



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111416391 A

(43)申请公布日 2020.07.14

(21)申请号 202010367324.4

F24S 10/00(2018.01)

(22)申请日 2020.04.30

F25B 27/00(2006.01)

(71)申请人 国网安徽省电力有限公司培训中心

地址 230022 安徽省合肥市黄山路330号

申请人 安徽电气工程职业技术学院

国网安徽省电力有限公司黄山供电公司

国家电网有限公司

(72)发明人 于传 陈猛 唐毅 池坤鹏

王文林 贺丹丹 杨帆 马娟

李才芳

(51)Int.Cl.

H02J 3/38(2006.01)

H02J 3/46(2006.01)

H02J 3/32(2006.01)

F24D 15/02(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

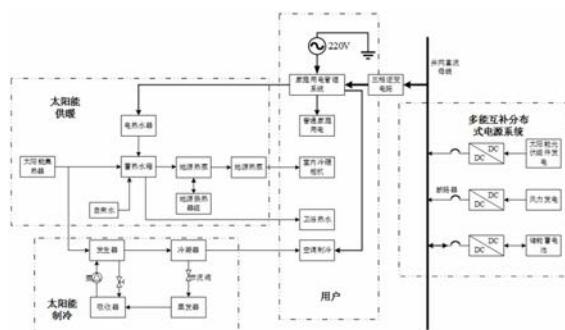
(54)发明名称

基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合
利用系统及控制方法

(57)摘要

基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合
利用系统及控制方法，涉及电力系统和新能源领
域。主要由多能互补分布式电源系统、家庭用电
管理系统、太阳能供暖系统和太阳能制冷系统构
成。本发明首先实现了热能、化学能、光能、电能
和风能在楼宇建筑系统的合理分配和综合利用。
然后实现了光伏系统始终工作于最大功率点，接
着利用蓄电池储能装置减少了风力发电和太阳
能光伏发电自身随机性所带来的功率波动问题。
最后通过家庭用电管理系统调节多能互补系统
中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例，解
决太阳能供暖和制冷系统所存在的波动问题，更
充分发挥了分布式电源所具有的灵活性高，绿色
环保的特点，避免了一定的能量损失，节约了电
能成本。

A
CN 111416391



CN

1. 一种基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：主要由多能互补分布式电源系统、家庭用电管理系统、太阳能供暖系统和太阳能制冷系统构成。

2. 如权利要求1所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述多能互补分布式电源系统主要包括太阳能光伏阵列发电装置、风电发电装置和蓄电池储能装置，通过蓄电池储能装置存储和释放由太阳能光伏阵列发电装置和风力发电装置所产生的电能，经过升压斩波电路并联到同一条直流母线上，并输出至家庭用电管理系统。

3. 如权利要求2所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述风力发电装置选择永磁直驱风力发电机。

4. 如权利要求2所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述太阳能光伏阵列发电装置和风力发电装置的并网选择单向Boost电路，蓄电池储能装置选择双向升降压斩波电路。

5. 如权利要求2所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述太阳能供暖系统主要包括太阳能集热器、蓄热水箱、电热水器、地源热泵、地源换热器组和室内冷暖柜机组成，室内冷暖柜机、蓄热水箱向用户提供稳定的供暖和卫浴热水。

6. 如权利要求5所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述太阳能制冷系统采用吸附式太阳能制冷，主要包括太阳能集热器、吸收器、发生器、冷凝器、蒸发器组成，冷凝器实现用户室内空调制冷。

7. 如权利要求6所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统，其特征在于：所述家庭用电管理系统调节多能互补分布式电源系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例，以保障用户用电安全稳定为前提，安全等级不高的设备优先使用分布式电源，保证家庭用电的最大化和安全可靠。

8. 如权利要求7所述基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统的控制方法，其特征在于：步骤如下：

