

砂石工厂绿色生产模式构建与实践探索

程旭东

中国水利水电第八工程局有限公司 湖南 长沙 410000

摘要：本文探讨了砂石工厂绿色生产模式的理论基础、构建策略及实践探索。文章首先概述了绿色生产、循环经济和清洁生产理论在砂石工厂中的应用，分析了当前砂石生产中的资源消耗和环境问题。随后提出了源头减量、过程控制、末端治理和能源管理等绿色生产模式的构建策略，并通过两个具体案例展示了这些策略在实践中的应用成效。研究表明，实施绿色生产模式能够显著提高资源利用效率、减少环境污染，同时为企业带来经济效益，为砂石行业的可持续发展提供了有力支持。

关键词：砂石工厂；绿色生产模式；构建策略；实践成效

引言：砂石作为建筑行业的重要原材料，其生产过程中存在的资源浪费和环境污染问题日益受到关注。传统砂石工厂的生产模式往往以高能耗、高排放为代价，不仅加剧了资源短缺，还对生态环境造成了严重破坏。因此，构建绿色生产模式，实现砂石工厂的绿色发展，已成为行业的迫切需求。本文旨在探讨砂石工厂绿色生产模式的理论基础、构建策略及实践探索，以期为砂石行业的可持续发展提供有益参考。

1 砂石工厂绿色生产模式相关理论基础

1.1 绿色生产理论概述

绿色生产是一种综合考虑环境影响和资源效率的现代生产模式，其核心在于将环境保护理念贯穿于产品生产的全生命周期，从原材料获取、产品制造、使用直至报废处理的各个环节，最大限度地降低对环境的负面影响，同时提高资源利用效率。绿色生产涵盖了绿色设计、绿色工艺、绿色包装、绿色回收等多个方面，强调在满足生产需求和经济效益的前提下，实现与生态环境的和谐共生。它不仅是应对全球资源短缺和环境恶化的重要举措，也是企业提升竞争力、实现可持续发展的必然选择。

1.2 循环经济理论与砂石生产

循环经济以“减量化、再利用、资源化”为原则，通过建立资源-产品-再生资源的反馈式流程，实现资源的高效利用和废弃物的最小化排放。在砂石生产中，循环经济理论具有重要的指导意义。一方面，可通过优化开采工艺，减少矿石开采过程中的资源浪费，实现资源的减量化；另一方面，对砂石生产过程中产生的尾矿、废石等废弃物进行再利用，例如将尾矿加工成建筑骨料、道路基层材料等，或将废石用于矿山回填，实现废弃物的资源化^[1]。此外，循环经济还强调产业间的协同发展，通过构

建砂石产业与其他相关产业的生态链，实现资源的循环共享，进一步提高资源利用效率，降低生产成本。

2 砂石工厂生产现状及环境问题分析

2.1 砂石工厂生产工艺流程

砂石工厂的生产流程主要包括矿山开采、破碎、筛分、洗选等环节。在矿山开采阶段，通常采用爆破、挖掘等方式获取矿石；破碎环节利用破碎机将大块矿石破碎成较小颗粒；筛分过程通过振动筛等设备将不同粒度的砂石进行分级；洗选则是通过水洗等方式去除砂石中的泥土、杂质，提高砂石质量。以某中型砂石工厂为例，其每日矿石开采量约为5000吨，经过破碎、筛分和洗选后，可生产出符合建筑用砂标准的成品砂3000吨左右。然而，这一生产流程中存在诸多资源浪费和环境问题。

2.2 砂石生产过程中的资源消耗分析

砂石生产过程中资源消耗巨大，主要体现在矿石资源、水资源和能源三个方面。在矿石资源方面，由于开采技术和管理水平的限制，矿石开采过程中存在大量的贫化和损失现象。据统计，我国部分砂石矿山的矿石损失率高达15%-20%，造成了严重的资源浪费。水资源消耗同样不容忽视，砂石洗选过程中需要大量的水来清洗砂石，每生产1吨成品砂约需消耗3-5吨水，且部分工厂对洗砂废水处理不当，导致水资源的二次浪费。在能源消耗上，破碎、筛分等设备的运行需要消耗大量电力，据测算，砂石生产企业的电力成本占总成本的20%-30%。

2.3 砂石生产对环境的影响

砂石生产对环境造成的负面影响主要包括生态破坏、环境污染和地质灾害隐患。在生态破坏方面，矿山开采导致植被破坏、水土流失，改变了原有的生态系统结构和功能，破坏了生物多样性。环境污染方面，生产过程中产生的粉尘、噪声、废水和废渣对周边环境造成

