

全国师范院校教育学院电子技术教学研究会一九八八年

优秀论文集

黑龙江教育出版社

全国师范院校教育学院电子技术教学研究会一九八八年

优 秀 论 文 集

全国师范院校教育学院电子技术教研会学术部 编

黑 龙 江 教 育 出 版 社

1988年·哈尔滨

全国师范院校教育学院电子技术教学研究会一九八八年

优秀论文集

全国师范院校教育学院电子技术教研会学术部 编

责任编辑：丁一平

封面设计：杜 凯

黑龙江教育出版社出版·发行（哈尔滨市道里森林街42号）

哈尔滨铁路印刷厂印刷

开本787×1092毫米 1/16·印张 9·字数 225 千

1988年12月第1版·1989年2月第1次印刷

印数：1—1200

ISBN 7-5316-0617-8/G·499 定价：4.00元

前 言

为了更好地贯彻全国师范院校教育学院电子技术研究会“关于广泛开展在电子技术、计算机技术方面的学术研究与教学经验交流，促进各院校所设电子技术与计算机技术课的教学改革、科学研究，以及不断提高教师的教学与科研水平的宗旨”，在教研会负责同志的指导下，教研会学术部收集了四十余篇具有一定学术价值的论文，并经黑龙江教育出版社出版发行了这本《优秀论文集》。

本书收集的论文包括元器件、模拟与数字电路、电视技术以及微计算机技术方面具有一定实用价值的学术论述；同时为了便于校际之间交流教学经验，收集了一些关于教学原则、方法、内容方面的专题论述。书中大部分论文选自一九八八年暑期在哈尔滨召开的年会上交流的优秀论文。所收集的论文都经学术部审校，各篇论文都达到了公开出版发行的水平。

教研会的学术部负责《优秀论文集》的审编及组织优秀教材的交流等工作。今后每年将编辑出版一集，所刊登的论文将优先选自教研会年会上交流的优秀论文。没有机会在年会上交流的水平较高的论文，也可直接投稿给学术部秘书，望各位老师积极支持我们的工作。

本书因出版时间比较仓促，又缺乏办论文集的经验，难免有不当之处，还望各位多多指正。

全国师范院校教育学院电子技术教学研究会学术部由以下人员组成：

顾问：张晋梗 组长：刘安亭

成员：王继仁 黄庆元 杜凯 禹淑芳

秘书：杜凯（哈尔滨师专物理系）

全国师范院校教育学院电子技术教学研究会学术部

一九八八年十二月

目 录

新型元件的研究.....	康巨珍 (1)
机器人触觉传感器及触觉图象的识别.....	赵文常 孙太怡 李文秀 (6)
一种新型的传感器——光纤传感器.....	董兴财 冀士学 崔学号 (9)
运用抽动式复合投影片进行卷积积分图解分析.....	穆 军 樊彩玲 (12)
谈晶体管电路的内部噪声及降噪途径.....	管王国 (15)
关于放大电路中自举电容的讨论.....	江树晋 徐四益 (18)
关于自举电路作用浅析.....	周良弼 (21)
试论反馈网络的反馈系数.....	王光义 (23)
负反馈展宽通频带的条件.....	郝伊林 (28)
深度负反馈放大器电压增益的估算.....	尹振华 (32)
细探负反馈放大器输出阻抗的计算.....	于 锋 赵 秋 (35)
关于四种负反馈稳定电压增益的讨论.....	毕 文 崔乃斌 (38)
利用哥决鉴别反馈类型的尝试.....	唐英伟 (40)
差分放大器浅析.....	解险峰 李益萍 (42)
运算放大器运用研究.....	钱如竹 (44)
谈谈有源负载放大器.....	李元华 (48)
F001低增益集成运算放大器最佳应用条件——F001内部电路分析.....	蔚 静 (51)
电容三点式振荡器的起振条件和频率稳定性的讨论.....	马学坤 (55)
用四端网络A方程分析RC振荡器.....	汪广深 (58)
谈两耦合回路中的自由振荡.....	冯绍国 (63)
RC桥式振荡器振荡幅度的确定及稳定问题.....	王毓洵 汪广深 (67)
线性调频信号谱纯度测试.....	王 甦 王金荣 (71)
调频波谱的教学处理.....	郑世林 (75)
串联型稳压电源质量指标的计算.....	王 珏 (78)
对“串联型稳压电路稳压原理”的异议.....	麻幼学 (82)
彩色电视机开关电源有关脉冲变压器电路的分析与计算.....	吕其光 (84)
彩色电视机教学探讨.....	王植鑫 (87)
民用便携无线电收发信机 (节译).....	白初衡 (90)
在示波测量中高频补偿电容对波形的影响.....	姚凯元 刘汉超 (94)
试论《电子技术基础》课程的四项教学原则.....	杨炎忠 (95)
高等师范院校电子技术课刍议.....	任来宝 (98)
E C T教学模拟机仿真系统的研制.....	孔祥羽 (101)
浅谈微计算机辅助条纹动感投影片设计.....	李国安 (104)
软件设计中的“巧窃”技术.....	汪白云 (107)

