

浙江大学



计算机科学基础      课程综合报告

## 计算机工作枢纽——操作系统

专业与班级： 建工 2001

姓名与学号： 李京蔚 3200103472

# 计算机工作枢纽——操作系统

李京蔚, 3200103472

**摘要:** 在信息化时代背景下, 计算机操作系统在各行业领域中得到广泛应用。本文试图通过对计算机系统概念、功能和分类、历史的介绍, 大致地给出对计算机操作系统的认识, 并通过对当前主流桌面操作系统 Windows 和 macOS 的简要介绍, 使读者能够对现代图形界面操作系统有一个较为全面的了解, 从而喜欢上某一个操作系统, 供读者参考。

**关键词:** 计算机; 操作系统; 功能; 发展; Windows; macOS;

## Computer Work Hub—Operating System

Li Jingwei

**Abstract:** Under the background of the information age, computer operating systems are widely used in various industries. This paper tries to give a general understanding of the computer operating system by introducing the concept, functions and classifications and history of computer systems. And by briefly introducing the current mainstream desktop operating systems Windows and macOS, readers can have a comprehensive view of modern graphical interface operating systems, and get to know thus begin to like one of them. This article is for readers' reference.

**Key words:** Computer; Operating System; Function; Development; Windows; macOS;

## 1 什么是计算机操作系统

操作系统(Operating System, OS)是一组主管并控制计算机操作、运用和运行硬件、软件资源和提供公共服务来组织用户交互的相互关联的系统软件程序, 同时也是计算机系统的内核与基石。操作系统需要处理如管理与配置内存、决定系统资源供需的优先次序、控制输入与输出设备、操作网络与管理文件系统等基本事务, 以帮助用户使用计算机。操作系统也提供一个让用户与系统交互的操作界面, 有些操作系统集成了图形用户界面, 而有些仅使用命令行界面。

操作系统的类型非常多样, 不同机器安装的操作系统可从简单到复杂, 可从汽车、电器的嵌入式系统到超级电脑的大型操作系统。许多操作系统制造者对它涵盖范畴的定义也不尽一致, 有的表现操作系统的外部特性, 有的从程序执行的角度, 有的从管理和控制的角度。本带采用的操作系统的定义是, 操作系统调度计算机资源, 为用户使用计算机提供服务。<sup>[1]</sup>

实际上, 如果我们将手机等微机的操作系统(如 Android、iOS)和电器等的嵌入式系统(如正在发展的华为鸿蒙系统)也纳入本文计算机操作系统的范畴中, 那需要涵盖的东西就太多了。因此, 以下文中除非特殊说明, “操作系统”一般指个人电脑的桌面级操作系统。

## 2 操作系统的功能、结构和分类

### 2.1 操作系统的功能

简单地说, 操作系统管理并分配资源、调度和运行程序, 位于底层硬件与用户之间, 帮助用户和机器进行交互, 是两者沟通的桥梁。操作系统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。以现代标准而言, 一个标准PC的操作系统应该提供以下的功能:

#### 2.1.1 进程管理(处理器管理)

在系统运行过程中, 通过实施CPU分配策略, 中央处理器可以根据计算机操作系统运行情况、所需执行程序命令

内容, 将各项程序任务进行合理分配, 以保证系统运行稳定、命令得到有效执行。<sup>[2]</sup>

这分为四个方面: 进程控制、进程同步、进程通信、调度。

所谓进程控制就是在作业并发执行时, 能够为作业窗创建进程、终止进程、以及对进程在运行中状态改变的控制。

进程同步就是为了使每一个程序都能够井然有序的去运行, 去协调好每一个进程的运行。可以通过进程互斥和进程同步这两种方式去协调。

进程通信通常出现在交换信息时, 因为我们常常利用多个进程共同去完成一个任务。

调度则是作业调度和进程调度, 前者就是在作业中选出若干个, 给它们分配资源, 当把这些作业调入内存中时, 在为它们建立进程。后者就是从就绪队列中按照算法选一个进程, 让它拥有处理器, 并运行。<sup>[3]</sup>

#### 2.1.2 存储管理

这项系统功能主要包括:

内存扩充。当系统所运行执行程序大于系统存储容量时, 存储管理功能可以对内外存储器进行结合管理, 以满足执行程序的容量需求。

内存分配。根据系统运行情况来合理分配内存, 避免计算机操作系统、程序存储区之间产生冲突问题。

存储保护。目前来看, 计算机操作系统在运行过程中往往同时运行若干程序任务。而对存储保护功能的使用, 可以避免各项程序任务在执行期间产生占用问题。<sup>[3]</sup>

#### 2.1.3 设备管理(驱动程序)

计算机操作系统中配置多种硬件设备, 且不同类型设备的规格型号、性能间存在明显差异。而对设备管理功能的配置, 可以加强硬件设备管理力度、提高设备实际利用率。而这项系统功能具体包括:

操作控制。在计算机操作系统运行过程中, 设备管理功能将以用户所下达操作指令为主要依据, 对相应外部设备开展输入输出操作、完成善后处理。

设备分配。操作系统根据用户所提设备请求，基于程序运行准则对外部设备加以统一分配，并下达特定命令。<sup>[2]</sup>

也有观点认为，设备管理的功能的主要任务是提供驱动程序，完善设备交互接口，完成用户的 I/O 请求、分析 I/O 设备、完成 I/O 操作、提高 CPU 和 I/O 设备利用率、提高 I/O 速度。<sup>[3]</sup>

#### 2.1.4 文件管理

计算机操作系统中的各类程序任务、所分布软件资源、实时产生数据均以文件形式进行外存。而文件管理功能的使用目的在于，对系统所存储文件进行空间分配、目录管理，根据用户提出请求来下达相应的操作命令。<sup>[2]</sup>

此功能分为文件存储空间的管理、目录管理、文件的读写管理和保护。文件存储空间的管理就是为每个文件分配外存空间，提高文件的存和取的速度。对于目录的管理就是为文件建立目录项，包括文件名、文件属性及文件的位置，这样能够实现按名存取的方便；实现文件共享的同时也能够提高对文件的检索速度。对于文件读写的管理就是根据用户需求，读取文件，用文件名去检索文件目录，并用读写指针对文件进行读写。对于文件的保护则是在文件系统重提供必要的存取控制功能，以防止不良分子存取文件，造成用户的损失。<sup>[3]</sup>

