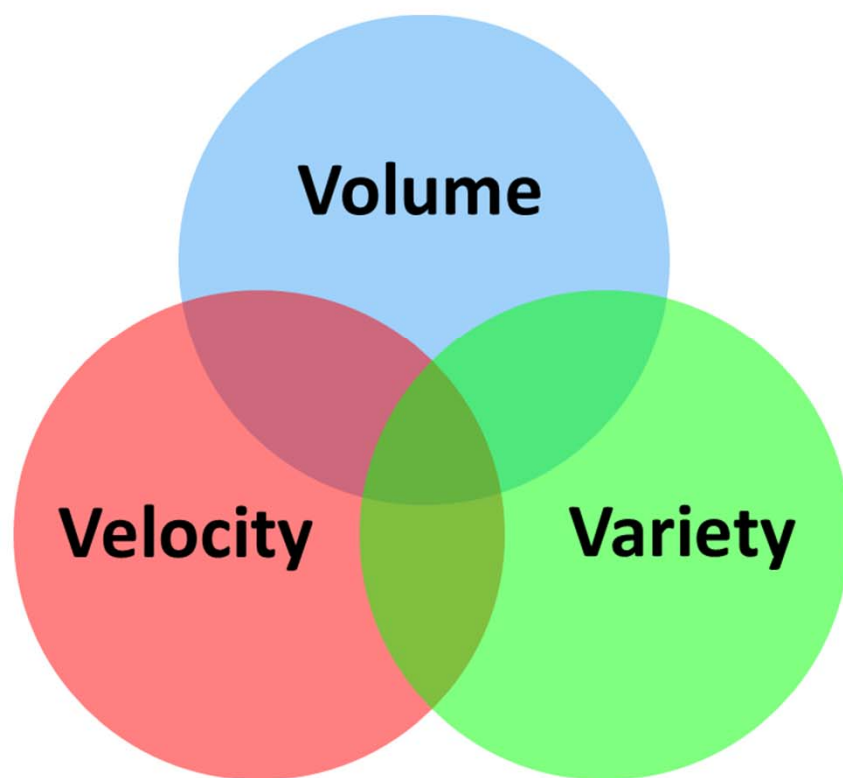


大数据系统与大规模数据分析

大数据的背景与趋势



陈世敏

中科院计算所
计算机体系结构
国家重点实验室

©2015-2021 陈世敏

Outline

- 计算机硬件的发展
- 数据管理系统的发展
- 大数据的挑战
- 大数据管理系统

80年代的计算机系统



