

死亡游戏里的活口

导读

海力士四十年：一家存储芯片公司如何靠周期、债务和国运没死

导读：一门隔几年就要死一次的生意

先说三个你可能不信的事。

第一，有一门生意，几十家公司挤进来厮杀，最后活下来的只有三家。不是"淘汰到剩三家龙头"，是真的——其余全部消失、破产、被吞掉。第二，本书的主角这四十年里死过两次：一次被政府逼着跟对手合并（"你俩别打了，凑一家"），一次干脆被债主接管，公司不再属于股东，属于借钱给它的银行。第三，就是这么一家两度濒死、被逼婚、被托管、最后被一个财阀老板逆势捡漏的公司，如今靠着 AI 这波风口，站到了它当年那个不可一世的对手前面。

这家公司叫 SK 海力士 (SK Hynix)，韩国人，造存储芯片的。

大白话

存储芯片就是电脑和手机里"临时记东西"的地方。你打开一个网页、跑一个模型，数据得先摊在一个能快速读写的地方，那地方就是 DRAM——你可以先粗暴地理解成"计算机的临时草稿纸"。海力士干的，就是造这种草稿纸。

问题来了：草稿纸这东西，谁造的都一样。海力士的 DRAM 和三星的、美光的，插进你电脑里没有任何区别，是标准品。这就注定了它没有护城河——不像可乐有配方、微信有关系链，存储芯片只能拼一件事：谁造得更便宜。而"拼成本"这三个字，是这本书里所有惨剧的总开关。

于是这门生意呈现出一种像心电图一样的节奏：需求一好，所有厂子拼命扩产；产能一堆上来，价格立刻崩到成本线以下；崩到大家一起亏血本，扛不住的死掉，产能收缩；然后需求回来，价格暴涨，活着的赚翻——直到下一轮所有人又冲进来扩产。这个循环有个特别形象的名字，叫 猪周期：猪肉贵了大家都去养猪，猪多了肉价又崩，崩了又不养，如此往复。存储芯片，就是硅做的猪。

所以这本书不是一本流水账式的公司史。海力士只是我们借来的一具"标本"。透过它，我们其实在解剖几个更硬的问题：

- 一门没有护城河、只能拼成本的生意，残酷到什么程度？为什么它逼着人隔几年就得赌一次命？
- 一个组织被债务捆住、被别人接管、看起来必死无疑的时候，靠什么苟到春天？是运气，是国运，还是有方法？
- "活下来的三家"到底凭什么活下来——这里面有多少是本事，又有多少只是**幸存者偏差**（死掉的那几十家，没人替它们写书）？

说白了，这是给理工背景读者的一堂课，讲的是周期、复利、债务、幸存者偏差，以及"国家和产业"这只手怎么在暗处打牌。只不过课本是活的，会亏钱、会破产、会翻身。

这本书怎么读？每一章都能单独拎出来看——想搞懂 DRAM 为什么会漏电、想弄明白 HBM（把内存芯片像叠罗汉一样摞起来的新玩法）为什么突然成了 AI 时代的刚需，你可以直接翻过去。但如果你从头连着读，会看到一条清清楚楚的因果线：**技术长什么样 → 决定了这门生意为什么这么残酷 → 残酷催出了四十年的沉浮 → 沉浮到最后怎么翻的身 → 翻身之后又埋着哪些新的雷。**

现在，我们从最扎心的地方开始：一门生意，怎么会被设计成隔几年就必须死一次。

第一章 · 一门隔几年就死一次的生意

先说一个数字，你可能会以为我打错了。

四十年前，全世界能自己造 DRAM（就是你电脑里那根内存条上的芯片，管临时记东西的，断电就忘）的公司，有几十家。日本的东芝、日立、NEC、三菱，美国的德州仪器、Mostek、英特尔，德国的西门子、奇梦达，还有一长串你今天根本没听过的名字。

今天，还活着的，只剩三家：三星、海力士、美光。

三家。剩下那几十家去哪了？死了，或者被吃了，或者主动认输退场了。这不是那种「大鱼吃小鱼、行业慢慢集中」的温和故事——芯片圈里其他领域没这么惨烈。这是一门**隔几年就要死一批人的生意**。它不是一次性洗牌洗到三家，而是几十年里一轮一轮地淘汰，每一轮都真的有公司破产、清算、名字从此消失。

大白话

换个说法：假如你 1985 年拿着钱进这一行，你活到今天的概率，比玩俄罗斯轮盘赌还低。这不是夸张，是历史的记账结果。

一门反直觉的死亡游戏

软件工程师看到这里通常会有个直觉反应：不对啊，市场需求一直在涨。这四十年，全世界对内存的需求翻了几万倍——从一台 PC 几兆，到今天一个 AI 数据中心里堆着几百 TB。需求这么猛，怎么反而把厂商越杀越少？

这正是这本书要解开的第一个谜。你会发现，**正是「需求疯涨」这件事，亲手制造了这门生意的死亡循环**。逻辑大概是这样的：

- 内存是标准品——意思是各家造出来的东西功能上几乎一模一样，一颗三星的 DRAM 和一颗海力士的 DRAM，插在同一个插槽里，谁也分不出。既然一样，客户就只认一件事：谁便宜。

- 要便宜，就得规模大、良率高，就得砸钱建全世界最贵的工厂（一座先进内存厂，今天花掉一两百亿美元）。
- 于是每家都拼命扩产能，都想在下一轮涨价里多赚。结果所有人一起扩，产能一起过剩，价格塌方，比现金流的时候到了——谁账上钱少、债多，谁先出局。

这个循环里的每一个环节，后面都有专章拆解：为什么标准品最要命（第 3 章），那个像杀猪一样准时的周期（供过于求→跌价→大家减产→又供不应求→再暴涨，第 4 章），以及内存物理上到底为什么这么难造（第 2 章）。这一章我不展开，你只要先记住一句话：

这是一门必须在亏钱的年份继续砸钱、才能在赚钱的年份不死的生意。谁在冬天先缩手，谁就等不到春天。

为什么偏偏是海力士

市面上讲芯片的书，主角常常是台积电或者英伟达——那是「赢家从头赢到尾」的故事，好看，但学不到太多东西。真正能教会你这门生意有多凶的，是一个**死过、而且死过不止一次，却又活下来的样本**。

SK 海力士（今天的全名叫 SK Hynix）就是这个样本。把它四十年的履历摊开，简直像一份「一家公司能遭的罪」的清单：

1. 它不是含着金钥匙出生的芯片公司，而是从一家**造船和重工起家的财阀**——现代集团——里长出来的电子部门（第 5 章）。一个搞造船的，怎么会去碰全世界最精密的制造？这本身就是个好问题。
2. 1997 年亚洲金融风暴，韩国被 IMF（国际货币基金组织，相当于国家层面的紧急贷款人，借钱给你但要你按它的方子动大手术）接管经济。政府为了「整顿重复建设」，1999 年搞了个叫 Big Deal 的操作——字面就是「大交易」，实质是**拿国家意志逼着两家公司合并**：现代电子被安排吞下 LG 半导体（第 6 章）。这不是自由恋爱，是政府拿枪逼出来的包办婚姻。
3. 合并没带来强大，只带来一座债务大山。2001 年内存价格崩盘，公司现金流直接断了，一年亏掉几万亿韩元，濒临破产（第 7 章）。这时它已经从现代集团里被剥离出来，改名叫 Hynix，控股权落进了债权团手里——就是那帮借钱给它的银行，眼看要收不回钱，干脆自己接管，硬着头皮让它「以战养战」地活下去（第 8 章）。

4. 活着的这些年，它还得在海外打反倾销官司——竞争对手指控它「靠政府输血低价倾销」，要求各国加惩罚性关税，差点在国际市场上被封死（第 9 章）。
5. 一直熬到 2012 年，韩国另一家财阀 **SK 集团** 出手，花大约 3.37 万亿韩元买下约 21% 的股份和管理权，把这家被债权团托管了十来年的公司二次收购、改姓「SK」（第 10 章）。这是当时韩国史上金额最大的一笔企业收购之一——买的是一家刚从 ICU 里爬出来的病人。

大白话

你把这段浓缩一下：一家搞船的公司做了芯片，被政府逼婚，然后破产、被银行接管、在国外挨告，最后被另一个财阀捡回家。任何一步走岔，今天都不会有 SK 海力士。

那个贯穿全书的问题

所以这本书从头到尾，只追一个问题：

一家两次濒死、被政府点名合并、被债权团接管、又被财阀二次收购的公司，凭什么不但没死，还活到 AI 时代，成了这波浪潮里最赚钱的赢家之一？

因为故事的结尾——也就是我们今天所在的这一刻——是反转的。今天的 AI 训练芯片，最贵、最卡脖子的零件之一，是一种叫 **HBM** 的内存（**High Bandwidth Memory**，高带宽内存，简单说就是把很多层内存像叠罗汉一样叠起来，让数据能超快地喂给 AI 芯片，第 12、13 章）。而这个当年濒死的病人，恰恰押中了它，一度拿下这门生意里最大的份额。当年那个把它逼到墙角的「反周期砸钱」的赌性，最后成了它的救命本事。

我要提醒你别急着感动。「**押中风口**」不等于「**从此安全**」——押中之后有押中之后的命门，物理定律的天花板也已经近在眼前，后面还有追兵（第 14、15 章）。这本书不打算给你一个「浴火重生、皆大欢喜」的鸡汤。

你手里这张地图

最后交代一下怎么读。这本书是两条线拧在一起：

- 一条是**编年史**——按时间讲一家公司四十年怎么一步步走到今天，从造船厂到 AI（第 5 到第 13 章大致按年代走）。
- 另一条是**一门生意的解剖**——为什么这门生意天生要死人，它的物理、经济、地缘逻辑分别是什么（第 2、3、4 章，以及贯穿全书的追问）。

看完你会得到的，不只是「海力士的八卦」，而是一套能迁移的东西：怎么看待一门**周期性重资产的标准品生意**，债务在里面既是毒药又是氧气，国家意志什么时候是助推、什么时候是绑架，以及一家公司到底靠什么熬过一次次「本该死掉」的时刻。最后一章（第 16 章），我会把这套「活口的方法论」收拢成几条。

现在，我们从最反直觉的地方开始：这家公司赖以以为生的那颗芯片，本质上其实是一个**会漏电的小水桶**——而这门死亡游戏所有的残酷，几乎都能追溯到这个小水桶的物理天性上。下一章见。

第二章 · 一个会漏电的小水桶

第二章 · 一个会漏电的小水桶

要看懂海力士这四十年为什么活得这么惊险——为什么它三天两头站在破产边缘，为什么它跟三星、美光三个人绑在一根绳上一起跳崖——你得先搞懂它到底在卖什么东西。而它卖的这个东西，本质上是一个**装不住电、每隔几毫秒就得有人跑去重新灌满的小水桶**。整本书后面所有的血泪、豪赌和反常识决策，都是从这个漏水的小水桶里长出来的。

所以这一章不谈公司，只谈物理。我们把一颗内存芯片拆到最小，看清楚一个比特是怎么被存下来的。搞懂了这个，你后面就会不停地拍大腿：「哦，原来它是被这颗小水桶逼成这样的。」

一个比特，就是一桶电

DRAM（动态随机存取存储器，Dynamic Random Access Memory）是电脑的「工作台」内存。你打开的每个网页、每个 App、正在编译的代码、游戏里的整张地图，运行时都摊在 DRAM 上。它的特点是快、能随便读写、而且——**一断电就全忘光**。关机的瞬间，工作台上的东西哗啦一下全没了。

它怎么记住一个 0 或 1 的？答案朴素得离谱：**用一个小水桶装电**。

- 桶里装满电荷 = 1
- 桶里是空的 = 0

这个「桶」，工程上叫 电容（capacitor）——一个专门用来暂存电荷的元件，你就当它是个能装电的微型水桶。桶旁边还得配一个开关，控制「什么时候往桶里灌、什么时候把桶里的水放出来读」，这个开关叫 晶体管（transistor）——本质是一个用电压控制通断的电子阀门，通了就接上，断了就隔开。

一个电容 + 一个晶体管，就存一个比特。工程上把这个结构叫 1T1C（one transistor, one capacitor，一管一容）。一颗现代 DRAM 芯片里，就是把这个「一管一容」的小单元，密密麻麻复制几十亿上百亿份，排成一张巨大的棋盘。

大白话

大白话：DRAM 里存 1 个比特 = 1 个小水桶（装电的电容）+ 1 个水龙头开关（晶体管）。有水是 1，没水是 0。仅此而已。

为什么用一个这么简陋的结构？因为**简陋 = 便宜 = 能塞得下海量**。一管一容占的地方极小，所以同样一块硅片上，DRAM 能塞进的比特数远超别的方案。这是它一辈子的立身之本，也是它一辈子的命门——我们马上就会看到，为什么。

反直觉的核心：桶会自己漏光

现在到了这一章最关键、也最反直觉的一点，请把它刻进脑子里：**这个小水桶是漏的**。

电容存的那点电荷，并不会老老实实待着。透过晶体管的缝隙、透过材料本身，它会一点一点渗漏出去。你灌满一桶电（写了个 1），什么都不干，过一小会儿，桶里的电就漏得所剩无几，读出来变成了 0。你存进去的数据，**会自己烂掉**。

漏多快？按 DDR 内存的行业标准，一个 DRAM 单元被要求能撑住 **64 毫秒**——也就是说，芯片必须保证在 64 毫秒之内，把每一个桶都重新灌满一遍。温度一高（超过 85°C），漏得更快，这个时间直接砍半到 **32 毫秒**。64 毫秒是什么概念？你眨一次眼大约 100 到 400 毫秒。也就是说，**你还没眨完一次眼，芯片里所有的桶已经被巡逻着重新灌了至少一遍**。

这个「不停地跑去把快漏光的桶重新灌满」的动作，叫 刷新（refresh）。它不是选修课，是保命的必修课：只要通着电，DRAM 内部就有一套机制在没日没夜地一行一行读出来、再原样写回去，把电荷补满。哪怕你根本没在用它。

大白话

大白话：DRAM 的桶会漏水，几十毫秒就漏光。所以芯片里有个巡逻队，不停地一桶一桶巡过去重新灌满，一刻都不能停。这就是它「动态（Dynamic）」这个名字的由来——不是它多动感，是它**动一下不刷新就死给你看**。

这个「刷新」是理解 DRAM 一切代价的钥匙，记住它，后面全用得上：

- **它天生费电。** 就算你把电脑挂机不动，DRAM 也在后台烧电巡逻灌水。断电即失忆，正是因为一断电，巡逻队就散了，桶几十毫秒内全漏干。
- **它天生要「停工配合刷新」。** 刷新的时候那块内存要暂时腾出来，读写得让路，这是 DRAM 性能上绕不开的一笔固定开销。
- **桶越小，漏得越凶。** 这条是后面几百亿美元赌局的伏笔，下面单独说。

它的两个邻居：一个更死板，一个记性好

要真正看懂 DRAM 站在什么生态位上，得把它跟左右两个邻居摆一起比。

邻居一：SRAM，那个死板但靠谱的。 SRAM（静态随机存取存储器，Static RAM）存一个比特不用桶，而是用**六个晶体管接成一个能自锁的电路**，像一个双稳态的跷跷板，扳到哪边就卡在哪边。它的好处是：只要通着电，状态就自己锁死，**不用刷新**（这就是「Static 静态」的意思），而且极快。坏处是：六个晶体管才存一个比特，又占地方又贵，同样面积存的东西远比 DRAM 少。所以 SRAM 只用在最讲究速度、量又不大的地方——**CPU 的缓存（cache）**就是 SRAM。它是贵宾席，DRAM 是大礼堂。

邻居二：NAND 闪存，那个慢吞吞但记性好的。 NAND 闪存（NAND Flash）走的是完全不同的路：它把电子关进一个叫浮栅（floating gate）的「电子牢房」里——四周被绝缘层包死，电子进去了就出不来，**断电也跑不掉**。所以它是**非易失**（non-volatile）的：关机数据还在，你手机、硬盘（SSD）里长期存的图片、文件、App，都躺在 NAND 里。代价是：写起来慢得多，而且每一次「关电子进牢、放电子出来」都在磨损那道绝缘墙，**擦写有寿命上限**，用久了会坏。

把三个邻居的性格排成一张表，DRAM 的生态位就一目了然了：

- **SRAM**：最快、不用刷新、断电就忘；但极贵极占地。→ 少量、贴着 CPU 当缓存。
- **DRAM**：快、便宜、密度高；但断电就忘、还得没完没了地喂电刷新。→ 大量，当运行内存（你说的「8G 内存」「32G 内存」就是它）。
- **NAND 闪存**：断电不丢、单位容量最便宜；但慢、有寿命。→ 海量，当长期存储（SSD、手机存储）。

用「记东西」打比方：SRAM 是你脑子里正在想的那句话（最快，一分神就没了）；DRAM 是摊在桌上的草稿纸（能写一大堆，随时改，但一阵风就吹乱、灯一关就看不见）；NAND 是刻进本子的正式记录（写得慢、本子会写烂，但合上灯灭了，字还在）。

现在就能回答那个日常问题了：**为什么你的手机和电脑，DRAM 和闪存两样都得有？**因为它俩谁也替不了谁。你不可能拿慢又有寿命的闪存去当工作台（每敲一下键都在磨损它，还慢得让你砸机器）；也不可能拿一断电就失忆的 DRAM 去长期存照片（关机全没）。于是分工：**DRAM 负责「此刻正在忙的」，闪存负责「以后还要留的」**。开机时，系统就是把要用的东西从闪存这个「本子」搬到 DRAM 这张「草稿纸」上，再开工。

为什么它拼命想「越小越密越便宜」

DRAM 这门生意的底层驱动力只有一句话：**同样一块硅片，谁能塞进更多的桶，谁的每比特成本就更低，谁就赢**。因为它卖的就是容量本身。所以整个行业的努力方向异常单纯——**把桶做得越来越小，排得越来越密**，从早年的微米级，一路缩到今天十几纳米的尺度，好在同一块芯片上塞下几十亿、上百亿个「一管一容」。

