21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Windows 程序设计教程（第2版）

Windows Programming

王秀梅 主编

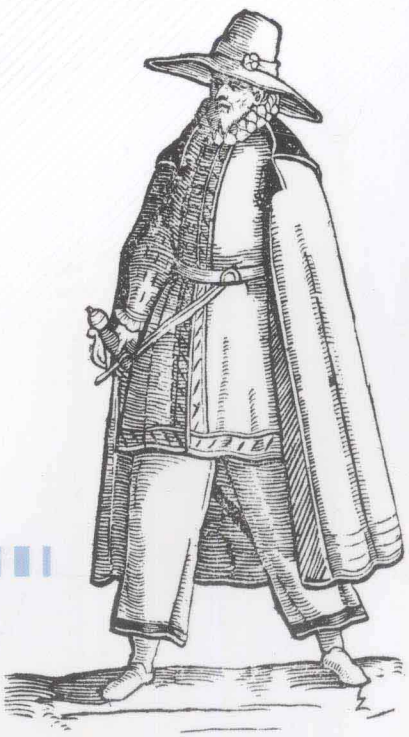
张志斌 副主编

祁建宏 岳建斌 编

通过 Windows 编程学习，融会 C++ 程序设计知识

突出 Windows 编程特点，掌握典型应用开发能力

展现 Windows 编程技巧，了解实际应用开发流程



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS

21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

Windows 程序设计教程（第2版）

Windows Programming

王秀梅 主编
张志斌 副主编
祁建宏 岳建斌 编

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目（CIP）数据

Windows程序设计教程 / 王秀梅主编. -- 2版. -- 北京 : 人民邮电出版社, 2013.8
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-32335-4

Ⅰ. ①W… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①Windows操作系统－程序设计－高等学校－教材 Ⅳ. ①TP316.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第145466号

内 容 提 要

本书共分为 16 章，主要内容包括 Windows 编程概述，Windows 应用程序的类封装，MFC 应用程序框架，Windows 绘图程序设计，文本和字体，消息，菜单、键盘和鼠标，子窗体控件，对话框，文档/视图结构的应用程序开发，动态链接库，VC 数据库编程，多线程编程，串口通信编程以及 Windows 网络编程等内容。书中对开发过程中的一些开发技巧进行了展示，按照实际开发流程对实现功能进行详细讲解。

本书内容丰富、结构新颖、难度适中、实用性强，可作为普通高等院校 Windows 程序设计课程的教材，也可供 Windows 开发初学人员参考阅读。

◆ 主　　编　王秀梅
副 主 编　张志斌
编　　祁建宏　岳建斌
责任编辑　刘　博
责任印制　彭志环　焦志炜

◆ 人民邮电出版社出版发行　　北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编　100061　　电子邮件　315@ptpress.com.cn
网址　http://www.ptpress.com.cn
北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本：787×1092　　1/16
印张：21.5　　2013 年 8 月第 2 版
字数：563 千字　　2013 年 8 月北京第 1 次印刷

定价：45.00 元

读者服务热线：(010)67170985　印装质量热线：(010)67129223
反盗版热线：(010)67171154

前　言

当前，对于高等学校计算机专业来说，C/C++是目前程序设计教学的主流。然而，目前C/C++在教学过程中大多基于控制台进行应用开发示例，缺少将程序设计语言与实际应用开发相联系的环节。因此，需要高校开设 Windows 程序设计类课程，力求使学生通过本课程的学习，一方面能够将所学的C++程序设计知识融会贯通，另一方面能够初步掌握 Windows 应用程序开发的基本方法和技巧。

在学习本书之前，需要读者具备一些前提条件。首先，读者应该熟悉 Windows 操作系统，了解 Windows 应用程序的特点和基本使用方法；其次，读者应该进行过C++程序设计的学习，具有一定C++程序设计经验；最后，读者应该在计算机上安装适用的开发环境，本书使用的是 Visual C++ 6.0。

Visual C++是微软公司开发的基于C/C++的可视化的集成开发工具。其开发出来的应用程序执行效率高，并且微软公司提供了对 Visual C++的大力支持。微软公司提供了微软基础类库（Microsoft Foundation Class Library，MFC），为用户提供了大量的标准类，从而缩短了软件的开发周期。因此用 Visual C++开发 Windows 应用程序可谓得天独厚。

