

范逸之 廖锦棋 编著

Visual Basic硬件设计与开发

——数据采集卡控制

多功能数据采集卡可实现自动化监控和测量，
Visual Basic则是简单易学的程序语言。二者的结合：

- ◆ 让硬件和软件充分结合
- ◆ 将计算机的功能延伸至自动化领域
- ◆ 使基于PC的自动化控制成为现实
- ◆ 让Visual Basic的应用范围更加广大
- ◆ 使建立自动化的监控及测试系统更加容易



清华大学出版社

Visual Basic 硬件设计与开发 ——数据采集卡控制

范逸之 廖锦棋 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书讲述如何通过 Visual Basic 语言编程实现对多功能采集卡的控制。多功能采集卡可实现自动化控制和测量操作,而 Visual Basic 则是简单易学的程序语言。二者的结合在当前的工业控制方面用途非常广泛。

全书共分 9 章和 2 个附录。第 1 章和第 2 章简单介绍了信号与传感器的基本原理和数据采集卡。第 3 章介绍了 Visual Basic 和控制卡的通信原理。第 4 章和第 5 章介绍了模拟信号的采集。第 6 章介绍了数字输入输出控制。第 7 章讲解计时计数器控制。第 8 章讨论模拟信号的时域与频域。第 9 章站在全局的角度讨论了系统的建立。全书按照结合实例、逐步讲解的方式进行。附录有参考文献和相关内容。

本书适合对控制卡有一定了解,需要进一步掌握 Visual Basic 编程来进行控制、实现应用开发的读者阅读,也适合相关工业领域的工程人员自学。

本书繁体字版书名为《Visual Basic 资料撷取卡控制》,由文魁资讯股份有限公司出版,版权属范逸之、廖锦棋所有。本书简体字中文版由文魁资讯股份有限公司授权清华大学出版社独家出版。未经本书原版出版者和本书出版者书面许可,任何单位和个人均不得以任何形式或任何手段复制或传播本书的部分或全部内容。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2003-7380

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

Visual Basic 硬件设计与开发——数据采集卡控制/范逸之,廖锦棋编著. —北京:清华大学出版社,2004
ISBN 7-302-08313-4

I.V… II.①范…②廖… III.BASIC 语言—程序设计 IV.TP312

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 022123 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客户服务:010-62776969

责任编辑:杨作梅

封面设计:陈刘源

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:32.75 字数:786 千字

版 次:2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-08313-4/TP·5992

印 数:1~5000

定 价:43.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

使用 Visual Basic 进行各种控制的工程师相当多。由于 Visual Basic 程序语言本身的简单性,使得通过这种语言开发系统成为综合高效、成本和获利多重因素的最佳选择。笔者使用 Visual Basic 多年,也用它开发过很多项目,其中包括数字输入输出、模拟输入输出、RS-232/RS-485,甚至 TCP/IP 等网络传输,语言的简易性和众多厂商的支持成为 Visual Basic 成功的最大因素。

通过计算机进行的各种输入输出控制,可大致分为数字输入输出的控制和多功能卡的控制,其基础是必须了解计算机的相关工作原理及内部架构。这是笔者的另一本书——《Visual Basic 与数字输入输出适配卡控制》中讨论的基础课题,本书则进一步研究模拟信号多功能卡的控制。

本书讨论多功能卡(multi-function card)的控制课题,一般也称这种多功能卡为数据采集卡(Data Acquisition Card, DAQ Card)。此卡的应用范畴相当广泛,其中包括模拟/数字转换、数字/模拟转换、数字输入输出控制、计时计数器控制等。很多国内外的工业控制厂商均开发出带有 DAQ 卡的应用供客户进行工业控制和研究。本书采用世界知名的美国 National Instruments 公司的 E 系列 DAQ 卡作为说明的示例工具,以满足广大用户的需求。笔者通过两种不同的方式完全控制多功能采集卡——OCX 及 DLL 进行介绍,只要了解 E 系列采集卡的控制方式,其他系列的采集卡就可同理类推。

笔者根据工作经验,通过简单易懂的编排方式,将适配卡的话题划分为若干个章节。有关程序的设计部分,笔者尽量在书中交代清楚。我们希望读者可以了解设计流程中的细节,而不至于发生看着书本操作却与实际上机无法配合的情形。

本书不仅说明了 DAQ 卡控制的基本概念,也说明了在窗口环境中设计 DAQ 程序上的一些技巧与注意事项。

书中的各章内容简述如下:

第 1 章主要介绍信号和传感器的相关内容。

第 2 章介绍本书所使用的 NI-DAQ 卡,本书以 NI 最常见的 E 系列卡片作为介绍对象。只要熟悉了这种类型的适配卡,其他类型的采集卡可以触类旁通。

第 3 章介绍 Visual Basic 程序和 DAQ 卡沟通的原理,奠定了继续学习的基础。

第 4 章介绍模拟信号的采集,这是所有 DAQ 卡的最基本配备,也是最重要的配备。

第 5 章介绍电压的模拟输出和模拟输入的方向相反,它将计算机中的指令转换成电压信号输出。

第 6 章介绍 DAQ 卡上的数字输入输出波道的控制及数字信号的获取。

第 7 章介绍 DAQ 卡上的计时计数器的使用,分为输出及输入两个部分。

第 8 章介绍 DAQ 卡取得模拟信号后的高级处理方法。模拟的波形信号为时域信号。笔者在这一章详细说明时域和频域的转换原理及实验。

第9章以实际的案例说明如何建立系统。所使用的案例分为低速的温度数据测量和高速的振动测量两种，笔者分别详细说明其操作方法，并完成了整个项目。

本书的出版，笔者要感谢骅达科技技术处各位工程师在技术及实验上的支持。他们的精湛技术和热情帮助使得本书得以顺利完成。

由于笔者才疏学浅，书中内容都是工作经验积累整理所成，若有未臻理想之处，还请各位读者不吝指正。有关硬件本身的信息可到美国 National Instruments 公司网站 (www.ni.com) 了解。应用和程序的问题，欢迎到骅达科技网站 www.hwada.com 的讨论区讨论，或是联络骅达科技技术处(service@hwada.com.tw)。

骅达科技 技术处

范逸之 tom@hwada.com.tw

廖锦棋 well@hwada.com.tw

目 录

第 1 章 信号与传感器基本原理.....1	
1.1 信号.....1	
1.2 信号的处理.....2	
1.2.1 放大.....3	
1.2.2 衰减.....5	
1.2.3 滤波.....5	
1.2.4 隔离.....7	
1.3 传感器.....8	
1.3.1 传感器分类.....8	
1.3.2 温度传感器.....10	
1.3.3 力量及压力传感器.....11	
1.3.4 位移及位置传感器.....12	
1.3.5 加速度传感器.....12	
第 2 章 数据采集卡介绍.....13	
2.1 数据采集常用接口.....13	
2.1.1 接口种类.....13	
2.1.2 ISA 接口.....14	
2.1.3 PCI 接口.....15	
2.1.4 Compact PCI 接口.....15	
2.2 资源.....17	
2.2.1 地址.....17	
2.2.2 中断.....18	
2.2.3 直接内存访问.....19	
2.2.4 如何调整地址、 中断及 DMA.....20	
2.3 数据采集卡.....20	
2.3.1 采集卡外观.....20	
2.3.2 输出输入分类.....21	
2.3.3 引脚定义.....21	
2.3.4 测试扩展板.....22	
2.4 DAQ 卡的启动.....23	
2.4.1 MAX 的安装及 DAQ 卡 检测.....23	
2.4.2 ISA 形式的采集卡和 MAX.....25	
2.5 常用的实验配备.....27	
2.5.1 波形产生器.....27	
2.5.2 示波器.....28	
2.5.3 频谱分析仪.....29	
2.5.4 万用表.....30	
第 3 章 Visual Basic 与数据 采集卡的通信.....31	
3.1 软件与硬件的通信.....31	
3.1.1 程序到硬件.....31	
3.1.2 NI-DAQ 控制函数的安装.....33	
3.1.3 函数格式.....34	
3.1.4 数据交换流程.....35	
3.2 DAQ 函数分类.....36	
3.2.1 模拟输入函数.....36	
3.2.2 模拟输出函数.....38	
3.2.3 数字输入输出函数.....39	
3.2.4 计时/计数函数.....40	
3.3 OCX 的使用.....41	
3.3.1 OCX 的载入.....41	
3.3.2 OCX 的使用步骤.....42	
3.3.3 模拟输入控件.....43	
3.3.4 模拟输出控件.....47	
3.3.5 数字输入输出控件.....50	
3.3.6 计时/计数控件.....53	
第 4 章 模拟信号的采集.....57	
4.1 模拟输入的基本原理.....57	
4.1.1 信号的取样.....57	
4.1.2 用数字表示模拟.....59	

4.1.3 输入范围	60	5.2.2 输出方式	171
4.1.4 取样频率	60	5.2.3 单点输出与波形输出	172
4.2 硬件说明	61	5.3 模拟输出函数说明	172
4.2.1 引脚定义	62	5.3.1 用 OCX 控制模拟输出	173
4.2.2 信号种类及接线方式	63	5.3.2 用 NI-DAQ 控制模拟输出	174
4.2.3 输入信号的范围和增益	65	5.4 控件模拟信号输出实验	176
4.2.4 触发	65	5.4.1 单点模拟的输出	177
4.3 模拟函数说明	67	5.4.2 双通道的模拟输出	180
4.3.1 OCX	67	5.4.3 单通道波形输出	182
4.3.2 NI-DAQ	68	5.4.4 双通道波形输出	189
4.4 控件信号采集实验	71	5.5 DLL 模拟输出实验	192
4.4.1 单点数据的采集	72	5.5.1 单点模拟值的输出	193
4.4.2 多通道的单点取值	75	5.5.2 单通道波形输出	196
4.4.3 单通道的多笔数据采集	78	5.5.3 双通道波形输出	204
4.4.4 绘图显示单通道的多笔 数据	82	5.5.4 输出信号的触发	209
4.4.5 双通道的多笔数据采集	87	5.6 本章习题	218
4.4.6 连续数据采集	93	第 6 章 数字输入输出控制	219
4.4.7 触发的使用	97	6.1 数字输入输出	219
4.5 NI-DAQ 信号采集实验	101	6.1.1 基本原理	219
4.5.1 单点数据的采集	101	6.1.2 DAQ 卡的数字输入输出	220
4.5.2 多通道单点数据的采集	126	6.1.3 数字输入输出函数说明	221
4.5.3 单通道波形数据的采集	130	6.2 数字输入	223
4.5.4 多通道波形数据的采集	136	6.2.1 DAQ 卡的数字输入	223
4.5.5 时间轴的显示及 光标的制作	144	6.2.2 用 OCX 读取数字输入 状态	224
4.5.6 起始触发信号的使用	152	6.2.3 用 DLL 读取数字输入 状态	227
4.5.7 停止取样的触发 信号的使用	159	6.3 数字输出	230
4.6 本章习题	167	6.3.1 DAQ 卡的数字输出	230
第 5 章 模拟输出的控制	168	6.3.2 用控件执行数字输出	232
5.1 模拟输出基本原理	168	6.3.3 以 DLL 执行数字输出	236
5.1.1 数字转模拟	168	6.4 数字输入及输出的结合	241
5.1.2 模拟输出分辨率	169	6.4.1 由数字输入读取数字 输出(OCX)	241
5.1.3 输出范围	170	6.4.2 由数字输入读取数字 输出(DLL)	247
5.2 DAQ 卡中的模拟输出	170	6.5 本章习题	252
5.2.1 引脚定义	170		

