

高等院校计算机专业“十三五”规划教材

“新工科”配套教材

Linux应用实例教程

申丰山 编著



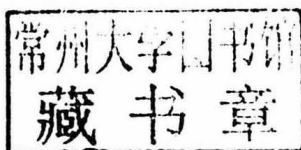
西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等院校计算机专业“十三五”规划教材

“新工科”配套教材

Linux 应用实例教程

申丰山 编著



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书共 10 章, 内容包括: Linux 实验环境搭建, 文件管理类命令, 进程和作业管理类命令, 设备 I/O 管理类命令, 用户和工作组管理类命令, 批处理操作接口(Shell), sed 非交互式文本处理器, awk 非交互式文本处理器, 并发进程/线程同步、互斥与通信程序设计, 开发环境安装与应用测试。

本书集教材、实验指导、手册于一体, 书中实例完整、丰富, 便于入门和提高。

本书可作为高等院校计算机及软件类本、专科专业的基础教材, 也可作为专业人员的培训教材以及相关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Linux 应用实例教程 / 申丰山编著. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2019.7

ISBN 978-7-5606-5347-1

I. ① L… II. ① 申… III. ① Linux 操作系统—教材 IV. ① TP316.85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 099137 号

策划编辑 高 樱

责任编辑 董柏娴 阎 彬

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2019 年 7 月第 1 版 2019 年 7 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 22

字 数 523 千字

印 数 1~3000 册

定 价 50.00 元

ISBN 978-7-5606-5347-1/TP

XDUP 5649001-1

如有印装问题可调换

前 言

Linux 已经成为越来越流行的操作系统。Linux 命令及 Linux 内核程序设计是 Linux 用户使用 Linux 系统的重要途径，也是深刻理解操作系统原理的实践基础。Linux 命令极其丰富，每个命令又可通过多种功能选项细化其功能，充分满足各种具体需求。Linux 命令的执行也非常灵活，既可以逐条输入，交互执行，也可以 Shell 脚本形式成批执行。这些内容形成了复杂的 Linux 命令系统。Linux 内核程序设计是对操作系统内核功能的编程应用，需要深入理解操作系统的原理，并掌握内核功能函数和 Linux 编程工具的使用方法，才能设计出好的内核程序。开发环境的安装及应用是 Linux 开发的基础。以上这些内容无疑需要通过充分的上机实践方能掌握。本书为上述内容的实验和实践提供了详细的实例化教程。

本书共 10 章。第 1 章介绍 Linux 实验环境的两种搭建方法、命令窗口的打开以及部分基础命令的用法。第 2 章介绍文件管理类命令的用法，包括目录及文件列表的查看，目录及文件的创建、复制、移动、删除，当前目录切换，文件查找，文件内容查看、编辑、共享、属性操作，文件压缩与解压缩、打包与解包等。第 3 章介绍进程和作业管理类命令的用法，包括进程查看、进程控制等。第 4 章介绍设备 I/O 管理类命令的用法，包括输入输出重定向和管道操作。第 5 章介绍用户和工作组管理类命令的用法，包括查看用户，用户组的创建、更改，新增用户，删除用户，删除用户组等操作。第 6 章介绍批处理操作接口 (Shell) 命令的用法及编程方法，包括 Shell 内部命令的用法，与 Shell 编程相关的变量操作、判断、循环、函数等用法。第 7 章介绍 sed 非交互式文本处理器命令的用法，包括文本的增加、删除、修改、查询、读、写、脚本编写等方法。第 8 章介绍 awk 非交互式文本处理器命令的用法，包括 awk 工作原理，文本域的输出、查找，文本写保存，awk 程序设计，字符串替换，参数传递，循环及数组等用法。第 9 章针对操作系统原理经典内容“并发进程/线程同步、互斥与通信”介绍其程序设计实现方法，包括 gcc 编译器基本用法、并发线程的编制、管道通信、共享内存通信、消息传递通信和套接字通信程序设计方法。第 10 章介绍常见开发环境安装与应用测试，包括 Java 开发基础包 jdk 的安装与应用、图形用户界面程序开发基础包 GTK 的安装与应用、Java 集成开发环境 Eclipse 的安装与应用以及数据库管理系统 MySQL 的安装与应用。

本书内容是在作者将操作系统理论与实践相结合的多年教学活动中不断丰富完善形成的，既可与操作系统理论教学配合使用，也可用于单独的 Linux 操作系统实验教学。

本书主要由申丰山编写。作者所在团队的多名成员参与了本书大纲的讨论与部分编写工作。王黎明教授一直支持作者从事操作系统教学工作，使作者有充分的时间和机会熟悉、积累和完善操作系统理论和应用知识，探索讲授技巧，为本书的成稿积累了重要的素材；

