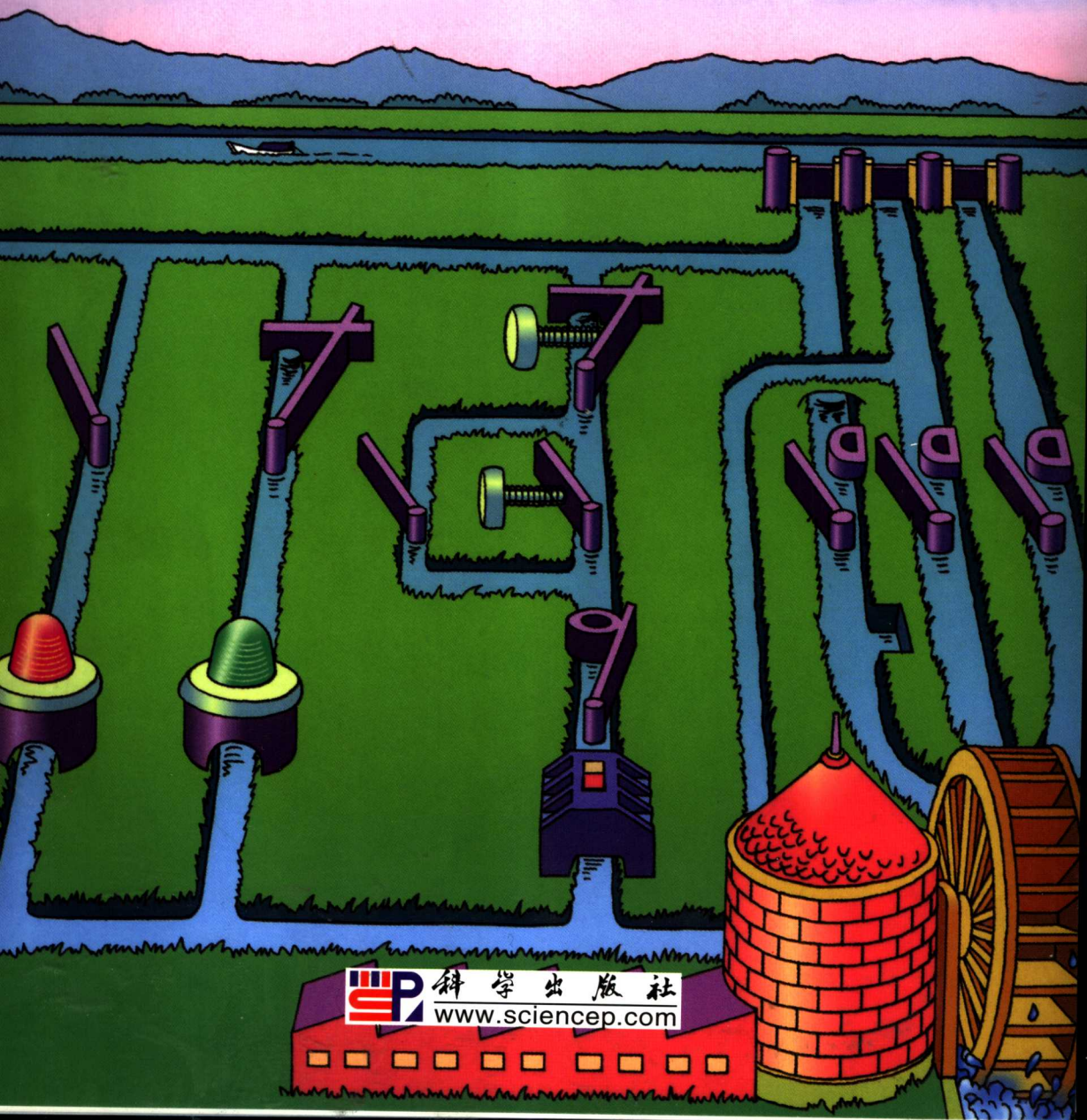


OHM 图解电气控制线路丛书

〔日〕大滨庄司 著
卢伯英 译

电气控制线路基础与实务



科学出版社
www.sciencep.com

OHM 图解电气控制线路丛书

电气控制线路 基础与实务

〔日〕 大滨庄司 著
卢伯英 译

科学出版社

北 京

图字: 01-2004-5414 号

内 容 简 介

本书是“OHM 图解电气控制线路丛书”之一。本书以图解的形式、形象生动地介绍了顺序控制线路的基础知识及其应用,内容分控制电路的基础与实务两个部分,前者主要对顺序控制的基本线路组成及其运行方式进行系统而详细介绍;后者对在办公室和工厂中实际应用的设备控制电路进行具体的介绍。

本书可作为初学顺序控制线路的技术人员、大厦管理技术人员以及高职高专相关专业学生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制线路基础与实务/(日)大滨庄司著;卢伯英译. —北京:科学出版社,2005

((OHM 图解电气控制线路丛书))