第 7 章 计时计数器控制	253	8.1.2 周期信号	335
7.1 计时计数基本原理.....	253	8.1.3 取样时间比较.....	336
7.1.1 计时计数原理	253	8.2 频域转换	345
7.1.2 计时计数卡使用时机	254	8.2.1 快速傅立叶转换.....	345
7.1.3 引脚布置	256	8.2.2 FFT 程序的实现.....	351
7.2 计时计数函数	256	8.2.3 FFT 程序的验证.....	356
7.2.1 函数说明	256	8.2.4 时域数据的窗口处理.....	363
7.3 计时计数器的输出实验	264	8.2.5 频域转换后的数值校正.....	377
7.3.1 脉冲的产生	264	8.2.6 频域的幅值及相位.....	400
7.3.2 有限个数脉冲的产生	270	8.2.7 假象的发生与防止.....	412
7.3.3 FSK 脉冲输出	272	8.3 信号量的增加及噪声的处理	416
7.3.4 连续脉冲输出	276	8.3.1 信号平均	416
7.3.5 单脉冲输出—— 使用 DLL	281	8.3.2 双缓冲区的使用.....	427
7.3.6 可重复触发式脉冲输出.....	285	8.4 本章习题	442
7.3.7 FSK 脉冲输出—— 使用 DLL	286	第 9 章 系统的建立	443
7.3.8 步进马达控制	291	9.1 温度测量系统.....	443
7.4 计时计数器的输入实验	300	9.1.1 系统描述	443
7.4.1 事件次数的计算	300	9.1.2 硬件说明	444
7.4.2 脉冲宽度计算	304	9.1.3 软件说明	446
7.4.3 脉冲宽度计算	309	9.1.4 程序建立	448
7.4.4 信号周期的宽度测量	315	9.2 振动测量系统	467
7.4.5 缓冲式事件计数	321	9.2.1 系统描述	467
7.4.6 缓冲式周期宽度测量	326	9.2.2 硬件说明	468
7.5 本章习题	333	9.2.3 软件说明	469
第 8 章 模拟信号的时域与频域	334	9.2.4 程序建立	470
8.1 时域信号	334	9.3 本章习题	507
8.1.1 取样时间	334	附录 A 讨论区	508
		附录 B 参考文献	513

第 1 章 信号与传感器基本原理

由于计算机技术和电子技术的快速进步，电脑开始在各个领域被大量使用，真实世界的物理现象也被各领域的工程师或研究人员以各种方式输入到计算机中进行处理。数据采集卡的使用使得众多的物理现象可以通过仪器输送到计算机中，计算机的强大分析处理能力，为研究人员提供了相当大的帮助。一般的用户也可通过相关的系统和软件的帮助，只需进行简单的操作，就可以完成测试、监控或其他的分析工作，而不必专业人员在旁协助。本章针对信号及用来获取信号的传感器进行简要说明。

1.1 信 号

平常我们会说：“哎呀！今天天气真热，可能有三十几度。”这句话里面包含了很多的意思。其中的“三十几度”是一个大约的数值，不是非常准确，可是这一数值被说出来，却是实际的温度通过说话者的身体传导，到达大脑后，经过大脑综合处理相关的经验后所得到的结果。其中的“温度”就是信号，这是常见的信号类型。

至于进到办公室后，由于天气太热，可能会打开空调，而要打开空调则需要使用空调的开关，并且按下打开按钮，空调才会启动。这个打开的动作也是一个信号，此信号告诉空调的控制器：该启动压缩机了。

上述两种情况中，温度随着时间变化，每一个时间点都会有一个温度值可以被读取，而且这个温度值也会发生变化，这种信号称为模拟信号(Analog Signal)。打开空调的开关则是一个动作，这个动作只会告诉空调启动，在其他的时候可能会有关闭的情况发生。因此，空调的开关只存在两种状况，不是“开”就是“关”。这种信号称为数字信号(Digital Signal)。

