



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112696723 A

(43) 申请公布日 2021.04.23

(21) 申请号 202011490016.7

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2020.12.17

F24D 13/04 (2006.01)

F24D 19/10 (2006.01)

(71) 申请人 吉林大学

H02S 10/12 (2014.01)

地址 130012 吉林省长春市高新产业开发
区前进大街2699号

申请人 国网吉林省电力有限公司电力科学
研究院

吉林省电力科学研究院有限公司

(72) 发明人 刘座铭 邱长波 董洪达 张轶珠

王志敏 高僮 王欣 史坤鹏

王大亮 刘大为 徐伟彬

(74) 专利代理机构 长春市吉利专利事务所(普
通合伙) 22206

代理人 李晓莉

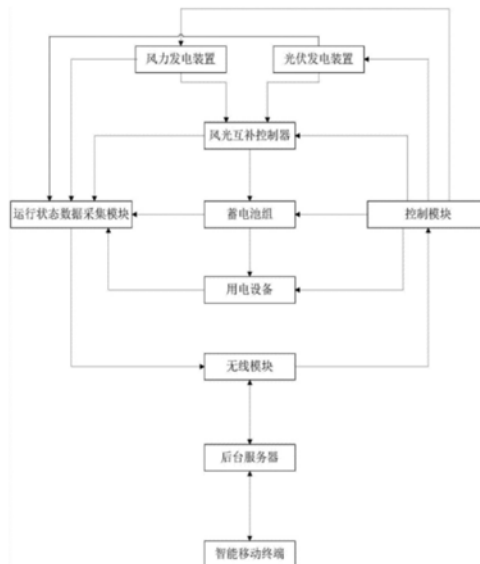
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种电能代替的分布式清洁供暖系统及其
评价方法

(57) 摘要

本发明一种电能代替的分布式清洁供暖系
统及其评价方法,属于清洁能源消纳、电能替代
技术领域;该方法是基于分布式光伏及小型风力
发电机发电供暖电能替代的一种方法,本发明专
利共设计两个子系统,一个是风光互补发电系
统和电锅炉供暖系统。风光互补发电子系统主
要由光伏发电系统,风力发电系统,风光互补控
制电路,蓄电池组组成;蓄电池组是系统的储能
装置,通过控制电路使蓄电池处于充电和放电不
同的工作模式,在风、光资源充足时发电系统为
其充电,在风、光资源不足是作为电源为电供暖
装置或其他系统供电。



1. 一种电能代替的分布式清洁供暖系统,其特征就在于,包括风光互补发电电子系统和负载系统,风光互补发电系统与负载系统电性连接,并为负载系统提供电能;

风光互补发电电子系统包括与风光互补控制电路电性连接的光伏发电系统和风力发电系统,还包括与风光互补控制电路双向连接的蓄电池组;

风光互补控制电路主要是为了维持发电量和耗电量之间的电量平衡;

若风、光转换的电能小于当前负载所需的实际电能,通过风光互补控制电路使蓄电池组扮演电源的角色向负载系统供电,相反,若风、光转换的电能大于当前负载所需的实际电能,则通过风光互补控制电路使蓄电池组扮演负载的角色储存系统的电能。

2. 根据权利要求1所述的电能代替的分布式清洁供暖系统,其特征就在于,负载系统为电锅炉供暖系统或温室供暖负荷或照明负荷,通过再次整流也可以为电动汽车充电桩等直流负荷供电。

3. 根据权利要求1所述的电能代替的分布式清洁供暖系统,其特征就在于,电锅炉供暖系统包括电加热装置、蓄热水箱、水箱、恒温调速控制器和水泵,电加热装置负责发热,通过电壁挂炉利用谷电时段,给蓄热水箱加热;

通过内置循环水泵把介质热量存储蓄热水箱中;

当蓄热水箱水温低于预设温度时,恒温调速控制器让副水泵全负荷工作,尽快把蓄热水箱水温达到设定温度,并负责把蓄热水箱的热水往供暖系统内的生活用水管道或地暖管输送,然后通过供暖系统末端管路返回到水箱内。

4. 根据权利要求3所述的电能代替的分布式清洁供暖系统,其特征就在于,电锅炉供暖系统还包括居民采暖、生活用水控制系统,居民采暖、生活用水控制系统包括辅助电加热控制、温差控制系统、温室控制、采暖供水温控以及云监控平台远程监控系统;

辅助电加热控制利用220V交流电对水箱中的水直接加热;

室温控制采用控制器自动启停采暖循环泵,保证室内温度舒适度;

采暖供水温控实现不同采暖系统需求设置不同的控制单元调节供水温度;

云监控平台远程监控通过带有485通讯接口的控制器满足用户利用手机APP智能优化控制参数。

5. 一种如权利要求1-4中任意一项所述电能代替的分布式清洁供暖系统的评价方法,其特征就在于,包括以下步骤,且以下步骤顺次进行:

