

摘 要

为解决现今用电管理中人工抄表存在的花费人力多,工作量大,容易出现差错,抄表工作不方便等问题,论文提出并设计了基于 GPRS 远程自动抄表的管理软件系统。本文研究了远程自动抄表中的三种关键技术:GPRS 技术,管理软件涉及到的 Sybase 数据库技术以及通信规约;整体设计了远程自动抄表系统,同时提出一种双模式通信的方式;重点设计实现了基于 GPRS 技术远程自动抄表的管理软件系统,系统应用模块化的设计思想,采用 VC++和 Sybase 数据库技术,实现了实时抄表、定时抄表、电费管理、档案管理等功能。

关键词: GPRS, 远程自动抄表系统, 管理软件, VC++, Sybase

ABSTRACT

In order to solve the problems of meter reading system by hand in electric management system at present, such as costing much labor and work, easily making mistakes, and inconvenience of meter reading, management software system of remote automatic meter reading based on GPRS technology is presented and designed. In this paper, three key techniques of remote automatic meter reading system are researched, such as GPRS communication technology, the Sybase database technology of management software system, and communication protocols. The holistic framework of remote automatic meter reading system is designed, at the same time a kind of double-mode communication mode is put forward. Management software system of remote automatic meter reading system based on GPRS is especially designed and realized. Designing thought of modularization, VC++ and Sybase database technology are applied in this system, real-time meter reading, timing meter reading, electric charge management and archives management are realized in this paper.

Yin Xiuyan (Communication and Information System)

Directed by prof. Hou Sizu

KEY WORDS: GPRS, remote automatic meter reading system, management software, VC++, Sybase

声 明

本人郑重声明：此处所提交的硕士学位论文《基于 GPRS 的远程自动抄表中管理软件系统的设计与实现》，是本人在华北电力大学攻读硕士学位期间，在导师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。据本人所知，除了文中特别加以标注和致谢之处外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得华北电力大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 尹秀艳 日 期： 2007.1.10

关于学位论文使用授权的说明

本人完全了解华北电力大学有关保留、使用学位论文的规定，即：①学校有权保管、并向有关部门送交学位论文的原件与复印件；②学校可以采用影印、缩印或其它复制手段复制并保存学位论文；③学校可允许学位论文被查阅或借阅；④学校可以学术交流为目的，复制赠送和交换学位论文；⑤同意学校可以用不同方式在不同媒体上发表、传播学位论文的全部或部分内容。

(涉密的学位论文在解密后遵守此规定)

作者签名： 尹秀艳 导师签名： 付强
日 期： 2007.1.10 日 期： 2007.1.10

第一章 引言

1.1 课题研究的背景及意义

抄表方式，即指电表读数的抄录及管理方式，从它的出现到今天，经历了人工抄表到自动抄表的重大变革。在最初的抄表方式中，抄表、制表、填表和计费处理全部由人工完成。这种方式不仅花费的人力多，工作量大，抄表效率低，而且还存在抄表不到位、估抄、漏抄及抄表周期长等问题。所抄的数据要经过人工输入计算机才能进入管理系统，从而降低了现代化管理系统的先进性。

随着一户一表的推广及城网、农网的改造，以及国家打破电力供应垄断局面、引入竞争政策的逐步深入，发展远程自动抄表技术是提高用电管理水平的需要，也是网络和计算机技术迅速发展的必然。远程自动抄表技术（Remote Automatic Meter Reading）是将数据自动采集、传输和处理应用于电能与管理系统中的一项新技术，具有抄收速度快、计算精度高、抄表实时性好、可直接与营业计算机联网等突出的优点。采用远程自动抄表系统可以缓解抄表人员的劳动强度，降低人为因素造成的抄表误差，并能迅速地统计实时线损等。它从根本上克服了传统人工抄表模式的弊端，给电能管理的现代化带来了新的希望。我们还可以从以下几点看出远程自动抄表系统的推广是势在必行的：

（1）随着一户一表的推广及城网、农网的改造，电表的数量迅速增大，抄表的工作量越来越大，所需抄表人员越来越多，人力成本大幅度上升。采用远程自动抄表，能节约人力资源实现减员增效。

（2）采用远程自动抄表，不再需要预约上门抄表时间，居民用电量自动抄收，收费实现自动划拨，还能迅速查询账单，能更好地方便用户。

（3）采用远程自动抄表，对加强用电管理，防止窃电，电费催收，杜绝贪污腐败现象等都有积极的意义。

（4）电能、燃气、水、热量等表计的自动抄表逐渐融为一体，将与安防和通讯等功能共同构成二十一世纪家居的主流——智能建筑。

（5）采用远程自动抄表，可提高抄表的准确性，减少因估计或抄写而造成账单错误，使供用电管理部门能及时准确获得数据信息，有利于提高企业的服务质量，树立企业的良好形象。

（6）随着现代电子技术的发展，通讯技术和计算机网络技术都有了飞速进步，而二者的结合又进一步演化出许多新的通讯方式和通讯系统，为远程自动抄表的实现提供

了更大的现实可能。

(7) 随着电力的发展, 需要从用户处尽快获取更多的数据信息, 如电能需量、配电变压器的监测、线损的准确统计、分时电量和负荷曲线等, 远程自动抄表为实现上述要求提供了切实可行的技术手段。

(8) 可进一步与配电自动化系统, 调度自动化系统和电费帐务管理系统等联网, 实现电网的全面自动化。

以往针对这种数量大、分布广的远程自动抄表系统, 通信组网一直是困扰人们的难题。采用有线电话、无线数传电台、电力线载波等方式时, 在施工的方便性、抗电磁干扰、抗雷击方面尚有不足, 采用光纤则系统造价昂贵。随着移动通信技术的发展, 使用无线信道的全球移动通信系统 (GSM)、通用分组无线业务 (GPRS) 通信方式, 以其无需投资建设无线网络、通信覆盖范围大、安装施工十分方便等优点, 已经在配电自动化系统和嵌入式电能量遥测系统中得到应用, 被越来越多的用户所青睐。

本文采用基于 GPRS 的远程自动抄表系统, GPRS 具有提供实时在线服务, 抄表实时性好, 抄表速度快, 并能迅速统计实时线损, 按流量计费等优势。由于 GPRS 网络支持 TCP/IP、UDP 等协议, 而且可以与分组数据网 (如 Internet) 等互通, 所以通过 GPRS 把数据汇集到服务器, 具有采集数据快速准确, 能快速生成用电统计分析, 交费单据等特点, 与传统的人工抄表相比, 极大地提高了效率。

1.2 远程自动抄表系统的国内外研究动态

目前世界各国都在对传统的电力工业生产方式和管理模式进行改革, 使垄断的电力行业向开放式的商业化运营和管理方向发展。在发达国家 (英国、美国、澳大利亚), 电力市场降低了电网运营费用, 使得工业用电和居民用电的电费都大幅度降低。在发展中国家 (阿根廷、巴西), 由于建立了电力市场, 吸引了大量的外资投入到电厂建设, 基本解决了缺电问题。随着全球范围内电力经营市场化的发展, 电力等公共事业企业远程自动抄表技术 (RAMR) 的应用愈加广泛。远程自动抄表不但成为新的产业部门, 国外已有不少厂商生产出 RAMR 系列产品, 对 RAMR 的研究也越来越深入。美国于 1986 就建立了远程自动抄表技术协会 (RAMRA), 近年欧洲远程自动抄表协会 (EURORAMRA) 和英国远程自动抄表技术协会 (UKRAMRA) 也相继成立。电力技术期刊及互联网上也经常有相关的研究论文发表。目前世界各国电力市场都是建立在实时电价理论基础上的分时竞价机制以达到资源优化配置的效果, 实时电价理论已为当今学术界及电力工业所接受并普遍应用于电力市场的设计和运营中。我国电力工业的自动化发展水平也在不断提高, 其中高压输电网的自动化程

度已经比较高,EMS(能量管理系统)在我国高压输电网中的应用已经相当普遍^[1]。因此,在我国电力网络的中、低压配电系统加快实行电力自动化工程是一个必然的趋势。电力系统中推行远方自动抄表是电力企业提高服务质量的有效手段,是推行电力企业市场化运作的关键技术之一。

二十一世纪是网络化时代,在计算机技术、微电子技术和网络技术等迅速发展下,抄表方案也层出不穷。目前国内外常用的远程自动抄表技术有以下几种^{[2][3]}:

(1) 总线方式。整个系统由配电变台侧的集中器、用户电表、RS485 总线网及相关的软件和通讯协议等组成。利用电能表的 RS-485 数据接口,采用总线方式,将电能表数据传输到配变台区。再用抄表机读取数据,输入到微机,进行电费计算。总线方式技术成熟、简单,在通讯信道正常的情况下通讯可靠、稳定,可以实现实时通讯,但存在布线工作量大,通讯信道易受人为破坏,易大范围损坏,损坏后故障排除困难、恢复慢,信道后续维护量大等不足,实际应用较少。

(2) 电话线方式。电话线抄表技术是通过专用的调制解调器,利用公用的电话网与供电管理部门进行通信。它无需投入大量资金进行线路改造,通信质量非常高。但是供电部门需要向电信部门租用电话线,因此只适合电话网络普及的地区。

(3) 无线方式。需要向无线电管理委员会申请频率使用权,并按时交纳频率资源使用费,且通讯干扰较大,故实际应用较少。

(4) 低压电力线载波方式。在居民楼各单元设置数据集中器,然后利用电力线载波,将数据传输到配电变压器台区。再用抄表机读取数据,输入到微机,进行电费计算。读表数据及时准确,系统运行稳定,性能可靠,这种方式受到国内外供电部门和房地产开发公司的重视。但这种方式低压电网谐波干扰大,元件易受损。目前国外已对传统低压载波抄表技术采取了改进措施,例如,采用低压载波专用芯片嵌入快速 CPU 与相应接口电路,被嵌入设备具有载波信号调制解调,电能脉冲采集管理和通讯协议处理等综合功能。各项参数可自适应调整以适应变化大的电力线信道。采取调整 PLC 技术实现电力线上的高速数据通信,大大提高了系统的稳定性和实时性。

(5) 超窄频低压电力线路载波方式。利用电子式载波电能表及其专用的数据集中装置,将电能表数据传输到配变台区,再用抄表机读取数据,输入到微机,进行电费计算。传递速度快,读表数据及时准确,性能可靠,受线路干扰小。但因其抄表装置的专用性较强,后续维护工作不便,实际应用也较少。

新兴的GPRS技术“风险小、见效快、网络覆盖好、实施方便快捷”,是选用GPRS网络实现远程自动抄表的优势所在^[5]。通过管理的有效整合、配置和再分配,使得资

源利用率、工作效率、服务质量得到有效保证和技术支持。GPRS技术通过对监控电能表的远程操作,简化停送电程序,供电服务承诺更具人性化,改善供电行业服务的社会形象,提高经济效益,促进供电营销体制改革的深入进行。

1.3 课题内容概述

本课题主要研究基于 GPRS 技术的远程自动抄表管理软件系统,重点为前置机通讯和前置机应用两大部分。论文研究分析了远程自动抄表系统中的三种关键技术,整体设计了基于 GPRS 的远程自动抄表系统。最后,运用 Visusl++ 6.0 和 Sybase 数据库技术,重点实现了管理软件系统的数据采集、电费管理、档案管理等功能。

论文分为五章介绍课题工作:

第一章为引言部分,阐述了论文的研究背景及研究意义,介绍了国内外的研究动态。

第二章研究分析了远程自动抄表系统中的三种关键技术:GPRS 通信技术,管理软件涉及到的 Sybase 数据库技术以及通信规约。

第三章对基于 GRRS 远程自动抄表系统进行了整体设计,确定了系统整体方案,根据带 GPRS 模块采集终端的功能设计,给出了其硬件结构组成,并设计了系统软件部分。最后,提出了一种双模式通信的方式。

第四章设计实现了基于 GPRS 远程自动抄表管理软件系统,先介绍了开发环境、系统的需求和设计,然后对管理软件系统的各个模块的功能及实现进行了详细地分析。

第五章为结论部分,对课题所完成的工作进行了总结,并对课题的后续研究提出了看法。

第二章 远程自动抄表系统的关键技术

2.1 GPRS 通信技术

随着无线通讯技术的发展, GPRS 技术在数据传输的应用日益广泛。它使用分组交换技术, 能兼容 GSM 并在网络上更加有效地传输数据和信令, 并且信息管理中心的服务器只需要是普通的接入因特网的主机, 大大节省了服务器端的开销, 本论文中远程自动抄表系统即采用 GPRS 技术通信方式。

2.1.1 GPRS 的特点

GPRS (General Packet Radio Service) 是通用分组无线业务的简称。它采用与 GSM 相同的频段、频带宽度、突发结构、无线调制标准、跳频规则及相同的 TDMA 帧结构, 在 GSM 网络基础之上, 新增两个节点——SGSN (服务 GPRS 支持节点) 和 GGSN (网关 GPRS 支持节点) 而形成的移动分组数据网络。GPRS 网络分两部分: 无线接入和核心网络。无线接入部分在移动台与基站子系统 (BSS) 之间传递数据; 核心网络在 BSS 和标准数据通信网络边缘路由器之间中继传递数据。

GPRS 具有以下特点^[6]:

(1) 在核心网路中引入 GPRS 支持节点 (GSN), SGSN 和 GGSN 采用分组交换平台方式, 定义了基于 TCP/IP 的 GTP 方式来承载高层数据。GGSN 支持与外部分组交换网的互通, 并经由基于 IP 的 GPRS 骨干网和 SGSN 连通。

(2) 通过 GGSN 实现了与标准 Internet 的无缝连接, 在 GGSN 可实现与外部 IP 网络的透明与非透明的连接, 支持特定的点到点和点对多点服务, 以实现一些特殊应用, 如远程自动抄表等。GPRS 也允许短消息业务 (SMS) 经 GPRS 无线信道传输。

(3) GPRS 非常适合频繁的、数据量小的突发型数据业务, 同时也适合偶尔的大数据量业务。它能高效利用信道资源在无线接口 MAC/RLC 层无线资源的有效管理, 以及核心网部分适于数据传送的分组交换方式, GPRS 网络适于突发性数据的有效传送, 它支持四种不同的 QoS 级别。一般来说, GPRS 能在 0.5~1s 之内恢复数据的重新传输。

(4) GPRS 支持中、高速率的数据传输, 可提供 9.05~171.2kbps 的数据传输速率 (每用户)。GPRS 目前实际能够提供的极限速率是 40.2~53.6kbps, 这个速率没有考虑到因为各层重传导致的传输速率下降, 因此实际速率和理想速率相差甚远。

(5) 用户数据在 MS 和外部数据网络之间透明地传输, 它使用的方法是封装和隧

道技术：数据包用特定的 GPRS 协议信息打包并在 MS 和 GGSN 之间传输。这种透明的传输方法缩减了 GPRS PLMN 对外部数据协议解释的需求，而且易于将来引入新的互通协议。用户数据能够压缩，并有重传协议保护，因此数据传输高效且可靠。

(6) GPRS 的资源利用率高。它引入了分组交换的传输模式，使得原来采用电路交换模式的 GSM 传输数据方式发生了根本性的变化，这在无线资源稀缺的情况下显得尤为重要。用户只有在发送或接收数据期间才占用资源。这意味着多个用户可高效率地共享同一无线信道，从而提高了资源的利用率。GPRS 可以实现基于数据流量、业务类型及服务质量 (QoS) 等级的计费功能，计费方式更加合理，用户使用更加方便。

2.1.2 GPRS 系统介绍

(1) 网络结构

GPRS在现有的GSM网络基础上叠加了一个新的网络，通过增加一些硬件设备并对原有网络升级，形成了一个新的网络逻辑实体，提供端到端、广域的无线IP连接。GPRS的网络结构如图2-1所示^[7]。

从网络侧看，新增SGSN（服务GPRS支持节点）和GGSN（网关GPRS支持节点）这两种网络实体以及Gb、Gn/Gp、Gi、Gr、Gf、Gd、Gs、Gc等接口而形成的移动分组数据网络。因此，GPRS的基本功能是在移动终端与计算机通信网络的路由器之间提供的分组传递业务。GGSN在GPRS网络和公用数据网之间起关口站的作用，它可以和多种不同的数据网络连接，如ISDN和LAN等。SGSN纪录移动台当前位置信息，并在移动台和各种数据网络之间完成移动分组数据的发送和接收，为服务区所有用户提供双向的分组路由。

