

传感器应用

●张旦华

肖盛怡

译

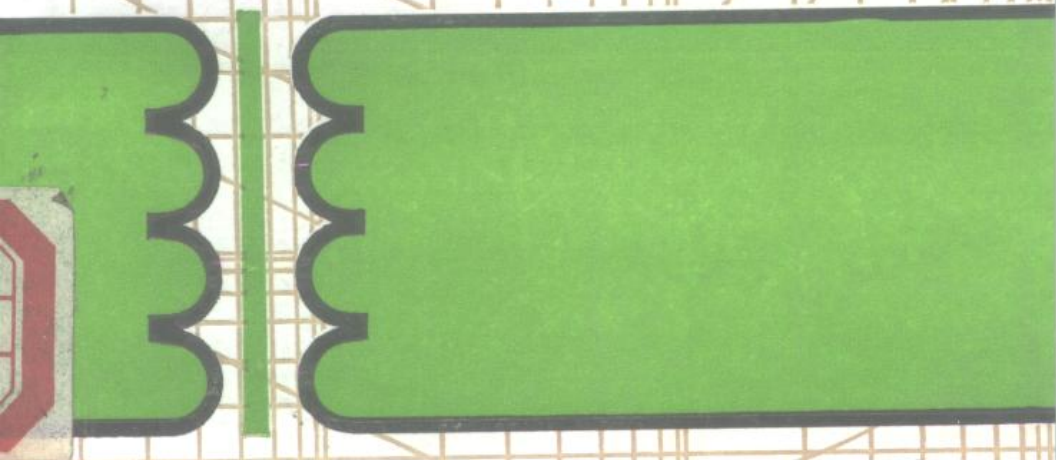
●[日]自动化技术编辑部

编

●陈宽基

裴杰

校



中国计量出版社

73-276
217

传感器应用

〔日〕自动化技术编辑部 编

张旦华 肖盛怡 译

陈宽基 裴杰 校



中国计量出版社

9310096

新登(京)字024号

D033/10
内 容 提 要

本书系统地介绍了传感器的基本原理、结构、特点、应用及注意事项等基础知识,通俗易懂,实用性强。

全书共分三篇。第一篇论述传感器技术及其展望、噪声对策、设计传感器检测电路的要点等;第二篇介绍光电开关、接近开关、差动变压器、测力传感器、硅感光元件等18种检测元件的工作原理与特性;第三篇介绍光传感器、红外传感器、压力传感器、振动传感器、流速传感器等14大类传感器及其应用技术。

本书可供从事自动化技术、计量测试的科技人员阅读,亦可供工科院校有关专业的师生参考。

やさしいセンサ技術

自动化技术编辑部 编

工业调查会

传感器应用

〔日〕自动化技术编辑部 编

张旦华 肖盛怡 译

陈宽基 裴 杰 校

责任编辑 刘宝兰

—*—

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

中国计量出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

—*—

开本 787×1092/32 印张 14.25 字数 320千字

1992年8月第1版 1992年8月第1次印刷

印数 1—7000

ISBN 7-5026-0539-8/TM·4

定价 10.50 元

译 者 的 话

传感器技术是现代测量和自动化技术的重要基础之一。从宇宙探索，到海洋开发；从生产过程的控制，到现代文明生活，几乎每一项现代科学技术，都离不开传感器。在工业、农业、国防、科学等各个领域，传感器都得到了广泛的应用，并展现着极其广阔的前景。

科学技术发达的国家都非常重视传感器的研究和应用。在日本，传感器技术被列入六大核心技术（计算机、通信、激光、半导体、超导和传感器）之一。我国对于传感器的研究和应用，也有了二十多年的历史，并取得了很大成就。传感器越来越受到各方面的重视，这对于实现四个现代化，无疑将起十分重要的作用。广大的科学技术人员、管理人员和实际操作人员，都应该掌握传感器技术和测量的基础知识。

目前国内有关传感器的著作大多专业性较强。因此，我们在中国计量出版社的支持下，翻译了这本《传感器应用》。这本书是日本自动化技术编辑部组织四十多位专家、教授编写的，较全面、系统地介绍了传感器的基础知识。它包括各种传感器的基本原理、结构、分类、特点、用途及注意事项等，通俗易懂，实用性强，有助于我们开阔视野、扩大思路，更好地为现代测量和自动化技术作出贡献。

