

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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质量反馈：010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto: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崑、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://higherred.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

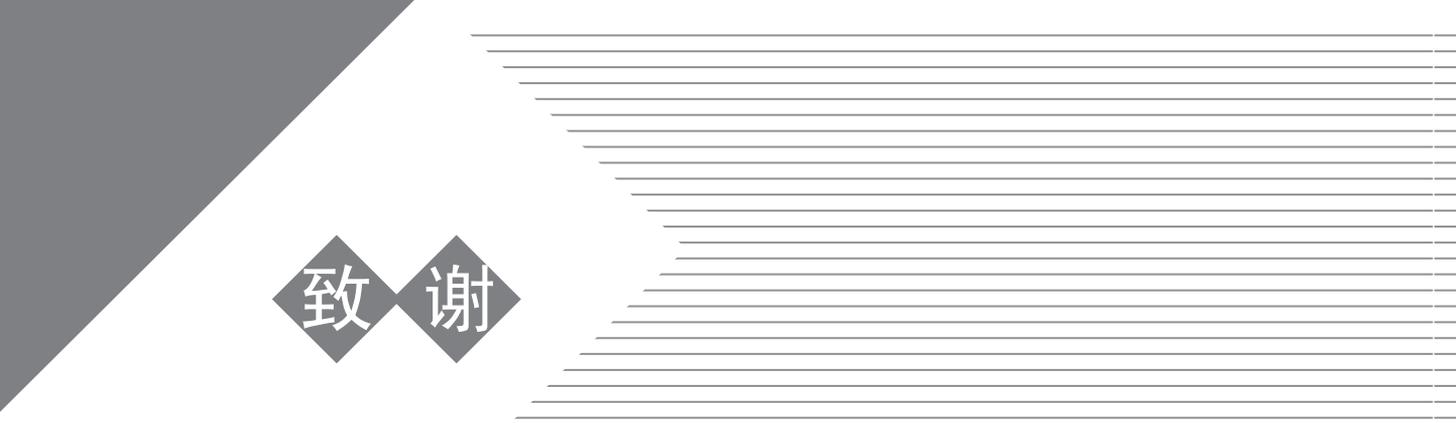
(b) BeautifulSoup

### 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

<b>第 1 章 电子计算机简介</b> ..... 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	
<b>第2章 解决问题的策略</b> ..... 21	
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	
<b>第3章 Python入门</b> ..... 37	
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	<b>第5章</b>	<b>字符串和列表</b>	<b>115</b>
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
<b>第4章</b>	<b>函数</b>	<b>85</b>	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
<b>第6章</b>	<b>元组和字典</b>	<b>151</b>	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	<b>第8章</b>	<b>类和对象</b>	<b>215</b>
6.2	字典	162	8.1	面向对象概述	
6.2.1	创建字典	162		(面向对象编程)	215
6.2.2	访问字典中的值	163	8.1.1	数据封装	216
6.2.3	更新字典	164	8.1.2	多态	216
6.2.4	删除字典中的元素	165	8.2	类定义	217
6.2.5	字典键的属性	166	8.3	创建对象	218
6.2.6	字典操作	167	8.4	对象作为参数	221
6.2.7	内置的字典方法	168	8.5	对象作为返回值	222
6.3	本章要点	169	8.6	内置的类属性	223
6.4	关键术语	170	8.7	继承	225
6.5	复习题	171	8.8	方法重写	228
<b>第7章</b>	<b>文件和异常</b>	<b>183</b>	8.9	数据封装	229
7.1	文本文件	183	8.10	数据隐藏	230
7.1.1	打开文件	183	8.11	本章要点	232
7.1.2	关闭文件	185	8.12	关键术语	233
7.1.3	file对象属性	186	8.13	复习题	234
7.1.4	写文件	187	附录A	使用算法和流程图进行练习	243
7.1.5	读取文件	188	附录B	使用算法和伪代码	
7.1.6	文件的重命名	190		解决问题的练习题	297
7.1.7	删除文件	190	附录C	基本标准库模块	321
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。