操作系统拥有许多种内置文件系统。例如 Linux 拥有非常广泛的内置文件系统，如 ext2、ext3、ext4、ReiserFS、Reiser4、GFS、GFS2、OCFS、OCFS2、NILFS 与 Google 文件系统。Linux 也支持非原生文件系统，例如 XFS、JFS、FAT 家族与 NTFS。另一方面，Windows 能支持的文件系统只有 FAT12、FAT16、FAT32、EXFAT 与 NTFS。NTFS 系统是 Windows 上最可靠与最有效率的文件系统。其他的 FAT 家族都比 NTFS 老旧，且对于文件长度与分割磁盘能力都有很大限制，因此造成很多问题。而 Unix 的文件系统多半是 UFS，而 Unix 中的一个分支 Solaris 最近则开始支持一种新式的 ZFS。

大部分上述的文件系统都有两种建置方法。系统可以以日志式或非日志式建置。日志式文件系统可以以较安全的手法运行系统恢复。如果一个没有日志式建置的文件系统遇上突然的系统崩溃，导致资料创建在一半时停顿，则此系统需要特殊的文件系统检查工具才能撤销；日志式则可自动恢复。微软的 NTFS 与 Linux 的 ext3、ext4、reiserFS 与 JFS 都是日志式文件系统。<sup>[1]</sup>

#### 2.1.5 作业管理

操作系统负责处理用户提交的任何要求。<sup>[4]</sup> 计算机技术中作业的概念是指用户请求计算机系统完成的一个独立任务，它必须包括若干个加工步骤才能完成，加工步骤的每一步成为作业步，作业管理包括作业的调度与控制管理两个方面，作业调度是指在多道程序设计中，统要在多个程序作业中按照一定的策略选取如果作业，为他们分配必要的共享资源使之执行，常用的作业调度策略包括先来先服务策略、最短作业优先策略、响应比最高者优先策略、优先数策略以及分类调度策略等。<sup>[5]</sup>

#### 2.1.6 用户接口

换言之，操作系统是用户与计算机之间的接口。操作系统与用户之间的接口分为两大类，一时用户接口，二是程序接口。前者有三种方式：联机用户接口，为联机用户提供；脱机用户接口，为批处理作业的用户提供；图形用户接口，能够快捷的完成程序和文件的操作。后者是为了用户程序在执行中访问资源而设置的，是用户程序获得操作系统服务的唯一途径。<sup>[3]</sup>

今日大部分的操作系统都包含图形用户界面（GUI）。有几类较旧的操作系统将图形用户界面与内核紧密结合，例如

最早的 Windows 与 Mac OS X（现在为 macOS）实现产品。此种手法可提供较快速的图形回应能力，且实现时不需切割模块因而较为省工，但是会有强烈副作用，例如图形系统崩溃将导致整个系统崩溃，例如蓝屏死机。许多近代的操作系统已模块化，将图形接口的子系统与内核分开（已知 Linux 与 Mac OS X 原先就是如此设计，而某些扩展版本的 Windows 终于也采用此手法）。<sup>[1]</sup>

许多操作系统允许用户安装或创造任何他们喜欢的图形用户界面。大部分的 Unix 与 Unix 派生系统（BSD、Linux 与 Minix）通常会安装 X Window 系统配合 GNOME 或 KDE 桌面环境。而某些操作系统就没有这么弹性的图形用户界面，例如 Windows。这类的操作系统只能透过外加的程序来改变其图形用户界面，甚至根本只能改变诸如菜单风格或颜色配置等部分。<sup>[1]</sup>

图形用户界面与时并进，Windows 在每次新版本上市时就会将其图形用户界面改头换面，而 macOS 的 GUI 也在不断改变，如 2020 年推出的 macOS Big Sur 11 的图形界面就与前几代以 10（X）为大版本号的 macOS 大不相同。

#### 2.1.7 网络通讯

许多现代的操作系统都具备操作主流网络通信协议 TCP/IP 的能力。也就是说这样的操作系统可以进入网络世界，并且与其他系统分享诸如文件、打印机与扫描仪等资源。

许多操作系统也支持多个过去网络启蒙时代的各路网络通信协议。<sup>[1]</sup>

#### 2.1.8 系统安全

指用认证技术、密码技术、访问控制技术、反病毒技术<sup>[3]</sup>来进行系统的保护，保障信息安全。

### 2.2 操作系统的结构

#### 2.2.1 操作系统的四大部分

操作系统理论研究者有时把操作系统分成四大部分：

驱动程序。它是最底层的、直接控制和监视各类硬件的部分，它们的职责是隐藏硬件的具体细节，并向其他部分提供一个抽象的、通用的接口。

内核。操作系统之最内核部分，通常运行在最高特权级，负责提供基础性、结构性的功能。它在下文仍会被提到。

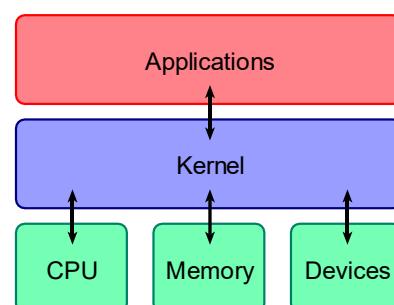
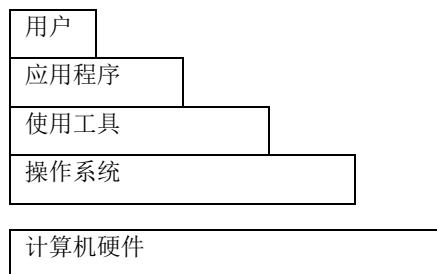


图 1 内核将应用程序软件连接到计算机的硬件

支承库。支撑库是一系列特殊的程序库，它们职责在于把系统所提供的基本服务包装成应用程序所能够使用的编程接口（API），是最靠近应用程序的部分。例如，GNU C 运行期库就属于此类，它把各种操作系统的内部编程接口包装成 ANSI C 和 POSIX 编程接口的形式。

外围。所谓外围，是指操作系统中除以上三类以外的所有其他部分，通常是用于提供特定高级服务的部件。如在微内核结构中的大部分系统服务，以及 UNIX/Linux 中各种守护进程。<sup>[1]</sup>

## 2.2.2 用户角度下的操作系统层次结构

图 2 用户角度下的操作系统层次结构<sup>[5]</sup>

## 2.3 操作系统的分类

操作系统的分类没有一个单一的标准，可以根据工作方式分为批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统、网络操作系统和分布式操作系统等；根据架构可以分为单内核操作系统、微内核操作系统等；根据运行的环境，可以分为桌面操作系统，嵌入式操作系统等；根据指令的长度分为 32 位，64 位操作系统。<sup>[1]</sup>

