

电气工程师全彩图解丛书

用生动的语言讲解枯燥的电气技术
带你走进一个别样的电气世界



全彩图解

电气控制电路

100例

 黄北刚 黄义峰 编著



中国工信出版集团

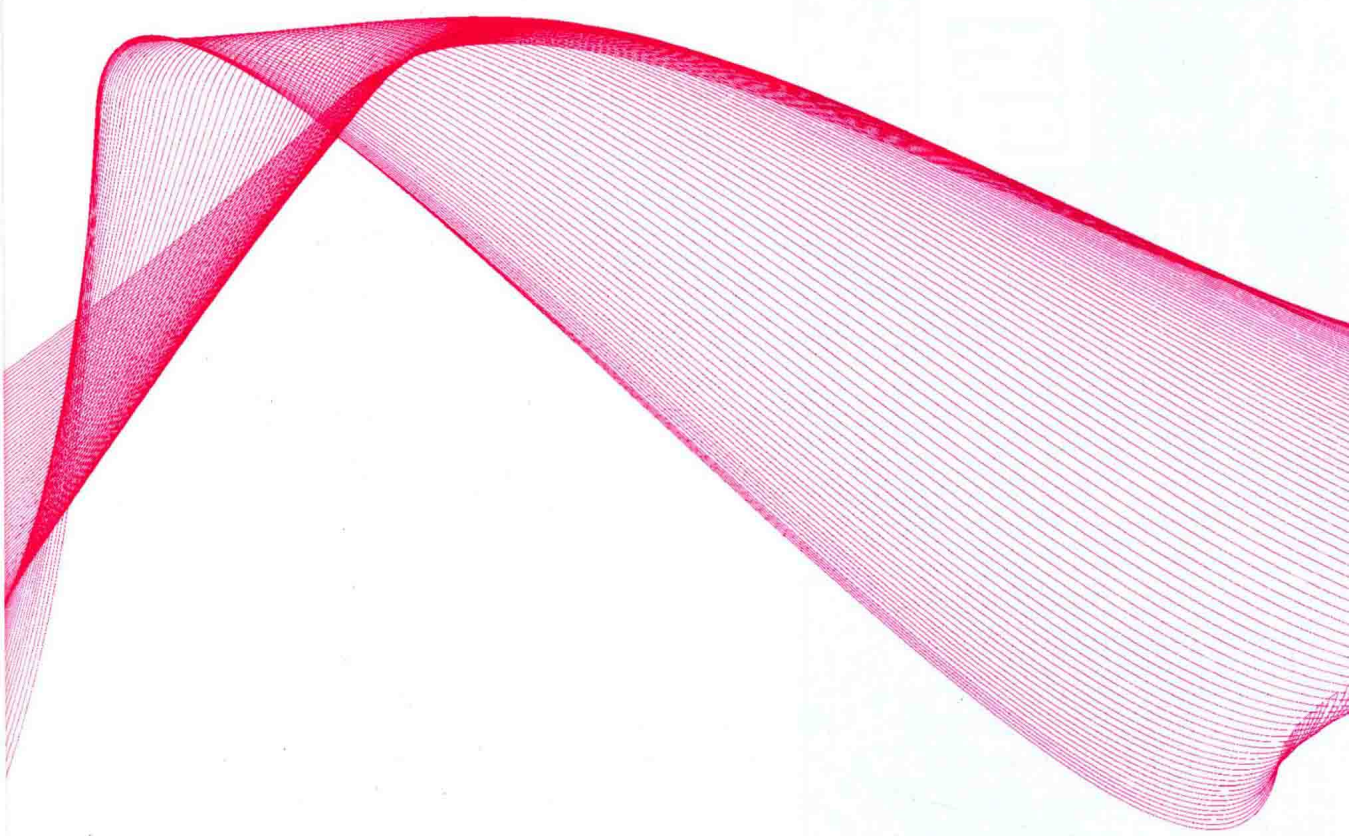


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电气工程师全彩图解丛书

全彩图解电气控制电路 100 例

黄北刚 黄义峰 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书主要讲述常用的电动机送电、停电的操作过程,采用循序渐进的方法,讲述每一个控制电路的工作原理,阅读本书的过程,实际上就是学习识图的过程。识图是电工进行接线、处理故障的基本功,在短时间内快速提高识读电动机控制电路图的能力,为以后看懂复杂多层次的控制电路打下良好的基础,看懂电路图,再结合自身的实践技能,就可以轻松解决在工作中遇到的实际问题。

本书图文并茂,通俗易懂,可供初级电工及电工技术爱好者阅读,也可作为电工技术岗位技能培训教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

