

分类号 TP277

学校代码: 10561

UDC 密级

学 号: 200235200201074

华南理工大学硕士学位论文

基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统

陈剑鸣

指导教师: 罗飞 教授

自动化科学与工程学院

申请学位级别: 工学硕士 专业名称: 模式识别与智能系统

论文提交日期: 2005 年 6 月 论文答辩日期: 2005 年 6 月

学位授予单位和日期: 华南理工大学

答辩委员会主席: 毛宗源 教授

论文评阅人: 游林儒 教授

陈 玮 教授

摘 要

航道的正确标识——航标是船舶航运安全的重要保障。随着水路航运系统的不断发展,构建一个能对航道航标进行远程监控和管理的智能航标监控系统对于提高助航的准确性、安全性和管理部门的工作效率具有极其重要的意义。

GPRS 无线网络通信技术、GPS 全球定位技术、GIS 地理信息系统技术、嵌入式微处理器技术和网络技术的不断发展为构建一个基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统带来了新的思路和解决方法,

本文主要详细讲述系统中智能航标终端软硬件的具体实现方法和过程,同时也简单描述了监控中心系统的设计思路和方法。本课题采用 GPRS 模块、GPS 接收板和嵌入式微处理器设计了集航标定位信息采集、航标运行状态采集、微处理器控制、GPRS 无线网络接入于一体的智能航标终端,并在终端的通信 CPU 上用 C 语言设计 TCP/IP 精简协议栈实现终端与监控中心的 GPRS 无线网络通信。终端按照功能和双 CPU 架构,主要划分为监控模块、通信模块、航标灯模块和电源模块。本文将从硬件和软件两个方面,以功能模块的顺序来阐述其实现过程。

本文首先从总体上介绍了建设智能航标监控系统的意义以及国内外关于该课题的研究现状。接着,介绍了 GPRS 通信原理、GPS 定位原理、NEMA 0183 协议和 GIS 技术,并简单描述了利用 GPRS/GPS/GIS 来共同实现远程监控和定位的原理。第三章确定了课题的技术路线。第四、五章着重介绍了终端监控模块和通信模块的软硬件设计,约定了两者之间的数据通信协议,并提出了通信 CPU 软件分层设计的思想。第六章着重介绍了如何通过设计 TCP/IP 精简协议栈和三级接收/发送缓冲区来实现终端与监控中心的 GPRS 无线网络通信。第七章简单论述了本课题在实际应用中的一个实例。最后对全文进行总结,提出展望。

本课题的阶段研究成果已经在广东江门水域投入试运行,下一步将针对系统在试运行中所出现的问题进行进一步的研究探讨工作。实际应用证明本系统运行可靠,性能稳定,能达到设计要求,具有很好的实用性和推广价值。

关键词: GPRS; GPS; GIS; TCP/IP; 精简协议栈

Abstract

Navigation marks can guarantee the security of shipping transportation. With the incessant development of shipping transportation, it generated requirements to establish a system which can monitor, control and manage navigation marks remotely. The development of GPRS, GPS, GIS, embedded microprocessor and network technology brought on a new solution to establish a remote intelligent monitoring and control system of navigation marks based on GPRS/GPS/GIS.

This paper mainly expounds the realization methods and process of the intelligent navigation mark terminal. It also introduces the system design of control center. I use microprocessors, GPRS module and GPS module as core components to develop an intelligent terminal which can detect its own positioning signals and operation status information, control its own operation status and connect to the GPRS network. The intelligent terminal is divided into power module, lantern module, control module and communication module.

Firstly, the paper introduces the meaning of establishing intelligent monitoring and control systems of navigation marks in China. Secondly, it introduces the fundamentals of GPRS, GPS, NEMA 0183 protocol, GIS and analyzes how to use GPRS, GPS and GIS together to realize remote monitoring and control. Chapter Three describes the general architect of the system. Chapter Four and Five mainly discusses design details of the control module and communication module, formulates the data communication protocol between them and puts forward the idea of software layered design. Chapter Six mainly discusses how to design a compact TCP/IP stack and three-level sending/receiving buffer to realize GPRS wireless communication. Chapter Seven gives out an application of this system. The end chapter summarizes the full paper and predicts the prospect.

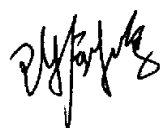
A demo system was implemented in Guangdong Jiangmen water area. The application approved that the system is reliable and stable. It is worthy to be generalized.

Key Word: GPRS; GPS; GIS; TCP/IP; Compact TCP/IP Stack

华南理工大学

学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名：

日期：2005 年 6 月 13 日

学位论文版权使用授权书


本学位论文作者完全了解学校有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权华南理工大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密 ☐，在 _____ 年解密后适用本授权书。


本学位论文属于

不保密 ☒。

(请在以上相应方框内打“√”)

作者签名：

日期：2005 年 6 月 13 日

导师签名：

日期：2005 年 6 月 13 日

第一章 绪论

1.1 智能航标监控系统的意义

水路航运系统是交通运输系统中很重要的一部分,而航道的正确标识——航标是船舶航运安全的重要保障。

在我国,一直以来所采用的航标都是独立分布的,不能与监控中心实现信息交互;而且控制电路简单,无智能,设备稳定性不高。航标自被放置后,就独立按既定流程运行,无法实现远程监控和诊断。为了检查航标灯是否运转正常,航道航标监管部门必须定期派人去现场巡查。由于距离遥远,需要检查的地点很多,所以经常要派船只和人员不断巡视,而且因为事先不知道航标灯的运行情况,对航标灯的巡视、维护缺乏目的性和有效性,成本昂贵。而且在两次巡视周期之间,一旦航标灯漂移或毁坏,管理中心无法获知信息并采取补救措施,这将会对该水域的航道运输带来极大的危险与不确定因素。

GPRS 无线网络通信技术、GPS 全球定位技术、GIS 地理信息系统技术、嵌入式微处理器技术和网络技术的不断发展为解决上述问题带来了新的思路与方法。通过应用以上技术,构建一个基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统,能够实现航道航标管理的自动化、智能化,从而提高助航的准确性、安全性和管理部门的工作效率,降低管理成本。

1.2 国内外的课题研究现状

纵观英、美、法、日等航运大国,早在 20 世纪 90 年代初就利用现代电子技术和通讯技术建立起了航标智能化管理系统为其海运事业提供高效服务。他们在较好地实现了航标设备自动化、灯塔自动化、灯船自动化和大型浮标自动化的基础上,逐步开展了某水域乃至全国的、以航标监测监控为主要内容的航标系统自动化,并着手建立航标数据库和组建某水域乃至全国的航标信息系统,以便逐步实现航标管理自动化。

中国在这方面正处于建设的初级阶段,在本世纪初才开始智能航标管理系统的建设。

2003 年 4 月中旬,由长江武汉航道局与武汉大学 GPS 工程研究中心共同研制的智能化航标监控系统在武汉长江大桥区域航道投入使用,该系统是国内首个投入使用的智能航标监控系统。

该系统通过综合利用 GPS 技术、GIS 技术、微电子技术、通信技术等高新技术，在现有的航标上加装一个电子集成模块，将航标的坐标位置、电池电压、航标灯的亮度等数据，通过跳频通信方式，定时发送到岸上的控制中心，值班人员可以清晰的监控到每一个航标的工作状态，并可及时通知航道站对发生问题的航标进行维护和恢复。

从 2003 年底起，长江航道局已经开始对三峡库区的航道进行助航系统改造，并投入使用智能航标监控系统。

1.3 本研究课题的背景

国家航道管理部门以保证船舶航行安全为宗旨，将助航服务作为航道管理系统的一个主要部分来筹划，充分利用现代科学技术的成果，力争在中国沿海和内河水域组建一个能够提供全方位、全天候服务的助航系统。

江门航道局作为广东省的其中一个试点，将在其部分所辖水域投入试运行基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统。广州新软计算机有限公司与江门航道局从 2003 年底展开合作，为其设计该监控系统以供试运行。笔者作为该课题的研究开发人员之一，参与了其中部分研制和调试工作。

1.4 本研究课题的目标

构建一个基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统，具体功能如下：

- 航标终端能通过 GPS 全球定位系统获取自身位置、速度等定位信息，并对定位信息进行实时处理；
- 航标终端各项运行参数可设置，并具有自检功能，能实时采样自身的电路参数和运行参数；
- 航标终端能实现主备灯的自动切换；
- 航标终端能通过 GPRS 方式或短信息方式向监控中心实时或定期上传自身的定位信息和状态信息；在出现故障的情况下能及时向监控中心报警，并且能重新启动从故障环节中跳出来，最大限度的保证航标的正常工作；
- 航标终端能实时响应中心通过 GPRS 方式或者短信息方式的远程控制，并执行相应的操作，如在某些情况下能改变灯的灯质（灯的闪亮规律）和其他运行参数；
- 尽量降低航标终端的功耗，由于航标终端的能量供给是独立的和有限的，需要尽量延长其持续的工作时间；

- 监控中心能通过 GIS 地理信息系统，实时检测和控制各个航标终端的运行情况；监控中心系统还能够存储和查询各项历史记录；
- 监控中心能通过 DGPS 技术实现对 GPS 定位信息的差分补偿，从而提高定位的精度。

1.5 本研究课题的主要内容

本课题的研究对象为基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统，需要研究的内容主要包括：

- 深入理解 GPRS 无线网络通信技术规范、协议标准和 TCP/IP 网络协议，设计一套适应于实际应用的应用层数据通信协议；
- 深入理解 GPS 全球定位系统的技术规范 and 协议标准，实现对 GPS 接收设备的驱动和控制，并深入理解 DGPS 差分补偿技术；
- 利用嵌入式微处理器、GPS 接收设备、GPRS 调制解调器设计智能航标终端；
- 构建基于 GPRS 无线通信网络的企业级虚拟专用数据网；
- 深入理解 GIS 地理信息系统的技术规范，实现中心的地理信息查询和远程监控。

1.6 本章小结

本文从总体上介绍了建设智能航标监控系统的意义以及国内外关于该课题的研究现状，在此基础上提出了我国需要加快建设智能航标助航管理系统的理由，并根据本论文研究课题的目标，提出以 GPRS/GPS/GIS 技术来构造智能航标系统所需要的研究内容。

第二章 GPRS/GPS/GIS 实现远程监控和定位

2.1 GPRS 网络结构

GPRS 网络是在现有 GSM 网络中增加 GGSN 和 SGSN 来实现的,使得用户能够在端到端分组方式下发送和接收数据。其系统结构如图 2-1 所示。

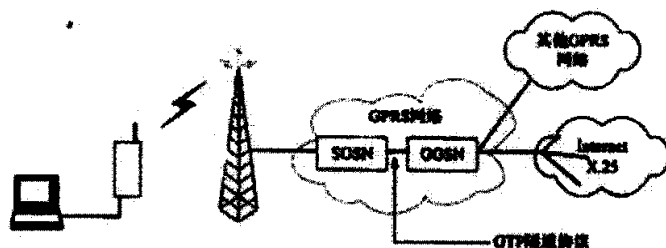


图 2-1 GPRS 网络结构

图中,终端通过串行或无线方式连接到 GPRS 无线通信模块上;GPRS 无线通信模块与 GSM 基站通信,但与电路交换式数据呼叫不同,GPRS 分组是从基站发送到 GPRS 服务支持节点(SGSN),而不是通过移动交换中心(MSC)连接到语音网络上。SGSN 与 GPRS 网关支持节点(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,如因特网或 X.25 网络。

来自因特网标识有移动台地址的 IP 包,由 GGSN 接收,再转发到 SGSN,继而传送到移动台上。

SGSN 是 GSM 网络结构中的一个节点,它与 MSC 处于网络体系的同一层。SGSN 通过帧中继与 BTS 相连,是 GSM 网络结构与移动台之间的接口。SGSN 的主要作用是记录移动台的当前位置信息,并且在移动台和 GGSN 之间完成移动分组数据的发送和接收。

GGSN 通过基于 IP 协议的 GPRS 骨干网连接到 SGSN,是连接 GSM 网络和外部分组交换网(如因特网和局域网)的网关。GGSN 主要是起网关作用,也有将 GGSN 称为 GPRS 路由器。GGSN 可以把 GSM 网中的 GPRS 分组数据包进行协议转换,从而可以把这些分组数据包传送到远端的 TCP/IP 或 X.25 网络。

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。

图 2-2 给出了 GPRS 网络结构的接入与参考点的简图。

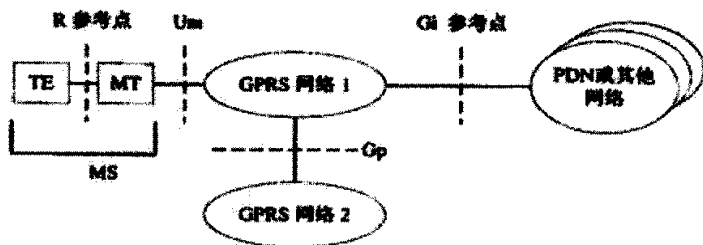


图 2-2 GPRS 总体结构及接入与参考点

GSN 到外部分组网络是通过 Gi 参考点连通的，而其他 GPRS 网络是通过 Gp 接口连通的。另外，从 MS 端到 GPRS 网络有两个接入点，Um 接口用于无线通信接入，而 R 参考点用于信息的产生或接收。无线通信模块 MT 通过 Um 接口接入 GPRS PLMN（公共陆地移动网络），R 则是 MT 和 TE（用户终端）之间的参考点。这里的 MS 由 TE 和 MT 两部分组成，它们通过 R 参考点组成一个整体，另外，MS 也可单独由一个移动终端(MT)组成。

对于一个支持 GPRS 的 PLMN，当它运行 GPRS 业务时可能涉及到任何其他网络，这时就产生了网络互通的需求。GPRS 网络通过 Gi 参考点和 Gp 接口实现同其他网络的互通。

对于具有 GPRS 业务功能的移动终端，它本身具有 GSM 和 GPRS 业务运营商提供的地址，这样，分组公共数据网的终端利用数据网识别码即可向 GPRS 终端直接发送数据。另外 GPRS 支持与基于 IP 的网络互通，当在 TCP 连接中使用数据报时，GPRS 提供 TCP/IP 报头的压缩功能。

由于 GPRS 是 GSM 系统中提供分组业务的一种方式，所以它能广泛应用于 IP 域。其移动终端通过 GSM 网络提供的寻址方案和运营商的具体网间互通协议实现全球网间通信。

2.2 GPRS 网络协议

移动台（MS）和 SGSN 之间的 GPRS 分层协议模型如图 2-3 所示。Um 接口是 GSM 的空中接口。Um 接口上的通信协议有 5 层，自下而上依次为物理层、MAC（Medium Access Control）层、LLC（Logical Link Control）层、SNDC（Subnetwork Dependant Convergence）层和网络层。

Um 接口的物理层为射频接口部分，而物理链路层则负责提供空中接口的各种逻辑信道。

MAC 为媒质接入控制层。MAC 的主要作用是定义和分配空中接口的 GPRS

逻辑信道，使得这些信道能被不同的移动台共享。

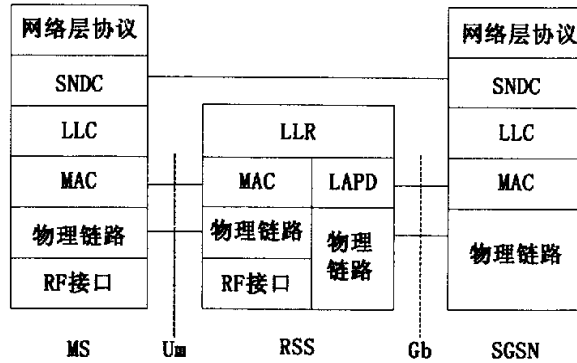


图 2-3 GPRS 协议模型

LLC 层为逻辑链路控制层。它是一种基于高速数据链路规程 HDLC 的无线链路协议。LLC 层负责在高层 SNDC 层的 SNDC 数据单元上形成 LLC 地址、帧字段，从而生成完整的 LLC 帧。

SNDC 被称为子网依赖结合层。它的主要作用是完成传送数据的分组、打包，确定 TCP/IP 地址和加密方式。

网络层的协议目前主要是 Phase 1 阶段提供的 TCP / IP 和 X. 25 协议，这些协议对于传统的 GSM 网络设备（如 BSS 和 NSS 等设备）是透明的。

2. 3 GPRS 网络在远程监控应用中的优势

目前所采用的无线通信系统主要有 GSM、GPRS 和 CDMA。在建设远程监控系统的初期，曾主要采用集群方式和调频通信方式，后来逐步被 GSM 方式取代。目前，GPRS 方式成为远程监控系统的主流无线通信方式，预计最终将向 3G 系统发展。

GPRS 是在第二代无线通信系统 GSM 基础上发展起来的，将 GSM 网络为数据流的传输增加了支持分组交换的网络系统设备。GPRS 是 GSM 向 3G 系统演进的重要一环。GPRS 与 GSM 系统最根本的区别是，GSM 是一种电路交换系统，而 GPRS 是一种分组交换系统。第三代无线通信系统将会在 GPRS 的基础上进行更进一步的技术进步与发展，为网络全面支持高速、宽带的多媒体数据传输。

与其它几种无线通信方式相比较，GPRS 在远程实时监控方面具有以下几个主要的优点：

- GPRS 具有多种服务质量可灵活支持多种数据应用。GPRS 对数据传输设置有不同的服务质量参数：优先级、可靠性、时延、数据速率。其

中对于数据速率, GPRS 支持 4 种编码方式 C1 (9.06)、C2(13.4)、C3(15.6)、C4 (21.4) 和多时隙 (最多 8 个时隙) 合并传输, 使数据速率从 9kbps 最高可达 171kbps。GPRS 可根据应用的类型和网络资源的实际情况和网络质量, 灵活选择服务质量参数为用户提供服务, 从而使 GPRS 能最好地支持频繁的、少量突发型数据业务。

- GPRS 网络接入速度快, 提供了与现有数据网的无缝链接。由于 GPRS 网本身就是一个分组型数据网, 支持 TCP/IP、X.25 协议, 因此无需经过 PSTN 等网络的转接, 直接与分组数据网 (IP 网或 X.25 网) 互通, 接入速度仅几秒钟, 快于电路型数据业务。
- GPRS 资源利用率高, 计费更加合理, 用户使用更加方便。在 GPRS 网中, 用户只需与网络建立一次链接, 就可长时间的保持这种链接, 并只在传输数据时才占用信道并被计费, 保持链接但不占用信道时不计费。GPRS 可根据通信的数据量和提供的服务质量进行计费。这样, 监控点不用频繁建立链接, 真正体现出实时性, 也不必支付传输间隙时的费用。
- GPRS 用户可随意分布和移动自己的网络点, 无须担心线路的维护或在移机时导致的通讯中断。

前面提到基于电路交换的 GSM 数据拨号系统的数据传输方式为电路交换模式, 在整个连接期内, 用户无论是否传送数据都将独自占有无线信道。为了满足系统的实时性, 数据中心与监控终端要一直保持电路上的链接, 由此产生的费用相当于两部手机的用户一天 24 小时一直在通话一样, 日常运行费用相当高。而且管理中心只能对系统中的一个监控终端保持链接, 如果要跟其他的监控点进行通信, 那么就必须挂断当前的链接。

因此从经济角度出发, 基于分组交换的 CDMA 网络和 GPRS 网络比较适合该系统的应用。

虽然无论在技术先进性、实际数据传输速度还是使用资费上, CDMA 都比 GPRS 要胜上一筹, 但是作为工业产品, 考虑更多的是产品的应用范围和产品的稳定性, CDMA 信号覆盖的范围没有 GPRS 广, 而本课题设计的系统终端主要分布在内河、沿海等比较偏远的地区, 从这个角度出发 GPRS 比 CDMA 有优势。

其次, 从技术角度来看, CDMA 和 GPRS 的网络链接都是基于点对点的

PPP 链路协议，二者相关的应用软件可以做到兼容。GPRS 相关的应用程序可以移植到 CDMA，当 CDMA 网络相对于 GPRS 网络更完善的时候可以通过升级无线 Modem 模块来平滑地过渡到 CDMA 网络制式。

另外，中国移动 GPRS 商用较早，相应的技术服务比较到位，而且可以为企业构建企业级 VPN，有处于提高网络的通信质量和数据交换的安全性。

综上所述，利用中国移动的 GPRS 网络可以解决远程实时监控中的很多问题，非常适合本课题的使用。

2. 4 GPS 的定位原理

全球定位系统（Global Positioning System - GPS）是美国从本世纪 70 年代开始研制，历时 20 年，耗资 200 亿美元，于 1994 年全面建成，具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。随着全球定位系统的不断改进，硬、软件的不断完善，应用领域正在不断地开拓，目前已遍及国民经济各种部门，并开始逐步深入人们的日常生活。

GPS 系统的特点：

- 全球，全天候工作：能为用户提供连续，实时的三维位置，三维速度和精密时间，不受天气的影响。
- 定位精度高：单机定位精度优于 10 米，采用差分定位，精度可达厘米级和毫米级。
- 功能多，应用广：随着人们对 GPS 认识的加深，GPS 在测量，导航，测速，测时等方面得到更广泛的应用，其应用领域不断扩大。

GPS 由三个独立的部分组成：

- 空间部分：21 颗工作卫星，3 颗备用卫星。
- 地面支撑系统：1 个主控站，3 个注入站，5 个监测站。
- 用户设备部分：接收 GPS 卫星发射信号，以获得必要的导航和定位信息，经数据处理，完成导航和定位工作。GPS 接收机硬件一般由主机、天线和电源组成。

如图 2-4 所示，

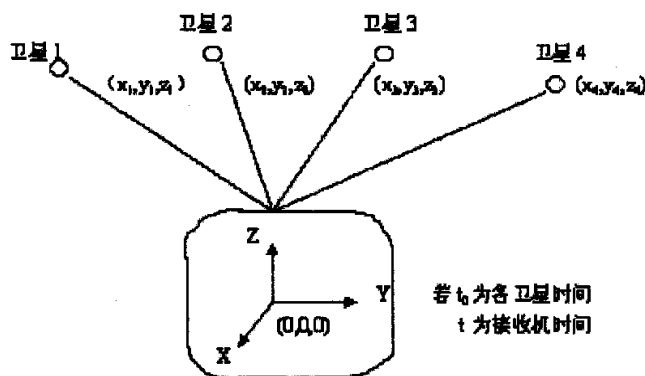


图 2-4 GPS 的定位原理

假设 t 时刻在地面待测点上安置 GPS 接收机，可以测定 GPS 信号到达接收机的时间 Δt ，再加上接收机所接收到的卫星星历等其它数据可以确定以下四个方程式：

$$(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2+c^2 \cdot (t-t_1)=d_1^2$$

$$(x_2-x)^2+(y_2-y)^2+(z_2-z)^2+c^2 \cdot (t-t_2)=d_2^2$$

$$(x_3-x)^2+(y_3-y)^2+(z_3-z)^2+c^2 \cdot (t-t_3)=d_3^2$$

$$(x_4-x)^2+(y_4-y)^2+(z_4-z)^2+c^2 \cdot (t-t_4)=d_4^2$$

求解未知数

(x, y, z, t)
定位 定时

上述四个方程式中 x 、 y 、 z 为待测点坐标， t 为接收机的时间，这四个为未知参数，其中 $d_i=c\Delta t_i$ ，($i=1, 2, 3, 4$)， d_i 分别为卫星 i 到接收机之间的距离， Δt_i 分别为卫星 i 的信号到达接收机所经历的时间， x_i 、 y_i 、 z_i 为卫星 i 在 t 时刻的空间直角坐标， c 为光速。由以上四个方程即可解算出待测点的坐标 x 、 y 、 z 和接收机的时间 t 。