全书共分三篇。第一篇、第二篇和第三篇的10~14章由张旦华译，第三篇的1~9章由肖盛怡译。全书译出后，请原中国计量出版社总编辑陈宽基老师及裴杰教授作了详细校对，同时，该书翻译过程中，得到原中国计量情报研究所

所长欧阳俊和中国计量出版社刘宝兰老师的大力支持与帮助，在此一并表示感谢。

由于我们水平有限，译文中不当或错误之处在所难免，恳请读者批评指正。

译者

1991年8月

前 言

支撑未来机械技术的一种元件——传感器正在受到人们的关注。捕捉自然界物质状态的传感器是生产系统中不可缺少的技术之一。因此，目前正处于传感器高潮时期，研究人员广泛的研究交流活动也十分活跃。同时，扩大、开发新型传感器的企业增多，它们迅速地向各个领域扩展。在日本，有关传感器的专利直线上升，1963年传感器专利为300个，10年后的1974年突破了1000个，而到1980年又增加了3~4倍。可见人们对传感器的重视程度是相当惊人的。

传感器，从字面上讲，好比感知自然界物理现象的人的感觉器官（触、视、听、味、嗅），这样一来，传动装置和机械等就好比人的手足，计算机好比人的大脑。从目前科学技术发展的状况来看，手足和大脑已相当发达，而感觉器官还处于比较落后的状况。因此，为了充分发挥手足和大脑的作用，必须有性能优良的传感器，这对于节能和自动化来说，也是一项必不可少的重要技术。

目前，已有色传感器、湿度传感器、温度传感器、气体传感器、压力传感器和光传感器等许多有各自特点的传感器得到开发应用，这方面的工程师，从这些形形色色的传感器中选择最合适的传感器，以充分发挥其功能来获取最好的效果。本书就是根据上述考虑，从各种各样的传感器中，选择最佳利用率的优良传感器，对其原理、结构、特点、应用等方面进行叙述。本稿选自1978年6月号和1979年6月号《自动化技术》杂志，同时，又从实际应用中选了一些很重

要的传感器，对上述稿源作了新的修改、补充而成。本书不论对初学者和熟悉传感器技术的人员，都能从中受到教益。如果本书能成为设计技术的指导书，编者将引为最大的荣幸。

《自动化技术》编辑部

1980年9月

目 录

第一篇 传感器应用概要

第一章 传感器技术及其展望	(1)
一、传感器技术的定义	(1)
二、从应用看传感器技术	(2)
三、传感器的种类及其应用	(6)
四、传感器技术展望	(18)
第二章 传感器的防噪声措施	(19)
一、噪声	(20)
二、噪声在传感器电路中的重叠	(21)
三、剔除噪声的措施	(23)
第三章 组装商品传感器及设计检测电路的 要点	(31)
一、应变的检测	(31)
二、变位的检测	(33)
三、电平的检测	(36)
四、温度的检测	(39)
五、流量的检测	(43)
六、压力的检测	(46)
第四章 光传感器系统的设计与要点	(48)
一、光传感器的种类	(49)
二、光传感器特性与应用注意事项	(50)
三、检测电路的设计程序	(55)
四、检测电路的应用	(59)

第五章 气体传感器应用要点	(64)
一、使用气体传感器的目的	(64)
二、使用气体传感器的基础知识	(68)
三、气体传感器的三种形式	(70)

第二篇 检测元件的原理与特性

第一章 光电开关	(82)
一、种类	(83)
二、工作原理	(87)
三、特点	(89)
四、结构	(90)
五、应用方法	(91)
六、今后的发展方向	(93)
第二章 接近开关	(94)
一、高频接近开关	(95)
二、电容式接近开关	(98)
三、磁接近开关	(100)
第三章 微动开关	(103)
一、何谓微动开关	(103)
二、结构	(104)
三、工作原理	(105)
四、规格分类	(107)
五、种类	(107)
六、优点与缺点	(112)
七、选择开关的基本方法	(113)
八、开关的使用方法	(114)
第四章 电平开关	(115)
一、种类	(115)
二、工作原理	(118)
三、外观、构造与结构	(120)

