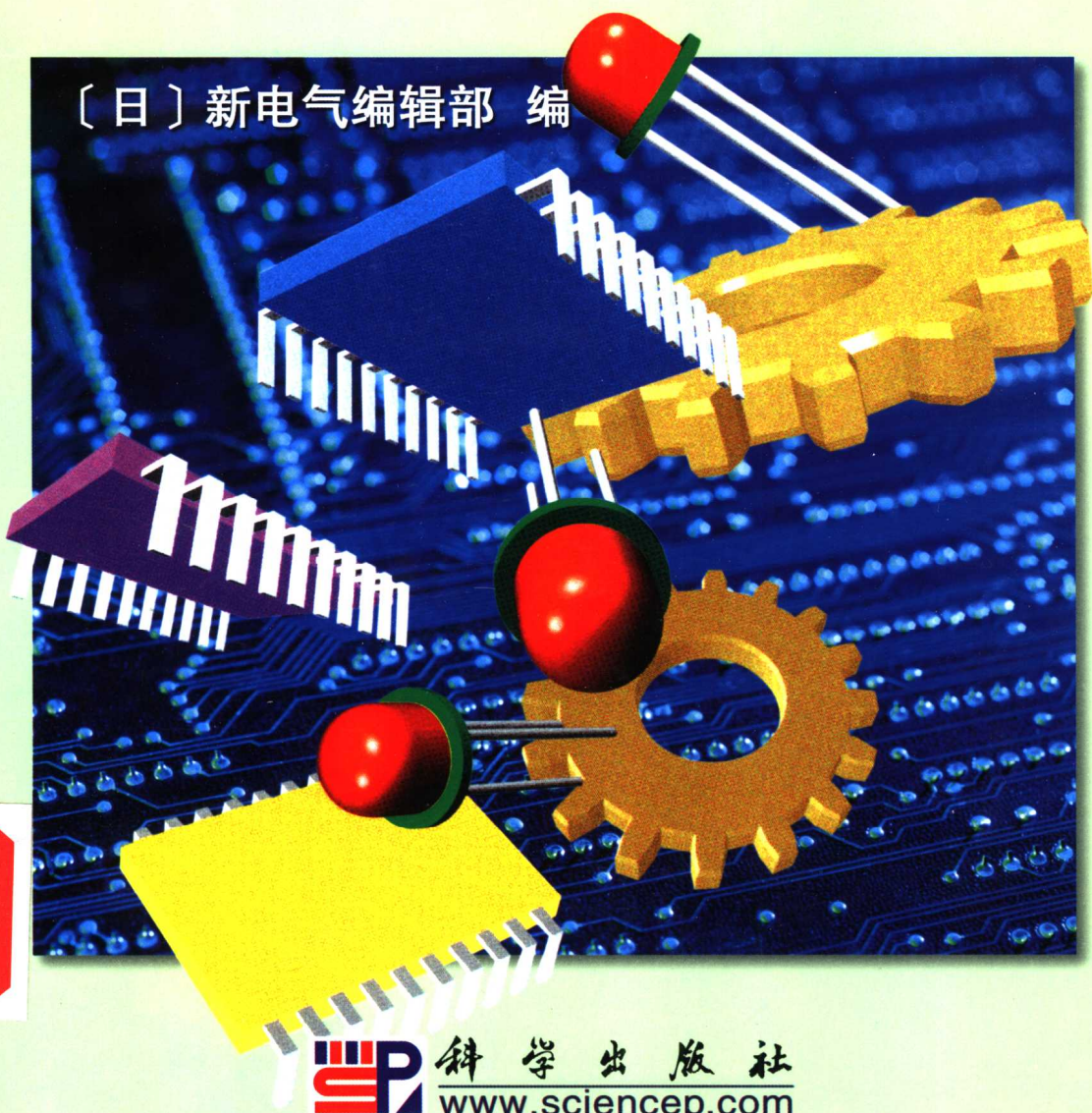


OHM 电子爱好者读物

电子机械入门

〔日〕新电气编辑部 编



科学出版社

www.sciencep.com

OHM电子爱好者读物

电子机械入门

〔日〕新电气编辑部 编
徐其荣 译
郑佩玉 校

科学出版社

北 京

图字：01-2003-0412 号

Original Japanese language edition

Hajimete Manabu Denshi Kikai Nyumon Hayawakari

Edited by Shindenki Henshubu

Copyright © 2000 by Ohmsha, Ltd.

Published by Ohmsha, Ltd.

This Chinese version published by Science Press, Beijing

Under license from Ohmsha, Ltd.

