第2章 计算机的发展及应用

> 课件来源：《计算机组成原理》课件（extracted/cod，Slide 36–57，共 22 页），无其他版本交叉。本章为历史/概念记忆章，考试以选择、填空、简答为主，计算仅涉及课件表格数据的简单换算与摩尔定律估算，属于"背了就能拿分"的送分章。

0. 本章考点清单

考点	常见题型	重要度
计算机五代划分（硬件技术/时间/速度对照表）	选择、填空	★★★
ENIAC 关键参数（年份、进制、规模、速度、编程方式）	填空、选择	★★★
摩尔定律（提出者、课件表述、翻番估算）	选择、计算	★★★
Intel 典型微处理器表（字长/年份/晶体管数）	选择、填空	★★★
微处理器与存储器芯片发展序列（起点年份、字长/容量序列）	填空	★★
语言分类（面向机器/面向问题）与代表语言用途	选择、简答	★★
系统软件五大类及子类归属	选择	★★
软件的定义与软件发展三特点	填空、简答	★★
八大应用领域及场景归类	选择、简答	★★
展望：10^{15}/秒、集成度三限制、三种新型计算机	填空、选择	★★
超级计算机 TOP500（2007.11 数据、排名网址）	选择、填空	★
第一台 von Neumann 结构计算机、IBM System/360	选择、填空	★

1. 计算机的产生：ENIAC（课件 p.37–38）

概念精讲：1946 年在美国诞生的 ENIAC 被课件称为"世界上第一台电子计算机"（课件 p.38）。它用电子管作开关元件，靠手工搬动开关和拔插电缆来"编程"，1955 年退役（课件 p.37）。