①、太阳能供暖系统，在白天太阳辐射充足的情况下太阳光照的热能转移到民居取暖和卫浴热水，整个过程转移的热量用 Q_j 表示；阳光辐射不足或夜间时太阳能供暖系统出力不足，所需的剩余热量由电网电力提供，用 P_{heat} 表示；

②、太阳能制冷系统，在白天太阳辐射充足时，集热器吸收太阳能辐射后升温，高温使得发生器中制冷剂从吸附剂解吸，解吸的制冷剂进入冷凝器，经冷却介质冷却为液态，再经节流阀进入蒸发器，然后通过吸收器经过泵的工作再次进入发生器；当阳光辐射不足或夜间时，环境温度降低，集热器冷却，温度、压力降低，吸附剂开始工作吸收制冷剂，由此产生制冷效果；太阳能制冷系统出力不足，所需的剩余电量由电网电力提供，用 P_{cool} 表示；

利用光电和光热组合技术分别实现太阳能取暖和太阳能制冷，太阳能制冷系统和太阳能取暖系统分别根据太阳辐射强度大小所设定的控制方式分别工作；其中太阳能取暖装置的热效率为：

$$Q_j = A_c H_T \left(A - B \frac{t_f - t_a}{H_T} \right)$$

式中 Q_j 表示热量； A_c 表示太阳能集热器面积(m^2)；A、B表示集热器类型与型号相关的常

数; t_{fi} 表示集热器入口流体温度; t_a 表示环境温度; H_T 表示焓;

③、太阳能光伏阵列发电装置的能量变换结构与拓扑为级联直流模块式,为每个光伏组件配置一个DC-DC变换器做最大功率点跟踪,使光伏系统最终工作于最大功率点,然后将这些模块串联到一定的电压等级接到直流母线上;光伏发电输出功率用 P_{PV} 表示;

④、建立蓄电池、风力发电和太阳能光伏发电为基础的分布式电源系统,经直流斩波电路并联到同一条直流母线上;蓄电池存储功率和风力发电输出功率分别用 P_{Bat} 和 P_{PMSG} 表示;

多能互补分布式电源系统为太阳能光伏发电和风力发电通过Boost变换器连接直流母线,蓄电池通过双向DC-DC换流器,并连接到直流电网,再通过三相PWM逆变器、RL滤波电路以及相关保护设备,接入家庭用电管理系统,实现整体系统的拓扑结构;且多能互补分布式电源系统不参与电网并网仅用于家庭使用;

⑤、建立家庭用电管理系统,调节多能互补系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例,以保障用户用电安全稳定为前提,安全等级不高的设备优先使用分布式电源,保证家庭用电的利用最大化和安全可靠;家庭用电消耗的电网功率用 P_{grid} 表示;

家庭用电管理系统中,相关控制策略关系为:

$$P_{Thermal} = P_{heat} + P_{cool} + Q_j$$

$$P_{DER} = P_{PV} + P_{PMSG} + P_{Bat}$$

$$P_{load} + P_{heat} + P_{cool} + P_{DER} + P_{grid} = 0$$

式中 P_{DER} 为分布式电源所提供的功率; P_{load} 为楼宇建筑中所消耗的功率; $P_{Thermal}$ 为家庭供暖、制冷所需要的能量之和;

当 $P_{heat} + P_{cool} < 0$ 时,表示家庭楼宇建筑的取暖和制冷系统所需电量太阳能可以全部提供;当 $P_{heat} + P_{cool} > 0$,且分布式电源 $P_{DER} < 0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由电网 P_{grid} 提供;若 $P_{DER} > 0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由 $P_{grid} - P_{DER}$ 提供。

9. 如权利要求8所述的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统的控制方法,其特征在于:步骤③中采用MPPT控制方法获取给定光照条件下光伏系统的输出功率具体步骤为:通过扰动观察法,扰动光伏电池的输出电压和观测光伏系统输出功率的变化,根据功率变化的趋势连续改变扰动电压方向,使光伏系统最终工作于最大功率点。

基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统和新能源领域,具体是涉及一种基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统及控制方法。

