

黎珠博. 基于 ARM9 的地震前兆 VPN 路由器的设计与实现[J]. 华南地震, 2015, 35 (3):96-101. [LI Zhubo. The Design and Implementation of Seismic Precursor VPN Router Based on ARM9[J]. South china journal of seismology, 2015, 35(3):96-101.]

# 基于 ARM9 的地震前兆 VPN 路由器的设计与实现

黎珠博

(广东省地震局, 广州 510070)

**摘要:** 介绍了地震前兆 VPN 路由器的设计方案, 阐述了路由器的硬件设计、软件实现过程和简单的应用情况, 最后总结分析了路由器的实用性和存在的缺点。

**关键词:** ARM9; 地震前兆; CDMA; VPN; VPDN; 路由器

**中图分类号:** P315.62

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1001-8662 (2015) 03-0096-06

**DOI:** 10.13512/j.hndz.2015.03.015

## The Design and Implementation of Seismic Precursor VPN Router Based on ARM9

LI Zhubo

(*Earthquake Administration of Guangdong Province, Guangzhou 510070, China*)

**Abstract:** The paper introduces the design scheme of seismic precursor VPN, and elaborates the hardware design of precursor, the implementation process of software and the simple application are discussed. At last, the paper summarizes and analyzes the practicability and the shortcomings of the precursor.

**Keywords:** ARM9; Seismic precursor; CDMA; VPN; VPDN; Router

### 0 引言

“十一五”期间, 广东省地震局按照中国地震局的统一部署, 进行了前兆设备的升级改造工作。由于标配的工控设备不具备无线路由的功能, 为更好地整合标配设备的功能, 方便组网传输, 结合应用的需要, 自行开发了一款基于 ARM9 的地震前兆 VPN 路由器。目前, 该路由器已经投入到前兆台站试运行。下面将围绕路由器的方案设计、硬件设计、软件实现和应用等几方面展开叙述。

### 1 概述

#### 1.1 ARM 简介

ARM (Advanced RISC Machines) 是一个 32 位精简指令集处理器架构, 广泛地应用于嵌入式系统设计。具有体积小、低功耗、低成本、高性能等特点, 非常适用于移动通信领域。ARM 根据不同应用对处理器的需求, 主要包括 ARM7 系列、ARM9 系列、ARM10 系列、ARM11 系列以及 CortexM/R/A 系列。在今日, ARM 家族占了所有

**收稿日期:** 2014-11-17

**作者简介:** 黎珠博(1968-), 男, 工程师, 主要从事地震前兆观测技术工作。

**E-mail:** lzb\_544@163.com.

32 位嵌入式处理器 75%的比例, 是全世界最多数的 32 位架构之一。

## 1.2 CDMA 简介

CDMA, 中文名称是码分多址, 是与 GSM 并列的移动通信技术, 是一种基于数字扩频的崭新而成熟的无线通信技术。相比较其它系统, 它具有抗干扰性好, 抗多径衰落, 保密安全性高等特点。

## 2 地震前兆 VPN 路由器的设计方案

“十一五”期间, 广东省地震局对前兆台站技术设备进行了升级改造。其中, 在数据传输组网方面, 结合日常应用的需要, 综合考虑了有线、无线、VPDN(Virtual Private Data Network, 虚拟专用数据网)和 VPN(Virtual Private Network, 虚拟专用网)等功能需求, 自行试制了一款支持有线、无线接入并且具备路由、VPDN 和 VPN 拨号功能的

地震前兆 VPN 路由器。地震前兆 VPN 路由器硬件的核心包括嵌入式核心主板、功能底板和 CDMA 模块。嵌入式核心主板微处理器选用三星公司的 S3C2440, 自身具备网络功能; CDMA 模块选用 WAVECOM 公司的 Q2358C, Q2358C 模块通过 USB 接口与 S3C2440 实现底层硬件的通信, 实现无线功能。软件方面采用 Linux 嵌入式操作系统, 用 pppd 和 FreeSWAN 两个网络应用程序实现 VPDN 拨号登录移动网络及 VPN 的功能。

## 3 地震前兆 VPN 路由器的硬件设计

### 3.1 硬件架构及组成

路由器采用 ARM9 微处理器架构, 由功能底板和核心主板两部分构成嵌入式模块, 外接 WAVECOM 公司的 Q2358C CDMA 模块构成整机, 硬件构成如图 1 所示。

