

电工师傅领进门

全彩图解 电工识图

乔长君◎编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电工师傅领进门

全彩图解 电工识图

乔长君◎编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书包括识图基础、启动控制电路、运行电路、制动电路、机床控制电路5个方面的内容。

本书采用实物图与符号图对照的方式,阐述电工识图的全部知识。所选图例贴近实际,突出对新技术、新设备、新工艺的推广应用。可操作性强,具有通俗性、针对性、完整性和广泛性的特点。是电工必备的参考书,也是工程技术人员不可缺少的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

全彩图解电工识图 / 乔长君编著. —北京:中国电力出版社, 2015.4
(电工师傅领进门)

ISBN 978-7-5123-6973-3

I. ①全… II. ①乔… III. ①电路图—识别—图解 IV. ①TM13-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第308683号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015年4月第一版 2015年4月北京第一次印刷

850毫米×1168毫米 32开本 7.25印张 240千字

印数 0001—3000册 定价 38.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

Foreword 前言

随着电气技术的不断发展,三相异步电动机控制在生产、生活中应用越来越广泛,从事电气安装、维护、管理的人员也越来越多。怎样才能迅速判断电气控制电路故障,是每个电工必须面对的实际问题。

电气图作为工程语言,是设计、生产和维修不可缺少的内容,看懂电气图是从事电气工作必备的基础知识和先决条件。电气图作为日常工作中的技术指导,看不懂电气图,在工作中将无从下手。

本书第1章从电气图的基本元素——图形符号开始,进而介绍了电气图的制图规则、表达方法,以及常用低压电器元件的用途、识图方法。第2章三相异步电动机启动控制电路包括直接启动、降压启动两个方面常用控制电路识图方法。第3章运行电路包括点动与连续选择控制、两地控制电路、两台电动机的顺序控制电路、位置控制、循环控制电路、双速控制电路、其他运行电路、电动机保护器与PLC控制电路等8个方面常用控制电路识图方法。第4章制动电路包括反接制动电路、能耗制动电路、短接制动电路三个方面常用控制电路识图方法。第5章机床控制电路主要介绍利用分解法识读复杂电路的方法。

本书采用实物图与符号图对照的方法阐述三相异步电动机控制电路识读方法,内容起点低,注重实用,便于读者自学。在内容选取上遵循实用、够用的原则,所选问题力求贴近实际,并突出对新技术、新设备、新工艺的推广应用。

本书由乔长君主编,参加本书编写的还有王岩、葛巨新、朱家敏、于蕾、武振忠、杨春林等。

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

Contents 目 录

前言

第 1 章 识图基础	1
1.1 低压电器及电子元件	1
1.1.1 低压电器	1
1.1.2 电子元件	7
1.2 电气符号	9
1.2.1 从实物元件到图形符号	9
1.2.2 图形符号	10
1.2.3 文字符号	22
1.2.4 项目代号	28
1.3 电气图制图规则和方法	30
1.3.1 电气图制图规则	30
1.3.2 电气图基本表示方法	32
1.4 控制电路图的识图方法	35
1.4.1 查线读图法	35
1.4.2 识读复杂电路的方法	39
第 2 章 启动控制电路	42
2.1 笼型异步电动机直接启动控制电路	42
2.1.1 点动单向启动控制电路	42
2.1.2 停止优先的单向直接启动电路	44
2.1.3 启动优先的正转启动电路	46
2.1.4 带指示灯和自保功能的正转启动电路	48
2.1.5 单按钮控制的单向启动电路	50

2.1.6	简单的正反转启动电路.....	52
2.1.7	接触器联锁的正反转启动电路.....	54
2.1.8	按钮联锁的正反转启动电路.....	56
2.1.9	按钮和接触器双重联锁的正反转启动电路.....	58
2.2	笼型异步电动机降压启动电路.....	60
2.2.1	定子回路串入电阻的手动降压启动电路 (1).....	60
2.2.2	定子回路串入电阻的手动降压启动电路 (2).....	62
2.2.3	定子回路串入电阻的自动降压启动电路.....	64
2.2.4	定子回路串入电阻的手动、自动降压启动电路 ...	66
2.2.5	定子回路串入电抗器的手动降压启动电路.....	68
2.2.6	定子回路串入电抗器的自动降压启动电路.....	70
2.2.7	定子回路串入电抗器的手动、自动降压启动电路...	72
2.2.8	定子回路串入自耦变压器的手动、自动 降压启动电路.....	74
2.2.9	手动延边 Δ 降压启动电路.....	76
2.2.10	自动延边 Δ 降压启动电路.....	78
2.2.11	延边 Δ 二级降压启动控制电路.....	80
2.2.12	阻容复合降压启动电路.....	82
2.2.13	手动控制 Y- Δ 降压启动电路.....	84
2.2.14	时间继电器控制自动 Y- Δ 降压启动电路.....	86
2.2.15	电流继电器控制自动 Y- Δ 降压启动电路.....	88
2.3	绕线式异步电动机启动电路.....	90
2.3.1	手动转子绕组串电阻启动控制电路.....	90
2.3.2	时间继电器二级启动电路.....	92
2.3.3	电流继电器二级启动电路.....	94

