

集中供暖系统的节能自动化控制的探讨

李瀚轩

太原市热力集团有限责任公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i12.7551

[摘要] 随着全球能源紧缺和环境污染问题的日益严重，节能减排已成为各国共同关注的焦点。集中供暖系统作为城市基础设施的重要组成部分，能源消耗量巨大，因此其节能控制技术的研究具有重要意义。传统的集中供暖系统多采用手动或半自动化控制，难以实时响应供热需求的变化，导致能源浪费和供暖效果不佳。现代自动化控制技术的发展为集中供暖系统的优化提供了新的思路，通过引入智能控制算法和先进的监测设备，可以实现供热系统的精准调节，达到节能和提高供暖效率的双重目标。本文详细探讨了集中供暖系统中存在的主要问题以及相应的节能技术实施策略。首先，分析了供暖系统中的水力失调和水力平衡问题，指出了管网设计、调节设备配置和系统运行管理方面的不足。接着，提出了节能技术实施的具体措施，包括水泵的合理选型及配置、主循环泵变速调节方式、定速和变速水泵并联控制等。通过这些策略，可以显著提高供暖系统的运行效率，降低能耗，实现节能减排的目标。

[关键词] 集中供暖系统；水力失调；节能技术；水泵选型；变速调节

Discussion on Energy Saving Automation Control of Centralized Heating System

Li Hanxuan

Taiyuan Heat Group Co.

[Abstract] With the increasingly serious problems of global energy shortage and environmental pollution, energy saving and emission reduction have become the focus of common concern of all countries. As an important part of urban infrastructure, centralized heating system has huge energy consumption, so the study of its energy-saving control technology is of great significance. The traditional centralized heating system mostly adopts manual or semi-automatic control, which is difficult to respond to the changes of heating demand in real time, resulting in energy waste and poor heating effect. The development of modern automation control technology provides new ideas for the optimization of centralized heating system, through the introduction of intelligent control algorithms and advanced monitoring equipment, it can realize the precise adjustment of the heating system, and achieve the dual goals of energy saving and improving the heating efficiency. This paper discusses in detail the main problems in the centralized heating system and the corresponding energy-saving technology implementation strategies. First of all, it analyzes the hydrodynamic disorder and hydrodynamic balance problems in the heating system, and points out the deficiencies in the design of pipeline network, configuration of regulating equipment and system operation and management. Then, specific measures for the implementation of energy-saving technologies are proposed, including reasonable selection and configuration of water pumps, variable-speed regulation mode of main circulation pumps, and parallel control of fixed-speed and variable-speed water pumps. Through these strategies, the operational efficiency of the heating system can be significantly improved, energy consumption can be reduced, and the goal of energy saving and emission reduction can be realized.

[Key words] centralized heating system, hydraulic disorder, energy saving technology, pump selection, variable speed regulation

引言

随着能源消耗和环境问题的日益严峻，供暖系统的节能改造已成为社会关注的焦点。集中供暖系统作为城市供暖的重要组成部分，其运行效率和节能效果直接影响到能源的利用效率和用户的供暖体验。然而，在实际运行中，供暖系统中存在诸多问题，如水力失调和水力平衡问题，导致系统能耗高、运行效率低。为此，本文将针对这些问题，探讨相应的节能技术实施策略，以期对供暖系统的优化运行提供有益参考。

一、集中供暖系统节能自动化控制的重要性

在当前能源资源日益紧张和环境保护要求不断提高的背景下，集中供暖系统的节能自动化控制显得尤为重要。首先，集中供暖系统是城市能源消耗的主要来源之一，通过自动化控制技术可以显著降低能源浪费，提升系统运行效率，减少二氧化碳等温室气体的排放，助力城市实现节能减排目标。其次，自动化控制能够根据实际需求动态调整供暖参数，提高用户的舒适度和满意度，减少过度供暖或供暖不足的情况。此外，节

能自动化控制还可以延长设备使用寿命，降低维护成本，实现供暖系统的可持续发展。因此，研究和推广集中供暖系统的节能自动化控制技术，不仅对节约能源和保护环境具有重要意义，而且对提升城市供暖管理水平和居民生活质量也有深远的影响。