严重污染。其中,粉尘污染最为突出,破碎、筛分等环节产生的大量粉尘,不仅影响工人的身体健康,还会导致周边空气质量下降;噪声污染则给周边居民的生活带来困扰;洗砂废水若未经处理直接排放,会污染地表水和土壤;尾矿、废石的随意堆放占用大量土地资源,且存在滑坡、泥石流等地质灾害隐患^[2]。

3 砂石工厂绿色生产模式构建

3.1 源头减量

在砂石生产的源头,即矿山开采环节,通过采用先进的开采技术和合理的开采方案,是实现资源高效利用和源头减量的关键所在。生态爆破技术作为一种前沿手段,其核心在于通过优化爆破参数,精准控制炸药的用量、装药结构以及起爆顺序。采用分段微差爆破方式,能够有效分散爆破能量,减少爆破振动对周边岩体的影响,同时降低飞石的产生概率,极大程度降低对周边生态环境的破坏。在实际应用中,某大型砂石矿山引入生态爆破技术后,周边居民反馈的爆破振动不适感明显降低,同时矿石采出率显著提升,矿石损失率从传统开采方式下的15%-20%降低至5%-8%,每年可多采出优质矿石数十万吨,有效减少了资源浪费。低扰动开采技术同样发挥着重要作用,它避免了大规模的山体开挖,采用分层分段的开采方式,尽可能保留山体原有植被,减少了因开采活动引发的水土流失问题。另外,加强矿山规划和管理至关重要,通过科学运用地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)等技术,精确确定开采边界和开采顺序,能够使矿石资源的回采率大幅提高,进一步实现资源的源头减量目标。

3.2 过程控制

在砂石生产过程中,引入先进的生产设备和工艺是加强对粉尘、噪声和废水控制的核心举措。圆锥破碎机、振动筛等高效破碎筛分设备,凭借其独特的结构设计和工作原理,不仅生产效率较传统设备提升30%-50%,而且能耗更低、粉尘产生量更少。以圆锥破碎机为例,其层压破碎原理使得物料在破碎腔内受到均匀挤压破碎,减少了因冲击破碎产生的大量粉尘,可使粉尘产生量降低30%-50%。从粉尘控制理论来讲,依据流体力学和颗粒运动学原理,粉尘在空气中的扩散和沉降与粉尘的粒径、密度、气流速度等因素有关。通过合理设计破碎筛分设备的密封结构和通风系统,能够有效控制粉尘的扩散。同时,配备完善的粉尘收集和处理系统必不可少,布袋除尘器利用纤维织物的过滤作用,对细微粉尘具有极高的捕集效率。根据《袋式除尘器技术要求》(GB/T 6719-2009),布袋除尘器的过滤风速、滤料材

质等参数需根据粉尘的性质和处理风量进行合理选择,以确保其除尘效率达到设计要求,能将车间内的粉尘浓度有效控制在国家规定的标准范围内,保障了工人的身体健康。针对噪声污染,根据声学原理,噪声的产生与设备的振动、摩擦等因素有关。通过在设备周围安装隔音罩、使用减震基础以及采用低噪声的电机和传动装置等措施,可降低设备振动和噪声的传播。例如,采用阻尼材料制作的隔音罩,能够吸收和反射部分噪声能量;减震基础可以减少设备振动向地面的传递,从而降低噪声水平。这些措施可使生产噪声降低20-30分贝,显著减少对周边居民生活的干扰。在废水处理方面,建立洗砂废水循环利用系统成为关键。该系统通过沉淀、过滤、絮凝等一系列工艺,首先利用沉淀池使废水中的泥沙等固体颗粒自然沉降,再经过过滤设备进一步去除细小杂质,最后通过添加絮凝剂使水中的胶体物质凝聚沉淀,处理后的废水可达到回用标准,实现废水的零排放,水资源回用率可达90%以上,既节约水资源,又避免了对周边水体的污染。

3.3 末端治理

对砂石生产过程中产生的尾矿、废石等废弃物进行综合利用,是实现废弃物资源化、推动绿色生产的重要环节。尾矿中往往含有一定量的有用成分,通过先进的选矿技术和加工工艺,可将其加工成建筑骨料、透水砖等产品。这些产品具有良好的物理力学性能和透水性,广泛应用于道路建设、园林绿化等领域。例如,某砂石工厂通过对尾矿进行再加工,每年可生产建筑骨料50万吨,不仅消化了大量的尾矿,减少了尾矿堆放占用的土地资源,还创造了数千万元的经济效益。对于废石,将其用于矿山回填可有效解决废石堆放的安全隐患问题,同时恢复矿山地形地貌;也可经过破碎、筛分等加工处理,制成路基材料,应用于道路建设工程中^[3]。另外,生产过程中产生的废渣、污泥等固体废弃物,通过采用安全填埋、焚烧等无害化处理方式,能够有效防止其对土壤、水体和大气环境造成污染。在安全填埋过程中,需严格按照相关规范进行防渗、防漏处理;焚烧处理则需配备先进的尾气净化装置,确保排放的气体符合环保标准,从而全面保障生态环境安全。