### 2.3.1 内核结构

内核是操作系统最内核最基础的构件，其结构往往对操作系统的外部特性以及应用领域有着一定程度的影响。尽管随着理论和实践的不断演进，操作系统高层特性与内核结构之间的耦合有日趋缩小之势，但习惯上，内核结构仍然是操作系统分类之常用标准。<sup>[1]</sup>

内核的结构可以分为单内核、微内核、超微内核、以及外核等。<sup>[1]</sup>

单内核结构是操作系统中各内核部件杂然混居的形态，该结构产生于 1960 年代，历史最长，是操作系统内核与外围分离时的最初形态。<sup>[1]</sup>

微内核结构是 1980 年代产生出来的较新的内核结构，强调结构性部件与功能性部件的分离。20 世纪末，基于微内核结构，理论界中又发展出了超微内核与外内核等多种结构。尽管自 1980 年代起，大部分理论研究都集中在以微内核为首的“新兴”结构之上，然而，在应用领域之中，以单内核结构为基础的操作系统却一直占据着主导地位。<sup>[1]</sup>

在众多常用操作系统之中，除了 QNX 和基于 Mach 的 UNIX 等个别系统外，几乎全部采用单内核结构，例如大部分的 Unix、Linux，以及 Windows（微软声称 Windows NT 是基于改良的微内核架构的，尽管理论界对此存有异议）。微内核和超微内核结构主要用于研究性操作系统，还有一些嵌入式系统使用外核。<sup>[1]</sup>

基于单内核的操作系统通常有着较长的历史渊源。该类操作系统多数有着相对古老的设计和实现（例如某些 UNIX 中存在着大量 1970 年代、1980 年代的代码）。另外，往往在性能方面略优于同一应用领域中采用其他内核结构的操作系统。<sup>[1]</sup>

### 2.3.2 通用与专用、嵌入式

通用操作系统是面向一般没有特定应用需求的操作系统。由于没有特定的应用需求，通用操作系统为了适应更广泛的应用，需要支持更多的硬件与软件，需要针对所有的用户体验，对系统进行更新。通用操作系统是一个工程量繁重的操作系统。<sup>[1]</sup>

### 2.3.3 实时与非实时

“实时操作系统”（Real Time OS）泛指所有据有一定实时资源调度以及通讯能力的操作系统。而所谓“实时”，不

同语境中往往有着非常不同的意义。某些时候仅仅用作“高性能”的同义词。但在操作系统理论中“实时性”所指的是特定操作所消耗的时间（以及空间）的上限是可预知的。比如，如果说某个操作系统提供实时内存分配操作，那也就是说一个内存分配操作所用时间（及空间）无论如何也不会超出操作系统所承诺的上限。实时性在某些领域非常重要，比如在工业控制、医疗器材、音频合成、以及军事领域，实时性都是不可或缺的特性。<sup>[1]</sup>

常用实时操作系统有 QNX、VxWorks、RTLinux 等等，而 Linux、多数 UNIX、以及多数 Windows 家族成员等都属于非实时操作系统。操作系统整体的实时性通常依赖内核的实时能力，但有时也可在非实时内核上创建实时操作系统，很多在 Windows 上创建的实时操作系统就属于此类。<sup>[1]</sup>

在 POSIX 标准中专有一系用于规范实时操作系统的 API，其中包括 POSIX.4、POSIX.4a、POSIX.4b（合称 POSIX.4）以及 POSIX.13 等等。符合 POSIX.4 的操作系统通常被认为实时操作系统（但实时操作系统并不需要符合 POSIX.4 标准）。<sup>[1]</sup>

### 2.3.4 存储器寻址的宽度

所谓 8 位、16 位、32 位、64 位、128 位等术语有时指总线宽度，有时指指令宽度（在定长指令集中），而在操作系统理论中主要是指存储器寻址的宽度。<sup>[1]</sup> 一般来说，操作系统的位数与计算机 CPU 的字长位数相对应，32 位操作系统假定 CPU 为 32 位，64 位操作系统假定 CPU 为 64 位，但 64 位 CPU 也向下兼容安装 32 位操作系统，而此时 64 位 CPU 并不能发挥其运算优势。存储器寻址范围并非仅是对操作系统而言的，其他类型的软件的设计有时也会被寻址范围而影响。但是在操作系统的概念与实现中，寻址范围却有着更为重要的意义。

现在一般的个人计算机均为 64 位操作系统。

## 3 操作系统的发展

经过漫长的发展，操作系统逐渐成为今天我们熟悉的的样子。从古至今，是一位位伟大的科学家和优秀的程序员共同努力才为我们带来了当今如此惊艳的伟大软件。

### 3.1 操作系统的历史

纵观电脑之历史，操作系统与电脑硬件的发展息息相关。操作系统之本意原为提供简单的工作排序能力，后为辅助更新更复杂的硬件设施而渐渐演化。从最早的批量模式开始，分时机制也随之出现，在多处理器时代来临时，操作系统也随之添加多处理器协调功能，甚至是分布式系统的协调功能。其他方面的演变也类似于此。另一方面，在个人电脑上，个人电脑之操作系统沿袭大型机的成长之路，在硬件越来越复杂、强大时，也逐步实践以往只有大型机才有的功能。

总而言之，操作系统的概念就是一部解决电脑系统需求与问题的历史。<sup>[1]</sup> 操作系统的概念也要随着电脑的发展一同展开。

### 3.1.1 最早的电脑

最早的计算机是算盘，据说算盘是在公元前 2400 年左右在巴比伦发明的。算盘被许多不同的文明使用，古老的中国。中国人在公元前 115 年研制了指向南的战车。该设备具有差速器齿轮，它在后来用于 20 世纪中叶的模拟计算机。

第一批计算机是由希腊人使用复杂的齿轮系统制成的。印加人则使用绳索和滑轮制造了第一批数字计算机。绳索上的打结起了二进制数字的作用。印加人将其用于税收和政府记录，保存印加帝国所有资源的数据库，从而有效分配资源，以应对当地的自然灾害。<sup>[6]</sup>

在 1800 年代，第一台计算机——被用于控制工业革命工厂中织机的可编程设备被 Charles Babbage 发明。首位计算机程序员是 Ada 夫人，Ada 编程语言就是因她而得名。

