

黄师傅教你

识读

电工电路

- ◎ 识读电路图
- ◎ 找出关键点
- ◎ 掌握电路原理
- ◎ 保证安全运行

黄海平◎编著



科学出版社

013047836

TM13
255

黄师傅教你识读电工电路

黄海平 编著



科学出版社

北京



北航

C1655299

TM13
255

内 容 简 介

本书总结作者多年的工作经验,结合实际应用情况,以流程图的形式介绍电工必备的识图方法和技巧。全书共分10章,主要内容包括直流电动机启动与制动控制电路,电动机单向直接启动控制电路,电动机降压启动控制电路,电动机可逆直接启动控制电路,电动机制动控制电路,电动机顺序控制电路,电动机自动往返控制电路,供、排水系统控制电路,速度控制电路及其他实用电路。

本书图文并茂、深入浅出,文字表述通俗易懂,流程图清晰明了,电路实例实用性强。

本书可供广大电工技术人员学习参考,也可作为工科院校电工、电子、自动化及相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

黄师傅教你识读电工电路/黄海平编著. —北京:科学出版社,2013.7

ISBN 978-7-03-037535-3

I. 黄… II. 黄… III. 电路-基本知识 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 106156 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:画道设计

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>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2013年7月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2013年7月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—4 000 字数:350 000

定 价:38.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前言

电气线路图是电工技术人员进行电路设计、备料、安装、分析、查找电路故障的重要依据,也是电工技术人员互相交流的“语言”。通过对电气线路图的识读和分析,可以了解电气设备的工作原理及工作过程,从而掌握正确的操作和维护方法,在出现故障时能迅速找出故障根源并排除。

识图是电工技术人员学习电路控制的基础,单纯的文字叙述,往往使读者在学习过程中感到枯燥无味,学习起来有心无力。

为了快速提高电工技术人员的识图能力,本书运用简洁准确的语言,结合大量电工实用电路实例,浅显易懂地介绍电工应该具备的识图方法和技巧。本书用箭头来表示控制电路图不同控制器件工作时所形成的电路,读者顺着箭头就会自然而然地理解电路的工作原理。

本书共 10 章,主要内容包括直流电动机启动与制动控制电路,电动机单向直接启动控制电路,电动机降压启动控制电路,电动机可逆直接启动控制电路,电动机制动控制电路,电动机顺序控制电路,电动机自动往返控制电路,供、排水系统控制电路,速度控制电路及其他实用电路。

本书的主要特点是:

- (1) 图文并茂,深入浅出。
- (2) 文字表述通俗易懂,流程图清晰明了。
- (3) 电路实例实用性强。

本书可供广大电工技术人员学习参考,也可作为工科院校电工、电子、自动化及相关专业师生的参考用书。

参加本书编写工作的还有黄鑫、黄海静、李志平、王义政、李燕、李雅茜、李志安等同志,在此表示衷心感谢。

由于编写时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请专家同仁赐教。

黄海平

2013 年 3 月于山东威海福德花园

目 录

第 1 章 直流电动机启动与制动控制电路	1
1.1 直流电动机按电流原则启动控制电路	1
1.2 直流电动机按速度原则启动控制电路	2
1.3 直流电动机按时间原则启动控制电路	3
1.4 直流电动机可逆频繁启动控制电路	4
1.5 用变阻器启动直流电动机控制电路	6
1.6 直流电动机能耗制动控制电路	7
1.7 直流电动机反接制动控制电路	8
1.8 他励直流电动机防励磁丢失保护控制电路	9
第 2 章 电动机单向直接启动控制电路	11
2.1 单按钮控制电动机启停电路(一)	11
2.2 单按钮控制电动机启停电路(二)	12
2.3 单按钮控制电动机启停电路(三)	13
2.4 单按钮控制电动机启停电路(四)	14
2.5 单按钮控制电动机启停电路(五)	16
2.6 单按钮控制电动机启停电路(六)	17
2.7 单按钮控制电动机启停电路(七)	18
2.8 单按钮控制电动机启停电路(八)	19
2.9 单按钮控制电动机启停电路(九)	20
2.10 单按钮控制电动机启停电路(十)	22
2.11 单按钮控制电动机启停电路(十一)	23
2.12 单向启动、停止电路	24
2.13 单向启动、点动、制动控制电路(一)	25
2.14 单向启动、点动、制动控制电路(二)	27
2.15 单向启动、停止、点动控制电路(一)	28
2.16 单向启动、停止、点动控制电路(二)	29