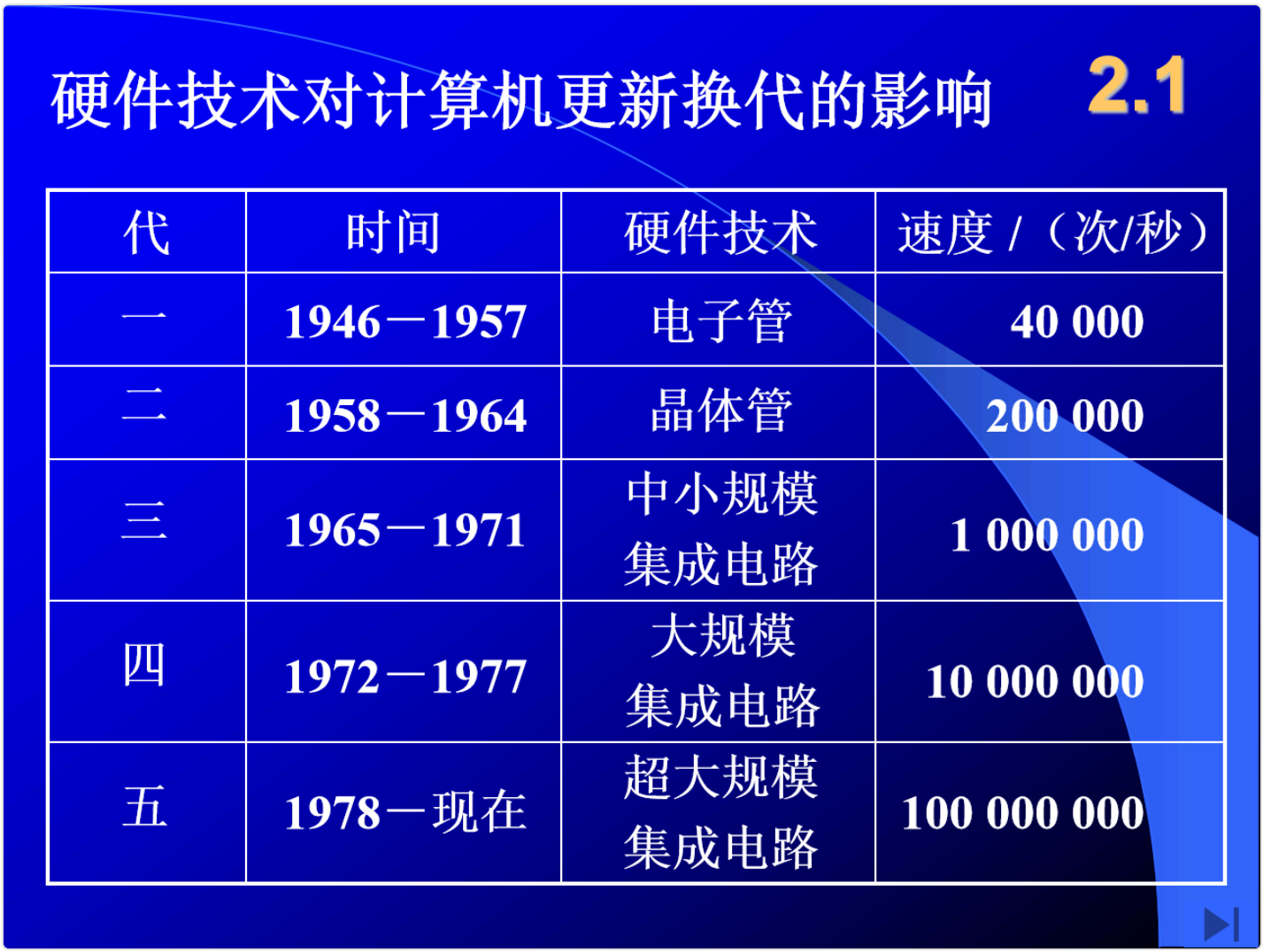
要点（课件 p.37，逐项对应原图）：

项目	课件数据
诞生时间/地点	1946 年，美国
退役时间	1955 年
运算进制	十进制运算
电子管	18 000 多个
继电器	1 500 多个
功耗	150 千瓦
重量	30 吨
占地	1 500 平方英尺
速度	5 000 次加法 / 秒
编程方式	用手工搬动开关和拔插电缆来编程

易错警示： - ENIAC 是**十进制**运算，不是二进制；"第一台电子计算机"≠"第一台存储程序计算机"，ENIAC 靠搬开关、拔电缆编程，程序并不存放在存储器中（补充常识：存储程序思想由 von Neumann 提出，见主题 2）。 - 数字配对易记混：18 000 对应电子管、1 500 对应继电器**和**平方英尺（两处都是 1 500）、150 对应千瓦、30 对应吨、5 000 对应次加法/秒。

2. 硬件技术与计算机更新换代（课件 p.39–41）

概念精讲：计算机的"代"由**硬件技术（电子器件）**划分，而不是按速度或软件划分。课件给出**五代**对照表（课件 p.39）：

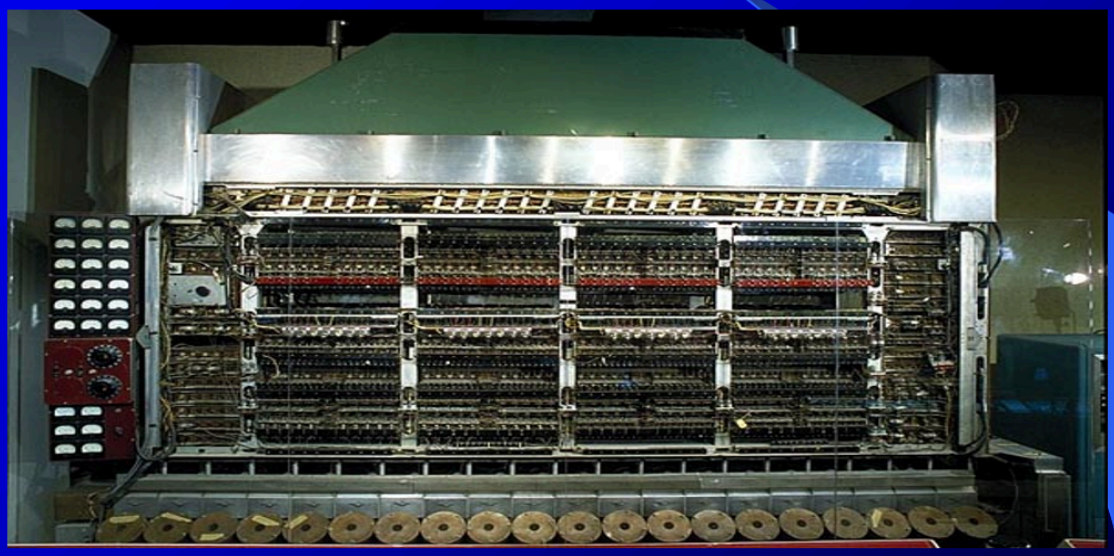


代	时间	硬件技术	速度 /（次/秒）
一	1946 - 1957	电子管	40 000
二	1958 - 1964	晶体管	200 000
三	1965 - 1971	中小规模集成电路	1 000 000
四	1972 - 1977	大规模集成电路	10 000 000
五	1978 - 现在	超大规模集成电路	100 000 000

（以上数据与课件 p.39 原图逐格核对一致。）

要点：
- 相邻代速度倍数：二/一 = 5 倍，三/二 = 5 倍，四/三 = 10 倍，五/四 = 10 倍；第五代速度是第一代的 100 000 000 ÷ 40 000 = **2 500 倍**（由课件 p.39 数据算得）。
- 课件 p.40 给出"第一台 von Neumann 系统结构的计算机"照片，未注明机型：