但这里藏着一个残忍的物理矛盾，正好卡在我们这一章的核心上：**桶越做越小，能装的电荷就越少；电荷越少，还是照样在漏，就越容易漏到读不出来**。小桶意味着更短的保命时间、更频繁的刷新、更苛刻的制造精度——每往前缩一代，工程师都要跟「漏电」这个老对手重新搏斗一场，把一个已经小到近乎极限的桶，做得既装得住电、又不误读。

这就是为什么 DRAM 的技术进步**越来越慢、越来越贵、越来越难**：它不是在解决新问题，而是在跟同一个从第一天就存在的漏水问题死磕，只是桶一年比一年小，磕得一年比一年狠。这道「越小越难」的坎怎么翻、翻不动了怎么办，是后面制程微缩那一章的正戏；而这道坎每翻一次就砸下的天量资本、翻不动时全行业一起遭殃的惨状，正是这本书要讲的**周期**的源头。

记住这一章唯一一件事就够了：DRAM 是一桶会自己漏光的电，靠一支永不停歇的巡逻队反复灌满续命。它的快、它的便宜、它的费电、它的健忘、它越往前走越难，全都是从这只漏水的小水桶里流出来的。海力士这四十年的九死一生，说到底，是在替全世界看守这几十亿只漏水的桶。

第三章·为什么它是标准品，而标准品最要命

第三章·为什么它是标准品，而标准品最要命

上一章我们钻进了 DRAM 的物理身体：一个电容存一个电荷，靠不停「刷新」把 1 和 0 续命。这一章我们退到公司层面问一个更冷的问题——**造出来之后，凭什么卖得出价？**答案很扎心：凭不了什么。海力士造的一根内存条，和三星、美光造的，在你的电脑眼里没有任何区别。这一个事实，几乎解释了这个行业四十年里所有的血。

什么叫「标准品」

标准品 / 大宗商品 (commodity)，说人话就是：**谁家的都一样，可以随便换，买家只在乎便宜。**

想想原油。中东的一桶原油和北海的一桶原油，同一个品级下，炼油厂不会因为「这桶油是沙特出的」而多付一分钱。再想想螺纹钢、白糖、玉米——这些东西有全球统一的品级和规格，A 厂和 B 厂的货在买家账本上是同一行数字。你买的时候脑子里只有一个问题：**今天多少钱一吨？**

大白话

大宗商品的核心特征就一条：换个供货商，你几乎感觉不到差别。所以你永远只会挑最便宜的那家。厂商没法靠「我的更好」多收钱，因为在买家看来根本没有「更好」这回事。

DRAM 就是这样一种东西。它之所以能做到「随便换」，是因为有一个叫 JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council, 现在叫 JEDEC 固态技术协会) 的行业标准组织。它是一个由各家厂商、设备商、买家坐在一起开会的机构，负责钉死内存的每一个细节：多少根引脚、每根引脚干什么、电压多少、时序（读写要在第几个纳秒到位）、接口协议长什么样。我们平时说的 **DDR4**、**DDR5**，就是 JEDEC 的标准编号（技术文件叫 **JESD79** 系列）。

正因为大家都照着 JEDEC 这本「宪法」造，所以一根海力士的 DDR5 和一根三星的 DDR5，引脚、时序、协议全都一模一样。你把它插进主板，**主板根本不会去问它是哪家的**——它只认标准，不认牌子。这就是「随便换」的物理基础。

对照组：为什么 CPU 和 GPU 不是标准品

要理解 DRAM 的惨，最好的办法是看看它隔壁——同样是芯片，命运却天差地别。

CPU。你买一颗英特尔的 x86 处理器，不是买一块硅片，是买进整个 x86 指令集（芯片能听懂的那套机器命令）生态。几十年积累的 Windows 软件、驱动、编译器，全都是按 x86 的规矩写的。你想换成一颗别家、别指令集的 CPU？那堆软件可能就跑不起来了。这种「换了就有大麻烦」的绑定，就是护城河。

GPU。英伟达的显卡贵得离谱还买不到，不只是因为芯片强，而是因为 CUDA（英伟达的一套编程平台）。全世界搞 AI 的人写的代码都架在 CUDA 上，换别家的卡就得重写、调试、承担风险。于是大家咬着牙付溢价。

大白话

护城河 (moat)：让买家「想换也换不动」的那道障碍。可能是软件生态绑死了你，可能是换了要重新学习、重新适配、承担出错的风险。有护城河，你就能比对手贵一截还照样卖得掉——这一截，就是溢价。

看出关键了吗？CPU 和 GPU 都有护城河，所以能收溢价。而 **DRAM 的护城河是零**——JEDEC 标准亲手把它填平了。标准的本意是让内存好用、通用、可替换，这对买电脑的人是天大的好事；但对造内存的厂商，等于官方盖章：你们谁都别想靠「我家不一样」来定价，因为按规定你们就得一样。

后果链条：从「无差别」一路推到「亏损洗牌」

现在把因果一环一环扣起来。这是本章的核心，也是理解后面所有故事的地基：

1. **产品无差别**——JEDEC 标准让各家的 DRAM 可互换。
2. **买家只比价**——既然插上去都一样，戴尔、苹果、服务器厂商采购时唯一的问题就是「谁便宜」。没有品牌忠诚，没有溢价空间。

3. **价格由供需定，不由成本或品牌定**——一根内存卖多少钱，几乎完全取决于此刻市场上货多还是货少。你成本高、你品牌响，都不影响那个统一的市场价。
4. **于是拼命压成本**——既然不能靠「更好」赚钱，就只能靠「更便宜地造」赚钱。压成本的主要办法是把制程做得更精细、把工厂开得更大摊薄折旧。
5. **压成本就得扩产**——单位成本随产量下降，所以每家都有动机把产能顶到最大。
6. **大家一起扩，供给过剩**——三家同时按这个逻辑冲，市场上的货很快就多到卖不完。
7. **价格崩到成本线以下**——供过于求，那个统一的市场价一路往下砸，最终跌破多数厂商的制造成本。
8. **亏损洗牌**——卖一根亏一根，谁扛不住谁出局或被吞并。

注意，这条链条的每一步都是理性的。没有哪家是傻子，恰恰是每一家都聪明地「压成本、扩产能」，合起来才把整个行业推下悬崖。这个「供给过剩 → 崩盘 → 洗牌」的过程周而复始，就是下一章要讲的「猪周期」。这里我们只把病根挖出来：病根不在管理烂、不在运气差，而在 DRAM 天生是标准品这个属性本身。

反直觉的地方：进不来的进不来，进来的杀成一片

讲到这你可能会想：标准品这么惨，那新玩家应该也懒得进来吧？于是竞争总会稀释一点？**恰恰相反**。这才是 DRAM 最拧巴的地方——

它同时具备两个看似矛盾的属性：**产品极其标准（谁的都一样），技术门槛却极其高（不是谁都造得出）**。造一座先进 DRAM 工厂要砸上百亿美元，要几十年的制程积累，良率差一点就血亏。这道门槛高到——外面的新玩家进不来（几十年间被淘汰得只剩三家），里面的老玩家又退不出（工厂投下去就是沉没成本，停产更亏）。

大白话

换个画面感：如果 DRAM 门槛低，早就有一堆小厂涌进来，价格战打散了，但至少「杀敌一千自损八百」，谁都发不了大财也死不透。可 DRAM 是高墙里的标准品——高墙把人数锁死在三家，标准又逼这三家往死里价格战。结果不是「一群人小打小闹」，而是「三个巨人在密室里拿刀互捅」。

这就是所谓的 寡头绞肉场：玩家极少（三星、SK 海力士、美光三家合计吃下全球 DRAM 约九成半的份额，2024 年前后三星约四成、海力士三成多、美光第三），但因为卖的是标准品，谁也不能靠差异化躲开厮杀，只能在产能和成本上贴身肉搏。人少不代表和气，人少反而让每一次扩产、每一次降价都直接砸在对手脸上。

一句话记住这章

卖 iPhone 的可以说「我家不一样」，于是能定价、能收溢价、能过好日子；卖矿泉水的和产油国一样，只能问「今天什么价」，价格不由你定，由供需定。**DRAM 是芯片界的矿泉水**——技术是顶尖的，命却是大宗商品的命。

所以海力士这四十年，从来不是「怎么把产品做得更好卖出溢价」的故事——那条路被 JEDEC 标准从一开始就堵死了。它的故事只有一个主题：**在一个价格不由你说了算的死亡游戏里，怎么把成本压到比对手低、把命扛到比对手久**。下一章，我们就去看这场游戏的节奏——那个把所有人反复推下悬崖、又反复救回来的「猪周期」，以及海力士是怎么反着周期下注、赌命求生的。

第四章 · 猪周期与反着来的赌徒

第四章 猪周期与反着来的赌徒

上一章我们说清了一件事：DRAM 是标准品，你的芯片和对手的芯片在客户眼里没有区别，价格几乎完全由供给多少来定。这一章我们把这个事实往前推一步，看看它会长出一个什么样的怪物——一个价格像过山车一样上下狂甩的行业，以及一套让局外人觉得像发疯、局内人却奉为生存法则的打法：**在所有人都亏钱、都不敢动的谷底，反而砸下重金扩产。**

如果这一章你只带走一个念头，我希望是这个：在存储行业，谨慎不是美德，谨慎会让你死；而在别人恐惧到极点时敢流血的疯子，反而能活到最后。这就是理解海力士四十年、理解它两次濒死又两次爬起来的那把钥匙。

先讲养猪：什么是猪周期

我们从一个跟芯片八竿子打不着的东西讲起——猪肉。

猪周期指的是农产品价格周期性大起大落的现象，最经典的例子就是猪肉。它的逻辑简单到近乎滑稽：

1. 猪肉贵 → 养猪很赚钱 → 大家一窝蜂去养猪；
2. 但猪不是今天想养明天就有肉，母猪怀孕、小猪长大要一年多 → 一年多之后，所有人当初一起养的猪同时出栏；
3. 市场上猪肉突然多得卖不掉 → 肉价暴跌 → 养猪反而亏本；
4. 亏本的人受不了，赶紧杀母猪、退出这行 → 供给收缩 → 又过一年多，市场上猪少了 → 肉价又涨起来 → 回到第一步。

你看，这里面没有一个人是傻子。每个养殖户都是在当时价格下做出理性决定的。可正因为大家的反应都慢半拍（养猪要时间），又都往同一个方向使劲（贵就一起养、贱就一起杀），结果就是集体制造出一条上蹿下跳、谁都赚不到稳定钱的曲线。

大白话

人话：猪周期的病根是两条——第一，从"决定做"到"东西真出来"中间隔了很久；第二，所有人看到的是同一个价格信号，于是同时行动。这两条凑一起，好东西就一定会被做过头，然后崩盘。记住这两条，下面把"猪"换成"芯片"，故事一模一样。

把"猪"换成"内存条"

现在我们回到 DRAM，你会发现它是猪周期的超级加强版，两条病根一条不落，而且更极端。

先说造芯片的"母猪怀孕期"有多长。造 DRAM 得盖一座 晶圆厂 (fab)——就是那种超高洁净度、机器比黄金还贵的芯片工厂 (fab 是 fabrication, "制造"的意思)。盖一座现代 fab，从破土动工到真正大批量出货，往往要好几年；光是里面最关键的光刻机这种设备，下单到交货就能排上一两年。而钱呢？一座先进存储厂动辄要几十亿甚至上百亿美元的投入——这是一个普通制造业想都不敢想的数字。

大白话

人话：盖芯片厂 = 花几十上百亿美元、等好几年，才能看到第一片货。这比养猪的一年周期还要命，因为"决定"和"结果"隔得更远、赌注更大，一旦押错，钱是几十亿几十亿地烧。

于是猪周期的剧本在 DRAM 上照演不误，只是每一幕都更惨烈：

1. 内存涨价、卖芯片很赚钱 → 所有厂商同时决定盖新厂、上更先进的制程；
2. 几年后，大家当初一起开工的产能同时开出来 → 供给暴增；
3. DRAM 是标准品，多出来的货只能靠降价甩 → 价格断崖式下跌，跌到成本线以下，卖一片亏一片；
4. 撑不住的厂商减产、甚至破产退出 → 供给收缩 → 价格又涨回来 → 回到第一步。

这个跌法有多凶？拿 2007 到 2008 那一轮说事：按每比特的现货价算，DRAM 单价 2007 年一年就跌了约八成，2008 年又腰斩过半——一颗 1Gbit 的芯片从年初六美元上下，跌到 2008 年底连六毛都不到。你没看错，一片内存一年多之内价钱只剩零头，卖得越

多亏得越多，整整一年多全行业都在成本线附近甚至以下卖货。这不是经营不善，这是行业的常态呼吸。

反直觉的核心：谷底才是该下注的时候

普通生意人的直觉是：价格崩了、在亏钱，那就赶紧收缩、保命、别投资，等风头过了再说。这个直觉在几乎所有行业都对。

但在 DRAM，这个直觉会害死你。这一章的灵魂，就是那个反过来的打法——反周期投资：**偏偏在价格崩到谷底、大家都在亏钱、董事会吓得不敢批钱的时候，逆势砸钱扩产、上最新制程。**

为什么这个疯狂的做法反而是对的？两个理由，你把上面猪周期的两条病根倒过来用，就全懂了。

理由一：盖厂要好几年，你得赶在下一轮涨价之前动手。 因为从投钱到出货隔着好几年，如果你等到价格已经涨起来、行情明摆着好了才去盖厂，等你厂盖好，几年过去，市场早已被别人的产能填满，你正好撞上下一轮供给过剩的崩盘——高位接盘。反过来，你在谷底动工，几年后厂子建好、产能开出来时，正好赶上供给出清、价格回暖的上升期。你是在跟未来下棋，而不是跟现在。

理由二：新厂用最新制程，你的成本比对手低，你能主动把价格战打成消耗战。 更先进的制程意味着同样一片晶圆能切出更多芯片，每颗的成本更低。当你的成本压到别人下面，你就掌握了一件残忍的武器：你可以主动降价、甚至故意亏着卖，逼所有人跟着亏。区别在于——你亏得起，成本高的对手亏不起。价格在成本线下磨得越久，先扛不住的一定是他。

大白话

人话：这就是一场“谁现金厚、谁敢流血、谁能熬”的耐力赛。反周期玩家的算盘是：我趁谷底盖好便宜的新厂，然后故意把价格打到大家都流血，比谁先失血过多。对手死了，市场上供给一下少了一大块，价格猛涨，而活下来的我，独享这块蛋糕。**他的破产，就是我的利润。**

类比一下你就有画面了：这像德州扑克里的全下（all-in）——不是牌好才推，而是算准对手筹码比你少、扛不住这一注，用你更厚的本金把他逼下牌桌。也像军备竞赛：明知道两边都要烧钱烧到冒烟，但你赌自己的国库更深，能撑到对方先破产。

为什么普通公司学不会这一招

道理讲出来好像不难，可现实里绝大多数公司做不到。反周期投资是一种反人性、反组织本能的行为，它要求你同时具备三样东西，缺一不可：

- **赌性。** 要在最恐慌的时刻反着下重注。你身边所有信号都在喊"快跑"——报表在流血、同行在裁员、新闻在唱衰，而你却要拍板盖一座几十亿美元的厂。这需要一种近乎冷酷的信念。
- **深口袋。** 光有胆没有钱是送死。你得有厚到能连亏好几年还不倒的现金和融资能力，才熬得过那段主动流血的日子。血一定会流，问题是你的血够不够多。
- **撑腰的人。** 上市公司的董事会和股东在亏损时会本能地要求收缩、要求分红、要求"别乱花钱"。要顶着这种压力反着干，背后往往得站着一个不看短期账面、愿意押国运或押集团未来的力量——国家产业政策，或者一个说了算、扛得住的母集团。

一个普通的、对股东季度业绩负责的公司，几乎不可能凑齐这三样。这就是为什么存储行业最后只剩下寥寥几家巨头——它是一台专门淘汰"理性谨慎者"的机器。

教科书选手：三星

把这套打法练到出神入化的，是三星（Samsung）。它几乎是反周期投资的活教材。

1980 年代，三星刚闯进 DRAM 时是个不起眼的后来者。它的策略就是在行业低谷别人不敢动时逆势扩产、猛压价格，硬生生用亏损换市场，把一批当时领先的美国和日本厂商拖进价格战、逼出局。它不是靠技术一开始就最强赢的，是靠"敢在谷底流血、且流得起"熬赢的。

最经典的一幕发生在 2007 到 2009 那轮大崩盘。前面说过，那两年 DRAM 价格惨跌到成本线以下。三星手握更厚的家底和更先进的制程，选择了火力全开、满产不减，把行业本已过剩的供给继续往死里灌。价格就此被死死摁在水面之下，一按就是一年多。

对手扛不住了。其中最著名的牺牲品，是德国的 奇梦达（Qimonda）——它从芯片大厂英飞凌（Infineon）分拆出来，一度是全球第五大 DRAM 厂商。整个 2008 年，奇梦达几乎每卖出一片晶圆都在亏钱，一边流血一边拼命想抢在现金烧光前切换到更省成本的新制程。可它没跑赢。2009 年 1 月，在最后一笔救命资金没能到位之后，奇梦达申请破产，成为这轮周期里最响亮的一声塌方。而它一倒，市场供给骤减，DRAM 价格随即反弹——活下来的人，开始收割。

人话：三星干的事，翻译成大白话就是——“我知道现在大家都在亏，但我兜里的钱比你多。我就陪你一直亏下去，看谁先倒。”结果奇梦达先倒了。奇梦达一死，芯片立刻涨价，账最后算下来，三星那几年流的血，全从涨价里赚了回来还有富余。

