

这封来自 a16z 简报《Profiles of the Future》的首期文章，由马克·安德森（Marc Andreessen）与迈克尔·麦吉尼斯（Michael McGuiness）撰写。文章展现了埃隆·马斯克如何通过整合航天、AI 与能源，逐步将科幻小说中的星际乌托邦化为现实。

以下是为您精心翻译的全文内容，力求信（准确）、达（通顺）、雅（优雅）：

SpaceX 与觉醒之阳（SpaceX & the Sentient Sun）

“地球是人类的摇篮，但人类不可能永远生活在摇篮里。”——康斯坦丁·齐奥尔科夫斯基

埃隆·马斯克在 SpaceX 的薪酬方案围绕着两大核心目标展开：

1. 第一阶段奖励的解锁条件是：公司市值达到 **\$7.5 万亿美元**，并在火星上建立一个至少拥有 **100 万人口** 的永久性人类殖民地。
2. 第二阶段奖励的解锁条件是：SpaceX 运营的空间数据中心耗电量达到至少 **100 太瓦（TW）** ——这一数字是地球上所有数据中心总耗电量的 1,000 倍以上。

如果这两个目标皆落空，马斯克将一无所获，只能拿自 2019 年以来一直领取的 \$54,080 年薪。

在签署这份薪酬方案时，董事会成员们已经见证了马斯克长达二十年的“预言变现实”。那些曾听起来如痴人说梦的狂言，最终都成了现实：

- 他曾说 SpaceX 会将人类送入轨道，彼时还没有任何一家私营公司能做到这一点，而如今 SpaceX 运送 NASA 宇航员已成常态；
- 他曾说轨道火箭可以回收并重复使用，在整个行业都将助推器视为“一次性消耗品”时，SpaceX 已经成功回收了数百次；
- 他曾说卫星互联网业务能创造数百亿美元的价值，彼时该领域还是一片破产企业的坟场，而如今 Starlink（星链）的年收入已在短短几年内飙升至 **\$114 亿美元**。

他的预测在时间节点上或许显得激进，但在大方向上几乎从未错过。而公司在 2002 年创立之初写下的愿景，就是**让生命成为多行星物种**。因此，董事会将他的薪酬与这一终极使命牢牢绑定在了一起。

如果这个使命听起来像一部科幻小说，那是因为它本就源于科幻。

源自科幻的乌托邦：“文明”与无人自主飞船

伊恩·M·班克斯（Iain M. Banks）花了 25 年的时间，构筑了一个名为“文明”（The Culture）的星际社会。在所有理性的衡量标准下，这都是人类想象过最完美的乌托邦。在这个世界里，人类与“心智”（Minds，即管理着行星级太空栖息地的超智能 AI）并肩生存。他们之间既非主仆，也非对手，而是伙伴。

- 没人被迫工作，也没人遭受饥饿。
- “心智”承担了维持太空城市运转的繁重计算负荷；
- 人类则专注于“做一个人”，这本身就是一项全职工作。

SpaceX 的三艘自主无人回收船（即 Falcon 9 助推器在海洋中着陆的浮动平台）均以班克斯小说中的觉醒星舰命名：

- “当然，我依然爱你” (*Of Course I Still Love You*)
- “请阅读说明书” (*Just Read the Instructions*)
- “缺乏庄严” (*A Shortfall of Gravitas*)

在 2023 年英国 AI 安全峰会的一场访谈中，当被问及美好的 AI 未来是何模样时，马斯克回答道：“班克斯的《文明》系列小说是迄今为止对 AI 未来最完美的畅想。没有任何其他作品能让你如此真切地感受到，与 AI 共存的乌托邦或‘渐进式乌托邦 (protopian)’未来是怎样的。”

其实，他早就通过刻在回收船甲板上的名字，向世人昭示了他真正想建造的未来。

“文明”并非毫无摩擦的极乐世界，班克斯的小说同样充斥着战争、阴谋与道德的复杂性。它之所以被称为乌托邦，是因为文明已经完美解决了生存的先决条件，从而让数万亿人类得以自由地去追寻班克斯笔下“生命中真正重要的事情，比如体育、游戏、浪漫、研究消亡的语言、野蛮社会、不可能解决的难题，以及在没有任何安全网保护的情况下攀登高山。”

实现这样的未来，有四个不可或缺的前提：

1. **能源充沛：** 能够获取恒星能量输出的显著份额（远超今天人类文明所能生产的极限）。
2. **具身智能：** 具备大规模的物理智能，即无需人类介入，机器即可在任何地方进行建造、开采、精炼和维修。
3. **数字智能：** 拥有超越生物智能的廉价数字智能。
4. **廉价运力：** 找到一种廉价、频繁且可靠地将质量运出地球的方法，因为上述任何一点都无法在孤立的地球上实现规模化。

