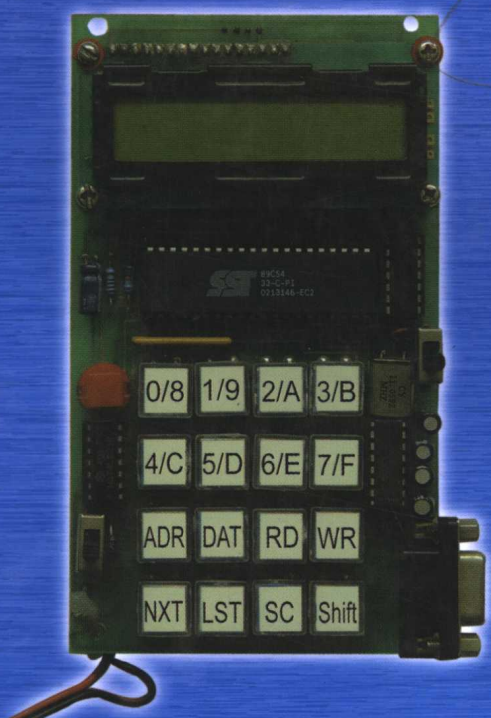
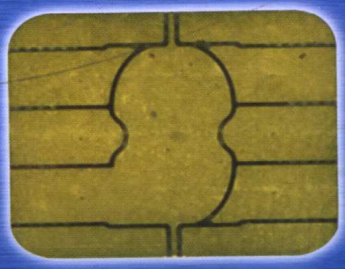
智能装置自装系列丛书

自装IC智能卡机

李裕华　李舫　孙明　编著





西安交通大学出版社

智能装置自装系列丛书

自装 IC 智能卡机

李裕华　李　舫　孙　明　编著

西安交通大学出版社
·西安·

内容简介

本书是关于IC卡与IC卡读写机的培训教材。书中介绍了典型的存储器IC卡，逻辑加密型IC卡，CPU智能卡，非接触IC卡，信息扣等方面的基本知识；介绍了开发IC智能卡读写机所需的单片机的指令、硬件结构、软件编程知识和实例，VB6.0编程的基本知识和实例。尤其是以较大篇幅介绍了三款典型的IC卡读写机的制作、编程实例，通过学习和实际安装，读者不仅可以对IC智能卡机的原理有较深入的了解，而且能掌握一些实际技能。

本书起点较低，适合对IC智能卡机有兴趣的电子爱好者和相关工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

自装IC智能卡机/李裕华，李舫，孙明编著．—西安：西安交通大学出版社，2005.3
（智能装置自装系列丛书）
ISBN 7-5605-1934-2

Ⅰ.自… Ⅱ.①李…②李…③孙… Ⅲ.智能卡—基本知识 Ⅳ.F830.46

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第141931号

书　　名	自装IC智能卡机
编　　著	李裕华等
出版发行	西安交通大学出版社
地　　址	西安市兴庆南路25号(邮编:710049)
电　　话	(029)82668357,82667874(发行部) (029)82668315,82669096(总编办)
印　　刷	陕西江源印刷科技有限公司
字　　数	354千字
开　　本	787 mm×1 092 mm　1/16
印　　张	15
版　　次	2005年3月第1版　2005年3月第1次印刷
印　　数	0001～5000
书　　号	ISBN 7-5605-1934-2/TP·393
定　　价	25.00元

“智能装置自装系列丛书”简介

“智能装置自装系列丛书”(下称“丛书”)的宗旨是:培养动手能力,介绍实用线路和程序,激励发明创造。

丛书介绍的是数字化智能装置的原理、技术及制作方法,可以满足有兴趣的读者,尤其是大中专学生和青少年读者边干边学、动手动脑、自己安装、自己调试、自己编程、全程参与的创造欲望。

丛书以具体的项目为实例,避免繁复精细的理论分析,通俗浅显地说明原理,公开技术诀窍,帮助初学者打开数字化技术的大门。

丛书的主要特点是强调自己动手安装。这种自装方式与用大部件组装电脑的简单安装不一样,它是从电阻、电容、芯片等基本元件的焊接开始,以部件的“讲解→安装→调试→深度理解”方式来完成智能装置的安装。

