



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103390903 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201310268241. X

(22) 申请日 2013. 06. 29

(73) 专利权人 内蒙古电力勘测设计院有限责任公司

地址 010010 内蒙古自治区呼和浩特市锡林南路 209 号

(72) 发明人 寇建玉 张喜儒 郭超慧 王小春

(51) Int. Cl.

H02J 3/38(2006. 01)

H02J 3/32(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102780236 A, 2012. 11. 14, 权利要求 2, 3.

CN 102780236 A, 2012. 11. 14, 权利要求 2, 3.

CN 102664429 A, 2012. 09. 12, 参见说明书第 [0032] 段, [0041] 段、权利要求 6、图 1.

CN 201747547 U, 2011. 02. 16, 说明书第 [0003] 段, [0016] 段, [0022] 段、附图 1-2.

CN 101841163 A, 2010. 09. 22, 说明书第 [0028] 段、图 5.

吴张华等. 1kw 碟式太阳能行波热声发电系统. 《工程热物理学报》. 2012, 第 33 卷 (第 1 期), 19-22.

辛光明等. 风光储联合发电技术分析. 《华北电力技术》. 2012, (第 1 期), 64-70.

张学庆等. 储能装置在风光储联合发电系统中的应用. 《华东电力》. 2010, 第 38 卷 (第 12 期), 1894-1896.

审查员 王鸿

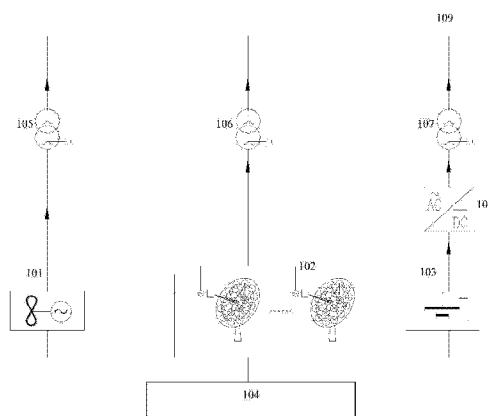
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

新型风光储智能联合发电系统及其控制方法

(57) 摘要

提出了一种新型风光储智能联合发电系统及其控制方法,属于风光储发电技术领域。该系统包括风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统、储能系统以及智能调度控制系统;其中:所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线,所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线;智能调度控制系统与风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统可通信连接,用于控制风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统。本方案解决了目前的碟式光热太阳能系统稳定性和可靠性差、目前的风光储系统结构复杂、光电转换效率低的问题。



CN 103390903 B

1. 一种风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述系统包括:风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统、储能系统以及智能调度控制系统;其中:

所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线,所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线;

智能调度控制系统与风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统可通信地连接,用于控制风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统;其中

所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线具体为:所述风能发电系统通过第一升压变压器、碟式光热太阳能发电系统通过第二升压变压器连接至输出母线;

所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线具体为:

所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过第三升压变压器连接至输出母线;

所述智能调度控制系统用于获取风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统的历史运行数据,并获取当地的气象数据,根据输出功率评价模型,对风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统进行功率预测以获得次日的出力曲线;还用于根据所述功率预测获得的出力曲线,以及预先安排的储能系统的充放电计划,获得新型风光储智能联合发电系统的次日计划发电输出功率曲线作为输出功率目标曲线;

所述智能调度控制系统具体用于:判断所述新型风光储智能联合发电系统工作是否正常,当工作正常时,执行将新型风光储智能联合发电系统的当前输出功率与所述输出功率目标曲线作比较的第一比较步骤;

根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统。

2. 根据权利要求 1 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述风能发电系统包括一个或多个风力发电机组;

所述碟式光热太阳能发电系统包括一个或多个碟式光热太阳能发电单元;

所述储能系统为蓄电池储能系统,包括一个或多个储能蓄电池组。

3. 根据权利要求 2 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述碟式光热太阳能发电系统的热机为斯特林机和/或热声发动机。

4. 根据权利要求 2 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述蓄电池储能系统的蓄电池为钠硫电池、液流电池和/或磷酸铁锂电池。

5. 根据权利要求 1 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

智能调度控制系统用于根据输出功率目标曲线对风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统给出控制指令。

6. 根据权利要求 5 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述目标曲线为对风电机组和太阳能输出功率曲线进行削峰填谷平滑后的输出功率曲线,或者为跟踪调度曲线。

7. 根据权利要求 1 所述的风光储智能联合发电系统,其特征在于:

所述智能调度控制系统用于当风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统发出的交流电功率高于所述智能调度控制系统要求的功率时,控制储能逆变器转化为直流电以储存在

储能系统中;还用于当交流电功率低于智能调度控制系统要求的功率时,控制储能系统经储能逆变器将直流电转化为交流电,然后经升压变压器送至输出母线。

8. 一种控制方法,用于对权利要求 1 所述的风光储智能联合发电系统进行控制,其特征在于,该方法包括:

判断所述新型风光储智能联合发电系统工作是否正常,当工作正常时,执行将新型风光储智能联合发电系统的当前输出功率与输出功率目标曲线作比较的第一比较步骤;

根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统。

9. 根据权利要求 8 所述的控制方法,其特征在于:

所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统具体包括:

当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率小于输出功率目标曲线时,向储能系统发送控制信号控制储能系统放电;

将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时,返回并继续所述第一比较步骤,当不相等则进行目标偏差校正,当位于偏差范围内时,返回并继续所述第一比较步骤,当超出了偏差范围时,对目标曲线进行优化调整,返回并继续所述第一比较步骤。

10. 根据权利要求 9 所述的控制方法,其特征在于:

所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统还包括:

当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率大于输出功率目标曲线时,向储能系统发送控制信号控制储能系统进行储能;

将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时,返回并继续所述第一比较步骤,当大于输出功率目标曲线时,向风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统发送控制信号进行功率输出控制以减少功率输出,将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时返回并继续所述第一比较步骤,当大于输出功率目标曲线时进行目标偏差校正,当位于偏差范围内时,返回并继续所述第一比较步骤,当超出了偏差范围时,对输出功率目标曲线进行优化调整,返回并继续所述第一比较步骤。