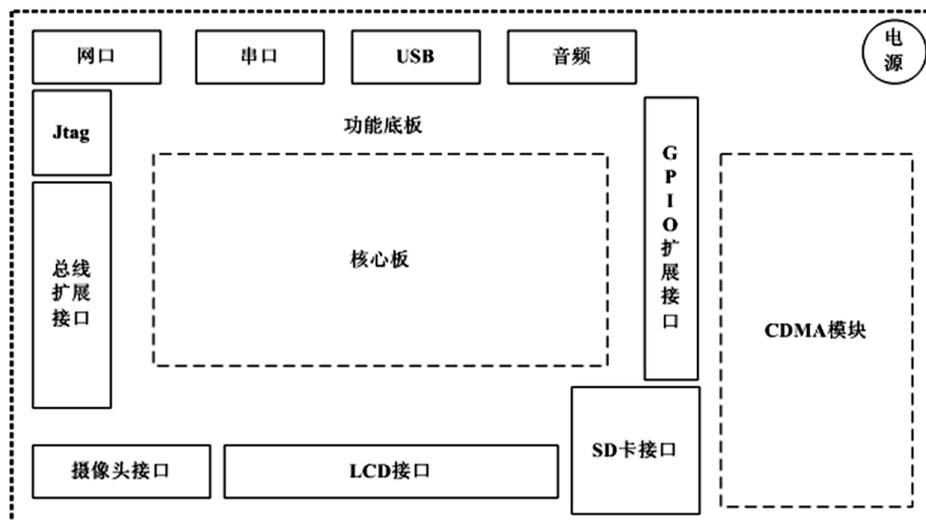


图 1 硬件构成

Fig.1 The hardware composition

核心主板采用 6 层 PCB 设计, 为方便安装拆卸, 设计成 192 针引脚的方形标准 2.0 插针形式。核心主板的 CPU 工作主频为 400~533 MHz; 板载 64 MB SDRAM; 32 bit 数据总线; 板载 64 MB Nand Flash, 掉电非易失; 3.3 V 低电压供电, 功耗低且运行稳定可靠。

功能底板用于提供网卡接口、串口接口、USB 接口、电源接口、音频接口、Jtag 接口、摄像头接口、LCD 接口、SD 卡接口等功能性接口。

Q2358C CDMA 模块用于拨号上网, 提供网络

资源。

### 3.2 硬件设计

硬件部分的设计主要包括电源供电电路、串口电路、USB 接口电路、以太网接口电路、SD 卡接口电路、系统总线接口、按键电路、蜂鸣器 PWM 驱动电路、IIC 电路、IIS 电路等方面的设计及 PCB 的制作。由于在地震前兆的业务应用重点使用串口、SD 卡、网口、USB 口等功能, 受篇幅所限, 本文将重点列举串口、SD 卡、网口、USB

口的电路原理图。串口电路原理如图 2 所示，SD 卡接口的电路原理图如图 3 所示，USB 接口电路的原理图如图 4 所示，以太网接口的电路原理图如图 5 所示。

(1) 电源供电电路。路由器采用 5V 供电，设计有电源开关和电源指示灯。其中核心板是 3.3V

的供电，由 AS2815AR-3.3IC 芯片稳压后得到。

(2) 串口电路。采用五线异步串行接口和一个 UART 扩展接口，原理图如图 2 所示。

(3) SD 卡接口电路。SD (Security Digital) 卡接口电路主要是根据 S3C2440 芯片里面的 SD 模块展开设计，具体电路如图 3 所示。