把线埋在这里：那被熬的一方呢？

讲到这儿，一个问题应该已经浮到你嘴边了：既然反周期是“谁钱厚谁赢”的游戏，那些钱不厚、又恰好在谷底背着一身债的公司，岂不是必死无疑？

是的。在这套逻辑里，它们就是被三星们盯上、准备熬死的猎物。它们没有深口袋，没人无条件撑腰，两次濒死都精准地踩在周期最低点加上高负债这两根钉子上——正是本该被消耗战淘汰掉的那一类。

这本书的主角，海力士，正是长期站在“被熬”这一边的那一个。

所以真正反常识、真正需要解释的，不是三星为什么能赢——它有钱有胆有靠山，赢是应该的。真正的谜是：一个屡屡处在猎物位置、两度被推到破产边缘的公司，凭什么没有像奇梦达那样躺在周期的谷底再也起不来？它是靠什么熬过了那些本该要它命的冬天？

它怎么熬、被谁托着熬、又是怎么从被熬的一方一点点熬成今天的巨头——那是从第七章、第八章开始，我们要一幕一幕拆开的故事。你先把这一章的规则记牢：这是一场死亡游戏，规则冷酷而清晰，而海力士，是那个不该活下来却活下来的活口。

第五章 · 从造船厂里长出来的芯片

第五章 · 从造船厂里长出来的芯片

前面四章我们把这场死亡游戏的规则讲透了：DRAM 是标准品，价格不由你说了算（第三章）；行业像猪周期一样上蹿下跳，谁在谷底敢流血、且流得起，谁就能熬死对手（第四章）。规则铺完，从这一章起，我们要请出主角，看它是怎么一脚踏进这个绞肉场的。

但一开局就有个让人摸不着头脑的问题：**一家造船、造车、盖楼的重工业公司，好端端的，为什么要跑去造世界上最精密的芯片？**这不是一句「多元化」能打发的。要讲清楚它，我们得先认识一个中国人不太熟、却是理解整个韩国经济的钥匙——财阀。

先搞懂：什么是财阀

财阀 (chaebol)，说人话就是：**一个家族说了算、什么生意都做的超级巨型集团。**

「chaebol」是韩语音译，字面意思接近「财富家族」。它和西方大公司最大的不同在于两点。

第一，**什么都做，而且是横跨八竿子打不着的行业。**同一个财阀，可能一边造轮船、一边造汽车、一边盖大楼、一边开保险公司、一边卖方便面。在美国你很难想象通用汽车顺手去搞人寿保险，但在韩国这是常态。第二，**家族绝对控股、集团内部互相输血。**集团是个大钱袋，哪块业务现在赚钱，就把利润抽出来，砸到另一块正在烧钱、暂时不赚钱的新业务上。

大白话

人话：财阀 = 一个家族控制的「什么都做的联合企业」，内部有一个共享的大金库。造船赚的钱可以拿去养刚起步、还在亏损的芯片厂，撑好几年不指望它马上回本。你把它想成一个有无数个口袋、口袋之间可以随便挪钱的巨人就对了。

为什么要专门讲这个？因为你回头看第四章那个反周期打法——要在谷底别人都不敢动时反着砸重金，需要三样东西：赌性、深口袋、撑腰的人。财阀这套体制，天生就凑齐了这三样。家族一个人拍板，不用看季度报表脸色（赌性）；集团大金库能连亏好几年输血（深口

袋)；再加上下面要讲的政府在背后一起推(撑腰的人)。**财阀简直就是为「烧钱赌周期」这种游戏量身定做的选手。**这一点，是理解韩国为什么能在存储行业后来居上的底层原因，请先记牢。

1983：一个魔幻的年份

现在把镜头拉到 1983 年。这一年在韩国半导体史上，是开天辟地的一年，因为有两个财阀几乎同时下了同一个大注。

先说更有名的那个。1983 年 2 月，三星集团的创始人、当时已经 73 岁的 李秉喆 (Lee Byung-chul)，在日本东京公开宣布：三星要举全集团之力进军 DRAM。这就是韩国商业史上著名的 东京宣言。他当时几乎调动了集团的全部家底(约四亿美元)押注这件事，而且是顶着手下几乎所有高管的一致反对拍的板——高管们觉得这是拿全集团去送死。可就在这一年 11 月，三星硬是把 64K DRAM 给做出来了，让韩国成为继美国、日本之后第三个能造 64K DRAM 的国家。

而几乎在同一时间，另一个财阀也动了手。1983 年，现代集团 (Hyundai) 的创始人 郑周永 (Chung Ju-yung)——就是那个靠造船、造汽车、搞建筑把现代做成韩国顶级财阀的传奇人物——成立了 现代电子 (Hyundai Electronics Industries)，在京畿道利川破土动工，盖起第一座芯片厂，一头扎进了半导体。**这家现代电子，就是本书主角海力士的前身。**四十年后它会叫 SK 海力士，但它的第一声啼哭，是在 1983 年一家造船财阀的账本里发出来的。

大白话

人话：1983 年，两个原本造船、造车、盖楼的韩国重工业家族，前后脚闯进了当时全世界最尖端、最烧钱的芯片行业。三星那一支后来成了霸主，现代那一支就是我们要讲四十年的海力士。海力士的起点，不是硅谷车库里的极客，而是一家重工业财阀的一个新事业部。

为什么造船的要去做芯片

回到最初那个问题：郑周永一个造船造车的人，凭什么觉得自己能造芯片？这背后不是一时冲动，是一整套国家意志加商业算计。

先看大背景。1980 年代初，全球 DRAM 是**日本的天下**。NEC、东芝、日立这些日本公司，靠着极致的良率和成本控制，在 DRAM 上把美国英特尔（Intel）打得节节败退——正是英特尔在 1970 年最早把 DRAM 做成了赚钱的商品，这门生意几乎是它一手开创的。到 1980 年代中期，英特尔干脆认输，退出了 DRAM 生意，转身去做它后来赖以称霸的 CPU。这是件震动整个科技界的大事：连把这门生意做起来的开创者，都被后来者用「更便宜地造」这一招赶出了自己开创的市场。

日本是怎么赢的？靠的正是第三、第四章讲的那套逻辑——DRAM 是标准品，拼的不是谁发明的、不是谁有生态，而是**谁造得又好又便宜、谁敢在周期里砸钱扩产**。日本用举国的资本和一丝不苟的制造能力，把这条路走通了，从美国人手里抢下了市场。

而这一幕，被韩国人看在眼里，心里冒出的念头是：**日本能从美国手里抢，那我们为什么不能从日本手里抢？**

后发者的算盘：为什么偏偏选 DRAM

这里有一个特别关键、也特别值得理工脑咂摸的选择——韩国人要进半导体，为什么选的是 DRAM，而不是当时更风光的 CPU？

答案，恰恰藏在前面几章的道理里。我们把 CPU 和 DRAM 摆在一起比：

- **CPU 有护城河，后发者进不去。**第三章说过，英特尔的 CPU 卖的不是硅片，是整个 x86 指令集生态——几十年的软件、系统全绑在上面。一个韩国新玩家就算造出一颗性能不错的处理器，也没人敢用，因为软件跑不起来。生态护城河是几十年砸出来的，钱买不来、时间等不起。
- **DRAM 没有护城河，正好留给后发者。**DRAM 是标准品（有 JEDEC 那本「宪法」钉死规格），谁造的都能随便换。这意味着它拼的**只是制造和资本**——把良率做上去、把成本压下来、在周期里敢砸钱。这些东西，是可靠「买技术授权 + 逆向工程 + 疯狂投资 + 低成本人力」在十年里追出来的。

人话：护城河这东西，对守城的人是宝，对攻城的人是绝路。CPU 是一座几十年的城，你攻不进去。而 DRAM 压根没有城墙，它拼的是谁的工厂更能打、谁的钱包更能扛——这恰好是一个又肯砸钱、又有廉价勤奋工程师、又有国家撑腰的后发者，唯一有机会翻盘的战场。选 **DRAM**，不是因为它容易，是因为它是穷追猛赶者唯一能赢的那种难。

而且，DRAM 是标准品还有一层好处：**技术会扩散**。标准品意味着大家造的是同一种东西，工艺 and 知识没法像生态那样被一家独占，它会通过设备商、通过人才流动、通过专利授权慢慢外溢。后发者可以买到设备、买到授权、挖到人，把领先者的技术一点点学过来——你追的是一个会往你这边漏水的目标。这就是为什么在标准品市场里，「后来居上」是可能的，而在生态型市场里几乎不可能。

举国之力：这不只是一家公司的赌

但光有算盘还不够。DRAM 是个吞钱的无底洞，一座厂几十亿美元、还要连亏好几年赌周期（第四章）。一家公司单打独斗根本扛不住。韩国真正的杀手锏，是把这件事变成了**国家工程**。

韩国政府把半导体定为国家级战略产业，用政策把整个国家的资源往这个方向拧：给财阀低息贷款、给税收优惠、组织产学研一起攻关、扶持国产化。于是你看到的不是三星、现代各自孤零零地砸钱，而是**政府在背后推、财阀在前面冲**的举国追赶。这正好补上了第四章那个反周期打法里最难凑齐的一环——「撑腰的人」。当亏损来临、账面难看时，背后站着的是国家产业政策，而不是一群只看季度分红、动不动就喊撤的股东。

所以韩国进 DRAM 这件事，本质上是一次**国家级的反周期豪赌**：趁着自己是穷追者、成本还低的时候，用国家和财阀合在一起的深口袋，去啃一块日本人正靠资本消耗战守着的市场。它赌的是自己比日本更能熬、更能亏、更能砸。

但同一起跑线上，现代不是三星

讲到这，你可能觉得现代电子前途一片光明。别急，这一章最后要埋下一根贯穿全书的线——同样是 1983 年起跑，同样是财阀撑腰，**现代电子从一开始就不是那个跑在最前面的。**

在韩国这三家（三星、现代、后来还有 LG/金星半导体）里，现代电子是**规模最小的追随者**。它进 DRAM 比三星起步略慢、投入的家底也没三星那么厚。三星是李秉喆用整个集团的命去押、一门心思要当世界第一；而对郑周永的现代集团来说，芯片只是它庞大版图（造船、汽车、建筑才是主业）里的一块新业务。这个位置差异，会在往后几十年里反复要现代电子的命。

为什么？把它接回第四章的死亡游戏你就懂了：反周期是「谁钱厚谁赢」的耐力赛。三星现金厚、赌得起，是那个在谷底满产不减、专门熬死别人的猎人；而现代电子现金没那么厚，规模没那么大，一旦撞上周期谷底又背着债，它就天然站在「**被熬**」的那一边——正是第四章结尾说的、本该被消耗战淘汰掉的那类猎物。

大白话

人话：现代电子和三星是同年同月出发的同学，但一个是家底最厚、一心夺冠的尖子生，一个是资源有限、跟在后面的追随者。在一个「谁能扛住连年亏损谁就活」的游戏里，这点家底的差距，就是生和死的差距。现代电子先天现金薄，这根「脆弱」的引线，从 1983 年它诞生那天起就埋下了。

这一章记住什么

我们讲清了一个反直觉的开端：海力士不是从芯片极客手里长出来的，而是从一家造船、造车、盖楼的重工业财阀里长出来的。而这不是荒诞，恰恰是精准的选择——**DRAM 这场游戏拼的是资本、制造和赌周期的耐力，而不是生态护城河，这正好是财阀体制和举国之力最擅长、后发者唯一能赢的战场**。1983 年，三星和现代前后脚闯进来，韩国用国家意志向称霸全球的日本 DRAM 发起追赶。

但同一天出发，命运的伏笔已经埋下：现代电子是三家里家底最薄的追随者。它有财阀撑腰能起跑，却没有三星那样厚到可以随便流血的口袋。这根「脆弱」的引线，会在下一章被狠狠拽一下——1999 年，一纸政府主导的强制合并，把它推向一个它从没想过、也从没准备好的处境。那就是我们要讲的「Big Deal」。

第六章 · Big Deal：政府拿枪逼出来的婚姻

第六章 Big Deal：政府拿枪逼出来的婚姻

上一章结束时，现代电子刚刚在 DRAM 战场站稳脚跟，韩国半导体也追着日本人的尾灯往前赶。看起来一切向好。然后，1997 年冬天，天塌了。

这一章讲一桩在韩国产业史上被反复争论的事：政府用行政命令，把两家原本各过各日子的公司，硬捏成了一家。没人情愿，但没人拗得过。这也是本书主线——「国运」——第一次以最赤裸的方式，直接伸手拨动了这家公司的命运。

先说那年冬天：外汇枯竭

要理解这桩婚姻，得先理解逼婚的枪从哪来。

1997 亚洲金融危机（韩国人自己习惯叫它「IMF 危机」）——这年从泰国开始，一场货币踩踏席卷东亚。轮到韩国时，问题集中在一个词上：**外汇枯竭**。

大白话

用软件工程师能秒懂的比方：一个国家的外汇储备，就像服务器的连接池。平时你借短期外债、还短期外债，池子里的美元进进出出，转得挺欢。可一旦国际市场慌了、大家同时来抽钱，短期债务集中到期，你手上的美元瞬间被抽干——连接池耗尽，请求全部超时，系统直接雪崩。1997 年底的韩国就是这个状态：账面上欠着一屁股短期外债，手里的美元却快见底了。

为什么会欠这么多？因为韩国的财阀（大企业集团）多年来玩的是同一套打法：**借钱、扩张、再借钱、再扩张**。负债率普遍高到吓人——很多财阀的负债是自有资本的四五倍。经济好的时候，这叫「杠杆」，是英雄气概；经济一崩，这叫「资不抵债」，是催命符。

1997 年 12 月，韩国政府没办法，向 IMF（International Monetary Fund，国际货币基金组织）——你可以理解成「国家级的紧急放贷人」——借了约 **580 亿美元** 救命。但 IMF 的钱不白借，附带一长串条件，核心一条是：**彻底改造你这套财阀经济**。韩元当年对美元几

乎腰斩，大批财阀连环倒下——第二年，排名第二的大宇集团也解体了。整个国家进入「休克疗法」。

金大中的药方：Big Deal

1998 年初上台的金大中政府，接过了这个烂摊子。他们对财阀病根的诊断是这样的：

财阀们太爱面子、太爱大而全了。每家都想什么都做，于是同一个行业里，好几家财阀重复投资、重复建厂、互相压价，产能严重过剩。半导体就是重灾区——现代做、LG 也做、三星更做，全在拼命扩产 DRAM，结果全球供大于求，价格烂到地板。

政府的解法，叫 Big Deal（大交易，韩国官方叫「事业交换」）。

大白话

Big Deal 说白了就是政府当媒婆兼裁判：「你们这些财阀，每个行业别再一窝蜂了。政府划几个重点行业——半导体、汽车、石化、航空、发电设备等等——每个行业只准留一两家。谁擅长做什么，就把别人手里同类的业务接过去；谁不擅长，就交出来。相当于财阀之间互相『换业务』，你把电力设备给我，我把半导体给你，最后每样东西只剩一个玩家。」

逻辑上听着挺清爽：消灭重复投资，集中火力，规模做大，去和日本人、美国人拼。但「换业务」这三个字，一旦落到具体公司头上，就是活生生的血肉——尤其当一家赚钱的好生意，被要求「交出来」的时候。

半导体这一桌：现代和 LG 二选一

Big Deal 涉及好几个行业，但真正打成一场硬仗、也是唯一真正完成的半导体交换，就是这一桩：**现代电子和 LG 半导体，只能留一家。**

LG 半导体（LG Semicon） 是 LG 集团的芯片业务，当时是全球第六大存储芯片厂；现代电子排全球第三。政府的意思是：你俩合并，减少内耗。问题在于——谁吞谁？

这里是全章最有戏的地方。**LG 半导体当时的经营状况，并不比现代电子差，甚至不少人认为更好。**它的良率、技术、财务，在业内口碑都不弱。凭什么是它交出来、被现代吞掉？LG 死活不肯。

于是政府请了个「第三方」来评理：美国咨询公司 Arthur D. Little (ADL) ——一家老牌管理咨询机构，请它来做所谓的独立评估，看这两家里谁更有资格主导合并后的新公司。

ADL 的评估结论是：在选定的 15 项标准上，现代样样得分更高，建议由现代主导，合并后现代持股约 70%。

大白话

你可以合理怀疑这个「客观评估」有多客观。LG 当场炸了：威胁要起诉 ADL，痛斥这是外人干涉自家生意。很多观察者到今天仍认为——真正拍板的从来不是那 15 项打分，而是政府的态度早就定了，ADL 只是给一个政治决定披上「专业中立」的外衣。真正的枪，是贷款：财阀高度依赖银行续贷，而银行听政府的。你不点头合并，你集团的其他公司想借的钱、想展期的债，可能就没了。这才是逼婚的枪口顶在腰上的感觉。

LG 最终扛不住。1998 年底方案敲定，1999 年 5 月双方签下正式协议：现代电子收购 LG 半导体约 59% 的股份，作价约 **2.56 万亿韩元**（当时约合 20 多亿美元）。合并于 1999 年下半年推进完成。

从此，LG 彻底退出了 DRAM 生意。一家在很多人眼里做得不错、甚至更好的芯片公司，就这样被行政命令抹掉了。直到今天，这仍是韩国产业史上争议极大的一幕——不少人认定：政府亲手拆散了 LG 一门好生意，也让 LG 集团对芯片彻底心灰意冷，多年不再碰。

问题是，赢家真赢了吗？

表面看，现代电子是赢家：吞下老六，规模一跃更大，全球 DRAM 座次更靠前。但这场「胜利」从第一天起就带着毒。

问题出在**钱**上。收购 LG 半导体的那两万多亿韩元，现代不是从口袋里掏现金付的——本就负债累累的现代电子，为了这桩包办婚姻，又背上了巨额新债。合并让公司体量变大，也让公司的负债表变得更吓人。

