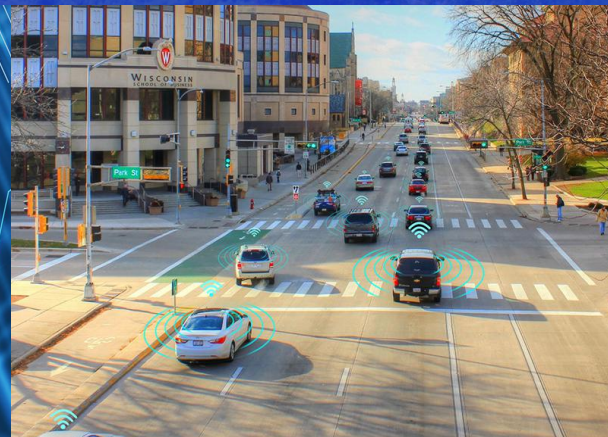
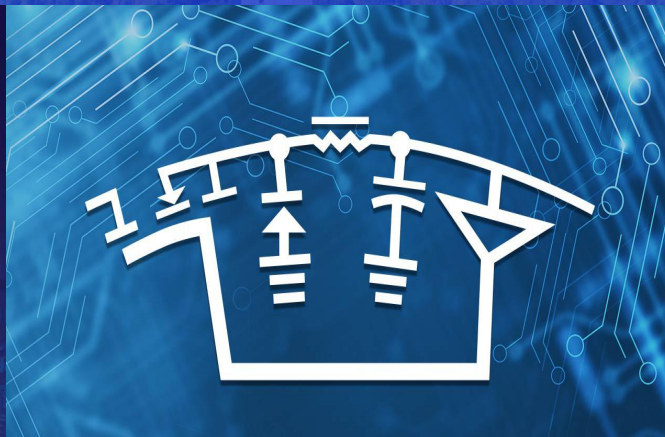
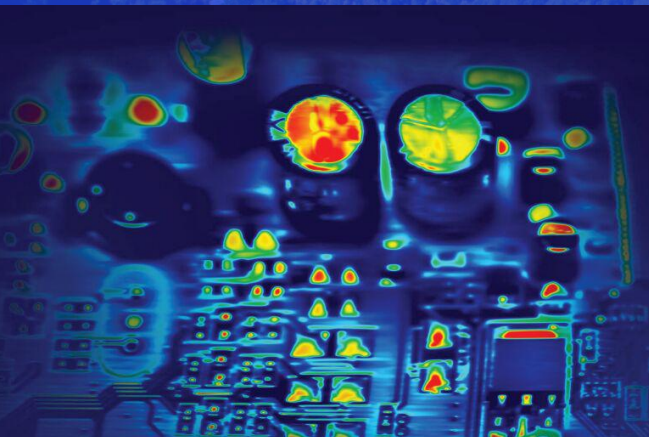




吉林大学
JILIN UNIVERSITY OF CHINA

传感器与检测原理

Principles of Sensors and Measurement





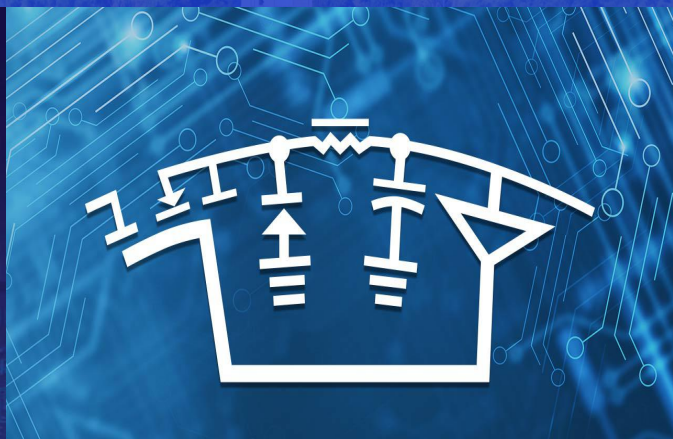
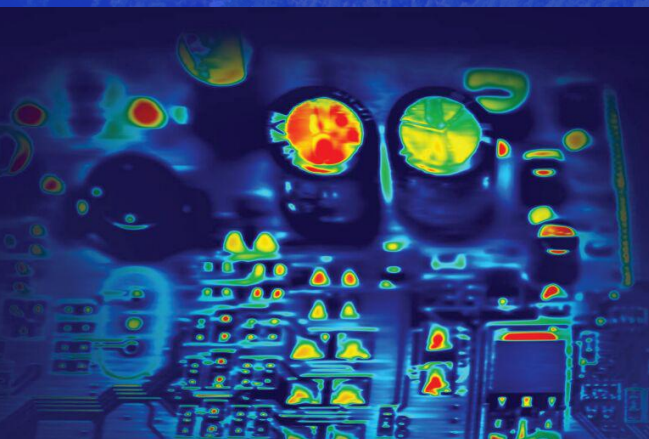
吉林大学

JILIN UNIVERSITY OF CHINA

传感器与检测原理

Principles of Sensors and Measurement

第一章 绪论



第一章 绪论



1.1 传感器与检测的地位和作用

1.2 检测系统的组成

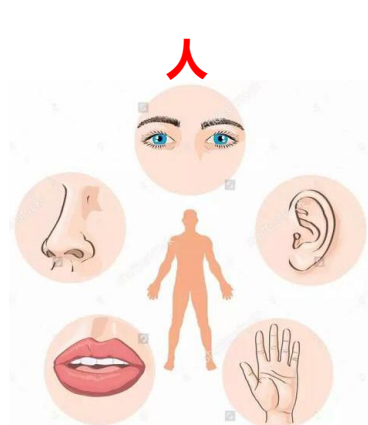
1.3 传感器与检测系统的分类及发展趋势

1.1 传感器与检测原理的地位与作用

1.1.1 传感器的定义

传感器是能以一定精确度把**某种被测量**（主要为各种非电的物理量、化学量、生物量等）**按一定规律转换为**（便于人们应用、处理）**另一参量**（通常为电参量）的器件或测量装置

传感器通常由**敏感器件**和**转换器件**组合而成；敏感器件是指传感器中直接感受被测量的部分，转换器件通常是指将敏感器件在传感器内部输出转换为便于人们应用、处理外部输出（通常为电参量）信号的部分