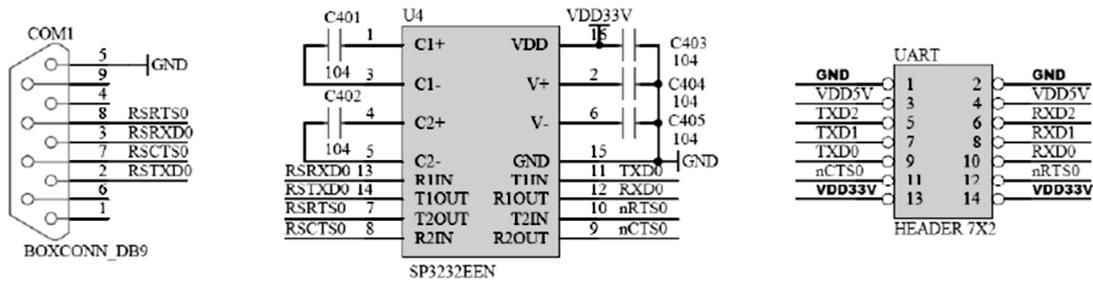


图 2 串口电路原理图

Fig.2 The principle diagram of serial port circuit

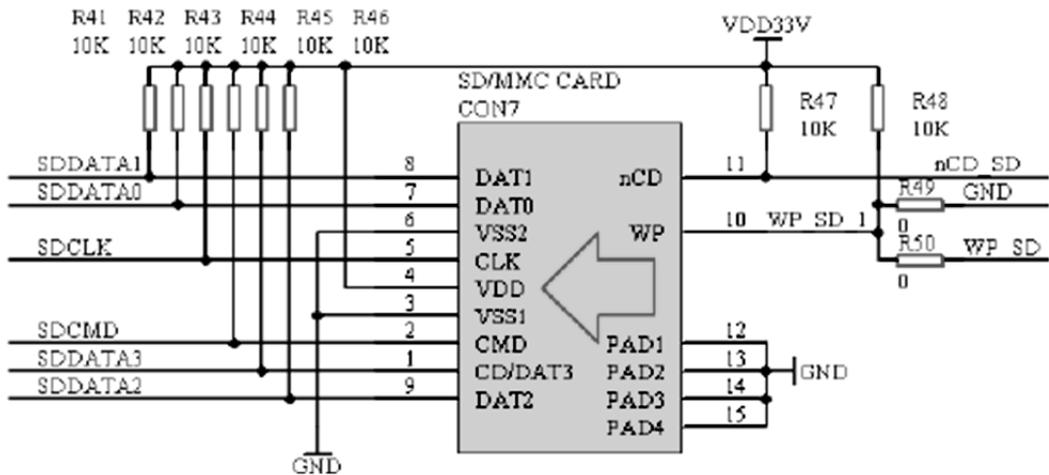


图 3 SD 卡接口电路图

Fig.3 The circuit diagram of SD card interface

(4) USB 接口电路。由于路由器的核心主板微处理器是基于三星公司的 S3C2440 芯片展开设

计，直接利用其中的 USB 模块即可，USB 接口电路如图 4 所示。

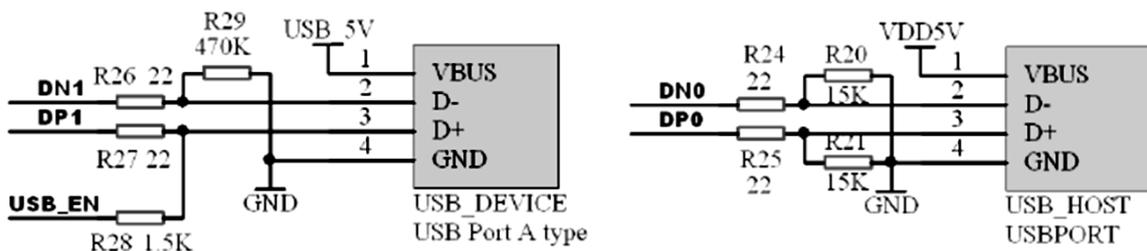


图 4 USB 口的电路原理图

Fig.4 The circuit diagram of USB interface

(5) 以太网接口电路。实现的方法是在底板上使用 DM9000E 芯片扩展网络接口, 其电路如图 5 所示。

### 4 地震前兆 VPN 路由器的软件实现

在硬件设计好后, 需要在硬件上安装系统软件和应用软件。本文所开发的核心主板支持嵌入式 Linux 系统和 Windows CE 系统, 由于 Linux 系统是开源系统, 有许多开源并且免费的应用软件可以使用, 因此在本方案中采用嵌入式 Linux 系统, 以方便无线拨号上网、路由和 VPN 功能的实现。具体过程是, 首先搭建交叉编译环境, 完成嵌入式 Linux 系统移植, 包括 bootloader 的编译和

移植、Linux-2.6 内核的编译和移植、根文件系统的制作和移植。其次是移植 pppd 和 FreeSWAN 应用程序, 实现 VPDN 及 VPN 的功能。

#### 4.1 嵌入式 Linux 系统移植

在移植系统前, 需要在开发主机的 Linux 系统上搭建一个交叉编译环境, 包括交叉编译器、网络文件系统 (NFS)、FTP、Telnet 等服务功能。如图 6 所示, 在建好的交叉编译环境里, 配置并编译 bootloader、Linux-2.6 内核、根文件系统, 通过 USB、JTAG 等连接方式把映像烧录到 TARGET 核心主板上, 完成 Linux 系统移植。由于 Linux-2.6 内核支持路由功能, 在配置编译时, 已经选择路由支持功能, 使地震前兆 VPN 路由器具备路由功能。