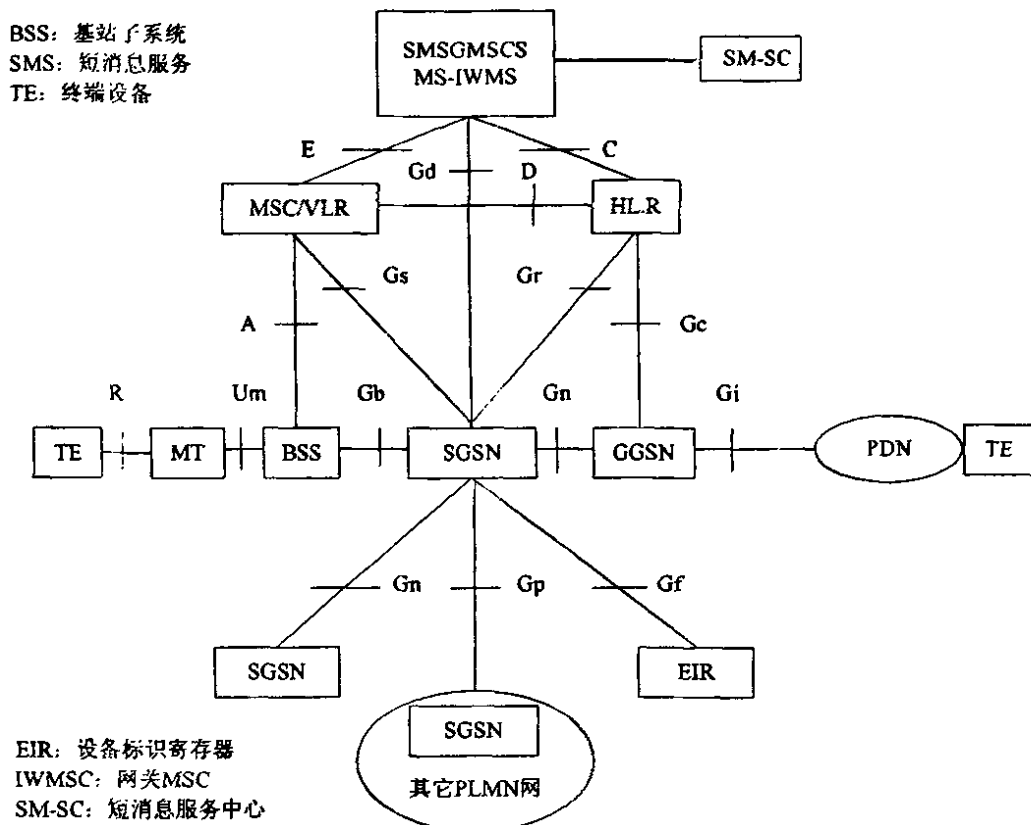


图2-1 GPRS网络结构

下面对图中的主要相关功能实体具体进行说明。

①SGSN

SGSN 是 GPRS 业务支持节点，它相当于传统 GSM 系统中的 MSC/VLR。主要功能是对移动台（本课题中即为采集终端，下同）进行授权和移动性管理，进行路由选择，建立移动台到 GGSN 的传输信道，接收基站子系统传来的移动台数据，进行协议转换后通过 GPRS 骨干网传给 GGSN 或将分组发送到同一服务区内的移动台，并计费和业务统计。

②GGSN

它是接入外部数据网络节点，对外部网络来说，它就是一个子网络路由器。GGSN 接收移动台发送的数据，选路到相应的外部网络，或接收外部网络的数据，根据其地址选择 GPRS 网内的传输信道，传给相应的 SGSN。此外，GGSN 还有地址分配和计费等功能。SGSN 和 GGSN 的功能可以在一个物理节点内实现，也可以放置在不同的物理节点内，SGSN 和 GGSN 处于不同的 PLMN 内。

③移动台 (MS)

完整的 GPRS 移动台由“移动设备 (ME) +SIM 卡”构成。GPRS 移动台分为 3 类：A 类 GPRS 终端、B 类 GPRS 终端和 C 类 GPRS 终端。

④基站子系统 (BSS)

BSS 由一个基站系统控制器 (BSC) 和一个或多个基站收发信机 (BTS) 组成 GPRS 共享 GSM 系统的基站, 但 BSC 需要增加处理分组数据及无线分组信道管理的 PCU (分组控制单元) 模块, 同时 BSC 中还要增加新的移动性管理软件。并且由于 GPRS 采用了新的编码方案, 还需对现有 GSM 网络的 BTS 进行改造。

GPRS 移动台与 GSM 基站通信, 如图 2-2 所示, 与电路交换或数据呼叫不同, GPRS 分组是从基站发送到 SGSN 节点。SGSN 与 GGSN 进行通信, GGSN 对分组数据进行相应的处理, 再发送到目的网络, 如 Internet 或 X.25 网络, 来自 Internet、标识有移动台的 IP 包, 由 GGSN 接收, 再转发到 SGSN, 继而传送到移动台上。



图 2-2 基站和移动台之间的通信

(2) GPRS 传输协议栈

GPRS 的传输协议栈如图 2-3 所示^[7]。

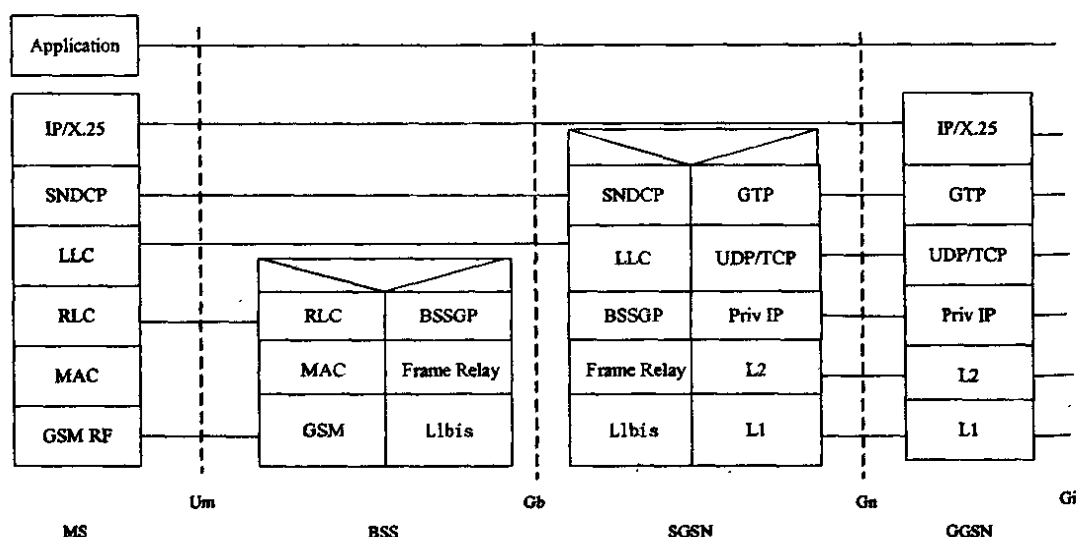


图 2-3 GPRS 的传输协议栈

从 GPRS 传输协议栈中, 可以看出数据包从外部网络传到移动台要经过四个接口, Gi、Gn、Gb 和 Um。

①Gi接口：外网与GGSN之间的接口。在这个接口上可以设置隧道（Tunnel），以保证用户到企业内部网之间的安全性，但没有新的协议。

②Gn接口：GGSN与SGSN之间的接口。GTP（GPRS Tunneling Protocol）协议在GPRS骨干网之间提供协议信道，所有的GTP分组数据协议的PDUs应有GTP协议进行封装。它实现了从GGSN到SGSN的虚拟传输通路，即隧道。GTP协议数据包需要由TCP/UDP来承载，TCP/UDP的数据包进一步封装成IP包，此包的目的地地址即为目标SGSN的地址。数据到达SGSN之后，层层解封，最终还原出用户的IP数据包，交给IP Relay软件模块。

③Gb接口：SGSN和BSS之间的接口。SND CP（Subnet work Dependent Convergence Protocol）协议是网络层协议，SND CP及以下各层称作GPRS承载（GPRS bearer），SND CP层对原始数据进行分组、打包、压缩、确定TCP/IP地址和加密方式等处理。

BSSGP（Base Station System GPRS Protocol）是SGSN与BSS通讯的最上层协议，它支持SGSN和BSS之间传送路由信息和QoS信息，执行SGSN和BSC（基站控制器）之间信令管理和分组确认功能。

NS（Network Service）用来传输BSSGP PDUs，目前这个服务是基于帧中继PVC的。数据到达BSS之后，同样是层层解封，最终得到的是LLC数据帧，BSS并不对LLC帧做处理，而只是透明转发。

④Um接口：BSS和MS之间的接口。RLC（Radio Link Control）将LLC数据帧拆分成便于空中传输的数据块，并负责空中接口的可靠性保障。MAC层的功能是控制空中资源的使用，下行传输时，MAC必须标识当前的数据块是给哪一个移动台的，上行传输时，必须指定当前资源由谁使用。

2.1.3 GPRS 的数据传输

移动台和外部数据网络之间传输的数据为 PDP 协议数据单元（PDU），PDP PDU 在移动台和 GGSN 之间传输时，是以 N-PDU 的形式传输的，每个 N-PDU 最大为 1500 字节。如果比 1500 字节小，可以正常传输，如果比 1500 字节长，则传输时必须将其分段，如果不支持分段功能，就只能将其丢弃。GGSN 和 SGSN 之间，PDP PDU 将其封装后，利用隧道协议传输，GTP PDU 头中有 GSN 的地址，便于寻址。GTP PDU 的头部还包括隧道标示，用于唯一地标示一个 PDP 上下文。SGSN 之间，PDP PDU 利用 SDNCP 协议传输，在这里 PDP 上下文通过临时逻辑链路标示（TLLI）和网络层接入点标示（NASPI）来唯一标示，如图 2-4 所示^[8]。

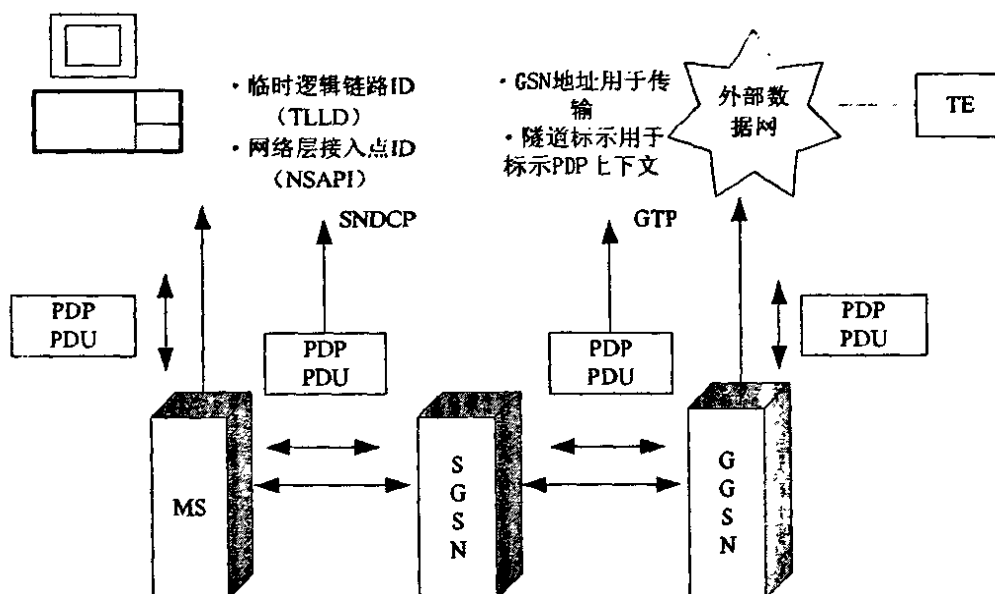


图 2-4 GPRS 数据传输过程

由上图可以看出, GPRS 支持外部网络与移动台之间的透明传输, 在数据传输时, 在移动台、SGSN、GGSN 中把数据包封装起来, 根据移动台、SGSN、GGSN 中的 PDP (分组数据协议) Context 选择路由传输数据包。GPRS 骨干网利用 GPRS 隧道协议 GTP 对 IP 或 X.25 分组进行封装, 然后将 GTP 协议数据单元插入 TCP PDU 或者 UDP PDU 中, 而 TCP PDU 或 UDP PDU 又是封装在 IP PDU 中进行传输。在 IP 和 GTP PDU 头部分别包含地址的隧道端点标识符 (TID), 用它们来唯一确定地址和 PDP Context, 从而正确地将数据包传输到目的地。

在 SGSN 和移动台之间传输数据包, PDP PDU 被封装在 SNDCP 协议数据单元中传输, 利用临时逻辑链路标识 (TLLI) 和网络服务访问点标识符 (NSAPI) 唯一确定 PDP Context。在数据传输过程中, GGSN 和 SGSN 保存接受到的 PDU 直至这些 PDU 被发送到下一个节点或者超时丢弃。此外, GGSN 和 SGSN 还分别把从 SNDCP 和 Gi 接口收到的 PDP PDU 加上相应的序列号, 再把 PDP PDU 传送到 SNDCP 之前 SGSN 还可能对 PDP PDU 重新排列。本课题中的 GPRS 采集终端就是通过这个过程连接到 Internet 网络。

2.1.4 GPRS 的网络特性

(1) 分组交换

分组交换的基本过程是把数据先分成若干个小的数据包, 可通过不同的路由, 以存储转发的接力方式传送到目的端, 从而组装成完整的数据。分组交换可以使不同的数据传输“共用”传输带宽: 有数据时占用带宽, 无数据时不占用, 从而分享资源。同时分组交换可以提供灵活的差错控制和流量控制, 主要是在端到端的高层

进行,以减少中间网络低层环节不必要的开销;也可以在网络部分环节上增加控制,提高安全性。另外,通过设置服务等级QoS等手段,可以有效地控制和分配延时、带宽等性能,所以分组交换非常适用于远程自动抄表系统中数据应用。

(2) 频谱效率

在GSM无线系统中,无线信道资源非常宝贵。如采用电路交换,通信需要建立端到端的连接,在通信过程中要独占信道,每条GSM信道只能提供9.6kbps或14.4kbps传输速率。如果多个组合在一起最多8个时隙,虽可提供更高的速率,但只能被一个用户独占,在成本效率上显然缺乏可行性。而采用分组交换的GPRS则可灵活运用无线信道,每一个用户可以有多个无线信道,而同一信道又可以由几个用户共享,从而极大地提高了无线资源的利用率。在理论上,GPRS可以将最多8个时隙组合在一起,给用户提供了高达171.2kbps的带宽,从14.4k~171kbps,足足比以前超出了10倍的传输速度,保证了更大数据量的传输,更快的因特网接入。由于GPRS用户的数据通信费用是以数据量为基础,而不考虑通信时长,所以GPRS用于IP业务的接入将更为用户所接受。GPRS最大的特点就是“永远在线”。人们可以随时获得即时的更新结果,只要移动设备打开,就会一直收到信息,这使它成为理想的数据传输方法。

(3) Internet识别

典型的互联网连接是:用户通过拨号接入某一ISP,通过ISP的网络访问互联网。因此用户需要付拨号电话费和网络使用费两部分费用,而GSM作无线接入时付无线网络电话费。如果通过GPRS接入互联网则有很大的不同,因为GPRS是无线分组数据系统,只要用户一打开GPRS终端,就已经附着到GPRS网络上,GPRS通过允许现存的Internet和新的GPRS网络的互通首次完全实现了移动Internet功能。也就是用户通过GPRS系统的网关GGSN连接到互联网,GGSN还提供相应的动态地址分配、路由、名称解析、安全和计费等互联网功能。目前任何一种在固定Internet上的业务(如文件传输协议FTP、网页浏览、交谈、信函、遥信)通过利用GPRS将同样能在移动网络上实现。所以,移动业务运营商同时也是互联网业务的提供商。

2.1.5 基于 GPRS 的数据传输的安全性分析

由于GPRS系统采用分组交换和传输技术,并采用基于IP技术为基础的网络通信协议,所以在GPRS系统中会遇到各种安全缺陷和安全威胁。而安全性是GPRS能否在远程自动抄表中得到应用的一个重要问题。因为远程自动抄表系统中传输的大多数数据,如用户电表的电量、需量、电压、电流、有功功率等数据和用户息息相关,因此我们必须重点考虑其安全问题。

2.1.5.1 可能存在的不安全因素

在GPRS 网络接入系统网上主要可能存在以下不安全的因素：

(1) 接入部分的因素。GPRS与Internet是无缝连接的，其用户信息的传输经过无线部分和有线网络部分（可能是Internet或者专网），GPRS的主干网是基于IP协议的，而许多攻击者对TCP/IP协议是非常熟悉的。从这点来说，GPRS安全性非常重要。

(2) 计算机系统的因素。在GPRS综合接入系统中，域名服务器、计费网关、认证服务器等系统内主存储器 and 数据库系统等资源可能被未授权者非法存取，对重要的数据进行浏览、篡改和破坏；操作系统和应用服务中可能因被设置特洛伊木马、逻辑炸弹或病毒而遭到攻击。

(3) 人员管理上的因素由于系统管理、维护、操作人员缺乏训练或不可靠而造成GPRS接入系统网络中的数据被泄漏、篡改、破坏以及设备受损、业务中断等事故。

2.1.5.2 GPRS 安全措施

GPRS 能提供的安全措施包括：

- 防止未经授权使用 GPRS 业务（认证和业务请求验证）；
- 提供用户识别码保密（临时识别码和保密）；
- 提供用户数据保密（加密）。

2.1.5.3 GPRS 安全系统实现

GPRS网是一个私有IP网，主要是为移动数据用户接入到Internet等外网提供服务。GPRS网除了包含SGSN、GGSN等重要网络节点外，还同时包含网管应用系统、计费应用系统、DNS系统等重要应用系统。因此GPRS网的安全非常重要，它直接影响到GPRS综合接入系统的安全以及对用户的信誉，所以对GPRS网要进行重点保护。

