新能源光储充一体化电站建设关键技术分析

文/高阳
山东耘威医疗科技有限公司

当前，随着环保意识不断强化、石油价格居高不下，新能源发电越来越重要，各地先后建立了很多新能源光储充一体化电站，在补充电力、提高电网供电的稳健度等方面发挥了非常重要的作用。但在建设新能源光储充一体化电站的过程中，仍有很多技术难题，因此对关键技术进行分析。

中国确定“双碳”目标之后，新能源产业不断发展。2024年，国内新能源发电总量占比将从2020年的24.3%增长到40%以上，并历史性实现对煤电装机的超越。同时，电动汽车的保有量也实现了飞跃。在这种情况下，各地政府应强化推进公共充电基础建设工作，结合具体的规划情况建设更多的充电站；在充电桩建设方面，把探索的方向伸向新能源发电，前瞻性地布局建设光储充一体化电站。

新能源光储充一体化电站系统概述

1. 新能源光储充一体化电站系统

作为一种专业术语，“光储充”中的“光”是指光伏发电，“储”是指电能储备及相关设备；“充”是指充电功能。光储充一体化其实就是包括这三部分功能、相关设备及监控装置、保护装置在内的小型自我供电系统。光储充一体化电站则是以该类小型自我供电系统为基础而形成、主要为电动汽车提供充电服务的充电站。因为光储充一体化电站所依靠的主要是光伏发电，而光伏发电及该类电站所服务的汽车均属于新能源，所以称之为新能源光储充一体化电站。具体构成如图1所示。

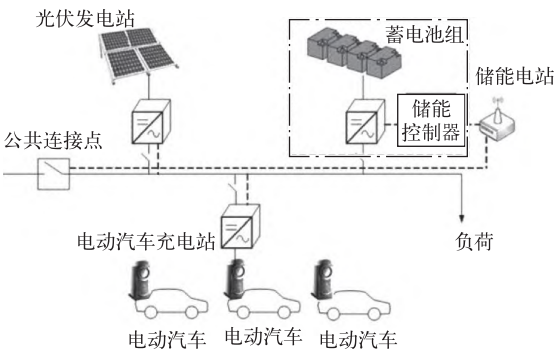

图1　光储充一体化系统组成结构图

和传统的集中式充电站单纯依靠外界供电不同，光储充一体化充电站具有自我发电的功能，对地方电网所形成的冲击较小，可更稳健地为新能源电动车充电，甚至可反哺地方电网；对于部分电能配额较少但阳光充足的地方而言，不仅意味着更高的可行性，而且意味着可观的经济价值。而且，光储充一体化充电站也可以融入传统的集中式充电方式，进而充分发挥两种供电模式的优势，对于新能源电动车保有量较高的大城市而言意味着降低用电压力。所以，目前非常有必要建设数量更多的光储充一体化充电站。

2. 新能源光储充一体化电站分类

新能源光储充一体化电站主要分为两类。

1）电动汽车型光储充一体化电站，是专门为电动汽车提供充电服务的设备，内设直流及交流两种充电桩，其中交流充电桩的电源为交流电源，对应车辆的功率较小，多在7 kW（包括）以下。这种充电桩的体积较小，安装方便，可灵活布局。直流充电桩的电源为直流电，充电功率较大，多为60 kW或以上，体积较大，需要的设备复杂。

2）户用型光储充一体化电站，该类充电站多为住宅小区、规模较大的企事业单位等组织自发自用的一种充电站。该类充电站的光储结构主要包括两种情况：一为直流结构，单母线结构是该结构首选的拓扑结构，在系列负荷单位之间进行连接的设备是变换器；二是交流结构，交流母线由光伏支撑形成，变换器是交流母线及储能设备之间的连接中介，在储能设备及电网之间使用电压器。

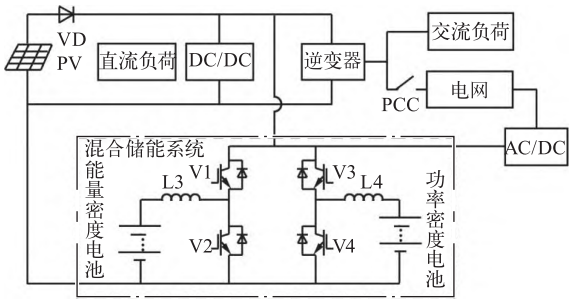

图2　户用型光储充一体化电站结构图

新能源光储充一体化电站的关键技术

1. 光伏发电技术

光伏发电是新能源光储充一体化电站的基础功能之一，其原理是借助太阳能电池将光能转化为电能，是半导体光电效应的结果。图3是太阳能光伏发电系统示意图，由该图可见新能源光储充一体化电站中的光伏发电系统主要包括两个部分，光伏发电技术因此也包括两类技术。

