(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
2017 年 2 月 23 日 (23.02.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/028333 A1

(51) 国际专利分类号:
G06Q 10/04 (2012.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/088388

(22) 国际申请日: 2015 年 8 月 28 日 (28.08.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201510515806.9 2015 年 8 月 19 日 (19.08.2015) CN

(71) 申请人: 天津大学 (TIANJIN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国天津市南开区卫津路 92 号, Tianjin 300072 (CN)。

(72) 发明人: **穆云飞 (MU, Yunfei)**; 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 **董晓红 (DONG, Xiaohong)**; 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 **贾宏杰 (JIA, Hongjie)**; 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。 **余晓丹 (YU, Xiaodan)**; 中国天津市南开区卫津路 92 号天津大学, Tianjin 300072 (CN)。

(74) 代理人: 天津市北洋有限责任专利代理事务所 (BEI & OCEAN); 中国天津市南开区鞍山西道时代公寓 A 座 603 室, Tianjin 300193 (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, 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。

(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, 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)。

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: PLANNING METHOD FOR HIGHWAY ELECTRIC VEHICLE FAST CHARGING STATIONS

(54) 发明名称 : 高速公路电动汽车快速充电站的规划方法

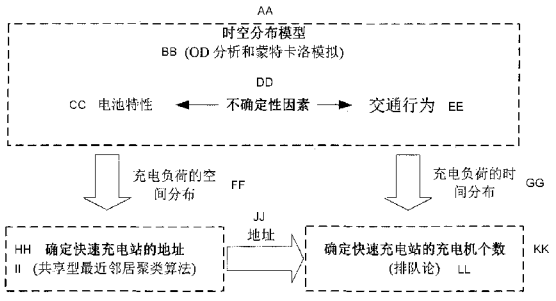


图 1

AA SPATIO-TEMPORAL DISTRIBUTION MODULE
BB (OD ANALYSIS AND MONTE CARLO SIMULATION)
CC CHARACTERISTICS OF BATTERY
DD UNCERTAINTY FACTORS
EE TRAFFIC BEHAVIORS
FF PATIAL DISTRIBUTION OF CHARGING LOAD
GG TEMPORAL DISTRIBUTION OF CHARGING LOAD
HH DETERMINING THE ADDRESSES OF FAST CHARGING STATIONS
II (SHARED NEAREST NEIGHBOR CLUSTERING ALGORITHM)
JJ ADDRESSES
KK DETERMINING THE NUMBER OF CHARGERS IN A FAST CHARGING STATION
LL (QUEUING THEORY)

(57) **Abstract**: A planning method for highway electric vehicle fast charging stations, said planning method comprising: step one, predicting the spatio-temporal distribution of electric vehicle charging load, i.e., determining the charging location and time needed by every electric vehicle on the highway; step two, based on the prediction result of the spatio-temporal distribution of electric vehicle charging load, determining the addresses for the fast charging stations by means of the shared nearest neighbor clustering algorithm; and step three, based on the prediction result of the spatio-temporal distribution of electric vehicle charging load and the determined addresses for the fast charging stations, determining C, the number of chargers in a fast charging station, by means of queuing theory. The traditional petrol station and fast charging station are not entirely consistent because of the characteristics of the battery. The charging location and time needed by electric vehicle are considered in this planning method to determine the addresses and capacities. This planning method can satisfy the charging needs of electric vehicle better than traditional petrol station locations, and thus contributes to the electric vehicle development.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/028333 A1

一种高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，该规划方法包括：步骤一、电动汽车充电负荷的时空分布预测，即确定高速公路中每辆电动汽车需要充电的位置和时间；步骤二、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果，利用共享型最近邻居聚类算法确定快速充电站的地址；步骤三、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果和确定的快速充电站地址，利用排队论理论确定快速充电站中充电机的个数 c。由于电池特性，传统汽车的加油站和快速充电站并不是完全吻合的。本规划方法中考虑电动汽车需要充电的位置和时间来进行选址定容，比传统加油站的位置能够较大的满足电动汽车的充电需要，从而促进电动汽车的发展。

高速公路电动汽车快速充电站的规划方法

技术领域

本发明属于电动汽车快速充电站规划技术领域，涉及交通网络和电动汽车相关特性，用户出行行为等信息来选址定容的规划方法。

背景技术

目前为止，充电站规划方面的研究还比较初步，尚没有形成完整而系统的充电站规划模型与方法。现有的有关选址定容的文献，多数根据电动汽车续航里程和交通网络粗略的估算充电站个数，或者根据交通网络流量进行的选址定容。但是由于电动汽车相关特性，电动汽车快速充电站和加油站也许并不是完全吻合的。

发明内容

针对现有技术中存在的不足，考虑电动汽车相关特性和交通行为的不确定性，以充电站能够为更多的电动汽车用户提供充电服务，且充电站基础设施成本和用户的等待成本的总成本最小为目标，提供了一种高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，解决高速公路上电动汽车快速充电站的选址和定容的问题。

为了解决上述技术问题，本发明提出的一种高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，包括电动汽车充电负荷的时空分布预测、确定快速充电站的地址和确定快速充电站中充电机的个数；具体步骤如下：

步骤一、电动汽车充电负荷的时空分布预测，即确定高速公路中每辆电动汽车需要充电的位置和时间；

步骤二、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果，利用共享型最近邻居聚类算法确定快速充电站的地址；包括：

步骤1、统计所有电动汽车需要充电后能行驶的最远距离Ran_{sc}，利用中心极限定理，由拟合的正态分布得到99%的电动汽车在余下电量时都可以行驶的距离，将该距离定义为所有快速充电站的服务半径SR；

步骤2、确定距离矩阵$\mathbf{D}$，其中，d_{ij}代表需要充电的位置P_i到需要充电的位置P_j之间的距离，i，j属于1~n，n为需要充电的电动车总数；

步骤3、确定相似度矩阵$\mathbf{S}$；根据距离矩阵$\mathbf{D}$，确定每个需要充电的位置所在服务半径SR内包含的需要充电的位置的个数；需要充电的位置P_i和需要充电的位置P_j的相似度s_{ij}：

$$s_{ij} = \mathrm{size}\left(\boldsymbol{NN}(i) \cap \boldsymbol{NN}(j)\right) \tag{5}$$

式（5）中，$\boldsymbol{NN}(i)$和$\boldsymbol{NN}(j)$分别是需要充电的位置P_i和P_j所在服务半径SR内的需要充电的位置的集合；size是求集合$\boldsymbol{NN}(i)$和$\boldsymbol{NN}(j)$交集中元素的个数；

步骤4：将相似度矩阵$\mathbf{S}$按行求和得到每个需要充电的位置的充电需求$l_{1,j}$，

$$l_{1,j} = \sum_{i}^{n} s_{ij} \ (1 \le j \le n) \tag{6}$$

步骤5：确定快速充电站的地址，将充电需求从大到小排序形成充电需求数列，将充电需求最大对应的需要充电的位置作为第一个聚类中心，即候选快速充电站1；同时得到该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合$\mathbf{C}(1)$，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合$\mathbf{C}(1)$储存到快速充电站集合$\boldsymbol{CS}$中；

依次在充电需求数列中选择下一个充电需求对应的需要充电的位置，如果该需要充电的位置与快速充电站集合$\boldsymbol{CS}$中候选快速充电站之间的相似度都为0时，则该需要充电的位置作

为候选快速充电站2，同时得到该候选快速充电站服务半径*SR*内的需要充电的位置集合**C**(2)，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径*SR*内的需要充电的位置集合**C**(2)储存到快速充电站集合***CS***中；以此类推，确定所有候选快速充电站的地址；

根据预设阀值*d*，将候选快速充电站服务半径*SR*内的需要充电的位置集合中的个数小于预设阀值*d*的候选快速充电站的地址和相应的服务半径*SR*内的需要充电的位置集合从快速充电站集合*CS*中删除，快速充电站集合*CS*中余下的候选地址即为确定的快速充电站地址；

