

Mc
Graw
Hill
Education

电子监控系统 安装与维修

Electrician' s Guide to Control and Monitoring Systems

(美) Albert F. Cutter 编著

傅思遥 郑睿 创新凯 译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子监控系统 安装与维修

(美) Albert F.Cutter 编著

傅思遥 郑 睿 剑新凯 译



机械工业出版社

本书是一本非常适合自学和实际使用的简易指导书，主要内容包括输入输出设备、梯形图、导向设备和电子监控系统常用符号。本书的内容深入浅出，采用大量实例和数百幅实物图及电路图，以便读者能够深入直观地了解电子监控系统的安装与维修。此外，本书还大量使用分解的梯形图，以便于读者能够更好地理解电子监控系统符号及其使用。

本书适合广大安装电工和电子监控技术人员使用，也适合作为电气安装等有关专业和工种的参考教材。

Albert F. Cutter, Sr.

Electrician's Guide to Control and Monitoring Systems

978-0-07-170061-0

Copyright © 2010 by Albert F. Cutter, Sr..

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and China Machine Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright ©2013 by The McGraw-Hill Asia Holdings(Singapore)PTE.LTD and China Machine Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司和机械工业出版社合作出版。此版权仅限在中华人民共和国境内（不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）销售。

版权©2013由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司和机械工业出版社所有。

本书封面贴有McGraw-Hill Education公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合作登记号01-2011-4252号

图书在版编目 (CIP) 数据

电子监控系统安装与维修 / (美) 卡特 (Cutter, A.F.) 编著; 傅思遥等译. —北京: 机械工业出版社, 2013.6

书名原文: Electrician's Guide to Control and Monitoring Systems

ISBN 978-7-111-41930-3

I . ①电… II . ①卡… ②傅… III . ①电子系统 - 监控系统 - 安装②电子系统 - 监控系统 - 维修 IV . ①TP277

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 058820 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张俊红 责任编辑: 朱 林

版式设计: 霍永明 责任校对: 陈 越

封面设计: 路恩中 责任印制: 杨 曦

北京双青印刷厂印刷

2013 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm • 10 印张 • 194 千字

0 001 — 3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-41930-3

定价: 49.80 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

译者序

随着人们安全意识的不断提高，人们越来越重视自身的安全，各种电子监控装备无疑对此具有重要的作用。现在，除了大型商场、医院、学校和办公场所等公共场合，一些新的智能建筑小区也越来越多地安装和使用电子监控系统，这对人们的生命财产安全来说，无疑是增加了重要的保障。

译者所在的科研团队在承接有关电子监控系统的科研课题，走访有关的施工单位和技术人员时，就经常听到大家反映说没有相应的图书可以自学和参考。巧合的是，在一次偶然的机会，译者发现了阿尔伯特先生的这本书，读后如获至宝，感觉内容非常浅显通俗，而且整个内容系统安排由浅入深，比较系统地阐述了电子监控系统的安装、调试以及维修与维护等，非常符合广大业内人员的需求。于是，我们迫切地把本书翻译出来，希望能对广大的电子监控系统的安装和维护的技术人员有所参考和帮助。

本书是一本非常适合自学和实际使用的简易指导书，主要内容包括输入输出设备、梯形图、导向设备和电子监控系统常用符号。本书的内容深入浅出，采用大量实例和数百幅实物图及线路图等，以便读者能够深入直观地了解电子监控系统的安装与维修。此外，本书还大量使用分解的梯形图，以便于读者能够更好地理解电子监控系统符号及其使用。