智能手机



机器人



1.1 传感器与检测原理的地位与作用

1.1.2 检测的概念

检测是指在生产、科研、试验及服务等各个领域，为及时获得被测、被控对象的有关信息而**实时或非实时**地对一些参量进行**定性检查和定量测量**

检测与计量的不同

“计量”：指用精度等级更高的**标准量具**、器具或**标准仪器**，对被测样品、样机进行考核性质的测量。

特点：**非实时、离线、标定**

“检测”：指在生产、实验等现场，利用某种合适的检测仪器或综合测试系统对被测对象进行**在线、连续**的测量

1.1 传感器与检测的地位与作用

1.1.3 传感器与检测的地位与作用

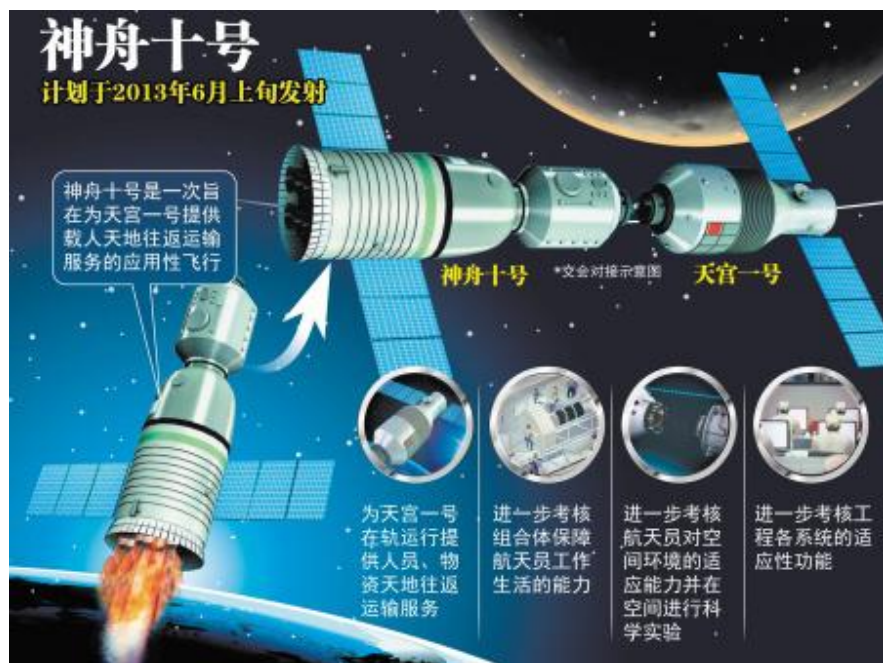
传感器与检测是自动化和信息化的**基础与前提**



Keep Up with Times

1.1 传感器与检测的地位与作用

航空航天： 可靠性、精准性



神舟十号与天宫一号
交汇对接



嫦娥三号探测器
及月球车

1.1 传感器与检测的地位与作用

军事装备： 感知与警戒、致命致胜



定位、导航、侦察等

19阅兵的DF-17、空警系列预警机、远程预警雷达

1.1 传感器与检测的地位与作用

智能制造与物联网：感知基础核心



智能制造技术体系架构



物联网技术体系架构

1.1 传感器与检测的地位与作用

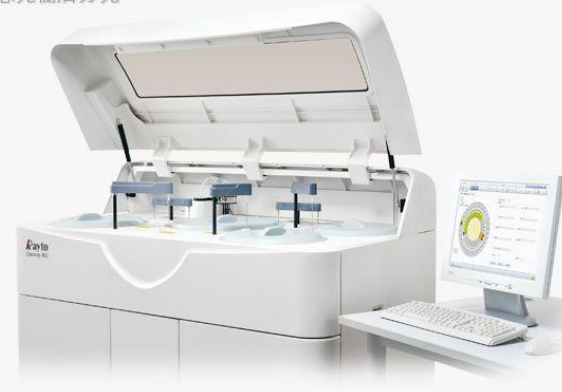
健康智能生活：感知与智能、功能性



智慧家庭

Chemray800
全自动生化分析仪

恒速 800T/H (含 ISE 1200T/H)
集束式点光源技术, 全息光栅后分光



生化分析仪



酒精检测仪



空气质量检测仪



基因测序仪



火神山--火眼lab

课程目标

掌握：

- 1. 传感与检测的基本概念，检测系统的基本特性，测量误差分析和测量数据的基本处理算法，系统抗干扰原理，了解现代检测技术的初步知识
- 2. 常用传感器的工作原理和测量数据处理技术，根据系统的要求和性能指标，能够设计/开发现代测量系统
- 3. 各种常见物理量的测量和应用方法。能够设计实验方案，完成实验，并能分析实验数据并得出结论
- 4. 传感与检测技术的发展趋势

教材及实验指导书

● 教材：

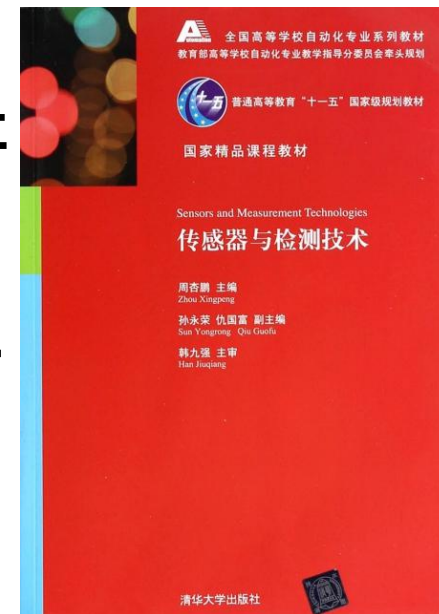
- 《传感器与检测技术》，周杏鹏 主编. 清华大学出版社

● 参考书：

- 《传感器与检测技术》（第4版），徐科军 主编. 电子工业出版社
- 《传感器与检测技术》，朱晓青主编. 清华大学出版社

● 网络资源：

- 国防科技大学《传感器与检测技术》
<https://www.icourse163.org/course/NUDT-1003089003>.