ISBN 7-03-014585-2

I. 电… II. ①大…②卢… III. 自动控制-基础-线路图 IV. TM762

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 132405 号

责任编辑:杨 凯 崔炳哲/责任制作:魏 谨
责任印制:刘士平/封面制作:科龙创作室 抒音

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>

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 2 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2005 年 2 月第一次印刷 印张: 10 3/4

印数: 1—5 000 字数: 204 000

定 价: 20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

本书是为立志于学习顺序控制的初学者编写的,它是一本从基础知识到实际应用均进行详细讲解的“入门书籍”。

本书在详细介绍顺序控制基础知识的同时,考虑到为使初学者能更容易地理解顺序控制电路,采用以下表示方法:

(1) 设备的配置和控制配线采用能表示实际情况的立体图示方法,从而使控制系统的总体构成具有真实感;

(2) 实际的顺序控制操作顺序,被分解成一个一个的顺序图,构成所谓“幻灯片方式”,从而可以连续地理解其控制操作过程;

(3) 依据顺序控制电路的操作顺序,记录下操作号码,只要按照操作号码依次进行阅读,就能够容易地了解顺序操作情况;

(4) 根据顺序操作形成电路,并且在顺序图中采用不同深浅颜色的箭头符号表示信号的流动方向,所以形成的电路“一目了然”;

(5) 电气图形符号采用日本工业标准 JIS C 0617(电气图形符号)中规定的图形符号,它们是根据 IEC 标准(IEC 60617)制订的。

本书内容经过精心安排,读者可以分阶段地进行有效的学习。

(1) 第 1 章,对顺序控制的基本电路的组成及其运行方式,进行了系统而详细的图解说明。

(2) 第 2 章,对在办公室和工厂中实际应用的设备控制电路进行了具体的说明。

如果读者在第 1 章内充分地掌握了顺序控制的基础知识,并在第 2 章认真地学习实际电路,那么就一定能够很好地掌握顺序控制的内容。

为了更好地学习控制线路方面的知识,我们还出版了《电气控制线路读图与识图》,《电气控制线路入门》,《电气控制线路应用》,《电气控制线路(数字部分)》。建议读者在学完本书以后进一步学习这些书籍。

灵活地使用这些书,早日掌握顺序控制技术,承担起作为尖端技术人员的重任,使顺序控制技术得以活跃与发展,是作者最大的愿望。

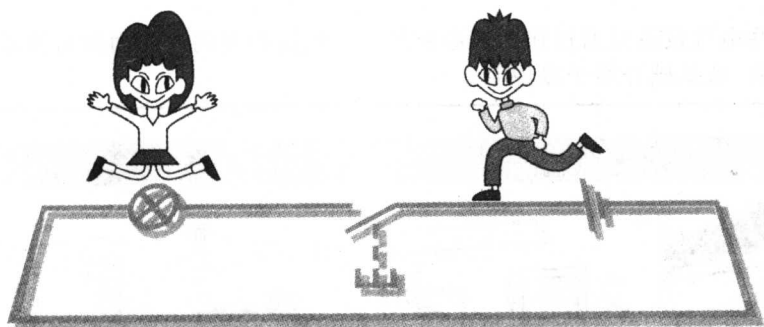
大滨庄司

目 录

第 1 章 控制电路入门	1
1.1 由电源、控制机构和控制对象组成的电路	2
1.2 加入信号和采用闭合开关的电路	8
1.3 加入信号和采用打开开关的电路	14
1.4 加入信号和采用转换开关的电路	20
1.5 用电气图形符号表示电路	26
1.6 电磁继电器是电路控制的主要元件	32
1.7 电磁继电器的运行电路	38
1.8 利用自身触点保持运行的电路	44
1.9 多地控制电路	50
1.10 禁止对方操作的互锁电路	56
1.11 有时差的定时电路	62
1.12 定时运行电路	68
第 2 章 实用控制电路入门	73
2.1 电动机的启动控制电路	74
2.2 电动机的正反转控制电路	80
2.3 暖风器的顺序启动控制电路	86
2.4 电动泵的交互运转控制电路	92
2.5 换气风扇的反复运转控制电路	98
2.6 传送带流水线运转控制电路	104
2.7 电动送风机的延时投入和定时运转控制电路	110
2.8 卷帘门的自动开关控制电路	116
2.9 电炉的温度控制电路	122
2.10 组装式空调机的控制电路	128
2.11 供水设备的控制电路	134
2.12 自家用高压受变电设备的切断器控制电路	140
电气图形符号	147

