

各位朋友，依好。今天阿拉不谈高深理论，就聊聊数据中心里一个“既熟悉又陌生”的指标——PUE。大家可能都晓得，PUE是衡量数据中心能源效率的黄金标准，数值越接近1越好。但是，当数据中心开始大规模引入光伏、风电这些“看天吃饭”的绿色能源时，事情就变得有点“搞脑子”了。传统的PUE计算，在混合供电的云计算中心面前，是不是有点“隔靴搔痒”了呢？

【重要说明】本文/视频中所有关于节省金额、收益、回本周期、投资成本等数据，均为基于特定假设（如年用电量100万度、电价0.8元/度、光伏利用小时数等）的理论推演示例，不代表实际收益承诺，亦不构成购买或投资建议。实际收益受光照条件、电价波动、设备价格、安装费用、补贴政策等多种因素影响，可能存在显著差异。在做任何投资决策前，建议自行核实最新市场价格并咨询专业人士。

混合供电云计算中心PUE：一个被忽视的能效关键

各位朋友，依好。今天阿拉不谈高深理论，就聊聊数据中心里一个“既熟悉又陌生”的指标——PUE。大家可能都晓得，PUE是衡量数据中心能源效率的黄金标准，数值越接近1越好。但是，当数据中心开始大规模引入光伏、风电这些“看天吃饭”的绿色能源时，事情就变得有点“搞脑子”了。传统的PUE计算，在混合供电的云计算中心面前，是不是有点“隔靴搔痒”了呢？

这个现象，恰恰是当前能源转型的一个缩影。我们海集能，从2002年在上海临港新片区起步，二十多年来一路从通信设备智造做到储能系统集成，对“通信”和“能源”的融合深有体会。我们发现，单纯追求PUE的降低，有时会陷入“按下葫芦浮起瓢”的困境。比如，为了降低制冷能耗（这是降低PUE的大头），你可能会提高服务器的运行温度，但这可能增加服务器故障率，反而提升了总体拥有成本。更关键的是，当你的电力来源从稳定的市电，变成了光伏、储能、市电甚至备用柴油发电机的混合体时，如何评价这个复杂系统的真实能效？这就像评价一个学生，不能只看他某一次考试的成绩，而要看他整个学习过程中的综合表现和资源利用效率。

数据背后的真相：混合供电下的PUE挑战

让我们来看点具体的数据。根据行业报告，一个典型采用部分光伏供电的中型云计算中心，其日间的PUE值可能非常漂亮，低至1.2甚至以下，因为光伏直接供电减少了变电损耗，且日照充足时制冷负荷相对稳定。但是，到了夜间或者阴雨天，系统切换至市电或储能供电，PUE值可能会跳升到1.5或更高。如果按全年平均，PUE可能是一个“过得去”的数字，比如1.35。但这个平均值掩盖了巨大的波动性和潜在的电网冲击。它没有告诉我们，在光伏出力不足时，数据中心是否对本地电网造成了额外的调峰压力，也没有反映出储能系统在多次充放电循环中的效率衰减。

供电模式

典型PUE范围

主要影响因素

对电网的依赖性

纯市电

1.3 - 1.6

制冷系统效率、IT设备负载率
完全依赖

光伏+市电（无储能）
1.2 - 1.7（波动大）
日照条件、负载匹配度
高度依赖（用于补电）

光伏+储能+市电（混合供电）
1.25 - 1.5（更稳定）
储能系统效率、能源管理策略
部分依赖/可离网运行

这张表清晰地展示了复杂性。我们集团在江苏南通和连云港的基地，一个专注定制化，一个专注标准化，年产能够达到30GWh电芯和200万套系统，为的就是应对这种复杂性。我们发现，一个优秀的混合供电系统，目标不是追求某个时刻的最低PUE，而是追求整个生命周期的“最低平准化度电成本”和最高绿电使用比例，同时保证数据中心“99999”的可靠性。这需要将PUE从一个静态的“考核指标”，转变为一个动态的“优化坐标”。

一个具体案例：北欧的启示

我们来看一个海外市场的具体案例。汇珏科技为北欧某大型云服务商的一个边缘计算节点提供了全套“智慧能源解决方案”。这个地方，风电资源丰富但极度不稳定，传统柴油备用成本高昂且不环保。

挑战：年均温度低利于散热，但风速波动极大，电网薄弱。

方案：我们部署了以风电为主力，搭配一套集装箱式储能系统（充当“稳定器”）和市电作为最后保障的混合供电架构。核心是我们自研的能源管理系统（EMS），它不再只盯着IT设备的用电，而是统一调度风电、电池、市电和制冷系统。

数据与结果：

项目运行一年后，该站点绿电渗透率达到81%，远超客户预期的50%。

虽然年平均PUE为1.38，看起来并不惊艳，但关键在于其“等效PUE”（将购电成本、碳成本折算进去）降低了22%。

储能系统通过参与本地电网的辅助服务，每年还能产生额外的收益，部分抵消了投资。

这个案例说明，在混合供电场景下，PUE必须与“绿电占比”、“供电可靠性”、“系统全生命周期成本”等指标联动看待。单独强调任何一个，都可能失之偏颇。

从“能耗指标”到“能效智能”：我们的见解

所以，我的观点是，对于混合供电的云计算中心，我们需要一个更“聪明”的PUE，或者叫“系统能效指

数”。它应该具备几个特征：

时间维度精细化：能按小时、甚至分钟级呈现能效变化，并与天气、电价、负载曲线关联分析。

源-荷-储协同：不仅计算用了多少电，还要清晰区分这些电来自光伏、风电、电池还是电网，并评估每种来源的“质”（波动性、碳含量）和“价”。

包含隐性成本：将储能设备的循环寿命损耗、备用发电机的维护成本等，以某种方式折算进能效评估体系。

这恰恰是汇珏科技在“通信设备智造+储能系统集成”双轮驱动下，正在深耕的方向。我们的智慧能源解决方案，就是试图让数据中心的能源系统像交响乐团一样，在EMS这个“指挥家”的调度下，让光伏、储能、制冷、IT负载等各个“声部”和谐演奏，最终输出稳定、绿色、经济的电力。我们遍布全球30多个分支机构的团队，每天都在应对不同气候、不同电网条件下的挑战，从上海的智慧城市项目到欧美的工商业储能，积累的就是这种系统性的调和能力。

未来的问题：谁来定义新的规则？

最后，我想抛出一个开放性的问题。当前，关于数据中心绿色化的讨论，焦点往往在PUE、碳减排协议、绿电采购凭证（如欧洲的Guarantees of Origin）上。但这些标准和工具，大多是围绕传统供电模式设计的。当像我们汇珏这样的企业，以及众多前沿的云计算中心，已经在实践中大规模部署风、光、储深度融合的混合供电系统时，行业是否应该共同推动建立一套更能反映其真实环境效益和经济效益的评估体系？这套新体系，或许能将“动态PUE”、“碳强度曲线”、“电网友好度”等维度融合起来。

毕竟，目标不是得到一个好看的分数，而是真正地、更高效地利用每一度电——无论是来自太阳、风，还是墙壁里的插座。各位同行，你们在项目中，是如何衡量和优化混合供电系统的整体性能的呢？

来源: <https://www.mbathane.co.za>