

⑨ 分析仪器。

⑩ 科学仪器。

⑪ 教学仪器。

⑫ 实验仪器。

其中嵌入式仪器是嵌入在某个系统中的，这个系统的主要功能不是作为仪器用于测量或检测的，但是绝对离不开测量，比如汽车各种电子控制单元（ECU），机器人的各种检测机构等。而测控仪器虽然也是把测量嵌入在系统中，但是这类仪器主要是根据测量数据进行处理后，将处理结果送给仪器另外的一大部件——执行器，进行相应的控制，这种功能是一般嵌入式仪器不具备的，嵌入式仪器也输出测量数据处理结果，但是它自身一般不具备执行部件。安全仪表是国际上较新发展的技术，目的是防止工矿业、核电等设施产生异常事故，以致危及人身与设备的安全。软拷贝仪器不直接输出测量数据，而是获得一个测量对象的拷贝，如扫描仪、照相机等。激励仪器不直接测量对象，而是给被测试测量对象如电子设备施加某种激励（如能量、信号等，前者如电源，后者如信号源）。而试验机作为一种仪器，用于一种产品或材料在投入使用前，对其质量或性能按设计要求进行验证。试验机主要是用于测量材料或产品的物理性能，比如钢材的屈服强度、抗拉强度、抗冲击韧性等。用于测量材料的化学性能或化学成分的仪器，一般叫作分析仪，不叫试验机。科学仪器是专门用于测量客观世界和人类自身、并且探究其规律的仪器。

（2）按照安装和移动性分为安装仪器和可携仪器，前者如水电气表，后者如便携式示波器等。

(3) 按照在生产、社会生活环节中的应用可以分为终端仪器和过程仪器，前者如频谱分析仪，后者如各种工业自动化仪器等。

(4) 按照向被测对象的介入以及对被测对象的损伤情况，分为无损测量仪器和介入式测量仪器。前者如传统的电磁测厚仪等，后者如医学中的介入式超声检测仪。

(5) 按准确度分：一般、精密和超精密。

(6) 仪器还有一种分类，叫一次仪器和二次仪器。一次仪器指传感器，二次仪器指放大、显示、信号处理与传递部分。二次仪器通常安装在仪器盘上，按安装位置又可分为盘装仪器和架装仪器。

(7) 按照我国 GB/T 4754—2011《国民经济行业分类标准》分，仪器大行业包括仪器及计量器具等 20 多个专业类别，即工业自动控制系统、电工仪器、光学仪器、计时仪器、导航制导仪器、分析仪器、试验机、实验室仪器、通用仪器元器件、农林牧渔仪器、地质地震仪器、气象海洋及水文天文仪器、核仪器、医疗仪器及设备、电子测量仪器、传递标准用计量仪器、衡器、船用仪表、汽车用仪表及其他通用仪器等。按产品的主要服务对象和领域分，通常把仪器大行业概括为生产过程测量控制仪表及系统、科学测试仪器、专用仪器、仪表材料和元器件四大类。而仪器技术一般包括工业自动化仪表、控制系统及相关测控技术，科学仪器及相关测控技术，医疗仪器及相关测控技术，电测、计量仪器及相关测控技术，各类专用仪器仪表及相关测控技术，相关传感器、元器件、制造工艺和材料及其基础科学技术等几大类技术。

(8) 按照是否智能，分为普通仪器和智能仪器。

1.3 智能仪器

1.3.1 定义

定义智能仪器必须要在“智能”一词上下工夫。智能用来修饰仪器，本质上是一个仿生学的概念，实质就是人或某些高等动物的智能物化为仪器的功能，或者说仪器模拟人或高等动物的智能，实现人工智能，是人工智能理论的一种具体应用和拓展。而人类的智能是多方面的，多元化的，比如语言智能、逻辑智能、运动智能、表演智能、社交智能、商业智能、学习智能、自我控制智能等。人工智能的理论研究成果最终要靠计算机来实现，而到目前为止，计算机还是电子计算机，分子计算机、DNA 计算机、量子计算机、光子计算机还在研究中，还没有走出实验室，更没有实用化。电子计算机所能够实现的人工智能，主要还是逻辑智能，包括数字（理）逻辑和模糊逻辑。所以，智能仪器定义为：具有智能检测和处理内核的仪器就叫智能仪器。此处的智能主要指逻辑智能。智能仪器具有类似人类或某些高等动物的感知、记忆、分析、辨识、思维、行为等功能，其感知部件就是检测系统，记忆部件就是存储系统，分析思维部件就是计算机的逻辑运算和控制系统，行为部件就是仪器的控制机构。