背景技术

[0002] 随着常规能源的紧缺,楼宇供电逐步朝多种类、可持续的方向发展,以清洁的、可再生的太阳能为能源的光伏发电技术受到世界各国的普遍关注,得到了飞速的发展。如光伏建筑一体化(Building Integrated PV,BIPV)、建筑用风力涡轮发电、家用燃料电池发电系统等分布式电源(distributed energy resource,DER)均取得了长足发展,这些电源产生的电能均为直流电或可经过简单整流后变为直流电。

[0003] 现代楼宇用电设备逐步趋向于使用直流电或含有直流环节的电能变换器。如IT设备、娱乐视听设备、LED照明和个人电子设备等均直接使用直流电工作;而空调、洗衣机、打印机等旋转类设备使用含直流环节的变频器驱动已成为一种发展趋势。

[0004] 本发明为解决分布式电源在楼宇用电设备上综合利用的问题,提供了一种基于风光分布式电源在楼宇建筑中的节能综合管理系统,针对楼宇的供电问题,提出了一种由负荷和微电源(即楼宇中的分布式电源,如光伏发电、风力发电和蓄电池等)共同组成的直流供电体系,它可同时为楼宇提供电能、热能和冷能,楼宇内部的电源主要由电力电子设备负责能量的转换,并提供必须的控制系统。

发明内容

[0005] 为了实现上述目的,本发明所采用的技术方案为:一种基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统,主要由多能互补分布式电源系统、家庭用电管理系统、太阳能供暖系统和太阳能制冷系统构成。

[0006] 进一步的,所述多能互补分布式电源系统主要包括太阳能光伏阵列发电装置、风力发电装置和蓄电池储能装置,通过蓄电池储能装置存储和释放由太阳能光伏阵列发电装置和风力发电装置所产生的电能,经过升降压斩波电路并联到同一条直流母线上,并输出至家庭用电管理系统。

[0007] 优选的,所述风力发电装置选择永磁直驱风力发电机。

[0008] 优选的,所述太阳能光伏阵列发电装置和风力发电装置的并网选择单向Boost电路,蓄电池储能装置选择双向升降压斩波电路。

[0009] 进一步地,所述太阳能供暖系统主要包括太阳能集热器、蓄热水箱、电热水器、地源热泵、地源换热器组和室内冷暖柜机组成,室内冷暖柜机、蓄热水箱向用户提供稳定的供暖和卫浴热水。

[0010] 进一步地,所述太阳能制冷系统采用吸附式太阳能制冷,主要包括太阳能集热器、吸收器、发生器、冷凝器、蒸发器组成,冷凝器实现用户室内空调制冷。

[0011] 进一步地,所述家庭用电管理系统调节多能互补分布式电源系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例,以保障用户用电安全稳定为前提,安全等级不高的设备优先使用分布式电源,保证家庭用电的利用最大化和安全可靠。

[0012] 本发明还提供了一种基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统的控制方法,步骤如下:

[0013] ①、太阳能供暖系统,在白天太阳辐射充足的情况下太阳光照的热能转移到民居取暖和卫浴热水,整个过程转移的热量用 Q_j 表示;阳光辐射不足或夜间时太阳能供暖系统出力不足,所需的剩余热量由电网电力提供,用 P_{heat} 表示;

[0014] ②、太阳能制冷系统,在白天太阳辐射充足时,集热器吸收太阳能辐射后升温,高温使得发生器中制冷剂从吸附剂解吸,解吸的制冷剂进入冷凝器,经冷却介质冷却为液态,再经节流阀进入蒸发器,然后通过吸收器经过泵的工作再次进入发生器;当阳光辐射不足或夜间时,环境温度降低,集热器冷却,温度、压力降低,吸附剂开始工作吸收制冷剂,由此产生制冷效果;太阳能制冷系统出力不足,所需的剩余电量由电网电力提供,用 P_{cool} 表示;