步骤三、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果和确定的快速充电站地址，利用排队论理论确定快速充电站中充电机的个数*c*。

进一步讲，上述步骤一中具体包括以下步骤：

步骤 1-1、获取如下基础数据：

电动汽车数据：包括电动汽车类型、每类电动汽车类型的电池容量的概率密度函数、每类电动汽车类型的电池容量的上下边界、每类电动汽车类型的电池容量与其续航里程的数学关系；

交通数据：包括交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$和汽车进入高速公路时间t_s的概率分布；

通过交通起止点调查数据得到高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$，利用该高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$根据公式（1）得到交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$；

$$p_{ij} = a_{ij} / B_i \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{1}$$

公式（1）中，m是高速公路出入口个数，a_{ij}是每天从高速出入口i到高速出入口j汽车的平均数量，p_{ij}是指某一汽车每天从高速出入口i到高速出入口j的概率；B_i每天从高速出入口i进入高速公路的汽车的平均数量，

$$B_i = \sum_{j=1}^{m} a_{ij} \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{2}$$

高速公路基本信息：包括出入口个数，出入口编号，出入口坐标，出入口之间的距离；

步骤 1-2、确定如下数据：

确定不同电动汽车类型的比例、每天进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_t、每天从高速出入口 i 进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_i；

根据每天进入高速公路的电动汽车的平均数量EB_t和每天从高速出入口 i 进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_i，按照出入口顺序对进入高速公路的电动汽车进行编号；

步骤1-3、确定进入高速公路的所有电动汽车充电负荷的时空分布，设：i=1；

步骤1-3-1、确定第i辆电动汽车的参数，包括：电动汽车类型、最大容量Cap、初始电池状态SOC_i、需要充电时电池状态SOC_c、第i辆电动汽车充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，电动汽车需要充电后可以行驶的最远距离Ran_{sc}；步骤如下：

利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动汽车的电动汽车类型；

根据确定的电动汽车类型和该类电动汽车类型的电池容量的概率密度函数，利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动电汽车的最大容量Cap；并设置进入高速公路时的初始电池状态SOC_i以及需要充电时电池状态SOC_c；

根据上述确定的第i辆电动电汽车的电动汽车类型、最大容量Cap和对应的该类电动汽车类型的电池容量与其续航里程的数学关系，利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动汽车的最大续航里程Ran_{mc}；再根据初始电池状态SOC_i、需要充电时电池状态SOC_c、最大续航里程Ran_{mc}，利用公式（3）确定第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}；利用公式（4）确定第i辆电动汽车需要充电后行驶的最远距离Ran_{sc}；

$$Ran_{ac} = \eta \times (SOC_i - SOC_c) \times Ran_{mc} \tag{3}$$

$$Ran_{sc} = \eta \times SOC_c \times Ran_{mc} \tag{4}$$

式（3）和式（4）中：η是电池的能量效率系数；

步骤1-3-2：确定第i辆电动汽车交通行为的参数，包括：出发点，目的地，行驶路径，进入高速时间Et_s，出行距离D_{od}；根据第i辆电动汽车的编号确定其出发点，根据第i辆电动汽车的出发点和交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$，利用蒙特卡洛方法确定目的地；根据最短路径算法确定行驶路径；根据高速公路基本信息得到出行距离D_{od}；根据汽车进入高速公路时间t_s的概率分布，利用蒙特卡洛方法确定电动汽车进入高速时间Et_s；并设置出行速度v；

步骤1-3-3：判断第i辆电动汽车的出行距离D_{od}是否大于第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，

如果$D_{od}>Ran_{ac}$，则第i辆电动汽车需要充电，执行步骤3-4；反之，第i辆电动汽车在此次出行中不需要充电，$i=i+1$；

若$i<EB_t$，则返回步骤1-3-1，反之，执行步骤二；

步骤1-3-4：确定第i辆电动汽车需要充电的时间和位置，根据第i辆电动汽车的出发点、行驶路径、出行速度v、第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}和电动汽车进入高速时间Et_s，确定第i辆电动汽车需要充电的位置P_i和时间t_c，$i=i+1$；若$i<EB_t$，则返回步骤1-3-1，反之，执行步骤二。

步骤三具体包括以下步骤：

步骤 3-1、利用步骤一所确定的高速公路中每辆电动汽车需要充电的时间和步骤二所确定的快速充电站的地址，确定每小时电动汽车到达每个快速充电站的峰值，并将该峰值设为电动汽车单位时间内到达快速充电站的个数λ；

步骤3-2：确定快速充电站中充电机的个数c：

计算平均等待队长L_s和等待时间W_q：

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu_2} = \frac{(c\rho)^c \rho}{c!(1-\rho)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu_2} \tag{7}$$

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^k + \frac{1}{c!} \frac{1}{1-\rho} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^c \right]^{-1} \tag{8}$$

$$\rho = \lambda / (c \times \mu_2) \tag{9}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{10}$$

式（7）至式（10）中，μ_2表示充电机单位时间内服务电动汽车的个数；c表示快速充电站中充电机的个数，以下述式（11）为目标函数，以下述式（12）为约束条件进行优化求解，即可得到充电机个数c，

$$\min \quad z = C_s c + C_w L_s \tag{11}$$

$$s.t. \quad W_q < t_w \tag{12}$$

式（11）和式（12）中，C_s是单个充电机折算到每个小时的成本，单位：元，由下述式（13）计算可得；C_w是用户出行单位时间的成本，单位：元/辆；t_w是最大等待时间，单位：分钟；

$$C_s = V_0 \frac{i_r (1+i_r)^p}{(1+i_r)^p - 1} / 8760 \tag{13}$$

式（13）中V_0是全寿命周期内的充电机成本；i_r是利率；p是充电机的寿命。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

由于电池特性，传统汽车的加油站和快速充电站并不是完全吻合的。本发明规划方法中考虑电动汽车需要充电的位置和时间来进行选址定容，比传统加油站的位置能够较大的满足电动汽车的充电需要，从而促进电动汽车的发展。

附图说明

图 1 是本发明规划方法的流程框图；

图 2 是仿真中 M1 车型的电池容量与续航里程通过对原始数据进行多项式拟合；

图 3 是汽车进入高速公路时间 t_s的概率分布；

图 4 是本发明中电动汽车充电负荷的时空分布预测流程图；

图 5 是共享型最近邻居聚类算法的示意图；

图 6 是本发明中电动汽车需要充电后可以行驶的最远距离 Ran_{sc} 分布图；

图 7 是本发明中方案 1 中确定的快速充电站地址；

图 8 是本发明中方案 2 中确定的快速充电站地址。

具体实施方式

下面结合具体实施方式对本发明作进一步说明如下：

本发明所提供的一种高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，其流程如图 1 所示，主要包括电动汽车充电负荷的时空分布预测、确定快速充电站的地址和确定快速充电站中充电机的个数；具体步骤如下：

步骤一、电动汽车(EV)充电负荷的时空分布预测，即确定高速公路中每辆 EV 需要充电的位置和时间；

步骤 1-1、获取如下基础数据：

电动汽车数据：包括 EV 类型、每类 EV 类型的电池容量的概率密度函数、每类 EV 类型的电池容量的上下边界、每类 EV 类型的电池容量与其续航里程的数学关系；仿真算例中使用的是根据欧盟电动汽车数据库统计分析将 EV 分为四类：载重在 400kg 到 550kg 之间的四轮货车（L7e），8 座位的四轮客车（M1），载重最大为 3500kg 货车（N1），载重在 3500-12000kg 的货车（N2）。并由该数据库统计得到每类 EV 电池容量，续航里程等函数关系。其中 M1 车型的电池容量与续航里程通过对原始数据进行多项式拟合如图 2 所示。

交通数据：包括交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$和汽车进入高速公路时间t_s的概率分布；

通过交通起止点调查数据得到高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$，利用该高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$根据公式（1）得到$P_{m\times m}$；

$$p_{ij} = a_{ij} / B_i \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{1}$$