随着技术的发展，全世界已有几十家厂商在生产 GPS 接收机。GPS 接收机能够捕获到按一定卫星高度截止角所选择的待测卫星的信号，并跟踪这些卫星的运行，对所接收到的 GPS 信号进行变换、放大和处理，以便测量出 GPS 信号从卫星到接收机天线的传播时间，解译出 GPS 卫星所发送的导航电文，实时地计算出观测地点的三维位置，以及三维速度和时间。然后将各种信息通过 NEMA 0183 协议格式输出，以供各个领域使用。

2.5 GPS 中的 NEMA 0183 协议

NEMA 0183 协议是一种航海、海运方面有关于数字信号传递的标准，此标准定义了电子信号所需要的传输协议，传输数据时间、并且指明了信息格式需要一个 4800bps

或 9600bps 的串行数据接口。

NEMA 0183 的设备使用了如下的串行接口的参数选择:

Baud Rate	4800 或 9600
Data Bits	8(d7=0)
Parity	None
Stop Bits	One(or more)

设备需要有信息源和接收端, 传送端发送数据到另一个 NMEA 0183 的设备, 信息源和接收端分别用来传送和接受 8 位 ASCII 码的数据。

NMEA 0183 的信息格式一般如下所示,

\$aaaaa,df1,df2,...[CR][LF]

所有的信息由\$开始, 以换行结束, 紧跟着\$后的五个字符解释了信息的基本类型, 多重的信息之间用逗号隔开。包括三种基本类型: 信息源、查询内容、属性。

信息源: \$tsssa,df1,df2,...[CR][LF]

在紧随\$后的两个字符用来识别作为信息内容识别码的后 3 个字符, 信息识别码定义了保留的数据区, 在 NMEA 0183 标准下, 每个类型的数据区的信息内容是符合标准的。

例: **\$HCHDM,238,M[CR][LF]**, 标明“HC”说明信息源作为一个磁性的罗盘, “HDM”指明以下是磁性的船首向航向, 238 是船首向航向的值, M 指明船首向航向的值是磁性的。

查询内容: 查询意味着接收端需要从信息源那里得到一个有规律的内容, 例如, 我们可以发一个信息给 GPS 接收机请求传送一个“DISTANCE-TO-WAYPOINT”的信息, 得到响应后, GPS 接收机会发送请求的内容, 直到接到别的请求。

一般格式为: **\$ttlQ,sss,[CR][LF]**, 头两个字符作为请求者的信息源的识别码, 后两个字符作为被查询的设备的信息识别, 最后一个字符说明这是一个查询信息。紧跟着的字段(sss)包含了三个字的被查询内容的记忆信息, 如下: **\$CCGPQ,GGA[CR][LF]**

说明“CC”这个设备(计算机)正从“GP”这个设备(GPS)查询 GGA 的内容。GPS 将每隔一秒传送这个内容, 直到有别的查询请求。

属性: 这对厂商来说是一种使用没有在标准下预定义的特殊内容的方法。

它通常的格式为: **\$PmmmA,df1,df2,...,[CR][LF]**, 说明是属性内容, mmm 定义为厂商信息代码, A(A-Z)标明信息类型。

以下是一个具体的例子: 和卫星的通讯, 接收到的数据格式将是下面这样的:

\$GPRMC,204700,A,3403.868,N,11709.432,W,001.9,336.9,170698,013.6,E*6E

通过这个例子来仔细分析一下其中各部分的含义。以下表格指出了前 7 个数据的细节说明。

数据	NMEA 0183 协议	说明
\$GPRMC		GPS 推荐的最短数据
204700	UTC_TIME	24 小时制的标准时间, 按照小时/分钟/秒的格式
A	A 或者 V	A 表示数据“OK”, V 表示一个警告
3403.868	LAT	纬度值, 精确到小数点前 4 位, 后 3 位
N	LAT_DIR	N 表示北纬, S 表示南纬
11709.432	LON	经度值, 精确到小数点前 5 位, 后 3 位
W	LON_DIR	W 表示西经, E 表示东经

如果当前没有和卫星取得联系, 那么字符串的格式为: \$GPRMC,UTC_TIME,V,...

2. 6 GIS 地理信息系统概述

地理信息系统 (Geographic Information System, GIS) 是 60 年代中期兴起的一门以计算机技术为基础的交叉性、边缘性的新学科, 是管理和研究空间数据的技术系统, 它利用计算机建立地理数据库, 将空间地理分布状况及所具有的属性进行数字存储, 建立数据管理系统, 同时开发各种分析和处理功能, 方便快速地获取信息, 并能以地图、图形及数据的形式表示处理结果, 满足研究和应用的需要。

GIS 由三个最主要的元素所构成: 硬件、软件、数据。

硬件是 GIS 所操作的计算机。今天, GIS 软件可以在很多类型的硬件上运行。从中央计算机服务器到桌面计算机, 从单机到网络环境。

软件提供所需的存储、分析和显示地理信息的功能和工具。主要的软件部件有: 输入和处理地理信息的工具、数据库管理系统(DBMS)、支持地理查询、分析和视觉化的工具和图形化界面(GUI)。

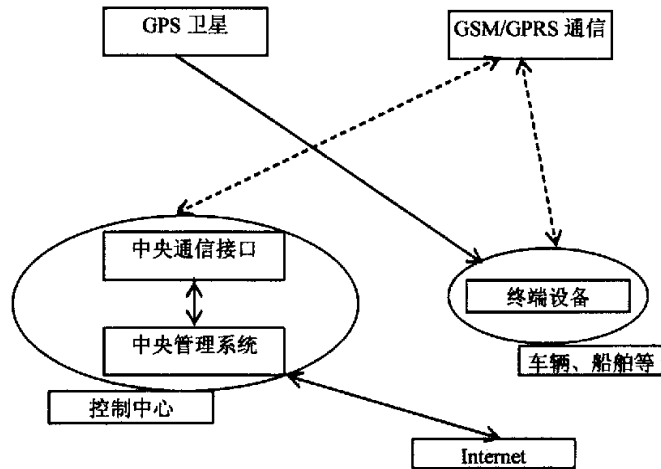
一个 GIS 系统中最重要部件就是数据了。地理数据和相关的表格数据可以自己采集或者从商业数据提供者购买。GIS 将把空间数据和其他数据源的数据集成在一起, 而且可以使用那些被大多数公司用来组织和保存数据的数据库管理系统, 来管理空间数据。

2. 7 GPRS/GPS/GIS 实现远程监控和定位的原理

利用安装在终端上的 GPS 接收设备, 可实时接收与处理 GPS 卫星定位信息, 再加

上终端上的数据采集模块所采集到的各种信息，传输到终端上的嵌入式微处理器进行处理，形成符合一定协议格式的数据输出至 GPRS 无线通信模块。GPRS 模块把数据通过射频输出，传递到无线基站，为中央管理系统所接收；运用 GIS 技术获得终端在电子地图上的位置，并且对其进行位置、状态和动作的监视。监控中心还可以利用 GPRS 或者 GSM 的短消息功能，发布控制信息，实现终端与监控中心之间的动态信息交换。

系统的结构如图：



2—5 GPRS/GPS/GIS 实现远程监控和定位原理图

其中，中央管理系统由 DGPS（差分 GPS）接收基站、身份认证服务器、中心数据库、电子地图库、电子地图屏、调度与控制工作站、查询终端等组成。终端设备由 GPS 接收模块、GPRS 无线通信模块、微处理器控制处理电路以及采集模块等组成。

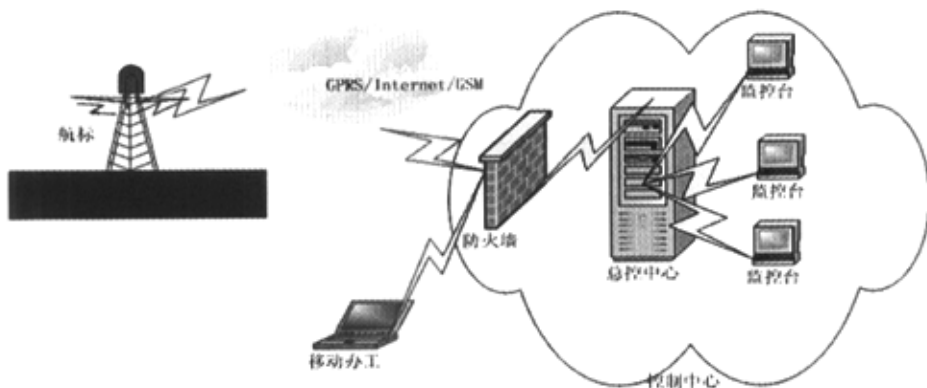
2. 8 本章小结

本章首先对 GPRS 无线通信的网络结构和通信原理进行了介绍，并通过对目前几种主要无线通信方式的比较，从经济角度和技术角度得出了将 GPRS 作为远程监控系统中无线通信方式的优越性。接着，还对 GPS 的定位原理、NEMA 0183 协议和 GIS 技术进行了简单的介绍。最后描述了利用 GPRS/GPS/GIS 来共同实现远程监控和定位的原理，为后面章节的论述打下了理论基础。

第三章 智能航标监控系统的总体方案设计

3.1 系统的网络方案设计

根据对航道航标系统应用的地理分布、使用范围、操作环境以及业务需求的分析,系统网络将采用 Internet/企业局域网+GPRS/GSM 方式,跟踪智能航标终端的各种定位信息和状态信息,通过 GPRS/GSM 网络传送到具有固定 IP 的总控中心,各监控台通过 Internet/企业局域网使用总控中心的电子地图和跟踪数据。网络方案图如下:



3-1 系统的网络方案

3.2 智能航标终端的系统结构设计

从缩短终端开发周期,提高系统可靠性以及方便商业推广的角度出发,智能航标终端采用双 CPU 架构,监控 CPU 负责监控功能的实现,通信 CPU 则负责终端定位信息、状态信息的协议处理、打包和无线收发以及中心监控信息的无线收发等。监控 CPU 和通信 CPU 之间采用 SPI 同步串行通信方式实现高速同步数据通信。在 SPI 同步串行通信中,监控 CPU 作为主 CPU,通信 CPU 作为从 CPU。

终端按照功能和双 CPU 架构,主要划分为监控模块、通信模块、航标灯模块和电源模块。其中,航标灯模块由航道局提供,其余三个模块由项目组自行设计。

整个智能航标终端的系统结构图如下所示。

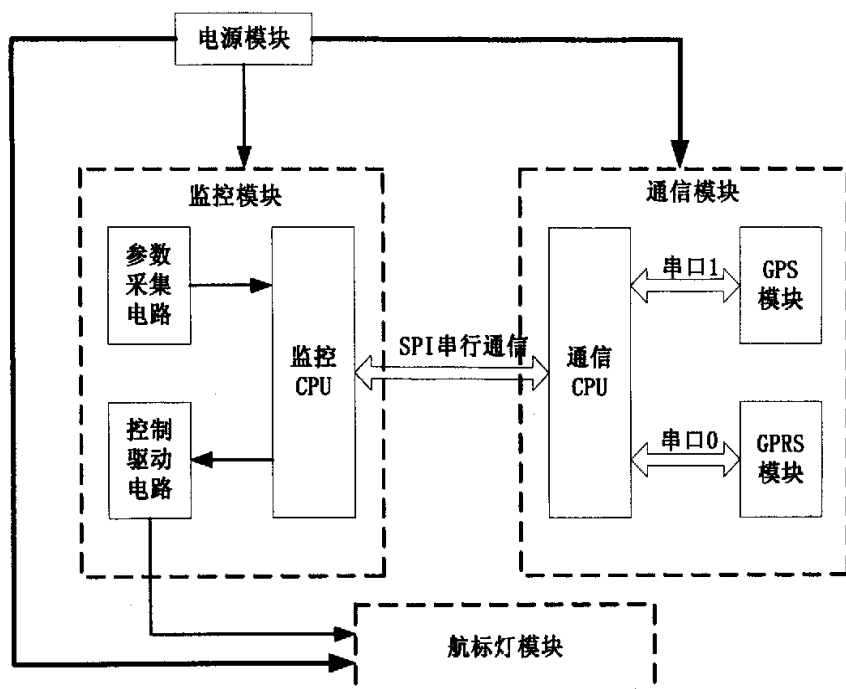


图 3-2 智能航标终端的系统结构图

3. 3 智能航标终端的关键元器件选型

- (1) 监控 CPU 选用 ATMEL 公司的 ATmega8 单片机;
- (2) 通信 CPU 选用 ATMEL 公司的 ATmega128L 单片机;
- (3) GPRS 模块选用 SIEMENS 公司的工业级 GPRS 模块 MC35i;
- (4) GPS 模块选用 FALCOM 公司的 JP7 接收模块;
- (5) 电源模块采用 6V 的蓄电池和 6V 太阳能电池, 通过电源决策电路和分压、滤波稳压电路, 实现对不同模块的供电。

3. 4 监控中心的系统开发平台选型

- (1) 地理信息系统开发平台选用 SuperMap 开发平台;
- (2) 数据库服务器采用 Windows2000 Server+SQL Server, 结合 COM/COM+技术;
- (3) 客户端采用 Windows2000/Windows XP, 结合 ADO 数据访问技术。

3. 5 本章小结

本章根据课题和系统应用的实际情况, 对智能航标监控系统的总体网络方案和航标终端的系统结构进行了设计, 并且对智能航标终端的关键元器件和监控中心的系统开发平台进行了选型, 确立了整个课题的技术路线, 为后来章节的论述奠定了方向。

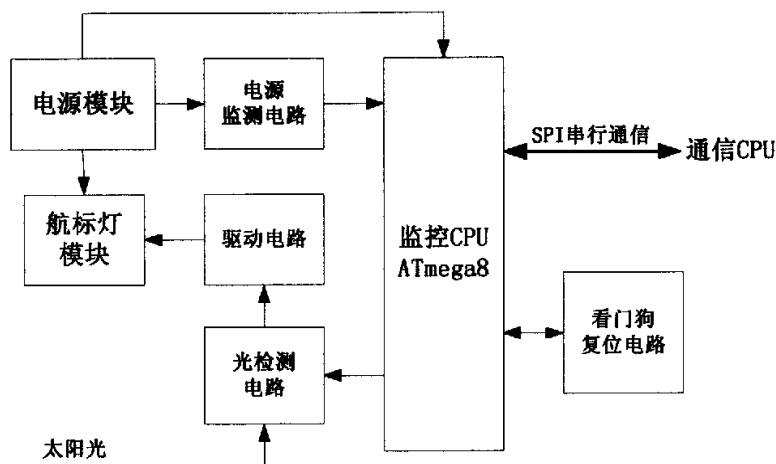
第四章 航标终端监控模块的设计

4.1 监控模块的功能结构设计

根据对航道局业务要求的分析,监控模块主要用来监测终端的各项运行参数以及根据现有程序或者监控中心的要求控制航标灯的运行,其主要包括以下功能:

- 能够启用/停用航标灯(对航标灯通电/断电);
- 能够监测航标灯的工作电压(实际电压值,精确到 0.1V);
- 能够监测航标灯的工作电流(实际电流值,精确到 100mA);
- 能够接收经过通信模块处理并转发过来的监控中心控制信息,并执行相应的控制任务(启用/停用航标灯、设置航标灯的闪烁频率、查找坏灯数);
- 能够设置航标灯的闪烁频率;
- 能够设置数据的上传周期;
- 能够接收通信模块的数据请求,并向通信模块发送规定格式的数据包。

监控模块的功能结构图如下:



4—1 终端监控模块的功能结构图

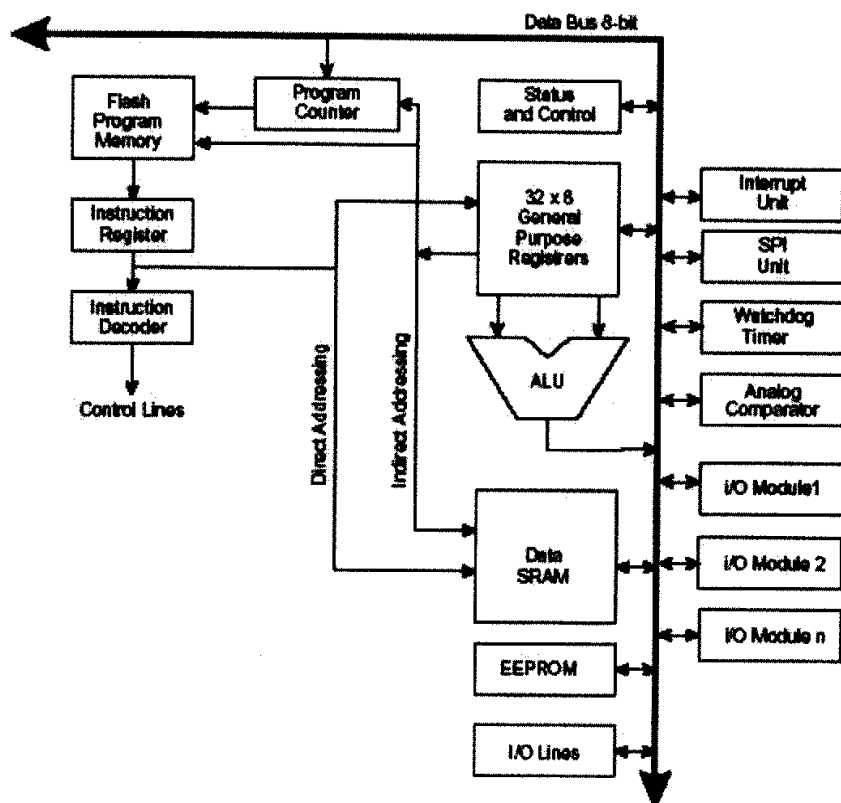
4.2 AVR 高速单片机 ATmega8 的内核结构与产品特性

ATmega8 是基于增强的 AVR RISC 结构的低功耗 8 位 CMOS 微控制器。由于其先进的指令集以及单时钟周期指令执行时间, ATmega8 的数据吞吐率高达 1 MIPS/MHz, 从而可以缓减系统在功耗和处理速度之间的矛盾。

AVR 内核具有丰富的指令集和 32 个通用工作寄存器。所有的寄存器都直接与算

术逻辑单元(ALU) 相连接,使得一条指令可以在一个时钟周期内同时访问两个独立的寄存器。这种结构大大提高了代码效率,并且具有比普通的 CISC 微控制器最高至 10 倍的数据吞吐率。

AVR 高速单片机的内核结构图如下。



4-2 ATmega8 的 AVR 内核结构图

ATmega8 有如下特点:

8K 字节的系统内可编程 Flash（具有同时读写的能力,即 RWW）, 512 字节 EEPROM, 1K 字节 SRAM; 32 个通用 I/O 口线, 32 个通用工作寄存器, 三个具有比较模式的灵活的定时器/计数器（T/C）, 片内/外中断; 可编程串行 USART, 面向字节的二线串行接口, 10 位 6 路（8 路为 TQFP 与 MLF 封装）ADC, 具有片内振荡器的可编程看门狗定时器, 一个 SPI 串行端口;

五种可以通过软件进行选择的省电模式。工作于空闲模式时 CPU 停止工作, 而 SRAM、T/C、SPI 端口以及中断系统继续工作; 掉电模式时晶体振荡器停止振荡, 所有功能除了中断和硬件复位之外都停止工作; 在省电模式下, 异步定时器继续运行, 允

许用户保持一个时间基准,而其余功能模块处于休眠状态;ADC 噪声抑制模式时终止 CPU 和除了异步定时器与 ADC 以外所有 I/O 模块的工作,以降低 ADC 转换时的开关噪声;Standby 模式下只有晶体或谐振振荡器运行,其余功能模块处于休眠状态,使得器件只消耗极少的电流,同时具有快速启动能力。

本芯片是以 ATMEL 高密度非易失性存储器技术生产的。片内 ISP Flash 允许程序存储器通过 ISP 串行接口,或者通用编程器进行编程,也可以通过运行于 AVR 内核之中的引导程序进行编程。引导程序可以使用任意接口将应用程序下载到应用 Flash 存储区(Application Flash Memory)。在更新应用 Flash 存储区时,引导 Flash 区(Boot Flash Memory)的程序继续运行,实现了 RWW(Read While Write)操作。通过将 8 位 RISC CPU 与系统内可编程的 Flash 集成在一个芯片内,ATmega8 成为一个功能强大的单片机,为许多嵌入式控制应用提供了灵活而低成本解决方案。

ATmega8 具有一整套的编程与系统开发工具,包括:C 语言编译器、宏汇编、程序调试器/软件仿真器、仿真器及评估板。

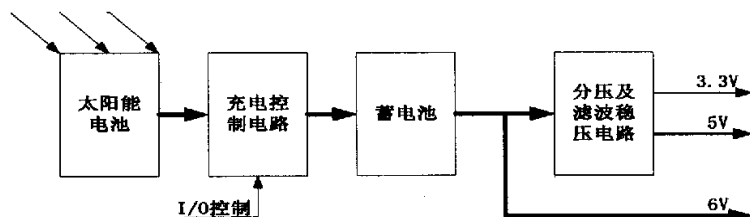
4.3 监控模块的电路设计

4.3.1 电源模块

在整个航标终端中,不同模块所需要的工作电压和工作电流都不相同,如下表所示:

元件	额定工作电压	额定工作电流
ATmega8、128L	3.3V	一般不超过 20mA
JP7 接收模块	3.3V	不超过 80mA
航标灯	6V	1000mA
MC35i 模块	4.3V	发射时的瞬间电流超过 2A

可见,整个航标终端的能量消耗是比较大的,而且由于航标灯的能量供给是独立的和有限的,为了延长其持续的工作时间,我们在电源模块的设计中,采用了白天太阳能电池充电和蓄电池蓄电相结合,晚上用蓄电池供电的方式。其中,我们选用了 6V 的大容量蓄电池和太阳能电池。整个电源模块的功能结构图如下:



4-5 终端电源模块的功能结构图

4. 3. 2 光检测电路

航标灯的主要作用是为过往的船只提供航道指示，因此当太阳光线不足，即当太阳光的亮度下降到一定程度的时候，就需要开启航标灯。因此，就需要在监控模块中加入光检测电路，通过光敏元件，实时监测太阳光的亮度。当光检测电路监测到太阳光不足时，必需实时向监控 CPU 发出指示，由监控 CPU 通过驱动电路启用航标灯。

