“互联网 + 教育”新形态一体化系列教材

Linux 操作系统及应用技术

主　编　徐文燕

北京工业大学出版社

编委会

主　编

徐文燕

副主编

刘　永　李　卓　高上雄

参　编

李　洁　乌日娜　佘秉钧　胡　菠

前言
PREFACE



党的二十大报告提出“加快发展数字经济”。Linux促进了技术的快速迭代和创新，为数字经济提供了强大的技术支撑。Linux作为数字产业化的一部分，通过提供开源的操作系统和工具，支持数字产业的发展，包括软件和信息技术服务业、互联网行业等领域，以及其相关软件在稳定性、安全性、效率性等方面的出色表现，越来越受到广大用户的重视。在当今快速发展的信息时代，Linux已经成为应用广泛的主流软件。在服务器平台、嵌入式系统和云计算系统所运行的操作系统中，Linux 占有很大比重。所以，现在学习和应用 Linux 成为众多计算机用户和学生的首选。本书为满足初学者的需求，按照求知的规律，由浅入深地讲述了 Linux 知识和技术。

本书全面系统地介绍了Linux的概念、应用、管理和服务的配置。在每章的“知识入门”部分，介绍本章相关的概念，帮助读者快速入门。在“循序渐进”部分，讲解每个知识点的应用，并且对应每个知识点都有相应的实例。在“知识拓展”部分，对知识点进行了拓展延伸。

本书主要对Linux基础知识、常用技术、一般原理、普通应用和管理的普及性讲解。本书通过大量应用实例，循序渐进地引导读者学习Linux基础知识。本书共分 12 章。

第 1 章Linux系统概述，介绍了Linux操作系统的基本概念、功能和类型，着重讲述Linux系统的历史、现状和特点。

第 2 章安装Linux系统，介绍多系统共存时分区的划分和系统的安装过程。

第 3 章图形界面管理，介绍Linux图形界面知识、GNOME桌面系统、系统设置以及硬盘、CPU和内存的查看。

第 4 章终端操作，介绍终端的打开方式、命令格式、文件概念和常用文件操作命令。

第 5 章目录及其操作，介绍目录和路径名的概念以及常用目录操作命令和联机帮助命令。

第 6 章文本编辑，介绍Linux系统上常用的文本编辑器vi。

第 7 章Linux软件包管理，介绍Linux软件包的安装和运行及常见脚本的执行方法。

第 8 章Linux文件系统管理，介绍文件系统集群维护、文件系统的备份和系统安全管理。

第 9 章网络配置管理，介绍网络配置、网络相关命令和网络安全技术。

第 10 章用户和进程管理，介绍用户和进程管理基础知识、用户和用户组管理命令、进程管理命令。

第 11 章Shell程序设计，介绍Linux Shell（默认是Bash）的语法结构、变量和算术运算、条件测试、程序控制结构及函数和内置命令等。

第 12 章常见服务配置，介绍了TCP/UDP协议和端口概念、常见服务的安装及配置。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中难免存在错误和疏漏之处，希望广大读者批评指正。

编　者

2022 年 1 月

目录

CONTENTS



第 1 章　Linux 系统概述 1

1.1 操作系统概述 3
1.1.1 什么是操作系统 3
1.1.2 操作系统的功能 4
1.1.3 操作系统的类型 4
1.2 Linux 系统的历史和现状 5
1.2.1 Linux 的历史 5
1.2.2 Linux 的应用现状 6
1.2.3 Linux 系统的特点 8
1.3 Linux 的常用版本 9
1.3.1 Linux 的内核版本 9
1.3.2 Linux 的发行版本 9

第 2 章　安装 Linux 系统 13

2.1 基本硬件要求 14
2.2 安装前准备工作 14
2.2.1 使用虚拟机 14
2.2.2 安装 VMware 15
2.2.3 创建虚拟机 16
2.2.4 准备安装介质 17
2.2.5 制作安装介质 18
2.3 系统安装过程 22
2.3.1 多系统共存时分区的划分 22
2.3.2 启动安装程序 24
2.3.3 安装 Ubuntu 系统 25
2.4 登录和退出系统 29
2.4.1 启动系统 29
2.4.2 登录 / 退出 29

第 3 章　图形界面管理 33

3.1 GNOME 桌面系统 35
3.1.1 GNOME 和 KDE 概述 35
3.1.2 GNOME 桌面系统 36
3.1.3 窗口操作及快捷键 36
3.2 系统设置 37
3.2.1 更改桌面背景 37
3.2.2 显示器分辨率 37
3.2.3 更改息屏时间 37
3.3 查看硬件 38
3.3.1 查看硬盘使用情况 38
3.3.2 查看 CPU/ 内存使用 39
3.4 GNOME 环境日常应用 40
3.4.1 创建文件 40
3.4.2 复制文件 41
3.4.3 抓图 41

第 4 章　终端操作 44

4.1 终端简介 46
4.1.1 打开终端 46
4.1.2 虚拟终端 46
4.1.3 终端提示符 47
4.2 简单命令 48
4.2.1 切换 root 用户 su 48
4.2.2 查看当前工作目录 pwd 49
4.2.3 切换工作目录 cd 49
4.2.4 重启命令 reboot 50
4.2.5 关机命令 shutdown 50
4.3 命令格式 51

4.3.1 一般命令格式……51
4.3.2 常用命令的一般格式……52
4.4 文件及其类型……52
4.4.1 文件概念……52
4.4.2 文件类型……52
4.5 常用文件操作命令……54
4.5.1 创建空文件命令……54
4.5.2 有关文件显示命令……54
4.5.3 匹配、排序及显示指定内容的命令……60
4.5.4 比较文件内容的命令……64
4.5.5 复制、删除和移动文件的命令……64
4.5.6 文件内容统计命令……66
4.5.7 归档和压缩命令……67

第 5 章 目录及其操作……73

5.1 目录基础管理……76
5.1.1 创建目录……76
5.1.2 切换工作目录……77
5.1.3 删除目录……77
5.1.4 查看目录内容……78
5.1.5 查看目录空间大小……78
5.1.6 链接文件的命令……79
5.2 目录权限管理……80
5.2.1 Linux 文件和目录权限简介……80
5.2.2 改变文件或目录访问权限……82
5.2.3 改变用户组和文件所有者……84
5.3 联机帮助命令……85
5.3.1 man 命令……86
5.3.2 help 命令……87
5.3.3 使用“--help”选项……87
5.3.4 info 命令……87

