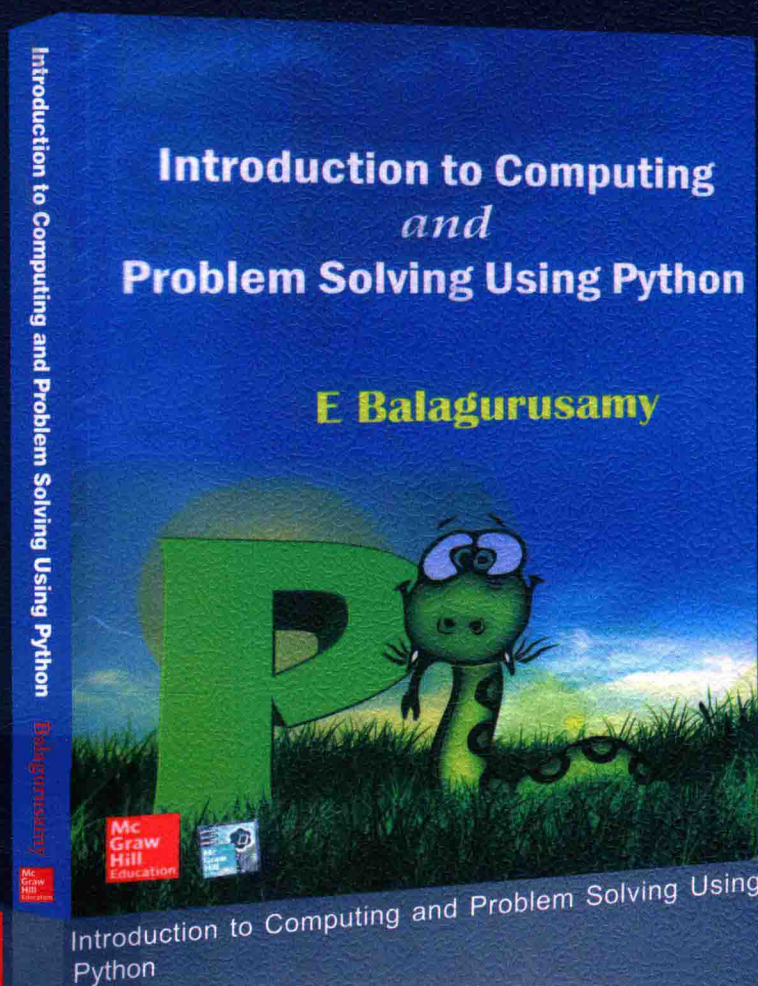


Python编程与 问题求解

[印] E Balagurusamy 著
秦臻 肖俊超 译



清华大学出版社

国外计算机科学经典教材

Python 编程与问题求解

[印] E Balagurusamy 著

秦臻 肖俊超 译

清华大学出版社

北 京

E Balagurusamy
Introduction to Computing and Problem Solving Using Python
EISBN: 978-93-5260-258-2
Copyright © 2016 by McGraw-Hill Education.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education and Tsinghua University Press Limited. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2017 by McGraw-Hill Education and Tsinghua University Press Limited.

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳·希尔(亚洲)教育出版公司和清华大学出版社有限公司合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和中国台湾地区)销售发行。

版权©2017由麦格劳·希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社有限公司所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2017-3861

本书封面贴有McGraw-Hill Education公司防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

Python编程与问题求解/(印)希·巴拉古路萨米(E Balagurusamy) 著; 秦臻, 肖俊超 译. —北京: 清华大学出版社, 2017

书名原文: Introduction to Computing and Problem Solving Using Python

(国外计算机科学经典教材)

ISBN 978-7-302-48491-2

I. ①P… II. ①希… ②秦… ③肖… III. ①软件工具—程序设计—教材 IV. ①TP311.561

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第230265号

责任编辑: 王 军 韩宏志

封面设计: 孔祥峰

版式设计: 方加青

责任校对: 牛艳敏

责任印制: 沈 露

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦A座

邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175

邮 购: 010-62786544

投稿与读者服务: 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈: 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者: 北京富博印刷有限公司

