

少年科技通识系列 · 第6部

芯片与半导体

探索计算机的大脑

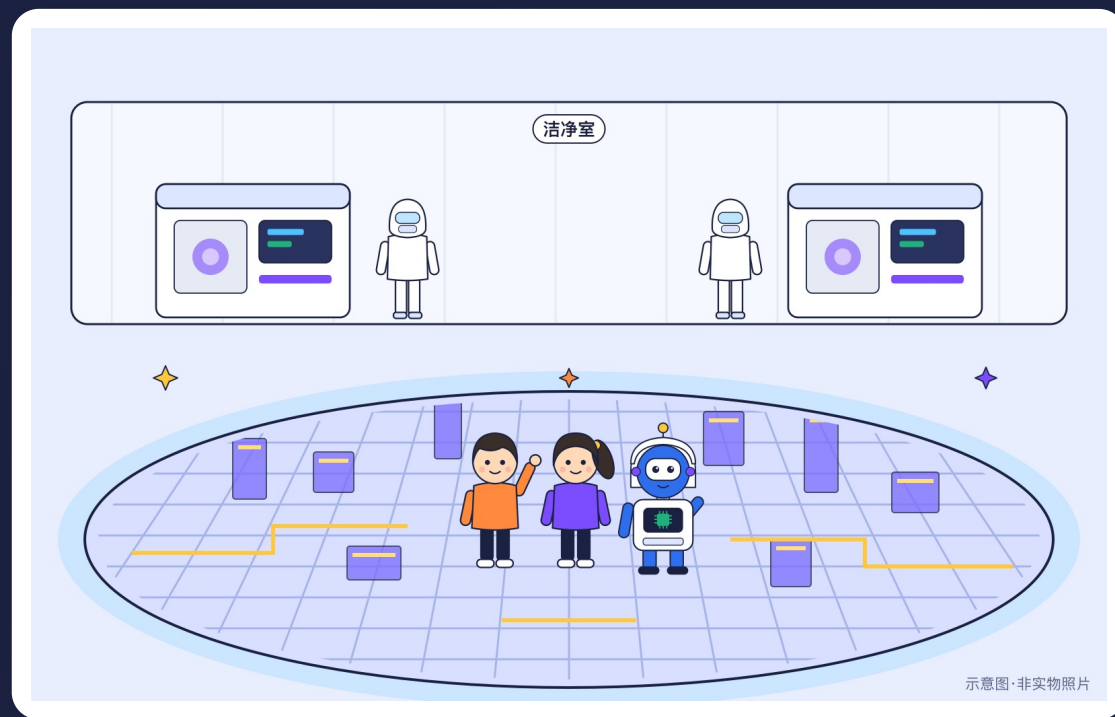
小小芯片，大大世界

8—11 岁必读

12—15 岁进阶

第1版 · 2026年10月 · 适合8—15岁

插图均为原创示意图，非历史照片



少年科技通识系列： 10 部书目

1

已出版

从算盘到人工智能：
计算机发展史（起源—2026）

2

已出版

人工智能新时代：
AI 如何改变世界
（2026—2035）

3

已出版

机器人与智能世界：
人类和机器的未来

4

已出版

量子计算与超级计算机：
突破计算极限

5

已出版

互联网的未來：
从万物互联到智能互
联

6

本册 · 第 6 部

芯片与半导体：
探索计算机的大脑

7

规划中

编程与软件世界：
从代码到智能应用

8

规划中

网络安全与数字文明：
守护未来世界

9

规划中

太空计算与星际互联
网：
科技走向宇宙

10

规划中

未来 100 年：
人工智能、科技与人
类文明（2035—
2100）

少年科技通识系列（Young Explorers Tech Series） · 读者：8—15 岁（8—11 岁必读 / 12—15 岁进阶）

教师授课路线图： 45 分钟与 90 分钟

环节	页码	45 分钟精简版	90 分钟完整版
开场：芯片在哪里	P5—7	4 分钟：互动①	7 分钟：含读法说明
回顾：晶体管与集成电路	P8—10	2 分钟：时间轴	5 分钟：时间轴+卡片
半导体与晶体管	P11—18	11 分钟：互动②③	18 分钟：全部
从沙子到芯片、光刻	P19—23	7 分钟：流程图+光刻	13 分钟：含互动④
“几纳米”澄清	P24—26	5 分钟：互动⑤	7 分钟：全部
芯片家族与设计	P27—31	4 分钟：家族图	10 分钟：全部
产业链、能源与政策	P32—41	8 分钟：互动⑥+地图	17 分钟：全部
未来芯片与 2035 情景、课后任务	P42—56	4 分钟：情景图	13 分钟：情景卡+路径
合计		45 分钟	90 分钟

互动编号：①找找身边的芯片 ②掺杂座位游戏 ③人体晶体管 ④制造工序排序 ⑤“几纳米”判断题 ⑥产业链拼图

本书怎么读：徽章、情景卡与提醒

证据等级徽章

✓已发生

截至 2026 年 10 月 25 日已经发生，并有可靠来源。

🔧试点中

已经在少数地方、少数人中真实使用或试运营，但还没有普及。

🔬研究中

还在实验室、论文或演示阶段。

🔮展望

对未来的预测或可能性，可能发生，也可能不发生。

情景卡：三种可能

较快

技术进步快、成本下降快、社会接受度高。

基准

按目前趋势稳步发展。

较慢

遇到能源、成本、安全或规则等方面的阻力，发展放缓。

情景是思考框架，不是预言；每张情景卡都属于展望。

卡片与提醒

三种卡片

历史用七字段卡；现状用事实卡（带证据等级）；数字用来源框（谁发布、哪年、口径、不确定性）

数字先看单位

WSTS 是美元销售额；国家统计局是“块”数；晶体管数是公司公布

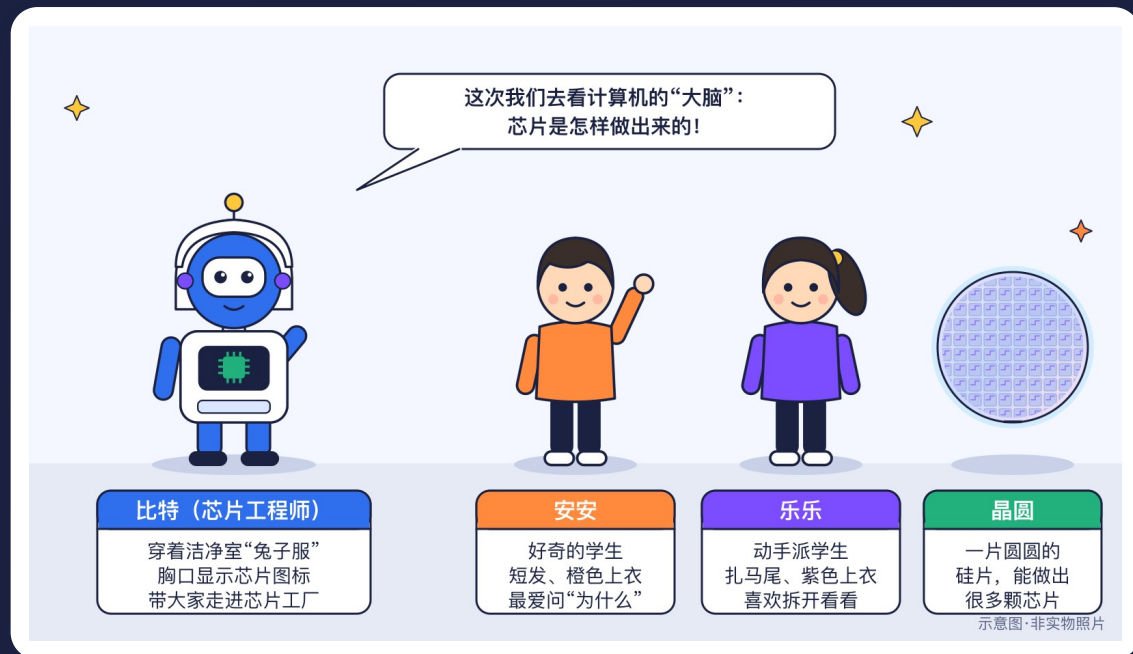
三个分清

“X 纳米”是代号不是尺寸；摩尔定律是产业观察；比喻都有局限

芯片在哪里？

你家里藏着多少颗芯片？

- 1 手机、电脑、汽车、家电、交通卡、医疗设备里都有芯片
- 2 芯片 = 集成电路：许多晶体管和导线做在一小片硅上
- 3 有的设备只有一颗芯片，有的有成百上千颗