[0015] 利用光电和光热组合技术分别实现太阳能取暖和太阳能制冷,太阳能制冷系统和太阳能取暖系统分别根据太阳辐射强度大小所设定的控制方式分别工作;其中太阳能取暖装置的热效率为:

$$[0016] Q_j = A_c H_T \left(A - B \frac{t_{fi} - t_a}{H_T} \right)$$

[0017] 式中 Q_j 表示热量; A_c 表示太阳能集热器面积(m^2); A 、 B 表示集热器类型与型号相关的常数; t_{fi} 表示集热器入口流体温度; t_a 表示环境温度; H_T 表示焓;

[0018] ③、太阳能光伏阵列发电装置的能量变换结构与拓扑为级联直流模块式,为每个光伏组件配置一个DC-DC变换器做最大功率点跟踪,使光伏系统最终工作于最大功率点,然后将这些模块串联到一定的电压等级接到直流母线上;光伏发电输出功率用 P_{PV} 表示;

[0019] ④、建立蓄电池、风力发电和太阳能光伏发电为基础的分布式电源系统,经直流斩波电路并联到同一条直流母线上;蓄电池存储功率和风力发电输出功率分别用 P_{Bat} 和 P_{PMSC} 表示;

[0020] 多能互补分布式电源系统为太阳能光伏发电和风力发电通过Boost变换器连接直流母线,蓄电池通过双向DC-DC换流器,并连接到直流电网,再通过三相PWM逆变器、RL滤波电路以及相关保护设备,接入家庭用电管理系统,实现整体系统的拓扑结构;且多能互补分布式电源系统不参与电网并网仅用于家庭使用;

[0021] ⑤、建立家庭用电管理系统,调节多能互补系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例,以保障用户用电安全稳定为前提,安全等级不高的设备优先使用分布式电源,保证家庭用电的利用最大化和安全可靠;家庭用电消耗的电网功率用 P_{grid} 表示;

[0022] 家庭用电管理系统中,相关控制策略关系为:

$$[0023] P_{Thermal} = P_{heat} + P_{cool} + Q_j$$

$$[0024] P_{DER} = P_{PV} + P_{PMSC} + P_{Bat}$$

$$[0025] P_{load} + P_{heat} + P_{cool} + P_{DER} + P_{grid} = 0$$

[0026] 式中 P_{DER} 为分布式电源所提供的功率; P_{load} 为楼宇建筑中所消耗的功率; $P_{Thermal}$ 为家庭供暖、制冷所需要的热量之和;

[0027] 当 $P_{heat}+P_{cool}<0$ 时,表示家庭楼宇建筑的取暖和制冷系统所需电量太阳能可以全部提供;当 $P_{heat}+P_{cool}>0$,且分布式电源 $P_{DER}<0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由电网 P_{grid} 提供;若 $P_{DER}>0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由 $P_{grid}-P_{DER}$ 提供。

[0028] 优选的,上述控制方法的步骤③中采用MPPT控制方法获取给定光照条件下光伏系统的输出功率具体步骤为:通过扰动观察法,扰动光伏电池的输出电压和观测光伏系统输出功率的变化,根据功率变化的趋势连续改变扰动电压方向,使光伏系统最终工作于最大功率点。

[0029] 与现有技术相比,本发明的有益效果表现在:

[0030] 本发明充分发挥楼宇建筑中可再生能源和传统电力设施的优势,高效地发挥各分布式电源的价值与效益。首先通过蓄电池装置存储和释放由太阳能光伏列阵和风力发电所产生的电能,此过程经过升降压斩波电路进行转化;然后电能经直流母线逆变调频与传统家庭用电一起由家庭用电管理系统统一分配给电热水器、空调和普通家庭用电等。

