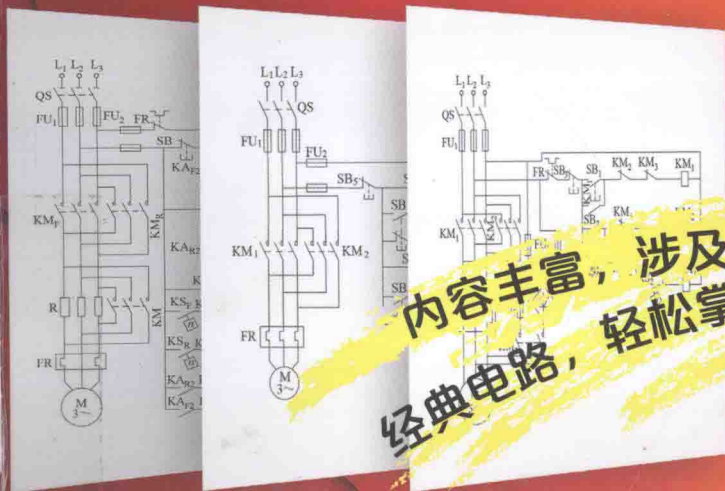




»» 乔长君 张福华 张明山 等编

电工电路

240例



内容丰富，涉及面广
经典电路，轻松掌握



化学工业出版社



电工电路 240例

»» 乔长君 张福华 张明山 等编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

经典电工电路 240 例/乔长君, 张福华, 张明山等编.
北京: 化学工业出版社, 2014. 4
ISBN 978-7-122-19860-0

I. ①经… II. ①乔…②张…③张… III. ①电路-
基本知识 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 034382 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 吴 静

装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京云浩印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 7 字数 181 千字
2014 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着科学技术的飞速发展，电子、电工技术已经渗透到社会的许多领域，现代电气控制已经不仅仅是简单电动机、电气开关控制，而是由电子、电力电子、用电设备组成的综合控制系统。只有熟悉掌握这些电气电路，才能更好地进行电气安装、调试、维护、维修工作。为了给广大电气工作者提供简单、实用的电气电路资料，我们组织编写了这本书。

本书从实用角度出发，从电子电路、照明电路、测量电路、整流滤波电路、三相笼型异步电动机控制电路、三相绕线式异步电动机控制电路、单相异步电动机控制电路、直流电动机控制电路、机床控制电路、变频器控制电路、PLC 控制电路、软启动器电路共十二个方面，精心选编、绘制了工农业生产和日常生活中，常用的电气经典线路 242 例。认真掌握这些电路，不但可以提高安装、维修电气设备的能力，还可以从中得到启发，为设计新的电气控制电路提供帮助。

本书的图例都来源于实践，实用性较强，且通俗易懂，同时还配有工作原理分析，使读者使用起来更加方便，容易理解。

本书主要由乔长君、张福华、张明山等编写。参加本书编写的还有张城、郭建、马军、于蕾、贾建平、周盛荣、刘烨、张永吉、杨春林、武振忠、王岩、乔丽。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

一、电子电路	1
【例 001】 卡拉 OK 大家唱电路	1
【例 002】 自动应急灯照明电路	1
【例 003】 停电自动照明灯电路	2
【例 004】 节日流水彩灯电路	2
【例 005】 广告照明彩灯控制电路	3
【例 006】 多路彩灯控制电路	4
【例 007】 光控路灯照明电路	5
【例 008】 霓虹灯电路	6
【例 009】 台灯控制电路	6
【例 010】 吊灯控制电路	7
【例 011】 两只触摸开关控制一盏灯电路	8
【例 012】 住宅走道照明控制电路	8
【例 013】 鸡场光、温控制电路	9
【例 014】 集光、磁、触摸为一体的控制电路	10
【例 015】 亚超声遥控开关电路	11
【例 016】 七色循环彩灯电路	11
【例 017】 遥控插座电路	12
【例 018】 闪烁警示灯光控电路	13
【例 019】 光控灯笼电路	13
【例 020】 光控调光电路	14
【例 021】 光敏电阻延时节电开关电路	15
【例 022】 四层楼梯灯节能电路	15
【例 023】 声控灯电路	16
【例 024】 声控彩灯亮度调节电路	17
【例 025】 定时调光照明节电电路	18

