



# 中国操作系统 技术产业 发展报告

(2023年)

## 参编人

徐恩庆	中国信息通信研究院云计算与大数据研究所政企数字化转型部主任
何 川	中国信息通信研究院云计算与大数据研究所高级业务主管
姬海南	中国信息通信研究院云计算与大数据研究所政企数字化转型部业务主管
高 岩	中国信息通信研究院云计算与大数据研究所政企数字化转型部助理工程师
罗 欧	中国通信标准化协会 TC608 业务数字化工作组副组长
胡炜航	中国通信标准化协会 TC608 业务数字化工作组组员

## 前 言

随着数字化时代的迅猛发展，操作系统作为数字经济基石的作用日益凸显。《数字中国建设整体布局规划》提出，要强化数字中国关键能力。一是构筑自立自强的数字技术创新体系，加强企业主导的产学研深度融合，二是筑牢可信可控的数字安全屏障，完善网络安全法律法规和政策体系。近年来，我国操作系统产业发展进一步成熟，从“可用”到“好用”转变，从关键环节到全产业链转变，多行业应用场景不断拓展。与此同时，也存在影响行业高质量发展的一些风险，需产业各方协同配合解决。

在此背景下，企业数字化发展共建共享平台与中国通信标准化协会云计算标准和开源推进委员会联合相关企业编制形成《中国操作系统技术产业发展报告（2023 年）》。

本研究报告以桌面操作系统和服务器操作系统为主线，从技术产业生态三方面多线并行，多维度探讨了我国操作系统产业的发展状况。同时，报告针对行业发展中的关键问题提出一些建议，结合现有形势展望了我国操作系统产业的发展机遇。

# 目 录

一、 行业概况 .....	1
(一) 操作系统概述 .....	1
(二) 全球市场概况 .....	2
(三) 政策环境 .....	4
(四) 发展必要性与机遇 .....	6
二、 我国操作系统产业技术发展 .....	7
(一) 操作系统典型共性技术介绍 .....	7
(二) 操作系统典型核心技术介绍 .....	11
(三) 操作系统技术规范 .....	15
(四) 开源助力技术发展 .....	16
(五) 潜在问题 .....	18
三、 我国操作系统产业市场分析 .....	23
(一) 桌面端操作系统市场分析 .....	23
(二) 服务器操作系统市场分析 .....	27
(三) 潜在问题 .....	30
四、 我国操作系统生态模式 .....	33
(一) 典型生态系统 .....	33
(二) 产业发展方向 .....	35
(三) 潜在发展问题 .....	37
五、 建议与展望 .....	38
(一) 产学研结合，增强行业发展内生动力 .....	38
(二) 多措并举，推动生态产业良性互动 .....	39
(三) 场景融合，衍生操作系统创新形态 .....	40
(四) 服务出海，建设国际一流产业质量 .....	40

## 图 目 录

图 1 基础软硬件架构 .....	1
图 2 全球主要操作系统用户数变化情况 .....	2
图 3 主流 PC 端操作系统市场规模变化情况 .....	3
图 4 2019~2022 年全球服务器操作系统市场份额占比情况 .....	4
图 5 可信桌面操作系统技术规范 .....	16
图 6 可信服务器操作系统技术规范 .....	16
图 7 按代码提交次数排名的活跃贡献者情况 .....	20
图 8 按代码修改行数排名的活跃贡献者情况 .....	20
图 9 2023 年桌面操作系统市场份额 .....	23
图 10 桌面端 Linux 操作系统近四年市场趋势图 .....	24
图 11 我国服务器操作系统市场情况 .....	28
图 12 2022 年商业版服务器操作系统分类市场情况 .....	28
图 13 社区发行版开源操作系统情况 .....	32
图 14 围绕 6.X 内核的操作系统发展计划路线图 .....	36

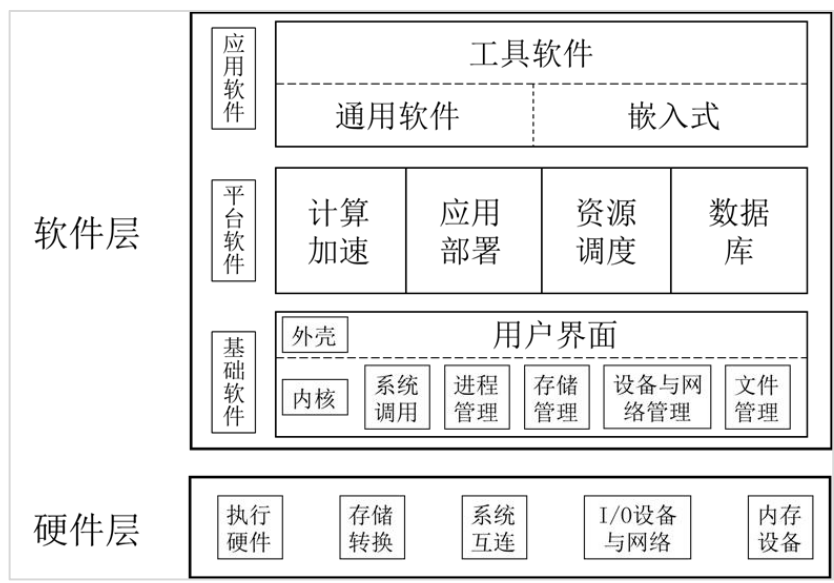
## 表 目 录

表 1 国家层面相关政策 .....	5
表 2 各地政府相关政策 .....	6
表 3 开源社区与厂商协作模式一览表 .....	18

# 一、行业概况

## (一) 操作系统概述

操作系统是一个基础软件，其作用在于提供简明的交互界面与开发接口，降低底层硬件复杂度对用户的影响。一个完整的操作系统主要由用户界面（外壳）、系统调用、进程管理、存储管理、设备与网络管理、文件管理（后五者统称内核）六大模块构成。作为底层硬件与应用程序的控制器，提供应用编程接口，通过调度算法进行多用户及多任务资源分配，协调并分配硬件资源，同时管理文件、I/O 设备及网络等。依据其特性、优化目标和运行环境的不同，主流操作系统在传统意义上可分为计算机(PC 端、工作站、服务器)、移动端和嵌入式。此外，随着新兴技术的发展与应用，也衍生出了诸如云操作系统与物联网操作系统等新形态。

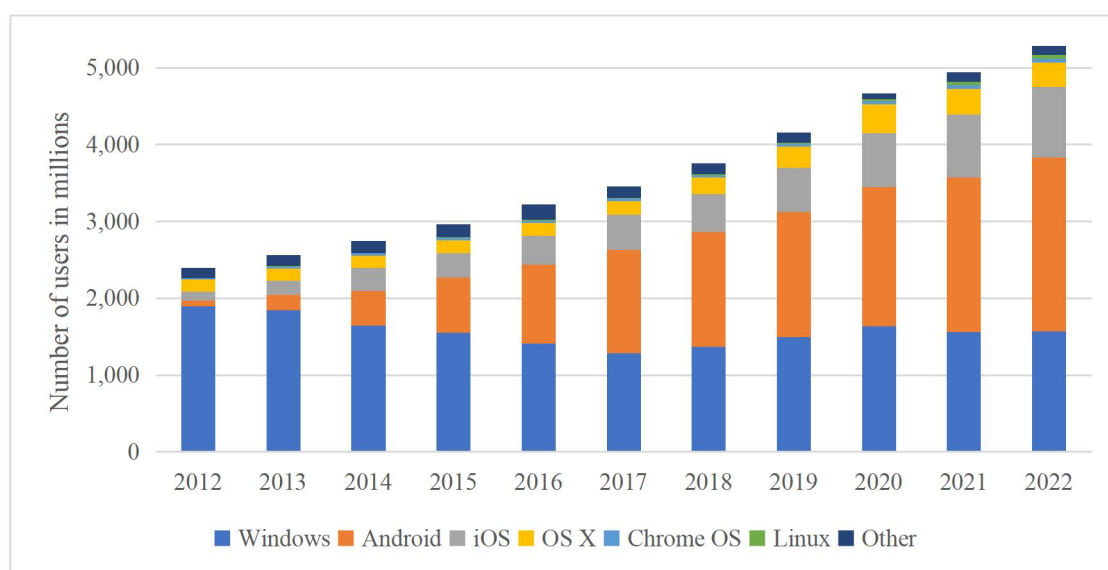


来源：公开资料整理

图 1 基础软硬件架构

## (二) 全球市场概况

目前国际主要类型操作系统市场规模增速平稳，整体呈现寡头垄断的态势。数据显示，2022 年使用不同操作系统的全球用户数已超过 50 亿，增速为 6.82%，较 2021 年同比提升约 0.79 个百分点。其中，原谷歌的 Android 和微软的 Windows 仍为行业龙头，在 2022 年分别拥有约 23 亿和 16 亿用户，市场规模的变化趋势反映了最近十年内用户向移动操作系统（Android 和 iOS）的转移，这与全球智能移动终端渗透率的增加以及日常任务中传统 PC 端使用的减少相一致。