第一台von Neumann 系统结构的计算机 2.1



（补充常识：该照片通常指英国剑桥大学的 EDSAC，1949 年建成，是第一台实际运行的存储程序计算机；而 EDVAC 是最早采用存储程序设计方案机器。课件本页只给标题与照片，考试若问"第一台存储程序/冯·诺依曼结构计算机"按教材口径答 EDSAC/EDVAC 的区分即可。） - 课件 p.41 给出 IBM System / 360 照片（补充常识：1964 年发布，是第三代集成电路计算机的代表，开创了"系列机/兼容机"概念）：



易错警示： - 课件分**五代**（第五代 = 超大规模集成电路，1978 - 现在）；部分教材把大、超大规模集成电路合称第四代（补充常识），**考试以课件五代表为准**。 - 年代区间首尾相接：1957/1958、1964/1965、1971/1972、1977/1978，填空常挖边界年份。 - "代"的划分依据是硬件器件，答"速度提高"或"软件发展"均错。

3. 超级计算机与 TOP500 排名（课件 p.42–47）

概念精讲：课件列出截止到 **2007.11** 最快的五台超级计算机（课件 p.42–46），并给出最权威的超级计算机排名参考网址 **http://www.top500.org**（课件 p.47）。

最快的五台超级计算机（截止到 2007.11）2.1

1. IBM: BlueGene/L - eServer Blue Gene Solution



212 992 个 CPU　最大平均速度 478 200 GFLOPS

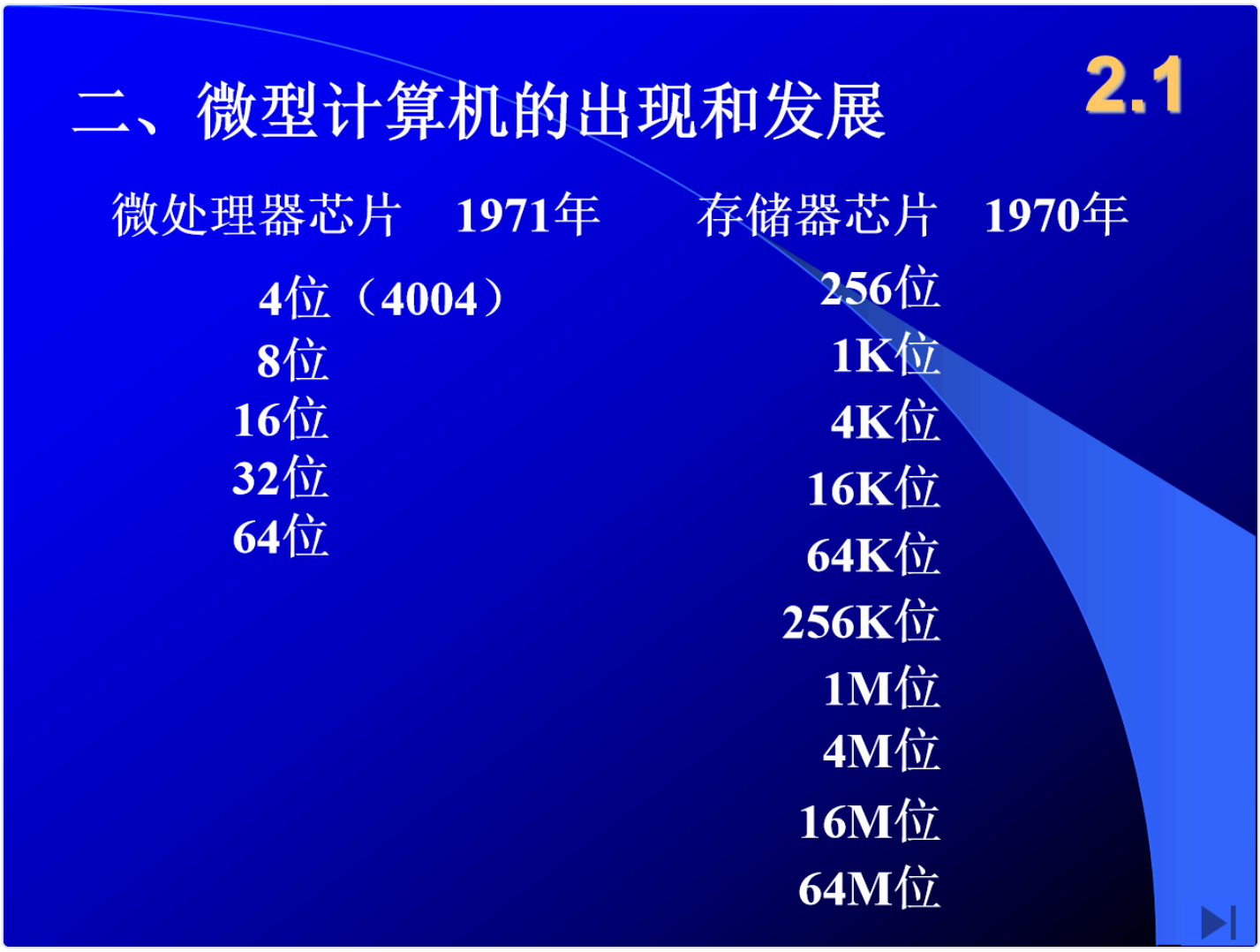
名次	厂商与机型	CPU 个数	最大平均速度（GFLOPS）	课件页
1	IBM: BlueGene/L - eServer Blue Gene Solution	212 992	478 200	p.42
2	IBM: JUGENE - Blue Gene/P Solution	65 536	167 300	p.43
3	SGI: SGI Altix ICE 8200	14 336	126 900	p.44
4	HP: EKA - Cluster Platform 3000 BL460c	14 240	117 900	p.45
5	HP: Cluster Platform 3000 BL460c	13 728	102 800	p.46

