



“十三五”职业教育
国家规划教材



icve 高等职业教育电类在线开放课程
智慧职教 新形态一体化教材

电机拖动与控制

DIANJI TUODONG YU
KONGZHI

张晓娟 钱海月 主编

- 智慧职教学习平台
- 微课
- 动画
- 虚拟实训
- 教学课件
- 习题解答



扫描二维码
了解本书的
配套资源

高等教育出版社



扫描全能王 创建

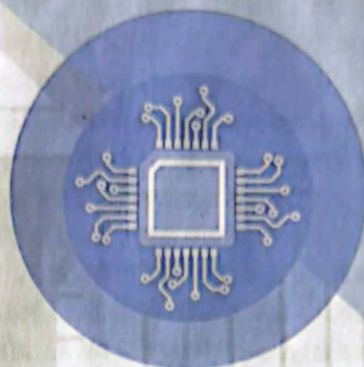


“十三五”职业教育
国家规划教材



icve
智慧职教

高等职业教育电类在线开放课程
新形态一体化教材



电机拖动与 控制

DIANJI TUODONG YU
KONGZHI

张晓娟 钱海月 主编

高等教育出版社·北京



扫描全能王 创建

目 录

模块一 三相异步电动机与电气控制

项目 1 小容量三相异步电动机的拆装	1	1.3.1 机械特性	16
任务 1.1 三相异步电动机的拆装	1	1.3.2 固有机械特性	16
工作任务	1	任务实施	17
知识学习	1	问题研讨——三相异步电机的运行状态有哪些?	18
1.1.1 三相异步电动机的工作原理	1	任务拓展	19
1.1.2 三相异步电动机的外形与结构	4	任务 1.4 三相异步电动机的工作特性测试	19
1.1.3 三相异步电动机的铭牌	7	工作任务	19
任务实施	8	知识学习——三相异步电动机的工作特性	19
1.1.4 三相异步电动机的拆卸	8	任务实施	20
1.1.5 三相异步电动机的装配	9	问题研讨——三相异步电动机的常见故障与处理	22
问题研讨——判断电动机的磁极对数和转速	9	任务拓展	23
任务拓展	10	项目 2 三相异步电动机的单向起停控制与实现	25
任务 1.2 三相异步电动机的定子绕组测试	10	任务 2.1 开关控制线路安装与实现	25
工作任务	10	工作任务	25
知识学习——三相异步电动机定子绕组的接线方式	10	知识学习	26
任务实施	11	2.1.1 常用低压电器元件(QS、QF、SA、FU)	26
问题研讨——测量绕组的绝缘电阻	14	2.1.2 开关控制线路的工作原理	35
任务拓展	15	任务实施	35
任务 1.3 三相异步电动机的机械特性测试	15	任务拓展	37
工作任务	15	任务 2.2 单向点动控制与实现	37
知识学习	16	知识学习	38
		2.2.1 常用低压电器(SB、KM)	38



2.2.2 点动控制线路的基本原理	42	控制与实现	81
任务实施	43		
问题研讨——电路图的识读	46	任务 4.1 笼型异步电动机的降压启动	
任务拓展	49	控制与实现	81
任务 2.3 单向连续运行控制与实现	49	任务描述	81
工作任务	50	工作任务	82
知识学习	50	知识学习	82
2.3.1 热继电器	50	4.1.1 时间继电器	82
2.3.2 单向连续运行控制线路	53	4.1.2 时间继电器自动控制 Y— Δ 降压启动控制线路的原理	84
任务实施	55	任务实施	86
问题研讨——万用表电阻法查找 故障的方法	58	问题研讨	90
任务拓展	59	4.1.3 笼型异步电动机的其他降 压启动方法	90
项目 3 三相异步电动机的正反向运行 控制与实现	61	4.1.4 降压时三相异步电动机的 机械特性曲线	91
任务 3.1 异步电动机正反向启动控制 与实现	61	任务拓展	92
工作任务	61	任务 4.2 绕线式异步电动机降压启动 控制与实现	93
知识学习	62	任务描述	93
3.1.1 电动机正反转的工作原理	62	工作任务	93
3.1.2 电动机正反转控制线路的 工作原理	63	知识学习	93
3.1.3 起重机吊钩升降电动机控 制线路的工作原理	65	4.2.1 电磁式继电器	93
任务实施	67	4.2.2 绕线式异步电动机转子串电 阻降压启动控制线路的原理	96
问题研讨——倒顺开关正反转控制 线路	70	任务实施	96
任务拓展	71	问题研讨——怎样利用时间原则实现 转子串电阻启动控制	98
任务 3.2 电动机的自动往复循环控 制与实现	71	任务拓展	98
工作任务	71	项目 5 三相异步电动机的制动控制 与实现	101
知识学习	72	任务 5.1 电源反接制动控制与实现	101
3.2.1 行程开关	72	任务描述	101
3.2.2 电动机的自动往复循环 控制线路	74	工作任务	102
任务实施	75	知识学习	102
任务拓展	79	5.1.1 反接制动原理	102
项目 4 三相异步电动机的降压启动		5.1.2 速度继电器(KS)	103
		5.1.3 反接制动控制线路的工作 原理	105