步骤S1、风力发电机实际输出功率的计算

风机实际架设高度取正常高度,忽略架设高度对风机输出功率的影响,空气密度的修正主要基于公式(1):

$$\rho_1 = \rho_0 \times \frac{1}{1 + 0.00366t} \times \left(\frac{p - 0.378e}{1000} \right) \quad (1)$$

其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度,p表示大气绝对压力,e表示空气的相对湿度;

根据(2)式计算出风力发电机的实际额定功率:

$$\frac{P_N}{P_1} = \frac{\frac{1}{2} C_p \rho_1 S v^3}{\frac{1}{2} C_p \rho_0 S v^3} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \quad (2)$$

其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度, C_p 表示风机的风能利用系数,S表示气体流过风机叶片的截面积,v表示风速, P_N 表示风力发电机的实际额定功率, P_1 表示风力发电机的额定功率;

步骤S2、根据如下方法计算蓄电池容量:

蓄电池容量=负载功率×每天用电时间×持续供电天数/放电深度;

步骤S3、蓄热水箱体积的计算:

依据蓄热水箱的热量微分方程(3)可以计算蓄热水箱体积:

$$\rho c V \frac{dT_{in}}{dt} = q_{out} - \eta A (T_e - T_{in}) \quad (3)$$

V 、 T_{in} 、 η 、 A 、 T_e 、 q_{out} 分别为蓄热水箱的体积、水温、热损失系数、表面积、水箱外部环境温度以及蓄热水箱流出的热量;

步骤S4、分布式清洁供暖电能替代的综合性评价:

首先对光伏发电子系统、风电发电子系统、蓄电池、供暖设备的选择以及其他辅材成本进行供暖方式成本分析,再与其他非电采暖方式经济性、污染物减排等方面的对比分析,确定技术的可行性、经济性和环境友好性。

一种电能代替的分布式清洁供暖系统及其评价方法

技术领域

[0001] 本发明属于清洁能源消纳、电能替代技术领域,尤其涉及一种电能代替的分布式清洁供暖系统及其方法。

背景技术

[0002] 随着人类对传统能源的消耗,能源储备及安全问题日益严峻,因此各国都开始关注新能源的开发和利用,在太阳能、风能、水能、核能、地热能和生物质能等各种新能源的选择中,利用风能、太阳能已成为首选,但由于风光能源的不确定性,导致风力发电系统与光伏发电系统无法稳定供电,因此风光互补发电系统巧妙分析运用了风、光资源在时间上的分布特点,将两者的发电量汇聚在一起再统一供给电锅炉供暖系统,形成了风光互补发电系统。对太阳能、风能、生物质能等可再生能源的充分利用能够降低传统能源造成的空气污染。

[0003] 北方农村取暖困难问题严重影响了居民的生产和生活,传统的供热方式多以燃烧煤炭带动小锅炉的供暖方式满足供热需求,在此过程释放出大量的一氧化碳、二氧化碳和二氧化硫等污染气体,严重地影响了空气质量,并间接的造成了酸雨、雾霾等现象。而风能、太阳能是蕴藏丰富又清洁的自然能源,不会造成环境污染的问题,为了更好的保护环境,分布式发电在我国的应用不断增加,可以用到分布式发电的地方越来越多,这使得小规模离网型风力、光伏发电系统得到了更多的应用,这种系统对减少环境污染、改善空气质量、提高风能、太阳能利用率等都有着重要的意义。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种电能代替的分布式清洁供暖系统及其方法,以解决传统的供热方式多以燃烧煤炭为主,释放出大量的一氧化碳、二氧化碳和二氧化硫等污染气体,严重地影响了空气质量的技术问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的具体技术方案如下:

[0006] 一种电能代替的分布式清洁供暖系统,包括风光互补发电电子系统和负载系统,风光互补发电系统与负载系统电性连接,并为负载系统提供电能;

[0007] 风光互补发电电子系统包括与风光互补控制电路电性连接的光伏发电系统和风力发电系统,还包括与风光互补控制电路双向连接的蓄电池组;

[0008] 风光互补控制电路主要是为了维持发电量和耗电量之间的电量平衡;

[0009] 若风、光转换的电能小于当前负载所需的实际电能,通过风光互补控制电路使蓄电池组扮演电源的角色向负载系统供电,相反,若风、光转换的电能大于当前负载所需的实际电能,则通过风光互补控制电路使蓄电池组扮演负载的角色储存系统的电能。

[0010] 进一步,负载系统为电锅炉供暖系统或温室供暖负荷或照明负荷,通过再次整流也可以为电动汽车充电桩等直流负荷供电。

[0011] 进一步,电锅炉供暖系统包括电加热装置、蓄热水箱、水箱、恒温调速控制器和水泵,电加热装置负责发热,通过电壁挂炉利用谷电时段,给蓄热水箱加热;

[0012] 通过内置循环水泵把介质(水)热量存储蓄热水箱中;

