

第 1 章



嵌入式 Linux 环境搭建

1.1 背景知识

1.1.1 嵌入式 Linux 系统

嵌入式系统 (Embedded System) 是为完成某种特定的功能而设计的一个计算机硬件、软件和一些必要的机械部件的集合体。例如,现在的智能手机不仅提供了通话短信功能,其上的各种应用软件还为用户的衣食住行提供了服务。所以嵌入式系统是一种应用系统,它是以计算机技术为基础,软硬件可裁剪,适应应用系统要求的专用计算机系统。

嵌入式 Linux 系统就是利用 Linux 自身的许多特点,把它应用到嵌入式系统中。Linux 做嵌入式的优势有以下几点:首先, Linux 是开放源代码的,不存在黑箱技术,遍布全球的众多 Linux 爱好者都是 Linux 开发者的强大技术支持;其次, Linux 的内核小、效率高,内核的更新速度很快;第三, Linux 是免费的 OS,在价格上极具竞争力。Linux 还有着嵌入式操作系统所需要的很多特色,突出的就是 Linux 适用于多种 CPU 和多种硬件平台,是一个跨平台的系统。到目前为止,它可以支持二三十种 CPU,且性能稳定,裁剪性很好,开发和使用都很容易。很多 CPU 包括家电业芯片,都开始做 Linux 的平台移植工作,其移植的速度远远超过 Java 的开发环境。也就是说,如果今天用 Linux 环境开发产品,那么将来更换 CPU 就不会遇到困扰。同时, Linux 内核的结构在网络方面是非常完整的, Linux 对网络中最常用的 TCP/IP 协议有最完备的支持,提供了包括十兆、百兆、千兆位的以太网络,以及无线网络、光纤甚至卫星的支持,所以 Linux 很适合做信息家电的开发。

Linux 在快速增长的无线连接应用主场中有一个非常重要的优势,就是其有足够快的开发速度。这是因为 Linux 有很多工具,并且 Linux 为众多程序员所熟悉。因此,我们要在嵌入式系统中使用 Linux 操作系统。

1.1.2 嵌入式 Linux 开发环境

嵌入式设备的资源并不足以用来开发软件,因此通常采用主机与目标板结合的交叉开发模

式来开发软件，即在 PC 上编辑、编译软件，然后在目标板上运行、验证程序。

在 PC 上学习 Linux，必须要有一个 Linux 环境，要学习嵌入式 Linux 开发，就需要一套嵌入式开发板和配套的嵌入式编译器。鉴于国内的个人电脑大多使用 Windows 系统，为了方便学习和管理，通常需要安装虚拟机软件，使人们能够在 Windows 系统中进行嵌入式 Linux 的学习与开发。由此可见，嵌入式 Linux 开发环境组成通常如图 1.1 所示。



图 1.1 嵌入式 Linux 开发环境组成

1.2 预习准备

1.2.1 预习要求

- (1) 了解嵌入式 Linux 在日常生活中的应用及其大致工作原理。
- (2) 了解 Linux 操作系统的特点及其组成结构，了解流行的几种 Linux 操作系统的发行版本。
- (3) 了解几种常见的虚拟机软件，理解交叉编译器的概念。

1.2.2 实践目标

- (1) 掌握 Linux 系统虚拟机安装方法。
- (2) 掌握虚拟机与主机设置共享文件目录的方法。
- (3) 掌握嵌入式 Linux 交叉编译器的安装方法及其环境配置。
- (4) 熟悉 Linux 系统软件安装方法。

1.2.3 准备材料

1. Linux 安装光盘文件

常见的 Linux 系统发行版本有十几种，不同的版本多少有一些差异，基于桌面环境易用度考虑，本书推荐选择 Ubuntu 16.04 或者 Ubuntu 的轻量化分支版本 Xubuntu 14.04。Ubuntu 16.04 系统较新、功能最全，适合配置较高的计算机，Xubuntu 14.04 的桌面主题更接近 Windows，对系统资源要求更少，适合配置较低的计算机。两种 Linux 系统的 Desktop 版本都有 32 位和 64 位系统可选择，考虑到交叉编译器的兼容性问题，建议系统性能一般的计算机选择 32 位版本。

ubuntu-16.04-desktop-i386.iso 下载地址：<http://cn.ubuntu.com/download/>。

xubuntu-14.04.5-desktop-i386.iso 下载地址：<http://xubuntu.org/release/14-04/>。

以上地址可能给出的是 torrent 下载文件，还需要使用其他下载工具将真正的 ISO 文件下载到计算机硬盘上。

2. 虚拟机软件

下载 ISO 文件后，如果进行物理实体安装，则可以将 ISO 刻录成启动光盘，或者用工具软件制作成 USB 启动盘备用。本书推荐使用虚拟机软件安装虚拟 Linux 系统，这样不仅方便管理，还可以轻松挂载已经安装好的 Linux 虚拟机文件。

常用的免费虚拟机软件有 Oracle VM VirtualBox 和 VMware Player 两种。VirtualBox 支持 VDI 和 VMDK 等多种格式的虚拟机硬盘，软件更新速度较快，但在稳定性和兼容性方面比 VMware Player 稍弱，本书操作演示主要以 VMware Player 为主。

