

全国中等职业技术学校电气运行与控制专业教材

上海市中等职业学校电气运行与控制专业课程教材

传感器与PLC应用

C

HUANGANQI YU
PLC YINGYONG



中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校电气运行与控制专业教材
上海市中等职业技术学校电气运行与控制专业课程改革教材

传感器与PLC应用

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

传感器与 PLC 应用/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2009

全国中等职业技术学校电气运行与控制专业教材. 上海市中等职业学校电气运行与控制专业课程改革教材

ISBN 978-7-5045-7660-5

I. 传… II. 人… III. ①传感器-专业学校-教材②可编程序控制器-专业学校-教材
IV. TP212 TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 122386 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出 版 人: 张梦欣

北京道兴印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.25 印张 170 千字
2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

定价: 12.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

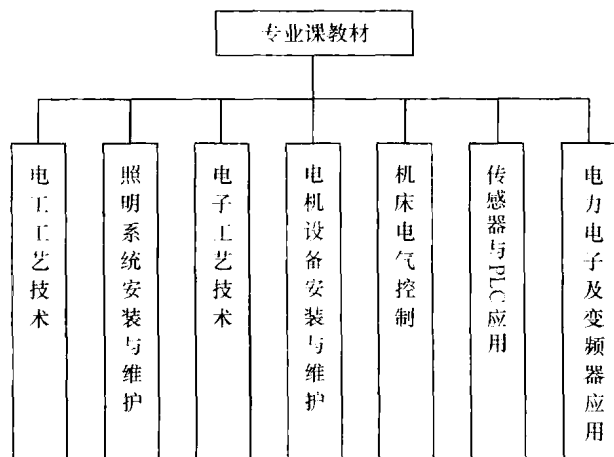
版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前 言

为了满足上海市职业教育改革，适应市场对新型技术技能人才的需要，我们根据《上海市中等职业学校电气运行与控制专业课程标准》（以下简称《课程标准》）开发了本套教材。在本套教材的开发过程中，我们始终以科学发展观为指导，以服务为宗旨，以就业为导向，以能力为本位，以岗位需要和职业标准为依据，体现职业和职业教育发展趋势，满足学生职业生涯发展和适应社会经济发展的需要。

本套教材的体系构建打破了传统的教材体系，根据实际需要，将专业基础理论内容与工作岗位技能有机整合，进而形成新的专业课教材体系（见下图）。



课程名称	总学时	各学期周数、学时数					
		1	2	3	4	5	6
		18周	18周	18周	18周	18周	20周
电工工艺技术	162	6	3				
照明系统安装与维护	90		5				
电子工艺技术	162		7	2			
机床电气控制	216			7	5		
电机设备安装与维护	90			5			
传感器与 PLC 应用	144				8		
电力电子及变频器应用	252				11	3	

这一全新的专业课教材体系具有以下鲜明的职业特色：

一是以工作岗位为依据，构建教材体系。教材体系的构建与学生将来就业的相关工作岗位相匹配，不同的工作岗位对应相应的教材，较好地实现了专业教材和工作岗位的有机对接，变学科式学习环境为岗位式学习环境，从而提高了学生的岗位适应能力。

二是以工作任务为线索，组织教材内容。本套教材以一个个工作任务为线索，整合相应的知识、技能，实现理论与实践的统一，使学生在一个个贴近生产实际的具体情境中学习，既符合职业教育的基本规律，又有利于培养学生在工作过程中分析问题和解决问题的综合职业能力。

三是以典型技术、设备为载体，反映行业的发展。尽可能多地在教材中充实新知识、新技术、新设备和新材料等方面的内容，与生产实际紧密结合，力求使教材具有较鲜明的时代特征。

四是以多种教材形式，提供优良的教学服务。为方便教师教学，每种教材均开发有相应的立体化教学资源，包括配套的电子教案、知识点的动画演示、操作视频等。教学资源可通过中国劳动社会保障出版社网站（<http://www.class.com.cn>）下载。

