

基于地热梯级利用供热系统运行策略的研究

王再永

胜利石油管理局热力分公司东营区热力运维部 山东 东营 257000

摘要: 基于地热梯级利用供热系统运行策略的研究,旨在实现地热资源的高效利用和供热系统的优化运行。本研究通过地热水温度的分级控制、多级换热装置设计优化以及系统能效评价等手段,提高了地热资源利用率和系统能效。同时,研究还关注环境影响,确保地热开发与环境保护并重。结果表明,地热梯级利用供热系统运行策略有助于推动绿色能源利用和可持续发展,对于提升能源利用效率和减少环境污染具有重要意义。

关键词: 地热梯级利用; 供热系统; 运行策略

引言: 随着社会对清洁能源的日益需求,地热资源作为一种可持续且环保的能源形式,其高效利用显得尤为重要。地热梯级利用供热系统作为一种先进的能源利用方式,能够有效地提升能源利用率,降低能耗,对实现绿色发展和可持续发展具有重要意义。本研究旨在深入探讨地热梯级利用供热系统的运行策略,通过优化系统设计,提高系统运行效率,为地热资源的合理开发和高效利用提供理论支持和实践指导。

1 地热梯级利用供热系统基础理论

1.1 地热资源特性及开采技术

地热资源作为一种清洁、可持续的能源,具有独特的物理和化学特性。首先,地热资源通常存储在地壳深处,其温度往往随着深度的增加而升高。其次,地热资源的热量传递方式主要是热传导和热对流,使得热量能够持续稳定地释放出来。此外,地热资源的品质通常较好,所含的杂质较少,有利于直接利用。在开采地热资源方面,主要采用钻井和注水技术。钻井技术通过在地面上钻孔,将地热流体引入地面设施进行利用。注水技术则是通过向地下热储层注入冷却水,使其与地层岩石发生热交换,然后抽取加热后的水进行利用。这些开采技术不仅能够有效提取地热资源,还能在一定程度上维持热储层的热量平衡。

1.2 地热梯级利用技术的原理与优势

地热梯级利用技术是基于地热资源温度分级利用的原理,通过多级换热器逐级降低地热水的温度,以满足不同温度需求的供热系统。该技术利用高温地热水先供应高温负荷,再将其温度降至适中水平供应中温负荷,最后利用低温地热水供应低温负荷。这种逐级利用的方式能够最大限度地提高地热资源的利用率,实现能源的高效利用。地热梯级利用技术的优势主要体现在以下几个方面:首先,该技术能够充分利用地热资源的热能,

减少了能源的浪费;其次,通过合理的梯级配置,可以满足不同温度需求的供热系统,提高了系统的灵活性和适应性;最后,该技术能够降低供热系统的运行成本,提高了经济效益^[1]。

1.3 地热梯级利用供热系统的基本构成与工作原理

地热梯级利用供热系统主要由地热开采系统、梯级换热系统、循环水系统和控制系统等组成。地热开采系统负责从地下热储层中提取高温地热水;梯级换热系统则通过多级换热器将地热水逐级降低温度,以满足不同温度需求的供热系统;循环水系统负责将加热后的水输送到各个用户端进行供热;控制系统则对整个系统的运行进行监测和调控。该系统的工作原理是:首先,地热开采系统从地下热储层中提取高温地热水;然后,地热水进入梯级换热系统,通过多级换热器逐级降低温度;同时,循环水系统将经过加热的水输送到各个用户端进行供热;最后,控制系统对整个系统的运行进行实时监测和调控,确保系统稳定、高效地运行。

1.4 相关的热力学理论及换热过程分析

地热梯级利用供热系统的运行过程中涉及到多个热力学过程,其中最主要的是换热过程。换热过程是指热量从一种流体传递到另一种流体的过程。在地热梯级利用供热系统中,地热水和循环水之间的热量传递就是通过换热过程实现的。(1)热力学理论在地热梯级利用供热系统中起着指导作用。例如,热力学第一定律指出能量不能凭空产生或消失,只能从一种形式转换为另一种形式。这一原理告诉我们,在地热梯级利用过程中,应当尽可能地减少能量的损失和浪费,提高能量的利用率。(2)换热过程分析则是对地热梯级利用供热系统中换热器的性能进行评价和优化的关键。通过分析换热器的结构、材料以及运行参数等因素对换热效率的影响,可以找出影响换热效果的关键因素,从而提出改进措

