

“智慧校园”一卡通系统分析与研究 ——以巴中职业技术学院为例

喻欢,¹吴先礼,²李小兵³

(巴中职业技术学院, 四川巴中 636000)

摘要: 建设巴中职业技术学院“智慧校园”一卡通系统, 打造一个可以使学生凭一张非接触式射频IC卡实现校园的日常消费、身份识别、图书借阅、电子阅览室上网、生活缴费等功能, 真正实现“一卡在手, 校园我享”的目标; 同时, “智慧校园”一卡通系统的建设, 可以将相互独立的财务系统、教务管理系统、学生管理系统等子系统进行有机整合, 实现各部门数据的共享和同步, 提高工作效率。

关键词: 智慧校园; 一卡通; 信息孤岛; 非接触式射频IC卡

1 课题研究背景及意义

随着学校的蓬勃发展, 学校办学层次的提高, 对学校现有的信息化水平建设提出了更高的要求。学校的信息化建设面临着两个重要问题: 一是学校现在学生、教职工的各种水卡、电卡、饭卡等混乱且有些功能相互交叉, 缺乏一个统一的管理; 二是学校现有的各个信息管理系统存在信息孤岛, 新生迎新系统、教务系统、财务系统、学生管理系统等各个子系统之间信息既不能共享又不能同步, 从而使得学校的学生工作、教务工作、后勤工作之间缺乏交流, 与大环境要求的“大数据”、“云计算”等信息化高要求相差甚远。而根据学校的发展规划, 拟在“十四五”期间成功升本, 急需建立一个既能统一各种用卡又能解决学校信息孤岛的平台——巴中职业技术学院“智慧校园”一卡通系统, 本文主要对该系统的建设搭建框架。

2 “智慧校园”的特征

“智慧校园”, 以物联网为基础的智慧化的校园工作、学习和生活一体化环境, 一般以各种应用服务系统为载体, 将教育、教学、科研、管理和校园生活进行充分融合[1]。“智慧校园”一词最早在2010年由浙江大学提出, 随着我国高等院校的不断提升和改进, “智慧校园”的理念和建设思路已经融入到全国高校的方方面面, “智慧校园”建设逐渐成为高等院校办学水平、管理水平、科研水平的重要指标之一。

“智慧校园”一卡通系统建设是“智慧校园”建设的基础工程, 也是高等校园的核心要素, 更是成熟高等院校的名片, 它结合了IC卡的各种功能与移动互联网技术, 将高等院校的教学管理、科学研究、后勤保障等各

作者简介: 1. 喻欢, 男, 理工与经管学院党支部副书记, 讲师、经济师; 2. 吴先礼, 男, 教研室主任, 高级工程师、经济师; 3. 李小兵, 男, 理工与经管学院专任教师, 讲师。

个方面的子系统有机融合，形成一个校园区域内的共享环境和数字化空间。“智慧校园”一卡通系统为广大师生提供一个开放的数字化服务平台，可以灵活的选择与自身相匹配的各种服务，既能提高工作效率，又能简化校园常规管理，因此，“智慧校园”一卡通系统是智慧校园与老师和学生的重要媒介，也是体现“智慧校园”最理想的方式。

“智慧校园”通过计算机、校园网、多媒体等比较领先的IT技术对学校的行政办公、教育教学、科研创新、管理服务、生活服务和安全管理等全部信息资源进行完全的数字化，并比较科学和规范地融合成为一个整体，方便资源利用和提高使用效率的网络虚拟空间[2]。“智慧校园”具有如下几个特征：

1. 智能化。智能化的“智慧校园”使行政办公和教育教学更加人性化。
2. 网络化。“智慧校园”使得信息资源共享的限制减少、活动的时空受限减少。
3. 多媒体化。“智慧校园”使信息更加多元化、复杂现象变得虚拟化、教学媒体实现一体化。

3 系统平台的需求分析

3.1 平台的总体需求分析

“智慧校园”一卡通技术是打造“智慧校园”最重要的组成部分，其目的在于给广大的教职工、学生的教育教学、生活消费、成长成才、创新创业提供更加信息化、数字化的后勤保障，达成“一卡在手，校园我享”的校园规划。