[0031] 本发明首先利用光电、风电等分布式电源和光热组合技术分别实现太阳能功能和太阳能制冷,从而实现了热能、化学能、光能、电能和风能在楼宇建筑系统的合理分配和综合利用。然后实现了光伏系统始终工作于最大功率点,接着利用蓄电池储能装置减少了风力发电和太阳能光伏发电自身随机性所带来的功率波动问题。多能互补分布式电源系统不参与电网并网仅用于家庭使用,节约并网调度过程中所产生的成本开销。最后通过家庭用电管理系统调节多能互补系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例,解决太阳能供暖和制冷系统所存在的波动问题,更充分发挥了分布式电源所具有的灵活性高,绿色环保的特点,避免了一定的能量损失,节约了电能成本。

附图说明

[0032] 以下结合实施例和附图对本发明的基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统及控制方法作进一步的详述。

[0033] 图1是风光分布式电源在楼宇建筑系统中的结构框图。

[0034] 图2是分布式电源在家庭管理系统的控制策略关系流程图。

具体实施方式

[0035] 请参阅图1所示,一种基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统,主要由多能互补分布式电源系统、家庭用电管理系统(Household Electricity Management System,HEMS)、太阳能供暖系统和太阳能制冷系统构成。

[0036] 多能互补分布式电源系统主要包括太阳能光伏阵列发电装置(photovoltaic,PV)、风电发电装置(permanent magnet synchronous generator,PMSG)和蓄电池储能装置(Battery,Bat),通过蓄电池储能装置存储和释放由太阳能光伏阵列发电装置和风力发电装置所产生的电能,经过升降压斩波电路并联到同一条直流母线上,并输出至家庭用电管理系统。风力发电装置选择永磁直驱风力发电机。

[0037] 太阳能供暖系统主要包括太阳能集热器、蓄热水箱、电热水器、地源热泵、地源换热器组和室内冷暖柜机组成,室内冷暖柜机、蓄热水箱向用户提供稳定的供暖和卫浴热水。通过设有集热、蓄热和辅助能源系统实现太阳能供暖、太阳能热水及太阳能储能的综合利

用。

[0038] 太阳能制冷系统采用吸附式太阳能制冷,主要包括太阳能集热器、吸收器、发生器、冷凝器、蒸发器组成,冷凝器实现用户室内空调制冷。

[0039] 基于风光分布式电源的楼宇建筑节能综合利用系统的控制方法,步骤如下:

[0040] ①、太阳能供暖系统,在白天太阳辐射充足的情况下太阳光照的热能转移到民居取暖和卫浴热水,整个过程转移的热量用 Q_j 表示;阳光辐射不足或夜间时太阳能供暖系统出力不足,所需的剩余热量由电网电力提供,用 P_{heat} 表示。

[0041] ②、太阳能制冷系统,在白天太阳辐射充足时,集热器吸收太阳能辐射后升温,高温使得发生器中制冷剂从吸附剂解吸,解吸的制冷剂进入冷凝器,经冷却介质冷却为液态,再经节流阀进入蒸发器,然后通过吸收器经过泵的工作再次进入发生器;当阳光辐射不足或夜间时,环境温度降低,集热器冷却,温度、压力降低,吸附剂开始工作吸收制冷剂,由此产生制冷效果。太阳能制冷系统出力不足,所需的剩余电量由电网电力提供,用 P_{cool} 表示。

[0042] 利用光电和光热组合技术分别实现太阳能取暖和太阳能制冷,太阳能制冷系统和太阳能取暖系统分别根据太阳辐射强度大小所设定的控制方式分别工作。其中太阳能取暖装置的热效率为:

$$[0043] Q_j = A_c H_T \left(A - B \frac{t_{fi} - t_a}{H_T} \right)$$

[0044] 式中 Q_j 表示热量; A_c 表示太阳能集热器面积(m^2); A 、 B 表示集热器类型与型号相关的常数; t_{fi} 表示集热器入口流体温度; t_a 表示环境温度; H_T 表示焓。

[0045] ③、太阳能光伏阵列发电装置的能量变换结构与拓扑为级联直流模块式,为每个光伏组件配置一个DC-DC变换器做最大功率点跟踪,使光伏系统最终工作于最大功率点,然后将这些模块串联到一定的电压等级接到直流母线上。光伏发电输出功率用 P_{PV} 表示。