第 6 章 文本编辑……92

6.1 进入和退出 vi……94
6.1.1 进入 vi……94
6.1.2 退出 vi……95
6.2 光标移动命令……95
6.3 滚动屏幕命令……96
6.4 文本修改命令……96
6.4.1 文本编辑……96
6.4.2 文本删除……97
6.4.3 修改命令……97
6.4.4 移动命令……98
6.4.5 替换命令……99
6.4.6 搜索命令……100
6.4.7 显示行号……101
6.4.8 打开新的文件……101
6.4.9 读入其他文件内容……101

第 7 章 Linux 软件包管理……106

7.1 Linux 系统的软件管理……111
7.1.1 图形界面管理……111
7.1.2 使用 APT 软件包……113
7.2 第三方软件安装……117
7.2.1 二进制包……118
7.2.2 源码包……120
7.2.3 源码共享方式……123
7.3 普通软件运行……126
7.3.1 应用程序列表执行……126
7.3.2 命令行执行……126
7.3.3 命令提示符运行……127
7.4 执行脚本……128
7.4.1 执行 Ruby 脚本……128
7.4.2 执行 Python 脚本……128
7.4.3 执行 Perl 脚本……130
7.4.4 执行 Shell 脚本……132

第 8 章 Linux 文件系统管理……135

8.1 文件系统及其维护……137
8.1.1 创建文件系统……137
8.1.2 挂载文件系统……143

8.1.3 自动挂载文件系统 ……144
8.1.4 卸载文件系统 ……145
8.1.5 维护文件系统 ……145
8.2 文件系统的备份 ……146
8.2.1 备份策略 ……146
8.2.2 备份时机 ……147
8.2.3 备份介质 ……147
8.2.4 备份工具 ……148
8.2.5 恢复后备文件 ……150
8.3 系统安全管理 ……153
8.3.1 安全管理的目标和要素 ……153
8.3.2 用户密码的管理 ……153

第 9 章 网络配置管理 ……159

9.1 配置网络 ……160
9.1.1 配置有线网络 ……161
9.1.2 配置无线网络 ……161
9.1.3 配置 ADSL 拨号上网 ……163
9.1.4 配置 VPN 网络 ……163
9.2 网络管理与基本网络命令 ……165
9.2.1 网络管理功能 ……165
9.2.2 基本网络命令 ……165
9.3 网络安全 ……174
9.3.1 网络安全简介 ……174
9.3.2 Linux 安全问题及对策 ……174
9.3.3 网络安全工具 ……177
9.3.4 计算机病毒 ……178

第 10 章 用户和进程管理 ……185

10.1 用户和用户组管理 ……191
10.1.1 用户管理 ……191
10.1.2 用户组管理 ……195
10.1.3 查询用户和组账号 ……197
10.2 进程管理命令 ……200
10.2.1 查看进程状态 ……200
10.2.2 进程管理 ……204
10.3 定时任务 ……209
10.3.1 使用 crontab 设置定时任务 ……209
10.3.2 使用 at 设置定时任务 ……211

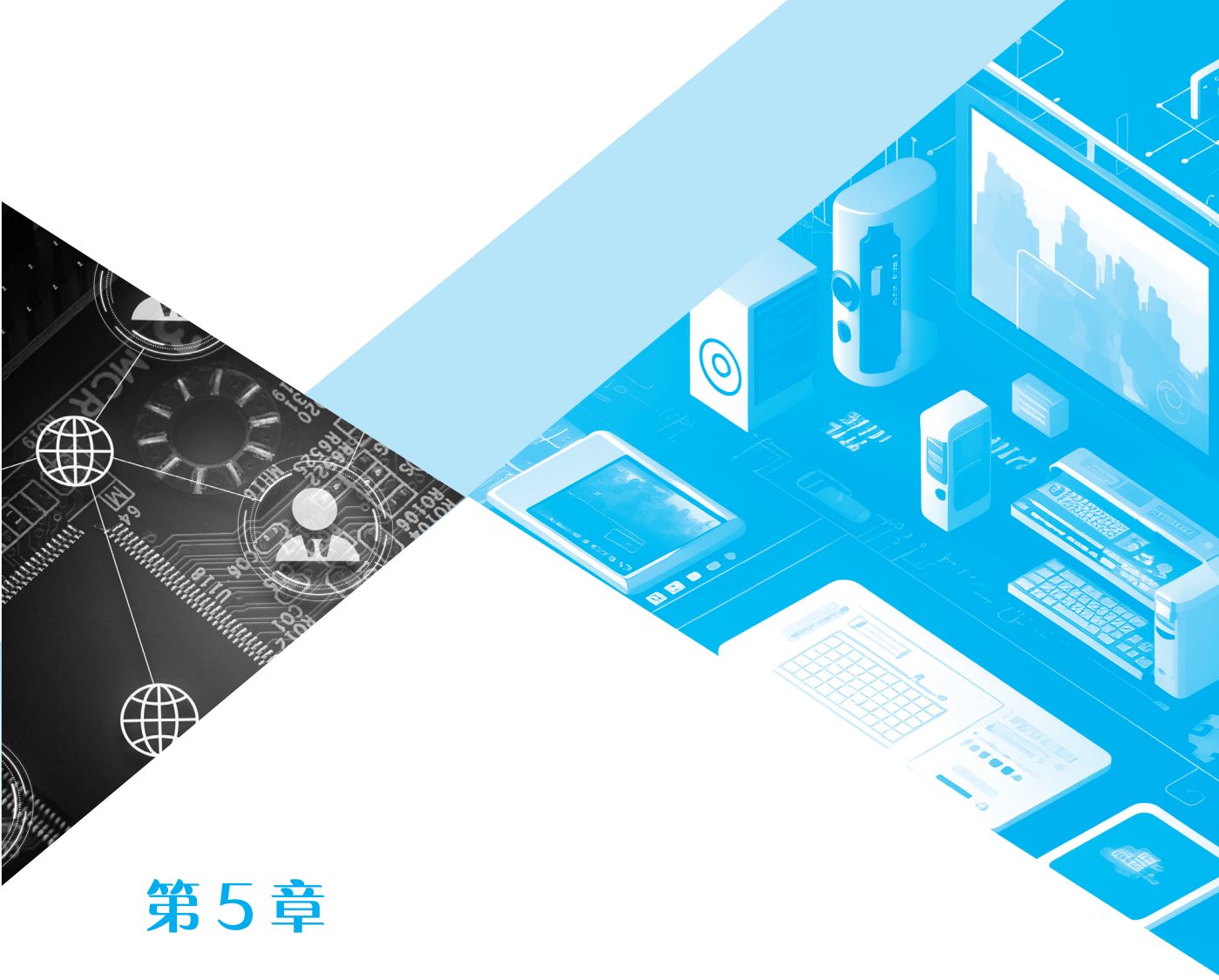
第 11 章 Shell 程序设计 ……217

11.1 Shell 变量和算术运算 ……220
11.1.1 简单 Shell 变量 ……220
11.1.2 数组 ……224
11.1.3 位置参数 ……224
11.1.4 预先定义的特殊变量 ……225
11.1.5 环境变量 ……225
11.1.6 算术运算 ……227
11.2 条件测试 ……228
11.2.1 测试文件状态 ……229
11.2.2 整数值比较 ……230
11.2.3 字符串比较 ……230
11.2.4 逻辑测试 ……231
11.3 程序控制结构 ……232
11.3.1 if 语句 ……232
11.3.2 case 语句 ……234
11.3.3 for 语句 ……235
11.3.4 while 语句 ……237
11.3.5 until 语句 ……238
11.4 Shell 函数和内置命令 ……240
11.4.1 Shell 函数 ……240
11.4.2 Shell 内置命令 ……242