公式（1）中，m是高速公路出入口个数，a_{ij}是每天从高速出入口i到高速出入口j汽车的平均数量，p_{ij}是指某一汽车每天从高速出入口i到高速出入口j的概率；B_i每天从高速出入口i进入高速公路的汽车的平均数量，

$$B_i = \sum_{j=1}^{m} a_{ij} \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{2}$$

仿真中t_s的概率分布如图3所示。

高速公路基本信息：包括出入口个数，出入口编号，出入口坐标，出入口之间的距离；仿真算例中使用的是环岛高速公路，其高速公路信息如下表 1 所示。

表1 环岛高速公路出入口信息

编号	距 1 出口的	坐标	编号	距 1 出口的	坐标

	距离 (km)	(x,y)		距离 (km)	(x,y)
1	0	(213, 184)	25	269	(137, 26)
2	9	(214, 177)	26	279	(119, 26)
3	18	(214, 169)	27	287	(111, 27)
4	28	(214, 160)	28	302	(105, 27)
5	41	(217, 149)	29	317	(93, 33)
6	56	(222, 138)	30	328	(83, 41)
7	78	(215, 112)	31	339	(67, 52)
8	84	(215, 109)	32	351	(63, 61)
9	94	(225, 106)	33	365	(62, 72)
10	105	(226, 98)	34	384	(60, 89)
11	115	(224, 89)	35	402	(63, 103)
12	132	(217, 76)	36	427	(79, 116)
13	137	(214, 73)	37	439	(87, 124)
14	148	(208, 66)	38	449	(91, 131)
15	155	(205, 61)	39	460	(95, 141)
16	162	(200, 56)	40	492	(110, 156)
17	169	(198, 53)	41	508	(129, 164)
18	186	(194, 51)	42	523	(140, 169)
19	195	(184, 47)	43	538	(151, 175)
20	208	(168, 38)	44	551	(161, 178)
21	215	(161, 36)	45	563	(173, 179)
22	221	(156, 33)	46	577	(180, 180)
23	229	(146, 27)	47	587	(184, 181)
24	237	(213, 184)	总共	612	(193, 184)

步骤 1-2、确定如下数据：

确定不同 EV 类型的比例、每天进入高速公路的 EV 的平均数量 EB_t、每天从高速出入口 i 进入高速公路的 EV 的平均数量 EB_i；

仿真算例中我们设置车型（L7e，M1，N1，N2）的比例分别是：10%，84%，3%，3%；每天进入高速公路的 EV 的平均数量 EB_t 是 17297 辆。每天从高速出入口 i 进入高速公路的 EV 的平均数量 EB_i 可由 EB_t、B_t 和 $A_{m\times m}$ 得到。

根据 EB_t 和 EB_i，按照出入口顺序对进入高速公路的 EV 进行编号；

步骤1-3、确定进入高速公路的所有电动汽车充电负荷的时空分布，设：i=1；如图4所示；

步骤1-3-1、确定第i辆EV的参数（如图1所示，考虑到的电池特性），包括：电动汽车类型、最大容量Cap、初始电池状态SOC_i、需要充电时电池状态SOC_c、第i辆EV充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，EV需要充电后可以行驶的最远距离Ran_{sc}；步骤如下：

根据第i辆EV的编号确定其出发点，利用蒙特卡洛方法确定第i辆EV的EV类型；

根据确定的EV类型和该类EV类型的电池容量的概率密度函数，利用蒙特卡洛方法确定第i辆EV的Cap；并设置进入高速公路时的SOC_i以及SOC_c，仿真算例中，SOC_i取0.8，SOC_c取0.15~0.3；

根据上述确定的第i辆EV的EV类型、Cap和对应的该类EV类型的电池容量与其续航里程的数学关系，利用蒙特卡洛方法确定第i辆EV的Ran_{mc}；再根据SOC_i、SOC_c、Ran_{mc}，利用公式（3）确定第i辆EV的Ran_{ac}；利用公式（4）确定第i辆EV的Ran_{sc}；

$$Ran_{ac} = \eta \times (SOC_i - SOC_c) \times Ran_{mc} \quad (3)$$

$$Ran_{sc} = \eta \times SOC_c \times Ran_{mc} \quad (4)$$

式（3）和式（4）中：η是电池的能量效率系数，算例中η的取值为1；

步骤1-3-2：确定第i辆EV交通行为的参数（如图1所示，考虑到的交通行为），包括：目的地，行驶路径，进入高速时间时间Et_s，出行距离D_{od}；根据第i辆EV的出发点和交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$，利用蒙特卡洛方法确定目的地；根据最短路径算法确定行驶路径；根据高速公路基本信息得到出行距离D_{od}；根据汽车进入高速公路时间t_s的概率分布，利用蒙特卡洛方法确定EV进入高速时间Et_s；并设置出行速度v，算例中v的取值为90km/h；

步骤1-3-3：判断第i辆EV的出行距离D_{od}是否大于第i辆EV需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，

如果$D_{od}>Ran_{ac}$，则第i辆EV需要充电，执行步骤3-4；反之，第i辆EV在此次出行中不需要充电，$i=i+1$；

若$i<EB_t$，则返回步骤1-3-1，反之，执行步骤二；

步骤1-3-4：确定第i辆EV需要充电的时间和位置，根据第i辆EV的出发点、行驶路径、v、第i辆EV的Ran_{ac}和EV的Et_s确定，第i辆EV需要充电的位置P_i和时间t_c，$i=i+1$；若$i<EB_t$，则返回步骤1-3-1，反之，执行步骤二。

步骤二、根据 EV 充电负荷的时空分布预测结果，利用共享型最近邻居聚类算法确定快速充电站的地址，如图 5 所示；包括：

步骤2-1、统计所有EV的Ran_{sc}，利用中心极限定理，由拟合的正态分布得到99%的EV在余下电量时都可以行驶的距离，将该距离定义为所有快速充电站的服务半径SR；

步骤2-2、确定距离矩阵D，其中，d_{ij}代表需要充电的位置P_i到需要充电的位置P_j之间的距离，i，j属于1~n，n为需要充电的EV总数；

步骤2-3、确定相似度矩阵S，根据距离矩阵D，确定每个需要充电的位置所在服务半径SR内包含的需要充电的位置的个数；P_i和P_j的相似度s_{ij}：

$$s_{ij}=\mathrm{size}\left(NN(i)\cap NN(j)\right) \tag{5}$$

式（5）中，$NN(i)$和$NN(j)$分别是P_i和P_j所在服务半径SR内的需要充电的位置的集合；size是求集合$NN(i)$和$NN(j)$交集中元素的个数；

步骤2-4：将相似度矩阵S按行求和得到每个需要充电的位置的充电需求$l_{1,j}$，

$$l_{1,j}=\sum_{i}^{n}s_{ij}\ (1\le j\le n) \tag{6}$$

步骤2-5：确定快速充电站的地址，将充电需求从大到小排序形成充电需求数列，将充电需求最大对应的需要充电的位置作为第一个聚类中心，即候选快速充电站1；同时得到该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合C(1)，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合C(1)储存到快速充电站集合CS中；

依次在充电需求数列选择下一个充电需求对应的需要充电的位置，如果该需要充电的位置与快速充电站集合CS中候选快速充电站之间的相似度都为0时，则该需要充电的位置作为候选快速充电站2，同时得到该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合C(2)，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合C(2)储存到快速充电站集合CS中；以此类推，确定所有候选快速充电站的地址；

根据预设阀值d（仿真算例中取90）将候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合中的个数小于阀值的候选快速充电站的地址和相应的服务半径SR内的需要充电的位置集合从快速充电站集合CS中删除，快速充电站集合CS中余下的候选地址即为确定的快速充电站地址。

步骤三、根据EV充电负荷的时空分布预测结果和确定的快速充电站地址，利用排队论理论确定快速充电站中充电机的个数。

步骤 3-1、利用步骤一确定高速公路中每辆 EV 需要充电的时间和步骤二确定的快速充电站的地址，确定每小时 EV 到达每个快速充电站的峰值，并将该峰值设为 EV 单位时间内到达快速充电站的个数λ；

