



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110962665 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201911015703.0

B60L 53/14 (2019.01)

(22) 申请日 2019.10.24

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110962665 A

CN 107069753 A, 2017.08.18

CN 102130478 A, 2011.07.20

CN 105515039 A, 2016.04.20

(43) 申请公布日 2020.04.07

CN 208801873 U, 2019.04.30

CN 106505579 A, 2017.03.15

(73) 专利权人 东南大学

CN 104767206 A, 2015.07.08

地址 210096 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

KR 20180106909 A, 2018.10.01

US 10007243 B2, 2018.06.26

(72) 发明人 顾雅茹 陈中 黄学良

WO 2012047460 A1, 2012.04.12

WO 2012032835 A1, 2012.03.15

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

US 2011215790 A1, 2011.09.08

US 2014188689 A1, 2014.07.03

代理人 熊玉玮

审查员 杨峰岫

(51) Int. Cl.

B60L 53/62 (2019.01)

B60L 53/66 (2019.01)

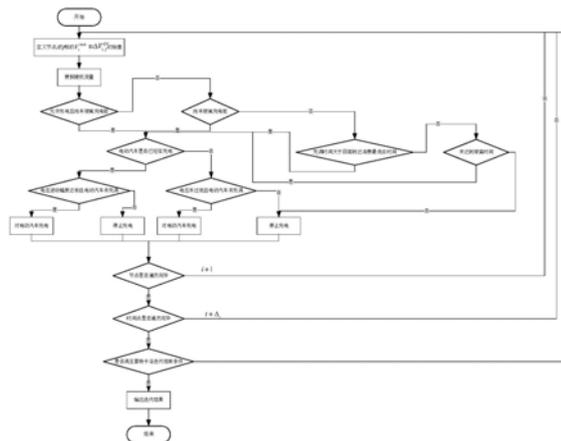
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法

(57) 摘要

本发明提供了一种基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,属于发电、变电或配电的技术领域。该方法提出了运行在电动汽车充电控制器上的电动汽车充电控制算法,并且在此基础上利用通过物联网得到的如最小电量消耗时间、出发和到达时间以及用户优先级等新参数量优化算法,在电动汽车充电达到最低充电电量后,根据物联网输入数据结合算法决定剩下充电电量的具体充电时间,从而最大化经济效益。本发明能够尽可能快地充满电动汽车所需的电量,同时避免超过系统的操作极限。该方法仅需测量电动汽车与充电桩连接点处的局部电压幅度,并且不需要与中央服务器或控制器之间的通信,大大降低了以往电动汽车充电协调方法需要大量测量数据的困扰。



1. 基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,其特征在于,初始化包含最小电量消耗时间、驶离充电桩时间、到达充电桩时间的随机变量,在充电周期内的每个充电时刻遍历充电站内各充电桩与电动汽车连接点处的局部电压并依据各充电桩与电动汽车连接点处的局部电压协调站内电动汽车的充电,在至少一个充电桩与电动汽车连接点处的局部电压幅值或变压器容量违反联合概率时结束充电协调;其中,在充电周期内的每个充电时刻遍历充电站内各充电桩与电动汽车连接点处的局部电压并依据各充电桩与电动汽车连接点处的局部电压协调站内电动汽车的充电的具体方法为:

在当前充电桩允许充电且电动汽车未驶离该充电桩时,根据电动汽车充电状态协调充电;

在当前充电桩不允许充电但电动汽车未驶离该充电桩时,根据电动汽车充电状态协调充电;

在当前充电桩不允许充电但电动汽车驶离该充电桩时根据电动汽车完全充电所剩时间与到达消费最低点时间的数值关系协调充电:在电动汽车完全充电所剩时间到达消费最低点时间时根据电动汽车充电状态协调充电,在电动汽车完全充电所剩时间未到达消费最低点时间但达到驶离时间时停止充电,在电动汽车完全充电所剩时间既未到达消费最低点时间又未达到驶离时间时根据电动汽车充电状态;

其中,在电动汽车处于充电状态时,根据该充电桩与电动汽车连接点处局部电压幅度的波动情况以及电动汽车充满与否的情况协调充电,否则,根据该充电桩与电动汽车连接点处局部电压过低的情况以及电动汽车充满与否的情况协调充电;所述到达消费最低点时间表征充电桩与电动汽车连接点处的局部电压是否达到电动汽车充电最低电池容量,通过物联网参数表征是否达到电动汽车充电最低电池容量,在电动汽车充电量未达到最低电池容量时置物联网参数为1,在电动汽车充电量超过最低电池容量时置物联网参数为0。

