

智能卡表

技术与应用

ZHINENG KABIAO JISHU YU YINGYONG

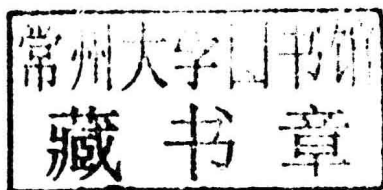
吴叶兰 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

智能卡表技术与应用

吴叶兰 著



机械工业出版社

本书以 IC 卡技术和仪表技术为基础,对 IC 卡智能电表、水表和气表的原理、功能和设计进行了研究和探讨。本书内容包括:IC 卡技术,介绍了 IC 卡的分类、传输协议、文件系统和安全机制;智能卡表的安全性分析,针对 IC 卡和卡表的数据攻击手段,分析了 IC 卡表数据存储和数据交换的安全性策略及安全性工具;智能卡电表,给出了智能卡电表的系统设计规范,智能卡电表和电卡设计,提出了电卡的密钥安全体系、智能卡电表及电卡的接口规范及电卡与卡表间的安全认证流程;智能卡水表的功能及原理、水表卡片文件系统的定义、智能卡水表的设计实例;智能卡燃气表的软硬件设计、数据通信协议及系统低功耗测试方法;提出了智能卡表的一卡通方案。

本书是一本介绍 IC 卡表原理、功能、设计的专著。本书可作为电子科学与技术、自动化检测、仪器仪表等相关专业高年级本科生和研究生的参考用书,也可从事智能仪表、电子技术等相关领域的学者和研究人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

智能卡表技术与应用/吴叶兰著. —北京:机械工业出版社, 2012. 10
ISBN 978-7-111-39929-2

I. ①智… II. ①吴… III. ①IC 卡—技术 IV. ①TN43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 232674 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:牛新国 责任编辑:阎洪庆

版式设计:姜 婷 责任校对:赵 蕊

封面设计:赵颖喆 责任印制:李 妍

中国农业出版社印刷厂印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·10.75 印张·210 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-39929-2

定价:29.90 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着 IC 卡技术的不断发展以及国内相关行业服务意识的提高,在与用户日常生活相关的计量表计中使用 IC 卡技术得到了迅速的推广,在水、电、气、热力等多个行业得到广泛应用,使得 IC 卡智能仪表成为当前国内 IC 卡应用技术发展的一个亮点。但介绍智能卡表技术的相关书籍很少,为弥补这一缺憾,作者结合多年从事 IC 卡智能仪表的研究工作,编写了本书。

本书从应用角度出发,介绍了智能卡表的原理、功能和设计方法,分析了智能卡表的安全性,给出了各类智能卡表的设计实例。由于 IC 卡是智能卡仪表的重要组成部分,有关智能卡文件系统、卡片类型设计、卡片和 CPU 的接口技术以及智能卡表数据项的设计是本书重点研究和讨论的内容,这些内容也是整个系统的核心问题。

本书分为 7 章,第 1 章介绍了智能卡表的分类及一般结构;第 2 章介绍了智能卡技术,包括智能卡分类、传输协议、文件系统和安全机制;第 3 章介绍了智能卡表的安全机制;第 4 章介绍了智能卡电表,包括智能卡电表系统的设计规范、智能电卡设计、智能卡电表和电卡的接口文件;第 5 章介绍了智能卡水表的功能、原理及卡片文件系统的设计;第 6 章通过一个具体设计实例介绍了智能卡燃气表的软硬件设计及系统测试;第 7 章给出了一种智能卡表一卡通设计方案。

在本书的编写过程中,得到了北京淳堂科技有限公司陈红军和北京工商大学研究生郑淑芳的大力支持,在此表示衷心感谢!此外,本书的出版得到了北京市教委科技创新平台 PXM2011-014213-113551 的资助。

