

# 新能源与电动汽车充换储一体化站在一流配网中的协调运行模式探讨

薛钟兵，彭程

(江苏省电力公司扬州供电公司，扬州市维扬路 179 号 225009)

**摘要：**作为智能电网建设的重要组成，一流配网其发展直接关系到新能源的接入与电动汽车的推广应用。本文结合当前一流配网的发展实际，开展了新能源与电动汽车充换储一体化站协调运行的探讨。文章首先分别分析了新能源发电和电动汽车能量补给的协调运行适应性；在此基础上，对比已有示范工程，提出了新能源与电动汽车充电站协调运行的模式，即新能源依靠充换储一体化站提高消纳能力，实现整体效益最大化；最后，结合新能源、电动汽车充电站和一流配网发展现状，提出了相关建议。

**关键词：**新能源；充换储一体化站；一流配网

## 0 引言

随着能源危机和环境污染问题的加剧，节能减排和电能替代战略被逐渐提上议程。近年来，我国也针对电动汽车、新能源发电频频出台相关扶持政策。但由于光伏和风电的间歇式和随机性特点，使得其一直面临并网难的困扰，电动汽车也因受传统电网制约无法实现快速有序充电，因此一直仍发展缓慢<sup>[1-3]</sup>。

而如今，电网发展正处于传统电网向智能电网的转型期，一流配网建设逐步展开，这为电动汽车友好接入、有序充电提供了重要的技术支撑。本文即考虑在一流配网环境下，电动汽车通过充换储一体化站集中有序充电、换电，并充分利用站内电池的储能潜力为新能源接入电网服务，以平抑新能源发电功率波动，实现新能源发电、电动汽车和电网运行效益最大化<sup>[4]</sup>。

本文首先分析了新能源发电和电动汽车能源补给方式的协调运行适应性，在此基础上，对比已有示范工程建设，提出了一流配网下新能源与电动汽车充换储一体化站协调运行的网络结构，分析了站内协调运行模式，最后提出了相关建议。

## 1 协调运行适应性分析

### 1.1 新能源发电特点

新能源，又称非常规能源，具体包括太阳能、风能、地热能、海洋能等，这其中最具规模开发前

景和较大经济效益的当属太阳能和风能，而应用这两种能源发电最典型的形式即为光伏发电和风力发电<sup>[5]</sup>。

然太阳能受光强、温度等因素影响较为明显，因而光伏发电具有很大的随机性和间歇性；同样，风能也受自然因素影响较大，风力发电也具有很大的不稳定性<sup>[6] [7]</sup>。而这种随机波动和不稳定特点势必造成其并网运行时难以控制，针对这一问题，目前解决方案是依靠增设储能环节平抑功率波动、减少对电网冲击。但储能单元规模化应用成本高昂，因此，目前风力发电和光伏发电并网容量相对不大，储能技术成为制约当前其大规模开发利用的一大瓶颈。

### 1.2 电动汽车能源补给特点

电动汽车一般而言可大致分为三种：纯电动车、混合动力电动车和燃料电池电动车。纯电动车完全依靠电池电能提供动力，可实现完全零排放无污染，但受电池储能技术限制，续航里程短；燃料电池电动车则依靠氢燃料和动力电池两种动力源提供动力，也可实现零排放，但氢燃料成本太高且供应不便；因此现阶段应用最广泛的还是混合动力电动车，其特点在于采用至少包括常规能源汽油和电池两种动力驱动，可有效解决纯电动续航里程短的问题，虽然会产生一些污染，但相比传统内燃机汽车环保低碳很多。

但纵观电动汽车发展史可以看出，电动汽车发

展道路很是崎岖。除了高性能电机和电池储能技术两大历史制约因素外，电动汽车能源补给技术无疑是影响当今电动汽车发展的关键原因。一方面，能源补给设施尚不完善，通常，电动汽车的能源补给方式有以下三种<sup>[8-10]</sup>：

(1) 通过分散式充电桩充电。这种即插即用类充电方式一般分散设置于小区、单位内等集中生活、办公场所。其特点为多采取慢充模式，能源补给时间较长。

(2) 通过大型充电站充电。这种方式类似于常规的加油站，一般设立于市内商业区、办公区、高速路边等，用于能源的较快速补给。

(3) 通过换电站更换电池。其直接利用站内已充满的电池更换，能源补给速度更快。另外，这种方式下可采取电池租赁模式，这也很大程度节约了用户电池成本支出。

另一方面，电动汽车能源补给时对电网运行也有很大影响。一旦电动汽车规模接入电网，如果能源补给随机无序，将加剧负荷侧的功率波动，影响安全性和电能质量，其高功率、低电量的特点，给电网运行的经济性带来很大影响。