APPLE II上被误删除文件的恢复.....	李福泉(109)
用人工智能新方法建立物理问题数学模型.....	李国亮(112)
非均匀物体力学量的微机辅助计算方法.....	高广君 王治金(115)
苹果蓝汉卡支持下的实用程序——图书馆出纳系统.....	丁福增 王景珍(117)
计算机在高校体育教学及训练中的应用.....	刘洁(120)
调频信号频谱的计算机分析.....	杨红隽(123)
用计算机分析通电螺线管内外磁场的分布.....	刘化君(126)
用计算机分析电偶极子场的分布.....	王玉娟(130)
采用UPS电源来提高微型计算机在应用中的可靠性.....	姜勇 王善芝(132)
微机辅助物理教学探讨.....	刘化君 杜凯(134)
教学大革变的物质技术基础——谈电子计算机辅助物理教学.....	平原(138)

新型元件的研究

天津职业技术师范学院 康巨珍

〔摘要〕近代科学技术的迅速发展，促使电子技术、通讯、导航、自控等电类专业各个领域，在深度和广度上不断突破和创新。一些新型尖端学科急待解决电感元件的超小型化及记忆件功能加强与结构简化。本文将从经典领域出发，以推理方式，对以上问题作一探索。

一、电感元件超小型化

近代科学理论证明，回转器可把电容元件回转成电感元件。而电容元件实现超小型化，现代科学技术是完全可以解决的。因而也就解决了电感元件的超小型化。

如图一所示的二端口网络，若在其2—2'端接一电容C，按图所示参考方向，则

$$i_2 = -c \frac{du_2}{dt} \quad (1)$$

根据回转器定义 $u_1 = -ri_2$

将式(1)代入式(2)中，得

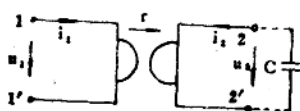
$$u_1 = rc \frac{du_2}{dt} \quad \text{又} \quad u_2 = ri_1 \quad (2)$$

所以
$$u_1 = r^2 c \frac{di_1}{dt} \quad (3)$$

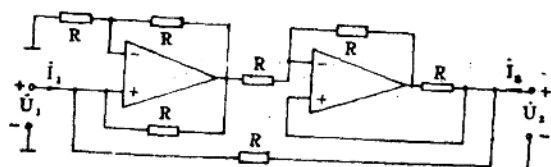
式(3)反映了图一所示二端口网络从1—1'端看入时对其电压和电流的关系，相当于电感线圈电压和电流的关系，故其等效电感L为

$$L = r^2 c$$

那么怎样实现回转器呢？通常实现回转器的方法很多。下面采用两个运算放大器及若干电阻元件所构成的电路来实现，如图二所示。



图一



图二

该电路可以看作两个二端口网络的并联，见图三所示。

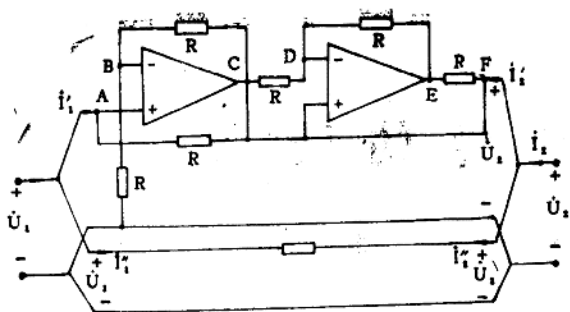


图 三

现应用相量分析如下:

设图三所示电路, 上面的两个运算放大器以“O”为参考点, 则

$$\dot{U}_A = \dot{U}_B = \dot{U}_1 \quad \dot{U}_C = 2\dot{U}_1$$

$$\begin{aligned} \dot{I}_1 &= \frac{\dot{U}_A - \dot{U}_C}{R} \\ &= \frac{\dot{U}_1 - 2\dot{U}_1}{R} = -\frac{\dot{U}_1}{R} \end{aligned}$$

而

$$\dot{U}_D = \dot{U}_F = \dot{U}_2 \quad \dot{U}_E - \dot{U}_D = \dot{U}_D - \dot{U}_C$$