他本人编写了本书第 1 章和第 2 章的部分内容。张卓博士编写了第 3 章的部分内容。职为梅和张岳编写了第 4 章的部分内容。申丰山完成第 5~10 章内容的编写,并对全书进行统稿。书中某些章节参考了文献中列出的国内外著作的部分内容以及互联网上的某些内容,在此向这些作者一并表示衷心的感谢!还要感谢高樱编辑的热情支持和关心,本书的及时出版离不开她的热心和努力。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评、指正,以便共同改进教材。为方便课程讲授,本书配有教学课件、随堂上机操作资源,需要者可在西安电子科技大学出版社资源网下载,或与作者联系索取。作者通信电子邮箱:iefssh@mail.zzu.edu.cn。

作 者

2019 年 4 月

目 录

第 1 章 Linux 实验环境搭建.....	1	2.5.1 建立符号链接文件.....	55
1.1 物理安装.....	1	2.5.2 建立硬链接文件.....	56
1.2 虚拟安装.....	4	2.6 文件/目录属性操作.....	58
1.3 部分基础操作.....	7	2.6.1 变更文件/目录权限命令(chmod) ..	58
上机操作 1.....	9	2.6.2 变更文件或目录所有者 命令(chown)	61
第 2 章 文件管理类命令.....	10	2.6.3 变更文件或目录属组命令 (chgrp)	64
2.1 目录及文件基本操作命令.....	10	2.7 文件压缩与解压缩(gzip、gunzip)	66
2.1.1 显示目录列表命令(ls).....	10	2.7.1 使用 gzip、gunzip 压缩与 解压缩文件.....	66
2.1.2 显示当前工作目录命令(pwd).....	15	2.7.2 使用 bzip2、bunzip2 压缩与 解压缩文件.....	68
2.1.3 切换用户当前工作目录命令(cd).....	15	2.8 文件打包、解包(tar).....	70
2.1.4 创建目录命令(mkdir).....	16	2.8.1 文件及目录打包.....	70
2.1.5 复制目录或文件命令(cp).....	17	2.8.2 文件及目录解包.....	71
2.1.6 移动或重命名目录或 文件命令(mv).....	19	2.8.3 文件打包并调用 gzip 压缩.....	73
2.1.7 删除目录或文件命令(rm)	22	2.8.4 tar 调用 gunzip 解压缩文件并 解包.....	74
2.1.8 创建空白文件命令(touch).....	22	2.8.5 文件打包并调用 bzip2 压缩.....	75
2.2 文件查找命令.....	22	2.8.6 tar 调用 bunzip2 解压缩文件并 解包.....	76
2.2.1 普通文件查找命令(find).....	22	上机操作 2.....	77
2.2.2 程序文件查找命令(whereis).....	27	第 3 章 进程和作业管理类命令.....	81
2.2.3 查找命令所在位置命令(which).....	28	3.1 查看进程命令.....	81
2.3 文件内容查看命令.....	28	3.1.1 监视进程命令(ps).....	81
2.3.1 查看文件内容命令(cat).....	28	3.1.2 查看进程树命令(pstree).....	83
2.3.2 逐屏查看文件内容命令(more).....	29	3.1.3 即时跟踪进程信息命令(top).....	84
2.3.3 查看文本文件内容命令(less).....	30	3.1.4 查看占用文件的进程命令(lsof)	85
2.4 文件编辑处理命令.....	31	3.1.5 查看进程标识号命令(pidof).....	86
2.4.1 文件内容查找命令(grep).....	31	3.1.6 查看后台任务命令(jobs).....	86
2.4.2 域排序命令(sort).....	32	3.2 进程控制命令.....	87
2.4.3 记录连接命令(join).....	38	3.2.1 向进程发送信号命令(kill).....	87
2.4.4 文本剪切命令(cut).....	42		
2.4.5 文本粘贴命令(paste).....	45		
2.4.6 文件分割命令(split).....	47		
2.4.7 字符替换、压缩或删除命令(tr).....	51		
2.5 文件共享操作——建立链接文件.....	55		