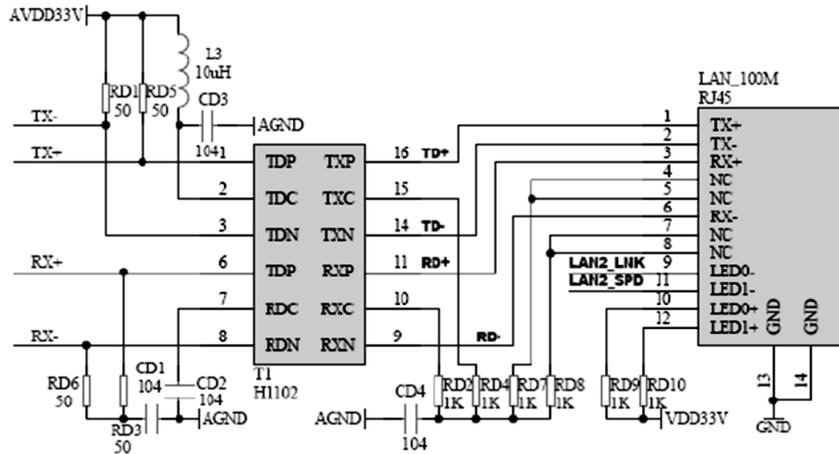


图 5 以太网接口的电路原理图

Fig.5 The circuit principle diagram of Ethernet interface

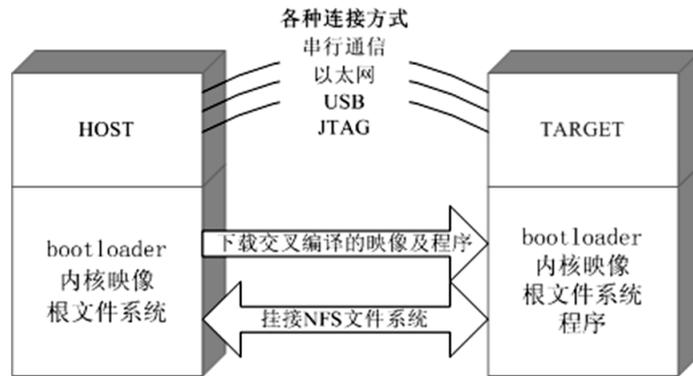


图 6 嵌入式 Linux 系统移植

Fig.6 Transplantation of embedded Linux system

#### 4.2 VPDN 应用程序移植及配置

Pppd 是常用的 VPDN 应用程序, 移植该程序的目的是为 VPDN 的建立提供支持, 拨号登录过程

遵循 PPP 通信协议。Linux 操作系统的内核中支持 PPP 协议, 在编译 Linux-2.6 的内核时, 启用 PPP 协议支持, 并在制作根文件系统时, 移植 pppd 应

用程序，最后通过简单配置/etc/ppp/peers 下的 cdma 拨号脚本，便可以很简单地实现 PPP 拨号功能。以下是本案的配置实例：

```

# 配置 USB 设备名称，通过 USB 接口与
Q2358C CDMA 模块建立连接
2440_serial1
# 配置登录用户信息，如 user user@gdsin.
vpdn.gd
user password
# 配置通信速率
115200
# 配置拨号分配的固定 IP 地址和缺省网关，
如 10.44.0.200:10.44.0.1 defaultroute
拨号分配的固定 IP 地址： vpdn 服务器网关
defaultroute
# 硬件流控制
crtsets
# 拨号连接
connect "/usr/sbin/chat -v -f /etc/ppp/peers/
cdma-connect"
disconnect "/usr/sbin/chat -v -f /etc/ppp/peers/
cdma-disconnect"
lcp-echo-failure 0

```

上述配置需要注意“# 配置登录用户信息”和“# 配置拨号分配的固定 IP 地址和缺省网关”这两项，若需要登录公网进行 VPN 连接，则屏蔽这两项配置。若需要建立 VPDN 拨号连接，则需配置这两项，只有授权正确才能登陆 VPDN 服务器和

获取固定 IP 地址的分配，实现内部网的互通。

### 4.3 VPN 应用程序的移植及配置

本案选用 FreeSWAN 开源软件实现 VPN 功能。该软件是一款运行在 Linux 平台上免费、开源代码的 VPN 软件，在移植嵌入式 Linux 系统时，该软件已经被包含其中，只需对相关代码部分的修改和配置，即可实现 VPN 功能。

