



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110334903 A

(43)申请公布日 2019.10.15

(21)申请号 201910459074.4

(22)申请日 2019.05.29

(71)申请人 河北科技大学

地址 050000 河北省石家庄市裕华区裕翔街26号

(72)发明人 王震洲 李鑫圆

(74)专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务所有限公司 13100

代理人 张一

(51)Int.Cl.

G06Q 10/06(2012.01)

G06Q 10/04(2012.01)

G06Q 50/06(2012.01)

B60L 53/64(2019.01)

B60L 53/00(2019.01)

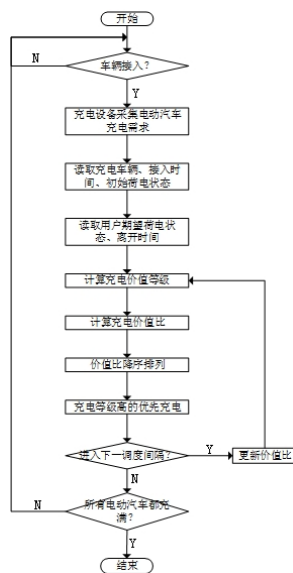
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于背包算法的电动汽车充电调度方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其步骤如下:步骤1、待充电车辆与充电设备连接;步骤2、接收每辆待充电车辆的充电请求,统计待充电车辆的具体充电信息;步骤3、根据每辆待充电车辆的具体充电信息,调整每种充电标准的权重,计算待充电车辆的充电价值等级;步骤4、计算待充电车辆的充电价值比;步骤5、将所有充电价值比降序排列,按照充电价值比由高到低的顺序调度充电;步骤6、当某待充电车辆达到其期望荷电状态时,该待充电车辆退出充电,重复步骤3-步骤5;当新增待充电车辆时,重复步骤2-步骤5;直至所有待充电车辆均完成充电需求时,则结束;本发明经过合理的调度可以使得充电资源充分利用。



1. 一种基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,其步骤如下:

步骤1、待充电车辆与充电设备连接;

步骤2、调度中心实时接收每辆待充电车辆的充电请求,统计待充电车辆的具体充电信息,所述充电信息包括接入时间、电池初始荷电状态、计划行驶里程和电池期望荷电状态;

步骤3、调度中心根据每辆待充电车辆的具体充电信息,调整每种充电标准的权重,通过聚合等级函数计算待充电车辆*i*的充电价值等级 r_i ;

步骤4、计算待充电车辆*i*的充电价值等级 r_i 与待充电车辆*i*的充电功率 p_i 之比,得到待充电车辆*i*的充电价值比 r_i/p_i ;

步骤5、将所有待充电车辆的充电价值比降序排列,在满足所有待充电车辆充电功率总和小于等于充电系统总功率的条件下,按照充电价值比由高到低的顺序调度充电;

步骤6、当某待充电车辆达到其期望荷电状态时,该待充电车辆退出充电,重复步骤3-步骤5;当新增待充电车辆与充电设备连接时,重复步骤2-步骤5;直至所有待充电车辆均完成充电需求时,则结束。

2. 根据权利要求1所述的基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,所述步骤2中调度中心实时接收每辆待充电车辆的充电请求,充电请求包括用户是否有优先充电请求,当用户有优先充电请求时,则优先处理有优先充电请求的用户优先充电。

3. 根据权利要求2所述的基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,优先充电请求分两种充电方式:一种为选择充电时长,当充电时间达到设定时间时停止充电,另一种为选择充电截止容量,当待充电电池达到设定的充电截止容量时停止充电。

4. 根据权利要求1所述的基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,步骤5中所有待充电车辆的充电价值比降序排列是更新的,更新后用充电价值比高的待充电车辆替换充电价值比低的待充电车辆实现充电,更新节点为每当有待充电车辆退出充电或新增待充电车辆与充电设备连接时。

5. 根据权利要求1所述的基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,所述步骤3通过聚合等级函数计算待充电车辆*i*的充电价值等级 r_i ,充电价值等级 r_i 的计算公式如下:

$$r_i = \sum f(w_m, q_m) \quad (2)$$

$$f(w_m, q_m) = q_m \cdot \tanh(w_m) \quad (3)$$

其中, r_i 是待充电车辆*i*的充电价值等级;

q_m 是操作员在每个充电标准*m*下可调整的权重;

w_m 是充电标准*m*的归一化的值。

6. 根据权利要求1所述的基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其特征在于,根据已知量,验证待充电车辆的充电量是否能被满足的方法如下:

假设充电结束时达到用户的电池期望荷电状态,利用计划行驶里程推导出待充电车辆刚接入电网时的电池初始荷电状态,如公式(4)所示:

$$S_c = S_s - \frac{R_d E_{d100}}{100 C_d} \quad (4)$$

其中, S_s 为结束充电时电池期望荷电状态的值;

S_c 为刚接入电网时电池初始荷电状态的值；

C_d 为电池容量；

E_{d100} 为行驶100km所需的电能；

R_d 为计划行驶里程；

计算出刚接入电网时电池初始荷电状态的值 S_c 后,判断用户的充电需求是否能被满足,若满足公式(5),表明充电需求能被满足:

$$\frac{S_{s \cdot i} - S_{c \cdot i}}{P_i} \leq t_{2 \cdot i} - t_{1 \cdot i} \quad (5)$$

其中, $S_{s \cdot i}$ 为待充电车辆*i*充电结束时电池期望荷电状态的值；

$S_{c \cdot i}$ 为待充电车辆*i*刚接入电网时电池初始荷电状态的值；

P_i 为充电额定功率；

$t_{1 \cdot i}$ 为待充电车辆*i*接入电网时间, $t_{2 \cdot i}$ 为待充电车辆*i*离开电网时间。

基于背包算法的电动汽车充电调度方法

技术领域

[0001] 本发明属于充电调度方法领域,具体涉及一种基于背包算法的电动汽车充电调度方法。

背景技术

[0002] 近年来电动汽车越来越多,随着电动汽车的增多,将会带来大规模的充电需求,配套的充电设施在逐步建设当中,未来大型公共建筑物配建的停车场、社会公共停车场、小区停车场都会安装配套的充电设施。由于大部分停车场基本建设成熟,每一个停车场安装大部分充电桩,若按照充电桩的比例配置足够容量的变压器,当只有部分充电桩被占用时,导致充电供给闲置,造成浪费。

[0003] 另外,当大量汽车并入电网充电时,一定会给电网带来一定的压力,在缺乏充电调度的情况下,将进一步加大电网峰谷差,给电网的稳定运行带来影响。

[0004] 国内针对电动汽车的的充电调度的研究较少,基本采用即插即充的无序充电调度方法。

[0005] 国内已有学者研究面向用户行驶计划的电动汽车充电调度策略,提出一种基于匹配理论面向用户行驶计划的电动汽车充电调度方案TPCS。还有学者提出基于单亲遗传算法混合动态规划的电动汽车充电调度优化策略,建立了一个电动汽车充电成本最小模型,给出一个单亲遗传算法混合动态规划的两阶段常规充电调度算法,但在实际情境中有可能出现每个充电任务都带时间窗的情况,如何在该限制条件下制定充电策略,降低电费成本,在这篇文章中没有提到。国外已有学者提出了一种基于线性规划的EVS调度网络模型启发式算法。但这种方法没有具体考虑充电过程中的一些限制因素。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供了一种基于背包算法的电动汽车充电调度方法。

[0007] 本发明采用如下技术方案:

[0008] 一种基于背包算法的电动汽车充电调度方法,其包括如下步骤:

[0009] 步骤1、待充电车辆与充电设备连接;

[0010] 步骤2、调度中心实时接收每辆待充电车辆的充电请求,统计待充电车辆的具体充电信息,所述充电信息包括接入时间、电池初始荷电状态、计划行驶里程和电池期望荷电状态;

[0011] 步骤3、调度中心根据每辆待充电车辆的具体充电信息,调整每种充电标准的权重,通过聚合等级函数计算待充电车辆 i 的充电价值等级 r_i ;

[0012] 步骤4、计算待充电车辆 i 的充电价值等级 r_i 与待充电车辆 i 的充电功率 p_i 之比,得到待充电车辆 i 的充电价值比 r_i/p_i ;

[0013] 步骤5、将所有待充电车辆的充电价值比降序排列,在满足所有待充电车辆充电功

率总和小于等于充电系统总功率的条件下,按照充电价值比由高到低的顺序调度充电;

[0014] 步骤6、当某待充电车辆达到其期望荷电状态时,该待充电车辆退出充电,重复步骤3-步骤5;当新增待充电车辆与充电设备连接时,重复步骤2-步骤5;直至所有待充电车辆均完成充电需求时,则结束。

[0015] 进一步的,所述步骤2中调度中心实时接收每辆待充电车辆的充电请求,充电请求包括用户是否有优先充电请求,当用户有优先充电请求时,则优先处理有优先充电请求的用户优先充电。