11. 根据权利要求 10 所述的控制方法,其特征在于:

所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统还包括:

当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率符合输出功率目标曲线时,返回并继续所述第一比较步骤。

新型风光储智能联合发电系统及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于风光储发电技术领域,尤其涉及一种新型风光储智能联合发电系统及其控制方法。

背景技术

[0002] 太阳能既有丰富、普遍和无害的优点,又有不连续和稳定性差的缺点。资源丰富,取之不尽、用之不竭;无地域限制,可直接开发、利用,无须开采和运输;开发利用太阳能不会对环境造成任何污染,是最清洁能源之一。太阳辐射的分散性强,能流密度较低;必须借助收集和转换设备才能得到一定功率的能量;受到昼夜、季节、地理纬度和海拔高度等自然条件的限制以及晴、阴、云、雨等随机因素的影响;太阳辐照度又是间断和不稳定的。

[0003] 光热太阳能发电技术主要有抛物面槽式、集热塔式、线性菲涅尔式和抛物面碟式四种,都可以高效的完成太阳辐射的收集和光热转换;其中槽式、线性菲涅尔式的聚焦方式是线聚焦,塔式、碟式的聚焦方式是点聚焦,碟式的聚光比是最高的。目前,槽式的技术成熟度最高,塔式、碟式次之;全球已完成规划的光热太阳能项目中,槽式、塔式、碟式所占比例分别为 50%、30%、20%。光热太阳能发电技术最发达的国家有美国、西班牙和以色列;近年来,我国在光热太阳能方面的研究和示范性试验也取得了很大进展,光热发电设备的国产化率也逐步提高。

[0004] 碟式光热太阳能技术由于其独特的结构原理,高倍聚焦的太阳辐射能在斯特林发电机和热声发电机直接转化为交流电,能量转换过程简单、没有多次能量传递,也就无法像抛物面槽式和集热塔式 CSP 系统那样在太阳光强的时候将多余的热能储存在储能系统中,在夜间或太阳光弱的时候释放出来用于推动汽轮发电机组发电,太阳能聚光集热系统和储能系统足够大时可实现连续发电。西安航空动力的斯特林样机已试验成功,正在筹建示范项目;中科院罗二仓教授发明的热声发动机样机也于 2011 年在深圳试验成功。

[0005] 目前的碟式光热太阳能系统为独立的电源输出系统,输出功率受站址地太阳能资源和气象条件的制约,太阳能不连续和稳定性差的问题难以克服,大规模的并网碟式光热太阳能电站的建设对系统的稳定性和可靠性有不利影响。

[0006] 目前的风光储系统采用光伏太阳能发电系统,光电转换效率远低于碟式光热太阳能系统;无论是晶硅光伏组件还是薄膜等其它光伏组件输出的都是直流电,需配置逆变器才能转化成可并网的交流电,因此系统、设备配置较碟式光热太阳能系统复杂。集中式布置的光伏发电系统逆变器的最佳功率跟踪电压大致范围是 400 ~ 850V,最高直流输入电压约 1000V。碟式光热太阳能系统交出输出电压一般为 AC380V,从供电安全性上相比较,碟式光热太阳能系统相对安全一些;而且,交流系统当发生短路故障时,也更容易将故障线路切除。光伏发电系统,所有的光伏组串是并联在一起的,当发生太阳光遮挡时,没有遮挡的组串就会对被遮挡的组串强加上一个较高的电压,容易发生热斑效应,从而减少太阳能电池板的寿命或者更甚者以至于烧坏电池板。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种碟式光热太阳能、风电和(蓄电池)储能联合发电系统,克服现有技术存在的问题,实现智能控制的新型风光储联合发电系统。

[0008] 为实现以上目的,本发明提出一种新型风光储智能联合发电系统,所述系统包括:风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统、储能系统以及智能调度控制系统;其中:所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线,所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线;智能调度控制系统与风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统可通信连接,用于控制风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统。

[0009] 根据本发明的一个方面,所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线具体为:所述风能发电系统通过第一升压变压器、碟式光热太阳能发电系统通过第二升压变压器连接至输出母线;所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线具体为:所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过第三升压变压器连接至输出母线。

[0010] 根据本发明的一个方面,所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统通过升压变压器连接至输出母线,所述储能系统连接至储能逆变器,然后通过升压变压器连接至输出母线具体为:所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统连接至低压母线,所述储能系统连接至储能逆变器,所述储能逆变器连接至所述低压母线,所述低压母线通过一个合并升压变压器连接至输出母线。

[0011] 根据本发明的一个方面,所述风能发电系统包括一个或多个风力发电机组;所述碟式光热太阳能发电系统包括一个或多个碟式光热太阳能发电单元;所述储能系统为蓄电池储能系统,包括一个或多个储能蓄电池组。

[0012] 根据本发明的一个方面,所述碟式光热太阳能发电系统的热机为斯特林机和/或热声发动机。

[0013] 根据本发明的一个方面,所述蓄电池储能系统的蓄电池为钠硫电池、液流电池和/或磷酸铁锂电池。

[0014] 根据本发明的一个方面,智能调度控制系统用于根据输出功率目标曲线对风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统给出控制指令。

[0015] 根据本发明的一个方面,所述目标曲线为对风电机组和太阳能输出功率曲线进行削峰填谷平滑后的输出功率曲线,或者为预设的跟踪调度曲线。

[0016] 根据本发明的一个方面,所述智能调度控制系统用于当风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统发出的交流电功率高于所述智能调度控制系统要求的功率时,控制储能逆变器转化为直流电以储存在储能系统中;还用于当交流电功率低于智能调度控制系统要求的功率时,控制储能系统经储能逆变器将直流电转化为交流电,然后经升压变压器送至输出母线。

[0017] 根据本发明的一个方面,所述智能调度控制系统还用于获取风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统的历史运行数据,并获取当地的气象数据,根据输出功率评价模型,对风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统进行功率预测以获得次日的出力曲线。

