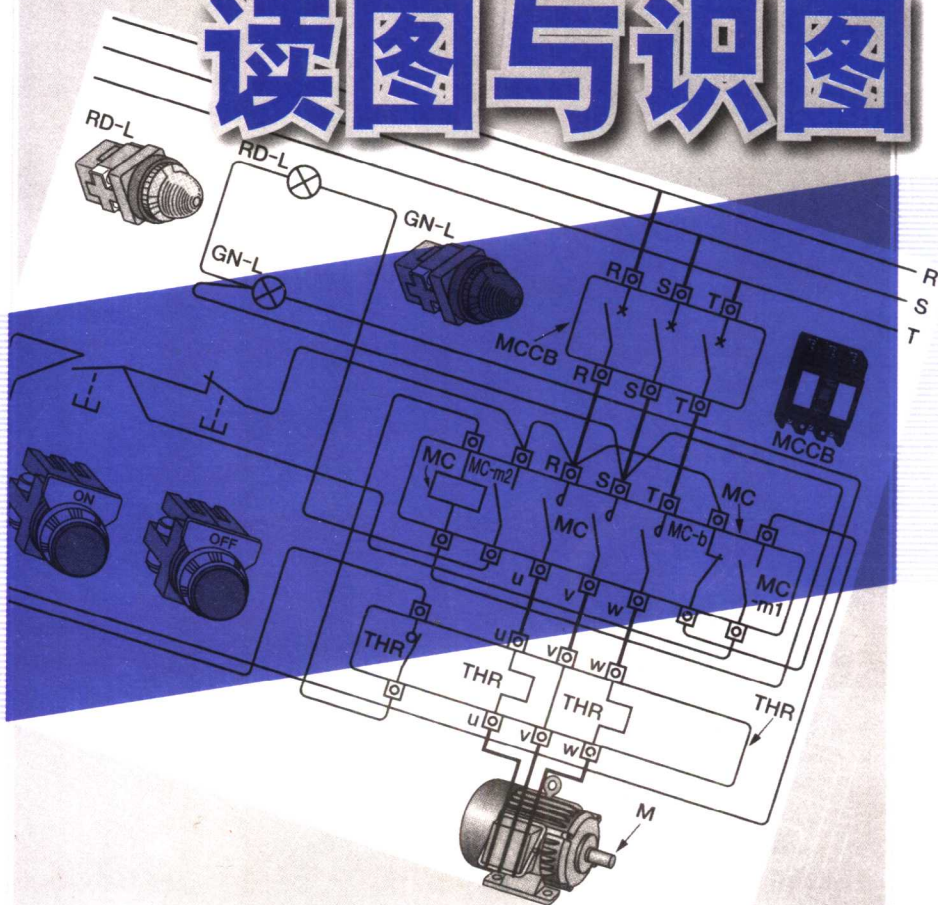


# 电工快速

双色

黄海平 编

# 读图与识图



# 电工快速读图与识图

黄海平 编

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书是快速提高电工综合技术能力的实用技术书。

本书融入作者多年的工作经验,结合工作实例,以实物连接图的形式介绍电工必须具备的识图方法及技巧。全书共分 18 章,主要包括:电气图形符号的表示方法,闸刀开关、按钮开关、电磁继电器、定时器等基本电气器件的动作和图形符号,顺序控制符号的表示方法,控制器件编号的表示方法,顺序图的表示方法,逻辑与电路和逻辑或电路读法,逻辑与非电路和逻辑或非电路的读法,自保持电路的读法,互锁电路的读法,具有时间差的电路的读法,电动机的启动控制电路的读法,电动机正反转控制电路的读法,实用控制电路等。本书编写时注意贯彻我国最新的标准和规范,内容力求贴近实际、注重实用,文字叙述力求浅显易懂,便于自学。

本书适合工矿企业、供配电等电工人员使用,也可供工科院校自动控制、机电一体化等相关专业师生参考阅读。

### 图书在版编目(CIP)数据

电工快速读图与识图/黄海平编. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-019567-8

I. 电… II. ①黄… III. 电路图-识图法 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 121705 号

责任编辑:杨 凯 崔炳哲/责任制作:魏 谨

责任印制:赵德静/封面制作:戴海燕

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

**科 学 出 版 社** 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

**北京天时捷彩色印刷有限公司** 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2007 年 8 月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2007 年 8 月第一次印刷 印张:10 3/4