第一章 绪论

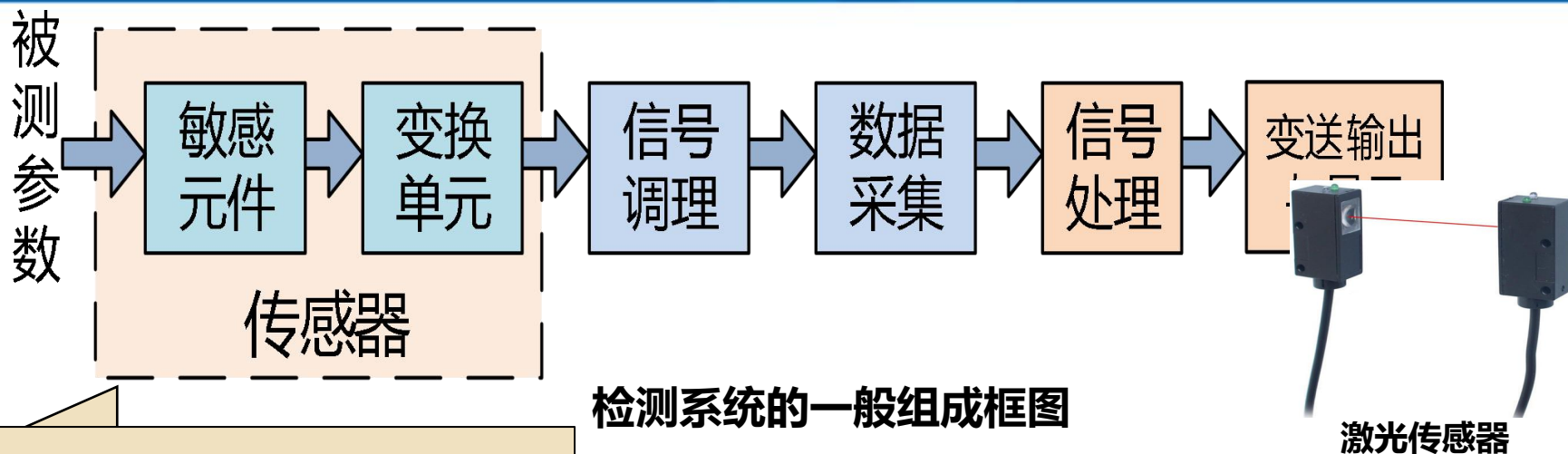


1.1 传感器与检测的地位与作用

1.2 检测系统的组成

1.3 传感器与检测系统的分类及发展趋势

1.2 检测系统的组成



1、传感器

- ✓ 由**敏感元件**和**变换单元**构成
- ✓ 敏感元件**感知**被测物理化学生物量
- ✓ 变换单元将被测量**转换成微弱信号**

性能要求:

- **准确性** 传感器的输出与输入关系必须是严格的单值函数关系，最好是线性关系；
- **稳定性** 传感器的输入、输出的单值函数关系最好不随时间和温度而变化；
- **灵敏度** 要求被测参量较小的变化就可使传感器获得较大的输出信号；
- **其他** 如耐腐蚀性、功耗、输出信号形式、体积、售价等。