【想象情景】角色对话

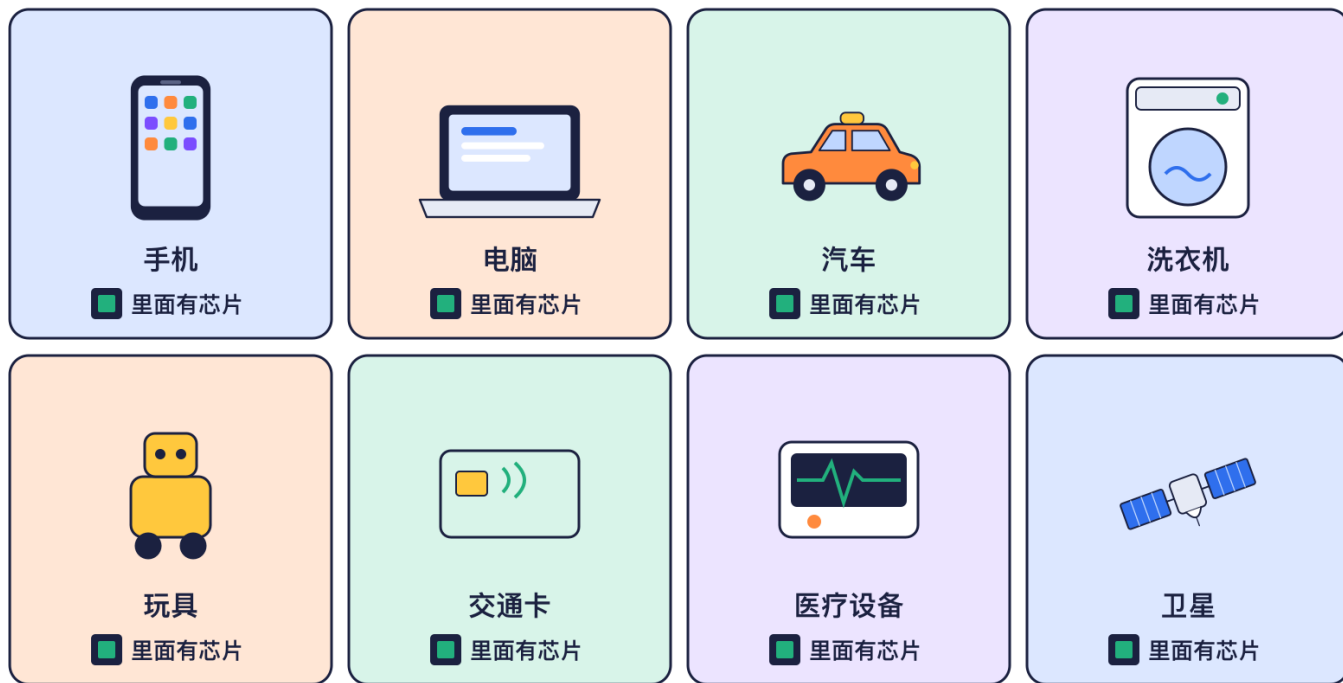


安安：芯片真的是计算机的“大脑”吗？



比特：这是个比喻：芯片按设计好的电路工作，不会自己思考。

芯片就在我们身边



有的设备里有一颗芯片，有的里面有成百上千颗

示意图·非实物照片

关键词

芯片 / 集成电路 Chip / Integrated Circuit

比喻：把成千上万到几百亿个开关和导线“印”在指甲盖大小的硅片上。

准确：在一小块半导体材料上制造大量晶体管、电阻、电容和连线组成的电路。

晶体管 Transistor

比喻：用电控制的极小开关。

准确：能放大或开关电信号的半导体器件，是芯片的基本单元。

- 一颗手机芯片里有上百亿个晶体管

找找身边的芯片

互动① 芯片小调查

- 1 在家长陪同下，列出家里有芯片的物品
- 2 按“计算、存储、感知、管电”分类
- 3 讨论：没有芯片的生活会怎样？



乐乐：只看不拆！不要拆开任何带电设备。

我的芯片记录表

物品名称：

芯片可能负责：计算 / 存储 / 感知 / 管电

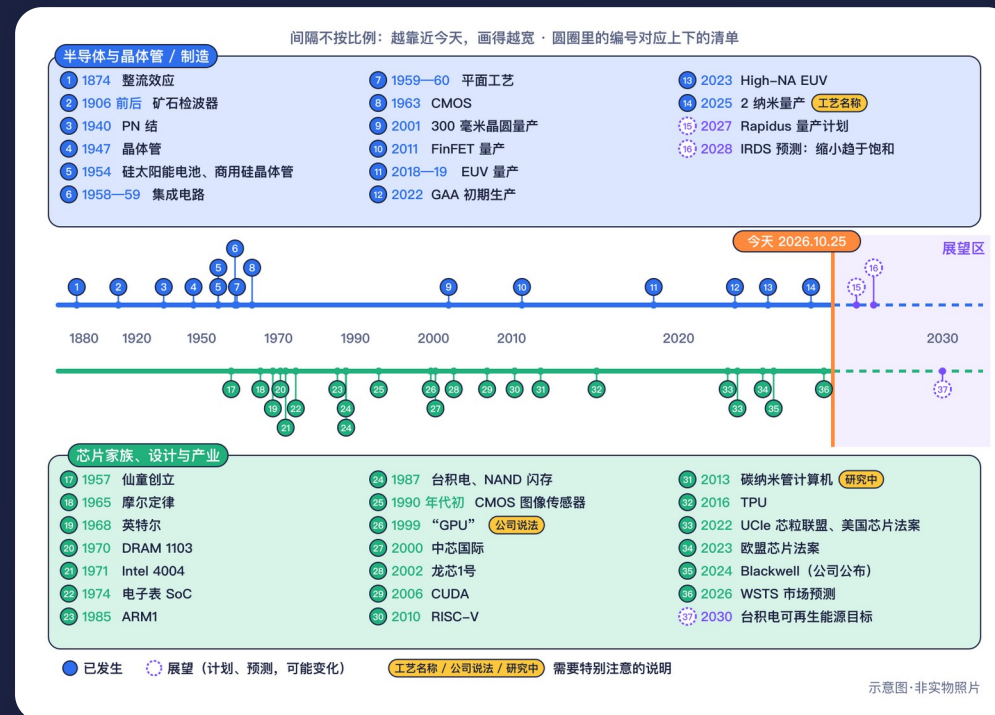
如果没有芯片，它还能用吗？

答案见备注

从真空管到集成电路

芯片是怎样一步步变小的？

- 1 1874 整流效应、1940 PN 结
- 2 1947 晶体管、1958—1959 集成电路（详见第 1 部）
- 3 1959—1960 平面工艺：一层层“盖”出电路



【想象情景】角色对话



乐乐：芯片是一个人发明的吗？

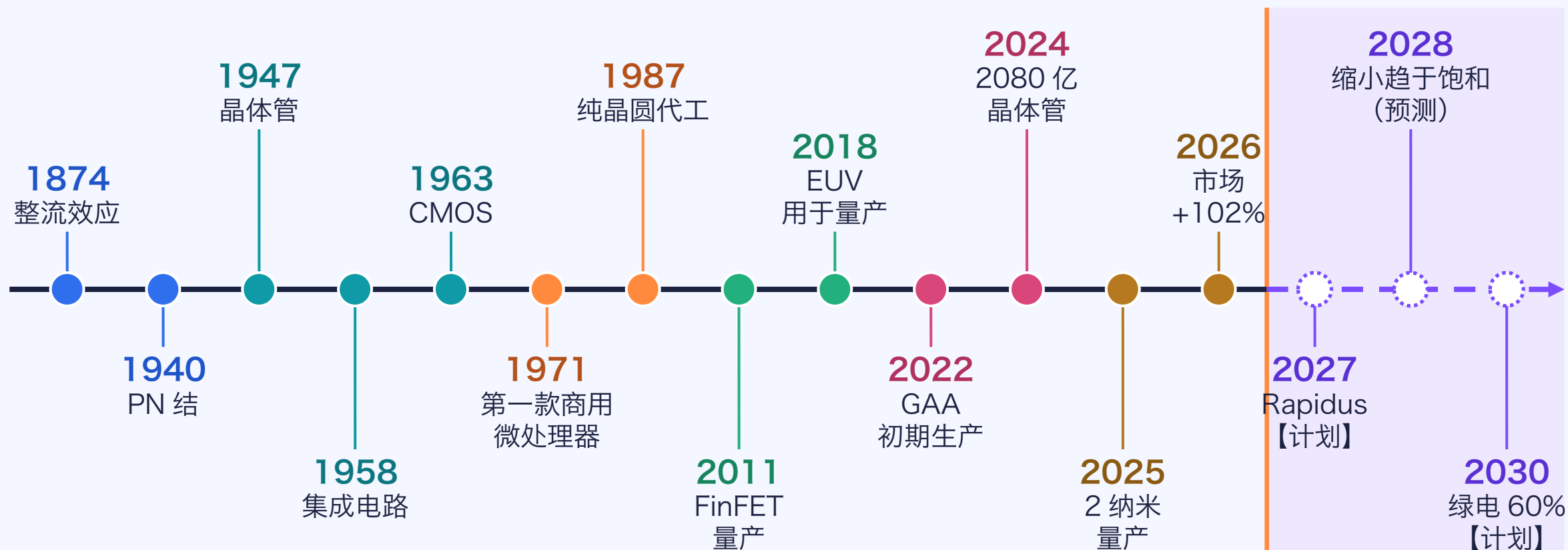


比特：不是，是很多科学家和工程师接力完成的。

芯片的时间轴：已发生与展望区

按年份先后排列 · 间隔不按比例

今天 2026-10-25 ▶ 展望区 (可能变化)



时代: ● 1870—1945 ● 1946—1969 ● 1970—1999 ● 2000—2019 ● 2020—2024 ● 2025—2026 ● 2027—2035 展望

半导体的早期发现

1874 年

德国

发现金属与晶体接触的“整流效应”