[0018] 根据本发明的一个方面,所述智能调度控制系统还用于根据所述功率预测获得的

出力曲线,以及预先安排的储能系统的充放电计划,获得新型风光储智能联合发电系统的次日计划发电输出功率曲线。

[0019] 本发明还公开了一种控制方法,用于对上述新型风光储智能联合发电系统进行控制,该方法包括:判断所述新型风光储智能联合发电系统工作是否正常,当工作正常时,执行将新型风光储智能联合发电系统的当前输出功率与输出功率目标曲线作比较的第一比较步骤;根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统。

[0020] 根据本发明的一个方面,所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统具体包括:当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率小于输出功率目标曲线时,向储能系统发送控制信号控制储能系统放电;将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时,返回并继续所述第一比较步骤,当不相等则进行目标偏差校正,当位于偏差范围内时,返回并继续所述第一比较步骤,当超出了偏差范围时,对目标曲线进行优化调整,返回并继续所述第一比较步骤。

[0021] 根据本发明的一个方面,所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统还包括:当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率大于输出功率目标曲线时,向储能系统发送控制信号控制储能系统进行储能;将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时,返回并继续所述第一比较步骤,当大于输出功率目标曲线时,向风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统发送控制信号进行功率输出控制以减少功率输出,将当前的输出功率与输出功率目标曲线作比较,当相等时返回并继续所述第一比较步骤,当大于输出功率目标曲线时进行目标偏差校正,当位于偏差范围内时,返回并继续所述第一比较步骤,当超出了偏差范围时,对输出功率目标曲线进行优化调整,返回并继续所述第一比较步骤。

[0022] 根据本发明的一个方面,所述根据所述第一比较步骤的比较结果,控制所述风能发电系统、碟式光热太阳能发电系统和储能系统还包括:当第一比较步骤的比较结果为当前输出功率符合输出功率目标曲线时,返回并继续所述第一比较步骤。

[0023] 本发明提出的碟式光热太阳能、风电和(蓄电池)储能联合发电系统,克服了碟式光热太阳能发电系统不连续、稳定性差的问题,有效改善了对电网系统稳定性和可靠性的影响;解决了目前世界上效率最高的光热太阳能发电技术发展大规模并网电站中的难题,填补了碟式光热太阳能热利用领域的空白。

附图说明

[0024] 图1是根据本发明第一实施例的新型风光储智能联合发电系统的示意图;

[0025] 图2是根据本发明第二实施例的新型风光储智能联合发电系统的示意图;

[0026] 图3是削峰填谷、平滑输出功率曲线的示意图;

[0027] 图4是跟踪调度曲线的示意图;

[0028] 图5是智能调度控制系统的控制流程示意图。

具体实施方式

[0029] 以下所述为本发明的较佳实施实例,并不因此而限定本发明的保护范围。

[0030] 图 1 为根据本发明第一实施例的新型风光储智能联合发电系统的示意图。如图 1 所示,该新型风光储智能联合发电系统包括风能发电系统 101,碟式光热太阳能发电系统 102,储能系统 103,智能调度控制系统 104。其中,智能调度控制系统 104 与风能发电系统 101、碟式光热太阳能发电系统 102 和储能系统 103 可通信连接,用于对这三个系统进行控制。具体地,智能调度控制系统 104 根据目标曲线(平滑输出功率曲线、跟踪电网调度曲线和“削峰填谷”等几种)对风能发电系统 101、碟式光热太阳能发电系统 102 和储能系统 103 给出控制指令。其中,所述储能系统 103 优选为蓄电池储能系统。

[0031] 所述新型风光储智能联合发电系统还包括升压变压器和储能逆变器。在本发明第一实施例的系统中,如图 1 所示,风能发电系统 101 和碟式光热太阳能发电系统 102 发出的交流电分别经升压变压器 105 和 106 直接并入输出母线 109。当交流电功率高于智能调度控制系统 104 要求的功率时,在智能调度控制系统的控制下,经储能可逆逆变器 108 转化为直流电,然后储存在蓄电池储能系统 103 中;当交流电功率低于智能调度控制系统 104 要求的功率时,蓄电池储能系统 103 经储能逆变器 108 将直流电转化为交流电,然后经升压变压器 107 至输出母线 109 送出。

[0032] 图 2 示出了根据本发明第二实施例的新型风光储智能联合发电系统的示意图。当联合发电系统容量较小、输出电压适合时,也可设置低压母线,风能发电系统 101、碟式光热太阳能发电系统 102 和蓄电池储能系统 103 (经储能逆变器 108)输出的交流电并入低压母线后,经一个合并升压变压器 110 送出至输出母线 109。

[0033] 图 3, 4 示出了系统输出的目标曲线。其中图 3 为削峰填谷、平滑输出功率曲线示意图。其中,302 为风机和太阳能输出功率曲线,304 为削峰填谷、平滑后的输出功率曲线。301 为储能充电过程。303 为储能放电过程。图 4 为跟踪调度曲线示意图。其中,402 为风机和太阳能输出功率曲线,404 为电网调度负荷曲线。401 为储能充电过程。403 为储能放电过程。如上文所示,智能调度控制系统 104 根据例如图 3 和 4 所示的目标曲线控制所述新型风光储智能联合发电系统的风能发电系统 101、碟式光热太阳能发电系统 102 和储能系统 103,下面介绍一个具体的控制流程,如图 5 所示。

[0034] 智能调度控制系统可具体实现为工业计算机或服务器等设备,当其开机后,判断风光储系统工作是否正常,在正常工作的前提下,执行将系统当前输出功率与目标曲线作比较的第一比较步骤。这里,当前输出功率可以与目标曲线当前时间点的目标功率作比较。或者与设定的输出功率的上下限范围作比较等。具体比较对象可根据需要设置,这里不作为对本方案的限制。

[0035] 当第一比较步骤示出符合目标曲线时,返回并继续所述第一比较步骤。

[0036] 当第一比较步骤示出小于目标曲线时,向储能系统发送控制信号,储能系统进行放电;与目标曲线比较,当相等时,返回并继续所述第一比较步骤,当不相等时则进行目标偏差校正,当位于偏差范围内时,返回并继续所述第一比较步骤,当超出了偏差范围时,对目标曲线进行优化调整,返回并继续所述第一比较步骤。