【例 026】	人走自动关灯电路	18
【例 027】	组合花灯电路	19
【例 028】	电子音乐闪烁电路	20
【例 029】	消防应急灯电路	21
【例 030】	煤气报警电路	22
【例 031】	可燃气体报警电路	22
【例 032】	火灾报警电路	23
【例 033】	地震报警电路	24
【例 034】	语音复读电路	24
【例 035】	智力竞赛数字抢答器电路	25
【例 036】	反应能力测试电路	26
【例 037】	光电控制烘手电路	27
【例 038】	超声波遥控电动机调速电路	28
【例 039】	电视机增收频道电路	29
【例 040】	电子狗防盗报警器电路	29
【例 041】	雏鸡雌雄鉴别电路	30
【例 042】	红外节水电路	31
【例 043】	午休睡眠唤起电路	32
【例 044】	空气自动加湿器电路	33
【例 045】	自控换气扇电路	33
【例 046】	吊扇改自然风电路	34
【例 047】	公厕自动冲水电路	35
【例 048】	卫生间自动干手器电路	35
【例 049】	电子灭蚊器电路	36
【例 050】	来人告知电路	37
【例 051】	温度报警器电路	37
【例 052】	湿度报警电路	38
【例 053】	电子捕鼠器电路	39

二、照明电路 40

【例 054】	一只单联开关控制一盏灯电路	40
【例 055】	一只单联开关控制一盏灯并另外连接一只插座电路	40

【例 056】	一只单联开关控制两盏灯或控制多盏灯电路	40
【例 057】	两只单联开关控制两盏灯电路	40
【例 058】	两只双联开关在两地控制一盏灯电路	40
【例 059】	三只开关控制一盏灯电路	41
【例 060】	零线直接接入荧光灯管电路	41
【例 061】	具有无功补偿的荧光灯电路	41
【例 062】	带按钮开关的二极管低温启动电路	42
三、测量电路		43
【例 063】	一只电流互感器测量三相电流电路	43
【例 064】	两只电流互感器测量三相电流电路	43
【例 065】	三只电流互感器测量三相电流电路	43
【例 066】	两只电流互感器一只电流换相开关的测量电路	44
【例 067】	三只电流互感器一只电流换相开关的测量电路	44
【例 068】	单相交流电压测量电路	45
【例 069】	三相交流电压测量电路	45
【例 070】	单相有功电能测量电路	46
【例 071】	用三个单相功率表测量不对称三相四线制功率电路	46
【例 072】	用两个单相功率表测量三相三线功率电路	47
【例 073】	用两个单相功率表测量三相无功功率电路	47
【例 074】	用三个单相功率表测量三相无功功率电路	48
【例 075】	单相有功电能测量电路	48
【例 076】	三相四线有功电能测量电路	49
【例 077】	无功电能测量电路	49
四、整流滤波电路		50
【例 078】	阻容和稳压管组成的触发电路	50
【例 079】	KC01 构成的晶闸管触发电路	50
【例 080】	KC04 构成的晶闸管触发电路	51
【例 081】	三相半波不可控整流主电路	52
【例 082】	三相桥式不可控整流电路	52
【例 083】	六相桥式整流主电路	53
【例 084】	三相桥式半控整流主电路	54