1822 年，Charles Babbage 提出了一种用于自动计算的差分引擎。1833 年，Babbage 开始研究他的分析引擎，这是一台机械计算机，具有现代计算机的所有要素，包括控制、算术和存储器，但当时技术无法生产出足够精确的齿轮，无法制造出设想的计算机。分析引擎将使用提花机的打孔卡进行编程。Babbage 设计了 2 号差分引擎。Ada 夫人为分析引擎编写了一个程序，该程序可以正确地计算伯努利数列，但是由于没有制造机器，无法对其程序进行测试。<sup>[6]</sup>

George Boole 于 1854 年引入了现在的布尔代数。开始了数学这一分支在现代电子数字计算机中创建复杂电路的应用。

在 1900 年代，研究人员开始使用真空管对模拟计算机和数字计算机进行实验。一些最成功的早期计算机是模拟计算机，能够相当快地执行高级微积分问题。在电话和电报交换网络所使用的技术和数学基础上，研究人员开始制造第一台电子数字计算机。<sup>[6]</sup>

第一台真正现代意义上的计算机是 1941 年的德国 Zuse 计算机（Z3）。1944 年，哈佛大学的 Howard Aiken 创建了主要是机械式的 Harvard Mark I 和基于簧片继电器的 Mark II。

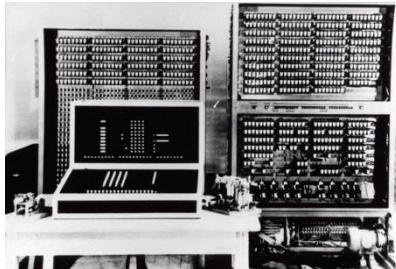


图 3 Zuse 计算机

而第一台现代电子计算机则是 1946 年使用了 18,000 个电子管的 ENIAC。冯·诺依曼对其有重要贡献。

第一台晶体管计算机是 TRADIC，它于 1954 年在贝尔实验室制造。

### 3.1.2 冯·诺依曼结构

冯·诺依曼提出了存储程序的概念，其中的程序与数据存储在同一内存中。计算机知道在任何给定时刻尝试访问的代码和数据之间的差异。这种架构几乎已被用于制造的每台数字计算机中。通过使用数字代码，冯·诺依曼计算机可以针对各种问题进行重新编程，而解码逻辑保持不变。

### 3.1.3 裸机

在电子数字计算的早期，一切都是在裸机上完成的。制造第一台计算机的研究人员也是程序员和用户。他们直接在

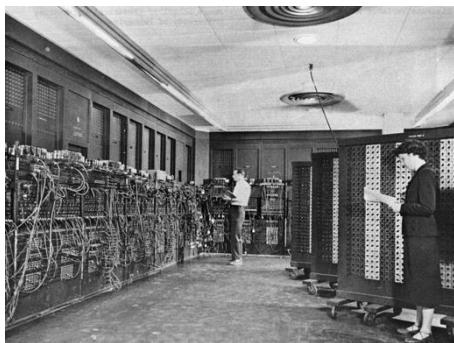


图 4 电脑操作员操作 ENIAC

“裸硬件”上工作，没有操作系统。实验人员用机器或汇编语言编写了程序，并且正在运行的程序可以完全控制整个计算机。通常使用拨动开关手动输入程序和数据。可以通过查看一系列指示灯（每个二进制数字一个）来读取内存位置（数据和程序）。<sup>[6]</sup>

缺少任何操作系统意味着一次只能有一个人使用一台计算机。即使在研究实验室中，也有许多研究人员争夺有限的计算时间。但实际上很多时候计算机实际上都处于闲置状态。简单地加载程序和数据就占用了一些预定的时间。<sup>[6]</sup>

### 3.1.4 电脑操作员

解决此问题的一种方法是让程序员在某种输入介质（通常在打孔卡，纸带或磁带）上离线准备工作，然后将工作交给计算机操作员。计算机操作员将按收到的顺序加载作业（根据政治和其他因素优先处理）。在完全控制计算机的情况下，每个作业仍一次运行一次，但是一旦作业完成，操作员会将结果传输到某些输出介质（打孔带，纸带，磁带或打印纸）上并交付。<sup>[6]</sup>

### 3.1.5 设备驱动程序和库功能

随着计算机使用的增加，程序员注意到他们正在重复相同的工作。每个程序员都在编写自己的 I/O 例程。于是，为每个输入输出设备编写一个通用的设备驱动程序，然后让每个程序员共享相同的设备驱动程序是很有意义的。

计算机制造商开始随计算机一起提供标准的设备驱动程序和实用程序库。这些库通常称为运行时库，因为程序在运行时（程序运行时）连接到库中的例程，而不是作为程序的一部分进行编译。代码库的商业化结束了软件的广泛免费共享。<sup>[6]</sup>

### 3.1.6 批处理系统

批处理系统自动化了让操作员一次加载一个程序的早期方法。软件无需人工操作每个程序，而是由软件来处理作业调度。除了程序员提交工作外，最终用户还可以提交运行具有特定数据集（通常存储在文件或卡中）的特定程序的请求。操作系统将安排相关作业的“批次”。输出（打孔卡、磁带、印刷材料等）将返回给每个用户。<sup>[6]</sup>

### 3.1.7 大型机时代

到了 1960 年代早期，商用电脑制造商制造了批处理系统，此系统可将工作的建置、调度以及运行序列化。此时，厂商为每一台不同型号的电脑创造不同的操作系统，因此为某电脑而写的程序无法移植到其他电脑上运行，即使是同型号的电脑也不行。

到了 1964 年，IBM System/360 推出了一系列用途与价位都不同的大型机，而它们都共享代号为 OS/360 的操作系统（而非每种产品都用量身订做的操作系统）。让单一操作系统适用于整个系列的产品是 System/360 成功的关键，且实际上 IBM 目前的大型系统便是此系统的后裔，为 System/360 所写的应用程序依然可以在现代的 IBM 机器上运行。<sup>[1]</sup>

Unix 操作系统则是在 1960 年由 AT&T 公司的贝尔实验室开发出来的。因为它的早期版本是完全免费的，可以轻易获取并容易修改，所以它得到了广泛的接受。它是以 C 语言撰写的，这决定了 Unix 方便移植的特性，这使它成为之后发展第二代微机和第一代工作站作业系统的其中一种选项。

