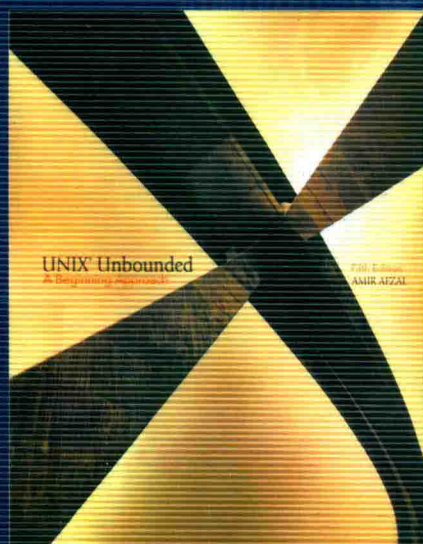


UNIX初级教程

(第五版)

UNIX Unbounded: A Beginning Approach
Fifth Edition



[美] Amir Afzal 著

李石君 曾平 等译

国外计算机科学教材系列

UNIX 初级教程

(第五版)

UNIX Unbounded: A Beginning Approach
Fifth Edition

[美] Amir Afzal 著

李石君 曾 平 等译

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

UNIX 是一类功能强大的主流操作系统。本书从初学者的角度介绍了 UNIX 的系统概念及其命令的使用。阐述的内容都是针对初学者完成日常工作所必需的各个方面,涉及 UNIX 系统的常用命令、UNIX 文件系统、vi 编辑器和 Emacs 编辑器、UNIX 通信工具、shell 命令和程序开发,以及一些更为深入的 UNIX 命令。书中还介绍了 Linux 操作系统以及 Bourne Again Shell 命令等。本书帮助读者由浅入深、循序渐进地学习 UNIX,形成清晰的概念,并且避免了直接罗列复杂的命令格式。

本书可作为 UNIX 课程的教学用书或参考书,也可供使用 UNIX 的科技工作者阅读和参考。

Authorized translation from the English language edition, entitled UNIX Unbounded: A Beginning Approach, Fifth Edition, 9780131194496 by Amir Afzal, published by Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall, Copyright ©2007 by Pearson Education, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by PEARSON EDUCATION ASIA LTD., and PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY Copyright ©2016.

本书中文简体字版专有出版权由 Pearson Education (培生教育出版集团)授予电子工业出版社。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书贴有 Pearson Education (培生教育出版集团)激光防伪标签,无标签者不得销售。

版权贸易合同登记号 图字:01-2007-3247

图书在版编目(CIP)数据

UNIX 初级教程:第五版/(美)阿米尔·阿夫扎尔(Amir Afzal)著,李石君等译. —北京:电子工业出版社,2016.8

书名原文:UNIX Unbounded: A Beginning Approach, Fifth Edition

国外计算机科学教材系列

ISBN 978-7-121-29641-3

I. ①U… II. ①阿… ②李… III. ①UNIX 操作系统—高等学校—教材 IV. ①TP316.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 185904 号

策划编辑:冯小贝

责任编辑:冯小贝

印 刷:三河市兴达印务有限公司

装 订:三河市兴达印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:26 字数:672 千字

版 次:2001 年 4 月第 1 版(原著第 3 版)

2016 年 8 月第 3 版(原著第 5 版)

印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价:69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: fengxiaobei@phei.com.cn。

译者序

UNIX 是当今世界上广泛使用的主流操作系统,具有安全可靠、功能强大、开放性、可移植性好,以及对网络良好支持等优点,普遍用于微机、小型机、大型机乃至巨型机。随着 UNIX 的普及,学习和使用 UNIX 的需求越来越高。本书是一本由浅入深介绍 UNIX 基本概念和使用方法的优秀教材。

作者从初学者学习 UNIX 系统概念和使用命令的角度对内容加以组织,涵盖了初学者完成日常工作所必需的各个方面。在介绍了 UNIX 系统的背景和基本特征之后,书中从易到难地讲解了 UNIX 系统的常用命令、vi 编辑器和 Emacs 编辑器、文件操作、shell 命令解释器、UNIX 通信工具、程序开发工具,以及一些更为深入的 UNIX 命令。