此外，为使教材的内容更符合学生的认知规律，易于激发学生的学习兴趣，本套教材的工作任务结构基本上按照以下环节进行设计：

环节一：教学目标。按照《课程标准》的要求，给出通过教材内容的学习应达到的学习目标。

环节二：工作任务。从生产、生活中的实际应用引入，给出为达到上述学习目标所要完成的工作任务。

环节三：实践操作。结合工作任务的分析，以教师演示或学生亲自动手操作的方式，按步骤完成工作任务，掌握基本技能。该环节的重点是让学生掌握“怎么做”，而不过多地讨论“为什么这样做”，旨在使学生对工作任务有一个形象的感受。

环节四：问题探究。针对实践操作环节出现的问题或难点，从理论角度分析“为什么要这样做”“为什么能这样做”等问题，从而使学生在掌握相关理论知识的同时，进一步加深对实践操作环节的理解，实现理论与实践的有机结合。

环节五：知识拓展。主要针对本工作任务涉及的理论知识和操作技能进行深入分析、拓展知识以及强化训练，达到举一反三的目的。根据各校的教学实际，该环节可作为选学内容。

环节六：巩固练习。通过练习环节既可巩固所学知识，还可进一步培养学生分析和处理实际工作问题的能力。

从以上环节的设计上不难看出，每个工作任务的内在结构紧紧围绕技能培训这一核心，并充分兼顾理论与实践的有机结合，从而使二者都得到了有效的承载。

全国中等职业技术学校电气运行与控制专业教材
上海市中等职业学校电气运行与控制专业课程改革教材
编审委员会

2009年3月

全国中等职业技术学校电气运行与控制专业教材
上海市中等职业学校电气运行与控制专业课程改革教材

编审委员会

主 任	金 龄						
副 主 任	徐坤权	李春明	王立刚	高 明	万 象	刘 春	
委 员	(排名不分先后)						
	姚 龙	冯 伟	王照清	付 磊	张 彪	倪厚滨	
	郑民章	张孝三	陈奕明	李培华	陆建刚	陈立群	
	赵正文	沈建峰	巢文远	孙大俊	骆富昌	王 忆	
	王建林	宋玉明					

本书主编	朱建明	
副 主 编	张志林	
本书参编	柏忠梅	李伟国
本书审稿	巢文远	

目 录

项目一 传感器与可程序控制器的基本认识与基本操作	(1)
任务1 传感器基础及其基本操作	(1)
一、教学目标	(1)
二、工作任务	(1)
三、实践操作	(2)
四、问题探究	(5)
五、知识拓展	(9)
六、巩固练习	(9)
任务2 可程序控制器基础及其基本操作	(9)
一、教学目标	(9)
二、工作任务	(9)
三、实践操作	(10)
四、问题探究	(19)
五、知识拓展	(22)
六、巩固练习	(22)
项目二 正反转控制电路设计与调试	(25)
一、教学目标	(25)
二、工作任务	(25)
三、实践操作	(25)
四、问题探究	(29)
五、知识拓展	(42)
六、巩固练习	(43)
项目三 Y— Δ 控制电路设计与调试	(44)
一、教学目标	(44)
二、工作任务	(44)
三、实践操作	(45)
四、问题探究	(48)
五、知识拓展	(53)

六、巩固练习	(54)
项目四 红绿灯控制电路设计与调试	(55)
一、教学目标	(55)
二、工作任务	(55)
三、实践操作	(55)
四、问题探究	(60)
五、知识拓展	(63)
六、巩固练习	(66)
项目五 运料小车控制电路设计与调试	(67)
一、教学目标	(67)
二、工作任务	(67)
三、实践操作	(67)
四、问题探究	(71)
五、知识拓展	(78)
六、巩固练习	(82)
项目六 用 PLC 电路改装及调试机床电路	(84)
一、教学目标	(84)
二、工作任务	(84)
三、实践操作	(84)
四、问题探究	(91)
五、知识拓展	(94)
六、巩固练习	(95)
项目七 典型 PLC 控制系统的设计、调试运行与维护	(97)
一、教学目标	(97)
二、工作任务	(97)
三、实践操作	(98)
四、问题探究	(102)
五、知识拓展	(104)
六、巩固练习	(106)