VirtualBox 下载地址：<https://www.Virtualbox.org/wiki/Downloads>。

VMware Player 下载地址：<http://www.vmware.com/go/downloadplayer-cn>。

对主机 Windows 系统，下载页面应选择 windows host 或 for windows 版本；如果主机是 Mac OS 系统，则可选择 VirtualBox 软件。

3. arm-linux-gcc 编译器

所谓交叉编译就是在宿主机上使用某种特定的交叉编译器，为另一个目标系统编译程序，得到的程序在目标系统上运行而非在宿主机本地运行。交叉编译器是在宿主机上运行的编译器，其命名方式一般遵循“处理器-系统-gcc”的规则。进行 ARM Linux 开发，通常选择 arm-linux-gcc 交叉编译器，本书配套使用友善之臂提供的 arm-linux-gcc-4.4.3 交叉编译器，下载地址为 <http://www.arm9.net/download.asp>。

1.3 实践内容和步骤

1.3.1 安装虚拟机软件及创建虚拟机

本节将以 VMware Player 12.1.1 虚拟机软件和 xubuntu-14.04.5-desktop-i386.iso 文件为例，演示软件安装和虚拟机创建过程。

在 Windows 系统中安装 VMware Player，该软件安装比较简单，一直按默认选项安装即可。软件安装完成后，进入的主界面如图 1.2 所示。

接下来，准备好 Linux 光盘文件和足够的硬盘空间（建议预留出 10GB 以上硬盘空间），在 VMware Player 软件界面中单击“创建新虚拟机”按钮，弹出如图 1.3 所示的向导对话框，选中“稍后安装操作系统”单选按钮，单击“下一步”按钮，选择客户机操作系统。

如图 1.4 所示，选择客户机操作系统为 Linux，选择系统版本为 Ubuntu，单击“下一步”按钮。

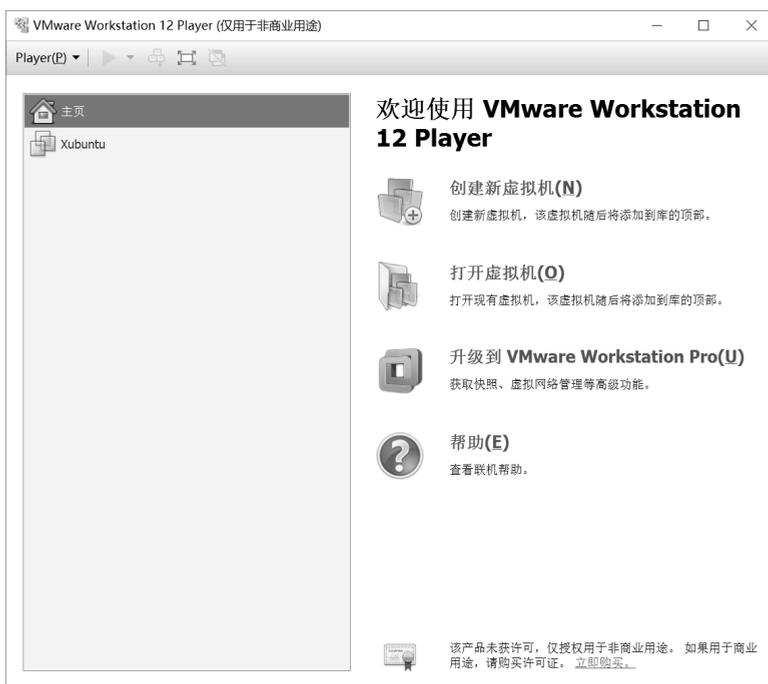


图 1.2 VMware Player 软件主界面



图 1.3 新建虚拟机向导



图 1.4 选择客户机操作系统

如图 1.5 所示，按图中所示设置虚拟机名称，选择虚拟机存放位置。新建的虚拟机默认存放在 VMware 程序目录中，目录位置不太好找，建议修改存放位置，要注意留有足够的硬盘空间（10GB 以上）。设置完成后，继续单击“下一步”按钮，进入指定磁盘容量页面。



图 1.5 命名虚拟机

如图 1.6 所示，指定磁盘容量时建议保留默认大小和拆分选项，单击“下一步”按钮，完成虚拟机创建。刚创建的虚拟机硬盘文件实际上并没有图 1.6 所示的 20GB，随着后续的使用和软件安装将会越来越大，其占用硬盘空间的上限就是指定的 20GB。

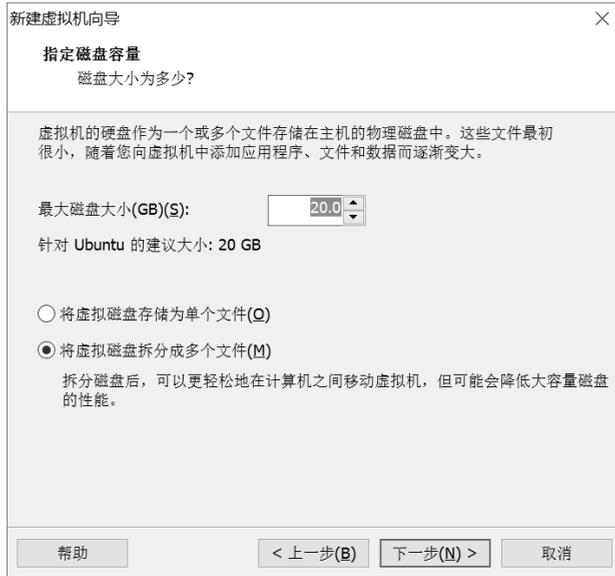


图 1.6 指定磁盘容量

新建虚拟机成功之后，如图 1.7 所示，在 VMware Player 主界面中可以看到左侧列表中已经添加了新建的 XB14 虚拟机，右击该虚拟机，弹出快捷菜单，选择“设置”选项。