Copyright © 2003

All rights reserved

初あて学ぶ

電子機械入門早わかり

オーム社 2000

图书在版编目(CIP)数据

电子机械入门/(日)新电气编辑部编;徐其荣译,郑佩玉校. —北京:科学出版社,2003
(OHM 电子爱好者读物)

ISBN 7-03-011181-8

I. 电… II. ①新…②徐…③郑… III. 电子机械-基本 IV. TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 011110 号

责任编辑 崔炳哲 责任制作 魏 谨

责任印制 刘士平 封面设计 李 力

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号 邮政编码:100071

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司 印刷

北京东方科龙图文有限公司 制作

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

科学出版社发行 各地新华书店经销

2003年5月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2003年5月第一次印刷 印张: 14 1/2

印数: 1—5 000

字数: 252 000

定 价: 23.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

前 言

所有的产业都涉及到电子技术,也使控制技术得到了充分利用,各种机械或装置都在推广使用电子技术、信息技术来进行控制。所以不论从事何种行业,都必须掌握与控制技术有关的基础知识和技术。

本书主要是为工科类高职、高专的师生或企业中的技术人员学习“电子机械”和“电子控制”基础知识而编写的。

第1章的目的是为学习控制知识打下牢固的基础;第2章介绍微机控制基础,以铁路模型控制为例,介绍有关的继电器、传送带、步进电动机等的控制;第3章、第4章则介绍发光二极管的点亮、熄灭控制及自动演奏音乐、机器人、交通信号等的控制,以及有关个人计算机控制的基础理论。

在编写本书过程中,特别注重以下三点:

1. 控制技术留给人们的印象是很难学的,所以特别注重讲解上的简明易懂。

2. 使用了大量的图表,加强了学习的趣味性,并且在图中加入了说明文字,可起到一目了然的效果。

3. 学习内容不局限在理论上,而是通过实际制作,使其“动”起来,以加强学习效果。

因此,读者在学习本书后,通过组装电路的实践,就能把有关知识、技术真正学到手。

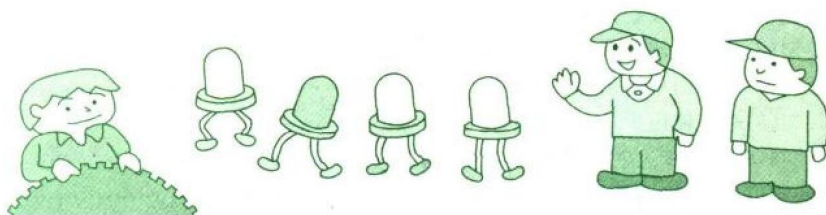
希望通过对本书的学习,能牢固地掌握电子机械的基础知识,并在各种不同的专业领域发挥作用。

全国工业高等学校校长协会,顾问 岩本 洋

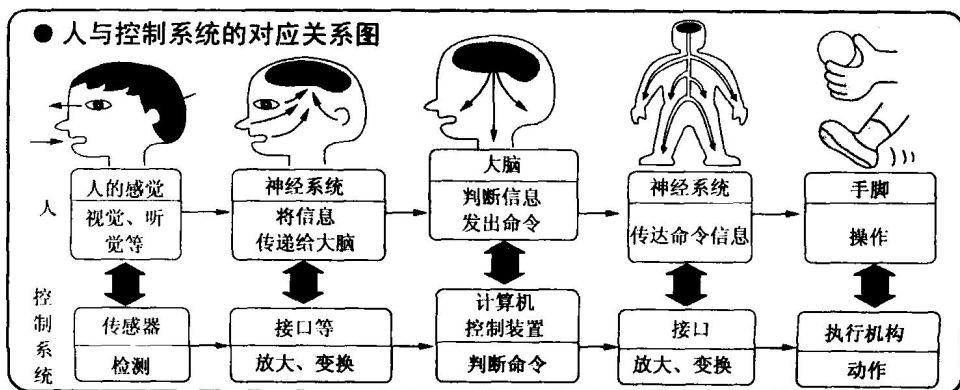
另外,本书的执笔分工如下:

第1、第2章	东京都立藏前工业高等学校,教师	天野一美
第3、第4章	东京都立藏前工业高等学校,教师	堀桂太郎
第3、第4章	原东京都立藏前工业高等学校,教师	森田克己

目 录



第 1 章	控制的基础知识	1
1	电子电路与控制的关系	2
2	使用传感器的简单电子电路	9
3	执行机构的驱动电路	15
4	顺序控制的定义	21
5	反馈控制	29
6	模拟控制与数字控制	37
7	数字控制与逻辑电路	44
8	微机与微机控制	50
9	微机与信号流	57
10	接口的作用	63
11	输入用外部接口的作用	69
12	输出用外部接口的典型作用	75
第 2 章	简单控制入门	79
1	模型电车的开动	80



