

帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的研制与应用

刘 越 辛志相

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 洛阳 471002

摘 要：随着水利水电工程建设的不断发展，帷幕灌浆作为一种重要的基础处理技术，被广泛应用于大坝、水库等工程中。在帷幕灌浆施工过程中，会产生大量的污水，其中含有水泥、粉煤灰、膨润土等悬浮物以及少量的化学药剂。这些污水如果不及时处理，不仅会对环境造成污染，还会影响施工进度和质量。因此，研制一种高效、环保的帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统具有重要的现实意义。

关键词：帷幕灌浆廊道；集中排污；净化系统；研制；应用

引言：帷幕灌浆技术是水利工程建设中不可或缺的一环，其通过高压灌注水泥浆至岩层或土层的裂隙、孔隙中，形成连续的阻水帷幕，以减小渗流量和降低渗透压力，从而保障水工建筑物的安全运行。然而，帷幕灌浆施工过程中产生的污水若处理不当，将严重污染环境，影响周边生态及居民生活用水安全。帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的研制与应用显得尤为重要。本文将详细阐述该系统的技术原理、设计方案、应用实例及其社会经济效益。

1 帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的技术原理

1.1 污水收集系统

污水收集系统是帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的首要环节，其设计精妙，旨在确保施工过程中产生的污水能够被及时、准确地引流并汇集至指定位置。具体而言，该系统在地质钻机预开孔的位置巧妙地安装了引流管，这些引流管如同一条条精准的“血管”，将钻孔过程中溢出的污水引导至预先布置在施工位置侧面的排水渠中。排水渠的设计同样考究，它平行于灌浆轴线，一端封闭，另一端则与集水井相通，形成了一个完整的污水引流通道的。在这样的设计下，钻孔过程中产生的污水不再四处流淌，而是被有序地引流至排水渠，并最终汇集到集水井中。集水井内配备有高效的污水泵，这些泵体如同强大的“心脏”，将收集到的污水通过管路源源不断地输送至后续的污水处理装置。整个污水收集系统，以其精准引流、高效汇集的特点，为后续的污水处理与循环利用奠定了坚实的基础。

1.2 污水处理装置

污水处理装置是帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的核心部分，采用了物理、化学等多种处理手段，以实现污水中杂质、有害物质的有效去除。在物理处理方

面，常见的工艺包括离心分离和动态过滤等。离心分离利用离心力将污水中的固体颗粒与液体分离，而动态过滤则通过滤网的过滤作用，进一步去除污水中的悬浮物和杂质。这些物理处理手段能够有效地去除污水中的大部分固体污染物，为后续的化学处理创造有利条件。在化学处理方面，污水处理装置会根据污水的具体成分和污染程度，加入适量的化学药剂进行净化。这些化学药剂能够与污水中的有害物质发生化学反应，生成沉淀或气体等易于去除的产物，从而进一步降低污水的污染程度^[1]。经过物理和化学处理的污水，其水质将得到显著提升，满足后续循环利用或排放标准的要求。处理后的清水与污泥分别进入清水池和污泥池，清水池内的清水清澈透明，通过管路输送至蓄水池供施工使用；而污泥池内的污泥则经过浓缩、脱水等处理后，通过运污车运至指定处理站进行无害化处理或资源化利用。

1.3 循环利用系统

循环利用系统是帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的最终环节，也是实现水资源最大化利用和绿色施工的关键所在。该系统通过蓄水池、泵体、送水管等设备的有机结合，将处理后的清水回用于钻孔降温、设备清洗等施工环节，从而实现了水资源的循环利用。蓄水池作为清水储存的重要设施，其设计合理、容积适中，能够确保施工期间有足够的清水供应。泵体则安装在蓄水池内，通过下潜式的设计，能够稳定地将清水输送至送水管中。送水管连接着地质钻机和其他需要用水的设备，将清水准确地输送至各个用水点。在钻孔过程中，泵体通过送水管将蓄水池内的清水回输给地质钻机，用于钻头降温 and 开孔时的喷水降温。这样，不仅减少了施工过程中的新鲜水消耗量，还降低了施工成本。由于清水得到了循环利用，也减少了污水的排放量和处理成本，实现了节水减排、绿色施工的目标。