全彩图解电气控制电路 100 例 / 黄北刚, 黄义峰编著. —北京: 电子工业出版社, 2017.2

(电气工程师全彩图解丛书)

ISBN 978-7-121-30574-0

I . ①全… II . ①黄… ②黄… III . ①电气控制—控制电路—图解 IV . ① TM571.2-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 296459 号

策划编辑: 张楠

责任编辑: 桑昀

印刷: 中国电影出版社印刷厂

装订: 中国电影出版社印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本: 787×1092 1/16 印张: 17 字数: 435.2 千字

版次: 2017 年 2 月第 1 版

印次: 2017 年 2 月第 1 次印刷

定价: 69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254579。

前 言

随着社会文明的高速发展和科学技术的不断进步，电工行业也得到不断发展。为了让广大有志于电工行业的初学者在较短时间里真正学会识图和掌握电动机常用控制电路的工作原理，作者结合实际情况，编写了《全彩图解电气控制电路 100 例》这本书。

本书共有 100 例不同的电动机的控制电路。阅读前应先认识电路图上的开关、继电器外形等，了解必要的识图知识。认识电路图，看懂电路图，能够按图正确、灵活接线，分析处理故障，是电工的基本技能。

本书中的电动机控制电路是以接触器的吸合、释放为最终目的，也就是通过接触器的吸合，启动电动机，接触器释放，停止电动机运转。电动机回路由主电路与二次回路组成，即输入/输出回路和执行机构。本书中的电动机一次主回路中的开关设备，由隔离开关、断路器、熔断器、接触器、热继电器、电动机保护器、电动机构成。根据电动机额定容量的驱动需要选择。二次回路也称操作回路，连接的导线称二次线。二次回路由指令电器和检测元件组成。指令电器主要有按钮开关、转换开关等，用于对电动机发出启停指令。检测元件主要有行程开关、时间继电器等，用来检测控制电路中的行程、压力、时间、计数等，在自动控制中作为程序的转换信号。为了满足控制电路的触点数量需要，一般选择中间继电器承担，用来记忆输入信号、转换信号。

电动机控制电路中的开关设备正确合理地匹配，以达到控制要求，满足电动机安全启停控制要求。为了使初学者更好地阅读本书，有必要介绍一点开关的结构和操作。本书在电动机控制电路图的基础上，将电路中所用开关设备的实物照片用线条进行连接，并且根据电路需要将表示导线的线条画成双色以便区分，形成电动机控制电路的实物接线图，这是作者独创的电路图画法，本书多数图采用一个电动机的控制电路图，对应一个实物接线图，共同来表达电动机回路接

全

彩

图

解

控

电

气

制

电

路

100

例



线的新形式。这种控制电路图使初学者先得到感性认识，通过立体直观的实物对照和图文并茂的电路原理表述，使读者在认识一些开关设备的同时，熟悉代表这些开关设备的文字符号和图形符号。有助于读者逐步学会识读电工电路图，这是本书的最大亮点。

本书构思新颖，书中电路没有像一般图书那样按功能或按设备的种类进行分类，而是按控制电路的元件特点进行分类，目的是使读者通过学习电路分析，起到举一反三、触类旁通的作用。