由于 GPRS 网络是在 GSM 网络中添加新的网络节点来使网络升级，因此，GPRS 系统的安全体系结构及其实现并没有得到很大的改变，与 GSM 系统的安全体系结构基本相同，其用户的身份认证过程与 GSM 认证过程类似，同样是依赖于用户和移动服务网络之间的共享密钥的保密性实现的。不同之处仅在于认证的实体由 MSC/VLR 转移到 SGSN。加密方面，GPRS 采用新 A₅加密算法强度有所增加，加密的范围由 GSM 系统中从移动台到基站部分（即无线接口部分）扩展到移动台到 SGSN^[9]。

(1) 移动台 (MS) 与SGSN的连接安全

这部分的安全主要是对用户身份的验证和对用户通信的加密。MS通过SGSN的连接，在空中接口上与GSM有相同的安全保护，都必须对MS的身份进行验证，验证时用到的识别码为国际移动用户识别码IMSI（International Mobile Subscriber Identification Number）及密钥Ki。IMSI及Ki同时存储在MS及网络内，当SGSN需要对MS进行验证时，会向HLR发出MS的IMSI并提出验证要求，HLR命令AUC提供验证需要的资料，AUC接到HLR的命令后随机产生变量RAND，RAND与Ki经 A_3 算法计算出SRES。这些和验证有关的RAND、SRES资料，传回并存储在HLR数据库内，HLR将RAND送到MS上，MS也是用Ki与RAND以同样的 A_3 算法计算出SRES，若MS产生的SRES和系统的SRES相同，验证就算成功。在加密上引入了新的加密算法 A_5 加密算法且加密是在SGSN和MS间进行的，这要比GSM采用在BTS和MS之间加密有更高的安全性。在这个连接节点还一定要避免用户非法访问GPRS网上的其它重要应用系统，如网管系统、计费系统等。

（2）SGSN到GGSN（端到端）的数据传输服务安全

SGSN和GGSN利用GPRS隧道协议（GTP）对IP或X.25分组进行封装，实现二者之间的数据传输。IPSec为GTP信令和业务数据加密，令其可以通过外部IP网络安全地传送。

（3）GGSN与Internet等外网的连接安全

对于中国公众移动数据IP接入网通过GGSN的连接，为了避免Internet等外网上非法用户的攻击，必须在GGSN的出口处设置防火墙，并且在内部设置安全认证（AAA）服务器，防止非法用户对内部GPRS网的攻击。同时在GPRS网内部利用RADIUS（远程验证用户拨入服务协议）或TACACS（终端访问控制器访问控制系统）协议，集中管理网络用户的帐号及口令，控制网络用户的权限，并将网络用户的网上主要操作写入日志文件，便于在系统发生故障时进行分析、跟踪和审计。

最后，移动台与Internet等外网的连接是通过建立通道进行的，这就避免外部用户对内部GPRS综合接入系统设备的直接访问，如图2-5所示。

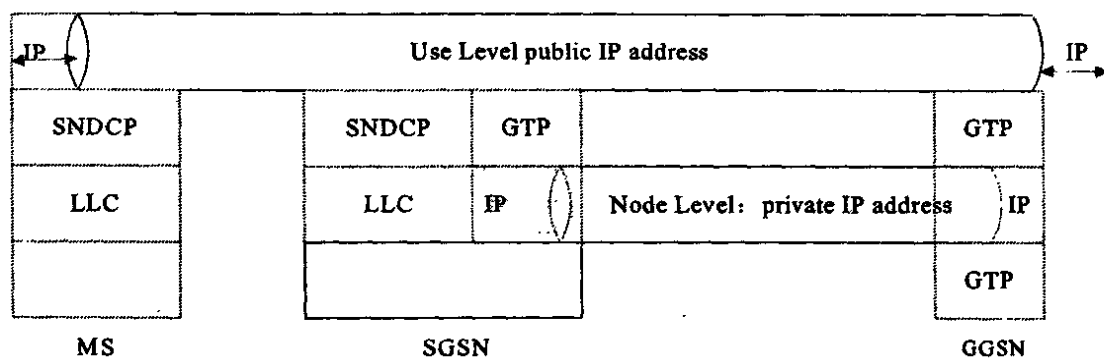


图2-5 移动用户与Internet等外网连接经由GPRS的通道

此外,还可以在GPRS网上选择合适的网络安全监测点,并结合完善的网络安全测试工具,能够使GPRS网的安全人员对GPRS网各方面的安全性进行检测、校正和监测,从而准确、综合地评估GPRS网的安全性和GPRS网安全措施实施的有效性。

由上面的分析可以看出,通过采用各种安全措施,GPRS技术用于远程自动抄表系统是可以保证数据传输安全的。当然,为了保证远程自动抄表系统的安全,不能只依赖于GPRS网络自身的安全机制,而应该使用多层次,多技术相结合的保密方式。即在应用层、网络层、传输层和物理层上进行全方位的数据保护,保证信息在传输过程中的安全。

2.2 管理软件涉及的数据库技术

在本课题远程自动抄表管理软件系统的开发中,运用到两种关键技术,一是 Visual C++编程语言,用于软件系统源程序代码的编写;另一个是Sybase数据库管理系统,用于存储和管理数据。对于Visual C++大家都比较熟悉,在这里不再赘述。下面重点介绍一下Sybase数据库,对系统中涉及到的数据库技术,作简要的分析,并给出一定的实例^[10]。

2.2.1 Sybase 数据库简介

Sybase 数据库是美国 Sybase 公司推出的客户/服务器型(client/server)关系数据库管理系统,随着 Sybase System 版本的不断升级,它在中国软件产业的影响逐步扩大,成为国内以 client/server 网络体系结构为平台的大型关系数据库系统的主流产品之一。

Sybase 除了支持传统关系型数据库对象(如数据库、表)和特性外,也支持现今关系型数据库常用的对象如存储过程(stored procedure)、视图(view)等。此外,它还支持目前关系型数据库必定要支持的标准查询语言——SQL(Structured Query Language)。

Sybase System 有一套完整的、灵活而易于使用的管理工具。这些工具帮助系统管理员及用户进行数据复制、数据备份、系统性能优化、系统监控,以及应用软件开发或发布等一系列工作。

(1) SQL Server Manager

SQL Server Manager 是一个带交互界面的易于使用的管理工具,可简化系统管理,帮助管理者控制 Sybase SQL Server 系统并保证业务运作的顺利进行,它具有分配和管理存储资源、管理用户登录和用户访问权限,执行复杂的备份和恢复操作等功能。管理者可以在不了解 SQL 语法的情况下通过直观的图形了解用户界面、配

置和控制 SQL Server 环境，从而确定和解决问题。

(2) Sybase Central

Sybase Central 也是一个图形化界面的工具。可以管理服务器，管理表、视图、过程等数据库对象，还可以创建数据库和备份数据等，它是一个集中的数据库管理工具，管理者只要学习一种管理界面就可以完成所有管理任务。

(3) SQL Server Monitor

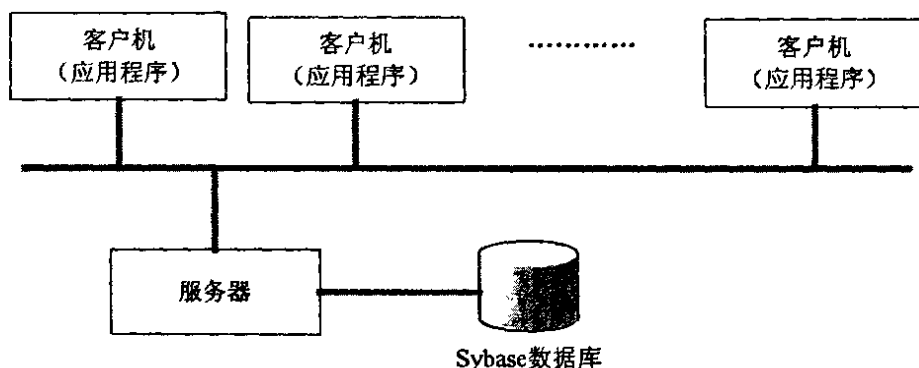
SQL Server Monitor 是一个易于使用的工具，可以帮助管理者减轻有关优化系统性能方面的负担。它可以图形化地显示实时的性能数据和历史性能趋势。此工具能提供全部必要的信息来保证对数据资源的有效利用。

(4) Internet Developer Toolkit

Internet Developer Toolkit 是一个功能强大的工具集合。它能够建立一个新型的动态 Web 服务器应用并且能将 PowerBuilder 转变为强大的 Internet 开发环境所需的组件、库和编程工具。它包括用于建立 Internet 和 Intranet 应用所需的全部工具。

Sybase 数据库在现今流行的客户/服务器结构中扮演服务器端 (server 端) 角色。它主要的职责是储存数据和提供一套方法来管理这些数据，并且应付来自 client 的连接和数据存取需求。

基于客户/服务器模式的 Sybase 数据库应用如图 2-6 所示。



在本文设计中，使用 Sybase 数据库时采用的是单机应用方式，即数据库和应用程序放在同一台计算机上运行。这是一种较为简单的数据库应用，只需要一台计算机即可，无需其它的硬件环境支持。如图 2-7 所示。

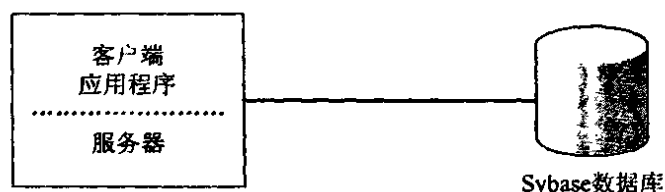


图 2-7 Sybase 数据库单机应用示意图

2.2.2 数据的存储过程

存储过程是由流控制和 SQL 语句书写的过程，这个过程经编译和优化后存储在数据库服务器中，使用时只要调用即可。在 Sybase SQL Server 中，存储过程分为两类：系统提供的存储过程和用户定义的存储过程，我们这里用到的为用户定义的存储过程。

使用存储过程有以下的优点：

(1) 构造存储过程的能力大大增强了语句的功能、效率和灵活性。这种编译的过程也极大地改善了 SQL 语句和批处理的性能。

(2) 可保证数据的安全性和完整性。通过存储过程可以使设有权限的用户在控制之下间接地存取数据库，从而保证数据的安全。

(3) 使体现企业规则的运算程序放入数据库服务器中，以便集中控制。当企业规则发生变化时在服务器中改变存储过程即可，无需修改任何应用程序。

Sybase 存储过程用 CREATE PROC 命令来创立，其语法规则为：

```
CREATE PROC [owner.]procname[;number]
[[()@parameter_name datatype[=default]][output]
[,@parameter_name datatype[=default]][output]...[]]]
WITH RECOMPILE
AS
SQL_statements
[RETURN]
```

其中：procname 为要创建的存储过程的名字，它后面跟一个可选项 number，它是一个整数，用来区别一组同名的过程；parameter_name 是存储过程的自变量，在过程定义（创建）时指出它的形参（数据类型缺省值等），在调用（执行）这个过程时给出参数的具体值，这里的参数名必须以@开头，包括@最长为三十个字符，它不能是一个数据库对象的名；在参数的定义中还有一个缺省值 default 的选择项，

用来给出缺省值，在执行存储过程时，若参数的形式以@ parameter=value 出现，则参数的次序不限，否则应该为创建此过程时的参数排列次序；datatype 为该参数的数据类型；output 指明该参数是一个返回参数；SQL_statements 为指明在存储过程中要执行的动作，可以包含任意多个和各种 SQL 语句，但不能包含 USE 和 CREATE{view|default|procedure|trigger|rule} 语句；[RETURN] 是可选择的，意思是无条件退出该存储过程。

下面举例说明 Sybase 数据库存储过程的写法和用法。创建一个查找住在保定的住户编号和住户名的存储过程如下：

```
create proc proc_loc_user1
as
select user_id,user_lname
from users where state='Baoding'
return
```

要运行存储过程，只需键入：

```
proc_loc_user1
go
```

2.2.3 索引的创建

用户对数据库中表的最频繁的操作之一是查询操作，如果没有建立索引，Sybase 在对任何给定查询进行回答之前必须浏览全表。如果表很庞大，这种浏览需要很长的时间。为了解决这一问题，Sybase 提供了索引机制。

数据库的索引是数据库表中行存储位置的一列值，它能提高数据库检索和更新数据的速度。当创建了一个表并对其进行查询等操作时，Sybase 使用内部索引来有效地进行行选择和排序。当指定一个主键或唯一性约束时，Sybase 为表创建一个内部索引。除了用 Sybase 自动选择使用的索引外，可以用 CREATE INDEX 命令来创建附加的索引。

Sybase 提供了两种索引：聚类索引和非聚类索引。每种类型的索引对于某种特定的任务有更高的效率。在非聚类索引中，行的物理顺序与索引顺序不同，而在聚类索引中行的物理顺序与索引顺序相同。每个表只允许建立一个聚类索引，在建立聚类索引时将改变表中行的物理顺序。聚类索引在创建表的主键时能够自动创建，所以，如果表中已经有了主键，就不能再创建聚类索引了。

什么时候使用何种索引，取决于执行的查询是什么类型的。表 2-1 是这两种索引的比较。

表 2-1 聚类索引和非聚类索引的比较

操作/描述	使用聚类索引	使用非聚类索引
列经常被排序	✓	
返回某范围内的数据	✓	
含有少量不同值	✓	
含有大量不同值		✓
频繁更新的列		✓
主键列	✓	✓
频繁修改索引列		✓

索引的数量对数据库的检索性能有一定影响。表中每加入一个索引，维护索引集合就要做更多的工作。过多的索引将导致系统效能降低。

由于聚类索引在创建表的主键时能够自动创建，所以，当表中已经创建并设定主键之后，每个表中都有了一个聚类索引，不能再创建聚类索引。但可根据需要创建非聚类索引。例如 data 数据库表 user 中为“user_id”列创建一个名为 idix 非聚类索引：

```
Create Index idix
On data.dbo.user
(user_id)
```

2.2.4 Visual C++开发 Sybase 数据库设计

目前利用 Visual C++开发 Sybase 数据库应用的主要方法有 ODBC、DAO 和 ADO^[11]。本论文采用的是 ODBC (Open DataBase Connectivity)——开放式数据库互连。ODBC 是一个用于访问数据库的同一界面标准，实际上是一个数据库访问库，它是 Microsoft 公司 WOSA (Windows Open Service Architecture) 的组成部分，用户可以通过加载连接到数据库的驱动程序来建立与各种数据库的连接。

Sybase 支持 ODBC API，应用程序可以通过这些 ODBC API 来实现与 Sybase 数据库的连接，并向 Sybase 数据库提交操作请求，数据库处理请求后将结果返回给客户端的应用程序，从而实现客户端应用程序同服务器端的 Sybase 数据库的交互。

许多应用程序开发软件都能提供 ODBC 接口，Visual C++就是其中的一种。ODBC 接口以 SQL 作为标准的查询语言来存取连接的数据源，它允许单个的应用同时访问不同的数据库管理系统。Visual C++6.0 的 ODBC 类封装了 Sybase 所支持的 ODBC API，包含了 ODBC 库和头文件，并在 Microsoft 基本库 (MFC) 中包含了基于 ODBC 的扩展数据库类。因此，在 Visual C++中通过调用相应的 ODBC 类函数，就可以实现与

Sybase 的连接和交互。图 2-8 是 Visual C++开发 Sybase 应用的示意图。

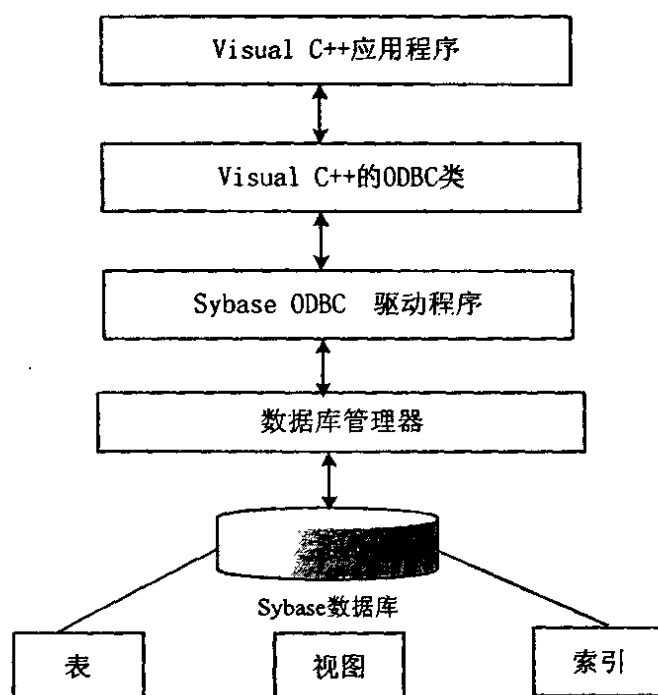


图 2-8 Visual C++开发 Sybase 应用示意图

2.3 通讯规约

对于负责采集数据的终端来讲，所有的监控以及数据的采集命令都是由前置机直接发送给终端的。而前置机和终端之间也需要一定的通信协议来保证数据的可靠传输。目前国内抄表的通信协议有很多，例如 DL/T719—2000 电力系统电能累计量传输配套标准、DL/T645—1997《多功能电能表通信规约》、国家电网的电力负荷管理系统数据传输规约-2004、浙江规约、长沙威胜规约等。其中长沙威胜规约是参考上述几种规约，考虑到应用的特殊性和支持多种通讯方式，特别是新出现的 GPRS、CDMA 等方式（没有对应的标准规约可以参照），同时考虑规约的开放性而制定的。本节分析了开发管理软件所采用的长沙威胜规约，它可以与其它协议兼容。

