

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 6 月 11 日 (11.06.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/081740 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/086224
- (22) 国际申请日: 2014 年 9 月 10 日 (10.09.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310634900.7 2013 年 12 月 2 日 (02.12.2013) CN
- (71) 申请人: 国网重庆市电力公司电力科学研究院 (STATE GRID CHONGQING ELECTRIC POWER CO. ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。
- (72) 发明人: 史乐峰 (SHI, Lefeng); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 刘正发 (LIU, Zhengfa); 中国重庆市渝北区黄山大道中

段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 侯兴哲 (HOU, Xingzhe); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 刘永相 (LIU, Yongxiang); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 宫林 (GONG, Lin); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 汪会财 (WANG, Huicai); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。 杨泽伟 (YANG, Zewei); 中国重庆市渝北区黄山大道中段 80 号, Chongqing 401123 (CN)。

(74) 代理人: 上海胜康律师事务所 (SYNCLAW ATTORNEYS); 中国上海市杨浦区翔殷路 128 号 1 号楼 D 座 314-316, Shanghai 200433 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

[见续页]

(54) Title: SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING CHARGING AND DISCHARGING OF ELECTRIC VEHICLE

(54) 发明名称: 电动汽车充放电控制系统及方法

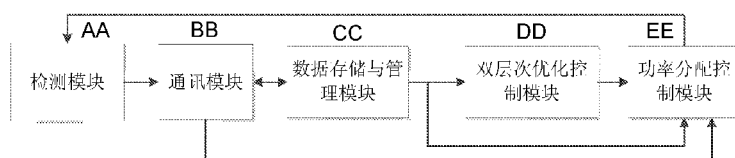


图 2 / FIG. 2

AA DETECTING MODULE
BB COMMUNICATIONS MODULE
CC DATA STORAGE AND MANAGEMENT MODULE
DD DUAL-LEVEL OPTIMIZATION CONTROL MODULE
EE POWER DISTRIBUTION CONTROL MODULE

(57) Abstract: A method for controlling charging and discharging of an electric vehicle, the method comprising: first, analyzing information such as the battery status and the history default rate of electric vehicles applying for joining a power-grid charging and discharging service, and screening out an electric vehicle that can participate in the charging and discharging service for electric vehicles in the future; then, determining an optimal combination state of a generator set and the electric vehicle by using the method of electric energy transmission cost comparison; and further monitoring in real time the status of the electric vehicle during charging and discharging, and performing real-time power control on the electric vehicle. Whereby, an electric vehicle aggregator not only can meet the requirements on the charging and discharging service of the power system, but also can implement energy management and real-time control of the electric vehicles during charging and discharging, thereby reducing the effect of charging and discharging on the vehicle-mounted power battery.

(57) 摘要: 一种电动汽车充放电控制方法, 方法首先是通过申请加入电网充放电服务电动汽车的电池状态、历史违约率等信息的分析, 筛选出未来可参与电动汽车充放电服务的电动汽车; 然后, 通过电能传输成本比较的方法确定发电机组与电动汽车的最优组合状态; 继而对充放电电动汽车状态的实时监控, 对其进行实时功率控制, 从而实现电动汽车群在满足电力系统充放电服务需求的同时, 实现对电动汽车充放电的能量管理和实时控制, 降低充放电对车载动力电池的影响。



RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, ZA, ZM, ZW。

HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO,
PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚
(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

电动汽车充放电控制系统及方法

技术领域

本发明属于智能电网及能量存储与转换技术领域，具体涉及到对参与电网互动服务的电动汽车进行筛选、调度的控制方法及其系统，尤其适用于大规模电动汽车接入电网后，结合电力系统运行情况对电动汽车的充放电行为，充放电功率及能量交易进行调控、管理的方法。

背景技术

电动汽车的发展已成为汽车产业未来发展的趋势，大规模电动汽车接入电网，必将对整个电力系统造成影响。这使得对大量分布式电动汽车的充电、放电行为进行远程控制，成为电力系统应对电动汽车普及、调节二者利益关系的必然选择。

通过合理控制充电设施上的换流器，高效实现将电动汽车视为一特殊移动储能单元的充放电功能，能在很大程度上解决广域电力系统中电力调频、备用服务和分布式电源电能消纳等服务的需求，对提高电力系统整体电能质量的提高，降低电动汽车持有者成本具有重要的意义。

从车载动力电池的角度来说，过度的充电和过度的放电都会对电池的寿命造成影响，同时造成电网电能的浪费。因此，监控好电池荷电状态、在广域电力系统内合理分配好总功率需求，对电池的充放电进行动态控制是有必要的。

目前已有的资料中仅将电动汽车视为一特殊蓄电池进行局部控制，未考虑广域电力系统中，发电机组、电网与电动汽车间的互动关系，未将电动汽车充放电与发电机组间的动态匹配关系计入在内，与电力系统现实情况不符，实用性不强。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的是提供一种对参与电网互动服务的电动汽车进行筛选、调度的控制系统及其方法。

本发明的目的之一是通过这样的技术方案实现的，电动汽车充放电控制系统，包括总控平台和检测模块；所述总控平台包括通讯模块、数据存储与管理模块、多层次优化控制模块和功率分配控制模块；

所述通讯模块，用于实现总控平台与电动汽车间的双向互动，向电动汽车用户传达充放

电服务需求，向总控台传输电动汽车参与充放电服务的意愿和电池状态的实时数据，并与充电机中的功率控制模块进行数据传输与通信；

所述数据存储与管理模块，用于存储和管理电动汽车充放电的相关数据，将电动汽车充放电的功率命令值按协议赋值给相关接口变量，供总控平台调用；

所述双层次优化控制模块，用于实时确定广域电力系统中发电机组的启停和出力情况，实时计算参与电网充放电服务电动汽车充放电功率的决策变量，并通过决策变量和发电机组数据的整合、分析，确定参与充放电服务的电动汽车数量和实时充放电功率；

