



现场电气控制技术

常用电工控制线路 实例

黄海平 曲海波 编

现场电气控制技术

常用电工控制线路实例

黄海平 曲海波 编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是“现场电气控制技术”丛书之一。本书共分为4章,主要内容包括顺序控制的基础知识、电动机控制线路、其他常用电工控制线路及继电器顺序控制电路。本书从控制方面逻辑基础入手,结合顺序控制的各应用,将简洁明了的文字和清晰易懂的图片相结合,使得读者更加容易理解书中所讲的知识。

本书内容丰富、配图翔实、实用性强,可供从事电气控制的技术人员参考,也可作为工院校电气控制、电工与电子、电气运行与控制等相关专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

常用电工控制线路实例/黄海平,曲海波编. —北京:科学出版社, 2009

(现场电气控制技术)

ISBN 978-7-03-024694-3

I. 常… II. ①黄… ②曲… III. 电气控制—控制电路
IV. TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 090716 号

责任编辑:刘红梅 杨 凯/责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静/封面设计:郝晓燕

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>

北京天彩彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009年9月第 一 版 开本:A5(890×1240)

2009年9月第一次印刷 印张:8 3/4

印数:1—5 000 字数:271 000

定 价:27.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

随着社会的发展,技术的进步,各个行业的电气化和自动化程度得到很大提高。电气控制技术得到了越来越广泛的应用。为了迅速提高广大电气从业人员的电工技术水平,使他们能及早地熟悉和掌握各种电工控制线路的原理和识读方法,并在工作中驾轻就熟地加以应用,达到举一反三、事半功倍的效果,笔者结合多年的现场工作经验编写了本书。

为此,本书尽量详尽地讲述各种新颖实用的控制线路的快速识读方法和要点,图文并茂,以简洁明了的方式阐释原理。本书从顺序控制的基础知识入手,着重介绍各种电动机控制线路,同时还介绍了其他常用电工控制线路和继电器顺序控制电路。

本书结构清晰、配图丰富、实用性强,可以作为电工技术人员的参考用书,也可以作为工科院校电气控制、电工与电子、电气运行与控制等相关专业师生的参考用书,对自学电工控制线路的相关人士也是最佳学习用书。

本书在编写过程中得到了科学出版社多位编辑的大力支持和鼎力帮助,黄鑫同志在绘图上做了大量工作,在此一并表示真诚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

1 顺序控制的基础知识

1.1 顺序控制	2
1.2 AND(逻辑与)电路	8
1.3 OR(逻辑或)电路	14
1.4 NAND(逻辑与非)电路	20
1.5 NOR(逻辑或非)电路	26
1.6 反一致电路	32
1.7 一致电路	37
1.8 自保电路	43
1.9 互锁电路	49
1.10 延时动作电路	54
1.11 间隔动作电路	60
1.12 延迟复位电路	66

2 电动机控制线路

2.1 电动机的励磁启动控制	72
2.2 现场·远程操作的电动机启动控制(1)	79
2.3 现场·远程操作的电动机启动控制(2)	86
2.4 电动机的星形·三角形启动控制(1)	92
2.5 电动机的星形·三角形启动控制(2)	99
2.6 电动机的正反转控制(1)	105
2.7 电动机的正反转控制(2)	111
2.8 电容式电动机的正反转控制	117
2.9 电动机的定时启动·定时停止控制(1)	122

2.10	电动机的定时启动·定时停止控制(2)	129
2.11	电动机的反复运转控制(1)	135
2.12	电动机的反复运转控制(2)	141
2.13	电动机的微动运转控制电路	146
2.14	电动机的反接制动控制电路	150
2.15	电动机启动控制电路的各种形式	156

3 其他常用电工控制线路

3.1	采用温度开关的报警电路	164
3.2	三相加热器的温度控制电路	167
3.3	加热和冷却两段温度控制电路	173
3.4	采用压力开关的报警电路	176
3.5	压缩机的压力控制电路(手动和自动控制)	179
3.6	采用无浮子液位继电器的供水控制	186
3.7	带有缺水报警的供水控制	190
3.8	采用无浮子液位继电器的排水控制	195
3.9	带有涨水报警的排水控制	199
3.10	传送带的暂时停止控制	203
3.11	货物升降机的自动反转控制	209
3.12	卷帘门的自动开关控制电路	215
3.13	泵的反复运转控制	222
3.14	泵的顺序启动控制	226
3.15	停车场设备的顺序控制	229