2.3.1 帧格式

帧是传送信息的基本单元，每帧由帧起始符标志域，控制域，数据长度域，数据域，帧信息纵向校验域及帧结束域等 6 个域组成。每个域由若干字节组成。帧格式如表 2-2 所示：

表 2-2 帧格式

代码	字节数	说明
68H	1	帧起始符
RTUA	4	终端逻辑地址
MSTA&SEQ	2	主站地址与命令序号
68H	1	帧起始符
C	1	控制码
L	2	数据长度
DATA	变长	数据域
CS	1	校验码
16H	1	结束码

(1) 帧起始符

标识一帧信息的开始，其值为 68H=01101000B。

(2) 终端逻辑地址

为标识通讯的最终发起端和接收端，定义主站和终端逻辑地址。

终端逻辑地址在通讯时用来唯一识别一个通讯的最终发起端和接收端。包括地市区县码和终端地址码两部分，如表 2-3 所示。

表 2-3 终端逻辑地址

A1	地市码
A2	区县码
B1	终端地址
B2	终端地址

A1 地市码用于区分不同的地市局。A2 区县码，用于区分不同地市下的区县局，A2=0 保留给主站通讯，A2=FFH 用于对终端广播，B1、B2 共同构成终端地址。B1、B2 各位全 1，表示广播。

(3) 主站地址与命令序号

主站地址在通讯时用来唯一识别通讯的主站端对象（如应用服务器、其它厂商分析模块、前置机等）；命令序号用于在异步通讯过程中，区分发送和应答的对应关系，如表 2-4 所示。

表 2-4 主站地址与命令序号

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0								MS1
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8								MS2

其中：MSTA：主站地址（D5—D0），编号 30 为前置机，31-49 为前置机通讯模块。

前置机通信模块根据通信方式不同，分为不同的信道，其中 GPRS 为 32。

ISEQ：帧内序号（D15-D13）。如果由于长度限制，无法一帧内传送数据，需要分成多帧传送的，此序号从 1-6 递增，7 表示最后一帧，如果填写为 0 表示为单帧传送，没有后继帧。

FSEQ：帧序号（D12—D6），用以区分不同的命令，发送方自行循环编号，而应答方填写对应的发送帧的帧序号。

（4）控制码

控制码表示要求执行的操作，格式如表 2-5：

表 2-5 控制码格式

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
传送方向	异常标志	功能码					

D7：传送方向；

D6：异常标志，0 表示确认，1 表示否定；

D5—D0：功能码

000001B（01H）：读当前数据；

000010B（02H）：读任务数据；

001001B（03H）：异常告警；

（5）数据长度 L

L 为数据域的字节数，十六进制编码，低字节在前，高字节在后。

（6）数据域 DATA

数据域包括测量点号（TN）、数据标识（DI）、数据区（DATA）和密码（PW）等，

其结构随控制码的功能而改变。

(7) 校验码 CS

从帧起始符开始到校验之前的所有各字节的和模 256 的余。即各字节二进制算术和，不计超过 256 的溢出值。

(8) 结束符

标识一帧信息的结束，其值为 16H=00010110B。

2.3.2 通讯数据帧格式

(1) 读当前数据协议格式：用于终端与主站之间通讯和主站对象与前置机通讯。

功能是请求读终端数据或者前置机的参数。若读取终端数据，当要读取的测量点号为 0 时，指终端本身的数据；当测量点号非 0 时，指终端中保存的最近时间的测量点数据。帧格式如表 2-6 所示：

表 2-6 读当前数据主站请求帧格式

起始字符 (68H)
终端逻辑地址 (RTUA)
主站地址与命令序号 (MSTA&SEQ)
起码字符 (68H)
控制码 C (01H)
数据长度 L
测量点标志 (TNM)
数据项编号 1 (DI01)
数据项编号 1 (DI11)
.....
数据项编号 m (DI0m)
数据项编号 m (DI1m)
校验 (CS)
帧尾 (16H)

(2) 读任务数据协议格式：仅用于终端与主站之间通讯。

功能是请求读取终端保存的任务数据，帧格式如表 2-7 所示：

表 2-7 读任务数据主站请求帧格式

起始字符 (68H)
终端逻辑地址 (RTUA)
主站地址与命令序号 (MSTA&SEQ)
起始字符 (68H)
控制码 C (02H)
数据长度 L (08H)
任务号 (JN)
数据起始时间 (Year)
数据起始时间 (Mon)
数据起始时间 (Day)
数据起始时间 (Hour)
数据起始时间 (Min)
历史数据点数 (Num)
数据间隔倍率 (FeqN)
校验 (CS)
帧尾 (16H)

(3) 异常告警协议格式：仅用于终端与主站之间通讯。

功能是请求读取终端保存的告警数据，帧格式如表 2-8 所示：

表 2-8 异常告警主站请求帧格式

起始字符 (68H)
终端逻辑地址 (RTUA)
主站地址与命令序号 (MSTA&SEQ)
起始字符 (68H)
控制码 C (03H)
数据长度 L (09H)
测量点号 (TN)
告警编号 (ALR)
告警起始时间 (Year)
告警起始时间 (Mon)
告警起始时间 (Day)
告警起始时间 (Hour)

告警起始时间 (Min)
校验 (CS)
帧尾 (16H)

上面分析了我们在开发远程自动抄表管理软件系统中最常用的一些通信协议，系统的所有数据采集等功能均需按照通信协议来进行，制定好一个完善的协议，能确保系统的稳定工作。

2.4 本章小结

本章研究分析了远程自动抄表系统中的三种主要关键技术：GPRS通信技术、Sybase数据库技术以及通信规约。简要介绍了GPRS通信技术的特点、网络结构、传输协议栈、网络特性和数据传输的过程，详细分析了GPRS用于远程自动抄表系统数据传输的安全性；研究了管理软件中用到的数据库技术，如数据存储、索引创建等过程，并给出实例说明；最后，分析了开发管理软件的通信规约。

第三章 远程自动抄表系统整体设计

远程自动抄表系统是近年来发展较快的一种管理信息系统,从宏观的角度,它分为硬件平台和系统软件两部分。作为电力配电自动化系统的一个功能模块,远程自动抄表系统是用电营业管理自动化的一个重要手段和组成部分,该系统的实现是迈向配电自动化的第一步,并有助于提高电力系统用电管理的现代化水平。本章着重设计了基于 GPRS 技术的远程自动抄表系统,并同时提出一种双模式的通信方式。

3.1 基于 GPRS 远程自动抄表系统的设计

本课题的远程自动抄表系统硬件平台采用当今比较新的 GPRS 技术实现数据传输,对用户电表数据全部采用远程自动采集。基于 GPRS 的远程自动抄表系统,既具有有线抄表的效率高、实时性好、成本低的优点,还在避免了布线的前提下实现用户电表数据的可靠传输,同时还兼顾了安装方便、可维护性好、易实现网络化管理等优点^[12]。

3.1.1 系统整体方案

系统主要是由电度表、带GPRS模块的采集终端、带系统软件的主站组成。

● 电度表

计量并显示用户的用电情况,将用电信息传输到GPRS采集终端。在本课题中,采用的是三相多功能电表,这种电表具有精密的分时计量和需量控制、多种事件记录、大容量的负荷记录等功能。

● 带GPRS模块的采集终端

及时准确地采集到每块电表的数据,再通过某种通讯方式和传输介质(这里为GPRS方式)传送到数据中心,它连接主站和电度表。

● 带系统软件的主站

主站包括前置机、应用服务器和数据库服务器三个部分,而通信前置机则是直接和终端进行通讯的部分,负责通过各种通讯介质和终端进行通讯的前置设备,并能在与主站其他部分脱离联系后(通讯部分还正常),维持系统运行的设备。

系统模型如图3-1所示。

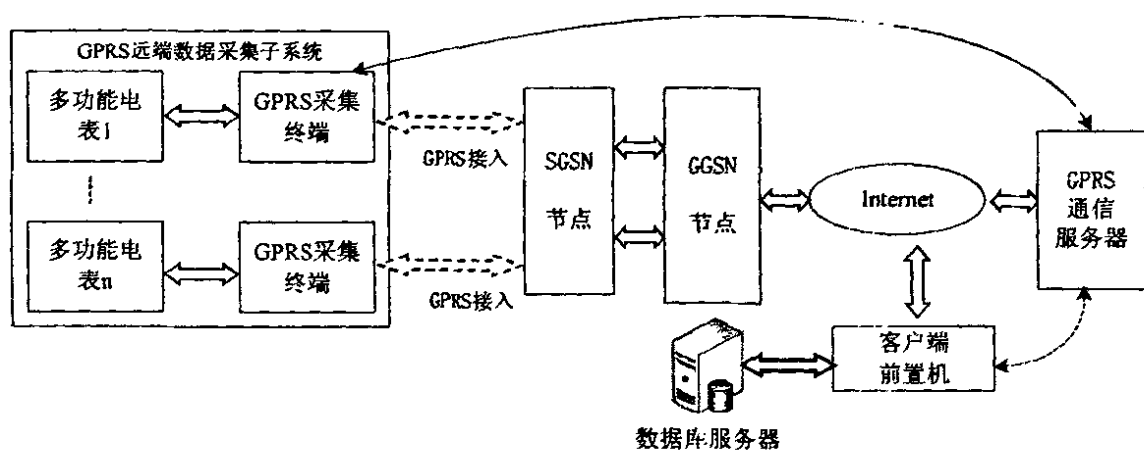


图3-1 系统模型

GPRS抄表终端设备利用GPRS的Internet接入功能，通过GPRS无线网络连接到Internet与客户端前置机进行通信。本系统采用在Internet上设置一个服务器（有固定IP）作为通信中心，通过Internet建立虚连接的技术，负责中转客户端前置机与终端设备之间的通信，充分利用GPRS的实时连通特性，加强了系统的实时性。由于系统连接是虚拟的，并且数据经过通讯中心时采用了独特的加密压缩算法，从而减少了系统的通讯流量，并使系统的安全可靠性得到了保障^[13]。

GPRS终端和供电中心前置机实时通信时，GPRS模块上电后主动向服务器发出连接申请，向服务器告知终端设备的地址，服务器为其分配一个动态IP地址，在理想状态下，该连接始终存在。需要给前置机主动上传数据时，向服务器申请TCP连接，数据传输完毕后，服务器断开该TCP连接，但是与终端的虚拟网络始终连接。GPRS模块具有通道检测功能，定时向服务器发送通道测试信息。若服务器在规定时间内没有收到GPRS终端的信息，则认为该连接不可靠，自动断开当前连接。下次通信之前GPRS终端需要重新申请连接，从而可以保证信道的可靠性。

客户端和通信服务器之间通过因特网连接。客户端前置机登陆Internet，向服务器申请连接，服务器为客户端建立Socket连接。通过与服务器的Socket连接，客户端获取GPRS终端的动态IP地址，向GPRS终端设备下发参数和命令。

系统数据传输的工作原理如下^[14]：终端通过RS232/485接口接收用户电表的数据，然后将数据打成IP包，通过GPRS模块内置SIM卡搜索GPRS网络后接入，处理后以GPRS分组的形式发送到GSM基站，分组数据经SGSN封装后，发送到GPRS IP骨干网，然后将分组数据包经GGSN进行协议转换后，发送到外部Internet网络，再通过GPRS服务器，将数据发送到数据处理中心。

上面系统设计中采用的是GPRS接入公网（Internet）的组网方案，此外，还有

一种专线接入的方式。

所谓专线接入方式，即从移动公司到用户主站接一条专线，用户电表通过 RS-485 串口和抄表终端相连；抄表终端的 GPRS 模块把采集到的数据封装成 TCP/IP 数据包，通过数据专线传送到通信前置机^[17]。其系统模型如图 3-2 所示。由于光纤代替了 Internet 的传输，数据通信不经过 Internet 网络，通信数据非常安全，而且数据经过的网络环节减少，可进一步提高可靠性，降低传输时延，易于自主管理，但是投资大，维护费用也就相对增加。

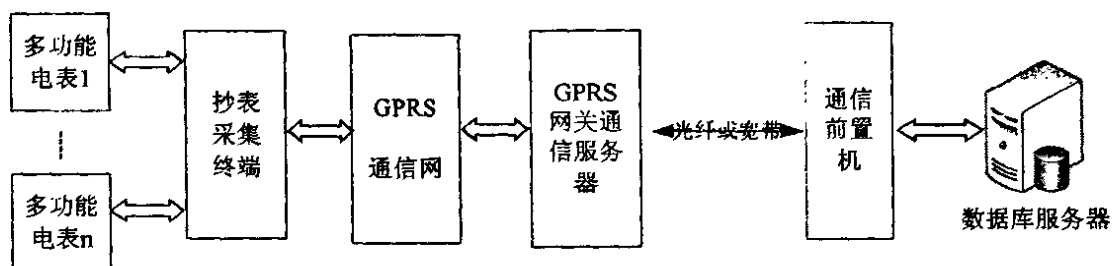


图3-2 DDN专线方式系统模型

3.1.2 带 GPRS 模块的采集终端设计

3.1.2.1 采集终端的功能设计

GPRS 采集终端应具备下列功能：

（1）数据采集与统计分析

终端能提供一路 RS-485 抄表接口，可接 8 只电表，支持 DL/T645、浙江电能表规约、长沙威胜规约等多种电表规约，支持远程升级终端应用软件。

采集的数据类型包括：

- 计量数据：电量、需量、电压、电流、有功功率、无功功率、频率、相角、功率因数等；
- 电表冻结数据：结算日电量、月最大需量；
- 统计数据：电压合格率、负载率、不平衡率、负荷率、日极值、月极值等；
- 状态信息：失压、失流、电压逆相序、电流逆相序、电池欠压、停电等；
- 事件记录：更改时间、更改时段、清需量、修改表码、修改参数等。

终端数据分析与统计数据包括：

- 电压合格率

- 分别记录超上、下限的超标次数（点）
- 过负荷统计
- 日电量统计
- 日极值统计

统计每日 A、B、C 分相电压，A、B、C 分相、零线电流，总、A、B、C 分相有功功率、无功功率、功率因数日最大、最小值及发生时间。

（2）状态监测与告警功能

终端应具有多种用电异常智能检测、分析并自动报警功能，并可将异常信息（包括报警时刻前后电量或其它数据）主动上报给主站，同时保存一定数量的异常记录供主站召测。

（3）GPRS 无线数据通信功能

终端内嵌 GPRS 无线数据通信模块，它能利用中国移动 GPRS 无线数据业务进行终端数据抄读^{[18][19]}。数据通信模块应具有可永远在线，传输速度多种可配、可高达 115200bps，数据压缩加密传输，支持无线远程软件升级和维护等特点。通讯时，GPRS 模块先拨入网络，然后通过 Internet 和前置机进行通信，如图 3-3 所示。

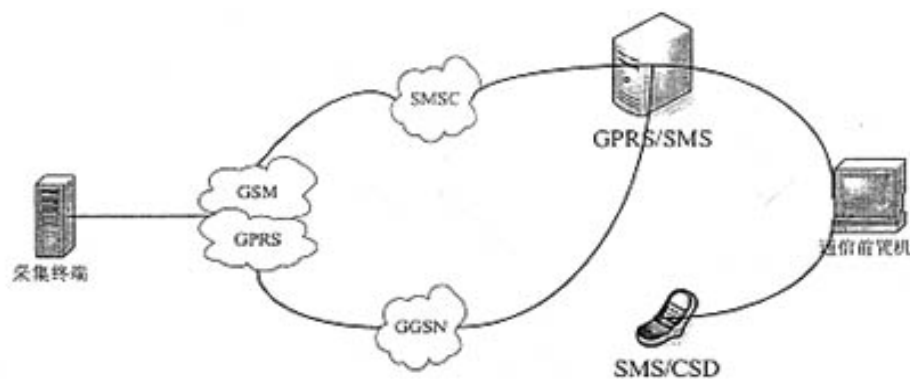


图 3-3 终端和前置机之间的通讯

（4）遥控

能通过主站对用户开关进行远方拉闸或合闸操作，终端在接收到主站命令后在告警时间内进行声光告警，在告警期间可以撤销控制命令，如果告警时间到则对用户开关实施跳闸操作。遥控功能可以对单个终端进行或对一批终端进行^[20]。

