



职业教育示范性规划教材

# 自动检测与传感技术

## ——项目教程

王秋菊 主编



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书配有  
电子教案



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

职业教育示范性规划教材

# 自动检测与传感技术 ——项目教程

王秋菊 主编  
程 周 方景林 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书主要介绍了检测技术的一般概念、测量方法、误差分析,以及在工业、科研、生产、生活等领域中常用传感器的基本概念、基本结构及工作原理;书中大量列举了家用电器中的传感器应用(贴近生活),还集中列举了检测技术在工业生产中的应用的实例;在取材上,注意理论性、实用性和先进性的有机结合,应用实例贯穿于各章节,以突出基本技能的培养。为了增强实践性,在每个任务中都设有典型传感器的实训,可操作性强,易于实施。

本书采用模块化教学模式,以项目教学法为载体,遵循“做中教、做中学、做中练、做中考”的基本教学思路,实现完整、系统的教学设计以提高学生的操作技能和综合应用能力。

本书内容深入浅出、言简意赅、图文并茂,可作为职业院校相关专业的教材,也可作为技能培训教材及相关行业维护、维修传感器的技术人员的参考用书。

为了方便教学,本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案、习题答案)。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

自动检测与传感技术:项目教程/王秋菊主编. —北京:电子工业出版社,2012.1  
职业教育示范性规划教材

ISBN 978-7-121-15326-6

I. ①自… II. ①王… III. ①自动检测-中等专业学校-教材②传感器-中等专业学校-教材  
IV. ①TP274②TP212

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第244457号

策划编辑:靳 平 责任编辑:桑 昀

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开 本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:317千字

印 次:2012年1月第1次印刷

定 价:25.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

# 前 言

随着工业自动化技术的迅猛发展,传感器自动检测技术得到了越来越广泛的应用,各中职院校也逐渐将《自动检测与传感技术》作为电气自动化和机电一体化专业的专业课。为此,编者根据中职学校学生特点以及电专业的培养目标和要求,结合多年的教学和工作经验,编写了本书,旨在满足中职学校教育教学的要求。

本书主要介绍了检测技术的一般概念和测量方法、误差分析及在工业、科研、生产、生活等领域中常用传感器的基本概念、基本结构及工作原理;本书不仅大量列举了家用电器中的传感器应用,贴近生活,还集中列举了检测技术在工业生产中应用的实例;在取材上,注意理论性、实用性和先进性的有机结合,应用实例贯穿于各章节,以突出基本技能的培养。

本书采用模块化教学模式,以项目教学法为载体,遵循“做中教、做中学、做中练、做中考”的基本教学思路,实现完整、系统的教学设计以提高学生的操作技能和综合应用能力。

本教材计划学时数为60学时,参考学时表如下,各学校可根据具体情况进行调整。

| 项 目 | 教 学 内 容    | 课 时 |
|-----|------------|-----|
| 项目一 | 自动检测基础知识   | 8   |
| 项目二 | 温度检测       | 10  |
| 项目三 | 力和压力的检测    | 12  |
| 项目四 | 位置的检测      | 14  |
| 项目五 | 位移的检测      | 8   |
| 项目六 | 气体浓度和湿度的检测 | 8   |
| 合 计 |            | 60  |

本书具有言简意赅、图文并茂、易于自学、方便教学的特点,可作为中等职业学校电气自动化、机电一体化、电子技术应用、机械自动化等相关专业的教材,也可作为技能培训教材及相关行业维护、维修传感器的技术人员的参考用书。

本书由王秋菊主编。具体编写工作为:曹金福编写项目二,王有毅编写项目五,王秋菊编写项目一、项目三、项目四、项目六,赵悦编辑、排版,李艳完成了文字校对工作,付晓鸥提供技术资料。另外,还有以下人员参加编写工作:李铁成、程宝钢、冯丹、徐建军、周立荣、张玉春、秦胜、袁小斐、慕君、石鹏、卢溪钢等。全书由王秋菊负责统稿。

本书由程周教授和辽宁科技学院的方景林教授主审，提出了许多宝贵的意见。在编写过程中参考了部分书刊的内容，并引用了一些技术资料，详见参考文献，同时得到了电子工业出版社的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者的水平有限，在编写过程中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