CPU 处理器

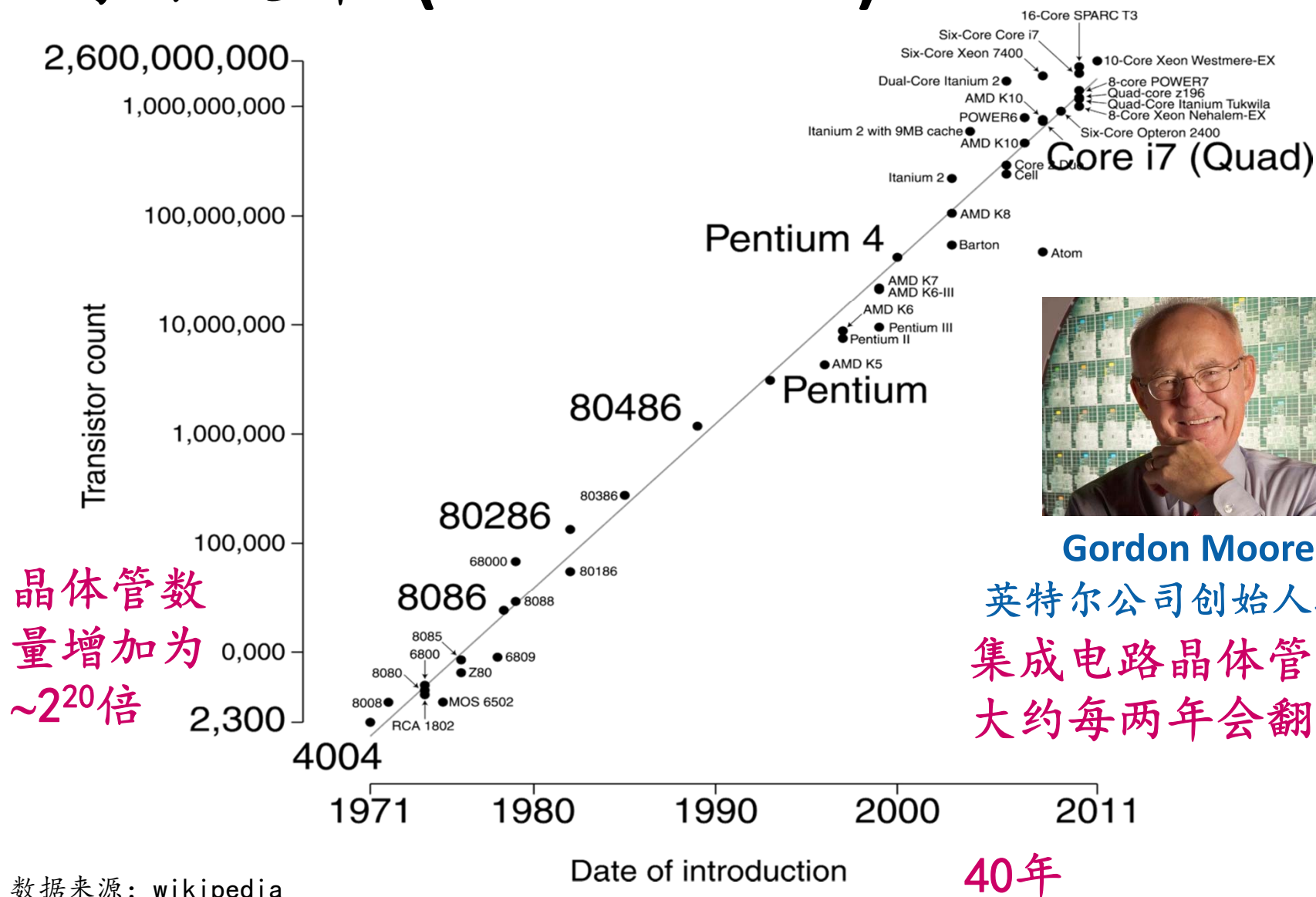


DRAM 主存



HDD (Hard Disk Drive)
硬盘

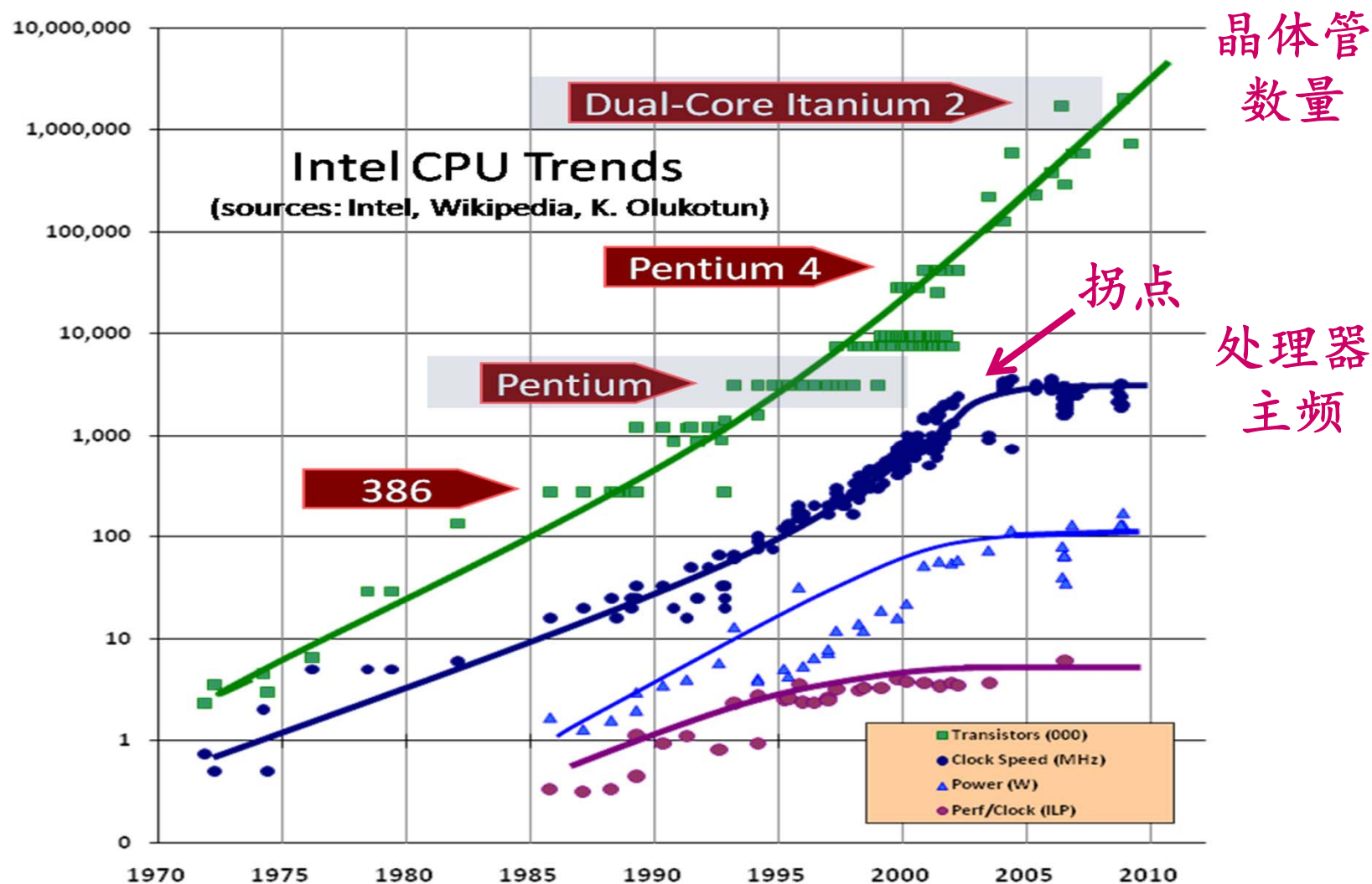
摩尔定律 (Moore's Law)



CPU体系结构的发展(2004年前)