图 1.1 给出了模拟和数字信号的分类。

1. 模拟信号

温度是人类所定义的一个单位，这个单位数值可以由水银温度计获得。当我们观察水银温度计时，如果温度发生改变，水银的水平位置会一直改变，这个改变是连续的。从时间轴来看，不会有一个时间点是没温度的，因此称此时的温度是模拟信号。

不仅温度如此，还有许多常见的情况也是这样的。例如：大气压力、机械振动和管路流量等，当我们使用传感器感测其物理量时，其连续输出都属于模拟信号。由于真实世界的情况不断地变化，因此利用传感器去测试这些物理量时，输出的数值也一直随着物理量的变化而变化。

真实世界里只存在模拟信号，因为在任何时间点都会有数值，不管这个数值是多少，但总是存在的。

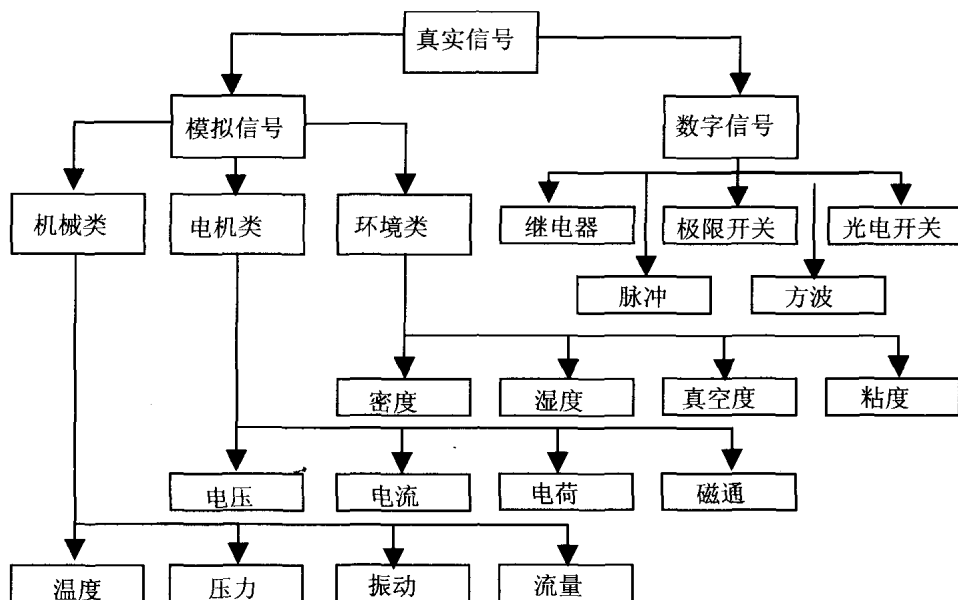


图 1.1 模拟和数字信号的分类

2. 数字信号

如果信号的形成只有两种状态，不是高(High)，就是低(Low)，那么这时的信号称为数字信号。数字信号可以用简单的两种状态予以记录，记录的方式因场合的变化而有所不同。有些场合以“高”、“低”电位表示两种状态；有些场合以“有”、“无”表示两种状态。不管使用什么样的表示方法，只要能明确代表两种不同的状态，就可以用来表示数字信号。

在计算机的世界里，所有的数据其实都是数字信号的集合。计算机通过 0、1 两种明确的状态集合，就可以表现当前计算机应用中的数据多样化形式。不同的 0 与 1 的组合代表了不同的意义。

在我们周围的环境中，开关的操作就是数字信号的一个例子。如果要控制一盏灯的亮和灭，我们可以利用开关来达到这个目的。灯的亮和灭的状态一定存在，不是亮，就是灭，并不会有一个中间状态出现。在计算机中通过一个位就足以代表这两种不同的状态，这就是在模拟现实世界中出现的数字信号。

因为这些状态只有两种中的一种会存在，所以用计算机来记录这些状态时，也只需要一位就可以记录下来。反之，如果是模拟信号，由于数值不断地改变，要以计算机上的位来做记录，就需要较多的位的组合才能表现真正的数值。

1.2 信号的处理

外界的信号在输入到计算机时，必须符合计算机所能接受的范围，太大或太小的电平，计算机都无法处理。正因为如此，信号就必须在输入计算机并数字化之前经过预先处理。通常的预先处理需要信号处理器(Signal-Conditioner)。常见的信号处理器具备放大、衰减、滤波和隔离等功能。

1.2.1 放大

信号产生后, 如果其电平过低, 可能造成后续的处理会比较困难, 甚至会导致信号经过传送媒体后, 真实的信号已经被噪声所干扰而无法辨认。要解决信号过小的问题, 通常的方法就是将信号放大。放大信号操作必须在信号产生后就进行, 不要在信号传送了一段距离后才进行。其原因就是在传输过程中, 原始信号被较大的噪声干扰, 如果此时再放大, 可能会将噪声也一同放大, 这样就无法有效地降低噪声的干扰。

信号进入数据采集设备时, 采集卡的芯片就会取得输入的数值。芯片所能检测的模拟数值会有一定的范围。如果使用测量仪器作信号测量, 仪器手册通常会建议用户将所接入的信号电平设置为最高输入范围的一半, 这样一来, 信号测量过程中的数值变动可以被真实地获取, 相对于数字化过程中所产生的分辨率也很高。如果信号电平原本就不大, 无法达到采集范围的一半时, 可以将测量范围缩小, 或是将输入信号放大。这两种方式都可以达到较好的效果, DAQ 卡所使用的方式是将测量范围缩小。