要点：- 第一名 BlueGene/L 靠**CPU 数量规模**（212 992 个）取胜；若按"单 CPU 平均速度"算则另有排序（见典型例题 3）。- （补充常识）GFLOPS = 每秒 10^9 次浮点运算，故 478 200 GFLOPS = 4.782×10^{14} 次/秒。- 数据时效性：一切数字以"截止到 2007.11"为前提，不要与当今排名混淆。

易错警示：名次、CPU 数、速度三列容易张冠李戴；第 4、5 名机型名几乎相同，区别在第 4 名多了"EKA"。

4. 微型计算机的出现和发展（课件 p.48）

概念精讲：微型计算机的发展由两条芯片线索推动：**微处理器芯片**（字长不断翻倍）与**存储器芯片**（容量不断翻两番），课件 p.48 给出两条序列。



要点（课件 p.48）： - 微处理器芯片：**1971 年**起步，**4 位（4004）** → 8 位 → 16 位 → 32 位 → 64 位（每步字长 ×2）。 - 存储器芯片：**1970 年**起步，**256 位** → 1K位 → 4K位 → 16K位 → 64K位 → 256K位 → 1M位 → 4M位 → 16M位 → 64M位（每步容量 ×4）。 - 注意容量单位是"**位**"（bit），不是字节：256 位 = 2^8 位，64M 位 = 2^{26} 位，共翻两番 9 次（$2^{18} = 4^9$）。

易错警示： - 两个起点年份差 1：存储器芯片 1970 年、微处理器芯片 1971 年；第一片微处理器是 **4 位 4004**，不是 8 位。 - 存储器序列每步 ×4（翻两番），微处理器字长序列每步 ×2（翻一番），两者节奏不同，正好对应摩尔定律的课件表述（主题 5）。

5. Moore 定律（课件 p.49）

概念精讲：Moore 定律由 **Intel 公司的缔造者之一 Gordon Moore** 提出，课件表述为：**微芯片上集成的晶体管数目每三年翻两番**（课件 p.49）。"翻两番"= ×4，即每 3 年 ×4，等价于每 1.5 年 ×2。

要点： - 三要素必背：提出者 Gordon Moore（Intel 缔造者之一）、对象"微芯片上集成的晶体管数目"、节奏"每三年翻两番"。 - 估算用法：n 个"三年"后晶体管数 = 原数 × 4^n；若按"翻一番"计则 × 2^n。 - （补充常识）业界流行说法为"约每 18–24 个月翻一番"，与课件表述口径不同；**考试一律按课件"每三年翻两番"作答**。

易错警示：把"翻两番"误记成"翻一番"（×2）是最常见错误；翻两番 = 4 倍，翻一番 = 2 倍。选择题中"每 18 个月翻一番"是流行说法而非本课件表述。

6. Intel 公司的典型微处理器产品（课件 p.50）

概念精讲：课件 p.50 用一张表串起 Intel 微处理器发展史，是字长、年份、晶体管数三类填空/选择的唯一数据源。



产品	字长	年份	晶体管数
8080	8 位	1974 年	—
8086	16 位	1979 年	2.9 万个
80286	16 位	1982 年	13.4 万个
80386	32 位	1985 年	27.5 万个
80486	32 位	1989 年	120.0 万个
Pentium	64 位（准）	1993 年	310.0 万个
Pentium Pro	64 位（准）	1995 年	550.0 万个
Pentium Ⅱ	64 位（准）	1997 年	750.0 万个
Pentium Ⅲ	64 位（准）	1999 年	950.0 万个
Pentium IV	64 位	2000 年	4 200.0 万个

（课件 p.50 原文如此，存疑：常见资料将 8086 发布年份记为 1978 年，课件作 1979 年，考试以课件为准。）

要点： - 课件同页给出：**2007 年**芯片上可集成 **3 亿 5 千万**个晶体管；**预计 2010 年**可集成 **8 亿**个晶体管（课件 p.50）。 - 字长分界：8080 为 8 位；8086/80286 为 16 位；80386/80486 为 32 位；Pentium ~ Pentium Ⅲ 标"64 位（准）"；Pentium IV 标"64 位"。 - （补充常识）"准 64 位"指外部数据总线为 64 位、内部寄存器与运算器仍为 32 位结构，故课件加"（准）"字。