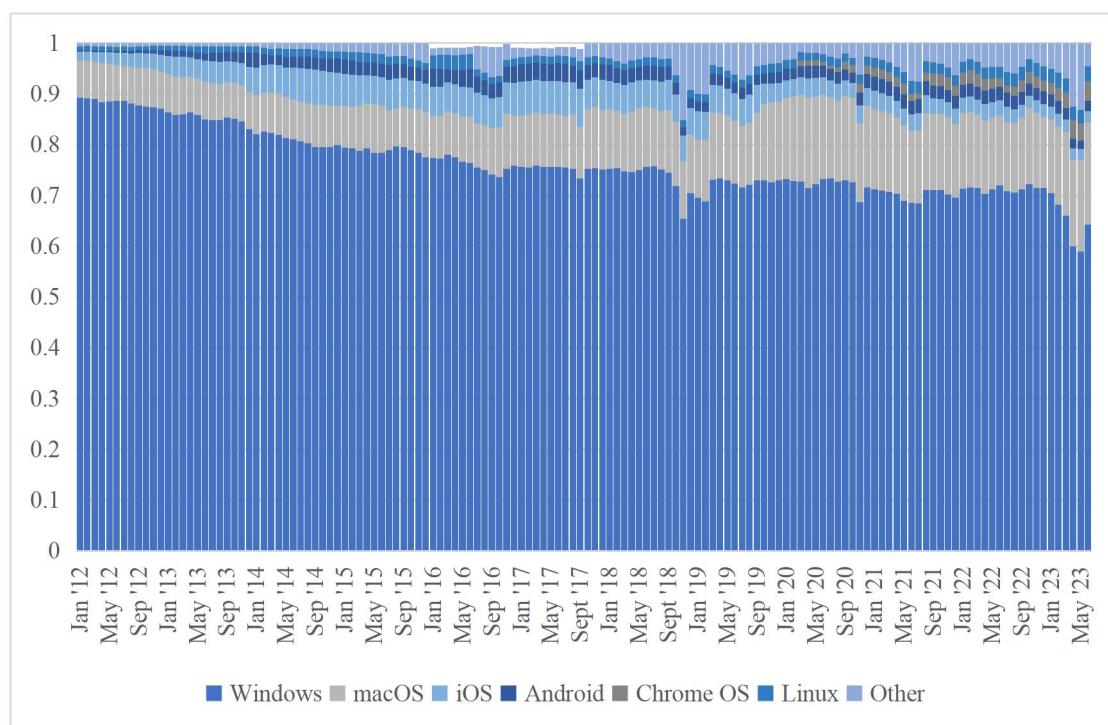
来源：Statista，2023

图 2 全球主要操作系统用户数变化情况

### 1. PC 端（包括台式机/平板电脑/控制台）

PC 端方面，操作系统通常分为 Windows、MacOS、Linux 等操作系统。从全球市场看，Windows 凭借其深厚的市场基础和传统

Wintel 软硬件生态，仍居于榜首，而 MacOS、Linux 及其他系统（如 ChromeOS）则以各自独特的特点和优势，在市场上构成了强劲的竞争阵营。截至 2023 年 6 月底，Windows 占据全球 64.27% 的市场份额，但同比下降 10.70%。与之相反，MacOS 凭借 20.08% 的市场份额排名第二，同比增长 45.40%。ChromeOS 与 Linux 市场份额均为 3% 左右，虽然占比较小，但依靠用户对稳定性和安全性的高度重视，以及在教育和低成本计算机等细分市场<sup>1</sup>中的强劲表现，同比增长率排名前列，分别为 141.61% 和 26.64%。



来源：Statista，2023

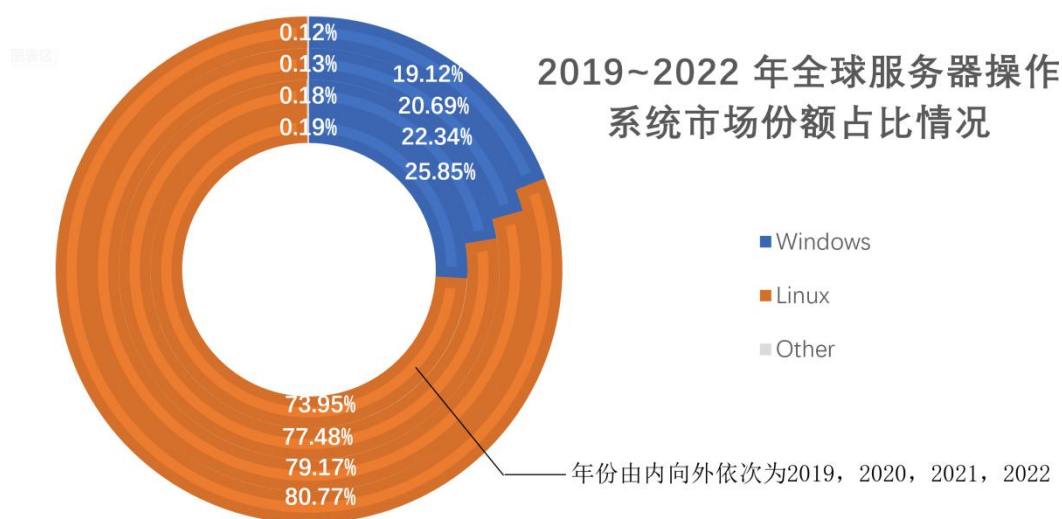
图 3 主流 PC 端操作系统市场规模变化情况

<sup>1</sup> 来源于谷歌官网



## 2. 服务器端

服务器方面，操作系统通常分为 **Windows Server**、**Linux**（付费和非付费）、**Unix** 等操作系统。根据数据，Linux 再次成为 2022 年规模最大、增长最快的操作系统平台类型，市场份额在四年间增加了 9.22%。得益于其灵活性和开源优势，Linux 能够有效支持云原生技术，故而在物理服务器和虚拟服务器市场都有亮眼的表现，年增长率分别为 13.5% 与 19.3%。与此同时，Windows Server 的市场份额下降至 19.12%。



来源：IDC，2023

图 4 2019~2022 年全球服务器操作系统市场份额占比情况

### (三) 政策环境

加快我国操作系统产业发展的政策不断涌现，推进基础软件领域创新提升。政策方面，我国始终坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑，出台一

系列相关政策指导包括操作系统在内的基础软件发展。《数字中国建设整体布局规划》、《“十四五”数字经济发展规划》、《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》等文件强调要发展关键核心技术，加强产学研深度融合，完善治理体系；《“十四五”国家信息化规划》等文件强调发展重点软件、基础软件，同时针对相关工作给出明确的关键节点。此外，各地方政府对落实国央企信息化系统的安全可信改造做出了全面努力，从政策出台和产业支持两方面促进我国操作系统产业发展，由宏观支撑向专项政策奖励过渡。

表 1 国家层面相关政策

发文部门	日期	文件名称	要点
中共中央、国务院	2023.02	《数字中国建设整体布局规划》	《规划》强调要健全社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制，加强企业主导的产学研深度融合。
国务院	2022.03	《“十四五”数字经济发展规划》	《规划》指出要以数字技术与实体经济深度融合为主线，加强数字基础设施建设，完善数字经济治理体系，协同推进数字产业化和产业数字化，赋能传统产业转型升级，培育新产业新业态新模式。
中央网络安全和信息化委员会	2021.12	《“十四五”国家信息化规划》	《规划》提出要面向关键基础软件、高端工业软件、云计算、大数据、信息安全、人工智能、车联网等重点领域和重大需求，加强重点软件的开发。
工业和信息化部	2021.11	《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》	《规划》强调加强操作系统总体架构设计和技术路径规划，推动芯片设计、操作系统、系统集成企业与科研院

			所、高校开展操作系统关键技术联合攻关，提升操作系统与底层硬件的兼容性、与上层应用的互操作性。
财政部	2023.08	《操作系统政府采购需求标准（征求意见稿）》	对国产操作系统标准进一步规范

表 2 各地政府相关政策

发文部门	日期	文件名称	要点
北京市经济和信息化局	2023.05	《北京市关于加快打造信息技术应用创新产业高地的若干政策措施》	涵盖技术创新、生态建设、开源项目、行业信创解决方案、行业信创标准制定、行业信创应用推广等，并通过资金奖励、补贴、展示推广、贷款贴息等不同形式支持信创产业发展。
福州高新区政府	2023.10	《关于扶持信创产业发展的措施》	扶持政策主要围绕租金补助、增产增效奖励、园区招商奖励等方面，标准高于福州高新区现行普惠型政策。
金华市人民政府办公室	2022.11	《支持信息技术应用产业发展的若干政策意见》	在充分竞争的前提下，鼓励在政府采购中积极采购信息技术应用企业所研发的产品。

来源：公开资料整理

#### (四) 发展必要性与机遇

发展操作系统是社会需求与产业发展的必然结果。聚焦内部，《“十四五”规划》中强调坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位，把科技自立自强作为国家发展的战略支撑。放眼全球，复杂多变的国际形势体现了国家科技自立自强的重要性。大国博弈的新重心集中于前沿科技产业，而前沿技术的发展又很大程度上依赖

于基础研究能力。操作系统作为基础软件应用中最重要的一环，其应用能力关系到整个软硬件产业链的未来发展。

操作系统目前已具备突破性发展的产业机遇。一方面，近年来我国基于“操作系统+基础硬件+生态应用”的产业生态链已初步成型，支持操作系统发展的基础硬件产业行业集中率不断提升，呈现较强的规模效应；其他生态应用产业（如数据库、中间件、集成商等）规模持续壮大，适配能力逐渐提高。结合国内需求的辅助引导，有助于协同发展，促进产业发展。另一方面，万物互联模式对操作系统提出新需求，新业务形态促使传统操作系统进行转型，以云大物工移为主的新技术及新业态促使传统操作系统向着多端互联、低功耗、模块化、高安全性等方向进化。此外，云计算、人工智能等新技术的涌现也为我国操作系统弯道超车提供了条件。

## 二、我国操作系统产业技术发展

### （一）操作系统典型共性技术介绍

#### 1. 进程与线程管理：

进程与线程管理作为多任务处理的核心框架，是操作系统关键的组成部分。在多任务计算环境下，能否高效管理调度应用程序，是操作系统的核心能力。例如，Linux 操作系统通过高效且稳定的进程调度机制，实现了多任务的并发执行与处理。进程是操作系统分配和调度资源的基本单元，执行封装运行程序及其所需资源的任