3.2.2 将后台任务调至前台 运行命令(fg).....	89	6.1.3 取消别名命令(unalias).....	112
3.2.3 使后台暂停执行的命令继续 执行命令(bg).....	89	6.1.4 多命令执行.....	112
上机操作 3.....	90	6.2 Shell 编程.....	114
第 4 章 设备 I/O 管理类命令	91	6.2.1 变量赋值(=).....	115
4.1 输入输出重定向操作符.....	91	6.2.2 变量引用(\$变量名).....	115
4.1.1 输出重定向操作符(>、>>).....	91	6.2.3 清除变量值(unset).....	115
4.1.2 输入重定向操作符(<、<<).....	92	6.2.4 查看某些环境变量值(echo).....	116
4.2 管道操作符().....	92	6.2.5 设置或显示环境变量(export).....	116
4.3 打印管理操作命令.....	94	6.2.6 Shell 脚本程序命令行 参数访问.....	117
上机操作 4.....	94	6.2.7 查看命令返回值(\$?).....	119
第 5 章 用户和工作组管理类命令	96	6.2.8 数组赋值、引用、操作.....	119
5.1 查看用户.....	99	6.2.9 变量作用域：全局变量与 局部变量.....	123
5.1.1 查看用户信息命令(id).....	99	6.2.10 转义.....	126
5.1.2 显示用户名称命令(logname).....	100	6.2.11 引用.....	126
5.1.3 查看用户操作命令(history).....	100	6.2.12 命令替换.....	128
5.2 用户组管理.....	101	6.2.13 测试.....	129
5.2.1 创建一个用户组命令 (groupadd).....	101	6.2.14 if/else 判断.....	134
5.2.2 更改用户组名命令(groupmod).....	101	6.2.15 case 判断.....	136
5.2.3 新增用户账号命令(useradd).....	102	6.2.16 for 循环.....	138
5.2.4 为用户设置口令命令(passwd).....	102	6.2.17 while 循环.....	143
5.2.5 查看用户所属组命令(groups).....	103	6.2.18 until 循环.....	146
5.2.6 变更用户账号信息命令 (usermod).....	103	6.2.19 select 循环.....	148
5.2.7 切换用户身份命令(su).....	104	6.2.20 函数.....	151
5.2.8 查看当前登录用户名命令(w、 who、users、whoami).....	105	6.2.21 指定位置参数值.....	154
5.2.9 删除用户命令(userdel).....	106	6.2.22 移动位置参数.....	155
5.2.10 创建工作目录并将所有权 交给工作组命令(chgrp).....	107	6.2.23 自定义函数库.....	156
5.2.11 删除用户组命令(groupdel).....	108	6.2.24 递归函数.....	157
上机操作 5.....	108	6.2.25 非编辑器环境文本创建.....	159
第 6 章 批处理操作接口(Shell)	110	6.2.26 脚本范例.....	159
6.1 Shell 内部命令.....	110	上机操作 6.....	161
6.1.1 判断命令(type).....	110	第 7 章 sed 非交互式文本处理器	163
6.1.2 设置别名命令(alias).....	111	7.1 sed 原理与基本语法.....	163
		7.1.1 sed 工作原理.....	163
		7.1.2 sed 命令的执行方式.....	163
		7.1.3 sed 命令选项.....	163
		7.1.4 sed 编辑命令.....	164

7.1.5	文本行的指定方式	165
7.1.6	sed 元字符	165
7.2	文本编辑命令	166
7.2.1	文本显示命令(p、n)	166
7.2.2	文本插入命令(i)	170
7.2.3	文本追加命令(a)	172
7.2.4	文本删除命令(d)	174
7.2.5	文本替换命令(s)	179
7.2.6	替换整行命令(c)	189
7.2.7	处理匹配行的下一行命令(n)	191
7.2.8	字元替换命令(y)	192
7.3	文件读/写命令	193
7.3.1	读文件命令(r)	193
7.3.2	写文件命令(w)	196
7.4	引用变量	197
7.5	多命令执行(e、;)	198
7.6	sed 命令脚本文件(f)	200
7.7	保持空间操作命令(h、H、g、G、x)	200
	上机操作 7	203
第 8 章	awk 非交互式文本处理器	205
8.1	awk 工作原理	205
8.1.1	awk 处理的输入文件结构	205
8.1.2	awk 工作流程	205
8.1.3	awk 的执行方式	205
8.1.4	awk 的内置变量(预定义变量)	206
8.1.5	awk 的运算符	207
8.1.6	awk 的控制结构	208
8.1.7	awk 的函数	208
8.2	文本域打印命令	209
8.2.1	打印全部域命令(\$0)	209
8.2.2	打印部分域命令(\$i)	210
8.2.3	域分隔符指定命令	212
8.2.4	打印各行行号、域数命令(NR、NF)	214
8.3	筛选符合条件的行、域	215
8.3.1	打印字符串匹配行(~)	216
8.3.2	打印字符串非匹配行命令(!~)	218
8.3.3	使用关系运算符、逻辑运算符以及正则表达式筛选符合条件的行、域命令	218
8.3.4	打印或者修改条件匹配行、域命令(if-else)	220
8.3.5	使用 awk 脚本文件	220
8.4	写文件命令	221
8.5	awk 程序设计	223
8.5.1	使用变量表达式统计文本行	223
8.5.2	使用脚本文件执行程序段	223
8.5.3	使用 printf 函数输出格式化信息项	224
8.6	字符串替换	225
8.7	向 awk 命令传递参数	227
8.7.1	使用 -v 传递命令行参数	227
8.7.2	向 awk 程序脚本文件传递命令行参数	228
8.8	循环	229
8.8.1	for 循环	229
8.8.2	while 循环	230
8.8.3	do-while 循环	231
8.9	数组	231
	上机操作 8	238
第 9 章	并发进程/线程同步、互斥与通信程序设计	240
9.1	C 语言编译器 gcc	241
9.2	并发进程/线程同步与互斥	242
9.2.1	并发进程/线程异步性	242
9.2.2	并发线程同步与互斥	253
9.2.3	生产者-消费者同步与互斥问题	256
9.3	进程通信	276
9.3.1	管道通信	276
9.3.2	共享内存通信	282
9.3.3	消息传递通信	290
9.3.4	套接字通信	296
	上机操作 9	307