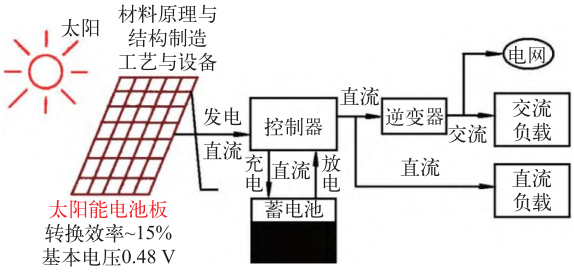

图3　太阳能光伏发电系统示意图

1）光伏组件及光伏组件技术。包括控制器、电池板和蓄电池等在内的光伏组件在光伏系统中居于核心地位。在光伏组件中，晶体硅电池是最为重要的部分，因为晶体硅在转化率方面的优势显著，原料来源非常丰富，是规模性应用光伏组件技术的重要前提。另外，在光伏组件技术发展过程中，钙钛矿电池因为在解决应用面积广等方面有着比较显著的优势，因此也成为重要的发展趋势之一。

对于光伏电池，涉及的最为关键的技术是光伏电池处理技术。在光伏电池内部包括纳米晶材、硅片和功能高分子材料等各种材料。借助这些材料将太阳能吸收进入到电池中，电荷分布状态出现程度不一的变化，光能量转换为电能量，所以出现了电流，形成了光伏效应。现在的光伏电池均属于P-N结型，在载流子浓度出现变化，两种类型的半导体的接触面出现差异，出现了扩散运动。图4所示为光伏电池等效电路，其中I_1为恒流源，外部出现光照，会出现电流，电流量随外部光照的变化而变化。

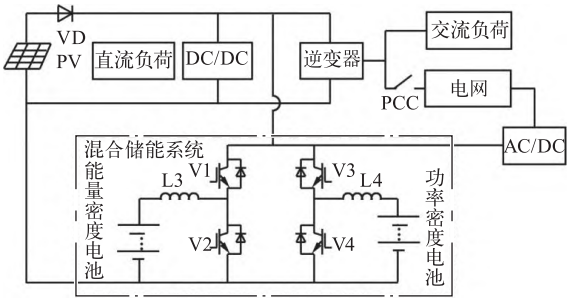

图4　户用型光储充一体化电站结构图

2）逆变器及逆变器技术。电站需求持续提升，电站的种类不断增多，逆变器技术需要应对的场景日益复杂。逆变器的功率势必日益提升，功率密度也将出现类似的趋势，最高功率可能会实现对110 kW的超越，其重量同时会出现一定幅度的下降。另外，基于确保逆变器对电网具有充分适应能力的考虑，在未来需要强化提升逆变器的保护功能，需要研发新的技术以进一步提高光储充一体化系统的安全性。

2. 储能技术

储能是新能源光储充一体化电站的基础功能之一，是借助各种类型的电池，将暂时没有供应给电

网或充放到客户电动汽车中的电能转化为化学能，存储在电池中。储能系统是储蓄光伏发电所形成化学能量的系列设备的统称，也是为供电服务提供电力的设备。该系统主要包括三种设备：①储能电池，目前所用储能电池的储能方式主要是化学储能及机械储能、蓄热储能等为主。合格的储能电池应该有良好的充放电循环性能，其间需要充分确保安全问题。对此，因为锂电池的充放电效率明显高于其他类型的电池，在性价比方面也有一定的优势，所以是目前的首选；②电池管理系统，围绕电池使用及管控电池过充及爆炸等风险问题而设置的管理措施，使用的辅助设备，或者说负责储能系统的运行和维护工作；③双向变流器，为电池充放电提供支撑，同时兼具能量数据采集功能。

光储充一体化电站中的储能系统因为是基于光伏发电，所以称为是光储系统。光储系统主要包括三种类型：①光储离网系统，该系统的运行无需和电网连接，普遍为独立运行，适合各种比较偏远偏僻的地方，比如海岛或落后地区的村落等；②并储并网系统，在电网能充分提供电力服务期间系统自动存储光伏发电的电量，在电网供电出现不足的情况下起到补充供电作用。③微网光储系统，协调各种原本分散分布的电源，借此提高电网供电的可靠性。在使用该类光储系统期间，对各分布式电源进行管理应用了客户需求侧管理模式，可最大化地消化当地发电站的作用潜力。