（5）远程升级功能

- 能通过 GPRS 通道方便的远程对终端软件在线升级；

- 能通过本地维护口对终端软件在线升级。

此外, 终端还应具有存储、计划限电、日/月电量控制、校时等功能。

3.1.2.2 采集终端的硬件结构

根据 GPRS 采集终端的功能设计, 整个硬件设计的总体结构如图 3-4 所示。

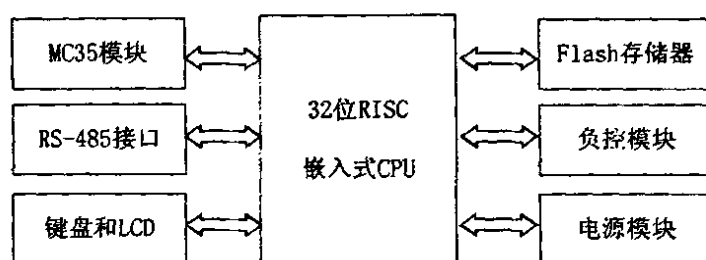


图3-4 采集终端硬件结构框图

该GPRS采集终端主要由以下几部分组成：

(1) 32位RISC嵌入式CPU

基于GPRS的远程自动抄表系统通过网络进行通讯, 需要运行TCP/IP、PPP等协议, 对嵌入式微处理器的运算处理能力要求较高。除了性能外, 还要考虑软件的支持、操作系统和驱动程序的支持。另外, 嵌入式系统对成本比较敏感, 所以在能提供功能的前提下, 要特别考虑芯片的价格, 同时还要考虑支持该处理器的操作系统的价格。采集终端可采用32位RISC嵌入式CPU (ARM9内核), 来满足上面的要求。

该嵌入式CPU内核主频达到200MHz PC-100, 包含动态随即存储接口(Synchronous DRAM Interface); 100MHz 外围设备总线(External Peripheral Bus), 以及Flash ROM/Boot ROM接口; 支持8-16-32位SRAM和外设; 支持8个外接设备; 支持外部控制。CPU中还包括协议转换单元, 其作用是负责进行串行数据和网络IP数据包之间的格式转换, 通过地址锁存器外接ROM和RAM, 分别作为程序存储器和数据存储器。它具有低功耗、高性能、高代码密度等特点。

(2) MC35无线数传模块

GPRS作为通讯的唯一通道, 在系统中具有重要作用。选择GPRS模块的指标有: 信号质量、断线情况、可靠性、GPRS数据模式接口、电源管理和耗电量、接口以及价格。

该设计中GPRS模块选用西门子公司MC35模块, 其工作电压为3.3-4.8V, 支持数据、语音、短消息和传真等各种数据业务, 通过RS232接口, 利用AT命令对该模

块进行控制和数据传送。波特率有可选和自适应两种方式。它最突出的优点是永久在线、快速数字接入和高速数据传输。该模块通过选择不同的编码方式,支持多种传输速率。在MC35中插入SIM卡,接上天线,就可以利用GPRS网接入Internet。

(3) Flash存储器

终端的存储系统采用8MB的FLASH电子盘,可长时间保存各种数据,各类数据的存储空间可由主站配置。

(4) RS-485 接口

RS-485 接口部分采用 Maxim 系列芯片进行电平转换。同时提供音频接口、I/O 口,用于紧急话音通信和远程开关控制。

(5) 电源模块

由于MC35模块需要3.6~4.6V供电电压,因此GPRS采集终端选用5V直流供电。设计中选用新雷能公司的电源模块,它提供5V供电,同时提供电源过压、短路保护功能,避免GPRS采集终端出于误操作而损坏。

(6) 负控模块

负控模块通过主站对用户开关进行远方拉闸或合闸操作,下发事先确定限电时间的拉闸操作,预设日/月电量定值,预设购电量定值、轮次电量值等。

3.1.3 系统的软件设计

远程自动抄表系统的软件可分为抄表终端和主站两大模块。

终端软件又可以根据功能划分为:与主站交互、数据采集、数据存储、巡检及异常处理、远程加载等子模块。与主站交互模块的主要功能是接受主站下传的命令和数据并进行相应处理;根据主站命令指定的数据类型和格式上传从电能表采集到的数据。数据采集模块可以按照主站命令,对主站指定的某一电能表进行实时数据采集;或采用定时数据采集方式,根据预先设定的时间间隔读取各电能表度数。数据存储模块负责抄表终端上数据存储空间和数据库的管理;电能量数据组织及数据备份。巡检及异常处理模块负责不间断的监测用户电能表的运行状态;一旦出现异常立即上报主站;还可同时通过短消息通知有关工作人员;异常状态包括电能表读数被改等,由供电企业根据需要事先定义。远程加载模块主要负责通过GPRS 通信,从主站获得监控软件的更新版本并更新有关软件,这样就避免了现场操作所带来的人力和物力的消耗。采集终端总的程序流程图如图3-5所示。

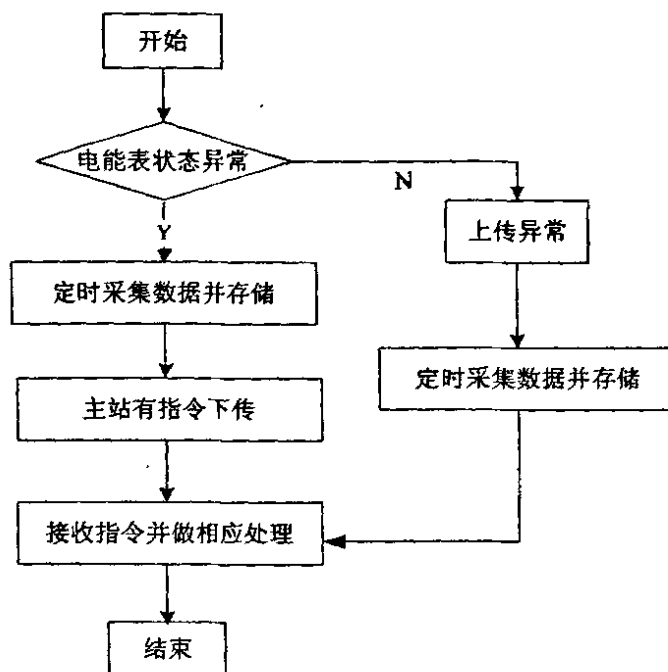


图3-5 采集终端软件流程图

主站软件运行在PC上,包括相应的数据库系统。主要完成从抄表终端采集数据,通过相应命令控制终端运行,存储各抄表终端上传的数据,还可与用电营销MIS系统结合实现电费统计、实际损耗计算、负荷监管调控等功能,这部分将在下面第四章的管理软件系统中详细介绍。

3.2 基于双模式通信方式的远程自动抄表系统

目前国内应用的远程自动抄表系统大多采用 GPRS 网络进行传输。但由于 CDMA 网络在数据业务服务质量的突出表现,目前很多厂家已经开始着手采用 CDMA 模块进行远程通信。针对这种情况,我们可以采用一种双模式通信方式,下面先对 CDMA 技术的远程自动抄表系统作一下简单的介绍。

3.2.1 基于 CDMA 的远程自动抄表系统模型

3.2.1.1 CDMA 技术简介

CDMA 蜂窝网络移动通信是码分多址的英文缩写 (Code Division Multiple Access),它是在数字技术的分支上——扩频通信技术基础上发展起来的一种新的无线通信技术。CDMA2000 技术是第三代移动通信系统 IMT-2000 系统的一种模式,它是从 CDMA ONE (IS-95) 演进而来的一种第三代移动通信技术。IS-95 标准在 1993 年面世,CDMA2000 的正式标准在 2000 年 3 月通过。标准将 CDMA2000 分为多个阶段来实施,第一个阶段称为 CDMA2000 1X,它可支持 308kb/s 的数据传输,CDMA2000 1X

可支持移动 IP 业务。其目的是为 CDMA 用户提供分组形式的数据业务。采用 CDMA2000 1X 技术可以利用现有 CDMA 网络轻易地实现高速数据无线传输^[22]。

(1) 网络系统构成^[23]

CDMA 蜂窝通信系统主要由三大部分组成：网络子系统(NSS)，基站子系统(BSS)和移动台 (MS)。此外，它还有 HLR (归属位置寄存器)、VLR (访问位置寄存器)、AC (鉴权中心)、EIR (设备标识寄存器) 等设备，用于对用户的管理和鉴权等。图 3-6 表明了各部分之间以及市话网 (PSTN 或 ISDN) 之间的接口关系。

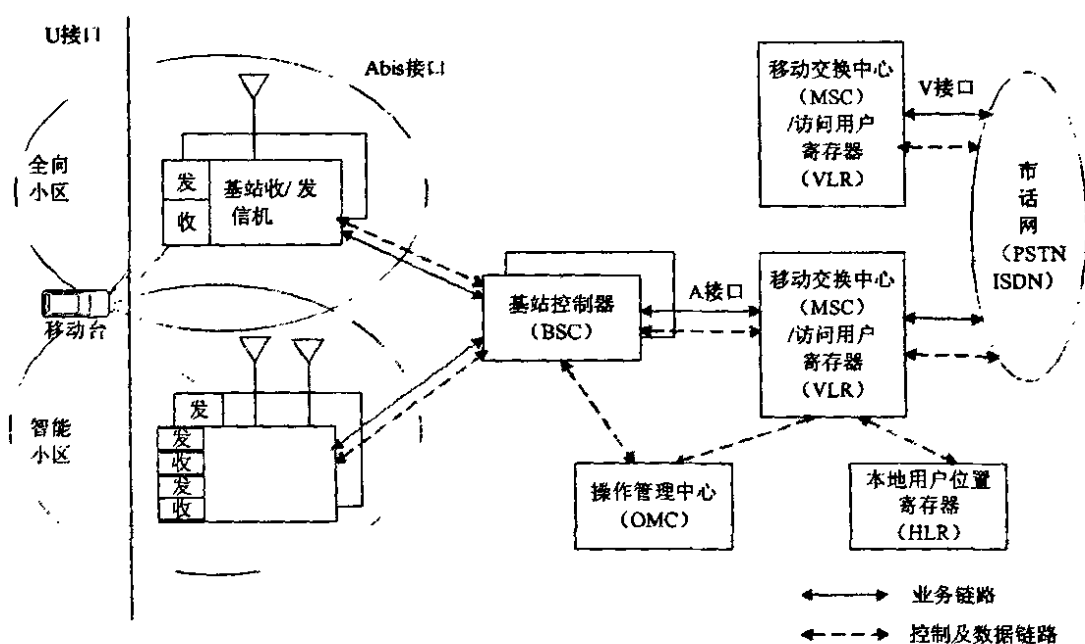


图 3-6 CDMA 蜂窝系统的网络结构

(2) CDMA 网络参考模型^[23]

CDMA 网络参考模型定义了 CDMA 网中的功能实体和相互间的接口，如图 3-7 所示。CDMA 网络参考模型与 GSM 网相似。CDMA 系统的主要接口包括 Um 接口、Abis 接口、A 接口和交换子系统内部接口，这几种接口遵循各自的标准以保证不同供应商生产的移动台 (MS)、基站子系统 (BSS)、网络子系统 (NSS) 能纳入同一个 CDMA 数字移动通信网运行和使用。

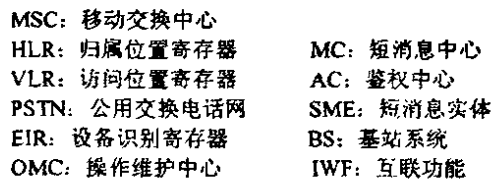


图 3-7 网络参考模型

与基于GPRS的远程自动抄表系统类似，本系统由用户电表、数据采集通信终端和监控中心服务器组成，其专线方式系统模型如图3-8所示。抄表系统利用CDMA模块，通过CDMA网络和数据专线，和监控中心服务器连接，向服务器发送数据，或者接收服务器的命令^[24]。

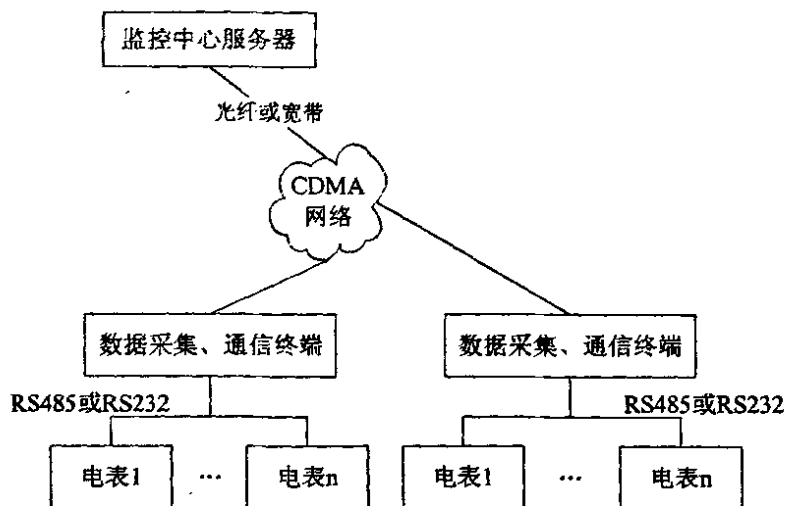


图3-8 基于CDMA远程自动抄表系统模型

3.2.2.1 GPRS 技术与 CDMA 技术的比较

33

在技术和应用上有所不同，如表 3-1 所示，详细介绍如下。

表 3-1 CDMA 技术与 GPRS 技术的比较

CDMA	GPRS
特点：CDMA 容量大，也就是频谱利用率高，覆盖广，可以大量减少投资和降低运营成本，所以用户的费用也低。另外，CDMA 合理利用频谱，使得手机用很低的发射功率就能达到清晰的通话质量；发射功率低，对人体的辐射也相应降低，所以，CDMA 手机有“绿色手机”之美誉。	特点：“实时在线”、“按量计费”、“快捷登录”、“高速传输”等。能够更有效地利用无线网络信息资源，特别适合突发性、频繁的小流量数据传输；支持的数据传输的速率更高，理论峰值 115Kb/s；可以按数据流量计费；还能在进行数据传输的同时进行语音通话等。
国内主推运营商：中国联通	国内主推运营商：中国移动
提供支持的手机厂商：海信、明基、大唐电信、大显、中科健、波导、海尔、TCL、首信、中兴、摩托罗拉、三星等。	提供支持的手机厂商：普天东信、爱立信、摩托罗拉、三星、诺基亚、西门子等。

首先，在容量方面。CDMA 最大的优势是容量大，可以提供相当于模拟系统 3~10 倍的容量，比 GSM 节省 80%的基站，实现了移动通信系统最关键的扩频技术，再加上它天然的隐蔽性、保密性和抗干扰性，更能满足用户对移动通信容量和质量越来越高的要求。

其次，从支持 Internet 业务方面。在分组数据业务下，所有的移动用户共享无线资源，并且每个用户只在有业务数据传送时才动态地申请和占用无线资源，因此，采用分组数据方式可以做到“永远在线”。GPRS 的峰值速率为 115.2Kb/s，CDMA 系统的峰值速率为 153.6Kb/s，因此与电路型数据业务相比，分组数据业务更适用于支持移动 Internet 业务。但另一方面，由于在分组业务下，多个移动用户共享一定的无线资源，因此尽管分组业务有较高的峰值业务速率，但在用户进行数据传送期间的平均业务速率仍然很低，而平均业务速率与峰值业务速率的比值也成为衡量系统技术的一项重要指标。

再次，从向 3G 的演进方面。CDMA 向 3G 的演进路线为：CDMA 1X→CDMA 1X EV/DO (DV)→CDMA2000。无线网络与核心网皆沿用相同的制式，使其具有良好的向后兼容性，原 CDMA 1X 用户可平滑过渡到 3G 网络上来。GPRS 向 3G 的演进路线为：GSM→GPRS→EDGE→WCDMA。由于在无线接入网部分，GSM/GPRS 基于 TDMA，所以升级到 WCDMA 后需更换原 GPRS 终端，无法为原有用户提供平滑升级。

最后，从无线上网方面。CDMA 网络采用的是码分多址的数据传输方式以及 VPN 的加密算法，因此数据传输的安全性、稳定性较好。CDMA 的无线上网既可采用按流

量计费，也可采用按包流量、包实长的方法计费，计费方式灵活，并且不向用户收取漫游费用，是一种低投入、高产出的组网方式。利用GPRS上网，在系统接入无线Internet网时必须进行初始化，若对通信过程和协议不熟悉，则做起来会有一定难度。

从上面的分析看出，虽然CDMA的网络通信速度远高于GPRS网络，但CDMA目前覆盖的范围较小，尚无法提供真正大范围的数据传输业务。GPRS技术与CDMA技术各有优缺点，应根据实际情况合理选择远程自动抄表的通信组网方式。

3.2.2.2 系统模型

我国幅员辽阔，应该根据不同地区的实际情况，本着降低成本、提高可靠性的原则，因地制宜地选择适当的抄表通信方式。基于此，我们提出了一种基于GPRS模块和CDMA模块的双模式通信方式。这种双模式的通信方式，即主站可以支持GPRS和CDMA两种通信方式。它的系统模型、工作原理都类似于GPRS方式。系统模型如图3-9所示。为达到传输速度快，保密性好的目的，系统采用专线的方式。