丛书的第二个特点是“软硬兼施”。丛书中的实例都是高技术含量的数字化装置,都离不开相关的软件。因此,丛书结合实例由浅入深地介绍相应软件的编程方法和技巧。

丛书的特点之三是强化产品意识。丛书的作者们都是搞产品开发的,实例均为已开发成功的产品。所以丛书涉及的装置大都是从完整产品的角度设计的,结合实际,综合考虑了工艺、成本、技术水平诸因素,这将有助于读者从一开始就建立完整产品的概念。

丛书是一套面向实践、突出应用的自学类、培训类的教材型图书。丛书的读者为:①对数字电子技术有兴趣,但不知如何入门的青少年和科技人员;②看过一些有关单片机技术、工业控制技术书籍,但看不明白或似懂非懂的读者;③非电子专业,但希望从事机电一体化工作的技术人员。丛书也可以作为培训班、职业技术学校、大中专院校的培训、实习教材。

丛书是开放性的,欢迎符合丛书宗旨和特点的投稿。

联系人:西安市兴庆南路 25 号,西安交通大学出版社(邮编:710049)叶涛

电话:(029)82668134

“智能装置自装系列丛书”丛书书目

1. 自装单片微电脑快速入门(已出版)
2. 自装可编程控制器(已出版)
3. 自装 IC 智能卡机(已出版)
4. 自装单片机开发系统(即将出版)

以上已出版图书若在当地买不到,可向我社发行中心邮购。

电话:(029)82667874　82668357

西安交通大学出版社

前　言

本书自构思以来已经有几年了，这期间电脑技术发展得很快，使得IC智能卡机与电脑的连接变得十分容易。现在，利用VB6.0的通信控件与单片机的串行通信进行开发，在实践中非常方便，感到太轻松了，而且画面十分好看。

IC智能卡的发展迅猛异常，它成为了电子行业的一个大产业，其中用于移动电话的SIM卡起到了领头的作用。我国2004年开始换发的新一代身份证，也使用了IC智能卡，试想10亿张IC智能卡是个什么规模。全国银行的磁卡也将被具有中国自己知识产权的IC智能卡取代，这又将是一个大产业。IC智能卡今后的发展，其领域和数量将难以估计，它带动的相关领域和就业人员也将十分庞大。

总之，IC智能卡不管以什么形式和技术出现，它带给发卡机构和持卡人的是更大的财产安全性，人权的保障，快捷和人性化的服务。国家的机密、公民身份证、宾馆的门锁……，IC智能卡正渐渐地深入到我们的生活中。

随着信息技术的飞速发展，对相关的技术人才的需求也不断高涨。作者在工作中，需经常面对前来应聘的信息技术方面的人员，所面临的状况是，一方面是踌躇满志的应聘者如云，另一方面是公司所需的适用人才难觅。前来应聘的年轻人大多已熟悉电脑的基本操作，也在学校学过的相关课程，然而相当多的人员缺乏的是基本动手能力（这是公司最低需求），这些能力在星罗棋布的电脑培训班中是学不到的。例如：基本元器件的识别，元件焊接，线路板设计时元件布置的一般原则，一些基本的技术术语，基本的模拟线路和数字电路原理等。如何打破这样的悖论怪圈：新毕业的大专学生想要进入公司获得工作经验，而一般公司只招聘有工作经验的大专学生？作者认为：除了公司方面应有远见，提供新手培训的空间外，求职的年轻人还应能通过自己动手为自己获得起码的工作经验。设想一下，如果你有了大中专学业文凭，又手持你自己焊接制作的电子装置，自己编写的程序去应聘某公司，并当场演示，应聘效果一定会出乎意料的好。“智能装置自装系列丛书”的初衷里也包含着这样的想法。

作者另一看法是，如要涉足自动调节和数控、光机电一体化、测量测试等技术领域，要掌握的最基本的技术为：8位单片机软硬件的开发技术、VB的编程能力、运用Protel99绘制线路板，这三块技术要掌握到能实际动手操作的程度。