人物 | 卡尔 · 费迪南德 · 布劳恩

地点 | 德国

组织 | —

发生了什么 | 一位年轻的德国科学家发现：电流碰到某些晶体时，只愿意朝一个方向走。

为什么重要 | 半导体研究的起点之一。

今天的例子 | 手机充电器里的整流电路。

【注意】 发现时所在城市各资料说法不一，本书只写德国。

1940 年 2 月 23 日

美国

发现 PN 结

人物 | 拉塞尔 · 奥尔

地点 | 霍姆德尔（新泽西州），美国

组织 | 贝尔电话实验室

发生了什么 | 科学家发现一块硅片里有一条“缝”，光照上去竟然产生了电流！

为什么重要 | 二极管、太阳能电池、晶体管的基础。

今天的例子 | 屋顶的太阳能板。

1954 年 4 月 25 日

美国

第一块实用的硅太阳能电池

人物 | 查宾、富勒、皮尔逊

地点 | 默里山（新泽西州），美国

组织 | 贝尔实验室

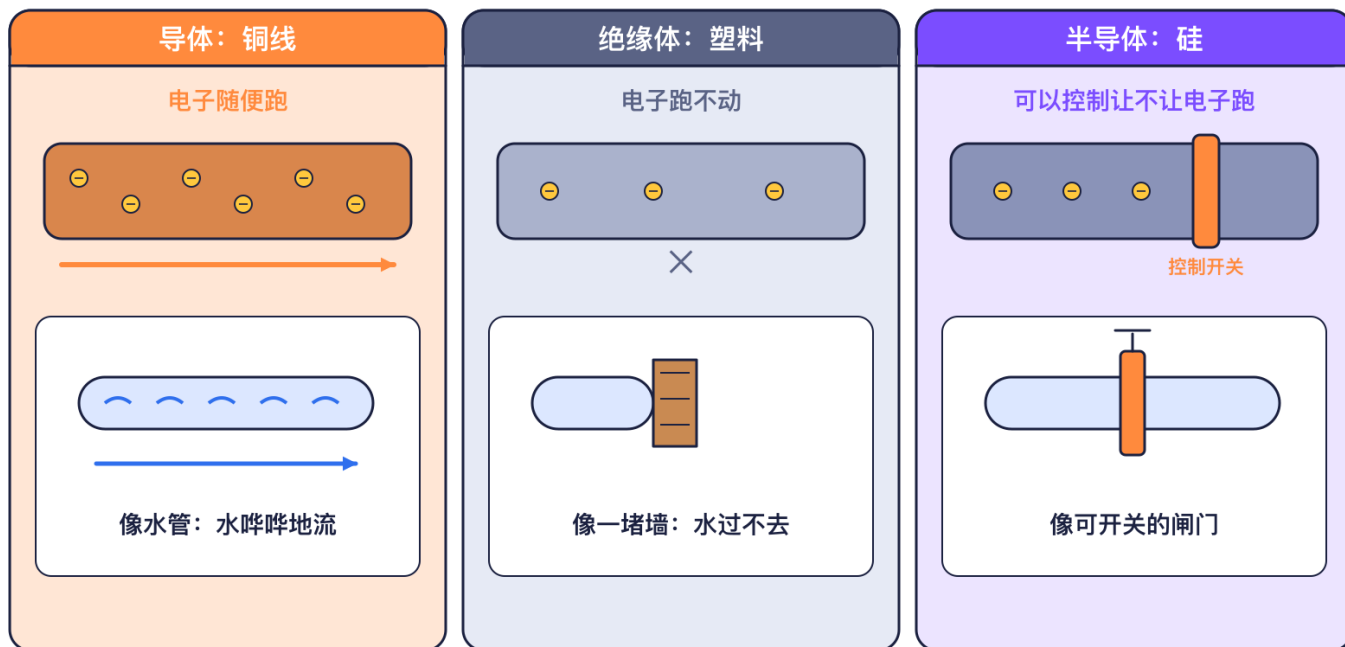
发生了什么 | 贝尔实验室展示了能把阳光变成电的硅电池，带动了玩具摩天轮。

为什么重要 | 太阳能发电的起点。

今天的例子 | 卫星和家庭的太阳能板。

【注意】 “第一块实用的”为多家报道与IEEE 里程碑的通行说法。

导体、绝缘体和半导体



芯片用半导体（硅）：能“开”能“关”，就能表示 1 和 0

示意图·非实物照片

关键词

导体 Conductor

比喻：电子可以随便跑的“宽马路”。

准确：容易导电的材料，如铜、铝。

绝缘体 Insulator

比喻：电子跑不过去的“墙”。

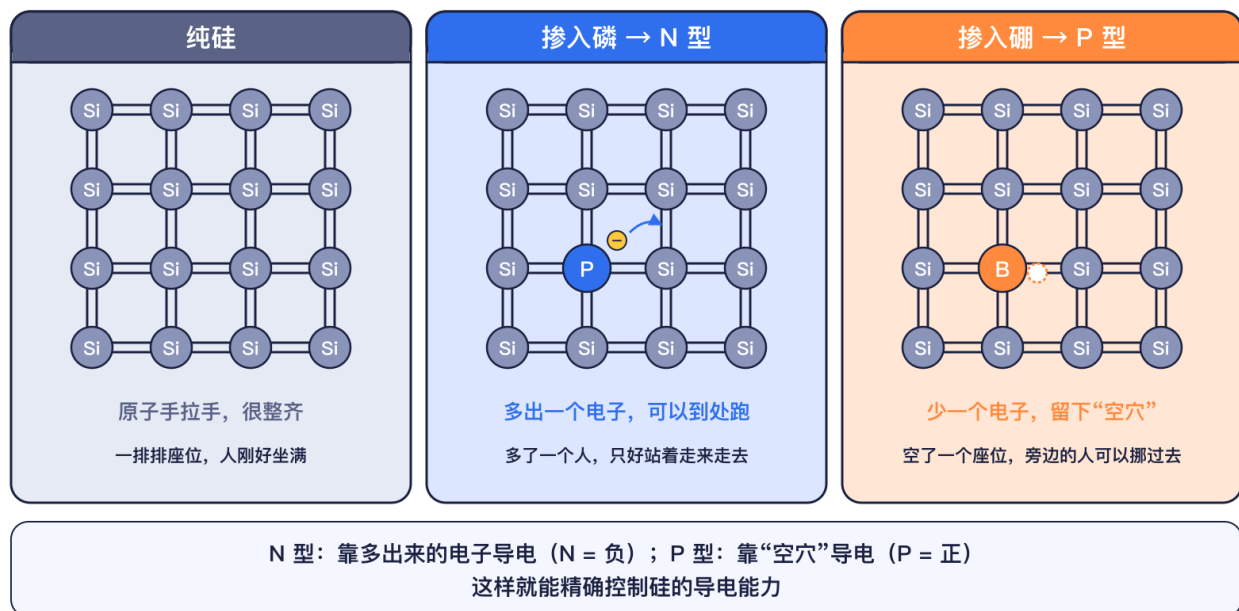
准确：很难导电的材料，如塑料、玻璃、陶瓷。

半导体 Semiconductor

比喻：可以开关的“闸门”：有时让电流通过，有时不让。

准确：导电能力介于导体和绝缘体之间、并可通过掺杂、电压、光照等方式控制导电性的材料，如硅、锗、砷化镓。

硅晶格与掺杂：给硅加一点“调料”



比喻简化：真实晶体是立体结构，每个硅原子和四个邻居相连

示意图·非实物照片

关键词

硅 Silicon

比喻：地球上很多的元素，藏在沙子和石头里。

准确：原子序数 14 的元素，地壳中含量第二多；高纯度单晶硅是制造芯片最主要的材料。

掺杂 Doping

比喻：往整齐的座位里多放一个人或空出一个座位（比喻简化）。

准确：在纯半导体中加入极少量其他元素以改变导电性：掺磷等形成 N 型（多电子），掺硼等形成 P 型（多空穴）。

空穴 Hole

比喻：座位上空出来的位置，旁边的人一挪，空位就“跑”了。

准确：半导体中电子缺位形成的带正电的“载流子”，可以像正电荷一样移动。

掺杂座位游戏

互动② 全班就是一块硅

- 1 全班坐满，代表整齐的纯硅
- 2 多来一位同学（N 型），或空出一个座位（P 型）
- 3 让“多出的人”走动，或让旁边同学挪进“空位”
- 4 讨论：这个比喻哪里不像真实的硅？