2.3.4	频敏变阻器手动、自动单向启动电路.....	96
2.3.5	频敏变阻器手动正反转启动电路.....	98

第3章 运行电路..... 100

3.1	点动与连续选择控制.....	100
3.1.1	点动与连续单向运行控制电路(1).....	100
3.1.2	点动与连续单向运行控制电路(2).....	102
3.1.3	接触器控制正反转及点动电路.....	104
3.2	两地控制电路.....	106
3.2.1	两地单向运行控制电路.....	106
3.2.2	两地点动与连续单向运行控制电路.....	108
3.3	两台电动机的顺序控制电路.....	110
3.3.1	两台电动机主电路按顺序启动的控制电路.....	110
3.3.2	两台电动机同时启动、同时停止的控制电路....	112
3.3.3	两台电动机控制电路按顺序启动的电路.....	114
3.3.4	两台电动机按顺序停止的控制电路.....	116
3.3.5	两台电动机按顺序启动、停止的控制电路.....	118
3.3.6	两台电动机按顺序启动、一台自由开停的 控制电路.....	120
3.4	位置控制.....	122
3.4.1	行程开关限位控制正反转电路.....	122
3.4.2	卷扬机控制电路.....	124
3.5	循环控制电路.....	126
3.5.1	时间继电器控制按周期重复运行的单向运行电路...	126
3.5.2	行程开关控制按周期重复运行的单向控制电路....	128

3.5.3	时间继电器控制按周期自动往复可逆控制电路...	130
3.5.4	行程开关控制延时自动往返控制电路.....	132
3.6	双速控制电路.....	134
3.6.1	2Y/ Δ 接法双速电动机控制电路(1).....	134
3.6.2	2Y/ Δ 接法双速电动机控制电路(2).....	136
3.6.3	2Y/ Δ 接法电动机升速控制电路.....	138
3.7	其他运行电路.....	140
3.7.1	长时间断电后来电自启动控制电路.....	140
3.7.2	两台电动机自动互投的控制电路.....	142
3.7.3	手动Y/ Δ 接法节电控制电路.....	144
3.8	电动机保护器与PLC控制电路.....	146
3.8.1	电动机综合保护器正反转运行电路.....	146
3.8.2	PLC控制两台电动机顺序启动电路.....	148
3.8.3	PLC控制小车自动往返电路.....	150
3.8.4	PLC和变频器控制电动机正反转电路.....	152

第4章 制动电路..... 154

4.1	反接制动电路.....	154
4.1.1	速度继电器单向运转反接制动电路.....	154
4.1.2	时间继电器单向运转反接制动电路.....	156
4.1.3	单向电阻降压启动反接制动电路.....	158
4.1.4	正反向运转反接制动电路.....	162
4.1.5	正反向电阻降压启动反接制动电路.....	165
4.2	能耗制动电路.....	168
4.2.1	手动单向运转能耗制动电路.....	168

4.2.2	速度继电器单向运转能耗制动电路	170
4.2.3	断电延时单向运转能耗制动电路	172
4.2.4	通电延时单向运转能耗制动电路	174
4.2.5	行程开关单向运转能耗制动电路	176
4.2.6	单向自耦降压启动能耗制动电路	178
4.2.7	单向 Y- Δ 降压启动能耗制动电路	180
4.2.8	手动正反转运转能耗制动电路	182
4.2.9	时间继电器正反转能耗制动电路	184
4.2.10	速度继电器正反转能耗制动电路	186
4.3	短接制动电路	188
4.3.1	单向运转短接制动电路	188
4.3.2	正反向运转短接制动电路	190

第 5 章 机床控制电路 192

5.1	车床	192
5.1.1	C620-1 卧式车床控制电路	192
5.1.2	L 型卧式车床控制电路	196
5.1.3	CA6140 型普通车床控制电路	203
5.2	其他机床控制电路	209
5.2.1	M135 外圆磨床控制电路	209
5.2.2	X8120 型万能工具铣床控制电路	215