第1章

控制电路入门



本章要点

本章学习目的是掌握顺序控制的基础知识。

- (1) 就电路的构成而言,以手电筒为例,采用图解方式进行说明。
 - (2) 以按钮开关和电磁继电器的“常开触点”,“常闭触点”和“转换触点”为例,详细地说明用“ON”信号和“OFF”信号对电路的控制。
 - (3) 在介绍仪器设备的构造和功能的同时,还表示出了电气图形符号,所以读者能够自行画出相关图形。
 - (4) 对作为顺序控制主要元件的电磁继电器的工作原理、构造和控制功能,以图解的方式进行简要的说明。
 - (5) 自保电路、多地控制电路和互锁电路是一些经常应用于顺序控制中的基本电路。充分地利用这些电路,使其服务于顺序控制。
 - (6) 对于使用定时器的延迟电路,以及定时电路,相对于输入信号其输出信号会有怎样的时间延迟呢?正确地理解这个问题也是本章的目的之一。
- 正是由这些基本电路组合而成的实际设备的控制电路,所以,掌握这些基本电路可以说是理解顺序控制的一条捷径。

1.1 由电源、控制机构和控制对象组成的电路

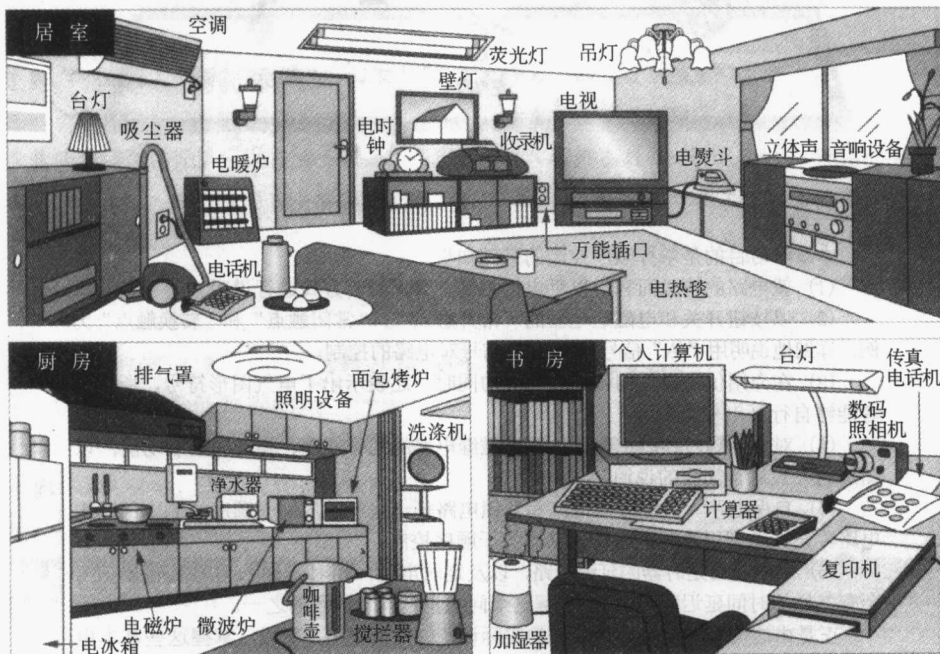
1 电气设备在电路中受到控制

电路是电气设备的心脏

正是各种各样的电气设备为我们创造了舒适的生活条件,驱动这些电气设备的是电能,现在电已经广泛地应用于我们的周围环境中。

- 另外,在产业界,随着这些电气设备的多样化,力图实现自动化和节约资源。
- 这些电气设备是通过作为其心脏部分的电路控制的。下面针对控制用的电路,从基础开始予以说明。

电能 在家庭中的应用 一家用电器(例)一



2 电流经过的路径称为电路

手电筒的构造和电路

对存在于我们周围的电气设备进行控制的电路,通常从外观上是看不见的。于是,我们以所有家庭都使用的手电筒为例,说明电路到底是什么。

手电筒的内部构造(例)

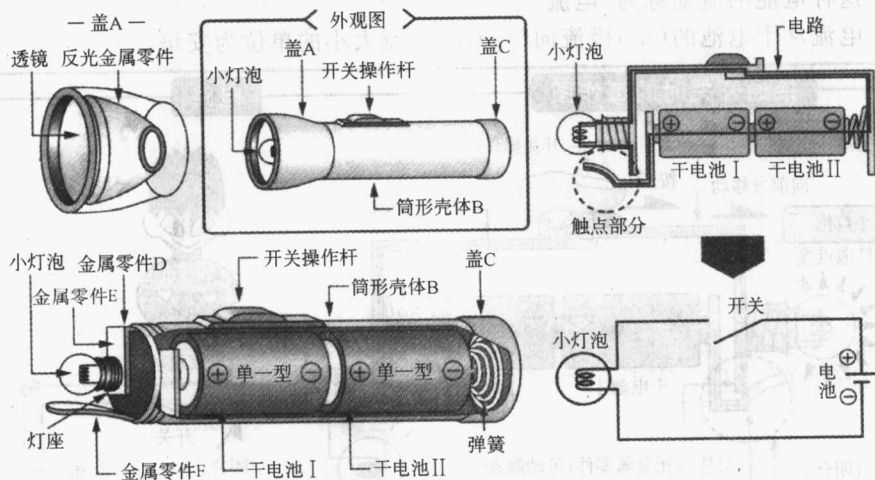
虽然说手电筒有各种各样的形式,但是一般都做成可装入两节干电池的筒形形状。那么我们暂时取下手电筒的前后盖。

