



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117601700 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202311612632.9

B60L 53/64 (2019.01)

(22) 申请日 2023.11.28

B60L 53/66 (2019.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117601700 A

(56) 对比文件

CN 110682823 A, 2020.01.14

CN 112421739 A, 2021.02.26

(43) 申请公布日 2024.02.27

审查员 武妙琦

(73) 专利权人 深圳市优优绿能股份有限公司

地址 518000 广东省深圳市光明区玉塘街道田寮社区同观路华力特工业园第1栋301

(72) 发明人 陈力 柏建国

(74) 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司 44217

专利代理师 邹秋菊

(51) Int. Cl.

B60L 53/63 (2019.01)

权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

一种充电站的能量流管理方法、装置和系统

(57) 摘要

本发明涉及一种充电站的能量流管理方法、装置和系统。本发明基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量；在接收到电动汽车的充电需求时，基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制；基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电；基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。因此可以保证用电负荷不超电网容量情况下，最大限度利用剩余容量提供充电服务；调节充电站的能量流，使充放电费用得到最优解，达到收益最大化；最大限度地服务更多车辆，具备应急快速充电的能力。



1. 一种充电站的能量流管理方法,其特征在于,包括:

基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量;

在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制;

基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电;

基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和V2G设施放电;

所述在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制包括:

当处于第二峰电价时段时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电;

在所述变压器实时输出容量大于或等于所述变压器长时间允许运行容量时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电;以及

当未处于所述第二峰电价时段且所述变压器实时输出容量小于所述变压器长时间允许运行容量时,允许基于限功率值进行充电控制;

所述基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电包括:

在谷电价时段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$S_{\text{储充}} = \frac{[C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1]}{(t_{\text{谷}} - 1)};$$

$S_{\text{储充}}$ 表示储能设施输入功率, $C_{\text{储充}}$ 表示储能设施至充满的充电电量, $t_{\text{谷}} - 1$ 表示充电桩和V2G设施的充电时间;

在第一平电价时段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$S_{\text{储充}} = \frac{[C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * (1 + t_{\text{平1}})]}{(t_{\text{谷}} - 1)};$$

其中 $t_{\text{平1}}$ 表示所述储能设施在所述第一平电价时段的充电时间。

2. 根据权利要求1所述的充电站的能量流管理方法,其特征在于,所述基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量包括:

在谷电价时段、第一平电价时段、第二平电价时段和第三平电价时段,控制所述变压器实时输出容量满足:

$$S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$$

$$S_{\text{now}} = \sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} + L_{\text{jm}}$$

其中, $S_{\text{now}}$ 表示变压器实时输出容量, $S_{\text{max}}$ 表示变压器长时间允许运行容量, $P_{\text{chx}}$ 表示限功率值, $\eta_{\text{chx}}$ 表示为充电桩效率, $\cos\phi_{\text{chx}}$ 表示充电桩功率因数, $S_{\text{储充}}$ 表示储能设施输入功率, $L_{\text{jm}}$ 表示居民用电负载, $n$ 表示充电桩数量, $m$ 表示V2G设施数量;

在第一峰电价时段和第二峰电价时段,控制所述变压器实时输出容量满足:

$$S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$$

$$S_{\text{now}} = \sum_1^n P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + L_{\text{jm}} - S_{\text{储放}} - \sum_1^m P_{\text{vfx}} / \eta_{\text{vfx}} / \cos\phi_{\text{vfx}}$$

其中, $S_{\text{储放}}$ 表示储能设施输出功率, $P_{\text{vfx}}$ 表示电动汽车输入V2G设施的放电功率, $\eta_{\text{lvfx}}$ 表示V2G设施的放电效率, $\cos\phi_{\text{vfx}}$ 表示V2G设施的放电功率因数。

3. 根据权利要求1所述的充电站的能量流管理方法,其特征在于,所述基于限功率值进

行充电控制包括：

在所述电动汽车选择自动充电模式时，在进入谷电价时段时按照以下逻辑基于限功率值进行充电控制：

$$C_{\text{供}} = (S_{\text{max}} - L_{\text{jm}}) * (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$\sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} * (t_{\text{谷}} - 1) / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} * (t_{\text{谷}} - 1) \leq C_{\text{供}}$$

$$S_{\text{储充}} = \lfloor C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1 \rfloor / (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$P_{\text{chx}} = P_{\text{nowx}} * t_{\text{est}} / (t_{\text{谷}} - 1)$$

其中， $C_{\text{供}}$ 表示变压器的可供充电能量， $S_{\text{max}}$ 表示变压器长时间允许运行容量， $L_{\text{jm}}$ 表示居民用电负载， $t_{\text{谷}}$ 表示储能设施的充电时间， $t_{\text{谷}} - 1$ 表示充电桩和V2G设施的充电时间， $P_{\text{chx}}$ 表示限功率值， $\eta_{\text{chx}}$ 表示为充电桩效率， $\cos\phi_{\text{chx}}$ 表示充电桩功率因数， $S_{\text{储充}}$ 表示储能设施输入功率， $C_{\text{储充}}$ 表示储能设施至充满的充电电量， $P_{\text{nowx}}$ 表示充电桩输出功率， $t_{\text{est}}$ 表示估算剩余充电时间， $n$ 表示充电桩数量， $m$ 表示V2G设施数量；

在所述电动汽车选择应急充电模式时，按照先到先得规则基于最大功率对所述电动汽车进行应急充电，其中所述最大功率为 $S_{\text{max}} - S_{\text{now}}$ ，其中 $S_{\text{now}}$ 表示变压器实时输出容量， $S_{\text{max}}$ 表示变压器长时间允许运行容量。

4. 根据权利要求3所述的充电站的能量流管理方法，其特征在于，所述在接收到电动汽车的充电需求时，基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制进一步包括：

在当前需求功率高于限功率值 $P_{\text{chx}}$ 或居民用电负载 $L_{\text{jm}}$ 波动导致电能不足时，停止对所述储能设施充电以保证所述电动汽车的应急充电；如果此时电能依旧不足，按照先到先得调整所述电动汽车的充电功率。

5. 根据权利要求2所述的充电站的能量流管理方法，其特征在于，所述基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电包括：

当变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 大于变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 时，启动所述储能设施和所述V2G设施放电直至所述变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 小于或等于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 或直至所述储能设施和所述V2G设施放电完预设电量；