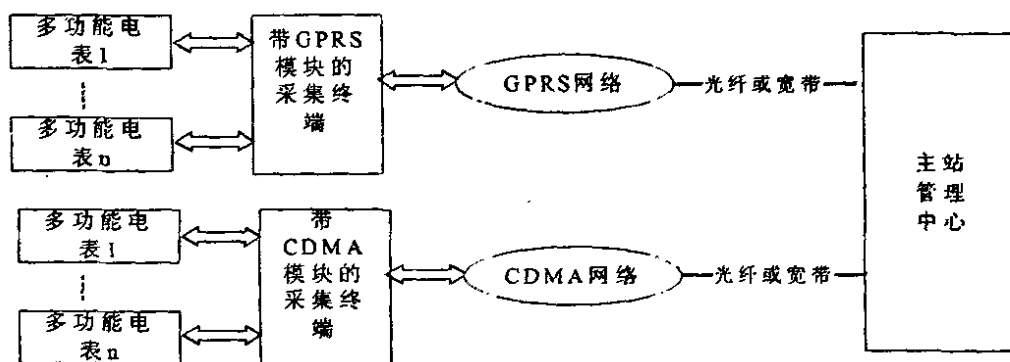


图 3-9 基于双模式通信的远程自动抄表系统模型

从系统模型可知，这种双模式通信的方式是由CDMA和GPRS两种通信组网方式，并行连接到一个主站管理中心。主站管理中心可以根据用户的选择，来决定选用何种通信组网方式。

当用户选择CDMA通信方式时，系统的数据传输原理为：数据采集通信终端通过RS232或485接口采集电表数据，经分析处理后存储在其中。需要时，采集终端将采集到数据组成CDMA数据分组，通过CDMA网络，通过数据专线传到主站管理中心服务器。服务器应当具备IP地址和电子地图。主站管理中心也可以通过数据专线和CDMA网络向移动终端发出各种指令。

当用户选择GPRS通信方式时，数据传输原理与基于GPRS的远程自动抄表系统相同，在这里不再赘述。

3.2.2.3 双模式通信方式的优势

这种基于双模式通信方式的远程自动抄表系统相对于单模式的来说具有很大的优势，表现在以下几个方面：

(1) CDMA 的国内主推运营商为中国联通，GPRS 的国内主推运营商为中国移动，这种双模式通信方式的引入，可以对这两大运营商引入竞争机制，使其能为用户提供众多优质的应用服务，这也是提出双模式通信方式关键所在。

(2) 从上面的 GPRS 与 CDMA 技术的比较来看，两种技术各有优缺点，采用双模式的通信方式，可以使用户根据自己的实际需求，选择合适的通信方式。

(3) 采用这种双模式通信方式，当其中一种通信方式出现故障时，系统可以立即启用另一种通信方式，系统仍然可以正常工作，提高了远程自动抄表系统的可靠性，促进了用电管理的现代化。

总之，这种双模式通信方式，可以方便用户根据自己的应用环境及需求，当地网络的状况、服务，选择合适的通信组网方式，因此它具有很广阔的发展前景。

3.3 本章小结

本章着重整体设计了基于 GPRS 技术的远程自动抄表系统，确定了系统的整体方案，根据带 GPRS 模块的采集终端的功能设计，给出了其硬件结构组成，并对系统的软件部分进行了设计；简要介绍 CDMA 的网络体系结构、参考模型，并给出了基于 CDMA 的远程自动抄表系统专线方式模型；最后，通过对 CDMA 技术与 GPRS 技术的比较，提出了一种双模式通信的方式，设计了其系统模型，分析了这种通信方式相对于单模式的优势。

第四章 基于 GPRS 的远程自动抄表中管理软件系统的实现

4.1 管理软件系统的开发环境

- 1、操作系统：选用 WindowXP (Window98 和 Window2000 也可以);
- 2、系统开发工具：Visual C++ 6.0;
- 3、数据库管理系统：Sybase 11.9.2。

4.2 管理软件系统的需求及设计

4.2.1 需求分析

由前面第三章可知，基于 GPRS 的远程自动抄表系统是由电度表、带 GPRS 的采集终端和主站软件组成。本文主要研究的为远程自动抄表的管理软件系统（以下简称系统），即主站软件部分，重点为前置机通讯和前置机应用两大部分，实现数据采集、电费管理、档案管理等功能，具体要实现的功能如下：

（1）通讯测试

能够测试系统计算机与前面采集终端的通讯是否正常。

（2）远程自动抄表功能

能够实时、定时地抄录采集终端的读数。按照用户设置的抄表时间，到预定的抄表时刻，系统便会去抄采集终端内的数据。抄收的数据包括电量、电压、电流、有功功率、无功功率等。

（3）电费管理功能

收电费前，统一抄录一次电表数据，利用程序中的功能自动计算出当月用电量和电费。交纳电费时，只需输入住户编号，当月用电量和电费由程序填写。每笔电费都有详细记录，便于对帐。

（4）历史数据管理

主要是对数据库中存储的某一时间的电表读数进行管理，包括数据库中对这些历史数据的查询、修改、删除等。

（5）报警管理功能

如报警：开箱报警、停电报警、逆相报警、超温报警、过载报警、倾斜或移动

报警等；控制：对欠费用户进行拉闸等，并提供停电数据保护功能，在停电 48~72 小时内仍可抄表和监控。本系统结合移动公司的短信平台，在报警时，可根据具体内容发短信给相关的管理人员。

(6) 打印数据报表等。

4.2.2 系统的性能要求

基于 GPRS 的远程自动抄表管理软件系统的设计应满足如下的性能要求：

(1) 容量方面

需要系统处理和存储的数据主要有管理员信息、电表数据和报警信息等，由于需要长期的保存数据，且需要对数据进行必要的备份，所以对数据库的容量有一定的要求，采用关系型数据库 Sybase，在数据库容量方面足以满足需要。

(2) 精度要求

由于需要处理的数据主要是三相多功能电表的读数，系统的精度，如数值计算的精度、数据传输的精度等都没有特殊的精度要求，一般的编程语言和数据库系统即能够达到要求。

(3) 系统可靠性方面

为了提高系统可靠性，减少系统故障，需尽可能采用模块化、结构化设计。

(4) 人机交互方面

尽量实现适用于用户特点的智能化人机交互界面，便于用户操作使用。

4.2.3 系统设计

管理软件系统采用面向对象的方法，模块化的设计思想，便于系统今后的维护管理^[28]。管理软件系统将各种不同的功能封装成相互独立的几大功能模块。在本系统的开发设计中，根据需求分析划分为通讯管理、抄表管理、档案管理、报警管理、系统综合管理等几个功能模块，根据模块内容完成诸如登录、添加、删除、查询、修改等基本功能。终端的数据通过无线网络传输，实现了远程管理。图 4-1 为系统总体思路框架图。

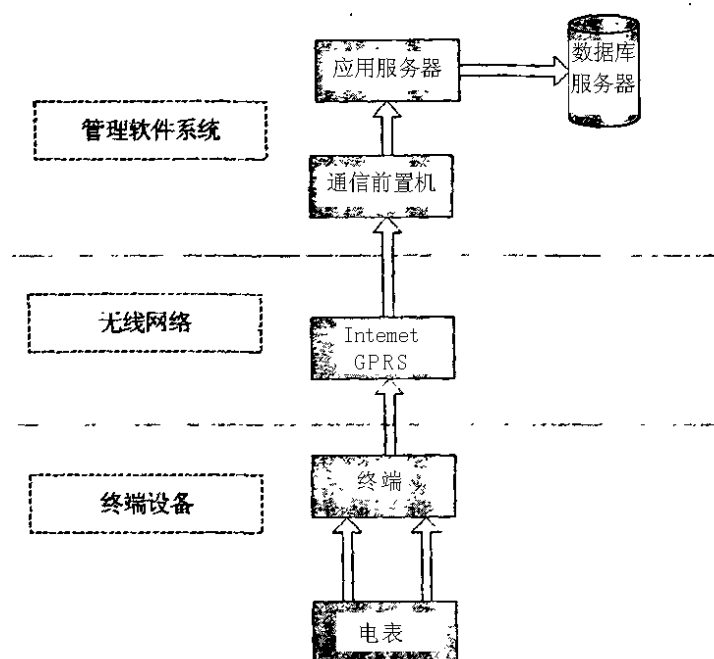


图 4-1 系统总体思路框架图

系统的逻辑框图和流程图的绘制，是系统设计的重要内容之一。逻辑框图反映了各种数据在系统中的处理情况。远程自动抄表管理软件系统的逻辑框图如图 4-2 所示。

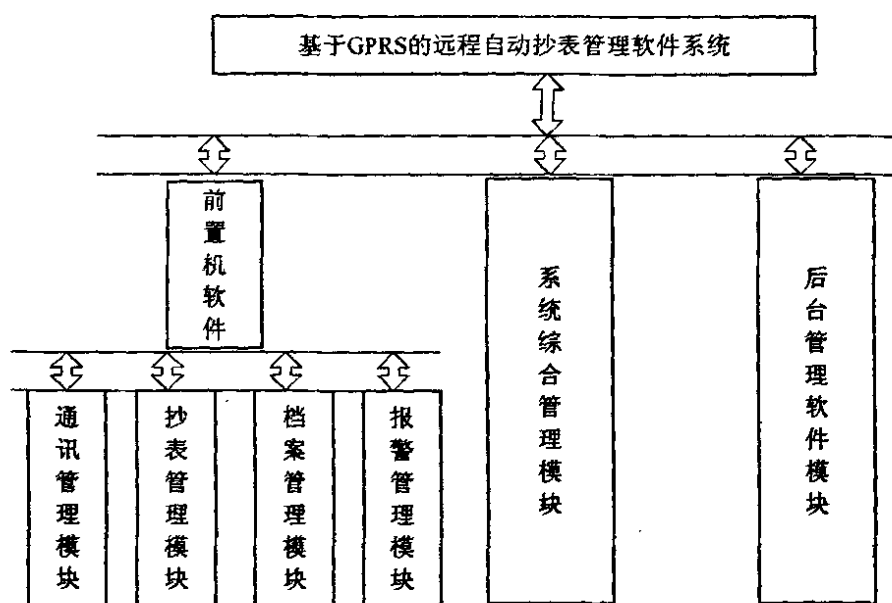


图 4-2 系统逻辑框图

管理软件系统实现流程见图 4-3 所示。

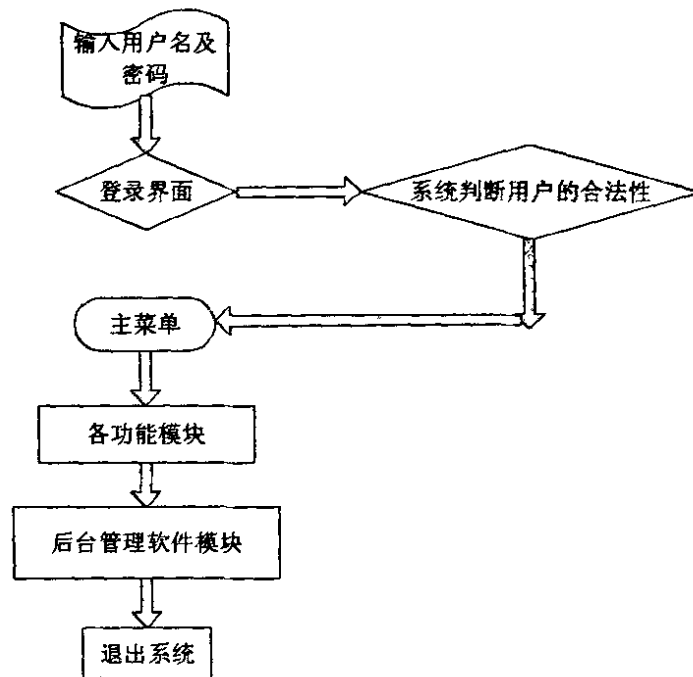


图 4-3 系统流程图

4.3 功能模块及其实现

根据建立基于 GPRS 的远程自动抄表中管理软件系统的实际需求分析和系统的分析设计, 采用 VC++6.0 和 Sybase 数据库开发该系统, 通过系统的运行和使用, 克服了人工抄表模式的种种弊端, 促进了电能管理的现代化^{[29][30][31]}。

4.3.1 管理软件系统的主界面

启动远程自动抄表管理软件系统, 并输入相应的用户名和密码, 即可进入系统主界面, 如图 4-4 所示。

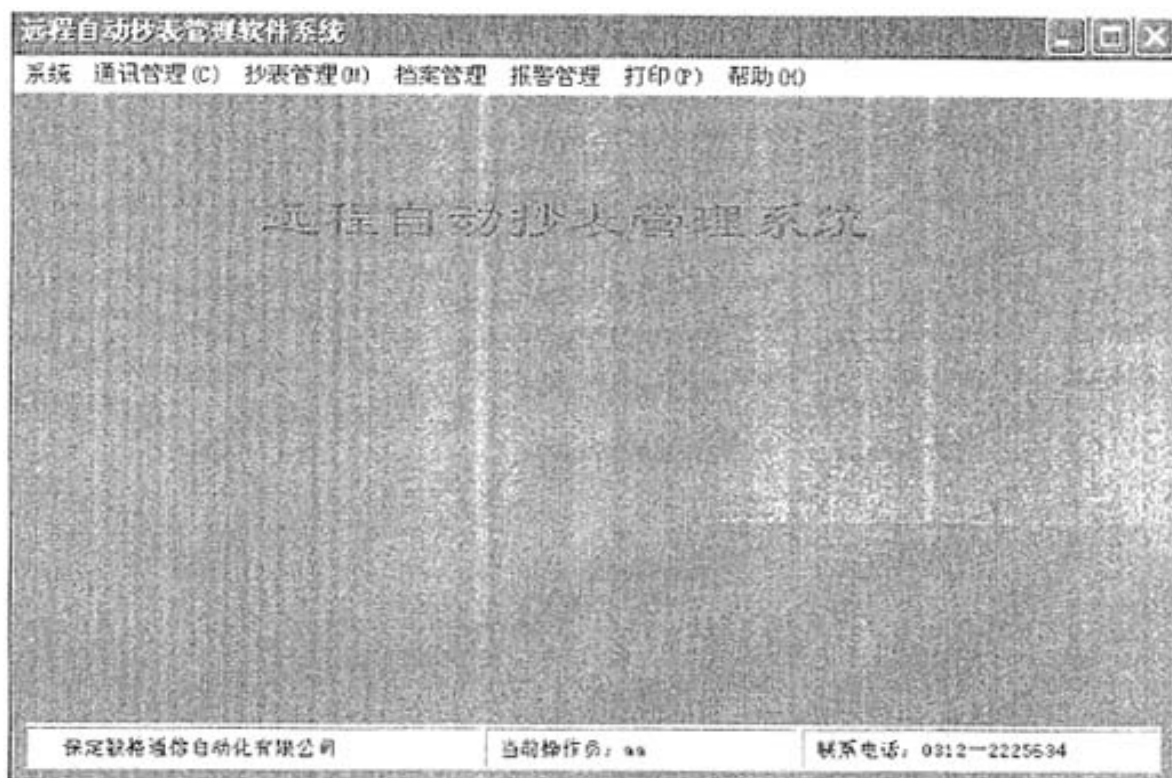


图 4-4 远程自动抄表管理软件主界面

从图 4-4 可看出，远程自动抄表管理软件系统的主界面共有系统、通讯管理、抄表管理、档案管理、报警管理、打印、帮助等七个菜单项，每个菜单项下各有不同的子菜单。下面按模块对其主要内容、功能及实现方法等分别作介绍^{[32][33][34]}。

4.3.2 通讯管理模块

通讯管理模块的主要功能是完成管理软件系统的通讯任务——同前端的采集终端进行通讯测试，建立一条虚连接，监控在线采集终端数量等^[35]。它涉及的内容包括通讯启动，通讯关闭等。采用先进的 GPRS 技术实现无线传输，可以实现终端的“永远在线”；按照第二章中所介绍的通信规约，来规定通信双方的通信格式。

在应用程序中，设置一个成员变量 `m_bNetConnect` 用于表征是否已经连接了服务器 Socket，建立 Socket 连接时 `m_bNetConnect=true`，否则 `m_bNetConnect=false`。通讯采用查询的方式，每次通讯由通讯前置机通过服务器向采集终端发送命令，采集终端执行命令并返回结果，在一段时间内，前置机等待并不断查询是否收到信息，收到信息或等待时间到了便返回。通讯模块流程图如图 4-5 所示。

