

Technology
实用技术

电工电路 即学即用

黄海平 黄 鑫 / 编著



科学出版社

电工电路即学即用

黄海平 黄 鑫 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了电工常用的控制电路及其工作原理,主要内容包括:电动机起动控制电路、常用控制电路按钮接线、电容补偿器及其控制接线、电能表应用及测量电路、延时头应用电路、变频器及软起动器控制电路、顺序控制电路、接地方式及浪涌保护电路、照明电路、重载设备起动控制电路、供排水系统控制电路、制动控制电路、速度控制电路、自动往返控制电路、温度控制电路等。覆盖面广、实用性强、易学易用。

本书适合作为工科院校电工、电子及相关专业师生的参考用书,也可供广大电工从业人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工电路即学即用/黄海平,黄鑫编著. —北京:科学出版社,2011
ISBN 978-7-03-032507-5

I. 电… II. ①黄…②黄… III. 电路-基本知识 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 204971 号

责任编辑:刘红梅 杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:王 飞

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

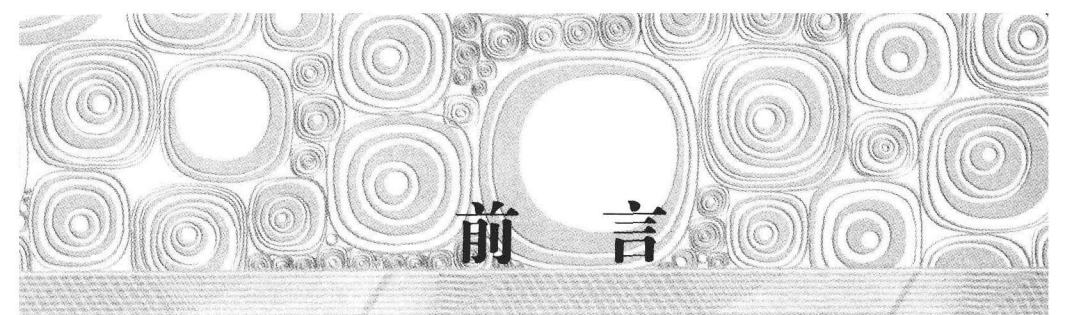
2012 年 1 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2012 年 1 月第一次印刷 印张: 13 1/4

印数: 1—5 000 字数: 413 000

定 价: 29.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

从事电气工作的技术人员应熟练掌握各种常见的电气控制电路原理,在相应电路出现故障时,应能及时准确地判断出故障所在并加以排除。这就需要电工人员对千变万化的电气控制电路透彻地理解,这也是电工人员必须具备的基本素质。为此,本书收集了大量应用较为广泛的经典电工电路,能使电工人员在实际工作中受益匪浅。

本书共分 19 章。内容包括电动机起动控制电路、常用控制电路按钮接线、电容补偿器及其控制接线、电能表应用及测量电路、延时头应用电路、变频器及软起动器控制电路、顺序控制电路、接地方式及浪涌保护电路、照明电路、重载设备起动控制电路、供排水系统控制电路、制动控制电路、速度控制电路、自动往返控制电路、温度控制电路等。

本书由黄海平、黄鑫担任主编,参加编写的还有李志平、李燕、黄海静、傅国等同志,在此表示感谢。

本书在编写及部分特殊电路实验中,山东威海热电集团有限公司的黄鑫同志做了大量工作,在此表示感谢。

本书在编写过程中得到科学出版社刘红梅老师的鼎力支持及帮助,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到德力西集团公司经销商:山东省威海市亿莱达电气有限公司于芳同志的鼎力帮助,在此表示感谢。

在编写此书时,参考了相关厂家的技术资料,在此表示感谢。

由于作者水平所限,书中不足之处在所难免,敬请专家同仁批评指正。

中国科普作家协会会员 黄海平

2011 年 11 月于山东威海

目 录

第 1 章 直流电动机起动与控制电路

1.1	用变阻器起动直流电动机控制电路	2
1.2	直流电动机按电流原则起动控制电路	3
1.3	直流电动机反接制动控制电路	4
1.4	直流电动机能耗制动控制电路	5
1.5	他励直流电动机防励磁丢失保护控制电路	6
1.6	直流电动机按速度原则起动控制电路	7
1.7	直流电动机按时间原则起动控制电路	8
1.8	直流电动机可逆频繁起动控制电路	9