务。线程是构成进程的更小单元，也被称为执行线索，在使用进程资源的同时，通过细分的管理单元提升程序执行的效率。

操作系统通常会采用父子进程机制来管理进程的创建与终止，从而实现多进程并行。父进程启动新程序时，将会生成新的子进程，子进程在特定任务完成后终止。此外也可以通过线程同步与进程间通信（IPC）机制来管理进线程。线程同步机制确保任务执行的有序性和数据的一致性，避免了多线程编程中常见的死锁和竞态条件问题；IPC 机制则允许不同进程之间的数据共享和消息传递，用来处理复杂任务调度和协作。目前，统信软件等操作系统厂商已在桌面操作系统中实现了进程的分级调度，可以通过配置文件将后台进程优先级降低，为用户界面操作预留更多的资源。

## **2. 内存管理：**

**内存管理作为操作系统的基础功能，高效调配虚拟与物理内存等系统资源。**在多任务场景下，操作系统需要在不同应用间高效分配内存，从而保证系统稳定运行。虚拟内存通过地址转换机制，将应用程序的地址空间与物理内存区分开，使得每个应用都能够享有一部分连续的内存空间，从而使系统能够运行内存占用超出物理内存大小的程序，有效提升了内存的使用效率。物理内存主要是指硬件的实际内存，通过监控物理内存的占用状况，来确定内存的分配与回收、内存页的映射以及是否需要进行内存交换或压缩等工作。

所有进程在被处理器调度执行前都需载入内存，内存管理的效

率直接影响到程序的运行效率及系统整体的性能表现，因此目前也出现了众多内存优化技术来进一步提高操作系统的性能，如提升内存访问速度、优化磁盘 I/O 性能、减少内存拷贝操作和降低调度延迟等。例如，我国部分桌面操作系统引入了 MGLRU 内存管理机制，高内存负载情况下缺页率可降低 13%。

### 3. 文件系统：

文件系统对文件进行存储、索引和管理。其作用在于为用户长期储存数据，通过高效的索引机制快速响应用户的数据访问请求。常见的文件系统包括 ext4、Btrfs、fat32 等。文件系统的原理是通过内核中的一个核心抽象层为不同文件系统定义了一致的接口和数据结构，屏蔽了底层实现的复杂性，向上层应用提供了一套标准统一的文件操作接口。因此，无论用户采用何种文件管理软件，都能通过统一的目录来执行文件的存储、查找、创建和删除等操作。在文件存储方面，文件系统利用文件分配表（如 FAT、inode 表）来查看文件的具体位置；在文件检索方面，文件系统通过索引机制（如 B 树、哈希表）来进行文件查找操作。此外，文件系统通过文件权限设置、访问控制列表（ACL）等安全措施，确保仅授权用户能够访问指定的文件或目录。同时也通过备份、恢复和日志等功能，来保证在遇到系统崩溃或断电等紧急情况时数据的完整性与安全性。我国桌面操作系统目前的一种解决方案是从查找读写几方面下手，引入 fuse 文件系统，解决文件迁移后文件名过长的问题，优化了只读

文件系统的应用启动性能；文件查找操作方面采用内核文件索引方案，解决了传统 Linux 操作系统文件查找困难的问题。

#### 4. 驱动程序：

驱动程序为应用与硬件交互提供了简化途径。考虑到硬件的多样性和复杂性，操作系统不仅需要适配各类应用，还需兼容众多硬件设备。驱动程序通常作为内核的一部分运行，针对不同硬件设备提供专用接口，将复杂的硬件操作抽象化，同时为应用程序提供了简洁的系统调用接口。设备驱动程序的核心功能包括处理硬件的初始化、数据传输和中断处理等工作，其适配性与硬件设备的响应速度和处理能力强相关。在操作系统启动时，它们负责将硬件设备初始化至正确的工作状态；在日常使用中，则管理着与硬件设备的数据交换，响应设备发出的中断信号，并将数据传输至操作系统或应用程序。

#### 5. 网络功能：

操作系统能够适应各类网络环境。操作系统内嵌支持 TCP/IP、UDP、ICMP、IPv6 等多种网络协议，还配备了诸如网络接口配置、IP 地址设定、子网掩码、网关、DNS 服务器设置等一系列网络管理工具和命令，同时，通过 ping、tracert、tcpdump、wireshark 等多种网络监控和诊断工具，可以帮助用户诊断网络问题和优化网络性能。在网络安全方面，操作系统通过集成防火墙等关键机制，实现了网络流量的过滤、端口转发、NAT 等安全控制，确保网络通信

在安全和受控的环境下进行,有效防范了未授权的访问和网络攻击。此外,我国操作系统目前实现了代理功能,图形化防火墙配置功能,ip 地址冲突检测、网络故障检测等运维功能。现阶段,操作系统还提供了如虚拟局域网、虚拟交换机等虚拟网络设备支持技术,增加了网络通信的效率与可拓展性。

## (二) 操作系统典型核心技术介绍

### 1. 桌面端—GUI:

用户通过图形用户界面 (GUI) 操作电子设备。通过图形化的界面,用户无需掌握复杂的命令,就可以通过点击、滑动等简单动作完成任务。与基于文本的界面 (CLI) 相比,GUI 的优点在于其更为易用与直观,可在一定程度上简化用户的操作流程和学习成本,其核心原理是事件驱动编程。在该种模式下,系统会将用户所进行的点击、拖拽或键入等操作视作“事件”。每发生一个事件时,系统就会执行预设的响应动作。目前我国 Linux 桌面已受到国际认可,国内首个桌面环境 (DDE) 其源码发布在 GitHub,已被移植到全球部分主流 Linux 发行版本中。随着技术的发展,GUI 目前不仅包括了触摸操作、3D 图形等高级功能,同时也在不断地探索和融合新技术,如增强现实 (AR)、虚拟现实 (VR) 等,以不断提升用户体验。

### 2. 桌面端—软硬件支持:



**软硬件支持，即基础软硬件、应用软件等兼容适配运行能力。**

操作系统通过其内核提供硬件驱动程序接口，使硬件设备正常运行；同时也提供了软件应用编程接口（API），使用户实现与系统资源、服务和其他应用的有效交互。从最初只能支持有限硬件与应用的简单操作系统，到现在如 Windows、macOS、Linux 等的复杂操作系统，软硬件支持能力有了飞跃式的增长。我国操作系统在硬件层面已实现同一源码在多 CPU 架构平台的适配，兼容多类整机配件和外设；在软件层面，可兼容大部分的第三方应用，部分操作系统可跨系统兼容部分 Windows 应用和 Android 应用。此外，随着云计算、物联网和人工智能等技术的发展，发展出了更为先进和复杂的 API 集，可有效提升操作系统的软件兼容性。

### **3. 桌面端—安全机制：**

安全机制是指用于保护操作系统、网络及数据免受未经授权的访问和各类安全威胁（如病毒、恶意软件、网络侵入）的机制。通过身份验证、访问控制、数据加密、入侵检测、防火墙和安全协议等手段，安全机制可自主识别与处理潜在的安全威胁。我国操作系统均在探索自己的安全体系架构方案。以某类常见方案为例，硬件层方面支持多种安全硬件设备，并实现 UEFI 签名的安全启动以及完整的可信链应用；内核层方面实现安全引导，集成国密算法及其根证书，防止未知模块侵入内核；系统层方面部署了主动防御策略，增强了数据安全、完整性度量和安全审计功能；应用层方面实施基

于双证书签名的应用治理安全机制，限制 `root` 权限，同时提供全盘加密和文件保险箱等数据保护措施，以及系统安全加固功能。

#### 4. 服务器—CLI:

**命令行界面（CLI）**是一种服务器常用的交互界面。用户通过命令提示符或终端窗口键入文本命令，可以直接对服务器进行操控。不同于依赖图形或图标的图形用户界面（GUI），CLI 完全基于文本，用户可以使用 Shell 脚本、Python 等编程语言编写自动化脚本，从而实现系统配置、监控等任务的自动化执行。同时，CLI 可以高效灵活地处理繁杂和重复性的任务，迅速执行命令、编写和运行脚本，甚至直接访问操作系统的底层功能。随着云计算和大数据技术的发展，CLI 在服务器操作系统中的作用愈发凸显。它能够与云服务和大数据平台无缝对接，使用户通过命令行实现大规模的数据处理和云资源管理。

#### 5. 服务器—网络服务和协议栈:

**网络服务和协议栈**是确保服务器进行高效网络通信和数据处理的基础。通过集成高效的网络协议和服务，如 DHCP、DNS、HTTP 等，操作系统可以支持多样的网络通信需求，同时也能确保数据传输的速度和完整度。以 TCP/IP 协议为代表的网络协议栈是实现网络通信的核心，对其进行如提升网络性能调优、增强多队列网络接口等的优化工作，可大幅提高操作系统在处理复杂网络环境下的表现。网络服务通常指网页服务器、邮件服务器、FTP 服务等，它们支持

不同类型的网络通信和数据交换，为用户提供稳定和高效的网络通信环境，可满足云计算环境中企业用户对网络性能的要求。除了基础的网络功能，操作系统还提供了诸如 SSL/TLS 加密、IPSec VPN、防火墙配置等网安功能。随着云计算和大数据的发展，网络服务和协议栈也在处理高速数据、大规模并发连接和复杂网络拓扑方面展现了出色的能力，从而使操作系统能够有效地支持云服务、大数据处理、远程访问和多种网络应用。

## **6. 服务器—虚拟化：**

虚拟化是一种创建和运行虚拟环境的方法，它允许一台物理硬件系统上同时运行多个被称为虚拟机（VMs）的虚拟实例，这些实例均可模拟不同的操作系统和硬件环境，独立运行其上装载的操作系统和应用程序。在虚拟化的环境中，各个虚拟机相互隔离，确保了单一虚拟机的问题不会影响到其他虚拟机，提升了系统的整体稳定性。同时，虚拟机可以被快速创建、复制、迁移和修改，可在不影响主机系统的情况下供开发人员测试新软件和更新。随着云计算和大数据等新兴技术发展，供应商可利用虚拟化在同一硬件基础上部署众多虚拟机支撑起庞大的云计算服务网络，利用其灵活的适配性根据用户要求进行快速部署，节约硬件成本。

