

导弹要什么

序言

这些年，写了无数同一风格的八股文报告，分析了各种弹药、武器平台的发展历史与发展趋势，论证了无数的弹药方案，但静下心来仔细想想，我们真的了解它的历史、摸清了它的发展规律、真的能指导我们做下一个项目的策划吗？诚然，我们也会根据国内外发展的情况总结综述，得出我们看似正确的结论，但往往我们只不过是**在描述和总结它的发展趋势**，并未弄清它的发展内在逻辑。当技术落后的时候，我们知道努力的方向是因为前面有对手，当慢慢追赶上来后或者水平相当的时候，该怎么发展是非常值得探讨的，可以说那是头等重要的大事。

在此，我并不是想分析弹药/导弹技术该往哪个具体的方向发展和实施，那是军方论证部门该做的事，我也没有这样的能力规划和预测。写这篇文章，只是为了跳出原有的固定思维方式，**抛开所有的具体弹药技术细节**（避免写成了论证报告），从宏观的视角，或者说另外一种角度，研究弹药发展所固有的特点及进化的规律。

凯文凯利在《科技要什么》说到，“科学家的得出一个惊人的认识，即不论用什么方法来定义生命，**生命的本质都不在DNA、组织和肉体等实体形式中，而是在这些实质形式所包含的能量与信息之无形组织中**”。揭开科技那由原子组成的外衣，我们便得以看见科技的核心，并发现科技自身就是思想和信息。生命与科技这两者都是基于无形的信息流动。”，书中把科技描述为第七界生命（*地球上发现的生物种类可以分为六大类，而在这六大类或说六大生物界之中，所有的物种都有着共同的生化结构*），研究科技与生物的进化过程的共同及差异。同样，本文想借鉴凯文凯利的这种思想与研究思路，把武器/弹药当作第七界生命中的一种，看能否从某些角度上阐述它内在固有特点及进化规律。

某某知名大学2000年左右的《战术导弹总体设计原理》中，其中有这样的一个章节“导弹走向军民转民的应用”，其实这段放在现行的教材里面确实挺有现实意义，目前提倡军民融合，但这个章节里面写到的内容及预测实在不敢苟同。

导弹是一种现代化的武器，但就像原子弹能和平利用一样，导弹“军民转民”的应用范围也十分广阔，能够创造许多奇迹。举例如下：
<div><div>1. 空中冶炼:80年代末，地球上第一枚“炼钢导弹”在日本发射成功。该导弹舱中装有两台电炉，电炉内盛有铁、磷、钼、镍等多种元素材料。导弹发射至高空后，冶炼过程开始……。这种用导弹冶炼的合金，其强度比地面冶炼的要高2.5倍，硬度高1.85~1.9倍。</div><div>2. 导弹钻探：依靠火箭发射时喷出的高温火焰射向地层深处“钻探”。这种高温火焰射流面前就连最硬的花岗岩也变得柔软如泥。其速度之快，质量之好令人刮目相看。</div><div>3. 导弹邮递：90年代初，英国人试验了“导弹邮递”。此法只需将导弹的弹头舱改为存放邮包就行了。当导弹飞到目的地时，“导弹邮包”便借助降落伞漂下回收。利用导弹进行快递邮寄，不仅应用前景十分广阔，而且在竞争激烈的当今世界，将发挥及其重要的作用。</div><div>4. 导弹电视：.....（实在不忍写出来）</div></div>

或许十几年前，当我们看到这样的预测可能不会有什么反应，觉得也没有什么，认为或许那就是方向。但是十几年后，回看这四点预测，哪一点都难说准确，或者说是不能再扯淡点了。为何仅仅过了10多年，我们就觉得它说的如此荒谬（所以从这一点上提醒我们，预测很难，能预测成功的必然名垂千古，成为什么什么定律之类）。或许是我们这些做技术的，太局限于技术而难以跳出技术，我们往往看到的是技术实体，而不是技术本身，所以我们会把技术实体能干的事情牵强附会的弄在它上面，而没有想到其他技术也可以替代。技术发展到今天，无人机能完成上述导弹邮递、导弹电视的这些功能，在成本上、技术上都具有无可比拟的优势。导弹邮递的想法，或许比较符合目前“东风快递”的含义，但可惜人家送的确实是真的弹头，快速、精确、高效（这是在给东风打广告了）。