再打个工程师的比方：这就像把两个各自都快扛不住负载的服务，硬合并成一个巨型单体。你以为合起来能共享资源、扛得更稳；实际是把两边的技术债、两套不兼容的架构、两拨互相看不顺眼的团队，全塞进一个进程里。整合成本高得离谱，谁也不服谁，而账上的债务利息，每天都在滴答走。

更要命的是时机。半导体是出了名的周期行业，价格像过山车。而这场强扭的合并刚刚落地，全球 DRAM 市场就迎来一次史诗级的崩盘——2001 年，DRAM 价格暴跌到很多厂商每卖一颗都在亏钱。

一家负债累累、整合还没理顺、又撞上行业最惨寒冬的公司，会发生什么？这就是下一章的故事：现金流断裂，濒临破产。

改名：Hynix 登场

把时间线交代完整：到了 2001 年，现代集团自身也麻烦缠身，这块烫手的半导体业务从现代集团里被剥离出去，独立门户。2001 年 4 月，公司正式改名为 Hynix（海力士，Hynix Semiconductor），并剥离掉存储以外的其他业务，专心做芯片。

「Hynix」这个名字，据说取自 Hy（Hyundai 的痕迹）加上一个听着更现代、更全球化的后缀——它想跟「现代」这个包袱切割，重新做人。但改名容易，甩掉那身债不容易。海力士一出生，就背着一桩政治包办婚姻留下的巨债，走进了它一生中最接近死亡的一段路。

这一章真正想说的

回到本书的主线。前面几章，我们看到的是工程师、企业家在拼技术、拼良率、拼产能——那是「人」在决定公司命运。

但这一章不一样。决定这家公司走向的，不是它自己的技术，也不是它自己的意愿，而是**国家的手**：政府定政策、银行掐贷款、财阀被迫服从。三者拧成一股绳，公司连「我不合并行不行」的选择权都没有。

在韩国，一家半导体公司从来不完全属于它自己。财阀、政府、银行，三位一体地攥着它。国家想让它活，它就有救命钱；国家想让它换个活法，它连拒绝的资格都没有。

Big Deal 是这条「国运」主线上，国家第一次直接、公开、不容商量地下场。它给海力士埋下了一颗定时炸弹，也定义了这家公司此后几十年的宿命底色：**它的生死，从来都不只是它一个人的事。**

炸弹的引信，在 2001 年被点着了。下一章，我们看它怎么一步步走到破产的悬崖边。

第七章 · 现金流断掉的那一年

第七章 · 现金流断掉的那一年

2001 年，如果你走进 Hynix 的一间会议室，桌上摊着的不是产品路线图，而是一张越来越短的日历——上面圈着一个又一个还债日。公司刚在前一年背上合并 LG 半导体留下的巨额债务，改了名，换了招牌，正准备喘口气。结果它连一口气都没来得及喘：外面的世界，把内存的价格砸穿了地板。

一颗芯片卖不到一美元

先说清楚 2001 年到底发生了什么。1999 到 2000 年，全世界都在疯狂建网站、买电脑，DRAM——就是你电脑里那根内存条上的颗粒——供不应求，全球 DRAM 一年能卖出将近 300 亿美元。厂商们看着订单雪片一样飞来，纷纷加码扩产。

然后互联网泡沫破了。网站一批批倒闭，公司不再疯狂采购电脑，PC 需求断崖式下跌。可工厂不是水龙头，说关就关——芯片还在源源不断地从产线上下来，需求却没了。供大于求，价格就崩。2001 年，DRAM 价格暴跌了近九成，最惨的时候，一颗 128 兆的 DRAM 芯片**现货价跌破 1 美元**——而这已经低于它的制造成本。

大白话

翻译成大白话：Hynix 每造出一颗芯片、卖出去一颗，都在亏钱。造得越多，亏得越狠。这不是「生意不好做」，这是「越干活越穷」。那一年，公司亏掉了约 5 万亿韩元。

什么叫「现金流断掉」

现金流 (cash flow)，指的是一家公司账上真金白银的进进出出——卖东西收进来的钱，和付工资、付电费、还利息付出去的钱。它和「账面利润」是两码事。你可以在报表上写着「资产一千亿」，但如果这个月要还的利息，账上没现钱付，你照样会死。

做个类比。现金流之于公司，就像血液之于人。一个人可能名下有几套房（资产很多），但如果心脏这个月停止供血，房子再多也救不了他。Hynix 当时就是这样：它有厂房、有设备、有技术，账面家当不算少，但卖芯片换回来的活钱，已经**覆盖不了每期要还的利息**。血，正在断流。

更要命的是它头上那座债山。合并 LG 半导体后，Hynix 的负债规模高达十几万亿韩元量级。当卖货的钱还不上利息，公司就滑向了一个词——资不抵债：把全部家当（资产）都变卖了，也不够还清欠的债。用家庭来比，就是房子车子存款全卖光，还欠银行一屁股。到这一步，一家公司在法律和会计上，其实已经「死」了一半。

被债主接管的公司

2001 年，Hynix 正式从现代集团剥离出来——现代不想（也无力）再替这个烧钱的窟窿兜底了。控制权落到了谁手里？不是新股东，而是**债权团**。

债权团（creditors' committee），就是一群借钱给 Hynix 的银行，凑在一起成立的委员会。你可以把它想成一个「债主联盟」：既然这家公司还不上钱，那还钱这件事怎么办、公司往后怎么走，就由借钱的人开会说了算。牵头的，是韩国外换银行（KEB, Korea Exchange Bank） 这家主办债权行，加上韩国产业银行（KDB, Korea Development Bank） 等一批国有、半国有银行。

大白话

这里有个关键背景：1997 年亚洲金融风暴之后，韩国政府用公共资金救活了一批快倒闭的银行，所以到 2001 年，Hynix 最大的那几家债主银行，本身就是政府控制的。于是「银行救 Hynix」这件事，本质上是「国家的钱在救 Hynix」——这条线，后面第九章会变成一颗炸弹。

就这样，一家私营公司，被它的债主们接管了。管理层还在，招牌还挂着，但真正拍板的手，握在债权团手里。

本章的灵魂：明明该死，为什么不让它死？

现在到了这一章最反直觉、也最值得琢磨的地方。

按最朴素的商业逻辑：一家公司资不抵债、每天在失血、看不到止血希望，正确操作应该是**破产清算**——把工厂设备卖掉，能收回多少算多少，债主们按比例分残值，止损离场。这叫「快刀斩乱麻」。

可债权团没有这么做。相反，从 2001 年起，他们一次次**债务重组**（debt restructuring）——把还不上债展期（晚点还）、**削减**（少还点）、甚至**债转股**（把欠的钱换成公司股份，不还了，我当股东）——还追加注入新的贷款。2001 年的一揽子救助规模高达约 70 亿美元，其中包括把约 20 亿美元的债务直接转成股权。银行不但没收刀，还往这个流血的伤口里，继续输血。

为什么？三层理由，一层比一层深。

理由一：大到不能倒

大到不能倒（too big to fail），意思是一家机构大到、连得太广，一旦它倒下，会像多米诺骨牌一样带塌一大片，波及整个经济，于是别人不敢让它倒。

Hynix 就是这样一个存在。它是韩国的出口支柱之一，直接雇着几万人，背后还牵着数不清的上游供应商、下游客户、协作工厂。它要是清算破产，几万人失业，一长串供应商跟着断粮，出口数字塌一块。更直接的是——那些借钱给它的银行怎么办？它一破产清算，银行借出去的十几万亿韩元大部分就变成**坏账**（收不回来的烂账），银行自己的账本也要受重创。

大白话

这里藏着一个冷酷的算盘：银行救 Hynix，一半是在救自己。让它倒，银行认下全部损失；让它活，银行至少还有翻本的可能。已经上了同一条船的人，很难跳下去。

理由二：沉没成本，骑虎难下

第二层，是所有赌徒都懂的心理。已经投进去这么多了，现在清算，只能拿回一点点残值；可要是再顶一顶、赌它熬到下一轮涨价，说不定能连本带利拿回来。

DRAM 是一门出了名的**周期**生意——价格像潮水，涨几年、跌几年。2001 年是谷底，但谷底之后，历史上总会有下一波涨价。债权团赌的就是这个：只要 Hynix 别在最冷的这个冬

天冻死，等春天一来，一颗芯片重新卖出好价钱，公司就能自己造血还债。清算是把牌一把掀了认输，重组是留在牌桌上等下一手。

理由三：这是国运，半导体不能丢

第三层，也是这本书一直在讲的那条主线——国家战略。

对韩国来说，半导体不是一门普通生意，是压箱底的国之重器。如果 Hynix 倒了，结局无非两个：要么整个韩国存储产业只剩三星一根独苗，要么 Hynix 的技术和工厂被外国公司低价买走。这两个结果，韩国都不能接受。存储芯片这张牌，一旦从手里滑走，就再也拿不回来了。

所以救 Hynix，在决策者眼里从来不只是救一家公司，而是**守住一个产业、守住一张国家级的底牌**。这也是全书「国运」这条线的一个高潮：一家民营企业濒死之际，托住它的，是国家的意志和国家的钱包。

但这公平吗？

把上面三条理由摆在一起看，你会闻到一丝不对劲。

说穿了，这是**用纳税人和银行储户的钱，替一家私营公司的周期豪赌兜底**。DRAM 价格好的时候，赚的是股东的；价格崩的时候，亏损却由国有银行、由公共资金来接盘。赢了归自己，输了大家扛——这在经济学上叫「道德风险」，在朴素的公平感上，它就是让人皱眉。

而且别忘了，Hynix 靠输血活下来，意味着它会继续开工、继续往本就供大于求的市场里倒芯片，把价格压得更低。对手怎么想？

大白话

记住这个不公平的问号。第九章，大洋对岸的美光、还有美国和欧洲政府，正是死死咬住这一点——他们会说：Hynix 不是靠本事活下来的，是靠「政府补贴」硬撑的，这是不正当竞争。一场跨国的反倾销大战，导火索就埋在 2001 年这几笔救命钱里。

2001 年就这样过去了。Hynix 没有死，但也谈不上活——它更像被债主用一根管子吊着的病人，心跳靠外接的泵维持。控制权交了出去，非核心业务（LCD、消费电子、通信设备）被一块块剥离卖掉，只剩下最核心的存储业务，孤零零地扛着。

银行做出了那个反直觉的选择：不让它倒。可选择「不让它倒」，只是回答了第一个问题。接下来还有第二个、也是更难的问题——一家被债主接管、还在亏钱的公司，究竟要怎么熬过这个漫长的冬天，才能等到春天？那，是下一章的事。

第八章 · 债权团托管下的以战养战

第八章 债主当家的日子——以战养战

上一章我们把海力士推到了悬崖边：2001 年前后，DRAM 价格崩到成本线以下，公司背着近八万亿韩元的债，现金快见底，最后被以韩国产业银行（KDB）、韩国外换银行（KEB）为首的债权团（一百多家把钱借给它的银行凑成的团体）接管。原来的现代系大股东被稀释出局，公司从此进入一段古怪的日子——它没有了真正意义上的老板，当家做主的是一群银行。

这一章要回答一个反常识到近乎离奇的问题：**一家被债主接管、没有真正主人、账上缺钱的公司，怎么在全世界最残酷的行业里不但没死，还把技术和市场份额一路往上做？**

先把这荒诞讲透：银行当家，本该是死路

回想第四章那条铁律——在 DRAM 这个行业，谷底不能收缩，谷底反而要反周期投资：趁价格崩、大家都不敢动的时候逆势砸钱，盖新厂、上更先进的制程，好几年后赶上新一轮涨价，用更低的成本收割。这需要三样东西：赌性、深口袋、撑腰的人。

现在问题来了。接管海力士的是银行。银行是什么物种？它借钱出去，图的是本息安全回收，天生厌恶风险。对一个已经烂账缠身的公司，银行的本能只有一个字：**省**。少投钱、别扩产、别冒险，能卖的资产赶紧卖了还债，最好赶紧把这烫手山芋脱手。

大白话

人话：让银行来经营一家 DRAM 公司，就像让一个只想着“别把本金亏掉”的会计，去打一场必须敢全下的德州扑克。牌桌规则是“谷底敢流血才能活”，而当家的人本能是“别下注、快离场”。这两件事天生打架。所以按常理，海力士这样被债主接管，等于被判了缓期执行——迟早在下一次价格战里被三星们熬死，像后来的奇梦达那样躺在谷底起不来。

可它偏偏没死。要理解这一点，我们得一件一件看它是靠什么熬过来的。

第一根支柱：靠工程能力，把成本硬压下去

海力士活下来的第一个、也是最硬核的本事，是制程升级（也叫技术迁移）——把生产线从旧工艺换到更先进、线宽更小的新工艺。

这里得先讲清一个基本盘。造 DRAM 是在一片圆圆的晶圆（wafer，切芯片用的硅圆片）上，密密麻麻地"印"出成千上万颗芯片，再切开。工艺越先进、线宽越细，同样一片晶圆上就能塞下越多颗芯片。你想，一片晶圆的加工成本大体是固定的，如果这片晶圆从能切 100 颗进步到能切 150 颗，那每颗芯片摊到的成本立刻降下一大截。

再加一个词：良率——一片晶圆造出来，能用的好芯片占多大比例。良率从七成提到九成，等于凭空多出两成货，成本又往下压一截。

大白话

人话：制程升级 + 良率提升，合起来就一句话——**让每一颗芯片造得更便宜**。在一个卖标准品、价格由供给说了算、谁也没法靠品牌卖高价的行业里，成本就是命。你成本比对手低，价格跌到同一个水平时，别人卖一片亏一片，你卖一片可能只是少赚、甚至还赚。价格战打到最后，先失血过多倒下的，一定是成本高的那个。

海力士这段被托管的日子，恰恰在制程和良率上进步神速。它没钱大手大脚盖一堆新厂，就把有限的资源死磕在"用现有的厂、把工艺一代一代往前逼"上——工程师们靠改进流程、优化设计，把每片晶圆的产出一点点抠上去。这是一种被穷逼出来的精打细算：别人靠砸钱扩产能，它靠工程能力把单位成本压到能活下去的水平。到 2004、2005 年市场回暖时，海力士已经被《纽约时报》称作芯片业的"翻身宠儿"，靠着削成本和行情反弹重新赚起了钱。

第二根支柱：卖资产、砍开支、债转股，反复续命

光靠工程还不够，前几年它还在流血，得有人不断给它输血、给它止血。这活儿，恰恰是债权团在干。

方式有三种，都很直白：

- **卖掉不赚钱的家当。** 债权团要求海力士砍掉非核心业务，聚焦在内存主业上。它卖掉了非存储的芯片业务（后来独立成了 MagnaChip），换来现金还债，也甩掉持续烧钱的窟窿。（它在美国俄勒冈州的工厂后来也关停了，不过那已经是 2008 年金融危机时的事。）

- **拼命砍开支。** 削减一切能削的成本，把公司瘦身到能在低价里活下来的体量。
- **债转股续命。** 这是最关键的一招。

什么叫**债转股** (debt-for-equity swap)？本来海力士欠银行的是债——到期就得还本付息，还不上就破产。银行把这笔债转成股权，等于说："你别还这笔钱了，这钱算我入股。"一转，海力士账上的债务负担立刻减轻，短期还钱的压力没了；银行呢，则从债主变成了股东。2002 年前后，海力士的债权银行们就把大批债务转成了股权。加上一轮又一轮的债务展期（延后还钱）、减债，这套组合拳把它一次次从断气边缘拉回来。

大白话

人话：债转股就是"欠的钱不用还了，改成算我股份"。对快断气的公司，这是最猛的救命针——一笔勾销掉一大块债，立刻能喘气。海力士这几年就是靠债权团反复地"展期、减债、债转股"续命，硬是撑过了最冷的那几个冬天。

第三根支柱：赌对了周期，靠涨价回血

熬，是为了等一个东西——下一轮涨价。

DRAM 是猪周期的超级加强版，跌得狠，涨得也猛。谁能在谷底不倒、把产能和技术保住，等供给出清、价格反弹的那一刻，就能靠涨价狠狠回一大口血。海力士这段时间反复押的就是这个：用市场份额换时间，赌自己能熬到下一轮上升期。

它真的赌赢了几次。2004、2005 年前后 DRAM 回暖，之前咬牙压下来的成本、保住的产能，一下变成了实打实的利润，账面回正，开始还债。2009 年那轮更典型——德国的奇梦达在年初倒下（第四章讲过那一幕），市场供给骤减，DRAM 价格随之反弹，熬过来的海力士又靠涨价狠狠回了一次血。每一次涨价，都是对它"没在谷底躺平"的奖赏。

更深的一层：正因为"烂命"，它才敢赌

讲到这儿，本章最反直觉的观察该端出来了。

我们开头说，银行当家、厌恶风险，本该逼着海力士收缩、不敢反周期。可实际结果却拧了个弯——它没有像三星那样在谷底大手笔砸钱扩产（那种钱它根本没有），但也没有躺平失血：它把仅有的资源死死压在制程升级和良率上，把单位成本一点点抠下来，硬是没让产能

塌掉、没让自己在冬天冻死。这不是教科书式的逆势扩张，而是「谷底不躺平」的省钱版反周期。为什么被债主管着还能做到这一步？

因为它凑齐了第四章那三样里最难凑的两样，而且是用一种别人学不来的方式凑齐的：

- **赌性，来自"烂命"。** 一个患得患失的正常老板，在连年亏损时会本能地保命、收缩、给股东交代。可海力士这时候没有这样一个老板——它已经跌到谷底，债都快还不上，光脚的不怕穿鞋的。反正已经这样了，收缩是等死，不如把仅有的资源压在制程升级上赌一把上升期。**没有一个患得患失的主人，反而卸掉了"不敢赌"的包袱。**
- **深口袋，来自"国家兜底"。** 它背后站着以国有的产业银行为首的债权团，还牵动着韩国的产业政策和就业。这些银行不愿意让它就这么倒——一倒，之前借的钱全打水漂。于是它们只能一次次债转股、展期、减债，硬把海力士托着不让它死。这就意外地给了它一个连亏几年也塌不了的"深口袋"。