第 2 章 电动机单向直接起动控制电路

2.1	单向起动、停止、点动控制电路(一)	14
2.2	单向起动、停止、点动控制电路(二)	15
2.3	单向起动、停止、点动控制电路(三)	16
2.4	单向起动、停止、点动控制电路(四)	18
2.5	单向起动、停止、点动控制电路(五)	19
2.6	单向起动、停止、点动控制电路(六)	21
2.7	单向起动、停止、点动控制电路(七)	22
2.8	单向起动、停止、点动控制电路(八)	23
2.9	单向起动、停止、点动控制电路(九)	25
2.10	单向起动、停止、点动控制电路(十)	26
2.11	单向起动、停止、点动控制电路(十一)	28
2.12	单向起动、停止、点动控制电路(十二)	30
2.13	单向起动、停止、点动控制电路(十三)	32

2.14	单向起动、停止、点动控制电路(十四)	33
2.15	单向起动、停止、点动控制电路(十五)	35
2.16	单向起动、停止、点动控制电路(十六)	36
2.17	单向起动、停止、点动控制电路(十七)	37
2.18	单向起动、停止、点动控制电路(十八)	38
2.19	单向起动、停止、点动控制电路(十九)	39
2.20	单向起动、停止、点动控制电路(二十)	40
2.21	单向起动、停止、点动控制电路(二十一)	41
2.22	单向起动、停止、点动控制电路(二十二)	43
2.23	单向起动、停止、点动控制电路(二十三)	44
2.24	单向起动、停止、点动控制电路(二十四)	45
2.25	单向起动、停止、点动控制电路(二十五)	47
2.26	单向起动、停止、点动控制电路(二十六)	48
2.27	单向起动、停止、点动控制电路(二十七)	49
2.28	单向起动、停止、点动控制电路(二十八)	49
2.29	单向点动控制电路	52
2.30	单向起动、停止电路	53
2.31	多地起动、停止、点动控制电路	55
2.32	多地控制的电动机起停电路	56
2.33	单向起动、点动、制动控制电路(一)	57
2.34	单向起动、点动、制动控制电路(二)	59
2.35	单按钮控制电动机起停电路(一)	60
2.36	单按钮控制电动机起停电路(二)	61
2.37	单按钮控制电动机起停电路(三)	62
2.38	单按钮控制电动机起停电路(四)	64
2.39	单按钮控制电动机起停电路(五)	65
2.40	单按钮控制电动机起停电路(六)	66
2.41	非常巧妙的保密开机控制电路	67
2.42	交流接触器在低电压情况下的起动电路(一)	68
2.43	交流接触器在低电压情况下的起动电路(二)	69
2.44	两只按钮同时按下起动、分别按下停止的单向起停控制电路	70
2.45	短暂停电自动再起控制电路	71
2.46	带有记忆停止及报警指示的电动机短暂停电来电自动再起	73

第3章 降压起动控制电路

3.1 电动机串电抗器起动自动控制电路	76
3.2 采用电流继电器完成 Y- Δ 自动减压起动电路	77
3.3 手动串联电阻器起动控制电路	79
3.4 具有手动/自动功能的转子绕组三级串电阻起动控制电路	80
3.5 效果理想的手动按钮控制转子绕组三级串对称电阻起动 控制电路	83
3.6 安全可靠的手动按钮控制转子绕组三级串电阻起动控制电路 ...	85
3.7 Y- Δ 不断连续换接起动电路	87
3.8 延边三角形降压起动自动控制电路	89
3.9 用两只接触器完成 Y- Δ 降压自动起动控制电路	90
3.10 自耦变压器手动控制降压起动电路	91
3.11 自耦减压两级手动起动控制电路	93
3.12 具有功率因数补偿功能的电阻电容降压不间断起动电路	94
3.13 频敏变阻器的接线方法	95
3.14 频敏变阻器起动控制电路	96
3.15 频敏变阻器可逆自动起动控制电路	98
3.16 频敏变阻器可逆手动起动控制电路	99
3.17 自耦变压器自动控制降压起动电路	101
3.18 采用自耦变压器控制的两级自动起动控制电路	102