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 21.25

字 数: 490千字

版 次: 2017年10月第1版

印 次: 2017年10月第1次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 59.80元

产品编号: 074690-01

译者序

Python语言是一门可读性极高的高级编程语言，自1991年问世以来，日益流行，现已成为多个国家计算机教学中的首选入门编程语言之一。近年来更被广泛应用于各个领域，尤其在数据科学与网络编程等方面都具有颇高的人气。究其原因，Python本身简洁的语法结构和数量庞大的第三方库功不可没。对于初学编程的人员来说，Python简单、易于上手，可用最短的时间建立起自己的程序、领略编程之美，极大地保留和提高初学者对计算机编程的兴趣。对于已拥有其他语言编程经验的人员来说，简单的语法结构和强大的第三方库使他们更多地专注于解决问题本身，而非纠缠于复杂的语法结构和重复造轮之中，极大地缩短了项目开发时间。

目前，市面上可供选择的Python语言的书籍数目众多。区别于其他很多只是简单介绍Python语言本身的书籍，《Python编程与问题求解》在介绍Python使用方法的同时还插入了很多在实际开发过程中可能遇到的相关实例，使得枯燥的语法学习变得生动有趣，理论联系实际也可以让读者提前了解Python在实际项目中的应用。俗话说实践出真知，如果说学习编程有什么捷径的话，那必然是多动手实践。学习编程的真正价值也在于运用，读者可通过每个章节后的练习题，进一步扎实掌握相应章节的知识点。

作为印度计算机领域的领军人物，本书作者E Balagurusamy发表过大量学术论文和书籍，对印度计算机学科的教育有着突出的贡献。本书沉淀了作者多年来积累的计算机和编程语言经验，非常实用，对读者的理解帮助巨大。

在这里要感谢清华大学出版社的编辑们，他们为本书的翻译投入了巨大热情并付出了很多心血。没有你们的帮助和鼓励，本书不可能顺利付梓。翻译过程中，译者力求翻译表达传神，但是鉴于水平有限，难免出现错误和失误，请不吝指正。感激不尽！本书前4章由秦臻翻译，后4章由肖俊超翻译，参与本书翻译的还有张克崴、朱文功、毛鹏翔、熊小鹿、穗晓雪，在此一并表示感谢！

最后，希望读者在阅读过程中领略到Python语言之美！

作者简介

E Balagurusamy现在是印度哥印拜陀市EBG基金会的主席。过去他还出任过新德里公用事业委员会成员以及泰米尔纳德邦钦奈的安娜大学副校长。他是信息技术与管理领域的教师、培训师以及顾问。他拥有北阿坎德邦鲁尔基的印度技术学院颁发的电子工程荣誉学位以及系统工程博士学位。他感兴趣的研究领域包括面向对象的软件工程、电子政务(科技化管理)、商业流程重建以及总体质量管理。

作为一位多产的作家，他已经编写了大量的学术论文以及一些书籍。他最畅销的著作包括：

- *Programming in ANSI C, 7/e*
- *Fundamentals of Computers*
- *Computing Fundamentals and C Programming*
- *Programming in C#, 3/e*
- *Programming in Java, 5/e*
- *Object-Oriented Programming with C++, 5/e*
- *Programming in BASIC, 3/e*
- *Numerical Methods*
- *Reliability Engineering*

作为无数荣誉与奖项的获得者，他已经被列入Who's Who of Intellectuals以及杰出教育领袖名录。

前言

数字电子领域的发展以及最近几十年产生的大量数据宣告了第二次工业革命(也常被称为信息革命)的到来。信息技术在这场新的革命中扮演了日趋重要的角色。因此,拥有良好的关于计算机处理和分析数据的知识对于每个求职者来说变得不可或缺,这不仅在IT领域中,在其他领域也同样适用。所以,印度的很多大学和学院已经开设向本科学生讲授关于科学计算基础和使用Python解决问题的学科。本书可以满足本科学生的这些需求。

