

## 2024 HiMCM

### 问题 B：研究大功率计算对环境的影响



随着人工智能（AI）、数据科学和加密货币开采等领域对**高能计算（HPC）**的全球需求持续上升，这些技术对环境的影响也在不断增加。对大规模**数据中心**、高性能硬件和能源密集型计算过程的依赖与日俱增，引发了人们对其环境后果的担忧。

高性能计算对环境影响的最重要方面是能源消耗及其相关的碳排放。由于能源消耗与温室气体排放直接相关，特别是当电力来自**化石燃料**时，能源消耗会直接导致气候变化，因此这方面的影响尤为突出。这些高性能计算设施通常需要消耗大量能源，因此其碳足迹非常显著。此外，能源需求会给当地电网带来压力，特别是在**可再生能源**基础设施有限的地区，从而导致对不可再生能源的更大依赖。

除了能源消耗，还有其他环境问题。高性能计算对环境的其他影响是多方面的，可分为几个关键领域：

- **用水量。**许多数据中心使用水冷却，导致大量用水和废水排放的潜在污染。
- **电子废物。**计算机硬件的制造、使用和处置造成了电子垃圾，其中许多

部件难以回收利用。

- **资源枯竭。**高性能计算硬件的生产涉及稀土材料的提取，这可能导致栖息地的破坏、污染和额外的能源需求。
- **土地使用。**数据中心所需的物理空间会导致土地使用问题，对当地生态系统产生重大影响。
- **空气质量。**这主要是指化石燃料发电厂的排放物，它们会降低空气质量并影响人类健康。此外，还应考虑数据中心产生的细颗粒物和灰尘对当地空气质量的影响。
- **化学品使用。**冷却系统使用的化学品如果管理不当，可能会带来风险，包括潜在的溢出或泄漏。

- **社会经济影响。**大型数据中心以及资源开采会导致土地的变化，从而可能造成当地社区在获取能源方面的不平等。
- **噪音污染。**在这一过程的每个阶段，所有涉及机械的操作都会导致噪声污染加剧，对社区和野生动物造成影响。
- **网络架构。**数据传输所需的网络基础设施不仅包括单个**节点**，还包括更大的连接问题。

其中许多方面都有专门的环境影响研究，您可以将其作为了解问题的背景资料。

### **要求。**

1. **了解问题。**根据全球高性能计算能力的年能耗（考虑到**满负荷运转**和**平均利用率**），描述该问题的范围。
2. **创建模型。**开发一个综合模型，以确定高性能计算的能源消耗所产生的碳排放总量对环境的影响。应考虑能源的生产方式和**能源组合**。
3. **应用您的模型。**

- a. 探讨未来随着高性能计算的发展、其他行业对能源需求的增加以及不同能源和能源组合的潜力，您的模式可能会发生哪些变化。
- b. 利用您的模型提供现实的界限，以便深入了解 2030 年问题的范围。

### **4. 扩展模型，反思分析。**

- a. 模拟增加可再生能源比例的影响，并计算相应的碳减排量。调查转换为 100% 可再生能源的影响以及可能面临的挑战。
- b. 完善您的模型（或开发一个新模型），将上述其他关键领域之一的环境影响包括在内，以进一步了解对高性能计算的影响。请说明贵小组选择该方

面的原因，以及该方面与其他关键领域（尤其是能源消耗）的关系。

**5. 分享您的模型及其结果。**

- a. 制定一套可行的建议，以减少高性能计算对环境的影响，同时考虑以技术和政策为导向的解决方案。
- b. 假设你提出的建议之一被采纳。确定并说明如何将其纳入模型。

- c. 联合国咨询委员会于 2024 年 9 月发布了一份题为 "管理人工智能，造福人类" 的人工智能报告，但未对高性能计算做出重要论述。<sup>[1]</sup> 给咨询委员会写一封一至两页的信，敦促他们在 2030 年的预定发展目标中纳入有关高性能计算对环境影响的更详细章节。用您的研究结果和建议来支持这一请求。

您的 PDF 解决方案总页数不超过 25 页，其中应包括

- 一页摘要表。
- 目录
- 您的完整解决方案
- 一至两页的联合国咨询委员会信函。
- 参考文献列表。
- [人工智能使用报告](#)（如已使用，则不计入 25 页限制。）

**注意：**对于提交的完整 HiMCM 文档，没有具体的最低页数要求。你可以用最多 25 页的篇幅来完成所有的解答工作，以及你想包含的任何附加信息（例如：图纸、图表、计算、表格）。我们接受部分解决方案。我们允许谨慎使用 ChatGPT 等人工智能，但没有必要为这一问题创建解决方案。如果您选择使用生成式人工智能，则必须遵守 [COMAP 人工智能使用政策](#)。这将导致一份额外的人工智能使用报告，您必须将其添加到 PDF 解决方案文件的末尾，并且不计入解决方案的 25 页总页数限制中。

[新的 HiMCM/MidMCM：在线提交程序](#)

本文旨在为参加 HiMCM/MidMCM 的学生和指导教师提供帮助和指导。在文章中，COMAP 提供了有关使用新的在线提交页面

<https://forms.comap.org/242386224483964> 的新在线提交流程的信息。您将需要您

的团队控制号、指导教师 ID 号和您的问题选择来完成提交。

## **术语表**

**高性能计算：** 又称高性能计算（HPC），指使用超级计算机和并行处理技术高速解决复杂的计算问题。

**电子废物：** 电子垃圾是电子废物的简称，指废弃的电气或电子设备。其中包括不再使用的电脑、智能手机、电视机和电器。由于电子废物通常含有有害物质，因此是一个重大的环境问题。

**数据中心：** 用于容纳计算机系统和相关组件的设施。数据中心为处理、存储和管理大量数据提供基础设施，包括服务器、冷却系统和备用电源，以确保可靠运行。

**节点：**网络基础设施中的节点是指与网络连接的任何可以发送、接收或处理数据的设备。它就像一个可以传输、接收或修改数据的连接点。

**全容量：**发电厂或能源在最佳条件下的最大输出功率。通常以兆瓦（MW）或千兆瓦（GW）表示，代表峰值发电能力。

**平均利用率：**衡量发电厂或能源在特定时期内的使用效率。其计算方法是用实际产出除以同期的全部产能。这表明与设备的全部潜能相比，设备运行的稳定性如何。

**能源组合：**用于满足能源需求的不同能源的组合。其中包括化石燃料（煤、石油、天然气）、可再生能源（太阳能、风能、水能、**生物质能**）和**核能**。

**化石燃料：**从远古有机物中提取的能源，主要是煤、石油和天然气。这些燃料不可再生，燃烧时会排放温室气体。

**可再生能源：**太阳能、风能、水能、地热能和生物质能等可自然补充的能源。这些能源通常被认为更具可持续性，对环境的影响也较小。

**核能：**通过原子核分裂释放能量的核裂变产生的能源。这是一种低碳能源，但涉及放射性废物和核安全问题。

## **参考资料**

[1] 联合国人工智能咨询委员会（2024 年）。*为人类管理人工智能*。  
<https://sdgs.un.org/goals>

Ahmed, M., & Verma, A. (2023). 高性能计算中心去碳化综述。《*清洁生产期刊*》。  
取自 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623004567>

高盛集团。(2023).*人工智能有望推动数据中心电力需求增长 160%*。取自

<https://www.goldmansachs.com>