



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119543158 B

(45) 授权公告日 2025.07.22

(21) 申请号 202510106686.0

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2025.01.23

H02J 3/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06Q 10/0631 (2023.01)

申请公布号 CN 119543158 A

G06Q 50/06 (2024.01)

(43) 申请公布日 2025.02.28

G06Q 50/26 (2024.01)

(73) 专利权人 华南理工大学

G06Q 50/40 (2024.01)

地址 510641 广东省广州市天河区五山路
381号

(56) 对比文件

专利权人 人工智能与数字经济广东省实验
室(广州)

CN 118780504 A, 2024.10.15

(72) 发明人 林镇宏 黄炽坤 许超旭 张宝彤
欧士琪

CN 117639044 A, 2024.03.01

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

审查员 涂颂亿

专利代理人 赖志民

权利要求书4页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

一种电力调度方法、装置、设备、存储介质及
产品

(57) 摘要

本发明公开一种电力调度方法、装置、设备、存储介质及产品，通过根据获取的各类车辆的被选择数量，结合各类车辆的碳排放指数计算得到总碳排放量，在总碳排放量大于设定碳排放阈值时，增大提供给生产用于交通领域的电子燃料的电能以生产更多的电子燃料，使得交通领域中电子燃料的占比增大，从而减少了交通领域的碳排放。

获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数；其中，所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能，所述各类车辆采用混合燃料提供动力，所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料，所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系，所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系

根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量

在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时，增大所述初始电能数据，以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值，得到目标电能数据

根据所述目标电能数据进行电力调度，为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能

1. 一种电力调度方法,其特征在于,包括:

获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;

根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量;

在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;

根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能;

所述初始电能数据通过以下方式计算得到:

获取所述电子燃料的成本下滑因子、所述电子燃料的比例上升因子、所述电子燃料在指定年份的已知单位成本和所述指定年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的已知占比;

根据所述已知单位成本和所述电子燃料的成本下滑因子计算所述电子燃料在待预估年份的单位成本;其中,所述指定年份是所述待预估年份的上一年;

将所述已知占比和所述电子燃料的比例上升因子相加,得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的理想占比;

将所述电子燃料在所述待预估年份的单位成本、所述理想占比和预设的比例影响因子相乘,得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的初始占比;

根据所述初始占比、所述各类车辆的被选择数量和获取的所述各类车辆的混合燃料日消耗量计算所述电子燃料的初始日需求量;

根据所述电子燃料的初始日需求量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率,计算初始电能数据。

2. 如权利要求1所述的电力调度方法,其特征在于,所述各类车辆的被选择数量通过以下方式计算得到:

获取所述各类车辆的车辆特征和车辆总需求量,并对所述车辆特征进行归一化处理,得到归一化特征;其中,所述车辆特征包括生产工艺复杂度、生产投入成本、安全性能指数和所述碳排放指数中的至少一种;

对第一类车辆的所有所述归一化特征进行加权计算,得到所述第一类车辆的被选择概率;其中,所述第一类车辆是所述各类车辆中任意一类车辆;

根据所述车辆总需求量和所述各类车辆的被选择概率计算所述各类车辆的被选择数量。

3. 如权利要求2所述的电力调度方法,其特征在于,所述生产工艺复杂度分别与生产所需时长、生产工序数量呈正相关关系;所述生产投入成本分别与车辆材料稀缺程度、车辆生产耗能呈正相关关系;所述碳排放指数与车辆单位里程碳排放量呈正相关关系,所述车辆单位里程碳排放量根据所述混合燃料的单位碳排放量和车辆单位里程能耗计算得到。

4. 如权利要求1所述的电力调度方法,其特征在于,所述混合燃料的单位碳排放量包括每单位所述混合燃料中,所述传统燃料燃烧时产生的碳排放量和所述电子燃料生产时产生

的碳排放量。

5. 如权利要求1所述的电力调度方法,其特征在于,所述方法还包括:

构建最小成本目标函数:

$$\text{Min } C_{E-fuel} = C_{pur} + C_{inf} + C_{DAC} + C_{water} - R_{sale};$$

其中, C_{E-fuel} 为所述电子燃料的总生产成本, C_{pur} 为购电成本, C_{inf} 为基础设施成本, C_{DAC} 为直接空气碳捕获成本, C_{water} 为电解水所需的购水成本, R_{sale} 为所述电子燃料的销售收益;

$$C_{pur} = \sum_{t=1}^n \delta_t * Q_t;$$

$$\delta_t = f(N_t);$$

其中, t 为时段 t , δ_t 为时段 t 下供电量价值转换系数, N_t 为时段 t 下电网的供电电量, n 为所有时段集合, Q_t 为时段 t 购买的电量, t 大于等于 0 且小于等于 n ;

$$C_{inf} = C_{electrolyser} + C_{tank} + C_{transportation} + C_{material_co2} + C_{fuel\ cell};$$