任务实施	106
问题研讨	107
5.1.4 反接制动中限流电阻的估算	
方法	107
5.1.5 机械制动	107
任务拓展	108
任务 5.2 能耗制动控制与实现	109
任务描述	109
工作任务	109
知识学习	110
5.2.1 能耗制动原理	110
5.2.2 单向能耗制动控制线路	
的工作原理	110
任务实施	112
问题研讨	113
5.2.3 能耗制动中直流电流和	
变压器容量的估算方法	113
5.2.4 其他常用制动方法	113
任务拓展	115
项目 6 三相异步电动机的调速控制	
与实现	117
任务 6.1 变极调速电动机控制与实现	117
工作任务	118
知识学习	118
6.1.1 异步电动机的调速方法	118
6.1.2 双速电动机的接线原理	119
6.1.3 双速电动机控制线路的基	
本原理	121
任务实施	122
任务拓展	123
任务 6.2 变频调速电动机控制与实现	124
工作任务	125
知识学习	125
6.2.1 认识变频器	125
6.2.2 变频调速线路的工作原理	127
任务实施	129
任务拓展——变频器参数的设置方法	131

模块二 典型机床电气控制系统 分析与故障检修

项目 7 电动葫芦的电气控制系统分析	
与故障检修	133
任务 7.1 电动葫芦的电气控制线路	
分析	134
工作任务	134
知识学习——电动葫芦的基本结构	134
任务实施——电动葫芦电气控制线	
路分析	134
问题研讨——机床电气故障检修的	
一般方法	135
任务 7.2 电动葫芦的电气控制系统故	
障检修	136
工作任务	136
知识学习——电动葫芦典型电气故障	
分析与检查	136
任务实施	137
任务拓展	138
项目 8 普通车床的电气控制系统分析	
与故障检修	139
任务 8.1 CA6140 型卧式车床的电气	
控制系统分析	139
工作任务	139
知识学习	139
8.1.1 卧式车床的主要结构	139
8.1.2 卧式车床的运动形式	140
8.1.3 车床的电气控制特点及要求	141
任务实施——CA6140 型卧式车床的	
电气控制线路分析	141
任务拓展	142
任务 8.2 CA6140 型卧式车床的电气	
控制系统故障检修	143
工作任务	143
知识学习——CA6140 型卧式车床	
典型电气故障分析与	



检查	143	任务 10.2 Z3050 型摇臂钻床的电气	
任务实施	145	控制系统故障检修	159
任务拓展	146	工作任务	159
		知识学习——Z3050 型摇臂钻床典型	
项目 9 平面磨床的电气控制系统分析与故障检修	147	电气故障分析与检查	159
任务 9.1 M7120 型平面磨床的电气		任务实施	161
控制系统分析	147	任务拓展	162
工作任务	147		
知识学习	147	项目 11 铣床的电气控制系统分析与故障检修	163
9.1.1 平面磨床的主要结构	147	任务 11.1 X62W 型万能铣床的	
9.1.2 平面磨床的运动形式	149	电气控制系统分析	163
9.1.3 平面磨床的电气控制特点		工作任务	163
及要求	149	知识学习	163
任务实施——M7120 平面磨床电气		11.1.1 铣床的主要结构	163
控制线路分析	149	11.1.2 铣床的运动形式	165
任务拓展	151	11.1.3 铣床的电气控制特点及	
任务 9.2 M7120 型平面磨床的电气控		要求	165
制系统故障检修	151	任务实施——X62W 型万能铣床	
工作任务	151	电气控制线路分析	165
知识学习——M7120 型平面磨床典		任务拓展	168
型电气故障分析与检查	152	任务 11.2 X62W 型万能铣床的电	
任务实施	153	气控制系统故障检修	169
任务拓展	153	工作任务	169
项目 10 摇臂钻床的电气控制系统分		知识学习——X62W 型万能铣床典型	
析与故障检修	155	电气故障分析与检查	169
任务 10.1 Z3050 型摇臂钻床的电		任务实施	171
气控制系统分析	155	任务拓展	171
工作任务	155		
知识学习	155	模块三 其他类型电动机的运行与应用	
10.1.1 摇臂钻床的主要结构	155	项目 12 直流电动机的运行与应用	173
10.1.2 摇臂钻床的运动形式	157	任务 12.1 直流电动机的检查与试验	173
10.1.3 摇臂钻床的电气控制特		工作任务	174
点及要求	157	知识学习	174
任务实施——Z3050 型摇臂钻床电		12.1.1 直流电动机的工作原理	174
气控制线路分析	157	12.1.2 直流电动机的结构	175
任务拓展	158	12.1.3 直流电动机的分类	178
		12.1.4 直流电动机的铭牌及额	
		定值	178