任何事物都是在进化，宇宙、生命、道德、文化、技术无一例外，没有永远一成不变的事物，哪怕它是化石。做技术的人都会在想，如何设计出一套永恒适用的方法，希望事物的发展总是按照我们预定的轨迹去执行，但往往这只是我们自己的一厢情愿，就如同做永动机一样只是美梦一场。在任何一个行业，我们创造出的产品不仅仅是一个实体，而且是一个变化的实体，会随着竞争对手的变化而改变，这一点与物理规则不同，人造物的进化规律与生物进化一致，只不过人造物的进化、迭代速度更快。

通过这些年的发展，是时候回看我们当初的预测和规划，就如反思那本书上的预测一样。写这篇文章，并不是为了预测什么，只是想来重新审视下这些年和当下我们所做的这些事情，从宏观的角度出发进行研究，看看是否能否解释在过去这些年的发展、跃进、得与失.....或许到最终也不会有任何答案，无疾而终。

第一章 弹药极简进化史

人类制度、人工制品和习惯的改变，都是渐进的、必然的、不可抵抗的。

1 弹药进化方向

弹药是通过能量/信息的转移至目标的装置，造成目标死亡/消灭或无法正常工作。传统的如火箭弹、炮弹、导弹直至定向能武器、网络攻击我想都应该包含在上面这个定义里。首先我们来讨论下弹药进化的方向。

达尔文说，眼睛的演变是因为，在过去，能提供一点视力的简单眼睛为拥有者带来了生存的优势，帮助他们进行繁殖，而不是因为某人故意要获得视力。我们所有用来描述功能的说法，都采用自上而下的视角。眼睛是“为了看”，有了眼睛的存在，我们才能“看”，看之于眼睛，就如同打字之于键盘。

以达尔文的观点来解释弹药的发展：我们不是为了获得某种特性的弹药而进行发展，而是因为拥有某种特性会帮助它在战争的竞争过程中取得优势，所以才得以发展。而以竞争为基础的，其必然是一个渐进进化的过程,下面我们可以来看看它发展的这一过程，而对于保证这一演化的竞争优势，从传统上看主要的涵盖在这样的几个方面:射程、精度、威力/火力,这些也是弹药总体设计中大家考虑的核心因素。

<div><div>1. 上百万年前，从人类诞生的开始，原始人类通过投掷石头、木棍等进行狩猎、战争，这是区别于动物采用身体肉搏的一项重要技能，具有一定的划时代意义,而投掷的石头和木棍等可以作为最原始的弹药一种；</div><div>2. 经过百万年漫长的石头与棍棒对战，到2.8万年前，为提升在战争（或者说是斗殴）竞争优势，采用外力对弹药进行投掷，发展最为成功的即弓箭，增加了射程、提高了精度。为进一步提升在竞争中的优势地位，在漫长的进化过程中逐步从把石头、木头演变成各种形状各异的金属箭头，提升威力；同时不断的对弓箭进行改良，进一步的提成射程、精度和射击速率。</div><div>3. 时间一直持续到900年前，为进一步取得在战场上的竞争优势，炼丹发明的火药技术引入至弹药领域，发明了火箭筒（宋代），但精度极差。为提升火力，形成了多管火箭筒（朝鲜的多管火箭筒），这与现代火箭弹的发展又何其的相似，为提高精度，形成了火炮、带膛线的炮，至此热兵器的厮杀不再靠人品。</div><div>4. 再推至六七十年前，随着对射程及精度更高的需求，发动机技术、制导控制技术引入弹药，使得射程及精度的进一步的提升，战斗部技术从炸药至核弹，使得杀伤威力的到了极大的提升。</div></div>
--

从上面可以看出，每一次弹药性能的提升，虽然都是技术上进行更新的结果，但是由于竞争需求的牵引，让技术不断进行横向至纵向的迭代更新。

从人类战争史上，我们可以得出这样简单粗暴的结论，弹药/武器的代差（当然还有人的因素）意味着屠杀，这一点无论是哥伦布时代的印第安人、还是近代的中国人应该最有体会。所以世界上那些超级大国所制定的战略目标是谋求领先敌对/假想敌一代，使得在竞争中始终占有先机。所以我们不光是紧紧盯着技术的发展，而更应该考虑到现实领先的竞争需求，战场生存竞争的需求，而不是在办公室、实验室虚拟、想像弹药方案、想像我们如何先进。很多时候我们连五年计划一般都不容易做好，想像几十年后的事或规划几十年后的事基本没有什么现实参考价值，十年前我们能想到如日中天的诺基亚突然垮塌、能规划出共享经济如今天这般火爆、能想像比特币（当然也有可能是一场骗局，但人生何尝不是场骗局）能发展这么迅速？当技术发展到一定程度，产品自然水到渠成，而以产品去牵引技术的进步就如逆水行舟，不是顺势而为。弹药技术应活在当下，而当下的任务是要压制对手，所以从某种意义上来说，在战场上压制对手即弹药的进化方向，这与生物的进化是一致的，哪怕是微弱的领先优势，足以在漫长的进化过程中压缩竞争对手的生存空间。

