

科技周期探索之九

百年回首看科技周期

中性

核心观点

科技周期的内在动因与外在表现。我们回顾了经济周期学派对科技周期的解释。一般意义上，经济学家将科技周期解释为影响康波周期的原因之一，但这种解释并未在周期的长度、周期的动因、周期的偶然还是必然三个问题上有统一的答案。

我们认为，科技周期有其内在动因与外在表现。其内在动因是摩尔定律，或者更广义的说是算力的指数级变化，按照我们的检验，从1945年第一台通用计算机ENIAC开始到2023年接近80年的时间里，算力的指数级进步速度是稳定的，成本每下降一个数量级（1/1000）大约是13-14年，该长度即是我们认为的科技周期的长度；科技周期的外在表现是渗透率曲线的变化，它由一条条S曲线的相互替代而组成。

科技周期的划分。利用历史数据，我们选取了美股（纳斯达克）作为划分周期的基础。每一次纳指在短周期的低点到低点，我们称之为一个基钦周期，四个基钦周期则构成了一个完整的科技周期，每个科技周期又可以分为上半场和下半场，其中上半场主要是积累和建设基础设施，下半场主要是发展应用。

从1957年开始我们将科技周期划分为：“比特时代”（集成电路时代）、“K比特时代”（个人电脑时代）、“M比特时代”（互联网时代）、“G比特时代”（移动互联网时代）、“T比特时代”（通用人工智能时代）。前者的称谓是该时代算力的平均水平，后者的称谓则是渗透率曲线加速所综合反映的时代特征。

科技周期与市场表现。科技周期对股票市场有两个显著的影响。对于涨幅而言，下半场的涨幅远高于上半场的涨幅，数据显示，下半场的一个基钦周期纳斯达克指数最大涨幅平均值在166%，上半场仅为98%；对于市场风格而言，上半场是价值股风格，下半场是成长股风格，该结论在美股、A股中都有明显的的支持。

科技周期的未来。在人类社会更久远的历史中，算力的指数级进步并非仅是计算机时代的产物，“加速回报定律”显示，从生命体出现后这种指数级进步一直存在。在未来，随着量子计算的成熟，算力进步的指数曲线是否会有一种新的范式（例如双重指数增长）还有待观察。

风险提示：地缘政治的不确定性，美联储降息幅度的不确定性，部分行业竞争格局的不确定性。

行业研究 · 行业投资策略

美股

中性 · 维持

证券分析师：王学恒

010-88005382

wangxueh@guosen.com.cn

S0980514030002

市场走势



资料来源：Wind、国信证券经济研究所整理

相关研究报告

- 《美股市场速览-资金显著流出半导体》——2025-02-02
- 《美元债双周报(25年第4周)-特朗普2.0时代开启,美债利率高位回落》——2025-01-27
- 《美股市场速览-软件与互联网表现强势》——2025-01-26
- 《美股市场速览-科技与金融巨头带动大盘修复》——2025-01-19
- 《科技周期探索之八-AI时代的三个案例公司:微软、AMD、英伟达》——2025-01-17

内容目录

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| 科技的周期 | 6 |
| 四个主要的经济周期 | 6 |
| 康波周期与技术创新 | 6 |
| 科技周期的内在动因——算力的指数级进步 | 8 |
| 科技周期的外在表现——渗透率曲线 | 13 |
| 总结 | 17 |
| 科技周期的划分 | 18 |
| 科技周期划分的目标 | 18 |
| 目标市场的选择 | 18 |
| 周期的嵌套与周期划分 | 19 |
| “比特”时代（1957-1974）——大规模集成电路时代 | 20 |
| “K 比特”时代（1974-1987）——个人计算机时代 | 22 |
| “M 比特”时代（1987-2002）——互联网时代 | 24 |
| “G 比特”时代（2002-2016）——移动互联网时代 | 26 |
| “T 比特”时代（2016-2030）——通用人工智能时代 | 29 |
| 科技周期与资本市场表现 | 34 |
| 科技周期的涨幅表现 | 34 |
| 科技周期的风格表现 | 37 |
| 科技周期的未来 | 41 |
| “加速回报定律”不仅适用于计算机时代 | 41 |
| 在 2030 年之后，量子计算的开始？ | 43 |
| 风险提示 | 45 |

图表目录

| | |
|---|----|
| 图 1: 康波周期 | 7 |
| 图 2: 处理器性能提升速度放缓 | 9 |
| 图 3: CPU 与 GPU 的架构区别 | 10 |
| 图 4: 埃尼亚克 | 11 |
| 图 5: 埃尼亚克背面连线 | 11 |
| 图 6: 不同计算设备提供的每 GFLOPS 成本 | 12 |
| 图 7: 产品销量曲线（高斯分布） | 13 |
| 图 8: 渗透率曲线 | 13 |
| 图 9: 渗透率与“裂谷” | 14 |
| 图 10: 一个在游乐场的小朋友 | 14 |
| 图 11: 科技周期是不同渗透率曲线的相互替代 | 15 |
| 图 12: 美国几种科技产品的渗透率 | 16 |
| 图 13: 渗透率曲线的拐点 | 16 |
| 图 14: 2000-2016 年思科公司利润, 百万美元 | 18 |
| 图 15: 周期的嵌套: 四个基钦周期为一个科技周期 | 20 |
| 图 16: 电视机在美国、日本家庭的渗透率 | 22 |
| 图 17: 日本主要家电的渗透率 | 22 |
| 图 18: 美国互联网渗透率 | 26 |
| 图 19: 2012-2016 创业板指与 1994-2002 纳斯达克指数比较 | 29 |
| 图 20: 中国移动宽带与智能手机渗透率 | 29 |
| 图 21: 英伟达 GPU 在 10 年的时间里, AI 推理速度提升了 1000 倍 | 30 |
| 图 22: 中国新能源车销量占比 | 31 |
| 图 23: 科技周期的划分 | 33 |
| 图 24: 科技周期的上下半场, 纳斯达克综合指数期间最大涨幅 | 36 |
| 图 25: 科技周期的风格表现 | 39 |
| 图 26: 库兹韦尔统计的算力进步情况 | 41 |
| 图 27: 生命出现之后一直呈现了指数级进化 | 42 |
| 图 28: 一系列 S 曲线组成的指数增长序列, 线形图与对数图 | 43 |

| | |
|--|----|
| 表1: 四个主要的经济周期 | 6 |
| 表2: 康波周期的划分 | 7 |
| 表3: 英特尔的“Tick-tock”模式 | 9 |
| 表4: 部分英伟达 GPU 的 CUDA 核心数 | 10 |
| 表5: 每 GFLOPS 成本变化 | 11 |
| 表6: 算力成本下降速度 | 12 |
| 表7: 纳斯达克指数与基钦周期 | 19 |
| 表8: (大规模) 集成电路时代 | 21 |
| 表9: 个人计算机时代 | 23 |
| 表10: 互联网时代 | 25 |
| 表11: 移动互联网时代 | 28 |
| 表12: 通用人工智能时代 | 32 |
| 表13: 科技周期的涨幅统计(纳斯达克综合指数按周期统计) | 34 |
| 表14: 科技周期的涨幅统计(纳斯达克综合指数按阶段统计) | 36 |
| 表15: 科技周期的风格表现(MSCI 成长、MSCI 价值分阶段比较) | 37 |
| 表16: 科技周期的风格表现(A 股大盘、中盘、小盘指数分阶段比较) | 38 |
| 表17: 科技周期的风格表现(A 股中信风格指数分阶段比较) | 38 |
| 表18: 市场风格与选股标准 | 40 |
| 表19: 科技周期与主流算力 | 43 |

至此，我们在过去的八篇报告中总结了始于 1890 年霍尔瑞斯制表机到如今的 100 余年来，信息革命的发展历史和部分重要公司发展案例，它们分别是：

- 《科技周期探索之一：1955 年之前：理论与发明的黄金岁月》
- 《科技周期探索之二：1956-1974 年：从晶体管到集成电路》
- 《科技周期探索之三：1974-1987 年：个人电脑时代的到来》
- 《科技周期探索之四：1987-2002 年：互联网的浪潮》
- 《科技周期探索之五：2002-2016 年：移动互联网的大时代》
- 《科技周期探索之六：案例篇：移动互联网时代的十倍股与百倍股》
- 《科技周期探索之七：2016-2030 年：通用人工智能时代的到来》
- 《科技周期探索之八：AI 时代的三个案例公司：微软、AMD、英伟达》

在本篇报告中，我们试图对 100 多年来的发展史做个总结。关键是回答下面几个问题：

- 1、科技的发展是否呈现一定的周期特征？
- 2、如果有，周期产生的原因是什么？
- 3、如何划分科技周期？
- 4、它对投资的启示如何？

或许，细心的读者，可能留意到我们在过去的八篇报告中的题目，已经暗示了我们对科技周期的观察与划分倾向，我们在本篇报告中将展开讨论更多细节内容。

科技的周期

四个主要的经济周期

奥地利经济学家熊彼特（1883-1950年）认为将三个主要周期，即康德拉季耶夫周期（45-60年）、朱格拉周期（7-11年）和基钦周期（3-5年）相叠加，可以形成一个复合周期。而加上此后总结的库兹涅茨周期（15-25年），经济周期可总结为四个周期的叠加。

其中，康波周期属于长波周期，库兹涅茨周期、朱格拉周期属于中波周期，基钦周期属于短波周期。

表1：四个主要的经济周期

| 周期名称 | 期限（年） |
|----------------|-------|
| 基钦周期（库存，例如猪肉） | 3-5 |
| 朱格拉周期（固定资产投资） | 7-11 |
| 库兹涅茨周期（基础设施投资） | 15-25 |
| 康德拉季耶夫周期（技术基础） | 45-60 |

资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

熊彼特认为长周期是由创新引起的，是创新的一个偶然事件。在熊彼特看来，技术创新是周期性不稳定和经济增长的原因。创新的波动导致投资的波动，投资的波动导致经济增长的周期。熊彼特认为创新集中在某些时间点，他称之为“均衡邻域”（neighborhoods of equilibrium），当企业家认为风险和回报值得创新时，这些创新通过产生经济增长的加速期，形成了长周期。技术创新过程涉及关键变量之间极其复杂的关系：发明、创新、传播路径和投资活动。技术创新对总产出的影响是通过一系列关系来调节的，这些关系尚未在长波背景下得到系统探索。新发明通常比较原始，其性能通常比现有技术差，生产成本低。生产技术可能尚不存在，重大化学和制药发明通常就是这种情况。发明转化为创新并传播的速度取决于性能改进和成本降低的实际和预期轨迹。

熊彼特认为创新是经济变革的关键维度。他认为经济变革围绕创新、创业活动和市场力量展开。他试图证明创新引发的市场力量可以比看不见的手和价格竞争带来更好的结果。他认为技术创新往往会造成暂时的垄断，从而产生不正常的利润，而这些利润很快就会被竞争对手和模仿者蚕食。这些暂时的垄断对于激励企业开发新产品和新工艺是必不可少的。

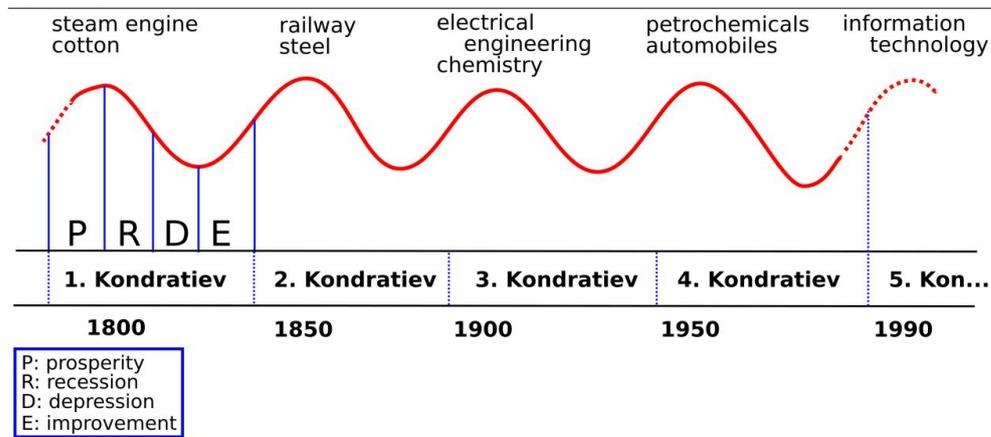
因此，熊彼得讨论的创新周期，是一个为期45-60年的长周期，而不是15-25年的中周期范畴。

康波周期与技术创新

康德拉季耶夫的长波理论最早见于1919—1920年完成的《战时及战后时期世界经济及其波动》（1922年出版）一书，此后，关于长波理论他又先后发表了《经济生活中的长波》（1925年）和《大经济周期》（1928年）等论著。他在1925年的《经济生活中的长期波动》一文中运用英国、法国、美国 and 德国等主要资本主义国家的价格、利率、进口额、出口额、煤炭和生铁产量等时间序列统计资料，对经济发展的长波进行了实证研究。康德拉季耶夫通过研究，认为资本主义经济发展过程中存在着长度为48年到60年、平均为50年的长期波动。他将其所研究的1780~

1920 年这 140 年中资本主义经济运动划分为两个半长周期波动。

图 1: 康波周期



资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

不同的经济学家，在康波周期的划分标准不同，得到的结论也不尽相同，但大体上其周期长度在 50+ 年。其中，以技术来解释康波周期的话，近代较为重要的科技革命是：

- 1、工业革命与蒸汽机（1771 年）；
- 2、钢铁与铁路时代（1829 年）；
- 3、电力、石油、重化工业时代（1875 年）；
- 4、汽车与电子计算机时代（1945 年）；
- 5、信息技术时代（1971 年）。

表 2: 康波周期的划分

| 发布时间 | 经济学家 | 第一长波周期 | | 第二长波周期 | | 第三长波周期 | | 第四长波周期 | |
|-----------|----------------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| | | 谷底 | 顶部 | 谷底 | 顶部 | 谷底 | 顶部 | 谷底 | 顶部 |
| 1922 | 康德拉季耶夫（批发物价） | 1789 | 1814 | 1849 | 1873 | 1896 | 1920 | - | - |
| 1922 | 康德拉季耶夫（考虑其他指标） | 1790 | 1810/17 | 1844/51 | 1870/75 | 1890/96 | 1914/20 | - | - |
| 1929 | 德沃尔夫 | - | 1825 | 1849/50 | 1873/74 | 1896 | 1913 | - | - |
| 1936 | 旺特鲁普 | 1792 | 1815 | 1842 | 1873 | 1896 | 1913 | - | - |
| 1936 | 熊彼得 | 1787 | 1813/1814 | 1842/43 | 1869/70 | 1897/98 | 1924/25 | - | - |
| 1944 | 科林·克拉克 | - | - | 1850 | 1875 | 1900 | 1929 | - | - |
| 1947-1978 | 杜普里兹 | 1789/92 | 1808/14 | 1846/51 | 1872/73 | 1895/96 | 1920 | 1939/46 | 1970 |
| 1978 | 罗斯托 | 1790 | 1815 | 1848 | 1873 | 1896 | 1920 | 1935 | 1951 |
| 1980 | 曼德尔 | - | 1926 | 1847 | 1873 | 1893 | 1913 | 1939/48 | 1967 |
| 1982 | 范·杜因 | - | - | 1845 | 1872 | 1892 | 1929 | 1948 | 1973 |

资料来源：《从历史的长期波动来看现代世界经济》，筱原三代平

但迄今为止，经济学家并未在康波周期的问题上达成共识。有如下几个原因：

第一，在历史周期验证上，由于对于康波周期的经济史过短，迄今为止，仅有 5 个左右的康波周期（如果研究发生于 1780 年前后，到 2024 年时隔 244 年，按照 50-60 年一个康波周期计算，最多仅有 4 个完整的康波周期，目前处在第 5 个中）。此外，历史数据的连续性、完整性都遭遇挑战，也导致了周期划分的依据说服力经常遭受质疑；

第二，解释康波周期的原因很多。除了熊彼得的技术创新派别，福雷斯特用重型设备更新来解释康波；曼德尔用企业利润率变动来解释康波；罗斯托用初级产品与工业品价格来解释康波；杜普利兹用货币供给变动来解释康波；布瓦耶用制度调节来解释康波；筱原三代平则用创新、通货供应量、战争来解释康波……因此，到底康波周期的内在动因是什么？是由一个动因驱动的，还是由多个动因驱动的？这些是否是资本主义所特有的内在动因？以上问题依旧困扰着经济学界；

第三，参照第一点和第二点，对于周期的认识，周期到底是“偶然的”还是“必然的”，更为重要的是，周期是否是可以被预测的？

基于以上三点问题，周期的长度、周期的动因、周期的偶然还是必然目前看都未有令人满意的答案。因此本报告没有试着从康波周期的角度来分析科技周期。

科技周期的内在动因——算力的指数级进步

1、再谈摩尔定律

我们的看法是，如果研究周期不能够找到变化之外的那个“不变”，则周期的说服力就不够强。例如，基钦周期的“不变”是厄尔尼诺现象，后者存在于 42-43 个月的周期特征，尽管经济学家尚不能将天气与基钦周期之间的相互传导关系完全揭示，但两者在周期长度上表现得惊人的相似足以揭示两者间存在着某种必然的联系。

在前述报告中，我们或多或少总结了不少关于科技的“不变”。最为重要的就是摩尔定律，让我们再重温一下摩尔定律。

1965 年，还在仙童半导体公司的戈登·摩尔发表了后来被人熟知的摩尔定律（刊登在 1965 年 4 月的电子杂志上，原文《让集成电路填满更多元件》）。文章中他指出：“芯片中晶体管的数量每年会翻番，半导体的性能与容量将以指数式增长”，这就是摩尔定律的雏形。到了 1975 年，摩尔修正了该定律为：每隔 24 个月晶体管的数量将翻番，而后他的同事戴维·豪斯又对其进行了进一步修正将这个时间稳定在了 18 个月。

这就形成了今天的摩尔定律：

芯片上所集成的晶体管数量每 18 个月翻一番；

或者说，芯片性能每 18 个月提高一倍；

或者说，相同性能的芯片，每 18 个月价格减半。

然而，进入到 2003 年之后，每 18 个月的制程工艺迭代没有再延续下去，英特尔开始尝试“Tick-tock”路线，即每 2 年制程工艺迭代一次。

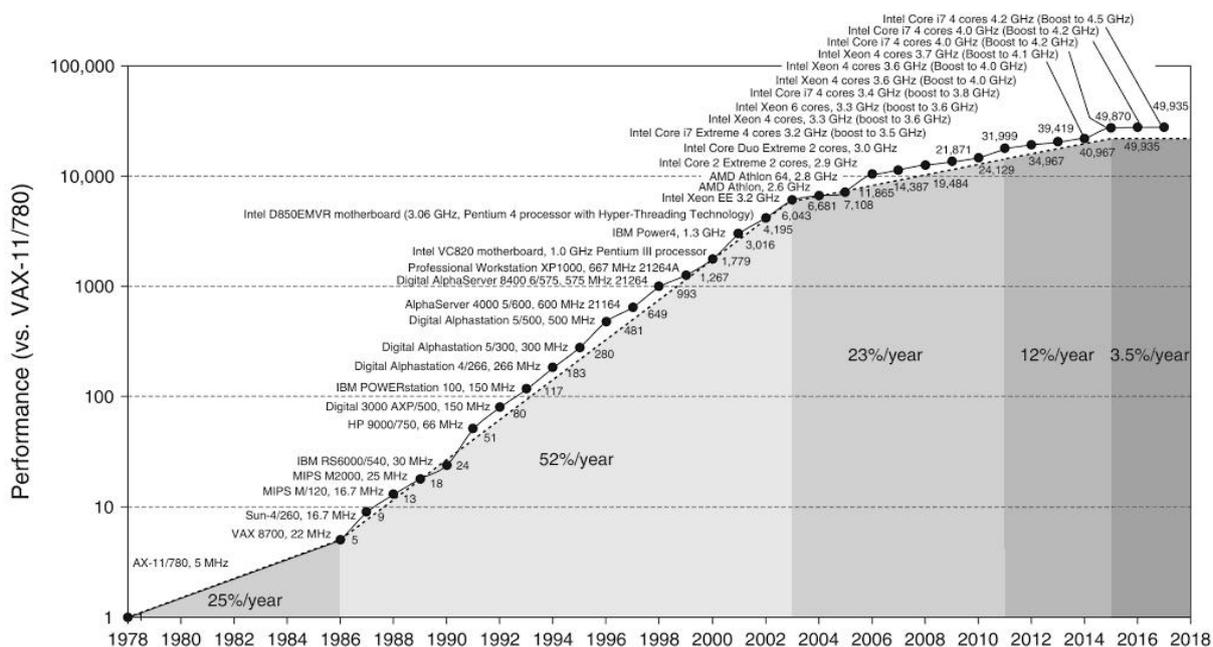
表3: 英特尔的“Tick-tock”模式

| 模式 | 制程工艺 | 架构名称 | 时间 |
|--------------|------|--------------|------------|
| TICK | 45nm | Penryn | 2007/11/11 |
| TOCK | 45nm | Nehalem | 2008/11/17 |
| TICK | 32nm | Westmere | 2010/1/4 |
| TOCK | 32nm | Sandy Bridge | 2011/1/9 |
| TICK | 22nm | Ivy Bridge | 2012/4/29 |
| TOCK | 22nm | Haswell | 2013/06/02 |
| TICK | 14nm | Broadwell | 2014/9/5 |
| TOCK | 14nm | Skylake | 2015/8/5 |
| | 14nm | Kaby Lake | 2017/1/3 |
| | 14nm | Coffee Lake | 2017/10/5 |
| | 14nm | Whiskey Lake | 2018/8/28 |
| | 14nm | Skylake | 2018/10/8 |
| Optimization | 14nm | Coffee Lake | 2018/10/8 |
| | 14nm | Cascade Lake | 2019/4/2 |
| | 14nm | Comet Lake | 2019/8/21 |
| | 14nm | Cascade Lake | 2020/2/24 |
| | 14nm | Cooper Lake | 2020/6/18 |