二、集中供暖系统节能自动化控制在水泵变频器节能的体现

集中供暖系统是一种广泛应用于北方寒冷地区的重要基础设施，其能效水平直接影响供暖成本和资源消耗。水泵作为集中供暖系统中的核心设备之一，其运行效率对系统整体能耗有着至关重要的影响。近年来，随着自动化控制技术的发展，水泵变频器的应用成为提高供暖系统节能效果的重要手段。本文将详细论述水泵变频器在集中供暖系统节能自动化控制中的体现。

2.1 水泵变频器的原理与优势

水泵变频器通过调节水泵的电机转速来控制水流量，从而实现供暖系统的精确调节。传统的水泵运行方式通常采用定速运转，这不仅导致能耗高，而且在负荷变化时容易产生能量浪费。而变频器可以根据实际需求动态调整水泵的转速，避免了不必要的能量损失，从而大幅提高了系统的能效。

2.2 自动化控制技术的应用

在集中供暖系统中，自动化控制技术通过监测温度、压力等参数，实时调整水泵的运行状态。自动化控制系统可以根据室内外温度变化、供热需求以及管网的压力变化，自动调整水泵的运行频率。这样不仅保证了供暖系统的稳定运行，还有效降低了能耗。例如，在供暖负荷较低的情况下，系统可以通过降低水泵的转速来减少能源消耗，而在负荷增加时，又能迅速提升水泵的运行频率，确保供暖效果。

三、节能技术实施策略

3.1 水泵的合理选型及配置

在集中供暖系统中，水泵是实现热量传递的重要设备，其能耗在整个系统中占据了显著比例。因此，水泵的节能成为提升系统整体能效的关键环节。首先，合理选型是实现水泵节能的基础。在选择水泵时，应充分考虑系统的实际需求和运行条件，选择合适的水泵类型和规格。水泵的流量和扬程应与系统的设计参数相匹配，避免因选型不当导致水泵运行在低效区，增加能耗。例如，选用过大的水泵会导致流量过大，能耗增加，而选用过小的水泵则可能无法满足系统需求，影响供暖效果。因此，准确的水泵选型可以有效减少不必要的能源浪费，提升系统运行效率。

其次，水泵的配置方式对节能效果也有重要影响。在实际应用中，可以采用并联或串联配置水泵，以提高系统的运行效率和灵活性。并联配置可以根据负荷的变化，灵活调节水泵的启停数量，避免单台水泵长时间运行在低效区。例如，在热负荷较低时，可以仅启用一部分水泵运行，而在热负荷较高时，则可以启动更多的水泵，以满足需求。此外，串联配置可以有效提高水泵的扬程，适用于高扬程的系统需求。通过合理的配置方式，可以在保证供暖效果的前提下，实现水泵的节能运行。

此外，水泵的安装位置和管道布置也对其运行效率产生重要影响。合理布置管道，减少管道的弯曲和长度，可以有效降低系统的水力阻力，从而提高水泵的效率。在设计和安装过程中，应尽量避免不必要的弯曲和长距离输送，以减少能耗。同

时，水泵的安装高度应适当，避免因吸程过大或过小而影响水泵的运行效果。例如，过高的吸程会增加水泵的负担，降低其运行效率，而过低的吸程则可能导致水泵无法正常工作。因此，在安装水泵时，应根据实际情况合理选择安装高度，确保水泵在最佳工况下运行。

最后，水泵的运行管理和维护保养也是确保其高效运行的重要措施。定期检查和维修水泵，及时清除水泵和管道中的污垢和水垢，可以保证水泵的正常运行状态。污垢和水垢会增加系统的水力阻力，降低水泵的效率，因此，定期的清洁维护工作是不可忽视的。此外，还应注意水泵的润滑情况，定期更换润滑油，确保水泵部件的正常运转。对于已经运行多年的水泵，应进行全面的性能检测，必要时进行更换或升级，以保持系统的高效运行。总之，通过合理选型、优化配置、科学安装以及有效的运行管理和维护保养，可以显著提升水泵的运行效率，实现集中供暖系统的节能目标。这不仅有助于降低系统的运行成本，还能减少能源消耗，对环境保护具有重要意义。因此，在集中供暖系统的设计和运行中，应高度重视水泵的节能措施，推动供暖系统向更加高效、绿色的方向发展。