由于早期的广泛应用，Unix 已经成为操作系统的典范。借由广泛的被大量采用，Unix 展示了在不同硬件架构上操作系统可以是一致的概念。后来还成自由软件与开源软件包含 GNU，Linux，BSD 的发展根基。<sup>[7]</sup>

### 3.1.8 微机时代

第一代微型计算机并不像大型机或小型电脑，没有装设操作系统的需求或能力；它们只需要最基本的操作系统，通常这种操作系统都是从 ROM 读取的，此种程序被称为监控程序（Monitor）。1980 年代，家用电脑开始普及。通常此时的电脑拥有 8-bit 处理器加上 64KB 存储器、显示器、键盘以及低音质喇叭。此电脑没有操作系统，而是以一 8KB 只读存储器 BIOS 初始化彩色显示器、键盘以及软盘驱动器和打印机。它可用 8KB 只读存储器 BASIC 语言来直接操作 BIOS，并依此撰写程序，大部分是游戏。此 BASIC 语言的解释器勉强可算是此电脑的操作系统，当然就没有内核或软硬件保护机制了。此电脑上的游戏大多跳过 BIOS 层次，直接控制硬件。<sup>[1]</sup>

早期最著名的磁盘引导型操作系统是 CP/M，它支持许多早期的微电脑。此时软式磁盘驱动器取代了过去的磁带机，成为新一代的存储设备，并可在其 512KB 的空间上读写。为了支持更进一步的文件读写概念，磁盘操作系统（Disk Operating System, DOS）因而诞生。此操作系统可以合并任意数量的扇区，因此可以在一张磁盘片上放置任意数量与大小的文件。文件之间以文件名区别。IBM 并没有很在意其上的 DOS，因此以向外部公司购买的方式获取操作系统。1980 年微软公司获取了与 IBM 的合约，并且收购了一家生产操作系统的公司，在将之修改后以 MS-DOS 的名义出品，此操作系统可以直接让程序操作 BIOS 与文件系统。到了 Intel-80286 处理器的时代，才开始实现基本的存储设备保护措施。其后，MS-DOS 成为了 IBM PC 上面最常用的操作系统。MS-DOS 的成功使得微软成为地球上最赚钱的公司之一。<sup>[1]</sup>

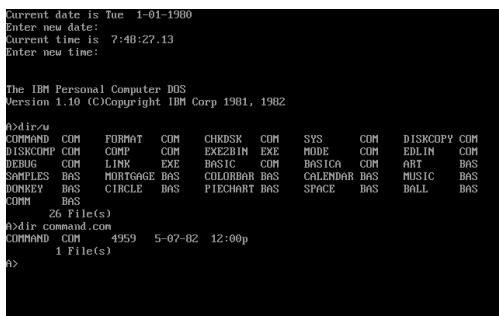


图 5 MS-DOS 系统界面

而 1980 年代另一个崛起的操作系统是 Mac OS，此操作系统紧紧与 Macintosh 电脑捆绑在一起。此时一位施乐（Xerox）公司的员工拜访了史蒂夫·乔布斯，并且向他展示了此时施乐发展的图形用户界面（GUI）。Apple 被这项技术深深震惊了，并打算向施乐购买此技术，但施乐拒绝了这项买卖。在此之后 Apple 一致认为个人电脑的未来必定属于图形用户界面，因此也开始发展自己的图形化操作系统。这就是图形用户界面的发端。

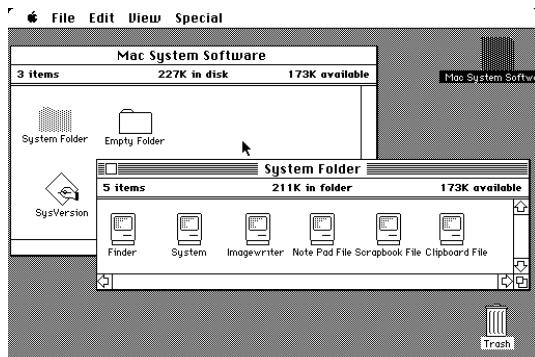


图 6 Mac OS 最早的图形用户界面

### 3.1.9 个人计算机时代

微型处理器的发展使计算机的应用普及至中小企业及个人爱好者。

80 年代于市场崛起的 Apple，由于旧系统设计的不良后继发展不力，决定重新设计操作系统。经过许多失败的项目后，Apple 于 1997 年发布新操作系统 Mac OS X，获取了巨大的成功。原本失意离开苹果公司的史蒂夫·乔布斯也风光再现。

除了商业主流的操作系统外，我们现在熟知的 Linux 也开始兴起。Linux 内核是一个标准 POSIX 内核，其血缘可算是 Unix 家族的一支，由于使用许可证及历史因素等原因，Linux 获取了相当可观的开源操作系统市占率。相较于 MS-DOS 的架构，Linux 除了拥有傲人的可移植性，也是一个分时多进程内核，并有着良好的存储器空间管理。理论上，任何应用程序运行时的错误，都不可能让该系统崩溃。<sup>[1]</sup>

另一方面，微软对于更强力的操作系统呼声的回应便是 Windows NT 于 1993 年的面世。1983 年开始微软就想要为 MS-DOS 建构一个图形化的操作系统应用程序，称为 Windows。（有人说这是比尔·盖茨被 Apple Lisa 的上市所刺激。）一开始 Windows 并不是一个操作系统，只是一个应用程序，其背景还是纯 MS-DOS 系统。1990 年代初，微软与 IBM 的合作破裂，微软从 1993 年推出了以 OS/2 为基础的图形化操作系统 Windows 3.1，并在 1995 年推出了 Windows 95。微软在这同时也在开发不依赖于 DOS 的 NT 系列 Windows 系统。Windows 2000 是 Windows NT 的改进系列，Windows XP（Windows NT 5.1）以及 Windows Vista（Windows NT 6.0）也都立基于 Windows NT 的架构上。<sup>[1]</sup>

而 80 年代渐渐增长并越趋复杂的嵌入式设备市场也促使嵌入式操作系统的成长。<sup>[1]</sup>

### 3.2 操作系统的现状

现代操作系统通常都有一个使用的绘图设备的图形用户界面，并附加如鼠标或触控版等有别于键盘的输入设备。

选择要安装的操作系统通常与其硬件架构有很大关系，只有 Linux 与 BSD 几乎可在所有硬件架构上运行，而在 1990 年代早期，个人电脑的选择就已被局限在 Windows 家族、类 Unix 家族以及 Linux 上，而以 Linux 及 Mac OS X 为最主要的另类选择，直至今日。