项目一

传感器与可编程序控制器的 基本认识与基本操作

任务 1 传感器基础及其基本操作

一、教学目标

1. 了解传感器的主要类型。
2. 了解常用传感器的组成结构。
3. 掌握常用传感器的基本工作原理。
4. 掌握常用传感器的使用方法。

二、工作任务

图 1—1 所示是一种家用空调器，当它运行一段时间后，温度达到设定值时空调器内的压缩机就不工作，家用空调器就停止制冷或制热。图 1—2 所示是在商场里经常使用的自动

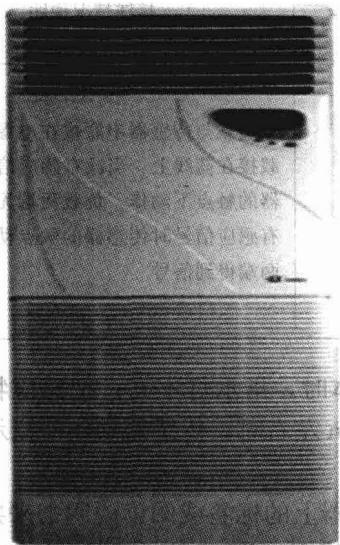


图 1—1 空调器

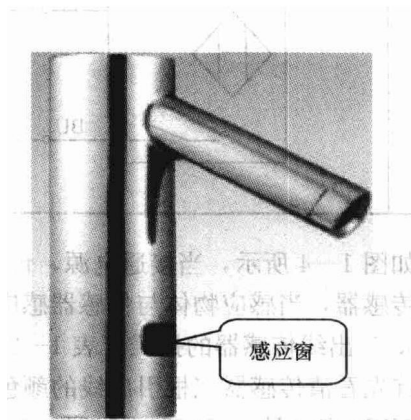


图 1—2 自动出水龙头

出水龙头，只要把手伸过去水龙头就会自动出水。家用空调器和自动出水龙头的这些自动功能都是通过传感器来实现的。在自动化控制领域，传感器也有着非常广泛的应用，很多机械设备的工作都需要通过传感器来实现。本任务将完成双出线、三出线、四出线传感器的接线练习，通过光电式接近开关、电容式接近开关和电感式接近开关，掌握常用传感器的基本工作原理及使用方法。

三、实践操作

1. 认识传感器的符号

通常传感器都需要工作电源，一般采用电源电压为 10~30 V 的直流电源。传感器的引出线有双线、三线和四线等几种。传感器的文字符号是 S，通常还会在 S 后增加一个字母表示传感器的用途，如 SQ 表示位置传感器、SR 表示转速传感器、ST 表示温度传感器等。传感器的图形符号如图 1-3 所示。

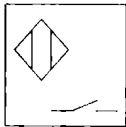


图 1-3 传感器的图形符号

2. 双出线传感器的接线（表 1-1）

首先看清传感器两根引出线的颜色，然后根据双出线传感器的接线图，将 24 V 直流电源、24 V 直流指示灯、传感器等用导线连接。

表 1-1	双出线传感器的接线	
接线方法	接线示意图 (BN: 棕线, BU: 蓝线)	接线情况说明
双出线		负载与传感器串联接在电源两端，负载接在蓝线上。当没有感应信号时传感器的触点不动作，负载两端无信号；当有感应信号时传感器的触点动作，负载两端得到信号

如图 1-4 所示，当接通电源，传感器前无感应物体时，指示灯不亮；把感应物体慢慢靠近传感器，当感应物体与传感器感应面的距离为 5 mm 左右时，传感器动作使指示灯亮。