[0037] 当第一比较步骤示出大于目标曲线时,向储能系统发送控制信号,储能系统进行储能;与目标曲线比较,当相等时返回并继续所述第一比较步骤,当大于目标曲线时,向风能发电系统和碟式光热太阳能发电系统发送控制信号,对两个系统进行功率输出控制以减少功率输出,与目标曲线比较,当相等时返回并继续所述第一比较步骤,当大于目标曲线时

进行目标偏差校正,位于偏差范围内则返回并继续所述第一比较步骤,否则说明超出了偏差范围,这时对目标曲线进行优化调整,然后返回并继续所述第一比较步骤。

[0038] 本发明中的智能调度控制系统还具有以下功能:

[0039] (1) 风光储电站功率联合预测

[0040] 通过调度部门获取风电场和太阳能电站的历史运行数据,同时从当地气象部门获取当地的气象数据,建立一定的输出功率评价模型,然后对风电出力和碟式光热电站出力进行功率预测,进而得出次日风能、光热、储能电站输出的总功率曲线。

[0041] (2) 发电计划安排

[0042] 智能控制调度系统以预测系统输出的风光预测出力曲线为计算输入,通过优化计算功能,预安排储能电池的充放电计划,从而制定输出次日的风光储电站的计划发电输出功率曲线。

[0043] (3) 实时发电控制

[0044] 由于风能和光能的随机性,实际运行曲线和预测曲线会产生一定偏差,因此需要根据实际运行情况及时调整由离线软件计算输出的发电计划。实时发电控制根据风光的实际出力,以及其他实时监控数据,在线计算出计划输出与实际输出的差值,尽可能保证风力发电和碟式光热发电效率最大的情况下,自动调节储能电池,使风光储电站实际输出尽可能接近计划输出。在运行过程中,当电网调度部门直接下达调度负荷指令时,控制系统根据调度负荷要求进行风、光、储的功率输出控制,跟踪调度曲线。

[0045] 下面为了更清楚地说明本发明的方案,对涉及到的一些术语进行解释。

[0046] 碟式光热太阳能发电

[0047] 聚光太阳能热发电(CSP:Concentrated Solar Power)包括抛物面槽式、集热塔式、线性菲涅尔式和抛物面碟式(以下简称碟式)四种。碟式系统主要包括聚光器(碟式反射镜)、集热发电装置(斯特林机或热声发动机)和双轴太阳追踪系统。碟式反射镜高倍汇聚太阳光(聚光比 > 1000),加热斯特林机中的气体到约 750°C ,气体受热膨胀、推动活塞运动或产生自激振荡,然后带动发电机发电;双轴太阳追踪系统通过对太阳的追踪使碟式反射镜最大限度的汇聚太阳光。

[0048] 碟式系统每个独立的单元都能就地进行热电转换,输出并网交流电;功率 25KW 的碟式发电单元峰值效率达 31% ,在目前四种CSP技术中光电转换效率最高;独特的结构原理使其较难配置储热系统,使其输出电力的可调度性相对较低。便于模块化部署,既适合以数百千瓦的规模进行分布式部署,又有能力构建数百兆瓦的大型电站。发电过程中不使用水进行导热或冷却,仅需要少量水用于设备清洁,系统节水效果好。

[0049] 热机

[0050] 热机是将燃料的化学能转化成内能再转化成机械能的机器动力机械,如蒸汽机、汽轮机、燃气轮机、内燃机、喷气发动机等。热机通常以气体作为工质(传递能量的媒介物质叫工质),利用气体受热膨胀对外做功。热能的来源主要有燃料燃烧产生的热能、原子能、太阳能和地热等。

[0051] 斯特林(发动)机碟式系统所采用的斯特林发动机的原型是英国物理学家罗伯特·斯特林(Robert Stirling)于1816年发明的,所以命名为“斯特林发动机”(Stirling engine)。斯特林发动机通过处于密闭循环内工作气体受热膨胀、遇冷压缩推动活塞机构而

产生动力,是独特、效率极高的热机,理论上的效率几乎等于理论最大效率,称为卡诺循环效率。与太阳能相结合的斯特林发动机成为太阳能聚光光热发电的一种重要方式。

[0052] 目前欧、美、以色列已经掌握了斯特林机的核心技术,欧洲可以生产单机容量为 10KW 的斯特林机,效率达到 27%;美国可以生产单机容量为 25KW 的斯特林机,效率达到 31%;我国西安航空动力单机容量为 30KW 的样机也已经在试机,效率达到 30% 以上。

[0053] 热声发动机

[0054] “热声技术”实质上是一项“热机技术”,有人甚至称热声热机为“第四代热机”(美国 Swift)。“热声技术”利用热在压力气体中产生自激振荡这一热声现象,将热转换为压力波动即声波,压力波是交变机械能,也就实现了热-机转换。热声发动机就是指通过热声效应由热产生机械动力的装置。热声发动机与斯特林发动机效率相近,但与斯特林发动机相比具有可靠性更高、成本更低、寿命更长等优点。

[0055] 在“热声技术”领域我国拥有大量自主知识产权,研究水平位于世界前列,是我国摆脱技术被动的一个突破口。“热声技术”不需要将液体或气体燃料注入气缸内部燃烧做功,只要有热量施加在热头就能工作。在化石能源日益短缺的今天,这就使低成本地利用太阳能热发电或产生机械功成为可能。

[0056] 风力发电

[0057] 将风能转换为机械功的动力机械成为风力发电机俗称风车。广义地说,它是一种以太阳为热源,以大气为工作介质的热能利用发动机。

[0058] 风力发电是利用风力带动风车叶片旋转,再透过增速机将旋转的速度提升,来促使发电机发电。依据目前的风车技术,大约是每秒三公尺的微风速度(微风的程度),便可以开始发电。风力发电利用的是可再生的自然资源,不需消耗化石能源,也不会产生辐射或空气污染;因此,首先在芬兰、丹麦等国家流行一段时间后已经在全世界范围内广泛应用,我国的陆上风电集中在西北地区,近十年来已经成熟、广泛的应用在面积非常广阔的区域,全国风电装机容量 2012 年初的数据统计已达 62.7GW。