大型机与嵌入式系统使用很多样化的操作系统。大型主机近期有许多开始支持 Java 及 Linux 以便共享其他平台的资源。嵌入式系统近期百家争鸣，从给 Sensor Networks 用的 Berkeley Tiny OS 到可以操作 Microsoft Office 的 Windows CE 都有。<sup>[1]</sup>

#### 3.2.1 个人电脑

个人电脑市场目前分为两大阵营，此两种架构分别有支持的操作系统：

**Apple Mac** macOS（原 Mac OS X）、Windows（当前仅支持 Intel 平台）、Linux、BSD

**IBM 兼容 PC** Windows、Linux、BSD、macOS（非正式支持，俗称黑苹果）

#### 3.2.2 移动操作系统

在 1990 年代初期，Psion 推出了小型移动计算设备 Psion Series 3 PDA。它支持在名为 EPOC 的操作系统上运行的用户编写的应用程序。EPOC 的更高版本成为 Symbian，被用于诺基亚、爱立信、索尼爱立信、摩托罗拉、三星等手机；塞班在 2010 年之前曾是世界上使用最广泛的智能手机操作系统。微软也推出过 Windows Mobile 系列系统，它在 2007



图 7 Windows 10 Mobile 运行截图

年达到顶峰时，曾是美国智能手机最常用的操作系统。<sup>[8]</sup>

Microsoft 于 2010 年通过 Windows Phone 重新进入了移动操作系统市场，并在 2015 年被更新的 Windows 10 Mobile 取代。Windows 10 Mobile 是 Windows 10 操作系统的分支版本，专为屏幕尺寸低于 8 寸的智能手机和平板电脑运行。它采用 ARM 架构和 IA-32 处理器架构，为移动设备提供了“强大的功能”。其中包括同步处理功能、通用应用、从 Android 和 iOS 的平台移植的应用、将设备连接至外部屏幕、可使用类似

PC 的鼠标和键盘输入等。尽管设想与愿景十分美好，但最终呈现效果始终不尽人意。2020 年 1 月 14 日，因为 Windows 10 Mobile 使用人数太少，欠缺 App 开发人员，该系统正式停止更新，最后一个版本号停留在 1709 (10.0.15254.603)。许多人对 Windows 10 Mobile 的结局感到痛心疾首，读者可以通过[这里](#)尝试为您的手机安装该系统。

Apple 在 2007 年推出了 iPhone 及其操作系统，后者称为 iPhone OS (也就是如今的 iOS)，它与 Mac OS X 一样，都基于类似 Unix 的 Darwin。除了这些基础之外，它还引入了功能强大且创新的图形用户界面，该界面后来也用于 Apple 的平板电脑 iPad 上。(后来 Apple 将 iPad 上的操作系统与手机端区分开，改叫 iPadOS。)一年后，基于经过修改的 Linux 内核，Google 引入了自己的图形用户界面的 Android。

截止本文完稿，iOS 已更新至 iOS 14.3；Android 已更新至 Android 11 (Beta 3)。读者可以分别点击[这里](#)和[这里](#)查看关于这两个操作系统的更多官方信息。

除了这些，移动领域还竞争着各种各样的其他移动操作系统。不过如今移动端主流的操作系统只有 iOS 和 Android 系统及基于 Android 内核修改的其他“换壳”安卓系统。

表 1 全球/中国移动操作系统市场份额占比 (%)

OS	Android	iOS	Windows	其他
全球	72.48	26.91	0.02	0.59
中国	80.54	18.38	0.03	1.05

表 1 展示了由互联网机构 StatCounter 网站提供的数据<sup>[9][10]</sup>截止 2020 年 12 月移动端全球与中国各移动操作系统市场份额占比。随着中国国产手机品牌的不断壮大，安卓系统的手机市场份额也在不断扩大。

## 4 当前主流操作系统简介

现阶段，应用较为常见的桌面计算机操作系统为三类，分别为 Windows 系统、Linux 系统、Unix 系统。其中，Windows 系统的技术体系较为成熟，图形化模式界面具有人性化特点，是当前 PC 端主流系统。Linux 系统可以取代 Unix 系统，具有开源免费的应用优势、且系统软件环境较为良好，在嵌入式、服务器操作系统领域中得到广泛应用。Unix 系统使用标准化的认证规范，用户可以直接在系统中移植相应应用程序，系统具有功能完备、稳定性强的应用优势，主要被用作为网络服务器操作系统。但是，Unix 系统对硬件配置有着较高的要求。另外，Apple 公司的操作系统 macOS 也是 Unix 的变体。

根据互联网机构 StatCounter 网站提供的数据<sup>[11][12]</sup>，截止 2020 年 12 月 20 日，全球与中国各桌面级操作系统市场份额占比分别如图 8、图 9 所示，具体数据见表 2。

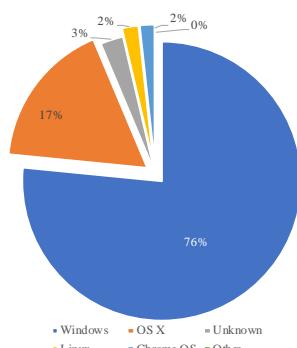


图 8 全球操作系统市场份额

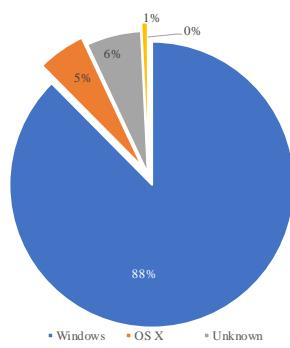


图 9 中国操作系统市场份额

表 2 全球/中国桌面操作系统市场份额占比 (%)

OS	Windows	macOS	Unknown	Linux	Chrome OS	其他
全球	76.56	17.1	2.68	1.93	1.72	0.01
中国	87.55	5.44	6.24	0.75	0.01	0.01

从中我们可以看出，Windows 是依旧最受欢迎的主流桌面操作系统，市场占有率极大。在中国 Windows 对其他操作系统的劣势进一步加大，达到了惊人的 88%。当然，这与国内早期的盗版软件生态是分不开的。同时，国内很多早期的项目机器仍旧停留在 Windows XP 系统而不选择换用 Unix 服务器系统，这也进一步造成了差距的扩大。