12.1.5 直流电动机的机械特性	179	与应用	203
任务实施	181	工作任务	203
12.1.6 直流电动机的检查项目	181	知识学习	203
12.1.7 直流电动机的试验项目	182	14.2.1 交流伺服电动机的控制	
任务拓展	184	方式	203
任务 12.2 直流电动机的拖动与实现	184	14.2.2 交流伺服电动机的应用	204
工作任务	184		
知识学习	184	项目 15 单相异步电动机及其应用	205
12.2.1 直流电动机的起动和反转	184	任务 15.1 单相异步电动机的运行	
12.2.2 直流电动机的制动	187	检测	205
12.2.3 直流电动机的调速	190	工作任务	205
任务实施	193	知识学习	206
问题研讨——直流电动机常见故障		15.1.1 单相异步电动机的结构	206
及处理	195	15.1.2 单相异步电动机的工作	
任务拓展	196	原理	206
		任务实施	206
项目 13 步进电动机及其应用	197	15.1.3 单相异步电动机的机械	
任务 13.1 反应式步进电动机	197	特性	206
工作任务	197	15.1.4 测定单相电容起动异步	
知识学习	198	电动机的技术指标和参数	207
13.1.1 三相反应式步进电动机的		任务拓展	208
结构	198	任务 15.2 单相异步电动机的控制与	
13.1.2 三相反应式步进电动机的		应用	208
工作原理	198	工作任务	208
任务 13.2 步进电动机的控制与应用	199	任务实施	208
工作任务	199	15.2.1 分相起动电动机	208
知识学习	199	15.2.2 罩极电动机	209
13.2.1 对驱动电源的基本要求	199	15.2.3 单相异步电动机的应用	209
13.2.2 驱动电源的组成	199	问题研讨——三相异步电动机的	
任务实施	200	单相运行	210
		任务拓展	210
项目 14 交流伺服电动机及其应用	201	练习	210
任务 14.1 交流伺服电动机	201		
工作任务	201	模块四 变压器的运行与应用	
知识学习	202	项目 16 小型变压器的重绕修理	213
14.1.1 交流伺服电动机的结构	202	任务 16.1 小型变压器的重绕	213
14.1.2 交流伺服电动机的工作		工作任务	213
原理	202	知识学习	213
任务 14.2 交流伺服电动机的控制		16.1.1 变压器的基本认识	213



16.1.2 变压器的工作原理	217	17.2.1 三相变压器的联结组与 并联运行	228
任务实施	218	17.2.2 电力变压器的运行	229
问题研讨	218	17.2.3 变压器的维护	230
任务 16.2 小型变压器的检修	219	任务实施	231
工作任务	219	问题研讨	231
知识学习——小型变压器的常见 故障与处理方法	219	项目 18 特种变压器的运行与应用	233
任务实施	220	任务 18.1 仪用互感器的运行与应用	233
问题研讨——厂用电力变压器解体 检修应如何进行	220	工作任务	233
项目 17 变压器参数的测定	221	知识学习	233
任务 17.1 变压器的参数测定	221	18.1.1 电压互感器	233
工作任务	221	18.1.2 电流互感器	234
知识学习	221	任务实施	235
17.1.1 变压器的铭牌	221	问题研讨	236
17.1.2 变压器的空载运行	223	任务 18.2 自耦变压器的运行与应用	236
17.1.3 变压器的负载运行	223	工作任务	236
17.1.4 变压器的功率与效率	224	知识学习	236
任务实施	225	18.2.1 自耦变压器的结构特点	236
问题研讨	225	18.2.2 自耦变压器的工作原理	236
任务 17.2 变压器的运行维护	226	任务实施	238
工作任务	226	问题研讨	238
知识学习	226	参考文献	239



项目 3

三相异步电动机的正反向运行控制与实现

能力目标:

- ◆ 能够绘制与识读正反向起动控制电气原理图、电器元件布置图和电气安装接线图
- ◆ 能够按照电气原理图及电器元件布置图完成正反向起动控制线路的安装
- ◆ 能够根据电气原理图及电气安装接线图完成正反向起动控制线路的连接
- ◆ 能够使用电工仪表完成控制线路的故障诊断与排除

知识目标:

- ◆ 掌握电气联锁的正反向起动控制的工作原理
- ◆ 掌握双重联锁正反向起动控制的工作原理及设计方法
- ◆ 掌握三相异步电动机正反转的原理
- ◆ 掌握电气控制线路检查与调试的方法



任务 3.1 异步电动机正反向起动控制与实现

在生产中,许多机械往往要求运动部件能正、反两个方向运动。如机床工作台的前进与后退、起重机吊钩的上升与下降等。这些生产机械要求电动机能实现正反转控制。根据电动机的工作原理,当改变通入电动机定子绕组的三相电源相序,即把接入电动机三相电源进线中的任意两相对调接线时,电动机就可以反转。

