

21世纪大学电子信息类专业规划教材

数据采集 与 处理技术

下册 (第3版)

马明建 编著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

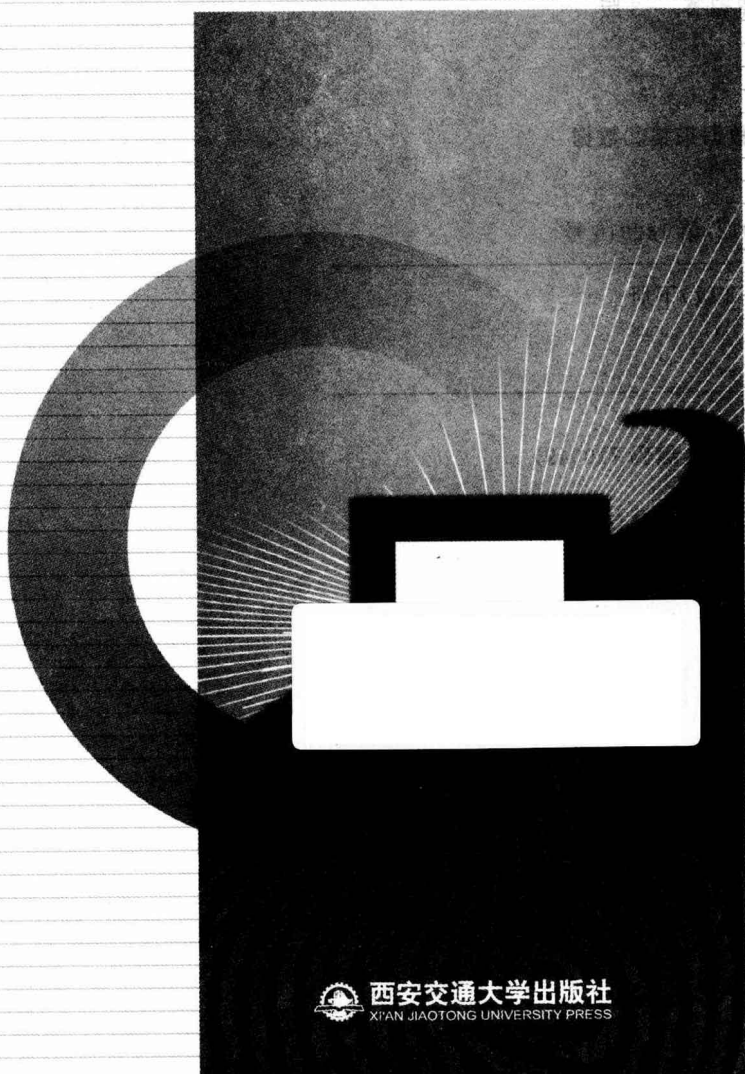
21世纪大学电子信息类专业规划教材

数据采集 与 处理技术

(第3版)

下册

马明建 编著



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书为下册——基础篇的知识扩展。本书共分6章,主要内容包括:数据的串行端口采集、基于USB-CAN总线模块的数据采集、全球定位系统(GPS)数据采集、数据采集系统的抗干扰技术、数据采集系统设计、数据采集系统实例。

本书概念清晰、文字流畅、图文并茂、便于自学。书中附有大量工程应用实例和程序,其中大部分系作者近年来科研工作的经验总结,具有内容新颖、实用和工程性强的特色,其目的是希望帮助读者在实际应用中能正确、合理地设计数据采集系统。

本书可作为高等院校机电一体化、智能化仪器仪表、计算机应用、自动控制、机械设计制造及其自动化、农业机械化与自动化等专业本科生、研究生的教材,也可作为从事相关专业的工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数据采集与处理技术 下册/马明建编著. —3版
—西安:西安交通大学出版社,2012.7
ISBN 978-7-5605-4440-3

I. ①数… II. ①马… III. ①数据采集②数据处理 IV. ①TP274

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 142916 号

书 名 数据采集与处理技术(第3版)下册
编 著 马明建
责任编辑 屈晓燕 贺峰涛 田华

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路10号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西时代支点印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.625 字数 395千字
版次印次 2012年7月第1版 2012年7月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-4440-3/TP·572
定 价 26.00元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

第 3 版说明

本书自 2005 年再版以来,Windows XP 操作系统在 PC 计算机上大量采用、USB 接口和 CAN 总线技术在数据采集中得到应用,以及全球定位系统(GPS)在各行业得到了应用。为了满足本科生、研究生教学和工程技术人员参考,并使本书内容反映相关技术更新带来的数据采集技术变化,本书第 3 版在以下方面进行增补:

第 1 章增加数据采集的发展历史和应用的内容。

第 2 章增加采样定理二(带通信号采样定理)、采样定理三(重采样定理),详细推导了量化信噪比公式。

第 8 章增加 Windows XP 数据采集板卡编程内容,主要讲述用户态(Ring3)取得 Debug 权限的数据采集板卡编程,并辅以 Delphi 6.0 数据采集程序实例作说明。

此外,本书第 3 版新增加两章内容,第 12 章讲述基于 USB-CAN 总线模块的数据采集,并辅以一个工程实例作说明。第 13 章讲述全球定位系统(GPS)数据采集,并辅以一个工程实例作说明。

通过以上章节内容的充实,进一步增强本书的数据采集理论知识、Windows XP 数据采集方法和工程应用知识、基于 USB-CAN 总线模块的数据采集方法和工程应用知识、全球定位系统(GPS)数据采集方法和工程应用知识,从而提高本书的参考价值。

由于增加了以上章节内容,使得本书第 3 版的页数大幅增加。为了便于本科生教学与研究生教学,以及工程技术人员参考使用,本书第 3 版分为上、下册出版。

为了便于教学,本书赠送 48 学时的多媒体课件、部分习题与思考题点评,有需要的教师可以和出版社联系,也可以通过 E-mail:mmj@sdut.edu.cn 与作者联系。

作者
2011 年 12 月

再版说明

本书于1998年9月首次出版,时至今日,全国已有许多高等院校采用本书用于本科生和研究生教育,在传授数据采集与处理技术知识方面发挥了一定的积极作用。

由于本书第1版写作于1995年11月,止笔于1997年2月,因此,书中的部分内容和工程实例深深地打上了20世纪90年代中前期技术的烙印。

自1998年以来,时光已过去了7年。7年的时间在历史的长河中微乎其微,但是这几年信息技术领域的科学技术有了很大的发展,出现了许多新技术、新方法,间接或直接地引发数据采集技术出现了一些变化。为了能紧跟信息技术发展的步伐,充分展现数据采集技术的变化,使本书保持较强的生命力,作者在1998年版的基础上,对书中的内容“吐故纳新”,将陈旧过时的内容去掉,增加一些紧跟技术发展方面的内容,希望能对读者提供有力的帮助。

作者

2005年3月

前言

回顾 20 世纪科学技术的发展,对人类的经济建设和生活最具有影响力的莫过于计算机的发明。特别是自 70 年代初以来,微处理器的问世促使微型计算机技术迅速发展和应用,在世界范围内引起了一场新的技术革命,并推动人类社会进入到信息时代。作为微型计算机应用技术的一个重要分支——数据采集与处理技术,集传感器、信号采集与转换、计算机等技术于一体,是获取信息的重要工具和手段,随着微型计算机的应用与普及,它在科学研究、生产等领域中发挥着越来越重要的作用。在科学研究中应用数据采集与处理技术,将提高人们对各种瞬态现象进行研究的能力;在生产过程中应用数据采集与处理技术,将能迅速地对各种工艺参数进行采集,为计算机控制提供必需的信息,从而实现生产过程的自动控制。因此,数据采集与处理技术是机电一体化、智能化仪器仪表、自动控制、计算机应用、机械设计制造及其自动化、农业机械化与自动化等专业的学生和相关专业工程技术人员必备的专业知识。

本书主要讲述数据采集与处理中的基本理论、基本概念,数据采集器件的工作原理、性能和使用,系统的误差分配及估算,数据采集系统硬件和软件的设计方法。目的是希望帮助读者在实际应用中能正确、合理地设计数据采集系统。

本书有三个主要特点:

1. 系统性。本书对数据采集与处理系统从整体上进行论述,既讲述数据采集与处理中的基本理论、概念,又讲述工程上的应用;既涉及硬件设计的知识,又涉及软件设计的知识。

2. 实用性。本书写作的指导思想是以实用为前提,将理论与应用紧密地结合起来;在语言描述上力求简明扼要、通俗易懂;在内容组织上注意知识的完整性、突出重点,并提供了大量的插图和图表,以使读者易于理解和掌握,便于自学。另外,书中还附有大量的应用实例和程序,其中大部分系作者多年来科研工作的经验总结,并在实际工作得到应用和验证,可供读者在开发数据采集系统时参考引用,相信对读者会有很大的帮助。

3. 要点清晰。本书对数据采集与处理中的基本概念、原则和注意事项,均外加框线,其格式如下(以“量化”的概念为例):

