



# 软件体系结构

## 《软件体系结构作业一》

学 号 22920212204396

姓 名 黄子安

2024 年 3 月 15 日

## 题一：任选一位图灵奖获得者，简要分析他（她）的成长和获奖

### 一、科学家家庭的学霸—天资聪颖

Dijkstra 在荷兰鹿特丹长大，他的父亲 Douwe Wybe Dijkstra 是一位化学家，他的母亲 Brechtje Cornelia Kruyper 是一位数学家。这种充满科学气息的家庭背景对于他的职业生涯乃至他的整个人生都有着深刻的影响。Dijkstra 在当地的 Gymnasium Erasmianum 读高中，由于高中毕业时数学、物理、化学、生物都是满分，在老师和父母的劝说下，他于 1948 年考入了 Leyden 大学学习理论物理学。

在大学期间，世界上最早的电子计算机出现了。由于 Dijkstra 在三年之内就取得了学士学位，这令他的父亲非常高兴，并在 1951 年 9 月同意他去英国参加一个由剑桥大学开设的夏季课程，学习电子计算装置程序设计的课程。这个课程的讲师是著名的 M. V. Wilkes，由于出色的知识储备（超级学霸），当时还是学生的 Dijkstra 获得了一个难得的机会——Van Wijngaarden 请他到阿姆斯特丹作为一名程序设计人员为自己工作。至此，Dijkstra 的程序设计生涯开始了。

### 二、1956，一个奇迹被“简单”的创造了一抓住机遇

在阿姆斯特丹，Dijkstra 首次体验了程序设计，之后陆续为很多机器研制开发了软件。1956 年，为了展示新计算机 ARMAC 的计算能力，初试身手的 Dijkstra 搞出了他的算法处女作——Shortest Path Algorithm，也就是著名的最短路径算法。据 Dijkstra 自述，他研究最

短路径算法的时候连纸笔都没用。

他后来还在采访中提到，他的最短路径算法之所以能如此简洁，是因为当时在咖啡店里没有纸和笔，这强迫他在思考时避免复杂，尽可能追求简单。事实上，只要你稍加关注他的访谈和文章，经常能发现一个论点：资源的匮乏往往最能激发创造性。

当时的算法研究还比较原始，牛人们忙着用计算机做数值计算，对离散算法不屑一顾；学者们都不认为这能成为一个数学问题：两点之间的路径数量是有限的，其中必然有一条最短的，这算什么问题呢？所以那时连一个像样的专注于离散算法的专业期刊都没有。因此 Dijkstra 推迟发表了自己算法处女作，直到 1959 年，他才把这个算法发表在了 *Numerische Mathematik* 的创刊号上。Dijkstra 因为最短路径算法一战成名，在之后的几十年里，直到今天，这个算法被广泛应用在各个行业。

1952 至 1956 年间，程序设计经历了演变的过程：一方面是由于系统分组的复杂性要求一个更具结构性的操作系统，另一方面是由于科学、数学上关于程序设计的态度都提出了一个清楚的、关于如何提高工作效率的观点。最短路径算法是在这方面取得的突出进展，Dijkstra 可以说是因此一战成名。

因为这种演变是全球性的，在全世界的推动下，一个科学的计算机语言基础：ALGOL，不久就诞生了。

在没日没夜地工作了 8 个月后，Dijkstra 发明出了 ALGO 60，为了 ALGO 60，Dijkstra 发表了一篇石破天惊的文章：Recursive

Programming。至此人们才知道，原来高级语言也可以高效地实现递归。从此以后，所有程序员不可避免地和 Dijkstra 发明的一个词(或者说概念)打交道：堆栈。

ALGOL 让 Dijkstra 获得了图灵奖，还让 Dijkstra 深入地思考了多道程序设计的问题，最终发明了每个系统程序员都绕不开的概念：semaphore。

如果说最短路径算法使 Dijkstra 锋芒初露，那么 ALGO 60 真正让他奠定了“江湖地位”。

1958 年，Dijkstra 代表 Dutch MC 出席了 11 月在 Mainz 召开的会议，那是一个定义 ALGOL 详述的准备会议。1958 年的最后一个月，Dijkstra 给 ALGOL 60 下了这样的定义：“一个奇迹就被这样简单的创造了。”