为了方便教师教学，本书还配有电子教学参考资料包（包括教学指南、电子教案、习题答案），请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）下载。

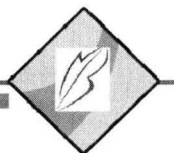
编 者

# 目 录

|                                                  |     |
|--------------------------------------------------|-----|
| 项目一 自动检测基础 .....                                 | 1   |
| 任务一 测量及测量误差 .....                                | 2   |
| 任务二 检测及自动检测系统 .....                              | 9   |
| 任务三 传感器及其基本特性 .....                              | 16  |
| 项目二 温度检测 .....                                   | 26  |
| 任务一 电阻式温度传感器 .....                               | 27  |
| 任务二 热电偶式温度传感器 .....                              | 40  |
| 项目三 力和压力的检测 .....                                | 52  |
| 任务一 电阻应变式传感器测力 .....                             | 53  |
| 任务二 压电式传感器测力 .....                               | 67  |
| 项目四 位置检测 .....                                   | 81  |
| 任务一 金属物和磁性物的位置检测 .....                           | 83  |
| 任务二 绝缘物体的位置检测 .....                              | 98  |
| 项目五 位移的检测 .....                                  | 128 |
| 任务一 模拟式位移传感器检测位移 .....                           | 129 |
| 任务二 数字式位移传感器检测位移 .....                           | 139 |
| 项目六 气体和湿度的检测 .....                               | 148 |
| 任务一 气体浓度的检测 .....                                | 149 |
| 任务二 湿度的检测 .....                                  | 160 |
| 附录 .....                                         | 171 |
| 附录 A 常用传感器性能比较 .....                             | 171 |
| 附录 B 工业热电阻分度表 .....                              | 172 |
| 附录 C 镍铬—镍硅（镍铝）热电偶（K 型）分度表（参考端温度为 0℃） .....       | 174 |
| 附录 D 铂铑 10—铂热电偶（S 型）分度表（ITS—90）（参考端温度为 0℃） ..... | 176 |
| 附录 E 铂铑 30—铂铑 6 热电偶（B 型）分度表（参考端温度为 0℃） .....     | 177 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| 附录 F 镍铬—铜镍（康铜）热电偶（E 型）分度表（参考端温度为 0℃） ..... | 178 |
| 附录 G 铁—铜镍（康铜）热电偶（J 型）分度表（参考端温度为 0℃） .....  | 179 |
| 附录 H 铜—铜镍（康铜）热电偶（T 型）分度表（参考端温度为 0℃） .....  | 180 |
| 附录 I 热敏电阻的型号及含义 .....                      | 181 |
| 附录 J 压敏电阻的型号及含义 .....                      | 182 |
| 附录 K 光敏电阻的型号及含义 .....                      | 183 |
| 附录 L 气敏电阻的型号及含义 .....                      | 184 |
| 附录 M 湿敏电阻的型号及含义 .....                      | 185 |
| 参考文献 .....                                 | 186 |

# 项目一 自动检测基础



## 项目导航

当你走近银行要办理业务时，银行的门为何会自动打开？当你走进漆黑的楼道时，感应灯为何会自动点亮？当你休闲在家看电视时，为何可以遥控调台？以上这些在我们日常生活中常见的自动控制现象，就是我们今天要学习和了解的自动检测系统。



## 项目目标

### 【知识目标】

- 掌握检测的概念及自动检测系统的组成
- 掌握测量的定义及分类
- 理解传感器的概念及其基本特性

### 【能力目标】

- 能认识常见传感器并了解其结构及特性
- 会计算测量误差
- 能初步认识自动检测系统及组成



## 项目要求

本项目要求学生完成三个任务。通过对三个任务的学习，使学生进一步掌握检测及自动检测系统的组成，理解工业生产、日常生活及 PLC 自动检测系统中传感器的功能、特性、技术指标等，并学会对测量误差的分析及计算。