“智慧校园”校园卡应有以下特征：

1. 不同子系统应共同使用一张卡、一个账号，而且各个系统间的操作应是互相补充的。
2. “智慧校园”一卡通不但可以存储学生的信息，还可以用来进行消费，同样还可以作为学生的“身份证”，也就是说“智慧校园”一卡通可以用来充水电，也可以食堂消费吃饭，可以用于借阅图书，也可以用于查询考试信息，从教育教学到生活服务，可以支持学生在校期间的所有常规活动。
3. “智慧校园”一卡通系统的组成既有硬件系统也有软件系统，硬件系统主要是高校所搭建的各类基础设备终端、网络设施，软件系统主要就是操作系统和相配备的数据库，他们进行通力配合，完成对各种电子信息的管理，比如完成对学生的生活消费刷卡的电子账户功能，学生缴纳学费前验证身份信息的身分识别功能，学生不同工作、学习、生活等方面子系统的信息共享功能。这样来看，“智慧校园”一卡通系统就是实现其他各种网络对一卡通的管理、设置和信息查询[3]。

“智慧校园”一卡通系统的需求如下：

3.1.1 系统信息综合平台的设置

根据学校目前的情况，笔者认为巴中职业技术学院的“智慧校园”一卡通系统需要设置一个进行学生信息共享和学生自助操作的信息综合平台。在没有“智慧校园”一卡通系统前，学校的学生管理系统（迎新系统）、教务系统、财务系统和后勤服务系统的学生数据总是有出入，浪费大量财力物力进行信息比对，原因就是各系子系统不具有信息共享和同步功能，搭建好了这一个信息综合平台之后，学生的身份识别、生活消费、银行电子钱包、一卡通挂失、注销、补办、圈存等功能，与总数据库、其他子系统数据库的信息是同步和共享的，信息数据是统一的，解决这一问题以后，还可以让学生的一张卡的电子账户通用于各个子系统，如果持卡用户在全系统中的某一个子系统中变更了一些数据，那么则在全系统中立即生效，都完成了信息的变更，这样保证了全系统数据的高效性[4]。信息综合平台的第二个作用就是满足学生的个性化服务，学生根据自己的情况查询一卡通电子账户的余额、一卡通的银行圈存，某一天一卡通掉了，可能需要挂失和补办，有可能有的同学有多张一卡通现在要合并成为一张等等。这一些多种多样的业务需求不需要统一开设什么系统模块，既不经济也不实用，反而搭建这个信息综合平台可以满足学生的各种各样的信息需求，同时在系统使用过程中，有的学生办理不了的业务还增加了一个学生业务范围申请的功能，进行学生建议、学生反馈，让系统功能更加完善。

3.1.2 一卡通的数据完善

一张一卡通除了是学生电子账户以外，更是一个学生的“身份证”，也是一个学生的名片。一卡通必须完善持卡学生的各类信息。

3.1.3 一卡通的生活消费

一卡通和各大银行之间进行网络对接，一卡通同时具有电子账户和过渡性存储两个账户，这两个账户中，电子账户主要用于日常消费，包括餐厅就餐、电子阅览室上网、校园创业超市购买生活物品或其他校园消费。这里的电子账户同微信的零钱钱包功能相似，就是每一种一卡通的直接账户，免输入密码就可以小额支付的，主要用于快捷刷卡，但考虑到学生容易丢失一卡通，则还会设置一个带有身份识别的账户，也就是过渡性账户。过渡性账户则相当于微信、支付宝软件的绑卡功能，主要用来存储持卡人的大额现金，一是避免师生携带大量现金，二是防止一卡通丢失后大额现金被盗刷或转走。持卡师生可以在校园内的学生服务中心、食堂、超市等设置的圈存机（POS机）完成过渡性账户到电子账户的资金圈存，也可以在学生信息综合平台完成网上圈存。

3.1.4 医疗保险功能

“智慧校园”一卡通还有一个重要的功能就是能为广大持卡师生提供医疗保险功能，可以作为持卡人的医疗档案、保险档案，此一卡通中能够

记录持卡师生的个人健康档案，学生需要体检或者就医的时候，校医院用一卡通一刷卡，就立即知道学生的病史、血型、过敏原等等医疗信息，这样可以让校医院的医生更多的时间处理更多的学生病情，减轻医生的诊断压力，降低误诊的可能性，对症下药。

从上述内容可以得出，“智慧校园”一卡通系统与一所高校的行政办公、教育教学、科研创新、管理服务、生活服务、安全管理、图书借阅、奖助贷、财务缴费、医疗保险以及人事招聘等各类相关信息无缝衔接，以一卡通为统一媒介，完成广大持卡师生对“校园大数据”实时交互共享，从真正意义上达到“一卡在手，校园我享”的智能化模式。另外，完成了与各大银行的对接，实现了一卡通电子账户和银行账户（一卡通的过渡性存储账户）的互通互用，持卡师生自助的通过POS机、圈存机等特有设备完成银行账户向“智慧校园”一卡通的转账、查询[5]，甚至还可以与智能手机互通，实现在手机上就可以向一卡通电子转账或手机圈存。

