

GXJH

工学结合新思维高职高专
航海技术类“十二五”规划教材
总主编 马魁君

船用传感器技术与维修

CHUANSHONG CHUANGANGCI JISHU YU WEXIU

主 编 滕宪斌
副主编 徐燕铭



对外经济贸易大学出版社

工学结合新思维高职高专航海技术类“十二五”规划教材

总主编 马魁君

船用传感器技术与维修

滕宪斌 主 编

徐燕铭 副主编

对外经济贸易大学出版社
中国·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

船用传感器技术与维修 / 滕宪斌主编. —北京:

对外经济贸易大学出版社, 2012

工学结合新思维高职高专航海技术类 “十二五” 规划教材

ISBN 978-7-5663-0272-4

I. ①船… II. ①滕… III. ①传感器 - 高等学校 - 教材 IV. ①TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 011384 号

© 2012 年 对外经济贸易大学出版社出版发行

版权所有 翻印必究

船用传感器技术与维修

滕宪斌 主编

责任编辑: 陈跃琴 赵 昕

对外经济贸易大学出版社

北京市朝阳区惠新东街 10 号 邮政编码: 100029

邮购电话: 010-64492338 发行部电话: 010-64492342

网址: <http://www.uibep.com> E-mail: uibep@126.com

唐山市润丰印务有限公司印装 新华书店北京发行所发行

成品尺寸: 185mm × 260mm 13.75 印张 317 千字

2012 年 2 月北京第 1 版 2012 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5663-0272-4

印数: 0 001 - 3 000 册 定价: 25.00 元

出版说明

中国自 2001 年加入世贸组织之日起,严格遵守有关海运行业的发展承诺,全面实施《国际海运条例》等法规,在海运服务、港口建设等方面实行新的开放政策,为中外航商提供更为公平的市场经营环境,成为直接与国际接轨和充分竞争的行业,其开放度高于发展中国家,与发达国家基本相当。

当前,中国正在积极建设以渤海湾、长三角、珠三角三大港口群为依托的三大国际航运中心,即以天津、大连、青岛等港口为支撑的北方国际航运中心;以江浙为两翼、上海为中心的上海国际航运中心;以深圳、广州、香港为支撑的香港国际航运中心。

为适应我国海运事业蓬勃发展对航海技术类高素质技能型专业人才的迫切需要,对外经济贸易大学出版社认真贯彻教育部教高[2006]16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的要求,联合天津海运职业学院、天津职业大学、天津中德职业技术学院、天津电子信息职业技术学院、芜湖职业技术学院、天津商务职业学院、天津冶金职业技术学院、天津青年职业学院、天津城市职业学院、河北交通职业技术学院、天津国土资源和房屋职业学院、南通航运职业技术学院、广西职业技术学院、西安职业学院、济南铁道学院、福建交通职业学院、集美大学航海学院、辽东学院等国家、省(直辖市)级示范性高等职业院校,创新推出了一套面向高职高专层次、涵盖航海技术类不同专业的立体化教材——工学结合新思维高职高专航海技术类“十二五”规划教材。该系列教材包括航海技术、海事管理、酒店管理(邮轮乘务)、轮机工程管理、航运经济、计算机网络技术、理化测试及质检技术等专业。

根据教高[2006]16号文件关于“高等职业院校要积极与行业企业合作开发课程,根据技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照相关的职业资格标准,改革课程体系和教学内容,建立突出职业能力培养的课程标准,规范课程教学的基本要求,提高课程教学质量”的要求,本套教材的编者在深入行业实践、调研的基础上,着眼于提高学生专业实际操作能力和就业能力的宗旨,采取了情境模块、案例启发、任务驱动、项目引领、精讲解重实训的编写方式,使教材建设在理论够用的基础上,在专业技能培养与训练环节,特别是“教学做一体化”方面有所突破,“确保优质教材进课堂”。

根据国家职业教育的指导思想,目前我国高职高专教育的培养目标是以能力培养和技术应用为本位,其教材建设突出强调应用性和适用性,既要满足专业教育又能适应就业导向的“双证书”(毕业证和技术等级证)的人才培养目标需要。根据教育部提出的高等职业教育“与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实训教材”的要求,本套教材的作者不仅具有丰富的高等职业教育教学经验,而且具有海运企业相关岗位的一线实践经历,主持或参加过多项应用技术研究。这是本套教材编写质量与高等职业教育特色的重要保证。