## 项目计划

项目计划参见表 1-1。

表 1-1 项目计划

| 序 号 | 项 目 内 容       | 负 责 人 | 实 施 要 求                                                                                      | 完 成 时 间 |
|-----|---------------|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1   | 任务一：测量及测量误差   | 各小组长  | 1. 研讨任务，制订工作计划<br>2. 各小组成员明确分工，按工作计划完成任务要求<br>3. 学会用万用表、游标卡尺等测量工具测量器件<br>4. 各小组进行客观评价，完成评价表  | 2 课时    |
| 2   | 任务二：检测及自动检测系统 | 各小组长  | 1. 研讨任务，制订工作计划<br>2. 各小组成员明确分工，按工作计划完成任务要求<br>3. 学习传感器在 PLC 自动检测系统中的作用<br>4. 各小组进行客观评价，完成评价表 | 2 课时    |
| 3   | 任务三：传感器及其基本特性 | 各小组长  | 1. 研讨任务，制订工作计划<br>2. 各小组成员明确分工，按工作计划完成任务要求<br>3. 学习电子秤性能指标的测试方法<br>4. 各小组进行客观评价，完成评价表        | 4 课时    |
| 4   | 任务评估          | 教师    |                                                                                              |         |



## 项目实施

### 任务一 测量及测量误差

#### 【任务布置】

本次任务书参见表 1-2。

表 1-2 任 务 书

| 任 务  | 测量及测量误差                                                                                                                    |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 流程设计 | 1. 布置任务：下达任务书<br>2. 夯实基础：(1) 学习测量定义及测量方法<br>(2) 学习测量误差的计算<br>3. 任务实施：用万用表、游标卡尺等测量工具测量器件                                    |
| 任务要求 | 1. 各小组接受任务后讨论并制订工作计划<br>2. 认识各种测量工具，学会各种测量工具的使用<br>3. 熟练使用万用表测量电阻值<br>4. 熟练使用游标卡尺测量零件的尺寸<br>5. 会计算绝对误差及相对误差<br>6. 整理任务实施报告 |



续表

| 任 务    | 测量及测量误差                                                                                                                                                                                                                 |        |        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| 注意事项   | 1. 熟记各测量器具的使用方法<br>2. 万用表在使用前要先调零<br>3. 用万用表测量时, 要正确选择挡位并注意测量范围<br>4. 用游标卡尺测量前要查看游标和主尺身的零刻度线是否对齐<br>5. 游标卡尺测量时工件两端面与量爪不得倾斜<br>6. 正确读出游标卡尺的零刻度、最小刻度、测量范围<br>7. 读数时, 视线应垂直于被测物体与游标卡尺<br>8. 记录下所测量的数据并注明测量单位<br>9. 要安全文明操作 |        |        |
| 任务分析   | 自评:                                                                                                                                                                                                                     |        |        |
|        | 互评:                                                                                                                                                                                                                     |        |        |
|        | 师评:                                                                                                                                                                                                                     |        |        |
| 操作员签字: |                                                                                                                                                                                                                         | 质检员签字: | 核查员签字: |

日期: 年 月 日

## 【夯实基础】

自动检测与转换技术是自动检测技术和自动转换技术的总称, 是自动化科学技术的一个重要分支科学。它是以信息提取、信息转换、信息处理为主要研究内容的一门应用技术。

### 一、测量的定义

在现代工业生产及日常生活中, 人们为了达到某些特定的目的, 往往要进行各种测量。如用温度计测量患者的体温、用游标卡尺测量零件的尺寸、用万用表测电流和电压的值等。

测量就是借助于专用的技术工具或手段, 通过实验的方法把被测量与同性质的标准量进行比较, 求取二者比值, 从而得到被测量数值的过程。

### 二、测量的方法

#### 1. 根据测量的手段, 有直接测量方法和间接测量方法

直接测量就是用仪器仪表测量, 测量值就是被测值。如图 1-1 和图 1-2 所示均为直接测量。这种方式简单方便, 但它的准确程度受所用的仪器误差的限制。如果被测量不能直接测量, 或直接测量该被测量的仪器不够准确, 那么利用被测量与某种中间量之间的函数关系, 先测出中间量, 然后通过计算公式, 算出被测量的值, 这种方式称为间接测量。如曹冲称象即为间接测量。



图 1-1 直接测量实例 1 (接触式测量)

