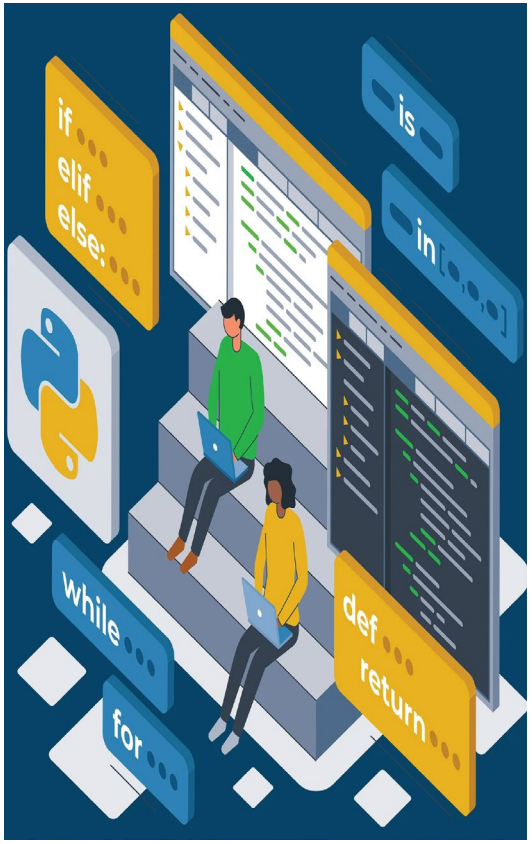
C++ 语言程序设计

潘建瑜

华东师范大学 数学科学学院

课程目标



- 掌握 C++ 语言的基本语法和规则
- 熟练阅读和分析 C++ 程序源代码
- 掌握类与对象的基本思想与实现方法
- 掌握**算法**的基本概念和设计方法
- 培养面向对象的程序设计**思维**和**能力**
- 掌握基本的编程**技巧**和**调试**技术

