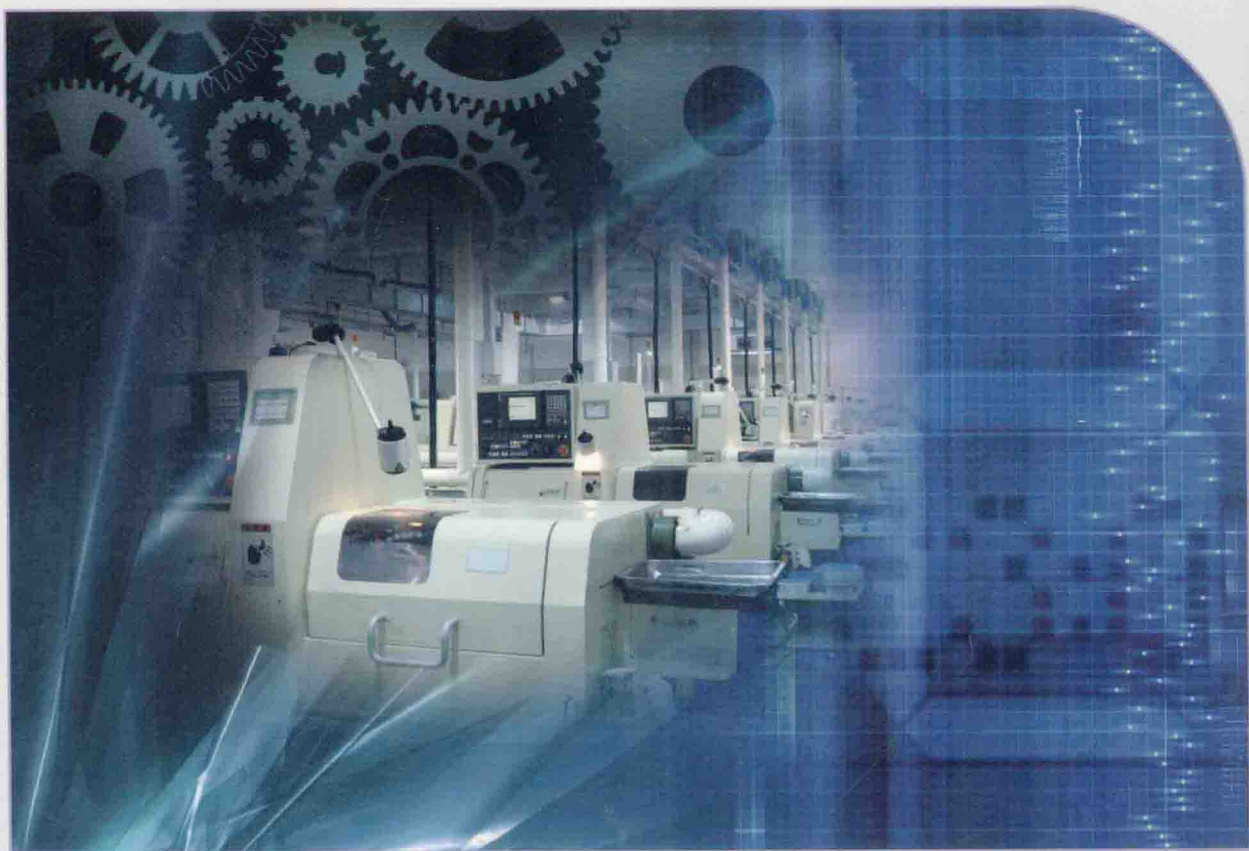




机电一体化测试技术

JIDIAN YITIHUA CESHI JISHU

张澧生 张 华 秦志强 编著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

机电一体化测试技术

张澧生 张 华 秦志强 编著

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书按照机电一体化技术中常见的测试对象和测试参数逐次展开,重点介绍温度、压力、速度、位移和振动等参数的测量技术与方法。全书共分8章,首先介绍通用的传感器应用技术开发平台;然后依次介绍温度、压力、旋转运动、直线位移、振动和自动化生产线中常用的传感器和测试技术;最后介绍各种测试信号的分析和处理方法。本书每一章都按照任务的方式展开,按照实践、归纳、推理和再实践的方法不断强化读者对机电一体化测试技术的应用创新能力。

本书可作为本科院校“传感器技术及应用”“机电一体化测试技术”等相关课程的学习教材和教学参考书,也可以作为工程训练、电子制作的实践教材和相应专业课程的实验配套教材,同时还可以供广大希望从事智能仪器仪表、工程测试系统开发的学生或者个人自学使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机电一体化测试技术/张澧生,张华,秦志强编著. —北京:北京理工大学出版社, 2014.8