掌握一门语言最好的方式就是实践。因此，本书将着眼点放在理论知识讲解与实践相结合上，使读者快速掌握 Windows 编程技术。全书共分为16章，主要内容包括 Windows 编程概述，Windows 应用程序的类封装，MFC 应用程序框架，Windows 绘图程序设计，文本和字体，消息，菜单、键盘和鼠标，子窗体控件，对话框，文档/视图结构的应用程序开发、动态链接库，VC 数据库编程，多线程编程，串行通信编程和 Windows 网络编程。本书是编者多年教学和应用开发经验的总结。书中既介绍了 Windows 程序设计所涉及的知识内容，同时展示了开发过程中的开发经验和技巧，希望对读者有所助益。

本书的多数章节，首先就相关的基础知识进行介绍，然后重点讲解相关的实例，最后再进行小结，并布置了若干具有代表性的习题和上机练习题，使读者可以通过自己动手，在实践中掌握 Windows 程序设计的方法和技巧。

本书可作为普通高等学校 Windows 程序设计类课程的教材，建议安排32课时的课堂教学，并安排16~32课时的上机实践环节。

本书由王秀梅主编，张志斌担任副主编，王秀梅编写了第1章至第6章，张志斌编写了第7章至第10章，祁建宏编写了第11章至第13章，岳建斌编写了第14章至第16章。

由于编写时间仓促和编者的水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编　者

2013年5月

目 录

第1章 Windows程序设计基础

Windows作为一个优秀的桌面操作系统，在个人计算机中得到了广泛应用和普及。目前开发的应用程序绝大多数都是基于Windows的，所以学习Windows程序设计是每个学习编程技术的人必须掌握的一项基本技能。本章从Windows发展历程开始，介绍了Windows程序的特点以及Windows程序设计的基础知识，使读者对Windows程序设计有一个基本的、概括的了解，为下一步学习Windows程序设计奠定良好的基础。

1.1 Windows简介

Windows是视窗（Windows）操作系统的简称，是微软公司推出的一系列操作系统的统称，是为个人计算机和服务器用户设计的操作系统。相比以前命令行方式的DOS（Disk Operating System）操作系统，Windows以其可视化的界面、良好的交互性及易操作性占领了操作系统的半壁江山，使极具高科技含量的计算机走进普通办公室，走向大众。

1.1.1 Windows的发展历程

Windows从它推出至今不过短短的二十余载，然而，它却使计算机领域发生了巨大变化。从黑底白字的单调画面到多姿多彩的华丽界面，从逐条敲打的命令到单击鼠标的轻松操作，它的发展历程从一个侧面为我们展示了科技变革的日新月异。

在1981年IBM推出个人计算机（Personal Computer，PC）后不久，MS-DOS就成为PC上的主流操作系统。而其命令行方式的操作在一定程度上限制了PC的普及。图形界面的Windows 1.0是由微软1985年11月发行的。当时DOS还处于独霸天下的地位，所以Windows 1.0的推出并未在操作系统领域掀起波澜。

Windows 2.0于1987年11月正式在市场上推出。该版本对使用者接口做了一些改进，如使用了可重叠式窗口，而Windows 1.0中使用的是并排式窗口。除此之外，还增强了键盘和鼠标接口，特别是加入了菜单和对话框。但是，市场反应依然平静。

1990年5月，Windows 3.0正式发布，它在界面、人性化、内存管理等多方面做了巨大改进。微软于1991年10月发布了Windows 3.0的多语版本，对Windows在非英语母语国家的推广起到了重大促进作用，Windows开始风靡世界。在微软发布的Windows 1.0/2.0/3.0/3.1/3.11几个版本中，1992年4月发布的Windows 3.1应用最为广泛。Windows 3.1只能在英特尔CPU上运行，它是一个16位操作系统，使用图形用户界面，支持虚拟内存技术、多媒体技术、对象链接和嵌入技术

（OLE），大多用于 286～486 级别的微机；但是它必须在 DOS 下运行，不能自行引导。

在 1993 年 7 月发表的 Windows NT 3.1 是第一个 32 位，具有保护模式的 Windows 版本，支持 Intel386、Intel486 和 Pentium 微处理器。它是一个基于服务器的操作系统，稳定性方面比桌面操作系统更为出色，但对硬件的要求相对较高。