Amir Afzal 在大学长期从事 UNIX 系统的教学工作,本书是作者多年教学经验的总结,具有如下特点:

1. 本书是按教材形式编写的,其中的章节安排和实例都是作者在其 UNIX 课程中所使用的。各章的组织架构基本相同,首先是内容概要,然后通过具体实例讲解基本概念和命令的使用方法。从而使读者在学习本书的同时便于上机实践,得以加深对所学内容的理解。每章最后均有习题,大多数章后附有上机练习,以使读者巩固所学知识。合理的组织使读者可由简入繁、逐步递进地学习并掌握 UNIX 的基本概念和使用方法,形成清晰的概念体系。
2. 本书是针对初学者学习 UNIX 系统的基本概念和命令而写的,重点放在初学者常用的基本命令、文件操作及 shell 编程,省略了很少使用的命令和选项,并且避免了直接罗列所有的命令及其繁杂的选项。这种做法有利于读者快速掌握 UNIX 的基本概念和命令,并增强读者进一步学习 UNIX 高级课程的信心和兴趣。
3. 从本书的第四版开始,包含 Linux 操作系统的命令及其 Bourne Again Shell(bash)的内容,并指出学习 Linux 是学习 UNIX 最方便、最低价的方式。因此,本书的学习也使读者能学习和了解 Linux 及其使用。
4. 本书的第五版在 vi 编辑器的基础上增加了 Emacs 编辑器,为编辑器提供了另一种选择,也给更喜欢 Emacs 编辑器的读者提供了方便。读者可学习这两者中的任何一种,也可同时学习两种。

本书适合作为大专院校相关专业 UNIX 课程的教学用书或参考书,以及各种 UNIX 培训班的教材。对于那些在工作中使用 UNIX 系统的用户以及进行 UNIX 开发和编程的人员,也是很好的初级教程和入门性参考读物。本书完全可满足广大读者学习 UNIX 使用的需求。

本书由武汉大学计算机学院李石君教授组织翻译。翻译工作如下:李石君(前言、第 1~10 章、附录 A、B、D、E、F);曾平(第 11~14 章、附录 C)。郑鹏、郭远丽、肖芬、张乃州、田建伟、余伟等人参与了翻译工作,进行了部分书稿的初译和译文整理、程序验证等工作,在此一并表示感谢。尽管译者在翻译的过程中尽了最大努力,但限于译者水平,译文中难免有疏漏和错误。欢迎读者批评指正,并将更正反馈给我们。

前 言

UNIX 操作系统价格的下降和近期硬件性能的提高推动了 UNIX 和 Linux 系统的流行和普及。因此,许多有计算机技能但没有 UNIX 操作系统经验的学生和新用户都需要学习 UNIX。本书正是为这些学生和新用户而写的。

书中并不介绍操作系统原理,也不是 UNIX 参考书,而是按教学方式组织的教材。其目的在于提供一个在课堂和实验室环境下教与学的工具。本书是一本引导读者的入门书,但本书并不简单。本书覆盖了 UNIX 用户独立完成大部分日常工作所必需的内容,也为读者进一步学习更高深的课程打下了良好的知识基础,使他们使用 UNIX 参考书时得心应手。

本书主要依据作者从事 UNIX 教学的经验编写,其中的章节安排和实例都是作者在讲授 UNIX 课程时使用的。

本书的每一章都较短,需要更多讨论的内容被分成两章,每章的格式尽量保持一致。但当这种格式不宜表述内容时,则加以改换。每一章都从简要说明概念和主题开始,通过简单具体的实例阐明概念或者说明命令的用法。随后是更详细、更复杂的命令和实例。每章的最后则是用于复习的习题,并在适当或必要的章节中安排了上机练习。