其中, $C_{electrolyser}$ 为电解槽成本, C_{tank} 为所述电子燃料生产过程中所需存储器成本, $C_{transportation}$ 为运输成本, $C_{material_co2}$ 为碳捕获基础设施成本, $C_{fuel\ cell}$ 为燃料电池装置成本;

$$C_{DAC} = Q_c * C_c;$$

其中, Q_c 为捕获的碳数量, C_c 为每单位碳的捕获成本;

$$C_{water} = Q_{water} * P_{water};$$

其中, Q_{water} 为购买水的数量, P_{water} 为每单位水的成本;

$$R_{sale} = Q_{toTransportation} * P_{toTransportation} + Q_{toFuelcell} * P_{toFuelcell};$$

其中, $Q_{toTransportation}$ 为所述电子燃料销往交通领域的数量, $P_{toTransportation}$ 为所述电子燃料销往交通领域的价格, $Q_{toFuelcell}$ 为所述电子燃料通过燃料电池反向送电给电网的数量, $P_{toFuelcell}$ 为所述电子燃料通过燃料电池反向送电给电网的价格;

$$Q_{water} = Q_{E-fuel} * \alpha;$$

$$Q_c = Q_{E-fuel} * \beta;$$

$$Q_e = Q_{E-fuel} * \gamma;$$

其中, Q_{E-fuel} 为生成所述电子燃料的数量, α 为耗水比例因子, β 为耗碳比例因子, γ 为耗电比例因子;

$$Q_{E-fuel} = Q_{toTransportation} + Q_{toFuelcell};$$

$$Q_{toTransportation} = Q_{E-fuel} * \delta;$$

$$Q_{toFuelcell} = Q_{E-fuel} * \varepsilon;$$

$$\delta + \varepsilon = 1;$$

其中, δ 为燃料比例因子, ε 为反向送电比例因子;

在设定的产量约束条件下, 求解所述最小成本目标函数, 得到所述电子燃料的最优生产量、所述电子燃料作为车辆燃料的最优产量和所述电子燃料作为电网储能的最优产量; 其中, 所述产量约束条件是所述电子燃料销往交通领域的数量大于等于所述电子燃料的初始日需求量;

所述根据所述电子燃料的初始日需求量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算初始电能数据, 包括:

根据所述电子燃料的最优生产量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算总电能数据; 其中, 所述总电能数据包括用于生产用于所述交通领域的电子燃料的初始电能数据和用于生产作为所述电网储能的电子燃料的电能数据。

6. 一种电力调度装置, 其特征在于, 包括:

信息获取模块, 用于获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数; 其中, 所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能, 所述各类车辆采用混合燃料提供动力, 所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料, 所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系, 所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;

碳排放计算模块, 用于根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量;

电能数据计算模块, 用于在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时, 增大所述初始电能数据, 以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值, 得到目标电能数据;

电力调度模块, 用于根据所述目标电能数据进行电力调度, 为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能;

其中, 所述初始电能数据通过以下方式计算得到:

获取所述电子燃料的成本下滑因子、所述电子燃料的比例上升因子、所述电子燃料在指定年份的已知单位成本和所述指定年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的已知占比;

根据所述已知单位成本和所述电子燃料的成本下滑因子计算所述电子燃料在待预估年份的单位成本; 其中, 所述指定年份是所述待预估年份的上一年;

将所述已知占比和所述电子燃料的比例上升因子相加, 得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的理想占比;

将所述电子燃料在所述待预估年份的单位成本、所述理想占比和预设的比例影响因子相乘, 得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的初始占比;

根据所述初始占比、所述各类车辆的被选择数量和获取的所述各类车辆的混合燃料日消耗量计算所述电子燃料的初始日需求量;

根据所述电子燃料的初始日需求量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算初始电能数据。

7. 一种电力调度设备, 其特征在于, 包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序, 所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至5中任意一项所述的电力调度方法。

8. 一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行如权利要求1至5中任意一项所述的电力调度方法。

9. 一种计算机程序产品,包括计算机程序/指令,其特征在于,所述计算机程序/指令被处理器执行时实现如权利要求1至5中任意一项所述的电力调度方法。

一种电力调度方法、装置、设备、存储介质及产品

技术领域

[0001] 本发明涉及电力调度技术领域,具体的说,涉及的是一种电力调度方法、装置、设备、存储介质及产品。

背景技术

[0002] 低碳排放的电子燃料的出现解决了内燃机车高碳排放问题,其凭借低碳排放和性能稳定的优点成为交通降碳的新势力,与传统燃料进行混合后作为车辆的动力来源,在一定程度上降低了交通领域的碳排放。

[0003] 目前,电子燃料的生产依赖电力调度,特别是可再生电力。在电子燃料生产过程中,普遍以经济性为优化目标来进行电力调度,容易造成调用的电力不足以交通领域生产足够多的电子燃料,导致交通领域的低碳优化程度不足,因此需要一种新的电力调度方式来保障交通领域的低碳优化程度。

发明内容

[0004] 基于此,本发明提供了一种电力调度方法、装置、设备、存储介质及产品,以解决现有技术中仅考虑经济因素来调用电力生产电子燃料所导致的低碳优化程度不足的缺陷。

[0005] 为实现上述目的,本发明实施例提供了一种电力调度方法,包括:

[0006] 获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;

[0007] 根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量;

[0008] 在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;

[0009] 根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。

[0010] 为实现上述目的,本发明实施例还提供了一种电力调度装置,包括:

[0011] 信息获取模块,用于获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;

[0012] 碳排放计算模块,用于根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量;

[0013] 电能数据计算模块,用于在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;

[0014] 电力调度模块,用于根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。

[0015] 为实现上述目的,本发明实施例还提供了一种电力调度设备,包括处理器、存储器以及存储在所述存储器中且被配置为由所述处理器执行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如上述任一实施例所述的电力调度方法。

[0016] 为实现上述目的,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质包括存储的计算机程序,其中,在所述计算机程序运行时控制所述计算机可读存储介质所在设备执行如上述任一实施例所述的电力调度方法。

[0017] 为实现上述目的,本发明实施例还提供了一种计算机程序产品,包括计算机程序/指令,所述计算机程序/指令被处理器执行时实现如上述任一实施例所述的电力调度方法。

[0018] 与现有技术相比,本发明实施例公开的电力调度方法、装置、设备、存储介质及产品,首先,获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;然后,通过根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数来计算总碳排放量;接着,在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;最后,根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。由此可知,本发明实施例通过获取各类车辆的被选择数量和碳排放指数来计算交通领域的碳排放情况,在碳排放量过大时增大初始电能数据,调用更多的电能来为交通领域生产更多的电子燃料,使得交通领域中电子燃料的占比增大,从而减少了交通领域的碳排放。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅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他的附图。

[0020] 图1是本发明一实施例提供的一种电力调度方法的流程示意图;

[0021] 图2是本发明一实施例提供的一种电力调度装置的结构示意图;

[0022] 图3是本发明一实施例提供的一种电力调度设备的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0024] 本发明一实施例提供一种电力调度方法,参见图1所示的电力调度方法的流程示意图。具体地,所述电力调度方法,包括步骤S1~S4:

[0025] S1、获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系。

[0026] 值得说明的是,本实施方式中的车辆采用混合燃料提供动力,混合燃料包括电子燃料和传统燃料,传统燃料一般是汽油。电子燃料是由水电解生成的H₂,再与CO₂催化反应,进而生成的一种液体碳氢链燃料,需要调用电网中的绿电来生成电子燃料。一般情况下,调用的电能越多,电子燃料的生产量越大,混合燃料中的电子燃料占比就越高。碳排放指数与车辆的自身性能、混合燃料中电子燃料的占比息息相关,电子燃料的占比越高,车辆单位里程碳排放量就越少,碳排放指数就越小。

[0027] S2、根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量。

[0028] S3、在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据。

[0029] 具体地,由于电子燃料的制备工艺成熟度不够,当前电解水制氢成本较高,且制备工艺更加复杂,同时需要碳捕捉技术,整体成本更高,所以,在所述方法中,可预先设定电子燃料在混合燃料中的初始占比,进而确定需要调用的初始电能,进一步地,在初始占比的基础上,结合车辆的多种车辆特征以及车辆总需求量来计算各类车辆的被选择数量,进而准确地计算出总碳排放量,在总碳排放量过大的情况下,为降低碳排放,需要增大电子燃料在混合燃料中的占比,因此,为电子燃料的生产调用更多的电力,生成更多的电子燃料,提高混合燃料中电子燃料的占比,达到了降低交通领域碳排放的目的。

[0030] 值得说明的是,设定碳排放阈值可根据实际情况设置,在此不作限定。

[0031] S4、根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。

[0032] 与现有技术相比,本发明实施方式提供的电力调度方法,首先,获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;然后,通过根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数来计算总碳排放量;接着,在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;最后,根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。由此可知,本发明实施例通过获取各类车辆的被选择数量和碳排放指数来计算交通领域的碳排放情况,在碳排放量过大时增大初始电能数据,调用更多的电能来为交通领域生产更多的电子燃料,使得交通领域中电子燃料的占比增大,从而减少了

交通领域的碳排放。

[0033] 在一种优选的实施方式中,在步骤S1~S4的基础上,所述各类车辆的被选择数量通过步骤S11~S13计算得到:

[0034] S11、获取各类车辆的车辆特征和车辆总需求量,并对所述车辆特征进行归一化处理,得到归一化特征;其中,所述车辆特征包括生产工艺复杂度、生产投入成本、安全性能指数和所述碳排放指数中的至少一种。

[0035] 具体地,由于不同车辆特征的数值范围不同,且后续需要综合考虑所有车辆特征来确定各类车辆的被选择概率,因此,在获取各类车辆的多种车辆特征之后,需要针对每一种车辆特征进行归一化处理,便于后续计算。比如,将各类车辆的生产工艺复杂度形成一列数据,将这一列数据变化到区间[0,1]中,同理,其他车辆特征也可参照上述归一化方式进行归一化处理。

[0036] S12、对第一类车辆的所有所述归一化特征进行加权计算,得到所述第一类车辆的被选择概率;其中,所述第一类车辆是所述各类车辆中任意一类车辆。

[0037] 具体地,不同类别的车辆具有不同的车辆特征,这些车辆特征在不同程度上影响了车辆的市场演变趋势,因此,需要为每种车辆特征赋予相应的权重系数,然后综合考虑所有车辆特征,得到各类车辆的被选择概率。可以理解的是,碳排放指数与车辆的燃料消耗速度相关,因此除了能够反馈车辆的环境友好程度之外,还在一定程度上反映了车辆的动力成本,可选的,若在计算车辆的被选择概率时还额外考量了动力成本,那么可适当增大碳排放指数的权重系数的绝对值,以将动力成本这一因素考虑在内。