印数:1-5 000 字数:320 000

定 价:23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

# 前 言

本书运用简洁准确的语言,结合大量控制线路实例,浅显易懂地介绍了电工所应具备的识图方法及技巧。

电气线路图是电工人员进行施工设计,计划备料、安装、分析、查找电气设备故障的重要依据,也是电工进行交流的“语言”。通过对电气线路图的识读与分析,可以了解电气设备的工作过程及原理,从而掌握正确的操作和维护方法,在故障出现时迅速找出故障根源并排除。

所以,本书将学习电气线路图所必需的知识体系化,还特别考虑了学习的条理性,使读者可以在短期内取得明显的效果。

本书有如下特点:

(1) 对于构成顺序控制电路主体的按钮开关、电磁继电器、电磁接触器、定时继电器等有开关触点的器件,为了明确它们的动作,用不同颜色的线条将它们内部的工作结构表示出来,能带来像自己亲自操作一样的感觉。

(2) 对于像配线断路器、热动过流继电器、指示灯等控制器件,为了让没见过实物的人也能很容易地理解,用立体图将内部结构具体地表示出来,能让读者具有实感地把电气图形符号与机器本身联系起来。

(3) 控制电路的器件及配线也用和实际完全一样的立体实物连接图表示,可以将顺序电路图和实际的配线方法加以对比。

(4) 在顺序电路图的绘制方法上,采用基于“地段编号”的线号方式,这样一来,实际上的每个配线位置就和顺序电路图对应起来。

(5) 在顺序电路图中,根据电路的工作顺序标记序号,在将其序号与说明对比的同时追索下去,就能够快速理解顺序电路的工作顺序。

(6) 为了将在顺序电路图中根据控制器件的工作所形成的电路,与其他的部分加以区别,用不同颜色的箭头加以表示,顺着那个箭头的电路

## 前 言

走下去,就会自然而然地理解工作的电路。

如上所述,本书不仅适用于广大电工人员,而且可以作为讲座或企业内的培训教材,另外还可以作为工科院校在校生的参考教材,相信会取得很好的效果。

若本书可使读者快速掌握识图方法与技巧,出色地完成所肩负的重任,则作者幸甚。

在完成本书的过程中,参考了各位前辈寄来的宝贵文献资料,在此对他们致以深深的谢意。

本书在编写过程中,山东威海职业技术学院工业技术系电工电子专业的黄鑫同学在前期文字录入方面做了大量工作,在此一并表示感谢。

由于作者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正,以便修订改之。

黄海平

# 目 录

|            |                     |    |
|------------|---------------------|----|
| <b>1 章</b> | <b>顺序控制</b>         | 1  |
| 1.1        | 顺序控制                | 2  |
| 1.2        | 顺序控制的实际例子           | 2  |
| 1.3        | 展开表示顺序控制的顺序图        | 4  |
| <b>2 章</b> | <b>电气图形符号</b>       | 7  |
| 2.1        | 电气图形符号              | 8  |
| 2.2        | 电阻器的图形符号            | 9  |
| 2.3        | 电容器的图形符号            | 10 |
| 2.4        | 配线切断器的图形符号          | 11 |
| 2.5        | 熔断器的图形符号            | 12 |
| 2.6        | 热敏继电器的图形符号          | 12 |
| 2.7        | 电池、直流电源的图形符号        | 14 |
| 2.8        | 计量仪器的图形符号           | 14 |
| 2.9        | 电动机、发电机的图形符号        | 15 |
| 2.10       | 变压器的图形符号            | 16 |
| 2.11       | 指示灯的图形符号            | 17 |
| 2.12       | 电铃、蜂鸣器的图形符号         | 19 |
| 2.13       | 开闭触点的图形符号           | 20 |
| 2.14       | 电气图形符号的绘制方法         | 20 |
| <b>3 章</b> | <b>闸刀开关的动作和图形符号</b> | 29 |
| 3.1        | 闸刀开关的结构和动作          | 30 |
| 3.2        | 闸刀开关的图形符号           | 31 |