下面我们对市场占有率最高的两个操作系统 Microsoft Windows 和 Apple macOS 进行介绍。

### 4.1 Microsoft Windows

Microsoft

Windows 是微软公司以图形用户界面为主推出的一系列专有商业软件操作系统。其问世时间为 1985 年，起初为运行于 MS-DOS 之下的桌面环境，其后续版本逐渐发展成为主要为个人电脑和服务器用户设计的操作系统，并最终获得了世界个人电脑操作系统的垄断地位。此操作系统可以在几种不同类型的平台上运行，如个人电脑 (PC)、移动设备、服务器 (Server) 和嵌入式系统等等，其中在个人电脑的领域应用内最为普遍。<sup>[13]</sup>通常语境下，我们提到的 Windows 均指在 PC 上运行的 Windows 操作系统。



图 10 一台搭载 Windows 10 的笔记本电脑

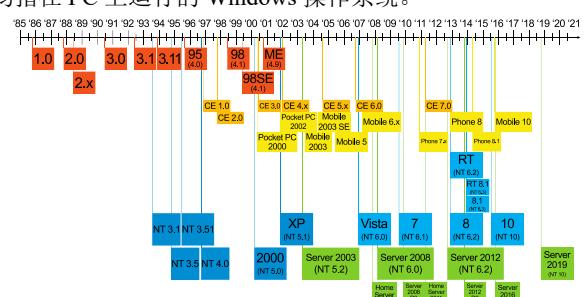
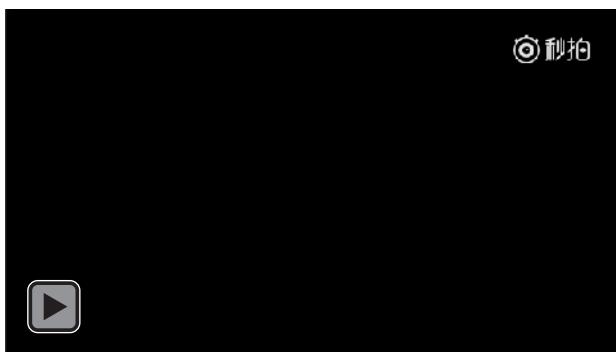


图 11 Windows 发布年表



视频 1 Windows 发展史

Windows 操作系统目前最新的稳定版是于 2015 年发布的 Windows 10; Windows Server 目前最新的稳定版是于 2018 年发布的 Windows Server 2019。上面的视频表现了 Windows 的演变历程。

表 3 Windows 标志历史

标志	说明
	1985 年至 1992 年在 Windows 1.0、Windows 2.0 和 Windows 3.0 使用。
	1992 年至 2001 年在 Windows 3.1 至 Windows 2000/Windows ME 使用
	2001 年至 2012 年在 Windows XP (Windows Server 2003)、Windows Vista 和 Windows 7 上使用。
	2012 年使用至今的 Windows 标志，在 Windows 8、Windows 8.1、Windows 10 和 Windows 10X 上使用。

微软公司的 Windows 操作系统深受广大用户欢迎，几乎独霸个人计算机操作系统市场，主要是因为下面三点原因：

Windows 操作系统的人机操作性优异。Windows 操作系统界面较为友好，操作动作比较易学（其实大多数 GUI 的操作动作都非常易学），多代系统之间有良好的传承，计算机资源管理效率较高，效果较好。

Windows 操作系统支持的应用软件较多。Windows 操作系统作为优秀的操作系统，由开发操作系统的微软公司控制接口和设计，公开标准，因此，有大量商业公司在该操作系统上开发商业软件。Windows 操作系统的大量应用软件为客户提供方便。这些应用软件门类全，功能完善，用户体验性好。譬如，Windows 操作系统有大量的多媒体应用软件，搜集管理多媒体资源，客户只需要使用这些基于系统开发出来商业软件就可以享受多媒体带来的快乐。同时，大量的用户也进一步反向带动软件厂商为其开发产品。另外不得不说的是，Windows 平台的开放性也使得盗版软件横行，也有不少用户被免费软件所吸引至 Windows 平台。

Windows 操作系统对硬件支持良好。Windows 操作系统支持多种硬件平台对于硬件生产厂商宽泛、自由的开发环境，激励了这些硬件公司选择与 Windows 操作系统相匹配，也激励了 Windows 操作系统不断完善和改进，同时，硬件技术的提升，也为操作系统功能拓展提供了支撑。<sup>[14]</sup>

不过，虽然该款系统具有更新速度快、驱动因素丰富、图形界面效率高等优势，但安全性差、过度占用资源等问题也被人深深诟病。例如，Windows 的开放性特征使得病毒非常容易潜伏，用户必须建立起正确的安全意识并保持良好系统使用习惯，才能预防各类系统安全问题的出现。而 Windows 系统随着自身的不断升级，也占据了较大硬件空间，在下达大量命令指令时，将对系统运行稳定性造成影响，非常容易出现死机蓝屏的情况，文件也非常容易丢失损毁。<sup>[2]</sup> 这些都是 Apple 公司批评 PC 并试图吸引用户转投 Mac 怀抱的丰富理由。从 2006 年到 2019 年，Apple 共计推出了 66 部 Get a Mac 系列广告，犀利地嘲讽了 Windows 电脑的一系列问题。该创意在 2020 年末 Apple 发布最新一代基于 Apple M1 芯片的电脑时被再度呈现。



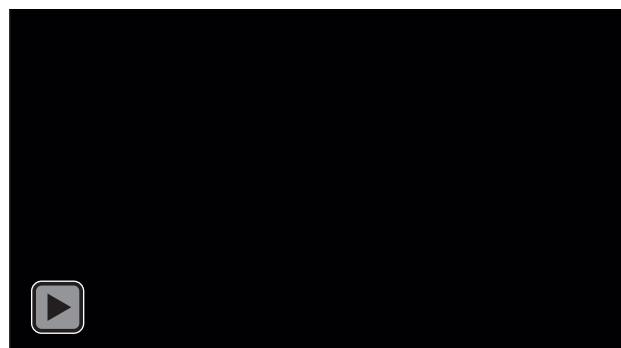
图 12 Get a Mac 中一广告截图

值得注意的是，尽管如今 PC 机大多附赠 Windows 家庭和学生版，但 Windows 10 并不是免费的（家庭和学生版价值 748 元人民币）。读者可以前往[微软官网](#)购买价值 1088 元人民币的 Windows 10 家庭版或价值 1817 元人民币的 Windows 10 专业版。