3.2 系统架构需求分析

“智慧校园”一卡通系统的创建包含了两大核心平台：一个是应用支撑平台，一个是应用子系统。两个核心平台既能够完成校园一卡通的日常管理，也可以完成一卡通的相关子系统。持卡师生的各项信息资料与电子账户会在公用的数据网络上、在各项子系统、各个不同模块中完成信息实时交互共享，而且一个子系统或一个子模块有持卡人的同意的信息变更会立即在全系统、全网络数据更新，立即生效[6]。

“智慧校园”一卡通系统的一卡通管理平台中的数据库，仅有一个核心数据库，用于确保通用数据的实时交流共享。而所对应的各行政部门、二级学院会设立自己所对应的的二级子数据库，他们与核心数据库相互通信，组成整个数据库系统。

3.3 系统性能需求分析

3.3.1 一卡通容量分析

一卡通的使用频率比较高，校园生活中几乎每一个环节都离不开一卡通，而且一卡通的各种子系统、子模块众多，使用一卡通的师生人数巨大，一卡通的设计就需要相对较大的容量才能存储这些多种多样的信息数据，但要注意在满足各式各样的要求的同时，还得给一卡通的存储空间留一定的空白存储空间，以备不时之需。

3.3.2 一卡通网络流量分析

“智慧校园”一卡通涉及的业务广泛、使用人群基数庞大、应用子系统众多，一卡通在工作过程中，会经过若干个网络终端设备，因业务量大、使用人众多的原因，一卡通集中使用时往往会因为校园网的网络贷款不够导致数据滞留，网络阻塞，一旦出现这种情况，就会给持卡师生和相关部门带来什么惨重的损失和责任[7]。

巴中职业技术学院现有在校高职生、中职生、教职工合计约7500余

人，根据在校师生使用一卡通的频率，平均每张校园卡日刷卡频率大约为5.4，整个校园内每天用一卡通的交易活动平均数量达40500笔，在交易活动进行过程中，每一个终端设备或者刷卡设备会进行数据传输，进行记录交易流水，一笔交易活动产生的数据平均估计为120byte，那么40500笔刷卡交易将带来的数据存储总容量为： 4.86×10^6 字节，即4.86MB，再假设在学校食堂就餐期间等交易的高峰时期，每次就餐的交易高峰持续时长按照1个小时来计算，故早中晚各一个小时共计三个小时需要处理的交易量估计值在百分之六七十，大约26000余笔交易数目，平均下来每秒钟进行的刷卡交易数目2.4笔，每秒钟产生的数据存储量为288字节/秒，在网络数据传输过程中还会有终端与数据库的往返信号等占用带宽，因此该一卡通系统的网络宽带的带宽至少要在100MB以上才能满足系统的网络吞吐量需求，才能保证系统的正常工作。

3.3.3 系统数据库系统容量分析

一卡通每一笔刷卡交易会有交易流水，会有交易的日志信息，基于上述巴中职业技术学院的现有师生人数和对网络流量的评估分析可知，如果每一笔交易在120Byte左右，那么每笔交易所对应的流水记录等所对应的存储大小估计约为150Byte、交易日志大约为450Byte，由此可以得到每天的信息存储增量： $600\text{Byte} \times 40500/\text{天} = 24.3\text{MB}/\text{天}$ 。一般数据存储时间为4年的话，产生的数据总存储量为： $24.3\text{MB}/\text{天} \times 365\text{天}/\text{年} \times 4\text{年} = 35478\text{MB}$ ，约为35.5GB，除此之外，还应该保留数据备份，数据库的磁盘阵列空间大小建议为： $35.5\text{GB} \times 4 = 142\text{GB}$ 。

3.3.4 系统平台性能分析

“智慧校园”一卡通系统平台的接收并执行或处理数据的能力是该一卡通系统的一个重要参数，现预估该系统平台上配置约500台数据并发终端。影响一卡通平台性能优劣的因素主要有以下几个：一是系统平台软件本身的兼容性、稳定性，二是系统平台软件的计算处理速率，三是系统平台软件所处网络的带宽，四是系统平台软件网络的延迟率。