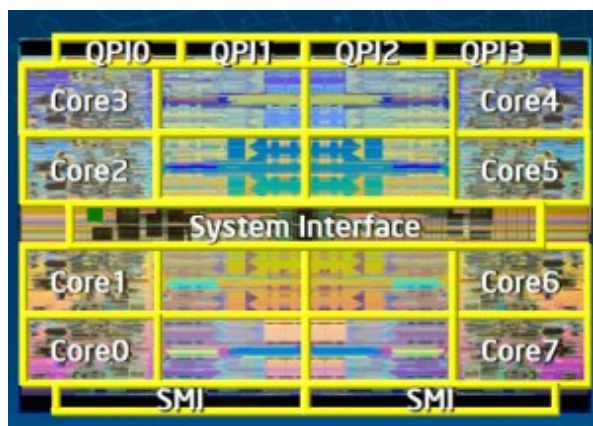
- 提高串行程序效率
 - 提高主频
 - 流水线 (Pipeline)
 - 超标量 (Super-Scalar)
 - 乱序执行 (Out-of-order Execution)
 - 向量指令 (SIMD/Vector Instructions)
 - 多级高速缓存 (Multi-level Cache)

主频增加这一趋势于2004-2005年间结束



单核单线➡多核多线➡众核

- 功耗、散热等限制处理器主频的进一步增加
- 业界不得不转向使用多核
 - 从主频增加➡核的增加
 - 双核、4核、6核、8核...
 - 28核(Intel Cascade Lake), 64核 (AMD Rome Epyc)
- 研究片上网络、高速缓存等



Nehalem EX

多种类型的处理器



- GPU

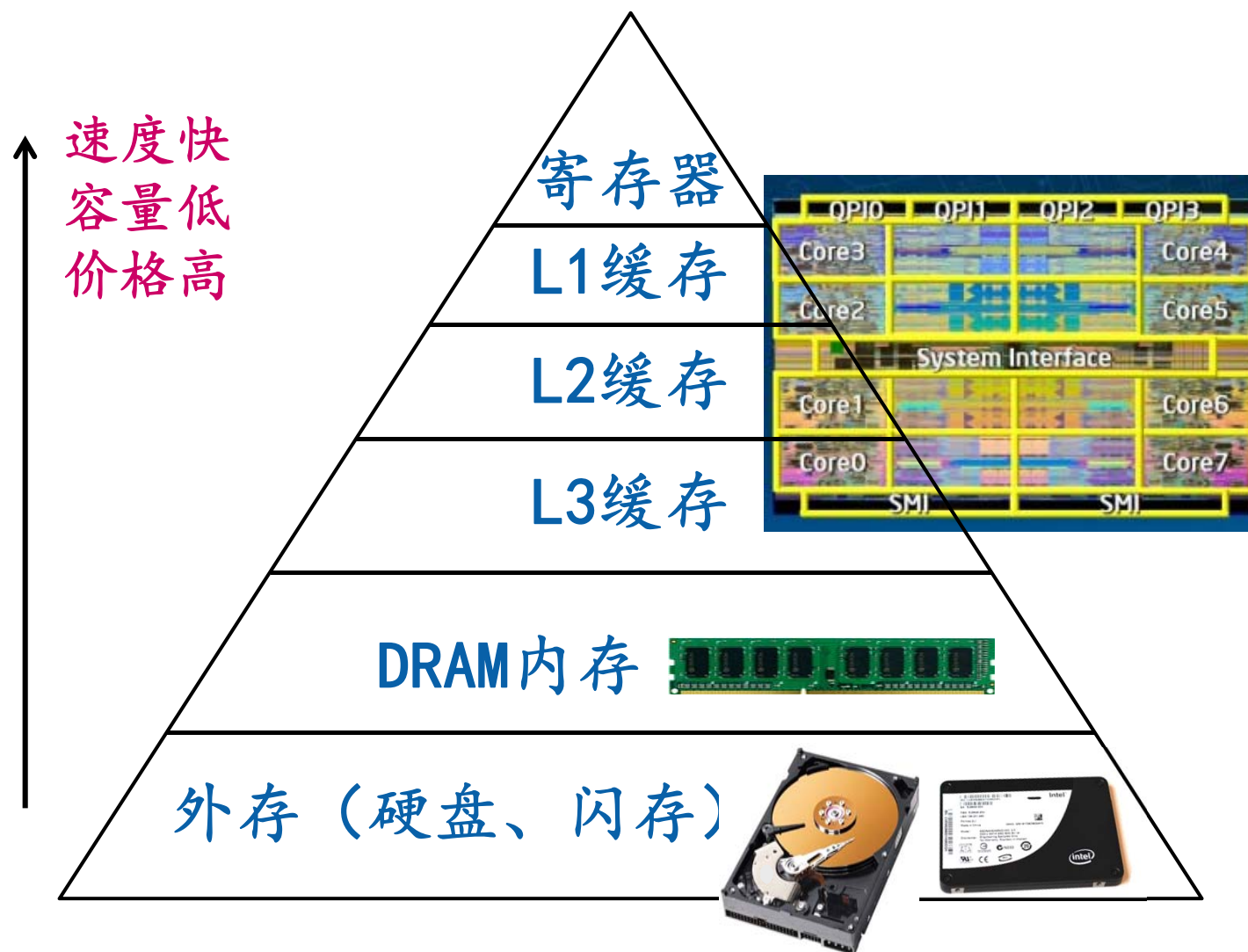
- 大量的并行单元
 - Nvidia Tesla P100有3584个并行计算单元
- 从专用到通用：OpenGL, CUDA, OpenCL
- 图形卡（Dedicated Graphics Card）
 - 插在外部总线(例如PCIe)上
 - 有独立的显卡内存
- 集成在处理器芯片中（Integrated Graphics）
 - 使用部分主存
 - 例如：Intel HD graphics, AMD APU