1995 年，微软推出了 Windows 95，它是一个 16/32 位混合编程的操作系统，大多用于 486～PⅡ级别的微机，可以自行引导。在 Windows 95 中，微软重新设计了图形用户界面，使它更加容易操作，并且增加了长文件名的支持、抢占式多任务、多线程等新技术。由于它采用 FAT16 文件系统，因此保持了与 DOS 的良好兼容性，但是也仍然受制于 DOS 系统，稳定性较差。

Windows NT Server 4.0 于 1996 年发布，应用最为广泛。其中“NT”的含义是“新技术”，可见它是一个全新的操作系统。Windows NT 是微软第一个 32 位操作系统，使用图形用户界面，可以用于 Pentium～PⅣ级别的微机上。它不需要 DOS 支持，可以自行引导，具有良好的稳定性、可移植性和安全性。Windows NT 采用了一个全新的文件系统“NTFS”，使它的安全性能更好。Windows NT 实现了多线程技术，因此多任务运行性能非常稳定，它还支持多 CPU 处理系统，极大地提升了系统性能。Windows NT 在网络管理功能上性能卓著，支持局域网功能和因特网服务功能，如 DNS（域名系统）、IIS（Web 服务、FTP 服务）、Exchange Server（邮件服务）、MS SQL Server（大型数据库）等。

Windows 98 是一个 32 位的操作系统，于 1998 年推出，大多用于 PⅡ～PⅣ级别的微机。Windows 98 采用的新技术有：FAT32 文件系统，使系统性能得到有效的提高；开始真正支持“即插即用”（PnP）技术，使用户安装配置系统更加简单；内置了对因特网的支持，如集成了 IE 浏览器、拨号网络、邮件收发（Outlook）等；增加了对多种接口的支持，如支持 USB 接口、DVD 等。

Windows 2000 是微软在 2000 年推出的操作系统软件，有 Windows 2000 Professional（专业版）、Windows 2000 Server（服务器版）、Windows 2000 Advanced Server（高级服务器版）、Windows 2000 Datacenter Server（数据中心服务器版）4 个产品，其中 Windows 2000 Server 应用最为广泛，它是以 NT 技术为核心的纯 32 位操作系统，大多用于 PⅢ、PⅣ、Xeon 微机系统。

Windows XP 是微软公司在 2001 年推出的操作系统软件，有 Windows XP Home Edition（家庭版）、Windows XP Professional（专业版）两个产品，它们之间差别不大。Windows XP 也是以 NT 技术为核心，是一个纯 32 位的操作系统，主要用于 PⅢ、PⅣ级别的个人微机系统或商业微机系统。WindowsXP 采用了完全受保护的内存模型，几乎消灭了 Windows 98 的蓝屏现象；采用了并行 DLL、核心文件保护等措施，提高了系统可靠性；增强了图形、音频、视频、网络处理系统的性能；采用防火墙技术，使系统安全性得到加强。

Windows Server 2003 是目前微软推出的使用最广泛的服务器操作系统，于 2003 年 3 月发布，并在同年 4 月底上市。此版本做了很多改进，特别是改进的 Active Directory（活动目录）、改进的 Group Policy（组策略）操作和管理，以及改进的磁盘管理等。

Windows Vista 是微软公司的一款全新视窗操作系统，于 2007 年 1 月发布，包含了上百种新功能。其中较特别的是新版的图形用户界面和称为“Windows Aero”的全新界面风格、加强的搜寻功能（Windows Indexing Service）、新的多媒体创作工具（如 Windows DVD Maker）以及重新设计的网络、音频、输出（打印）和显示子系统。Vista 使用点对点技术（peer-to-peer），提升了计算机系统在家庭网络中的通信能力。

与 Windows XP 相比，Windows Vista 在界面、安全性和软件驱动集成性上有了很大的改进，而且对操作系统的核心进行了全新修正。Windows XP 和 Windows 2000 的核心并没有安全性方面