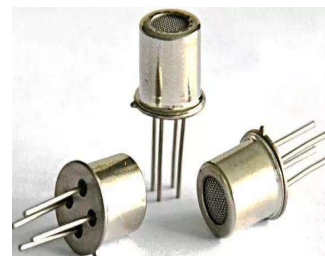
温度传感器



红外线传感器

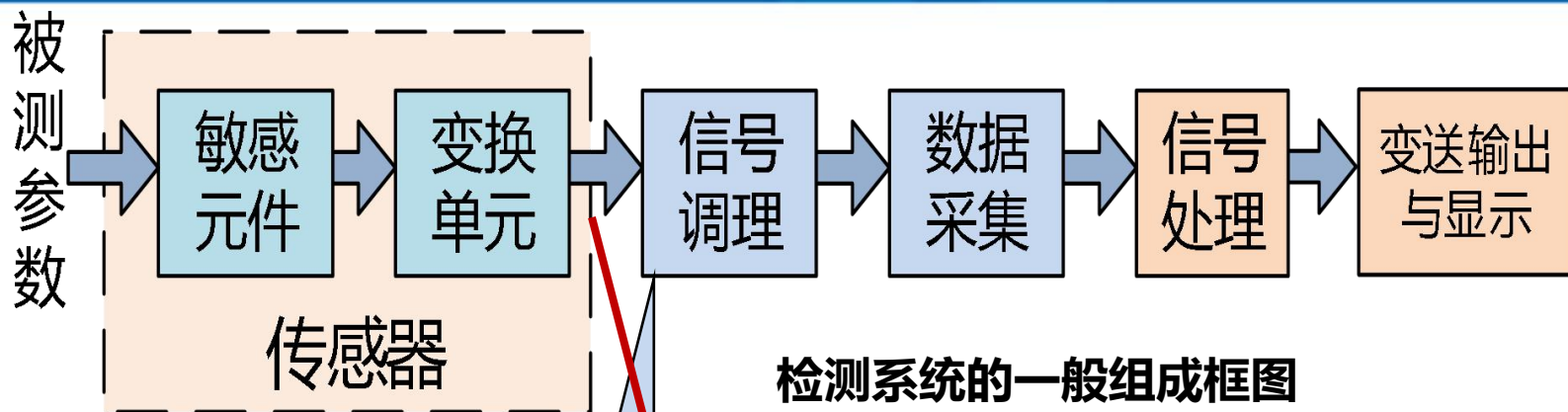


角位移传感器



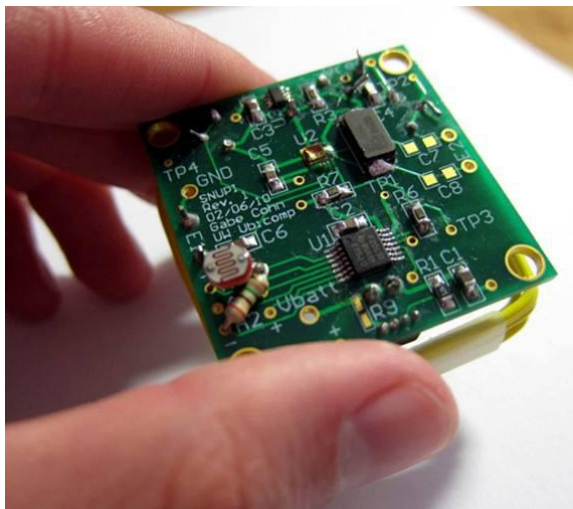
气体传感器

1.2 检测系统的组成

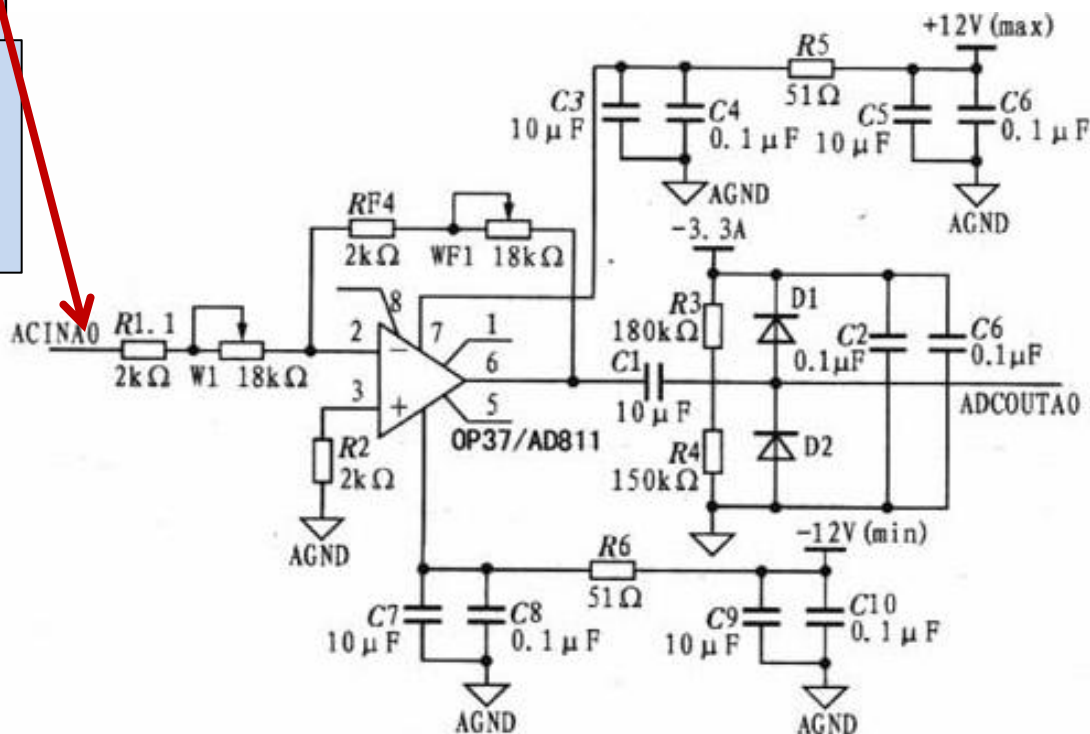


信号调理（有时与传感器融为一体）

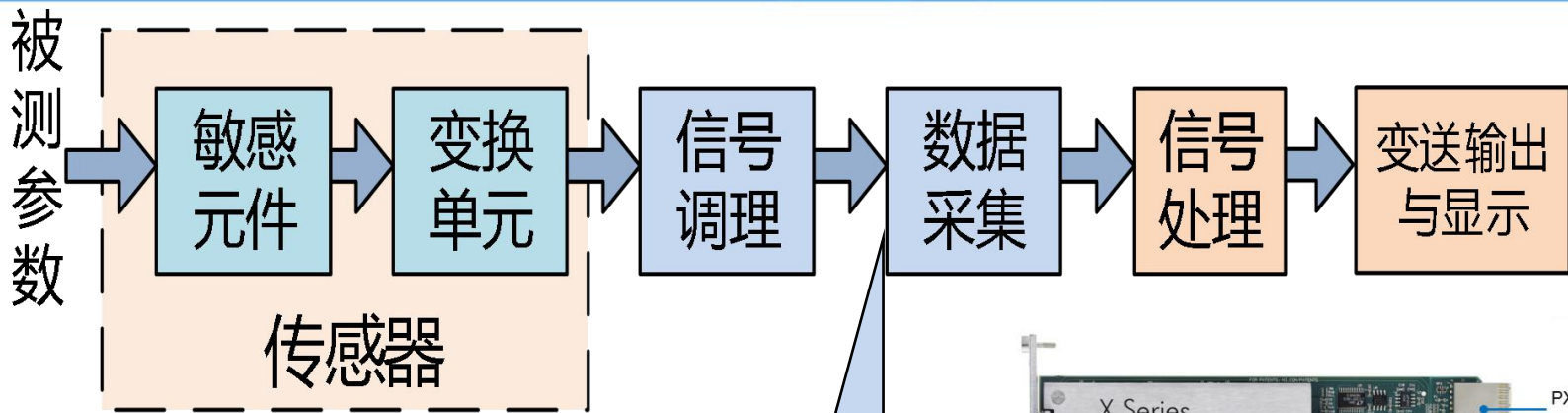
- ✓ 将微弱信号进行滤波、检波、放大、线性化等处理



检测系统的一般组成框图



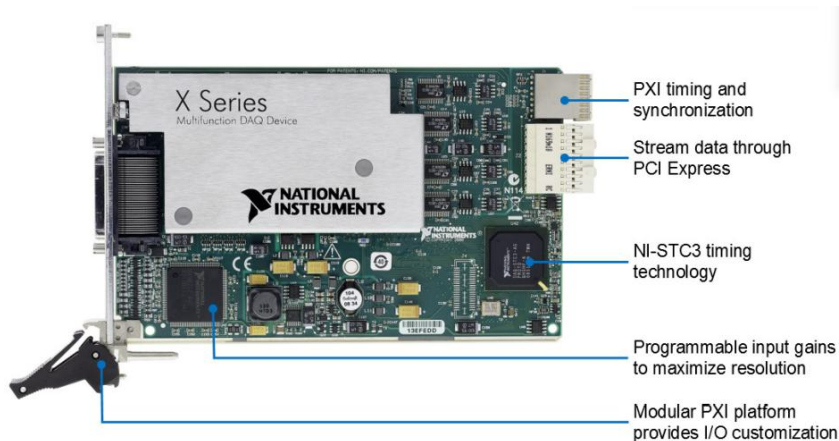
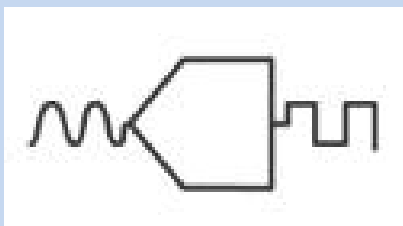
1.2 检测系统的组成



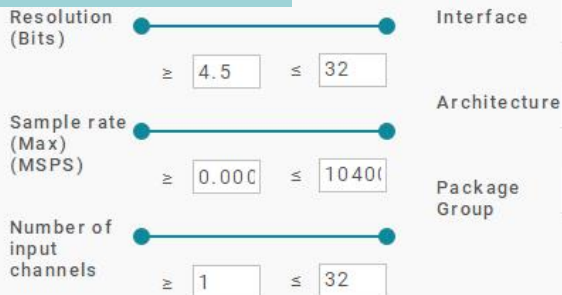
数据采集 (模数转换 A/D)

✓ 将连续模拟信号离散数字化

- 输入模拟电压信号范围 单位 V;
- 转换速度/采样率 单位 次/秒
- 分辨率 以模拟信号输入为满度时的转换值的倒数来表征
- 转换误差 实际转换数值与理想A/D转换器理论转换值之差