1.3.2 分类

从体系结构来分，智能仪器有嵌入式和平台式两大类。前者是狭义的智能仪器，后者是广义的智能仪器。嵌入式智能仪器以测量对象为中心，平台式以仪器为中心。嵌入式智能仪器是将计算机（或微处理器）嵌入仪器内，之所以说它智能，是因为使用了计算机，而计算机具有存储器、运算器，因此它具有记忆功能和数字逻辑功能——计算机也是人工智能技术的

一个成果，仅此而已，至于它有没有使用人工智能及其他相关理论技术，另当别论。嵌入式智能仪器又分为三种：一种是以专用嵌入式微处理器如 ARM 系列为核心，其内部含有嵌入式操作系统；一种是以通用单片机或 SOC 为核心，第三种是以 FPGA、DSP、CPLD、ASIC 等为核心，后两种有或者没有嵌入式操作系统。平台式智能仪器是将仪器组件或模块嵌入计算机内，本质就是通常所说的虚拟仪器。根据计算机的形式，分为 PC 智能仪器（通常所说的个人仪器），仪用总线（GPIB、VME、VXI、PXI、LXI 等）机箱式仪器，工控机式仪器，服务器/工作站式仪器。

1.3.3 主要特点

(1) 计算机是基础和根本，综合多种高新技术。

(2) 软件在仪器系统中的功能和作用占很大比重，硬件软件化，同时又催生新的更先进、更高性能的硬件。

(3) 多功能、高性能集成。

(4) 最先采用最新理论技术成果，同时推动新的科学研究和技术开发。

(5) 呈现出哑铃式发展趋势：一端是微型化厘米化，一端是多核、并行、分布多功能巨型化集成系统。前者如医疗微创诊治仪器，后者如航空航天或远洋监测仪器。

(6) 设计理念、设计方法、加工工艺不断创新，设计技术和支撑平台先进。

1.3.4 推动智能仪器发展的主要动力和技术

1. 主要动力

主观上，各种检测、测试、测量、计量、监测、监控要求日益严格，更加严密、科学的测量方法等，对仪器智能化提出需求；客观上，日益增加的测试测量领域、对象及其属性，越来越复杂多变的测量原理、过程，对测量仪器智能化提供了发展契机和动力。

2. 主要技术

传感器技术，材料技术，电子尤其是微电子技术和大规模集成电路设计与应用技术，如 DSP、FPGA、CPLD、ASIC 等，微计算机技术，紫色控制技术，软件工程技术，计算智能，仪器总线、现场总线、工业以太网和互联网技术，通信技术等。

发达工业国家都把智能仪器技术列为国家发展战略。目前智能仪器发展呈现两大趋势：一是创新驱动发展，随着传感技术、数字技术、互联网技术和现场总线技术的快速发展，采用新材料、新机理、新技术的传感器与仪器仪表实现了高灵敏度、高适应性、高可靠性，并向嵌入式、微型化、模块化、智能化、集成化、网络化方向发展。二是企业形态呈集团化垄断和精细化分工的有机结合，一方面大公司通过兼并重组，逐步形成垄断地位，既占据高端市场又加速向中低端市场扩张，掌控技术标准和专利，引领产业发展方向；另一方面小企业则向“小（中）而精、精而专、专而强”的方向发展，技术和产品专一，独占细分市场，服务面向世界。

1.3.5 智能仪器发展主要趋势

- (1) 仪器测量领域广泛化、深入化、立体化和空间化，测控范围系统化、全球化。
- (2) 仪器测量对象精细化、被测量微观化。

(3) 仪器测量数据采集和处理数字化、实时化、分布化和远程化、多维化、智能化、自动化。

(4) 仪器测量单元模块化、微型化、计算机化、便携化，仪器模块设备、系统集成化和集成化、多功能化、高性能化。

(5) 仪器测量数据存储与管理数据库化、专业化、科学化、规格化、标准化。

(6) 仪器测量数据传播与应用信息化、网络化、无线化、多样化、社会化。

1.3.6 我国智能仪器产业迫切需要解决的关键技术

1. 新型智能传感器技术

包括固态硅传感器技术、光纤传感器技术、生物芯片技术、基因芯片技术、图像传感器技术、全固态惯性传感器技术、多传感器技术等。重点发展新原理、新效应的传感技术，传感器智能技术，传感器网络技术，微型化和低功耗技术，以及传感器阵列及多功能、多传感参数传感器的设计、制造和封装技术。