第4章 电动机可逆直接起动控制电路

4.1 可逆转换开关电路	104
4.2 接触器、按钮双互锁可逆起停控制电路	106
4.3 具有三重互锁保护的可逆控制电路	106
4.4 单相电动机可逆起停控制电路(一)	107
4.5 单相电动机可逆起停控制电路(二)	108
4.6 单相电动机可逆起停控制电路(三)	110
4.7 可逆点动与起动控制电路(一)	111
4.8 可逆点动与起动控制电路(二)	112
4.9 可逆起动、点动、制动控制电路	114

4.10	电动门控制电路(一)	117
4.11	电动门控制电路(二)	119
4.12	电动门控制电路(三)	119
4.13	电动门控制电路(四)	121
4.14	延长转换时间的可逆熄弧控制电路	123
4.15	用交流接触器控制单相 220V 电动机可逆起停接线	124
4.16	利用转换开关预选的可逆起停控制电路	125
4.17	用接近开关、行程开关完成的可逆到位停止控制电路	127
4.18	JZF 型可逆自动控制器应用电路	129

第 5 章 常用控制电路按钮接线

5.1	按钮接线最少的可逆按钮互锁控制电路按钮接线	132
5.2	按钮接线最快捷的可逆按钮互锁控制电路按钮接线	133
5.3	点动控制电路按钮接线	134
5.4	两地单向点动控制电路按钮接线	135
5.5	单向起动、停止控制电路按钮接线	136
5.6	单向起动、点动、停止控制电路按钮接线	137
5.7	两地单向起动、停止控制电路按钮接线	138
5.8	两地单向起动、点动、停止控制电路按钮接线	139
5.9	三地起动、停止、点动控制电路按钮接线	140
5.10	五地起动、停止控制电路按钮接线	141
5.11	两地双重互锁的可逆点动控制电路按钮接线(一)	142
5.12	两地双重互锁的可逆点动控制电路按钮接线(二)	143
5.13	只有接触器互锁的起动、点动控制电路按钮接线	144
5.14	只有接触器常闭触点互锁的可逆点动控制电路按钮接线	145
5.15	只有接触器常闭触点互锁的可逆起停电路按钮接线	147
5.16	两地只有接触器互锁的可逆点动控制电路按钮接线	148
5.17	两地只有接触器互锁的可逆起动、点动、停止控制电路按钮接线	149
5.18	两地双重互锁的可逆起动、点动、停止控制电路按钮接线	152
5.19	两地双重互锁的可逆起停控制电路按钮接线(一)	154
5.20	两地双重互锁的可逆起停控制电路按钮接线(二)	156
5.21	两地双重互锁的可逆起停控制电路按钮接线(三)	158

5.22	两地双重互锁的可逆起停控制电路按钮接线(四)	160
5.23	按钮、接触器双互锁的可逆点动控制电路按钮接线	161
5.24	按钮、接触器双互锁的可逆起停控制电路按钮接线(一)	163
5.25	按钮、接触器双互锁的可逆起停控制电路按钮接线(二)	164
5.26	双互锁可逆起动、点动控制电路按钮接线	166

第6章 电容补偿器及控制接线

6.1	JKL1B 电容补偿控制器接线	170
6.2	JKW1B 电容补偿控制器接线	171
6.3	NWKL1 系列智能型低压无功补偿控制器应用接线	173
6.4	威斯康电容补偿控制器接线	174
6.5	LW5-16/TM706/7 转换开关控制 10 路补偿电容器完成 手动控制	175

第7章 电能表应用及测量电路

7.1	单相有功电能表的直接接入方式	180
7.2	单相有功电能表通过电流互感器实现的测量方式	180
7.3	三相交流有功电能表通过电流互感器接入测量方式	181
7.4	用两只电流互感器和一只电流换相开关测量三相负载电流	181
7.5	功率、功率因数、频率的测量接线	182
7.6	三相四线有功电能表直接接入方式	183
7.7	三相四线有功电能表通过电流互感器接入的测量方式	183
7.8	三相四线有功电能表和功率表、交流电流表通过电流互感器和 两只电压互感器的联合接线方式	184

第8章 延时头应用电路

8.1	用得电延时头配合接触器控制电抗器降压起动电路	186
8.2	用得电延时头配合接触器完成延边三角形降压起动控制电路	187
8.3	用得电延时头配合接触器完成双速电动机自动加速控制电路	188
8.4	用得电延时头配合中间继电器完成开机预警控制电路	189
8.5	用得电延时头配合接触器完成自耦减压起动控制电路	190