3.充电桩设备及技术

充电是光储充系统将光伏发电所形成的电能或储蓄在电池中的化学能释放出来，为客户群体的电动汽车提供充电服务的行为的统称，主要通过充电桩实现。充电桩是和电动汽车直接对接，为对方提供充电服务的设备，主要有直流充电桩及交流充电桩两种。其中直流充电桩可为快速充电提供支撑，因此称为快充；而交流充电桩则称为慢充。现在各地社区内部的充电桩多为慢充，即属于交流充电桩。在设计及建设光储充一体化电站期间，应该对附近电动汽车保有数量、车主身份情况、车主的用车及充电喜好等方面进行系统调研，确定不同类型充电桩的数量及布局。一般来说，人口稠密的地方需要更多的交流充电桩，人口稀少、主要交通纵横交错的区域则需要更多的直流充电桩。

4. 负荷管理技术

发电系统及放电系统在充放电期间，均会形成程度不一的工作负载，称为负荷。电力负荷主要有四种类型，每一种类型有不同的特点，对应不同的响应能力，具体情况见表1。

表1　各种类型的负荷、特点及响应能力

类型	特点	响应情况
无响应	长期供电期间没有间断设置，面对全部需求均无响应	无
可中断	在任何时点均可中断负荷，或调整负荷，或转移负荷	中断
可转移	在发电方事先确定生产计划的情况下，根据原定计划启停	转移
可调节	可灵活调节目前的用电时间	中断或转移

5. 电网接入技术

虽然光储充一体化电站属于小型自我供电系统，不过除了采用光储离网系统的电站外，在其他情况下依旧需要接入外部电网，所以需要应用各种并网技术，主要包括三个方面。

首先，转换装置及转换技术，所依靠的主要设备有二：一是逆变器，将电站所发的直流电转化为和外部电网趋同的交流电；二是变压器，将电站所发的低压电转化为适应外部电网的高等级电压。

其次，保护装置及保护技术，在光储充一体化电站接入电网期间，容易出现部分安全风险问题，轻则出现突发故障，重则出现各种异常事故，所以在建设光储充一体化电站的过程中，应该预先考虑配套的保护装置。

第三，控制系统及控制技术，在光储充接入电网期间，控制系统重点检测的问题有二：一是电站所输出电力的功率；二是外部电网的符合需求，确保二者之间保持着较高的匹配度，进而推动提高电站发电电量的转化率。

6. 智能控制技术

因为光储充一体化电站的发电定位及管理和电网的对接、面对的充电客户群体具有不确定性特征等，在电站发充电管理及设计规划等方面存在着较大难度，非人工管理所能处理。所以，在建设光储充一体化电站期间，需要引入或构建光储智慧系统，应用智能控制技术，借此实现电力管理及监控的智慧化转型升级，自动而及时消纳有着明显波动的分布式发电，更好地确保均衡度，有效提高和外

部电网交互的友好性，进而推动提升电能质量。

图5　光储能智慧系统示意图

保障措施

在推动建设新能源光储充一体化电站期间，还应该注意做好多方面的保障措施。

1）确保系统安全，所用雨篷需要进行加固处理；创新研发性能更好的滤波器，预防光伏发电可能导致的污染风险问题；根据消防要求做好通风、降温及防水等方面工作等。

2）确保设备安全，在建设新能源光储充一体化电站期间，严把所有设备的质量关口，确保所有的设备均符合国家相关标准，均属正规商家生产，均有配套的质量合格文件。

3）确保施工安全，在建设新能源光储充一体化电站期间，践行精细化项目管理，确保所有环节的岗位人员均培训上岗，的所有操作均符合要求，监管及监控工作能实现所有环节和工序的全覆盖。进场的各类施工方在进场之前，均应该签署责任书，明确他们的责任，严格落实预先制定的安全保障方案。

结束语

在电动汽车不断增多的情况下，电网负荷受到了严重挑战，需要求助新能源发电。新能源光储充一体化电站，迅速成为各地的新宠。各地在探索设计和建设新能源光储充一体化电站期间，应该注意应用光伏发电技术、储能系统及储能技术、负荷特性及负荷管理技术、电网接入技术、智能控制技术、充电桩设备及技术各种关键技术，以确保所规划、建设的新能源光储充一体化电站能有效缓解电网的负荷压力，为电动车充电及地方其他方面的用电提供更为充实的条件。同时对特定区域内的电动汽车数量、用电需求、充电时间、对电网的影响等进行充分调研及系统评估，进而做好电站规划工作。另外，在推动建设新能源光储充一体化电站期间，应做好多方面的保障措施，全面确保系统安全、设备安全及施工安全。**EA**

（收稿日期：2024-4-24）