量化就是把采样信号的幅值与某个最小数量单位的一系列整倍数比较,以最接近于采样信号幅值的最小数量单位倍数来代替该幅值。这一过程称为“量化过程”,简称“量化”。

以突出基本概念、原则,并提醒读者在应用中应该注意的事项。

本书强调基本理论、基本概念,突出软件与硬件结合,着重介绍设计方法,加强实际应用。在写作过程中注意将国内外的新技术、新原理和新方法融会进本书。

本书分为上、下册,共有 16 章。

本书上册为基础篇,包含 10 章,各章节内容简要如下。

第 1 章主要讲述数据采集的发展历史和应用、数据采集的意义和任务、数据采集系统的基本功能和结构形式、数据采集软件的功能,还讲述数据处理的任务和任务。

第2章重点讲述模拟信号数字化处理中的基本理论、方法,包括采样过程、采样定理、量化与量化误差、编码,还讨论几种采样技术的应用、频率混淆的原因及消除频率混淆的措施。

第3章讲述模拟多路开关的工作原理和主要技术指标,常用集成多路开关芯片、多路开关的电路特性和多路开关的使用。

第4章讲述测量放大器的电路原理、主要技术指标,集成芯片和测量放大器的使用,还讲述隔离放大器的结构和应用。

第5章讲述采样/保持器的工作原理、类型、主要性能参数和集成芯片,还讨论系统采集速率与采样/保持器的关系,以及采样/保持器使用中应注意的问题。

第6、7章讲述A/D和D/A转换器的分类、主要技术指标、工作原理。在详细讲述几种8位、12位A/D和D/A转换器的基础上,给出A/D和D/A转换器与单片机、PC机的硬件接口电路及调试方法和步骤,并讲述在实际工作中如何选用A/D转换器芯片的方法。

第8章讲述两种商品化的数据采集接口板卡的结构、主要技术参数、使用与程序编写方法,Windows 98数据采集板卡编程,还讲述Windows XP数据采集板卡编程,给出Delphi 6.0编程实例,实例程序无需驱动程序支持,可在Ring3用户态直接对数据采集板卡(I/O端口)操作,实现模拟信号数据采集。

第9章讲述与数字信号采集相关的8255A芯片及板卡,还讲述BCD码并行数字信号的采集、车速脉冲信号的采集计数。

第10章讲述采样数据由无工程单位数字量变换为有工程单位数字量时的标度变换,还讲述采样数据的数字滤波、采样数据中奇异项的剔除及采样数据的平滑处理。

本书下册为扩展篇,包含6章,各章节内容简要如下:

第11章讲述串行端口的数据采集,在讲述串行数字信号的基本概念和通信标准的基础上,着重讨论PC机与单片机的通信技术,给出具体的设计实例、通信接口电路、通信程序框图、通信程序等。也讲述Visual Basic的MSComm控件基本知识和在串口数据采集中的应用。鉴于数据采集系统向分布式、集散化方向发展,本书还讲述RS-485总线模块、EDA9033E电参数采集模块的硬件、使用及编程方法。

第12章讲述USB和CAN总线的基本情况,并讲述基于USB-CAN总线模块的数据采集方法,辅以一个工程实例作说明,以便读者理解和掌握。

第13章讲述全球定位系统(GPS)数据采集,讲述GPS的组成、WGS 84与2000中国大地坐标系、WGS 84大地坐标系转换为高斯-克吕格坐标系的方法、NMEA 0183协议、GR-213U接收机、SPComm串口通信控件简介和安装方法,并辅以一个完整Delphi 6.0程序对GPS数据采集做说明,以便读者理解和掌握,同时此程序也可供读者在开发GPS数据采集系统时参考。

第14章讲述数据采集系统常见的干扰,并讨论抑制干扰的措施,还讨论在编程中容易忽视的软件干扰问题及软件抗干扰措施。

第15章讲述数据采集系统的设计原则、设计步骤、系统A/D通道的确定及微型计算机的选择,讲述系统误差的分配及估算。

第16章讲述7个数据采集系统实例。

书中提供的所有程序分别在Quick BASIC 4.5、Visual Basic 6.0、Delphi 5.0/6.0、C++ Builder 6.0和MASM 5.0宏汇编下调试通过,可直接为读者所采用。