由终局出发：逆向推演未来

大多数对 SpaceX 的分析都是“顺流而下”的：从眼前的火箭、卫星、合同和收入谈起。但若想看清未来的全貌，更有效的方法是“从终局出发，向后逆推”。

1. 火星之城

其实战目标是在当代人的有生之年内，在火星上建立一座拥有 100 万人口的**自给自足型城市**。“自给自足”是最难的部分。这意味着如果地球停止向火星派遣飞船，这座城市依然必须活下去，这就要求它能自己制造一切：食物、水、空气、能源、药物、机械，乃至繁衍更多的人类。为了在几十年内将百万人和数百万吨物资运抵火星，按照 SpaceX 自己的数学模型，需要在每 26 个月才开启一次、仅有区区几周的“火星冲日”窗口期内，实现每天超过 10 次、总计多达数千次的 Starship（星舰）发射。

2. 月球之城

这是距离更近、难度更低的“火星彩排”。月球南极由于其永久阴影坑中蕴藏的冰以及特定山脊上的持续光照，成为了建立基地的天然选址。但马斯克构想的比科学考察站更为宏大。他设想在月球上建造工厂，生产 AI 卫星，并利用**电磁投射器（Mass Driver）**将它们接连不断地弹射入太空。

电磁投射器同样借用了科幻小说的概念。它利用月球仅为地球六分之一的重力以及近乎真空的大气环境，以工业化规模将太阳能卫星抛射到深空。鉴于月球土壤（regolith）按重量计含有约 20% 的硅和 10% 的铝（这是制造太阳能电池和卫星结构的两大主要原料），这些卫星完全可以在月球本土制造。“如果你想超越每年 1 太瓦的能源限制，”马斯克解释道，“你就必须去月球。”

3. 空间数据中心

马斯克正在豪赌：再过几年，太空中将成为放置 AI 数据中心最具经济效益的地方。当前 AI 的瓶颈在于**能源**。除中国外，全球电力增长缓慢，而 AI 算力需求却呈指数级爆发。由于没有大气阻隔、没有昼夜交替、没有云层干扰也无季节更迭，轨道上的太阳能电池板所能提供的能量是地球同等电池板的 4 到 10 倍。NASA 在几十年前就推演出了这一点，而如今，火箭终于足够便宜，让其得以落地。

马斯克预计，五年内 SpaceX 每年向轨道发射的 AI 算力将超过地球上现有的累积安装总量。这也是 SpaceX 在今年二月并入 xAI 的原因——**火箭问题与智能问题，正合流为同一个问题。**

技术栈（The Stack）：从底层到顶峰

SpaceX 庞大的业务系统由下至上构筑：

- **Starship（星舰）**：激活上游一切可能性的终极载具。今年首飞的 Starship V3 是人类历史上体量最大、推力最强的火箭，高度超过 40 层楼，推力是当年登月萨德基（Saturn V）的两倍以上。在 NASA 的历史账本上，进入轨道的成本曾高达每公斤 18,500。2010 年，第一枚 *Falcon 9* 将这一成本砍掉了 852,700；2018 年，Falcon Heavy（重型猎鹰）进一步将其压低至约 1,400。而旨在实现完全、快速重复使用的 *Starship*，目标是将成本彻底打碎至 ***每公斤 100-\$500***。曾经动辄耗资数十亿的太空之旅，如今成本已被压缩至数千万美元。
- **Starlink（星链）**：为宏大愿景输血的现金飞轮。根据 SpaceX 的上市申请文件，其连接业务（几乎全由 Starlink 贡献）在 2025 年录得 \$114 亿美元收入，同比飙升约 50%，调整后的 EBITDA 利润率超过 60%。截至 2026 年 3 月，该服务已在 164 个国家拥有 1030 万用户，运行卫星超过 9,600 颗。Starlink 起初只是为了填补公司自身火箭运力的副业，如今却正成为历史上最伟大的消费级商业奇迹之一。
- **Falcon 9（猎鹰 9 号）**：为整体战略争取时间的“主力战马”。它是地球上唯一实现大规模重复使用的轨道级助推器。2025 年，地球上发射到轨道的所有质量中，有 83% 由 SpaceX 承运。

SpaceX 首席财务官布雷特·约翰森（Bret Johnsen）如此形容公司内部的蜕变：

“【马斯克】创造了一种文化：你首先设定一个看似荒诞的目标，然后一步一步地，你发现自己正走向一个绝对可以实现的终点……比如去火星。当我 2011 年刚来这里时，人们谈到火星和多行星物种时还会狂翻白眼。而如今我们再谈起它，大家的反应字面上变成了：‘哪一年去？’……”

愚蠢指数与“真理算法”

马斯克最初并非想开一家火箭公司。2001年，30岁的马斯克在卖掉 PayPal 后正寻找下一个人生方向。他曾前往莫斯科试图购买翻新的洲际弹道导弹来实施一项“火星温室”计划，希望以此重新点燃公众对太空探索的热情。但在历经了伏特加狂饮和俄罗斯航天专家的冷嘲热讽后，俄罗斯人开出了单枚 \$800 万美元的天价。马斯克愤而离席。

在回程的飞机上，顾问们正举杯庆幸解脱，坐在前排的马斯克转过身来：“朋友们，我想我们可以自己造火箭。”他展示了一份电子表格，上面列出了制造火箭所需的原材料（铝、钛、铜、碳纤维）及其市场价格。结果显示，**原材料成本仅占火箭售价的 2%**。