所述功率分配控制模块，该模块在接受到通讯模块的功率控制指令后对电动汽车的充放电功率进行控制；

所述检测模块，用于对接入电网电动汽车的动力电池状态进行实施检测，并将检测数据通过通讯模块发送给总控平台。

本发明的目的之二是通过以下技术方案实现的，电动汽车充放电控制方法，包括以下步骤：

步骤 1、实时读取广域电力系统各个负荷点的负荷情况，分析未来时段内该广域电力系统的电能需求；实时读取意愿参加电力系统充放电服务电动汽车的相关数据，并通过数据存储与管理模块对数据进行存储和管理；

步骤 2、确定发电机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本；

步骤 3、确定电动汽车 j 参与充放电服务的总成本，筛选出可调度电动汽车群；

步骤 4、根据步骤 2 和步骤 3，得出发电机组与参与充放电服务电动汽车的组合；

步骤 5、实时读取参与充放电服务电动汽车动力电池的相关数据，计算出参与电网充放电服务电动汽车的充放电命令值；

步骤 6、将参与充放电服务电动汽车的充放电功率命令进行储存后输出。

进一步，步骤 1 中，电动汽车的相关数据包括：电动汽车以往参与充放电服务的违约率、电动汽车接入电力系统的网络拓扑点、电动汽车可接受的充放电电能需求、电动汽车车载动力电池的额定功率、可控状态值、最大允许工作功率比例值、荷电状态值、最大允许放电功率和最大允许充电功率；其中，最大允许放电功率和最大允许充电功率均为最大允许工作功率；当电动汽车充放电电能需求为正值时，表示电动汽车愿意参加充电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许充电功率；当电动汽车充放电电能需求为负值时，表示电动汽车愿意参加放电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许放电功率。

进一步，所述步骤 2 具体包括以下子步骤：

步骤 21、衡量未来 t 时段内，发电机组 i 是否可参与电力调度；

步骤 22、通过对发电机组 i 发电效率和燃料成本的历史数据, 确定发电机组的燃料成本 $C_{fi}^g(p_i(t))$;

步骤 23、通过对发电机组 i 碳排放系数和碳排放成本的历史数据, 确定发电机组的排放成本 $C_{ei}^g(p_i(t))$;

步骤 24、通过对发电机组 i 到广域电网负荷点间的传输模拟, 计量调度电量 $p_i(t)$ 在传输过程中的网损, 进而计算出网损成本 $C_{li}^g(p_i(t))$;

步骤 25、基于发电机组 i 的燃料成本、排放成本和网损成本, 确定出机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本 $C_j^g(p_j(t))$, 总成本函数为:

$$C_i^g(p_i(t)) = C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{ei}^g(p_i(t)) + C_{li}^g(p_i(t))$$

$$s.t. \begin{cases} p_i(t) \geq p_i^{\text{需求}}(t) + p_i^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \end{cases}$$

其中, $p_i(t)$ 表示发电机组参与电能调度时的调度电量, $p_i^{\min}$ 表示最小调度电量, $p_i^{\max}$ 表示最大调度电量, $p_i^{\text{需求}}(t)$ 表示电力系统的电能需求, $p_i^{\text{网损}}(t)$ 表示发电机组到电网负荷点电能传输过程中的损失。

进一步, 所述步骤 3 具体包括以下子步骤:

步骤 31、确定在 t 时段内, 电动汽车 j 是否愿意参加充放电服务;

步骤 32、对愿意参加充放服务的电动汽车, 衡量其意愿电价, 确定电动汽车的充放电电量成本 $C_{bj}^v(p_j(t))$;

步骤 33、通过历史数据衡量分析电动汽车 j 参与充放电服务时, 可能出现的意外事件 E_j 的概率 $P(E_j)P(Y_t|E_j)$, 及其出现的后果 $s(Y_t)$, 进而计算出电动汽车参与充放电服务产生的风险成本 $C_{hj}^v(p_j(t))$;

步骤 34、通过对电动汽车 j 参与充放电进行模拟, 计量电能传输过程中的网损, 进而计算出网损成本 $C_{lj}^v(p_j(t))$;

步骤 35、基于参与充放电电动汽车 j 的交易成本、风险成本、网损成本, 确定出电动汽车 j 参与充放电服务的总成本 $C_j^v(p_j(t))$, 成本函数为:

$$C_j^v(p_j(t)) = C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{lj}^v(p_j(t));$$

$$s.t. \begin{cases} p_j(t) \geq p_j^{\text{需求}}(t) + p_j^{\text{网损}}(t) \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \\ C_{hj}^v = P(E_j)P(Y_t|E_j)s(Y_t), \end{cases}$$

其中, $p_j^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段对电动汽车 j 的电能需求, $p_j^{\text{网损}}(t)$ 表示电动汽车参与充放电时电能在传输过程中的损失, $P(Y_t|E_j)$ 为发生意外事件 E_j 造成后果 Y_t 的可能性, $s(Y_t)$ 为后果 Y_t 发生时可能造成的损失, $p_j(t)$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能, $p_j^{\min}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最小值, $p_j^{\max}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最大值。

进一步, 步骤 4 中发电机组与可控制电动汽车的组的目标函数为:

$$\begin{aligned} \min C &= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} C_i^g(p_i(t)) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} C_j^v(p_j(t)) \right] \\ &= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} (C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{gi}^g(p_i(t)) + C_{li}^g(p_i(t))) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} (C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{li}^v(p_j(t))) \right] \\ \text{且满足: } s.t. &\begin{cases} \sum_{i=1}^{N_g} p_i(t) + \sum_{j=1}^{N_v} p_j(t) \geq p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \end{cases} \end{aligned}$$

其中, $p^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段内的电能总需求, $p^{\text{网损}}(t)$ 为电能传输中造成的网损, 故 $p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t)$ 为电力系统 t 时段电能的实际需求量, $C_j^v(p_j(t))$ 为电动汽车充放电功率为 $p_j(t)$ 时的充放电总成本, $p_j(t) > 0$ 时为充电, $p_j(t) < 0$ 为放电, $p_j(t) = 0$ 时为未参加充放电服务, N_g 为广域电力系统中发电机组的数量, K 为不同区域电动汽车充放电电网拓扑点集合, N_v 为某一拓扑点下接入的电动汽车数量。

