

## Coherent：垂直整合驱动 AI 跨域扩展，Multi-Rail 实现 4 倍扩容

### 摘要

- AI 大模型训练催生“跨域扩展”需求，单一数据中心电力瓶颈迫使负载分散，驱动数据中心间超高带宽连接市场爆发。
- Coherent 推出 Multi-Rail 传输平台，实现同等物理空间下容量提升 4 倍，且功耗呈次线性增长，解决扩容受限于空间与电力的痛点。
- 公司核心竞争力源于深度垂直整合，具备从材料单元（如磷化铟）到系统层面的全平台布局，几乎可自主生产所有关键光组件。
- 磷化铟（InP）作为 AI 连接关键平台，产能正经历多次翻倍增长，公司通过全球 50 余个生产基地实现“AI 级”规模化制造。
- 自由空间光通信技术已应用于卫星市场，太空数据中心需解决抗辐射、抗冲击及高速移动视距连接难题，Coherent 已具备相关组件组合。
- AI 数据中心客户对光通信设备的诉求优先级为：带宽 > 能效 > 可靠性，能效细节已成为设备选型进入市场的核心门槛。

### Q&A

随着 AI 基础设施的讨论日益深入，“纵向扩展”和“横向扩展”已成为行业共识，而近期出现的“跨域扩展”概念具体指什么，为何它变得如此重要？

本质上，这都与光通信有关。现代通信始于电信号，但要实现更远距离、更高速度的传输，物理规律决定了必须转向光通信。如今，全球大部分通信网络都建立在光通信背板之上。例如，当使用手机发送照片或通话时，信号首先通过射频与基站连接，但随后基站底部的光收发器会将电信号转换为光信号，通过光纤网络进行传输。数据会经过接入网、城域网、长途网，甚至海底光缆，最终以同样的方式到达接收方。Coherent 为这一系列应用提供从光子组件到模块的广泛产品组合。“跨域扩展”概念的出现源于数据中心的电力限制。处理大型 AI 工作负载时，单一数据中心的电力往往不足以支撑，因此必须将这些负载分散到多个数据中心。这进而催生了数据中心之间对超高带宽连接的巨大需求，这种网络形态即被称为“跨域扩展网络”。

对于需要跨多个数据中心运行训练任务的前沿模型提供商而言，哪些光技术是必不可缺的？在设计这种跨域扩展网络时，最应关注哪些技术规格或性能指标？

在跨域扩展应用中，有两个关键的功能模块。第一是数据中心互联光模块，部署在数据中心边缘，负责将电信号转换为光信号以实现高带宽、大容量的传输。第二是光传输设备，部署在数据中心之间，用于传输光信号。光信号在光纤中传输一定距离后会衰减，因此需要传输设备中的放大器来增强信号。此外，该设备还负责信号调理、监控信号强度与健康状况，以及监控光纤基础设施的健康状况。在性能指标方面，客户需求始终围绕带宽和能效展开。带宽是首要诉求，而能效在 AI 数据中心场景下尤为关键，客户正在细致地研究如何提升设备的每一处能效细节。可靠性等其他因素则是进入市场的基本要求。

在光网络市场竞争日益激烈、参与者增多的背景下，Coherent 的核心差异化优势是什么？

Coherent 的差异化优势主要体现在三个方面。首先是拥有行业内最广泛、最深入的产品组合之一，这得益于公司深度垂直整合的技术栈，其能力可延伸至材料单元层面。其次是强大的创新能力，公司拥有约 50 年的创新历史，在推动行业技术突破方面记录卓著，并常常借此开创新的细分市场。AI 正推动价值链各层面的创新，而 Coherent 内部的全平台布局和垂直整合能力使其能够开发从材料到系统层面的定制化解决方案，例如近期推出的 Multi-Rail 平台，在能效方面实现了突破。最后是规模化制造能力，即所谓的“AI 级制造”，以满足行业前所未有的规模需求。以 AI 连接的关键平台磷化铟为例，其产能正在经历多次翻倍增长。Coherent 在全球拥有超过 50 个生产基地，其中 20 多个位于美国，这种多元化的制造布局确保了大规模生产的实现。公司几乎能自主生产产品所需的所有光组件，这在当前加速发展的市场中构成了巨大的优势。

Multi-Rail 平台具体是什么？它解决了客户在实际应用中遇到的哪些具体问题？

Multi-Rail 平台本质上是一种传输设备，通常部署在数据中心之间的放大器小屋或光纤小屋中。这些小屋内的设备负责放大和调节光信号，并监控信号及光纤基础设施的健康状况。随着 AI 网络对容量需求的急剧增长，客户希望将网络容量提升四到五倍。按照传统技术，容量增加四倍意味着需要四倍的空间和四倍的电力。这在现实中会带来巨大挑战，包括物理空间限制、监管要求以及电力供应问题，尤其是在那些无法获得额外电力的地点。Multi-Rail 平台正是为了解决这一难题而设计的。它可以在不增加设备物理空间的前提下，将容量提升四倍。虽然电力消耗会有所增加，但其增长是次线性的，从而实现了显著的节能效果。这项突破性创新能够帮助客户在现有基础设施的体积和空间限制内实现容量的大幅扩展，因此获得了超大规模数据中心客户和 OEM 客户的热烈反响。

关于太空数据中心的概念，其实现的可能性有多大？与地面光通信相比，从太空传输数据在光学技术上面临哪些独特的挑战？

太空数据中心的概念已进入主流视野。目前，Coherent 已在为卫星通信市场提供服务，拥有业内最广泛的自由空间光通信产品组合之一。本质上，太空通信所需的光子组件与地面传输是相同的。然而，应用于太空环境的组件必须满足一系列额外的严苛要求。它们需要具备抗辐射能力，必须能承受火箭发射过程中的冲击和振动，并能在恶劣的太空环境中长期可靠运行。此外，技术上还需要解决两个以每小时 4,000 公里速度移动的物体之间的视距连接问题。这需要大量专业光学组件，如望远镜和万向反射镜，其中许多由 Coherent 自主生产。若太空数据中心得以部署，将极大地推动光连接技术的发展，对 Coherent 而言也是重大利好。无论未来数据中心的形态如何演进，甚至出现在目前无法预见的部署位置，Coherent 都将为其提供数据中心内部及跨数据中心的连接解决方案。