本书主要由中央民族大学信息工程学院的傅思遥副教授翻译，郑睿和剑新凯负责部分翻译、后期校对以及出版相关事宜。本书出版受 2011 中央民族大学新增中央高校基本科研业务费信息工程学院重大项目支持。衷心感谢信息工程学院杨国胜院长的大力支持使得本书得以出版，感谢山东威海的黄海平老师对书中所涉及的电气符号及术语进行的认真校对。另外，在本书出版过程中，机械工业出版社电工电子分社的张俊红副社长做了大量细致耐心的沟通，在此一并致以谢意。需要特别说明的是，本书是译者在尽量忠实于原文的基础上，以尽量浅显通俗的语言翻译的，以便广大从业人员沟通深入透彻地理解本书内容，但书中的观点并不代表译者本书及其所在单位的观点，这点请广大读者注意。

由于翻译时间仓促，加上译者水平所限，译文中难免有各种不足甚至谬误之处，肯请广大读者批评指正。

推 荐 序

在我 25 年的电器工业生涯中，我目睹了电子安装工作的快速增长。当下，对于电子安装、排障和维护电子系统所需的知识技能让人震惊。除了工作范围的扩展，术语出现和进步的速度也令人难以想象。

甚至一本现在电子市场的简要评论也会指出电气 / 电子系统控制和监视交汇之处。Albert Cutter 通过在他的新书《电子监控系统的安装与维修》所给出的实地参考以及训练工具来对我们的行业做出了突出贡献。

电工们正在面临安装、排障和维护重要过程和运营系统监控所带来的日益增加的挑战。此书提供了详细的绘图和分步的解释，有助于现场电工和工厂电工安装和维护系统使用。此书主要内容包括了输入输出设备、梯形图、导向设备和电子监控符号。

今日的电子行业是一个依存于最新电气 / 电子系统来监控各行各业（汽车、制药、石化和机械等）的动态行业。因此电工必须经过训练能够应对那些来自这些行业部分日益增长的挑战。Cutter 先生的这本书会在很大程度上帮助下一代电工们应付这个挑战。

国家联合学徒和训练委员会
执行理事 Michael I Callanan

原 书 前 言

本书内容包含了电业承包商、电工和维修师所需的实用知识，这些知识有助于他们理解和使用现如今控制系统中常用的技术。本书着重讲述控制和监视系统。书中提供的信息对解决系统安装、调试和维护过程中带来的问题会有所帮助。

本书尽量避免使用专业术语，而改用大量的示例来说明问题。书中有数百幅器件照片、参数表单和电路图。对梯形图的说明深入浅出，为的是让读者能够更好地理解梯形图语言和梯形图符号。

网络系统的说明通俗易懂，通常只有在必要时才介绍相关的理论。大量的器件和电路示例能够更好地帮助读者理解控制与监视系统。本书对所有相关的美国国家 2008 电气规范都做了说明。

Albert F.Cutter.Sr

原书致谢

我要感谢在写此书过程中提供无价帮助的朋友们和兄弟们：Jaime Lim、Pat Lyons、Miguel de Leon、William O'Sullivan 和 Gary Menghi. 感谢你们的帮助和支持。
我同时还要感谢

Rockwell Automation, Inc.
1201 South Second Street
Milwaukee, WI 53204-2496
www.ab.com

DGH Corporation
P.O. Box 5638
Manchester, NH 03108-5638
(603) 622-0452
www.dghcorp.com

Tom Henry, Dictionary for the Electrician with Formulas, copyright
1997

Wikipedia, the free encyclopedia
http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page

National Electrical Manufacturers Association (NEMA) Standards
Publication ICS 19-2002

2008 National Electrical Code (NEC)

特别致谢以下人：

Stacey Iwinski, Intellectual Property, Rockwell Automation, Inc.