当位于第一峰电价时段时，所述储能设施和所述V2G设施以最大功率放电；

当位于第二峰电价时段时，所述储能设施和所述V2G设施基于预设放电功率放电，所述预设放电功率 =  $(C_{\text{储放}} + C_{\text{V2G}}) / t_{\text{峰2}}$ ，其中 $C_{\text{储放}}$ 表示储能设施至放电完的放电电量， $C_{\text{V2G}}$ 表示V2G设施至放电完的放电电量， $t_{\text{峰2}}$ 表示储能设施和V2G设施在第二峰电价时段的放电时间。

6. 根据权利要求2所述的充电站的能量流管理方法，其特征在于，进一步包括

在所述谷电价时段、所述第一平电价时段、所述第二平电价时段、所述第三平电价时段、所述第一峰电价时段和所述第二峰电价时段，均控制变压器实时温度 $T_{\text{now}}$ 小于变压器长时间运行运行温度 $T_{\text{max}}$ ；

在所述第一平电价时段和所述第二平电价时段，优先满足所述储能设施的充电需求，在所述第三平电价时段，优先满足所述电动汽车的充电需求，在所述第一峰电价时段仅保留所述电动汽车的应急充电。

7.一种充电站的能量流管理装置,包括多个接口和处理器,所述多个接口分别用于通信连接储能设施、多个充电桩和多个V2G设施,所述处理器用于通过所述多个接口从所述储能设施、所述多个充电桩和所述多个V2G设施通信,其特征在于,所述处理器上存储计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现根据权利要求1-6中任意一项权利要求所述的充电站的能量流管理方法。

8.一种充电站的能量流管理系统,包括储能设施、多个充电桩和多个V2G设施,以及根据权利要求7所述的充电站的能量流管理装置。

## 一种充电站的能量流管理方法、装置和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电动汽车领域,更具体地说,涉及一种充电站的能量流管理方法、装置和系统。

### 背景技术

[0002] 随着电动汽车规模化发展以及充电桩、储能设施、双向逆变式充电设备(Vehicle-to-Grid,V2G)等设施建设的兴起,充电站区域面临的能量管理也变得日趋复杂。一方面,为电动汽车提供充电服务的充电站因用户选取充电时间和空间的不确定性而呈现出随机性的负荷特征,使得区域电网能量运行优化难度增加。另一方面,储能设施、双向逆变式充电设备等可供电或可作为负荷设备的双向特性,使得区域电网能量来源、去向复杂多样。特别的,对于老旧小区而言,既要满足电动汽车的充电需求,又要考虑配电容量不足的现状,充电站能量流及配电容量如何管理,成为推进充电桩入小区的一大难点。

[0003] 图1是由于充电时间的随机性,在充电负荷叠加居民用电负荷超出变压器容量时的曲线示意图。如图1所示,由于此时充电负荷叠加居民用电负荷将超出变压器容量,严重影响用电安全。这时,常规的做法为限时段、限功率提供充电,其曲线示意图如图2所示。而参见图2可知,此时无法有效利用剩余容量。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提出一种充电站的能量流管理方法、装置和系统,旨在解决上述充电站能量流管理问题,通过利用居民用电负荷周期性波动的特点,保证用电负荷不超电网容量情况下,最大限度利用剩余容量提供充电服务;在尖峰平谷的电价机制下,调节充电站的能量流,使充电费用、放电费用得到最优解进而达到收益最大化;最大限度地服务更多车辆,同时具备应急快速充电的能力。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:构造一种充电站的能量流管理方法,包括:

[0006] 基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量;

[0007] 在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制;

[0008] 基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电;

[0009] 基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。

[0010] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中,所述基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量包括:

[0011] 在谷电价时段、第一平电价时段、第二平电价时段和第三平电价时段,控制所述变压器实时输出容量满足:

[0012]  $S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$

$$[0013] \quad S_{\text{now}} = \sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} + L_{\text{jm}}$$

[0014] 其中,  $S_{\text{now}}$  表示变压器实时输出容量,  $S_{\text{max}}$  表示变压器长时间允许运行容量,  $P_{\text{chx}}$  表示限功率值,  $\eta_{\text{chx}}$  表示为充电桩效率,  $\cos\phi_{\text{chx}}$  表示充电桩功率因数,  $S_{\text{储充}}$  表示储能设施输入功率,  $L_{\text{jm}}$  表示居民用电负载,  $n$  表示充电桩数量,  $m$  表示V2G设施数量;

[0015] 在第一峰电价时段和第二峰电价时段, 控制所述变压器实时输出容量满足:

$$[0016] \quad S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$$

$$[0017] \quad S_{\text{now}} = \sum_1^n P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + L_{\text{jm}} - S_{\text{储放}} - \sum_1^m P_{\text{vfx}} / \eta_{\text{vfx}} / \cos\phi_{\text{vfx}}$$

[0018] 其中,  $S_{\text{储放}}$  表示储能设施输出功率,  $P_{\text{vfx}}$  表示电动汽车输入V2G设施的放电功率,  $\eta_{\text{vfx}}$  表示V2G设施的放电效率,  $\cos\phi_{\text{vfx}}$  表示V2G设施的放电功率因数。

[0019] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中, 所述在接收到电动汽车的充电需求时, 基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制包括:

[0020] 当处于第二峰电价时段时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电;

[0021] 在所述变压器实时输出容量大于或等于所述变压器长时间允许运行容量时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电; 以及

[0022] 当未处于所述第二峰电价时段且所述变压器实时输出容量小于所述变压器长时间允许运行容量时, 允许基于限功率值进行充电控制。

[0023] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中, 所述基于限功率值进行充电控制包括:

[0024] 在所述电动汽车选择自动充电模式时, 在进入谷电价时段时按照以下逻辑基于限功率值进行充电控制:

$$[0025] \quad C_{\text{供}} = (S_{\text{max}} - L_{\text{jm}}) * (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$[0026] \quad \sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} * (t_{\text{谷}} - 1) / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} * (t_{\text{谷}} - 1) \leq C_{\text{供}}$$

$$[0027] \quad S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1] / (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$[0028] \quad P_{\text{chx}} = P_{\text{nowx}} * t_{\text{est}} / (t_{\text{谷}} - 1)$$

[0029] 其中,  $C_{\text{供}}$  表示变压器的可供充电能量,  $S_{\text{max}}$  表示变压器长时间允许运行容量,  $L_{\text{jm}}$  表示居民用电负载,  $t_{\text{谷}}$  表示储能设施的充电时间,  $t_{\text{谷}} - 1$  表示充电桩和V2G设施的充电时间,  $P_{\text{chx}}$  表示限功率值,  $\eta_{\text{chx}}$  表示为充电桩效率,  $\cos\phi_{\text{chx}}$  表示充电桩功率因数,  $S_{\text{储充}}$  表示储能设施输入功率,  $C_{\text{储充}}$  表示储能设施至充满的充电电量,  $P_{\text{nowx}}$  表示充电桩输出功率,  $t_{\text{est}}$  表示估算剩余充电时间,  $n$  表示充电桩数量,  $m$  表示V2G设施数量;