4 系统安全性分析

4.1 硬件设备的安全性要求

“智慧校园”一卡通系统使用的基于逻辑加密形式的非触式射频IC卡，同时为管理方便，也对校内可以刷卡的设施设备编了具有身份识别独一无二的编码。

4.2 数据存储的安全性要求

巴中职业技术学院现有师生人数众多，设备基数较大，并且每年仍然在逐渐增加，为应对当前信息化时代的各种潜在的信息威胁，在设计系统平台的时候就必须考虑到信息安全，根据设计原则建议采用磁盘阵列技术，应用这个技术不仅保证了大容量的数据存储的顺利进行，还确保了数

据信息的安全可靠。此外，一卡通系统对持卡用户的各类功能权限划分十分严格，从技术上和根本上为数据信息的传递传输、执行操作、计算处理保驾护航[9]。对数据信息的传递传输、执行操作、计算处理等过程同样采用了数据加密技术、安全检验技术、数据异常处理、数据异常恢复等技术，设立了合理科学的各项规章制度[10]，及时防范管理上的漏洞，以保障数据存储的安全性要求。

4.3 校园网络的安全性要求

校园网络是“智慧校园”一卡通系统信息数据传输的根本保证，是系统信息数据传输的重要媒介，为了一卡通系统更好的为广大师生服务，应提升该系统的媒体拓展性，支持多媒介扩展，支持多类别的网络传输协议，从根本上提高系统的可拓展性，系统的实用性和安全性。提升网络攻击、网络病毒等的安全防范措施力度，从设备层面，也就是硬件设施层面做好安全预防病毒的措施。

5 系统的总设计规划

5.1 一卡通系统总体框架设计

基于前面分析到的用户需求，提出把我校“智慧校园”一卡通系统分为6个模块，分别是设备管理、一卡通信息管理、充值管理、消费管理、身份识别、系统管理等，每一个模块可以分成许多子模块，系统的总体框架划分如下图5-1。

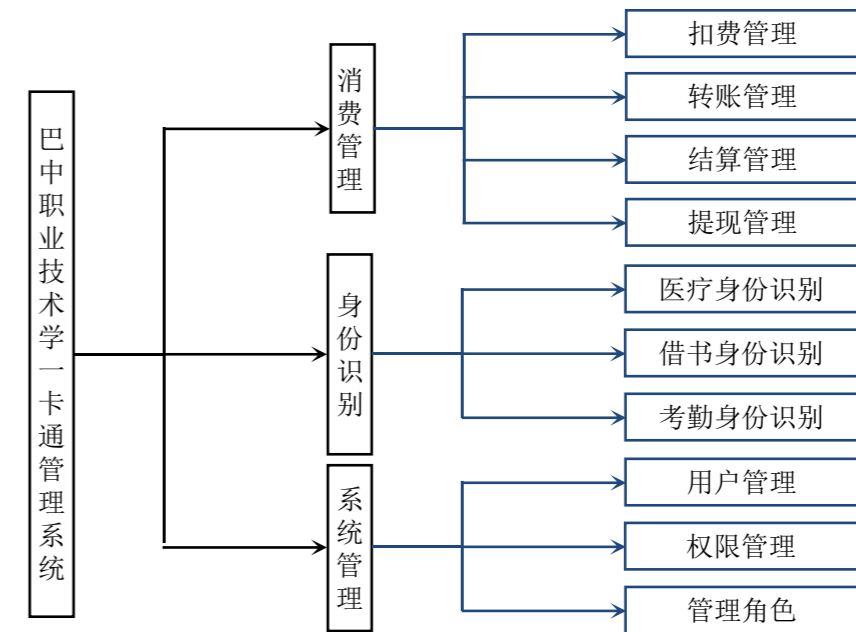
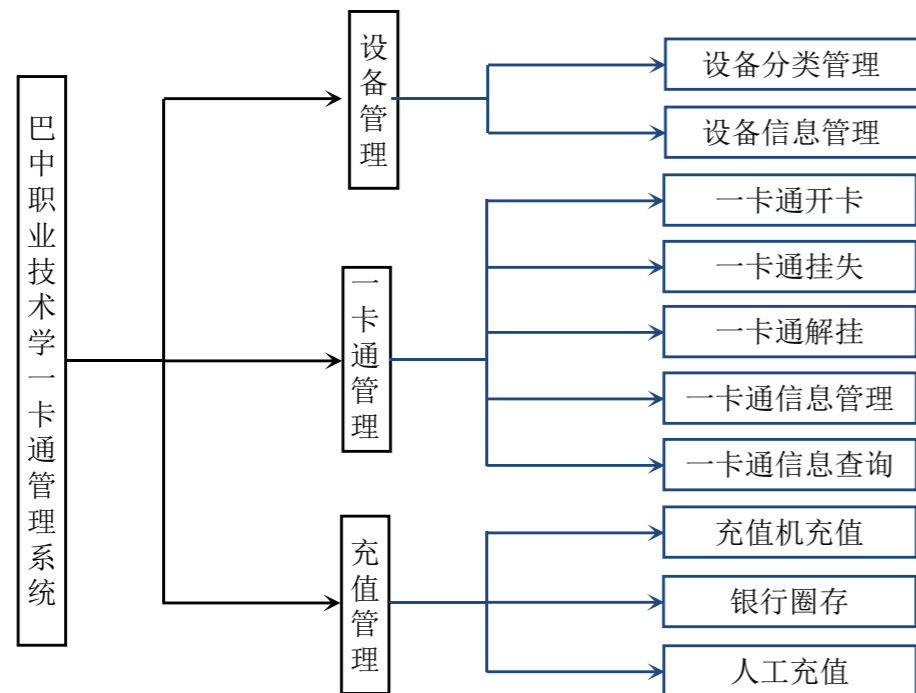


