

绞吸式淤泥泵助力渠道扬水泵站高效应对泥沙淤积的技术突破

杨立佳

宁夏回族自治区盐环定扬水管理处 宁夏 吴忠 751100

摘要：本文深入探讨了绞吸式淤泥泵在渠道扬水泵站应对泥沙淤积问题中的技术突破。详细分析了渠道扬水泵站面临的泥沙淤积挑战，全面阐述了绞吸式淤泥泵的工作原理、技术优势及关键设计要点。通过实际案例验证了其高效清淤效果，并展望了其在未来水利工程中的应用前景。研究认为，绞吸式淤泥泵凭借集成化设计、高效清淤能力、智能化控制及环境友好性，有效解决了渠道扬水泵站的泥沙淤积问题，为水利工程的安全稳定运行提供了坚实保障。

关键词：绞吸式淤泥泵；渠道扬水泵站；泥沙淤积；技术突破；清淤效率

引言

在水利工程领域，渠道扬水泵站扮演着至关重要的角色，承担着灌溉、排水、供水等关键任务。然而，随着运行时间的增长，渠道扬水泵站常常遭遇泥沙淤积这一棘手问题。泥沙淤积不仅会降低渠道的输水能力，影响泵站的正常运行效率，还可能引发一系列安全隐患，威胁水利工程的整体安全。绞吸式淤泥泵作为一种先进的清淤设备，凭借其独特的工作原理和显著的技术优势，在解决渠道扬水泵站泥沙淤积问题中取得了重大技术突破，成为保障水利工程安全稳定运行的重要手段。

1 渠道扬水泵站面临的泥沙淤积挑战

1.1 泥沙来源与淤积机制

渠道扬水泵站的泥沙主要源自河流、湖泊等自然水体。这些水体中的泥沙在水流作用下，随水流入渠道。在渠道内，泥沙的淤积机制较为复杂，主要包括物理沉积和化学沉积。物理沉积方面，当水流速度减慢，如遇到渠道弯道、狭窄段或水流扩散区域时，泥沙颗粒由于重力作用逐渐沉积下来。此外，渠道内的障碍物，如水草、树枝等，也会阻碍水流，使泥沙更容易沉积。化学沉积则是指泥沙颗粒与水中的化学物质发生反应，形成沉淀物而沉积。例如，水中的钙、镁等离子与泥沙中的某些成分结合，形成难溶性的沉淀物，附着在渠道底部和侧壁。

1.2 泥沙淤积对泵站运行的影响

1.2.1 降低输水能力

泥沙淤积会显著减小渠道的过水断面，增加水流阻力。原本顺畅的水流通道被泥沙占据，水流通过时受到更大的阻碍，导致渠道的输水能力大幅下降。这不仅会影响泵站的抽水效率，使得灌溉、排水等任务无法按时完成，

还可能导致渠道水位上升，增加渠道决堤的风险。

1.2.2 损坏泵站设备

泥沙颗粒具有一定的硬度和磨蚀性，它们可能进入水泵的叶轮和轴承等部位，造成磨损和堵塞。叶轮被泥沙磨损后，其形状和尺寸会发生变化，导致水泵的流量和扬程下降；轴承被泥沙堵塞后，会增加摩擦阻力，使设备运行温度升高，缩短设备的使用寿命^[1]。此外，泥沙淤积还可能引起渠道水位变化，对泵站的水位控制系统造成干扰，导致水位控制不准确，进一步影响泵站的正常运行。

1.2.3 引发安全问题

严重的泥沙淤积还可能引发安全问题。当渠道内的泥沙淤积到一定程度时，可能会堵塞渠道，导致水流无法畅通。在洪水期间，这种堵塞可能会使渠道水位急剧上升，超过渠道的承载能力，从而引发渠道决堤等安全事故。此外，泥沙淤积还可能改变渠道的水流状态，形成漩涡、回流等不稳定水流，对渠道边坡和泵站基础造成冲刷和破坏，威胁水利工程的安全。

2 绞吸式淤泥泵的工作原理与优势

2.1 工作原理

绞吸式淤泥泵是一种集成化、高效化的清淤设备，其主要由绞刀、吸泥管、排泥管、动力装置等部分组成。工作时，动力装置驱动绞刀旋转，绞刀的特殊设计和刀片形状能够轻松切割和搅动渠道底部的泥沙，将其破碎成较小的颗粒。同时，吸泥管在负压作用下，将搅动后的泥浆吸入泵体。泵体内的叶轮高速旋转，产生强大的离心力，将泥浆进一步加压，并通过排泥管将泥浆输送至指定地点，如泥浆池或处理场地。

2.2 技术优势

2.2.1 高效清淤能力

绞吸式淤泥泵具有强大的清淤能力。其绞刀能够轻松切割和搅动各种硬度的泥沙，包括石块、树根等杂物。绞刀的旋转速度和刀片形状可以根据不同的泥沙类型和淤积程度进行调整，以达到最佳的清淤效果。同时，吸泥管和排泥管的设计使得泥浆能够顺畅地吸入和排出，大大提高了清淤效率。在实际应用中，绞吸式淤泥泵的清淤效率比传统的清淤方法提高了数倍甚至数十倍。

