

二供设备机械结构创新设计与可持续性发展

朱靖

南方智水科技有限公司 浙江 杭州 311100

摘要：随着城市人口和用水需求的不断增长，二次供水设备作为城市供水系统的关键组成部分，面临着提高供水效率、保障水质和实现可持续发展的迫切需求。通过综合分析现有机械结构的特点与不足，提出了节能高效、结构优化轻量化、智能化自动化等设计原则。具体包括新型泵与驱动技术、材料选择与性能平衡、传感器与数据采集技术应用等。在考虑可持续性因素时，关注了解资源环境友好性和维护维修便捷性，涉及节水技术与循环利用、绿色材料应用、智能化检测与维护系统、模块化设计与易更换性等。通过在机械结构设计中融入可持续性考虑，本文研究强调了供水设备在提高供水效率的同时保障环境友好运行的重要性，为城市供水系统的可持续发展提供了新的路径和理念。

关键词：二供设备；机械结构；设计

Innovative Design and Sustainability of Mechanical Structures of Second Supply Equipment

Zhu Jing

Southern Zhishui Technology Co., Ltd, Hangzhou, Zhejiang 311100

Abstract : With the continuous growth of urban population and water demand, second water supply equipment, as a key component of urban water supply system, is facing the urgent needs of improving water supply efficiency, guaranteeing water quality and realizing sustainable development. Through comprehensive analysis of the characteristics and shortcomings of the existing mechanical structure, the design principles of energy saving and high efficiency, structural optimization and light weight, intelligent automation are proposed. Specifically, it includes new pump and drive technology, material selection and performance balance, and application of sensor and data acquisition technology. When considering sustainability factors, attention is paid to understanding resource and environment friendliness and ease of maintenance and repair, involving water-saving and recycling technology, application of green materials, intelligent detection and maintenance system, modular design and easy replacement. By incorporating sustainability considerations into the design of mechanical structures, this research paper emphasizes the importance of water supply equipment in improving water supply efficiency while guaranteeing environmentally friendly operation, and provides new paths and concepts for the sustainable development of urban water supply systems.

Key words : second supply equipment; mechanical structure; design

一、前言

随着城市人口的迅速增长和工业化的不断推进，城市供水系统面临着越来越大的挑战。传统的供水系统往往无法满足日益增长的用水需求和高水质要求，因此，二次供水设备作为城市供水系统中的关键环节，逐渐成为确保水资源稳定供应的重要组成部分。然而，在面对复杂多变的城市环境和用水需求的同时，现有的二次供水设备在机械结构设计和可持续性发展方面仍然存在一系列的局限性和挑战。因此，为了提升城市供水系统的效率、性能和可持续性，需要对二次供水设备的机械结构进行创新设计，并将可持续性发展原则融入设计过程中。

二、二供设备机械结构现状

(一) 现有机械结构的局限性

传统设备通常采用机械泵和管网系统进行水的输送和分配，这些设备的机械结构较为简单，但也存在着一些局限性。

首先，传统机械结构在能源利用效率方面存在问题。部分设备可能在扬程、流量、功率选择不合理，存在能耗较高的情况，导致能源资源的浪费。其次，维护和管理难度较大，设备故障时的维修和保养需要较长时间，影响了供水的连续性。最后，传统机械结构的水质管理也可能较为困难，由于结构和设计的限制，水质处理难以达到高标准要求，可能对居民的健康造成潜在风险^[1]。

（二）可持续性发展面临的技术与环境挑战

在实现二次供水设备的可持续性发展过程中，存在着一系列技术和环境挑战，需要充分考虑和解决。

首先，现有机械结构在能源效率方面的不足是一个突出的问题。传统泵类设备存在能耗较高的情况，与能源的有效利用和减排目标相悖。其次，随着水资源稀缺问题的凸显，供水设备需要更好地应对水资源的合理分配和利用，以减少浪费和污染。环境友好型材料和技术在机械结构设计中的应用也是一个需要探索的领域，以降低对环境的不良影响。最后，供水设备的稳定性和可靠性也是可持续性发展的关键因素。城市用水的持续性需要供水系统具备较高的抗干扰能力，以应对突发状况和水质波动。因此，机械结构的创新设计需要充分考虑设备的稳定性、可靠性和应急能力，以确保供水系统在各种情况下都能正常运行^[2]。

三、二供设备机械结构创新设计

（一）节能与高效性设计

（1）新型泵与驱动技术

传统泵设备通常存在能耗较高的问题，而采用新型一体化变频电机水泵，变频电机与水泵结合旨在简化安装和维护过程，减少布线和连接的复杂性，并提高系统的整体效率。通过调整变频器的参数，用户可以根据需要精确地控制电机的速度和运行方式。这种技术使得供水设备能够根据用水量变化自动调整工作状态，从而降低能耗并提高运行效率。另一方面，驱动技术的创新也为节能设计提供了可能。传统供水设备在驱动系统中可能存在传动损耗和能量浪费的情况。而现代驱动技术，如直驱技术，能够减少传动环节，提高能量传递效率^[3]。