2. 工业无线通信技术和控制网络技术

工业无线通信网络作为有线工业通信网络的补充，已经得到普遍认同。在这一领域的重点是工业无线通信网络标准的制订、工业无线通信网络认证技术，以及控制网络理论技术的研发与应用。

3. 功能安全技术及安全仪表技术

功能安全技术及安全仪表是国际上最近发展的新技术，目的是防止工业设施产生异常事

故，以致危及人身与设备的安全。

重点发展的产品包括达到整体安全等级 SIL3 的控制系统、温度变送器、压力/压差变送器、电动执行机构/阀门定位器的开发与应用，以及安全仪表系统评估技术方法研究和评估工具的开发。

4. 精密加工技术和特殊工艺技术

我国高中档检测设备与国外的差距很大程度上是精密加工和特殊工艺技术的差距。当前的重点是多维精密加工工艺，精密成型工艺，球面、非球面光学元件精密加工工艺，晶体光学元件磨削工艺，特殊光学薄膜设计与制备工艺，精密光栅刻划复制工艺，特殊焊接、粘接、烧结等特殊连接工艺，专用芯片加工技术，MEMS 技术，全自动微量、痕量样品分析与处理技术，机器人测量技术等。

5. 分析仪器功能部件及应用技术

对分析仪器的关键部件，如检测器、四级杆、高压泵、阀门、磁体、专用光源和电源、全自动进样器、长寿命高灵敏电极、中阶梯光栅、高精度电子引伸计等关键零部件进行攻关，提高仪器整机的稳定性和可靠性。同时开发针对不同应用领域的谱图和数据库。

6. 人工智能技术

智能化技术的特点是：具有自校准、自检测、自诊断、自适应功能；具有复杂运算和误差修正的数据处理能力；具有自动完成指定测量任务的功能；用于科学测试仪器和控制系统的专家系统软件等。

7. 系统集成和应用技术

当前应重点发展不同生产厂商控制系统之间的无缝连接集成技术；大型项目的自动化设备主供应商应具备项目策划、设计、组织、采购、验收、调试等项目管理技术。

1.3.7 智能仪器的主要应用

(1) 电子测量。

(2) 通信测量。

(3) 产品检验、测试认证。

(4) 企业生产过程和产品全寿命周期测试测量以及工矿业过程测控、功能安全保障，如智能矿山/井（物联网矿山、数字矿山）中的应用。

(5) 机器、设备、设施故障预测与健康健康管理。

(6) 科学实验和教学实验。

(7) 计量。

(8) 人类社会日常生活品质保障（如环境空气质量、食品安全等）和公共安全检测、监测。

(9) 智能电网、智能交通、智能家居、智能医疗、智慧医院、智能楼宇和智慧城市。

(10) 刑事侦查和法学鉴别。

(11) 机器人。

(12) 汽车、飞机、轮船等平台测控。

(13) 科学考察、地质勘探、物种发现、考古求证。

(14) 灾害预测预警预报。

(15) 气象、天文、水土检测和监测。

(16) 国防军事、航空航天、火箭发射以及远洋测量。

.....

其中，国防军事应用的一个方向就是机器间谍和机器武器。机器间谍如图 1.4 所示的



机器昆虫和图 1.5 所示的掌上无人机。机器武器比如机器鱼、机器蛇等，它们是利用仿生学原理制成的水雷或鱼雷。

图 1.4 机器昆虫

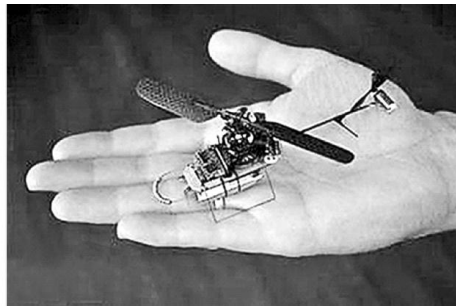


图 1.5 掌上无人机

习题与思考一

1. 什么是测量？
2. 简述仪器及其发展趋势。
3. 什么是智能仪器？
4. 简述智能仪器的发展现状与未来。
5. 简述智能仪器的应用领域。