➤ ADC芯片



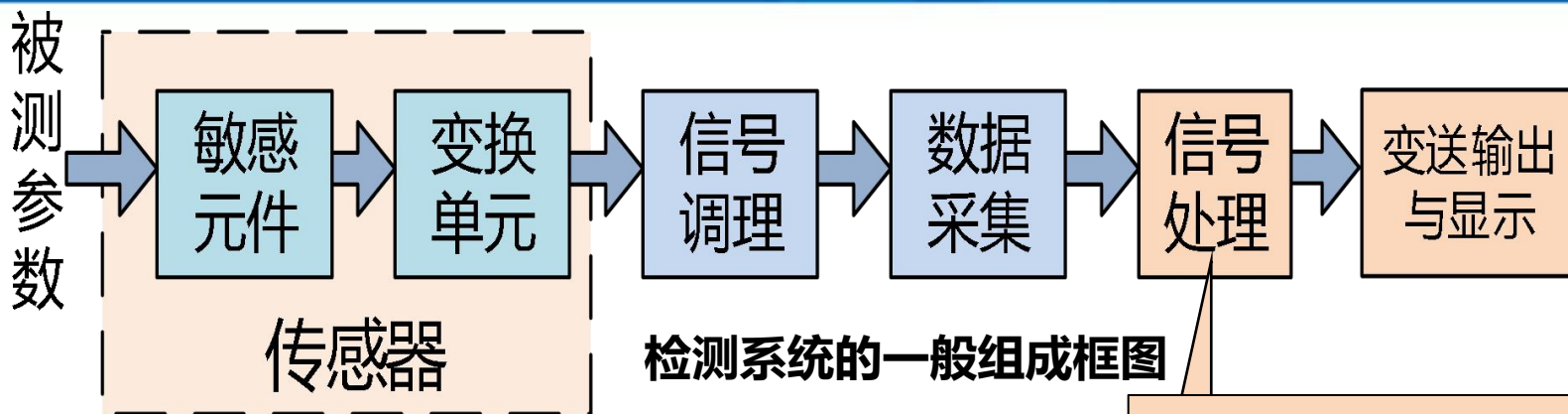
<http://www.ti.com.cn/zh-cn/data-converters/adc-circuit/overview.html>

➤ 数据采集卡

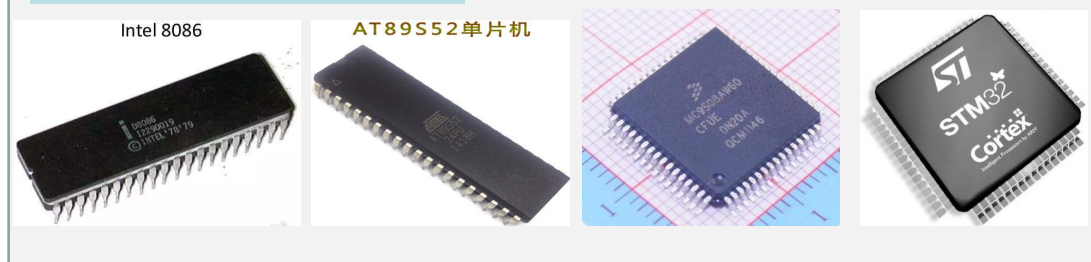
	Analog Input				
	Max Num Ch.	Simultaneous	Sample Rate	Resolution	Absolute Accuracy
PXle-6378	16	Yes	3.57 MS/s	16 bits	2.69 mV
PXle-6376	8	Yes	3.57 MS/s	16 bits	2.69 mV
PXle-6375	208	No	3.86 MS/s	16 bits	1.66 mV
PXle-6368	16	Yes	2 MS/s	16 bits	2.69 mV
PXle-6366	8	Yes	2 MS/s	16 bits	2.69 mV