步骤3-2：确定快速充电站中充电机的个数c：

计算平均等待队长L_s和等待时间W_q

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu_2} = \frac{(c\rho)^c \rho}{c!(1-\rho)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu_2} \tag{7}$$

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^k + \frac{1}{c!} \frac{1}{1-\rho} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^c \right]^{-1} \tag{8}$$

$$\rho = \lambda / (c \times \mu_2) \tag{9}$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \tag{10}$$

式（7）至式（10）中，μ_2表示充电机单位时间内服务电动汽车的个数，仿真算例中μ_2取6；c表示充电机个数，以式（11）为目标函数，以式（12）为约束条件进行优化求解，即可得到充电机个数c，

$$\min \quad z = C_s c + C_w L_s \tag{11}$$

$$s.t. \quad W_q < t_w \tag{12}$$

式（11）和式（12）中，C_s是单个充电机折算到每个小时的成本，由式（13）计算可得；C_w是用户出行单位时间的成本，仿真算例中C_w取17元/辆，t_w是最大等待时间，仿真算例中t_w取20分钟。

$$C_s = V_0 \frac{i_r (1+i_r)^p}{(1+i_r)^p - 1} / 8760 \tag{13}$$

式（13）中V_0是全寿命周期内的充电机成本，仿真算例中取V_0为24万元；i_r是利率，仿真算例中取i_r为0.1；p是充电机的寿命，仿真算例中取p为10。

仿真算例：

将本发明应用到环岛高速公路的交通网络上，来证明规划方法的可行性与有效性。

根据 EV 充电负荷的时空分布预测结果，统计 Ran_{sc}，如图 6 所示。从而得到最终的服务半径 SR，SR=17.02 km。

方案 1：利用共享型最近邻居聚类算法得到快速充电站的地址如图 7 所示。

方案 2：该高速上现有服务区的信息如表 3 所示。如果优先考虑现有服务区中建设快速充电站，然后在利用本发明确定余下快速充电站的地址。规划的快速充电站地址分布如图 8 所示。

表 3 高速中服务区分布情况

服务区编号	坐标 (x,y)	距1出口的距离 (km)	服务区编号	坐标 (x,y)	距1出口的距离 (km)
1	(180.3, 180.1)	564.0	7	(181.5, 45.6)	197.0
2	(156.3, 176.6)	531.0	8	(207.1, 64.6)	150.0
3	(150.3, 174.6)	522.0	9	(223.5, 106.6)	91.0
4	(93.0, 136.0)	444.0	10	(221.8, 133.2)	61.0
5	(78.1, 115.3)	401.	11	(214.0, 160.0)	28.0

6	(62.3, 68.3)	347.0	12	(214.0, 174.3)	12.0

根据 EV 充电负荷的时空分布预测结果和确定的快速充电站地址，分别确定方案 1 和方案 2 的每小时 EV 到达每个快速充电站的峰值即λ，如表 4 和 5 所示。

然后求解以最小成本为目标的函数得到方案 1 和方案 2 每个快速充电站的充电机个数分别如表 6 和 7 所示。

表 4 方案 1 中每个快速充电站中 EV 单位时间到达的个数

快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ	快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ	快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ
1	143	6	94	11	78
2	113	7	98	12	79
3	108	8	101	13	81
4	111	9	84	14	64
5	105	10	73	15	61

表 5 方案 2 中每个快速充电站中 EV 单位时间到达的个数

快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ	快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ	快速充电站编号	EV单位时间到达的个数 λ
1	78	7	55	13	93
2	60	8	64	14	103
3	71	9	103	15	97
4	105	10	120	16	72
5	84	11	91	17	74
6	82	12	84	18	72

表 6 方案 1 中 EV 快速充电站的定容结果

快速充电站编号	充电机个数	快速充电站编号	充电机个数	快速充电站编号	充电机个数
1	31	6	22	11	18
2	25	7	22	12	18
3	24	8	23	13	19
4	25	9	19	14	15
5	24	10	17	15	14

表 7 方案 2 中 EV 快速充电站的定容结果

快速充电站编号	充电机个数	快速充电站编号	充电机个数	快速充电站编号	充电机个数
1	18	7	13	13	21
2	14	8	15	14	23
3	17	9	23	15	22
4	24	10	27	16	17
5	19	11	21	17	17
6	19	12	19	18	17

通过表8将方案1和方案2规划结果从充电站个数，充电机个数，充电失败率以及总成本等方面的比较，表明与服务区截取交通流量最大相比，该规划方法在满足电动汽车需求方面有着相对优势。

表8 方案1和方案2规划结果的对比

	方案 1	方案 2	差别
充电站个数	15	18	3
充电机个数	316	346	30
充电失败率	2.46%	5.56%	3.1%
总成本(百万/年)	43.36	47.16	3.80
基础设施成本(百万/年)	8.03	8.79	0.76
等待成本((百万/年))	35.33	38.37	3.04

以上所述仅是本发明的一个应用场景，凡依本发明申请专利范围所做的均等变化，或者应用到其他高速公路上，应属本发明的覆盖范围。

权 利 要 求

1.一种高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，其特征在于，该规划方法包括电动汽车充电负荷的时空分布预测、确定快速充电站的地址和确定快速充电站中充电机的个数；步骤如下：

步骤一、电动汽车充电负荷的时空分布预测，即确定高速公路中每辆电动汽车需要充电的位置和时间；

步骤二、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果，利用共享型最近邻居聚类算法确定快速充电站的地址；包括：

步骤1、统计所有电动汽车需要充电后能行驶的最远距离Ran_{sc}，利用中心极限定理，由拟合的正态分布得到99%的电动汽车在余下电量时都可以行驶的距离，将该距离定义为所有快速充电站的服务半径SR；

步骤2、确定距离矩阵**D**，其中，d_{ij}代表需要充电的位置P_i到需要充电的位置P_j之间的距离，i，j属于1~n，n为需要充电的电动车总数；

步骤3、确定相似度矩阵**S**；根据距离矩阵**D**，确定每个需要充电的位置所在服务半径SR内包含的需要充电的位置的个数；需要充电的位置P_i和需要充电的位置P_j的相似度s_{ij}：

$$s_{ij} = \mathrm{size}\left(NN(i) \cap NN(j)\right) \tag{5}$$

式（5）中，$NN(i)$和$NN(j)$分别是需要充电的位置P_i和P_j所在服务半径SR内的需要充电的位置的集合；size是求集合$NN(i)$和$NN(j)$交集中元素的个数；

步骤4：将相似度矩阵**S**按行求和得到每个需要充电的位置的充电需求$l_{1,j}$，

$$l_{1,j} = \sum_{i}^{n} s_{ij} \ (1 \le j \le n) \tag{6}$$

步骤5：确定快速充电站的地址；将充电需求从大到小排序形成充电需求数列，将充电需求最大对应的需要充电的位置作为第一个聚类中心，即候选快速充电站1；同时得到该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合**C**(1)，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合**C**(1)储存到快速充电站集合***CS***中；

依次在充电需求数列选择下一个充电需求对应的需要充电的位置，如果该需要充电的位置与快速充电站集合***CS***中候选快速充电站之间的相似度都为0时，则该需要充电的位置作为候选快速充电站2，同时得到该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合**C**(2)，将候选快速充电站的地址和该候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合**C**(2)储存到快速充电站集合***CS***中；以此类推，确定所有候选快速充电站的地址；

根据预设阀值d，将候选快速充电站服务半径SR内的需要充电的位置集合中的个数小于阀值的候选快速充电站的地址和相应的服务半径SR内的需要充电的位置集合从快速充电站集合***CS***中删除，快速充电站集合CS中余下的候选快速充电站的地址即为确定的快速充

电站地址；

步骤三、根据电动汽车充电负荷的时空分布预测结果和确定的快速充电站地址，利用排队论理论确定快速充电站中充电机的个数c。

2.根据权利要求 1 所述高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，其特征在于，步骤一具体包括以下步骤：