[0059] 由于任何地区的风力资源都不是连续的,即使风资源较好适合发展风电的地区,间断性问题也是存在的;这一特点对电网的影响是永远存在的,电网可以吸纳的风电功率是有限的。

[0060] 储能蓄电池

[0061] 储能技术主要包括机械储能、化学储能和电磁储能。

[0062] 化学储能也就是蓄电池储能,该技术历史悠久,目前已经发展出铅酸电池、镍系电池、锂系电池以及液流电池、钠硫电池、镍空电池等类型。其中可以应用于大规模储能的有锂离子电池、液流电池和钠硫电池技术。

[0063] 钠硫电池技术是以美国福特公司于 1967 年首先发明公布的,是以钠和硫分别作为阴极和阳极,Beta-氧化铝起隔膜和电解质的双重作用的技术。在国外已经发展相对成熟的电池储能技术,国家电网公司与中科院上海硅酸盐研究所合作,于 2008 年完成电池模块的研制、2009 年攻关百千瓦级储能设备、2010 年成功应用于上海世博会示范应用,2011 年进入大规模产业化阶段。

[0064] 液流电池技术是一种新型的大型电化储能装置,是利用正负极电解液分开,各自循环的一种高性能蓄电池技术。近十年来,欧美等国建设风光互补发电配套的全钒液

流电池储能系统用于电网调峰,国内中科院电科所已经完成 100kW 级全钒液流电池系统部件研制与系统集成的关键技术,拟在示范工程上付诸实践。

[0065] 不同储能技术在技术成熟度、应用领域、产业化进程方面都存在差异。现阶段我国储能技术投资主要集中在抽水蓄能、镍氢动力电池、锂离子电池三个方面。国网河北张家口风光储能项目配置了 7.5 万 KW 化学储能容量。

[0066] 电池储能系统

[0067] 电池储能系统包括:储能蓄电池、蓄电池管理系统、储能可逆逆变器和储能控制管理系统。储能可逆逆变器可实现电流的双向变化,当系统缺电时,由蓄电池向系统进行放电,当系统电能过剩时,由系统向蓄电池进行充电。

[0068] 光伏发电

[0069] 太阳能光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应而将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳能电池,有单晶硅、多晶硅、非晶硅和薄膜电池等。太阳能电池经过串联后进行封装保护可形成大面积的太阳电池组件。

[0070] 光伏电池组件经过串并联组成光伏子方阵,一个或一个以上的光伏子方阵构成大型并网光伏发电工程的光伏阵列。光伏电池组件输出的直流电经逆变器转化为交流电后经 10KV、35KV 等电压等级的输电线路并网。

[0071] 光伏发电工程分为分布式、大型并网式和建筑光电一体化等几种。

[0072] 下面是与现有技术的对比。

[0073] 现有技术中,集中式布置的光伏发电系统逆变器的最佳功率跟踪电压大致范围是 400 ~ 850V,最高直流输入电压约 1000V。碟式光热太阳能系统交出输出电压一般为 AC380V,从供电安全性上相比较,碟式光热太阳能系统相对安全一些;而且,交流系统当发生短路故障时,也更容易将故障线路切除。光伏发电系统,所有的光伏组串是并联在一起的,当发生太阳光遮挡时,没有遮挡的组串就会对被遮挡的组串强加上一个较高的电压,容易发生热斑效应,从而减少太阳能电池板的寿命或者更甚者以至于烧坏电池板。

[0074] 光电转换效率

[0075] 光伏太阳能电池分为晶硅和薄膜电池两大类,电池的光电转换效率为 8% ~ 17%,晶硅电池的效率较高、薄膜电池的较低,单晶硅电池的效率最高、非晶硅薄膜电池的效率最低。

[0076] 光伏太阳能电池参数表

[0077]

种类	电池类型	实验效率	商业效率	优点	缺点
晶硅电池	单晶硅	23%	14%-17%	效率高,技术成熟。	原料成本较高
	多晶硅	20.3%	13%-16%	效率较高,技术成熟。	原料成本较高
薄膜电池	非晶硅	13%	8%-11%	弱光效应好,成本相对较低。	转化率相对较低
	碲化镉	19.5%	12%-14%	弱光效应好,成本相对较低。	有毒,污染环境。
	铜铟硒	16.5%	9%-11%	弱光效应好,成本相对较低。	稀有金属

[0078] 光伏发电系统效率(损失)一览表

[0079]

序号	内容	数值	备注
1	组件匹配损失	3%	与 η_1 对应
2	太阳辐射利用损失	3%	
3	直流线路损失	2-3%	
4	逆变器损失	2-4%	与 η_2 对应
5	交流并网损失	3%	与 η_3 对应
6	温度对发电量的影响	-10-4%	
7	系统可利用系数	99%	

[0080] 光伏系统在考虑了组件匹配、直流线路等多项损失后系统效率约为 80%，考虑光伏电池效率后，光伏发电的总效率为 6.4% ~ 13.6%。

[0081] 碟式太阳能发电单元的效率为 27% ~ 31%，考虑交流并网损失和系统可利用系数后系统总效率为 26% ~ 30%。

[0082] 可见，碟式光热太阳能系统的光电转换效率远高于光伏太阳能发电系统。

[0083] 低电压穿越能力

[0084] 当前风电机组接入电网的低电压穿越要求是：1. 风电场内的风电机组具有在并网点电压跌至 20% 额定电压时能够保证不脱网连续运行 625ms 的能力；2. 风电场并网点电压在发生跌落 2s 内能够恢复到额定电压的 90% 时，风电场内的风电机组能够保证不脱网连续运行。

[0085] 配置了储能系统的风、光、储联合发电系统，储能逆变器无功调节范围能达到 100% 调节，设备试验低电压穿越要求可达并网点电压跌至 0% 额定电压时能够保证不脱网连续运行 1s 的能力(新标准正在送审阶段，还没颁布)。所以系统可靠性得到较大的提高。