大白话

人话：反周期投资本该只属于"有钱有胆有靠山"的选手，海力士哪样都不占。可命运给它拼了个山寨版——赌性是被"反正烂命一条"逼出来的，深口袋是"国家/银行不敢让它倒、只能一直续血"顶出来的。**"烂命" + "国家兜底"，意外地凑成了反周期需要的赌性和深口袋。**它不是想当赌徒，是被环境逼成了赌徒，然后侥幸赌赢了几把，活了下来。它就是第四章说的那个"不该活下来却活下来的活口"——用一种最不体面的方式活了下来。

这也正好回应了第四章那句"普通公司学不会反周期"。普通公司学不会，是因为它有个怕亏损的老板、有群要分红的股东。而海力士这几年恰恰这两样都没有——它是一具被债主托着、被逼着往前冲的躯壳。它的反周期，不是精心谋划的战略，是被逼到墙角后唯一的活路。

把线埋在这里：托管总要有个尽头

就这样连熬带赌，到 2011 年前后，海力士已经不是当年那个奄奄一息的病人了。制程追得不错，成本压住了，DRAM 里的市场份额稳稳站在世界前列，还在往闪存等新战场扩。它证明了自己不但没死，还越活越硬。

但一个根本矛盾始终没解决：它到现在还是一家被债主临时托管的公司。债权团是银行，不是产业玩家，托管十年，图的从来是尽早收回钱、体面退场，不可能永远当着一家芯片公司

的家。银行需要退出，海力士也需要一个真正懂产业、扛得住周期、愿意长期押注的"正经主人"，来接下这副担子。

换句话说，这个靠"烂命+兜底"侥幸活下来的活口，熬到了一个新问题面前：谁来买下它、给它一个真正的家？这就把我们引向了故事的下一幕——2012 年，SK 集团的登场。

第九章 · 反倾销官司：便宜也是一种罪

第七章、第八章讲的是同一件事的两面：韩国用国有银行的钱，把一家快断气的公司从太平间门口拽了回来。对韩国人来说，这是产业政策的胜利——一个国家不肯让自己的存储命脉倒下。但把镜头拉到太平洋对岸，同一件事有另一个名字：**不公平竞争**。

因为在美国爱达荷州的博伊西（Boise），坐着 Hynix 当时全世界最恨它、也最怕它的对手——美光（Micron Technology）。美光是当时美国本土唯一还活着的 DRAM 大厂。它看着 Hynix 在 2001 年账面上巨亏、股价跌成仙股，本该退场，结果被债权团一注资，居然又满血复活，继续用低价往市场上倒芯片。美光咽不下这口气：**你都亏成这样了，凭什么还能便宜卖？答案很简单——因为不是你在掏钱，是韩国政府在替你掏。**

这一章，就讲这场官司。它是存储史上最著名的一场贸易战，也是本书的一个题眼：芯片这门生意，从来不只是公司和公司在打，而是国家和国家在打。

先把三个词讲成人话

这场仗围着三个法律名词转，我们先用大白话拆开。

倾销（dumping）：一家公司把货卖到别的国家去，卖的价格低于它在本国的售价，甚至低于成本价。目的不是赚钱，是抢地盘——用赔本价把当地对手挤死，等对手死光了再涨回来。

反倾销税（anti-dumping duty）：进口国发现你在倾销，就在你的货进关时加一笔惩罚性关税，硬把你的价格顶回到「公平」水平。相当于海关在门口对你说：你想赔本卖可以，但我先替你把差价补齐，让你便宜不成。

但美光这次玩的不是这个。它掏出的是更狠的第三张牌：

反补贴税（countervailing duty，简称 CVD）：这是专门冲着「政府补贴」去的惩罚关税。逻辑是——如果一家公司之所以能卖这么便宜，不是因为它自己本事大，而是因为背后有政府塞钱，那它的低价就是「假的」，是拿纳税人的钱堆出来的不公平优势。进口国于是加一笔税，把这份政府输血的好处抵消掉。CVD 罚的不是价格本身，而是价格背后那只**看得见的手**。

反倾销税盯的是「你卖得太便宜」，反补贴税盯的是「你为什么能卖这么便宜」。前者查症状，后者查病根。美光要告的，正是病根：韩国政府。

美光的核心指控：银行救援 = 政府补贴

2002 年，故事有个耐人寻味的前奏。那年年初，美光其实开价约 34 亿美元，想把 Hynix 的存储业务整个买下来。谈了几个月，2002 年 5 月，Hynix 董事会把这桩收购否了。买不成，美光就换了打法：既然吞不掉你，那我就让你在我的市场里活不痛快。

2002 年 11 月，美光正式在美国发起反补贴调查，把矛头对准 Hynix（也捎带上了三星）。它的论点，正是第七、八章里我们看到的那套救援动作：

- 韩国产业银行（KDB）、韩国外换银行（KEB）这些国有或国家能使唤的银行，牵头给 Hynix 做**债务重组**——把还不上 的债展期、打折、转成股权；
- 一轮又一轮往里**注资**，把一个资不抵债的公司硬续着命；
- 更关键的是，政府还去**指挥私营银行**：你们不许抽贷，接着给它续贷。

美光说：这一整套，表面上是「银行在做商业决策」，实际上是政府在幕后授意。任何一家理性的私营银行，面对一个连年巨亏的客户，早该止损跑路了，凭什么还追着往里砸钱？只有一个解释——是政府在**指使**它们这么干。

这个词在法律上很关键，英文叫「entrustment or direction」，翻成人话就是政府「委托或指挥」了这些银行。一旦这条成立，那些贷款和注资就不再是普通的商业行为，而变成了政府经由银行这条管道，间接给 Hynix 输送的**补贴**。补贴让 Hynix 在亏损时也能扛住，扛住就能继续低价卖，低价就能抢美光和欧洲厂的饭碗。一环扣一环。

你可以把它想成一场牌局：所有人都在拼谁的现金先烧完，烧完的人下桌。Hynix 手里的现金早该见底了，可它背后坐着一位金主（政府），每次快输光就悄悄从桌下递筹码。美光的控诉不是「你牌打得好」，而是「你后面那个人一直在给你偷偷发钱，这局不算」。

判决：44%、34%，还有日本补刀

各国的裁决陆续落地，数字都不小。

美国：2003 年，美国商务部认定 Hynix 拿到的可反补贴率高达约 **44%**（精确数字是 44.29%），并在当年 8 月正式下达反补贴税令。商务部的措辞几乎照抄了美光的剧本——韩国政府通过「委托或指挥」Hynix 的债权人，去维持这家公司的存续。这等于官方盖章：那不是市场，那是国家救市。

欧盟：欧洲这边也没闲着，欧洲本土的存储厂（如德国的英飞凌）同样是受害者。2003 年，欧盟裁定对 Hynix 的韩国产 DRAM 征收约 **34%** 的反补贴税（终裁 34.8%），理由同样是那些来自国家控制银行的低息贷款构成了非法国家援助。

日本：几年后日本补上一刀。2006 年初，日本对 Hynix 征收约 **27%**（27.2%）的反补贴税，这回在幕后推动的，是日本本土的尔必达（Elpida）和美光的日本子公司。

三大市场先后关门收税。对一家做标准品、全靠走量薄利的公司来说，四成的关税几乎等于把北美市场判了死刑——你的芯片和别人一模一样，凭什么让客户多掏 44% 买你的？

Hynix 的破解：把工厂搬进关税墙里

但 Hynix 找到了一个物理漏洞。反补贴税罚的是「从韩国进口」的芯片；那如果芯片压根不是从韩国进口的呢？

Hynix 手里正好有张牌：它在美国俄勒冈州尤金市（Eugene, Oregon）有一座晶圆厂。于是它把服务美国市场的产能，尽量挪到这座本土工厂——在美国土地上造出来的芯片，不算「进口」，自然也就**不吃那 44% 的税**。一堵关税墙立起来，Hynix 干脆把工厂搬到墙里面去。

这是标准品公司的生存智慧：当规则从价格上卡你，你就从产地上绕它。当然这条路也有代价，尤金厂后来在 2008 年存储大萧条中还是关了门——那是另一个周期的故事了。至于关税本身，韩国把美国和欧盟都告到了世贸组织（WTO），2005 年前后 WTO 在多数争议点上判韩国赢，认为美方对「补贴」和「产业损害」的认定不合规，各国的税率后来陆续被下调、最终取消。但那都是几年后的余波了。

本章的灵魂：便宜什么时候变成了罪

把这场仗抽干净法条，剩下的是一个很硬的道理。

在第三章我们说过，存储是标准品，你的芯片和我的芯片在数据表上没区别，客户唯一在乎的就是价。所以在这行，「便宜」本是**唯一的武器**，谁能把成本压到最低、把价格喊到最狠，谁就赢。这本该是天经地义。

可这场官司揭穿了一件事：当「便宜」不是来自你的工厂效率，而是来自一个国家的银行系统在替你兜底，它就从武器变成了**罪证**。同样是低价，一种是本事，一种是补贴，中间隔着的是那只看得见的手。美光看穿了这一点，于是它不去比谁的制程更省钱（那它比不过），而是去法庭上问一句：你这便宜，干净吗？

这就是本书反复要讲的那层底色：**存储从来不是纯粹的市场竞争，而是国家与国家的产业战争**。第七章韩国肯用整个银行系统给一家公司兜底，第九章美国就必然会喊出「这不公平」。补贴、周期、国运，在这里拧成了一股绳——一家公司的死活，背后站着一个国家愿意为它烧多少钱。

最后留一个反讽收尾，好嚼。二十年后，轮到美国自己发愁本土芯片造不出来，于是端出《芯片法案》（CHIPS Act），拿数百亿美元的政府补贴去砸自家半导体厂——干的正是当年它痛骂韩国政府的那件事。可见「补贴」这顶帽子，是罪还是德，从来不取决于补贴本身，而取决于**谁在补贴、补给谁**。当年 Hynix 靠国家输血活下来被判了 44% 的罪，如今又成了各国争相效仿的产业模板。规则没变，只是坐在被告席上的人换了。

官司打完，税照缴，工厂照搬，Hynix 又一次踉跄着活了下来。它熬过了债权团的托管，也熬过了三大市场的关税围剿。下一章，一个新的名字将走进这家公司的命运——SK 集团。真正的主人，快来了。

第十章 · SK 接盘：财阀二次收购的算盘

前面九章，Hynix 一直是被处置的对象：被债权团托管、被要求降本、被反倾销大棒抽打。它像一个被银行管着钱包的成年人——技术还在、活是能干，但花钱得看别人脸色。这一章，它终于要有一个真正的主人了。

而这个主人，跌破了所有人的眼镜。它不是别的芯片公司，不是外国巨头，而是一个卖手机套餐和炼油的韩国财阀。

先说清楚：为什么急着要卖

把时间拨回 2011 年。此时距离债权团接管 Hynix 已经快十年了。回顾前几章：当年 Hynix 濒死，一群韩国银行（债权团（creditor group）），就是借了钱给它、后来把债转成股权的银行财团）被迫成了它的大股东，一边输血一边逼它减肥。

大白话

你可以把债权团理解成：一群银行本来只是放贷的，结果借款人还不上钱，只好把欠条换成股份，被动成了老板。可银行不是干实业的，它们最想干的事，是尽快把这堆股份卖掉、拿回现金，回去干放贷的老本行。

银行当了十年不情愿的老板，早就想脱手了。Hynix 又是个吞金兽——存储这行，隔几年就得砸几万亿韩元盖新厂、上新制程，慢一步就出局。银行没这个胃口，也没这个专业能力，长期持有对它们是折磨。

于是债权团一次次张罗着找买家。但问题来了：**没人敢接**。早年传闻过美光有意，2009 年还认真谈过一次收购，最后都黄了。原因很简单——2008、2009 年那波存储价格崩盘刚过去，全行业血流成河，谁会在这个时候，去买一家周期性极强、需要无底洞式投入的存储厂？这就是个烫手山芋。

唯一举手的人

2011 年，债权团再次挂牌。市场上一度有两家有意者，其中一家是造船起家的 STX 集团，但到了 9 月底，STX 以"经济不确定性"为由退场——欧债危机正闹得凶，存储又是出了名的吞钱，它怕了。

最后，牌桌上只剩一个玩家：[SK 集团 \(SK Group\)](#)。

SK 集团是韩国第三大财阀 ([财阀 \(chaebol\)](#))，指韩国那种由家族控制、横跨几十个行业的巨型企业集团，三星、现代都是)，主业跟半导体八竿子打不着——旗下的 **SK 电信** 是韩国最大的移动运营商，**SK 能源** 是搞炼油的。一个收手机话费和卖汽油的集团，突然说想买一家世界级的芯片厂，外界的第一反应是：你懂芯片吗？你疯了吗？

拍板要买的，是 SK 集团掌门人 [崔泰源 \(Chey Tae-won\)](#)。他力排众议——集团内部一片反对声，觉得这是拿主业赚的钱去填一个看不到底的坑。

成交：韩国企业史上最大的一笔

2011 年 7 月，SK 电信成为这场竞标的唯一竞标者。经过尽调和审批，2012 年 2 月，收购正式完成。

- 出手方：SK 电信，斥资约 **3.4 万亿韩元** (约 30 亿美元)。
- 买到的：约 **21%** 的股份，一举成为 Hynix 最大股东。
- 结果：公司正式改名 [SK 海力士 \(SK Hynix\)](#)。这在当时是韩国企业史上金额最大的一笔企业收购。

注意这个持股结构——SK 只花 30 亿美元、拿 21% 股份，就控制了一家世界第二大 DRAM 厂。这不是全资买断，而是拿下控股权。剩下的股份还在市场和原债权团手里，但主导权已经易主。折腾了十年的托管，就此收场。

崔泰源到底在算什么

外界只看到"外行乱花钱"，但崔泰源的算盘其实相当清楚。拆开看，是三笔账叠在一起。

第一笔：财阀要找下一个增长引擎

SK 的老本行是电信。可韩国就那么点人口，人手一部手机之后，运营商的增长就到顶了——这叫**内需饱和**。财阀的宿命是必须不断找新的大产业，否则就会慢慢老去。

大白话

打个比方：SK 电信就像一家已经把全城水管都铺好的自来水公司，收入稳，但再也长不大了——城里就这么多户人家。它手里攥着一大把现金，急需找一个“还能长几十年”的新生意。

那什么生意够大、够长、还能走向全球？半导体。这是韩国的**国运产业**——三星靠它封神，整个国家的出口都押在上面。而 DRAM（内存）这东西，长期需求只会涨不会跌：那会儿虽然还没有 AI 的概念，但智能手机正在爆发、云计算的数据中心也开始上量，每一台设备、每一个机房，都是吃内存的嘴。崔泰源赌的是一个几十年的大趋势。

第二笔：反周期抄底，谷底捡漏

这是全书的老朋友了——**反周期**。第 4 章讲过，存储行业最赚钱的时刻，往往是在别人恐惧时逆势下注的那一刻。

崔泰源买 Hynix 的时机，恰恰是最“晦气”的时候：全行业不被看好、价格在周期低谷、没人愿意接盘。但反过来想，正因为如此——

- 它**便宜**。低谷买资产，等于打折。
- 它刚**甩掉了最烂的债务包袱**。前几章那十年的托管和减肥不是白挨的，Hynix 已经把最脏的债务和最重的历史包袱处理掉了，剩下的是一个财务清爽、技术底子还在的躯干。
- 它是一张**稀缺牌照**。DRAM 这门生意，全世界只剩三家能玩（三星、Hynix、美光）。这不是你想进就能进的行当，砸钱、砸时间、砸专利壁垒，后来者根本挤不进来。买 Hynix，等于在谷底买到全球仅有的三张门票之一。

第 4 章那个反周期的赌徒是 Hynix 自己；这一次，反周期的赌徒换成了 SK。逻辑一模一样：在最没人要的时候，买最难被替代的东西。

第三笔：Hynix 缺的那个"正主"，终于到位了

这是最关键、也最容易被忽略的一点。回想第 4 章的那个公式——一家能在存储周期里活下去的公司，需要三件套：**赌性**（敢在低谷砸钱）、**深口袋**（砸得起）、**撑腰的人**（周期熬不过去时有人兜底）。

Hynix 这十年缺的，从来不是技术，也不是活下去的意志，而是一个**有钱、有耐心、敢在周期里持续砸钱的主人**。债权团给不了——银行天生怕风险、只想尽快脱手，你让它跟着一起赌周期，它做不到。

而 SK 财阀能给。财阀的深口袋，加上崔泰源本人的赌性，再加上整个集团给它撑腰——三件套的正主，此刻才算真正凑齐。Hynix 终于遇到了那个"敢陪它一起赌"的东家。

一个人押上的赌注

值得单说崔泰源本人。这笔收购，是他顶着集团内部和外界"乱花钱""外行冲动"的批评，一个人拍的板。在当时，这更像是一场个人豪赌，而不是稳妥的战略决策。

后来的故事我们都知道了：这笔收购被称为韩国企业史上最成功的收购之一。半导体后来贡献了 SK 集团的大部分利润，把一家电信集团抬进了全球科技第一梯队。崔泰源本人的人生跌宕——他甚至一度因为别的官司入过狱——但唯独海力士这一步棋，是无可争议的封神之作。

大白话

一句话总结这一章：韩国的"财阀 + 周期 + 国运"这套组合，在 Hynix 身上又合流了一次。第一次是当年现代和 LG 半导体被政府撮合合并、把它推上世界第二；这一次，是 SK 在谷底把它买下、给了它一个敢砸钱的主人。同样的三股力量，换了个执棋人，再赌一把。