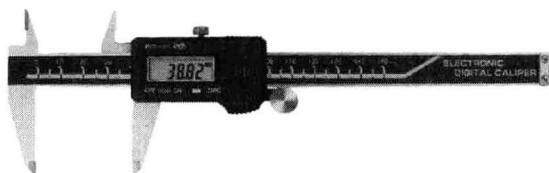


图 1-2 直接测量实例 2

## 2. 根据被测量是否随时间变化, 有静态测量方法和动态测量方法

静态测量是指被测量是恒定的, 如测物体的质量就属于静态测量。动态测量是指被测量随时间变化而变化, 如用光导纤维陀螺仪测量火箭的飞行速度、方向就属于动态测量。

## 3. 根据测量时是否与被测对象接触, 有接触式测量方法和非接触式测量方法

例如, 用热电偶插入液体测温度就是接触式测量, 图 1-1 也是接触式测量。用红外线温度仪测食品的温度就是非接触式测量。

## 4. 根据是否在生产线上, 有在线测量方法和离线测量方法

在线测量即实时检测, 如图 1-3 所示为在加工过程中实时对产品进行检测, 并依据测量的结果做出相应的处理。如图 1-4 所示为离线测量, 离线测量无法实时监控生产质量。



图 1-3 在线测量



图 1-4 离线测量

## 三、测量的误差

测量的目的是得到被测量的真值。真值是指在一定条件下被测量客观存在的实际值。真值有理论真值、约定真值和相对真值三种。理论真值是一个变量本身所具有的真实值, 它是一个理想的概念, 一般是无法得到的。所以在计算误差时, 一般用约定真值或相对真值来代替。约定真值是一个接近真值的值, 它与真值之差可忽略不计。实际测量中在没有系统误差的情况下, 把足够多次的测量值的平均值作为约定真值。相对真值是指当高一级仪表的误差仅为低一级仪表的误差  $1/3$  时, 可认为高一级仪表测量值为低一级仪表测量值的相对真值。



测量值（也叫示值）与真值之间的差值称为测量误差。测量误差按其不同特性分类，有绝对误差和相对误差两种。

### 1. 绝对误差

绝对误差是测量值（示值） $A_x$  与真值  $A_0$  之间的差值，即

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1-1)$$

在实验室测量中，常用修正值  $\alpha$  表示真值与测量值之差，即

$$\alpha = A_0 - A_x \quad (1-2)$$

由此可知，修正值是绝对误差的相反数。绝对误差可表示测量值偏离真值的程度，但不能表示测量的准确程度。

### 2. 相对误差

为了进一步说明测量的准确程度，引入了相对误差的概念。相对误差即百分比误差，它可分为实际相对误差、示值相对误差和满度相对误差。

(1) 实际相对误差  $\gamma_A$ ：实际相对误差  $\gamma_A$  用绝对误差  $\Delta$  与约定真值  $A_0$  的百分比来表示

$$\gamma_A = \frac{\Delta}{A_0} \times 100\% \quad (1-3)$$

(2) 示值相对误差  $\gamma_x$ ：示值相对误差  $\gamma_x$  用绝对误差  $\Delta$  与示值  $A_x$  的百分比来表示

$$\gamma_x = \frac{\Delta}{A_x} \times 100\% \quad (1-4)$$

(3) 满度相对误差  $\gamma_m$ ：满度相对误差  $\gamma_m$  用绝对误差  $\Delta$  与仪表满量程值  $A_m$  的百分比来表示

$$\gamma_m = \frac{\Delta}{A_m} \times 100\% \quad (1-5)$$

在式 (1-5) 中，对测量下限不为零的仪表而言，量程  $A_m = A_{\max} - A_{\min}$ 。

(4) 准确度：传感器的误差是以准确度来表示的。当  $\Delta$  取最大值  $\Delta_m$  时，准确度常用最大满度相对误差来定义

$$S = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\% \quad (1-6)$$

仪表的准确度习惯上称为精度，准确度等级习惯上称为精度等级。准确度表示传感器的最大相对误差。准确度等级  $S$  规定取一系列标准值。我国的电工仪表等级分为七级：0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 级。

【例 1-1】 有一台测量仪表，测量范围为  $0 \sim +500^\circ\text{C}$ ，准确度为 0.5 级。现用它测量  $200^\circ\text{C}$  的温度，求仪表引起的最大绝对误差和示值相对误差。