施。例如，可以优化换热器的流道设计，减少流体在流动过程中的阻力损失；也可以选用导热性能更好的材料作为换热器的制作材料，提高换热效率。

2 基于地热梯级利用供热系统运行策略研究

2.1 系统运行模式的选择与优化

地热梯级利用供热系统的运行模式选择和优化，是实现高效、稳定、经济运行的关键步骤。在实际应用中，必须综合考虑地热资源的特性、用户供热需求、系统能效及运营成本等多方面的因素。（1）对于地热资源的特性，需要了解地热水的温度、流量及稳定性等参数。这些参数直接影响系统运行模式的选择。例如，对于高温且流量稳定的地热水资源，可以选择连续运行模式，确保供热需求的稳定满足；而对于温度波动较大或流量不稳定的地热水资源，则需要考虑间歇运行或混合运行模式，以应对资源的不稳定性^[2]。（2）用户供热需求也是选择运行模式的重要依据。不同区域、不同用户的供热需求存在差异，这就要求系统能够灵活调整运行模式，以满足个性化需求。通过智能化控制系统，可以根据用户实际需求实时调整系统的运行参数和状态，实现供需平衡。（3）系统能效和运营成本也是不可忽视的因素。优化系统运行模式，旨在提高能效、降低运营成本。通过采用先进的控制策略和算法，结合大数据和云计算技术，可以实时监测和分析系统运行数据，找到影响能效的关键因素，进而优化运行模式，提高系统整体性能。

2.2 地热水温度的分级控制与管理

地热水温度的分级控制与管理，是地热梯级利用供热系统中至关重要的环节。通过合理地划分温度级别，并采取针对性的控制措施，我们能够实现对地热资源的高效利用，从而满足供热需求的同时降低能耗。（1）分级控制是实现这一目标的关键手段。在实际操作中，我们可以利用温度传感器和温度控制器等先进设备，对地热水温度进行实时监测和精准调控。通过设定不同的温度阈值，我们能够根据实际需求灵活调整地热水温度，确保其始终处于最佳的工作状态。此外，随着用户供热需求的变化，我们还可以及时调整温度级别和控制参数，以适应不同的供热场景，实现供需的动态平衡。（2）在温度管理方面，我们建立了一套完善的温度管理制度和规范。这不仅包括对地热水资源的开采、输送和利用等环节进行全面监管，还涵盖了对系统设备的维护和保养。通过对地热水资源的定期监测和评估，我们能够及时发现并解决潜在的问题，确保地热水温度的稳定性和可持续性。同时，加强对系统设备的维护和管理，

可以有效防止因设备故障或损坏导致的温度失控情况，从而保障整个供热系统的稳定运行^[3]。

2.3 多级换热装置的设计与运行参数确定

多级换热装置是地热梯级利用供热系统的核心设备之一，其设计合理性和运行参数的确定直接影响到系统的能效和性能。因此，在多级换热装置的设计与运行参数确定方面，需要进行深入的研究和探讨。（1）在设计多级换热装置时，需要充分考虑地热资源的温度、流量和压力等参数，以及用户供热需求的变化情况。选择合适的换热材料、优化换热器的结构和布局、提高传热效率等是设计的关键。同时，还需要考虑设备的可靠性和耐久性，确保其在长期运行过程中能够稳定可靠地工作。（2）在运行参数确定方面，需要根据系统的实际运行情况和用户需求进行动态调整。通过实时监测和分析地热水的温度、流量和压力等参数，以及用户供热需求的变化情况，调整换热器的运行参数，如进出水温度、流量比例等，以保证系统始终处于最佳运行状态。此外，还可以利用仿真模拟技术对多级换热装置进行优化设计。通过建立系统的数学模型和仿真模型，对不同设计方案进行性能评估和优化，找到最佳的换热器类型和运行参数，从而提高系统的能效和性能。

2.4 系统能效评价与节能措施研究

系统能效评价与节能措施研究是地热梯级利用供热系统运行策略的重要组成部分。通过对系统运行能效进行评价和分析，可以发现系统中的能效瓶颈和节能潜力，并据此提出相应的节能措施，进一步提高系统的能效和经济性。（1）在能效评价方面，可以建立系统的能效评价体系和指标，对系统的能效进行全面评估。通过对比不同运行模式、不同换热装置以及不同运行参数下的能效指标，找出影响系统能效的关键因素和影响因素。同时，还可以利用能效测试技术对系统的实际能效进行测试和验证，确保评价结果的准确性和可靠性^[4]。（2）在节能措施研究方面，可以从多个角度入手，提出有效的节能方案。例如，优化系统的运行模式和控制策略，减少不必要的能源浪费；改进换热装置的结构和性能，提高传热效率和能效水平；采用先进的保温材料和保温技术，减少热量损失；加强系统的维护和管理，确保设备的正常运行和延长使用寿命等。通过系统能效评价与节能措施研究，可以不断提高地热梯级利用供热系统的能效水平和经济性，推动地热资源的高效利用和可持续发展。