### 三、偏见与经典—坚持本心

即使是 Dijkstra 这样的天才，人生也有不如意的时期。1962 年，Dijkstra 开始在 TH Eindhoven 任全职教授，虽然在国外已经被认为是计算机科学的主席，但在这里 Dijkstra 位置实际上只是一个数学教授。他的同事们对于计算机科学一直带有偏见，导致 Dijkstra 第一个学生的论文被他在 EindhovenTH 上的同事拒收了。对于他和他的妻子来说，那段不景气的日子是他们一生中最困难的时期。

但是这种小挫折并不能妨碍像 Dijkstra 这样的牛人创造历史。他一边教数值分析，一边着手开发一个新的操作系统，并培养计算机

科学家。几年后，THE Multiprogramming System 横空出世。THE 是第一个支持松散耦合，显式同步的进程并由此使得严格证明系统没有死锁变得容易的操作系统。

此后，Dijkstra 进入了学术上最活跃的时期，他接着投入到编写结构化编程笔记中去，尽管 Eindhoven 的同事们对此不是保持沉默、就是完全消极的反应，但 Dijkstra 选择了正确的还击方式：他给欧洲和美国的同事们复印了 20 多份稿件。

于是，经典就此诞生了，Dijkstra 从此被尊为“结构化编程的奠基人”。

传奇仍在继续，由于计算机变得越来越强大，程序设计和维护的方式跟不上软件复杂度的快速上升，世界进入了“软件危机”。1968 年，Dijkstra 给 ACM 通讯写了一篇短文，该文后改成信件形式刊登，以便早日发表，这就是具有历史意义的、著名的“Go To Letter”。

Dijkstra 在信中建议：“Go To 语句太容易把程序弄乱，应从一切高级语言中去掉；只用三种基本控制结构就可以写各种程序，而这样的程序可以由上而下阅读而不会返回”。这封信引起了激烈的讨论。人们逐渐认识到：不是一个简单地去掉 Go To 的问题，而是促进一种新的程序设计观念、方法和风格，以期显著提高软件生产率和降低软件维护代价。

在 1960 年代后期，Dijkstra 解决了多个图论算法问题，他发表关于并发程序控制的论文，开创了分布式计算和并发计算的领域，且最先定义了互斥和死锁并提出了解法。

他和 Jaap Zonneveld 一起写了第一个 ALGOL 60 的编译器，这是最早支持递归的编译器。他们约定项目结束前都不许刮胡子，Zonneveld 在结束后很快剃掉了胡子，而 Dijkstra 从此一直留着胡子。

在分布式计算方面，除了定义前面提到的互斥、死锁等并发控制的基础概念和问题，他还开创了自稳定系统这个子领域，并且是最早对容错系统进行研究的人。

分布式计算最权威的会议是 PODC，“PODC 影响力论文奖”是分布式计算领域最高的荣誉，它认可的是经过时间考验的重要成就。

Leslie Lamport 曾经评价到，PODC 之所以存在就是因为 Dijkstra。

后来 Dijkstra 减少了在 Eindhoven TH 的工作，自 1973 年起，成了 Burroughs 的一名研究员。在工作中，Dijkstra 有机会多次参观了美国的得克萨斯州立大学，对整个美国的好客给他和他的妻子印象颇深，1984 年，他和妻子决定搬到美国，去到得克萨斯州立大学担任计算机科学学院的全职教授。此后在教学生活中，Dijkstra 不停编写、讨论程序设计技术，一做就是 15 年。直到 69 岁，他才结束了作为教授的职业生涯。

## 题二：综述国产软硬件的过去、现在和将来，包括 CPU、数据库、操作系统

### 一、国产 CPU

#### 1、一路坎坷，逐步走上正轨

CPU 是计算机的大脑和心脏，是国家大宗战略产品，也是一个巨复杂系统。CPU 是一个巨复杂系统，它同其他芯片器件不同，CPU 不但强调逻辑控制，还需要有强劲的性能，技术实现难度非常之高，全球能够独立研发高性能 CPU 的国家非常少。