【例 085】	三相半波全控整流主电路	54
【例 086】	多倍压整流滤波电路	55
【例 087】	三相间接式变频器主电路	55
【例 088】	0~12V 可调稳压电源电路	56
【例 089】	双电压可调稳压电源电路	56
【例 090】	后备式全自动 UPS 电源电路	57
【例 091】	小型 UPS 电源电路	58
【例 092】	计算机用 UPS 电源电路	59
【例 093】	调宽式稳压逆变电源电路	60
【例 094】	高性能家用逆变电源电路	61
五、三相笼型异步电动机控制电路		63
【例 095】	点动正转启动电路	63
【例 096】	具有自锁的正转控制电路	63
【例 097】	单按钮控制单向启动电路	63
【例 098】	点动与连续单向启动控制电路之一	64
【例 099】	点动与连续单向启动控制电路之二	65
【例 100】	多地控制单向启动电路	65
【例 101】	点动正反转启动电路	66
【例 102】	接触器联锁正反转启动电路	66
【例 103】	按钮联锁正反转启动电路	66
【例 104】	按钮和接触器双重联锁正反转启动电路	68
【例 105】	接触器控制正反转及点动电路	68
【例 106】	单按钮和行程开关控制的正反转启动电路	69
【例 107】	定子回路串入电阻降压启动电路	70
【例 108】	手动、自动控制定子绕组串电阻降压启动电路	70
【例 109】	按钮控制定子绕组串电抗降压启动控制电路	71
【例 110】	手动 Y- Δ 形降压启动电路	72
【例 111】	时间继电器控制自动 Y- Δ 形降压启动电路之一	72
【例 112】	时间继电器控制自动 Y- Δ 形降压启动电路之二	73
【例 113】	单按钮 Y- Δ 形降压启动电路	74
【例 114】	电流继电器控制自动 Y- Δ 形降压启动电路	75

【例 115】	按钮控制自耦降压启动电路·····	76
【例 116】	一台自耦变压器控制工作电动机和备用电动机启动的 电路·····	76
【例 117】	自耦变压器一拖二电路·····	77
【例 118】	手动延边△形降压启动电路·····	78
【例 119】	自动延边△形降压启动电路·····	78
【例 120】	延边△形二级降压启动控制电路之一·····	79
【例 121】	延边△形二级降压启动控制电路之二·····	80
【例 122】	延边△形三级降压启动控制电路·····	81
【例 123】	按时间单向重复运行的控制电路·····	81
【例 124】	行程开关单向重复运行的控制电路·····	82
【例 125】	行程开关控制自动往返控制电路·····	82
【例 126】	时间继电器控制自动往返控制电路·····	83
【例 127】	行程开关控制延时自动往返控制电路·····	84
【例 128】	以转换开关预选转向的接触器可逆运行控制电路·····	85
【例 129】	小车两地送料电路·····	85
【例 130】	具有点动功能的自动往返控制电路·····	86
【例 131】	控制电路按顺序启动的控制电路·····	87
【例 132】	主电路按顺序启动的控制电路·····	87
【例 133】	转换开关控制的电动机自动互投电路·····	88
【例 134】	电动机间歇式循环停机控制电路·····	89
【例 135】	2Y/△形接法双速电动机接触器控制电路·····	90
【例 136】	2Y/△形接法双速电动机升速控制电路·····	90
【例 137】	三速电动机控制电路之一·····	91
【例 138】	三速电动机控制电路之二·····	92
【例 139】	压滤机控制电路·····	92
【例 140】	压机用油泵电动机控制电路·····	93
【例 141】	空气压缩机控制电路·····	94
【例 142】	混凝土上料和称量控制电路·····	95
【例 143】	电动门控制电路·····	96
【例 144】	简易水塔上水控制电路·····	97