本书所涉及的内容包括：

1. 几种典型的IC智能卡的基本知识，基本操作，以及它们的读写接入实例；

2. MCS-51 单片机的基本知识，全部指令，硬件结构，软件编程和实例；

3. VB6.0 编程的基本知识和实例，单片机和电脑串行口(RS232)通信的程序和实例。

书中介绍的几款实例都达到实际应用的水平，对于有兴趣动手 DIY 的读者，可与作者联系，作者可提供少量的套件供选用。

书中难免出现错误，如有发现，希望读者不吝施教，作者必定怀着感激之情应答。对于本书的促成有着极大贡献的叶涛先生，作者借此诚表谢意。

作者电话：13709181375

作者电邮：yhli@mail.xjtu.edu.cn

李裕华

2005.2

目　录

1 IC智能卡总论

1.1 什么是IC智能卡

IC智能卡在大多场合下简称为IC卡，如今在中国已普遍可见。通常它是一张名片大小的印刷精美的塑料卡片，在卡片的一端嵌有指甲大小的金属触点。目前被广泛使用的插卡式电话卡就是IC智能卡，有些城市居民家中天然气计量表使用的也是一种IC智能卡。当前流行的GSM制式手机，使用的也是一种高档IC智能卡，在手机行业中称为SIM卡。作为基本知识，读者应该知道各种用途的IC智能卡的型号是不一样的，它们之间是不能通用的。例如，打电话的IC智能卡不能用到天然气计量表中。胡乱使用IC智能卡会导致卡的损坏或读写设备的损坏。读者更应该知道，试图解密、仿制或改写一些公用事业的、金融行业的或专用的IC智能卡是一种金融犯罪。

什么是IC智能卡？它牵涉到三个含意："卡片"、"IC"和"智能"，以下分别加以说明。首先IC智能卡应该是一张塑料卡片(Card)。按国际标准(ISO7816－1)它的尺寸应为长85.6 mm，宽53.98 mm，厚0.76 mm。通常其上印刷有彩色的图案、广告、使用方法或一些其它信息。该塑料卡片上除了下面将说明的金属触点部分外其余大部分区域仅是塑料而已，与电子技术无关。在手机行业中为追求小型化，大部分型号手机的SIM卡是将上述标准尺寸的IC智能卡裁剪成长25 mm，宽15 mm的小卡片，形成手机行业的新的尺寸标准。需要指出的是，对于IP电话卡，它既不是IC智能卡，也不是磁卡。用过IP卡的读者都知道，它不能插入电话机中，它只是一张印有号码、密码和使用方法的卡片。

IC智能卡的第二个特征是"IC"。IC是英文Integrated Circuit的缩写，它的原意是"集成电路"，也称"集成电路芯片"。由于IC叫法上更简练，因而很少有人称IC智能卡为"集成电路智能卡"。集成电路芯片(IC)尺寸很小，通常只有几十平方毫米。IC芯片加上它的金属触点形成一平方厘米左右的薄片，它被嵌入到塑料卡片中。嵌入的位置尺寸严格按照国际标准(ISO 7816－1)，只有这样，当IC智能卡插入到读写设备(例如IC卡电话)中，IC芯片才能与设备的触点正确接触。IC智能卡上的IC的金属触点一般能被观察到，该部分应被仔细保护。IC芯片部分被划伤、弯折会彻底损坏这张IC智能卡。有些常被使用的卡片不是IC智能卡，例如目前国内银行用的各种储蓄卡、借记卡、信用卡等都是磁卡，它们的外形尺寸与IC智能卡一样，但没有IC芯片。它们的特征是在卡的背面边沿上粘有一条棕色的磁带。磁卡与IC智能卡有着本质上的区别，磁卡的信息和数据是以磁信息的方式录在卡的磁带上的。而IC智能卡的信息和数据是以电子信号的方式记录在芯片的存储器里的。

IC智能卡的第三个特征是它的"智能"性。"智能"是来自英文Smart，按英文原意，港台地区也有称IC智能卡为"聪明卡"。卡的聪明程度与智能性决定于嵌入卡片中的IC芯片，IC

芯片智能程度越高，该型号 IC 智能卡的智能程度也越高。一般而言，IC 智能卡的智能性仅体现在卡的数据防窃取、防非法修改等安全性方面，而并非通常意义上的智能装置的智能性。真正的智能装置具有根据现场状态的信息自行决定下一步的动作或操作的功能，有的甚至还有自我学习的功能，如机器人，具有自动纠错功能的装置（如 VCD 影碟机），飞机的自动驾驶系统，导弹的自动跟踪系统等。这种“智能”对应的英文单词是 Intelligent，而不是 Smart。所以当今大部分 IC 智能卡的智能程度并不高。图 1-1 照片所示是一些不同用途的 IC 智能卡。