## 目 录

|            |                      |            |
|------------|----------------------|------------|
| <b>4 章</b> | <b>按钮开关的动作和图形符号</b>  | <b>33</b>  |
| 4.1        | 常开触点、常闭触点及转换触点       | 34         |
| 4.2        | 按钮开关的实际结构            | 35         |
| 4.3        | 按钮开关的常开触点的动作和图形符号    | 36         |
| 4.4        | 按钮开关的常闭触点的动作和图形符号    | 43         |
| 4.5        | 按钮开关的转换触点的动作和图形符号    | 49         |
| <b>5 章</b> | <b>电磁继电器的动作和图形符号</b> | <b>57</b>  |
| 5.1        | 电磁继电器的组成             | 58         |
| 5.2        | 电磁继电器的实际结构           | 61         |
| 5.3        | 电磁继电器的常开触点的动作和图形符号   | 62         |
| 5.4        | 电磁继电器的常闭触点的动作和图形符号   | 70         |
| 5.5        | 电磁继电器转换触点的动作和图形符号    | 78         |
| <b>6 章</b> | <b>电磁接触器的动作和图形符号</b> | <b>89</b>  |
| 6.1        | 电磁接触器的组成             | 90         |
| 6.2        | 电磁接触器的实际结构           | 93         |
| 6.3        | 电磁接触器的图形符号           | 95         |
| 6.4        | 电磁接触器的动作和复位          | 98         |
| 6.5        | 电磁开闭器的图形符号和动作        | 100        |
| <b>7 章</b> | <b>定时器的动作和图形符号</b>   | <b>105</b> |
| 7.1        | 定时器的分类               | 106        |
| 7.2        | 电动式定时器的结构            | 107        |
| 7.3        | 电子式定时器的结构            | 109        |
| 7.4        | 空气式定时器的结构            | 111        |
| 7.5        | 延时闭合触点的图形符号和动作       | 113        |
| 7.6        | 延时断开触点的图形符号和动作       | 119        |
| <b>8 章</b> | <b>顺序控制符号</b>        | <b>125</b> |
| 8.1        | 顺序控制符号               | 126        |

|             |                               |            |
|-------------|-------------------------------|------------|
| 8.2         | 表示器件的顺序控制符号 .....             | 127        |
| 8.3         | 表示功能的顺序控制符号 .....             | 130        |
| <b>9 章</b>  | <b>控制器件编号 .....</b>           | <b>133</b> |
| 9.1         | 控制器件编号 .....                  | 134        |
| 9.2         | 控制器件编号的基本器件编号与辅助符号 .....      | 136        |
| <b>10 章</b> | <b>顺序图的表示方法 .....</b>         | <b>141</b> |
| 10.1        | 顺序图表示方法的原则 .....              | 142        |
| 10.2        | 顺序图中的控制电源母线的表示方法 .....        | 143        |
| 10.3        | 顺序图中的开闭触点符号的表示方法 .....        | 145        |
| 10.4        | 顺序图的画法 .....                  | 148        |
| <b>11 章</b> | <b>逻辑与电路和逻辑或电路的读法 .....</b>   | <b>157</b> |
| 11.1        | AND 电路的读法 .....               | 158        |
| 11.2        | OR 电路的读法 .....                | 167        |
| <b>12 章</b> | <b>逻辑与非电路和逻辑或非电路的读法 .....</b> | <b>177</b> |
| 12.1        | NAND 电路的读法 .....              | 178        |
| 12.2        | NOR 电路的读法 .....               | 187        |
| <b>13 章</b> | <b>自保持电路的读法 .....</b>         | <b>199</b> |
| 13.1        | 对复位优先的自保持电路的理解 .....          | 200        |
| 13.2        | 动作优先的自保持电路的读法 .....           | 210        |
| <b>14 章</b> | <b>互锁电路的读法 .....</b>          | <b>217</b> |
| 14.1        | 由按钮开关控制的互锁电路的读法 .....         | 218        |
| 14.2        | 由电磁继电器触点控制的互锁电路的读法 .....      | 223        |
| <b>15 章</b> | <b>具有时间差的电路的读法 .....</b>      | <b>227</b> |
| 15.1        | 延迟动作电路的读法 .....               | 228        |
| 15.2        | 间隔动作电路的读法 .....               | 232        |



|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 16 章  | 电动机的启动控制电路的读法 .....      | 239 |
| 16.1  | 电动机控制的主电路的构成方式 .....     | 240 |
| 16.2  | 电动机的启动控制电路的工作方式 .....    | 243 |
| 17 章  | 电动机的正反转控制电路的读法 .....     | 251 |
| 17.1  | 电动机旋转方向的改变方法 .....       | 252 |
| 17.2  | 电动机的正反转控制电路的工作方式 .....   | 256 |
| 18 章  | 实用控制电路 .....             | 267 |
| 18.1  | 暖风器的顺序启动控制电路 .....       | 268 |
| 18.2  | 电动泵的交互运转控制电路 .....       | 274 |
| 18.3  | 换气风扇的反复运转控制电路 .....      | 281 |
| 18.4  | 传送带流水线运转控制电路 .....       | 288 |
| 18.5  | 电动送风机的延时和定时运转控制电路 .....  | 294 |
| 18.6  | 卷帘门的自动开关控制电路 .....       | 301 |
| 18.7  | 电炉的温度控制电路 .....          | 307 |
| 18.8  | 组装式空调机的控制电路 .....        | 313 |
| 18.9  | 供水设备的控制电路 .....          | 319 |
| 18.10 | 自家用高压受变电设备的断路器控制电路 ..... | 325 |