资料来源: 维基百科, 国信证券经济研究所整理

到了2016年, 英特尔彻底放弃了“Tick-tock”路线, 因为每2年的制程工艺迭代也实现不了。

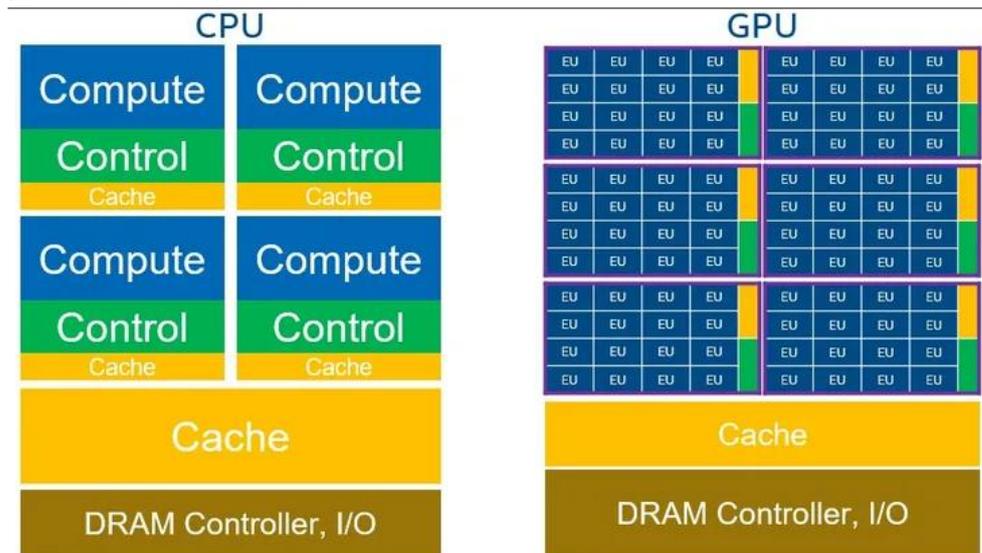
图2: 处理器性能提升速度放缓



资料来源: eetchina, 国信证券经济研究所整理

但实际上, 当人们开始质疑摩尔定律的时候, GPU 重新接过了芯片算力演进的大旗, 原理是 GPU 可以在通过堆叠更多的并行计算核心来提升速度。

图3: CPU 与 GPU 的架构区别



资料来源：知乎，国信证券经济研究所整理

例如，在过去的 15 年的时间里，GPU 的核心数从 200 个上升到了接近 20000 个，扩大了约 100 倍。

表4: 部分英伟达 GPU 的 CUDA 核心数

| GPU 型号 | 发布时间 | 制程工艺 (纳米) | CUDA 核心数 |
|---------------------|-------------|-----------|----------|
| GeForce 8800 GTX | 2006 年 11 月 | 90 | 不适用 |
| GeForce GTX 280 | 2008 年 6 月 | 65 | 240 |
| GeForce GTX 480 | 2010 年 4 月 | 40 | 480 |
| GeForce GTX 580 | 2010 年 11 月 | 40 | 512 |
| GeForce GTX 680 | 2012 年 3 月 | 28 | 1536 |
| GeForce GTX 780 | 2013 年 5 月 | 28 | 2304 |
| GeForce GTX 980 | 2014 年 9 月 | 28 | 2048 |
| GeForce GTX 1080 | 2016 年 5 月 | 16 | 2560 |
| GeForce RTX 2080 Ti | 2018 年 9 月 | 12 | 4352 |
| GeForce RTX 3090 | 2020 年 9 月 | 8 | 10496 |
| H100 | 2022 年 3 月 | 4 | 18432 |

资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

此外，黄仁勋以及团队多次提到，制程进步只是一方面，算法优化、指令优化、结构优化，都对 GPU 的算力水平有不容忽视的推动作用。

故而，当我们再回首摩尔博士在 60 年前提出的摩尔定律，我们应该如下思考这个问题：尽管从当时的眼光来看，摩尔定律所指的仅是在制程工艺的进步，而我们今天所关心的不仅是制程工艺，而是综合的、系统的算力进步。即，我们用广义的“摩尔定律”这个概念来指代一切算力的指数级进步现象。

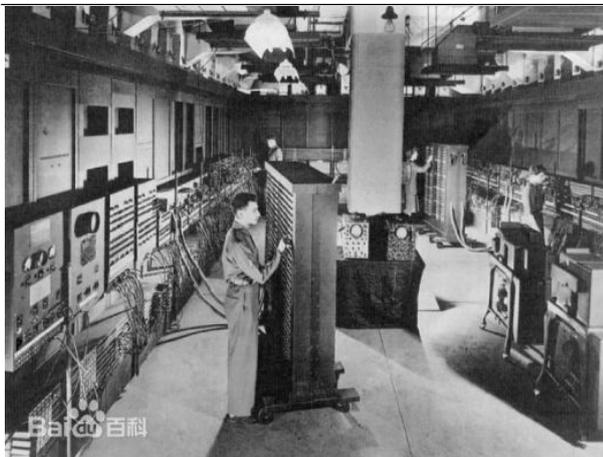
2、检验摩尔定律的历史稳定性

那么，算力指数进步或者说“广义的摩尔定律”，稳定性怎么样？

我们的思考是：列举百年信息革命史上比较有代表性的计算设备，计算算力的成本，并绘制“算力-成本”曲线，来观察其曲线的稳定性。如果数据越是在指数坐标中呈现较小的波动，比如是一条均匀的下行曲线，那就说明该定律的稳定性越好。

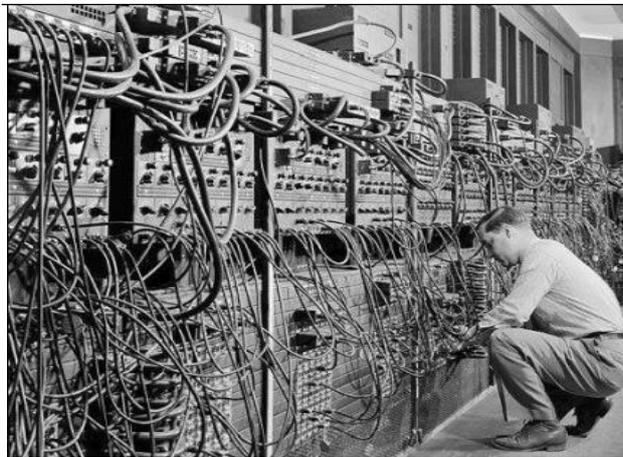
我们在《科技周期探索之一：1955 年之前：理论与发明的黄金岁月》中曾经介绍 1945 年的“埃尼亚克”（ENIAC）是世界第一台电子可编程计算机。

图4: 埃尼亚克



资料来源：百度百科，国信证券经济研究所整理

图5: 埃尼亚克背面连线



资料来源：csdn，国信证券经济研究所整理

我们将在当期具有最高算力性价比的设备作为代表，同时按照通货膨胀将实现每 GFLOP 的成本换算成当前的美元。

值得一提的是，表格中并未出现我们熟知的 70、80 年代 Intel 芯片，主要原因是：由于当时的计算机系统通常是特定的应用而设计的，因此它们的性能评估可能更加关注于特定任务的执行效率，而不是通用的浮点运算能力。因此它们的 FLOPS 性能非常低，无法与现代处理器的性能相提并论。而到了 21 世纪以后，浮点运算能力变得越来越重要，尤其是今天的 AI 计算更是如此。

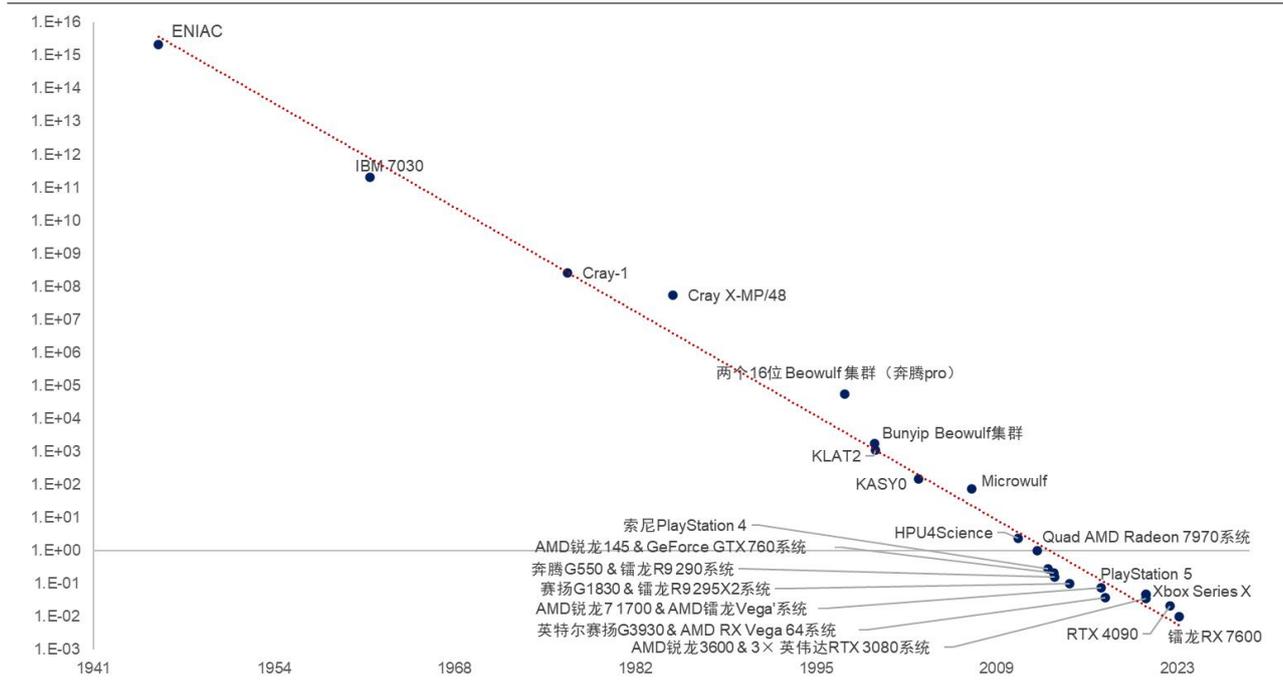
表5: 每 GFLOPS 成本变化

| 日期 | 每 GFLOPS 成本 (美元) | | 提供最低每 GFLOPS 成本的平台 |
|-------------|------------------|-------------|----------------------------------|
| | 原始成本 | 调整成本 (2023) | |
| 1945 年 | 130 万亿美元 | 2. 2E+15 | ENIAC |
| 1961 年 | 200 亿美元 | 2. 0E+11 | IBM 7030 |
| 1976 年 | \$49, 375, 000 | 2. 6E+08 | Cray-1 |
| 1984 年 | \$20, 000, 000 | 5. 5E+07 | Cray X-MP/48 |
| 1997 年 | \$30, 000 | 5. 7E+04 | 两个 16 位 Beowulf 集群 (奔腾 pro) |
| 2000 年 4 月 | \$1, 000 | \$1, 769 | Bunyip Beowulf 集群 |
| 2000 年 5 月 | \$640 | \$1, 132 | KLAT2 |
| 2003 年 8 月 | \$90 | \$149 | KASYO |
| 2007 年 8 月 | \$50 | \$73 | Microwulf |
| 2011 年 3 月 | \$1. 80 | \$2 | HPU4Science |
| 2012 年 8 月 | \$0. 75 | \$1 | Quad AMD Radeon 7970 系统 |
| 2013 年 6 月 | \$0. 22 | \$0. 29 | 索尼 PlayStation 4 |
| 2013 年 11 月 | \$0. 16 | \$0. 21 | AMD 锐龙 145 & GeForce GTX 760 系统 |
| 2013 年 12 月 | \$0. 12 | \$0. 16 | 奔腾 G550 & 镭龙 R9 290 系统 |
| 2015 年 1 月 | \$0. 08 | \$0. 10 | 赛扬 G1830 & 镭龙 R9 295X2 系统 |
| 2017 年 6 月 | \$0. 06 | \$0. 07 | AMD 锐龙 7 1700 & AMD 镭龙 Vega 系统 |
| 2017 年 10 月 | \$0. 03 | \$0. 04 | 英特尔赛扬 G3930 & AMD RX Vega 64 系统 |
| 2020 年 11 月 | \$0. 03 | \$0. 04 | AMD 锐龙 3600 & 3x 英伟达 RTX 3080 系统 |
| 2020 年 11 月 | \$0. 04 | \$0. 05 | PlayStation 5 |
| 2020 年 11 月 | \$0. 04 | \$0. 05 | Xbox Series X |
| 2022 年 9 月 | \$0. 02 | \$0. 02 | RTX 4090 |
| 2023 年 5 月 | \$0. 01 | \$0. 01 | 镭龙 RX 7600 |

资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

我们将调整后的成本（2023）与时间线绘制成“算力-成本”图，可以清晰地观察到，它是一条下降的直线（图中为对数坐标系），且历史节点较为均匀地分布在趋势线上。

图6: 不同计算设备提供的每 GFLOPS 成本



资料来源: 维基百科, 国信证券经济研究所整理

我们由上表得到了算力成本下降的定量计算, 见下表:

从 1945 年开始计算, 算力年复合成本下降约为 40%, 或者降低 50% 的成本所需时间大约为 16.2 个月 (这与摩尔定律提及的 18 个月近似); 为了观察在不同时期的成本下降速度, 我们在每一个年代都取值一次, 大约得到了年复合成本下降的速度大约也是在这个范围 (40% 左右) 之内。

这相当于, 成本每下降一个量级 (1/1000) 大约是 13-14 年。一个量级是指用相同的价格, 可以获得的算力会提升一个量级, 如从 K 到 M, 从 M 到 G, 从 G 到 T, 从 T 到 P.....

表6: 算力成本下降速度

| 自 | 时间 (年) | 年复合成本下降 | 成本降低 50% 所需月 | 成本降低为 1/1000 所需年 |
|----------|--------|----------|--------------|------------------|
| 1945 年以来 | 77.4 | (40.14%) | 16.2 | 13.5 |
| 1961 年以来 | 61.4 | (39.08%) | 16.8 | 14.0 |
| 1976 年以来 | 46.4 | (40.12%) | 16.2 | 13.5 |
| 1984 年以来 | 38.4 | (43.95%) | 14.4 | 12.0 |
| 1997 年以来 | 25.3 | (45.38%) | 13.8 | 11.5 |
| 2007 年以来 | 15.8 | (42.34%) | 15.1 | 12.6 |
| 2011 年以来 | 12.2 | (35.15%) | 19.2 | 16.0 |
| | | 平均数 | 15.9 | 13.3 |
| | | 中位数 | 16.1 | 13.4 |

资料来源: 维基百科, 国信证券经济研究所整理

因此, 我们认为成本降低一个数量级所需的时间, 就是在信息革命时代的一个中周期的长度, 或者说就是我们报告中定义的“科技周期”的长度, 大约为 13-14 年。

科技周期的外在表现——渗透率曲线

1、销量曲线与存量曲线

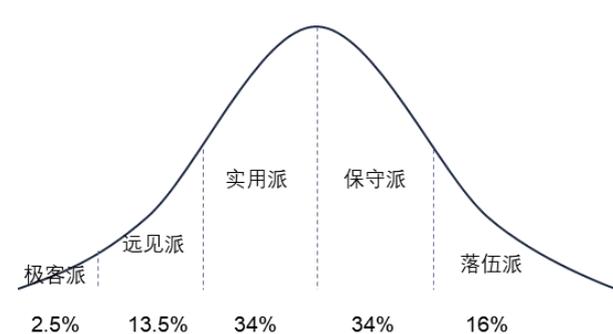
在过去数篇报告中，我们曾多次提及渗透率曲线。

新产品之所以在销量上呈现“高斯分布”，是因为这是其决策者不是单一的，而是大众的。不同的大众在选择新产品问题上，基于习惯、产品成熟度、性价比、政策鼓励、身边人影响等原因，做出的选择有先有后，于是最后整体构成了高斯分布。按照接受早晚，用户总体可分为五种：极客派（innovator，对应总人群的 2.5%）、远见派（early adopter，对应总人群的 13.5%）、实用派（early majority，对应总人群的 34%）、保守派（late majority，对应总人群的 34%）、落伍派（laggards，对应总人群的 16%）。

图中显示出的数字（2.5%、13.5%...）并非从实践中获得，而是存在于“数学之美”的理论中。例如：2.5%是高斯分布的 -2σ （ -2 标准差），16%是高斯分布的 -1σ ，0 对应着高斯分布的最高点，以此类推。

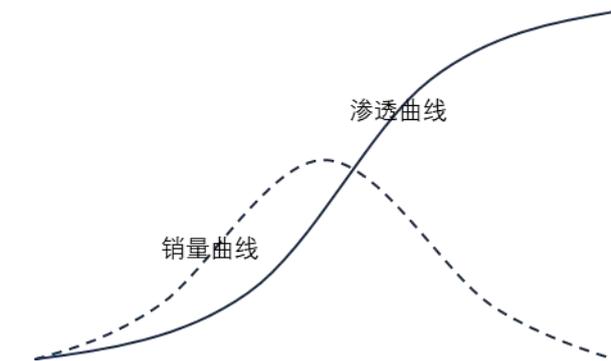
产品销量曲线是增量曲线（例如电脑销量、手机销量），转化成存量曲线（例如每百人电脑数，每百人手机数）就变成了渗透率曲线，也是 S 曲线。

图7：产品销量曲线（高斯分布）



资料来源：国信证券经济研究所整理

图8：渗透率曲线



资料来源：csdn，国信证券经济研究所整理

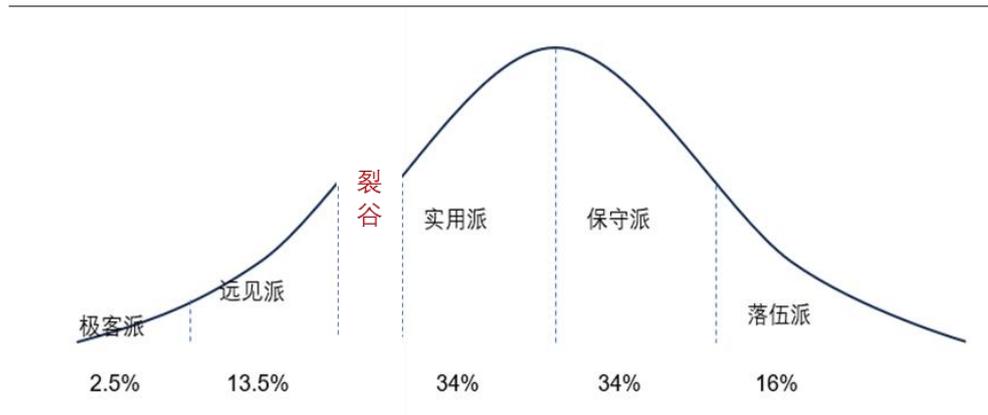
2、科技的“裂谷”与浪潮的主线

但是，并非所有产品都能走出完整的渗透率曲线，很多产品在其早期因为技术成熟度不佳、价格过高、用户习惯难于接受或者被更好的产品替代，而未能跨过“裂谷”。例如摩托罗拉的铱星电话因为价格过高而导致商业模式失败，寻呼机曾在 90 年代风靡一时，商务通、小灵通在 21 世纪早期发展迅猛，但它们都被手机逐步替代，我们在 2000 年早期的案例显示，Windows mobile、黑莓、诺基亚塞班、Palm 四个主要的早期智能手机系统，后来也被苹果的 iOS 与安卓所替代。

“裂谷”理论是非常重要的思想，它表现出一个朴素的规律：不能够跨越裂谷的产品是无法从一个细分市场走向普罗大众的，而往往 16% 的渗透率是该产品走向大众的最低要求。

一级市场的投资人无法等到一个产品走向成熟之后再进行布局，因此其投资组合中存在一些无法跨越“裂谷”的项目是寻常的。但二级市场，尤其是能够引领科技浪潮的产品（如 PC、互联网、手机、AI），则必然要跨越裂谷，从少数派走向普适。

图9：渗透率与“裂谷”



资料来源：知乎，国信证券经济研究所整理

根据我们的观察，能够跨越裂谷的产品/服务并不多，事实上它们就是科技周期中引领浪潮的那条主线。回顾历史，这样的主线在每轮科技浪潮中只有一个或者两个（例如移动互联网时代的主线，微信/facebook 应该可以算成最重要的应用场景）。它们的共同特征是“三个一定”：

一定是以彻底改变人类生活方式为己任的。如果没有彻底改变人类生活方式的出发点，它表现出来的创新就不是大创新，它影响的客户就不够普适。改变人类生活方式的背后是工作效率、劳动生产率的提升，这也是长久以来科技进步的根本目标；

一定是以普遍服务全球人口为边界的。浪潮级的产品可能最初是个细分市场产品，但在发展一定时期之后，它一定会成为一种人人皆知、人人皆用、人人离不开的产品，上到老人，下到儿童，都应该成为它的目标客户。当然，在产品出现早期，这并不容易判断，但随着时代的推移，它的普适性则不断变得清晰。还记得我们在《科技周期探索之五：2002-2016年：移动互联网的大时代》中的这张图吗？一个科技浪潮的初期，线索过少，变化过多，大多数人看到的未来是无比模糊的。直到中后期，其轮廓才变得清晰。实际上下图的四个阶段对应着一个科技周期下的四个短周期，我们将在下一章阐述；