[0038] S13、根据所述车辆总需求量和所述各类车辆的被选择概率计算所述各类车辆的被选择数量。

[0039] 可以理解的是,车辆的环境友好程度、车辆的生产难易程度以及车辆的安全程度都会影响到车辆的市场演变趋势,进而影响到最终的总碳排放量。

[0040] 本发明实施方式通过获取各类车辆的多种车辆特征来确定各类车辆的被选择概率,结合车辆需求总量来确定各类车辆的市场演变趋势,以用于交通领域的总碳排放量的准确计算。

[0041] 进一步地,所述生产工艺复杂度分别与生产所需时长、生产工序数量呈正相关关系;所述生产投入成本分别与车辆材料稀缺程度、车辆生产耗能呈正相关关系;所述碳排放指数与车辆单位里程碳排放量呈正相关关系,所述车辆单位里程碳排放量根据所述混合燃料的单位碳排放量和车辆单位里程能耗计算得到。

[0042] 具体地,综合考虑车辆生产过程中的生产所需时长和生产工序数量等因素来设置生产工艺复杂度;综合考虑制备车辆的材料的稀缺性以及车辆生产过程的能耗来设置生产投入成本,车辆材料稀缺程度越大或者车辆生成耗能越大,都会导致生产投入成本越大;车辆的碳排放指数根据车辆单位里程碳排放量来设置,不同类型的车辆发动机会直接影响到燃料的消耗速度,进而影响到车辆的碳排放量,因此,需要考虑车辆单位里程能耗和混合燃料的单位碳排放量来设置碳排放指数,可以理解的是,混合燃料的单位碳排放量越大或者车辆单位里程能耗越大,都会导致车辆单位里程碳排放量越大,进而导致碳排放指数越大,比如,设置碳排放指数等于混合燃料的单位碳排放量乘以车辆单位里程能耗。值得说明的是,各个车辆特征的具体数值可在满足上述关系的情况下,根据实际情况设置,在此不作限

定。

[0043] 进一步地,步骤S12中的所述对第一类车辆的所有所述归一化特征进行加权计算,得到所述第一类车辆的被选择概率,包括:

[0044] 将第一类车辆的每一所述归一化特征乘以相应的权重系数后相加,得到所述第一类车辆的被选择概率;其中,所述生产工艺复杂度的权重系数、所述生产投入成本的权重系数和所述碳排放指数的权重系数都是负数,所述安全性能指数的权重系数是正数;

[0045] 步骤S13中的所述根据所述车辆总需求量和所述各类车辆的被选择概率计算所述各类车辆的被选择数量,包括:

[0046] 将所有所述各类车辆的被选择概率进行归一化处理,得到所述各类车辆的归一化概率;

[0047] 根据所述车辆总需求量和所述各类车辆的归一化概率计算所述各类车辆的被选择数量。

[0048] 具体地,一般情况下,生产工艺复杂度越高,车辆的被选择概率越低,因此,生产工艺复杂度的权重系数是负值;生产投入成本越高,车辆的被选择概率越低,因此,生产投入成本的权重系数是负值;安全性能指数越高,车辆的被选择概率越高,因此,安全性能指数的权重系数是正值;碳排放指数越大,车辆的被选择概率越低,因此,碳排放指数的权重系数是负值。

[0049] 值得说明的是,从被选择概率的具体计算公式可知,被选择概率的数值并不一定被局限在0~1之间,因此,在计算各类车辆的被选择数量之前,需要对被选择概率进行归一化处理,将其被选择概率的数值映射到区间[0,1]。另外,各个车辆特征的权重系数的数值大小根据实际情况设置,在此不作具体限定。

[0050] 可选的,各类车辆的被选择概率还可以通过以下方式计算得到:

$$[0051] P_{i'|jkl} = \frac{e^{\varphi_{jkl} * \omega_{i'jkl}}}{\sum_{i'=1}^h e^{\varphi_{jkl} * \omega_{i'jkl}}};$$

$$[0052] \sum_{i'=1}^h P_{i'|jkl} = 1;$$

[0053] 其中, $P_{i'|jkl}$ 为消费者在嵌套式选择框架 jkl 中作出第 i' 个选择的概率(即车辆 i' 的被选择概率), h 表示所有选择(即车辆种类的总数量), $\omega_{i'jkl}$ 为嵌套式选择框架 jkl 下的车辆 i' 的成本效用, φ_{jkl} 是在当前的嵌套式选择框架中某项技术选择对成本的敏感性。

[0054] 对每一项的成本效用进行计算,计算方法包括:

$$[0055] \omega_{i'jkl} = \sum_z \tau_{zjkl} f_z(x_{zi'jkl});$$

[0056] 其中, $f_z(x_{zi'jkl})$ 代表某项技术的第 z 个属性的值,其与技术 $x_{zi'jkl}$ 相关, τ_{zjkl} 为技术 $x_{zi'jkl}$ 的第 z 个属性的预设权重。