ISBN 978-7-5640-9683-0

I. ①机… II. ①张… ②张… ③秦… III. ①机电一体化-测试技术-教材
IV. ①TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第217034号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址/http://www.bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京高岭印刷有限公司

开 本/787毫米×1092毫米 1/16

印 张/10

字 数/231千字

版 次/2014年8月第1版 2014年8月第1次印刷

定 价/38.00元

责任编辑/张慧峰

文案编辑/张慧峰

责任校对/周瑞红

责任印制/马振武

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

Qianyan

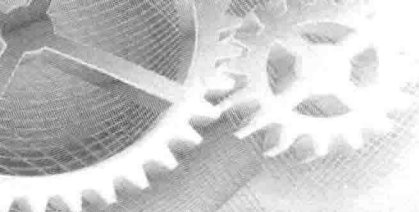
机电一体化又名机械电子工程,普通高校的相关专业都叫做机械电子工程。机电一体化是20世纪70年代由日本提出来的用于描述机械工程和电子工程有机结合的一个术语。在工业发达国家,不论是大学还是职业技术学院,都已经认识到,未来的工业系统,尤其是先进的机电系统的设计、制造、运行和维护,将属于那些懂得怎样去优化和控制机械和电子系统之间联系的人。因此,机电一体化人才除了必须懂得机械和电子的相关知识外,还必须掌握机械与电子之间的联系以及系统集成、优化和控制方法。

机电一体化教育的核心内容在高等学校都是相同的,都是要向学生传授机电一体化相关知识和技能,只是程度的深浅不同。普通本科院校希望培养学生具有机电一体化系统的分析、设计和制造能力,而高职机电专业的教育则定位于培养学生对某些典型机电系统的分析、维护和检测维修能力。这两种能力的真正培养,都依赖于学生对机电一体化系统的组成、结构和各组成部件之间的联系有比较深刻的理解和掌握。因此,从能力或者技能的培养角度看,普通本科机械电子专业培养的技能或者能力必须包含高职机电一体化专业培养的技能或者能力,反过来说高职机电一体化专业培养的能力是普通本科院校培养能力的子集。

无论是本科还是高职的机电一体化专业教育,目前基本上是相对独立地借鉴原有机械工程和电子工程的教学内容和教学方法,而对于如何培养学生掌握机械和电子之间的联系并对系统进行优化和控制的能力,却总是缺乏很好的经验和方法,而这恰恰是机电一体化的精华所在,这也许是我国机电一体化教育思想和教育实践比较落后的真正原因。

要真正搞好机电一体化教育,必须从机电一体化的系统特征出发,采用基于机电一体化工程系统的教学实训方法,也称为基于工程对象的工学结合教学方法或基于项目的教学法。基于工程系统的教学实训方法是第二次世界大战后随着系统论、控制论和信息论的同时发现并不断应用于工程实践而出现的工程教育方法论。对信息、控制和系统的认识和发现,深刻改变了人们对整个世界的根本看法,世界不仅存在着和运动着,而且是一个包含着丰富信息内容的不断发展和创生着的世界。世界是一个大系统,而且世界的内部处处是子系统。信息论与系统论的发现不仅使信息工程、控制工程和系统工程成为现代工程教育的一个独立专业,同时也成为其他创新工程专业所必备的专业基础课程。机械电子工程(机电一体化工程)就是传统的机械工程、信息与控制技术结合产生的创新工程学科,而且已经成为工程学科的核心内容。

在信息与控制技术出现以前,人们认识自然和改造自然的方法主要是以经典自然科学为



基础的机械方法。机械方法把自然或人工系统看作互不联系的各个部分简单相加的总和，把系统的运动看作是一个个孤立过程的总和，即机械的世界观和方法论。机械的世界观决定了工程教育的内容就是工程世界的机械模型，它把工程教育分解成一门门孤立的课程和实践，然后通过简单的相加，以期获得工程教育的目的。由于历史与政治的原因，我国现行的教育体系和教育思想仍旧是以机械的世界观和方法论为基本指导思想；而在教育发达国家，随着信息和控制技术向各种传统学科的渗透，相应的传统工程和创新工程专业的教学思想都已经完成了从机械的方法论向系统的方法论转变。

只有按照系统方法论的观点对机电一体化专业进行改革，才能从根本上改变机电一体化专业教学思想和教学方法，使之与现有的工业发展需求相匹配。系统方法论的观点就是将机电一体化专业的专业基础课和专业课的教学和实验放到某个具体的、典型的机电对象系统中进行，而不是分割教学、分割实践。这样通过多门课程同时实践一个典型机电对象或研究系统，有助于学生理解专业、课程之间的内在联系，整体和部分之间联系，让学生在掌握和理解单门课程知识的同时，掌握系统工程的方法。

