

中等职业学校物联网应用技术专业规划教材  
ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO WULIANWANG YINGYONG JISHU ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

# 传感器 及WSN技术应用

CHUANGANQI JI WSN JISHU YINGYONG

主 编 刘宪宇 武 新  
副主编 吕正伟 洪 波



西南师范大学出版社  
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

# 及 WSN 技术应用

主 审 朱 庆

主 编 刘宪宇 武 新

副主编 吕正伟 洪 波

参 编 张 伟 陈 行 邓银伟



西南师范大学出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

传感器及 WSN 技术应用 / 刘宪宇, 武新主编. — 重庆: 西南师范大学出版社, 2016.9  
ISBN 978-7-5621-4560-8

I. ①传… II. ①刘… ②武… III. ①传感器-教材  
②无线射频识别-教材 IV. ①TP212②TP391.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第232529号

# 传感器及 WSN 技术应用

主 编: 刘宪宇 武 新

策 划: 刘春卉 杨景罡

责任编辑: 熊家艳

封面设计: 畅想设计

出版发行: 西南师范大学出版社

地址: 重庆市北碚区天生路2号

邮编: 400715

电话: 023-68868624

网址: <http://www.xscbs.com>

印 刷: 重庆共创印务有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 14.75

字 数: 288千字

版 次: 2017年3月第1版

印 次: 2017年3月第1次

书 号: ISBN 978-7-5621-4560-8

定 价: 35.00元

尊敬的读者,感谢您使用西师版教材!如对本书有任何建议或要求,请发送邮件至 [xszijs@126.com](mailto:xszijs@126.com)。

## 前言

# 编委会

---

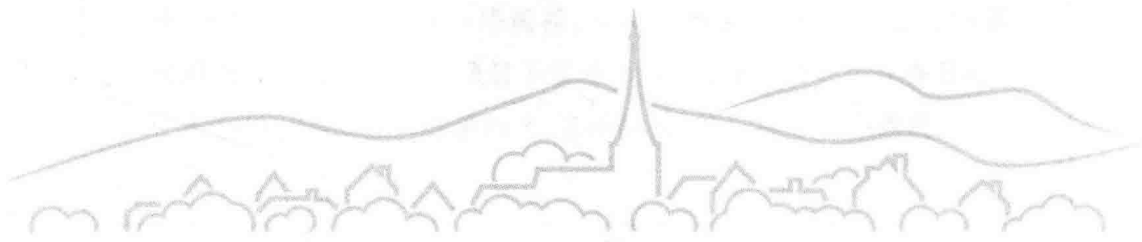
主任：朱 庆

副主任：梁 宏 吴帮用

委员：赵 勇 谭焰宇 刘宪宇 黄福林 肖世明

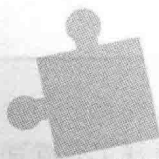
吴 珩 陈 良 张 健 杨智强 邹梓秀

余 水 李 安 王永尧 魏佳锋





# 前言



## PREFACE



物联网作为现代信息技术的重要组成部分,是继计算机、互联网之后的信息产业第三次浪潮。在“中国制造2025”和“互联网+”的国家发展战略大背景下,物联网技术得到迅猛的发展。物联网系统由感知层、网络层、应用层三部分组成,传感器是感知层的主要设备,掌握常用传感器的应用是物联网技术应用专业的基本技能。作为物联网技术应用专业人才必须掌握传感器的选型、检测、安装与调试方法。

本教材是为了培养读者的传感器应用能力而编写,教材编写团队为在物联网专业教学中积累了一定经验的高职和中职教师。教材按照项目化课程理念,以农业智能大棚相关传感器等为载体组织教学内容,使读者能够将学习内容与实际应用紧密相连,增强了教材的实操性,符合初学者的认知规律。

教材共有7个项目,项目一帮助读者对传感器和无线传感网建立基本概念;项目二至六分别介绍农业智能大棚中常用的温度传感器、人体感应传感器、光照传感器、大气压力传感器和土壤湿度传感器的安装与调试;项目七介绍无线传感网的搭建与调试。项目一是整体认知,项目二至六是模块训练,项目七介绍综合应用训练,教材按从易到难的顺序编排,以实操为主,以培养读者传感器应用能力为目标。每个项目下设若干任务,每个任务由任务目标、任务分析、任务实施、相关知识、任务评价、练一练等部分组成。

