

科技周期探索之二

1956-1974年：从晶体管到集成电路

中性

核心观点

晶体管普及助力电子、家电行业的腾飞

随着贝尔实验室开放了晶体管授权，晶体管的商业化推动了家用电器的微型化与成本快速下降，并引发了60-70年代西方主要国家家电的快速普及。从某种意义上，到底是经济繁荣导致了家电普及，还是家电普及导致了经济繁荣，似乎都有证据，从日本的1955-1970年代的发展经历来看，家电普及以及产业链繁荣对于GDP的拉动占据重要地位。

当渗透率到达16%前后，一个行业进入到了快速发展期，到了40-50%之间时，其增长率会放缓进入成熟期，投资者需要紧密跟踪渗透率的变化。

大规模集成电路时代的到来

贝尔实验室的晶体管发明人肖克利把创业之火带到了西海岸。此后仙童半导体裂变了几十家公司，标志着美国半导体创业潮的到来。在经历了小规模集成电路、CMOS集成电路、以及光刻机的升级迭代后，70年代大规模集成电路开始出现。

在需求上，美国和日本有着鲜明的差异。美国的集成电路需求主要来自于军工、航天，而日本则是大力发展电视机、冰箱、洗衣机、计算器等家用电器。

戈登摩尔在1965年提出了摩尔定律，这个影响延续到了今天。

大型机与小型机主导着计算机市场

IBM在小沃森的领导下以3年的营收押注研发了兼容计算机，System/360让IBM在60年代末70年代初的巨型机市场上取得了成功，其对手被称为“七个小矮人”。IBM的System/360计算机与英特尔的4004芯片，都是从“专用到通用”的成功案例，类似案例将在未来反复出现。

DEC成功地定位到了小型机市场上，并一度辉煌了十几年。但它并没有在计算机小型化的趋势中笑到最后，其创始人反复拒绝承认个人计算机时代的到来。

分时网络是中心化网络，阿帕网是分散式网络，前者解决了效率问题，后者解决了安全性与成本问题，最终阿帕网胜出，其分散式、分组交换、TCP/IP协议成为后来互联网的基础。

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·海外市场专题

美股

中性·维持

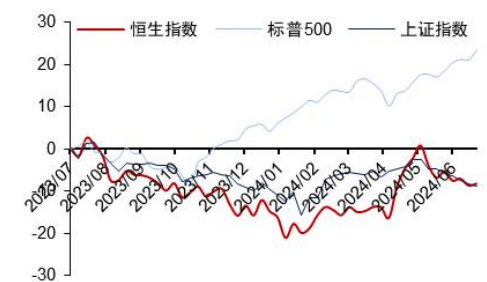
证券分析师：王学恒

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

- 《美元债双周报(24年第27周)-美债利率反弹，期限利差倒挂收窄》——2024-07-02
- 《美股市场速览-小盘股与汽车行业领涨市场》——2024-06-30
- 《美股市场速览-科技走弱，零售与汽车接棒》——2024-06-23
- 《美元债双周报(24年第25周)-通胀放缓下美联储维持鹰派，美债利率快速回落》——2024-06-17
- 《美股市场速览-美联储利率不动，点阵图降息次数下修》——2024-06-16

内容目录

晶体管的普及与电子、家电行业的腾飞	6
贝尔实验室的晶体管授权	6
渗透率（普及率）曲线的讨论	8
半导体对日本 1955-1970 年经济的拉动功不可没	10
大规模集成电路时代的到来	13
肖克利半导体与仙童半导体	13
摩尔定律的提出	14
集成电路的发展	15
早期美国集成电路的几个关键需求：军工、航天、计算器	18
大型机与小型机主导着计算机市场	20
大型机市场：IBM 和七个小矮人	20
DEC 成了小型机的佼佼者	21
分时网络与阿帕网	24
小结	26
附录：本时期重大事件	27
风险提示	27

图表目录

图 1: 美国 Regency TR-1 收音机	6
图 2: 索尼 TR-55 晶体管收音机	6
图 3: 摆在分期专卖店里的电视机 (1957 年)	7
图 4: 日本黑白电视、洗衣机、冰箱的普及率	7
图 5: 东京都北多摩郡建成的云雀丘住宅小区 (1967 年)	8
图 6: 日本空调、彩色电视、汽车普及率	8
图 7: 产品销量曲线	9
图 8: 渗透率 (普及率) 曲线	9
图 9: 产品销量曲线	9
图 10: 渗透率与环比	9
图 11: 1956-1990 年日本实际 GDP 增速	11
图 12: 增长核算: 二十世纪五六十年代美国与日本的比较	12
图 13: 实验室里的肖克利	13
图 14: “八叛逆”成立了仙童半导体	13
图 15: 摩尔定律: 1970-2020 年	15
图 16: 第一块集成电路 (1958 年德州仪器基尔比手工焊接)	16
图 17: 英特尔的第一款芯片 C3101 (内存 1K)	16
图 18: Busicom 141-PF 计算器的 OEM 版	17
图 19: 英特尔 4004	17
图 20: 1967 年德州仪器开发的第一台计算器 Cal-Tech 原型	19
图 21: 1972 年德州仪器 TI 2500 计算器	19
图 22: IBM System/360 30 型中央处理器 (CPU)	20
图 23: 美国 NASA 里的 IBM System/360 91 型	20
图 24: 1955-1973 年 IBM 收入与利润	21
图 25: DEC 的第一台小型机 PDP-1	22
图 26: 运行在 PDP-1 上的游戏《太空战争》	22
图 27: 1965 年 DEC 推出的 PDP-8	23
图 28: 1974 年 DEC 推出的 PDP-8/A 400	23

表1: 集成电路的分类	16
表2: PDP-8 家族的历史销量	23
表3: 1974 年 IBM 与 DEC 的财务比较	24
表4: 1957-1973 年大事记	27

在本篇报告中，我们将回顾 1957-1974 年的科技发展，以承接上一篇报告《1920-1956 年，理论与发明的黄金岁月》，我们将这一时期称为“从晶体管到集成电路”时期。

这一时期是信息技术的飞跃期。

伴随着晶体管的普及，电子行业发展突飞猛进。电子器件小型化、耐用化与成本低廉化，推动了家用电器的普及，提升了人们的生活质量；

日本抓住了半导体产业链变革的机会，在国内迅速培养一批具有创新能力的企业，它们为后续日本在家电、电子、汽车行业的快速赶上美国甚至到全球领先打下了基础；

由于个人计算机此时尚未出现，IBM 凭借着大型机的技术优势独步天下，以至于有了“IBM 和七个小矮人”的说法，七个小矮人则是指 Burroughs、UNIVAC、NCR、Control Data、Honeywell、通用电子和 RCA 七家公司。因此，这一时期也可称作大型机时代；

这一时期，全球延续二战后美苏争霸格局，大量的国防投入使得美国大企业受益良多，而中小企业还在萌芽中。今天硅谷的诸多耳熟能详的公司当时尚未成立，因此市场不断在“龙头”中自我强化，最终走出了“漂亮 50”（Nifty Fifty）行情；

从历史角度看，大规模集成电路的出现，不仅强化了晶体管对于电子管的优势，而且使得人类将进入一个更加辉煌的长期、稳定的技术发展期，“摩尔定律”由此诞生。

因此，这一时期也是“承前启后”期：“承前”是对电子管时代的颠覆式创新，“启后”是对个人计算机时代的过渡准备期。

晶体管的普及与电子、家电行业的腾飞

贝尔实验室的晶体管授权

1947年，肖克利、巴顿和布拉顿成功地在贝尔实验室制造出第一个晶体管，在此后的5年里，贝尔实验室逐渐把这种设备发展到渗透至主流经济的阶段，而且这种技术已经不再由AT&T公司一家垄断，出于对监管的担忧（AT&T由于当时核心技术较多，与反垄断监管的争斗贯穿了整个20世纪），贝尔实验室决定开放授权。

1952年4月，40家各自支付了25000美元专利授权费的公司参加了9天的晶体管技术研讨会，会议议程包括访问美国西部电气公司（Western Electric）在宾夕法尼亚州阿伦敦的超现代化晶体管制造工厂。参会代表公司包括通用电气（GE）和美国无线电公司（RCA）这样的巨头，也有当时还是小公司的德州仪器（TI）和索尼（SONY）。

1954年11月，德州仪器和IDEA合作开发全球第一个PN结锗晶体管收音机—Regency TR-1，这款Regency收音机的大小相当于一盒索引卡片，它的内部含有四个晶体管，售价为49.95美元。它最初的一个卖点是作为安全避难的工具，因为当时苏联已经成功研制出原子弹。在冷战的背景下，“在遭遇敌人袭击的时候，Regency TR-1将会是您最有价值的财产之一”成了它的第一版用户手册中的内容。

不过这款收音机很快就成为消费者追捧的产品和青少年的最爱：它酷似iPod的塑料外壳有四种不同的颜色：黑色、象牙白、橘红色和灰色。它在一年之内总共售出了10万台，成为历史上最受欢迎的新产品之一。