我国处理器研发起步相对较早，但发展历程比较坎坷。上世纪六十年代，计算机系统就是一个大型的中央处理器，体积大，速度慢。那时我国的计算机系统都是自主设计，与国际水平差距不大，标志性产品包括 1965 年 6 月研制的晶体管 109 机、1968 年研制的小规模集成电路 106 机。70 年代以后，大规模集成电路尤其是超大规模集成电路在美国快速发展起来，以英特尔 4004 为标志，真正意义上的微处理器面世，CPU 正式进入商用时代，此后按照摩尔定律持续快速演进。

相反受限于国内经济条件、国际技术封锁等原因，我国虽然研制出了基于大规模集成电路的第三代计算机系统——专用 77 型微机，但丧失了第四代计算机系统（基于超大规模集成电路）的研发机会。从“七五”开始，一直到“九五”，国家对国产 CPU 的支持力度明显

下降，主要科研支持计划都未将其列入。直接导致了 CPU 设计能力基本丧失。

但是，随着国内信息化的加速以及电子信息制造业的快速发展，“缺芯”的问题受到国家高度重视。“十五”期间科技部信息产业部启动了发展国产 CPU 的“泰山计划”。为国产 CPU 的发展点燃了“星星之火”。

除了“泰山计划”外，科技部也在通过“863 计划”对国产 CPU 进行支持。从“十一五”开始，国家通过核高基重大科技专项对国产 CPU 重点企业进行了扶持。“十二五”以来，国家通过集成电路产业优惠政策、产业基金等措施扶持国产 CPU 产业，国内培育出了一批国产 CPU 设计单位和研究机构，发展走向正轨。

## 2、 活在巨头之下，自主研发仍是少数

CPU 发展到今天，其内部架构和逻辑关系已经变得错综复杂，设计企业如果从头开始进入，成功难度很大。国内有部分完全自主架构，如北大众志完全自主开发的指令集产品 UniCore，苏州国芯、杭州中天、浙江大学共同设计的国产嵌入式 CPU——C-Core 等。但是我们也看到，虽然这些产品在指令集架构上，实现了完全的自主，安全性最高，但是缺点也十分明显，包括缺乏操作系统等基础软硬件支持、开发工具少（编译器、调试器等）、应用程序开发困难、移植难度大等，所以一直以来在产业化上受到较大制约。目前，活跃在市场上的国产 CPU 绝大多数都是采用同国外合作的方式，主要途径包括购买



指令集授权、技术合作等。

复杂指令集和精简指令集架构在国内均有授权或者技术合作。X86 授权的有兆芯、海光，兆芯是通过威盛获得的 X86 授权，海光则是中科曙光和 AMD 合作的产物。精简指令集授权的有龙芯（MIPS）、飞腾（兼容 ARM V8 架构）、申威（Alpha）、海思（ARM）等。可以看到，ARM 架构在国内市场上的影响力较大。

目前，CPU 授权主流的方式有三种：架构授权、软核授权和硬核授权，对于使用授权的企业来说，CPU 的完成度依次上升，设计难度依次下降，但自主程度也在降低。

以处理器授权公司 ARM 为例，该公司的 IP 也是大体按照上述的三种模式进行授权的，但也发展出一些更为具体的授权类别。比如学术授权，是免费面向高校和科研机构的；DesignStart，是为了方便半导体企业低成本、低风险、快速了解 ARM IP 的一种授权模式；这两种模式下设计出来的芯片不能销售，只能用于内部研究。

另外，它还设计出了多用途授权、单用途授权。多用途授权模式还细分为普通多用途授权和终身多用途授权，以时间为授权效力划分，均较为昂贵，相对来说比较适合大型企业。而单用途授权以用途划分授权效力范围，这种授权模式之下，需要交一笔前期授权费，此后按照每颗芯片收取约 2% 的版税，这种授权相对来说比较适合创业公司，或者目标明确的特定设计项目。