读者可以通过阅读本书了解三相交流异步电动机回路开关设备的构成、电路送电操作顺序、电路工作原理等，使读者受到启发。

实物接线图与控制电路的图面线条密集，画图中难免出现有误之处，读者阅读中若能看出接线图中的疏漏错误，证明其识图技能已经入门了。

希望本书能成为电工技术初学者喜爱的读物，如果本书能够帮助大家提高实际的工作能力，使大家能更好地为经济建设服务，那么作者将十分高兴。

在本书的编写过程中，获得许多同行热情的支持与帮助，祝传海、李庆海、刘涛、刘世宏、姚琴、李忠仁、杜敏、李辉、姚珍、姚绪、黄义曼等人进行了部分文字的编写工作。

由于作者水平有限，书中难免出现许多不足甚至错误，诚恳希望读者批评指正。

黄北刚

2016年6月

目录 Contents

第 1 章 简要介绍电路中的交流接触器	1
1.1 接触器在电路中零压保护	3
1.2 接触器的基本结构部件名称	3
1.2.1 CJ20-63 (额定工作电流 63A) 以上的交流接触器	5
1.2.2 LCI 系列交流接触器	5
1.2.3 CJ24 系列交流接触器	5
1.3 接触器线圈触点在电路图中的标识	6
1.4 接触器的表面文字的含义	8
第 2 章 电动机常用控制电路	11
例 1 刀闸开关直接启停的电动机控制电路	12
例 2 拉线开关操作有过载保护的电动机 220V 控制电路	13
例 3 拉线开关操作有状态信号灯的电动机 220V 控制电路	15
例 4 一次保护单 TA 单电流表拉线开关操作的电动机 220V 控制电路	18
例 5 二次保护拉线开关操作双电流表的电动机 380V 控制电路	19
例 6 一次保护有电源信号灯、过载报警、拉线开关操作的电动机 48V 控制电路	20
例 7 无过载保护点动运转的电动机 220V 控制电路	21
例 8 无过载保护点动运转的电动机 380V 控制电路	23
例 9 无过载保护点动运转的电动机 36V 控制电路	25
例 10 过载保护有电源信号灯、点动运转的电动机 220V 控制电路	27
例 11 按钮操作没有状态信号的无过载保护的电动机 220V 控制电路	30
例 12 有过载保护按钮启停的电动机 380V 控制电路	32
例 13 过载保护按钮启停有电源电压表的电动机 220V 控制电路	34
例 14 按钮启停的有状态信号灯的电动机 220V 控制电路	38
例 15 过载保护有状态信号灯、按钮启停的电动机 380V 控制电路	40
例 16 一次保护有状态信号灯、按钮启停的电动机 380V 控制电路	42



例 17	一次保护无状态信号灯有电压表、按钮启停的电动机 380V 控制电路	44
例 18	既能长期连续运行又能点动运转的电动机 380V 控制电路 (1)	46
例 19	既能长期连续运行又能点动运转的电动机 220V 控制电路 (1)	49
例 20	故障报警既能长期连续运行又能点动运转的电动机 380V 控制电路	51
例 21	既能长期连续运行又能点动运转的电动机 380V 控制电路 (2)	53
例 22	既能长期连续运行又能点动运转的电动机 220V 控制电路 (2)	55
例 23	加有电源信号灯、既能长期连续运行又能点动运转的电动机 380V 控制电路	58
例 24	有状态信号灯、既能长期连续运行又能点动运转的电动机 380V 控制电路	61
例 25	有状态信号灯、按钮启停的电动机 36V 控制电路	63
例 26	单电流表有电源信号灯、一启两停的电动机 380V 控制电路	65
例 27	单电流表有电源信号灯、一启两停的电动机 220V 控制电路	68
例 28	二次保护、一启两停、双电流表的电动机 380V 控制电路	70
例 29	一次保护、一启两停、有单电流表的电动机 380V 控制电路	72
例 30	两处启停、有状态信号灯、无电流表的电动机 220V 控制电路	74
例 31	一次保护、一启三停、有状态信号灯的电动机 220V 控制电路	77
例 32	两启三停、有工作状态信号灯、单电流表的电动机 380V 控制电路	79
例 33	两启三停、有状态信号灯、延时终止过载信号的电动机 380V/220V 控制电路	81
例 34	一次保护、没有状态信号灯、一启两停的电动机 127V 控制电路	83
例 35	拉线开关操作、无状态信号灯、过载报警的电动机 220V 控制电路	84
例 36	可达到即时停机的延时自启动的电动机 220V 控制电路	87
例 37	一次保护、按整定时间停止工作的电动机 380V 控制电路	89
例 38	一次保护、按整定时间停止工作的电动机 220V 控制电路	91
例 39	一次保护、按整定时间停止工作的电动机 36V 控制电路	94
例 40	过载报警、按钮启停、有电源信号灯的电动机 220V 控制电路	96



例 41	过载报警、按钮启停、有电源信号灯的电动机 380V 控制电路	98
例 42	一次保护、按钮启停、有电源信号灯的电动机 380V 控制电路	100
例 43	有电压表、启停状态信号灯、按钮启停的电动机 220V 控制电路	102
例 44	按钮启停、有过载光字显示的电动机 220V 控制电路	105
例 45	启动前发预告信号、有启停状态信号灯、一启两停的电动机 220V 控制电路	107
例 46	启动前发预告信号、有启停状态信号灯、一启两停的电动机 380V 控制电路	109
例 47	按钮启停、加有电压表的电动机 380V 控制电路	111
例 48	一次保护 KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的电动机 220V 控制电路	113
例 49	有启停信号灯、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 电动机 220V 控制电路	118
例 50	有紧急停机开关、KG316T 微电脑时控开关直接启停水泵的 电动机 220V 控制电路	120
例 51	一次保护、可选择 KG316T 微电脑时控开关或按钮启停水泵的 电动机 220V 控制电路	123
例 52	一次保护、单电流表、KG316T 微电脑时控开关直接启停 水泵的电动机 220V 控制电路	126
例 53	一次保护、过载报警、KG316T 微电脑时控开关直接启停 水泵的电动机 220V 控制电路	128
例 54	过载保护、有电压表、状态信号灯、按钮启停的电动机 380V 控制电路	130
例 55	两启一停、有电源信号灯、按钮启停的电动机 380V 控制电路	132
第 3 章 水泵电动机的自动控制电路		135
例 56	水位控制器直接启停水泵的电动机 380V 控制电路	136
例 57	水位控制器直接启停的排水泵电动机 220V 控制电路	138