图1: 美国 Regency TR-1 收音机



资料来源：网易，国信证券经济研究所整理

图2: 索尼 TR-55 晶体管收音机



资料来源：网易，国信证券经济研究所整理

索尼公司（当时叫“东京通信工业”）的录音机制造部部长岩间和夫访问西部电气时，被要求不准拍照也不准记笔记。这种情况下，岩间和夫只能白天在实验室里，逮住一个个美国工程师就问个不停，晚上回酒店后把交流内容记录下来，凭借记忆画成素描，整理起来寄回日本。通过这种方式，岩间和夫在4年里积攒了整整256页手稿，每一页都有详细的生产流程说明和解释标注，即著名的《岩间报告》。靠这些手稿，索尼在岩间和夫回国的前一周，成功制造出了晶体管，这是索尼崛起的契机，也是日本半导体工业的开端。

1955年8月，索尼公司推出手提式晶体管收音机，名字叫“TR-55”。重量只有同性能真空管收音机（老一代人称之为“电匣子”）的五分之一，价格只有三分

之一，内装五个晶体管，可收听多个调幅频道，只要有电池，就可以手提到处走。由于它轻巧、便宜、实用，很快在日本大卖，接着销遍全世界。TR-55 的成功，改写了日本制造的海外印象，日本产品逐渐摆脱劣质的标签，成为高质量精良的代名词。

晶体管收音机的普及，只是家用电器快速普及的一个缩影，20 世纪 50 年代后半期开始，被日本人称为“三神器”的**黑白电视机、洗衣机和电冰箱**得到迅速普及，从 1957 年开始，黑白电视机、洗衣机、电冰箱的普及率分别是 20.2%、2.8%、7.8%，到了 1963 年，分别达到了 66.4%、39.1%和 88.7%。

值得注意的是，黑白电视机的元器件相较电冰箱（主要是一个压缩机）与洗衣机（主要是一个电机）相比更多，因此晶体管的出现使得它的性价比变化得也是最大，图中红色的部分显示，黑白电视机的普及率上升得最为陡峭。

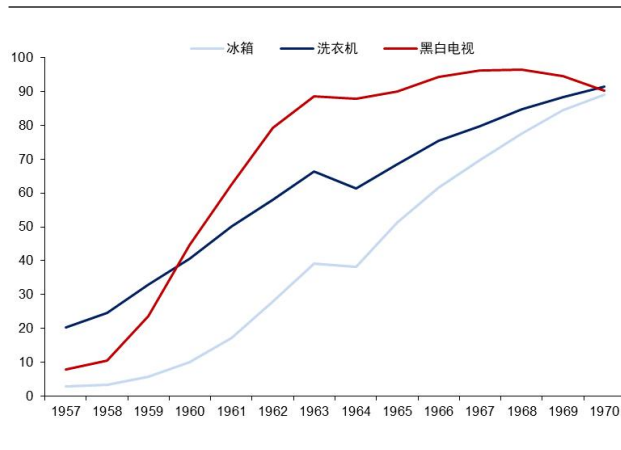
黑白电视机从 1957 年开始计算，只用了 4 年的时间普及率就超过了 50%，洗衣机虽然也用了 4 年但是因为其初始基数较高，而冰箱用了 8 年；如果按照普及率超过 90%计算，黑白电视机用了 8 年，洗衣机用了 13 年以上，冰箱用了 14 年以上。

图3: 摆在分期专卖店里的电视机（1957 年）



资料来源：《战后日本经济史》，国信证券经济研究所整理

图4: 日本黑白电视、洗衣机、冰箱的普及率



资料来源：日本统计局，国信证券经济研究所整理

从宏观角度观察，日本从 1954 年 12 月开始进入到了“神武景气”时期（1954 年 12 月至 1957 年 6 月，历时 31 个月），以及到 1961 年 12 月截止的“岩户景气”时期（1958 年 7 月至 1961 年 12 月，历时 42 个月），虽然有很多解读人口成长快速，城镇化水平提高，国际环境好，货币政策宽松……但我们认为很大程度上是因为晶体管的技术革命带来了需求的集中释放。

除了黑白电视、洗衣机、冰箱，还有吸尘器、照相机、摩托车等大件的普及率快速提升，日本人口在 60 年代末就超过了 9000 万，70 年代超过了 1 亿人，在如此巨大的市场下，呈现的情况是：企业上下游都积极扩产寻找机会，而市场需求旺盛，取得回报的企业又继续投入提升技术与产能。在此时期东芝、日本电气公司（NEC）等公司纷纷加入了晶体管产业，为此后的半导体产业链打下了基础。1959 年，日本晶体管销量达成世界第一，产量追平美国。

进入到奥运景气（1962 年 11 月至 1964 年 10 月，历时 24 个月）和伊弉诺景气（1965 年 11 月至 1970 年 7 月，历时 57 个月）时期之后，“三神器”则被新三大件（日本人称为“3C”）所替代，分别是**空调、彩色电视机与汽车**。从 1965 年开始计算，三者的普及率只有 2.0%、0%、9.2%，到了 1975 年，分别达到了 17.2%，90.3%和 41.2%。

很多日本人都对“昭和三十年代”（1955-1965）怀有浓厚的乡愁，住宅区的两居室里，一家人围桌而坐，看着黑白电视，其乐融融。很大程度上，它代表了近代家电迅速进入家庭的十年，这也是人们感受生活水平快速变化的时期。哪怕推至到现在，家庭里除了多上计算机和智能手机，很多家电并未比那个时期产生本质的变化。

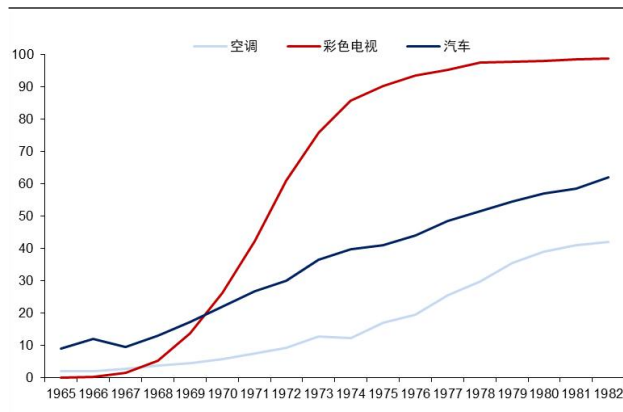
于是，我们反过来说，是因为技术的进步，使得空调、彩色电视、汽车的普及，使得经济充满了需求活力。在这个过程中，又是彩色电视的渗透率上升的更为陡峭（所以电视机称为黑电，即沿着摩尔定律发展的产品）。而等到新三大件快速普及之后，也就是70年代，日本的经济增速明显下了个台阶，企业不得不走出国门，争取以这些产品的出口作为新的增长点。

图5: 东京都北多摩郡建成的云雀丘住宅小区（1967年）



资料来源：《战后日本经济史》，国信证券经济研究所整理

图6: 日本空调、彩色电视、汽车普及率



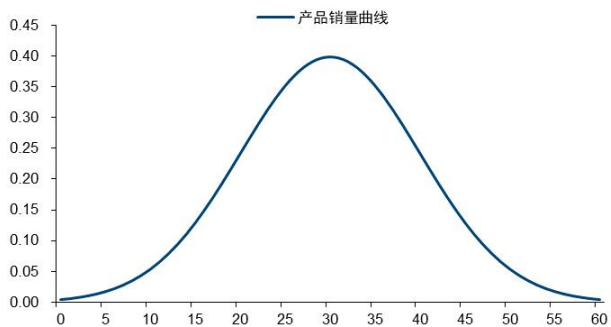
资料来源：日本统计局，国信证券经济研究所整理

渗透率（普及率）曲线的讨论

我们这里先讨论一下渗透率曲线。

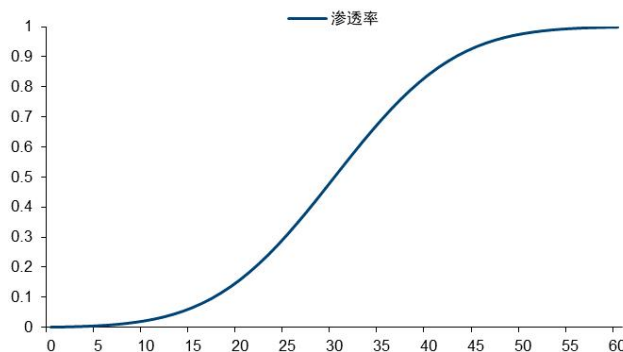
我们可以把新产品的销量曲线粗略模型化为高斯曲线，因为在大众认知到购买行为符合高斯分布。图7是产品销量曲线的一个示例，这里纵坐标代表销量，横坐标代表周期间隔，不必在意图中的具体数字，它只是个示意。普及率则是另外一个概念，因为产品买回来可以用几年甚至更长的时间，所以普及率等于过去数个周期里的产品销量的总和去除以基准人口，一般用百分比表示。

图7: 产品销量曲线



资料来源: 国信证券经济研究所整理

图8: 渗透率（普及率）曲线



资料来源: 国信证券经济研究所整理

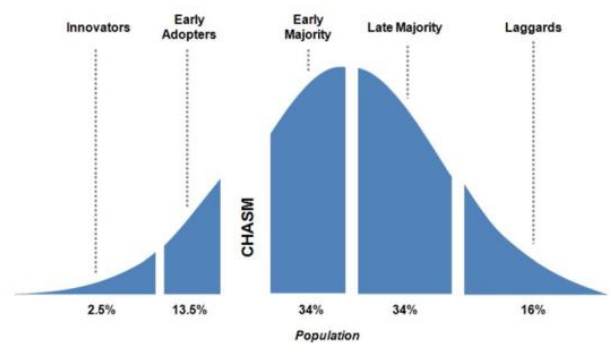
第一个问题：我们想知道，在观察到产品渗透率到什么水平，可以看好该产品？

由于一个产品不见得推出就会必然成功，在早期市场调研的时候，可能它满足部分人群的需求，但是大规模推广之后，可能遇到诸多的问题：比如技术不够先进（例如电子书阅读器与 iPad 比较，传呼机被手机替代），价格过高（早期的铱星电话），功能的定位不够普适（比如电动轮椅）等等，因此美国学者 Geoffrey A. Moore 就在《跨越裂谷》（Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers）一书中提出了在新经济环境下的产品生命周期的新理论，即裂谷理论。