步骤 1、获取如下基础数据：

电动汽车数据：包括电动汽车类型、每类电动汽车类型的电池容量的概率密度函数、每类电动汽车类型的电池容量的上下边界、每类电动汽车类型的电池容量与其续航里程的数学关系；

交通数据：包括交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$和汽车进入高速公路时间t_s的概率分布；

通过交通起止点调查数据得到高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$，利用该高速出入口交通起止点矩阵$A_{m\times m}$根据公式（1）得到交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$；

$$p_{ij} = a_{ij} / B_i \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{1}$$

公式（1）中，m是高速公路出入口个数，a_{ij}是每天从高速出入口i到高速出入口j汽车的平均数量，p_{ij}是指某一汽车每天从高速出入口i到高速出入口j的概率；B_i每天从高速出入口i进入高速公路的汽车的平均数量，

$$B_i = \sum_{j=1}^{m} a_{ij} \ (1 \le i \le m, 1 \le j \le m) \tag{2}$$

高速公路基本信息：包括出入口个数，出入口编号，出入口坐标，出入口之间的距离；

步骤 2、确定如下数据：

确定不同电动汽车类型的比例、每天进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_t、每天从高速出入口 i 进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_i；

根据每天进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_t 和每天从高速出入口 i 进入高速公路的电动汽车的平均数量 EB_i，按照出入口顺序对进入高速公路的电动汽车进行编号；

步骤3、确定进入高速公路的所有电动汽车充电负荷的时空分布，设：i=1；

步骤3-1、确定第i辆电动汽车的参数，包括：电动汽车类型、最大容量Cap、初始电池状态SOC_i、需要充电时电池状态SOC_c、第i辆电动汽车充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，电动汽车需要充电后可以行驶的最远距离Ran_{sc}；步骤如下：

利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动汽车的电动汽车类型；

根据确定的电动汽车类型和该类电动汽车类型的电池容量的概率密度函数，利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动电汽车的最大容量Cap；并设置进入高速公路时的初始电池状态SOC_i以及需要充电时电池状态SOC_c；

根据上述确定的第i辆电动电汽车的电动汽车类型、最大容量Cap和对应的该类电动汽车类型的电池容量与其续航里程的数学关系，利用蒙特卡洛方法确定第i辆电动汽车的最大续航里程Ran_{mc}；再根据初始电池状态SOC_i、需要充电时电池状态SOC_c、最大续航里程Ran_{mc}，利用公式（3）确定第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}；利用公式（4）确定第i辆电动汽车需要充电后行驶的最远距离Ran_{sc}；

$$Ran_{ac} = \eta \times (SOC_i - SOC_c) \times Ran_{mc} \quad (3)$$

$$Ran_{sc} = \eta \times SOC_c \times Ran_{mc} \quad (4)$$

式（3）和式（4）中：η是电池的能量效率系数；

步骤3-2：确定第i辆电动汽车交通行为的参数，包括：出发点，目的地，行驶路径，进入高速时间Et_s，出行距离D_{od}；根据第i辆电动汽车的编号确定其出发点，根据第i辆电动汽车的出发点和交通起止点概率矩阵$P_{m\times m}$，利用蒙特卡洛方法确定目的地；根据最短路径算法确定行驶路径；根据高速公路基本信息得到出行距离D_{od}；根据汽车进入高速公路时间t_s的概率分布，利用蒙特卡洛方法确定电动汽车进入高速时间Et_s；并设置出行速度v；

步骤3-3：判断第i辆电动汽车的出行距离D_{od}是否大于第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}，

如果$D_{od} > Ran_{ac}$，则第i辆电动汽车需要充电，执行步骤3-4；反之，第i辆电动汽车在此次出行中不需要充电，$i=i+1$；

若$i < EB_t$则返回步骤3-1，反之，执行步骤二；

步骤3-4：确定第i辆电动汽车需要充电的时间和位置，根据第i辆电动汽车的出发点、行驶路径、出行速度v、第i辆电动汽车需要充电前可以行驶的距离Ran_{ac}和电动汽车进入高速时间Et_s确定第i辆电动汽车需要充电的位置P_i和时间t_c，$i=i+1$；若$i < EB_t$，则返回步骤3-1，反之，执行步骤二。

3.根据权利要求 1 或 2 所述高速公路电动汽车快速充电站的规划方法，其特征在于，步骤三具体包括以下步骤：

步骤 1、利用步骤一所确定的高速公路中每辆电动汽车需要充电的时间和步骤二所确定的快速充电站的地址，确定每小时电动汽车到达每个快速充电站的峰值，并将该峰值设为电动汽车单位时间内到达快速充电站的个数λ；

步骤2：确定快速充电站中充电机的个数c：

计算平均等待队长L_s和等待时间W_q：

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu_2} = \frac{(c\rho)^c \rho}{c!(1-\rho)^2} P_0 + \frac{\lambda}{\mu_2} \quad (7)$$

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{c-1} \frac{1}{k!} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^k + \frac{1}{c!} \frac{1}{1-\rho} \left(\frac{\lambda}{\mu_2} \right)^c \right]^{-1} \quad (8)$$

$$\rho = \lambda / (c \times \mu_2) \quad (9)$$

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda} \quad (10)$$

式（7）至式（10）中，μ_2表示充电机单位时间内服务电动汽车的个数；c表示快速充电站中充电机的个数，以下述式（11）为目标函数，以下述式（12）为约束条件进行优化求解，即可得到充电机个数c，

$$\min \quad z = C_s c + C_w L_s \quad (11)$$

$$s.t. \quad W_q < t_w \quad (12)$$

式（11）和式（12）中，C_s是单个充电机折算到每个小时的成本，单位：元，由下述式（13）计算可得；C_w是用户出行单位时间的成本，单位：元/辆；t_w是最大等待时间，单位：分钟；

$$C_s = V_0 \frac{i_r (1+i_r)^p}{(1+i_r)^p - 1} / 8760 \quad (13)$$

式（13）中V_0是全寿命周期内的充电机成本；i_r是利率；p是充电机的寿命。

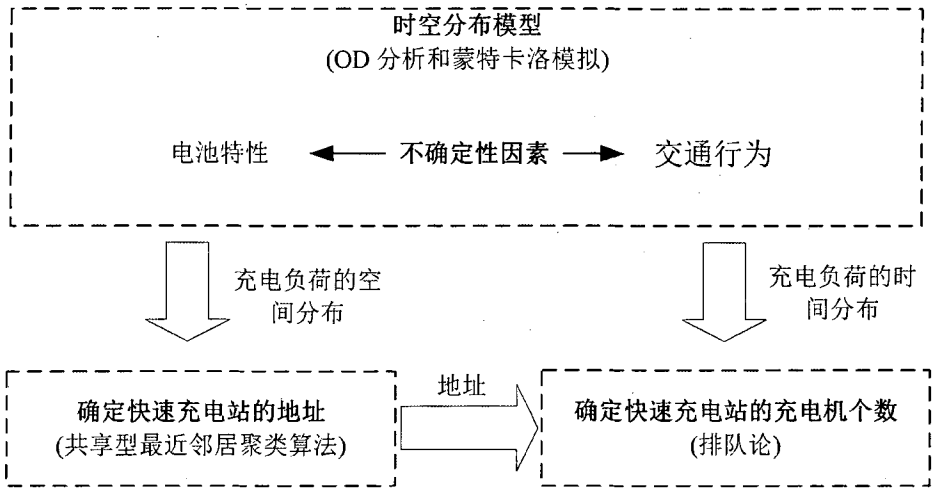

时空分布模型
(OD 分析和蒙特卡洛模拟)
电池特性
不确定性因素
交通行为
充电负荷的空间分布
充电负荷的时间分布
确定快速充电站的地址
(共享型最近邻居聚类算法)
地址
确定快速充电站的充电机个数
(排队论)