本书主要是根据作者多年来教学、科研工作经验的积累而写的,同时参考了有关文献,作者在此向收录于本书的国内外参考文献的作者表示诚挚的谢意。

由于作者学识水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

作者

2011年12月

目 录

第 11 章 数据的串行端口采集	(1)
11.1 数字信号的异步串行传送	(1)
11.1.1 数据异步串行传送的概念	(1)
11.1.2 数据串行通信协议基本模型	(6)
11.1.3 数据串行通信接口标准	(6)
11.1.4 PC 机与 8031 多机数据采集系统串行通信	(9)
11.2 MSComm 控件应用	(20)
11.2.1 MSComm 控件方法	(20)
11.2.2 MSComm 控件属性	(20)
11.2.3 MSComm 控件事件	(30)
11.2.4 MSComm 控件的错误消息	(31)
11.2.5 Delphi 6 安装 MSComm 控件	(31)
11.3 RS-485 总线模块 RM417 编程	(35)
11.3.1 RS-485 总线模块 RM417 概况	(35)
11.3.2 RM417 模块的 MSComm 控件编程	(41)
11.4 EDA9033E 电参数模块的数据采集	(46)
11.4.1 概述	(46)
11.4.2 主要功能与技术指标	(47)
11.4.3 EDA9033E 模块的外形及端子定义	(48)
11.4.4 模块应用接线	(50)
11.4.5 模块使用设置	(53)
11.4.6 EDA9033E 模块 ASCII 码通信指令及参数计算	(54)
11.4.7 EDA9033E 模块数据采集程序编程	(58)
习题与思考题	(67)
第 12 章 基于 USB-CAN 总线模块的数据采集	(68)
12.1 USB 概述	(68)
12.1.1 USB 的特点	(68)
12.1.2 USB 的拓扑结构	(69)
12.1.3 USB 系统的软件结构	(70)
12.1.4 USB 传输方式	(70)
12.1.5 USB 的硬件及连接	(71)
12.1.6 USB 总线标准与传输速率	(73)
12.2 CAN 总线概况	(74)
12.2.1 CAN 总线简介	(74)

12.2.2	CAN 总线特点	(74)
12.2.3	CAN 总线的技术规范	(75)
12.3	K85 系列 CAN 总线数据采集模块简介	(78)
12.3.1	K85 系列模块概述	(78)
12.3.2	K85 系列模块与 CAN 总线构成数据采集系统	(78)
12.3.3	K85 模块 CAN 通信协议	(79)
12.3.4	K-8512 模拟量采集模块简介	(83)
12.4	CANUSB-I/II 工业级接口模块	(86)
12.4.1	CANUSB-I/II 接口模块简介	(86)
12.4.2	CANUSB-I/II 接口模块端子定义	(87)
12.4.3	CANUSB-I/II 接口模块和 CAN 总线连接	(88)
12.4.4	CAN 总线终端电阻	(88)
12.4.5	CANUSB-I/II 接口模块驱动程序安装	(88)
12.4.6	CANUSB-I/II 接口模块的 CAN2.0B 帧	(89)
12.4.7	CANUSB-I/II 接口模块编程函数库数据结构定义	(90)
12.4.8	CANUSB-I/II 的接口函数	(91)
12.4.9	CANUSB-I/II 的接口库函数使用方法	(93)
12.5	基于 CANUSB-I 与 K-8512 模块的数据采集	(94)
12.5.1	K85 模块站址的配置	(94)
12.5.2	K85 模块数据采集与输出测试	(107)
	习题与思考题	(123)
第 13 章	全球定位系统(GPS)数据采集	(124)
13.1	GPS 的组成概况	(124)
13.1.1	空间卫星	(125)
13.1.2	地面监控	(126)
13.1.3	用户设备	(129)
13.2	WGS 84 大地坐标系与 2000 中国大地坐标系	(134)
13.2.1	WGS 84 大地坐标系	(134)
13.2.2	2000 中国大地坐标系	(135)
13.2.3	2000 中国大地坐标系(CGCS 2000)与 WGS 84 的比较	(136)
13.2.4	WGS 84 大地坐标系转换为高斯-克吕格坐标系	(137)
13.3	NMEA 0183 协议	(140)
13.4	GR-213U 接收机简介	(148)
13.4.1	GR-213U 的特点	(149)
13.4.2	技术规格	(149)
13.4.3	操作特性	(150)
13.5	SPComm 串口通信控件简介	(153)
13.5.1	SPComm 串口通信控件概述	(153)