第 12 章 常见服务配置 ……249

12.1 HTTP 服务 ……250
12.1.1 HTTP 协议概述 ……251
12.1.2 安装 Apache 服务 ……252
12.1.3 配置 Apache 服务 ……253
12.1.4 测试服务 ……256
12.2 MySQL 服务 ……258
12.2.1 安装 MySQL 服务 ……258
12.2.2 连接数据库服务 ……258

12.2.3 管理数据库……260
12.2.4 维护数据库及用户权限……264
12.3 FTP服务……268
12.3.1 FTP服务工作原理……268
12.3.2 安装及配置FTP服务……269
12.3.3 测试服务……273
12.4 SSH服务……275
12.4.1 安装SSH服务……275
12.4.2 SSH验证方式……275
12.4.3 配置SSH服务……276
12.4.4 Linux客户端远程连接SSH服务……277
参考文献……283



第5章

目录及其操作

在日常工作中，使用文件和目录是必不可少的操作。本章将讲解在终端模式下，对目录的相关操作。在Linux系统中，目录实际上相当于文件的一种特殊形式。所以，前面介绍的一些文件操作命令及本章介绍的目录操作命令，文件和目录都适用。

知识入门

目录及其操作

1. Linux 系统的目录结构

如果用户要对Linux系统中的目录进行操作，则必须先要了解该系统的目录结构。Linux系统的目录结构和Windows有很大区别。Linux下的文件系统为树形结构，入口为/（根）树形结构下的文件目录。无论哪个版本的Linux系统，都有这些目录。这些目录都是标准的，如图 5.1 所示。各个Linux发行版本会存在一些小小的差异，但总体来说，还是大体差不多。

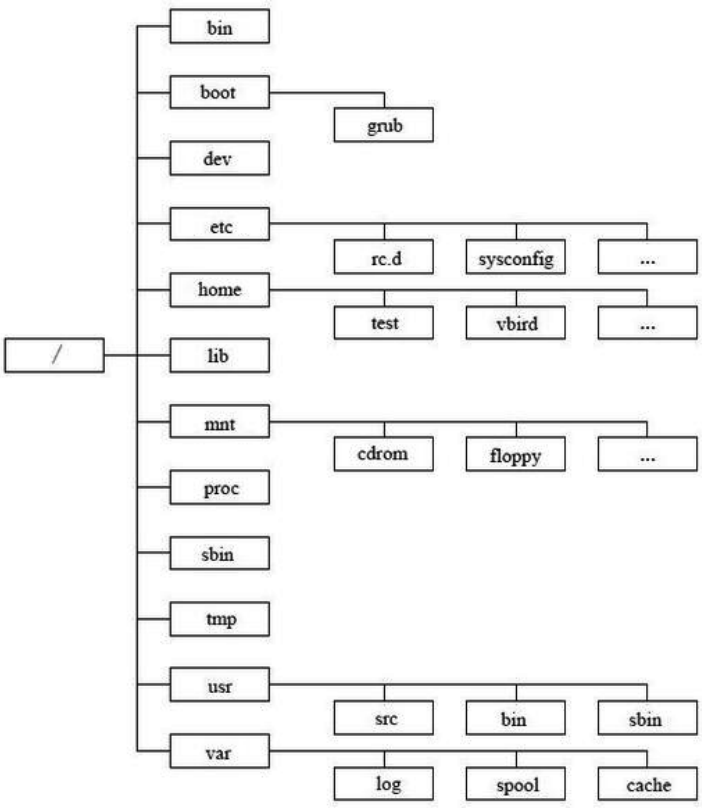


图 5.1　Linux文件的目录结构

以上就是一个Linux文件系统的目录结构。下面简单介绍每个目录中所保存的内容。

（1）/：文件系统的入口，最高一级目录。

（2）/bin：基础系统所需要的命令，是最小系统所需要的命令，如ls、cp、mkdir等。该目录中的文件都是可执行的，一般用户都可以使用。

（3）/boot：包含Linux内核及系统引导程序所需要的文件，如grub。

（4）/dev：设备文件存储目录，如声卡、磁盘等。

（5）/etc：存放系统程序或一般工具的配置文件。

（6）/home：普通用户默认存放目录。Linux是多用户环境，所以每个用户都有一个只有自己可以访问的目录。当然，管理员也可以访问。

（7）/lib：库文件存放目录，包含了系统程序所需要的所有共享库文件，类似于 Windows 的共享库 DLL 文件。

（8）/mnt：这个目录一般用于存放挂载存储设备的挂载目录。

（9）/opt：表示可选择的意思，有些软件包会被安装在这里，也就是自定义软件包。该目录包含所有默认系统安装之外的软件和添加的包。该目录在图 3.1 的结构中，没有被列出来。

（10）/proc：操作系统运行时，进程（正在运行中的程序）信息及内核信息（如 CPU、硬盘分区、内存信息等）保存在该目录中。这是系统中极为特殊的一个目录，实际上任何分区都不存在这个目录。它实际是个实时的，驻留在内存中的文件系统。

（11）/root：Linux 超级权限用户 root 的根目录。

（12）/sbin：该目录主要是存放系统管理命令的，是超级权限用户 root 的可执行命令存放地，普通用户无权限执行这个目录下的命令。该目录和“/usr/sbin”或“/usr/local/sbin”目录是相似的。只要记住凡是 sbin 目录中包含的都是 root 权限才能执行的。

（13）/tmp：临时文件目录。有时用户运行程序的时候，会产生临时文件。该目录就是用来存放临时文件的。“/var/tmp”目录和这个目录相似。许多程序在这里建立 Lock 文件和存储临时数据。有些系统会在启动或关机时清空此目录。