3. 三出线传感器的接线（表 1-2）

首先看清传感器三根引出线的颜色，通过贴在传感器上的标签或阅读说明书来判断传感器是 NPN 型还是 PNP 型，然后根据三出线传感器的接线图，将 24 V 直流电源、24 V 直流指示灯、传感器等用导线连接。

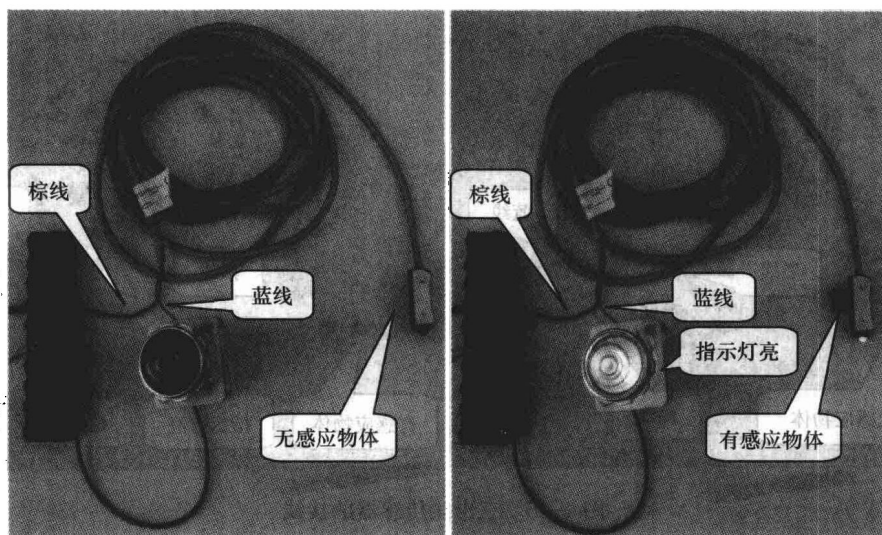


图 1—4 双出线传感器的接线

表 1—2

三出线传感器的接线

接线方法	接线示意图 (BN: 棕线, BU: 蓝线, BK: 黑线)	接线情况说明
三出线	NPN常开	电源电压从棕、蓝二线加至传感器，负载串接在黑线中。当传感器是 NPN 型时，黑线与棕线并接至电源正极，传感器动作时 BU 与 BK 接通使负载两端得到信号。当传感器是 PNP 型时，黑线与蓝线并接至电源负极，传感器动作时 BU 与 BN 接通使负载两端得到信号
	PNP常开	

如图 1—5 所示，当接通电源，传感器前无感应物体时，指示灯不亮；把感应物体慢慢靠近传感器，当感应物体与传感器感应面的距离为 5 mm 左右时，传感器动作使指示灯亮。

4. 四出线传感器的接线 (表 1—3)