起重机吊钩的升降控制线路是一种比较典型的正反转控制线路,如图 1-63 所示为桥式起重机,其吊钩升降控制电路用两个接触器来进行电源相序的切换,为防止两个接触器同时吸合,电路中还设置了按钮、接触器双重联锁,通过这个项目的安装,可以学会电动机正反转的控制方法和联锁保护的原理。



工作任务

图 1-64 是起重机吊钩升降电动机控制线路电气原理图,请根据需要选择相应的电器元件后,在指定的电路板上安装电源开关、熔断器、按钮和交流接触器,连接起重机吊钩升降电动机的控制线路,最后在教师的监护下,完成线路的检查和通电运行。

演示文稿
任务 3.1
异步电动机
正反向运行
控制与实现





图 1-63 桥式起重机

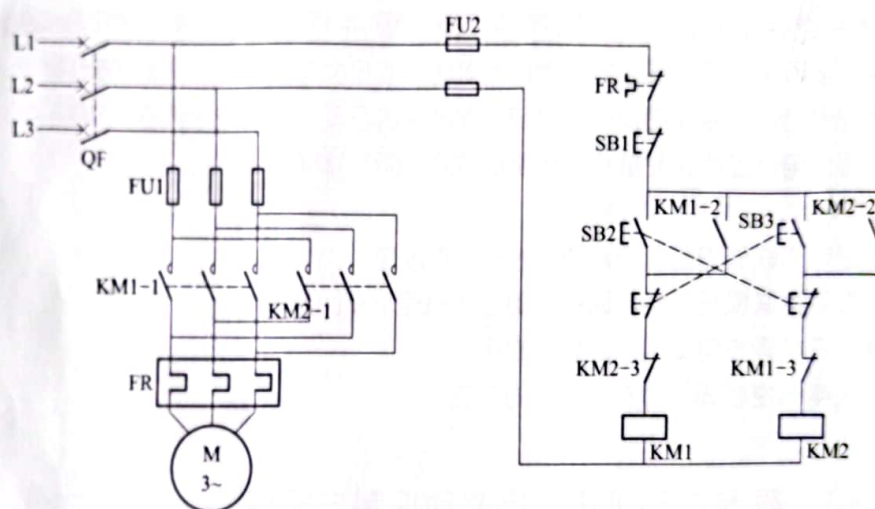


图 1-64 起重机吊钩升降电动机控制线路电气原理图



知识学习

3.1.1 电动机正反转的工作原理

由图 1-65 可以看出,电动机三相定子绕组通入的三相交流电 i_u 、 i_v 、 i_w 的相序为 U-W-V,产生的旋转磁场的旋转方向也是按 U-W-V 的顺序旋转,即与三相交流电的变化顺序一致。由此可以得出结论:在三相定子绕组空间排序不变的条件下,旋转磁场的转向取决于三相电流的相序。若要改变旋转磁场的方向,只需任意对调两根电源线即可。由此可见,改变电动机定子绕组所接电源的相序,就能改变三相电动机的旋转方向。如果不可调换三根电源线,那么电动机的方向仍然没有改变。



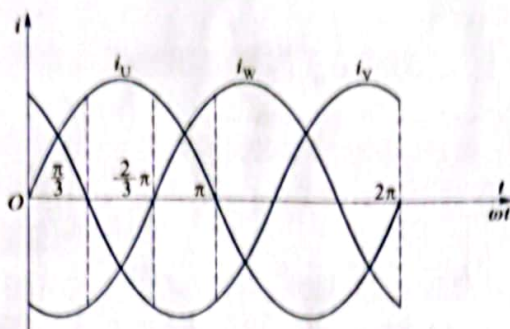


图 1-65 三相交流电相序波形图

微课
三相异步电动机正反转
的工作原理



3.1.2 电动机正反转控制线路的工作原理

电动机正反转控制线路实质上是两个方向的单向运行控制线路的组合,如图 1-66 所示为接触器联锁正反转控制线路电气原理图,图中 KM1、KM2 分别为正反转接触器,它们的主触点接线的相序不同, KM1 按 L1-L2-L3 相序接线, KM2 按 L2-L1-L3 相序接线,即将 L1、L2 两相对调,所以两个接触器分别工作时,电动机的旋转方向不一样,可实现电动机的正反转运行。

值得注意的是,若两个接触器 KM1 和 KM2 同时工作会引起电源短路的严重事故,即要求保证主电路中的两个接触器不能同时工作。这种在同一时间里两个接触器只允许一个工作的控制称为联锁或互锁。联锁控制主要是通过正反转接触器 KM1 和 KM2 线圈支路中都分别串联对方的动断触点来实现,如图 1-66 所示,这对动断触点称为互锁触点或联锁触点。由于这种联锁是依靠电器元件来实现的,所以也称为电气联锁。

