

文章编号:1007-2780(2010)03-0417-07

基于 Xscale-Linux 的 GPRS/GSM 移动终端及 GUI 设计

何剑锋,高 宇,孙育东,刘 琳

(东华理工大学 软件学院,江西 南昌 330013,E-mail:hjf_10@yeah.net)

摘 要:采用目前成熟的 GPRS/GSM 通信技术,结合 ARM 嵌入式软硬件平台以及嵌入式 Linux 操作系统实现实时数据的无线远程监控终端。详细讨论了 GPRS/GSM 无线模块 MC39i 支持的 AT 命令协议与协议数据单元(PDU)的编解码过程,提供了 MC39i 模块与终端设备连接的串口模块在 Linux 下的实现方法。重点阐述了如何在 Linux 中建立 QT/Embedded 的开发环境和应用程序的移植以及如何移动终端中予以实现,实践效果良好。

关 键 词:GPRS/GSM 模块 MC39I; AT 命令集;QT/Embedded;图形化人机接口

中图分类号: TP316 **文献标识码:** A

GPRS/GSM Mobile Terminal and GUI Designing Based on Xscale-Linux

HE Jian-feng,GAO Yu,SUN Yu-dong, LIU Lin

(Software College, East China University of Technology, Nanchang 330013,China,E-mail:hjf_10@yeah.net)

Abstract: A real-time wireless remoting monitor terminal is designed based on the ARM platform and embedded Linux OS with mature GPRS/GSM technology. The MC39i module for AT commands protocol and protocol data unit (PDU) for encoding and decoding process are discussed in detail, the implementation method between MC39i module and terminal device is provided under Linux. The GUI will greatly improve the efficiency of human-device interaction, then this paper focuses on how to establish the development environment of QT/Embedded and how to porting an application to mobile terminal. The effect is proved to be well in practice.

Key words:GPRS/GSM module MC39I; AT command Set; QT/embedded; GUI

1 引 言

随着无线通信和计算机通信在全球的迅猛发展,采用无线手段提供数据业务的应用越来越多。GPRS(General Packet Radi)是通用分组无线业务,是在现有的 GSM 数字移动通信系统上发展起来的一项新型的数据承载业务。GPRS 是在现有的 GSM 电路上叠加一个基于分组的无线接口,目标是提供 115 kbit/s 速率的分组数据业务。

GPRS 进一步将移动通信技术和 IP 技术有机结合,组成了移动 IP 网络,可与高速发展的固定 IP 网实现无缝连接,为移动用户以分组交换的形式提供数据、语音、图像等多媒体业务。GPRS 用分组交换来补充电路交换网络是 GSM 技术的一个重要升级,GPRS 业务的出现为移动监控系统提供了一种全新的无线数据传输方式,改进了过去采用的无线传输方式传输距离近、数据传送量小、实时性差的缺点,可以提供跨地域、高速、大容量、

收稿日期:2009-11-14; 修订日期:2009-12-07
基金项目:江西省教育厅 2010 年青年科学基金(No. GJJ10178); 东华理工大学校长基金(No. DHXK0934); 东华理工大学软件学院 2009 重点课程建设基金(软件学院字[2009]20 号)
作者简介:何剑锋(1977—),男,江西婺源人,工学硕士,讲师,主要从事嵌入式系统应用开发、数据采集与信号处理方向的研究。

高实时性的数据传输业务。

本文所设计的移动监控系统使用的 GSM/GPRS 无线通信模块是一个支持 GSM/GPRS 协议的硬件模块,它将无线协议相关的部分完全封装在硬件中,对外提供了串口进行访问。要保证移动监控系统能进行可靠友好的交互,必须有优秀的图形用户界面(GUI)支持。Linux 作为嵌入式操作系统,与商业化的嵌入式系统相比有着与生俱来的优势。Qt/Embedded 的特性是可以直接在 Framebuffer 上显示图形接口,反应速度极快。本文针对嵌入式 Linux 高性能、轻量级的 GUI 系统性能特点,利用 Qt/Embedded 的图形平台和函数库实现了 GPRS/GSM 移动终端的上层图形应用程序,实践效果良好。

