

基于信息融合的智能一体化电站新型并网控制策略

楚皓翔¹, 解 大¹, 娄宇成¹, 杨敏霞¹, 孙俊博¹, 张 宇²

(1. 上海交通大学 电子信息与电气工程学院, 上海 200240;

2. 上海市电力公司电力科学研究院, 上海 200437)

摘要: 根据一体化电站信息流分布情况, 通过监控系统对一体化电站及车载终端的详细参数进行采集。利用物联网(IOT)和 GPS 技术, 可对一体化电站内外电池工作状态进行状态监控和故障处理。对一体化电站与电网之间的交换功率和一体化电站的能量水平进行分析及融合。根据上述融合信息, 结合一体化电站和电网运行信息, 提出一种新型的并网控制策略。实际算例表明, 基于信息融合技术的并网控制策略对一体化电站和电网的正常运行有着积极作用。

关键词: 电动汽车; 一体化电站; 信息流; 信息融合; 并网控制; 物联网; GPS; 监控

中图分类号: TM 73; U 469.72

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2015.06.006

0 引言

随着传统汽车工业带来的资源消耗和环境污染问题日益突出, 电动汽车以其低消耗、无污染、无噪声等优点得到广泛关注, 并取得了迅猛的发展^[1-2]。

电动汽车的能源供给设施作为电动汽车产业链的重要环节, 对电动汽车产业的发展和电网的运行规划有着重大影响^[3-6]。文献[7]分析了充电桩、变电站及电池更换站等主要能源供给设施的类型及特点, 并对其智能化、网络化、标准化的发展方向进行讨论。文献[8]提出的智能充放储一体化电站融合了充电站、换电站和储能站的优势, 可实现电池系统与电网的能量双向互动, 既可为电动汽车供电, 又可为电网提供削峰填谷、无功补偿、谐波治理、紧急支持等辅助服务。

智能化是电网的发展方向 and 趋势, 随着电网扩容和大量电气设备的接入, 高速精确的信息处理技术已成为电网智能化发展的关键因素。信息融合是将系统中各种传感器所提供的相同或不同形式、同时刻或不同时刻的测量信息进行分析、处理与整合, 以方便进一步的处理和响应^[9]。多源信息融合技术的发展为电网的智能化发展和故障诊断提供了新的思路^[10-11]。文献[12]利用反向推理寻径法识别故障元件动作的可能路径, 并在此基础上构造加权模糊 Petri 网故障诊断模型来确定故障元件。文献[13]在不同区域对故障录波器、数据采集与监视控制(SCADA)系统、保护故障信息管理系统(RPMS)等获得的故障信息进行融合分析, 采用 D-S 证据理论信息融合技术获

得局部的故障诊断结果, 进而确定故障元件。文献[14]阐述了电力系统故障诊断的信息运动过程, 在此基础上通过解析分析保护与断路器动作逻辑和警报信息之间的关系, 发展了基于信息量损失最小的故障诊断优化模型, 充分考虑了警报信号的不确定性。

虽然信息融合技术凭借其快速精确的优势在电网故障诊断方面取得重大进展, 但是目前国内学者和专家很少对电动汽车充换电站的信息流进行研究。电动汽车充换电站作为电动汽车重要的能源供给设施, 伴随着能量流动也会产生大量的信息流。为了确保一体化电站内部设备的可靠经济运行和充换电过程的顺利进行, 实现一体化电站与电网的协调互动, 有必要对其内部信息流动进行分析。针对本文提出的智能充放储一体化电站在充换电过程中产生的诸多信息, 研究信息流的分布概况, 并对采集的信息进行融合处理, 根据当前电网状态和一体化电站储能水平, 制定合理的并网控制策略, 对电动汽车可靠充换电和电网安全可靠运行有着积极的影响。

1 充放储一体化电站

作为电动汽车的能量供给系统, 本文提出的智能充放储一体化电站具有提高电池利用效率, 实现与电网、负荷的协调互动等优点, 其主要由充放储换电站、梯次电池储能站、多用途变流装置、信息汇集器和控制中心构成。图 1 为充放储一体化电站的功率流示意图^[15]。多用途变流装置由 2 组变流器并联组成, 分别连接充放储换电站和梯次电池储能站(下文分别简称换电站和梯次站), 为 2 个电站与电网交换功率服务。换电站既可以通过一组多用途变流器实现与电网的功率交换, 又可以通过充电机给电动汽车充电或利用换电机器人实现电动汽车电池组的更换。梯次站可以通过另一组多用途变流器实现与电

收稿日期: 2014-07-29; 修回日期: 2015-04-17

基金项目: 国家高技术研究发展计划(863 计划)资助项目(2011-AA05A108)

Project supported by the National High Technology Research and Development Program of China(863 Program)(2011AA05-A108)