<http://www.ni.com/pdf/product-flyers/multifunction-io.pdf>

1.2 检测系统的组成



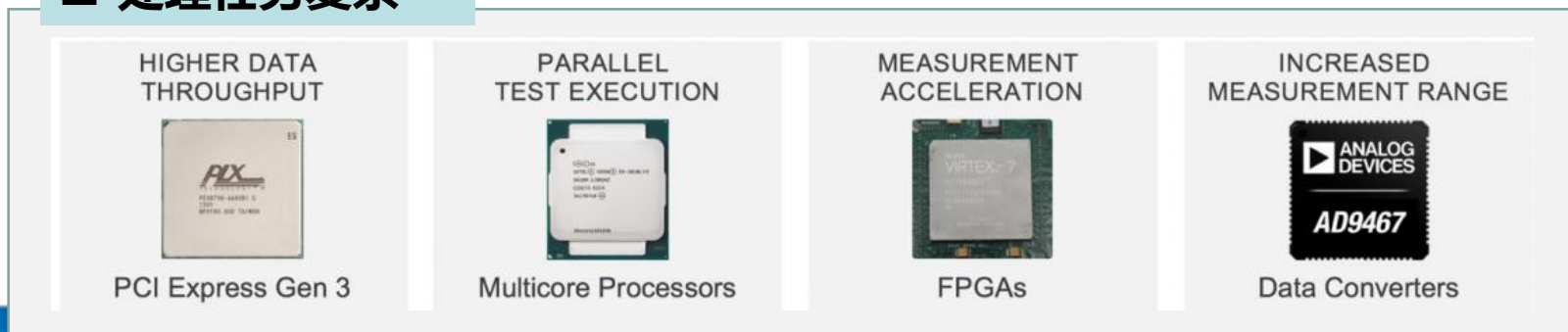
□ 简单一般的处理



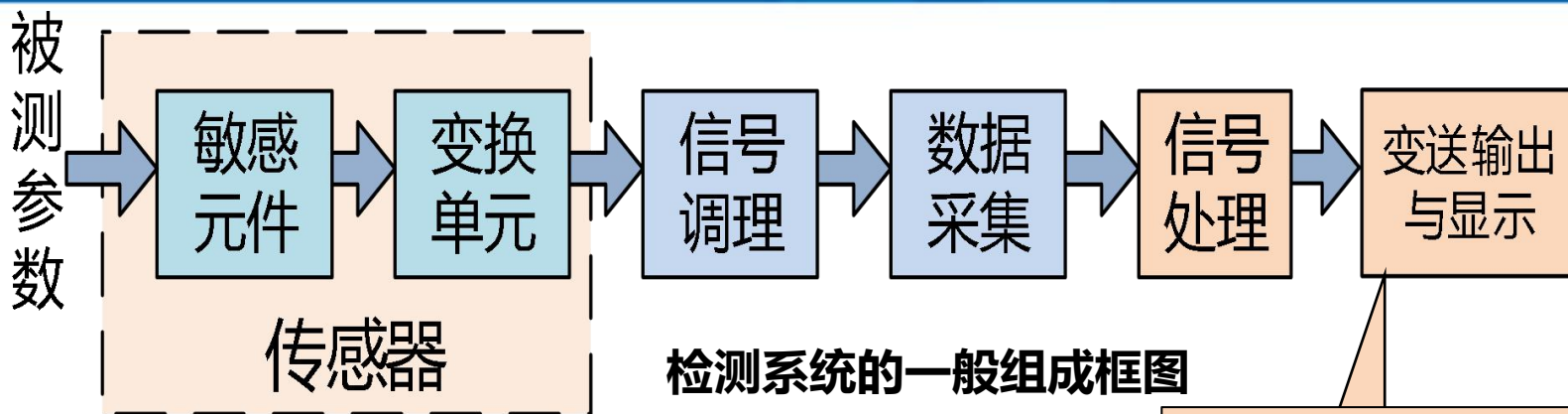
信号处理

- ✓ 在微控制器、专用数据处理器 (DSP) 等处理单元中**进行被测量的计算**

□ 处理任务复杂



1.2 检测系统的组成



- 显示器可显示被测参量的瞬时值、累积值或其随时间变化等



指示型



数字型

变送输出与显示

- ✓ 在仪表或显示器显示
- ✓ 以**标准信号制**变送输出

□ 模拟电信号

DC 4-20mA 1-5V

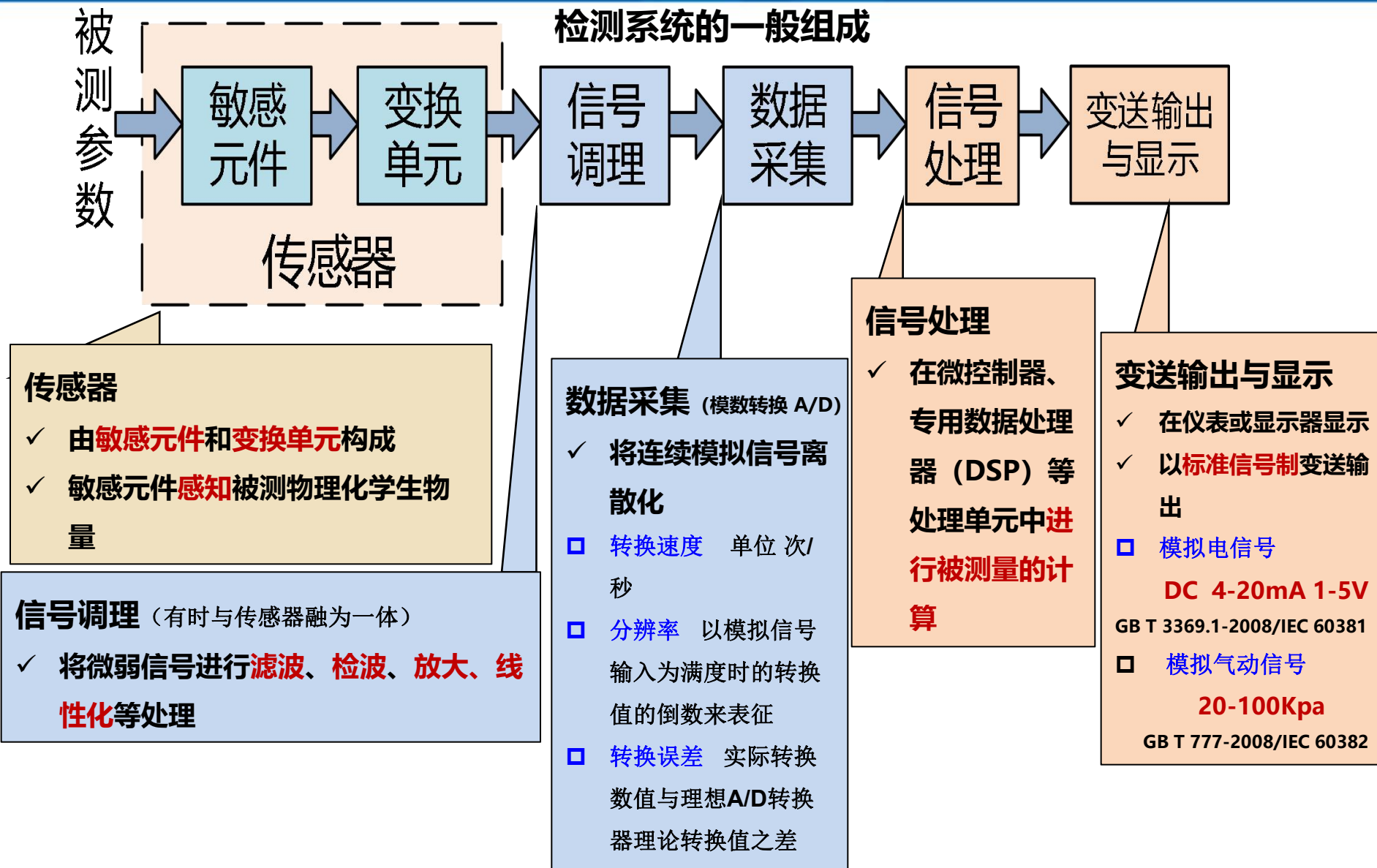
GB T 3369.1-2008/IEC 60381

□ 模拟气动信号

20-100Kp

GB T 777-2008/IEC 60382

1.2 检测系统的组成



第一章 绪论



1.1 传感器与检测的地位与作用

1.2 检测系统的组成

1.3 传感器与检测系统的分类及发展趋势

1.3.1 传感器与检测系统的分类

1. 按被测参量分类

- **电工量** 电压、电流、电功率、电阻、电容、频率、磁场强度、磁通密度等；
- **热工量** 温度、热量、比热、热流、热分布、压力、压差、真空度、流量、流速、物位、液位、界面等；
- **机械量** 位移、形状，力、应力、力矩、重量、质量、转速、线速度、振动、加速度、噪声等；
- **物性和成分量** 气体成分、液体成分、固体成分、酸碱度、盐度、浓度、粘度、粒度、密度、比重等；
- **光学量** 光强、光通量、光照度、辐射能量等；
- **状态量** 颜色、透明度、磨损量、裂纹、缺陷、泄漏、表面质量等。

以温度、压力、流量、物位、成分分析等参量的检测 展开本课程的后半部分

1.3.1 传感器与检测系统的分类

2. 按被测参量的检测转换机理分类

➤ 电磁转换

电阻式、应变式、压阻式、热阻式、电感式、互感式、电容式、阻抗式、磁电式、热电式、压电式、霍尔式、振频式、感应同步器、磁栅等；

➤ 光电转换

光电式、激光式、红外式、光栅、光导纤维式等；

➤ 其他能/电转换

声/电转换、辐射能/电转换、化学能/电转换等。

1.3.1 传感器与检测系统的分类

3 按使用性质分类

通常可分为标准表、实验室表和工业用表等三种

“标准表”：各级计量部门专门用于精确计量、校准送检样品和样机的标准仪表

“实验室表”：多用于各类实验室中，使用环境条件较好，往往无特殊的防水、防尘措施。对于温度、相对湿度、机械振动等的允许范围也较小

“工业用表”：是长期使用于实际工业生产现场的检测仪表与检测系统

1.3.1 传感器与检测系统的分类

分类方法	传感器的种类		说明
按被测参量分类	温度、压力、位移、流量、一氧化碳等		以被测参量命名
按转换机理（工作原理）分类	电阻式、电容式、电感式、压电式、热电式、光电式等		以转换机理命名
按基本效应分类	物理效应	物性型（湿敏、光敏、磁敏等）	
		结构型（变极距电容式、变气隙电感式等）	
	化学特性	气体、离子、电解度浓度等	
按输出信号分类	模拟式、数字式		
按是否需要电源供电分类	有源（能量转换型）、无源（需激励源）		
按使用性质分类	标准计量用、实验室用、工业用		