即

$$\dot{U}_E = 2\dot{U}_D - \dot{U}_C = 2\dot{U}_2 - 2\dot{U}_1$$

故

$$\dot{I}_2' = \frac{\dot{U}_F - \dot{U}_E}{R} = \frac{\dot{U}_2 - 2\dot{U}_2 + 2\dot{U}_1}{R} = \frac{2\dot{U}_1}{R} - \frac{\dot{U}_2}{R}$$

由此得这部分电路的 Y_1 参数为:

$$[Y_1] = \begin{pmatrix} -\frac{1}{R} & 0 \\ \frac{2}{R} & -\frac{1}{R} \end{pmatrix}$$

对于图三中下面的部分有:

$$\dot{I}_1'' = -\dot{I}_2'' \quad \dot{U}_1 = \dot{U}_2 + R\dot{I}_1'' \quad \dot{I}_2'' = -\frac{1}{R}\dot{U}_1 - \frac{1}{R}\dot{U}_2$$

故其 Y_2 参数为:

$$[Y_2] = \begin{pmatrix} \frac{1}{R} & -\frac{1}{R} \\ -\frac{1}{R} & \frac{1}{R} \end{pmatrix}$$

网络总的 Y 参数为:

$$[Y] = [Y_1] + [Y_2] = \begin{pmatrix} 0 & -\frac{1}{R} \\ \frac{1}{R} & 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

式(4)所示之参数, 正是回转器的 Y 参数。故图三所示之电路实现了回转器。其回转系数为 $\frac{1}{R}$ 。

一般, 由于电阻元件误差的影响, 用两级运算放大器和部分电阻元件来实现回转器会有一些困难。根据理论分析和实验证明, 实现回转器的实际电路应作如下修正, 见图四所示。

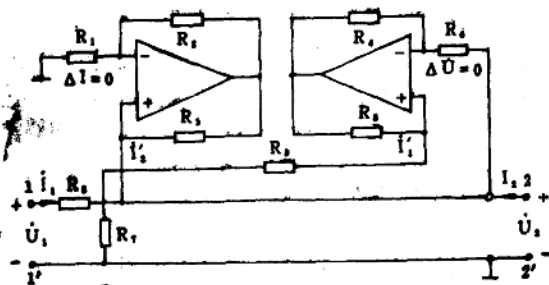


图 四

二、记忆电阻器的研究

至今为止，纵观电工、电子及其有关学科的各个领域里，尽管构成电路的基本模型形形色色，种类繁多。但就组成电路的基本元件来看，都不外乎电阻器 R 、电感器 L 和电容器 C 三种。

从研究这三类基本元件的约束关

系出发，会得出一个非常重要的启发，从而导出记忆电阻器的存在。

1. 电阻器

早在1826年德国物理学家欧姆，用实验证明

$$u(t) = Ri(t)$$

即在 $u-i$ 平面上，该关系为通过原点的一条直线，这就是欧姆定律。如果该线的斜率不随时间变化，称为时不变电阻。

如果把这一概念发展和引深，即二端元件在任意时刻 t ，其电压和电流的关系，可由 $u-i$ 平面上一条曲线来确定，这个元件就称为电阻器，其约束方程为：

$$f(u, i, t) = 0$$

由此可知，电阻为瞬时元件或无记忆元件。且其电流 i 和电压 u 乘积，在关联参考方向下表示功率为：

$$q = ui$$

2. 电感器

英国物理学家法拉第，在1831年提出电感器是电感线圈的模型。它的磁通链 ψ 与电流 i 的关系，在 $\psi-i$ 平面上，可用一条曲线来确定。该曲线的斜率就是电感元件。其约束关系为

$$f(\psi, i, t) = 0 \quad \text{或} \quad u(t) = \frac{d\psi}{dt} = L \frac{di}{dt}$$

由此可得
$$\psi(t) = \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau$$

该式表明，任一时刻 t ，电感元件上磁通链 $\psi(t)$ 与电压 $u(t)$ 从 $-\infty$ 到该时刻的全部过程有关，即表示 $\psi(t)$ 具有记忆功能。

在电压和电流关联参考方向下，任一时刻该元件上功率为：

$$p = ui = Li \frac{di}{dt}$$

电感元件在某一时刻所储存能量

$$W_L(t) = \int_{-\infty}^t u i d\tau = \int_{-\infty}^t Li \frac{di}{dt} d\tau = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2L} \psi^2(t)$$

