

基于水利水电项目的砂石加工技术优化探讨

纵杰

中国水利水电第八工程局有限公司，湖南长沙，410002；

摘要：近年来，许多大型、特大型水利水电项目陆续启动。此类项目工程量大，工期长，技术要求高，砂石用量大，对砂石的级配、颗粒形状、含泥量等质量标准要求也十分严格。本文就围绕水利水电项目，对砂石加工技术的优化展开深入分析，旨在为今后的水利水电项目的可持续发展奠定基础。

关键词：水利水电；砂石加工；技术优化

DOI：10.69979/3060-8767.25.10.040

引言

砂石作为混凝土等重要建材的重要组成成分，其品质的好坏关系到混凝土的强度、耐久性及稳定性，会影响到整个水利水电项目的安全性。目前，我国水利水电项目砂石加工生产中，仍然沿用传统工艺及设备，存在加工效率低下、砂石品质不稳定、资源利用率低、环境污染严重等问题。因此，分析如何优化水利水电工程的砂石加工技术，提高水利水电项目的建设质量，具有重要的现实意义。

1 砂石加工技术在水利水电项目中的重要性

1.1 保障工程质量

在水利水电工程中，混凝土是使用最多的一种材料，其中砂石是主要骨料，其用量约为70-80%。砂石的品质对混凝土的强度、抗渗性和抗冻性等性能有很大的影响。高质量的砂石可以改善混凝土的密实度与稳定性，提高其承载力与耐久性能，对保证水利水电工程的安全性与服役寿命具有重要意义。采用先进稳定的砂石处理工艺，可以保证砂石的质量满足设计的需要，从而保证水利水电工程的施工质量。

1.2 确保工程进度

水利水电项目工期长，工程量大，需要大量的砂石，并要求其持续稳定的供给。若砂石加工技术不够先进，生产效率不高，会导致砂石产量无法满足工程建设的需求，从而导致施工中断，影响项目的进度。而优化后的砂石加工技术可以有效地提高砂石的处理效率，提高砂石的产量，保证砂石的按时供给，为项目的顺利进行提供保障。

1.3 降低工程成本

在水利水电项目施工过程中，砂石生产成本占很大

比例，主要由原材料采购、设备购置和维修、能源消耗、人工等费用构成。通过对砂石加工技术的优化，可以有效地减少各种成本。通过对生产过程的优化，一方面可以提高砂石的成材率，减少原料的损耗，降低原料的购买成本；另外，采用高效节能的加工设备和技术，可以减少能耗和设备维修费用，还可以提高生产率，降低劳动力的投入，降低由于砂石加工质量问题引起的施工返工及养护费用，从而进一步降低整个水利水电工程的施工成本。

1.4 保护生态环境

传统的砂石生产工艺具有扬尘、噪声和污水排放等影响，对周围的空气、水、土及生态环境会产生严重的危害。而砂石处理技术的优化，则是将先进的环保思想和技术融合在一起，通过使用密闭的破碎车间、安装高效除尘设备、建设废水循环利用系统、安装隔音设施等手段，可以对粉尘、噪音和废水污染进行有效的控制，降低砂石加工对生态环境的冲击，使水利水电项目建设和生态环境实现和谐发展。

2 水利水电项目砂石加工技术优化方向

2.1 资源利用优化

原材料的合理选用，在进行砂石加工处理时，要按照项目对砂石骨料的品质要求，选用合适的原材料。应选用硬度适中，成分稳定，无任何有害成分的花岗岩，石灰岩，玄武岩等岩石为原材料。在此基础上，要加强对原料资源的勘查与评价，掌握原料的分布状况、储量及质量状况，制订合理的开发计划，以提高原料的开发利用效率。同时优化破碎工艺。粉碎过程是决定资源利用效率的重要因素。要对破碎工艺进行优化，依据物料特性及粒度需求，采取多级破碎、多级筛分的方法，改善破碎效果，改善产品粒径分布均匀性。比如，坚硬岩

石可以用颚式破碎机实现粗粉碎，而用锥形破碎机实现中粉碎、细粉碎；针对坚硬程度不高的岩体，可以用反震式破碎机实现粗破碎、中破碎、垂直冲击成砂。在此基础上，对粉碎装置的出料口进行适当的调节，以保证粉碎后的颗粒大小满足下一步生产的需要，从而降低废料、尾砂的产量。此外，也要充分利用好废料及尾砂，提高资源利用率。废料可以用来做路基填料，堤坝护坡，也可以用来做混凝土骨料；尾砂可以用来生产加气混凝土，空心砖，水泥等。比如，在某水利工程中，利用砂石处理后的废石回填坝体，既可减少弃石堆积，又可降低工程成本，一举两得。