由于智能卡表技术还在不断发展和完善之中,限于作者水平,本书难免存在疏漏和错误,恳请读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第1章 绪论	1
1.1 IC卡智能仪表的分类	1
1.2 IC卡表一般操作流程	1
1.3 IC卡表的一般结构	2
1.4 IC卡收费管理模式	3
1.4.1 抄表收费管理模式	3
1.4.2 IC卡收费管理模式	4
第2章 智能卡技术	7
2.1 智能卡的概念	7
2.2 智能卡分类	7
2.2.1 按内嵌集成电路分类	7
2.2.2 按数据传输接口形式分类	8
2.3 智能卡国际标准	10
2.3.1 接触式IC卡国际标准	10
2.3.2 非接触式IC卡国际标准	11
2.3.3 测试标准	12
2.4 智能卡传输协议	13
2.4.1 卡的复位操作	13
2.4.2 卡的复位应答	15
2.4.3 数据链路层	20
2.4.4 终端传输层	26
2.4.5 应用层	28
2.5 智能卡文件系统	29
2.5.1 文件组织结构	29
2.5.2 文件格式	30
2.5.3 文件层次级别	31
2.6 智能卡安全机制	34
2.6.1 加密技术	34
2.6.2 认证	35
第3章 智能卡表的安全性分析	37
3.1 智能卡表的安全性内容	37
3.2 智能卡表及数据存储的安全性分析	38

3.3 智能卡表及数据交换的安全性分析	41
3.3.1 安全认证	41
3.3.2 数据的线路保护	43
3.4 智能卡表中的安全性工具	44
3.5 卡表终端 ESAM 检测方法	46
3.5.1 卡表终端与用户卡数据交换流程	46
3.5.2 卡表终端检测方法	47
3.5.3 卡表终端检测安全认证流程	48
第4章 智能卡电表	50
4.1 智能卡电表系统规范要求	50
4.1.1 制定统一的智能卡电表技术规范	50
4.1.2 统一设计收费管理系统	51
4.1.3 安全性	52
4.1.4 网络售电管理系统的建立	52
4.2 智能卡电表收费管理系统	53
4.2.1 智能卡电表收费管理系统的构成	53
4.2.2 智能卡电表收费管理系统设计要求	54
4.3 智能卡电表的功能和结构	56
4.3.1 智能卡电表的功能	56
4.3.2 智能卡电表的结构	57
4.3.3 智能卡电表的数据项设计	59
4.4 电卡设计	60
4.4.1 电卡分类及结构	60
4.4.2 电卡应用文件和密钥	64
4.4.3 电卡密钥安全体系	65
4.5 智能卡电表和智能卡的接口文件	66
4.5.1 电卡数据文件结构	66
4.5.2 智能卡电表和智能卡的安全认证流程	71
4.5.3 智能卡电表和智能卡的操作流程	72
第5章 智能卡水表	75
5.1 智能卡水表功能	75
5.2 智能卡水表原理	76
5.3 智能卡水表卡片类型	77
5.4 卡片文件系统设计	78
5.4.1 用户卡	78
5.4.2 生产数据设置卡	83
5.4.3 检查卡	85
5.4.4 修改密钥卡	87

5.4.5 回收转移卡	88
5.4.6 校时卡	90
5.4.7 应急购水卡	91
5.5 智能卡水表设计实例	94
5.5.1 水表 ESAM 设计	94
5.5.2 CPU 卡读写接口设计	99
5.5.3 CPU 卡水表管理信息系统	110
第 6 章 智能卡燃气表	114
6.1 智能卡燃气表可操作性	114
6.2 智能卡燃气表卡片文件设计	115
6.2.1 用户卡文件	115
6.2.2 ESAM 文件	118
6.3 远传抄表通信协议	119
6.4 智能卡远传燃气表实例	122
6.4.1 基本功能	122
6.4.2 系统总体架构	124
6.4.3 系统硬件设计	124
6.4.4 系统硬件测试	132
6.4.5 系统软件设计	132
6.4.6 系统测试	148
第 7 章 智能卡表的一卡通设计	152
7.1 总体设计	152
7.2 智能卡表部分	153
7.2.1 智能卡表的功能	153
7.2.2 智能卡表的安全控制	153
7.2.3 智能卡表数据项内容说明	154
7.3 智能卡部分	155
7.3.1 智能卡分类及结构	155
7.3.2 卡的密钥安全体系	159
7.3.3 智能卡表数据文件的数据格式说明	160
7.4 表计管理部门和银行业务流程	160
7.4.1 业务流程组成	160
7.4.2 表计管理部门营业中心密钥管理流程	161
7.4.3 表计管理部门分局管理中心业务流程	162
7.4.4 表计管理部门营业中心业务流程	162
7.4.5 银行储蓄网点业务流程	162
7.4.6 银行主机业务流程	162
参考文献	163