4 继电器顺序控制电路

4.1	基本逻辑电路	236
4.2	组合逻辑电路	240

1

顺序控制的 基础知识

1.1

顺序控制

1. 顺序控制的原理及构成

所谓顺序控制是指按照预先定义的顺序或者逻辑顺序对各个被控设备逐步进行控制。从家用电器到电梯、锅炉、起重机、变电设备,顺序控制可用于各种装置设备中。

一般情况下,顺序控制系统由操作者、控制对象、控制装置等几部分构成。控制对象是指操作者利用控制装置使其运转的对象,可以是机械、进程的全部或者其中的一部分。控制装置由作业命令、命令处理、检测、操作、警报显示等几部分组成(图 1.1)。

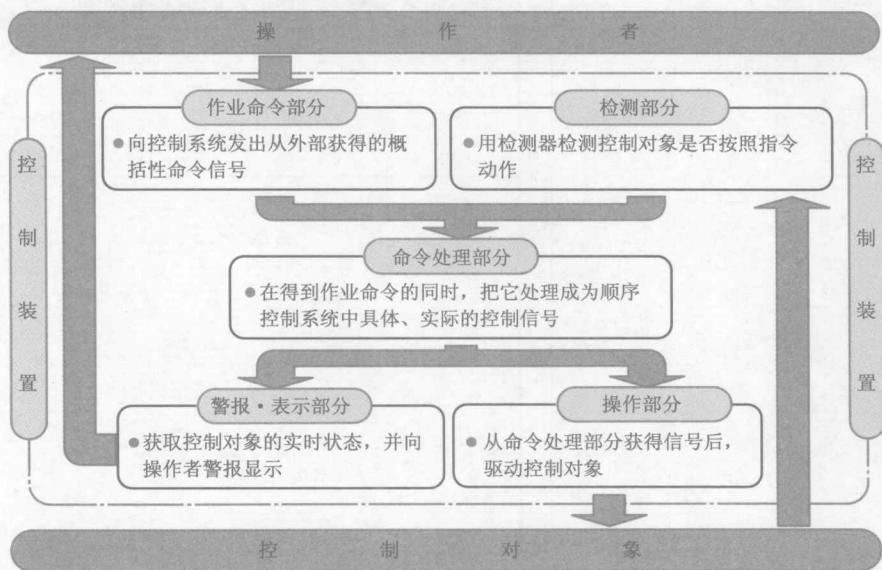


图 1.1 顺序控制系统的构成

2. 顺序图及其画法

顺序控制所使用的接线图就是顺序图,也称为接线展开图。

顺序图中表示了配电板以及与配电板相关联的器件的工作,并按照

我们以电磁继电器的动作电路为例说明顺序控制是如何进行的,以及顺序图的画法(图 1.3)。

电磁继电器 K 中含有转换触点,其中的常开触点电路和常闭触点电路分别连接有红灯 HL₁ 和绿灯 HL₂。

按动按钮开关可使电磁继电器处于工作、复位状态。与此同时,电磁继电器中的线圈电路分别与两个电灯电路并联,成为它们的电源电池。

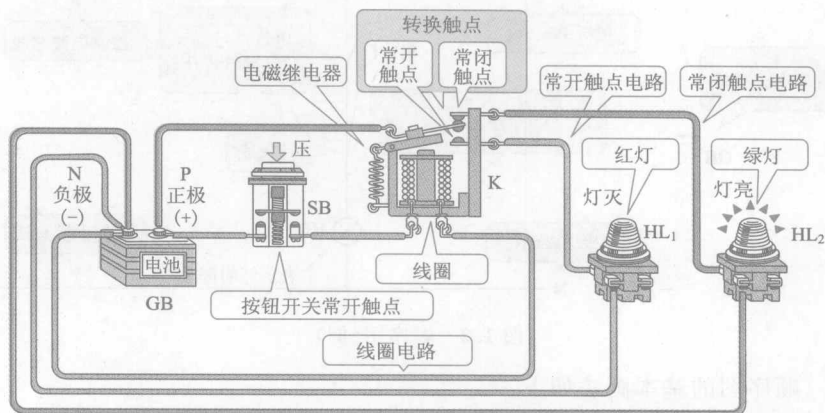


图 1.3 电磁继电器动作电路的实物连接图

