

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

(57) 摘要: 一种电力系统和电力系统的控制方法, 电力系统 (100) 包括N个直流耦合单元 (102、103、104), N个直流母线 (105、106、107) 以及总控制器 (101), N个直流耦合单元 (102、103、104) 与N个直流母线 (105、106、107) 一一对应, N个直流耦合单元 (102、103、104) 用于向电网 (108) 供电, 每个直流耦合单元 (102、103、104) 包括能源单元 (1022、1032), 能源单元 (1022、1032) 用于产生电能; 总控制器 (101) 用于: 获取总入网需求功率, 总入网需求功率是电网 (108) 所需的入网功率; 获取第一限幅值, 第一限幅值用于指示每个能源单元 (1022、1032) 可向电网 (108) 提供的最大放电功率; 根据总入网需求功率和第一限幅值, 确定第一入网功率值, 第一入网功率值是指为每个能源单元 (1022、1032) 分配的输入电网 (108) 的功率值, 至少一个直流耦合单元 (102、103、104) 处于第一限幅状态, 第一限幅状态是指第一入网功率值等于其对应的第一限幅值, 可以提高电力系统运行的可靠性。

电力系统和电力系统的控制方法

5 本申请要求于2021年4月30日提交国家知识产权局、申请号为202110481296.3、发明名称为“电力系统和电力系统的控制方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及电力系统的领域，并且更具体地，涉及电力系统和电力系统的控制方法。

背景技术

近年来，随着风能、太阳能等新能源电力在电力系统中比重的增加，传统电力系统的结构特性、运行控制方式将产生变革，形成新能源电力系统。

15 然而，新能源电力具有较大的不确定性，若按照额定容量进行功率分配可能会导致新能源设备的能量转换效率较低，若按照每个设备当前的最大功率分配则容易造成电力系统中部分设备过压或过流，导致整个电力系统的可靠性下降。

因此，亟需一种电力系统和电力系统的控制方法，可以在提高电力系统运行的可靠性。

20 发明内容

本申请提供一种电力系统和电力系统的控制方法，能够提高电力系统运行的可靠性。

第一方面，提供了一种电力系统，所述电力系统包括N个直流耦合单元，N个直流母线以及控制器，所述N个直流耦合单元与所述N个直流母线一一对应，所述N个直流耦合单元用于向电网供电，所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括能源单元，所述能源单元用于产生电能，N为正整数；所述总控制器用于：获取所述电网的总入网需求功率，所述总入网需求功率是所述电网所需的入网功率；获取所述N个直流耦合单元的第一限幅值，所述第一限幅值用于指示每个直流耦合单元中的能源单元可向电网提供的最大放电功率；根据所述总入网需求功率和所述N个直流耦合单元的第一限幅值，确定所述N个直流耦合单元的第一入网功率值，所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值，其中，所述N个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第一限幅状态，所述第一限幅状态是指为直流耦合单元分配的第一入网功率值等于其对应的所述第一限幅值。

从而，在本申请中，电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中能源单元当前可向电网提供的最大放电功率，也就是第一限幅值，总控制器根据第一限幅值对总入网需求功率对每个直流耦合单元分配第一入网功率值，可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降，从而提高电力系统运行的可靠性。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述N个直流耦合单元中的每个直流

耦合单元还包括逆变单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能;所述总控制器具体用于:将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第一限幅值:每个直流耦合单元的第一功率值、每个直流耦合单元的第二功率值,其中,所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元的最大放电功率,所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

从而,在本申请中,总控制器将每个直流耦合单元的第一功率值和第二功率值之中的最小值作为该直流耦合单元的第一限幅值,从而与根据额定功率分配总入网需求功率相比,根据第一限幅值对总入网需求功率对每个直流耦合单元分配第一入网功率值,可以进一步提高电力系统能源单元产生电能的利用率。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:进行多轮第一迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的第一入网功率值,所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算包括:确定 L_1 个第一直流耦合单元,所述第一直流耦合单元为在之前的第一迭代计算中未被分配第一入网功率值的直流耦合单元,所述 L_1 为正整数且 $L_1 < N$;计算所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值,所述第一候选入网功率值是根据所述总入网需求功率以及所述 L_1 个直流耦合单元的第一功率值确定的,所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元可提供的最大放电功率;根据所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值和第一限幅值,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值。

从而,在本申请中,可以运用多轮第一迭代计算来为每个直流耦合单元分配第一入网功率值,从而提高电力系统运行的可靠性。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:在所述 L_1 个第一直流耦合单元中确定 L_2 个第二直流耦合单元,所述第二直流耦合单元的第一候选入网功率值大于或等于其对应的第一限幅值,所述 L_2 为正整数;确定所述 L_2 个第二直流耦合单元的所述第一入网功率值,其中,所述 L_2 个第二直流耦合单元处于第一限幅状态。

从而,在本申请中,并不是直接将计算获得的第一候选入网功率值作为为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值,而是会确定处于第一限幅状态的 L_2 个第二直流耦合单元,为处于第一限幅状态的直流耦合单元分配对应的第一限幅值作为第一入网功率值,从而可以提高电力系统运行的可靠性。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括:在 $L_1=L_2$ 的情况下,确定结束所述多轮第一迭代计算;以及,在 $L_1 > L_2$ 的情况下,确定开始下一轮第一迭代计算。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值均小于其对应的第一限幅值;确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一候选入网功率值。

结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:满足以下条件,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率:

$$P_{bus_energy_to_grid_j} = P_{ref_1} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}}$$

其中, $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值, P_{pref_1} 表示参考入网需求功率, 所述参考入网需求功率为所述总入网需求功率与第一分配功率的差值, 所述第一分配功率为在之前的第一迭代计算中已分配给直流耦合单元的第一入网功率值之和, $P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一功率值, $\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一功率值之和, $1 \leq j \leq L_1$ 。

从而, 在本申请中, 当某轮迭代计算中第一直流耦合单元的第一候选入网功率值均小于其对应的第一限幅值, 也就是说, 在某轮计算中第一直流耦合单元均为处于第一限幅状态, 则可以确定 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一候选入网功率值, 可以进一步提高电力系统能源单元产生电能的利用率。

第二方面, 提供了一种电力系统的控制方法, 所述供电系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及控制器, 所述 N 个直流耦合单元用于向电网供电, 其中, 所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括能源单元, 所述能源单元用于产生电能, N 为正整数, 所述方法包括: 所述控制器获取所述电网的总入网需求功率, 所述总入网需求功率是所述电网所需的入网功率; 所述控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值, 所述第一限幅值用于指示每个直流耦合单元中的能源单元可向电网提供的最大放电功率; 所述控制器根据所述总入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值, 确定所述 N 个直流耦合单元的第一入网功率值, 所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值, 其中, 所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第一限幅状态, 所述第一限幅状态是指为直流耦合单元分配的第一入网功率值等于其对应的所述第一限幅值。

从而, 在本申请中, 电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中能源单元当前可向电网提供的最大放电功率, 也就是第一限幅值, 总控制器根据第一限幅值对总入网需求功率对每个直流耦合单元分配第一入网功率值, 可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降, 从而可以提高电力系统运行的可靠性。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元, 所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元输出的电能, 以及在对电能进行直流转交流变换之后, 向电网提供电能, 所述控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值, 包括: 所述控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第一限幅值: 每个直流耦合单元的第一功率值、每个直流耦合单元的第二功率值, 其中, 所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元的最大放电功率, 所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

结合第二方面, 在第二方面的某些实现方式中, 所述控制器根据所述总入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值, 确定所述 N 个直流耦合单元的第一入网功率值, 包括: 所述控制器进行多轮第一迭代计算, 以确定所述 N 个直流耦合单元的第一入网功率值, 所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算包括: 所述控制器确定 L_1 个第一直流耦合单元, 所述第一直流耦合单元为在之前的第一迭代计算中未被分配第一入网功率值的直流耦合单元, 所述 L_1 为正整数且 $L_1 \leq N$; 所述控制器计算所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值, 所述第一候选入网功率值是根据所述总入网需求功率以及所述

L_1 个直流耦合单元的第一功率值确定的,所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元可提供的最大放电功率;所述控制器根据所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值和第一限幅值,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值。

5 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述控制器根据所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值和第一限幅值,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值,包括:所述控制器在所述 L_1 个第一直流耦合单元中确定 L_2 个第二直流耦合单元,所述第二直流耦合单元的第一候选入网功率值大于或等于其对应的第一限幅值,所述 L_2 为正整数;所述控制器确定所述 L_2 个第二直流耦合单元的所述第一入网功率值,其中,所述 L_2 个第二直流耦合单元处于第一限幅状态。

10 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括:所述控制器在 $L_1=L_2$ 的情况下,确定结束所述多轮第一迭代计算;以及,所述控制器在 $L_1 > L_2$ 的情况下,确定开始下一轮第一迭代计算。

15 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述控制器根据所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值和第一限幅值,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值,包括:确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值均小于其对应的第一限幅值;确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一候选入网功率值。

20 结合第二方面,在第二方面的某些实现方式中,所述控制器计算 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值,包括:满足以下条件,确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率:

$$P_{bus_energy_to_grid_j} = P_{ref} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}}$$

25 其中, $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值, P_{pref} 表示参考入网需求功率,所述参考入网需求功率为所述总入网需求功率与第一分配功率的差值,所述第一分配功率为在之前的第一迭代计算中已分配给直流耦合单元的第一入网功率值之和, $P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一功率值, $\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一功率值之和, $1 \leq j \leq L_1$ 。

30 第三方面,提供了一种电力系统的控制方法,所述方法应用于电力系统,所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器,所述 N 个直流耦合单元用于向电网供电,其中,所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应,所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元,所述储能单元用于储存电能, N 为正整数,所述方法包括:所述总控制器获取所述电网的储能入网需求功率,所述储能入网需求功率是指需要所述储能单元为所述电网提供的入网功率;所述总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值,所述第二限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可向电网提供的最大放电功率;所述总控制器根据所述储能入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值,确定每个直流耦合单元的第二入网功率值,所述第二入网功率值是指为每个直流耦合单元中的储能单元分配的输入电网的功率值,其中,所述 N 个直流耦合单元中的

至少一个直流耦合单元中的储能单元处于第二限幅状态,所述第二限幅状态是指为直流耦合单元分配的第二入网功率值等于其对应的所述第二限幅值。

5 从而,在本申请中,电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中储能单元当前可向电网提供的最大放电功率,也就是第二限幅值,总控制器根据第二限幅值对储能入网需求功率对每个直流耦合单元分配第二入网功率值,可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降,从而可以提高电力系统运行的可靠性,并且,电力系统中的储能单元可以均衡放电,提高储能单元中电力器件的生命周期。

10 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述储能单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能,所述总控制器获取所述N个直流耦合单元的第二限幅值,包括:所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值:每个直流耦合单元的第二功率值,每个直流耦合单元的第三功率值,其中,所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率,所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率。

15 从而,在本申请中,总控制器将每个直流耦合单元的第二功率值和第三功率值之中的最小值作为该直流耦合单元的第二限幅值,可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降,从而可以提高电力系统运行的可靠性。

20 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元和能源单元,所述能源单元用于产生电能,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元和/或储能单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能,所述总控制器获取所述N个直流耦合单元的第二限幅值,包括:所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值:每个直流耦合单元的第三功率值,每个直流耦合单元的剩余放电功率值,其中,所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率,所述剩余放电功率值为每个直流耦合单元的第二功率值减去第一入网功率值,所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率,所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值。

25 从而,在本申请中,在包括能源单元的电力系统中,总控制器将每个直流耦合单元的第二功率值和第四功率值之中的最小值作为该直流耦合单元的第二限幅值,可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降,从而可以提高电力系统运行的可靠性。

30 结合第三方面,在第三方面的某些实现方式中,所述总控制器根据所述储能入网需求功率和所述N个直流耦合单元的第二限幅值,确定所述N个直流耦合单元的第二入网功率值,包括:所述总控制器进行多轮第二迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的第二入网功率值,所述多轮第二迭代计算中的每轮第二迭代计算包括:所述总控制器确定 M_1 个第三直流耦合单元,所述第三直流耦合单元为在之前的第二迭代计算中未被分配第二入网功率值的直流耦合单元,所述 M_1 为正整数且 $M_1 \leq N$; 所述总控制器计算所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值,所述第二候选入网功率值是根据所述储能入网需求功率以及所述N个直流耦合单元的第一能量值确定的,所述第一能量值为每个直流耦合

单元中的储能单元当前存储的电能量；所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值，包括：所述总控制器在所述 M_1 个第三直流耦合单元中确定 M_2 个第四直流耦合单元，所述第四直流耦合单元的第二候选入网功率值大于或等于其对应的第二限幅值，所述 M_2 为正整数；所述总控制器确定所述 M_2 个第四直流耦合单元的所述第二入网功率值，其中，所述 M_2 个直流耦合单元处于第二限幅状态。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括：所述总控制器在 $M_1=M_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第二迭代计算；以及，所述总控制器在 $L_1 > L_2$ 的情况下，确定开始下一轮第二迭代计算。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值，包括：确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第三候选入网功率值均小于其对应的第二限幅值；确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的第二候选入网功率值。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，所述总控制器计算 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值，包括：确定参考储能入网需求功率，所述参考储能入网需求功率为所述储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值；满足以下条件，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值：

$$P_{bus_bat_to_grid_j} = P_{pref_2} \frac{SOE_{bus_j}}{\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}}$$

其中， $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值， P_{pref_2} 表示参考储能入网需求功率，所述参考储能入网需求功率为所述储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值， SOE_{bus_j} 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第一能量值， $\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元的第一能量值之和， $1 \leq j \leq M_1$ 。

从而，在本申请中，并不是直接将计算获得的第二候选入网功率值作为为每个直流耦合单元中的储能单元分配的输入电网的功率值，而是会确定处于第二限幅状态的 M_2 个第四直流耦合单元，为处于第二限幅状态的直流耦合单元分配对应的第二限幅值作为第二入网功率值，从而提高电力系统运行的可靠性。

第四方面，提供了一种电力系统，所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器，所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应，其中，所述 N 个直流耦合单元用于向电网供电，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元，所述储能单元用于储存电能， N 为正整数；所述总控制器用于：获取所述电网的储能入网需求功率，所述储能入网需求功率是指需要所述储能单元为所述电网提供的入网功率；获取所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，所述第二限幅值用于指示每个直流耦合单

元中的储能单元可向电网提供的最大放电功率;根据所述储能入网需求功率和所述N个直流耦合单元的第二限幅值,确定每个直流耦合单元的第二入网功率值,所述第二入网功率值是指为每个直流耦合单元中的储能单元分配的输入电网的功率值,其中,所述N个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中的储能单元处于第二限幅状态,所述第二限幅状态是指为直流耦合单元分配的第二入网功率值等于其对应的所述第二限幅值。

5

从而,在本申请中,电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中储能单元当前可向电网提供的最大放电功率,也就是第二限幅值,总控制器根据第一限幅值对储能入网需求功率对每个直流耦合单元分配第二入网功率值,可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降,从而可以提高电力系统运行的可靠性,并且,电力系统中的储能单元可以均衡放电,提高储能单元中电力器件的生命周期。

10

结合第四方面,在第四方面的某些实施方式中,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述储能单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能;所述总控制器具体用于:总控制器获取所述N个直流耦合单元的第二限幅值,包括:所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值:每个直流耦合单元的第二功率值,每个直流耦合单元的第三功率值,其中,所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率,所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率。

15

结合第四方面,在第四方面的某些实施方式中,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元和能源单元,所述能源单元用于产生电能,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元和/或储能单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能;所述总控制器具体用于获取所述N个直流耦合单元的第二限幅值,包括:将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值:每个直流耦合单元的第三功率值,每个直流耦合单元的剩余放电功率值,其中,所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率,所述剩余放电功率值为每个直流耦合单元的第二功率值减去第一入网功率值,所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率,所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值。

20

25

结合第四方面,在第四方面的某些实施方式中,所述控制器具体用于:进行多轮第二迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的第二入网功率值,所述多轮第二迭代计算中的每轮第二迭代计算包括:确定 M_1 个第三直流耦合单元,所述第三直流耦合单元为在之前的第二迭代计算中未被分配第二入网功率值的直流耦合单元,所述 M_1 为正整数且 $M_1 \leq N$;计算所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值,所述第二候选入网功率值是根据所述储能入网需求功率以及所述N个直流耦合单元的第一能量值确定的,所述第一能量值为每个直流耦合单元中的储能单元当前存储的电能;根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值,确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值。

30

35

结合第四方面,在第四方面的某些实施方式中,所述控制器具体用于:在所述 M_1 个第三直流耦合单元中确定 M_2 个第四直流耦合单元,所述第四直流耦合单元的第二候选入网功率值大于或等于其对应的第二限幅值,所述 M_2 为正整数;确定所述 M_2 个第四直流

耦合单元的所述第二入网功率值, 其中, 所述 M_2 个直流耦合单元处于第二限幅状态。

结合第四方面, 在第四方面的某些实施方式中, 所述控制器具体用于: 在 $M_1=M_2$ 的情况下, 确定结束所述多轮第二迭代计算; 以及, 在 $L_1>L_2$ 的情况下, 确定开始下一轮第二迭代计算。

5 结合第四方面, 在第四方面的某些实施方式中, 所述控制器具体用于: 确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第三候选入网功率值均小于其对应的第二限幅值; 确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的第二候选入网功率值。

结合第四方面, 在第四方面的某些实施方式中, 所述控制器具体用于: 确定参考储能入网需求功率, 所述参考储能入网需求功率为所述储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值; 满足以下条件, 确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值:

$$P_{bus_bat_to_grid_j} = P_{pref_2} \frac{SOE_{bus_j}}{\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}}$$

15 其中, $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值, P_{pref_2} 表示参考储能入网需求功率, 所述参考储能入网需求功率为所述储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值, SOE_{bus_j} 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第一能量值, $\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元的第一能量值之和, $1 \leq j \leq M_1$ 。

20 第五方面, 提供了一种电力系统, 所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器, 所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应, 其中, 所述 N 个直流耦合单元用于与电网传输电能, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括逆变单元, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括能源单元和/或储能单元, 所述逆变单元用于通过所述直流母线, 接收所述能源单元输出的电能, 以及对电能进行直流转交流变换之后, 向电网提供电能, 或者, 所述逆变单元用于通过所述直流母线吸收所述电网的电能, 以及对电能进行交流转直流变换后, 向储能单元提供电能, 所述能源单元用于产生电能, 所述储能单元用于储存电能; 所述总控制器用于: 获取 N 个直流耦合单元的放电需求功率, 所述放电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的能源单元分配的给 N 个直流耦合单元的储能单元充电的功率; 获取 N 个直流耦合单元的充电需求功率, 所述充电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元的能源单元获取的功率; 根据所述 N 个直流耦合单元的放电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值, 所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元向电网提供电能的功率, 或所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元从电网吸收电能的功率。

25 从而, 在本申请中, 可以通过确定 N 个直流耦合单元中逆变单元的第一逆变功率值, 实现将直流耦合单元的能源单元产生的电能给该直流耦合单元和/或其它直流耦合单元的储能单元充电, 从而可以减少能源单元的电能浪费。

35 结合第五方面, 在第五方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 获取总充电需求功率, 所述总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流

耦合单元中的能源单元获取的总功率；获取所述 N 个直流耦合单元的第三限幅值，所述第三限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可提供的最大充电功率；根据所述总充电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第三限幅值，确定每个直流耦合单元的充电需求功率，其中，所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中处于第三限幅状态，所述第三限幅状态是指为直流耦合单元分配的充电需求功率等于其对应的所述第三限幅值。

从而，在本申请中，可以根据第三限幅值确定每个直流耦合单元中的充电需求功率，可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降，从而提高电力系统运行的可靠性，并且，电力系统中的储能单元可以均衡充电，提高储能单元中电力器件的生命周期。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述总控制器具体用于：进行多轮第三迭代计算，以确定所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率，所述多轮第三迭代计算中的每轮第三迭代计算包括：确定 T_1 个第五直流耦合单元，所述第五直流耦合单元为在之前的第三迭代计算中未被分配充电需求功率的直流耦合单元，所述 T_1 为正整数且 $T_1 \leq N$ ；计算所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率，所述候选充电需求功率是根据所述总充电需求功率以及所述 N 个直流耦合单元的第二能量值确定的，所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差；根据所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率和第三限幅值，确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述总控制器具体用于：在所述 T_1 个第五直流耦合单元中确定 T_2 个第六直流耦合单元，所述第六直流耦合单元的候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值，所述 T_2 为正整数；确定所述 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率，其中，所述 T_2 个第六直流耦合单元处于第三限幅状态。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述多轮第三迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括：在 $T_1 = T_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第三迭代计算；以及，在 $T_1 > T_2$ 的情况下，确定开始下一轮第三迭代计算。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述总控制器具体用于：确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率均小于其对应的第三限幅值；确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率为其对应的候选充电需求功率。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，所述总控制器具体用于：确定参考充电需求功率，所述参考充电需求功率为所述充电需求功率减去在之前的第三迭代计算中已分配给直流耦合单元的充电需求功率之和的差值；满足以下条件，确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率：