第1章 绪 论

随着 IC 卡技术的不断发展以及国内相关行业服务意识的提高,在与居民用户日常生活相关的计量表计中使用 IC 卡技术得到了迅速的推广和广泛的应用。目前在电表、水表、燃气表中都已经开始采用 IC 卡作为抄表收费、控制以及数据管理的媒介,使得 IC 卡智能仪表成为当前国内应用技术发展的一个亮点。本章主要介绍了 IC 卡智能仪表的分类和 IC 卡表的一般操作流程,并对国内存在的几种抄表收费管理模式进行了分析比较。

1.1 IC 卡智能仪表的分类

目前 IC 卡智能仪表按照行业类型可以划分为 IC 卡智能电表、IC 卡智能水表和 IC 卡智能燃气表(见图1-1)。IC 卡智能电表是在电能计量仪表中加入 IC 卡及负荷开关控制等功能模块,用以完成电量抄收和电量结算的新型电表;IC 卡智能水表是在用水量计量仪表中加入 IC 卡及阀门开关控制等功能模块,用以完成用水量抄收和用水量结算的新型水表;IC 卡智能燃气表是在燃气量计量仪表中加入 IC 卡及阀门开关控制等功能模块,用以完成对燃气量抄收和燃气量结算的新型气表。



图 1-1 IC 卡智能燃气表

IC 卡智能仪表按照基表结构可以划分为机电一体化智能卡表和全电子式智能卡表,目前在 IC 卡智能电表中主要采用全电子式结构,IC 卡智能水表和 IC 卡智能燃气表主要采用机电一体化式结构。

按照用户类型可以将 IC 卡智能仪表划分为针对工业用户使用的工业卡表和针对居民用户使用的民用卡表。

按照用户缴费方式可以区别为先缴费后使用的 IC 卡预付费卡表和先使用后缴费的 IC 卡付费卡表。

按照行业分类可分为 IC 卡电表、IC 卡水表、IC 卡气表、IC 卡热力表。

1.2 IC 卡表一般操作流程

IC 卡表的管理模式如图 1-2 所示。

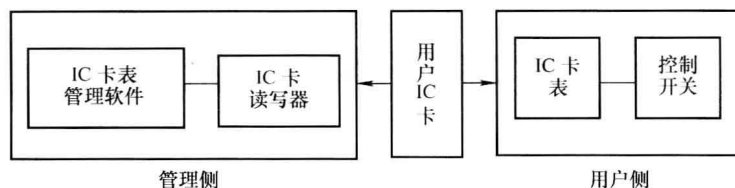


图 1-2 IC 卡表的管理模式

第一步，管理部门为用户安装 IC 卡表；IC 卡表管理系统软件登录用户信息，完成新用户开户；管理部门通过读写器为用户制作用户卡，写入必要的运行参数信息。

第二步，用户将用户卡插入自己的 IC 卡表，将运行参数信息传入 IC 卡表，同时将 IC 卡表内数据返写到用户卡。当满足一定条件时，IC 卡表闭合控制开关，允许用户使用相应的能源（水、电、气、热）。条件不满足时，IC 卡表断开控制开关，不允许用户使用相应的能源。