### 3、 国产 CPU 生态短板逐步补齐

从拿到授权到设计出产品，需要大量的资金、人员投入，以及国家产业政策的持续支持。在 2006 年启动的核高基专项，以及后续大基金持续支持下，政府和企业均在发力，无论是大 CPU（高性能计算、服务器）、还是中 CPU（桌面级）以及小 CPU（移动和嵌入式）都取得了较大进展，已有的产品通过不断的优化升级，实现了从“可用”到“好用”，一些量大面广的领域，也实现了“零”的突破。从整体上看，国产 CPU 芯片同国际差距扩大的态势逐步在逆转。

高性能计算方面，国内天津飞腾、海光、申威等处理器产品已经在 E 级（每秒百亿亿次）超算原型机上得到应用，申威的处理器、加速器均实现了完全国产化。服务器芯片方面，飞腾、龙芯、海光、华为海思均有新品发布，其中飞腾 2000+/64 核产品性能已经与英特尔主流 E5 部分产品性能相当。海光由于采用的是 AMD 的 Zen 架构授权，该芯片除了性价比优势较为明显之外，还具备同 X86 生态的良好兼容性。华为海思在 2019 年 1 月份推出鲲鹏 920 处理器，兼容 ARM V8 架构，64 核，7nm 工艺，主频达到 2.6GHz，在中档服务器 CPU 市场上具备较强的竞争力。

桌面处理器方面，飞腾、龙芯、兆芯等均有产品推出，且近年来产品性能提升明显。飞腾传统的桌面产品是 FT1500/4A 产品，工作主频在 1.5GHz-2.0GHz 之间，最大功耗 15W，主频相当于奔腾 4 的早期产品，但同主流酷睿处理器差距较大，民用市场竞争力相对较弱。2019 年 9 月，公司推出了 FT2000+/4A 桌面处理器产品，工作主频

为 2.6GHz-3.0GHz，16nm 工艺，主频指标已经与英特尔酷睿 i5 部分产品的性能相当，明显好于国内其他桌面产品。该芯片能耗 10W，显著低于英特尔同类产品 35W-45W 的能耗水平。此外，龙芯推出的 3A/3B3000 产品，商业级产品主频在 1.5GHz 左右，相较前一代产品，主频提升近 50%，改善明显。

国内移动 CPU 设计能力快速成长，已经处于全球领先地位。相比传统的 PC 和服务市场，我国移动芯片同国际差距已并不明显，华为海思和台湾联发科在移动处理器设计领域都处在全球领先地位。2019 年 9 月，华为海思发布麒麟 990 和麒麟 990 5G 产品，这两款芯片使用台积电二代的 7nm 工艺制造，整体性能较前一代产品——麒麟 980 提升 10%左右。从公开的跑分数据来看，麒麟 990 多线程跑分均高于高通最新推出的骁龙 855 和骁龙 855+，单线程高于骁龙 855，略低于骁龙 855+。

指标	FT-2000/4	酷睿 i5-7400T	酷睿 i9-9900 (最新)
发布时间	2019Q3	2017Q1	2019Q2
工艺	16nm	14nm	14nm
内核数	4	4	8
主频	2.4-3.0GHz	2.6-3.0GHz	3.1-5.0GHz
缓存	集成 4MB 二级 cache 和 4MB 三级 cache	6MB	16MB
功率	10W	35W	65W
内存通道数	2DDR4	2DDR4	2DDR4

图 1 飞腾最新桌面芯片与英特尔处理器对比

处理器产品除了自身技术因素外，更多依托的是生态。所谓生态，就是产业链条上的企业形成的一种紧密的分工协作关系，类似于准同盟。生态的作用在 CPU 市场上表现的十分突出。在传统 PC 市场上，