2 GPRS/GSM 通信平台环境

2.1 硬件平台

基于 INTEL 公司的 Pxa270 处理器开发平台,系统硬件的组成如图 1 所示。Pxa270 处理器是基于 ARMV5TE 体系结构的最新一代 Xscale ARM10E 内核 16/32 bit RISC CPU,工作频率为 512 MHz,支持 16 位 Thumb 指令和 DSP 扩充,支持 Intel Wire lessMMX 2 指令集和扩展单指令多数据流指令。片内外设包括 USB 控制器、PC-MCIA/SD/MMC 卡控制器、I²C 控制器、UART 控制器、AC97 控制器、实时时钟、PWM 控制器、SSP 串行接口等,是一款高性能、低功耗、32 位的 RISC 微处理器。平台是采用核心板加功能板的模式,核心板具有最小系统运行所需要的硬件,包括 CPU、FLASH(32 MB)、SDRAM(64 MB)和 CPLD 等。同时配备了 JTAG 接口完成程序的下载、调试工作。功能板上功能接口主要包括以太网接口、串口、红外接口、液晶/触摸屏接口、MMC/SD 卡接口、CAN 总线接口、USB 接口等^[1,2]。

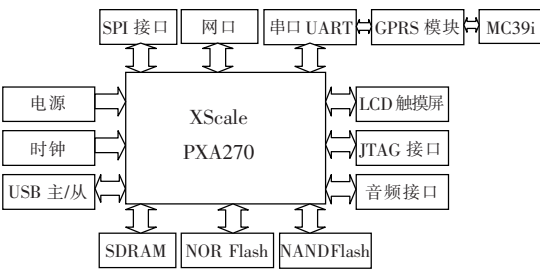


图 1 系统硬件平台
Fig. 1 System hardware platform

GPRS 模块完成无线上网功能,选用 SIE-MENS 公司的 MC39i,该模块采用自行设计的外围电路。通过 ZIF 为用户提供 SIM 卡、RS-232、语音等接口,可轻松实现与模块的联通。MC39i 是一款 GSM 双频(900/1 800 MHz)模块,支持 GPRS10,还支持 Packet Broadcast Control Channel (PBCCH),尺寸小巧(54.5 mm×36 mm×3.6 mm),功耗低。

2.2 软件平台

软件平台的搭建分为两部分:一是搭建 PC 机开发环境;二是搭建目标设备上的运行环境。

2.2.1 PC 机开发环境

采用虚拟机“深度 VMware6.0 完美精简汉化版+VMware Tools”,安装 Red Hat Linux9.0 时默认桌面是 GNOME 环境,而为了更好地适合开发 QT/E,选择 KDE 桌面环境。QT 安装主要涉及到的软件包为:

- ①tmake-1.11.tar.gz:提供编译工具,包括 progen 与 tmake,只要安装了 perl 包,就可以直接运行;
- ②qt-x11-2.3.2.tar.gz:生成相应的 QT 工具,包括 designer 和 qvfb 等;
- ③qt-embedded-2.3.7.tar.gz:提供了 qte 库,是为了调试时,对程序进行本机编译 linux-x86-g++使用的库,通过它编译的程序,可以在 PC 机的虚拟 framebuffe 中运行;
- ④e2fsprogs-1.35.tar.gz:在安装 qtopia 需要用到,应先编译,然后把 uuid 目录和静态库 luudi.a 包拷贝到 qtopia 的相应目录;
- ⑤qtopia-free-1.7.0.tar.gz:为了提供 PC 端 qte 桌面环境。

使用的设计工具主要有:QtDesigner,用于设计窗口组件(widgets)的应用程序,最后生成一个 file.ui;Progen,生成 Qt/Embedded 应用工程文件;Tmake,生成 Qt/Embedded 应用工程的 Makefile 文件;Uic,从 XML 文件生成代码的用户界面编译器,用来将 file.ui 文件生成 file.h 和 file.cpp 文件。另外,安装函数库和资源包就可进行 Qt/Embedded 应用程序的开发、编译和调试。