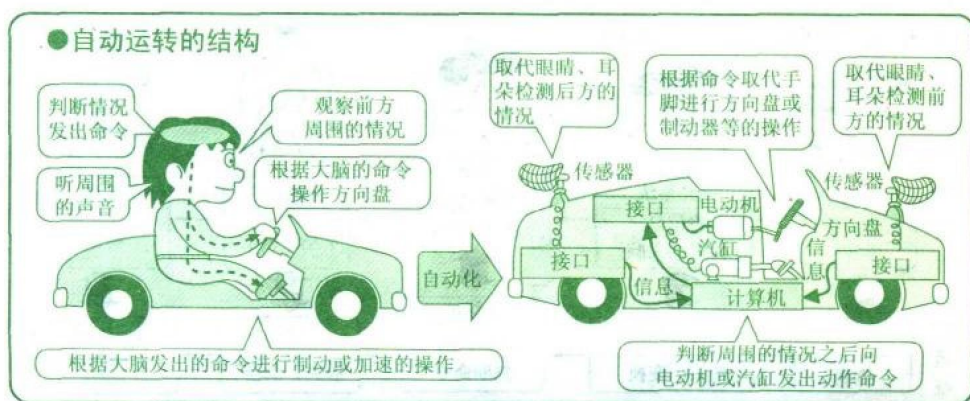
2	模型电车在站台处的停靠	86
3	铁路模型的控制 —— 简单控制	93
4	铁路模型的控制 —— 使用定时器等	99
5	微机控制(1) 用发光二极管确认输出	104
6	微机控制(2) —— 用按钮开关来输入	110
7	微机控制(3) 使用继电器	117
8	微机控制(4) —— 简单控制	123
9	微机控制(5) —— 使用步进电动机的控制装置	129
10	微机控制(6) —— 步进电机的往复控制装置	136
11	微机控制(7) 铁路模型的控制 I	143
12	微机控制(8) —— 铁路模型的控制 II	149

第3章 使用个人计算机的简单控制入门(基础篇) 156

1	制作接口	157
2	LED 接口监视器	172
3	LED 的点亮、熄灭控制 I	178
4	LED 的点亮、熄灭控制 II	184

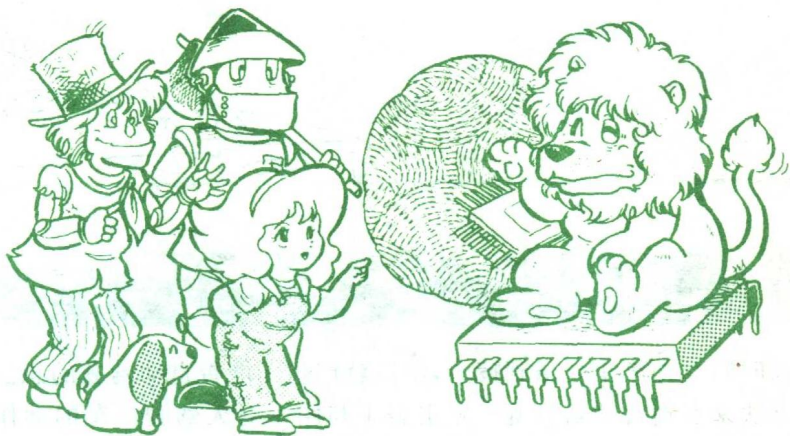
第4章 使用个人计算机的简单控制入门(应用篇) 190

1	键盘控制的音乐自动演奏系统	191
2	用模/数(A/D)转换的室温控制系统	200
3	汽缸控制的气动机器人系统	208
4	用继电器控制的交流 100V 交通信号灯控制系统	217



第1章

控制的基础知识



本章的学习内容

站在门前，等待门自动打开，当发现不是自动门时，总有点不太习惯的感觉，这大概是由于我们的思维已习惯了生活上的自动化所造成的。自动聚焦照相机、全自动洗衣机、自动售货机等等，都已经自动化了。

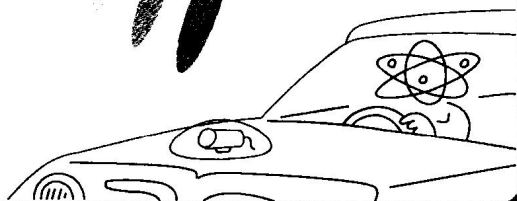
所谓自动化，就是用机械装置代替手工来进行操作。因此，可把自动化所用的方法称为自动控制或简称为控制。由于社会劳动力紧缺等种种需要，更加促使人们向机械装置的自动化方面去研究解决问题的办法。

