

# 变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析

许富坤

山西省太原市热力集团有限责任公司晋源供热分公司

DOI : 10. 12238/j pm. v5i 7. 6949

**[摘要]** 本文探讨了集中供热系统及其自动化控制设备的应用，特别是变频器在系统中的关键作用。集中供热系统通过大型热源集中生产热能，并通过管网输送到用户端，具有高效、环保的优点。文章详细分析了电气自动化控制设备的组成和控制过程，并阐述了变频器在循环系统、补水系统和回水加压泵中的具体应用及其显著的节能效果。通过实际案例，本文展示了变频器如何提升系统效率、降低能耗和维护成本，为实现绿色高效供热提供了技术支持。

**[关键词]** 集中供热系统，自动化控制，变频器，节能效果

## Application analysis of frequency converter in electrical automation control of central heating

Xu Fukun

Shanxi Taiyuan Heating Group Co., LTD. Jinyuan Heating Branch

**[Abstract]** This paper discusses the application of central heating system and its automatic control equipment, especially the key role of frequency converter in the system. The central heating system produces heat energy through large heat sources and delivers it to the user end through the pipe network, which has the advantages of high efficiency and environmental protection. This paper analyzes the composition and control process of electrical automation control equipment in detail, and expounds the specific application of frequency converter in circulation system, water supply system and backwater pressurized pump and its remarkable energy saving effect. Through practical cases, this paper shows how to improve the system efficiency, reduce energy consumption and maintenance cost, and provides technical support for the realization of green and efficient heating.

**[Key words]** central heating system, automatic control, frequency converter, energy saving effect

### 引言

随着城市化进程的加快和环保意识的增强，集中供热系统因其高效、环保的特点，得到了广泛应用。集中供热系统通过集中生产和输送热能，为城市居民和工业园区提供供暖和热水服务。为了确保系统的高效、安全运行，现代集中供热系统越来越多地引入了自动化控制技术。本文旨在探讨集中供热系统的自动化控制设备及其控制要点，重点分析变频器在系统中的应用及其节能效果。通过对变频器在循环系统、补水系统和回水加压泵中的具体应用进行详细论述，本文展示了变频器在提高能源利用效率和系统稳定性方面的重要作用。

### 1 集中供热系统

集中供热系统是一种高效、环保的供热方式，广泛应用于城市和工业园区。该系统通过在一个或多个大型热源（如热电厂、锅炉房或地热站）集中生产热能，然后通过管网输送到用户端，为居民、商业和工业设施提供供暖和热水服务。与分散供热相比，集中供热系统具有多个优点。首先，它能够实现能源的集中管理和利用，提高能源转换效率，减少能源浪费。其次，集中供热系统可以采用多种能源来源，包括天然气、煤炭、

生物质和可再生能源，灵活性较高，有助于减少对单一能源的依赖。再次，集中供热系统通过大型设备和管网传输，减少了小型锅炉房的数量，降低了污染物排放，改善了空气质量。此外，集中供热系统的维护和管理集中，便于实现现代化管理和智能控制，提高了运行的安全性和可靠性。总体而言，集中供热系统在提高能源利用效率、减少环境污染和提升供热服务质量方面具有显著优势，符合现代城市发展的需求。

### 2 变频器的性能及其在自动化技术的应用

变频器是一种将固定频率的电力转换为可变频率和可变电压的设备，在自动化技术中发挥着至关重要的作用。其主要性能和应用包括以下几个方面：

首先，变频器通过调节电机的转速，实现对电动机的精确控制。传统电机通常以恒定速度运行，无法根据实际需求进行动态调整，导致能源浪费和设备磨损。而变频器能够根据实际工况，实时调整电机的转速，使电机始终在最优效率下运行。这不仅提高了能源利用效率，还延长了设备的使用寿命。例如，在供水系统中，变频器可以根据管网压力的变化，自动调节水泵的转速，确保供水的稳定和高效。

其次,变频器具有软启动和软停止功能,减少了电机启动和停止时的冲击电流,降低了对电网和机械设备的冲击。软启动功能使电机平稳加速,避免了启动时的大电流冲击,减少了电机和传动系统的机械应力,延长了设备的使用寿命。软停止功能则使电机平稳减速,避免了急停对设备的损伤,增强了系统的安全性和可靠性。