四、检测对象.....	(122)
五、应用方法.....	(122)
六、研制方向.....	(125)
第五章 电波开关	(126)
一、何谓电波开关.....	(126)
二、工作原理.....	(127)
三、外观与构造.....	(130)
四、特点.....	(131)
五、用途.....	(131)
六、研制方向.....	(132)
第六章 簧片开关	(132)
一、结构.....	(133)
二、工作原理.....	(134)
三、种类.....	(135)
四、驱动方法与特点.....	(136)
五、今后的发展方向.....	(138)
第七章 应变计	(138)
一、金属应变计.....	(139)
二、半导体应变计.....	(141)
三、应变计的应用.....	(142)
四、今后的发展方向.....	(145)
第八章 差动变压器	(146)
一、原理.....	(147)
二、结构.....	(148)
三、用途与特点.....	(149)
四、应用举例.....	(150)
五、差动变压器的安装及磁芯的驱动.....	(153)
六、差动变压器的选择方法.....	(155)
第九章 测力(称重)传感器.....	(156)
一、测力传感器的原理.....	(156)

二、种类与结构·····	(156)
三、性能与补偿电路·····	(159)
四、计测电路·····	(161)
五、应用中的注意事项·····	(162)
第十章 电位器 ·····	(169)
一、电位器的种类·····	(170)
二、工作原理·····	(172)
三、外观与结构·····	(173)
四、特点·····	(174)
五、检测对象·····	(176)
六、应用方法·····	(176)
七、今后的开发方向·····	(177)
第十一章 热敏电阻 ·····	(177)
一、作为温度传感器的热敏电阻·····	(178)
二、热敏电阻的工作原理·····	(181)
三、外观与结构·····	(183)
四、热敏电阻温度传感器元件的特点·····	(185)
五、热敏电阻温度传感器的检测对象·····	(186)
六、应用方法·····	(187)
七、今后的开发方向·····	(189)
第十二章 同步器 ·····	(190)
一、何谓同步器·····	(190)
二、同步器的种类与代号·····	(191)
三、工作原理·····	(192)
四、外观与结构·····	(194)
五、特点·····	(194)
六、性能·····	(194)
七、检测对象·····	(195)
八、应用方法·····	(195)
九、使用中的注意事项与维护保养·····	(197)

十、开发方向·····	(197)
第十三章 分解器·····	(197)
一、工作原理·····	(198)
二、外观与结构·····	(199)
三、特点·····	(200)
四、性能·····	(201)
五、检测对象·····	(201)
六、应用方法·····	(203)
七、开发方向·····	(204)
第十四章 压力转换器·····	(205)
一、压力转换器的分类·····	(206)
二、半导体应变计与压阻效应·····	(206)
三、半导体应变计的检测原理·····	(207)
四、受压膜·····	(209)
五、特点·····	(210)
六、今后的研究课题与展望·····	(211)
第十五章 磁感应半导体元件·····	(218)
一、霍尔元件·····	(219)
二、磁电阻元件·····	(225)
三、结型磁感应元件·····	(227)
四、开发方向·····	(229)
第十六章 锗霍尔元件·····	(230)
一、霍尔元件·····	(230)
二、工业用的霍尔元件·····	(232)
三、盘型霍尔元件的特点·····	(234)
四、霍尔元件的应用·····	(234)
五、剩余电压 V_0 的补偿·····	(235)
六、控制电流 I_0 的导通方法·····	(236)
七、霍尔电流转换器·····	(237)
八、霍尔功率转换器·····	(238)

九、霍尔元件的发展方向·····	(239)
第十七章 硅感光元件·····	(240)
一、基本结构与原理·····	(242)
二、特性·····	(244)
三、产品形状·····	(246)
四、应用电路·····	(247)
五、应用实例·····	(249)
第十八章 CdS 光电导元件·····	(249)
一、CdS 元件的特点·····	(250)
二、工作原理·····	(252)
三、CdS 元件的应用·····	(252)
四、光检测元件的应用·····	(254)
五、在电路元件方面的应用·····	(258)