2. 根据权利要求1所述基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,其特征
在于,所述电动汽车完全充电所剩时间为: $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}}$, \bar{E}_i^{EV} 为在充电桩i充电的电动汽车的电池储存容量, P_i^{EV} 为电动汽车在充电桩i充电时的电能消耗值, $SoC_{i,t}$ 为t充电时刻与第i个充电桩相连的电动汽车的荷电量。

3. 根据权利要求1所述基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,其特征
在于,所述到达消费最低点时间为 $2(t^{\min} - t)$, t^{\min} 为最小电量消耗时间, t 为当前充电时刻。

4. 根据权利要求1所述基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,其特征
在于,当前充电时刻是否未到达驶离时间的判断依据为 $t_i^{dep} - t$, t_i^{dep} 为电动汽车从第i个充电桩出发的时间, t 为当前充电时刻。

5. 根据权利要求1所述基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,其特征
在于,该充电桩与电动汽车连接点处局部电压幅度的波动情况的判据为: $V_{i,f,t} - \Delta V_{i,f}^{EV} > V_i^{\min}$, $V_{i,f,t}$ 为当前充电时刻t第i个充电桩f相的电压幅值, $\Delta V_{i,f}^{EV}$ 为电动汽车充电引起的第i个充电桩f相平均电压幅度下降差值, V_i^{\min} 为不充电时电动汽车与第i个充电桩连接点处每个相位的最小局部电压幅值。

基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法

技术领域

[0001] 本发明公开了基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,涉及电动汽车充电技术,属于发电、变电或配电的技术领域。

背景技术

[0002] 随着电动汽车的大力推广,电动汽车充电问题成为研究重点。为了维持电网稳定,如何经济且有效地实时对大量电动汽车充电进行规划十分重要。

[0003] 目前,现有的电动汽车充电协调方法都是基于宏观调度,设立区域或者整体地区的中央控制站,读取各个充电站的充电物理信息和数据信息,在中央控制站进行总体规划协调。此方法面临着计算量大、对中央控制站计算能力要求高的问题,近年来的电动汽车充电优化方案未能实质解决集中控制带来的计算量大的问题。

发明内容

[0004] 本发明的发明目的是针对上述背景技术的不足,提供了基于本地测量电压幅值的分散电动汽车充电协调方法,不设立中央控制站,以每个充电站为主体,在每个充电站内的每个充电桩的充电线上加设充电控制器,测量电动汽车与充电桩连接点处的局部电压幅度,实现了分散电动汽车充电行为的有效规划,将计算问题分配到个体,解决了以往电动汽车充电协调方法需要大量不同数据且需要与中央服务器或控制器通信的技术问题。

[0005] 本发明为实现上述发明目的采用如下技术方案:

[0006] 基于物联网的分散电动汽车充电协调方法,用于实现每个充电站内各充电桩的充电协调,包括:

[0007] 步骤1,初始化节点*i*的相数*f*对应变量 V_i^{\min} 和 $\Delta V_{i,f}^{EV}$;

[0008] 步骤2,通过物联网读取最小电量消耗时间 t^{\min} 、待充电汽车从节点*i*出发和到达节点*i*的时间 t_i^{dep} 及 t_i^{arr} 、日需求曲线以及用户优先级等随机变量;

[0009] 步骤3,判断该节点是否允许充电并且待充电汽车尚未驶离充电桩,是则跳至步骤5,否则判断是否当前电动汽车尚未驶离充电桩,是跳至步骤5,否则执行步骤4;

[0010] 步骤4,判断是否当前电动汽车充满时间大于目前到达消费最低点时间,是则执行步骤5,否则判断当前是否未到达驶离时间,是则执行步骤5,否则停止充电;

[0011] 步骤5,判断电动汽车是否还在充电,是则执行步骤6,否则执行步骤7;

[0012] 步骤6,判断此时节点电压波动幅度是否达标且电动汽车是否未充满电量,是则对电动汽车充电,并且跳至步骤8,否则停止充电,并跳至步骤8;

[0013] 步骤7,判断此时节点电压是否未过低且电动汽车也未充满电量,是则对电动汽车充电,并继续执行步骤8,否则停止充电,并继续执行步骤8;