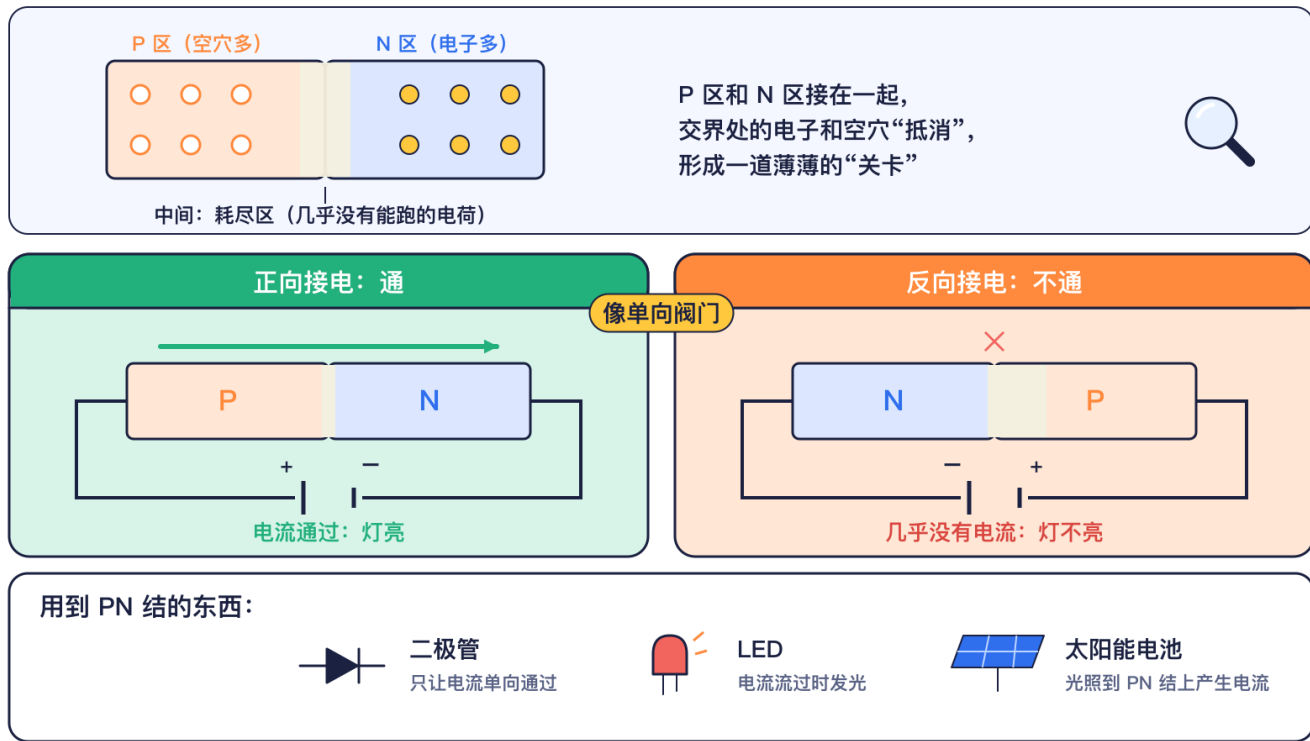


安安：慢慢移动，不要推挤！

想一想： P 型硅里，真正在移动的是“空位”，还是同学（电子）？

答案见备注

PN 结：只让电流朝一个方向走



关键词

PN 结 P-N Junction

比喻: 只让水往一个方向流的单向阀门。

准确: P型和N型半导体接触形成的界面，正向电压下导通、反向电压下截止，是二极管、LED、太阳能电池的基础。

二极管 Diode

比喻: 电流的“单行道”。

准确: 只允许电流单向通过的半导体器件。

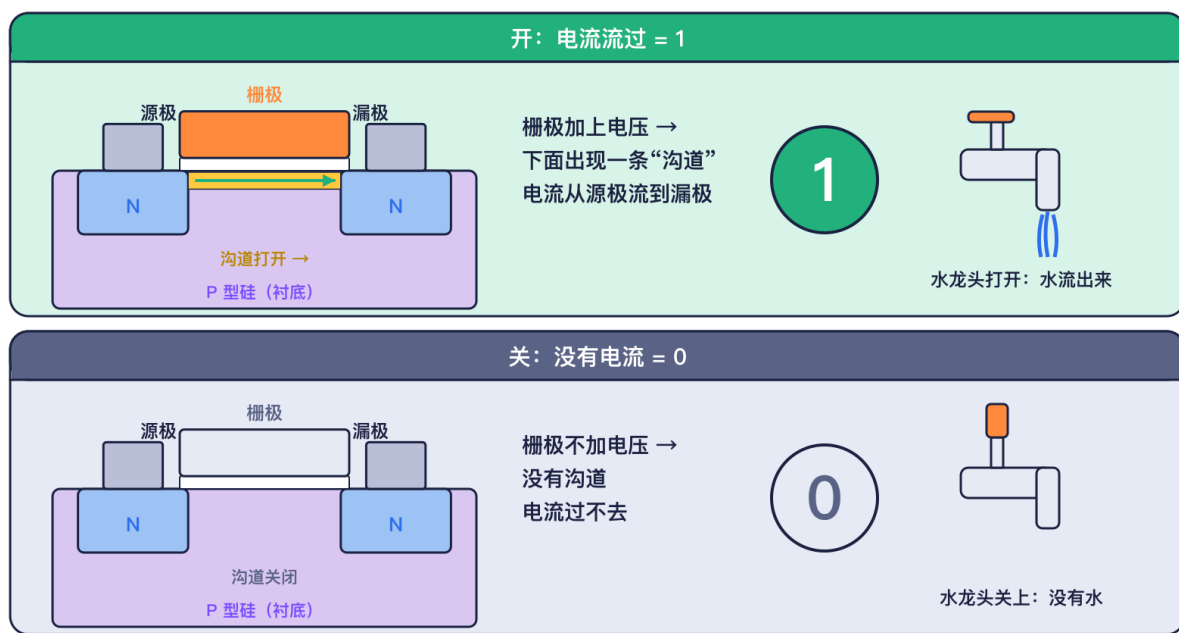
发光二极管 LED

比喻: 通电就会发光的PN结。

准确: 电子和空穴在PN结复合时以光的形式释放能量的二极管。

- 2014年蓝光LED获诺贝尔物理学奖

晶体管：一个超级小的开关



一颗芯片里有数量极多的晶体管，一秒钟可以开关很多很多次

示意图·非实物照片

关键词

MOSFET Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor

比喻：有一扇“栅门”的水龙头：门上加电压，水（电流）就流过去。

准确：金属 - 氧化物 - 半导体场效应晶体管，由源极、漏极、栅极和沟道组成，是现代芯片中数量最多的器件。

栅极 Gate

比喻：控制水龙头开关的把手。

准确：MOSFET 中通过电压控制沟道导通与否的电极。

CMOS Complementary MOS

比喻：两种开关搭档工作，平时几乎不耗电。

准确：把 N 型和 P 型 MOSFET 成对使用的电路技术，静态功耗很低，是绝大多数数字芯片采用的技术。

人体晶体管与逻辑门

互动③ 同学当开关

- 1 两位同学当输入，举起写着 0 或 1 的卡片
- 2 一位同学当“与门”：两人都举 1，才举 1
- 3 换成“或门”“非门”，再组合成简单电路



比特：芯片里的加法器就是由逻辑门组成的！

与门真值表

输入 0 和 0 → 输出：

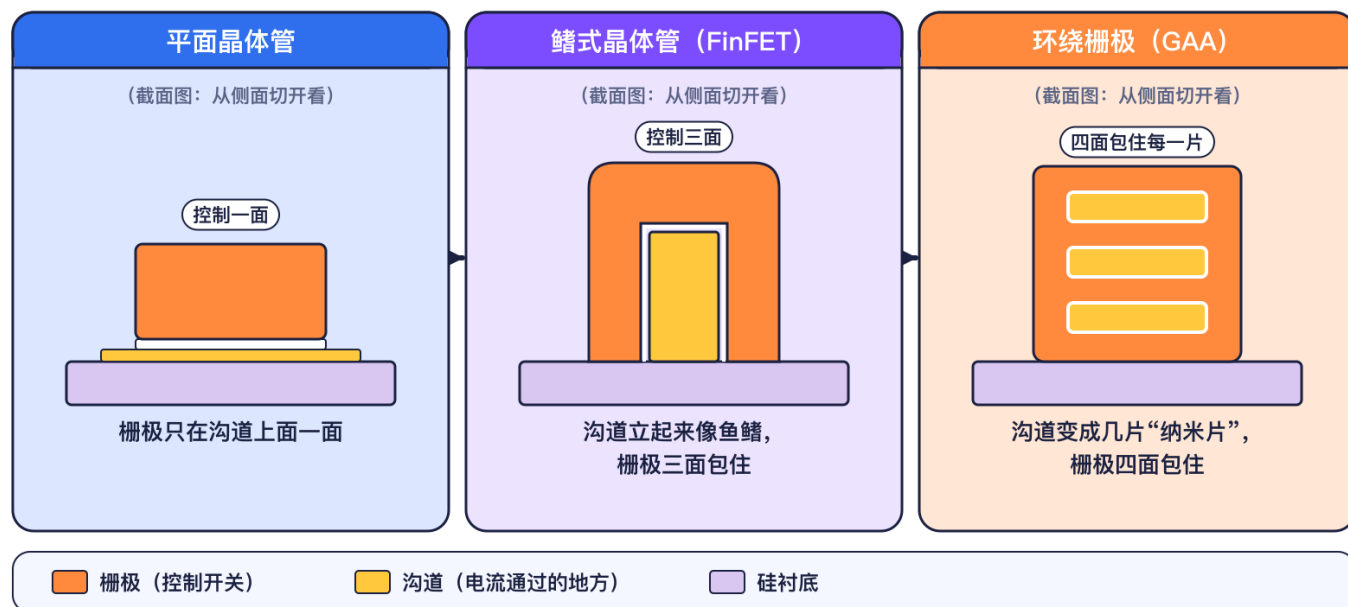
输入 0 和 1 → 输出：

输入 1 和 0 → 输出：

输入 1 和 1 → 输出：

答案见备注

晶体管的形状在变：栅极包得越来越严



为了在更小的空间里更好地控制电流

示意图·非实物照片

关键词

鳍式晶体管 FinFET

比喻：栅极像手掌从三面握住沟道。

准确：沟道做成竖立的“鳍”状、栅极从三面包围的立体晶体管结构，能更好地控制电流。

环绕栅极晶体管 GAA (Gate-All-Around)