David Dutile, President; David Reed; 和 Lea Levesque, DGH Corporation
Michael G. McLaughlin, President

Joseph V. Egan, Business Manager
Francis T. Leake, Assistant Business Manager
International Brotherhood of Electrical Workers, Local 456
1295 Livingston Avenue
North Brunswick, NJ 08902

目 录

译者序

推荐序

原书前言

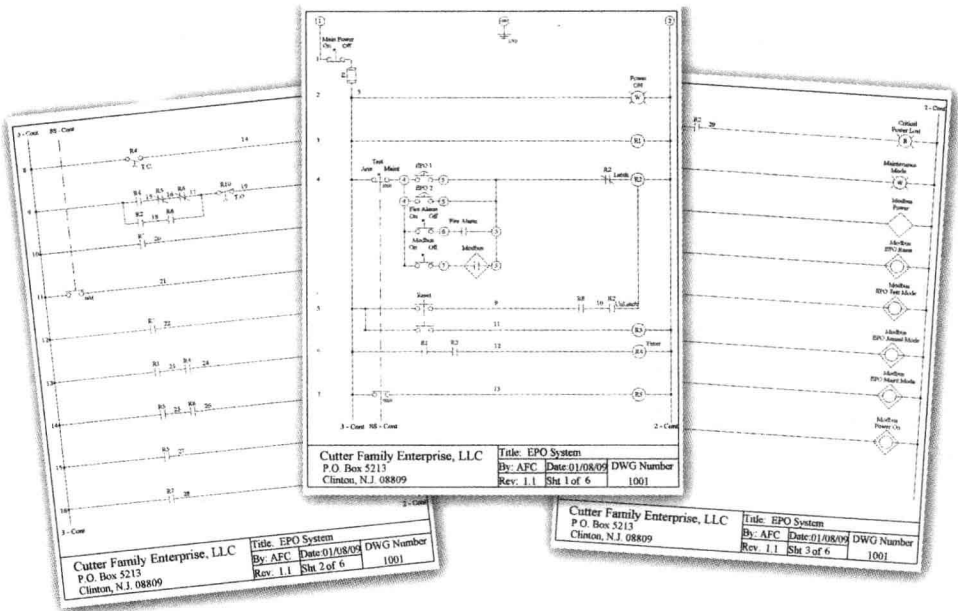
原书致谢

第 1 章 梯形图	1
1.1 紧急断电 (EPO) 系统梯形图	3
1.2 EPO 流程	16
1.3 冲床	17
1.4 冲床流程	24
第 2 章 输入器件	27
2.1 按钮和选择开关	28
2.2 自动浮控开关	51
2.3 压力开关	53
2.4 温度开关	56
2.5 光电探测器	58
2.6 感应式接近传感器	61
2.7 电容式接近传感器	64
2.8 限位开关	66
第 3 章 输出器件	71
3.1 继电器	72
3.2 开放帧继电器	73
3.3 耐用型工业继电器	74
3.4 密封式继电器 (方块继电器)	76
3.5 自锁继电器	78
3.6 延时继电器	80
3.7 固态继电器	82
3.8 固态延时继电器	84
3.9 并联跳闸断路器	86
3.10 三相电动机起动器	88

第 4 章 监控系统	91
4.1 可编程序逻辑控制器	92
4.2 监视和控制模块	93
4.3 RS-232 简介及说明	94
4.4 RS-485 简介及说明	101
4.5 Modbus 简介及说明	107
4.6 以太网简介及说明	111
4.7 通用串行总线	113
第 5 章 术语和定义	115
附录 A 三相电动机控制	123
附录 B 梯形图	125
附录 C 电气控制符号	135

第 1 章

梯形图



2 电子监控系统安装与维修

在控制电路中，梯形图用于表示电路连接关系。梯形图包含垂直线、水平线（或者称为梯级），垂直线分布在两侧，称为母线，水平线用于表示电路中的连接关系。在设计或解释梯形图时，可以想象左右两侧母线之间有一个左正右负的直流电源电压或交流电，电压可以是任意值，通常是 0.5~220V 的交流电。

水平线（后文中统一称为线路）应该从左向右进行阅读。输入器件、触点或控制器件都放在左边。需要注意的是，输入器件的数量没有限制。输入器件可以是机械的、电子的或者固态的。需要理解的一点是，无论输入器件是什么类型，它仅被视为一个开关，其状态或者是分断或者是闭合。可能存在某些外部动作控制输入，例如，一个延时闭合触点在定时器通电后经过一段预先设定时间后才闭合。而在它的电路接通期间，触点会保持闭合——毫无奥秘可言。输出器件通常放置在水平线的右端。但也有例外（通常都有这种例外），例如电动机控制器过载触点。这种触点是常闭触点，并且通常放置在水平线的最后。