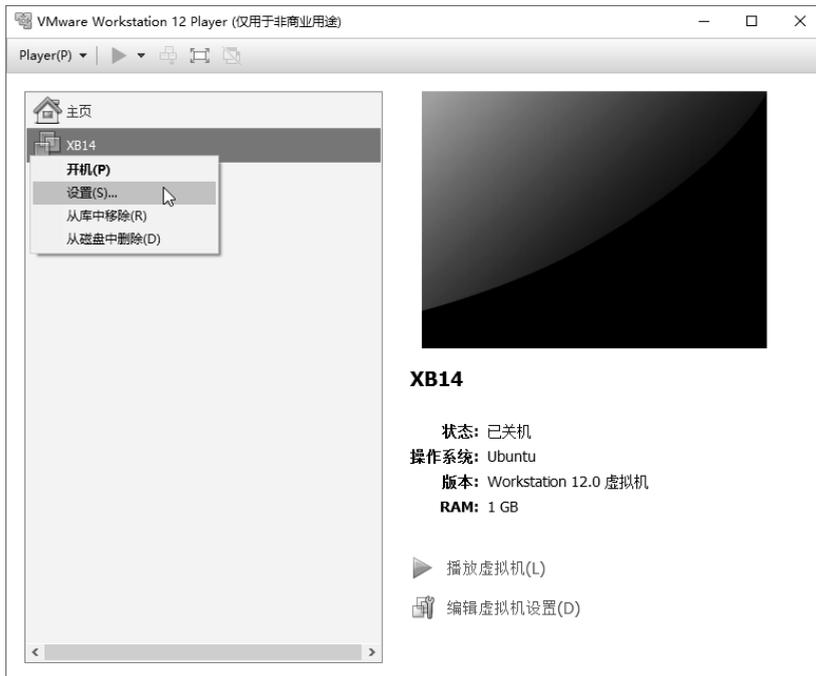


图 1.7 查看虚拟机列表

如图 1.8 所示，在“虚拟机设置”对话框中，首先选中左侧的 CD/DVD(SATA)，然后在右侧“连接”选项组中选中“使用 ISO 映像文件”单选按钮，浏览找到已经下载好的 Linux 系统的 ISO 文件，单击“确定”按钮保存设置。

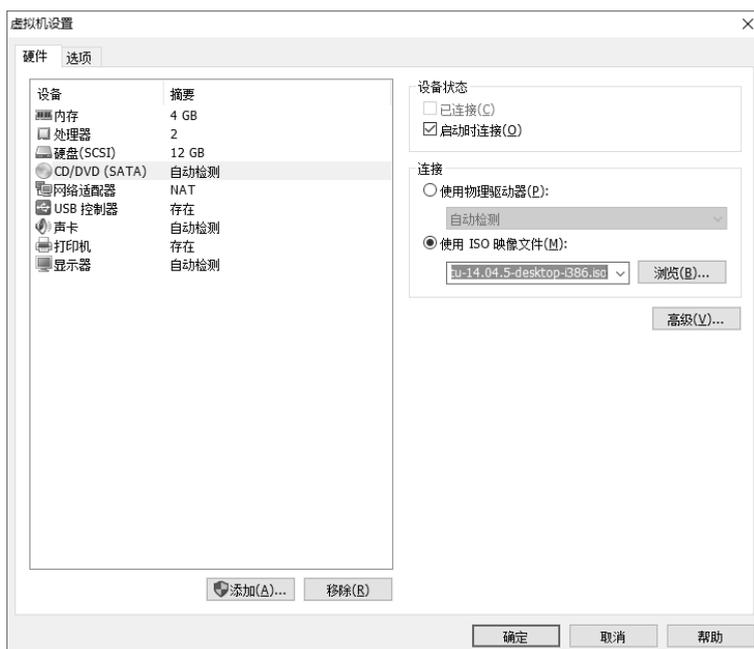


图 1.8 虚拟机启动光盘设置

回到 VMware Player 软件主界面后，双击 XB14 虚拟机，或选中虚拟机后单击其上方的绿色开机按钮，启动运行虚拟机。如图 1.9 所示，虚拟机最后停留在准备安装界面，在左侧的语言栏中拖动到最底部，选择“中文(简体)选项”，单击“安装 Xubuntu”按钮开始安装系统。