机电一体化专业教育作为整个工程教育的一个子系统，遵从工程教育的一般规律与方法，而且只有站在整个工程教育的高度来全面系统地思考机电一体化教育改革问题，才能从根本上解决好机电一体化专业教育的本质问题。对机电一体化专业教学课程体系的改革和实践其实也就是对整个工程教育改革的实践探索，通过实践来检验我们倡导的工程教育改革的理念和方法的正确性。

机电一体化创新实践教材是根据系统论设计和编写的一套工学结合教材，包括五门课程，按照系统层次特点，循序渐进，并行推进，并结合具体的机电一体化工程对象，做中学，学中做，最大限度地提高学生的学习兴趣和学习的主动性。具体教材列表如下所示。

机电一体化创新实践教材

教材类型	教材名称	教学课时	教学实践项目	配套平台
基础入门	C 语言原来可以这样学	80 学时	教学机器人竞赛	C 语言教学机器人
专业基础	单片机技术及应用	60 学时	智能机器人和仪表制作	单片机教学机器人
	机电一体化测试技术	60 学时	工业传感器应用	传感器测试平台
专业课	机电一体化技术与应用	60 学时	典型机电一体化设备的 组装和调试	XY 工作台的编程、 调试控制平台
	数控机床的装配与调试	80 学时	典型数控机床的装配和调试	三坐标数控铣床装调套件

因为是创新实践教材，所以每本教材都必须配套相应的硬件设备方能达到最佳的教学效果。前两本教材使用同一类教学机器人套件，只是单片机教学机器人套件包含了更多的项目配件，这样除了便于读者循序渐进地学习以外，也是为了节约读者的成本支出，虽然这个支



出在目前的商业社会中显得微不足道。机电一体化测试技术使用的是一些典型的缩微机电一体化系统模型,包括转子台和直线运动模块等,通过数据采集模块和 LabVIEW 软件对这些模型的运动参数进行测量。专业课平台使用的都是数控工作台,不同点是控制平台不同。机电一体化平台使用 PC 和运动控制器来控制,便于掌握和了解机电一体化设备的控制原理、控制思想和控制部件;而数控机床的装配和调试则采用的是完整的数控系统,同工业的数控装备接轨。这些项目所需要用到平台可以从网站 www.szopen.cn 上查询到。

机电一体化的教学改革是一项长期复杂的系统工程,需要我们不断地实践、归纳、修改和再实践。本套教材的出版只是我们长期改革实践的第一步,其中肯定有许多问题和不足,我们真诚地欢迎读者和用户在使用过程中指出,以利于我们不断地改进。

本教材的结构和内容与传统教材完全不同,具有如下风格和特点。

① 将机电一体化测试技术的教学与日常生活和工业生产紧密结合,便于读者提升学习兴趣和热情;

② 将机电一体化测试应用项目与单片机技术、C 语言程序设计结合,便于读者最终掌握基本数字仪器仪表和智能仪器仪表的开发和设计方法,达到学以致用和承前启后的教学目的;

③ 从简单的数字或者智能仪表逐步过渡到复杂的虚拟仪器仪表的设计和测试,便于学生循序渐进地掌握机电一体化测试技术。

本教材的出版,对各级高等院校都可以借鉴和采用,具体的教学安排完全可以根据学校原有的教学计划进行,只是上课的方式和一些内容需要进行调整,不必再单独开设理论和实验课程,最好项目拓展课程可以根据每个学校的情况灵活设置,没有必要统一。

由于时间与水平所限,书中难免有不妥之处,敬请批评指正。

编者

第1章 机电一体化测试平台的构建	001
任务1 寻找日常生活中常用的传感器	002
任务2 了解常见机电一体化装备中使用的传感器	003
任务3 探究常见传感器的基本原理	004
任务4 认识基于单片机的机电一体化测试开发平台	004
任务5 构建通用机电一体化测试应用开发平台	005
工程素质和技能归纳	011
第2章 温度的测量及常用传感器	013
任务1 环境温度的测量和数字温度计的制作	013
任务2 体温测量	025
任务3 应用 9015 三极管进行温度测量	033
工程素质和技能归纳	037
第3章 力和压力的测量	038
任务1 称重传感器及电子秤的制作	038
任务2 硅压力传感器及其应用	047
任务3 扭矩传感器及其应用	050
工程素质和技能归纳	051
第4章 旋转运动测量及其传感器	054
任务1 直流电机转速测量——CS3020 霍尔磁性开关的应用	054
任务2 红外光电传感器测量转速	060
任务3 磁电传感器测量转速	065
任务4 光电编码器测量转速	069
工程素质和技能归纳、拓展	072