2.2.2 集成化设计

绞吸式淤泥泵采用集成化设计，将绞刀、吸泥管、排泥管等部件集成在一起，形成一个紧凑的整体。这种设计不仅方便了设备的安装和移动，减少了设备的占地面积，还降低了设备之间的连接环节，减少了故障发生的可能性。此外，集成化设计还使得设备的操作更加简便，降低了对操作人员的技术要求。

2.2.3 智能化控制

现代绞吸式淤泥泵配备了智能化控制系统。通过传感器和监测设备，可以实时监测渠道的泥沙淤积情况、设备的运行状态以及泥浆的流量、浓度等参数。控制系统根据监测数据自动调整设备的运行参数，如绞刀的转速、吸泥管的吸力等，实现智能化清淤。同时，智能化控制系统还具有故障诊断和报警功能，能够及时发现设备故障并发出警报，提醒操作人员进行维修和处理。

2.2.4 环境友好性

绞吸式淤泥泵在清淤过程中不会产生二次污染。其排出的泥浆可以通过管道输送至指定地点进行处理或利用。例如，将泥浆进行固液分离，固体部分可以用于土地改良、建筑材料等方面，液体部分经过处理后可以达到环保排放标准，实现资源的循环利用。此外，设备在运行过程中噪音较低，对周边环境的影响较小。

3 绞吸式淤泥泵技术突破的关键点分析

3.1 绞刀设计与材质优化

绞刀是绞吸式淤泥泵的核心部件之一，其设计和材质直接影响着设备的清淤效果和使用寿命。为了应对不同硬度和类型的泥沙，绞刀的设计需要不断优化。例如，采用特殊的刀片形状和排列方式，如螺旋形刀片或锯齿形刀片，以提高切割和搅动效率。同时，根据泥沙的硬度和颗粒大小，合理调整刀片的间距和角度，确保绞刀能够有效地切割和搅动泥沙。在材质方面，选用耐磨、耐腐蚀的材质制造绞刀，如高铬合金钢或陶瓷复合材料^[2]。这些材质具有良好的耐磨性和耐腐蚀性，能够延长绞刀的使用寿命，减少更换绞刀的频率。此外，还可以对绞刀表面进行特殊处理，如喷涂耐磨涂层或进行渗

氮处理，进一步提高绞刀的耐磨性能。

3.2 吸泥管与排泥管的优化设计

吸泥管和排泥管的设计也至关重要。为了确保泥浆能够顺畅地吸入和排出，吸泥管需要具有足够的吸力和流速。吸泥管的直径和长度应根据渠道的实际情况进行合理选择，避免吸泥管过长或过细导致吸力不足。同时，在吸泥管的进口处设置合理的导流装置，如喇叭口或导流板，以提高吸泥效率。排泥管则需要具有足够的压力和流速，以将泥浆输送至指定地点。排泥管的材质应选用耐磨、耐压的材料，如钢管或橡胶管。在排泥管的布置上，应尽量减少弯头和阀门的使用，降低泥浆输送的阻力。此外，还可以设置泥浆缓冲装置，如泥浆池或缓冲罐，以稳定泥浆的输送压力，避免泥浆在输送过程中出现波动。

3.3 智能化控制系统的应用

智能化控制系统的应用是绞吸式淤泥泵技术突破的关键点之一。通过传感器和监测设备，系统能够实时监测渠道的泥沙淤积情况、设备的运行状态以及泥浆的流量、浓度等参数。例如，在渠道中安装泥沙含量传感器，实时监测泥沙的含量；在设备上安装转速传感器、温度传感器等，监测设备的运行参数。控制系统根据监测数据自动调整设备的运行参数，如绞刀的转速、吸泥管的吸力等^[3]。当监测到渠道内泥沙淤积严重时，系统会自动提高绞刀的转速，增强清淤能力；当监测到设备温度过高时，系统会自动降低设备的运行功率，避免设备过热损坏。同时，智能化控制系统还具有远程监控和故障诊断功能，操作人员可以通过手机或电脑远程监控设备的运行情况，及时发现设备故障并进行处理。

3.4 环境友好性技术的集成

随着环保意识的不断提高，环境友好性技术也成为绞吸式淤泥泵技术突破的重要方向。在泥浆处理方面，通过优化泥浆处理工艺，将排出的泥浆进行固液分离、脱水等处理。例如，采用压滤机或离心机对泥浆进行固液分离，将固体泥浆分离出来，液体部分经过处理后达到环保排放标准。对于分离出来的固体泥浆，可以进行资源化利用。例如，将固体泥浆用于土地改良，增加土壤的肥力和保水性；将固体泥浆与水泥、砂石等材料混合，制作建筑材料，如砖块、砌块等。通过实现泥浆的资源化利用，不仅减少了环境污染，还降低了清淤成本。

