

生产建设项目弃渣减量化资源化论证方案编制研究

彭春林¹ 张少佳¹ 陈芳²

1. 中国南水北调集团江汉水网建设开发有限公司 湖北 武汉 430000

2. 湖北省水利水电规划勘测设计院有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】当前,生产建设项目弃渣场已成为各级水行政主管部门重点监督管理的对象,也是水土保持领域关注的热点。《生产建设项目水土保持方案管理办法》提出“在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的,或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的,生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证”[1]。目前弃渣减量化、资源化论证方案尚无明确的技术标准和规范。阐述了弃渣减量化和资源化的概念,探讨了减量化和资源化的关系,阐明不同类型生产建设项目弃土弃渣差异性,提出了弃渣减量化资源化论证方案的编制大纲和编制要点,并以西藏某公路项目为例,分析了弃渣减量化资源化论证的过程。为论证方案编制提供了理论依据和技术思路,对水土保持从业人员具有一定的借鉴和参考价值,并为后续从源头控制弃土弃渣产生、实现资源化利用和生态修复研究提供指导。

【关键词】水土保持;生产建设;弃渣;减量化;资源化

自生产建设项目被要求开展水土保持方案编制以来,弃渣处置和弃渣场设置成为方案编制的重点。弃渣场通常是人为活动产生土壤侵蚀的主要区域,在水土流失防治分区中具有关键地位,是水土保持监测监管的重点^[2]。近来水利部颁发了《生产建设项目水土保持方案管理办法》,其第十七条规定:“在水土保持方案确定的弃渣场以外新设弃渣场的,或者因弃渣量增加导致弃渣场等级提高的,生产建设单位应当开展弃渣减量化、资源化论证,并在弃渣前编制水土保持方案补充报告”,明确了新时期水土保持工作监督管理的重点之一,即对弃渣场情况的重视和监管^[3]。

实现弃渣的减量化资源化是减少弃渣场占地扰动、控制水土流失最有效的措施之一;同时,也是落实“无废城市建设”的重要举措^[4]。多余弃渣的产生通常贯穿于生产建设项目的全生命周期,从前期阶段的不合理设计^[5],到施工阶段的落后或不合规的施工方法、技术和工艺,再到利用阶段的弃渣没有分类清运等问题,都导致了大量弃渣的产生和后期利用的困难^[6]。此外,由于弃渣的处置和管理不够明确,导致水土保持方案中的弃渣场设置不能按方案落实,弃渣场变更频繁。因此,生产建设项目的各个阶段优化设计,以及按规划施工以减少弃渣产生十分必要^[4]。

目前,弃渣资源化减量化主要是在水土保持方案编制阶段进行[7]。《管理办法》规定的生产建设单位应当开展弃渣减量化资源化论证的情形,是对生产建设项目弃渣后期综合利用的再次优化完善,是对全过程水土保持管理的强化。因此,开展弃渣减量化、资源化论证具有重要意义。

在弃渣减量化、资源化论证报告编制方面,缺乏相关技术标准和规范文件;其编制框架和成果要求,尚无水利部门的具体依据。本文根据多年行业经验和生产实践,拟定编制大纲,提出编制要点,并以西藏某公路项目为实例,探讨该项目的弃渣组成和利用潜力,以供水土保持相关从业人员进行借鉴和参考,推动水土保持行业实践与发展。

1 弃渣减量化、资源化的理论基础

1.1 弃渣的定义和分类

弃渣是指在生产建设项目中产生的废弃物或剩余物质,通常是在土地平整、挖掘、爆破、挖掘等施工过程中产生的,主要包括土方和石方,严格来说为土、石、渣、泥浆、建筑拆除物及其混合物等^[8]。

按弃渣的物理性质及来源分类,可分为土方、石方,并可续分为表土、清淤方、清基方、基础开挖土方、砂料、石料(包括砾石、碎石、块石、片石、浆砌石拆除方等)、混凝土拆除方等,可根据项目实际情况具体划分。

1.2 减量化、资源化的概念

减量化、资源化目前是我国固体废物污染防治所遵循的基本原则。其首次在法律中提出,是在《循环经济促进法》(2009年1月1日起施行)第二条:“本法所称循环经济,是指在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称”。《固体废物污染环境防治法》于2020年4月29日修订后,新增规定:“固体废物污染环境防治坚持减量化、资源化和无害化的原则”;同时,新增了“建筑垃圾”专门规定,“县级以上地方人民政府应当制定包括源头减量、分类处理、消纳设施和场所布局及建设等在内的建筑垃圾污

染环境防治工作规划”。因此，弃渣减量化、资源化是落实《固体废物污染环境防治法》的重要途径，也是推行循环经济、落实“无废城市建设”的重要举措。

1.3 减量化、资源化的关系

减量化是指在生产、使用和处理过程中减少资源的消耗和浪费，以实现可持续发展的目标。在生产建设项目弃渣处置过程中，可通过优化线路减少土石方，优先采用本项目产生的弃渣回填提高挖方利用率、运输环节控制^[9]等手段，减少弃渣的产生、从而降低土石方资源的消耗和浪费，侧重于源头预防消减，即“产生前减量”，是最为经济高效、环境友好的固废处理方式。

资源化则是指将废弃物或副产品转化为有用的资源，以实现资源的再利用和循环利用。例如，可以将已产生的弃土进行造景、绿化、复垦等，废弃砂石料可制成混凝土制品、无机混合料、再生骨料产品等，来实现资源化，侧重于后期综合利用，即“产生后减量”。