目 录

Contents

第5章 距离测量及其传感器	075
任务1 超声波传感器测量位移	075
任务2 红外传感器测量位移	078
任务3 光栅尺传感器测量直线位移	081
任务4 电涡流传感器静态特性测距	085
任务5 电涡流传感器距离测量实验及误差分析实验	090
任务6 模拟霍尔位置传感器静态特性测量实验	092
任务7 模拟霍尔位置传感器位移测量及误差分析实验	095
工程素质和技能归纳、拓展	098
第6章 振动测量及其传感器	103
任务1 振动速度传感器及其应用	103
任务2 振动加速度传感器及其应用	106
任务3 加速度传感器与悬臂梁的固有频率测量	108
工程素质和技能归纳、拓展	111
第7章 工业物流自动线及其传感器	115
任务1 用霍尔开关进行转速测量	115
任务2 光电对射式传感器转速测量	117
任务3 光电反射式传感器——物件计数	119
任务4 涡流接近开关传感器——金属物件检测及计数	121
任务5 色标传感器——物件颜色检测	123
第8章 测试信号的分析 and 处理	126
任务1 基于数学表达式的信号生成	126
任务2 采样信号量化误差分析	128
任务3 频率混叠和采样定理	130
任务4 典型信号的时域统计分析	132

任务 5 典型时域信号的频域分析	134
任务 6 周期信号波形的合成与分解	136
任务 7 窗函数及其对频谱的影响	137
任务 8 数字滤波	142
附录 A 本书所使用的设备及配件清单（设备、模块、传感器和 元器件包）	144
附录 B 开放式传感器电路实验平台使用说明	146

第1章 机电一体化测试平台的构建

学习情境

机电一体化装备已经无处不在，小到家用的电冰箱、自动洗衣机和微波炉，大到工厂的数控机床和工业机器人，再到更加巨大的自动飞行器，都是典型的机电一体化系统。机电一体化系统能够正常工作的基础，就是系统能够准确、实时地获取系统的各种状态信息。机电一体化测试技术讲的就是如何利用传感器获取机电一体化系统状态信息，并进行分析和显示的技术与手段。至于如何利用这些状态信息进行系统的控制则属于后续机电一体化课程的内容。

现在，传感器已经广泛渗透到人类社会的方方面面，例如工业生产、资源勘查、国防建设、宇宙开发、医学诊断、文物保护等。然而要学好应用传感器进行机电一体化系统的状态参数测试，仅仅学习和掌握传感器的原理是远远不够的。

学习机电一体化测试技术，必须从具体的应用项目开始。要完成具体测试应用项目，离不开测试平台和测试手段。本书首先以基础的单片机作为传感器应用测试开发平台，再过渡到构建通用的基于PC和虚拟仪器LabVIEW的机电一体化测试平台。因此，本书的读者必须具有基础的单片机（C51或者AVR）应用开发能力和C语言程序设计能力。

许多机电一体化测试中使用的大批量小型智能仪器仪表产品都直接采用单片机进行开发，这样不仅可以大幅度降低生产成本，而且可以提高产品的可靠性和效率。本课程就首先引领大家从已经掌握的单片机技术和C语言技能出发，结合现代传感器技术，学习和掌握如何基于单片机来开发小型智能仪表。

对于许多大中型的机电一体化装备，则需要利用各种先进的传感器和测量技术对其进行测试，这类测试系统往往都是基于PC和虚拟仪器，这样不仅灵活，而且可以非常方便地进行系统升级。本课程在引领读者进行小型智能仪器仪表产品的开发后，逐步过渡到复杂测量系统的构建和现代机电一体化测试技术的应用，达到掌握整体机电一体化测试技术及应用方法的目标。

本章首先探究日常生活和工业生产中常用的传感器测试技术，然后介绍基于单片机的传感器测试开发平台，最后介绍如何构建基于数据采集模块和虚拟仪器的通用测试与应用开发平台。

任务1 寻找日常生活中常用的传感器

1. 冰箱中用的温度传感器

冰箱以较低的储藏温度来保存食物。正常情况下,冰箱内主要冷藏空间的温度应控制在 7°C 以下、冻结温度以上(平均温度为 5°C);冷冻室的温度则应维持在 -18°C 以下,才能有效达到冷冻冷藏的目的。

那么冰箱是如何控制温度的呢?首先必须有温度传感器来测量冰箱内冷藏室和冷冻室内的温度,然后将测量的温度与预设的参考温度进行比较,将比较结果送入温度控制器中进行计算,计算的结果将决定制冷设备工作还是不工作,如果工作,那么以多大的功率驱动制冷设备。

冰箱内的温度传感器采用的是数字化温度传感器,这种传感器是一种经过集成封装的传感器,采用单总线协议,即与微控制器(或者说单片机)接口仅占用一个I/O端口,无须任何外部元件,传感器直接将温度转化成数字信号传送给单片机,大大简化了微控制器与传感器的接口。