此外,本套教材配有教师用 PPT 文稿,方便教师教学参考。

天津海运职业学院院长马魁君教授担任本套教材的总主编。本套教材的参编企业有中远散运有限责任公司、中国石油集团海洋工程有限公司、伦敦海事、微软（中国）有限公司、中铁工程设计院（天津）有限公司、新浪网技术（中国）有限公司、思科（中国）网络技术有限公司等。

愿本套工学结合新思维高职高专航海技术类“十二五”规划教材的出版对我国海运高等职业教育的创新发展与高职人才培养质量的稳步提升有所助益！

对外经济贸易大学出版社

2011 年 6 月

前 言

《船用传感器技术与维修》是工学结合新思维高职高专航海技术类“十二五”规划教材之一。

《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020 年）》是我国进入 21 世纪之后的第一个教育规划，是今后一个时期指导全国教育改革和发展的纲领性文件。《规划纲要》进一步明确提出要实施职业教育办学模式改革试点，以服务为宗旨，以就业为导向，推进教育教学改革，实行工学结合、校企合作、顶岗实习的人才培养模式，以切实提高职业教育教学质量为重点，满足经济社会对高素质劳动者和技能型人才的需要。

《船用传感器技术与维修》努力贯彻《规划纲要》精神，主动适应国际航运业对高素质、技能型专业人才的迫切需求，充分汲取近年来轮机工程专业教材在探索培养职业技术应用型专业人才方面的成功经验，广泛征求国际航运企业对于海船船员轮机工作岗位职业人才能力素质的需求信息，秉持“以就业为导向”的人才培养目标，遵循“以能力培养为主线构建内容体系、突出实训和实践特色、突出综合素质培养”的育人原则，精心建设而成。

《船用传感器技术与维修》依据交通部科教司颁发的航海职业教育教学计划与教学大纲，同时遵循国际海事组织制定的《经 1995 年修正的〈1978 年海员培训、发证和值班标准国际公约〉》、2010 年马尼拉修正案与中华人民共和国海事局最新颁发的《海船船员适任考试和评估大纲》，并结合编写人员上船从事机电设备管理工作中积累的经验编写，是轮机工程、船舶电子电气工程专业的一门专业基础教材，既能服务于毕业生考取海事局船舶电子员适任证书，也可作为船舶电子员的培训教材，还可供船舶轮机员、电子员等相关工作人员在岗进修提高之用。

本教材在编写过程中，努力实现职业性、实用性和开放性的特色：

（1）瞄准岗位，设置教学情境：依据轮机工程、船机修造、船舶电子员等专业学生未来的从业岗位需求，以六个“模块”下设的 19 个“教学情境”为载体，设计构建教材体例，精心选取教材内容。教材体例与教学内容的安排充分体现“工学结合”、“教学做一体”。

（2）技能为本，夯实专业基础：努力遵循能力本位和理论知识“必需、够用为度”的主导思想，突出职业教育特色，充分考虑船舶电子员、船舶轮机员工作岗位的技能要求，对教材的深度、难度做了一定程度调整，在避免繁琐理论推导的同时，引入大量船舶传感器实例及相关信息资料，以 65 个“知识点”系统地展现理论与实践紧密结合的教学内容，既注重对学生基础理论的夯实，又贯穿实际操作能力的培养，也为后续课程学习打下坚实基础。

（3）依托行业，精选教学内容：本教材涵盖 STCW78/95 公约 2010 年马尼拉修正案的有关电子员、高级电工岗位技能要求的全部内容，同时包括了我国国家海事局有

关船舶电子员适任考试大纲及评估大纲的全部内容，有利于学生考取海船船员适任证书。

（4）任务驱动，学做融为一体：在模块化组合教学内容的前提下，适时加入一定数量与船用传感器技术相关的实物照片、图形，形象地展示基本知识点，以直观生动的形式培养学生的学习兴趣；同时结合知识点与技能点设计插入了很多贴近现代生产、生活的“资料卡”、“想一想”、“练一练”，巧妙地启发和培养学生独立思考、主动训练的潜质，将“教、学、做”的过程深度融合为一体。