图 1.9 选择系统语言

如图 1.10 所示，为了节省系统安装时间，在安装配置页面中，“安装中下载更新”和“安装这个第三方软件”都不选中，直接单击“继续”按钮。

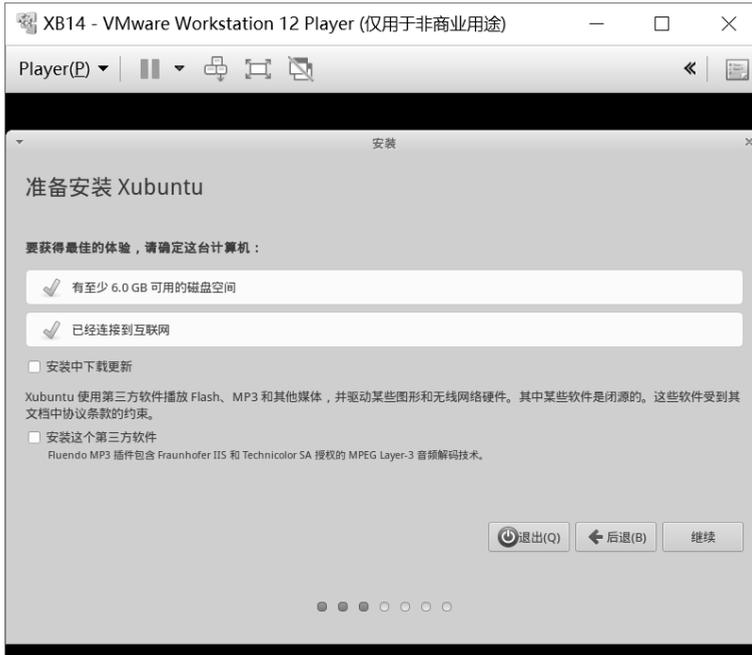


图 1.10 取消安装选项

选择安装类型，选中默认的“清除整个磁盘并安装 Xubuntu”单选按钮，其他不选，单击“现在安装”按钮，确认“继续”到下一步，如图 1.11 所示。



图 1.11 选择安装类型

如图 1.12 所示，选择时区，保持默认的 shanghai，单击“继续”按钮，其后的键盘布局

也保持为默认选项，单击“继续”按钮到下一步。



图 1.12 时区选择

如图 1.13 所示，设置用户名、密码。建议用户名使用英文，若使用汉字，则后期可能会出现软件不兼容的情况，本书中示例使用 fish 作为用户名。密码为 root 权限密码，一般而言，在学习时建议使用简单一点的密码，方便输入，登录选项建议选中“自动登录”单选按钮。

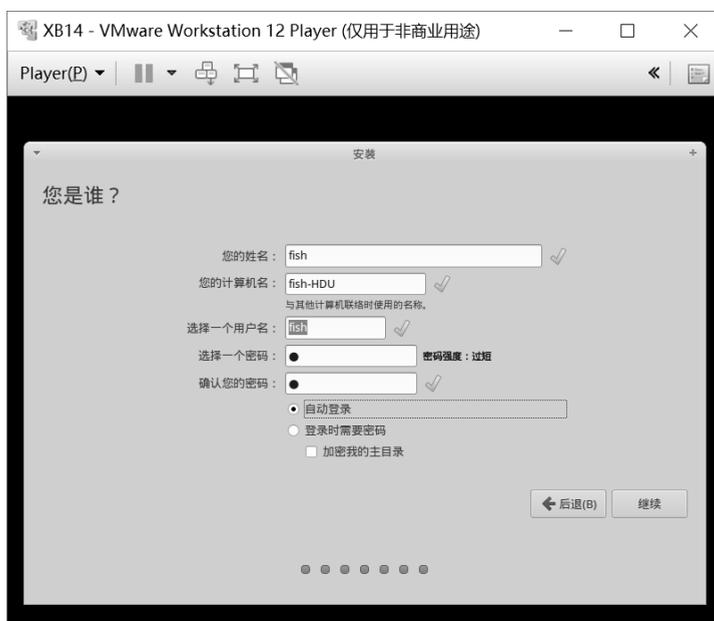


图 1.13 用户及密码设置

单击“继续”按钮后，等待系统安装完成，等待过程如图 1.14 所示。



图 1.14 等待安装完成

安装完毕后，单击“现在重启”按钮。重新启动系统时，窗口下方有信息提示按 Enter 键移除 Linux 系统安装光盘。系统顺利启动后，进入到 Linux 桌面环境，如图 1.15 所示。如果开始时询问是否升级，则应选择“不升级”并确认。如果开始时提示已有系统更新，现在是否安装，则应选择“稍后提醒”。系统更新时可能需要下载较多的更新文件，耗时较长，如果时间充裕且网络顺畅，可选择更新系统。



图 1.15 Xubuntu 系统桌面

1.3.2 安装虚拟机工具

Linux 系统安装成功后，可以发现，Linux 虚拟机的桌面始终固定在 800 × 600 分辨率。此

时，如果要把 Linux 桌面扩展到整个虚拟机软件窗口，并且支持 Linux 与 Windows 主机共享文件，则需要安装虚拟机工具 VMware Tools。

如图 1.16 所示，选择窗口上方的“Player” “管理” “安装 VMware Tools(T)...”选项，虚拟机自动装载附件光盘，并打开该光盘文件夹，如图 1.17 所示。



图 1.16 选择安装虚拟机工具包



图 1.17 VMware Tools 光盘文件夹

如图 1.18 所示，在 VMware Tools 文件夹中，右击空白处，弹出快捷菜单，选择“在这里打开终端”选项。



图 1.18 打开终端窗口

打开终端窗口后，可以看到，当前路径已经在虚拟机附件光盘路径下了，此时，输入如下命令解压光盘目录下的文件：

```
tar -zxvf VMwareTools*.tar.gz -C ~/
```

此处，tar 命令是 Linux 下的一个压缩包解压命令，本行命令的作用是将图 1.18 中当前目录下的 VMwareTools-10.0.10-4301679.tar.gz 文件解压到用户目录下。解压完成后，继续输入命令安装增强功能：

```
sudo ~/vmware-tools-distrib/vmware-install.pl
```