图5-1 一卡通管理系统框架图

5.2 一卡通系统网络结构设计

“智慧校园”一卡通系统的顺利运行依赖于一个稳定的校园网络，一个合理的校园网络。根据一卡通系统功能的实际使用需求，一卡通系统的网络结构设计里包含防火墙、路由器、交换机、一卡通Web服务器、一卡通管理客户机、数据库服务器、人工充值客户机、写卡器、消费机、财务客户机、自动充值机、银行圈存终端等设备。该系统的网络结构图见图5-2所示。

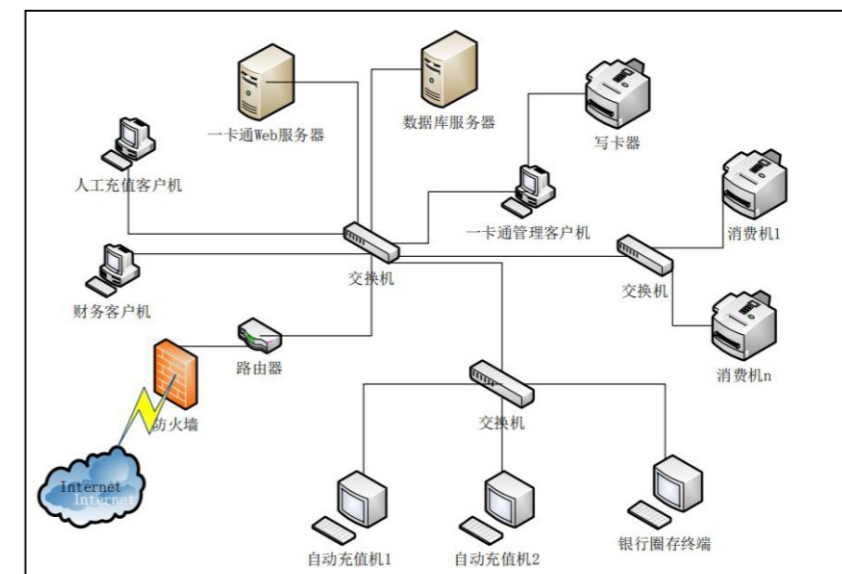


图 5-2 网络结构图

5.3 一卡通系统类设计

一卡通系统在面向对象设计(OOPL)中是分为很多个不同的类,而在程序设计中类的设计是否合理就会影响整个软件系统,那么,为保证一卡通系统的合理性,类设计就必须兼顾到各个方面,把类设计周全考虑,力争完美。在一卡通系统的类设计中,对象、实体以及对象和实体的传输数据是类设计的最基本要素。面向对象设计时,必须进行相关的抽象化处理,分成多个类,然后对各个类的关系进行梳理、整合,最后整理成类图。

通过对一卡通系统的各项需求综合考虑、慎重分析,确定了该系统类设计的实体,然后对他们进行虚化、抽象化,最终将他们整理成如下类:部门类、商家类、消费记录类、设备类、一卡通类、充值记录类、角色类、用户类、权限类等等,如下图5-3所示。