（5）强化训练，服务学生考证：努力贯彻国家教育部有关高职院校毕业生须同时获取毕业证书与职业资格证书的“双证书”制度要求，依据《海船船员适任考试和评估大纲》，在每个“学习情境”后面均安排一定数量的“思考与训练”和“实训项目”内容，既可用于学生的自主复习、自我检查与自主训练，也可供教师对学生知识掌握程度的考察与评估，满足学生考取国家海事局海船船员适任证书的需求。

教材的编写者在积累了多年船舶一线实践经验，并投身于海运学院轮机工程专业教学活动的基础上探索本教材的开发与建设。具体分工如下：天津海运职业学院院长助理、高级轮机长滕宪斌老师担任主编，徐燕铭老师担任副主编。天津海运职业学院赫永霞、刘晓阳、陈祥光老师与福建交通职业技术学院陈清彬老师、厦门海洋职业技术学院林金华老师、天津海事局马道学先生等参加了本教材的编写。

本教材的创意、设计与建设得到天津海运职业学院院长马魁君教授的鼎力支持与殷切指导。天津海事局船员处姜学山先生、中远散运有限公司李文海先生、中海油公司孙玉涛先生为本教材的编写者提供了宝贵的实践经验和建设性意见，使本教材更加贴近海船轮机岗位的实际需要，为“工学结合”的特点增色。在此一并表示诚挚的谢意！

本教材的建设过程中参考了大量网站资料和图书杂志，在书末以参考文献等形式列出。在此，对这些书籍与资料的作者深表感谢。

由于编写者队伍深入海洋运输一线实船轮机操作的时间有限，本教材疏漏和不足之处在所难免，敬请航海实业界专家、高职教育界同仁与广大读者不吝赐教，以便日后充实完善。

编 者
2011 年 9 月

目 录

模块一 船舶常用传感器

教学情境一 传感器的定义、分类及静态参数

知识点一 传感器的定义

知识点二 传感器的分类

知识点三 传感器的静态参数

教学情境二 变送器

知识点一 变送器的概念与构成

知识点二 压力变送器工作原理

模块二 温度传感器

教学情境一 热电阻温度传感器测量温度

知识点一 热电阻温度传感器的基本工作原理

知识点二 热电阻分类

知识点三 热电阻的典型应用

教学情境二 热电偶温度传感器测量温度

知识点一 热电偶温度传感器的基本工作原理

知识点二 热电偶传感器的特性

知识点三 热电偶的基本定律

知识点四 热电偶结构

知识点五 热电偶材料

知识点六 热电偶种类

知识点七 工业热电偶简介

知识点八 热电偶的冷端补偿方法

知识点九 热电偶测温线路

知识点十 热电偶应用实例

教学情境三 半导体温度传感器测量温度

知识点一 半导体温度传感器的种类和工作原理

知识点二 热敏电阻的结构、材料及分类

知识点三 热敏电阻的主要特性

知识点四 热敏电阻的基本参数

知识点五 热敏电阻的直流测量电桥

知识点六 热敏电阻的应用

模块三 压力传感器

教学情境一 硅压电式传感器测量压力

- 知识点一 硅压电式传感器的工作原理
- 知识点二 压电效应
- 知识点三 压电材料
- 知识点四 压电式传感器的等效电路与测量电路
- 知识点五 压电式压力传感器的应用
- 知识点六 常见压电式压力传感器

教学情境二 电阻应变式压力传感器测量压力

- 知识点一 电阻应变式压力传感器的基本工作原理
- 知识点二 电阻应变片分类及结构
- 知识点三 电阻应变式压力传感器的测量电路
- 知识点四 电阻应变片的温度误差与温度补偿
- 知识点五 电阻应变式压力传感器的应用
- 知识点六 常见电阻应变式压力传感器

教学情境三 霍尔式压力传感器测压力

- 知识点一 霍尔式压力传感器的基本工作原理
- 知识点二 霍尔元件的结构、材料和参数
- 知识点三 霍尔元件的测量电路
- 知识点四 霍尔元件的测量误差及补偿
- 知识点五 霍尔式压力传感器的应用

教学情境四 电感式、涡流式压力传感器测量压力

- 知识点一 电感式传感器的基本工作原理
- 知识点二 电感式传感器的测量电路
- 知识点三 涡流式压力传感器的基本工作原理
- 知识点四 涡流式压力传感器的测量电路
- 知识点五 电感式传感器的应用