图 1-1　不同用途的 IC 智能卡

1.2　IC 智能卡的特点

IC 智能卡作为一种新电子器件是 1976 年首先由法国布尔（BULL）公司生产出来的，它最初的意图是要取代当时发行量很大的磁卡。在这以前，在可携带的卡上形成数据载体的还有穿孔卡和条形码卡。这四种卡的一些对比情况列于表 1-1 中。

表 1-1　四种卡的对比

卡的形式	数据存储方式	数据读取方式	数据可修改性，数据安全程度	实际使用状况
穿孔卡	穿孔/无孔	机械触点，穿透型光电装置	可视，容易复制	20 世纪 70 年代末已淘汰
条形码卡	黑/白条纹	反射型光电装置	可视，容易复制	20 世纪 70 年代末已淘汰
磁卡	磁场强/弱	磁感应	不可视，容易复制	已成熟，目前大量使用
IC 智能卡	微电子存储器	存储器触点电位检测	不可视，不容易复制	继续发展，大量使用

还有一些被用于身份识别的信息载体，它们不是卡片形式的，例如以人的生物特征作为数据载体的视网膜和指纹。它们的特征被数字化以后，对每个人来说该数据在人的一生中是稳定不变的，而且是各人相异的；同时它们又是不可复制的，所以安全性极好。这两种数据载体的最重要特点是与个人的不可分离性。目前指纹识别的身份认证已进入实用阶段，视网膜识别的身份认证仅见于国外电影中，何时在实际中应用尚不得而知。

通常的 IC 智能卡具有以下特点：

（1）高稳定性：数据在 IC 芯片中有的可保存 100 年以上。

(2) 高可靠性:数据读出次数为无限。对于可写的 IC 智能卡数据可修改或写入次数大于 10 万次。

(3) 高安全性:IC 智能卡中的数据一般情况不易被读出和改写。用于金融系统和高机密场合的高级 IC 智能卡为对付高智商罪犯的攻击,其数据的安全性已达到不授权几乎不可读出、改写和破译的程度。

(4) 低功耗:IC 智能卡工作电压一般都在 5 V 以下,瞬间工作电流为毫安级。

(5) 数据读写速度快:一般实用场合,IC 智能卡与读写设备的数据交换时间小于 1 秒。

1.3 IC 智能卡的应用范围

IC 智能卡携带和使用极方便,它的用途大多作为个人携带的一种微型数据库。IC 智能卡的应用场合已十分庞大,而且可应用领域还在不断地扩展。在 IC 智能卡各种应用场合中主要用到了如下的功能:

1. **身份认证**:通常利用 IC 智能卡存储的一组不变的数码串作为持卡人的身份,该数码串有时被称为 PIN(Personal Identification Number),有时称为 ID(Identification),即个人标识码。读卡设备读取该数码串表明持卡人的到达。有些场合下为确保安全要求持卡人用键盘输入由持卡人记住的密码(Password),读卡设备核对 PIN 和密码以确认持卡人的真实性。持卡人的身份认证的使用场合有考勤、医疗、保险、会员、储蓄等,各种 IC 智能卡的身份确认功能往往是首先被用到的。

2. **个人资料**:有些应用场合下不仅要求确认持卡人的 PIN,而且要求从卡中获得持卡人的一些资料。通常在 IC 智能卡中存入个人的基本资料,如姓名、年龄、住址、电话、身份证号等,另外还包括特殊用途的有关资料,例如医疗卡、老人健康卡中可能还记录与身体健康相关的资料。对于车辆保险卡,卡中可能记录车辆型号、颜色、发动机号、车牌号等。这种类型 IC 智能卡通常具有较大容量的存储器。这类资料信息往往极少改动或是不可改的,还有如血型、过敏反应特征、病历等。这类应用有医疗卡、保险卡、军人卡、设备卡、护婴卡、出生卡、车辆卡、驾驶员卡、公司税务卡等。手机的 SIM 卡自动拨号的小型电话本,也是用到这一功能。