[0057] 在一种优选的实施方式中,所述混合燃料的单位碳排放量包括每单位所述混合燃料中,所述传统燃料燃烧时产生的碳排放量和所述电子燃料生产时产生的碳排放量。

[0058] 具体地,混合燃料的单位碳排放量包括了电子燃料的碳排放和传统燃料的碳排放,混合燃料的碳排放计算公式如下:

[0059] $E_{mix-fuel} = D_{E-fuel} * E_{E-fuel} + (1 - D_{E-fuel}) * E_{fuel};$

[0060] 其中, $E_{mix-fuel}$ 表示混合燃料的单位碳排放量, D_{E-fuel} 表示电子燃料在混合燃料中的占比, E_{E-fuel} 表示电子燃料的单位碳排放量, E_{fuel} 表示传统燃料的单位碳排放量。

[0061] 值得说明的是, 电子燃料的碳中和特性决定了电子燃料所带来的碳排放是在电子燃料生产过程中产生的, 电子燃料的单位碳排放量指的是每生成单位电子燃料所消耗绿电的碳排放量。

[0062] 在一种优选的实施方式中, 在步骤S1~S4的基础上, 所述初始电能数据通过以下方式计算得到:

[0063] 获取所述电子燃料的成本下滑因子、所述电子燃料的比例上升因子、所述电子燃料在指定年份的已知单位成本和所述指定年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的已知占比;

[0064] 根据所述已知单位成本和所述电子燃料的成本下滑因子计算所述电子燃料在待预估年份的单位成本; 其中, 所述指定年份是所述待预估年份的上一年;

[0065] 将所述已知占比和所述电子燃料的比例上升因子相加, 得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的理想占比;

[0066] 将所述电子燃料在所述待预估年份的单位成本、所述理想占比和预设的比例影响因子相乘, 得到所述待预估年份的所述电子燃料在所述混合燃料中的初始占比;

[0067] 根据所述初始占比、所述各类车辆的被选择数量和获取的所述各类车辆的混合燃料日消耗量计算所述电子燃料的初始日需求量;

[0068] 根据所述电子燃料的初始日需求量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算初始电能数据。

[0069] 值得说明的是, 电子燃料的制备要以绿氢为基础, 而当前电解水制氢成本较高, 且制备工艺更加复杂, 同时需要碳捕捉技术, 整体成本更高。然而, 随着绿电规模化以及碳捕捉技术的成熟, 电子燃料的成本会逐渐下降, 因此, 随着年份的增加, 电子燃料在混合燃料中的初始占比也会随着增大。

[0070] 电子燃料在混合燃料中的初始占比的计算公式如下:

[0071] $D_{E-fuel} = \left(D_{last} - \frac{D_{start} - D_{end}}{Y_{end} - Y_{start}} \right) * \sigma * P_{E-fuel};$

[0072] 其中, D_{E-fuel} 为待预估年份电子燃料在混合燃料中的初始占比; D_{last} 为上一年份的比例, 即指定年份电子燃料在混合燃料中的已知占比; D_{start} 为成本下降开始年份电子燃料在混合燃料中的初始占比; D_{end} 为成本下降结束年份电子燃料在混合燃料中的初始占比;

$-\frac{D_{start} - D_{end}}{Y_{end} - Y_{start}}$ 为电子燃料的比例上升因子; σ 为与价格 P_{E-fuel} 相关的比例影响因子。

[0073] P_{E-fuel} 计算公式如下:

[0074] $P_{E-fuel} = P_{last} - \frac{P_{start} - P_{end}}{Y_{end} - Y_{start}};$

[0075] 其中, P_{E-fuel} 为待预估年份的电子燃料价格, 即电子燃料在待预估年份的单位

成本; P_{last} 为上一年电子燃料价格, 即电子燃料在指定年份的已知单位成本; Y_{start} 为成本下降开始年份, P_{start} 为成本下降开始年份对应的价格; Y_{end} 为电子燃料成本下降结束年份, P_{end} 为成本下降结束年份对应的价格; $-\frac{P_{start} - P_{end}}{Y_{end} - Y_{start}}$ 为电子燃料的成本下滑因子。

[0076] 混合燃料的成本计算方法为:

$$P_{mix-fuel} = D_{E-fuel} * P_{E-fuel} + (1 - D_{E-fuel}) * P_{fuel};$$

[0078] 其中, $P_{mix-fuel}$ 表示混合燃料的价格, P_{fuel} 表示传统燃料的价格。

[0079] 在通过上述公式确定了待预估年份电子燃料在混合燃料中的初始占比之后, 获取的各类车辆的混合燃料日消耗量; 分别根据各类车辆的混合燃料日消耗量和待预估年份电子燃料在混合燃料中的初始占比, 计算得到各类车辆的电子燃料日消耗量; 分别将各类车辆的电子燃料日消耗量乘以对应车辆的被选择数量后相加, 得到电子燃料的初始日需求量; 结合电子燃料的初始日需求量和预先获取的电力生产电子燃料时的能量转化效率, 计算用于生产销往交通领域的电子燃料的初始电能数据, 若根据初始电能数据进行电力调度能够使得生产得到的电子燃料满足交通领域的碳排放要求, 即总碳排放量小于或等于设定碳排放阈值时, 那么就可以根据初始电能数据进行电力调度, 为用于交通领域的电子燃料的生产提供电能。