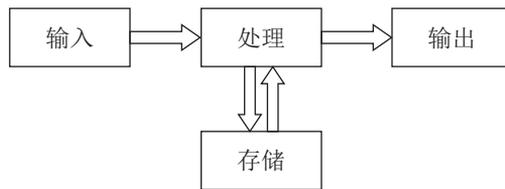


图1-1 计算机的模型

#### 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。

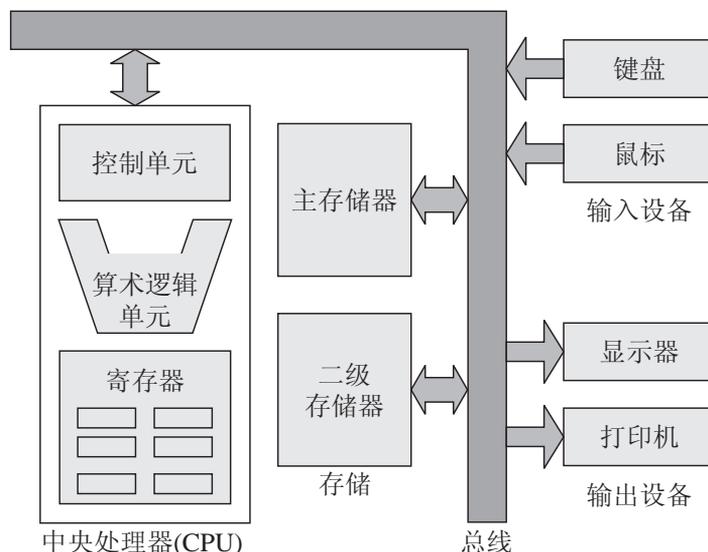


图1-2 计算机的组件

如今，计算机已经成为我们日常生活中重要的一部分，我们每天用它去完成不同的任务。基本上，计算机由软件和硬件这两个重要部分组成。软件拥有所有让计算机运行的指令和信息，包含操作系统和应用程序。硬件拥有所有让计算机运行的物理元素，包含中央处理器、随机访问存储器、只读存储器和缓存等。

让我们想象一家餐厅。每天都有一个人给餐厅开门并且确保一切都准备就绪。这里的开门人在计算机中被称为只读存储器或ROM，它是可以被修改的。我们需要一位管理员来保持一切运转正常，这就是中央处理器(CPU)，在手机中，也被称为微型处理器。CPU中包含了算术逻辑单元(ALU)以及控制单元(CU)。在计算机中，ALU是负责数字和逻辑部分的管理者，控制单元是组织输入信息和安排人员工作任务的主厨。再来想象一下顾客下单。订单就像输入的数据，服务人员或数据总线将这个信息传递给后厨并让主厨来决定下一步的操作；后厨代表内置的主板；厨房的冰箱里存放着所有被频繁使用的食品，这些食品可以被轻松地获取到，在计算机中这个冰箱被称为随机访问存储器(RAM)；缓存就像一本小的菜谱，计算机在其中保存了常用指令；硬盘就像一个仓库，存储着其他信息；我们也可以由后门传递一些东西，就像计算机中的光盘一样，这被称为二级存储器。

想象一下，在后厨里我们还有一个计时器。每个人在计时开始时准备一道菜品，在计时结束时完成。它保证了所有事情同步进行。这在计算机中被称为内部时钟。

总线通过CPU中的控制单元运送我们的订单，控制单元确保了订单可以被运送到正确的地方。如果我们需要一些最近用过的资源，可以从RAM中很容易地获取这些资源。如果无论获取到，计算机需要去二级存储器中查找它们。现在数据已经完成处理，是时候让主厨呈现出可供享用的美食了，将数据转换成图像，这是显卡要完成的任务。以上就是计算机的工作原理。