比喻：栅极把沟道整个“抱”住。

准确：栅极从四面包围纳米片或纳米线沟道的晶体管结构，用于更先进的工艺。

- 形状变化是为了在更小空间里更好地控制电流

三次重要的晶体管升级

1963 年 2 月 20 日

美国

CMOS 电路发表

机构 / 人物 | 萨支唐、万拉斯；仙童研发实验室

地点 | 国际固态电路会议，美国

发生了什么 | 两种开关搭档工作，平时几乎不耗电。

为什么重要 | 让芯片省电成为可能。

证据等级 |  已发生

2011 年 5 月 4 日

美国

鳍式晶体管（FinFET）进入大批量生产

机构 / 人物 | 英特尔

地点 | 美国

发生了什么 | 晶体管从“平房”变成了竖起来的“鳍片”，栅极从三面握住它。

为什么重要 | 晶体管结构的重大变化。

证据等级 |  已发生

2022 年 6 月 30 日

韩国

环绕栅极（GAA）晶体管开始初期生产

机构 / 人物 | 三星电子

地点 | 华城，韩国

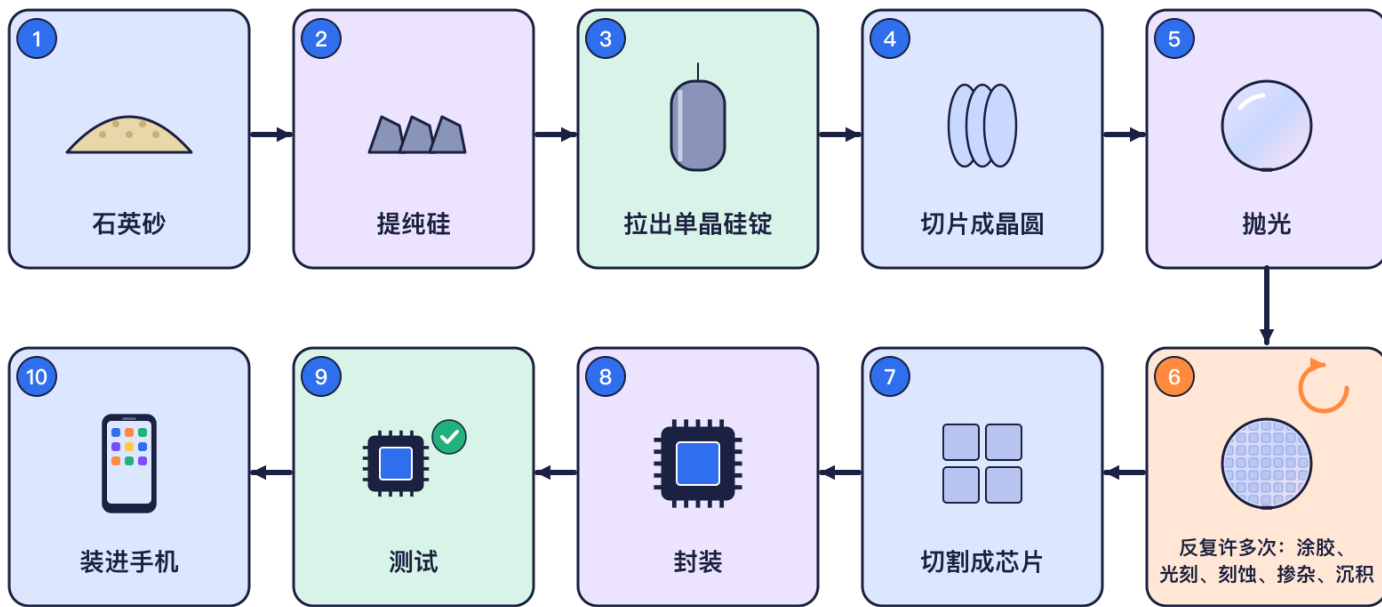
发生了什么 | 栅极把电流通道整个“抱”住，控制得更好。

为什么重要 | 晶体管结构进入 GAA 时代。

证据等级 |  已发生

【注意】 “全球首个”为公司说法。

从沙子到芯片：一颗芯片的旅程



需要几百道工序、几个月时间

第 6 步要一层一层反复做很多次，才能在晶圆上“盖”出复杂的电路

示意图·非实物照片

关键词

单晶硅锭 Silicon Ingot

比喻：从熔化的硅里慢慢“拉”出来的大圆柱。

准确：原子排列整齐一致的硅晶体，通常用直拉法从熔融硅中生长。

晶圆 Wafer

比喻：切成薄片、像镜子一样光亮的硅“大饼”。

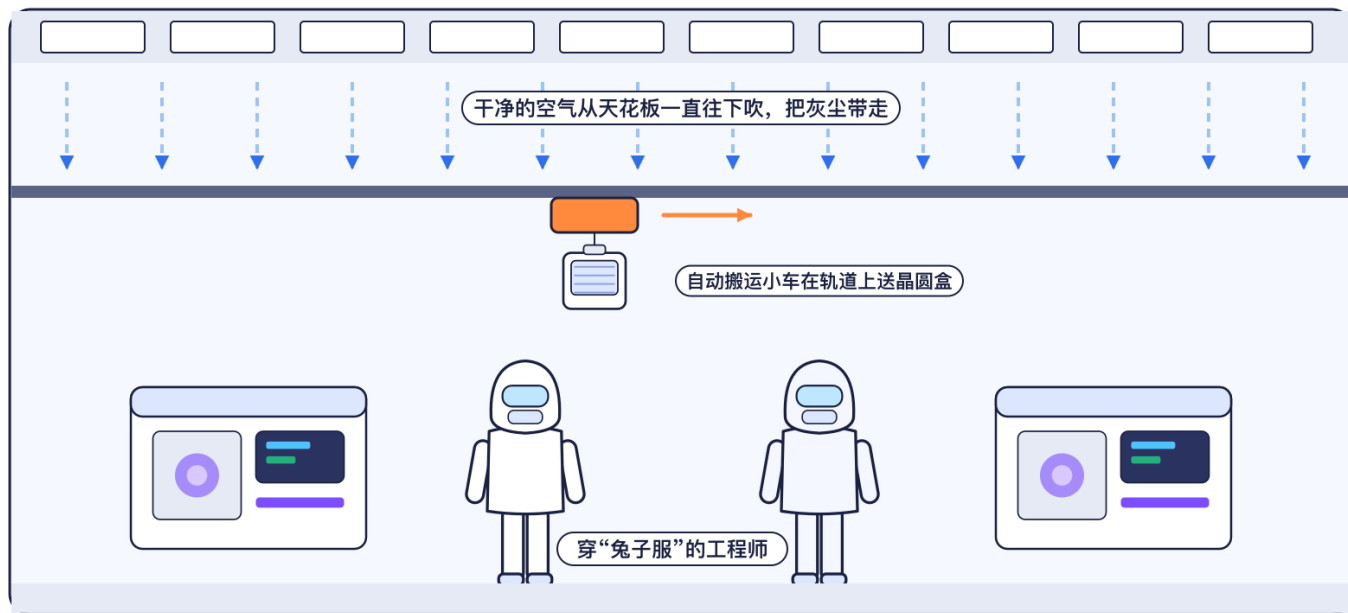
准确：由单晶硅锭切割、抛光而成的圆形薄片，芯片在上面成批制造。

封装 Packaging

比喻：给芯片穿上“外衣”、装上“插脚”。

准确：把芯片固定、保护并连接到外部电路的工艺。

洁净室：芯片工厂里最干净的地方



比医院手术室还要干净很多
一粒小小的灰尘落在晶圆上，就可能让芯片报废

示意图·非实物照片

关键词

洁净室 Cleanroom

比喻：比手术室还要干净很多的车间。

准确：严格控制空气中微粒、温度和湿度的生产环境，防止灰尘破坏极细的电路。

刻蚀 Etching

比喻：按模板把不要的部分“雕”掉。

准确：用化学或等离子体去除未被光刻胶保护的材料，形成电路结构。

- 一粒小小的灰尘落在晶圆上，就可能让芯片报废

芯片制造工序排序

互动④ 小组排卡片

- 1 拿到打乱的工序卡片，按顺序排好
- 2 圈出需要重复很多次的步骤
- 3 讨论：为什么必须在洁净室里做？

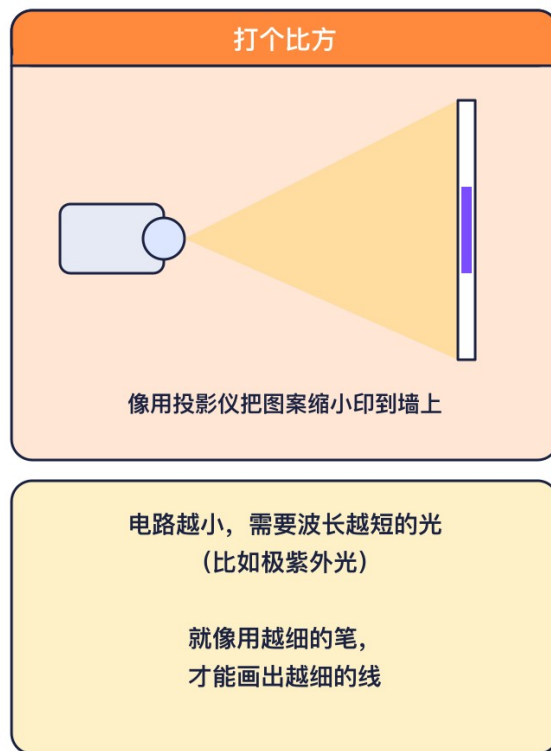
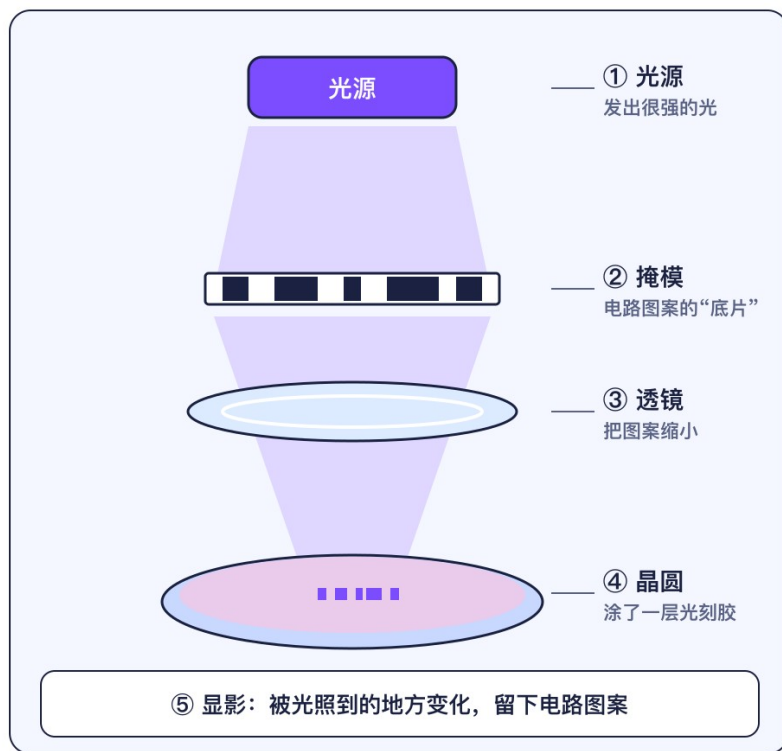


乐乐：有的步骤要一层一层重复好多次！

想一想：排一排：封装、提纯、光刻、切片、测试、拉晶、刻蚀

答案见备注

光刻：用光把电路“印”到晶圆上



示意图·非实物照片

关键词

光刻 Photolithography

比喻：用投影仪把电路图缩小“印”到晶圆上。

准确：利用光通过掩模把电路图案转移到涂有光刻胶的晶圆上的工艺，是芯片制造的核心步骤。

掩模 Photomask

比喻：印电路用的“底片”。

准确：带有电路图案的透明板，光透过它把图案投射到晶圆上。

光刻胶 Photoresist

比喻：一层遇光会变化的“感光涂料”。

准确：对光敏感的材料，曝光后经显影留下图案，作为后续刻蚀或掺杂的“模板”。

EUV：最先进的光刻机

2018—2019

韩国、中国台湾

极紫外（EUV）光刻开始用于量产芯片

机构 / 人物 | 三星、台积电；阿斯麦（设备）

地点 | 韩国、中国台湾

发生了什么 | 一种用极短波长的光画电路的机器开始正式生产芯片。

为什么重要 | 最先进芯片制造的关键设备。

证据等级 |  已发生

【注意】 三星和台积电各自说“第一”，口径不同。

2023 年 12 月

荷兰 → 美国

第一台高数值孔径 EUV 光刻机运往英特尔

机构 / 人物 | 阿斯麦；英特尔

地点 | 费尔德霍芬 → 希尔斯伯勒，荷兰 → 美国

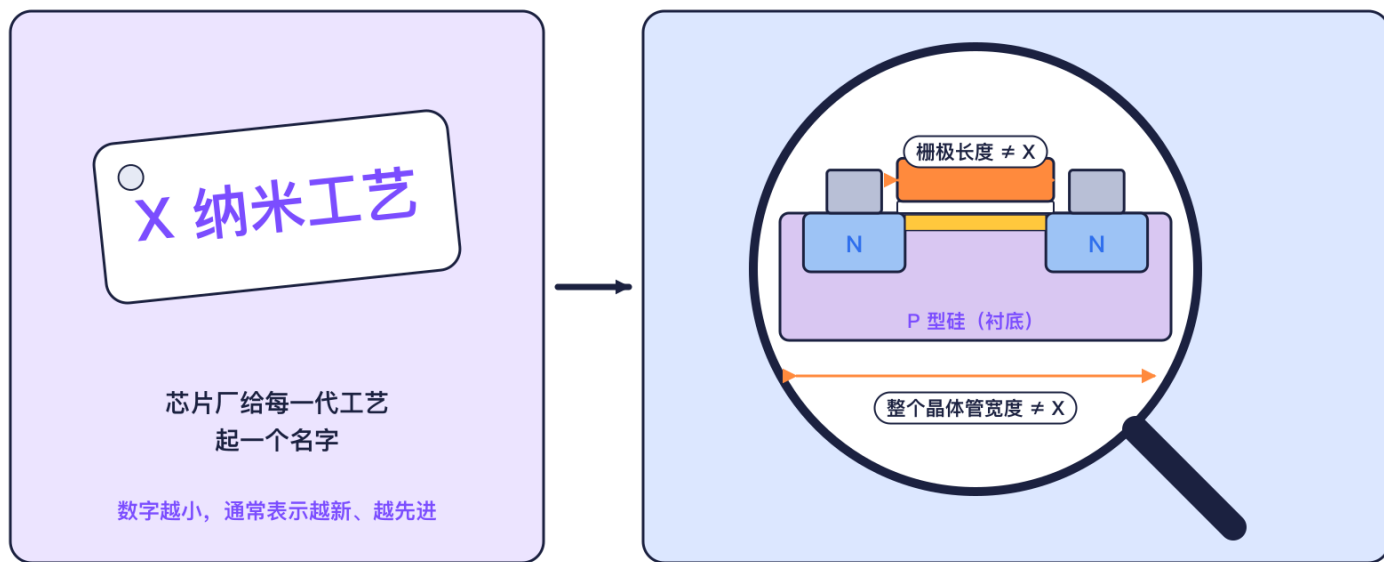
发生了什么 | 更先进的光刻机能画出更细的线。

为什么重要 | 下一代光刻技术。

证据等级 |  已发生

【注意】 运出时间来自多家报道，英特尔 2024 年 1 月公布到货。

“几纳米”更像产品代号



用放大镜看真实的晶体管, 各部分的尺寸并不等于名字里的数字
所以“X 纳米”更像产品代号

示意图·非实物照片

关键词

工艺节点 Process Node

比喻: 像产品代号, 而不是尺子量出来的长度。

准确: 芯片制造工艺的代际名称 (如 “X 纳米”)。现代节点名称已不再等于晶体管的某个物理尺寸。

摩尔定律 Moore's Law

比喻: 芯片界的“成长节拍器”——但节拍在变慢。

准确: 戈登·摩尔对芯片上元件数量大约每两年翻一番的观察, 是产业经验而非自然定律, 近年增速放缓。

- 数字越小通常越先进, 但不是某个零件真的那么大

工艺还在前进，但缩小越来越难

2025 年第四季度

中国台湾

2 纳米工艺开始量产

机构 / 人物 | 台积电

地点 | 中国台湾

发生了什么 | 更先进的工艺开始量产，采用了纳米片晶体管。

为什么重要 | 先进工艺持续演进。

证据等级 |  已发生

预测

目标年份 2028

 展望

预测可能不准

谁预测的 | IEEE IRDS

哪一年发布 | 2022 年 2022 年版 More Moore

原文口径 | 芯片缩小趋势：设计规则缩小约 2028 年前后饱和，之后转向三维集成；每代面积缩小平均少于 30%

不确定性 | 行业专家共同预测，不是承诺。

“几纳米” 判断题

互动⑤ 对还是错？

- A “3 纳米工艺” 的晶体管就是 3 纳米大
- B 工艺名称的数字越小，通常代表越先进
- C 摩尔定律像万有引力一样，是自然定律
- D 芯片缩小越来越难，人们开始“往上叠”
- E 不同公司的“X 纳米”可以直接比大小
- F 晶体管形状变化是为了更好地控制电流

对 / 错

对 / 错

对 / 错

对 / 错

对 / 错

对 / 错

向家人解释

- 1 “X 纳米” 是代号
- 2 数字小通常更先进
- 3 不是零件真的那么大

答案见备注

芯片家族：各有各的本领



示意图·非实物照片

关键词

CPU Central Processing Unit

比喻：计算机的“总指挥”。

GPU Graphics Processing Unit

比喻：一支能同时干很多活的“画师团队”。

SoC System on Chip

比喻：把一座小城市的各个部门装进一颗芯片。

AI 加速器 AI Accelerator

比喻：专门为 AI 计算设计的“特长生”。

GPU 不只是用来玩游戏的

1999 年 8 月 31 日

美国

英伟达称 GeForce 256 为“第一颗 GPU”