图10：一个在游乐场的小朋友



资料来源：智谱 AI，国信证券经济研究所整理

一定是深度否定以往产业格局为路径的；什么样的故事是好故事？一定不是“me too”（我也行）。它的路径大约是：最初“看不见”，压根就没有注意这种变革力量的存在；等看见了又“看不上”，即盘算着这才多大的市场啊？然后是“看不懂”，说为什么对手要这样、那样... 最后是“跟不上”，等到对方图穷匕见之

时，自己已经失去了数年的布局时间。因此几乎所有的浪潮产品在早期都是很渺小的，弱不禁风的，甚至专业人士都体会不到它的存在。

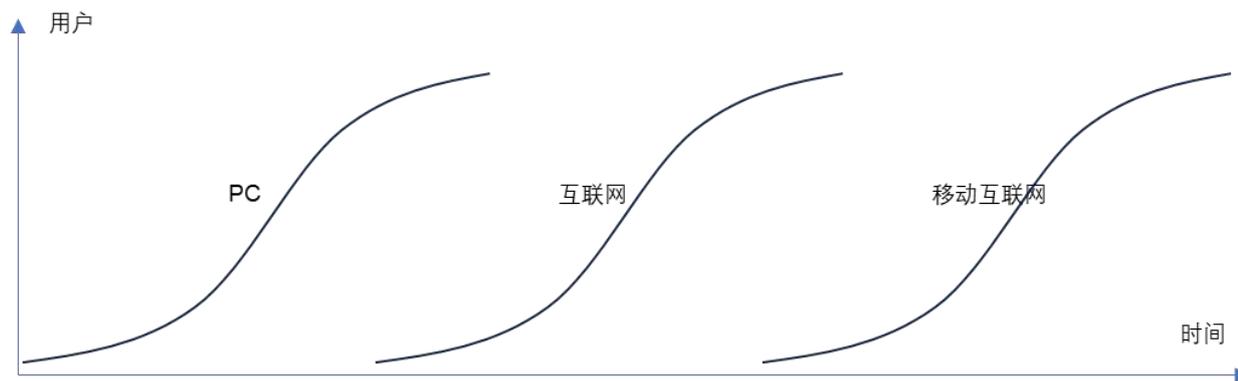
例如，乔布斯的 ipod 就是 iphone 的基础，但早在 2001 年前后，有多少人能够“看得见”这个逻辑？之后，随着 ipod 的发布，诸多消费电子的业内人士说这不就是索尼的翻版吗（“看不上”，甚至乔布斯本人都有“Macman”的情节，因为竞争对手索尼的产品叫“discman”，“workman”... 但后来他放弃了）；再后来的“看不懂”，“为什么乔布斯要搞音乐库，为什么乔布斯要做 itunes 软件，为什么乔布斯要签约唱片公司...”；再后来，随着 iphone 的发布，“端+商店”的模式就像最后的杀手锏一样横空出世，诸多移动互联网的玩家们这才恍然大悟，随后开启了各种“商店模式”，但此时的苹果已经“轻舟已过万重山”，诸多对手实在是“跟不上”了。

3、科技周期的全貌：一簇簇渗透率曲线的相互替代

科技的脚步在更长的历史中，体现的不是一条渗透率曲线，而是多条渗透率曲线的相互替代：当第一条渗透率曲线走向成熟后，第二条渗透率曲线已经开始萌芽；待到第二条渗透率曲线走向成熟，则第三条渗透率曲线开始萌芽..... 以此类推。

因此说，观察科技周期，也就是观察渗透率曲线所在位置。

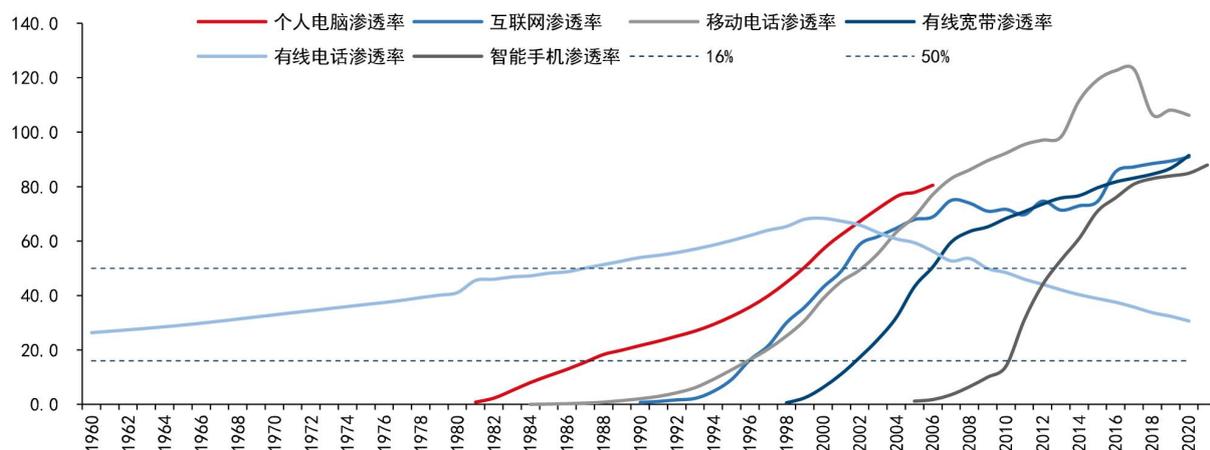
图 11: 科技周期是不同渗透率曲线的相互替代



资料来源：国信证券经济研究所整理

例如，以下对应着美国 PC、互联网、宽带、移动互联网几种不同产品/服务的渗透率，每一条渗透率曲线呈现的都是“S”形态。

图12：美国几种科技产品的渗透率



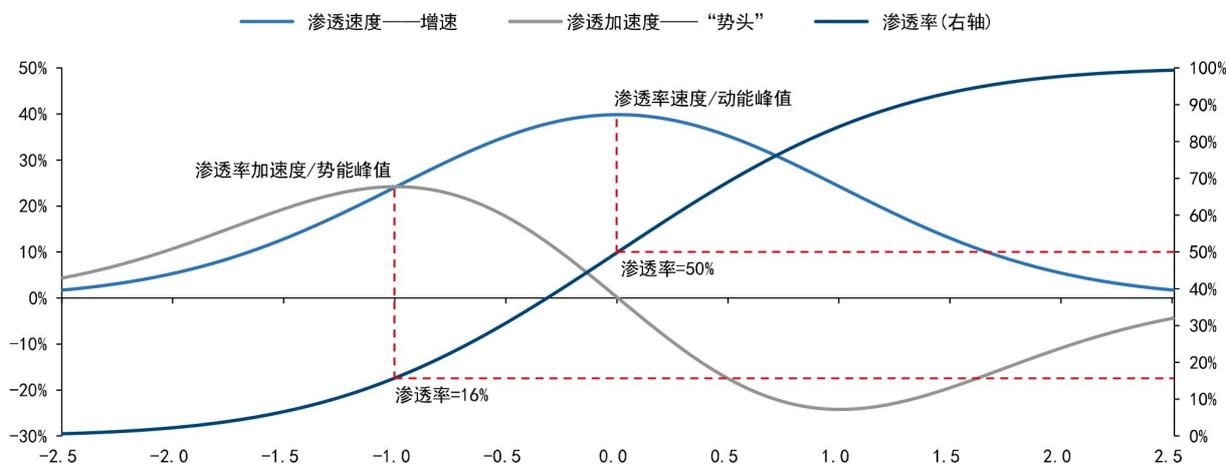
注：个人电脑渗透率——美国每 100 人拥有的个人电脑；互联网渗透率——美国个人互联网用户占人口比；移动电话渗透率——美国移动通信网络订户数（每百人）；有线宽带渗透率——美国有线宽带订户数（每百人）乘以 2.5（美国户均人数）；有线电话渗透率——美国有线电话订户数（每百人）；智能手机渗透率——美国 12 岁以上人口拥有智能手机占比

资料来源：世界银行、eMarketer、The Infinite Dial，国信证券经济研究所整理和测算

4、科技周期的加速与交替

我们在《科技周期探索之三：1974-1987 年：个人电脑时代的到来》中曾讨论到：从投资的角度，定性地选取投资时机并不难，即新产品/技术发展“势头”最好的时候进入，而在发展“增速”到达顶峰的时候退出（因为接下来就是走下坡路了）。这个切入的时机即渗透率曲线的二阶求导（描述加速度/势能），并定位这条曲线的最高点。不难发现，对于一个新产品/技术而言，从“势头”最好过渡到“增速”最高的阶段，正是渗透率在 16%。理论上，到了 50% 的渗透率，其渗透率的导数归零，此时肯定在投资上属于预期变差了，但实战中，市场高点往往要提前，例如，美国互联网渗透率在 2001 年底-2002 年初达到 50% 但股市高点出现在 2000 年 3 月，这不奇怪：设想投资人不可能等到增速为零时才反应过来这个行业的高成长性已经过去。

图13：渗透率曲线的拐点



资料来源：国信证券经济研究所整理

因此，总体而言，一个科技浪潮的收尾最晚以渗透率超过 50% 为标准，实战时可能会更早一些，尽管实业认为未来市场还有很大的拓展空间，但资本可能提前兑现了未来的预期，同时，如果留心观察，那些渗透率在个位数的新产品开始萌芽，科技周期在不知不觉中转向了下一个时代。

总结

科技周期的内在动因是算力的指数级进步，即便是“摩尔定律”没有提出来的 1965 年之前，这个现象也依然存在。时隔几十年，“摩尔定律”已经成为了这种指数级进步的代名词，因此说科技周期的内在动因是摩尔定律也是可以的。宣称“摩尔定律已死”的观点只不过是强调 GPU 接替了 CPU，或许未来量子芯片将接替 GPU……但算力指数级进步的脚步不会停歇。

从 1945 年的“埃尼亚克”（ENIAC）到 2023 年的镭龙 RX 7600，历史数据检验，在计算机出现后，大约每 13-14 年，单位成本获得的算力（GFLOPS）将扩大一个数量级，而我们认为这在研究科技周期上有巨大的意义，因为比特、K 比特，M 比特，G 比特，T 比特，不同级别的算力之间，其实现的应用是截然不同的，这种数量级的跃迁才能够将科技带到下一个时代中。

正是有了这种相对稳定的进化时间，才让研究科技周期变得有意义，而不至于像“康波周期”几十年中依然停留在巨大争议与质疑中（其中最重要的问题是周期的长度标准差过大）。

在稳定的进化中，存在了“不稳定”的渗透率曲线。因为我们可以大约预判 14 年以后是 P 比特时代（1000T），但我们很难预判到时候会有什么产品普及出来。因此渗透率曲线的这个特点决定了它是科技周期的跟踪变量而非预测变量（当然，在就短期而言它也能预测，比如渗透率到了 16% 我们预测它要加速，但我们很难在渗透率在个位数甚至更早时预判它是什么）。

两者的关系是：

- 1、算力指数级进步是内在动因，产品的渗透率曲线是外在表现；前者是土壤下的根系，后者是土壤上的枝叶；前者是本，后者是标；前者是相对教条的，后者是充满变化的；
- 2、但凡周期，都不可能是完美的、教条的，我们在《基钦周期随笔》中曾讨论，“周期”是抽象出来的，但凡是抽象出来的事物都具有普遍规律，但每一轮的实际情况可能是不同的。每一轮的科技周期中，渗透率曲线的位置不可能完全一样，在划分周期时要注意照顾前者还是照顾后者，是个需要兼顾或者妥协的问题；
- 3、同样，渗透率曲线也是有范围界定的。例如，美国的互联网渗透率在 90 年代就已经加速，而中国更晚，非洲可能就又更晚，那么我们在分析渗透率曲线时，应该清楚自己的目标是什么，例如是分析股市还是分析实体行业？分析美国还是分析中国？不同的目标对应的分析思路也不一样；
- 4、我们可以在一个科技周期走到中后期，用该“产品”来定义本轮科技周期的名称，但我们无法在科技周期的萌芽期来命名它，那样的话只能借用“K 比特时代”，“M 比特时代”来命名，而不是用 PC、互联网、移动互联网、通用人工智能这类产品词汇来命名，因为大多数情况我们无法在提前十几年就能够预判出未来哪种科技成为浪潮的主流。

科技周期的划分

科技周期划分的目标

首先，作为股票市场分析报告，我们的科技周期划分期望服务于投资，以及科技产业发展对市场的影响。因此在具体的划分中，我们主要会参照市场走势，其次再是产业发展。

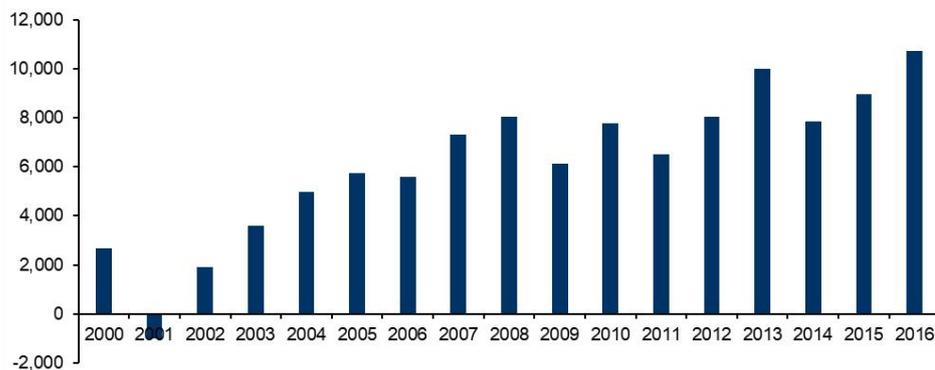
这与基钦周期的划分的目标是类似的。我们在《经济周期随笔系列报告》曾举例，货币、产量、价格、库存都可以作为划分基钦周期的指标，但如果我们的目标是预判市场走势，而采用库存指标来划分基钦周期会变得滞后，尽管它能够解释实业库存的变化，但从投资的角度，大盘的上涨或者下跌早已告诉投资人信号的方向了。因此对于政策制定者、企业、市场投资者三个不同的群体，其工作目标不同，对于划分周期的结果也不同。

例如，巴菲特曾经在科网泡沫中“无动于衷”，他从现金流的角度认为互联网企业过于高估，某种意义上说，这种投资方式更倾向于从企业角度出发的。但他忽视了当时用户渗透率的巨大变化，如果渗透率的巨大变化对市场带来巨大的波动（上涨也好、下跌也好），那么我们会考虑这种影响。

再比如，2000年之后，美国科网泡沫破裂了，很多企业跌去了很多，且不少企业退市。从投资角度，这是一次“浪潮之巅”的尾声：事实来看，即便过了十几年，很多企业市值都无法超越当年的水平；但在实业看来，当时美国的互联网渗透率仅为43%，未来还大有可为。

因此，在周期的划分上我们会偏重前者，这是因为前者带来的是市值的巨大影响，而从实业的角度，虽然带来的是企业的收入增加，但却没能创造市值的新高。我们在《科技周期探索之四：1987-2002年：互联网的浪潮》中，曾介绍过思科的案例就是如此。从实业的角度，思科在2002年之后利润重回增长，且在之后发展的相当不错，但是它从来没有回到前期的估值（部分交易软件无法正确显示其历史复权价格，思科在2000年3月23日总市值达到5759亿美元，一度超越微软成为市值世界第一的公司，目前市值仅为2000亿美元这个水平）。

图14：2000-2016年思科公司利润，百万美元



资料来源：factset，国信证券经济研究所整理

目标市场的选择

在目标市场的选择问题上，我们最终选择了美股的纳斯达克科技指数，原因是：

- 1、历史更长。由于中周期本身是一个时间跨度较大的周期，如果股市历史过短，则历史完整的周期数量过少；我们之所以没有考虑历史更加悠久的道指或者标普500，是因为纳斯达克的科技股权重更高。
- 2、数量更多。相较于其他经济体，美国科技股占比数量更多，而纳斯达克又是科技股的代表指数；
- 3、市值更大。同样，相较于其他经济体，美股市场的总市值更大，例如今天，美股总市值占全球股票市场的50%以上。

周期的嵌套与周期划分

由于基钦周期是短周期，而无论是中周期（科技周期、库兹涅茨周期、朱格拉周期）还是长周期（康波周期），都是由多个短周期组成的。这就形成了周期的嵌套。

一般而言，我们划分基钦周期时，主要考虑货币指标（例如M1）和产量指标（比如PMI）。但在美国基钦周期划分时，货币指标的有效性一般，而产量指标也有一些缺陷，如综合PMI历史较短，且无法像股指一样颗粒度具体到日，因此我们最终选择用纳斯达克指数的高低点来划分基钦周期。这可能与产量周期略有出入，但它比较清晰，且对于中周期来说也不影响结果。还有个好处是：我们划分周期时使用股指，因此在未来对股指的预测上也相对直接。

下表是自有纳斯达克指数以来，纳斯达克指数的统计，可以看出，从中长期来看，1970年以来，纳指的低点到低点（即一个完整的基钦周期），或者高点到高点的中位数时间长度均为42个月，平均数时间长度也是41-42个月。这说明，尽管每个短周期，周期的长度相差很大，但是放在更长的时间，其长度的趋于稳定。

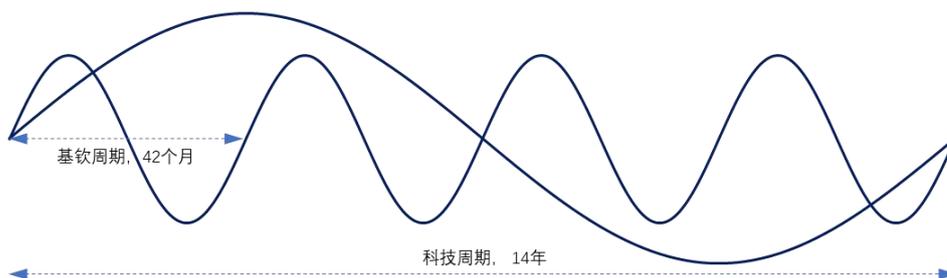
表7：纳斯达克指数与基钦周期

| 低点时间 | 纳指低点 | 高点时间 | 纳指高点 | 低点到低点（月） | 高点到高点（月） |
|------------|-------|------------|-------|----------|----------|
| | | 1973/01/11 | 137 | | |
| 1974/10/03 | 55 | 1977/12/30 | 105 | 39.3 | 59.6 |
| 1978/01/11 | 99 | 1979/10/05 | 152 | 26.5 | 21.2 |
| 1980/03/27 | 124 | 1983/06/24 | 329 | 52.0 | 44.6 |
| 1984/07/25 | 225 | 1987/08/26 | 456 | 39.1 | 50.1 |
| 1987/10/28 | 289 | 1989/10/09 | 486 | 35.6 | 25.5 |
| 1990/10/16 | 325 | 1994/03/18 | 804 | 44.3 | 53.3 |
| 1994/06/24 | 693 | 1997/10/09 | 1749 | 51.5 | 42.8 |
| 1998/10/08 | 1357 | 2000/03/10 | 5133 | 48.1 | 29.0 |
| 2002/10/09 | 1112 | 2004/12/30 | 2182 | 30.6 | 57.7 |
| 2005/04/28 | 1904 | 2007/10/31 | 2862 | 46.4 | 34.0 |
| 2009/03/09 | 1266 | 2011/04/29 | 2877 | 30.8 | 42.0 |
| 2011/10/03 | 2335 | 2015/07/20 | 5232 | 52.3 | 50.7 |
| 2016/02/11 | 4210 | 2018/08/29 | 8114 | 34.4 | 37.3 |
| 2018/12/24 | 6190 | 2021/11/19 | 16121 | 45.7 | 38.7 |
| 2022/10/13 | 10089 | | | | |
| | | 1970年以来中位数 | | 42 | 42 |
| | | 1970年以来平均数 | | 41 | 42 |

资料来源：wind，国信证券经济研究所整理

由于，算力的指数级进步周期大约是13-14年为一个数量级，而基钦周期则是42个月，在周期嵌套上，我们将4个基钦周期划分为一个科技周期（42*4约为13-14年）。

图 15：周期的嵌套：四个基钦周期为一个科技周期



资料来源：国信证券经济研究所整理

我们将历史再向前延伸，此时还没有纳斯达克指数，因此市场的低点我们选择了标普 500。我们一共为科技周期划分了五个时代，分别是大规模集成电路时代、个人计算机时代、互联网时代、移动互联网时代、通用人工智能时代。

每一个时代包含了四个基钦周期，为了便于对照，我们将每个基钦周期的标志事件列举，同时也列出了当时的代表公司（市值排名前三的科技公司），并试着对每个基钦周期进行了命名。

每两个基钦周期又构成了一个阶段，我们再对每个阶段按照特征命名。

每两个阶段构成了一个完整的科技周期。

“比特”时代（1957-1974）——大规模集成电路时代

1) **晶体管的产业化（1957-1962）**：我们将 1957 年，仙童半导体的成立作为集成电路时代的开始。这正是在发明了晶体管的肖克利从贝尔辞职回到加州的第二年。从 1957-1962 年，可以看出大量的半导体公司在这段时间成立，这是晶体管打破贝尔实验室的专利垄断后的产业化、商业化的开始；