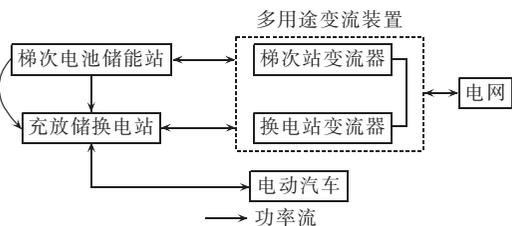


图 1 充放储一体化电站的功率流分布

Fig.1 Distribution of power flow inside integrated charging-discharging-storage station

网的功率交换,也可以通过 DC/DC 装置直接对换电站进行充电。

在车辆行驶和电池更换过程中,会产生诸多信息,如电动汽车所在位置、换取电池型号及剩余电量。一体化电站与电网进行功率交换,或者梯次站向换电站充电时,也会产生诸多信息,如梯次站与换电站的实时电量信息、交换功率信息以及多用途变流装置的工作模式和运行参数。若对这些信息进行合理有效的监测与管理,可对能量单元信息进行全方位的掌控,结合电网信息以及一体化电站内信息,可对一体化电站系统的运营管理进一步优化。图 2 为一体化电站内信息流分布图。信息流传递与控制情况如表 1 所示。

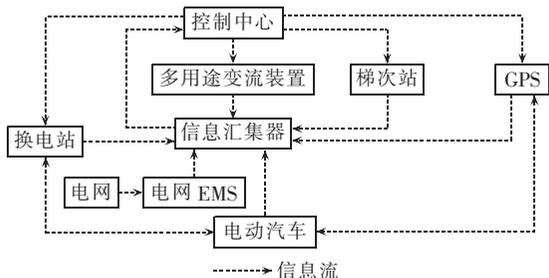


图 2 充放储一体化电站的信息流分布

Fig.2 Distribution of information flow inside integrated charging-discharging-storage station

2 充放储一体化电站电池管理系统

电池作为电动汽车运行的直接供能装置,充足的电量和良好的性能保障显得尤为重要,这就需要建立先进有效的电池管理系统。

物联网(IOT)是通过信息传感设备,可以让不同事物按照约定协议实现互联的网络^[16]。利用物联网的互联优势,可以实现站外电动汽车、一体化电站和维修中心的电池信息交互,从而建立先进的电池管理系统,如图 3 所示。

全球定位系统(GPS)能实时、全天候和全球性地为电动汽车提供导航服务^[17],利用接收的来自车载终端的车辆行驶信息实时更新其内部的电池资源信息管理库系统,并将车辆行驶信息及时发送至物联网控制中心,控制中心根据电池装车时电量信息(或

表 1 信息流的发送与接收

Table 1 Sending and receiving of information flow

信息发送方	信息接收方	信息流名称	代号
电动汽车 车载终端	换电站	换下电池信息	I1
	GPS 卫星导航	车辆行驶信息	I2
	信息汇集器	充换电池信息	I3
换电站	车载终端	装车电池信息	I4
	信息汇集器	换电站 SOC 信息	I5
	信息汇集器	与电网交换功率	I6
	信息汇集器	与梯次站交换功率	I7
	信息汇集器	梯次站 SOC 信息	I8
梯次站	信息汇集器	与电网交换功率	I9
	信息汇集器	与换电站交换功率	I10
	信息汇集器	与电网交换功率	I11
DC/DC 装置	信息汇集器	换电站与梯次站交换功率	I13
电网能量 管理系统	信息汇集器	当前电网状态	I14
	信息汇集器	与换电站交换功率	I15
	信息汇集器	与梯次站交换功率	I16
GPS	信息汇集器	车辆位置信息	I17
	电动汽车车载终端	电池充换建议	I18
信息汇集器	控制中心	多源信息融合	—
控制中心	换电站	能量流-更换控制	I19
	梯次站	能量流-维护控制	I20
控制中心	多用途变流装置、 DC/DC 装置	功率流控制	I21
	GPS 卫星导航	电池充换建议	I22

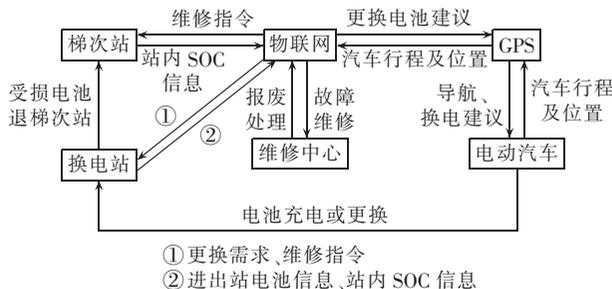


图 3 基于物联网的电动汽车电池管理系统

Fig.3 EV battery management system based on IOT

最近一次充电完成时的电池电量信息)和车辆行驶信息,可预测出电池剩余电量,并将充换电建议通过 GPS 通知车主。同时,控制中心也将充换电预测信息发送到换电站,从而提高电池更换的工作效率。