[0046] 这种采用MPPT控制方法获取给定光照条件下光伏系统的输出功率具体步骤为:通过扰动观察法,扰动光伏电池的输出电压和观测光伏系统输出功率的变化,根据功率变化的趋势连续改变扰动电压方向,使光伏系统最终工作于最大功率点。其中光伏系统最大功率跟踪控制采用变步长扰动观察法MPPT控制方法获取给定光照条件下光伏系统的输出功率,扰动观察法的控制电路结构简单,需测量的参数较少,能够快速准确地跟踪外部环境变化,保证系统稳定性。

[0047] ④、建立蓄电池、风力发电和太阳能光伏发电为基础的分布式电源系统,经直流斩波电路并联到同一条直流母线上。蓄电池存储功率和风力发电输出功率分别用 P_{Bat} 和 P_{PMSC} 表示。

[0048] 根据母线电压的给定值、电压阈值与电流最大值信号,并网接口电路可工作于电压下垂模式或限流模式;蓄电池则根据电池监控系统和控制器给出的信号,可工作于电压下垂模式、限流模式或默认模式,太阳能电池板DC/DC变换器在MPPT模式、限流模式和电压下垂模式间进行切换。

[0049] 多能互补分布式电源系统为太阳能光伏发电和风力发电通过Boost变换器连接直流母线,蓄电池通过双向DC-DC换流器,并连接到直流电网,再通过三相PWM逆变器、RL滤波电路以及相关保护设备,接入家庭用电管理系统,实现整体系统的拓扑结构。且多能互补分布式电源系统不参与电网并网仅用于家庭使用。

[0050] Buck/Boost双向功率变换器,为避免双向切换引起的瞬时冲击,选用互补PWM控制方法可以使功率器件实现软开关。

[0051] 保护设备主要包括熔断器和断路器,提高系统的可靠性和整体寿命。

[0052] 对直流母线电压进行调整,采用外特性下垂并联法,充分利用分布式电源系统的“分布”特征,依赖本地控制,控制母线电压的稳定和避免环流的产生,可靠性更高。

[0053] ⑤、建立家庭用电管理系统,调节多能互补系统中分布式电源和常规家庭负载用电分配比例,以保障用户用电安全稳定为前提,安全等级不高的设备优先使用分布式电源,保证家庭用电的利用最大化和安全可靠。家庭用电消耗的电网功率用 P_{grid} 表示。

[0054] 电能经直流母线逆变调频与传统家庭用电一起由家庭用电管理系统统一分配给电热水器、空调和其他普通家庭用电。实现了热能、化学能、光能、电能和风能在楼宇建筑系统的合理分配和综合利用。

[0055] 家庭用电管理系统中,相关控制策略关系为:

$$P_{Thermal} = P_{heat} + P_{cool} + Q_j$$

$$P_{DER} = P_{PV} + P_{PMSG} + P_{Bat}$$

$$P_{load} + P_{heat} + P_{cool} + P_{DER} + P_{grid} = 0$$

[0059] 式中 P_{DER} 为分布式电源所提供的功率; P_{load} 为楼宇建筑中所消耗的功率; $P_{Thermal}$ 为家庭供暖、制冷所需要的量之和。

[0060] 请一并参阅图2,当 $P_{heat} + P_{cool} < 0$ 时,表示家庭楼宇建筑的取暖和制冷系统所需电量太阳能可以全部提供;当 $P_{heat} + P_{cool} > 0$,且分布式电源 $P_{DER} < 0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由电网 P_{grid} 提供;若 $P_{DER} > 0$ 时,楼宇建筑中所消耗的电能 P_{load} 由 $P_{grid} - P_{DER}$ 提供。

[0061] 以上内容仅仅是对本发明的构思所作的举例和说明,所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,只要不偏离发明的构思或者超越本权利要求书所定义的范围,均应属于本发明的保护范围。