[0086] 由此可见，碟式光热太阳能、风电和(蓄电池)储能联合发电系统可在系统、设备设置相对简单，光电转换效率最高的前提下，克服太阳能不连续和稳定性差的问题，有效改善对电网系统稳定性和可靠性的影响。

[0087] 应注意，本发明所提出的具体实施方式及应用领域仅为说明的目的，并不作为对本发明保护范围的限制，本领域技术人员可对本发明的具体实施方式进行修改以满足实际需要。

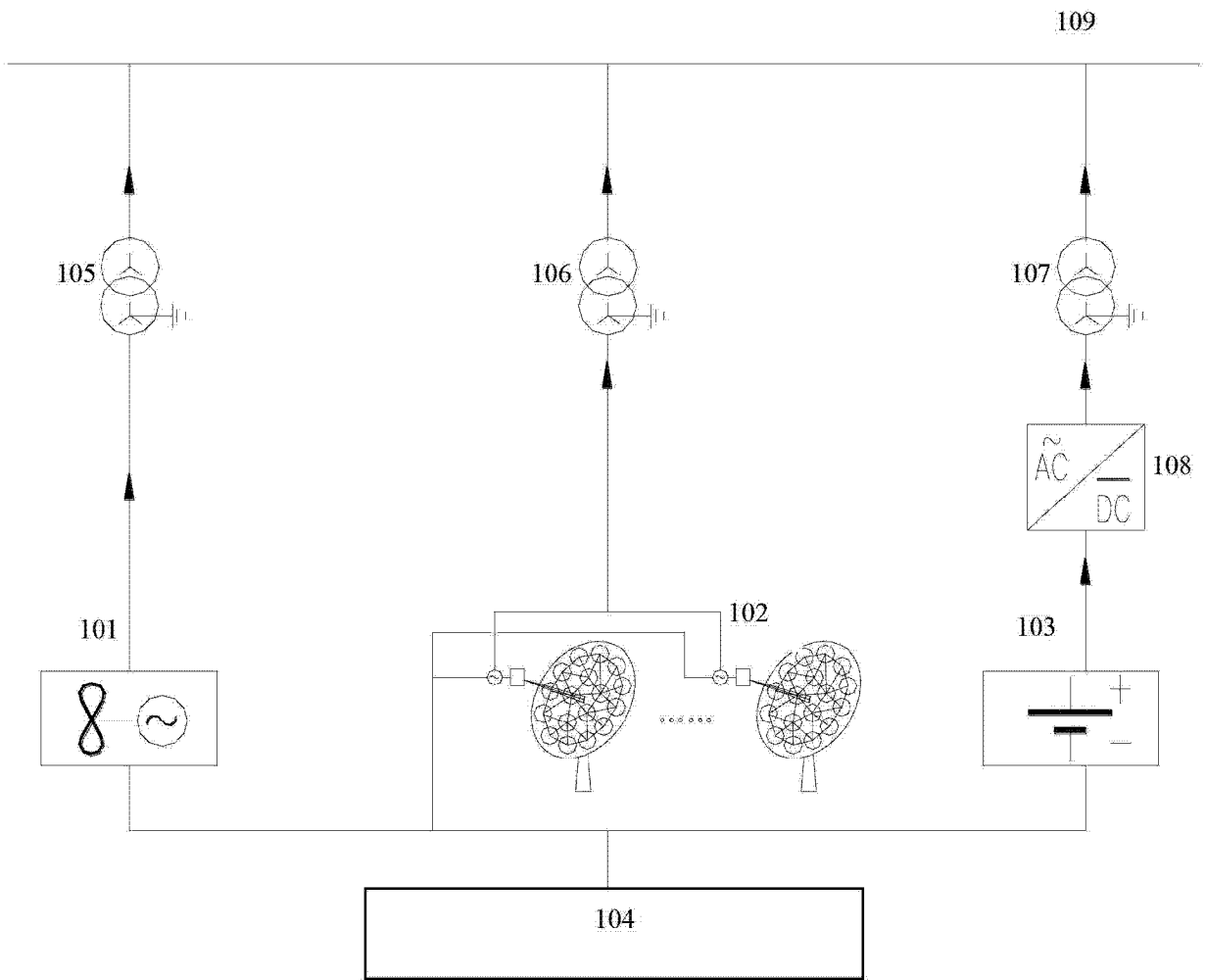


图 1

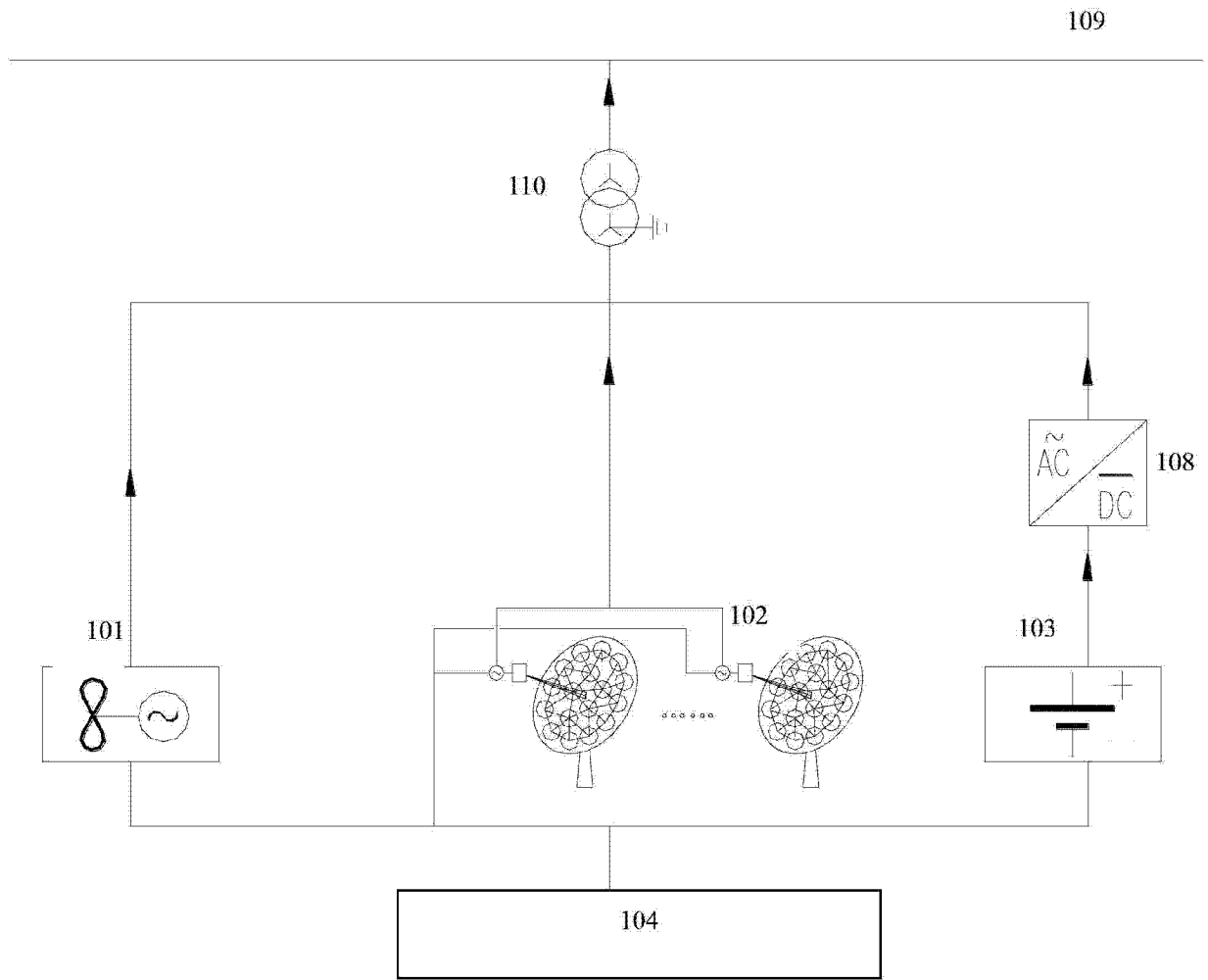


图 2