1.1 低压电器及电子元件

1.1.1 低压电器

1. 自动空气开关

自动空气开关又称自动空气断路器,其常见外形和图形符号如图 1-1 所示。自动空气开关集控制和多种保护功能于一身,在正常情况下可用于不频繁地接通和断开电路以及控制电动机的运行。当电路发生短路、过载及失压等故障时,自动空气断路器能自动切断电路,保护线路和电气设备。



图 1-1 自动空气开关的外形及图形符号

2. 接触器

接触器的外形及图形符号如图 1-2 所示。接触器可用于频繁接通和断开电路,实现远控功能,并具有低电压保护功能。接触器的两侧辅助

触头上面为动断、下面为动合，为了做图方便把线接线桩移在三个进线中间。

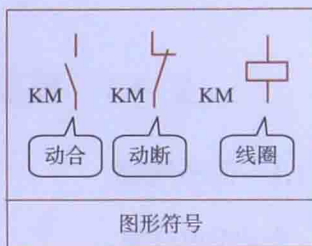


图 1-2 接触器的外形及图形符号

3. 热继电器

热继电器的外形及图形符号如图 1-3 所示。热继电器主要用于电动机的过载保护、断相及电流不平衡运行的保护及其他电气设备发热状态的控制。热继电器的辅助触头，上面一对为动断，下面一对为动合。

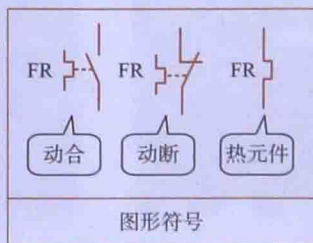


图 1-3 热继电器的外形及图形符号

4. 熔断器

熔断器的外形及图形符号如图 1-4 所示。熔断器通常作为短路保护元件，也常作为单台电气设备的过载保护元件。

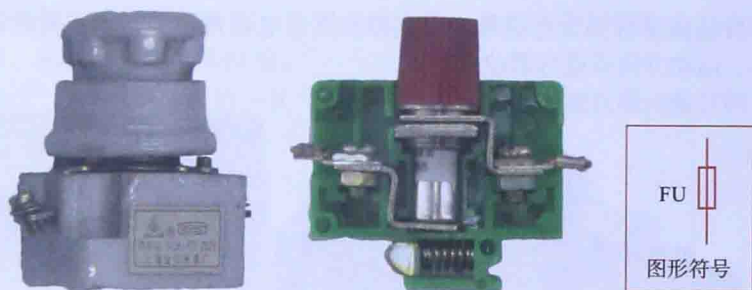


图 1-4 熔断器的外形及图形符号

5. 按钮

按钮又称按钮开关或控制按钮，两种按钮的外形及图形符号如图 1-5 所示。按钮是一种短间接通或断开小电流电路的手动控制器，一般用于电路中发出起动或停止指令，以控制电磁起动器、接触器、继电器等电器线圈电流的接通或断开，再由它们去控制主电路。按钮也可用于信号装置的控制。

图 1-5 (a) 所示的 LA18-6A 型按钮两侧各有两对触头，上侧为动断、下侧为动合。图 1-5 (b)、图 1-5 (c) 所示的 LAY16 型按钮也称旋钮，具有闭锁功能，按图示方向，上侧为动合、下侧为动断。

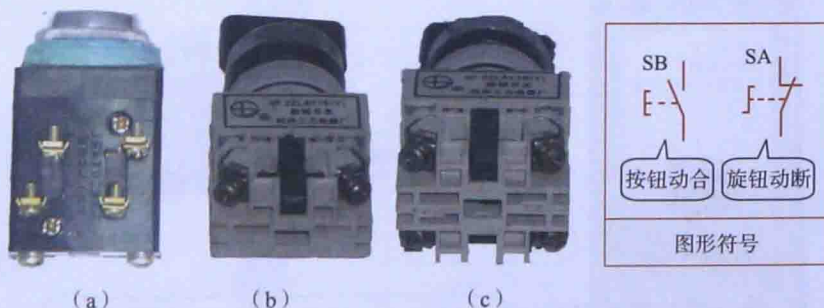


图 1-5 按钮的外形及图形符号

6. 行程开关

行程开关又叫限位开关，其外形及图形符号如图 1-6 所示。是实现行程控制的小电流（5A 以下）主令电器，其作用与控制按钮相同，只是其触头的动作不是靠手按动，而是利用机械运动部件的碰撞使触头动作，