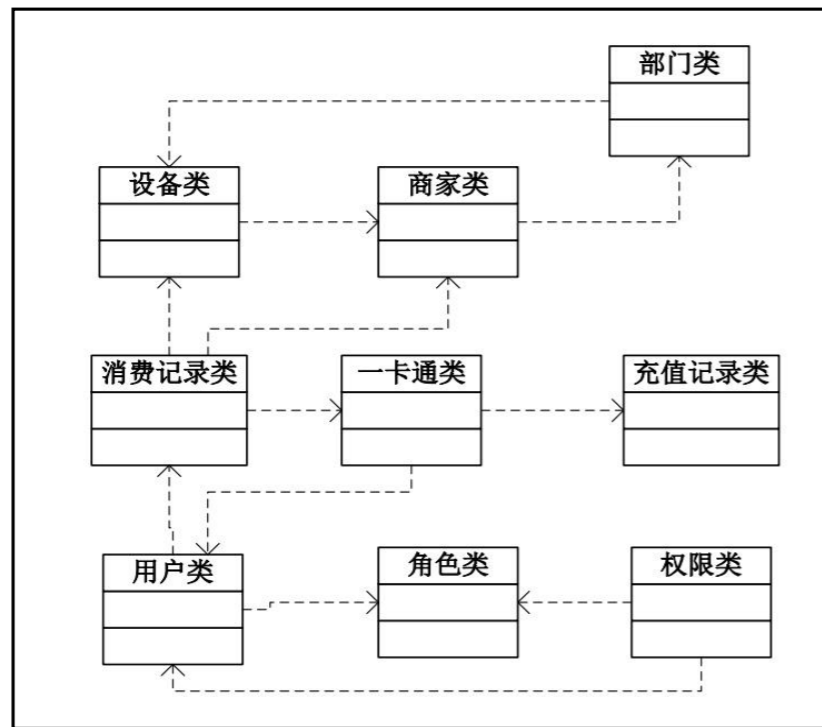


图5-3 一卡通系统类设计图

5.4 一卡通数据库设计

“智慧校园”一卡通系统的数据库关系到该系统全部信息、数据的有效保存和存储,几乎一卡通系统的全部功能的顺利实现都得基于一个合理的数据库,“智慧校园”一卡通数据库设计是否合理、是否顺应学校的发展和需要都对“智慧校园”一卡通系统的影响十分巨大。一卡通系统的各项功能是否顺利开发、开发后各模块是否有机运行都得依赖于一个好的、

合理的数据库结构,数据设计不合理、不成功,其他工作的开展都受到很大的制约,各个模块工作就十分复杂,严重影响一卡通系统的开发,更有甚者会直接导致开发系统不成功,故而在设计数据库时,需要全面考虑到各种影响因素,让数据库设计合理,系统的数据库设计E-R图如下图5-4所示。

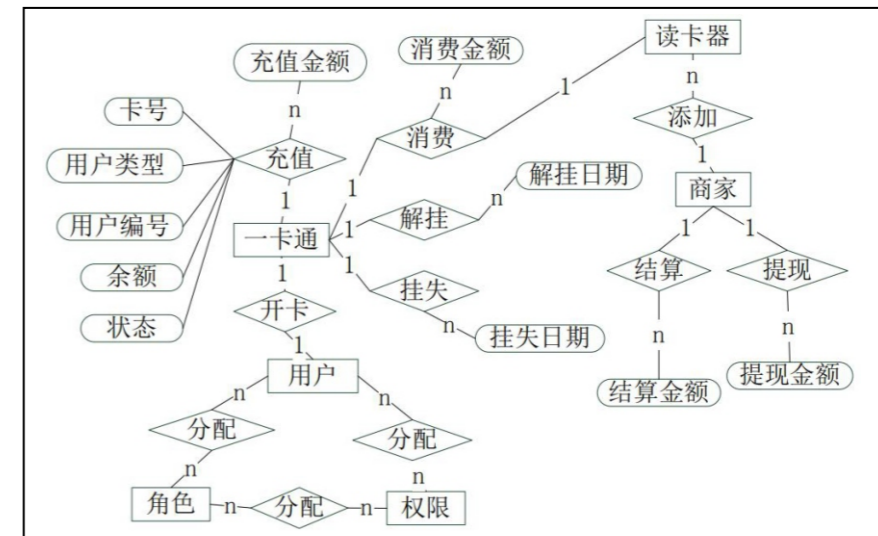


图5-4 一卡通系统E-R图

一卡通系统的数据库概念设计是一卡通持卡师生的实体形成模型的过程,该模型能体现出对信息加工、查询和存储的各种要求。数据库的概念模型在搭建时需要忽略数据库的实际呈现细节,梳理出抽象结构描述,整合形成实体—关联图,及E-R模型。

巴中职业技术学院“智慧校园”一卡通的设计可分为两步:

第一步是明确巴中职业技术学院“智慧校园”一卡通系统的实体及其属性,并描述他们之间的联系。

第二步是把单个功能的子系统、子模块整合成为具有全局高度的整体视图,整理成为数据库设计图。

5.4.1 数据库结构设计

巴中职业技术学院“智慧校园”一卡通系统的数据库按主次数据库进行设计,主数据库根据需要分成四个关键子数据库,分别是系统配置数据库、消费日志数据库、平台数据报表数据库和平台财务数据库,次数据库则主要用于各类数据信息的备份。其中,主数据库名称为:巴职院主数据库IDATA,次数据库名称为:巴职院备份数据库VTCDATA。

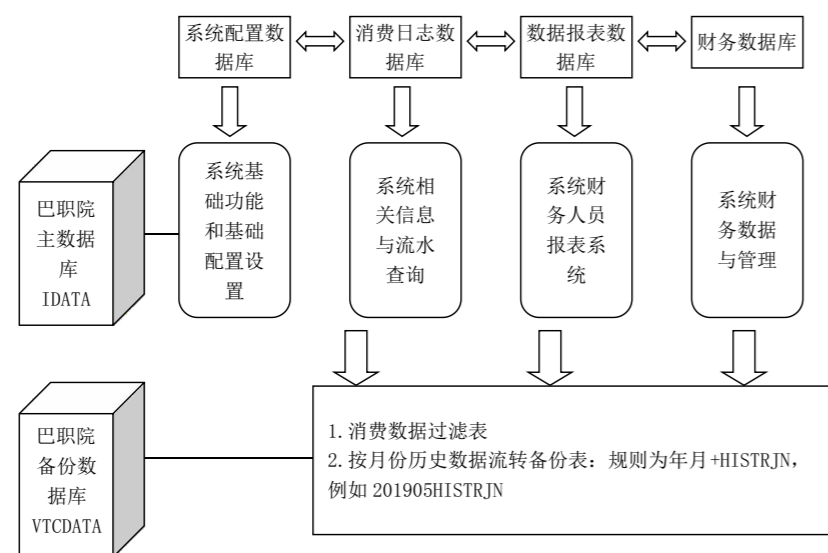


图 5-5 一卡通系统数据库结构图

5.4.2 各系统与数据表关系

系统名称	表前缀名
主数据库之系统配置数据	SYS_
主数据库之消费日志数据	LOG_
主数据库之数据报表数据	REP_
主数据库之财务数据	REP_
备份数据库	HIS_

各个分部的数据表采用加前缀的方式进行表示数据所属情况，视图在前缀之前加 View，其余的命名原则和数据表明相同。

5.4.3 数据库主要表结构设计

数据库表：

(一) 系统配置数据表

在数据库里表名称为 Sys_Driver_Manager，定义为：设备归属表，如下表 5-1 所示。

表5-1 设备归属表

字段	数据类型	名称	备注
Message	Char(4)	消息代码	检索条件 1
CompCode	Char(4)	计算机代码	检索条件 2
PosCode	Char(4)	POS 代码	检索条件 4
BeginTime	Number(6)	起始时间	交易时间是检索条件 4
EndTime	Number(6)	终止时间	交易时间是检索条件 4
IndepAcc	Number(10)	归属商户账号	
SubStr	Varchar2(10)	科目字符串	
Status	Char(1)	记录状态	0、正常记录，1、作废
CommStatus	Char	POS 通讯状态	
DownHMDSStatus	Char	下载黑名单状态	
CollSZStatus	Char	采集流水账状态	
DownHMDDT	Char(15)	下载黑名单日期时间	
CollSZDT	Char(15)	采集流水账系统日期时间	
ReportDate	datetime	设置日期	
Signed	Char(8)	校验	

(二) 消费日志数据表

数据库中表名称 Log_Trjn，定义为系统交易日志流水表，如下表5-2所示。

表5-2 消费日志数据表

字段	数据类型	名称	备注
JourNo	Number(8)	流水号	JourNo、CompCd、POSCd 联合为 PK
FromAcc	Number(8)	发端账号	账号和科目号形成完整的账号信息
Fromname	Varchar2(40)	姓名 1	
ToAcc	Number(10)	对方账号	
Toname	Varchar2(40)	姓名 2	
FroSubStr	Varchar2(10)	发端科目代码串	
ToSubStr	Varchar2(10)	对方科目代码串	
Jdatetime	datetime	流水时间	
Regdate	datetime	入账时间	用于余额查询有异议时，提供支持
CompCd	Char(3)	计算机代码	
PosCd	Char(3)	POS 机代码	
OperCode	Char(4)	操作员	
Message	Char(4)	事件类型	