（14）/usr：这是系统存放程序的目录，如命令、帮助文件等。该目录下有很多文件和目录。当用户安装一个 Linux 发行版官方提供的软件包时，大部分安装在这里。如果有涉及服务器配置文件的，会把配置文件安装在“/etc/”目录中。

（15）/var：该目录的内容是经常变动的。“/var”下通常有 /var/log、/var/spool、/var/cache 等。其中，“/var/log”用来存放系统日志的目录；“/var/spool”用来存放打印机、邮件、代理服务器等假脱机目录；“/var/cache”用来保存缓存文件。

2. 路径的形式

在 Linux 系统中表示某个目录（或文件）的位置时，根据其参照的起始目录不同，可以使用两种不同的形式，分别称为绝对路径和相对路径。

（1）绝对路径：这种方式以根目录“/”作为起点。例如，“/boot/grub”表示根目录下 boot 子目录中的 grub 目录。若要确切表示 grub 是一个目录，而不是一个文件，可以在最后加上一个目录分隔符，表示为“/boot/grub/”。因为 Linux 系统中的根目录只有一个，所以不管当前处于哪个目录中，使用绝对路径都可以非常准确地表示一个目录（或文件）所在的位置。但是，如果路径较长，则输入的时候会比较烦琐。

（2）相对路径：这种方式一般以当前工作目录作为起点，在开头不使用“/”符号。因此，输入的时候更加简便。相对路径主要包括如下几种形式。

①直接使用目录名或文件名，用于表示当前工作目录中的子目录、文件的位置。例如，“grub.conf”可表示当前目录下的 grub.conf 文件。

②使用一个点号“.”开头，可明确表示以当前的工作目录作为起点。例如“./grub.conf”也可表示当前目录下的 grub.conf 文件。

③使用两个点号“..”开头，表示以当前目录的上一级目录（父目录）作为起点。例如，若当前处于“/boot/grub/”目录中，则“../vmlinuz”等同于“/boot/vmlinuz”。

④使用“~用户名”的形式开头，表示以指定用户的宿主目录作为起点，省略用户名时默认为当前用户。例如“~test”表示test用户的宿主目录，而“~”可表示当前用户的宿主目录。

相比较而言，使用相对路径表示目录（文件）的路径形式灵活多变，通常用于表示当前目录“附近”的目录（文件）位置。绝对路径常用来表示Linux系统中目录结构相对稳定（不经常改变）的目录（文件）位置。因此在使用相对路径或绝对路径时，应根据实际情况进行选择。

5.1 目录基础管理

通过前面的学习，用户对目录的相关概念了解清楚了。接下来，用户可以使用命令对目录进行管理，如创建目录、删除目录等。下面讲解目录基础管理。

5.1.1 创建目录

在Linux系统中，主要使用mkdir命令来创建目录。mkdir命令既可以创建新的空目录，也可以同时创建多个目录。该命令的语法格式如下所示。

```
mkdir [选项] 目录
```

该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-p：创建嵌套的多层目录结构。

（2）-v：显示创建目录的详细信息。

实例 5-1 在当前目录下创建目录data。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ mkdir data
```

使用ls命令可以查看创建的目录。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ ls -d data/
data/
```

看到以上输出信息，则表示data目录创建成功。

实例 5-2 在根目录下创建目录test，并使用ls命令查看。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo mkdir /test
test@test-virtual-machine:~$ sudo ls -d /test/
/test/
```

实例 5-3 在根目录下创建子目录media，并在media目录中再建立子目录cdrom。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo mkdir -p /media/cdrom
```

为了确定/media/cdrom目录创建成功，使用ls命令递归显示/media目录中的内容。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo ls -R /media/
/media/:
cdrom
/media/cdrom:
```

提示

使用 mkdir 命令创建多层目录结构时，必须使用“-p”选项。如果不使用“-p”选项，只能在已经存在的目录中创建其他子目录。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo mkdir /test/temp/job
mkdir: 无法创建目录“/test/temp/job”: 没有那个文件或目录
```

提示

以上错误信息是因为 /test 目录下没有 temp 目录，所以无法在 temp 目录下创建 job 目录。

5.1.2 切换工作目录

当用户操作目录时，可以选择工作的目录环境。打开终端命令行模式，默认进入的是当前用户的宿主目录。如果用户想要进入其他工作目录，则需要使用 cd 命令切换。

实例 5-4　下面进入 data 目录，并使用 pwd 命令查看当前工作目录。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ cd data
test@test-virtual-machine:~/data$ pwd
/home/test/data
```

看到以上输出信息，表示成功切换到 data 目录。

5.1.3 删除目录

在 Linux 系统中，可以使用 rmdir 和 rm 命令删除目录。其中，rmdir 命令只能删除空目录。所以，使用 rmdir 命令删除目录之前，要将这个目录下的文件和子目录删除。rm 命令可以一次删除一个或几个目录或文件。所以，rm 命令更高效，在实际使用中 rmdir 命令很少被用到。

在 Linux 命令行界面中，删除的目录或文件是难以恢复的。所以，使用 rm 命令删除文件时需要格外小心。rm 命令的语法格式如下所示。

```
rm [选项] [文件或目录名]
```

该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-f：删除文件或目录时不进行提醒，而直接强制删除。

（2）-i：删除文件或目录时提醒用户确认。

（3）-r：删除目录时必须使用此选项，表示递归删除整个目录树。所以，要谨慎使用。

实例 5-5　下面删除当前目录下的data目录，并提示用户进行确认。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ rm -ri data
rm: 是否进入目录'data'? y
rm: 是否删除目录 'data/data1'?  y
rm: 是否删除目录 'data'?  y
```

在以上交互模式，输入y表示删除其目录。

实例 5-6　下面强制删除当前目录下的data目录树，不提示用户进行确认。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ rm -rf ./data/
```

实例 5-7　下面删除根目录下的空目录/test。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo rmdir /test
```

5.1.4 查看目录内容

如果用户想要查看目录下有哪些子目录或文件的话，可以使用ls命令查看。

实例 5-8　下面查看/media目录中的内容。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ cd /media/
test@test-virtual-machine:/media$ ls -l
总用量 21
drwxr-xr-x  2 root root 4096 12月 13 11:06 cdrom
drwxr-xr-x  2 root root 4096 12月 13 13:29 data
drwxr-xr-x  2 root root 4096 12月 13 13:29 mp4
dr-xr-xr-x  1 root root 4192 12月 14 20:42 share
drwxr-x---+ 2 root root 4096 12月 14 10:04 test
```

从输出信息可以看到，当前目录中有 5 个子目录。

5.1.5 查看目录空间大小

du命令可用于统计指定目录或文件占用磁盘空间的大小。该命令的语法格式如下所示。

