



储热储能中的计算机软件处理技术应用研究

李静娇, 杨翠蕾, 李 伟

(石家庄铁路职业技术学院轨道交通系, 河北 石家庄 050000)

摘要: 实现热量的高效率转化、避免出现能源浪费问题, 是储热储能系统的主要发展方向。近年来, 计算机软件被广泛应用于各个领域之中, 其优异的性能受到一致性好评, 如何利用计算机软件的应用特性, 达到解决能量资源的目的, 成为了一项亟待解决的问题。针对上述问题, 展开对储热储能中计算机软件处理技术的应用研究。首先, 以热泵储能、汽驱压缩空气热储能系统为例, 分析储热储能技术的发展形式; 然后, 分别从功率混合分配、资源综合调度两方面, 确定计算机软件处理技术对储热储能的影响; 最后, 利用软件技术调节储热储能系统的工作特性, 并实施对系统的耦合优化。

关键词: 储热储能; 计算机软件; 热泵储能; 混合分配; 耦合优化

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2023.0888

中图分类号: TK 519

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (2023) 12-3895-03

Research on computer software processing technology in thermal energy storage

LI Jingjiao, YANG Cuilei, LI Wei

(Department of Rail Transit, Shijiazhuang Institute of Railway Technology, Shijiazhuang 050000, Hebei, China)

Abstract: It is the main development direction of thermal storage system to implement high efficiency conversion of heat and avoid energy waste. Computer software is widely used in various fields, and its excellent performance has been consistently praised. How to use the application characteristics of computer software to achieve the purpose of solving energy resources has become an urgent problem to be solved. In view of the above problems, the research of computer software processing technology in thermal energy storage is carried out. Firstly, taking heat pump energy storage and steam drive compressed air thermal energy storage system as examples, the development form of heat storage technology is analyzed. Then, the influence of computer software processing technology on thermal energy storage is determined from two aspects of power mixed distribution and resource integrated scheduling. Finally, software technology is used to adjust the working characteristics of thermal storage system, and the coupling optimization of the system is implemented.

Keywords: thermal energy storage; computer software; heat pump energy storage; mixed distribution; coupling optimization

收稿日期: 2023-12-07; 修改稿日期: 2023-12-11。

基金项目: 2022年度河北省高等学校科学技术研究青年基金项目(QN2022099), 2022年度河北省高等学校科学技术研究自筹经费项目(ZC2022004)。

第一作者: 李静娇(1990—), 女, 硕士, 讲师, 研究方向为铁道车辆故障诊断、交通控制、机械材料, E-mail: luoy0720@163.com; 通信作者: 杨翠蕾, 硕士, 讲师, 研究方向为摩擦磨损理论研究、轨道交通车辆检修, E-mail: yangcl_1989@126.com。

引用本文: 李静娇, 杨翠蕾, 李伟. 储热储能中的计算机软件处理技术应用研究[J]. 储能科学与技术, 2023, 12(12): 3895-3897.

Citation: LI Jingjiao, YANG Cuilei, LI Wei. Research on computer software processing technology in thermal energy storage[J]. Energy Storage Science and Technology, 2023, 12(12): 3895-3897.

随着能源结构的转型以及能源需求的不断增长, 储热技术作为可再生能源的利用方式, 受到了社会各界的广泛关注。将计算机软件处理应用于储热储能领域之中, 既可以极大地提高能源系统的运行效率与可靠性, 也能够为能源的高效利用提供更为可行的解决方案。本文旨在讨论计算机软件处理技术在储热储能中的应用可行性, 在介绍相关技术手段的同时, 对其未来研究与发展方向进行展望。

在实际应用过程中, 由于受到储能设备和储热材料特性的限制, 系统的运行与维护始终存在着一定的问题, 如效率低下、能源浪费问题突出等。为解决上述问题, 计算机软件处理技术成为了一种有效应用手段。

