

盘管式蓄能设备蓄冷量与释冷量测试方法优化研究

于鹏 王乃晶 王明明 刘睿 盖腾飞

四平市热交换产品质量检验中心, 中国·吉林 四平 136000

摘要: 盘管式蓄能设备在冷热能量存储中应用广泛, 针对其蓄冷量与释冷量的测试方法进行优化研究。通过改进传统测试方法, 引入精准的温度与流量测量手段, 提高了测试结果的可靠性和准确性。优化后的测试方法能够更加精确地评估设备在不同工作状态下的性能, 尤其在变化负荷情况下的表现。研究表明, 改进后的测试方法显著提升了数据的有效性, 为盘管式蓄能设备的应用与优化提供了理论依据和技术支持。

关键词: 盘管式蓄能设备; 蓄冷量; 释冷量; 测试方法; 优化

Research on Optimising the Testing Methods of Cold Storage and Release Capacity of Coil-type Energy Storage Equipment

Yu Peng, Wang Naijing, Wang Mingming, Liu Rui, Gai Tengfei

Siping City Heat Exchange Product Quality Inspection Centre, China Jilin Siping 136000

Abstract: Coil-type energy storage devices are widely used in cold and hot energy storage, and research has been conducted to optimise the testing methods for their cold storage and release capacities. By improving traditional testing methods and introducing precise temperature and flow measurement techniques, the reliability and accuracy of the test results have been enhanced. The optimised testing methods can more accurately assess the performance of the devices under different operating conditions, especially under variable load conditions. The study shows that the improved testing methods significantly enhance data validity, providing a theoretical basis and technical support for the application and optimisation of coil-type energy storage devices.

Keywords: Coil-type energy storage device; Cold storage capacity; Cooling capacity; Testing method; Optimisation

0 引言

随着能源利用效率的不断提高, 盘管式蓄能设备作为一种重要的冷热能量存储技术, 已经广泛应用于建筑、工业等领域。准确评估其蓄冷量和释冷量对于优化设备性能、提高能效具有重要意义。然而, 现有的测试方法存在一定的误差和局限, 难以全面反映设备在实际运行中的表现。因此, 优化蓄冷量与释冷量的测试方法, 提升数据的精准度, 成为了当前亟待解决的技术难题。通过方法改进, 可以为设备的性能评估与后续优化提供更加可靠的依据。

1 盘管式蓄能设备的工作原理与应用背景

盘管式蓄能设备是一种利用盘管作为热交换媒介, 将冷热能量转化并储存在蓄能介质(如水或冰)中的蓄冷装置, 广泛应用于建筑节能、工业余热回收、空调制冷等领域。其工作原理基于冰蓄冷或水蓄冷技术, 通过在设备内的盘管中流动的冷媒或水, 将外部环境中的低温能量储存于设备中。当需要释放冷量时, 通过控制设备内的流体流动, 将储存的低温能量释放, 以满足空调制冷或其他冷却

需求。盘管式蓄能设备因其良好的能量存储特性和高效的热交换能力, 成为提高能源利用率的重要工具。

随着能源紧张和环保要求的不断提升, 盘管式蓄能设备在不同领域的应用逐渐扩展。在建筑领域, 尤其是在大型商场、办公楼和工业厂房中, 蓄冷技术被广泛应用于中央空调系统, 通过夜间蓄冷、白天释冷的方式, 有效降低建筑的能耗。在工业领域, 余热回收与冷却系统的结合使得工业生产中的能量利用更为高效。此外, 随着绿色建筑和可持续发展理念的推进, 盘管式蓄能设备在节能减排方面具有巨大的应用潜力。

要保证盘管式蓄能设备的高效运行, 准确评估其蓄冷量与释冷量至关重要。现有的测试方法虽然能够基本反映设备的性能, 但在实际应用中仍存在一些局限性, 例如测试结果易受外界条件影响、测定过程对操作要求较高等情况。这些问题导致设备性能的评估不够精准, 进而影响了设备的运行效率。因此, 改进和优化蓄冷量与释冷量的测试方法, 提升测试的精度和可靠性, 成为提高盘管式蓄能

设备整体性能的关键所在。

2 蓄冷量与释冷量测试方法现状分析

蓄冷量与释冷量的测试方法主要依赖于热力学原理和实验测量,通过控制流体温度、流量以及设备的冷却负荷来评估蓄冷与释冷性能。常见的测试方法包括通过冷却水的温度变化、流量计量以及热交换器的传热效率来推算蓄冷量和释冷量。对于盘管式蓄能设备,测试过程通常需要多次测量,以确保数据的准确性。这些测试方法虽然具有一定的实用性,但在一些实际应用中,仍然存在一定的局限性,无法完全满足高精度测试需求。