在梯形图中使用图片来代表元器件不太现实，也容易造成误解。因此，人们制定了标准符号。符号是梯形图的语言，它们描述了电路的输入和输出器件。输入通常标示为关闭或者无电压状态，除非电路图中另有说明。然而，输入可以与弹簧等保持其开关状态的机械器件一同标示。例如，一个按钮处于断开状态，没有被按下。一个限位开关可以标示为持续开或者持续关的状态，其梯形图符号将标明其状态。美国电气制造商协会（NEMA）标准 ICS 19-2002 详列了梯形图符号的使用规范。该标准可以在 www.nema.org 获取。

并不是所有的工程师和工厂都使用规范的符号。因此需要在图例中查询对未知符号含义的说明。如果你熟悉本书附录 D 中及本书网站上的电气控制符号的细节，那么你应该能阅读绝大部分的梯形图。

图 1-1 是一个简单的梯形图示例。首先，假设在线 L1 和零线 N 之间存在电压。从左到右，图上的按钮是常开的，因此指示灯是熄灭的。当按钮被按下，触点闭合，此时绿色指示灯将会被点亮。

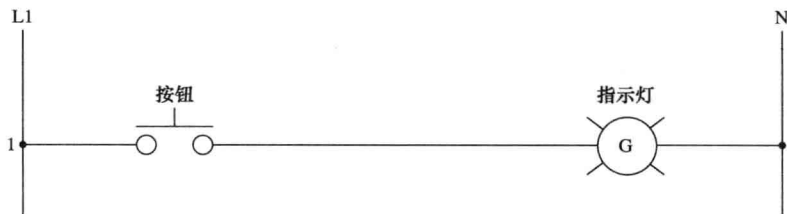


图 1-1

图 1-2 是典型的三线电动机控制电路。之所以称之为三线电路，是因为该电路中有三根线在电动机控制盒外。

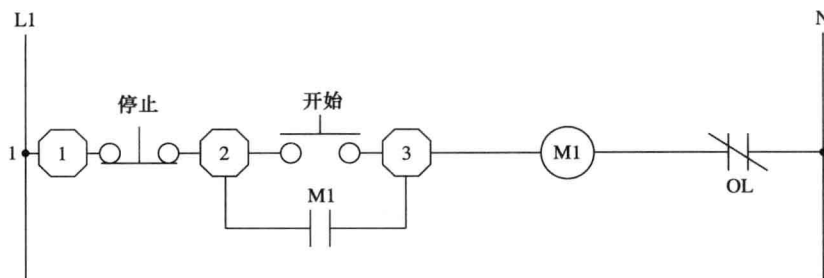


图 1-2

在电路的左边是序号 1, 这是线路的编号。这是主要的线路编号, 可以方便于在电话或者电邮中与人交流。其后是母线 L1。然后是一个八边形符号并且在其里面标示了数字 1, 用该符号来标示接线端子上的。一个端子其他设计者可能使用长方形、正方形或者圆来表示。当看电路图时, 这是很明显的符号, 因此应该在电路图的图例中注明。电路中, 常闭开关用做停止按钮, 当按钮被按下时, 电路断开。其后是端子 2。右边紧跟是常开按钮, 用做开始按钮。当其被按下时, 电路闭合, 电动机接触器线圈 M1 通电, 正如触点右边的 M1 所示。一个线圈或继电器可以具有多个触点, 其可以是常开或者常闭, 电路符号应当标示清楚。端子 3 连接开始按钮和线圈。电动机接触器线圈 M1 是电动机起动器的线圈, 当通电时, 线圈将使触点闭合, 并起动电动机。水平线的最后一个器件往往是电动机控制起动器的过载触点。当电动机电路中的电流超过一个预设值时, 过载触点将会断开电路。再从头看一下, 按下开始按钮, 将闭合线圈 M1 的电路。电路将会一直通电直到停止按钮被按下, 或者控制电源断电。电子自锁继电器电路是故障安全电路, 保证电源重新通电后电动机不会再次起动。