收尾：口袋一深，故事就变了

SK 接手之后，最大的变化是一个字：**敢**。以前 Hynix 想上新制程、想扩产，得看债权团的脸色，钱抠抠搜搜；现在背后站着一个财阀，敢在周期里持续砸研发、砸产能了。

钱管够、腰杆硬之后，SK 海力士接下来要干两件大事：一是死磕制程微缩，把每一颗内存的成本继续往下压——那是第 11 章的战场；二是押注一种当时还很小众、后来却决定生死的新东西 HBM——那是第 12 章的伏笔。

这个从死亡游戏里爬出来的活口，终于不再只是活着，而是要开始进攻了。

第十一章·把线画得比病毒还细

第十一章·把线画得比病毒还细

上一章讲到，海力士终于等来了一个肯砸钱的主人。但砸钱往哪砸？这一章我们钻进车间里看：造 DRAM 这门生意，钱最后都变成了两个字——**更细**。谁能把芯片上的线画得更细，谁就赢；谁画不细，谁就死。这不是修辞，是账本上冷冰冰的算术。

我们在第三、四章说过，DRAM 是标准品，大家造出来的东西几乎一样，没有生态、没有粘性，只能拼成本。那一章讲的是「战略」；这一章讲的是这场成本战的**物理战场**——它就发生在一片指甲盖大小的硅片上，用光当画笔。

先算一笔账：为什么「细」就是「便宜」

先讲一个词。制程 / 节点 (process node) 指的是芯片上最小结构的尺寸尺度——你可以粗暴地理解成「画得多细」。DRAM 界的说法是「10 纳米级」，再细分成 1x、1y、1z、1a、1b、1c 这些代际，一代比一代小一点点，关键尺寸落在十几纳米这个量级。

大白话

10 纳米级、1a、1b……这些名字别被唬住。它们就是一把尺子上越来越靠前的刻度，意思都是「这一代的线比上一代更细」。厂商故意起得含糊，因为具体多少纳米是商业机密。

为什么细就赚钱？回到第二章那个比方：DRAM 的一个存储单元，就是一个装电荷的小水桶加一个开关。你把每个水桶做得更小，同样一片圆圆的硅晶圆（一片直径 30 厘米的圆盘）上，就能塞下更多水桶，也就切得出更多颗芯片。

海力士自己披露过一个数字：从上一代 1z 迈到 1a 这一代，同一片晶圆上能多切出大约**四分之一**的芯片。同样的厂房、同样的电、同样一片料，产量凭空多出 25%——每颗芯片摊到的成本自然就低了一截。外加水桶小了，芯片本身也更省电。

这就是第三、四章「拼成本」的真身：在一个卖标准品、只能比价格的市场里，谁的单位成本低，谁就能在价格战里把桶里的水熬干、把对手熬死，自己活到下一轮涨价。**把线画细**，

是这场消耗战里唯一的弹药。

光刻：用光在指甲盖上画几十亿根线

那这些细得离谱的线，是怎么画上去的？答案是光刻（photolithography）——字面意思就是「用光来刻」。

大白话

想象你要在硅片上盖一层橡皮泥（专业叫光刻胶），它见光就会发生变化。你拿一张画好电路图案的「底片」挡在光和硅片之间，光透过去，照到的地方发生反应，没照到的地方保持原样。然后把发生反应的部分洗掉，图案就留在了硅片上。这跟老式照片冲印、跟印刷术，是同一个套路：把一张图，用光「印」到材料上。

难点全在一个字：细。要细到什么程度？一根头发大约 7 万纳米粗，先进 DRAM 的关键尺寸做到十几纳米——也就是说，你要在一根头发的截面里，横着画上几千根互不打架的线。这些线比世界上绝大多数病毒还小（常见病毒几十到上百纳米）。这是在真正意义上「在米粒上刻字」，还得几十亿个字一次刻完、个个清晰。

越往下画，为什么越难？有三堵墙。

- **光的波长墙。**你用光当画笔，笔尖再怎么削，也细不过光本身的波长。这就像你想用马克笔画头发丝那么细的线——笔头就那么粗，画不出来。传统光刻用的紫外光波长偏长，画到十几纳米就开始力不从心，得靠各种「凑数」的花招（多次曝光、拼图案）勉强顶着。
- **漏电墙。**呼应第二章：桶越小，漏得越凶。水桶做小了，能存的电荷本来就少，边上稍微漏一点、隔壁单元干扰一下，「1」就变成了「0」，数据就错了。所以越往下走，不光要画得细，还得想尽办法让这个越来越小的桶别漏水——这本身是另一场硬仗。
- **成本墙。**见下一节。

EUV：一台上亿美元、全世界只有一家能造

为了翻过「光的波长墙」，业界祭出了大杀器：EUV 极紫外光刻。EUV 用的是波长极短的极紫外光——笔尖极细，于是能画出传统光刻画不出的细线，还常常一次就画完（省去那些拼图案的花招）。

代价是它贵得离谱，也难得离谱。生产这种光需要用高能激光去轰击微小的锡滴，这种极紫外光还会被空气和普通镜片吸收，整台机器得在真空中、用一套顶级反射镜来导光。结果就是：**一台 EUV 光刻机要上亿美元，而全世界只有荷兰的 ASML 一家能造得出来。**你想升级到最先进的制程，绕不开它，也没有第二家可选。

大白话

这里有个反直觉的点：DRAM 用上 EUV，其实比逻辑芯片（比如手机 CPU）晚。因为 DRAM 是标准品、单价薄，塞一台上亿美元的机器进产线，得反复算账划不划算。所以厂商一开始能拖就拖，用传统光刻硬撑，直到实在撑不动了才上 EUV。

海力士的节奏正是这样：早期几代靠传统光刻硬扛，到 1y 那一代小范围试水 EUV，直到 2021 年的 1a 代，才第一次用 EUV 大规模量产 DRAM。那句「多切 25% 芯片」，说的就是这一代。

良率：这一章的灵魂，也是最贵的隐形护城河

到这里你可能觉得，把线画细就赢了。没有。还有第二个生死变量，而且更玄、更值钱——良率 (yield)。

良率就是：一片晶圆做下来，切出的这一堆芯片里，真正能用的占多少。造芯片必然有瑕疵——一粒灰、一处曝光偏移、一点材料不均，都能让某颗芯片作废。良率就是「合格品的比例」。

大白话

把它想成一片果园。同样的树、同样的天气、同样的肥料，有的园子能卖的果子占九成，有的只占六成。差在哪？差在剪枝、疏果、防虫这些说不清道不明的手艺。芯片厂之间的差距，很多时候就是这种「手艺差」。

这个差距有多致命，算一下就知道。两家公司，同样的厂、同样的料、同样的制程，一家良率 90%，一家 60%。前者从每片晶圆里多掏出整整一半的好芯片（90 比 60），单位成本被摊薄一大截。在一个只能拼价格的市场里，这就是能把对手活活熬死的差距——而两家表面上「用的是一样的技术」。

更要命的是，良率**偷不走**。制程节点可以看论文、买设备、挖工程师，多少有迹可循；良率不行。它是靠海量的工程试错、一炉一炉的数据、老师傅对某个参数「再调半度」的手感，一点一点磨出来的。它没写在任何一张图纸上，藏在成千上万个微调过的工艺参数里，藏在人脑里。

这正好补上了第三章的那个结论：DRAM 是标准品，没有软件那种生态护城河——但「造得比别人便宜」本身就是一条护城河，而这条护城河的水，就蓄在良率里。三星长期最可怕的地方，不是它良率高的那个数字，而是它**爬坡快**：每上一个新制程，别人良率还在泥里挣扎，它已经先爬到山顶开始赚钱了。

海力士的追赶：慢半代，但一直咬着

海力士在这条微缩线上，长期的位置是「慢三星半代到一代」——三星先量产，海力士晚一步跟上；三星良率先爬到高位，海力士随后追平。托管那些年缺钱缺到不敢冒进，差距一度被拉开。

但被 SK 收购、有了肯砸钱的主人之后，故事变了。有钱买 EUV，有钱扛良率爬坡期的亏损，海力士靠着一直没丢的工程能力，一代一代把制程追上去，把和三星的身位差实实在在地缩短。到 2021 年 1a 代用上 EUV 量产，它已经站在了这条微缩线的最前列附近——虽然仍常慢半步，但再没被甩开。

不过，这条「在平面上把单元越做越小」的传统路，本身正在撞墙。波长墙、漏电墙、成本墙同时逼近，每往下一代，多花的钱越来越多，省下的成本越来越少，越来越不划算。整个行业都感到脚下这条路快走到头了。

当一条路快走到尽头，聪明的玩家会去找另一个维度。既然平面上塞不下了，能不能**往上叠**？海力士恰恰在这条新路上，摸到了一次弯道超车的机会。它叫 HBM——下一章，我们上楼。

第十二章 · 叠罗汉：HBM 是怎么想出来的

第十二章 叠罗汉：HBM 是怎么想出来的

上一章我们撞上了一堵墙。平面微缩越来越难，每一代提升都要付出指数级增长的工程代价，物理定律不给面子。但故事没有到此为止——因为工程师被墙挡住的时候，会做一件很朴素的事：**既然横着走不通，那就竖着走。**

这一章讲的，就是「竖着走」这条路。它有个名字叫 HBM (High Bandwidth Memory, 高带宽内存)——一直译过来就是「带宽很高的内存」。它凭什么带宽高？答案说穿了只有两个字：**叠楼**。但要把这两个字讲清楚，我们得先搞明白，内存和处理器之间到底卡在哪儿。

先说清楚：内存和处理器是怎么「说话」的

你的显卡、CPU 要算东西，数据得从内存里搬过来。搬数据靠什么？靠 总线 (bus, 芯片之间传数据的物理线路)——一根一根实实在在的导线，从内存芯片的引脚出发，平铺在电路板上，绕过去接到处理器上。

数据在这些导线上是「并行」跑的：有多少根线，一个时钟节拍就能同时送过去多少个二进制位 (bit)。所以一次能传多少数据，取决于线的根数，我们管它叫**位宽**。

大白话

打个比方。总线就是一条马路，每根导线是一条车道，数据是车。

一次能运多少货 = 车道数 × 车速。

这就是**带宽 (bandwidth, 单位时间能传多少数据)**。想让内存更快，无非两招：把车速提上去（每根线跑得更快），或者把车道加宽（多铺几根线）。

问题是，这两招都快到头了。

提车速——让每根线的频率更高——发热和功耗是按平方甚至更狠的比例往上涨的。线一快，信号还容易互相串扰、失真，得加一堆额外电路去纠正，越快越难伺候。

加车道——多铺线——听着简单，可线是从芯片边缘的引脚引出来的。一颗芯片就那么大，边上一圈能排的引脚是有限的；线全挤在电路板那一个平面上，密到一定程度就互相干扰、布不下去了。普通 DRAM 一颗芯片的接口，也就几十根线（比如 32 位）的量级。

于是我们卡死在这里：马路想拓宽，两边是山，拓不动了。这就是**带宽墙**——它和第十一章那堵「微缩墙」是一对孪生兄弟，一个卡容量，一个卡速度。

核心点子：平面铺不下，就往上叠、在垂直方向打通

HBM 的天才之处，是它没有继续在那个平面上死磕，而是换了个维度想问题：

平地上盖不下更多房子，为什么不盖摩天楼？

具体分三步。

第一步，把多层芯片叠起来。把好几片 DRAM 裸片（die，从晶圆上切下来、还没封装的一小块芯片）像叠罗汉、盖楼一样，一层一层堆在一起。早期堆 4 层，后来 8 层、12 层，如今已经做到 16 层。同样的占地面积（芯片在电路板上的投影），容量和资源翻了好几倍——这就是盖楼相对平房的好处：占地不变，使用面积暴涨。

第二步，给这栋楼装垂直电梯。楼盖起来了，可楼上楼下怎么通信？如果还是让信号绕到每层芯片的边缘、再平铺出去，那等于住在 16 楼却只能走消防楼梯下楼，白叠了。HBM 的做法是 TSV（Through-Silicon Via，硅通孔）——字面意思「穿透硅片的通道」：直接在硅片上打一大堆垂直的微型孔，孔里灌上金属，就成了一根根竖直穿过整栋楼的导线。

大白话

TSV 就是给这栋楼装了成千上万部直达电梯。第 3 层的数据要去第 12 层，不用绕到墙外爬管道，垂直方向「嗖」一下就到——距离是整栋楼里最短的那条路。

第三步，也是最关键的收获——接口一下子变得超宽。因为通信走的是芯片内部成千上万个 TSV，而不是芯片边缘那一圈有限的引脚，位宽就不再被「边长」卡住了。一个 HBM 堆栈（stack）对外的接口宽达 **1024 位**——对比一下普通 DRAM 那几十位，宽了一个数量级还多。

车道从几十条，一口气拓到上千条。哪怕每条车道的车速（频率）压得比普通内存还低一点，架不住车道多啊——总吞吐量照样甩开对手一大截。而这里藏着 HBM 最反直觉、也最漂亮的一点：

大白话

因为走的是垂直方向的短路径，每传一个 bit 走的距离更短、驱动它的功耗更低。所以 HBM 不只是更快——它在每传一位数据上反而更省电。又快又省，这在工程里是罕见的「既要又要」都拿到了。

大白话

换个饭堂的比喻你就全懂了：普通内存是一个打饭窗口，队排得再快也就那么点吞吐；HBM 是同时开了上千个窗口一起打饭。就算每个窗口的阿姨手脚慢一点，上千个窗口并行，总量还是碾压。

楼盖好了，还得接到处理器上——中介层与先进封装

内存这栋摩天楼盖好了，可它终究要和处理器（通常是 GPU）通信。这上千根线要是还老老实实铺回普通电路板上，前面的努力又白费了——电路板的布线密度根本承接不了上千位的接口。

所以 HBM 通常和处理器一起，坐在同一块 中介层（interposer，一块布满超高密度微细导线的硅底板） 上。你可以把它想成一座 **高架桥**：它用硅工艺做出比普通电路板细密得多的走线，把旁边的 HBM 堆栈和中间的 GPU 近距离、超高密度地连起来。距离近、线又密，上千位的接口才真正落得了地。

这种「把好几块不同的芯片（GPU + 几个 HBM 堆栈）拼装到同一个封装里」的做法，叫 先进封装（advanced packaging，把多块芯片高密度集成到一个封装体内的工艺）。它标志着一个转折：

芯片竞争，不再只是「把一个个晶体管单元做得更小」，也变成了「怎么把多块芯片精妙地拼装、连接到一起」。

战场从二维的「微缩」，扩张到了三维的「集成」。这对海力士这类厂商是个重大信号——第十一章攒下的那身工程功力，在这条新赛道上还能再变现一次。

为什么这事这么难，也这么值钱

叠罗汉听着简单，真做起来处处是坑。理解了它有多难，你才会明白它为什么贵、为什么不是谁想做就能做。

- **良率的连乘。**叠 12 层、16 层，意味着每一层都得是好片。哪怕单层良率有 99%，十几层连乘下来也会掉一大截——只要一层是坏的，整栋楼就报废。这等于把第十一章讲的「良率工程」难度又乘方了一次。
- **几千上万个孔不能错位。**TSV 要在硅片上打成千上万个微型孔，上下每一层的孔都得对得严丝合缝。错位一点点，电梯就接不上，楼就成了废楼。
- **热出不去。**芯片工作会发热，本来摊在平面上还好散；现在一层压一层叠成一栋楼，最中间那几层的热量被夹在里面，出不来。散热成了叠层数越多越棘手的老大难。
- **键合要极准。**要把一片片好芯片精准地对齐、堆叠、键合（bonding，把两片芯片牢牢接合并接通电路）到一起，位置差之毫厘，整片作废。这是制造和封装两门功夫的顶配组合。

把这几条叠加起来，你就明白 HBM 为什么是一门极高门槛的手艺活——它不是设计出来就行，而是**能不能稳定、高良率地造出来**。这恰恰是海力士这类在制造工程里泡了几十年的老兵最擅长的地方。

一个当年没人看好的「贵而无用」之物

把时间拨回它刚诞生的时候。HBM 在 2013 年由行业标准组织 JEDEC（制定内存行业统一标准的组织）定为标准（编号 JESD235）；2015 年，AMD 在它的 Fiji 显卡（Radeon R9 Fury X）上第一次把 HBM 用进了商用产品——把 4 个 HBM 堆栈和 GPU 一起放在硅中介层上，正是我们前面讲的那套 2.5D 封装。

可当年这东西，是个不折不扣的小众高端货。它贵、工艺难、市场就那么一小块，很多人看着它直摇头：又贵又难造，普通电脑内存根本用不上这么夸张的带宽，图什么？在那几年，押注 HBM 看起来像是把钱投进了一个叫好不叫座的技术。

但海力士很早就在这条线上下了注。为什么一个当时「贵而无用」的东西，几年后会变成整个行业挤破头也抢不到的战略物资？是什么力量在几年后突然让全世界疯抢这些叠起来的

楼？

那要等到一位新客人登场——它叫 AI。我们下一章说。

第十三章 · AI 为什么突然只认这一种内存

前面两章，我们把 HBM 这种内存拆开看了个透：把十几层 DRAM 像叠罗汉一样竖着堆起来，用穿透芯片的微小铜柱（TSV）连成一根根竖直的电梯，再摆到一块叫 interposer 的"底板"上，紧挨着运算芯片。它带宽极高、极贵、极难做。但第 12 章末尾也留了个尾巴：这么牛的东西，在 2015 到 2021 年那几年，其实是个**没什么人要的小众货**——它主要用在几款高端显卡和少数超算上，出货量小得可怜，赚不到钱。海力士 2013 年领着 AMD 一起做出全球第一颗 HBM、又拿下 JEDEC 的第一个 HBM 标准，结果换来的是十年的"叫好不叫座"。