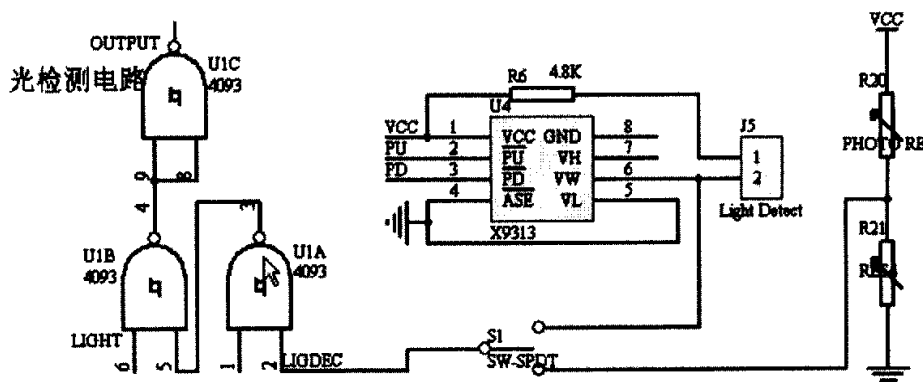


图 4-6 终端监控模块的光检测电路图

光检测器件选用高精度光敏电阻 R20, 其明电阻为 $2\text{K}\Omega$ 左右, 暗电阻为 $0.5\text{M}\Omega$ 左右。R21 为可调电阻, 默认阻值为 $20\text{K}\Omega$ 。

LIGDEC 为光检测逻辑电路的一个输入信号,当亮度足够的时候,其为高电平(4V 左右);当亮度不足时,其为低电平(0.7V 左右)。

以下是光检测电路的逻辑设计方案:

(1) 定义: LIGHT 为 A, LIGDEC 为 B, 4093 的 OUTPUT 为 C, 其中 LIGDEC 为光检测信号, LIGHT 为单片机控制信号。OUTPUT 为航标灯驱动信号。我们需要的逻辑状态如下:

A	B	C
1	0	1
1	1	0
0	0	0
0	1	0

所以，逻辑函数为： $\overline{AB}=C$

(2) 在器件选择时,我们选用的是 4093CMOS 四 2 输入端施密特触发器,所以函数应改为: $\overline{\overline{AB}} = C$

A	B	\overline{B}	\overline{AB}	$\overline{\overline{AB}} = C$
0	0	1	1	0
0	1	0	1	0

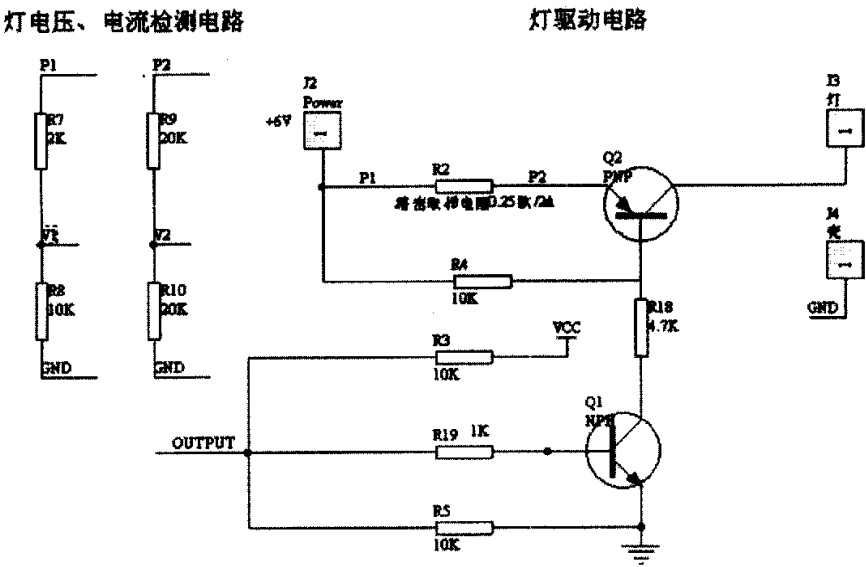
1	0	1	0	1
1	1	0	1	0

根据逻辑函数与选用元器件，得到电路图中的 4093 的逻辑连接方式。同时，单片机通过控制 LIGHT 端的电平信号，还能够实现对航标灯闪烁频率的有效控制。经实验证明，本光检测电路和逻辑连接方式能够充分满足实际应用中的光检测要求，能够在太阳光不足或者夜晚的情况下，及时启用航标灯，并按照要求控制航标灯的闪烁频率。

4. 3. 3 驱动与状态检测电路

在驱动电路中，当接收到光检测电路的驱动信号后，利用 NPN+PNP 三极管方式进行两级放大，驱动航标灯。同时，在驱动电路中加入了精密取样电阻作为电路状态检测之用。

下图是监控模块的驱动与状态检测电路图。



4—7 终端监控模块的驱动与状态检测电路

下面以航标灯的电压、电流检测电路为例说明状态检测电路。利用精密取样电阻 R2 在航标灯驱动电路中取样。

算法如下：
 $+6V = P1$; $V1 = 5/6(P1) = 5V$; $V2 = 1/2(P2)$
所以， $I = (P1 - P2)/R = (5 - 2(V2))/R$
 $V = P2 = 2V2$

监控 CPU 通过测量 V2 的电平值，再经过算法换算，即可求出航标灯的当前电压与电流值。

4. 3. 4 航标终端的可靠性设计

航标灯的使用环境十分恶劣，因此对整个终端的稳定性、准确性、抗震性、防水、防潮、防酸雾的等能力有很高的要求。航道局目前使用的航标灯及其控制电路由于设计时间和生产时间比较早，受限于设计方法和制造工艺，无法满足以上的特殊要求，经常出现台风过后大量航标灯失灵的情况。

经过分析，我们认为在终端的设计和装配过程中，主要有以下几点需要我们加以考虑并进行相应的可靠性设计的，列举出来以供后来者参考。

- (1) 在电路设计中，选用性能稳定的 IC 和模块；
- (2) 在元器件选择中，选用直插式的元器件，增强固定效果；
- (3) 装配时，在需要上螺丝的接口加入瓦斯垫片和橡皮垫片以加强定位效果；
- (4) 对一些易松动的螺丝套入热缩管；
- (5) 对裸露在外的光敏电阻使用超强胶进行固定和隔离；
- (6) 对焊接工艺严格要求；
- (7) 在电路板的表面刷上三防漆（聚氨酯清漆）；
- (8) 在一些连接位涂上超强胶加以密封。

4. 4 监控模块与通信模块的通信协议约定

由于监控模块与通信模块需要进行数据通信，所以要对通信协议进行约定。

通信协议的格式如下：

信息头	保留位	控制台号	信息序号	协议号	内容长度	内容	校验和	结束标志
4	2	4	4	1	1	<255	2	2

说明：

信息头：@@Pe

保留位：0X0000

控制台号：每个航标终端具有唯一的控制台号

信息序号：为发送信息的序号，设备启动时从 1 开始记数

协议号：根据不同功能取不同值，但应大于 0X80

内容长度：记录内容部份的字节数

内容：为本次发送的具体信息，0 到 255 个字符之间，为不定长字符串。

校验和：从第一个字节到校验和前一个字节，校验以字节为单位，方式为和校验。

计算方法为：

- (1) 把校验和置为 0
- (2) 从第一个字节、加第二个字节…加到和校验的前一个字节
- (3) 累加和就是校验和

结束标志：占二个字节为 0X0D、0X0A。

4.5 监控 CPU 的软件设计

程序设计时采用模块化的程序设计思想，采用 C 语言进行编写，开发工具为 ICC AVR，将系统所需的各个功能设计成独立的任务子程序，各个子程序之间参数传递都在内部 RAM 中进行。顶层数据流程所用的全局变量如下：

A. 串口接收数据缓冲区

ComRecBuff[0—255]：串口数据暂存放区,字符类型

SysFlag.0：缓冲区中有完整数据帧标志位；‘1’表示有数据帧未处理；

SysFlag.1：串口收数据状态；‘1’表示串口在收发一帧数据；

缓冲区数据采用循环数组结构，需要增加两个字节的数组，即为：

ComRecBuffFront; ComRecBuffRear，分别指向循环数组头尾；

存储区域：CPU 内部 RAM;

B. 定时器数据

Timer：int 类型，可持续计时 17 小时；

SysFlag.2：计时器秒标志位；

存储区域：CPU 内部 RAM

C. 航标灯数据

LightFlag.0：航标灯开关状态；

LightFlag.1~LightFlag.4：航标灯四个灯的工作状态；默认为好状态；

LightFlagFreq[2]：表示闪烁频率；高低时间及每次闪烁时间间隔；

存储区域：CPU 内部 EEPROM;

D. 波特率数据

BaundRate：一个字节，表示波特率大小；

存储区域：CPU 内部 EEPROM;

E. 上传数据时间间隔

UpDataCyc：一个字节

存储区域：CPU 内部 EEPROM;

监控 CPU 的主程序流程图如下：

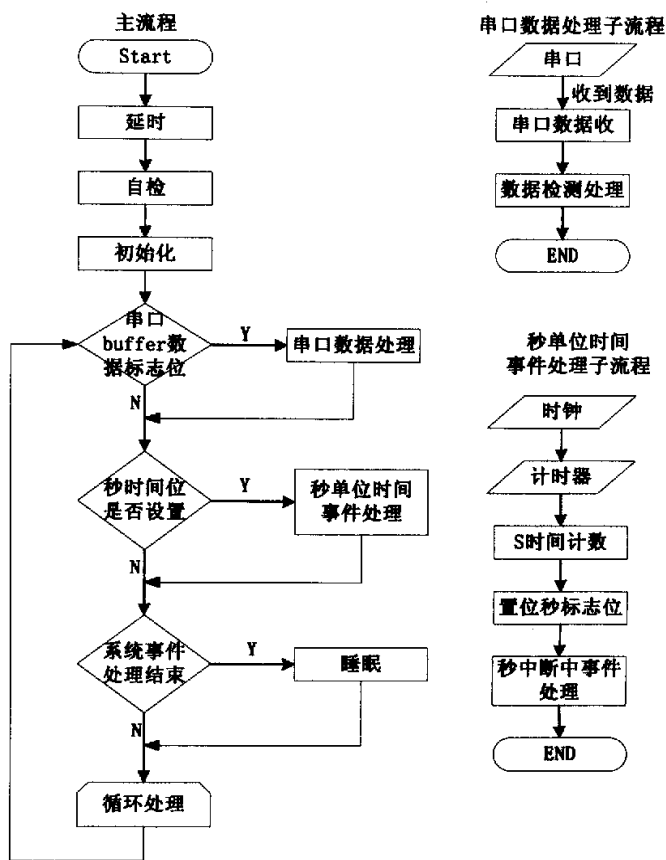


图 4-8 监控 CPU 的主程序流程图

4. 6 本章小结

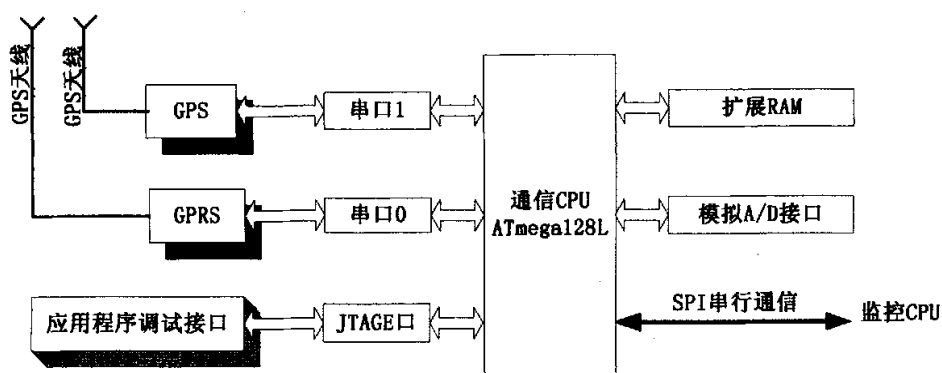
本章着重介绍了智能航标终端监控模块的设计，特别是监控 CPU——高速 AVR 单片机 ATmega8 的外围电路设计及其实际应用，还介绍了监控 CPU 主程序的设计思想，并约定了监控模块与通信模块之间的数据通信协议，为后续章节论述通信模块的设计以及协议传输的实现打下了基础。

第五章 航标终端通信模块的设计

5.1 通信模块的功能结构设计

航标终端的通信模块是由 GPS 模块、GSM/GPRS 模块、微处理器、大容量存储器、接收天线和应用软件等部分组成，其基本原理是通过 GPS 模块采集航标终端当前的位置、速度等信息，再加上航标终端监控电路所采集到的航标终端运行状态信息，经过微处理器和应用软件进行相关的数据处理和协议处理后，再由 GSM/GPRS 数传模块来实现与监控中心基于互联网的无线连接及移动通讯过程。

通信模块的功能结构图如下：



5-1 终端通信模块的功能结构图

各功能模块的功能设计特点说明如下：

(1) 微处理器单元：

采用 ATmega128L 微处理计算器，这是一款具有较强数据处理与控制功能的高速 AVR 单片机微处理器，其功能特点为：

- 128K 程序内存，可满足无线数传/定位模块的应用程序空间与接口要求；
- 48 个可编程输入输出接口，可方便地扩充外围 RAM 空间来满足信息的存储要求；
- 3.3V 电源供电，2 个标准 URAT 接口的配置，能分别与 GPS 和 GPRS 电路模块的信息接口直接相匹配，实现基于 RS-232 通讯接口的信息交互。同时还具备 1 个 SPI 接口为实现与监控 CPU 之间的通信带来了便利。
- 具有在线与远程的编程接口 JTAGE，便于应用程序的在线仿真与调试，还可进行远程修改和下载应用程序。
- 具有良好的抗电磁干扰性能和环境适应性能，能适应较恶劣的工作环境。

(2) GPS 接收模块:

为简化整个系统的设计, 本设计采用了 FALCOM 公司的 JP7 接收机, 该款接收机的几个重要参数如下:

- 12 通道并行接收, 具有良好的性价比;
- 重新捕获时间<3s、热启动时间<8s、冷启动时间<45s、位置误差小于 10m(S/A 关闭)、时间精度为 $0.8\mu s$ 、加速度限度为 $\pm 4g$ 、速度限度为 500m/s;
- 数据更新率为 1 秒/次、可连续更新, 按照 NMEA-0183V2.3 格式输出定位信息, 通讯速率 9600bps (最高速率 38400bps)。
- 3.3V 电源供电, 电流消耗不大于 80mA; 重量 25 克。
- 环境参数: 工作温度: -40°C 到 $+85^{\circ}\text{C}$
工作湿度 20—95%

(3) GPRS/GSM 模块:

在本设计中采用了西门子 MC35i 电路模块, 该 GPRS/GSM 模块能够支持语音、数据、传真等功能, 可以满足系统的设计要求。在 GPRS 不可用的地区, 还可以通过 GSM 短消息传输数据。

MC35i 电路模块是目前 GPRS 无线数传的主流电路模块, 在综合性能与价格方面有一定的优势; 它通过 40 脚的 ZIP 接头与微处理器单元进行相关的数据通信与控制, 其信号输入/输出为 3V 的 CMOS 电平。

(4) SPI 串行通信接口

通过 ATmega128L 微处理器上的四线制通用串行接口 (SPI) 来实现与监控 CPU 的高速同步数据通信, 其通讯速率可达 1MBIT。

(5) 应用程序调试接口

为 ATmega128L 微处理器本身所具有的接口功能, 用于应用程序的仿真、现场调试及远程编程处理的通讯接口。

(6) 扩展 RAM

为防止 GSM/GPRS 网络通讯在短时间内的不畅而造成的 GPS 上传的定位信息上传丢失, 在硬件配置上通过 ATmega128L 的 I/O 管脚扩展了 512K 片外 RAM 来存储航标终端当前的 GPS 定位信息; 当出现无线通讯故障时, 终端内仍可保留一定时段内的定位信息来保证信息的连续性。定位信息在片外 RAM 中的存储方式采用 FIFO(先进先出) 和定存储空间的方式进行, 其保留的信息时段长度不少于 45 分钟。

5.2 MC35i 及 AT 指令集在本课题中的应用

5.2.1 GPRS 模块 MC35i 介绍

MC35i 是西门子公司推出的新一代 GPRS 模块产品，主要为语音传输、短消息发送和数据业务提供无线接口。MC35i 集成了完整的射频电路和 GPRS 的基带处理器，特别适合于开发一些 GPRS 的无线应用产品，如监控、调度、车载和遥控等系统，也可以直接作为终端产品进行语音和数据的传输，使用范围十分广泛。MC35i 提供了完整的 GSM 和 GPRS 的无线接口，用户通过 RS232 串口将 MC35i 与自己的无线应用系统相连，并使用标准的 AT 命令对 MC35i 进行控制，并把采集的信息送到 GPRS 网络传输到数据中心。

MC35i 集成了完整的 GSM 电路和接口，主要的组成部分有：GSM 基带处理器（包括模拟基带和数字基带）、GSM 射频电路、存储器、电源和功率控制电路、系统链接器。通过 SMB 插座可外接天线，通过系统链接器可链接外部电源、外接 SIM 卡、串行接口、音频接口。

MC35i 技术参数如下表所示：

表 5-1 MC35i 的技术参数

双频波段：EGSM900MHZ 和 DCS1800MHZ	传 真：自动传真 group3 (class 1&2)
输出频率：Class4 (2w) GSM900MHZ Class1 (1w) GSM1800MHZ	数据传输：GPRS Class 8 (85.6kbps) 译码方式：CS 1,2,3,4
模块支持 AT 命令集	CSD 最大达到 14.4 kbps
通讯接口：RS232 (数据和指令双向传输)	不透明模式
电源范围：3.3V~4.8V	V.110
空闲模式：25mA 工作电流模式：通话模式：300mA 省电模式：100mA 休眠模式：3.5mA	SMS：点对点 MO to MT 短消息区域广播 数据传输方式：文本和 PDU 格式
尺寸：54.5mm*36mm*83.6mm	语音：最高速率 升级速率 半速率
重 量：9g	
温度系数：工作温度：-20℃--+55℃	
存储温度：-40℃--+85℃	附加服务：电话簿管理功能；报警服务 响铃服务；双频音频功能呼 叫转移；固定号码呼叫
接口：40 pin ZIF 链接器；SIM 3V；自动波特 率；GSC 制式匹配阻抗 50 欧姆 (GSC 50OHM)	

5. 2. 2 MC35i 外围控制电路设计

MC35i 外围控制电路主要有电源电路、串行数据通信电路、SIM 卡电路、点火电路等几部分组成。电路图如下所示:

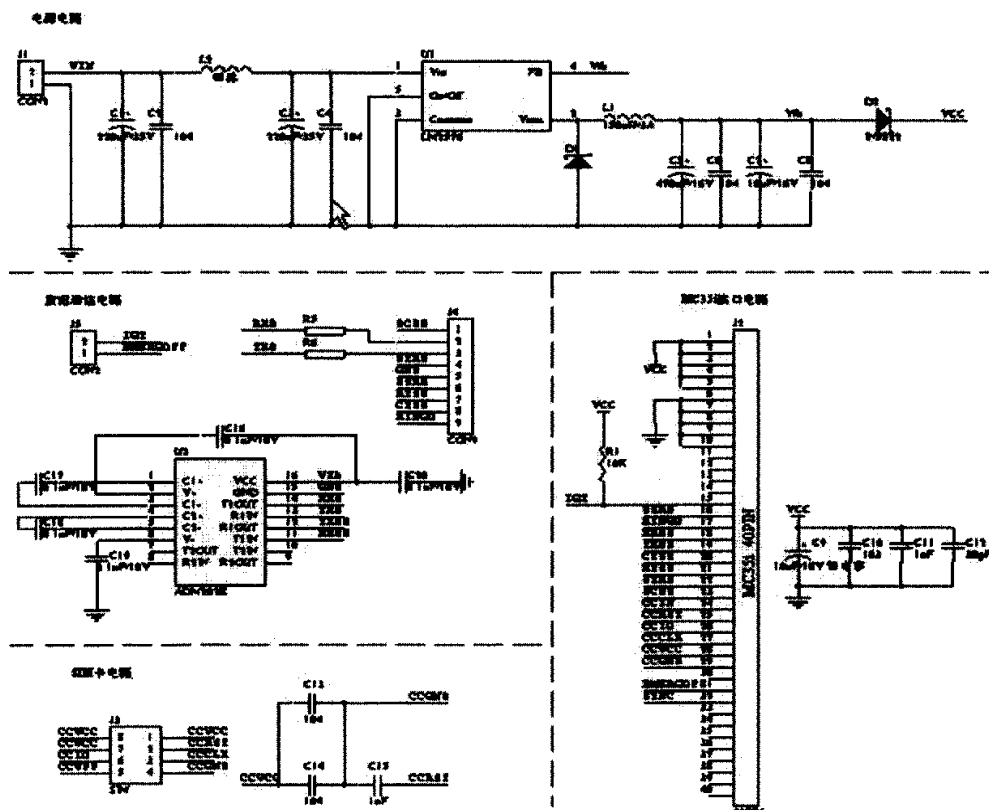


图 5-2 MC35i 的外围控制电路图

MC35i 的电源电路主要是由 5V 电源和降压二极管组成, 因为 MC35i 的供电要求为 3.3V~4.8V, 而终端电源模块经过分压后供给 MC35i 模块的电源为 5V, 所以需要在电源电路中加入降压二极管。MC35i 发射时的瞬间电流超过 2A, 因此要求电源能够在承受较大电流时, 电源电压不会被拉低。

LM2576S 稳压器就能满足要求。LM2576 系列的稳压器单片电路，通常是单列直插 5 脚封装，固定输出电压有 3.3V，5V，12V，15V，还有可调整输出的型号。其功耗非常低，一般不需要、或只要很小尺寸的散热片。该电路本身带有热关断及电流限制保护，可以很方便地组成各种正负电压值，输出 3A 的开关电源。整个系统只需要 4 个外接器件。

在本电源电路中, 选用 LM2576S-5, 在其输出端串联一个稳压二极管, 从而能为电路提供 4.3V、3A 的稳压电源。

串行数据通信电路主要是解决电平匹配的问题。ATmega128L 的电平是 TTL 电平, 而 MC35i 通信口的电平是 CMOS 电平, 为了防止通讯出现异常必须对电平进行转换。单片机串行口的发线(TXD0)要连至 MC35i 的收线(RXD), 要完成从 5V 到 2.5V 的转换, 用 ADM202E 电平转换芯片就能够很容易实现; MC35i 的串行口的发线(TXD)同样要连至单片机串行口的收线(RXD0), 要完成的是从 2.5 到 5V 的升压过程, 同样也是使用 ADM202E 电平转换芯片实现。