2.17	单向启动、停止、点动控制电路(三)	30
2.18	单向启动、停止、点动控制电路(四)	32
2.19	单向启动、停止、点动控制电路(五)	33
2.20	单向启动、停止、点动控制电路(六)	34
2.21	单向启动、停止、点动控制电路(七)	36
2.22	单向启动、停止、点动控制电路(八)	37
2.23	单向启动、停止、点动控制电路(九)	38
2.24	单向启动、停止、点动控制电路(十)	39
2.25	单向启动、停止、点动控制电路(十一)	41
2.26	交流接触器在低电压情况下的启动电路(一)	42
2.27	交流接触器在低电压情况下的启动电路(二)	43
2.28	两台电动机自动轮流控制电路(一)	44
2.29	两台电动机自动轮流控制电路(二)	46
2.30	甲乙两地同时开机控制电路	47
2.31	带有告警延时功能的短暂停电自动再启动电路	48
2.32	可识别启动、停止信号的单按钮控制电动机启停 电路	50
2.33	用一根导线完成现场、远程两地启停控制电路	51
2.34	单相电容启动与电容运转电动机单向启停控制 电路	53
2.35	低速脉动控制电路	54
2.36	多地控制的启动停止电路	55
2.37	四地启动、一地停止控制电路	56
2.38	失电延时头配合接触器完成短暂停电自动再启动 电路	57

第3章 降压启动控制电路 59

3.1	单按钮控制电动机Y- Δ 启动控制电路(一)	59
3.2	单按钮控制电动机Y- Δ 启动控制电路(二)	61
3.3	单按钮控制电动机手动Y- Δ 启停电路	63
3.4	单按钮控制电动机自动Y- Δ 启停电路	65
3.5	Y- Δ 不间断连续换接启动电路	67
3.6	Y-A- Δ 两级手动启动控制电路	68
3.7	采用电流继电器完成Y- Δ 自动减压启动电路	70

3.8	定子绕组串联电阻启动自动控制电路(一)	72
3.9	定子绕组串联电阻启动自动控制电路(二)	73
3.10	用两只接触器完成Y- Δ 降压启动自动控制电路	75
3.11	用三只接触器完成Y- Δ 降压启动自动控制电路	77
3.12	手动串联电阻启动控制电路(一)	79
3.13	手动串联电阻启动控制电路(二)	80
3.14	电动机 Δ -Y启动自动控制电路	81
3.15	电动机手动Y- Δ 降压启动控制电路	83
3.16	QJ3 系列手动自耦降压启动器接线	85
3.17	XJ01 系列自耦降压启动器应用电路	86
3.18	用 DJ1-C、P 电流时间转换装置控制电动机Y- Δ 转换 启动电路	88
3.19	用 DJ1-A、B、E 电流时间转换装置控制电动机Y- Δ 转换启动电路	89
3.20	自耦变压器降压启动自动控制电路	90
3.21	频敏变阻器自动启动控制电路(一)	92
3.22	频敏变阻器自动启动控制电路(二)	93
3.23	频敏变阻器手动启动控制电路	95
3.24	频敏变阻器可逆自动启动控制电路	96
3.25	频敏变阻器可逆手动启动控制电路	98
3.26	频敏变阻器正反转手动控制电路(一)	99
3.27	频敏变阻器正反转手动控制电路(二)	101
3.28	频敏变阻器正反转自动控制电路(一)	103
3.29	频敏变阻器正反转自动控制电路(二)	104
3.30	采用三只时间继电器控制绕线转子电动机串电阻降 压启动电路	105
3.31	绕线转子电动机三级串电阻手动启动控制电路	107
3.32	Y- Δ 降压启动不能转为 Δ 形运转的保护电路	108
3.33	电动机Y- Δ 节电转换控制电路	110
3.34	采用热继电器控制电动机负载增加Y- Δ 转换电路 ..	112
3.35	得电延时头配合接触器控制电抗器降压启动 电路	113
3.36	得电延时头配合接触器完成延边三角形降压启动 控制电路	114