第三步，用户持用户卡到管理部门缴费充值，IC 卡表管理系统通过 IC 卡读写器将 IC 卡表返写信息读入系统进行结算分析，同时将新的运行参数传递到用户卡。

第四步，用户再次将用户卡插入 IC 卡表，获得相应能源的继续使用权。

1.3 IC 卡表的一般结构

IC 卡表的一般结构如图 1-3 所示。

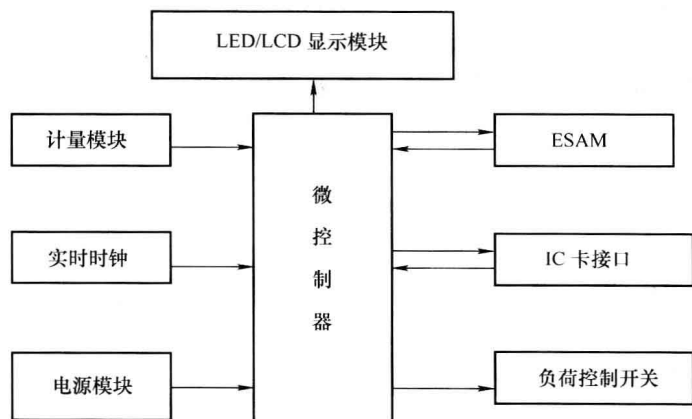


图 1-3 IC 卡表的一般结构

1. 计量模块

计量模块有机电式和电子式两种。

机电式：从机械式仪表的计度器圆盘采样，将计度器圆盘的转动转换为电脉冲信号。

电子式：直接由电子集成电路完成数据的采集、计量并转换为电脉冲信号。

2. LED/LCD 显示模块

用来显示 IC 卡表的计量数据和工作状态。

3. 实时时钟

用来记录时钟和日历，协助微控制器完成多种费率的计量以及按日、周、月的数据统计。

4. IC 卡接口

用于 IC 卡表与 IC 卡片进行数据交换和安全认证工作。

5. ESAM（嵌入式安全控制模块）

用于存放 IC 卡表内的计量和状态数据，并与 IC 卡进行系统的密钥安全认证工作，是 IC 卡表数据安全的核心器件。

6. 负荷控制开关

用于控制用户的水、电、气、热供应的开关，可由 IC 卡表输出控制信号对其进行闭合或断开操作。

7. 电源模块

用于向 IC 卡表提供电源供应。对于单相 IC 卡电表直接由交流转换供电，多费率 IC 卡电表以及水表、气表和热表由电池提供能源。

1.4 IC 卡收费管理模式

1.4.1 抄表收费管理模式

目前存在着三种不同的抄表收费管理模式，分别是人工抄表收费方式、自动抄表收费方式和 IC 卡收费方式。

1. 人工抄表收费方式

人工抄表方式是指为用户安装普通计量仪表，按固定的时间由管理人员上门抄表和收费。需要管理人员多，工作量大；优点是计量仪表成本低，采用付费方式容易被用户接受，基本不存在用户能源被切断问题。

2. 自动抄表收费方式

自动抄表方式是指为用户安装具有通信能力的计量仪表，通过通信网络系统自动完成用户计量仪表的数据抄收，再通过金融网点方式以自动或人工方式完成

缴费。这种方式技术难度高, 通信网络建设及维护成本大; 优点是自动化程度高, 节省人力, 并很容易实现系统的实时监控。

3. IC 卡收费方式

IC 卡收费方式是指为用户安装具有 IC 卡接口的计量仪表, 将 IC 卡作为传输介质, 在用户和管理部门之间传输信息, 自动实现计量仪表的抄收以及缴费工作。这种方式成本较高, 信息传输不及时, 同时让用户充当了信息通道的角色, 未体现管理部门服务的宗旨。优点是实现了抄表、收费、控制的三位一体, 彻底杜绝了欠费现象的发生, 管理人员和管理费用少。

在发达国家主要以人工或自动抄表收费方式为主, 原因是金融业高度发达, 发生欠费的情况较少, 同时管理部门有资金实力建立抄表网络系统, 具有较强的自动化管理水平; 而在发展中国家目前正从人工抄表收费方式向 IC 卡收费方式过渡, 原因是人口众多, 人工管理方式已逐渐无法管理, 而管理部门还不具备资金和技术实力推行网络化的自动抄表收费管理系统, 金融业的发展已经初具规模, IC 卡收费方式恰好成为最佳选择; 在欠发达国家, 由于没有系统的收费管理模式, 只能采用人工抄收方式, 但在较为发达的城市或小区, 具备推行 IC 卡收费方式或局域自动抄表收费的可能性。

