

# 全彩图解 电工电路

乔长君 李东升 等编

扫码  
看视频

实物图 ● 原理图 ● 接线图



化学工业出版社

# 全彩图解 电工电路

乔长君 李东升 等编



化学工业出版社

· 北京 ·

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

全彩图解电工电路 / 乔长君等编. —北京: 化学工业出版社, 2018.9

ISBN 978-7-122-32619-5

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 152018 号

---

责任编辑: 高墨荣  
责任校对: 宋 夏

文字编辑: 孙凤英  
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: 北京新华印刷有限公司  
850mm×1168mm 1/32 印张 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub> 字数 252 千字  
2019 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

# 前言

## FOREWORD

对于有一定基础的电工来说，看懂电工电路并不难，难的是有许多电工电路你没有见过，就无法在实际工作中灵活应用，只有你学习更多的电工电路，才会对自己的工作有所帮助。而对于电工初学者，看懂电路图是一件比较吃力的事情，特别是遇到电气元器件较多的电路时，更会感到无从下手。实际上，复杂的电路都是由很多基础单元电路组成的，如果能够将电路分解开来，从启动、运行、制动三个基本角度去解读，那么学起来就轻松多了，一通百通。本书精挑细选了54个三相异步电动机常用控制电路，从实物图、原理图、接线图三个方面完整表达了每个电路的工作原理和布线方法，最后采用分解的方法将电路的每一个动作进行分析详解。

本书采用实物图、原理图、接线图对照的形式介绍，并对每一电路的动作过程进行图解，把电路工作原理用分解的图进行表述，使读者更加容易理解电路的工作原理和调试方法，直观易懂，能快速解决工作中遇到的技术难题，从而大大提升电工人员的技能水平。

本书主要内容包括电工识图基础知识、三相异步电动机启动电路、三相异步电动机运行电路、三相异步电动机制动电路、三相异步电动机控制电路的设计安装与维修。本书第5章介绍了控制电路的设计安装与维修方法，使得读者轻松掌握从基本电路到复杂电路的设计安装与维修方法，更好地利用

基本电路，达到举一反三的目的。

本书内容由浅入深，实用性很强。虽然是挑选出来的电路，但包括了所有控制电路类型，另外本书从识图基础知识开始，采用实物图与符号图对照的形式，使得初学者更容易理解和掌握。

本书主要由乔长君、李东升等编写，王书宇、葛巨新、朱家敏、罗利伟、杨春林、乔正阳、于蕾、刘德忠、姜延国也参加了本书的部分编写工作，在此一并表示感谢。

由于水平有限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

# 目录

## CONTENTS



## 第 1 章 电工识图基础知识

001 /

<b>1.1 低压电器及电子元件</b> .....	<b>002</b>
1.1.1 低压电器 .....	002
1.1.2 电子元件 .....	008
<b>1.2 电气符号</b> .....	<b>009</b>
1.2.1 从实物元件到图形符号 .....	009
1.2.2 图形符号 .....	011
1.2.3 文字符号 .....	024
1.2.4 项目代号 .....	029
<b>1.3 电气图的制图规则和方法</b> .....	<b>032</b>
1.3.1 电气图的制图规则 .....	032
1.3.2 电气图的基本表示方法 .....	035
<b>1.4 控制电路图的识图方法</b> .....	<b>038</b>
1.4.1 查线读图法 .....	038
1.4.2 识读复杂电路的方法 .....	043