8. 电容器

1821年法国数学家柏松对电容器上所储存的能量进行了数学论证。电容元件就是电容器的模型。它的电荷 $q(t)$ 与端电压 $u(t)$ 的关系，在 $q-u$ 平面上可用一条曲线来确定。该曲线的斜率就是电容元件。其约束方程为：

$$f(q, u, t) = 0 \quad \text{或} \quad i(t) = \frac{dq}{dt} = c \frac{du}{dt}$$

该式表明，任一时刻 t ，电容元件上电荷 $q(t)$ 与电流 i 从 $-\infty$ 到该时刻的全部过程有关，即表示 $q(t)$ 具有记忆功能。

在电压、电流取关联参考方向时，任一时刻元件上功率为：

$$p = ui = cu \frac{du}{dt}$$

电容元件在某一时刻所储存能量：

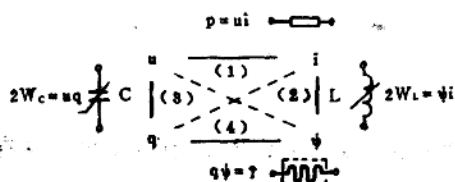
$$W_c(t) = \int_{-\infty}^t u i d\tau = c \int_{-\infty}^t u du = \frac{1}{2} c u^2(t) = \frac{1}{2c} q^2(t)$$

根据《основы теории электричества》可得，构成电路的基本变量有电压 $u(t)$ ，电流 $i(t)$ ，电荷 $q(t)$ 和磁通链 $\psi(t)$ 。在这四个变量中， $u(t)$ 与 $\psi(t)$ 、 $i(t)$ 与 $q(t)$ 分别遵循如下变化规律，即：

$$\left. \begin{aligned} u(t) &= \frac{d\psi(t)}{dt} \\ i(t) &= \frac{dq(t)}{dt} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

该式表明， $u(t)$ 与 $\psi(t)$ ， $i(t)$ 与 $q(t)$ 这四个变量并不都是独立的，换句话说讲， $u(t)$ 与 $\psi(t)$ 、 $i(t)$ 与 $q(t)$ 两两分别为动态变量。

若将以上四个变量中的每两个量进行组合，构成变量偶，则这四个变量有六种可能的组合形式，如图五所示。



图五

在这六种可能的组合形式中，由于变量偶 (u, ψ) 和 (i, q) 动态相关，所以只有 (u, i) 、 (i, ψ) 、 (u, q) 和 (ψ, q) 为动态无关。这四个变量偶的前三个分别表征了大家熟知的三类基本元件，即电阻 R 、电感 L 和电容 C 的特性，如图五中的(1)、(2)、(3)三条实线表示出的对应元件的特性。根据完全类似的理由，图

五中实线(4)也应代表一类确定的元件。虽然，它与前三类基本元件不同。其特性可通过 $\psi-q$ 平面上的曲线所表示。

可见，在基本的电路元件中，除 R 、 L 、 C 外，还存在着描述 $\psi-q$ 关系的另外一类元件，这类元件我们暂称作记忆电阻器(Memritor)。

上述关于记忆电阻器的存在，它的推断符合逻辑，尊重科学，论证合理。这正如俄罗斯

伟大化学家门捷列夫，在发明化学元素周期表之后，从理论上推断并预言还有一些化学元素尚待发现时的情况相似。

4. 记忆电阻器

若把记忆电阻器看成二端元件，并用 ψ - q 平面上一条曲线来表示，即：

$$f(\psi, q, t) = 0$$

它之所以具有记忆作用，是由于 ψ 和 q 本身特性所导致，即：

$$\psi(t) = \int_{-\infty}^t u(\tau) d\tau$$

$$q(t) = \int_{-\infty}^t i(\tau) d\tau$$

以上两个积分式表明， $\psi(t)$ 和 $q(t)$ 任一时刻的值，是与 $u(\tau)$ 或 $i(\tau)$ 从 $-\infty$ 到该时刻的全部过程有关，即 ψ 和 q 分别具有记忆电压和电流的功能，而且其记忆的时间范围为无限长。

假若把记忆电阻器在 ψ - q 平面上的曲线表达成荷控特性，则有 $\psi = f(q)$ ，根据式(5)可得：

$$u(t) = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d\psi}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = M(q) \cdot i(t) \quad (6)$$

式(6)中， $M(q) = \frac{d\psi}{dq}$ 称为增量记忆电阻器 (incremental memristance)

式(6)所示的 u 与 i 的关系，可以认为是广义欧姆定律，其中 $M(q)$ 在任何时刻之值，都取决于元件的总荷量。同理，若把记忆电阻器的特性表达成 $q = h(\psi)$ ，即链控特性，由式(5)可知

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{dq}{d\psi} \cdot \frac{d\psi}{dt} = W(\psi) \cdot u(t) \quad (7)$$