TranAmt	Number (8)	交易额	交易额/卡成本=卡数
CdBalance	Number (10)	余额	
CdUsetime	Number (6)	累计用卡次数	
CtlSerial	Number (6)	发放款项控制序列	
ReqPass	Char (1)	是否要求输入密码	
Jflag	Char (1)	流水标志	0、正常流水, 1、被撤销流水, 2、撤销流水, 3、冲正流水
Summary	Varchar2 (40)	摘要	发放款项的注明发放款项的类型、临时卡号

(三)数据报表数据表

数据库中表名为REP_OperAccManager, 定义为操作员现金统计表, 如下表5-3所示。

表5-3 操作员现金统计表

字段	事件类型	名称	备注
OperCode	Char (4)	操作员代码	
RecEnsAmt	Number (8)	收押金金额	
RecFeeAmt	Number (8)	收手续费金额	
RecCostAmt	Number (8)	收成本金额	
RecDepAmt	Number (8)	收存款金额	
PayEnsAmt	Number (8)	付押金金额	
PayCostAmt	Number (8)	付成本金额	
PayDepAmt	Number (8)	付取款金额	
ReportDate	Date	登记日期	
Signed	Char (8)	数字签名	

(四)账务数据表

数据库中表名称Acc_User_Master 定义为账户主表, 结构如下表5-4所示。

表5-4 账户主表

字段	数据类型	名称	备注
CardNo	Char (10)	卡编号	CK, 用于配卡
CardId	Number (10)	卡号	PK
OldCardId	Number (10)	旧卡号	
UserId	Number (8)	用户号 (账号)	CK
Username	Varchar2 (20)	姓名	
PID	Char (2)	身份代码	
IdType	Char (1)	证件类型	0、学生证, 1、身份证, 2、职工证, 3、其他
IdSerial	Varchar2 (20)	证件号	证件号
DeptStr	Varchar2 (32)	部门关系	部门管理人员设置
Loss	Char (1)	卡户挂失状态	0、正常, 1、挂失, 2、预注销, 3、销户状态, 4、不动户销户, 5、临时卡或预开户销户
Freeze	Char (1)	卡户冻结状态	0、正常, 1、冻结
CheckStatus	Char (1)	卡户对账状态	1、正常, 1、对账异常
ChkErrTimes	Number (6)	对账不符次数	
MarginAmt	Number (6)	差额 (带符号)	0 差额>0, 1 差额<0

6 总结及展望

校园一卡通系统就是用智能IC卡来完成高校学生在校的各种各样的消费和身份识别等用途, 因为目前各高校所采用的信息化平台之间各种功能有着很大的功能交叉、信息孤岛等现象, 造成了学生需要持有多张不同的卡片, 不利于高校的长足发展, 一卡通系统就是整合各个不同的功能, 将各个模块形成一个有机整体, 真正实现学生的“一卡在手, 校园我享”的理念。

但是此“智慧校园”一卡通系统依然存在着许多不足, 子系统、子模块还不完善, 比如还可以增加的停车管理子模块、医疗管理子模块、学生管理子模块、教材管理子模块等, 希望通过本次设计为学校的信息化建设助力, 推动学校发展, 建设成为革命老区、成为川东北一流的民办本科院校。

参考文献:

[1]李俊. 智慧校园信息系统的构建与应用探索——以顺峰初级中学为例[J]. 教育信息技术. 2018
[2]Limin Wang, Ming Li, Xuming Han, Huimin Zhang. Research on

University Resource Management Based on Digital Campus[C]. Computer Technology and Development, 2009. ICCTD' 09. International Conference on. 2009:551-554

[3]李宏焯. 校园一卡通系统的设计与实现[D]. 山东大学, 2013

[4]王永明. 校园一卡通系统的基础平台建设和应用功能分析[J]. 智能建筑与城市信息, 2009, (01):101-105

[5]夏明忠, 夏以轩, 姜丽萍. 统一用户认证和授权管理的实现[J]. 计算机与应用化学, 2011, 8:1087-1090

[6]庞金香. 中国石油大学校园一卡通业务调查与研究[J]. 中国教育信息化, 2008, 5: 20-23

[7]焦阳. 沈阳工程学院一卡通项目的规划与管理[D]. 吉林大学, 2009

[8]许纲理, 刘振宇, 陶滔等. 校园一卡通系统集成技术与应用[J], 河南科技大学学报(自然科学版). 2004, 25(2): 58-62

[9]李宏芳. 一种高安全的校园多功能一卡通设计[J], 计算机与现代化, 2005, 2, 78-80

[10]李宏焯. 校园一卡通系统的设计与实现[D]. 山东大学, 2013