进一步, 所述步骤 5 具体包括以下步骤:

步骤 51、利用电动汽车在 t 时段内的充放功率 $p_j(t)$, 基于电力系统对电动汽车群的功率需求和车载动力电池的动态荷电状态, 计算出参与充放电电动汽车功率的命令值 γ_j :

$$\gamma_j = \frac{u_j SOC_j}{\sum_{j=1}^{N_v} u_j SOC_j} \gamma^{\text{总需求}}$$

上式中 u_j 为电动汽车车载动力电池的允许工作功率比例值, 该比例值通过步骤 1 读取,

SOC_j 为电动汽车 j 动力电池的荷电状态值, 该值通过步骤 1 读取; $\gamma^{\text{总需求}}$ 为电力系统对电动汽车 j 充电接入点的总功率需求;

步骤 52、设置越限条件: 节点有功/无功不平衡量方程,

$$\begin{cases} \Delta P_k = P_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \cos \delta_{kb} + B_{kb} \sin \delta_{kb}) \\ \Delta Q_k = Q_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \sin \delta_{kb} - B_{kb} \cos \delta_{kb}) \end{cases} \quad (3)$$

上式(3)中: ΔP_k 为节点 k 的有功不平衡量, ΔQ_k 为节点 k 的无功不平衡量; U_k 为节点 k 的电压幅值, U_b 为节点 b 的电压幅值, $G_{kb} + jB_{kb}$ 为节点 k 、 b 间的互导纳; δ_{kb} 为节点 k 、 b 间的相角差; P_k 节点 k 的注入有功功率, Q_k 分别为节点 k 的注入无功功率, 具体为:

$$\begin{cases} P_k = P_{G,k} - P_{d,k} + N_{dc,k} P_{dc} - N_{c,k} P_c \\ Q_k = Q_{G,k} - Q_{d,k} \end{cases} \quad (4)$$

上式(4)中 $N_{c,k}$ 为节点 k 充电电动汽车数量, $N_{dc,k}$ 为节点 k 放电电动汽车数量; $P_{d,k}$ 节点 k 的有功负荷, $Q_{d,k}$ 为节点 k 的无功负荷; $P_{G,k}$ 为节点 k 发电功率有功分量, $Q_{G,k}$ 为节点 k 发电功率无功分量, P_c 为节点 k 电动汽车的平均充电功率, P_{dc} 为节点 k 电动汽车的平均放电功率;

步骤 53、基于上述越限条件判断步骤 51 中节点 k 的总充放电功率需求 $\gamma^{\text{总需求}}$ 是违反其有功/无功的不平衡限制, 如果违反不平衡限制, 则需调整充放电电动汽车的数量及其功率, 跳转至步骤 51 重新计算; 如果不违反不平衡限制, 则进入步骤 54;

步骤 54、将步骤 53 所得各电网节点总电动汽车充放电功率和步骤 51 确定的参与电力系统充放电服务的电动汽车及其充放电功率命令设置为最终功率命令值。

由于采用了上述技术方案, 本发明具有如下的优点:

本发明将对广域电力系统内电动汽车的充放电影响计入在内, 考虑其与发电机组、电力网络间的联动关系, 基于双层次优化模型将电动汽车、发电机组、电力网络统一到一个控制框架内, 构建广域电动汽车群的控制方法和系统, 以实现对三者的实时联动控制。该方法在实际工程应用中易于实现和掌握, 通过该方法和控制系统, 电力系统可充分发挥电动汽车作为一移动储能设备的角色, 实现电力系统的安全、稳定、经济、绿色的运行。该方法首先是对申请加入电网充放电服务电动汽车的电池状态、历史违约率等信息的分析, 筛选出未来可参与电动汽车充放电服务的电动汽车; 然后, 电能传输成本比较的方法确定发电机组与电动汽车的最优组合状态, 对电动汽车的充放电功率进行实时监控, 避免其因过充或过放造成的电池损耗; 继而对充放电电动汽车状态的实时监控, 对其进行实时功率控制, 从而实现电动汽车群在满足电力系统充放电服务需求的同时, 实现对电动汽车充放电的能量管理和实时监控, 降低充放电对车载动力电池的影响。

附图说明

为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步的详细描述，其中：

图 1 为本发明电动汽车群充放电与电力系统互动的示意图；

图 2 为本发明基于双层次优化策略的电动汽车群充放电能量管理系统实施框图。

具体实施方式

以下将结合附图，对本发明的优选实施例进行详细的描述；应当理解，优选实施例仅为了说明本发明，而不是为了限制本发明的保护范围。

如图 1 所示，广域电力系统中，不同节点均连接一定数量的电动汽车，电动汽车通过充放电机电与电网相连，每台充放电机电内包括一通讯模块和一双向变流器；通过通讯模块，可实现电动汽车用户与控制系统的双向互动；通过双向变流器可执行对相应电动汽车的投切控制及充放电功率指令等功能。

如图 2 所示，电动汽车充放电控制系统，包括总控平台和检测模块；总控平台根据预测负荷曲线、发电机组的反馈情况等信息制定各时段 V2G 调度计划，与电动汽车双向互动；所述总控平台包括通讯模块、数据存储与管理模块、双层次优化控制模块和功率分配控制模块；

所述通讯模块，用于实现总控平台与电动汽车间的双向互动，向电动汽车用户传达充放电服务需求，向总控台传输电动汽车参与充放电服务的意愿和电池状态的实时数据，并与充电机电中的功率控制模块进行数据传输与通信。