例 58	过载报警、有状态信号灯、水位控制器直接启停的电动机 控制电路	140
例 59	有电压表监视、过载报警、水位直接启停的水泵电动机 控制电路	142
例 60	低水位报警、水位直接启停的水泵电动机 220V 控制电路	145
例 61	低水位报警、水位控制器直接启停的水泵电动机 380V 控制电路	147
例 62	低水位报警、发出启动备用泵指令、水位控制器直接启停的 水泵电动机控制电路	149
例 63	一次保护、手动操作与自动控制可选的备用泵电动机 220V 控制电路	151
例 64	一次保护、过载有状态信号灯显示的上水泵电动机 380V 控制电路	154
例 65	一次保护、有状态信号灯、水位直接启停的上水泵电动机 36V 控制电路	156
例 66	行程开关直接启停的排水泵电动机 220V 控制电路	159
例 67	行程开关直接启停的水泵电动机 220V 控制电路	161
例 68	行程开关直接启停的楼顶储水罐上水泵电动机 380V 控制电路	164
例 69	有启动预告信号自复的行程开关直接启停的上水泵电动机 控制电路	166
例 70	行程开关与按钮操作可选的水泵电动机 220V 控制电路	169
例 71	二次保护、双电流表行程开关直接启停的排水泵电动机 220V 控制电路	172
例 72	有过载信号、人为终止、行程开关直接启停的水泵电动机 220V 控制电路	174
例 73	既可手动启停又可行程开关自动启停的水泵电动机 380V 控制电路	177
例 74	过载保护、有状态信号灯、行程开关触点启停的水泵 电动机 127V 控制电路	179



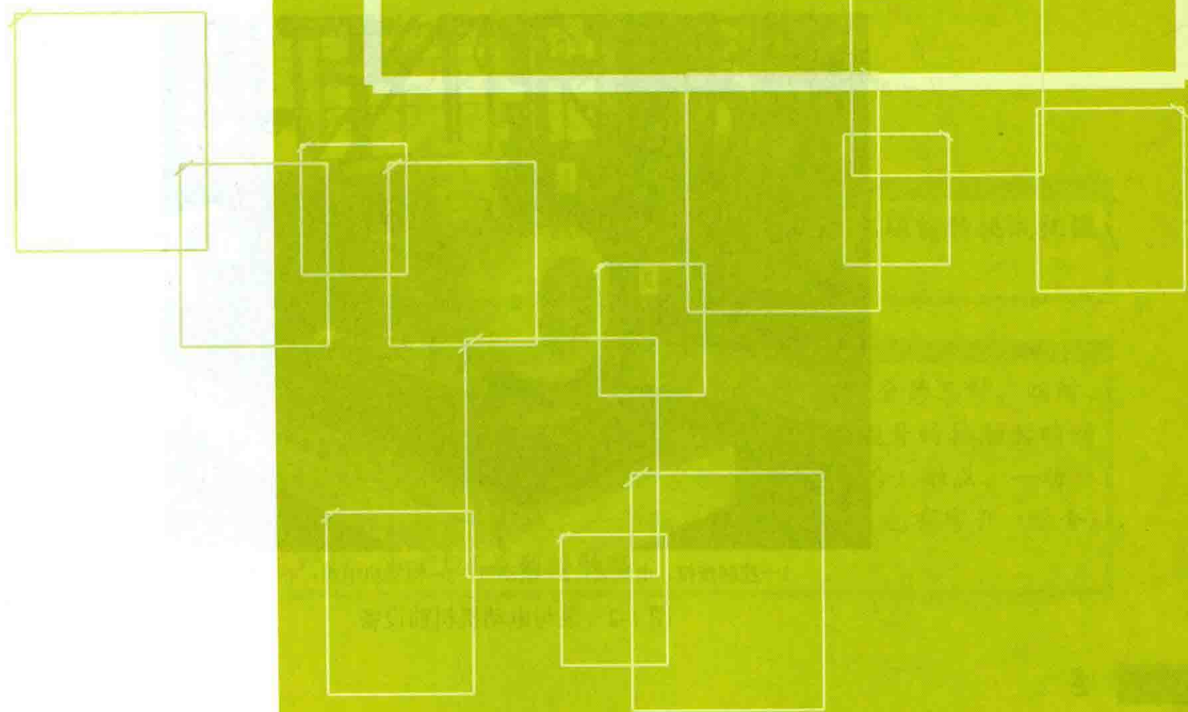
第4章 施工现场小型机械设备电气控制电路	183
例 75 倒顺开关直接启停的机械设备控制电路	184
例 76 倒顺开关与接触器相结合的正反转 220V 控制电路	186
例 77 倒顺开关与接触器相结合的正反转控制电路	188
1. 倒顺开关与接触器相结合的正反转控制基本电路	188
2. 倒顺开关与接触器相结合、脚踏开关点动操作的钢筋弯曲机控制电路	190
例 78 倒顺开关与接触器相结合的搅拌机控制电路	193
1. 倒顺开关与接触器相结合、按钮操作的电动机正反转 220V 控制电路	193
2. 混凝土搅拌与水泵电动机控制电路	196
例 79 按钮操作、倒顺开关与接触器相结合的搅拌机控制电路	199
例 80 脚踏开关控制、倒顺开关与接触器相结合的电动机正反转控制电路	203
例 81 脚踏开关控制的钢筋弯曲机 220V 控制电路	206
第5章 电动机的正反转控制电路	211
例 82 无联锁、无过载保护、无状态信号灯的电动机正反转 220V 控制电路	212
例 83 无联锁、无过载保护、无状态信号灯的电动机正反转 380V 控制电路	214
例 84 过载保护、无联锁、无状态信号灯的电动机正反转 380V 控制电路	216
例 85 过载保护、无运转状态信号灯、双重联锁的电动机正反转 220V 控制电路	218
例 86 接触器触点联锁、按钮操作的电动机正反转 220V 控制电路	220
例 87 接触器触点联锁的电动机正反转 380V 控制电路	223
例 88 按钮触点联锁、没有状态信号灯的电动机正反转 220V 控制电路	226