按回车键后，按照提示输入 root 密码（注意：输入密码时终端窗口不会显示已经输入的字符，初学者容易误认为没有输入而多次输入导致密码错误），再次按回车键，软件开始安装。如图 1.19 所示，此时提示找不到系统版本信息，询问是否强制安装，这里输入 yes 并确认。继续按回车键，直到安装结束。

```
fish@fish-virtual-machine:/media/fish/VMware Tools$ sudo ~/vmware-tools-distrib/vmware-install.pl
[sudo] password for fish:
open-vm-tools are available from the OS vendor and VMware recommends using
open-vm-tools. See http://kb.vmware.com/kb/2073803 for more information.
Do you still want to proceed with this legacy installer? [no] yes
```

图 1.19 确认安装 VMware Tools

注意：输入命令时，对于比较长的文件名或命令名，可以在输入前面几个字符后按 Tab 键完成后续的自动输入，这样比较方便。当然，Linux 文件名和命令名都区分字母大小写，如果输入错误，则按 Tab 键无效。

虚拟机增强功能安装完成后，在终端窗口中输入系统重启命令：

```
sudo reboot
```

系统重启后，最大化 VMware 软件窗口，如图 1.20 所示，现在可以看到，Linux 桌面已经

可以扩展到整个虚拟机软件窗口了。

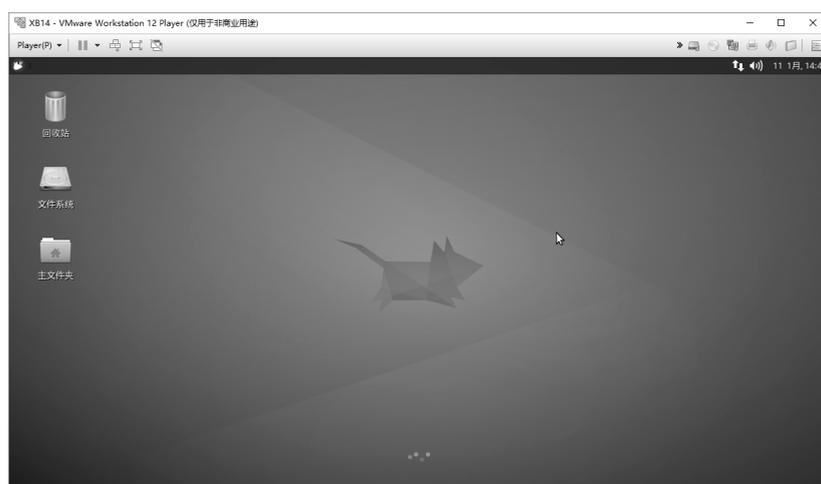


图 1.20 安装 VMware 和 Tools 后的桌面大小

1.3.3 设置共享文件夹

虚拟机软件通常通过设置共享文件夹功能来支持 Windows 主机和 Linux 虚拟机相互访问文件。进入 VMware Player 软件主界面后，如图 1.7 所示，右击要设置的虚拟机，选择“设置”选项。

注意：若虚拟机正在运行，应先关闭虚拟机。

在弹出的“虚拟机设置”对话框中，选择“选项”选项卡，再选择左侧的“共享文件夹”选项。如图 1.21 所示，将右侧的文件夹共享改为“总是启用”，并单击“添加”按钮。



图 1.21 启用共享文件夹

如图 1.22 所示,在弹出的设置向导后,进入“命名共享文件夹”页面时,选择好 Windows (主机)下要共享的文件夹。单击“下一步”按钮,继续单击“完成”按钮,最后单击虚拟机设置页面中的“确定”按钮,回到 VMware Player 软件主界面。

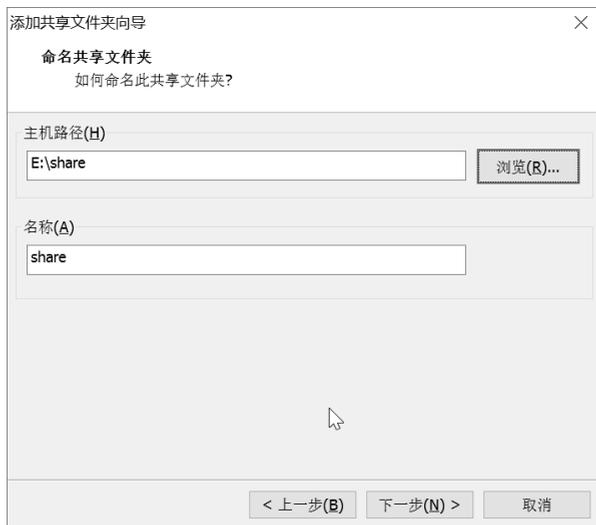


图 1.22 命名共享文件夹

在 VMware Player 主界面中,启动 Linux 虚拟机,进入桌面后,双击桌面上的文件系统图标,双击 mnt 文件夹图标,再双击 hgfs 文件夹图标,即可看到 share 共享文件夹。如图 1.23 所示,右击 share 文件夹,选择“桌面(创建链接)”选项,可以在桌面上为该共享文件夹创建一个快捷链接,这样可方便快速地访问共享文件。