易错警示：8086 是 **16 位**不是 32 位；表中第一个 32 位是 **80386**；Pentium IV 才是表中唯一不带"（准）"的 64 位。晶体管数小数点位置（2.9 万 / 13.4 万 / 27.5 万 / 120.0 万 / 310.0 万…）常作填空陷阱。

7. 软件技术的兴起和发展（课件 p.51–53）

概念精讲：课件从"各种语言 → 系统软件 → 软件发展特点"三层讲软件史（课件 p.51–53）。

7.1 各种语言（课件 p.51）

语言层次	面向	代表与用途
机器语言	面向机器	—
汇编语言	面向机器	—
高级语言	面向问题	FORTRAN：科学计算和工程计算；PASCAL：结构化程序设计；C + + ：面向对象；Java：适应网络环境

易错警示：汇编语言仍属**面向机器**，只有高级语言才"面向问题"；四种高级语言的用途一一对应，不可互换（FORTRAN↔科学/工程计算，PASCAL↔结构化，C + + ↔面向对象，Java↔网络）。

7.2 系统软件（课件 p.52）



类别	课件所列子类/实例
语言处理程序	汇编程序、编译程序、解释程序
操作系统	DOS、UNIX、Windows
服务性程序	装配、调试、诊断、排错
数据库管理系统	数据库和数据库管理软件
网络软件	—

易错警示：**诊断、调试、排错、装配属于服务性程序**，不是语言处理程序；汇编程序/编译程序/解释程序三者才是语言处理程序。选择题最爱把"诊断程序"混进语言处理程序选项。

7.3 软件发展的特点与软件定义（课件 p.53）

- 软件发展三特点：(1) 开发周期长；(2) 制作成本昂贵；(3) 检测软件产品质量的特殊性（课件 p.53）。
- **软件 = 程序以及开发、使用和维护程序所需要的所有文档**（课件 p.53）。

易错警示：软件≠程序，漏掉"文档"即错；三特点中"检测软件产品质量的特殊性"常被漏背。

8. 计算机的应用（课件 p.54–55）

概念精讲：课件共列**八大应用领域**（课件 p.54–55），考试常给场景要求归类。

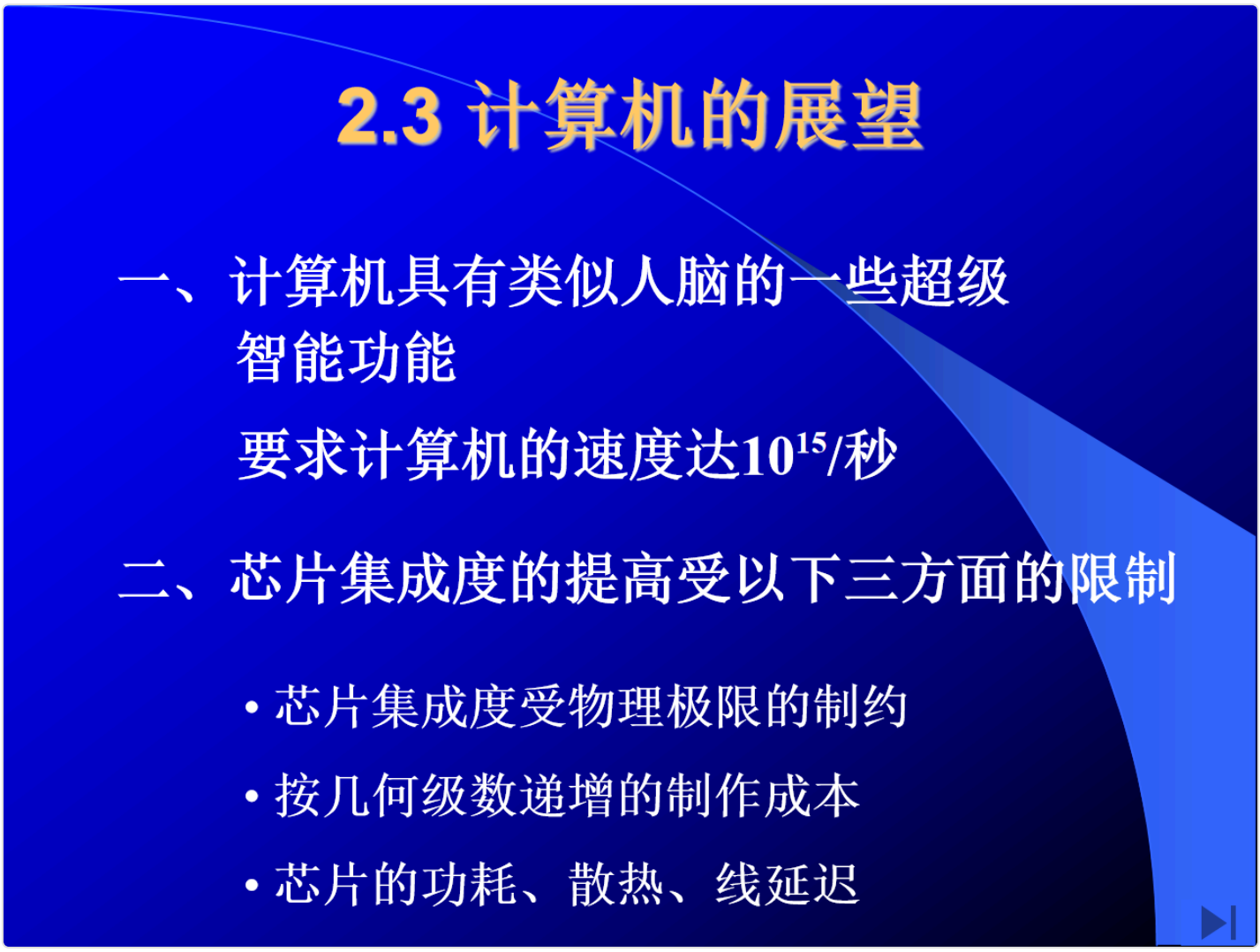
序号	应用领域	课件页	典型场景（补充常识，帮助归类）
一	科学计算和数据处理	p.54	气象预报、航天轨道计算、统计报表
二	工业控制和实时控制	p.54	生产线控制、过程控制
三	网络技术（1.电子商务 2.网络教育 3.敏捷制造）	p.54	网购、远程教育、网络化协同制造
四	虚拟现实	p.55	模拟训练、虚拟场景
五	办公自动化和管理信息系统	p.55	OA、MIS
六	CAD/CAM/CIMS	p.55	计算机辅助设计/制造/集成制造系统
七	多媒体技术	p.55	音视频处理
八	人工智能	p.55	专家系统、模式识别、机器翻译