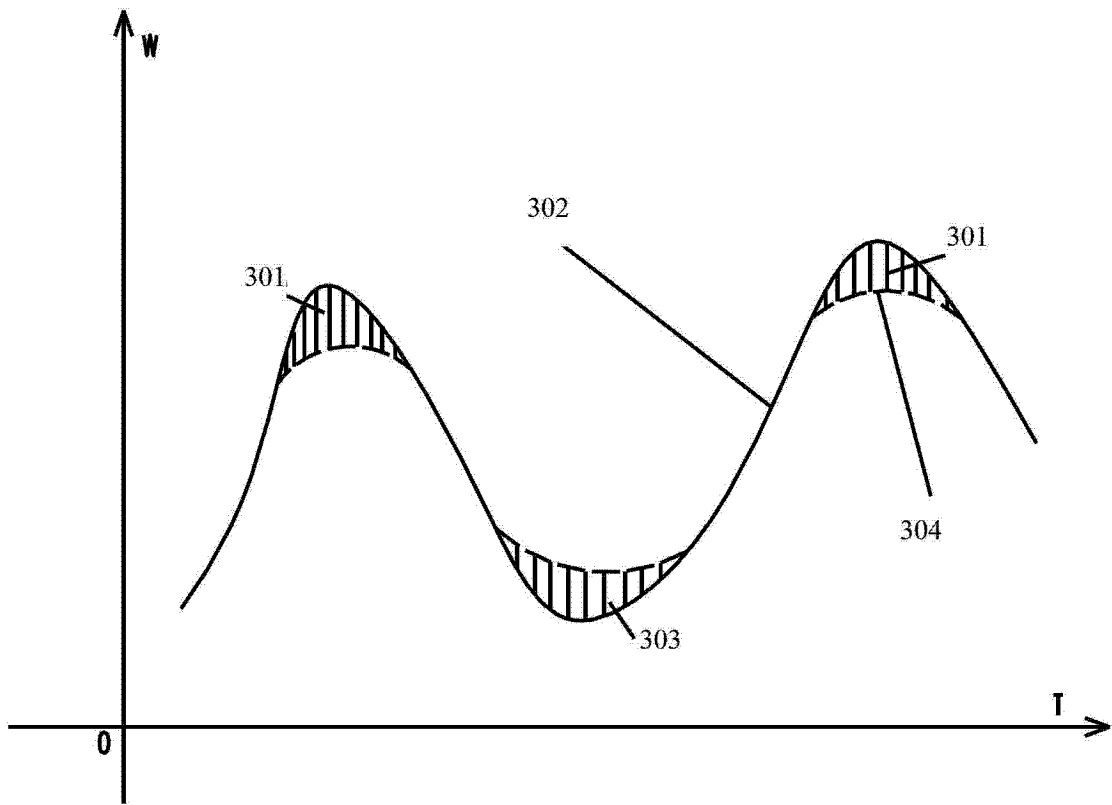


图 3

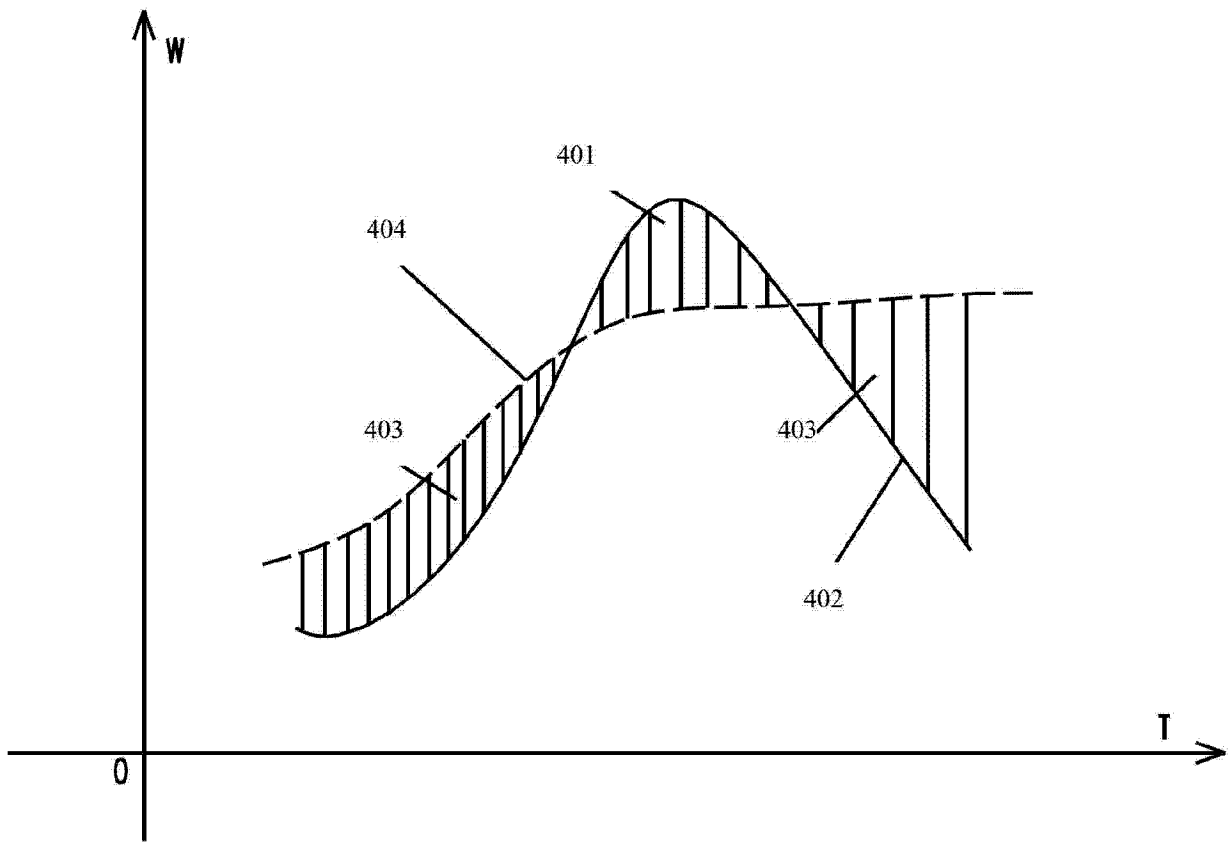


图 4

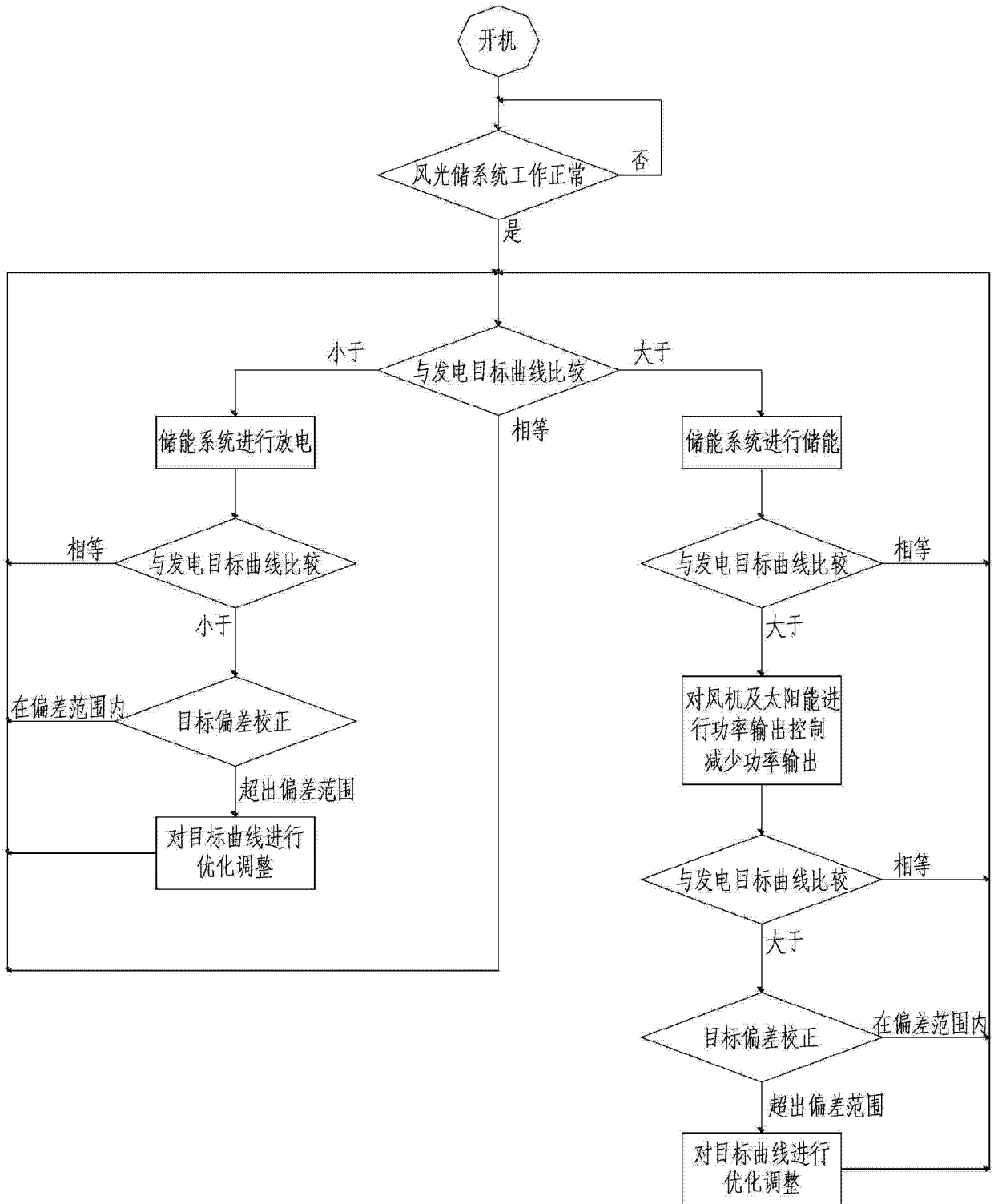


图 5