# 指数的威力

只要天没有戳破，指数增长就一定会饱和。

从前有一位国王与国际象棋冠军下棋，国王问他：“如果你赢了，希望得到什么奖赏？”冠军回答说：“希望陛下赏我大米。”国王又问：“你想要多少呢？”冠军说：“请陛下叫人在棋盘上放米粒，第一格放一粒，第二格放两粒，第三格放四粒，第四格放八粒……就这样按照后一格比前一格多一倍的规律放下去，一直放到最后一格为止了”国王心想：小小棋盘一共才那么几十格，能放下多少粒米？就爽快地答应了。几盘棋下来国王输了，马上令人抬来一袋米，对冠军说：“你赢得也不容易，多给你一点算了，就免掉在棋盘上放米粒的麻烦吧。”冠军不同意，坚持要按原先讲好的办。国王不能当众食言，只好叫人数着米粒往棋盘的格子里放，不多久一袋米就放完了。国王命一位懂数学的大臣算算看到底需要多少米？算出来的结果把国王吓坏了，不要说一袋米不够，就是将全国粮仓中的米都搬来也还差得远！国王顿时满面愁容不知所措，这时冠军挥挥手笑着说：“我宣布放弃国王陛下赐予的奖赏，其实我并不在乎这点米，只是想借此机会显示一下指数的威力！”

指数是什么？实际上就是同一数的连乘积。例如国际象棋的棋盘共有64格，在这些格子里按指数律放米粒，除了第一格放1粒米以外，其余的格子内的米粒数都是2的连乘积；第二格里的米数是2，第三格里是2×2＝4、第四格里是2×2×2＝8……以此类推，最后一格——第六十四格里是2连乘63次，大约等于922亿亿粒。一斤米以两万粒计算，就合461万亿斤！将全中国的耕地都拿来种稻米，要好几百年才能收这么多。如果将前面的六十三格里的米粒也算在内，总数还要增加近一倍！这就是指数的威力，难怪国王不知所措了。

自然界中有不少事物是以指数律增长的。细菌的繁殖即为一例，细菌一般是以分裂进行繁殖的，这就像国王棋盘格子里的米粒那样：一变二，二变四，四变八……如果环境条件适合，往往几小时就增加一倍！不难算出，这样的指数增长要不了多久，整个地球表面就被这一种细菌占满了！但是为什么这种灾难从来没有发生过呢？原来指数增长只是一种数学规律，能否在现实世界中发生还要看物质条件。细菌的繁殖需要养料，现实世界中养料是有限的，还有别的生物分享，等到细菌能获得的养料将近耗尽时，增长就会减缓以至停顿，这种现象称为饱和。

由于指数增长极快，而且越来越快。只要时间足够长，就会超过天文数宇而趋向无穷大。所以现实世界中的任何指数增长现象必然会达到饱和。了解这一原理很重要，下面是两个实例。

从事电脑和集成电路工作的人都知道有一条根据经验得出的“摩尔定律”：电脑的运行速率及存储容量每隔18个月就增加一倍。这个规律已保持了几十年，迄今为止仍然成立。问题是会不会永远保持下去？根据现实中的指数增长必然会达到饱和的原理，就可以断言摩尔定律决不可能永远保持下去。这里的具体机制是电脑速度和存储量的增长都是靠不断缩小集成电路晶片上电子元件的尺寸来实现的，目前已经做到比百万分之一米还要小，再继续缩小下去就和原子的直径差不多了。小到这种程度，电子的运动规律就要起变化，微观的量子效应将起主导作用。到那时，不仅摩尔的指数增长定律会饱和，而且照老规矩设计的极其微小的电路根本无法正常运行。科学家未雨绸缪，已在研究“量子元件”，为下一代的集成电路作准备了。但不管怎样，摩尔定律不可能永远保持下去。

另一个例子是所谓“信息爆炸”。本世纪以来，书籍、报刊、资料等所包含的信息量大约每五年增加一倍，也是按指数律增长的，根据上述同样的原理，这种信息量的指数增长也不可能永远保持下去，迟早会达到饱和。这里的具体机制是：信息是为了给人利用的，太多了就无法有效地加以利用，到那时信息量的指数增长就会受到需求不足的抑制而趋于饱和。

我们已经看到指数增长的强大威力。科学家日常和指数打交道，料想不会忽视。其实不尽然，有时不小心也会犯错。60年代初，美国一位信息科学家（姑隐其名）灵机一动，想出一个绝妙的好主意，发表文章说，人的大脑所进行的智力活动都可以通过选择来实现。他举例说明：作家写文章属于高级的智力活动，写出来的文章不仅要有意义，还要符合文法和修辞的规则，要讲究气势、意境和美，等等。但是如果有一定的选择机制，猴子也能办到！这可真是一语惊人，但他并非开玩笑。他说给猴子一架打字机，让它在键盘上任性乱打，这样打出来的东西当然绝大部分是垃圾，但偶尔也会出现一句有意义的句子，如果运气特别好，也可能出现媲美于文学大师的佳作。他的基本思想是：混沌产生一切，关键在于选择。只要可供选择的样本足够多，什么好东西都能从中选出来。为简单起见，假设猴子在只有D、G、O三个键的英文打字机上任意乱打三个字母，结果共有3×3×3＝27种不同的可能，其中24个毫无意义，但确实出现了3个具有不同意义的字：DOG（狗）、GOD（上帝）、ODD（奇数）。他进一步设想：事先在电脑中按主观意愿设定选择的准则，再将无规则的噪声输入电脑，就可以在许多可能的结果中选出你所需要的来。乍看，这是一个绝妙的好主意：只要会选择，猴子就能打出媲美莎士比亚之名篇，一片混沌的噪声终究会产生出能与莫扎特和贝多芬唱和的杰作来，这岂不是太美妙了！

但只要算一笔简单的帐，就可以看出他那绝妙的好主意根本无法实现。英文共有26个字母，再加上空格和常用的标点符号，就算30个常用键吧。假如要选出只有50个字母的—个特定短句，用30个键完全混沌地打出50个字母，所产生的可能结果之总数是30连乘50次之积，大约等于70亿亿亿亿亿亿亿亿亿！别说猴子一辈子也打不出其亿万分之一，就是用每秒运算一万亿次的最快的超级电脑，也要花上200万亿亿亿亿亿亿年！而整个宇宙的年龄才只有140亿年左右。毛病出在哪里？原来这位仁兄忽视了指数增长的威力。后来他自己也认识到了，修正了原来的观点说：不能从完全混沌中选择，而应加上约束。所谓约束就是将那些明显不符合选择标准的排除在外。上述同样的例子如果不以字母而是以5000个常用字为单位进行选择，就省事得多。由5000字组成包含8个字的短句，所有可能结果之总数是5000连乘8次之积，大约等于40万亿亿亿。虽然仍是天文数字，但比前面以字母为单位的少得多了，这是因为已把那些不构成字的字母组合全部排除在外。如果再引入文法、修辞等更多的约束，就有可能将可供选择的样本数减少到电脑能胜任的范围内，他的这个主意并非完全不可行。而且有时在电脑中有控制地适当引入混沌的随机因素，不失为一个好主意。因为这样才会产生出乎意料之外的新东西，才会有创造性。

这位仁兄虽然开始时犯了错，但后来认识了、改正了，还是作出了一点贡献。可见天才与疯子之间往往只有一线之隔，前鉴如此，可不慎欤？