所述数据存储与管理模块，用于存储和管理电动汽车充放电的相关数据，将电动汽车充放电的功率命令值按协议赋值给相关接口变量，供总控平台调用。数据存储与管理模块管理和存储的数据包括各电动汽车参与充放电服务的数据、参与充放电服务电动汽车的可控状态数据、电力系统内发电机组的出力状态数据、电力网络内各负荷点状态信号和电力系统对各接入点电动汽车的功率需求信号，并将上述信号输出到双层次优化控制模块。数据存储与管理模块管理和存储的数据还包括参与充放电服务电动汽车的电池状态信号，并将其连同前述的信号一起输出到功率分配控制模块。

所述双层次优化控制模块，用于实时确定广域电力系统中发电机组的启停和出力情况，实时计算参与电网充放电服务电动汽车充放电功率的决策变量，并通过决策变量和发电机组数据的整合、分析，确定参与充放电服务的电动汽车数量和实时充放电功率，并将决策变量输出到功率分配控制模块。

所述功率分配控制模块，该模块在接受到通讯模块的功率控制指令后对电动汽车的充放电功率进行控制。

所述检测模块，用于对接入电网电动汽车的动力电池状态进行实施检测，并将检测数据通过通讯模块发送给总控平台。

基于上述控制系统，本发明还提供一种电动汽车充放电控制方法，包括以下步骤：

步骤 1、实时读取广域电力系统各个负荷点的负荷情况，分析未来时段内该广域电力系统的电能需求；实时读取意愿参加电力系统充放电服务电动汽车的相关数据，并通过数据存储与管理模块对数据进行存储和管理。

电动汽车的相关数据包括：电动汽车以往参与充放电服务的违约率、电动汽车接入电力系统的网络拓扑点、电动汽车可接受的充放电电能需求、电动汽车车载动力电池的额定功率、可控状态值、最大允许工作功率比例值、荷电状态值、最大允许放电功率和最大允许充电功率；其中，最大允许放电功率和最大允许充电功率均为最大允许工作功率；当电动汽车充放电电能需求为正值时，表示电动汽车愿意参加充电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许充电功率；当电动汽车充放电电能需求为负值时，表示电动汽车愿意参加放电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许充电功率。

步骤 2、确定发电机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本。

所述步骤 2 具体包括以下子步骤：

步骤 21、衡量未来 t 时段内，发电机组 i 是否可参与电力调度；

步骤 22、通过对发电机组 i 发电效率和燃料成本的历史数据，确定发电机组的燃料成本 $C_{fi}^g(p_i(t))$ ；

步骤 23、通过对发电机组 i 碳排放系数和碳排放成本的历史数据，确定发电机组的排放成本 $C_{ei}^g(p_i(t))$ ；

步骤 24、通过对发电机组 i 到广域电网负荷点间的传输模拟，计量调度电量 $p_i(t)$ 在传输过程中的网损，进而计算出网损成本 $C_{li}^g(p_i(t))$ ；

步骤 25、基于发电机组 i 的燃料成本、排放成本和网损成本，确定出机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本 $C_j^g(p_j(t))$ ，总成本函数为：

$$C_i^g(p_i(t)) = C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{ei}^g(p_i(t)) + C_{li}^g(p_i(t))$$

$$s.t. \begin{cases} p_i(t) \geq p_i^{\text{需求}}(t) + p_i^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \end{cases}$$

其中, $p_i(t)$ 表示发电机组参与电能调度时的调度电量, $p_i^{\min}$ 表示最小调度电量, $p_i^{\max}$ 表示最大调度电量, $p_i^{\text{需求}}(t)$ 表示电力系统的电能需求, $p_i^{\text{网损}}(t)$ 表示发电机组到电网负荷点电能传输过程中的损失。

步骤 3、确定电动汽车 j 参与充放电服务的总成本, 筛选出可调度电动汽车群。

所述步骤 3 具体包括以下子步骤:

步骤 31、确定在 t 时段内, 电动汽车 j 是否愿意参加充放电服务;

步骤 32、对愿意参加充放服务的电动汽车, 衡量其意愿电价, 确定电动汽车的充放电电量成本 $C_{bj}^v(p_j(t))$;

步骤 33、通过历史数据衡量分析电动汽车 j 参与充放电服务时, 可能出现的意外事件 E_j 的概率 $P(E_j)P(Y_t|E_j)$, 及其出现的后果 $s(Y_t)$, 进而计算出电动汽车参与充放电服务产生的风险成本 $C_{hj}^v(p_j(t))$;

步骤 34、通过对电动汽车 j 参与充放电进行模拟, 计量电能在传输过程中的网损, 进而计算出网损成本 $C_{lj}^v(p_j(t))$;

步骤 35、基于参与充放电电动汽车 j 的交易成本、风险成本、网损成本, 确定出电动汽车 j 参与充放电服务的总成本 $C_j^v(p_j(t))$, 成本函数为:

$$C_j^v(p_j(t)) = C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{lj}^v(p_j(t));$$

$$s.t. \begin{cases} p_j(t) \geq p_j^{\text{需求}}(t) + p_j^{\text{网损}}(t) \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \\ C_{hj}^v = P(E_j)P(Y_t|E_j)s(Y_t), \end{cases}$$

其中, $p_j^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段对电动汽车 j 的电能需求, $p_j^{\text{网损}}(t)$ 表示电动汽车参与充放电时电能在传输过程中的损失, $P(Y_t|E_j)$ 为发生意外事件 E_j 造成后果 Y_t 的可能性, $s(Y_t)$ 为后果 Y_t 发生时可能造成的损失, $p_j^{\min}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最小值, $p_j^{\max}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最大值。

步骤 4、根据步骤 2 和步骤 3, 得出发电机组与参与充放电服务电动汽车的组合。

步骤 4 中发电机组与可控制电动汽车的组合的目标函数为:

$$\begin{aligned}
\min C &= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} C_i^g(p_i(t)) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} C_j^v(p_j(t)) \right] \\
&= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} (C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{gi}^g(p_i(t)) + C_{li}^g(p_i(t))) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} (C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{li}^v(p_j(t))) \right] \\
\text{且满足: } s.t. &\begin{cases} \sum_{i=1}^{N_g} p_i(t) + \sum_{j=1}^{N_v} p_j(t) \geq p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \end{cases}
\end{aligned}$$