[0080] 值得说明的是, 成本下降开始年份在待预估年份之前, 成本下降结束年份在待预估年份之后, 成本下降结束年份可根据当前的电子燃料制备技术, 按照经验推测制备技术完全成熟的具体年份以及制备技术完全成熟时的电子燃料在混合燃料中的初始占比。

[0081] 进一步地, 所述方法还包括:

[0082] 构建最小成本目标函数:

$$\text{Min } C_{E-fuel} = C_{pur} + C_{inf} + C_{DAC} + C_{water} - R_{sale};$$

[0084] 其中, C_{E-fuel} 为所述电子燃料的总生产成本, C_{pur} 为购电成本, C_{inf} 为基础设施成本, C_{DAC} 为直接空气碳捕获成本, C_{water} 为电解水所需的购水成本, R_{sale} 为电子燃料的销售收益;

$$[0085] C_{pur} = \sum_{t=1}^n \delta_t * Q_t;$$

$$[0086] \delta_t = f(N_t);$$

[0087] 其中, t 为时段 t , δ_t 为时段 t 下供电量价值转换系数, N_t 为时段 t 下电网的供电电量, n 为所有时段集合, Q_t 为时段 t 购买的电量, i 大于等于 0 且小于等于 n ;

$$[0088] C_{inf} = C_{electrolyser} + C_{tank} + C_{transportation} + C_{material_{co2}} + C_{fuel\ cell};$$

[0089] 其中, $C_{electrolyser}$ 为电解槽成本, 电解槽成本与电解槽的材料、电解性能和电解效率相关; C_{tank} 为所述电子燃料生产过程中所需存储器成本; $C_{transportation}$ 为运输成本, 运输成本与运输时间、运输时采取的运输措施和运输路程等因素相关; $C_{material_{co2}}$ 为碳捕获基础设施成本, 碳捕获基础设施成本与碳捕获技术成熟度等因素相关; $C_{fuel\ cell}$ 为燃料电

池装置成本；

[0090] $C_{DAC} = Q_c * C_c;$

[0091] 其中, Q_c 为捕获的碳数量, C_c 为每单位碳的捕获成本;

[0092] $C_{water} = Q_{water} * P_{water};$

[0093] 其中, Q_{water} 为购买水的数量, P_{water} 为每单位水的成本;

[0094] $R_{sale} = Q_{toTransportation} * P_{toTransportation} + Q_{toFuelcell} * P_{toFuelcell};$

[0095] 其中, $Q_{toTransportation}$ 为所述电子燃料销往交通领域的数量, $P_{toTransportation}$ 为所述电子燃料销往交通领域的价格, $Q_{toFuelcell}$ 为所述电子燃料通过燃料电池反向送电给电网的数量, $P_{toFuelcell}$ 为所述电子燃料通过燃料电池反向送电给电网的价格;

[0096] $Q_{water} = Q_{E-fuel} * \alpha;$

[0097] $Q_c = Q_{E-fuel} * \beta;$

[0098] $Q_e = Q_{E-fuel} * \gamma;$

[0099] 其中, Q_{E-fuel} 为生成所述电子燃料的数量, α 为耗水比例因子, β 为耗碳比例因子, γ 为耗电比例因子。

[0100] $Q_{E-fuel} = Q_{toTransportation} + Q_{toFuelcell};$

[0101] $Q_{toTransportation} = Q_{E-fuel} * \delta;$

[0102] $Q_{toFuelcell} = Q_{E-fuel} * \varepsilon;$

[0103] $\delta + \varepsilon = 1;$

[0104] 其中, δ 为燃料比例因子, ε 为反向送电比例因子;

[0105] 在设定的产量约束条件下, 求解所述最小成本目标函数, 得到所述电子燃料的最优生产量、所述电子燃料作为车辆燃料的最优产量和所述电子燃料作为电网储能的最优产量; 其中, 所述产量约束条件是所述电子燃料销往交通领域的数量大于等于所述电子燃料的初始日需求量;

[0106] 所述根据所述电子燃料的初始日需求量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算初始电能数据, 包括:

[0107] 根据所述电子燃料的最优生产量和获取的电力生产所述电子燃料时的能量转化效率, 计算总电能数据; 其中, 所述总电能数据包括用于生产用于所述交通领域的电子燃料的初始电能数据和用于生产作为所述电网储能的电子燃料的电能数据。

[0108] 具体地, 在电子燃料销往交通领域的数量大于等于电子燃料的初始日需求量的约束下, 构建考虑了购电成本、基础设施成本、直接空气碳捕获成本、电解水所需的购水成本和电子燃料的销售收益等因素的最小成本目标函数, 其中, 电子燃料的销售收益包括电子燃料销往交通领域的收益和通过燃料电池反向送电给电网的收益, 通过对最小成本目标函数求解, 得到了电子燃料的最优生产量、电子燃料作为车辆燃料的最优产量和电子燃料作为电网储能的最优产量, 最后结合电力生产电子燃料时的能量转化效率, 计算得到生产电