3.37 得电延时头配合接触器完成自耦减压启动控制 电路	115
3.38 三只得电延时头实现绕线转子电动机串电阻三级 启动控制电路	117

第4章 电动机可逆直接启动控制电路

4.1 单按钮控制电动机正反转启停电路	119
4.2 单按钮控制电动机正反转定时停机电路	121
4.3 防止相间短路的正反转控制电路(一)	122
4.4 防止相间短路的正反转控制电路(二)	126
4.5 具有三重互锁保护的三正反转控制电路	129
4.6 JZF-01 正反转自动控制器应用电路	132
4.7 单线远程正反转控制电路	133
4.8 单相电容启动与电容运转电动机可逆启停控制 电路	135
4.9 单相电容运转电动机可逆启停控制电路(一)	136
4.10 单相电容运转电动机可逆启停控制电路(二)	137
4.11 单相 220V 罩极式电动机可逆启停控制电路	139
4.12 用接近开关、行程开关完成的可逆到位停止控制 电路	140
4.13 电动门控制电路	142
4.14 三地控制电动机可逆点动、启动、停止电路	143
4.15 多地控制电动机正反转电路	144
4.16 只有按钮互锁的可逆启停控制电路	145
4.17 只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆启停控制 电路	147
4.18 接触器、按钮双互锁的可逆启停控制电路	148
4.19 只有按钮互锁的可逆点动控制电路	150
4.20 只有接触器辅助常闭触点互锁的可逆点动控制 电路	151
4.21 可逆点动与启动混合控制电路	153
4.22 利用转换开关预选的正反转启停控制电路	155
4.23 用 SAY7-20x/33 型复位式转换开关实现电动机 正反转连续运转控制电路	156

4.24	用电弧联锁继电器延长转换时间的正反转控制 电路	158
4.25	失电延时头配合接触器实现可逆四重互锁保护 控制电路	160
第5章	制动控制电路	163
5.1	正反转启动、点动制动控制电路	163
5.2	半波整流单向能耗制动控制电路	164
5.3	全波整流单向能耗制动控制电路	166
5.4	半波整流可逆能耗制动控制电路	167
5.5	全波整流可逆能耗制动控制电路	172
5.6	简单实用的可逆能耗制动控制电路	176
5.7	直流能耗制动控制电路	180
5.8	单向运转反接制动控制电路(一)	182
5.9	单向运转反接制动控制电路(二)	183
5.10	单向运转反接制动控制电路(三)	185
5.11	双向运转反接制动控制电路	187
5.12	单管整流能耗制动控制电路	190
5.13	电容制动电动机控制电路(一)	191
5.14	电容制动电动机控制电路(二)	192
5.15	电磁抱闸制动控制电路	194
5.16	改进后的电磁抱闸制动控制电路	195
5.17	不用速度继电器的单向反接制动控制电路(一)	197
5.18	不用速度继电器的单向反接制动控制电路(二)	198
5.19	不用速度继电器的单向反接制动控制电路(三)	200
5.20	不用速度继电器的双向反接制动控制电路	201
5.21	不用速度继电器的电动机可逆反接制动控制 电路	203
5.22	串电阻启动及串电阻制动的正反转反接制动控制 电路	206
5.23	具有自励发电和短接功能的制动控制电路	207
5.24	采用不对称电阻的单向反接制动控制电路	208
5.25	失电延时头配合接触器控制电动机单向能耗制动 电路	210