解：由已知条件得知： $S = \frac{\Delta_m}{A_m} \times 100\% = 0.5\%$

$$A_m = A_{\max} - A_{\min} = 500^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C} = 500^\circ\text{C}$$

$$\therefore \text{最大绝对误差} \quad \Delta_m = S \times A_m = 0.5\% \times 500 = 2.5^\circ\text{C}$$

$$\text{最大示值相对误差} \quad \gamma_x = \frac{\Delta}{A_x} \times 100\% = \frac{2.5}{200} \times 100\% = 1.25\%$$

【例 1-2】 有两台测温仪器，其测量范围分别为  $-200 \sim +800^{\circ}\text{C}$  和  $600 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，已知其最大绝对误差为  $5^{\circ}\text{C}$ ，试分别确定它们的精度等级。

解：已知最大绝对误差  $\Delta_m = 5^{\circ}\text{C}$

仪器一的最大测量范围  $A_{m1} = 800^{\circ}\text{C} - (-200^{\circ}\text{C}) = 1000^{\circ}\text{C}$

$$\therefore S_1 = \frac{\Delta_m}{A_{m1}} \times 100\% = \frac{5}{1000} \times 100\% = 0.5\%$$

仪器二的最大测量范围  $A_{m2} = 1100^{\circ}\text{C} - 600^{\circ}\text{C} = 500^{\circ}\text{C}$

$$\therefore S_2 = \frac{\Delta_m}{A_{m2}} \times 100\% = \frac{5}{500} \times 100\% = 1\%$$

由此可知两台测温仪表的精度等级分别为 0.5 级和 1 级。

【例 1-3】 现有 0.5 级的  $0 \sim 500^{\circ}\text{C}$  和 1.0 级的  $0 \sim 200^{\circ}\text{C}$  的两个温度计，要测  $100^{\circ}\text{C}$  的温度，试问采用哪个温度计好？

解： $\because$  0.5 级的温度计  $S_1 = \frac{\Delta_{m1}}{A_{m1}} \times 100\% = 0.5\%$

1.0 级的温度计  $S_2 = \frac{\Delta_{m2}}{A_{m2}} \times 100\% = 1.0\%$

$$A_{m1} = A_{\max} - A_{\min} = 500^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 500^{\circ}\text{C}$$

$$A_{m2} = A_{\max} - A_{\min} = 200^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C} = 200^{\circ}\text{C}$$

$$\therefore \Delta_{m1} = A_{m1} \times S_1 = 500 \times 0.5\% = 2.5^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta_{m2} = A_{m2} \times S_2 = 200 \times 1.0\% = 2^{\circ}\text{C}$$

$$0.5 \text{ 级温度计的最大示值相对误差 } \gamma_{x1} = \frac{\Delta_{m1}}{A_x} \times 100\% = \frac{2.5}{100} \times 100\% = 2.5\%$$

$$1.0 \text{ 级温度计的最大示值相对误差 } \gamma_{x2} = \frac{\Delta_{m2}}{A_x} \times 100\% = \frac{2}{100} \times 100\% = 2.0\%$$

由于  $\gamma_{x1} > \gamma_{x2}$  所以用 1.0 级的温度计比用 0.5 级的温度计更合适。因此，在选用仪表时应兼顾精度等级和量程。

## 【任务实施】 学会使用测量工具

### 一、实操器材

所用器材清单参见表 1-3。

表 1-3 器材清单

| 名 称  | 型号/规格        | 数量/组 |
|------|--------------|------|
| 万用表  | DT-832       | 1 个  |
| 游标卡尺 | 0 ~ 200      | 1 把  |
| 标称电阻 | 金属膜标称电阻及色环电阻 | 1 套  |
| 机械零件 | 金属零件         | 3 个  |



## 二、实操步骤

### 1. 识别器件

按表 1-3 核对所用器材的数量、型号及规格, 识别所用工具及器件。

### 2. 用万用表测量各标称电阻

- (1) 仔细阅读万用表的使用说明书;
- (2) 将万用表调至欧姆挡并调零;
- (3) 选择合适的倍率进行测量;
- (4) 准确读值, 将测量数据填入表 1-4 中。