<b>2.1 直接启动电路</b> .....	<b>048</b>
2.1.1 点动单向启动电路.....	048
2.1.2 停止优先的单向直接启动电路.....	052
2.1.3 启动优先的正转启动电路.....	056
2.1.4 带指示灯的自锁功能的正转启动电路.....	060
2.1.5 单按钮控制单向启动电路.....	064
2.1.6 简单的正反转启动电路.....	068
2.1.7 接触器联锁正反转启动电路.....	072
2.1.8 按钮联锁正反转启动电路.....	076
2.1.9 按钮和接触器双重联锁正反转启动电路.....	080
<b>2.2 降压启动电路</b> .....	<b>084</b>
2.2.1 定子回路串入电阻手动降压启动电路之一.....	084
2.2.2 定子回路串入电阻手动降压启动电路之二.....	088
2.2.3 定子回路串入电阻自动降压启动电路.....	092
2.2.4 定子回路串入电阻手动、自动降压启动电路.....	096
2.2.5 手动控制Y- $\Delta$ 降压启动电路.....	100
2.2.6 时间继电器Y- $\Delta$ 降压启动电路.....	104
2.2.7 电流继电器控制自动Y- $\Delta$ 降压启动电路.....	108
2.2.8 具有防止飞弧短路功能的Y- $\Delta$ 降压启动电路.....	112
2.2.9 单按钮Y- $\Delta$ 降压启动电路.....	116
2.2.10 手动延边 $\Delta$ 降压启动电路.....	120
2.2.11 自动延边 $\Delta$ 降压启动电路.....	124

2.2.12	延边 $\Delta$ 二级降压启动电路	128
2.2.13	定子回路串入自耦变压器手动、自动降压启动电路	132

## 第 3 章 三相异步电动机运行电路

137 /

<b>3.1</b>	<b>点动与连续选择控制电路</b>	<b>138</b>
3.1.1	复合按钮点动与连续运行电路	138
3.1.2	带手动开关的点动与连续运行电路	142
<b>3.2</b>	<b>位置控制电路</b>	<b>146</b>
3.2.1	行程开关限位控制正反转电路	146
3.2.2	卷扬机控制电路	150
<b>3.3</b>	<b>循环控制电路</b>	<b>154</b>
3.3.1	时间继电器控制按周期重复运行的单向运行电路	154
3.3.2	行程开关控制按周期重复运行的单向运行电路	158
3.3.3	时间继电器控制按周期自动往复可逆运行电路	162
3.3.4	行程开关控制延时自动往返控制电路	166
<b>3.4</b>	<b>两台电动机的顺序控制电路</b>	<b>170</b>
3.4.1	两台电动机主电路按顺序启动的控制电路	170
3.4.2	两台电动机同时启动、同时停止的控制电路	174
3.4.3	两台电动机控制电路按顺序启动的电路	178
3.4.4	两台电动机控制电路按顺序停止的电路	182
3.4.5	两台电动机按顺序启动、停止的控制电路	186

3.4.6	两台电动机按顺序启动、一台自由开停的控制电路	190
<b>3.5</b>	<b>双速控制电路</b>	<b>194</b>
3.5.1	2Y- $\Delta$ 接法双速电动机控制电路	194
3.5.2	2Y- $\Delta$ 接法电动机升速控制电路	198
<b>3.6</b>	<b>其他运行电路</b>	<b>202</b>
3.6.1	长时间断电后来电自启动控制电路	202
3.6.2	两台电动机自动互投的控制电路	206
3.6.3	手动Y- $\Delta$ 接法节电控制电路	210

## 第 4 章 三相异步电动机制动电路

215 /

<b>4.1</b>	<b>反接制动电路</b>	<b>216</b>
4.1.1	速度继电器单向运转反接制动电路	216
4.1.2	时间继电器单向运转反接制动电路	220
4.1.3	单向电阻降压启动反接制动电路	224
4.1.4	正反向运转反接制动电路	228
4.1.5	正反向电阻降压启动反接制动电路	232
<b>4.2</b>	<b>能耗制动电路</b>	<b>236</b>
4.2.1	手动单向运转能耗制动电路	236
4.2.2	断电延时单向运转能耗制动电路	240
4.2.3	单向自耦降压启动能耗制动电路	244
4.2.4	单向Y- $\Delta$ 降压启动能耗制动电路	248
4.2.5	时间继电器正反转能耗制动电路	252

4.2.6	速度继电器正反转能耗制动电路	256
<b>4.3</b>	<b>短接制动电路</b>	<b>260</b>
4.3.1	自励发电短接制动电路	260
4.3.2	单向运转短接制动电路	264
4.3.3	正反向运转短接制动电路	268

