计算最大主义：比特币挖矿与人工智能的共生关系

作者：Ariel Deschapell、Drew Armstrong，Bitcoin Magazine；编译：白水，本站

人类进步的故事可以简化为提高能源利用率的故事。我们利用能源创造秩序，无论是在生物方面还是在社会方面。能源过剩可以创造各种形式的财富，进而产生新技术来有效地利用更多能源。这一事实启发了卡尔达肖夫指数等著名概念，该指数通过文明利用能源资源实现有用目的的能力来衡量文明。

计算是这一努力的自然延续。现代数字技术将越来越多的电力转化为先进的价值创造过程。最近对计算的需求激增主要来自两种技术：比特币挖矿和最近的高性能计算（“HPC”），特别是用于AI的图形处理单元（“GPU”）。这些技术导致的能源消耗急剧上升引发了许多问题：这些耗电技术会对我们的能源系统产生什么影响？鉴于它们相互消耗大量能源，它们之间会产生什么样的相互作用？这些发展对人类意味着什么？

我们探索了这些技术各自的基本特征，以及它们如何为过剩电力提供替代市场，从而实际上提高能源系统的效率。基于这一探索，我们还认为比特币挖矿和 HPC 是互补的，而不是竞争的。正如我们将看到的，它们各自的权衡提供了一种共生能力，可以最大限度地提高能源资源创造的价值，从而造福整个社会。

简而言之，我们主张计算最大主义。

## 高效节能

现代技术依赖于将各种能源转化为电能，而这带来了一些挑战和权衡。其中最主要的是便携性有限。

这是由于几个简单的现实。电力需要电网，本质上是一系列实时传输能量的庞大电路。电网必须保持平衡，这意味着发电量必须在任何时间点大致等于需求量。

这很难，原因有二：

首先，能源资源并不总是分布方便，开发周期较长，调度能力也参差不齐。

其次，输电和储电都很昂贵，交货时间也同样长，而且效率低下。据估计，在电力到达当地消费者手中时，输电和配电损失了 8-15%，而长期电池储电的损失则更高。

结果是，在源头立即使用电力总是比在时间或空间上运输电力更便宜、更高效。因此，最有效的解决方案不是更广泛、更低效地将电力运输到可以使用的地方，而是将用例转移到电力上。计算是这种过剩电力的理想用例，因为它功率密集、便携性高且可扩展；我们尚未发现对计算需求的限制。同时，“实体空间”限制是铝冶炼和制造等传统能源消耗形式的强大限制因素。

比特币挖矿已成为当地剩余电力的理想用例，提供可调度和创收的负载来平衡电网。最近，对高性能计算（尤其是 GPU）的需求也对能源利用产生了不可忽视的影响。许多人预计这两种技术会在同一能源资源上展开竞争，但随着我们探索每种技术的特点，潜在的共生关系将不言而喻。

## 比特币挖矿

比特币挖矿可以被认为是一种无需许可的能源消耗。比特币的工作量证明共识机制相当于能源密集型计算的证明。矿工必须执行这种能源密集型计算来创建新的交易块，从而获得比特币作为奖励。正是这种工作量证明以去中心化和无需许可的方式提供了全球结算保证。

实际上，这看起来像是数百万台计算机（如今称为专用集成电路或“ASIC”）在世界各地的基本数据中心运行。比特币挖矿的一大优点是其无需许可的性质；世界上任何地方的任何人都可以插入 ASIC。实际上，比特币允许世界各地的矿工参与全球能源市场；谁的电力成本最低，谁的利润就最高。

这种全球去中心化网络是比特币持续稳步普及的原因之一，因为人们寻求一种全天候运行、没有单点故障、避开政治控制下的中央银行垄断的不良激励的新货币和金融体系。

与 GPU/HPC 基础设施相比，比特币挖矿具有以下特点：

无需客户

无需客户获取

无需支持

高中断率

低运营复杂性

低连接要求（低于 100MB/s）

低利润（通常）

## HPC

数据中心 GPU 是最新的 HPC 形式，由于人们对依赖它的 AI/ML 突破的兴趣迅速增加，对 HPC 的需求在过去两年中呈爆炸式增长。这些技术解锁了以前不可能实现的全新数字操作和功能类别，而由此产生的用例才刚刚开始被探索。人们对这些技术的兴趣突然激增，迅速使底层 GPU 的领先制造商 NVIDIA 成为全球最有价值的公司。

最初，这种需求的突然激增造成了 GPU 本身生产不足的严重瓶颈。然而，这只是暂时的，随着时间的推移，产量的增加会不断缓解这一问题，焦点迅速转移到新的瓶颈上：数据中心机架空间和廉价电力。结果，只要有大量稳定电力供应的地方，新数据中心的建设就呈爆炸式增长。这使得 GPU 基础设施在许多电力过剩的地区与比特币挖矿展开竞争。

相对于比特币挖矿，GPU/HPC有以下特点：

无需客户

无需客户获取

无需客户支持

低中断率

高运营复杂性

高连接要求（10 - 100GB）

高利润（通常）

## 利用多余电力降低运营成本

过去十年，对比特币和 AI/ML 技术的需求不断增长，证明了它们对社会的实用性。这种需求导致了它们各自的计算资源的激增。

为了降低运营成本，两个市场都在寻求利用多余的电力，因为这样往往更便宜。这自然解决了上面讨论的一些电网效率低下的问题，但这也意味着数据中心建设者和运营商会发现自己在问，在同样的可用电力量下，应该支持和投资哪种形式的计算。