## **7. 服务器—安全和隔离机制：**

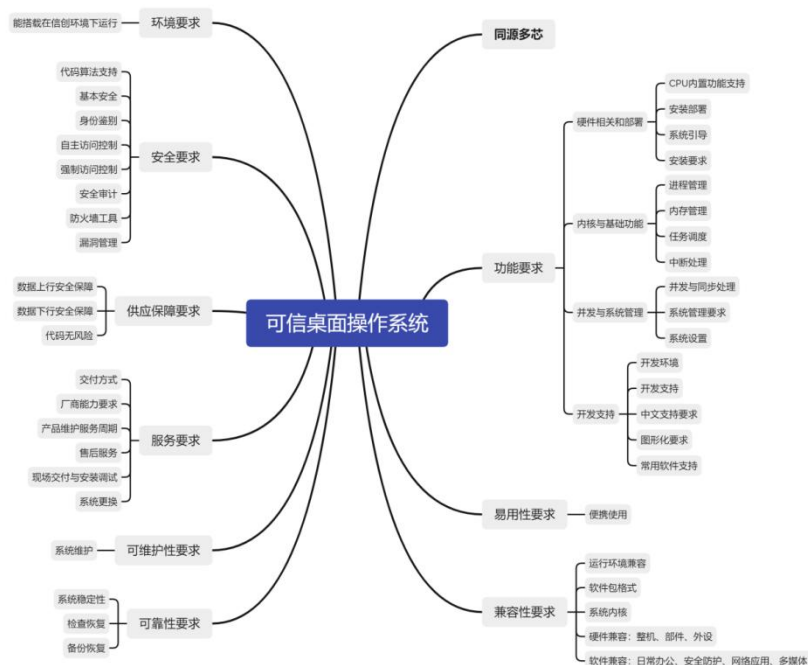
安全和隔离机制是服务器操作系统中的关键组成部分，通过实施多层安全策略和强化隔离机制，为系统提供保护。在系统层面，

通常会装载入侵检测系统、防病毒软件和防火墙等功能，以识别和防御潜在的恶意软件和网络攻击。我国部分操作系统目前已实现在硬件层方面支持市面上主流的所有安全硬件方案；固件层方面支持基于 grub2 的安全启动；内核层方面支持安全签名、防卸载核心等方案，支持国密算法，支持适配芯片级加解密接口和硬件随机数。此外，还有动态度量， TEE 机密计算环境与内核漏洞防护等新技术出现，保障系统运行安全。

### (三) 操作系统技术规范

#### 1. 桌面端技术规范：

根据《信息技术 中文 Linux 桌面操作系统技术要求》《安全可靠桌面操作系统技术规范》等标准及业内龙头企业调研成果，桌面操作系统产品技术规范主要包括以下几个模块：

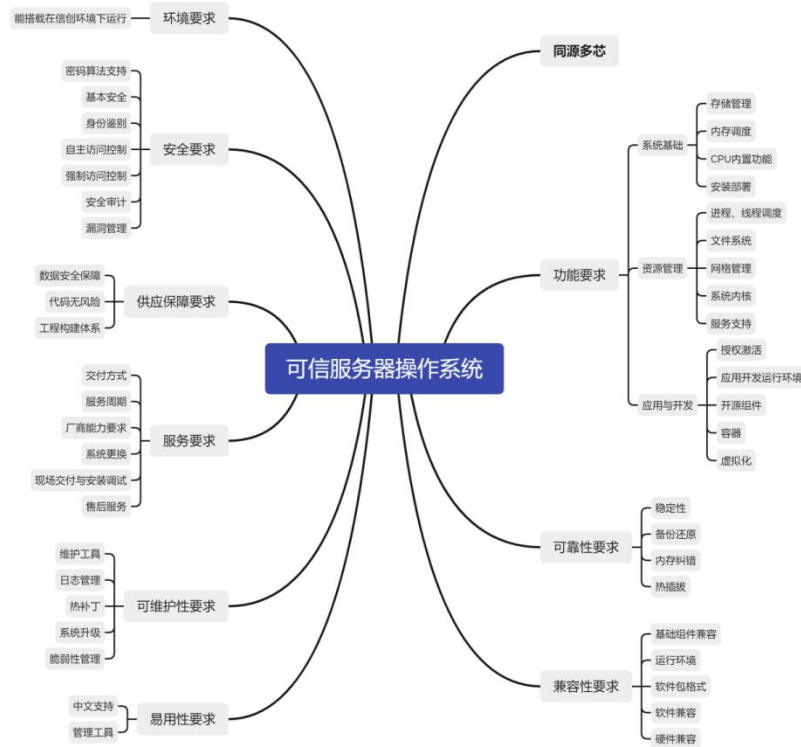


来源：中国信息通信研究院

图 5 可信桌面操作系统技术规范框架

## 2. 服务器技术规范：

根据《信息技术 中文 Linux 服务器操作系统技术要求》《安全可信服务器操作系统技术规范》等标准及业内龙头企业调研成果，服务器操作系统产品技术规范主要包括以下几个模块：



来源：中国信息通信研究院

图 6 可信服务器操作系统技术规范框架

## (四) 开源助力技术发展

### 1. 技术创新与开源：

开源模式鼓励企业通过访问源代码促进操作系统技术创新和

自定义开发。通过这种方式，企业对 Linux 等内核进行符合自己需求的创新改造，例如统信软件提出的分层分类开发理念可以将分散、无序的操作系统开发工作拆解，从内核层、核心层、系统层、应用层及应用场景层五个层级进行划分，并获得包括 OpenAnolis 社区在内的支持响应。性能方面，部分操作系统可依靠文件系统增量扩展框架，有效实现元数据操作的扩展；安全性方面部分操作系统已实现逐级分离 SID2，减少对系统性能的影响；兼容性方面部分操作系统在开发过程中加入 KABI 的检测功能，可以避免产品 KABI 的破坏。

此外，我国在内核开拓能力上已有自己的主导权。例如目前我国部分服务器操作系统支持 4.19 & 5.10 双内核 LTS（Long-term Support）版本，既可以保障 4.19 内核用户的稳定性和兼容性，同时也可以保证与各大硬件厂商的新产品兼容性。

## 2. 社区驱动技术进步：

开放的协作和知识共享推动技术前进。目前，我国开源社区与厂商协作主要有社区开发、社区托管、合作伙伴等三种模式，在推动技术发展上均有明显成果。深度社区 deepin 发行的 deepin WSL 可以让用户在 Windows 上运行 Linux，利用 Windows 的硬件支持和性能优化来运行 Linux 的应用程序，以及体验不同的 Linux 发行版；openEuler 社区于 2020 年发布了社区长期支持版本 openEuler 20.03 LTS，同时发布了基于此的商业发行版；OpenAnolis 社区已发布多

个社区版操作系统，并与多家软件厂商合作发布基于社区版的商业衍生版，于今年发布 Anolis OS 23，同时也与知名硬件厂商如 Intel、AMD 等达成广泛合作，助力操作系统进一步发展。

表 3 开源社区与厂商协作模式一览表

类型	社区开发	社区托管	合作伙伴
协作方式	项目由社区发起，厂商作为贡献者参与	项目由厂商自研，社区作为平台进行管理维护	厂商与社区共同发起项目
优点	创新能力强，社区自主性大	可以吸引第三方开发者参与项目，厂商也可以从中获取建议	互惠互利，厂商可借助社区资源加速开发；社区可借助厂商资源推广项目，提升知名度
典型案例	deepin	阿里云 Dubbo 华为 open Euler	OpenAnolis

来源：公开资料整理

此外，联合培训培养人才也是未来社区与企业合作的又一方向。国内操作系统与社区加快人才培养合作。如统信软件与两个社区（OpenAnolis +open Euler）开展双认证，由厂商提供培训方案，需求者通过一次考试便可以获得统信 UOS UCA 认证工程师和目标社区人才能力评定的双证书，节约了考试成本。

(五) 潜在问题

目前，我国操作系统产业发展迅速，但仍存在以下几个方面的问题。

1. 开源风险：

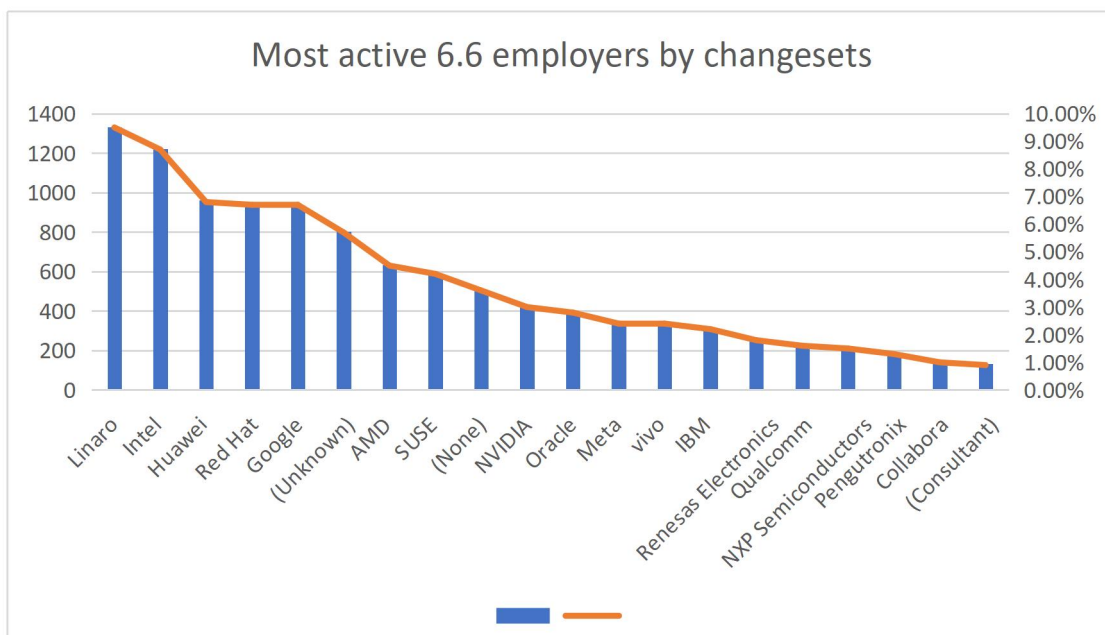
我国操作系统几乎都在主流 Linux 发行版的基础上进行开发，

核心技术如内核、驱动、虚拟化等技术依赖于国外开源社区，创新程度有限。例如，统信软件旗下的 UOS 基于 Debian；麒麟软件旗下的中标麒麟基于红帽社区版 CentOS 与 Fedora；银河麒麟基于 Ubuntu。而社区版的开源项目由于运营问题及贸易冲突存在终止服务和维护的风险，一旦发生此类情况，会对我国操作系统造成诸如无法更新，相关功能无法使用的不利影响。