向自动售货机里投入硬币，按下按钮，所需要的物品就会自动送出来。在不知不觉之中，自动售货机就完成了一系列的工作。其控制看起来挺复杂，但把它分解为一道道工序来处理，就成了简单的基本动作的叠加，从而轻而易举地进行控制处理。学会了控制的基础知识，就不难理解其中的奥妙。

这一章将介绍顺序控制、反馈控制等控制方法以及传感器与执行机构等相关装置的基础知识。

1

电子电路与控制的关系



I

控制的定义

人长时间驾驶汽车会感到疲劳,所以就产生了能否自动驾驶的想法。那么用什么办法来实现自动驾驶呢?先用表 1 与图 1 对人驾驶汽车的动作进行一下分析。

表 1 人与控制系统的对应

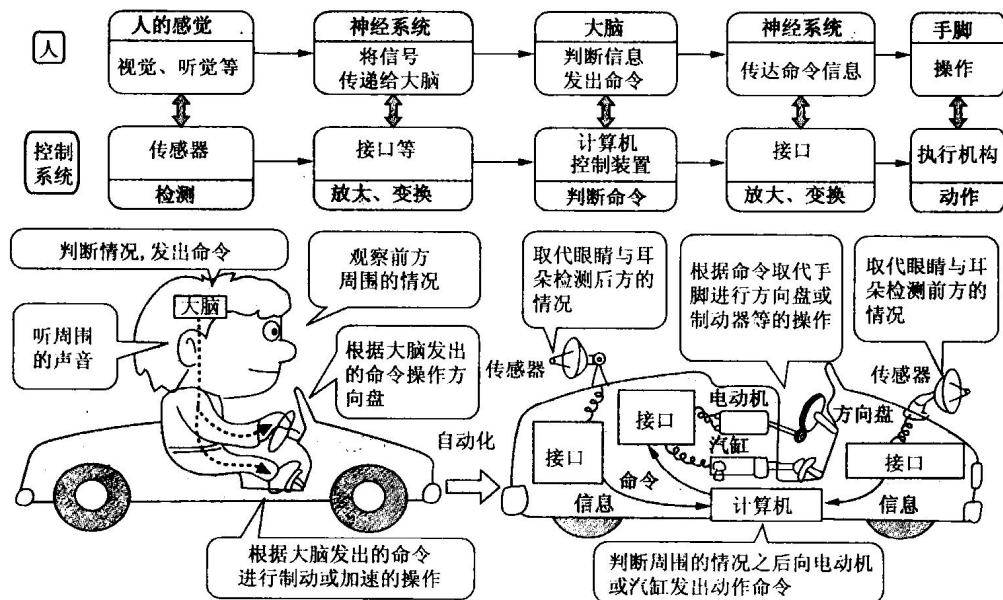


图 1 自动驾驶的结构

首先,驾驶员要目视前方并时时注意内外后视镜,看清后方与两侧的情况;然后,用耳朵倾听周围是否有消防车、救护车等的特殊声音;把眼睛、耳朵所获得的信息经大脑进行综合判断,再向手、脚发出驾驶命令。根据命令决定踏制动器或调节油门、控制速度,并转动方向盘,来防止发生行车事故。把这些操作交给机械或装置来完成,就称为自动控制,或简称控制。

当汽车的前方突然有人跑过时,必须迅速踏制动器。为了检测这种特殊情况,就要在控制中使用电子电路。由于电子技术的快速发展,提高了电子电路的性能,缩小了体积,易于用在控制装置中,从而使照相机、洗衣机和加工机械等各个方面的自动控制都得到迅速发展。

I

传感器的定义

由表1和图1可知,传感器是对应人的感觉器官的。JIS(日本工业标准)中对传感器的定义为“用于实现感觉功能的检测元件”。

III

传感器感觉功能的定义

所谓感觉功能就是用眼睛看、用耳朵听,使用感觉器官来收集信息(数据)的功能。“驾驶汽车过程中,能见到前方的障碍物”,开始见到障碍物时,还不能判断是不是障碍物。再集中注意力观看,收集到更多的该物体的数据,传送到脑子里,就能判断出障碍物了。这种不能在瞬间判断的情况对驾驶员来说,是致命的问题。