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{pref_3} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}}$$

其中， $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率， P_{pref_3} 表示参考总充电需求功率，所述参考总充电需求功率为所述充电需求功率减去在之前的第三迭代计算中已分配给直流耦合单元的充电需求功率之和的差值， $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第二能量值，

$\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq T_1$ 。

结合第五方面, 在第五方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 确定 N 个直流耦合单元的交换功率, 所述交换功率为每个直流耦合单元的放电需求功率减去其对应的充电需求功率; 根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定调整需求功率; 根据所述调整需求功率和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定 N 个直流耦合单元的第一逆变功率值。

结合第五方面, 在第五方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值, 所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率与对应的第一入网功率值之和, 或者, 所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率减去吸收功率值的差值, 其中, 所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值, 所述吸收功率值为为每个直流耦合单元中的储能单元分配的吸收电网的功率值; 根据所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述调整需求功率。

结合第五方面, 在第五方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 确定放电调整需求值, 所述放电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值大于 0, 且第一候选逆变功率值大于对应的第二功率值的直流耦合单元的第一候选逆变功率值减去对应的第二功率值的差值之和; 确定充电调整需求值, 所述充电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值小于 0, 且第一候选逆变功率值小于对应的第四功率值的直流耦合单元的第四功率值减去对应的第一候选逆变功率值的差值之和, 其中, 所述第二功率值为每个直流耦合单元中的逆变单元的最大放电功率, 所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率; 确定所述调整需求功率, 所述调整需求功率为所述放电调整需求值减去所述充电调整需求值的差值的绝对值。

结合第五方面, 在第五方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 所述总控制器具体用于: 确定 N 个直流耦合单元的调整比例值, 所述调整比例值为每个直流耦合单元的交换功率值占交换功率值大于 0 的直流耦合单元的交换功率值之和的占比; 确定 N 个直流耦合单元的第二候选逆变功率值, 其中, 第一候选逆变功率值大于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第二功率值中的最小值, 第一候选逆变功率值小于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第四功率值中的最大值; 在确定放电需求功率大于充电需求功率的情况下, 确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值, 确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值; 以及在确定放电需求功率小于充电需求功率的情况下, 确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值, 确定交换功率值大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值。

第六方面, 提供了一种电力系统的控制方法, 所述方法应用于电力系统, 所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及控制器, 所述 N 个直流耦合单元用于与电网传输电能, 其中, 所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应, 所述 N 个直

流耦合单元中的每个直流耦合单元包括逆变单元,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括能源单元和/或储能单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线,接收所述能源单元输出的电能,以及在对电能进行直流转交流变换之后,向电网提供电能,或者,所述逆变单元用于通过所述直流母线吸收所述电网的电能,以及对电能进行交流转直流变换后,向储能单元提供电能,所述能源单元用于产生电能,所述储能单元用于储存电能,所述方法包括:所述控制器获取N个直流耦合单元的放电需求功率,所述放电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的能源单元分配的给N个直流耦合单元的储能单元充电的功率;所述控制器获取N个直流耦合单元的充电需求功率,所述充电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的储能单元分配的从N个直流耦合单元的能源单元获取的功率;所述控制器根据所述N个直流耦合单元的放电需求功率和所述N个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值,所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元向电网提供电能的功率,或所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元从电网吸收电能的功率。

从而,在本申请中,可以通过确定N个直流耦合单元中逆变单元的第一逆变功率值,实现将直流耦合单元的能源单元产生的电能给该直流耦合单元和/或其它直流耦合单元的储能单元充电,从而可以减少能源单元的电能浪费。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,所述控制器获取N个直流耦合单元的充电需求功率,包括:所述控制器获取总充电需求功率,所述总充电需求功率是为N个直流耦合单元中的储能单元分配的从N个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率;所述控制器获取所述N个直流耦合单元的第三限幅值,所述第三限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可提供的最大充电功率;所述控制器根据所述总充电需求功率和所述N个直流耦合单元的第三限幅值,确定每个直流耦合单元的充电需求功率,其中,所述N个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中处于第三限幅状态,所述第三限幅状态是指为直流耦合单元分配的充电需求功率等于其对应的所述第三限幅值。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,所述控制器根据所述总充电需求功率和所述N个直流耦合单元的第三限幅值,确定每个直流耦合单元的充电需求功率,包括:所述控制器进行多轮第三迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的充电需求功率,所述多轮第三迭代计算中的每轮第三迭代计算包括:所述控制器确定 T_1 个第五直流耦合单元,所述第五直流耦合单元为在之前的第三迭代计算中未被分配充电需求功率的直流耦合单元,所述 T_1 为正整数且 $T_1 \leq N$;所述控制器计算所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率,所述候选充电需求功率是根据所述总充电需求功率以及所述N个直流耦合单元的第二能量值确定的,所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差;所述控制器根据所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率和第三限幅值,确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,所述控制器根据所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率和第三限幅值,确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率,包括:所述控制器在所述 T_1 个第五直流耦合单元中确定 T_2 个第六直流耦合单元,所述第六直流耦合单元的候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值,所述 T_2 为正整数;所述控制器确定所述 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率,其中,所述 T_2 个

第六直流耦合单元处于第三限幅状态。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述多轮第三迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括：所述控制器在 $T_1=T_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第三迭代计算；以及，所述控制器在 $T_1 > T_2$ 的情况下，确定开始下一轮第三迭代计算。

5 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器根据所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率和第三限幅值，确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率，包括：确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率均小于其对应的第三限幅值；确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率为其对应的候选充电需求功率。

10 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器计算 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率，包括：确定参考充电需求功率，所述参考充电需求功率为所述充电需求功率减去在之前的第三迭代计算中已分配给直流耦合单元的充电需求功率之和的差值；结合以下方面，确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率：

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{max_energy_to_bat} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}}$$

15 其中， $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第一候选充电功率值， $P_{max_energy_to_bat}$ 表示参考充电需求功率，所述参考充电需求功率为所述充电需求功率减去在之前的第三迭代计算中已分配给直流耦合单元的充电需求功率之和的差值， $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第二能量值， $\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元的第二能量值之和， $1 \leq j \leq T_1$ 。

20 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的放电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值，包括：所述控制器确定 N 个直流耦合单元的交换功率，所述交换功率为每个直流耦合单元的放电需求功率减去其对应的充电需求功率；所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定调整需求功率；所述控制器根据所述调整需求功率和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定 N 个直流耦合单元的第一逆变功率值。

25 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定调整需求功率，包括：所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值，所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率与对应的第一入网功率值之和，或者，所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率减去吸收功率值的差值，其中，所述第一入网功率值为是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值，所述吸收功率值为为每个直流耦合单元中的储能单元分配的吸收电网的功率值；所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述调整需求功率。

30 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器根据所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述调整需求功率，包括：所述控制器确定放电调整需求值，所述放电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值大于 0，且第一候选逆变功率值大于对应的第二功率值的直流耦合单元

的第一候选逆变功率值减去对应的第二功率值的差值之和；所述控制器确定充电调整需求值，所述充电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值小于 0，且第一候选逆变功率值小于对应的第四功率值的直流耦合单元的第四功率值减去对应的第一候选逆变功率值的差值之和，其中，所述第一功率值为每个直流耦合单元中的逆变单元的最大放电功率，所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率；所述控制器确定所述调整需求功率，所述调整需求功率为所述放电调整需求值减去所述充电调整需求值的差值的绝对值。

结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，所述控制器根据所述调整需求功率和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定 N 个直流耦合单元的第一逆变功率值，包括：所述控制器确定 N 个直流耦合单元的调整比例值，所述调整比例值为每个直流耦合单元的交换功率值占交换功率值大于 0 的直流耦合单元的交换功率值之和的占比；所述控制器确定 N 个直流耦合单元的第二候选逆变功率值，其中，第一候选逆变功率值大于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第二功率值中的最小值，第一候选逆变功率值小于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第四功率值中的最大值；所述控制器在确定放电需求功率大于充电需求功率的情况下，确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值，确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值；以及所述控制器在确定放电需求功率小于充电需求功率的情况下，确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值，确定交换功率值大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值。

第七方面，提供了一种电力系统的控制方法，所述方法应用于电力系统，所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、N 个直流母线以及总控制器，所述 N 个直流耦合单元用于从电网吸收功率，其中，所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元，所述储能单元用于储存电能，N 为正整数，所述方法包括：所述总控制器获取所述电网的吸收需求功率，所述吸收需求功率为所述 N 个直流耦合单元中储能单元需要从电网吸收的功率；所述总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值，所述第四限幅值用于指示每个直流耦合单元可提供的最大充电功率；所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值，确定 N 个直流耦合单元的吸收功率值，所述吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的从电网吸收的功率值，其中，所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第四限幅状态，所述第四限幅状态是指为直流耦合单元分配的吸收功率值等于其对应的第四限幅值。

从而，在本申请中，电力系统中的总控制器可以获取每个直流耦合单元可提供的最大充电功率，也就是直流耦合单元中储能单元当前可从电网吸收的最大充电功率，也就是第四限幅值，总控制器根据第四限幅值对吸收需求功率值对每个直流耦合单元分配吸收功率值，可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降，从而提高电力系统运行的可靠性。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收电网的电能,以及对电能进行交流转直流变换之后,向所述储能单元传输电能,所述方法还包括:所述总控制器获取所述N个直流耦合单元的第四限幅值,包括:所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第四限幅值:每个直流耦合单元的第四功率值的绝对值,每个直流耦合单元的第五功率值,其中,所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率,所述第五功率值为每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

从而,在本申请中,总控制器将每个直流耦合单元的第四功率值和第五功率值之中的最小值作为该直流耦合单元的第四限幅值,从而可以提高电力系统运行的可靠性。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,包括:所述总控制器进行多轮第四迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的吸收功率值,所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算包括:

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述总控制器确定 Q_1 个第七直流耦合单元,所述第七直流耦合单元为在之前的第四迭代计算中未被分配吸收功率值的直流耦合单元,所述 Q_1 为正整数,且 $Q_1 \leq N$;所述总控制器计算所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值,所述第一候选吸收功率值是根据所述吸收需求功率以及所述 Q_1 个直流耦合单元的第二能量值确定的,所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差;所述总控制器根据所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值和第四限幅值,确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,包括:所述总控制器在所述 Q_1 个第七直流耦合单元中确定 Q_2 个第八直流耦合单元,所述第八直流耦合单元的第一候选吸收功率值大于或等于其对应的第四限幅值,所述 Q_2 为正整数;所述总控制器确定所述 Q_2 个第八直流耦合单元的吸收功率值,其中,所述 Q_2 个第八直流耦合单元处于所述第四限幅状态。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算还包括:所述总控制器在 $Q_1=Q_2$ 的情况下,确定结束所述多轮第四迭代计算;以及,所述总控制器在 $Q_1 > Q_2$ 的情况下,确定开始下一轮第四迭代计算。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,包括:确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值均小于其对应的第四限幅值;确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第一候选吸收功率值。

结合第七方面,在第七方面的某些实现方式中,所述总控制器计算 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值,包括:确定第一参考吸收需求功率,所述第一参考吸收需求功率为所述吸收需求功率减去在之前的第四迭代计算中已分配给直流耦合单元的吸收功率值之和的差值;满足以下条件,确定 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值:

$$P_{bus_bat_from_grid_j} = P_{ref_absorb} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}}$$

5 其中 $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一候选吸收功率值, P_{ref_absorb} 表示第一参考吸收需求功率, 所述第一参考吸收需求功率为所述吸收需求功率减去在之前的第四迭代计算中已分配给直流耦合单元的吸收功率值之和的差值, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个第七直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq Q_1$ 。

从而, 在本申请中, 通过迭代算法为每个直流耦合单元分配吸收功率, 可以实现直流耦合单元中储能单元的均衡放电, 可以进一步提高储能单元电力器件的生命周期。

10 第八方面, 提供了一种电力系统, 所述电力系统包括 N 个直流耦合单元, N 个直流母线以及控制器, 所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应, 所述 N 个直流耦合单元用于从电网吸收功率, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元, 所述储能单元用于储存电能, N 为正整数; 所述总控制器用于: 获取所述电网的吸收需求功率, 所述吸收需求功率为所述 N 个直流耦合单元中储能单元需要从电网吸收的功率; 获取所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值, 所述第四限幅值用于指示每个直流耦合单元可提供的最大充电功率; 根据所述吸收需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值, 确定 N 个直流耦合单元的吸收功率值, 所述吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的从电网吸收的功率值, 其中, 所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第四限幅状态, 所述第四限幅状态是指为直流耦合单元分配的吸收功率值等于其对应的第四限幅值。

20 从而, 在本申请中, 电力系统中的总控制器可以获取每个直流耦合单元可提供的最大充电功率, 也就是直流耦合单元中储能单元当前可从电网吸收的最大充电功率, 也就是第四限幅值, 总控制器根据第四限幅值对吸收需求功率值对每个直流耦合单元分配吸收功率值, 可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降, 从而提高电力系统运行的可靠性。

25 结合第八方面, 在第八方面的某些实现方式中, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元, 所述逆变单元用于通过所述直流母线接收电网的电能, 以及对电能进行交流转直流变换之后, 向所述储能单元传输电能; 所述总控制器具体用于: 将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第四限幅值: 每个直流耦合单元的第四功率值的绝对值, 每个直流耦合单元的第五功率值, 其中, 所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率, 所述第五功率值为每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

30 结合第八方面, 在第八方面的某些实现方式中, 所述总控制器具体用于: 进行多轮第四迭代计算, 以确定所述 N 个直流耦合单元的吸收功率值, 所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算包括: 所述总控制器确定 Q_1 个第七直流耦合单元, 所述第七直流耦合单元为在之前的第四迭代计算中未被分配吸收功率值的直流耦合单元, 所述 Q_1 为正整数, 且 $Q_1 \leq N$; 所述总控制器计算所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值, 所述第一候选吸收功率值是根据所述吸收需求功率以及所述 Q_1 个直流耦合单元的第二能量值

确定的,所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能量总量与已存储的电能量之差;所述总控制器根据所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值和第四限幅值,确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值。

5 结合第八方面,在第八方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:在所述 Q_1 个第七直流耦合单元中确定 Q_2 个第八直流耦合单元,所述第八直流耦合单元的第一候选吸收功率值大于或等于其对应的第四限幅值,所述 Q_2 为正整数;所述总控制器确定所述 Q_2 个第八直流耦合单元的吸收功率值,其中,所述 Q_2 个第八直流耦合单元处于所述第四限幅状态。

10 结合第八方面,在第八方面的某些实现方式中,所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算还包括:所述总控制器在 $Q_1=Q_2$ 的情况下,确定结束所述多轮第四迭代计算;以及,所述总控制器在 $Q_1>Q_2$ 的情况下,确定开始下一轮第四迭代计算。

结合第八方面,在第八方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值均小于其对应的第四限幅值;确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第一候选吸收功率值。

15 结合第八方面,在第八方面的某些实现方式中,所述总控制器具体用于:确定第一参考吸收需求功率,所述第一参考吸收需求功率为所述吸收需求功率减去在之前的第四迭代计算中已分配给直流耦合单元的吸收功率值之和的差值;满足以下条件,确定 Q_1 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值:

$$P_{bus_bat_from_grid_j} = P_{ref_absorb} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}}$$

20 其中 $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一候选吸收功率值, P_{ref_absorb} 表示第一参考吸收需求功率,所述第一参考吸收需求功率为所述吸收需求功率减去在之前的第四迭代计算中已分配给直流耦合单元的吸收功率值之和的差值, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个第七直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq Q_1$ 。

25

附图说明

图 1 是适用本申请电力系统的一例示意图;

图 2 是适用本申请的能源单元的一例示意性结构图;

图 3 是适用本申请的储能单元的一例示意性结构图;

30 图 4 是适用本申请的逆变单元的一例示意性结构图;

图 5 是本申请提供的为直流耦合单元分配第一入网功率值的示意性流程图;

图 6 是本申请提供的确定第一入网功率值的一例示意性流程图;

图 7 是本申请提供的为直流耦合单元分配第二入网功率值的示意性流程图;

图 8 是本申请提供的确定第二入网功率值的一例示意性流程图;

35 图 9 是本申请提供的为直流耦合单元分配第一逆变功率值的示意性流程图;

图 10 是本申请提供的确定第一逆变功率值的示意性流程图;

图 11 是本申请提供的为直流耦合单元分配吸收功率值的示意性流程图;

图 12 是本申请提供的确定吸收功率值的一例示意性流程图；

图 13 是本申请提供的为直流耦合单元分配第一逆变功率值的另一例示意性流程图；

图 14 是适用本申请的装置的示意性结构图。

具体实施方式

5 下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

本申请提供的技术方案可以应用于各种电力系统，为便于理解本申请实施例，首先结合图 1 详细说明适用于本申请实施例提供的一种电力系统。图 1 示出了本申请实施例提供的电力系统 100 的示意图，如图 1 所示，该电力系统可以包括至少一个总控制器，如图 1 所示的总控制器 101；该电力系统 100 还可以包括至少一个直流耦合单元，如图 1 所示的直流耦合单元 102 至 104；该电力系统 100 还可以包括至少一个直流母线，如图 1 所示的直流母线 105 至 107。其中，直流耦合单元 102 至 104 与直流母线 105 至 107 一一对应。总控制器 101 可以对直流耦合单元 102 至 104 进行控制。从而，图 1 中的总控制器 101，直流耦合单元 102 至 104，和直流母线 105 至 107 构成了一个可以和电网 108 进行电能传输的电力系统，也就是说直流耦合单元 102 至 104 可以向电网 108 供电，直流耦合单元 102 至 104 也可以从电网 108 吸收电能。

其中，每个直流耦合单元包括逆变单元，如图 1 所示的逆变单元 1021，1031 和 1041；每个直流耦合单元还可以包括能源单元，如图 1 所示的能源单元 1022，1032；每个直流耦合单元还可以包括储能单元，如图 1 所示的储能单元 1033，1043。逆变单元 1021，1031 和 1041 的直流侧与直流母线 105 至 107 相连，交流侧与电网 108 相连，用于通过直流母线 105 至 107 接收能源单元 1022，1032 输出的电能，和/或，储能单元 1033，1043 放电的电能，以及对电能进行直流转交流变换之后，向电网 108 提供电能。逆变单元 1021，1031 和 1041 还可以用于吸收电网 108 的电能，以及对电能进行交流转直流变换后，通过直流母线 105 至 107 向储能单元 1033，1043 提供电能。能源单元 1022，1032 用于产生电能，储能单元 1033，1043 用于储存电能。

25 可选地，能源单元可以是新能源单元，例如，利用太阳能、地热能、风能、海洋能、生物质能或核聚变能等产生电能的电力装置。以下以利用太阳能产生电能的能源单元进行举例。

图 2 是本申请实施例提供的一种能源单元 2000 的结构示意图。该能源单元 2000 可以应用于图 1 所示的系统中。该能源单元可以包括至少一个光伏电池，如图 2 所示的光伏电池 2100 至 2300；该能源单元还可以包括至少一个光伏控制器，如图 2 所示的光伏控制器 2400 至 2600。光伏电池 2100 至 2300 通过光伏控制器 2400 至 2600 连接到直流母线上。其中，光伏电池 2100 至 2300 用于将太阳的光能直接转换为电能，例如单晶硅太阳能光伏电池、多晶硅太阳能光伏电池或非晶硅太阳能光伏电池；光伏控制器 2400 至 2600 用于分别控制光伏电池 2100 至 2300，可选地，光伏控制器可以获取对应的光伏电池可提供的最大放电功率，例如光伏控制器可以是 MPPT 控制器。MPPT 控制器能够实时跟踪光伏电池的最大的功率点，可以控制光伏电池以最大功率输出电能。

图 3 是本申请实施例提供的一种储能单元 3000 的结构示意图。该储能单元 3000 可以包括至少一个储能电池，如图 3 所示的储能电池 3100 至 3300；该储能单元 3000 还可以包括至少一个储能控制器，如图 3 所示的储能控制器 3400 至 3600。储能电池 3100 至 3300

通过储能控制器 3400 至 3600 连接到直流母线上。其中，储能电池 3100 至 3300 可以用于存储电能，还可用于提供电能，例如，铅酸蓄电池，锂离子储能电池等；储能控制器 3400 至 3600 分别用于控制储能电池 3100 至 3300，可以是一种 DCDC 控制器。

