



Topic Insights

分布式能源管理中完全灵活的负荷——虚拟电厂中太阳能光伏、电池、负荷和价值叠加

Andrew Mears, James Martin

SwitchDin Pty Ltd., Newcastle, NSW 2302, Australia

1. 背景和内容

对能源网络运营商和市场运营商来说，一个迫在眉睫的挑战是：最大限度地发挥澳大利亚电力能源系统中分布式能源（DER）的价值，并确保其在大规模使用中的稳定性和可靠性。由于缺乏统一的DER连接和第三方外部控制的国家标准，为DER市场制造的设备，如用户光伏（PV）逆变器和电池存储系统，无法对能源系统发挥其最优价值。不受管理的光伏系统大规模渗透带来的挑战是：造成电能质量问题以及导致配电网局部区域的反向电流；并且，将分布式光伏逆变器管理与电力负载管理分开考虑会错失许多机会。

近年来，DER管理领域不断受到关注，相关活动也不断增加，例如，能源网络协会（ENA）和澳大利亚能源市场运营商（AEMO）发布的报告《开放能源网络所需能力和建议措施》，以及澳大利亚能源市场运营商的综合系统计划（AEMO's Integrated System Plan），该计划为将DER纳入更全面的能源系统奠定了基础。一些试点项目也有助于阐明DER管理如何提高能源系统运行效率，为传统基础设施投资方案提供了一种替代方案，其中包括Horizon Power公司在西澳大利亚州启动的Onslow DER项目和Smart Sun Pilot项目，塔斯马尼亚州的Bruny Island Battery Trial项目（联盟），Zepben公司的ARENA支持发展项目以及SA Power Networks公司

提出的“灵活出口”（flexible export）路径。

实时数据可视性和设备控制对于成功集成DER至关重要，特别是在PV渗透率开始超过由ENA和AEMO在《开放能源网络所需能力和建议措施中期报告》确定的30%~40%临界阈值。这是一个公认的问题，且澳大利亚可再生能源测绘基础设施（AREMI）已经开发的制图工具，可帮助公用事业和技术提供商识别配电网中潜在的光伏阻塞和其他问题点，在这些地方，建立更好的分布式能源的优化管理是一种比建立额外的常规网络基础设施成本效益更好的投资选择。

尽管如此，到目前为止，在澳大利亚，公用事业公司管理DER的方法主要是通过限制系统规模或能源输出以限制连接到本地网络区域的太阳能光伏容量，或者单独地远程控制关键能源消耗设备，如热水器、泳池泵以及某些情况下的空调设备（如昆士兰能源公司的Peak Smart计划）。与此相似但又不同的是，也有一些计划和试点项目对电池进行聚合和管理，以支持低压（LV）网络运营或参与能源市场。

2. DER 灵活负荷管理的优点

在DER管理环境下，灵活负载由一组至少一种能源资源组成，这些能源资源在共享点连接到电网，通过对外部控制信号产生响应（如来自DER管理系统DERMS

的信号)来交付能源市场和(或)电网服务。

灵活负载可以包括:

- (1) 太阳能光伏系统逆变器;
- (2) 电池等储能系统;
- (3) 热水器、泳池泵、电动汽车充电器等远程可控能耗设备。

DER设备具有不同程度的灵活性。例如,电池存储系统具有高度的灵活性,并可以随着负载的增加和减少总体进行充电或放电。光伏系统的管理机会在于减少发电量(增加负荷),同时可控负载可以实时增加或减少(在设备所有者同意的范围内)。

图1说明了如何根据优先顺序分配不同能源类型以响应来自DERMS或SCADA系统的外部控制。实际优先顺序可能会因为系统运营商与DER所有者之间的合同协议而有所不同。

从本质上说,对DER的不同干预程度与设备在没有外部控制的情况下的运作方式形成对比。干预程度的值用颜色标注,如图1所示。

(1) 绿色区间的干预措施将预计对资产所有者产生中性或有益的影响。例如,调度可自由支配的负载,如泳池泵,或PV输出解除限制(如超出默认输出限制)。

(2) 橙色区间的干预措施可能会产生经济影响,但不会影响便利性或舒适性。在拥有众多活跃的消费者的未来电网中,这些干预措施可能会得到经济补偿。同样,能源网络可能会向光伏或电池系统所有者提供更有利的灵活连接协议,否则,所有者将受到能源出口限制的影响。