MC35i 模块上电 10ms 后(电池电压须大于 3V), 为使之正常工作, 必须在 15 脚(/IGT)加时长至少为 100ms 的低电平信号, 且该信号下降沿时间小于 1ms。启动后, 15 脚的信号应保持高电平。因此, 需要在电路中加入一个点火信号 IGT, 由 ATmega128L 的 1 个 I/O 管脚来进行控制。

MC35i 模块还集成了一个与 ISO 7816-3 IC Card 标准兼容的 SIM 接口。为了适合外部的 SIM 接口, 该接口连接到主接口(ZIF 连接器)。在 GSM11.11 为 SIM 卡预留 5 个引脚的基础上, MC35i 在 ZIF 连接器上为 SIM 卡接口预留了 6 个引脚, 所添加的 CCIN 引脚用来检测 SIM 卡支架中是否插有 SIM 卡。当插入 SIM 卡, 该引脚置为高电平, 系统方可进入正常工作状态。但是目前移动运营商所提供的 SIM 卡均无 CCIN 引脚, 所以在设计电路时将引脚 CCIN 与 CCVCC 相连。

5. 2. 3 AT 指令概述

AT 指令是 CPU 与 GPRS Modem 通讯所使用的语言。AT 指令集是 Hayes 公司建立的最普遍、广为支持的命令集, 大部分厂家生产的 Modem 都能执行此 Hayes 命令集, 包括普通 Modem 和无线 Modem。AT 命令集是由一个特定的“命令前缀”开始, 由一个“命令结束标志”结束。命令前缀通常总是由 AT 两个字符组成, 它是 Attention 的缩写, 意思是“引起注意”, 因此我们称该 Modem 命令为 AT 命令。命令结束标志是一个单字符, 其值存在于寄存器 S3 中, 通常为回车符<CR>。

AT 命令按功能分类成 13 个组, 分别为: (1) 用户接口命令; (2) 拨号呼叫; (3) 应答呼叫; (4) 专线方式; (5) 状态切换命令; (6) 挂机命令; (7) Modem 逻辑接口命令; (8) 扬声器控制; (9) 版本信息及自检测试; (10) 配置命令; (11) S 寄存器操作; (12) 链接性选择命令; (13) 其他通用命令。

5. 2. 4 MC35i 常用的 AT 控制指令

SIEMENS 对 Modem 的 AT 指令集进行了一系列的扩展，并移植到 SIEMENS 系列无线模块中去，形成了 SIEMENS 系列的 AT 指令集，对于 MC35i，我们在项目开发过程中所使用的硬件初始化 AT 命令主要有以下几个：

- **+++**：该指令让 MC35i 进入命令状态，此时可以发送其他的 AT 指令来对 MC35i 进行控制。MC35i 当前的工作状态有数据状态和命令状态两种。数据状态包括通话、GPRS 在线、呼叫、挂断等，而命令状态一般是指待机状态，所有的 AT 指令只有在命令状态下才能被 MC35i 解析并执行相应的功能。。
- **ATV0**：该指令让 MC35i 进入数据状态，此时向 MC35i 发送任何数据，MC35i 都会原封不动把它发送到网上。必须说明的是 MC35i 在此之前必须保持着数据链接，否则会返回 error。
- **ATH**：挂机指令，该指令可以在命令状态下挂断数据状态的链接。
- **ATE0V0Q0**：该指令实际上是几个 AT 指令的连写，分别是 ATE0, ATV0, ATQ0，它连写的意思相当于一次输入这三个指令。该条指令让 MC35i 以数字形式返回操作结果、不回显输入的 AT 命令。

在本课题中，MC35i 的硬件初始化流程如图 5-3 所示

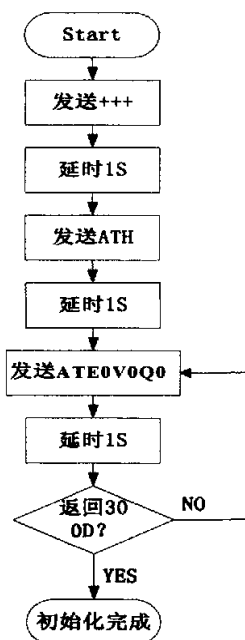


图 5-3 MC35i 模块硬件初始化

5.2.5 AT 指令在本课题中的应用

5.2.5.1 GPRS 网络参数配置

- AT+CGDCONT=1,"IP","CMNET": 该指令分别设置了 GPRS 网络的 PDP 移动场景标识符, PDP 移动场景类型为 IP (Internet Protocol), APN (Access Point Name) 接入点名称 CMNET (CHINA Mobile Net)。只有初始化了这些网络参数以后 MC35i 才能登陆 GPRS 网络。
- ATDT*99***1#: ATDT 为 AT 指令集中的拨号指令, 例如, 拨打 1860 查询台时我们只需要输入 ATDT1860 并输入回车字符, MC35i 就开始拨号了。“*99***1#”可以理解为 GPRS 的号码, 当 MC35i 拨号成功后会返回“31 0D”表示已经连通。

5.2.5.2 短消息相关指令

- AT+CMGF=n, (n 为 0 或者 1): 0 表示采用 PDU 格式, 1 采用 TEXT 文本格式短消息。
- AT+CMGR=n: (n 为 1~40 之间的自然数) 阅读第 n 条短消息。当用字符“ALL”代替自然数时表示读出 MC35i 内存中的所有的短消息。
- AT+CMGD=n: (n 为 1~40 之间的自然数) 删除第 n 条短消息。
- AT+CSCA=? : 设置短信中心号码, 若将? 替换为“+8613800200500”那就是将 MC35i 的短信中心号码设置为+8613800200500。

5.3 通信模块的电路接口设计

由通信模块的功能结构图 5-1 中可见, 利用了 ATmega128L 的两个通用串口实现了与 GPRS 模块和 GPS 模块的数据通信过程, 其中: 串口 0 与 MC35i 模块实现数据通信; 串口 1 与 JP7 模块实现数据通信。

这两个串口是智能航标终端在实现定位信息接收和无线数据通信的重要接口, 其它接口实现了 SPI 串行数据通信、RAM 扩展、应用程序下载调试等功能。通信模块电路核心部分如下图所示:

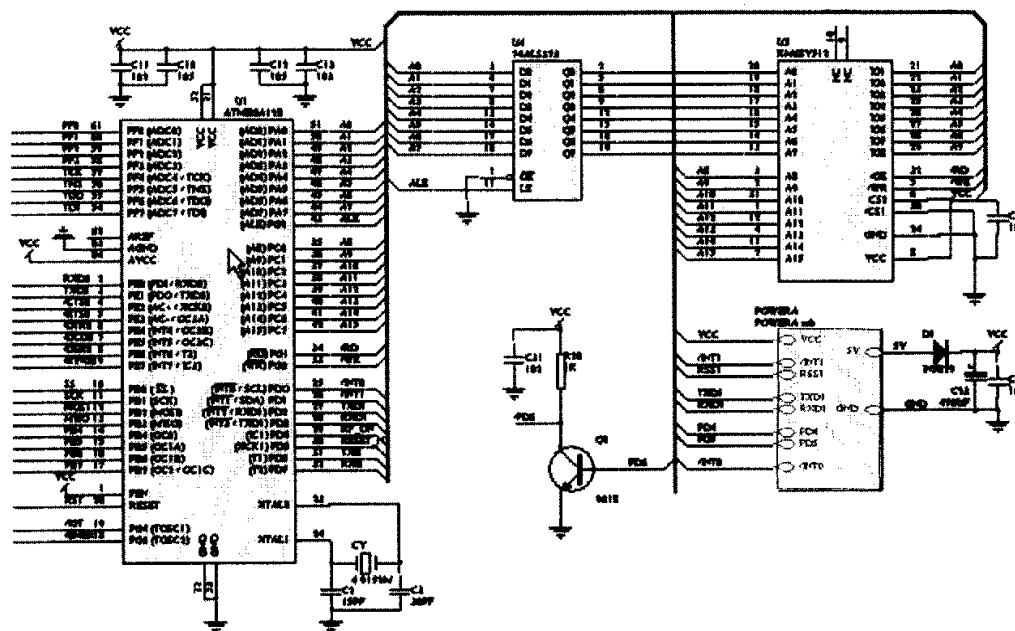


图 5-4 通信模块电路核心部分

各接口的设计说明如下：

(1) 串口 0——GPRS 通信接口

MC35i 采用基于 RS232 串行通信与 AT 命令格式以实现与通信 CPU 进行的数据交互过程。通信 CPU 将得到的定位信息、控制信息与状态信息通过相关协议的数据封装后通过串口 0 送入 MC35i 进行基于 GPRS 或 SMS 方式的无线数据传输，达到了信息的交互。

本设计采用标准的 RS232 接口将 ATmega128L 的 E 口与 MC35i 的串口进行完全的连接。接口的硬件定义如下：

表 5-2 MC35i 与通信 CPU 的硬件接口定义表

序号	符号	接口属性	符号代码	内容说明
1	/TXD0	I	RXD0 (PE0)	MC35i 发至微处理器的串行数据，CMOS 电平。
2	/RXD0	O	TXD0 (PE1)	微处理器向 GPRS 发出的串行数据，CMOS 电平。
3	/CTS0	I	/CTS0 (PE2)	GPRS 串行口信号
4	/RTS0	O	/RTS0 (PE3)	GPRS 串行口信号
5	/DTR0	O	/DTR0 (PE4)	GPRS 串行口信号

6	/DCD0	I	/DCD0 (PE5)	GPRS 串行口信号
7	/DSR0	I	/DSR0 (PE6)	GPRS 串行口信号
8	/RING0	I	/RING0 (PE7)	GPRS 串行口信号

括号内的符号为微处理器的 E 接口编号定义。

(2) 串口 1——GPS 通信接口。

JP7 是一款具有双串行接口的 GPS 接收机, 可用于 DGPS 的应用, JP7 采用支持 RS232 通信协议的 NMEA-0183 数据输出格式, NMEA-0183 是美国国家海洋电子协会制订的一种标准数据通信格式。数据采用 ANSI 标准, 以串行异步方式进行传输, 比特率为 9600bps (标准状态), CMOS 电平。数据结构为 1 位起始位, 8 位数据位, 1 位停止位, 无奇偶校验位; 数据代码为 ASCII 字符。

JP7-GPS 接收机接口定义与 ATmega128L 的 D 口的对应关系如下表所示。

表 5-3 JP7 与通信 CPU 的硬件接口定义表

序号	符号	接口属性	符号代码	内容说明
1	VCC	I		供电电源, 3.3V
2	GND			数字地
3	BOOTSEL	I	未用	电路自举
4	RXA	I	PD3	主串行口: 接收
5	TXA	O	PD2	主串行口: 发送
6	TXB	O	PD6	第二串行口: 发送, 与 DGPS 接收设备相连
7	RXB	I	PD7	第二串行口: 接收, 与 DGPS 接收设备相连
8	RF_ON	O	PD4	射频工作状态输出, RF 好则高电平输出
9	RESET_N	I	PD5	GPS 芯片复位(低电平有效)
10	T-MARK	O	PD0	秒脉冲输出

在正常的工作状态下, 微处理器通过串口 1 控制和读取 GPS 模块接收到的定位信息, 并将其按规定的协议对数据信息进行处理和包装; 以适应 GPRS 传输过程的要求, 从而将定位信息发送至监控中心。

(3) I/O 控制接口

使用了 Atmega128L 的 F 口与 B 口，这是一个既能作为模拟接口定义也能作为开关量接口的多功能接口，总的接口数定义为 8 个，由 F 口的低 4 位和 B 口的高 4 位来实现，通过编程方式实现数字方式的 I/O 控制功能。接口的定义如下表所示：

表 5-4 I/O 控制接口定义表

PF0	PF1	PF2	PF3	PB4	PB5	PB6	PB7
I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O	I/O

(4) SPI 串行通信接口

采用 ATmega128L 的 B 口的低 4 位来实现，即 PB0~PB3 使用的四线制的 SPI 口。

(5) 应用程序调试接口

使用 PF4—PF7 来实现。

(6) RAM 扩展接口

采用微处理计算器的 A 口和 C 口来实现其外围存储器的扩展，由于采用 16 位地址线寻址，可寻址的存储器空间为 512KBIT。设计采用的存储器器件为 KM68V512，并使用 373 电路芯片来区分和锁存低 8 地址线。

5. 4 通信 CPU 的软件设计

5. 4. 1 软件分层设计

参考 OSI7 层协议给网络带来的好处对于设计软件的分层架构是有借鉴意义的。所谓软件分层思想就是将整个系统软件划分为几个层，每个层负责完成一定的功能，层和层之间只能通过接口进行调用，层内信息对于层外而言是屏蔽的。采用如此设计架构可使得层和层之间具有函数间的高内聚低耦合特性，某一层的更改和变动会比较小的影响到其他层。借鉴软件分层思想，我们将通信 CPU 的软件分为以下 4 层，如下表：

表 5-5 通信 CPU 软件分层结构

系统软件	应用层
	API 层
	驱动层
	硬件抽象层

软件分层后，只能上层函数调用下层的函数或数据。如果需要，上层函数

也可以跨层调用下层函数或者数据。如 API 层函数可调用驱动层,也可以调用硬件抽象层。当然这和我们所选的编译器也有关系,由于目前采用 C 语言编程,而 C 编译器并没有所谓分层或者对象的概念,为保障系统软件能符合分层思想和对象思想,就需要分析和编程人员在写这类 C 函数时,有意识的严格遵循这种编程思路,通过人为的自主约束来弥补编译器的这一缺陷。

各层的功能范围和接口定义如下表所示。

表 5-6 通信 CPU 软件分层定义表

层名	层功能范围定义	接口
硬件抽象层	针对硬件平台,在程序文件中将所有硬件和软件接口相关描述总和归为硬件抽象层	硬件抽象层只对驱动层和 API 层开放
驱动层	驱动外设完成外设提供的基本功能所需的程序、数据总和归为驱动层	驱动层可调用硬件抽象层,驱动层只向 API 层开放
API 层	API 层在基于驱动层和硬件抽象层提供的功能数据基础上,实现设备基本功能单元的模块、数据的总和归为 API 层	API 层可调用驱动层和硬件抽象层,API 层只对应应用层开放
应用层	面向应用算法、应用数据处理的程序和数据代码的总和归为应用层	应用层可调用 API 层

5.4.2 软件模块划分

根据本课题的需求,采用模块划分的方式对需求进行分解,将系统功能划分成几大模块,与此相对应编写相应的软件模块,从而系统的需求功能可以通过各个软件模块组和完成。现将软件模块划分如下表所示:

表 5-7 通信 CPU 软件模块划分表

通信 CPU 主程序					
应用程序模块调用机制					
GPRS/GSM 通信模块	GPS 接收模块	SPI 数据通信模块	存储读写模块	电源管理模块	系统管理模块

每个模块的功能范围定义如下:

表 5-8 通信 CPU 软件模块功能范围定义表

序号	模块名	模块功能范围定义
1	GPRS/GSM 通信模块	完成基于面向应用的 GPRS/SMS 通信通道的

		基本数据传输功能以及数据传输协议
2	GPS 接收模块	完成面向应用的 GPS 数据处理存储和使用的函数模块和数据
3	SPI 数据通信模块	完成与监控 CPU 的数据通信处理函数
4	存储模块	完成面向应用的存储管理模块的代码和数据
5	电源管理模块	完成面向应用的电源管理模块的代码和数据
6	系统管理模块	完成面向应用的系统管理模块的代码和数据

5. 4. 3 软件主程序设计

软件流程图设计策略说明：系统启动后，首先进行系统自检，如果系统出现故障，则退出并告警，系统自检成功后开始初始化系统，初始化后，系统启动 4 个中断入口负责接收来自外界的数据信息，当中断收到完整的处理数据后，中断函数置位其相应的标志位，标志位有 4 个任务优先级，用两个位进行表示，00 表示无事务处理，01 表示普通事务处理，10 表示中等优先级事务处理，11 表示高级优先级事务处理，当系统检测到某一事务需要处理，而且此时没有更高的事务需要处理，则系统处理该中断事务。考虑到可能存在系统多个中断同时产生导致系统短时间内处理不过来，系统采用数据缓冲存储方式解决，即每个中断都有独立的缓冲区存放事务处理数据。

主程序主要函数定义如下：

- (1) 系统初始化函数：InitSystem()
- (2) 自检函数：SelfDetect()
- (3) 时间事务处理函数：TimeBusinessDeal()
- (4) GPS 数据事务处理：GpsBusinessDeal()
- (5) GPRS/SMS 信息数据处理：GprsBusinessDeal()
- (6) 时间中断函数：TimerInterrupt ()
- (7) SPI 中断函数：SpiRecInterrupt()
- (8) 串口 0 中断函数：ComaRecInterrupt()
- (9) 串口 1 中断函数：CombRecInterrupt()
- (10) 报警并停止函数：HaltSystem()

通信 CPU 的主程序流程图如下图所示。

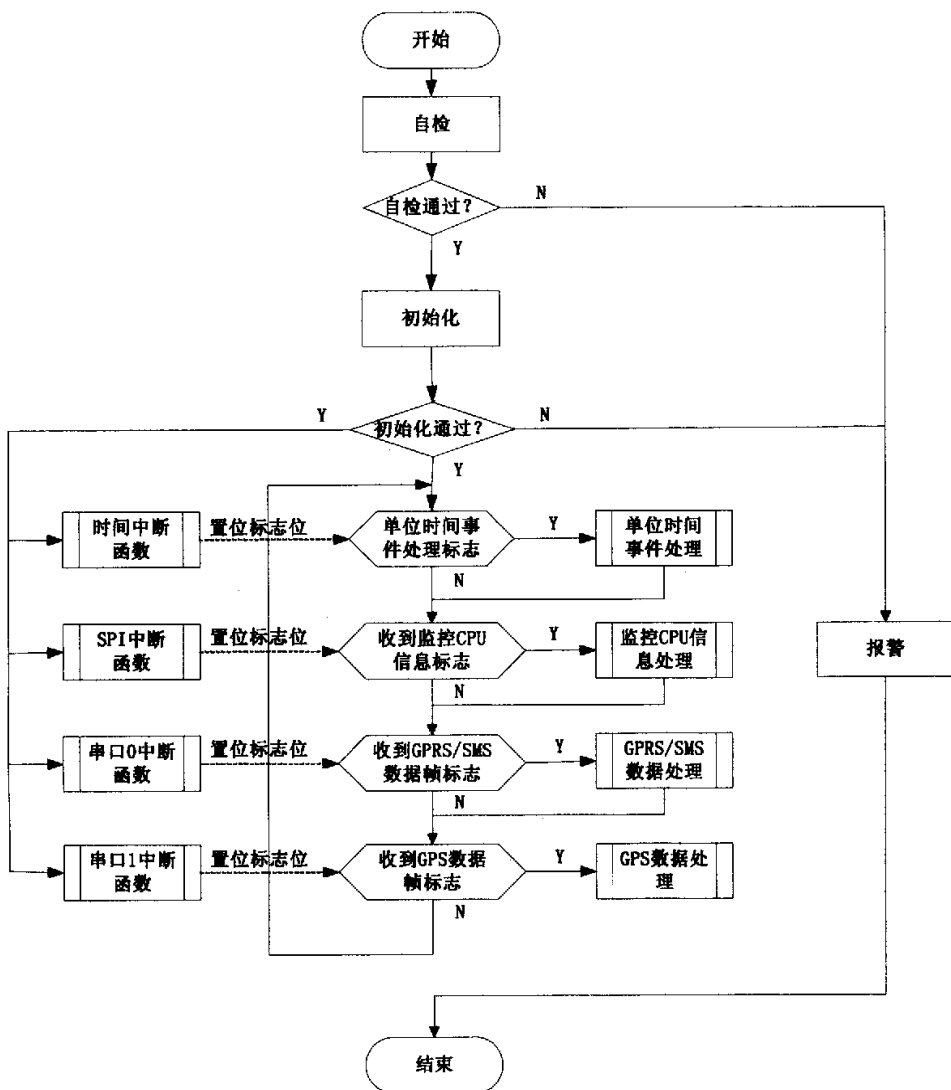


图 5-5 通信 CPU 的主程序流程图

5.5 本章小结

本章着重介绍了智能航标终端通信模块的设计。首先介绍了 GPRS 模块 MC35i 的外围控制电路设计以及 AT 指令集在其上的实际应用,接着介绍了通信模块的电路接口设计,最后在借鉴 OSI 七层网络协议的软件分层思想的基础上提出了通信 CPU 软件分层设计的思想,并在此指导下,对主程序流程进行了设计。

第六章 应用 TCP/IP 协议实现 GPRS 无线网络通信

借助 GPRS 模块 MC35i 来实现数据的 GPRS 无线网络通信是通信 CPU 的主要工作。GPRS 网络是一个基于分组的 IP 无线传输网络，本章节将说明如何应用 TCP/IP 协议来实现本课题中 GPRS 无线网络通信。

6.1 TCP/IP 协议介绍

TCP/IP 协议起源于 20 世纪 60 年代末美国政府资助的一个分组交换网络研究项目 ARPANET，到 90 年代已发展成为计算机之间最常用的组网形式。TCP/IP 协议代表“传输控制协议/互联网协议”，它是一组协议（规则）。正是借助它，现今大多数计算机才能与其它计算机和互联网进行互通，因此它被称作“全球互联网”或“因特网（Internet）”的基础。网络协议通常分不同层次进行开发，每一层分别负责不同的通信功能。一个协议栈，比如 TCP/IP，是一组不同层次上的多个协议的组合。TCP/IP 通常被认为是一个四层协议系统，如图 6-1 所示。

应用层	TELNET FTP DNS SMTP 等
传输层	TCP 和UDP
网络层	IP ICMP GMP
链路层	设备驱动程序及接口卡

图 6-1 TCP/IP 协议体系

- 1、链路层：有时也称作数据链路层或网络接口层，通常包括操作系统中的设备驱动程序和计算机中对应的网络接口卡。它们一起处理与电缆（或其他任何传输媒介）的物理接口细节。它的功能是使主机可以把分组发往任何网络并使分组独立地传向目标（可能经不同的网络）。
- 2、网络层：有时也称作互联网层，处理分组在网络中的活动，例如分组的选路。在 TCP/IP 协议族中，网络层协议包括 IP 协议（网际协议），ICMP 协议（Internet 互联网控制报文协议），以及 IGMP 协议（Internet 组管理协议）。
- 3、传输层：主要为两台主机上的应用程序提供端到端的通信。在 TCP/IP 协议族中，有两个互不相同的传输协议：TCP（传输控制协议）和 UDP（用户数据报协议）。TCP 是一个面向链接的协议，为两台主机提供高