第 10 章 开发环境安装与应用测试	308
10.1 jdk 安装与应用测试	308
10.1.1 安装	308
10.1.2 配置	310
10.1.3 应用测试	311
10.2 GTK 安装与应用测试	316
10.2.1 安装	316
10.2.2 查看 GTK 库版本	317
10.2.3 应用测试	317
10.3 Eclipse 安装与应用测试	320
10.3.1 安装	321
10.3.2 应用测试	322
10.3.3 为 Eclipse 创建桌面快捷方式	328
10.4 MySQL 安装与应用测试	329
10.4.1 安装	329
10.4.2 数据库命令应用测试	330
10.4.3 编写 C、C++ 程序访问 数据库	337
上机操作 10	343
参考文献	344



第1章

Linux 实验环境搭建

源代码公开的 Linux 为人们提供了深入学习和探索操作系统内部奥秘的机会, 为操作系统学习人员提供了十分重要的实验平台。Linux 优异的性能已获得众多公司和技术人员的大力支持, 版本也不断升级、完善, 多个变种先后被推出。Ubuntu 是目前最为流行的 Linux 系统, 其界面接近于人们非常熟悉的 Windows, Windows 用户可以非常顺利地转换为 Linux 用户。本书选用 Ubuntu 作为实验平台。

Ubuntu 有两种安装方法: 第一种是物理安装, 即将 Ubuntu 安装为开机可启动的模式; 第二种是虚拟安装, 即将 Ubuntu 安装在虚拟机 VMware Workstation(VM) 上, 可以先启动 VM 所在的操作系统(宿主操作系统), 如 Windows, 然后启动 VM 和其中的 Ubuntu。虚拟安装可以很方便地在宿主操作系统和 Ubuntu 之间交换文件, 用户可以同时在两种操作系统下工作, 或从一种操作系统用户过渡为另一种操作系统用户。

1.1 物理安装

物理安装有开机启动安装和在 Windows 下安装两种方式。用户可根据计算机现状选择合适的安装方式。一般计算机上已经安装了 Windows, 所以此处介绍在 Windows 下物理安装 Ubuntu 的方法及相关事项。

1. 版本

不低于 Ubuntu 12.04。若低于此版本, 则某些软件, 如 GTK 等将安装失败。

2. 安装文件

安装文件为 ubuntu-12.04.5-desktop-i386.iso(756 MB)。在 Windows 下安装, 机器启动时, 可在 Windows 和 Ubuntu 之中选择一种启动。

3. 安装前的磁盘分区情况

磁盘可分为 C、D 两个分区, Windows 已经安装在 C 分区, 一键 ghost 也已安装。

4. 安装步骤

在 Windows 下物理安装 Ubuntu 的步骤如下:

(1) 安装虚拟光驱软件 daemon4111-lite-x86 或者其他版本。如果操作系统自带虚拟光驱, 则可略去此步。

(2) 使用 daemon4111-lite-x86 装载 ubuntu-12.04.5-desktop-i386.iso, 或者使用资源管理器打开.iso 文件, 系统自动解压文件到虚拟光驱下, 如图 1-1 和图 1-2 所示。