电磁继电器的工作原理是:当线圈中有电流通过时会产生电磁吸力,吸引可动铁片,就是通过这种联动装置使触点断开或者闭合(图 1.4)。

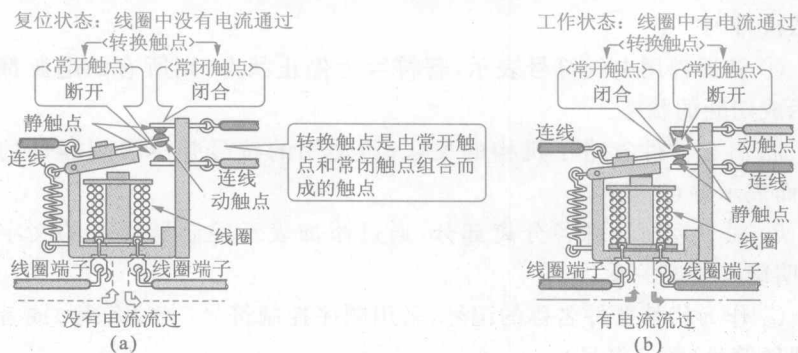


图 1.4 电磁继电器的结构

4. 电磁继电器动作电路的顺序图

现在我们把电磁继电器工作电路的实际接线图表示成顺序图

(图 1.5)。在顺序图中,电磁继电器的线圈和组成转换触点的常开触点、常闭触点分别用不同的连接线表示成独立的电路。

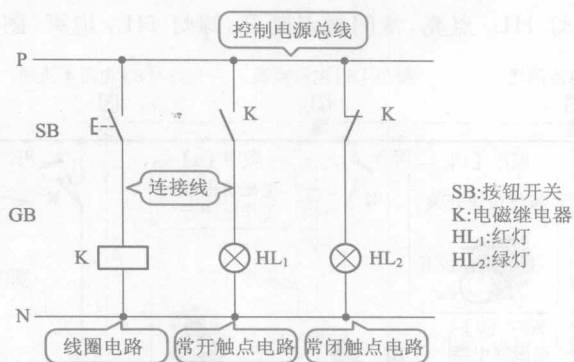


图 1.5

顺序图的画法如下:

① 控制电源总线,表示直流电源的正极 P(Positive)在上面,负极 N(Negative)在下面,均以横线表示。

② 在控制电源总线之间,按钮开关 SB 和电磁继电器的线圈 K 串联,以连接线相连。

③ 在控制电源总线之间,把电磁继电器的常开触点和红灯 HL₁ 串联。

④ 在控制电源总线之间,把电磁继电器的常闭触点和绿灯 HL₂ 串联。

所谓的时序图,就是把控制器件的名称按照动作顺序纵向列出,横轴上用线条表示它们的变化,动作之间的关联关系用竖箭头表示(图 1.6)。

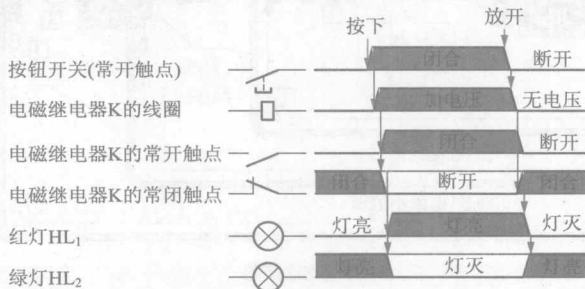
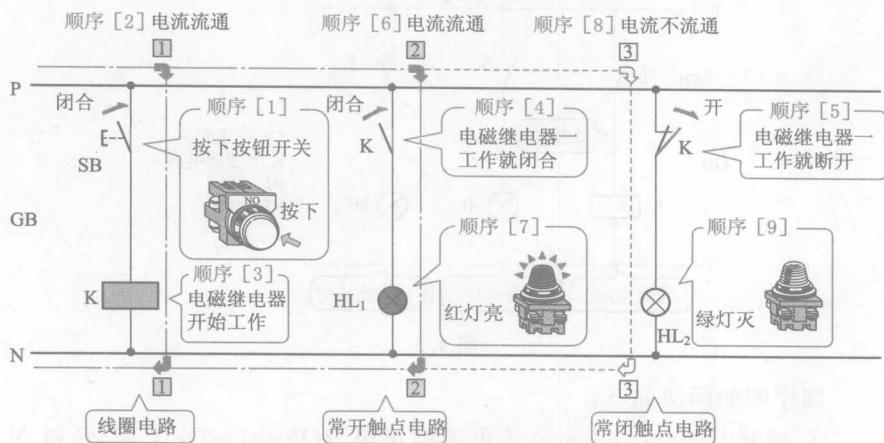