学习Python的原因

Python是一门高级的、解释型的、典型的、动态的、开源的、多范式的、多用途的编程语言。它非常简单但也非常强大。Python虽然没有提供特殊的工具或特性来完成用其他语言不能完成的事情,但它优雅的设计和某些特征使得Python易于使用。

本书特色

本书可以确保读者平稳顺利地成为一名Python专家。本书全篇使用由易到难、易于学习的方式。本书中所有的章节都强调通过解决问题来学习的观念。Python的每个特性都会通过一个完整的程序示例来深入讲解其用法。有些概念在需要时会使用图形方式来解释,从而可以帮助你更好地理解其中含义。本书呈现了当代流行的编程方法并实现了理论和实践的有效结合。

本书所有内容都遵循通用的结构,为教师和学生提供了大量学习和评估的工具。

本书的突出特点

本书的突出特点包括以下几个方面:

- 本书使用从下至上的方法来解释概念。
- 附录中会对算法和流程图进行额外的讨论。
- 本书通篇提供带注释的代码来阐述Python多种特性的用法。

- 独立于正文的补充信息和重要提示包含在特殊的方框中，开头以“注意”标明。
- 每章末尾的需要牢记的知识点总结了重要知识点，方便读者回顾学过的知识点。
- 书中每个小节之后的小测试能帮助读者评估学习成果。
- 每章中的关键术语会罗列在章末。

章末的复习题包含了多选题的题干和答案、简答题以及程序题，可以帮助读者检测相关概念的理解程度。

本书的结构

本书包含8章。前两章向读者介绍了电子计算机(基本结构、编程语言、操作系统、解决问题的策略等)。后面6章或多或少地呈现了编写程序的一些常规介绍。读者可以学习变量、类型、语句、条件、循环、函数、递归、类和继承。在所有的章中，都首先解释基本概念，然后读者通过实验过程来发现和检测自己对概念的理解程度。

网络资源

可通过访问<http://highered.mheducation.com/sites/9352602587>来获取一些网络资源，其内容包括：

- 答案手册
- 演讲的PPT

需要以上相关信息的读者需要填写本书最后的“麦格劳-希尔教育教师服务表”，与销售代表联系。

1. 重要的标准库

- (a) argparse
- (b) csv
- (c) math
- (d) os
- (e) pickle
- (f) random
- (g) subprocess

2. 安装第三方库的方法

- (a) 使用pip
 - i. 在Windows和Linux下安装pip
 - ii. 使用pip安装一个包

(b) 通过源文件安装包

3. 一些重要的第三方库

(a) Requests

(b) BeautifulSoup

4. 代码调试

(a) 理解异常

异常列表和可能的原因

(b) Python调试器-pdb

致 谢

感谢以下审稿人，为本书提出了宝贵意见：

Sujith Kumar

Sree Narayana Gurukulam College of Engineering, Kolenchery, Kerala

Jini Raju

Thangal Kunju Musaliar College of Engineering, Kollam, Kerala

Sanjiv Singh

Impetus Technologies, Noida, Uttar Pradesh

Aswathy Ravikumar

Mar Baselios College of Engineering and Technology, Thiruvananthapuram, Kerala

Pawan Kumar

Mphasis, Noida, Uttar Pradesh

特别感谢Jayarajan J N先生(Rajagiri School of Engineering and Technology, Cochin)对本书做出的卓越贡献。

目 录

第1章 电子计算机简介	1
1.1 简介	1
1.2 冯·诺依曼理念	3
1.2.1 计算机的简单模型	4
1.2.2 电子计算机的组成	4
1.3 存储器	6
1.3.1 主存储器	7
1.3.2 辅助存储器	8
1.3.3 寄存器	9
1.4 编程语言	10
1.4.1 高级语言	11
1.4.2 汇编语言	11
1.4.3 机器语言	11
1.5 翻译器	12
1.5.1 编译器	12
1.5.2 汇编器	12
1.5.3 解释器	12
1.6 硬件和软件	13
1.6.1 硬件	13
1.6.2 软件	13
1.7 操作系统	14
1.8 本章要点	15
1.9 关键术语	16
1.10 复习题	17