5 图 4 是本申请实施例提供的一种逆变单元 4000 的结构示意图。该逆变单元 4000 可以包括至少一个逆变器，如图 4 所示的逆变器 4100 至 4300。其中，逆变器 4100 至 4300 的直流侧连接到直流母线上，逆变器 4100 至 4300 的交流侧连接到电网上，逆变器 4100 至 4300 上的功率方向可以从直流母线流向电网，也可以是从电网吸收功率流向直流母线。

需要说明的是，本申请是以光伏系统进行举例，并不对本申请构成任何限定。

10 图 1 所示的电力系统既可以运用于电网调度功率上网的场景，也可以运用于电网调度从电网吸收功率的场景。

首先结合图 5 至图 10 对电网调度功率上网的场景进行说明。

15 需要说明的是，图 5 是一种为能源单元分配入网功率的方法 100，图 7 是一种为储能单元分配入网功率的方法 200，图 9 是一种为逆变单元分配第一逆变功率的方法 300。方法 100，方法 200，以及方法 300 可以独立运用于电力系统中，也可以组合在一起运用于电力系统中。

例如，当方法 100 与方法 200 组合运用时，可以理解为运用方法 100 为直流耦合系统中的能源单元分配入网功率，若能源单元不能满足电网的调度需求的话，再运用方法 200 为直流耦合系统中的储能单元分配入网功率。

20 例如，当方法 100 与方法 300 组合运用时，可以理解为运用方法 100 为直流耦合系统中的能源单元分配入网功率，若能源单元可以满足电网的调度需求，则可以运用方法 300 为直流耦合系统的逆变单元分配第一逆变功率，从而可以实现将能源单元剩余的电能输送给储能单元进行储存。

25 图 5 是本申请实施例提供的一种为能源单元分配入网功率的方法 100 的示意性流程图。该方法 100 可以运用于电力系统，该电力系统包括 N 个直流耦合单元、N 个直流母线以及总控制器。

为了清楚，以下举例将以太阳能转换成电能的光伏电力系统为例进行说明。

S110，总控制器获取电网的总入网需求功率。

该总入网需求功率是电网所需的入网功率。

30 S120，总控制器获取 N 个直流耦合单元的第一限幅值。

该第一限幅值用于指示 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中的能源单元可向电网提供的最大放电功率。

S130，总控制器根据总入网需求功率和 N 个直流耦合单元的第一限幅值，确定 N 个直流耦合单元的第一入网功率值。

35 该第一入网功率值是指为 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值，其中，N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第一限幅状态，第一限幅状态是指为直流耦合单元分配的第一入网功率值等于其对应的第一限幅值。

在一种可能的实现方式中，结合以下步骤 S121 至 S123 对图 5 中步骤 S120 中获取第一限幅值的方式进行说明。

S121，总控制器获取 N 个直流耦合单元的第一功率值。

该第一功率值为每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率。

在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的能源单元中包括至少一个光伏电池和至少一个光伏控制器的情况下，总控制器可以从该至少一个光伏控制器中获取该至少一个光伏电池的最大放电功率。

5 其中，若光伏控制器为 MPPT 控制器，MPPT 控制器可以向总控制器提供其对应的光伏电池的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的能源单元中的第 i 个光伏电池的最大放电功率为 $p_{\max_energy_ji}$ 。

需要说明的是，若 MPPT 控制器对应的光伏电池不处于 MPPT 点，该 MPPT 控制器向总控制器提供的最大放电功率值可以是 MPPT 控制器对其对应的光伏电池放电功率的估计值，若 MPPT 控制器对应的光伏电池处于降额状态，该 MPPT 控制器向总控制器提供的最大放电功率值可以是降额之后的最大放电功率。

总控制器根据该至少一个光伏电池的最大放电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率，也就是第一功率值 $p_{bus_max_energy_j}$ 为：

$$15 \quad p_{bus_max_energy_j} = \sum p_{\max_energy_ji} \quad (1)$$

也就是说，每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率为每个直流耦合单元中能源单元中的所有光伏控制器所提供的光伏电池的最大放电功率之和。

S122，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二功率值。

该第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

20 在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下，该总控制器获取每个逆变器的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大放电功率为 $p_{pcs_max_discharge_ji}$ 。

总控制器根据该至少一个逆变器的最大放电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率，即第二功率值 $p_{bus_max_pcs_discharge_j}$ 为：

$$25 \quad p_{bus_max_pcs_discharge_j} = \sum p_{pcs_max_discharge_ji} \quad (2)$$

也就是说，每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率为每个直流耦合单元中逆变单元中的所有逆变器的最大放电功率之和。

30 S123，总控制器根据 N 个直流耦合单元的第一功率值，以及 N 个直流耦合单元的第二功率值，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一限幅值。

在一种可能的实现方式中，总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第一限幅值：每个直流耦合单元的第一功率值、每个直流耦合单元的第二功率值。

也就是说， N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一限幅值 $p_{lim_1_j}$ 为：

$$35 \quad p_{lim_1_j} = \min(p_{bus_max_energy_j}, p_{bus_max_pcs_discharge_j}) \quad (3)$$

也就是说，直流耦合单元中的能源单元实际入网的功率需要受到逆变单元的限制，避免光伏电池、能源控制器或逆变器超幅运行，导致电力系统的可靠性下降。

在一种可能的实现方式中，结合图 6 对图 5 中的步骤 S130 中获取第一入网功率值的方式进行说明，图 6 示出了一种获取第一入网功率值的示意性流程图。

所述总控制器根据总入网需求功率和 N 个直流耦合单元的第一限幅值进行第一迭代

计算，以确定 N 个直流耦合单元的第一入网功率值。

S1301，总控制器计算 N 个直流耦合单元的初始第一候选入网功率值。

在一种可能的实现方式中，总控制器根据以下公式，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的初始第一候选功率值，其中第 j 个直流耦合单元的初始第一候选功率值为：

$$5 \quad p_{bus_energy_to_grid_j} = p_1 \frac{p_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in N} p_{bus_max_energy_j}} \quad (4)$$

其中， $p_{bus_energy_to_grid_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的初始第一候选入网功率值， p_1 表示总入网需求功率， $p_{bus_max_energy_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一功率值， $\sum_{j \in N} p_{bus_max_energy_j}$ 表示 N 个直流耦合单元的第一功率值之和， $1 \leq j \leq N$ 。

10 S1302，总控制器在 N 个直流耦合单元中确定 L 个第二直流耦合单元。

在一种可能的实现方式中，第二直流耦合单元的初始第一候选入网功率值大于或等于其对应的第一限幅值，L 为正整数。

需要说明的是，第二直流耦合单元可以理解为在本次计算后处于第一限幅状态的直流耦合单元。

15 S1303，总控制器根据该 L 个第二直流耦合单元进行判定。

在 L=0 的情况下，S1304，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的初始第一候选入网功率值，并结束第一迭代计算。

也就是说，在 L=0 的情况下，在本次计算后 N 个直流耦合单元都未处于第一限幅状态，总控制器可以为该 N 个直流耦合单元中能源单元分配其对应的初始第一候选入网功率值进入电网。

20 在 L=N 的情况下，S1305，总控制器确定该 L 个第二直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一限幅值，并结束第一迭代计算。

也就是说，在 L=N 的情况下，在本次计算后 N 个直流耦合单元全部处于第一限幅状态，总控制器为该 N 个直流耦合单元中能源单元分配其对应的第一限幅值进入电网。

25 在 $0 < L < N$ 的情况下，S1306，总控制器确定该 L 个第二直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一限幅值。

总控制器先为该 L 个第二直流耦合单元分配第一入网功率值，再执行 S1307。

S1307，总控制器确定 L_1 个第一直流耦合单元。

30 该 L_1 个第一直流耦合单元为在之前的第一迭代计算中未被分配第一入网功率值的直流耦合单元， L_1 为正整数且 $L_1 \leq N$ 。

需要说明的是，第一直流耦合单元也可以理解为在之前的第一迭代计算中计算获得的第一候选入网功率值小于其对应的第一限幅值。

S1308，总控制器确定参考入网需求功率。

在一种可能的实现方式中，根据以下公式，总控制器确定参考入网需求功率：

$$35 \quad p_{ref_1} = p_1 - \sum_{j \in L_1} p_{bus_energy_to_grid_j} \quad (5)$$

其中， p_{ref_1} 为参考入网需求功率， $\sum_{j \in L_1} p_{bus_energy_to_grid_j}$ 为已被分配第一入网功率值的直

流耦合单元的第一入网功率值之和, $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 为已被分配第一入网功率值的直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一入网功率值。

S1309, 计算 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值。

5 在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定该 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值:

$$P_{bus_energy_to_grid_j} = P_{ref_1} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}} \quad (6)$$

其中, $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 表示 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值, $P_{bus_max_energy_j}$ 表示 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一功率值, $\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}$ 表示 L_1 个第一直流耦合单元的第一功率值之和, $1 \leq j \leq L_1$ 。

10 S1310, 总控制器在 L_1 个第一直流耦合单元中确定 L_2 个第二直流耦合单元。

其中, 该 L_2 个第二直流耦合单元在 S1309 计算获得的第一候选入网功率值大于或等于其对应的第一限幅值, L_2 为正整数。

S1311, 总控制器确定该 L_2 个第二直流耦合单元的第一入网功率值。

15 该 L_2 个第二直流耦合单元处于第一限幅状态, 也就是说, 总控制器确定为该 L_2 个第二直流耦合单元分配其对应的第一限幅值进入电网。

S1312, 总控制器根据该 L_1 个第一直流耦合单元和该 L_2 个第二直流耦合单元进行判定。

在 $L_1=L_2$ 的情况下, S1313, 总控制器确定结束该多轮第一迭代计算。

20 此时, 之前未被分配的 L_1 个第一直流耦合单元在 S1311 中全部被分配其对应的第一限幅值作为第一入网功率值。

在 $L_1 > L_2 > 0$ 的情况下, 回到 S1307 重新进行计算。

在 $L_2=0$ 的情况下, S1314, 总控制器确定该 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值, 并结束该多轮第一迭代计算。

该 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值为对应的第一参考入网功率值。

25 此时, 在本轮计算中, 该 L_1 个第一直流耦合单元都未处于第一限幅状态, 电网所需的入网功率被分配完。

30 从而, 在本申请中, 电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中能源单元当前可向电网提供的最大放电功率, 也就是第一限幅值, 总控制器根据第一限幅值对总入网需求功率对每个直流耦合单元分配第一入网功率值, 可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降, 从而可以提高电力系统运行的可靠性。

图 7 是本申请实施例提供的一种为储能单元分配入网功率的方法 200 的示意性流程图。该方法 200 可以运用于电力系统, 该电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器。

为了清楚, 以下举例将以太阳能转换成电能的光伏电力系统为例进行说明。

35 S210, 总控制器获取电网的储能入网需求功率。

该储能入网需求功率是指需要储能单元为电网提供的入网功率。

S220, 总控制器获取 N 个直流耦合单元的第二限幅值。

该第二限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可向电网提供的最大放电功率。

S230, 总控制器根据储能入网需求功率和 N 个直流耦合单元的第二限幅值, 确定每个直流耦合单元的第二入网功率值。

- 5 该第二入网功率值是指为每个直流耦合单元中的储能单元分配的输入电网的功率值, 其中, N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中的储能单元处于第二限幅状态, 第二限幅状态是指为直流耦合单元分配的第二入网功率值等于其对应的第二限幅值。

在一种可能的实现方式中, 结合以下步骤 S211 至 S213 对步骤 S210 中获取储能入网需求功率的方式进行说明。

- 10 S211, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值。

该总第一入网功率值是指为 N 个直流耦合单元中能源单元分配的输入电网的总功率值。

- 15 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一入网功率值, 该总第一入网功率值为该 N 个直流耦合单元的第一入网功率值之和, 其中, 确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一入网功率值可以与方法 100 描述的流程类似, 在此不再赘述。

也就是说, 总第一入网功率值 $P_{energy_to_grid}$ 为:

$$P_{energy_to_grid} = \sum P_{bus_energy_to_grid_j} \quad (7)$$

其中 $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 为该 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一入网功率值。

- 20 S212, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值是否满足电网的需求。

在总第一入网功率值小于总电网需求功率的情况下, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值不满足电网的需求。

也就是说, 当该 N 个直流耦合单元的能源单元无法满足电网的需求时, 可以为该 N 个直流耦合单元中的储能单元分配入网的功率, 从而满足电网的需求。

- 25 在总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值不满足电网的需求的情况下, S213, 总控制器根据总第一入网功率值确定电网所需的储能入网需求功率。

该储能入网需求功率 P_2 为总电网需求功率 P_1 减去总第一入网功率值 $P_{energy_to_grid}$ 的差值, 即:

$$P_2 = P_1 - P_{energy_to_grid} \quad (8)$$

- 30 在一种可能的实现方式中, 结合以下步骤 S221 至 S223 对步骤 S220 中获取第二限幅值的方式进行说明。

S221, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二功率值。

该第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

- 35 在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下, 总控制器获取第二功率值的方法可以与方法 120 中的 S122 类似, 为了简便, 在此不再赘述。

S222, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第三功率值。

该第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率。

在一种可能的实现方式中, 在每个直流耦合单元中的储能单元包括至少一个储能电池和至少一个储能控制器的情况下, 总控制器可以从该至少一个储能控制器中获取对应的储

能电池的最大放电功率，还可以获取每个储能控制器的最大放电功率。

总控制器根据该至少一个储能电池的最大放电功率和该至少一个储能控制器的最大放电功率确定每个直流耦合单元的第三功率值，其中，该 N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元的第三功率值 $p_{bus_max_bat_discharge_j}$ 为：

$$5 \quad P_{bus_max_bat_discharge_j} = \sum \max(p_{bat_max_discharge_ji}, P_{dc_max_discharge_ji}) \quad (9)$$

其中， $p_{bat_max_discharge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池的最大放电功率， $P_{dc_max_discharge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能控制器的最大放电功率，另外，可以定义负号为储能单元充电的方向， $p_{bat_max_discharge_ji}$ 与 $P_{dc_max_discharge_ji}$ 皆为负值。

10 也就是说，储能电池与对应的储能控制器最终的最大放电功率为两者的最大放电功率的最大值，直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率为该直流耦合单元中全部储能电池与对应的储能控制器最终的最大放电功率之和。

需要说明的是，一个储能控制器可以控制一个或多个储能电池，本申请对此不作限定。

S223，总控制器根据 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二功率值和第三功率值确定每个直流耦合单元的第二限幅值。

15 在一种可能的实现方式中，总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值：每个直流耦合单元的第二功率值、每个直流耦合单元的第三功率值。

也就是说，N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二限幅值 $p_{lim_2_j}$ 为：

$$P_{lim_2_j} = \min(p_{bus_max_bat_discharge_j}, P_{bus_max_pcs_discharge_j}) \quad (10)$$

20 也就是说，直流耦合单元中的储能单元实际放电需要受到逆变单元的限制，避免储能电池、储能控制器或逆变器超幅运行，导致电力系统的可靠性下降。

在另一种可能的实现方式中，在该直流耦合单元还包括能源单元，且总控制器已经为该能源单元分配第一入网功率值的情况下，总控制器可以将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值：每个直流耦合单元的第二功率值、每个直流耦合单元的剩余放电功率值，其中，剩余放电功率值为每个直流耦合单元的第二功率值减去第一入网功率值。

25 也就是说，N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二限幅值 $p_{lim_2_j}$ 可以为：

$$P_{lim_2_j} = \min(p_{bus_max_bat_discharge_j}, P_{bus_max_pcs_discharge_j} - P_{bus_energy_to_grid_j}) \quad (11)$$

在这种情况下，由于逆变单元已经承受了能源单元的放电功率，所以在为储能单元分配输入电网的功率时需要考虑已经为能源单元分配的输入电网的功率。

30 在一种可能的实现方式中，结合图 8 对图 7 中的步骤 S230 中获取第二入网功率值的方式进行说明，图 8 示出了一种获取第二入网功率值的示意性流程图。

总控制器根据储能入网需求功率和 N 个直流耦合单元的第二限幅值进行第二迭代计算，以确定 N 个直流耦合单元的第二入网功率值。

S2301，总控制器获取 N 个直流耦合单元的第一能量值。

35 该第一能量值为 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中的储能单元当前存储的电能。

在一种可能的实现方式中，每个直流耦合单元中的储能单元中包括至少一个储能电池，总控制器可以获取每个直流耦合单元中的储能单元中的每一个储能电池当前存储的电能。

总控制器根据每一个储能电池当前存储的电能确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦

合单元的第一能量值，其中第 j 个直流耦合单元的第一能量值 SOE_{bus_j} 为：

$$SOE_{bus_j} = \sum SOE_{ji} \quad (12)$$

其中， SOE_{ji} 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池当前存储的电能。

也就是说，一个直流耦合单元中的储能单元可以包括多个储能电池，直流耦合单元的第一能量值为该直流耦合单元中全部储能电池当前存储的电能之和。

S2302，总控制器计算 N 个直流耦合单元的初始第二候选入网功率值。

在一种可能的实现方式中，总控制器根据以下公式，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的初始第二候选功率值，其中，第 j 个直流耦合单元的初始第二候选功率值为：

$$P_{bus_bat_to_grid_j} = P_2 \frac{SOE_{bus_j}}{\sum_{j \in N} SOE_{bus_j}} \quad (13)$$

10 其中， $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的初始第二候选入网功率值， P_2 表示储能入网需求功率， $\sum_{j \in N} SOE_{bus_j}$ 表示 N 个直流耦合单元的第一能量值之和， $1 \leq j \leq N$ 。

S2303，总控制器在 N 个直流耦合单元中确定 M 个第四直流耦合单元。

15 在一种可能的实现方式中，第四直流耦合单元的初始第二候选入网功率值大于或等于其对应的第二限幅值， M 为正整数。

需要说明的是，第四直流耦合单元可以理解为在本次计算后处于第二限幅状态的直流耦合单元。

S2304，总控制器根据该 M 个第四直流耦合单元进行判定。

20 在 $M=0$ 的情况下，S2305，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的初始第二候选入网功率值，并结束第二迭代计算。

也就是说，在 $M=0$ 的情况下，在本次计算后 N 个直流耦合单元都未处于第二限幅状态，总控制器可以为该 N 个直流耦合单元中储能单元分配其对应的初始第二候选入网功率值进入电网。

25 在 $M=N$ 的情况下，S2306，总控制器确定该 M 个第四直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的第二限幅值，并结束第二迭代计算。

也就是说，在 $M=N$ 的情况下，在本次计算后 N 个直流耦合单元全部处于第二限幅状态，总控制器为该 N 个直流耦合单元中储能单元分配其对应的第二限幅值进入电网。

在 $0 < M < N$ 的情况下，S2307，总控制器确定该 M 个第四直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的第二限幅值。

30 总控制器先为该 M 个第四直流耦合单元分配第二入网功率值，再执行 S2308。

S2308，总控制器确定 M_1 个第三直流耦合单元。

该 M_1 个第三直流耦合单元为在之前的第二迭代计算中未被分配第二入网功率值的直流耦合单元， M_1 为正整数且 $M_1 < N$ 。

35 需要说明的是，第三直流耦合单元也可以理解为在之前的第二迭代计算中计算获得的第二候选入网功率值小于其对应的第二限幅值。

S2309，总控制器确定参考储能入网需求功率。

在一种可能的实现方式中，根据以下公式，总控制器确定参考储能入网需求功率：

$$P_{pref_2} = P_2 - \sum_{j \in M_1} P_{bus_bat_to_grid_j} \quad (14)$$

其中, P_{pref_2} 为参考储能入网需求功率, $\sum_{j \in M_1} P_{bus_bat_to_grid_j}$ 为已被分配第二入网功率值的直流耦合单元的第二入网功率值之和, $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 为已被分配第二入网功率值的直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二入网功率值。

5 S2310, 总控制器计算 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定该 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值:

$$P_{bus_bat_to_grid_j} = P_{pref_2} \frac{SOE_{bus_j}}{\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}} \quad (15)$$

10 其中, $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值, P_{pref_2} 表示参考储能入网需求功率, 参考储能入网需求功率为储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值, SOE_{bus_j} 表示 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第一能量值, $\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}$ 表示 M_1 个第三直流耦合单元的第一能量值之和, $1 \leq j \leq M_1$ 。