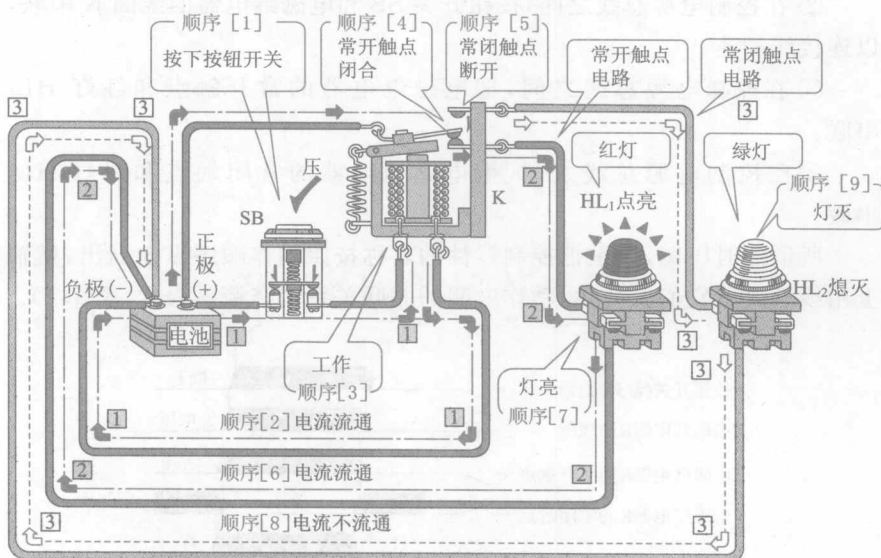
图 1.6 时序图

5. 电磁继电器动作电路的动作

按下电磁继电器工作电路的按钮开关 SB, 电磁继电器 K 动作, 常开触点闭合, 红灯 HL₁ 点亮, 常闭触点断开, 绿灯 HL₂ 熄灭(图 1.7)。



(a) 顺序动作图

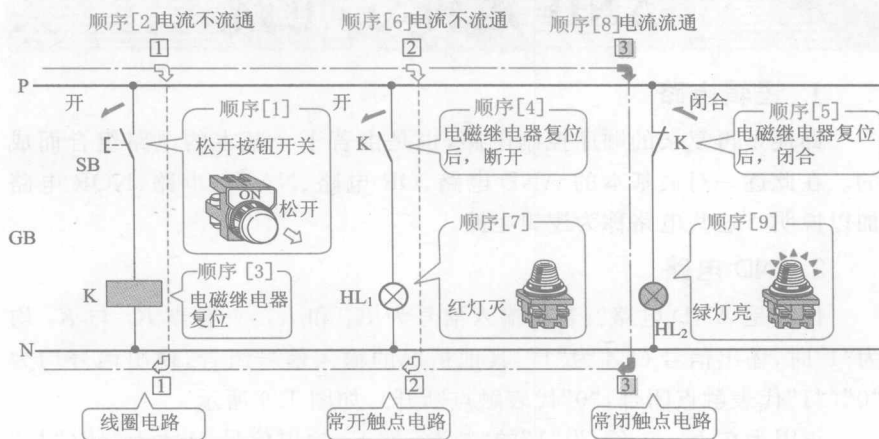


(b) 实物连接图

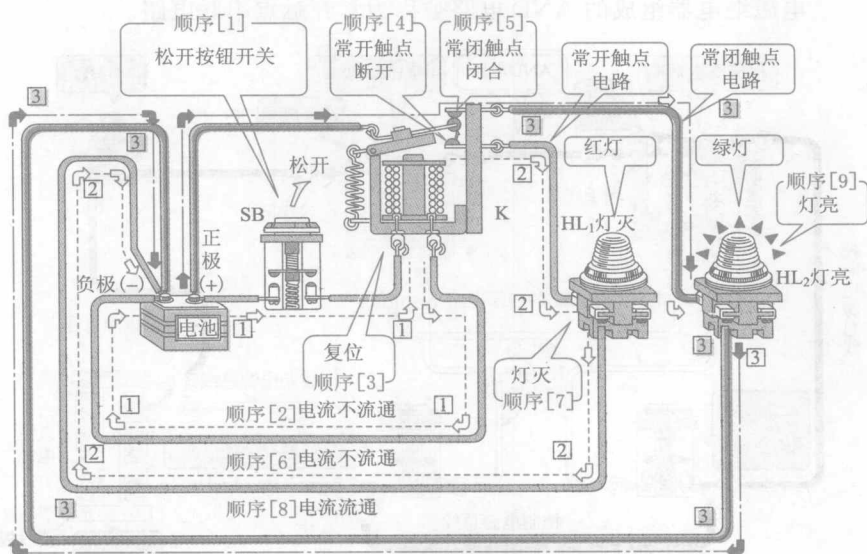
图 1.7

6. 电磁继电器动作电路的复位

松开电磁继电器工作电路的按钮开关 SB, 电磁继电器 K 复位, 常开触点断开, 红灯 HL₁ 熄灭; 常闭触点闭合, 绿灯 HL₂ 点亮 (图 1.8)。



(a) 顺序动作图



(b) 实物连接图

图 1.8

1.2

AND(逻辑与)电路

1. 逻辑电路

即便是再复杂的顺序控制电路,也是由若干个基本的电路组合而成的。在此逐一对最基本的 AND 电路、OR 电路、NAND 电路、NOR 电路加以说明。这些电路称为逻辑电路。