- 前部的盖 A 由反光金属零件与嵌入其前端的透镜组成。
- 后部的盖 C 内装入弹簧,在该弹簧的压迫下,两节干电池彼此接触而形成电流的一部分通路。
- 在筒形壳体 B 中,灯座被安装在金属零件 E 中,当筒外侧的开关操作杆前后移动时,通过金属零件 D 的移动也随之产生。
- 在筒形壳体 B 中安装金属零件 F,根据金属零件 E 的位置不同而实际地接通或关闭电路,以完成所要求的任务。
- 金属零件 E 与开关操作杆之间是联动的,因此称为可动触点,金属零件 F 则因为是静止的而被称为固定触点。

手电筒的筒形壳体 B 与盖 C 是处于连接状态的。仅以电气通路的形式提取出来,它就是一种“电路”。

手电筒的内部构造图(例)

● 电路 ●



3

手电筒的点亮

接通手电筒开关

在电路中加入 ON 信号

用手握住手电筒,大拇指向前方按压开关操作部分的杆,于是小灯泡被点亮。在这种情况下,通过操作开关,给出的使小灯泡点亮的信号称为 ON 信号。

——一般来说,一旦把 ON 信号加到电路上,电路就会运行起来——

当手电筒的开关接通后,电路就闭合起来,于是电流便流过小灯泡,使灯泡点亮。

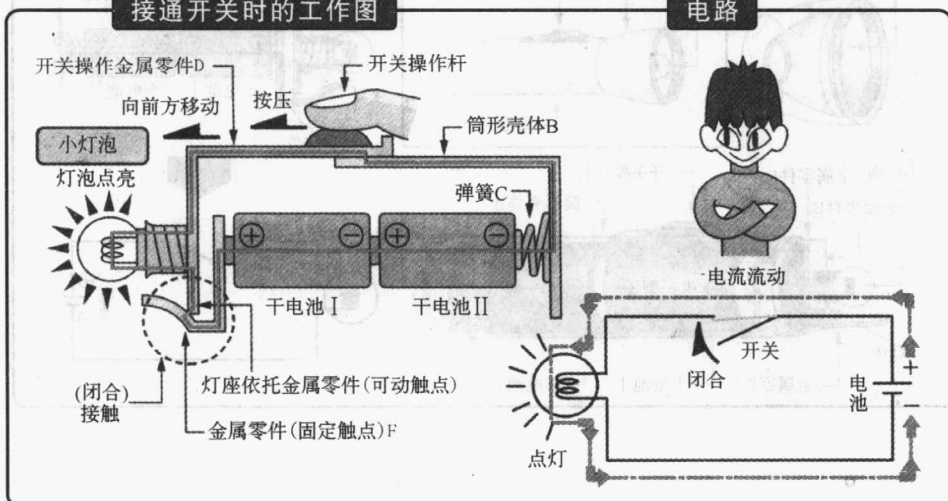
- 当把开关操作部分的杆按压到前方时,与开关操作金属零件 D 连成一体的小灯泡灯座的依托金属零件(可动触点)E 便随之移向前方。
- 当依托金属零件(可动触点)E 移向前方时,便与金属零件(固定触点)F 相接触。
- 当依托金属零件(可动触点)E 与金属零件(固定触点)F 接触时,便形成下列闭合路径,这个路径被称为“电路”

干电池 I (+) → 金属零件(固定触点)F $\xrightarrow[\text{闭合}]{\text{接触}}$ 金属零件(可动触点)E → 小灯泡(灯座) → 开关操作金属零件 D → 筒形壳体 B → 弹簧 C → 干电池 II (-) → 干电池 II (+) → 干电池 I (-)

- 通过作为电流路径的电路,电池把电能提供给小灯泡,所以可以把灯泡点亮。
- 这种电能的流动称为“电流”。
- 电流从干电池的(+)极流向(-)极,电流大小的单位为安培。

