



華中科技大学

# 宏论 C++ 程序设计

许向阳

[xuxy@hust.edu.cn](mailto:xuxy@hust.edu.cn)





# 大纲

哪些推荐资源？

什么是 C++？

为什么学 C++？

学些什么？

学习难点？

面向对象的核心概念是什么？



华中科技大学

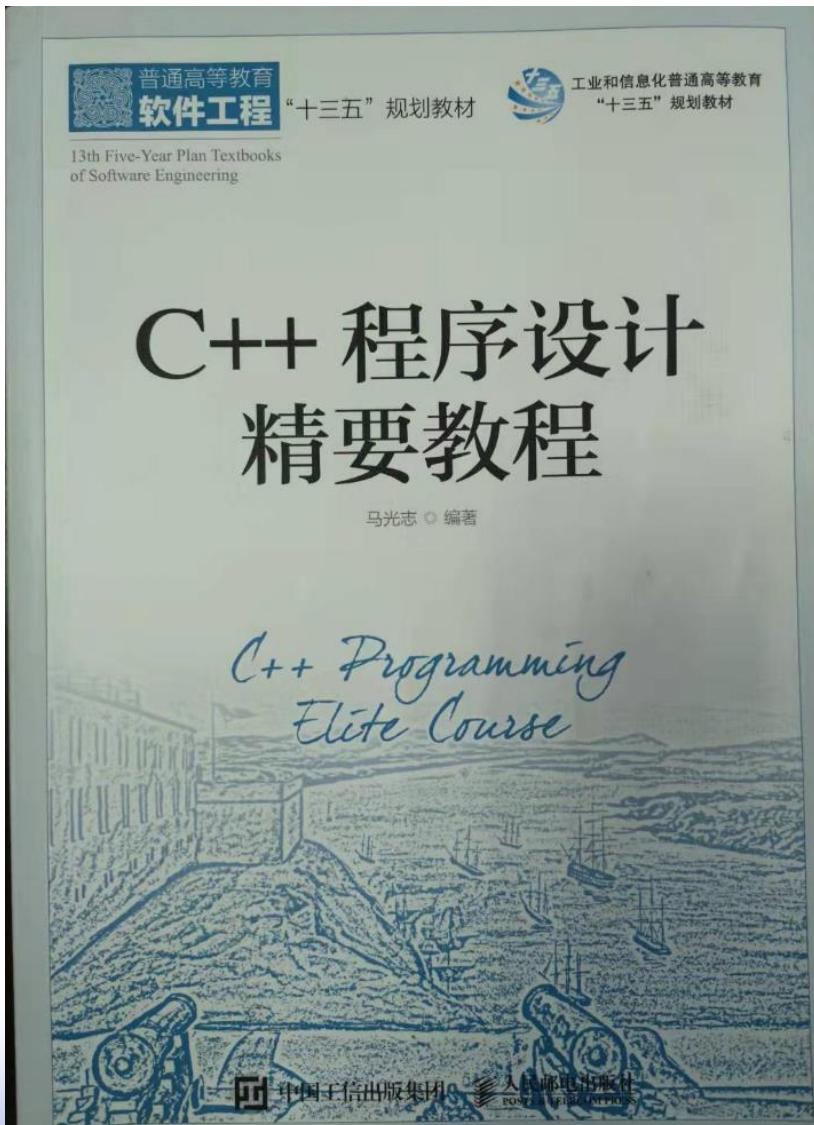
# 教材



马光志◆著



C++ Programming Practice Course  
(New International Standard with Micro-Lecture)



*C++ Programming  
Elite Course*

马光志 ◆ 编著

中国工信出版集团  
人民邮电出版社



# 参考书

- [1] **C++ Primer**, 李师贤等译, 人民邮电出版社
- [2] **Essential C++**, 侯捷译, 电子工业出版社
- [3] **Effective C++**, C++高效编程
- [4] **More Effective C++**
- [5] **Thinking in C++**, 刘宗田译, 机械工业出版社
- [6] **Functional Programming in C++**,  
Ivan Cukic, Manning Publications
- [7] C++编程语言, C++ Program Language
- [8] C++入门经典 The C++ Language Beginning



华中科技大学

# 进阶 参考书

- [1] 刘伟等, **设计模式**, 清华大学出版社
- [2] 王健伟, **C++新经典(设计模式)**, 清华大学出版社
- [3] 刘德山, **C++STL基础及应用(第2版)**, 清华大学
- [4] 刘鹏, **C++高性能编程**, 清华大学出版社





华中科技大学

# 学习资源

<https://www.bilibili.com/>

哔哩哔哩 海量视频学习资源

The grid displays 20 video thumbnails from Bilibili, each representing a different C++ learning resource. The thumbnails are arranged in four rows:

- Row 1:**
  - From 0到1入门C++ (观看数 2577.3万)
  - C++付费教程 整整600集 (观看数 28.5万)
  - 我真希望学C/C++之前 就知道这些该多好 (观看数 54.5万)
  - 北京大学 X HUAWEI 华为大佬终于录制出C/C++教程 (观看数 87.1万)
  - 听一遍就刻进DNA! 零基础C++入门课 (观看数 279.4万)
  - 零基础轻松学C++ 青少年趣味编程 (观看数 9.8万)
  - C++教程第一阶段: C++ Primer Plus(第六版)教程 (观看数 75.1万)
- Row 2:**
  - 黑马程序员匠心之作|C++教程从0到1入门编程,学习编程不再难 (观看数 2577.3万)
  - 【C++教程600集】我把清华大学的付费C++课程上传了B站! 卷死同... (观看数 28.1万)
  - 我真希望学C/C++之前,就知道这些该多好 (观看数 54.5万)
  - 华为团队斥巨资打造了最新的C/C++教程,整整100个G,强烈建议... (观看数 87.1万)
  - 【零基础学C++】老九零基础学编程系列之C++ (观看数 279.4万)
  - 小学生《趣味C++入门》 (观看数 9.8万)
  - T博士云课堂 · 2021-7-1
- Row 3:**
  - C++ 教程 (观看数 18.6万)
  - 浙江大学 面向对象设计·C++ Object oriented design (观看数 28.1万)
  - C/C++教程 Github项目排名第一 (观看数 4.4万)
  - 字节跳动72小时内部培训 C++教程 整整300集, 学完即可上岗 (观看数 10.8万)
  - 自学 C / C++ 还是渣渣时候 因为遇到了这七个网站 从此走上了开挂的人生 (观看数 13.8万)
  - 清华计算机系 如何逼自己一周学完《C/C++》 (观看数 1.6万)
- Row 4:**
  - C++面向对象程序设计 (观看数 2.7万)
  - 浙江大学 C++ 翁恺老师 (观看数 47.8万)
  - C/C++自学路线 必看书籍推荐 (观看数 7.5万)
  - FishC Studio C++快速入门 (观看数 89.5万)
  - 系统化学习C++ C++11标准 精制作 有字幕 (观看数 44.4万)
  - 这套C++视频 完爆所有同类教程 (观看数 162.6万)
- Row 5:**
  - 【百万好评】国外油管大神C++游戏 (观看数 1.4万)
  - B站终于有了完整的系统C++教程 (观看数 1.4万)
  - 如何逼自己一周学完C++教程 (观看数 2.7万)
  - 附书籍推荐 C语言 C++ 详细学习路线 (观看数 95.6万)
  - C/C++从入门到精通 (观看数 96.7万)
  - 30天练完这些你的C++水平就OK啦 (观看数 4.8万)
- Row 6:**
  - 【油管大神】少走99%弯路! 国外C+ (观看数 107)
  - 存下吧,少走99%的弯路 (观看数 15)
  - 想做C语言/C++开发?这些才是你该 (观看数 104)
  - 求知讲堂C语言/C++视频104天完 (观看数 89.64)
  - 【2023豪华版教程】这才是B站最全 (观看数 187)
  - 全网最好C++入门教程 为游戏编程学习C++ (观看数 17.6万)



華中科技大学

# 学习资源

<https://www.bilibili.com/> 哔哩哔哩 海量视频学习资源

面向对象版表达式计算器

面向泛型的表达式计算器

字节跳动72小时内部培训的C++

面向对象设计 C++ 浙江大学 翁恺教授

国外公认最好的C/C++学习速成教程





华中科技大学

# 学习资源

<https://www.github-zh.com/>

**GitHub** 海量的代码

## C++ 排行榜

GitHub上最受欢迎的C++开源项目，按照星标排序

C++ 是一种流行、使用广泛的底层编程语言。作为C语言的增强版出现，由比雅尼·斯特劳斯鲁普博士于1983年发明。

创始人 比雅尼·斯特劳斯鲁普（贝尔实验室）  
首发于 1983年

编程语言: C++ ▾



### Top 3



**tensorflow**

@tensorflow • google

#计算机科学# 适合所有人的开源机器学习框架

● C++ ⭐ 176.37 k



**electron**

@electron • github

使用HTML、JavaScript、CSS完成跨平台桌面应用的开发

🔗 [isocpp.org](http://isocpp.org)  
🔗 [百度百科](#)

### C++ 今日趋势

[StudioCherno / Walnut](#) ⭐ 1.16 k

Walnut is a simple application framework for Vulkan and Dear ImGui apps

[RPCS3 / rpus3](#) ⭐ 12.92 k

PS3 emulator/debugger

[electron / electron](#) ⭐ 108.32 k

使用HTML、JavaScript、CSS完成跨平台桌面应用的开发



华中科技大学

# 学习资源

## 刷题网站

LeetCode 力扣 <https://leetcode.cn/>

NowCoder 牛客 <https://www.nowcoder.com/>

LintCode 炼码 <https://www.lintcode.com>

hiloCoder

HUSTOJ 华中科技大学的Online Judge

HDOJ 杭州电子科技大学程序在线评测系统

Hangzhou Dianzi University Online Judge

CSP: Certified Software Professional 计算机软件能力认证

<https://cspro.org/> CCF CSP





# 学习资源

## Deepseek: C++刷题网站有哪些？按知名度从高到低排一下序。

排名	平台名称	主要特点与描述	适用场景	知名度
1	LeetCode	全球知名的算法题库，题目全面且分类清晰，支持多种主流语言（C++、Python、Java等）。题目大多来自业内大公司的真实面试题。	求职面试、算法进阶	★★★ ★★★ ★
2	牛客网	集笔试面试系统、题库、课程教育、社群交流、招聘内推于一体招聘类网站。提供大量国内大厂真题和面试经验分享。	国内求职（尤其是校招）、考研、专项练习	★★★ ★★★ ★
3	洛谷	专为信息学竞赛（NOI/NOIP等）选手设计，题库规模庞大，社区活跃，题目分类细致，适合从新手到高手的各个阶段。	信息学奥赛备战、系统性算法学习	★★★ ★★★



# 学习资源

官方 C++ 参考网站 <https://cppreference.com/>

## C++ reference

C++11, C++14, C++17, C++20, C++23, C++26 | Compiler support C++11, C++14, C++17, C++20, C++23, C++26

### Language

Preprocessor – Comments  
ASCII chart  
Basic concepts  
Keywords  
Names (lookup)  
Types (fundamental types)  
The main function  
Modules (C++20)  
Contracts (C++26)  
Expressions  
Value categories  
Evaluation order  
Operators (precedence)  
Conversions – Literals  
Constant expressions  
Statements  
if – switch  
for – range-for (C++11)  
while – do-while  
Declarations – Initialization  
Functions – Overloading  
Coroutines (C++20)  
Classes (unions)  
Templates – Exceptions  
Freestanding implementations

**Standard library (headers)**  
**Named requirements**  
**Language support library**  
Program utilities  
Signals – Non-local jumps

### Diagnostics library

Assertions – System error (C++11)  
Exception types – Error numbers  
basic\_stacktrace (C++23)  
Debugging support (C++26)

### Memory management library

Allocators – Smart pointers  
Memory resources (C++17)

### Metaprogramming library (C++11)

Type traits – ratio  
integer\_sequence (C++14)

### General utilities library

Function objects – hash (C++11)  
Swap – Type operations (C++11)  
Integer comparison (C++20)  
pair – tuple (C++11)  
optional (C++17)  
expected (C++23)  
variant (C++17) – any (C++17)  
bitset – Bit manipulation (C++20)

### Containers library

vector – deque – array (C++11)  
list – forward\_list (C++11)  
inplace\_vector (C++26)  
hive (C++26)  
map – multimap – set – multiset  
unordered\_map (C++11)  
unordered\_multimap (C++11)  
unordered\_set (C++11)  
unordered\_multiset (C++11)  
Container adaptors

### Strings library

basic\_string – char\_traits  
basic\_string\_view (C++17)

### Text processing library

Primitive numeric conversions (C++17)  
Formatting (C++20) – Localization  
text\_encoding (C++26)  
Regular expressions (C++11)  
basic\_regex – Algorithms  
Default regular expression grammar  
Null-terminated sequence utilities:  
byte – multibyte – wide

### Numerics library

Common math functions  
Mathematical special functions (C++17)  
Mathematical constants (C++20)  
Basic linear algebra algorithms (C++26)  
Data-parallel types (SIMD) (C++26)  
Pseudo-random number generation  
Floating-point environment (C++11)  
complex – valarray

### Date and time library

Calendar (C++20) – Time zone (C++20)

### Input/output library

Print functions (C++23)  
Stream-based I/O – I/O manipulators  
basic\_istream – basic\_ostream  
Synchronized output (C++20)  
File systems (C++17)

### Concurrency support library (C++11)





华中科技大学

# 学习资源

华中科技大学→图书馆→资源→电子资源导航→中文数据库  
→超星数字图书馆

[CS 106L: Standard C++ Programming \(stanford.edu\)](#)

<http://web.stanford.edu/class/cs106l/>

[Introduction to C++ | Electrical Engineering and Computer Science | MIT](#)

[OpenCourseWare](#) Massachusetts Institute of Technology

<https://ocw.mit.edu/courses/6-096-introduction-to-c-january-iap-2011/>





华中科技大学

# 学习群



群名称: C++\_华科计算机\_许向阳\_2025  
群号: 849667247





華中科技大学

# 什么是 C++ ?

C Plus Plus        .cpp

C的超集，完全兼容 C       .c

C++，在不断地 加、加！





# 加了些什么？

➤ 从 C 到 C++，在不断地 加、加！

1973	C
1983	C with class
1998	C++98 ISO/IEC 14882:1998
2003	C++03 ISO/IEC 14882:2003
2011	C++11 ISO/IEC 14882:2011
2014	C++14 ISO/IEC 14882:2014
2017	C++17 ISO/IEC 14882:2017
2020	C++20 ISO/IEC 14882:2020
2023	C++23 ISO/IEC 14882:2023
2024	C++24 ISO/IEC 14882:2024

ISO

国际标准化组织

IEC

国际电工委员会

官方 C++ 参考网站

<https://cppreference.com/>  
有标注是哪年新增方法





華中科技大学

加了些什么？

面向对象的程序设计

泛型程序设计

函数式程序设计

基于对象： 封装

面向对象： 封装、 继承、 多态





# 加了些什么？

(1) 混合型面向对象  
封装、继承、多态

面向对象的程序设计

(2) 运算符重载  
(3) 移动语义 移动构造、移动赋值

(4) 函数模板、类模板  
(5) 引用、智能指针

泛型程序设计

(6) Lambda表达式、类型自动推导  
(7) 异常及断言处理

函数式程序设计

编写更安全、运行效率更高、可读性更强、  
更容易扩展性的程序！ 编程更容易、更快捷！





# 重点学什么？

在大模型可以编写程序的今天，在有了C语言基础后，  
C++ 教学，重点应该学些什么？

用 DeepSeek、豆包 等可自动生成程序。

- 用C++编写一个整数数组排序的程序，按升序排列。
- 用C++编写一个整数数组从小到大排序的程序，数组元素个数在运行时确定。
- 用C++，定义一个学生类，含有姓名、学号、性别、年龄、各门课成绩字段。可以增加分数、修改分数、显示学生信息。



# 重点学什么？

```
#include <iostream>
#include <algorithm> // 包含排序函数所需的头文件
using namespace std;
void printArray(int arr[], int size); // 函数声明：打印数组元素
int main() {
    int numbers[] = { 5, 2, 9, 1, 5, 6 }; // 示例数组
    int size = sizeof(numbers) / sizeof(numbers[0]); // 计算数组长度
    cout << "排序前的数组：" ;
    printArray(numbers, size);
    sort(numbers, numbers + size); // 使用标准库的sort函数进行升序排序
    cout << "排序后的数组：" ;
    printArray(numbers, size);
    return 0;
}
void printArray(int arr[], int size) { // 函数定义：打印数组元素
    for (int i = 0; i < size; i++) {
        cout << arr[i] << " ";
    }
    cout << endl;
}
```

豆包 自动生成的程序示例





# 重点学什么？

华中科技大学

用C++，定义一个学生类，含有姓名，学号，性别，年龄，各门课成绩字段。可以增加分数，修改分数，显示学生信息。

## 豆包 自动生成的程序示例

### Files

- main.cpp
- student.cpp
- student.h

### main.cpp

```
1 #include "student.h"
2
3 int main() {
4     // 创建一个学生对象
5     Student stu("张三", "2023001", "男", 20);
6
7     // 添加课程成绩
8     stu.addScore("数学", 90.5);
9     stu.addScore("语文", 88.0);
10    stu.addScore("英语", 92.5);
11
12    // 显示学生信息
13    stu.displayInfo();
```





# 重点学什么？

Deepseek: 在大模型可以编写程序的今天，在有了C语言基础后，C++ 教学，重点应该学些什么？

编程教学的重点必须从“如何写代码”向“如何设计、理解、评估和优化代码”进行深刻的转变。

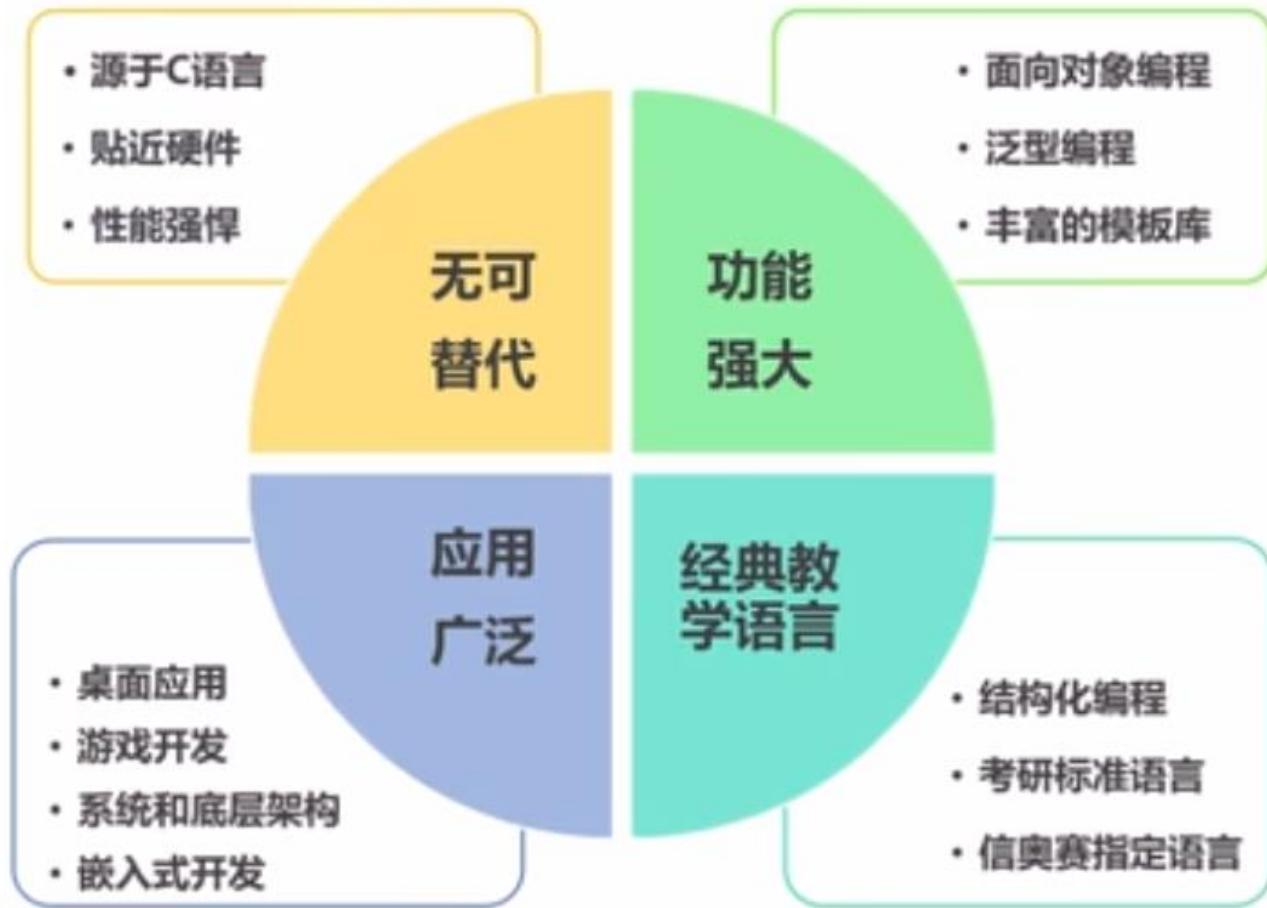
- 思维模式的根本转变：从“过程”到“抽象”
- 现代 C++ 的“利器”而非“古董”特性
- 超越语法：AI难以替代的核心能力

最终目标：不再是成为一个“代码打字员”，而是成为一个软件设计师、架构师和优化专家。你负责思考“做什么”和“为什么”，让AI辅助你完成“怎么做”的重复性劳动。C++为你提供了进行这种深度设计和控制的强大工具集。





# 为什么学习 C++?





華中科技大学

# 应用广泛

## TIOBE Index for Aug 2024 编程语言排行榜 <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>

Aug 2024	Aug 2023	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Python	18.04%	+4.71%
2	3	▲	C++	10.04%	-0.59%
3	2	▼	C	9.17%	-2.24%
4	4		Java	9.16%	-1.16%
5	5		C#	6.39%	-0.65%
6	6		JavaScript	3.91%	+0.62%
7	8	▲	SQL	2.21%	+0.68%
8	7	▼	Visual Basic	2.18%	-0.45%

Python、C++、C、Java、C#、JavaScript、SQL、Visual Basic



# 应用广泛



华中科技大学



## **Microsoft Windows 操作系统**

图形界面层

**Microsoft Windows UI**

**Apple MacOS UI (Aqua)**

**Gnome (Linux)**

**KDE (Linux图形界面)**

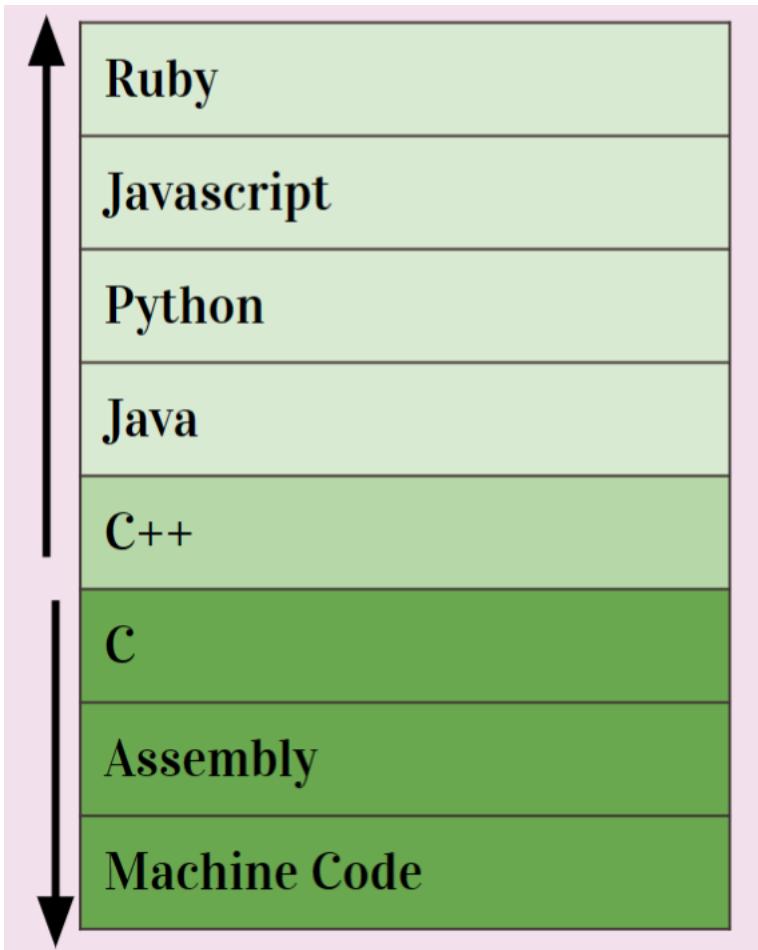
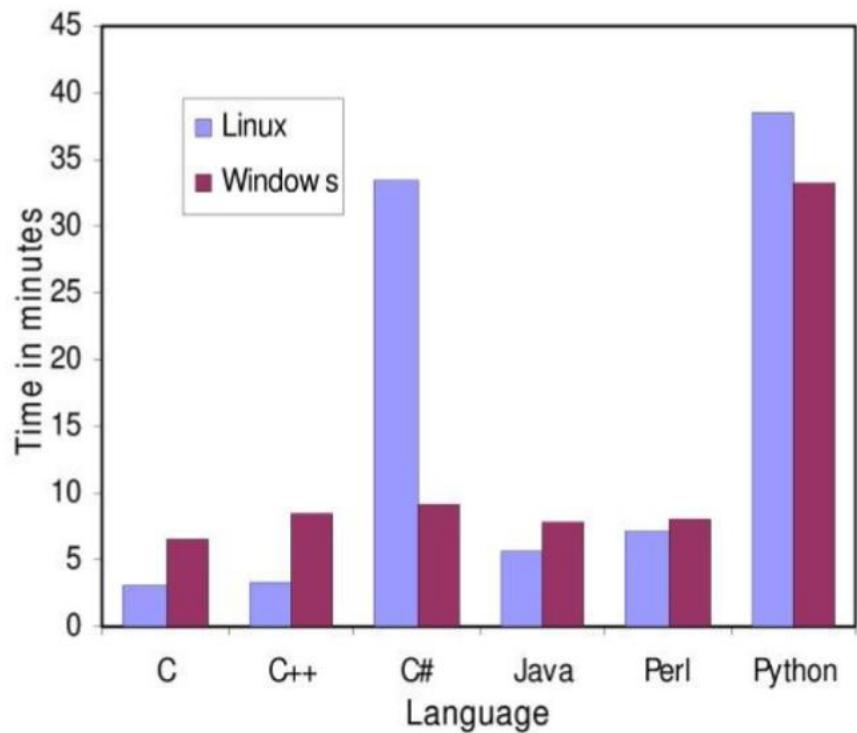
**Google Desktop Search**

**Microsoft Office**

**Microsoft Internet Explorer**



# 卓越性能



Lower-level control



# 学习难点

## C++ 学习的难点

- C 先入为主：形成成见，后面不愿做任何改变
- 对于简单的程序开发，感觉不到 C++ 的优势  
甚至感觉麻烦，多此一举
- 缺乏对鲁棒、安全、易读、可扩展、运行速度快的追求！
- 缺乏实训演练
- 没有学汇编语言，难以深入理解程序的执行过程！

练手程序 **VS** 大型程序

一人开发 **VS** 团队合作

转变观念，转变思维模式





華中科技大学

# 用心体会不同表述的差异

屡战屡败 VS 屢败屡战

一切为了学生、为了一切学生、为了学生一切  
辣不怕、不怕辣、怕不辣

减 肥 VS 瘦 身

把手伸给我，我拉你上来  
抓住我的手，我拉你上来





華中科技大学

# 体会政务服务理念的差异

当一个新的生命 呸呱坠地.....

出生医学证明

新生儿户口登记

新生儿城乡居民基本医疗保险登记

新生儿预防接种证

儿童保健手册



# 政务服务理念的变化

当一个新的生命呱呱坠地.....



# 政务服务理念的变化

当一个新的生命呱呱坠地.....



政务中心



华中科技大学

# 政务服务理念的变化

一件事一次办：

一窗式受理、一站式服务

出生一件事、最多跑一次





華中科技大学

# 校园服务的改革——师生服务中心



## 服务流程

学生服务

教工服务

社会服务

自助服务



户口迁移  
(迁出)



居民身份证异  
地受理办理



居民身份证解  
除挂失



校园卡批量申  
领办理



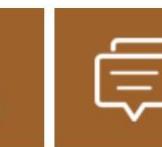
校园卡个人申  
领办理



校园卡有效期  
延长



校园卡挂失



校园卡转账充  
值业务办理



校园卡补卡



更多





华中科技大学

# 校园服务的改革——师生服务中心

华中科技大学 师生服务中心  
HUZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY ADMINISTRATIVE SERVICE CENTER

首页 中心介绍 信息公告 服务事项 服务指南 规章制度 投诉建议 联系我们

## 服务流程

学生服务

教工服务

社会服务

自助服务



在校本科生成绩办理

教职工出国(境)自助服

财务自助投递机

设备管理自助服务终端

家具用具自助服务终端

校园卡自助补卡机(学生)

校园卡自助补卡机(教工)

校园卡自助服务终端

本科生教务自助服务终端

更多



華中科技大学

# 校园服务的改革——师生服务中心

- 28个服务窗口，20个单位入驻

教务处 学生工作处 喻家山派出所 保卫处

网络与信息化办公室 网络与计算中心 后勤集团

.....

- 21台自助设备服务
- 6大类社会服务





华中科技大学

# 校园服务的改革——师生服务中心

## 智慧华中大 网上办事大厅

首页 服务

办办事大厅 待办 办理中 (5) 已办

推荐服务 Recommended Services

- 校区专递服务   
★★★★★
- 科研一站式平台   
★★★★★
- 在职教职工因私出国(境)申请-新版   
★★★★★
- 教职工因公临时出国(境)申请   
★★★★★
- 涉外横向科技合同审批   
★★★★★

我收藏的服务 My collection of services 展开 ...

HUST



華中科技大学

# 服务理念的变化

一切为了群众、一切方便群众、为人民做事、让人民满意





# 面向对象的软件开发

任务：开发一个高校的信息管理系统

□ 需求分析

用户需要的是什么？统一建模语言UML  
怎样清晰的展现用户的需求？

□ 系统设计

总体结构、功能模块、数据结构、接口

□ 系统实现

编写程序、调试程序、优化程序

□ 系统维护

系统升级





# 面向对象的软件开发

- 教务管理子系统
- 科研管理子系统
- 人事管理子系统

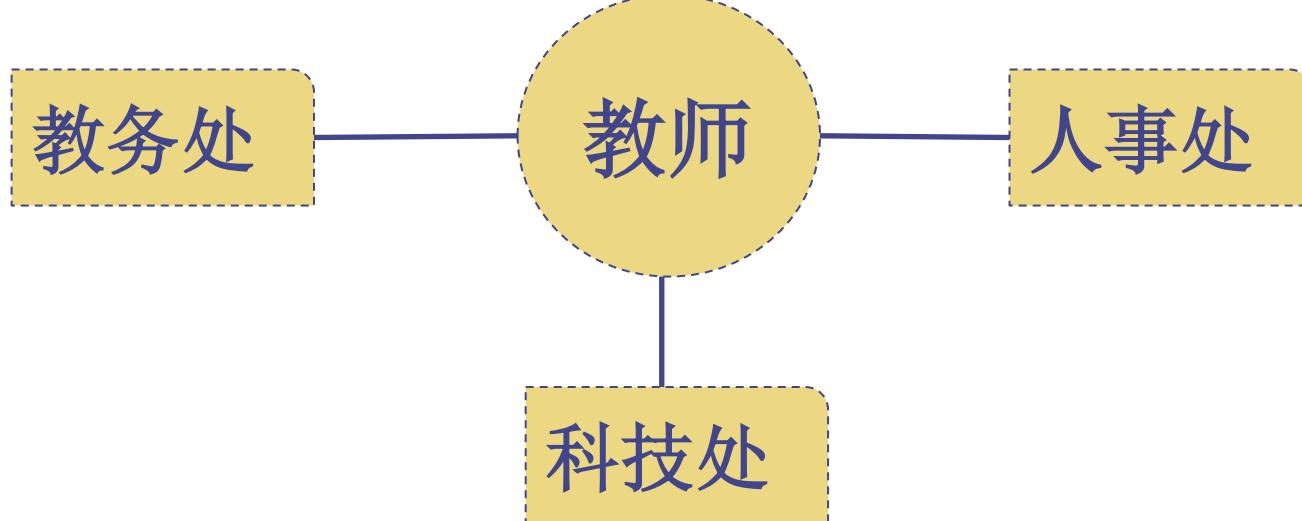


面向各职能部门，各部门相互独立、封闭；  
有重复的一些信息



# 面向对象的软件开发

- 教务管理子系统
- 科研管理子系统
- 人事管理子系统



以教师为中心、面向教师



# 面向对象的软件开发

## 教务管理子系统的开发



以要做的工作为抓手，弄清楚要**做**哪些工作：

制定培养计划

排课、选课、调课

录入成绩、修改成绩、查询成绩

动作优先，后确定该动作涉及的人员/信息

就事论事，强调职责，流程

缺乏更高层次的统筹，抽象，谋划



# 面向对象的软件开发

## 教务管理子系统的开发

人员、对象为中心，对象拥有的信息、完成的操作



### 学生 (Student)

姓名、学号、身份证号

.....

输入学生信息  
修改学生信息  
查询学生信息

.....

### 课程 (Course)

课名、学时、教材名称

.....

输入课程信息  
修改课程信息  
查询课程信息

.....





# 面向对象的在软件开发



对象 与对象之间相互关联



# 面向对象的在软件开发

语文老师： int chinesescores[100];

数学老师： int mathscores[100];

英语老师： int englishscores[100];

```
struct 学生 {  
    int chinesescore;  
    int mathsore;  
    int englishscore;  
};
```

```
struct 学生 students[100];
```

分数是老师录入的，但分数的属主是学生，而不是老师

各个老师管理  
自己的那门课

## 封装

以学生为中心，  
将各门课成绩  
封装在一起。





华中科技大学

# 面向对象的软件开发

```
void 办理身份证(...) {.....}
```

```
void 办理学生证(...) {.....}
```

```
void 办理校园卡(...) { .....
```

```
class 学生 {
```

```
    void 办理身份证(...) {.....}
```

```
    void 办理学生证(...) {.....}
```

```
    void 办理校园卡(...) { .....
```

```
};
```

派出所：给某学生办理身份证

某学生：(我)要去办理身份证

学生服务

## 封装

以学生为中心，  
将相关事项封装  
在一起。

VS





# 程序设计开发思想的变化

## 面向**过程**的思想 (C语言)

- 以过程为中心的编程思想，以什么正在发生为主要目标进行编程；
- 分析出解决问题所需要的**步骤**，然后用函数把这些步骤一步一步实现，使用的时候一个一个依次调用就可以了。

## 面向**对象**的思想 (C++语言)

- 以对象为中心的编程思想，以对象受到影响为主要目标进行编程；
- 分析出问题涉及的**对象**，描述对象的**特征和行为**。

# 程序设计开发思想的变化



## ATM机

- 取款
- 存款
- 转账
- 查询
- .....

控制台  
程 序

窗口应  
用程序

ATM机就是一个对象，用户是另外一个对象

总体上是 **事件驱动**，而不是过程驱动

取款时的工作流程：第一步..., 第二步..., (过程驱动)



# 程序设计开发思想的变化

上课场景的描述：面向**过程**的思想

- 7: 45 老师走进教室、打开电脑、投影仪、 ...
- 学生走进教室，坐好，打开书包、课本、 ...
- 8: 00，上课铃响
- 老师开讲 ...
- 学生听讲 ...
- 学生提问 ...
- 教师回答 ...

8:45 下课铃响

以时间为主线，强调了过程。

**Q:** 教师是一个什么状态？做了一些什么事？





華中科技大学

# 程序设计开发思想的变化

上课场景的描述：面向**对象**的思想

- 教室 （电脑、投影仪）
- 教师 （使用电脑、投影仪、讲课、回答问题）
- 学生 （看投影屏、听老师讲、提出问题）

以有什么对象为主线，强调对象及对象的交互





# 什么是面向对象？

## 人类的思维方式：面向对象

- 客观世界有很多各种各样的对象组成
- 每种对象有各自的内部状态和运动规律
- 不同的对象之间相互作用和联系
- 对象是组成系统的基本逻辑单元
- 对象可表示抽象的概念、具体的模块

面向对象的思想贯穿软件开发的整个过程

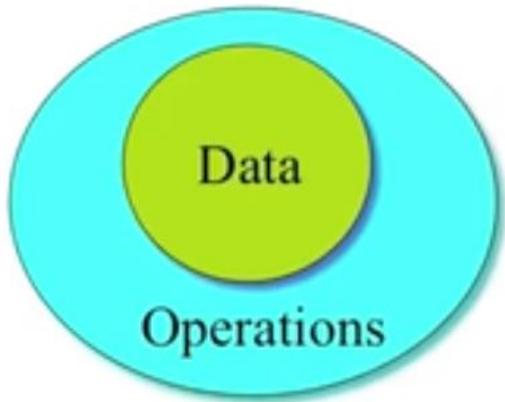




華中科技大学

# 什么是面向对象?

Object is variable in programming languages.



Data: properties or status.  
Operations: functions.





華中科技大学

# 面向对象的核心

封装 (Encapsulation)

继承 (Inheritance )

多态 (Polymorphism)



# 面向对象的核心





# 面向对象的核心

种菜

种菜

菜地

菜的状态

浇水

施肥

治虫

配菜

配菜

菜、净菜

择菜  
洗菜  
切菜

炒菜

炒菜

净菜

油、盐...

煮、烧

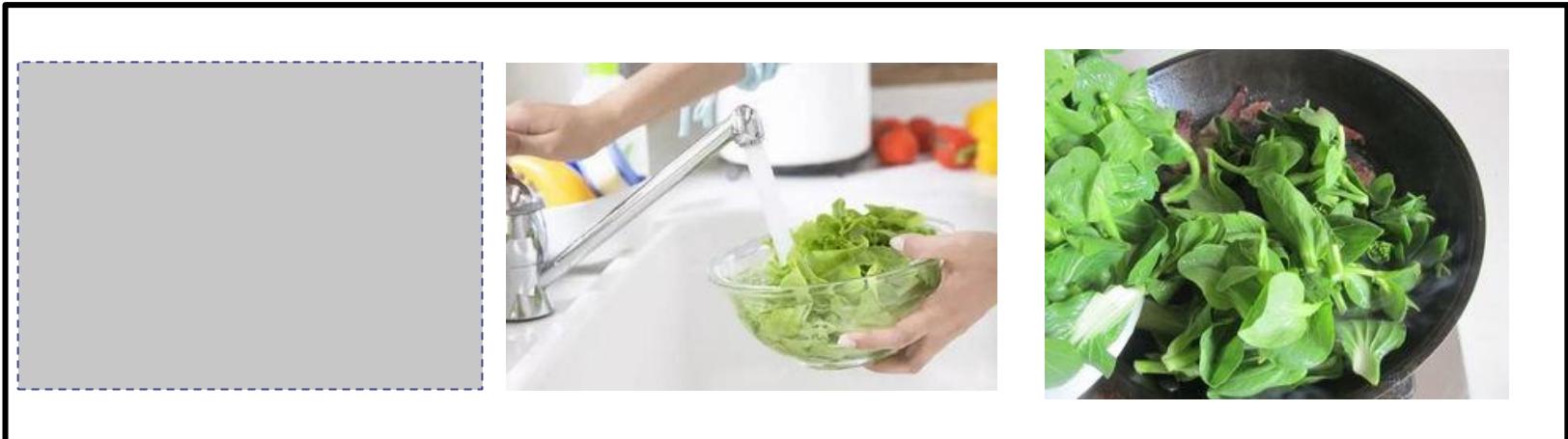
炸、煎

焖、煲

卤、卤

分工、交接（接口）  
信息隐藏

# 面向对象的核心



## 封装

将某些东西包装起来，外界无法直接使用，只能通过某些方式才能访问到

# 面向对象的核心

- 将属性和行为作为一个整体
- 权限控制

将某些东西包装起来，外界无法直接使用，  
只能通过某些方式才能访问到。



封装



# 面向对象的核心

## 封装

- 将对象的**特征**和**行为**包装在一起
- **特征**描述      对象的“组织结构”    **数据成员**
- **行为**描述对象的“功能”                  **函数成员**
- 封装定义了对象的边界
- 提供了外部访问的接口
- 屏蔽了对象内部的特征、行为细节

不同的对象中，可以有同名的函数





华中科技大学

# 面向对象的核心

分工协作

加工对象与加工工作捆绑

信息隐藏



封装



# 面向对象的核心

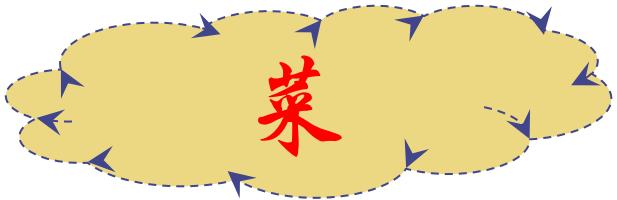
继承

菜





# 面向对象的核心



- 不同人说“菜”时，各指的是什么意思？  
菜农、商贩、择菜工、厨师、食客
  
- 不同场景下说“菜”时，各指的是什么意思？  
菜地、菜场、厨房、餐厅

多 态



# 面向对象的核心

## 多态

**多态：**同名函数，表现出的不同行为

**静态多态：**编译时明确了同名函数中的哪一个

**动态多态：**运行时才确定调用同名函数中的哪一个

在一个对象中，可以有同名的函数

**VS** 在不同对象中，可以有同名的函数





# 面向对象的软件开发

## 静态多态

实现两个数相加返回结果的加法函数

```
int fadd(int x, int y);  
double fadd(double x, double y);  
void fadd(int *z, int x, int y);
```

**int x,y,z;      double u,v,w;**

**z=fadd(x,y);**

**w=fadd(u,v);**

**fadd(&z, x,y);**





华中科技大学

# 面向对象的软件开发

## 静态多态

如何区分同名函数？

C++编译器的换名机制

区分参数个数不同或者参数类型不同的函数，

若只是返回值类型不同，则不能区分

PUBLIC ?fadd@@YAHHH@Z

PUBLIC ?fadd@@YAXPAHHH@Z

PUBLIC ?fadd@@YANN@Z





# 面向对象的软件开发

## 动态多态

### Fruit : BuyFruit

苹果摊前：老板，水果怎么卖？

老板：BuyFruit {哦，红富士苹果呀，10元一斤}

梨子摊前：老板，水果怎么卖？

老板：BuyFruit {....梨子5元一斤}

香蕉摊前：老板，水果怎么卖？

老板：BuyFruit {...便宜呀，10元3斤}



华中科技大学

# 面向对象的软件开发

## 动态多态

**APPLE a; PEAR p; BANANA b;**

**FRUIT \*q;**

**q=&a; or q=&p; or q=&b;**

**q->BuyFruit();**

如何实现动态多态？

从机器语言的角度来看，子程序调用有哪些方式？

**CALL ???**





# 面向对象的软件开发

## 解决C程序语言中存在的问题

- 特征与行为分离，封装度不够
  - 特征的封装，不同类中可以有同名变量
  - 对象的封装，不同类中可以有同名同参函数  
特征与行为整合在一起
- 不同函数实现相似功能，重用、共享度不高
  - 对象的继承，重用父类对象的特征和行为
- 相同功能的函数，用不同的名称，自适应度不高
  - 多态：静态多态、动态多态



华中科技大学

# 面向对象的软件开发

- 建立面向对象的思维模式 **Object Oriented**

面向对象的分析 **OOA**

面向对象的设计 **OOD**

面向对象的编程 **OOP**

面向对象的测试 **OOT**

面向对象的软件维护 **OOSM**





華中科技大学

# 如何学习这门课？

- 建构主义理论
- 问题牵引、多问问题
- 理解原理
- 用心、多思考
- 实践
- 有更高的追求





# 如何学习这门课？

## ➤ 用心 程序设计中

命名及模块划分

可读性

防御式编程

鲁棒性

用户输入数据时，不符合事实（错误输入）

函数调用实参不满足函数实现体假设的参数要求

运行速度

高效性



# 路线图

类基础：

类的定义、对象定义

数据成员的使用、函数成员的使用

访问权限

构造函数和析构函数



# 路线图

## 类进阶：

对象指针/引用、对象空间的new与delete

有常量成员、引用成员、对象成员时的构造函数

与析构函数；成员构造与析构的顺序；

静态数据成员、静态函数成员

运算符重载



华中科技大学

# 路线图

类的再发展：

基类 与 派生类      继承 多态

类模板 泛型程序设计

其他：

**Lambda 表达式、类型推导**

异常处理





# 作业

- 下载安装 **VS2022 or 其他版本  
(社区版 Community)**

<https://visualstudio.microsoft.com/zh-hans/downloads>

- 学习 **VS2022 or 其他版本的基本用法**  
**创建工程、编译、链接、运行 C语言程序**  
**调试程序**



# 作业

## 编程：异质链表

有多个学生、多个老师。学生的信息包括姓名、学号；教师信息包括姓名、工号、工资。将学生、老师的信息挂在一个链表上，输出链表上每个人的信息。

```
display message using iterator :  
Student : name : zhangsan 学号: U202000123  
Student : name : lisi 学号: U202000124  
Teacher : name : xu 工号: T1234567 salary = 9000  
Student : name : wangwu 学号: U202000125  
Teacher : name : yang 工号: T1234588 salary = 9500
```



# 思考题

## 人、狼、羊、草过河

一个人带着狼、羊、草来到一条河边。有一条无人摆渡的小船，人可以单独或者带狼/羊/草之一过河。在无人看管的情况下，狼会吃羊，羊会吃草。问它们如何安全过河？用C++编写程序，能自动推理出过河方案。

solution :

starting ...	man	wolf	sheep	grass		man	sheep
man move with sheep >	wolf		grass			sheep	
man move back alone >	man	wolf		grass		man	sheep
man move with grass >	wolf					grass	
man move with sheep >	man	wolf	sheep			man	wolf
man move with wolf >			sheep			wolf	grass
man move back alone >	man		sheep			man	wolf
man move with sheep >						sheep	grass



華中科技大学

