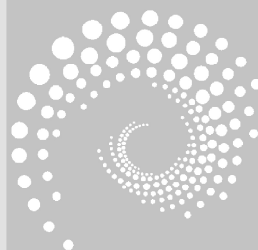
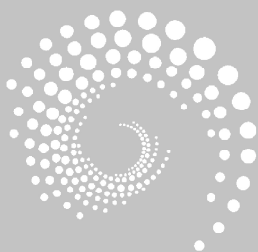


基础理论篇





一切从零开始

——程序设计和 C 语言概述

学习目标

- 了解什么是程序设计和编程语言。
- 了解 C 语言简史和 C 语言的特点。
- 熟悉 C 语言 Visual Studio 2010 开发环境和程序运行步骤。
- 熟悉与编程相关的计算机基础知识和数制转换。

计算机行业的梦想是让计算机能像人一样地思考，与人自然交流。20世纪90年代以来，随着信息技术的飞速发展，作为计算机与人交流的程序设计语言迅速在全世界普及推广，计算机程序已经成为日常生活和工作中不可或缺的一部分。C语言作为一种强大而灵活的结构化编程语言，受到了世界各地计算机领域学者的广泛重视与认可。C语言既可以编写高效率的系统程序，也可以编写不依赖计算机硬件的应用程序，在操作系统、硬件驱动开发、编译器及办公系统、图形图像应用软件开发等方面有着广泛应用。

1.1 程序设计和编程语言

1. 程序设计

计算机的本质是“程序的机器”，程序和指令的思想是计算机系统中最基本的概念。

指令即指示和命令计算机执行特定的操作。**程序**就是一组计算机能识别和执行的指令。**程序设计**是指对待解决的问题进行分析，定义用户需求，描述数据和加工过程，再把这种描述细化、采用编程语言进行编码，形成计算机程序，再转换成计算机可识别的表示形式。**计算机执行程序**，即计算机“自动地”执行各条指令完成一定的功能。通过学习程序设计，可以理解计算机的工作原理，更好地利用计算机解决实际问题。

2. 编程语言

编程语言是编写计算机程序的基础。它提供了一组符号和规则，用于定义计算机程序中的数据结构和操作。

编程语言的发展历史可以分为两个阶段，低级语言（如机器语言、汇编语言）阶段和高级语言（如C语言、Python语言、Java语言、C++语言等）阶段，如图1-1所示。

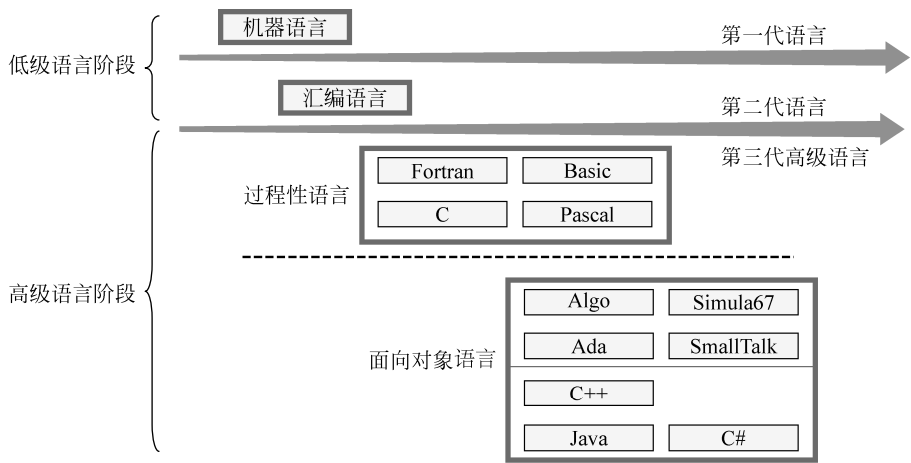


图 1-1 编程语言的发展历史

1) 低级语言阶段

(1) 第一代：机器语言。

机器指令即计算机能直接识别和接受的二进制代码。计算机工作基于二进制，只能识别和接受由0和1组成的指令。因此，机器指令的集合就是计算机的**机器语言**。

扫一扫



视频讲解

计算机工作时采用的是高低电平（高为 1，低为 0），其内部的电影、歌曲和图片最终保存的都是 010101…代码，编程时也只能用 010110…进行编程。

例如，分段函数：

$$y = \begin{cases} x + 15 & x < 15 \\ x - 15 & x \geq 15 \end{cases}$$

采用二进制代码表示，需编写许多条由 0 和 1 组成的指令，用纸带穿孔机以人工的方法在特制的纸带上穿孔，在指定的位置上有孔代表 1，无孔代表 0。一个程序往往需要一卷长长的纸带。在需要运行此程序时就将此纸带装在光电输入机上，当光电输入机从纸带读入信息时，有孔处产生一个电脉冲，指令变成电信号，让计算机执行各种操作，如图 1-2 所示。

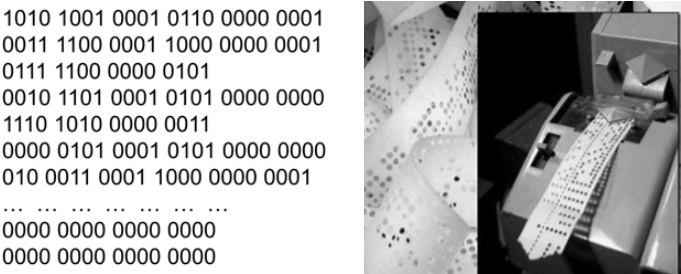


图 1-2 二进制代码和纸带穿孔机

计算机初期只有极少数的计算机专业人员会编写计算机程序，机器语言难学、难记，这怎么办？为了便于使用计算机，人们设计了汇编语言。

(2) 第二代：汇编语言。

汇编语言是一种符号语言，用一些英文字母和数字表示一个指令，方便程序员使用。使用汇编语言实现（1）中的分段函数，编写的部分代码如下。

```
LEA eax, [x]
PUSH eax
.....
ADD eax, 0Fh
MOV dword
.....
SUB eax, 0Fh
MOV dword
```

与二进制代码相比，汇编语言的符号指令具有一定的含义（如 ADD 指令表示相加），相对更容易识别。每条符号语言指令可以对应转换为一串机器指令 0101010…，转换的过程称为汇编。

不同型号的计算机的机器语言和汇编语言是互不通用的，二者完全依赖于具体机器特性，故称为计算机低级语言。由于汇编依赖于硬件，语言中助记符数量较多，用起来不方便，为了使程序语言更贴近人类语言，使用更方便，同时又不依赖于计算机硬件，于是产生了高级语言。

2) 高级语言阶段

高级语言为第三代。高级语言类似于英文，易于被人类理解使用。高级语言的发展，以19世纪80年代为分界线，分成过程性语言和面向对象语言。

(1) 过程性语言在编写程序时需要具体指定每一个过程的细节，在编写规模较小的程序时，较方便。其中，最重要的就是C语言，还有现在很少用的Fortran语言、Pascal语言等。

使用C语言实现(1)中的分段函数，编写的代码如下。

```
if (X<Y)
    Y=X+15;
else
    Y=X-15;
```

上述C语言代码简洁、易懂，但在处理规模较大的程序时，就显得复杂而烦琐，不利于使用。

(2) 从19世纪80年代开始针对过程性语言的弊端，人们提出了面向对象的程序设计语言，编写程序时，面对的是对象，而对象由数据以及对数据进行的操作组成。其中，最重要、最复杂的是C++语言，后来，SUN公司设计了Java语言，微软公司开发一种与Java语法相似的C#语言。

1.2 C语言之旅

C语言是一种通用的、过程性的计算机程序设计语言，既有高级语言的特点，又具有汇编语言的特点。它非常接近自然语言，能够用人类直接看得懂的语句来操作计算机。既可以编写软件，也可以操作一些硬件，因此，有时会称为中级语言。

1. C语言的诞生与发展

1963年，英国剑桥大学推出了CPL (combined programming language) 语言。CPL语言在ALGOL (algorithmic language) 60的基础上更接近硬件一些。ALGOL 60是60年代产生的，是真正的第一个面向问题的语言，该语言离硬件比较远，编写硬件比较方便，但功能并不强大。

1967年，英国剑桥大学对CPL的功能进一步简化，推出了BCPL (basic combined programming language)。

1970年，美国贝尔实验室的肯·汤普森 (Ken Thompson) 以BCPL为基础，设计出很简单且很接近硬件的B语言 (取BCPL的第一个字母)，写出了世界上第一个UNIX操作系统。

1972年到1973年间，贝尔实验室的被誉为“C语言之父”的丹尼斯·里奇 (Dennis Ritchie) 在B语言的基础上设计出了C语言 (取BCPL的第二个字母)。C语言既保持了BCPL和B语言的优点 (精练、接近硬件)，又克服了它们的缺点 (过于简单，无数据类型等)。图1-3是C语言诞生与发展的过程。

后来，有人用C语言改写了UNIX操作系统，因为该系统是开源的，所以只要发现系统中出现了问题就可以进行修改。因此，C语言伴随着UNIX操作系统流行起来，而B语言慢慢就被淘汰了。

C语言是面向过程的代表，是最重要的一门编程语言。

扫一扫



视频讲解

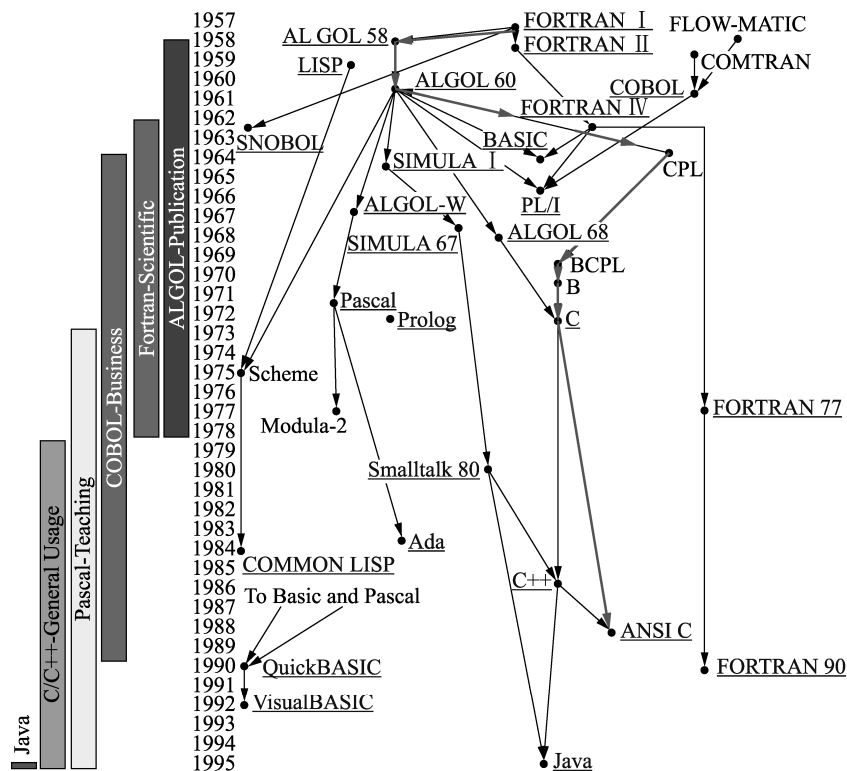


图 1-3 C 语言的诞生与发展的过程

2. C 语言的标准化发展

随着 C 语言的广泛应用和发展，标准化成为迫切的需求。

1983 年，美国国家标准协会（American National Standard Institute，ANSI）制定了 C 语言的第一个国际标准——ANSI C。此后，C 语言的标准不断发展和完善。

1987 年的 ANSI C 87 是第二个标准化。

1999 年的 C99 比较成熟，各种语法规则在当时基本就确立起来了，因此它对现在的很多语言影响比较大。

后来不断改进形成了 C11 和 C17 等多个版本。这些标准不仅规范了 C 语言的语法和语义，还引入了新的特性和库函数，使得 C 语言的功能更加强大和灵活。C 语言的影响力不断扩大。它不仅成为 UNIX 和 Linux 等操作系统的核心编程语言，还被广泛应用于操作系统、编译器、硬件驱动、网络通信、图形界面开发等领域。

3. C 语言的特点

C 语言有以下主要特点。

(1) C 语言可以直接控制硬件，高效、速度快。

C 语言可允许直接访问物理地址，能进行位（bit）操作，继承了汇编语言的优点，能实现其大部分功能，产生高效的代码。一般情况下，C 语言生成的目标代码只比汇编程序的效率低 10%~20%。

例如，金山公司的 WPS Office 2007 是用 C 语言写的，容量小，速度较快。其原始安装

文件大小为 23.3 MB，而微软公司的 Microsoft Office Word 2003 为 579 MB，二者功能差不多。

C 语言多用来编写操作系统，如三大操作系统（Windows、UNIX、Linux），其中 Windows 操作系统内核用 C 语言编写，其外壳是采用 C++ 语言编写，Linux 和 UNIX 操作系统都是采用纯 C 语言编写。

(2) C 语言可移植性好。

C 语言不直接提供输入和输出语句、有关文件操作的语句和动态内存管理的语句等，由编译系统所提供的库函数来实现，因此编译系统简洁，移植性好。

例如，C 编译系统在新系统上运行时，可以直接编译“标准链接库”中的大部分功能，不需要修改源代码，因为标准链接库是用可移植的 C 语言缩写的。所以，几乎在所有的计算机系统中都可以使用 C 语言。

(3) C 语言功能丰富，表达能力强，语法灵活。

C 语言一共只有 37 个关键字（keywords），9 种控制语句。它书写形式自由，具有丰富的运算符和规范的程序结构，可以用来表达复杂数据类型并自定义结构类型，从而完成程序员所需要的功能。C 语言语法不拘一格，可以在 C 语言原有语法基础上进行创造、复合，给程序员更多的想象和发挥的空间。

C 语言具有如上优点，根据事物的两面性原则，这也带来了一些负面影响。例如，C 语言可直接访问物理地址（address）功能，有时会带来系统重要数据被修改的危险；C 语言的语法检查并不严格，程序员应当仔细检查程序，保证其正确，不要过分依赖 C 语言编译程序查错；进行大项目编写时，C 语言因面向过程的特性而需要开发一些细节性功能模块，实现较为烦琐。

4. C 语言的应用领域

C 语言是有史以来最重要的语言，是学习数据结构、C++ 语言、Java 语言、C# 语言的基础，它的应用领域较广泛，以下列举了主要采用 C 语言编写的部分软件。

系统软件：操作系统（如 Windows、Linux、UNIX）、驱动程序（如主板驱动、显卡驱动、摄像头驱动）、数据库软件（如 DB2、Oracle、SQL Server）等。

应用软件：办公软件（如 WPS）、图形图像多媒体软件（如 ACDSee、Photoshop、Media Player）等。

嵌入式软件：智能手机、掌上电脑等。

游戏软件开发：2D 游戏、3D 游戏等，如 CS 整个游戏的引擎是用 C 语言编写的。

1.3 C 语言集成开发环境 Visual Studio 2010 和 EasyX 图形库

1. 关于 Visual Studio 2010

Visual Studio 2010（VS 2010），是微软公司推出的一款集成开发环境（Integrated Development Environment，IDE），主要面向 Windows 操作系统的应用程序开发。它于 2010 年 4 月上市，集成了 NET Framework 4.0，并支持开发面向 Windows 7 操作系统的程序。VS 2010 的集成开发环境经过不断地重新设计和组织，变得更加简单明了。本书采用的编译环境为 VS 2010。

扫一扫



视频讲解

2. EasyX 简介及安装

EasyX 是免费绘图库，支持 VS 2010，可以帮助 C 语言初学者快速上手图形编程，简单易用，应用领域广泛。在 EasyX 官网可以下载文件并安装，如图 1-4 所示。



图 1-4 EasyX 官网

EasyX 中含有一些简单的函数集合，使用方法可见参考手册。

扫一扫



视频讲解

1.4 编写运行一个 HelloWorld 程序

1. 编写一个 HelloWorld 程序

下面是一个在 VS 2010 中建立起来的、非常基础的 C 语言程序，用于在控制台中输出 Hello, World!。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    printf("Hello, World!\n"); // 输出 Hello, World!
    return 0;
}
```

程序的详细解释如下。

(1) `#include <stdio.h>` 为预处理指令，告诉 C 语言编译器包含 `stdio.h`（标准输入输出头文件），其中，包含了执行输入输出操作的函数 `printf()` 和 `scanf()`。

(2) `int main()` 表示主函数的开始。在 C 语言中，每个程序有且只有一个 `main()` 函数，它是程序的入口点。`int` 表示 `main()` 函数返回一个整数值。通常，如果程序成功执行，`main()` 函数返回 0；如果发生错误，则返回非零值。

(3) `{...}` 这一对大括号内包含了 `main()` 函数的主体，即程序的主要代码。

(4) 在 `printf("Hello, World!\n")` 中，`printf()` 函数是 `stdio.h` 头文件中的标准库函数，用于打印文本到控制台；`"Hello, World!\n"` 是要打印的字符串；`\n` 是一个特殊字符，表示新的一行。

(5) `return 0;` 表示程序成功完成，并返回 0 作为退出状态，是 `main()` 函数的最后一行。

(6) `//` 为单行注释，C 语言允许用的一种注释方式，可单独占一行或出现在一行中其他内容的右侧；另一种注释方式为 `/*.....*/`，称为块式注释，两个 `*` 之间可包含多行。

2. HelloWorld 程序的运行步骤

运行 C 程序的步骤与方法，如图 1-5 所示。

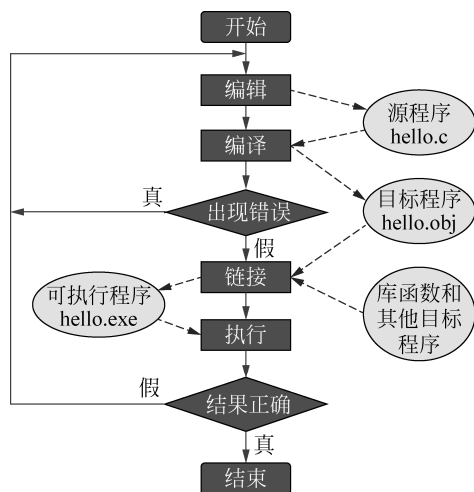


图 1-5 运行 C 程序的步骤与方法

1) 编写源代码

第一步，在 VS 2010 中，使用文本编辑器或在编辑窗口，遵循 C 语言的语法规则编写实现“输出 Hello, World!”功能的 C 源代码。参考源码如下。

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    printf("Hello, World!\n");
    return 0;
}
```

第二步，将编辑完成的 C 语言程序保存为.c 源文件。例如，可以将上述代码保存为源文件 hello.c。

2) 编译链接

第一步，使用 C 语言编译器将源文件编译成.obj 二进制文件，其名字为：hello.obj。

第二步，链接目标文件。将编译后的目标文件 hello.obj 文件、链接库函数（如 printf() 函数）和其他目标程序，转换为.exe 可执行文件，其名字为 hello.exe。

在编译阶段，编译器会将源代码转换为目标文件，这些目标文件中可能包含对其他目标文件中的函数或变量的引用，生成的目标文件是链接处理的基础。在编译过程中，编译器可能会报告一些错误或警告，这是检查错误过程，需要仔细阅读这些消息，并根据提示修改代码，最终确保代码没有语法错误或逻辑错误。之后，编译系统自动调用链接器，通过项目属性配置链接器，如指定要链接的库文件、设置输出文件的名称和位置等。链接器的任务就是将这些引用与相应的定义关联起来，确保程序在运行时能够正确地找到和使用这些函数或变量。链接处理的结果是生成可执行文件或共享库，这些文件可以在操作系统上运行或加载。

如果程序在运行过程中出现问题或不符合预期的结果，需要进行调试。调试是查找和修复程序中的错误的过程。可通过在编译环境中设置断点、进行单步执行或查看变量值等方式查找问题，并进行修改。

若经过以上几步，代码编译成功并且没有错误，则可进入生成并运行程序阶段。

3) 运行可执行文件 hello.exe，并显示运行结果

在 Windows 操作系统中，单击 VS 2010 中的“运行”按钮时，请求 Windows 操作系统执行 hello.exe 文件。Windows 操作系统调用中央处理器（central processing unit, CPU）来执行 hello.exe 文件，得出 HelloWorld 项目的运行结果，在显示器上将运行结果 Hello, World! 输出。

以上步骤介绍了在 VS 2010 中，从编写 C 语言代码到运行的整个过程。

扫一扫



视频讲解

1.5 数制及进制转换

1. 概念

数制即记数制，是用一组固定的符号和统一的规则来表示数值的方法。

数码：数制中表示基本数值大小的不同数字符号。基数即数制中所使用数码的个数。

位权即数制中每一固定位置对应的单位值。

n 进制即 n 个基数，逢 n 进一。对于 n 进制数，整数部分第 i 位的位权为 n^{i-1} ，而小数部分第 j 位的位权为 n^{-j} 。

常用的数制如下。

(1) 十进制：逢 10 进 1。

基数：10，数码：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9。

例如：写出十进制数字 10.23 的位权。

1 的位权为 10^1 ，0 的位权为 10^0 ，2 的位权为 10^{-1} ，3 的位权为 10^{-2} 。

(2) 二进制：逢 2 进 1。

基数：2，数码：0, 1。

(3) 八进制：逢 8 进 1。

基数：8，数码：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。书写以数字 0 开头。

例如：0123 表示八进制数 123。

(4) 十六进制：逢 16 进 1。

基数：16，数码：0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F。书写以 0x（小写 x）或 0X（大写 X）开头。

例如：0x123 代表十六进制数 123。

2. 数制的表示方法

数字下标法：对于不同进制的数可以将它们加上括号再用数字下标表示进制。

例如：(110010011111)₂ 代表二进制数、(6317)₈ 代表八进制数。

3. 数制转换

数制转换指将一种数制下的数字转换为另一种数制下的数字。

1) 十进制的转换

(1) 十进制转换为二进制。

规则：除二取余，直到商为零为止，余数倒排。即用 2 辗转相除至结果为 1，将余数和