变频器还具备多种智能控制功能,如自动调节、故障诊断和保护功能。这些功能使变频器能够在各种复杂工况下稳定运行。当系统发生故障时,变频器可以自动诊断并保护电机和其他设备,防止损坏。例如,当水泵电机过载时,变频器会自动降低转速或停止运行,保护电机免受损坏。此外,变频器还可以记录和分析故障数据,为维护和故障排除提供依据。

在工业自动化领域,变频器被广泛应用于机械制造、石油化工、冶金、电力、供水等行业。它们不仅用于控制电动机,还用于控制各种自动化设备,如风机、压缩机、传送带和加工机床。在这些应用中,变频器通过精确的速度和转矩控制,提高了生产效率和产品质量,降低了能源消耗和运营成本。例如,在加工机床中,变频器可以实现主轴的无级调速,提高加工精度和效率;在传送带系统中,变频器可以实现传送带的平稳启动和停止,防止物料散落和设备损坏。

此外,变频器在楼宇自动化和智能家居中也有广泛应用。例如,在中央空调系统中,变频器可以根据室内温度和负荷的变化,自动调节压缩机和风机的运行状态,提供舒适的室内环境,同时节约能源。在智能家居中,变频器可以用于控制家用电器的运行状态,实现家电的智能化控制。

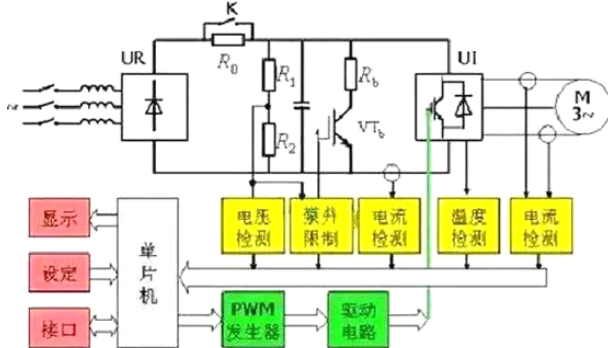


图1 变频器工作原理图

总的来说,变频器作为一种高效的电力调节设备,在自动化技术中具有广泛的应用前景。它不仅提高了设备的运行效率和可靠性,还为节能减排和环境保护做出了重要贡献。随着技术的不断进步,变频器将进一步优化其性能,拓展应用领域,为工业和社会的可持续发展提供更加有力的支持。

### 3 集中供热系统自动化控制设备控制要点分析

#### 3.1 电气自动化控制设备分析

集中供热系统的电气自动化控制设备是实现系统高效、安全运行的关键。主要的电气自动化控制设备包括可编程逻辑控制器(PLC)、传感器、执行机构、人机界面(HMI)以及变频器等。PLC是集中供热系统的核心控制单元,负责采集、处理传感器数据,并根据预设的控制逻辑发出指令,调节系统运行。传感器用于实时监测系统温度、压力、流量等关键参数,确保数据采集的准确性和及时性。执行机构如电动阀门、调节阀和泵等设备,根据PLC的指令进行动作,实现对热源和热用户的精确控制。

人机界面(HMI)是操作人员与控制系统之间的交互平台,提供直观的显示和便捷的操作方式,使操作人员能够实时监控系统运行状态,进行参数调整和故障处理。变频器用于调节电机转速,从而实现对供热系统中各类泵和风机的能效控制,降低能源消耗。除此之外,现代集中供热系统还引入了先进的通信设备和网络技术,如以太网、无线通信和物联网技术,实现各个控制单元和设备之间的高效通信与协同。

总的来说,电气自动化控制设备在集中供热系统中扮演着至关重要的角色,通过高精度的数据采集、智能化的控制算法和可靠的执行机构,确保系统在各种工况下都能高效、安全运行。

#### 3.2 电气自动化控制过程分析

电气自动化控制过程是集中供热系统实现智能管理和高效运行的核心。整个控制过程可以分为数据采集、数据处理、控制决策和执行反馈四个主要阶段。

在数据采集阶段,分布在系统各处的传感器实时监测温度、压力、流量和水质等参数。这些传感器将采集到的数据通过信号转换模块传输到PLC等控制器中。数据处理阶段,PLC对采集的数据进行实时分析和处理,依据预设的控制逻辑和算法判断系统的运行状态。当检测到异常情况或系统参数超出设定范围时,PLC能够及时做出响应。