- ARM：进入Server市场，Ampere Altra 80核

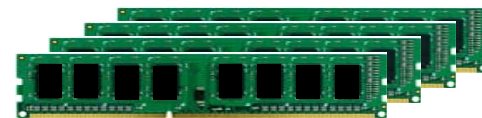
- FPGA

- Dark Silicon(暗硅)→ 应用加速器

存储层次结构



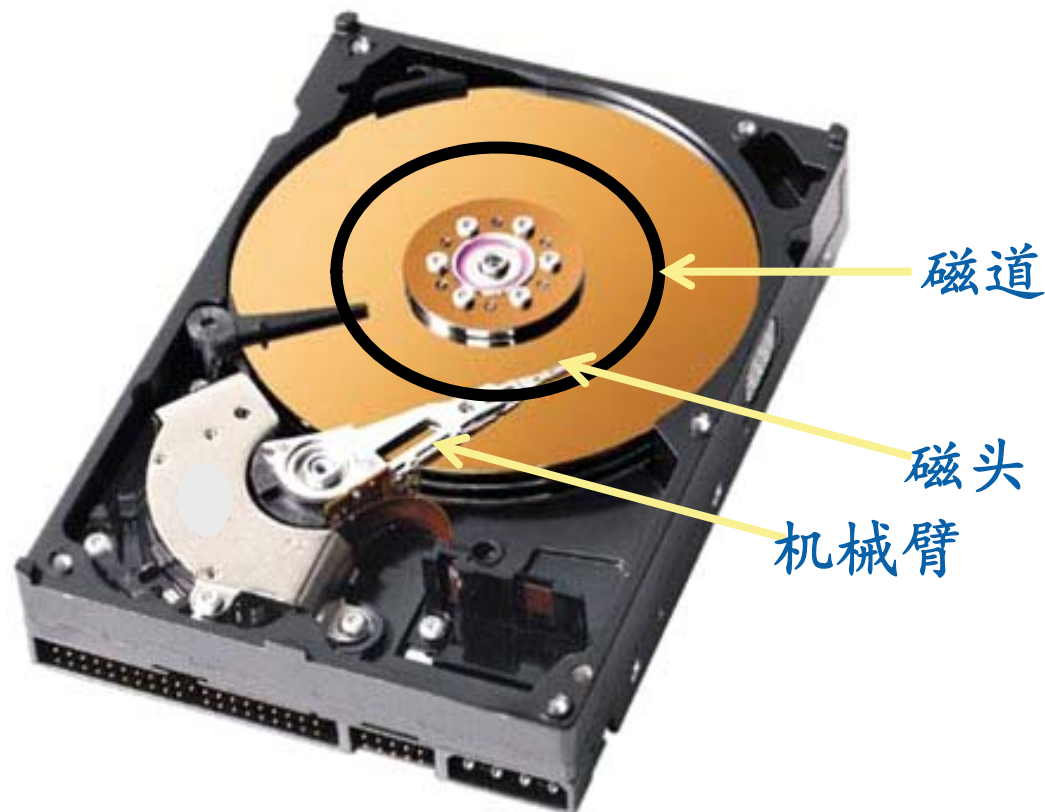
内存



- 容量 → 符合摩尔定律，指数级增加
- 带宽: 有一定的办法增加
- 访问速度: 比指令执行慢100倍
 - 访存墙问题

硬盘访问

- 硬盘容量：
呈指数级增长



- 硬盘的性能
 - 访问速度：受限于机械臂的移动，盘片的转速
 - 大约每次访问需要10ms
 - 带宽：受限于盘片的转速
 - 传输速度大约为100MB/s
 - 顺序访问比随机访问好很多

闪存(Flash)与固态硬盘(SSD: Solid State Drive)

• 闪存

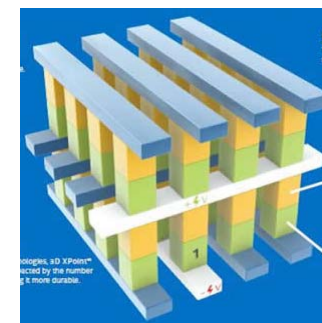
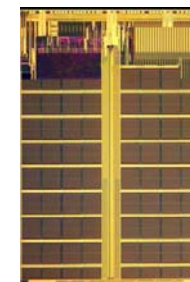
- 发明于1980年，与DRAM技术有一定的相似性
- 最早用于取代ROM作BIOS存储
- 后来用于数字电子设备：相机、手机、mp3、U盘、microSD卡等，大量生产，价格降低