# 1 章

---

## 顺序控制

## 1.1 顺序控制

顺序是指“在某种条件成立的情况下,使多个动作相关联地进行”,即事实和现象发生的顺序。通过预先制定好的某个顺序,实现一系列的动作,称其为顺序控制。

### 顺序控制

顺序控制就是指根据预先制定的顺序或者一定的逻辑,逐步进行各阶段的控制。

一般情况下,顺序控制的下一个控制动作是已预先制定好的。待前一阶段的控制动作完成之后,或者说经过动作后的一定时间之后,根据到下一个动作的场合或控制结果,选定下一步应该进行的动作,转换到下一个阶段的情况等。

不过,这是非常复杂的表述,换言之,可以说是让控制装置存储机械装置所进行的各种动作及其步骤,甚至还存储事故和误操作时的对策等,按照从控制装置发出的各种命令信号进行运转的控制。

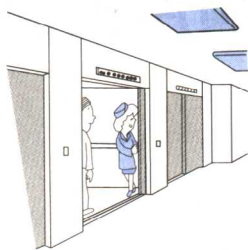


图 1.1 顺序的例子(电梯)

每天在我们重复的生活环境中,规定顺序的事情很多,例如列车的行车时间表、电梯的运行(图 1.1)、剧场公演的节目单、电子公告板上的新闻快报,等等。这些事实和现象的发生与结束,是根据预先设定的次序进行的。

## 1.2 顺序控制的实际例子

在我们的普通日常生活中,换个角度来看,无处不存在着顺序控制。因此,下面介绍一下采用顺序控制装置的具体例子。

## ► 供水设备

作为高楼的供水设备,一般是采用高架(屋顶,高置)贮水箱方式(图 1.2)。

**高架贮水箱方式**,是指利用水管本身或者水井抽水泵,将水一次贮入到受水箱(供水源)之后,再在能够使高楼内最高水位的水栓或者器具得到必要压力的高处设置高架水箱,用电动水泵给高架贮水箱供水,利用高架贮水箱里的水受到的重力作用给高楼内必要的场所供水的方式。

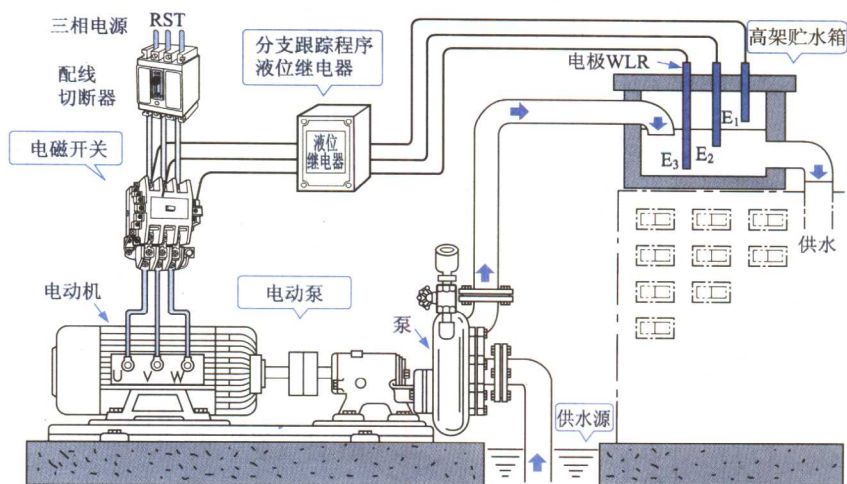


图 1.2 采用了分支跟踪程序的供水设备

供水控制,当高架水箱的水位一旦低于电极  $E_2$ ,电动泵自动开始启动、运转,从受水箱(供水源)汲水上来。另外,高架贮水箱的水位一旦高于  $E_1$ ,电动泵自动停止运转,水的汲起也停止了。