这一章要讲的，是这个尾巴怎么在两三年里，突然变成了整条产业最粗的那根命脉。以及一个更让人意外的事：那个我们跟了十二章、两次濒死、被政府逼婚、被债主接管、被 SK 集团捡漏的常年老三，怎么就在这根命脉上，第一次跑到了三星前面。

先讲一个反直觉的事：AI 拼的不是算力，是"喂饭速度"

大部分人以为，训练大模型比的是谁算得快。芯片算力越强，模型练得越快——听上去天经地义。但工程上真正卡脖子的地方，往往不在这儿。

我们要先认识一个词。

大白话

内存墙（memory wall）说的是这么个尴尬：这几十年里，处理器的运算速度涨得飞快，但"把数据从内存搬到处理器面前"的速度，涨得慢得多。结果处理器越来越快，快到大部分时间不是在算，而是在**干等数据送上来**——就像一个手脚麻利的大厨，站在灶台前空转，因为配菜的小工端菜太慢，他大半时间在等米下锅。这堵"运算快、搬运慢"之间的墙，就叫内存墙。

再认识一个词。

GPU（图形处理器）本来是给游戏画面做渲染的芯片，特点是能同时干成千上万个算术，特别适合“大量简单运算并行做”。后来人们发现，训练神经网络恰恰就是这种活，于是 GPU 成了 AI 训练的主力。英伟达（Nvidia）就是做 AI GPU 的那家公司，A100、H100 是它这几年最出名的两款。

现在把这两件事叠起来看。一个大模型有几千亿个参数——也就是几千亿个数字。训练的时候，GPU 要把这些数字反复读进来、算一遍、再写回去，一轮又一轮，成百上千遍。GPU 的算术单元本身快得吓人，可每一轮都得等着这几千亿个数字从内存里搬过来。算力再强，管子太细，也只能干瞪眼。这时候，决定训练快慢的**不是 GPU 能算多快，而是内存能多快地把数据喂进去**——也就是带宽。

第 12 章讲过，HBM 的带宽是普通内存的一个数量级：普通内存像一条双向车道，HBM 像并排铺开的上千条车道。它天生就是为了砸穿内存墙而生的。于是英伟达做了一件很直接的事：把好几颗 HBM 芯片和 GPU 芯片，封装在同一块巴掌大的底板上，紧挨着，用最短的路径连起来。到了 H100 这代，一颗 GPU 边上贴着好几摞 HBM，缺了它，GPU 就是块算不动的废铁。

这就是整件事的引爆点：**HBM 从一个“高端可选配件”，变成了“没它 AI 芯片就跑不起来”的刚需**。AI 竞赛表面上是算力军备竞赛，底层其实是一场“谁能把数据更快喂给算力”的竞赛，而 HBM 是这条命脉上最关键的一环。谁掌握了 HBM，谁就掐住了整个 AI 硬件的咽喉。

2022 年底那一声引爆

2022 年 11 月底，ChatGPT 上线。它像一根火柴，点着了整个行业对大模型的疯抢。所有科技巨头一夜之间都要囤 GPU、建算力集群，英伟达的 AI GPU 瞬间供不应求，价格一路飙。

而英伟达的每一颗 GPU，都要配上 HBM。GPU 卖得越疯，HBM 的缺口就越大。这时候市场猛地回头一看：能大批量、高质量供 HBM 的厂，居然没几家。那个曾经赚不到钱的冷门产线，一夜之间成了整条产业里最抢手、最赚钱的产能。

问题来了：为什么站在这个风口正中央的，是海力士，而不是那个体量大它一截、几乎在每条内存产线上都压着它的三星？

为什么是海力士，而不是三星

这不是一句"它运气好"能打发的。要讲清"为什么是它"，得把三条线并起来看——每一条都能追溯到这本书前面讲过的海力士的性格。

一、它十年前押了注，然后咬着没松手

回到 2013 年。那时候还没有大模型，没人知道 HBM 有一天会值这么多钱。海力士领着 AMD 把全球第一颗 HBM 做了出来，还拿下了 JEDEC 的第一个 HBM 标准。接下来的将近十年，这条线一直不怎么赚钱——市场太小，客户太少。换一家更看短期回报的公司，早该把资源挪去别处了。

三星就动摇过。2019 年前后，三星判断 HBM 这个市场太小、不值得，把 HBM 相关团队做了收缩。这个决定在当时看，一点都不蠢——那会儿 HBM 确实是门冷门生意。可就是这一收一放之间，等 2023 年生成式 AI 突然爆发、大家满世界找能稳定量产 HBM3 的厂时，海力士几乎是唯一那个手里有货、队伍没散、产线没停的。它没做什么惊天动地的豪赌，它只是在一条冷门线上，**十年没松手**。

二、HBM 拼的，正好是它的拿手苦活

这一条最关键，也最能解释"为什么是它"。

HBM 难在哪？难就难在第 11、12 章讲的那些东西：要把十几层薄如纸的芯片零缺陷地叠起来、键合牢、TSV 一根都不能断、还得把中间那么密的芯片散出去的热压住。层数越堆越高，任何一层出一点点差错，整摞就废了。这是一种极其考验耐心和细活的"苦工程"——没有一招制胜的巧劲，全靠把良率一个百分点一个百分点地抠上去。

而这，恰恰是海力士几十年练出来的本事。这本书前面反复讲过它的性格：反周期扛过来的、靠抠良率活下来的、在别人松劲时不敢松的老二。这种"叠罗汉不出错"的功力，别人学不来，因为它是十年二十年攒的复利。

最能代表这份功力的，是它的一手独门工艺。

大白话

MR-MUF（读作"MR 马夫"，全称 Mass Reflow-Molded Underfill）是海力士封 HBM 的看家绝活。想象你把十几片饼干叠成一摞，每两片之间都有缝，缝里得填东西——既要粘牢，又要能导热，还不能把饼干压歪。老办法（业界叫 TC-NCF）是一层一层地贴薄膜、一层层压，层数一多就容易翘、容易出坏点、良率往下掉。海力士的 MR-MUF 换了个思路：先把整摞芯片对好位，再**一次性把一种液态封装料灌进所有缝隙**，一灌到底、一起固化。这么做的好处是，摞子受的压力小、翘得少、良率稳，散热还比对手好上十摄氏度左右——对动辄发烫的 AI GPU 来说，这十度是能救命的。

正是靠 MR-MUF 这类工艺，海力士在最难堆的那几代 HBM 上，良率和散热都领先。堆得越高越难，它的优势就越明显。这不是运气，这是把第 11 章说的那种"慢半拍但抠得死"的良率功夫，用在了一个刚好最吃这门功夫的地方。

三、风口来时，它是那个唯一接得住的

前两条铺垫，到 2022 年底一起兑现。ChatGPT 引爆需求、英伟达 GPU 供不应求的那个当口，海力士是唯一能大批量、又保得住质量地供 HBM 的厂。它顺理成章成了英伟达最主要的 HBM 供应商——在 HBM3、以及更新的 HBM3E 上，它一度占到近乎独家、或者说最大的那块份额。

大白话

补一句名词：HBM3E是 HBM 的一个升级代次（HBM3 的加强版，E 是 Enhanced），速度更快、容量更大，正好赶上英伟达 H100 之后那批更猛的 AI 芯片。海力士在这一代上又是最早量产、最先供货的。

三星和另一家美光，则跟在后面追。这一次，海力士站在了前头——三星要反过来去过英伟达的验证关，要去证明自己的 HBM 也够格。攻守，第一次调了个个儿。

翻身的分量

把镜头拉远，你会看到一件在这本书里等了很久的事。

这家公司，第 4 章里被政府硬凑成了现代电子，第 8 章里两次濒死、债主接管、差点被卖掉拆掉，第 11 章里我们说它常年比三星慢半拍、只能靠抠良率咬着。它从来不是行业里最亮的那个。可就是这个老三，靠着几十年在“叠罗汉苦工程”上一点一点攒下的本事，在 AI 这一波里，第一次真真切切地站到了三星前面。利润暴涨，股价飞起，一度成了整个韩国最赚钱的公司之一。

怎么理解这场翻身？说它是运气，对了一半——它确实赌中了一条当年没人看好的冷门线，而这条线偏偏被 AI 引爆了。但只说运气就太浅了。真正的答案是：**它赌赢的那条线，赢法恰恰是它几十年反周期、抠良率、不敢松懈攒下来的东西。**风口是天上掉的，可接得住风口的那双手，是自己练了三十年练出来的。运气敲门的时候，只有早就把功夫备好的人，门后站着的才是它。

当然，站上高峰之后，故事没有就此圆满。把身家性命全押在一个客户、一种产品上，本身就藏着新的危险——那个把它捧上天的英伟达，会不会也是那个能一句话让它跌下来的人？这条命门，我们留到下一章讲。

第十四章 · 押中风口后的命门

第十四章 押中风口后的命门

上一章我们看着海力士翻了身。它早早押注 HBM、把叠层良率磨到别人追不上，成了英伟达的主力供应商，利润像坐了火箭。四十年里第一次，这家「活口」不再是趴在地上苟活，而是站到了队伍最前面。

照理说，这是一本关于「怎么活下来」的书里最该欢呼的一章。但这一章我偏要泼一盆冷水——不是唱衰，是提醒你一件反直觉的事：

翻身不等于安全。海力士今天的繁荣本身，就埋着新的脆弱。

前面十三章，它的危险都写在明处：周期崩盘、债务压顶、被合并、被托管、被反倾销。那种危险你能看见、能算。而现在这一章讲的危险，藏在利润表最亮眼的那几行数字底下——正因为日子太好，才更容易看不见。我们一条一条把它拆开。

命门之一：利润押在一个客户身上

先讲一个做生意的老词。客户集中度（customer concentration）——你的营收和利润，过度依赖极少数几个客户。集中度越高，你越像把所有鸡蛋放在一个篮子里：只要那个大客户砍单、换供应商、或者他自己遇冷，你就跟着地震。

HBM 那笔超额利润，恰恰高度集中在一个大客户身上——英伟达。而英伟达本身又是 AI 芯片市场的绝对主导者。于是海力士的好日子，被串在了一条又细又长的链条上：

大白话

AI 训练要买 GPU → GPU 几乎都是英伟达的 → 英伟达的 GPU 大量用海力士的 HBM。

链条上任何一环松一下，最末端的海力士都会被甩出去。你不是站在自己脚下的地面上，你是站在英伟达的肩膀上。

更要命的是，英伟达自己心里门儿清——它绝不愿意被任何一家供应商卡脖子。所以它一直在做一件事：**扶持三星、美光也进 HBM 供应链**，尽量做到多元化采购（一样东西同时从几家买，谁也别想拿捏我）。这对英伟达是理性的自保，对海力士却是悬在头顶的提醒——

你今天近乎独家的地位，不是永久的。你的大客户正亲手在培养你的对手。他这么做不是针对你，恰恰是因为你太重要了，重要到他不敢只靠你一个。

命门之二：一个产品在替全公司挡子弹

第二层脆弱，藏在利润的结构里。

今天海力士——其实整个存储行业——的利润，高度集中在 HBM 这一个高端产品上。普通的 DRAM、NAND 闪存呢？它们还在第三章、第四章讲的那个老周期里挣扎：标准品、拼价格、时不时不赚钱甚至亏钱。是 HBM 的暴利，在替这些还在泥里打滚的部分兜底。

这里有个词得用大白话讲清楚：反哺。它本来是「小鸟长大了衔食回来喂老鸟」的意思，在生意里就是——**用一个赚大钱的业务，去补贴、养活另一个不赚钱的业务**。

大白话

你可以把海力士想成一家开了好几个摊位的店。HBM 那个摊位日进斗金，普通内存那几个摊位半死不活。老板用 HBM 摊位的钱，把整家店的账面撑得漂漂亮亮，连亏钱的摊位看起来也没事。

问题是：账面的健康，是被那一个摊位的暴利「盖住」的，不是真的每个摊位都好。

把这层看穿，你就发现海力士今天的健康，其实被绑在两个假设上：

- **假设一：AI 需求持续高涨**。大家一直疯买 GPU，HBM 一直供不应求。
- **假设二：HBM 一直保持暴利**。它的高溢价能长期维持。

只要这两个假设里有**任何一个**松动，那个替全公司挡子弹的摊位就顶不住了，被它盖住的周期性亏损立刻露出来，繁荣就会缩水。而这两个假设，没有一个是铁板钉钉的。

命门之三：那个熟悉的产能豪赌，又回来了

如果你还记得第四章那个「猪周期」，这一节会让你后背发凉。

当年的剧本是这样的：行情好 → 大家一起扩产 → 产能同时开出来 → 供给远超需求 → 价格崩盘 → 一片血亏。存储业过去四十年，把这个循环走了一遍又一遍，每一次繁荣的顶点，都是下一次崩盘的起点。

现在看看眼前。为了满足 AI 对 HBM 的胃口，三家——海力士、三星、美光——都在疯狂扩 HBM 产能，砸巨资建新厂、上新产线。三个玩家，同一个方向，同时踩油门。

这不正是第四章那个致命循环的**开头第一步**吗？大家一起扩产。

如果 AI 需求的增速有一天放缓，而产能已经开出来了、收不回去，那么存储业最熟悉的那个剧本——供给过剩、价格崩盘——完全可能以 HBM 的形式，再演一遍。

这里有个反直觉的地方值得停一下：产能不是水龙头，说关就关。建一座厂、拉一条 HBM 产线要好几年，等你看清需求转冷再刹车，早就晚了——产能是照着「几年前的乐观」开出来的，砸下去的钱也收不回，唯一能动的就是降价保出货。这正是猪周期最狠的机关：**决定扩产的时刻和产能真正砸下来的时刻，隔着好几年，而没人能预知那几年后的需求。**

有人会说：这次不一样，AI 是真需求，不是炒作。也许吧。但「这次不一样」这五个字，恰恰是每一轮周期顶点最流行的一句话。历史上存储业每一次扩产狂欢之后，都摔过一跤。这次会不会真不一样？没有一个人敢打这个包票。

命门之四：独门绝活，正在变成标准品

还有一层更慢、更温水煮青蛙的侵蚀。

HBM 早期是海力士的独门绝活。别人良率上不去、造不稳，它能造，于是它能收高溢价——你不买我的没别家，价格我说了算。这是它护城河最宽的时候。

但回想第三章我们讲过的那个词：标准品——谁家造出来的都一样、可以互相替换、价格只由供需决定的东西。DRAM 就是被这个命运碾了几十年。而 HBM，正在慢慢滑向同一个命运：

- 三星、美光在追上来，良率的差距在缩小；

- 行业标准组织 JEDEC 把 HBM 的规格统一了（多少层、多宽的接口、什么协议，白纸黑字写死），这意味着大家造出来的东西越来越「长得一样」；
- 规格一统一、供应商一变多，采购方就能拿几家互相比价——溢价就是这么一点点被磨薄的。

换句话说，**护城河是暂时的，不是永久的**。今天 HBM 能收高价，是因为它还带着几分「绝活」的稀缺；等它彻底沦为标准品，海力士就得重新面对那个它最熟悉、也最痛恨的世界——拼价格的世界。

一个更深的问题：会熬的人，会不会守？

把上面四条放到一起，我想引出这一章、也是这本书埋得最深的一个观察。

回看海力士这四十年，它最擅长的到底是什么？答案很清楚：**它擅长在谷底熬**。被合并了它熬，现金流断了它熬，被债权团托管它熬，被反倾销重税打它还熬。它是这门死亡游戏里最会趴在地上装死、等对手先撑不住的那个。它是猎物，是活口，是「熬」出来的幸存者。

可是你注意到没有——它**从来没有证明过，自己擅长「在顶峰守成」**。

大白话

「熬」和「守」是两种完全不同的功夫。

熬，是你在最低点，光脚不怕穿鞋，输无可输，只要别死就是赢；

守，是你在最高点，成了众矢之的，所有人都盯着你、追着你、想把你拉下来，你得防住每一个方向。

前一种海力士练了四十年，后一种它这辈子第一次遇上。

过去它是猎物，现在它第一次成了领跑者、成了那块最肥的肉。被人追赶的滋味、守江山的功课，是它陌生的。它熟悉怎么从地上爬起来，不熟悉怎么在山顶上站稳不摔下去。

于是这本书从第一章就问的那个谜题——「活口靠什么活」——在这里悄悄翻了个面，变成了一个新问题：

一个把「熬」练到极致的公司，能不能也学会「守」？会趴在谷底活命的人，守不守得住山顶？

这不是唱衰。海力士今天确实赢了，赢得漂亮。但赢家的脆弱和输家的脆弱，是两种不同的病，需要两副不同的药。这一章要你记住的，只是繁荣的另一面：**它今天所有的好，都建立在一串「只要不出事」的假设上——一个大客户不变心、AI 不降温、大家别一起把产能砸崩、绝活别太快变成大路货。**每一条单看都还稳，可它们叠在一起，就是这家四十年老兵从未面对过的新地形。

而在这片新地形的地平线上，还站着几个更硬的对手——逼近物理极限的微缩墙、正从背后追上来的中国长鑫、以及谁也绕不开的地缘政治。它们，是下一章的事。

第十五章 · 物理的尽头与追兵

上一章，我们看着海力士从死人堆里爬起来，靠 HBM 绑住英伟达，把利润集中到一小撮高端芯片上，市值创了历史新高。故事到这里，像是主角终于通关了。

但通关只是这一局的通关。这门生意的名字里带着"死亡游戏"三个字，从来不是因为它某一年过得惨，而是因为**它的规则决定了危险永远不会消失，只会换个样子回来**。这一章不讲眼前的好消息，讲三样长期的、结构性的隐忧：物理的墙、追兵的脚步、大国的手。它们现在都被 AI 的光环盖住了，但一个都没走。