## 2. 社区代码贡献质量较低：

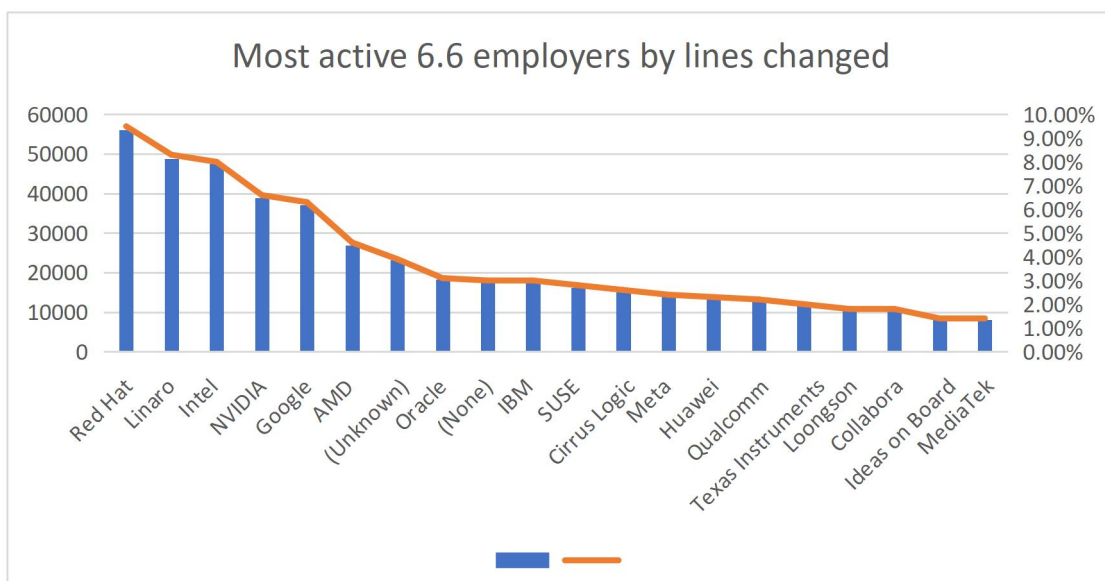
在操作系统方面，我国起步晚，开源项目贡献存在提交次数多、代码质量低、技术储备弱的问题，国内企业在操作系统的核心技术方面话语权仍显不足。例如，对 Linux 开源社区做出积极贡献的几家中国公司中，华为一直名列前茅，在最新的 Linux6.6 版本内核中，按代码提交次数排名，华为为第三名，并同时涉及到架构、内存管理、内核、文件系统等多个领域。但按照代码修改总量排名，国内厂商与第一梯队存在差距。





来源: lwn.net, 2023

图 7 按代码提交次数排名的活跃贡献者情况



来源: lwn.net, 2023

图 8 按代码修改行数排名的活跃贡献者情况

### 3. 适配生态及迁移能力有待加强:

目标用户迁移关键在于系统适配迁移。我国大多数用户及企业

使用的操作系统均为 Windows 或 MacOS，我国操作系统想要占领市场，需要有完备的方案来解决软件适配问题及数据迁移问题。目前我国各类操作系统也在积极探索相关方案，麒麟信安打造了适用于多行业的 CentOS 操作系统迁移解决方案，拓展了云桌面、数据安全存储产品在金融、政务等领域的应用案例，并积极开展云桌面、数据安全存储等产品在电力领域的应用验证。<sup>2</sup>统信软件提供了多种解决方案，软硬件迁移方案有统信有应（模拟 Windows 环境组件和 DLL）、统信有墨（专注于外设驱动迁移）、统信有往（为 B/S 架构业务系统提供插件迁移平台）三种；B/S 应用迁移方案有统信有来（可运行 IE 浏览器开发）、统信有乔（实现 Windows 系统及应用和数据的平滑迁移）两种；以及采用应用虚拟化技术的全栈式应用解决方案，目前软硬件兼容数已实现 506 万。

#### 4. 人才建设基础仍显薄弱：

操作系统发展需要相适配的人才培养体系支撑。我国传统教育培训体系偏向于理论教育层面，对符合市场实际的操作技能培养欠缺。例如，就开源领域的国内教育而言，目前仅有部分国内高校开设了开源通识课程，而这些课程的开设对象也仅限于部分计算机专业及软件专业的学生。相反，美国在人才培养方面进行了诸如教学平台共建、组织实践活动等尝试，取得了学生开源开发者在全球占比达 32% 的成果。另外在社会教育层面，我国也缺少类似于欧盟

---

<sup>2</sup> 来源：《麒麟信安证券研究报告》

2022 年在 Intigriti 平台上设立的开源漏洞奖励计划的激励性政策。

这些问题都折射出我国在人才培养方面的不足。

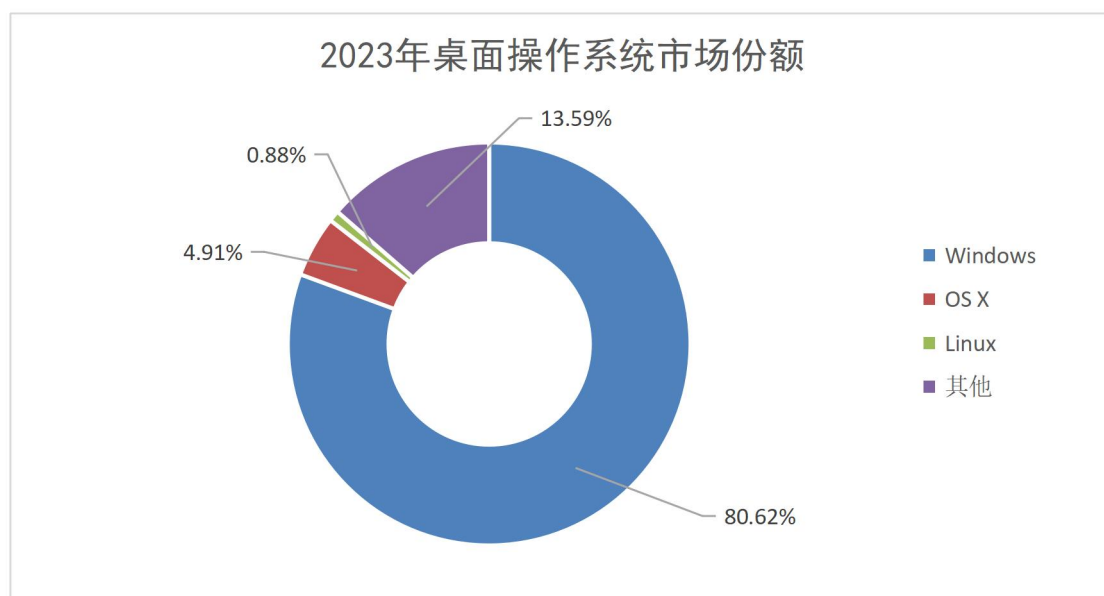
## 5. 新技术融合需加快推进：

与新兴技术结合，提升关键领域产业竞争力。现阶段，以云计算、大数据、人工智能、物联网等为代表的新兴技术产业发展蓬勃，通过这些新技术增强传统操作系统的功能和用户体验是未来的趋势。早在 2006 年，Amazon AWS 通过为客户提供 EC2 服务，在服务器操作系统赛道上成功超越 Red Hat。2023 年 9 月，微软在 windows11 的更新中集成了由 OpenAI 进行技术支持的大语言模型 Copilot，旨在为用户提供多场景的个性化帮助。用户可以通过输入文本的方式来启动工具，也可以向 Copilot 提问，获得智能化搜索建议与各类任务的解决方案。国内社区生态相继形成，2023 年 9 月统信软件运营的深度社区正式官宣 deepin 成为首个接入大模型的开源操作系统，为用户在智能全局搜索、邮件、浏览器三大应用方面实现了主流大模型的能力接入。2023 年 12 月，openKylin AI 亮相 2023 年 CCF 中国软件大会，从用户和开发者两个方面提升 AI 应用能力。我国云计算、大数据等领域有着技术能力突出，应用场景丰富等优势，可以与操作系统进一步融合发展，实现弯道超车。