【例 145】	缺水报警控制电路	97
【例 146】	建筑工地用卷扬机控制电路	98
【例 147】	电动葫芦的控制电路	99
【例 148】	电动阀控制电路	99
【例 149】	断电时电磁抱闸制动电路	100
【例 150】	运行中电磁抱闸制动电路	101
【例 151】	单向运转反接制动电路之一	101
【例 152】	单向运转反接制动电路之二	102
【例 153】	正反向运转反接制动电路之一	103
【例 154】	正反向运转反接制动电路之二	104
【例 155】	正反向运转反接制动电路之三	105
【例 156】	单向运转能耗制动电路之一	106
【例 157】	单向运转能耗制动电路之二	107
【例 158】	带点动制动的能耗制动电路	107
【例 159】	正反运转能耗制动电路	109
【例 160】	断电延时能耗制动 Y- Δ 形降压启动控制电路	109
【例 161】	断电延时能耗制动可逆运行控制电路	110
【例 162】	速度继电器控制的可逆运行能耗制动电路	111
【例 163】	单向运转短接制动电路	112
【例 164】	正反向运转短接制动电路	113
【例 165】	自励发电-短接制动电路	113
【例 166】	正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护电路	114
【例 167】	检测线电流的断相保护电路	115
【例 168】	检测线电流的断相和过载保护电路	116
【例 169】	负序电流断相保护电路	117
【例 170】	负序电压断相保护电路	118
【例 171】	零序电压 (电流) 断相保护电路	118
【例 172】	光电式三相断电保护电路	119
【例 173】	SL-322 集成电路多功能保护电路	120
六、三相绕线式异步电动机控制电路		122
【例 174】	凸轮控制器启动电路	122

【例 175】 按钮控制转子绕组串电阻启动电路	123
【例 176】 时间继电器三级启动电路	123
【例 177】 电流继电器二级启动电路	124
【例 178】 电流继电器三级启动电路	125
【例 179】 频敏变阻器手动、自动单向启动电路	126
【例 180】 频敏变阻器自动正反转启动电路	127
【例 181】 绕线式电动机串级调速电路	128
【例 182】 QT-60/80 型塔式起重机控制电路	129
【例 183】 5t 桥式起重机控制电路	133
【例 184】 15t/3t 桥式起重机控制电路	135
【例 185】 快速拆装塔式起重机控制电路	140
七、单相异步电动机控制电路	143
【例 186】 电阻启动电动机控制电路	143
【例 187】 电容启动电动机控制电路	143
【例 188】 电容运转电动机控制电路	143
【例 189】 电容启动运转电动机控制电路	143
【例 190】 电阻分相正反转电动机控制电路	144
【例 191】 罩极电动机电抗器调速电路	144
【例 192】 副绕组抽头电容运转电动机调速电路	144
【例 193】 电容运转电动机电容调速电路	144
【例 194】 三相绕组 Y 形接电容启动单相运行电路	145
【例 195】 三相绕组 Δ 形接电容启动单相运行电路	145
八、直流电动机控制电路	146
【例 196】 他励直流电动机时间原则降压启动电路	146
【例 197】 他励直流电动机电流原则降压启动电路	146
【例 198】 他励直流电动机可逆运行控制电路	147
【例 199】 他励直流电动机能耗制动电路	148
【例 200】 他励直流电动机反接制动电路	148
【例 201】 转速负反馈有静差调速系统框图	149
【例 202】 带电流截止环节的转速负反馈调速系统框图	149
【例 203】 转速负反馈无静差调速系统框图	150