弹药进化方向应该的是为赢得战争服务，如果光从技术层面去研发弹药，那么可能会形成非常庞杂的一个弹药体系，研讨、规划与方案竞争解决不了技术上百花齐放的发展态势，战场才是检验弹药的唯一地方，而不是靶场。再落后的武器如果适应战场，那它也是方向。细心的人会发现，真正打过战的国家一定不会出现各种各样的复杂体系的弹药，它必然会成体系的以一个简明的架构呈现出来，这是因为弹药在战场环境竞争中完成了梳理、淘汰与进化。在这个行业我们忙碌、奔波，我希望大家的目的是能够为此个国家将来在战场上提供比别人领先的弹药，而不是为了技术而技术的去赶超美国，不是为了先进而先进的去获取各种奖项，弹药、武器的发展应该应用在战场，适应战场、在战场上压制对手才是方向。

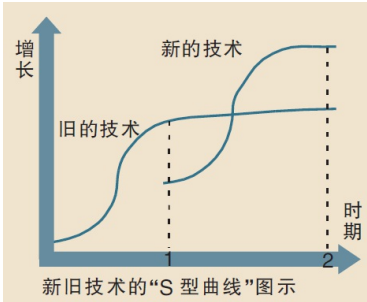
2 独立进化

技术的发展有其必经的路径，当单一技术条件成熟时，并不能保证其真正的应用，事实上，也很少有来得太早的技术，他们总是出现的最合情合理的那个历史瞬间。从石器时代到如今，地球上的每一个角落，技术的故事都是这样：不管你考察什么地方，技术都庄严的从一种工具进入下一种，很少踟踌哒哒，也很少偏离主线，对这种路径的依赖非常明显。

弹药/武器的发展对路径的依赖非常明显，除非你发明了钢铁、水泥、电力和运算，理解核物理，否则研发原子弹遥遥无期，这一点就如物理学定律一样，不达到7.9km/s就别想逃离地球。如果从纵向上分析弹药发射推进方式、毁伤、制导控制等几个方面，其发展具有明显的先后关系，发射推进方式沿着生物能、机械能、化学能再至电能的方向发展；毁伤方式从动能、化学能、核能的方向发展；制导控制由无控、惯性制导向导引演进。