首先看清传感器四根引出线的颜色，然后根据四出线传感器的接线图，将 24 V 直流电源、两只 24 V 直流指示灯、传感器和开关等用导线连接。

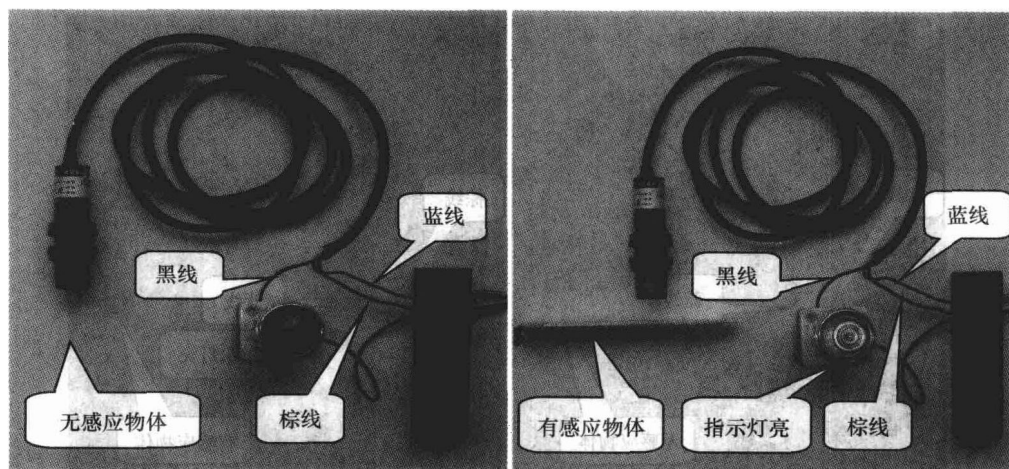


图 1—5 三出线传感器的接线

表 1—3

四出线传感器的接线

接线方法	接线示意图 (BN: 棕线, BU: 蓝线, BK: 黑线, WH: 白线)	接线情况说明
四出线	PNP常开+常闭型	电源电压从棕蓝二线加至传感器, 传感器的常开触点接黑线, 常闭触点接白线。负载既可串接在黑线中, 也可串接在白线中

如图 1—6 所示。当接通电源, 传感器前无感应物体时, 接在传感器常闭触点的指示灯亮, 接在传感器常开触点的指示灯不亮; 把感应物体慢慢靠近传感器, 当感应物体与传感器

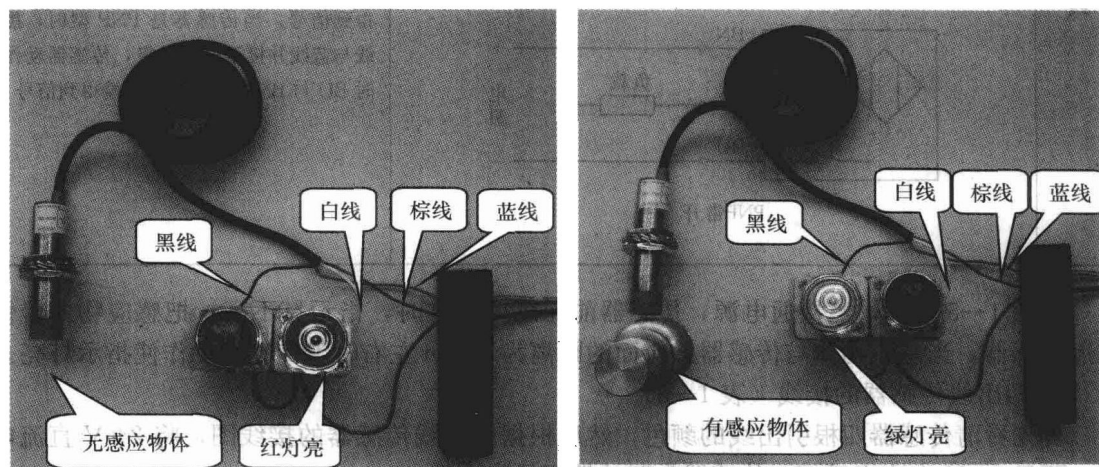


图 1—6 四出线传感器的接线

感应面的距离为 5 mm 左右时，传感器动作，接在传感器常闭触点的指示灯不亮，接在传感器常开触点的指示灯亮。

四、问题探究

1. 传感器的定义

传感器是一种检测装置，通常由敏感元件和转换元件组成，它类似人类的“五官”（视觉、嗅觉、味觉、听觉和触觉），能感受到被测量的信息，并能将检测感受到的信号，按一定规律变换成为电信号或其他所需形式的信息输出，满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。