#### 4.2 macOS

macOS（2011 年及之前称 Mac OS X，2012 年至 2015 年称 OS X）是 Apple 公司推出的基于图形用户界面操作系统，为 Mac 系列电脑的主操作系统。

1984 年，苹果公司发布了最初的 Mac 系统软件，推出了现在被称为 Classic Mac OS 的操作系统。该系统在 1996 年被重命名为“Mac OS”；2001 年，更名为“Mac OS X”；2012 更名为“OS X”；2016 年更名为“macOS”，以便与苹果其他操作系统 iOS、watchOS 和 tvOS 保持统一的命名风格。本文完成时 macOS 的最新版本 macOS 11.1 Big Sur。下面的视频表现了 macOS 图形界面直到 macOS Sierra 的演变历程：



视频 2 macOS 发展史

尽管图形用户界面最早由施乐研究中心完成，但 1983 年苹果电脑公司推出的 Apple Lisa 个人电脑是全球第一款搭载图形界面的个人电脑。尽管 Apple Lisa 没有取得商业上的成功，但从此之后 GUI 的风行不能不归因于 macOS。

现在的 macOS Big Sur 也是首个同时支持 Intel x86 架构和 Arm 架构的操作系统。上文提到 Windows 10 Mobile 尝试打通 Intel 平台和 arm 平台，并提出“通用应用”（Universal App），这一愿望最终被 Apple 首先实现。



图 13 搭载 macOS Big Sur 的 MacBook Pro

macOS 与微软 Windows 有很大的不同。它的特点主要有：

极高的安全性。疯狂肆虐的电脑病毒几乎都是针对 Windows 的, macOS 安全策略很严格, 系统安全性也很高, 很少受到电脑病毒的袭击。(这也与如今大部分 Mac 搭载的 T2 芯片有关。)

较高的稳定性。macOS 底层为 XNU、Darwin 混合架构, 不会出现因为软件运行引起的系统崩溃, 比 Windows 更加稳定。

独特的操作系统界面与交互逻辑。macOS 突出了形象的图标和人机对话。与 Windows 相比, macOS 的交互逻辑也有很大不同, 它更加注重触控板与手势的作用, 拥有独一无二的菜单栏、程序坞、调度中心、控制中心、启动台, 以及标签化的文件管理模式。它特别的自动保存和时光机器技术也为用户文件安全带来了保障。另外, 流畅的动画, 美丽的窗口, 细腻的渲染表现, 都是用户投入 macOS 怀抱的理由。



图 14 笔者利用调度中心方便地撰写课程报告

笔者就拥有一台 MacBook Pro, macOS 的用户体验非常舒适, 特别是当 macOS 与 iOS、iPadOS 等系统同时交互时, 接力、随航、隔空投送等苹果生态带来的流畅感和便捷性是 Windows 无法替代的。同时, macOS 的自动保存技术也一次次拯救了笔者多次崩溃的 Adobe Photoshop 和 Adobe Illustrator, 设计师的心再也不会像在 Windows 平台那样因为一个崩溃提示而化为齑粉。

读者可以前往 [Apple 官网](#) 进一步了解 macOS。由于非 Mac 机器很难装载 macOS 系统, 有条件的读者可以前往 Apple Store 体验或购买一台 Mac。

## 5 结语

综上所述, 计算机操作系统一步一步走到今天, 已经和人们的生活紧密相连。计算机是一个高速发展的行业, 它的系统更新无时无刻不在进行着, 正是因为系统功能的不断提高, 使我们的生活更加方便快捷。“Windows”“iOS”“安卓”已经是妇孺皆知的概念, 我们无法想象失去了操作系统的生。感谢那么多科学家、工程师、开发者为我们带来了那么多优秀美丽的操作系统, 也相信在未来的发展下, 计算机系统也会在不断优化完善的路上越走越远。

## 参考文献:

- [1] 维基百科编者. 操作系统 [G/OL]. 维基百科, 2020(2020-11-24) [2021-01-09]. <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=操作系统&oldid=62920825>.
- [2] 计算机操作系统及发展探讨. 田舜文 [J]. 数码设计 (下) 2020,9(6):3.
- [3] 计算机操作系统功能与其相关分类. 宋辰辉 [J]. 电脑迷, 2018(7):15.
- [4] 苏志明. 计算机操作系统的功能、发展及分类 [J]. 企业技术开发, 2012,31(32):77-78.
- [5] 严静茹. 浅谈计算机操作系统及其发展 [J]. 计算机光盘软件与应用, 2012(10):80+82.
- [6] Milo. History of Operating Systems [Z/OL]. (2010-10-03) [2021-01-09]. <http://www.osdata.com/kind/history.Htm>
- [7] 维基百科编者. 操作系统历史 [G/OL]. 维基百科, 2020(2020-02-29) [2021-01-09]. <https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=操作系统历史&oldid=58390753>.
- [8] Wikipedia contributors. History of operating systems [G/OL]. Wikipedia, 2020(2020-12-21)[2021-01-10]. [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History\\_of\\_operating\\_systems&oldid=995571854](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=History_of_operating_systems&oldid=995571854).
- [9] Statcounter. Mobile Operating System Market Share Worldwide [DS/OL]. (2020-12-20) [2021-01-09]. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/worldwide/>
- [10] Statcounter. Mobile Operating System Market Share China [DS/OL]. (2020-12-20) [2021-01-09]. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/mobile/china>
- [11] Statcounter. Desktop Operating System Market Share Worldwide [DS/OL]. (2020-12-20) [2021-01-09]. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/world-wide/>
- [12] Statcounter. Desktop Operating System Market Share China [DS/OL]. (2020-12-20) [2021-01-09]. <https://gs.statcounter.com/os-market-share/desktop/china/>
- [13] 维基百科编者. Microsoft Windows [G/OL]. 维基百科, 2021(2021-01-02)[2021-01-10]. [https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft\\_Windows&oldid=63546256](https://zh.wikipedia.org/w/index.php?title=Microsoft_Windows&oldid=63546256).
- [14] 韩兵, 李海坤. 浅谈 Windows 操作系统 [J]. 数码世界, 2017(06):66-67.

## 作者简介:

李京蔚 (2002 - ), 男 (汉族), 浙江温岭人, 浙江大学求是云峰学园本科生。点击[这里](#)可以访问作者的个人网站。