的设计，因此只能一点点打补丁；Vista 在这方面进行了很大的修正。如在 Vista 中，部分操作系统运行在核心模式下，而硬件驱动等运行在用户模式下，核心模式要求非常高的权限，这样一些木马病毒等就很难对核心系统形成破坏。内存管理和文件系统方面引入了 SuperFetch 技术，可以把经常使用的程序预存到内存以提高性能。此外，用户的后台程序不会夺取较高的运行等级，这样用户就无须担心突然一个后台程序运行致使其他程序动弹不得。网络方面集成对 IPv6 的支持，防火墙的效率和易用性更高，优化了 TCP/IP 模块，从而大幅增加网络连接速度，加强了对无线网络的支持。

2008 年 2 月发布的 Windows Server 2008 代表了下一代 Windows Server，是一套相当于 Windows Vista 的服务器系统，Vista 及 Server 2008 与 XP 及 Server 2003 间存在相似的关系。使用 Windows Server 2008，IT 专业人员对其服务器和网络基础结构的控制能力更强，从而可重点关注关键业务需求。此外，通过加强操作系统和保护网络环境，提高了系统的安全性。通过加快 IT 系统的部署与维护，使服务器和应用程序的合并与虚拟化更加简单，同时提供了直观管理工具，使用更为灵活。Windows Server 2008 为任何组织的服务器和网络基础结构奠定了最好的基础，为开发和可靠地承载 Web 应用程序和服务提供了一个安全、易于管理的平台。

1.1.2　Windows 的特点

Windows 之所以取得成功，主要在于它具有以下特点。

（1）直观、高效的面向对象的图形用户界面，易学易用。从某种意义上说，Windows 用户界面和开发环境都是面向对象的。用户采用“选择对象—操作对象”这种方式进行工作，模拟了现实世界的行为，易于理解、学习和使用。

（2）用户界面统一、友好、美观。Windows 应用程序大多拥有相同或相似的基本外观，包括窗口、菜单、工具条等。用户只要掌握其中一个，就不难学会其他软件，从而降低了用户的学习门槛和难度。

（3）丰富的设备无关的图形操作。Windows 的图形设备接口（Graphics Device Interface，GDI）提供了丰富的图形操作函数，可以绘制出诸如线、圆、框等几何图形，并支持各种输出设备。设备无关意味着在针式打印机上和高分辨率的显示器上都能显示出相同效果的图形。

（4）多任务的实现。Windows 是一个多任务的操作环境，它允许用户同时运行多个应用程序，或在一个程序中同时做几件事情。每个程序在屏幕上占据一块矩形区域，这个区域称为窗口，窗口是可以重叠的。用户可以移动这些窗口，或在不同的应用程序之间进行切换，并可以在程序之间进行手工和自动的数据交换和通信。

1.2　操作系统的功能及分类

操作系统是使用计算机所必备的软件。没有操作系统，计算机中再强大的硬件也不能发挥作用。由此可见，操作系统在计算机系统中占据重要的地位。

1.2.1　操作系统的功能

操作系统是控制其他程序运行、管理系统资源并为用户提供操作界面的系统软件的集合，是计算机系统的内核与基石。操作系统位于底层硬件与用户之间，是两者沟通的桥梁。用户可以通

过操作系统的用户界面，输入命令；操作系统则对命令进行解释，驱动硬件设备，实现用户要求。而在 Windows 系统下，绝大多数操作只需用户单击鼠标就可以完成，极大地方便了用户的操作，减轻了用户记忆命令的负担。

操作系统管理计算机系统的全部资源，包括硬件资源、软件资源及数据资源；控制程序运行；改善人机界面；为其他应用软件提供支持，使计算机系统所有资源最大限度地发挥作用；为用户提供方便、有效、友善的服务界面。

操作系统的主要功能有进程管理、内存管理、设备管理、文件系统、用户界面等。

进程是操作系统当前运行的执行程序，可以简单地理解为：在 Windows 系统下，一个应用程序就称为一个进程。不管是常驻程序或者应用程序，它们都以进程为标准的执行单位。DOS 在同一时间只能执行一个进程，而 Windows 却能执行多个进程。进程管理就是协调多个进程之间的关系，以使 CPU 资源得到最充分的利用。Windows 进程管理采用优先级和分时的概念，优先级越高的进程，其执行的优先级也越高；对于优先级相同的各个进程，Windows 系统会在各进程之间进行切换，使各进程能够分时共用一个 CPU。