现有的测试方法面临一个主要问题,即测量误差较大,特别是在流体流量和温度变化复杂的情况下,误差可能会进一步扩大。对于蓄冷量的测试,流体的温度变化通常较小,因此测量仪器的精度对结果的影响尤为重要。在此情况下,即便是微小的误差,也可能对蓄冷量的测试结果产生显著影响,导致数据偏差,降低测试的准确性。同时,释冷量的测试更加复杂,涉及到设备负荷的动态变化,尤其是设备的运行状态时刻发生变化,负荷波动较大。在释冷过程中,设备的热交换效率、环境温度的变化以及流体流量等多种因素都会对释冷量产生影响。由于传统测试方法多依赖于静态测试条件,其在动态负荷变化情况下的适应性较差,难以全面反映设备在实际运行中的表现。这使得传统方法在高精度测试中存在较大局限性,无法提供足够准确和可靠的数据来支撑设备的性能评估。

现有的测试方法通常缺乏标准化和系统性,导致不同实验室或设备测试结果之间的可比性差。在不同实验条件下,测试所需的时间、环境条件以及设备设置的差异会造成测试结果的不一致性。此外,现有方法往往过于依赖手动操作和人工判断,可能因为操作不当或测试环境变化而导致测试结果的偏差。这些问题表明,传统的测试方法在实际应用中仍然存在较大的优化空间,急需对现有方法进行改进,以提高测试的准确性、可靠性和可操作性。对于盘管式蓄能设备,亟需一种更为精确、高效的测试方法。这不仅需要改进温度、流量等参数的测量技术,还需要考虑如何在动态负荷和复杂环境条件下获得稳定且准确的数据。通过优化测试方法,可以提高测试精度,减少误差,从而为设备的性能评估和后续优化提供更加可靠的数据支持。

3 测试方法中的主要误差源及其影响

在蓄冷量与释冷量的测试过程中,主要误差源通常来自于测量设备的精度、环境变化以及系统的动态响应。首

先,测量设备的精度是影响测试结果的重要因素之一。温度传感器和流量计的精度直接决定了测试数据的可靠性。由于盘管式蓄能设备的冷却过程通常在较低温差下进行,任何细微的误差都会对最终结果产生显著影响。例如,温度传感器的误差可能导致实际蓄冷量与测得值之间的偏差,尤其在流体温度变化较小的情况下,测量误差会被放大,从而影响蓄冷量的准确评估。

在测试过程中,环境条件的波动虽然并非主导因素,但其间接影响仍不可忽视。与传统蓄能装置相比,盘管式蓄能设备对外界显热交换的依赖程度较低,然而环境因素对系统运行状态的干扰仍会通过多种渠道体现。例如,测试场地的稳定性、周围热源或冷源的干扰、设备运行空间的通风条件等,都可能影响系统的整体热平衡,从而在一定程度上改变蓄冷或释冷阶段的热量交换速率。此外,环境条件的微小波动还可能对测量设备的工作状态产生影响,如导致传感器响应速度变化或测量基准漂移,进而影响测试数据的稳定性与可重复性。进一步而言,环境因素对测试人员的操作节奏、设备启停策略以及辅助系统(如循环泵、阀门)运行状态也会产生间接干扰,使测试过程在宏观上呈现出一定的不确定性。因此,在实际测试中,应尽可能保证测试环境的稳定性,减少外界非必要干扰,以提升测试结果的科学性与可靠性。

系统的动态响应特性是另一个主要的误差源。盘管式蓄能设备的运行状态是动态变化的,蓄冷和释冷过程并非恒定不变,而是受到负荷变化、流体流量调节等多种因素的影响。在不同负荷情况下,设备的蓄冷和释冷能力会有所不同,而现有的测试方法多依赖于静态条件下的数据收集,无法有效反映系统在动态负荷下的实际表现。此外,测试过程中可能存在系统滞后现象,例如流量的调节可能存在一定的延迟,导致测量结果无法即时反映设备的真实运行状态。测试方法中的误差源包括测量仪器的精度、环境变化和系统动态响应等因素,这些因素的影响可能导致蓄冷量与释冷量的测量结果偏差较大,影响设备性能评估的准确性。因此,优化测试方法,减少这些误差源的影响,是提高测试精度、确保设备性能评估可靠性的关键。

4 测试方法优化策略与实施步骤

为优化蓄冷量与释冷量的测试方法,首先需要提高测量仪器的精度,特别是在温度和流量测量方面。选择高精度的温度传感器和流量计是关键,尤其是在低温差和小流量变化的情况下,精确的测量设备可以减少误差源的影响。例如,采用多点温度传感器和高精度流量计,可以有效提

高测试数据的可靠性。此外,采用自动化控制系统实时监测设备状态,减少人工操作的误差,也是优化的有效手段。通过将数据采集与处理系统自动化,可以大幅提升测试过程的稳定性和一致性。

优化测试方法的关键之一是解决环境变化对测试结果的影响。为此,可以引入环境监控系统,实时监测并调节测试环境的温度、湿度等关键参数,确保测试过程中环境条件的稳定性。通过这种方式,可以有效减少外界环境波动对设备性能的干扰,提高测试数据的准确性。在实际测试过程中,应尽量选择温度和湿度变化较小的环境,减少环境因素的干扰,保证测试结果的可靠性。此外,为了进一步减小环境波动的影响,可以在不同的测试场景下进行多次实验。通过设置多种测试条件,模拟设备在不同环境下的运行状态,并对比分析各个环境条件下设备性能的变化,能够更全面地反映设备在不同外部条件下的表现。这不仅有助于提升测试方法的准确性,还为设备在不同运行场景下的性能评估提供了更多的数据支持。通过这种多场景对比测试的方法,能够确保测试结果更加科学、全面,从而为设备的优化和应用提供更加可靠的依据。