教学情境五 电容式压力传感器测量压力

- 知识点一 电容式压力传感器的基本工作原理
- 知识点二 电容式压力传感器的等效电路与测量电路
- 知识点三 电容式压力传感器的应用

模块四 湿度传感器

教学情境一 湿度传感器概述

- 知识点一 湿度及其表示
- 知识点二 湿度传感器分类及其特性

教学情境二 电解质湿度传感器

- 知识点一 氯化锂电解质湿度传感器

知识点二 光硬化树脂电解质湿敏元件

知识点三 半导体陶瓷湿敏电阻

教学情境三 湿度传感器的应用

知识点一 湿度检测器

知识点二 船舶驾驶室窗玻璃自动去湿装置

教学情境四 湿度传感器特点及发展方向

模块五 转速传感器

教学情境一 磁电式转速传感器

知识点一 磁电式转速传感器工作原理

知识点二 磁电感应式传感器基本特性

教学情境二 光电式转速传感器

教学情境三 霍尔转速传感器

模块六 机舱监视与报警系统

教学情境一 监视与报警系统的组成与功能

知识点一 监视与报警系统的种类及组成

知识点二 监视与报警系统的组成与功能

教学情境二 网络型监视与报警系统

知识点一 DC C20 监控系统的结构组成

知识点二 分布式处理单元 DPU

知识点三 网关

知识点四 远程操作站 ROS 及系统功能

知识点五 DC C20 的管理维护要点

附录一 船舶机舱自动化考试大纲

附录二 计算机与自动化评估纲要

参考文献

船舶常用传感器

学习与训练总目标

1. 了解传感器的分类及静态参数;
2. 能够准确地分辨出变送器及标准信号类型;
3. 掌握压力变送器的工作原理。

思考与提示

1. 何为传感器的“一感二传”?
2. 在实际船舶中, 船用传感器都有哪些分类?
3. 使用中, 传感器有哪些静态特性的主要参数?

传感器的作用就是“一感二传”, 即感受被测信息并传送出去。在目前船舶上, 微型计算机自动调节或集中监视报警系统被广泛采用, 表征传感器静态特性的主要参数有线性度、灵敏度、迟滞性、重复性、分辨力、稳定性等。

教学情境一 传感器的定义、分类及静态参数

学习与训练子目标

了解传感器的定义、分类及静态参数。

在船舶机舱自动调节、监测和报警系统中都需要接触到相应的传感器。

首先, 详细了解传感器的定义、分类。

其次, 所有需要监测的物理量有电量和非电量两大类。电流、电压属于前者, 而温度、流量、液位、转速、烟雾浓度、水中含油浓度、黏度等属于后者。

再次, 人们熟知的监视报警系统, 尤其是先进的微机集中监视报警系统, 均以电能作为控制能源, 而非电量参数则需要变换成便于传输、处理和可以为调节、监测系统所接受的电信号——这些电信号就是传感器的静态参数, 故需对这些静态参数的特性进行详细分析。

知识点一 传感器的定义

传感器是能感知外界信息并能按一定规律将这些信息转换成可用信号的机械电子装置。简单地讲，传感器就是将外界被测信号转换为电信号的电子装置。通常，它由敏感元件（感知元件）和转换元件两部分组成，有的半导体敏感元器件可以直接输出电信号，本身就构成传感器。这一定义包含以下几个方面：

- （1）传感器是测量装置，能完成某项检测任务；
 - （2）传感器的输入量是某一被测量，可能是物理量，也可能是化学量、生物量等；
 - （3）传感器的输出量是某种物理量，这种量要便于传输、转换、处理和显示等，故传感器的输出一般是电信号；
 - （4）传感器的输出与输入有对应关系，且应有一定的精确程度。
- 由此，我们可以得出传感器的作用就是“一感二传”，即感受被测信息并传送出去。

想一想

实际工业生产中，传感器有什么具体的作用？它对人类社会的发展有哪些推动作用？

知识点二 传感器的分类

船用传感器的种类很多，分类方法也不尽相同。一般按照传感器输出量的性质不同，可大致分为五种。

1. 参量式传感器

把被测量转换成电路参数，如电阻、电容、电感等的传感器。为了获得需要的电气参考电压、电流等，还需要设计这类传感器输出的电路。

2. 发生式传感器

直接把被测量转换成电势、电压、电流等电气参数的传感器。这类传感器主要有将被测压力转换成输出电压的压电式传感器、将被测温度转换成输出电势的热电偶、将磁场强弱转换成输出电势的霍尔元件等。