[0030] 在所述电动汽车选择应急充电模式时, 按照先到先得规则基于最大功率对所述电动汽车进行应急充电, 其中所述最大功率为  $S_{\text{max}} - S_{\text{now}}$ , 其中  $S_{\text{now}}$  表示变压器实时输出容量,  $S_{\text{max}}$  表示变压器长时间允许运行容量。

[0031] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中, 所述在接收到电动汽车的充电需求时, 基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制进一步包括:

[0032] 在当前需求功率高于所述限功率值  $P_{\text{chx}}$  或居民用电负载  $L_{\text{jm}}$  波动导致电能不足时,

停止对所述储能设施充电以保证所述电动汽车的应急充电；

[0033] 如果此时电能依旧不足,按照先到先得调整所述电动汽车的充电功率。

[0034] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中,所述基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电包括:

[0035] 在谷电价时段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1] / (t_{\text{谷}} - 1);$$

[0037]  $S_{\text{储充}}$ 表示储能设施输入功率, $C_{\text{储充}}$ 表示储能设施至充满的充电电量, $t_{\text{谷}}-1$ 表示充电桩和V2G设施的充电时间;

[0038] 在第一平电价阶段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * (1 + t_{\text{平1}})] / (t_{\text{谷}} - 1);$$

[0040] 其中 $t_{\text{平1}}$ 表示所述储能设施在第一平电价阶段的充电时间。

[0041] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中,所述基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电包括:

[0042] 当所述变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 大于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 时,启动所述储能设施和所述V2G设施放电直至所述变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 小于或等于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 或直至所述储能设施和所述V2G设施放电完预设电量;

[0043] 当位于第一峰电价时段时,所述储能设施和所述V2G设施以最大功率放电;

[0044] 当位于第二峰电价时段时,所述储能设施和所述V2G设施基于预设放电功率放电,所述预设放电功率 =  $(C_{\text{储放}} + C_{\text{V2G}}) / t_{\text{峰2}}$ ,其中 $C_{\text{储放}}$ 表示储能设施至放电完的放电电量, $C_{\text{V2G}}$ 表示V2G设施至放电完的放电电量, $t_{\text{峰2}}$ 表示储能设施和V2G设施在第二峰电价阶段的放电时间。

[0045] 在本发明所述的充电站的能量流管理方法中,进一步包括

[0046] 在所述谷电价时段、所述第一平电价时段、所述第二平电价时段、所述第三平电价时段、所述第一峰电价时段和所述第二峰电价时段,均控制变压器实时温度 $T_{\text{now}}$ 小于变压器长时间运行运行温度 $T_{\text{max}}$ ;

[0047] 在第一平电价阶段和第二平电价阶段,优先满足所述储能设备的充电需求,在第三平电价阶段,优先满足所述电动汽车的充电需求,在第一峰电价阶段仅保留所述电动车辆的应急充电。

[0048] 本发明解决其技术问题采用的另一技术方案是,构造一种充电站的能量流管理装置,包括多个接口和处理器,所述多个接口分别用于通信连接储能设施、多个充电桩和多个V2G设施,所述处理器用于通过所述多个接口从所述储能设施、所述多个充电桩和所述多个V2G设施通信,所述处理器上存储计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现所述的充电站的能量流管理方法。

[0049] 本发明解决其技术问题采用的另一技术方案是,构造一种充电站的能量流管理系统,包括储能设施、多个充电桩和多个V2G设施,以及前述充电站的能量流管理装置。

[0050] 本发明基于储能设施、充电桩和V2G设施功率可调可控的技术可行性,基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制;基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施

充电;基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。因此可以利用居民用电负荷周期性波动的特点,保证用电负荷不超电网容量情况下,最大限度利用剩余容量提供充电服务;在尖峰平谷的电价机制下,调节充电站的能量流,使充电费用、放电费用得到最优解,达到收益最大化;最大限度地服务更多车辆,同时具备应急快速充电的能力。

### 附图说明

[0051] 下面将结合附图及实施例对本发明作进一步说明,附图中:

[0052] 图1是由于充电时间的随机性,在充电负荷叠加居民用电负荷超出变压器容量时的容量时段关系曲线示意图;

[0053] 图2是进行限时段或限功率提供充电时的容量时段关系曲线示意图;

[0054] 图3是本发明的充电站的能量流管理方法的优选实施例的流程图;

[0055] 图4是采用本发明的充电站的能量流管理方法的容量时段关系曲线示意图;

[0056] 图5是采用本发明的充电站的能量流管理方法时,有电动汽车接入充电桩要求充电时的逻辑判断示意图;

[0057] 图6是本发明的充电站的能量流管理装置的优选实施例的原理图;

[0058] 图7是本发明的充电站的能量流管理系统的优选实施例的原理图。

### 具体实施方式

[0059] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0060] 本发明涉及充电站的能量流管理方法、装置和系统。本发明基于储能设施、充电桩和V2G设施功率可调可控的技术可行性,基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制;基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电;基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。因此可以利用居民用电负荷周期性波动的特点,保证用电负荷不超电网容量情况下,最大限度利用剩余容量提供充电服务;在尖峰平谷的电价机制下,调节充电站的能量流,使充电费用、放电费用得到最优解,达到收益最大化;最大限度地服务更多车辆,同时具备应急快速充电的能力。

[0061] 图3是本发明的充电站的能量流管理方法的优选实施例的流程图。本发明的充电站的能量流管理方法适用于图6所示的充电站的能量流管理装置以及图7所示的充电站的能量流管理系统。如图6所示,本发明的充电站的能量流管理装置优选采用1U标准高度,适合标准机柜安装,外接口配置1路电源输入端子+8路RS485通讯接口+8路RJ45网口+1路4G天线口,内置处理器。所述处理器上存储计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现的充电站的能量流管理方法。

[0062] 如图6-7所示,多个充电桩1-N和多个V2G设施1-M,分别通过RS485接口接入本充电

站的能量流管理装置,而储能设施,变压器监控单元、储能侧总表Wh2、低压侧总表Wh1以及V2G侧总表Wh3分别通过RJ45接口接入本充电站的能量流管理装置。当然在本发明的其他优选实施例中,还可以采用RS232或者其他通信结构,也可以包括4G天线接口以用于接入4G天线。