### 1.3 协调运行适应性

根据以上所述不难发现，电动汽车换电站由于其能源补给方式的特点决定了站内必然储备有大量电池资源，而这些电池资源如果闲置势必造成浪费。考虑到新能源发电并网对储能介质的需求，如能将换电站闲置电池结合新能源发电加以充分利用，必会对新能源发电的发展起到很大促进作用<sup>[11][12]</sup>。一方面，可以充分利用新能源发电为电池充电；另一方面，可以利用闲置电池为新能源发电储能、并网。另外，随着一流配网工程的推进，电动汽车电池集中有序充电也可以得到保证<sup>[13]</sup>，依靠一流配网，新能源发电的接入也更为可靠。因此，本文考虑电动汽车充换储一体化站结合新能源发电协调运行具有一定的适用性<sup>[14]</sup>。

## 2 基于一流配网的现有示范工程运行模式

目前，一流配网工程建设在全国范围内尚未大面积推广，只在江苏等地区示范建设，其中以扬州经济开发区智能电网综合示范工程最为典型。

该工程依靠先进的配电自动化技术实现了新能源发电的并网和电动汽车充电站的友好接入。新

能源发电主要考虑接入扬州晶澳太阳能有限公司的7个屋顶光伏，装机容量为1107.6千瓦。考虑到平滑光伏发电出力及满足微电网孤岛运行时的负荷需求，同时配置了总容量为250kW×2h的卷绕式铅酸蓄电池作为储能系统。光伏发电和储能系统接入低压母线，经过升压变压器后统一并入10kV的配网。晶澳光伏电站的信息通过专线光缆接入配电自动化通讯专网，并传输至扬州市调配电网自动化系统。

而电动汽车充电站作为江苏省首家智能站，未来考虑升级改造应用基于主动削峰填谷、用户需求侧响应的充电设施负荷自适应控制策略的综合智能运行管理系统并实现其与配电调度自动化系统、用电信息采集系统及营销系统的互联，另外还建设有73个分散布置交流充电桩。项目自建成投运以来，整个系统运行稳定可靠，取得了良好的经济效益和广泛的社会影响。

虽然该工程作为一种模式对于新能源发电的开发和电动汽车推广具有很强的示范引领作用，但新能源发电和电动汽车充电站独立运行，没有充分发挥它们的互补经济性。

## 3 基于一流配网的协调运行模式

### 3.1 基于一流配网的协调运行网络模型

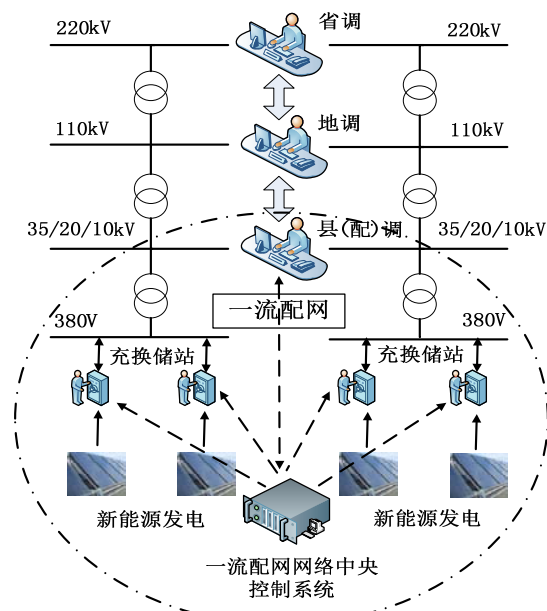


图1 新能源与充换储一体化站在一流配网中的协调运行网络模型

基于新能源发电与电动汽车充电站独立运行的不足，并考虑一流配网下它们协调运行的适应性，

本文提出了新能源发电与电动汽车充换储一体化站协调运行，其网络拓扑模型如图 1 所示。

图 1 中示出了现行调度模式下新能源发电与电动汽车充电站在一流配网中的协调运作架构。由图知，新能源发电依靠电动汽车充换储一体化站这一媒介实现向电网传输能量，该过程通过一流配网网络中央控制系统由调度部门掌握指挥。一流配网网络中央控制系统主要负责各站间协调控制，起桥梁纽带作用。

具体运行模式为：新能源发电通过充换储一体化站为站内电池充电，当电动汽车需要进站补给能源时，可直接更换电池。至于站内闲置的电池，用作新能源发电并网的储能单元，其并网情况由一流配网网络中央控制系统向调度部门申请，由调度部门决策发令，中央控制系统负责协调执行。