可以确认在未来相当长的一段时间内, 在国内和人口较多的发展中国家推广 IC 卡表收费管理方案是可行的, 应该具有较为良好的市场前景。

1.4.2 IC 卡收费管理模式

IC 卡收费管理模式是将居民用户家里的普通计量仪表改装为 IC 卡智能仪表, 为居民用户提供一张缴费 IC 卡, 然后在行业管理部门搭建一个收费管理平台来实现的。按照一定的时间阶段居民用户持缴费 IC 卡到行业管理部门缴费写卡, 将购买量等相关信息写入缴费 IC 卡, 用户再将缴费 IC 卡插入 IC 卡智能仪表, 将相关控制数据传递到表内, 从而实现继续使用相关能源。这种收费管理模式结构示意图如图 1-4 所示。

上面的网络结构可以根据实际应用情况进行增减, 它反映了整个系统的逻辑构成, 主要由 IC 卡智能仪表、IC 卡和 IC 卡收费管理系统三部分组成。

1. IC 卡智能仪表

IC 卡智能仪表是指安装有 IC 卡接口和控制机构的智能仪表。当满足设定的条件时, IC 卡智能仪表会通过控制机构禁止居民用户使用能源; 当用户持卡缴费后将缴费 IC 卡插入 IC 卡智能仪表, 这时 IC 卡智能仪表就能够自动通过控制机构恢复居民用户使用能源。

2. IC 卡

用户缴费 IC 卡由行业管理部门发行, 居民用户持有, 用来在 IC 卡智能仪表

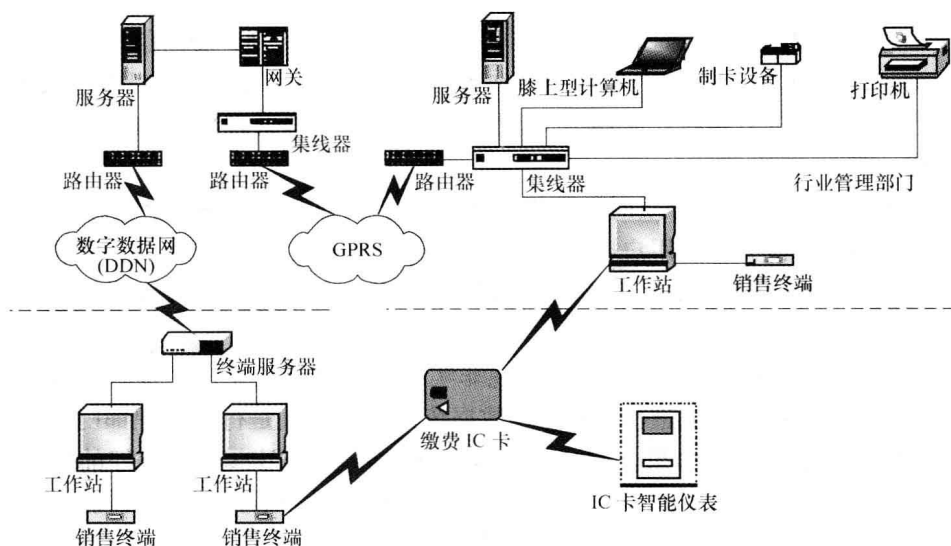


图 1-4 IC 卡收费管理模式结构示意图

和收费管理平台之间传递仪表中的计量和收费管理数据。考虑到卡片传输数据的重要性，根据实际情况，应该尽量选择安全性较高的 IC 卡介质。根据安全性的不同，可以将 IC 卡介质分为三类：

存储卡：能够按物理地址对数据进行读写、存储操作，但没有任何对数据的保护措施。典型的卡片有 24C × × 系列。

逻辑加密卡：能够按物理地址对数据进行读写、存储操作，在对数据进行读写时，首先需要进行密码校验，只有密码校验通过才能够对卡片数据进行正常读写操作，否则卡片拒绝操作并在一定条件下将卡片锁死。