第 6 章 顺序控制电路	213
6.1 主机、辅机单机/联机控制电路	213
6.2 防止同时按下两只启动按钮的顺序启动、同时停止 电路	216
6.3 一种控制主机、辅机启停的控制电路	217
6.4 效果理想的顺序自动控制电路	219
6.5 两条传送带启动、停止控制电路(一)	221
6.6 两条传送带启动、停止控制电路(二)	222
6.7 两台电动机顺序启动、任意停止控制电路(一)	223
6.8 两台电动机顺序启动、任意停止控制电路(二)	225
6.9 两台电动机顺序自动启动、逆序自动停止控制 电路(一)	226
6.10 两台电动机顺序自动启动、逆序自动停止控制 电路(二)	228
6.11 两台电动机顺序自动启动、逆序自动停止控制 电路(三)	229
6.12 两台电动机顺序自动启动、逆序自动停止控制 电路(四)	231
6.13 两台电动机顺序自动启动、逆序自动停止控制 电路(五)	232
6.14 两台电动机顺序自动启动、顺序自动停止控制 电路	233
6.15 三台电动机顺序启动、逆序停止控制电路	235
6.16 三台电动机顺序自动启动、顺序自动停止控制 电路	237
第 7 章 自动往返控制电路	241
7.1 往返循环自动回到原位停止控制电路	241
7.2 自动往返带慢速定位缓冲控制电路	244
7.3 自动往返控制超限位保护电路(一)	247
7.4 自动往返控制超限位保护电路(二)	249
7.5 自动往返循环控制电路(一)	252
7.6 自动往返循环控制电路(二)	253

7.7 仅用一只行程开关实现自动往返控制电路	257
第8章 供、排水系统控制电路	259
8.1 供、排水手动/定时控制电路	259
8.2 可任意手动启动、停止的自动补水控制电路	260
8.3 具有手动/自动控制功能的排水控制电路	261
8.4 具有手动操作定时、自动控制功能的供水控制 电路	262
8.5 具有手动操作定时、自动控制功能的排水控制 电路	264
8.6 用电接点压力表配合变频器实现供水恒压调速 电路	265
8.7 供水泵故障时备用泵自投电路	267
8.8 排水泵故障时备用泵自投电路	267
8.9 供水泵手动/自动控制电路	269
8.10 排水泵手动/自动控制电路	271
8.11 水泵两用一备控制电路	272
8.12 两台水泵轮流工作控制电路	275
8.13 两台水泵电动机自动故障自投电路	277
8.14 两台水泵电动机转换工作并任意故障自投控制 电路	279
8.15 采用两只中间继电器的水位控制电路	283
8.16 JYB 电子式液位继电器给水、排水应用电路	285
8.17 三台供水泵电动机轮流定时控制电路	288
8.18 用 JYB714 控制供水泵手动/自动电路	291
8.19 用 JYB714 控制排水泵手动/自动电路	292
第9章 速度控制电路	295
9.1 2Y/Y双速电动机手动控制电路	295
9.2 Δ/Δ 双速电动机手动控制电路	297
9.3 2 Δ /Y双速电动机手动控制电路	299
9.4 2Y/2Y双速电动机手动控制电路	301
9.5 双速电动机自动加速电路	303
9.6 三速电动机自动加速电路	305

9.7	$\triangle$ -Y-2Y三速电动机手动控制电路	306
9.8	$\triangle$ - $\triangle$ -2Y-2Y四速电动机手动控制电路	309
9.9	电磁调速控制器应用电路	312
9.10	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	314

第10章 其他实用电路

10.1	防止抽水泵空抽保护电路	317
10.2	电动机过电流保护电路	318
10.3	电动机绕组过热保护电路	319
10.4	电动机断相保护电路	320
10.5	开机信号预警电路(一)	321
10.6	开机信号预警电路(二)	322
10.7	开机信号预警电路(三)	322
10.8	开机信号预警电路(四)	324
10.9	开机信号预警电路(五)	325
10.10	XJ2 断相与相序保护器应用电路	326
10.11	XJ11 系列断相与相序保护继电器应用电路	327
10.12	XJ3 系列断相与相序保护继电器应用电路	327
10.13	JD-5 电动机综合保护器应用电路	328
10.14	CDS11 系列电动机保护器应用电路	329
10.15	CDS8 系列电动机保护器应用电路	330
10.16	具有定时功能的启停电路	330
10.17	空调机组循环泵延时自动停机控制电路	331
10.18	拖板到位准确定位控制电路	332
10.19	保密开机控制电路	333
10.20	JS11PDN 型搅拌机控制器应用电路	334
10.21	双路熔断器启动控制电路	335
10.22	电动机固定转向控制电路	336
10.23	得电延时头配合接触器式继电器完成开机预警 控制电路	338
10.24	重载设备启动控制电路(一)	339
10.25	重载设备启动控制电路(二)	341
10.26	重载设备启动控制电路(三)	342