3. **电子钱包**:电子钱包是 IC 智能卡的一项极有特色的功能。IC 智能卡用于消费目的基本上有两种方式:第一种是,持卡人的资金存储在网络系统的服务器中,IC 智能卡仅作身份确认,消费活动通过网络实时地在计算机中完成,这种方式最典型的是通常使用的储蓄卡、信用卡;第二种方式的 IC 智能卡中含有资金信息,消费活动直接在读写卡设备和 IC 智能卡中进行。这种方式的 IC 智能卡中存储的资金数额都不大,称为电子钱包。适合于用 IC 智能卡作电子钱包的场合往往是实时网络运行难以实现的场合。例如 IC 电话卡、公交车电子车票、出租车客户卡、交通违规即时罚款卡等。另外还有家用智能燃气表、智能电表和智能水表的 IC 智能卡。有些大学和公司食堂的售饭机也有采用电子钱包的 IC 智能卡。

1.4 IC 智能卡分类

IC 智能卡种类繁多,分类较为困难。从数据传输方式上分,有触点接触式卡、非接触式卡、单线接触式卡等;从 IC 芯片的功能上分,有存储器卡、逻辑加密卡、CPU 卡等。

1.4.1 存储器 IC 卡

触点式存储器 IC 卡也称 memory 卡，它是将串行的 EEPROM(电可擦除只读存储器)芯片以 IC 卡标准形式封装在塑料卡片中的。这是一种最简单的 IC 卡，不具有智能性。对这类 IC 卡的数据读写操作与通常双列直插式串行 EEPROM 芯片完全一致。这类 IC 卡的优点是读写容易，有的能在低至 2 V 电压下运行，数据保存性较好。其最主要缺点是安全性不好。对于熟悉电子技术的人而言，这类 IC 卡仿佛是全无遮盖的，它的数据能很容易地被读取、改写和复制。因而在较重要的场合下使用这类 IC 卡时一般都对其中的数据进行加密处理，使得数据虽能被读出却难以理解其含义。另外还将时序数据加密后写入卡中，使得虽然能复制一张完全一样的卡，但也只能使用其中的一张，因为每使用一次其时序数据被加密改写，并被登记在读写设备的系统中。用这类 IC 卡作身份识别是不合适的，例如当用作智能门锁的电子钥匙时，由于它很容易被复制因而安全性不好。这类 IC 卡使用较多的型号有 AT24C02 等。

1.4.2 逻辑加密型 IC 智能卡

逻辑加密卡的安全性极大地高于存储器 IC 卡，它由芯片中的硬件逻辑线路控制，使得在不核对密码 SC(Security Code)或密码核对不正确时，卡中存储器内的数据不能被读出或改写。同时该类卡对于错误地尝试密码次数有所控制，例如 4 次密码核对不正确将使该卡自毁。

逻辑加密型 IC 智能卡早期被用于金融等很多行业，目前在重要的金融行业中已被 CPU 卡所取代。但由于其价格较低，在一些小金额的场合中，仍有大量的应用。较为典型的型号为 AT88SC102。

1.4.3 CPU 智能卡

CPU 智能卡的芯片实质上是一单片机核心，只不过原有的 I/O 口变成一串行的单线 I/O 口，使其符合关于 IC 卡的 ISO7816 协议。CPU 智能卡如单片机一样，内部要存放程序，智能卡在程序控制下工作。CPU 智能卡中的程序一般称为 COS(Chip Operating System：片内操作系统)。CPU 智能卡有存放程序的只读存储器 ROM，有保存数据的 EEPROM，有内存 RAM 等。由于 CPU 智能卡通常利用它的 COS 系统对数据进行管理和加密，使得它的使用更加灵活，更加安全。相对地，CPU 智能卡价格较高，使用也较复杂。