CPU 智能卡：能够按逻辑地址对数据以文件的方式进行读写操作，卡片内部的 CPU 控制器可以进行复杂算法运算，在对数据进行读写操作时，首先需要使用一定的算法进行密钥认证，认证通过后才能够对卡片数据进行正常读写操作，并且还可以根据实际情况对数据进行加密和解密操作。如果认证不通过，则不能对卡片进行正常操作。

将上面三种卡片的安全性进行比较，CPU 智能卡的安全性最高，操作最复杂，存储卡的安全性最低，操作最简单。在实际使用时，如果在城镇或物业小区安装使用 IC 卡智能仪表，由于范围较小，使用存储卡和逻辑加密卡已经可以保证系统的安全性；如果在大中城市使用 IC 卡智能仪表，由于范围较大，数量较多，人为监控较为困难，因此应该使用安全等级较高的 CPU 智能卡作为用户缴费 IC 卡介质。

3. IC 卡表收费管理系统

IC 卡表收费管理系统主要完成用户管理、数据信息管理、交易信息管理和数据查询统计等功能。结合 IC 卡技术和收费管理模式的特点,目前应用成熟的 IC 卡表收费管理模式有两种:采用 IC 卡为抄表介质的收费管理模式和远传卡表收费模式。

当采用 IC 卡为抄表介质时,数据传输过程是靠持卡人来完成的,IC 卡具有双向传输数据的能力。当用户或者管理人员将 IC 卡插入到 IC 卡表后,将各种需要的计量数据抄出存储到 IC 卡上,然后将数据由持卡人带回到收费管理系统进行收费以及统计分析工作。

由于 IC 卡传递数据不可避免地出现非实时性,所以建立一套实时的自动抄表系统对现场运行的仪表进行监控以及数据统计分析一直是行业管理部门十分迫切希望实现的事情。但如果仅有自动抄表系统,不能和用户形成良好的信息沟通,当行业管理部门对居民家中的仪表进行操作时,对于居民用户来讲就是突然发生事件,会带来不便甚至误解。而使用 IC 卡表由于用户持 IC 卡进行缴费和数据传递,因此增加了行业管理部门和用户进行信息沟通的渠道,从服务的角度来讲,具有自动抄表系统所不可替代的优势。

因此,在目前国内比较成熟的自动抄表系统的基础上,增加 IC 卡控制收费的功能,这样数据远传用来完成对远传卡表的管理和监控,IC 卡功能提供远传卡表的收费服务。该模式比较适合于在已经推行自动抄表系统的场合下使用,通过增加 IC 卡接口,有效地解决收费控制问题,作为自动抄表系统的有效补充。

第 2 章 智能卡技术

智能卡是智能卡表系统中的重要组成部分，是卡表和收费管理平台的传输介质，用来传递卡表中的计量和收费管理数据。本章介绍了智能卡的概念、智能卡的分类和不同类型卡所遵循的国际标准，重点阐述了智能卡的传输协议、智能卡文件系统和智能卡安全机制。

2.1 智能卡的概念

智能卡（Smart Card）即集成电路卡，又称 IC 卡（Integrated Circuit Card）。它是将一个集成电路芯片镶嵌于塑料基片或其他材质中，封装成卡片式或其他各种形式。

IC 卡的概念是 20 世纪 70 年代初由法国人罗兰·莫雷诺（Roland Moreno）首先提出，并由法国布尔（Bull）公司研制出世界上第一张 IC 卡。IC 卡自问世以来得到飞速发展，已经成为涉及全球众多著名电子巨头的新兴技术产业，被广泛地应用于电信、金融、医疗、交通、身份证、商业购物、数字社区等社会生活的各个领域。

智能卡是半导体技术和计算机技术的结合，其内部的集成电路集成了微处理器和存储器，具有存储、加密、数据处理能力。与磁卡相比，智能卡具有体积小、存储容量大、安全性高、使用方便等特点。随着我国“金卡工程”的大力开展，作为金卡工程的代表，IC 卡技术无疑是最优秀的应用技术之一，为现代信息的处理和传输提供了新的解决方案。