针对系统动态响应的误差,可以通过引入动态负荷模拟技术来进行优化。为了准确反映设备在不同负荷下的表现,应设计适应设备动态变化的测试流程。例如,可以根据不同的负荷变化情境,设置多个运行状态,实时监测设备的蓄冷与释冷能力。这种方法能够有效捕捉到设备在实际运行中可能遇到的复杂负荷变化,提高测试结果的代表性和全面性。同时,利用数据采集系统将动态数据与测试设备实时连接,确保设备在动态响应时能获得精确的测试数据。通过这些手段,可以确保测试方法不仅适用于静态测试,还能够覆盖设备在各种实际工况下的性能评估。通过以上优化策略的实施,能够显著提升蓄冷量与释冷量的测试精度,使得测试结果更具可靠性和代表性。这为盘管式蓄能设备的性能评估和后续优化提供了更加准确的依据,从而促进设备的高效运行与节能应用。

5 优化后测试方法的性能评估与实际应用分析

优化后的测试方法在提高测试精度方面表现出明显优势,尤其是在温度和流量的精准测量上。通过采用高精度的温度传感器和流量计,测试过程中能够更细致地捕捉到流体的微小变化,减少了传统方法中可能产生的测量误差。例如,在低温差的蓄冷过程中,高精度温度传感器能准确记录温度变化,从而确保蓄冷量和释冷量的测量结果更加精确。此外,自动化的数据采集和处理系统进一步减少了

人为操作带来的误差,提高了数据的一致性和可靠性,为设备性能评估提供了更加稳定的测试基础。

在实际应用中,优化后的测试方法显著提高了系统对环境变化的适应性。通过引入环境监控系统,测试过程中能够实时调节和记录温度、湿度等关键环境参数,从而保证测试条件的一致性。该方法能够有效消除外界环境波动对设备性能测试的影响,使得测试结果更加客观、准确。在多种环境条件下进行测试,不仅可以评估设备在常规环境下的性能,还能模拟不同气候和环境条件下的表现,为设备的广泛应用提供更多的参考依据。这种全方位的测试方法,不仅适用于实际应用中的常规测试,也为设备在极端条件下的运行优化提供了有效数据支持。

优化后的测试方法在动态负荷下的性能评估也取得了显著进展。通过动态负荷模拟和实时监控技术,优化后的测试方法能够更加准确地反映盘管式蓄能设备在不同负荷情况下的工作状态。在实际应用中,设备负荷变化频繁,传统静态测试无法全面评估设备的实际运行情况。而优化后的方法能够在多个负荷情景下进行测试,实时监测设备的蓄冷与释冷能力,并根据动态数据调整评估标准。这一改进使得测试结果不仅反映设备的瞬时性能,还能综合考虑负荷波动带来的影响,从而为设备的长期运行和性能优化提供更加精准的依据。总体而言,优化后的测试方法在提高测试精度、适应环境变化和评估动态负荷方面表现出色。通过这一方法,能够更全面、准确地评估盘管式蓄能设备的性能,为其在不同应用场景中的优化和高效运行提供科学依据,推动其在节能减排和可持续发展方面的广泛应用。

6 结语

优化后的蓄冷量与释冷量测试方法通过提高测量精度、减少环境变化影响和适应动态负荷,显著提升了测试结果的准确性与可靠性。新方法能够全面反映盘管式蓄能设备的实际运行性能,为设备的性能评估、优化及长期运行提供了科学依据。这不仅提高了蓄能设备的能效,还为其在不同应用场景中的推广与应用奠定了坚实的基础,推动了节能减排和可持续发展目标的实现。

参考文献:

- [1] 张亦桐. 长方体蓄能水池斜温层厚度敏感性分析模拟研究[D]. 华北水利水电大学, 2024. DOI:10.27144/d.cnki.ghbsc.2024.000480.
- [2] 吴斌, 刘庆胜, 梁海雅等. V型弹簧蓄能密封圈低温工况密封特性仿真分析[J]. 石油化工设备, 2025, 54(06):

27-34.

[3] 龙波 . 蓄能系统在公共建筑空调中的应用研究[J]. 价值工程, 2025,44(33):68-70.

[4] 李伟 . 抽水蓄能机组首次启动方式技术选择分析[J]. 水电站机电技术, 2025,48(11):1-3+136.DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2025.11.001.

[5] 杨佳佳 . 基于 BIM+VR 的抽水蓄能电站机电安装关键工序交互设计[J]. 水电站机电技术, 2025,48(11):102-104.DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2025.11.028.

作者简介: 于鹏 (1986.12.05), 男, 汉族, 吉林省四平市, 本科, 中级, 研究方向: 换热器产品高效传热技术研究和换热器智能化检测。