子燃料的初始的总电能数据。

[0109] 可以理解的是,销往交通领域的电子燃料与传统燃料一同为车辆提供动力;电子燃料的最优生产量是电子燃料作为车辆燃料的最优产量和电子燃料作为电网储能的最优产量之和。若根据初始电能数据进行电力调度能够使得生产得到的电子燃料满足交通领域的碳排放要求,即总碳排放量小于或等于设定碳排放阈值时,那么就可以根据初始的总电能数据进行电力调度来生产电子燃料,将生产得到的电子燃料分别销往交通领域和储能领域,实现了成本最小化的目的。

[0110] 与现有技术相比,本发明实施例所提供的电力调度方法,首先,获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;然后,通过根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数来计算总碳排放量;接着,在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;最后,根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。由此可知,本发明实施例通过获取各类车辆的被选择数量和碳排放指数来计算交通领域的碳排放情况,在碳排放量过大时增大初始电能数据,调用更多的电能来为交通领域生产更多的电子燃料,使得交通领域中电子燃料的占比增大,从而减少了交通领域的碳排放。

[0111] 参见图2,图2是本发明实施例提供的一种电力调度装置,所述电力调度装置,包括:

[0112] 信息获取模块21,用于获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;

[0113] 碳排放计算模块22,用于根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数计算总碳排放量;

[0114] 电能数据计算模块23,用于在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;

[0115] 电力调度模块24,用于根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。

[0116] 值得说明的是,上述实施例所提供的电力调度装置的工作原理可参见上述任一实施例所提供的电力调度方法的工作流程,在此不作赘述。

[0117] 与现有技术相比,本发明实施例提供的装置,首先,获取初始电能数据、各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数;其中,所述初始电能数据用于表征预设的提供给生产用于交通领域的电子燃料的初始电能,所述各类车辆采用混合燃料提供动力,所

述混合燃料包括所述电子燃料和传统燃料,所述电子燃料在所述混合燃料中的占比与提供给生产用于所述交通领域的电子燃料的电能呈正相关关系,所述碳排放指数与所述混合燃料的单位碳排放量呈正相关关系;然后,通过根据所述各类车辆的被选择数量和所述各类车辆的碳排放指数来计算总碳排放量;接着,在所述总碳排放量大于设定碳排放阈值时,增大所述初始电能数据,以使所述总碳排放量小于等于所述设定碳排放阈值,得到目标电能数据;最后,根据所述目标电能数据进行电力调度,为用于所述交通领域的电子燃料的生产提供电能。由此可知,本发明实施例通过获取各类车辆的被选择数量和碳排放指数来计算交通领域的碳排放情况,在碳排放量过大时增大初始电能数据,调用更多的电能来为交通领域生产更多的电子燃料,使得交通领域中电子燃料的占比增大,从而减少了交通领域的碳排放。

[0118] 参见图3,本发明实施例还提供一种电力调度设备,包括处理器31、存储器32以及存储在所述存储器32中且被配置为由所述处理器31执行的计算机程序,所述处理器31执行所述计算机程序时实现如上述电力调度方法实施例中的步骤,例如图1中的S1~S4;或者,所述处理器31执行所述计算机程序时实现上述各装置实施例中各模块的功能。

[0119] 示例性的,所述计算机程序可以被分割成一个或多个模块,所述一个或者多个模块被存储在所述存储器32中,并由所述处理器31执行,以完成本发明。所述一个或多个模块可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述所述计算机程序在所述电力调度设备中的执行过程。例如,所述计算机程序可以被分割成多个模块,各模块用于执行上述任一实施例所述的方法中的具体步骤。

[0120] 所述电力调度设备可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。所述电力调度设备可包括,但不仅限于,处理器31、存储器32。本领域技术人员可以理解,所述电力调度设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0121] 所述处理器31可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等,所述处理器31是所述电力调度设备的控制中心,利用各种接口和线路连接整个电力调度设备的各个部分。

[0122] 所述存储器32可用于存储所述计算机程序和/或模块,所述处理器31通过运行或执行存储在所述存储器32内的计算机程序和/或模块,以及调用存储在存储器32内的数据,实现所述电力调度设备的各种功能。所述存储器32可主要包括存储程序区和存储数据区,其中,存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序(比如图像播放功能等)等;存储数据区可存储根据手机的使用所创建的数据等。此外,存储器32可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如硬盘、内存、插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)、至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他易失性固态存储器件。

[0123] 其中,所述电力调度设备集成的模块如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明

实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器31执行时,可实现上述各个方法实施例的步骤。其中,所述计算机程序包括计算机程序代码,所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读介质可以包括:能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。