接通开关时的工作图

电路



4

手电筒的熄灭

切断手电筒开关

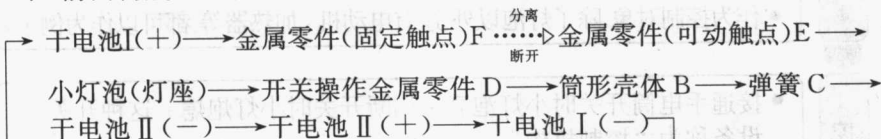
在电路中加入 OFF 信号

用手握住手电筒,大拇指向后方移动开关操作杆而切断电路,于是小灯泡熄灭。在这种情况下,通过操作开关给出的使小灯泡熄灭的信号称为 OFF 信号。

——一般来说,一旦把 OFF 信号加到电路上,电路就会停止运行——

当手电筒的开关被切断时,电路就会断开,通过小灯泡的电流就会停止流动,因此灯泡熄灭。

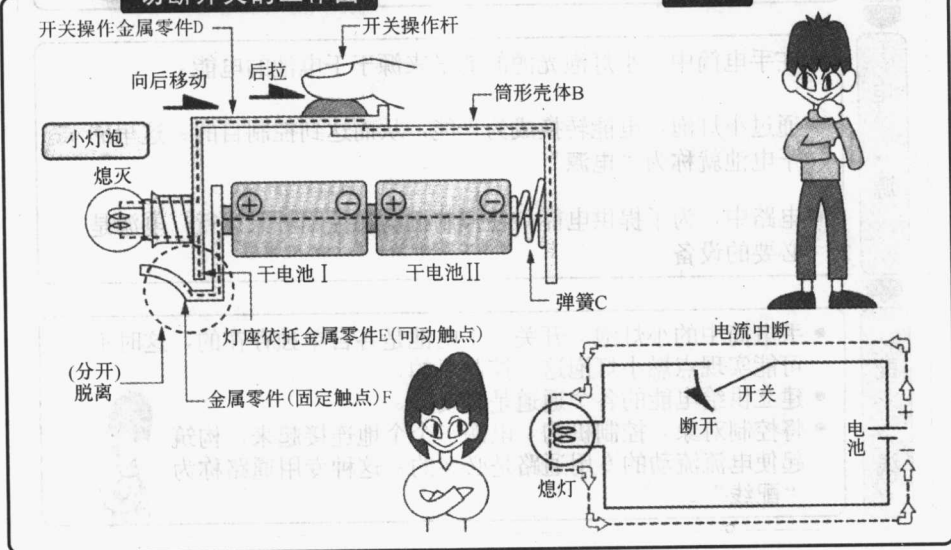
- 当把开关操作杆向后方移动时,开关操作金属零件 D 和与其连在一起的小灯泡灯座依托金属零件(可动触点)E 便移向后方。
- 当依托金属零件(可动触点)E 移动到后方时,便与金属零件(固定触点)F 分离。
- 当依托金属零件(可动触点)E 与金属零件(固定触点)F 分离时,如下所示,前面构成的闭合路径(电路)在这里便被断开。



- 因为作为路径的电路已经断开,所以电池中的电能不能再提供给小灯泡,因此灯泡熄灭。

切断开关的工作图

电路



5 由电源、控制机构、控制对象和配线构成的电路

电路的构成

✦ 以手电筒的电路为例，我们来看看电路的构成情况。

控制目的

- 可以说，使用手电筒就是为了照明。
- 在电气设备中，我们希望完成什么样的工作就称之为“控制目的”。

控制对象

- 使手电筒工作而变亮的东西是小灯泡。因此根据亮灯的事实，问题就会变得很明确。
- 这个小灯泡就称为“控制对象”。
- 所谓控制对象，就是达到控制目的所必需的设备。控制目的可以是全体，也可以是它的一部分。
- 作为控制对象，除了灯泡以外，还有电动机、加热器等，都可以作为例子。

控制机构

- 接通手电筒开关时小灯泡亮；切断开关时小灯泡熄。这种开关设备称为“控制机构”。
- 操作者的意志可以通过控制机构，由控制对象达到其控制目的。此控制机构可以说是电路的心脏部分。



电源

- 在手电筒中，小灯泡光源的能量来源于干电池的电能。
- 通过小灯泡，电能转换成为光能，从而达到控制目的。这里的干电池就称为“电源”。
- 电路中，为了提供电能，使控制机构和控制对象运行，电源是必要的设备。

配线

- 手电筒中的小灯泡、开关、干电池是各自单独存在的，这时不可能实现点燃小灯泡这一控制目的。
- 建立供给电能的各个通道是必要的。
- 将控制对象、控制机构、电源一个个地连接起来，构筑起使电流流动的专用通路是必要的。这种专用通路称为“配线”。



6

电源分为直流电源和交流电源

电 源

• 为电路提供电能 •

为使电路中的控制机构和控制对象工作,所提供的电能供应源称为电源。电源有直流电源和交流电源两种。

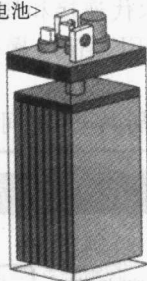
直流电源

直流电源一般采用电池。

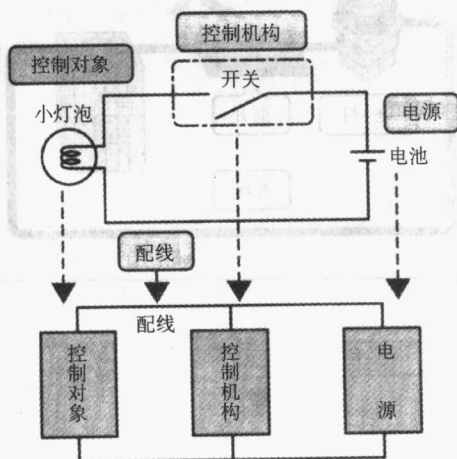
- 在电池中,有锰电池、碱性电池、锂电池等干电池和铅蓄电池、镍镉电池等蓄电池。
- 近年出现了用太阳光发电的太阳能电池和边燃烧燃料边提取电能的燃料电池。