除了 I/O 口减少到一个以外，CPU 智能卡中的内部资源、内部结构和同型号的单片机是一样的，有暂存数据的 RAM，有存放程序的 ROM，存放数据的 EEPROM 等。芯片的电源和基频由外部的读写设备提供。如同单片机一样，CPU 智能卡必须在片内程序的控制下工作。这类程序分为两大类型：专用程序和片内操作系统 COS。专用程序是由发卡用户自己写入卡内的程序，其过程同使用单片机完全一样。而片内操作系统 COS 是出厂前已经写入在 CPU 智能卡中的，它很类似于电脑的 DOS(磁盘操作系统)。用户在读写卡机设备上输入 COS 命令(一系列十六进制代码)，CPU 智能卡中的 COS 系统对命令进行解释后翻译成一段代码程序，单片机按这段程序运行，完成对数据区的一系列操作，例如建立数据文件、写数据文件、读数据文件、核对密码等。装有同一 COS 系统的 CPU 智能卡的操作系统虽然是一样的，资料是公开的，但是对于不同的应用领域其安全性非常好。CPU 卡的使用非常灵活，对装有 COS 系统的 CPU 智能卡，发卡用户可以不用关心 IC 卡的具体物理结构，只需按 COS 系统手册中提

供的命令格式在读写卡设备上编程即可。

1.4.4 非接触 IC 卡

非接触 IC 卡也称射频卡或 RF 卡，它是通过电磁波感应原理，在读写头和 IC 卡之间交换数据。射频 IC 卡与无线电通讯在原理上和功能上不完全一样。通常射频卡的通信距离都很小，只有几厘米至几十厘米。由于物理原理的不同，射频卡不符合 ISO7816－3 关于电信号和传输协议。由于无触点，通常还有天线线圈含于卡内，所以 IC 卡的尺寸与 ISO7816－1 协议也不一致。射频卡通常会厚一些，也有做成塑料挂件、手表等各种形状。

某种典型的只读型射频卡工作方式是这样的：读卡头作为固定设备在其正面方向产生 125 kHz 的电磁场，当射频卡接近此电磁场时，它的线圈从电磁场中吸收能量；当能量聚积到足够时，驱动卡中的微电路使其工作；微电路工作时并不是如一般人认为的那样，将卡中固化的数据发射出去，由读卡头接收，射频卡并不发射数据，而是利用微电路工作时会消耗电磁能量，使电磁信号发生变化的特性，由读卡头本身检测电磁场的变化，该电磁信号的变化即为对应卡中的数据。

本书将要介绍的是另一种非接触只读型射频卡，其工作方式为：读卡头通过小型天线向空间断续发射 134.2 kHz 的无信号电磁波，发射时间为 50 ms，然后停止发射 20 ms 用于侦听，如果在发射电磁波时有一张射频卡接近，这张射频卡吸收电磁波能量驱动芯片工作；在读卡头停止发射电磁波时，射频卡即刻将 14 字节的数据发射出去；读卡头在侦听时接收到射频卡发来的数据，完成读卡工作；如果侦听时没有接收到信号，读卡头将循环“发射-侦听”的过程。由于在接收信号处理数据时不再发射电磁波，使得别的卡不会来干扰第一张卡的数据处理。

只读型的射频卡固化的数据长度多达十几字节，对某一公司某一型号的卡，该数据为世界唯一码，特别适合于身份确认的场合。由于无触点磨损和接触不良的问题，射频卡在有些应用场合具有明显的优势。只读型射频卡在频繁插卡的应用场合效果好于标准 IC 卡，如考勤机、食堂售饭机等。又由于电磁波对于非导体有一定的穿透能力，特别适合于某些需要隐蔽安装和野外安装器材的场合，如宾馆的门锁，家用门锁（特别能防止有人恶意堵塞锁孔或 IC 卡插槽）。由于射频卡本身封装坚固，又不需要能源，某些应用场合可以反过来使用。例如电子巡查机，将射频卡封在水泥墙或电线杆中，用户用手持读卡机靠近一次，可记录该用户何时曾到达一次。这用于保安夜间巡查，中巴车运行速度控制，高压线路巡查，消防巡查等。

射频卡与标准 IC 卡相比价格要高出许多，尤其是读卡头，一般由射频卡厂家配套供应，因其技术较复杂，价格较贵。

1.4.5 信息扣（iButton）

iButton 为美国 Dallas 半导体公司注册商标的专门产品，也许应译为“信息扣”。它曾被 Dallas 公司命名为 TM 卡（Touch Memory），译为“接触存储器”。iButtom 原装外形如图 1－2 所示，为不锈钢封装的钮扣形的装置。信息扣（iButton）实际只有两个触点，有点类似钮扣电池。其底部为地线，正面为信号触点。这种结构被 Dallas 公司命名为单信号线结构。通信方式按 Dallas 公司特有的单线协议（1－Wire protocol）。它的最大特点是，对信息扣的上电、输入指令、寻址、数据写入/输出操作都是通过它的信号触点（实际上地线也必须接触）。