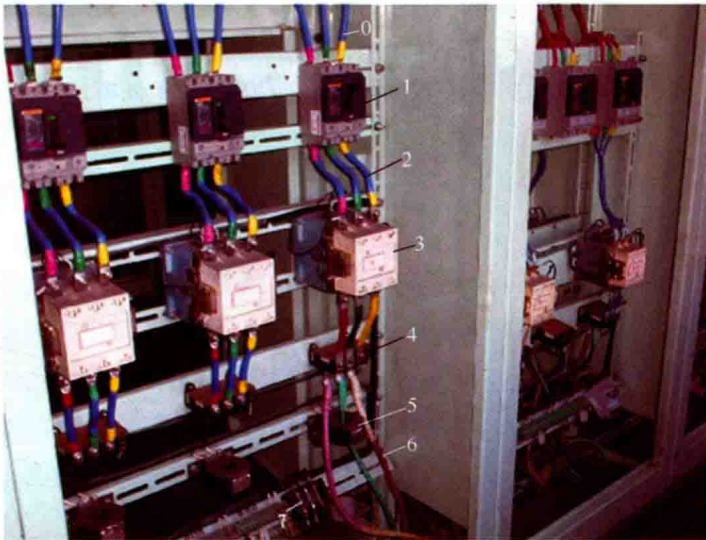
例 89	双重联锁、没有状态信号灯的电动机正反转 220 控制电路	228
例 90	两个按钮操作、接触器触点联锁的电动机正反转 220V 控制电路	231
第 6 章 减压启动的电动机控制电路		235
例 91	转换开关操作的自耦减压启动电动机 380V 控制电路	236
例 92	只能自动转换的自耦减压启动电动机 380V 控制电路	237
例 93	控制按钮操作的自耦减压启动电动机 380V 控制电路	239
例 94	手动与自动操作的自耦减压启动电动机 380V 控制电路	241
例 95	只能自动转换的 Y- Δ 形启动电动机 220V 控制电路	243
例 96	故障报警、二次保护、只能按时间自动转换的 Y- Δ 形启动的电动机 220V 控制电路	245
例 97	一次保护、只能按时间自动转换的 Y- Δ 形启动的电动机 380V/36V 控制电路	247
例 98	二次保护、简单的 Y- Δ 形启动的电动机 220V 控制电路	249
例 99	可选择手动与自动转换的 Y- Δ 形降压启动电动机 220V 控制电路	252
例 100	接触器触点互锁的 Y- Δ 形启动的电动机正反转 220V 控制电路	255