第2章 解决问题的策略

2.1 分析问题	21
----------	----

2.1.1 问题的正式定义	21
2.1.2 解决问题的方法论	22
2.2 算法	22
2.3 流程图	24
2.4 算法以及流程图示例	28
2.5 本章要点	33
2.6 关键术语	33
2.7 复习题	34

第3章 Python入门

3.1 引言	37
3.2 Python概述	37
3.3 启动Python的三种不同方式	38
3.4 注释	43
3.5 Python标识符	43
3.6 保留关键字	44
3.7 变量	44
3.7.1 声明变量	44
3.7.2 初始化变量	44
3.8 标准的数据类型	46
3.8.1 数字型	46
3.8.2 字符串	47
3.8.3 列表	48
3.8.4 元组	49
3.8.5 字典	50
3.8.6 布尔型	50
3.8.7 集合	50

3.9 运算符.....52	4.2.1 类型转换.....86
3.9.1 算术运算符.....53	4.2.2 强制类型转换.....87
3.9.2 比较运算符.....54	4.2.3 数学函数.....88
3.9.3 赋值运算符.....55	4.2.4 日期和时间.....89
3.9.4 位运算符.....56	4.2.5 dir()函数.....90
3.9.5 逻辑运算符.....58	4.2.6 help()函数.....91
3.9.6 隶属运算符.....58	4.3 复合函数.....91
3.9.7 恒等运算符.....59	4.4 用户自定义函数.....92
3.9.8 运算符优先级.....60	4.5 参数.....95
3.9.9 结合性.....61	4.6 函数的调用.....99
3.10 语句与表达式.....63	4.7 return语句.....100
3.10.1 语句.....63	4.8 Python的递归函数.....101
3.10.2 表达式.....63	4.9 匿名函数.....101
3.11 字符串运算.....64	4.10 编写Python脚本.....103
3.11.1 连接运算.....65	4.11 本章要点.....105
3.11.2 重复运算.....65	4.12 关键术语.....106
3.11.3 获取具体字符.....65	4.13 复习题.....107
3.11.4 分片.....65	
3.12 布尔表达式.....67	第5章 字符串和列表.....115
3.13 控制语句.....67	5.1 字符串.....115
3.13.1 for循环.....67	5.1.1 混合数据类型.....116
3.13.2 while 语句.....70	5.1.2 len函数.....117
3.13.3 if elif else 语句.....72	5.1.3 字符串切片.....118
3.13.4 选择执行.....73	5.1.4 字符串是不可变的.....119
3.13.5 条件执行.....73	5.1.5 字符串遍历.....120
3.14 迭代——while 语句.....74	5.1.6 转义字符.....122
3.15 从键盘获取输入.....76	5.1.7 字符串格式化操作符.....123
3.15.1 input()函数.....76	5.1.8 字符串格式化函数.....124
3.15.2 raw_input()函数.....77	5.2 列表.....127
3.16 本章要点.....77	5.2.1 值和访问元素.....127
3.17 关键术语.....79	5.2.2 列表是可变的.....129
3.18 复习题.....79	5.2.3 列表的遍历.....131
	5.2.4 删除列表中的元素.....132
第4章 函数.....85	5.2.5 内置的list操作符.....133
4.1 简介.....85	5.2.6 list内置方法.....134
4.2 内置函数.....85	5.3 本章要点.....136