2) **CMOS 电路（1962-1966）**：1963 年，CMOS 电路出现，但此时还没有门阵列。当时的科技公司，除了开发巨型机的 IBM，还有大名鼎鼎的 RCA（美国无线电），它的业务遍布收音机、电视机、半导体、计算机、卫星通信等。此外，DEC 的小型机也在这个时期崭露头角。在日本，洗衣机、黑白电视机、电冰箱开始流行；

3) **集成电路（1966-1970）**：1966 年，50 门阵列被 RCA 研发出来，标志着集成电路时代的到来。此时，除了 IBM、德州仪器之外，惠普也迎头赶上，它不仅在测试测量仪器、计算机技术和医疗电子等领域取得了重大突破，还在国际市场扩展上取得不错的成绩；

4) **通用芯片（1970-1974）**：1971 年，英特尔推出了 4004 芯片，这是第一个通用处理芯片，“通用”的主意来自于与日本计算器企业 Busicom 的合作过程。此时的通用芯片速度还很慢，不足以支撑个人电脑，但计算器、复印机、彩色电视却借助通用芯片开始变得普及。同时，导弹、航天等领域也开始大规模使用了这些芯片。

表8：（大规模）集成电路时代

| 开始时间 | 结束时间 | 阶段 | 基钦周期 | 龙头公司 | 标志事件 |
|------------|------------|---------|--------|--------------------|--|
| 1957/10/22 | 1962/06/26 | 晶体管产业化 | 晶体管产业化 | IBM RCA 德州仪器 | “八叛徒”离开了肖克利公司，创立仙童半导体（1957），仙童与德仪公司间隔数月分别发明了集成电路（1958），DEC 成立（1958），数控编程语言 Pronto 用于控制机床（1958），工业自动化编程工具 APT II（1958），IBM 7090 全晶体管大型计算机（1959），COBOL 语言（1959），DEC 小型机 PDP-1（1959），光刻工艺（1960），阿波罗计划（1961），Amelco 成立（1961），开发了最早的模拟集成电路），SPECTRA PHYSICS 成立（1961，激光器，1974 年发明了条形码），Avago 成立（1961），GCA 开发第一台光刻机（1961），IBM 展示语音识别技术，IBM Selectric 电动打字机（1961） |
| 1962/06/26 | 1966/10/07 | | | | CMOS 电路 |
| 1966/10/07 | 1970/05/26 | 大规模集成电路 | 集成电路 | IBM 德州仪器 惠普 | 全美有 2623 台计算机（1966，其中 1967 台为国防部所有），美国 RCA 公司研制出 CMOS 集成电路（1966），IBM 发明 DRAM 存储器（1966），IBM 推出软盘（1967），面向对象语言 Simula（1967），德州仪器计算器 Cal Tech（1967），摩托罗拉全晶体管彩电（1967），应用材料公司成立（1967），Electronic Arrays 成立（1967，1978 年被 NEC 收购），Intersil 成立（1967），第一个实用的专家系统 Dendral 诞生（1968），先进存储公司成立（1968），IBM 层次数据库 IMS V1（1968），存储器公司 Monolithic 成立（1968），LATSEC 计算机语言问世（1968），英特尔成立（1968），英国 ICL 计算机公司成立（1968），Pascal 语言问世（1969 年），贝尔实验室 UNIX（1969），Data General 成立（1969，小型机，1999 年被 EMC 以 11 亿美元收购），英特尔 3101 芯片（1969），AMD 成立（1969），阿帕网诞生（1969），Pansophic 软件成立（1969，计算机辅助软件工程），美商存储科技成立（1969，后改名 STK），日本精工石英手表 Quartz Astron（1969），法国 sescosem 公司成立（1969），英特尔 DRAM C1103（1970），四相公司 AL1 芯片（1970，第一个商用 CPU），佳能推出计算器 Pocketronic（1970），DEC PDP-11/20（1970），IBM 提出关系数据库模型（1970），英特尔 4004（1971，英特尔第一个商用 CPU），英特尔 1KB DRAM（1971），贝尔实验室 UNIX（1971），MITS 公司计算器 MITS816（1971），惠普、德州仪器、卡西欧推出计算器（1972），贝尔实验室 C 语言（1972），Smalltalk 语言（1972，面向对象的编程语言），惠普计算器 HP-35（1972），风投 KPCB 成立（1972），Atari 成立（1972），风投红杉资本成立（1972），SAP 公司成立（1972），王安实验室文字处理机 1200（1972），个人计算机施乐 AIT0（1973），夏普液晶显示 LCD 技术（1973），摩托罗拉便携式无线电话（1973），磁盘公司 Dysan 成立（1973），IBM 高超管理系统以及 UPC 条形码（1973） |
| 1970/05/26 | 1974/10/03 | | | | 通用芯片 |

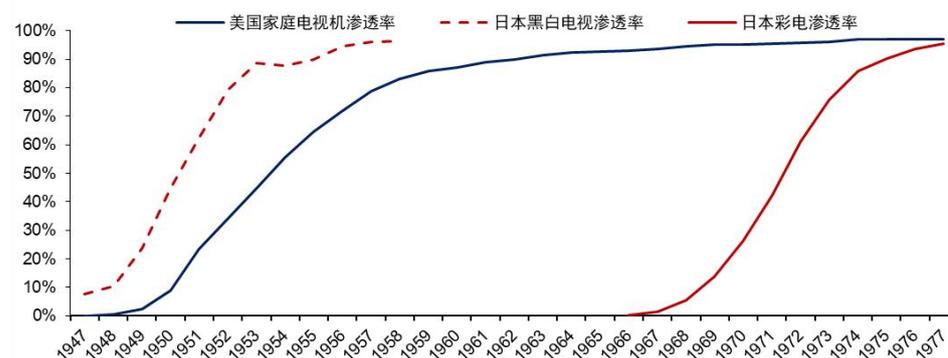
资料来源：国信证券经济研究所整理

英特尔 4004 具有 2300 个晶体管，这是大规模集成电路的最低门槛（数量过千）。尽管我们以第四个基钦周期“大规模集成电路”来命名本时代，但考虑到这个时代中大多时期，芯片的算力都在“比特”级，因此大规模集成电路时代也是“比特时代”。

“比特”时代尚无法驱动个人计算机这样具备复杂运算能力的设备，但却使得电视机、冰箱、洗衣机、计算器、复印机等产品在西方快速普及，这是晶体管替代电子管、集成电路普及后的性价比提升的结果。此外，这一时期在美国、日本、欧洲催生出一大批的半导体公司。

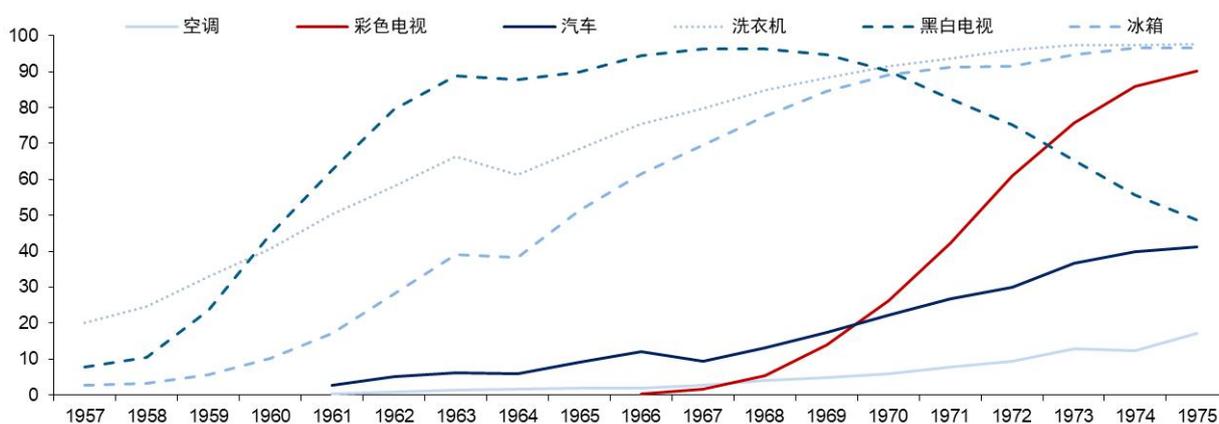
另外，值得一提的是，1966 年 RCA 研发出的 CMOS 集成电路，这个标志性事件将本轮科技周期切分成两个阶段，即“晶体管的产业化”阶段与“大规模集成电路”阶段。

图16: 电视机在美国、日本家庭的渗透率



资料来源: NBER, 日本统计局, 国信证券经济研究所整理

图17: 日本主要家电的渗透率



资料来源: 日本统计局, 国信证券经济研究所整理

“K 比特”时代（1974-1987）——一个人计算机时代

1) **早期 PC (1974-1978)** : 1974 年, 英特尔发布了 8 位 CPU, 而集成了英特尔 8080 的计算机 Altair 8800, 首次将计算机的价格带入到消极级水平, 从此计算机不再作为高高在上、动辄百万美元的科研产品, 开始走进了千家万户, 我们以这个时间作为个人计算机时代的起点, 1974-1978 年也是该时代的第一个基钦周期。此时的 PC 还处在大浪淘沙的阶段, 没有统一标准, 有很多不同的竞争品牌, 性价比总体不高, 面向客户主要是发烧友。

2) **存储与家庭游戏机 (1978-1980)** : 1978 年, 英特尔的 16 位芯片 8086 发布, 将计算机性能提升了不少。这一时期, 最大的变化是内存快速发展, 64KB 的 DRAM 问世, 日本企业开始有较强的价格优势。此时性价比更高的家庭游戏机开始普及。雅达利公司的 Atari 2600 是当时最受欢迎的家庭游戏机之一, 雅达利也几乎成了游戏机的代名词。任天堂是日本首个进入游戏机市场的企业, 为后续开发更复杂的游戏机 (如 Famicom) 奠定了基础。

3) **DOS 系统与应用软件 (1980-1984)** : “工作站”公司诸如阿波罗、SUN 在这一时期出现, 它们的定位是比小型机更小, 但比 PC 性能更强。这一时期的重大事件是蓝色巨人 IBM 发布了个人电脑 5150——它统一了 PC 标准, 从此以后 PC 有了“兼

容机”的概念，即和 IBM 个人电脑标准兼容，与之伴生的是微软的 DOS 系统出现。操作系统出现后，一些重要的软件公司成立，如 Adobe、莲花公司、NetWare、艺电等，虽然这些公司后来变得大名鼎鼎，但当时它们还很弱小，市值霸主还是 IBM、惠普与 DEC；

4) **数据库与 Windows (1984-1987)**：随着数据处理量的增加，一些数据库公司出现，包括甲骨文，Sybase 等。由于 DOS 系统相对复杂，交互上更加友好的视窗界面出现，鼻祖是苹果公司的 Macintosh 128K (1984)，次年微软的 Windows 1.0 也发布出来。终于，随着 PC 的普及，微软、苹果开始成为科技股中后来居上的佼佼者。

表9：个人计算机时代

| 开始时间 | 结束时间 | 阶段 | 基钦周期 | 龙头公司 | 标志事件 |
|------------|------------|-------------|------|------------------|--|
| 1974/10/03 | 1978/01/11 | 早期 PC | | IBM 惠普 DEC | 英特尔 8080 (1974)，德州仪器 TMS1000 (1974)，摩托罗拉芯片 6800 (1974)，数据研究公司 (1974, CP/M 操作系统)，施乐文字处理软件 Bravo (1974)，OCR 图像识别 (1974)，摩托罗拉将彩电业务卖给松下 (1974)，AMD 芯片 8080 (1975)，第一代个人电脑 Altair 8800 (1975)，微软成立 (1975)，IBM 5100 桌面计算机 (1975)，DEC VAX 战略 (1975)，联合电脑公司 CA Technologies 成立 (1976)，JVC 家用摄像机 (1976)，Zilog 推出 Z80 处理器 (1976)，电脑连锁销售 Computerland (1976)，第一个以太网投入使用 (1976)，16KB DRAM (1976)，苹果成立 (1977)，普及型电脑苹果 II (1977)，TANDY 电脑 TRS-80 (1977)，甲骨文成立 (1977)，JD Edwards 成立 (1977)，调制解调器 (1977)，家庭游戏机 Atari 2600 (1977) 英特尔 16 位芯片 8086 (1978)，英特尔 EEPROM (1978)，美光科技成立 (1978)，风投 NEA 成立 (1978)，蠕虫病毒 (1978)，GCA 推出全自动步进式光刻机，分辨率 1 微米 (1978)，64KB DRAM 问世 (1978)，甲骨文基于关系型数据库 Oracle 1 (1978)，甲骨文 Oracle 2 (1979)，电子数据表 VisiCalc (1979)，英特尔 16 位芯片 8088 (1979)，摩托罗拉 16 位芯片 68000 (1979)，有 16 家公司销售 16KB 的 DRAM，其中 5 家公司在日本 (1979)，希捷成立 (1979)，3COM 成立 (1979)，动视暴雪成立 (1979)，索尼随身听 Walkman (1979) |
| 1978/01/11 | 1980/03/27 | 存储与家庭游戏机 | | IBM 惠普 DEC | 工作站阿波罗公司成立 (1980, 1989 被 HP 收购)，数据库公司 Informix 成立 (1980)，阿帕网 43 万用户 (1980)，太平洋影像公司 PDI 成立 (1980)，台湾联华电子成立 (1980)，DEC 的 XCON 专家系统 (1980)，尼康步进式光刻机 NSR-1010G (1980)，施乐明星计算机与桌面出版概念 (1981)，IBM 个人电脑 5150 (1981)，微软操作系统 MS DOS (1981)，ARM 公司成立 (1981)，Context MBA 软件包 (1981)，工作站硅图公司成立 (1981)，路由器公司 Bridge Communications 成立 (1981, 1987 年被 3com 收购)，JDSU 成立 (1981)，256KB DRAM 问世 (1981)，工作站 SUN 公司成立 (1982, 2009 被甲骨文收购)，激光唱片机 (1982)，英特尔 80286 (1982)，康柏成立 (1982)，Adobe 成立 (1982)，Autodesk 成立 (1982)，艺电成立 (1982)，赛门铁克成立 (1982)，甲骨文商用便携关系型数据库 (1982)，欧洲 GSM 标准 (1982)，IBM 研究院发明了光刻胶 (1982)，IBM 电脑 XT 5160，市场占有率 76% (1983)，苹果操作系统 System 1，苹果 Lisa，苹果 IIe (1983)，美国售出 600 万台个人电脑 (1983)，Lotus 1-2-3 (1983)，网络操作系统 (NetWare) (1983)，MIDI 标准 (1983)，微软 MS DOS 2.0 (1983)，Maxim 成立 (1983)，任天堂视频游戏主机 (1983)，摩托罗拉商用移动电话 (1983) |
| 1980/03/27 | 1984/07/25 | DOS 系统与应用软件 | | IBM 惠普 DEC | 数据库公司 Sybase 成立 (1984)，思科成立 (1984)，戴尔成立 (1984)，沃达丰成立 (1984)，苹果 Mac，苹果 IIc (1984)，赛灵思成立 (1984)，桌面出版 Aldus 成立 (1984)，IBM 操作系统 TopView (1984)，Psion 公司的 PDA 产品 Organiser (1984)，日本富士通、日立等企业 256K DRAM 上市 (1984)，索尼和飞利浦 CD-ROM (1984)，东芝闪存 (1984)，摩托罗拉 32 位芯片 MC68020 (1984)，惠普笔记本 HP-110 (1984)，阿斯麦成立 (1984)，1M DRAM 问世 (1984)，贝尔被分拆为 AT&T 和 8 家公司 (1984)，惠普进入打印机市场 (1984)，微软 windows 1.0 (1985)，美国在线成立 (1985)，高通成立 (1985)，英特尔 32 位芯片 80386 (1985)，RISC 处理器 (1985)，惠普 LaserJet 打印机 (1985)，东芝笔记本 T1100 (1985)，互联网服务商 Metricom 成立 (1985, 1999 年被朗讯 200 亿美元收购)，乔布斯离开苹果 (1985)，思科多协议路由器 (1986)，JPEG 标准 (1987)，量化交易使得纽交所创下单日亏损最大记录 (1987)，Adobe Illustrator 1.1 (1987)，微软 Excel，Windows 2.0 (1987)，第一台手写电脑 WriteTop (1987)，台积电成立 (1987)，数据公司 Teknekon 成立 (1987, 1994 年被路透收购)，Peoplesoft 成立 (1987)，FINISAR 成立 (1987)，华为成立 (1987) |
| 1984/07/25 | 1987/10/28 | 数据库与视窗系统 | | IBM 微软 苹果 | |

资料来源：国信证券经济研究所整理

1985 年，英特尔公司发布的 32 位芯片 80386 的晶体管数量是 27.5 万个 (80386 后期版本 80386 SL 晶体管数量达到了 85.5 万个，不过这是 1990 年的事情了)，大约恰好是 1971 年第一代通用芯片英特尔 4004 晶体管数量的 1000 倍，也就是一个数量级。基于此，在个人计算机时代属于“K 比特时代”，即芯片算力尚未

进入到 M 比特时期。

此外，1981 年 IBM 发布的个人电脑 5150，将计算机时代区分成了前后两个阶段，前者是早期 PC 阶段，后者是 IBM 兼容机阶段。前者电脑不具备统一标准，后者则确立了今天个人电脑的标准。

在“K 比特时代”，由芯片驱动的个人电脑开始变得流行，计算机的渗透率曲线也在这一周期中开始爬坡并进入到加速期。如果以美国市场，按照渗透率曲线超过 50%，“个人计算机时代”可以计算到 1998 年或者 1999 年。我们提及过，当渗透率曲线与摩尔定律冲突时，我们首选摩尔定律以保持周期划分的稳定性。因为渗透率曲线的发生、发展是相对随机的，它受到更多制约因素的影响。以当下为例，本来我们应该期待在手机或者 VR 上取得突破，但是事实证明算力在云端爆发，而终端的电池无法做到能耗比更高，这使得最近 10 年中没有再像从前一样，在终端处产生出普适性、颠覆式的科技产品。因此，并非每一个科技周期都一定伴随着一拨渗透率从高速成长到成熟的产品。

“M 比特”时代（1987-2002）——互联网时代

1) **笔记本的出现（1987-1990）**：80486 在这一时期出现，它是第一个集成了 100 万个晶体管的 CPU，将计算机带入“M 比特时代”。此时 CPU 的性能不再是台式机的瓶颈，计算机企业开始设计出同台式机相比更加轻巧的笔记本电脑，重量控制在 3 公斤之内。日本游戏机此时已经接过了雅达利的霸主地位，任天堂、世嘉逐渐占据了主导地位。1988 年骨干网 NSFNET 升级到 1.5Mbit/s，加之联邦互联网交换中心（FIX）的创建使得早期的阿帕网于 1990 年退役，这标志着互联网时代的基本雏形开始具备；

2) **更加成熟的 Windows（1990-1994）**：虽然早在 1984 年就出现了视窗系统，但直到 1990 年 Windows 3.0 以及 1992 年 Windows 3.1 才让 Windows 变得流行起来。此外，这一时期也出现了一些对算力要求更高的电子产品，如数码相机与 PDA。随着计算机普及率快速提升，英特尔与微软成为一硬、一软的领头羊，IBM 在此时开始逐渐掉队。这一时期对后世的贡献还有 GSM 网络（2G 网络）面世，为多年以后的移动互联网奠定了基础。

3) **万维网与 ISP（1994-1998）**：1994 年万维网联盟的成立是个大事件，联盟制定的新标准来促进了互联网业界成员间的协议兼容性。1995 年 NSFNET 的商业化也让互联网的发展进入到了快车道。包括 MCI、PSI Net 和 Sprint 等 ISP 们接过了 NSFNET，这之后美国的 ISP（互联网服务提供商）市场不断升温，ISP 的数量从 1996 年初约 1400 家增加到 1997 年约 3000 家，到 1998 年北美（美国和加拿大）ISP 达到了 4500 家。这一时期，一些后世大名鼎鼎的网站也纷纷出现，例如网景、AOL、亚马逊、雅虎、eBay、Craigslist、Hotmail、奈飞、网易等等，区别于 ISP，人们把它们称之为 ICP（互联网内容提供商）。在这一时期，由于 ISP 们的大幅增加投资，作为互联网设备商的思科成为科技界的新宠，微软、英特尔、思科成为美国科技三巨头。

4) **丰富的网络应用（1998-2002）**：1998 年-2002 年，是互联网泡沫从冲顶到破灭的基钦周期，也是互联网时代的最后一个基钦周期。这个周期纳斯达克的涨幅、跌幅都很惊人，从 1357 点涨到了 5132 点，再跌到 1108 点。亚马逊提出了著名的战略——快速做大（“Get Big Fast”），这被众多互联网创业公司奉为圭臬，也成了说服投资人不要关注眼前利润而要加大投入的理想说辞。这一时期涌现了大量的新公司，包括谷歌、Vmware、Paypal、腾讯、搜狐、新浪、京东、Salesforce、Blogger、阿里巴巴等等。雅虎在市值高点时的市盈率达到 2000 倍，市销率 200

倍！为了解释互联网估值的合理性，“梅特卡夫定律”被提出：一个网络的价值等于该网络内的节点数的平方，或者网络的价值与联网的用户数的平方成正比。这一时期除了科技巨头除了微软、思科、英特尔，还增加了甲骨文、雅虎、美国在线这些做数据库和网站的新晋软件公司。