其中, $p^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段内的电能总需求, $p^{\text{网损}}(t)$ 为电能传输中造成的网损, 故 $p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t)$ 为电力系统 t 时段电能的实际需求量, $C_j^v(p_j(t))$ 为电动汽车充放电功率为 $p_j(t)$ 时的充放电总成本, $p_j(t) > 0$ 时为充电, $p_j(t) < 0$ 为放电, $p_j(t) = 0$ 时为未参加充放电服务, N_g 为广域电力系统中发电机组的数量, K 为不同区域电动汽车充放电电网拓扑点集合, N_v 为某一拓扑点下接入的电动汽车数量。

步骤 5、实时读取参与充放电服务电动汽车动力电池的相关数据, 计算出参与电网充放电服务电动汽车的充放电命令值。

所述步骤 5 具体包括以下步骤:

步骤 51、利用电动汽车在 t 时段内的充放功率 $p_j(t)$, 基于电力系统对电动汽车群的功率需求和车载动力电池的动态荷电状态, 计算出参与充放电电动汽车功率的命令值 γ_j :

$$\gamma_j = \frac{u_j SOC_j}{\sum_{j=1}^{N_v} u_j SOC_j} \gamma^{\text{总需求}}$$

上式中 u_j 为电动汽车车载动力电池的允许工作功率比例值, 该比例值通过步骤 1 读取, SOC_j 为电动汽车 j 动力电池的荷电状态值, 该值通过步骤 1 读取; $\gamma^{\text{总需求}}$ 为电力系统对电动汽车 j 充电接入点的总功率需求;

步骤 52、设置越限条件: 节点有功/无功不平衡量方程,

$$\begin{cases} \Delta P_k = P_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \cos \delta_{kb} + B_{kb} \sin \delta_{kb}) \\ \Delta Q_k = Q_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \sin \delta_{kb} - B_{kb} \cos \delta_{kb}) \end{cases} \quad (3)$$

上式 (3) 中: ΔP_k 为节点 k 的有功不平衡量, ΔQ_k 为节点 k 的无功不平衡量; U_k 为节点 k 的电压幅值, U_b 为节点 b 的电压幅值, $G_{kb} + jB_{kb}$ 为节点 k 、 b 间的互导纳; δ_{kb} 为节点 k 、 b 间

的相角差； P_k 节点 k 的注入有功功率， Q_k 分别为节点 k 的注入无功功率，具体为：

$$\begin{cases} P_k = P_{G,k} - P_{d,k} + N_{dc,k} P_{dc} - N_{c,k} P_c \\ Q_k = Q_{G,k} - Q_{d,k} \end{cases} \quad (4)$$

上式 (4) 中 $N_{c,k}$ 为节点 k 充电电动汽车数量， $N_{dc,k}$ 为节点 k 放电电动汽车数量； $P_{d,k}$ 节点 k 的有功负荷， $Q_{d,k}$ 为节点 k 的无功负荷； $P_{G,k}$ 为节点 k 发电功率有功分量， $Q_{G,k}$ 为节点 k 发电功率无功分量， P_c 为节点 k 电动汽车的平均充电功率， P_{dc} 为节点 k 电动汽车的平均放电功率；

步骤 53、基于上述越限条件判断步骤 51 中节点 k 的总充放电功率需求 $\gamma^{\text{总需求}}$ 是违反其有功/无功的不平衡限制，如果违反不平衡限制，则需调整充放电电动汽车的数量及其功率，跳转至步骤 51 重新计算；如果不违反不平衡限制，则进入步骤 54；

步骤 54、将步骤 53 所得各电网节点总电动汽车充放电功率和步骤 51 确定的参与电力系统充放电服务的电动汽车及其充放电功率命令设置为最终功率命令值。

步骤 6、将参与充放电服务电动汽车的充放电功率命令进行储存后输出。

在步骤 6 中，通过数据存储与管理模块对步骤 5 中计算出的各参与充放电服务电动汽车的功率命令进行存储后，通过通讯模块输出至功率分配与控制模块，以执行对电动汽车充放电的功率控制，同时实现对车载动力电池的实时功率控制功能。

上述技术方案具有考虑全面、计算简单、便于实现等优点，可实现广域电力系统内发电机组出力与电动汽车充放电的最佳组合，对电动汽车的充放电功率进行实时监控，避免其因过充或过放造成的电池损耗。由于本发明先通过双层次优化算法挑选出参与电力系统充放电服务的电动汽车，然后根据限制条件，对电动汽车的充放电功率进行分配，大大提高了电力系统的运行安全、稳定、经济、绿色等性质，从而实现了广域电力系统内便捷、有效的电动汽车充放电功率控制。

本发明将对广域电力系统内电动汽车的充放电影响计入在内，考虑其与发电机组、电力网络间的联动关系，基于双层次优化模型将电动汽车、发电机组、电力网络统一到一个控制框架内，构建广域电动汽车群的控制方法和系统，以实现对三者的实时联动控制。该方法在实际工程应用中易于实现和掌握，通过该方法和控制系统，电力系统可充分发挥电动汽车作为一移动储能设备的角色，实现电力系统的安全、稳定、经济、绿色的运行。该方法首先是通过申请加入电网充放电服务电动汽车的电池状态、历史违约率等信息的分析，筛选出未来可参与电动汽车充放电服务的电动汽车；然后，电能传输成本比较的方法确定发电机组与电动汽车的最优组合状态，对电动汽车的充放电功率进行实时监控，避免其因过充或过放造成的电池损耗；继而对充放电电动汽车状态的实时监控，对其进行实时功率控制，从而实现电动汽车群在满足电力系统充放电服务需求的同时，实现对电动汽车充放电的能量管理和实