2.2 能耗控制优化

可以选择高效节能的设备，节能降耗的关键在于选择节能的粉碎、筛分、制砂和洗砂设备。在选择设备时，要注意选用低能耗、高效率和稳定的新机型，例如：颚式破碎机、锥形破碎机、竖轴冲击式制砂机等。这些设备采用了先进的设计理念和制造工艺，破碎效率高，能耗低，噪音小。还要优化设备运行参数，在设备进行操作时，要结合材料特性及生产需要，对粉碎设备的转速、振幅、频率等操作参数进行优化，保证设备在最优工作状态下工作，从而提高设备的工作效率，减少能源消耗。比如，在粉碎过程中，适当增大粉碎装置的速度与幅度，可有效地提高粉碎效果，但也会增大能量消耗，故应针对具体条件，对其进行合理调节，寻求能量与效率之间的平衡点。节能技术的应用也十分有必要，比如，对破碎、筛分和输送装置中的电机，利用变频技术进行速度调节，使其能够随生产负载的改变而调节电机的速度，从而达到按需要供给能量，减少能源消耗。同时还可以利用废热回收技术，利用破碎机、制砂机等设备产生的废热，对生产用水或采暖进行供热，降低能耗。此外水资源的循环利用也十分重要。通过采用沉淀池、过滤池等设备对洗砂废水进行处理，除去其中的泥沙、杂质及有害物质，处理后的污水可重新用于洗砂，实现水资源的循环利用。同时，应加强对水资源的管理，制定合理的用水计划，避免水资源的浪费。据测算，采用水资源循环利用技术后，砂石加工的单位水耗可降低 50% – 70%。

2.3 环境保护优化

控制粉尘，在砂石加工过程中，粉尘治理是一个重要的问题。为降低生产过程中的粉尘污染，必须采取有效的防治措施。在粉碎、筛分和运输过程中，可以采用封闭的防尘罩，以防止灰尘泄漏；在输送材料时，使用

密闭的交通工具，或者在输送皮带上安装防尘装置，以降低粉尘的飞扬。在施工现场还可以利用，喷雾降尘、布袋除尘、静电除尘等除尘设施，对所排出的粉尘进行收集、处理，降低对环境的影响。

噪音防治，在砂石加工中，噪声治理也是一项重要的工作。为减少设备在使用中所引起的噪音，必须采取有效的降噪措施。在设备选择上，要选用噪音小的设备；在设备安装时，要采取减振降噪措施，以降低设备的振动及噪音。如在破碎机和制砂机等设备底座上加装减震衬垫，并将隔音材料包覆在设备壳体上，可以有效地降低其噪音。同时，要对砂石加工处理环境的布置进行合理的规划，使高噪音的设备尽量远离住宅、办公区域，以降低噪音对周围环境的影响。

污水处理，在冲砂作业中，要运用先进的污水处理工艺，对洗砂污水进行处理，确保污水达标排放或循环利用。污水的处理主要有沉淀法、过滤法、吸附法和氧化还原法等。如：利用沉淀槽对洗砂水进行预处理，除去水中的泥沙、杂质等；采用过滤池对沉淀池出水进行进一步处理，除去水中的细颗粒及悬浮物；采用活性炭吸附池对过滤池出水进行深度处理，去除污水中的有机物和有害物质。经处理后的废水，可按水质条件进行冲砂、绿化灌溉或直接排放。

生态复原，在对砂石进行开发利用的同时，要注重对其生态环境的保护与修复。在进行天然砂石开发时，要有科学的开发计划，以防止对河流的生态环境造成过大的破坏；在采矿完成后，要及时清理、整治河道，使其具有良好的生态功能。在人工砂石加工过程中，应合理规划矿山的开采和排土场的设置，减少对地表植被的破坏；在开采和加工结束后，应及时对矿山和排土场进行覆土绿化，恢复生态环境。如某水利水电工程，在自然采砂完成后，通过清理、疏浚、栽植水草等措施，使河流的生态环境得到恢复，提高生态环境。

2.4 产品质量优化

首先强化原材料的质量管理，原材料的好坏直接关系到砂石骨料的质量。要强化原材料的质量管理，制定健全的原材料质量检测体系，严格检查原材料的化学组成、物理性能和粒度分布，保证原材料的质量达到项目的要求。在生产、运输时，要防止原材料被污染，不能混入其他物质；原料贮存时，要采取有效的保护措施，防止原料受潮变质。其次优化工艺参数。生产过程中的各种因素对砂石骨料的品质有很大的影响。在生产过程中，要结合原材料的特性及工程对砂石骨料的品质需求，对破碎、筛分、制砂、洗砂等工艺条件进行优化，以保