Qt-2.3.7 库的交叉编译工具使用 xscalev1_010001.tar.gz,在解压以后把环境变量 PATH 指向它的 bin 目录即可使用。Qt-2.3.7 的库用交

叉编译工具交叉编译后,做 ARM 平台上的动态库连接。将 tslib 触摸屏支持库 tslib. tar. bz2 进行编译拷贝相应文件到 qt-2. 3. 7 中和 qt-2. 3. 7 一起编译生成两个关键的库文件:libqte. so. 2. 3. 7 和 libts-0. 0. so. 0. 1. 0,前者是 QT/Embedded 的库函数,后者是触摸屏支持函数。

2.2.2 目标设备程序运行环境

Bootloader 选用 Boot-XSBase270_010004. tar. gz,解压进行交叉编译后生成目标设备上可运行的 boot,通过 jflash 工具下载到目标设备上。Linux 2. 4. 21 内核经过配置和裁剪并经过交叉编译后生成在目标设备上可运行的 ARM-Linux,通过串口调试工具下载到目标设备。文件系统采

用 rootfs270qt. img 工具生成 jffs2 下载到目标设备。

3 功能模块实现

3.1 AT 命令协议模块

MC39I 是双频 GSM/GPRS 无线模块,支持标准 ITU-T 的 AT 命令集。通过终端适配器或者终端设备发送 AT 指令来控制移动台的功能。因此,只要向串口写入相应功能对应的 AT 指令即可让 MC39I 完成相应的任务。移动设备中主要是实现短消息和语音拨号,所用到的 AT 指令如表 1 所示^[3]。

语音通话分为拨打、接通和挂断 3 种行为。

表 1 AT 指令功能表
Table 1 AT Instruction function

AT 指令	功能说明	AT 指令	功能说明
AT+CMGC	设置窗体控件的属性和信号	AT+CSQ	检测信号的强度指示
AT+CMGD	删除 SIM 卡内存的短消息	AT+CSMS	选择短消息服务
AT+CMGL	列出 SIM 卡中的短消息 PDU/Text	ATD	拨号
AT+CMGF	选择短消息格式:0—PDU;1—文本	AT+CSMP	设置短消息文本模式参数
AT+CMGR	读短消息	ATH	呼叫挂起
AT+CMGS	发送短消息	ATA	呼叫应答
AT+CMGW	向 SIM 内存中写入待发的短消息	向 SIM 内存中写入	短消息中心地址
AT+CMSS	从 SIM 内存中发送短消息	AT+CPMS	选择短消息存储区
AT+CNMI	新消息提示	AT+CSCB	选择蜂窝广播消息

通过串口向 MC39i 模块写入“ATD+被叫电话号码”,即可实现语音的拨打,如果从存储在 SIM 卡中的电话本上直接拨打时采用“ATD+被叫号码存储在电话本位置”即可,每隔 150 ms 向串口读一次,看是否有数据到来。如果有数据,并且是 AT 命令表示有电话,则利用重载的 nwrite() 函数向模块写入应答命令 ATA:nwrite(fd, "ATA\r\n", sizeof("ATA\r\n")) 从而建立通话连接。向模块写入 ATH 指令即可挂断:nwrite(fd, "ATH\r\n", sizeof("ATH\r\n"))。

短信收发有两种新的短信协议,一种是基于 AT 的 TextMode(纯文本格式),另一种是基于 AT 的 PDUMode(协议数据单元),而 PDU 采用二进制内容或文本短信经过十六进制编码后进行传送,可以实现收发中文短信。由于本终端要发