S2311, 总控制器在 M_1 个第三直流耦合单元中确定 M_2 个第四直流耦合单元。

15 其中, 该 M_2 个第四直流耦合单元在 S2310 计算获得的第二候选入网功率值大于或等于其对应的第二限幅值, M_2 为正整数。

S2312, 总控制器确定该 M_2 个第四直流耦合单元的第二入网功率值。

该 M_2 个第四直流耦合单元处于第二限幅状态, 也就是说, 总控制器确定为该 M_2 个第四直流耦合单元分配其对应的第二限幅值进入电网。

20 S2313, 总控制器根据该 M_1 个第三直流耦合单元和该 M_2 个第四直流耦合单元进行判定。

在 $M_1 = M_2$ 的情况下, S2314, 总控制器确定结束该多轮第二迭代计算。

此时, 之前未被分配的 M_1 个第三直流耦合单元在 S2312 中全部被分配其对应的第二限幅值作为第二入网功率值。

25 在 $M_1 > M_2 > 0$ 的情况下, 回到 S2308 重新进行计算。

在 $M_2 = 0$ 的情况下, S2315, 总控制器确定该 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值, 并结束该多轮第二迭代计算。

该 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值为对应的第二候选入网功率值。

30 此时, 在本轮计算中, 该 M_1 个第三直流耦合单元都未处于第二限幅状态, 储能单元需要入网的功率被分配完。

从而, 在本申请中, 电力系统中的总控制器可以获取直流耦合单元中储能单元当前可向电网提供的最大放电功率, 也就是第二限幅值, 总控制器根据第二限幅值对储能入网需求功率对每个直流耦合单元分配第二入网功率值, 可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降, 从而可以提高电力系统运行的可靠性, 并且, 电力系统中的储能单元可以均衡放电, 提高储能单元中电力器件的生命周期。

35 图9是本申请实施例提供的一种为逆变单元分配第一逆变功率的方法300的示意性流

程图。该方法 300 可以运用于电力系统，该电力系统包括 N 个直流耦合单元、N 个直流母线以及总控制器。

为了清楚，以下举例将以太阳能转换成电能的光伏电力系统为例进行说明。

S310，总控制器获取 N 个直流耦合单元的放电需求功率。

5 所述放电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的能源单元分配的给 N 个直流耦合单元的储能单元充电的功率。

S320，总控制器获取 N 个直流耦合单元的充电需求功率。

所述充电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元的能源单元获取的功率。

10 S330，总控制器根据所述 N 个直流耦合单元的放电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值。

所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元向电网提供电能的功率，或所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元从电网吸收电能的功率。

15 在一种可能的实现方式中，结合以下步骤 S311 至 S319 对步骤 S310 中获取每个直流耦合单元的放电需求功率的方式进行说明。

S311，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一功率值。

该第一功率值为每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率。

20 总控制器获取第一功率值的方式可以与方法 100 中的 S121 中描述的方式类似，为了简便，在此不再赘述。

S312，总控制器获取该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值。

该总第一入网功率值是指为 N 个直流耦合单元中能源单元分配的输入电网的总功率值。

25 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一入网功率值，该总第一入网功率值为该 N 个直流耦合单元的第一入网功率值之和，其中，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一入网功率值可以与方法 100 描述的流程类似，在此不再赘述。

也就是说，总第一入网功率值 $P_{energy_to_grid}$ 为：

$$P_{energy_to_grid} = \sum P_{bus_energy_to_grid_j} \quad (16)$$

30 其中 $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 为该 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一入网功率值。

S313，总控制器获取该 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第三功率值。

该第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率。

总控制器获取第三功率值的方式可以与方法 200 中的 S222 中描述的方式类似，为了简便，在此不再赘述。

35 S314，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值是否满足电网的需求。

在总第一入网功率值等于总电网需求功率的情况下，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值满足电网的需求。

也就是说，当该 N 个直流耦合单元的能源单元满足电网的需求时，可以将 N 个直流耦合单元中的能源单元剩余的功率分配给 N 个直流耦合单元中的储能单元进行储存，从而

提高了新能源电能的利用率。

在总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总第一入网功率值满足电网的需求的情况下，总控制器可以根据总第一入网功率值确定总充电需求功率。

5 该总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率。

在一种可能的方式中，S315，总控制器确定 N 个直流耦合单元的第一充电能力值。

该第一充电能力值为 N 个直流耦合单元中的能源单元可提供给储能单元电能的能力值。

10 总控制器可以根据下式确定 N 个直流耦合单元中能源单元给储能单元的第一充电能力值 $P_{\max_energy_to_bat_1}$ 为：

$$P_{\max_energy_to_bat_1} = \sum_{j \in N} P_{bus_max_energy_j} - P_{energy_to_grid} \quad (17)$$

其中， $P_{bus_max_energy_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一功率值， $\sum_{j \in N} P_{bus_max_energy_j}$ 为 N 个直流耦合单元的第一功率值之和。

15 也就是说，在 N 个直流耦合单元中能源单元已经给电网提供第一入网功率值的情况下，第一充电能力值为 N 个直流耦合单元中能源单元还剩余的可以放电的功率值。

S316，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

20 在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的储能单元包括至少一个储能电池和至少一个储能控制器的情况下，总控制器可以从该至少一个储能控制器中获取对应的储能电池的最大充电功率，还可以获取每个储能控制器的最大充电功率。

总控制器根据该至少一个储能电池的最大充电功率和该至少一个储能控制器的最大充电功率确定每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率，其中，该 N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率 $P_{bus_max_bat_charge_j}$ 为：

$$P_{bat_max_charge_j} = \sum \min(P_{bat_max_charge_ji}, P_{dcdc_max_charge_ji}) \quad (18)$$

25 其中， $P_{bat_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池的最大充电功率， $P_{dcdc_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能控制器的最大充电功率。

也就是说，储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率为储能电池与对应的储能控制器的最大充电功率的最小值，直流耦合单元中的储能单元的最大充电功率为该直流耦合单元中全部储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率之和。

30 需要说明的是，一个储能控制器可以控制一个或多个储能电池，本申请对此不作限定。

S317，总控制器确定 N 个直流耦合单元的第二充电能力值。

该第二充电能力值为 N 个直流耦合单元中的储能单元可接受的电能的能力值。

在一种可能的实现方式中，总控制器可以根据下式获取第二充电能力值为 $P_{\max_bat_charge}$ ：

$$P_{\max_bat_charge} = \sum_{j \in N} P_{bus_max_bat_charge_j} \quad (19)$$

35 也就是说，N 个直流耦合单元的第二充电能力值为该 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率值之和。

S318，总控制器获取总充电需求功率。

总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率；

在一种可能的实现方式中，总控制器可以根据以下公式确定总充电需求功率：

$$P_{\max_energy_to_bat} = \min(P_{\max_bat_charge}, P_{\max_energy_to_bat_1}) \quad (20)$$

5 也就是说，总控制器可以确定第一充电能力值和第二充电能力值中的最小值作为总充电需求功率。

S319，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率。

在一种可能的方式中，总控制器可以根据下式确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率，其中，第 j 个直流耦合单元的放电需求功率 $P_{bus_energy_to_bat_j}$ 为：

$$10 \quad P_{bus_energy_to_bat_j} = P_{\max_energy_to_bat} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in N} P_{bus_max_energy_j}} \quad (21)$$

也就是说，N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率可以根据每个直流耦合单元的第一功率值，即直流耦合单元中能源单元的最大放电功率值占 N 个直流耦合单元的第一功率值之和的占比来分配总充电需求功率，从而获得为每个直流耦合单元中能源单元分配的用于储存的功率。

15 在一种可能的实现方式中，结合图 10 对图 9 中的步骤 S320 中获取每个直流耦合单元的充电需求功率的方式进行说明，图 10 示出了一种获取充电需求功率的示意性流程图。

总控制器可以进行第三迭代计算，以确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的充电需求功率。

S3201，总控制器获取 N 个直流耦合单元的第三限幅值。

20 该第三限幅值用于指示 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元可提供的最大充电功率。

在一种可能的实现方式中，每个直流耦合单元的第三限幅值可以是每个储能单元的最大充电功率。

S3202，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二能量值。

25 该第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能量总量与已存储的电能量之差。

其中，总控制器可以从储能单元获取每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能量总量，也可以在总控制器中预配置每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能量总量。

30 需要说明的是，每个直流耦合单元中的储能单元的已存储的电能量可以理解为方法 200 中的第一能量值，即 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中的储能单元当前存储的电能量。因此，其获取方式可以与方法 200 中的步骤 S2301 的获取方式类似，为了简便，在此不再赘述。

S3203，总控制器计算 N 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率。

35 在一种可能的实现方式中，总控制器根据以下公式，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的初始候选充电需求功率，其中，第 j 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率为：

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{max_energy_to_bat} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}} \quad (22)$$

其中, $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率, $SOE_{bus_able_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}$ 为 N 个直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq N$ 。

5 S3204, 总控制器在 N 个直流耦合单元中确定 T 个第六直流耦合单元。

在一种可能的实现方式中, 第六直流耦合单元的初始候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值, T 为正整数。

需要说明的是, 第六直流耦合单元可以理解为在本次计算后处于第三限幅状态的直流耦合单元。

10 S3205, 总控制器根据该 T 个第六直流耦合单元进行判定。

在 T=0 的情况下, S3206, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的初始候选充电需求功率, 并结束第三迭代计算。

也就是说, 在 T=0 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元都未处于第三限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的初始候选充电需求功率。

15 在 T=N 的情况下, S3207, 总控制器确定该 T 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值, 并结束第三迭代计算。

也就是说, 在 T=N 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元全部处于第三限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

20 在 $0 < T < N$ 的情况下, S3208, 总控制器确定该 T 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

总控制器先为该 T 个第六直流耦合单元分配充电需求功率, 再执行 S3209。

S3209, 总控制器确定 T_1 个第五直流耦合单元。

25 该 T_1 个第五直流耦合单元为在之前的第三迭代计算中未被分配充电需求功率的直流耦合单元, T_1 为正整数且 $T_1 \leq N$ 。

需要说明的是, 第五直流耦合单元也可以理解为在之前的第三迭代计算中计算获得的候选充电需求功率小于其对应的第三限幅值。

S3210, 总控制器确定参考总充电需求功率。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定参考总充电需求功率:

$$30 \quad P_{pref_3} = P_{max_energy_to_bat} - \sum_{j \in T_1} P_{bus_bat_charge_j} \quad (23)$$

其中, P_{pref_3} 为参考总充电需求功率, $\sum_{j \in T_1} P_{bus_bat_charge_j}$ 为已被分配充电需求功率的直流耦合单元的充电需求功率之和, $P_{bus_bat_charge_j}$ 为已被分配充电需求功率的直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的充电需求功率。

S3211, 总控制器计算 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率。

35 在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定该 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率:

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{pref_3} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}} \quad (24)$$

其中, $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的选充电需求功率, P_{pref_3} 表示参考总充电需求功率, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流

耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq T_1$ 。

S3212, 总控制器在 T_1 个第五直流耦合单元中确定 T_2 个第六直流耦合单元。

其中, 该 T_2 个第六直流耦合单元在 S3211 计算获得的候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值, T_2 为正整数。

S3213, 总控制器确定该 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率。

10 该 T_2 个第六直流耦合单元处于第三限幅状态, 也就是说, 总控制器确定该 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

S3214, 总控制器根据该 T_1 个第五直流耦合单元和该 T_2 个第六直流耦合单元进行判定。

在 $T_1 = T_2$ 的情况下, S3215, 总控制器确定结束该多轮第三迭代计算。

15 此时, 之前未被分配的 T_1 个第五直流耦合单元在 S3213 中全部被分配其对应的第三限幅值作为充电需求功率。

在 $T_1 > T_2 > 0$ 的情况下, 回到 S3209 重新进行计算。

在 $T_2 = 0$ 的情况下, S3216, 总控制器确定该 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率, 并结束该多轮第三迭代计算。

20 该 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率为对应的参考充电需求功率。

此时, 在本轮计算中, 该 T_1 个第五直流耦合单元都未处于第三限幅状态, 总充电需求功率被分配完。

也就是说, 经过第三迭代计算, 总控制器可以确定 N 个直流耦合单元的充电需求功率。

25 在一种可能的实现方式中, 结合以下步骤 S3301 至 S3309 对图 9 中步骤 S330 中获取第一逆变功率值的方式进行说明。

S3301, 总控制器确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的交换功率。

该交换功率为 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率减去其对应的充电需求功率。

也就是说, N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的交换功率 $P_{bus_pcs_to_other_j}$ 为:

$$30 \quad P_{bus_pcs_to_other_j} = P_{bus_energy_to_bat_j} - P_{bus_bat_charge_j} \quad (25)$$

S3302, 总控制器根据 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率。

在一种可能的实现方式中, 在存在直流耦合单元中的能源单元已被分配输入电网的功率值, 也就是第一入网功率值的情况下, N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一候选逆变功率为每个直流耦合单元的交换功率与对应的第一入网功率值之和, N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1}$ 为:

$$35 \quad P_{bus_pcs_to_grid_j_1} = P_{bus_pcs_to_other_j} + P_{bus_energy_to_grid_j} \quad (26)$$

也就是说, 直流耦合单元中的逆变单元需要承受同一个直流耦合单元中的能源单元输

出的功率值，因此，逆变单元上实际承载的逆变功率，与同一个直流耦合单元中的能源单元输入电网的功率、能源单元给储能单元充电的功率，以及同一个直流耦合单元中的能源单元充电的功率相关。

S3303，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二功率值。

5 该第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下，总控制器获取第二功率值的方法可以与方法 120 中的 S122 类似。

S3304，总控制器确定放电调整需求值。

10 该放电调整需求值为 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值大于 0，且第一候选逆变功率值大于对应的第二功率值的直流耦合单元的第一候选逆变功率值减去对应的第二功率值的差值之和。

也就是说，放电调整需求值 Δ_{pos_sum} 为：

$$\Delta_{pos_sum} = \sum_{\substack{P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > 0 \\ P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > P_{bus_max_pcs_discharge_j}}} P_{bus_pcs_to_grid_j_1} - P_{bus_max_pcs_discharge_j} \quad (27)$$

15 需要说明的是，直流耦合单元的第一候选逆变功率值大于 0，可以理解为该直流耦合单元的逆变单元处于放电状态，可以考虑该直流耦合单元的第一候选逆变功率值是否超过了逆变单元的最大放电功率值，如果超过了的话，则表明该直流耦合单元不可以承受第一候选逆变功率，该逆变单元被限幅，放电调整需求值就是 N 个直流耦合单元中逆变单元被限幅的直流耦合单元超过第二功率值的总和。

S3305，总控制器确定充电调整需求值。

20 该充电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值小于 0，且第一候选逆变功率值小于对应的第四功率值的直流耦合单元的第四功率值减去对应的第一候选逆变功率值的差值之和。

该第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率。

25 在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下，该总控制器获取每个逆变器的最大充电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大充电功率为 $p_{pcs_max_charge_ji}$ 。

总控制器根据该至少一个逆变器的最大充电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率，即第四功率值 $p_{bus_max_pcs_charge_j}$ 为： $p_{bus_max_pcs_charge_j} = \sum p_{pcs_max_charge_ji}$ 。

30 也就是说，每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率为每个直流耦合单元中逆变单元中的所有逆变器的最大充电功率之和。

也就是说充电调整需求值 Δ_{neg_sum} 为：

$$\Delta_{neg_sum} = \sum_{\substack{P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < 0 \\ P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < P_{bus_max_pcs_charge_j}}} P_{bus_max_pcs_charge_j} - P_{bus_pcs_to_grid_j_1} \quad (28)$$

35 其中，第一候选逆变功率值和第四功率值的负号代表功率方向为充电方向，充电方向可以理解为从电网经过逆变单元到储能单元的方向，其绝对值代表功率值的大小。

需要说明的是，直流耦合单元的第一候选逆变功率值小于 0，可以理解为该直流耦合单元的逆变单元处于充电状态，可以考虑该直流耦合单元的第一候选逆变功率值的绝对值

是否超过了逆变单元的最大充电功率值，如果超过了的话，则表明该直流耦合单元不可以承受第一候选逆变功率，该逆变单元被限幅，放电调整需求值就是 N 个直流耦合单元中逆变单元被限幅的直流耦合单元超过第四功率值的总和。

S3306，总控制器确定调整需求功率。

- 5 该调整需求功率为所述放电调整需求值减去所述充电调整需求值的差值的绝对值。
也就是说，调整需求功率 Δ 为：

$$\Delta = |\Delta_{pos_max} - \Delta_{neg_max}| \quad (29)$$

S3307，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的调整比例值。

- 10 该调整比例值为每个直流耦合单元的交换功率值占交换功率值大于 0 的直流耦合单元的交换功率值之和的占比。

也就是说，N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的调整比例值为：

$$K_{bus_j} = \frac{P_{bus_pcs_to_other_j}}{P_{bus_pcs_to_other}} \quad (30)$$

其中，

$$P_{bus_pcs_to_other} = \sum_{P_{bus_pcs_to_other_j} > 0} P_{bus_pcs_to_other_j} \quad (31)$$

- 15 S3308，总控制器确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二候选逆变功率值。

其中，第一候选逆变功率值大于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第二功率值中的最小值，第一候选逆变功率值小于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第四功率值中的最大值。

- 20 也就是说：

若 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > 0$

$$P_{bus_pcs_to_grid_j_2} = \min(P_{bus_pcs_to_grid_j_1}, P_{bus_max_pcs_discharge_j}) \quad (32)$$

若 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < 0$

$$P_{bus_pcs_to_grid_j_2} = \max(P_{bus_pcs_to_grid_j_1}, P_{bus_max_pcs_charge_j}) \quad (33)$$

- 25 其中， $P_{bus_pcs_to_grid_j_2}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二候选逆变功率值， $P_{bus_pcs_to_grid_j_1}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值， $P_{bus_max_pcs_discharge_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二功率值， $P_{bus_max_pcs_charge_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第四功率值。

- 30 S3309，总控制器在确定放电需求功率大于充电需求功率的情况下，确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值，确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值。

也就是说，

若 $\Delta_{pos_max} > \Delta_{neg_max}$ ，

- 35 $P_{bus_pcs_to_other_j} < 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为：

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} - \Delta * K_{bus_j} \quad (34)$$

$P_{bus_pcs_to_other_j} > 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为：

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} \quad (35)$$

若 $\Delta_{pos_max} < \Delta_{neg_max}$,

$P_{bus_pcs_to_other_j} < 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} \quad (36)$$

5 $P_{bus_pcs_to_other_j} > 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} - \Delta * K_{bus_j} \quad (37)$$

在一种可能的实现方式中,若直流耦合单元中的逆变单元包括多个逆变器,则可以根据每个逆变器的最大放电功率占第二功率值的占比分配第一逆变功率值,或根据每个逆变器的最大充电功率占第四功率值的占比分配第一逆变功率值。

10 例如,若 $P_{bus_pcs_to_grid_j} > 0$,

$$P_{pcs_to_grid_ji} = P_{bus_pcs_to_grid_j} \frac{P_{pcs_max_discharge_ji}}{P_{bus_max_pcs_discharge_j}} \quad (38)$$

若 $P_{bus_pcs_to_grid_j} < 0$,

$$P_{pcs_to_grid_ji} = P_{bus_pcs_to_grid_j} \frac{P_{pcs_max_charge_ji}}{P_{bus_max_pcs_charge_j}} \quad (39)$$

15 其中, $P_{pcs_to_grid_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的逆变功率, $P_{pcs_max_discharge_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大放电功率, $P_{pcs_max_charge_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大充电功率。

20 从而,在本申请中,可以通过确定 N 个直流耦合单元中逆变单元的第一逆变功率值,实现将直流耦合单元的能源单元产生的电能给该直流耦合单元和/或其它直流耦合单元的储能单元充电,从而可以减少能源单元的电能浪费。

以下结合图 11 和图 13 对电网调度从电网吸收功率的场景进行说明。

需要说明的是,图 11 是一种为储能单元分配吸收功率的方法 400,图 13 是一种为逆变单元分配第一逆变功率的方法 500。方法 400 和方法 500 可以独立运用于电力系统中,也可以组合在一起运用在电力系统中。

25 例如,当方法 400 和方法 500 组合运用时,可以理解为运用方法 400 为直流耦合系统的储能单元分配吸收功率,若储能单元能够满足电网的调度需求,则可以运用方法 500 为直流耦合系统的逆变单元分配第一逆变功率,从而可以实现让储能单元剩余的容量存储能源单元发出的电能。

30 图 11 是本申请实施例提供的一种为储能单元分配吸收功率的方法 400 的示意性流程图。该方法 400 可以运用于电力系统,该电力系统包括 N 个直流耦合单元、N 个直流母线以及总控制器。

为了清楚,以下举例将以太阳能转换成电能的光伏电力系统为例进行说明。

S410,总控制器获取所述电网的吸收需求功率。

该吸收需求功率为所述 N 个直流耦合单元中储能单元需要从电网吸收的功率。

35 S420,总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值。

该第四限幅值用于指示每个直流耦合单元可提供的最大充电功率。

S430, 总控制器根据所述吸收需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值, 确定 N 个直流耦合单元的吸收功率值。

该吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的从电网吸收的功率值, 其中, 所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第四限幅状态, 所述第四限幅状态是指为直流耦合单元分配的吸收功率值等于其对应的第四限幅值。

在一种可能的实现方式中, 结合以下步骤 S421 至 S423 对图 11 中步骤 S420 中获取第四限幅值的方式进行说明。

S421, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第四功率值的绝对值。

该第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率。

10 在一种可能的实现方式中, 在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下, 该总控制器获取每个逆变器的最大充电功率, 其中, 第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大充电功率为 $P_{pcs_max_charge_ji}$ 。

15 总控制器根据该至少一个逆变器的最大充电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率, 其中, 第 j 个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率, 即第四功率值 $P_{bus_max_pcs_charge_j}$ 为:

$$P_{bus_max_pcs_charge_j} = \sum P_{pcs_max_charge_ji} \quad (40)$$

也就是说, 每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率为每个直流耦合单元中逆变单元中的所有逆变器的最大充电功率之和。

S422, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第五功率值。

20 该第五功率值为每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

在一种可能的实现方式中, 在每个直流耦合单元中的储能单元包括至少一个储能电池和至少一个储能控制器的情况下, 总控制器可以从该至少一个储能控制器中获取对应的储能电池的最大充电功率, 还可以获取每个储能控制器的最大充电功率。

25 总控制器根据该至少一个储能电池的最大充电功率和该至少一个储能控制器的最大充电功率确定每个直流耦合单元的第五功率值, 其中, 该 N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元的第五功率值 $P_{bus_max_bat_charge_j}$ 为:

$$P_{bus_max_bat_charge_j} = \sum \min(P_{bat_max_charge_ji}, P_{dcdc_max_charge_ji}) \quad (41)$$

其中, $P_{bat_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池的最大充电功率, $P_{dcdc_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能控制器的最大充电功率。

30 也就是说, 储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率为两者的最大充电功率的最小值, 直流耦合单元中的储能单元的最大充电功率为该直流耦合单元中全部储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率之和。

需要说明的是, 一个储能控制器可以控制一个或多个储能电池, 本申请对此不作限定。

S423, 总控制器获取 N 个直流耦合单元第四限幅值。

35 例如, 总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第四限幅值: 每个直流耦合单元的第四功率值的绝对值, 每个直流耦合单元的第五功率值。

也就是说, N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第四限幅值 $P_{lim_4_j}$ 为:

$$P_{lim_4_j} = \min(P_{bus_max_bat_charge_j}, P_{bus_max_pcs_charge_j}) \quad (42)$$

也就是说, 直流耦合单元中的储能单元实际充电的功率需要受到逆变单元的限制, 避

免储能电池、储能控制器或逆变器超幅运行，导致电力系统的可靠性下降。

在一种可能的实现方式中，结合图 12 对图 11 中的步骤 S430 中获取吸收功率值的方式进行说明，图 12 示出了一种获取吸收功率值的示意性流程图。

S4301，总控制器获取 N 个直流耦合单元的第二能量值。

5 该第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差。

该第一能量值为 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中的储能单元当前存储的电能。

10 在一种可能的实现方式中，总控制器可以获取 N 个直流耦合单元已存储的电能值，定义 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中已存储的电能，或者说是当前存储的电能为第一能量值。

若每个直流耦合单元中的储能单元中包括至少一个储能电池，总控制器可以获取每个直流耦合单元中的储能单元中的每一个储能电池当前存储的电能。

15 总控制器根据每一个储能电池当前存储的电能确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一能量值，其中第 j 个直流耦合单元的第一能量值 SOE_{bus_j} 为：

$$SOE_{bus_j} = \sum SOE_{ji} \quad (43)$$

其中， SOE_{ji} 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池当前存储的电能。

也就是说，一个直流耦合单元中中的储能单元可以包括多个储能电池，直流耦合单元的第一能量值为该直流耦合单元中全部储能电池当前存储的电能之和。

20 可选地，可以从储能单元获取每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能值总量，也可以在总控制器中预配置每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能值总量。

也就是说，N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二能量值 $SOE_{bus_able_j}$ 为：

$$SOE_{bus_able_j} = SOE_{bus_full_j} - SOE_{bus_j} \quad (44)$$

25 其中， $SOE_{bus_full_j}$ 为第 j 个直流耦合单元的可存储的电能值总量， SOE_{bus_j} 为第 j 个直流耦合单元的已存储的电能值。

S4302，总控制器计算 N 个直流耦合单元的初始候选吸收功率值。

在一种可能的实现方式中，总控制器根据以下公式，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的初始候选吸收功率值，其中，第 j 个直流耦合单元的初始候选吸收功率值为：

$$P_{bus_bat_from_grid_j} = P_{absorb} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}} \quad (45)$$

30 其中， P_{absorb} 为吸收需求功率， $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的初始候选吸收功率值， $SOE_{bus_able_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二能量值， $\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}$ 为 N 个直流耦合单元的第二能量值之和， $1 \leq j \leq N$ 。

S4303，总控制器在 N 个直流耦合单元中确定 Q 个第八直流耦合单元。

35 在一种可能的实现方式中，第八直流耦合单元的初始候选吸收功率值大于或等于其对应的第四限幅值，Q 为正整数。

需要说明的是，第八直流耦合单元可以理解为在本次计算后处于第四限幅状态的直流耦合单元。

S4304, 总控制器根据该 Q 个第八直流耦合单元进行判定。

在 Q=0 的情况下, S4305, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的吸收功率值为其对应的初始候选吸收功率值, 并结束第四迭代计算。

也就是说, 在 Q=0 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元都未处于第四限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的吸收功率值为其对应的初始候选吸收功率值。

在 Q=N 的情况下, S4306, 总控制器确定该 Q 个第八直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第四限幅值, 并结束第四迭代计算。

也就是说, 在 Q=N 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元全部处于第四限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第四限幅值。

在 $0 < Q < N$ 的情况下, S4307, 总控制器确定该 Q 个第八直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第四限幅值。

总控制器先为该 Q 个第八直流耦合单元分配吸收功率值, 再执行 S4308。

S4308, 总控制器确定 Q_1 个第七直流耦合单元。

该 Q_1 个第七直流耦合单元为在之前的第四迭代计算中未被分配吸收功率值的直流耦合单元, Q_1 为正整数且 $Q_1 \leq N$ 。

需要说明的是, 第七直流耦合单元也可以理解为在之前的第四迭代计算中计算获得的候选吸收功率值小于其对应的第四限幅值。

S4309, 总控制器确定参考吸收需求功率值。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定参考吸收需求功率值:

$$P_{pref_absorb} = P_{absorb} - \sum_{j \in Q_1} P_{bus_bat_from_grid_j} \quad (46)$$

其中, P_{pref_absorb} 为参考吸收需求功率值, $\sum_{j \in Q_1} P_{bus_bat_from_grid_j}$ 为已被分配吸收功率值的直流耦合单元的吸收功率值之和, $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 为已被分配吸收功率值的直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的吸收功率值。

S4310, 总控制器计算 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定该 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值:

$$P_{bus_bat_from_grid_j} = P_{ref_absorb} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}} \quad (47)$$

其中, $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个第七直流耦合单元的第一候选吸收功率值, P_{ref_absorb} 表示参考吸收需求功率值, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个第七直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq Q_1$ 。

S4311, 总控制器在 Q_1 个第七直流耦合单元中确定 Q_2 个第八直流耦合单元。

其中, 该 Q_2 个第八直流耦合单元在 S4310 计算获得的候选吸收功率值大于或等于其对应的第四限幅值, Q_2 为正整数。

S4312, 总控制器确定该 Q_2 个第八直流耦合单元的吸收功率值。

该 Q_2 个第八直流耦合单元处于第四限幅状态, 也就是说, 总控制器确定该 Q_2 个第八

直流耦合单元的吸收功率值为其对应的第四限幅值。

S4313, 总控制器根据该 Q_1 个第七直流耦合单元和该 Q_2 个第八直流耦合单元进行判定。

在 $Q_1=Q_2$ 的情况下, S4314, 总控制器确定结束该多轮第四迭代计算。

5 此时, 之前未被分配的 Q_1 个第七直流耦合单元在 S4312 中全部被分配其对应的第四限幅值作为吸收功率值。

在 $Q_1 > Q_2 > 0$ 的情况下, 回到 S4308 重新进行计算。

在 $Q_2=0$ 的情况下, S4315, 总控制器确定该 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值, 并结束该多轮第四迭代计算。

10 该 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值为对应的候选吸收功率值。

此时, 在本轮计算中, 该 Q_1 个第七直流耦合单元都未处于第四限幅状态, 吸收需求功率被分配完。

也就是说, 经过第四迭代计算, 总控制器可以确定 N 个直流耦合单元的吸收功率值。

15 从而, 在本申请中, 电力系统中的总控制器可以获取每个直流耦合单元可提供的最大充电功率, 也就是直流耦合单元中储能单元当前可从电网吸收的最大充电功率, 也就是第四限幅值, 总控制器根据第四限幅值对吸收需求功率值对每个直流耦合单元分配吸收功率值, 可以避免电力系统中的电力器件因超过限幅而造成电力系统运行的可靠性下降, 从而提高电力系统运行的可靠性。

20 图 13 是本申请实施例提供的一种为逆变单元分配第一逆变功率的方法 500 的示意性流程图。该方法 500 可以运用于电力系统, 该电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器。

为了清楚, 以下举例将以太阳能转换成电能的光伏电力系统为例进行说明。

S510, 总控制器获取 N 个直流耦合单元的放电需求功率。

25 所述放电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的能源单元分配的给 N 个直流耦合单元的储能单元充电的功率。

S520, 总控制器获取 N 个直流耦合单元的充电需求功率。

所述充电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元的能源单元获取的功率。

30 S530, 总控制器根据所述 N 个直流耦合单元的放电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值。

所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元向电网提供电能的功率, 或所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元从电网吸收电能的功率。

35 在一种可能的实现方式中, 结合以下步骤 S511 至 S518 对图 13 中步骤 S510 中获取放电需求功率的方式进行说明。

S511, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一功率值。

该第一功率值为每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率。

在一种可能的实现方式中, 在每个直流耦合单元中的能源单元中包括至少一个光伏电池和至少一个光伏总控制器的情况下, 总控制器可以从该至少一个光伏总控制器中获取该

至少一个光伏电池的最大放电功率。

其中，若光伏总控制器为 MPPT 控制器，MPPT 控制器可以向总控制器提供其对应的光伏电池的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的能源单元中的第 i 个光伏电池的最大放电功率为 $P_{\max_energy_ji}$ 。

5 需要说明的是，若 MPPT 控制器对应的光伏电池不处于 MPPT 点，该 MPPT 控制器向总控制器提供的最大放电功率值可以是 MPPT 控制器对其对应的光伏电池放电功率的估计值，若 MPPT 控制器对应的光伏电池处于降额状态，该 MPPT 控制器向总控制器提供的最大放电功率值可以是降额之后的最大放电功率。

10 总控制器根据该至少一个光伏电池的最大放电功率获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率 $P_{bus_max_energy_j}$ 为：

$$P_{bus_max_energy_j} = \sum P_{\max_energy_ji} \quad (48)$$

也就是说，每个直流耦合单元中能源单元的最大放电功率为每个直流耦合单元中能源单元中的所有光伏总控制器所提供的光伏电池的最大放电功率之和。

15 S512，总控制器获取该 N 个直流耦合单元的总吸收功率值。

该吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的从电网吸收的功率值。

总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的吸收功率值，该总吸收功率值为该 N 个直流耦合单元的吸收功率值之和，其中，确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的吸收功率值可以与方法 400 描述的流程类似，为了简便，在此不再赘述。

20 也就是说总吸收功率值 $p_{bat_from_grid}$ 为：

$$p_{bat_from_grid} = \sum P_{bus_bat_from_grid_j} \quad (49)$$

其中 $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 为该 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的吸收功率值。

S513，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总吸收功率值是否满足电网的需求。

25 在总吸收功率值等于电网所需的吸收需求功率的情况下，总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总吸收功率值满足电网的需求。

也就是说，当该 N 个直流耦合单元的储能单元满足电网的需求时，并且该 N 个直流耦合单元的储能单元还可存储电能的情况下，若该 N 个直流耦合单元中还存在能源单元，总控制器可以将能源单元的功率分配给储能单元进行储存，从而提高了新能源电能的利用率。

30 在总控制器确定该 N 个直流耦合单元的总吸收功率值满足电网的情况下，总控制器可以根据总吸收功率值确定总充电需求功率。

该总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率。

在一种可能的方式中，S514，总控制器确定 N 个直流耦合单元的第一充电能力值。

35 该第一充电能力值为 N 个直流耦合单元中的能源单元可提供给储能单元电能的能力值。

总控制器可以根据下式确定 N 个直流耦合单元中能源单元给储能单元的第一充电能力值 $p_{\max_energy_to_bat_1}$ 为：

$$p_{\max_energy_to_bat_1} = \sum_{j \in N} P_{bus_max_energy_j} \quad (50)$$

其中, $P_{bus_max_energy_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一功率值。

S515, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

5 在一种可能的实现方式中, 在每个直流耦合单元中的储能单元包括至少一个储能电池和至少一个储能控制器的情况下, 总控制器可以从该至少一个储能控制器中获取对应的储能电池的最大充电功率, 还可以获取每个储能控制器的最大充电功率。

总控制器根据该至少一个储能电池的最大充电功率和该至少一个储能控制器的最大充电功率确定每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率, 其中, 该 N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率 $P_{bus_max_bat_charge_j}$ 为:

$$10 \quad P_{bus_max_bat_charge_j} = \sum \min(p_{bat_max_charge_ji}, P_{dcdc_max_charge_ji}) \quad (51)$$

其中, $P_{bat_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能电池的最大充电功率, $P_{dcdc_max_charge_ji}$ 为第 j 个直流耦合单元中第 i 个储能控制器的最大充电功率。

也就是说, 储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率为储能电池与对应的储能控制器的最大充电功率的最小值, 直流耦合单元中的储能单元的最大充电功率为该直流耦合单元中全部储能电池与对应的储能控制器最终的最大充电功率之和。

需要说明的是, 一个储能控制器可以控制一个或多个储能电池, 本申请对此不作限定。

S516, 总控制器确定 N 个直流耦合单元的第二充电能力值。

该第二充电能力值为 N 个直流耦合单元中的储能单元可接受的电能的能力值。

20 在一种可能的实现方式中, 总控制器可以根据下式获取第二充电能力值 $P_{bus_bat_rest_charge}$ 为:

$$P_{bus_bat_rest_charge} = \sum_{j \in N} (P_{bus_max_bat_charge_j} - P_{bus_bat_from_grid_j}) \quad (52)$$

也就是说, N 个直流耦合单元的第二充电能力值为每个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率与吸收功率值之差的和。

S517, 总控制器获取总充电需求功率。

25 总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率;

在一种可能的实现方式中, 总控制器可以根据以下公式确定总充电需求功率:

$$P_{max_energy_to_bat} = \min(P_{bus_bat_rest_charge}, P_{max_energy_to_bat_1}) \quad (53)$$

30 也就是说, 总控制器可以确定第一充电能力值和第二充电能力值中的最小值作为总充电需求功率。

S518, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率。

在一种可能的方式中, 总控制器可以根据下式确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率, 其中, 第 j 个直流耦合单元的放电需求功率为:

$$P_{bus_energy_to_bat_j} = P_{max_energy_to_bat} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in N} P_{bus_max_energy_j}} \quad (54)$$

35 也就是说, N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率可以根据每个直流耦合单元的第一功率值, 即直流耦合单元中能源单元的最大放电功率值占 N 个直流耦合单元的第一功率值之和的占比来分配总充电需求功率, 从而获得为每个直流耦合单元中能源

单元分配的用于储存的功率。

在一种可能的实现方式中,结合以下步骤 S5201 至 S5216 对图 13 中步骤 S520 中获取充电需求功率的方式进行说明。

5 总控制器可以进行第三迭代计算,以确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的充电需求功率。

S5201,总控制器获取 N 个直流耦合单元的第三限幅值。

该第三限幅值用于指示 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中储能单元可提供的最大充电功率。

10 在一种可能的实现方式中,每个直流耦合单元的第三限幅值可以是每个储能单元可提供的最大充电功率。

可选地,当未给直流耦合单元的储能单元分配吸收电网的吸收功率值时,该储能单元可提供的最大充电功率为该直流耦合单元的最大充电功率。当给直流耦合单元的储能单元分配吸收电网的吸收功率值时,该储能单元可提供的最大充电功率为对应的最大充电功率与对应的吸收功率值的差值。

15 也就是说,能为储能单元分配的充电功率受到其本身的最大充电功率和已经分配的充电功率的限制。

S5202,总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二能量值。

该第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能量总量与已存储的电能量之差。

20 其中,总控制器可以从储能单元获取每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能量总量,也可以在总控制器中预配置每个直流耦合单元中的储能单元的可提供的电能量总量。

总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二能量值的方式可以与方法 400 中步骤 S4301 获取第二能量值的方式类似,为了简便,在此不再赘述。

25 S5203,总控制器计算 N 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率。

在一种可能的实现方式中,总控制器根据以下公式,确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的初始候选充电需求功率,其中,第 j 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率为:

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{max_energy_to_bat} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}} \quad (54)$$

30 其中, $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的初始候选充电需求功率, $SOE_{bus_able_j}$ 表示 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in N} SOE_{bus_able_j}$ 为 N 个直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq N$ 。

S5204,总控制器在 N 个直流耦合单元中确定 T 个第六直流耦合单元。

35 在一种可能的实现方式中,第六直流耦合单元的初始候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值, T 为正整数。

需要说明的是,第六直流耦合单元可以理解为在本次计算后处于第三限幅状态的直流耦合单元。

S5205, 总控制器根据该 T 个第六直流耦合单元进行判定。

在 T=0 的情况下, S5206, 总控制器确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的初始候选充电需求功率, 并结束第三迭代计算。

也就是说, 在 T=0 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元都未处于第三限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的初始候选充电需求功率。

在 T=N 的情况下, S5207, 总控制器确定该 T 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值, 并结束第三迭代计算。

也就是说, 在 T=N 的情况下, 在本次计算后 N 个直流耦合单元全部处于第三限幅状态, 总控制器可以确定该 N 个直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

在 $0 < T < N$ 的情况下, S5208, 总控制器确定该 T 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

总控制器先为该 T 个第六直流耦合单元分配充电需求功率, 再执行 S5209。

S5209, 总控制器确定 T_1 个第五直流耦合单元。

该 T_1 个第五直流耦合单元为在之前的第三迭代计算中未被分配充电需求功率的直流耦合单元, T_1 为正整数且 $T_1 \leq N$ 。

需要说明的是, 第五直流耦合单元也可以理解为在之前的第三迭代计算中计算获得的候选充电需求功率小于其对应的第三限幅值。

S5210, 总控制器确定参考总充电需求功率。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定参考总充电需求功率:

$$P_{pref_3} = P_{max_energy_to_bat} - \sum_{j \in T_1} P_{bus_bat_charge_j} \quad (55)$$

其中, P_{pref_3} 为参考总充电需求功率, $\sum_{j \in T_1} P_{bus_bat_charge_j}$ 为已被分配充电需求功率的直流耦合单元的充电需求功率之和, $P_{bus_bat_charge_j}$ 为已被分配充电需求功率的直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的充电需求功率。

S5211, 总控制器计算 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率。

在一种可能的实现方式中, 根据以下公式, 总控制器确定该 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率:

$$P_{bus_bat_charge_j} = P_{pref_3} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}} \quad (56)$$

其中, $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率, P_{pref_3} 表示参考总充电需求功率, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第二能量值, $\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq T_1$ 。

S5212, 总控制器在 T_1 个第五直流耦合单元中确定 T_2 个第六直流耦合单元。

其中, 该 T_2 个第六直流耦合单元在 S5211 计算获得的候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值, T_2 为正整数。

S5213, 总控制器确定该 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率。

该 T_2 个第六直流耦合单元处于第三限幅状态，也就是说，总控制器确定该 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率为其对应的第三限幅值。

S5214，总控制器根据该 T_1 个第五直流耦合单元和该 T_2 个第六直流耦合单元进行判定。

5 在 $T_1=T_2$ 的情况下，S5215，总控制器确定结束该多轮第三迭代计算。

此时，之前未被分配的 T_1 个第五直流耦合单元在 S5213 中全部被分配其对应的第三限幅值作为充电需求功率。

在 $T_1 > T_2 > 0$ 的情况下，回到 S5209 重新进行计算。

10 在 $T_2=0$ 的情况下，S5216，总控制器确定该 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率，并结束该多轮第三迭代计算。