图 1

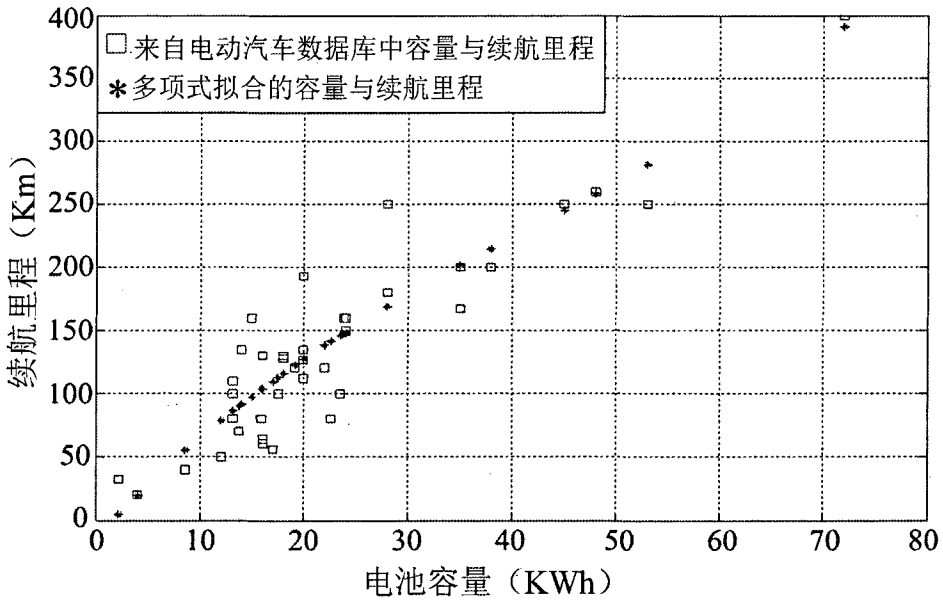

来自电动汽车数据库中容量与续航里程
多项式拟合的容量与续航里程
续航里程（Km）
电池容量（KWh）
0
50
100
150
200
250
300
350
400
0
10
20
30
40
50
60
70
80

图 2

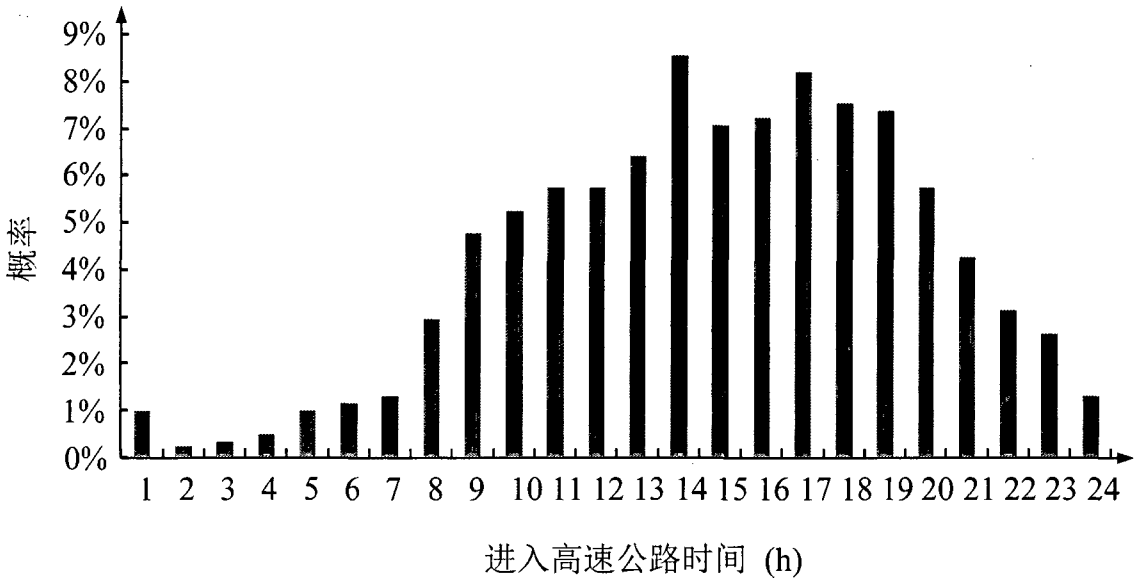

概率
9%
8%
7%
6%
5%
4%
3%
2%
1%
0%
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24
进入高速公路时间 (h)

图 3

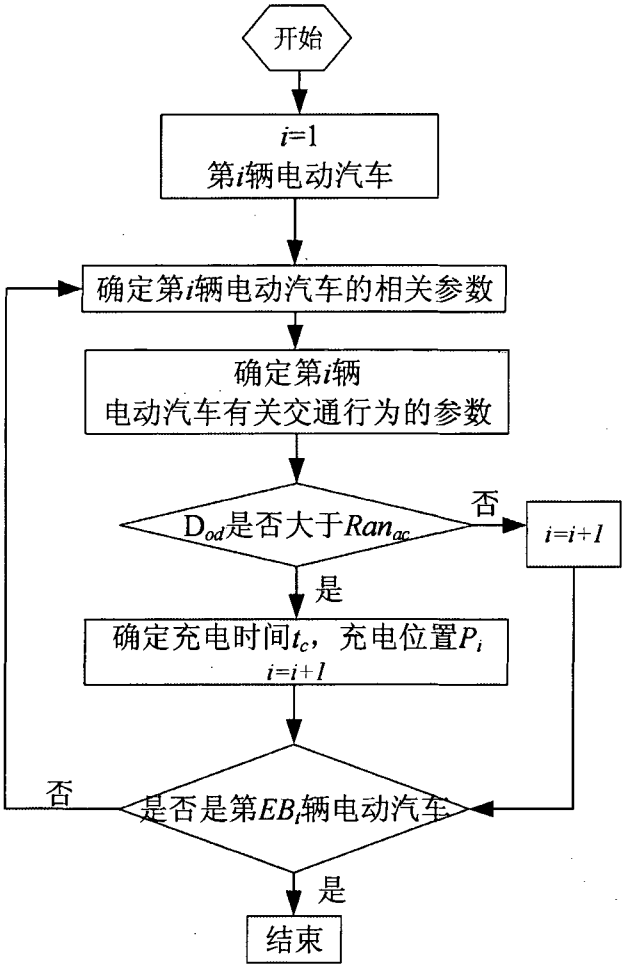

开始
i=1
第i辆电动汽车
确定第i辆电动汽车的相关参数
确定第i辆
电动汽车有关交通行为的参数
Dod是否大于Ranac
否
i=i+1
是
确定充电时间tc，充电位置Pi
i=i+1
否
是否是第EBi辆电动汽车
是
结束