表 10: 互联网时代

| 开始时间 | 结束时间 | 阶段 | 基钦周期 | 龙头公司 | 标志事件 | |
|------------|------------|------------|------|------------------|---|---|
| 1987/10/28 | 1990/10/16 | 笔记本与日本游戏机 | | 微软 IBM 英特尔 | 笔记本电脑逐渐替代手提电脑（1988），Sandisk 公司成立（1988），i2 公司成立（1988），贝尔通信研究中心发明 DSL（1988），首个网络病毒 Morris（1988），康柏笔记本 SLT/286（1988），意法半导体成立（1988），世嘉 Mega Drive/Genesis（1988），视频软件 C-Cube 公司成立（1988），16M DRAM 问世（1988），NEC 笔记本 UltraLite（1989），苹果笔记本 Mac Portable（1989），英特尔 80486（1989） | |
| 1990/10/16 | 1994/06/24 | PC 小型化与易用化 | | 更加成熟的 windows | 英特尔 微软 | 任天堂娱乐系统（1990），Dycam 数码相机（1990），柯达 DCS100 数码相机（1990），微软 windows 3.0（1990），操作系统 Linux（1991），苹果笔记本 Powerbook（1991），苹果视频软件 QuickTime（1991），E-trade 成立（1991），惠普 95LX PDA（1991），德国捷德推出 GSM 移动网络（1991），摩托罗拉 GSM 移动电话（1991），阿斯麦 PAS 5500 步进式光刻机（1991），高通推出 CDMA（1992），苹果牛顿 PDA（1992），微软 windows 3.1（1992），存储公司 NetApp 成立（1992），SAP 推出 R/3 系统（1992），64M DRAM 问世（1992），英特尔奔腾芯片（1993），英伟达成立（1993），奥多比推出 PDF 格式（1993），CRM 软件公司 Siebel 成立（1993），2005 被甲骨文收购，微软 Excel（1993），新东方成立（1993），新东方成立（1993） |
| 1994/06/24 | 1998/10/08 | ISP 与互联网 | | 万维网与 ISP | 微软 英特尔 思科 | 爱普生喷墨打印机（1994），万维网（1994），网景公司成立（1994），网络统一资源定位器（1994），红帽公司成立（1994），扫描仪与 CD-ROM 普及（1994），亚马逊成立（1994），Nuance 成立（1994），3dfx 成立（1994），柯达 DC40 相机（1995），雅虎成立（1995），eBay 成立（1995），网络商城 Viaweb 成立（1995），微软 Windows 95，MSN，Word（1995），搜索引擎 Infoseek（1995），搜索引擎 Excite（1995），搜索引擎 AltaVista（1995），SUN 推出 Java（1995），Craigslist 成立（1995），流媒体公司 Xing Technology 成立（1995），女性网站 iVillage 成立（1995），WebTV 成立（1995），Delphi 语言（1995），Marvell 成立（1995），索尼 Playstation（1995），MP3 标准（1995），搜索引擎 HotBot（1996），掌上电脑系统 Windows CE 1.0（1996），Palm 公司 PalmPilot（1996），InfoSpace 成立（1996），即时消息工具 ICQ（1996），Hotmail 成立（1996），地图服务 MapQuest（1996），视频插件 Flash Player（1996），推送技术 PointCast 公司成立（1996），USB 标准（1996），Juniper 成立（1996），东芝推出 DVD（1996），AT&T 被分拆成新 AT&T、朗讯、NCR（1996），AOL 即时通信（1997），Hotmail 被微软收购（1997），IBM 深蓝击败国际象棋冠军（1997），英特尔奔腾 II（1997），奈飞成立（1997），地图服务 TerraServer 成立（1997），US West 提供商用 DSL 接入（1997），RealVideo 视频播放（1997），联发科成立（1997），网易成立（1997），乔布斯重回苹果（1997） |
| 1998/10/08 | 2002/10/09 | 丰富的网络应用 | | 丰富的网络应用 | 微软 思科 英特尔 甲骨文 雅虎 美国在线 | 网络直播 FastForward Networks 公司成立（1998），Rocket eBook 电子书（1998），Palm Pilot（1998），苹果 iMac，Mac OS 8.5（1998），搭载塞班的诺基亚 9000（1998），谷歌成立（1998），Akamai（1998），Vmware 成立（1998），Paypal 成立（1998），RFID（1998），腾讯成立（1998），搜狐成立（1998），新浪成立（1998），京东成立（1998），Salesforce 成立（1999），微软 Windows Live Messenger（1999），WIFI 标准（1999），Friendster 成立（1999），Blogger 成立（1999），黑莓手机（1999），U 盘（1999），英飞凌从西门子剥离（1999），安捷伦从惠普剥离（1999），DemandTec 成立（1999），腾讯 QQ 1.0（1999），阿里巴巴成立（1999），美国在线收购时代华纳（2000），爱立信 R380 搭载塞班系统（2000），AMD 推出 1Ghz 的 Athlon（2000），英特尔奔腾 3（2000），微软媒体播放器（2000），英伟达收购 3dfx（2000），维基百科（2000），百度成立（2000），苹果 ipod，itunes，英特尔服务器芯片 Itanium（2001），Mac OS X（2001），微软 Windows XP，Xbox（2001），BT 下载（2001），谷歌 Adwords（2001），中国 2G 商用（2001），海康威视成立（2001），Handspring 智能手机 Treo 180（2002），RIM 公司 BlackBerry 5810（2002），DANGER 智能手机 Hiptop（2002），LinkedIn 成立（2002），Friendster 成立（2002），SpaceX 成立（2002），惠普收购康柏（2002），日本 NTT-DoCoMo 3G 商用（2002），博客中国成立（2002） |

资料来源：国信证券经济研究所整理

互联网时代也可分为上下两个阶段，第一阶段是 PC 的小型化和易用化（包含两个基钦周期）；第二个阶段是 ISP 与互联网，或者叫 ISP 与 ICP（也包含两个基钦周期）。

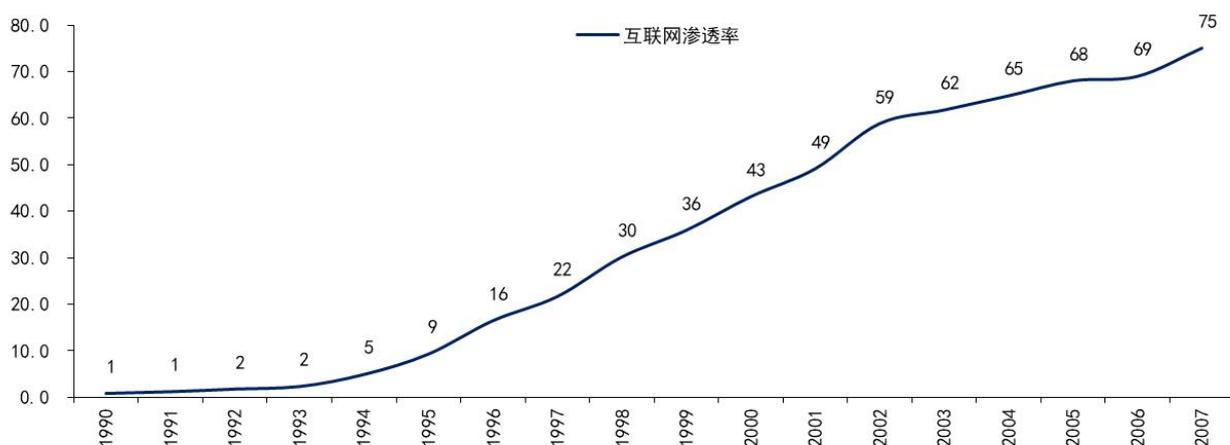
还记得我们在个人计算机时代提到的 IBM 5150 确立了 PC 的标准，成为个人计算机时代的第一阶段和第二阶段的分界点么？在互联网时代，两个阶段的分界点依

然是标准的出现——万维网的建立。它把芸芸生长的网站统一了标准和协议，在1994年时，全网互联网网站仅为2000个，到了2000年互联网网站数量达到了1700万个！

同样，在互联网时代，美国互联网用户的渗透率曲线经历了从萌生到加速的过程，从1996年开始进入到了加速阶段，在2000年的时候，互联网渗透率达到了43%，纳斯达克指数达到了最高点。尽管之后的互联网渗透率依然在提升，但是增速开始放缓，纳斯达克在之后的十几年都未能突破2000年的高点。

前文我们讨论过渗透率到了50%则增速快速下滑，而资本市场的预期会提前，因此在40-45%时就会形成高点，纳指的高点在2000年而不是之前或者之后，就是这个原因。

图18: 美国互联网渗透率



资料来源：世界银行，国信证券经济研究所整理

到了2002年，当时英特尔最新的芯片是奔腾4 Northwood，它的晶体管数量为5500万个，即55M。因此在互联网时代，CPU的晶体管数量在1M-55M之间，故而互联网时代也是“M比特时代”。

“G比特”时代（2002-2016）——移动互联网时代

终于，计算机迎来了“G比特”时代。英特尔在2003年的奔腾M处理器，晶体管数量为7700万个，2010年发布的酷睿i7-980X（六核心）处理器，晶体管数量超过了11.7亿个，由于10亿就达到了G比特（1000M比特），因此在移动互联网时代，算力正式迈向了G比特。可能是因为“Tick-tock”的发展不顺，英特尔公司从2014年开始，不再公布其芯片的晶体管数量。2013年，苹果公司发布的A7处理器，晶体管数量首次超过了10亿个，这是在移动端处理器达到G比特的CPU。

但是如前文所述，在这一时代，工艺制程的进步脚步明显缓慢了下来，这使得CPU在晶体管数量的集成上并未能像前述几个时代（每14年左右）扩大1000倍。例如，苹果公司2013年的A7是集成了10亿个晶体管，而2024年发布的A18估计晶体管数量在200亿个左右，11年的时间中仅扩大了20倍。

因此，后续的算力推动，就如同英伟达CEO黄仁勋所提到的，GPU不但靠硬件的突破，还有算法、指令、架构的优化。例如，2023年中，英伟达单个GPU在AI推理方面的性能提升的1000倍中，是如此组成的：算法提升16倍，指令优化提升12.5倍，结构优化2倍，制程进步2.5倍（ $1000=16*12.5*2*2.5$ ）。所以，从

移动互联网时代，算力的推动方式发生了悄然的变化——从 CPU 过渡到了 GPU。

移动互联网时代的四个小周期分别是：

1) **手机智能化的早期探索（2002-2005）**：这一时期由于宽带的普及，在 PC 上出现了 UGC（用户创造内容）模式，包括博客（2003），社交网络 Myspace（2004）、脸书（2004）、点评网站 Yelp（2004），图片网站 Flickr 成立（2004），新闻聚合网站 Digg 成立（2004）以及视频网站 Youtube（2005）先后出现，成为了互联网上重要的创新方式。

在移动互联网端，四个主要的智能系统，Windows CE（后改名为 Windows Mobile），Palm OS，塞班，黑莓，都从不同的角度探索手机的智能化。塞班演进路径是功能手机的智能化，Windows Mobile 演进路径是操作系统的延伸化；Palm 演进路径是个人电脑的移动化；黑莓演进路径是邮箱服务的泛在化。我们之所以将这一时期称之为“手机智能化的早期探索”，是因为它们并未设计出颠覆式创新的电容触摸屏技术，而与后世的“智能手机”相比体验还是差了一个水平。

这一时期最大的科技公司是微软、IBM、思科，而诸多的互联网应用公司由于受到科网泡沫破灭的影响，榜上无名。

2) **社交网络（2005-2009）**：社交网络在这一时期蓬勃发展。代表公司 Facebook 从 2004 年成立到 2012 年用户超过 10 亿，仅用了 8 年的时间，这让市场再次看到了互联网马太效应的惊人之处。Facebook 成功路径中有四个开放：开放注册、开放平台、开放链接、开放图谱。中国虽然有校内网、海内网、51.com、开心网等一众公司的试水，但均缺乏持续性而未能走到最后，最终国内的社交网络直接被移动端的微信大一统。

这一时期最大的科技公司是微软、苹果、谷歌。苹果凭借着乔布斯回归后战略不断清晰，在新产品上推出了 iMac、ipod 而大获成功。谷歌的崛起则是因为 UGC 与宽带网络升级之后网络内容的不断增加，搜索引擎开始变得越发重要。

3) **智能手机（2009-2011）**：终于在 2007 年，苹果公司发布了 iPhone，虽然这在科技史上留下了浓墨重彩的一笔。但在当时，市场依然有质疑的声音，类似于：物理按键有其必要的用户群，苹果的手机是个大号的音乐播放器等等，但这种质疑恰恰是 iPhone 披荆斩棘一路前行的开始。以最快的速度谷歌在 2008 年就推出了基于安卓系统的智能手机，两者在之后的时间里迅速攫取了时代红利，智能手机的渗透率也在这一时期加速上行，Windows Mobile、Palm、黑莓、安卓几个曾经的智能系统份额迅速萎缩，移动互联网的平台标准最终被 iOS 与安卓主导。

这一时期，苹果凭借定义智能手机标准，超越了微软，成为市值最大的科技公司，微软第二，谷歌则凭借安卓的成功继续保持第三名。

4) **移动互联网（2011-2016）**：2011-2016 年，伴随着智能手机渗透率的快速抬升，4G 网络也开始普及，移动互联网大潮到来了。这一时期，大量的移动应用出现，苹果、谷歌应用商店的 APP 数量超过了 100 万款。大量应用端企业的股票受益于移动互联网的繁荣发展，包括谷歌、脸书、微信、小米、美团、支付宝、拼多多等均在这一时期获得了长足的进步。

在中国，这一时期产生了巨大的投资机会，创业板从 2012 年的 585 点上涨至 2016 年度的 4037 点。我们曾在《科技周期探索之五：2002-2016 年：移动互联网的大时代》中提及，其涨幅与 90 年代的美国纳斯达克几乎同出一辙。

到了 2016 年，全球移动互联网渗透率（移动宽带）渗透率超过了 50%，这是行业

在高速增长转向成熟的标志。此时苹果依然保持第一，谷歌则冲到了第二，与移动互联网失之交臂的微软跌到了第三。

此外，这一时期特斯拉 Model S 发布（2012），Model X 发布（2015），Coinbase 成立（2012），OPENAI 成立（2015），小鹏成立（2014）、蔚来成立（2014），理想成立（2015），它们代表的新能源车、比特币、大模型为开启的下一个 AGI 科技时代埋下了伏笔。

表11：移动互联网时代

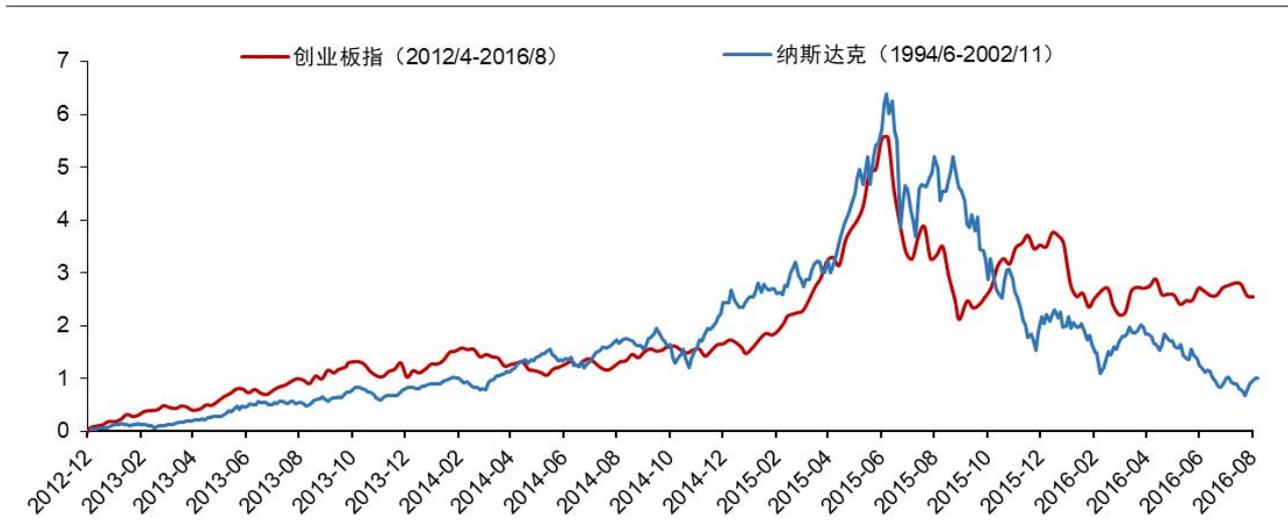
| 开始时间 | 结束时间 | 阶段 | 基钦周期 | 龙头公司 | 标志事件 |
|------------|------------|------------|------|-----------------|--|
| 2002/10/09 | 2005/04/28 | 手机智能化的早期探索 | | 微软 IBM 思科 | 特斯拉成立（2003），谷歌 AdSense（2003），谷歌收购了 Blogger.com（2003），苹果 iTunes 商店（2003），英特尔 Centrino 处理器（2003），文件下载平台 Rapidshare（2003），Rovio Mobile 成立（2003），Skype 成立（2003），学而思成立（2003），Myspace 成立（2004），脸书成立（2004），谷歌桌面搜索，Gmail，图书馆（2004），Yelp 成立（2004），Flickr 成立（2004），Digg 成立（2004），摩托罗拉手机 Razr（2004），诺基亚 5140 支持 RFID（2004），甲骨文收购仁科（2004），UCWEB 成立（2004），支付宝成立（2004） |
| 2005/04/28 | 2009/03/09 | 手机智能化 | | 微软 苹果 谷歌 | 微软 Xbox 360（2005），Youtube 成立（2005），谷歌地图，翻译，移动网页搜索（2005），基于 ARM 处理器占到智能手机市场的 98%（2005），BOX.net 成立（2005），汽车之家成立（2005），欢聚时代成立（2005），豆瓣网成立（2005），IBM 将 PC 业务卖给联想（2005），双核处理器问世（2006），谷歌收购 Youtube（2006），亚马逊 AWS（2006），AMD 收购 ATI（2006），Twitter 成立（2006），任天堂 Wii（2006），文件下载平台 Mediafire（2006），恩智浦从飞利浦剥离（2006），优酷成立（2006），酷 6 成立（2006），大疆成立（2006），英伟达 cuda 架构（2006），苹果 iPhone（2007），苹果 iPod touch（2007），安卓系统（2007），亚马逊 Kindle（2007），脸书平台（2007），诺基亚 6131 支持 NFC（2007），奈飞支持流媒体（2007），Dropbox 成立（2007），谷歌 Docs（2007），Yammer 成立（2007），Zynga 成立（2007），苹果 iPhone 3G，APP 商店（2008），谷歌 Chrome 浏览器，谷歌云计算服务引擎（2008），脸书 connect（2008），甲骨文收购 BEA（2008），中国 3G 商用（2008），唯品会成立（2008），Shein 成立（2008）， |
| 2009/03/09 | 2011/10/03 | 智能手机 | | 苹果 微软 谷歌 | 四核处理器问世（2009），比特币（2009），WhatsApp 成立（2009），Square 成立（2009），摩托罗拉 Droid 安卓手机（2009），GlobalFoundries 成立（2009），Uber 成立（2009），微博成立（2009），TeliaSonera 在瑞典 4G 商用（2009），Bilibili 成立（2009），微软 windows 7.0（2009），苹果 iPad（2010），谷歌汽车（2010），甲骨文收购 SUN（2010），Pinterest 成立（2010），Instagram 成立（2010），微软 Windows Phone 7，Kinect，微软云平台 Azure（2010），Stripe 成立（2010），小米成立（2010），美团成立（2010），爱奇艺成立（2010），IBM 沃森参加《危险边缘》打败人类选手（2011），索尼头显 HMZ-T1（2011），谷歌 Google+，谷歌云平台（2011），谷歌收购摩托罗拉移动（2011），苹果公司发布了 Siri（2011），腾讯微信（2011），快手成立（2011），宁德时代成立（2011） |
| 2011/10/03 | 2016/02/11 | 移动互联网 | | 苹果 谷歌 微软 | 特斯拉 Model S（2012），Coinbase 成立（2012），微软 Windows 8，Surface 笔记本（2012），英伟达 Kepler 架构（2012），字节跳动成立（2012），富途成立（2012），微软 Xbox One（2013），微软收购诺基亚手机部门（2013），阿斯麦 EUV 光刻机 NXE 3300（2013），中国 4G 商用（2013），微信支付（2013），以太坊（2014），微软发布语音助手 Cortana（2014），小鹏汽车成立（2014），蔚来汽车成立（2014），海光信息（2014），OpenAI 成立（2015），苹果 APPLE WATCH（2015），微软 Windows 10（2015），特斯拉 Model X（2015），以太坊发行（2015），英伟达 Drive 投身深度学习（2015），拼多多成立（2015），理想汽车成立（2015）， |

资料来源：国信证券经济研究所整理

我们将移动互联网时代划分成两个阶段：第一个阶段是手机的智能化，第二个阶段是智能手机。两个阶段转换的标志是 iOS 与安卓的出现，它们重塑了移动智能化的标准，将前面四家公司的智能操作系统颠覆掉，而行业在 iOS 与安卓的新标准下继续发展。