下面以美国Dallas半导体公司WZP系列数字化温度传感器DS18B20为例,介绍其产品特性。

- (1) 适应电压范围为 $3.0\sim 5.5\text{ V}$,寄生电源方式下可由数据线供电。
 - (2) 单线接口方式,DS18B20在与微控制器连接时仅需要一条接口线即可实现双向通信。
 - (3) 支持多点联网功能,多个DS18B20可以并联在唯一的三线上,实现网络多点测温。
 - (4) 在应用时不需要任何外部元件,全部传感元件及转换电路集成在形如一只三极管的集成电路内。
 - (5) 测温范围为 $-55^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$,在 $-10^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 时精度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。
 - (6) 可编程的分辨率为 $9\sim 12$ 位,对应的可分辨温度分别为 0.5°C 、 0.25°C 、 0.125°C 和 0.0625°C ,可实现高精度测温。
 - (7) 在 9 位分辨率时最多在 93.75 ms 内把温度值转换为数字,12位分辨率时最多在 750 ms 内把温度值转换为数字。
 - (8) 测量结果直接输出数字温度信号,以“一线总线”串行传送给CPU,同时可传送CRC校验码,具有极强的抗干扰纠错能力。
 - (9) 负压特性:电源极性接反时,芯片不会因发热而烧毁,但不能正常工作。
- DS18B20具有三种封装方式,如图1-1所示。

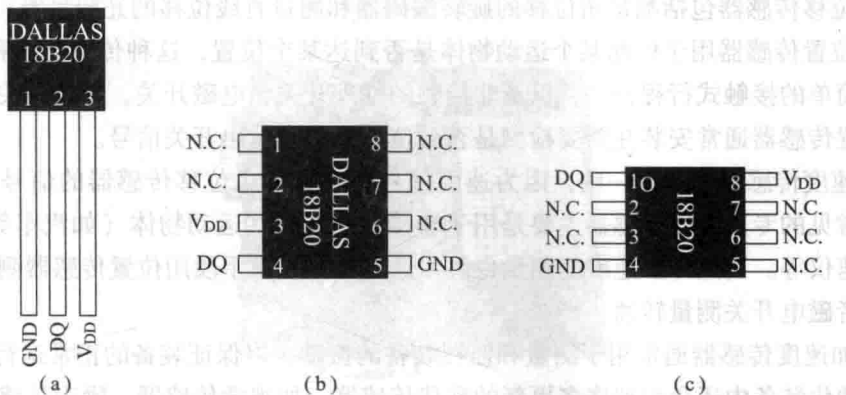


图 1-1 DS18B20 三种封装方式

(a) TO92; (b) SO (150mils); (c) μSOP

2. 空调中的温度传感器

空调的制冷原理同冰箱基本一样，只是其控制的温度通常比冰箱的高。空调中采用的温度传感器为负温度系数热敏电阻，简称 NTC，其阻值随温度升高而减小，随温度降低而增大，25℃时的阻值为标称值。如图 1-2 所示为环氧封装系列 NTC 热敏电阻。

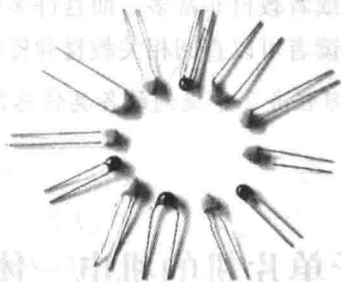


图 1-2 环氧封装系列 NTC 热敏电阻

该你了——参照冰箱中使用的温度传感器的产品特性介绍方法，在网络上查询空调中常用温度传感器的产品特性参数，并归纳出描述温度传感器的关键技术参数有哪些。

任务 2 了解常见机电一体化装备中使用的传感器

现代机电一体化装备的自动化程度越来越高，传感器也用得越来越多。根据机电一体化装备系统的特征来分类，可以分为制造装备系统、流程装备系统两大类。这两大类装备系统中常用的传感器也有所不同。制造装备系统主要指各种数控装备，其中用得最普遍的传感器包括力传感器、位移传感器、位置传感器、速度传感器和加速度传感器等。

(1) 力传感器用来测量重量或者压力等。



(2) 位移传感器包括测量角位移的旋转编码器和测量直线位移的光栅尺等。

(3) 位置传感器用于检测某个运动物体是否到达某个位置,这种传感器的种类非常多,包括最为简单的接触式行程开关,以及非接触的红外开关、电磁开关、光电开关和霍尔传感器等。位置传感器通常安装在需要检测是否到位的地方,输出开关信号。