1.1 紧急断电 (EPO) 系统梯形图

下面将描述一个稍微复杂的控制电路, 用一个紧急断电 (EPO) 系统的电路图来说明梯形图的使用, 并描述如何阅读梯形图。按照 NEC 标准 645.10 要求在计算机机房内必须装配 EPO 系统, 作为符合 NEC 645 规范的 IT 设备机房。此系统必须要能够切断计算机机房内所有电气设备的电源。通常在电源电路上使用并联跳闸断路器来实现此系统。系统在每个计算机机房的出口处使用伞形按钮。该系统也可能连接到一个远程系统或者烟雾探测控制板, 以便触发紧急断电功能。该系统的控制板说明书包含 6 页。第 1、2 和 3 页是梯形图 (如图 1-3 ~ 图 1-5 所示), 第 4 页是触点设计图和注释, 第 5 页是元器件清单, 最后一页是控制板外观设计图。

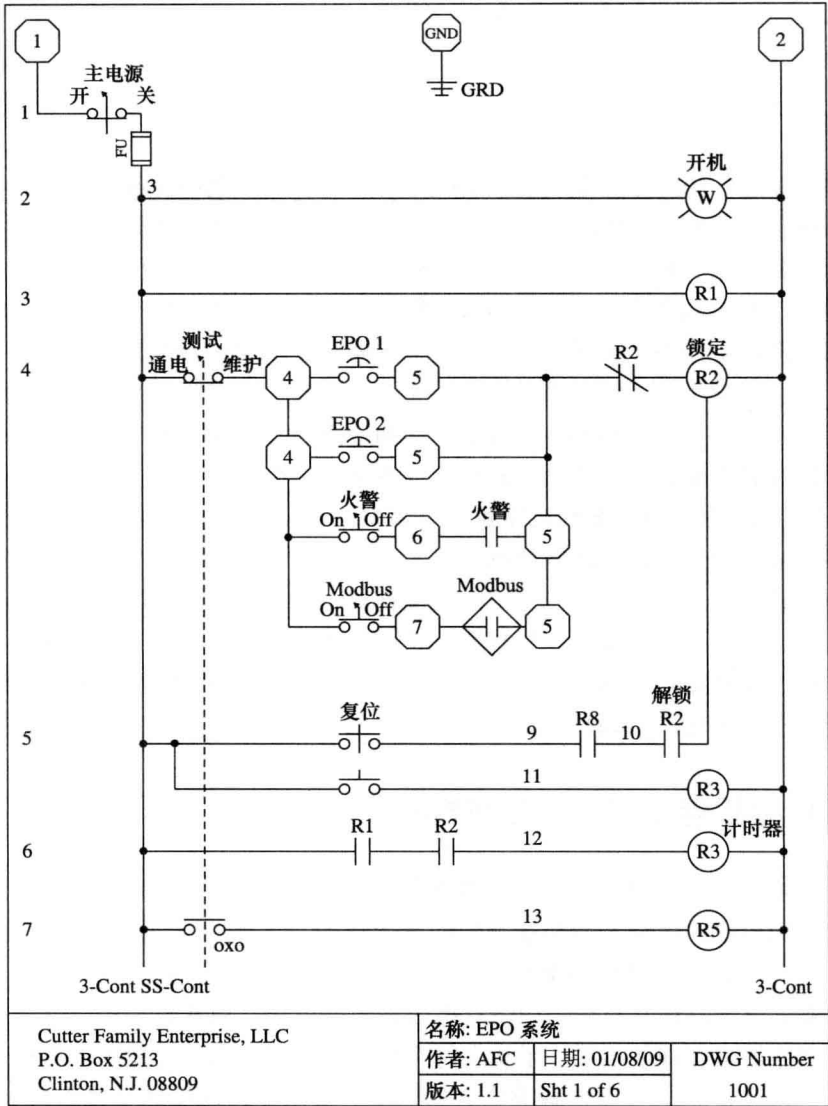


图 1-3 EPO 梯形图 (1/6)