英特尔和微软构成的“Wintel”体系一直牢不可破，英特尔引领着 CPU 的发展并领导着一批 PC 硬件和制造企业为其适配，而微软及合作伙伴在操作系统和应用软件方面同 X86 芯片进行紧密协作。一般而言，微软新操作系统的发布之后，会拉动一波新的 PC 更换，进而带动新 CPU 的需求，循环往复，微软和英特尔等软硬件厂商都在其中受益。在移动市场上同样存在类似的生态，ARM 和 Android 的组合（业内称 AA 体系或者 ARM-Android 体系）同样具备强大的影响力。ARM 占据了全球 95% 的移动芯片授权市场，而 Android 在移动操作系统市场上的份额也高达 85%。而在中低档服务器市场上，基本上是 X86 的天下，ARM 正在以挑战者的角色进入。

在典型的 CPU 生态结构中，一般需要一个或者两个核心企业，引领整个行业发展。但是在国内，各处理器设计企业在指令集选择上，山头林立，各自为战，但都没能做大，对生态的领导能力较弱。而一般的软件企业只会对一两种微结构进行编译，如果一种指令集在市场生态上处于弱势，软件企业就不愿意选择该指令集进行优化，这种指令集也很难获得市场成功。恰恰在国内市场上，处理器采用的指令集可谓是五花八门，但市场销售量都不大，每款产品出货量很低，这就给操作系统、中间件、数据库以及应用软件企业造成非常大的困扰，无所适从，操作系统、软件企业与处理器芯片适配积极性不是很高，因此很多还是在依托国家研发专项在推动，还没能形成内生的配套机制。

但近两年来，国内企业也在通过各种途径建设生态，已经取得了

一定的效果。一方面，芯片和操作系统厂商联合打造的生态“雏形”已经显现。参考 Wintel 和 ARM-Android 模式，电子信息央企——中国电子开始加强对“PK 体系”的建设，目前该体系已经推进到 2.0 版本。P、K 分别是天津飞腾（Phytium）和银河麒麟（Kylin）的英文名称首字母，银河麒麟是我国重要的自主操作系统研发厂商，长期与飞腾芯片进行优化适配。除了软件适配的整合，硬件方面的领导力建设也在加强，2019 年中国电子对旗下业务进行重大调整，旗下整机厂商中国长城收购天津飞腾，整机业务全面转向 PK 体系，国产 CPU 缺乏硬件支持的短板正在补齐。同时，处理器和操作系统厂商也在加强开源社区、认证培训、支持学术研究等方式引导相关软件开发、应用推广。另一方面，国家也在加快推动基于国产 CPU 的整机品牌在党政军、重点行业的应用，通过应用带动生态建设。目前，相关项目推动顺利，服务器、笔记本、台式机、移动及嵌入式终端、外设企业多数都在参与国产 CPU 的适配工作，基于国产 CPU 的操作系统、通用软件及应用软件的开发推广工作都在有序进行，国产化软硬件平台体系建设逐步完善。

从目前生态建设效果来看，链条越短的领域，生态建设的越完善。在整个计算机产业链中，高新性能计算和服务器是产业链最短的，涉及的软件应用最少，正因为如此，国内整机、外设企业分布较为密集，每家国产 CPU 设计企业周围都有大量的厂商集聚。相反，台式机和笔记本市场由于对通用、应用软件要求较高，目前的整机种类相对少一些，但是主流的整机制造厂还均有产品推出。相信在不久的将来，

希望能很快看到一批走向国门，屹立世界的国产 CPU 企业。

## 二、数据库

二十世纪六十年代，国外就已经出现了商业数据库，七十年代，关系型数据库的概念兴起，在这个时代，联机交易处理逐渐发展，数据库的重要性随之提升，并广泛的应用于银行、证券、民航、订票、电信计费等领域。在这个背景下，反观国内，数据库理论研究刚刚起步，直到八十年代，国内才拥有第一批成型的数据库人才，商业数据库更是遥不可及，中国的信息化建设开始和世界接轨，由于我们的技术能力不足，我们只能尝试引入国际产品，一些科研机构在这段时间建立。同时，国家重视对研究所和大学的投入，为国内的数据库发展打下了扎实的基础。