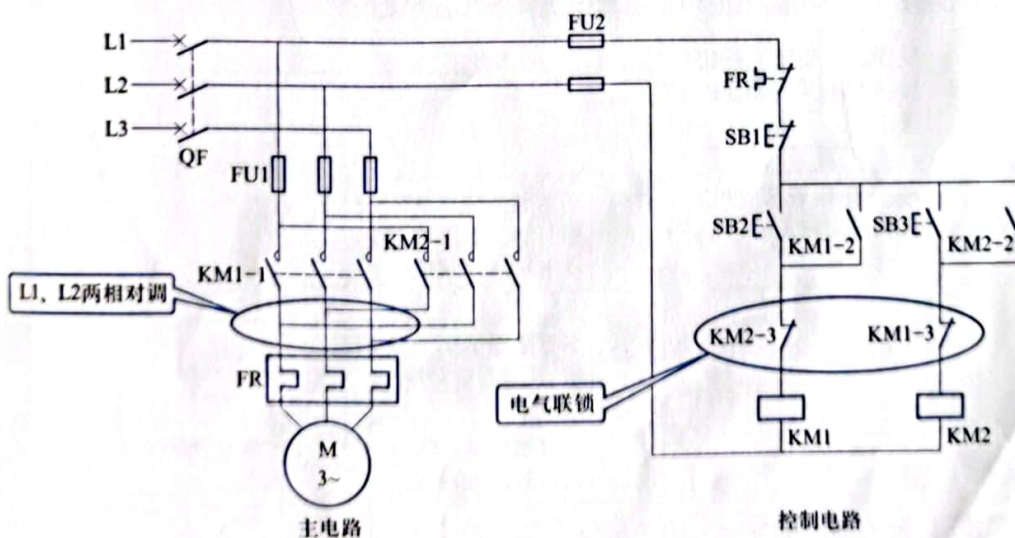


图 1-66 接触器联锁正反转控制线路电气原理图

接触器联锁正反转控制线路的工作原理如下,其工作过程如图 1-67 所示。

合上电源开关 QF,正转时:

微课
电动机正反转
控制线路



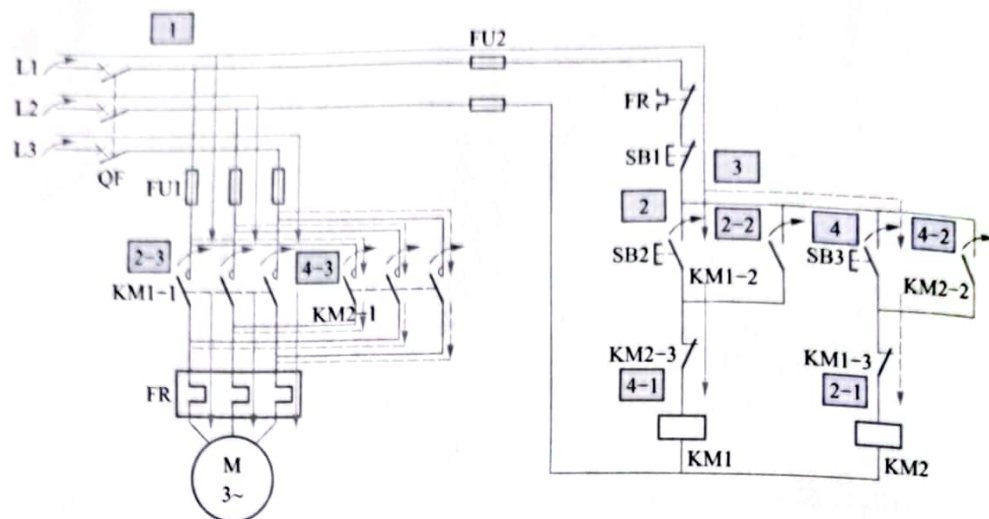
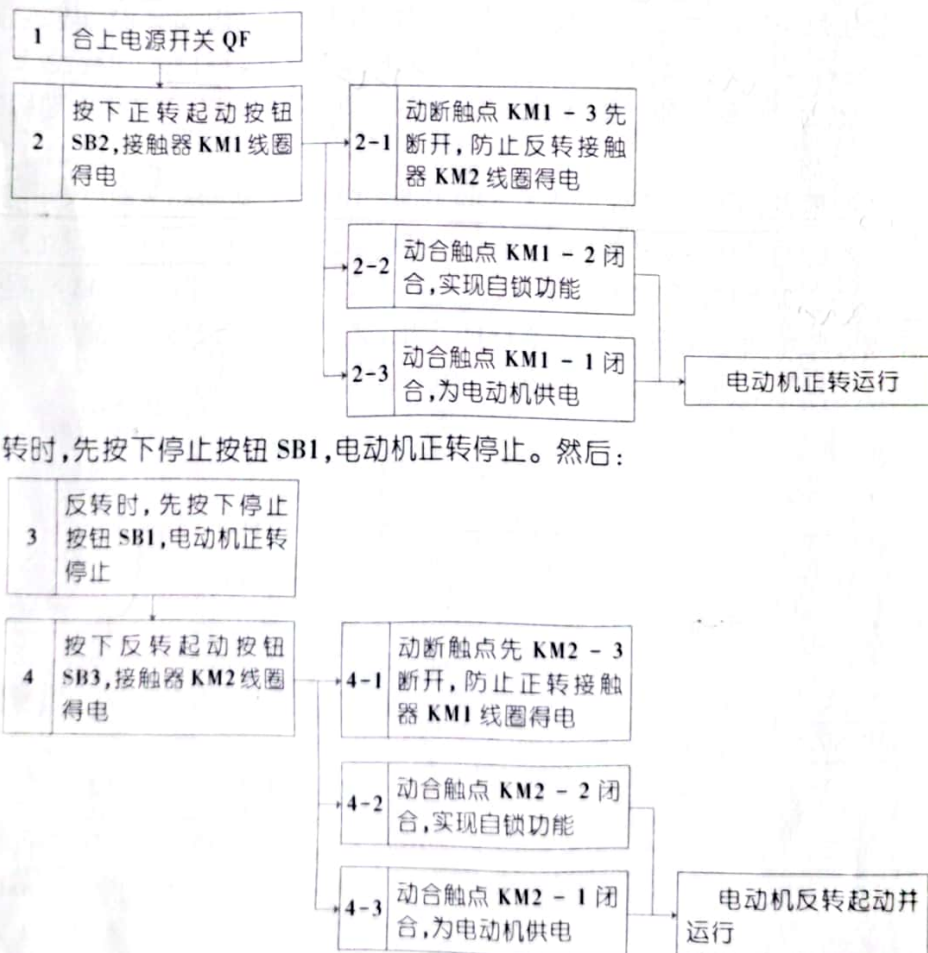