1 储热储能技术的发展形式

1.1 热泵储能

热泵储能以电力资源作为过渡条件, 转换热力信号, 由热泵、热机两部分共同组成, 如图 1 所示。

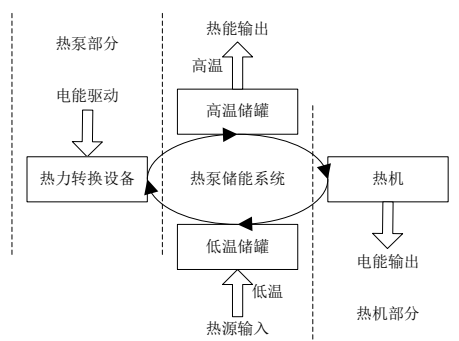


图1 热泵储能系统的主要功能结构
Fig. 1 Main functional structure of heat pump energy storage system

热泵部分：热力转换设备将电能信号转换为热力信号, 并传输至核心储能系统之中。核心储能系统的低温储罐接收外部输入的低温热源, 当其累积量达到一定数值标准后, 会随热循环作用转化为高温热能, 并经由高温储罐输出到储能系统外部环境之中^[2]。热机部分：输出热能信号, 由于热机具有转换能力, 所以输出信号为电能资源。

1.2 汽驱压缩空气热储能系统

汽驱压缩空气热储能系统左右两侧都包含电动机设备, 其运行过程需要空气的参与, 如图 2 所示。

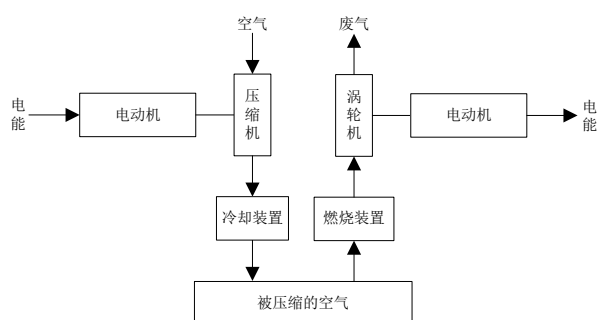


图2 汽驱压缩空气热储能系统的储能原理
Fig. 2 Energy storage principle of steam drive compressed air thermal energy storage system

左半部分的储能发生装置, 受到电能驱动影响, 所输出电力信号被压缩机接收, 此时空气大量注入压缩机, 冷却装置开始运行。当高温气体冷却, 压强发生变化, 气体体积缩小至原体积几千甚至上万分之一^[3]。压缩后气体动能较强, 经过升温后被燃烧装置利用, 形成热蒸汽供涡轮机使用。

2 计算机软件处理技术对储热储能的影响

2.1 促进储热储能功率的混合分配

传统的储热储能功率需要先计算分量信号所带能量, 再通过人为设定分段点的方式, 将热量分发出气, 根据分量信号能量差, 确定储热分配效率, 该方式准确率较低, 不利于能源的高效利用。

利用计算机软件处理技术分配储热储能功率, 可以保障能量的高效利用, 不会造成热量损失的问题。由于计算机软件的运行较为稳定, 在分配储能功率时, 不易导致能源浪费问题。

设 δ 表示计算机软件设定系数, i 表示能量传输区段内的分段点个数, \dot{e} 表示能源信号的实时消耗功率, 联立上述物理量, 可将利用计算机软件处理技术的储热储能功率混合分配表达式定义为:

$$W = \lim_{\delta \rightarrow \infty} \sum_i |\alpha(\dot{e})|^2 d\dot{e} \quad (1)$$

α 表示能量信号的传输系数, 其取值影响储热储能功率的分配方向, $\alpha > 0$ 表示系统储热, 反之则表示系统放热。

2.2 实现对储能资源的综合调度

利用计算机软件处理技术综合调度储能资源, 首先设定计算机软件程序, 然后驱动储能系统, 最后按照设置任务, 实现对能量的分配与调度。计算

机软件处理技术调度储能资源注重能源的分时、分区传输。分时是指在高能耗时段内，调动大量能源信号供储热储能设备利用；分区是指避免将高能耗储热储能设备放置在同一区域内，以此达到合理分配能量资源的目的。