4 绞吸式淤泥泵技术突破的挑战与对策

4.1 面临的挑战

4.1.1 复杂地质条件的适应性

在实际应用中，渠道扬水泵站可能面临复杂的地质

条件,如软土地基、岩石层等。在软土地基上,渠道容易发生沉降和变形,影响绞吸式淤泥泵的正常运行。在岩石层地区,绞刀的切割和搅动难度较大,容易导致绞刀磨损和损坏。

4.1.2 设备维护与保养的难度

绞吸式淤泥泵作为一种复杂的机械设备,其维护与保养难度较大。例如,绞刀的磨损和堵塞、吸泥管和排泥管的堵塞等问题需要定期进行清理和维修。此外,设备的智能化控制系统也需要专业人员进行维护和升级,这对操作人员的技术水平提出了较高的要求。

4.1.3 成本控制与经济效益的平衡

绞吸式淤泥泵的技术突破往往伴随着成本的增加。设备的购置成本、运行成本以及维护保养成本都相对较高。如何在提高清淤效率的同时控制成本,实现经济效益的最大化,是渠道扬水泵站应用绞吸式淤泥泵时需要考虑的重要问题。

4.2 应对策略

4.2.1 加强技术研发与创新

针对复杂地质条件的适应性问题,可以加强技术研发与创新。例如,开发适应不同地质条件的绞刀设计,提高绞刀在软土地基和岩石层地区的切割和搅动能力。同时,研究新型的泥浆处理工艺,提高泥浆的处理效率和资源化利用水平。

4.2.2 建立完善的维护与保养体系

建立完善的维护与保养体系是确保绞吸式淤泥泵长期稳定运行的关键。可以制定详细的维护与保养计划,定期对设备进行清理、维修和升级。同时,加强对操作人员的培训和管理,提高其设备维护和保养的意识和能力。例如,定期组织操作人员参加专业培训课程,学习设备的维护保养知识和操作技能。

4.2.3 优化成本控制与经济效益

在成本控制与经济效益方面,可以通过优化设备设计、提高生产效率、降低能耗等方式来降低成本。例如,采用新型的材料和制造工艺,减轻设备的重量,降低设备的能耗。同时,积极探索泥浆的资源化利用途径,提高泥浆的附加值,实现经济效益的最大化^[4]。例如,与相关企业合作,将处理后的泥浆用于建筑材料生产,获取额外的经济收益。

5 绞吸式淤泥泵技术突破的未来展望

随着科技的不断进步和水利工程的不断发展,绞吸式淤泥泵技术将呈现出以下发展趋势:

未来的绞吸式淤泥泵将更加智能化。通过集成更多的传感器和监测设备,实现更加精准的监测和控制。例

如,利用物联网技术将设备与互联网连接,实现远程监控和数据分析。同时,利用大数据、人工智能等技术对监测数据进行处理,优化设备的运行参数和清淤策略,提高清淤效率和设备的使用寿命。环保化将是绞吸式淤泥泵技术发展的重要方向。未来的设备将更加注重泥浆的处理和资源化利用,实现泥浆的零排放或低排放。例如,开发新型的泥浆处理技术,将泥浆中的有害物质进行分离和去除,使处理后的泥浆达到更高的环保标准。同时,进一步探索泥浆的资源化利用途径,提高资源的循环利用率。高效化是绞吸式淤泥泵技术追求的永恒目标。未来的设备将通过优化设计和提高制造工艺等方式,进一步提高清淤效率和使用寿命。例如,采用新型的绞刀设计和动力装置,提高绞刀的切割和搅动能力;优化吸泥管和排泥管的设计,降低泥浆输送的阻力。同时,开发更加高效的泥浆处理工艺,提高泥浆的处理速度和质量。

结语

绞吸式淤泥泵作为一种先进的清淤设备,在渠道扬水泵站应对泥沙淤积问题中取得了显著的技术突破。其高效清淤能力、集成化设计、智能化控制以及环境友好性等技术优势,为渠道扬水泵站的安全稳定运行提供了有力保障。然而,绞吸式淤泥泵技术在实际应用中仍面临一些挑战,如复杂地质条件的适应性、设备维护与保养的难度以及成本控制与经济效益的平衡等。通过加强技术研发与创新、建立完善的维护与保养体系以及优化成本控制与经济效益等策略,可以进一步推动绞吸式淤泥泵技术的发展和运用。展望未来,绞吸式淤泥泵技术将呈现出更加智能化、环保化和高效化的发展趋势,并在水利工程中得到广泛应用,为水利事业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]孙景昱,刘建刚,恽文荣,等.绞吸式清淤与气力泵式清淤效果比较研究[J].江苏水利,2024,(12):7-12.
- [2]褚晓伟.绞吸式挖泥船在河道清淤工程中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(14):73-75.
- [3]雷刚.浅谈绞吸式挖泥船在黄河下游河道疏浚中的应用前景[C]//河海大学,河北工程大学,浙江水利水电学院,北京水利学会,天津市水利学会.2023(第二届)城市水利与洪涝防治学术研讨会论文集.山东黄河工程集团有限公司,2023:221-226.
- [4]陈宝.绞吸式挖泥船疏浚作业生产率预测[D].上海电机学院,2022.