2. AND 电路

什么是 AND 电路? 若两输入信号为 K_1 和 K_2 , 只有当 K_1 与 K_2 均为“1”时, 输出信号 O 才为“1”, 其他情况的输入信号组合, 输出信号均为“0”(“1”代表触点闭合, “0”代表触点断开), 如图 1.9 所示。

正因为有在 K_1 与 K_2 为“1”的“与”条件下, 输出信号 O 才为“1”(“与”的英文是“AND”), 所以才称之为 AND 电路或者逻辑与电路。

电磁继电器组成的 AND 电路被称为常开触点串联电路。

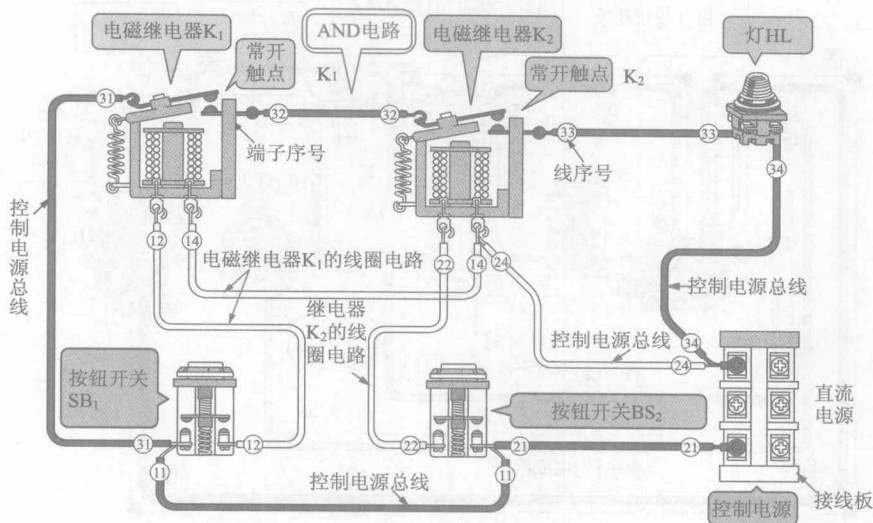


图 1.9 AND 电路的实物连接图

3. AND 电路的顺序图

由电磁继电器构成的两路输入 AND 电路,电磁继电器 K_1 的常开触点和电磁继电器 K_2 的常开触点串联并与灯 HL 连接,它们与控制电源构成电路,如图 1.10 所示。

顺序图的画法如下:

① 对于控制电源总线,用表示直流电源的正极 P (Positive) 和负极 N (Negative),以横线分别在上下标识。

② 将按钮开关 SB_1 和电磁继电器 K_1 的线圈串联后,连接在控制电源总线中。

③ 将按钮开关 SB_2 和电磁继电器 K_2 的线圈串联后,连接在控制电源总线中。

④ 电磁继电器 K_1 的常开触点和电磁继电器的 K_2 的常开触点串联,并与灯 HL 相连接,将它们连接到控制电源总线中,就构成了 AND 电路。

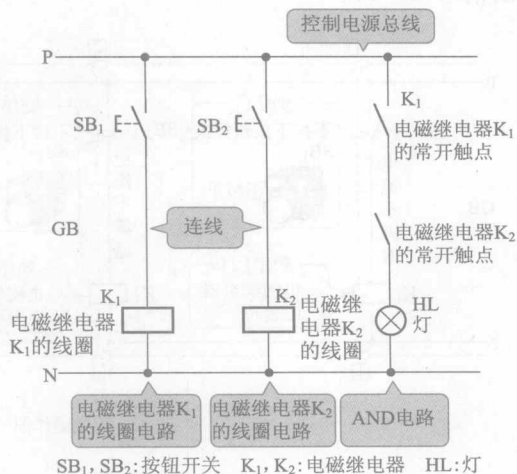
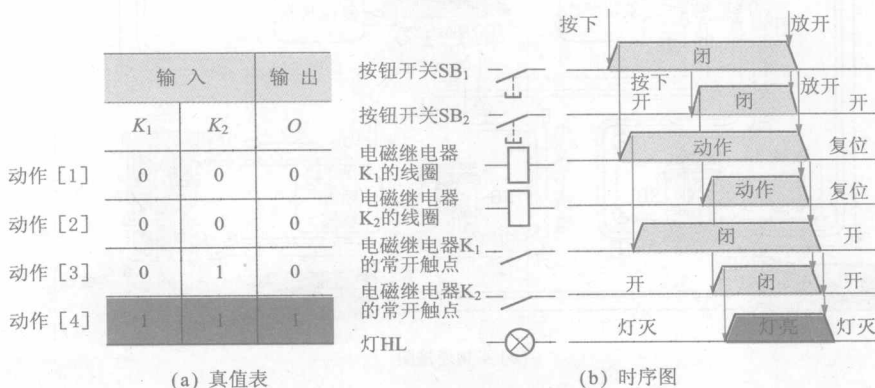