对于计算机软件处理技术调度储能资源表达式的求解参考公式(2)。

$$A = \varphi \times \left(\frac{k}{T} \right) \quad (2)$$

式中， \vec{l} 表示基于计算机软件处理技术所设定的储能信号分区向量， k 表示储能信号的时间化利用参数， φ 表示储能资源的综合配比系数。

3 基于计算机软件处理的储热储能优化研究

3.1 软件技术对储热储能系统工作特性的调节

计算机软件处理技术对储热储能系统工作特性的调节既注重时效性也注重长久性。时效性方面，软件应用初期，储热储能系统运行功率就会表现出明显变化，即便在储能设备相对较多的情况下，系统所存热能也不会出现过量消耗的情况，但由于每台设备的自主运行都会消耗一定的电能，这些电能均由能量资源转化而来，所以热能消耗值不会维持不变，而是会在小幅上升后，开始逐渐趋于稳定。长久性方面，计算机软件处理技术对储热储能系统功率的影响存在于储能设备的整个运行周期之中。

3.2 储热储能系统耦合优化

计算机软件处理技术在优化储热储能系统性能方面的作用，主要表现为储能设备耦合规范的变化，如表 1 所示。

根据表 1 可知，计算机软件处理后，储热储能系统最大功率、最大转速、最大背压均出现了下降，但这种下降趋势并不十分明显。功能性方面，

表 1 软件技术处理后的储热储能系统耦合规范

Table 1 Coupling specification of thermal energy storage system after software technology processing

参数	单位	数值
额定功率	MW	1050
最大功率	MW	1025
额定转速	r/min	3300
最大转速	r/min	3000
额定背压	kPa	4.7
最大背压	kPa	4.5

储热储能耦合规范小幅度下降不会影响储能设备运行能力；可持续性方面，耦合规范小幅度下降有助于节约储热储能系统能耗。综上，利用计算机软件处理技术优化储热储能系统的耦合规范可行。

4 结论与展望

通过上述研究与实践，得出如下结论：

(1) 引入先进的算法，能够有效解决储热储能系统的调度问题，大幅提升储热效率与可靠性，在优化储热储能系统运行性能方面具有重要意义。

(2) 储热储能过程中所提取得到的各类信息，有助于计算机软件对系统运行状态进行评估，一方面提高了储热模式智能化水平，另一方面也可以及时发现并解决各类储能与储热问题。

(3) 对于储热储能系统而言，计算机软件处理技术起到了一系列的辅助作用。

(4) 现阶段，储热储能系统的计算机软件处理技术虽然已经取得了一定的成果，但仍然存在可上升空间。

综上所述，计算机软件处理技术在储热储能中具有极为广阔的发展前景，未来相关组织机构可以继续与创新与改革，力求为能源的可持续发展做出更多贡献。

参考文献

- [1] 周任军, 吴燕榕, 潘轩, 等. 考虑电热需求响应的区域综合能源系统储能容量优化配置[J]. 电力科学与技术学报, 2023, 38(1): 11-17.
ZHOU R J, WU Y R, PAN X, et al. Optimal placement of energy storage in a regional integrated energy system considering electric and thermal demand responses[J]. Journal of Electric Power Science and Technology, 2023, 38(1): 11-17.
- [2] 栗海润, 穆云飞, 贾宏杰, 等. 考虑量化储热的多区域电-热综合能源系统优化调度[J]. 中国电机工程学报, 2021, 41(S1): 16-27.
LI H R, MU Y F, JIA H J, et al. Optimal scheduling of multi-regional integrated power and heating system considering quantified thermal storage[J]. Proceedings of the CSEE, 2021, 41(S1): 16-27.
- [3] 黄亚峰, 李丹, 严干贵, 等. 考虑热网传输延时及储热的电-热综合能源系统日前优化调度策略[J]. 电测与仪表, 2022, 59(10): 8-15.
HUANG Y F, LI D, YAN G G, et al. Day-ahead optimal scheduling strategy of electricity-heat integrated energy system considering transmission delay and heat storage of heating network[J]. Electrical Measurement & Instrumentation, 2022, 59(10): 8-15.
- [4] 骆钊, 高培淇, 和婧, 等. 需求响应下基于自抗扰的抽水蓄能与电化学储能联合参与电网负荷调频研究[J]. 电机与控制应用, 2022, 49(3): 77-86, 102.