随着九十年代的改革开放，经济巨变，中国数据库的种子终于萌芽，一系列国产数据库公司终于出现，屏幕上是中国最早的一批数据公司，经过几十年的技术积淀，现在这些公司可以称的上是国内产品的顶梁柱，但是国产数据库还面临着严峻的困境，这些产品背景主要源自国家的各项研究计划，且均有大学科研背景，天生缺乏行业 and 实际产业的介入，因此，产品在商业市场表现平平。

进入 21 世纪，中国经济开始猛增，市场为了和世界接轨，必然选择更加成熟的解决方案，这就使得国产数据库进入了更加尴尬的恶性循环的境地，产品初期需要不断的试错和验证的机会，客户没有时间和办法陪着试错和成长，没有客户生态就更差，更没有办法进行产品

投入和迭代。为了解决以上问题，中国采取了各种办法，一方面继续加大投入，鼓励技术发展，另一方面引进成熟系统的源代码作用，模仿的对象有不少企业选择的是引进的方案。

这里就要提到一件事，Informix 的收购，Informix 是 IBM 的一款数据库，IBM 把它的代码授权了多家中国的公司，这套代码搁置了十余年，虽然可靠，但是创新不足，即使这样，Informix 的主要模块的源代码就有两千多万行，它当年在美国的核心研发队伍就有超过两百人，加上测试和周边团队，不下五百人，而限于国内的市场，国内的数据库企业没有这种规模的团队进行消化，进展十分缓慢，到了 2017 年五月，IBM 把整个 Informix 业务卖给了印度，与对中国态度不同的是，这次出售的不仅仅是源代码，而是整个人员、办公室和客户，这已经表明，在 Informix 代码上发展国产数据库，这条路基本已经走不通，国内的这几个厂商面对十年前的巨量代码一筹莫展，要弄通又得花很多年，而且还是在资金人员充足的情况下，即使能够消化，且不说与世界先进水平差多远，就是与邻国印度相比都难以望其项背，这告诉我们，只靠收购没有自研的路线，很难走通。

尽管历尽艰辛，不能否认我们第一代国产数据库公司还是帮助中国做了从无到有的过程，不少涉密、政府、军队的应用，对可用度要求不高，但是对保密要求很高的客户还是适用的，历史表明，唯一弯道超车的机会就是当环境和产业发生拐点和变化的时候，现在这个云时代的开端就是我们的机会，说起云时代，我们一定要提到一家采取另一条路线的企业，阿里巴巴。阿里巴巴的业务急速发展，一度成为

IBM, Oracle 在中国的标杆客户, 购买产品和服务的价格就是几千万, 迫不得已, 阿里开启了自研模式, 阿里提出去 IOE 化, 即在阿里巴巴的 IT 架构中去掉 IBM 的小型机, Oracle 的数据库, EMC 存储设备, 代之以自己 在开源软件基础上开发的系统, 顶着压力, 阿里巴巴 B2B 成功将数据迁移到开源的 MySQL 上, 招聘了许多能够修改这些开源产品源代码的人才, 为后期的爆发蓄力, 在自研技术的支持下, 淘宝 2013 年下线了最后一个 Oracle, 支付宝交易替换了 Oracle, 支付宝总账全面用自制自演的欧神被替换了 Oracle, 虽然国内大部分企业还是在使用 Oracle, 但是阿里证明, 它不是不可替代的, 在阿里去 IOE 的运动历程中, Polar, DB 和 OceanBase 出现了, Polar, DB 是基于 MySQL 开发的新一代关系型云原生数据库, 既拥有分布式设计的低成本优势, 又具有集中性, 集中式的应用性, 且完全兼容 MySQL, 高度兼容 Oracle, Polar, DB 采用存储、计算、分离、软硬一体化的设计, 满足大规模应用场景需求, 作为一款云原生的数据库, 在软件设计, 产品架构, 基础设施上都是顶尖的, 在性能上也远超 MySQL, 在特殊场景下最高可以实现 6 倍于 MySQL, 而成本只有商用数据库的十分之一, OceanBase 百分之百完全自主研发, 安全可控, 性能卓越稳定, 兼容性好, 容灾性好, 是目前阿里业务的重要基石, 目前已经被许多企业, 政府和银行使用, 以六千万分的成绩打破了尘封九年的, 由 Oracle 保持的纪录, 三千万分, OceanBase 支撑着阿里的业务, 平稳的撑过了双十一的严峻考验, 一次次的向世界证明国产数据库的能力, 目前, 阿里云已位居全球云数据库市场份额第三, 年增速达到了 115%。