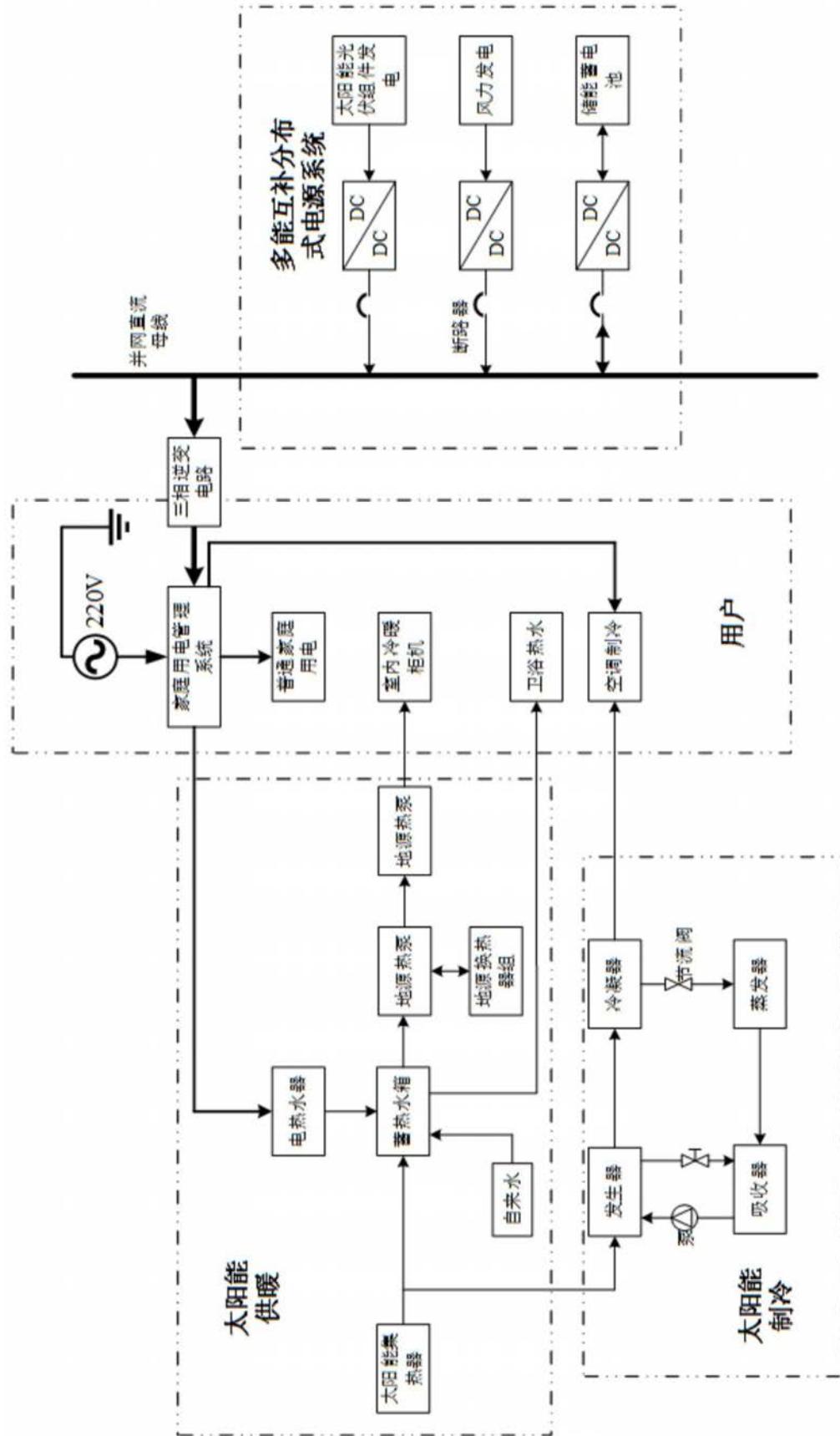


图1