1.3.2 传感器与检测技术的发展趋势和方向

发展趋势

✓ **不断提高**检测系统的测量精度、量程范围、延长使用寿命、提高可靠性

提高测量精度



最小显示值为10 μ V

提高量程范围



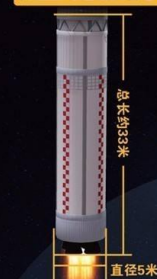
频率覆盖范围为0.38-40GHz

提高可靠性



2015年2月9日
我国长征五号运载火箭成功进行
芯一级动力系统试车

长征五号运载火箭芯一级产品



使用无毒无污染的
液态氧和液态氢作为推进剂

芯一级动力系统试车
是将产品按照飞行状态，
系固在火箭动力系统试车台进行点火
试验，主要考核和检验芯一级设计方
案正确性和工作协调性、可靠性，并
获取火箭力、热等环境数据分布情况



长征五号火箭
主要承担后续探月工程三期、
载人空间站等发射任务

地球同步转移轨道
运载能力14吨

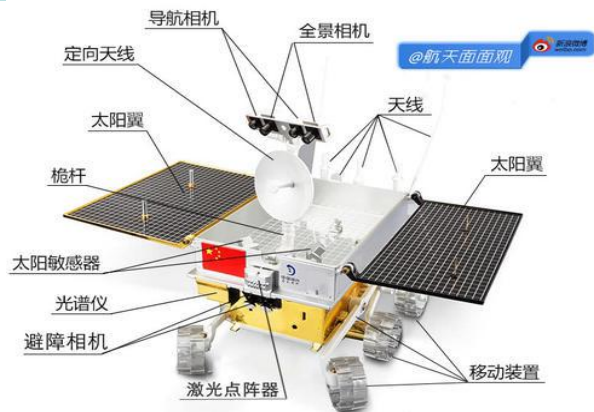
近地轨道运
载能力25吨

计划于2016年在我国海南
发射场择机进行首次飞行
试验

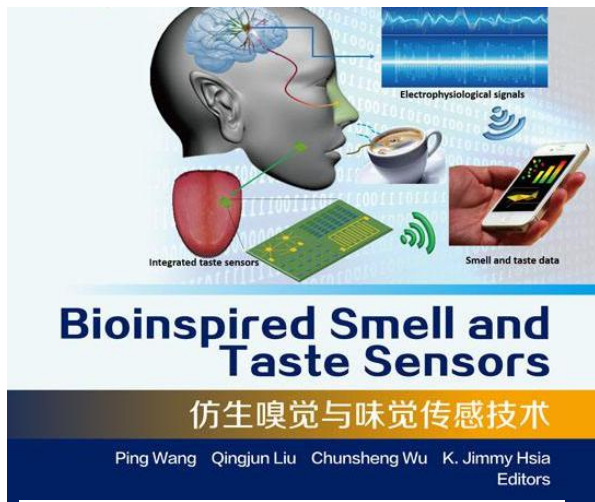
1.3.2 传感器与检测技术的发展趋势和方向

发展趋势

✓ 应用新技术和新的物理效应，**扩大检测领域**



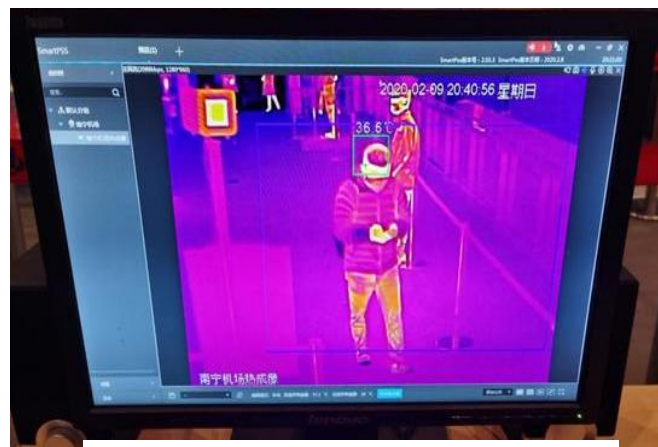
嫦娥四号探测器



仿生传感器



毫米波人体成像安检仪

