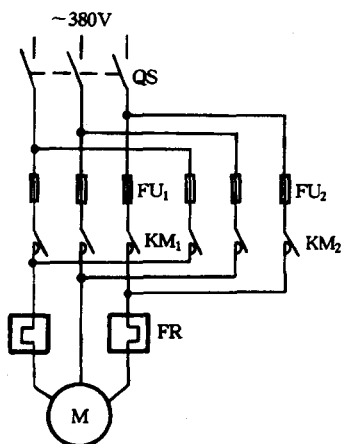


图 1.1.17 熔断器自动切换电路

备用熔断器 FU_2 使电路保持接通,用电器仍能正常工作,同时用发光二极管 VL_1 、 VL_2 指示备用熔断器 FU_2 已工作。若电路发生熔断器保护性熔断,则备用熔断器投入后也熔断,由氖灯 VG 发光指示电路发生保护性熔断的情况,提示需排除故障后才能运行。

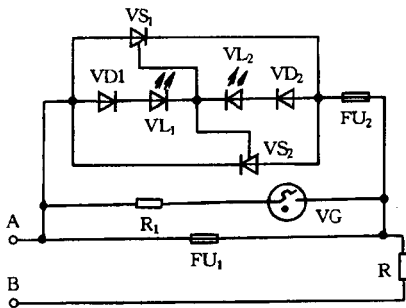


图 1.1.18 自动投放备用熔断器电路

电路由晶闸管 VS_1 、 VS_2 、二极管 VD_1 、 VD_2 以及发光二极管 VL_1 、 VL_2 组成交流静止开关,与备用熔断器 FU_2 串联后,再与主电路熔断器 FU_1 并联。当 FU_1 正常接通电路时,其两端的电压降小于 VS_1 、 VS_2 的正向电压降,因此 VS_1 、 VS_2 不会导通, FU_2 不工作。当 FU_1 由于某种原因被熔断时,其两端的电压降提高到 VS_1 、 VS_2 的控制极触发电压值以上约为 2.5V 时, VS_1 、 VS_2 触发导通,交流静止开关工作,于是 FU_2 自动投入电路,使用电器继续正常工作。

在直流电路中应用时,若 A 端接电源的正极,B 端接电源的负极,当 FU_1 因故熔断时,则 VS_1 的触发电流从 A 端经 $VD_1 \rightarrow VL_1 \rightarrow VS_1$ 的控制极 $\rightarrow VS_1$ 的阴极 $\rightarrow FU_2 \rightarrow$ 用电器 $R \rightarrow$ 直流电源的负极 B,使 VS_1 触发导通,同时 VL_1 发光,指示备用熔断器已工作,电源经 VS_1 、 FU_2 作用于用电器,使其继续工作。反之,若 A 端接电源的负极,B 端接电源的正极,则 VS_2 导通, VL_2 发光指示,电源经 VS_2 、 FU_2 作用于用电器。

在交流电路中应用时,若 FU_1 因故而熔断,则通过 VS_1 、 VS_2 每半周的交替导通,使 FU_2 自动投入工作,同时 VL_1 、 VL_2 发光指示。当 FU_1 恢复正常后, VS_1 、 VS_2 自动截止,使 FU_2 退出工作,主熔断器恢复工作。

若 FU_2 自动投入后熔断,则 VS_1 、 VS_2 截止,用电器停止工作,同时 VL_1 、 VL_2 熄灭,氖灯 VG 点亮,指示电路存在短路故障,需及时排除。

五、其它电工电器电路

1. 继电器按钮多地(处)开关控制电路

多地(处)开关控制是指在不同空间位置的多个开关,可以对某地(处)的同一负载的通断状态进行控制。

图 1.1.19 所示为多地开关控制事故紧急断电电路。当某处突发触电或其它电气事故时,任何人均可就近按动该处的红色断电按钮 SB_1 ,切断总电源,当事故得到妥善处理,再按动任一绿色按钮 SB_2 即可重新接通总电源。在需设置开关处,设置常开按钮 SB_1 、 SB_2 。需通电时,按一下 SB_2 ,继电器 K_2 得电吸合(其导电通路如图中粗实线所示),并通过自身的常开触点 $K_2(1-2)$ 自锁,同时其另一常开触点 $K_2(3-4)$ 闭合,使接触器 KM 得电吸合,其主触点闭合,继而接通三相总电源。当需要紧急断电时,按一下 SB_1 ,继电器 K_1 得电吸合(其导电通路如图中细虚线所示),其常闭触点断开,切断 K_2 电源,使 K_2 、 KM 相继失电释放,切断电源三相总电源。