(4) 速度传感器种类少一些,因为速度信号通常可以由位移传感器的信号经过一次微分获得。常见的专用速度传感器主要是用于非接触测量某些运动物体(如汽车等)的速度,如激光测速仪等。当然许多速度的测量也可以通过一些技术手段用位置传感器测量,如用光电开关或者磁电开关测量转速。

(5) 加速度传感器通常用于测量和监视装备的振动,以保证装备的正常运行。

在自动化装备中还会用到许多更新的现代传感器,如视觉传感器、噪声传感器等。视觉传感器已经单独成为一个庞大的学科,在本书中不做详细介绍。

流程装备系统主要包括石油化工行业的生产线和反应炉,冶金行业的生产线等,这些系统中最为常用的传感器就是温度传感器、流量传感器、压力传感器及物性传感器等。由于流程工业的特殊性,本教材不做介绍。

任务3 探究常见传感器的基本原理

用于介绍传感器原理的书籍或者教材非常多,而且许多传感器的原理在物理课程中已经提及,这里不再重复,有兴趣的读者可以查阅相关教材和资料。



该你了——查阅和复习任务2中提到的各类传感器的工作原理,各种传感器的主要生产厂家和关键技术参数。

任务4 认识基于单片机的机电一体化测试开发平台

对于许多用于机电一体化测试的小型智能仪器和仪表而言,单片机和传感器是最重要的组成部件。而对智能仪表这类产品而言,最重要的是性能和价格比。因此,如何针对具体应用项目选择合适的传感器、单片机或者微控制器,也是学习机电一体化测试技术和应用的重要技能。本书选用本系列教材《C语言原来可以这样学》和《单片机技术及应用》中使用的单片机及其教学板作为机电一体化测试开发平台。

1. C51/AVR 双单片机教学板

C51/AVR 双单片机教学板(图1-3)涵盖了由“AT89S52”组成的51单片机最小系统和由“ATMEGA8”组成的AVR单片机最小系统,可以根据项目的需要灵活选择,即可以在一个平台上完成多种类型的基于单片机的机电一体化测试应用开发项目。本书根据前面课程的教学内容安排,也选用AT89S52作为开发平台。在本书的项目开发中,主

要用到如下几个接口。

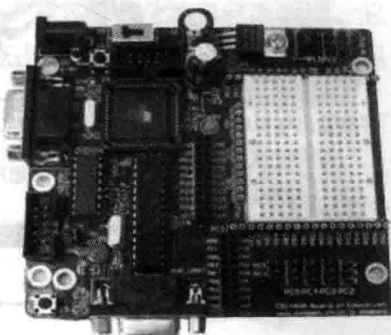


图 1-3 C51/AVR 双单片机教学板

- (1) RS232 接口, 实现与计算机进行串行通信。
- (2) ISP 接口, 实现在系统中编程。
- (3) 20PIN 排母接口, 实现与显示设备(如 LCD 液晶屏)的连接。
- (4) 47 mm × 36 mm 的实验面包板, 结合单片机各 I/O 口, 可搭建电路, 并与各种传感器连接。

2. 开发板技术参数

开发板技术参数主要包括以下几个。

- (1) 主控芯片: AT89S52。
- (2) 编程开发环境: KEIL C。
- (3) 电源: 6~9 V 直流电源。
- (4) 主芯片工作电压: 4.5~5.5 V。
- (5) 晶振: 11.059 2 MHz (89S52)。
- (6) 尺寸: 102 mm × 97 mm。

任务 5 构建通用机电一体化测试应用开发平台

图 1-4 所示为现代通用机电一体化测试应用开发平台。该平台为所有需要学习机电一体化测试技术及其应用的相关专业学生提供了一套通用的软硬件开发平台, 能有效地提高学生的动手实践能力和动脑设计能力。该平台主要包括测试对象、传感器、数据采集仪、计算机和虚拟仪器等几部分。另外, 为了深入探究传感器信号的处理过程, 在传感器部分提供一个传感器开放电路实验模块。

下面简要介绍其中几个共性核心模块, 即多路输出电源模块、数据采集模块、虚拟仪器软件平台和传感器开放电路模块, 并简要介绍这些模块之间的连接和使用方法, 为构建测试平台做准备, 而传感器和测试对象等内容则放在后面章节的测试任务中详细介绍。