[0014] 步骤8,判断是否遍历电力系统所有节点,否则节点*i*+1跳转步骤1,是则跳转步骤9;

[0015] 步骤9,判断是否测试完所有时间节点,否则节点 $t + \Delta_t$ 跳转步骤1,是则跳转步骤10;

[0016] 步骤10,判断是否满足迭代结束条件,否则迭代次数加1跳转步骤1,是则输出算法结果。

[0017] 可选地,实现上述方法的算法大致如下:

1: Input:

Parameters: $Cx_{i,f}^{EV}, \bar{E}_i^{EV}, \bar{P}_i^{EV}, \Delta_t$

Measurements: $V_{i,f,t}, SoC_{i,t}$

IoT: $t^{\min}, t_i^{dep}, t_i^{arr}, fk_i$

Variables: $V_i^{\min}, \Delta V_{i,f}^{EV}, X_{i,t}^{EV}$

i =Node's ID

t =Current time

[0018]

2: for each Δ_t

3: if $fk_i=1$ **and** $t_i^{arr} < t < t_i^{dep}$ **then**

4: if $X_{i,t-1}^{EV}=0$ **then**

5: if $V_{i,f,t} - \Delta V_{i,f}^{EV} > V_i^{\min}$ **and** $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}, \forall f \in \Omega_f | Cx_{i,f}^{EV}=1$ **then**

6: return $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 1$

7: else return $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

8: if $X_{i,t-1}^{EV} = 1$

9: if $V_{i,f,t} > V_i^{\min}$ **and** $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}, \forall f \in \Omega_f | Cx_{i,f}^{EV}=1$ **then**

10: return $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 1$

11: else return $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

[0019]

12: if $fk_i=0$ **and** $t_i^{arr} < t < t_i^{dep}$ **then**

13: if $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}} > 2(t^{\min} - t)$ **or** $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}} > t_i^{dep} - t$ **then**

14: go to line4

15: else return $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

[0020] 输入量有参数 $Cx_{i,f}^{EV}, \bar{E}_i^{EV}, \bar{P}_i^{EV}, \Delta_t$, 测量值 $V_{i,f,t}, SoC_{i,t}$, 物联网传递值 t^{\min} ,

$t_i^{dep}, t_i^{arr}, fk_i$, 变量 $V_i^{\min}, \Delta V_{i,f}^{EV}, X_{i,t}^{EV}$ 。

[0021] 其中, $Cx_{i,f}^{EV}$ 为充电桩 i 的相位配置, \bar{E}_i^{EV} 为在充电桩 i 充电的电动汽车的电池储存容量, \bar{P}_i^{EV} 为电动汽车在充电桩 i 充电时的电能消耗值, Δ_t 为充电时间长度; $V_{i,f,t}$ 为充电桩 i 在 t 时刻的 f 相电压幅值。

[0022] 通过定义 fk_i 来实现基于物联网的电动汽车充电经济管理, 提出最小电动汽车充电量概念, 最小电动汽车充电量是基于能量的成本、历史电动汽车路线和 / 或用户偏好来计算的。作为一个例子, 如果用户通过物联网接收定义最小电动汽车充电量为电动汽车存储容量的 60%, 那么物联网参数 fk_i 将等于 1, 直到电动汽车电池容量达到储存容量的 60%。然后, fk_i 的值将在剩余的 40% 处达到 0, 当能量具有较低的成本时, fk_i 的值将被置 1, 电动汽车将继续进行充电。不指定优先权的用户的 fk_i 在所有时间段均将置 1。算法第 13 行中的条件表示电动汽车应该开始充电的时间, 以便车辆将以尽可能低的能量成本充电。表

达式 $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}}$ 计算电动汽车完全充电所剩的时间量。表达式 $t^{\min} - t$ 确定到达能量消耗

低的时间所需的时间周期。因此, 第 13 行的第一个条件迫使电动汽车在 t^{\min} 周围的时间段内充电。由于这个原因, 在第 13 行中 $t^{\min} - t$ 乘以 2。第 13 行的第二个条件保证电动汽车在驶离充电点之前被充电。在电动汽车充电开始后的所有时段均满足不等式, 且当条件 $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$ 未达到时, 车辆停止充电。

[0023] 可选地, 算法包括:

[0024] 首先, 针对每个测试周期内, 如果物联网参数 fk_i 等于 1 且电动汽车已到达开始充电, 那么接下来判断 $X_{i,t-1}^{EV}$ 的值, 根据 $X_{i,t-1}^{EV}$ 的值进行充电协调操作; 如果物联网参数 fk_i 等于

0 且电动汽车已到达开始充电, 进行表达式 $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}}$ 判断电动汽车完全充电所剩的时间量属于什么范围, 然后进行充电协调操作。

[0025] $X_{i,t-1}^{EV} = 0$ 代表电动汽车上段时间并没有进行操作, $X_{i,t-1}^{EV} = 1$ 表示电动汽车上段时间已经在进行充电。一方面, 如果 $X_{i,t-1}^{EV} = 0$, 电动汽车电池当未达到存储容量时, 即, $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$, 并且在每个相位上测量的电压幅值 $V_{i,f,t}$ 与电动汽车充电引起的平均电压幅度下降差值之间的差值 $\Delta V_{i,f}^{EV}$ 高于在节点 i 的平均电压最小值 V_i^{\min} , 即, $V_{i,f,t} - \Delta V_{i,f}^{EV} > V_i^{\min}$ 时, 算法会令电动汽车进行充电。另一方面, 如果第 8 行中的 $X_{i,t-1}^{EV} = 1$, 且满足 $V_{i,f,t} > V_i^{\min}$ 且电动汽车电池当未达到存储容量即 $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$ 时, 电动汽车将继续充电。值得注意的是, 类似于其他电动汽车充电协调方法, 存在离开时电池没有完全充电的可能性, 即, 没有提供能量。由于该方法是分散的和异步的, 未提供的能量的分布不是一个系统的过程, 它取决于配电网的负荷情况, 以及每个电动汽车插入充电器的时间。因此, 在这种情况下, 没有充满的电量与系统内充电器的位置和充电的当前状态无关。

[0026] 可选地,步骤1包括:

[0027] 电压幅值参考值 V_i^{\min} 定义为当车辆不充电时,电动汽车与充电桩连接点处在每个相位测量的最小局部电压幅值。 V_i^{\min} 对于每个节点是唯一的,并且与在配电网中的充电桩的位置有关。因此,当总的充电需求高时,它体现了节点电压大小。当馈线过载时,无论其位置如何,充电控制器为防止其电压幅值低于其自身基准值 V_i^{\min} ,会阻断充电桩对电动汽车供电,直到电压条件足够。 $\Delta V_{i,f}^{EV}$ 定义为电动汽车充电造成的平均电压幅值差。步骤1开始时二者被初始化为任意值。

[0028] 可选地,步骤10包括:

[0029] 蒙特卡洛算法的停止迭代条件是至少一个节点电压幅值限制或变压器容量违反联合概率,允许四位小数的误差。

[0030] 本发明采用上述技术方案,具有以下有益效果:

[0031] (1) 读取物理量少,减少通信压力与通信建设投资:以电动汽车与充电桩连接点处的局部电压为核心判断依据通过访问物联网得到整体或区域地区充电站必要信息,对物联网软硬件要求低,实现了充电站本地的充电协调,有效规划分散电动汽车充电行为。

[0032] (2) 取消中央控制器,加设充电控制器:以每个充电站为主体,在每个充电站内的每个充电桩的充电线上加设充电控制器,测量电动汽车与充电桩连接点处的局部电压幅度作为为判据,充电控制器由于只需要执行一个算法,体积小,硬件要求低,投资低,克服了中央处理器对各充电站进行集中协调计算量大、对软硬件要求较高、投资较高的缺陷。

[0033] (3) 协调效果好:由试验可知,在不同电动汽车渗透率下尤其是面对较大的电动汽车渗透率条件下,协调算法应用分配下的充电方案达到的电气量越限概率低,经济效益较好,效果好。

附图说明

[0034] 图1是本发明方法的算法流程图。

[0035] 图2是60%作为电动汽车充电等级的配电系统。

[0036] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图对发明的技术方案进行详细说明。

[0038] 在本实施例中提供了一种基于物联网的分散电动汽车充电协调方法,图1是根据本发明实施例蒙特卡洛模拟的流程图,如图1所示,包括如下步骤:

[0039] 步骤1,初始化节点i的相数f对应变量 V_i^{\min} 和 $\Delta V_{i,f}^{EV}$,电压幅值参考值 V_i^{\min} 定义为当车辆不充电时,在每个相位测量的最小电压幅值。 V_i^{\min} 对于每个节点是唯一的,并且与在配电网中的充电桩的位置有关。因此,当总的充电需求高时,它体现了节点电压大小。当馈线过载时,无论其位置如何,充电控制器为防止其电压幅值低于其自身基准值 V_i^{\min} ,会阻断充电桩对电动汽车供电,直到电压条件足够。 $\Delta V_{i,f}^{EV}$ 定义为电动汽车充电造成的平均电压幅值差。

[0040] 步骤2,通过物联网读取最小电量消耗时间 t^{\min} 、出发和到达时间 t_i^{dep} 及 t_i^{arr} 、日需求曲线以及用户优先级等随机变量。

[0041] 步骤3,判断该节点是否允许充电并且尚未驶离充电桩,是则跳至步骤5,否则判断是否当前电动汽车尚未驶离充电桩,是跳至步骤5,否则执行步骤4。

[0042] 步骤4,判断是否当前电动汽车充满时间大于目前到达消费最低点时间,是则执行步骤5,否则判断当前是否未到达驶离时间,是则执行步骤5,否则停止充电。

[0043] 步骤5,判断电动汽车是否还在充电,是则执行步骤6,否则执行步骤7。

[0044] 步骤6,判断此时节点电压波动幅度是否达标且电动汽车是否未充满电量,是则对电动汽车充电,并且跳至步骤8,否则停止充电,并跳至步骤8。

[0045] 步骤7,判断此时节点电压是否未过低且电动汽车也未充满电量,是则对电动汽车充电,并继续执行步骤8,否则停止充电,并继续执行步骤8。

[0046] 步骤8,判断是否遍历电力系统所有节点,否则节点 $i+1$ 跳转步骤1,是则跳转步骤8。

[0047] 步骤9,判断是否测试完所有时间节点,否则节点 $t+\Delta_t$ 跳转步骤1,是则跳转步骤10。

[0048] 步骤10,判断是否满足迭代结束条件,否则迭代次数加1跳转步骤1,是则输出蒙特卡洛算法结果,蒙特卡洛算法的停止迭代条件是至少一个电压幅值限制或变压器容量违反联合概率,允许四位小数的误差。

[0049] 实现本发明分散电动汽车充电协调方法的,算法大致如下:

1: Input:

Parameters: $Cx_{i,f}^{EV}, \bar{E}_i^{EV}, \bar{P}_i^{EV}, \Delta_t$

Measurements: $V_{i,f,t}, SoC_{i,t}$

IoT: $t^{\min}, t_i^{dep}, t_i^{arr}, fk_i$

[0050] Variables: $V_i^{\min}, \Delta V_{i,f}^{EV}, X_{i,t}^{EV}$

i =Node's ID

t =Current time

2: for each Δ_t

3: if $fk_i=1$ **and** $t_i^{arr} < t < t_i^{dep}$ **then**

4: **if** $X_{i,t-1}^{EV}=0$ **then**

5: **if** $V_{i,f,t}-\Delta V_{i,f}^{EV} > V_i^{\min}$ **and** $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}, \forall f \in \Omega_f | Cx_{i,f}^{EV} = 1$ **then**

6: **return** $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 1$

7: **else return** $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

8: **if** $X_{i,t-1}^{EV} = 1$

9: **if** $V_{i,f,t} > V_i^{\min}$ **and** $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}, \forall f \in \Omega_f | Cx_{i,f}^{EV} = 1$ **then**

[0051] 10: **return** $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 1$

11: **else return** $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

12: **if** $fk_i=0$ **and** $t_i^{arr} < t < t_i^{dep}$ **then**

13: **if** $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}} > 2(t_i^{\min} - t)$ **or** $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}} > t_i^{dep} - t$ **then**

14: **go to line4**

15: **else return** $X_{i,t}^{EV} \leftarrow 0$

[0052] 输入量有参数 $Cx_{i,f}^{EV}, \bar{E}_i^{EV}, \bar{P}_i^{EV}, \Delta_t$, 测量值 $V_{i,f,t}, SoC_{i,t}$, 物联网传递值 t^{\min} , $t_i^{dep}, t_i^{arr}, fk_i$, 变量 $V_i^{\min}, \Delta V_{i,f}^{EV}, X_{i,t}^{EV}$ 。