征砂石骨料的粒度、级配、含泥量、石粉含量等各项性能指标达到标准。如：粉碎时，适当调节粉碎装置的出料口大小及粉碎率，实现粉碎后原料颗粒大小的控制；在筛选时，要对筛网孔径、筛选效率进行适当的控制；制砂时，通过对制砂机转速、进料量及粉碎室形状的适当调节，对砂颗粒的形状及石粉含量进行控制；在冲洗时，要注意冲洗时间、冲洗水量，并对砂子中的含泥量进行控制。然后加强产品质量检验，为了保证砂石骨料的质量，必须强化产品的质量检测。要建立健全砂石骨料质量检测体系，并对其进行实时监测。在施工期间，要对砂石骨料的粒径、级配、含泥量和石粉含量等进行定期取样检查，以便及时发现问题，并采取相应的对策。同时，要强化产品的可追踪性，对生产批次、原材料来源、工艺参数、检测结果等进行记录，以保证产品的可追踪性。最后要优化改进产品粒形，砂石骨料的颗粒形状直接关系到混凝土的工作性、强度及耐久性。应采用先进的制砂设备和工艺，改进砂石骨料的粒形，提高砂石骨料的圆形度和棱角性。如采用立轴冲击式制砂机，利用石打石或石锤的粉碎原理，生产出颗粒形状好，棱角少的砂石；在制砂工艺中，通过合理地调节粉碎室的形状及进料量，对砂子的粒度形状也有一定的改善作用。在施工过程中，要注意对砂石骨料的粒度进行检查与控制，以保证其颗粒形状满足设计要求。

2.5 自动化水平优化

采用自动化控制系统，为了进一步提高砂石加工自动化水平，必须引入自动化控制系统。该自动控制系统能够对砂石加工进行自动监测与控制，包括起停控制，运行参数调节，故障诊断与报警等。利用该自动控制系统，可以实现对物料进料量，破碎设备电流，电压，温度，筛分设备的振幅、频率，洗砂设备的水量、水质等多种数据的实时采集，通过对上述数据的分析与处理，使设备的操作参数能够按照生产的需要而自动调节，保证生产工艺的平稳运转，提升生产效率和生产质量的稳定性。

应用物联网技术，通过建立基于物联网的砂石处理系统，为砂石处理的智能化管理提供全新的途径。将传感器、RFID等物联网技术应用于砂石加工中，实现对砂石加工运行状态、生产工艺、原材料及产品等的实时监测，并将其传送至物联网平台，对加工过程进行实时

的分析与处理。物联网技术能够对生产过程实施实时监测与管理，实现设备的远程诊断和维护、原料和产品的追溯管理、生产计划的优化调度等功能。比如，利用物联网技术对破碎机的轴承温度、振动等参数进行实时监测，一旦参数超出一定范围，就会产生警报，提醒维护人员采取措施，防止故障进一步扩大。

引进人工智能技术，利用人工智能技术，可以使砂石生产的自动化、智能化水平得到更大的提高。通过利用人工智能算法，对海量生产数据的分析与学习，构建生产工艺的数学模型，对各工艺参数的变化趋势进行预测，进而对设备的操作参数进行动态调节，达到最优控制。比如，利用人工智能算法，能够根据原料特性、颗粒大小的变化，对粉碎装置的进料口大小及粉碎比例进行自动调节，保证粉碎后的颗粒大小满足设计要求；该方法能够在满足市场需求及产品品质的前提下，对生产计划进行自动优化，从而提升企业的生产率与品质稳定性。与此同时，将人工智能技术应用到砂石生产设备的故障诊断与预报中，通过对设备运行数据的分析与学习，构建设备故障诊断模型，对可能发生的故障进行预警，提前做好防范与维修，提升设备的可靠性与服役寿命。

3 结语

优化砂石加工技术对提升整个水利水电工程的建设质量具有重要的意义。通过对资源利用、能耗控制、环境保护、产品质量、自动化水平等五个方面的综合优化，可以有效的提高砂石加工工艺，在保证项目质量和进度的同时，降低成本，达到生态保护的目的。目前，我国的水利水电建设正朝着规模化、智能化和绿色化方向发展，对砂石工艺的要求也在不断提高。未来，需要进一步加强多学科的交叉融合，完善产业标准，促进该技术向高效、低碳、智能方向发展，为我国水利水电的可持续发展提供保障，服务于我国能源和水资源安全战略的实施。

参考文献

- [1] 房奎圳. 新型砂石骨料加工设备在水利工程中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2023(5): 142-144.
- [2] 李蔚. 水利水电工程砂石骨料加工技术研究 [J]. 水利建设与管理, 2020(5): 45-48.
- [3] 郎冠英. 砂石骨料加工系统优化设计探讨 [J]. 中国水运(下半月), 2021, 21(7): 175-177.