3.2 主循环泵变速调节方式

在集中供暖系统中，水泵是关键设备之一，其能耗占据了系统总能耗的相当一部分。传统的恒速水泵由于无法根据热负荷的变化灵活调节运行状态，常常导致能源浪费。热负荷的变化是集中供暖系统中不可避免的现象，受外界环境温度、用户需求等多种因素的影响。恒速水泵在面对这些变化时，依然保持固定的流量和扬程，这种运行模式无法适应负荷变化带来的需求波动，导致不必要的能耗增加。而变速调节技术则能够很好地解决这一问题，通过灵活调整水泵的转速，使系统的水流量和扬程与实际需求相匹配，从而避免能源浪费。

变速调节的核心在于其能够根据负荷的变化，实时调节水泵的运行状态。具体来说，当热负荷减少时，变速调节系统会降低水泵的转速，减少水流量和扬程，以适应降低的需求；当热负荷增加时，系统则会提高水泵的转速，增加水流量和扬程，以满足更高的供暖需求。这种灵活的调节方式不仅提高了供暖系统的运行效率，还有效地减少了不必要的能耗。

水泵能耗与其转速的三次方成正比关系，这意味着水泵转速的微小变化会对能耗产生显著影响。例如，当水泵的转速降低到额定转速的80%时，其能耗仅为额定功率的50%左右。因此，通过降低水泵的转速，可以实现显著的节能效果。采用变速调节技术，可以在保证系统正常运行的前提下，大幅度降低水泵的能耗，从而达到节能的目的。

为了实现水泵的变速调节，变频器技术是目前最为成熟和广泛应用的手段之一。变频器通过改变电动机的供电频率，进而调节水泵的转速。变频器技术的应用不仅可以精确控制水泵的转速，还能够平滑地调节水泵的启动和停止过程，减少对电网的冲击，提高设备的使用寿命。在变频器的控制下，水泵的运行状态能够实时响应系统需求的变化，确保水流量和扬程始终与实际需求相匹配，避免能源浪费。

此外，为了进一步提高变速调节系统的效率，还可以引入智能控制系统。智能控制系统通过对变频器和水泵进行实时监测和调节，确保系统始终处于高效运行状态。智能控制系统能够收集和分析系统的运行数据，预测负荷变化趋势，提前进行调整，从而优化水泵的运行状态。此外，智能控制系统还可以

通过联网技术,实现远程监控和管理,及时发现并解决系统运行中的问题,进一步提高系统的可靠性和效率。

总之,变速调节技术在集中供暖系统中的应用,不仅能够根据负荷变化灵活调节水泵的运行状态,显著降低水泵的能耗,还能通过变频器和智能控制系统的结合,实现系统的高效运行。

3.3 定速和变速水泵并联控制

定速和变速水泵并联控制是集中供暖系统中一种高效的节能策略。通过合理配置和控制定速水泵和变速水泵的运行,可以在不同工况下优化系统的运行效率,降低能耗,实现节能目标。

首先,定速和变速水泵并联控制可以提高系统的运行灵活性。在集中供暖系统中,热负荷的变化是常见的,单一的定速或变速水泵难以满足不同工况下的运行需求。采用定速和变速水泵并联控制,可以根据实际需求灵活调节水泵的运行状态。例如,在低负荷时,可以仅启用变速水泵,通过调节转速满足系统需求;在高负荷时,则可以同时启用定速水泵和变速水泵,确保系统的供热能力。

其次,并联控制可以显著提高系统的运行效率。定速水泵在额定工况下运行效率较高,但在部分负荷下效率较低。而变速水泵则可以通过调节转速,始终保持在高效区运行。通过并联控制,可以根据系统负荷的变化,优化定速水泵和变速水泵的运行状态,确保系统始终在高效区运行,从而降低能耗,提高运行效率。

在实际运行中,单一水泵的故障会影响系统的供热效果。而定速和变速水泵并联控制可以提高系统的冗余度,即使某一

台水泵发生故障,其他水泵仍能继续运行,保证系统的稳定供热。为了实现定速和变速水泵的并联控制,需要采用先进的控制系统。该控制系统可以实时监测系统的运行参数,智能调节定速和变速水泵的运行状态,确保系统的高效运行。例如,控制系统可以根据负荷变化,自动调节变速水泵的转速,并启停定速水泵,实现最佳的运行工况。此外,还可以采用远程监控和故障诊断技术,及时发现和解决系统运行中的问题,进一步提高系统的可靠性和节能效果。