① 物理墙：越做越小的路，快到头了

先把前面的两根线接上。第 2 章说过，DRAM 的一个存储单元本质上是一个**会漏电的小水桶**——用一个电容存一小撮电荷，有电荷是 1，没电荷是 0；因为会漏，所以每隔十几毫秒就得偷偷再灌一次（这就是 D-RAM 里那个 "D"，Dynamic，动态刷新）。第 11 章说过，几十年来行业进步的主线，就是**把这个小水桶做得越来越小**，同样一块硅片上就能塞下更多水桶，容量涨、成本降。

问题是：水桶不能无限缩小。桶越小，能存的电荷就越少；电荷越少，稍微漏一点、外面稍微有点干扰，1 和 0 就分不清了。到了今天这个尺寸（十几纳米级别），几个麻烦同时逼上来：

- **电荷太少**：桶太小，装进去的电荷本来就没几个，读的时候信号弱得快听不见了。
- **漏电太快**：桶壁太薄，水漏得更凶，刷新得更勤，功耗和出错率都往上走。
- **邻居互相干扰**：水桶挨得太近，给这个桶灌水会影响到旁边那个。有个著名的毛病叫 行锤（Row Hammer，反复猛读某一行，竟能把邻近行的数据翻位），本质就是"挤得太近，互相串味"。

大白话

说人话：过去四十年，存储业提升的秘诀就一条——把零件做小。现在小到快撞墙了，再往小做，物理上要出事：存的东西太少、漏得太快、还互相打架。这条老路，快走完了。

撞了墙，往哪走？

行业没坐以待毙，大方向有三条，你只要知道它们各自"绕过墙"的思路就够了，工艺细节第 11 章已经讲透。

方向一：不往小做，往上盖楼——3D DRAM（把 DRAM 的存储单元像 3D NAND 那样，从平铺改成垂直一层层堆起来）。这里要借一下隔壁 NAND 的经验：NAND 也曾撞过同样的微缩墙，后来它不再纠结把单元做小，而是**把单元竖起来叠**，一层不够叠几百层，容量一下又打开了。DRAM 现在被公认的下一步大方向，就是学这一手。听起来简单，做起来极难——DRAM 那个"会漏电的电容"比 NAND 的单元娇气得多，垂直堆叠还要保证每一层都不漏、不串扰，工程难度极高。**截至现在，3D DRAM 还没有任何厂商大规模量产，仍在研发和试产阶段。**它是希望，但还是远处的希望。

方向二：单颗不行，就把很多颗叠起来、用更好的封装接出去。这正是第 12 章讲的 HBM 和先进封装的思路——单个 DRAM 芯片的性能被墙挡住了，那就把很多颗芯片**垂直擦成一叠**，再用又宽又短的通道一次性接给 GPU，用"系统级的堆叠和封装"把整体性能顶上去，绕开"单元做小"这条死胡同。

方向三：换材料、换结构。比如换更不容易漏电的新介质、改电容的形状、探索全新的单元结构。这条路更长远，暂时还看不清赢家。

把三条路并在一起看，会发现一个对海力士既好又险的事实：**未来的进步，主要不再来自"把单元做小"，而来自"叠"和"封装"这些新维度。**叠和封装，恰恰是海力士这些年练出来的看家本领（第 13 章）——它赌对了方向。但也别高兴太早：既然大家都知道要往"叠"和"封装"走，对手当然也在往同一个方向追。护城河的位置变了，护城河本身没变宽。

② 追兵：中国的长鑫，正在爬同一座山

说到对手，最值得盯的一个，来自中国。

长鑫存储（CXMT, ChangXin Memory Technologies）是中國大陸專攻 DRAM 的新玩家，2016 年前后从零起步，在国家资本的大力扶持下，硬是从无到有把 DRAM 做了出来。它的技术目前还落后国际领先一两代、良率也还在往上爬——但速度快得让人不敢小看：

- 它**已经能量产 DDR4，并推出了自研的 DDR5**（DDR4/DDR5 就是这些年 PC 和服务器主流的内存标准），产品在往主流规格靠。
- 据多方报道，它**正在攻更高端的 HBM**：已向客户送出 HBM2E 样品，并规划在 2026 年前后推进 HBM3 的量产。虽然离三巨头还有明显差距，但它已经站上了这条最赚钱的赛道的入口。

这里有一个必须点破的历史押韵。翻回第 5 章：当年韩国（三星、海力士的前身）也是后发者，它是怎么从日本人手里抢下 DRAM 王座的？靠的正是三件套——**举国扶持、反周期砸钱（别人亏钱不敢投时，我逆势加码建厂）、低价倾销标准品**。等行业跌到谷底、对手撑不住退场，活下来的就赢者通吃。

大白话

说人话：韩国当年打日本用的那套剧本，中国现在正一页一页照着念，只不过对手换成了韩国。第 3 章讲过的道理没变——只要是“标准品”生意（大家的货长得几乎一样、只比价格），后发者只要肯砸钱、肯亏、肯扛，早晚追得上。这是标准品行业的宿命。

为什么这对海力士是长期威胁，而不只是多一个竞争者？因为存储业最怕的不是“对手强”，而是“对手不怕亏”。第 6、7 章反复讲过，这门生意的周期之所以那么凶，就是因为总有玩家在低谷期咬牙扩产，把价格砸穿地板。**现在多了一个愿意为了战略目标持续亏钱扩产的国家队，等于给本就剧烈的周期又加了一台鼓风机**。哪怕长鑫短期内还打不进最高端的 HBM，它只要在 DDR 这类标准品上稳定放量，就能把中低端的价格长期压住——而中低端，恰恰是海力士周期低谷时的救命口粮。

③ 地缘政治：夹在两个巨人中间

第三样隐忧，不在技术里，在地图上。

地缘政治（geopolitics，简单说就是“国家之间因为地理、实力、利益而互相博弈较劲”），如今和半导体死死缠在了一起。芯片已经不只是商品，它是大国角力的核心筹码——谁掌握先进芯片，谁就掌握 AI、掌握军事、掌握未来的算力。于是美国动用了一件叫出口管制（export controls，政府用法律禁止或限制把某些关键技术、设备、产品卖到特定国家）的武器：限制最先进的制造设备（比如造芯片的关键机器 EUV 光刻机）流入中国，也限制把最高端的 AI 芯片卖给中国，想借此拖慢中国半导体的脚步。

海力士的难处在于：**它恰好一只脚踩在中国**。它在中国有大量产能——DRAM 主力厂在**无锡**，NAND 相关的大厂在**大连**。有多重要？据业界估计，海力士全球 DRAM 产出里，相当大一块（约三成上下）来自中国工厂；NAND 的中国占比更高。这不是可有可无的边角料，是主力仓。

于是它被夹成了三明治：

- **怕被美国的对华管制误伤**。它在中国的工厂要升级、要维护，就得用美系的先进设备。而美国的规则一收紧，先进设备（尤其 EUV 这类最敏感的）就进不去、维护也变难。这几年它只能靠美国逐年发放的许可证维持中国厂的运转——**许可证是一年一批的，意味着这些工厂的命脉，握在别国政策的年度审批里**。企业最怕的不是限制，是不确定性。
- **又怕丢掉中国这个大市场**。中国既是它重要的生产基地，也是全球最大的芯片消费市场之一。真要全面脱钩，它两头都疼。

把这一节接回第 9 章会更有味道。当年美日、美韩之间为 DRAM 打的是**反倾销官司**——在法庭上争“你有没有低价倾销”，本质是贸易战。今天呢，战场从反倾销法庭，升级成了国家安全和科技封锁的**科技冷战**。

大白话

说人话：存储业从来就不是一门纯粹的生意，它一直是国家层面的战争。过去打的是“价格战、倾销官司”，现在打的是“设备禁运、技术封锁”。武器换了，牌桌上坐着的还是那几个国家，海力士还是那个被夹在中间、身不由己的玩家。

三样隐忧，一个老问题

把这三块摆到一起看：

- **物理的墙**——靠把单元做小来进步的老路快走完了，未来要靠“叠”和“封装”，而 3D DRAM 这样的下一代方向还远未成熟。
- **追兵的脚步**——长鑫正照着韩国当年的剧本，用举国之力追赶标准品 DRAM，给本就凶险的周期又添一份变量。
- **大国的手**——出口管制把海力士的中国主力产能变成了随时可能被政策波及的“人质”，生意之外还压着一整套地缘风险。

请记住这本书一开篇就问的那个问题：**在一门隔几年就要死一次的生意里，一家公司到底怎样才能活下去？**

海力士今天顶着 AI 的光环、赚着 HBM 的厚利，看上去这个问题已经过去了。但把上面三样并排一放你会发现——那个问题一个字都没被回答，它只是换了身衣服：微缩的墙还在，只是被 HBM 的热度暂时挡住了；周期的凶险还在，只是多了一个新的国家队搅局；国家间的战争还在，只是从倾销官司升级成了科技冷战。

危险没有消失，它只是学会了伪装。那么，海力士这四十年在死亡游戏里练出来的那套"活口的方法论"，面对这批换了衣服的新对手，还管不管用？这就是下一章、也是全书要收的那个尾。

第十六章 · 活口的方法论

第十六章 活口的方法论

我们从一个谜题出发，走了十五章，现在回到它面前。

在一门隔几年就死一次的生意里，海力士靠什么活成了活口？这套方法论，还能管用多久？

写到这里，我想先泼一盆冷水，把整本书最反直觉的那句话说清楚。你可能一路读下来，脑子里已经攒好了一个故事的形状：一家破产的公司，触底反弹，最后靠 HBM 反超巨头、走上人生巅峰。这是个爽文的形状。

但它不是这本书的形状。

第一条：它从来没有「赢」过，只是「没死」

存储这门生意，没有终局。它不像一场棋，下完能宣布胜负；它更像一门一直要交房租的营生——你上个月交得起，不代表下个月不会被赶出去。海力士今天在 HBM 上领先三星，这是真的；但这不叫「击败」了三星，它只是**在这一个回合里、在这一种产品上，暂时跑到了前面**。三星的深口袋、规模、还没出完的牌，一张都没少。下一轮周期一来，一切照样重新发牌。

大白话

换句话说：这门生意里没有「赢家」这个稳定的身份，只有「暂时还没死的人」这个流动的状态。今天在前面的，明天可能在后面；重要的不是某一刻冲得多快，而是**四十年里没有在任何**
一个错误的时刻死掉。

这就是「活口」两个字的分量。活口不是最强的那个，是最没在错的时候倒下的那个。奇梦达技术不差，尔必达是日本内存的集大成者——它们都死了。海力士两次濒死，两次没死

透。它的核心竞争力，某种意义上不是「多能打」，而是「**多能熬**」。这是一个关于如何不死的故事，不是一个关于如何封王的故事。想通了这一点，后面几条才立得住。

第二条：它「命」里凑齐了那三件套，尽管自己一样都没有

第四章我们拆过，在这门反周期的死亡游戏里，要活下去得有三样东西：**敢在谷底逆势砸钱的赌性、砸得起的深口袋、以及背后一个愿意为你兜底的人**。三星是把这三样天生攒齐的教科书。

海力士的荒诞和精彩就在这里：这三样，它自己一样都没长出来过。可它的「命」里，硬是被凑齐了。

- **撑腰的人**——它自己没有靠山，但它大到不能倒（too big to fail，一家公司大到一旦垮掉会拖累整个国家，于是政府不敢让它死）。2001 年它现金流断裂，本该清算，可它扛着韩国一大块出口、一堆就业、一整条产业链，国家不敢放手。撑腰的人不是它请来的，是它「太重要」逼出来的。
- **深口袋**——它自己账上是空的，穷得叮当响。可债权团被套牢，只能一轮轮给它续命（第七、八章）；到 2012 年，SK 崔泰源逆势抄底，才终于给了它一个真正的深口袋（第十章）。深口袋不是它攒的，是别人被迫或主动借给它的。
- **赌性**——它自己未必有胆量在冬天砸钱，可托管期国家兜着底，等于「输了有人擦屁股」，于是它反而能在别人缩手的年份继续投制程、投产能（第八章）。赌性不是它天生的性格，是环境替它把风险扛走了、逼出来的动作。

大白话

所以这套方法论最不能照抄的地方，恰恰在这里：海力士的赌性、深口袋、靠山，大半是**国运借给它的**，不是它自己修炼出来的。别人学它「谷底逆势砸钱」，可别人谷底砸完钱就真死了，因为没人接盘。它砸了没死，是因为背后一直有一双手在托。

第三条：唯一能自己攒的护城河，是「比别人多熬一年」的工程复利

前两条基本靠命。但这本书如果只讲命，就不值得读了——海力士身上确实有一样别人偷不走、也是它自己一点一点攒出来的东西。

标准品这门生意的残酷在于**它没有护城河**（第三章）：产品一模一样，客户只认便宜，你今天领先的技术明天对手就追平。在这样的行业里，唯一算得上护城河的，是一种慢到不性感的东西——工程复利：良率、制程微缩、叠层键合这些苦功，一年攒一点，攒二十年、三十年，攒成一身别人短期砸钱也砸不出来的手感（第十一、十二章）。

这种功夫的特点是：它**平时看不出价值，只在某个特定时刻一次性兑现**。海力士叠了几十年 DRAM 良率、TSV、封装的苦功，在平面微缩还管用的年代，一点都不显眼。可当 AI 撞上内存墙、HBM 从「贵而无用」一夜变成刚需（第十三章），这身攒了几十年的叠层手艺突然成了别人几年都补不上的时间差——它就在这个时刻，兑现成了对三星的弯道超车。

运气偏爱长期主义者。不是因为长期主义能创造运气，而是因为运气来敲门那天，只有攒够了本钱的人才接得住。

第四条：国运是那个从不缺席、也从不签名的大股东

把海力士每一次生死翻出来，你会发现背后总有同一双手：**国家的手**。政府逼婚，把 LG 半导体塞给它（第六章）；国家兜底，让它在托管期熬过周期（第八章）；反倾销官司，是别国政府指控它靠国家输血倾销（第九章）；今天它又被夹在中美之间，成了地缘博弈的筹码（第十五章）。

存储从来不是一门纯粹的商业。它太重资本、太关乎国家安全和产业命脉，以至于任何一个玩家背后，都站着一个国家。这门生意的真相是：**公司从来不完全属于它自己**。它的每一次生、每一次死，都有一个隐形的、从不在股东名册上签名、却在关键时刻按下按钮的大股东——国运。

那么，这套方法论还管用多久？

把上面四条收拢，「活口方法论」大概长这样：**靠工程复利攒下别人偷不走的手感，靠国运借来的深口袋和靠山扛住周期，然后一次次不在错误的时刻死掉，熬到运气来敲门的那一年。**

现在轮到那个更诚实、也更难回答的问题：它还管用吗？

我的答案是：这套方法论解决的，是「怎么在周期里不死」。可海力士眼下面对的，是一套它从没打过的新仗。

- **它擅长熬底，不擅长守成。**过去四十年它一直是从谷底往上爬的人，仰攻是它的舒适区。可现在它第一次站到了 HBM 的高地上——从「怎么活下来」变成了「怎么守住领先」。会熬的人，未必会守。这是两种完全不同的肌肉（第十四章）。
- **它把命押在了一根绳上。**利润高度集中在 HBM，客户高度集中在英伟达。绑定单一客户在上行期是甜的，一旦对方需求转向或自研替代，甜就变成命门（第十四章）。
- **物理墙就在前面。**叠层不能无限叠，微缩逼近原子尺度，工程复利这台印钞机，本身也有它的天花板（第十五章）。
- **追兵是一个国家。**长鑫这样的中国厂商背后是举国体制——那正是海力士当年赖以活命的「国家兜底 + 反周期砸钱」的三件套，只不过这次凑齐这套的，是别人（第十五章）。

大白话

最扎心的一点：海力士的运气，大半是国运借给它的。而**借来的东西，是可以被收回的**。当地缘撕裂、当国家的手开始为别人按按钮，那个曾经托住它的力量，也可能变成压住它的力量。

所以我不给你一个结论。这套方法论会不会继续管用，取决于一件还没发生的事：一个用「熬」的本事活下来的组织，能不能学会「守」；一份被时代借来的运气，会不会被下一个时代收回。这仗还没打，谁也不知道结果。

最后一课：分清哪些能学，哪些只是运气

把镜头拉远。这本书讲的其实不只是一家韩国公司。任何一个身处**标准品红海、重资本、强周期、被国家意志裹挟**的行业里的组织——它的生存逻辑，都能在海力士身上照见影子。

但作为理工读者，你还该带走一样更冷静的东西，我们在讲三件套时其实一直在绕着它走，现在把它点破：幸存者偏差（survivorship bias，我们只统计得到活下来的样本，死掉的那些从数据里消失了，于是活人的经验被系统性地高估）。

我们之所以坐在这里津津有味地讲海力士的「方法论」，正因为它活下来了。奇梦达、尔必达和那几十家消失的名字，没人给它们写书——可它们当年做的很多事，可能和海力士一模

一样，只是没赶上那个国家愿意兜底的位置、没等到 AI 那一年。把活口的做法当成「必胜法则」，本身就是掉进了幸存者偏差的坑。

那这本书到底还能教你什么？它教你去做一件更难的事——在活口身上，把「可学的」和「学不来的」分开。

- 工程复利，是可学的。一年攒一点别人偷不走的手感，把自己修炼成运气来敲门时接得住的人——这一条，放在任何行业、任何人身上都成立。
- 国运借给它的深口袋、靠山、被逼出来的赌性，是学不来的。那是海力士的命，不是它的本事。谁要照着这一条去冒险，等来的多半不是奇迹，是清算。

这就是海力士留给你的最后一课，也是这门死亡游戏最朴素的真相：你能修炼的，只有让自己在运气到来那天还活着、还接得住；至于运气本身，从来不归你管。

四十年前进这一行的几十家公司，绝大多数没能同时做到这两件事。海力士做到了——一半靠自己攒的功夫，一半靠国运借的命。它没有赢，它只是又一次，没在这一轮死掉。

而下一轮，已经在路上了。