裂谷理论提及产品在发展初期面临着一个发展裂谷。这个裂谷的影响着产品在市场发展中的生死存亡：跨越了裂谷，产品才有可能得到规模发展的机会，而这个裂谷大约出现在 16%的渗透率之前。

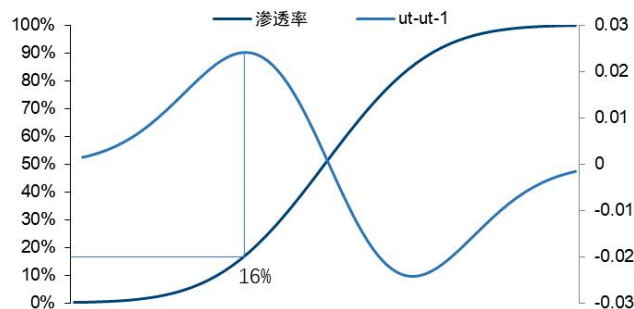
我们发现，在渗透率曲线中，环比的变化在渗透率 16%处达到峰值，也就是说，这里的变化量最大。因此，我们将 16%的渗透率作为二级市场产业投资的切入时间。当然，这个渗透率在实战时并没有理论来得那么简单，包括就连渗透率的定义也没有想象的那么简单，在这里我们先不展开，未来结合具体案例再详细分析。

图9: 产品销量曲线



资料来源: 《Crossing the Chasm》，国信证券经济研究所整理

图10: 渗透率与环比



资料来源: 国信证券经济研究所整理

第二个问题：能不能再早一点就投入？

如果怕错过机会，能不能看到新产品出现，或者只有少部分人使用，就投资到该产业？

我们的回答是：对于一级市场的投资人，那是他们的专业，是可以的。

但是二级市场分情况，大部分时候不需要如此。根据我们的观察，一般耐用消费品例如电视、空调、冰箱、洗衣机、随身听、电脑、手机……这些都不需要“抢跑”。因为更早的投入代表更大的风险，更大的风险就代表着可能的更低综合回报率。很多人事后观察历史，总会说：“如果我早一点投资这个公司，这个赛道，这个行业，这个国家...多好啊！”但本系列报告会给你举出无数个例子来证明这并不容易。比如腾讯的创始人，谷歌的创始人都曾经想特别低的价格把公司卖掉，请问如果创始人当时都不看好自己，作为外部投资人如何对公司比他们自己还有信心？

但是如果是大宗消费品，实际上目前观察到的案例只是汽车与房屋，可能不需要等到 16% 的渗透率介入，可以提前。原因是大宗消费品产业链更长，产值更大，因此可以更早期就体现出巨大的经济价值。

第三个问题：什么时候卖出？

买的好不如卖的好，一个浪潮的来到，总会伴随着很大的机会，如果遇到了科技泡沫，涨幅几十倍的公司就会多大几十上百只股票。有大量的在大浪潮里只赚了一点点就铩羽而归的例子，这种体验比错过甚至更令人惋惜。

新产品在增长放缓之后，估值往往回落的更快。从产品曲线上看，到了 50% 的渗透率之后，新产品的增长率将回落至 0%，那么结论是至少在渗透率达到 50% 之前就应该卖出，究竟多少合适呢？

根据我们的观察，这个数值大约在 40-45% 之间。这是一个观测值，依赖于历史数据的检验，并没有太多的理论支持。

此外，选择在这个时机卖出，并非该公司或者行业不能长期持有，比如苹果公司，在智能手机渗透率过了 50% 之后不是也依然在创新高吗？这里提及的卖出主要考虑是股票可能经历了几年上涨之后，往往透支了未来。

但那些价值逐渐回归之后的优秀公司依然可以长期持有。哪怕是低速增长的公司，只要具备良好的行业格局与较高的 ROE，配合合理的估值，依然可以有长期的、令人满意的回报。

半导体对日本 1955-1970 年经济的拉动功不可没

让我们结合渗透率曲线来分析日本的案例：

1、“三神器”中的两件，洗衣机，黑白电视机于 1959 年普及率过了 16%，我们看到日本 GDP 明显在 1959 年有个加速的过程，达到了样本时间（1956-1990 年）的最高峰；

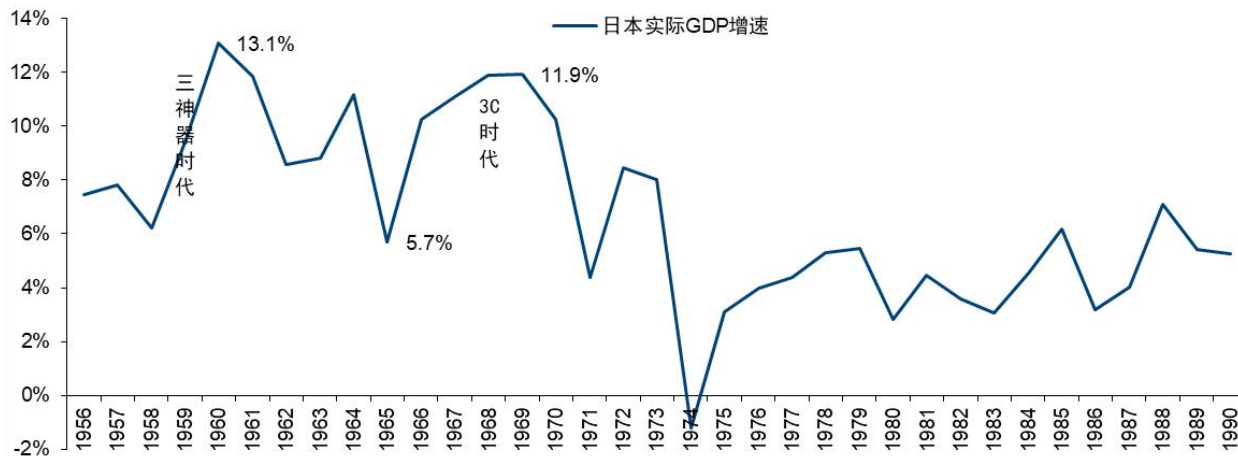
2、“三神器”中的三件，于 1965 年普及率均过了 50%，代表初代产品销售红利过去，所以经济在需求层面上缺乏拉动，1965 年 GDP 增速跌落至 5.7%；我们之所以如此对比思考，是因为当时三神器在家庭生活中是个从无到有的过程，它们对终端需求的拉动效应是巨大的，而且产品还能撬动上游的电子、化工等诸多相关产业，且彼时的日本 GDP 构成内需和投资占主导，出口占比并不高；

3、待到“3C”时代，尤其是汽车的普及率 1966 年达到 10% 之后（上文提及，汽车的渗透率可以更早，我们观察 10% 就要重视），日本 GDP 明显回升并在 1969 年达到了一个较高的水平。之后随着日本逐渐形成出口导向的能力，加之汽车的普及率超过 50% 之后（1978 年），其经济增速开始越来越多地受到外部环境的影响，

加之 70 年代的两次能源危机，使得其 GDP 下了个台阶。

从三神器到 3C 这样的重要产品的发展历程，往大了说在该国经济上留下浓重的印记，中则影响行业的中观表现，小则影响公司的财务表现。而这些影响落到股票市场中，也是分析经济周期方向与强度的重要线索。

图11: 1956-1990 年日本实际 GDP 增速



资料来源: Wind, 国信证券经济研究所整理

从 1954 年 12 月的“神武景气”开始，到 1970 年 7 月的“伊弉诺景气”结束，15 年的时间里日本经历了四个景气，这大约对应了 4 个基钦周期（平均一个基钦周期 43 个月左右，4 个基钦周期大约 14-15 年）。

从 GDP 的分解上，这段时间日本的 GDP 增速高达 8.81%，其中劳动相对贡献占比 21%，资本相对贡献占比 23.8%，而技术进步高达 55.2%，技术进步是主导力量。

因此，将日本的“四个景气”归结为其抓住了贝尔实验室晶体管授权机遇（1952 年），在国内通过技术进步推动了“三神器”与“3C”的快速普及一点也不为过。

图12: 增长核算：二十世纪五六十年代美国与日本的比较

国家	日本		美国	
时期	1953—1971年		1948—1969年	
平均增速	8.81%		4.00%	
各因素贡献	绝对贡献	相对贡献 (相对于8.81%)	绝对贡献	相对贡献 (相对于4.00%)
劳动	1.85	21.0	1.30	32.5
就业	1.14	12.9	1.17	29.3
工时	0.21	2.4	-0.21	5.3
性别和年龄结构	0.14	1.6	-0.10	-2.5
教育	0.34	3.9	0.41	10.3
其他	0.02	0.2	0.03	0.8
资本	2.10	23.8	0.79	19.8
存货	0.73	8.3	0.12	3.0
非住宅建筑和设备	1.07	12.1	0.36	9.0
住宅	0.30	3.4	0.28	7.0
国际资产	0.00	0.0	0.03	0.8
技术进步与余值	4.86	55.2	1.91	47.8
知识	1.97	22.4	1.19	29.8
资源配置的改善	0.95	10.8	0.30	7.5
规模经济	1.94	22.0	0.42	10.5
合计 (允许取整误差)		100.0		100.0