物联网系统可以实现对换电站和梯次站的实时监控,能实时监测并记录 2 个电站的能量水平(SOC)。通过对换电站内每一块电池的电量信息的实时监控,确定该电池的充放电模式或作备用更换电池,并针对检测到的受损电池(长时间充电,电池电量仍低于某一限值)发出退梯次站指令,对故障电池发出维修指令。通过对梯次站内每一块电池电量信息的实时监控,也可确定该电池的充放电模式,对故障电池发出维修指令,对报废电池进行报废处理。

利用上述基于物联网的电池管理系统,建立电池资源信息管理数据库,用以存放电池的型号、电量、

充放电次数等信息,并将实时信息及时更新到站内的 SCADA 系统、物联网以及 GPS 的电池资源信息数据库。该电池管理系统不仅可以大幅提高电池信息的采集速度与更换电池作业效率,对电池能量流动进行及时跟踪与有效控制,而且可以准确诊断电池的工作状态并能对电池可能出现的故障和问题进行及时的诊断和处理。

3 充放储一体化电站信息处理系统

信息融合是对控制中心收到的来自信息汇集器的所有信息进行融合处理。信息汇集器将 SCADA 系统得到的多源异构信息送至控制中心的计算机中,控制中心内的高级管理平台结合来自电网能量管理系统(EMS)、电池管理系统的电池信息和站内变流器运行参数和模式等信息,实现对能量、功率流动的监测与分析,通过功率/能量调度控制策略实时地做出最优化决策,实现能源信息的有序化管理,进而得到对换电站、梯次站以及多用途变流装置整体的能量流以及功率流调节的相关控制。

3.1 一体化电站能量水平及功率流信息

一体化电站结构原理图及内部功率流动如图 4 所示。为了实现一体化电站与电网之间的最优功率/能量调度,需要对换电站和梯次站的能量水平和站内功率流动进行分析。

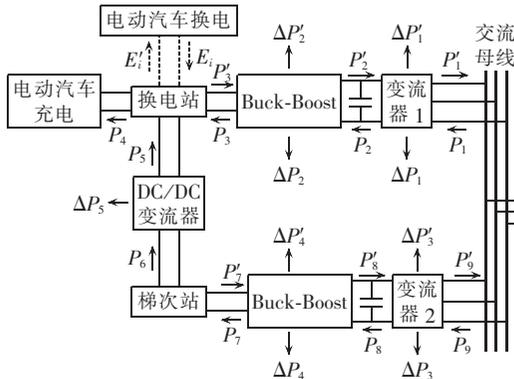


图 4 一体化电站原理结构及功率流动

Fig.4 Principle structure of integrated EV station and its power flow

a. 换电站能量水平信息融合。

如图 4 所示,换电站通过 Buck-Boost 电路、变流器连接到电网,既可以工作于充电模式,也可以工作于放电模式。以充电过程为例,研究电网与换电站之间的功率流动。电网与变流器之间的传输线上的传输功率 P_1 ,既可通过电网侧功率表得到,也可通过变流器侧测量装置得到,取两者平均值作为电网侧输出功率。变流器与 Buck-Boost 电路之间的传输功率 P_2 、Buck-Boost 电路与换电站之间的传输功率 P_3 都可直接通过测量装置获得。功率传输过程中,变

流装置和 Buck-Boost 电路功率损耗分别为 ΔP_1 和 ΔP_2 ,可通过经验获得^[18-19]。

考虑到电网负荷情况、换电站能量水平以及变流装置承受能力,应时刻监测电网与换电站之间的传输功率,并通过变流器进行及时调整。如图 4 所示,电动汽车在换电站充电或者更换电池的过程中,变电站储能水平也发生相应的变化。

综合以上分析,可得 t 时刻换电站的能量水平:

$$E_{\text{CES}}(t) = E_{\text{CES}}(t_0) - \int_{t_0}^t P_4(t) dt + \int_{t_0}^t P_5(t) dt + \sum_{i=1}^{n_{\text{CES}}} E_i - \sum_{i=1}^{n_{\text{CES}}} E_i' + \int_{t_0}^t P_3(t) dt - \int_{t_0}^t P_3'(t) dt \quad (1)$$

其中, $E_{\text{CES}}(t_0)$ 为 t_0 时刻换电站的能量水平; E_i 为第 i 辆电动汽车换下电池的能量水平; E_i' 为装车电池的能量水平; n_{CES} 为 t_0 至 t 时间段更换电池的车辆数目; $P_3(t)$ 和 $P_3'(t)$ 分别为换电站与电网之间的充放电交换功率; $P_4(t)$ 为电动汽车充电功率; $P_5(t)$ 为换电站从梯次站吸收电能时的充电功率。