### 三、我国操作系统产业市场分析

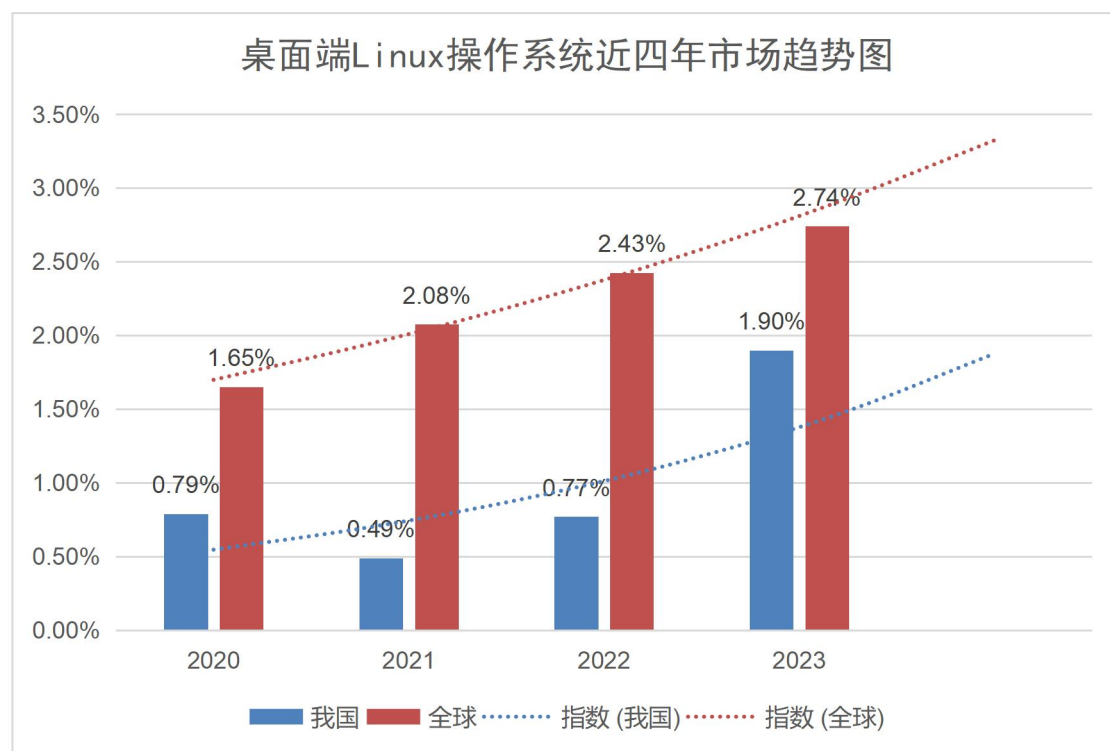
#### (一) 桌面端操作系统市场分析

我国桌面端操作系统市场情况与全球市场情况逐渐趋同。国内市场层面，截至 2023 年 7 月，Windows 依旧以其丰富的生态和庞大的用户基数排名第一，占据 80.62% 的市场份额，相较于全球 64.27% 的市场份额有所增加。排名第二的是 OSX，市场占比为 4.91%，低于全球市场份额。虽然 Linux 市场占比为 0.88%，低于全球水平，但从全球发展趋势来看，Linux 桌面在我国市场上仍有良好的发展前景：过去几年，Linux 桌面端操作系统在全球和国内市场均呈现增长上扬趋势。其中国内市场增速尤其突出显著，按照近四年增速测算，有望于 2028 年超越全球市场平均水平。



来源：Statcounter, 2023

图 9 2023 年桌面操作系统市场份额



来源：Statcounter, 2023

图 10 桌面端 Linux 操作系统近四年市场趋势图

国内市场，在通用市场领域，呈现由统信软件和麒麟软件两方主导的双头部格局，当前，统信软件呈现产业领先优势。根据第三方研究统计及近期市场案例，国内通用市场头部效应显著。其中，截止 2023 年，统信 UOS 桌面端在通用市场保持市占率第一。结合党政、金融、交通等行业信创改造趋势，统信软件实现金融、电力、政务等领域关键场景全面覆盖。与此同时，麒麟软件在党政、行业信息化及国家重大工程建设方面也提供了强力支撑。

### 专栏 1 我国操作系统支持金融行业发展

中国工商银行作为金融级机构，试点覆盖区域广、支持难度大，且涉及科技三大中心及全国 35 家分行，7 大业务系统。同时对于合规要求极高，终端配置数量大，集中部署架构复杂，网络环境复杂。从 2020 年初起，经由 3 年时间，已全面完成业务系统对接与迁移，真正实现“真替真用”，实现国内操作系统的平滑切换，满足新系统与原有业务系统对接需求，保障银行业务持续稳定运行。目前已交付桌面操作系统 6.8 万套，覆盖全国 35 家分行，涉及 200 多项业务应用系统。同时成功对接行方认证中心，AAM、TMS、CDN、SOC 等业务系统和网络准入设备，让智能终端在采购部署后，可以使用统一账号登录行方各业务系统，使用局域网内打印机并管控打印行为，动态灵活调整以适应不同需求场景，提升业务效率。

## 专栏 2 我国操作系统支持电力行业发展

南方电网作为两大发电集团之一，业务系统种类繁多，面临迁移困难、组织结构复杂，终端类型多，面临终端统一管控困难、利旧终端比重大，存在不兼容情况等问题。基于此，我国某操作系统采用桌面域管管理方案，实现集团对一、二级单位的桌面信息化域管管理，同时提供了如彩虹、全栈、有来、有往等多手段迁移方案和产品，为企业复杂环境下迁移提供了多种手段。截至目前，已交付桌面操作系统 10 万多套、交付服务器操作系统 300 套、适配各种

外设 340 多款，定制终端管控接入模块。

### 专栏 3 我国操作系统支持税务领域发展

国税总局涉及全国 19 个区域( 16 个省市地区和 3 个派出机构)，用户体量大、分布范围广，实施交付场景复杂。同时具有多种终端型号，适配兼容性要求高；大量利旧和新增外设，适配工作量大，且业务系统依赖 IE ActiveX 插件，迁移难度大。针对此，我国某操作系统进行专属方案定制，目前已顺利交付桌面操作系统 4 万多套，适配各种外设 5800 多台，同时适配垂直业务 20 余项。

### 专栏 4 我国操作系统支持邮政物流领域发展

中国邮政集团由财政部依据国家法律、行政法规等规定代表国务院履行出资人职责，以邮政、快递物流、金融、电子商务等为主业，实行多元化经营，业务场景复杂，迁移适配难度较大。针对此，我国某操作系统通过自有迁移方案，适配多场景业务工作，成为中国邮政桌面操作系统集采项目主选供应商，中标 30 万套桌面 OS。此次招标是中国邮政第一次大批量采购国产操作系统，对信创产业起到了一定的推动作用。

### 专栏 5 我国操作系统支持教育领域发展

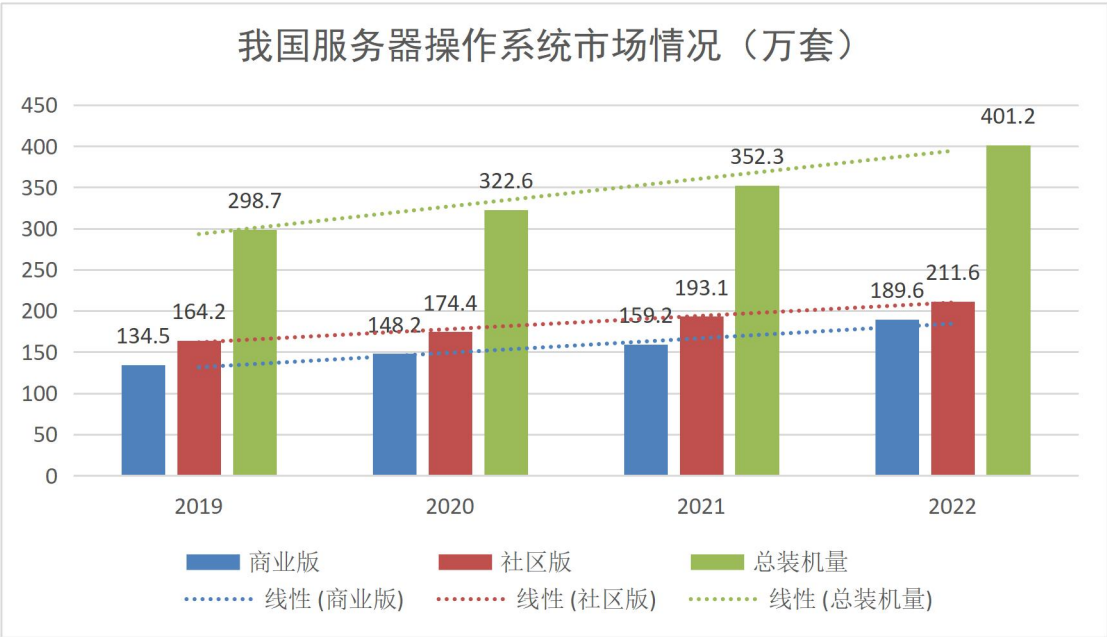
北京市丰台区教委正版化项目需采购 20000 套桌面操作系统，意图适配智慧教学新范式，丰富教学场景，促进教育生态形成。某厂商依据其涵盖超过 30 个省市区域、3000 所大中小学、25000 名产教师资、超 100 万人次的教育信创大生态解决方案中标该项目，用数字技术推动中国教育行业信息系统的发展创新与行业数字化转型升级。

## (二) 服务器操作系统市场分析

从整体来看，我国服务器操作系统市场潜力巨大，总市场规模逐年提高。截至 2023 年初，我国服务器操作系统市场总装机量达到 401.2 万套，较去年同期有 13.9% 的增长率。同时，商业版装机量也有 19.1% 的上涨幅度，我国服务器操作系统已受到市场用户认可，叠加 Red Hat 停服等事件带来的影响，市场仍存在巨大发展潜力。从行业分布来看，商业版服务器操作系统的主要客户是政府、金融、互联网及电信行业，行业特质明显，集中于国有企业和政府部门。同时，根据调研，用户市场呈现双品牌策略趋势：金融行业，广西农信在已装备麒麟操作系统的基础上增购统信软件的操作系统；上海银行、浦发银行在二期采购中将统信软件和麒麟软件两个品牌的操作系统均列为采购项。电力行业中，南方电网在选购凝思和湖南麒麟产品的基础上又邀请了统信软件和麒麟软件的加入。这说明目前在头部产品技术水平趋近背景下，用户对于供应商服务