13.5.2	SPComm 控件的基本属性、方法和事件	(153)
13.5.3	SPComm 串口通信的关键技术问题	(154)
13.5.4	SPComm 控件的安装	(154)
13.6	GPS 数据采集	(156)
13.6.1	GPS 数据采集程序界面设计	(156)
13.6.2	SPComm 控件实现串口通信的方法	(157)
13.6.3	GPS 数据采集源程序完整代码(Delphi6.0)	(158)
	习题与思考题	(163)
第 14 章	数据采集系统的抗干扰技术	(164)
14.1	数据采集系统中常见的干扰	(164)
14.2	供电系统的抗干扰	(167)
14.3	模拟信号输入通道的抗干扰	(169)
14.3.1	采用隔离技术隔离干扰	(170)
14.3.2	采用滤波器滤除干扰	(171)
14.3.3	采用浮置措施抑制干扰	(172)
14.3.4	长线传输的抗干扰措施	(173)
14.3.5	A/D 转换器的抗干扰	(181)
14.3.6	印刷电路板及电路的抗干扰设计措施	(184)
14.4	接地问题	(189)
14.4.1	数据采集系统中地线的类型	(189)
14.4.2	接地问题的处理	(190)
14.5	微机总线的抗干扰措施	(192)
14.6	数据采集软件的抗干扰	(194)
14.6.1	软件干扰的产生与抑制	(194)
14.6.2	软件的抗干扰措施	(195)
	习题与思考题	(198)
第 15 章	数据采集系统设计	(200)
15.1	系统设计的基本原则	(200)
15.1.1	硬件设计的基本原则	(200)
15.1.2	软件设计的基本原则	(200)
15.2	系统设计的一般步骤	(201)
15.3	系统 A/D 通道的确定	(204)
15.3.1	系统 A/D 通道芯片的选择	(204)
15.3.2	系统 A/D 通道方案的确定	(207)
15.4	微型计算机配置方案的选择	(210)
15.5	系统的误差分配及速度估计	(212)
15.5.1	系统的误差分配	(212)

15.5.2 速度估计·····	(216)
习题与思考题·····	(216)
第 16 章 数据采集系统实例 ·····	(218)
16.1 发动机台架试验的数据采集系统·····	(218)
16.1.1 系统概述·····	(218)
16.1.2 瞬态参数模块的设计·····	(219)
16.1.3 稳态参数的采集·····	(221)
16.1.4 抗干扰措施·····	(221)
16.2 土壤工作部件性能参数数据采集系统·····	(222)
16.2.1 试验装置和数据采集系统的构成·····	(222)
16.2.2 定点等距采集数据的算法·····	(223)
16.2.3 计算项目和数学模型·····	(224)
16.2.4 几个关键技术问题的处理·····	(225)
16.2.5 抗干扰措施·····	(225)
16.2.6 数据采集结果·····	(226)
16.3 用 RS-485 构成温室环境远程数据采集系统·····	(226)
16.3.1 系统网络拓扑结构·····	(227)
16.3.2 系统网络协议·····	(228)
16.3.3 系统硬件·····	(228)
16.3.4 系统软件设计·····	(229)
16.4 USB 在数据采集系统中的应用·····	(238)
16.5 基于 CAN 总线的热网远程数据采集系统·····	(241)
16.5.1 系统构成·····	(241)
16.5.2 系统硬件·····	(242)
16.5.3 软件设计·····	(243)
16.6 用 CAN 总线构成人工气候室环境数据采集系统·····	(244)
16.6.1 系统构成·····	(245)
16.6.2 MScmm 通信控件使用·····	(246)
16.6.3 系统的 CAN 总线通信设计·····	(246)
16.7 单片机温度数据采集系统·····	(249)
16.7.1 系统性能指标·····	(249)
16.7.2 硬件的考虑·····	(249)
16.7.3 软件设计·····	(250)
16.8 结束语·····	(252)
参考文献 ·····	(253)

第 11 章 数据的串行端口采集

在过程控制等工业现场,一般各个生产参数监测点分布较广、相距计算机较远,且外界干扰较强,在这种情况下采用 A/D 板卡来采集数据,如果模拟信号的传送线路太长,分布参数和干扰的影响容易引起模拟信号的衰减,从而直接影响 A/D 转换的精度。

采用串行端口采集数据,即在各个生产参数监测点分别设置数据采集模块,使得模拟信号的传送线路不长,降低分布参数以及干扰的影响,保证 A/D 转换的精度。由采集模块采集模拟信号并转换成数字信号,然后通过串行通信线、串行端口(RS-232)传送到计算机,将较好地解决板卡采集数据存在的问题。

11.1 数字信号的异步串行传送

在讨论串行端口数据采集之前,首先介绍与之有关的知识。

11.1.1 数据异步串行传送的概念

1. 数据传送的基本方式

在数据采集系统中,微型计算机与传感器、仪器之间的数据传送方式有两种。

- ① 并行数据传送,即数据各位同时传送。
- ② 串行数据传送,即数据一位一位按顺序传送。

图 11-1 所示是这两种数据传送方式的示意图。从图 11-1 可以看到,在并行数据传送中,数据有多少位就需要多少条传送线;串行数据传送只需要一对传送线,故串行数据传送能节省传送线,特别是当数据位数很多和远距离数据传送时,这一优点更加突出。串行数据传送的主要缺点是传送速度比并行数据传送要慢。