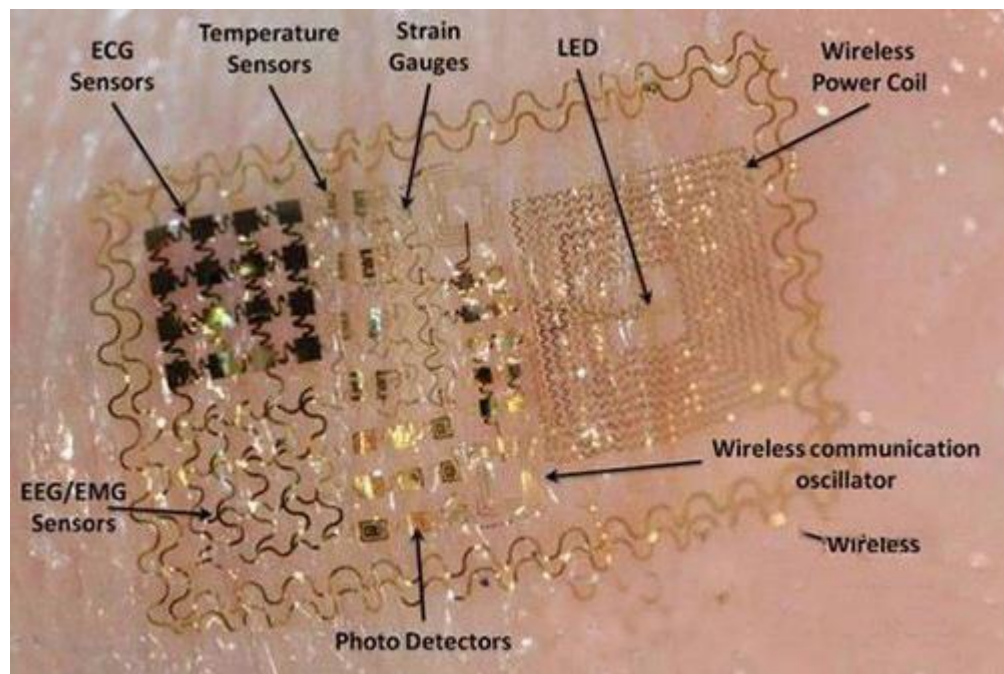


高精度热成像摄像机

1.3.2 传感器与检测技术的发展趋势和方向

发展趋势

- ✓ 发展集成化、功能化的传感器及检测系统



可穿戴“电子皮肤”--柔性仿生传感器

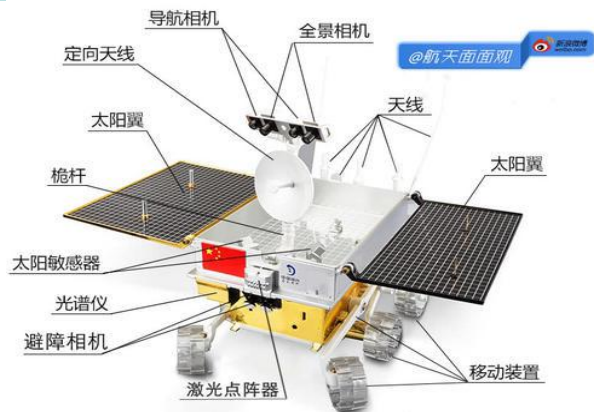


雷达阵列由多个阵元集成

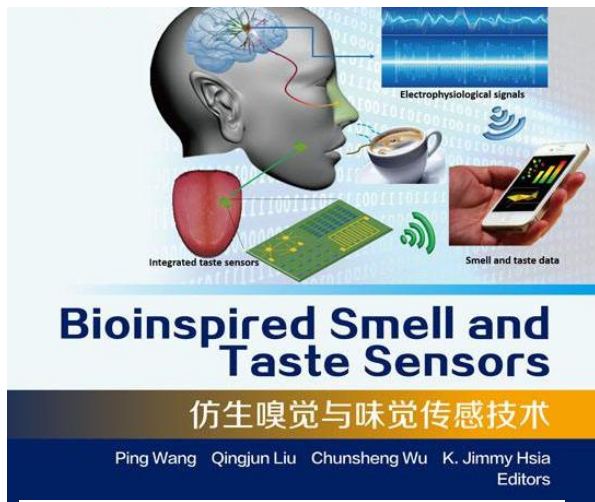
1.3.2 传感器与检测技术的发展趋势和方向

发展趋势

✓ 应用新技术和新的物理效应，**扩大检测领域**



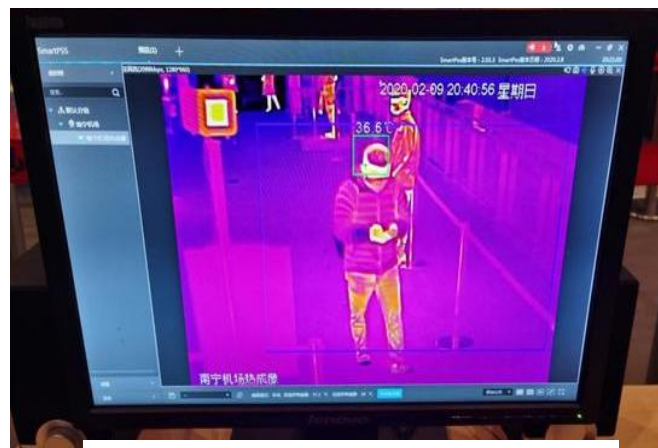
嫦娥四号探测器



仿生传感器



毫米波人体成像安检仪

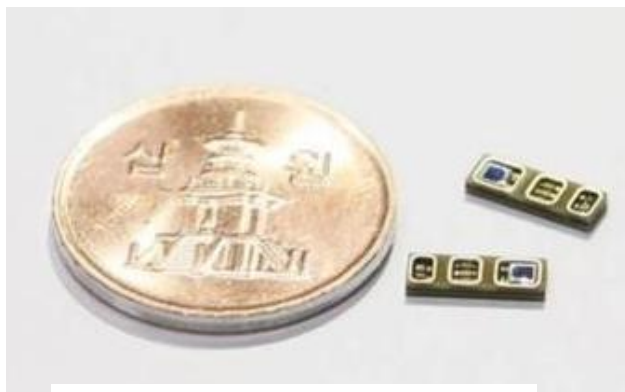


高精度热成像摄像机

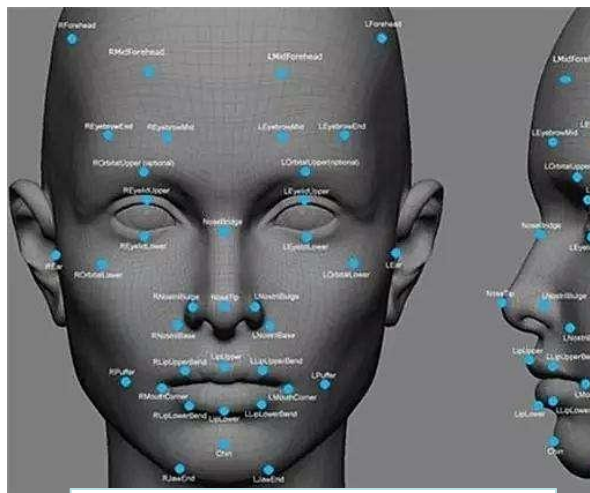
1.3.2 传感器与检测技术的发展趋势和方向

发展趋势

✓ 微型化、智能化、网络化



微型心率传感器



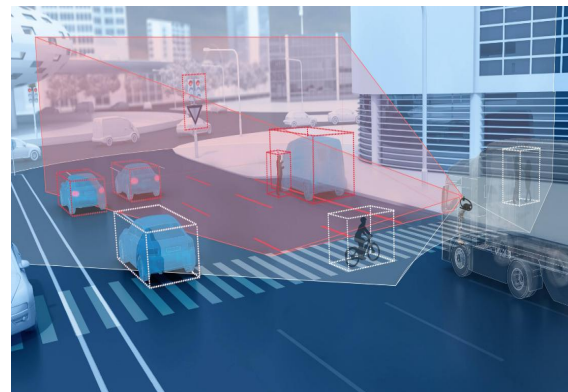
智能人脸识别系统



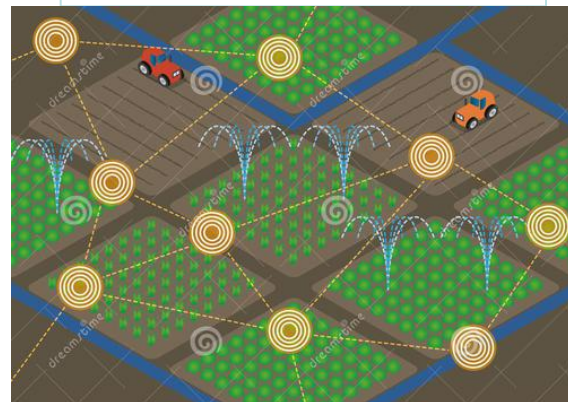
MEMS CMOS图像传感器



智能语音识别系统



车联传感器网络



智慧农业传感器网络