资料来源：《繁荣与停滞：日本经济发展与转型》，国信证券经济研究所整理

在这个时期，许多今天知名的日本企业开始崛起，并在股市上表现出色。丰田汽车、索尼、松下、日立和 NTT 等公司，都在这一时期快速发展，并成为全球知名品牌。

而美国这段时间走的路与日本并不完全一致：由于美国在与苏联角逐太空计划，国防部的大笔开支使得美国企业把很多精力放在军工订单上而相对忽视了民用的发展，或者说日本是举国之力办民用，而美国企业则分散了力量，因为军工订单能够带来更高的利润。例如，1966 年全美有 2623 台计算机，其中 1967 台为国防部所有。这导致了晶体管授权方的美国反倒是不如被授权的日本，日本在家电、半导体的存储等环节更有竞争力，这种差异在 70-80 年代变得越发明显。

大规模集成电路时代的到来

肖克利半导体与仙童半导体

肖克利对美国半导体发展影响巨大。他在加利福尼亚州长大并于 1932 年本科毕业于加州理工学院，1936 年他获得了麻省理工学院博士学位。1936-1955 年期间他在贝尔实验室工作，曾任晶体管物理部主任。1938 年获第一个专利“电子倍增放大器”，1947 年联合发明了晶体管，1951 年成为美国国家科学院院士，1956 年与巴丁和布拉顿共同获得诺贝尔物理学奖。

1955 年，他在加州创立了“肖克利实验室股份有限公司”，聘用了很多年轻人才。但是肖克利大家长式的管理方式使得青年才俊们很难接受，这很快引起了内部矛盾的激化。当时八名主要员工（肖克利称之为“八叛逆”）于 1957 年集体跳槽成立了仙童半导体公司，不久后开发了第一块集成电路，而肖克利实验室则每况愈下，两次被转卖后于 1968 年永久关闭。

“八叛逆”包括：罗伯特·诺伊斯（Robert Noyce）、戈登·摩尔（Gordon Moore）、朱利亚斯·布兰克（Julius Blank）、尤金·克莱尔（Eugene Kleiner）、金·赫尔尼（Jean Hoerni）、杰·拉斯特（Jay Last）、谢尔顿·罗伯茨（Sheldon Roberts）和维克多·格里尼克（Victor Grinich）八位半导体工程师暨科学家。

虽然肖克利半导体公司最终没能成为像 Intel 那样叱咤风云的半导体巨头，但是它客观上成为硅谷半导体的布道者，把东部贝尔实验室的理论积累传播到了西部的公司实践中。

图13: 实验室里的肖克利



资料来源: www.eet-china.com, 国信证券经济研究所整理

图14: “八叛逆”成立了仙童半导体



资料来源: www.eet-china.com, 国信证券经济研究所整理

仙童半导体名字的来历是因为“八叛逆”融资时找到了仙童纽约的摄影器材公司的投资，因此公司以投资方仙童（Fairchild）名字命名。

仙童的贡献之一是以硅来取代传统的锗材料，这是肖克利不重视的地方。1958 年 1 月，IBM 公司给了他们第一张订单，订购 100 个硅晶体管，用于该公司电脑的存储器。到 1958 年底，仙童已经拥有 50 万美元销售额和 100 名员工，依靠技术创新的优势，一举成为硅谷成长最快的公司。

1959 年 2 月，德克萨斯仪器公司（TI）工程师基尔比申请第一个集成电路发明专利，1959 年 7 月 30 日，仙童也向美国专利局申请了专利。为争夺集成电路的发明权，两家公司开始旷日持久的争执。1966 年，基尔比和诺依斯同时被富兰克林学会授

予"巴兰丁"奖章，基尔比被誉为"第一块集成电路的发明家"，而诺依斯被誉为"提出了适合于工业生产的集成电路理论"的人。1969年，法院最后的判决下达，也从法律上实际承认了集成电路是一项共同的发明。所以，仙童的第二个贡献是集成电路的产业化。

60年代的仙童半导体公司进入了它的黄金时期，到1967年，公司营业额已接近2亿美元，在当时可以说是天文数字。据那一年进入该公司的虞有澄博士（现英特尔公司华裔副总裁）回忆说："进入仙童公司，就等于跨进了硅谷半导体工业的大门。"然而，也就是在这一时期，仙童公司也开始孕育着危机。母公司总经理不断把利润转移到东海岸，去支持仙童摄影器材公司的业绩。

在目睹了母公司的不公平之后，"八叛逆"中的赫尔尼、罗伯茨和克莱尔首先出走，成立了阿内尔科公司。随后"八叛逆"另一成员格拉斯也带着几个人脱离仙童创办西格奈蒂克斯半导体公司。从此，纷纷涌进仙童的大批人才精英，又纷纷辞职创业。结果人才离仙童而去，最终仙童的斯波克出任国家半导体的CEO，将其打造成全球第六大半导体厂商，仙童半导体公司销售部主任桑德斯则创立了AMD，而诺依斯和摩尔则创立了英特尔。

在1961年到1972年之间，至少有60家半导体公司在圣塔克拉拉谷成立，其中许多是前仙童半导体的工程师和管理人员所创办。在1969年，森尼维尔举行的一次半导体工程师大会上，400位与会者中，未曾在仙童公司工作过的还不到24人！

客观的说，仙童"燃烧了自己，照亮了硅谷"。但仙童的失败是一个典型的外行领导内行的案例，未来类似的案例还有很多，由于科技变化太快，对技术和产业趋势敏感的创始人都还会犯错，而外行来掌管公司几乎注定是个噩梦。

摩尔定律的提出

1965年，仙童半导体公司创始人之一戈登·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，他写道："集成电路将带来一系列奇迹，比如家用计算机（或者至少是与中央计算机相连的终端）、汽车的自动控制系统，还有便携式个人通信设备。"回头看这是非常有远见卓识的判断，因为1965年的集成电路应用场景还不如今天这样丰富。

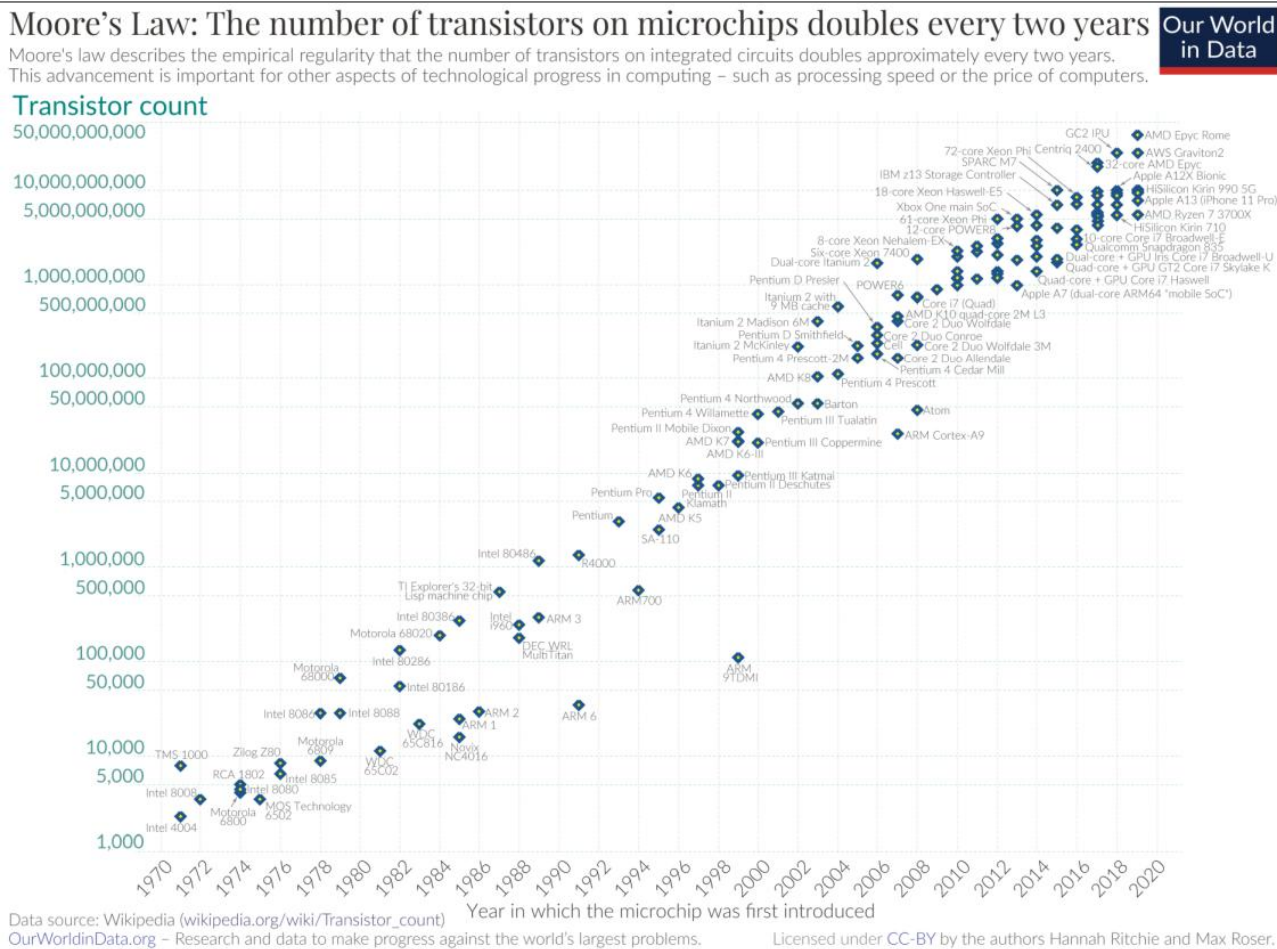
更重要的是，他指出芯片中晶体管的数量每年会翻番，半导体的性能与容量将以指数式增长，这就是摩尔定律的雏形，到了1975年，摩尔修正了该定律为：每隔24个月晶体管的数量将翻番，而后他的同事戴维·豪斯又对其进行了进一步修正将这个时间稳定在了18个月。这就是我们今天熟知的摩尔定律：