- 发射推进方式的发展进化** 1 人工投掷 最古老、直接的方式。按照国际田联的标准，男子标枪800克，投掷的世界记录，104米。石头投掷的距离与标枪基本差不多。而在实际的战场，不管是投掷石头、标枪、手榴弹，最大的有效射程不会超过50m，这个射程已经属于人类投掷的极限，就算再怎么永无止境的运动精神鼓舞舞蹈达到200m或更远这是绝无可能。其中这主要受到人投掷时所能赋予被投掷物体的动能限制，同时在地球引力、空气阻力这些运行环境所制约。 2 机械投掷 借助机械装置储能，对弹药进投掷。应用主要有抛石机、弩等，最为成功与广泛的是弓箭，从中国宋代以来的弓种情况看，弓的最大射程一般在200米左右，有效射程在120米以内。也就是说，双方真正展开战斗队形后进行弓箭的有效交火，是在相距100米这个距离上。然后说单兵弩，单兵弩的各种数据记载虽然很大，但是实战当中一般都是平射使用，以目前的器物遗存以及图画材料看，很难证实实际当中能达到什么三百步，五百步的最大射程，最多在一百步一百五六十米的距离上实现精度射击就很不错了。同样，采用弓箭射击受到的限制与人工投掷一样，投掷物体的动能受限制，而其取决于弓的拉力、行程还有弓的效率等。 3 火药发射 火药发射始于9世纪的中国火药，到12世纪火箭射程达到300多米；十五世纪，朝鲜和明朝对倭寇的“神机箭”，200支火药推动的箭阵，射程400多米，名副其实的古代版“喀秋莎”；1942年德国人制造了世界上最重的火炮“杜拉”铁道炮，重1329吨，口径800mm，发射的混凝土穿甲弹重达7.1吨。从目前的火炮发展来看，可以说，经过几百年的发展，其火药发射的能力虽仍在不断的提升，但其可提升的空间已然捉襟见肘。 4 火箭发动机推进 从第二次世界大战中开发出的V1、V2火箭开始，经过70年的发展，形成了大大小小固体、液体各类火箭发动机，弹药的射程从几公里扩展至上万公里。从某种意义上来说，通过投掷与推进方式从用人力至机械能再到采用化学能推进，已经使得弹药在地球上已经没有了射程死角，或者说在地球上已经没有了严格意义上安全的地方。 推进方式仍然在不断的进化，目前电能推进已进入了历史舞台，或许下一步就在弹药。
- 毁伤方式的发展与进化** 1 采用动能毁伤 根据人工投掷的最大动能，估算动能毁伤小于500焦；弓箭最大的最大动能毁伤动能约1000焦；采用火炮发射弹药的最大动能十至几十兆焦。 2 采用化学能毁伤 在唐代，我国发明火药（黑色炸药），这是世界上最早的炸药；宋代，黑色炸药已被用于战争，它需要明火点燃，爆炸效力也不大；威力较大的黄色炸药源于瑞典，由诺贝尔发明。各国的科学家们对更高级的炸药的研制从未间断，但其性能的提升已可见底。 3 核能毁伤 核能的利用始于1945年，用它制成武器，教育一个着了魔的民族，而且不止一次。我想原子弹、氢弹的威力毋庸置疑，看看那个着魔的民族在70多年后的今天仍耿耿于怀就知道，它的伤害不是几吨炸药能比的。 从最为原始的动能毁伤至核能毁伤，目前所发展的弹药足以毁灭地球千百遍，可以说毁伤技术的发展，已经使得地球为之颤抖。
- 制导与控制的发展与进化** 1 无控制射击 射击精度受到的约束较多，气动外形、射击速度、出炮口的扰动等，这很大程度上取決与使用者的基本素质、射击工具材料、加工精度、工艺水平等等；在没有任何惯性测量器件的漫长年代，所有的弹药射击只能通过训练、材料改变、加工工艺提升、设计复杂的装置（如膛线），提升精度。 2 采用惯性器件，提升制导精度； 通过采用加速度计/陀螺仪或卫星导航系统等惯性测量装置，在飞行的过程中通过导航算法实时获得姿态、位置等信息，进行反馈控制。这种方法始于二战的德国，随着惯性技术的发展，器件水平的不断提高，惯性测量的精度不断的提高，惯性制导精度从几公里至几百米逐步提升至10米量级。 3 采用导引器件，进一步提升制导精度。 这是实现对目标精确打击的一种手段、是对付移动点目标的方法，精度可达米级，按照导引器件的原理有光学的、雷达等导引。

我们粗略分析和梳理弹药的发射/推进、毁伤、制导等多个部分，从其纵向的发展演变规律来看符合“S型曲线”，新旧技术的更替让技术各部分独立而渐进的发展。从某种意义上来说是各个部分的自下而上的发展塑造了导弹，



而不是导弹的发展引领了各部分的发展。

所谓“S型曲线”理论是指，每一种技术的增长都是一条条独立的“S型曲线”，从图中可以看出，一个技术在导入期技术进步比较缓慢，一旦进入成长期就会呈现指数型增长，但是技术进入成熟期就走向曲线顶端，会出现增长率放缓、动力缺乏的问题。而这个时候，会有新的技术在下方蓬勃发展，形成新的“S型曲线”，最终超越传统技术。因此，新旧技术的转换更迭，共同推动形成技术不断进步的高峰。