[0013] 当蓄热水箱水温低于预设温度(人为设定80℃)时,恒温调速控制器让副水泵全负荷工作,尽快把蓄热水箱水温达到设定温度,并负责把蓄热水箱的热水往供暖系统内的生活用水管道或地暖管输送,然后通过供暖系统末端管路返回到水箱内。

[0014] 进一步,电锅炉供暖系统还包括居民采暖、生活用水控制系统,居民采暖、生活用水控制系统包括辅助电加热控制、温差控制系统、温室控制、采暖供水温控以及云监控平台远程监控系统;

[0015] 辅助电加热控制利用220V交流电对水箱中的水直接加热,主要是为了防止风光互补发电子系统以及蓄电池储能系统由于特殊原因满足不了使用需求时,则采用辅助电加热装置;

[0016] 室温控制采用控制器自动启停采暖循环泵,保证室内温度舒适度;

[0017] 采暖供水温控,实现不同采暖系统需求设置不同的控制单元调节供水温度;

[0018] 云监控平台远程监控通过带有485通讯接口的控制器满足用户利用手机APP智能优化控制参数。

[0019] 本发明还提供了一种电能代替的分布式清洁供暖方法,包括以下步骤,且以下步骤顺次进行:

[0020] 步骤S1、风力发电机实际输出功率的计算

[0021] 风机实际架设高度取正常高度,忽略架设高度对风机输出功率的影响,空气密度的修正主要基于公式(1)

$$[0022] \quad \rho_1 = \rho_0 \times \frac{1}{1+0.00366t} \times \left(\frac{p-0.378e}{1000} \right) \quad (1)$$

[0023] 其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度,p表示大气绝对压力,e表示空气的相对湿度;

[0024] 根据(2)式计算出风力发电机的实际额定功率:

$$[0025] \quad \frac{P_N}{P_1} = \frac{\frac{1}{2} C_p \rho_1 S v^3}{\frac{1}{2} C_p \rho_0 S v^3} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \quad (2)$$

[0026] 其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度, C_p 表示风机的风能利用系数,S表示气体流过风机叶片的截面积,v表示风速, P_N 表示风力发电机的实际额定功率, P_1 表示风力发电机的额定功率;

[0027] 步骤S2、蓄电池容量的计算:

[0028] 根据如下方法计算:

[0029] 蓄电池容量=负载功率×每天用电时间×持续供电天数/放电深度。

[0030] 步骤S3、蓄热水箱体积的计算:

[0031] 依据蓄热水箱的热量微分方程(3)可以计算蓄热水箱体积:

$$[0032] \quad \rho c V \frac{dT_{in}}{dt} = q_{out} - \eta A (T_e - T_{in}) \quad (3)$$

[0033] V 、 T_{in} 、 η 、 A 、 T_e 、 q_{out} 分别为蓄热水箱的体积、水温、热损失系数、表面积、水箱外部环境温度以及蓄热水箱流出的热量；

[0034] 步骤S4、分布式清洁供暖电能替代的综合性评价：

[0035] 首先对光伏发电子系统、风电发电子系统、蓄电池、供暖设备的选择以及其他辅材成本进行供暖方式成本分析，再与其他非电采暖方式经济性、污染物减排等方面的对比分析，确定技术的可行性、经济性和环境友好性。

[0036] 本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统及其方法具有以下优点：

[0037] 通过以电代煤、以电代气、以电带油，推动能源结构性改革，实现能源供应清洁化，是降低二氧化碳、二氧化硫、PM2.5排放的有效途径，是解决化石能源危机和环境污染的有效手段。

[0038] 智能控制系统会使不同用户体验到智能时代带来的便捷，会为节能减排提供一种新模式，为进一步降低污染物排放和提升能效以及环境效益扩大空间。

[0039] 针对风光能源的不确定性，导致风力发电系统与光伏发电系统无法稳定供电问题，利用风光互补发电系统巧妙分析运用了风、光资源在时间上的分布特点，将两者的发电量汇聚在一起再统一供给电锅炉供暖系统，并利用蓄电池储能技术，提高了分布式发电系统供电稳定性。

附图说明

[0040] 图1为本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的电能代替的分布式清洁供暖系统目的示意图。

[0041] 图2为本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的电能代替的分布式清洁供暖系统目的示意图。

[0042] 图3为本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的电能代替的分布式清洁供暖系统目的示意图。

[0043] 图4为本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的风光蓄控制系统控制策略流程图。

[0044] 图5为本发明的一种电能代替的分布式清洁供暖系统的分布式清洁供暖电能替代的综合性评价流程图。

具体实施方式

[0045] 为了更好地了解本发明的目的、结构及功能，下面结合附图，对本发明一种电能代替的分布式清洁供暖系统做进一步详细的描述。

[0046] 如图1-图5所示，本专利基于风力、光伏发电系统，构建高效率的电能转化系统，将丰富的可再生资源转化为急需的热能，并对整个风光蓄热供暖系统进行合理的控制是解决此类取暖问题的有效手段，本发明专利申请的目的是如图1所示。