在 FreeSWAN 中，为实现 VPN 功能，需要配置 ipsec.conf 和 ipsec.secrets 这两个文件。具体步骤如下：

- (1) 执行 #ipsec showhostkey -left 命令，获取主机的 RSA 公钥。
- (2) 编辑 ipsec.conf，增加 n-n 新连接；配置 leftsubnet=x.x.x.x/x (拨号所获得的对外 IP 地址)；rightsubnet=x.x.x.x/x (VPN 服务器的对外 IP 地址)；leftsasigkey= \*\*\* (网关保护子网的 IP 地址范围)；right= x. x. x. x (主机的 RSA 公钥)；rightrsasigkey = \*\*\* (对端子网 IP 地址范围)；auto=add x.x.x.x (VPN 服务器的 right RSA 公钥)。
- (3) 执行 # ipsec auto-up n-n 建立相关连接。

## 5 地震前兆 VPN 路由器的应用

地震前兆 VPN 路由器研制出来后，我们在“十一五”广东省地震局前兆台站技术设备升级改造项目中进行了部署测试，如图 7 所示。其中韶关、信宜、汕头 3 个前兆台使用 SDH 有线方式传

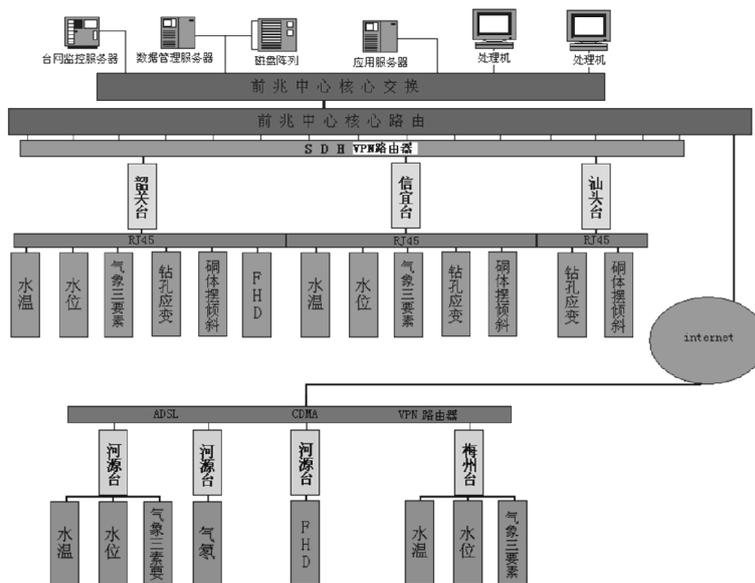


图 7 VPN 路由器传输应用  
Fig.7 Application of VPN routers

输数据,河源台分别通过 CDMA+VPN 的方式传输地磁 FHD 观测数据,通过 ADSL+VPN 传输气氛、水位、水温、气象三要素观测数据。测试过程中,路由器设备工作正常,数据连续率保证,双向通信稳定,日后拟利用该产品逐步替换从市场购买的路由设备,以方便集成数据接口和节约设备购置费用<sup>[4-5]</sup>。

## 6 结语

自行研制的支持有线、无线接入并且具备路由、VPDN 和 VPN 拨号功能的地震前兆 VPN 路由器,经过前兆台站数据传输测试,证明该设备是可行的。但在应用测试过程中,发现存在几方面的缺陷,尚需完善和改进。一是,路由器的配置需要编辑多个配置文件,操作专业性太强,宜开发一款网页界面实现配置功能。二是,台站的前兆数据采集器均通过串口与另外一块工控板相连

接,宜将前兆数据采集器的接口集成到 VPN 路由器,剔除工控板,提高台站设备的集成度,降低过多设备带来的故障率。该款地震前兆 VPN 路由器的设计与实现,可以在今后的前兆项目建设中推广使用,进一步提高前兆技术的自主创新能力,推动前兆观测技术的发展。

## 参考文献:

- [1] 华清远见嵌入式培训中心. 嵌入式 Linux 系统开发标准教程第 2 版[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2009.
- [2] 吴华灯, 叶春明. 基于 GPRS/CDMA 的强震无线数据传输终端的设计与实现[J]. 华南地震, 2008, 28 (2): 95-102.
- [3] 孙宏志, 王学成, 刘一萌, 等. 基于 3G 无线传输的测震台站监控设备的研制[J]. 地震工程学报, 2014, 36 (2): 387-392.
- [4] 黎珠博. VPN 技术及在地震前兆观测台站中的应用[J]. 华南地震, 2013, 33 (1): 81-85.
- [5] 周振贵, 祝怡红, 曹志磊, 等. 地震前兆模拟数据管理软件设计与应用[J]. 华南地震, 2013, 33 (4): 93-96.