即将机械信号转换为电信号，通过控制其他电器来控制运动部件的行程大小、运动方向或进行限位保护。

两对触头靠近操作机构的为动合触头，另一对为动断触头。

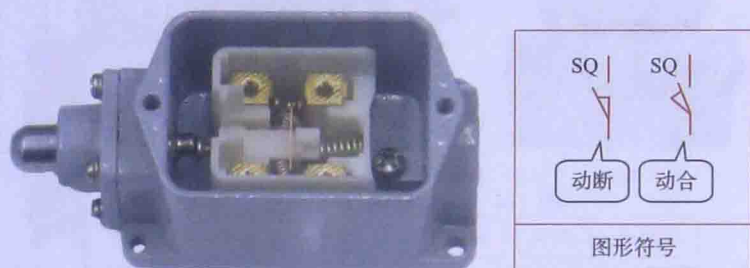


图 1-6 行程开关的外形及图形符号

7. 时间继电器

时间继电器的外形及图形符号如图 1-7 所示。主要用于需要按时间顺序进行控制的电气控制电路中。这种继电器型号后面有 D 标志的为断电延时型，没有标志的为通电延时型。

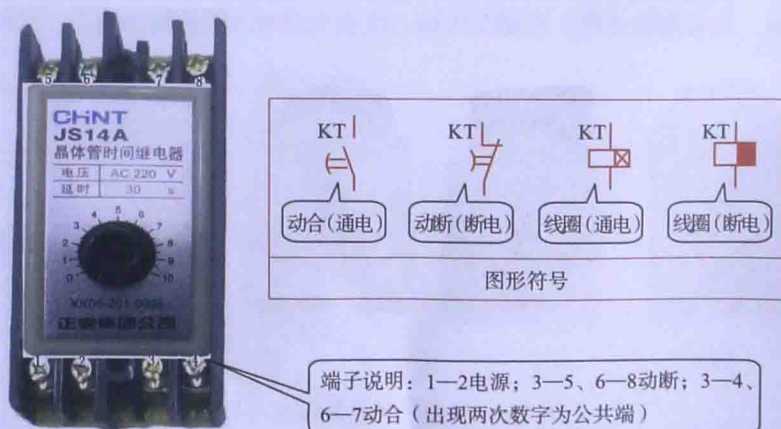


图 1-7 时间继电器的外形及图形符号

8. 中间继电器

中间继电器的外形及图形符号如图 1-8 所示。中间继电器实质是一

种接触器，但触头对数多，没有主辅之分，主要用于扩展其他继电器的对数，起到信号中继的作用。

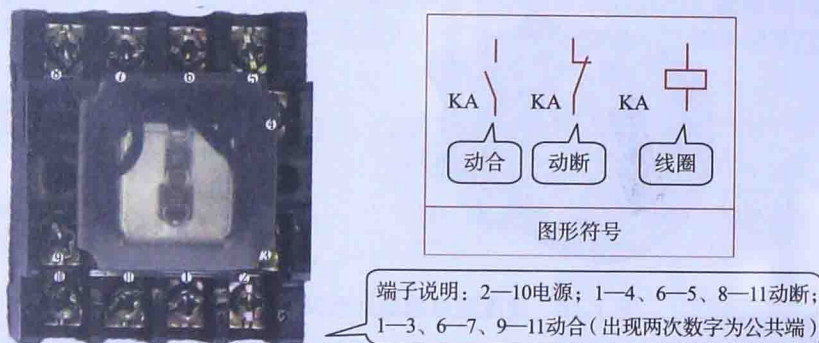


图 1-8 中间继电器的外形及图形符号

9. 过流继电器

过流继电器的外形及图形符号如图 1-9 所示。过流继电器具有一对动断触头，用于频繁启动和重载启动的场合，作为电动机和主电路的过载和短路保护。

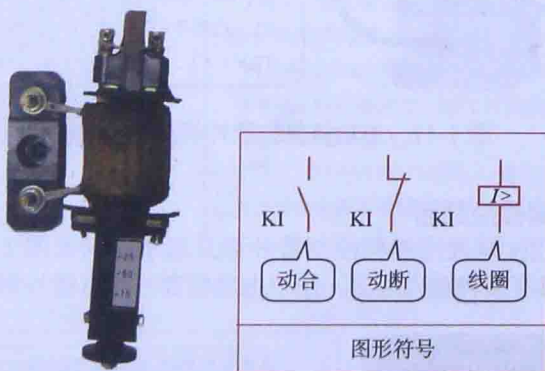


图 1-9 过流继电器的外形及图形符号

10. 速度继电器

速度继电器也称反接制动继电器，其外形及图形符号如图 1-10 所示。速度继电器的主要作用是以旋转速度的快慢为指令信号，与接触器

配合实现电动机的反接制动，其触头系统由两组转换触头组成，一组在转子正转时动作，另一组在转子反转时动作。



图 1-10 速度继电器的外形及图形符号

11. 电动机保护器

TDHD-1 型电动机保护器外形如图 1-11 所示，具有过热反时限、反时限、定时限多种保护方式。主要用于电动机多种模式的保护。

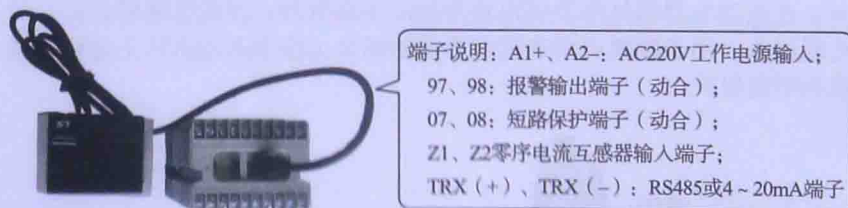


图 1-11 电动机保护器外形及端子说明

12. 可编程控制器

三菱 FX2N 系列可编程控制器外形及端子排列如图 1-12 所示。可编程控制器具有多种输入语言，用于电动机和各种自动控制系统。