2 帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的设计方案

2.1 系统布局

系统布局是帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统设计的基础，它直接关系到整个系统的运行效率和效果。在设计过程中，必须充分考虑施工现场的实际情况，包括廊道的尺寸、地质条件、施工设备以及周边环境等因素。（1）引流管的布置应紧密贴合钻孔位置，确保钻孔过程中溢出的污水能够迅速、准确地被引流至排水渠。排水渠的设计应平行于灌浆轴线，且保持一定的坡度，以便污水能够顺畅地流向集水井。集水井的位置应选择在于污水泵安装和操作的区域，同时要保证其容积足够大，能够容纳施工期间产生的所有污水。（2）污水处理装置应布置在集水井附近，以便于污水的输送和处理。装置的设计应考虑处理工艺的要求，确保污水能够得到充分、有效的净化^[2]。处理后的清水应通过管路输送至蓄水池，而污泥则应被收集并运送至指定处理站进行无害化处理。

2.2 设备选型

设备选型是帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统设计的关键环节，必须根据处理水量、水质要求及处理工艺等因素进行综合考虑。（1）污水泵作为污水收集系统的核心设备，应具有足够的扬程和流量，以确保污水能够顺利输送至污水处理装置。污水泵的选型还应考虑其耐腐蚀性、耐磨性以及运行稳定性等因素，以确保其能够适应施工现场的恶劣环境。（2）污水处理装置的选型应根据污水的成分、污染程度以及处理要求等因素进行确定。装置应具备高效、稳定的处理能力，能够满足施工期间对污水的处理需求。装置还应具备操作简便、维护方便等特点，以便于施工人员的操作和管理。（3）蓄水池和清水池的选型应根据施工用水量和处理后的清水量进行确定。水池的容积应足够大，以满足施工过程中对清水的需求。水池的结构设计应考虑其坚固性、耐久性以及防渗性能等因素，以确保其能够长期使用而不出现渗漏等问题。

3 帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的技术创新研究

3.1 污水收集系统的创新

3.1.1 新型污水沟设计

在传统的帷幕灌浆施工中，污水沟通常采用砖砌或混凝土浇筑而成。然而，这种传统设计方式存在诸多弊端，如易渗漏、易堵塞、维护困难等。为了解决这些问题，本系统采用了新型的塑料污水沟设计。塑料污水沟具有耐腐蚀、耐磨损、不易堵塞等优点，其光滑的内壁能够有效减少污水的滞留和沉积，从而降低堵塞的风

险。此外，塑料污水沟的安装极为方便，可以根据实际需要进行拼接和调整，大大提高了施工的灵活性和效率。这种新型污水沟的设计，不仅解决了传统污水沟的弊端，还为污水的顺畅收集提供了有力保障。

3.1.2 优化污水泵的选型和布置

污水泵作为污水收集系统的核心设备，其选型和布置直接关系到系统的运行效率和效果。在传统的系统中，污水泵的选型和布置往往缺乏科学依据，导致泵体效率低下、能耗高、易堵塞等问题。为了优化污水泵的选型和布置，本系统首先根据帷幕灌浆廊道内污水的流量和扬程要求，选择了合适的污水泵型号。通过合理布置污水泵的位置，使其能够有效地将污水从污水沟中抽出，并避免出现死角和堵塞等问题。这种优化措施不仅提高了污水收集的效率，还降低了系统的运行成本和维护难度。

3.2 污水处理系统的创新

3.2.1 多级沉淀池设计

传统的沉淀池通常采用单级设计，其处理效果有限，往往无法满足高标准的排放要求。为了解决这个问题，本系统采用了多级沉淀池设计。多级沉淀池通过逐级沉淀的方式，能够有效地去除污水中的悬浮物和杂质。每一级沉淀池都扮演着不同的角色，前级主要去除大颗粒的悬浮物，后级则进一步细化处理，去除更小的颗粒和杂质。这种设计不仅提高了处理效果，还减小了沉淀池的占地面积，使得整个系统更加紧凑和高效。

3.2.2 优化过滤器的结构和滤料

在污水处理系统中，过滤器的效能是确保处理质量的关键因素。针对传统过滤器存在的过滤面积有限、滤料选择不合理等问题，本系统进行了全面优化。我们采用了先进的箱式压滤机作为核心过滤设备，该设备以其小巧的体积和易于安装的特点，显著提升了系统的灵活性和适用性。为了进一步提高过滤效率，我们对过滤器的内部结构进行了精心设计，通过优化流道布局和增加过滤面积，实现了更高的污水处理能力。根据污水的具体成分和污染程度，我们精心选择了合适的滤料进行填充，如石英砂、活性炭等，这些滤料具有良好的吸附和过滤性能，能够有效地去除污水中的悬浮物、有机物和重金属等有害物质。