第 1 章:绪论

本章简要介绍计算机硬件和软件的功能,解释计算机的基本概念和术语。详细讨论软件的类型并将重点放在系统软件上,解释操作系统的重要性并探讨其基本功能。

第 2 章:UNIX 操作系统

本章探讨 UNIX 的发展历史,讨论主要的 UNIX 版本,说明 UNIX 系统的一些重要特征。

第 3 章:UNIX 入门

本章介绍怎样登录和退出 UNIX 系统。介绍修改密码、输出系统的时间或日期这些简单的 UNIX 命令及其应用,讨论 UNIX 的登录过程和 UNIX 的一些内部操作。

第 4 章:vi 编辑器入门

第 4 章和第 6 章介绍 UNIX 操作系统的 vi 文本编辑器。第 4 章在简要讨论编辑器之后,引入 UNIX 系统支持的 vi 文本编辑器,讨论完成简单的编辑任务所必需的 vi 基本命令。第 6 章通过一些高级 vi 命令展示 vi 编辑器的更多编辑功能及其灵活性,并解释定制 vi 编辑器的各种方法。

第 5 章:UNIX 文件系统介绍

本章是讨论 UNIX 文件系统和相关命令两章中的第 1 章。具体讨论文件和目录的基本概念以及文件系统的层次树结构,给出文件系统操作的命令。这些命令为第 6 章将要介绍的 vi 编辑器中一些命令的使用打下了基础。

第 6 章:vi 编辑器的高级用法

本章介绍高级 vi 命令,并解释定制 vi 编辑环境和在 vi 编辑器中利用缓冲机制,同时打开多个文件进行编辑并执行 UNIX 命令的方式。

第 7 章:Emacs 编辑器

Emacs 编辑器可以替代 vi 编辑器。由于很多 UNIX 版本都支持并提供 vi 文本编辑器,因而 vi 编辑器的使用很重要。但很多 UNIX 用户更青睐 Emacs 编辑器。如果系统上没有 Emacs 编辑器,安装一个 Emacs 也很容易。本章的目的在于为文本编辑器提供另一种选择。

本章介绍 Emacs 编辑器。先解释基本概念和命令,然后介绍 UNIX 用户日常工作必需的 Emacs 基本命令。前面的章节中介绍了帮助功能,以便获取在此没提到的命令和选项的解释信息。

第 8 章:UNIX 文件系统高级操作

本章是讨论 UNIX 文件系统和相关命令的第 2 章。提供更多的文件操作命令,讨论 shell 的输入/输出重定向操作符,并介绍文件名通配符。

第 9 章:探索 shell

本章介绍 shell 命令解释程序及其在 UNIX 系统中的功能。重点讨论 shell 的特征和功能、shell 变量以及 shell 元字符,还阐明 UNIX 系统中的启动文件和进程管理。

第 10 章:UNIX 通信

本章集中讨论 UNIX 通信工具。介绍 UNIX 系统中的电子邮件程序及其可用的命令和选项,讨论影响电子邮件程序环境的 shell 变量及其他变量,并说明如何利用启动文件来定制电子邮件程序。

第 11 章:程序开发

本章介绍程序开发的要点。讨论开发程序的步骤,通过一个简单的 C++ 语言程序实例,说明从编写源程序、进行编译到生成可执行程序的全过程。

第 12 章:shell 编程

本章集中讨论 shell 编程。介绍 shell 作为高级解释性语言的功能,讨论 shell 编程的构造和细节,演示 shell 程序的创建、调试和运行。

第 13 章:shell 脚本:编写应用程序

在前一章所介绍的命令和概念的基础上,本章讨论更多的 shell 编程命令和技巧。通过一个简单的应用程序实例,说明用 shell 语言开发程序的过程。

第 14 章:告别 UNIX

本章给出了其他一些重要的 UNIX 命令,主要介绍独立的命令和主题,这些内容出于种种原因而不适合放在前面章节。磁盘命令、文件操作命令、远程计算命令和系统安全是本章的主要论题。