[0063] 在本发明的优选实施例中,区域电网内所有电源和负荷均可以采用RS485接口或RJ45接口接入所述充电站的能量流管理装置。常规的,配电变压器低压侧、储能设施入口均有配置交流电能表,这些电表可直接接入充电站的能量流管理装置。充电桩均配有直流电能表,V2G设备均配置直流电能表且电网侧装有电量结算的交流电能总表,其同样可以直接接入充电站的能量流管理装置。这些电表可以对应将相关电能电量信息传送到充电站的能量流管理装置的处理单元,并与后台通信。当然这些电表也可以接入本身的主控单元并与后台通信,本发明充电站的能量流管理装置可串接其中(RJ45接口或4G无线)起到承接作用。如此,充电站的能量流管理装置可利用原有设备和通讯方式实现硬件接入,可以参见如图7所示,从而构成本发明的充电站的能量流管理系统。图中设备数量并不影响本装置使用。本领域技术人员知悉,RJ45网口数量可通过网络交换机扩展,或RS485串口可通过串口服务器转接RJ45网口实现通讯。

[0064] 本发明的充电站的能量流管理装置和系统,可以执行本发明的充电站的能量流管理方法,从而根据实时监控的接入设备状态和信息,按照设定方法控制能量流,调整各设备的功率输出或输入,从而可以在实时监控变压器输出容量以保证安全运行的前提下,充分利用充电桩的充电功能,储能设施、V2G的充放电功能削峰平谷,使得电网收益、储能收益及充电费用得到最大优化,如图4所示。

[0065] 图3是本发明的充电站的能量流管理方法的优选实施例的流程图。图4是采用本发明的充电站的能量流管理方法的容量时段关系曲线示意图。图5是采用本发明的充电站的能量流管理方法时,有电动汽车接入充电桩要求充电时的逻辑判断示意图。下面结合图3-7,对本发明的充电站的能量流管理方法、装置和系统说明如下。

[0066] 在本发明的充电站的能量流管理方法中,分别针对变压器实时输出容量、充电桩(包括V2G设施中的充电桩)充电、储能设施充电、储能设施和V2G设施放电进行了控制,根据不同电价时段调整各设备的功率输出或输入,从而可以在实时监控变压器输出容量以保证安全运行的前提下,充分利用充电桩的充电功能,储能设施、V2G设施的充放电功能削峰平谷,使得电网收益、储能收益及充电费用得到最大优化。

[0067] 首先,本领域技术人员知悉,每天的时间段根据电价由低到高可以分为谷电价时段、第一平电价时段、第二平电价时段、第三平电价时段、第一峰电价时段和第二峰电价时段,其时间排布如图1-2和4所示。而居民用电负荷 $L_{jm}$ 同样如图1-2和4所示。储能设施例如是电池,可以在需要进行充电或放电。V2G设施,其同时包括充电桩和储能设施,即可以在需要进行充电或放电。一般情况下,为了节省电费,在谷电价时段为储能设施和V2G设施中的充电桩充电。而在需要时,储能设施和V2G设施可以进行放电。为了保证变压器安全,通常要求要求变压器实时温度 $T_{now}$ 小于变压器长时间运行运行温度 $T_{max}$ 并且所述变压器实时输出容量 $S_{now}$ 小于或等于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{max}$ 。为了更好地对本发明进行说明,下面将后续需要用到的相关参数的定义以及其获取方式说明在如下表格1中列出:

[0068]	$S_{rate}$	变压器额定容量, 变压器的技术参数
	$S_{max}$	变压器长时间允许运行容量, 变压器的技术参数
	$S_{now}$	变压器实时输出容量, 由总表 Wh1 获取
	$T_{max}$	变压器最高允许运行温度, 变压器的技术参数
	$T_{now}$	变压器实时温度, 与变压器监控单元通讯获取
	$P_{nowx}$	充电桩输出功率, 与充电桩通讯获取 (含充电状态的 V2G)
	$t_{est}$	估算剩余充电时间, 电动汽车反馈值 (含充电状态的 V2G)
	$P_{chx}$	本装置发出的限功率值 (含充电状态的 V2G)
	$\eta_{chx}$	充电桩效率, 充电桩的技术参数 (含充电状态的 V2G)
	$\cos\varphi_{chx}$	充电桩功率因数, 充电桩的技术参数 (含充电状态的 V2G)
	$P_{vfx}$	电气汽车输入 V2G 的放电功率
	$\eta_{vfx}$	V2G 设施的放电效率, V2G 设施的技术参数
$\cos\varphi_{vfx}$	V2G 设施放电功率因数, V2G 设施的技术参数	
[0069]	$L_{jm}$	居民用电负载, 初始值取 $S_{rate}$ 的 30%~40%, 随季节变化, 由 $S_{now}$ 值复核校正, 确保安全
	$S_{储充}$	储能设施输入功率, 由总表 Wh2 获取
	$S_{储放}$	储能设施输出功率, 由总表 Wh2 获取
	$C_{储充}$	储能设施至充满的充电电量, 与储能设施通讯获取
	$C_{储放}$	储能设施至放电完的放电电量, 与储能设施通讯获取
	$C_{V2G}$	V2G 设施至放电完或到预设值的放电电量, 与 V2G 设施通讯获取

[0070] 表1

[0071] 在本发明中, 为了保证用电负荷不超电网容量情况下, 最大限度利用剩余容量提供充电服务; 在尖峰平谷的电价机制下, 调节充电站的能量流, 使充电费用、放电费用得到最优解进而达到收益最大化; 最大限度地服务更多车辆, 同时具备应急快速充电的能力, 针对变压器实时输出容量、充电桩 (包括V2G设施中的充电桩) 充电、储能设施充电、储能设施和V2G设施放电分别进行如下控制。

[0072] 针对变压器实时输出容量的控制如下:基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量。

[0073] 具体地,所述基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量包括:

[0074] 在谷电价时段、第一平电价时段、第二平电价时段和第三平电价时段,控制所述变压器实时输出容量满足:

$$[0075] \quad S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$$

$$[0076] \quad S_{\text{now}} = \sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} + L_{\text{j}} m$$

[0077] 其中, $S_{\text{now}}$ 表示变压器实时输出容量, $S_{\text{max}}$ 表示变压器长时间允许运行容量, $P_{\text{chx}}$ 表示限功率值, $\eta_{\text{chx}}$ 表示为充电桩效率, $\cos\phi_{\text{chx}}$ 表示充电桩功率因数, $S_{\text{储充}}$ 表示储能设施输入功率, $L_{\text{j}} m$ 表示居民用电负载, $n$ 表示充电桩数量, $m$ 表示V2G设施数量;