可靠性的数据通信。它所做的工作包括把应用程序交给它的数据分成合适的小块交给下面的网络层，确认接收到的分组，设置发送最后确认分组的超时时钟等。由于运输层提供了高可靠性的端到端的通信，因此应用层可以忽略所有这些细节。而另一方面，UDP 是一个不可靠的、无链接协议，为应用层提供一种非常简单的服务。它只是把称作数据报的分组从一台主机发送到另一台主机，但并不保证该数据报能到达另一端。任何必需的可靠性必须由应用层来提供。它被广泛地应用在客户-服务器模式的请求应答查询以及快速递交的场合。

- 4、应用层：负责处理特定的应用程序细节。几乎各种不同的 TCP/IP 实现都会提供 Telnet 远程登录、FTP 文件传输协议、SMTP 简单邮件传送协议、SNMP 简单网络管理协议应用程序。

6. 2 GPRS 链路层 PPP 协议及其实现

6. 2. 1 PPP 协议描述

TCP/IP 协议支持多种不同的链路层协议，这取决于网络所使用的硬件。GPRS 使用的链接是基于 RS-232 串行线路的。GPRS 链路层的作用是为 IP 模块发送和接收 IP 数据报。适用串行链路的协议有 SLIP 和 PPP。而在目前 GPRS 网络中，使用的链路层协议主要是 PPP 协议。

PPP 协议 (Point-to-Point Protocol) 是一种数据链路层协议，它是为在同等单元之间传输数据包这样的简单链路而设计的。这种链路提供全双工操作，并按照顺序传递数据包。PPP 为基于各种主机、网桥和路由器的简单连接提供一种共通的解决方案。

PPP 点对点协议修改了 SLIP 协议中的所有缺陷。PPP 协议包括以下三个部分：

- 1、数据帧封装方法。

2、链路控制协议 LCP (Link Control Protocol)：它用于对封装格式选项的自动协商，建立和终止连接，探测链路错误和配置错误。

3、针对不同网络层协议的一组网络控制协议 NCP(Network Control Protocol)：PPP 协议规定了针对每一种网络层协议都有相应的网络控制协议，并用它们来管理各个协议不同的需求。

6. 2. 2 PPP 数据封装格式

6. 2. 2. 1 PPP 数据帧封装结构

开始标志	地址常量	控制常量	协议域	代码域	标识域	长度域	有效载荷	校验域	结束标志
0x7E	0xFF	0x03	2 Bytes	1 Byte	1 Byte	2 Bytes	可变	2 Bytes	0x7E

6. 2. 2. 2 PPP 数据帧各部分描述

1、开始标志与结束标志。

每个 PPP 数据帧的开始和结束都有一个 0x7E 的数据标志。

2、地址常量与控制常量。

在开始标志后，紧跟 2 个 HDLC 常量：地址常量 0xFF 和控制常量 0x03。

3、协议域长度通常为 2 字节，表示信息域里包含的是哪种协议及它的处理信息。

协议	描述
0xC021	Link control protocol (LCP)
0xC023	Password authentication protocol (PAP)
0xC223	Challenge handshake authentication protocol (CHAP)
0x8021	Internet protocol control protocol (IPCP)
0x0021	Internet protocol (IP)

4、代码域长度为 1 个字节。

只有代码 1 到 7 (Configure-Request, Configure-Ack, Configure-Nak, Configure-Reject, Terminate-Request, Terminate-Ack 和 Code-Reject) 被使用。其他的编码应该被处理为未经承认并且应该导致结果 Code-Reject。

5、标识域长度为 1 个字节。

通常情况下，用来表示 IP 自寻址信息数据包的标识是 0x45。ID 对于每一帧来说都是唯一的，所有协议间的商谈和响应都通过 ID 联系在一起。只有当 PPP 协议帧被压缩成 IP 寻址信息包时例外。这个时候 ID 表示的是一种服务类型。

6、长度域长度为 2 个字节。

包括代码域、标识域、长度域和有效载荷。事实上它们都是信息域(Payload)的一部分。信息域长度最多一般不超过 1500 字节。

7、有效载荷。

有效载荷部分是可变的，并能随着请求和响应的变化作相应的改变。有效载荷包含有关协议的商谈和数据包的保持。

8、校验域为 2 个字节。

校验域是一个长度为 2 字节循环冗余检验码（采用 CRC-CCITT 算法，与普通的 CRC-16 校验的常量不同），以检测数据帧中的错误。此域是由地址、控制、协议、信息和填充域中的所有位运算得到的，不包括开始和停止位或用于数据透明性而插入的位，也不包括标记序列和 FCS 域本身。

9、转义处理。

由于标志字符的值是 0x7E，因此当该字符出现在信息字段中时，PPP 需要对它进行转义。具体实现过程如下：

（1）当遇到字符 0x7E 时，需连续传送 2 个字符：0x7D 和 0x5E，以实现标志字符的转义。

（2）当遇到转义字符 0x7D 时，需连续传送 2 个字符：0x7D 和 0x5D，以实现转义字符的转义。

（3）默认情况下，如果字符的值小于 0x20（例如 ASCII 控制字符），一般都要进行转义。例如，遇到字符 0x01 时需连续传送 0x7D 和 0x21 两个字符（这时，第 6 个比特取补码后变为 1，而前面两种情况均把它变为 0）。这样做是防止它们出现在双方主机的串行接口驱动程序或调制解调器中，因为它们有时会把这些控制字符解释成特殊的含义。另一种可能是用链路控制协议来指定是否需要在这 32 个字符中的某些值进行转义。默认情况下是对所有的 32 个字符都进行转义。

实例：

（1）转义前：

```
7E FF 03 C0 21 01 03 00 1D 01 04 07 D0 02 06 00 0A 00 00 07 02 08 02 05
06 04 6C 87 24 03 05 C2 23 05 9F 1C 7E
```

（2）转义后：

```
7E FF 7D 23 C0 21 7D 21 7D 23 7D 20 7D 3D 7D 21 7D 24 7D 27 D0 7D 22
7D 26 7D 20 7D 2A 7D 20 7D 20 7D 27 7D 22 7D 28 7D 22 7D 25 7D 26 7D
24 6C 87 24 7D 23 7D 25 C2 23 7D 25 9F 7D 3C 7E
```

6. 2. 3 PPP 通信过程建立原理

为了建立点对点链路上的通信连接，发送端首先发送 LCP 帧，以配置和测

试数据链路。在 LCP 建立好数据链路并协调好所选设备后，发送端发送 NCP 帧，以选择和配置一个或多个网络层协议。当所选的网络层协议配置好后，便可以将各网络层协议的数据包发送到数据链路上。配置好的链路将一直处于通信状态，直到 LCP 帧或 NCP 帧明确提示关闭链路，或有其它的外部事件发生。PPP 连接状态图如图所示。

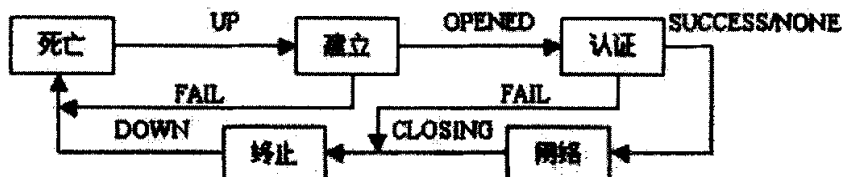


图 6-2 PPP 协议连接状态图

(1) 连接死亡阶段

一个连接的开始和结束都要经历这个阶段。当一个外部事件指示物理层已准备好并可使用时，PPP 进入建立连接阶段。

(2) 连接建立阶段

LCP 用于交换配置信息包、建立连接。一旦一个配置成功的信息包发送且被接收，就完成了交换，进入 LCP 开启状态。所有的配置选项都假定使用默认值，除非在配置交换过程中被改变。只有那些与特定的网络层协议无关的选项才会被 LCP 配置。收到 LCP 配置数据包将使链路从网络层协议阶段或者认证阶段返回到链路建立阶段。

(3) 认证阶段

在某些连接情况下，希望在允许网络层协议交换数据前对等实行认证。默认情况下，是不要求认证的。认证要求必须在建立连接阶段提出，然后进入认证阶段。如果认证失败，将进入连接终止阶段。在此阶段只对连接协议、认证协议、连接质量测试数据包进行处理。

(4) 网络控制协议协商阶段

一旦 PPP 完成上述阶段，便进入网络控制协议协商阶段。每一个网络层协议（例如 IP、IPX、AppleTalk 等）必须有相应的网络控制协议（NCP）单独配置，每个网络控制协议都可以随时打开或关闭。

(5) 终止连接阶段

PPP 连接可以随时被终止。LCP 通过交换连接终止包来终止连接。当连接

被终止时，PPP 会通知物理层采取相应的动作。只有当物理层断开，连接才会真正被终止。

6. 2. 4 GPRS 链路层 PPP 协议及其实现

6. 2. 4. 1 GPRS 拨号阶段

GPRS 拨号过程跟普通 modem 拨号相比，主要有两处区别：

- (1) ISP 服务商号码，GPRS 的拨号号码相当特别，号码为：*99***1#
- (2) Modem 设置：普通 Modem 装完驱动以后不需要额外的设置就可以直接使用，但是 GPRS Modem 需要用户自己设置一个额外的初始化命令，该命令为：AT+CGDCONT=1,"IP","CMNET"，其中 CMNET 是 APN 接入点的名称。

具体流程：

1、Modem 初始化

发送：AT+CGDCONT=1,"IP","CMNET"

Modem 应答：4F 4B 0D 0A （OK）

2、拨号

发送：ATD*99***1#和回车字符

当 MC35i 接收到字符 ATD*99***1# 和回车字符后，MC35i 就开始拨号，大概 2~3 秒后会接通 GPRS 网络，接通的标志是 MC35i 送出 43 4F 4E 4E 45 43 54 0D 0A（CONNECT），表示已经建立与 GPRS 网络的连接，紧接着就会进入网络协商。

6. 2. 4. 2 PPP 链路建立阶段

PPP 链路建立阶段涉及到的协议是 LCP，这里要完成的工作主要是协商数据帧格式。

(1) 路由器端的协商：这里的协商是告诉 MC35i 端路由器的配置信息，让 MC35i 发给中国移动路由器的数据帧符合路由器的接收方式。路由器端的协商要比 MC35 端的协商要多一个“认证”选项。见下面的数据帧分析：

A、路由器送来的第一帧(Config Request)：

7E FF 03 C0 21 01 03 00 1D 01 04 07 D0 02 06 00 0A 00 00 07 02 08 02 05
06 Magic_Number 03 05 C2 23 05 CRC_Code 7E

表 6-1 路由器端协商数据帧分析表

域类型	十六进制表示	表示
开始标志	7E	开始

常量	FF 03	地址常量和控制常量
协议域	C0 21	表示现在协商的是 LCP 协议
代码域	01	发出请求
标识域	03	ID
长度域	00 1D	信息域长度为 29
有效负荷	01	最大接收长度
	04	4 Bytes
	07 D0	MRU=2000
	02	异步控制字符选项
	06	6 Bytes
	00 0A 00 00	异步控制字符选项是一个比较特殊的选项 00 0A 00 00 它表示的是如果帧里面遇到 11 和 17 这两个小于 0X20 的数需要进行转义,但是在实际应用中可以不用考虑,凡是遇到小于 0X20 的数都进行转义就行了。
	07	地址常量压缩。在以后的通信中,地址和控制字都是 FF 03,在以后的数据帧中可以省去该两个字节,所以 07 02 和 08 02 就是要告诉路由器建立阶段完成以后的数据帧里面我们不发送地址和控制字了
	02	2 Bytes
	08	控制常量压缩
	02	2 Bytes
	05	魔术字,用于侦测环回链路和其他数据链路异常的方法。
	06	6 Bytes
	Magic_Number	魔术字的值
	03	03 05 C2 23 05: 该串字符表示的是认证的方式是 CHAP 方式,如果系统实现了 MD5 算法的话那就可以通过这个请求,如果不支持的话,那么就要告诉路由器 MC35i 端不支持这个认证方式,而是支持最简单的 PAP 格式 (03 04 C0 23)
	05	5 Bytes
	C2 23 05	CHAP
校验和	CRC_Code	CRC,先传送它的最低位,它指示的是最高系数项

结束标志	7E	结束
------	----	----

B、模块应返回的应答帧(Config NAK):

7E FF 03 C0 21 03 03 00 08 03 04 C0 23 99 7F 7E

我们告诉路由器, MC35i 端不支持 CHAP 认证方式, 而是支持最简单的 PAP 格式 (03 04 C0 23)。

C、路由器送来的第二帧(Config Request):

7E FF 03 C0 21 01 05 00 1C 01 04 07 D0 02 06 00 0A 00 00 07 02 08 02 05
06 Magic_Number 03 04 C0 23 CRC_Code 7E

可以看到认证选项改成我们需要的选项了, 因此我们可以通过路由器的请求, 确认所有选项我们都支持以后就要发回同意请求的帧。

D、模块应返回的应答帧 (Config ACK):

7F FF 03 C0 21 02 05 00 16 01 04 07 D0 02 06 00 0A 00 00 07 02 08 02 03 04
C0 23 E4 13 7E

其中代码段的字符是 02 表示模块接受请求。

(2) MC35i 端的协商: 这里的协商是告诉路由器 MC35i 端的配置信息, 让路由器发给 MC35i 的数据帧符合 MC35i 端的接收方式

A、模块发出的第一帧(Config Request):

7E FF 03 C0 21 01 07 00 18 02 06 00 0A 00 00 Magic_Number 07 02 08 02
01 04 07 D0 CRC_Code 7E

这条数据帧是终端通过 MC35i 送给路由器的 LCP 协商请求。如果路由器接受上述的请求, 它就会发回一条数据帧回来。

B、服务器返回的应答帧 (Config ACK):

7E FF 03 C0 21 02 07 00 18 02 06 00 0A 00 00 Magic_Number 07 02 08 02
01 04 07 D0 CRC_Code 7E

至此, PPP 链路建立阶段结束。需要注意的是当网络接通以后有可能是路由器先发请求帧, 也有可能是等我们先发请求帧, 编写程序的时候应该两种情况都要考虑。另外 LCP 选项的在数据帧里面的排列先后是没有顺序的。编程的时候需要特别注意。

6. 2. 4. 3 认证阶段

大多数的 PPP 方案只提供了有限的验证方式。

口令验证协议 (PAP): PAP 是一种简单的明文验证方式。NAS 要求监控

终端提供用户名和口令，PAP 以明文方式返回用户信息。很明显，这种验证方式的安全性较差，第三方可以很容易的获取被传送的用户名和口令，并利用这些信息与 NAS 建立链接获取 NAS 提供的所有资源。所以，一旦用户密码被第三方窃取，PAP 无法提供避免受到第三方攻击的保障措施。

挑战—握手验证协议（CHAP）：CHAP 是一种加密的验证方式，能够避免建立链接时传送监控用户的真实密码。NAS 向远程用户发送一个挑战口令（challenge），其中包括会话 ID 和一个任意生成的挑战字串（arbitrary challenge string）。远程客户必须使用 MD5 单向哈希算法（one-way hashing algorithm）返回用户名和加密的挑战口令，会话 ID 以及用户口令，其中用户名以非哈希方式发送。

该阶段主要是我们要发用户名和密码给路由器，对 GPRS 来说这一步对网络安全来说是没有任何意义的，因为用户名和密码都是任意的，当然如果在建立阶段我们同意服务器用 CHAP 认证的话就要另当别论了。在本课题中，我们只是实现了最简单的 PAP 方式，用户密码的安全性和保密性依靠应用程序服务器的验证程序和报文传输的加密控制来实现。

（1）发送用户名和密码：

7E C0 23 01 09 00 06 00 00 0E 1E 7E

这里用户名和密码都是为空

（2）路由器发回的确认帧：

7E C0 23 02 09 00 05 00 0F 0E 7E

需要说明的是如果采用 CHAP 的话，路由器会发送一串字符过来，然后要求我们这边采用 MD5 算法加密以后得到的字符发回去，如果计算正确的话路由器就会发确认帧回来