机构 / 人物 | 英伟达

地点 | 圣克拉拉（加州），美国

发生了什么 | 一款显卡芯片被它的公司称为“图形处理器（GPU）”。

为什么重要 | GPU 概念走向大众。

证据等级 |  已发生

【注意】“第一颗”为公司说法。

2006 年 11 月

美国

CUDA 让 GPU 做通用计算

机构 / 人物 | 英伟达

地点 | 美国

发生了什么 | 显卡芯片不只画游戏画面，也能帮科学家做大规模计算了。

为什么重要 | GPU 走向科学计算和 AI。

证据等级 |  已发生

2016 年 5 月 19 日

美国

谷歌公布 TPU AI 芯片

机构 / 人物 | 谷歌

地点 | 美国

发生了什么 | 一家公司专门为 AI 设计了一颗芯片。

为什么重要 | 专用 AI 芯片兴起。

证据等级 |  已发生

一颗芯片有多少晶体管？看公司公布

2023 年 10 月

美国

苹果 M3 系列芯片（公司公布晶体管数）

机构 / 人物 | 苹果

地点 | 库比蒂诺（加州），美国

发生了什么 | 一颗电脑芯片里装了几百亿个晶体管。

为什么重要 | 芯片集成度持续提高。

证据等级 |  已发生

【注意】晶体管数为公司公布。

公司数据

数据年份 2024

谁发布的 | 英伟达

哪一年发布 | 2024 年 Blackwell 架构页面

原文口径 | 单颗 GPU 晶体管数：约 2080 亿个（两块裸片拼接）

不确定性 | 公司公布。

公司数据

数据年份 2025

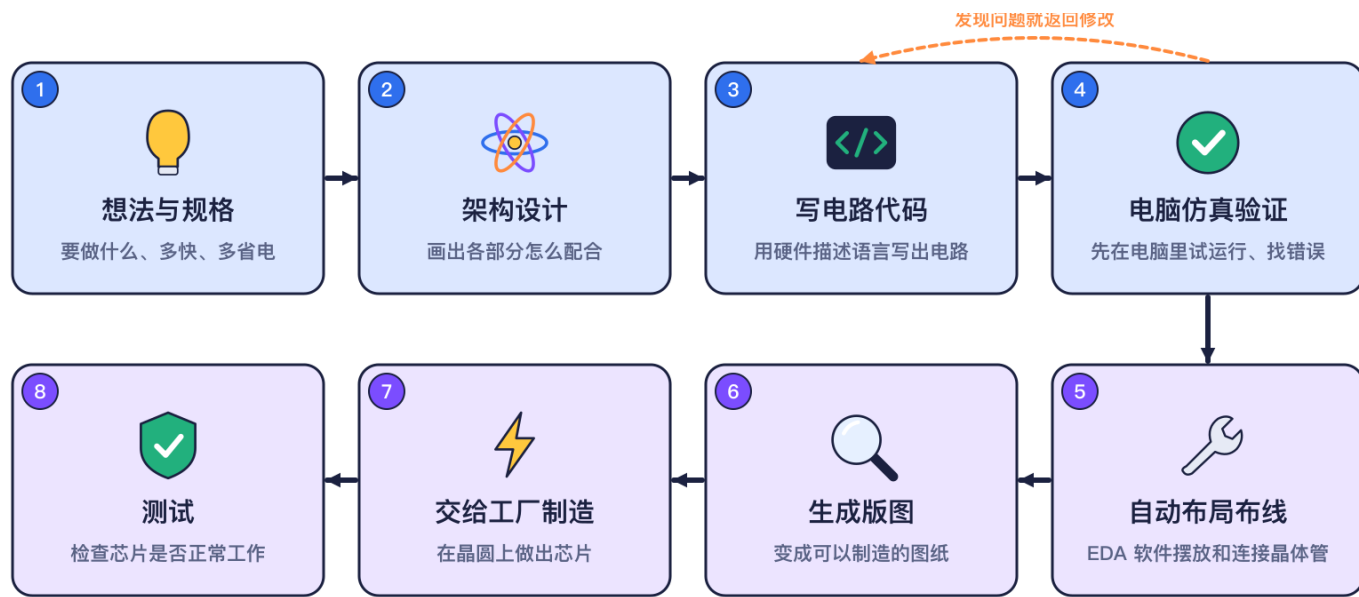
谁发布的 | 苹果

哪一年发布 | 2025 年 M3 Ultra 新闻稿

原文口径 | M3 Ultra 晶体管数：约 1840 亿个（两块 M3 Max 拼接）

不确定性 | 公司公布。

芯片是怎样设计出来的？



一颗复杂芯片需要很多工程师合作很长时间
设计好以后，还要靠专门的软件和工厂才能变成真正的芯片

示意图·非实物照片

关键词

硬件描述语言 Hardware Description Language

比喻：用文字写出电路的“乐谱”。
准确：描述数字电路结构和行为的编程语言，如 Verilog、VHDL。

EDA Electronic Design Automation

比喻：芯片工程师的“超级绘图软件”。
准确：电子设计自动化软件，用于芯片的设计、仿真、验证和版图生成。

指令集架构 Instruction Set Architecture

比喻：CPU 能听懂的“词典”。
准确：规定处理器能执行哪些指令的规范，如 x86、ARM、RISC-V。

芯片的“词典”：几种处理器架构

1985 年 4 月 26 日

英国

第一颗 ARM 处理器点亮

人物 | 史蒂夫 · 弗伯、索菲 · 威尔逊

地点 | 剑桥，英国

组织 | 艾康电脑（Acorn）

发生了什么 | 英国工程师设计的处理器第一次通电，屏幕上显示“Hello World, I am ARM”。

为什么重要 | 省电的处理器架构走向全球。

今天的例子 | 手机、平板里的处理器。

2010 年 5 月

美国

RISC-V 开放指令集诞生

人物 | 阿萨诺维奇、李允燮、沃特曼

地点 | 伯克利（加州），美国

组织 | 加州大学伯克利分校

发生了什么 | 一种人人都能免费使用的芯片“语言”诞生了。

为什么重要 | 开放架构降低芯片设计门槛。

今天的例子 | 越来越多芯片采用 RISC-V。

2002 年 8 月

中国

龙芯 1 号 CPU 启动成功

人物 | 胡伟武

地点 | 北京，中国

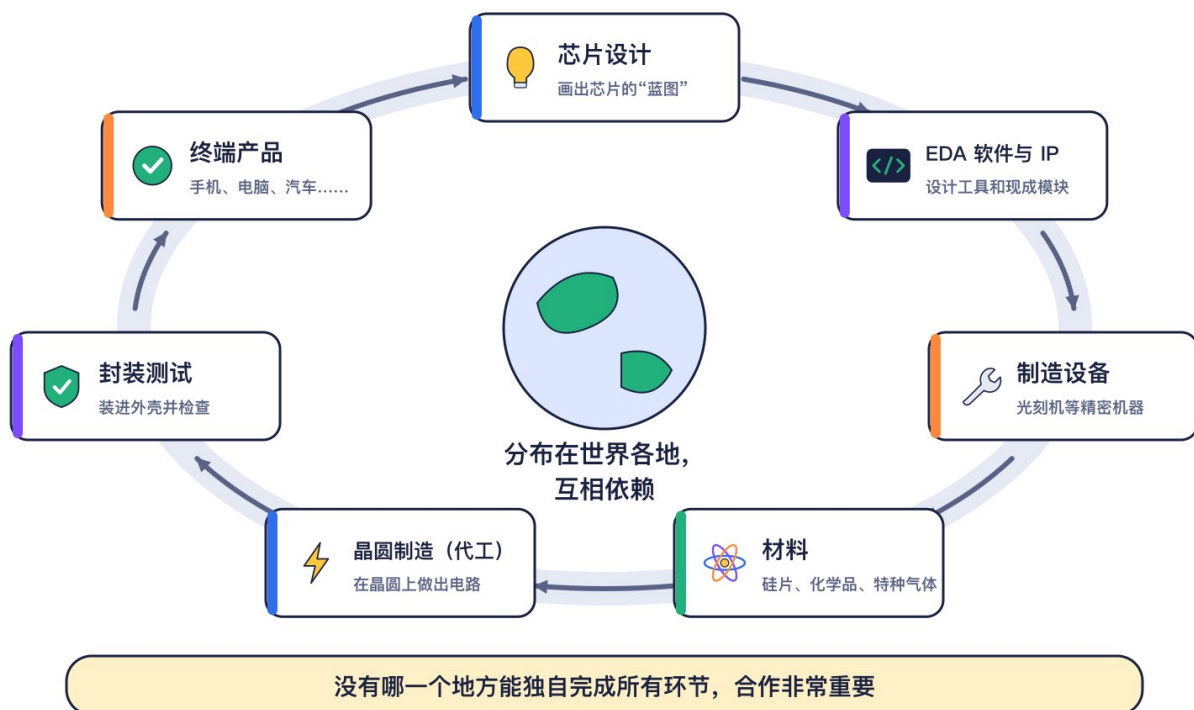
组织 | 中国科学院计算技术研究所

发生了什么 | 中国科学家自主研发的通用处理器第一次成功运行操作系统。

为什么重要 | 中国自主 CPU 研发的起点之一。

今天的例子 | 龙芯处理器用于教育和政务等领域。

全球芯片产业链：一环扣一环



示意图·非实物照片

关键词

晶圆代工 Foundry

比喻：只帮别人“生产”芯片的工厂。

准确：专门为其他公司制造芯片、自己不设计销售芯片的制造模式。

EDA Electronic Design Automation

比喻：芯片工程师的“超级绘图软件”。

准确：电子设计自动化软件，用于芯片的设计、仿真、验证和版图生成。

- 没有哪一个地方能独立完成所有环节

芯片在哪里制造？看清口径

统计

数据年份 2022

谁发布的 | SIA 与 BCG

哪一年发布 | 2024 年
《半导体供应链正在出现的韧性》

原文口径 | 全球晶圆制造产能地区占比：**中国大陆 24%、中国台湾 18%、韩国 17%、日本 17%、美国 10%、欧洲 8%、其他 7%**

不确定性 | 按晶圆片数计，只算较大工厂；美国行业协会委托的报告。

统计

数据年份 2022

谁发布的 | SIA 与 BCG

哪一年发布 | 2024 年
《半导体供应链正在出现的韧性》

原文口径 | 10 纳米以下先进逻辑产能占比：**中国台湾 69%、韩国 31%**

不确定性 | 美国行业协会委托的报告。

统计

数据年份 2019

谁发布的 | SIA 与 BCG

哪一年发布 | 2021 年
《在不确定时代加强全球半导体供应链》

原文口径 | 半导体贸易地位：**全球贸易额第四大的商品，120 多个国家参与进出口**

不确定性 | 2019 年数据。

统计

数据年份 2021

谁发布的 | SIA 与 BCG

哪一年发布 | 2021 年
《在不确定时代加强全球半导体供应链》

原文口径 | 一台 EUV 光刻机的零件与供应商：**约 10 万个零件，来自全球 5000 多家供应商**

不确定性 | 2021 年数据，新一代设备更复杂。

芯片市场：美元销售额，预测会修改

统计

数据年份 2025

谁发布的 | 世界半导体贸易统计组织（WSTS）

哪一年发布 | 2026 年 2026 年春季预测

原文口径 | 2025 年全球半导体市场：约 **7956 亿美元**，增长 **26.2%**

不确定性 | 美元销售额；SIA 公布的 7917 亿美元因数据修订略有不同，本书统一用 WSTS。

预测

目标年份 2026

 展望

预测可能不准

谁预测的 | 世界半导体贸易统计组织（WSTS）

哪一年发布 | 2026 年 2026 年春季预测

原文口径 | 2026 年全球半导体市场：约 **15112 亿美元**，增长 **89.9%**；存储芯片约 **8039 亿美元**，增长约 **249.5%**