内存是计算机宝贵的硬件资源之一。操作系统的内存管理就负责把内存单元分配给需要内存的应用程序以便它能正常地执行，在其运行结束后将它占用的内存单元收回以便再使用。当多个应用程序（进程）共享有限的内存资源时，操作系统为它们合理分配内存空间，使它们彼此隔离、互不侵扰，保证在一定条件下正常运行；当内存不足时，Windows 采用虚拟内存技术，使操作系统完成与硬件配合，将一部分硬盘空间转换为虚拟内存，以页面（pagefile）的形式进行内存资源分配，做好页面调度工作，根据执行程序的要求分配页面，在执行中将页面调入和调出内存以及回收页面等。

设备管理是指计算机系统中除了 CPU 和内存以外的所有输入、输出设备的管理。设备管理的首要任务是为这些设备提供驱动程序或控制程序，以使用户不必详细了解设备及接口的技术细节，就可方便地对这些设备进行操作。另一任务就是利用中断技术、DMA（Direct Memory Access，直接存储器存取）技术和通道技术，使外围设备尽可能与 CPU 并行工作，以提高设备的使用效率，并提高整个系统的运行速度。

程序和数据以文件形式存放在外存储器（如磁盘、磁鼓、磁带）。所谓的文件系统，通常是指管理磁盘数据的系统，可将数据以目录或文件的形式储存。每个文件系统都有自己的特殊格式与功能。Windows 能支持的文件系统有 FAT12、FAT16、FAT32 与 NTFS。NTFS 是 Windows 上最可靠与最有效率的文件系统。有效地组织、储存、保护文件以使用户方便、安全地访问它们，是操作系统文件管理的任务。

一个良好的用户界面是一个好的操作系统应该为用户使用计算机提供的必要接口，使用户不必了解计算机硬件和系统软件的细节就可方便地使用计算机。这里的“用户”是一个广义的概念，不仅包括系统的一般用户、系统管理员，还应包括系统实用软件的设计者。Windows 是最早提供图形化界面的操作系统，良好的界面风格大大提高了 Windows 的使用效率。同时 Windows 图形界面与时俱进，在每次新版本上市时它都会将其图形化界面进行完善，更加方便用户使用。

1.2.2 操作系统的分类

按照使用方式，操作系统可以分为以下 4 类。

1. 单用户单任务操作系统

单用户单任务操作系统是指一台计算机同时只能有一个用户在使用，该用户一次只能提交一

个作业，一个用户独自享用系统的全部硬件和软件资源。常用的单用户单任务操作系统有 MS-DOS 和 PC-DOS，这类操作系统通常用在微型计算机系统中。

2. 单用户多任务操作系统

这种操作系统也是为单个用户服务的，但它允许用户一次提交多项任务。例如，用户可以打开多个文档或者在运行某个应用程序的同时，启动另外的应用程序。常用的单用户多任务操作系统有 OS/2、Windows 95/98/2000 等，这类操作系统通常也用在微型计算机系统中。

3. 多用户多任务分时操作系统

多用户多任务分时操作系统允许多个用户共享同一台计算机的资源，即在一台计算机上连接几台甚至几十台终端机，终端机可以没有自己的 CPU 与内存，而只有键盘与显示器，每个用户都通过各自的终端机使用这台计算机的资源，计算机按固定的时间片轮流为各个终端服务。由于计算机的处理速度很快，用户感觉不到等待时间，似乎这台计算机专为自己服务一样。UNIX 就是典型的多用户多任务分时操作系统，这类操作系统通常用在大、中、小型计算机或工作站中。

4. 网络操作系统

网络操作系统用于对多台计算机的软件和硬件资源进行管理和控制，提供网络通信和网络资源的共享功能，允许用户通过系统提供的操作命令与多台计算机软件和硬件资源打交道。它要保证网络中信息传输的准确性、安全性和保密性，提高系统资源的利用率和可靠性。常用的网络操作系统有 Netware、Windows NT Server 等，这类操作系统通常用在计算机网络系统中的服务器上。