图 1-1 虚拟光驱

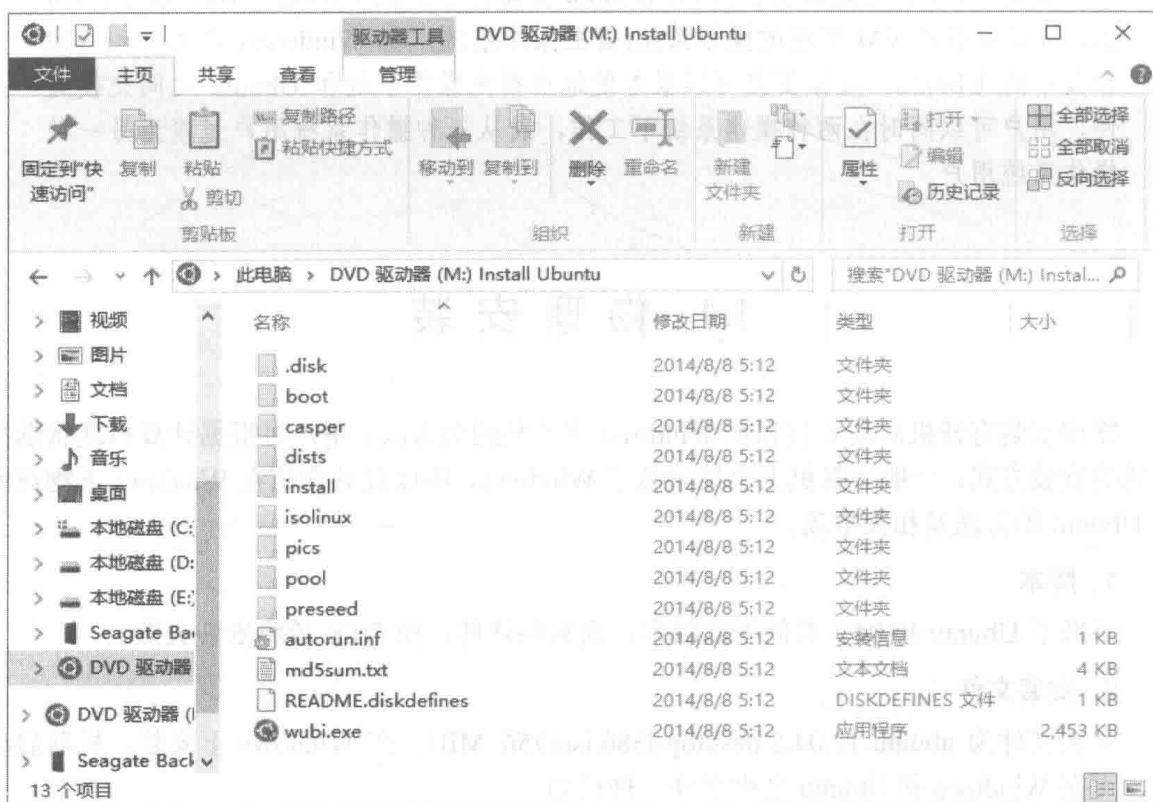


图 1-2 使用 Windows 10 资源管理器解压 Ubuntu 安装文件

(3) 运行 wubi.exe 程序，将依次出现如图 1-3 所示的界面。



图 1-3 主要安装过程

此后的过程基本无需人工干预，系统将自动安装完毕。

当出现登录菜单的时候，设置用户名和口令，并妥善保管，以免遗忘。以后每次启动 Ubuntu 都需要输入口令；当机器进入屏幕保护状态需要重新激活时也需要输入该口令。

5. Ubuntu 的启动

Ubuntu 安装成功后，在启动菜单上会出现 Windows 和 Ubuntu 启动选项，用户可在两种操作系统之间进行切换。

6. 启动后的 Ubuntu 12.04 桌面环境

Ubuntu 12.04 桌面环境如图 1-4 所示。各桌面元素如下：

(1) Ubuntu 桌面左侧为菜单面板，包含 Home 文件夹、浏览器、办公软件、系统设置等图标。

(2) Ubuntu 桌面右上角为信息公告区，包含输入方法、网络控制、音量控制、当前注册用户名、系统日期与时间、系统控制(关机、重启、睡眠)等。

(3) Ubuntu 桌面底部为窗口面板，包含一个回收站图标。

通过上述功能选项可以完成类似于 Windows 桌面环境下的资源管理器操作、控制面板操作、网络操作等。Ubuntu 自带办公软件，方便工作。