图 1-67 接触器联锁正反转控制线路工作过程



停止时, 按下 SB1 即可。

由上述分析可知, 图 1-66 所示的接触器联锁控制正反转控制线路也有一个缺点, 即从一个转向过渡到另一个转向时, 要先按停止按钮 SB1, 不能直接过渡, 只能实现电动机的“正-停-反”, 显然这是十分不方便的。



3.1.3 起重机吊钩升降电动机控制线路的工作原理

在实际中起重机吊钩升降电动机在升或者降的过程中是可以直接换向的,为了解决电动机从一个转向不能直接过渡到另一个转向的问题,常采用复式按钮和触点联锁的双重联锁控制线路,如图 1-68 所示。

在图 1-68 中,不仅由接触器的动断触点组成电气联锁,还添加了由复式按钮 SB2 和 SB3 动断触点组成的机械联锁。这样,当电动机由正转变为反转时,只需按下反转按钮 SB3,便可通过 SB3 的动断触点断开 KM1 电路, KM1 起联锁作用的动断触点闭合,接通 KM2 线圈控制电路,实现电动机反转,即可以实现电动机的“正-反-停”控制。

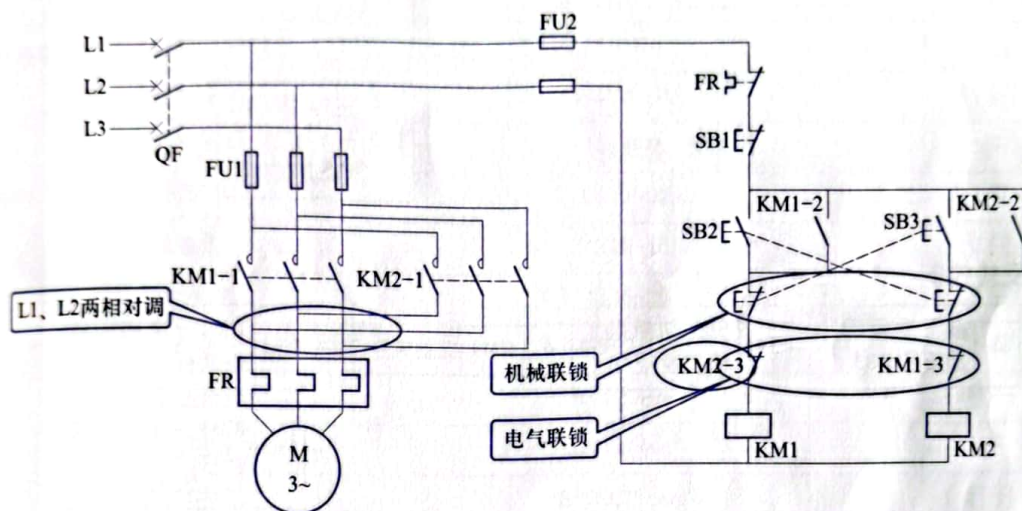


图 1-68 起重机吊钩升降电动机控制线路

起重机吊钩升降电动机控制线路的工作原理如下,其工作过程如图 1-69 所示。

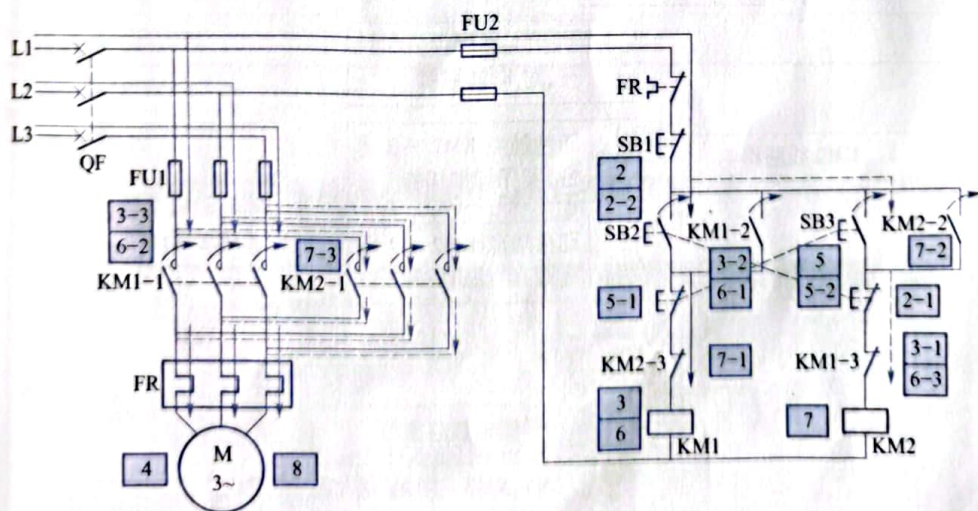


图 1-69 起重机吊钩升降电动机控制线路工作过程

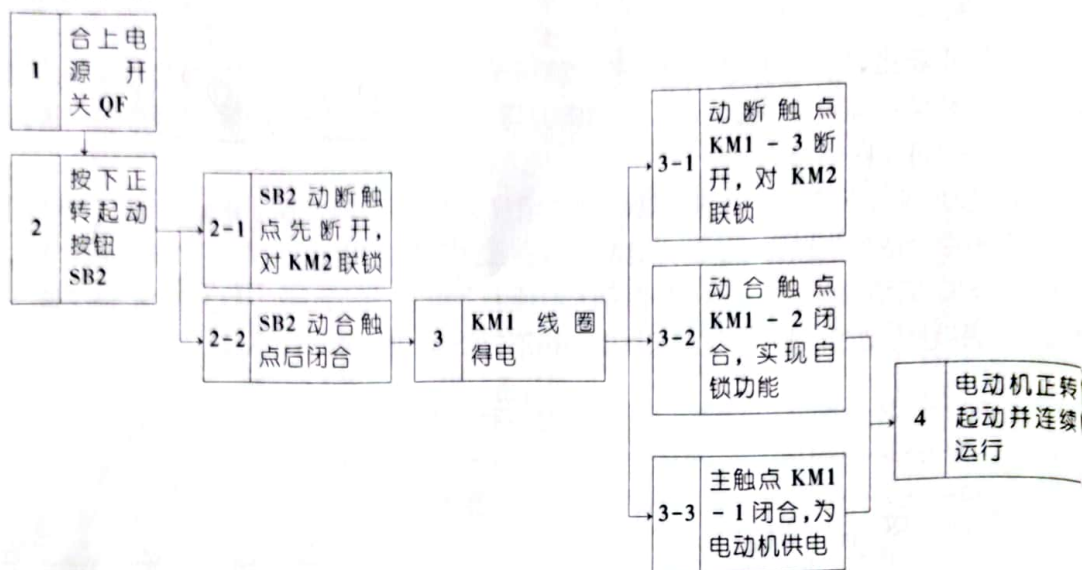