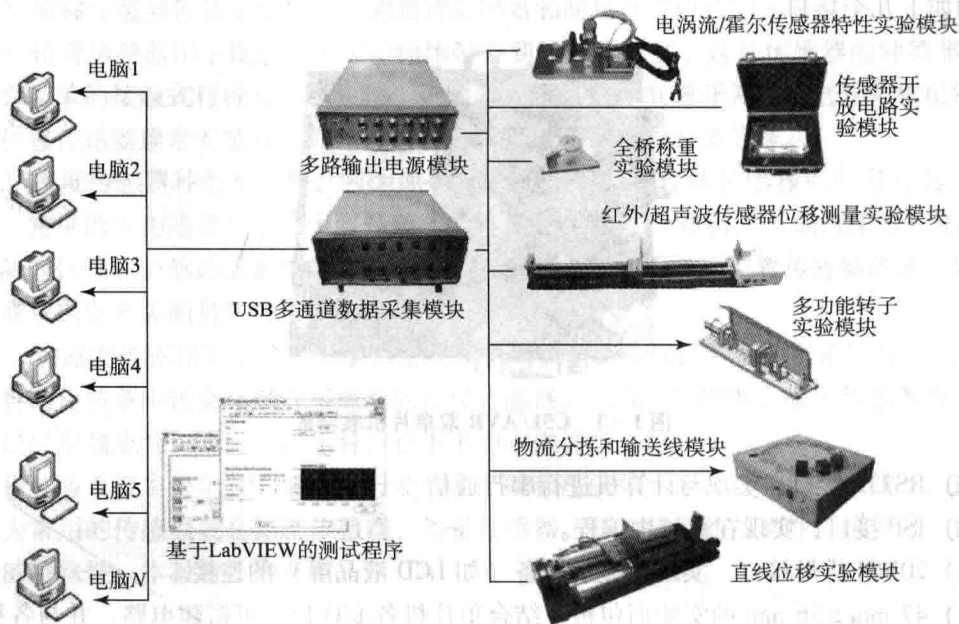


图 1-4 通用机电一体化测试应用开发平台

1. 多路输出电源模块

多路输出电源模块为平台的传感器和测控对象等提供直流电源，如光电开关传感器使用 +5 V 电压，电涡流传感器和振动加速度传感器使用 +24 V 电压，而数据采集模块则使用 +12 V 电压工作。

多路输出电源模块输入端接入 220 V 交流电源，模块后部有一个电源开关。直流输出端共有 8 路 5 芯航空插头，每一路都包含有 +5 V、-12 V、+12 V、+24 V 等四种直流电压输出，通过统一的电源线，避免了因可能出现电源接线错误而导致设备损坏。如图 1-5 所示为多路输出电源模块的外形图和前面板图。

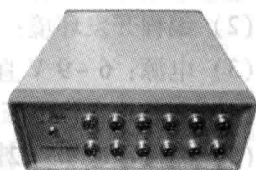


图 1-5 多路输出电源模块
外形图和前面板图

使用时应当注意先接好航空插头，再开启电源，以保护电源模块和用电设备的安全。

2. 数据采集模块

从传感器输出的测量电信号大多是模拟量信号，不是数字信号。标准（ ± 10 V 以内或者 ± 5 V）模拟电信号可以直接进入示波器等测量仪器显示，但不能直接进入计算机（或者单片机）进行分析、处理和显示。为此，需要将测得的模拟量电信号转换成数字信号，数据采集模块就是用来完成这一任务的。

数据采集模块接受各种传感器输出的标准模拟电信号，将其转换成数字量，通过与计算机的接口传送给计算机。数据采集模块与计算机的接口形式很多，现在最为方便和普及的形

式是 USB 接口, 这种接口支持热插拔, 具有即插即用功能, 所以使用起来很方便。图 1-6 是本书需要用到的多通道数据采集模块外观图和前面板图, 它是按照工业标准设计制作的 数据采集模块, 配套有强大的动态链接库, 它所封装的函数可以被其他应用程序在运行时直接调用, 其主要技术指标见表 1-1。



图 1-6 多通道数据采集模块外观图和前面板图

表 1-1 数据采集模块主要技术指标

名称	技术项目	技术指标说明
模拟输入	通道 1 ~ 10	信号输入范围: $-5 \sim +5$ V 电压信号 信号输入接口: 8 个两芯航空插头接口 2 个标准 BNC 接口
	采样频率	7 种可选程控采样频率: 1 kHz、10 kHz、25 kHz、50 kHz、100 kHz、250 kHz、500 kHz
	采样精度	12 位分辨率
	A/D 启动方式	程控触发
	通道选择方式	单通道程序指定/多通道自动扫描
供电电源	电压大小	8 ~ 15 V 直流电源

1) 数据采集模块驱动软件的安装

使用数据采集模块前, 需要在计算机上安装其驱动程序, 具体过程如下:

(1) 使用 USB 连接电缆将模块 USB 接口与计算机 USB 接口连接起来。

(2) 启动计算机, 操作系统将自行检测新安装的硬件, 并弹出“添加新硬件向导”对话框, 选择“从列表或指定位置安装”, 单击“下一步”按钮。

(3) 选中“在这些位置上搜索最佳驱动程序”, 勾选“在搜索中包括这个位置”, 单击“浏览”按钮, 选择“转子测控模块客户 CD \ TS - INQ - 8U - DA 多通道数据采集模块 \ 驱动”文件夹, 单击“下一步”按钮。