[0053] 其中, $Cx_{i,f}^{EV}$ 为充电桩的相位配置, \bar{E}_i^{EV} 为电动汽车电池储存容量, \bar{P}_i^{EV} 为电动汽车充电时的电能消耗值, Δ_t 为充电时间长度; $V_{i,f,t}$ 为电压幅值。

[0054] 通过定义 fk_i 来实现基于物联网的电动汽车充电经济管理, 提出最小电动汽车充电量概念, 最小电动汽车充电量是基于能量的成本、历史电动汽车路线和 / 或用户偏好来计算的。作为一个例子, 如果用户通过物联网接收定义最小电动汽车充电量为电动汽车存储容量的 60%, 那么物联网参数 fk_i 将等于 1, 直到电动汽车电池容量达到储存容量的 60%。然后, fk_i 的值将在剩余的 40% 处达到 0, 当能量具有较低的成本时, fk_i 的值将被置 1, 电动汽车将继续进行充电。不指定优先权的用户的 fk_i 在所有时间段均将置 1。算法第 13 行中的条件表示电动汽车应该开始充电的时间, 以便车辆将以尽可能低的能量成本充电。表达式 $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}}$ 计算电动汽车完全充电所剩的时间量。表达式 $t_i^{\min} - t$ 确定到达能量消耗

低的时间所需的时间周期。因此, 第 13 行的第一个条件迫使电动汽车在 t_i^{\min} 周围的时间段内充电。由于这个原因, 在第 13 行中 $t_i^{\min} - t$ 乘以 2。第 13 行的第二个条件保证电动汽车在驶离充电点之前被充电。在电动汽车充电开始后的所有时段均满足不等式, 且当条件 $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$ 未达到时, 车辆停止充电。

[0055] 首先针对每个测试周期内,如果物联网参数 fk_i 等于1且电动汽车已到达开始充电,那么接下来判断 $X_{i,t-1}^{EV}$ 的值,根据 $X_{i,t-1}^{EV}$ 的值进行充电协调操作;如果物联网参数 fk_i 等于0且电动汽车已到达开始充电,进行表达式 $\frac{(\bar{E}_i^{EV} - SoC_{i,t})}{P_i^{EV}}$ 判断电动汽车完全充电所剩的时间量属于什么范围,然后进行充电协调操作。

[0056] $X_{i,t-1}^{EV}=0$ 代表电动汽车上段时间并没有进行操作, $X_{i,t-1}^{EV}=1$ 表示电动汽车上段时间已经在进行充电。一方面,如果 $X_{i,t-1}^{EV}=0$,电动汽车电池当未达到存储容量时,即, $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$,并且在每个相位上测量的电压幅值 $V_{i,f,t}$ 与电动汽车充电引起的平均电压幅度下降差值之间的差值 $\Delta V_{i,f}^{EV}$ 高于在节点i的平均电压最小值 V_i^{\min} ,即, $V_{i,f,t} - \Delta V_{i,f}^{EV} > V_i^{\min}$ 时,算法会令电动汽车进行充电。另一方面,如果第8行中的 $X_{i,t-1}^{EV}=1$,且满足 $V_{i,f,t} > V_i^{\min}$ 且电动汽车电池当未达到存储容量即 $SoC_{i,t} < \bar{E}_i^{EV}$ 时,电动汽车将继续充电。值得注意的是,类似于其他电动汽车充电协调方法,存在在离开时电池没有完全充电的可能性,即,没有提供能量。由于该方法是分散的和异步的,未提供的能量的分布不是一个系统的过程,它取决于配电网的负荷情况,以及每个电动汽车插入充电器的时间。因此,在这种情况下,没有充满的电量与系统内充电器的位置和充电的当前状态无关。

[0057] 可选地,步骤1包括:

[0058] 下面通过三个实例对本发明实施例进行举例说明。

[0059] 实例1:没有任何的电动汽车充电是由已提出的协调方法控制,也是目前广泛采用的做法,其中,电动车充电从当业主即刻到达开始直至充电到100%,所有电动车的充电限制是配电网的限制条件。