式(7)中， $W(\psi) = \frac{dq}{d\psi}$ 称做增量记忆电导 (incremental memductance)

记忆电阻器的特性，在广义动态系统可表达为

$$\left. \begin{aligned} \dot{X} &= f(x, u, t) \\ Y &= q(x, u, t) \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

上式可通过电感电阻来分析。

总之，记忆电阻器作为新型元件，正在被人们认识和利用。

机器人触觉传感器及触觉图象的识别

哈尔滨船舶工程学院 赵文常

哈尔滨师范大学 孙太怡

哈尔滨船舶工程学院 李文秀

〔摘要〕 本文给出了一种新型机器人触觉传感器的结构设计应用分析。它采用超小型半导体应变片作为敏感元件，并组成阵列，以此对机械手的触觉进行了研究，实现了对二维触觉图形的识别。

智能机器人的特点就是具有丰富的传感器，可以随时感知外界环境，从而及时地进行处理，也就是具有某些自律性。所谓自律性就是自己控制自己的能力。在工业环境中，外界情况是千变万化的，特别是操作中机器人同客体之间作用的变化，往往决定了加工质量的好坏，因此，使机器人具有某些智能是十分必要的。实现这些能力的关键就是传感器的问題，所以，国内外对机器人的各种传感器进行了广泛地研究，并取得了一些成果。本文在机器人触觉传感器和触觉图象的识别方面作了一些探索。

一、传感器的设计

1. 对机器人触觉传感器的一般要求

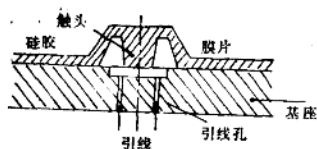
从实际应用方面来看，机器人的触觉传感器应该具有阵列式的结构，能象人的皮肤一样，具有良好的可变形性和良好的坚韧性，能够均匀和比较密地分布，有较高的空间精度、灵敏度，同时滞后要很小，还应该能对变化的动态数据进行实时的并行处理，这完全是理想化的情形，是不可能实现的（至少在目前的条件下）。

从现有的条件和实际的需耍，不可能也没有必要完全象人的触觉一样，只要能够满足某些主要性能就够了。触觉传感器的主要技术性能有以下几项：（1）特性稳定，在承受较大的压力时，输入、输出特性的变化很小；（2）灵敏度高、响应快；（3）柔性和坚韧性好；（4）良好的抗干扰性。

2. 传感器的设计

本文采用ML—14型超小型应变片作为敏感元件，其应变阻值与应变具有较好的线性关系，应变电阻在1000 $\mu\Omega$ 以内时，应变阻值与应变呈线性关系，其非线性小于0.20%。

通常，应变片是用来测量应变大小的，这里我们通过对应变的测量得到产生应变的力的大小。因此，设计传感器时，应考虑能够有效地利用传感器的灵敏度和测量范围，另外，还要考虑适合于制成阵列式传感器。鉴于以上几点，我们采用了图1所示的膜片式结构，这种结构的特点是，一方面，每个敏感点可以做得较小，从而保证在组成阵列式传感器时能够提高空间测量精度；另一方面，通过触头面积的调整，可以使灵敏度得到调整，以适应不同的要求。



在传感器各部分尺寸的设计过程中，我们均假设力是均匀作用在膜片上，这是为了计算方便而假设的，但这不会对计算结果有太大的影响，而且，这些影响可以通过试验来消除。

实验测得传感器某一敏感点的输入、输出关系如图2所示，输入为载荷（克：g），输出为电压（毫伏：mv），用最佳直线和最小二乘法来拟合传感器的模型得最佳直线模型为：

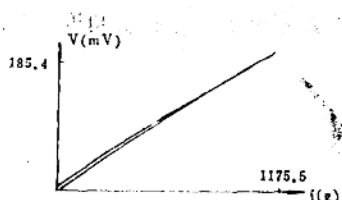


图2 实测传感器的输入、输出关系
此，模型是可用的。

$$V = 0.1577f + 4.5712 \quad (1)$$

此模型的 非线性为 $\pm 2.4656\% F.S.$ 。最小二乘模型为：

$$V = 0.1563f + 6.0216 \quad (2)$$

其非线性为 $\pm 3.0479\% F.S.$ 。

可以看出，这两个模型的线性情况良好，因

二、触觉图象识别

阵列式传感器在机器人上有着比较重要的应用，它使机器人可以对接触到的物体进行检测，如粗糙程度、抓握情况和物体形状的检测等。图3是一个机器人触觉传感系统的框图，笔者用前面设计的传感器实现了物体滑动控制和接触物平面形状的识别。