【例 204】	转速、电流双闭环调速系统框图	150
【例 205】	并励直流电动机电枢反接法正反转启动电路	151
【例 206】	并励直流电动机磁场反接法正反转启动电路	151
【例 207】	并励直流电动机改变励磁调速电路	152
【例 208】	并励直流电动机能耗制动电路	152
【例 209】	串励直流电动机可逆运行电路	153
【例 210】	串励直流电动机降压启动电路	154
【例 211】	串励直流电动机自励能耗电路	154
【例 212】	串励直流电动机反接制动电路	154
九、机床控制电路		156
【例 213】	C620-1 型卧式车床控制电路	156
【例 214】	CM650 型卧式车床电气控制电路	157
【例 215】	CW6163 型卧式车床控制电路	159
【例 216】	CA6140 型普通车床控制电路	161
【例 217】	M7120 型平面磨床电气控制电路	162
【例 218】	M7130 型卧轴矩台平面磨床控制电路	163
【例 219】	M250 型内圆磨床电气控制电路	168
【例 220】	Z35 型摇臂钻床电气控制电路	168
【例 221】	Z3040 型摇臂钻床控制电路	170
【例 222】	X62W 型万能铣床控制电路	174
【例 223】	X6132 型立式铣床控制电路	179
【例 224】	X53T 型立式铣床控制电路	183
【例 225】	T68 型卧式镗床控制电路	185
【例 226】	Y3180 型滚齿机电气控制电路	190
【例 227】	B7430 型插床控制电路	191
【例 228】	G607 型圆锯床控制电路	194
十、变频器控制电路		197
【例 229】	工频/变频切换运行线路	197
【例 230】	一拖一单泵自动恒压供水线路	197
【例 231】	变频器一拖二启动线路	198
十一、PLC 控制电路		200

【例 232】 PLC 两台电动机顺序启动电路	200
【例 233】 PLC 小车自动往返电路	200
【例 234】 PLC 控制的变频器正反转电路	202
【例 235】 PLC 控制电葫芦电路	202
【例 236】 PLC 控制小车两地送料电路	203
【例 237】 PLC 与变频器恒压供水电路	203
【例 238】 PLC 控制机械手电路	204
【例 239】 水泥搅拌机控制电路	206
十二、软启动器电路	207
【例 240】 STRL 型软启动器用于 160kW 以下功率电动机电路	207
【例 241】 STR 型软启动器一拖二电路	207
【例 242】 STR 型软启动器消防泵一用一备控制电路	209
参考文献	212

一、电子电路

【例 001】 卡拉 OK 大家唱电路

原理分析 (见图 1-1): KD-888 是专为卡拉 OK 等设计的 CMOS 大规模集成电路, 其内电路包括前置放大器、振荡器、DRAM 接口、A/D 和 D/A 转换器、控制逻辑等。具有延时 0.8s 或 0.2s 连续可调, 失真度小、频带宽。

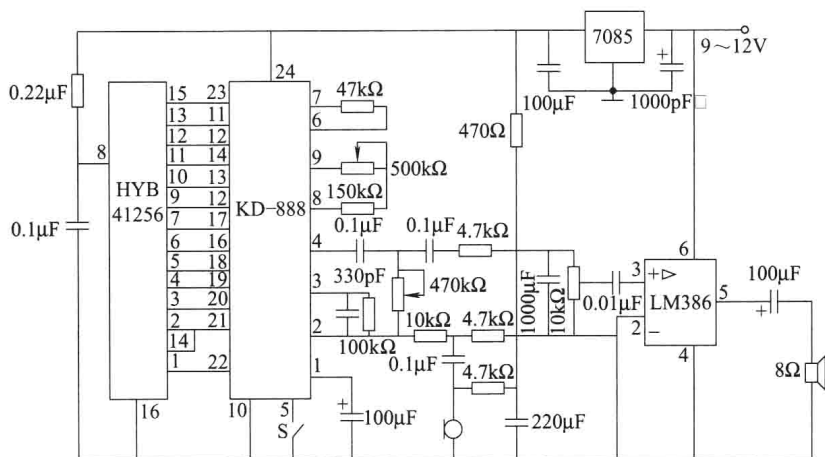


图 1-1 卡拉 OK 大家唱电路

【例 002】 自动应急灯照明电路

原理分析 (见图 1-2): 正常供电时, 交流 220V 电压经电容器 C_1 降压, 再经二极管 VD_1 的半波整流和电容器 C_2 的滤波后, 以约 90mA 的脉冲电流给电池充电。与此同时, 因为晶体管 VT_1 的基极加上正偏压而处于导通状态, 使 VT_2 处于截止状态, 灯泡 EL 不亮。一旦电网断电, 晶体管 VT_1 由导通变成截止, VT_2 由截止变成导通, 灯泡 EL 点亮。电网恢复供电后, VT_1 导通, EL 熄灭, 电路复位。