致谢

如果没有许多学术界和业界朋友的帮助,本书的第五版是不可能问世的。在此,我逐一向所有为本书得以出版提供帮助的朋友们表示感谢。

感谢参加我教授的 C/C++ 和 UNIX 课程的同学們提供建议和反馈信息。

感谢我在 Strayer 大学的同事。

感谢我在 General Dynamics 的同事。

感谢 Tom Swanson,我即将出版的另一本书“UNIX Administration Unbounded”的合作者所慷慨付出的时间。

感谢 Prentice Hall 出版公司的 Charles Stewart 对我的写作给予的耐心和长期支持。

阅 读 指 南

如果读者是第一次学习 UNIX 操作系统,建议从第 1 章开始,按本书章节顺序阅读本书。如果读者对 UNIX 操作系统已有了一定了解,建议浏览已了解的内容并复习其要点,以帮助理解本书的其他章节。书中的大多数章节前后相关,学习前面的章节有利于理解后续章节或打下必要基础。

本书使用大量实例阐明概念或说明命令的不同使用方法,建议读者在系统上试用这些实例。UNIX 系统有很多变体且易于修改,这意味着读者可能会发现本书与你的系统之间存在不一致,本书中的一些屏幕显示或命令序列也可能与读者的系统并不完全一致。

印刷符号说明

本书使用特殊字体来强调某些词语。例如,用黑体表示用户从键盘输入的 UNIX 命令或特殊字符;用方体字表示路径名、文件夹名或文件名。

下面是一个终端显示实例,它是读者练习命令时在系统屏幕上看到的。

```
UNIX System V release 4.0
```

```
login:david
```

```
password:
```

下面是一个命令序列实例。用户输入的字符用黑体表示,右侧的文字是对左侧所执行操作的注释,这种格式在需要逐行解释命令或输出时很有用。

```
$pwd [Return]..... 显示当前目录
```

```
    /usr/david ..... 当前目录为 david
```

```
$cd source [Return]..... 进入目录 source
```

提示

本书使用不同的提示符和文字来引起读者的注意、列出某些特征或表示所采取的动作。本书使用以下 4 种说明方式:

说明: ● 列出要点

- 引起读者对命令或屏幕显示的某个特定方面的注意

注意: ● 引起读者对常见错误的注意

- 警告读者操作的后果

实例: ● 演示命令在系统中的工作过程

- 让读者在自己的系统上练习命令的使用

□: ● 说明执行特定任务时必须进行的键盘输入步骤

键盘输入约定

[Return]:表示回车键,有时称为 CR 键或 Enter 键,通常在命令或输入行的结尾使用该键。

[Ctrl-d]:表示同时按下 Ctrl 控制键和字符键 d。包括 Ctrl 键在内的各控制键与各字符组合可用同样的方法表示。



Pearson

尊敬的老师:

您好!

为了确保您及时有效地申请培生整体教学资源,请您务必完整填写如下表格,加盖学院的公章后传真给我们,我们将会 在 2-3 个工作日内为您处理。

请填写所需教辅的开课信息:

采用教材			☐ 中文版 ☐ 英文版 ☐ 双语版
作 者		出版社	
版 次		ISBN	
课程时间	始于 年 月 日	学生人数	
	止于 年 月 日	学生年级	☐ 专 科 ☐ 本科 1/2 年级 ☐ 研究生 ☐ 本科 3/4 年级

请填写您的个人信息:

学 校			
院系/专业			
姓 名		职 称	☐ 助教 ☐ 讲师 ☐ 副教授 ☐ 教授
通信地址/邮编			
手 机		电 话	
传 真			
official email(必填) (eg:XXX@ruc.edu.cn)		email (eg:XXX@163.com)	
是否愿意接受我们定期的新书讯息通知: ☐ 是 ☐ 否			

系 / 院主任: _____ (签字)

(系 / 院办公室章)

____年____月____日

资源介绍:

—教材、常规教辅 (PPT、教师手册、题库等) 资源: 请访问www.pearsonhighered.com/educator; (免费)

—MyLabs/Mastering 系列在线平台: 适合老师和学生共同使用; 访问需要 Access Code; (付费)