8.6	用得电延时头配合接触器完成重载起动控制电路(一)	191
8.7	用得电延时头配合接触器完成重载起动控制电路(二)	192
8.8	用得电延时头配合接触器控制频敏变阻器起动电路	194
8.9	用得电延时头配合接触器控制电动机串电阻起动电路	195
8.10	用得电延时头配合接触器控制电动机 Y- Δ 起动电路	196
8.11	用得电延时头配合接触器对电动机进行可逆能耗制动控制	197
8.12	用得电延时头配合接触器实现电动机定时停机控制电路	199
8.13	用得电延时头配合接触器控制电动机间歇运转电路	200
8.14	用失电延时头配合接触器控制电动机单向能耗制动电路	201
8.15	用失电延时头配合接触器完成短暂停电自动再起电动机电路	202
8.16	用失电延时头配合接触器实现可逆四重互锁保护控制电路	204
8.17	用三只得电延时头实现绕线转子电动机串电阻三级起动控制电路	205
8.18	用一只得电延时头和一只失电延时头配合接触器控制两台电动机顺序起动、逆序停止电路	207
8.19	用两只失电延时头完成三台电动机同时起动、顺序逐台停止控制电路	208
8.20	用五只得电延时头配合接触器实现六台电动机逐台顺序起动控制电路	209

第 9 章 变频器及软起动器控制电路

9.1	通用变频器的基本用法电路	214
9.2	电动机单向工频/变频切换控制电路	215
9.3	变频/工频全可逆控制的变频器电路	216
9.4	常熟 CR ₁ 系列电动机软起动器实际应用接线	216
9.5	具有点动功能的变频器控制电路	219
9.6	具有点动功能的可逆变频器控制电路	220
9.7	变频/工频全部具有点动功能的变频器控制电路	221
9.8	具有单机分别独立运行、联机同步运行的变频器控制电路	222
9.9	无反转功能的变频器可逆控制电路	224
9.10	用 FR-AT 三速设定操作箱控制的变频器调速电路	225
9.11	变频器控制电动机可逆调速电路	226
9.12	用电接点压力表配合变频器实现供水恒压调速电路	227

9.13	软起动器一拖三主回路连接电路	229
9.14	用一台软起动器控制两台电动机一开一备	230

第 10 章 顺序控制电路

10.1	两台传送带起动、停止控制电路(一)	232
10.2	两台传送带起动、停止控制电路(二)	233
10.3	两台传送带起动、停止控制电路(三)	234
10.4	两台传送带起动、停止控制电路(四)	236
10.5	两台电动机顺序起动、任意停止的控制电路(一)	238
10.6	两台电动机顺序起动、任意停止的控制电路(二)	239
10.7	两台电动机顺序起动、任意停止的控制电路(三)	240
10.8	两台电动机联锁控制电路	241
10.9	三台电动机顺序自动起动、顺序自动停止控制电路	243
10.10	四台电动机顺序起动、逆序停止控制电路	245
10.11	效果理想的顺序自动控制电路	247
10.12	一种控制主机、辅机起停的控制电路	248

第 11 章 接地方式及浪涌保护电路

11.1	低压配电系统常见的几种接地方式	252
11.2	浪涌保护器在 TT 接地系统中的安装方式	254
11.3	浪涌保护器在 IT 接地系统中的安装方式	255
11.4	浪涌保护器在 TN-S 接地系统中的安装方式	256
11.5	浪涌保护器在 TN-C-S 接地系统中的安装方式	257

第 12 章 照明电路

12.1	白炽灯照明电路	260
12.2	管形氙灯接线方法	261
12.3	两只双联开关两地控制一盏灯电路(一)	262
12.4	两只双联开关两地控制一盏灯电路(二)	263
12.5	两只双联开关两地控制一盏灯电路(三)	263
12.6	三地控制一盏灯电路	264

12.7	四地控制一盏灯电路	265
12.8	金属卤化物灯接线	266
12.9	用 KG316T 微电脑时控开关控制照明灯	266
12.10	高压钠灯接线	267
12.11	高压汞灯接线	268