另外，对于少数电动汽车需进站即时充电，也优先考虑使用新能源发电充电，只有当新能源发电不足时才考虑接入电网。

### 3.2 站内协调运行模式

为进一步说明新能源发电与电动汽车充换储一体化站协调运行工作原理，以下从站内加以阐述。图 2 所示即为充换储一体化站与新能源发电站内协调运行模式图。

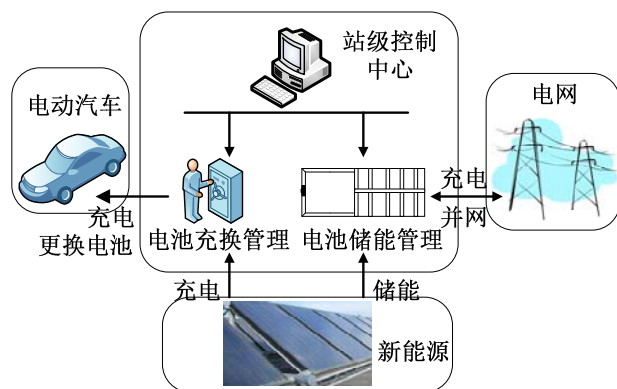


图 2 充换储一体化站与新能源发电站内协调运行模式

由图 2 可以看出，充换储一体化站通过站级控制中心控制整个站内运行，主要包括电池充换管理和电池储能管理两方面。电池充换管理主要针对电动汽车的充电和更换电池，其中，充电包括利用新能源发电对电池的充电及利用电网对电池的充电。而电池储能管理则指利用新能源发电对闲置电池储能以及通过此类电池并网。当然，并网和充电非随

机进行，而是由站级控制中心与前述的一流配网网络中央控制系统协调沟通，从而进行有序充电、并网。

## 4 相关建议

(1) 综合考虑日常电动汽车更换电池需求和新能源发电并网储能需求，合理设计充换储一体化站电池容量和数量，保证基本不发生电池过剩或电池不够用，使整体效益最大化。

(2) 进行站内电池日常利用率评估，及时做好站间电池调配协调。由于各站站内电池利用率以及新能源发电电量并不同，为了充分利用新能源发电，可及时做好站间协调以尽可能提供足够电池储能及并网。

(3) 加强电池梯次管理。电池长期使用容易老化，虽然不能作为电动汽车动力电池使用，但仍具有一定储能价值。因此，可以进行电池梯次管理，充分挖掘这部分电池潜力，用于新能源发电并网时的储能单元。

## 5 结论

可再生能源发电和电能替代是当前倡导环保、实现可持续发展的两大重要举措。长期以来，新能源发电虽受国家政策大力支持，但受传统电网吸纳能力和发电成本（新能源发电建设投资成本）限制，新能源发电并未规模化应用。同样，电动汽车也因电网接入问题及电池成本过高而未市场化运行。

本文从这一实际出发，结合当前电网发展的新阶段——一流配网的开展，在分析新能源发电与电动汽车能源补给协调运行适应性的基础上，提出并探讨了新能源发电与电动汽车充换储一体化站协调运行的模式，最后，针对该模式具体的实现细节，提出了一些建议。当然，与已有示范工程相比，该方案只能作为另一种新能源利用模式，具体经济效益需进一步评估研究。

### 参考文献：

- [1] 邢运民,张文娟. 新能源与可再生能源发电技术的发展[J]. 西华大学学报(自然科学版), 2007,26(1):50-52.
- [2] 赵异波,何湘宁. 新能源发电技术的最新进展[J]. 电子技术杂志, 2002(2):1-4.
- [3] 胡泽春,宋永华,徐智威,等. 电动汽车接入电网的影响与

- 利用[J]. 中国电机工程学报, 2012,32(4):1-10.
- [4] 马玲玲,杨 军,付 聪,等. 电动汽车充放电对电网影响研究综述[J]. 电力系统保护与控制, 2013,41(3):140-148.
- [5] 李碧君,方勇杰,杨卫东,等. 光伏发电并网大电网面临的问题与对策[J]. 电网与清洁能源, 2010,26(4):52-59.
- [6] 朱雪凌,刘林飞,周伦燕. 风力发电并网对电网的影响[J]. 华北水利水电学院学报, 2010,31(6):94-97.
- [7] 刘 伟,彭 冬,卜广全,等. 光伏发电接入智能配电网后的系统问题综述[J]. 电网技术, 2009,33(19):1-6.
- [8] 高赐威,吴 茜. 电动汽车换电模式研究综述[J]. 电网技术, 2013,37(4):891-898.
- [9] 陈良亮,张 浩,倪 峰,等. 电动汽车能源供给设施建设现状与发展探讨[J]. 电力系统自动化, 2011,35(14):11-17.
- [10] 张文亮,武 斌,李武峰,等. 我国纯电动汽车的发展方向及能源供给模式的探讨[J]. 电网技术, 2009,33(4):1-5.
- [11] 张学清,梁 军,张 利,等. 计及风光电源的一种地区电网电动汽车充电调度方法[J]. 电工技术学报, 2013, 28(2):28-35.
- [12] 嵇美琴,孙树娟,苏建徽. 包含电动汽车的风/光/储微电网经济性分析[J]. 电力系统自动化, 2011,35(14):30-35.
- [13] 徐智威,胡泽春,宋永华,等. 充电站内电动汽车有序充电策略[J]. 电力系统自动化, 2012,36(11):38-43.
- [14] 杨敏霞,刘高维,房新雨,等. 计及电网状态的充放储一体化站运行模式探讨[J]. 电网技术, 2013,37(5):1202-1208.

#### 作者简介:

薛钟兵(1987—), 男, 安徽桐城人, 助理工程师, 从事地区电网调度运行与控制, E-mail : zbxue2313@163.com;

彭 程(1977—), 男, 江苏扬州人, 工程师, 从事地区电网调度运行与控制。