100013 北京市东城区北三环东路 36 号环球贸易中心 D 座 1208 室

电话: (8610) 57355003 传真: (8610) 58257961

Please send this form to:

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 计算机简介	1
1.3 计算机硬件	2
1.4 处理操作	6
1.5 计算机软件	7
习题	11
第 2 章 UNIX 操作系统	12
2.1 UNIX 操作系统:历史简介	12
2.2 其他 UNIX 系统	13
2.3 UNIX 操作系统概要	15
2.4 UNIX 系统特征	15
习题	17
第 3 章 UNIX 入门	18
3.1 与 UNIX 建立连接	18
3.2 使用一些简单的 UNIX 命令	22
3.3 获取帮助信息	27
3.4 更正键盘输入错误	29
3.5 使用 shell 和系统工具	30
3.6 登录过程	31
命令小结	32
习题	33
上机练习	34
第 4 章 vi 编辑器入门	35
4.1 什么是编辑器	35
4.2 vi 编辑器	36
4.3 基本的 vi 编辑器命令	37
4.4 存储缓冲区	52
命令小结	53
习题	54
上机练习	55

第 5 章 UNIX 文件系统介绍	57
5.1 磁盘组织	57
5.2 UNIX 中的文件类型	57
5.3 目录详述	57
5.4 目录命令	62
5.5 显示文件内容	75
5.6 打印文件内容	76
5.7 删除文件	80
命令小结	83
习题	84
上机练习	86
第 6 章 vi 编辑器的高级用法	87
6.1 更多有关 vi 编辑器的知识	87
6.2 重排文本	94
6.3 vi 操作符的域	95
6.4 在 vi 中使用缓冲区	98
6.5 光标定位键	101
6.6 定制 vi 编辑器	102
6.7 其他的 vi 命令	107
命令小结	110
习题	111
上机练习	112
第 7 章 Emacs 编辑器	114
7.1 引言	114
7.2 启动 Emacs	114
7.3 Emacs 屏幕	116
7.4 退出 Emacs	120
7.5 Emacs 中的帮助信息	122
7.6 光标移动键	126
7.7 删除文本	126
7.8 重排文本	130
7.9 大小写转换命令	132
7.10 文件操作	133
7.11 Emacs 缓冲区	135
7.12 文件恢复选项	137
7.13 搜索和替换	138

7.14 Emacs 窗口	141
7.15 .emacs 文件	143
7.16 命令行选项	143
命令小结	143
习题	147
上机练习	148
 第 8 章 UNIX 文件系统高级操作	150
8.1 读文件	150
8.2 shell 重定向	151
8.3 增强的文件打印功能	156
8.4 文件操作命令	159
8.5 文件名替换	168
8.6 其他文件操作命令	171
8.7 UNIX 的内部:文件系统	181
命令小结	184
习题	188
上机练习	189
 第 9 章 探索 shell	191
9.1 UNIX shell	191
9.2 shell 变量	197
9.3 其他元字符	202
9.4 其他 UNIX 系统工具	205
9.5 启动文件	215
9.6 Korn Shell 和 Bourne Again Shell	216
9.7 UNIX 进程管理	225
命令小结	228
习题	230
上机练习	231
 第 10 章 UNIX 通信	233
10.1 通信方式	233
10.2 电子邮件	237
10.3 mailx 输入模式	242
10.4 mailx 的命令模式	246
10.5 定制 mailx 环境	251
10.6 与本地系统外的用户通信	253
命令小结	254