第1章

简要介绍电 路中的交流 接触器



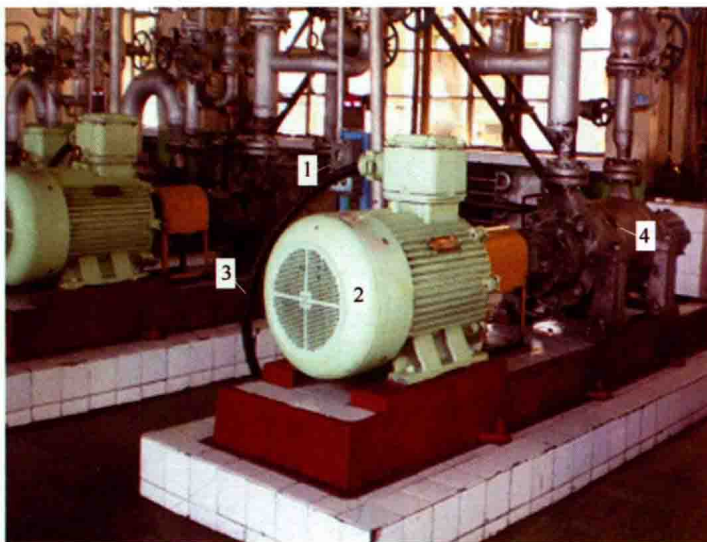
为了电工技术初学者能够阅读本书的电路图，有必要对交流接触器进行介绍。交流接触器属于一种有记忆功能的低压开关设备。它的主触点用来接通或断开各种用电设备的主电路。例如用于电动机线路中，主触点闭合电动机得电运转，主触点断开，电动机断电停止运转，安装在电动机回路中的 CJ20-160 交流接触器如图 1-1 所示。



0—电源线；1—低压断路器；2—连接线；3—交流接触器；4—热继电器；
5—电流互感器；6—去电动机电缆；7—控制回路熔断器

图 1-1 电动机回路的开关设备

通过接触器的线圈和辅助触点与选择的机械设备生产过程中所需要的时间、温度、压力、速度等各种继电器，以及按钮开关、接近开关、行程开关等相互接线构成的控制电路，实现对电动机启动、停止的操作。安装在变电站配电盘、柜、屏内的开关设备，如低压断路器、交流接触器、热继电器、电流互感器、控制回路熔断器、端子排如图 1-1 所示。安装在电动机前的控制按钮、电流表如图 1-2 所示。



1—控制按钮、电流表；2—电动机；3—电动机电缆；4—泵

图 1-2 泵与电动机机前设备

1.1 接触器在电路中零压保护

在电路中，通过采用接触器对用电设备进行控制，能够实现零压保护（也称失压保护）。

生产机械在工作时，如果使用空气断路器 QF 直接控制电动机时，由于某种原因而发生电网系统突然停电，电动机停止运行，但空气断路器 QF 在闭合的位置，那么在电源电压恢复时，电动机便会自行启动运转，有时可能导致人身和设备事故，并引起电网过电流和瞬时电压下降。为防止这类情况发生而实施的保护称为零电压保护。

常用的失压保护电器是接触器和以电压启动的各种继电器。当电网系统停电时，如接触器 KM 和中间继电器 KA 触点复位，切断主电路和控制电源。当电网恢复供电时，若不重新按下启动按钮，电动机就不会自行启动，实现了失压保护的作用。

当电网停电时或波动时，接触器 KM 就会失压释放，生产设备因断电而停止运转，对于某些非常重要的生产设备是不能中断运行的，作为备用的生产设备，一旦电网恢复供电，通过接触器 KM 和中间继电器 KA、时间继电器 KT 等相互接线，构成备用的生产设备自启动的控制接线，当电网恢复供电时，不用重新按下启动按钮，电动机就会自行启动，满足生产需要。