所谓的控制用感觉功能,就是以操纵机械或装置为目的来收集信息的功能。

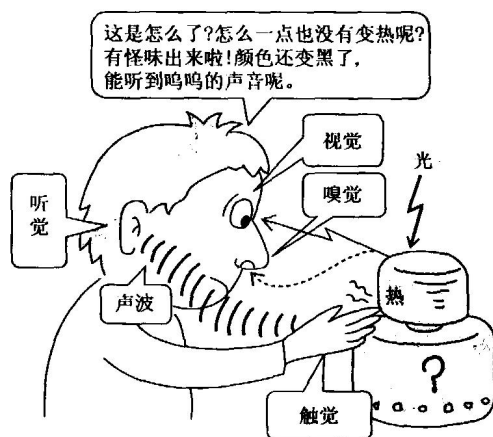


图2 靠人的感觉收集信息

IV

检测元件的定义

所谓检测元件,就是用来检测各种各样信息的元件。其检测方法多种多样;可以是原封不动地检测所需要信息的本身,也可以检测载体的存在与否,或检测载体的变化等。图 2 及表 2 表示人的感觉所检测的内容。

表 2 人的主要感觉与载体

感觉	载体	感觉器官	信息内容
视觉	光	眼睛	颜色、形状、亮度等
听觉	声波	耳朵	声音(高低、大小等)
触觉	位移、压力	皮肤	表面状态、压力
	热	皮肤	热的、冷的

用眼睛检测时,物体在视网膜上成像。视网膜由视觉神经细胞构成,相当于照相机的底片,也就是所谓的检测元件。每只眼睛约有 12 亿个视觉神经细胞,可观察人类生活中的方方面面(参见图 3)。

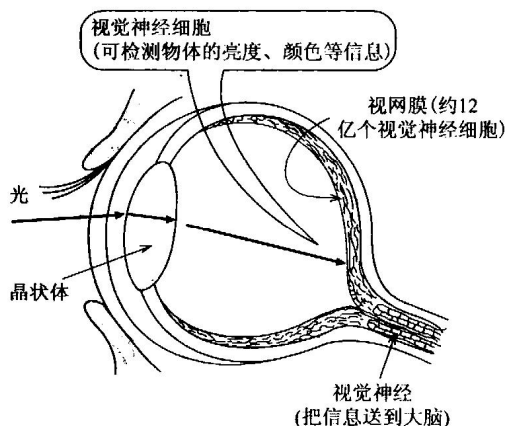


图 3 眼睛的结构

V

检测元件的种类

检测元件即传感器有下列种类:

- 光传感器** 不仅能检测可见光, 而且还能检测紫外线、红外线等
- 磁传感器** 应用磁性作用的传感器。
- 温度传感器** 检测热与热的辐射。
- 压力传感器** 检测压力与压力所引起的应变(变形)。
- 气压传感器** 利用气压的特性来检测。

除此以外还有很多种类的传感器, 另外还有许多传感器正处于开发阶段。

VI

光传感器的定义

光传感器是把光(包括紫外线和红外线)信号转换为能被接收的电信号的元件。

从原理上又可分为:

- ① 接收光后使电阻改变的元件: 硫化镉(CdS)光导管。
- ② 接收光后产生电势的元件: 光电二极管、光敏三极管、光电池等。
- ③ 接收光后产生热量的元件: 热电传感器等。

下面对光导管及光电二极管进行介绍。

VII

光导管 (CdS)

如图 4 所示, 硫化镉薄膜受到光照后, 电阻就会减小, 此薄膜被称为光导电膜。再设置两个隔离的电极, 就可以作为光传感器使用(膜的厚度小于 0.2mm)。图 5 为传感器的原理图。

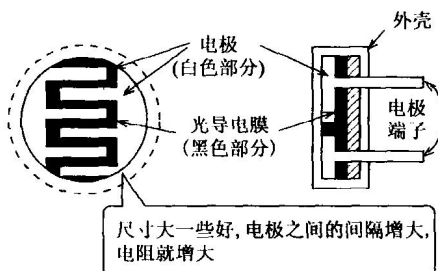


图 4 光导管的构造

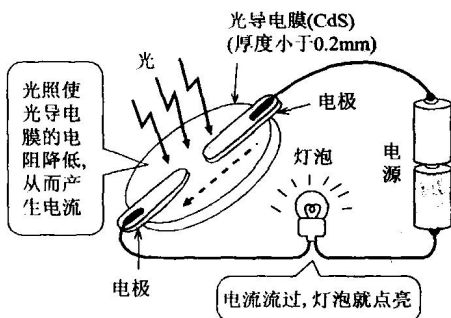


图 5 光导管的原理

// 第1章 控制的基础知识

光导管的特点:

- ① 在光通量与电阻的对数坐标上呈线性关系;
- ② 对黄绿色的光灵敏度最高;
- ③ 动态响应差(不能检测荧光灯的闪烁)。

VIII

光电二极管(半导体传感器)