1.3　API 与 MFC

由于 Windows 是与 DOS 有本质区别的操作系统，仅它的图形可视化界面就是 DOS 望尘莫及的。所以，基于 Windows 程序设计的原理和方法与 DOS 下的程序设计完全不同。在 Windows 下设计程序必须借助 API 或 MFC，否则将寸步难行。

1.3.1　API 简介

API（Application Programming Interface，应用程序编程接口）是用来控制 Windows 各个元素（如窗口、工具栏、菜单等）的外观和行为的一套预先定义的 Windows 函数。应用程序创建、打开窗口、描绘图形、使用设备等都要调用 API 函数。Win32 API 也就是 Microsoft Windows 32 位平台的应用程序编程接口。在 Windows 程序设计领域处于发展的初期，Windows 程序员所能使用的编程工具唯有 API 函数，这些函数是 Windows 提供给应用程序与操作系统的接口，它们犹如“积木块”一样，可以搭建出各种界面丰富、功能灵活的应用程序。所以可以认为 API 函数是构筑整个 Windows 框架的基石，在它的下面是 Windows 操作系统的核心，而它的上面则是 Windows 应用程序。

API 是一套繁杂的、庞大的函数体系，我们没有必要、也不可能一一研究、掌握每个 API 函数，我们要做的是，掌握 Windwos 程序设计的基础思路和步骤，需要用到 API 函数时去查阅 API 的资料就可以了。

1.3.2　MFC 简介

MFC（Microsoft Foundation Classes，微软基础类库）是由微软公司提供的用于在 Visual C++

环境下编写 Windows 应用程序的一个框架和引擎，是 Windows 下应用程序的编程语言接口，是一种软件编程的规范。Visual C++是 Windows 系统下开发人员使用的专业 C++ SDK（Standard SoftWare Develop Kit，专业软件开发平台），MFC 就是挂在它之上的一个辅助软件开发包，是微软对 API 函数的专用 C++封装。这种封装让用户能够更加容易地使用微软的专业 C++ SDK 来进行 Windows 应用程序的开发，因为这种封装隐藏了许多程序开发人员在 Winsows 下编制软件时的细节，如应用程序实现消息的处理、设备环境绘图等。MFC 构架在 WIN32 API 函数基础之上，封装了 Win32 API、OLE API 和 ODBC API 等底层函数的功能，把常用的 API 函数组合在一起成为一个控件或类库，并赋予其方便的使用方法，进而简化了 Windows 编程，加快了 Windows 应用程序的开发过程，提高了程序开发效率。有了这些控件和类库，程序员便可以把主要精力放在程序整体功能的设计上，而不必过于关注技术细节。

利用 MFC 提供的 MFC AppWizard 自动生成框架，程序设计人员无须编写代码便能生成 Windows 程序基本框架，极大地方便了编程人员。然而如果要开发出更灵活、更实用、更具效率的应用程序，必然要涉及直接使用 API 函数的情况。虽然类库和控件使应用程序的开发变得简单，但它们只提供 Windows 的一般功能，对于比较复杂和特殊的功能来说，使用类库和控件难以实现，这时就需要采用 API 函数来实现，而 MFC 支持对底层 API 的直接调用。

1.4 多任务的实现

多任务是 Windows 系统的一大特色，多任务的推出，使得用户使用计算机变得更加方便、快捷。

1.4.1 多任务的概念

所谓多任务，是指用户可以在同一时间内运行多个应用程序，每个应用程序被称做一个任务。Windows 就是一个支持多任务的操作系统，而 DOS 则是单任务的操作系统。

传统的 C 程序在 DOS 下执行时，DOS 系统将控制转到 C 的执行程序，C 执行程序几乎占用了 CPU 的所有时间，只有当程序执行结束后，控制才从执行程序转到 DOS 系统。所以，在 DOS 操作系统下，应用程序是按照编写的流程来执行的。而 Windows 系统的执行机制却不然，在其下执行应用程序时，控制核心并不完全转到应用程序，Windows 系统要参与应用程序的运行，与应用程序之间进行通信，并由 Windows 决定此程序是否继续执行或者下面该执行哪个程序等这一系列问题。那么 Windows 是如何来决定呢？完全依据消息，依据“事件”触发的消息来决定程序执行的流程，所以基于 Windows 的应用程序结构又称为消息驱动结构。