#### 小测验：

1. CD-ROM用什么方式存储信息？

答案：数字化形式。

2. 主存储器与辅助存储器的主要区别是什么？

答案：主存储器是易变的，辅助存储器是稳定的。

3. 总线的工作任务是什么？

答案：总线负责数据从输入设备到输出设备的传输。

## 1.3 存储器

---

“存储器”这个词是指可以保存计算机程序和数据的存储器。存储器主要分为两种类型：主存储器和辅助存储器。

### 1.3.1 主存储器

因为它是一种短期存储器，所以也被称为临时性存储器。主存储器有三种类型：

(1) **RAM(随机访问存储器)**：RAM是计算机中非常重要的一部分。它存储着可供CPU存取的数据。RAM保存了当前正在使用的程序或数据。这个存储器本身是易变的，因为存储于上面的数据在计算机电源被关闭之后会丢失。RAM也被称为工作内存或主内存。图1-3显示了RAM。



图1-3 随机访问存储器

(2) **ROM(只读存储器)**：只读存储器得名于计算机只能从其上读取信息而不能向其中写入数据。操作系统的一部分是存储在ROM中的。启动计算机系统时，CPU会执行存储在ROM中的指令。存储在ROM中的信息是不能改变的，这些信息即使在关闭计算机之后也不会丢失。图1-4显示了ROM。



图1-4 只读存储器

(3) **高速缓冲存储器**：高速缓冲存储器存储了最近被CPU处理过的数据。高速缓存的容量非常小并且执行速度非常快。处理一个应用程序时，处理器首先会检索高速缓存，然后检索RAM。图1-5显示了高速缓冲存储器。



图1-5 高速缓冲存储器

### 1.3.2 辅助存储器

辅助存储器也被称为永久性存储器。对于计算机系统来说，它不是可以持续访问的设备。当需要时，辅助存储设备和介质在被插入到计算机上之后可以被访问到。辅助存储器包括硬盘、DVD和存储卡等。因为存储在辅助存储器上的数据在关闭计算机之后仍然可以得以保留，所以它是一种长期存储器。