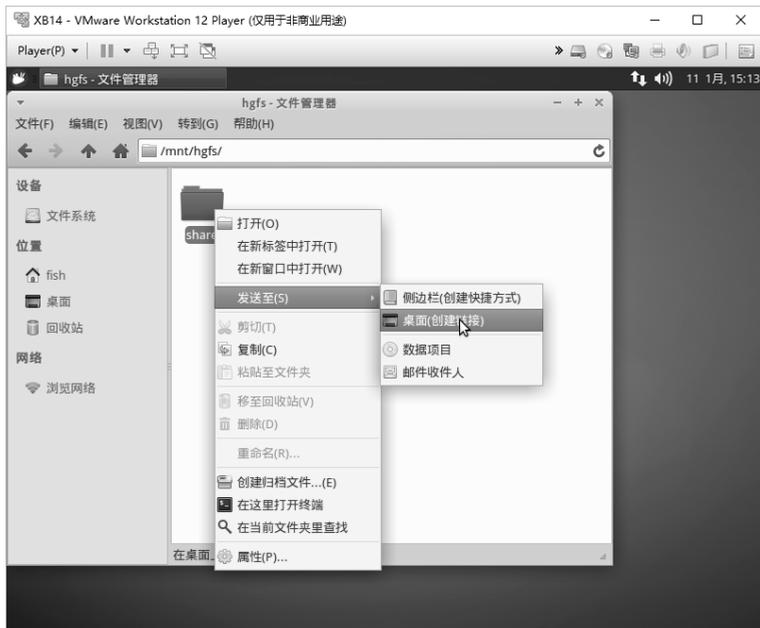


图 1.23 创建桌面快捷链接到共享文件夹

1.3.4 建立交叉编译环境

将下载的 arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz 交叉编译器压缩包文件复制到 Windows 系统中的共享文件夹路径下 (图 1.22 中为 E:\share), 然后在 Linux 虚拟机中打开桌面上的 share 快捷链接, 如图 1.24 所示, 即可看到共享的 arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz 压缩包文件。



图 1.24 查看共享文件

如图 1.24 所示, 右击空白处, 在弹出的快捷菜单中选择“在这里打开终端”选项。打开终端窗口后, 确认当前路径为/mnt/hgfs/share 文件夹, 现在开始解压文件, 把编译器安装到/opt/FriendlyARM/toolschain/4.4.3/目录下, 输入命令:

```
sudo tar xvzf arm-linux-gcc-4.4.3.tar.gz -C /
```

注意: 最后的 C 为大写, 表示设置解压路径。解压完成后如图 1.25 所示。

如果虚拟机安装的是 64 位 Linux 系统, 则需要安装 32 位的运行库软件包才能支持该交叉编译器运行, 在终端窗口中输入如下命令安装该软件包:

```
sudo apt-get install ia32-libs
```

编译器解压完成后, 还需要设置系统环境变量, 这样才能保证在任意路径下执行编译命令。在终端中输入命令修改系统配置文件, Xubuntu 系统中应输入命令:

```
sudo mousepad /etc/profile
```

Ubuntu 系统中应输入命令:

```
sudo gedit /etc/profile
```

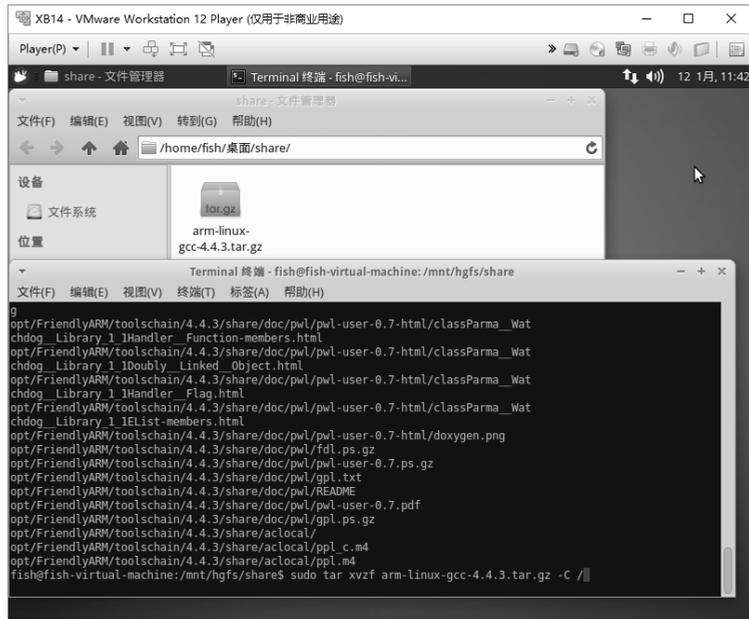


图 1.25 解压 arm-linux-gcc 编译器

如图 1.26 所示，在打开的编辑器窗口中，添加如下路径设置语句到 profile 文件的末尾：

```
export PATH=$PATH:/opt/FriendlyARM/toolschain/4.4.3/bin
```



图 1.26 配置系统路径 PATH 变量

注意：上面一行语句千万不要输错，特别是冒号和美元符号，如果输入错误，很可能导致系统启动后不能进入桌面。

保存并退出编辑器，重启系统或者注销并重新登录系统。注销重新登录时，可输入以下两行命令之一：

```
sudo skill -u fish
sudo restart lightdm
```