图 1.10

AND 电路的真值表和时序图如图 1.11 所示。



(a) 真值表

(b) 时序图

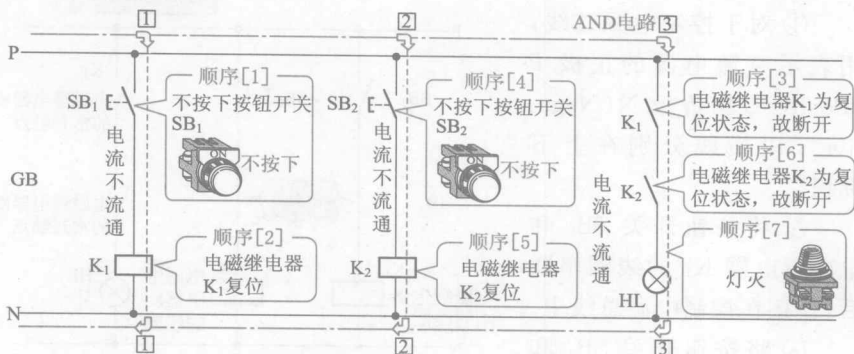
图 1.11

1 顺序控制的基础知识

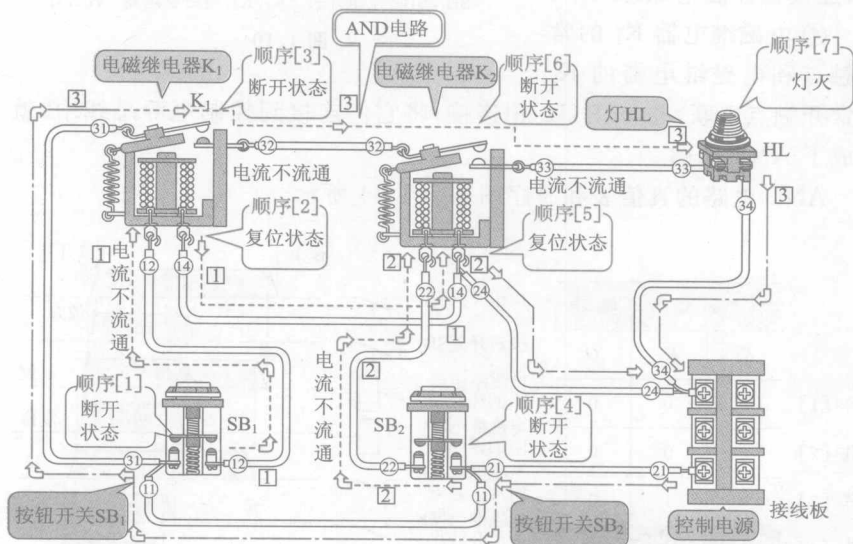
(1)动作[1]:输入信号 $K_1=0, K_2=0$

按照动作先后表来说明由电磁继电器构成的 AND 电路的动作。

在按钮开关 SB_1 和 SB_2 都没有被按下时,电磁继电器 K_1 和 K_2 都处于复位状态,AND 电路③的常开触点 $K_1、K_2$ 均为断开,灯 HL 不亮(输出信号 $O=0$)。



(a) 顺序动作图



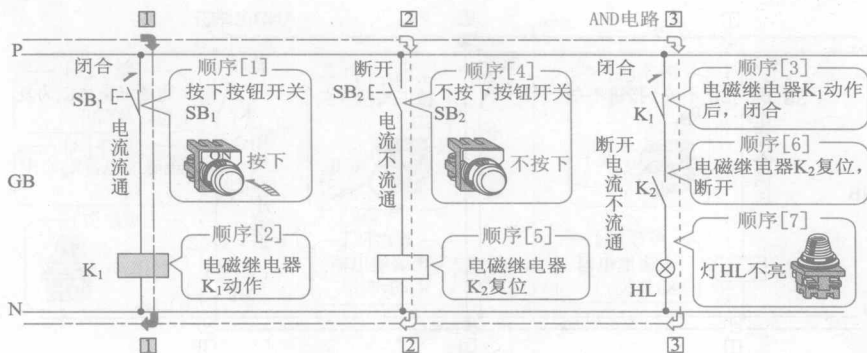
(b) 实物连接图

图 1.12

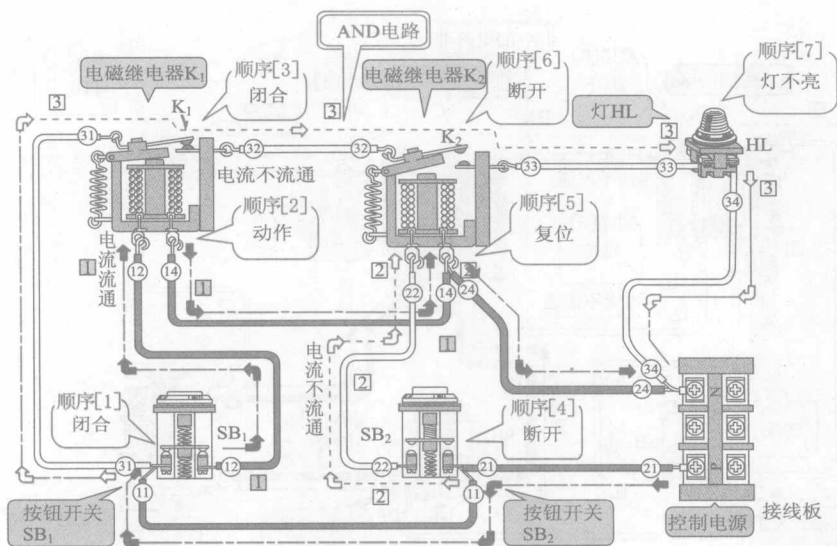
(2)动作[2]:输入信号 $K_1=1, K_2=0$

如图 1.13 所示,按下按钮开关 SB_1 ,电磁继电器 K_1 的线圈中有电流流通,常开触点闭合($K_1=1$)。

在 AND 电路③中,即使常开触点 K_1 闭合,由于按钮开关 SB_2 没有被按下,电磁继电器 K_2 的常开触点断开($K_2=0$),所以灯 HL 中没有电流流通,不亮。



(a) 顺序动作图



(b) 实物连接图

图 1.13