解释S型曲线理论比较好的例子是火车与马车对比的故事，火车刚出现时比马车跑得快，但那时马车的发展已经进入了技术成熟期，而新的技术火车很快就进入快速发展远远的把马车甩在了后面。如果我们沿用马车的技术路线发展，我们肯定达不到现在高铁350km/h的速度，我们不会照旧的技术一直走下去，面对明天的问题时，我们用的是明天的工具，而不是今天的，这就是所谓的进步，这也是科技能一直保持持续增长的原因。技术的发展也是一个不可逆的过程，一旦新的技术占据上风之后，落后的技术只能是辅助。所以很难想像，现代战争再次重现1000多年前那种双方大批人骑马射箭、冲杀肉搏、血肉模糊的场景，当然这也可能会在某些局部的地方出现，但绝对不是主流。一旦新的技术展现出超越旧技术的优势，那么旧技术要与新技术的竞争将必然付出更多的努力，但是这所有的努力终究是白搭，这一点上看马车与火车发展依然相当显而易见，再改进的马车它依然是马车，哪怕马车界的兰博基尼。（很遗憾的是，很多时候我们做技术的不得不在马车界拼命的努力，延续它的生命，然后被历史的车轮无情的碾压。）把“S型曲线”从技术的角度推广至社会学角度分析，那么哈耶克在《通往奴役之路》这句话也无比正确，“如果我们能建成一个更好的世界，我们必须有从头做起的勇气——即使这意味着欲进先退”。技术的进步不断的推动这弹药这个科技体的发展与进化，但我们发现，不论发展到什么时候，其最古老形式和最新形式依然并存，我们投掷手榴弹，就如千百万年我们的祖先投掷石头一样；我们发射炮弹，其原理依然和宋元时的火铳相同；我们载人航天的火箭，其原型竟是一飞冲天的“窜天猴”……从这些来看，自然进化与人工进化之间最大的差异就是科技物种不像生物的物种，它们几乎永远都不会灭绝。通过千百万年的发展，如果从典型的总体指标看，我们会发现弹药在射程、威力、精度上目前都已经达到了我们所能想象到的地步，这也是最近30年左右的时间没有特别震撼弹药/武器出现的原因。或许将来的发展方向，压制对手的将不再是这一类指标，这或许意味着弹药的重生，将以一种新的形态存在。

第二章 所谓的顶层设计

自然界没有顶层设计，一切源于野蛮生长。《自下而上——万物进化简史》

1 野蛮生长

在西方的思想史上，把世界解释为上帝设计和规划的结果。但就算整个世界真是上帝设计的，我也只相信他设计了这个世界运行的规则，而发展、演化的历程全由它自生自灭。就如宇宙大爆炸带来的无尽混乱与折腾，最终落入宇宙如今所展示出来的形式。一直在想，如果真的有一个万能的神，主宰了世间的一切，那么他的复杂度和计算量得多大啊，这蓝色星球的芸芸众生都只仅仅是宇宙中的一粒尘埃，这一粒尘埃都如此复杂，何况是整个宇宙。所以从复杂度上分析，我宁愿相信阿三 的哲学，在所有的事物上都有一个掌管它的神，而不是一神论。我们总是希望事物的发展有一根主线，为达到某种结果，自上而下的决策与规划，但是这并不是现实与自然界中优化的方法。自然界没有顶层设计，一切源于野蛮生长。生物要适应环境变化而谋求生存，它的手段在于变异，在许多种变异中通过自然的筛选得出，一步步逐渐演化至今天这样的世界。而变异的多样性，是决定这个物种能否继续存活下去的一个非常重要的因素。与生物谋求适应一样，弹药的发展必然是通过不同的方式变异（改进），不断的在竞争中优化谋求存活。弹药领域逃脱不了野蛮竞争，“中国在研的火箭弹比全世界在研究的项目都多”，从珠海航展上，我们的各大军工集团展出的常规弹药体系真的可以说很少有国家能与之匹敌的，在陆军打击弹药体系内，航天科技集团A100、A200、A300、M20、CX-1系列火箭能覆盖1000公里内的打击，同样航天科工集团、兵器集团一样也有自己的弹药体系，这种爆发式的野蛮发展虽然浪费，但却是我们走向成功产业升级的必由之路，与生物的进化一样，这个过程必然尸横遍野但却又无可避免。很多人认为，这些年中国社会不管是在制造业、互联网等行业这么快速的进步，得益于我们在整体上的策划、规划与高瞻远瞩。比如说国产大飞机C919，成飞造机头、沈飞搞尾翼、西飞弄机身、上海总装，这都是原来规划好的吗？首先不能说沈飞不能造机头而西飞不能搞尾翼，这也不是一开始就能规划的，相反，这正是由于这些年这些单位不断的发展、不断的提升各方面的能力，才有可能出现这样的局面，形成这种自下而上的发展格局，其实，对于国家来说这是一种多么幸福的選擇。往往我们看到很多单位竞争同一个项目，很先进的技术同时有多家单位在竞争，并且技术水平都相差不多，这样不会造成浪费吗？但“整个发明的历史就是一连串无止境的平行实例”（人类历史学家阿尔弗雷德·克·罗伯），看看几百年前牛顿和莱布尼茨对微积分发明权之争，再看看现在比比皆是的专利之争，几个团队、十几个团队同时发明轮子的概率在极度的增大，这看似野蛮的竞争，其实就如同生物界优胜劣汰法则一样，它在加速着淘汰、加速着技术的发展，这是走向进步、加速进步从而走向生存的必由之路。