不确定性 | 预测；增长主要来自 AI 基础设施和高带宽内存需求。

预测

目标年份 2026

 展望

预测可能不准

谁预测的 | 世界半导体贸易统计组织（WSTS）

哪一年发布 | 2025 年 2025 年秋季预测

原文口径 | 当时对 2026 年的预测：约 **9750 亿美元**

不确定性 | 半年后上调到约 1.51 万亿美元——说明预测会被修改。

金额和数量是两回事

统计

数据年份 2026

谁发布的 | 世界半导体贸易统计组织（WSTS）

哪一年发布 | 2026 年 2026 年二季度统计

原文口径 | 2026 年上半年全球半导体市场：约 **7020 亿美元**，同比增长 **102%**；存储增长 **305%**

不确定性 | 代入实际数后测算全年约 1.655 万亿美元，WSTS 声明不是新预测。

统计

数据年份 2025

谁发布的 | 国家统计局

哪一年发布 | 2026 年 2025 年统计公报

原文口径 | 中国集成电路产量：**4842.8 亿块**，增长 **10.9%**

不确定性 | 数量口径，不能和美元金额直接比较。

统计

数据年份 2025

谁发布的 | 国家统计局

哪一年发布 | 2026 年 2025 年统计公报

原文口径 | 中国集成电路进出口额：进口 **30355 亿元**，出口 **14442 亿元**

不确定性 | 进口仍大于出口。

产业链拼图

互动⑥ 小组拼一条完整的链

- 1 把设计、EDA、设备、材料、制造、封测、终端连成链
- 2 抽掉一张卡，讨论会发生什么
- 3 总结：为什么各国互相依赖



安安：一台 EUV 光刻机就有 5000 多家供应商！

想一想：如果“材料”这张卡被抽掉了，后面的环节还能继续吗？

答案见备注

造芯片要用很多水和电

2014 年 10 月 7 日

日本

蓝光 LED 获诺贝尔物理学奖

机构 / 人物 | 赤崎勇、天野浩、中村修二

地点 | 名古屋等，日本

发生了什么 | 三位科学家发明了高效的蓝光 LED，有了它才能做出白光 LED 灯。

为什么重要 | 节能照明的革命。

证据等级 |  已发生

统计

数据年份 2024

谁发布的 | 台积电

哪一年发布 | 2025 年 2024 年年报

原文口径 | 台积电年用水量：约 1.29 亿立方米（约每天 35 万吨）

不确定性 | 单位用水量 2024 年上升 14.3%。

计划

目标年份 2030

 展望

计划可能调整

谁计划的 | 台积电

哪一年发布 | 2025 年 2024 年年报

原文口径 | 可再生能源用电比例目标：2030 年 60%，2040 年 100%

不确定性 | 公司计划。

让芯片更绿色：我们能做什么

工厂节水

回收再利用超纯水和化学品

更多绿电

台积电计划 2030 年 60% 用可再生能源

节能芯片

CMOS、类脑芯片等都在追求更省电

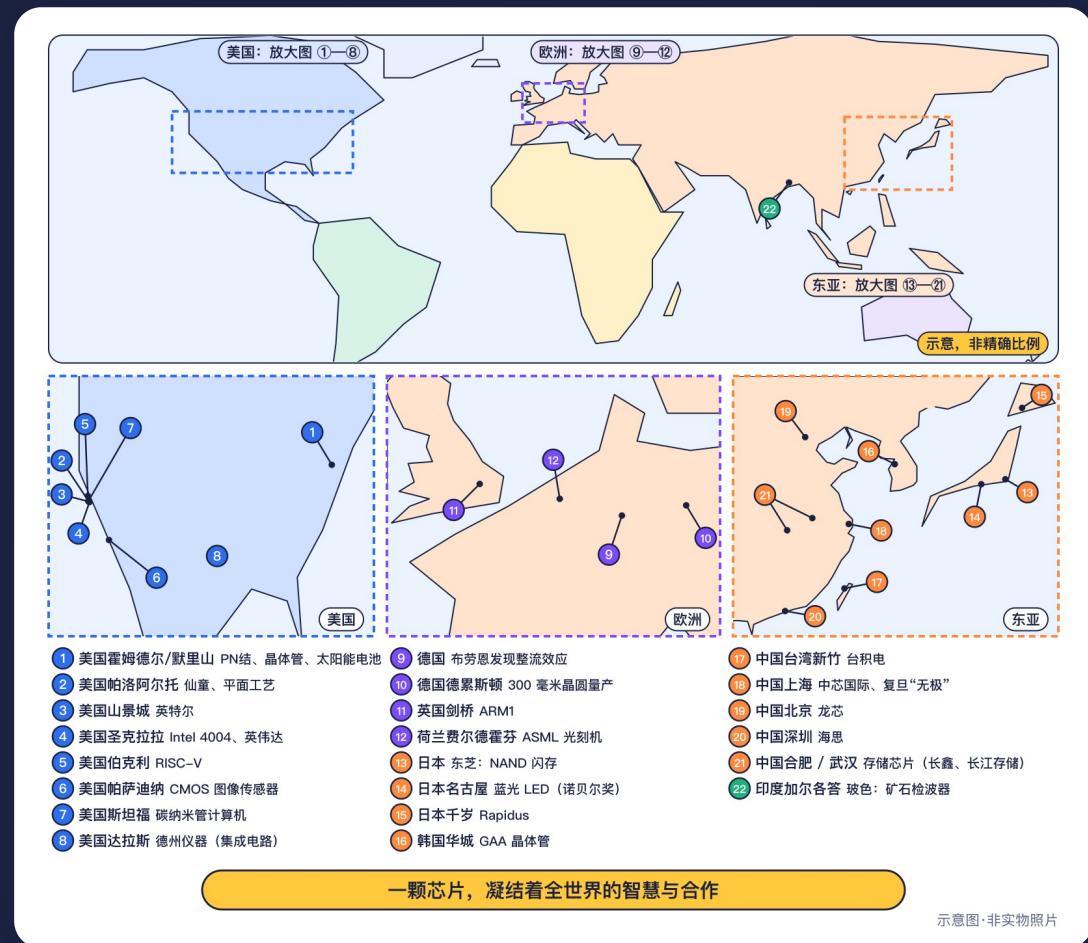
电子回收

旧手机、旧电脑交给正规回收点

芯片让很多设备更省电，但制造芯片本身也消耗大量水和电——两方面都要看到。

世界芯片地图：各地都在加强芯片产业

为什么很多国家都重视芯片？



2022—2026 各地支持芯片产业的法律与基金

美国

2022

✓已发生

《芯片与科学法案》签署

欧盟

2023

✓已发生

《芯片法案》生效

中国

2024

✓已发生

大基金三期成立

日本

2022

✓已发生

Rapidus 成立，计划 2027 年量产

支持芯片产业的法律与基金

2022 年 8 月 9 日

美国

美国《芯片与科学法案》签署

机构 / 人物 | 美国政府

地点 | 华盛顿，美国

发生了什么 | 美国通过法律，拿出资金支持芯片研发和制造。

为什么重要 | 各国加大对芯片产业的投入。

证据等级 |  已发生

2023 年 9 月 21 日

欧盟

欧盟《芯片法案》生效

机构 / 人物 | 欧盟委员会

地点 | 布鲁塞尔，欧盟

发生了什么 | 欧洲也通过法律支持芯片产业。

为什么重要 | 欧洲加强芯片产业。

证据等级 |  已发生

2024 年 5 月 24 日

中国

国家集成电路产业投资基金三期成立

机构 / 人物 | 国家集成电路产业投资基金

地点 | 北京，中国

发生了什么 | 中国成立了第三期芯片产业投资基金。

为什么重要 | 中国持续投入芯片产业。

证据等级 |  已发生

【注意】只写注册资本口径。

日本、韩国与贸易规则的变化

2022 年 8 月 10 日

日本

日本 Rapidus 公司成立

机构 / 人物 | Rapidus 公司

地点 | 东京（总部） / 千岁（工厂），日本

发生了什么 | 日本成立一家新公司，目标是制造最先进的芯片。

为什么重要 | 日本重建先进芯片制造能力的尝试。

证据等级 |  已发生

2026 年 1 月 29 日

韩国

韩国通过半导体产业特别法

机构 / 人物 | 韩国国会

地点 | 首尔，韩国

发生了什么 | 韩国也通过法律支持芯片产业集群。

为什么重要 | 各国竞相支持芯片产业。

证据等级 |  已发生

2022 年 10 月 7 日

美国

美国对中国实施先进芯片与设备出口管制

机构 / 人物 | 美国商务部工业与安全局

地点 | 华盛顿，美国

发生了什么 | 美国限制向中国出口先进计算芯片和芯片制造设备。

为什么重要 | 国际芯片贸易规则发生变化。

证据等级 |  已发生

2023 年 8 月 1 日

中国

中国对镓、锗相关物项实施出口管制

机构 / 人物 | 商务部、海关总署

地点 | 北京，中国

发生了什么 | 中国规定，镓、锗等芯片材料出口需要许可。

为什么重要 | 芯片材料贸易规则变化。

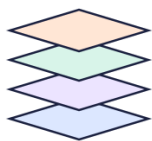
证据等级 |  已发生

未来的芯片会是什么样？



芯粒拼装

像搭积木：把几块小芯片拼在一起



3D 堆叠

像盖楼：一层层往上叠



新材料

二维材料、碳纳米管

研究中



光子芯片

用光来传递信息



类脑芯片

模仿大脑里的神经元

研究中



量子芯片

用量子比特计算（见第4部）

示意图·非实物照片

关键词

芯粒 Chiplet

比喻：把几块小积木拼成一颗大芯片。

3D 堆叠 3D Stacking

比喻：把芯片像盖楼一样一层层叠起来。

类脑芯片 Neuromorphic Chip

比喻：模仿大脑神经元工作的芯片（研究中）。

光子芯片 Photonic Chip

比喻：用光而不是电来传信息的芯片。

实验室里的新芯片

2013 年 9 月 25 日

美国

第一台碳纳米管计算机

机构 / 人物 | 斯坦福大学团队

地点 | 斯坦福（加州），美国

发生了什么 | 科学家用碳纳米管代替硅，造出一台简单的计算机。

为什么重要 | 探索硅之后的新材料。

证据等级 |  **研究中**

【注意】 “第一台” 为斯坦福大学的说法。

2025 年

中国

复旦“无极”二维半导体处理器

机构 / 人物 | 复旦大学周鹏、包文中团队

地点 | 上海，中国

发生了什么 | 科学家用只有几个原子厚的材料做出了一颗处理器。

为什么重要 | 探索硅之后的新材料。

证据等级 |  **研究中**

2023 年 10 月 19 日

美国

IBM NorthPole 芯片

机构 / 人物 | IBM 研究院

地点 | 美国

发生了什么 | 一颗把存储放在计算旁边的研究芯片，减少数据来回搬运。

为什么重要 | 探索更省电的 AI 芯片结构。

证据等级 |  **研究中**

2035：芯片的未来

十年后的芯片会是什么样？

- 1 四个方向：性能与能效、制造与供应链、新技术、人才与合作
- 2 三种情景：较快、基准、较慢
- 3 Rapidus 量产、台积电绿电目标都还是【计划】



较快

技术进步快、成本下降快、社会接受度高



基准

按目前趋势稳步发展



较慢

遇到能源、成本、安全或规则等阻力

【想象情景】角色对话



比特：下面全是🔮展望情景，不是预言。



乐乐：未来取决于我们的选择！

四个方向、三种可能

这是思考框架，不是预测



未来取决于
我们的选择

小色条：变化快慢的示意（不是数量）。

影响因素：制造技术、设备与材料、能源与成本、国际合作、人才培养

示意图·非实物照片

怎么看这张图

- 行是三种情景，列是四个方向
- 人才与合作影响其他三个方向
- 公司计划可能调整
- 这是思考框架，不是预测

2030 年：几种可能

🧠全部为展望情景：由本书编写组依据资料趋势设想，用于讨论，不是预言。

	2030 · 较快 技术进步快、成本下降快、社会接受度高。	2030 · 基准 按目前趋势稳步发展。	2030 · 较慢 遇到能源、成本、安全或规则等方面的阻力，发展放缓。
性能与能效	GAA 之后的新结构和 3D 堆叠快速成熟，AI 芯片能效明显提升。	工艺继续小步前进，性能提升更多靠芯粒拼接、先进封装和专用芯片。	成本和物理极限让先进工艺进展放缓，芯片性能提升变慢。
制造与供应链 参考：SIA 与 BCG 2024	多个国家和地区新建工厂投产，供应链更分散、更有韧性。	产能分布逐步变化（美国行业协会报告预测 2032 年各地区份额更均衡），全球分工依然重要。	贸易限制和成本上升导致供应紧张，部分芯片价格波动。
新技术	芯粒标准普及，不同厂家的小芯片可以方便地拼成大芯片；光子互连进入数据中心。	芯粒和先进封装广泛使用；二维材料、类脑芯片仍主要在实验室。	新材料和新结构遇到良率难题，产业化比预期慢。

2035 年：几种可能

🧠全部为展望情景：由本书编写组依据资料趋势设想，用于讨论，不是预言。

2035 · 较快

技术进步快、成本下降快、社会接受度高。

2035 · 基准

按目前趋势稳步发展。

2035 · 较慢

遇到能源、成本、安全或规则等方面的阻力，发展放缓。

性能与能效

参考：IEEE IRDS
2022

三维集成成为主流，同样的电能可以完成多得多的计算。

硅芯片仍是主角，靠三维集成和新封装持续进步（IRDS 预测缩小约 2028 年后饱和）。

性能提升明显放缓，人们更重视软件优化和高效使用芯片。

新技术

部分新材料芯片和光子计算开始在特定领域商用。

新技术与硅芯片配合使用，在某些专门任务上发挥作用。

新技术仍停留在研究阶段，硅芯片依旧唱主角。

人才与合作

开放合作带来更多创新，芯片设计像编程一样容易上手。

芯片人才队伍扩大，但先进制造仍需要多国协作。

人才和技术交流受阻，创新速度放缓。

两条学习路径，选一条出发

8—11 岁 必读路径

- 1 找找身边的芯片**
20 分钟：按计算、存储、感知、管电分类
- 2 掺杂座位游戏**
15 分钟：电子与空穴
- 3 Scratch：逻辑门模拟器**
45 分钟：两个开关控制一盏灯
- 4 2035 年的芯片世界**
40 分钟：抽卡写或画出一天