```
du [选项] 目录或文件名
```

该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-a：统计磁盘空间占用时包括所有的文件，而不只统计目录。

（2）-b：使用byte为单位。

（3）-h：以更人性化的方式显示出统计结果。默认的大小单位为字节，使用该选项后，将显示为K、M等单位。

（4）-m：使用MB为单位。

（5）-S：不统计子目录所占用的空间。

（6）-s：只统计每个参数所占用空间总的大小，而不是统计每个子目录、文件的大小。

实例 5-9　下面统计/boot目录中以“vmlin”开头的各文件所占用磁盘空间的大小。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ du -ah /boot/vmlinu*
0       /boot/vmlinuz
9.  M   /boot/vmlinuz-5.11.0-27-generic
12M     /boot/vmlinuz-5.11.0-41-generic
0       /boot/vmlinuz.old
```

实例 5-10　下面统计/var/log目录所占用空间的总大小。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:/boot$ sudo du -sh /var/log/
62M /var/log/
```

5.1.6 链接文件的命令

Linux下的链接文件有点类似于Windows的快捷方式，但又不完全一样。链接文件有两种，一种是硬链接（Hard Link），另一种是符号链接（Symbolic Link）。下面分别介绍这两种链接文件的区别及其创建方法。

1. 符号链接

符号链接又称为软链接。符号链接文件中并不包含实际的文件数据，而只是包含了它所指向的文件的路径。它可以链接到任意的文件或目录，包括处于不同文件系统中的文件及目录。当用户对符号链接文件进行读写操作时，系统会自动转换成对源文件的操作。但删除链接文件时，系统仅仅是删除链接文件，而不会删除源文件本身。

2. 硬链接

硬链接是指通过索引节点进行的链接。保存在文件系统中的每一个文件，系统都会为它分配一个索引节点。在Linux中，多个文件指向同一个索引节点是允许的，像这样的链接就是硬链接。对硬链接文件进行读写及删除操作的时候，结果和软链接相同。如果删除硬链接文件所对应的源文件，则硬链接文件仍然存在，而且保留了原有的内容，这样可以起到防止因为误操作而错误删除文件的作用。但是硬链接只能在同一文件系统中的文件之间进行链接，而且不能是目录。

3. 创建链接文件

Linux中使用ln命令创建链接文件，该命令默认创建的是硬链接。在实际工作中，人们会更多地选择使用符号链接（软链接），硬链接已经很少使用。ln命令的语法格式如下所示。

```
ln [选项] 源文件或目录 链接文件或目标目录
```

当目标是一个已经存在的目录时，新创建的链接文件将保存到该目录中，并使用与源文件或目录相同的名称。该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-b：删除，覆盖以前建立的链接。

（2）-d：允许超级用户制作目录的硬链接。

（3）-f：强制执行。

（4）-i：交互模式，文件存在则提示用户是否覆盖。

（5）-n：把符号链接视为一般目录。

（6）-s：创建软链接（符号链接）。

（7）-v：显示详细的处理过程。

实例 5-11 下面为文件“/var/log/syslog”创建硬链接，并保存到“/test”目录中。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo ln /var/log/syslog /test/
syslog
```

实例 5-12 下面为目录data创建软链接，并保存到“/test/data”目录中。执行命令如下所示。

```
test@test-virtual-machine:~$ sudo ln -s data/ /test/data
```

任务 5-1　创建多个目录

【任务描述】

在/media目录中同时创建多个子目录，分别为data、mp4、share。

【任务实施】

下面使用mkdir命令同时创建多个子目录。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# cd /media/
root@test-virtual-machine:/media# mkdir data mp4 share
root@test-virtual-machine:/media# ls
cdrom  data  mp4  share
```

从输出信息可以看到，成功创建了目录data、mp4 和share。

5.2 目录权限管理

Linux系统是一个典型的多用户系统，不同的用户处于不同的地位。为了保护系统和用户数据的安全，Linux系统对不同用户访问同一文件和目录的权限做了不同的限制。下面讲解如何通过更改文件的权限位及所有者和属组，控制文件的访问权限。

5.2.1 Linux文件和目录权限简介

在Linux中的每一个文件或目录都有自己的访问权限，这些访问权限决定了谁能访问和如何访问这些文件和目录。文件和目录的权限有 3 种，分别为r（读取）、w（写入）和x（可执行），

它们在文件和目录中所代表的意义不尽相同。这 3 种权限在文件和目录中的含义如表 5.1 所示。

表 5.1　权限说明

权限	文件	目录
r	可以查看文件的内容。例如，可以使用cat、more等命令查看文件的内容	可以列出目录中的内容。例如，使用ls命令列出目录内容
w	可以更改文件的内容。例如，使用VI等文本编辑工具编辑文件的内容	可以在目录中添加删除文件。例如，使用rm、mv等命令对目录中的文件进行操作
x	可以执行文件，需要同时具有r权限	可以进入目录。例如，使用cd命令

文件和目录权限模型的控制对象包括 3 种用户，分别为文件所有者、用户组用户和其他用户。

（1）文件所有者：文件所有者默认就是创建该文件的用户。

（2）用户组用户：属于该用户组中的所有用户，文件的属组默认就是文件所有者所属的用户组。

（3）其他用户：除上述两类用户以外的系统中的所有用户。

使用ls命令的“-l”选项时，将以长格式显示出文件或目录的详细信息。其中，包括该文件的权限和归属等参数。例如，查看“/etc”目录的详细属性信息。

```
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /etc
drwxr-xr-x 130 root root 12288 12月 12 22:07 /etc
```

在目录的详细属性中，第三、四个字段的数据分别表示该目录的所有者和属组。在本例中，“/etc”目录的所有者和属组都是root。第一个字段的数据表示该目录的访问权限，如drwxr-xr-x。该权限字段由 4 个部分组成，每部分含义如下所示。

（1）第 1 个字符：表示该文件的类型，可以是d（目录）、b（块设备文件）、c（字符设备文件）、减号“-”（普通文件）、字母“l”（链接文件）等。

（2）第 2~4 个字符：表示该文件的所有者对该文件的访问权限。

（3）第 5~7 个字符：表示该文件的属组内各成员用户对该文件的访问权限。

（4）第 8~10 个字符：表示其他任何用户对该文件的访问权限。

在本例中，root用户对目录有r、w和x的权限，也就是可读、可修改和可执行；root组的用户拥有r、x权限，也就是可读和可执行；其他用户同样拥有r、x权限。其他用户就是除root用户和属于root组用户以外的所有用户。如果权限标识位为“-”，则表示没有该项权限。为了使用户对权限更加清晰，这里将列出一些文件和目录权限示例，如表 5.2 所示。

表 5.2　文件和目录权限的示例

权限	类型	所有者的权限	属组的权限	其他用户的权限
rwxr--r--	文件	可读、可修改和可执行	可读	可读
r-xr-x--x	文件	可读、可执行	可读、可执行	不可执行，因为要有执行权限，首先必须要有可读权限

续表

权限	类型	所有者的权限	属组的权限	其他用户的权限
rwxr-x--x	目录	可列出目录内容、可添加删除目录文件和进入目录	可列出目录内容和进入目录	可列出目录内容和进入目录

5.2.2 改变文件或目录访问权限

chmod命令用于更改文件或目录的访问权限，包括目录下的各级子目录和文件。该命令的语法格式如下：