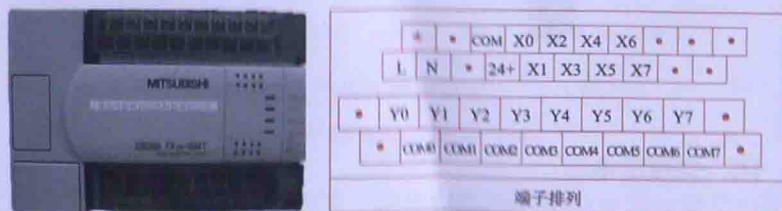


图 1-12 可编程控制器的外形及端子排列

13. 变频器

富士变频器的外形及端子排列如图 1-13 所示。变频器根据电动机的实际需要通过改变电源的频率来达到改变电源电压的目的, 进而达到节能、调速的目的, 主要用于三相异步交流电动机, 用于控制和调节电机速度。



上	30A	30B	Y5A	Y3	Y1	CMER	C1	FMA	11	FMP	12	PLC	CM	X1	X2	REV	X3	CM	X4	X7	X5	X6	下
	30C	Y5C	Y4	Y2									FWD							X8	X9	DX-	DX+

端子排列

端子说明: 30A、30B、30C—总报警输出继电器。30A为动合触头、30B为动断、30C为公共端。

Y5A、Y5C可选信号输出继电器。可选Y1~Y4端子类似的选择信号作为输出信号。

Y1~Y4晶体管输出继电器。

CME晶体管输出公共端。

13电位器用电源、12设定电压输入、11模拟信号输入公共端。

FMA模拟监视(11公共端子)、FMP频率值监视(CM公共端子)。

PLC连接PLC的输出信号电源(DC24V)。

FWD正转启动命令、REV反转启动命令。

X1~X9选择输入。

DX-、DX+RS485通信输入/输出。

SD通信电缆屏蔽层连接端

图 1-13 富士变频器的外形及端子排列

1.1.2 电子元件

1. 电阻器

电阻器的外形及图形符号如图 1-14 所示。电阻器是实现降压启动和能量消耗的元件。



外形



外形

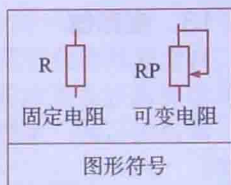


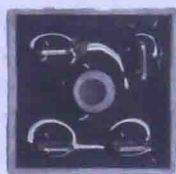
图 1-14 电阻器的外形及图形符号

2. 整流元件

整流元件的外形及图形符号如图 1-15 所示。整流元件是实现交流——直流转换的元件。



外形



外形



图 1-15 整流元件的外形及图形符号

3. 电容器

电容器的外形及图形符号如图 1-16 所示。电容器主要用于储能和滤波。



外形

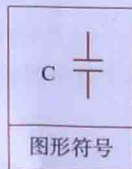


图 1-16 电容器的外形及图形符号