全书包括7个项目,建议总学时不少于72学时,具体可参见学时分配参考表。

学时分配参考表

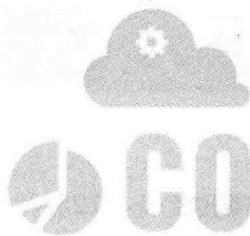
项目	任务	建议学时
项目一 认识传感器与无线传感网	任务一 认识物联网与传感器	4
	任务二 认识物联网与无线传感网	4
项目二 温度传感器的安装与调试	任务一 温度传感器的选型	2
	任务二 温度传感器的检测	4
	任务三 温度传感器的安装与调试	4
项目三 人体感应传感器的安装与调试	任务一 人体感应传感器的选型	2
	任务二 人体感应传感器的检测	4
	任务三 人体感应传感器的安装与调试	4
项目四 光照传感器的安装与调试	任务一 光照传感器的选型	2
	任务二 光照传感器与模拟量采集器的检测	4
	任务三 光照传感器的安装与调试	4
项目五 大气压力传感器的安装与调试	任务一 大气压力传感器的选型	2
	任务二 大气压力传感器和无线路由器的检测	4
	任务三 大气压力传感器的安装与调试	4
项目六 土壤湿度传感器的安装与调试	任务一 土壤湿度传感器的选型	2
	任务二 土壤湿度传感器和 ZigBee 模块的检测	4
	任务三 土壤湿度传感器的安装与调试	4

续表

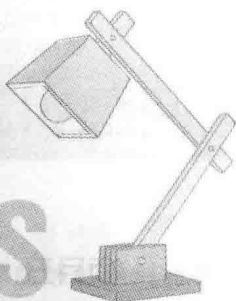
项目	任务	建议学时
项目七 智能环境 监控系统的无线传 感网组建	任务一 ZigBee无线传感网硬件设备选用	4
	任务二 智能环境监控系统ZigBee无线传感网的搭建	4
	任务三 智能环境监控系统ZigBee无线传感网的调试	6

本书由刘宪宇统稿,刘宪宇、武新任主编,吕正伟、洪波任副主编,张伟、陈行、邓银伟参加了本书的编写。在此,向以上各位老师表示诚挚的谢意。同时,在本书编写过程中,北京新大陆时代教育科技有限公司、重庆德莱特光电有限公司、重庆电子工程职业学院等多家单位给我们提供了许多宝贵的意见和建议,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不足、错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。



# 目录



## CONTENTS

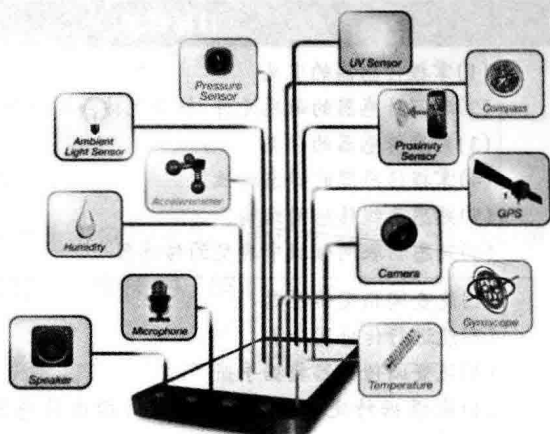
项目一 认识传感器与无线传感网 .....	001
任务一 认识物联网与传感器 .....	003
任务二 认识物联网与无线传感网 .....	016
项目二 温度传感器的安装与调试 .....	025
任务一 温度传感器的选型 .....	027
任务二 温度传感器的检测 .....	037
任务三 温度传感器的安装与调试 .....	044
项目三 人体感应传感器的安装与调试 .....	057
任务一 人体感应传感器的选型 .....	059
任务二 人体感应传感器的检测 .....	068
任务三 人体感应传感器的安装与调试 .....	076
项目四 光照传感器的安装与调试 .....	085
任务一 光照传感器的选型 .....	087
任务二 光照传感器与模拟量采集器的检测 .....	095
任务三 光照传感器的安装与调试 .....	109