2 试错

人类凭空架构复杂系统的能力很差，人类擅长的是试验，获得反馈、总结、改进，如同进化一样生长。《Art & fear》一书中讲到一个例子，“一位陶瓷老师把学生分成两组，数量组和质量组。数量组的学生最终得分只和作品数量有关，做50个得A，做40个得B；质量组得分只考察质量，只需要做一个，但是要做到完美才能得A。结果学生做出的质量最好的作品，全都来自数量组，因为他们不断地做，从错误中学习。而质量组总在做完完美作品的理论推演，最终带来了看起来完美的理论，和一堆什么都没做成的黏土。”

##3 不可缺少的粘合剂 很多人认为，“弹药的发展有一根主线，而总体设计是自上而下的决策与规划”。上面分析了，自然界是通过变异而实现自下而上的发展，科技体一样是自下而上的发展。打个比方，电脑计算好多数的乘法应该来说是相当容易的一件事，但是要计算机去分解一个大数也是特别困难。至下而上好比是这些数做乘法，自上而下好比是大数分解，孰难孰易不难分辨。同样的道理，要求总体去引领部件发展就如同让你去分解一个大数一样，本身来说就是一件非常非常难得事情，或者说是一件不可能完成的事情。弹药各个部分独立发展，那要成为一个整体，必须通过一定的方式进行结合，从某些意义上讲这就叫总体设计，但我认为总体设计其就是粘合剂，它的作用是挺重要的，我想用比特币发明的事来阐述下，技术需要结合，同时这也是属于总体素质与荣光。比特币的发明应该是这些年比较重要的一个事，由中本聪发明，特币不依靠特定货币机构发行，它依据特定算法，通过大量的计算产生，比特币经济使用整个P2P网络中众多节点构成的分布式数据库来确认并记录所有的交易行为，并使用密码学的设计来确保货币流通各个环节安全性。其中非对称加密、点对点技术、哈希现金这三项关键技术是比特币发明所必不可少的，但没有一项是中本聪发明的，这与其说是运气，不如说是中本聪恰好具备发明比特币的全部素养，正如有人事后评价说：“要想开发出比特币，必须：1、对货币有非常深入的思考；2、要了解密码学；3、认为比特币这样的系统从理论上是可行的；4、要有足够的动力将这个理念开发成实际产品；5、编程能力出色，能够保证产品安全；6、有足够的社交技巧，才能围绕这个产品创建一个成功的社区。密码学圈子能符合前三个条件的人已是凤毛麟角。 在上面的这个例子中，可以看出，你可以不是关键技术的突破者，能做好技术的粘合进行创新，仍然会有大的突破。上面总结的那几条，同样是对优秀弹药总体设计人员提出的要求，成为一个优秀的总体必须具备扎实的专业技术、对技术的深入思考、执着的信念与动力、优秀的沟通能力。

第三章 聆听导弹的声音

摩尔定律，每经过18~24个月，计算机芯片的尺寸和价格就会减半。

1 弹药的发展有摩尔定律吗？

2005年，纪念摩尔定律40年的时候，摩尔写道：“摩尔定律其实是经济学的定律。”，摩尔定律其实就是人类的信念系统，并非物理学定律，和人类信念相关。事实上重点在于人类的活动、人类的愿景，以及你能够相信的东西。弹药的发展有摩尔定律吗？这个问题一直在心里问着自己，但如果弹药跟计算机芯片一样的进步，现在一枚弹道导弹估计就1块钱，但可能只有一个只蚂蚁这么大，这显然不符合实际情况，目前也不可能进化到那样的程度。“计算机芯片这个微观宇宙与我们的宏观世界不一样，能量在其中并不重要。”这正是我们在放大规模时看不到类似摩尔定律的进展原因：能量的需求也同样快速地放大规模，而能量也是主要的限制条件，不像信息可以自由的复制。此时此刻，计算机芯片的摩尔定律依然有效，我们似乎还看不到这曲线的尽头，但是在未来的某个时刻，每一条曲线都会进入平稳期，摩尔定律不会永久持续，但是当旧的摩尔定律放慢脚步的时候，我们会寻找新的技术来实现增长，就新旧技术的“S型曲线”所表现的那样。从弹药的典型的总体指标看，我们可以分析弹药在射程、威力、精度的S曲线（想象一下吧，其实就是上图），虽然性能指标依然在提升，但从其增长速度上看弹药技术已经进入成熟期（最近几十年内，火药推进的性能、炸药威力的提升微乎其微，几乎可以忽略），新的弹药技术或已悄然崛起，也许会在不久的将来会迎来爆发式的发展，正如S形曲线中新技术对旧技术的超越一样。