这一时期，我们又见到了“科网泡沫”的加速行情，只不过不在美国，而在中国的创业板，两者的历史比较极其相似，都是发生在第二阶段。

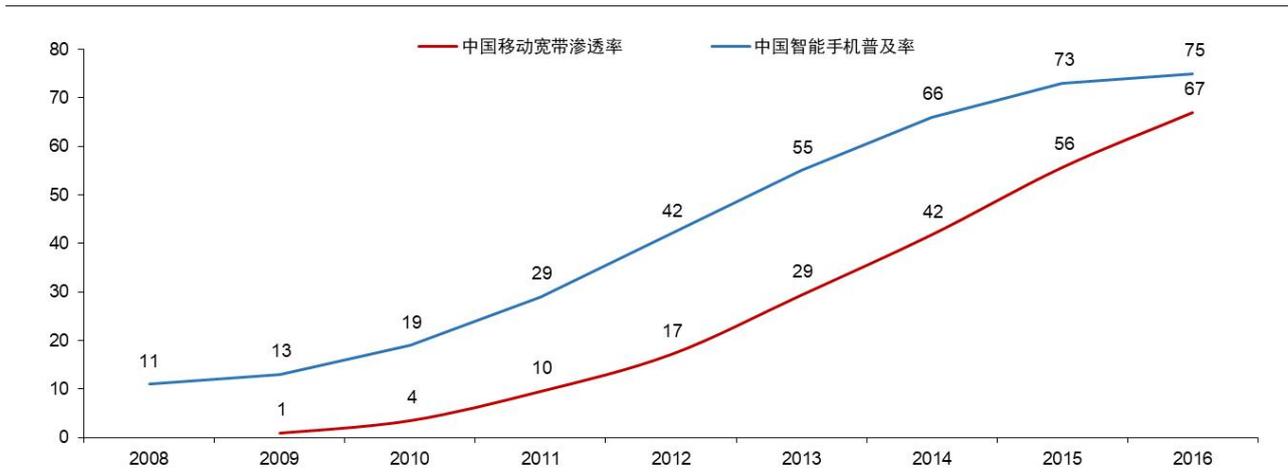
图19: 2012-2016 创业板指与 1994-2002 纳斯达克指数比较



资料来源: wind, 国信证券经济研究所整理 (纳斯达克的时间轴被 2:1 缩短, 对标创业板)

同样, 我们在此前的报告讨论过用移动宽带渗透率来替代移动互联网渗透率来做观察 (短木板原理), 则可解释为什么 A 股的创业板行情在 2015 年结束, 因为渗透率在 2015 年就超过了 50%, 而资本市场不会等到数据拐点就会提前反应。

图20: 中国移动宽带与智能手机渗透率



资料来源: 工信部, ITU, 国信证券经济研究所整理

“T 比特”时代 (2016-2030) ——通用人工智能时代

如前文所述, 在移动互联网时代, 人类算力已经从 CPU 驱动转向了 GPU 驱动, 观察 GPU 驱动已经不再计较晶体管数量, 而是关注每秒处理浮点运算的次数, 衡量单位是 FLOPS (Floating Point Operations Per Second)。

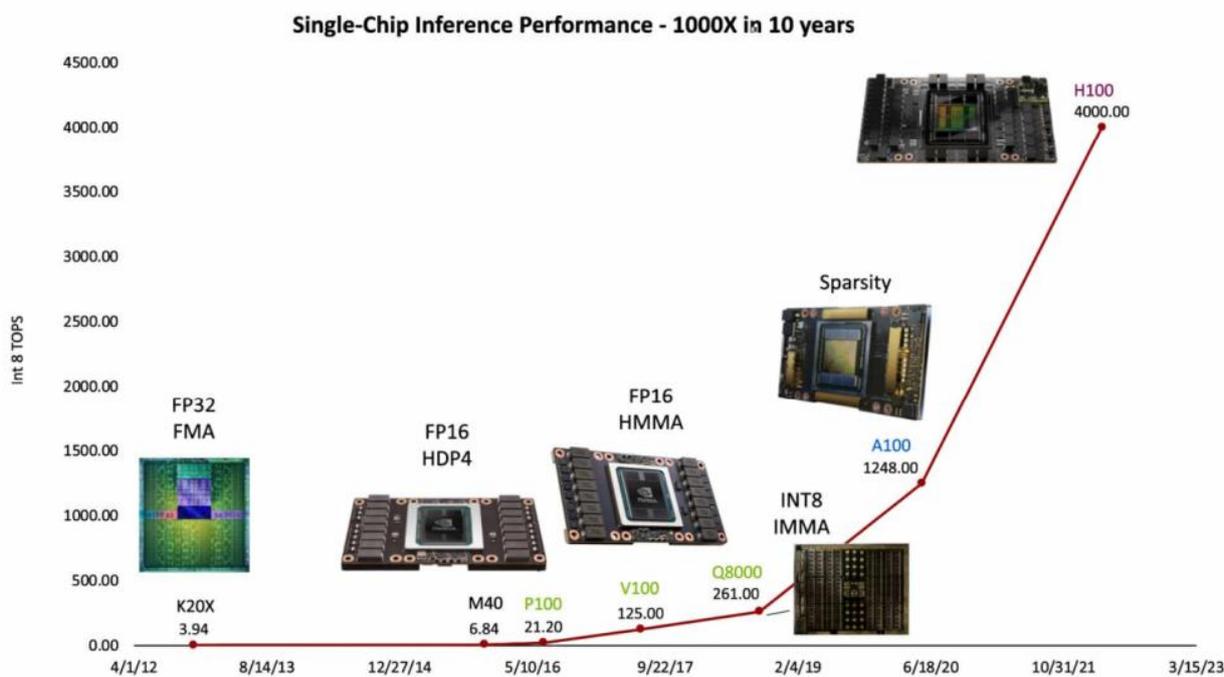
同时, 不同的算法对计算精度的要求也发生了变化。早期的科学计算和神经网络训练需要较高的数值精度所以, 当时大都采用 FP32 (单精度浮点数); 随着深度学习的发展, 人们发现对于某些任务, 如图像识别、自然语言处理等, FP16 (半精度浮点数) 已经足够, 并且可以显著减少内存占用和带宽需求, 同时还能提高计算速度。此外, NVIDIA 通过引入 Tensor Cores, 专门用于加速 FP16 的矩阵乘

法运算，进一步提升了性能；近年来，随着模型规模的增长和部署场景的多样化，INT8（整数运算）由于其更低的数据位宽，相比 FP16 或 FP32，可以极大地降低功耗并提升推理速度。因此，在衡量算力时，精度的标准从 FP32 到 FP16，再到 INT8 的过渡过程。

早在 2010 年，英伟达的 GeForce GTX 480 在 FP32 下的算力就超过了 1T（1344G）FLOPS。再到 2012 年发布的 K20X，其算力接近 4T FLOPS，到了 2016 年，P100 在 FP16 下的算力达到了 10.6T FLOPS（INT8 21.2T），到了 2017 年 Transformer 架构出现之后，衡量在 INT8 下的算力，英伟达突飞猛进，例如 A100 的算力达到了 1248T，H100 速度达到 4000T。

综上，在通用人工智能时代，人类算力已经来到了“T 比特”，甚至部分应用领域已经进入“P 比特”时代。但由于这种算力进步最快的场景是在 AI 领域，而其他领域包括电脑、手机的主流 CPU 还在 T 数量级，例如英特尔 2024 年发布的 Ultra 9 个人电脑芯片，在 INT8 精度下的算力是 120T；2024 年高通发布的骁龙 Elite，AI 算力为 80T，时代最终的命名应该选取时代中绝大多数芯片的速度。但无疑的是，从 2030 年开始的下一个科技周期（2030-2044 年），将会是“P 比特”时代。

图 21：英伟达 GPU 在 10 年的时间里，AI 推理速度提升了 1000 倍



资料来源：英伟达，国信证券经济研究所整理

同样，在通用人工智能时代，也可划分为四个阶段：

1) **云计算(2016-2018)**：2016 年开始，云计算步入到加速增长期（此前 2010-2016 年 CAGR 为 18%，2016-2024 年 CAGR 为 25%），包括亚马逊、谷歌、阿里巴巴、微软、华为、苹果、百度、中国电信、腾讯、IBM、甲骨文等巨头都在 2016 年前或早或晚地完成了云计算的战略部署。谷歌的 Alphago 战胜李世石（2016），也让业界见识到了基于神经网络的深度学习强大之处。同样，在资本市场，份额第一的亚马逊云计算开始被分部估值，涨幅巨大。微软、谷歌也紧随其后，而在移动互联网时代志得意满的苹果在此时股价涨幅开始放缓。

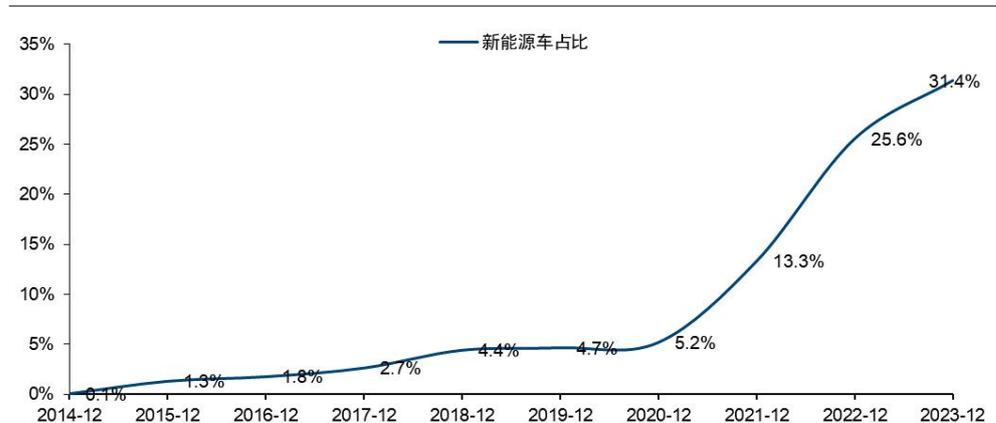
这一时期，寒武纪、长江存储、合肥长鑫等公司成立（2016），以及对后世影响巨大的 Transformer 模型被首次提出（2017）。

苹果依然是这一时期全球市值第一大公司，但第二名换成了云计算风头正劲的亚马逊，第三是微软。

2) **新能源车（2018-2022）**：如果说特斯拉引领了新能车的技术发展，那么中国的快速商业化落地则在这一时期成型。这一时期，中国的新能源车在整体销量占比快速提升，进入到明显的加速期，并远超全球。在 IEA 的统计中，美国 2023 年新能源车销量占比为 9.5%，欧洲为 21%，全球为 18%。美股的特斯拉，A 股、中概股中造车新势力，比亚迪，宁德时代的市值都在这一时期快速变大。同时，受益于云计算与汽车芯片的英伟达也表现颇佳。

这一时期，谷歌云计算上也慢慢赶上，苹果、微软、谷歌继续保持市值前三。

图 22: 中国新能源车销量占比



资料来源：中国汽车工业年鉴，国信证券经济研究所整理

3) **大模型（2022-2026）**：OPENAI 发布的大模型 GhatGPT 3.5 版本在 2022 年 10 月引爆市场，它是 Transformer 模型的具体实践。虽然在 10 亿、100 亿参数它并未表现出惊人的震撼，但当参数来到了 1000 亿时，量变产生了质变。科技界很快被“大力出奇迹”所震撼，全球都开始了 AI 大模型的“军备竞赛”。不少大公司将资本开支提升到了每个季度 100 亿美元以上，而初创大模型公司也如雨后春笋般地出现。英伟达凭借着其技术的领先，在这一拨资本开支红利中收益巨大，首次进入到成为全球科技公司市值前三。MAN 组合（M 微软、A 苹果、N 英伟达）的总市值大约在 10 万亿美元。

在大模型发展过程中，资本开支成了绕不过去的坎，而小公司，初创公司很难同巨头们比肩。从这个角度说，大模型的出现，并非是计算机技术的颠覆式创新，而依然是计算机技术的一种延续，因为大公司的核心竞争力似乎一再被强化。

中国在这个阶段，被美国芯片禁售，开启了自主创新解决卡脖子的技术突围，一大批公司开始投入到 GPU 芯片设计与研发中。抖音、腾讯、百度、阿里、华为、kimi、智谱清言、深度求索等公司均在 2024 年发布了自己的大模型，虽然相较于美国公司起步晚，但是其追赶的速度较快，尤其是 2025 年深度求索 Deepseek R1 的发布，在全球引发热潮。

4) **智能体（2026-2030）**：按照我们的估计，从 2026-2030 年，将进入下一个基钦周期。而我们估计届时英伟达可能将在 Blackwell 基础上迭代两次架构，大约分别在 2026 年和 2028 年。按照过往 AI 算力每 2 年翻 4-5 倍的历史，这将提升芯

片 AI 算力大约 16-25 倍，所以按照 B200 在 FP8 下的算力 20P FLOPS，那么到 2028 年前后，最新一代的 AI 芯片算力可能将达到 500P FLOPS。但目前哈佛的论文表示，在 AI 学习上可能相对高效的精度在 7-8 位，因此我们可能无法继续指望以精度降低的方式来换取更高的训练效率。但到 2030 年前，我们非常有希望看到单 GPU 运行在 FP8 精度下算力达到 1EB (1000P)。届时，10 万亿参数的大模型将会成为主流，而少量公司可能尝试冲击 100 万亿参数。100 万亿已经与人类大脑的神经突触数量级相当，人类可能将正式步入 AGI (通用人工智能) 时代。

在这一时期，大量的千亿、万亿参数的模型由于成本不再昂贵，将被广泛地运用到学习、生产、生活、研究等各个领域，且伴随着智能体的进化，人们会发现它们适应能力快的惊人，大量的智能体将会想当年智能手机 APP 一样出现。各行各业可能很快发现，几乎没有什么领域能与 AI 完全脱节，颇有当年“互联网”、“互联网+”的景象。

最后，在通用人工智能时代 (2016-2030)，也可以分成两个阶段，第一阶段是基础设施阶段，打造了两个硬件基础设施：云计算与新能源车，它们都可以看成是算力升级后的另类计算设备；第二个阶段是应用阶段，大模型和智能体。一、二阶段的分界点也很清晰，即 Transformer 架构 (而不再是神经网络) 成为了大模型演进的标准。

表12: 通用人工智能时代

| 开始时间 | 结束时间 | 阶段 | 基钦周期 | 龙头公司 | 标志事件 |
|------------|------------|----------|------|-----------------|---|
| 2016/02/11 | 2018/12/24 | 云计算与新能源车 | 云计算 | 苹果 亚马逊 微软 | 英伟达 PASCAL 架构，深度学习计算机 DGX-1, Drive PX2 (2016)，谷歌 AlphaGo 战胜李世石 (2016)，微软 HoloLens (2016)，微软收购 LinkedIn (2016)，墨子号量子通信卫星 (2016)，寒武纪成立 (2016)，长江存储成立 (2016)，合肥长鑫成立 (2016)，英特尔放弃“Tick-Tock” (2016)，英伟达 Volta 架构 (2017)，微软 Xbox One X (2017)，特斯拉 Model 3 (2017)，Transformer 架构被提出 (2017)。 |
| 2018/12/24 | 2022/10/13 | | 新能源车 | 苹果 微软 谷歌 | 英伟达 Turing 架构 (2018)，Opensea 成立 (2018)，贝壳成立 (2018)，Sky Mavis 发布区块链游戏 Axie Infinity (2018)，星链卫星发射 (2019)，谷歌 54 量子位计算机 Sycamore (2019)，英伟达 Ampere 架构 (2019)，瑞典商用无人驾驶卡车 T-pod (2019)，中国 5G 商用 (2019)，嫦娥四号探测器成功登陆月球背面 (2019)，特斯拉 Model Y (2020)，沐熙集成成立 (2020)，谷歌发布基于 transformer 架构的 BERT 模型 (2020)，微软 Windows 11 (2021)，脸书改名 Meta (2021)，OPENAI 发布 DALL-E (2021)，北汽极狐阿尔法 S (华为智驾 HI 版) 发布 (2021)。OPEN AI 推出 ChatGPT 3.5 (2022)，英伟达 Hopper 架构, H100 (2022)，OPEN AI 推出 ChatGPT 4.0 (2022)，微软 CoPilot (2023)，脸书 Llama (2023)，谷歌发布 Gemini (2023)，Stable Diffusion 发布 (2023)，Tesla 发布无人驾驶 HW4.0 (2023)，xAI 成立 (2023)，百度文心一言 (2023)，阿里巴巴通义千问 (2023)，讯飞星火 (2023)，华为盘古 (2023)，腾讯腾元 (2023)，华为 MATE 60 手机 (2023)，华为问界 M7、问界 M9 (2023)，北斗定位服务日均用量已超过 6000 亿次 (2023)，新能源汽车在中国销售占比超过 30% (2023)，EAST 实现稳态高约束模式等离子体运行 403 秒 (2023)，“中国环流三号”实现 100 万安培等离子体电流下的高约束模式运行 (2023)，OPENAI 推出 SORA, 4o, o1, o3, 并完成盈利化转变 (2024)，英伟达 GB200 (2024)，谷歌量子芯片 Willow (2024)，谷歌 Gemini 1.5 Pro, Gemini 2.0, 视频 Veo 2 (2024)，Anthropic 发布 Claude3.5 (2024)，xAI 发布 Grok-2 (2024)，脸书 Llama 3.3 (2024)，嫦娥六号采集月球背面样品 (2024)，百度在武汉商用 robot taxi (2024)，华为发布三折屏手机 MateXT (2024)，Deepseek R1 发布 (2025)。 |
| 2022/10/13 | 2026? | 通用人工智能 | 大模型 | 苹果 微软 英伟达 | |
| 2026? | 2029-2030 | | 智能体 | ? | ? |

资料来源：国信证券经济研究所整理

将诸多科技周期绘成图例，如下：

图23：科技周期的划分



资料来源：国信证券经济研究所整理

科技周期与资本市场表现

科技周期的涨幅表现

我们相信如此有规律的科技周期，必然在资本市场上留下印记。

我们选取纳斯达克综合指数（IXIC）作为统计指数。由于在“比特时代”（1957-1974），大多数时间纳指还不存在，因此我们的统计开始于计算机时代。

各个周期涨幅、跌幅如下。

表 13: 科技周期的涨幅统计（纳斯达克综合指数按周期统计）

| 科技周期 | 基钦周期 | 低点时间 | 低点 | 高点时间 | 高点 | 最大涨幅 低点到高点 | 跌幅 高点到低点 |
|---------|----------------|------------|-----------|------------|----------|---------------|-------------|
| 计算机 | 1 | 1974/10/03 | 54.87 | 1977/12/30 | 105.05 | 91% | -6% |
| | 2 | 1978/01/11 | 99.09 | 1980/02/08 | 165.25 | 67% | -25% |
| | 3 | 1980/03/27 | 124.09 | 1983/06/24 | 328.91 | 165% | -32% |
| | 4 | 1984/07/25 | 225.30 | 1987/09/01 | 456.30 | 103% | -37% |
| 互联网 | 1 | 1987/10/28 | 288.50 | 1989/10/10 | 487.53 | 69% | -34% |
| | 2 | 1990/10/12 | 322.98 | 1994/03/18 | 804.43 | 149% | -14% |
| | 3 | 1994/06/27 | 690.95 | 1998/07/21 | 2028.06 | 194% | -33% |
| | 4 | 1998/10/08 | 1,357.09 | 2000/03/10 | 5132.52 | 278% | -78% |
| 移动互联网 | 1 | 2002/10/10 | 1,108.49 | 2005/01/03 | 2191.60 | 98% | -14% |
| | 2 | 2005/04/29 | 1,889.83 | 2007/10/31 | 2861.51 | 51% | -56% |
| | 3 | 2009/03/09 | 1,265.52 | 2011/05/02 | 2887.75 | 128% | -20% |
| | 4 | 2011/10/04 | 2,298.89 | 2015/07/20 | 5231.94 | 128% | -20% |
| 通用人工智能 | 1 | 2016/02/11 | 4,209.76 | 2018/08/30 | 8133.30 | 93% | -24% |
| | 2 | 2018/12/24 | 6,190.17 | 2021/11/22 | 16212.23 | 162% | -38% |
| | 3 | 2022/10/13 | 10,088.83 | ? | | | |
| | 4 | ? | | ? | | | |
| 周期涨幅平均值 | 所有周期 1、周期 2 平均 | | | | | 98% | -26% |
| | 所有周期 3、周期 4 平均 | | | | | 166% | -37% |
| | 周期 1 | | | | | 88% | -19% |
| | 周期 2 | | | | | 107% | -33% |
| | 周期 3 | | | | | 162% | -28% |
| 周期 4 | | | | | 169% | -45% | |

资料来源：wind，国信证券经济研究所整理

我们将基钦周期作为衡量科技周期的最小单位，并为其标注 1、2、3、4 作为编号，每一个时代由四个基钦周期组成。

首先让我们印象深刻的是：如果将周期 1 或者周期 2，归结为每个时代的第一阶段或者称之为“上半场”；将周期 3 或者周期 4 归结为每个时代的第二阶段或者称之为“下半场”，我们发现，处在上半场的基钦周期的最大涨幅平均数为 98%，而处在下半场的基钦周期最大涨幅平均数高达 166%！即在下半场的每个基钦周期，其涨幅要远高于上半场。同时，由于涨幅过大，所以下跌时的跌幅也更大。上半场的基钦周期平均跌幅为 26%，而下半场的基钦周期平均跌幅为 37%，即下半场更容易产生“泡沫”！

具体到每一个基钦周期的表现，周期 1 涨幅平均数为 88%，周期 2 为 107%，周期 3 为 162%，周期 4 为 169%。由于对于周期 3，周期 4 的统计数据缺乏通用人工智能时代的数据，其各自的样本只有 3 个而非 4 个，因此可能稍有误差。