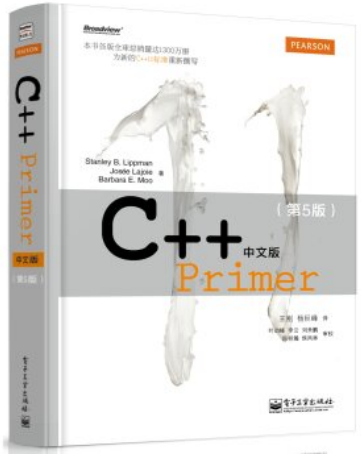
教材：课堂讲义+参考资料

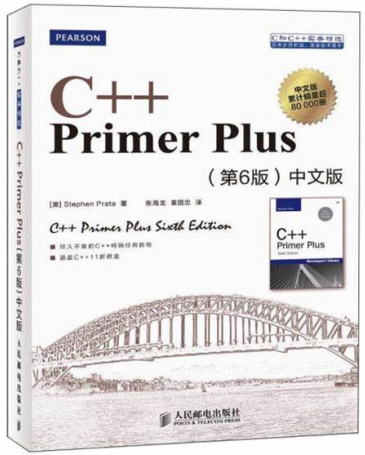
《C++ 程序设计》简明讲义*

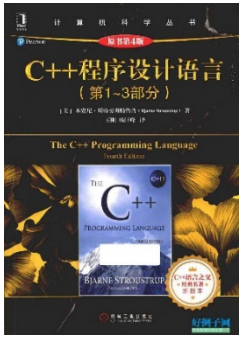
潘建瑜

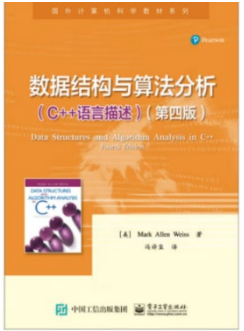
华东师范大学 • 数学科学学院

2021 年 1 月









>>> 更多参见课程主页

>>> https://zh.cppreference.com（参考手册，含最新标准）

课程基本信息

- 上机时间：周一晚上11、12

  地点：数学楼 200B（大机房，二楼最东边）

- 答疑时间：周一晚上 19:40 — 21:00

  地点：数学楼 200B 或 335

- 课程主页：https://math.ecnu.edu.cn/~jypan

- 成绩评定：平时成绩 60% + 期末考试 40%

  平时成绩：**上机测验**（1大+2小）+上机作业+课堂表现+考勤

程序设计语言介绍

- 程序设计语言的发展
- 程序设计的方法
- 程序开发的基本概念

程序设计

什么是程序设计

From Wikipedia, 2020

Computer programming is the process of **designing and building an executable computer program** to accomplish a specific computing result or to perform a specific task. Programming involves tasks such as: analysis, generating algorithms, profiling algorithms' accuracy and resource consumption, and the implementation of algorithms in a chosen programming language.

The purpose of programming is to find a sequence of instructions that will automate the performance of a task (which can be as complex as an operating system) on a computer, often for solving a given problem. Proficient programming thus often requires expertise in several different subjects, including knowledge of the application domain, specialized algorithms, and formal logic.

- 程序设计：理解和分析问题，算法设计与分析，编程实现与调试

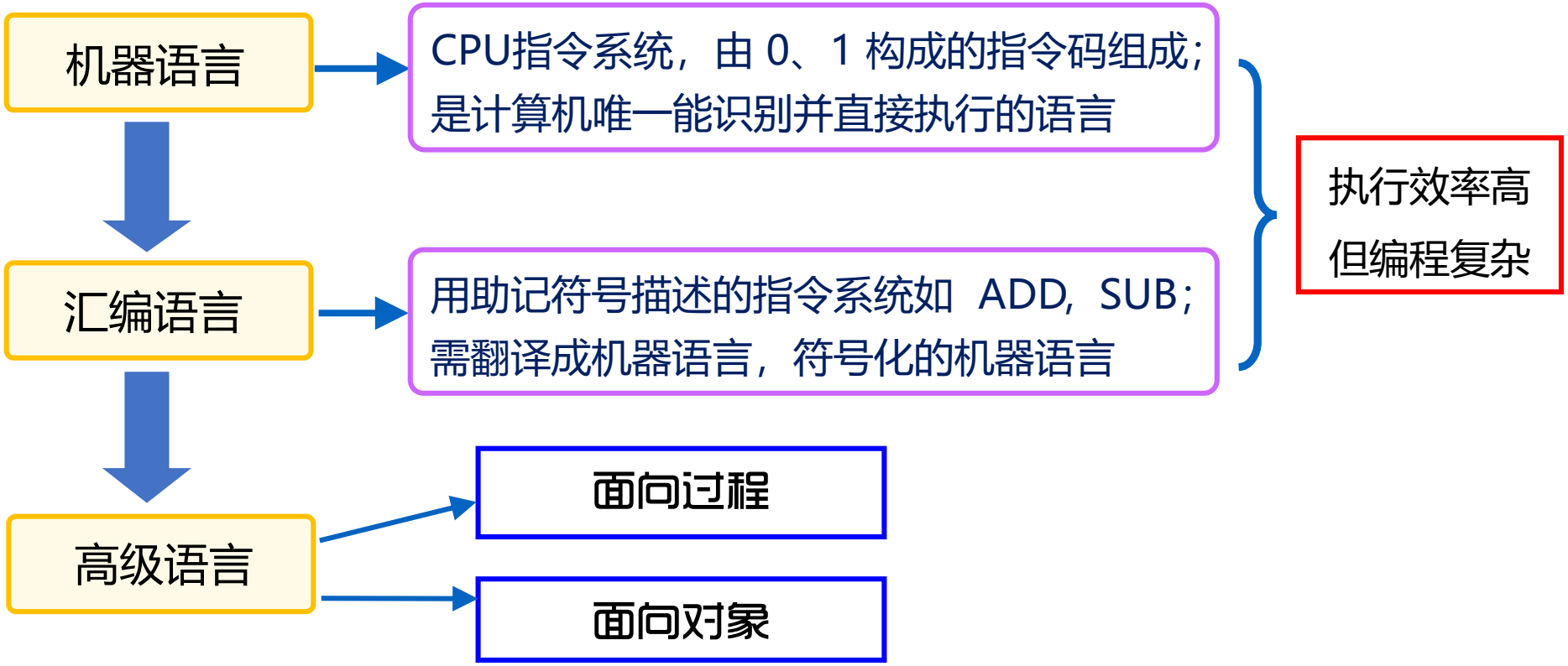
程序设计语言

什么是程序设计语言

From Wikipedia, 2020

A programming language is a formal language comprising a set of instructions that produce various kinds of output. Programming languages are used in computer programming to implement algorithms

程序设计语言的发展


机器语言
CPU指令系统，由 0、1 构成的指令码组成；
是计算机唯一能识别并直接执行的语言
汇编语言
用助记符号描述的指令系统如 ADD，SUB；
需翻译成机器语言，符号化的机器语言
执行效率高
但编程复杂
高级语言
面向过程
面向对象

高级语言

高级语言

- 高级语言独立于机器，提高了语言的抽象层次
- 更接近人类自然语言，编程方便
- 不能直接被计算机识别，必须经过 转换 才能被执行

```
例：x = x + y; // 先计算 x + y 的值，然后赋值给 x
```

两种转换方式

解释类语言

- 由解释器把源程序翻译成机器语言，每翻译一条执行一条，每执行一次就要翻译一次
- 优点：比较灵活，可以动态地调整、修改应用程序
- 典型代表：MATLAB、Python

编译类语言

- 由编译器将源程序编译成目标程序，然后生成可执行程序
- 可执行程序可以脱离语言环境独立执行，可重复运行，使用方便，一般执行效率高
- 典型代表：FORTRAN 、C、C++

高级语言典型代表

- **FORTRAN：Formula Translation**

  1956 年，由 IBM 的 J.W. Backus（哥伦比亚大学数学学士、硕士，图灵奖获得者）带领开发，高级语言诞生的标志，科学计算主流语言

- **C**

  1972 年，由贝尔实验室的 D.M. Ritchie（哈佛大学数学博士，图灵奖获得者，UNIX 之父）开发，是一种通用的、过程式的编程语言，高效、灵活、功能丰富，主流的软件开发和科学计算语言

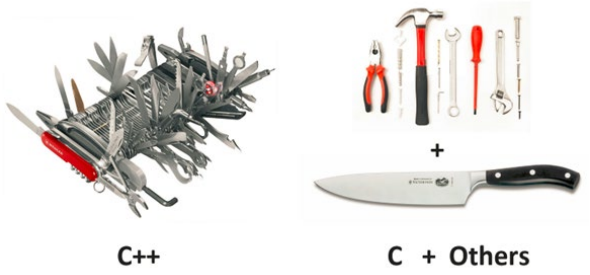
- **C++**

  1983 年，由贝尔实验室的 B. Stroustrup 在 C 语言的基础上开发，引入并扩充了面向对象的概念功能

数学，特别是数学思维是计算机科学的一个支柱。 —— B. Stroustrup

高级语言发展（部分）

https://www.levenez.com/lang/



52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96

Ada

Modula-2

Pascal

ALGOL60

ALGOL68

CPL BCPL B

C

C++

Smalltalk 80

Java

Simula 67

BASIC

ANSI-BASIC

QBASIC VB

FORTRAN

FORTRAN77

FORTRAN90

PL/1

COBOL

LISP

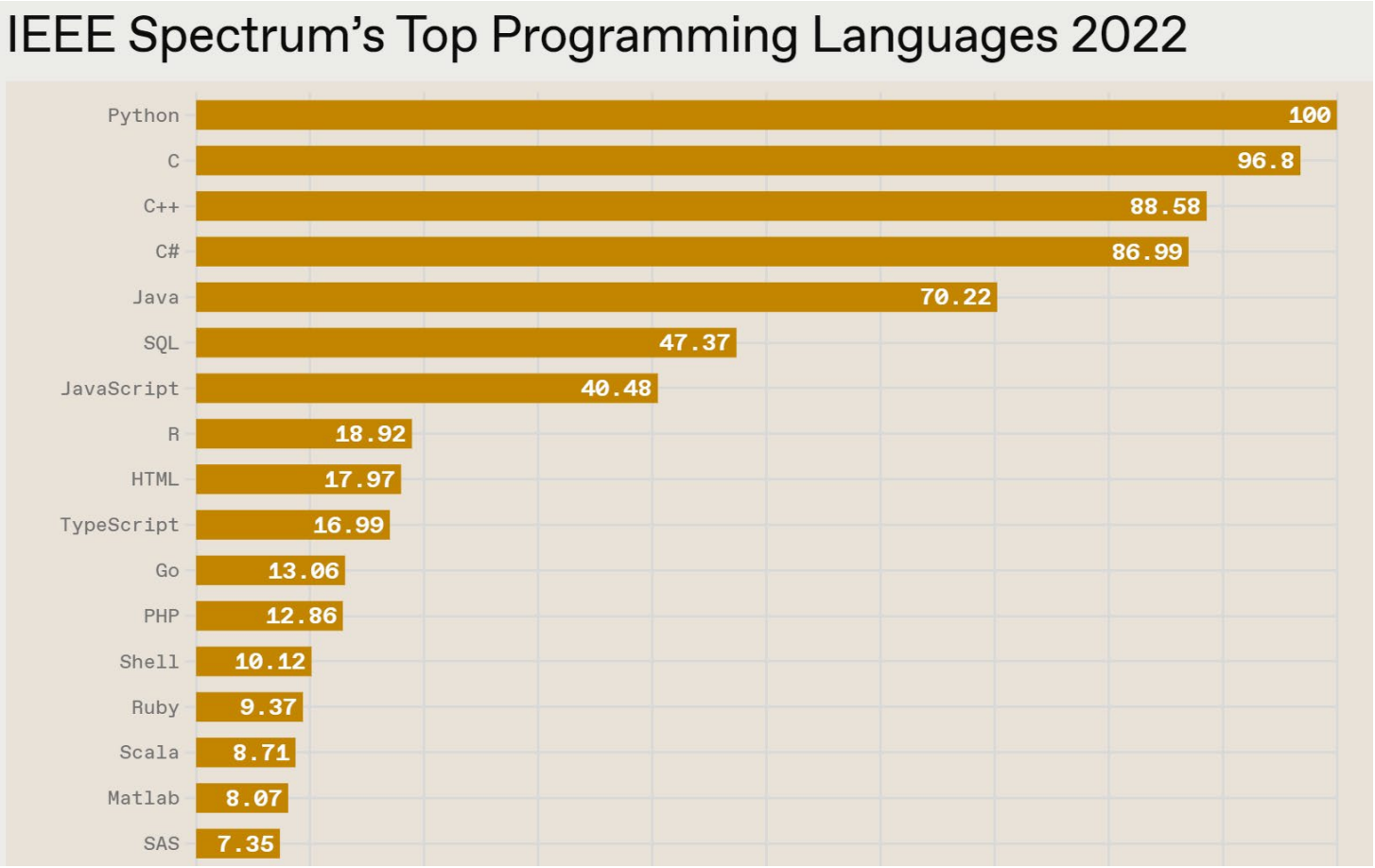
PROLOG

世界编程语言排行

https://www.tiobe.com/tiobe-index/

Programming Language	2023	2018	2013	2008	2003	1998	1993	1988
Python	1	4	8	7	12	24	18	-
C	2	2	1	2	2	1	1	1
Java	3	1	2	1	1	16	-	-
C++	4	3	4	4	3	2	2	5
C#	5	5	5	8	9	-	-	-
Visual Basic	6	17	-	-	-	-	-	-
JavaScript	7	7	11	9	8	21	-	-
SQL	8	251	-	-	7	-	-	-
PHP	9	8	6	5	6	-	-	-
Assembly language	10	12	-	-	-	-	-	-
Fortran	19	30	27	21	13	8	3	16
Objective-C	22	16	3	41	55	-	-	-
Ada	26	28	21	19	16	14	5	3
Lisp	29	31	12	17	14	9	6	2
(Visual) Basic	-	-	7	3	5	3	8	6

IEEE Spectrum: Top programming languages 2022



Learn Python. That's the biggest takeaway we can give you … …

But Python has its limits, as the continued popularity of languages better suited to solving particular problems, such as R, SQL and Matlab, shows. C, C++, Java and Javascript also continue to dominate at the top of the rankings, both on their own merits and because of the huge existing base of code written in them. (Indeed, significant parts of Python itself and its libraries are written in C for performance reasons.)

程序设计方法

- 面向 过程 的程序设计方法（结构化、模块化）
- 面向 对象 的程序设计方法
- 基于 模板 的泛型编程思想

从面向过程入手，学习和理解面向对象编程和泛型编程。

理解算法 → 实现算法 → 优化算法 → 设计算法

Procedure oriented programming, Functional Programming
Object-Oriented Programming, Generic Programming, Template Metaprogramming

面向过程程序设计

设计思路

- 自顶向下、分而治之，采用模块分解与功能抽象

程序结构

- 按功能划分为若干个基本模块
- 各模块间的关系尽可能简单，功能上相对独立
- 其模块化实现的具体方法是使用函数/子程序

优点

- 能有效将复杂任务分解成多个易于控制和处理的子任务，便于系统开发和维护

面向过程程序设计

不足之处

- 数据和处理数据的过程相互独立：当数据结构改变时，所有相关的处理过程都要进行修改
- 随着程序规模不断扩大，模块数呈指数级递增，模块间的数据传递五花八门，同一程序中模块之间的关系错综复杂，结构化程序设计方法对程序的可维护性和重用性越来越力不从心

软件危机

落后的软件生产方式无法满足迅速增长的计算机软件需求，
从而导致软件开发与维护过程中出现一系列严重问题的现象。

面向对象程序设计

- 将数据及对数据的操作方法封装在一起，作为一个整体（**对象**）
- 对同类型对象抽象出其共性，形成**类（class）**
- 类通过一个简单的外部接口，与外界发生关系
- 对象与对象之间通过消息进行通信

面向对象程序设计的特点

- 程序模块间的关系更为简单，程序模块的独立性、数据的安全性就有了良好的保障
- 通过继承与多态，可以大大提高程序的可重用性，使得软件的开发和维护都更为方便

程序开发基本概念

- 源程序/源代码、目标程序/目标代码、可执行程序
- 翻译程序/编译器：汇编、解释、编译

C++ 程序开发过程

- 编写源程序：C++ 源程序的后缀名为 **.cpp**
- 编译：生成目标程序
- 连接：将目标程序和库文件连接生成一个可执行文件，比如 **.exe**
- 运行、调试

课程内容

- 计算机基础：信息表示与存储，算法
- C++ 面向过程 的程序设计
- C++ 面向对象 的程序设计
- 常见算法设计（排序、数值算法 . . .）

面向过程 的程序设计

- C++基本元素：字符集，词汇，保留字
- 基本数据类型，变量，常量
- 表达式与语句
- 算法与三种基本结构
- 数组
- 引用，指针，字符串
- 函数，递归
- 简单的文件输入输出
- 预处理与多文件工程

面向对象 的程序设计

- 类与对象
- 结构体与联合体
- 数据的共享与保护
- 对象的生存期，静态成员
- 友函数与友元
- 继承与派生、访问控制
- 多态性、运算符重载
- 文件操作
- 标准模板库和泛型编程

学习建议

- 养成良好的编程习惯和编程风格（强制 → 自然）

  书写格式，命名规则，充分的注释，. . .

- 注重提升编程质量和编程效率（模仿 → 创造）

  结构设计，功能分解，条理清晰，. . .

- 提升：数据结构与算法，操作系统，计算机网络，… …

重基础，多练习，勤思考

谢 谢

Programming