Dallas 公司的信息扣（iButton）在国内已有各种应用。有的城市的公交车的电子车票用

的是这种 IC 卡。信息扣制成小挂件形式，持卡人交钱后金额被写入信息扣中。持卡人上公交车后将它与车上的读写头接触一下，车票费从信息扣中扣除，直至用尽，然后可再交费充值。这种应用属于电子钱包形式。

与其它形式的 IC 卡相比较，信息扣具有某些优点：由于用不锈钢外壳封装，信息扣的机械性能特别好，能适用环境恶劣的场合（电源 2.8 V～6.0 V，环境温度－40℃～70℃）；由于单线触点，所以读写设备端只需要一个 I/O 端口，降低了硬件的成本。

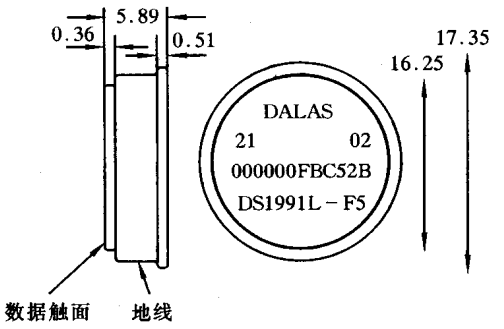


图 1－2　信息扣

1.5　什么是 IC 智能卡机

IC 智能卡机是指与 IC 智能卡发生数据交换的前端装置。在本书中有时被称为读写卡机，有时被称为读写头。现实生活中，IC 卡电话机中与卡座相连的一部分独立电路就是 IC 智能卡机。IC 智能卡机在整个系统中的地位示于图 1－3，IC 智能卡机的一般功能为处理 IC 智能卡的读写以及与主机系统的通信。有些 IC 智能卡机还具有更多的功能，例如本书将介绍的手持式 IC 智能卡机还具有显示功能等。

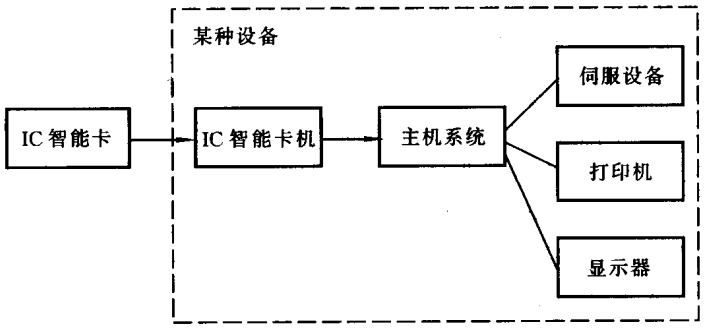


图 1－3　IC 智能卡机在整个系统中的地位

2 几种典型的 IC 智能卡

本章介绍几种常用型号的 IC 智能卡，详细介绍其技术细节，作为后面几章自装 IC 智能卡机的准备知识。

2.1 存储器卡 AT24C02

2.1.1 AT24C02 的特性

AT24C02 卡的芯片是由美国 Atmel 公司生产的，如 1.4.1 节介绍的，它实际上是由一粒串行的 EEPROM，按 ISO 7816－1 协议封装成的 IC 卡，其触点分布和名称示于图 2－1。

AT24C02 型号中的 AT 是 Atmel 公司代号，24C 是其系列号，02 表示存储器容量为 2K 位(2048 位，256 字节)。除 AT24C02 型号外，还有 AT24C01，AT24C04，AT24C08，AT24C16 等，其存储器容量分别为 1K 位，4K 位，8K 位，16K 位。这些型号的 IC 卡除了存储器容量不同外，其余特性完全一样。

AT24C02 卡的基本特性：

4 种电压选型：

—— 5.0 (Vcc=4.5 V～5.5 V)

—— 2.7 (Vcc=2.7 V～5.5 V)

—— 2.5 (Vcc=2.5 V～5.5 V)

—— 1.8 (Vcc=1.8 V～5.5 V)