换电站的能量水平可通过式(1)来计算,也可通过测量装置直接测量,通常取两者的平均值。

b. 梯次站能量水平信息融合。

与换电站工作模式类似,梯次站也可工作于充电和放电 2 种模式。在换电站能量不足时,梯次站可通过 DC/DC 变流装置向换电站充电,从而维持换电站电动汽车充换电的正常运行。由图 4 分析可得 t 时刻梯次站的能量水平:

$$E_{\text{EBS}}(t) = E_{\text{EBS}}(t_0) - \int_{t_0}^t P_6(t) dt + \int_{t_0}^t P_7(t) dt - \int_{t_0}^t P_7'(t) dt \quad (2)$$

其中, $E_{\text{EBS}}(t_0)$ 为 t_0 时刻梯次站的能量水平; $P_6(t)$ 为梯次站向换电站充电时的充电功率; $P_7(t)$ 和 $P_7'(t)$ 分别为梯次站与电网之间的充电和放电功率。

c. 优化换电站充电功率。

换电站作为电动汽车充换电的重要能量供给,应保证充足的能量水平。因此,换电站与电网功率交换过程中多工作于充电模式,只有在电网处于重载状态时才工作于放电模式。换电站从电网充电过程中,结合电网在该时间段内的负荷预测曲线,采用动态微增法,可得到与电网负荷曲线趋势反向的充电功率控制曲线。当电网处于峰荷状态时,控制换电站对应的变流装置,以较小功率充电;当电网处于谷荷状态时,以较大功率充电,进而在一定程度上优化电网负荷。由换电站的充电功率基准值 P_c ,结合电网在接下来 T_c 时间段内的负荷预测曲线 $P_C^*(t)$ 、当前电网负荷特性 $P_C(0)$ 求得梯次站初始充电功率 $P^*(0)$ 。

$$P^*(0) = P_c \left[\frac{2 - P_C(0) T_c / \Delta t}{\sum_{i=0}^{T_c / \Delta t} P_C^*(i \Delta t)} \right] \quad (3)$$

其中, Δt 为充电功率动态微增的步长。

根据初始充电功率 $P^*(0)$, 结合电网实际负荷曲线 $P_C(t)$, 可得 T_c 时段任意时刻的充电功率:

$$P^*(t+\Delta t) = P^*(t) - P_c \frac{[P_C^*(t+\Delta t) - P_C(t)](T_c/\Delta t)}{\sum_{i=0}^{T_c/\Delta t} P_C^*(i\Delta t)} \quad (4)$$

式(4)以 $t+\Delta t$ 时的电网负荷预测情况 $P_C^*(t+\Delta t)$ 和当前电网负荷特性 $P_C(t)$ 之差作为功率调整系数, 并以基准功率值 P_c 作为调节比例, 从而得到下一 Δt 时间段内, 与电网预测负荷负相关的换电站变流装置功率预充曲线。

3.2 并网控制系统

并网控制系统是根据融合处理后发出的充放电指令, 合理有效地控制一体化电站内的储能单元及变流系统等子设备充放电控制的输入、输出, 实现一体化电站并网控制及各种工况响应。

在一体化电站运行过程中, 换电站(下文用 A 表示)和梯次站(下文用 B 表示)内的能量水平随时在改变。根据电网(用 G 表示)当前运行状态和经信息融合处理后的功率流信息, 分正常峰荷状态、正常谷荷状态和重载状态 3 种状态进行分析。在不同负荷状态下, 根据上述分析得到的换电站和梯次站的能量水平, 进而做出充放电优化指令。

3.2.1 正常峰荷状态

根据换电站和梯次站的能量水平可分为 7 种可能的运行状态。

a. 梯次站向电网放电, 换电站向电网放电, 即 $B \rightarrow G, A \rightarrow G, \rightarrow$ 表示功率流向。

当电网处于峰荷状态, 一体化电站利用电池储能的优势, 结合站内电池的充放电和换取计划, 在站内储能充足 ($SOC > 0.95$) 的情况下, 选择一部分适合放电的电池, 向电网放电, 支持电网削峰。此时, 梯次站应以最大功率放电。

b. 梯次站向换电站充电, 即 $B \rightarrow A$ 。

当换电站储能非常少 ($SOC < 0.2$)、梯次站储能充足 ($SOC > 0.95$)、或者两者储能水平都一般 ($0.2 < SOC < 0.95$) 时, 为保证换电站正常工作, 应当绕开电网侧, 由梯次站直接向换电站充电, 既能提高能量利用效率, 又能减少电网负担。

c. 梯次站向换电站充电, 梯次站向电网放电, 即 $B \rightarrow A, B \rightarrow G$ 。

当梯次站储能充足 ($SOC > 0.95$)、换电站水平一般 ($0.2 < SOC < 0.95$) 时, 梯次站既向换电站充电, 保证换电站正常工作, 又向电网放电, 起削峰的作用。