[0047] 本发明专利共设计两个子系统，一个是风光互补发电子和电锅炉供暖系统，该系统主要由光伏发电系统，风力发电系统，风光互补控制电路，蓄电池组组成；蓄电池组

是系统的储能装置,通过控制电路使蓄电池处于充电和放电不同的工作模式,在风、光资源充足时发电系统为其充电,在风、光资源不足是作为电源为电供暖装置或其他系统供电。

[0048] 本发明专利供电对象重点以电锅炉采暖系统用电设备为例,但不仅仅局限于电锅炉用电设备,它只作为用电负荷的一种,因此,设计DC-AC转换电路实现了电能的转换,将交流电供负载使用,如图2所示。

[0049] 1、光伏阵列是由同一型号的光伏电池串并联组成的。在没有母线的系统中,其并联数主要取决于负载的日耗电量以及当地的光照情况两个因素外,蓄电池组的充电效率也会影响光伏阵列的并联个数。

[0050] 光伏阵列的串并联个数考虑因素:

[0051] (1) 以电压相近为原则,依据蓄电池组的浮充电压确定光伏阵列的串联数。

[0052] (2) 考虑系统安装过程中连接导线、防反充二极管等造成的压降,确定串并联个数时需考虑此因素造成的影响。

[0053] (3) 根据系统所供负载的容量,确定光伏列阵并联个数。

[0054] (4) 考虑系统效率对光伏阵列输出的影响,在确定其串并联数时会留有一定的裕量。

[0055] 2、蓄电池储能

[0056] 风能和太阳能作为自然界的自然资源,使用时无法保证风、光的连续稳定输出,加之风力发电系统和光伏发电系统都有使之工作的最低电压,风速过低或光照强度过低均会导致各子系统的输出电压与功率不稳定。因此,加入了蓄电池储能环节,各模块将电能统一汇总给母线,再供给负载,同时起到了稳压作用。蓄电池的主要参数重点考虑标称电压、剩余容量、电池容量、工作效率、放电深度、循环使用寿命等。

[0057] 3、电锅炉供暖系统

[0058] 电锅炉供暖系统主要由电加热装置、蓄热水箱、恒温调速控制器(带水泵)三部分组成,电加热装置负责发热,通过电壁挂炉利用谷电时段,给蓄热水箱加热,通过内置循环水泵把介质(水)热量存储储水箱中,当蓄热水箱水温低于80℃(人为设定)时,恒温调速控制器让副水泵全负荷工作,尽快把蓄热水箱水温达到设定温度,并负责把蓄热水箱的热往供暖系统内的生活用水管道或地暖管输送,然后通过供暖系统末端管路返回到储水罐内。

[0059] 4、风光蓄控制系统

[0060] 风光蓄控制系统主要是为了维持发电量和耗电量之间的电量平衡。若风、光转换的电能小于当前负载所需的实际电能,蓄电池扮演电源的角色向负载供电,相反,若风、光转换的电能大于当前负载所需的实际电能,则蓄电池扮演负载的角色储存系统的电能。

[0061] 本专利的控制策略主要基于以下三种气象条件,其控制流程图如图3所示。

[0062] 依据控制流程图可知,风光蓄控制系统整体的控制策略为:若风力发电机输出端与光伏阵列输出端输出的电能可以满足负载需求,且能量有盈余,则考虑给蓄电池充电;若风力发电机输出端与光伏阵列输出端输出的电能不能满足负载需求,则蓄电池开始放电给负载;若输出端输出的电能大于负载需求,且此时蓄电池满电,则考虑切除一部分供电设备;若输出端输出的电能不能满足负载需求,蓄电池也容量不足,则考虑切除一部分用电设备。

[0063] 5、居民采暖、生活用水控制系统

[0064] 居民采暖、生活用水控制系统主要包括辅助电加热控制、温差控制系统、温室控制、采暖供水温控以及云监控平台远程监控系统,辅助电加热控制主要是为了防止风光互补发电系统以及蓄电池储能系统由于特殊原因满足不了使用需求时,则采用辅助电加热装置;温差控制系统主要是保证蓄热水箱中的水温保持恒温;温控装置采用控制器自动启停采暖循环泵,保证室内温度舒适度,可通过人工和远程操作控制室温,同时可设置“自动模式/节能模式/分段模式”等不同模式供不同用户类型选择使用;采暖供水温度控制,主要是为了实现不同采暖系统需求设置不同的控制单元调节供水温度,例如生活用水温度设置为55℃,风机盘管时设置48℃,地暖时,设定温度在41℃,这些温度均可人为设定;云监控平台远程监控主要是通过带有485通讯接口的控制器满足用户临时性特殊需求,利用手机APP智能优化控制参数,使控制系统更加智能化。

[0065] 本发明还提供了一种电能代替的分布式清洁供暖系统的评价方法,包括以下步骤,且以下步骤顺次进行:

[0066] 步骤S1、风力发电机实际输出功率的计算:

[0067] 风力发电机的实际输出功率与该型号风力发电机的输出特性曲线及当地风能资源、海拔高度有紧密的联系,此外,输出功率还受风机架设高度等因素的影响,本发明专利中风机实际架设高度取正常高度,因此忽略架设高度对风机输出功率的影响。

[0068] 根据理论可知:海拔高度与相对空气密度之间有着明显的对应关系,海拔越高,空气密度越小,空气密度的修正主要基于公式(1)。

$$[0069] \quad \rho_1 = \rho_0 \times \frac{1}{1+0.00366t} \times \left(\frac{p-0.378e}{1000} \right) \quad (1)$$

[0070] 其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度,p表示大气绝对压力,273+t表示热力学温度;

[0071] 因此可根据(2)式计算出风力发电机的实际额定功率。

$$[0072] \quad \frac{P_N}{P_1} = \frac{\frac{1}{2} C_p \rho_1 S v^3}{\frac{1}{2} C_p \rho_0 S v^3} = \frac{\rho_1}{\rho_0} \quad (2)$$

[0073] 其中 ρ_0 表示0℃,压力为0.1013MPa状态下干空气的密度, ρ_1 表示在温度t与压力p状态下的干空气密度, C_p 表示风机的风能利用系数,S表示气体流过风机叶片的截面积,v表示风速, P_N 表示风力发电机的实际额定功率, P_1 表示风力发电机的额定功率;

[0074] 步骤S2、蓄电池容量的计算:

[0075] 根据对负载用电情况的估算,风电、光伏发电进行综合评估,包括资源禀赋分析、技术经济性比较、电力持续供应能力、居民经济承受力分析与环保约束,确定可持续供电天数,可以根据如下方法计算:

[0076] 蓄电池容量=负载功率×每天用电时间×持续供电天数/放电深度

[0077] 步骤S3、蓄热水箱体积的计算:

[0078] 蓄热水箱的温度受到室外环境温度、蓄热水箱的体积大小、蓄热水箱的热损失系数、蓄热水箱出水量(即蓄热水箱输出的热量)、风光互补发电系统和市电辅助热源提供的

热量为水箱提供的热量等参数的影响,依据蓄热水箱的热量微分方程(3)可以计算蓄热水箱体积:

$$[0079] \quad \rho c V \frac{dT_{in}}{dt} = q_{out} - \eta A (T_e - T_{in}) \quad (3)$$

[0080] V 、 T_{in} 、 η 、 A 、 T_e 、 q_{out} 分别为蓄热水箱的体积、水温、热损失系数、表面积、水箱环境温度以及蓄热水箱流出的热量。

[0081] 步骤S4、分布式清洁供暖电能替代的综合性评价:

[0082] 在进行分布式清洁供暖电能替代项目进行经济性评价时,首先要对光伏发电子系统、风电发电子系统、蓄电池、供暖设备的选择以及其他辅材成本进行供暖方式成本分析,由于清洁供暖方式多样,可以有各种组合,并进行综合性技术经济性分析,再与其他非电采暖方式经济性、污染物减排等方面的对比分析,确定技术的可行性、经济性和环境友好性。

[0083] 可以理解,本发明是通过一些实施例进行描述的,本领域技术人员知悉的,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,可以对这些特征和实施例进行各种改变或等效替换。另外,在本发明的教导下,可以对这些特征和实施例进行修改以适应具体的情况及材料而不会脱离本发明的精神和范围。因此,本发明不受此处所公开的具体实施例的限制,所有落入本申请的权利要求范围内的实施例都属于本发明所保护的范围内。