表 1-4 测量数据

|        |  |  |  |  |  |  |
|--------|--|--|--|--|--|--|
| 电阻的标称值 |  |  |  |  |  |  |
| 电阻的测量值 |  |  |  |  |  |  |
| 绝对误差   |  |  |  |  |  |  |
| 相对误差   |  |  |  |  |  |  |

### 3. 用游标卡尺测量零件尺寸

用游标卡尺测量所给零件的尺寸后记录下来, 与其他小组所测数据比较, 统一填入表 1-5 中, 求出平均值。

表 1-5 测量数据

| 小组 \ 零件 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------|---|---|---|---|
| 第一小组    |   |   |   |   |
| 第二小组    |   |   |   |   |
| 第三小组    |   |   |   |   |
| 平均值     |   |   |   |   |

## 三、评价标准

根据表 1-6 对任务完成情况做出评价。

表 1-6 评分标准

| 项 目   | 考核标准                                                                                          | 配 分 | 扣 分 | 得 分 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 小组合作  | 1. 小组计划详细、周密<br>2. 小组成员团结协作、分工得当、积极参与<br>3. 能够发现问题并及时解决<br>4. 学习态度端正、操作熟练                     | 10  |     |     |
| 万用表测量 | 1. 能正确识读色环电阻<br>2. 测量前能选择正确的挡位, 测量前及换挡后均能调零<br>3. 能选择正确的量程, 测量方法准确<br>4. 能准确读出所测电阻的数值, 误差计算准确 | 40  |     |     |

续表

| 项 目     | 考 核 标 准                                                                                         | 配 分 | 扣 分 | 得 分 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|
| 游标卡尺测量  | 1. 使用前能检查零位<br>2. 能识别游标卡尺的分度值, 算出其最小刻度<br>3. 能正确读出游标卡尺的零刻度、最小刻度及测量范围<br>4. 能准确读出所测零件的数值, 误差计算准确 | 40  |     |     |
| 安全、文明操作 | 1. 能遵守实验室的规章制度<br>2. 能正确使用测量工具, 不人为损坏所用工具、设备和元器件<br>3. 保持环境整洁, 秩序井然, 操作习惯良好                     | 10  |     |     |

## 【巩固与练习】

### 一、选择题

(1) 某压力仪表厂生产的压力表满度相对误差均控制在  $0.4\% \sim 0.6\%$ , 该压力表的精度等级应定为 ( ) 级, 另一家仪器厂需要购买压力表, 希望压力表的满度相对误差小于  $0.9\%$ , 应购买 ( ) 级的压力表。

- A. 0.2                      B. 0.5                      C. 1.0                      D. 1.5

(2) 某采购员分别在三家商店购买  $100\text{kg}$  大米、 $10\text{kg}$  苹果、 $1\text{kg}$  巧克力, 发现均缺少约  $0.5\text{kg}$ , 但该采购员对卖巧克力的商店意见最大, 在这个例子中, 产生此心理作用的主要因素是 ( )。

- A. 绝对误差              B. 示值相对误差      C. 满度相对误差      D. 精度等级

(3) 在选购线性仪表时, 必须在同一系列的仪表中选择适当的量程。这时必须考虑到应尽量使选购的仪表量程为欲测量的 ( ) 左右为宜。

- A. 3 倍                      B. 10 倍                      C. 1.5 倍                      D. 0.75 倍

(4) 有一温度计, 它的测量范围为  $0 \sim 200^\circ\text{C}$ , 精度为 0.5 级, 试求: 该表可能出现的最大绝对误差为 ( )。

- A.  $1^\circ\text{C}$                       B.  $0.5^\circ\text{C}$                       C.  $10^\circ\text{C}$                       D.  $200^\circ\text{C}$

### 二、计算题

(1) 一台自动电子电位差计, 精度等级为 0.5 级, 测量范围为  $0 \sim 500^\circ\text{C}$ , 经校验发现其最大绝对误差为  $4^\circ\text{C}$ , 问该仪表合格吗? 应定为几级?