时控制，降低充放电对车载动力电池的影响。

以上所述仅为本发明的优选实施例，并不用于限制本发明，显然，本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1. 电动汽车充放电控制系统，其特征在于：包括总控平台和检测模块；
所述总控平台包括通讯模块、数据存储与管理模块、双层次优化控制模块和功率分配控制模块；
所述通讯模块，用于实现总控平台与电动车间的双向互动，向电动汽车用户传达充放电服务需求，向总控台传输电动汽车参与充放电服务的意愿和电池状态的实时数据，并与充电机中的功率控制模块进行数据传输与通信；
所述数据存储与管理模块，用于存储和管理电动汽车充放电的相关数据，将电动汽车充放电的功率命令值按协议赋值给相关接口变量，供总控平台调用；
所述双层次优化控制模块，用于实时确定广域电力系统中发电机组的启停和出力情况，实时计算参与电网充放电服务电动汽车充放电功率的决策变量，并通过决策变量和发电机组数据的整合、分析，确定参与充放电服务的电动汽车数量和实时充放电功率；
所述功率分配控制模块，该模块在接受到通讯模块的功率控制指令后对电动汽车的充放电功率进行控制；
所述检测模块，用于对接入电网电动汽车的动力电池状态进行实施检测，并将检测数据通过通讯模块发送给总控平台。
2. 电动汽车充放电控制方法，其特征在于：包括以下步骤：
步骤 1、实时读取广域电力系统各个负荷点的负荷情况，分析未来时段内该广域电力系统的电能需求；实时读取意愿参加电力系统充放电服务电动汽车的相关数据，并通过数据存储与管理模块对数据进行存储和管理；
步骤 2、确定发电机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本；
步骤 3、确定电动汽车 j 参与充放电服务的总成本，筛选出可调度电动汽车群；
步骤 4、根据步骤 2 和步骤 3，得出发电机组与参与充放电服务电动汽车的组合；
步骤 5、实时读取参与充放电服务电动汽车动力电池的相关数据，计算出参与电网充放电服务电动汽车的充放电命令值；
步骤 6、将参与充放电服务电动汽车的充放电功率命令进行储存后输出。
3. 根据权利要求 2 所述的电动汽车充放电控制方法，其特征在于：步骤 1 中，电动汽车的相关数据包括：电动汽车以往参与充放电服务的违约率、电动汽车接入电力系统的网络拓扑点、电动汽车可接受的充放电电能需求、电动汽车车载动力电池的额定功率、可控状态值、最大允许工作功率比例值、荷电状态值、最大允许放电功率和最大允许充电功

率；其中，最大允许放电功率和最大允许充电功率均为最大允许工作功率；当电动汽车充放电电能需求为正值时，表示电动汽车愿意参加充电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许充电功率；当电动汽车充放电电能需求为负值时，表示电动汽车愿意参加放电服务，此时所述的最大允许工作功率即为最大允许充电功率。

4. 根据权利要求 2 所述的电动汽车充放电控制方法，其特征在于：所述步骤 2 具体包括以下子步骤：

步骤 21、对发电机组的运行状态进行实施监控，衡量未来 t 时段内，发电机组 i 是否可参与电力调度；

步骤 22、通过对发电机组 i 发电效率和燃料成本的历史数据，确定发电机组的燃料成本 $C_{fi}^g(p_i(t))$ ；

步骤 23、通过对发电机组 i 碳排放系数和碳排放成本的历史数据，确定发电机组的排放成本 $C_{ei}^g(p_i(t))$ ；

步骤 24、通过对发电机组 i 到广域电网负荷点间的传输模拟，计量调度电量 $p_i(t)$ 在传输过程中的网损，进而计算出网损成本 $C_{li}^g(p_i(t))$ ；

步骤 25、基于发电机组 i 的燃料成本、排放成本和网损成本，确定出机组 i 在 t 时段内传送电能到广域网的总成本 $C_j^g(p_j(t))$ ，总成本函数为：

$$C_i^g(p_i(t)) = C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{ei}^g(p_i(t)) + C_{li}^g(p_i(t))$$

$$s.t. \begin{cases} p_i(t) \geq p_i^{\text{需求}}(t) + p_i^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \end{cases}$$

其中， $p_i(t)$ 表示发电机组参与电能调度时的调度电量， $p_i^{\min}$ 表示最小调度电量， $p_i^{\max}$ 表示最大调度电量， $p_i^{\text{需求}}(t)$ 表示电力系统的电能需求， $p_i^{\text{网损}}(t)$ 表示发电机组到电网负荷点电能传输过程中的损失。

5. 根据权利要求 2 所述的电动汽车充放电控制方法，其特征在于：所述步骤 3 具体包括以下子步骤：

步骤 31、根据电动汽车接入电网时的充放电服务申请情况，确定在 t 时段内，电动汽车 j 是否愿意参加充放电服务；

步骤 32、对愿意参加充放电服务的电动汽车，衡量其意愿电价，确定电动汽车的充放电电量成本 $C_{bj}^v(p_j(t))$ ；

步骤 33、通过历史数据衡量分析电动汽车 j 参与充放电服务时，可能出现的意外事件 E_j ；

的概率 $P(E_j)P(Y_t|E_j)$ ，及其造成的损失 $s(Y_t)$ ，进而计算出电动汽车参与充放电服务产生的风险成本 $C_{hj}^v(p_j(t))$ ；

步骤 34、通过对电动汽车 j 参与充放电进行模拟，计量电能传输过程中的网损，进而计算出网损成本 $C_{lj}^v(p_j(t))$ ；

步骤 35、基于参与充放电电动汽车 j 的交易成本、风险成本、网损成本，确定出电动汽车 j 参与充放电服务的总成本 $C_j^v(p_j(t))$ ，成本函数为：

$$C_j^v(p_j(t)) = C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{lj}^v(p_j(t)) ;$$

$$s.t. \begin{cases} p_j(t) \geq p_j^{\text{需求}}(t) + p_j^{\text{网损}}(t) \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \\ C_{hj}^v = P(E_j)P(Y_t|E_j)s(Y_t) \end{cases}$$