从基本面的逻辑上解释，为什么有这样的差异或者周期性表现呢？

第一：技术从不成熟到成熟。“上半场”是新时代的孕育阶段，而“下半场”是新时代从发展到成熟阶段。上半场建设某种基础设施，例如计算机时代的个人电

脑，互联网时代的网络宽带、移动互联网时代的手机，通用人工智能时代的云计算和新能源车，而此时往往技术标准尚不成熟，行业整体处在肆意生长的阶段，从技术演进的角度，投资人很难判断哪种技术能笑到最后。例如 PC 时代在 X86+DOS/Windows 形成之前，“1977 三大”包括康懋达、Tandy、苹果，都未能成为最大的赢家；互联网时代初期 ISP 多达几千个，在早期很难区分谁能最终成功；移动互联网时代早期的智能系统包括塞班、Palm OS、Windows Mobile、黑莓几乎后来都被边缘化；通用人工智能时代的云计算服务商和新能源车，一路发展，一路有诸多公司掉队和出局。而到了下半场，随着技术的不确定性被消除，市场开始可以买到某种技术已然走出的确定性。

在每个科技时代，打消这个不确定性的是标准的出现。无一例外，在每一个时代，在第二个基钦周期晚期或者第三个基钦周期早期，都产生了某种大一统的标准。例如集成电路时代的 CMOS 集成电路，PC 时代的 IBM 5100，互联网时代的万维网，移动互联网时代的 iOS 与安卓，通用人工智能时代的 Transformer 架构。正是这些“大一统”的标准出现，统一了行业的发展方向。

第二：产品从硬件到应用。在“上半场”，由于需要建立某种基础设施，例如个人电脑，电信网络，移动 3G、4G 网络/手机，云计算与新能源车，这些基础设施无一例外都是产品，它们的特点是要求企业不停地扩大产能，投入资本开支，且为了追求份额还要每年降价，这往往导致了大多数时期，行业总是缺钱，股东回报或者预期的 ROE 不高；而在“下半场”，由于是应用时代，例如互联网、移动 APP、智能体，它们往往回报与投资不是线性的，有显著的边际递减效应，例如淘宝的用户越多，商品越多，但是投入的服务器成本确很低。例如苹果的应用商店，边际成本几乎为零，收入占比一直在增加。应用与产品的第二个差别是它的定价模式往往可以每年涨价，例如广告服务费，视频会员费，游戏充值，商城 VIP 等等；第三个差别是应用时代往往可以给投资人一个巨大的“愿景”。我们曾举例在互联网泡沫阶段，美国在线的年报中几乎每个方向都是市值千万亿级别的激动故事，让投资人觉得只要把握住一个，未来的空间就不可限量。

第三：渗透率曲线从平缓到加速。光有“大故事”还不行，还要有肉眼可见的可验证、可跟踪的变化，而这一变化就是用户数。一旦介于“上半场”与“下半场”的标准出现，技术随之而来的往往是渗透率的加速过程，我们在前文中反复说明这一点。但渗透率曲线的拐点并非每个时代都在同一时期出现。例如在 PC 时代，渗透率曲线加速的时间就较晚，但在互联网、移动互联网时代，应用的渗透率曲线均是在下半场完成了加速过程。投资人听到的是伟大的故事，看到的是用户加速增长，因此这一时期，风险偏好非常容易大幅提升，估值方式也从 PE 转向 PS，甚至转向“市值估值”，泡沫开始滋长。

我们将科技周期分成上下半场来观察，纳斯达克低点到高点的最大涨幅如下，它总是呈现上半场较低，下半场较高的循环往复的“钟摆”式的运动。

我们将过去三个时代（个人电脑、互联网、移动互联网）的下半场取了平均值与中位值的最大涨幅，其中平均值为 407%，中位值为 313%。由于本轮下半场的起点在 2022 年 10 月的 10088 点，那么预计到 2029 年，纳指的最高点可能将不低于 41633 点（313%）。

表 14: 科技周期的涨幅统计（纳斯达克综合指数按阶段统计）

| 科技周期 | 阶段 | 低点时间 | 低点 | 高点时间 | 高点 | 涨幅 | 跌幅 |
|---------|-----|------------|--------|------------|-------|------|------|
| 个人电脑 | 上半场 | 1974/10/03 | 55 | 1979/10/05 | 152 | 178% | -19% |
| | 下半场 | 1980/03/27 | 124 | 1987/08/26 | 456 | 267% | -37% |
| 互联网 | 上半场 | 1987/10/28 | 289 | 1994/03/18 | 804 | 179% | -14% |
| | 下半场 | 1994/06/24 | 693 | 2000/03/10 | 5133 | 640% | -78% |
| 移动互联网 | 上半场 | 2002/10/09 | 1,112 | 2007/10/31 | 2862 | 157% | -56% |
| | 下半场 | 2009/03/09 | 1,266 | 2015/07/20 | 5232 | 313% | -20% |
| 通用人工智能 | 上半场 | 2016/02/11 | 4,210 | 2021/11/19 | 16121 | 283% | -37% |
| | 下半场 | 2022/10/13 | 10,089 | ? | ? | ? | ? |
| 阶段涨幅平均值 | | | 上半场 | | | 199% | -31% |
| | | | 下半场 | | | 407% | -45% |
| 阶段涨幅中位值 | | | 上半场 | | | 178% | -28% |
| | | | 下半场 | | | 313% | -37% |

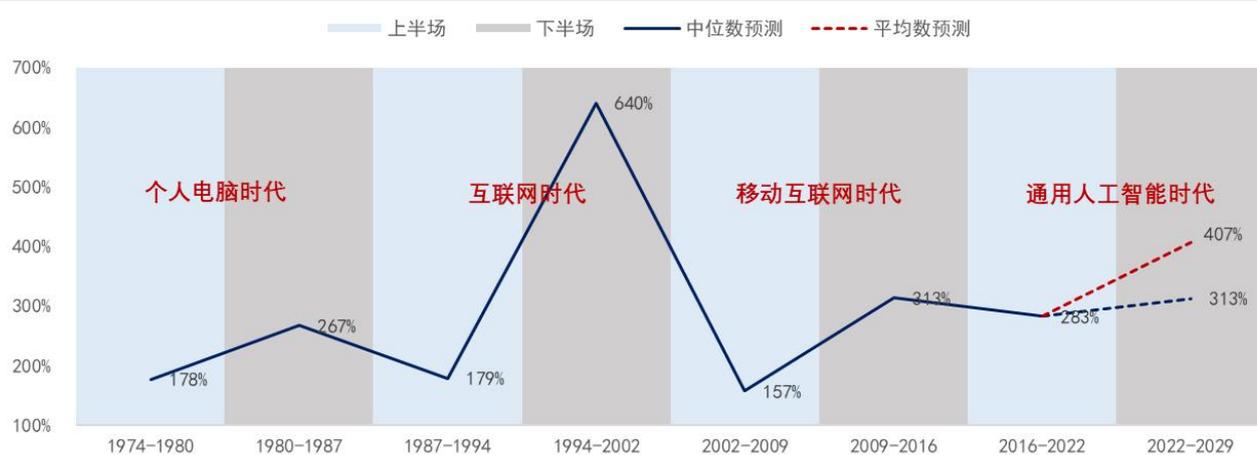
资料来源: wind, 国信证券经济研究所整理

我们观察到, 2016-2022 年, 是在四个“上半场”中涨幅为最大的, 达到了 283%, 原因是新冠疫情的到来恰恰促使了美国开启了货币、财政双宽松政策。如果观察从低点到低点来计算, 即从 2016 年低点到 2022 年低点, 本轮上半场涨幅为 140%, 而前面三轮的上半场涨幅分别为 126%、140%、16%, 因此本轮也不算低。

同样, 在本轮通用人工智能时代的下半场(2022-2029), 本轮基钦周期(2022-2026)的涨幅与历史相比并不大, 历史上下半场的第一个基钦周期(即周期 3), 最大涨幅分别为 165%, 194%, 128%, 平均值为 162%, 而本轮迄今为止, 纳斯达克涨幅为 100%左右, 显著低过历史平均水平, 这可能是对新冠疫情之后快速上涨的一种修正。

如此来看, 如果 2025 年某个时间到 2026 年, 纳指有个回调的话, 那么本轮回调的低点到下一个基钦周期的高点, 将构成下半场第二个基钦周期(即周期 4, 或者说是通用人工智能时代的收官周期)的最大涨幅, 这个涨幅可能是相当有弹性的。类比历史, 曾经每个时代的收官基钦周期, 涨幅分别为 103%、278%、128%, 平均值为 169%。

图 24: 科技周期的上下半场, 纳斯达克综合指数期间最大涨幅



资料来源: wind, 国信证券经济研究所整理

如果回顾历史, 若能有比较宽松的资金面配合, 如 1998-2000 年, 那么这个幅度可能会产生“泡沫”式的涨幅。宽松的货币政策也可以料想: 考虑到美国大于 36 万亿美元的负债规模, 一旦机会成熟(如因为衰退带来了 CPI 的回落), 其有可

能会考虑压低利率至很低水平。

科技周期的风格表现

科技周期是否会影响股票的风格？答案是肯定的。

1、科技周期对美股的风格影响

我们以 MSCI 美国成长（105825.MI），MSCI 美国价值（105826.MI）两个指数来观察成长与价值的轮动。该指数的发布日期是 1997 年 12 月，因此无法检验更早的时间。

数据显示，科技周期的下半场，成长总是好于价值；但上半场，一般倾向于价值好于成长，但当时的货币政策则也会成为变数。

例如，在互联网时代的下半场，成长收益率为 93%，价值的收益率为 42%，成长大幅超过价值；在移动互联网的下半场，同样成长收益率为 189%，价值收益率 145%，成长大幅超过价值；由于通用人工智能的下半场还没有结束，但截至 2025 年 1 月，成长收益率为 108%，价值收益率为 38%，成长依然大幅跑赢价值。

在互联网时代的上半场，指数缺乏数据。在移动互联网上半场，两者相差不是很明显，一个是跌幅 12.9%，一个是跌幅 15.3%；在通用人工智能时代的上半场，成长收益率为 189%，价值收益率为 144%，虽然成长大幅超越价值，但我们认为可能与新冠疫情期间的宽松政策改变了结构有关。

表 15: 科技周期的风格表现（MSCI 成长、MSCI 价值分阶段比较）

| 时代 | 阶段 | 起点 | 终点 | 间隔, 年 | MSCI 美国成长 | MSCI 美国价值 |
|--------|-----|------------|------------|-------|-----------|-----------|
| 个人电脑 | 上半场 | 1974/10/03 | 1980/03/27 | 5.5 | NA | NA |
| | 下半场 | 1980/03/27 | 1987/10/28 | 7.6 | NA | NA |
| 互联网 | 上半场 | 1987/10/28 | 1994/06/24 | 6.7 | NA | NA |
| | 下半场 | 1994/06/24 | 2002/10/09 | 8.3 | 93.0% | 41.7% |
| 移动互联网 | 上半场 | 2002/10/09 | 2009/03/09 | 6.4 | (12.9%) | (15.3%) |
| | 下半场 | 2009/03/09 | 2016/02/11 | 6.9 | 189.3% | 144.8% |
| 通用人工智能 | 上半场 | 2016/02/11 | 2022/10/13 | 6.7 | 142.3% | 56.0% |
| | 下半场 | 2022/10/13 | ? | ? | ? | ? |

资料来源：wind，国信证券经济研究所整理

2、科技周期对 A 股的风格影响

我们之所以认为这是规律而不是巧合，是因为在 A 股市场，我们也发现了类似的规律。A 股种我们选取了两类指数来分析风格，一个是规模指数：申万大盘指数（801811.SI），申万中盘指数（801812.SI），申万小盘指数（801813.SI），指数的发布日期是 1999 年 12 月 31 日。周期的起点按照 A 股的走势略作调整，但时间与美股比较相近。

可以看出，在互联网的下半场，虽然指数无法跨越 1994-2002 年，但小盘涨幅为 10.9%，中盘涨幅仅为 0.6%，大盘下跌了 5%，明显呈现小盘好于大盘的情况；在移动互联网的下半场，小盘股涨幅为 424%，中盘股涨幅为 211%，大盘股涨幅为 66%，小盘股明显超越大盘股。

目前在通用人工智能的下半场，倘若计算到 2025 年 1 月，小盘股下跌 0.1%，中盘股下跌 0.4%，大盘股上涨了 8.4%，但我们认为这与中国本轮 PPI 较弱有关，一旦 PPI 转正，在未来的时间里（如果按照 7 年计算，则下半场应该结束于 2029 年），小盘股有望超过大盘股的涨幅。

表 16: 科技周期的风格表现 (A 股大盘、中盘、小盘指数分阶段比较)

| 科技周期 | 阶段 | 起点 | 终点 | 间隔年 | 大盘指数 | 中盘指数 | 小盘指数 |
|--------|-----|------------|------------|-----|--------|--------|---------|
| 个人电脑 | 上半场 | | | | | | |
| | 下半场 | | | | | | |
| 互联网 | 上半场 | | | | | | |
| | 下半场 | 1994/07/29 | 2002/01/29 | 7.5 | (5.0%) | (0.6%) | 10.9% |
| 移动互联网 | 上半场 | 2002/01/29 | 2008/10/28 | 6.8 | 58.9% | 18.3% | (13.2%) |
| | 下半场 | 2008/10/28 | 2016/01/27 | 7.3 | 65.6% | 211.1% | 423.9% |
| 通用人工智能 | 上半场 | 2016/01/27 | 2022/10/31 | 6.8 | 30.4% | 6.7% | (11.5%) |
| | 下半场 | 2022/10/31 | 2029? | ? | 8.4% | (3.4%) | (0.1%) |

资料来源: wind, 国信证券经济研究所整理

相反, 如果观察在移动互联网的上半场, 大盘股收益率为 59%, 中盘股为 18%, 小盘股为-13%, 大盘股明显超过小盘股; 同样, 在通用人工智能的上半场, 大盘股 30.4%, 中盘股 6.7%, 小盘股-11.5%, 也是大盘股明显超过小盘股。

A 股市场, 我们选取的第二种风格指数是中信风格指数, 分别为金融 (CI005917.WI)、周期 (CI005918.WI)、消费 (CI005919.WI)、成长 (CI005920.WI)、稳定 (CI005921.WI), 指数的发布日期是 2004 年 12 月 31 日。

表 17: 科技周期的风格表现 (A 股中信风格指数分阶段比较)

| 科技周期 | 阶段 | 起点 | 终点 | 间隔年 | 金融 | 周期 | 消费 | 成长 | 稳定 |
|--------|-----|------------|------------|-----|--------|--------|--------|--------|-------|
| 个人电脑 | 上半场 | | | | | | | | |
| | 下半场 | | | | | | | | |
| 互联网 | 上半场 | | | | | | | | |
| | 下半场 | 1994/07/29 | 2002/01/29 | | | | | | |
| 移动互联网 | 上半场 | 2002/01/29 | 2008/10/28 | 6.8 | 118.2% | 32.7% | 69.6% | 7.2% | 28.5% |
| | 下半场 | 2008/10/28 | 2016/01/27 | 7.3 | 158.9% | 150.9% | 271.5% | 413.2% | 81.1% |
| 通用人工智能 | 上半场 | 2016/01/27 | 2022/10/31 | 6.8 | 3.6% | 25.4% | 54.4% | 14.0% | 0.3% |
| | 下半场 | 2022/10/31 | 2029/11/23 | 7.1 | 41.9% | 7.1% | (0.9%) | 0.2% | 18.6% |

资料来源: wind, 国信证券经济研究所整理

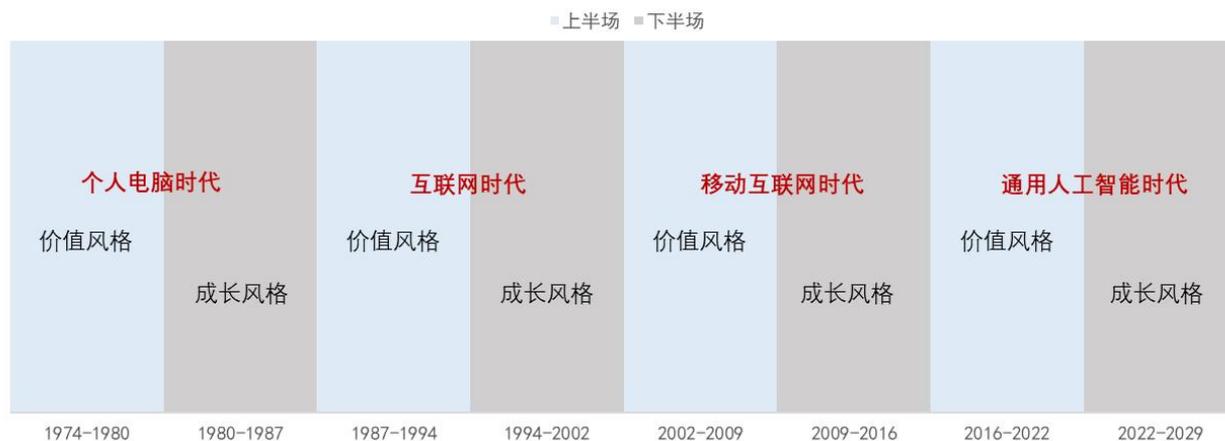
可以看出, 在移动互联网时代的上半场, 金融的收益率为 118%, 其次是消费 70%, 再其次是周期 33%, 稳定 28.5%, 成长仅为 7.2%, 风格显然在价值上; 在通用人工智能时代的上半场, 消费 54.4%, 其次是周期 25.4%, 成长仅为 14%, 金融与稳定均为个位数, 风格不在成长, 在消费和周期。

在移动互联网时代的下半场, 成长风格的收益率为 413%, 其次是消费风格 271%, 再其次是金融与周期, 介于 150-160%, 稳定风格垫底为 81%; 在通用人工智能时代, 由于 PPI 未能转正, 因此暂时成长风格收益率为 0.2%, 消费-0.9%, 金融为 41.9%, 稳定为 18.6%, 周期为 7.1%, 但我们认为随着 PPI 转正, 在接下来的几年时间成长会走出来。

由于在 A 股, 单纯定义成长-价值风格的指数发布时间较晚, 因此我们选择了申万规模与中信风格指数来替代“成长-价值”风格指数, 以获得更长的存续期来说明以上问题。

结果表明, 在上半场, A 股与美股相同, 风格在价值。只不过价值会随着历史的发展, 经济结构的变化而发生变化, 例如早年是金融, 而后来是消费。而在下半场, 风格则在成长。尽管通用人工智能时代这种情况不太明显, 但我们认为中国的 PPI 保持负值的时间不会持续过久, 历史上 PPI 为负不会发生在两个连续的基钦周期, 即我们期待下个基钦周期随着 PPI 转正, 风格也会再次回到成长上。

图25：科技周期的风格表现



资料来源：国信证券经济研究所整理

站在科技周期的角度，中、美都有自己的一些个案，但是风格依然遵循统一规律，这背后的原因是什么呢？

在上半场，科技周期有三个特点（我们在前文讲到）：

第一是代表着科技时代的技术还不成熟，大一统的标准还没有出现。在个人计算机时代的上半场，散乱的品牌还在百家争鸣阶段；在互联网时代的上半场，ISP们尚在无序竞争，没有万维网来统一网站间的标准；在移动互联网时代的上半场，几个操作系统都坚持自己是智能系统但功能不够圆熟；在人工智能时代的上半场，transformer 架构尚未出现.....