## 第 5 章 三相异步电动机控制电路的设计 安装与维修

273 /

<b>5.1</b>	<b>低压电气控制电路设计</b>	<b>274</b>
5.1.1	控制电路的分析设计法	274
5.1.2	电气设计时选择元器件的方法	274
5.1.3	手动正反向电阻降压启动反接制动电路的设计	278
<b>5.2</b>	<b>三相异步电动机控制电路的安装</b>	<b>281</b>
5.2.1	电气控制电路安装配线的一般原则	281
5.2.2	带指示灯单向启动控制电路安装示例	289
<b>5.3</b>	<b>三相异步电动机控制电路的维修</b>	<b>294</b>
5.3.1	故障判断步骤	294
5.3.2	三相异步电动机控制电路的故障判断方法	296

参考文献

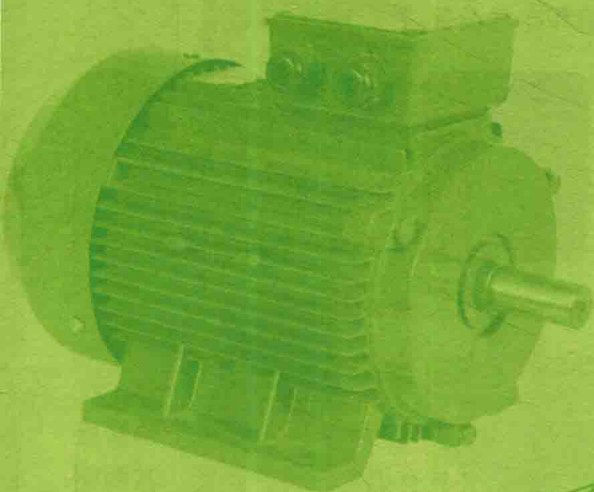
301 /

# 1

第

章

## 电工识图基础知识



## 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，常用塑壳式断路器外形及图形符号如图 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。当电路中发生短路、过载及失压等故障时，能自动切断电路，保护线路和电气设备。



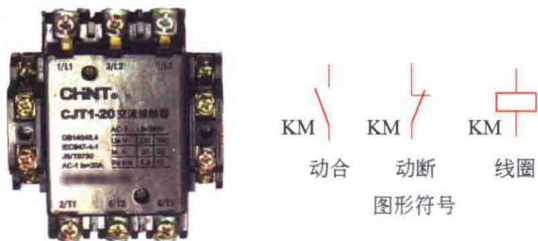
图 1-1 | 自动空气开关的外形及图形符号

## » (2) 接触器

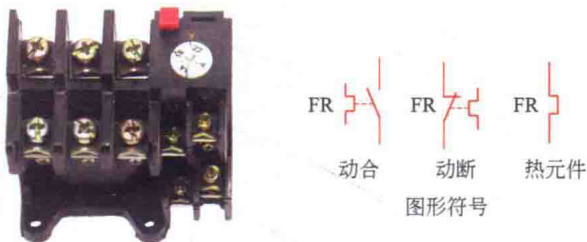
接触器的外形及图形符号如图 1-2 所示。它可用于频繁接通和断开电路，实现远控功能，并具有低电压保护功能。其两侧辅助触点上面为动断触点、下面为动合触点，为了作图方便把线圈接线桩移在三个进线中间。

## » (3) 热继电器

热继电器的外形及图形符号如图 1-3 所示。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。辅助触点上面一对为动断触点，下面一对为动合触点。



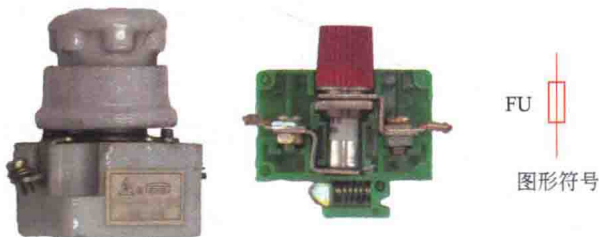
| 图 1-2 | 接触器的外形及图形符号



| 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。其作为短路保护元件，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启动或停止指令，以控制电磁启