芯片上所集成的晶体管数量每18个月就翻番；

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；

图15: 摩尔定律: 1970-2020年



资料来源: ourworldindata.org, 国信证券经济研究所整理

摩尔定律的提出对科技产业带来了深远的影响。

企业会按照摩尔定律指示的时间进行研发、投资、排产，而中间虽有磕磕绊绊，但却是从半导体诞生以来最为靠谱与稳定的预测定律。现实主义者经常质疑摩尔定律，但是乐观主义者，例如库兹韦尔则认为：算力的指数进步才是永恒的规律，技术可以用各种可能的方式去实现它。

集成电路的发展

1957年贝尔实验室一位高管为纪念晶体管诞生10周年发表了一篇文章，提出：随着电路上元件数量的增加，连接数量也会增加，而且增速要快得多。举例而言，如果一个系统有1万个元件，就要求电路板上要有10万条乃至更多细小的连线，而这些连线一般都要手工焊接，一旦发生虚焊，就会引发故障，这显然不是一种可靠的生产工艺。

集成电路(integrated circuit)，缩写为“IC”。由于发展了多年，现代人已经把“集成”二字省略，直接称之为芯片。但在60-70年代，它则经历了从小型集成电路(SSI)到超大规模集成电路(VLSI)的过程。其中的定义如下：

表1: 集成电路的分类

集成电路规模	逻辑门或晶体管数量
小型集成电路 (SSI, Small Scale Integration)	逻辑门 10 个以下或晶体管 100 个以下。
中型集成电路 (MSI, Medium Scale Integration)	逻辑门 11-100 个或晶体管 101-1k 个。
大规模集成电路 (LSI, Large Scale Integration)	逻辑门 101-1k 个或晶体管 1,001-10k 个。
超大规模集成电路 (VLSI, Very Large Scale Integration)	逻辑门 1,001-10k 个或晶体管 10,001-100k 个。
极大规模集成电路 (ULSI, Ultra Large Scale Integration)	逻辑门 10,001-1M 个或晶体管 100,001-10M 个。
巨大规模集成电路 (GSI, Giga Scale Integration)	逻辑门 10M 个以上或晶体管 10M 个以上。

资料来源: 维基百科, 国信证券经济研究所整理

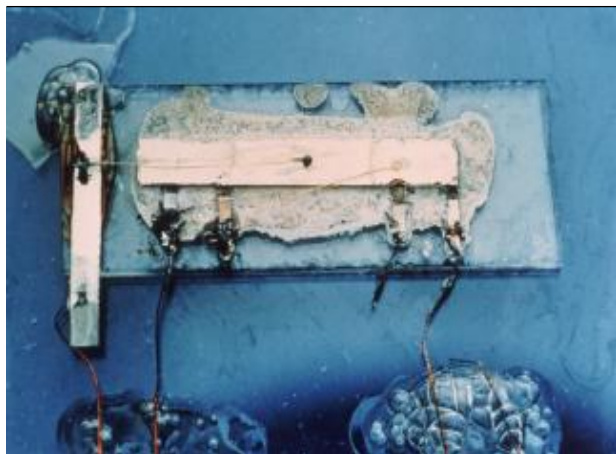
1956 年, 贝尔实验室正式公布了光刻、扩散技术和氧化层掩膜技术。1960 年, 光刻技术出现。1961 年, 美国 GCA 公司制造出了第一台光刻机, 随后美国 Kasper 公司、P&E 公司先后推出对齐式、投影式光刻产品, 日本尼康和佳能公司则是在 60 年代末 70 年代初开始涉足光刻机市场。光刻机的出现给集成电路的制造提供了保障。

1963 年, 仙童半导体发明了 CMOS 电路。1966 年, 美国无线电 (RCA) 公司研制出第一块门阵列 (50 门), IBM 基于 MOS 工艺发明了 DRAM 存储器, 也就是后来的内存。

这一时期诞生了一系列后世重量级的半导体公司: 1965 年, ANALOG 成立; 1967 年, 应用材料成立; 1968 年, 英特尔成立; 1969 年, AMD 成立, STK 成立, 法国半导体与汤姆逊半导体合并的新公司 Sescosem 成立。

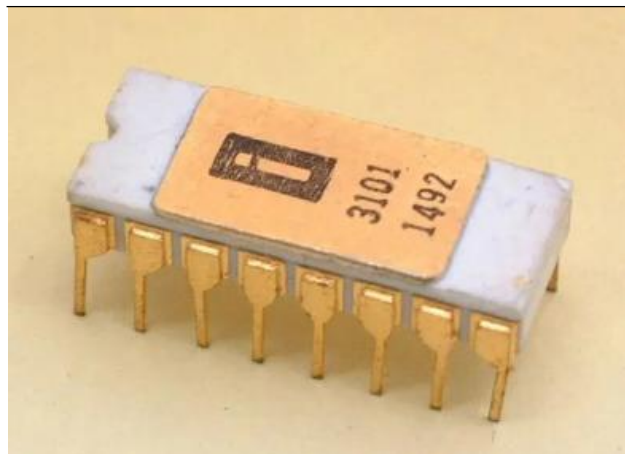
1969 年英特尔推出的 C3101 芯片是公司的第一款产品, 它不是 CPU, 而是一个 4 位的内存, 容量 64bits, 即 8 个字节。

图16: 第一块集成电路 (1958 年德州仪器基尔比手工焊接)



资料来源: 德州仪器, 国信证券经济研究所整理

图17: 英特尔的第一款芯片 C3101 (内存 1K)



资料来源: 百家号, 国信证券经济研究所整理

1968 年原 IBM、摩托罗拉和仙童半导体的工程师在办了先进存储系统公司, 他们在 1969 年推出了第一个 1KB 容量的 DRAM。仙童公司的李·鲍瑟尔于 1969 年创建了四相系统公司, 制造 1KB 和 2KB 的 DRAM, 1970 年, 英特尔公司推出了容量 1KB 的 DRAM C1103, 正式涉足内存领域。

在 DRAM 之前, 半导体公司主要靠为用户定制集成电路, 它们的市场空间不大但利润不错。而 DRAM 是通用器件, 很快就成了大众商品。尽管生产中有很困难, 英特尔依然坚持大量出货 DRAM。摩尔认为, 芯片使用上的困难, 反过来说也是好处, 因为这种芯片需要很多工程上的支持, 工程师们知道, 在项目中采用这种芯片,

他们就不会失业。尽管芯片也有一些技术问题，但是对很多用户来说已经相当不错，很快 DRAM 就成了最畅销的半导体器件。这段经历充分说明了英特尔在“摩尔定律”思想指引下，以规模而非性能作为初期发展的首要目标。

1971 年，英特尔又推了 4004 芯片，这是一个 CPU，也是第一个通用处理芯片，这在芯片界里是很重要的变化，之前的芯片都是硬件工程师按照客户的需求做出不同规格的定制化芯片，但在和日本计算器企业 Busicom 定制开发芯片的过程中，英特尔先是发现与客户谈判的价格可能低了（因为在谈判的时候并不完全确认研发投入的大小，随着做，公司觉得可能会投入越来越大）；其次当时的计算器不断有降价的预期，客户成本预算也希望降低。创始人诺伊斯立刻想到，为什么不能做一款通用芯片呢——让不同客户的需求通过软件编程的方式都在通用芯片上实现，这样就可能做到规模经济的效应最大化。也就是说，伴随通用芯片的出现，元件配置的硬件工程师变得没那么重要了，取而代之的是新生的软件工程师，他们的工作是将一批指令写入系统。

在想清楚之后，英特尔为 Busicom 提供了优惠的价格，但坚持让英特尔保留芯片的知识产权，而且英特尔有权将其授权给其他公司，用于计算器生产以外的其他用途。

1971 年 11 月，英特尔在行业杂志上刊登广告，宣称：“集成电子的新时代开始了——放在芯片上的微型可编程计算机！”4004 芯片定价 200 美元。它制程工艺为 10 μm，能执行 4 位运算，支持 8 位指令集及 12 位地址集，CPU 主频 108kHz，由 2300 个晶体管组成。