d. 电网向换电站充电, 梯次站向换电站充电, 即 $G \rightarrow A, B \rightarrow A$ 。

当换电站储能不足 ($SOC < 0.2$)、梯次站水平一般 ($0.2 < SOC < 0.95$) 时, 为保证换电站正常工作, 梯

次站和电网应同时向换电站充电, 以缓解电网压力。

e. 梯次站向电网放电, 即 $B \rightarrow G$ 。

当换电站储能充足 ($SOC > 0.95$)、而梯次站储能水平一般 ($0.2 < SOC < 0.95$) 时, 为保证换电站正常工作, 仅梯次站向电网放电, 起到削峰的积极作用。

f. 电网向换电站充电, 即 $G \rightarrow A$ 。

当换电站储能水平一般 ($0.2 < SOC < 0.95$)、而梯次站储能不足 ($SOC < 0.2$) 时, 为保证换电站正常工作, 由电网向换电站充电。

g. 无能量交换。

当换电站储能充足 ($SOC > 0.95$)、而梯次站储能不足 ($SOC < 0.2$) 时, 为保证换电站正常工作, 不与电网进行能量交换。

3.2.2 正常谷荷状态

根据换电站和梯次站的能量水平可分为 4 种可能的运行状态。

a. 电网向换电站充电, 电网向梯次站充电, 即 $G \rightarrow A, G \rightarrow B$ 。

当换电站和梯次站储能均未满 ($SOC < 0.95$)、而电网处于谷荷甚至轻载时, 应当向换电站和梯次站充电, 起到填谷的作用。

b. 电网向换电站充电, 即 $G \rightarrow A$ 。

当梯次站储能充足 ($SOC > 0.95$)、换电站储能未满足 ($SOC < 0.95$) 时, 由电网向换电站充电, 起到填谷的作用。

c. 电网向梯次站充电, 即 $G \rightarrow B$ 。

当换电站储能充足 ($SOC > 0.95$)、梯次站储能未满足 ($SOC < 0.95$) 时, 由电网向梯次站充电, 起到填谷的作用。

d. 无能量交换。

当换电站和梯次站储能均充足 ($SOC > 0.95$) 时, 不与电网进行能量交换。

3.2.3 重载状态

根据换电站和梯次站的能量水平可分为 4 种可能的运行状态。

a. 换电站向电网放电, 梯次站向电网放电, 即 $A \rightarrow G, B \rightarrow G$ 。

当换电站和梯次站储能均未耗尽 ($SOC > 0.2$) 时, 由于电网处于不正常的重载状态, 应当优先考虑对电网进行电能支持, 同时向电网放电辅助电网改善重载程度, 将电网调整到正常的运行状态。

b. 换电站向电网放电, 即 $A \rightarrow G$ 。

当梯次站储能非常不足 ($SOC < 0.2$)、换电站储能尚未耗尽 ($SOC > 0.2$) 时, 仅由换电站向电网放电, 进行电能支持。

c. 梯次站向电网放电, 即 $B \rightarrow G$ 。

当换电站储能非常不足 ($SOC < 0.2$)、梯次站储

能尚未耗尽(SOC>0.2)时,仅由梯次站向电网放电,进行电能支持。

d. 无能量交换。

当换电站和梯次站储能均非常不足(SOC<0.2)时,即使电网有需求也无法对电网进行支持,不与电网进行能量交换。应根据一体化电站实际运行状态趋势进行合理预测规划,避免出现此情况。

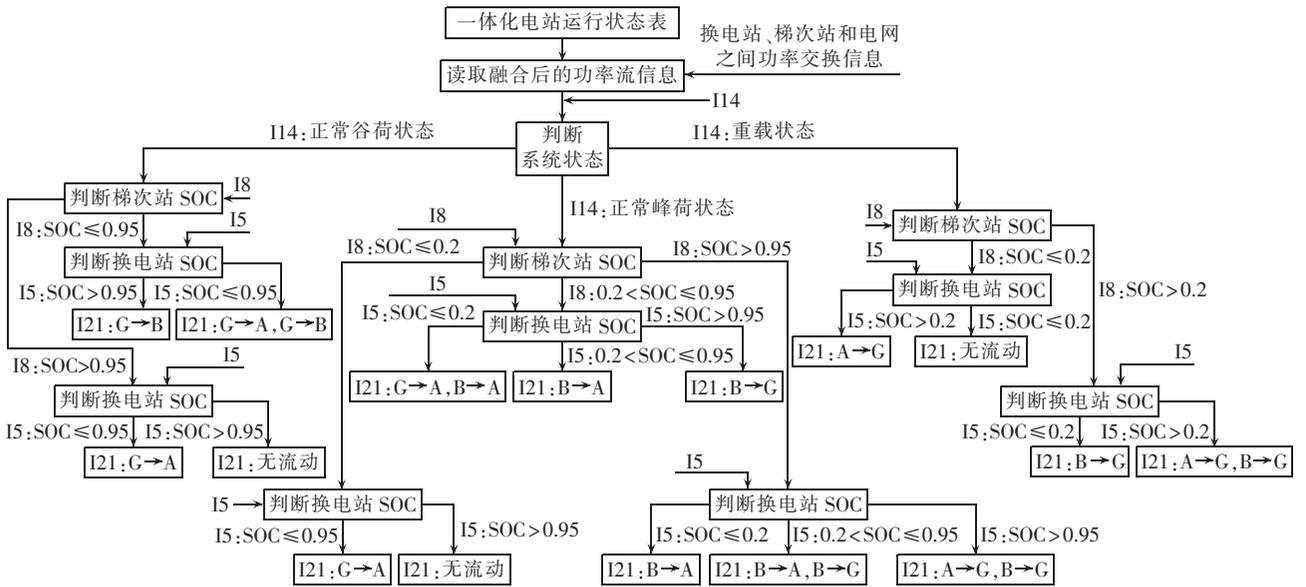
基于表 1 中的信息流数据,经过上述状态估计计算和信息融合处理,可合理有效地控制一体化电