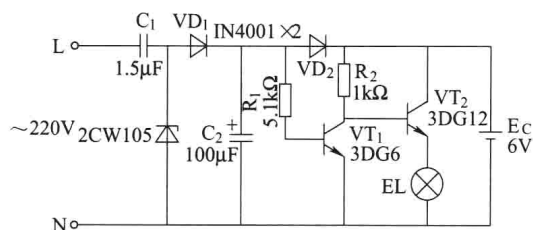


图 1-2 自动应急灯照明电路

【例 003】 停电自动照明灯电路

原理分析 (见图 1-3): 正常供电时, 交流 220V 电压经二极管 VD 整流后, 在滤波电容器 C 两端得到约 310V 的直流电压, 这个直流电压再加入到由电阻 R₁ 和稳压二极管 VS 所组成的稳压电路上, 使 VS 两端输出 7~9V 的稳定直流电压。由于极性是上正下负, 因此通过 R₃ 给 VT₁ 的基极加上反偏压。这样, VT₁、VT₂ 都截止, 没有电流流过停电照明灯 EL, 因此平时 EL 不亮。

如果发生停电, 电网电压消失, C 两端的电压也跟着消失, VT₁ 的反偏压不存在。这时, 电源 E_c 通过 R₂ 和 R₃ 向 VT₁ 提供基极偏流, 使 VT₁、VT₂ 同时饱和导通。于是 E_c 几乎全部加到了 EL 上, 因此 EL 发光。

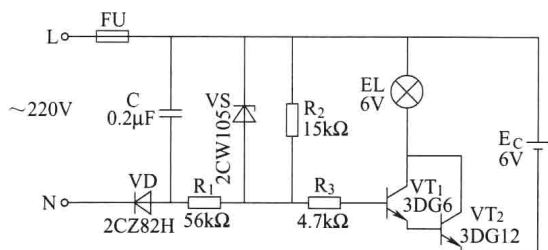


图 1-3 停电自动照明灯电路

【例 004】 节日流水彩灯电路

原理分析 (见图 1-4): 电网交流 220V 电压加到电路上, 经 VD₁ 半波整流, 给 C₁~C₃ 充电, 当其上电压达到一定数值时, 会

使晶闸管 $V_{TH1} \sim V_{TH3}$ 导通, 灯泡 $EL_1 \sim EL_3$ 亮, 但 $C_1 \sim C_3$ 上的充电不会完全同步, 假设 V_{TH2} 先导通, EL_2 先亮; 此时 C_3 继续充电, 而 C_1 的电压经 VD_7 和 V_{TH2} 放电, V_{TH1} 不能导通, 随着 C_3 充电, 其上电压继续增高, 会使 V_{TH3} 导通, EL_3 点亮; V_{TH3} 导通构成了 C_2 的放电回路, C_2 上电压下降, 使 V_{TH2} 截止, EL_2 熄灭; 与此同时, C_1 开始充电, 经过一段时间, V_{TH1} 导通, EL_1 点亮; C_3 放电, V_{TH3} 截止, EL_3 熄灭; C_2 充电……如此循环, 三只彩灯顺序发亮, 似流水一样。