图 1.2 是信号放大的一种, 这种放大方法相当完美。真实的信号其实多少都会含有噪声。真正的信号如果含有噪声, 其现象如图 1.3 所示, 原始的信号会因为噪声的加入而变化。

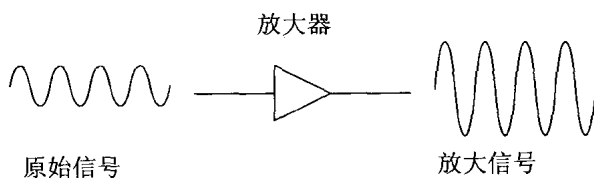


图 1.2 信号的放大

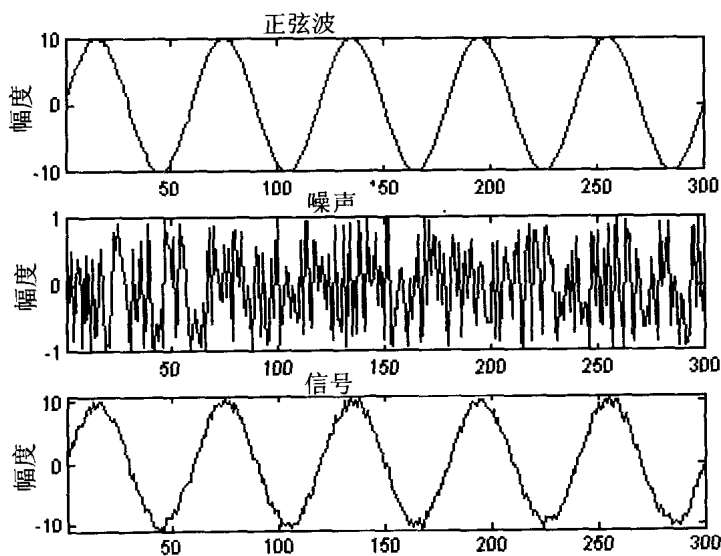


图 1.3 原始信号(上)、噪声(中)及合成信号(下)

如果放大的过程中将原始的信号先放大, 传送的过程中还是会有噪声, 此噪声所造成的影响对于整体信号来说比较小, 如图 1.4 所示。但如果放大动作在后期进行的话, 可能

噪声和原始信号就会一起被放大,这样就无法使得信号的特性被显现出来,如图 1.5 所示。

信号在传输过程中通常都会有噪声干扰,适当地放大可以降低噪声干扰的程度,并且在芯片取样过程中可以得到较好的分辨率。由图 1.4 及图 1.5 可以看出,如果信号的放大在传送之前进行,就可以减少噪声的影响。但如果在后端才进行放大,噪声在传送过程时已经加入整体信号,此时所呈现的结果其实就包含了被放大的噪声,这样的结果即使进行后端的取样还是无法将真实数据从噪声干扰中反应出来,故放大的本意已经失去。