3. 脉冲式传感器

将被测量转换成输出脉冲数的传感器。这类传感器主要有光电脉冲传感器、磁电脉冲传感器等。

4. 开关量传感器

将被测量的高、低限值转换成开关量输出的传感器。这类传感器主要有各种监视继电器等。

5. 其他传感器

将传感器输出的信号进行再次变换、放大和适当处理，输出系统所要求的电信号的部件称为“发送器”。将传感器、发送器输出的电信号进一步进行加工处理，放大后输出

幅度、精度、量程等都符合较高要求，且规格统一的直流电压（1~5V DC）或直流电流（4~20mA DC）信号的部件或装置称为“变送器”。为了使自动调节和检测、报警系统中的各部件之间传输的信号有统一的标准，国际电工委员会规定，变送器输出的标准电流信号为 4~20mA DC，标准电压信号为 1~5V DC。

目前，微型计算机自动调节或集中监视报警系统在船上应用日益广泛，为了充分利用微机内存信息量大、运算速度快、信息处理能力强的优势，一些原来由变送器完成的功能，如温度补偿、非线性补偿等都可以由微机来实现，因而对输入信号的要求大为降低。通常的微机系统都有传感器直接输入（如热电阻、热电偶）、发送器、变送器和开关量等不同的输入通道，这给用户带来很大方便。

资料卡

传感器的其他分类方式

1. 按被检测量分类：可分为物理量传感器，化学量传感器，生物量传感器。在各类传感器中可分为若干族，每一族中又可分为若干组。

2. 按物理原理分类：这种分类方法是以传感器的物理原理作为分类依据，可分为压阻式、压电式、电感式、电容式、应变式、霍尔式……这种分类方法有利于传感器专业工作者从原理和设计上作归纳性的分析和研究。

3. 按能量的传递方式分类：可分为有源传感器和无源传感器两大类。有源传感器将非电量转换为电量；无源传感器本身并不是一个换能器，被测非电量仅对传感器中的能量起控制或调节作用，所以它必须具有辅助能源——电源。

4. 按传感器的工作机理分类：可分为结构型传感器和物性型传感器两大类。

（1）结构型传感器利用物理学中场的定律和运动定律等构成。物理学中的定律一般是以方程式给出。对于传感器来说，这些方程式即为许多传感器在工作时的数学模型。这类传感器特点是传感器的性能与它的结构材料没有太大关系。以差动变压器为例，无论使用坡莫合金或铁氧体做铁芯，还是使用铜线或其他导线做绕组，均作为差动变压器而工作。

（2）物性型传感器利用物质法则构成。物质法则是表示物质某种客观性质的法则，这种法则大多以物质本身的常数形式给出，这些常数的大小决定传感器的主要性能。因此，物性型传感器的性能随材料的不同而异。如所有的半导体传感器，以及所有利用各种环境变化而引起的金属、半导体、陶瓷、合金等性能变化的传感器均为物性型传感器。

此外，根据传感器输出是模拟信号还是数字信号，可分为模拟传感器和数字传感器；根据转换过程可逆与否，可分为双向传感器和单向传感器等。

知识点三 传感器的静态参数

传感器的静态特性是指对静态的输入信号（即被测量不随时间变化或变化很缓慢），传感器的输出量与输入量之间所具有的相互关系。即传感器的静态特性是一个与时间变

量无关的特性，是一个结构性能参数。

表征传感器静态特性的主要参数有线性度、灵敏度、迟滞性、重复性、分辨力、稳定性等。

一、传感器的线性度与非线性误差

线性度是用实测的检测系统输入—输出特性曲线与拟合直线之间最大偏差 Δ_m 与满量程输出 Y_{FS} 的百分比来表示的，又称为非线性误差，用 γ_L 或 E_f 表示，即：

$$E_f = \frac{\Delta_m}{Y_{FS}} \times 100\% \quad (1-1)$$

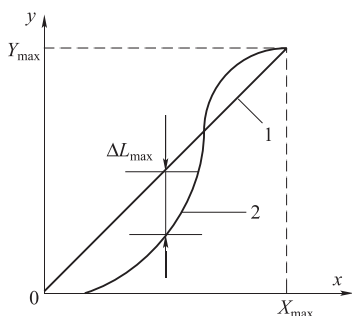


图 1-1 理论线性度示意图

由于线性度（非线性误差）是以所参考的拟合直线为基准算得的，所以基准线不同，所得线性度就不同。拟合直线的选取方法很多，采用理论直线作为拟合直线确定的检测系统线性度，称做理论线性度。理论直线通常取连接理论曲线坐标零点和满量程输出点的直线，如图 1-1 所示。