第二是科技还在硬件/基础设施上在努力，其影响边界尚小。在个人电脑时代的上半场，电脑还是狂热者、科技爱好者、DIY 爱好者们的专属；在互联网时代的上半场，互联网的网站还很少，尚在相对封闭的网络中传播；在移动互联网时代的上半场，塞班等系统的使用者只能安装少量的一些应用，而大规模开放的应用商店模式还没有成型，且手机的新能一般，如不能很好地支持视频聊天、LBS 服务、支付等应用；在人工智能时代的上半场，AI 尚在“AlphaGo”的这类应用上，无法广泛地深入大众的工作和生活。

第三是用户渗透率没有进入到加速期。从商业的角度，这往往说明一个良好的“用户增加-标准变强-性价比提升-用户增加”的良性循环在商业上未能实现。一个简单的案例是 1998 年摩托罗拉的铱星电话项目，其全球组网，以卫星通信来支持手机信号，这显然是个好技术，但是高到 3 美元/分钟的通话费用让不少用户望而却步，最终在当时无法竞争过地面移动通信的资费。

基于以上三点，在时代的上半场，一个传统企业的护城河很难被时代的新技术冲击。而在分析企业的核心竞争力时，人们倾向认为，但凡是拥有传统意义上护城河的企业，其长期的存续期与良好的盈利能力会持续很久，而这些企业恰恰是价值股的特征：**大市值、高 ROE、低估值**。例如，两家公司，A 与 B，都是卖农产品的，A 公司进货 100 吨，B 公司进货 1 吨，因为 A 的周转量大，所以 A 公司在采买、仓储、物流、批发的所有环节中，其每斤成本都要低于 B 公司。因此人们不会在此时认为 B 公司会对 A 公司构成威胁，而倾向在同类公司中选择“龙头”。

2016-2021 年 A 股启动了轰轰烈烈的“核心资产牛”，演绎到最后，很多大市值公司估值上到了 70-150 倍，市场对其价值的解释是基于它们稳健的经营能力和强

大的护城河，其市场份额不仅不会减少有些甚至还能扩大。即它们的盈利能力可以持续很多年，所以即便估值过高也问题不大，因为以“终局估值”来看这些公司，还有很大的空间。这种声音之所以在当时非常流行，就是因为移动互联网的冲击高峰已经过去（2015-2016年渗透率拐点），而通用人工智能的冲击尚未来到，因此这些“赛道股”或者其所处的行业，谈的主要是规模优势。

到了下半场，随着以上三点发生了变化，即：

- 1、影响时代变革的技术开始变得成熟；
- 2、科技的影响已经从基础设施转化成高性价比的产品和应用；
- 3、用户渗透率曲线进入到加速期，呈现“用户越多-成本越低-用户更多”的良性循环。

如美国的互联网泡沫，以及A股在2015年的“互联网+”行情，讲述的故事又变成了另外一个模样：此时的传统公司不再被市场青睐，市场选择的是拥有新技术的小公司，期望它们在一个个的新兴领域对传统行业的巨头进行替代，例如支付宝的余额宝在很短时间获取了本应该是银行理财的大量客户，微信支付替代了银行卡业务。市场此时不再热衷于分析那些稳定经营的公司，而是寻找技术上、战略上始终充满进展和变化的公司，造手机、造车、手游、互联网平台、并购等等成为大家谈论的热点，随着一些小型的公司市值快速翻倍，再翻倍，投资人中开始出现有一种“FOMO（害怕错过）”的氛围，它们很难分清A公司讲述的新技术与B公司讲述的新技术有什么本质区别，而最终的结果是他们或多或少会买入所有讲类似新技术的公司股票。这样，**选股标准就变成了大故事、小市值、高成长预期的公司。**

因此，价值-成长，成长-价值这种循环往复的切换，是科技周期的使然。

尽管在配合不同的货币政策，偶尔结果会出现一些意外，但影响这种风格切换的本质是科技周期所处的阶段究竟是处于上半场还是下半场，上半场价值占优，下半场成长占优，一个完整的循环就是一个科技周期。

表 18：市场风格与选股标准

| 市场风格 | 科技周期特征 | 选股标准 |
|-----------------------|--|---------------|
| 价值风格 (上半场) | 1、代表着科技时代的技术还不成熟，大一统的标准还没有出现； 2、科技还在硬件/基础设施上在努力，其影响边界尚小； 3、用户渗透率没有进入到加速期。 | 大市值、高ROE、低估值 |
| 成长风格 (下半场) | 1、影响时代变革的技术开始变得成熟； 2、科技的影响已经从基础设施转化成高性价比的产品和应用； 3、用户渗透率曲线进入到加速期，呈现“用户越多-成本越低-用户更多”的良性循环。 | 大故事、小市值、高成长预期 |

资料来源：国信证券经济研究所整理

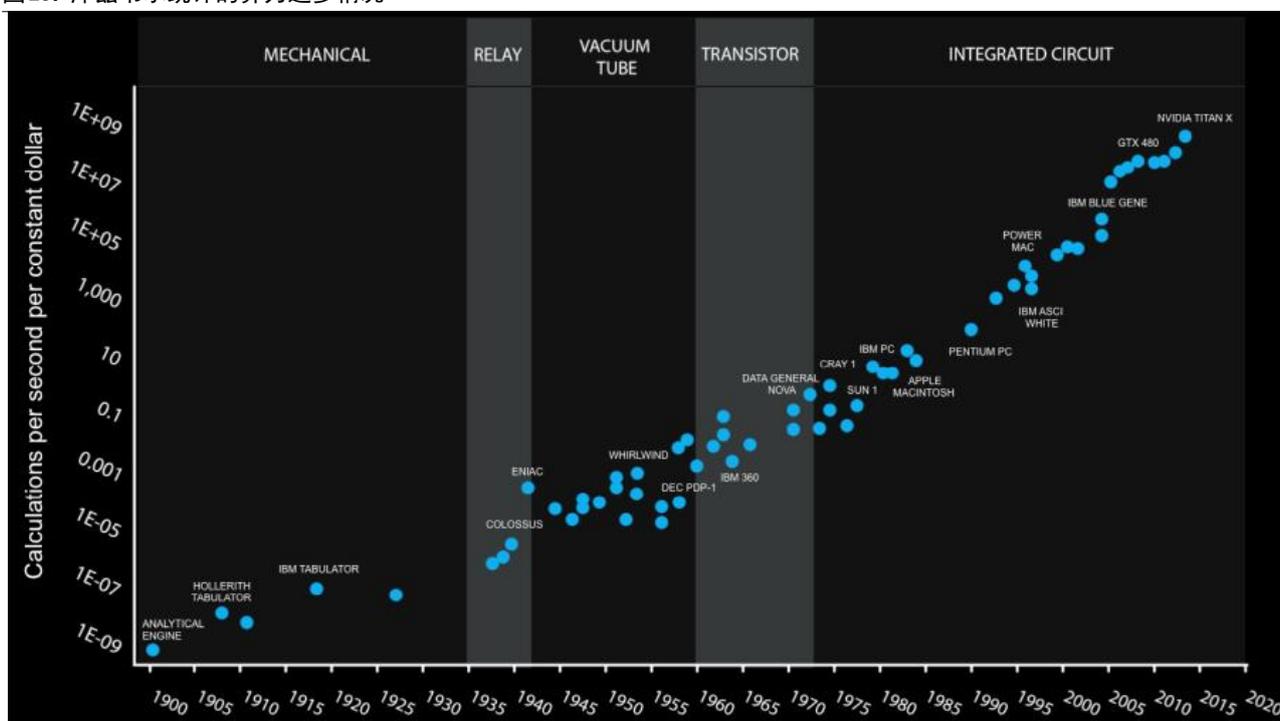
科技周期的未来

“加速回报定律”不仅适用于计算机时代

或者有人认为，算力的指数级进步只存在于计算机时代，而像工业革命、钢铁与铁路、电力与石油、电子与汽车几个康波周期不具备算力的指数级进步特征，事实上并非如此。只不过有了计算机后，“算力”更容易被量化地度量与讨论，更加地线性化。

我们在报告中所统计的是从电脑发明以来（从 1945 年的 ENIAC 开始），算力呈现指数级进步的具体案例。而未来学专家库兹韦尔统计的则包含了计算机出现之前的机械驱动时代，例如机械差分仪、机械制表机。他的数据表明，这种算力的指数级进步现象从 1900 年就可以被观测到。由此可见，算力的指数级进步并非仅是计算机出现之后才有的现象。

图 26: 库兹韦尔统计的算力进步情况



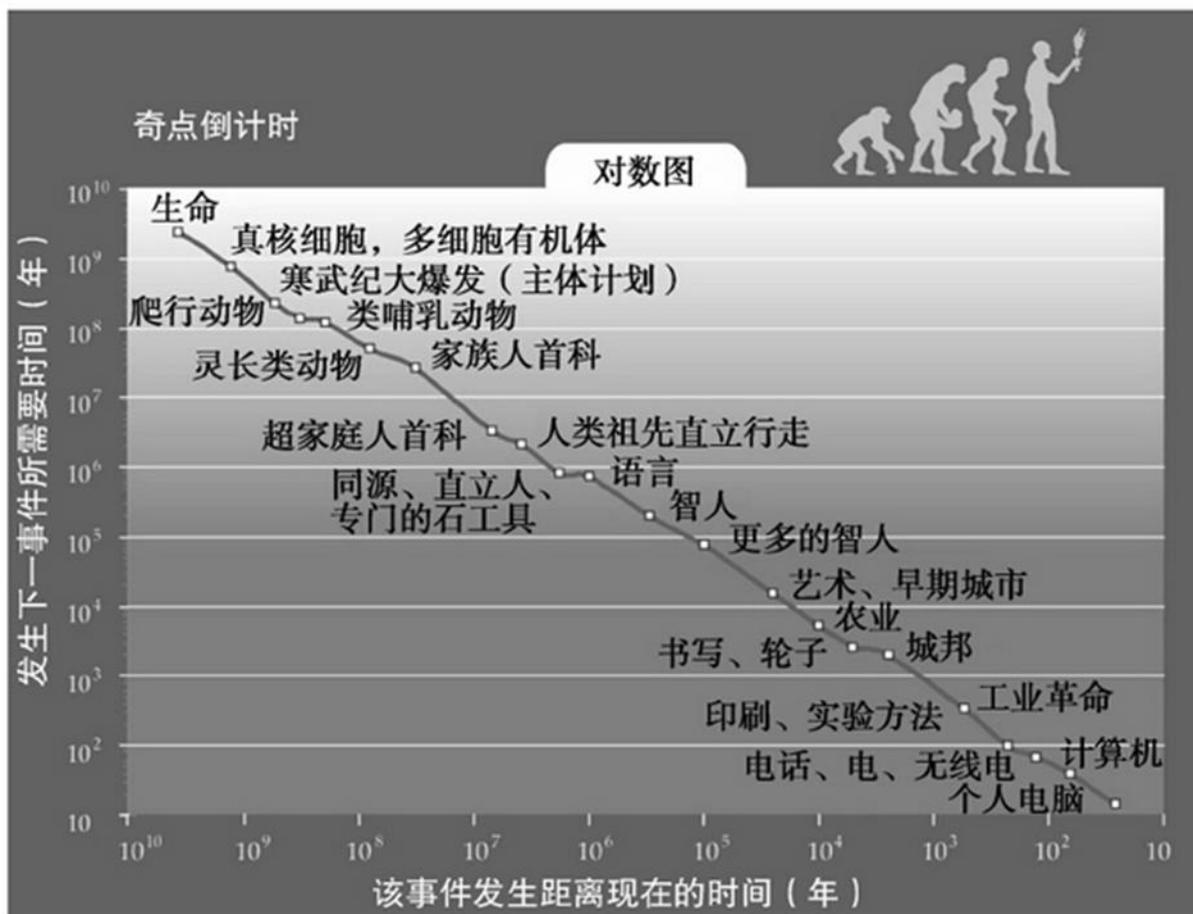
资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

进而，他提出了更加广义的“加速回报定律”（Law of accelerating returns）。即技术的不断加速是加速回归定律的内涵和必然结果，这个定律描述了进化节奏的加快，以及进化过程中产物的指数增长。加速回报定律有几个要点：

- 1、由进化过程的某个阶段所产生的更好方法来创造下一个阶段。每个阶段的进化都建立在上一个阶段产物的基础上，因而发展得更快。GPU 是在 CPU 的基础上的进化选择，而 CPU 又是在集成电路基础上的进化选择，而集成电路又是在真空管/电子管基础上的进化选择；
- 2、进化过程不是一个封闭的系统；它在一个更大的系统内引起混乱，从而增加选择的多样性。因为进化以其本身持续增长的秩序为基础，所以进化过程中的秩序也呈指数增长，即与宇宙的“熵增定律”并不矛盾；

3、“回报”（比如速度、效率、功耗和进程的综合力量）总是呈指数增长。人类的知识，技术进化都符合加速回报特征。在人类数十万年的进化过程中，早期创造的技术（如车轮、火、石器）从发明到广泛应用大约需要数万年。500年前，一个产品（如印刷机）从发明到广泛应用，大约需要一个世纪。今天，一个产品（例如移动电话和万维网）从发明到广泛使用，只需要短短几年的时间。

图27：生命出现之后一直呈现了指数级进化



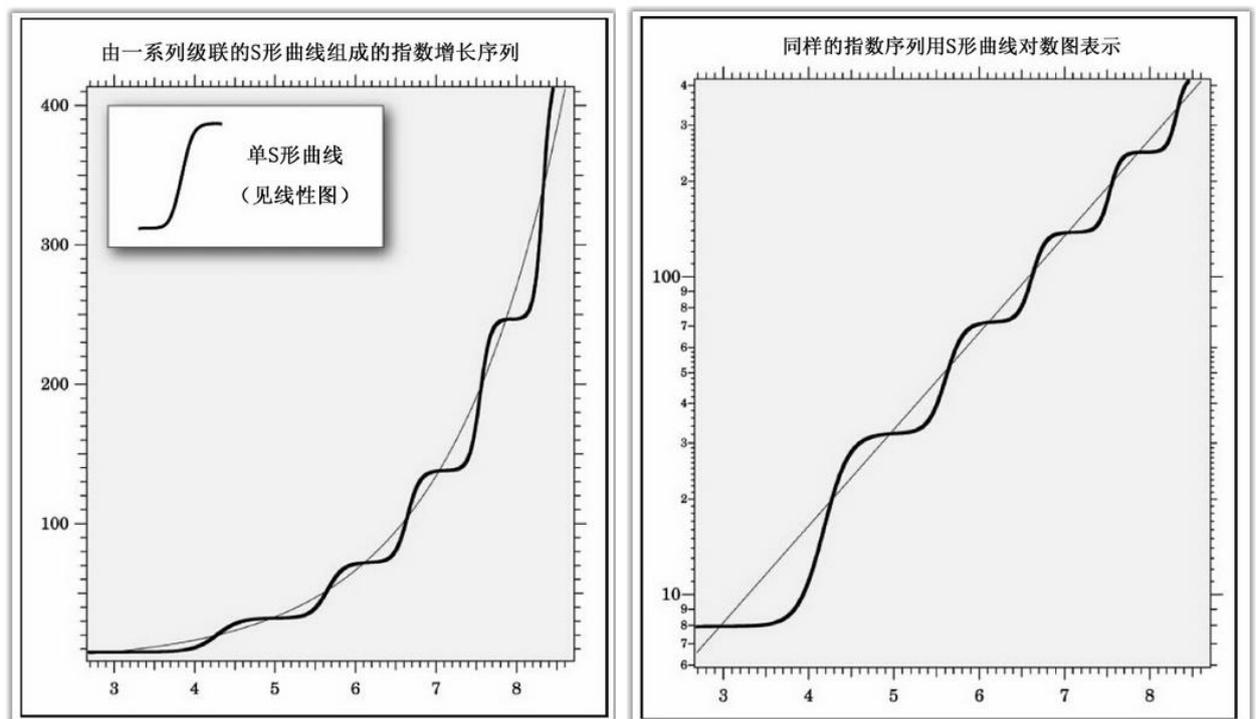
资料来源：库兹韦尔《奇点临近》，国信证券经济研究所整理

他进一步提到：每个范式的发展都分为三个阶段：

- 1、缓慢增长阶段（指数增长的早期阶段）；
- 2、快速增长阶段（随后的，爆炸性的指数增长期），下图 S 形曲线图显示的一样；
- 3、趋于平缓的成熟阶段。

这与我们在前文观察到的科技周期由：1、指数级的算力驱动，和 2、一条条渗透率曲线所构成的结论相当。

图 28：一系列 S 曲线组成的指数增长序列，线形图与对数图



资料来源：库兹韦尔《奇点临近》，国信证券经济研究所整理

在 2030 年之后，量子计算的开始？

假定我们依然按照 4 个基钦周期大约 13-14 年为一个科技周期，可以初步推算从 2030 年开始，主流算力将达到 P 比特；2050 年前后，算力将达到 E 比特；2070 年，算力到 Z 比特，而到本世纪末，算力将达到 B 比特时代。当然，这样机械式的推论的前提是假定过去 80 年的算力进步速度可以平滑，既不被加速，也不被减速。

表 19：科技周期与主流算力

| 时间 | 科技周期 | 主流算力，比特 | 主要驱动技术 |
|-------------|--------|------------|---------|
| 1957-1974 年 | 比特时代 | $<10^3$ | 集成电路 |
| 1974-1987 年 | K 比特时代 | $<10^6$ | CPU |
| 1987-2002 年 | M 比特时代 | $<10^9$ | CPU |
| 2002-2016 年 | G 比特时代 | $<10^{12}$ | CPU、GPU |
| 2016-2030 年 | T 比特时代 | $<10^{15}$ | GPU |
| 2030-2044 年 | P 比特时代 | $<10^{18}$ | GPU/? |
| 2044-2059 年 | E 比特时代 | $<10^{21}$ | ? |
| 2059-2073 年 | Z 比特时代 | $<10^{24}$ | ? |
| 2073-2088 年 | Y 比特时代 | $<10^{27}$ | ? |
| 2088-2102 年 | B 比特时代 | $<10^{30}$ | ? |

资料来源：国信证券经济研究所整理

英国的物理学家齐曼（John M. Ziman）提出：全球科学活动每 15 年翻一番，这意味着在 100 年的时间里，全球科学活动将增长 100 倍。这与我们划分的科技周期的长度相近。

库兹韦尔也有类似的观测。他认为在 2045 年，人类将迎来“奇点时刻”，意思是

单一芯片将超越全地球所有人类的算力之和。但他的预测是算力每年翻倍，这与我们实际检验过去 80 年的算力进步速度不符（我们的观察是 16 个月翻倍），他可能稍显乐观。此外，他并没有表述“单一芯片”是“主流芯片”还是“超算级别”。因为主流芯片受制于功率和场景的约束，例如在手机上的芯片，因为其供电能力有限，到目前为止其算力仅在几十个 T，远低于性能最佳的 GPU 的 2000T 的算力水平，如华为预测到 2030 年，汽车的算力可达 5000T，就是因为汽车的供电能力要远优于手机。

未来驱动算力进步的主流技术可能仍然需要不断被优化。GPU 在 CUDA 出现（2006 年）之后，开始逐步接过了 CPU 算力驱动的接力棒。这恰恰是在晶体管的集成度无法以 18 个月翻倍的速度进步的背景下，人类科技的自然选择。CUDA 的出现，相当于在硬件基础上增加了软件的进化。这种软件的进化在 AI 算力提升效果上变得越发明显。英伟达在 AI 训练的速度提升为每代架构（每 2 年）4-5 倍，这远优于摩尔定律的 18 个月速度翻倍，但其中有两个主要的口径上的变化：

其一是单一芯片的功率变得越来越大，这与相同功率获得更大的算力目标是不一致的；

其二是英伟达发现了驱动 AI 训练不必要用 FP32 精度，取而代之的是 FP32 精度逐步被优化为 FP16、FP8、FP4，但我们认为未来低于 FP4 精度可能不大现实。

目前，一方面制程从 3nm 向 2nm 甚至 1nm 进步是一种路径；另一方面系统优化、算法优化、结构优化也可能依然会有一定的空间，但人类依然不能停止寻找下一个驱动算力进步的科技。

一个相对比较可行的新路线是量子计算机，由于量子计算机是图灵完备的，因此理论上量子计算机可以接替传统计算机的功能。2024 潘建伟院士提出了量子计算机的三步走：

第一阶段是实现“量子计算优越性”，中国科学技术大学于 2020 年推出的光量子计算机“九章”，采用 76 个光子，对比当时最新的经典算法，处理高斯玻色取样问题比超级计算机“富岳”，快了 10 万倍，是首个被严格证明的量子计算优越性。2021 年，“九章 2 号”采用 113 个光子，超越超级计算机 100 亿倍；2023 年，采用 255 个光子的“九章 3 号”，超越超级计算机亿亿倍。此外，2021 年中国科学技术大学研制的 66 超导量子比特的超导量子计算机“祖冲之 2 号”，实现随机线路取样问题的快速求解，比最快的超级计算机快 10 万倍，计算复杂度比悬铃木高出 6 个数量级。这使得我国成为首个在两种物理体系中均达到量子计算优越性里程碑的国家；

第二阶段是当前阶段，主要任务是研制专用量子计算模拟机，用于解决经典计算无法胜任的若干科学问题，如量子化学、高温超导机理、拓扑物态等；

第三阶段是未来 10 到 15 年，实现通用容错量子计算机。在量子纠错的辅助下，相干操纵至少百万量子比特，用于解决经典密码破解、人工智能、材料设计、气象预报、生物制药等领域的计算难题。

这样来看，如果在 2030-2044 年的“P 比特时代”晚期，如果通用量子计算机被研发出来，这可能成为下一个更大的时代（以区别于晶体管计算机）驱动算力的新路线。D-Wave 的创始人罗斯，提出罗斯定律（Rose's Law），指出量子位数量每年翻番。内文定律（Neven's Law）是由 Google 量子计算团队负责人 Hartmut Neven 提出，他指出量子计算机的计算能力相对于经典计算机呈现“双重指数增长”（doubly exponential growth），远快于经典计算机的指数增长。如果这些

预测被更多的数据证实，那么算力驱动曲线的旧范式可能会被颠覆，科技周期的长度可能也会被改写。

回到开始，倘若一个康波周期大约是 50-60 年的话，那么从个人电脑出现的 1974 年开始计算，到 2030 年通用人工智能的基本实现已经过去了 56 年，那么如果把计算机、互联网、移动互联网、通用人工智能四个科技周期合称为一个康波级别长周期的话，那么从更大的周期观察，2030 年开始的新周期，非常有可能是基于量子计算的全新康波周期。

风险提示

地缘政治的不确定性，美联储降息幅度的不确定性，部分行业竞争格局的不确定性。

免责声明

分析师声明

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

国信证券投资评级

| 投资评级标准 | 类别 | 级别 | 说明 |
|--|------------|------|-------------------------------|
| 报告中投资建议所涉及的评级（如有）分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即报告发布日后的 6 到 12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。A 股市场以沪深 300 指数（000300.SH）作为基准；新三板市场以三板成指（899001.CSI）为基准；香港市场以恒生指数（HSI.HI）作为基准；美国市场以标普 500 指数（SPX.GI）或纳斯达克指数（IXIC.GI）为基准。 | 股票 投资评级 | 优于大市 | 股价表现优于市场代表性指数 10%以上 |
| | | 中性 | 股价表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间 |
| | | 弱于大市 | 股价表现弱于市场代表性指数 10%以上 |
| | | 无评级 | 股价与市场代表性指数相比无明确观点 |
| | 行业 投资评级 | 优于大市 | 行业指数表现优于市场代表性指数 10%以上 |
| | | 中性 | 行业指数表现介于市场代表性指数 $\pm 10\%$ 之间 |
| | | 弱于大市 | 行业指数表现弱于市场代表性指数 10%以上 |

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。

本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中所提及的意见或建议不一致的投资决策。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路 125 号国信金融大厦 36 层
邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路 1199 弄证大五道口广场 1 号楼 12 层
邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街 6 号国信证券 9 层
邮编：100032