(3) 红色条带显示的干预措施可能会对最终用户

产生更重大的财务或舒适相关的影响,但提示次数受限。此部分的条款措施只有在征得用户家庭明确同意和(或)换取大量补偿的情况下才能获准使用。在大多数情况下,这些都是为了维持电网稳定而进行调度的紧急措施。

3. 聚焦——澳大利亚西部地区的 DER 管理案例研究

Horizon Power公司和DevelopmentWA公司在布鲁姆(Broome)的Smart Sun试点是一个独特的虚拟电厂(VPP)案例。此试点结合发电和负荷作为可调度资源,试验出LV网络级挑战的实时解决方案。作为西澳大利亚地区的公用事业公司,Horizon Power公司致力于研究各种方案以便优化DER在网络运营中的作用。Smart Sun在一个由单极变压器供电的住宅开发项目约30个站点处部署了一系列DER设备类型。Smart Sun试点项目中,住户充当灵活负荷并在站点层面接受管理。澳大利亚能源技术公司SwitchDin以Droplet控制器的形式为一系列设备类型和品牌提供了现场设备连接。Droplet作为站点层面的协议转换器与SwitchDin的Stormcloud平台连接,从而对整个项目范围进行协调。为了监测电压水平和网络功率流经变压器的情况,在变压器上安装了Droplet控制器。结合来自住户的数据,可以通过SwitchDin的Stormcloud云平台对本地网络进行闭环控制。

Smart Sun试点的目标旨在:

(1) 在管理配电变压器的反向功率流的同时,提高屋顶太阳能光伏的渗透率;

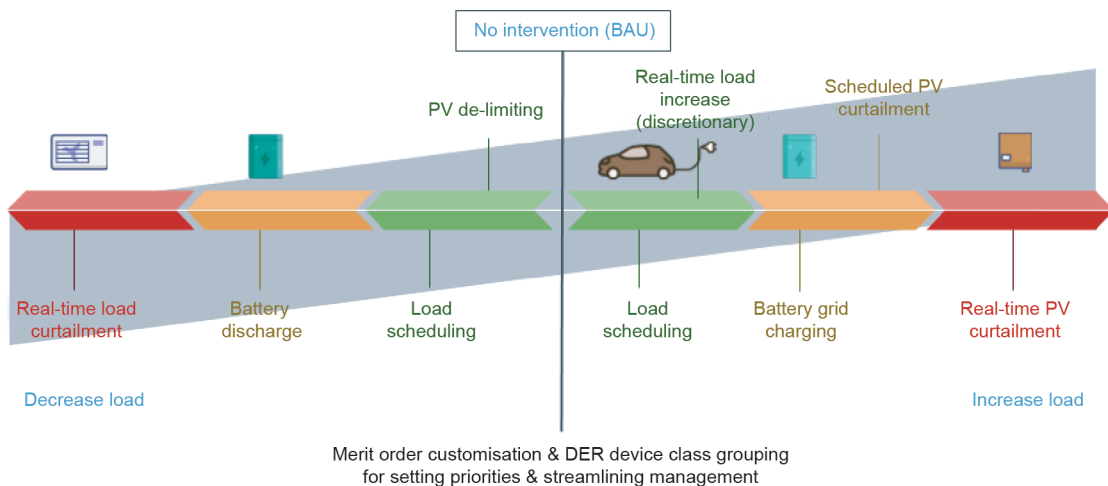


图1. 灵活负载设备能源频谱。BAU: 常规。图片来源: SwitchDin。

(2) 降低配电变压器用电高峰需求;

(3) 连接更多的客户到现有的基础设施, 从而降低住宅开发成本。

最后, Horizon Power公司可以展示DER的集合控制, 以管理峰值负载并防止变压器出现反向电流, 如图2所示。

Smart Sun的能源调度时间间隔为5 min, 这是当前交易时间间隔和即将在澳大利亚全国电力市场(NEM)上批发电力的结算时间间隔。这意味着该项目获得的经验对低压电网和批发电力市场交易中的DER管理都有一定的意义。