这两种形式的计算都是能源密集型的，而且相对与位置无关（除非法律或司法考虑超出了本文的范围），这使得它们看似竞争，但实际上它们可以成为高度互补的工具，以最大限度地利用这些过剩或搁浅的电力并从中获利。

GPU 工作负载具有更高的操作复杂性和较低的中断性，以及更高的前期资本投资。这使得它成为利用短暂的电力过剩的糟糕选择，例如太阳能电池板发电的峰值窗口。与比特币挖矿不同，GPU 的客户通常对正常运行时间和可用性等问题很敏感。也有例外，例如现货实例和可以从此类实例进行故障转移的框架，但一般来说，由于客户的存在，GPU 基础设施的中断容忍度永远不会与比特币挖矿相匹配。再加上更高的资本成本和复杂性，在这些情况下，我们可以预期比特币挖矿将继续增长并成为电网中高度灵活、可调度的负载。

另一方面，持续的电力过剩，例如水电或核电站的基本发电量与其周边消耗量之间的基本固定差值，是 GPU 基础设施缩小差距并建立新的基线消耗和平衡的理想机会。这些情况有利于 GPU 基础设施的低中断性，并证明增加支出和运营复杂性是合理的，以确保大幅提高收入。只要支持带宽可用于促进 GPU 工作负载（至少 10GB/s，理想情况下为 100GB/s），这些站点将始终提供比专门用于比特币挖矿更多的盈利机会。

## 混合数据中心战略

还有一些策略可以同时利用这两种技术来最大化收入和投资回报。

首先，在场地适合高性能计算之前，比特币挖矿可以作为能源资源的初始负载。示例包括：（1）使用半便携式模块化比特币挖矿数据中心将电力货币化，同时构建 HPC 数据中心的其余基础设施（冗余电源/互联网线路、建筑物、备用能源系统等）；或（2）利用比特币挖矿开拓闲置能源资源，其中一些最终可能用于 HPC。事实上，Core Scientific 最近宣布与 CoreWeave 达成的交易可以看作是这种情况在野外发生的一个例子，因为比特币挖矿导致了大型变电站和数据中心外壳的开发，最终将用于 HPC。

第二种更先进的策略是将 HPC 和比特币挖矿工作负载结合在一起，使用比特币挖矿作为平衡 HPC 工作负载功耗波动的平衡力量。虽然 HPC 负载需要可靠的电力，但承载生产 AI/ML 模型的“推理工作负载”可能会根据用户的实时使用水平而波动，从而导致典型的高活动和功耗以及低活动和低功耗周期。到目前为止，这种 HPC 的价值已经大大超过了波动的电力使用带来的任何低效率，但比特币挖矿的高度灵活和可中断性质可用于提供稳定的功耗，从而降低有效电价，此外还可以为整个数据中心提供额外的收入。一些人将这种策略描述为“鲻鱼数据中心”，AI 在前面，比特币在后面。虽然还为时过早，但这种方法有望充分利用 HPC 和比特币挖矿的优势，以提供当前技术所能实现的最大价值数据中心部署。

## 行业影响

直到最近，数据中心行业一直由主机托管提供商主导。这些提供商构建用于托管工业服务器的设施，并将空间、电力、连接，有时甚至是服务器本身出租给租户。传统上，这些租户中的大多数都是大型企业和超大规模云提供商。在许多情况下，这些超大规模和企业租户还建立了自己的数据中心来支持自己的增长。

自 2017 年左右以来，比特币挖矿真正进入了工业层面，整个数据中心综合体都是专门为支持比特币挖矿而建造的，这些地区的电力生产和消耗量差异极大。现在，在 2023 年和 2024 年，我们看到市场发生了更加显著和颠覆性的变化。随着对 GPU 基础设施的需求激增，许多以前专注于主机托管的数据中心已经开始自己购买和托管这种 GPU 基础设施。与此同时，超大规模企业正在转向电表后方，与大型基载发电厂共置，为 HPC 需求的新一轮激增寻求廉价可靠的电力。这一点尤其值得注意，因为间歇性可再生能源近年来一直是最受欢迎的发电形式，这主要得益于政府补贴。

我们预计：

1. 两种计算形式的能源需求持续增长。

2. 新数据中心建设将成为扩大 HPC 足迹的下一个瓶颈，大量比特币挖矿设施将被重新用于利润率更高的用例。

3. 挖矿硬件将迁移到边缘地区，寻找远程位置和可变效率低下的地方，而 HPC 工作负载不适合将其货币化。

4. 在“mullet 数据中心”中混合比特币挖矿和 HPC 将利用 HPC 的高收入潜力和比特币挖矿的灵活性，有效平衡电力消耗和本地电网，同时胜过传统数据中心策略。

## 结论

当新的高耗能技术出现时，人们往往会担心它们的能源利用率及其外部影响。比特币挖矿和 HPC 也不例外，政客和空谈技术专家都呼吁减轻或控制它们。但这种耗能技术代表了人类进步的自然趋势。除了比特币结算网络和 AI/ML 工作负载提供的不言而喻的效用外，我们还可以证明，它们可以以有效的方式部署，最大限度地利用新的和现有的能源资源，以实现有用的经济目的。