5.4 关键术语	137	7.2.1 mkdir()方法	192
5.5 复习题	137	7.2.2 chdir()方法	193
第6章 元组和字典	151	7.2.3 getcwd()方法	193
6.1 元组	151	7.2.4 rmdir()方法	193
6.1.1 创建元组	151	7.3 异常	195
6.1.2 访问元组中的元素	152	7.3.1 内置异常	195
6.1.3 元组是不可变的	154	7.3.2 异常处理	196
6.1.4 元组赋值	154	7.4 带有参数的异常	200
6.1.5 元组作为返回值	156	7.5 用户自定义异常	201
6.1.6 变长元组参数	157	7.6 关键术语	203
6.1.7 基本的元组操作	158	7.7 复习题	204
6.1.8 内置的元组函数	160	第8章 类和对象	215
6.2 字典	162	8.1 面向对象概述 (面向对象编程)	215
6.2.1 创建字典	162	8.1.1 数据封装	216
6.2.2 访问字典中的值	163	8.1.2 多态	216
6.2.3 更新字典	164	8.2 类定义	217
6.2.4 删除字典中的元素	165	8.3 创建对象	218
6.2.5 字典键的属性	166	8.4 对象作为参数	221
6.2.6 字典操作	167	8.5 对象作为返回值	222
6.2.7 内置的字典方法	168	8.6 内置的类属性	223
6.3 本章要点	169	8.7 继承	225
6.4 关键术语	170	8.8 方法重写	228
6.5 复习题	171	8.9 数据封装	229
第7章 文件和异常	183	8.10 数据隐藏	230
7.1 文本文件	183	8.11 本章要点	232
7.1.1 打开文件	183	8.12 关键术语	233
7.1.2 关闭文件	185	8.13 复习题	234
7.1.3 file对象属性	186	附录A 使用算法和流程图进行练习 ...	243
7.1.4 写文件	187	附录B 使用算法和伪代码 解决问题的练习题	297
7.1.5 读取文件	188	附录C 基本标准库模块	321
7.1.6 文件的重命名	190		
7.1.7 删除文件	190		
7.1.8 操作文件的方法	191		
7.2 目录	192		

电子计算机简介

1.1 简介

“电子计算机”这个词在很久之前被用来指代那些制作数学图表和解决复杂计算的人。几十年间，计算机已经从大型昂贵并且不可靠的计算器变成了广泛应用于社会各个方面的多用途的可靠机器。

曾经，计算机的体积有一间屋子的大小，修改一个程序往往需要花费一天的时间；而现在，只需要双击鼠标这么简单。在计算机的帮助下，很多原来不可能实现的事情变成了可能。它已经成为当今社会中一个不可或缺的工具。几乎没有任何事情可以脱离计算机而完成。计算机是利用0和1(通常被分别理解为开和关)来处理信息的，它利用二进制编码来定义指令。二进制编码也是唯一一门计算机理解可以理解的语言。1953年，全球大概已经有将近100台计算机了。

人们相信第一台计算机诞生于1936年的德国柏林。

- 1936年，Konrad Zuse在德国发明了Z1。它是一台可编程机器，并拥有记忆数字的能力。这个过程在现在看来就是内存。
- 在随后的1944年，IBM在哈佛大学发明了Harvard Mark 1。它是一台大型计算器，可以计算多种不同类型的数字。
- 正如我们今天了解到的一样，像IBM、苹果和英特尔这样的主流公司利用先进的技术和研究成果，对个人计算机的爆发式发展做出了贡献。例如，于1976年面世的Apple 1将内存从4KB扩展到8KB。于1984年面世的Macintosh将内存从64KB扩展到256KB。
- 1949年的CSIRAC是第一台可以播放电子音乐的计算机。
- 1952年，哥伦比亚广播公司利用UNIVAC 1在美国预测总统选举结果。
- 1954年12月2日，IBM的NORC计算出了精确到3089位的PI(圆周率)。
- 1958年，Jack Kilby发明了集成电路。
- 1959年，Grace Murray Hopper研发了被视为最古老编程语言之一的COBOL(Common

Business Oriented Language, 通用商业语言)。

- 1962年, 麻省理工学院的学生Steve Russell编写了第一款计算机游戏《太空战争》。
- 1975年, 第一台个人计算机Altair 8800被发明出来。
- 1976年, 英特尔和Zilog展示了新的微型处理器。
- 单板计算机, 也就是由Steve Wozniak设计、Steve Jobs推广的Apple 1有了重大发展。
- 1980年, IBM展示了个人计算机(Personal Computer, PC)。第一台IBM计算机IBM Model 5150拥有一个4.77MHz的英特尔8088微型处理器。
- 1993年, Pentium推出Pentium微型处理器。其后, 微软推出了Windows NT。
- 1994年, 索尼公司发布play station并进军家庭游戏市场。
- 2006年, 亚马逊开始提供云端服务。