该 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率为对应的参考充电需求功率。

此时，在本轮计算中，该 T_1 个第五直流耦合单元都未处于第三限幅状态，总充电需求功率被分配完。

也就是说，经过第三迭代计算，总控制器可以确定 N 个直流耦合单元的充电需求功率。

15 在一种可能的实现方式中，结合以下步骤 S5301 至 S5216 对图 13 中步骤 S530 中获取第一逆变功率值的方式进行说明。

S5301，总控制器确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的交换功率。

该交换功率为 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的放电需求功率减去其对应的充电需求功率。

20 也就是说， N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的交换功率 $P_{bus_pcs_to_other_j}$ 为：

$$P_{bus_pcs_to_other_j} = P_{bus_energy_to_bat_j} - P_{bus_bat_charge_j} \quad (57)$$

S5302，总控制器根据 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率。

25 在一种可能的实现方式中，在存在直流耦合单元中的储能单元已被分配吸收电网的功率值，也就是第一吸收功率的情况下， N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第一候选逆变功率为每个直流耦合单元的交换功率与对应的吸收功率值之差， N 个直流耦合单元中的第 j 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1}$ 为：

$$P_{bus_pcs_to_grid_j_1} = P_{bus_pcs_to_other_j} - P_{bus_bat_from_grid_j} \quad (58)$$

30 也就是说，直流耦合单元中的逆变单元需要承受同一个直流耦合单元中的储能单元吸收的功率值，因此，逆变单元上实际承载的逆变功率，与同一个直流耦合单元中的储能单元吸收的功率值、能源单元给储能单元充电的功率，以及同一个直流耦合单元中的能源单元充电的功率相关。

S5303，总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二功率值。

该第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

35 在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下，该总控制器获取每个逆变器的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大放电功率为 $P_{pcs_max_discharge_ji}$ 。

总控制器根据该至少一个逆变器的最大放电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率，即第二功率值 $P_{bus_max_pcs_discharge_j}$ 为：

$$P_{bus_max_pcs_discharge_j} = \sum P_{pcs_max_discharge_ji} \quad (59)$$

也就是说，每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率为每个直流耦合单元中逆变单元中的所有逆变器的最大放电功率之和。

S5304，总控制器确定放电调整需求值。

- 5 该放电调整需求值为 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值大于 0，且第一候选逆变功率值大于对应的第二功率值的直流耦合单元的第一候选逆变功率值减去对应的第二功率值的差值之和。

也就是说，放电调整需求值 Δ_{pos_sum} 为：

$$\Delta_{pos_sum} = \sum_{\substack{P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > 0 \\ P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > P_{bus_max_pcs_discharge_j}}} P_{bus_pcs_to_grid_j_1} - P_{bus_max_pcs_discharge_j} \quad (60)$$

- 10 需要说明的是，直流耦合单元的第一候选逆变功率值大于 0，可以理解为该直流耦合单元的逆变单元处于放电状态，可以考虑该直流耦合单元的第一候选逆变功率值是否超过了逆变单元的最大放电功率值，如果超过了的话，则表明该直流耦合单元不可以承受第一候选逆变功率，该逆变单元被限幅，放电调整需求值就是 N 个直流耦合单元中逆变单元被限幅的直流耦合单元超过第二功率值的总和。

- 15 S5305，总控制器确定充电调整需求值。

该充电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值小于 0，且第一候选逆变功率值小于对应的第四功率值的直流耦合单元的第四功率值减去对应的第一候选逆变功率值的差值之和。

该第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率。

- 20 在一种可能的实现方式中，在每个直流耦合单元中的逆变单元中包括至少一个逆变器的情况下，该总控制器获取每个逆变器的最大充电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大充电功率为 $p_{pcs_max_charge_ji}$ 。

总控制器根据该至少一个逆变器的最大充电功率确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率，其中，第 j 个直流耦合单元中逆变单元的最大充电

- 25 功率，即第四功率值 $p_{bus_max_pcs_charge_j}$ 为： $p_{bus_max_pcs_charge_j} = \sum p_{pcs_max_charge_ji}$ 。

也就是说充电调整需求值 Δ_{neg_sum} 为：

$$\Delta_{neg_sum} = \sum_{\substack{P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < 0 \\ P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < P_{bus_max_pcs_charge_j}}} P_{bus_max_pcs_discharge_j} - P_{bus_pcs_to_grid_j_1} \quad (61)$$

其中，第一候选逆变功率值和第四功率值的负号代表功率方向为充电方向，充电方向可以理解为从电网经过逆变单元到储能单元的方向，其绝对值代表功率值的大小。

- 30 需要说明的是，直流耦合单元的第一候选逆变功率值小于 0，可以理解为该直流耦合单元的逆变单元处于充电状态，可以考虑该直流耦合单元的第一候选逆变功率值的绝对值是否超过了逆变单元的最大充电功率值，如果超过了的话，则表明该直流耦合单元不可以承受第一候选逆变功率，该逆变单元被限幅，放电调整需求值就是 N 个直流耦合单元中逆变单元被限幅的直流耦合单元超过第四功率值的总和。

- 35 S5306，总控制器确定调整需求功率。

该调整需求功率为所述放电调整需求值减去所述充电调整需求值的差值的绝对值。

也就是说，调整需求功率 Δ 为：

$$\Delta = |\Delta_{pos_max} - \Delta_{neg_max}| \quad (62)$$

S5307, 总控制器获取 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的调整比例值。

该调整比例值为每个直流耦合单元的交换功率值占交换功率值大于 0 的直流耦合单元的交换功率值之和的占比。

5 也就是说, N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的调整比例值为:

$$K_{bus_j} = \frac{P_{bus_pcs_to_other_j}}{P_{bus_pcs_to_other}} \quad (63)$$

其中,

$$P_{bus_pcs_to_other} = \sum_{P_{bus_pcs_to_other_j} > 0} P_{bus_pcs_to_other_j} \quad (64)$$

S5308, 总控制器确定 N 个直流耦合单元中每个直流耦合单元的第二候选逆变功率值。

10 其中, 第一候选逆变功率值大于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第二功率值中的最小值, 第一候选逆变功率值小于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第四功率值中的最大值。

也就是说:

15 若 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1} > 0$

$$P_{bus_pcs_to_grid_j_2} = \min(P_{bus_pcs_to_grid_j_1}, P_{bus_max_pcs_discharge_j}) \quad (65)$$

若 $P_{bus_pcs_to_grid_j_1} < 0$

$$P_{bus_pcs_to_grid_j_2} = \max(P_{bus_pcs_to_grid_j_1}, P_{bus_max_pcs_charge_j}) \quad (66)$$

20 其中, $P_{bus_pcs_to_grid_j_2}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二候选逆变功率值, $P_{bus_pcs_to_grid_j_1}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值, $P_{bus_max_pcs_discharge_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第二功率值, $P_{bus_max_pcs_charge_j}$ 为 N 个直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的第四功率值。

25 S3309, 总控制器在确定放电需求功率大于充电需求功率的情况下, 确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值, 确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值。

也就是说,

若 $\Delta_{pos_max} > \Delta_{neg_max}$,

$P_{bus_pcs_to_other_j} < 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

30
$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} - \Delta * K_{bus_j} \quad (67)$$

$P_{bus_pcs_to_other_j} > 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} \quad (68)$$

若 $\Delta_{pos_max} < \Delta_{neg_max}$,

$P_{bus_pcs_to_other_j} < 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

35
$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} \quad (69)$$

$P_{bus_pcs_to_other_j} > 0$ 的直流耦合单元的第一逆变功率值为:

$$P_{bus_pcs_to_grid_j} = P_{bus_pcs_to_grid_j_2} - \Delta * K_{bus_j} \quad (70)$$

在一种可能的实现方式中，若直流耦合单元中的逆变单元包括多个逆变器，则可以根据每个逆变器的最大放电功率占第二功率值的占比分配第一逆变功率值，或根据每个逆变器的最大充电功率占第四功率值的占比分配第一逆变功率值。

5 例如，若 $P_{bus_pcs_to_grid_j} > 0$ ，

$$P_{pcs_to_grid_ji} = P_{bus_pcs_to_grid_j} \frac{P_{pcs_max_discharge_ji}}{P_{bus_max_pcs_discharge_j}} \quad (71)$$

若 $P_{bus_pcs_to_grid_j} < 0$ ，

$$P_{pcs_to_grid_ji} = P_{bus_pcs_to_grid_j} \frac{P_{pcs_max_charge_ji}}{P_{bus_max_pcs_charge_j}} \quad (72)$$

10 其中， $P_{pcs_to_grid_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的逆变功率， $P_{pcs_max_discharge_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大放电功率， $P_{pcs_max_charge_ji}$ 表示第 j 个直流耦合单元中的逆变单元中的第 i 个逆变器的最大充电功率。

15 从而，在本申请中，可以通过确定 N 个直流耦合单元中逆变单元的第一逆变功率值，实现将直流耦合单元的能源单元产生的电能给该直流耦合单元和/或其它直流耦合单元的储能单元充电，从而可以减少能源单元的电能浪费。

20 图 14 示出了本申请实施例提供的控制设备的结构示意图。该控制设备包括处理器 1410、通信接口 1420。可选地，该控制设备还可以包括存储器 1430。可选地，存储器 1430 可以包括于处理器 1410 中。其中，处理器 1410、通信接口 1420 和存储器 1430 通过内部连接通路互相通信，存储器 1430 用于存储指令，处理器 1410 用于执行存储器 1430 存储的指令，以实现本申请实施例提供的控制方法。

可选地，该控制设备可以用于执行图 1 中的总控制器 101，或图 2 中光伏控制器 2400 至 2600 的功能，或图 3 中储能控制器 3400 至 3600 的功能。

可选地，该控制设备还可以用于执行图 5 或图 13 中任一项所展示的控制方法。

25 在本说明书中使用的术语“部件”、“模块”、“系统”等用于表示计算机相关的实体、硬件、固件、硬件和软件的组合、软件、或执行中的软件。例如，部件可以是但不限于，在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行线程、程序和/或计算机。通过图示，在计算设备上运行的应用和计算设备都可以是部件。一个或多个部件可驻留在进程和/或执行线程中，部件可位于一个计算机上和/或分布在 2 个或更多个计算机之间。此外，这些部件可从在上面存储有各种数据结构的各种计算机可读介质执行。部件可例如
30 根据具有一个或多个数据分组（例如来自与本地系统、分布式系统和/或网络间的另一部件交互的二个部件的数据，例如通过信号与其它系统交互的互联网）的信号通过本地和/或远程进程来通信。

35 本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能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，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，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种电力系统，其特征在于，所述电力系统包括 N 个直流耦合单元，N 个直流母线以及控制器，所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应，

5 所述 N 个直流耦合单元用于向电网供电，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括能源单元，所述能源单元用于产生电能，N 为正整数；

所述总控制器用于：

获取所述电网的总入网需求功率，所述总入网需求功率是所述电网所需的入网功率；

10 获取所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值，所述第一限幅值用于指示每个直流耦合单元中的能源单元可向电网提供的最大放电功率；

根据所述总入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第一限幅值，确定所述 N 个直流耦合单元的第一入网功率值，所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值，其中，所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第一限幅状态，所述第一限幅状态是指为直流耦合单元分配的第一入网功率值等于其对应的所述第一限幅值。

15 2. 如权利要求 1 所述的电力系统，其特征在于，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元，所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元输出的电能，以及在对电能进行直流转交流变换之后，向电网提供电能；

所述总控制器具体用于：

20 将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第一限幅值：每个直流耦合单元的第一功率值、每个直流耦合单元的第二功率值，其中，所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元的最大放电功率，所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的系统，其特征在于，

25 所述总控制器具体用于：

进行多轮第一迭代计算，以确定所述 N 个直流耦合单元的第一入网功率值，所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算包括：

确定 L_1 个第一直流耦合单元，所述第一直流耦合单元为在之前的第一迭代计算中未被分配第一入网功率值的直流耦合单元，所述 L_1 为正整数且 $L_1 \leq N$ ；

30 计算所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值，所述第一候选入网功率值是根据所述总入网需求功率以及所述 L_1 个直流耦合单元的第一功率值确定的，所述第一功率值为每个直流耦合单元中的能源单元的最大放电功率；

根据所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值和第一限幅值，确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值。

35 4. 如权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述总控制器具体用于：

在所述 L_1 个第一直流耦合单元中确定 L_2 个第二直流耦合单元，所述第二直流耦合单元的第一候选入网功率值大于或等于其对应的第一限幅值，所述 L_2 为正整数；

确定所述 L_2 个第二直流耦合单元的所述第一入网功率值，其中，所述 L_2 个第二直流

耦合单元处于第一限幅状态。

5. 如权利要求 4 所述的系统，其特征在于，所述多轮第一迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括：

在 $L_1=L_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第一迭代计算；以及，

5 在 $L_1>L_2$ 的情况下，确定开始下一轮第一迭代计算。

6. 如权利要求 3 所述的系统，其特征在于，所述总控制器具体用于：

确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值均小于其对应的第一限幅值；
确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一入网功率值为其对应的第一候选入网功率值。

7. 如权利要求 3 至 6 中任一项所述的系统，其特征在于，所述总控制器具体用于：

10 满足以下条件，确定所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值：

$$P_{bus_energy_to_grid_j} = P_{ref_1} \frac{P_{bus_max_energy_j}}{\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}}$$

15 其中， $P_{bus_energy_to_grid_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一候选入网功率值， P_{pref_1} 表示参考入网需求功率，所述参考入网需求功率为所述总入网需求功率与第一分配功率的差值，所述第一分配功率为在之前的第一迭代计算中已分配给直流耦合单元的第一入网功率值之和， $P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元中第 j 个第一直流耦合单元的第一功率值， $\sum_{j \in L_1} P_{bus_max_energy_j}$ 表示所述 L_1 个第一直流耦合单元的第一功率值之和， $1 \leq j \leq L_1$ 。

8. 一种电力系统的控制方法，其特征在于，所述方法应用于电力系统，所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器，所述 N 个直流耦合单元用于向
20 电网供电，其中，所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元，所述储能单元用于储存电能， N 为正整数，所述方法包括：

所述总控制器获取所述电网的储能入网需求功率，所述储能入网需求功率是指需要所述储能单元为所述电网提供的入网功率；

25 所述总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，所述第二限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可向电网提供的最大放电功率；

30 所述总控制器根据所述储能入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，确定每个直流耦合单元的第二入网功率值，所述第二入网功率值是指为每个直流耦合单元中的储能单元分配的输入电网的功率值，其中，所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中的储能单元处于第二限幅状态，所述第二限幅状态是指为直流耦合单元分配的第二入网功率值等于其对应的所述第二限幅值。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元，所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述储能单元输出的电能，以及对电能进行直流转交流变换之后，向电网提供电能，

35 所述总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，包括：所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值：每个直流耦合单元的第二功率值，每个直流耦合单元的第三功率值，其中，所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元

的最大放电功率，所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率。

10. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元和能源单元，所述能源单元用于产生电能，所述逆变单元用于通过所述直流母线接收所述能源单元和/或储能单元输出的电能，以及在对电能进行直流转交流变换之后，向电网提供电能，

5 所述总控制器获取所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，包括：所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第二限幅值：每个直流耦合单元的第三功率值，每个直流耦合单元的剩余放电功率值，其中，所述第三功率值为每个直流耦合单元中的储能单元的最大放电功率，所述剩余放电功率值为每个直流耦合单元的第二功率值减去第一入网功率值，所述第二功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大放电功率，所述第一入网功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值。

11. 如权利要求 8 至 10 中任一项所述的方法，其特征在于，所述总控制器根据所述储能入网需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第二限幅值，确定所述 N 个直流耦合单元的第二入网功率值，包括：

15 所述总控制器进行多轮第二迭代计算，以确定所述 N 个直流耦合单元的第二入网功率值，所述多轮第二迭代计算中的每轮第二迭代计算包括：

所述总控制器确定 M_1 个第三直流耦合单元，所述第三直流耦合单元为在之前的第二迭代计算中未被分配第二入网功率值的直流耦合单元，所述 M_1 为正整数且 $M_1 \leq N$ ；

20 所述总控制器计算所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值，所述第二候选入网功率值是根据所述储能入网需求功率以及所述 N 个直流耦合单元的第一能量值确定的，所述第一能量值为每个直流耦合单元中的储能单元当前存储的电能；

所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值。

12. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值，包括：

所述总控制器在所述 M_1 个第三直流耦合单元中确定 M_2 个第四直流耦合单元，所述第四直流耦合单元的第二候选入网功率值大于或等于其对应的第二限幅值，所述 M_2 为正整数；

30 所述总控制器确定所述 M_2 个第四直流耦合单元的所述第二入网功率值，其中，所述 M_2 个直流耦合单元处于第二限幅状态。

13. 如权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述多轮第二迭代计算中的每轮第二迭代计算还包括：

所述总控制器在 $M_1=M_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第二迭代计算；以及，

35 所述总控制器在 $M_1 > M_2$ 的情况下，确定开始下一轮第二迭代计算。

14. 如权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述总控制器根据所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值和第二限幅值，确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值，包括：

确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值均小于其对应的第二限幅值；

确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二入网功率值为其对应的第二候选入网功率值。

15. 如权利要求 11 至 14 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述总控制器计算 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值, 包括:

满足以下条件, 确定所述 M_1 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值:

$$5 \quad P_{bus_bat_to_grid_j} = P_{pref_2} \frac{SOE_{bus_j}}{\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}}$$

其中, $P_{bus_bat_to_grid_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第二候选入网功率值, P_{pref_2} 表示参考储能入网需求功率, 所述参考储能入网需求功率为所述储能入网需求功率减去在之前的第二迭代计算中已分配给直流耦合单元的第二入网功率值之和的差值, SOE_{bus_j} 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元中第 j 个第三直流耦合单元的第一能量值, $\sum_{j \in M_1} SOE_{bus_j}$ 表示所述 M_1 个第三直流耦合单元的第一能量值之和, $1 \leq j \leq M_1$ 。

16. 一种电力系统, 其特征在于, 所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、 N 个直流母线以及总控制器, 所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应, 其中,

所述 N 个直流耦合单元用于与电网传输电能, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括逆变单元, 所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括能源单元和/或储能单元,

所述逆变单元用于通过所述直流母线, 接收所述能源单元输出的电能, 以及对电能进行直流转交流变换之后, 向电网提供电能, 所述逆变单元还用于通过所述直流母线吸收所述电网的电能, 以及对电能进行交流转直流变换后, 向储能单元提供电能, 所述能源单元用于产生电能, 所述储能单元用于储存电能;

所述总控制器用于:

获取 N 个直流耦合单元的放电需求功率, 所述放电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的能源单元分配的给 N 个直流耦合单元的储能单元充电的功率;

获取 N 个直流耦合单元的充电需求功率, 所述充电需求功率用于指示为每个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元的能源单元获取的功率;

根据所述 N 个直流耦合单元的放电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率确定每个直流耦合单元的第一逆变功率值, 所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元向电网提供电能的功率, 或所述第一逆变功率值用于指示每个直流耦合单元中的逆变单元从电网吸收电能的功率。

17. 如权利要求 16 所述的系统, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

获取总充电需求功率, 所述总充电需求功率是为 N 个直流耦合单元中的储能单元分配的从 N 个直流耦合单元中的能源单元获取的总功率;

获取所述 N 个直流耦合单元的第三限幅值, 所述第三限幅值用于指示每个直流耦合单元中的储能单元可提供的最大充电功率;

根据所述总充电需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第三限幅值, 确定每个直流耦合单元的充电需求功率, 其中, 所述 N 个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元中处于第三限幅状态, 所述第三限幅状态是指为直流耦合单元分配的充电需求功率等于其对应的所述第三限幅值。

18. 如权利要求 17 所述的系统, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

进行多轮第三迭代计算, 以确定所述 N 个直流耦合单元的充电需求功率, 所述多轮第三迭代计算中的每轮第三迭代计算包括:

5 确定 T_1 个第五直流耦合单元, 所述第五直流耦合单元为在之前的第三迭代计算中未被分配充电需求功率的直流耦合单元, 所述 T_1 为正整数且 $T_1 \leq N$;

计算所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率, 所述候选充电需求功率是根据所述总充电需求功率以及所述 N 个直流耦合单元的第二能量值确定的, 所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差;

10 根据所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率和第三限幅值, 确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率。

19. 如权利要求 18 所述的系统, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

在所述 T_1 个第五直流耦合单元中确定 T_2 个第六直流耦合单元, 所述第六直流耦合单元的候选充电需求功率大于或等于其对应的第三限幅值, 所述 T_2 为正整数;

15 确定所述 T_2 个第六直流耦合单元的充电需求功率, 其中, 所述 T_2 个第六直流耦合单元处于第三限幅状态。

20. 如权利要求 19 所述的系统, 其特征在于, 所述多轮第三迭代计算中的每轮第一迭代计算还包括:

在 $T_1=T_2$ 的情况下, 确定结束所述多轮第三迭代计算; 以及,

在 $T_1 > T_2$ 的情况下, 确定开始下一轮第三迭代计算。

20 21. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率均小于其对应的第三限幅值;

确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的充电需求功率为其对应的候选充电需求功率。

22. 如权利要求 18 至 21 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

满足以下条件, 确定所述 T_1 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率:

$$25 \quad P_{bus_bat_charge_j} = P_{pref_3} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}}$$

其中, $P_{bus_bat_charge_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的候选充电需求功率, P_{pref_3} 表示参考总充电需求功率, 所述参考总充电需求功率为所述充电需求功率减去在之前的第三迭代计算中已分配给直流耦合单元的充电需求功率之和的差值, $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元中第 j 个第五直流耦合单元的第二能量值,

30 $\sum_{j \in T_1} SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 T_1 个第五直流耦合单元的第二能量值之和, $1 \leq j \leq T_1$ 。

23. 如权利要求 16 至 22 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

确定 N 个直流耦合单元的交换功率, 所述交换功率为每个直流耦合单元的放电需求功率减去其对应的充电需求功率;

根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定调整需求功率;

35 根据所述调整需求功率和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定 N 个直流耦合单元的第一逆变功率值。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 所述总控制器具体用于:

根据所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值,所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率与对应的第一入网功率值之和,或者,所述第一候选逆变功率值为每个直流耦合单元的交换功率减去对应的吸收功率值的差值,

- 5 其中,所述第一入网功率值为是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的输入电网的功率值,所述吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的储能单元分配的吸收电网的功率值;

根据所述 N 个直流耦合单元的第一候选逆变功率值和所述 N 个直流耦合单元的交换功率确定所述调整需求功率。

- 10 25. 如权利要求 24 所述的方法,其特征在于,所述总控制器具体用于:

确定放电调整需求值,所述放电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值大于 0,且第一候选逆变功率值大于对应的第二功率值的直流耦合单元的第一候选逆变功率值减去对应的第二功率值的差值之和;

- 15 确定充电调整需求值,所述充电调整需求值为所述 N 个直流耦合单元中第一候选逆变功率值小于 0,且第一候选逆变功率值小于对应的第四功率值的直流耦合单元的第四功率值减去对应的第一候选逆变功率值的差值之和,

其中,所述第二功率值为每个直流耦合单元中的逆变单元的最大放电功率,所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率;

- 20 确定所述调整需求功率,所述调整需求功率为所述放电调整需求值减去所述充电调整需求值的差值的绝对值。

26. 如权利要求 24 或 25 所述的方法,其特征在于,所述总控制器具体用于:

确定 N 个直流耦合单元的调整比例值,所述调整比例值为每个直流耦合单元的交换功率值占交换功率值大于 0 的直流耦合单元的交换功率值之和的占比;

- 25 确定 N 个直流耦合单元的第二候选逆变功率值,其中,第一候选逆变功率值大于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第二功率值中的最小值,第一候选逆变功率值小于 0 的直流耦合单元的第二候选逆变功率值为对应的第一候选逆变功率值和对应的第四功率值中的最大值;

- 30 在确定放电需求功率大于充电需求功率的情况下,确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值,确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值;以及

- 35 在确定放电需求功率小于充电需求功率的情况下,确定交换功率值小于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值,确定交换功率大于 0 的直流耦合单元的第一逆变功率值为对应的第二候选逆变功率值减去调整需求功率与对应的调整比例值乘积的差值。

27. 一种功率控制方法,其特征在于,所述方法应用于电力系统,所述电力系统包括 N 个直流耦合单元、N 个直流母线以及总控制器,所述 N 个直流耦合单元用于从电网吸收功率,其中,所述 N 个直流耦合单元与所述 N 个直流母线一一对应,所述 N 个直流耦合单元中的每个直流耦合单元包括储能单元,所述储能单元用于储存电能,N 为正整数,所

述方法包括:

所述总控制器获取所述电网的吸收需求功率,所述吸收需求功率为所述N个直流耦合单元中储能单元需要从电网吸收的功率;

5 所述总控制器获取所述N个直流耦合单元的第四限幅值,所述第四限幅值用于指示每个直流耦合单元可提供的最大充电功率;

10 所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,所述吸收功率值是指为每个直流耦合单元中的能源单元分配的从电网吸收的功率值,其中,所述N个直流耦合单元中的至少一个直流耦合单元处于第四限幅状态,所述第四限幅状态是指为直流耦合单元分配的吸收功率值等于其对应的第四限幅值。

28. 如权利要求27所述的方法,其特征在于,所述N个直流耦合单元中的每个直流耦合单元还包括逆变单元,所述逆变单元用于通过所述直流母线接收电网的电能,以及对电能进行交流转直流变换之后,向所述储能单元传输电能,所述方法还包括:

15 所述总控制器获取所述N个直流耦合单元的第四限幅值,包括:所述总控制器将以下项中的最小值确定为每个直流耦合单元的第四限幅值:每个直流耦合单元的第四功率值的绝对值,每个直流耦合单元的第五功率值,其中,所述第四功率值为每个直流耦合单元中逆变单元的最大充电功率,所述第五功率值为每个直流耦合单元中储能单元的最大充电功率。

20 29. 如权利要求27或28所述的方法,其特征在于,所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,包括:

所述总控制器进行多轮第四迭代计算,以确定所述N个直流耦合单元的吸收功率值,所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算包括:

25 所述总控制器确定 Q_1 个第七直流耦合单元,所述第七直流耦合单元为在之前的第四迭代计算中未被分配吸收功率值的直流耦合单元,所述 Q_1 为正整数,且 $Q_1 \leq N$;

所述总控制器计算所述 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值,所述候选吸收功率值是根据所述吸收需求功率以及所述 Q_1 个直流耦合单元的第二能量值确定的,所述第二能量值为每个直流耦合单元中的储能单元的可存储的电能值总量与已存储的电能值之差;

30 所述总控制器根据所述 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值和第四限幅值,确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值。

30. 如权利要求29所述的方法,其特征在于,所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述N个直流耦合单元的第四限幅值,确定N个直流耦合单元的吸收功率值,包括:

35 所述总控制器在所述 Q_1 个第七直流耦合单元中确定 Q_2 个第八直流耦合单元,所述第八直流耦合单元的候选吸收功率值大于或等于其对应的第四限幅值,所述 Q_2 为正整数;

所述总控制器确定所述 Q_2 个第八直流耦合单元的吸收功率值,其中,所述 Q_2 个第八直流耦合单元处于所述第四限幅状态。

31. 如权利要求30所述的方法,其特征在于,所述多轮第四迭代计算中的每轮第四迭代计算还包括:

所述总控制器在 $Q_1=Q_2$ 的情况下，确定结束所述多轮第四迭代计算；以及，
 所述总控制器在 $Q_1>Q_2$ 的情况下，确定开始下一轮第四迭代计算。

32. 如权利要求 29 所述的方法，其特征在于，所述总控制器根据所述吸收需求功率和所述 N 个直流耦合单元的第四限幅值，确定 N 个直流耦合单元的吸收功率值，包括：

- 5 确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值均小于其对应的第四限幅值；
 确定所述 Q_1 个第七直流耦合单元的吸收功率值为其对应的候选吸收功率值。

33. 权利要求 29 至 32 中任一项所述的方法，其特征在于，所述总控制器计算 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值，包括：

满足以下条件，确定 Q_1 个第七直流耦合单元的候选吸收功率值：

10
$$P_{bus_bat_from_grid_j} = P_{ref_absorb} \frac{SOE_{bus_able_j}}{\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}}$$

其中 $P_{bus_bat_from_grid_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个直流耦合单元的候选吸收功率值， P_{ref_absorb} 表示参考吸收需求功率，所述参考吸收需求功率为所述吸收需求功率减去在之前的第四迭代计算中已分配给直流耦合单元的吸收功率值之和的差值， $SOE_{bus_able_j}$ 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元中第 j 个第七直流耦合单元的第二能量值，

15
$$\sum_{j \in Q_1} SOE_{bus_able_j}$$
 表示所述 Q_1 个第七直流耦合单元的第二能量值之和， $1 \leq j \leq Q_1$ 。