微课
双重联锁电
动机正反转
控制线路



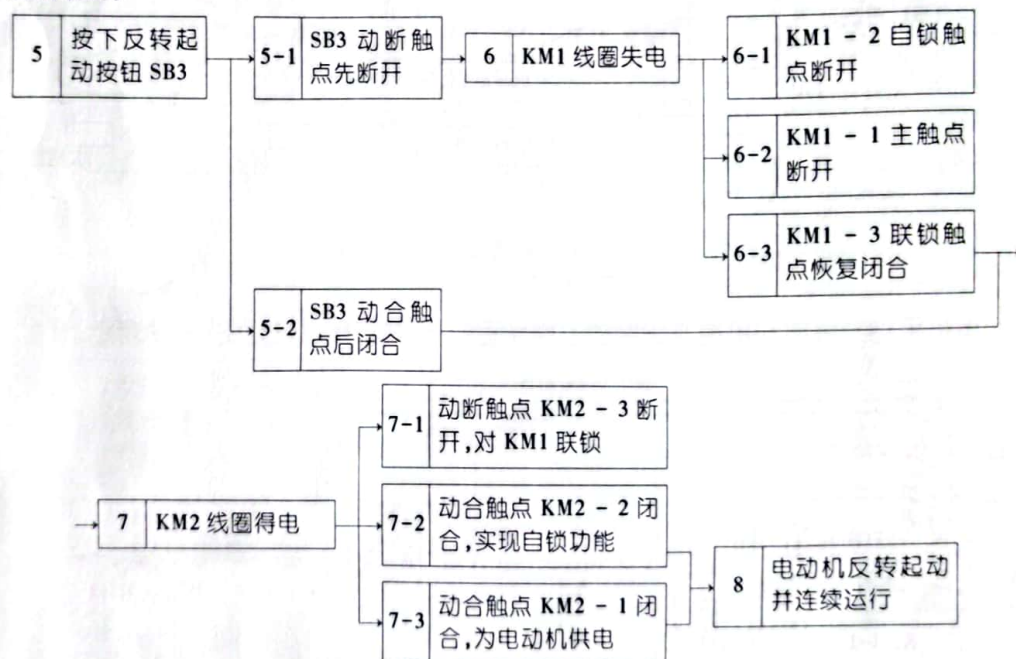
动画
双重联锁正
反转控制的
工作原理



1. 正转控制



2. 反转控制



3. 停止控制



两个联锁虽然都是为了避免电源短路,但按钮联锁主要解决的是电动机正反转的直接切换,即正转-反转,反转-正转,不需要在切换转向前先按停止按钮。接触器联锁可确保在



正转接触器得电时反转接触器不会得电,即使接触器触点发生融焊反转接触器也不会得电。

任务实施

1. 准备工具、仪表及器材(见表 1-35)

表 1-35 工具、仪表及器材明细表

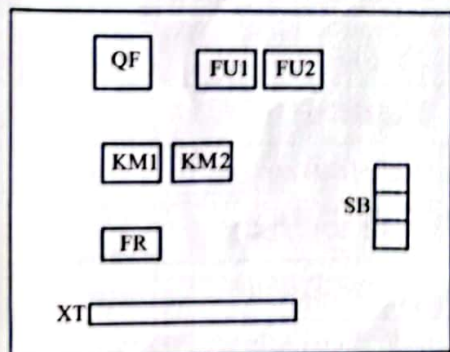
分类	名称	型号或规格	数量
工具	电工通用工具	钢丝钳、螺丝刀(一字和十字)、尖嘴钳、剥线钳等	若干
	配线板	630mm×700mm×20mm	1 块
仪表	万用表	MF47 或自定	1 块
器材	三相笼型异步电动机	WDJ26	1 台
	低压断路器	DZ108-20	1 只
	熔断器	RL1-15(熔体 15A)	5 只
	按钮	LA10-3H	1 只
	接触器	CJ20-10	2 只
	热继电器	JR36-20	1 只
	端子板	JF5-2.5/5	1 只
耗材	主电路导线	BV1.5 mm ²	若干
	控制电路导线	BV1.0 mm ²	若干
	按钮导线	BVR0.75 mm ²	若干
	接地导线	BVR1.5 mm ² (黄绿双色)	若干