2 弹药的延续性与破坏性创新



SOURCE: CLAYTON M. CHRISTENSEN, MICHAEL RAYNOE, AND RORY McDONALD FROM "WHAT IS DISRUPTIVE INNOVATION?" DECEMBER 2015

© HBR.ORG

创新有两种主要方式：一种是改进型创新，一种是破坏性创新。破坏式创新描述的一个过程，一个较小的公司、组织使用较少的资源，能够成

功地挑战、改变市场已有的格局。特别是当已有的市场经营者（市场主流）在着力于提高他们的产品与服务用于满足高利润消费群体，同时忽略了其他不能带来高额利润的消费群体时。此时，市场闯入者就可以用“破坏性地开始”向那些被市场主流所忽略的消费群体提供能够满足他们需求又相对低价的产品与服务，以此站稳脚跟。”市场主流由于在追求高利润，关注高利润消费群体，对市场闯入者一般不会将其视为对手。市场闯入者继续向上争取主流消费者阵营，同时保持最初吸引低层消费者的竞争优势。当主流消费者开始大规模使用市场闯入者的产品和服务时，“破坏”或“颠覆”就发生了。这一过程可以用图来表述。横轴表示时间，纵轴是产品或服务的性能。蓝色线根据用户的对产品或服务性能的付费意愿，将其划分为低端市场、主流市场和高端市场。红色线是表示产品和服务改进与提升的线路。产品与服务的性能、质量会随着时间而不断提升，因此用户的付费意愿也会不断增加。在这一过程中，市场已有经营者（市场主流）会忽略低端市场、将重心放在提升高端消费群体的满意度，进而获得更好的利润；市场闯入者（破坏式创新者）会从低端用户入手，随着时间地推移，不断改进产品与服务，进而争取主流消费人群。当主流消费群体发展转移时，市场闯入者破坏性创新获得成功，角色升级为“市场主流”。这一过程结束，等待下一个市场闯入者的破坏性进入。破坏式创新是对现有市场格局的改变。这既可以从低端用户入手，也可以从新创造市场入手，作者还列举了施乐复印机和个人PC的案例来说明。施乐当时只面对大型机构提供较昂贵的服务，当面向个人的复印设备出现时，整个市场都发生了改变。对比改进型创新和破坏性创新的一个观点是，改进型创新如五刀片的剃须刀、高清画质的电视、更好的移动智能终端等，这些创新所带来的产品及服务作为增值是卖给高利润用户群体的；破坏性创新则是面向低利润群体的“低等”用户的创造。同时也会平衡品质与价格之间的关系——通常用户不会因为某件商品便宜而购买，而是要等到其能够满足需求后以更低的价格购买。由此，我们可以看到，为何破坏性创新会将产品与服务的价格拉低一个层级。

第四章 技术终将趋同

发展过冲：野蛮生长、最终趋同；百花齐放后

1 奥卡姆剃刀

- Do not multiply entities beyond necessity, but also do not reduce them beyond necessity.
- 对一战、二战整个过程中出现的口径、弹药，再到目前世界口径弹药的格局进行梳理，发现这弹药的竞争如同生物竞争一样，百花齐放后最终归于沉寂。技术终将趋同。

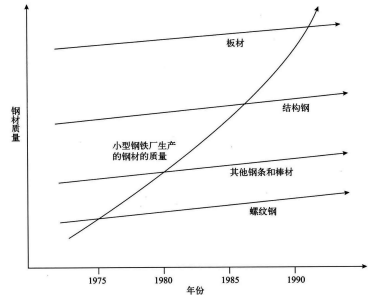
第五章 再也回不去的低端市场

表达的观点：抛开政治层面，如果时间的维度再放大一点来看待技术，所有的竞争者技术将趋同，拥有成本优势的大量下游企业将竞争占领上游企业当前的领地。是什么让我们再也回不去低端市场。