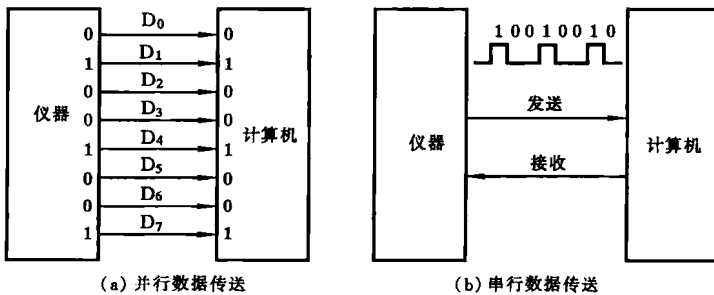


图 11-1 数据传送方式

所谓“异步”是指相邻两个数据之间的停顿时间长短不一样,尽管同一数据内各位的定时和顺序是非常严格的。因此,数据异步串行传送,是将数据中的每一字节的各数据位按时间先

后逐位传送。为了能正确地传送数据,需要了解数据串行传送的格式。

2. 数据串行传送的格式

目前,数据的串行传送多数是采用异步方式(或称非同步方式),这种方式不要求在数据发送端与接收端利用公共的时钟脉冲,故不必像同步方式将时钟信号随数据一起传送。

在数据异步串行传送过程中,为了让接收端识别一个数据的起始及结束,在数据的前后分别设置起始及停止位,数据异步串行传送的格式如图 11-2 所示。由图可知,1 帧数据是由以下 4 个部分按顺序组成的。

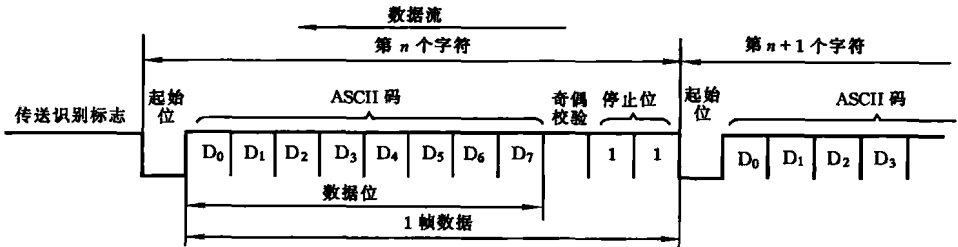


图 11-2 数据异步串行传送的格式

(1) 起始位

当通信线上没有数据传送时,线路处于逻辑“1”状态。当仪器要发送一个字符数据时,首先发出一个逻辑“0”信号,这个逻辑低电平就是起始位。起始位的位数是 1 位。起始位通过通信线传向计算机,当计算机检测到这个逻辑低电平后,就开始准备接收数据位信号。因此,起始位所起的作用就是表示数据传送开始。

(2) 数据位

当计算机接收到起始位后,紧接着就会收到数据位。数据位的位数可以是 5、6、7 或 8 位的数据。在字符数据传送过程中,数据位从最小有效位(最低位)开始传送。

(3) 奇偶校验位

数据位发送完之后,可以发送奇偶校验位。奇偶校验位用于有限差错检测,通信双方在通信时须约定一致的奇偶校验方式。就数据传送而言,奇偶校验位是冗余位,但它表示数据的一种性质,这种性质用于检错,虽有限但很容易实现。奇偶校验位可有可无,可奇可偶。

(4) 停止位

在奇偶位或数据位(当无奇偶校验位时)之后发送的是停止位。可以是 1 位、1.5 位或 2 位。停止位是一个字符数据的结束标志。

按规定,起始位为“0”电平,停止位为“1”电平。若不需在数据传送过程中作校验,则奇偶校验位也可用来表达数据。一帧数据的结束和下一帧数据的开始可以紧接相连,也允许有一段空闲时间,在此期间通信线路总是处于逻辑“1”状态(高电平)。例如 ASCII 字符“5”的串行传送格式如图 11-3 所示。

3. 波特率和接收/发送时钟

(1) 波特率

通信线上的字符数据是按位传送的,每一位的宽度(即位信号持续时间)由数据传送速率确定,数据传送速率用波特率(Baud Rate)来表示。波特率是这样规定的:单位时间内传送的