动器、接触器、继电器等电气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点，上侧为动断触点、下侧为动合触点。图 1-5 (b)、(c) 所示的 LAY16 型按钮也称旋钮，具有闭锁功能，按图示方向，上侧为动合触点、下侧为动断触点。

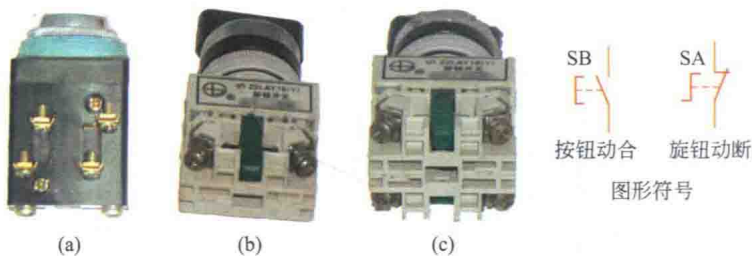


图 1-5 按钮的外形及图形符号

## » (6) 行程开关

行程开关又叫限位开关，JLXK11-311 型开关的外形及图形符号如图 1-6 所示。它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，只是其触点的动作不是靠手动，而是利用机械运动部件的碰撞使触点动作，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。

两对触点中靠近操作机构的一对为动合触点，另一对为动断触点。



图 1-6 行程开关的外形及图形符号

## » (7) 时间继电器

JS14A 系列晶体管时间继电器的外形及图形符号如图 1-7 所示。它主要用于需用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 D 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

JQX-10F/3Z 系列中间继电器的外形及图形符号如图 1-8 所示。它实质是一种接触器, 但触点对数多, 没有主辅之分。主要借助它来扩展其他继电器的对数, 起到信号中继的作用。

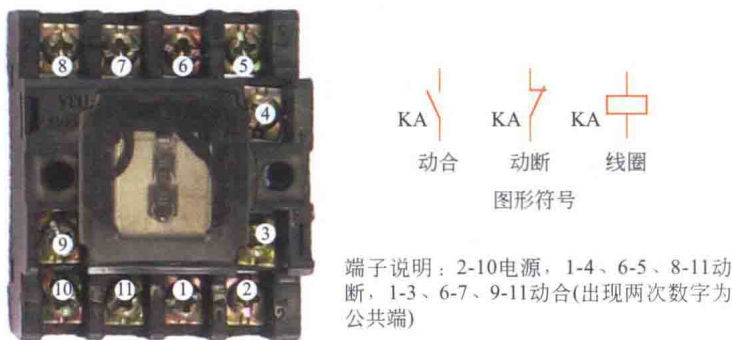


图 1-8 中间继电器的外形及图形符号

## » (9) 过流继电器

JL5-20A 型过流继电器的外形及图形符号如图 1-9 所示, 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。该继电器具有一对动断触点。



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, JY1 型速度继电器的外形及图形符号如图 1-10 所示。其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。它的触点系统由两组转换触点组成, 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 型电动机保护器的外形及端子说明如图 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。



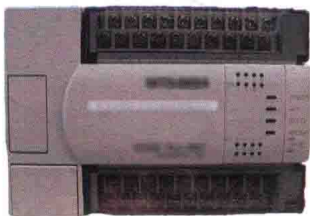
端子说明:

A1+、A2-: AC 220V 工作电源输入;  
97、98: 报警输出端子(动合);  
07、08: 短路保护端子(动合);  
Z1、Z2: 零序电流互感器输入端子;  
TRX(+)、TRX(-): RS-485 或 4~20mA 端子。

图 1-11 电动机保护器的外形及端子说明

## » (12) 可编程控制器

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



⊕	•	COM	X0	X2	X4	X6	•	•	•
L	N	•	24+	X1	X3	X5	X7	•	•

•	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	•
•	COM0	COM1	COM2	COM3	COM4	COM5	COM6	COM7	•

端子排列

图 1-12 可编程控制器的外形及端子排列