[0078] 在第一峰电价时段和第二峰电价时段,控制所述变压器实时输出容量满足:

$$[0079] \quad S_{\text{now}} \leq S_{\text{max}}$$

$$[0080] \quad S_{\text{now}} = \sum_1^n P_{\text{chx}} / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + L_{\text{j}} m - S_{\text{储放}} - \sum_1^m P_{\text{vfx}} / \eta_{\text{vfx}} / \cos\phi_{\text{vfx}}$$

[0081] 其中, $S_{\text{储放}}$ 表示储能设施输出功率, $P_{\text{vfx}}$ 表示电动汽车输入V2G设施的放电功率, $\eta_{\text{vfx}}$ 表示V2G设施的放电效率, $\cos\phi_{\text{vfx}}$ 表示V2G设施的放电功率因数。

[0082] 进一步的,在任何时刻,即在所述谷电价时段、所述第一平电价时段、所述第二平电价时段、所述第三平电价时段、所述第一峰电价时段和所述第二峰电价时段,均控制变压器实时温度 $T_{\text{now}}$ 小于变压器长时间运行运行温度 $T_{\text{max}}$ 。

[0083] 针对电动汽车的充电需求,提出以下充电控制策略:在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制。

[0084] 具体地,所述在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制包括:当处于第二峰电价时段时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电;在所述变压器实时输出容量大于或等于所述变压器长时间允许运行容量时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电;以及当未处于所述第二峰电价时段且所述变压器实时输出容量小于所述变压器长时间允许运行容量时,允许基于限功率值进行充电控制。

[0085] 图5是采用本发明的充电站的能量流管理方法时,有电动汽车接入充电桩要求充电时的逻辑判断示意图。如图5所示,当有电动汽车接入充电桩要求充电时,充电桩上传充电需求。此时对充电站的整体状态进行分析,判断目前是否处于第二峰电价时段,如果处于第二峰电价时段时不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电。如果没有处于第二峰电价时段时,则判断此时所述变压器实时输出容量是否大于或等于所述变压器长时间允许运行容量,如果是,同样不允许为所述电动汽车连接的充电桩充电。

[0086] 如果判断当未处于所述第二峰电价时段且所述变压器实时输出容量小于所述变压器长时间允许运行容量时,允许基于限功率值进行充电控制,具体控制过程如下。

[0087] 在本发明中,充电桩自动充电模式和应急充电模式等不同的充电方式,例如当电

电动汽车选择自动充电模式时,在所述第一平电价时段、所述第二平电价时段、所述第三平电价时段、所述第一峰电价时段,均不给其充电,而是等到进入谷电价时段时,才会按照以下逻辑基于限功率值进行充电控制:

$$[0088] \quad C_{\text{供}} = (S_{\text{max}} - L_{\text{jm}}) * (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$[0089] \quad \sum_1^{n+m} P_{\text{chx}} * (t_{\text{谷}} - 1) / \eta_{\text{chx}} / \cos\phi_{\text{chx}} + S_{\text{储充}} * (t_{\text{谷}} - 1) \leq C_{\text{供}}$$

$$[0090] \quad S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1] / (t_{\text{谷}} - 1)$$

$$[0091] \quad P_{\text{chx}} = P_{\text{nowx}} * t_{\text{est}} / (t_{\text{谷}} - 1)$$

[0092] 其中,  $C_{\text{供}}$  表示变压器的可供充电能量,  $S_{\text{max}}$  表示变压器长时间允许运行容量,  $L_{\text{jm}}$  表示居民用电负荷,  $t_{\text{谷}}$  表示储能设施的充电时间,  $t_{\text{谷}} - 1$  表示充电桩和V2G设施的充电时间,  $P_{\text{chx}}$  表示限功率值,  $\eta_{\text{chx}}$  表示为充电桩效率,  $\cos\phi_{\text{chx}}$  表示充电桩功率因数,  $S_{\text{储充}}$  表示储能设施输入功率,  $C_{\text{储充}}$  表示储能设施至充满的充电电量,  $P_{\text{nowx}}$  表示充电桩输出功率,  $t_{\text{est}}$  表示估算剩余充电时间,  $n$  表示充电桩数量,  $m$  表示V2G设施数量。

[0093] 电动汽车选择自动充电模式,是为了满足车主日常出行需求,因此并非紧急情况,因此如果此时处于非谷电价时段,完全可以等到谷电价时段再进行充电。而在谷电价时段,因为是电费的低谷时间,因此整个电网不但给电动汽车进行充电,还会同时给储能设施, V2G设施的充电桩进行充电。此时,通过限功率值  $P_{\text{chx}}$  对充电桩进行功率限制,对储能设备的输入功率  $S_{\text{储充}}$  进行限制,可以低功率充电延长电池使用寿命;降低功率后可选的配置小直流充电桩同时服务更多车辆;并且以时间换变压器稳定功率,避免变压器输出功率谷电价时段出现前高后低。

[0094] 在所述电动汽车选择应急充电模式时,按照先到先得规则基于最大功率对所述电动汽车进行应急充电,其中所述最大功率为  $S_{\text{max}} - S_{\text{now}}$ , 其中  $S_{\text{now}}$  表示变压器实时输出容量,  $S_{\text{max}}$  表示变压器长时间允许运行容量。如果电动汽车选择应急充电模式,证明存在应急充电需求,此时就需要按照先到先得,以最大功率为电动汽车充电,从而满足应急需求。

[0095] 针对储能设施的充电控制如下:基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电。

[0096] 具体的,所述基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电包括:

[0097] 在谷电价时段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$[0098] \quad S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * 1] / (t_{\text{谷}} - 1);$$

[0099]  $S_{\text{储充}}$  表示储能设施输入功率,  $C_{\text{储充}}$  表示储能设施至充满的充电电量,  $t_{\text{谷}} - 1$  表示充电桩和V2G设施的充电时间;

[0100] 在第一平电价阶段,按照如下公式对所述储能设施进行充电:

$$[0101] \quad S_{\text{储充}} = [C_{\text{储充}} - S_{\text{储充}} * (1 + t_{\text{平1}})] / (t_{\text{谷}} - 1);$$

[0102] 其中  $t_{\text{平1}}$  表示所述储能设施在第一平电价阶段的充电时间。

[0103] 在本发明的优选实施例中,如果在谷电价时段需要进行充电的电动汽车增多,导致需求功率大于可以提供的电能,或者由于居民用电负荷  $L_{\text{jm}}$  突然波动导致电能不足,此时可以停止储能设施的充电,控制储能设施调整成在第一平电价阶段按照如前公式进行充电。如果此时,需求功率还是大于可以提供的电能,那么调整最后接入的电动车辆的充电功率告知其无功率可用,并且首先满足先接入的电动车辆和储能设施的充电,即在谷电价时段