10.27	卷扬机控制电路(一)	344
10.28	卷扬机控制电路(二)	345
10.29	两台电动机联锁控制电路(一)	348
10.30	两台电动机联锁控制电路(二)	350
10.31	采用安全电压控制电动机启停电路	352
10.32	带热继电器过载保护的点动控制电路	353

第 1 章

直流电动机启动与制动控制电路

1.1 直流电动机按电流原则启动控制电路

直流电动机按电流原则启动控制电路如图 1.1 所示。

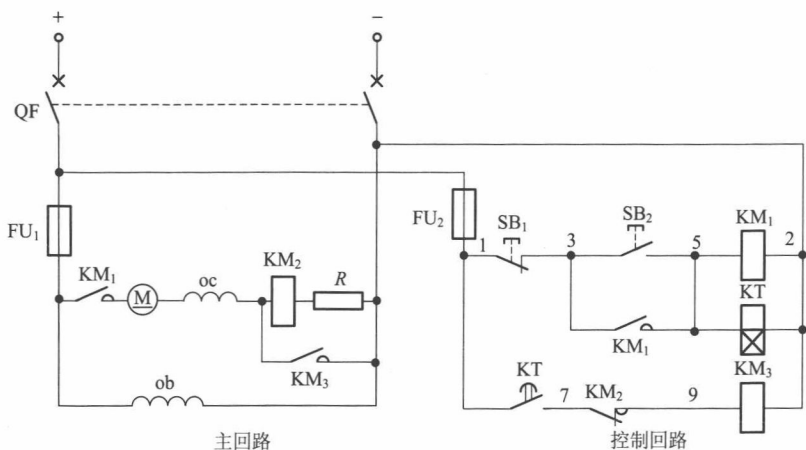


图 1.1 直流电动机按电流原则启动控制电路

启动时,按下启动按钮 SB₂(3-5),接触器 KM₁、得电延时时间继电器 KT 线圈得电吸合且 KM₁ 辅助常开触点(3-5)闭合自锁,KT 开始延时, KM₁ 主触点闭合,电动机电枢回路串入电阻器 R 进行启动。在电动机电枢回路得电的同时,接触器 KM₂ 线圈也得电吸合, KM₂ 串联在接触器 KM₃ 线圈回路中的辅助常闭触点(7-9)断开。随着电动机转速的升高,电动机电枢电流也随之下降,当电流下降至 KM₂ 的释放电流时, KM₂ 线圈释放, KM₂ 辅助常闭触点恢复常闭,此时经 KT 延时后, KT 得电延时

闭合的常开触点(1-7)闭合,接触器 KM_3 线圈得电吸合, KM_3 主触点闭合,将电阻器 R 短接起来,电动机得电以额定电压正常运转。

1.2 直流电动机按速度原则启动控制电路

直流电动机按速度原则启动控制电路如图 1.2 所示,在电路图 1.2 中,接触器 KM_2 、 KM_3 和 KM_4 的线圈电压不同,应满足 $U_{KM_2} < U_{KM_3} < U_{KM_4}$ 。