站的运行状态。根据实时电网状态及对应的一体化电站内的梯次站和换电站能量水平状态信息,可根据信息融合结果进行可靠快速的并网控制,控制流程如图 5 所示。

3.3 算例分析

某电动汽车充放储一体化电站由梯次站、换电站和变流装置组成,可为 20 辆电动汽车提供充换电服务。其结构示意图见图 1,并网控制结果见图 6。

选取 08:00—13:00 这一时间段作为对象,该时



信息流来源: I5 为换电站, I8 为梯次站, I14 为电网 EMS。

图 5 一体化电站运行状态信息融合流程

Fig.5 Flowchart of operating information fusion of integrated EV station

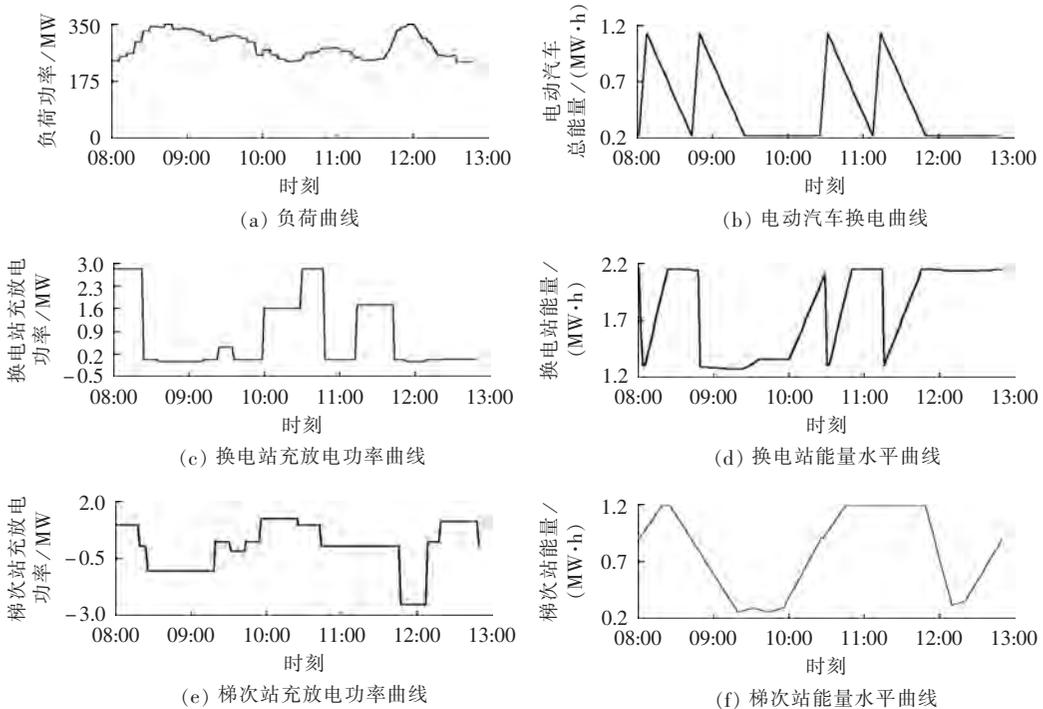


图 6 基于信息融合的并网控制算例

Fig.6 Example of grid-connected control based on information fusion

间段电网负荷曲线如图 6(a)所示。20 辆电动汽车分 2 组进行换电运行,每组由 10 辆电动汽车组成。电动汽车换电过程能量变化情况如图 6(b)所示,第 1 组电动汽车在该时间段有 2 次换电动作,一次在 08:00 左右,另一次则在 10:30 左右。第 2 组电动汽车也有 2 次换电动作,一次在 08:45 左右,另一次则在 11:15 左右。