采取不同的方法选取拟合直线，还可以得到不同的线性度。如使拟合直线通过实际特性曲线的起点和满量程点，可以得到端基线性度；使拟合直线与特性曲线上各点偏差的平方和为最小，可得到最小二乘法线性度等。

二、传感器的灵敏度

灵敏度是指传感器或检测系统在稳态下输出量变化和引起此变化的输入量变化的比值。可表示为：

$$S = \frac{\Delta y}{\Delta x} \text{ 或 } S = \frac{dy}{dx}$$

它是输入与输出特性曲线的斜率。

如果系统的输出和输入之间有线性关系，则灵敏度是一个常数。否则，它将随输入量的大小而变化。如图 1-2 所示。

一般希望灵敏度 S 在整个测量范围内保持为常数。这样，可得均匀刻度的标尺，使读数方便，也便于分析和处理测量结果。

由于输入和输出的变化量一般都有不同的量纲，所以灵敏度 S 也是有量纲的。如输入量为温度（℃），输出量为标尺上的位移（格），则 S 的量纲为“格/℃”。如果输入量和输出量是同类量，则此时 S 可理解为放大倍数。因此，灵敏度比放大倍数有更广泛的含义。

如果检测系统由多个环节组成，各环节的灵敏度分

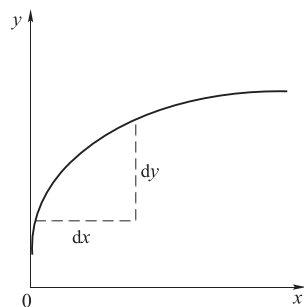


图 1-2 检测系统灵敏度

别为 S_1 、 S_2 、 S_3 ，而且各环节以图 1-3 所示的那样以串联的方式相连接，则整个系统的灵敏度可用下式表示：

$$S = S_1 S_2 S_3$$

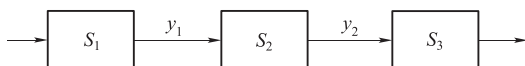


图 1-3 串联系统示意图

提高灵敏度，可得到较高测量精度，但应当注意，灵敏度越高，测量范围往往越窄，稳定性往往越差。

三、传感器的迟滞性

迟滞性表明检测系统在正向（输入量增大）和反向（输入量减小）行程期间，输入—输出特性曲线不一致的程度。也就是说，对同样大小的输入量，检测系统在正、反行程中，往往对应两个大小不同的输出量。通过实验，找出输出量的这种最大差值 Δ_m ，并以满量程输出 Y_{FS} 的百分数表示，就得到了迟滞的大小（见图 1-4）。

即：

$$E_t = \frac{\Delta_m}{Y_{FS}} \times 100\%$$

式中， Δ_m 为输出值在正、反行程期间的最大差值。

迟滞可能是由仪表元件存在能量吸收或传动机构的摩擦、间隙等原因造成的。

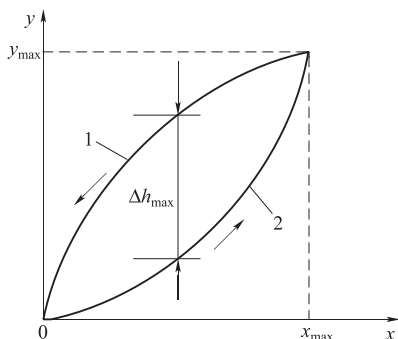


图 1-4 迟滞性示意图

四、传感器的重复性

重复性是指传感器在检测同一物理量时每次测量的不一致程度。重复性的高低与许多随机因素有关，也与产生迟滞的原因相似，它可用实验的方法来测定。

五、传感器的分辨力

分辨力是指检测仪表能够精确检测出被测量的最小变化的能力。输入量从某个任意值（非零值）缓慢增加，直到可以测量到输出量的变化为止，此时的输入量就是分辨力。它可以用绝对值来表示，也可以用量程的百分数来表示。它说明了检测仪表响应与分辨输入量微小变化的能力。灵敏度愈高，分辨力愈好。一般模拟式仪表的分辨力规定为最小刻度分格值的一半。数字式仪表的分辨力是最后一位的一个字。