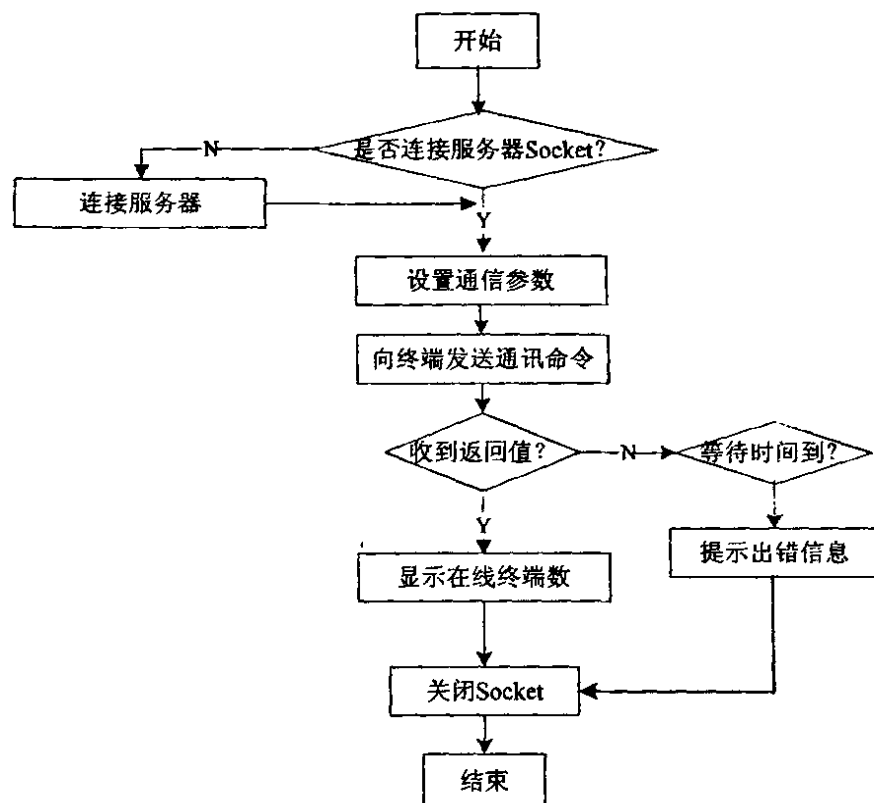


图 4-5 通讯模块流程图

系统启动通讯后，通讯状况界面如图 4-6 所示。因系统开发处于实验阶段，只连接了一个终端，故终端在线率为 100%。

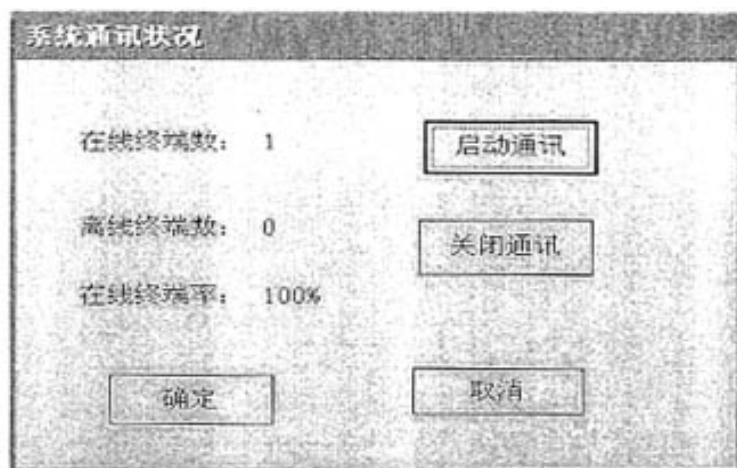


图 4-6 系统通讯状况界面

4.3.3 抄表管理模块

抄表管理模块包括实时抄表和定时抄表两个子菜单项，它需要完成的主要任务

就是与采集终端通讯，向终端发送命令并从返回的数据中提取有用的信息。

1. 实时抄表

实时抄表是指抄读当前时间前采集终端最后一次采集电表后保存在终端内的实时数据项，并将抄收的数据进行相关处理、计算和存储，这是最常用的抄表功能^{[36][37]}。在本系统中，如果选中“实时抄表”菜单项，应用程序会弹出一个对话框，要求用户确认该项操作，如果按下“确定”按钮，在通讯功能已启动的情况下，应用程序会立即进行抄表操作。抄表程序的流程图如图 4-7 所示。

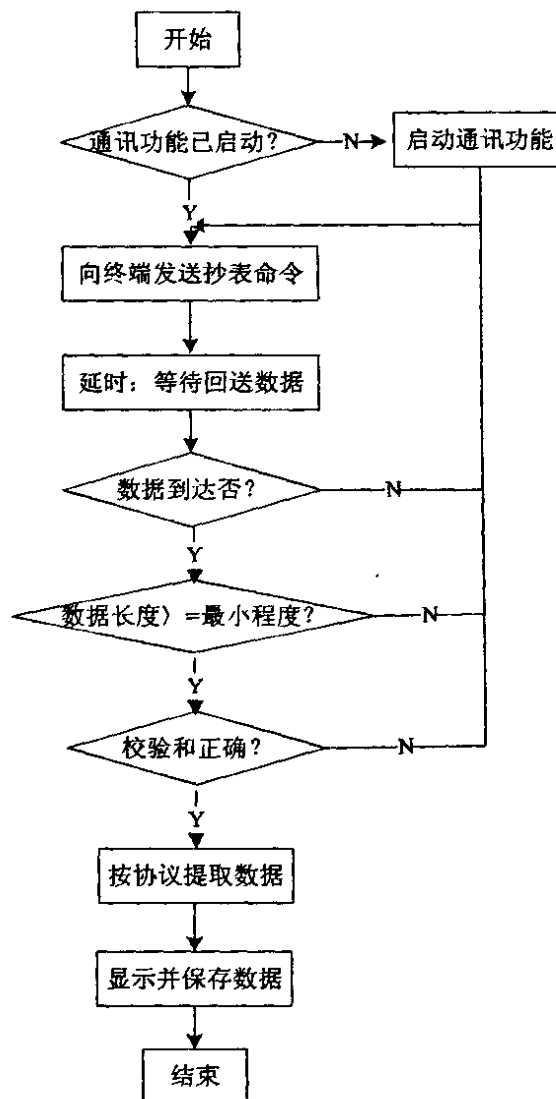


图 4-7 抄表程序流程图

抄表时，先检测通讯功能是否启动，如果启动，则向采集终端发送抄表命令，采集终端应答正确，执行命令并向前置机发送数据，前置机软件接受数据并对数据进行进一步的处理。为确保数据能够从采集终端正确返回，在发送完每个命令后立即调用数据处理程序，数据处理程序在开始时是一段延时，在这段时间里，除了接

收回送数据外，不进行其它操作，延时过后再对收到的数据进行处理。

收到采集终端回送的数据后，首先判断收到的字节数是否大于或等于最小字节数，若小于则说明数据错误。然后判断收到的头几个字节是否符合通讯协议的要求，再计算校验和，如果以上都没有出现错误，表明收到的数据是正确的、完整的，可以按照协议来提取有用数据。实时抄表数据显示界面如图 4-8 所示。该数据均会定时更新，此界面显示的为一般比较关注的主要数据，而且根据这些数据基本上可以推算其它绝大部分信息。

	电压	电流	当日用电量	最大功率出现时间
A相:	244	0.00	6.78	11:57:51
B相:	265	1.91	总功率因数	当前有功功率
C相:	246	0.00	9.53	0.4385

关闭

图 4-8 实时抄表数据显示界面

2. 定时抄表

“定时抄表”菜单含有“每日一次”、“每周一次”、“每月一次”三个子菜单项，分别对应每日、每周、每月抄表一次的功能。定时抄表功能的实现可以分为三个步骤：设置定时抄表时间→检查定时时间是否到→如果定时时间到，则进行抄表^{[39][40]}。

(1) 设置定时抄表时间

以“每月一次”为例。若选中“每月一次”菜单，会弹出如图 4-9 所示的对话框。

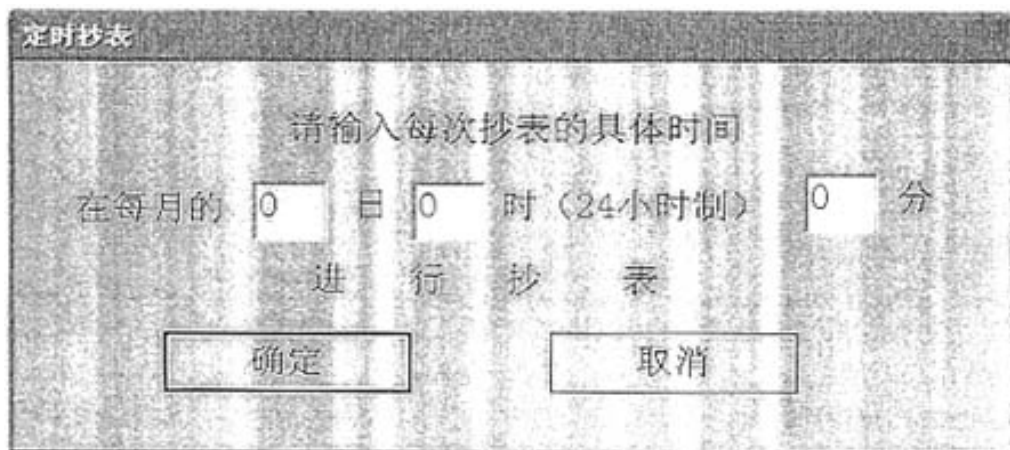


图 4-9 “每月一次”抄表对话框

该对话框对应着一个新建的类 CSetTimeDialog，这个类有三个变量，分别对应对话框中日、时、分三个可编辑控件。当数据输入并按下“确定”按钮后，应用程序对输入的数据进行检验，若无误则将其写入一个文件中予以保存。主要代码如下：

```

        :
UpdateData(TRUE); //更新变量
if((m_mem_d>28)|| (m_mem_d<1)|| (m_mem_h<0)|| (m_mem_h>23)|| (m_mem_m
    <0)|| (m_mem_m>59)) //检验数字的合理性
{
    MessageBox (“输入的数字不合理, 请修改”);
    return;
}
CFile cf; //输入的数据写入文件 meter_way file 中保存
CString day,hour,minute,s_write=“month”; //标志：每月一次
day.Format(“%d”, m_mem_d);
hour.Format(“%d”, m_mem_h);
minute.Format(“%d”, m_mem_m);
s_write+=day;
s_write+=“,”;
s_write+=hour;
s_write+=“,”;
s_write+=minute;
if(!cf.Open(“D:\\VC++\\Autometer\\meter_way.dat”,CFile::modeCreate|CFile::mod
eWrite)) //打开文件
    
```

```

{
    MessageBox ("Can't Open the file!");
    return;
}
cf.Write(s_write,strlen(s_write)); //写入
    
```

(2) 检查定时时间

在应用程序的主界面程序中，设置一个定时器，定时周期选定在 1 分钟之内。每次定时器溢出后，应用程序都会调用当前时间与设置的定时时间进行比较，如果相同则说明定时时间到，立即进行抄表；如不同则说明定时时间未到，程序不做任何操作而返回。

主要代码如下：

①在应用程序的主界面程序中设置一个定时器

```

    
```

②定时器溢出进行比较

```

    
```



```
read[j]='\0';
s=strtok(read, ",/"); //解析文件内容
if(s==NULL)
    return;
char *array[]={“aaaaa”, “bb”, “cc”, “dd”}; //字符串分别赋值
do
{
    array[i]=(s);
    i++;
}while((s=strtok(NULL, ",/"))!=NULL);
CString a0=array[0];
CString a1=array[1];
CString a2=array[2];
CString a3=array[3];
app->meterflag=a0;
delete s; //释放内存区
delete read;
if(a0== “day”) //进行时间比较：若不等则返回，相等则继续
{
    if(a1!=hour)
        return;
    else if(a2!=minute)
        return;}
else if(a0== “week”)
{
    if(a1!=day)
        return;
    else if(a2!=hour)
        return;
    else if(a3!=minute)
        return;}
else if(a0== “month”)
{
    if(a1!=day)
        return;
```

```

else if(a2!=hour)
    return;
else if(a3!=minute)
    return;}                //时间相等，以下进行抄表
    :
    (抄表程序)
    
```

(3) 抄表

抄表方法与本节所介绍“实时抄表”的方法类似，在这里不再介绍。

4.3.4. 档案管理模块

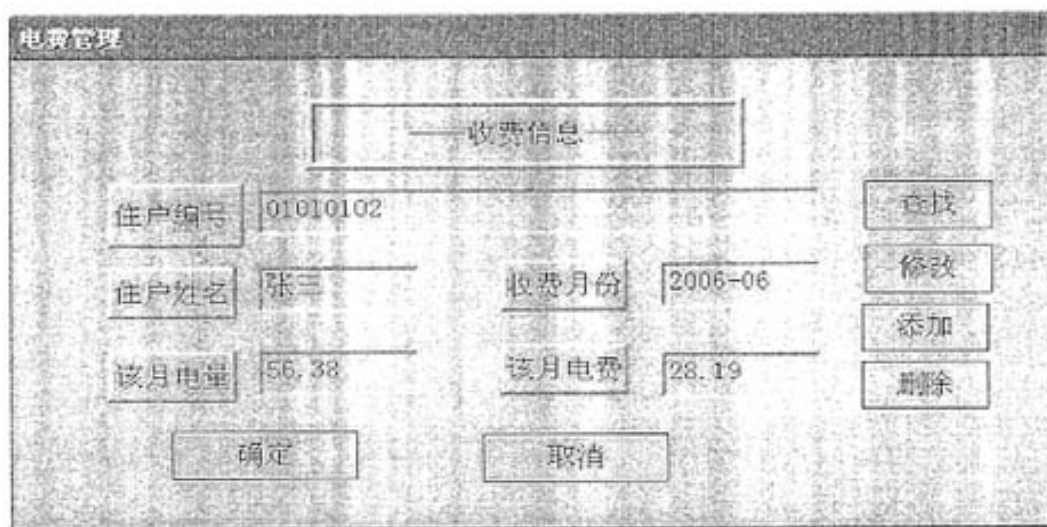
档案管理模块是前置机应用管理系统一个重要的组成部分，它包括住户信息、电费管理、历史数据查询等子菜单。主要用于对数据库中存储的住户信息、电费数据和历史数据进行管理，包括对数据的查找、添加、修改、删除等操作。

当选择“住户信息”时，界面如图 4-10 所示。在住户信息界面中，住户编号由终端地址和用户电表序号组成，操作人员可以对数据库中的住户记录进行查找、修改、添加、删除等操作。

图 4-10 住户信息界面

根据采集到的数据及其它相关信息计算住户月用电量及电费。电费=电量值×电量常数，电量常数可由操作人员设置并存入相应表中，在程序计算费用时调入，操作人员可随时更改参数，以满足不同需要，电费管理界面如图 4-11 所示，在电费

管理界面中，操作人员可以对数据库中的收费信息记录进行查找、修改、添加、删除等操作。



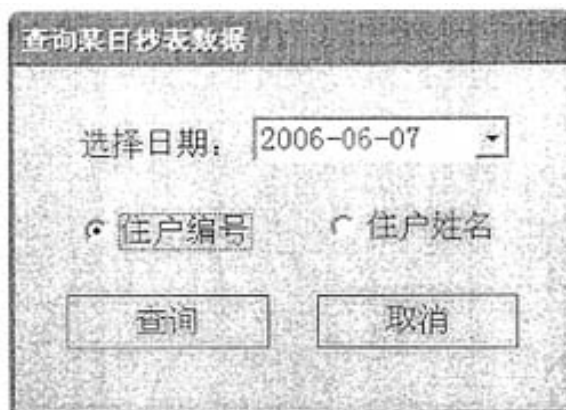
电费管理

——收费信息——

住户编号	01010102	查找 修改 添加 删除
住户姓名	张三	
该月电量	56.38	
该月电费	28.19	
确定		取消

图 4-11 电费管理界面

此项中还包括历史数据查询子菜单，用户可以浏览保存在数据库中的历史数据，它包括了按日查询、按月查询两种方式，并可打印查询结果。查询某采集终端的抄表数据时，首先选择查询的日期，然后选择用户编号或用户姓名，利用 SQL 的 SELECT 语句查询数据库，按日查询的设置界面如图 4-12 所示。通过对用户用电数据查询，为解决用户用电纠纷提供了依据。



查询某日抄表数据

选择日期: 2006-06-07

☒ 住户编号 ☐ 住户姓名

查询 取消

图 4-12 按日查询的设置界面

4.3.5 报警管理模块

终端运行过程中随时可能产生各类报警，如开箱报警、停电报警、逆相报警、超温报警、过载报警、倾斜或移动报警等；控制：对欠费用户进行拉闸等。并提供

停电数据保护功能，在停电 48~72 小时内仍可抄表和监控。报警相关信息自动存入告警历史数据库。

报警管理菜单项分为“报警设置”、“实时报警”、“查询历史报警”等子菜单项。本系统结合移动公司的短信平台，在报警时，可根据具体内容发短信给相关的管理人员。通过报警管理模块，用户可以看到每一个采集终端的报警个数、未报警个数、已处理报警个数等。

4.3.6 系统综合管理模块

系统综合管理模块的功能是对管理软件系统进行综合管理。它涉及的内容包括用户管理、显示管理以及打印管理等。在应用程序的用户界面中与系统管理相关的内容包括“系统”、“打印”、“帮助”等菜单。

1. 系统模块

每次进入软件系统时，都会要求用户登录。系统模块的功能主要就是完成用户的登录，以及个人信息的修改等，只有用户登录以后，才能浏览修改系统内部资源，利用 Open() 方法打开数据库，系统验证用户名和密码是否匹配，如匹配，便能登录到主界面。个人信息修改主要是用户可以修改个人信息链接来实现个人密码的更改，密码修改成功后系统给予修改成功的信息提示。界面分别如图 4-13, 图 4-14 所示。