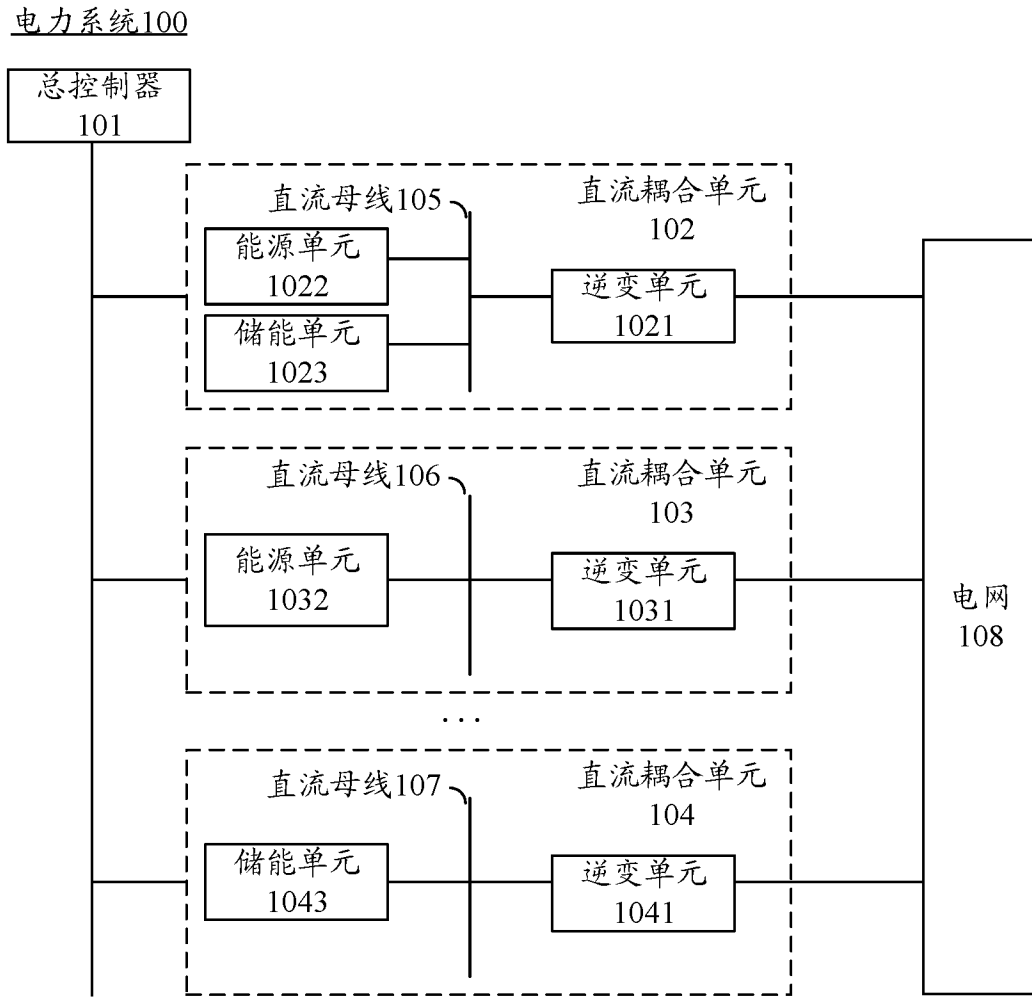


图 1

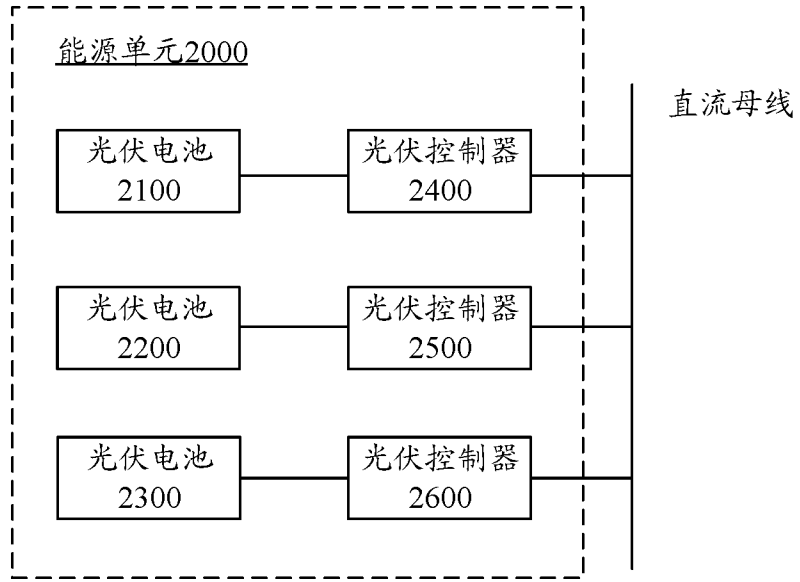


图 2

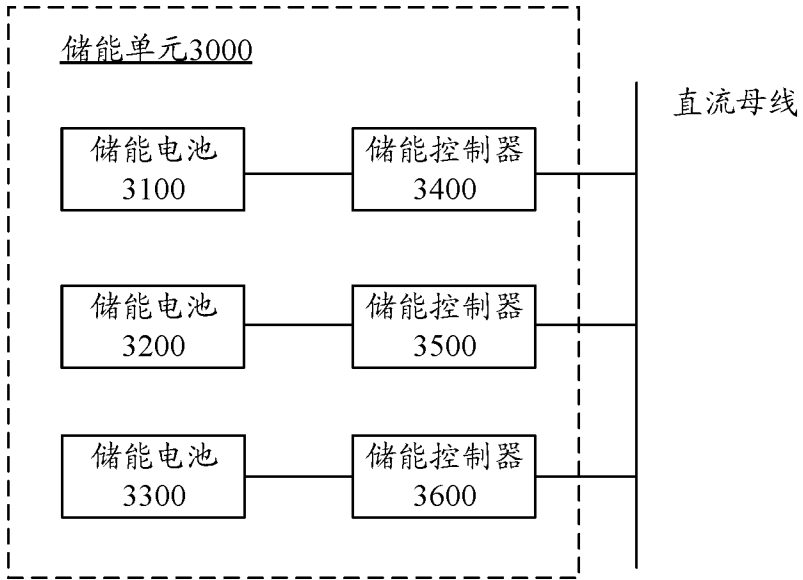


图 3

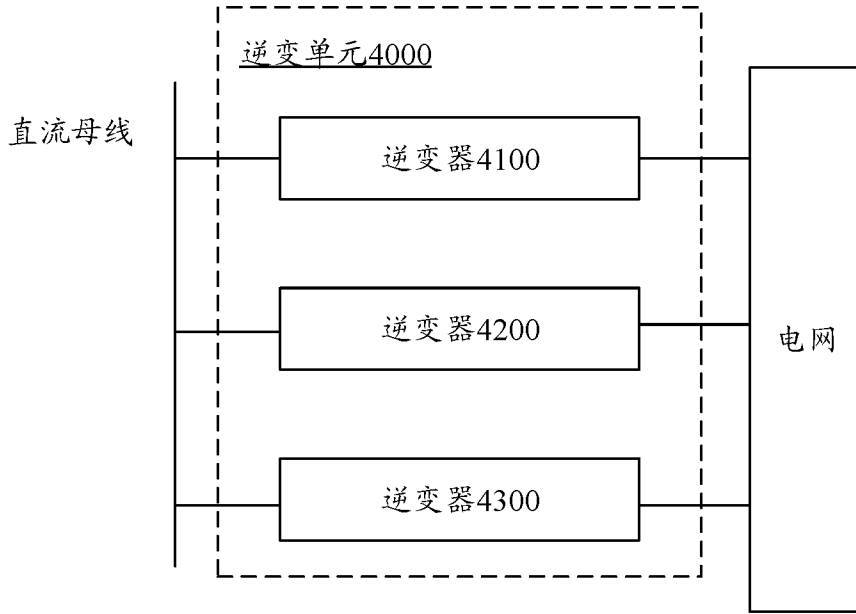


图 4

方法100

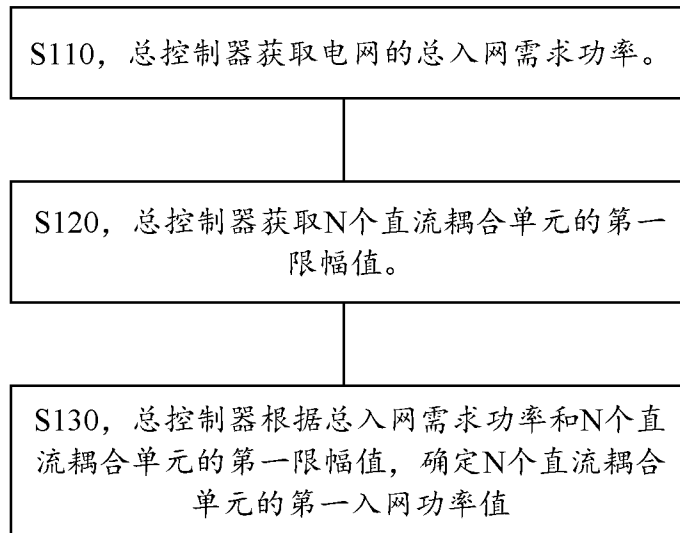


图 5

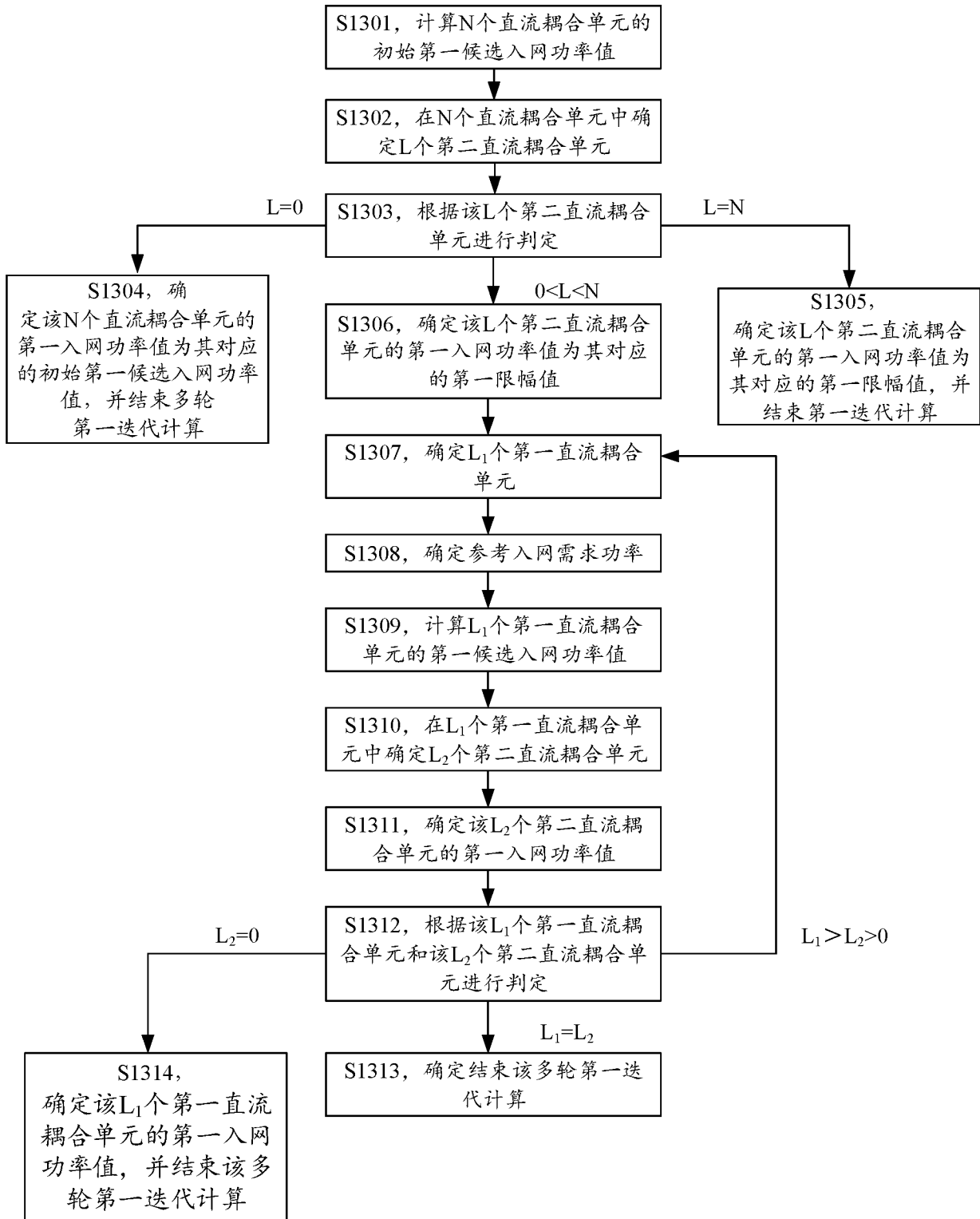


图 6

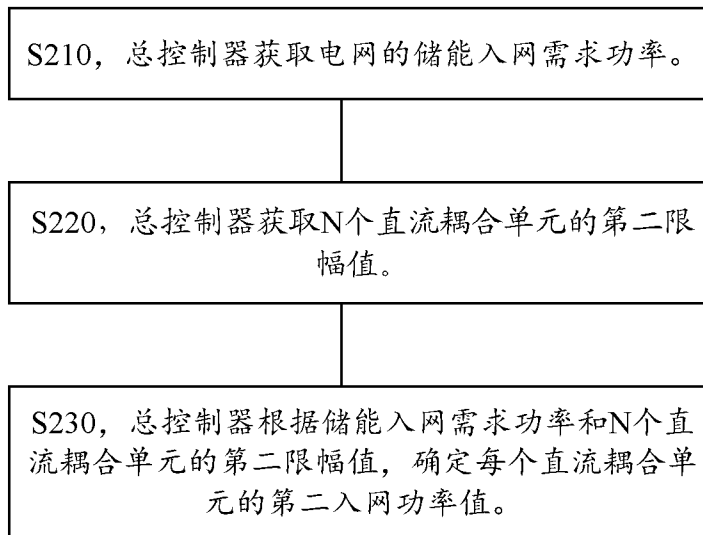
方法200

图 7

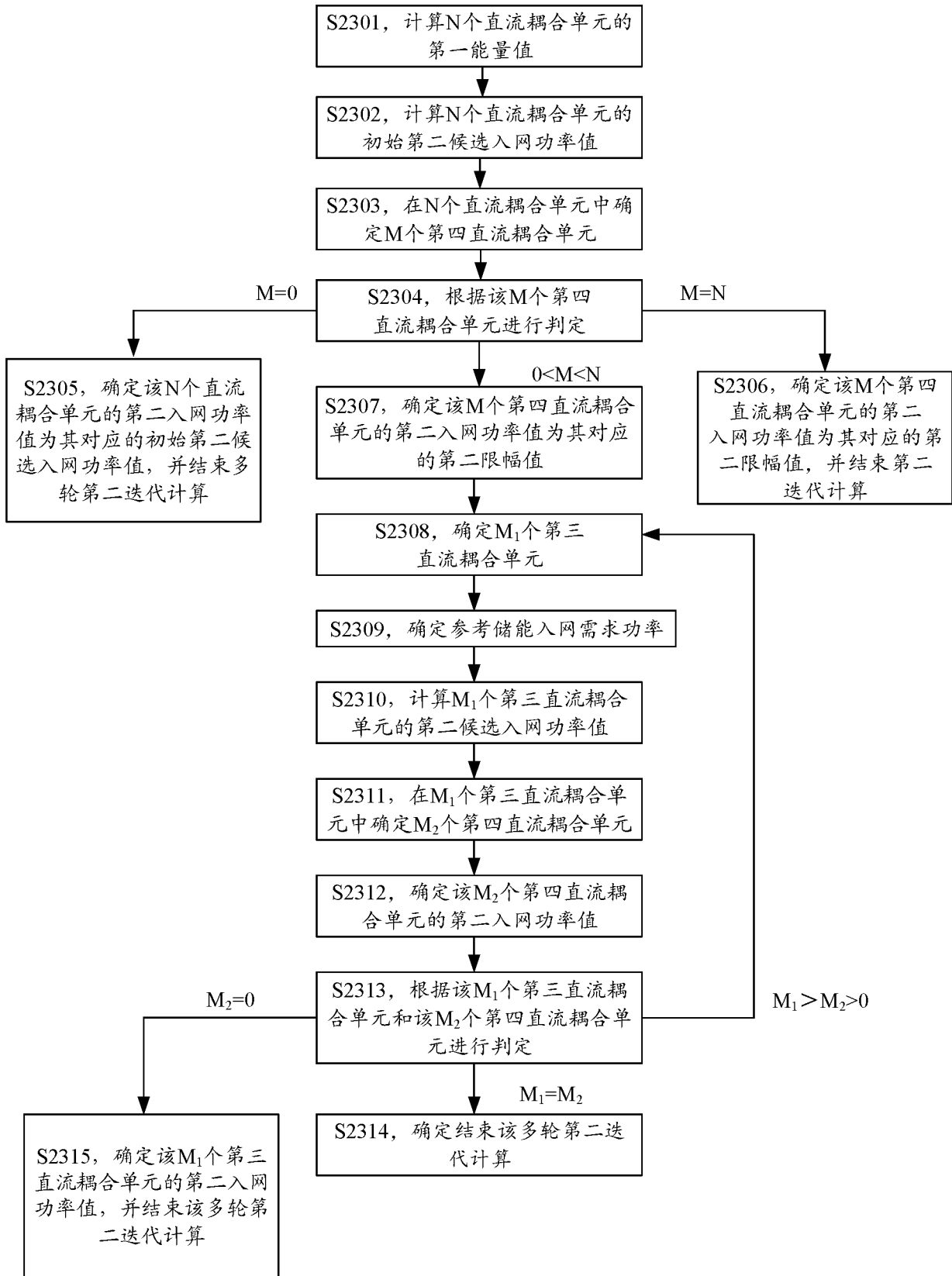


图 8

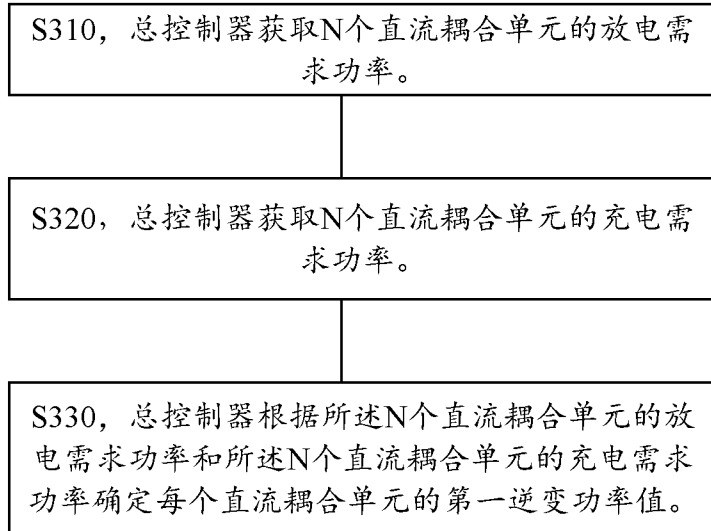
方法300

图 9

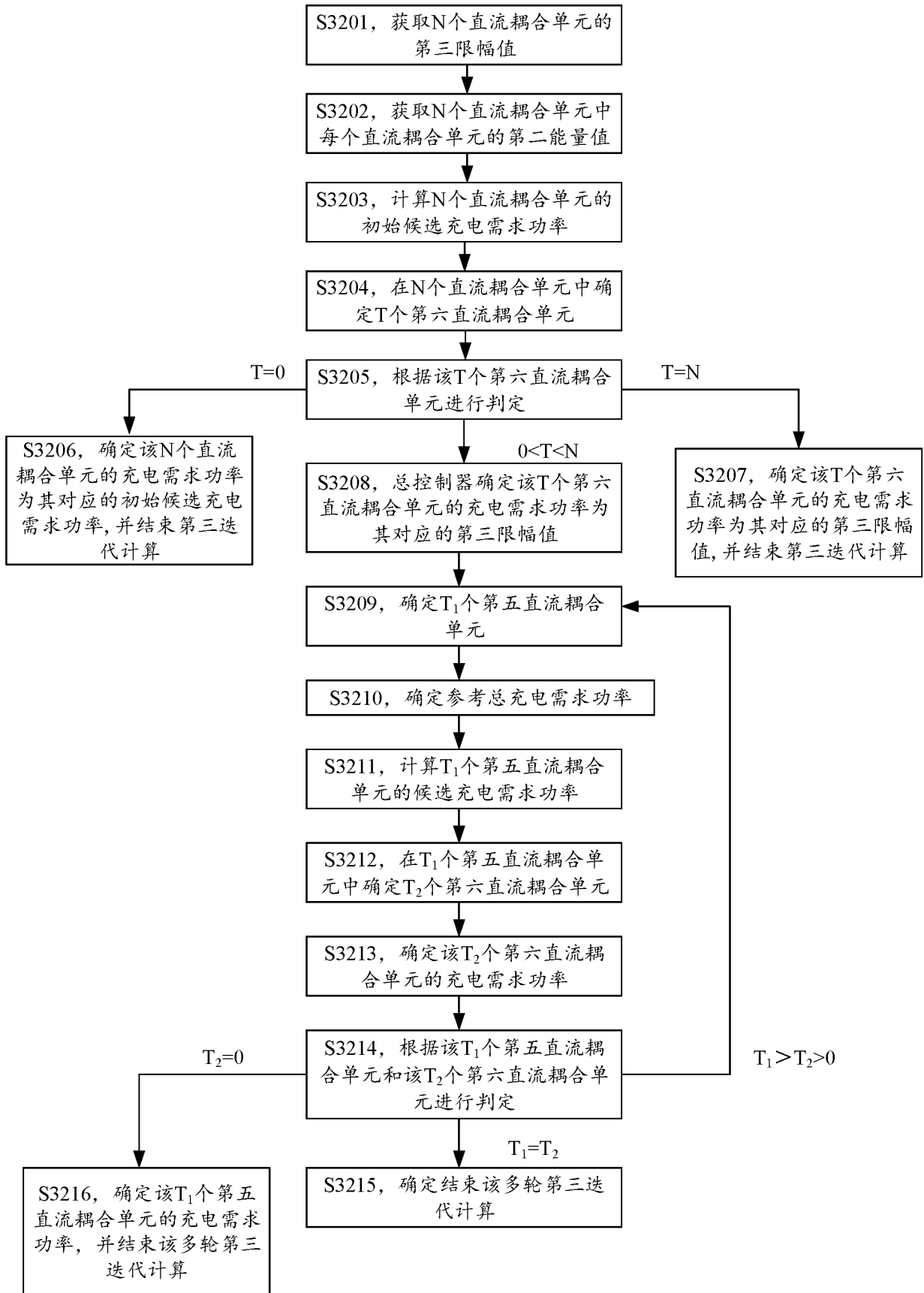


图 10

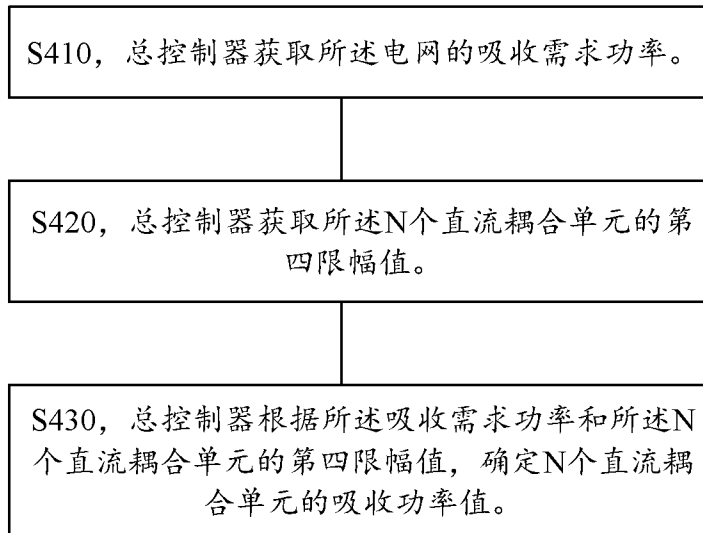
方法400

图 11

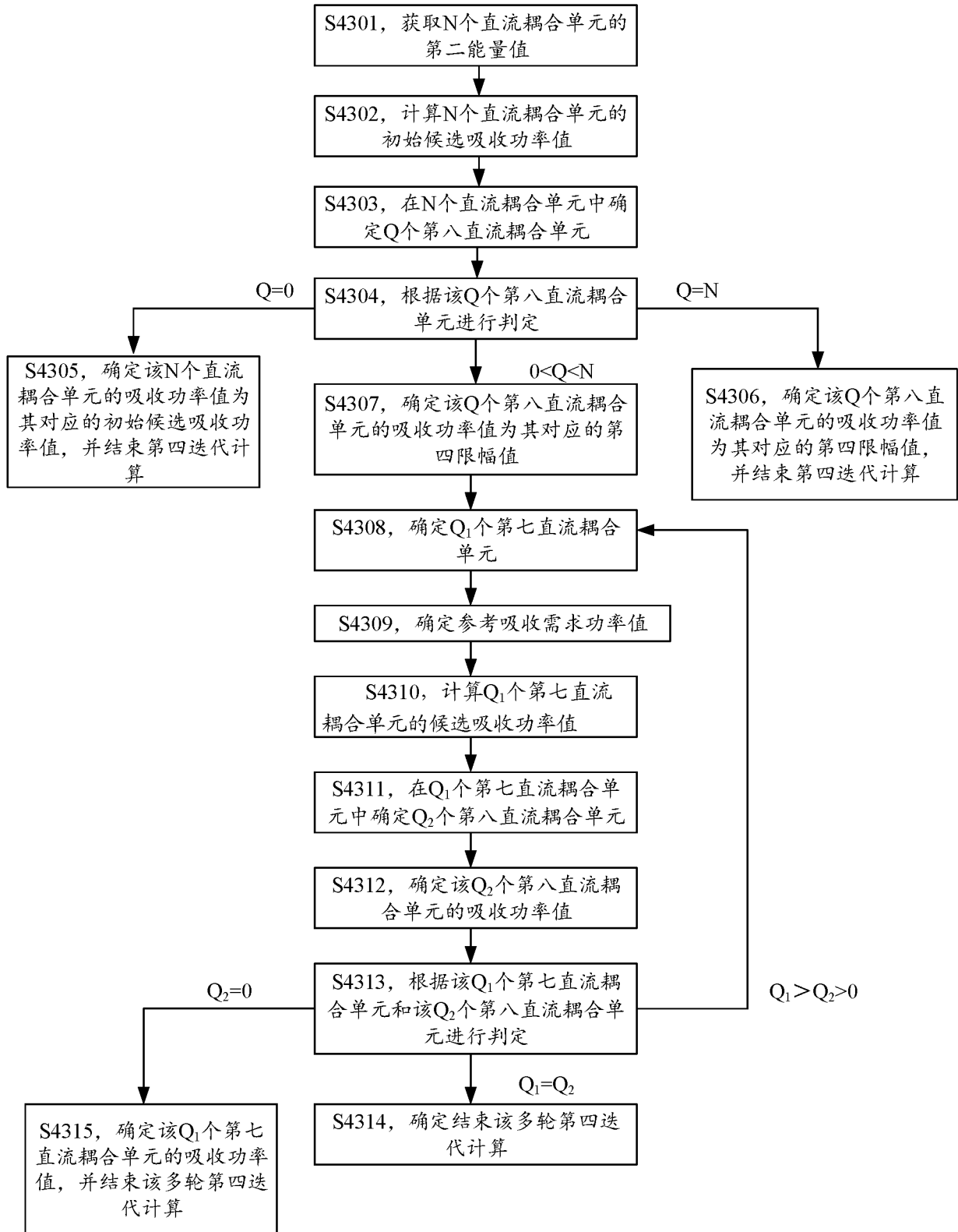


图 12

方法500

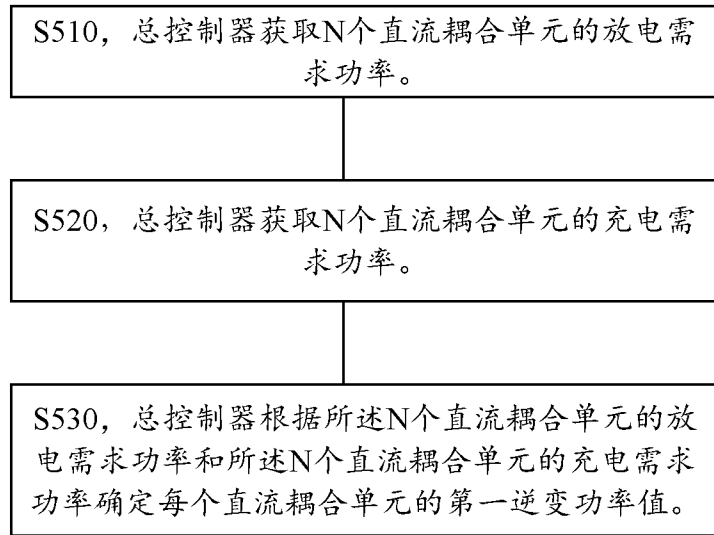


图 13

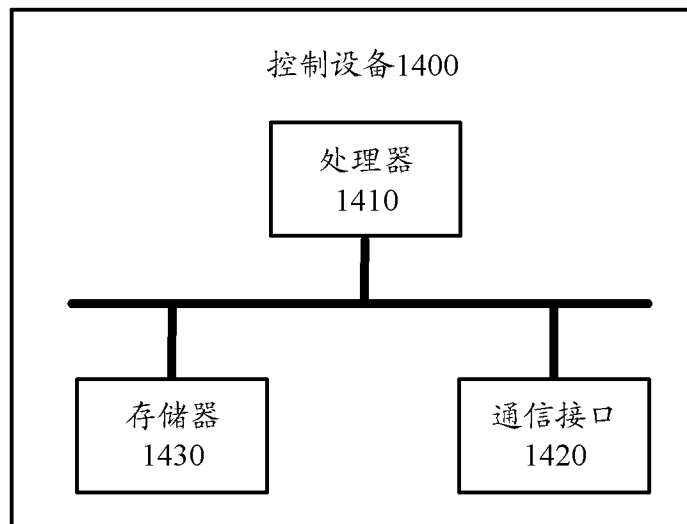


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/088722

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02J 3/38(2006.01)i; H02J 3/46(2006.01)i; H02J 3/32(2006.01)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)		
H02J		
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)		
CNTXT; CNABS; CNKI; SIPOABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 华为, 直流母线, 入网功率, 功率, 需求, 限幅, 阈值, 最大, 利用率, 逆变, 储能, 电池, DC bus, power, need+, requir+, limit, threshold, max+, utilization, inverter, energy storage, battery		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113300398 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 24 August 2021 (2021-08-24) claims 1-33	1-33
A	CN 105811458 A (CHINA ELECTRONICS GREATWALL ENERGY (SHENZHEN) CO., LTD.) 27 July 2016 (2016-07-27) description, paragraphs [0032]-[0051], and figures 1 and 2	1-33
A	CN 208955673 U (GROWATT NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 June 2019 (2019-06-07) entire document	1-33
A	JP 2019080485 A (TOSHIBA IT & CONTROL SYSTEMS CORP.) 23 May 2019 (2019-05-23) entire document	1-33
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
23 May 2022		30 May 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/088722

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113300398	A	24 August 2021	None			
CN	105811458	A	27 July 2016	None			
CN	208955673	U	07 June 2019	CN	109038680	A	18 December 2018
JP	2019080485	A	23 May 2019	None			

A. 主题的分类 H02J 3/38(2006.01)i; H02J 3/46(2006.01)i; H02J 3/32(2006.01)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) H02J 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)) CNTXT;CNABS;CNKI;SIPOABS;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT: 华为, 直流母线, 入网功率, 功率, 需求, 限幅, 阈值, 最大, 利用率, 逆变, 储能, 电池, DC bus, power, need+, requir+, limit, threshold, max+, utilization, inverter, energy storage, battery				
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		
PX	CN 113300398 A (华为技术有限公司) 2021年8月24日 (2021 - 08 - 24) 权利要求1-33	1-33		
A	CN 105811458 A (深圳中电长城能源有限公司) 2016年7月27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第[0032]-[0051]段, 附图1、2	1-33		
A	CN 208955673 U (深圳古瑞瓦特新能源股份有限公司) 2019年6月7日 (2019 - 06 - 07) 全文	1-33		
A	JP 2019080485 A (TOSHIBA IT & CONTROL SYS CORP) 2019年5月23日 (2019 - 05 - 23) 全文	1-33		
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。				
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> * 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 </td> <td style="width:50%; border:none;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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
* 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			
2022年5月23日	2022年5月30日			
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员			
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	王敏希			
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-512) 88997214			

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2022/088722

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	113300398	A	2021年8月24日	无	
CN	105811458	A	2016年7月27日	无	
CN	208955673	U	2019年6月7日	CN 109038680	A 2018年12月18日
JP	2019080485	A	2019年5月23日	无	