图 4

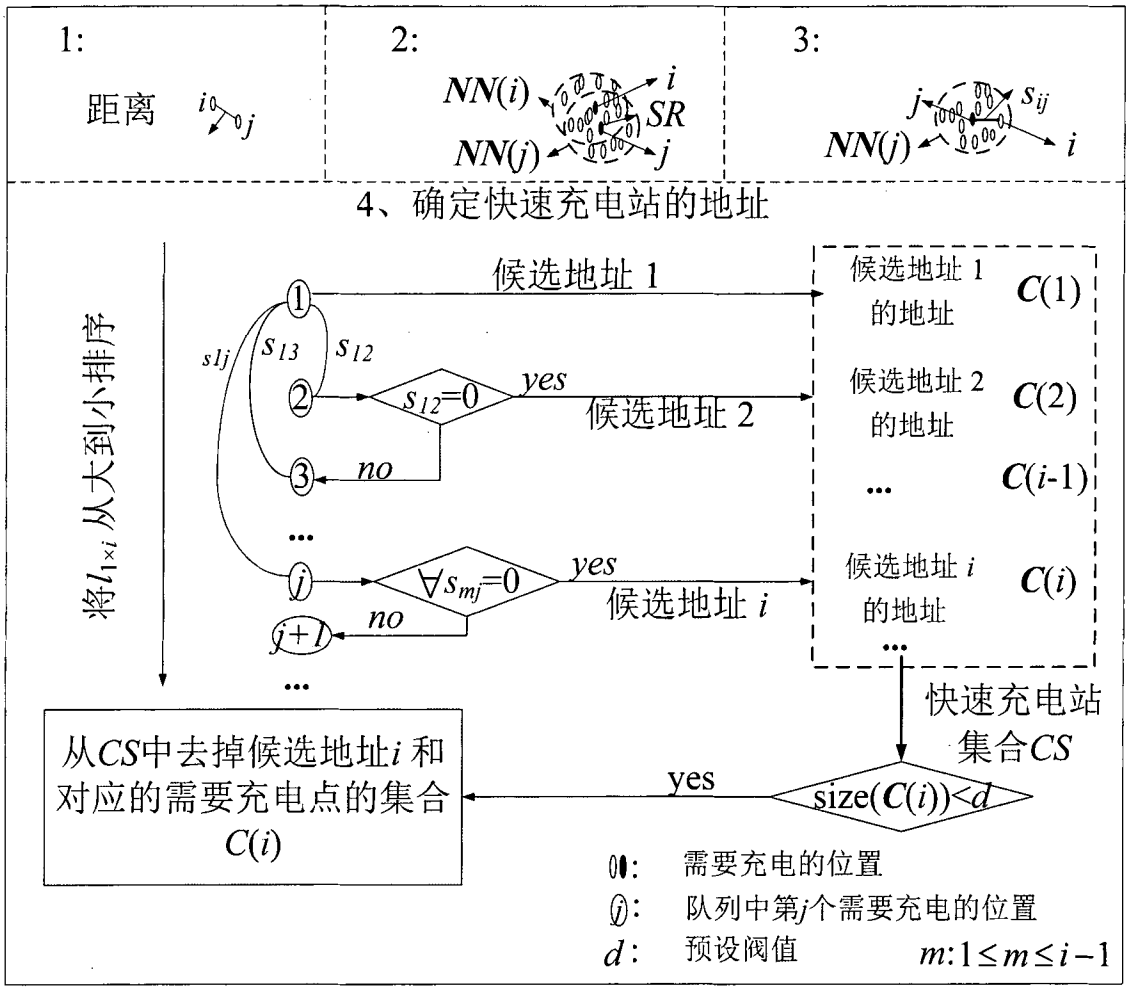

1:
距离
2:
NN(i)
NN(j)
SR
3:
NN(j)
4、确定快速充电站的地址
将$l_{1\times i}$从大到小排序
候选地址 1
候选地址 1 的地址 C(1)
候选地址 2
候选地址 2 的地址 C(2)
候选地址 i
候选地址 i 的地址 C(i)
C(i-1)
yes
no
快速充电站集合CS
从CS中去掉候选地址i和对应的需要充电点的集合C(i)
需要充电的位置
队列中第j个需要充电的位置
预设阈值
m:1≤m≤i−1

图 5

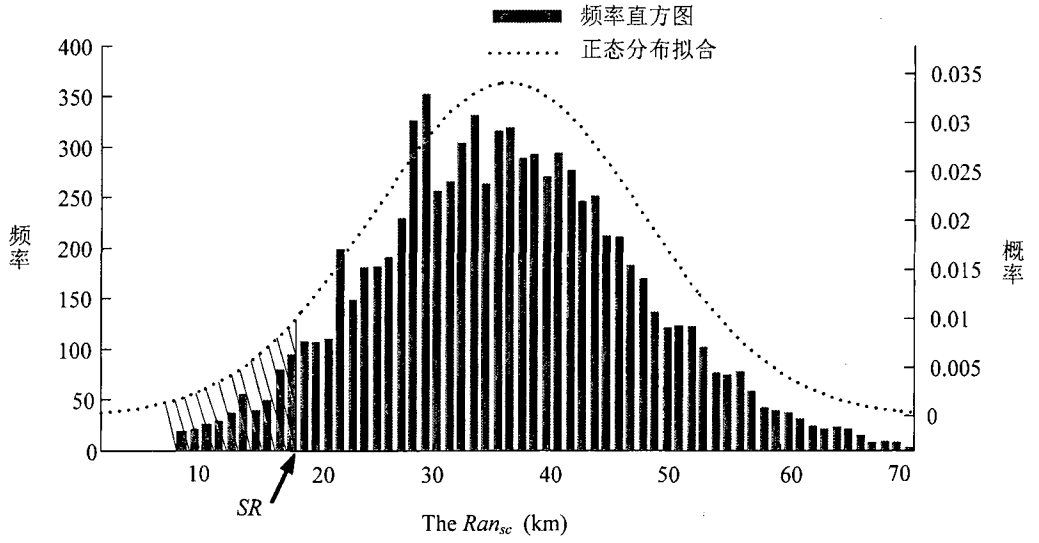

频率直方图
正态分布拟合
频率
概率
SR
The Ran_{sc} (km)