2. 传感器的组成

传感器通常由敏感元件、传感元件、测量电路及辅助电源组成。如图 1—7 所示。

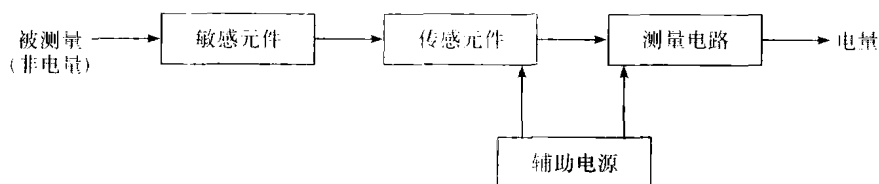


图 1—7 传感器组成框图

其中，敏感元件是指传感器中直接感受或响应被测量的部分。传感元件是指传感器中能将被敏感元件的输出信号转换成适于传输和测量的电信号的部分，传感元件输出的电量种类很多，如电压、电荷量、电阻、电容、电感等。由于传感元件输出的电信号一般都很微弱或不易传输或含有大量的噪声干扰，因而就需要把这样的电信号变换为便于处理、记录、显示和控制的形式，完成这项功能的电路一般被称为测量电路。测量电路的类型视传感元件的不同而定，经常使用的测量电路有放大器、电桥、振荡电路等，它可以安装在传感器的壳体里，也可以与敏感元件一起集成在同一芯片上。

应该指出的是，并不是所有的传感器都能明显地分清敏感元件和传感元件。如果它能直接感受被测量的变化而输出与之成一定关系的电量信号，那么它既是敏感元件又是传感元件。例如压电晶体、热电偶、热敏电阻及光电器件等，就是把敏感元件与传感元件两者合二为一的器件。实际上，有的传感器结构简单，有的传感器结构复杂，组成不尽相同。最简单的传感器只有一个敏感元件，如热电偶、气敏电阻传感器；有些传感器由敏感元件和传感元件组成，没有测量电路，如压电式加速度传感器；有些传感器传感元件不止一个，要经过多次转换。

3. 传感器的分类

按被测物理量的不同，传感器可分为接近传感器、力（压力、拉力、推力）传感器、速度传感器、温度传感器、湿度传感器、光照度传感器、位移传感器、流量传感器和气体传感器等。

按自身工作原理的不同，传感器可分为电感式传感器、电容式传感器、电阻式传感器、电压式传感器、电流式传感器、霍尔式传感器、磁敏式传感器、光电式传感器、光栅式传感器、热电偶式传感器和超声波式传感器等。

按输出信号性质的不同，传感器可分为开关量信号输出（即通常所说的高低电位）传感器、模拟量信号输出传感器、脉冲或代码数字量信号输出传感器等。

本任务实践操作中使用的就是接近传感器，图 1—8 所示是其他几种常见的传感器。



图 1—8 常见传感器

a) 力传感器 b) 温度传感器 c) 液位传感器 d) 气体传感器 e) 湿度传感器

4. 常用开关量信号输出传感器的工作原理

(1) 光电式接近开关

光电式接近开关由发射器、接收器和检测电路三部分组成。发射器用来发射光束，所发射光束一般来源于半导体光源，如发光二极管（LED）、激光二极管及红外发射二极管等。光束不间断地发射，或者改变脉冲宽度。接收器由光电二极管、光电三极管、光电池组成。在接收器的前面装有光学元件，如透镜和光圈等。在其后面是检测电路，能滤出有效信号并应用该信号。当接收器收到反光时，接近开关状态发生变化。光电式接近开关有对射型和反射型两大类，图 1—9 所示是反射型光电式接近开关。

对射型光电式接近开关把发光器和收光器分离开，它的检测距离可达几米乃至几十米。使用时把发光器和收光器分别装在检测物体通过路径的两侧，检测物体通过时阻挡光路，收光器就动作输出一个开关控制信号。

反射型光电式接近开关原理示意图如图 1—10 所示，它的检测头里装有一个发光器和一个收光器。正常情况下发光器发出的光收光器是找不到的。当检测物通过时挡住了光，并把