```
chmod [选项] 模式[,模式] 文件
```

或

```
chmod [选项] 八进制模式 文件
```

该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-R：以递归方式改变目录下各级子目录和文件的访问权限。

（2）文件：需要改变权限的文件或目录，多个文件或目录可以以空格分隔。

chmod命令可以通过两种方式来更改文件或目录的访问权限，分别是字符形式和数字形式。

1. 字符形式

字符形式的命令格式如下所示。

```
chmod [ugoa...] [+-=] [rwx] 文件或目录
```

以上命令格式中，每部分的含义及其用法如下所示。

（1）ugos：表示该权限设置所针对的用户类别。“u”表示文件所有者；“g”表示文件属组内的用户；“o”表示其他任何用户；“a”表示所有用户，即u、g、o的总和。

（2）+-=：表示设置权限的操作动作。“+”表示增加相应权限；“-”表示减少相应权限；“=”表示仅设置对应的权限。

（3）rwx：是权限的字符组合形式，也可以拆分使用，如“r”“rx”等。

下面列出一些更改文件访问权限的命令示例，如表5.3所示。

表5.3 chmod命令的示例

命令	说明
chmod u+x file1	为所有者添加file1文件的执行权限
chmod g+w,o+w file1 file2	为属组和其他用户添加文件file1和file2的更改权限
chmod a=rwx file1	设置所有用户对file1文件的权限为可读、可修改和可执行
chmod o-w file1	取消其他用户对file1文件的可修改权限

续表

命令	说明
chmod o=- file1	取消其他用户访问 file1 文件的所有权限
chmod -R u+w dir1	为目录所有者添加对目录 dir1 的添加、删除文件权限

2. 数字形式

数字方式的 chmod 命令格式如下所示。

```
chmod nnn 文件名
```

其中，第 1、2、3 个 n 分别表示所有者、用户组成员和其他用户。各个位置上的 n 是一个由赋予权限的相关值相加所得的单个阿拉伯数字。各个权限所代表的数值及说明如表 5.4 所示。

表 5.4　权限数值对应表

权限	数值
r	4
w	2
x	1

此时，用户就可以使用数字形式来表示用户权限了。这里简单列举几个数字形式表示的例子，如下所示。

（1）rwx：使用累加数字形式表示为 7。

（2）r-x：使用累加数字形式表示为 5。

（3）rwxr-xr-x：表示由 3 个权限段组成。因此，使用累加数字形式表示为 755。

（4）rw-r--r--：使用累加数字形式表示为 644。

实例 5-13　下面设置文件 file 的所有者权限为 rwx（4+2+1=7），组用户权限为 rx（4+2=6），其他用户权限为 r（4）。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod 764 file
root@test-virtual-machine:~# ls -l file
-rwxrw-r-- 1 root root 0 12 月 13 14:51 file
```

实例 5-14　下面重新设置文件 file 的权限，为属组用户添加执行权限，删除其他用户的读取权限。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod g+x,o-r file
root@test-virtual-machine:~# ls -l file
-rwxrwx--- 1 root root 0 12 月 13 14:51 file
```

实例 5-15　下面使用递归的方式将“/test/data”目录中的所有子目录、文件的权限都设置为“rw-r--r--”。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod -R 644 /test/data/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /test/data/
drw-r--r-- 2 root root 4096 12 月 13 15:01 /test/data/
```

5.2.3 改变用户组和文件所有者

chown 命令用于更改文件或目录的所有者和属组，包括目录下的各级子目录和文件。该命令的语法格式如下所示。

```
chown [选项] [所有者][:[属组]] 文件
```

使用 chown 命令可以同时设置所有者和属组信息，之间用分号“:”分隔，也可以只设置所有者或属组。单独设置属组信息时，使用“:组名”的形式进行区别。该命令常用的选项及其含义如下所示。

（1）-R：以递归方式更改目录下各级子目录和文件的所有者和属组。

（2）文件：需要更改的文件或目录，多个文件或目录可以以空格分隔。

实例 5-16　下面修改目录“/test”的所有者为 testuser1，属组为 testgroup1。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chown testuser1:testgroup1 /test/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /test/
drwxr-xr-x 3 testuser1 testgroup1 4096 12 月 13 15:01 /test/
```

实例 5-17　下面修改目录“/test”的所有者 test。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chown test /test/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /test/
drwxr-xr-x 3 test testgroup1 4096 12 月 13 15:01 /test/
```

实例 5-18　下面修改目录“/test”的属组为 test。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chown :test /test/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /test/
drwxr-xr-x 3 test test 4096 12 月 13 15:01 /test/
```

Linux 还提供了一个 chgrp 命令，只用于修改文件或目录的属组。该命令的语法格式如下所示。

```
chgrp [选项] 用户组 文件
```

该命令常用的选项及其含义如下所示。

-R：以递归方式更改目录下各级子目录和文件的属组。

实例 5-19　下面使用 chgrp 命令修改目录“/test”的属组为 root。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chgrp root /test/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /test/
drwxr-xr-x 3 test root 4096 12 月 13 15:20 /test/
```

任务 5-2　删除创建目录命令的执行权限，并进行验证

【任务描述】

（1）在Linux中，mkdir命令用来创建目录。为避免影响原文件的使用，这里将复制/bin/mkdir文件为mymkdir。然后，使用mymkdir创建目录dir1。

（2）删除mymkdir文件的“x”权限。

（3）使用mymkdir文件创建目录dir2，以验证是否可以创建目录。

【任务实施】

（1）将mkdir命令文件/bin/mkdir复制到当前目录，重命名为mymkdir。

```
root@test-virtual-machine:~# cp /bin/mkdir mymkdir
```

（2）使用mymkdir程序创建目录dir1，并验证目录是否创建成功。

```
root@test-virtual-machine:~# ./mymkdir dir1
root@test-virtual-machine:~# ls -dl mymkdir dir1/
drwxr-xr-x 2 root root  4096 12月 13 15:31 dir1/
-rwxr-xr-x 1 root root 88408 12月 13 15:31 mymkdir
```