以下是不同类型的辅助存储器：

(1) **硬盘**：硬盘或硬盘驱动器(Hard Disk Drive, HDD)将大量的数据存储在一个或多个电磁表面上，并且提供相当快捷的数据访问。

(2) **闪存**：闪存可以通过插入到USB接口中来检索和存储数据。它非常小巧，方便携带。如今，闪存有着多种多样的外形。图1-6显示了闪存。



图1-6 闪存

(3) **存储卡**：存储卡是一个非常小的数据存储介质，如图1-7所示。它非常便携并且可以在远程计算机设备中使用。

(4) **压缩光盘**：压缩光盘是一种用于存储数据的光盘，如图1-8所示。其数据的访问速度要比软盘快，但比硬盘慢。压缩光盘存储和软盘一样的数据。



图1-7 存储卡



图1-8 压缩光盘

**注意：**

早期在计算机上存储数据或信息的方法是使用穿孔卡片。Charles Babbage发明的解析机拥有存储和检索信息的穿孔卡片系统。

### 1.3.3 寄存器

寄存器存储了存放数据的内存地址并被CPU频繁访问。CPU寄存器的数量决定了CPU的速度。

计算机中存储的层次结构是按存储空间排列的。存储的层次结构中的每一层都可以根据响应时间来区分。图1-9阐述了这个层次结构。

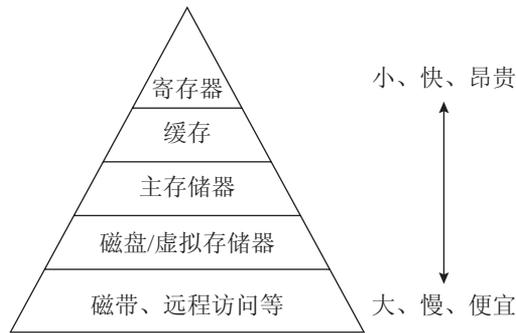


图1-9 存储的层次结构

**小测验：**

1. 如何度量存储器的大小？

答：字节是计算机的存储单位。最小的存储单位是比特。

1 字节 = 8 比特

1 KB = 1024 字节

1 MB = 1024 KB

1 GB = 1024 MB

1 TB = 1024 GB

## 1.4 编程语言

计算机语言是用来让计算机理解用户意图的。用户使用计算机语言编写程序。

用编程语言编写的程序是一个让计算机知道做什么的命令集合。它是一种让程序开发人员编写出计算机可以理解的命令的编程语言。

图1-10描述了三种类型的计算机编程语言。

- 高级语言
- 汇编语言
- 机器语言

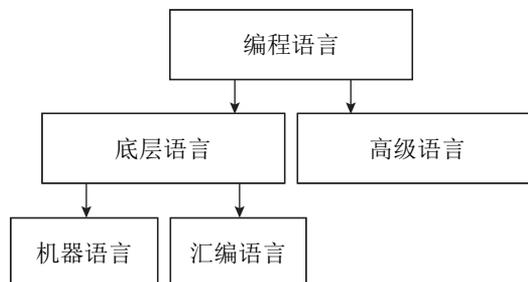


图1-10 编程语言

### 1.4.1 高级语言

使用符号语言是非常繁杂的，因为每条机器命令都需要单独编写。另一方面，高级语言用类似英语的语言让程序开发人员专注于应用程序本身的问题而不是某个具体计算机的复杂问题。高级语言通过利用一个名为编译器的转换软件被转换成机器级别的语言。它是一种不要求程序开发人员投入过多精力的计算机编程语言，因为接近用户，所以它被称为高级语言。第一种被使用的高级语言是FORTRAN，第二种是COBOL。

### 1.4.2 汇编语言

汇编语言是一种底层编程语言。它对机器更为友好，但是需要程序开发人员投入更多的精力。汇编(或称符号)语言非常类似于机器语言。该语言用符号和助记符来表示多种机器指令。汇编语言可以直接被转换成二进制语言并且是依赖于机器的。

汇编语言使用了符号，所以被称为符号语言。因为计算机不能理解符号语言，所以要用一个称为汇编编译器的程序将符号代码翻译成机器语言。这也是将它称为汇编语言的原因。

### 1.4.3 机器语言

机器语言只包括0和1，是早期编程语言的模式。计算机之所以仅能理解0和1，是因为它由转换器、晶体管和其他那些只有开和关两种状态的电子元件组成。0代表关的状态，1代表开的状态。机器语言是一种底层计算机编程语言，对机器更友好。因为更接近于机器，所以这种语言被称为机器语言。

#### 小测验:

1. 编程语言的定义是什么?

答: 编程语言是一种程序开发人员用于编写计算机可以理解并执行的指令的编码语言。

#### 注意:

如果想要学习编程语言，首先要选择一门你想学习的语言。之后，需要学习这门语言的核心概念并且安装编译程序所需的软件。这时就可以创建你的第一个程序了。

## 1.5 翻译器

---

翻译器是一个可以立即翻译任何语言的计算机程序。为了调试和执行程序，它将编程语言转换成机器语言。计算机只能理解诸如1和0的二进制编码。对于人类来说不是很容易阅读和编写这样的编码，所以翻译器用来将计算机程序翻译成二进制编码。有三种类型的翻译器程序：编译器、汇编器和解释器。

### 1.5.1 编译器

编译器对于应用程序性能的提升是很重要的。一种语言的编译器是指一种将用计算机编程语言编写的应用程序的源代码转换成二进制形式的目标语言的计算机程序。

编译器会检查程序源代码的语法错误。如果没有找到错误，这个程序就会被声明为编译成功。如果一个程序没有包含任何语法错误，编译器就将程序的源代码翻译成计算机的机器语言，这样计算机就可以理解编写的指令了。

源文件是程序开发人员创建的程序文件。它包括了程序开发人员编写的信息和指令，这些信息和指令会在编译的过程中被编译器检查。源文件被编译器编译并作为一个可执行文件运行。

### 1.5.2 汇编器

我们需要使用翻译器将汇编语言翻译成机器语言。翻译器也被称为汇编器。每种汇编语言对于特定的计算机架构都是唯一的。对于汇编语言中所有的运算，我们会使用一些助记符，例如加、减、乘等。

例如，如果想计算4加3，在汇编语言中，我们会写成Add 4 3。这里Add是助记符，4和3都是运算参数。汇编器会把Add 4 3映射为二进制编码。

### 1.5.3 解释器

类似于编译器，解释器也是将高级语言翻译成底层的机器语言。解释器读取一条语句，在读取下一条语句之前会先将当前读取的语句转换成中间代码并且执行。它会直接逐条翻译每条指令。由于解释器在翻译每条指令时存在等待的时间，因此这是一个相对较慢的过程。

解释器遇到一个错误时会停止执行并且上报错误，相反编译器即使在遇到多个错误的情况下也会读取整个程序。

**小测验:**

1. 编译器与解释器的区别是什么?

答: 解释器逐条翻译指令, 而编译器首先读取整个程序, 然后将它翻译成机器语言。

## 1.6 硬件和软件

计算机系统已经成为我们生活中的一个重要部分。在计算机系统的帮助下, 我们的大多数工作都以快速、高效地完成。硬件是指由软件驱动运行的有形物体。软件是指计算机中的一个指令集合。软件在没有硬件的情况下是不能运行的, 反之亦然。例如, 一辆汽车没有司机就像硬件没有了软件。软件告诉硬件做什么和怎么做。再次强调一下, 计算机系统是由两个主要部分组成的: 硬件和软件是系统运行的基础。

### 1.6.1 硬件

硬件是计算机系统的物理组成部分。硬件的组件包含几个部分, 例如输入设备、中央处理器(CPU)、主存储器、输出设备以及辅助存储设备。

(1) **输入设备:** 类似键盘的用来输入程序和数据设备。鼠标和音频输入也属于输入设备的类别。

(2) **CPU:** 用来处理所有提供给计算机的指令, 也被用于算术计算和比较, 以及控制数据的传输。

(3) **主存储器:** 它是计算机系统的主要存储器。程序和数据临时存储在主存储器中等待被处理。主存储器中的数据在计算机关闭时会被清除。

(4) **输出设备:** 用于获取输出结果的设备, 例如显示器和打印机。

(5) **辅助存储器:** 程序和数据被永久存储在辅助存储器中。它也被称为二级存储器并且可同时用于输入与输出。此类存储器非常重要, 因为即使关闭了计算机, 上面的数据也会被保留下来。

### 1.6.2 软件

计算机软件是一个程序的集合, 用于管理计算机的整个文件系统。同时, 它对于计算机硬件的运行也是必要的, 计算机硬件的运行依赖于计算机软件。计算机软件被分为两种类型: 系统软件和应用软件。

(1) **系统软件:** 系统软件在用户和硬件(计算机的组件)之间提供了接口。同时, 它也管理着系统资源, 使所有的硬件组件(硬盘、RAM、CD光驱)正常运转。系统软件在程序的辅助下管理着计算机的硬件资源。

系统软件有如下3种类型：

- **操作系统：**它在用户和计算机硬件之间提供了接口，管理所有文件和文件夹，并且可以用它方便地访问数据库。操作系统使计算机可以高效地运行。
- **系统支持软件：**它提供了操作系统和系统工具的所有服务。例如，磁盘格式化程序是一个用来格式化存储器的系统工具。其他服务包括数据加密和用于锁存储设备的位锁。
- **系统开发软件：**它的作用类似于语言翻译器，为了调试和执行程序，将程序语言转换成机器级别的语言。

(2) **应用软件：**应用软件在系统软件下运行，用于帮助用户解决问题。它可以被进一步地分为通用软件和专用软件。

- **通用软件：**它是指可以被多种应用程序使用的软件。例如，文字处理器。
- **专用软件：**顾名思义，它是指有具体用途的软件。例如，出纳人员用普通的分账账册来管理账目。

以下是应用软件的示例：

- Microsoft Internet Explorer
- VLC Media Player
- Adobe Reader X

**注意：**

辅助存储器之所以非常有用，是因为当关闭计算机之后，数据仍然会保留在辅助存储器中，供我们下次需要时使用。

**小测验：**

1. 系统软件的定义是什么？

答：系统软件是软件的一部分。它辅助计算机的正常运行，还控制着计算机硬件的运行。

2. 硬件的定义是什么？

计算机硬件是所有物理元件的集合。例如主板、CPU、RAM等。

---

## 1.7 操作系统

---

操作系统是程序运行的一个软件环境。大多数操作系统被描述为软件和底层硬件的结合体。操作系统就像硬件和用户之间的接口，除了给类似于互联网协议的通信系统提供接口外，还控制着文件和数据库的访问。硬件和软件只有通过操作系统才能一起工作。它是

计算机最初始的状态。计算机中每一个部件的工作都依赖于操作系统。

一些常用的操作系统有Windows 98、Windows Server 2000、Windows XP、Windows Vista、Linux、Ubuntu、Unix、Macintosh(用于苹果电脑)、Windows 7 和Windows 8。

操作系统的主要功能包括：

(1) 操作系统的主要目的是确保计算机系统高效运行并激活各种硬件设备。

(2) 操作系统执行基础的任务，例如从键盘获取输入，在显示器的屏幕上显示输出，管理磁盘上的文件和文件操作，管理诸如键盘、鼠标、打印机等其他设备。

(3) 操作系统可以使用户进行多任务处理。多任务处理是指两个或两个以上的程序同时运行在一个操作系统上的情况。

(4) 操作系统也可以让用户进行多线程处理。多线程处理是指一个程序的两个或两个以上的线程同时运行在一个操作系统上的情况。

(5) 用户可以利用命令和操作系统进行交互。

图1-11展示了操作系统以及它所执行任务的范围。没有操作系统，计算机系统会变得毫无用处。

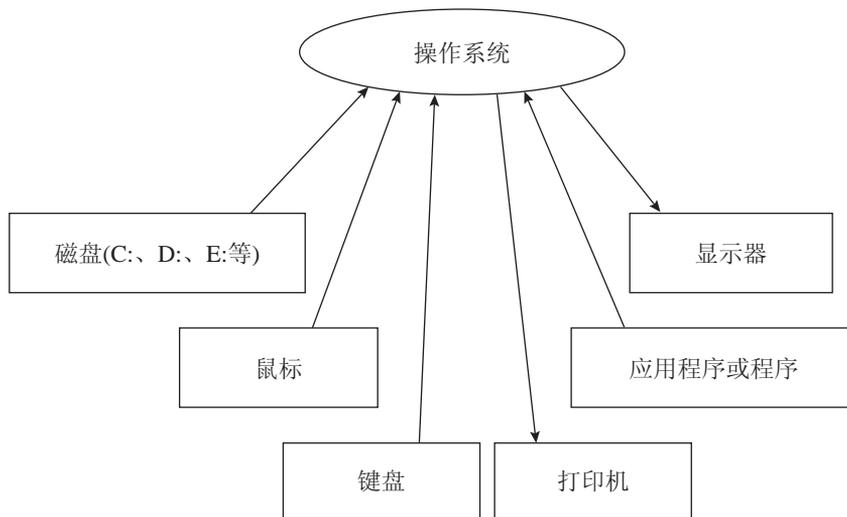


图1-11 操作系统和相关的任务

## 1.8 本章要点

- 冯·诺依曼架构也被称为程序存储架构，因为在这个架构中，程序数据和指令数据存储在相同的存储器上。
- 冯·诺依曼架构的基础结构包括存储器、处理单元和控制单元。
- 中央处理器(CPU)包括一个管理数据和程序处理的控制单元。

- 输入设备用于从外部提供数据给计算机。
- 输出设备用于把处理后的信息传递给用户。
- 主存储器被称为临时存储器，用于数据和程序的临时存储。
- 辅助存储器被称为永久存储器。硬盘、DVD和存储卡都是辅助存储器。
- 计算机只能理解机器语言。所有指令都是0、1形式的。
- 有两种方式将高级语言翻译成机器语言：编译和解析。
- 硬件是计算机系统的物理组成元件，包括输入设备、CPU、主存储器、输出设备和辅助存储器。
- 计算机软件用于管理计算机的整个文件系统并且它对于运行计算机的硬件也是必要的。
- 操作系统可以让用户进行多任务处理，允许两个或两个以上的程序同时运行在一个操作系统上。
- 编译器检查程序源代码的语法错误。
- 解释器在遇到一个错误时会停止执行并上报错误，相反编译器即使在遇到多个错误的情况下也会读完整个程序。

## 1.9 关键术语

---

- **算术逻辑单元(ALU)**: 它用于算术与逻辑计算，例如加法、减法、除和比较运算。
- **汇编器**: 它将汇编语言翻译成机器语言。
- **位**: 位是计算机中最小的存储空间。计算机中的位有两种状态：开和关，分别用0和1两个数字来表示。
- **字节**: 8位组成一个字节。计算机的存储能力是用字节表示的。
- **浏览器**: 浏览器是用于访问互联网的软件，例如Internet Explorer、Mozilla、Opera等。
- **中央处理器(CPU)**: 它从输入处获取数据，利用ALU的算术或逻辑运算处理输入数据，然后将数据转换成输出的形式。
- **计算机**: 计算机是可以执行由不同语言编写的程序的电子设备。
- **编译器**: 编译器是一个将高级语言转换成处理器可以理解的底层语言的程序软件。
- **解释器**: 就像编译器一样，解释器将高级语言翻译成底层的机器语言。它直接逐条翻译每条指令。
- **操作系统**: 操作系统充当硬件与用户之间的接口。
- **程序**: 用编程语言编写的程序就是一个命令集合，可以告诉计算机需要做什么。
- **存储设备**: 用来存储计算机系统可以访问的数据和程序。

- **主存储器：**主存储器也被称为临时存储器。它被用来临时存储数据和程序。
- **辅助存储器：**辅助存储器是不能被计算机持续访问的。当需要时，辅助存储设备和介质在被插入到计算机上之后可以被访问到。
- **软件：**软件是程序的集合。计算机软件用来管理计算机的整个文件系统并且它对于运行计算机硬件也是必要的。
- **硬件：**硬件是计算机系统的物理组成部分。

## 1.10 复习题

### 选择题

1. 第一台微型计算机是( )。
  - a. Altair 8800
  - b. Altair 8600
  - c. Altair 8400
  - d. Altair 8000
2. 组成冯·诺依曼架构的有( )。
  - a. 算术逻辑单元、控制单元
  - b. 存储器、处理单元、控制单元
  - c. 集成电路、显示屏、鼠标
  - d. 处理单元、控制单元
3. 中央处理器(CPU)的组件有( )。
  - a. 控制单元、显示屏
  - b. 算术逻辑单元、存储器
  - c. 控制单元、存储器
  - d. 算术逻辑单元、控制单元
4. 可以永久存储的设备是( )。
  - a. 三级存储
  - b. 主存储
  - c. 辅助存储
  - d. 上述都不是
5. 汇编语言是( )。
  - a. 机器语言
  - b. 中级编程语言
  - c. 底层编程语言
  - d. 高级编程语言
6. 下列程序中，可用来将高级语言转换成机器语言的是( )。
  - a. 汇编编译器
  - b. 编译器
  - c. 翻译器
  - d. 解释器
7. 承担硬件与用户间接口工作的是( )。
  - a. 操作系统
  - b. 软件
  - c. 计算机
  - d. 存储器
8. 文件存储在计算机上的( )中。
  - a. 高速缓冲存储器
  - b. RAM
  - c. 硬盘
  - d. ALU
9. 计算机的( )组件被认为是它的大脑。
  - a. 微型处理器
  - b. 操作系统
  - c. 应用软件
  - d. 上述全部
10. ( )类型的软件是系统软件。
  - a. 通用软件
  - b. 操作系统
  - c. 应用软件
  - d. 上述全部
11. 如果一个程序的两个或两个以上的部分同时运行在一个操作系统上，这被称为( )。
  - a. 多线程
  - b. 多进程
  - c. 多重处理
  - d. 多重程序设计

12. ( )类型的软件是应用软件。
- a. 编译器                      b. 汇编编译器                      c. 字符处理器                      d. 上述全部
13. RAM代表了( )。
- a. 读取访问存储器                      b. 随机访问存储器  
c. 读取算术存储器                      d. 随机算术存储器
14. 寄存器是( )。
- a. 纸带集合                      b. 电容器集合  
c. 辅助存储器的一部分                      d. CPU的临时存储单元
15. 计算机数据的一个错误被称为( )。
- a. CPU                      b. 芯片                      c. Bug                      d. 存储设备
16. 辅助存储设备只能存储数据但不能执行( )。
- a. 逻辑运算                      b. 算术运算                      c. 提取操作                      d. 上述全部
17. ( )不是计算机语言。
- a. 底层语言                      b. 中级语言                      c. 高级语言                      d. 机器语言
18. “计算机”一词源自( )。
- a. 英语                      b. 希腊语                      c. 拉丁语                      d. 梵语
19. 主存储也被称为( )。
- a. 内存                      b. 主板                      c. CPU                      d. 寄存器
20. 美国计算机公司中被称为Big Blue的是( )。
- a. Apple                      b. Microsoft                      c. 联想                      d. IBM
21. 存储器由( )组成。
- a. 寄存器集合                      b. 大量细胞                      c. 电路集合                      d. 上述都不是
22. 最强大的计算机是( )。
- a. 微小型计算机                      b. 微型计算机                      c. 超级计算机                      d. 大型计算机
23. 负责将数据从输入设备运送到输出设备的是( )。
- a. 总线                      b. 电路                      c. 内存                      d. 寄存器
24. 叙述正确的是( )。
- a. 1KB = 1000GB                      b. 1GB = 1024KB                      c. 1MB = 1024TB                      d. 1GB = 1024MB
25. 一个CD-ROM大体上最多存储( )数据。
- a. 680 字节                      b. 680 MB                      c. 680 KB                      d. 680 GB
26. 可以存储大量数据的存储设备是( )。
- a. 闪存                      b. CD-ROM                      c. 硬盘                      d. 软盘
27. 执行时, 翻译高级语言的每一条语句的程序被称为( )。
- a. 解释器                      b. 编译器                      c. 翻译器                      d. 指令器
28. 从永久存储器上读数据并将它写入计算机主存储器中的过程被称为( )。
- a. 连接数据                      b. 读取数据                      c. 重新定位数据                      d. 加载数据

29. 访问速度最快的存储设备是( )。
- a. RAM                      b. 寄存器                      c. CD-ROM                      d. ROM
30. 第一台商业化生产并销售的计算机是( )。
- a. ABC                      b. ENIAC                      c. UNIVAC                      d. 真空管

### 简答题

1. 电子计算机的定义是什么？电子计算机由什么组成？
2. 冯·诺依曼架构的特征是什么？
3. 主存储器和辅助存储器的区别是什么？
4. 硬件和软件的定义是什么？
5. 编程语言是什么意思？机器语言、汇编语言和高级语言的区别是什么？
6. 编译器是什么？编译器和解释器的区别是什么？
7. 汇编编译器是什么？编译器和汇编编译器的区别是什么？
8. RAM和ROM的区别是什么？
9. 操作系统是什么？
10. 系统软件和应用软件是什么意思？
11. 存储卡和硬盘是什么？
12. 外围设备是什么？列出不同类型的外围设备。

### 选择题答案

1. a    2. b    3. d    4. c    5. c    6. b    7. a    8. c    9. d    10. b  
11. a    12. c    13. b    14. d    15. c    16. d    17. b    18. c    19. a    20. d  
21. b    22. c    23. a    24. d    25. b    26. c    27. a    28. d    29. b    30. c