若在普通的二极管上施加反向电压、光照,则会使二极管上流过反向电流(参见图6)。

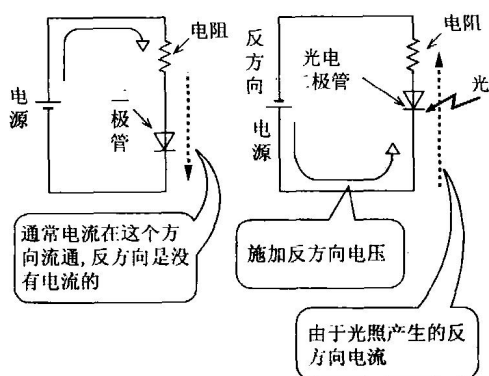


图6 光电二极管的原理

其特性如下:

- ① 反向流动的输出电流小;
- ② 敏感波长为 $400 \sim 2\,000\text{ nm}$ ($1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$),从紫外线到红外线的光谱范围均能检测,最高灵敏度在 850 nm 附近;
- ③ 响应速度在 $\mu\text{s}(10^{-6}\text{ s})$ 级,具有高速响应的特性;
- ④ 发光量与检测电流成正比,线性范围大,可用于发光量的检测与颜色的识别。

光电二极管的缺点是输出电流小。如图7所示,要用晶体管等器件来放大。把光电二极管和晶体管做成一体的元件就是光敏三极管。

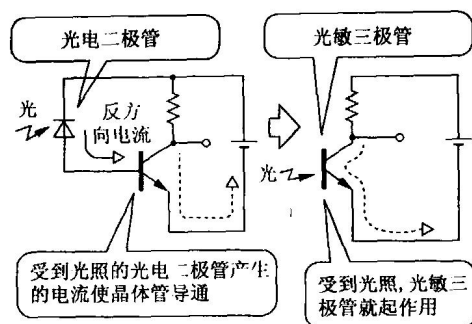


图7 光敏三极管的原理

IX

温度传感器的定义

温度传感器已在空调、电熨斗、电冰箱等家用电器中广泛使用。那么，什么是温度传感器呢？下面列出几种测量方法（括号内表示测量范围）加以说明：

- ① 利用加热引起的电阻变化检测温度：如热敏电阻（ $-50 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ），铂（ $-200 \sim 640^{\circ}\text{C}$ ）；
- ② 利用热膨胀检测温度：如双金属片（ $-50 \sim 500^{\circ}\text{C}$ ），水银（ $-50 \sim 650^{\circ}\text{C}$ ）；
- ③ 利用热电势检测温度：如铜-康铜热电偶（ $-240 \sim 1\,200^{\circ}\text{C}$ ）；
- ④ 利用辐射检测温度：双色式（ $200 \sim 3\,500^{\circ}\text{C}$ ）、单色式（ $100 \sim 3\,000^{\circ}\text{C}$ ）。

X

热敏电阻的定义

热敏电阻是由金属氧化物烧结合金构成的半导体检测元件，其电阻随着温度变化而变化（参见图8）。其特性为：

- ① 根据用途可将热敏电阻做成各种不同的形状；
- ② 灵敏度高，响应速度快；
- ③ 价格低廉；
- ④ 可通过设计合理的电路和最佳的安装方法来提高测量精度。

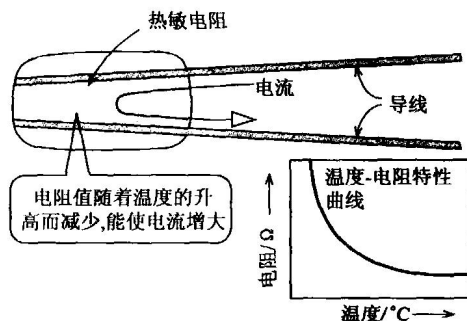


图8 热敏电阻原理图

XI

磁传感器的定义

以磁性作为信息载体,可用于检测移位、转速、有无物品等。有一种磁传感器是利用霍尔效应做成的(参见图9)。

在砷化镓半导体(霍尔元件)上,当有电流通过时,在垂直于电流的方向上产生电势差(霍尔电势)。电势差的大小与电流和磁场强度的乘积成正比,而与物体沿磁场方向的厚度成反比。