要点：网络技术下挂三个子项（电子商务、网络教育、敏捷制造）是课件原文结构（课件 p.54），填空常考。

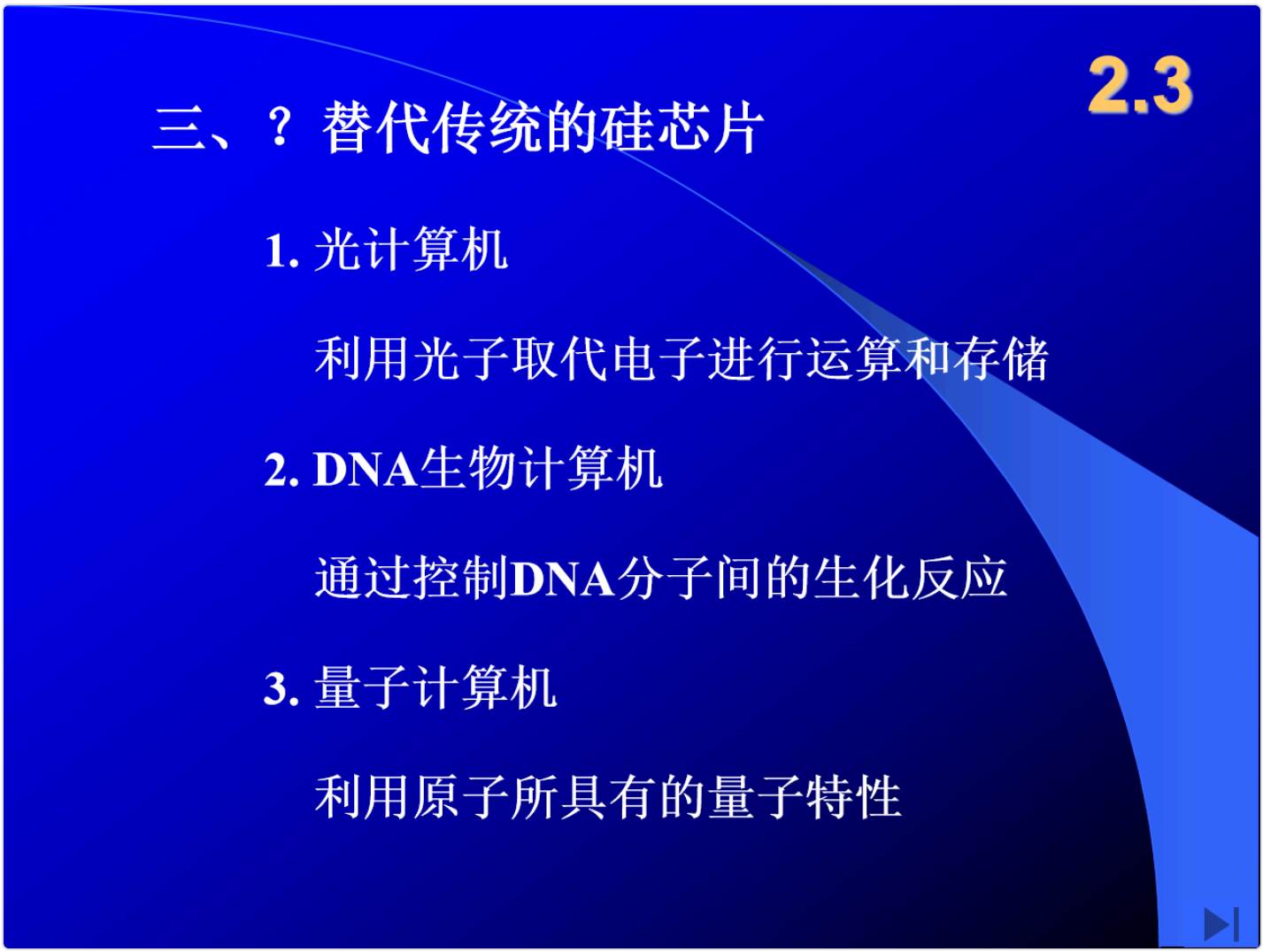
易错警示：CAD/CAM/CIMS 是独立一大类，不要归入"工业控制"；"敏捷制造"属于**网络技术**子项而非工业控制（课件 p.54 原文如此）。