项目五 大气压力传感器的安装与调试 .....	125
任务一 大气压力传感器的选型 .....	127
任务二 大气压力传感器和无线路由器的 检测 .....	134
任务三 大气压力传感器的安装与调试	144
项目六 土壤湿度传感器的安装与调试 .....	155
任务一 土壤湿度传感器的选型 .....	157
任务二 土壤湿度传感器和 ZigBee 模块的 检测 .....	164
任务三 土壤湿度传感器的安装与调试	172
项目七 智能环境监控系统的无线传感网组建 .....	193
任务一 ZigBee 无线传感网硬件设备选用 .....	195
任务二 智能环境监控系统 ZigBee 无线传 感网的搭建 .....	209
任务三 智能环境监控系统 ZigBee 无线传 感网的调试 .....	216
参考文献 .....	223

## 项目一 认识传感器与无线传感网

传感器起初主要应用于工业生产中,平常生活中能够接触到的传感器是非常少的。但智能手机、物联网技术、4G时代的到来,使得传感器完全融入了我们的生活中。传感器给生产、生活带来了便利,使一切变得自动化,并且还使生活变得更加有趣。你能完全认识智能手机中应用的传感器(如下图)吗?



智能手机中最常见的传感器之一是加速度传感器,加速度传感器能测量手机的加速度。手机在任何方向上运动,加速度传感器都能感知到手机的动与静,加速度传感器还能测量手机在三个方向上的角度。手机上的方向传感器陀螺仪又能提供精度更高的角度信息,借助陀螺仪,手机的相机功能可以判断手机在哪个方向上旋转了多少度。大多数智能手机配置磁力传感器,它能够检测磁场,磁力传感器是指南针类应用,用来判断地球北极的传感器之一。手机上配的距离传感器位于手机的听筒附近,手机靠近耳朵时,系统借助距离传感器知道用户在通电话,然后会关闭显示屏,防止用户因误操作影响通话。手机上还配有光线传感器来检测环境的亮度,系统可以利用光线传感器的数据自动调节显示屏亮度。部分高端智能手机配置有气压传感器、能测量气温的温度传感器以及计步器、心率计等传感器,使智

能手机的功能更加强大。随着的物联网的发展,智能手机已成为物联网的重要终端之一,所以传感器就在我们身边。

本项目将带领大家去认识物联网中的传感器、无线传感网和物联网在智能环境监测系统中的应用。

目标类型	目标要求
知识目标	<ol style="list-style-type: none"><li>(1)掌握传感器的定义</li><li>(2)理解传感器的敏感元件、转换元件和转换电路</li><li>(3)熟悉传感器的分类</li><li>(4)掌握传感器的静态特性</li><li>(5)熟悉无线传感网结构</li><li>(6)熟悉物联网领域中典型的传感器</li></ol>
技能目标	<ol style="list-style-type: none"><li>(1)能查阅指定传感器</li><li>(2)能进行传感器分类</li><li>(3)能查阅传感器数据手册</li><li>(4)能根据特定传感器数据手册,指出传感器的常用静态特性</li></ol>
情感目标	<ol style="list-style-type: none"><li>(1)培养快速、准确查阅资料能力</li><li>(3)培养制订计划的工作能力</li><li>(4)培养耐心细致的工作态度</li><li>(5)培养严谨扎实的工作作风</li></ol>