对储能设施进行充电。

[0104] 在本发明中,在第一平电价阶段和第二平电价阶段,优先满足所述储能设备的充电需求,在第三平电价阶段,优先满足所述电动汽车的充电需求,在第一峰电价阶段仅保留所述电动车辆的应急充电。

[0105] 针对放电控制策略如下:基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。

[0106] 具体地,所述基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电包括:

[0107] 当所述变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 大于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 时,启动所述储能设施和所述V2G设施放电直至所述变压器实时输出容量 $S_{\text{now}}$ 小于或等于所述变压器长时间允许运行容量 $S_{\text{max}}$ 或直至所述储能设施和所述V2G设施放电完预设电量;

[0108] 当位于第一峰电价时段时,所述储能设施和所述V2G设施以最大功率放电;

[0109] 当位于第二峰电价时段时,所述储能设施和所述V2G设施基于预设放电功率放电,所述预设放电功率 $= (C_{\text{储放}} + C_{\text{V2G}}) / t_{\text{峰2}}$ ,其中 $C_{\text{储放}}$ 表示储能设施至放电完的放电电量, $C_{\text{V2G}}$ 表示V2G设施至放电完的放电电量, $t_{\text{峰2}}$ 表示储能设施和V2G设施在第二峰电价阶段的放电时间。即此时,放完储能设施和V2G的全部或预设电动态调整功率。

[0110] 本发明基于储能设施、充电桩和V2G设施功率可调可控的技术可行性,基于电价时段和变压器长时间允许运行容量控制变压器实时输出容量在接收到电动汽车的充电需求时,基于所述电价时段、所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量按照第一设定充电规定进行充电功率控制;基于所述电价时段按照第二设定充电规则为储能设施充电;基于所述变压器实时输出容量、所述变压器长时间允许运行容量和所述电价时段控制所述储能设施和所述V2G设施放电。因此可以利用居民用电负荷周期性波动的特点,保证用电负荷不超电网容量情况下,最大限度利用剩余容量提供充电服务;在尖峰平谷的电价机制下,调节充电站的能量流,使充电费用、放电费用得到最优解,达到收益最大化;最大限度地服务更多车辆,同时具备应急快速充电的能力。

[0111] 虽然本发明是通过具体实施例进行说明的,本领域技术人员应当明白,在不脱离本发明范围的情况下,还可以对本发明进行各种变换及等同替代。另外,针对特定情形或材料,可以对本发明做各种修改,而不脱离本发明的范围。因此,本发明不局限于所公开的具体实施例,而应当包括落入本发明权利要求范围内的全部实施方式。