几个月后，马斯克决定自掏腰包 \$1 亿美元，在加州埃尔塞贡多的一间仓库里创立了 SpaceX。

几年后，马斯克将他表格背后的诊断工具命名为“**愚蠢指数**”（**Idiot Index**）：**即一个成品的最终成本与其中原材料成本的比值**。如果这个比值高得离谱，要么你是个白痴，要么你在和白痴合作。

为了将“愚蠢指数”逼近理论下限，就必须进行**垂直整合**，端到端地控制全流程。早期的传奇故事中，第 14 号员工史蒂夫·戴维斯（Steve Davis）被要求采购一个用于控制 Falcon 1 火箭上级转向的执行器。传统航空航天供应商开价

120,000，马斯克听后大笑，称这东西并不比一个车库门开关复杂，并给了戴维斯 5,000 的预算要求自研。戴维斯苦战九个月，最终以 \$3,900 的成本做出了功能完备的执行器。

为了将这种思维制度化，马斯克在过去二十年里将 SpaceX 的方法论总结为**五步工作法**，公司内部称之为“**算法**”（**The Algorithm**）：

1. **质疑每一项需求**：任何需求都必须附带具体提议者的名字，绝不接受来自“法律部”或“安全部”这种模糊部门的要求。越是聪明人提出的需求越危险，因为人们往往放弃质疑。
2. **删减一切可删的部件或流程**：如果你最终没有被迫把删掉的东西加回来至少 10%，说明你删得还不够狠。
3. **简化与优化**：这一步必须放在第二步之后。最常见的错误是去简化和优化一个根本不应该存在的部件或流程。
4. **加速周期**：每一个流程都可以提速，但前提是完成了前三步。
5. **自动化**：这被放在最后一步。

当这一“算法”在硬件上重复跑过无数遍后，其产物便会呈现出令全行业失色的极简状态：

- **Raptor 3（猛禽3号）发动机**：历经十年的迭代，其推力比 Raptor 2 提升了 22%，重量却减轻了 40%，且由于采用了 3D 打印技术将原先外挂的管线全部熔铸进发动机的金属结构内部，它甚至不再需要隔热罩。马斯克称其“已经逼近已知物理学的极限”。

“觉醒之阳”的终局

今年二月，SpaceX 兼并 xAI 后采用了全新的使命宣言：

“无限扩张，凝聚成一颗‘觉醒之阳’（Sentient Sun），以洞悉宇宙，并将意识之光播撒至群星之间。”

这听起来或许像是一家严肃公司网页上最荒诞的胡言，但它却可能是最赤裸的真话。

如果把视线放宽，SpaceX 绝非一个单纯的火箭发射商或互联网供应商。马斯克用了二十年时间，组装起了一套彼此高度咬合的产业矩阵：SpaceX 提供星际运力，Starlink 提供庞大现金流，xAI 带来前沿 AI 模型（Grok）与“超级计算机”（Colossus）的速建能力，Tesla 则源源不断地输出自研芯片（AI5/AI6/Dojo3）、提供用于地外开发的具身智能机器人（Optimus），以及计划规模达数百吉瓦的太阳能与 TeraFab 半导体产能。它们正在发生强大的复利效应。

当第一位诞生在火星上的孩子问起父母，他们家族为何来到这片荒凉的红土地时，Starship 也许已经像民航客机一样每日穿梭了三十年。她家门前的工厂里将站满由 Grok 衍生出的 AI 驱动的 Optimus 机器人；维持城市运转的算力来自于空间数据中心；而她的父母当年乘坐来到火星的星舰，名字正源于伊恩·M·班克斯的小说。因为在 21 世纪初，有一个在青少年时期读过这些书的人，决定用尽一生将书中的世界变成现实。

班克斯深知那些选择前往火星的人骨子里流淌着怎样的血液。在“文明”的极乐世界里，最有趣的角色往往选择离开天堂。当文明解决了物质匮乏，人类留存下来的，便是对艰难征途的渴望。边疆，才是意义的栖息地。

马斯克曾说，对早期火星殖民者的招募词，应当借用沙克尔顿当年探索南极时那则著名的传奇启事：

“征募壮士：前往未知领域，开启凶险旅程。薪酬微薄，严寒刺骨，将经历数月长夜。危险如影随形，生还不敢作保。然若成大业，必获无上荣光与尊严。”

为什么会有人对这种苦旅趋之若鹜？

“生命不能仅仅是去解决一个又一个痛苦的现实问题，”马斯克说道。“生命中必须包含那些能激励你、让你在清晨醒来时为能够成为人类的一员而感到欣喜的事情。地球是人类的摇篮，但人类不可能永远生活在摇篮里。是时候向前迈进，去成为一个遨游星际的文明，去置身于群星之中，去拓宽人类意识的疆域与规模。这让我感到无与伦比的兴奋。它让我庆幸自己活在这个世上。我希望，你们也有同感。”