(4) 操作系统将安装驱动文件 Usb7kC. inf。

(5) 单击“完成”按钮。

2) 检查数据采集模块与计算机的数据连接是否正常

(1) 用二芯航空插头将数据采集模块电源与多路电源模块 +12 V 输出连接, 将数据采集模块的 USB 插头接入主机, 并且通道上不接入传感器。

(2) 打开多路电源模块开关以及数据采集模块开关, 观察计算机屏幕右下角是否有安全删除硬件标志 , 如果没有或者提示“发现新硬件”, 那么需要重新安装驱动文件。

(3) 打开文件“TS-ROT-6A 多功能转子测控模块实验\实验程序\单通道模拟信号采集.vi”，进入图 1-7 所示单通道信号采集界面。

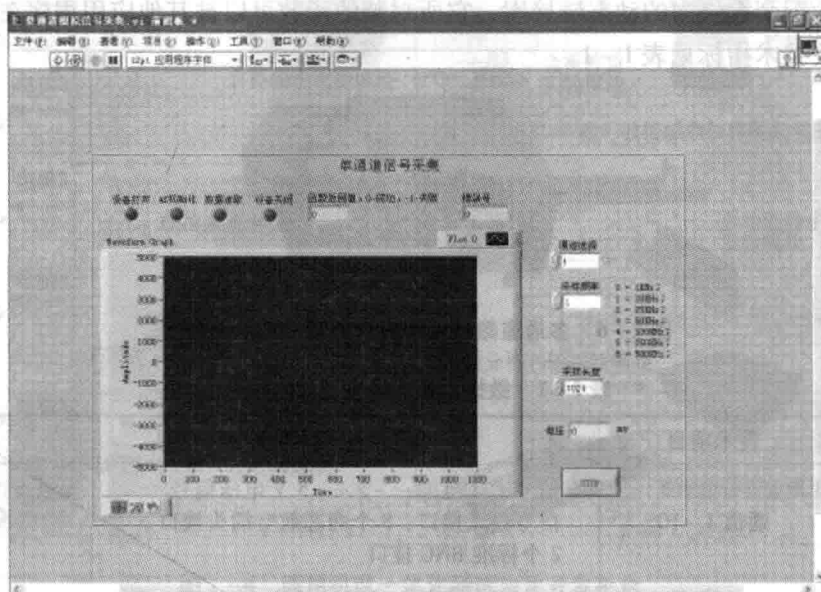


图 1-7 单通道信号采集界面

(4) 将“通道选择”设置为 1，“采样频率”设置为 1，“采样长度”设置为 1 024。

(5) 单击界面左上角“运行”图标，观察“设备打开”“AI 初始化”“数据读取”三个指示 LED，如果三个指示 LED 依次变亮，表示采集模块的初始化完成。

(6) 波形图显示 A/D 转换后的电压读数，由于传感器信号没有接入，所以显示的电压读数非常小，在零点零几伏以下，如图 1-8 所示。

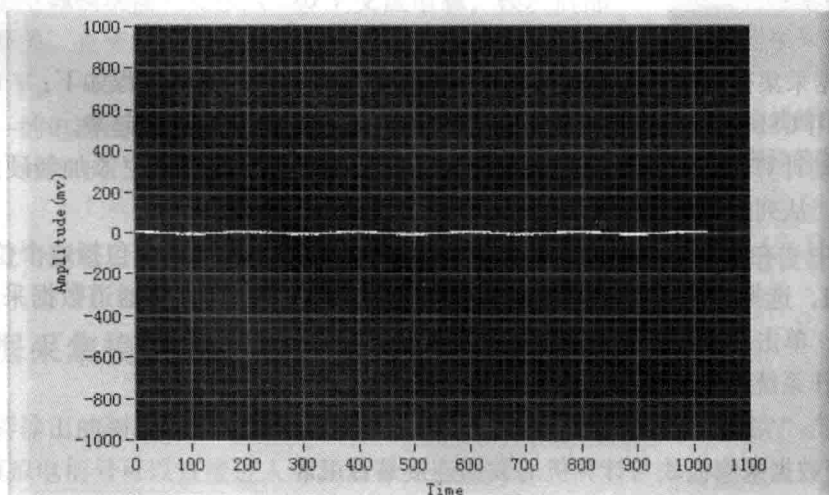


图 1-8 通道 1 输入时的 A/D 转换信号

至此，可以确定数据采集模块与计算机的数据通信正常。