

在通信行业，有一个持续存在的痛点：运营支出（OPEX）的优化似乎总有一个看不见的天花板。传统的运维方式，无论是依赖人工巡检还是基于固定周期的预防性维护，像是在迷雾中摸索，难以精准预测和干预。直到最近几年，一种源于航空航天和高端制造领域的概念——数字孪生，开始为这个难题带来全新的解题思路。这不仅仅是技术升级，更是一种管理哲学的革命。

## 数字孪生技术如何重塑通信基站运营支出

在通信行业，有一个持续存在的痛点：运营支出（OPEX）的优化似乎总有一个看不见的天花板。传统的运维方式，无论是依赖人工巡检还是基于固定周期的预防性维护，像是在迷雾中摸索，难以精准预测和干预。直到最近几年，一种源于航空航天和高端制造领域的概念——数字孪生，开始为这个难题带来全新的解题思路。这不仅仅是技术升级，更是一种管理哲学的革命。

让我们先看一组现象。一个典型的通信基站，其运营支出构成复杂，包括能源消耗、设备维护、故障修复、人工巡检等多个方面。其中，能源成本往往是最大的一块，尤其是在无市电或电网不稳定的偏远站点。传统的管理模式下，我们通常是在电费账单到来时，或者设备宕机后，才被动地做出反应。这种滞后性导致了资源的浪费和成本的不可控。问题的核心在于，物理世界中的基站系统是一个“黑箱”，我们无法实时、透彻地了解其内部每一个部件的“健康状态”和运行效率。

那么，数据能告诉我们什么？根据行业分析，在通信网络的总拥有成本（TCO）中，运营支出占比可高达60%以上，而其中又有相当一部分消耗在非计划性中断和低效的能源使用上。国际能源署的一份报告曾指出，通过数字化和智能化管理，工业领域的能源效率有15%-20%的提升潜力。这个逻辑完全适用于通信站点。数字孪生的价值，就在于它创建了一个与物理基站完全同步、实时映射的虚拟模型。这个模型不仅“长得像”，更能通过集成物联网传感器数据，实时“感受”到基站的电压、电流、温度、设备负载乃至气候环境。它使得我们能够进行预测性维护，在故障发生前就更换部件；能够进行能效仿真，找到空调与设备散热的最佳平衡点。从“感知-响应”到“预测-优化”，这是运营支出管理的一次阶跃。

在这个领域深耕，需要的不只是软件能力，更是对物理设备与能源系统的深刻理解。我们海集能（HighJoule）近二十年来，一直专注于新能源储能与数字能源解决方案，为全球通信及关键站点提供从光伏、储能到智能管理的一站式“交钥匙”方案。我们的站点能源产品，无论是光伏微站能源柜还是站点电池柜，其本身就是高度集成的智能体，内置了丰富的传感与通信单元。这恰恰为构建高保真的基站数字孪生体提供了坚实的数据基础。阿拉（上海话，意为我们）在连云港的标准化生产基地和南通的定制化基地，确保了从电芯到系统集成的全产业链把控，这让孪生模型中的每一个参数都更具可信度。我们的系统不仅供电，更在持续产生用于优化运营的数据流。

一个具体的案例或许能更直观地说明。在东南亚某岛国的通信网络升级项目中，运营商面临着数百个离网基站柴油发电机燃料成本高昂且维护不便的严峻挑战。通过部署我们海集能提供的光储柴一体化解决方案，并同步构建了站点级的数字孪生管理平台，情况发生了根本改变。平台实时采集光伏发电量、储能电池的充放电状态与健康度（SOH）、柴油机的运行参数及环境温度。模型通过算法学习，开始预测未来72小时的能源供需，并自动优化运行策略。结果呢？在项目运行一年后，该区域的基站柴油消耗量降低了超过40%，相关维护巡检的差旅频次减少了约60%。这笔账算下来，运营支出的下降是立竿见

影的。这个案例揭示了一个核心见解：数字孪生降低OPEX，并非通过单一技术，而是通过“精准可见”所引发的连锁反应——从减少能源浪费、延长设备寿命到优化人力资源配置。

所以，当我们谈论数字孪生与通信基站运营支出时，本质上是在探讨如何将不确定性转化为可计算的变量。它让基站从成本中心，逐渐转变为可精细运营的资产。这要求基础设施本身具备“可孪生”的基因，即高度的智能化与数据开放性。未来的站点，在设计之初就会考虑其在虚拟世界中的映射。作为数字能源解决方案的服务商，我们海集能正在做的，就是为这一未来铺设道路，让每一度电的产生、存储和使用都清晰可见、最优可控。

那么，对于正在规划下一代通信网络设施的您而言，是否已经开始评估，您现有的站点资产，距离实现一个高保真的“数字孪生”，还缺少哪几块关键的拼图？

来源: <https://www.hj-wireless.com>