基于本文提出的并网控制策略,根据当前电网负荷曲线和电动汽车充换电曲线,可得到实际运行的一体化电站的充放电曲线和能量水平曲线。

换电站充放电曲线和对应站内能量水平分别如图 6(c)和 6(d)所示。当电网处于峰荷状态时,换电站以较小功率充电甚至不充电(如时间段 08:30—09:45),从而减轻电网负担。当电网处于谷荷状态时,换电站则以较大功率充电(如时间段 10:00—10:45),从而起到填谷的作用。

梯次站充放电曲线和对应站内能量水平分别如图 6(e)和 6(f)所示。当电网处于峰荷状态时,梯次站不充电甚至向电网放电(如时间段 08:30—09:15 和 11:45—12:15),从而减轻电网负担,起到削峰的积极作用。当电网处于谷荷状态时,换电站则以较大功率充电(如时间段 10:00—10:45),从而起到填谷的作用。

该算例表明,本文提出的基于信息融合技术的并网控制策略,针对不同的电网状态和实时电动汽车充放电需求,梯次站和换电站都能及时作出响应,对电网进行电能支持。该一体化电站既能满足电动汽车充换电需求,实现一体化电站的正常运行,又能对电网起到削峰填谷的作用。

4 结语

本文提出的信息融合算法已在实际项目中实施。围绕一体化电站内能量流动所产生的信息流进行分析研究,本文主要完成以下 3 个方面的工作:

- a. 分析了一体化电站的信息流分布及传递情况;
- b. 采用物联网、GPS 技术对一体化电站电池系统进行先进化管理;
- c. 对一体化电站内部功率流和站内能量水平等状态变量进行分析与信息融合,根据所融合信息,并结合电网运行状态,制定了合理的并网控制策略。

实际算例表明,基于信息融合技术的并网控制策略,有效地实现了一体化电站对电网削峰填谷的作用。从换电站和梯次站的充放电功率曲线以及能量水平曲线可以看出,该充放电策略充放电计划合理,能实现一体化电站的长期正常运行,对电动汽车充换电和电网正常运行有着积极作用。

参考文献:

- [1] SU Wencong, RAHIMI-EICHI H, ZENG Wente, et al. A survey on the electrification of transportation in a smart grid environment[J]. IEEE Trans on Industrial Informatics, 2012, 8(1):1-10.
- [2] SMITH M. Batteries versus biomass as a transport solution[J]. Nature, 2009, 457(7231):785.
- [3] SOVACOOOL B K, HIRSH R F. Beyond batteries: an examination of the benefits and barriers to Plug-in Hybrid Electric Vehicles (PHEVs) and a Vehicle-to-Grid (V2G) transition[J]. Energy Policy, 2009, 37(3):1095-1103.
- [4] 何明杰, 彭春华, 曹文辉, 等. 考虑电动汽车规模化入网的动态经济调度[J]. 电力自动化设备, 2013, 33(9):82-88.
HE Mingjie, PENG Chunhua, CAO Wenhui, et al. Dynamic economic dispatch considering large-scale integration of electric vehicles [J]. Electric Power Automation Equipment, 2013, 33(9):82-88.
- [5] 王建, 吴奎华, 刘志珍, 等. 电动汽车充电对配电网负荷的影响及有序控制研究[J]. 电力自动化设备, 2013, 33(8):47-52.
WANG Jian, WU Kuihua, LIU Zhizhen, et al. Impact of electric vehicle charging on distribution network load and coordinated control[J]. Electric Power Automation Equipment, 2013, 33(8):47-52.
- [6] 李惠玲, 白晓民. 电动汽车充电对配电网的影响及对策[J]. 电力系统自动化, 2011, 35(17):38-43.
LI Huiling, BAI Xiaomin. Impacts of electric vehicles charging on distribution grid[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(17):38-43.
- [7] 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.
CHEN Liangliang, ZHANG Hao, NI Feng, et al. Present situation and development trend for construction of electric vehicle energy supply infrastructure[J]. Automation of Electric Power Systems, 2011, 35(14):11-17.
- [8] 楚皓翔, 解大, 娄宇成, 等. 电动汽车智能充放电一体化电站无功电压调控策略[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(11):48-54.
CHU Haoxiang, XIE Da, LOU Yucheng, et al. Strategy of reactive power and voltage control for integrated EV station of intelligent charging, discharging and storage[J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(11):48-54.
- [9] LUO R C, KAY M G. Multisensor integration and fusion in intelligent systems[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1989, 19(5):901-931.
- [10] 胡文彪, 夏立, 向东阳, 等. 基于逆变器直流侧电流和融合算法的感应电机转子故障诊断方法[J]. 电力自动化设备, 2011, 31(8):38-41.
HU Wenbiao, XIA Li, XIANG Dongyang, et al. Rotor fault diagnosis based on DC-side current and fusion algorithm for induction motors [J]. Electric Power Automation Equipment, 2011, 31(8):38-41.
- [11] 汤少卿, 陈晟. 电网故障信息快速集成和智能诊断系统的研究[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(1):85-89.
TANG Shaoqing, CHEN Sheng. Study on quick fault information integration and intelligent diagnosis system for power system [J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(1):85-89.
- [12] 吴文可, 文福拴, 薛禹胜, 等. 基于多源信息的延时约束加权模糊 Petri 网故障诊断模型[J]. 电力系统自动化, 2013, 37(24):

