

电网

电网新脆弱性要求新技术来解决

如果您解决电网崩溃的程序与绝大多数同行类似，那么您依赖的会是静态恢复方案、紧急管理系统规程以及运行者经验和直觉的组合运用。但是，今天的电网越加复杂化了，并出现了新的脆弱性。

文 | Jason Black

想要全面保护电网，要求我们在审视外部威胁的同时也审视内部威胁，通过改进电力系统，从运行者层面减少公用事业公司和发电方的脆弱性。必须认识到，没有任何系统可以 100% 防止停电。美国日益老化的基础设施和不断变化的能源供应组合造成了明显的系统脆弱性，这种脆弱性给电网恢复并网带来了更高的挑战，同样有可能给公用事业公司和用户带来更昂贵的成本。

在停电事故发生时，电网运行方会依赖数量有限的“停电启动机组”来重启电网工作，这些发电机组具有自启动能力。一旦这些停电启动机组投入运行，电网运行方会随后生成一种从这些发电机组连至非停电启动机组的“助力启动路径”，而这些非停电启动机组需要外部电源才能启动，从而带领电网其余部分并入电网。在典型情况下，这些助力启动路径采用静态方案生成，这些方案的基础是一组涉及到设备可用性、基础设施完整性的假设和当其他紧急情况发生时既有可能有效又有可能无效的变量。富有经验的电网运行方必须根据自己对当前具体事件环境的掌握，以及自身处理停电和电力超载事故的经

验，对这些助力启动路径做出调整。

从燃煤电厂转换为燃气电厂给整个系统引入了新的脆弱性。尽管天然气燃料带来了众多优点，但燃气电厂需依赖输气管道才能获得发电所需的燃料。与传统燃煤电厂不同，燃气发电设施不会在现场贮存大量的燃料。导致电网停电的大规模灾害也有可能截断对这些电厂的天然气供应，导致电厂运行方在创建用于恢复供电的助力启动路径时可供选择的资源更少。更加集中于可更新能源也会引入不确定性，因为很难预测在遭到灾难性事件袭击后，利用这种能源能够生产多少电力，所以可更新能源不适合用于恢复供电。更高的连通性、对更偏远电力供源的依赖，以及系统基础设施日渐老化与大杂烩式的新技术，都让电网运行方更难预测到所做决策的效果。

有一种能加速供电恢复工作进程的方法就是利用新技术的优势实现对电网的实时指挥和控制。西班牙和加利福尼亚州采用的 Agora 系统提供了一个很好的例子。Agora 系统由 Gridquant 开发。这套系统采用了一种专利的确定性负荷流量解算程序，让运行方能够实时查看到电网情况，

甚至直至电压突然下降的那一时刻。在停电事故发生时，这套系统以非常类似于 GPS 的方式运行，提供了动态的逐步细化的解决方案，这个方案还在针对不断变化的电网状况和设备可用性持续不断地重新计算着。

Agora 系统最初是为西班牙公用事业公司开发，帮助公用事业运行方提高在停电事故和从停电事故当中恢复的实时指导解决方案的能力。自 2000 年实施以来，Agora 工具已经成为西班牙国家电力公司输电运行不可分割的一部分，Agora 正好提供了急需的实时动态停电事故支持。诸如 Agora 这样的分析规划软件的投资取代了过时或不可靠的直觉操作，并提供了实时信息，帮助运行方对新发状况做出响应，防止停电事故，或者在停电发电时快速恢复电网。

随着电网的复杂性和不确定性的提高，还必须开发和实用有效的新工具，帮助运行方解决这些不断增多的顾虑。过去那种在很大程度上依赖于经验和直觉的恢复方案已经不再合理了。通过发挥技术的作用，运行方能够提升电网的弹性，减少那些阻止着高效停电恢复的变量。[1][2]