2.2 智能卡分类

智能卡可根据不同方式进行分类。

2.2.1 按内嵌集成电路分类

按内嵌的集成电路类型不同，智能卡可分为存储器卡（Memory Card）、逻辑加密卡（Memory Card with Security Logic）和 CPU 卡（Smart Card）三类。

1. 存储器卡（Memory Card）

存储器卡内嵌的芯片为存储器芯片，通常为电可擦除可编程只读存储器（Elec-

trically Erasable Programmable Read - only Memory, EEPROM)。存储器卡功能简单, 价格低廉, 使用方便, 很多场合可以取代磁卡。但由于其本身没有或很少有安全保护逻辑, 对片内信息可以任意存取, 因此只能用于保密性要求不高的场合, 如医疗上用的急救卡等。常见的存储卡有 Atmel 公司的 AT24C01 ~ AT24C64 等。

2. 逻辑加密卡 (Memory Card with Security Logic)

逻辑加密卡除了具有存储卡的 EEPROM 外, 还增加了硬件加密逻辑电路, 该加密逻辑电路通过密码校验的方式来判断卡内数据能否被外部读写, 具有一定的安全性。但这只是低层次的安全保护, 不能防范恶意攻击, 适用于保密要求较低的场合, 如加油卡、电话卡、借书卡、公用事业收费卡等。常见的逻辑加密卡有 Siemens 公司的 SLE4442 卡和 SLE4428 卡等。

3. CPU 卡 (Smart Card)

CPU 卡内部集成电路包含微处理器单元 (CPU)、存储单元 (RAM、ROM 和 EEPROM) 和输入/输出 (I/O) 接口单元, 其中, ROM 中固化有卡操作系统 (Card Operating System, COS)。由于 CPU 卡内装了 COS, 使它不仅具有数据存储处理功能, 还具有命令控制和数据安全保护功能, 所以 CPU 卡可应用于安全保密性要求高的场合, 如金融信用卡、手机 SIM 卡等。

严格地讲, 只有 CPU 卡才是真正意义上的“智能卡”。由于工艺技术要求苛刻等因素, 目前世界上仅有少数几家著名半导体芯片制造商能设计和生产 CPU 卡芯片, 如美国的 Motorola 公司、Atmel 公司, 韩国的三星公司, 德国的 Siemens 公司, 法国的 Bull 公司, 荷兰的 Philips 公司等。多数卡制造商均选择这几家芯片制造商的产品, 将芯片封装并灌以自行开发的卡操作系统 (Card Operating System, COS), 而成为拥有各自注册版权的 CPU 卡。

2.2.2 按数据传输接口形式分类

按卡与外界数据传输的接口形式不同可将智能卡分为接触式 IC 卡、非接触式 IC 卡和双界面卡。

1. 接触式 IC 卡

接触式 IC 卡是通过金属电极触点与外部终端直接接触连接, 实现数据的读写。接触式 IC 卡的物理特性和通信方式符合 ISO/IEC 7816 标准, 其外形尺寸如图 2-1 所示。

ISO/IEC 7816-2 对接触式 IC 卡的触点功能作了具体的规定, 见表 2-1。

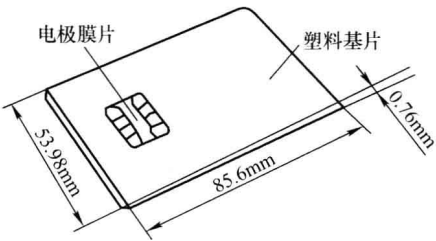


图 2-1 接触式 IC 卡外形尺寸

表 2-1 接触式 IC 卡触点功能定义

触点编号	功 能	触点编号	功 能
C1	VCC（工作电源）	C5	GND（地）
C2	RST（复位信号）	C6	VPP（编程电源）
C3	CLK（时钟）	C7	I/O（数据输入/输出端）
C4	RFU（保留使用）	C8	RFU（保留使用）