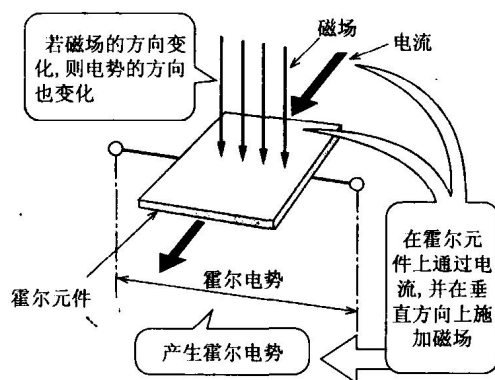


图9 霍尔效应原理图

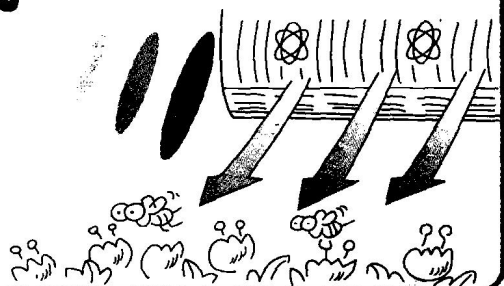
练习题

1. 传感器有什么作用?
2. 路灯的自动开关,要用何种传感器?
3. 热敏电阻以什么为信息载体?它会随着温度改变发生什么变化?

解答

1. 根据机械与装置的使用目的,为所需的动作检测信息。
2. 使用光导管或光电二极管等光传感器。
3. 以热为信息载体,电阻随温度改变而变化。

2 使用传感器的简单电子电路



I

检测移动物体的电子电路

图 1 为用反射式光传感器检测移动物体的电路图。尽管发光二极管不断地发出光,但没有物体经过时,发光二极管的光不会反射到光敏三极管中,光敏三极管中也就没有光输入,因此继电器电路不工作。这个电路称为继电器的驱动电路。

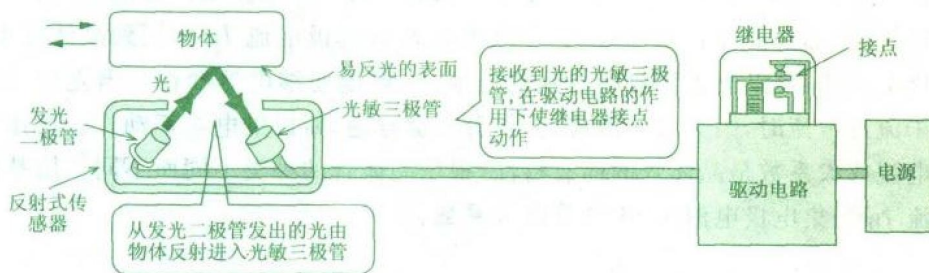


图 1 检测物体的电路原理图

当有物体通过反射式传感器时,发光二极管发出的光被物体反射,反射光进入光敏三极管,于是,光敏三极管有电流通过,再由驱动电路放大,使继电器接点动作。

继电器是直流继电器,驱动电路所用的晶体管放大倍数为 100 倍左右。

使用反射式光传感器的实际电路图

图2为使用反射式光传感器的电路图。现在来考察一下此电路的工作原理。

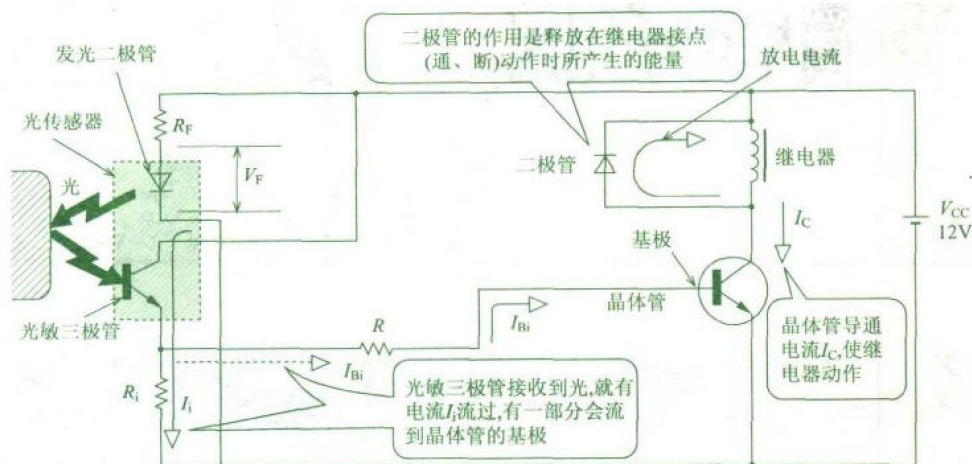


图2 使用反射式光传感器的电子电路

假设有物体通过光传感器，光敏三极管接收到由物体反射的光，于是光敏三极管中的电流就沿着 $+V_{CC} \rightarrow \text{光敏三极管} \rightarrow R_i \rightarrow V_{CC}$ 流动。电阻 R_i 上产生的电压，施加在晶体管的基极上，分路电流作为基极电流 I_{Bi} 作用到晶体管上，基极电流 I_{Bi} 乘以放大系数所得到的电流 I_C 就能使继电器动作。当光敏三极管未流过电流时，因为没有电流，晶体管不会导通，所以继电器不动作。晶体管的电流放大系数是晶体管的固有特性，根据晶体管的种类不同而不同。用基极电流 I_B 与集电极电流 I_C 来计算放大系数：