- 43-53.
WU Wenke, WEN Fushuan, XUE Yusheng, et al. A weighted fuzzy petri net based model with time-delay constraints for power system fault diagnosis employing information from multiple sources[J]. Automation of Electric Power Systems, 2013, 37(24):43-53.
- [13] 曹一家,刘毅,高振兴,等. 一种大规模电网故障诊断的多智能体信息融合模型与方法[J]. 电力自动化设备, 2010, 30(7):14-18.
CAO Yijia, LIU Yi, GAO Zhenxing, et al. Model and method of large scale grid fault diagnosis based on multi-agent system and information fusion technology[J]. Electric Power Automation Equipment, 2010, 30(7):14-18.
- [14] 张岩,张勇,文福拴,等. 融合信息理论的电力系统故障诊断解析模型[J]. 电力自动化设备, 2014, 34(2):158-164.
ZHANG Yan, ZHANG Yong, WEN Fushuan, et al. Online protection setting assessment based on power flow entropy[J]. Electric Power Automation Equipment, 2014, 34(2):158-164.
- [15] 冯俊淇,解大,贾玉健,等. 电动汽车充放储一体化电站调度参数分析[J]. 电网技术, 2013, 37(12):3325-3330.
FENG Junqi, XIE Da, JIA Yujian, et al. Dispatch parameters analysis of charging/discharging and storage integrated station for electric vehicles[J]. Power System Technology, 2013, 37(12):3325-3330.
- [16] ZHOU J, HU L, WANG F, et al. An efficient multidimensional fusion algorithm for IoT data based on partitioning[J]. Tsinghua Science and Technology, 2013, 18(4):369-378.
- [17] MOORE P, CROSSLEY P. GPS applications in power systems. Part 1: introduction to GPS[J]. Power Engineering Journal, 1999, 13(1):33-39.
- [18] 孙晋坤,刘庆丰,冷朝霞,等. 基于效率模型的DC-DC变换器并联系统电流分配策略[J]. 中国电机工程学报, 2013, 33(15):10-18.
SUN Jinkun, LIU Qingfeng, LENG Zhaoxia, et al. A current distribution strategy for parallel dc-dc converters based on the efficiency model[J]. Proceedings of the CSEE, 2013, 33(15):10-18.
- [19] 洪峰,单任仲,王慧贞,等. 一种逆变器损耗分析与计算的新方法[J]. 中国电机工程学报, 2008, 28(15):72-78.
HONG Feng, SHAN Renzhong, WANG Huizhen, et al. Analysis and calculation of inverter power loss[J]. Proceedings of the CSEE, 2008, 28(15):72-78.

作者简介:



楚皓翔

楚皓翔(1990—),男,河南商丘人,硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化(E-mail:sjchu1990@sjtu.edu.cn);

解大(1969—),男,黑龙江哈尔滨人,副教授,博士,从事电力系统分析、灵活交流输电设备、新能源的研究;

姜宇成(1990—),女,江苏南通人,硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化;

杨敏霞(1989—),女,广东揭阳人,硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化;

孙俊博(1989—),男,河南郑州人,硕士研究生,研究方向为电力系统及其自动化;

张宇(1970—),男,上海人,高级工程师,研究方向为储能系统。

Grid-connection control based on information fusion for intelligent integrated power station

CHU Haoxiang¹, XIE Da¹, LOU Yucheng¹, YANG Minxia¹, SUN Junbo¹, ZHANG Yu²

(1. Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China;

2. Research Institute of Electric Power, Shanghai Power Supply Company, Shanghai 200437, China)

Abstract: The detailed parameters of the integrated EV (Electric Vehicle) station and terminal can be acquired by the monitoring and control system according to the information flow distribution of integrated EV station. IOT (Internet Of Things) and GPS (Global Positioning System) technologies are applied to monitor the operating state handle the fault of the internal and external batteries of integrated EV station. The energy level information of integrated EV station and the information of power exchange between it and power grid are analyzed and fused. A strategy of grid-connection control is proposed based on the fused information, together with their operating information. A calculative example shows that the proposed control strategy based on the information fusion technology has positive effect on the operation of integrated EV station and power grid.

Key words: electric vehicles; integrated power station; information flow; information fusion; grid-connection control; internet of things; global positioning system; monitoring