小型钢铁厂炼钢技术是一种破坏性技术。当这种技术首先在20世纪60年代出现时，小型钢铁厂生产出的钢铁质量很差，因为它使用的原料是废钢。而且，产品的性能也会随着冶金组成和废钢杂质的变化而产生差异。因此，小型钢铁厂唯一能找到的一个市场可能就是钢筋（螺纹钢）市场——它在质量、成本和利润率等方面均处于市场最底端。对成熟企业而言，这是最没吸引力的一块市场。这个市场不仅利润率很低，而且客户的忠诚度也是最低的：他们经常随意更换供应商，哪家供应商的售价低他们就与哪家做生意。综合性钢铁制造商几乎是迫不及待地摆脱螺纹钢业务。但小型钢铁厂却以完全不同的方式来看待螺纹钢市场，其成本结构与综合性钢铁厂截然不同：折旧率极低，没有研究和开发成本，销售开支很低（大多为电话费），并且其一般管理开支也是最低的。它们可以通过电话销售它们有能力生产的所有钢铁产品，而且还能从中赢利。

一旦在螺纹钢市场站稳了脚跟，那些最野心勃勃的小型钢铁厂，便会以与综合性钢铁厂完全不同的视野来看待整个钢铁市场。小型钢铁厂占据的螺纹钢低端市场对综合性钢铁厂完全不具有吸引力，而小型钢铁厂对高端市场的看法却是，获取更大利润、更大销售额的机遇就在它们的上方。在利益的刺激下，小型钢铁厂会努力提高产品的冶金质量和强度，并加大对设备的投资以生产出更多的产品。

正如图4.3中的轨线图所表明的那样，小型钢铁厂接下来立即对位于它们上方的大型钢条、棒材和角钢市场发起了冲击。到1980年，小型钢铁厂已经占据了螺纹钢市场90%的市场份额，以及钢条、棒材和角钢市场30%的份额。在小型钢铁厂发动进攻时，钢条、棒材和角钢是综合性钢铁厂生产线上利润率最低的产品。因此，综合性钢铁制造商再次几乎迫不及待地摆脱了这项业务，到20世纪80年代中期，这个市场已经完全是小型钢铁厂的天下了。一旦小型钢铁厂在钢条、棒材和角钢市场上的地位得以确立，它们便继续向更高端的市场进攻，这一次它们的目标是结构性钢梁市场。1995年，伯利恒公司关闭了旗下最后一家结构性钢梁工厂，将这块市场拱手让给了小型钢铁厂。



如果我们延续20世纪50年代的有机农业，不大量的使用肥料，就需要地球82%的陆地面积来栽培作物，但我们现在的耕种的土地面积只占38%。我们不会照现在的样子走下去。面对明天的问题时，我们用的是明天的工具，而不是今天的。这就是所谓的进步。

1 固守还是突围

我们应固守原有的市场，还是要突围向更高端的市场？我想作为一个企业、单位的领导者必须要面对的问题，不管谁做这样的决策，应该都离不开强有力的数据支撑，要不然就是在拍脑袋、要不然就是为了屁股稳当。能否继续干原有的低端市场，取决的是比你更具有成本优势的企业是否已经能和你竞争，如果能，那那个市场早晚都是要丢掉的，而如果不能，继续在里面赚取利润；其实这条原则反过来也适用，如果你作为下游的企业具备向高端市场突围的技术能力，那么成本优势将是压垮那些上游企业的最致命一击。

第六章 冲突

对于领先的企业，更没有必要冒这种风险。谚语说，If it works, don't fix it! 只有落后者，光脚不怕穿鞋的，反而可以冒这个险。冒险至少还有赢的机会，不冒险就输定了。

第七章 方向

人类文化的发展，是渐进的、增量的、无预定方向的、自然发生的,并受种种竞争理念自然选择推动。

题后记

如果我们延续20世纪50年代的有机农业，不大量的使用肥料，就需要地球82%的陆地面积来栽培作物，但我们现在的耕种的土地面积只占38%。

不论你多么确切地了解H2O（水的分子式）的化学特征，它都不会告诉你任何有关漩涡的特征。一如所有涌现的事物，漩涡的特性来源于大量共存的其他个体；在之前所举的例子中，是满满一槽的水分子。一滴水并不足以显现出漩涡，而一把沙子也不足以引发沙丘的崩塌。事物的涌现大都依赖于一定数量的个体，一个群体，一个集体，一个团伙，或是更多。