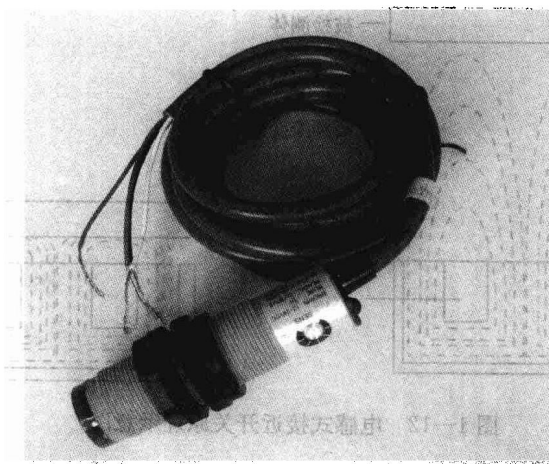


图 1—9 反射型光电式接近开关实物

光部分反射回来，收光器就收到光信号，输出一个开关信号。对于反光率低的物体，如黑色物体，光电开关反应不敏感，将不会产生开关信号。利用反射型光电式接近开关可区别黑色和白色物体。

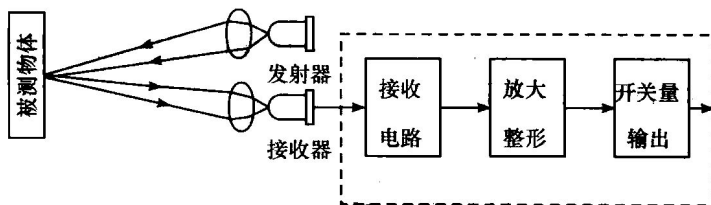


图 1—10 反射型光电式接近开关原理示意图

图 1—2 中所提到的自动出水龙头就是在感应窗里装了一个反射型光电式接近开关，当手伸至水龙头前时光电开关就动作，通过其他机构使水龙头出水。

(2) 电感式接近开关

电感式接近开关实物如图 1—11 所示，原理示意图如图 1—12 所示。

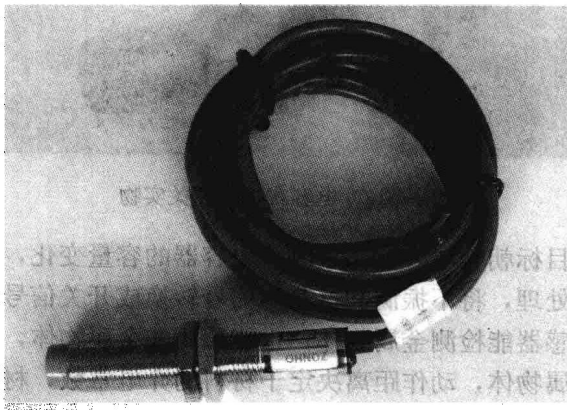


图 1—11 电感式接近开关实物

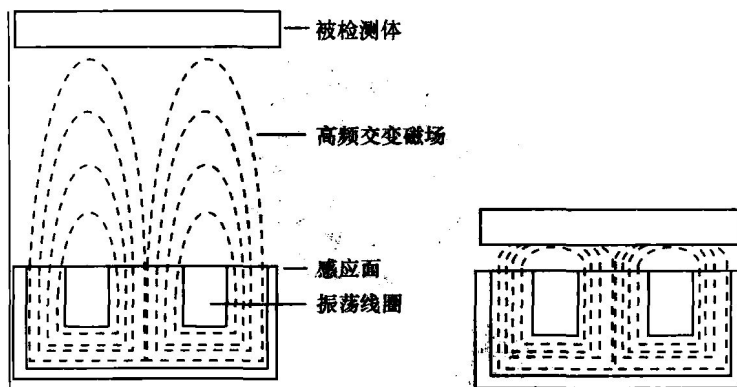


图 1—12 电感式接近开关原理示意图

电感式接近开关由三大部分组成：振荡器、开关电路及放大输出电路。振荡器产生一个交变磁场，当金属目标接近这一磁场并达到感应距离时，在金属目标内产生涡流，从而导致振荡衰减，以至停振。振荡器振荡及停振的变化被后级放大电路处理并转换成开关信号，触发驱动控制器件，从而达到非接触式检测目的。利用电感式接近开关可区别金属物体与非金属物体。