<蓄电池>

<干电池>



<电路的构成>

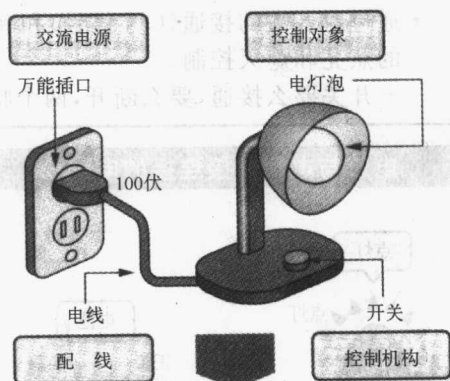


交流电源

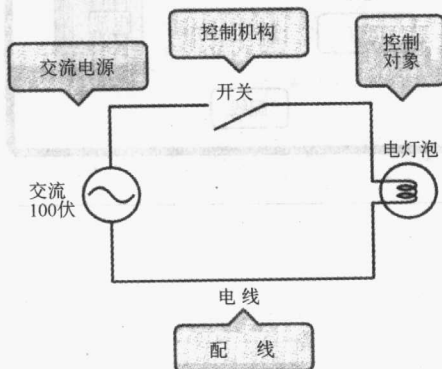
交流电源一般是由电力公司提供的商用电源,通常为 100 伏或 200 伏。

- 作为交流电源的 100 伏电源,在日本可以由室内电灯配线的万能插口获得。
- 作为交流电源的 200 伏电源,可以由动力配线获得。

台灯(例)



台灯的电路



1.2 加入信号和采用闭合开关的电路

1 用 ON 信号和 OFF 信号控制电路

用开关构成 ON 信号和 OFF 信号

电路用 ON 和 OFF 两种信号进行控制。

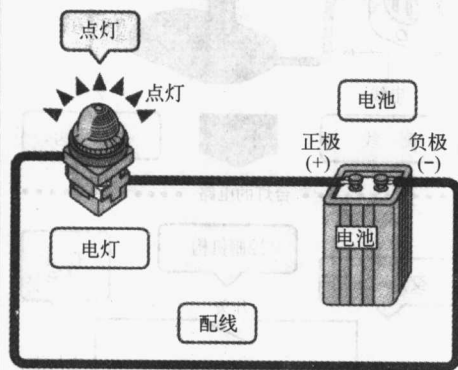
- 所谓 ON 是指电路上的两端子之间处于电气闭合(ON)状态,也就是说电路处于导通状态。
- 所谓 OFF 是指电路上的两端子之间处于电气断开(OFF)状态,也就是说电路处于切断状态。

现在,把一个电灯用电线直接连接到作为直流电源的电池接线柱上,电灯便被点亮。

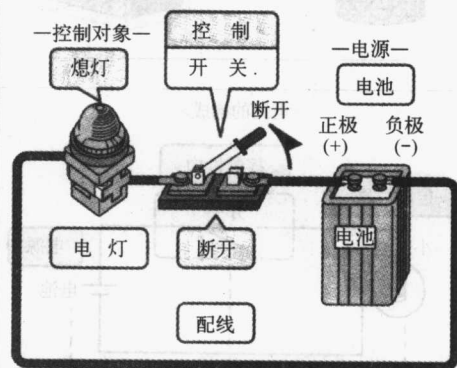
- 这时,为了使电灯熄灭,电灯两端的连线必须断开。
- 这样做是不方便的。因此,人们设计了一种专门器件对电路进行接通(ON)和断开(OFF)控制,构成开关,以取代连接和切断配线。
- 通过对开关的接通(ON 信号)和断开(OFF 信号)操作,可以实现对电灯的点亮和熄灭控制。

一开关要么接通,要么断开,两个状态必居其一,中间状态是没有的。

电灯与电池直接连接的电路



设置了开关的电路



2 加入信号和采用闭合开关的电路

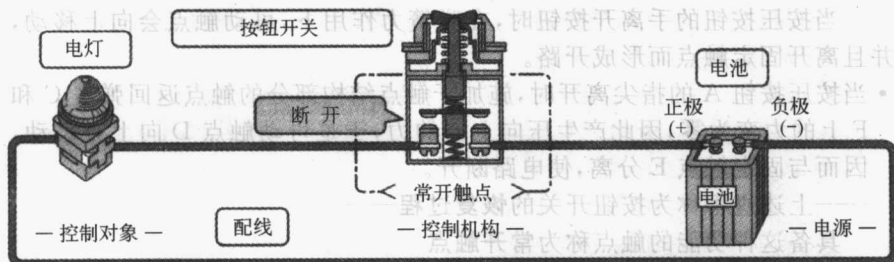
按钮开关是电路中使用的具有代表性的开关,我们以这种开关为例,对 ON 信号和 OFF 信号加以说明。