1.4.2 多任务的实现

Windows 多任务处理采用的是被称为虚拟机（Virtual Machine）的技术。所谓虚拟机，实际上指的是由 Windows 在内存中创建的逻辑微机，由它来运行应用程序。当 Windows 接收到由鼠标器、键盘、定时器信号或某些 I/O 操作产生的“事件”后，为该任务分配 CPU 时间。每个任务（应用程序）使用由 Windows 分配的短暂的时间片（Timeslice）轮流使用 CPU，由于 CPU 对每个时间片的处理速度非常快，在用户看来好像这些任务在同时执行。

但是，在使用 Windows 3.X 时，时常会遇到这样的情况，某个任务一直占用 CPU 而不释放，

用户就束手无策了。要么耐心等待，要么重新启动机器，多任务被迫中止，而那些正在进行的任务中的信息无法保留，造成工作损失。

在 Windows 95 及以后版本的操作系统中，这种情况得到了很大改善。这是因为虽然 Windows 3.X 和 Windows 95 都支持多任务，但它们所采用的处理方式是不一样的。

Windows 3.X 采用的是协同式多任务方式，运行的是 16 位应用程序，而这些 16 位的应用程序在 Windows 3.X 多任务环境下使用的是同一个虚拟机，在一个时间片结束的时候，系统要求这个任务要“主动”地把计算机控制权交还给 Windows 的调度程序。这种多任务工作方式对于符合“协同式运行”规则编写的程序，一般不会出现什么问题。但是如果运行的是某些有缺陷的程序，就可能出现某个应用程序不把控制权交还或者需要很长时间才能交还的情况，这时 Windows 3.X 的调度程序将会等待下去，用户也只能等待，甚至还会出现死机的情况。

Windows 95 及以后的版本则不同，它是一个 32 位的操作系统，在多任务工作方式时，它是将每个 32 位应用程序分别放在各自的虚拟机中运行，内存中的每台虚拟机都相当于一台完整的微机，由虚拟机管理器（Virtual Machine Manager）负责分配给每个虚拟机一定的资源。当多个任务同时运行时，Windows 能够根据需要把控制权收回并转给其他需要运行的应用程序，而不管当前的应用程序是否释放 CPU，这就是所谓的抢先式多任务工作方式。当 32 位 Windows 要抢先正在执行的某个应用程序时，它首先挂起处理该程序的虚拟机，使它在后台运行，然后把系统控制权交给其他应用程序的虚拟机，使这个应用程序能够被优先处理。

使用抢先式多任务工作方式，使得 32 位 Windows 应用程序共享 CPU 资源，消除了 Windows 3.X 单个任务执行时独占系统资源的现象，提高了应用程序的执行效率和速度，也使用户避免了徒劳的等待和扫兴的死机情况。当发现某个任务意外锁死或终止时，用户可以利用 32 位 Windows 的这种抢先式多任务特性，先将其他任务正常结束，再想办法处理出了问题的程序，以减少工作损失。

1.5 虚拟内存及其管理

所有的应用程序都需要经过内存来执行，而计算机的内存容量有一定限制，如 256MB、512MB，无论是小型应用程序，还是一些大型应用程序（如大型游戏软件等），或是多任务状态下的多个应用程序的运行都需要消耗内存，如何解决内存不足的问题呢？Windows 的解决方案是使用虚拟内存技术。

1.5.1 虚拟内存

内存，准确地说是物理内存，就是购买或组装计算机时配装的内存，而内存是有一定容量的，如 512M 内存。运行任何一个程序都是要占用物理内存的，当关闭这个程序时，系统也将会从物理内存中删除这个程序的信息，又称释放内存。如果执行的程序很大或很多，就会导致内存消耗殆尽。为了解决这个问题，Windows 采用了虚拟内存技术，即用硬盘空间作为内存来弥补计算机内存空间的缺乏。

当运行一个程序需要大量数据、占用大量内存时，内存就会被“塞满”，此时操作系统将那些暂时不用的数据放到硬盘中，而这些数据所占的空间就是虚拟内存。之所以称为虚拟，是因为 Windows 把文件释放到了硬盘上，而这个硬盘不是真正的内存，只是临时保存内存信息的地方。