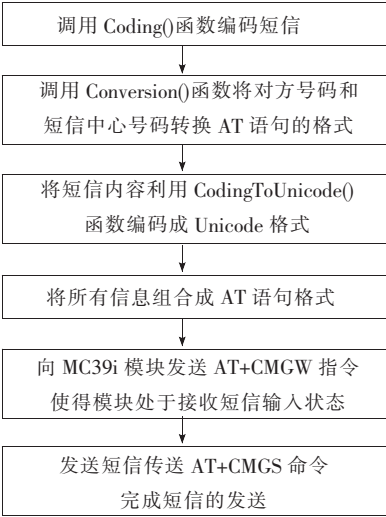


图 2 PDU 的编解码过程

Fig. 2 PDU CODEC process

送图片、铃声、其他编码的字符(如中文)就必须采用 PDU 模式;发送和接收中文或中英文混合的短信息也只能采用 PDU 模式。PDU 模式收发短信可以使用 3 种编码:7-bit、8-bit 和 UCS2 编码。7-bit 编码用于发送普通的 ASCII 字符,8-bit 编码通常用于发送数据消息,UCS2 编码用于发送 Unicode 字符。PDU 的编解码过程如图 2、图 3 所示。

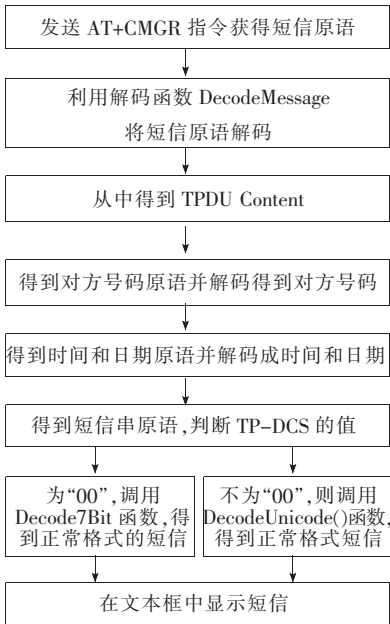


图 3 7-bits 解码和 USC2 解码

Fig. 3 7-bits decoding and USC2 decoding

3.2 串口模块的实现

采用 RS-232-C 标准串口负责与监控终端的 MC39i 模块的连接。在 Linux 下,串口设备都被映射为/dev/ttyS0 FFUART,串口模块实现步骤分为打开串口、串口设置、串口写入 3 个函数^[4,5]。

(1)打开串口函数 int Serial::open_port(int fd,int port)

利用输入的 port 值打开终端设备相应的串口,恢复串口为阻塞状态、测试是否为终端状态。利用代码 fd = open("/dev/ttyS0", O_RDWR|O_NOCTTY|O_NDELAY)打开调试串口,其中 O_NOCTTY 标志使系统不会把该程序作为对应该端口的控制终端,否则用户的进程要响应任何一个外部输入。在此函数中利用 if-else 语句在其中调用 open()函数,实现多个端口设备打开的选择,使得程序的可移植性更好。

fcntl(fd,F_SETEF,0)<0 是 Linux 系统用来改变已打开的文件的性质,这里用来设置串口的文件描述符的打开方式:恢复串口的状态为阻塞状态,用于等待串口数据的读入。串口为阻塞时,当发生意外情况,如突然断电或复位,缓冲区的数据被标记,下次可以继续使用,否则在这种情况下会丢失。

isatty(STDIN_FILENO)用来检测设备类型,如果文件描述符引用一个终端设备,则返回 1,用以确认串口是否正确打开。

(2)设置串口函数 int Serial::set_opt(int fd, int nSpeed, int nBits, char nEvent, int nStop)

该函数中主要包括的功能有:设置数据位、奇偶校检位、波特率、停止位、等待时间和最小接收字符、处理未接收字符、激活新配置。在设置波特率和设置字符大小时并没有现成可用的函数,需要用位掩码。其步骤为先去除了数据位的位掩码,再重新配置。这些位掩码基本都在 termios.h 中定义。

```
tcgetattr(fd, &oldtio); //保存原先串口配置
cfsetispeed(&newtio, B9600); //设置波特率函数(设置速度为 B0 可使 Modem 挂机)
tcflush(fd, TCIFLUSH); //处理要写入的引用对象
tcsetattr(fd, TCSANOW, &newtio); //激活配置
#include<termios.h>
struct termio
```

```
{ unsigned short c_iflag; //输入模式标志
  unsigned short c_oflag; //输出模式标志
  unsigned short c_cflag; //控制模式标志
  unsigned short c_lflag; //本地模式标志
  unsigned char c_line; //行控制 (line discipline) 元素,不能在 POSIX 相容的系统下使用
  unsigned char c_cc [NCC]; //超时参数和控制字符的定义
  }gprstio
```