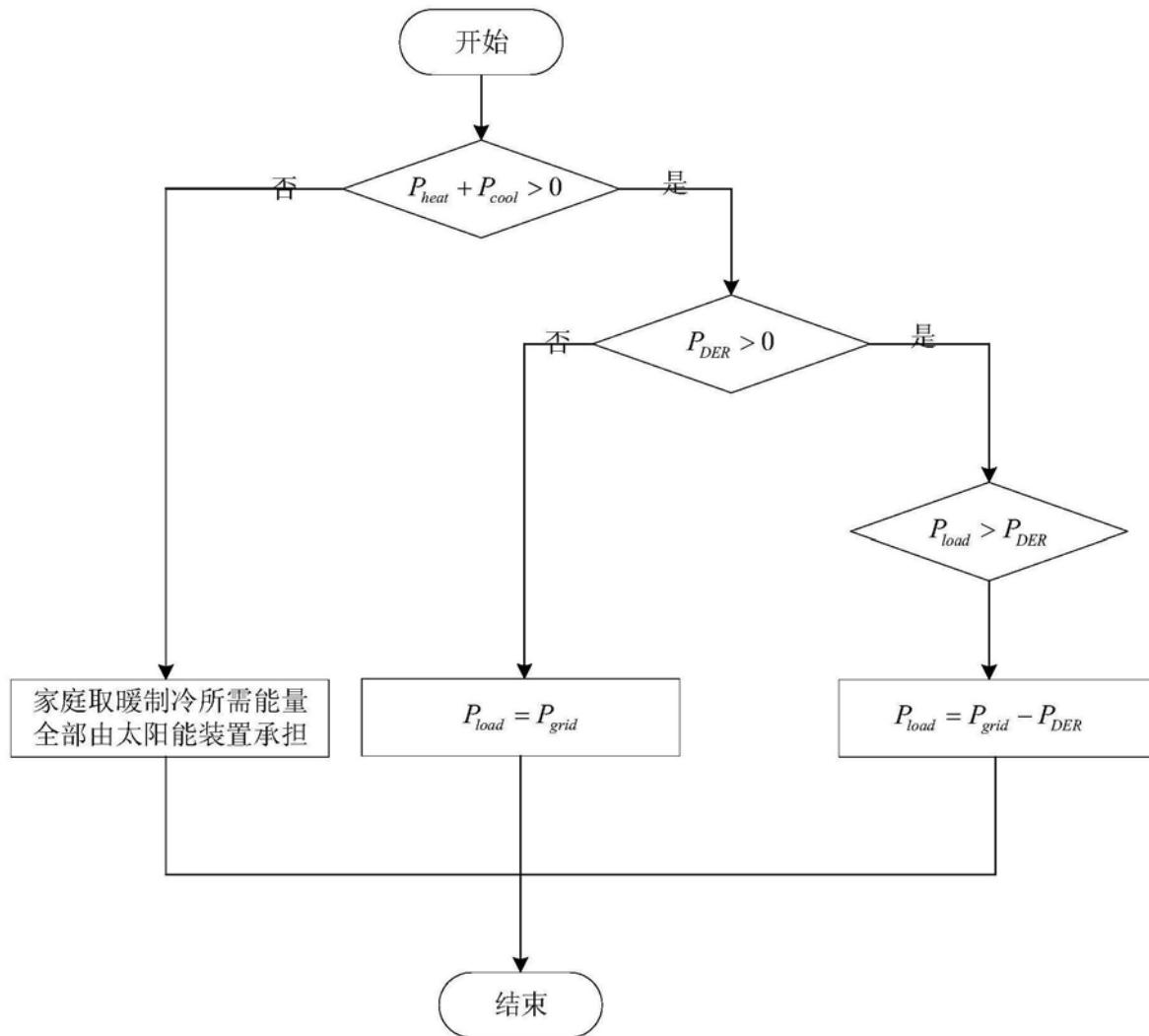


图2