[0112] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

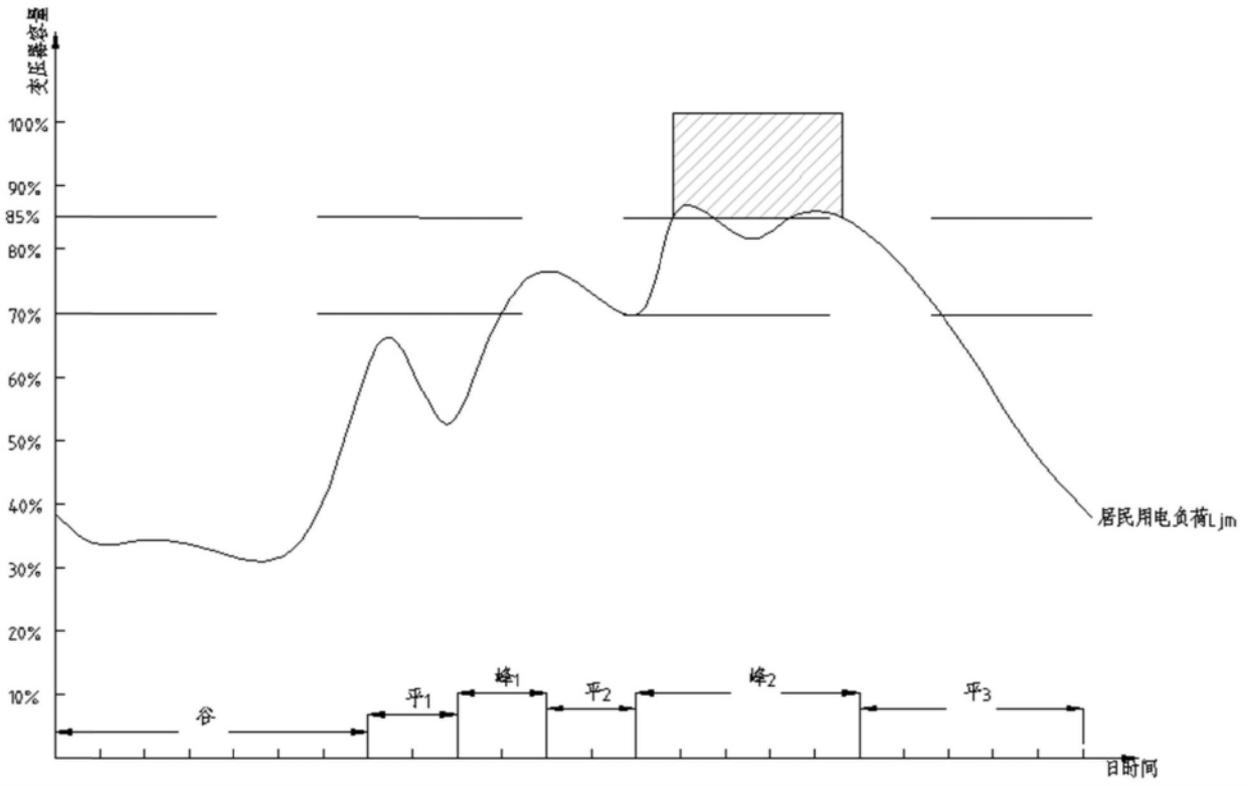


图1

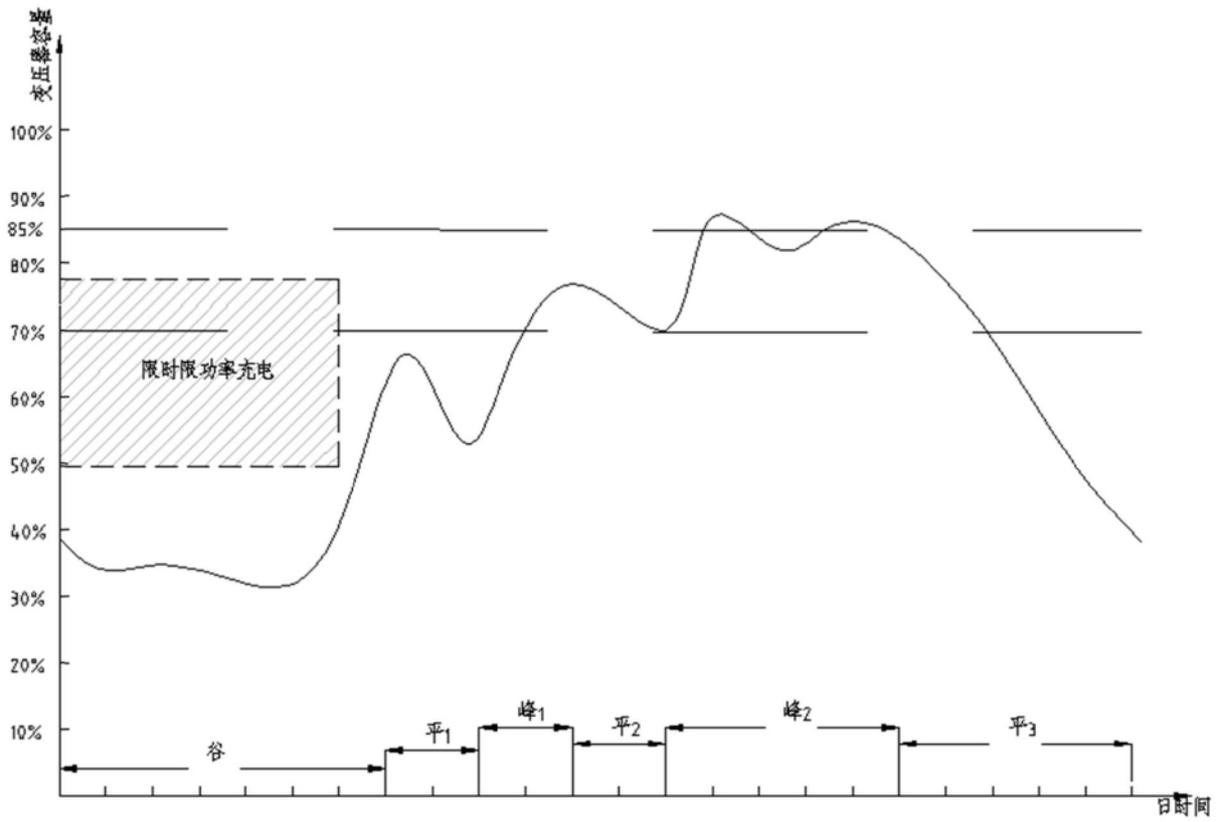


图2