注意：第一行命令中的 fish 为当前用户名，可能需要自行修改，第二行命令不需要重新输入用户密码即可自动登录。

也可以单击桌面任务栏最左侧的系统图标，然后单击注销重启按钮，如图 1.27 所示。

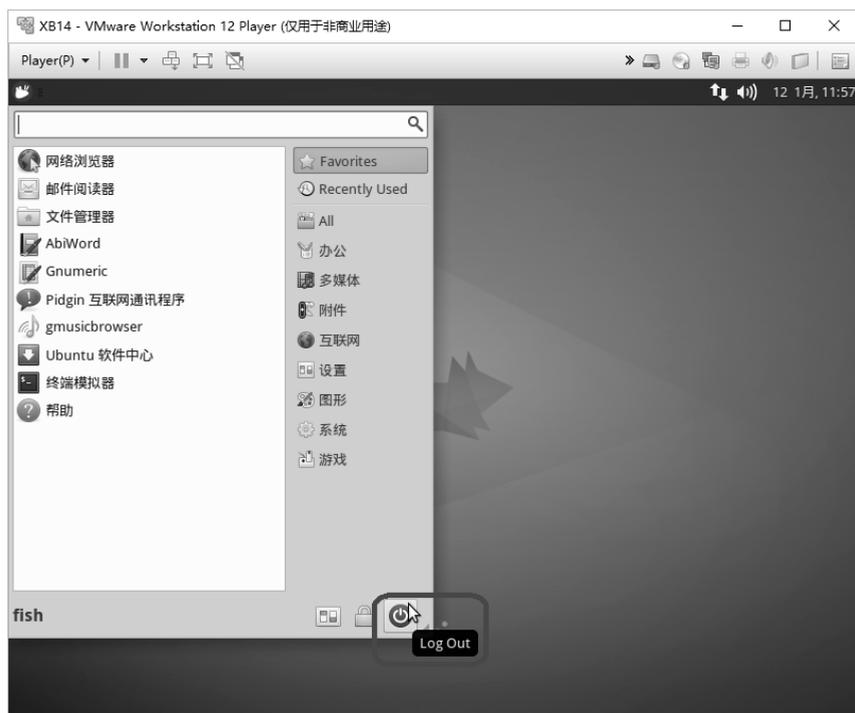


图 1.27 注销重启系统

重新登录到系统桌面后，按 `Ctrl+Alt+T` 组合键直接打开一个终端，输入命令检测 `arm-linux-gcc` 交叉编译器是否可用：

```
arm-linux-gcc -v
```

如图 1.28 所示，命令已检测出 `arm-linux-gcc` 编译器版本，表示编译器已经安装配置完成。

1.3.5 常用软件安装

系统刚装好后，可能需要安装的常用软件如下：

- 输入法：IBus 拼音输入法、搜狗输入法。
- 浏览器：火狐、谷歌、遨游。
- 办公软件：WPS。
- 开发环境：Code::Blocks、Eclipse、QT。

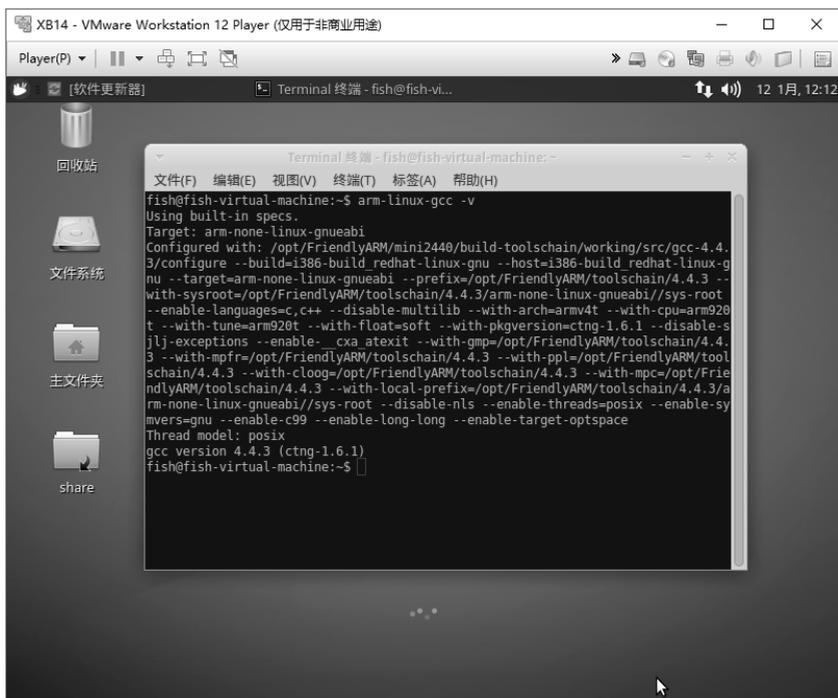


图 1.28 检查 arm-linux-gcc 编译器

(1) IBus 中文输入法安装。

单击任务栏最左边的图标, 选择“设置”菜单栏中的“Ubuntu 软件中心”选项, 打开软件中心窗口后, 在右上角搜索栏中输入 IBus。按回车键, 开始搜索, 选择第一个“键盘输入方法”, 单击“安装”按钮, 如图 1.29 所示。输入密码, 完成 IBus 输入法安装后, 要记得注销并重新登录系统。