接触器

接触器不仅能实现远距离自动操作和欠电压释放保护功能，而且具有控制容量大、工作可靠、操作频率高、使用寿命长等优点，因而得到广泛应用。

1.2 接触器的基本结构部件名称

MYC10 (CJ10-100A) 交流接触器部件名称如图 1-3 所示。

CJ20-63 (额定工作电流 63A 以上) 交流接触器部件名称如图 1-4 所示。

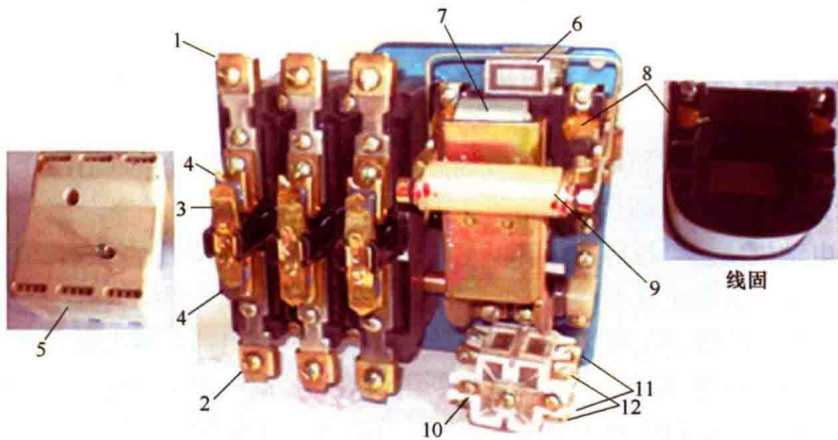
接触器是由以下几个部分组成。

电磁机构

电磁机构由线圈、动铁芯（衔铁）和静铁芯组成，其作用是将电磁能转换成机械能，产生电磁吸力带动触点动作。

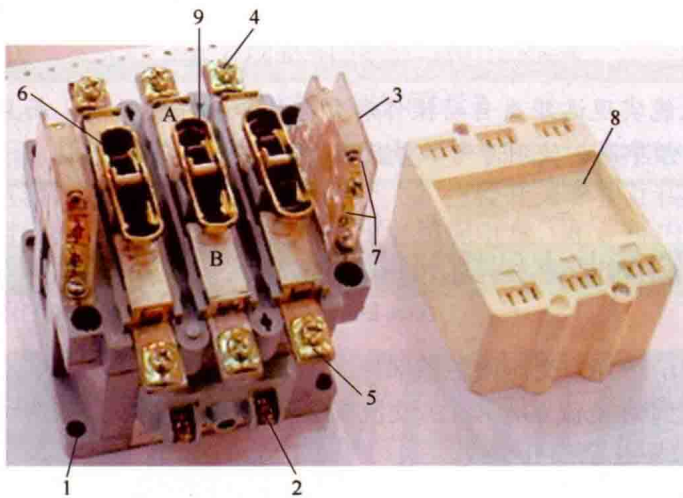
触点系统

触点系统包括主触点和辅助触点。主触点用于通断主电路，通常分为三对、四对、五对常开触点。辅助触点用于控制电路，起电气联锁等作用，不同型号的接触器辅助触点的对数是不同的。辅助触点安装在接触器两侧，左侧一常开（动合）触点、一动断（常闭）触点；右侧也是一常开（动合）触点，一动断（常闭）触点。也有常开（动合）触点、常闭（动断）各三对的，如 CJ24 系列接触器。



1—电源端子；2—负荷端子；3—动触点；4—静触点；5—灭弧装置；6—静铁芯；7—动铁芯；
8—线圈；9—动铁芯限位装置；10—辅助触点透明罩；11—动断触点；12—动合触点

图 1-3 MYC10 (CJ10-100A) 交流接触器部件名称



1—固定孔；2—线圈接线端子；3—辅助开关；4—电源侧端子；
5—负荷侧端子；6—主动触点；7—辅助开关触点；
8—消弧罩；9—主动触点压力弹簧片

图 1-4 CJ20-63 交流接触器各部名称

灭弧装置

容量在 10A 以上的接触器都有灭弧装置，对于小容量的接触器，常采用双断口触点灭弧、电动力灭弧、相间弧板隔弧及陶土灭弧罩灭弧。对于大容量的接触器，采用纵缝灭弧罩及栅片灭弧。