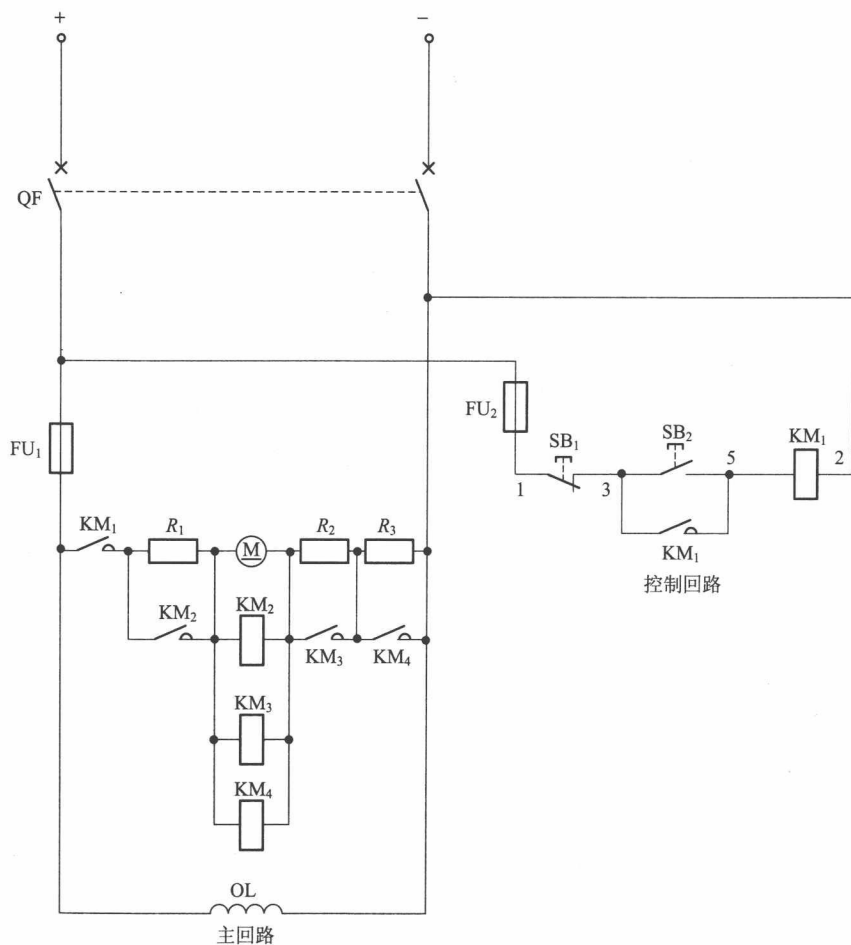


图 1.2 直流电动机按速度原则启动控制电路

启动时,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电吸合且 KM_1 辅助常开触点闭合自锁, KM_1 主触点闭合,电动机电枢回路串入全部电阻器 R_1 、 R_2 、 R_3 开始进行启动。随着电动机转速的逐渐提高,其反电势逐渐增大,电枢两端的电压也逐渐升高,当电枢电压升至接触器 KM_2 线圈的吸合电压时, KM_2 线圈吸合, KM_2 主触点闭合,将电阻器 R_1 短接起来,电动机继续加速;其反电势也继续增大,电枢两端的电压也继续升高,当电枢电压升至接触器 KM_3 线圈的吸合电压时, KM_3 线圈吸合, KM_3 主触点闭合,将电阻器 R_2 短接起来,电动机继续加速,其反电势也继续增大。当电枢两端的电压升至接触器 KM_4 线圈的吸合电压时, KM_4 线圈吸合, KM_4 主触点闭合,将最后一只电阻器 R_3 也短接起来,电动机电枢得以全压运转。也就是说,当所有电阻器 R_1 、 R_2 、 R_3 全部被依次短接后,电动机就从启动过程过渡到全压正常运转过程。

停止时,按下停止按钮 SB_1 ,接触器 KM_1 线圈断电释放, KM_1 主触点断开,切断电动机电枢回路电源,电动机失电停止运转;同时接触器 KM_2 、 KM_3 、 KM_4 线圈也断电释放, KM_2 、 KM_3 、 KM_4 各自的触点恢复原始常开状态,为再次启动电动机做准备。