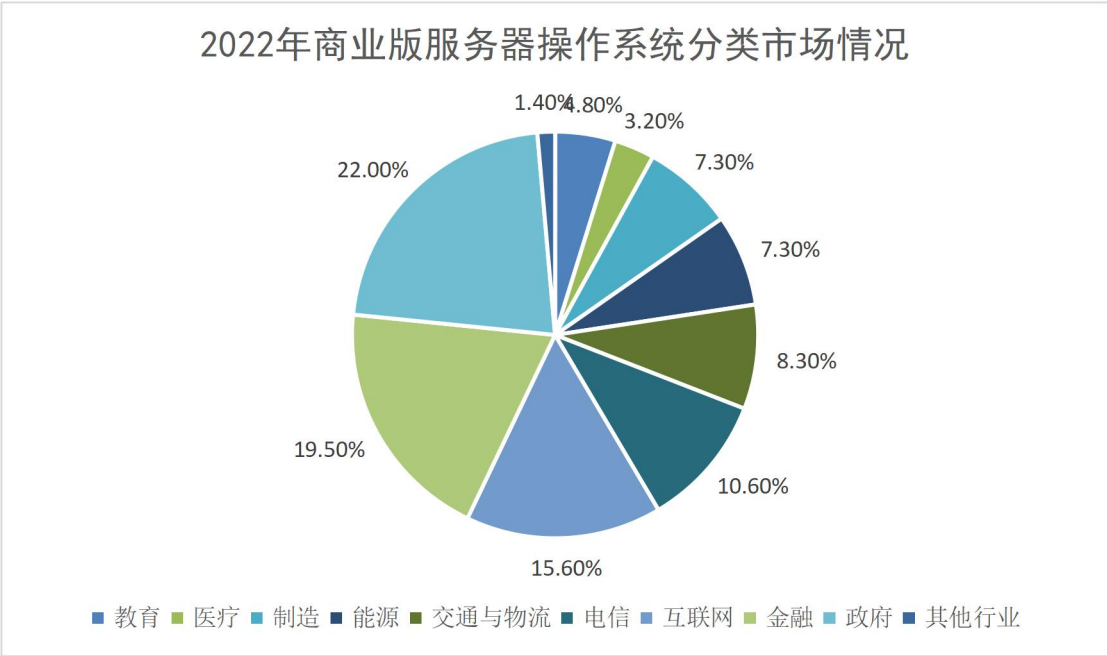


能力、供应链安全等更为看重，从而选择双品牌实现利益最大化。



来源：沙利文研究，2023

图 11 我国服务器操作系统市场情况



来源：沙利文研究，2023

图 12 2022 年商业版服务器操作系统分类市场情况

从厂商方面来看，各大操作系统均有发力，呈现百花齐放态势。社区版操作系统部署规模稳定增长，龙蜥社区版操作系统装机量目前已超过 500 万台，open Euler 系服务器装机量在 2022 年也超过了 103 万台。商业版操作系统购买量增速显著，麒麟软件 2022 年营业收入已超 11 亿元，统信软件是 2023 年中国通用市场服务器操作系统份额增长最快的厂商，据半年报披露营业额已增长 170%，其主要增长部分来自 CentOS 宣布停服而带来的服务器的放量采购。

#### 专栏 6 我国操作系统支持政务领域发展

北京市政府服务系统涉及 16 个市辖区、100 多家用户单位，分布广、需求多，交付压力大。同时民生服务面向全市数千万用户，对需求响应及时性要求高，工作设备繁多、新旧并存，面临众多适配和兼容性问题。针对此，我国某操作系统使用标准迁移服务，目前已顺利达成全市覆盖率达到 99.6%，交付桌面操作系统 15 多万套，交付服务器操作系统 1600 多套，迁移业务系统 1000 余套。

#### 专栏 7 我国操作系统支持石油行业发展

长期以来，国家石油天然气管网集团始终坚持“打造智慧互联大管网，构建公平开放大平台，培育创新成长新生态”的“两大一新”战略目标。为了保障我国能源稳定供应，保障管网油田数字化建设，我国某服务器操作系统通过服务器全栈迁移解决方案，从最

底层保障操作系统的安全、易用，为油气管网的数字化建设夯实安全基座。

### (三) 潜在问题

国内操作系统已经经历了萌芽阶段、起步阶段、发展阶段，正在向普及阶段迈进。市场方面目前已基本完成非通用行业的部署，通用行业也有多家银行和国央企采购了相关操作系统产品，但民用领域几乎罕见踪迹。如何加强民用操作系统领域的技术支持，是接下来国内操作系统需考虑的方向。

#### 1. 市场存在供需互信瓶颈：

市场互信缺乏，国际企业已取得先发优势，同时客户对信创产品的质量认同仍处于观望状态，大规模推广前亟需通过可信权威认证评估打破质量担忧。例如，桌面操作系统民用市场几乎被 Wintel 体系垄断，用户已经形成对 Windows 操作界面的惯性依赖，再加上围绕 Windows 所建立的一系列生态软件体系，普通用户几乎没有动力去放弃 Windows 尝试其他产品。即使用户需要转换操作系统，也会出于对生态体系和售后服务的双重考虑，优先选择稳定性较好的 MacOS。

#### 2. 用户需求存在感知壁垒：

不同行业不同场景不同环节的用户需求定制化，尤以大型国有企业情况显著，在现有指标“门槛化”的情况下，如何迭代“先进”

标准，如何赋能全流程成为重要任务。目前我国应用软件主要应用  
在非通用行业，大部分行业仍处于未普及阶段，围绕操作系统建立  
的应用软件生态体系仍未完善，造成用户使用感不佳。而用户使用  
感不佳会导致第三方软件厂商对于非 Windows 系操作系统适配性  
不高，加强生态体系负向循环，同时使操作系统本身也难以经历验  
证和迭代优化的完整生命周期，加大了生态体系建设的难度。此外，  
用户也会考虑安全性与迁移成本，这要求我国操作系统厂商有着足  
够的硬实力，能够解决市场扩大化后的出现的一系列技术和服务问  
题。

### 3. 社区版产品应用带来风险：

社区版风险依然存在，迭代、运维、安全压力促使采购安装更  
加注重服务和保障能力提升。随着 CentOS 停服，很多公司目前直  
接利用社区版的国内服务器操作系统，而非商业版，从中长期看，  
社区版本不仅生命周期短，而且一旦企业搭载核心数据，便会出现  
维护风险。



来源：第三方材料整理

图 13 社区发行版开源操作系统情况

CentOS 社区免费版被大量企业级应用，是因为其是基于红帽 RHEL 商业版发行的下游社区版本，以商业发行版为背书，不提供任何商业支持服务，企业在有维护能力的情况下可以使用。而国内目前流行的社区版操作系统是上游社区版本，上游社区的发展模式是以试错创新为特点的发展道路，全球用户少有以根社区版本作为企业基础架构，存在不确定性风险。故此用户可根据自身情况选择合适的版本：大规模迁移或有核心应用场景可采取商业版本，或采取商业版本+社区版本相结合的方式增加稳定性；非核心场景应用且用户自身有维护能力，可以使用基于商业版本衍生的下游社区免费版本，如 2022 年 12 月统信软件发布的基于服务器 UOS V20 商业版的免费授权使用版。用户可以通过自服务的方式，获取服务器操作系统 V20 的“终身免费授权”，统信软件对免费使用授权版本不

提供商业支持服务。

## 四、我国操作系统生态模式

### (一) 典型生态系统

操作系统的产业生态涉及到上下游多个环节，主流操作系统由于发布时间早，与上下游产业共同成长，适配性高，按照生态建设模式衍生出了几类不同发展路线。

#### 1. 桌面端：

目前国外操作系统生态多路线交相辉映，桌面端 **Wintel**、**MacOS**、**RedHat** 三种路线基于三种商业机制推进：以 **Wintel** 为代表的许可授权制；以 **MacOS** 为代表的产品绑定制；以 **RedHat** 为代表的技术服务制。<sup>3</sup>

**Windows** 通过与 **Intel** 建立强绑定合作关系，快速占据市场并形成行业标准，同时凭借其丰富的第三方应用建立了被称为 **Wintel** 体系的软硬件生态，为用户提供一站式解决方案。其商业盈利模式是通过许可授权，即通过向个人电脑制造商出售 **Windows** 操作系统的许可证来获利。制造商每生产一台装有 **Windows** 系统的电脑，就需要向 **Microsoft** 支付许可费。

**MacOS** 则是从其相对封闭的底层硬件出发，依托其终端产品（如 **iPad** 和 **iPhone**），应用开发平台及庞大的自有应用商店建立了

---

<sup>3</sup> 资料来源：《我国信息技术应用创新关键技术、核心生态研究》

应用生态。其盈利模式为产品捆绑，即将 MacOS 作为苹果硬件产品的一部分出售，同时销售平台的软件和应用服务来获利。

RedHat 则依靠 Linux 开源生态，向企业用户提供付费的专业的技术服务与应用。Linux 生态借助开源协作和社区力量，打造了涵盖 GNOME、KDE、DDE 等多样化的桌面环境；同时由于其内核的高度可配置性，能够适配各类主流硬件。此外，Linux 也与开放标准合作，提升用户体验，通过 Flatpak 等技术创新推动软件部署的便捷性，满足了从通用计算到专业工作站的广泛应用需求。