3.2.3 采用先进的消毒技术

在传统的系统中，消毒方式通常采用氯化物等化学消毒剂进行处理，这种方式虽然有效但存在二次污染的风险。为了解决这个问题，本系统采用了先进的紫外线消毒技术。紫外线消毒技术具有消毒效果好、无二次污

染等优点。通过紫外线灯管的照射作用，能够破坏污水中微生物的DNA结构，从而达到杀菌消毒的目的。这种消毒方式不仅安全环保，还降低了运行成本和维护难度。

3.3 排放系统的创新

3.3.1 智能排放控制技术

在传统的排放系统中，排放口的开度往往由人工进行控制，这种方式存在操作不便、控制不精确等问题。为了解决这个问题，本系统采用了智能排放控制技术。智能排放控制技术通过传感器实时监测处理后的污水水质和流量情况，并根据设定的参数自动调整排放口的开度。这种控制方式不仅提高了排放的精确性和稳定性，还实现了远程监控和管理功能。通过智能排放控制技术，可以实时掌握系统的运行状态和排放情况，为系统的优化调整提供了有力支持。

3.3.2 优化排放管道的设计和布置

排放管道的设计和布置是排放系统中的重要环节，在传统的系统中，排放管道往往存在设计不合理、布置混乱等问题，导致污水排放不畅、易堵塞。为了优化排放管道的设计和布置，本系统充分考虑了地形、地貌、水流方向等因素。通过合理设计管道的走向和坡度等方式，确保了污水的顺畅排放。在管道的关键部位设置了检查井和清淤口等设施，便于后期的维护和管理。这种优化措施不仅提高了排放效率，还降低了系统的运行成本和维护难度。

3.3.3 环保与可持续性考虑

在帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的设计中，环保与可持续性是不可忽视的重要因素。本系统通过采用先进的处理技术、优化设备选型和布置等方式，实现了对污水的有效处理和循环利用。同时，通过智能排放控制技术和优化排放管道设计等措施，确保了污水的合规排放和对环境的影响最小化。这些创新点不仅提高了系统的运行效率和效果，还为实现绿色施工和可持续发展提供了有力支持。

4 集中排污净化系统的实际应用效果

4.1 显著提升施工效率

在水利水电施工过程中，帷幕灌浆廊道作为关键施工区域，其作业环境对施工进度有着直接影响。传统模式下，污水随意排放不仅污染了施工区域，还严重阻碍了施工进度。而集中排污净化系统的引入，彻底改变了

这一状况。该系统通过高效的污水收集与处理机制，确保了廊道内污水的即时清除，避免了污水对施工操作的干扰，从而显著提升了施工效率。此外，系统的高效运行还减少了因污水问题导致的停工待料现象，进一步缩短了工期，降低了施工成本。

4.2 有力保护环境

环境保护是当今社会发展的重要议题，水利水电工程作为基础设施建设的重要组成部分，其环保性能尤为重要。集中排污净化系统的应用，正是对环保理念的积极响应。该系统通过先进的处理工艺，能够有效去除污水中的悬浮物、有机物、重金属等污染物，使处理后的水质达到或优于国家排放标准。这不仅减少了对周边河流、湖泊等水体的污染，还保护了施工区域及周边的生态环境，为水利水电工程的可持续发展奠定了坚实基础。

4.3 有效降低处理成本

相较于传统的分散排放方式，集中排污净化系统在处理成本上具有明显优势。一方面，该系统通过优化设备选型和布置，提高了处理效率，降低了能耗；另一方面，系统的自动化、智能化设计减少了人工干预，降低了人力成本。此外，系统维护方便，易于操作，进一步降低了运行成本。综合来看，集中排污净化系统的应用，不仅提升了污水处理效果，还实现了经济效益的最大化。

结语

帷幕灌浆廊道内集中排污净化系统的研制与应用，是水利水电工程建设中的一项重要创新成果。该系统的成功应用，有效解决了帷幕灌浆廊道内污水排放难题，提高了施工效率，保护了环境，降低了处理成本，具有良好的社会效益。在今后的工程建设中，应进一步推广和应用该系统，不断完善其技术性能和运行管理水平，为水利水电工程建设做出更大的贡献。

参考文献

- [1]张晨.污水处理设施建设的研究与探讨[J].建筑·建材·装饰,2020(11):155,158.
- [2]吴炜,孙正.双液灌浆在某水电站防渗帷幕工程中的应用[J].山西建筑,2024,50(15):86-89.
- [3]陈方平,韩用伟,吴扬.论述廊道内灌浆施工优缺点[J].建材与装饰,2019(51):302-303.