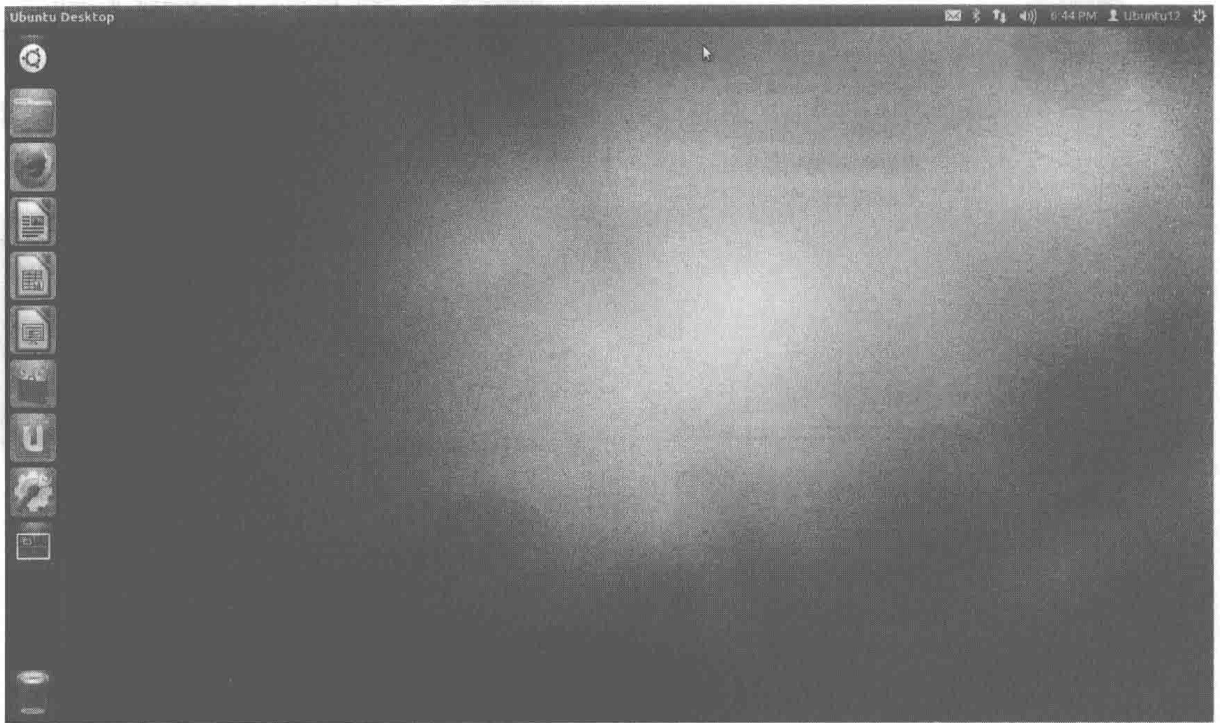


图 1-4 Ubuntu 12.04 桌面环境

7. Linux 功能的执行途径/方式

(1) 通过图形界面执行命令。

在 GNOME 图形界面上执行菜单命令。

(2) 通过命令行执行命令。

按下 `Ctrl+Alt+T` 组合键，打开类似 DOS 窗口一样的终端窗口，在该窗口里面可以执行输入命令及编写程序、安装软件和编译程序等操作。

1.2 虚拟安装

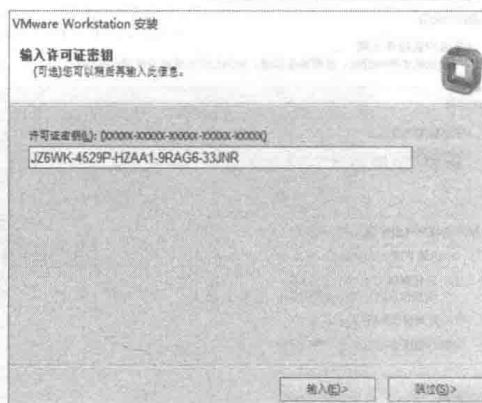
虚拟安装即将 Ubuntu 安装在虚拟机中。虚拟机是对物理计算机的模拟，是操作系统的一个应用程序，运行在操作系统之上。安装在虚拟机中的操作系统可以与运行虚拟机的操作系统同时运行，并交换信息。VMware Workstation 是目前最为常用的虚拟机。在虚拟机 VMware Workstation 上安装 Ubuntu 的步骤如下：

(1) 安装虚拟机软件 VMware Workstation。

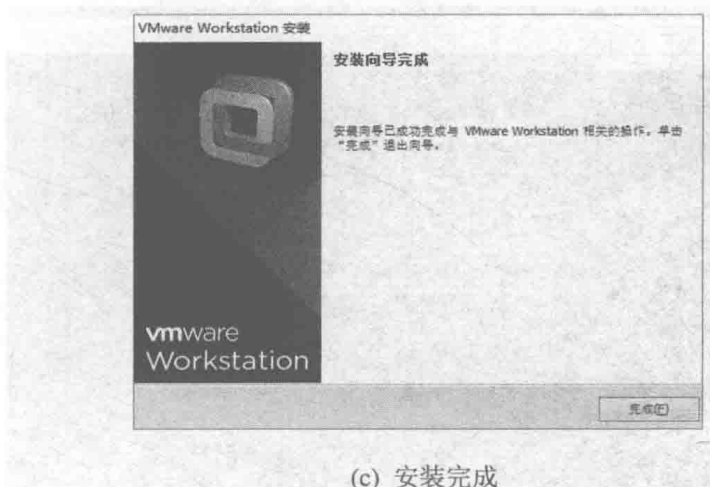
在 Windows 下运行 VMware Workstation 10(或者更高版本)。安装过程出现的主要界面如图 1-5 所示。