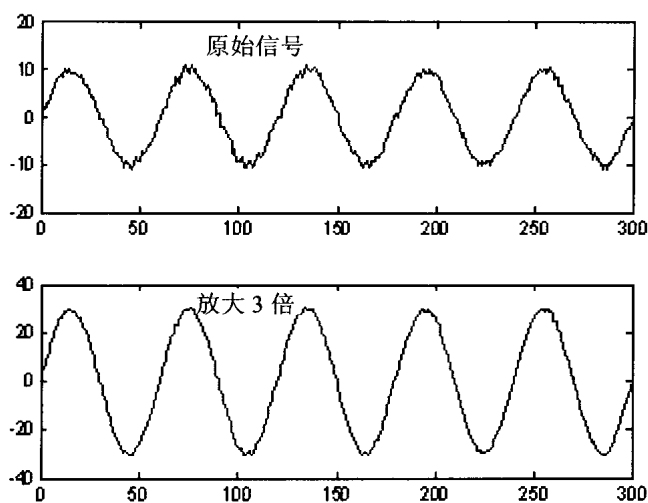


图 1.4 原始信号放大可降低噪声干扰

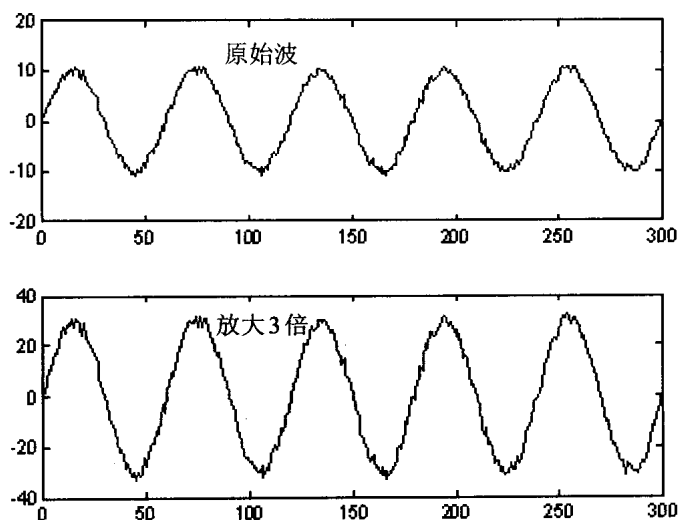


图 1.5 信号和噪声同时放大

1.2.2 衰减

和放大效果相反的就是衰减,如果原始信号的电平大于数据采集设备所能测量的最大信号范围,就必须先将信号的电平降低,以便可以输入到测量系统中。衰减前后信号里的

信息相对值不会改变,但整体电平值有所下降,如图1.6所示。

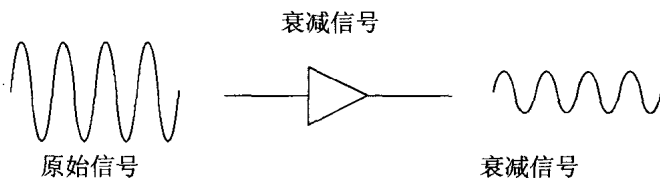


图 1.6 信号衰减

一般的设备均有一定的测量范围,以本书即将讨论的 DAQ 卡为例,其模拟输入的范围在 $\pm 10\text{ V}$ 之间,超过这个范围的电压将使得卡上的芯片达到饱和(Saturate)状态,通过程序所读取到的电压也会一直维持在最高的数值(+10 伏或-10 伏),如果认为数值传回即是测量正确,就会造成很大的误差。如果信号的电平已经超过了此范围,工程师必须先将信号的范围缩减到可以测量的范围,衰减的作用即在于此。

常见的简单衰减方式是将信号电路并联一个电阻,通过分压的方式将电压降低。不过较好的方式还是使用专用的信号衰减仪器。

1.2.3 滤波

真实世界的物理信号包含了所有的成分,在信号分析领域中,并不是所有的信号都适合用来作分析,不同的分析者针对不同的研究领域有不同的研究范围。这时就必须使用滤波器先处理希望研究探讨的信号,不需要的部分滤掉,保留需要的部分。执行这部分的工作需要一个滤波器(Filter)。

讨论到滤波器,就要先了解信号的组成及分析方法。信号分为时变信号与非时变信号,一般人们对时变信号的研究比较有兴趣,本书在未特别说明的情况下,也都是以时变信号作为信号的讨论目标。信号在不同的时间点产生后,DAQ 卡将这些被测量到的信号记录下来并形成一连串的数据,研究者通过对这些数据作不同的数学运算而得出结果,并可以判断产生这些数据的真实对象所代表的意义,这些信号称为时域(Time Domain)信号。处理时域信号并得到相关的信息,称为时域分析。

数学上还可以对同样的一组时域信号进行不同的运算,不同的运算方式可以得到另外一种表达该信号所包含的意义形式。傅立叶变换(Fourier Transform)是最常使用的一种变换,它将时域信号在数学上以另外的模式表示出来。理论上推导证明了:所有的时域信号可以用无限多的三角函数的组合予以表示。三角函数中蕴含了频率的概念,这种表达方式将原来的信号由时域分析转换到频域(Frequency Domain)分析。分析方式的改变,将原来随着时间改变的振幅信号分析改为研究随着频率的不同而产生不同的振幅角度,从而开辟了另外一条信号分析的途径。滤波功能是频域分析的一部分,它能够保留频率成分中的一部分,而去除其他部分。至于信号中的频域分析在程序上的实现方法,将在第8章中讨论。

图1.7是时域信号转换为频域显示时的情况。时域信号中的频率特性会在频域中显现出来,例如图中的时域信号是 $\sin(2\pi ft) = \sin(2\pi \cdot 5t)$,表示信号频率的 f 是5,所以将其变换到频域时会看到在频率数值为5的地方有一个信号产生。

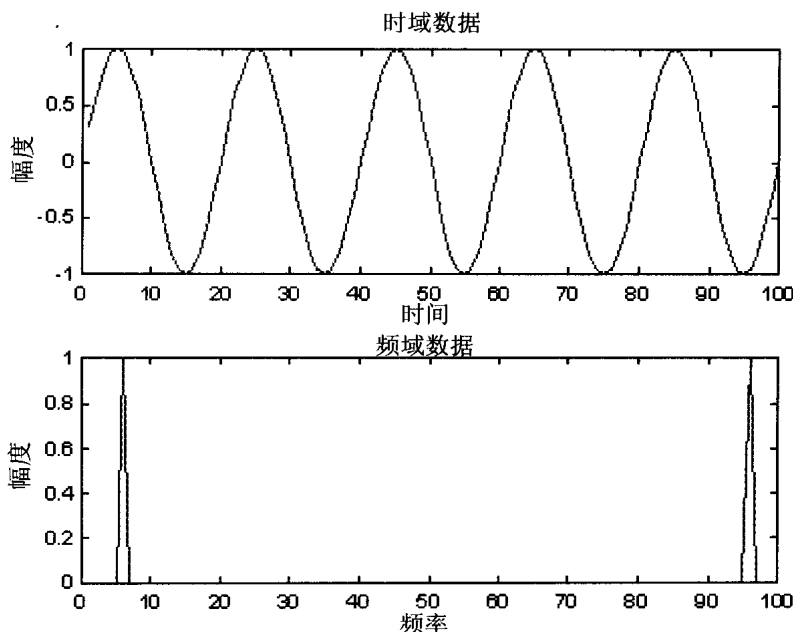


图 1.7 时域信号变换到频域信号

一般的真实信号都由很多频率组成，在分析时就可以通过滤波器将不要的频率范围先剔除。滤波器的特性均表现在频域图形上，图 1.8 是其中的一例。图(a)为低通滤波(Low-Pass)，图(b)为高通滤波(High-Pass)，图(c)为带通滤波(Band-Pass)，图(d)为带阻滤波(Band-Stop)，图中的 4 组图形中的上图(这里的上下图指的是(a)(b)(c)(d)中的上面的图和下面的图)为大小，而下图为相位，它们分别表现出使用滤波器时振幅的改变和相位的改变。