## 任务一 认识物联网与传感器



### 任务目标

能描述传感器的定义;能描述传感器的功能模块;熟悉传感器的分类;学会如何评价传感器;了解传感器的发展趋势。



### 任务分析

本任务通过引导学生上网搜索指定的传感器信息,认识传感器的概念和功能,并对传感器的性能参数有一个大概的了解。



### 任务实施

#### 一、任务准备

##### 工具准备

电脑或可上网的手机。

#### 二、操作步骤

(1) 查阅5种不同型号的温度传感器,要求明确其生产厂家、型号、价格和应用领域,完成表1-1-1。

表1-1-1 温度传感器信息表

序号	温度传感器型号	价格(元)	生产厂家	应用领域
1				
2				

续表

序号	温度传感器型号	价格(元)	生产厂家	应用领域
3				
4				
5				

(2) 查阅5种不同型号的光照传感器,要求明确其生产厂家、型号、价格和应用领域,完成表1-1-2。

表1-1-2 光照传感器信息表

序号	光照传感器型号	价格(元)	生产厂家	应用领域
1				
2				
3				
4				
5				

(3) 查阅5种不同型号的二氧化碳传感器,要求明确其生产厂家、型号、价格和应用领域,完成表1-1-3。

表1-1-3 二氧化碳传感器信息表

序号	二氧化碳传感器型号	价格(元)	生产厂家	应用领域
1				
2				
3				
4				
5				

### 三、任务开展要求

- (1) 分组讨论完成,每组3~5人;
- (2) 课内提供所需资料。

### 四、任务提交报告

以PPT形式描述3类各5种型号传感器的信息。



## 相关知识

### 一、传感器定义

#### (一)国家标准传感器定义

在国家标准 GB/T7665-2005《传感器通用术语》中,传感器(Transducer/Sensor)被定义为“能感受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,通常由敏感元件和转换元件组成”。

这一定义包含以下几个方面含义:

- (1)传感器是测量装置,能完成检测任务;
- (2)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)输出量是某种物理量,便于传输、转换、处理、显示等,可以是描述气、光、电的物理量,主要是电信号;
- (4)输出、输入有对应关系,且应有一定的精确度。

#### (二)美国仪表协会传感器定义

美国仪表协会(Instrument Society of America, ISA)的定义是:“传感器是把被测量变换为有用信号的一种装置。它包括敏感元件、转换电路以及把这些元件和电路组合在一起的机构。”

#### 小知识

美国国际标准管理局(USA International Standards Authority, Inc.),简称 ISA,总部位于美国的洛杉矶,亚太地区总部设在香港,并经香港政府注册处注册,是一家经美国国家标准协会——美国质量认证机构认可委员会(ANAB)和英国皇家认可委员会(UKAS)认可的享有国际声誉的世界知名跨国认证机构,主要为全球客户提供国际管理体系认证及产品认证服务。建立有全球性的服务网络,可帮助客户获得权威、直接而价格合理的国际认证。标准涉及 ISO9001, ISO14001, OHSAS18001, ISO22000, ISO13485, ISO27001, TS16949, SA8000, QC080000, TL9000, BRC, GMP, CE, RoHS, E-mark, FDA, FCC, SASO……

美国仪表协会从传感器的结构组成角度给出了定义。根据该定义,传感器一般由敏感元件、转换元件和基本转换电路(简称转换电路)三部分组成,如图 1-1-1 所示。

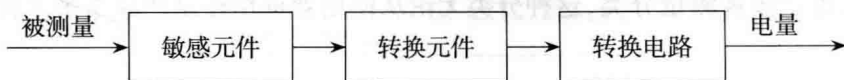
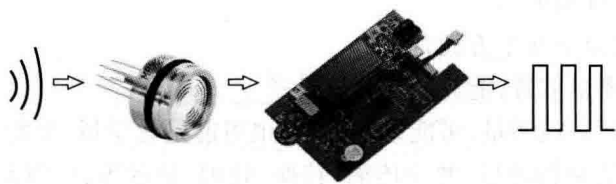


图 1-1-1 传感器系统示意图

(1)敏感元件:传感器的核心部件,是感受被测量,并输出与被测量成确定关系的某一物理量的元件。如图1-1-2所示声敏感元件直接感受声波,把声波转变成一种声膜振动机械量,声音的大小与振幅具有相关性,修正后具有线性关系。

(2)转换元件:敏感元件的输出就是它的输入,它把输入转换成电路参量。如图1-1-2所示,将振动机械量按照一定规律转换为电压信号。

(3)基本转换电路:转换元件的输出接入基本转换电路(简称转换电路),便可转换成电量输出。如图1-1-2所示,将电压信号转换为数字信号。



声波→声敏感元件→转换电路→数字信号

图1-1-2 传感器工作原理示意图(声传感器为例)

从信息技术的角度看,传感器是获取和转换信息的一种工具,这些信息包括电、磁、光、声、热、力、位移、振动、流量、湿度、浓度、成分等。

### 想一想

注意敏感元件是构成传感器的核心元件,但同一敏感元件因装置不同可以构成不同的传感器。同一功能的传感器可由不同的敏感元件构成。想一想,能举出例子吗?