3 地热梯级利用供热系统环境影响分析

3.1 对地热水资源的影响

地热梯级利用供热系统的核心在于有效地开发和利用地热水资源，而这一过程不可避免地会对地热水资源本身产生一定影响。首先，持续的开采和抽取可能会导致地热水资源量的减少，特别是对于地热水储层恢复能力较弱的地区，这种影响可能更为显著。此外，开采活动还可能改变地热储层的温度场和压力场，影响地热水的自然补给和循环过程。为了减轻对地热水资源的负面影响，需要采取一系列措施。一方面，应合理规划开采量，确保开采速度与地热水的补给速度相协调，避免过度开采导致资源枯竭。另一方面，应加强对地热储层的监测和研究，了解地热水的补给机制，以便制定更为科学合理的开采方案。同时，推广先进的开采技术，如循环式开采，可以在一定程度上减少资源消耗并提高开采效率。

3.2 对环境的影响评价

地热梯级利用供热系统在运行过程中也可能对周边环境产生一定影响。首先，地热水的开采和输送过程中可能会产生一定的噪音和振动，对附近居民的生活环境造成一定影响。此外，如果地热水处理不当或泄露，其中的化学物质和微生物可能会对土壤和水体造成污染。为了降低地热梯级利用供热系统对环境的负面影响，应采取以下措施：一是加强环境监测和评估，定期对系统运行过程中的噪音、振动和污染物排放进行检测，确保符合相关环保标准。二是完善地热水处理设施，防止地热水在开采、输送和利用过程中的污染和泄露。三是优化系统运行模式，降低能源消耗和排放，减少对环境影响。此外，还应关注地热梯级利用供热系统对生态平衡的影响。在地热资源开发和利用过程中，应注重生态保护和修复工作，确保开发活动与自然环境的和谐共生。例如，可以在开采区域周边设置生态缓冲区，减少对生态系统的破坏；同时，加强生态修复工作，恢复受损的生态环境。

3.3 可持续发展策略探讨

为了实现地热梯级利用供热系统的可持续发展，需要综合考虑资源、环境、经济和社会等多个方面。（1）

应坚持资源节约和高效利用的原则。通过优化开采方案、提高地热能的转换效率以及加强地热水资源的管理和利用，降低对地热水资源的消耗和浪费。同时，鼓励研发和应用新技术、新工艺和新材料，提高系统的能效和可靠性。（2）应加强环境保护和生态修复工作。在地热资源开发过程中，应严格遵守环保法规和标准，确保开采活动对环境的影响最小化。同时，积极采取生态修复措施，恢复受损的生态环境，维护生态平衡和生物多样性。（3）应推动地热产业的多元化发展。除了传统的供热领域外，还可以探索地热能发电、农业、旅游等领域的应用潜力。通过拓展应用领域和市场规模，提高地热能利用效率和经济效益，推动地热产业的可持续发展。（4）需要加强政策支持和公众参与。政府应出台相关政策，鼓励和支持地热资源的开发和利用，推动地热产业的健康发展。同时，加强公众对地热资源的认识和了解，提高公众的环保意识和参与度，形成全社会共同推动地热资源可持续发展的良好氛围。

结束语

本文对地热梯级利用供热系统的运行策略进行了深入探讨，提出了一系列优化措施，旨在提高地热资源利用率和系统能效。通过分级控制与管理、装置设计优化以及能效评价与节能措施的实施，我们取得了显著的研究成果。展望未来，地热梯级利用供热系统将在能源领域发挥更加重要的作用，为实现可持续发展和环保目标贡献力量。我们将继续深化研究，不断完善和优化系统运行策略，推动地热资源的更高效利用。

参考文献

- [1]秦耀军,张平平.地热梯级利用供热系统运行策略研究[J].可再生能源,2023,4(3):49-50.
- [2]江接波.地热资源梯级利用优化技术研究[J].建筑节能,2022,(12):147-148.
- [3]申超,姜磊,于晓菲.基于能效提升的地热梯级利用供热系统控制策略研究[J].暖通空调,2021,(7):112-113.
- [4]孙晓程.地热能梯级利用技术在供热系统中的应用研究[J].能源与环保,2022,(9):73-74.