首先，对接收到的触觉信号进行处理，可以得到二值化了的触觉图象，这个过程可以描述为

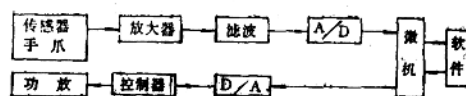


图3 触觉传感系统框图

$$f(i, j) = \begin{cases} 1 & V(i, j) \geq \theta \\ 0 & V(i, j) < \theta \end{cases} \quad (3)$$

其中 $f(i, j)$ 为二值化图象的某一象点， $V(i, j)$ 为对应这一象点的输出信号， θ 为阈值，这可以根据情况来确定。

其次，对图象进行正规化。为了提取的特征更为准确，必须进行正规化，尤其在对多种形状、多种大小的图形进行识别时。正规化包括两个部分，一部分是位置的正规化，一部分是大小的正规化。

本文利用矩的方法对模式的平移和旋转进行正规化，步骤如下：

1) 把模式的重心移到规定的原点上

设 $m_{p,q}$ 表示模式的 $p+q$ 阶矩，模式用 $f(i, j)$ 表示，则

$$m_{p,q} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m i^p j^q f(i, j) \quad (4)$$

$$\text{所以，重心为 } (i_c, j_c) = (m_{10}/m_{00}, m_{01}/m_{00}) \quad (5)$$

设规的原点为 (i_0, j_0) , 则

$$i' = i - i_0 + i_0 \quad (6)$$

$$j' = j - j_0 + j_0 \quad (7)$$

$$h(i', j') = f(i, j) / m_{00} \quad (8)$$

于是, 可以得到对原点 (i_0, j_0) 的中心矩

$$\mu_{pq} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (i - i_0)^p (j - j_0)^q h(i, j) \quad (9)$$

2) 旋转的正规化

以1) 中的 $h(i', j')$ 代替 $f(i, j)$, 用对 (i_0, j_0) 的中心矩来确定应旋转的角度 α , 则

$$\operatorname{tg}(2\alpha) = 2\mu_{11} / (\mu_{20} - \mu_{02}) \quad (10)$$

作旋转变换

$$\begin{pmatrix} i' \\ j' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos\alpha & \sin\alpha \\ -\sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i \\ j \end{pmatrix} \quad (11)$$

所以 $h(i', j') = f(i, j)$

方程(10)有四个解, 从中选出一个, 使 $\mu_{20} < \mu_{02}$, 且 $\mu_{21} > 0$, 那么, 这个角就是要对模式进行旋转的角。

位置正规化了以后, 还要对模式的大小进行正规化, 这对于正确识别十分重要。因为, 本文的目的是实现对不同形状、不同大小或同一形状、不同形态的图形进行识别, 我们采用下面的方法:

(1) 给定一个标准大小, 使得图形在被识别以前处于同一标准下, 对于二值图象, 我们取 a 为标准, 则

$$a = \max \{ |i - i_0|, |j - j_0| \} \quad (12)$$

其中 i, j 满足条件 $i = 1, 2, \dots, n$ $j = 1, 2, \dots, m$ $f(i, j) = 1$

(2) 标准给定以后, 对给定模式求放大因子

$$\beta = \frac{a}{\max \{ |i - i_0|, |j - j_0| \}} \quad (i, j \text{ 满足 } f(i, j) = 1) \quad (13)$$

(3) 用 β 对模式进行变换

$$\begin{aligned} +i' &= \beta \max(i - i_0) |i + i_0| & (i - i_0 > 0) \\ -i' &= \beta \max \{ |i - i_0| \} |i + i_0| & (i - i_0 < 0) \\ +j' &= \beta \max(j - j_0) |j + j_0| & (j - j_0 > 0) \\ -j' &= \beta \max \{ |j - j_0| \} |j + j_0| & (j - j_0 < 0) \end{aligned} \quad (14)$$

令 $h(i', j') = 1$ $(i' = -i', -i' + 1, \dots, +i', j' = -j', -j' + 1, \dots, +j')$ (15)

这样, 模式大小的正规化就完成了, 但为了运算的方便, 还要对这个模式进行归一化

$$f'(i, j) = h(i, j) / u_{00}$$

为此, 一个模式的正规化就算完成了, 但是, 在正规化以后, 模式的边缘或模式的内部可能出现毛刺或遗漏点, 因此, 须要消除, 这可以由平滑算法来完成。

正规化以后, 就可以对模式提取特征, 进行分类。模式特征是用矩方法提取的, 从识别结果表(表略)上看出, 对于大部分情况, 识别率是令人满意的, 但有些情况还有待改进。