（2）节能控制策略

首先是智能化控制系统的应用。通过中央处理单元和数据采集技术，智能控制系统能够实时监测供水设备的运行状态和环境条件，根据实际情况进行智能调整。例如，根据水流需求和不同用水时段，系统可以自动调整电机的运行速度和泵的流量，确保设备在满足需求的同时最大限度地减少能耗。此外，结合先进的算法和水力预测模型，智能控制系统还可以预测供水需求，提前做出合理的运行决策，从而进一步优化能源利用。其次，采用多元能源的供能方式也是一种有效的节能控制策略。二次供水设备往往在不同运行阶段需要不同能量水平的支持。通过结合传统能源和可再生能源，如太阳能、风能等，供水设备可以根据能源的实际可用性进行切换，最大限度地降低对传统能源的依赖，从而降低运行成本 and 环境影响^[4]。

（二）结构优化与轻量化

（1）材料选择与性能平衡

在二次供水设备的机械结构创新设计中，材料选择与性能平衡是实现结构优化和轻量化的核心考虑因素。合理选择材料，平衡不同性能要求，既可以提高设备的强度和耐久性，又可以减轻设备的重量和能耗，从而实现更加高效和可持续的设计。

首先，对于二次供水设备的机械部件，如泵体、轴承支撑

等，材料的选择需要考虑强度、刚性和耐腐蚀性等因素。传统的金属材料如铸铁、不锈钢在这方面具有优势，但也存在重量较大和能耗较高的问题。在材料创新方面，工程塑料、高性能复合材料等新型材料的应用可以在保证结构性能的前提下降低设备的自重，从而降低能源消耗和制造成本。其次，材料的性能平衡需要根据具体应用场景进行调整。例如，在泵体等需要承受压力和力学载荷的部件通过 CFD 仿真模拟流体运动情况，选择具有较高强度和耐腐蚀性的材料，以保证设备的安全和稳定运行。而在轻负载部件中，可以选择轻量化材料，如高强度铝合金，以减轻设备自重，提高能源利用效率^[5]。

（2）结构强度分析与优化

通过深入的结构强度分析，可以了解各个部件在不同工况下的受力情况，从而针对性地进行结构优化，实现轻量化的同时不牺牲设备的安全性和稳定性。

首先，结构强度分析需要考虑设备在正常工作状态、异常情况下以及突发负载下的受力情况。通过有限元分析 FEA 等先进的计算方法，可以模拟不同工况下的应力分布和变形情况，识别可能存在的弱点和潜在问题。同时，还需要将实际使用工况纳入考虑，考虑外界环境因素对设备结构的影响，以便更准确地评估结构强度的适用性。其次，基于结构强度分析的结果，进行结构优化是实现轻量化的关键步骤。通过调整材料的分布、减少冗余部件、优化连接方式等方法，可以在保证结构强度的前提下降低设备的自重。同时，结构优化还可以改善设备的动态特性，提高抗疲劳性能，延长设备的使用寿命^[6]。

（三）智能化与自动化设计

（1）传感器与数据采集技术的应用

首先，传感器技术的应用可以实现对二次供水设备各个部件运行状态的监测。温度传感器、压力传感器、液位传感器等可以采集设备运行过程中的各种参数，实时反馈给控制系统。这使得操作人员能够及时了解设备的工作情况，发现异常状况并采取措施，从而减少设备的故障率和维修成本。其次，数据采集技术的应用可以实现对大量数据的收集和分析，为设备的性能优化提供支持。通过对传感器采集的数据进行处理，可以识别出设备的运行趋势、周期性变化等信息。这有助于预测设备的维护周期，合理安排维护计划，提高设备的可用性和效率。最后，传感器与数据采集技术的应用也为智能化控制奠定了基础。通过将数据与先进的控制算法相结合，可以实现设备的自动调节和优化控制。例如，根据传感器采集的压力信息，自动调整水泵的工作频率，使供水系统保持稳定的运行状态，实现能耗的最优化。

（2）自适应水锤消除装置与冗余双系统设计

自适应水锤消除装置是二供设备使用智能算法来分析传感器实时数据并预测潜在的水锤事件，通过调整阀门的位置和速度来控制流体的流动，在需要时释放多余的压力。以防止或消除由于急剧变化的流体速度而引起的压力波，损坏管道、阀门和其他设备。并通过反馈机制，根据实际情况进行动态调整管网中其他阀门的开度，以更好地适应不同的工作条件，保护设备及管道的安全。