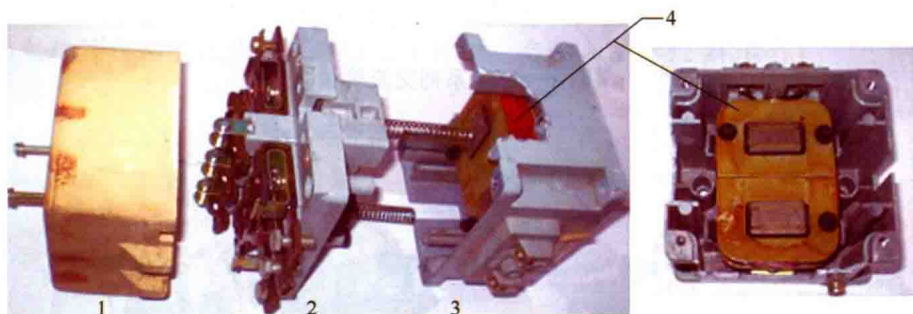
其他部件

其他部件包括反作用弹簧、缓冲弹簧、触点压力弹簧、传动机构及外壳等。

1.2.1 CJ20-63 (额定工作电流 63A) 以上的交流接触器

将 CJ20-63 (额定工作电流 63A) 交流接触器的消弧罩 (也称灭弧罩) 取下, 能够看到各部件名称, 如图 1-4 所示。

将 CJ20-63 (额定工作电流 63A) 交流接触器某些部分进行分解, 以便了解 CJ20 交流接触器的结构, 如图 1-5 所示。



1—灭弧装置; 2—触点系统; 3—电磁机构; 4—线圈

图 1-5 CJ20-63 (额定工作电流 63A) 交流接触器主要部件名称

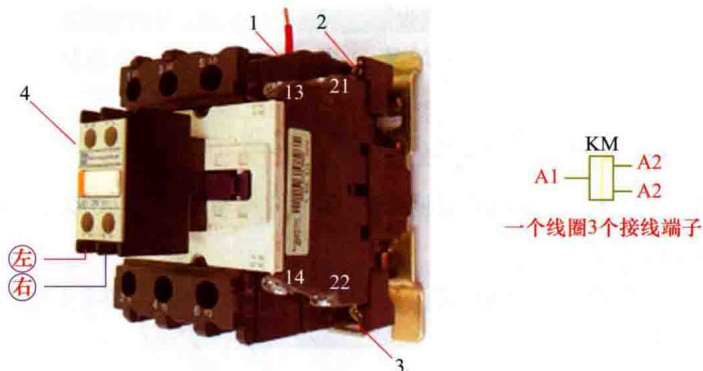
1.2.2 LC1 系列交流接触器

LC1 系列交流接触器 (以下简称接触器) 主要用于交流频率为 50Hz 或 60Hz、交流电压至 660V (690V) 环境中。在 AC-3 使用类别下工作电压为 380V; 在额定工作电流至 170A 的电路中, 供远距离接通和分断电路之用。接触器可与相应规格的热继电器组合成磁力启动器, 以保护可能发生过负荷的电路, 适宜频繁地启动和控制交流电动机。

LC1 系列交流接触器如图 1-6 所示。

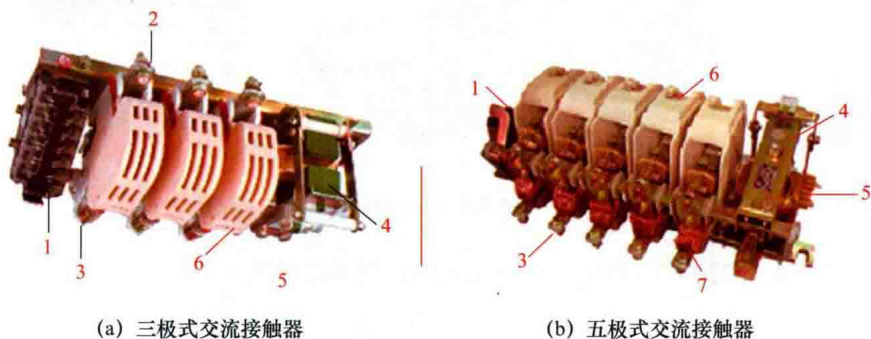
1.2.3 CJ24 系列交流接触器

CJ24 系列交流接触器主要用于交流 50Hz (派生后可用于 60Hz)、额定电压至 660V, 额定电流由 100A 至 630A 的电力系统中供冶金、轧钢及起重机等电气设备作为远距离频繁地接通、分断电路和启动、停止、反向及反接制动电动机等之用。CJ24 系列三极式交流接触器的外形如图 1-7 (a) 所示, CJ24 系列五极式交流接触器的外形如图 1-7 (b) 所示。



1—线圈 A1 接线端子；2—线圈 A2 接线端子；3—线圈 A2 接线端子；
4—辅助模块；⊕—动合触点；⊖—动断触点；
13、14—动合触点（13—KM—14）；
21、22—动断触点（21—KM—22）

图 1-6 LC1 系列交流接触器



(a) 三极式交流接触器 (b) 五极式交流接触器
1—辅助开关（触点）；2—电源侧接线端子；3—负荷侧接线端子；4—接触动铁芯；
5—线圈；6—消弧罩；7—软边片

图 1-7 CT24 系列交流接触器

1.3 接触器线圈触点在电路图中的标识

本节将介绍接触器线圈及触点在电路图中的标识。

线圈接线端子代号

线圈有两个接线端子，端子代号为 A1 和 A2，如图 1-8 所示；线圈有三个接线端子，端子代号为 A1 和 A2、A2，如图 1-9 所示。

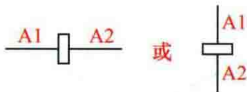


图 1-8 一个线圈两个接线端子



图 1-9 一个线圈三个接线端子