1.3 直流电动机按时间原则启动控制电路

直流电动机按时间原则启动控制电路如图 1.3 所示。

启动时,按下启动按钮 SB_2 ,接触器 KM_1 线圈得电吸合且 KM_1 辅助常开触点闭合自锁, 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电阻器 R_1 、 R_2 进行启动。在按下启动按钮 SB_2 的同时,得电延时时间继电器 KT_1 线圈也同时得电吸合并开始延时。经 KT_1 一段延时后, KT_1 得电延时闭合的常开触点闭合,接通了接触器 KM_2 和得电延时时间继电器 KT_2 线圈回路电源, KM_2 、 KT_2 线圈得电吸合且 KT_2 开始延时。在 KM_2 线圈得电吸合后, KM_2 主触点闭合,将电阻器 R_1 短接起来,电动机开始加速。经 KT_2 一段延时后, KT_2 得电延时闭合的常开触点闭合,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,将电阻器 R_2 短接起来,电动机电枢回路得以额定电压全速(额定转速)正常运转。至此,整个启动过程结束。

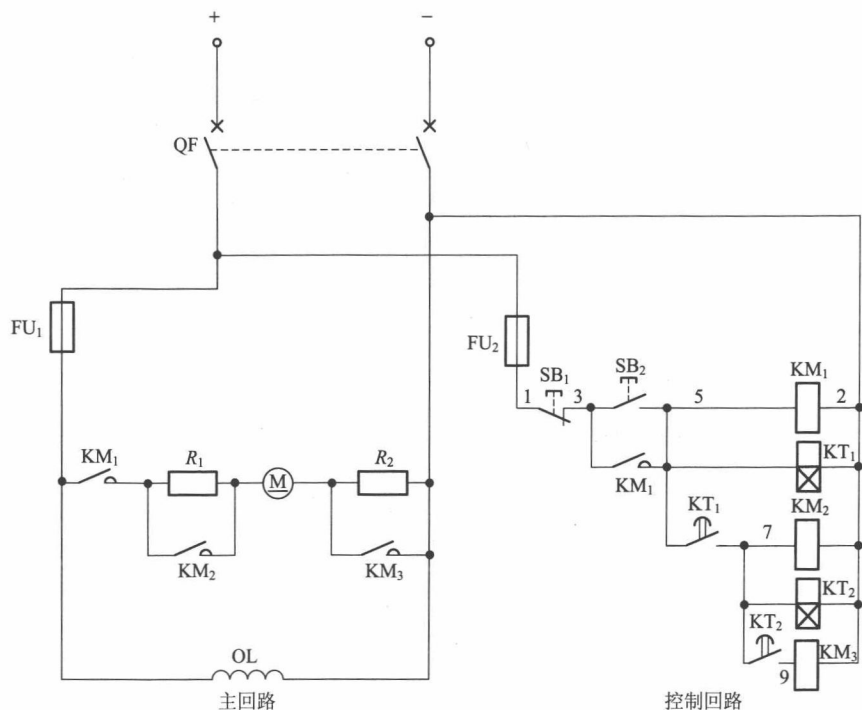


图 1.3 直流电动机按时间原则启动控制电路

1.4 直流电动机可逆频繁启动控制电路

有的场合要求对直流电动机进行频繁的可逆启动控制,通过改变直流电动机电枢电流的方向即可改变直流电动机的旋转方向。

直流电动机可逆频繁启动控制电路如图 1.4 所示,合上主回路断路器 QF₁、控制回路断路器 QF₂,电源兼停止指示灯 HL₁ 亮,说明电路电源正常。

正转启动时,按下正转启动按钮 SB₂,正转直流接触器 KM₁ 线圈得电吸合且 KM₁ 辅助常开触点闭合自锁, KM₁ 三相主触点闭合,其中 KM₁ 的两组主触点将直流电动机电源接通,另一组主触点将励磁回路接通,直流电动机得电正向启动运转。同时, KM₁ 串联在反转直流接触器 KM₂ 线圈回路中的辅助常闭触点断开,起到互锁保护作用, KM₁ 另一组辅助常闭触点断开,指示灯 HL₁ 灭, KM₁ 另一组辅助常开触点闭合,指