第 13 章 重载设备起动控制电路

13.1	重载设备起动控制电路(一)	272
13.2	重载设备起动控制电路(二)	274
13.3	重载设备起动控制电路(三)	275
13.4	重载设备起动控制电路(四)	276
13.5	重载设备起动控制电路(五)	278
13.6	重载设备起动控制电路(六)	279
13.7	重载设备起动控制电路(七)	280
13.8	重载设备起动控制电路(八)	281
13.9	重载设备起动控制电路(九)	283

第 14 章 供排水系统控制电路

14.1	供水、排水应用电路	286
14.2	供排水手动/定时控制电路	287
14.3	防止抽水泵空抽保护电路	288
14.4	JYB714 型电子式液位继电器接线	289
14.5	JYB-1、JYB-3 型电子式液位继电器接线	292
14.6	排水泵故障时备用泵自投电路	295
14.7	供水泵故障时备用泵自投电路	296
14.8	两台水泵电动机处于自动工作时故障自投电路	298
14.9	两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制电路	300
14.10	正泰 NJYW ₁ 型液位继电器(220/380V)供水方式接线	304
14.11	正泰 NJYW ₁ 型液位继电器(220/380V)排水方式接线	305
14.12	正泰 NJYW ₁ 型液位继电器上、下池水位控制 220V 接线	305
14.13	正泰 NJYW ₁ 型液位继电器上、下池水位控制 380V 接线	306

第 15 章 制动控制电路

15.1	单向起动串电阻反接制动控制	308
15.2	电容制动电动机控制电路	309
15.3	单向能耗制动控制电路	311
15.4	单管整流能耗制动控制电路	312
15.5	半波整流可逆能耗制动控制电路	313
15.6	简单实用的可逆能耗制动控制电路	315
15.7	可逆运转短接制动控制电路	316
15.8	采用不对称电阻的单向反接制动控制电路	318
15.9	可逆运转反接制动控制电路	319
15.10	改进的电磁抱闸制动电路	321

第 16 章 速度控制电路

16.1	用转换开关控制 $2Y/\Delta$ 双速电动机接线(一)	324
16.2	用转换开关控制 $2Y/\Delta$ 双速电动机接线(二)	325
16.3	用转换开关控制 $2Y/Y$ 接法双速电动机接线	326
16.4	用转换开关控制 $2\Delta/Y$ 接法双速电动机接线	327
16.5	用转换开关控制 Δ/Δ 接法双速电动机接线	328
16.6	用转换开关控制 $2Y/2Y$ 双速电动机接线	328
16.7	用转换开关控制 $2\Delta/2Y/2Y$ 接法三速电动机接线	330
16.8	用转换开关控制 $2Y/2Y/2Y$ 接法三速电动机接线	332
16.9	用转换开关控制 $2\Delta/2\Delta/2Y$ 接法三速电动机接线	333
16.10	带有可逆运转及点动功能的变频器控制电路	335
16.11	$\Delta-Y-2Y$ 三速电动机自动加速起动控制电路(一)	337
16.12	$\Delta-Y-2Y$ 三速电动机自动加速起动控制电路(二)	339

第 17 章 自动往返控制电路

17.1	自动往返控制电路	344
17.2	带终端准确定位的自动往返控制电路	344
17.3	仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	347



17.4	一种往返循环自动回到原位停止控制电路	348
17.5	不需按停止按钮即可任意手动改变方向的自动往返 控制电路	352

第 18 章 温度控制电路

18.1	最简单的控温电路	356
18.2	常用温控仪控温接线(一)	356
18.3	常用温控仪控温接线(二)	357
18.4	常用温控仪控温接线(三)	358
18.5	常用温控仪控温接线(四)	359
18.6	常用温控仪控温接线(五)	359
18.7	常用温控仪控温接线(六)	360
18.8	常用温控仪控温接线(七)	361
18.9	常用温控仪控温接线(八)	362
18.10	用三相温控开关直接控制三相加热器进行控温	363
18.11	CST-312S 系列数字温度显示调节表接线	364