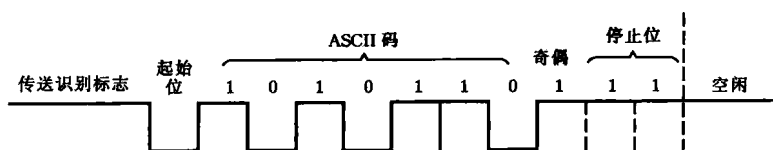


图 11-3 ASCII 字符“5”的串行传送格式

数据位数,即

$$1 \text{ 波特} = 1\text{bit/s}$$

例如,仪器最快传送速率为 10 字符/s,每个字符 11bit,则波特率为:

$$11\text{bit/字符} \times 10 \text{ 字符/s} = 110\text{bit/s} = 110 \text{ 波特}$$

位时间(每位宽度) t_d 等于波特率的倒数:

$$t_d = \frac{1}{110 \text{ 波特}} \approx 0.0091 \text{ s} = 9.1 \text{ ms}$$

标准的数据传送速率为 75、110、250、300、600、1200、2400、4800、9600 及 19200 波特。

串行信号的表达形式,一般采用 ASCII 字符码,每个字符码由 7~8 个数据位组成,在传送过程中还需另加表示数据起始及结束的标志位,故每一个字符码实际上由 11~12 位组成。若以每秒传送多少个字符码来衡量,则其典型传送率为 8~2000 字符码/s。

在数据异步串行传送中,计算机(接收端)与仪器(发送端)保持相同的传送波特率,并以每个字符数据的起始位与仪器保持同步。起始位、数据位、奇偶位和停止位的约定,在同一次传送过程中必须保持一致,这样才能成功地传送数据。

(2) 接收/发送时钟

二进制数据序列在串行传送过程中,以数字信号波形的形式出现。不论接收还是发送,都必须有时钟信号对传送的数据进行定位。接收/发送时钟就是用来控制通信设备接收/发送字符数据速度的,该时钟信号通常由外部时钟电路产生。

在发送数据时,发送设备在发送时钟的下降沿将移位寄存器的数据串行移位输出;在接收数据时,接收设备在接收时钟的上升沿对需接收数据采样,进行数据位检测,如图 11-4 和图 11-5 所示。

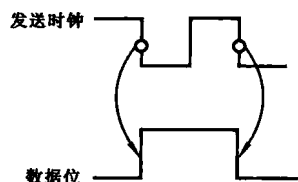


图 11-4 发送时钟

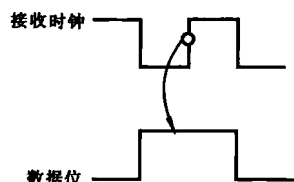


图 11-5 接收时钟

接收/发送时钟频率与波特率有如下关系:

$$\text{收/发时钟频率} = n \times \text{收/发波特率}$$

或

$$\text{收/发波特率} = \text{收/发时钟频率} \div n \quad n = 1, 16, 64$$

在异步传送方式中, $n = 1, 16, 64$, 即可以选择收/发时钟频率是波特率的 1、16 或 64 倍。因此,可由要求的传送波特率及所选择的倍数 n 来确定收/发时钟频率。

例如,若要求数据传送的波特率为 300 波特,则

$$\text{收/发时钟频率} = 300 \text{ Hz} \quad (n = 1)$$

$$\text{收/发时钟频率} = 4800 \text{ Hz} \quad (n = 16)$$

$$\text{收/发时钟频率} = 19.2 \text{ kHz} \quad (n = 64)$$

收/发时钟的周期 T_c 与传送的数据位宽度 t_d 之间的关系是

$$T_c = \frac{t_d}{n} \quad (n = 1, 16, 64)$$

收/发时钟频率对于收/发双方之间的数据传输达到同步是至关重要的,下面通过对串行数据采样的讨论来说明。

(3) 串行数据的采样

在串行数据的接收端,采样时刻必须同发送端数据每位的输出取得一致。但在异步传送系统中,发送端和接收端各有自己的时钟,其周期可能稍有差别。为获得可靠的采样,应尽量使每次的采样正好发生在数据各位的中央,其方法是把接收端的初始采样频率设为波特率的 n 倍(一般为 16 或 64),以便较精确地测得起始位及确保以后各位的采样时刻正好处于数据各位的中央附近。

接收端的采样过程如下。

① 起始位检测 接收端以 n 倍波特率对传输线进行快速采样,当首次测到“0”电平,就认为起始位开始,并继续采样 $(\frac{n}{2} - 1)$ 次均为“0”电平时,则确定它为起始位(不是干扰信号)。通过这种方法,不仅能够排除接收数据线上的噪声干扰,识别假起始位,而且能够相当精确地确定起始位的中间点,从而提供一个准确的时间基准,且最后一次采样正处于起始位的中间点。若在 $(\frac{n}{2} - 1)$ 次采样期间只要出现一次非“0”情况,即被视为噪声干扰,并自动返回初始时的采样状态,重新做起始检测。