图 6

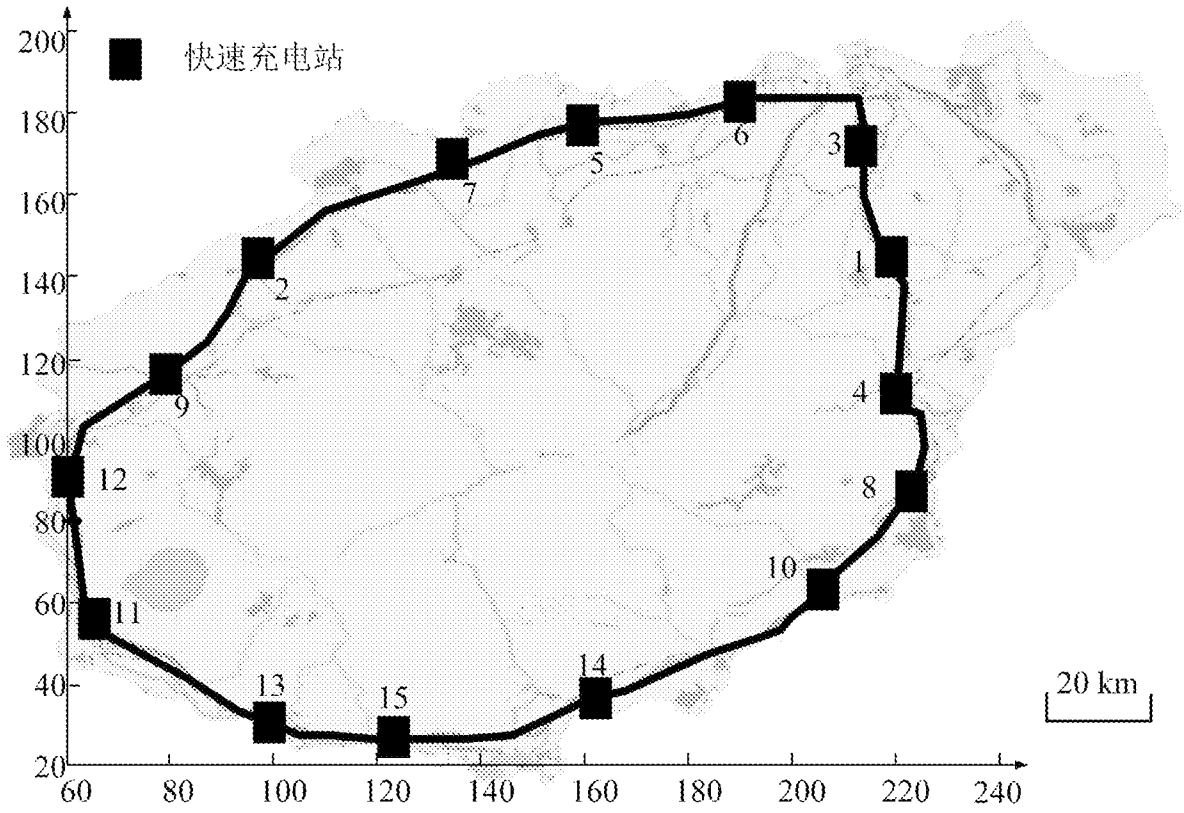

快速充电站
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
20 km

图7

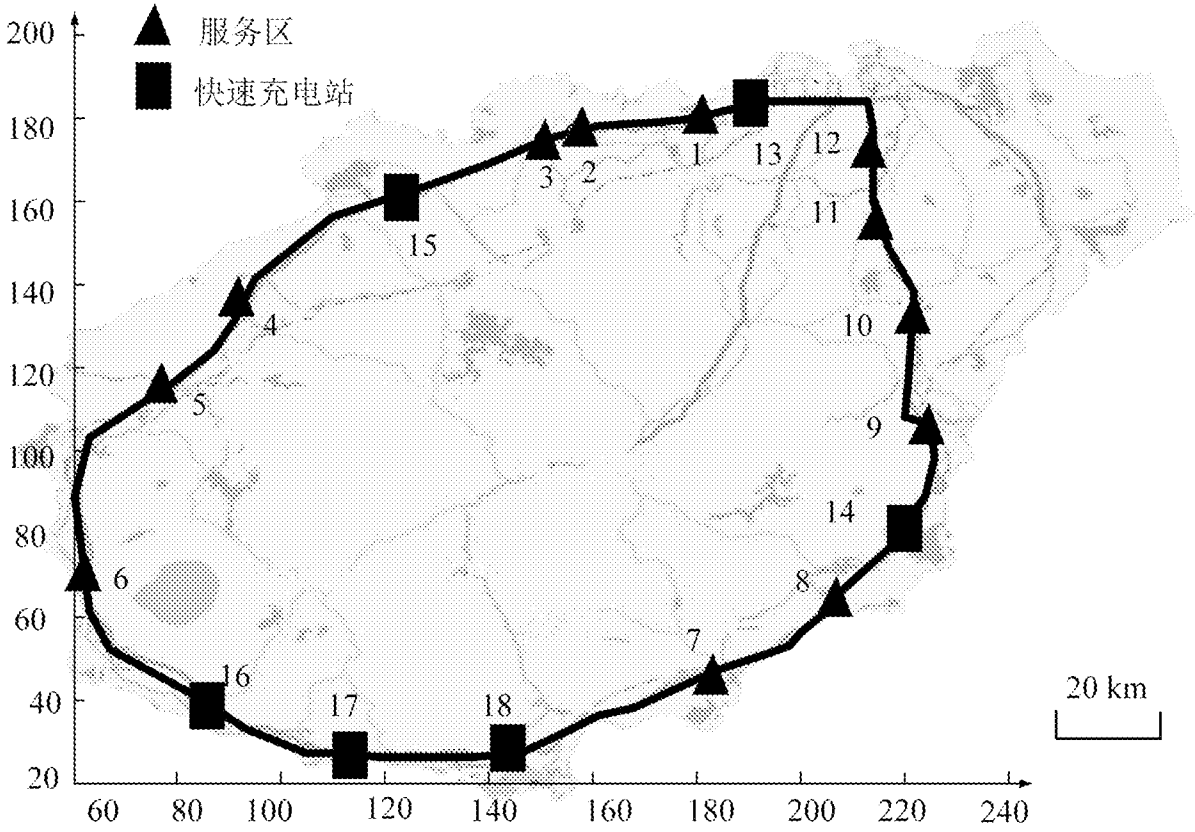

服务区
快速充电站
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
20 km

图8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/088388

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 10/04 (2012.01) 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)

G06Q

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: TIANJIN UNIVERSITY; neighbour, planning; MU, Yunfei; DONG, Xiaohong; YU, Xiaodan; JIA, Hongjie; electric vehicle, energy storage, matrix, service radius, layout+, plac+, spread+, locat+, similar+, distribut+, scatter+, network, cluster+, station, charg+, vehicle+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	QIAN, Bin et al., "Optimal Planning of Battery Charging and Exchange Stations for Electric Vehicles", AUTOMATION OF ELECTRIC POWER SYSTEMS, volume 38, number 2, 25 January 2014 (25.01.2014), ISSN: 1000-1026, pages 64-69	1-3
A	CN 104318357 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 28 January 2015 (28.01.2015), the whole document	1-3
A	CN 102880921 A (ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE OF SHANDONG ELECTRIC POWER CORPORATION et al.), 16 January 2013 (16.01.2013), the whole document	1-3
A	US 2010079004 A1 (KEEFE, R.A.), 01 April 2010 (01.04.2010), the whole document	1-3
A	CN 102722767 A (SHANDONG LUNENG INTELLIGENT TECHNOLOGY CO., LTD.), 10 October 2012 (10.10.2012), the whole document	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 January 2016 (11.01.2016)	**29 February 2016 (29.02.2016)**
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 **ZHANG, Dan** Telephone No.: (86-10) **01062413215**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/088388

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	GE, Shaoyun et al., "An Optimization Approach for the Layout and Location of Electric Vehicle Charging Stations", ELECTRIC POWER, volume 45, number 11, 05 November 2012 (05.11.2012), ISSN: 1004-9649, pages 96-101	1-3
A	POURAZARM, S. et al., "Optimal Routing of Electric Vehicles in Networks with Charging Nodes: A Dynamic Programming, Approach", ELECTRIC VEHICLE CONFERENCE, 2014 IEEE INTERNATIONAL, volume /, number /, 19 December 2014 (19.12.2014), ISSN: 1498-2795, the whole document	1-3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/088388

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104318357 A	28 January 2015	None	
CN 102880921 A	16 January 2013	None	
US 2010079004 A1	01 April 2010	US 8019483 B2	13 September 2011
CN 102722767 A	10 October 2012	CN 102722767 B	03 June 2015

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2015/088388

A. 主题的分类

G06Q 10/04(2012.01)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)

G06Q

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）)

WPI,EPODOC,CNKI,CNPAT:天津大学，近邻，邻居，规划，分布，布局，充电，穆云飞，董晓红，余晓丹，贾宏杰，电动车，车，站，储能，选址，矩阵，服务半径，聚类，相似度，layout+，plac+，spread+，locat+，similar+，distribut+，scatter+，network，cluster+，station，charg+，vehicle+

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	钱斌 等,. "电动公交车换电站-电池充电站优化规划," 电力系统自动化，第38卷，第2期，2014年 1月 25日 (2014-01-25)，ISSN：1000-1026，第64-69页	1-3
A	CN 104318357 A (东南大学) 2015年 1月 28日 (2015-01-28) 全文	1-3
A	CN 102880921 A (山东电力集团公司电力科学研究院 等) 2013年 1月 16日 (2013-01-16) 全文	1-3
A	US 2010079004 A1 (KEEFE ROBERT A.) 2010年 4月 1日 (2010-04-01) 全文	1-3
A	CN 102722767 A (山东鲁能智能技术有限公司) 2012年 10月 10日 (2012-10-10) 全文	1-3

☑ 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	国际检索报告邮寄日期
2016年 1月 11日	2016年 2月 29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) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 张丹 电话号码 (86-10)01062413215

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2015/088388

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	葛少云 等，. "电动汽车充电站规划布局与选址方案的优化方法，" 中国电力，，第45卷，第11期，2012年 11月 5日 (2012-11-05)，ISSN：1004-9649，第96-101页	1-3
A	POURAZARM Sepideh 等，. "Optimal Routing of Electric Vehicles in Networks with Charging Nodes：A Dynamic Programming， Approach" Electric Vehicle Conference，2014 IEEE International，第/卷，第/期，2014年 12月 19日 (2014-12-19)，ISSN：1498-2795，全文	1-3

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/088388

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	104318357	A	2015年 1月 28日	无			
CN	102880921	A	2013年 1月 16日	无			
US	2010079004	A1	2010年 4月 1日	US	8019483	B2	2011年 9月 13日
CN	102722767	A	2012年 10月 10日	CN	102722767	B	2015年 6月 3日