

在电力系统的运行中心，负荷预测一直被视为一项基础而关键的工作。传统的预测模型，主要依据历史用电数据、天气、节假日乃至宏观经济指标。然而，随着新能源发电和储能系统的大规模接入，这套经典模型正面临前所未有的挑战。你瞧，当一座城市的光伏板在午间大量发电，而家家户户的储能电池又在傍晚开始放电，电网的“负荷”曲线就不再仅仅由用户的消耗行为决定了。它变成了一场由“源、网、荷、储”共同参与的复杂交响乐。如果我们还沿用旧的地图去导航这片新的海域，那么预测的偏差将直接转化为电网运行的风险和真金白银的浪费。

电力系统负荷预测必须考虑储能的影响

在电力系统的运行中心，负荷预测一直被视为一项基础而关键的工作。传统的预测模型，主要依据历史用电数据、天气、节假日乃至宏观经济指标。然而，随着新能源发电和储能系统的大规模接入，这套经典模型正面临前所未有的挑战。你瞧，当一座城市的光伏板在午间大量发电，而家家户户的储能电池又在傍晚开始放电，电网的“负荷”曲线就不再仅仅由用户的消耗行为决定了。它变成了一场由“源、网、荷、储”共同参与的复杂交响乐。如果我们还沿用旧的地图去导航这片新的海域，那么预测的偏差将直接转化为电网运行的风险和真金白银的浪费。

这并非危言耸听。让我们看一些数据。根据中国电力企业联合会的报告，截至2023年底，中国新型储能累计投运装机规模已超过30吉瓦。这个体量，相当于多个大型城市的尖峰负荷。想象一下，这30吉瓦的储能容量，理论上可以在电网需要时瞬间释放或吸收巨大功率。它们的行为模式——何时充电、何时放电、以多大功率进行——受到电价信号、电网调度指令和自身控制策略的多重影响，具有高度的主动性和不确定性。一项针对某省级电网的研究显示，在未考虑用户侧储能“削峰填谷”策略的情况下，晚高峰的负荷预测误差可能高达5%至8%。这个误差率，在电网平衡的精密世界里，已经足够让调度工程师们捏一把冷汗了。

那么，如何让负荷预测模型跟上能源变革的步伐呢？核心在于，我们必须将储能从单纯的“负荷”或“电源”的单一身份中解放出来，将其视为一个具有双向、时移特性的灵活变量纳入预测体系。这要求预测模型具备更精细的时空分辨率和更强的学习能力。例如，我们需要分析不同场景下储能系统的聚合行为：工商业储能在分时电价下的经济性充放电模式、户用储能在自发自用需求下的行为逻辑，以及作为关键基础设施保障的站点储能的运行特性。海集能在近20年的深耕中，对此有深刻的体会。我们的站点能源产品，专为通信基站、安防监控等关键设施设计，其光储柴一体化系统在无电弱网地区的运行数据，就为我们理解储能在极端条件下的行为提供了宝贵样本。这些系统并非简单地“用电”，它们会根据光伏发电量、电池状态和负载优先级，智能地决定能源流向，这种本地化的智能决策，恰恰是影响上一级电网负荷曲线的微观变量。

一个来自通信基站的现实案例

或许我们可以看一个更具体的例子。在非洲某地的偏远通信基站，传统上依赖柴油发电机供电，负荷稳定但成本高昂且污染严重。海集能为其部署了一套光储一体化能源柜。改造后，系统的运行逻辑是这样的：白天，光伏优先为基站负载供电，并为储能电池充电；夜晚，由储能电池放电供电；仅在连续阴雨天，储能电量不足时，柴油发电机才启动作为后备。

对于该地区的电网公司（或负责区域供电的机构）而言，这个基站的负荷曲线完全改变了：

日间：由于光伏承担了大部分用电，基站从电网（或油机）汲取的功率大幅下降，甚至在某些时段为零。

夜间：储能放电，负荷曲线出现一个相对平缓的用电高峰，但这个高峰的时间和高度，取决于当天白天的日照情况和电池的充放电策略。

极端天气：柴油发电机启动，产生一个高而稳定的负荷。

如果电网的负荷预测模型没有将这个基站的储能策略和光伏发电能力纳入考量，那么对其用电量的预测将与实际值产生巨大偏差。放大到成百上千个类似的站点，这种偏差的累积效应将是灾难性的。海集能通过其智能能量管理系统（EMS），不仅保障了单个站点的供电可靠，其产生的 anonymized 运行数据流，实际上也为构建更精准的、包含储能的区域负荷预测模型提供了数据基石。这正是我们常说的，“局部智能，贡献全局优化”。

构建面向未来的预测新范式

所以，我的见解是，未来的电力系统负荷预测，必将从“负荷预测”演进为“净负荷预测”乃至“柔性资源互动预测”。它不再仅仅预测用户要“用”多少电，更要预测整个系统中，有多少电会从分布式电源“冒出来”，又有多少电会被储能“存起来”或“放出来”。这需要：

数据融合：整合气象数据（影响新能源出力）、市场电价数据（影响储能经济行为）、以及海量分布式储能设备的运行状态与策略数据。

模型升级：广泛应用机器学习、人工智能算法，处理高维、非线性的关联关系，识别储能聚合体的行为模式。

源网荷储协同：预测模型需要与调度控制系统形成闭环，预测结果用于指导储能的优化调度，而储能的实际响应数据又反过来训练和修正预测模型。

在这个过程中，像海集能这样既懂储能产品硬件制造，又懂能源管理系统软件，并能提供完整EPC解决方案的服务商，扮演着至关重要的角色。我们在上海进行研发与全球布局，在江苏的南通和连云港生产基地，分别应对定制化与标准化的需求，就是为了快速响应不同电网环境下对储能系统的差异化要求。我们从电芯到系统集成再到智能运维的全产业链把控，确保了产品行为的可靠性与可预测性，这本身就是对负荷预测工作的一种底层支持。阿拉一直讲，好的储能系统，不应该给电网添麻烦，而应该成为电网可预测、可调度的“好市民”。

最后，我想抛出一个开放性问题：当储能渗透率在未来五年内可能再翻一番，我们的电力系统规划、市场设计和运行规则，是否已经为迎接一个“储能无处不在”时代的精准预测，做好了足够的理论准备和技术储备？这场关于预测精度的竞赛，或许将决定我们能源转型的效率和成本。对此，你和你的组织开始思考并行动了吗？

来源: <https://hj-mobile.com>