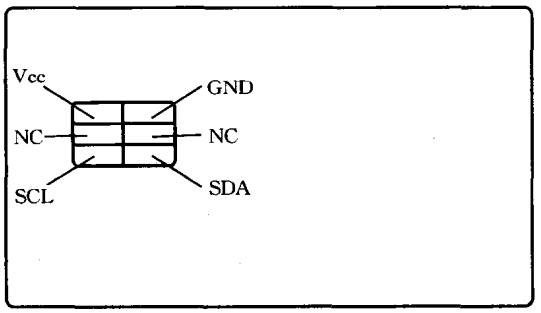


图 2－1 AT24C02 IC 卡触点

- 存储器容量为 2K 位
- 双线串行传输，符合 ISO7816－3 协议
- 内含斯密特触发器可消除接触瞬间的信号抖动
- 5 V 电压时传输速度 400 kb/s
- 可分页读写，每页 8 字节
- 支持破页写入
- 写入后自检测(少于 10 ms)
- 高可靠性

—— 1 百万次写入次数

—— 数据保存期为 100 年

AT24C02 卡的触点、电气和动态特性：

AT24C02 卡的触点配置图示 2－1，符合国际标准 ISO7816－1 触点尺寸协议的触点中仅有 4 个触点是有效的。图中所示“NC”(No Circuit)为空脚。“Vcc”为电源正极；根据不同选型，高压型为 4.5 V～5.5 V，低压型为 1.8 V～5.5 V，无论何种选型，标准 5 V 供电是合适的。“GND”(Ground)为地线，也即电源和信号的地线。5 V 电压时芯片待机状态电流为 8 μA，读数据时为 0.4 mA，写数据时为 2.0 mA。“SCL”(Serial Clock)为串行时钟信号输入触点。“SDA”(Serial Date)为串行数据 I/O 触点。

SCL(Serial Clock)触点为卡的时钟信号输入触点，该信号作为数据的同步信号是由读写卡设备通过触点提供的。在供电电压为 5 V 时，SCL 的时钟频率最大可达 400 kHz，时钟脉宽不能少于 1.2 μs。写入一位的时间为 10 ms。

SDA(Serial Data)触点为芯片的串行数据 I/O 口，读写卡设备通过这个触点读写卡中的数据。

2.1.2 AT24C02 的操作

卡的三种工作方式

AT24C02 通电后将处于三种方式：待机方式、读数据方式和写数据方式。

时钟和数据的传输

串行数据口 SDA 触点要求在读写卡机端接上拉电阻(3.3～10 kΩ)。在 SDA 触点上的数据只有当时钟触点 SCL 处于低电位时才可变化。当 SCL 触点处于高电位时 SDA 上的数据变化将表明是起始命令或停止命令。

起始命令

当 SCL 触点为高电位时，SDA 触点上的电位由高到低的变化是起始命令。

停止命令

当 SDA 触点为高电位时，SDA 触点上的电位由低到高的变化是停止命令。停止命令如果发生在读数方式以后卡将处于省电的待机方式。

确认和非确认

AT24C02 卡的芯片所有串行写入和读出的地址和数据都是 8 位长的字节。芯片的 EEPROM 每当接收到一个字节后都将发出 1 位“0”(低电位)作为确认回答，这个确认发生在第 9 个时钟周期。读写卡机在读操作结束后向卡发送 1 位“1”称为非确认回答。大多情况下确认是由卡发出的，非确认是由读写卡机发出的。

待机方式

卡的芯片处于待机方式时很省电，在 5 V 电压下仅为 8 μA 电流。这是 AT24C02 卡的特点之一。两种情况下可使芯片处于待机方式：①芯片上电后，②芯片接受到停止命令。

存储器复位

芯片存储器复位表示芯片内部硬件逻辑处于初始状态，芯片的存储器的地址指向起始地址(0 地址)。

器件地址

AT24C02 最初原型为双列直插 8 脚的 IC 芯片，其脚 1,2,3 分别定义为 A0,A1,A2，称为器件地址引脚。这三个引脚并不是为芯片内部存储器单元寻址用的，而是确定芯片本身被选中用的。假如有 8 片 AT24C02 芯片同时挂在一起，其 SCL 和 SDA 脚分别由两根信号线全部