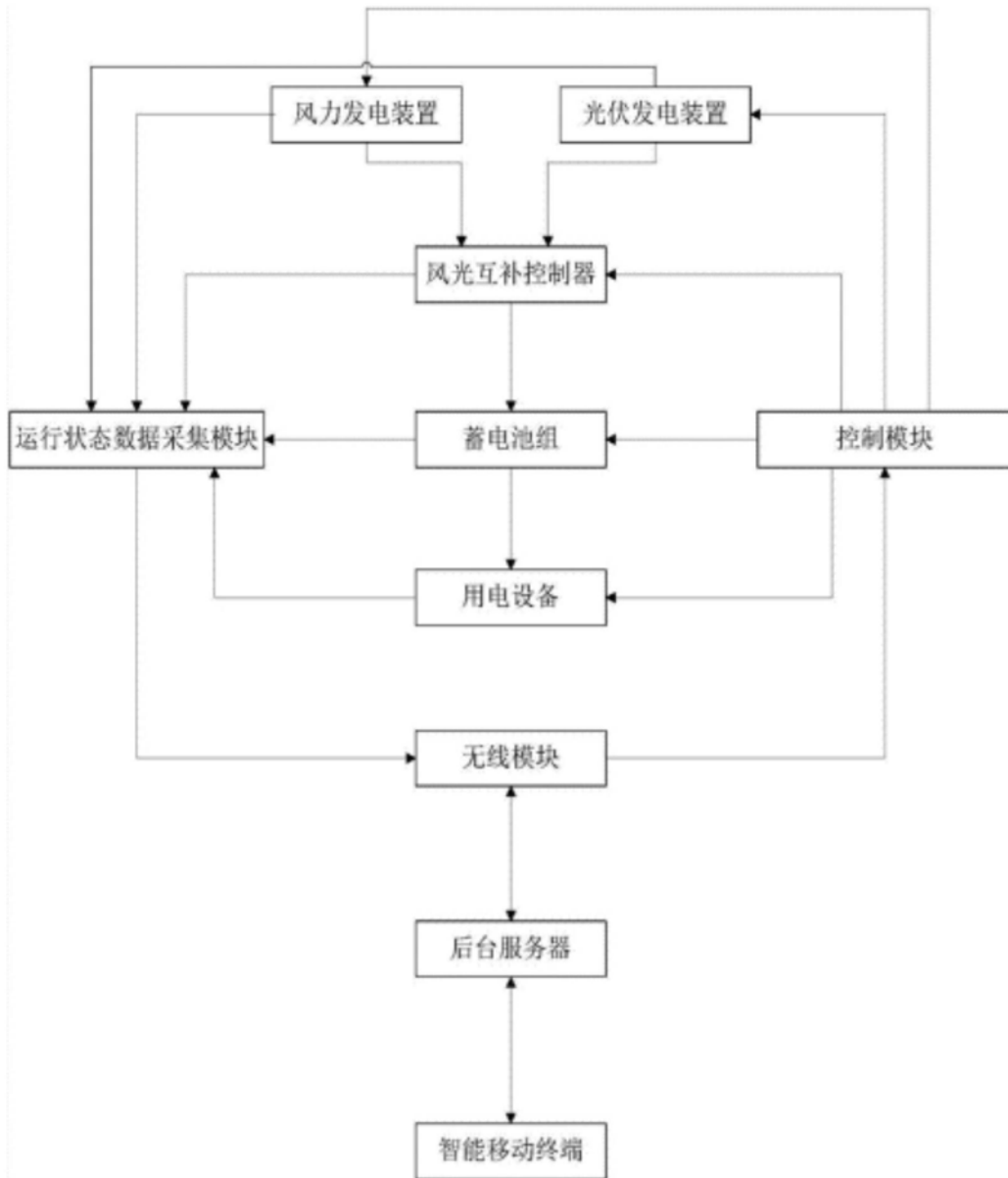


图1

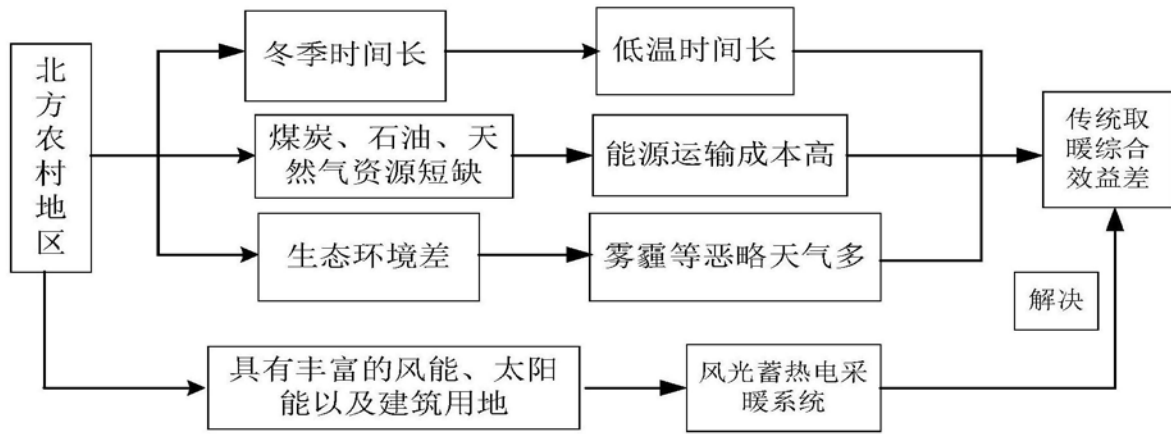