第三篇 传感器与应用技术

第一章 光传感器·····	(262)
一、概述·····	(262)
二、光传感器的种类·····	(264)
三、光电动势效应·····	(264)
四、光电二极管·····	(266)
五、光电晶体管·····	(270)
六、光闸流晶体管·····	(275)
七、光传感器+IC·····	(276)
第二章 图像传感器·····	(276)
一、测量原理·····	(277)
二、检测器的特点·····	(279)
三、应用技术·····	(280)
四、应用实例·····	(283)
五、线材料制造工艺中的应用举例·····	(286)
六、今后研究的课题·····	(288)

第三章 温度传感器	(289)
一、接触式与非接触式	(289)
二、热电温度计	(290)
三、电阻温度计	(295)
四、保护管	(298)
五、有关测温的标准	(302)
第四章 红外传感器	(302)
一、红外传感器的种类	(303)
二、红外传感器的性能评价	(305)
三、各种红外传感器	(306)
四、检测电路	(310)
第五章 气体传感器	(312)
一、气体的传感测量	(313)
二、气体检测方法	(314)
三、目前主要使用的传感器	(319)
四、气体检测报警装置的结构与性能	(321)
五、装置的设置方法	(323)
六、新型气体传感器的使用实例	(326)
第六章 磁传感器	(332)
一、磁-电转换 (利用电磁感应的方法)	(332)
二、法拉第效应	(336)
三、克尔效应	(337)
四、磁致伸缩	(338)
五、磁阻效应	(340)
六、核磁共振 (NMR)	(341)
七、感温磁性	(342)
八、其它	(343)
第七章 湿度传感器	(344)
一、结构	(345)
二、特性与特征	(346)

三、使用方法和注意事项·····	(349)
四、检测电路·····	(351)
第八章 检漏传感器·····	(355)
一、检漏方法的种类·····	(355)
二、压力检测法·····	(356)
三、真空度检测法·····	(358)
四、气体检测法·····	(360)
五、超声波检测法·····	(364)
第九章 振动式传感器·····	(364)
一、分类·····	(365)
二、基本特性·····	(366)
三、动电式振动传感器·····	(268)
四、压电式振动传感器·····	(370)
五、伺服加速度传感器·····	(373)
六、振动指示仪·····	(376)
第十章 液位传感器·····	(377)
一、液体用的液位传感器·····	(377)
二、粉体用液位传感器·····	(384)
第十一章 流速传感器·····	(389)
一、超声波流速传感器的特点·····	(389)
二、超声波流速传感器的测量原理·····	(390)
三、流速传感器在超声波流量计的应用及使用中的 注意事项·····	(404)
四、今后的展望·····	(406)
第十二章 压力传感器·····	(406)
一、弹性体方式·····	(410)
二、力平衡方式·····	(412)
三、电子式·····	(414)
第十三章 旋转角度传感器·····	(418)
一、旋转角度传感器的测量原理·····	(418)

二、对旋转角度传感器的要求·····	(420)
三、种类·····	(420)
四、检测旋转角度用的放大器·····	(429)
五、旋转角度检测实例·····	(430)
第十四章 转速传感器 ·····	(432)
一、脉冲信号的转换·····	(433)
二、脉冲信号的处理·····	(434)

第 一 篇

传感器应用概要

第一章 传感器技术及其展望

原以为美国电气与电子工程师学会 (IEEE) 编《电气与电子学术语标准词典》(1972) 可能载有传感器的定义, 但经查阅, 却尚无此定义。新近出版的该词典第二版, 虽然勉强就原子能发电厂、测温以及试验、计量测试、诊断等不同领域使用的传感器分门别类地下了定义, 但看来仍有不妥之处, 并且尚未给出具有普遍意义的定义。此外, 日本文部省编纂的电工学学术用语集也尚无传感器的定义, 然而近来出版的杂志却经常论及传感器的定义问题。

一、传感器技术的定义

所谓传感器, 是指检测被测物体带有何种信息的仪器。

再具体一些说, 传感器是这样一种仪器, 它能够代替人的五感 (视、听、嗅、味、触), 还能检测人的五感所不能感觉到的现象 (如红外线等电磁波、能量小的超声波等), 就是说能够检测远远超出人体五感范围的能量现象。

9310096