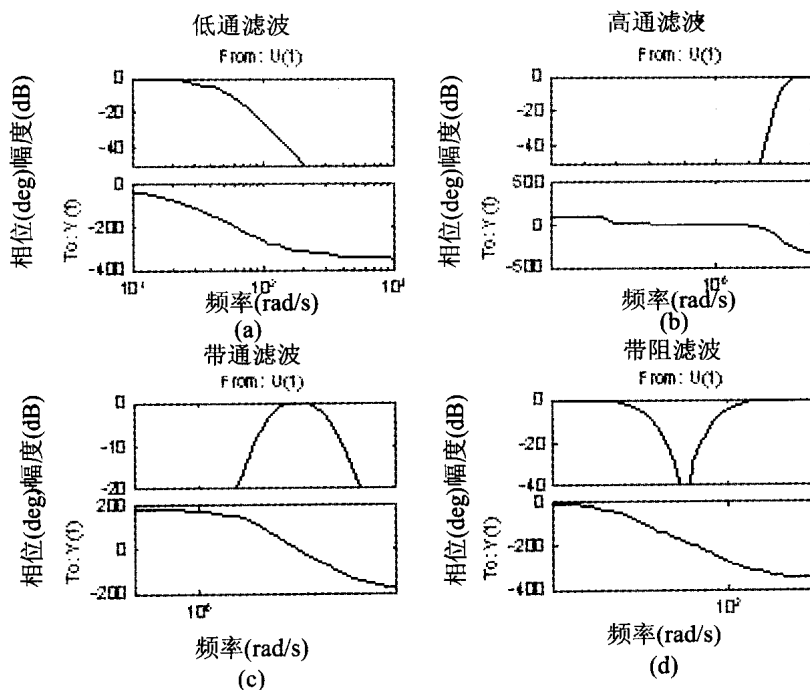


图 1.8 各种滤波方式

以常用的低通滤波为例,所谓低通滤波指的是允许某一个频率以下的信号通过滤波器,而高于此频率的信号则被滤波器过滤掉。如果使用一个设置值为 1000 Hz(此频率被称为截止频率)的低通滤波器,则频率低于 1000 Hz 的信号成分将会通过,而频率高于 1000 Hz 的信号则被滤除。相关的内容还会在第 8 章中讨论。

1.2.4 隔离

数据的采集通常会伴随着噪声。如果要取得正确的信号,则隔离操作必须要小心。通常将信号线加上隔离网可以阻断干扰,提高信号噪声比(S/N Ratio)。比较高档的设备对于设备本身的隔离做得相当完善,即使同时有多通道的信号进入采集设备,在电位不同的情况下也不会造成干扰。

另外一种隔离方式是:输入信号不直接进入设备,而是通过隔离的方式进入设备。例如,数字输入的情况下,工业界经常使用的数字输入输出的电压高达 24 V,这种电压在 DAQ 卡上无法处理。如果要测量这种电压的信号,就必须通过隔离式输入界面。隔离式的数字输入界面将外界的电位信号转变为光信号,再将光信号照射到另一端的光敏晶体管,光敏晶体管的信号再进入到 DAQ 卡,这样就可以避免高电压的信号直接进入到数据采集设备,而且也能够安全地将状态信号输入,如图 1.9 所示。

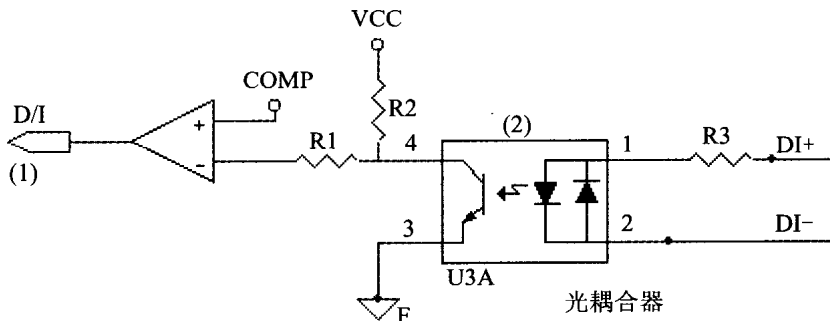


图 1.9 隔离式的数字输入

图 1.10 中标示为 DI+ 及 DI- 的引脚就是外界的接入引脚,通过图中的光耦合器(Photo-Couple)将信号传至左边,即可将状态传送成功。即使在 DI+ 及 DI- 处于高电压的情况下,也只会击穿发光二极管,而不会损害到数据采集设备。

同样,当计算机中的输出信号需要传送到外界时,也可以用隔离的方式来完成。例如当需要控制外界开关时,可以先控制较小的继电器,通过继电器再去控制其他的设备,这样就不需要将计算机中的信号和外界直接连接,从而达到保护的目的。