第 19 章 其他常用电路

19.1	用时间继电器代替离心开关用于起动单相电动机	366
19.2	三相异步电动机可逆运转接线方式	366
19.3	三相电动机改为单相电动机的接线方式	368
19.4	由单按钮完成的定时开机、定时关机控制电路	368
19.5	JS11PDN 型搅拌机控制器应用电路	370
19.6	GYD 系列空压机气压自动开关接线	371
19.7	KG316T、KG316T-R、KG316TQ 微电脑时控开关接线方法 ...	372
19.8	提升机自动控制电路	375
19.9	两种双电源自动切换装置接线方法	379
19.10	HZ5 系列组合开关应用实例集锦	385
19.11	双路熔断器起动控制电路	388
19.12	用气压开关直接控制空压机电动机起动停止	389
19.13	空压机控制电路	390
19.14	解决电源电压过低、过高使交流接触器线圈不能正常吸合的	

	控制电路	390
19.15	电动机过电流保护电路	391
19.16	电动机绕组过热保护电路	392
19.17	开机信号预警电路(一)	393
19.18	开机信号预警电路(二)	394
19.19	开机信号预警电路(三)	395
19.20	开机信号预警电路(四)	396
19.21	开机信号预警电路(五)	397
19.22	甲乙两地同时开机控制电路	399
19.23	电动机固定转向控制电路	399
19.24	空压机交流接触器触点熔焊断不开的保护电路	401

The book cover features a decorative border at the top and bottom composed of concentric circles and stars. The central area has a background of stars and a diagonal line of bubbles.

第1章

直流电动机 起动与控制电路

1.1 用变阻器起动直流电动机控制电路

电路如图 1.1 所示。合上断路器 QF 后,失电延时时间继电器 KT_1 线圈得电吸合, KT_1 失电延时闭合的常闭触点立即断开,为延时短接电阻器 R_1 做准备。

起动时,按下起动按钮 SB_2 (3-5),接触器 KM_1 线圈得电吸合且 KM_1 辅助常开触点(3-5)闭合自锁, KM_1 辅助常闭触点(1-11)断开,切断失电延时时间继电器 KT_1 线圈回路电源, KT_1 线圈断电释放并开始延时。在 KM_1 线圈得电吸合后, KM_1 主触点闭合,接通电动机电枢回路电源,电动机电枢回路串入全部起动电阻开始起动。此时由于电枢电流在电阻器 R_1 上的压降足以使失电延时时间继电器 KT_2 线圈得电吸合, KT_1 失电延时闭合的常闭触点(5-7)立即断开,为延时接通全压接触器 KM_3 线圈做准备。经 KT_1 一段延时后, KT_1 失电延时闭合的常闭触点(5-7)恢复常闭,使接触器 KM_2 线圈得电吸合, KM_2 主触点闭合,将电阻器 R_1 及 KT_2 线圈回路短接起来, KT_2 线圈断电释放并开始延时。此时,电动机电枢回路只串入了电阻器 R_2 部分,电动机速度将逐渐升高。经 KT_2 一段延时后, KT_2 失电延时闭合的常闭触点恢复常闭,接通了接触器 KM_3 线圈回路电源, KM_3 线圈得电吸合, KM_3 主触点闭合,再将电阻器 R_2 也短接起来,这样,电动机电枢回路得以额定工作电压,按额定转速运转。至此,完成整个起动过程。

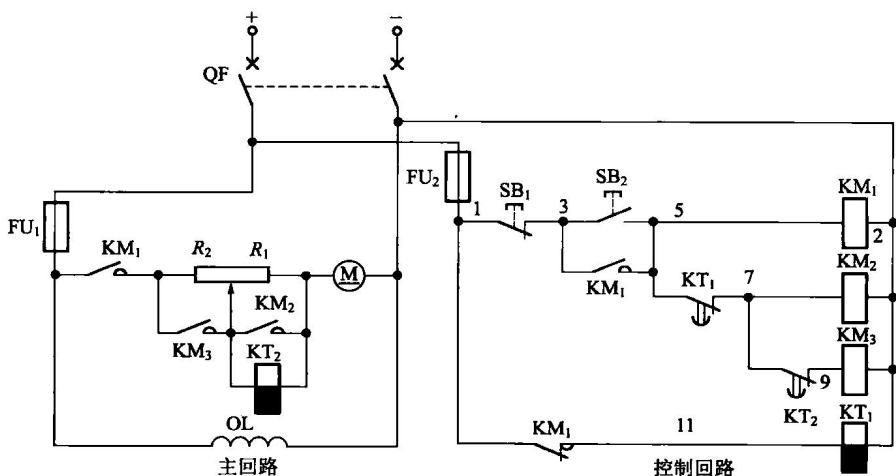


图 1.1