(a) 启动界面



(b) 输入许可证号



(c) 安装完成

图 1-5 VMware Workstation 安装过程中的主要界面

(2) 在 VMware 上安装 Ubuntu。

首先启动 VMware Workstation，主要过程包括新建虚拟机(如图 1-6 所示)、安装 Ubuntu(如图 1-7 所示)、设置用户名及口令(如图 1-8 所示)、登录系统(如图 1-9 所示)等。

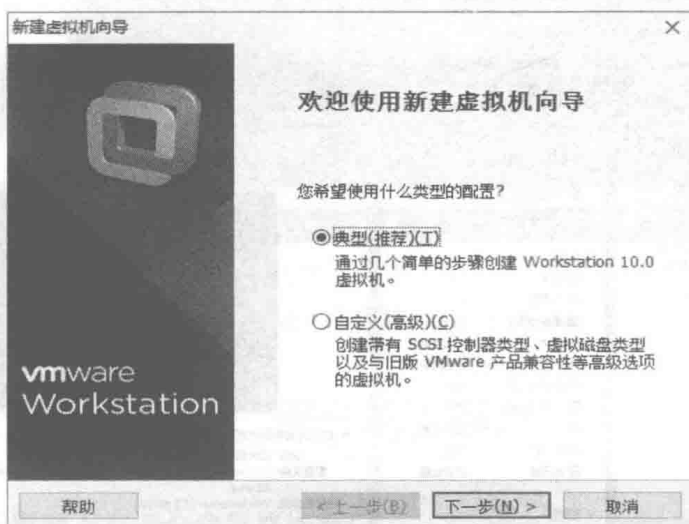


图 1-6 执行“新建虚拟机向导”创建新虚拟机

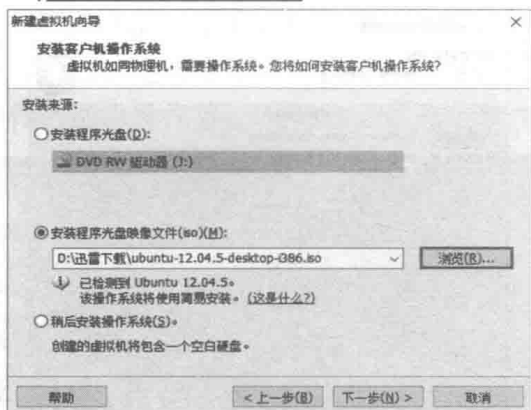


图 1-7 安装 Ubuntu



图 1-8 设置用户名及口令



图 1-9 登录系统

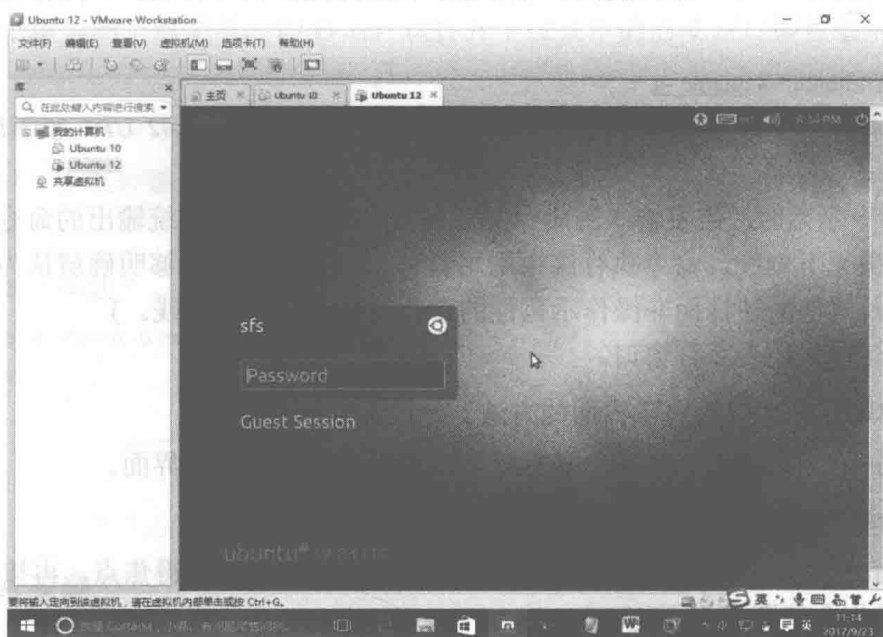
安装完后，用户可以先熟悉一下系统界面和部分功能。

点击“开启此虚拟机”，启动 Ubuntu 12，如图 1-10 所示。

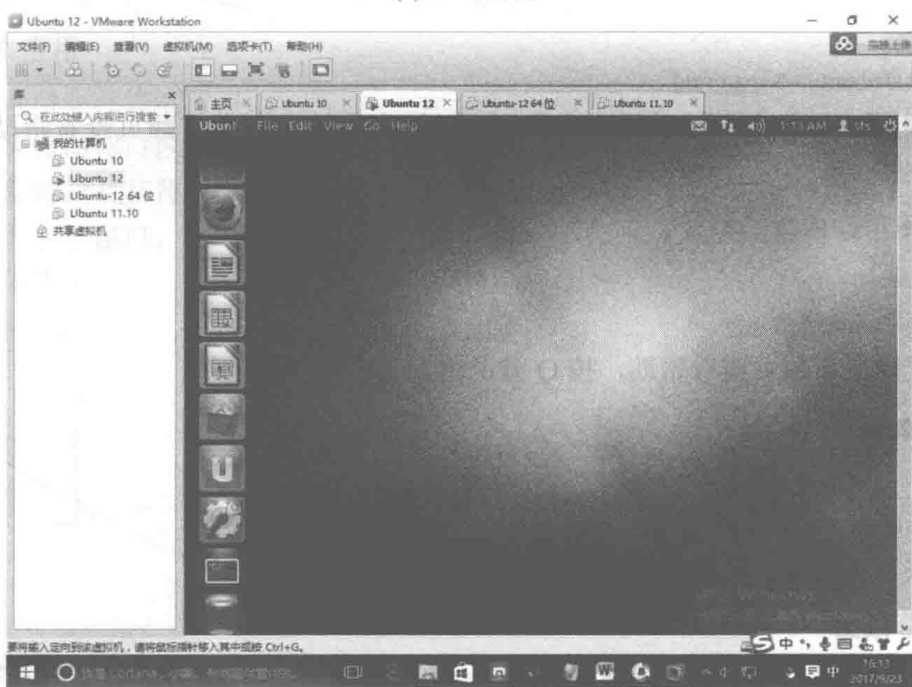


图 1-10 启动 Ubuntu 12

如图 1-11 所示，输入口令，登录系统，进入用户工作界面。



(a) 口令界面



(b) 用户工作界面

图 1-11 进入图形界面工作状态

1.3 部分基础操作

1. 在图形用户界面下打开命令行终端窗口

同时按下 $\text{Ctrl} + \text{Alt} + \text{T}$ 组合键，即出现命令行终端窗口。

2. 查看 Ubuntu 内核版本号

命令:

```
sfs@ubuntu:~$ uname -a
```

```
Linux ubuntu 3.0.0-12-generic #20-Ubuntu SMP Fri Oct 7 14:50:42 UTC 2011 i686 i686 i386