认证过程只是我们要通过路由器的认证。

6. 2. 4. 4 网络控制协议协商阶段

这个阶段主要是协商 IP 地址以及 DNS 地址，这个阶段双方的网络参数都要获得对方的确认。

（1）MC35i 端 IP 地址的获得：

因为到目前阶段为止，MC35i 还没有从路由器上获得动态的 IP 地址和 DNS，所以在数据帧里面将 IP 地址用零代替，具体数据帧如下：

7E 80 21 01 0A 00 16 03 06 00 00 00 00 81 06 00 00 00 00 83 06 00 00 00 00

2E 1F 7E

注意：03 06 00 00 00 00：表示 MC35 端的 IP 地址

81 06 00 00 00 00：主 DNS

83 06 00 00 00 00：从 DNS

路由器收到该帧后，返回数据帧：

7E 80 21 03 0A 00 16 03 06 0A 65 C0 52 81 06 D3 88 14 CB 83 06 D3 88 7D
31 3F 2D 7E

从这个信息帧里面我们可以得到 IP 地址和 DNS 了，此时我们再把我们的配置发回给路由器：

7E 80 21 01 0C 00 16 03 06 0A 65 C0 52 81 06 D3 88 14 CB 83 06 D3 88 7D
31 3F 2F 7E

路由器收到以后再返回确认的应答帧：

7E 80 21 02 0C 00 16 03 06 0A 65 C0 52 81 06 D3 88 14 CB 83 06 D3 88 7D
31 3F 2C 7E

到目前为止，MC35i 端的所有链路协商已经完成，只要服务器端的 IPCP 协商完成就可以传输 IP 数据包了

(2) 路由器的 IPCP 协商：

路由器 IP 协商相当简单，就是路由器将自己的 IP 地址发给 MC35i，MC35i 只要发回确认帧就可以了

A、服务器送来的第一帧(config Request)：

7E 80 21 01 0E 00 0A 03 06 0A 65 C0 01 1B 2C 7E

B、模块返回的应答帧(config ACK)：

7E 80 21 02 0E 00 0A 03 06 0A 65 C0 01 1B 2C 7E

当最后 IPCP 协商完成以后，所有的 IP 协议都可以进行传输了，包括 TCP 和 UDP 等常见的数据传输协议。

6. 2. 5 GPRS 链路层 PPP 协议实现流程图

6. 2. 5. 1 GPRS 链路层 PPP 协议实现主流程图

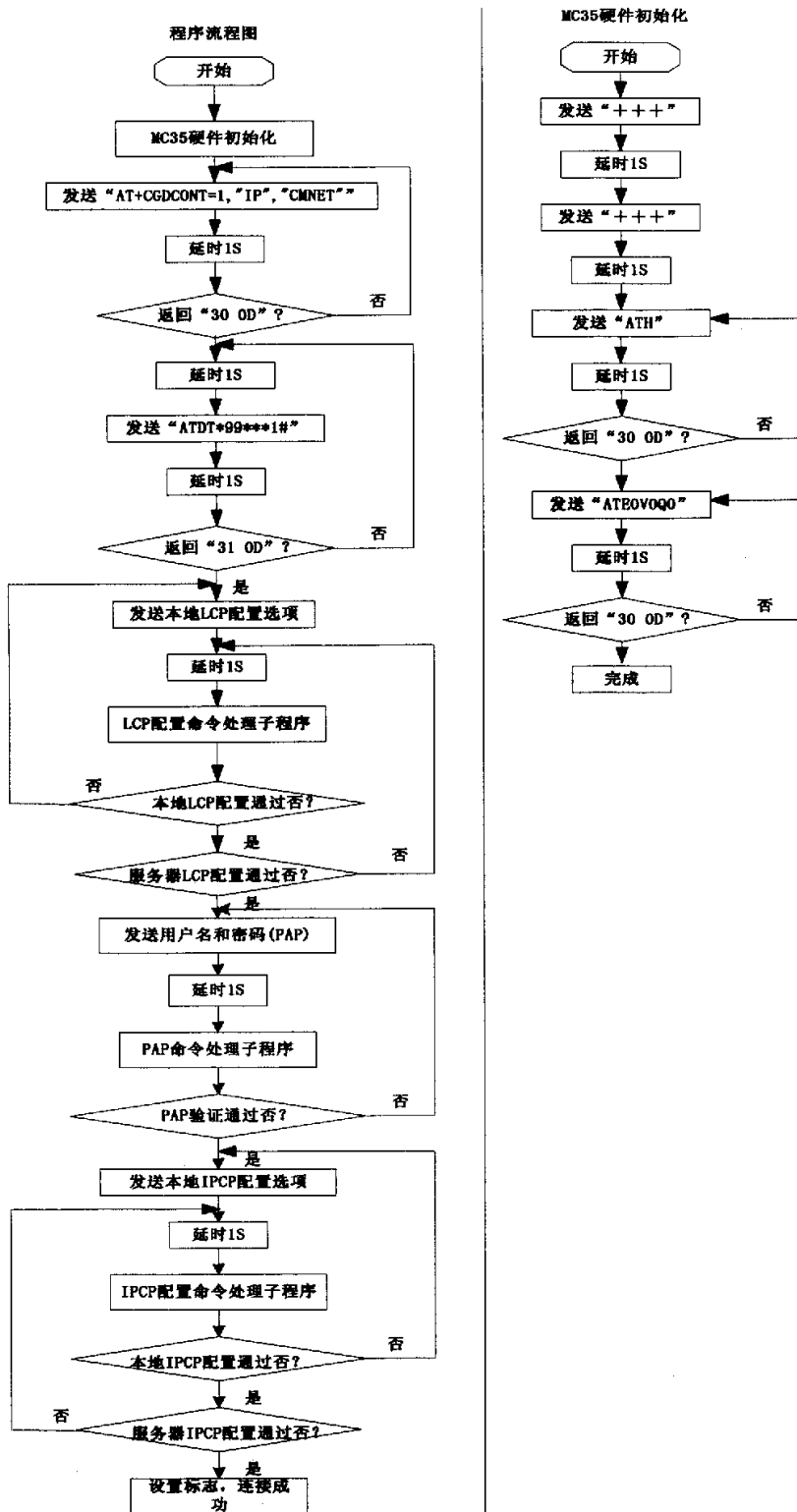


图 6-3 GPRS 链路层 PPP 协议实现主流程图

6. 2. 5. 2 LCP 协商子流程图

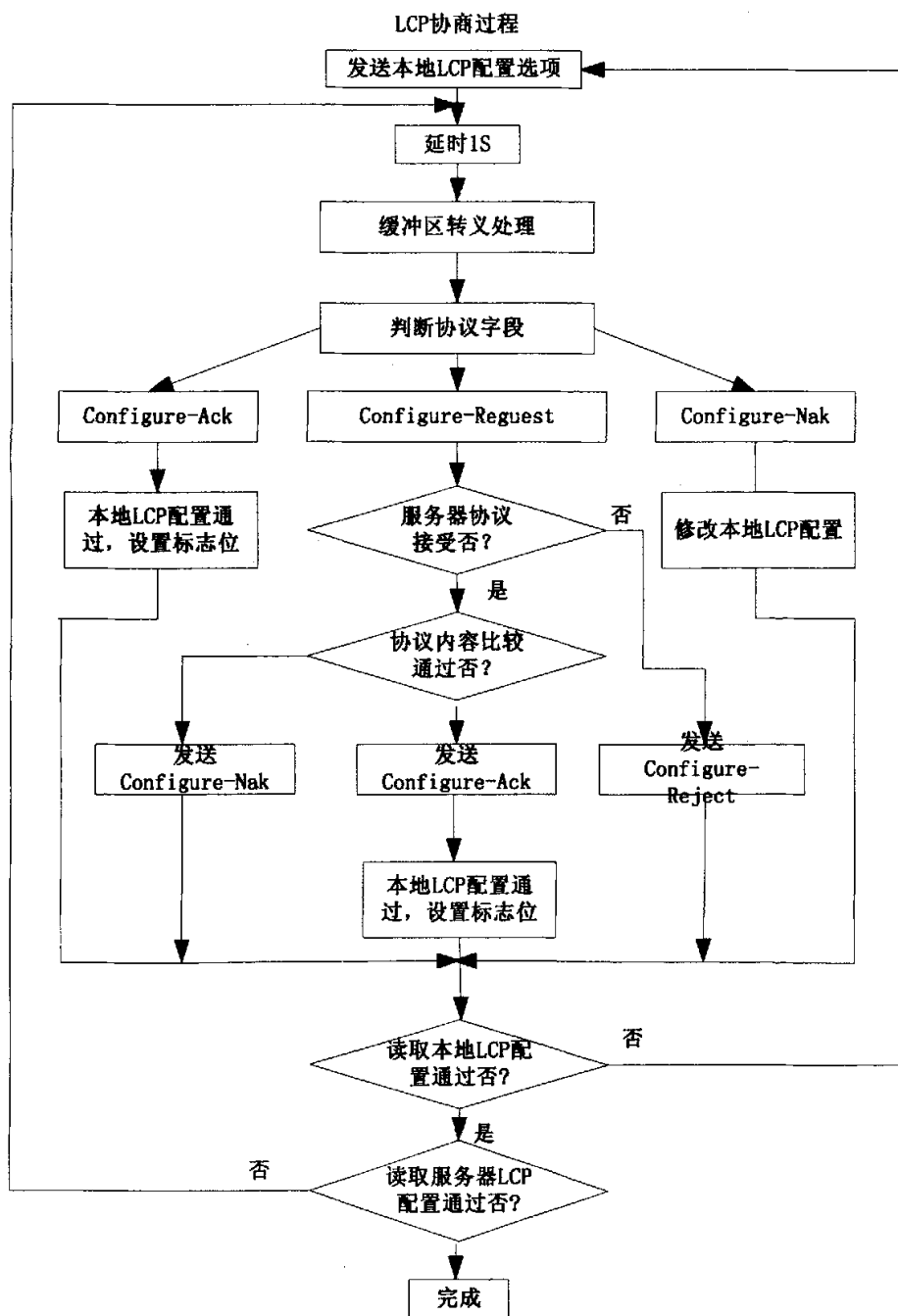


图 6-4 LCP 协商子流程图

6. 2. 5. 3 IPCP 协商子流程图

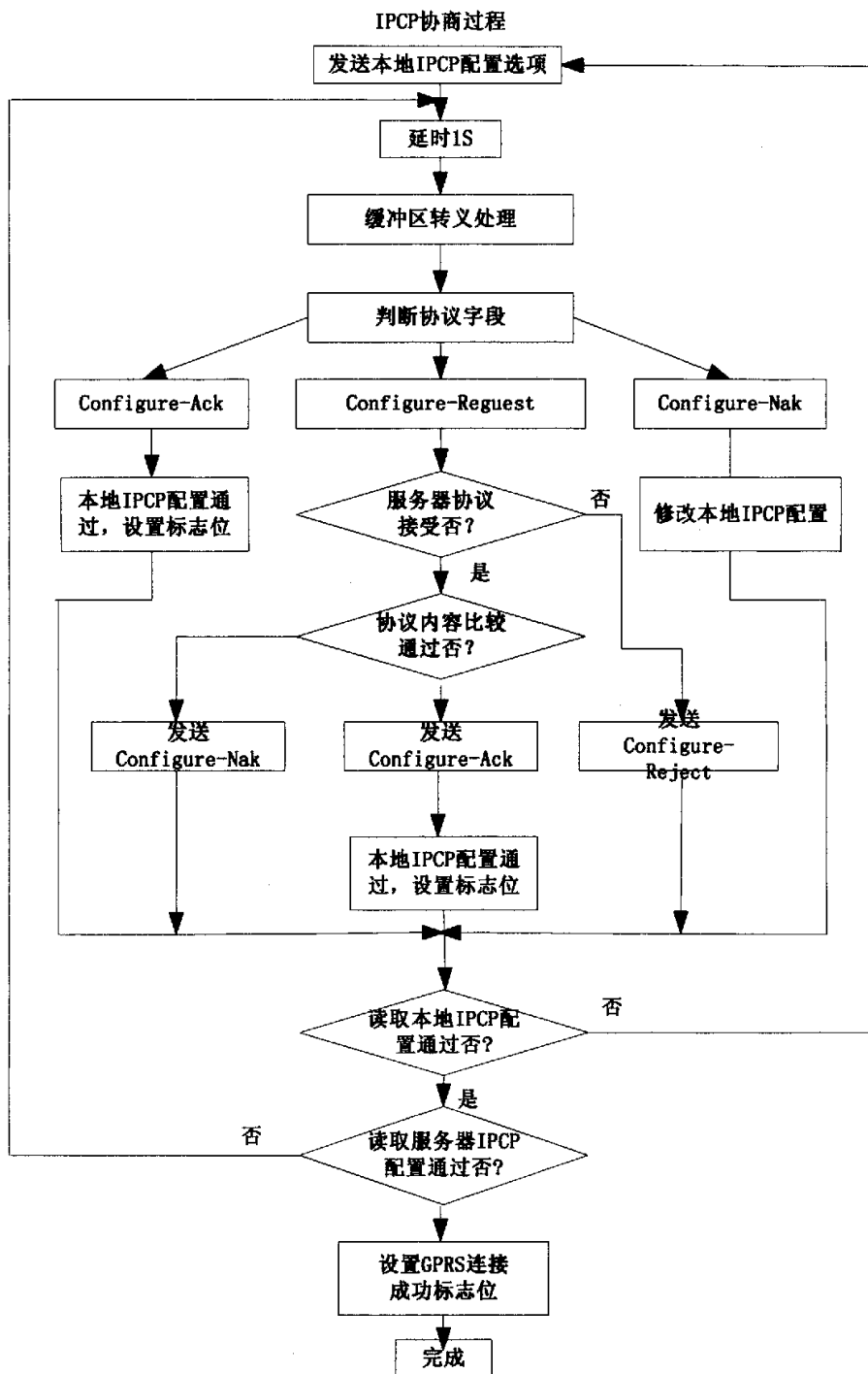


图 6—5 IPCP 协商子流程图

6.3 GPRS 网络层协议及其实现

在 GPRS 无线网络的 PPP 链路建立起来以后,就需要进入到网络层协议协商的阶段了,只有把数据封装成符合格式的 IP 数据报,才能通过 GPRS 的路由器实现数据报的转发从而使数据通过 Internet 传送到监控中心。

6.3.1 IP 互联网协议

IP 互联网协议是 TCP/IP 协议族中最为核心的协议。所有的 TCP、UDP、ICMP 及 IGMP 数据都以 IP 数据报格式传输(见图 6-6)。TCP/IP 对 IP 提供不可靠、无链接的数据报传送,不可靠的意思是它不能保证 IP 数据报能成功地到达目的地。IP 仅提供最好的传输服务。如果发生某种错误时,如某个路由器暂时用完了缓冲区,IP 有一个简单的错误处理算法:丢弃该数据报,然后发送 ICMP 消息报给信源端。任何要求的可靠性必须由上层来提供。

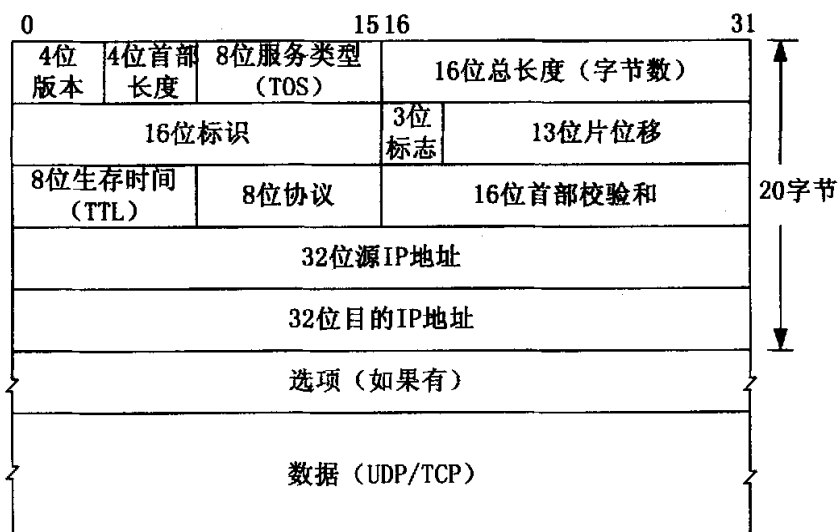


图 6-6 IP 数据报格式及首部各字段格式

分析图 6-6 中的首部。最高位在左边,记为 0 bit;最低位在右边,记为 31 bit。4 个字节的 32 bit 值以下面的次序传输:首先是 0~7 bit,其次 8~15 bit,然后 16~23 bit,最后是 24~31 bit。这种传输次序称作 Big Endian 字节序。由于 TCP/IP 首部中所有的二进制整数在网络中传输时都要求以这种次序,因此它又称作网络字节序。以其他形式存储二进制整数的机器,如 Little Endian 格式,则必须在传输数据之前把首部转换成网络字节序。

版本编号字段(4 位,在第 1 字节的高位半字节):目前的协议版本号是

4, 因此 IP 有时也称作 IPv4。该字段用于保证发送端、接送端路由器和网关在传输数据包时所采用格式的一致性。

首部长度 (4 位, 在第 1 字节的低位半字节): 指的是首部占 32 bit 字的数目, 包括任何选项。由于它是一个 4 位字段, 因此首部最长为 60 个字节。

服务类型 (TOS) 字段包括一个 3 bit 的优先权子字段 (现在已被忽略), 4 bit 的 TOS 子字段和 1 bit 未用位但必须置 0。4 bit 的 TOS 字段分别代表: 最小时延、最大吞吐量、最高可靠性和最小费用。4 bit 中只能置其中 1 bit。如果所有 4 bit 均为 0, 那么就意味着是一般服务。

总长度字段是指整个 IP 数据报的长度, 以字节为单位。利用首部长度字段和总长度字段, 就可以知道 IP 数据报中数据内容的起始位置和长度。由于该字段长 16bit, 所以 IP 数据报最长可达 65535 字节。当数据报被分片时, 该字段的值也随着变化。尽管可以传送一个长达 65535 字节的 IP 数据报, 但是大多数的链路层都会对它进行分片。而且, 主机也要求不能接收超过 576 字节的数据报。由于 TCP 把用户数据分成若干片, 因此一般来说这个限制不会影响到 TCP。一些大量使用 UDP 的应用 (RIP, TFTP, BOOTP, DNS, 以及 SNMP), 它们都限制用户数据报长度为 512 字节, 小于 576 字节。总长度字段是 IP 首部中必要的内容, 如果没有总长度字段, 那么 IP 层就不知道数据包中有多少是 IP 数据报的内容。标识字段唯一地标识主机发送的每一份数据报。通常每发送一份报文它的值就会加 1。

TTL (Time-To-Live) 生存时间字段设置了数据报可以经过的最多路由器数。它指定了数据报的生存时间。TTL 的初始值由源主机设置 (通常为 32 或 64), 一旦经过一个处理它的路由器, 它的值就减去 1。当该字段的值为 0 时, 数据报就被丢弃, 并发送 ICMP 报文通知源主机。设置该字段可以防止数据报在网络中循环传递而造成网络拥塞。

由于 TCP、UDP、ICMP 和 IGMP 都要向 IP 传送数据, 因此 IP 必须在生成的 IP 首部中加入某种标识, 以表明数据属于哪一层。为此, IP 在首部中存入一个长度为 8 bit 的数值, 称作协议域。1 表示为 ICMP 协议, 2 表示为 IGMP 协议, 6 表示为 TCP 协议, 17 表示为 UDP 协议。当 IP 接收了一个数据报之后, 将根据该字段的值将其转交给相应的上层协议。

首部检验和字段是根据 IP 首部计算的检验和码。它不对首部后面的数据进行计算。ICMP、IGMP、UDP 和 TCP 在它们各自的首部中均含有同时覆盖

首部和数据检验和码。作用都是用来保证数据的完整性。

每一份 IP 数据报都包含源 IP 地址和目的 IP 地址，最后一个字段是任选项，是数据报中的一个可变长的可选信息。选项字段一直都是以 32 bit 作为界限，在必要的时候插入值为 0 的填充字节。这样就保证 IP 首部始终是 32 bit 的整数倍（这是首部长度的要求）。

IP 数据报的解包流程如下图所示：

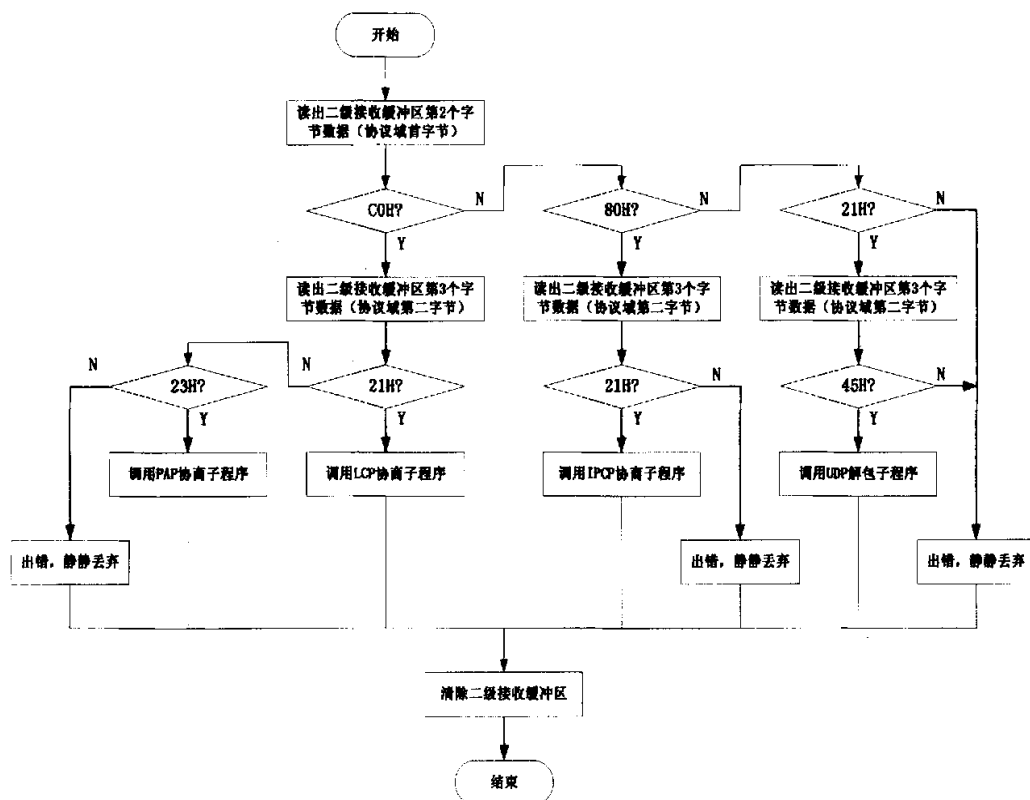


图 6-7 IP 数据包的解包流程图

6.3.2 ICMP 协议 PING 的实现

“Ping”这个名字源于声纳定位操作，目的是为了测试另一台主机是否可达。Ping 协议通过给另一个 TCP/IP 节点发送特定大小的报文，目的地节点返回回应报文的方式工作。如果没有报文返回，可推断网络不通或主机不在网上，或者分组在传输中丢失了，这对于检测当前的网络链接状态和网络质量是非常有用的。Ping 使用的是网际控制报文协议（Internet Control Message Protocol, ICMP）

在本课题中使用该协议是为了测试网络的链接状态也就是测试网络层上的数据报是否可以转发。因在当终端完成 IPCP 协议的协商以后,为了检测当前的链路状态必须要通过收发数据报来实现。一般情况下,终端每隔 30 分钟向监控中心发出注册 UDP 数据报,按照预先设定的终端和监控中心之间的通信协议,监控中心回复一条包含 Ok 信息的 UDP 数据报,如果终端收到该 UDP 包就表示当前通信链路良好。当终端发出注册数据报而没有收到监控中心的回复时就有可能发生两种情况:

- 1、监控中心掉线或者监控中心没有开启相应的数据服务程序。
- 2、航标终端掉线。

通信 CPU 为了区别出这两种情况时,主程序会向 GPRS 的路由器(该路由器的地址在 IPCP 协商时可以得到)发出 PING 数据报:如果路由器回复一条 ICMP 的报文,那么说明出现了情况 1,监控终端会通过 SMS 短信息方式向监控中心发送数据,然后在下一个 30 分钟定时到或者有报警事件触发时会再次向监控中心注册直到注册成功为止:如果在一定时间内路由器没有回复的话说明终端掉线了,程序会将当前的网络链接状态机状态标记为链路死亡阶段,并开始新的链接过程。

6. 4 GPRS 传输层 UDP 协议及其实现

单片机 TCP/IP 协议栈是 TCP/IP 协议在单片机中的应用,有其特点。单片机的存储空间有限。首先,在链路层 PPP 协议中包括 LCP、NCP、PAP 以及 IPCP 等协议,并且在链路建立后还要用到数据传输协议(IP、UDP/TCP)、各种压缩协议等。要把这些协议完全嵌入单片机是不可能的,所以只能根据实际需要选择其中的一部分。我们选择采用 UDP 协议而不是功能相对齐全但协议内容过于庞大的 TCP/IP 协议来传输数据,传输中基本上不使用数据压缩协议等。也就是说,所用的单片机 TCP/IP 协议,事实上只包含了从 PPP 链路的建立到实现简单的数据传输所必需的协议,而不包括 TCP/IP 协议的所有功能。这种协议的取舍是由硬件的客观限制和实际应用的需要所共同决定的。

UDP 是一个简单的面向数据报的传输层协议:进程的每个输出操作都正好产生一个 UDP 数据报,并组装成一份待发送的 IP 数据报。这与面向流字符的协议不同,如 TCP,应用程序产生的全体数据与真正发送的单个 IP 数据报可能没有什么联系。UDP 数据报封装成一份 IP 数据报的格式。在 GPRS 应用中,GPRS 模块和 GPRS 网关进行的所有信息的交换都是 PPP 数据帧。通信 CPU

在收到监控模块和 GPS 模块的串口数据后,按照 UDP 协议封装成 UDP 数据报,再进行 IP 数据报封装,最后封装成 PPP 数据帧,通过 GPRS 模块发送。服务器收到 PPP 数据帧后,进行解析。

UDP 数据报的封装格式如下图所示:

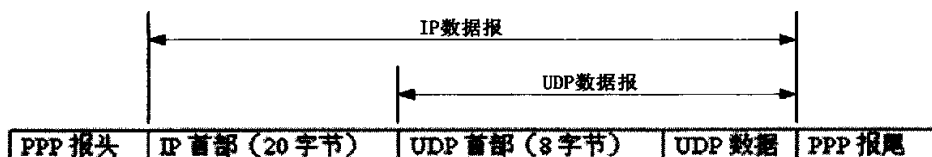


图 6-8 UDP 数据报封装格式图

UDP 不提供可靠性:它把应用程序传给 IP 层的数据发送出去,但是并不保证它们能到达目的地。由于缺乏可靠性,所以可靠性要靠用户服务程序来实现。UDP 首部如下图所示:

16位源端口号	16位目的端口号
16位UDP长度	16位UDP校验和

图 6-9 UDP 首部格式图

端口号表示发送进程和接收进程。TCP 和 UDP 是用目的端口号来分用来自网络层的数据。由于网络层已经把 IP 数据报分配给 TCP 或 UDP (根据 IP 首部中协议字段值),因此 TCP 端口号由 TCP 来查看,而 UDP 端口号由 UDP 来查看。TCP 端口号与 UDP 端口号是相互独立的。UDP 长度字段指的是 UDP 首部和 UDP 数据的字节长度。UDP 检验和覆盖 UDP 首部和 UDP 数据。前面提到 IP 首部的检验和,它只覆盖 IP 的首部——并不覆盖 IP 数据报中的任何数据。UDP 在首部中都有覆盖它们首部和数据的检验和。UDP 检验和的基本计算方法与 IP 首部检验和计算方法相类似 (16 bit 字的二进制反码和),但是它们之间存在不同的地方。

6. 5 GPRS 应用层数据传输协议的设计

6. 5. 1 透明数据传输与应用协议数据传输

从通信模块的功能来分析,主要是完成远程终端与监控中心之间的 GPRS 无线数据交互过程。而在 GPRS 网络的应用层数据传输协议来说,可以分为透明数据传输和应用协议数据传输两种方式。

(1) 透明数据传输方式是指 GPRS 模块在接入 GPRS 网络后,直接将要

发送的数据进行 TCP/IP 协议相关的封装后，在基于 GPRS 的互联网上进行指定地址和端口的发送，接收方在接收到相应的数据报后，将其解包得到数据，形成不对发送数据作任何处理（如重发、协议约定发送等）直接传送过程，其组成原理如下图所示。

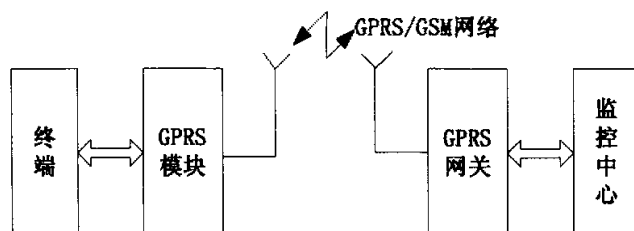


图 6-10 透明数据传输原理

透明数据传输过程适用于一些已具备系统通讯握手协议的应用场所，只要将原有的远程通讯设备，如远程电话通信网络、无线集群通信系统等的数据通信模块由 GPRS 模块进行更换、不对通信系统作其它的修改就可方便地实现基于 GPRS 无线网络的数据通信过程，从而提高数据通信的可靠性、降低通信成本。其应用对象诸如电力、气象、环保、水文等领域内点对点的远程数据通信系统。