习题.....	255
上机练习.....	256
第 11 章 程序开发	257
11.1 程序开发.....	257
11.2 编程语言.....	257
11.3 编程机制.....	259
11.4 一个简单的 C++ 程序	260
11.5 UNIX 编程跟踪工具	264
习题.....	264
上机练习.....	264
第 12 章 shell 编程	265
12.1 UNIX shell 编程语言简介	265
12.2 编写更多的 shell 脚本	268
12.3 探索 shell 编程基础	275
12.4 算术运算.....	293
12.5 循环结构.....	295
12.6 调试 shell 程序	302
命令小结.....	305
习题.....	306
上机练习.....	306
第 13 章 shell 脚本:编写应用程序	308
13.1 编写应用程序.....	308
13.2 UNIX 内核:信号	310
13.3 对终端的进一步讨论.....	313
13.4 其他命令.....	317
13.5 菜单驱动应用程序.....	320
命令小结.....	341
习题.....	343
上机练习.....	343
第 14 章 告别 UNIX	344
14.1 磁盘空间.....	344
14.2 其他 UNIX 命令	347
14.3 拼写错误更正.....	355
14.4 UNIX 系统安全.....	357
14.5 使用 FTP	361

14.6 使用压缩文件.....	369
14.7 telnet 命令	369
14.8 远程计算.....	372
命令小结.....	373
习题.....	376
上机练习.....	376
附录 A 命令索引	378
附录 B 分类命令索引	381
附录 C 命令小结	384
附录 D vi 编辑器命令小结	396
附录 E Emacs 编辑器命令小结	399
附录 F ASCII 表	402

第1章 绪 论

本章简要介绍计算机硬件和软件的基础知识,解释计算机的基本术语和概念。本章将讨论软件的类型,论述操作系统的重要性,并探讨操作系统的主要功能。

1.1 引言

大多数人是通过计算机课程,或在工作和家庭环境中使用计算机而获得了计算机的基础知识。针对没有参加过任何计算机课程(或者已学过但忘记)的读者,本章首先对计算机进行简要介绍,并解释一些通用的软件和硬件术语,再进一步讨论操作系统软件。

1.2 计算机简介

什么是计算机? Merriam Webster 的 Collegiate 词典将计算机定义为“可以存储、检索和处理数据的可编程的电子设备”。本章将该定义进行了扩展,并探讨了计算机系统的各个组成部分。

根据计算机的大小、性能和速度可以将计算机分为以下 4 类:

- 巨型计算机
- 大型计算机
- 小型计算机
- 微型计算机

说明: 以上分类很不明确,某一类的低端系统都可能会与另一类的高端系统重叠。

巨型计算机: 巨型计算机是运行速度最快且最昂贵的计算机,比大型计算机要快上千倍。巨型计算机主要是为天气预报、三维模型和计算机动画等复杂的计算型应用而设计的。所有这些任务都需要异常大量的复杂计算,这些计算需要巨型机来执行。巨型机通常包含几百个处理器,并配备最新和最昂贵的硬件设备。

说明: 巨型计算机还适于许多其他应用,甚至好莱坞也使用巨型计算机强大的图像处理功能来制作电影特技。

大型计算机: 大型计算机是为大型机构的信息处理而设计的大型且快速的计算机。大型机可支持几百个用户,并可以同时执行几百个程序。它们有强大的输入/输出(I/O, Input/Output)能力,支持大容量的内存和磁盘存储空间。大型机主要应用于大型商业环境,如银行和医院等,以及其他一些大型机构,如大学等。大型机费用昂贵,而且通常需要受过培训的人员加以操作和维护。

说明: I/O 设备是计算机与外界(人或其他计算机)交流的工具。各种 I/O 设备在速度和通信介质方面的差异很大。

小型计算机：直到 20 世纪 60 年代后期,所有计算机都还是大型机,而且只有大型机构才使用得起。随后开始研制小型机。小型机的最初功能是执行特定的任务,主要用于大学和科研机构。小型机迅速广泛地在小型和中型机构中用于数据处理。今天,某些“小型计算机”的性能甚至与大型机相当,并且大多数小型计算机是通用计算机。如大型机一样,小型机也能为多个用户提供信息处理服务,能并行执行许多应用程序。但它们比大型机便宜,而且更易于安装和维护。

微型计算机：也称为个人计算机(PC,Personal Computer)。微型计算机最便宜,是市场上最流行的计算机。由于体积很小,因而能放在桌面上或手提箱中。不同微型计算机的价格和性能差异很大,某些型号的微型计算机甚至与小型机和老式大型机相当。微型计算机可满足很多商业应用,而且既可以单独使用,也可以与其他计算机连在一起,以扩展其功能。