重要的是, Smart Sun 试点提供了Horizon Power详细的管理自定义功能, 以及可自定义的优先顺序、设备分组及设备使用周期和调度持续时间的相关策略。

4. 展望

积极的、公用事业驱动的DER管理的机会有限于电池的充电和放电。未来能源系统的优化将涉及站点层面、LV网络和能源市场层面上运行的一系列DER设备的可见性和管控。DER管理多样化、灵活的负荷将为系统运营商和系统所有者提供更多的机会。

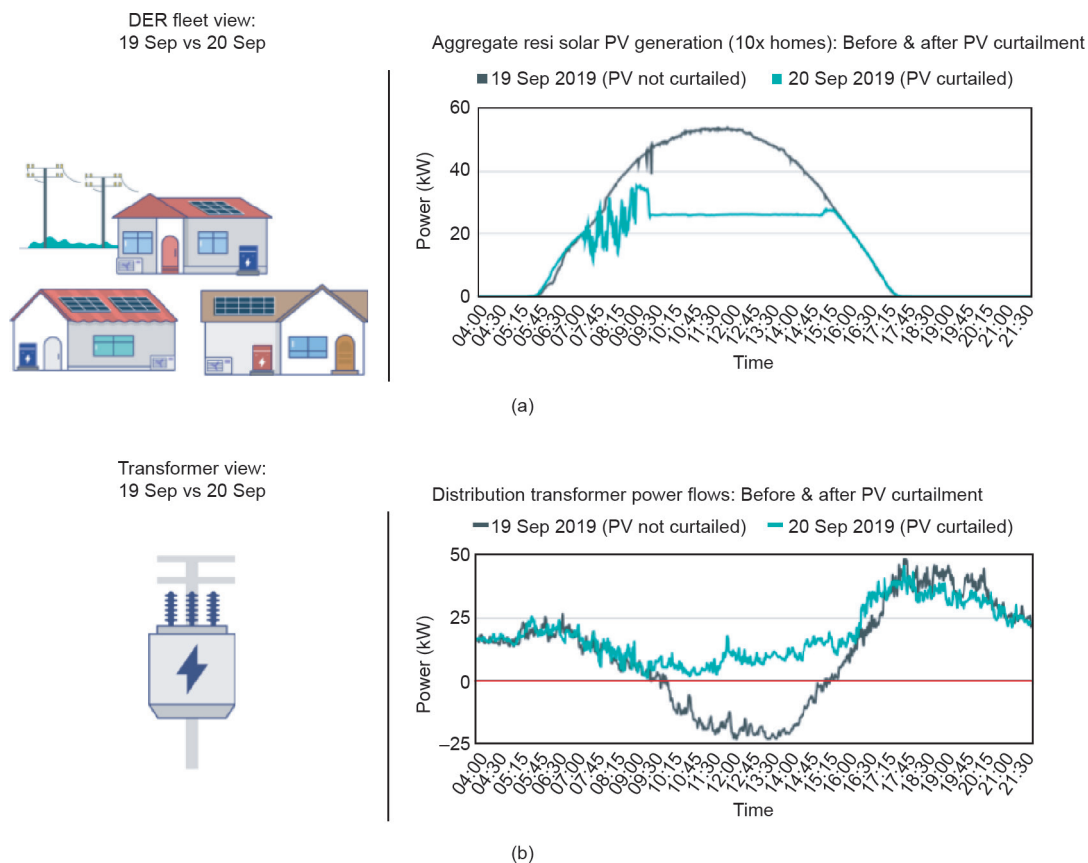


图2. (a) 战略性计划减少住宅区多余太阳能PV以防止反向电流流过本地极点变压器的例子; (b) (a) 中削减光伏发电量对局部配电变压器负载的影响。数据来自Horizon Power公司和DevelopmentWA公司的Smart Sun试点和SwitchDin公司。来源: SwitchDin。