一种新型的传感器

——光纤传感器

哈尔滨师范大学 董兴财 冀士学 崔学好

随着电子技术的发展,七十年代后期相继研制了利用各种光学效应的光纤传感器,它是一门综合性的测量技术。光纤传感器是利用被测定的物理参数对光纤内波导光进行调制,使其强度、波长、相位、偏振态等光的特性发生变化,利用光电检测技术检测光的调制信号,来进行检测被测环境某种物理量的一种新型传感器。

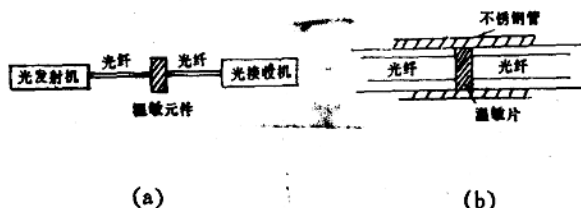
光纤传感器与系统的传感器相比具有如下优点:①测量对象广泛,体积小,重量轻。②利用光学方法传递信息,电绝缘好,无火花,耐腐蚀,不受电磁干扰,能在易燃、易爆的环境中使使用,安全可靠。③“传”“感”合一,便于利用现有的光通信技术、计算机技术组成遥测系统。④灵敏度高,动态范围大,几何形状具有多方面的适应性。⑤便于复用,组成传感器阵列。

光纤传感器在位移、速度、加速度、振动、液位、流量、压力、浓度、温度、电、磁、辐射等各项测试中均能大显身手。

光纤传感器按其功能可分为传光型(即非功能型)和传感型(即功能型)两大类。其中又可按信号调制的方式分为:强度调制、相位调制、偏振调制、波长调制四种形式。

一、传光型光纤传感器

1. 强度调制型。图一为一光纤温度传感器的结构示意图。探头中,夹在两光纤中间的是GaAs半导体材料,这类半导体对光的吸收系数是随外界温度变化而变化的,因而使光纤中传输光的强度随温度的变化而变化。通过检测光强,便可测知温度。测量范围为 $-10^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$,精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,响应期间为2秒。



图一

若把探头中的温敏元件换成压敏、磁敏元件,则可测定相应的压力和磁场。

2. 相位调制型。此种传感器就是干涉仪,与通常的干涉仪的区别仅在于传光的介质是光纤而不是空气。图二为一种光纤声传感器的结构示意图。这种声传感器就是法布里—珀罗干涉仪。光纤端面上的反射膜 M_1 及探头后部的反射膜 M_2 可将入射激光反射回至分光镜,再反射到光探测器,由 M_1 和 M_2 反射回来的两束光发生干涉。当声波使膜片 M_2 随之振动时,光程发生变化,从而相位就发生变化,产生了相移,据此可检测声波的波长。

8. 偏振调制型。在这种传感器里, 插在光路中的敏感元件可使传输的偏振面旋转一个

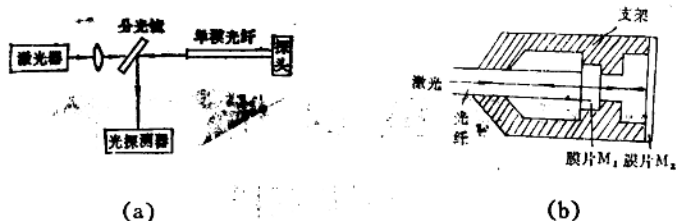


图 二

角度。测出这个转角便可测知待测的物理量。如图三所示, 它的敏感元件是一块具有很强的磁光效应的玻璃。入射光经起偏镜变为线偏振光, 经棱镜投射到磁光玻璃上, 被上面和下面的高反射膜多次反射, 然后由检偏镜测出入射光的偏振面被磁光玻璃旋转过的角度 θ , 便可测知磁场强度。

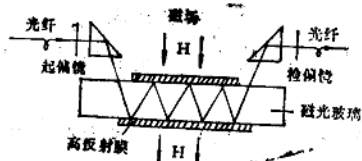


图 三

$$H = \frac{\theta}{Vd(N+1)}$$

式中 V 为磁光系数, d 为磁光玻璃片的厚度, N 为光反射的次数。

利用晶体的电光效应做为敏感元件, 还可以制成光纤电压传感器, 可测定几十万伏的超高压, 直流电压及兆赫以上的高频电压。

二、传感型光纤传感器

1. 强度调制型。图四示出的是利用光纤微弯效应的光纤位移传感器的结构简图。光纤有纤芯和包层两部分, 包层的折射率小于纤芯的折射率。光在纤芯中的传输是一种全反射物理过程。当光纤弯曲时, 一部分芯膜光就耦合到包层中去, 转变为包层膜光。弯曲越甚, 由