该电路的优点是具有失压保护功能。如果以主电路为中心,各处开关只需引 3 根导线,并可向平面或空间的任意方向辐射;其缺点是每处开关需引 3 根导线,导线显得略多一点。

2. 汽车自动变光器电路

根据国家交通安全规则的要求,各种机动车辆在夜间行车时,一般可开强光灯(远光灯),但会车时,必须使用弱光灯(近光灯)。这样,每遇会车时,驾驶员就得用手动或脚踏操作变换灯光数次。采用汽车自动变光器,可依靠对方来的车辆的灯光实现自动切换强、弱光,从而减

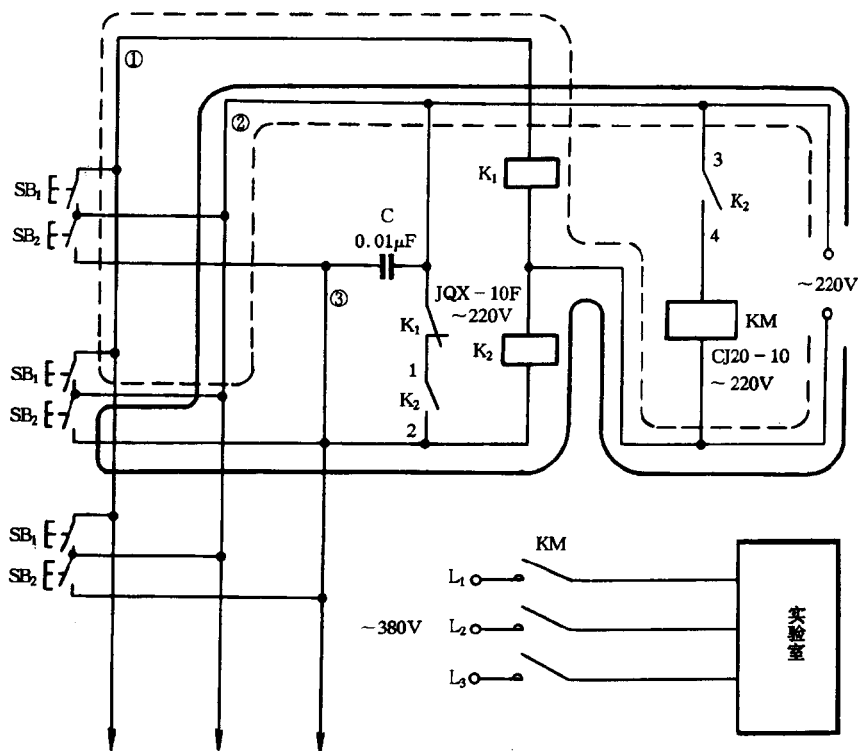


图 1.1.19 继电器按钮多地控制电路

轻驾驶员的劳动强度,保障行车安全,其电路如图 1.1.20 所示。

将汽车上的变光开关 S 置于强光灯位,在无光照射时,光敏电阻 RG 的阻值非常大,调整电位器 RP 使集成电路 N(NE555)的②、⑥脚电压高于 $\frac{2}{3}U_{DD}$ (U_{DD} 为电源电压),N 的③脚输出低电平,从而使三极管 VT 截止,继电器 K 常闭触点仍闭合,己方车辆强光灯亮。当会车时,对方车灯灯光照射在 RG 上,使 RG 的阻值急剧下降,N 的②、⑥脚电压低于 $\frac{2}{3}U_{DD}$,其③脚输出高电平,VT 饱和导通,K 得电吸合,其常开触点闭合,强光灯灭,弱光灯亮。会车以后,RG 又无光照射,N 的③脚输出低电平,VT 截止,继电器 K 失电释放,其触点复位,弱光灯灭,强光灯亮,于是完成了灯光的自动切换。由于该变光器采用光敏电阻,实际使用表明,变光器灵敏度极高,工作可靠。调节 RP 可改变 RG 的灵敏度。

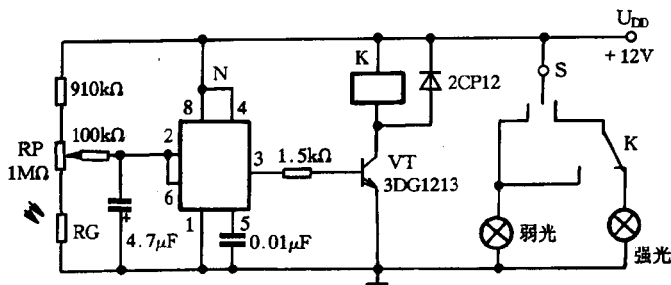


图 1.1.20 汽车自动变光器电路