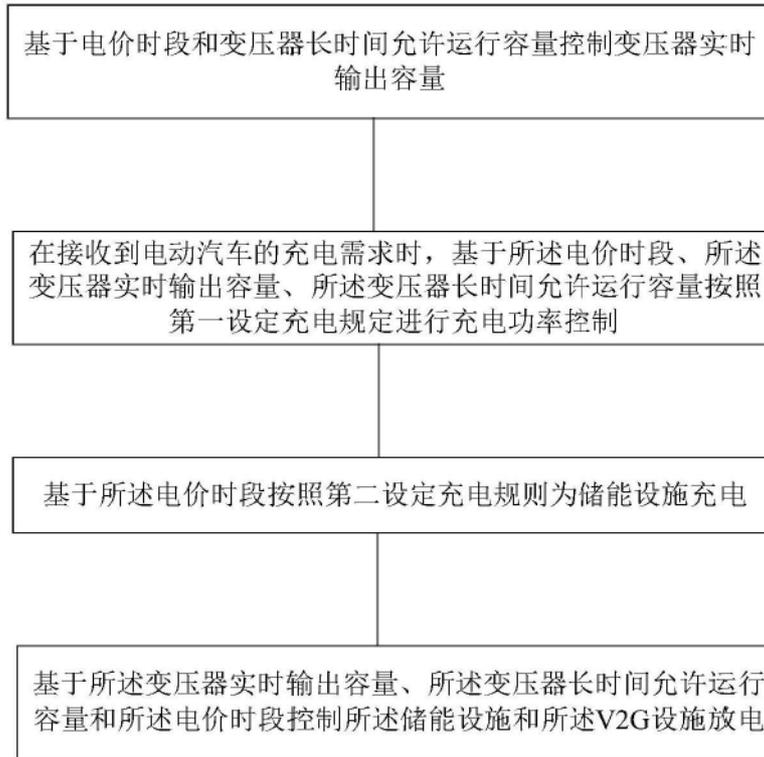


图3

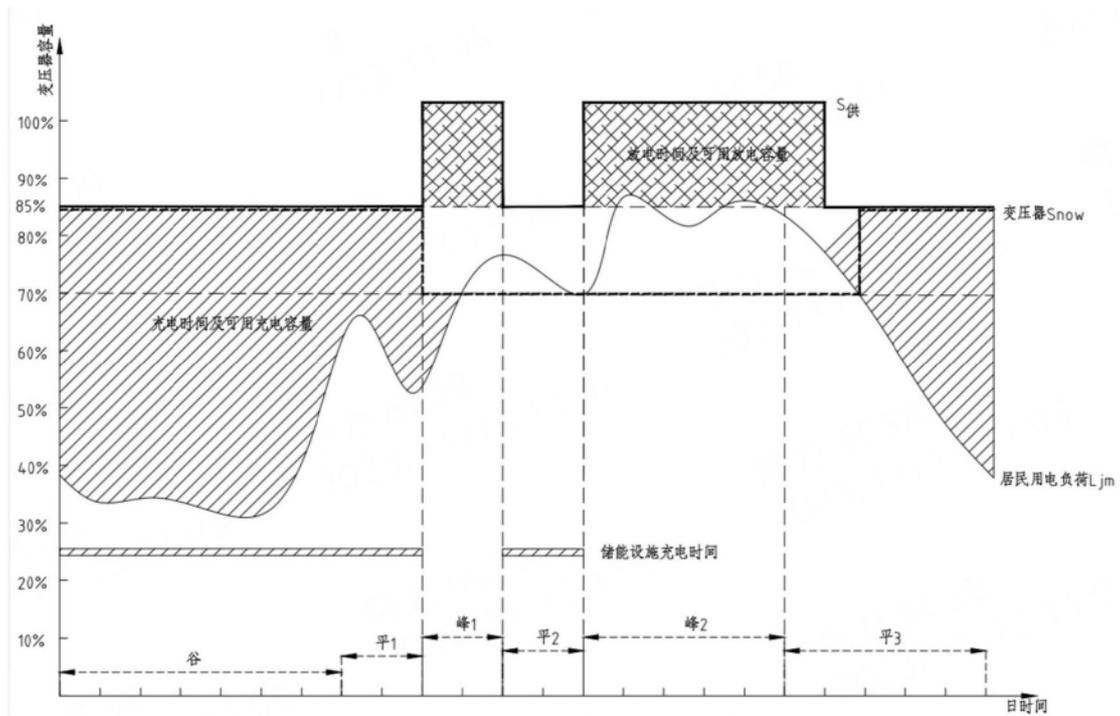


图4

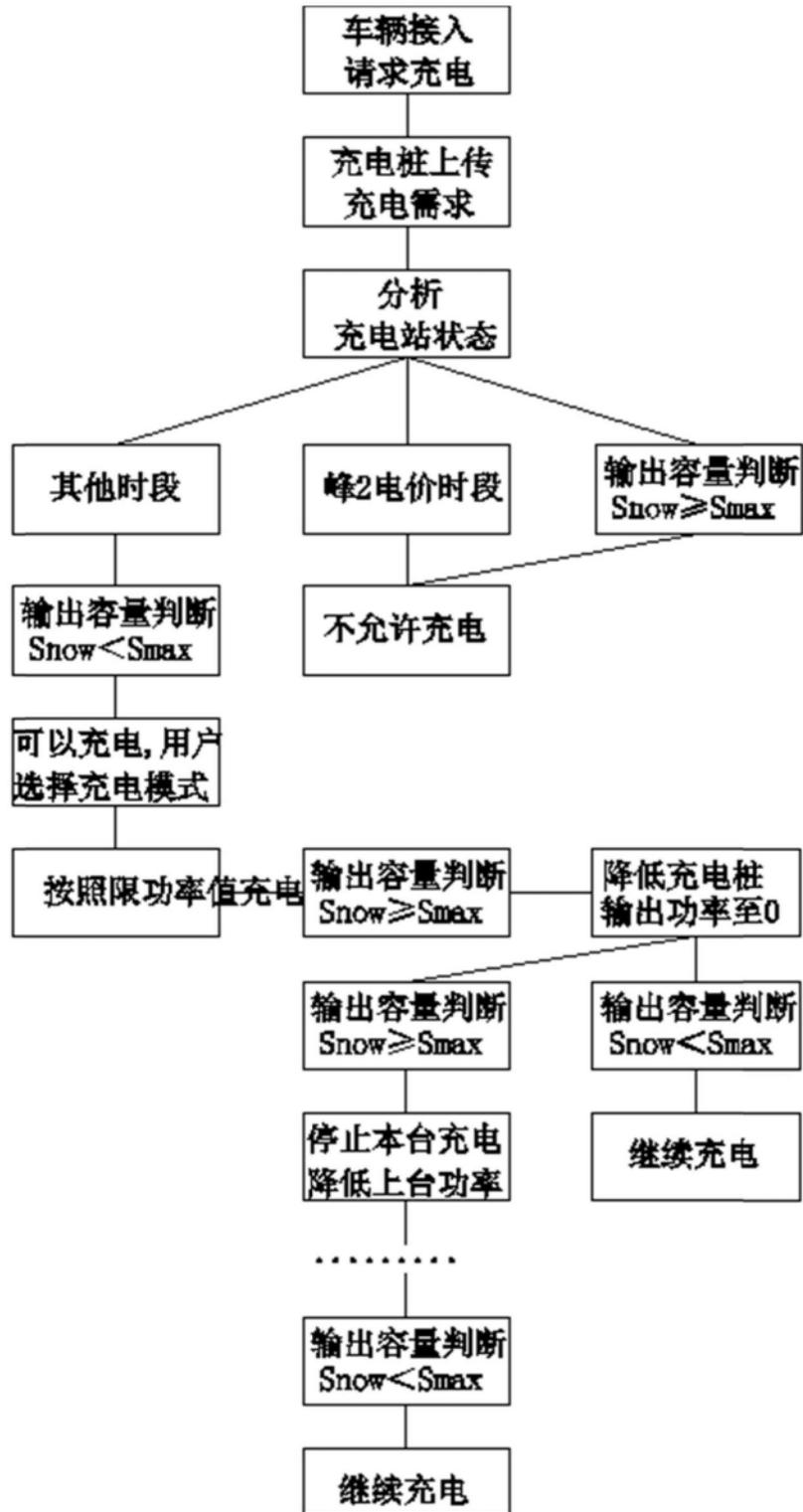


图5



图6

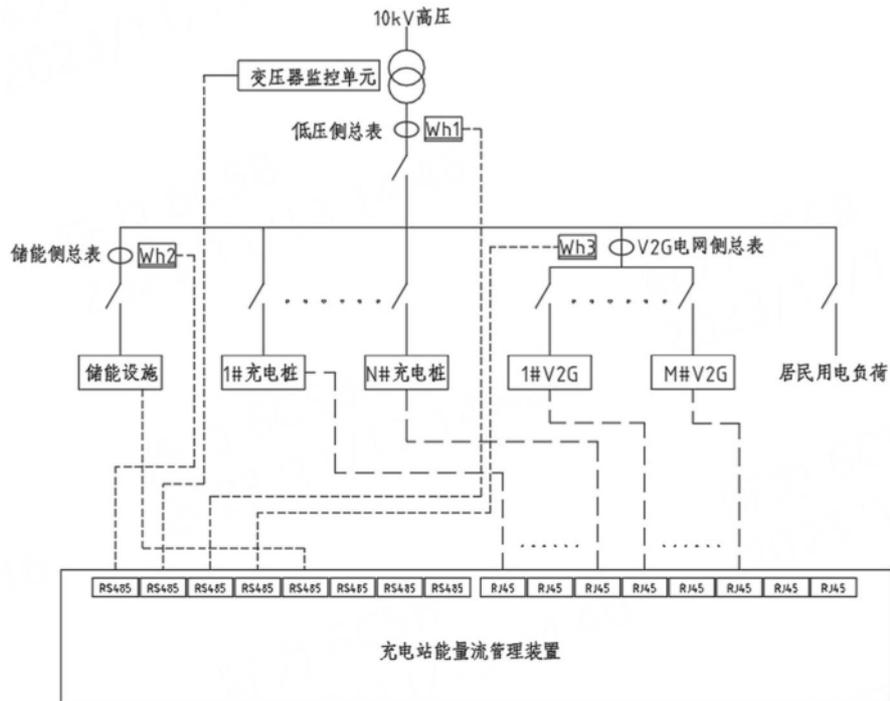


图7