实际配线图

例:基于常开触点的电灯电路

现在,我们来表示当加入输入信号时,采用闭合(ON)按钮开关的实际配线图(电路)的例子。

- 加入信号后的闭合按钮开关(称为常开触点)和电灯,分别用电线连接到作为电源的电池的正极(+)和负极(-)端子上。



在说明这个电路的工作过程之前,让我们先来了解一下什么是按钮开关。

按钮开关的结构

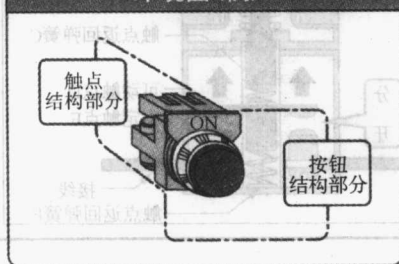
构造

按钮开关由用手指直接进行操作的按钮结构部分和利用按钮结构部分产生的力对电路进行通断操作的触点结构部分组成。

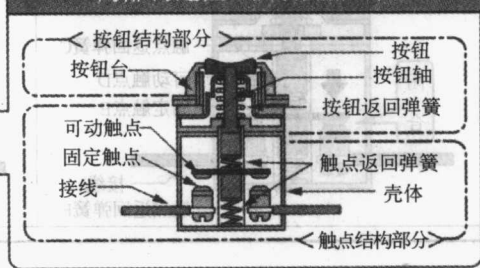
按钮结构部分由把按钮和施加于按钮的力传达到触点结构部分的按钮轴和按钮返回弹簧以及支撑它们的按钮台组成。

触点结构部分由直接进行通断操作的可动触点和固定触点和使触点返回原位的触点返回弹簧、接线端子,以及容纳触点机构的由合成树脂制成的壳体组成。

外观图(例)



内部构造图(常开触点)(例)



3

按钮开关的运行过程

常开触点的按钮开关

加入信号和常开触点

当用指尖按压按钮开关时,可动触点向下方移动并与固定触点接触,构成闭路(参看下图)。

- 若用指尖按压按钮 A,则按钮轴 B 向着被按压的下方移动。
- 当按钮轴 B 移动时,在其作用力的作用下,触点结构部分的可动触点 D 向下方移动,导致与固定触点 E 相接触,使电路闭合。

——上述过程就称为按钮开关的运行过程——

当按压按钮的手离开按钮时,在弹簧力作用下,可动触点会向上移动,并且离开固定触点而形成开路。

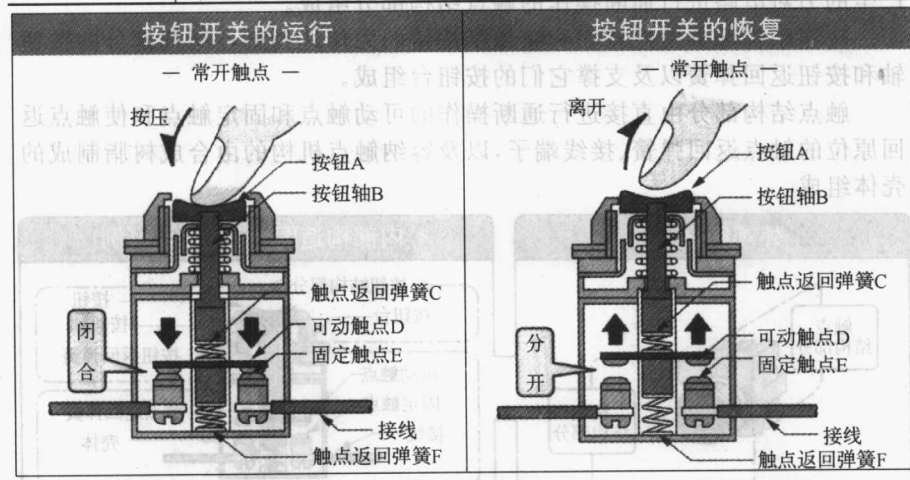
- 当按压按钮 A 的指尖离开时,施加于触点结构部分的触点返回弹簧 C 和 F 上的力变为零,因此产生压向上方的力,于是可动触点 D 向上方移动,因而与固定触点 E 分离,使电路断开。

——上述过程称为按钮开关的恢复过程——

具备这种功能的触点称为常开触点

- 常开触点是一种通常的称呼,它又称为 a 触点。

触点的种类	触点的名称	触点的状态
常开触点	• 常开触点(make contact)(构成电路的触点) • a 触点(arbeit contact)(工作触点)	• 可动触点和固定触点均称为开触点