(2) 一台精度为 0.5 级的测温用电桥, 下限刻度为负值, 为全量程的 25%, 该表允许绝对误差是  $1^\circ\text{C}$ , 试求该表刻度的上下限。

### 三、简答题

- 工业生产和日常生活中常用的测量方法有哪些? 测量误差有哪几种?
- 课外收集生产生活中常用的测量工具, 并举例说明常见的测量形式及测量方法。



## 任务二 检测及自动检测系统

### 【任务布置】

本次任务书参见表 1-7。

表 1-7 任 务 书

| 任 务    | 检测及自动检测系统                                                                                                                                              |                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 流程设计   | 1. 布置任务：下达任务书<br>2. 夯实基础：(1) 学习检测及自动检测的定义<br>(2) 掌握自动检测系统的组成<br>3. 任务实施：认识 PLC 自动检测系统                                                                  |                  |
| 任务要求   | 1. 各小组接受任务后讨论并制订工作计划<br>2. 认识 PLC 自动检测系统并了解其工作过程<br>3. 掌握 PLC 自动检测系统的组成<br>4. 观察传感器的安装位置，了解其类型<br>5. 掌握各传感器的作用<br>6. 画出 PLC 自动检测系统的原理框图<br>7. 整理任务实施报告 |                  |
| 注意事项   | 1. 严格遵守实验室的规章制度<br>2. 系统启动后不要用手触摸、阻挡器件的正常运行<br>3. 要安全文明操作                                                                                              |                  |
| 任务分析   | 自评：                                                                                                                                                    |                  |
|        | 互评：                                                                                                                                                    |                  |
|        | 师评：                                                                                                                                                    |                  |
| 操作员签字： |                                                                                                                                                        | 质检员签字：<br>核查员签字： |

日期： 年 月 日

### 【夯实基础】

#### 一、检测的基本概念

为了提高测量精度，并能够对所采集的信息量进行分析、处理，从而完成自动控制，在测试中通常先将被测对象输出的物理量转换为电量，然后再根据需要对变换后的电信号进行处理，最后以适当的形式显示、输出，简单地讲这就是检测。严格地讲，检测就是利用各种物理、化学效应，选择合适的方法与装置，将生产、科研、生活等各方面的

有关信息通过检验测量的方法赋予定性或定量结果的过程。

自动检测就是在测量和检验过程中完全不需要或仅需要很少的人工干预而自动完成的检测。实现自动检测可以提高自动化的水平和程度，减少人为干扰因素或人为差错，提高生产过程或设备的可靠性和运行效率。如图 1-5 至图 1-7 所示为生活中常见的自动检测系统。

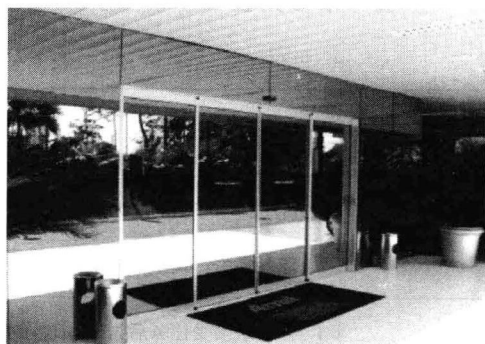


图 1-5 自动门控制系统



图 1-6 楼道感应灯

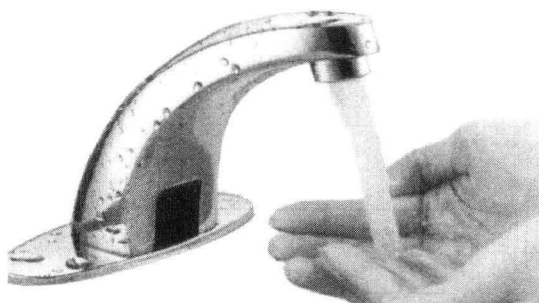


图 1-7 感应水龙头

## 二、自动检测系统的组成

自动检测系统需要由若干仪器仪表以及附加设备构成一个有机整体，完成检测任务。自动检测系统应能完成对被测对象进行变换、分析、处理、判断、比较、存储、控制及显示等功能。一个完整的自动检测系统如图 1-8 所示，它包括传感器、测量电路、记录仪、显示仪及控制器等。

(1) 传感器直接作用于被测量，并将被测量转换成电信号。传感器输出的电信号往往很弱，必须要由测量电路转换成标准电信号。

(2) 测量电路是中间变换装置，它包括信号处理电路和信号转换电路。信号处理电