```

GNU/Linux

(给出命令示范时, 需要输入的命令文字符号带有下划线, 系统输出的命令提示符以及命令执行结果无下划线, 命令执行结果则用斜体表示。此外, 能够明确辨认为输入命令的文字符号以及其他叙述性而非操作示范性的命令文字也不带下划线。)

输入 `exit` 可关闭命令行窗口。

3. 由图形界面切换到文字界面的方法

按下 `Ctrl+Alt + Shift + F1` 组合键可以从图形界面切换到文字界面。

4. 由命令行界面切换到图形界面

按下 `Ctrl + Alt` 组合键, 在 Ubuntu 窗口点击鼠标, 使窗口获得焦点, 再按 `<F7>` 即可返回 Ubuntu 操作系统图形界面。

5. 获取命令帮助

命令:

```
sfs@ubuntu:~$ man find
```

`man` 调用 `less` 命令, 显示帮助内容, 可以按方向键上下左右翻页查看帮助, 按 `Q` 键退出。

6. 使用帮助信息

命令:

```
sfs@ubuntu:~$ info
```

按翻页键上下翻页查看帮助, 按 `Q` 键退出。

7. 清除终端

命令:

```
sfs@ubuntu:~$ clear
```

或者按下 `Ctrl + L` 组合键。

8. 屏幕截图

屏幕截图最简单的方法是按下 `PrintScreen` 键。但是截取打开了下拉菜单的窗口时, 需要使用命令 `gnome-screenshot`。

(1) 截取窗口及其背景。

例如, 使用 `gnome-screenshot` 实现延时 10 秒屏幕截图, 首先输入命令:

```
gnome-screenshot -d 10
```

然后打开某个窗口的下拉菜单。10 秒后, 该打开下拉菜单的窗口即被截屏, 可以保存起来。

(2) 截取活动窗口。

例如, 延时 10 秒截取活动窗口, 首先输入命令: