

清华大学计算机基础教育课程系列教材

悦++ 语言程序设计

(第 2 版)

教师用书

郑摇莉摇张瑞丰摇李摇莉摇编著

清华大学出版社
北京

序

计算机科学技术的发展不仅极大地促进了整个科学技术的发展,而且明显地加快了经济信息化和社会信息化的进程。因此,计算机教育在各国备受重视,计算机知识与能力已成为 21 世纪人才素质的基本要素之一。

清华大学自 1984 年开始将计算机教学纳入基础课的范畴,作为校重点课程进行建设和管理,并按照“计算机文化基础”、“计算机技术基础”和“计算机应用基础”三个层次的课程体系组织教学:

第一层次“计算机文化基础”的教学目的是培养学生掌握在未来信息化社会里更好地学习、工作和生活所必须具备的计算机基础知识和基本操作技能,并进行计算机文化道德规范教育。

第二层次“计算机技术基础”是讲授计算机软硬件的基础知识、基本技术与方法,从而为学生进一步学习计算机的后续课程,并利用计算机解决本专业及相关领域中的问题打下必要的基础。

第三层次“计算机应用基础”则是讲解计算机应用中带有基础性、普遍性的知识,讲解计算机应用与开发中的基本技术、工具与环境。

以上述课程体系为依据,设计了计算机基础教育系列课程。随着计算机技术的飞速发展,计算机教学的内容与方法也在不断更新。近几年来,清华大学不断丰富和完善教学内容,在有关课程中先后引入了面向对象技术、多媒体技术、~~网络课程~~与互联网技术等。与此同时,在教材与 ~~软件~~ 课件建设、网络化的教学环境建设等方面也正在大力开展工作,并积极探索适应 21 世纪人才培养的教学模式。

为进一步加强计算机基础教学工作,适应高校正在开展的课程体系与教学内容的改革,及时反映清华大学计算机基础教学的成果,加强与兄弟院校的交流,清华大学在原有工作的基础上,重新规划了“清华大学计算机基础教育课程系列教材”。

该系列教材有如下几个特色:

①自成体系:该系列教材覆盖了计算机基础教学三个层次的教学内容。其中既包括所有大学生都必须掌握的计算机文化基础,也包括适用于各专业的软硬件基础知识,既包括基本概念、方法与规范,也包括计算机应用开发的工具与环境。

②内容先进:该系列教材注重将计算机技术的最新发展适当地引入教学中,保持教学内容的先进性。例如,系列教材中包括了面向对象与可视化编程、多媒体技术与应用、~~网络课程~~与互联网技术、大型数据库技术等。

适应面广：该系列教材照顾了理、工、文等各种类型专业的教学要求。

立体配套：为适应教学模式、教学方法和手段的改革，该系列教材中多数都配有习题集和实验指导、多媒体电子教案，有的还配有 悦++ 课件以及相应的网络教学资源。

本系列教材源于清华大学计算机基础教育的教学实践，凝聚了工作在第一线的任课教师的教学经验与科研成果。我希望本系列教材不断完善，不断更新，为我国高校计算机基础教育做出新的贡献。



前言

目前,“悦++ 语言程序设计”已经被许多大学列为程序设计基础课程,除了信息类专业外,很多其他工科专业也开设了这门课程。《悦++ 语言程序设计》系列教材目前已经出版了三版。为了帮助使用本教材授课的教师,尤其是新教师,我们编写了这本教师用书。

本书与《悦++ 语言程序设计(第 猿版)》配套,内容包括每章教学要点、讲稿及备注(对每页讲稿进行详细注释)、补充习题与解答。其中“教学要点”、“讲稿及备注”有助于新开课的教师尽快熟悉教学内容、掌握教学方法。由于配套的学生用书给出了全部习题解答,不利于老师通过作业考核平时成绩,故本书提供了“补充习题与解答”,便于老师布置课后作业。

本书的配套光盘包括讲稿、补充习题源代码、例题源代码、实验参考程序。

本系列教材全部内容如下:

(员) 主教材:《悦++ 语言程序设计(第 猿版)》。

(圆) 《悦++ 语言程序设计(第 猿版)学生用书》

包括学习指南、每章要点导读、实验指导和习题解答。

(猿) 《悦++ 语言程序设计(第 猿版)教师用书》

每章教学要点、讲稿注释、补充习题与解答。

(源) 配套资源

《悦++ 语言程序设计(第 猿版)》电子教案

《悦++ 语言程序设计(第 猿版)》网络视频课件

《悦++ 语言程序设计(第 猿版)》音频课件

(缘) 开放的教学网站(浏览: [http://www.yueplusplus.com](#))

网站对全球开放,有“在线讲堂”、“答疑教室”、“师生讨论”等栏目,在线演播配音课件,提供教学资源下载,组织教学活动。在“本学期课程”栏目中查找郑莉的“悦++ 语言程序设计”(如果首页未列出,则单击“更多”链接),找到后单击课程名,然后以用户名“郑莉”、密码“早读”登录,即可阅读、下载教学资源。在作者不授课的学

期,读者可以查找以往课程,下载学习资源。

感谢您选择使用本书,欢迎您对本书内容提出意见和建议,我们将不胜感激。作者的电子邮件地址: ~~zhangyue@zhangyue.com~~ 来信标题请包含“悦++ ~~猿猿猿~~”。

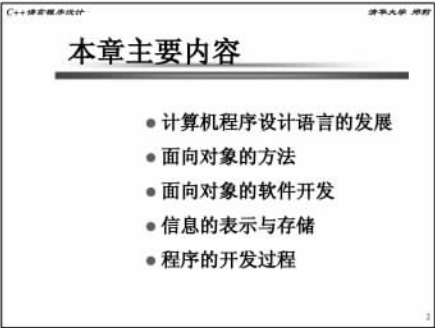

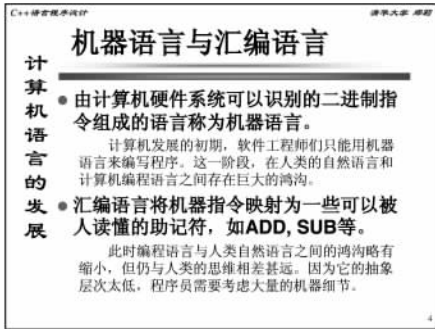
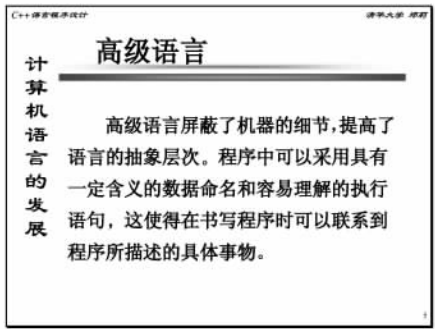
作译者



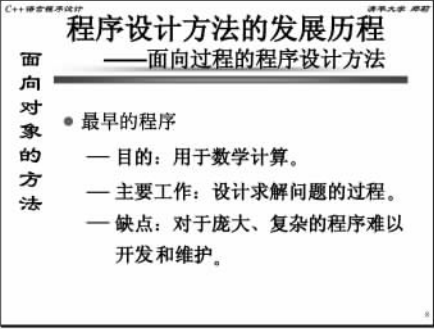
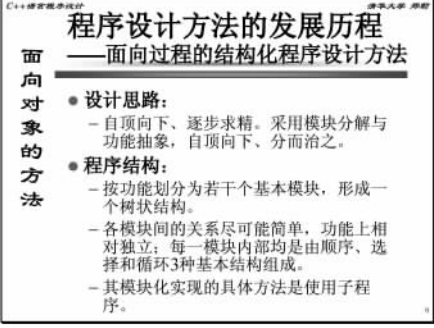
~~猿猿猿~~年 猿月于清华大学

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 教学要点	1
1.2 讲稿	1
1.3 补充习题	1
第 2 章 悦++ 简单程序设计	2
2.1 教学要点	2
2.2 讲稿	2
2.3 补充习题与解答	2
第 3 章 函数	3
3.1 教学要点	3
3.2 讲稿	3
3.3 补充习题与解答	3
第 4 章 类与对象	4
4.1 教学要点	4
4.2 讲稿	4
4.3 补充习题与解答	4
第 5 章 悦++ 程序的结构	5
5.1 教学要点	5
5.2 讲稿	5
5.3 补充习题与解答	5
第 6 章 数组、指针与字符串	6
6.1 教学要点	6
6.2 讲稿	6
6.3 补充习题与解答	6

第 苑章 继承与派生	猿怨
苑.1 教学要点	猿怨
苑.2 讲稿	猿园
苑.3 补充习题与解答	猿员
第 愿章 多态性	猿怨
愿.1 教学要点	猿怨
愿.2 讲稿	肆园
愿.3 补充习题与解答	肆员
第 怨章 群体类和群体数据的组织	肆缘
怨.1 教学要点	肆缘
怨.2 讲稿	肆远
怨.3 补充习题与解答	肆员
第 员园章 泛型程序设计与 悦++ 标准模板库	肆愿
员0.1 教学要点	肆愿
员0.2 讲稿	肆怨
员0.3 补充习题与解答	肆怨
第 员员章 流类库与输入输出	肆远
员1.1 教学要点	肆远
员1.2 讲稿	肆苑
员1.3 补充习题与解答	猿缘
第 员圆章 异常处理	猿园
员2.1 教学要点	猿园
员2.2 讲稿	猿猿
员2.3 补充习题与解答	猿愿
第 员猿章 酝云悦库与 宰粤粤 程序开发概述	猿猿
员3.1 教学要点	猿猿
员3.2 讲稿	猿肆
员3.3 补充习题	猿苑

圆		介绍本章将要讲解的主要内容。
猿		计算机的工作是用程序来控制的。 程序是指令的集合。 指令就是计算机可以识别的命令。
源		由计算机硬件系统可以识别的二进制指令组成的语言称为机器语言。 汇编语言是将机器指令映射为一些可以被人读懂的助记符。
缘		高级语言的出现是计算机编程语言的一大进步。高级语言屏蔽了机器的细节,提高了语言的抽象层次。程序中可以采用具有一定含义的数据命名和容易理解的执行语句。

<p>远</p>	 <p>面向对象的语言</p> <p>● 出发点： - 更直接地描述客观世界中存在的事物(对象)以及它们之间的关系。</p> <p>● 特点： - 是高级语言。 - 将客观事物看作具有属性和行为的对象。 - 通过抽象找出同类对象的共同属性和行为，形成类。 - 通过类的继承与多态实现代码重用。</p>	<p>面向对象的编程语言与以往各种编程语言的根本不同点在于，它设计的出发点就是为了能更直接地描述客观世界中存在的事物(即对象)以及它们之间的关系。</p> <p>面向对象的编程语言将客观事物看作具有属性和行为(或称服务)的对象，通过抽象找出同类对象的共同属性(静态特征)和行为(动态特征)而形成类。</p>
<p>苑</p>	 <p>面向对象的语言</p> <p>● 优点： 使程序能够比较直接地反映问题域的本来面目，软件开发人员能够利用人类认识事物所采用的一般思维方法进行软件开发。</p>	<p>面向对象的语言优点：使程序能够比较直接地反映问题域的本来面目，软件开发人员能够利用人类认识事物所采用的一般思维方法进行软件开发。</p>
<p>愿</p>	 <p>程序设计方法的发展历程 ——面向过程的程序设计方法</p> <p>● 最早的程序 — 目的：用于数学计算。 — 主要工作：设计求解问题的过程。 — 缺点：对于庞大、复杂的程序难以开发和维护。</p>	<p>面向过程的程序设计的目的是用于数学计算。主要工作是设计求解问题的过程。</p> <p>缺点是对于庞大、复杂的程序难以开发和维护。</p>
<p>怨</p>	 <p>程序设计方法的发展历程 ——面向对象的结构化程序设计方法</p> <p>● 设计思路： - 自顶向下、逐步求精。采用模块分解与功能抽象，自顶向下、分而治之。</p> <p>● 程序结构： - 按功能划分为若干个基本模块，形成一个树状结构。 - 各模块间的关系尽可能简单，功能上相对独立；每一模块内部均是由顺序、选择和循环3种基本结构组成。 - 其模块化实现的具体方法是使用子程序。</p>	<p>结构化程序设计的思路：自顶向下、逐步求精；其程序结构是按功能划分为若干个基本模块，这些模块形成一个树状结构；各模块之间的关系尽可能简单，在功能上相对独立；每一模块内部均是由顺序、选择和循环猿种基本结构组成；其模块化实现的具体方法是使用子程序。</p>

员园	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>程序设计方法的发展历程</h3> <h4>——面向过程的结构化程序设计方法</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 优点： <ul style="list-style-type: none"> — 有效地将一个较复杂的程序系统设计任务分解成许多易于控制和处理的子任务，便于开发和维护。 <p>18</p>	<p>介绍面向过程的结构化程序设计方法的优点。</p>
员员	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>程序设计方法的发展历程</h3> <h4>——面向过程的结构化程序设计方法</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 缺点：可重用性差、数据安全性差、难以开发大型软件和图形界面的应用软件 <ul style="list-style-type: none"> — 把数据和处理数据的过程分离为相互独立的实体。 — 当数据结构改变时，所有相关的处理过程都要进行相应地修改。 — 每种相对于老问题的新方法都要带来额外的开销。 — 图形用户界面的应用程序，很难用过程来描述和实现，开发和维护也都很难。 <p>11</p>	<p>介绍面向过程的结构化程序设计方法的缺点：可重用性差、数据安全性差、难以开发大型软件和图形界面的应用软件。</p>
员圆	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>程序设计方法的发展历程</h3> <h4>——面向对象的方法</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 将数据及对数据的操作方法封装在一起，作为一个相互依存、不可分离的整体——对象。 ● 对同类型对象抽象出其共性，形成类。 ● 类通过一个简单的接口与外界发生关系。 ● 对象与对象之间通过消息进行通信。 <p>12</p>	<p>面向对象的方法是什么呢？首先，它将数据及对数据的操作方法放在一起，作为一个相互依存、不可分离的整体——对象。然后把同类型对象抽象出其共性而形成类。类中的大多数数据，只能用本类的方法进行处理。类通过一个简单的接口与外界发生关系，对象与对象之间通过消息进行通信。</p>
员猿	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>程序设计方法的发展历程</h3> <h4>——面向对象的方法</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 优点： <ul style="list-style-type: none"> — 程序模块间的关系更为简单，程序模块的独立性、数据的安全性有了良好的保障。 — 通过继承与多态性，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。 <p>13</p>	<p>介绍面向对象的方法的优点。</p>

<p>员原</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——对象</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 一般意义上的对象： <ul style="list-style-type: none"> - 是现实世界中一个实际存在的事物。 - 可以是有形的（比如一辆汽车），也可以是无形的（比如一项计划）。 - 是构成世界的一个独立单位，具有如下特征： <ul style="list-style-type: none"> ● 静态特征：可以用某种数据来描述； ● 动态特征：对象所表现的行为或具有的功能。 <p>14</p>	<p>从一般意义上讲，对象是现实世界中一个实际存在的事物，它可以是有形的，也可以是无形的。对象是构成世界的一个独立单位，它具有自己的静态特征和动态特征。</p>
<p>员缘</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——对象</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 面向对象方法中的对象： <ul style="list-style-type: none"> - 是系统中用来描述客观事物的一个实体，它是用来构成系统的一个基本单位。对象由一组属性和一组行为构成。 - 属性：用来描述对象静态特征的数据项。 - 行为：用来描述对象动态特征的操作序列。 <p>15</p>	<p>面向对象方法中的对象，是系统中用来描述客观事物的一个实体，它是用来构成系统的一个基本单位。对象由一组属性和一组行为构成。属性是用来描述对象静态特征的数据项，行为是用来描述对象动态特征的操作序列。</p>
<p>员远</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——类</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分类——人类通常的思维方法 ● 分类所依据的原则——抽象 <ul style="list-style-type: none"> - 忽略事物的非本质特征，只注意那些与当前目标有关的本质特征，从而找出事物的共性，把具有共同性质的事物划分为一类，得出一个抽象的概念。 - 例如，石头、树木、汽车、房屋等都是人们在长期的生产和生活实践中抽象出的概念。 <p>16</p>	<p>分类所依据的原则是抽象，即忽略事物的非本质特征，只注意那些与当前目标有关的本质特征，从而找出事物的共性，把具有共同性质的事物划分为一类，得出一个抽象的概念。</p>
<p>员苑</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——类</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 面向对象方法中的“类” <ul style="list-style-type: none"> - 具有相同属性和服务的一组对象的集合。 - 为属于该类的全部对象提供了抽象的描述，包括属性和行为两个主要部分。 - 类与对象的关系： <ul style="list-style-type: none"> 犹如模具与铸件之间的关系，一个属于某类的对象称为该类的一个实例。 <p>17</p>	<p>面向对象方法中的“类”是具有相同属性和服务的一组对象的集合。它为属于该类的全部对象提供了抽象的描述，其内部包括属性和行为两个主要部分。</p> <p>类与对象的关系犹如模具与铸件之间的关系，一个属于某类的对象称为该类的一个实例。</p>

愿	<p>C++语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——封装</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 把对象的属性和服务结合成一个独立的系统单元。 ● 尽可能隐蔽对象的内部细节。对外形成一个边界(或者说一道屏障),只保留有限的对外接口使之与外部发生联系。 <p>18</p>	<p>封装是面向对象方法的一个重要原则,就是把对象的属性和服务结合成一个独立的系统单位,并尽可能隐蔽对象的内部细节。</p> <p>这包括两个含义:第 1 个含义是,把对象的全部属性和全部服务结合在一起,形成一个不可分割的独立单位;第 2 个含义也称作“信息隐蔽”,即尽可能隐蔽对象的内部细节,对外形成一个边界(或者说一道屏障),只保留有限的对外接口用来与外部发生联系。</p>
怨	<p>C++语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——继承</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 继承对于代码复用有着重要意义,是面向对象技术能够提高软件开发效率的重要原因之一。 ● 定义:特殊类的对象拥有其一般类的全部属性与服务,称作特殊类对一般类的继承。 ● 例如:将轮船作为一个一般类,客轮便是一个特殊类。 <p>19</p>	<p>继承是面向对象技术能够提高软件开发效率的重要原因之一。继承的定义:特殊类的对象拥有其一般类的全部属性与服务,称作特殊类对一般类的继承。</p>
圆	<p>C++语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的基本概念</h3> <h4>——多态性</h4> <p>面向对象的方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 多态是指在一般类中定义的属性或行为,被特殊类继承之后,可以具有不同的数据类型或表现出不同的行为。这使得同一个属性或行为在一般类及其各个特殊类中具有不同的语义。 ● 例如: <ul style="list-style-type: none"> - 数的加法->实数的加法 - 复数的加法 <p>20</p>	<p>多态性是指在一般类中定义的属性或行为,被特殊类继承之后,可以具有不同的数据类型或表现出不同的行为。这使得同一个属性或行为在一般类及其各个特殊类中具有不同的语义。</p>
圆	<p>C++语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>面向对象的软件工程</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 面向对象的软件工程是面向对象方法在软件工程领域的全面应用。其中包括: <ul style="list-style-type: none"> - 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) <p>21</p>	<p>学习面向对象的程序设计,首先应该对软件开发和维护的全过程有一个初步了解。什么是面向对象的软件工程?面向对象的软件工程是面向对象方法在软件工程领域的全面应用。它包括面向对象的分析(第 22 页)、面向对象的设计(第 23 页)、面向对象的编程(第 24 页)、面向对象的测试(第 25 页)和面向对象的软件维护(第 26 页)等主要内容。</p>

<p>图 1-1</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>系统分析</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <ul style="list-style-type: none"> 系统分析阶段应该扼要精确地抽象出系统必须做什么, 但是不关心如何去实现。 面向对象的系统分析, 直接用问题域中客观存在的事物建立模型中的对象, 对单个事物及事物之间的关系, 都保留它们的原貌, 不做转换, 也不打破原有界限而重新组合, 因此能够很好地映射客观事物。 <p>22</p>	<p>面向对象的系统分析, 直接用问题域中客观存在的事物建立模型中的对象, 无论是对单个事物还是对事物之间的关系, 都保留它们的原貌, 不做转换, 也不打破原有界限而重新组合, 因此能够很好地映射客观事物。</p>
<p>图 1-2</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>设计</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <ul style="list-style-type: none"> 针对系统的一个具体实现运用面向对象的方法。其中包括两方面的工作: <ul style="list-style-type: none"> 把 OOA 模型直接搬到 OOD, 作为 OOD 的一部分。 针对具体实现中的人机界面、数据存储、任务管理等因素补充一些与实现有关的部分。 <p>23</p>	<p>设计阶段是针对系统的一个具体实现运用面向对象的方法。其中包括两方面的工作, 一是把 类图模型直接搬到 类图作为 类图的一部分; 二是针对具体实现中的人机界面、数据存储、任务管理等因素补充一些与实现有关的部分。</p>
<p>图 1-3</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>编程</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <p>OOP 工作就是用一种面向对象的编程语言把 OOD 模型中的每个成分书写出来, 是面向对象的软件开发最终落实的重要阶段。</p> <p>24</p>	<p>编程是面向对象的软件开发最终落实的重要阶段。在 类图和 类图理论出现之前, 程序员要写一个好的面向对象的程序, 首先要学会运用面向对象的方法来认识问题域, 所以 类图被看作一门比较高深的技术。现在, 类图的工作比较简单, 认识问题域与设计系统成分的工作也将在 类图和 类图阶段完成, 类图工作就是用一种面向对象的编程语言把 类图模型中的每个成分书写出来。</p>
<p>图 1-4</p>	<p>C++ 面向对象设计 清华大学 郑莉</p> <h3>测试</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <ul style="list-style-type: none"> 测试的任务是发现软件中的错误。 在面向对象的软件测试中继续运用面向对象的概念与原则来组织测试, 以对象的类作为基本测试单位, 可以更准确地发现程序错误并提高测试效率。 <p>25</p>	<p>测试的任务是发现软件中的错误, 任何一个软件产品在交付使用之前都要经过严格的测试。在面向对象的软件测试中继续运用面向对象的概念与原则来组织测试, 以对象的类作为基本测试单位, 可以更准确地发现程序错误并提高测试效率。</p>

<p>愿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>维护</h3> <p>面向对象的软件开发</p> <p>将软件交付使用后,工作并没有完结,还要根据软件的运行情况和用户的需求,不断改进系统。</p> <p>使用面向对象的方法开发的软件,其程序与问题域是一致的,因此,在维护阶段运用面向对象的方法可以大大提高软件维护的效率。</p> <p>26</p>	<p>使用面向对象的方法开发的软件,其程序与问题域是一致的,软件工程各个阶段的表示是一致的,从而减少了维护人员理解软件的难度。无论是发现了程序中的错误而追溯到问题域,还是因需求发生变化而追踪到程序,道路都是比较平坦的。而且对象的封装性使一个对象的修改对其他对象的影响很少。因此,运用面向对象的方法可以大大提高软件维护的效率。</p>
<p>愿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息的表示和存储</h3> <ul style="list-style-type: none"> ● 信息的分类 ● 计算机的数字系统 ● 程序设计中常用的数制 ● 不同进位计数制间的转换 ● 信息的存储单位 ● 二进制数的编码表示 ● 小数的表示方法 ● 非数值信息的表示 <p>27</p>	<p>信息的表示和存储介绍如下内容:</p> <p>信息的分类</p> <p>计算机的数字系统</p> <p>程序设计中常用的数制</p> <p>不同进位计数制间的转换</p> <p>信息的存储单位</p> <p>二进制数的编码表示</p> <p>小数的表示方法</p> <p>非数值信息的表示</p>
<p>愿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息的分类</h3> <p>信息的表示与存储</p> <pre> graph LR 信息 --> 控制信息 信息 --> 数据信息 控制信息 --> 指令 控制信息 --> 控制字 数据信息 --> 数值信息 数据信息 --> 非数值信息 数值信息 --> 定点数 数值信息 --> 浮点数 非数值信息 --> 字符数据 非数值信息 --> 逻辑数据 </pre> <p>28</p>	<p>计算机加工的对象是数据信息,而指挥计算机操作的是控制信息,因此计算机内部的信息可以分成两大类:控制信息和数据信息。</p>
<p>愿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>计算机的数字系统</h3> <p>信息的表示与存储</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 计算机采用的是二进制数字系统 ● 基本符号: 0, 1 ● 进位原则: 逢二进一 ● 优点: <ul style="list-style-type: none"> - 易于物理实现 - 二进制数运算简单 - 机器可靠性高 - 通用性强 ● 缺点: 对人来说,可读性差 <p>29</p>	<p>几乎所有的计算机采用的都是二进制数系,所有的外界信息只有被转化为二进制数后,计算机才能对其进行传送、存储和加工处理。</p> <p>对于二进制来说,基数为 2,每位的权是以 2 为底的幂,遵循逢二进一原则,基本符号只有两个: 0 和 1。</p> <p>二进制的优点是易于物理实现,二进制数运算简单,机器可靠性高,通用性强。二进制的缺点是,对人来说可读性差。</p>

<p>猿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息表示与存储</h3> <h2>程序设计中常用的数制</h2> <table border="1"> <thead> <tr> <th>进制</th> <th>基数</th> <th>进位原则</th> <th>基本符号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>二进制</td> <td>2</td> <td>逢 2 进 1</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>八进制</td> <td>8</td> <td>逢 8 进 1</td> <td>0,1,2,3,4,5,6,7</td> </tr> <tr> <td>十进制</td> <td>10</td> <td>逢 10 进 1</td> <td>0,1,2,3,4,5,6,7,8,9</td> </tr> <tr> <td>十六进制</td> <td>16</td> <td>逢 16 进 1</td> <td>0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F</td> </tr> </tbody> </table> <p>30</p>	进制	基数	进位原则	基本符号	二进制	2	逢 2 进 1	0,1	八进制	8	逢 8 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7	十进制	10	逢 10 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9	十六进制	16	逢 16 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F	<p>熟悉几种进位制数的基数、进位原则和基本符号。</p>																				
进制	基数	进位原则	基本符号																																							
二进制	2	逢 2 进 1	0,1																																							
八进制	8	逢 8 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7																																							
十进制	10	逢 10 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9																																							
十六进制	16	逢 16 进 1	0,1,2,3,4,5,6,7,8,9, A,B,C,D,E,F																																							
<p>猿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息表示与存储</h3> <h2>不同进位记数制间的转换</h2> <h3>——R 进制→十进制</h3> <p>各位数字与它的权相乘，其积相加。 例如： $(11111111.11)_2 = 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$ $= (255.75)_{10}$ $(3506.2)_8 = 3 \times 8^3 + 5 \times 8^2 + 0 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 2 \times 8^{-1}$ $= (1862.25)_{10}$ $(0.2A)_{16} = 2 \times 16^{-1} + 10 \times 16^{-2} = (0.1640625)_{10}$</p> <p>31</p>	<p>不同进位记数制转换为十进制的规则是各位数字与它的权相乘，其积相加。</p>																																								
<p>猿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息表示与存储</h3> <h2>不同进位记数制间的转换</h2> <h3>——十进制→R 进制</h3> <h4>十进制整数转换成 R 进制的整数</h4> <p>“除 R 取余”法，例如：</p> <table border="0"> <tr> <td>2</td> <td>68</td> <td></td> <td>余数</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>34</td> <td>-----</td> <td>0</td> <td>↓ 低位</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>17</td> <td>-----</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>-----</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>4</td> <td>-----</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>-----</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>-----</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>0</td> <td>-----</td> <td>1</td> <td>↑ 高位</td> </tr> </table> <p>所以，$68_{10} = 1000100_2$</p> <p>32</p>	2	68		余数		2	34	-----	0	↓ 低位	2	17	-----	0		2	8	-----	1		2	4	-----	0		2	2	-----	0		2	1	-----	0			0	-----	1	↑ 高位	<p>十进制整数转换成 R 进制的整数，可用十进制数连续地除以 R，其余数即为相应 R 进制数的各位系数。此方法称为除 R 取余法。</p>
2	68		余数																																							
2	34	-----	0	↓ 低位																																						
2	17	-----	0																																							
2	8	-----	1																																							
2	4	-----	0																																							
2	2	-----	0																																							
2	1	-----	0																																							
	0	-----	1	↑ 高位																																						
<p>猿</p>	<p>C++ 语言程序设计 清华大学 郑莉</p> <h3>信息表示与存储</h3> <h2>不同进位记数制间的转换</h2> <h3>——十进制→R 进制</h3> <h4>十进制小数转换成 R 进制小数</h4> <p>“乘 R 取整”法，例如：</p> <table border="0"> <tr> <td>0.3125</td> <td>× 2</td> <td>=</td> <td>0</td> <td>.625</td> <td>← 高位</td> </tr> <tr> <td>0.625</td> <td>× 2</td> <td>=</td> <td>1</td> <td>.25</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.25</td> <td>× 2</td> <td>=</td> <td>0</td> <td>.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>× 2</td> <td>=</td> <td>1</td> <td>.0</td> <td></td> </tr> </table> <p>所以，$0.3125_{10} = 0.0101_2$</p> <p>33</p>	0.3125	× 2	=	0	.625	← 高位	0.625	× 2	=	1	.25		0.25	× 2	=	0	.5		0.5	× 2	=	1	.0		<p>十进制小数转换成 R 进制数时，可连续地乘以 R，得到的整数即组成 R 进制的数，此法称为“乘 R 取整”。</p>																
0.3125	× 2	=	0	.625	← 高位																																					
0.625	× 2	=	1	.25																																						
0.25	× 2	=	0	.5																																						
0.5	× 2	=	1	.0																																						