• 固态硬盘

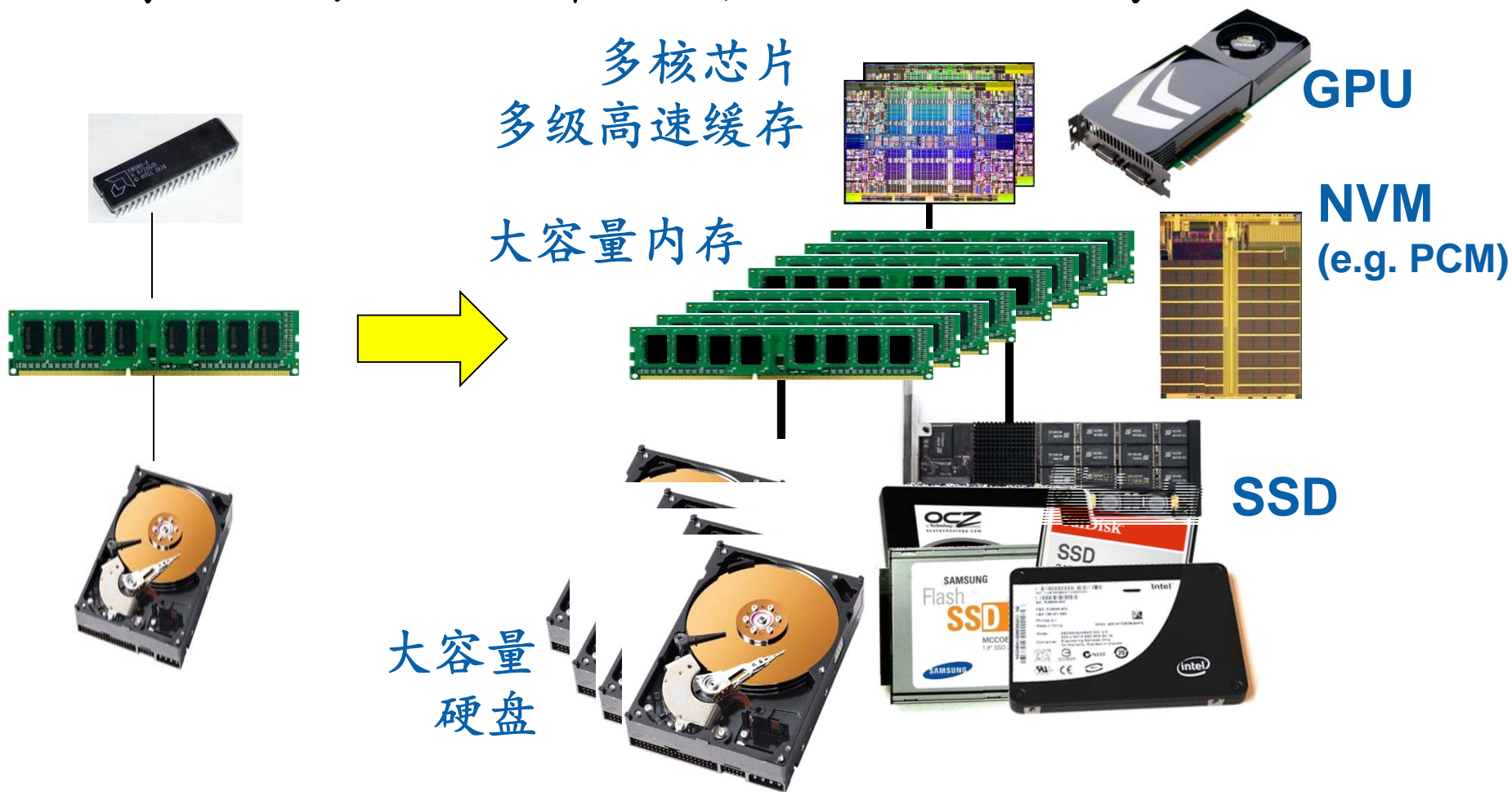
- 2009年开始出现以闪存为存储介质的固态硬盘
- 优点：没有机械装置，随机读性能比硬盘高100倍，顺序读或顺序写性能好于硬盘
- 缺点：随机写性能差，重写次数有限制(例如，5000次)，超过即报废

新型的非易失存储技术

- 集成电路特征尺寸已经接近极限
 - 当前的特征尺寸是7纳米
 - DRAM每个比特依靠存储电荷来区别0/1
 - 特征尺寸变小→存储电荷数变少→稳定性变差
- 业界在研发新型的存储技术来替代DRAM
 - Phase Change Memory, STT-RAM, Memristor
 - 3D-XPoint
- 目标是完美存储技术
 - 特征尺寸可以进一步减小
 - 与DRAM的读写速度相似，支持的读写次数相似
 - 非易失：不需要定时刷新，节能，可靠
- 对计算机系统的各方面都会产生深远的影响