看到以上输出信息，表示成功创建了dir1 目录。由此可以说明，mymkdir程序有可执行权限。

（3）删除mymkdir程序的可执行权限，并验证目录是否创建成功。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod ugo-x mymkdir  #“ugo-x”也可以写成“a-x”，作用相同
root@test-virtual-machine:~# ls -l mymkdir
-rw-r--r-- 1 root root 88408 12月 13 15:31 mymkdir
root@test-virtual-machine:~# ./mymkdir dir2
bash: ./mymkdir: 权限不够
```

从输出信息可以看到创建目录dir2，提示mymkdir权限不够。由此可以说明，成功删除了可执行权限。

5.3 联机帮助命令

Linux命令行的通用格式有助于在学习命令的过程中举一反三，了解使用大多数命令的基本方法。Linux系统中能够使用的命令数量繁多，具体选项也各不相同，使用格式也可能存在细微区别。所以，为了获取更多Linux命令的详细选项及具体使用格式，除了查阅书本、手册和上网查询之外，最简单、快速的方法就是使用命令的在线帮助功能。下面介绍几个典型的联机帮助命令使用方法。

5.3.1 man命令

man命令用于查看Linux中的命令帮助、配置文件帮助和编程帮助等信息，即man手册页。在Linux系统中，绝大部分的外部软件在安装时为执行程序、配置文件提供了详细的帮助手册页。这些手册页中的信息按照特定的格式进行组织，通过统一的手册页浏览程序man进行阅读。

man手册一般被分为9节，各部分内容如表5.5所示。

表5.5　man手册的组织

目录	内容
/usr/share/man/man1	普通命令和应用程序
/usr/share/man/man2	系统调用
/usr/share/man/man3	库调用，主要是libc()函数的使用文档
/usr/share/man/man4	设备驱动和网络协议
/usr/share/man/man5	文件的详细格式信息
/usr/share/man/man6	游戏
/usr/share/man/man7	文档使用说明
/usr/share/man/man8	系统管理命令
/usr/share/man/man9	内核源代码或模块的技术指标

实例5-20　下面获取ls命令的帮助手册页信息。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# man ls
```

执行以上命令后，打开界面如图5.2所示。man命令在显示手册页时实际调用的是less程序。通过方向键或J（表示向下）、K（表示向上）键可以上下翻动。空格键用于向下翻动一页。按下Q键则退出手册页面。按“/”键后可以对手册内容进行查找。例如，输入“/-v”可以查找到“-v”选项的帮助信息。若找到的结果有多个，还可以按n、N键分别用于向下、向上进行定位选择。



图5.2　ls命名的帮助手册页

5.3.2 help 命令

help 命令本身是 Linux Shell 中的一个内建命令，其用途是查看各 Shell 内部命令的帮助信息。使用 help 命令时，只需要添加内部指令的名称作为参数即可。

实例 5-21　下面使用 help 命令查看 Shell 内部命令 pwd 的帮助信息。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# help pwd
pwd: pwd [-LP]
    打印当前工作目录的名字
    选项：
      -L   打印 $PWD 变量的值，如果它包含了当前的工作目录
      -P   打印当前的物理路径，不带有任何的符号链接
    默认情况下，'pwd' 的行为和带 '-L' 选项一致
    退出状态：
    除非使用了无效选项或当前目录不可读，否则返回状态为 0
```

5.3.3 使用“--help”选项

对应大多数 Linux 外部命令，可以使用一个通用的命令选项“--help”，用于显示对应命令字的格式及选项等帮助信息。若该命令字没有“--help”选项，一般只会提示简单的命令格式。

实例 5-22　下面使用“--help”选项查看 ls 命令的帮助信息。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# ls --help
用法：ls [选项]... [文件]...
列出给定文件（默认为当前目录）的信息
如果不指定 -cftuvSUX 中任意一个或--sort 选项，则根据字母大小排序
必选参数对长短选项同时适用
  -a, --all                  不隐藏任何以 . 开始的项目
  -A, --almost-all           列出除 . 及 .. 以外的任何项目
      --author               与 -l 同时使用时，列出每个文件的作者
  -b, --escape               以 C 风格的转义序列表示不可打印的字符
      --block-size=大小      与 -l 同时使用时，将文件大小以此处给定的大小
为单位进行缩放；例如：
                             “--block-size=M”；请参考下文的大小格式说明
  -B, --ignore-backups       不列出任何以 ~ 字符结束的项目
...//省略更多内容//...
```

5.3.4 info 命令

info 命令也可以获取命令的帮助。和 man 命令不同的是，info 命令的帮助信息是一套完整的资料，每个单独命令的帮助信息只是这套完整资料中的某一个小章节。大家可以把 info 帮助信息看成一部独立的电子书，所以每个命令的帮助信息都会和图书一样，拥有章节编号。

实例 5-23　使用 info 命令获取 ls 命令帮助信息。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# info ls
Next: dir invocation,  Up: Directory listing
10.1'ls': List directory contents       #章节编号
==================================
The 'ls' program lists information about files (of any type,
including
directories).  Options and file arguments can be intermixed
arbitrarily,
as usual.
   For non-option command-line arguments that are directories,
by
default 'ls' lists the contents of directories, not recursively,
and
omitting files with names beginning with '.'.  For other non-
option
arguments, by default 'ls' lists just the file name.  If no non-
option
argument is specified, 'ls' operates on the current directory,
acting as
if it had been invoked with a single argument of '.'.
10.1.1Which files are listed                #小节编号
----------------------------
These options determine which files 'ls' lists information for.
By
default, 'ls' lists files and the contents of any directories on
the
command line, except that in directories it ignores files whose
names
start with '.'.
'-a'
'--all'
     In directories, do not ignore file names that start with '.'.
'-A'
...//省略更多内容//...
```

此时，使用方向键或PageUp和PageDown键进行翻页查看。按下“/”键，可以通过正则表达式查找内容。按下Q键，退出帮助手册页。

知识拓展

1. SET位权限

SET位权限多用于给可执行的程序或脚本文件进行设置。其中，SUID表示对所有者用户增加SET位权限，SGID表示对属组内的用户增加SET位权限。执行文件被设置了SUID、SGID权

限后，任何用户在执行该文件时，将获得该文件所有者、属组账号对应的身份。

为执行文件添加SET位权限同样可以通过chmod命令实现，使用“u+s”“g+s”的权限模式分别用于设置SUID、SGID权限。若使用数字形式，SUID对应八进制数字“4”，SGID对应八进制数字“2”。在权限模式中可采用“nnnn”的形式。例如，“4755”表示设置SUID权限；“6755”表示同时设置SUID、SGID权限。设置SUID、SGID权限后，使用ls命令查看该文件的属性时，对应位置的“x”将变为“s”。

合理利用SUID、SGID设置SET位权限，可以在确保安全性的同时为Linux系统的管理和使用带来方便。例如，Linux系统中passwd命令的程序文件被设置了SUID权限。所以，尽管普通用户无法直接修改“/etc/shadow”文件，但仍然可以通过passwd命令修改自己的登录密码，从而以root用户的身份间接更新shadow文件中的密码信息。

提示

如果没有特殊的需要，不要轻易为可执行文件设置SET位权限。特别是对于那些所有者、属组是root的执行程序，使用SET位权限时更应该慎重。例如，若为vim编辑器程序设置SUID权限，将导致普通用户也可以使用vim编辑器修改系统中的任何配置文件。

实例 5-24　下面为mymkdir文件设置SGID权限，并创建目录dir，确认dir目录的属组。

（1）为mymkdir文件设置SGID权限，并查看权限信息。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod g+s mymkdir
root@test-virtual-machine:~# ls -l mymkdir
-rwxr-sr-x 1 root daemon 88408 12月 13 15:31 mymkdir
```