其中， $p_j^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段对电动汽车 j 的电能需求， $p_j^{\text{网损}}(t)$ 表示电动汽车参与充放电时电能传输过程中的损失， $P(Y_t|E_j)$ 为发生意外事件 E_j 造成后果 Y_t 的可能性， $s(Y_t)$ 为后果 Y_t 发生时可能造成的损失， $p_j(t)$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能， $p_j^{\min}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最小值， $p_j^{\max}$ 表示电动汽车 j 参与充放电时的电能最大值。

6. 根据权利要求 2 所述的电动汽车充放电控制方法，其特征在于：步骤 4 中发电机组与可控制电动汽车的组合的目标函数为：

$$\begin{aligned} \min C &= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} C_i^g(p_i(t)) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} C_j^v(p_j(t)) \right] \\ &= \min \left[\sum_{i=1}^{N_g} (C_{fi}^g(p_i(t)) + C_{gi}^g(p_i(t)) + C_{hi}^g(p_i(t))) + \sum_{K=1}^K \sum_{j=1}^{N_v} (C_{bj}^v(p_j(t)) + C_{hj}^v(p_j(t)) + C_{lj}^v(p_j(t))) \right] \end{aligned}$$

$$\text{且满足: } s.t. \begin{cases} \sum_{i=1}^{N_g} p_i(t) + \sum_{j=1}^{N_v} p_j(t) \geq p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t) \\ p_i^{\min} \leq p_i(t) \leq p_i^{\max} \\ p_j^{\min} \leq p_j(t) \leq p_j^{\max} \end{cases}$$

其中， $p^{\text{需求}}(t)$ 为电力系统在 t 时段内的电能总需求， $p^{\text{网损}}(t)$ 为电能传输中造成的网损，故 $p^{\text{需求}}(t) + p^{\text{网损}}(t)$ 为电力系统 t 时段电能的实际需求， $C_j^v(p_j(t))$ 为电动汽车充

放电功率为 $p_j(t)$ 时的充放电总成本, $p_j(t) > 0$ 时为充电, $p_j(t) < 0$ 为放电, $p_j(t) = 0$ 时为未参加充放电服务, N_g 为广域电力系统中发电机组的数量, K 为不同区域电动汽车充放电电网拓扑点集合, N_v 为某一拓扑点下接入的电动汽车数量。

7. 根据权利要求 2 所述的电动汽车充放电控制方法, 其特征在于: 所述步骤 5 具体包括以下步骤:

步骤 51、利用电动汽车在 t 时段内的充放电功率 $p_j(t)$, 基于电力系统对电动汽车群的功率需求和车载动力电池的动态荷电状态, 计算出参与充放电电动汽车功率的命令值 γ_j :

$$\gamma_j = \frac{u_j SOC_j}{\sum_{j=1}^{N_v} u_j SOC_j} \gamma^{\text{总需求}}$$

上式中 u_j 为电动汽车车载动力电池的允许工作功率比例值, 该比例值通过步骤 1 读取, SOC_j 为电动汽车 j 动力电池的荷电状态值, 该值通过步骤 1 读取; $\gamma^{\text{总需求}}$ 为电力系统对电动汽车 j 充电接入点的总功率需求;

步骤 52、设置越限条件: 节点有功/无功不平衡量方程,

$$\begin{cases} \Delta P_k = P_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \cos \delta_{kb} + B_{kb} \sin \delta_{kb}) \\ \Delta Q_k = Q_k - U_k \sum_{b=1}^n U_b (G_{kb} \sin \delta_{kb} - B_{kb} \cos \delta_{kb}) \end{cases} \quad (3)$$

上式 (3) 中: ΔP_k 为节点 k 的有功不平衡量, ΔQ_k 为节点 k 的无功不平衡量; U_k 为节点 k 的电压幅值, U_b 为节点 b 的电压幅值, $G_{kb} + jB_{kb}$ 为节点 k 、 b 间的互导纳; δ_{kb} 为节点 k 、 b 间的相角差; P_k 节点 k 的注入有功功率, Q_k 分别为节点 k 的注入无功功率, 具体为:

$$\begin{cases} P_k = P_{G,k} - P_{d,k} + N_{dc,k} P_{dc} - N_{c,k} P_c \\ Q_k = Q_{G,k} - Q_{d,k} \end{cases} \quad (4)$$

上式 (4) 中 $N_{c,k}$ 为节点 k 充电电动汽车数量, $N_{dc,k}$ 为节点 k 放电电动汽车数量; $P_{d,k}$ 节点 k 的有功负荷, $Q_{d,k}$ 为节点 k 的无功负荷; $P_{G,k}$ 为节点 k 发电功率有功分量, $Q_{G,k}$ 为节点 k 发电功率无功分量, P_c 为节点 k 电动汽车的平均充电功率, P_{dc} 为节点 k 电动汽车的平均放电功率;

步骤 53、基于上述越限条件判断步骤 51 中节点 k 的总充放电功率需求 $\gamma^{\text{总需求}}$ 是否违反其有功/无功的不平衡限制, 如果违反不平衡限制, 则需调整充放电电动汽车的数量及其功率, 跳转至步骤 51 重新计算; 如果不违反不平衡限制, 则进入步骤 54;