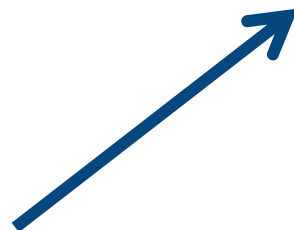
体系结构和硬件技术的巨大发展



80年代

今天

计算机系统的发展



苹果2型电脑



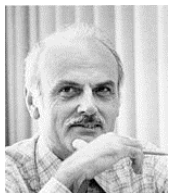
80286 PC



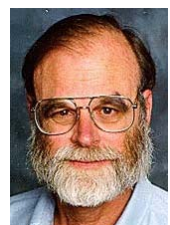
小结

- 计算机硬件的发展
- 数据管理系统的发展
- 大数据的挑战
- 大数据管理系统

关系型数据库



- E.F. Codd于1970年提出了数据管理的关系模型，并因此于1981年获得图灵奖



- Jim Gray参与了第一个关系型数据库原型系统（System R）的实现，并由于对数据库和事务处理的多项贡献获得了1998年的图灵奖

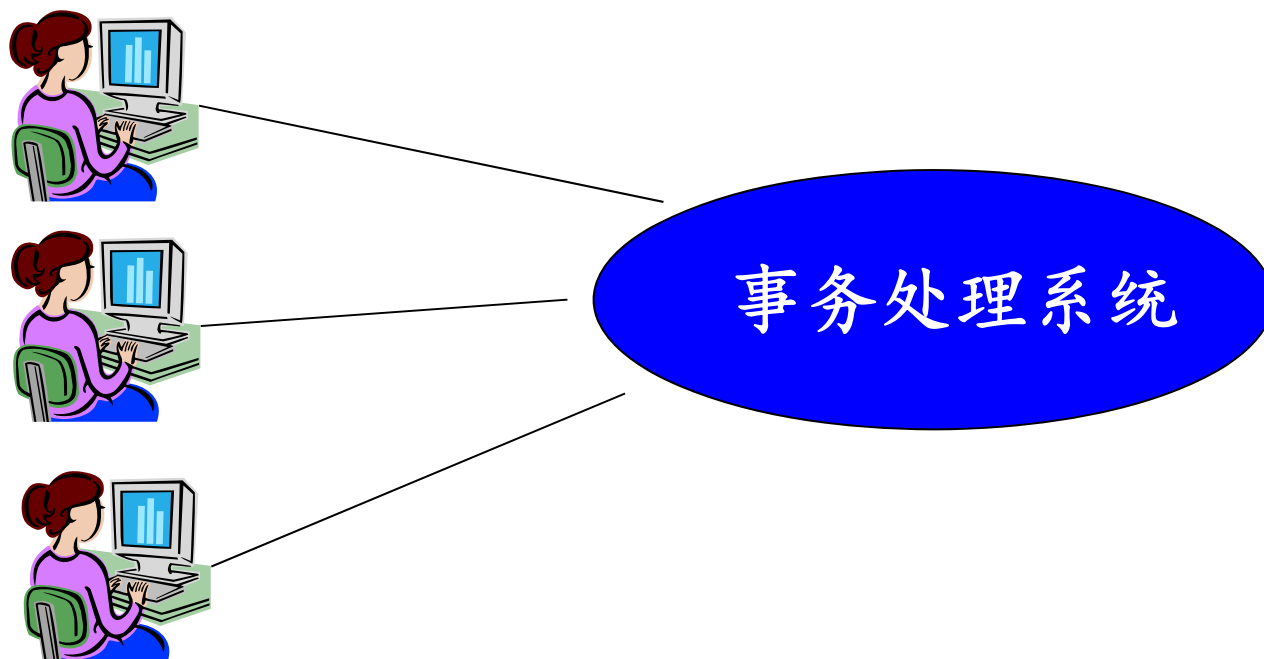


- Michael Stonebraker主持了另一个早期关系型数据库原型系统（Ingress）的实现，并实现了一系列的系统（Postgres, C-Store, H-Store, 等），2015年获得图灵奖



- 三大数据库产品Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2的最初实现都是在1970末到1980年代

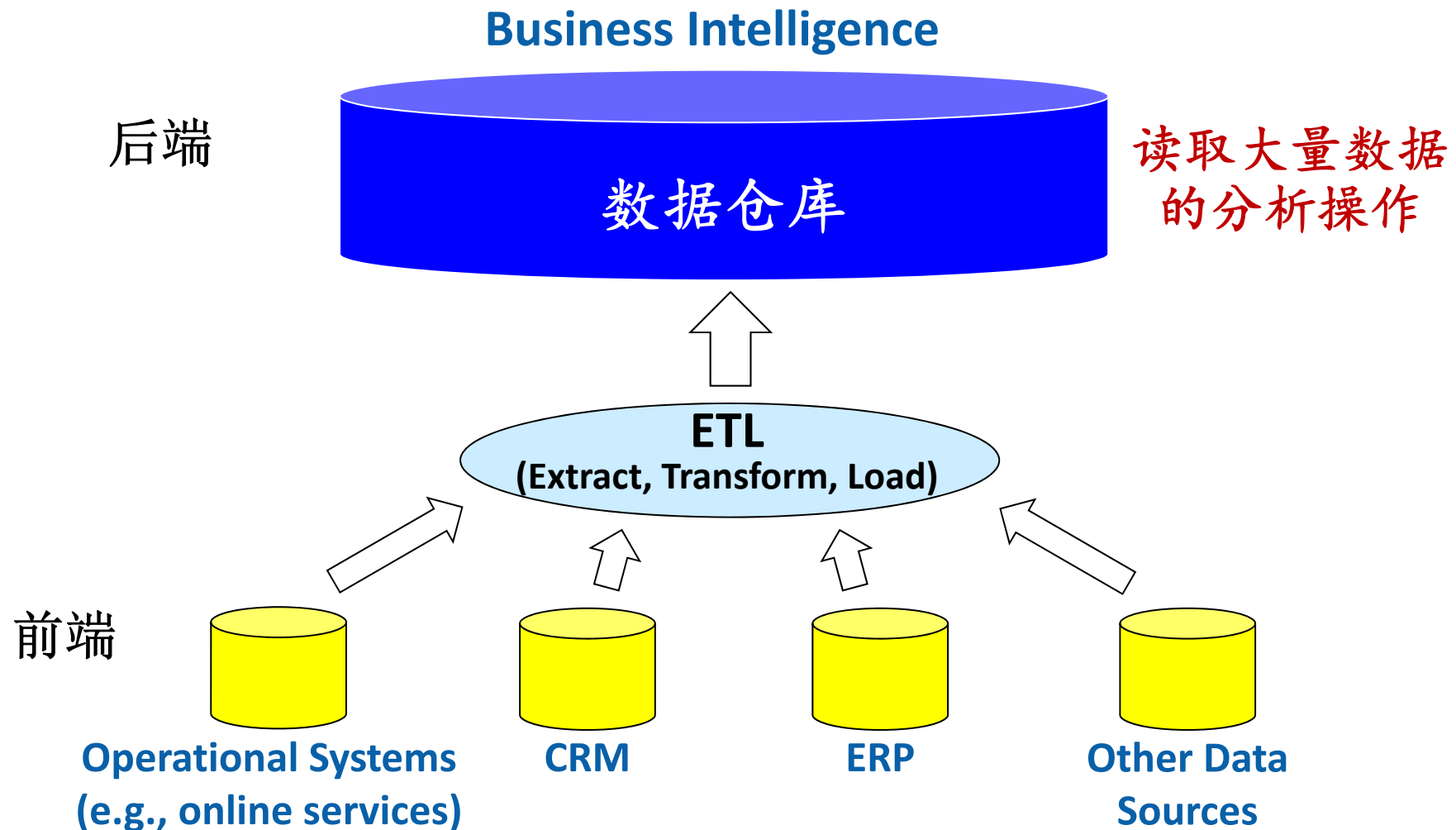
事务处理 (Transaction Processing)