(3) 电容式接近开关

电容式接近开关实物如图 1—13 所示，其感应面由两个同轴金属电极构成，这两个电极构成一个电容，串接在 RC 振荡回路内。

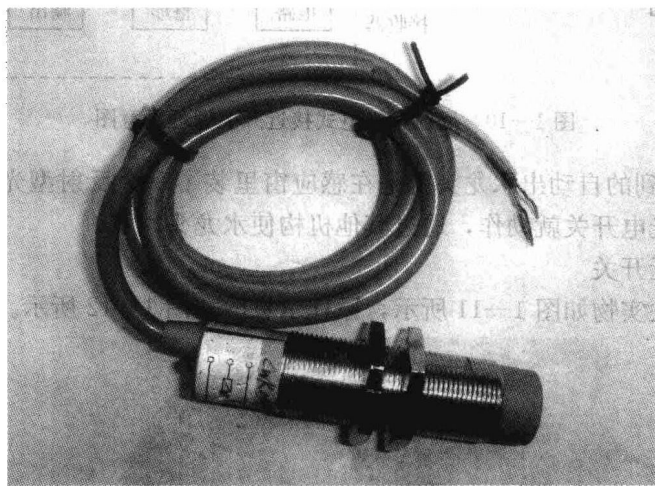


图 1—13 电容式接近开关实物

电源接通后，当一目标朝着电容器靠近时，电容器的容量变化，振荡器的振荡频率产生变化。通过后级电路的处理，将不振满和振荡两信号转换成开关信号，从而起到了检测有无物体存在的目的，该传感器能检测金属物体，也能检测非金属物体，对金属物体可以获得最大的动作距离，对非金属物体，动作距离决定于材料的介电常数，材料的介电常数越大，可获得的动作距离越大。

电容式接近开关对任何物体都有反应。

五、知识拓展

在实际生产中，我们常利用传感器对物体的感应特性来分拣物料，例如我们把电容式接近开关、电感式接近开关和反射型光电式接近开关放在一起，利用它们的感应特性来区别以下物体：黑色金属物体、白色金属物体、黑色塑料物体和白色塑料物体。

选用三出线 NPN 型传感器，按前面的方法接好电源，把上述物体依次在三个接近开关前面感应一下，可得到表 1—4 的结果。如果电容式接近开关和电感式接近开关动作，说明检测到了黑色物体；如果三个接近开关都动作，那就说明检测到白色金属物体了。

表 1—4 不同物体在接近开关前的感应状况

	电容式接近开关	电感式接近开关	反射型光电式接近开关
黑色金属物体	1	1	0
白色金属物体	1	1	1
黑色塑料物体	1	0	0
白色塑料物体	1	0	1

注：接近开关动作用“1”表示，接近开关不动作用“0”表示。

六、巩固练习

- 1. 测量温度常用什么传感器？在家用空调器中用什么传感器测量温度？
- 2. 自动电梯中平层开关用的是传感器还是行程开关？
- 3. 在居民楼顶的水箱改造中，要替代水箱内控制液位的浮球开关，宜选用哪一种传感器？

任务 2 可编程序控制器基础及其基本操作

一、教学目标

- 1. 掌握可编程序控制器的硬件组成和接线方法。
- 2. 掌握可编程序控制器的编程软件的基本使用方法。
- 3. 掌握可编程序控制器常用基本指令的使用方法。

二、工作任务

图 1—14 所示是食品自动包装生产线，它可以自动地完成产品的包装，和传统的人工包装相比，可以大量节省人力，具有速度快、效率高的特点。它一般是通过可编程序控制器来实现对生产过程的自动控制的。在注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、机器人、电梯等设备上，以及造纸、冶金工业的大型控制系统上，可编程序控制器都有着广泛的应用。本任务将完成使用三菱 FX_{2N} 系列可编程序控制器控制的双点动控制线路的接线，学习编程软件