## 2. 服务器端：

全球服务器操作系统经历了几个主要阶段。早期阶段以 Unix 为主流操作系统，后来 Linux 逐渐崭露头角并成为主流操作系统之一。之后 Windows Server 也在企业领域占有一席之地。

目前，服务器端以 Linux 为主形成三大路线应用：Linux 以其开源、灵活性和安全性受到广泛欢迎，市场份额不断增长。Windows Server 则在企业中占据重要地位，特别是在基于 Microsoft 解决方案的环境中。Unix 虽然在某些领域仍然存在，但在整体市场中已经较少见。

在生态系统方面，Linux 生态系统包括诸多发行版（如 Ubuntu、Red Hat、CentOS 等）和开源工具，Windows Server 生态系统则涵盖了 Microsoft 的一系列解决方案和第三方应用。Unix 生态系统则较为封闭，主要依赖于特定厂商的支持。

## (二) 产业发展方向

### 1. 开源社区国际化:

上游社区正在探索国际化，目前处于前列。《“十四五”软件和信息技术服务业发展规划》中提出，到 2025 年建设 2-3 个有国际影响力的开源社区。目前，各家开源社区正在积极探索国际化道路，且取得一定成就。例如，deepin 社区经过 19 年的不断开发、演进，目前是亚洲最活跃的开源桌面操作系统社区，全球下载量超过了 8000 万，支持 33 种语言，在全球 35 个国家拥有 100 余个镜像站点。其代码不仅在 GitHub 上供全球开发者审阅和使用，更有西班牙、土耳其，俄罗斯、拉脱维亚等不同国家的开源爱好者维护当地 deepin 版本，并在 2023 年成为首家实现在微软 Windows 商店上架的一款中国桌面操作系统，国际化建设已经走在前列。此外，统信软件将玲珑包捐给开放原子开源基金会，促进开源社区国际化进一步发展。

### 2. 迁移适配:

**内核路线集聚，推动行业统一。**国内开源行业研究认为，应在保持社区独立运营、公平公正的前提下，将组织社区形成合力，在 OS 内核版本确定、软件包格式等方面深度协同，减少资源重复投入。目前，我国部分操作系统厂商已联合制定相关发展计划，预计围绕 6.X 内核展开研究，待稳定后随大版本发布。



2020年	2021年	2022年	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年	2029年
V20版本					2025年版本				
1000-1050版本			1060-1070版本		<ul style="list-style-type: none"><li>● 基于6.X内核</li><li>● 与原子基金会共同推进内核统一，促进国产操作系统终结内核碎片化，合力促进行业发展</li></ul>				
主线基于LTS 4.19内核，合入5.X高内核价值特性，满足主流业务所需功能和特性			支持4.19和5.10双内核						

来源：第三方材料整理

图 14 围绕 6.X 内核的操作系统发展计划路线图

### 3. 生态建设方案：

目前我国操作系统已初步形成自有生态建设方案，围绕软硬件生态建设，依托生态社区建立相关行业联盟与重点计划，推动生态链产业体系发展。

软硬件建设方面，我国某操作系统与核心 CPU 厂商建立沟通机制，与多家 CPU 厂商成立联合实验室，同时积极推动生态社区的成长。硬件兼容认证体系 UHQL 进一步强化了设备驱动的质量标准，确保了操作系统与硬件之间的良好兼容。

行业联盟方面，同心生态联盟聚集了 1000 余家成员单位，组织了众多交流活动，同时建设有网络平台，分享成员动态，助力联合解决方案的推广；由国内众多厂商参与的全栈式一体化支撑平台搭建了“产、学、研、用”的联合调优调测平台，促进了软硬件生态的融合。麒麟软件安全生态联盟于 2023 年 12 月完成第四批成员单位吸纳，联盟成员单位数量达 80 家。

重点计划方面，外设联合攻关计划致力于完善产业链和信息安

全保障，通过外设联合攻关平台，统一外设驱动的标准和验证机制，扩展了操作系统的驱动适配生态。统信软件主导的 UAPP 主动安全防护计划集合国内安全相关厂商，共同提升操作系统的安全水平，构建基础软件平台的安全底座，目前参与厂商数超过 130 家，共享病毒样本规模突破 250 万。

### (三) 潜在发展问题

#### 1. 产业链建设：

操作系统是一个严重依赖产业链生态的行业，需要上下游产业的共同支撑。从上游产业看，硬件厂商提供操作系统运行的基础硬件平台，是关键环节。现阶段国内硬件厂商对于操作系统产业发展积极响应配合，重点产品已具备行业应用能力，适配我国操作系统；但国际上仍缺乏主流硬件厂商对我国基础软件的支持。从下游产业看，应用软件是操作系统投入实际使用的重要领域，与操作系统的适配性决定了生态建设的成熟度。目前在部分不需要特殊工具类软件的行业，如农业、畜牧业、矿业等，我国第三方应用生态能够基本满足需求；但对于需要 EDA、ERP 等工具类软件的行业，适配 Linux 操作系统的国内软件与国外成熟产品相比尚有欠缺，无法直接使用，仍需在未来产业化进程中进一步验证。从操作系统产业本身看，进入行业的公司数量逐年上升，且产品在各自领域内都有一定的应用，但同质化问题严重。另外产业上下游仍未进行整合，造

成操作系统产业生态目前呈现碎片化、同质化的格局。

对此，在桌面操作系统领域，22 年 5 月，统信发布首个中国主导全球桌面系统根社区 deepin，同年 6 月麒麟软件宣布 openKylin 根社区发布。在服务器操作系统领域，以 OpenAnolis 为代表的开源社区也在积极探索根社区的建设道路，其余行业龙头代表如阿里云、浪潮、中国移动、统信软件、麒麟软件等也通过其他方式加入到开源根社区建设中，如统信软件在 Red Hat 宣布停止对 CentOS 8 的服务和维护后开始积极布局基于商业版的下游衍生版本，已于 2022 年 12 月正式发布，截至 11 月底，已有 14601 套免费使用授权注册量。

## **2. 标准协同：**

目前国内操作系统产业在开源标准建设方面尚需进一步完善。国内开源社区未形成统一的标准，存在技术分散、重复运维、开发频繁等问题，需要有关部门发挥引导作用，从目前开源公共服务出发，结合国内开源社区运营规律，联合行业开源社区联盟与开源基金会进行统一标准编制，规范社区成熟运营能力，从而形成标准体系—专业测试—市场培育的有效机制。

## **五、建议与展望**

### **(一) 产学结合，增强行业发展内生动力**

从产业链出发，建立体系化的人才培养方案。通过校企合作和

实践项目加快人才培育进程，鼓励学生参与开源项目，贡献代码。同时，高校应增设与操作系统开发和测试认证相关的课程，为其从学校到企业的顺利过渡提供支持。此外，企业可以与学校合作建立开发测试培训基地，提供相应的培训班和行业技能大赛，激励优秀开发者和团队，加强职业技能培训。从人才培育出发，推动我国操作系统技术的发展和科研成果的落地应用。

## **(二) 多措并举，推动生态产业良性互动**

生态建设需各方协同推进，从行业标准、产业生态及服务场景三方面入手。行业标准方面，政府部门可牵头联合行业相关专家进行制定和推广统一的行业标准和接口协议，建立成熟的行业评价测试体系，减少适配成本，促进产业链上下游的无缝连接和高效协作。

产业生态方面，需要加强上下游产业协同合作，硬件产业应持续优化硬件产品，确保其技术与国际标准相符，提升兼容性，吸引更多国际硬件厂商的关注和合作；软件行业需针对 EDA、ERP 等特定行业工具类软件，加大研发投入，推动技术迭代创新，同时与具体行业紧密合作，了解行业需求，定制化开发相应的应用软件，提升适配性和用户体验；操作系统产业应继续倡导和强化开源精神，促进知识共享和技术创新，共同推动产业链的健康发展。

服务场景方面，多终端设备互联将成为未来的发展重点，对协议支持、低功耗、模块化、功能丰富度、安全性等方面都提出了要

求。微内核分布式架构可实现多场景差异化部署，能够有效节约资源，针对多终端设备迅速定制，是研究的重要方向。

### **(三) 场景融合，衍生操作系统创新形态**

未来云原生操作系统，特别是支持容器化和微服务架构的系统，将成为主流。操作系统可以从分布式计算、自动化部署和弹性扩展等方面进行研究，满足云环境下的高效能和可靠性需求。同时，操作系统也可以在云管理和跨云运营方面进行创新，提供更加统一和智能的资源管理工具，以适应多云和混合云策略的需求。

同时随着人工智能技术的进步，操作系统也将集成更多智能功能，如预测性维护、资源优化和自动化安全管理等。操作系统将利用机器学习算法，优化系统性能和资源分配，提高能效比和处理效率。智能化的安全管理能力也将成为重点，系统能够自动检测和响应安全威胁，提高整体的系统安全性。此外，操作系统也可以加强对于大语言模型和实时分析智能算法的支持，帮助用户从海量资源中获取洞察，支持决策制定。

### **(四) 服务出海，建设国际一流产业质量**

随着我国操作系统技术的成熟与创新，服务出海将成为其发展的重要方向。国际市场对于高效、安全、可靠的操作系统的需求日益增长，我国操作系统凭借其技术创新和成本效益优势，有机会在全球范围内赢得更多认可和应用。

产业方面可以先行建立与国际技术社区的合作桥梁，加强与全球科技公司和研究机构的交流合作。通过参与国际技术标准制定、开源项目合作等方式，提升我国操作系统在国际舞台的影响力。同时利用国际展会、技术论坛和网络平台等多种渠道，展示技术优势和相关应用案例，增强国际知名度。通过不断的技术迭代和市场拓展，我国操作系统服务出海的道路将更加宽广，同时也将为全球信息技术生态的多元化和创新发展做出贡献。



云计算标准和开源推进委员会  
Open source and Standard for Cloud Advance Reform