表 1.1 列出了计算机的类型、典型配置(存储容量、用户数等)和大致的速度。

表 1.1 计算机的分类

类型	典型配置	大致速度
微型计算机	64 MB 内存、4 GB 磁盘存储空间、单用户	每秒处理 1000 万条指令
小型计算机	128 MB 内存、10 GB 磁盘存储空间、1 个磁带机、128 个用户	每秒处理 3000 万条指令
大型计算机	1 GB 内存、100 GB 磁盘存储空间、多个磁带机、几百个用户、4 个以上处理器	每秒处理 5000 万条指令
巨型计算机	1 GB 内存、100 GB 磁盘存储空间、64 个以上处理器	每秒处理 20 亿个浮点运算操作

1.3 计算机硬件

无论计算机系统是简单还是复杂,都具有 4 项基本功能:输入、处理、输出和存储。计算机也可分成两部分:硬件和软件。这两个部分互为补充,软、硬件的结合使计算机能实现其基本功能。

图 1.1 给出了计算机系统的 4 项功能,以及与每项功能相关的典型硬件设备。

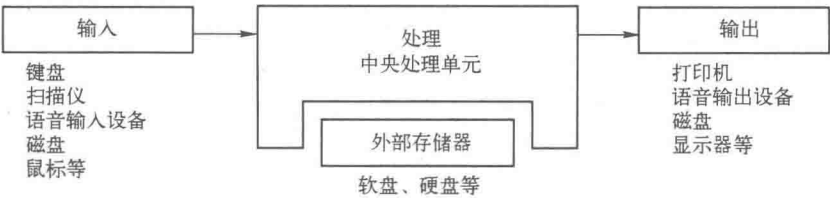


图 1.1 计算机系统的 4 项基本功能

大多数计算机系统都包括 5 个基本硬件组件,它们共同完成计算机的任务。在不同的计算机系统中,组件的数目、实现方式、复杂性以及性能都不同。但是,每个组件执行的功能通常是类似的。这 5 个组件是：

- 输入设备
- 处理器单元
- 内存
- 外部存储器
- 输出设备

这 5 个组件连接的方式称为系统硬件配置。例如,在一个系统中,处理器单元和外部存储器有可能放在一个组件中;而在另一个系统中,它们可能是分离的。

1.3.1 输入设备

输入设备用于向计算机输入指令或数据。目前有许多输入设备,其种类还在增加。键盘、光笔、扫描仪和鼠标是最常用的输入设备,而键盘几乎各处都在使用。

说明:某些设备既可以当做输入设备,也可以当做输出设备,例如磁盘和触摸屏。

1.3.2 处理器单元

处理器单元是计算机系统的智能部分,通常称为中央处理单元(CPU, Central Processing Unit),控制计算机的行为。CPU 控制任务的执行,如将键盘的输入送到内存、处理存储的数据或将操作结果送到打印机。CPU 包括以下 3 个基本组成部分:

- 算术和逻辑运算单元(ALU, Arithmetic and Logic Unit)
- 寄存器
- 控制单元(CU, Control Unit)

说明:CPU 也称为计算机的大脑、心脏或思维部件。

算术和逻辑运算单元:算术和逻辑运算单元(ALU)是 CPU 中控制所有算术和逻辑运算的电子电路部分。算术运算包括加、减、乘、除。许多更复杂的运算,如乘方和取对数也可以实现。逻辑运算包括对字符、数字或特殊符号的比较,以判断是否相等、大于或者小于。

总之,ALU 负责以下运算:

- 执行算术运算
- 执行逻辑运算

寄存器:CPU 中一般包含小部分临时存储单元,这些临时存储单元称为寄存器。一个寄存器可以保存一个指令或一个数据项。寄存器用来存储需要立即、快速而又频繁访问的指令和数据。例如,可将两个即将相加的数存放在寄存器中。ALU 读取这些数据,将其相加,然后将结果存储到另一个寄存器中。由于寄存器在 CPU 中,所以其中的内容可以很快地被其他 CPU 组件访问。