[0060] 实例2:不考虑物联网参数的分散电动汽车充电协调方法。

[0061] 实例3:采用基于物联网参数的分散电动汽车充电方法。

[0062] 对于每一个实例,分别模拟了0%、15%、30%、45%、60%、75%、90%及100%电动汽车渗透率下网络分别出现的7种越限情况中至少一种越限的概率,结果如表1所示。每个越限情况下第一个值(a)是一天内违规概率,第二个值(b)是每天违反的平均持续时间(单位:分钟)。

[0063] 表1

[0064]

实例	电动汽车渗透率	电压幅值标准值		当日最大需求 >1870kVA		当日最大需求 >2000kVA		配电变压器容量 >100%		配电变压器容量 >110%		配电变压器容量 >120%		未利用能量
		<0.9p.u.		a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	
		a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	a*	b**	
实例 1	0%	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0.00%
	15%	100%	191	3%	23	0%	0	32%	28	0%	0	0%	0	0.00%
	30%	100%	246	100%	149	0%	0	100%	216	99%	96	0%	0	0.00%
	45%	100%	271	100%	194	99%	90	100%	246	100%	200	100%	135	0.00%
	60%	100%	286	100%	217	100%	155	100%	271	100%	234	100%	193	0.00%
	75%	100%	300	100%	232	100%	188	100%	285	100%	255	100%	225	0.00%
	90%	100%	311	100%	245	100%	209	100%	298	100%	272	100%	246	0.00%
	100%	100%	319	100%	251	100%	216	100%	311	100%	285	100%	262	0.00%
实例 2	15%	1%	16	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0.00%
	30%	2%	16	0%	0	0%	0	2%	17	0%	0	0%	0	0.00%
	45%	3%	16	0%	0	0%	0	3%	16	0%	0	0%	0	0.00%
	60%	2%	16	0%	0	0%	0	94%	62	2%	16	0%	0	0.01%
	75%	3%	17	0%	0	0%	0	97%	82	6%	17	0%	0	0.03%
	90%	5%	17	0%	0	0%	0	100%	137	18%	22	0%	0	0.11%
	100%	8%	18	0%	0	0%	0	100%	168	29%	24	0%	0	0.14%
实例 3	15%	1%	16	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0.00%
	30%	2%	16	0%	0	0%	0	1%	18	0%	0	0%	0	0.00%
	45%	2%	16	0%	0	0%	0	2%	17	0%	0	0%	0	0.01%
	60%	2%	15	0%	0	0%	0	43%	32	0%	0	0%	0	0.04%
	75%	3%	17	0%	0	0%	0	83%	48	1%	18	0%	0	0.19%
	90%	7%	17	0%	0	0%	0	100%	97	23%	24	0%	0	0.45%
	100%	10%	18	0%	0	0%	0	100%	123	55%	31	0%	0	0.56%

[0065] 在相同的情况下,实例1中,当电动汽车渗透率大于30%时,一天中的最大平均需求不超过1870Kva及不超过配电变压器110%容量两条约束条件被违反。此外,在实例1中,没有提供能量的概率总是为零,因为没有充电控制,EVS 在它们连接的时候总是充满电。

[0066] 实例2中,当电动汽车渗透率低于60%时,没有约束条件被违反。当电动汽车渗透率达到100%时,电压幅值违规概率降低到8%,这代表着一个月内只有 43分钟电压不符合要求。如表1所示,实例1中所有关键技术违规被实例2提出的方法所消除。此外,所有一天中的最大平均需求不超过1870Kva的情况下都没有越限。由此可见,实例2提出的方法有效地改善了实例1出现的越限问题。

[0067] 实例3中,与实例2呈现结果相似。三个实例中电动汽车充电费用如表2所示,本专利提出的方法的节省充电费用的优点较为突出。

[0068] 表2

实例	15%	30%	45%	60%	75%	90%	100%
1	34.1	81.5	106.7	137.2	169.5	203.7	222.1
2	26.7	64.1	80.9	101.6	119.6	137.0	146.6
3	21.8	52.5	67.6	85.9	103.3	120.5	129.7