$$\text{电流放大系数} = \frac{I_C}{I_B}$$

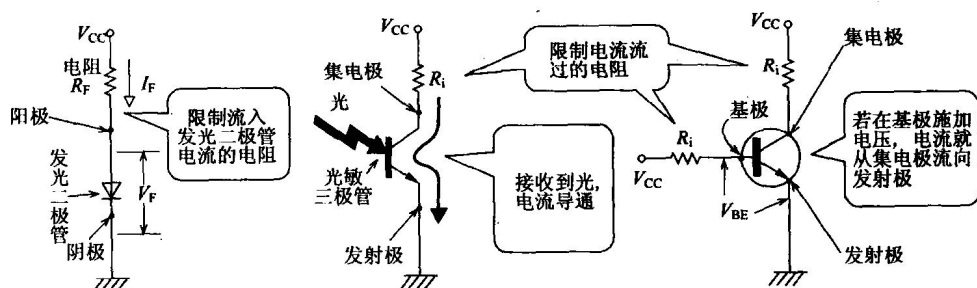
所以， $I_C = I_B \times \text{电流放大系数}$

另外，接在继电器两端的二极管用于吸收快速切断通过继电器线圈的电流时所产生的反电势，是保护晶体管用的元件。

若通过图3来计算 R_F 与 R_i 的值，可按式：

$$R_F = (V_{CC} - V_F) / I_F$$

其中，若设 $V_{CC} = 12V$ ， $V_F = 1.5V$ ， $I_F = 20mA = 0.02A$ ，则

图3 R_F 与 R_i 的计算方法

$$R_F = (12 - 1.5) \div 0.02 = 525(\Omega)$$

$$R_i = (V_{CC} - V_{BE}) / I_B$$

其中,若设 V_{BE} 为 $0.6V$, I_B 为使继电器动作所需的电流,可以从继电器技术参数中查得 $I_C = 30mA = 0.03A$

$$I_B = I_C (\text{流过继电器的电流}) / \text{放大系数} = 0.03 \div 100 = 0.0003(A)$$

$$\text{所以, } R_i = (12 - 0.6) \div 0.0003 = 38000(\Omega) = 38(k\Omega)$$

III

常用的反射式传感器电路

图4是常用的使用两个晶体管放大器的反射式传感器电路。若无反射物体,光敏三极管是不起作用的。电流 I_1 的途径为 $+V_{CC} \rightarrow$ 电阻 $R_1 \rightarrow$ 晶体管 Tr_1 的基极 $\rightarrow -V_{CC}$, 使晶体管 Tr_1 导通。于是,形成电流 I_2 的途径为 $+V_{CC} \rightarrow$ 电阻 $R_2 \rightarrow$ 晶体管 $Tr_1 \rightarrow -V_{CC}$, 晶体管 Tr_2 的基极没有电流流过,因此继电器不动作。

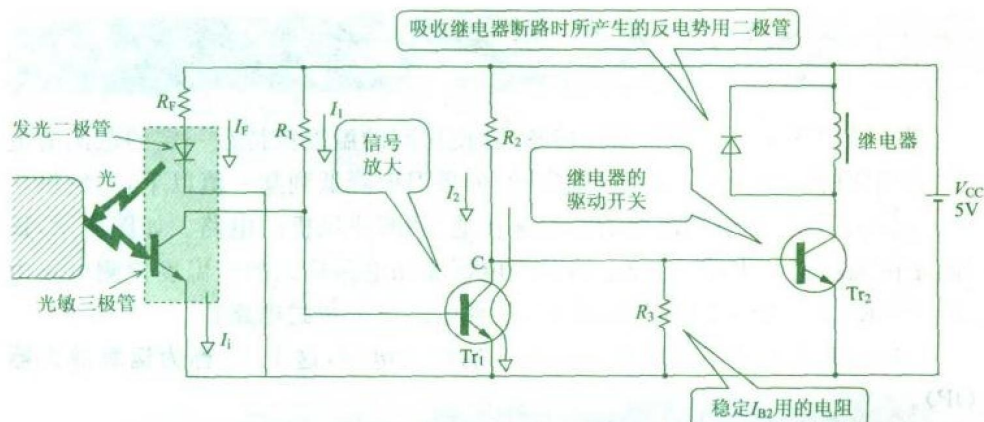


图4 使用两个晶体管的反射式光传感器电路