总之,寄存器的作用如下:

- 在 CPU 中存储指令和数据

控制单元:控制单元是 CPU 中控制和协调系统其他部分的动作,以执行程序指令的电子电路单元。其自身并不执行指令,而是沿相应的电路发送电子信号来激活其他部分。其主要职责是从内存中存取数据和指令,并且负责控制 ALU。当 CPU 需要程序指令和数据时,控制单元将其从内存送到寄存器。

总之,控制单元负责以下操作:

- 激活其他组件
- 将指令和数据从内存送到寄存器

1.3.3 内存

计算机有两种状态,可以解释为 0 或 1、真或假、上或下,等等。几乎任何可保存两种状态

的设备都可用做存储器。但是,大多数计算机使用可存储二进制数字或位的集成电路存储器。每位可以是 0 或 1,因此可以代表两种状态中的一种。小型机的内存足以存储数百万位,而大型机可以存储数十亿位。各种机型的区别在于存储容量的大小,而存储功能并无差异。

内存(也称为主存或基本内存)可存储如下内容:

- 保存当前程序指令
- 保存程序处理的数据
- 保存执行程序指令时产生的中间结果

说明:内存只保存程序执行期间的临时数据。

内存所保存的内容由当前正在执行的程序和与之相关的数据两部分组成。程序执行过程中需要在内存和 CPU 之间进行大量的数据交换。

CPU 是快速设备,因此需要可快速访问的设备作为内存。当前的计算机硬件中,内存是一种称为内存芯片的硅半导体器件。计算机通常有两种内存:

- 随机存储器(RAM,Random Access Memory)
- 只读存储器(ROM,Read Only Memory)

随机存储器:随机存储器(RAM)是计算机的工作存储器。能够提供 CPU 需要的访问速度,并且允许 CPU 按存储单元的地址读写指定的存储单元。当计算机工作时,程序和数据临时存放在 RAM 中。RAM 中的数据可以修改和删除。

说明:RAM 是不稳定的存储器,并不提供持久存储。一旦用户关闭计算机(或以其他方式切断 RAM 的电源),则 RAM 中存储的内容将丢失。

只读存储器:第二类存储器是只读存储器(ROM),用于永久保存计算机生产厂家放置在系统中的程序和数据。CPU 只能从 ROM 中读取指令,而不能加以更改、删除或覆盖。当关掉计算机电源时,ROM 中存储的内容不会丢失。ROM 中的程序有时称为固件,介于软件和硬件之间。

数据表示

人们习惯了使用十进制数据系统,并且熟知十进制系统(基数为 10)包含从 0 到 9 这十个数字。而计算机使用的是二进制(基数为 2),包含 0 和 1 两个数字。

位(二进制数字):每个位可能是 0,也可能是 1。位是计算机所能识别的最小信息单元。

字节:计算机的存储器必须能存储字母、数字和符号,而单独一位是不能完成该任务的。多个位组合在一起可以表示有意义的数据。一个 8 位的组合称为一个字节,而一个字节能表示一个字符。字符可以是大写字母、小写字母、数字、标点符号或特殊符号。

ASCII 码:当数据输入到计算机时,系统必须将用户能识别的数据(字母、数字和符号)转换成计算机所能理解的格式。美国信息交换标准码(ASCII,American Standard Code for Information Interchange,读为 ask-ee)是一种用 8 位字节表示字符的编码方案。

说明:ASCII 码最多可以表示 256 个字符,包括所有大小写字母、数字、标点符号和特殊符号。

字:用字节存储字符虽然好,但是对较大的数据而言,字节就太小了。事实上,256 是一个字节所能存储的最大整数。的确,计算机需要存储大的整数才能满足需求。大多数计算机能处理一组字节,而这组字节称为字。字的大小随系统的不同而不同,可以是 16 位(2 字节)或