4

基于常开触点的电灯电路的电气图形符号

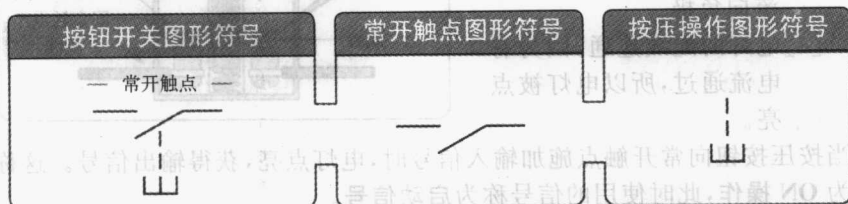
常开触点的按钮开关电气图形符号

JIS C 0617

在电路图中表示按钮开关时,如果要把实际的形状全都画出来会花费大量的时间。因此,需要一种能够使读者一目了然的符号。这种符号称为电气图形符号。

按钮开关的电气图形符号是表示触点的图形符号和表示操作的图形符号的组合。

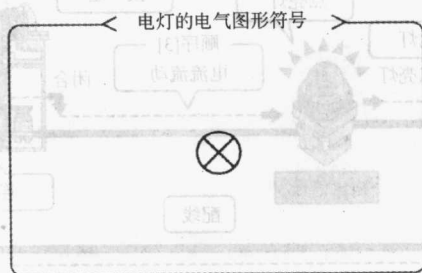
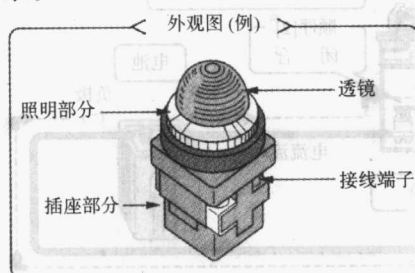
- 对于常开触点的图形符号,设固定触点为水平线段,与之对应的可动触点用向下倾斜的线段表示。
- 对按钮进行按压操作的符号用类似于罗马字母 E 的符号(E—)表示,并且放到表示可动触点的线段的下方。



电灯的电气图形符号

JIS C 0617

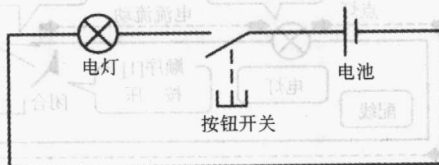
电灯的电气图形符号可以用一个小圆且小圆内标有×号的符号来表示。



电路图

基于常开触点的电灯电路

在前面的基于常开触点的电灯电路实际配线图基础上,利用其构成器件的电气图形符号可以表示出它的电路图。



5 基于常开触点的电灯电路的 ON 操作

ON 操作的顺序

● 基于常开触点的电灯电路

对于基于按钮开关的常开触点的电灯电路,当按压作为输入信号的按钮时,常开触点闭合,于是作为输出信号的电灯被点亮。这称为常开触点的 ON 操作。

—ON 操作的顺序—

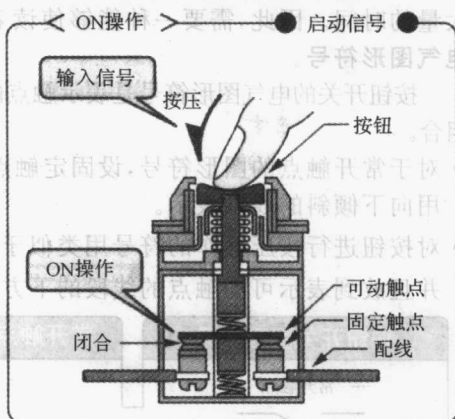
顺序[1]按压按钮开关的按钮。

[2]按压按钮时常开触点闭合。

[3]常开触点闭合后电路连通,所以电流从电池正极流向负极。

[4]电灯的配线连通,因为有电流通过,所以电灯被点亮。

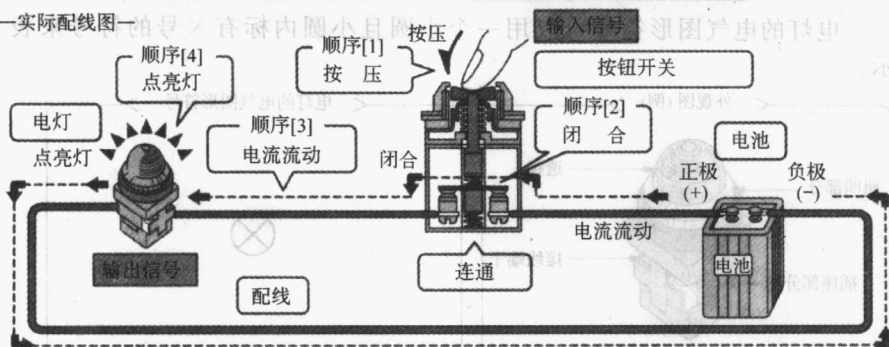
• 当按压按钮向常开触点施加输入信号时,电灯点亮,获得输出信号。这称为 ON 操作,此时使用的信号称为启动信号。



ON 操作的实际配线图

● ON 操作的电路图

—实际配线图—



—电路图—