图18: Busicom 141-PF 计算器的 OEM 版



资料来源：www.ifanr.com，国信证券经济研究所整理

图19: 英特尔 4004



资料来源：网易，国信证券经济研究所整理

正是通用芯片的出现，让芯片进入到各行各业成为必然，产业界看到了无限可能，英特尔、仙童所在的地区，迎来了一个新的名字：“硅谷”。（1971 年由《电子新闻》专栏作家唐·赫夫勒开始撰写一个名为“美国硅谷”的连载专栏而来。）

按照集成电路的规模定义，这个阶段的芯片已经跃入到大规模集成电路（LSI）时期。集成电路从 1958 年被发明，到 1971 年大约 12-13 年的时间，专用芯片到通用芯片的意义巨大，它既是行业的胜利——代表了更低成本以及更多需求将会被满足，也是代表企业的胜利——英特尔最终成为芯片霸主。

因此，作为投资者，能否早点发现一个企业是否有从专用变成通用的潜质，是至关重要的：

从技术上说，它代表了创新方向，往往能创造新需求；

从竞争上说，它具备了专用方向不具备的竞争优势；

从需求上说，它代表了自身天花板的抬升，空间更大；

从成本上说，它代表了规模化后的成本最小化；

从前景上说，它代表了未来几年甚至十几年的高速增长阶段即将来临；

这样的行业和公司，可以称之为“浪潮的宠儿”，它们处在浪潮中，又最大限度顺应了浪潮的趋势。未来我们还将不断的复盘类似的案例，以及它们出现的时间，并试图总结其规律。

早期美国集成电路的几个关键需求：军工、航天、计算器

和日本的民用家电路线不同，集成电路在美国最初面向的主要市场是军队。1962年，战略空军司令部设计了“民兵二号”的新型陆基导弹，在每一枚导弹中，仅弹载导航系统就需要 2000 枚芯片，由德州仪器作为主要供应商。1965 年，随着美国海军也加入采购，西屋和美国无线电公司也开始供应芯片，于是芯片价格很快就开始大幅下跌，最终芯片成为物美价廉的消费品。

另外一个需求就是民用航空航天项目。1961 年美国宣布阿波罗计划，期间美国生产了 75 台阿波罗导航计算机，安装了 5000 枚完全相同的芯片，仙童半导体拿到了供应这些芯片的合同，截至 1969 年 7 月，阿波罗计划购买了逾 100 万枚芯片。

来自政府的海量稳定需求促使芯片价格迅速下跌。阿波罗导航计算机的首枚原型芯片售价 1000 美元。到芯片投入常规生产时，每枚芯片的价格降到了 20 美元。1962 年，民兵导弹上每一枚芯片的平均价格为 50 美元，到 1968 年就降到了 2 美元。（摘自《创新者——一群技术狂人和鬼才程序员如何改变世界》）。

从现在的眼光，当时德州仪器的副总裁有着与乔布斯一样的独到的、前瞻性的嗅觉，他在 1954 年策化的 Regency 收音机取得了巨大的成功之后，在 1967 年又敏锐地发现了计算器市场的巨大机会。1967 年德州仪器开发了第一台手持式电子计算器“Cal-Tech”并申请了专利，这台计算器重量 1.2 公斤，与今天的一台笔记本重量相当。尽管德州仪器从未出售过这个型号，但凭借专利，后来授权日本佳能公司合作开发了佳能 Pocketronic，这是第一批商用手持式电子计算器之一。

在 1972 年上市的德州仪器 TI 2500 计算器，售价 149.99 美元，只有 340 克，广受消费者的追捧。到 1972 年计算器的销量达到 500 万台，1975 年计算器价格进一步降至 25 美元，销量每年翻倍。

图20: 1967 年德州仪器开发的第一台计算器 Cal-Tech 原型



资料来源: 新浪科技, 国信证券经济研究所整理

图21: 1972 年德州仪器 TI 2500 计算器



资料来源: 搜狐, 国信证券经济研究所整理

大型机与小型机主导着计算机市场

大型机市场：IBM 和七个小矮人

实物往往是最好的老师，当一个新产品摆在面前的时候，产业界将会迅速思考如何将它推广在自己的产品上。1955 年在 Regency 收音机一炮而红之后，当时 IBM 的总裁小沃森买了 100 台 Regency 收音机，并把它们拿给了公司的最高领导层，要求他们着手研究如何将晶体管应用于计算机当中，由此可见小沃森比老沃森更重视新技术。

尽管 IBM 在 1959 年就推出了 7090 全晶体管大型计算机，但当时的计算机由于大都卖给美国军方，使得其横向通用型很差。因此，这又是一个从专用到通用的难题。于是进入 60 年代，IBM 开始谋划一台让单一操作系统适用于整系列的计算机，即 IBM System/360。

这项计划的投入规模空前，IBM 特为此招募了 6 万名新员工，建立了 5 座新工厂，当时的研发费用超过了 50 亿美元。直到 1965 年首台 System/360 才开始出货，但是到 1966 年，IBM 每月售出超过千台。每台的价格在 250 到 300 万美元之间，约合现在的 2000 万美元。

图22: IBM System/360 30 型中央处理器 (CPU)



资料来源：IBM，国信证券经济研究所整理

图23: 美国 NASA 里的 IBM System/360 91 型



资料来源：中关村在线，国信证券经济研究所整理

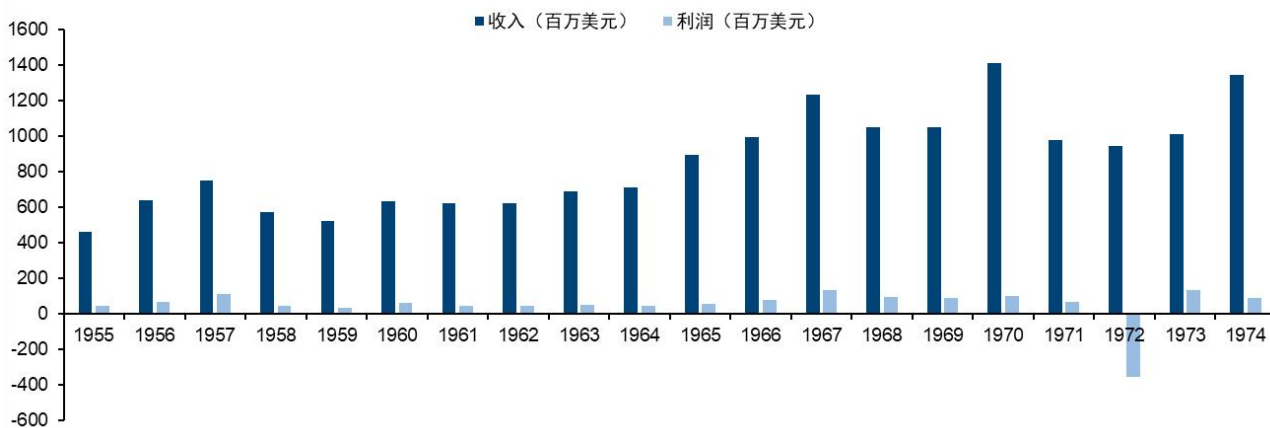
在当时被视为是一场商业豪赌，然而 System/360 上市后全球各地的订单蜂拥而至，同时也实现了日后的许多第一。例如：协助美国太空总署建立阿波罗 11 号数据库，完成航天员登陆月球计划，建立银行跨行交易系统（ATM），以及航空业最大在线票务系统。

System/360 是一个可向上和向下兼容，并可快速获取数据的系统；在 IBM 发表 System/360 大型主机之前，每台计算机都有自己的指令集，所以每发展一台新计算机就必须重新撰写程序，而 System/360 改变了这种作法，成为史上第一个指令集可兼容的计算机。System/360 还攻克了很多技术难题，包括集成电路、可兼容操作系统、数据库等一系列软硬件难关，并为此申请了 300 多项专利技术。

它允许客户购买较小的系统，如果他们的需求增长，他们可以扩展该系统，而无需重新编程或更换外围设备，因此它影响了未来几年的计算机设计；许多人认为 System/360 是历史上最成功的计算机之一。

IBM 凭借其的 360 系列大型机主宰了市场, 占据了美国大型机行业的 80% 份额和全球 70% 的市场份额, 以至于美国媒体将这些企业称为“IBM 和七个小矮人”, 七个小矮人则是指 Burroughs、UNIVAC、NCR、Control Data、Honeywell、通用电子和 RCA 七个公司。

图24: 1955-1973 年 IBM 收入与利润



资料来源: Fortune 500, 国信证券经济研究所整理

这时的 IBM 快成了科技的代名词, 它还有很多产品:

IBM 704 下跳棋被认为是人工智能的首次展示 (1956), FORTRAN 编程语言 (1957), 语音识别技术 (1961), IBM Selectric 电动打字机 (1961), 第一款订票系统 sabre (1962), 内存技术 DRAM (1966), 32 寸软盘 (1967), 数据库管理系统 IMS V1 (1968), 关系数据库模型 (1970), 磁性刷条 (1970), 8 寸软盘 (1971), 超市系统和 UPC 条形码 (1973), 温彻斯特 (Winchester) 硬盘 (1973), 精简指令集 RISC 架构计算机原型 (1974)。

我们现在看来, 这里的某一个技术拿出来都可以支撑一个巨大的产业, 比如关系数据库造就了后来的甲骨文, DRAM 内存造就了日本内存行业崛起, 应用软件更是造就了一堆堆的软件公司。

这让我们不禁联想到“浑身是宝”的贝尔实验室。过了很多年之后, 我们可能会发现微软、谷歌、脸书、甚至苹果都拿不出如此多的颠覆式创新来, 这是因为 AT&T 在电信行业以及 IBM 在当时的巨型机行业的高度垄断性, 虽然垄断阻碍了竞争对手的创新, 但是不可否认的是, 这两个公司的垄断给予其研发部门充分的“长期导向”的创新自由。在未来的案例中会看到, 那些后来上千亿市值的大公司在对待创新上很难模仿当时的的贝尔实验室与 IBM, 它们更感兴趣的是实用化的技术、产品甚至公司, 最简单的办法是挖人、投资、收购以及迅速的产品化。如果你用贝尔实验室与 IBM 的案例质疑它们, 它们多半则会说: 竞争如此激烈, 怎能花费大量的时间投入到更长期但缥缈的创新中?