图2

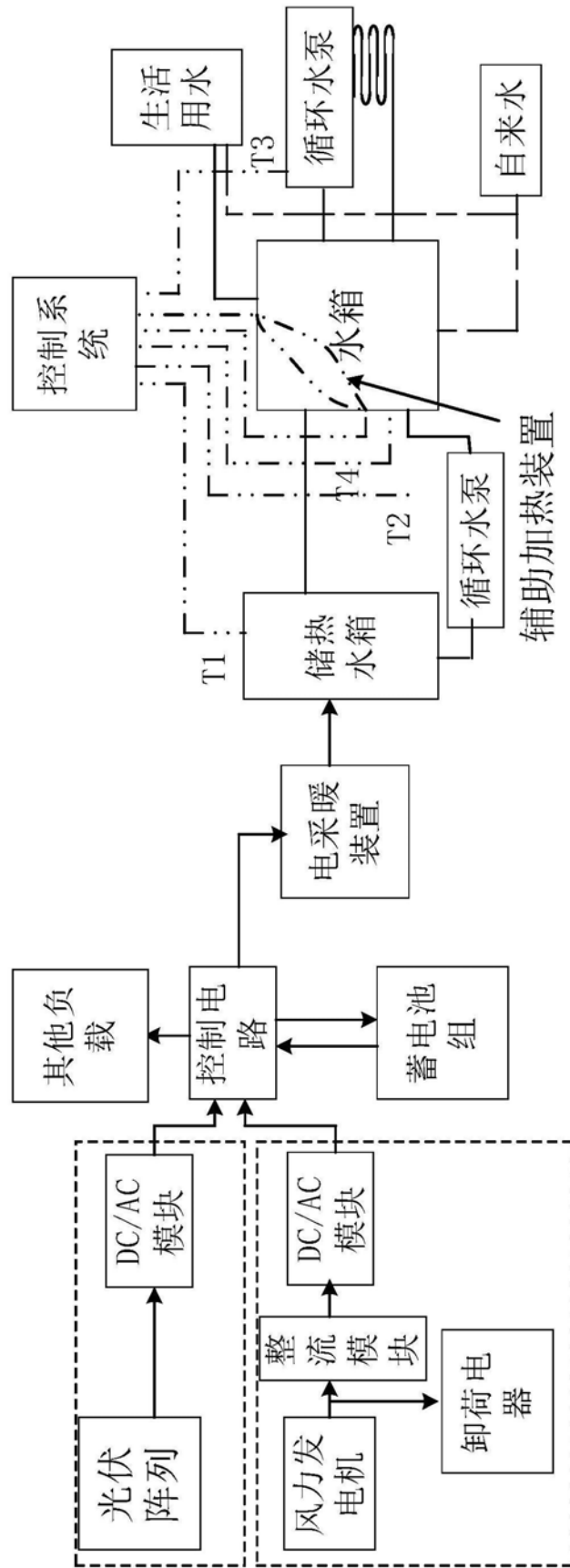


图3