四、总结

综上所述,集中供暖系统中存在的水力失调和水力平衡问题严重影响了系统的运行效率和用户的舒适体验。通过合理选型和配置水泵、采用主循环泵变速调节方式以及定速和变速水泵并联控制等节能技术,可以显著提高系统的运行效率,降低能耗,实现节能减排的目标。未来,应进一步加强系统的智能化管理和控制,采用更先进的节能技术和设备,持续优化供暖系统的运行效果,提升用户的供暖体验,同时为环境保护和能源节约做出贡献。

[参考文献]

- 王本法.关于热电联产集中供热节约能源的策略探讨[J].皮革制作与环保科技,2023,4(22):188-189+198. DOI:10.20025/j.cnki.CN10-1679.2023-22-65.
- [2]樊兴,尹甲丁.供热系统中节能技术的实施策略[J].智慧中国,2023,(05):90-91.
- [3]王丽辉.公共建筑空气源热泵系统经济性与节能性分析[J].石家庄职业技术学院学报,2022,34(02):13-18.

上接第272页

中要提前对其安全及技术管理方案进行审核,并要在施工前完成技术交底,为工程顺利建设提供保障。监理人员还要合理利用自身经验,对轨道交通建设常见的安全风险要有一定的认识,并对各类安全隐患进行划分,再综合现场情况对各风险等级进行评估,建立更具有针对性的风险管理体系,通过提前预警来减少安全事故的发生,搭建安全稳定的工程建设环境。除此之外,监理人员还要密切观察现场环境的变化,不定期的对施工技术、材料设备以及作业程序等进行检查,及时发现并纠正各不规范行为,保证所有工序的实施均符合工程建设标准。

5. 重视重大风险源管控

城市轨道交通建设周期中不同阶段所需注意的问题不同,潜藏的安全风险也各不相同,无法完全采取同一方法进行规避和预防,更多的是要保持较高的灵活性,能够随着情况的变化来有效应对,减小安全风险带来的影响。面对此种情况,就要强调对重大风险源的识别与管控,以更加细致的管理策略为保障,提前对施工计划进行专项审查,在确保工程高效施工的同时,以针对性更强的管理为支持,来降低风险发生的可能性。管理人员还要全程参与工程施工,与施工团队保持良好的沟通,保证可实时获取工程最新进展信息,通过分析判断是否存在问题并解决。当前BIM技术应用已经十分成熟,可以发挥其可视化的特点,实时掌握工程建设情况,保证每一项参数实施的精准性,从根源上来消除风险。与此同时,还要建立预警机制,面对各种计划之外的突发情况,能够做到及时预警,提醒工程人员及早发现并消除潜藏风险因素,以免在建设过程中有

安全事故发生。可按照风险严重程度分为红色预警、橙色预警以及黄色已经三个级别,并分别制定相应的处理方案,对各类安全风险进行有效控制。组织成立安全应急管理团队,确保在安全事故发生的第一时间完成救援,将风险造成的影响控制到最小。

结束语:

综上所述,城市轨道交通建设周期内潜藏着大量的安全风险,如果没有规范可行的管理机制作为支持,将无法有效识别并规避各风险,一旦有安全事故发生,必定会造成极其严重的影响。综合实践经验分析轨道交通建设安全的各影响因素,明确安全管理重点,采取科学灵活的管理方法,来为工程安全建设提供保障,提高工程建设经济效益与社会效益。

[参考文献]

- [1]肖达鑫.城市轨道交通工程安全管理措施研究[J].中国勘察设计,2024,(04):99-100.
- [2]余世海.城市轨道交通工程安全管理要点[J].工程建设与设计,2022,(08):229-231.
- [3]谢韬.城市轨道交通工程安全管理模式[J].智能城市,2021,7(19):79-80.
- [4]戴林林.城市轨道交通工程安全生产管理措施分析[J].居业,2020,(09):138-139.
- [5]王晓龙.基于BT模式城市轨道交通工程的项目安全管理研究[D].华东交通大学,2018.
- [6]陈燕春.城市轨道交通工程安全管理信息平台建设研究[J].企业改革与管理,2016,(19):216+224.