	编码套管	φ8	0.6m
	记号笔	自定	1 支
	紧固体		若干

操作视频
三相异步电动机正反转控制
线路元件准备
与安装

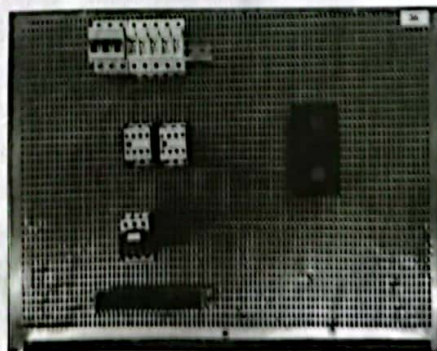


2. 安装电器元件

检查所有电器元件是否良好,然后根据电器元件布置图把电器元件固定在网孔板上,如图 1-70 所示。



(a) 布局图



(b) 实物图

图 1-70 电器元件布置图

虚拟实训
双重联锁的
正反转控制
线路电器元
件布置



高等职业教育电类在线开放课程 新形态一体化教材

电工电子技术

电工技术

电路基础及应用

电子技术

传感器应用技术

单片机技术应用

PLC应用技术(西门子)

PLC应用技术及项目实践

工厂电气控制技术

电机拖动与控制

电力电子技术

电气CAD

PCB设计与应用

曹建林

莫莉萍 等

左翠红

苏品刚

梁长垠

刘 松 朱水泉

蒋庆斌

吴国中 白 金

张永飞

张晓娟 钱海月

陈海荣

徐雯霞

魏 欣

智慧职教助力智慧课堂

新形态一体化教材

book.icve.com.cn



开放共享学习

信息化教学深度应用

本书
特色

学 生——设计精美、随扫随学，自学中享受过程
教 师——素材丰富、资源立体，备课中不断创造
教学模式——线上线下、平台支撑，教学中实现翻转

ISBN 978-7-04-051494-0



9 787040 514940 >

定价 43.80 元



扫描全能王 创建