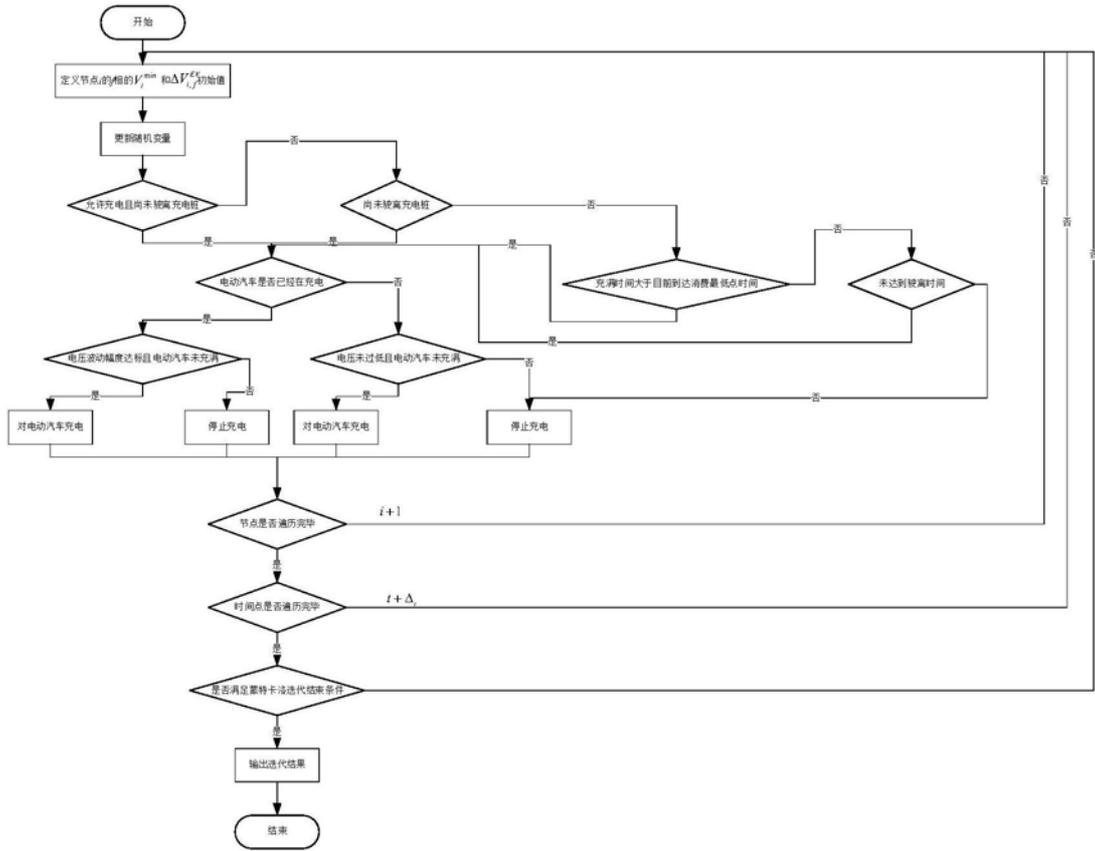


图1

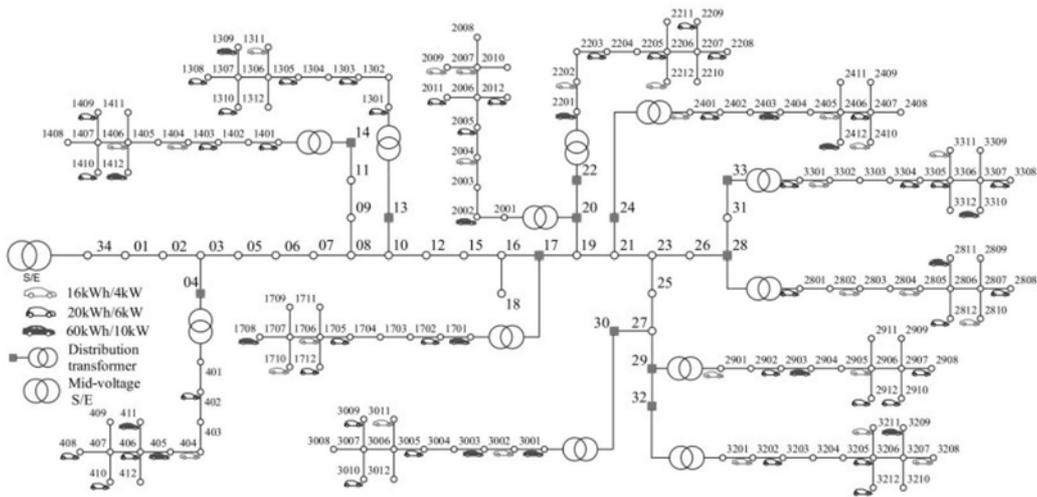


图2