9. 计算机的展望（课件 p.56–57）

概念精讲：展望分三点：智能目标、集成度限制、硅芯片替代者（课件 p.56–57）。



要点： 1. 计算机具有类似人脑的一些超级智能功能，**要求计算机的速度达 10^{15}/秒**（课件 p.56）。 2. 芯片集成度的提高受三方面限制（课件 p.56）： - 芯片集成度受**物理极限**的制约； - 按**几何级数递增的制作成本**； - 芯片的**功耗、散热、线延迟**。 3. "？替代传统的硅芯片"——三种候选（课件 p.57）：



新型计算机	基本原理（课件 p.57 原文）
光计算机	利用光子取代电子进行运算和存储
DNA 生物计算机	通过控制 DNA 分子间的生化反应
量子计算机	利用原子所具有的量子特性

易错警示：10^{15}/秒是"类似人脑超级智能"的**要求速度**，不是已实现速度；三限制中"几何级数递增"修饰的是**制作成本**；三种新型计算机的原理一一对应（光子↔光、生化反应↔DNA、量子特性↔量子），连线题常打乱配对。

10. 易错点与高频陷阱汇总

1. ENIAC 用**十进制**运算、手工搬开关/拔电缆编程，不是二进制、不是存储程序机（课件 p.37）。
2. 计算机按**硬件器件**划代，课件为**五代**（第五代超大规模集成电路 1978 - 现在），别按"四代"或按速度划代（课件 p.39）。
3. 摩尔定律课件表述是"**每三年翻两番**"（×4），不是"每 18 个月翻一番"；提出者是 Intel 缔造者之一 Gordon Moore（课件 p.49）。

4. 微处理器起点 **1971 年 4 位 4004**，存储器芯片起点 **1970 年 256 位**，两个年份差 1、单位是"位"（课件 p.48）。
5. 8086 是 **16 位**；表中首个 32 位是 80386；Pentium ~ Pentium Ⅲ 为"64 位（准）"，Pentium IV 才标"64 位"（课件 p.50）。
6. 课件 p.50 将 8086 年份写作 1979 年（常见资料为 1978 年）——课件原文如此，存疑，考试按课件。
7. 汇编语言**面向机器**；面向问题的是高级语言（课件 p.51）。
8. 诊断/调试/排错/装配属**服务性程序**；汇编/编译/解释程序属**语言处理程序**（课件 p.52）。
9. 软件 = 程序 + 开发、使用、维护所需的**所有文档**，只答"程序"不得满分（课件 p.53）。
10. "敏捷制造"是**网络技术**的子项，与电子商务、网络教育并列（课件 p.54）。
11. TOP500 五台数据截止 **2007.11**；排名网址 www.top500.org；第一名 BlueGene/L 胜在 CPU 规模而非单 CPU 速度（课件 p.42–47）。
12. 10^{15}/秒是展望中"类人脑智能"的要求速度；集成度三限制 = 物理极限、几何级数递增的制作成本、功耗/散热/线延迟（课件 p.56）。
13. 光计算机↔光子、DNA 生物计算机↔生化反应、量子计算机↔原子量子特性，配对不可互换（课件 p.57）。