[0016] 进一步的,优先充电请求分两种充电方式:一种为选择充电时长,当充电时间达到设定时间时停止充电,另一种为选择充电截止容量,当待充电电池达到设定的充电截止容量时停止充电。

[0017] 进一步的,步骤5中所有待充电车辆的充电价值比降序排列是更新的,更新后用充电价值比高的待充电车辆替换充电价值比低的待充电车辆实现充电,更新节点为每当有待充电车辆退出充电或新增待充电车辆与充电设备连接时。

[0018] 进一步的,所述步骤3通过聚合等级函数计算待充电车辆*i*的充电价值等级 r_i ,充电价值等级 r_i 的计算公式如下:

$$[0019] \quad r_i = \sum f(w_m, q_m) \quad (2)$$

$$[0020] \quad f(w_m, q_m) = q_m \cdot \tanh(w_m) \quad (3)$$

[0021] 其中, r_i 是待充电车辆*i*的充电价值等级;

[0022] q_m 是操作员在每个充电标准*m*下可调整的权重;

[0023] w_m 是充电标准*m*的归一化的值。

[0024] 进一步的,根据已知量,验证待充电车辆的充电量是否能被满足的方法如下:

[0025] 假设充电结束时达到用户的电池期望荷电状态,利用计划行驶里程推导出待充电车辆刚接入电网时的电池初始荷电状态,如公式(4)所示:

$$[0026] \quad S_c = S_s - \frac{R_d E_{d100}}{100 C_d} \quad (4)$$

[0027] 其中, S_s 为结束充电时电池期望荷电状态的值;

[0028] S_c 为刚接入电网时电池初始荷电状态的值;

[0029] C_d 为电池容量;

[0030] E_{d100} 为行驶100km所需的电能;

[0031] R_d 为计划行驶里程;

[0032] 计算出刚接入电网时电池初始荷电状态的值 S_c 后,判断用户的充电需求是否能被满足,若满足公式(5),表明充电需求能被满足:

$$[0033] \quad \frac{S_{s,i} - S_{c,i}}{P_i} \leq t_{2,i} - t_{1,i} \quad (5)$$

[0034] 其中, $S_{s,i}$ 为待充电车辆*i*充电结束时电池期望荷电状态的值;

[0035] $S_{c,i}$ 为待充电车辆*i*刚接入电网时电池初始荷电状态的值;

[0036] P_i 为充电额定功率;

[0037] $t_{1 \cdot i}$ 为待充电车辆*i*接入电网时间, $t_{2 \cdot i}$ 为待充电车辆*i*离开电网时间。

[0038] 本发明的有益效果如下:

[0039] 本发明通过分时对电动汽车进行充电调度,可减少变压器的装机容量,降低充电设施的成本,同时降低了一些附属设备的费用,提高停车场运营商利润。同时考虑阶梯电价与峰谷电价相结合的形式,利用夜间电费较低的优势,最大程度的节约充电成本,增大运营商的收益。通过改变充电时间段,错开日常用电高峰,调节电网的峰谷值差,有利于电力系统的安全运行。

[0040] 从停车场的运营商角度出发,选择容量小的变压器,可以实现在电价低的时段给电动汽车充最多的电量,使总利润最大。由于充电资源是有限的,所以采用本发明中的方法经过合理的调度可以使得充电资源充分利用。

附图说明

[0041] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0042] 图1为本发明的调度方法流程图。

[0043] 图2为本实施例中调查用户24小时内各个时段的出行次数直方图。

[0044] 图3为本实施例中仿真结果的调度曲线图。

具体实施方式

[0045] 下面结合具体实施例和说明书附图对本发明做进一步说明。

[0046] 本充电调度算法是建立在符合用户日常生活条件下,根据调查用户24小时内各个时段的出行次数,如图2所示,可知7:00-18:00是用户的用车高峰期,利用19:00-21:00和00:00-6:00时段对电动汽车进行充电是最优的。利用夜间时段对电动汽车进行充电不影响用户第二天的使用。

[0047] 如图1所示,基于背包算法的电动汽车充电调度方法,包括如下步骤:

[0048] 步骤1:用户有充电请求后,将充电设备的充电头与电动汽车连接。

[0049] 步骤2:用户需要在充电客户端选择充电请求类型:优先充电请求、智能充电请求。

[0050] 优先充电请求是用户急于用车的情况下发起的,故优先处理优先充电的请求。优先充电请求分为2种:第1种是选择充电时间,如1h、2h、3h、4h等,当充电时间达到设定时间时停止充电,第2种是设置电池容量,自行设置电池容量为百分之几十,当充电容量达到设定容量时停止充电。用户根据需要灵活选择。用户在充电客户端中设置电动汽车电池的初始荷电状态和第二天计划行驶里程及期望离开时间和电池期望荷电状态。