(3)串口写入函数 int Serial::nwrite (int serialfd, const char * data, int datalength)

读写串口操作和读写普通文件一样,利用 read 和 write 函数即可实现,这里利用自己编写的 nwrite()函数,在内部按需要多次调用 write()函数,并且从当前偏移量处开始,最后返回写入的

字符总数目。向串口标示符 serialfd 写入由 data 指针指定的 datalength 长度的字符串,该函数主要用于终端对 GPRS 模块输入 AT 指令,从而达到控制 GPRS 模块的作用。

初始化向串口写入 AT 命令获得短消息中心地址: nwrite (fd, " AT + CSCA? \r\n", sizeof ("AT+CSCA? \r\n"));

向串口写入 AT 命令列出 SIM 卡中的短消息: nwrite (fd, " AT + CMGL = 4\r\n", sizeof ("AT+CMGL=4\r\n"));

3.3 GUI 界面的实现

GUI 界面的实现包括两方面,一方面是 GUI 本身的设计,另一方面是 GUI 界面对串口模块和 AT 命令协议模块接口的调用并对内容的显示^[6,7]。

3.3.1 建立窗体

QT designer 是一个和 VB 有少许相似的可视化图形界面设计接口的设计器。首先运行 source host. profile 文件,来设置 designer、交叉编译链、progen、tmake 等工具的路径和库函数的路径。在 file-> new 中选择新建一个对话框(widgets)部件,此后 designer 图形开发界面中同时有对话框和主窗口,主窗口中可以放置工具条、菜单栏、侧边框属性等子窗口部件,而新建出来的对话框就是用来在上面设计 GUI 界面的部件。(有两个主界面,所以要新建两个 widgets)。GUI 设计流程如图 4 所示。

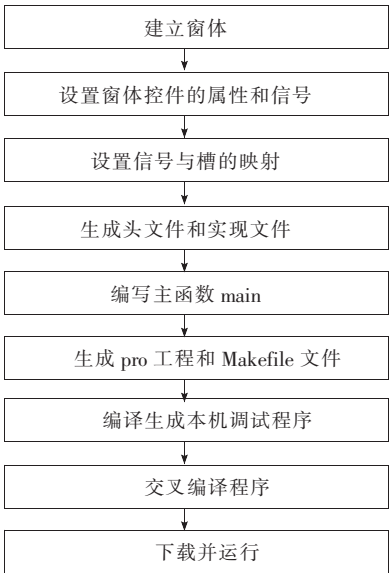


图 4 GUI 设计流程

Fig. 4 Flow chart of GUI design

3.3.2 向窗口中拖入控件并设置各控件的属性
和信号

3.3.2.1 短信 GUI 界面的设计(程序启动界面)

①短信中心号码文本框:显示短信中心号码,属性为只读;

②内容(左)文本框:预发送的短信内容;

③对方号码文本框:预发送短信的接收人的号码;

④内容(右)文本框:显示读出来的内容,属性为只读;

⑤状态文本框:显示所有的状态信息;

⑥电话拨打按钮:进入电话拨打的 GUI 界面;

⑦发送按钮:发送短信(发送前检测短信中心号码,接受号码和内容是否为空);

⑧打开按钮:打开“对方号码”指定 ID 短信。

3.3.2.2 添加电话拨打的 GUI 控件

①拨打按钮:拨打手机号码文本框中的电话号码;

②挂机按钮:点击挂机按键停止通话;

③退出按钮:点击退出按键退出系统;

④切换到短信按钮:点击切换到短信按键,切换到短信界面;