从输出信息可以看到，mymkdir文件的属组权限中的“x”变为了“s”。

（2）使用mymkdir创建目录dir，并查看该目录的属组。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# ./mymkdir dir
root@test-virtual-machine:~# ls -dl dir
drwxr-xr-x 2 root daemon 4096 12月 13 17:37 dir
```

从输出信息可以看到，成功创建了dir目录。而且，该目录的属组也被设置为mymkdir文件的属组daemon。

实例 5-25　下面删除mymkdir文件的GUID权限。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod g-s mymkdir
root@test-virtual-machine:~# ls -l mymkdir
-rwxr-xr-x 1 root daemon 88408 12月 13 15:31 mymkdir
```

2. 黏滞位权限

黏滞位主要用于为目录设置特殊的附加权限。当目录被设置了黏滞位权限以后，即便用户对该目录有写入权限，也不能删除该目录中其他用户的文件数据。

在Linux系统中，比较典型的例子就是“/tmp”“/var/tmp”目录。这两个目录作为Linux系统的临时文件夹，权限为“rwxrwxrwt”，即允许任意用户、任意程序在该目录中进行创建、删除、

移动文件或子目录等操作。这两个目录权限属性如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /tmp/ /var/tmp/
drwxrwxrwt  18 root root 4096 12月 13 17:32 /tmp/
drwxrwxrwt   9 root root 4096  12月 13 15:26 /var/tmp/
```

但是，试想一下，若任意一个普通用户都能够删除系统服务运行中使用的临时文件，将造成什么后果？通过设置黏滞位以后，正好可以保持一种动态的平衡，允许各用户在目录中任意写入、删除数据，但是禁止随意删除其他用户的数据。

设置了黏滞位权限的目录，使用ls命令查看其属性时，其他用户权限处的“x”将变为“t”。使用chmod命令设置目录权限时，“+t”“-t”权限模式可分别用于添加、移除黏滞位权限。将数字权限模式“nnnn”中的第一位数字改为“1”“0”，也可以实现添加、移除黏滞位。

实例 5-26 下面允许所有用户在“/opt”目录中读、写、执行文件，并为该目录设置黏滞位权限。执行命令如下所示。

```
root@test-virtual-machine:~# chmod 1777 /opt/
root@test-virtual-machine:~# ls -dl /opt/
drwxrwxrwt 2 root root 4096 8月  19 18:29 /opt/
```

思政园地

工信部：我国已建成全球规模最大、技术领先的 5G 网络

据工信部统计，我国已建成全球规模最大、技术领先的5G网络。截至9月底，我国累计建成开通5G基站318.9万个，5G移动电话用户达7.37亿户，5G行业虚拟专网超2万个，5G标准必要专利声明数量全球占比达42%。

10月20日至21日，2023年中国5G发展大会在上海召开，本次大会以“5G扬帆促新质，产业升级创未来”为主题，由工业和信息化部主办，设置开幕式暨主论坛、分论坛及投融资对接会等活动，发布5G发展最新成果，搭建产业交流合作平台，推动5G扩容提质高质量发展。

工业和信息化部党组成员、副部长张云明在致辞中表示，当前我国5G发展取得积极成效，表现在从有到优，网络覆盖更加完善；从弱到强，产业实力更加壮大；从点到面，应用赋能更加彰显。工业和信息化部将从以下几个方面支撑服务中国式现代化，助力制造强国、网络强国和数字中国建设：

持续强基础，进一步夯实网络能力，加快推进地级及以上城市5G网络深度覆盖，并逐步向有条件的县镇加速延伸，加快推进5G行业虚拟专网建设部署，提升多元化5G网络供给能力。

持续谋创新，进一步增强内生动力。前瞻布局5G-A技术研究、标准研制和产品研发，加快推进5G轻量化（RedCap）技术演进和商用部署，持续开展5G新技术测试验证，加快推进产业成熟。

持续促融合，进一步汇聚应用合力。发挥“绽放杯”5G应用征集大赛等平台作用，促进5G应用规模化、多样化发展，加强部门合作和部省联动，促进5G与垂直行业深度融合。

持续增共识，进一步深挖合作潜力。深化在标准、技术、产业、网络、应用、安全等领域国际交流对话，鼓励国内企业加强5G海外合作，推动构建开放、包容、普惠、共赢的全球产业生态。

（资料来源：王连香、吕骞，《工信部：我国已建成全球规模最大、技术领先的5G网络》，人民网，2023-10-21，节选）

感悟

中国在5G技术领域的领先地位为全球5G技术的发展和应用提供了重要的经验和参考。随着5G技术的不断成熟和应用的深入，中国将继续在5G领域发挥关键作用，推动全球数字化转型和经济社会发展。

本章习题

一、选择题

（1）下列哪项属于Linux系统的文件权限？（　　）

A. r　B. w　　C. x　　D. rwx

（2）下面哪个是Linux系统文件的默认权限组合？（　　）

A. 755　　B. 744　　C. 644　　D. 600

二、填空题

（1）Linux系统表示文件路径的形式有两种，分别为_____、_____。

（2）链接文件有两种，分别为_____、_____。

三、判断题

（1）Linux系统文件和目录权限有两种表示方法，分别为字符形式和数字形式。（　　）

（2）Linux下的链接文件和Windows快捷方式一样。（　　）

四、操作题

（1）使用root用户在/opt目录下创建一个子目录test，并设置权限为777。

（2）修改目录/opt/test的所有者为用户test。