控制决策阶段,PLC根据处理后的数据,结合系统运行策略和预设的控制目标,生成控制指令。比如,当检测到供水温度低于设定值时,PLC会发出指令启动锅炉或调节阀,提高供水温度。若检测到某一管路的流量不足,PLC会指令变频器调节泵的转速,增加流量。

在执行反馈阶段,控制指令通过执行机构实现具体操作,例如阀门开闭、泵速调节等。执行完毕后,系统再次通过传感器采集数据,形成闭环反馈,确保控制效果符合预期。这一闭环控制过程确保了系统的稳定运行和高效能效。通过不断优化控制策略和算法,电气自动化控制过程可以不断提高集中供热系统的运行效率,降低能源消耗,并增强系统的适应性和可靠性。此外,现代集中供热系统还引入了远程监控和故障诊断功能,通过网络技术实现对系统的远程管理和实时故障处理,进一步提升了系统的智能化水平。

### 4 变频器在集中供热自动化控制系统中的应用

#### 4.1 集中供热站点循环系统调节过程中变频器的应用

在集中供热系统中,供热站点循环系统的调节是保证供热稳定性和效率的重要环节。变频器在这一过程中发挥了关键作用。传统的循环系统中,水泵通常以恒定速度运行,难以适应实际需求的变化,导致能源浪费和设备磨损。而变频器的引入,通过调节电机转速,使水泵运行速度与实际需求相匹配,从而优化系统性能。变频器能够根据实时监测到的供热负荷变化,自动调整水泵的运行速度。例如,当供热需求增加时,变频器提高水泵转速,增加循环水量;反之,当需求减少时,降低水泵转速,减少循环水量。这样,不仅有效降低了能耗,还延长了水泵和管网的使用寿命。变频器的应用还使得系统调节更加灵活和精准,能够快速响应温度和压力的变化,确保供热系统在不同工况下都能高效运行。此外,变频器的软启动功能减少了电机启动时的冲击电流,降低了设备故障率和维护成本。通过智能控制和优化调节,变频器显著提升了集中供热站点循环系统的整体效率和可靠性。

#### 4.2 供热管网自动补水系统调节中变频器的应用

供热管网的自动补水系统是维持供热系统正常运行的重要组成部分,变频器在这一系统中同样发挥了重要作用。在供热管网运行过程中,由于管道泄漏、系统排气等原因,往往需要进行补水操作。传统的补水系统依赖固定速率的水泵,难以精确控制补水量,导致水资源浪费和系统压力波动。变频器通过调节补水泵的转速,能够实现对补水量的精确控制,确保供热管网的压力稳定。在自动补水过程中,变频器根据管网压力传感器反馈的实时数据,动态调整水泵的运行速度。当管网压力低于设定值时,变频器增加水泵转速,加快补水速度;当压力接近设定值时,逐步降低水泵转速,直至达到平衡状态。这样的调节方式,不仅提高了补水系统的响应速度和调节精度,还减少了对管网的冲击,延长了管道和设备的使用寿命。此外,变频器的应用还实现了补水系统的智能化管理,通过与PLC和HMI的集成,操作人员可以在控制室内实时监控和调整补水系统的运行状态,进一步提升了系统的可靠性和运行效率。

#### 4.3 利用变频器对一次网回水加压泵进行调整

一次网回水加压泵在集中供热系统中用于提高回水的压力,确保热水能够有效循环回供热站。变频器的应用在这一环节中极大地提升了系统的运行效率和稳定性。传统的加压泵通常以固定转速运行,无法根据实际需求动态调整,容易导致能源浪费和设备磨损。变频器通过调节加压泵的转速,使其运行速度与系统的实际需求相匹配,达到最佳的运行状态。在具体应用中,变频器根据回水管网的实时压力和流量数据,自动调整加压泵的转速。当回水流量较大、压力较低时,变频器提高加压泵的转速,以增加回水压力,保证热水循环;当回水流量减少、压力较高时,降低加压泵的转速,节约能源。此外,变频器的软启动和软停止功能能够平滑地控制加压泵的启停过程,减少对管网和泵体的冲击,延长设备的使用寿命。通过变频器的智能调节,不仅实现了回水加压泵的高效运行,还有效减少了系统运行中的压力波动,确保供热系统的稳定和安全。变频器在回水加压泵中的应用,显著提高了集中供热系统的整体性能,为实现绿色高效供热提供了技术支持。