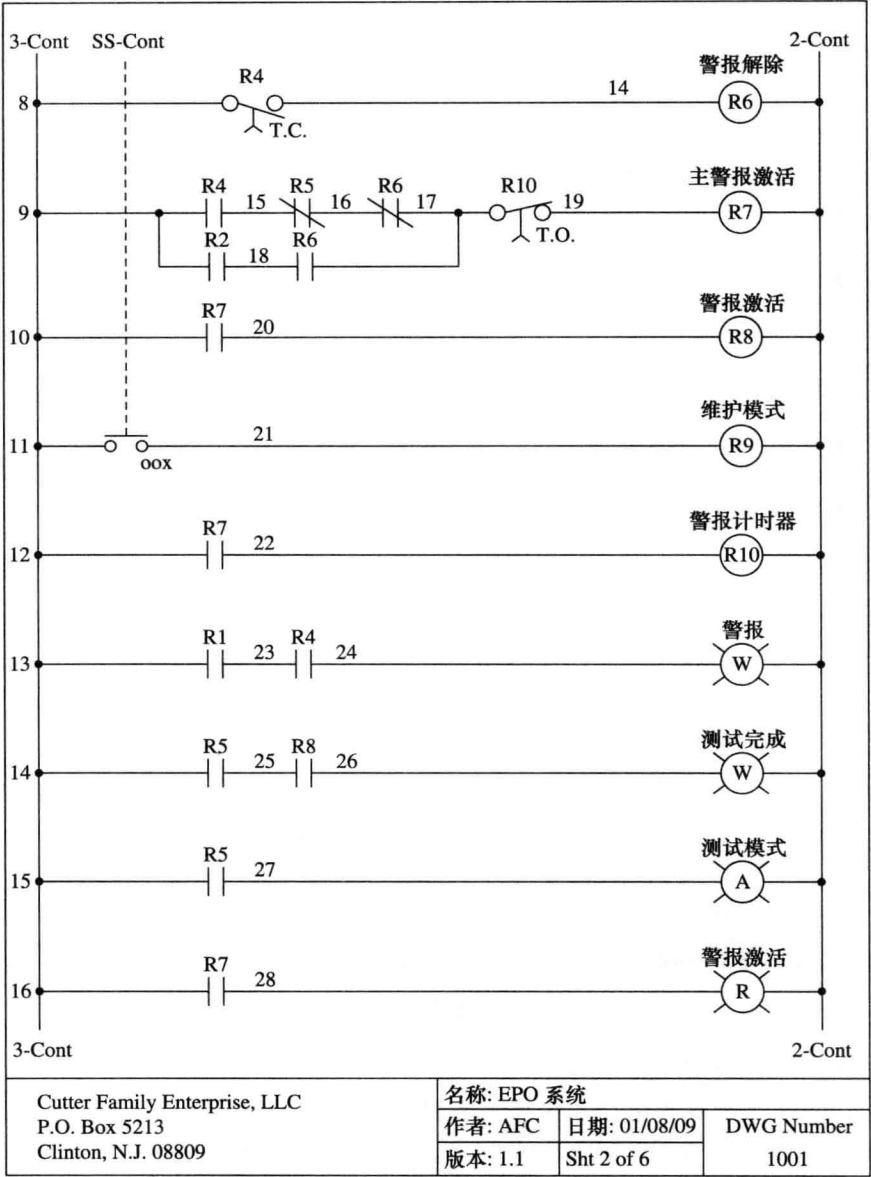


图 1-4 EPO 梯形图 (2/6)