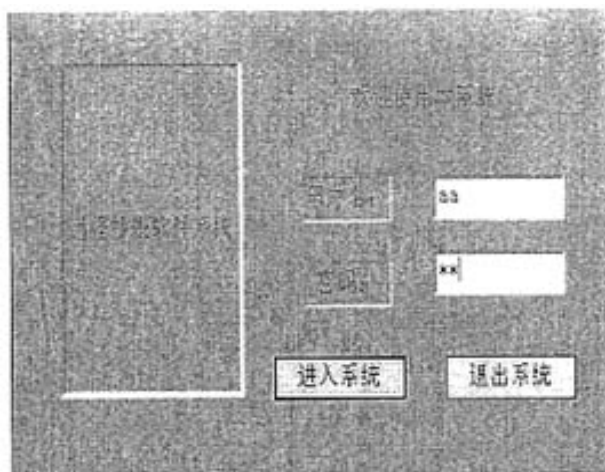


图 4-13 登录界面

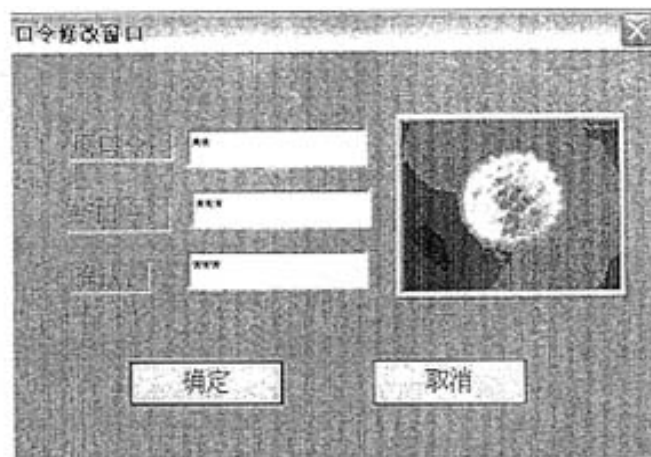


图 4-14 个人信息修改界面

2. 打印模块

根据设计要求，管理软件系统应能打印数据表作为系统的输出。打印功能的实现，是通过重载相应视图的执行文件 (.cpp) 中的 OnPrint(CDC* pDC, CPrintInfo* pInfo) 函数来实现的，其方法是：用绘图语句完成报表的表头、表格线条的绘制；

输出表格的各栏标题、数据库中各条记录的字段内容到相应位置；然后调用父类 CRecordView 的绘图函数 CRecordView:: OnPrint (pDC, pInfo)。这样，既能够打印输出指定的内容，又能够使用 VC++ 缺省的打印设置、打印预览等功能。

3. 帮助菜单

用于显示版本信息。

4.4 后台管理软件模块设计

本系统的后台管理模块采用 Sybase 数据库，实现对数据的存储、处理和分析等功能，具体设计如下^[41]。

1. 数据存储与维护。为便于管理和操作，数据库中建立了如下几类表：抄表数据表、住户信息表、历史数据表、电费管理数据表等。以实时抄表采集的数据存储为例，数据存储的流程如图 4-15 所示。

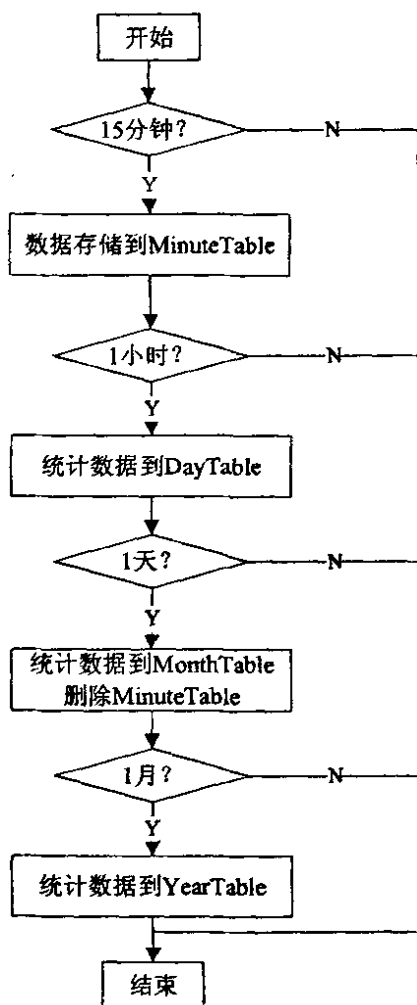


图 4-15 数据存储流程图

MinuteTable 存储 24 小时内每 15 分钟的数据, DayTable 存储 MinuteTable 中每小时的统计量, MonthTable 存储 DayTable 中每天的统计量, YearTable 存储 MonthTable 中每月的统计量。考虑到系统的非连续性运行, 在系统启动时需追加数据到 DayTable 中。为了实现数据追加, 将表 MinuteTable 中的纪录时间分别设定为游标。将 MinuteTable 中的最后一条纪录时间和当前的纪录时间比较, 若不相同则将 MinuteTable 中最后一小时的数据取平均后插入 DayTable 中。

由于管理系统中所有的数据都存放在数据库中, 因此数据的安全显得格外重要。为了避免意外情况造成不可弥补的损失, 在软件中应设计对数据的备份、恢复和导出功能。

数据备份和数据恢复流程如图 4-16 所示。

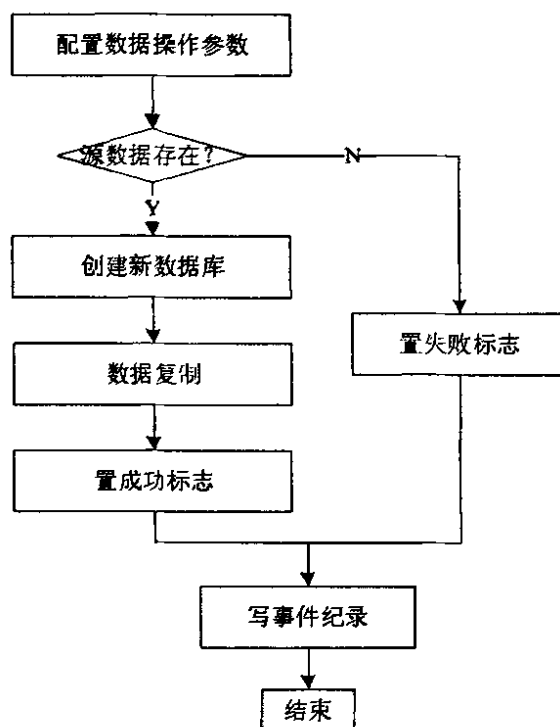


图 4-16 数据备份和数据恢复流程图

2. 电费统计。为准确、直观地掌握用户的用电情况, 本管理软件系统应设计电费统计功能, 根据储存的抄表数据对采集终端下所有用户按月或按年进行电费统计, 此功能将每个采集所有用户月用电或全年用电情况进行汇总, 方便管理人员掌握整个台区的用电情况。

3. 用电曲线。用电曲线也是后台管理软件的一个重要功能, 通过它可以方便地对本月的用电数据进行分析, 预测下个月的用电量, 直观地显示出用电高峰的地区和时间, 为电网中更好的电量调度和分配提供了有效的分析手段。

4. 线损计算。线损指标是供电企业的一项重要经济技术指标，也是供电企业经济效益和管理水平的体现，因此，线损管理一直是后台管理工作的重要组成部分。管理软件系统应充分利用自动抄表的数据资源，设计线损的自动计算功能。计算线损的公式为：线损 = (供电量 - 售电量) / 供电量 × 100%。本系统线损计算可以分为月线损计算和线损统计功能，此外，还可打印线损报表。

4.5 本章小结

本章根据管理软件的需求分析，采用模块化的设计思想，划分了系统的功能模块，即通讯模块，抄表管理模块、档案管理模块、报警管理模块和系统综合管理模块等，并设计了后台管理软件模块。选取 Windows XP 作为操作系统，采用 Visual C++6.0 进行编程实现各模块功能，Sybase 作为后台数据库进行数据维护，从根本上保证了管理软件系统的正常运行。

第五章 结论与展望

随着电力事业的发展,电力体制改革的深入以及电力商业化运行的需求,电力系统采用高科技手段来提高管理水平是大势所趋。远程自动抄表系统的出现改变了以往全人工抄表的模式,从本质上提高了效率和准确率,降低了成本和风险,并且可以利用计算机的高运算能力对数据进行多方位综合分析。新兴的 GPRS 技术具有实时性好、永远在线,抄表速度快等优势。基于 GPRS 远程自动抄表系统的出现,为我们的生活提供了很大的便利,加快了社会现代化的脚步。

本文主要完成以下工作:

1. 研究了远程自动抄表系统中的三种关键技术:GPRS 技术、管理软件涉及到的 Sybase 数据库技术及通信规约。详细分析了 GPRS 用于远程自动抄表系统数据传输的安全性;阐述了 Sybase 数据库的数据存储、索引创建等过程,并给出实例说明;最后,分析了开发管理软件所采用的通信规约。

2. 整体设计了基于 GPRS 技术的远程自动抄表系统,确定了系统的整体方案,根据带 GPRS 模块的采集终端的功能设计,给出其硬件结构组成,并对系统的软件部分进行了设计。同时提出一种双模式通信方式,通过这种模式,用户可以根据自己周围的实际情况及需求,选择合适的通信组网方式。

3. 设计完成了基于 GPRS 远程自动抄表系统的管理软件部分,重点为前置机通讯和前置机应用两部分,采用 VC++6.0 和 Sybase 数据库技术,完成了通讯管理、抄表管理、档案管理、系统综合管理等功能模块,实现了实时抄表、定时抄表、档案管理、电费管理等功能,用户界面友好,易于操作。它从根本上克服了传统的人工抄表模式的弊端,给电能管理的现代化带来了新的希望。

本课题需要继续的工作:

经过一年的设计与开发,目前本课题已经部分完成了基于 GPRS 的远程自动抄表管理软件系统的设计与实现,由于时间的关系仍有一些地方有待进一步的完成和改善。例如:后台管理软件部分还需要进一步的研究与实现,进一步加强系统的线损计算,数据分析等功能;软件系统现在只是处于实验阶段,如果运用于实际环境中,还需要运行维护工作;本系统采用的是客户/服务器模式,如果改进为能够在 Internet 平台上运行的浏览器/服务器模块,则能大大提高它的性能和扩大它的适用范围等,这些都是以后研究和工作的重点。

参考文献

- [1]许建花, 李东伟, 王伟. 自动抄表技术的应用和发展. 供用电, 2004. 2 (8): 3~6
- [2]王红红, 李仁俊. 远程自动抄表系统中的通信方式. 电力系统通信, 2003, 2 (11): 47~50
- [3]徐平等. 电力集中抄表系统中的通信技术. 电力系统通信, 1997. 12 (22) 25~28
- [4]唐伟, 张建波, 范文宾. 基于 GPRS 技术的远程抄表系统设计. 电力系统通信, 2004. 11 (2): 5~8
- [5]吴琳冰. 基于 GPRS 业务的自动抄表系统. 福建电脑, 2003. 11 (5): 11~15
- [6]吕捷. GPRS 技术. 北京: 北京邮电大学出版社, 2001, 20~45
- [7]钟章队, 蒋文怡, 李红君等. GPRS 通用分组无线业务. 北京: 人民邮电出版社, 2001, 12~20
- [8]韩斌杰. GPRS 原理及其网络优化. 北京: 北京邮电大学出版社, 2003, 5~10
- [9]万子杨. 电力系统 GPRS 数据传输安全性研究. 华中电力, 2006. 3 (19): 52~54
- [10]马光胜, 王巍等. SYBASE 数据库系统基础知识与应用开发技术. 北京: 中国水利水电出版社, 1999, 35~39
- [11]冯华. Visual C++数据库开发技巧与实例. 北京: 机械工业出版社, 2000, 21~26
- [12]雷学丽, 杨锡运, 徐大平. 基于 GPRS 技术的集中式自动抄表系统. 电力自动化设备, 2004. 8 (11): 14~17
- [13]吴在军, 王峥, 胡敏强. 变电站自动抄表系统设计与实现. 电力自动化设备, 2002. 8 (22): 20~23
- [14]毛永毅, 张丽娟, 岳慧芬等. 基于短消息的自动抄表系统. 电测与仪表, 2002. 12 (39): 4~7
- [15]肖圣兵. 微机自动抄表系统. 电子技术. 1995. 7 (10): 15~19
- [16]Rappaport T S. Wireless Communications Principles and Practice. Upper Saddle Rivre(NJ):Prentice Hall Inc, 1996: 59~61
- [17]Sabastien Lesrel. AT Commands for GPRS(version1.3), 2000. 11: 75~88
- [18]Cai J. General Packet Service in GPRS, IEEE Communication, Oct. 1997: 8~15
- [19]Brown A. Large-Scale Component-Based Development. New Jersey: Prentice Hall, Inc, 2000: 104~145

- [20] Leen S Kang, Boyd C. Paulson. Information classification for civil engineering projects by uniclass. Journal of construction engineering and management. 2003, 3(3):158~167
- [21] Cohen L, Zapororanny Y I. Positive quantum joint distributions. J. Math. Phys. 1980, 21:794~796
- [22] 杨大成. CDMA2000 1X 移动通信系统. 北京: 机械工业出版社, 2005, 16~30
- [23] 李鹏宇, 包金庄. 寿国础. CDMA 移动网络协议及其测试分析. 北京邮电大学出版社, 2003, 15~34
- [24] 陈烈辉. cdma 1x 在广东省电力监控系统中的应用. 邮电设计技术, 2005. 10(22): 14~17
- [25] 薛华成. 管理信息系统 (第三版). 北京: 清华大学出版社, 2001, 48~60
- [26] 丁展等. Visual C++网络通信编程实用案例精选. 北京: 人民邮电出版社, 2004, 51~69
- [27] 李强, 贾云霞. Visual C++项目开发实践. 北京: 中国铁道出版社, 2003, 132~218
- [28] 任智. 自动抄表管理软件的设计: [硕士学位论文]. 成都: 电子科技大学, 2002
- [29] 韩冰. 基于 GPRS 的无线远程抄表系统设计及研究: [硕士学位论文]. 黑龙江: 大庆石油学院, 2005
- [30] 方蕾. 低压电力线远程抄表系统后台管理软件的设计与研发. 武汉: 武汉理工大学, 2004
- [31] Morgan H L. Chan, Robert W. Donaldson Amplitude, width, and intrerarrival distributings for noise impulses on introbuildding power line communication network' s, IEEE Transaction on EMC, August, 1989: 34~48
- [32] H. B. Shi. Neural Network and Its Application (in Chinese). Xian transportation University Press, Xian. 1993: 34~55
- [33] Basseville M. Distance measures for signal processing and pattern recognition. Signal Process. 1989. 18(1): 349~369
- [34] Finchand P D, Bivariate probability densities with given margins. Found Phys. 1984, 14(6): 549~552
- [35] Loughlin P J, Pitton J W, Atlas L E. Constructlon of positive time—frequency distributions. IEEE Trans. Si8nalProcessin8, 1994, 42(10): 2697~2705
- [36] Liprchutz R P. Microsoft Internet Information Server. PC Magazine. 1996, 4:32~36

- [37]Scotts Valley. Developing Database Application. A Division of Inprise Corporation. 1999, 20~26
- [38]黄明, 梁旭等. Visual C++信息系统设计与开发实例. 北京: 机械工业出版社, 2005, 10~107
- [39]汪翔, 袁辉. Visual C++实践与提高—网络编程篇. 北京: 中国铁道出版社, 2001, 75~156
- [40]张越等. Visual C++网络程序设计实例详解. 北京: 人民邮电出版社, 2006, 1~17
- [41]同志工作室. Visual C++6.0 数据库开发实例. 北京: 人民邮电出版社, 2001, 18~30

致 谢

在即将结束研究生生活，完成毕业论文之际，首先要感谢我攻读硕士学位期间指导、关心、帮助过我的导师。本论文是在侯思祖教授的悉心指导下完成的，导师深厚的理论素养，渊博的知识，严谨的治学态度，使我受益匪浅。他敏锐的洞察力和对学术问题的钻研精神也潜移默化的感染了我，教会了我进行科学研究及设计开发管理应用系统的方法与途径。正是在他无私的关怀和鼓励下，我才得以顺利完成硕士阶段的研究工作和学位论文，使自己解决实际问题的思维方法及个人技术能力大大提高。他的谆谆教诲将继续影响着我今后的学习、工作和生活。

感谢我的同学、朋友，在我需要帮助的时候给予我无比的支持，他们在我完成毕业论文的工作中，提出了不少好的意见和建议；感谢所有电子与通信工程系的老师和保定毅格通信自动化有限责任公司的各位同事，是他们的无私帮助和不懈鼓励才有我今天的成长。

感谢我的父母兄长，他们在我漫漫求学生涯中给了我最大的关心、理解、支持和鼓励，并且始终竭尽全力地在学习和生活上支持我，每次在我遇到困难的时候，他们总是能够积极地鼓励我，使我能够振作精神完成任务。

最后，感谢在百忙中审阅我论文的老师 and 参加答辩会的全体老师和同学。

在学期间发表的学术论文和参加科研情况

- [1] 尹秀艳, 侯思祖等. 基于 GPRS 的通信技术在远程抄表中的应用. 继电器, 2006, 11 (22)
- [2] 尹秀艳, 侯思祖等. 电力调度交换组网中的信令研究. 中国电力系统保护与控制学术研讨会, 2006, 9