（2）应用协议数据传输是在数据输送过程中，对传输的数据在通信模块中按一定的应用收发协议封装后，再进行基于 GRPS 无线网络的数据传输，同时在监控中心应用服务器的应用程序底层装载有与此对应的协议处理程序进行处理，通过规定的通信方式（如重复收发、应答收发、约定收发等）来提高数据通信的成功率；这不仅能实现数据的无线传输过程，而且能通过收发协议的功能扩充来实现无线通信信道与通信设备的远程监控与设置，从根本上来保证无线数据通信的可靠性。其结构如下图所示：

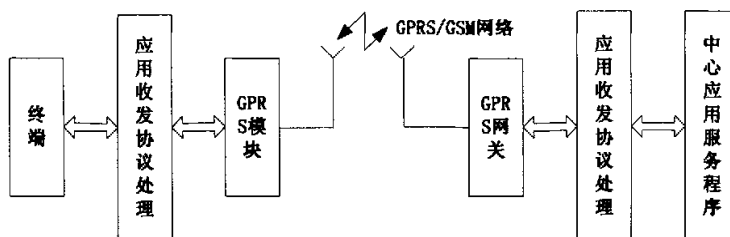


图 6-11 应用协议数据传输原理

由此可见，应用协议数据传输是在透明数据传输的基础上，在终端与监控中心上各增加了一个应用收发协议处理模块，来控制和处理从终端输入输出的

数据流；同时通过应用收发协议的定义，还能监控 GPRS 无线通信网络、GSM 移动网的相关参数，通过远程设定、控制的手段来最大可能地保证数据通信的成功率。可见应用协议数据传输具有比透明数据传输更好的通信效果。

根据实际应用和商业推广的需要，在对本课题的通信模块的设计中，希望能够在 GPRS 网络的应用层数据传输上同时兼容透明数据传输和应用协议数据传输两种方式，从而使得本课题中的通信模块能够应用在日后的更多场合中。同时，项目组也希望通过同时对同时兼容这两种数据传输方式的应用层数据传输协议的设计，更进一步去了解 GPRS 无线网络的通信机制。

在本课题中，应用协议数据传输方式中的应用收发协议处理模块将根据无线数据传输过程需要的通信效果约定与远程监控、远程测试等功能要求来定制，它是一个屏蔽于应用程序之外的数据传输处理程序，由二部分应用程序组成：

(1) 在终端与 GRPS 模块间的应用程序：它是一个基于微处理器的应用程序，能依据协议数据传输协议来封装和解包传输的数据与控制信息；当辨识为数据时则按数据传输的流程进行处理向用户或终端收发数据，当辨识为控制信息时，则依协议的规定对终端的工作状态和无线信道参数进行相关的控制与测试。

(2) 在监控中心服务器侧的接口程序：它是一个动态数据库程序，通过定义相应的应用子函数与监控中心服务器的底层服务程序无缝接入，它既能实现远程的通信设备与通信状态的监控与设定，同时也完成对收发数据相应的协议封装与解包过程，其收发的数据通过制定的子函数结果送入用户终端服务器来达到信息传输的目的。

应用协议数据传输广泛应用于未进行通信协议定制的无线数据通信系统，以此组成诸如无线局域通讯网、移动信息交互平台等应用领域。

6. 5. 2 应用层数据传输协议的设计

6. 5. 2. 1 透明数据传输协议的设计

采用透明数据传输方式时，当采用 GPRS 方式传输时，应用数据在应用层不做任何封装，然后送入传输层按照 UDP 协议格式封装；当采用 SMS 短消息方式传输时，按照 PDU 格式封装，除进行“SMS 字符的转换”和“关于将一条数据分割成几条短消息的规定”的处理外，不作其他处理。

(1) SMS 字符的转换

由于一些原因，致使在短消息中如存在一些特殊字符，可能导致短消息无法送达，或者改变原字符。为了避免这个情况的发生，在发送的所有短消息中，作如下规定：

设置一个转义字符，0x3E。

- 当字符大于 0x5A, 小于 0x61 时，增加一个转义字符，原字符减去 0x10；
例如现有 1 个字符 0x5E，则发送的是两个字符：0x3E, 0x4E。
- 当字符大于 0x79 时，增加一个转义字符，原字符减去 0x10；
- 当字符为 0x26 时，增加一个转义字符，原字符减去 0x10；
- 当字符为 0x3E 时，增加一个转义字符，原字符减去 0x10；
- 当字符为 0x25 (%) 时，增加一个转义字符，原字符减去 0x10；

接收到的短消息应该按照上述规定做逆向转换。

(2) 关于将一条数据分割成几条短消息的规定

由于短消息最多只能包含 140 字节，因此，所有大于 140 字节的数据报将要分成多条短消息发送。规定如下：

在待发送的每条短消息前增加三个标志：

- 当前数据序列号，一个字节。0—255，循环使用；
- 本条数据分割成几条短消息，一个字节；
- 当前短消息是第几条短消息，一个字节；

例如：发送的短消息为 0x12 0x04 0x03 * * * * * * * *，意思是当前短消息为第 18 条数据，此条数据被分割成 4 条短消息，当前是第三条短消息。* * * * * * * *表示数据，数据按照当前所使用的数据协议格式发送。。

6. 5. 2. 2 应用协议数据传输协议的设计

采用应用协议数据传输方式时，所有的数据在传输中除了必须按照透明数据传输方式处理数据后，还需要按照一些特殊的协议格式进行传输数据、发送控制命令、应答等等。校验位为 2 字节，采用 CRC-16 校验，开始和结束标志不参与校验。所有的数据以 16 进制传输。

一、协议格式

(1) 上传格式（终端发送到中心）

开始标志 (4 字节, @@PS)	协议号 (1 字节)	ID 号 (10 字节)	序列号 (4 字节)	数据长度 (2 字节)	数据区 (<900 字节)	校验和 (2 字节)	结束标志 (2 字节, %%)
-------------------------	---------------	-----------------	---------------	----------------	------------------	---------------	-----------------------

(2) 下传格式（中心发送到终端）

开始标志 (4 字节, @@PS)	协议号 (1 字节)	ID 号 (10 字节)	序列号 (4 字节)	数据长度 (2 字节)	数 据 区 (<900 字节)	校验和 (2 字节)	结束标志 (2 字节, %%)
-------------------------	---------------	-----------------	---------------	----------------	--------------------	---------------	-----------------------

二、协议内容描述

(1) 开始标志与结束标志。

所有的数据帧均以@@PS 开始，%%结束。

(2) 协议号

协议段	协议段定义	协议号	描述
0x00	终端对中心远程设置参数和远程读取参数的应答	0x00	终端对中心远程设置参数和远程读取参数的应答
0x01~ 0x0F	终端上传信息	0x01	终端上传数据
		0x02	终端收到中心下载数据, 回送确认信息
		其余	留待扩展使用
0x10~ 0x1F	中心下载信息	0x10	中心远程设置终端参数
		0x11	中心远程读取终端参数
		0x12	中心下载数据
		0x13	中心收到终端上传数据, 回送确认信息
		其余	留待扩展使用
其余	留待扩展使用		

(3) ID 号

ID 号是终端在应用系统中的唯一标志。ID 号是终端在系统中应用的初始参数，不能远程修改。

(4) 序列号

由传输主动方开始计数，用以标识数据传输次序，溢出自动清零重计。

(5) 数据长度

用以标识数据区的长度，小于 0x384 (900)。

(6) 数据区

需要传输的数据，长度小于 900 字节。

(7) 校验和

采用 CRC-16 校验，开始和结束标志不参与校验。

6. 6 应用 TCP/IP 协议在本课题中实现 GPRS 无线网络通信

在前面几节中，向大家介绍了 TCP/IP 协议的链路层、网络层、传输层和应用层在本课题的 GPRS 网络中的分层实现。接下来，将向大家介绍应用 TCP/IP 协议在本课题中实现 GPRS 无线网络通信的总体设计和实现途径。由于通信 CPU 所处理的协议涉及大部分的 TCP/IP 协议，所以我们采用了精简 TCP/IP 协议栈的思想来指导我们的设计。下表是我们在本课题中所采用的精简 TCP/IP 协议栈模型。

表 6-2 精简 TCP/IP 协议栈模型

应用层	终端和监控中心自定义的应用传输协议
UDP 协议层	对应于传输层，实现 UDP 数据报的封装和解包
IP、ICMP 协议层	对应于网络层，实现 IP、Ping 数据报的封装和解包
PPP 协议层	对应于链路层，实现 PPP 数据帧的封装和解包
物理驱动层	串口驱动、MC35i 驱动等

数据的接收：

程序设置了三级的接收缓冲区。第一级接收缓冲区的长度为 256 个字节，利用一个 8 位的接收指针形成一个环形的结构。因为接收指针定义为 8 位，所以它最大的数值为 255，溢出后该指针的复位为 0，所以该指针能覆盖的区域只有 256 个字节。环形接收缓冲区的设置很好地解决了缓冲区溢出的问题。

- 1、物理驱动层：CPU 定时查询串口 0 接收缓冲区，将得到的数据存入第一级接收缓冲区，同时接收指针向前移动。主程序会在第一级接收缓冲区查找成对 0x7E 的值，如果查找到一对，就先暂时认为是一条 PPP 数据帧，然后将其拷贝到第二级接收缓冲区，在拷贝的同时对 PPP 数据帧进行转义。拷贝完成后设置标志位让 PPP 协议层分析子程序接管。
- 2、PPP 协议层：PPP 协议层分析子程序负责对该条数据帧进行 CRC 校验，CRC 校验正确的话说明这对 0x7E 里面包含的是一条完整正确的 PPP 数据帧，然后将第一级接收缓冲区 0x7E 对应地址的值改写为 0x00，这样在下次查找的时候就不会出现重复操作。如果是 PPP 协议层数据的话，直接进行协议处理。如果不是 PPP 协议层数据的话，设置标志位将由 IP、ICMP 协议层分析子程序接管。如果 CRC 校验不正确，则认为该 PPP 数据帧出错，静静丢弃。
- 3、IP、ICMP 协议层：这里主要是对 IP 数据包进行分析是否为 UDP 数据

报，如果是 UDP 数据报的话就设置标志位由 UDP 协议层分析子程序接管，如果是 Ping 数据报的话将直接设置 PPP 链接状态机的状态位为打开。如果是无法识别的数据报的话，则将其静静丢弃。

- 4、UDP 协议层：UDP 协议层分析子程序对 UDP 数据中的 UDP 端口进行检查，在本课题启用了 6000 这个端口，只要是 6000 这个端口的 UDP 数据包，那么就将该数据包中的用户数据取出放到第三级接收缓冲区，并设置标志位由应用层分析子程序接管。端口号不是 6000 的话，则将 UDP 包静静丢弃。
- 5、应用层：应用层分析子程序对第三级接收缓冲区的数据格式进行判断是否符合终端和监控中心预先设定的应用传输协议标准，是的话则执行相关的动作，不是的话则将其静静丢弃。

数据的发送：

程序同样设置了三级发送缓冲区。

- 1、应用层：当有数据发送时，先在第一级发送缓冲区形成标准应用传输协议格式的数据，同时设置标志位让 UDP 协议层封装子程序接管。
- 2、UDP 协议层：UDP 协议层封装子程序将其拷贝到第二级发送缓冲区的 UDP 数据域，填写源端口地址、目的端口地址、源 IP 地址、目的 IP 地址、数据长度、校验和等 UDP 数据包信息，并设置标志位让 IP 协议层封装子程序接管。
- 3、IP、ICMP 协议层：IP 协议层封装子程序完成填写 IP 报头功能，并设置标志位让 PPP 协议层封装子程序接管。
- 4、PPP 协议层：PPP 协议层封装子程序填写相关的协议域的值，计算该帧的 CRC 校验码，填写入 PPP 帧 FCS 域，最终形成一条完整 PPP 数据帧。最后设置标志位让发送子程序接管。
- 5、物理驱动层：发送子程序将 PPP 数据帧拷贝到第三级发送缓冲区，拷贝的过程同时完成 PPP 数据帧的转义，最后将其发送出去。

应用 TCP/IP 协议在本课题中实现 GPRS 无线网络通信的主流程图如下图所示。

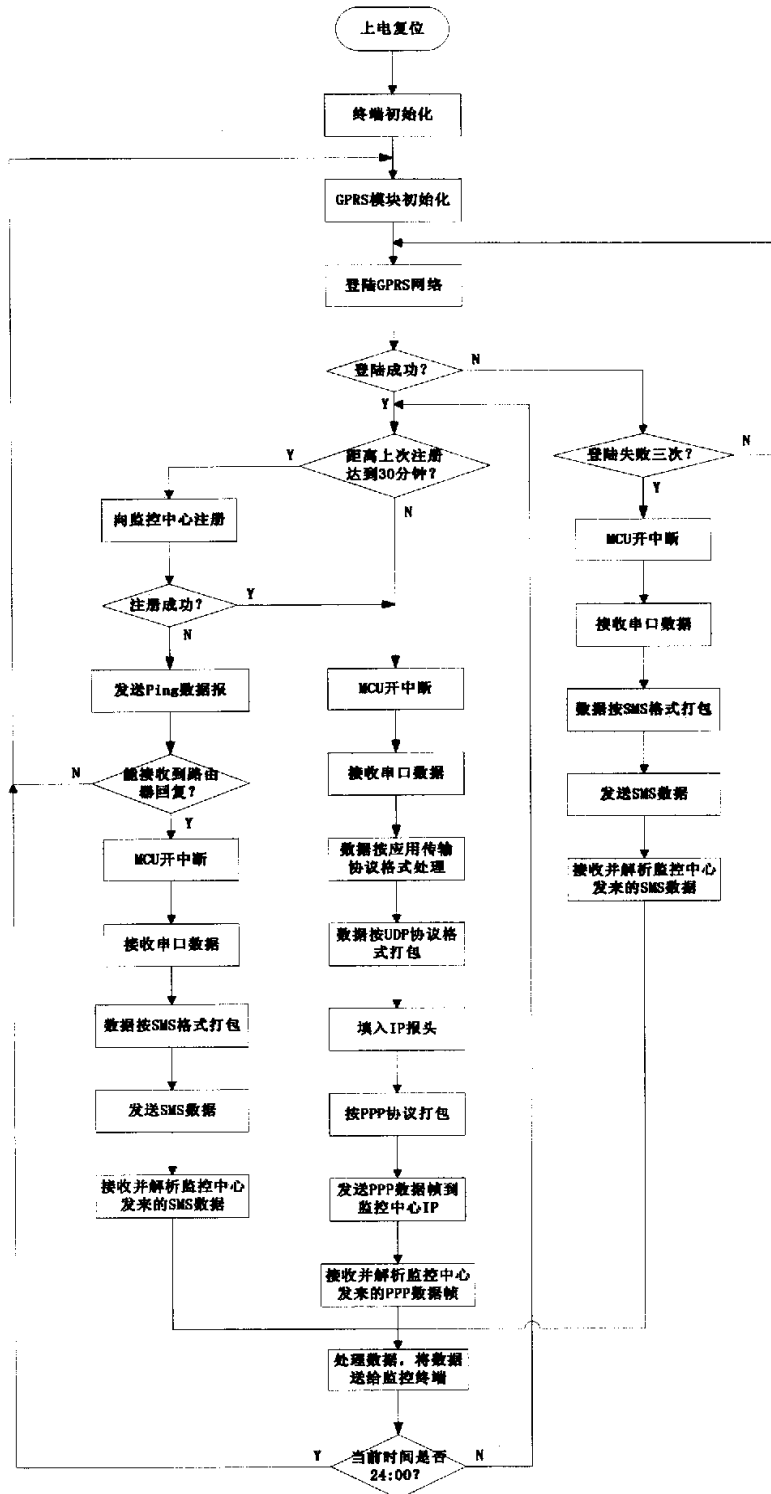


图 6-12 应用 TCP/IP 协议在本课题中实现 GPRS 无线网络通信的主流程图

6. 6 本章小结

本章首先介绍了 TCP/IP 协议的链路层、网络层、传输层和应用层在本课题的 GPRS 网络中的分层实现；接着，介绍了应用 TCP/IP 协议在本课题中实现 GPRS 无线网络通信的总体设计和实现途径。其中，主要采用了 TCP/IP 精简协议栈和三级发送/接收缓冲区的设计思想。

第七章 广东江门水域的应用实例

7.1 系统结构图

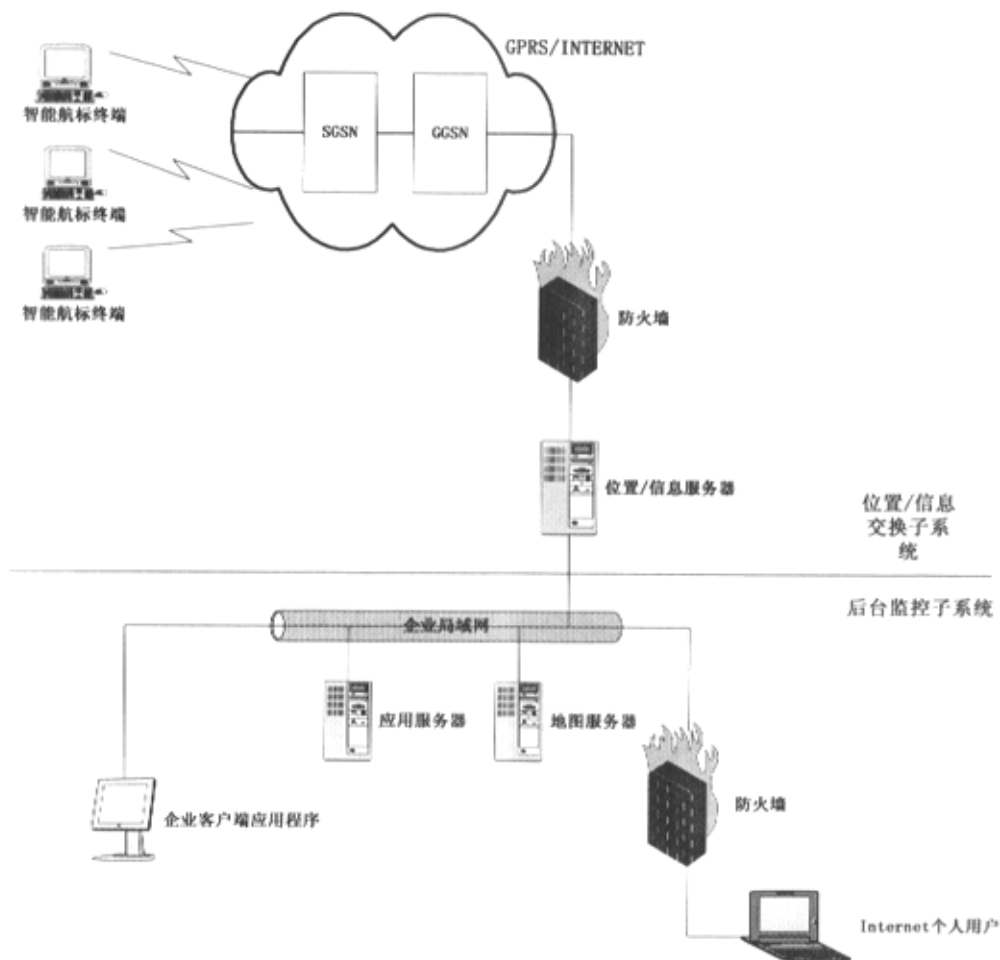


图 7-1 江门实例的系统结构图

7.2 网络组网方式

7.2.1 网络链接

监控中心与移动的 DDN 专线相连。各监控航标终端通过 GPRS 网络与移动的 SGSN 和 GGSN 相连。在本次试运行监控系统中，共投入运行智能航标终端三台。

7. 2. 2 链接保持

航标终端保持在 GPRS 在线状态。终端加电后, 搜寻到 GPRS 网络并附着, 然后向具有固定 IP 的监控中心注册, 注册成功后双方开始数据通信。终端具有掉线检测和自动重连的功能。终端每次检测到掉线立即重新登陆网络, 然后都要向监控中心注册。

7. 2. 3 终端 IP 地址注册

由于本系统只是属于试运行系统, 从投入成本的角度考虑, 并没有向移动申请企业级虚拟网 APN。由于监控中心使用的是 DDN 专线, 因此具有固定 IP 地址, 但是航标终端每次登陆 GPRS 网络获得的都是动态 IP。所以终端每次登陆 GPRS 网络后, 都需要主动向具有固定 IP 地址的监控中心注册, 从而使得中心能够获取每个终端的当前 IP 地址。

当系统能被大规模投入使用的时候, 可以考虑向移动申请 APN。当终端登陆 GPRS 网络后, 终端会发起 PDP 上下文激活请求后, 由监控中心的 Radius 服务器鉴权终端的 MSISDN 或 IMSI 号码后, 为其分配 IP 地址, 若 Radius 服务器支持为每一 MSISDN 或 IMSI 终端分配固定的 IP 地址, 则可各航标终端的 IP 地址是固定不变的。

7. 3 数据传输

从监控中心到航标终端的数据传输主要是一些监控命令的下发和参数的远程配置等等。每个终端在登陆 GPRS 网络后, 都获得一个 IP 地址。监控中心要与每个终端进行通信, 需要知道每个监控终端对应的 IP。终端每次登陆后, 获得的是动态 IP 地址, 所以中心的应用服务器需要动态维护一张终端 ID 号和 IP 地址的对应表, 监控终端的在获得动态 IP 地址后, 会向监控中心注册, 通知监控中心它的 IP 地址, 监控中心的应用程序将动态改变终端的 IP 地址, 从而保持终端 ID 号与 IP 地址的一一对应。

从终端到监控中心的数据传输主要是用于链路监测的心跳信息和定位、运行状态信息, 有报警的话还会有报警信息上传。

心跳信息是在没有数据上传时, 终端检测无线链路的掉线及产生自动重连动作。心跳的周期为 30 分钟, 即如果在 30 分钟内终端和监控中心没有 GPRS 通信的话, 终端会主动发送一条注册信息然后等待数据中心回复。有报警事件触发的时候, 终端会立即向数据中心发出心跳信号, 确认当前无线链路的状态。如果链路正常的话, 终端将通过 GPRS 方式向监控中心发送报警事件相关的信

息；通过链路不正常的话，终端将通过 SMS 短消息方式向监控中心发送报警信息。

终端实时采集到的定位、运行状态信息，可以根据设定的间隔和指令，周期性上传。默认的状态下是 1 分钟上传 1 次。

7. 4 监控中心系统设计

根据图 7-1 所示的系统结构图，终端将定位信息和运行状态信息通过 GPRS 无线网络上传给位置/信息交换子系统，由位置/信息服务器分析后，将信息交给后台监控子系统的数据库服务器中。

当要向终端进行监控信息下传时，则由后台监控子系统调用驻在应用服务器或位置服务器上的 COM 程序，将所要传输的信息下传给终端。

后台监控子系统主要实现上传信息与地图信息的整合，并提供相应的终端位置信息的查询和监控功能。后台监控子系统由应用服务器（包括数据库服务器）、地图服务器和客户端应用程序共同组成。同时后台监控子系统也可以通过建立相应的 WEB 服务器，向接入 Internet 的特定用户提供信息查询服务。