⑤添加手机号码文本框:框里面输入手机号码,点击拨打按键拨打号码,点击挂机按键中断通话;

⑥数字和字符按键:手机数字和字符按键共 12 个按钮,类似手机键盘的功能;

⑦拨打状态框:初始化串口成功,获得广播地址,状态框显示连接成功。

3.3.3 设置信号与槽的映射

(1)短信 GUI

QObject:: connect (B _ Close, SIGNAL (clicked ()),this,SLOT(close_slot()));

QObject:: connect (B _ Open, SIGNAL (clicked ()),this,SLOT(open_slot()));

QObject:: connect (B _ Send, SIGNAL (clicked ()),this,SLOT(send_slot()));

QObject::connect(B_Call,SIGNAL(clicked ()),this,SLOT(call_slot()));

B_0-> setPixmap (QPixmap (StringDir + "0. png"));

(2)电话 GUI

```
QObject::connect(B_exit,SIGNAL(clicked()  
) ,this,SLOT(exit_slot()));  
QObject::connect(B_Call,SIGNAL(clicked()  
) ,this,SLOT(Call_slot()));  
QObject:: connect ( B _ Down, SIGNAL  
(clicked () ),this,SLOT(Down_slot()));  
QObject:: connect ( B _ Message, SIGNAL  
(clicked () ),this,SLOT(Message_slot()));
```

3.3.4 生成头文件和实现文件

经过上述设置的界面文件保存后就是 ui 文件了,它是一种 XML 语言写的一种文本,通过 qt-2.3.2 提供的 uic 工具,可以将 ui 文件转换为对应的 .cpp 文件和 .h 文件。

命令为: # uic xxx. ui -o xxx. h 生成. h 文件; # uic xxx. ui -i xxx. h -o xxx. cpp 生成. cpp 文件。

3.3.5 编写主函数 main. c

```
int main( int argc, char**argv )  
{  
    QApplication a(argc, argv)
```

3.3.6 文件生成

利用所有编写的项目文件生成项目工程和 Makefile 文件,利用 progen 工具生成 pro 工程文件和 tmake 工具生成 Makefile 文件。

3.3.7 编译生成本机调试程序

编译生成本机调试程序时,要确保 tmake 生成的 makefile 文件里的 CC = gcc CXX = g++ LINK=g++

LIBS= \$(SUBLIBS) -L \$(QTDIR)/lib -lm -lqte,并且正确设置编译器的路径和链接库的路径。否则在编译时会提示找不到-lts 和编译器错误。编译成功以后即可在 qvfb 的虚拟帧缓冲中运行了。

3.3.8 交叉编译程序

这时要确保 tmake 生成的 makefile 文件里的 CC = arm-linux-gcc CXX = arm-linux-g++ LINK=arm-linux-g++ ,LIBS= \$(SUBLIBS)-L\$(QTDIR)/lib -lm -lts -lqte,并且正确设置编译器的路径和链接库的路径,否则编译的程序在目标板上不能使用触摸屏或者在编译时提示编译器错误。

最后,利用 ftp 协议下载到设备监控终端上即可成功运行程序。

4 系统测试结果与分析

4.1 系统测试结果

短信中心号码是初始化 MC39i 模块中的 SIM 卡时自动得到,利用触摸屏的软键盘输入对方号码和短信内容“Hello Mobile Terminal!”,单击“发送短息”按钮,对方设备终端会立即收到短信,回复内容“OK”,终端收到提示“有新短信,是否阅读?”,单击“是”按钮,在文本框内显示短信内容。语音拨打时,输入对方号码,直接按“拨打按钮”从而连通对方电话号码。系统测试结构如图 5 所示。



图 5 系统测试结果与 GUI
Fig.5 System test results and GUI

4.2 系统结果分析

该通信平台的实现为嵌入式远程监控和数据采集提供了解决方案,只需将短信的显示改为识别短信内容,按照短信内容利用不同的函数进行

不同操作。同时可以利用 GPRS 无线上网,实现数据上传/下载。随着嵌入式技术的成熟和无线网络的发展,嵌入式设备智能化、网络化成为一种趋势,普通的嵌入式设备加上 GPRS 模块,即可