个人计算机(PC)是供个人使用的电子计算机。个人计算机可以分为台式计算机、工作站和笔记本电脑。如今, 个人计算机主要有以下五种应用程序:

(1) **Web浏览器**: Web浏览器是一个用于访问互联网的应用程序。例如, Internet Explorer、火狐、Opera等都是Web浏览器。

(2) **数据压缩软件**: 数据压缩软件用于缩减文件的大小。ZIP是一款在个人计算机上大量使用的数据压缩软件。

(3) **Windows 媒体播放器**: Windows媒体播放器用于创建媒体音乐库。

(4) **图像编辑软件**: 图像编辑软件用于制作高质量的图片, 例如Photoshop、Microsoft Publisher以及Picasa。

(5) **音频编辑软件**: 音频编辑软件用于编辑音频文件以及添加音频效果。

小测验:

1. 计算机的定义是什么?

答案: 计算机是可以执行由不同语言编写的程序的电子设备。

2. 数据压缩软件的作用是什么?

答案: 数据压缩软件用于缩减文件的大小。

注意:

第一台个人计算机是Altair 8800。其后, IBM推出了IBM个人计算机。

如下特征使计算机成为社会中不可或缺的一部分:

- 计算机一秒钟可以执行百万次计算。
- 计算机可以保证任务的准确性。
- 一台计算机可以存储几十亿字节的信息。例如, 1TB可以存储20万首歌曲。

- 计算机能以同样的速度持续不断地工作。
- 计算机可以同时处理多个任务。
- 计算机可以根据需求长时间存储信息。

1.2 冯·诺依曼理念

早期的计算机中,数据和指令分别存储在不同的内存中。然而,冯·诺依曼架构(程序存储架构)使程序与指令数据存储在不同的内存中成为可能。在冯·诺依曼架构中,计算机可以使用更少的时间来处理复杂的运算。除了提升计算的性能,计算机还可以管理执行多个运算。冯·诺依曼架构的基本结构包括内存、处理单元和控制单元。

冯·诺依曼架构的特征如下:

(1) 硬件系统的组成:

- 内存: 在冯·诺依曼架构中,主存储系统——随机访问存储器(Random Access Memory, RAM)用于存储数据或程序。
- 算术逻辑单元(Arithmetic Logic Unit, ALU): 顾名思义,这个部件用于算术和逻辑计算,例如加法、减法、除法以及比较运算。
- 控制单元: 中央处理器(Central Processing Unit, CPU)中由控制单元(Control Unit, CU)管理数据或程序的处理。控制单元用来完成程序的执行,例如,取指令-译码-执行。
- 输入/输出系统: 通过这个系统给定输入,并在程序执行之后生成输出结果。信息可存储在光盘、软盘等介质中。

(2) 数据或程序被存储到主存储器中。

(3) 指令是按顺序处理的。

注意:

进程描述了处理器提取数据或程序、进行译码和最终执行的过程。取指令-译码-执行的循环也被称为冯·诺依曼运行周期。

小测验:

1. 是谁研发了计算机的基础架构?

答案: 冯·诺依曼。

2. 解释以下词汇的含义: CPU、ALU、CU、RAM。

答案:

CPU: 中央处理器

ALU: 算术逻辑单元

CU: 控制单元

RAM: 随机访问存储器

1.2.1 计算机的简单模型

计算机系统拥有以下三个基本组成部分:

(1) **处理器**: 也被称为中央处理器(CPU)。处理器是计算机的大脑。它使用算术逻辑单元中的算术或逻辑运算符处理从输入获取的数据, 从而将数据转换为输出。

(2) **存储器(存储)**: 存储器指永久性和临时性数据存储。计算机的存储器只能识别0和1这两个字符。临时性存储器被称为随机访问存储器(RAM), 永久性存储器被称为只读存储器(Read Only Memory, ROM)。

(3) **输入/输出**: 是指通信机制。输入/输出设备是计算机配件的重要组成部分。输入设备将外部资源的数据提供给计算机, 输出设备在处理输入的数据之后为用户生成信息。