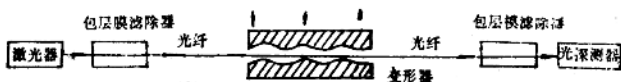


图 四

纤芯进入包层的光愈多, 这就是所谓的光纤微弯效应。

位移传感器中的变形器是两块波形板, 一块固定, 一块可以接受外界的推动而产生位移。位移愈大, 变形器中的光纤受挤压而弯愈甚, 芯膜光耦合到包层中去的就愈多。通过测量芯膜光 (式包层膜光) 的强度变化, 便可测量微小的位移式声压。测量位移的灵敏度可达到一埃以下。

2. 相位调制型。相位调制型光纤传感器也是一种干涉仪。其特点是灵敏度高, 应用面广。但是要求使用保偏或高双折射的单膜光纤, 稳定性不易达到要求。这种传感器要用两根单膜光纤, 一根做为传感臂, 暴露在被测试的环境中; 另一根为参考臂与待测环境隔离。激光经分束镜为两束, 分别进入两臂, 最后又重合发生干涉。对传感臂的光纤要采取增敏措施, 使它在受到外界的作用后, 折射率或波长发生变化, 两臂的光程差就有变化, 从而产生

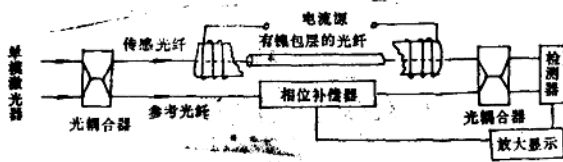


图 五

场) 轴向放置, 在磁场的作用下, 镍包层发生磁致伸缩, 于是被镍包着的光纤就发生了纵向应变, 使传感光纤中的光程改变, 就有了相移, 对相移进行检测处理, 便可测知磁场强度。这一磁场又与产生磁场的电流强度成正比, 故这种传感器又可以测定电流强度。

图六示出一种光纤陀螺的结构简图。这是一个萨格纳斯干涉仪。用单膜光纤做成一个几圈的匝环, 引入两束传输方向相反的光, 当此匝环连同与它一体的飞行物绕轴旋转时, 这两束光之间产生非互易相位差 $\Delta\varphi$

$$\Delta\varphi = \frac{8\pi n A}{\lambda c} \Omega$$

式中, A 是匝环包围的面积, n 为匝环的光纤圈数, λ 为真空中的光波长, c 为真空中的光速, Ω 为匝环与飞行物的转动角速度。

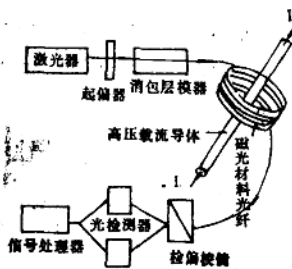


图 六

显然, 测知 $\Delta\varphi$ 后, 便可得出转动的角速度 Ω , 在实验中灵敏度可达 10^{-2} 度/小时。

3. 偏振调制型。此种传感型光纤传感器所用的单膜光纤是特制的, 它的材料的配方是特殊的。这种单膜光纤在外界的磁场、温度或者压力的作用下, 会发生双折射, 故而可使在光纤中传输的偏振光的偏振面发生旋转, 测出这一转角, 便可完成被测物理量的测定。图六是由于高压强电测试的光纤电流传感器。它所用的单膜光纤是由具有磁光效应的材料制成的。把这种光纤绕在圆柱形高压载流导线上, 电流在

周围产生磁场, 可使单膜光纤中的偏振面旋转, 转角为 θ

$$\theta = \frac{VL}{2\pi R} I$$

式中, L 为光纤长度, R 为光纤环的半径, V 为光纤材料的维尔德常数, I 为导体中的电流强度。测量范围: $100 \sim 15000$ 安培, 精度为 $\pm 1A$ 。

4. 波长调制型。有一种光纤温度传感器, 它的探头部分用的是稀土光纤, 即把三价的稀土元素铈或钕掺入石英玻璃制成稀土光纤, 它在不同的温度的环境中吸收曲线是不同的, 每条吸收曲线都有自己的频谱 (或波长) 特征; 若在发射端送入混合光, 则在检测端根据曲线的频谱特征, 便可以鉴别出被测环境的温度。

由于光纤传感器具有很多优越性, 可以预计光纤传感器的研究和开发对国防、各工业部门均有广阔的应用前景。光纤传感器是当今新技术群中的重要“一员”, 它的发展将对这场世界范围的技术革命带来更大的活力和深远的影响。