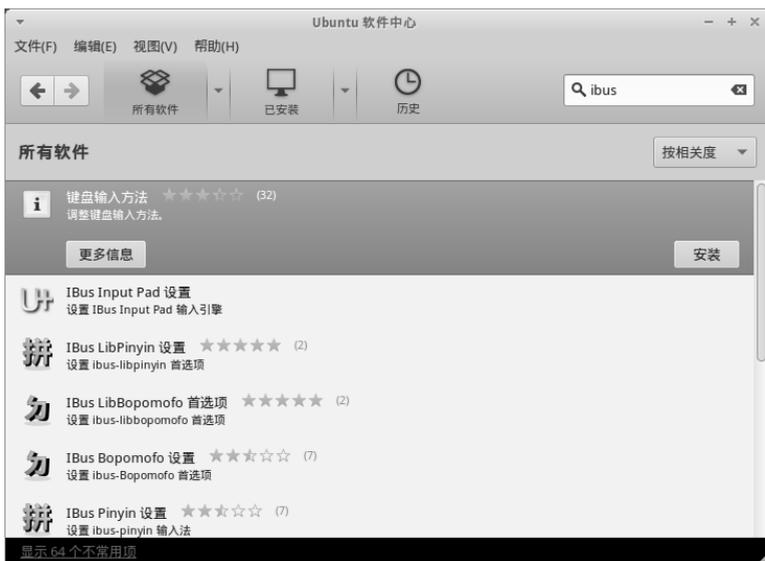


图 1.29 安装 IBus 输入法

按 Ctrl+Alt+T 组合键打开一个终端窗口，再按 Ctrl+空格切换输入法，如图 1.30 所示，现在可以输入中文了。

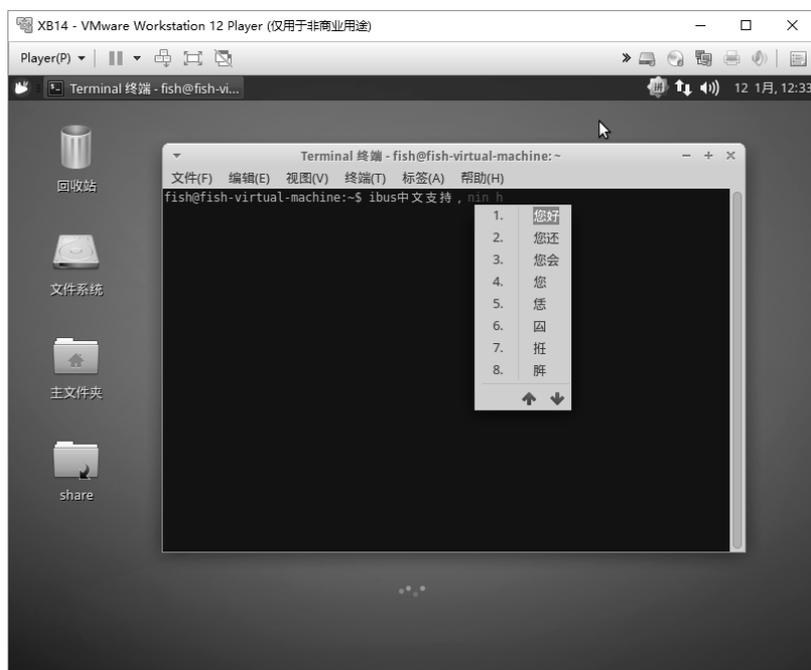


图 1.30 测试 IBus 输入法

(2) 安装 Code::Blocks。

Code::Blocks 是一个开源的全功能跨平台 C/C++ 集成开发环境，软件速度较快、功能较为实用，常用于 ARM Linux 平台应用开发。如图 1.31 所示，打开 Ubuntu 软件中心，在搜索栏中输入 codeblocks，选择 Code::Blocks IDE 进行安装。



图 1.31 安装 Code::Blocks 软件

Code::Blocks 安装完成后，可以在系统桌面任务栏菜单的“开发”栏中找到 Code::Blocks IDE，选择该项即可启动 Code::Blocks 软件。用户还可以右击“开发”栏中的 Code::Blocks IDE 项，然后选择快捷菜单中的“Add to Desktop”选项来创建一个 Code::Blocks 软件的桌面快捷访问图标。

注意：如果 Xubuntu14 没有安装 g++，Code::Blocks 编译程序时会报错，应先在终端下输入如下命令安装 g++ 软件：

```
sudo apt-get install g++
```

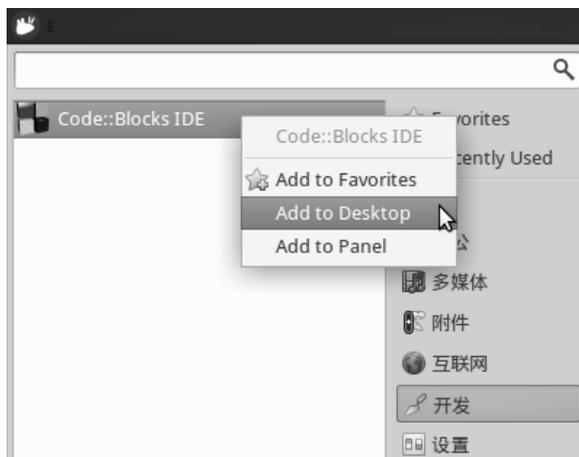


图 1.32 创建 Code::Blocks 桌面快捷图标

1.4 实践练习

- 1-1 参照 1.3 节完成 Linux 虚拟机和交叉编译环境的安装配置操作。
- 1-2 查阅资料，尝试安装 1.3.5 小节中提到的其他常用软件。