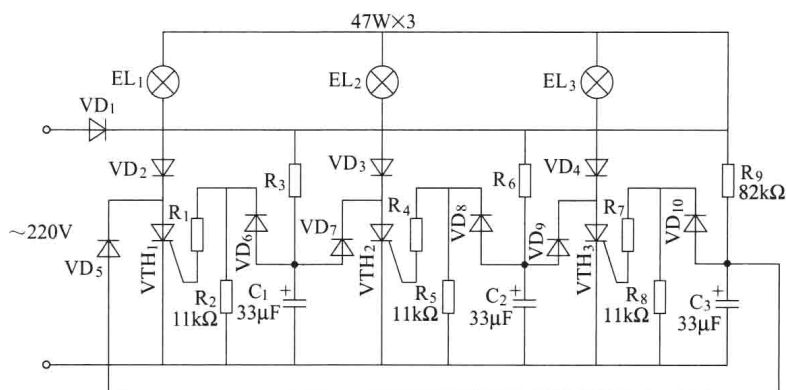


图 1-4 节日流水彩灯电路

【例 005】 广告照明彩灯控制电路

原理分析 (见图 1-5): 电路以 CD4069 六非门集成电路和晶体管为主要元器件制作而成, 交流 220V 电压经 UR 整流后, 一路直接供给 LED 驱动电路; 另一路经 R_1 限流降压、VS 稳压及 C_1 滤波后, 为 IC 提供 +6V 工作电压。由 D5、D6 组成的振荡器通电工作后, 输出低频振荡信号。该低频振荡信号经 D1~D4 反相处理后, 分别经 $RP_2 \sim RP_5$ 加至 $VT_1 \sim VT_4$ 的基极, 使 $VT_1 \sim VT_4$ 交替导通, 四路 LED 灯交替发光。调节 RP_1 的阻值, 可改变振荡器的工作频率, 从而改变发光二极管闪烁发光的效果。

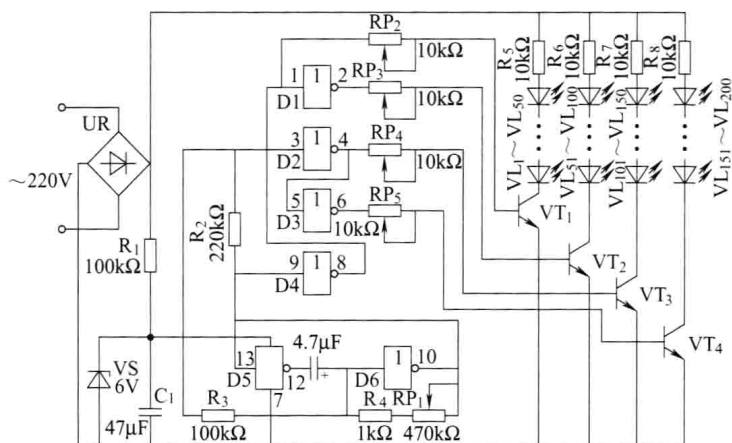


图 1-5 广告照明彩灯控制电路

【例 006】多路彩灯控制电路

原理分析 (见图 1-6): SE9201 集成电路的 8 个输出端 Q1~Q8, 可驱动 8 路彩灯, 由于 Q1~Q4 与 Q5~Q8 具有对称性, 故也可简化成 4 路控制彩灯。它的 4 个花样选择端 B1~B4, 通过程控器进行不同的电平连接, 可组成 8 种基本花样:

① 4 点追逐: B4 端子悬空, B1、B2、B3 接地;

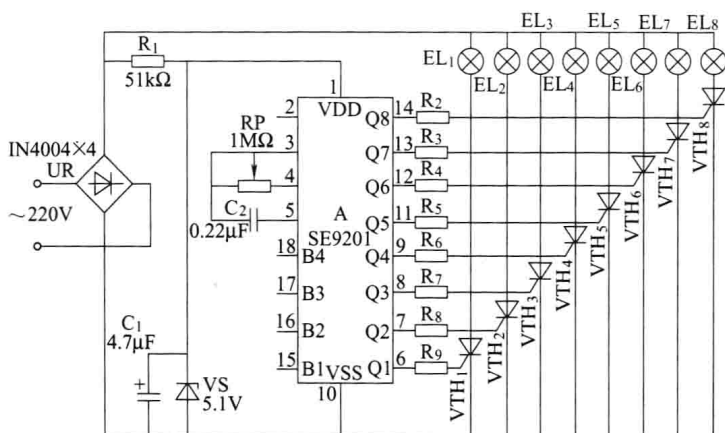


图 1-6 多路彩灯控制电路