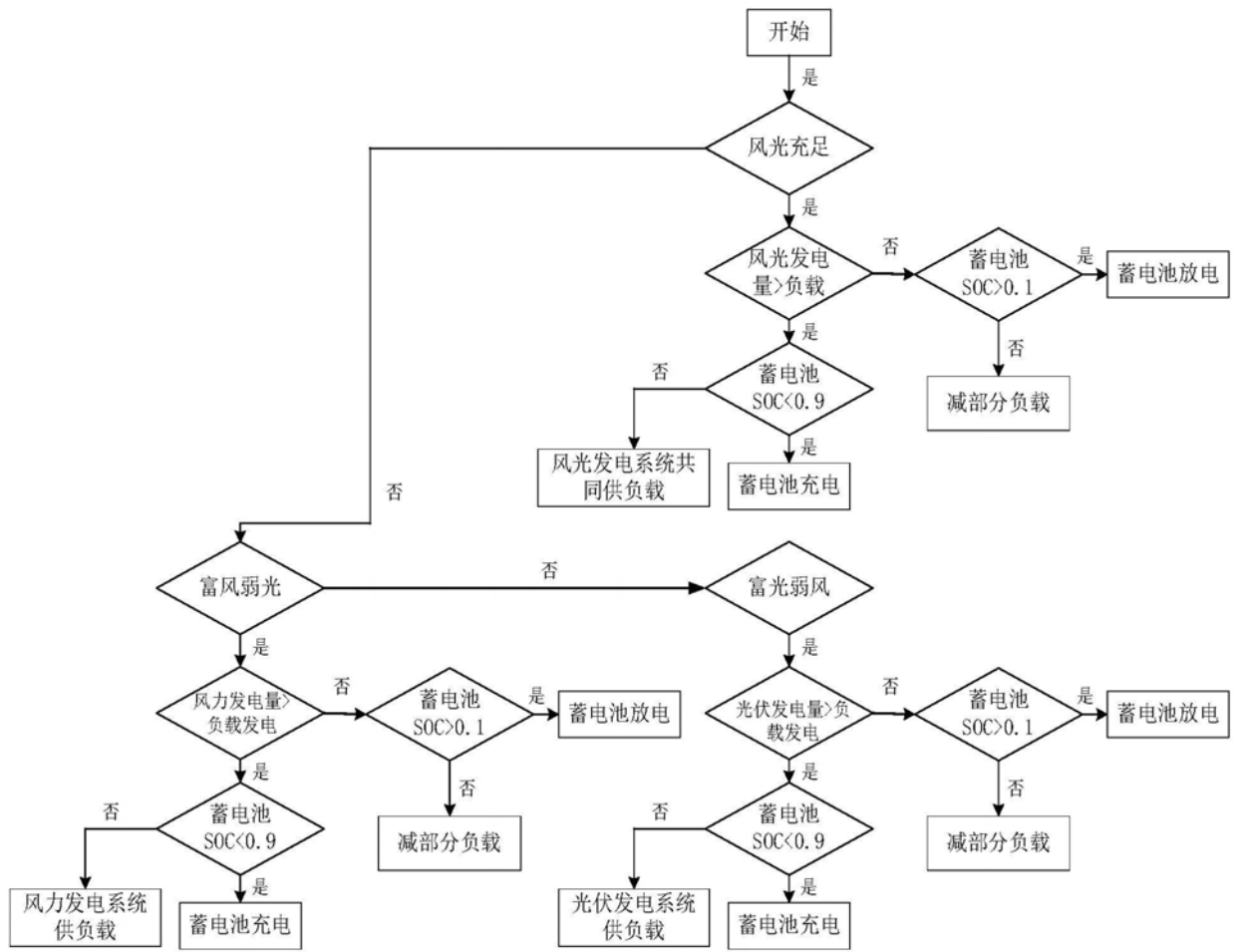


图4

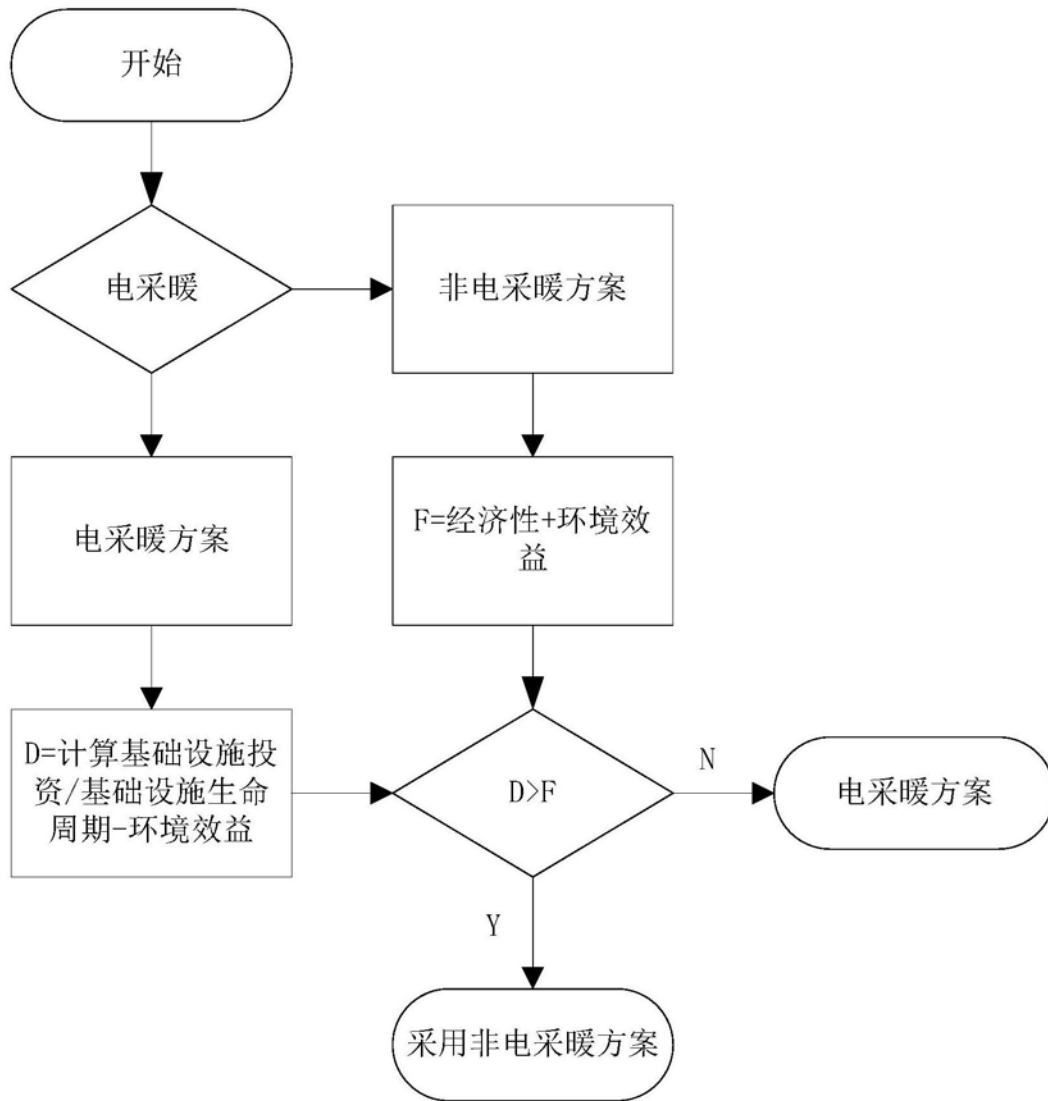


图5