2. 非接触式 IC 卡

非接触式 IC 卡又称射频卡（Radio Frequency Card），卡的表面上无触点，是利用射频技术，通过电磁波传输实现数据读写。非接触式 IC 卡由芯片和天线组成，如图 2-2 所示，芯片内设有射频收发电路。根据卡内是否带有电源分为有源和无源两种，目前多使用无源卡。卡所需能量、时钟脉冲和数据是通过天线的电磁耦合作用获得的。

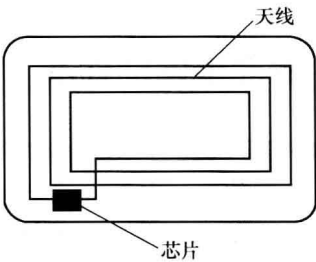


图 2-2 非接触式 IC 卡

非接触 IC 卡分为紧耦合卡、近耦合卡和远耦合卡三种，见表 2-2。目前应用最多的是遵循 ISO/IEC 14443 标准的近耦合卡，该标准主要有 Type A 和 Type B 两种体系，其中 Type A 以 Philips 公司为代表，包括 Siemens、Hitachi、G&D 和 Schlumberger 等公司的各种产品；Type B 以意法半导体（ST）、Motorola、韩国 Samsung 和日本 NEC 等公司为代表。Type A 和 Type B 标准的主要区别在于二进制调制、编码和反碰撞方式的不同。Type A 标准的产品拥有更大的市场份额。

3. 双界面卡

双界面卡是指将接触式接口与非接触式接口集成在一张卡片上的 IC 卡。对芯片的访问，既可以通过触点接触访问，也可以通过射频方式非接触访问。这两

种接口方式分别遵循两个不同的标准，接触接口符合 ISO/IEC 7816，非接触接口符合 ISO/IEC 14443。

表 2-2 非接触 IC 卡类型

非接触 IC 卡类型	通信距离	标准
紧耦合卡	0 ~ 1cm	ISO/IEC 10536
近耦合卡	0 ~ 10cm	ISO/IEC 14443 Type A/Type B
远耦合卡	0 ~ 1m	ISO/IEC 15693

双界面卡可分为以下三种：

1) 接触式 IC 卡系统与非接触式 IC 卡系统只是物理地组合到一张卡片中，两套系统互相独立。

2) 接触式 IC 卡系统与非接触式 IC 卡系统彼此操作独立，但共享卡内部分存储空间。

3) 接触式 IC 卡系统与非接触式 IC 卡系统完全融合，接触式与非接触式运行状态相同，共用一个 CPU 管理。

三种双界面卡中，只有最后一种双界面卡才是真正意义上的非接触式双界面卡。

2.3 智能卡国际标准

ISO/IEC 7816 是 IC 卡遵循的主要国际标准，该标准现有 10 个部分，分别对 IC 卡的物理特性、卡触点的尺寸与位置、电信号与传输协议、行业间交换命令、数据元以及 IC 卡注册管理办法等做出了详细规定。

2.3.1 接触式 IC 卡国际标准

接触式 IC 卡最主要的技术标准 ISO/IEC 7816 系列，主要涉及 IC 卡的物理特性、电性能、环境适应性、传送协议等，所有的接触式 IC 卡及其应用装置都必须遵循这些技术标准。此系列中应用最多的是前 4 个标准。

1) ISO/IEC 7816-1：《识别卡 带触点的集成电路卡 第 1 部分：物理特性》，该标准规定了带触点集成电路卡的物理特性，如触点的电阻、机械强度、热耗、电磁场、静电等。

2) ISO/IEC 7816-2：《识别卡 带触点的集成电路卡 第 2 部分：触点尺寸和位置》，该标准规定了 ID-1 型 IC 卡上触点的尺寸、位置和任务分配。

3) ISO/IEC 7816-3：《识别卡 带触点的集成电路卡 第 3 部分：电信号和传输协议》，该标准规定了电源、信号结构以及 IC 卡与终端间的信息交换，包括信