以及, 我们还有一种解释是, 贝尔实验室与七十年代之前的 IBM, 与今天的公司不在同一个康波周期 (大约 60 年一轮的技术周期) 中。它们实际上是孕育本轮康波周期的基础, 而今天万亿市值级的公司很大程度上是享用了它们前期花费几十年的技术积累而快速资本化的过程, 当然这是个复杂的话题, 我们希望未来可能有机会再讨论。

DEC 成了小型机的佼佼者

IBM 实在是过于强大，“七个小矮人”都还步履艰难，风投看到过无数小公司在 50-60 年代来来走走，以至于计算机创业者成了一级市场的“鬼故事”。DEC (Digital Equipment Corporation) 就是在这个背景下成立的，之所以叫这个名字，是因为两个创始人肯·奥尔森和哈兰·安德森在融资时发现，如果叫数字计算机公司的话 (Digital Computer Corporation)，他们几乎找不到任何融资！当时的风投，美国研究与发展公司的创始人多里奥建议他们改变其商业计划，减少对计算机的关注，就这样两人把公司名字定成了 DEC，低调上路了。

奥尔森和安德森两位工程师曾在 MIT 的林肯实验室，该实验室以其“交互性”方面的工作而闻名，它们的机器是首批操作员可以直接控制实时运行的程序的机器之一，PDP-1 是对 MIT 林肯实验室研发的第一台全部使用晶体管计算机 TX-0 改进设计而来。

1959 年 12 月，DEC 的第一台小型机 PDP-1 问世：晶体管计算机、有键盘和显示器、18 位 4K 内存、每秒运算 10 万次、售价 12 万美元（当时 IBM 大型机 7090 的售价是 290 万美元，相当于 2022 年的 2200 万美元），PDP-1 的晶体管数量为 2700 个，并且拥有 3000 个二极管，重量是 730 公斤左右（1600 磅）。到 1969 年，PDP-1 一共卖出去 53 台。

《太空战争》(Spacewar) 是史蒂夫·拉塞尔等人于 1962 年合作开发的电子游戏。初时，他们以麻省理工学院新安设的数字设备公司 PDP-1 迷你电脑作游戏平台，并以 PDP-1 的汇编语言编写代码。《太空战争》长久地影响激发诸多游戏创作，例如《轨道战争》(1974 年，柏拉图系统电脑)、《太空大战》(1977 年，街机)、《太空大战》(1978 年，雅达利 2600)。

图25: DEC 的第一台小型机 PDP-1



资料来源：百家号，国信证券经济研究所整理

图26: 运行在 PDP-1 上的游戏《太空战争》



资料来源：网易，国信证券经济研究所整理

1962 年 11 月，DEC 推出了 65000 美元的 PDP-4。PDP-4 与 PDP-1 相似，使用相似的指令集，但使用较慢的内存和不同的封装来降低价格。最终售出了约 54 台 PDP-4，大多数销售给了与最初的 PDP-1 相似的客户群。

1963 年 DEC 采用了基本的逻辑设计，但剥离了大量的模数转换系统以生产 PDP-5。它的售价只有 27000 美元，到 1967 年一共生产了 116 台。

1965 年 3 月，DEC 推出了 PDP-8，该机器的售价仅为 18000 美元。PDP-8 被称为“第一台真正的小型计算机”，因为它的价格低于 25000 美元。不出所料，销售非常强劲，而此时其他几个竞争对手刚刚进入市场，其产品直接瞄准了 PDP-5 的市场空间，PDP-8 对它们形成了降维打击，这给了公司带来两年的产品领先性，最终

PDP-8 生产了 1450 台。但是它的产品系列在整个生命周期中卖出 30 万台，是早期的 DEC 最受欢迎的产品型号。

表2: PDP-8 家族的历史销量

型号	年份	售价	产量	重量
PDP-8	1965	\$18,000	1450	113 kg
LINC-8	1966	\$38,500	142	
PDP-8/S	1966	\$10,000	1024	38 kg
PDP-8/I	1968	\$12,800	3698	110 kg
PDP-8/L	1968	\$8,500	3902	36 kg
PDP-12	1969	\$27,900	755	
PDP-8/E	1970	\$6,500		41 kg
PDP-8/F	1972			26 kg
PDP-8/M	1972	\$5,000		26 kg
PDP-8/A	1974	\$1,835		

资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

可以看出，PDP-8 在 1965 年推出时 18000 美元，到了 1974 年价格只有 1835 美元，价格掉了 90%。但这里依然有个悲伤的故事，1977 年在谈到家用电脑时代开始时家庭自动化中使用的电脑时，创始人奥尔森说“没有理由让任何人在家里拥有一台电脑。”

图27: 1965 年 DEC 推出的 PDP-8



资料来源：知乎，国信证券经济研究所整理

图28: 1974 年 DEC 推出的 PDP-8/A 400



资料来源：维基百科，国信证券经济研究所整理

1967 年 PDP-8 的设计者卡斯特罗提出 16 位机器 PDP-X 计划，替代过时的 12 位 PDP-8，整合各种互不兼容的 DEC 产品线但被奥尔森否决。卡斯特罗在 1968 年退出了 DEC 公司，创立了 DGC，发布 Nova 小型机，开始与 DEC 竞争。

Nova 的出现迫使公司反思不足，1970 年 DEC 推出了 16 位的 PDP-11。PDP-11 家族总共售出约 60 万台，使其成为 DEC 最成功的产品线之一。PDP-11 的优势在于它更容易编程，因此在通用计算中很受欢迎。PDP-11 的设计启发了 20 世纪 70 年代末的英特尔公司 x86 和摩托罗拉 68000；它的操作系统以及数字设备的其他操作系统的设计影响了操作系统的设计，例如 CP/M 和微软 MS-DOS。

到了 1974 年，DEC 公司的收入达到了 2.65 亿美元，利润 2350 万美元，净利率达到了 9%，收入约为 IBM 的 1/5，而利润约为 IBM 的 1/4。这一年，公司跻身财富 500 强的第 475 位（或者利润的 283 位）。如果比较两个公司，IBM 的人均收入更高，达到了 5.1 万美元，DEC 为 2.0 万美元，因此说 DEC 的人均效率要更低。而 DEC 想要提升人均效率，向高端走，则 IBM 在 B2B 市场的积累太过扎实，因此选

择向大众走，应该是很清晰的战略，然而奥尔森一再否定 PC 市场，使得公司没有像苹果公司那样走得更远。

但 DEC 的故事并没有就此完结，它后来凭借“VAX 战略”（局域网解决方案系列）让公司又腾飞了十余年，一度成为世界第一小型机，以及仅次于 IBM 的第二大计算机制造企业。但伴随着 PC 性能的崛起而在 20 世纪的最后几年 DEC 迅速衰落，1998 年被康柏收购。

表3: 1974 年 IBM 与 DEC 的财务比较

	IBM	DEC
收入（百万美元）	1343.1	265.5
利润（百万美元）	88.1	23.5
净利率	7%	9%
员工人数	26177	13000
福布斯收入排名	125	475
福布斯利润排名	90	283
人均收入，万美元	5.1	2.0
人均利润，万美元	0.3	0.2

资料来源：Fortune 500，国信证券经济研究所整理

DEC 的案例又是个深刻的教材，它的成功源于定位到了 IBM 不曾覆盖的 10 万美元以下的计算机市场，而随着计算机成本的不断降低时，公司却不愿意进入家庭市场，甚至公司的个人 PC 也被奥尔森倔强地命名为“应用终端和小系统”（试想一个消费者懂不懂这是什么意思？）或许奥尔森觉得这样命名才能匹配公司专业路线的定位，而不去和那些还穿着牛仔裤在车库里组装出来的 PC 在一个档次。

因此，DEC 公司在摩尔定律的推动下，甘愿把自己卡在中间（高不成，低不就）。而伴随着小型机的渗透率的不断提升，同时价格还是以每 18 个月降低一半的速度推进时，量的增长就无法补价格的下滑。最后公司就被更小巧的图形工作站甚至是 PC 机所替代。

当然，我们站在回顾的角度很容易指指点点，但当事人也会有很多恰当的理由为自己辩护。但这个案例告诉我们：硬件公司，如果不能看得很远，那么至少应该根据技术进步所带来的环境变化而迅速做出调整，否则处境则是“其兴也勃，其亡也忽”的虚假繁荣。