[0051] 步骤3:调度中心实时接收每辆电动汽车充电请求,统计电动汽车接入时间、期望离开时间、电池初始荷电状态、第二天计划行驶里程和电池期望荷电状态。假设充电结束时电池内的电量达到用户的期望值,利用计划行驶里程推导出电动汽车接入电网的初始荷电状态,如公式(4)所示。从而预测出电动汽车的充电时长和充电时段的分布。

$$[0052] \quad S_c = S_s - \frac{R_d E_{d100}}{100 C_d} \quad (4)$$

[0053] 其中, S_s 为结束充电时电池期望荷电状态的值;

[0054] S_c 为刚接入电网时电池初始荷电状态的值;

[0055] C_d 为电池容量;

[0056] E_{d100} 为行驶 100km 所需的电能;

[0057] R_d 为计划行驶里程;

[0058] 计算出初始荷电状态后, 判断用户的充电需求是否能够满足, 如果满足公式 (5), 充电量可以被满足。

$$[0059] \quad \frac{S_{s \cdot i} - S_{c \cdot i}}{P_i} \leq t_{2 \cdot i} - t_{1 \cdot i} \quad (5)$$

[0060] 其中, $S_{s \cdot i}$ 为待充电车辆 i 充电结束时电池期望荷电状态的值;

[0061] $S_{c \cdot i}$ 为待充电车辆 i 刚接入电网时电池初始荷电状态的值;

[0062] P_i 为充电额定功率;

[0063] $t_{1 \cdot i}$ 为待充电车辆 i 接入电网时间, $t_{2 \cdot i}$ 为待充电车辆 i 离开电网时间。

[0064] 步骤 4: 利用背包算法得出充电优先级。背包算法如下:

[0065] 4-1. 设置待充电车辆 i , 充电价值等级为 r_i , 在满足约束条件的情况下, 最后使分数背包获得的总价值达到最大。分数背包模型如公式 (1) 所示。

$$[0066] \quad \max f_1 = \max \sum_{i=1}^N x_i r_i \quad (1)$$

$$[0067] \quad \text{约束条件: } \forall i \in N, 0 \leq x_i \leq 1: \sum_{i=1}^n x_i p_i \leq C$$

[0068] 即所有待充电车辆充电功率总和小于等于充电系统总功率;

[0069] 其中, r_i 是待充电车辆 i 的充电价值等级, x_i 是充电参数, N 是等待充电资源的待充电车辆的数量, C 是充电系统总功率的大小, p_i 是待充电车辆 i 的充电功率。4-2. 充电价值等级 r_i 是通过聚合等级函数计算的, 计算公式如下:

$$[0070] \quad r_i = \sum f(w_m, q_m)$$

$$[0071] \quad f(w_m, q_m) = q_m \cdot \tanh(w_m)$$

[0072] 其中, r_i 是待充电车辆 i 的充电价值等级;

[0073] q_m 是操作员在每个充电标准 m 下可调整的权重;

[0074] w_m 是充电标准 m 的归一化的值。

[0075] 4-3. 将充电价值等级 r_i 与充电功率 p_i 做比, 得到充电价值比 r_i/p_i 。

[0076] 4-4. 将充电价值比 r_i/p_i 降序排列, 比值越大充电优先级越高, 优先级高的优先调度充电。

[0077] 4-5. 实时更新充电价值比 r_i/p_i , 即更新充电优先级, 在满足总功率的约束条件下, 用充电等级高的车辆替换充电等级较低的车辆充电。

[0078] 步骤5:当有电动汽车充完退出充电时,进入下一调度间隔,根据4-5更新充电价值比,即更新充电优先级。

[0079] 步骤6:按此步骤依次循环执行,判断所有的车辆是否充满?若有未充满的车辆执行步骤1,若所有车辆已经充满,则结束。

[0080] 本实施例的仿真实验过程如下:

[0081] 1.假设实验参数

[0082] (1)为简化计算,电动汽车功率为8kW,充电功率随剩余电量增大而降低。

[0083] (2)由蒙特卡洛模拟可得:用户起始充电容量分布为 $N(0.6, 0.1^2)$,用户期望离开时荷电状态0.9。

[0084] (3)实验电动汽车数量为500辆,电池容量全部为50kWh。

[0085] (4)仿真实验用电动汽车的充电电价的数据如表1所示。

[0086] 表1电价

	分类	日负荷	高峰时段	低谷时段
[0087]	第一档	0-3120	0.617	0.307
	第二档	3120-4800	0.677	0.337
	第三档	4800 以上	0.977	0.487

[0088] 2.仿真结果如图3所示,运营商利润如表2所示。

[0089] 表2运营商利润

	项目	本调度充电方法	无序充电
[0090]	利润/元	1005	470

[0091] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。

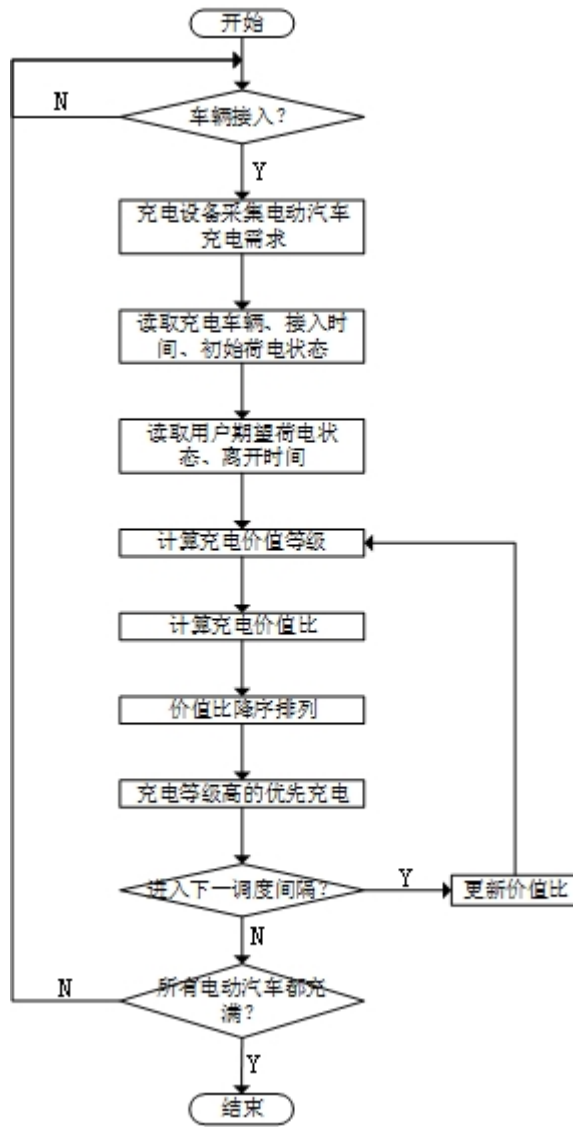


图1

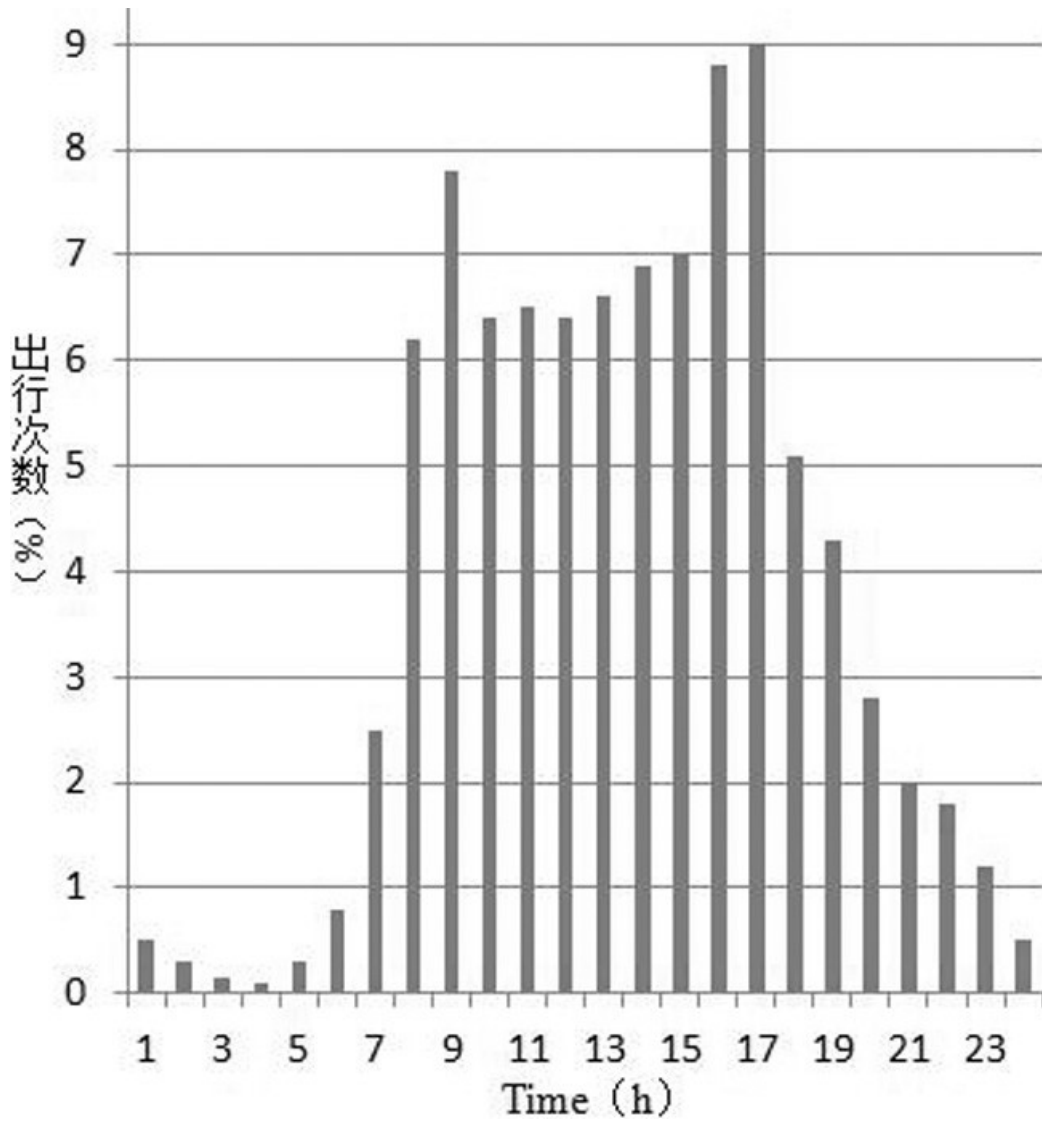


图2

总功率曲线图

— 总功率 — 对比总功率

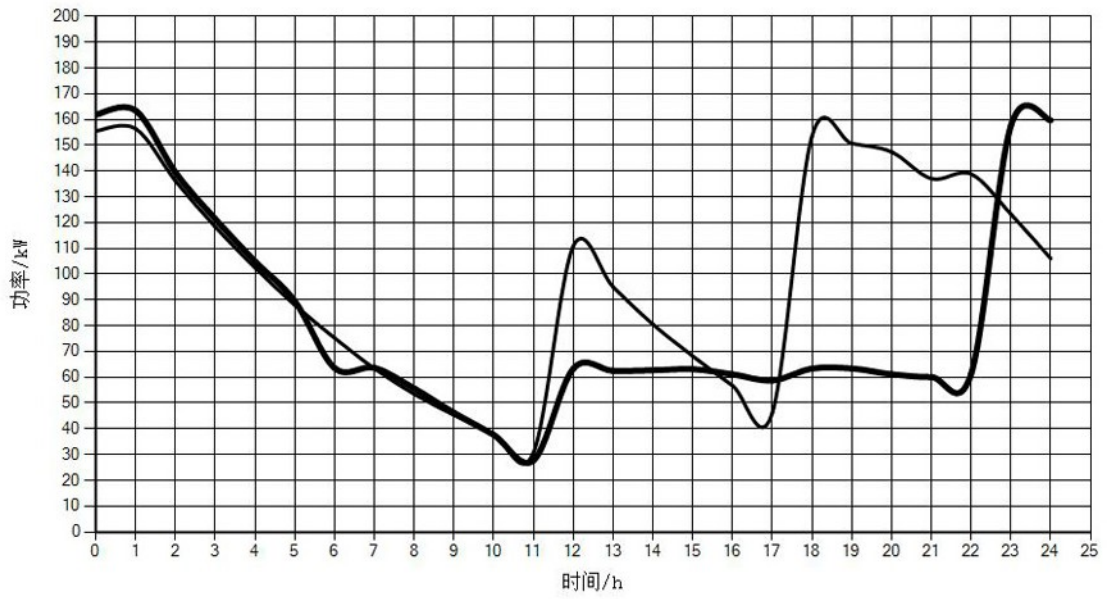


图3