6 电子监控系统安装与维修

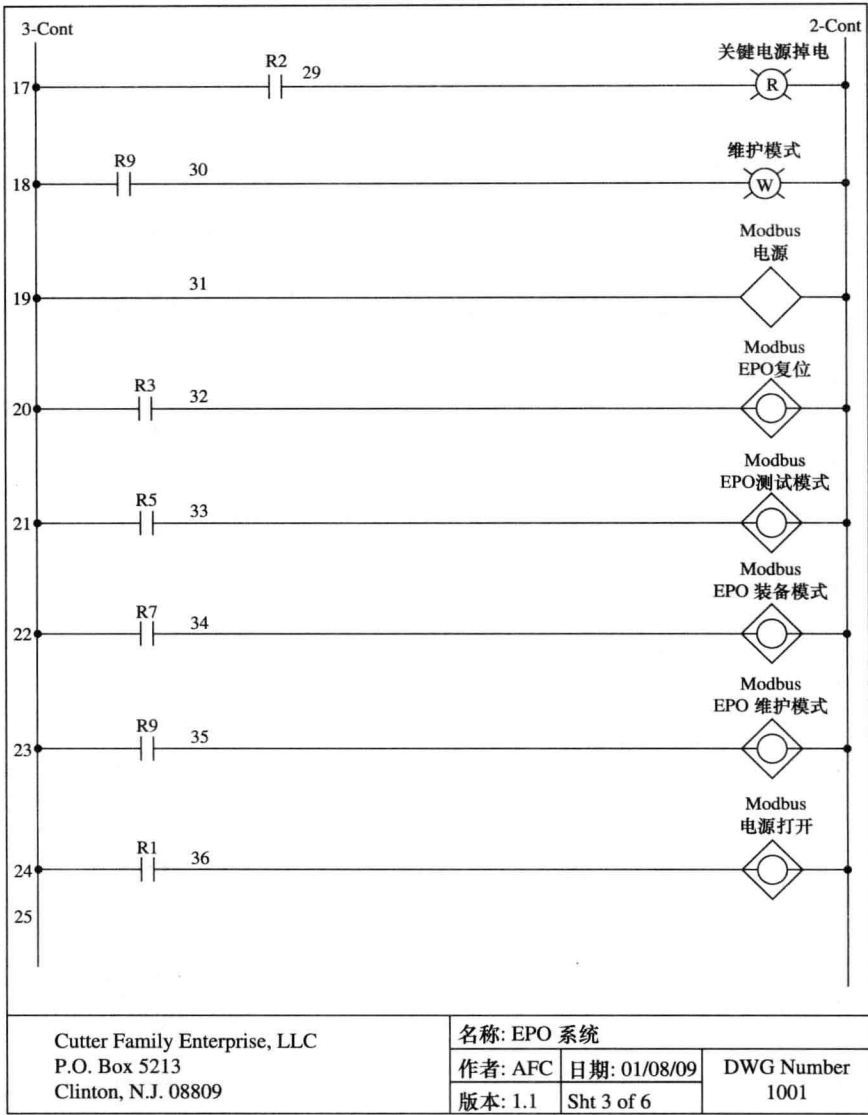


图 1-5 EPO 梯形图 (3/6)

系统中有 3 种基本操作模式：

通电模式：系统通电，并且处于等待报警或者复位状态。

测试模式：系统处于通电模式，但是输出触点被断开，报警器不会工作。此模式可以用于测试系统功能，而不用关掉电源或者设备。

维护模式：系统没有工作，所有的控制器件处于非工作状态，报警器也没有工作。

如图 1-6 所示：

线路 1：左边是端子 1，是高压侧，或者称为 L1，为 120V 交流控制电路。在线路 1 右边是一个按键开关，用于接通或者关闭系统电源。

接下来是熔丝。NEC 2008 规范 430-72 中要求控制电路中要有过电流保护功能。控制电路的电线选用典型的直径为 2mm（14 号线，英制）电线，其额定电流为 15A（NEC 2008 规定 240.3 D-3），通常用 10A 的熔丝保护。