12—15 岁 进阶路径

- 1 Python：二进制加法器**
45 分钟：从半加器到 4 位加法
- 2 “几纳米” 侦探**
20 分钟：用权威来源解释工艺命名
- 3 产业链拼图**
30 分钟：抽掉一张卡会怎样
- 4 LED 与二极管小实验（可选）**
30 分钟：反接还亮吗？

安全约定：不拆开带电设备；实验只用低压电池，必须串联电阻，不接市电；用学校或家长管理的账号。

芯片世界的职业

半导体器件工程师

固体物理、材料科学

制造工艺工程师

化学与物理、数据分析

光刻与设备工程师

光学、精密机械

芯片设计工程师

数字电路、编程

芯片验证工程师

编程、系统思维

EDA 软件工程师

算法、软件工程

封装与测试工程师

材料与热学、动手能力

半导体材料科学家

化学、材料科学

模拟与功率工程师

电路理论、物理

环保与能源工程师

环境工程、能源管理

这些职业都需要数学、物理、编程和团队合作；本书不承诺任何职业的收入，重要的是保持好奇、终身学习。

术语表（1/3）

芯片 / 集成电路 | 把成千上万到几百亿个开关和导线“印”在指甲盖大小的硅片上。

半导体 | 可以开关的“闸门”：有时让电流通过，有时不让。

导体 | 电子可以随便跑的“宽马路”。

绝缘体 | 电子跑不过去的“墙”。

硅 | 地球上很多的元素，藏在沙子和石头里。

掺杂 | 往整齐的座位里多放一个人或空出一个座位（比喻简化）。

空穴 | 座位上空出来的位置，旁边的人一挪，空位就“跑”了。

PN 结 | 只让水往一个方向流的单向阀门。

二极管 | 电流的“单行道”。

发光二极管 | 通电就会发光的 PN 结。

晶体管 | 用电控制的极小开关。

MOSFET | 有一扇“栅门”的水龙头：门上加电压，水（电流）就流过去。

栅极 | 控制水龙头开关的把手。

CMOS | 两种开关搭档工作，平时几乎不耗电。

逻辑门 | 按规则把输入的 0 和 1 变成输出的小电路。

卡片上是儿童能懂的比喻；英文名与不失真的准确解释见本页备注（正文相应页面也有）。

术语表（2/3）

鳍式晶体管 | 栅极像手掌从三面握住沟道。

环绕栅极晶体管 | 栅极把沟道整个“抱”住。

晶圆 | 切成薄片、像镜子一样光亮的硅“大饼”。

单晶硅锭 | 从熔化的硅里慢慢“拉”出来的大圆柱。

洁净室 | 比手术室还要干净很多的车间。

光刻 | 用投影仪把电路图缩小“印”到晶圆上。

光刻胶 | 一层遇光会变化的“感光涂料”。

掩模 | 印电路用的“底片”。

极紫外光刻 | 用波长极短的光画更细的线。

刻蚀 | 按模板把不要的部分“雕”掉。

封装 | 给芯片穿上“外衣”、装上“插脚”。

工艺节点 | 像产品代号，而不是尺子量出来的长度。

摩尔定律 | 芯片界的“成长节拍器”——但节拍在变慢。

CPU | 计算机的“总指挥”。

GPU | 一支能同时干很多活的“画师团队”。

卡片上是儿童能懂的比喻；英文名与不失真的准确解释见本页备注（正文相应页面也有）。

术语表（3/3）

DRAM 内存 | 做作业的“书桌”，断电就清空。

NAND 闪存 | 断电也不会忘的“书柜”。

SoC | 把一座小城市的各个部门装进一颗芯片。

AI 加速器 | 专门为 AI 计算设计的“特长生”。

功率半导体 | 管理电力的“大力士”。

图像传感器 | 相机的“电子眼睛”。

EDA | 芯片工程师的“超级绘图软件”。

硬件描述语言 | 用文字写出电路的“乐谱”。

指令集架构 | CPU 能听懂的“词典”。

RISC-V | 一本人人都可以免费使用的“开放词典”。

晶圆代工 | 只帮别人“生产”芯片的工厂。

芯粒 | 把几块小积木拼成一颗大芯片。

3D 堆叠 | 把芯片像盖楼一样一层层叠起来。

类脑芯片 | 模仿大脑神经元工作的芯片（研究中）。

光子芯片 | 用光而不是电来传信息的芯片。

卡片上是儿童能懂的比喻；英文名与不失真的准确解释见本页备注（正文相应页面也有）。

资料来源 (1/3)

共 61 条, 访问日期均为 2026-10-25 ; 各条标题见备注。

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/semiconductor-poi-nt-contact-rectifier-effect-is-discovered/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/semiconductor-rec-tifiers-patented-as-cats-whisker-detectors/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/discovery-of-the-p-n-junction/>

pv magazine | <https://pv-magazine-usa.com/2024/04/25/born-in-the-usa-first-silic-on-solar-cell-celebrates-70th-birthday/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/silicon-transistors-offer-superior-operating-characteristics/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/silicon-comes-to-silicon-valley/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/invention-of-the-planar-manufacturing-process/>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/complementary-mos-circuit-configuration-is-invented/>

英特尔 | <https://www.intel.com/content/www/us/en/history/virtual-vault/articles/intel-s-founding.html>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/mos-dynamic-ram-competes-with-magnetic-core-memory-on-price/>

英国计算机历史中心 | <https://www.computinghistory.org.uk/det/5440/First-ARM-Processor-Powered-Up/>

台积电 | https://www.tsmc.com/english/aboutTSMC/company_profile

CNN | <https://money.cnn.com/1999/08/31/technology/nvidia/>

英伟达新闻稿 | <https://cgw.com/Press-Center/News/2006/Nvidia-Introduces-CUDA-Architecture-for-Computin.aspx>

RISC-V 国际协会 | <https://riscv.org/about/>

英飞凌 | <https://www.infineon.com/cms/en/about-infineon/press/market-news/2001/130823.html>

阿斯麦 | <https://www.asml.com/en/technology/lithography-principles/light-and-lasers>

台积电 | <https://pr.tsmc.com/english/news/2010>

SIA 与 BCG | https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf

Bits&Chips | <https://bits-chips.com/article/asml-ships-first-high-na-euv-production-scanner/>

英特尔新闻稿 | https://www.eejournal.com/industry_news/20110509-01/

三星电子 | <https://news.samsung.com/global/samsung-begins-chip-production-using-3nm-process-technology-with-gaa-architecture>

台积电 | https://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology/logic/l_2nm

Phoronix | <https://www.phoronix.com/news/UCle-Chiplet-Ecosystem>

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/digital-watch-is-first-system-on-chip-integrated-circuit/>

铠侠 | <https://www.kioxia.com/en-jp/insights/history-of-our-memory-201910.html>

资料来源（2/3）

共 61 条，访问日期均为 2026-10-25；各条标题见备注。

谷歌 | <https://cloud.google.com/blog/products/gcp/google-supercharges-machine-learning-tasks-with-custom-chip>

NASA | <https://www.nasa.gov/technology/tech-transfer/spinoffs/the-nasa-imager-dentists-use-daily/>

诺贝尔奖官网 | <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/press-release/>

苹果 | <https://www.apple.com/newsroom/2023/10/apple-unveils-m3-m3-pro-and-m3-max-the-most-advanced-chips-for-a-personal-computer/>

苹果 | <https://www.apple.com/newsroom/2025/03/apple-reveals-m3-ultra-taking-apple-silicon-to-a-new-extreme/>

英伟达 | <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/technologies/blackwell-architecture/>

台积电年报 | <https://investor.tsmc.com/static/annualReports/2024/english/ebook/files/basic-html/page159.html>

台积电年报 | <https://investor.tsmc.com/static/annualReports/2024/english/ebook/files/basic-html/page158.html>

美国白宫 | <https://bidenwhitehouse.archives.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>

欧盟委员会 | <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/european-chips-act>

澎湃新闻 | https://www.thepaper.cn/newsDetail_forward_27520926

Rapidus | <https://www.rapidus.inc/en/about/>

韩国时报 | <https://www.koreatimes.co.kr/amp/southkorea/politics/20260129/natl-assembly-passes-special-bill-on-supporting-semiconductor-industry>

美国商务部 | <https://www.bis.gov/press-release/commerce-implements-new-export-controls-advanced-computing-semiconductor-manufacturing-items-peoples>

中国日报 | <https://cn.chinadaily.com.cn/a/202307/03/WS64a3773aa310ba94c5614b2d.html>

中芯国际 | https://www.smics.com/en/site/about_summary

IT之家 | <https://www.ithome.com/0/468/561.htm>

IT之家 | <https://www.ithome.com/0/974/284.htm>

IT之家 | <https://www.ithome.com/0/426/195.htm>

国家统计局 | https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202602/t20260228_1962662.html

IEEE IRDS | https://irds.ieee.org/images/files/pdf/2022/2022IRDS_MM.pdf

斯坦福大学 | <https://engineering.stanford.edu/news/stanford-engineers-build-first-computer-based-carbon-nanotube-technology>

莫达博客 | <https://modha.org/2014/08/breaking-news-one-giant-leap-for-the-synapse-team-one-small-step-for-mankind/>

IBM 研究院 | <https://research.ibm.com/blog/northpole-ibm-ai-chip>

上海市政府网 | <https://english.shanghai.gov.cn/en-Latest-WhatsNew/20250403/974000163e7e4cad8bb0f5a08666953f.html>

《自然》 | https://ideas.repec.org/a/nat/nature/v640y2025i8058d10.1038_s41586-025-08854-x.html

资料来源（3/3）

共 61 条，访问日期均为 2026-10-25；各条标题见备注。

WSTS | [https://www.wsts.org/esraCMS/extension/media/f/WST/7618/WSTS_FC-R
elease-2026-May.pdf](https://www.wsts.org/esraCMS/extension/media/f/WST/7618/WSTS_FC-R
elease-2026-May.pdf)

WSTS | [https://www.wsts.org/esraCMS/extension/media/f/WST/7745/WSTS-Q2-Re
lease-2026-08-06.pdf](https://www.wsts.org/esraCMS/extension/media/f/WST/7745/WSTS-Q2-Re
lease-2026-08-06.pdf)

WSTS | [https://www.wsts.org/76/103/Global-Semiconductor-Market-Approaches-1
T-in-2026](https://www.wsts.org/76/103/Global-Semiconductor-Market-Approaches-1
T-in-2026)

SIA 与 BCG | [https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/05/Report
_Emerging-Resilience-in-the-Semiconductor-Supply-Chain.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/05/Report
_Emerging-Resilience-in-the-Semiconductor-Supply-Chain.pdf)

IEEE Spectrum | [https://spectrum.ieee.org/a-better-way-to-measure-progress-in-se
miconductors](https://spectrum.ieee.org/a-better-way-to-measure-progress-in-se
miconductors)

计算机历史博物馆 | <https://www.computerhistory.org/siliconengine/>

诺贝尔奖官网 | <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1956/summary/>

诺贝尔奖官网 | <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2000/summary/>

海思半导体 | <https://www.hisilicon.com/>

课后任务

1 向家人解释“几纳米”

用自己的话说明：“3 纳米”是代号，不是零件真的那么大

2 芯片新闻侦探

找一条芯片新闻：谁说的？金额还是数量？统计、计划还是预测？

3 画一张产业链

选一样电子产品，画出它的芯片从设计到装进产品的旅程

下一部：第 7 部《编程与软件世界：从代码到智能应用》

小小芯片，大大世界——它来自全球许多人的合作与接力。

谢谢大家！



比特



安安



乐乐