#### 4.4 效果分析

在集中供热系统中,变频器的应用显著提升了系统的节能效果。变频器通过调节电机的转速,使水泵和风机等设备的运

行速度与实际需求相匹配,从而优化能源使用。传统的固定速率运行方式往往导致设备在部分负荷下也以全功率运行,造成大量能源浪费。而变频器能够根据系统的实时负荷变化,动态调整设备的运行状态,使其在最优工况下工作,显著降低了能源消耗。例如,在供热需求低峰时段,变频器可以降低水泵转速,减少不必要的电力消耗。在循环水泵和补水系统中,变频器的应用减少了泵的启动次数和启动电流,延长了设备寿命,降低了维护成本。此外,变频器的软启动功能减少了对电网的冲击,提高了系统运行的稳定性。综合来看,变频器在集中供热系统中的应用,不仅提高了能源利用效率,降低了运行成本,还为实现绿色环保目标提供了重要保障。

### 5 结束语

综上所述,变频器在集中供热系统中的应用显著提升了系统的节能效果和运行效率。通过调节电机转速,变频器使得水泵和风机等设备能够根据实际需求动态运行,避免了能源浪费,降低了运行成本,同时提高了设备的使用寿命。电气自动化控制设备,包括PLC、传感器和HMI等,与变频器的结合,实现了系统的智能化管理和高效控制。未来,随着技术的不断进步,集中供热系统将进一步优化,为实现绿色高效供热目标提供更加可靠的技术保障。本文的研究为集中供热系统的自动化控制和节能改造提供了有价值的参考和借鉴。

### [参考文献]

[1]刘海洋.集中供热系统中热网的电气自动控制探究[J].数字通信世界,2020,(09):177-178.

[2]李积祥,李刚.变频器在集中供热电气自动化控制中的应用分析[J].装备维修技术,2020,(02):1+4. DOI: 10.16648/j.cnki.1005-2917.2020.02.001.

[3]史建金.集中供热系统中热网电气自动化控制研究[J].河南科技,2019,(25):124-126.

[4]江巍.换热站集中控制系统设计[D].长春工业大学,2018.

[5]徐宵伟.集中供热SCADA系统的构建及控制策略研究[D].河北工业大学,2017.

### 上接第10页

加强人才培养和引进力度,培养一批具备创新精神和专业技能的地基处理技术人才,为技术创新提供有力支持。此外,加强行业交流与合作,促进地基处理技术领域的资源共享和经验交流,推动技术的普及和推广。

随着土木工程领域的不断发展和技术的不断进步,地基处理技术将迎来更加广阔的发展空间。在未来,我们期待看到更多创新的地基处理技术应用于实际工程中,为土木工程的安全、稳定性和经济性做出更大的贡献。同时,随着智能化和自动化技术的不断发展和应用,地基处理技术的施工效率和质量也将得到进一步提升。我们相信,在不久的将来,地基处理技术将成为土木工程领域的重要支柱之一,为行业的可持续发展注入新的活力。

### [参考文献]

[1]唐华承.土木工程中新型地基处理技术应用研究[J].住宅与房地产,2024,(05):245-247.

[2]牛中元.土木工程结构与地基加固施工技术实践[J].石材,2023,(11):47-49. DOI: 10.14030/j.cnki.scaa.2023.0529.

[3]王春彩.土木工程建设中地基加固技术分析与应用[C]//香港新世纪文化出版社有限公司.2023年第七届国际科技创新与教育发展学术会议论文集(第三卷).开封大学,土木建筑工程学院; ,2023:3. DOI: 10.26914/c.cnkihy.2023.091587.

[4]付忠敏.浅析土木工程地基加固技术[J].全面腐蚀控制,2022,36(09):69-70+100. DOI: 10.13726/j.cnki.11-2706/tq.2022.09.069.02.