## 二、传感器分类

同一种被测量,可以用不同原理的传感器来测量;而基于同一种传感器原理或同一类技术,又可以制作多种被测量传感器。

### (一)按被测量分类

传感器按被测量分类,可分为物理量、化学量、生物量三大类,具体主要有位移、压力、力、速度、温度、流量、气体成分、离子浓度等传感器,如表1-1-4所示。我国现行国家标准也是按被测量分类,这种分类无论从使用者选用还是产品水平评价都便于统一标准。

表1-1-4 传感器按被测量分类

传 感 器	物 理 量 传 感 器	机械量传感器	压力传感器	差压传感器
				负压(真空)传感器
		力传感器	测力传感器	
			力矩传感器	
		速度传感器	线速度传感器	
			角速度传感器	
		加速度传感器	角加速度传感器	
			加速度传感器	
		流量传感器	质量流量传感器	
			容积流量传感器	
		位移传感器	线位移传感器	
			角位移传感器	
		位置传感器	物位传感器	
			表面粗糙度传感器	
		热学量传感器	温度传感器	
			热导率传感器	
		光学量传感器	可见光传感器	
			红外传感器	
	激光传感器			
	磁学量传感器	磁场强度传感器		
		磁通密度传感器		
	电学量传感器	电流传感器		
		电压传感器		
	声学量传感器	超声波传感器		
		声压传感器		
		噪声传感器		
		表面声波传感器		
	核辐射传感器	X射线传感器		
		$\beta$ 射线传感器		
		射线传感器		
		辐射剂量传感器		
	化 学 量 传 感 器	离子传感器	pH传感器	
			成分传感器	
		气体传感器	气体分压传感器	
			气体浓度传感器	
		湿度传感器	湿度传感器	
水分传感器				
露点传感器				
生 物 量 传 感 器	生化量传感器			
	生理量传感器			



## (二)按功能原理分类

按功能原理可分为结构型(空间型)和物性型(材料型)两大类。结构型传感器是依靠传感器结构参数的变化实现信号变换,从而检测出被测量。物性型传感器是利用某些材料本身的物性变化来实现被测量的变换,其主要是以半导体、电介质、磁性体等作为敏感材料的固态器件。结构型传感器常按能源种类再分类,如机械式、磁电式、电热式等。物性型传感器主要按其物性效应再分类,如压阻式、压电式、压磁式、磁电式、热电式、光电式、电化式等。

## (三)按能量种类分类

按能量种类分有机、电、热、光、声、磁6种能量传感器。按有无电源供电分为无源传感器和有源传感器。按是否对检测对象施加能量又分为主动传感器和被动传感器。按信号处理的形式或功能,又可分为集成传感器、智能传感器和网络化传感器。

## (四)按敏感材料分类

按所使用的敏感材料可以将传感器分为陶瓷传感器、半导体传感器、金属材料传感器、高分子或电子聚合物传感器、光纤传感器、复合材料传感器等。

## (五)按加工工艺分类

按加工工艺,传感器可分为厚薄膜传感器、微机电系统(MEMS)传感器、纳米传感器等。

## (六)按传感对象分类

按传感对象,传感器可分为地震传感器、图像传感器、心电传感器、呼吸传感器、脉搏传感器、烟雾传感器、气体传感器、水质传感器、血糖传感器、轮胎传感器等。

## (七)按应用领域分类

按应用领域,传感器可分为汽车传感器、机器人传感器、家电传感器、环境传感器、气象传感器、海洋传感器等。

## 三、传感器的静态特性

在工程应用中,任何测量装置性能的优劣可以通过一系列的指标参数来衡量,这些用以衡量装置性能的指标被称为特性指标。传感器的特性主要是指输出与输入之间的关系。通常根据被测量(输入量)的性质来决定采用何种指标体系来描述传感器性能。