

# 可再生能源的间歇性不是障碍

(北京大学 王树峰 编译自 Mark Z. Jacobson. *Physics*, April 20, 2022)

尽管可再生能源的间歇性引起了对电力供应不稳定的担忧，但保持电网稳定的技术方案已经存在。

从传统燃料完全过渡到清洁的可再生能源时，我们能否避免哪怕只有一分钟的停电？我的回答是肯定的！我们可以利用已有的多种方案来避免停电。

清洁的可再生能源是可自然补充的能源，它不会向大气排放影响健康和气候的污染物，也不会构成其他重大环境威胁。可再生能源电力主要来自于陆上和海上的风力发电机、太阳能光伏发电设施、聚光太阳能发电厂、地热发电厂和水力发电厂。

不清洁且不可再生的发电涉及化石燃料、生物质能和核能。化石燃料和生物质发电厂会产生空气污染，且无法通过碳捕获技术解决。与核能有关的主要问题是放射性废物、铀矿开采和提炼造成的污染、反应堆的熔毁风险(曾经建造的所有供能反应堆中有1.5%经历过某种程度的堆芯意外熔化)以及核扩散的可能性。

这些引起污染的能源通常被认为是维持可靠电力所必需的。然而，完全采用可再生能源并且避免停电的技术已经实现。2021年，冰岛、



依赖风能和太阳能技术的能源网络可以保持稳定

挪威、哥斯达黎加、阿尔巴尼亚、巴拉圭、不丹、纳米比亚、尼泊尔、埃塞俄比亚和刚果民主共和国这10个国家的97.5%—100%的电力来自可再生能源。其中一些国家甚至生产了多余的电力出口给邻国：巴拉圭向阿根廷和巴西出口电力，不丹和尼泊尔向印度出口能源。

在上面列出的所有国家中，主要的可再生能源是水电。但是并非所有国家都拥有充足的水电容量，因此要达到完全的可再生能源利用需要让90%以上的电力来自风能和太阳能。一个普遍的担忧是当风停或日暗时，用户将面临停电。我们可以结合多种方法保证稳定的电力供应，比如通常风能和太阳能是互补的，阳光充沛的时候风却不大，反之亦然。因此，与单独使用风能或太阳能相比，结合使用风能和太阳能可以使电力供应更加顺畅。而将距离遥远的多个风能和太阳能设施联合运行，则可以均衡某些地点的电力生产不足。

电力存储可以填补风能和太阳能供应的空白。现有的电力存储技术包括电池、抽水蓄能、飞轮、压缩空气存储和重力存储。存储成本下降使越来越多的存储与可再生能源发电相结合。自1991年以来，电池成本已经下降了97%。许多地方的太阳能与电池的组合已经比煤炭或核能便宜，因而正在取代后者。

提升能量利用效率会减少电力消耗，也可以避免停电，例如改用

LED和建设绝热建筑物。公用事业公司还可以提供经济激励措施，鼓励消费者将能源使用时间转移到有阳光或有风的时段。

我研究了这些技术在143个国家和美国50个州的使用情况，发现电网在完全使用可再生能源的地方都可以保持稳定。有许多原因促进了可再生能源的应用。举例来说，完全的可再生能源供应促使传统汽车向更高效的电动汽车过渡，此外与污染相关的疾病和对环境的影响也减少了。

以美国为例，与现有的商业模式相比，如果2050年能够全面过渡到可再生能源，将减少57%的能源需求和63%的能源成本，能源、健康、气候加在一起成本会降低86%。健康节省是基于每年减少53000人因空气污染而死亡(乘以每人约1100万美元的“生命价值”因素)；气候节约是假设每吨CO<sub>2</sub>排放的社会成本为550美元。此外，还可创造470万个工作岗位。

总之，有许多方法可以使可再生能源电网保持稳定，并获得成本降低、就业增加、与污染相关的死亡人数减少、气候破坏减轻和能源安全。为了避免气候遭到破坏，需要立即停止排放。到2030年，我们需要至少实现80%的转型，理想情况是在2035—2040年但不迟于2050年实现100%的转型。今天，我们至少拥有转型所需的95%的技术，因此没有理由不尽快进行转型。