3.4 能源管理

优化砂石工厂的能源结构、提高能源利用效率,是绿色生产模式的重要组成部分。积极推广应用清洁能源,如在工厂屋顶安装太阳能光伏发电系统,利用太阳能为部分生产设备供电,具有显著的节能效果。以一座中型砂石工厂为例,安装容量为500kW的太阳能光伏发

电系统后,每年可发电约60万度,减少电力消耗10%-15%,相当于每年减少二氧化碳排放约500吨。在有条件的地区,利用风能发电也是可行的选择,风力发电机组可将风能转化为电能,为工厂生产提供绿色电力支持。同时,加强能源管理至关重要,通过建立能源监测和管理体系,运用智能电表、传感器等设备对生产过程中的能源消耗进行实时监测,借助数据分析软件对能源消耗数据进行深入分析,能够及时发现能源浪费环节。例如,通过对设备运行参数的优化,合理调整破碎机的转速、筛分设备的振动频率等,可降低设备的能耗;通过合理安排生产班次,避免设备空转和低效运行,进一步提高能源利用效率。还可采用余热回收技术,将生产过程中产生的高温废气、废水等余热进行回收利用,用于加热物料或提供生活热水,实现能源的多级利用,从而全面提升砂石工厂的能源利用效率,降低生产成本,减少对传统化石能源的依赖。

4 砂石工厂绿色生产模式实践探索

4.1 案例研究一:某砂石工厂绿色生产实践

某砂石工厂位于长江中下游地区,原生产模式存在资源浪费严重、环境污染突出等问题。为实现绿色转型,该工厂引入绿色生产模式,在源头减量方面,采用生态爆破和低扰动开采技术,矿石损失率从原来的18%降低至6%。在过程控制上,更换了新型破碎筛分设备,并安装了高效的粉尘收集系统,车间粉尘浓度由原来的50mg/m³降低至8mg/m³,达到国家环保标准;同时建立了洗砂废水循环利用系统,水资源回用率达92%。在末端治理方面,将尾矿加工成建筑骨料,年处理尾矿量达30万吨,实现了废弃物的资源化利用。通过实施绿色生产模式,该工厂每年节约矿石资源约10万吨,减少水资源消耗200万吨,降低电力消耗15%,同时减少了粉尘、废水等污染物的排放,年经济效益增加约5000万元,实现了环境效益和经济效益的双提升^[4]。

4.2 案例研究二:另一砂石工厂环保技术改造

在绿色生产模式探索中,西南山区一家砂石工厂成

功实施了环保技术改造,展现了显著的环保成效与经济效益。在能源管理领域,该工厂前瞻性地投资建设了规模为1MW的太阳能光伏发电项目,这一举措不仅减少对传统能源的依赖,每年还能供应约120万度的绿色电力,满足了工厂12%的电力需求,大大降低能源成本。针对粉尘污染问题,工厂引入了喷雾降尘与布袋除尘的双重治理技术,通过精细化调控喷雾量和布袋过滤效率,有效减少粉尘排放,使厂区周边空气质量实现了质的飞跃。在废水处理方面,工厂对既有系统进行全面升级,增加了深度处理单元,极大地提升了废水回用质量,实现了废水零排放目标。经过这一系列改造,该砂石工厂不仅能源消耗降低12%,粉尘排放量锐减60%,还通过尾矿资源的创新性利用,成功开发出一系列环保建材产品,这不仅拓宽了企业的业务范围,增强了盈利能力,更显著提升企业的市场竞争力,为砂石行业的绿色发展树立典范。

结束语

综上所述,砂石工厂绿色生产模式的构建与实践探索对于推动砂石行业的可持续发展具有重要意义。通过实施源头减量、过程控制、末端治理和能源管理等策略,砂石工厂能够显著提高资源利用效率、减少环境污染,同时实现经济效益与环境效益的双赢。未来,随着绿色生产理念的深入人心和技术的不断进步,砂石工厂的绿色生产模式将更加完善,为砂石行业的绿色发展贡献力量。

参考文献

- [1]尹杰.山区铁路自建砂石料加工厂设计探讨[J].铁路工程技术与经济,2020,35(1):17-21.
- [2]周明.机制砂石行业发展现状及对策建议[J].价值工程,2025,44(10):96-98.
- [3]张海黎.砂石加工厂环保关注要点分析[J].四川建材,2023,49(9):24-26.
- [4]刘怡蓉.绿色砂石加工厂建安工程费影响因素分析[J].价值工程,2023,42(30):56-58.