图1-1显示了计算机的模型。

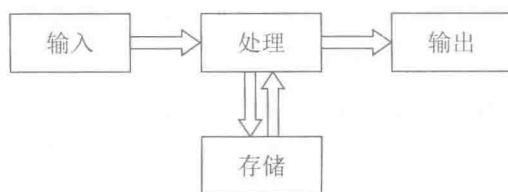


图1-1 计算机的模型

提示:

在购买计算机之前需要检查处理器的速度。需要通过检查时钟频率来确定中央处理器的处理速度。中央处理器每秒钟可以运行一定数量的时钟周期。计算机的时钟频率是用GHz(千兆赫兹)衡量的。1GHz 等于每秒10亿次的周期循环。更高时钟频率表示CPU每秒可以处理更多的运算。

注意:

1951年, 第一台商业生产并销售的计算机是UNIVAC。

1.2.2 电子计算机的组成

电子计算机可以用来处理计算并且解决复杂的问题。因此, 它必须配备以下组件:

(1) **输入设备**: 这些设备用来给计算机提供信息。输入设备分不同的种类, 例如键

盘、鼠标、扫描仪、触控板等。

(2) **输出设备**：这些设备用来向用户展现输出结果。输出设备可分为不同的种类，例如打印机、扬声器、显示屏等。

(3) **处理单元**：中央处理器(CPU)是计算机的大脑。它从输入获取并处理数据，从而将数据转换为输出。中央处理器(CPU)包含以下内容：

- **算术逻辑单元(ALU)**：ALU执行算术和逻辑运算，包括加法、减法、除法以及位运算。
- **寄存器**：寄存器存储中央处理器(CPU)中的数值。每一个寄存器都有一个唯一的名称并且可以存储一个字节或一个词的数据。
- **控制单元**：控制单元基于内存中的指令控制中央处理器(CPU)的运算、存储器以及输入/输出设备。

(4) **外置存储器**：外置存储器是用于存储程序(指令集合)或临时性和永久性数据的设备，可以用在计算机或一些其他电子设备上，分为以下两种类型：

- **一级存储器**：一级存储器也被称为主存储器。程序在执行之前，首先被加载到主存储器中。由于主存储器中的信息在关闭计算机电源之后会丢失，因此主存储器天生是易变的。
- **二级存储器**：二级存储器是稳定的低速存储器。这个存储器中的信息即使在计算机由于电源故障关闭之后也不会丢失。二级存储器包括硬盘、DVD、软盘等。

(5) **总线**：在计算机中，所有上述组件都是用电缆线连接起来的。每一根电缆线一次只能发送一位数据。这些电缆线被称为总线，并负责数据从输入设备到输出设备的传输。

图1-2显示了计算机的组件。

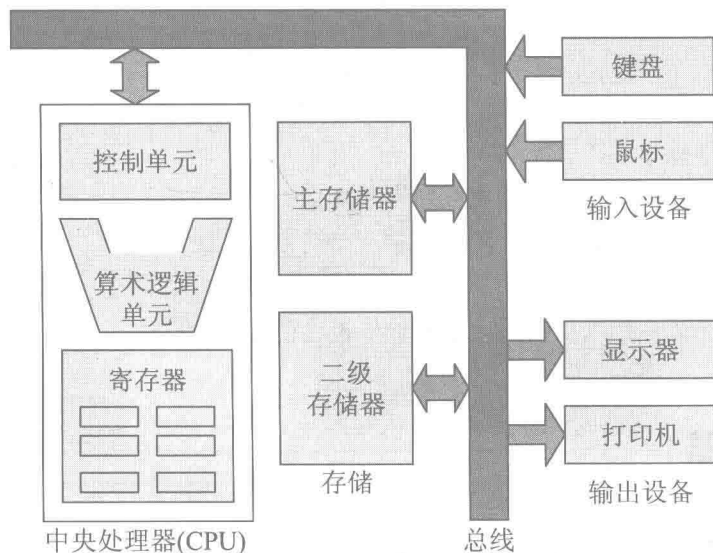


图1-2 计算机的组件