分时网络与阿帕网

今天互联网的诞生，既有效率方面的推动，又有安全方面的推动，前者是分时网络，后者是阿帕网。

从提升效率出发诞生了分时网络

当时由于大型机的价格实在是太过高昂，很多大学、科研院所、公司不能像今天这样轻松买上很多台，但多个部门都有需求；其次是，当时主流的编程方式是打孔卡，研究人员必须拿着打孔卡片排队请求，然后花费几个小时甚至几天等待计算结果。所以当时人们需要这样一套系统：计算机在中心，有一个网络把它拉远，连接在多个用户终端上，用户可以在不同的办公室，不同的教学楼，甚至城镇的另一端来实现对一台计算机的访问（这个需求与后世的云计算颇为相似），于是分时服务（网络）应运而生。

泰姆谢尔公司（Tymshare）成立于 1964 年，创始人奥鲁克和施密特是通用电气的前雇员。公司的分时系统可以同时服务 32 个用户，在 1969 年，它们更新了网络

架构，该网络于 1970 年全面投入运营，到 1972 年，由此产生的 Tymnet 系统连接了美国的 40 个城市。与阿帕网不同，Tymnet 是一个集中式网络，它的特点是集中密码存储、统计复用、流量管理以及安全保障。

泰姆谢尔公司的生意有很大的局限性，因为随着 70 年代计算机价格的快速跌落，分时需求变得不那么重要，企业或者学校可以买入廉价的小型机甚至 PC，因此后来的泰姆谢尔公司被麦道公司收购。但 Tymnet 凭借其网络价值，后来被英国电信收购，成为一家全球性数据网络。但是随着 TCP/IP 协议的成为主流，最终 Tymnet 放弃了它的 X.25、异步终端、(ATM/AHI)、和 SNA 协议而拥抱了主流。

从提升安全性出发诞生了阿帕网

古巴导弹危机、越战贯穿了 60 年代，当时兰德公司的研究人员指出，一旦核打击摧毁常规的电话服务与五角大楼的指挥中心，这种“去中心化”的网络就可以作为军事通信的生命线。以及，当时国防部也有降低预算的考虑，而网络化计算将使得计算效率提升，提升性价比。于是阿帕网在这样的背景下被研发出来。

当时的大部分计算机还互不兼容，如何使硬件和软件都不同的电脑实现真正的互联，就是人们力图解决的难题。首先，资源稀缺的背景下，大型计算机不愿意分出资源来承担路由与交换功能，所以阿帕网利用了更为廉价小型计算机来实现“分布式网络”功能，相当于是后世的交换机和路由器。

1969 年阿帕网正式投入运营时，由西海岸的 4 个节点构成。分别是加州大学洛杉矶分校（UCLA），斯坦福研究院（SRI），加州大学圣巴巴拉分校（UCSB）和犹他大学。

为了解决阿帕网无法做到和其他计算机网络交流的问题，1973 年，科研人员在连接卫星网络和夏威夷的 ALOHA 网瑟夫设想了新的计算机交流协议，最后创造出传送控制协议 / 互联网协议（TCP/IP）。

1975 年之后，随着计算机和芯片的发展，阿帕网资源已经不再稀缺。70 年代出现更多的网络，阿帕网在 1989 年被关闭，1990 年正式退役。

在 1969-1989 年这二十年的时间里，阿帕网推动了互联网的早期发展，它的核心遗产成了今天的互联网必不可少的基础：分布式网络架构，分组交换技术，以及 TCP/IP 协议。

小结

虽然这个时代还有很多大事，但我们不再展开讨论。因为本系列报告最终的目的是呈现技术周期，尤其是如何思考技术周期与投资的关系，它不是一个细枝末节的历史总结或者回忆录，而是力求发现技术发展过程中那些重要的线索。

1956-1973 年，是晶体管商业化（标志是仙童公司的成立），到大规模集成电路商业化（标志是英特尔 4004 以及摩托罗拉等相关产品的晶体管数量都达到了 1K 以上）的阶段。

这一时期的集成电路的性能，还不足以设计出令人满意的个人计算机。大型机在几百万到上千万美元一台，小型机价格尽管慢慢从 10 万美元降到 2 万美元以下，但还都不能进入到家庭市场。因此，股票市场的王者还是 IBM，以及其他大型公司的“漂亮 50”。但欣慰的是，袖珍收音机、计算器的大卖，已经将人类热爱便携，渴望计算便捷的需求显现出来。

美国的诸多半导体公司在这个时期凭借着军工和航天的订单顺利起步，而日本企业则是敏锐地发现到了家用电器的巨大商机，进入到了电视、冰箱、洗衣机、计算器市场中。这些看似薄利多销的市场使得日本半导体产能很快就追上了美国，甚至在后来几乎挑战了英特尔的行业霸主地位（其被迫关掉了内存业务而专注 CPU）。

这一时期的创业者有个共同的特点，他们大都是有专业的技术背景：在实验室工作或者在大公司有了一定的经验再另起炉灶（最典型的例子就是仙童公司的工程师们成立了数十个未来主宰半导体行业的公司），但很少有像比尔盖茨、乔布斯、扎克伯克这样的辍学创业成功的案例。在这个时期，计算机技术的基础设施还不够完善，产业链的相关准备还不够齐备，让一个空有创意的年轻人调用的资源还不够丰富。这导致技术能力，而不是创意/产品设计能力仍然这一时期是小公司成功的第一要素。

最后，摩尔定律虽然是在生产实践中总结出来的，但是它却模糊正确地给出未来计算机发展的方向。其实质是，一个指数级而不是线性级的浪潮已经到来，更伟大的个人计算机时代即将启航！

附录：本时期重大事件

表4: 1957-1973 年大事记

年份	重大事件
1957 年	“八叛徒”离开了肖克利公司，创立仙童半导体，IBM 高级编程语言 Fortran。
1958 年	美籍华人王浩在 IBM704 计算机上证明了《数学原理》中有关命题演算部分的全部 220 条定理，仙童与德仪公司间隔数月分别发明了集成电路，DEC 成立，数控编程语言 Pronto 用于控制机床，工业自动化编程工具 APT II。
1959 年	IBM 7090 全晶体管大型计算机，COBOL 语言，DEC 小型机 PDP-1。
1960 年	光刻工艺问世。
1961 年	Amelco 成立（开发了最早的模拟集成电路），SPECTRA PHYSICS 成立（激光器，1974 年发明了条形码），Avago 成立，GCA 开发第一台光刻机，IBM 展示语音识别技术，IBM Selectric 电动打字机，虚拟存储器，第一个分时系统 CTSS，阿波罗计划。
1962 年	Molctro 成立（1967 被国家半导体收购），IBM 和美洲航空共同研发订票系统 sabre，Molctro 成立（1967 年被国家半导体收购），Informatics 软件成立。
1963 年	“逻辑理论家”进化到能够证明《数学原理》的全部前 52 条定理，DEC 小型机 PDP-5。
1964 年	鼠标，IBM 推出 System/360，分时服务公司 Tymshare 成立。
1965 年	通用微电子成立（后被飞歌收购，飞歌再被福特汽车收购），摩尔定律提出（最初认为 12 个月翻倍，后修正 18 个月），DCE 小型机 PDP-8，DCE 小型机 PDP-8，ANALOG 公司成立。
1966 年	IBM 磁盘存储系统 RAMAC，全美有 2623 台计算机（其中 1967 台为国防部所有），美国 RCA 公司研制出 CMOS 集成电路，IBM 发明 DRAM 存储器。
1967 年	IBM 推出软盘，面向对象语言 Simula，应用材料公司成立，Electronic Arrays 成立（1978 年被 NEC 收购），Intersil 成立，德州仪器计算器 Cal Tech，摩托罗拉全晶体管彩电。
1968 年	第一个实用的专家系统 Dendral 诞生，先进存储公司成立，IBM 层次数据库 IMS V1，存储器公司 Monolithic 成立，LATSEC 计算机语言问世，英特尔成立，英国 ICL 计算机公司成立。
1969 年	Pascal 语言问世，贝尔实验室 UNIX，Data General 成立（小型机，1999 年被 EMC 以 11 亿美元收购），英特尔 3101 芯片，AMD 成立，阿帕网诞生，Pansophic 软件成立（计算机辅助软件工程），美商存储科技成立（后改名 STK），日本精工石英手表 Quartz Astron，法国 sescosem 公司成立。
1970 年	英特尔 DRAM C1103，四相公司 AL1 芯片（第一个商用 CPU），佳能推出计算器 Pocketronic，DEC PDP-11/20，IBM 提出关系数据库模型
1971 年	英特尔 4004（英特尔第一个商用 CPU），英特尔 1KB DRAM，贝尔实验室 UNIX，MITS 公司计算器 MITS816。
1972 年	惠普、德州仪器、卡西欧推出计算器，贝尔实验室 C 语言，Smalltalk 语言（面向对象的编程语言），惠普计算器 HP-35，风投 KPCB 成立，Atari 成立，风投红杉资本成立，SAP 公司成立，王安实验室文字处理机 1200。
1973 年	个人计算机施乐 AIT0，夏普液晶显示 LCD 技术，摩托罗拉便携式无线电话，磁盘公司 Dysan 成立，IBM 商超管理系统以及 UPC 条形码。
1974 年	英特尔 8080 发布；德州仪器 TMS1000 发布，摩托罗拉芯片 6800 发布，数据研究公司成立（CP/M 操作系统），施乐文字处理软件 Bravo 发布，OCR 图像识别问世，摩托罗拉将彩电业务卖给松下。

资料来源：百度百科，各公司官网，国信证券经济研究所整理

风险提示

地缘政治的不确定性，海外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