除了阿里，其他企业也在自研方面做着努力，这些是云时代一些其他的国产数据库系统，可以看到，目前国产企业正在更多地采取自研这条技术路线，争取打破技术封锁，国产数据库的春天终于来了，有人甚至说，近几年国产数据库的井喷式出现都要归功于几十年低调踏实的技术积累和技术创新，经过多年发展，国产数据库软件产业已初具规模，目前国产数据库厂商分为两类，一类是传统数据库厂商，包括南大通用，武汉达梦，人大金仓，神舟通用等，一类是新兴的互联网巨头数据库，如阿里巴巴，腾讯，华为和金山云等，近年，无论在党政市场还是在商业市场，互联网巨头数据库是占有率提升都更快一些。

云时代已然起航，很庆幸的是，我们这一次没有落后，中国已经积累了许多数据库人才，有着潜力巨大的市场，有了足够的国际化视野，我们的下一个目标不仅仅是国内市场，而是国际化市场，我们的产品又在国际市场赢得信任，借助整个数据库市场向云数据库倾斜的优越条件，推广我们的产品，终有一天，数据库这座曾经压在中国企业，中国技术上的大山将被我们跨过。

### 三、操作系统

我国国产操作系统的历史可以追溯到上世纪 70 年代，当时的中科院计算机所开发的"高速数字计算机操作系统"和"红旗操作系统"被认为是我国最早的国产操作系统。1985 年，中国电子科技集团公司(CEC)成立了中国电脑公司，开始了我国自主研发操作系统的历程。1998 年，中标公司推出了中国第一个商用操作系统——中标麒麟操作系统。此后，国内涌现出了如红旗、深度、Ubuntu Kylin 等多个国产操作系统。

目前我国国产操作系统已经实现了从基础软件到应用软件的全链条覆盖，包括桌面操作系统、服务器操作系统、移动操作系统等各类操作系统。其中，麒麟操作系统、红旗操作系统、深度操作系统等国产操作系统已经在国内市场得到广泛应用。另外，随着人工智能和大数据等技术的发展，我国国产操作系统也在这些领域加速布局，如麒麟 OS 和昇腾 OS 等面向 AI 领域的操作系统。



图 2 我国目前主流的国产 OS

虽然我国国产操作系统发展势头迅猛，但也存在一些问题。首先，国产操作系统在技术上与国际主流操作系统还存在差距，缺乏核心技术的自主创新能力。其次，国内用户对于国产操作系统的认可度和使

用意愿有限，导致市场份额较小。再者，企业在操作系统研发过程中缺乏经验和人才，使得产品的质量和稳定性存在一定的风险。

随着国家对于信息技术产业的重视和支持，我国国产操作系统的发展前景十分广阔。未来，国产操作系统应该通过自主研发和引进国外先进技术相结合的方式，不断提高产品的质量和稳定性，进一步拓展市场份额。同时，应该注重与企业、用户之间的紧密合作，不断提高用户体验，满足市场需求。此外，还应加强人才培养和技术创新，推动国产操作系统的核心技术研发，以实现自主可控。

另外，国产操作系统还可以通过深度挖掘本土文化和市场特点，实现差异化创新，满足用户多元化需求。例如，针对国内特有的文字输入和输入法习惯，国产操作系统可以提供更加智能、方便的输入体验。同时，结合国家战略和社会需求，加大对于关键领域操作系统的研发和应用推广力度，如政府信息化、国防安全等领域。

总之，我国国产操作系统的发展面临着机遇和挑战，需要在技术、市场和人才等方面不断创新和突破。只有通过持续的努力，才能够实现操作系统领域的自主可控，为我国信息技术产业的发展贡献力量。