② 数据位采样 从起始位中央起,每隔 nT_c 时间(一个数据位时间)对数据传输线采样一次,共采样 m 次(m 为数据位数,包括奇偶位),使每次的采样基本上均处于每个数据位的中央。

③ 停止位检测 当完成对数据最后一位采样后,仍以原间隔时间检测停止位。若测到的两个停止位均为“1”电平,则认为被接收到的停止位合格。紧跟着又做快速采样,以寻找下一个数据的起始位,返回到步骤①。若发现测到的停止位不符合要求,则发出错信号,表示发送与接收之间的同步有较大误差,须重新做同步调整。

串行信号的采样过程如图 11-6 所示。

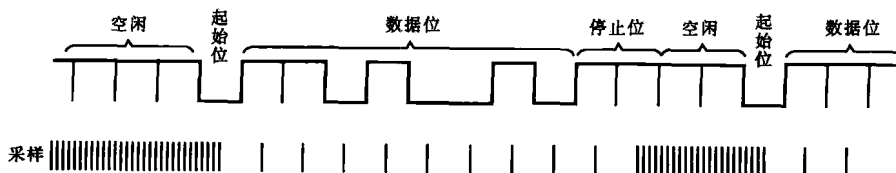


图 11-6 串行数据的采样过程

由以上的讨论可以知道,收/发时钟频率对于收/发双方之间的数据传输达到同步是至关重要的。

4. 单工、半双工、全双工通信方式

数据串行通信时,要把数据从一个地方传送到另一个地方,必须使用通信线路。数据在通信线路两端的工作站之间传送。按照通信方式,可将数据传输线路分成以下三种。

(1) 单工方式

在单工方式下,通信线路的一端连接发送设备,另一端连接接收设备,它们形成单向传送,即只允许数据按照一个固定的方向传送。如图 11-7 所示,数据只能由 A 站传送到 B 站,而不能由 B 站传送到 A 站。

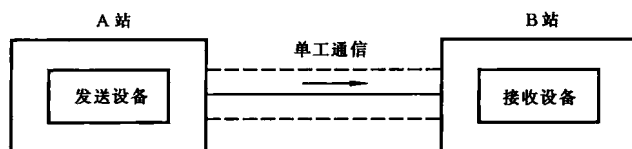


图 11-7 单工方式

(2) 半双工方式

在半双工方式下,通信线路仍然是一端连接发送设备,另一端连接接收设备,但两端都是通过收发开关接到通信线路上,如图 11-8 所示。在这种方式中,数据能从 A 站传送到 B 站,也能从 B 站传送到 A 站,但是不能同时在两个方向上传送,即每次只能一个站发送,另一个站接收。

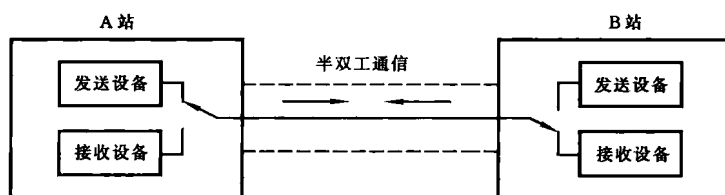


图 11-8 半双工方式

图 11-8 中的收发开关并不是实际的物理开关,而是由软件控制的电子开关,通信线两端通过半双工通信协议进行功能切换。

虽然半双工方式比单工方式灵活,但它的效率依然很低。从发送方式切换到接收方式所需的时间一般大约为数毫秒,这么长的时间延迟在对时间较敏感的交互式应用(例如远程检测监视和控制系统)中是无法忍受的。重复线路切换所引起的延迟积累,正是半双工通信协议效率不高的主要原因。半双工通信的这种缺点是可以克服的,方法很简单,即采用信道划分技术。

(3) 全双工方式

在全双工方式中,通信线路的每一端都有发送设备和接收设备,如图 11-9 所示。通信线路两端可同时发送和接收,数据可同时两个方向上传送。

有一点需要注意,尽管许多串行通信接口电路具有全双工通信能力,但在实际使用中,大多数情况下只工作于半双工方式,即两个工作站通常并不同时收发。这种用法并无害处,虽然没有充分发挥效率,但简单实用。

由于数据串行传送具有以上特点,因此在一般数据采集系统中,微机与远距离传感器之间数据的传送宜采用全双工方式;集散型数据采集系统中的上、下位微机之间的数据传送也采用