冗余双系统设计使设备在日常运用中更加安全可靠。当主系统正常运行时，辅助系统作为数据存储中心，辅助记录设备运行数据，并通过专用通讯接口，实时发送 PG 信号，监测主系统内部运行状态包括系统扫描周期、数据传输失真、压力数据辅助显示等。当主系统数据异常或者崩溃瘫痪，辅助控制系统自动投入运行，保障不间断供水，此时设备进入预警状态，当系统预警状态解除后，主系统恢复正常时，设备恢复正常运行。

四、二供设备机械结构可持续性发展策略

（一）资源与环境友好性

（1）节水技术与循环利用

首先，节水技术的应用可以有效减少供水过程中的水损失。在设备设计中，可以采用先进的流量控制和压力调节技术，以确保在不影响供水需求的前提下，对管网实现毫秒级别的扫描取样，减少不必要的水流量。此外，通过优化供水系统的管网布局和管道材料的选择，也可以降低管网的渗漏损失，进一步提高供水系统的水资源利用效率。

其次，循环利用是实现水资源可持续利用的关键策略之一。在二次供水设备中，可以考虑采用回收和再利用技术，将废水经过中水处理用于冲洗、景观灌溉等非饮用用途，从而降低对新鲜水资源的需求。此外，还可以探索水资源的多样化利用方式，如雨水收集利用和地下水补给，以实现水资源的最大程度循环利用^[7]。

（2）绿色材料的应用

在设计二次供水设备的机械结构时，选择绿色材料可以从多个方面产生积极影响。首先，绿色材料往往具有较低的能耗和排放，在生产、加工、运输和使用过程中产生的环境影响较小。这有助于降低设备制造和运营阶段的碳足迹，进一步促进设备的可持续性。其次，绿色材料通常具有较好的耐用性和稳定性，能够延长设备的使用寿命，减少更新和维护频率，从而降低资源消耗和废弃物产生。最后，在选择绿色材料时，可以考虑使用可再生

材料、循环利用材料和低污染材料等^[7]。

（二）维护与维修便捷性

（1）智能化检测与维护系统

智能化检测与维护系统通过集成传感器、数据采集技术和远程监控等手段，实现了对设备运行状态的实时监测和分析。这使得设备的故障和异常可以在早期被及时识别，从而能够采取预防性维护措施，降低设备的损坏风险和停工时间。此外，智能化系统还能够提供远程维护功能，使维护人员可以通过远程控制和诊断，快速解决问题，减少现场维护所需的时间和成本。在智能化检测与维护系统的设计中，需要考虑传感器的布置位置、数据采集频率、故障诊断算法等因素，以确保系统的准确性和可靠性。此外，系统的界面设计和操作简便性也需要重视，以保证维护人员能够方便地使用和操作系统。

（2）模块化设计与易更换性

模块化设计意味着将设备的各个功能模块独立设计，使它们成为可以独立更换或升级的单元。这种设计方法使得在维护或更换部件时，不需要对整个设备进行大规模的拆解，而是只需要替换故障模块或部件，从而显著缩短了维修时间。此外，模块化设计还能够促进部件的标准化，降低备件的库存成本，提高整体的资源利用效率。为实现易更换性，设计师需要考虑模块之间的连接方式、固定方式以及标准化的接口设计。这样的设计不仅使得更换变得简单，还能够减少人为操作的错误，提高了设备的可靠性^[8]。

五、结语

综上所述，二次供水设备的机械结构创新设计与可持续性发展密切相关，通过在设计中融入节能、智能化、轻量化以及环保等原则，可以有效提升设备的性能、可靠性和可持续性，为城市供水系统的稳定运行和未来发展提供坚实支持。因此，在二次供水设备的设计和研发中，必须充分考虑这些因素，以实现更加可持续的城市水资源管理和利用。

参考文献：

- [1] 刘光. 新型二次供水设备中离心泵的转矩仿真分析 [J]. 山西建筑, 2023, 49(15): 128-131.
- [2] 朱波, 刘新月, 郭帅. 基于城市扩张的二次供水设备数值模拟研究 [J]. 城镇供水, 2022, (05): 96-101.
- [3] 排非, 吴立. 模糊控制下新型二次供水设备的动力匹配 [J]. 山西建筑, 2022, 48(19): 113-115.
- [4] 刘新月, 邓帮武, 陈晔斌, 朱波, 郭帅. 基于 EPANET 的市政管网二次供水设备数值模拟研究 [J]. 水电能源科学, 2021, 39(07): 117-120+139.
- [5] 李健安. 浅谈二次供水泵房电气设备的配置与智能监控 [J]. 中国设备工程, 2021, (13): 185-186.
- [6] 彭华御. 新型伺服直驱式二次供水设备关键技术研究 [D]. 太原科技大学, 2021.
- [7] 徐志裕. 二次供水泵房设备的运行及维护探讨 [J]. 工程建设与设计, 2019, (06): 72-73.
- [8] 刘希华. 无负压供水设备在城市二次供水改造中的应用 [J]. 科技创业家, 2012, (19): 215.