- 早期的数据库系统主要针对事务处理应用
- 典型例子：银行业务，订票，购物等
- 大量并发用户，少量随机读写操作

数据仓库 (Data Warehouse)

1990年代出现



多种发展

2000年代出现

- 数据流处理
- 地理信息系统
- 多媒体数据库
- 用于Web的后端

○ ○ ○ ○ ○ ○

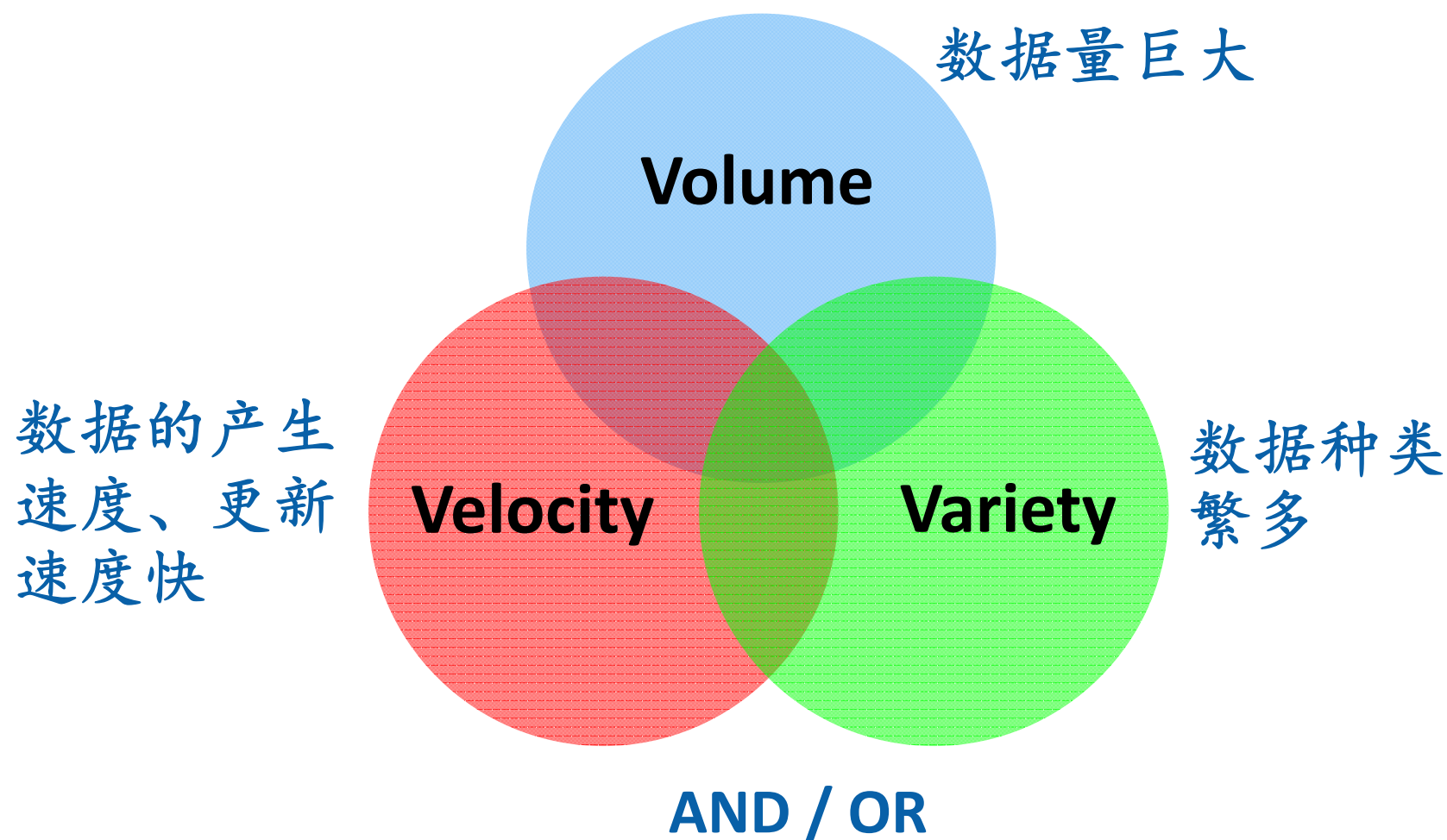
2010年代？

大数据

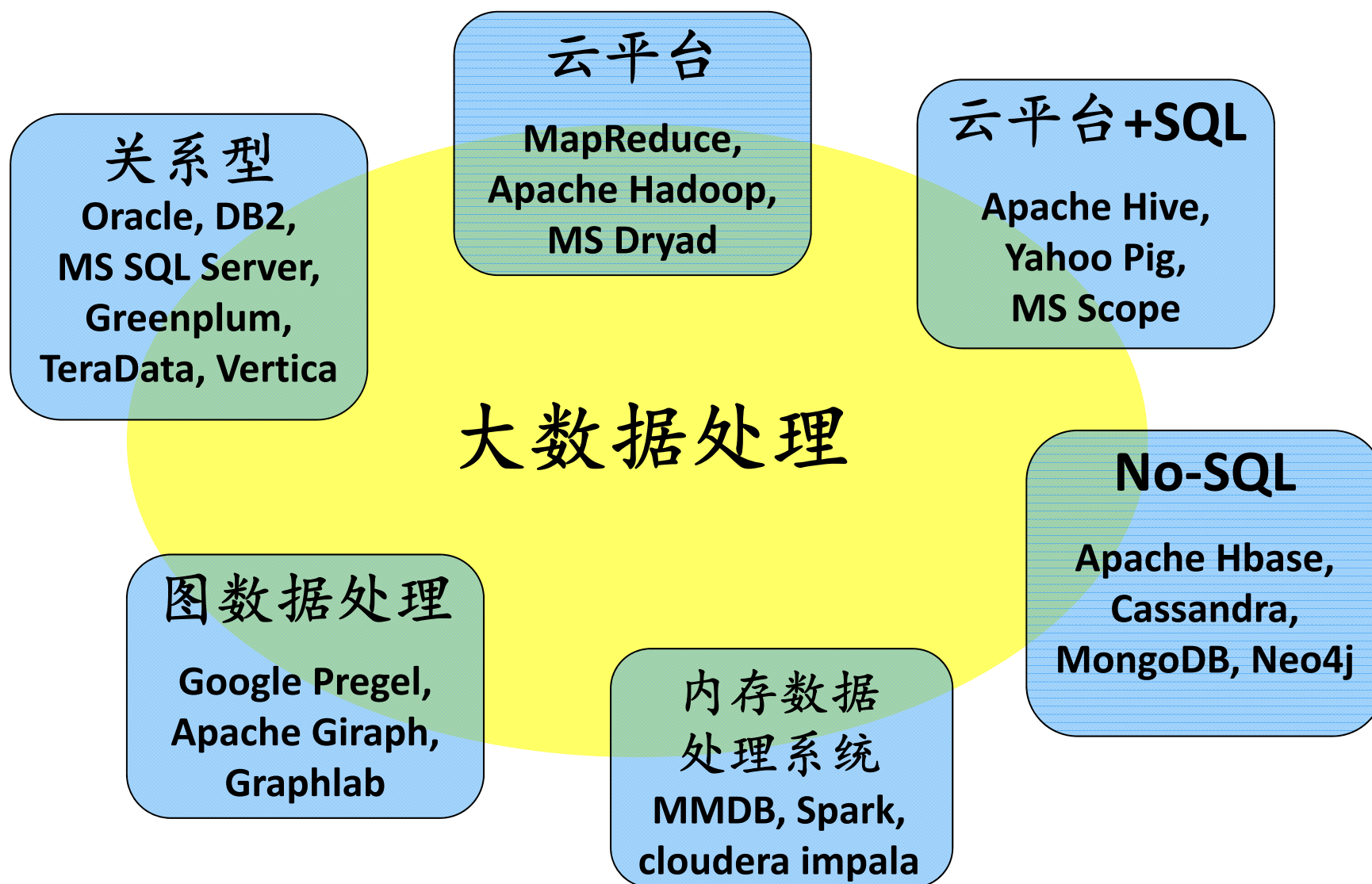
Outline

- 计算机硬件的发展
- 数据管理系统的发展
- 大数据的挑战
- 大数据管理系统

大数据的概念（Big Data）也是三个重要挑战



大数据管理系统



小结

- 计算机体系结构和硬件技术的巨大发展

- 摩尔定律、存储系统的发展
- 新的计算设备、云计算的出现

- 数据管理系统的发展

- 1970-1980: 关系型系统出现, 事务处理
- 1990: 数据仓库开始流行
- 2000: 数据流等多种发展
- 2010: 大数据

- 大数据的挑战

- Volume, Velocity, Variety
- 一个方面超出了传统处理能力就是大数据