步骤 54、将步骤 53 所得各电网节点总电动汽车充放电功率和步骤 51 确定的参与电力系统充放电服务的电动汽车及其充放电功率命令设置为最终功率命令值。

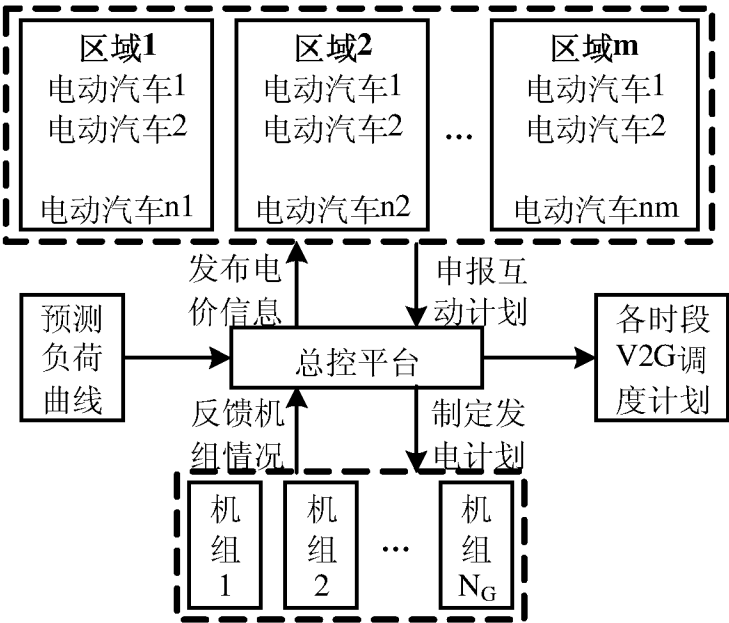


图 1

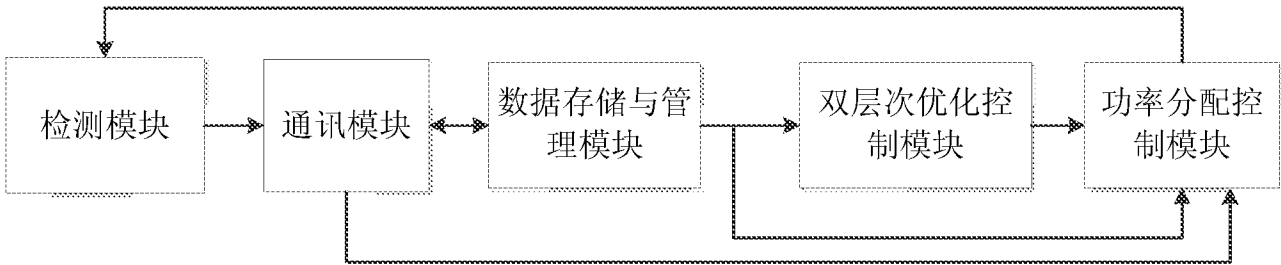


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/086224

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, IEEE, WPI, EPODOC: electric w automobile, vehicle, charg???, discharge???, vehicle w to w grid, V2G, communicat+, grid, dispatch???, optim+, cost, control

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103595107 A (STATE GRID CORPORATION OF CHINA et al.) 19 February 2014 (19.02.2014) claims 1-7	1-7
Y	CN 102708425 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, SHANDONG ELECTRIC POWER GROUP CO., LTD.) 03 October 2012 (03.10.2012) description, paragraphs [0079]-[0102], and figures 1-4	1
Y	CN 202650066 U (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE, SHANDONG ELECTRIC POWER GROUP CO., LTD. et al.) 02 January 2013 (02.01.2013) description, paragraphs [0079]-[0102], and figures 1-4	1
Y	YAO, Weifeng et al. "A Charging and Discharging Dispatching Strategy for Electric Vehicles Based on Bi-level Optimization", Automation of electric power systems, no. 11, vol. 36, 10 June 2012 (10.06.2012) section 2	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 11 November 2014	Date of mailing of the international search report 28 November 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Wei Telephone No. (86-10) 61648117

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2014/086224

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	SHI, Lefeng, "Design for the Electric Vehicle Charging and Discharging Price Strategy from Demand Side Management Perspective", Chinese doctoral dissertations full-text database (The economic and the Management Science Series), 2013, no. 6, 15 June 2013 (15.06.2013) pages 35-55	2, 3
A	CN 102222928 A (BEIJING XJ ELECTRICAL CO., LTD.) 19 October 2011 (19.10.2011) the whole document	1-7
A	US 2007282495 A1 (UNIVERSITY OF DELAWARE) 06 December 2007 (06.12.2007) the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/086224

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103595107 A	19 February 2014	None	
CN 102708425 A	03 October 2012	None	
CN 202650066 U	02 January 2013	None	
CN 102222928 A	19 October 2011	CN 102222928 B	15 January 2014
US 2007282495 A1	06 December 2007	None	

A. 主题的分类 H02J 7/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H02J 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNPAT, CNKI, IEEE, WPI, EPDOC: 电动汽车, 充电, 放电, 充放电, 通信, 通讯, 调度, 控制, 优化, 电网, 成本, electric w automobile, vehicle, charg???, discharg???, vehicle w to w grid, V2G, communicat+, grid, dispatch???, optim+, cost		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103595107 A (国家电网公司等) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 权利要求1-7	1-7
Y	CN 102708425 A (山东电力集团公司电力科学研究院) 2012年 10月 03日 (2012 - 10 - 03) 说明书第79-102段及说明书附图1-4	1
Y	CN 202650066 U (山东电力集团公司电力科学研究院等) 2013年 1月 02日 (2013 - 01 - 02) 说明书第79-102段及说明书附图1-4	1
Y	姚伟锋等, “基于双层优化的电动汽车充放电调度策略,” 电力系统自动化, 第, 第11期, 卷, 第36卷, 期, 2012年 6月 10日 (2012 - 06 - 10), 第2节	1
X	史乐峰, “需求侧管理视角下的电动汽车充放电定价策略研究,” 中国博士学位论文全文数据库 (经济与管理科学辑), 第, 2013年 第6期, 卷, 2013年 6月 15日 (2013 - 06 - 15), 第35-55页	2-3
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2014年 11月 11日		国际检索报告邮寄日期 2014年 11月 28日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李炜 电话号码 (86-10)61648117

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102222928 A (北京许继电气有限公司) 2011年 10月 19日 (2011 - 10 - 19) 全文	1-7
A	US 2007282495 A1 (UNIVERSITY OF DELAWARE) 2007年 12月 06日 (2007 - 12 - 06) 全文	1-7

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/086224

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103595107	A	2014年 2月 19日	无	
CN	102708425	A	2012年 10月 03日	无	
CN	202650066	U	2013年 1月 02日	无	
CN	102222928	A	2011年 10月 19日	CN 102222928	B 2014年 1月 15日
US	2007282495	A1	2007年 12月 06日	无	