实现无线上网和无线控制。同时,QT 开发出来的应用程序具有很好的可移植性,可将在 Linux 上的 GUI 移植到不同架构、不同操作系统上。

5 结 论

GPRS/GSM 无线数据传输监控系统有很大的应用范围,采用 SIEMENS 的新一代移动通信 GPRS/GSM 模块 MC39i,几乎所有中低速率的

数据传输业务都可以应用,特别是点多分散的数据传输、跨地域的企业应用、条件差和野外的使用环境、中小数据通信量的数据传输、移动数据传输(移动车辆等)以及手持设备的应用等。另外,QT/Embedded 开发的优秀的人机交互接口使得系统更容易实现,开发周期短,使用中既经济又方便,因此,GPRS/GSM 无线数据传输监控系统具有非常广阔的市场应用前景。

参 考 文 献:

[1] Intel Corporation. IntelPXA27X processor family developer's Manual [R]. USA: Intel Co. , 2004.

[2] 亿道电子技术有限公司. XSBa se270 LINUX 实验上机指导书 [R]. 深圳:亿道电子技术有限公司, 2005.

[3] AOE. EC51/52 GSM /GPRS MODEM AT Commands Manual [EB/OL]. [2009-12-10]. http://www.ec66.com/ad_gprs. 2004.

[4] 孙琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解 [M]. 北京:人民邮电出版社,2006.

[5] Stevens Richard W, Rago Stephen A. UNIX 环境高级编程(第二版) [M]. 尤晋元,张亚英,戚正伟,译. 北京:人民邮电出版社,2006.

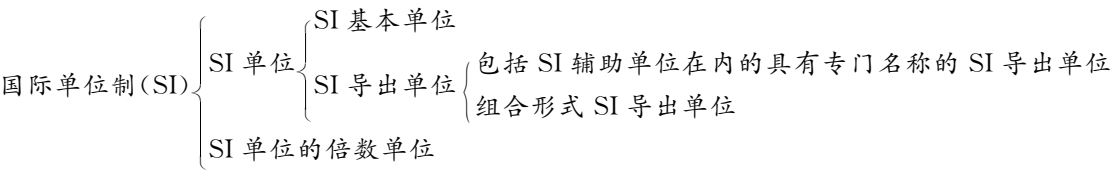
[6] 刘良勇,侯友夫,荣延平,等. 速度控制器图形化显示系统研究 [J]. 液晶与显示,2008,4(2):168-172.

[7] 何剑锋,邬文彪,李宏穆,等. 嵌入式 Linux 系统的 Qt/Embedded 图形界面开发 [J]. 电子工程师,2007,7(7): 46-48.



国际单位制(SI)

在科技期刊和科技论文中,要求物理量和单位使用国际单位制(SI)和法定计量单位。国际单位制的构成是:



公差表示法

1. 参量与其公差单位相同时,单位可以只写 1 次。例如:“12.5 mm±0.2 mm”可写为“(12.5±0.2)mm”,但不得写作“12.5±0.2 mm”。公差用百分数表示时,例如:“λ=550 nm±2 %”这种表示是错误的,应为“λ=550×(1±0.02)nm”。
2. 参量的上、下公差虽不相等但单位相同时,公差分别写在参量的右上、右下角,且单位只写一次,例如:10^{+0.1}_{-0.2}g;当参量与公差单位不同时要分别写出,例:30 cm⁺⁵₋₃ mm。
3. 参量上、下公差的有效数字应全部写出。例如:18^{+0.200}_{-0.255} mg。
4. 参量的上或下公差为“0”时,“0”前面的符号应省略。例如:273₀⁺¹ K。
5. 表示 2 个绝对值相等、公差相同的量值范围时,范围号不能省略。例如:(-7.0±0.5)~(7.0±0.5)℃。
6. 表示带百分数公差的中心值时,百分号只需写 1 次,且“%”前的中心值与公差应用括号括起来。例如:(65±0.5)%。