六、传感器的稳定性

理想特性的传感器是输入相同大小的输入量时，输出量总是大小相同。然而，实际上传感器特性随着时间而变化。因此，对于相同大小的输入量，其输出量是变化的。

稳定性是指在室温条件下经过一定的时间间隔,传感器的输出与起始标定时的输出之间的差异。通常有长期稳定性(如年、月、日)和短期稳定性(如时、分、秒)之分。传感器的稳定性常用长期稳定性表示。

想一想

既然传感器存在静态参数,那么什么是传感器的动态特性?
动态特性与静态特性之间的主要区别是什么?

思考与训练

一、填空题

1. 传感器由_____、_____组成。
2. 传感器的灵敏度是指稳态标准条件下,输出_____与输入_____的比值。
3. 从输出曲线看,曲线越陡,灵敏度_____。
4. 下面公式是计算传感器的_____。

$$\gamma_L = \frac{\Delta_{L\max}}{y_{\max} - y_{\min}} \times 100\%$$

5. 某位移传感器的输入变化量为 5mm,输出变化量为 800mv,其灵敏度为_____。

二、多项选择

1. 下列说法正确的是_____。
 - A. 传感器担负着信息采集的任务
 - B. 干簧管是一种磁传感器
 - C. 传感器不是电视遥控接收器的主要元件
 - D. 传感器是力、温度、光、声、化学成分转换为电信号的主要工具

三、问题简答

什么是传感器的静态特性?它有哪些指标?

四、分析计算

1. 传感器的性能参数反映了传感器的什么关系?静态参数有哪些?各种参数代表什么意义?动态参数有哪些?应如何选择?
2. 某位移传感器,在输入量变化 5mm 时,输出电压变化为 300mV,求其灵敏度。
3. 某线性位移测量仪,当被测位移由 4.5mm 变到 5.0mm 时,位移测量仪的输出电压由 3.5V 减至 2.5V,求该仪器的灵敏度。
4. 某测温系统由以下四个环节组成,各自的灵敏度如下:

铂电阻温度传感器:	0.45Ω/℃
电桥:	0.02V/Ω
放大器:	100 (放大倍数)
笔式记录仪:	0.2cm/V

- 求：(1) 测温系统的总灵敏度；
(2) 记录仪笔尖位移 4cm 时，所对应的温度变化值。

教学情境二 变 送 器

学习与训练子目标

1. 了解变送器概念及标准信号类型；
2. 掌握压力变送器的工作原理。

知识点一 变送器的概念与构成

一、变送器的概念

传感器是能够感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置的总称，通常由敏感元件和转换元件组成。当传感器的输出为规定的标准信号时，则称为变送器。简单地说变送器就是输出为标准信号的传感器，所以变送器这个术语有时与传感器通用。

练一练

请比较传感器与变送器的主要区别，使用场合分别是什么？

二、变送器的构成

1. 构成

现在人们说的传感器是由两部分组成的，即敏感元件和转换元件。

(1) 敏感元件：是指传感器中能够直接感受或响应被测量的部分。

(2) 转换元件：是指传感器中将敏感元件感受或响应的被测量转换成适于传输或测量的电信号部分。

(3) 二者关系：由于传感器的输出信号一般很微弱，需要将其调制与放大。随着集成技术的发展，人们又将这部分电路及电源等电路也一起装在传感器内部。这样，传感器就可以输出便于处理、传输的可用信号了。而在以前技术相对落后时，所谓的传感器是指上文中的敏感元件，而变送器就是上文中的转换元件。

2. 种类

变送器是将物理测量信号或普通电信号转换为标准电信号输出或能够以通信协议方式输出的设备。当传感器测量到位移、转角、速度、温度、压力、流量等物理量后，将其转化成相应的电信号，但是传感器输出的是个很微弱的电信号，将会受到很多的干