11. 典型例题精讲

例 1（五代对照表读表题）：按课件 p.39，第三代计算机的时间区间与硬件技术是？第五代速度是第一代的多少倍？ 解析：① 读表定位"代 = 三"行：1965 - 1971、中小规模集成电路、1 000 000 次/秒。② 倍数 = 100 000 000 ÷ 40 000：先约去 4 个 0 得 10 000 ÷ 4 = 2 500。③ 答：1965 - 1971、中小规模集成电路；2 500 倍。教学提示：此类题只考读表与约分，先把五代表默写一遍再做题，边界年份（1957/1958 等）是填空高发点。

例 2（摩尔定律估算题）：存储器芯片容量从 1970 年的 256 位发展到 64M 位，按课件 p.48 序列共"翻两番"几次？按课件摩尔定律（每三年翻两番）估算约需多少年、对应哪一年？ 解析：① 256 位 = 2^8 位，64M 位 = 64×2^{20} 位 = 2^{26} 位，比值 = $2^{26-8} = 2^{18}$。② 每次翻两番 = ×4 = 2^2，故次数 = 18 ÷ 2 = 9 次；与课件序列逐格核对：256→1K→4K→16K→64K→256K→1M→4M→16M→64M 恰 9 步。③ 年数 = 9 × 3 = 27 年，1970 + 27 = 1997 年。教学提示：先把"位"换算成 2 的幂，再用"翻两番 = 2^2"做除法，最后乘 3 年；这是本章唯一需要动手算的定律题模型。

例 3（TOP500 数据分析题）：按课件 p.42–46 数据，五台超级计算机中"单 CPU 平均最大速度"最高的是哪台？解析：逐台做除法（GFLOPS ÷ CPU 数）：BlueGene/L 478 200÷212 992≈2.25；JUGENE 167 300÷65 536≈2.55；SGI Altix ICE 8200 126 900÷14 336≈8.85；HP EKA 117 900÷14 240≈8.28；HP 102 800÷13 728≈7.49。最高为 **SGI Altix ICE 8200（约 8.85 GFLOPS/CPU）**。教学提示：总速度第一≠单 CPU 效率第一，BlueGene/L 靠 21 万 CPU 的规模取胜；本题训练"用课件数据做除法比较"的综合能力。

附：本章速查表

ENIAC（p.37）：1946 美国 / 1955 退役 / 十进制 / 18 000 电子管 / 1 500 继电器 / 150 千瓦 / 30 吨 / 1 500 平方英尺 / 5 000 次加法每秒 / 手工开关+拔插电缆编程。

五代表（p.39）：一 1946–1957 电子管 4 万；二 1958–1964 晶体管 20 万；三 1965–1971 中小规模 IC 100 万；四 1972–1977 大规模 IC 1 000 万；五 1978–现在 超大规模 IC 1 亿（次/秒）。

芯片序列（p.48）：微处理器 1971：4 位(4004)→8→16→32→64；存储器 1970：256 位→1K→4K→16K→64K→256K→1M→4M→16M→64M 位。

摩尔定律（p.49）：Gordon Moore（Intel 缔造者之一）；微芯片晶体管数每三年翻两番（×4）。

Intel 表（p.50）：8080/8 位/1974；8086/16 位/1979/2.9 万；80286/16 位/1982/13.4 万；80386/32 位/1985/27.5 万；80486/32 位/1989/120 万；Pentium/准 64/1993/310 万；Pro/准 64/1995/550 万；Ⅱ/准 64/1997/750 万；Ⅲ/准 64/1999/950 万；IV/64/2000/4 200 万；2007 年 3.5 亿；预计 2010 年 8 亿。

TOP500（2007.11，p.42–47）：①BlueGene/L 212 992 CPU 478 200 GFLOPS；②JUGENE 65 536 CPU 167 300；③SGI Altix ICE 8200 14 336 CPU 126 900；④HP EKA 14 240 CPU 117 900；⑤HP 13 728 CPU 102 800；网址 www.top500.org。

语言（p.51）：机器/汇编→面向机器；高级→面向问题；FORTRAN 科学工程计算、PASCAL 结构化、C＋＋ 面向对象、Java 网络。

系统软件（p.52）：语言处理（汇编/编译/解释）、操作系统（DOS/UNIX/Windows）、服务性（装配/调试/诊断/排错）、数据库管理系统、网络软件。

软件（p.53）：程序+所有文档；特点：周期长、成本昂贵、质量检测特殊性。

应用八类（p.54–55）：科学计算和数据处理 / 工业控制和实时控制 / 网络技术(电子商务、网络教育、敏捷制造) / 虚拟现实 / 办公自动化和管理信息系统 / CAD/CAM/CIMS / 多媒体技术 / 人工智能。

展望（p.56–57）：类人脑智能要求 10^{15}/秒；三限制：物理极限、几何级数递增成本、功耗散热线延迟；三新型：光(光子)、DNA(生化反应)、量子(原子量子特性)。