其后的器件是接地连接。外壳和控制板背板都要接地。端子 2 是零线，或称为控制电路 L2。



图 1-6

如图 1-7 所示：

线路 2：电源通电指示灯是一个白色的指示灯，该灯会在系统控制电源通电后被点亮。



图 1-7

如图 1-8 所示：

线路 3：R1 是一个八端继电器，它能将其控制的触点从常开转化为常闭。参见图 1-34 的器件清单。R1 继电器将会在系统控制电源通电后打开。在此处，该继电器用在电路中，而其基本的用途是监视控制电压。一个常开触点在线路 6 上，另一个在线路 24 上。一个常开触点用于交流电源端子 40 和 41 的外部系统监控。4 个常开触点作为备用端子 42~49。



图 1-8

如图 1-9 所示：

线路 4：第一个器件是三位按键选择开关。3 个位置分别是通电、测试和维护。触点下方的符号“XXO”表示该触点在通电和测试位置时是闭合的。其后是

端子 4, 紧跟其后是第一个常开伞形按钮。可以使用任意触点触发报警, 只需要将这些触点与当前触点并行排列。

下面一行是另一个伞形按钮。NEC 645 要求在每一个出口处都配备一个报警器。

再下一行是火警界面的多位选择开关。如果当前处于火警测试模式, 控制板通过该开关的设置来断开火警电路。其后是端子 6。接下来的器件是火警系统中的触点, 该触点在发生火警时将会被激活。

其后的器件是端子 5。

接下来的一行是用于 Modbus 通信 RS-485 模块接口。参见第 4 章的 Modbus 部分。该 Modbus 模块将 EPO 系统与一个控制中心连接起来。如果多位选择开关闭合, 在需要的时候, Modbus 模块将给系统监控人员或者监控软件警示信息。其后的器件是 Modbus 的常开输出触点。

线路 4 的下一个器件是 R2 的一个常闭触点。该触点在 R2 继电器自锁时打开。其后的器件是自锁继电器 R2。自锁继电器能够在掉电后保持掉电前的状态不变。唯一让其复位的方法是给其解锁线圈加电。R2 在线路 5、6 和 17 中有常开触点。在线路 4 中有一个常闭触点。

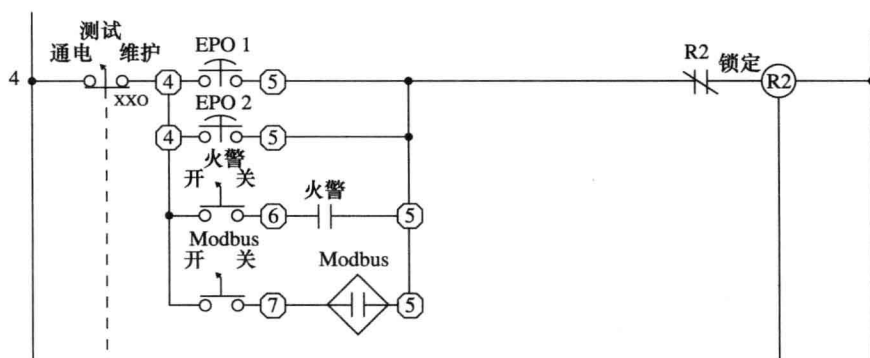


图 1-9

如图 1-10 所示:

线路 5: 第一个器件是复位按钮的常开触点。在一次报警后按下复位按钮, 该触点会复位, 并使继电器 R2 解锁。其后的器件是一个在线路 10 上的继电器 R8 中的常开触点。再其后的器件是 R2 的一个常开触点, 该触点将会在继电器锁定后闭合。

在接下来的一行上, 第一个器件是复位按钮的常开触点。闭合按钮将会使其后的器件 R3 通电。R3 是线路 20 上的一个常开触点。