## ► 起重设备

在快餐店、食堂、仓库等需要上下传送物品的场所,经常使用向上传送物品的起重设备(图 1.3)。

装载货物的轿厢,利用缆绳连接在提升电动机的起重鼓轮,沿导轨升降。每层都安装了轿厢的呼叫、目的地指示按钮开关以及各层位置检测

用的限位开关。实际操作中,如果按了各层的上升、下降的目的地指示按钮,轿厢就会自动地被运送到指定的楼层。

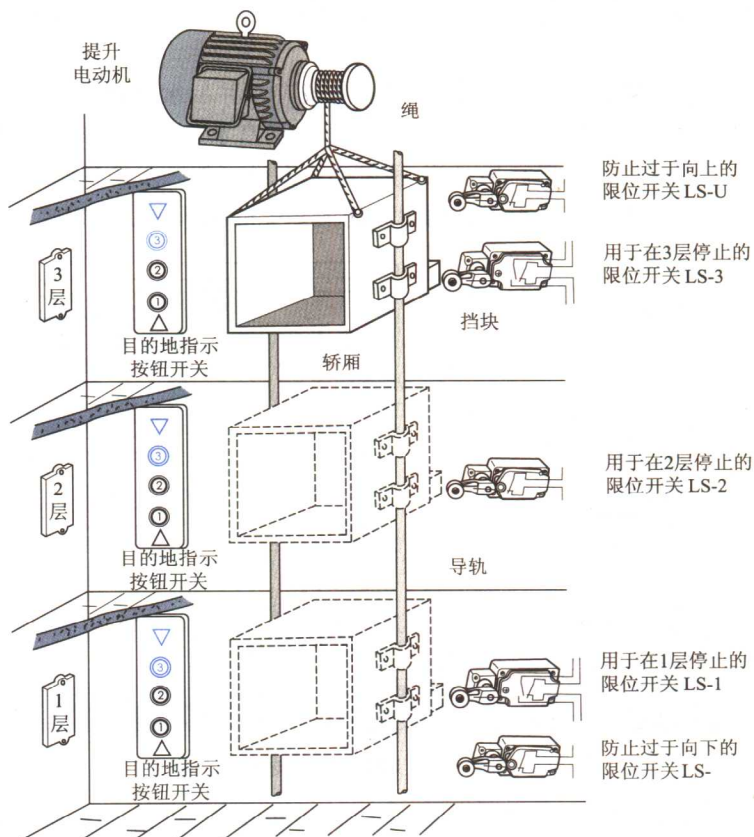


图 1.3 从一楼到三楼运送货物的起重设备

## 1.3 展开表示顺序控制的顺序图

顺序控制是一种有条理的控制方法,在它所用到的连接图中,展开连接图是描述得最好的,一般也把这个展开连接图称为顺序图。

**顺序图**

顺序图,是指根据动作顺序,表示出配电盘以及与配电盘相关联的电工器件的动作,使人们能够很容易把握各器件的相互关联性的线路图。

在顺序图中,忽略了控制器件的内部结构细节,用触点、线圈等表示,在分离成各连接线表示的同时,控制电源总线不——详细地表示,电源总线用图中的横线或者竖线表示等等,其表现方法与通常的连接图有很大的差异。



# 2 章

## 电气图形符号



## 2.1 电气图形符号

### ► 电气图形符号

将顺序控制电路表示成顺序图,如果将各种器件一一描绘成实际的形态,那将是十分复杂的。如果能以尽可能简洁的形式,使人一目了然地看清这些器件,并且从某种意义上理解那些器件是必要的。因此,我们另外规定了一些简单的书写符号,这些符号称为电气图形符号(symbol)。

### ► 电气图形符号的标准

顺序图是面向要利用它的人绘制的,如果绘制的人自己任意规定各种符号来使用的话,看的人可能不明白甚至弄错符号的真实含义。因此,为了使看图的人能容易理解,需要规定通用的表示方法并按规定正确地绘制。

电气图形符号的标准有日本工业标准 JIS C 0617(电气图形符号),我国实行 GB/T 4728-1999~2000,一般来说,顺序图用的就是这个标准。

电气图形符号忽略了电气器件的机械细节,简化了电路中的一部分元件,使人马上能明白其工作状态。因此,为了理解顺序图,首先有必要记忆这些电气图形符号。

### ► 整合为 IEC 标准的图形符号

各国的标准、基准的国际化整合,对于消除或减少贸易上的技术性障碍,以及世界性的贸易自由化和扩大是必不可少的。

作为电气图形符号的标准,日本工业标准 JIS C 0617 是由 IEC 标准的“IEC 60617 Graphical symbols for diagrams”翻译而来的,它的制定没有变更技术性的内容。

### ► 什么是 IEC

所谓 IEC 是 International Electrotechnical Commission(国际电工技术委员会)的缩略语,该机构创立于 1908 年,其宗旨是协调世界各国间的