后台监控子系统主要包含以下两种处理流程：

（1）终端上传信息在后台监控子系统的处理

终端上传信息由位置/信息服务器传给数据库服务器后，后台监控应用程序将定时从数据库中获取相应的位置信息，并在同时在地图上向动态显示终端当前的位置和运行状态信息。

（2）后台监控子系统监控处理

当监控中心要向终端下传监控信息时，可通过以下三种方式进行处理：

- 通过驻留在应用服务器上的 COM 程序实现信息的传输，具体的流程是，当后台要进行监控信息的下传时，由后台的客户端应用程序远程调用驻留在应用服务器上的 COM 程序，COM 程序通过 SOCKET 与位置服务器进行通信，把监控信息传送给位置服务器，位置服务器再通过 SOCKET 把信息转发给终端。
- 如果把进程调用程序 COM 布置在位置服务器上的话，当后台要进行监控信息下传时，由后台客户端应用程序远程调用位置服务器上的 COM 程序，由 COM 程序直接实现监控信息的下传。采用此方案时位置服务器上的服务程序只充当上传数据处理器。
- 后台应用程序通过直接修改数据库服务器上的下传信息表。把该表的下传标志设为 0；在位置服务器上开启一个后台守护进程，该进程不断检测该表的下发

标志, 把标志为 0 的记录打包下发。

在实际应用中, 我们可以根据不同的应用需要来采用不同的处理方式。

7.5 地理信息系统显示

本实例中的地理信息系统采用 C/S 结构, 以全组件式地理信息系统 SuperMap Objects 作为开发平台, 数据管理采用 SuperMap SDX For SQLServer 空间数据引擎, 真正实现了空间数据在关系数据库 (DBMS) 系统 SQL Server 中的存储和管理, 保证了系统并发、高效和安全地管理地理信息数据。本实例中的地理信息系统示意图如下所示:

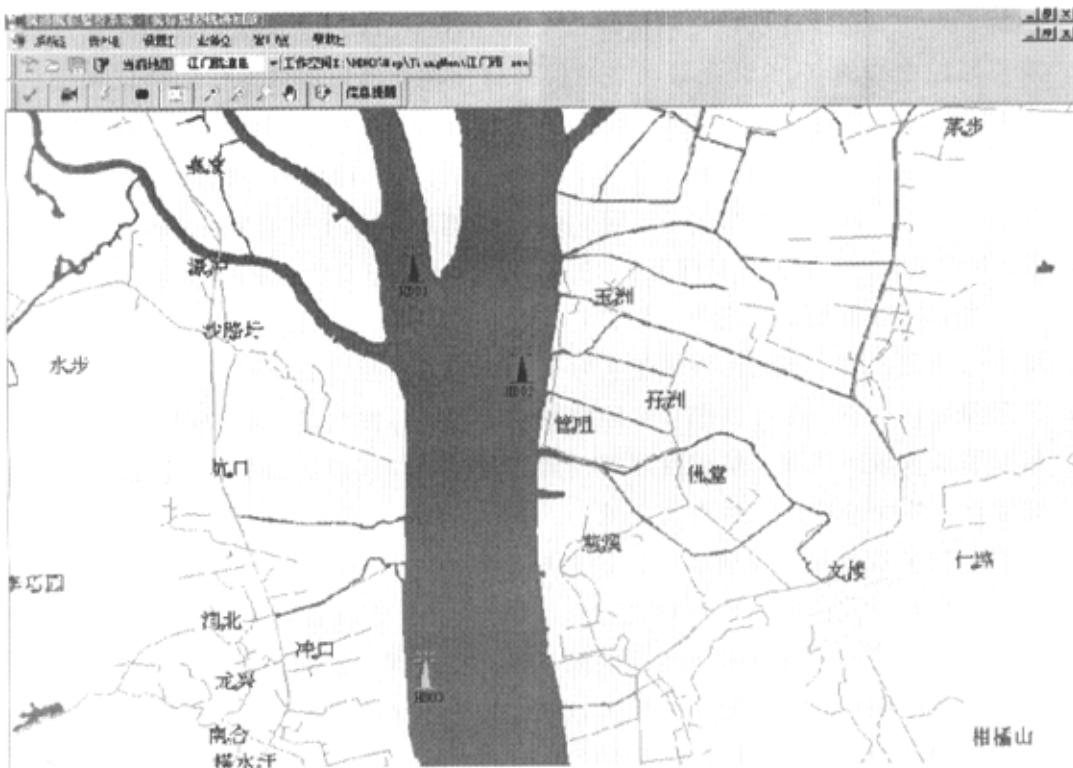


图 7-2 江门实例的地理信息系统显示

7.6 本章小结

本章简单介绍了基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统在广东江门水域的一个应用实例, 包括系统结构、网络组网方式、数据传输、监控中心系统设计和地理信息系统显示。

结论与展望

本课题从国家航道管理部门希望组建一个自动化助航管理监控系统这个背景出发,提出通过应用 GPRS 无线网络通信技术、GPS 全球定位技术、GIS 地理信息系统技术、嵌入式微处理器技术和网络技术来构建一个基于 GPRS/GPS/GIS 的智能航标监控系统。

在系统的研制过程中,我们广泛采用了通信技术、电子技术和网络技术的最新成果,如在智能航标终端的通信 CPU 中设计 TCP/IP 精简协议栈来实现终端与监控中心的 GPRS 无线网络通信;自行设计应用层数据传输协议来提高 GPRS 无线数据通信的可靠性;使用了当前 GPRS 工业应用的主流模块 MC35i 并设计其外围控制电路;使用了 AVR 高速单片机 ATmega8 和 ATmega128L,并实现两者之间基于 SPI 的高速同步串行数据通信;在监控中心采用 SuperMap 来开发地理信息系统平台等等。这些新技术的应用,大大提高了系统的先进性和技术前瞻性。

本课题的阶段研究成果已经在广东江门水域投入试运行,目前整个监控系统运行稳定。通过与航标终端的实时信息交互,监控中心能够获得航标的当前位置和运行状态,并可以根据实际情况对远程航标终端进行监控和管理。如遇到报警或者故障情况,航道管理部门能够及时地加以解决。不过,透过目前的试运行,系统暴露出一些不足之处:

- 1、在系统的第一期研制中,没能够很好地掌握 DGPS 差分补偿技术的应用,再加上航标使用环境恶劣,使得 GPS 定位效果不够理想, GPS 定位信号不能够很准确地反映航标当时的位置,这给精确监控带来困难。
- 2、由于航标灯模块的功率较大以及 GPRS 模块 MC35i 发射时的瞬间电流超过 2A,再加上电源模块的设计仍然不够完善,所以时常会出现终端电源模块瞬时功率不足导致终端死机的情况出现。这给航标管理人员带来了额外的维护开销。
- 3、终端的结构设计仍然不够精简,这不但给终端的整机装配带来困难,还在一定程度上影响了终端的稳定性。

虽然本课题取得了一定的成果,并且已有投入试运行的系统,但是上述的几点不足之处意味着本课题的研究仍然有很大的提升空间,仍然需要课题组的不断努力。可以设想,如果本课题目前存在的问题能在接下来得到很好解决的话,将对广东乃至全国范围内智能航标监控系统的推广带来更大的现实意义。

参考文献

- [1] 王英志. 航标自动化的发展研讨. 中国航海, 1997. 2
- [2] 张燕, 李海泉. 智能化航标系统的设计. 交通运输工程学报. 2003. 3
- [3] 韩斌杰. GSM 原理及其网络优化. 机械工业出版社, 2001. 7: 35-40
- [4] (法)莫利(MOULY, M.)著; 骆健霞译. GSM 数字移动通信系统. 电子工业出版社, 1996. 6: 5-13
- [5] 何香玲, 郑钢. GPS 通信的 NEMA 协议及定位数据的提取. 计算机应用与软件, 2004. 12
- [6] ATMEL Corporation. ATmega8(L) Data Sheet, 2002: 7-16
- [7] ATMEL Corporation. ATmega128(L) Data Sheet, 2002: 4-8
- [8] AVR 高速嵌入式单片机原理与应用. 双龙电子, 2000. 11
- [9] Siemens Mobile. MC35i Hardware Interface Description. V0.02, 2003. 2
- [10] Siemens Mobile. MC35i User Manual. V1.01, 2001. 11
- [11] Siemens Mobile. MC35i AT Command Set. V1.02, 2003. 4
- [12] FALCOM GmbH. GPS-Receiver JP7 Description. V1.05, 2003. 8
- [13] 魏志刚, 李矩海, 傅钢, 陈先国. GPS/GSM/GIS 航标监测监控系统的研制与开发. 珠江水运. 2003. 5
- [14] 李云, 杨玉峰, 梅顺良. ITS 系统中 GPRS 智能移动终端的设计. 电讯技术, 2004. 4
- [15] 黄承安, 张跃, 云怀申. 基于 GPRS 的远程仪表监控系统. 电测与仪表, 2003. 8
- [16] 唐运虞, 刘向东, 修春波. 基于 GPS/GPRS/GIS 的车辆监控系统的设计. 计算机系统应用, 2004. 10
- [17] 张强, 刘朋. 移动位置信息服务平台接口软硬件设计. 测绘学院学报. 2004. 9
- [18] 张方炳, 程正标. 基于 GIS/GPS/移动通信技术的船舶调度、监控系统. 水运工程, 2003. 11
- [19] 叶力勤. 基于 2.5G 数据通信技术的远程无线监控系统的研究与实现. 华南理工大学硕士学位论文, 2004: 9-11, 58-62
- [20] 关宇东, 陈学泉, 朱伟明. 嵌入式单片机 PPP 协议的应用研究. 电子技术应用, 2003. 3
- [21] ETSI. Equipment (DTE - DCE) interface for Short Message Service (SMS) and Cell Broadcast Service (CBS), GSM 07.05: 1997. 8

- [22] ETSI. AT command set for GSM Mobile Equipment (ME), GSM 07.07 version 5.3.0: 1997.8
- [23] Connecting an M68HC08 Family Microcontroller to an Internet Service Provider (ISP) Using the Point-to-Point Protocol (PPP). Motorola, Inc., 2001
- [24] CD4093BC Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger. Fairchild Semiconductor Corporation, 1999.1
- [25] 李华, 李学云, 区细成, 卢斌. 现代移动通信新技术 GPRS 系统. 华南理工大学出版社, 2001: 20—28
- [26] (美) W. Richard Stevens 著; 范建华等译. TCP/IP 详解卷 1: 协议. 机械工业出版社, 2002.3
- [27] 陈坚, 孙志月. MODEM 通信编程技术. 西安电子科技大学出版社, 1998.3
- [28] 何立民. 单片机应用系统设计. 北京航空航天大学出版社, 1990

攻读学位期间发表的与学位内容相关的学术论文

序号	作者（全体作者，按顺序排列）	题 目	发表或投稿刊物名称、级别	发表的卷期、年月、页码	相当于学位论文的哪一部分（章、节）	被索引收录情况
1	陈剑鸣 罗 飞	基于 PROFIBUS—DP 的工业网络控制系统	计算机应用研究	2004. 7	第六章	无

致谢

本人首先在此衷心感谢我的导师罗飞教授。攻读硕士学位这三年来，罗飞教授在学习和生活上都一直给予我无微不至的关怀与帮助。导师渊博精深的知识、务实的工作作风、精益求精的科研精神和严谨的治学态度为我树立了永远的学习榜样。

本课题的研究工作还得到了广州新软计算机有限公司罗瑞发经理、谭宇峰高级工程师和邵峰工程师等人的大力支持与帮助。他们为我提供了良好的研究场所和相关资料，对系统提出了许多合理化的建议。特别是谭宇峰高工实事求是、一丝不苟、永远进取的科研精神，使我深深地受到感染。在他们的帮助下，本课题的研究工作取得了理想的研究成果，本人的理论与科研工作水平也得到了很大的提高。

在此，我更希望感谢我挚爱的父母。在我成长的二十多年来，他们都一直在背后默默地支持我、鼓励我、引导我，与我一起分享成功的喜悦与失败的苦楚，让我的人生总是充满着阳光与希望。

另外我还要感谢上一届的师兄叶力勤、谭鹏和我的同门王建国、赵世杰、吴菊芳对我的帮助与支持。感谢华南理工大学自动化 2002 研全体同学三年来给予我的关心、帮助和鼓励。

硕士研究生阶段的学习生活即将过去，我马上就要走上工作岗位，步入人生的另一个发展阶段。我真诚地感谢每一个给予过我帮助与鼓励的人，祝愿你们永远幸福、快乐！

陈剑鸣
2005-6

作者: [陈剑鸣](#)
学位授予单位: [华南理工大学](#)

参考文献(28条)

1. [王英志](#) [航标自动化的发展研讨](#) 1997(02)
2. [张燕](#), [李海泉](#) [智能化航标系统的设计](#)[期刊论文]-[交通运输工程学报](#) 2003(1)
3. [韩斌杰](#) [GPRS原理及其网络优化](#) 2001
4. [莫利](#), [骆健霞](#) [GSM数字移动通信系统](#) 1996
5. [何香玲](#), [郑钢](#) [GPS通信的NEMA协议及定位数据的提取](#)[期刊论文]-[计算机应用与软件](#) 2004(12)
6. [ATMEL Corporation](#) [ATmega8\(L\) Data Sheet](#) 2002
7. [ATMEL Corporation](#) [ATmega128\(L\) Data Sheet](#) 2002
8. [AVR高速嵌入式单片机原理与应用](#) 2000(11)
9. [Siemens Mobile](#) [MC35i Hardware Interface Description](#) 2003
10. [Siemens Mobile](#) [MC35i User Manual](#) 2001
11. [Siemens Mobile](#) [MC35i AT Command Set](#) 2003
12. [FALCOM GmbH](#) [GPS-Receiver JP7 Description](#) 2003
13. [魏志刚](#), [李矩海](#), [傅钢](#), [陈先国](#) [GPS/GSM/GIS航标监测监控系统的研制和开发](#)[期刊论文]-[珠江水运](#) 2003(5)
14. [李云](#), [杨玉峰](#), [梅顺良](#) [ITS系统中GPRS智能移动终端的设计](#)[期刊论文]-[电讯技术](#) 2004(4)
15. [黄承安](#), [张跃](#), [云怀中](#) [基于GPRS的远程仪表监控系统](#)[期刊论文]-[电测与仪表](#) 2003(8)
16. [唐运虞](#), [刘向东](#), [修春波](#) [基于GPS/GPRS/GIS的车辆监控系统的设计](#)[期刊论文]-[计算机系统应用](#) 2004(10)
17. [张强](#), [刘朋](#) [移动位置信息服务平台接口软硬件设计](#)[期刊论文]-[测绘学院学报](#) 2004(3)
18. [张方炳](#), [程正标](#) [基于GIS/GPS、移动通信技术的船舶调度、监控系统](#)[期刊论文]-[水运工程](#) 2003(11)
19. [叶力勤](#) [基于GPRS通信技术的配电变压器网络实时监控系统的研究与实现](#)[学位论文]硕士 2004
20. [关宇东](#), [陈学泉](#), [朱伟明](#) [嵌入式单片机PPP协议的应用研究](#)[期刊论文]-[电子技术应用](#) 2003(2)
21. [ETSI Equipment \(DTE - DCE\) interface for Short Message Service \(SMS\) and Cell Broadcast Service \(CBS\), GSM 07. 05](#) 1997
22. [ETSI AT command set for GSM Mobile Equipment \(ME\), GSM 07.07 version 5.3.0](#) 1997
23. [Connecting an M68HC08 Family Microcontroller to an Internet Service Provider\(ISP\) Using the Point-to-Point Protocol \(PPP\)](#) 2001
24. [CD4093BC Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger](#) 1999
25. [李华](#), [李学云](#), [区细成](#), [卢斌](#) [现代移动通信新技术GPRS系统](#) 2001
26. [W Richard Stevens](#), [范建华](#), [胥光辉](#), [张涛](#) [TCP/IP详解卷1:协议](#) 2002
27. [陈坚](#), [孙志月](#) [MODEM通信编程技术](#) 1998
28. [何立民](#) [单片机应用系统设计](#) 1990

相似文献(10条)

1. 期刊论文 [孟昉](#), [张鹰](#), [MENG Fang](#), [ZHANG Ying](#) [基于GSM/GPRS/GPS的移动网络监控系统](#) -[茂名学院学报](#)2009, 19(4)
将GPRS无线通讯、GSM全球移动通信系统以及民用领域GPS应用三者合一的移动网络监控系统,满足了目前工业监控亟待解决的问题的需求:(1)被监测的数量点增大;(2)监测的数据快速及时;(3)单点监测综合成本较低,便于规模推广应用.实现移动网络监控系统采用了J2EE企业架构,用户通过Java虚拟机可以

方便地下载应用程序,终端设备的软件功能可以随时增加和升级,可以建立完整、高效的无线数据增值服务产业链,从而为用户提供灵活、个性化、内容方式多样的服务。

2. 期刊论文 [张祥甫, 沈明霞, 熊迎军 基于ARM • GPS和GPRS的农田信息查询终端的实现 -安徽农业科学2010, 38\(7\)](#)

结合嵌入式技术、无线通信技术和GPS技术,设计了农田信息查询终端的硬件平台,在此基础上详细分析了系统软件所使用的关键技术,最后进行系统调试和实地试验。

3. 期刊论文 [陈志军, 王丹 用IP2022实现支持GPRS的GPS系统 -单片机与嵌入式系统应用2004, ""\(12\)](#)

随着移动GPRS业务的开展,GPRS成为将现场采集来的数据远程传输回数据中心的一种比较好的解决方案。本文将介绍一种GPS系统,并简要介绍其中所涉及的GPS终端电路、终端软件、服务器等关键技术。利用该系统可以将GPS定位信息通过GPRS网络送回GPS服务器,并可将服务器的管理数据透明地下发到GPS终端,同时支持对GPRS终端的远程管理。该系统的实现为GPS用户提供一种有效的解决方案。

4. 期刊论文 [李坤, 孙运强, 姚爱琴, LI Kun, SUN Yun Qiang, YAO Ai Qin 基于GPS/GPRS的车载定位系统设计 -微型机与应用2009, 28\(18\)](#)

介绍了一种基于GPS和GPRS的车载定位终端系统设计。利用GPS卫星数据接收器接收车辆所处的位置信息,通过单片机对车辆位置的有效信息进行存储和控制,当车载终端接收到控制中心的指令后,通过GPRS网络传输车辆的位置信息。详细讨论了车载终端的硬件电路设计,包括控制模块、GPS卫星定位模块和GPRS无线传输模块等。实验证明,该系统性能稳定,通信效率高,功耗低,适用于车载定位监控领域。

5. 期刊论文 [李军, 张兵, 邢丽莉 基于GPS/GPRS的嵌入式定位系统在地震行业的应用 -西北地震学报2009, 31\(3\)](#)

设计并实现了一种嵌入式卫星定位系统,可应用于地震行业的野外科考和勘测工作。针对野外工作的特点结合数据的实时传输,提出以勘测地定位终端为主、地震决策专家和监控中心即时查询为补充的定位策略。采用手机短消息和监控中心的方式,实现了定位数据的可移动的实时传输和查询。

6. 期刊论文 [闫永, YAN Yong 基于GPS/GIS/GPRS的车辆装备可视化管理系统研究 -科技情报开发与经济2009, 19\(9\)](#)

通过对GPS、GIS和GPRS技术以及三者集成技术的浅析,针对车辆装备管理工作中存在的现实问题,讨论了基于GPS、GIS和GPRS技术的车辆装备可视化管理系统的设计,探讨了基于GPS、GIS和GPRS技术的车辆装备可视化管理系统的实现途径。

7. 期刊论文 [陈勇兵, 王爱华, 何小卫, CHEN Yongbing, WANG Aihua, HE Xiaowei GPRS/GPS车载网络终端硬件与驱动程序设计 -浙江师范大学学报\(自然科学版\)2009, 32\(1\)](#)

GPRS/GPS车载网络终端是用于车辆监控与业务管理的嵌入式设备,就车载终端的GPRS通信模块、GPS信息采集模块、单片机最小系统、Flash、显示和键盘的硬件设计方法和驱动程序进行论述,并对GPRS通信、GPS信息采集的软件工作模式进行了分析,为GPS定位和GPRS通信设备的硬件设计与驱动程序设计提供参考。

8. 期刊论文 [杨久红, 王小增 基于GPRS和GPS的嵌入式蔬菜大棚温度监控系统 -农机化研究2010, 32\(6\)](#)

提出了基于GPRS和GPS的嵌入式蔬菜大棚温度控制系统的硬件结构以及软件设计方法。硬件采用ARM7内核嵌入式处理器LPC2103,软件采用uC/OS-II操作系统。使用AD590温度传感器检测蔬菜大棚内的温度,设计了GPS、GPRS、温度检测以及控制硬件电路。使用uC/OS-II操作系统进行系统软件多任务管理,设计了4个任务实现系统初始化、GPS数据获取、GPRS发送信息、温度检测以及控制功能,给出了每个任务的实现方法。制作样机并进行实验,实现了系统要求的各项功能。

9. 期刊论文 [张佐经, 吴旭光, Zhang Zuojing, Wu Xuguang 基于GPS和GPRS模块的车载导航定位系统设计 -计算机测量与控制2008, 16\(7\)](#)

为了实现车辆等移动物体的导航定位及监控调度,需将放置在移动物体上的GPS接收机接收到的经度、纬度、速度、方向等定位信息远程发送到监控调度站,可以利用现有的GPRS网络来实现定位信息的远距离传送;详细介绍了用单片机采集GPS定位信息通过GPRS网络以短信或无线网络数据的方式来发送,从而实现了移动物体的定位及监控,介绍了GPS模块GPRS模块的基本特性,设计了由GPS模块和GPRS模块组成的多功能多接口开发板,给出了详细的系统硬件原理框图及电路图,设计了软件工作流程;实验证明可准确地实现移动目标的定位及监控。

10. 期刊论文 [王雨辰, 张为公, 孙伟, 李旭 基于GPS/GIS/GPRS的长途客车主动监控管理软件 -现代交通技术2010, 7\(2\)](#)

针对目前长途客车主动监控管理软件需要人工抽检,自动化程度低和管理落后的现状,提出基于GPS/GIS/GPRS的长途客车主动监控系统软件的设计方法。在分析监控系统原理和组成的基础上,采用delphi+MapX进行软件开发,实现地图操作、异常车辆显示、车辆通讯等功能,并建立系统数据库,完成对车辆异常情况的检索统计及分析。实车试验表明:该文提出的设计方法能提高对长途客车的监控效率和管理水平。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y786397.aspx

授权使用: 湖南大学(hunandx), 授权号: 869545fc-9d2c-49da-9dee-9dad0103ee5b

下载时间: 2010年7月8日