1.3 传 感 器

为了能够取得外界的信号,需要有一个可以感受外界变化的装置。传感器(Sensor)就可以代替人类来感受外界的变化。

1.3.1 传感器分类

对于外界信号的变化,人类通过感官所说出来的只是一个大概值,并没有办法进行比较。例如 A 说现在很热,但 B 却说还好啊。两人之间对于温度感受不同,但环境温度还是一样的,只是不同的人会有不同的反应。为了让物理量的表现有一个比较固定的基准,势必要有一个共同的量化指标,而不是依靠直觉。所以,传感器的研发就显得很有必要了。

研发传感器的目的是为了代替人类测量特定的物理量,并将感测的结果输出。输出的格式大部分是电压,但也有输出电流的情况。传感器所测量的物理量归类如表 1.1 所示。

表 1.1 传感器分类

分 类	测量物理量
机械	长度、厚度、液面、位移、速度、加速度、旋转角、旋转力、转速、质量、力、压力、真空度、动量、流速、风速、流量、振动
音响	音压、噪音
频率	频率、时间
电气	电压、电流、电位、功率、阻抗、电阻、电容、电感、电磁波、电荷
磁性	磁通量、磁场
温度	温度、热度、比热
光线	照度、光度、颜色、紫外线、红外线、光的变位
辐射线	辐射量、线量率
湿度	湿度、水分
化学	纯度、浓度、PH 值、黏度、密度、比重、粒度
生物	心音、血压、血液、脉波、血液氧气饱和度、血液气体分压、体温、心电图、脑波图、网膜电图

由表 1.1 可以看出,基本的传感器大致上可以分为光传感器、温度传感器、压力传感器、气体传感器、湿度传感器、音传感器及生物传感器,每一种传感功能的形成都伴随着某一种原理或效果。为了使用计算机或是电子设备检测物理状态,不管利用何种原理及效果所造成的传感器,最后大都会转换为电压或电流的形式,以方便电子信号的处理。

传感器在感受到外界物理量的变化后,可以将它转换为其他的形式输出。哪一种的形式可以再进行其他后端的处理要视实际的情况而定。传感器进行转换工作时,一种是不需要电源即可产生信号,另一种则需要供给电源,其形式如图 1.10 所示。

图 1.10 中的图(a)是不需要外界供应电源即可根据物理量的变化而形成不一样的输出的情况,例如热电偶(Thermal-Couple)。它通过两个金属线的接合面与待测物接触,待测物的温度就会使得这两条金属线产生电压差,因而就可以测得温度值。另外一种则如图 1.10(b)所示,除了所需的物理量转换组件外,还需要供给一定的工作电源,以使得设备可以输出信号。例如光电阻(Photo-Resistor)组件在光线照射时会改变电阻值,但电阻值的改变还需要通过所供应的电压而得知具体的改变数值,因此还必须供给其电源。光电阻通过检测在线的电压或电流的变化而推出电阻值的变化,进而得知其光线的变化。

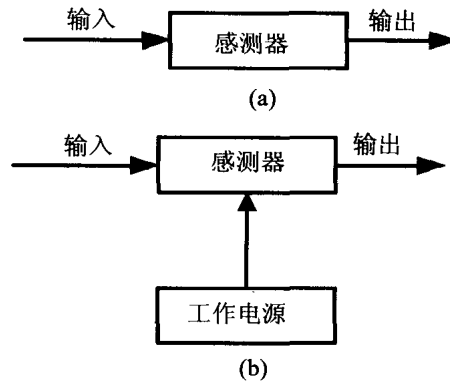


图 1.10 传感器的两种工作方式

除了纯电气信号的测量是比较直接而不需要特别的转换之外，其他物理量都不是实际取得的，而是通过其他方式转换得出的。再以温度测量为例，人体通过皮肤及大脑感受到温度的变化，但没有办法产生一个确切的数值，传感器对于温度的测量则是通过其他物质对于温度的灵敏度的不同而产生不同的电压输出，输出的电压被测量后，再反推出真实的温度。其他非电气式的物理量的测量也是这样，总是经过间接的方式取得真实的物理量。

1.3.2 温度传感器

温度是经常必须要测量的参数之一，含热物体通过被测量其温度数值而表现出它的内含能量。要将外界的温度转换为计算机可以处理的信息，必须使用温度传感器作适当的转换，表 1.2 是常见的按照使用原理分类的温度传感器。

表 1.2 温度传感器分类

使用原理	传感器种类
热膨胀	气体温度计、玻璃制棒温度计、双金属片温度传感器、液体压力温度计、瓦斯压力温度计
电阻变化	白金测温电阻、热阻体(PTC、NTC、CTR)
热电动势	热电偶
电容	陶瓷温度计
晶体管特性	晶体管
其他物质特性	感温涂料、液晶
热或光的放射	热电偶、热电堆、辐射热计、焦电检出器
核四矩共振(NQR)	振荡频率温度计
振动	石英振荡器、超声波温度计

除了使用表 1.2 的方式分类外，还有接触式与非接触式温度传感器，使用接触式温度传感器必须将传感器与被测物接触，通过直接的接触而达到温度的测量。使用非接触式温度传感器的场合通常是因为无法直接与被测物接触(例如被测物温度很高)，因此必须使用