[0124] 本发明实施例还提供一种计算机程序产品,包括计算机程序/指令,所述计算机程序/指令被处理器执行时实现如上述任一实施例所述的电力调度方法。

[0125] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

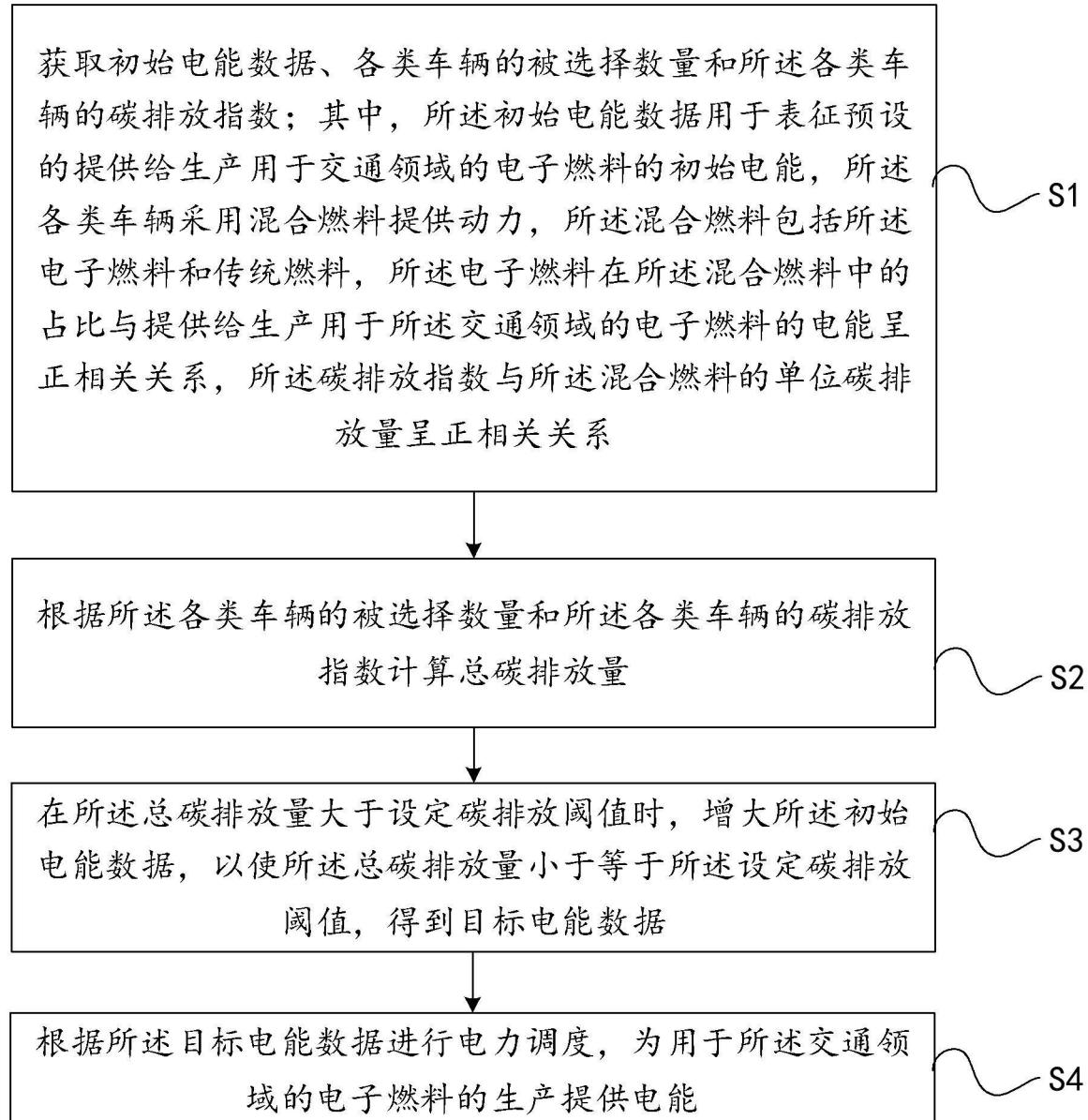


图1

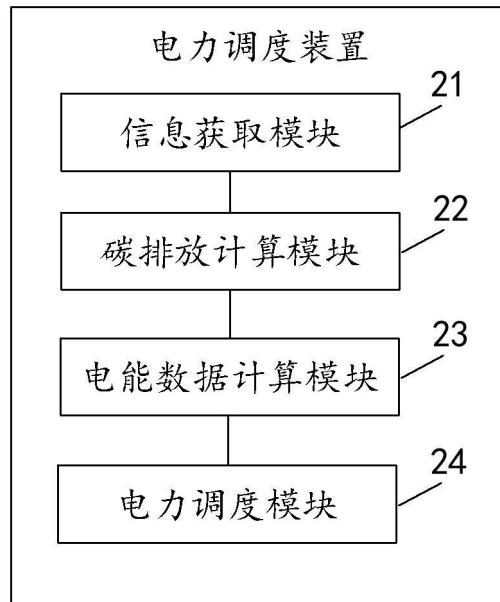


图2

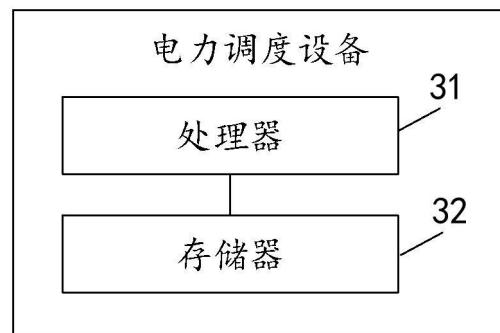


图3