减量化和资源化是两个不同的概念，但它们之间存在密切的联系。因此，减量化和资源化可以相互促进、相互依存。通过减量化，可以降低资源的消耗和浪费，为资源化创造条件；而通过资源化，可以将废弃物转化为有用的资源，实现对资源的有效回收和再利用，从而实现减量化的目标。由于减量化、资源化这种密不可分的特性，故弃渣减量化、资源化论证报告中可对各类减量化、资源化措施不作明确区分。

2 生产建设项目弃渣概述

2.1 不同类型项目弃渣概况

根据已有研究及调查成果，自“十五”以来，我国每 5 年由生产建设项目产生的弃土弃渣量均接近 100 亿 t，加之原有的存量，弃土弃渣总量超过 400

亿 t^[10]。笔者从 2017 至 2020 年之间水利部批复的 292 个水土保持方案报告中，筛选并统计共计 59 个大型项目水土保持弃渣场变更项目的弃土弃渣及占地概况（表 1），通常弃渣场补充变更阶段的设计深度较方案编制阶段更深，数据更具有准确性和代表性。

从项目类型和弃渣场数量来看，线型项目通常涉及更长的线路，因此需要更多的弃渣场来处理施工过程中产生的弃渣。例如，铁路项目有 35 个样本，弃渣场数量达到 2285 个，平均一个铁路项目具有 65 个弃渣场，而点型项目如机场和水库的弃渣场数量相对较少，平均 1 个项目仅设置 3 个弃渣场。

从单个弃渣场的平均面积和堆渣量来看，点型项目如水利枢纽的单个弃渣场平均面积为 9.64hm²，平均堆渣量高达 285.93 万 m³，而线型项目如铁路的单个弃渣场平均面积为 3.60 hm²，平均堆渣量为 25.30 万 m³，反映了点型项目弃渣在空间利用上的紧凑性，而线型项目则具有更长的线路来调配土石方，以及更大的空间来处理弃渣。同时，从单个弃渣场平均堆渣量来看，水利项目中的水利枢纽和河道整治工程单个渣场堆渣量远远大于其他类型项目，表明水利建设项目的弃渣场等级通常更高，可能更需要关注弃渣场的稳定性和安全问题。

从项目单位占地面积产生的弃方量和弃渣场面积占项目占地面积比例来看，公路、铁路和河道整治平均每公顷占地产生弃方量最高，分别为 11.47 万 m³、1.10 万 m³ 和 1.41 万 m³；弃渣场面积占项目面积的 14.60%、15.66%、和 19.44%，这表明以上三类项目单位面积弃渣产生量较高，可能需要更有效的弃渣处理策略，更需要关注土石方和弃渣优化问题。

表 1 水利部批复的不同类型生产建设项目弃渣和占地概况

项目类型		样本数量	项目总占地	弃渣场数量	弃渣场占地	弃渣场方量 (松方)	单个弃渣场平均面积	单个弃渣场平均堆渣量	平均单位占地面积弃方量	弃渣场面积占项目占地面积比例
		/个	/hm ²	/个	/hm ²	/万 m ³	/hm ²	/万 m ³	/万 m ³ ·hm ⁻²	/%
点型	机场	2	371.76	9	12.55	129.03	1.39	14.34	0.35	3.38
	水库	2	957.05	3	34.33	62.03	11.44	20.68	0.06	3.59
	水利枢纽	3	14334.38	20	192.79	5718.54	9.64	285.93	0.40	1.34
	公路	2	1179.16	59	172.11	1727.64	2.92	29.28	1.47	14.60
	铁路	35	52556.21	2285	8228	57805.55	3.60	25.30	1.10	15.66
线型	灌区	8	10547.18	511	854.87	3953.76	1.67	7.74	0.37	8.11
	河道整治	1	1671.82	16	325.04	2358.91	20.32	147.43	1.41	19.44
	输水	2	2366.69	23	51.87	276.54	2.26	12.02	0.12	2.19
	引调水	4	28889.08	312	845.12	2908.28	2.71	9.32	0.10	2.93
合计		59	112873.33	3238	10716.68	74940.28	3.31	23.14	0.66	9.49

2.2 弃渣主要来源

建设项目中弃渣的最大来源通常是土石方工程，尤其是在基础设施建设如道路、隧道、桥梁、大坝等工程中。由于地形条件的影响，在山区和丘陵地带的建设项目往往需要通过隧道、路堑以及桥梁等线性工程来穿越。这些工程在施工过程中会产生大量的开挖土石方。受限于地形，许多地段挖掘出的土石难以得到有效利用，这些不能用于回填或利用的土石材料就成为了弃渣。

2.3 弃渣影响分析

大量土石方的弃置会对环境造成扰动和破坏，主要表现在以下方面。首先，弃渣场占用土地导致植被生长层破坏，造成土地生产力的迅速衰减或丧失，其诱发的加速侵蚀又使周边土地的可利用性下降；其次，土石方弃置位置一般与产生位置有一定的距离，需要开辟施工便道进行运输，增加临时工程及投资，对沿线环境和景观产生影响。第三，弃渣场产生的水土流失量大，将造成线路附近水库、河流的含沙量增加，还可能造成面源污染，影响河流水质，同时弃渣场选址不当还会对下游居民及基础设施安全带来安全隐患。

2.4 弃渣利用潜力及去向

(1) 弃渣利用潜力

可直接利用的弃渣有：表土、清基方可作为绿化、复耕、土壤改良覆土，需要注意的是，弃渣的养分含量与弃渣的来源也有一定关系^[11]，且养分含量会随着堆置时间的增加而下降^[12]，因此，若弃渣用于植被恢复，则需要尽快利用。基础开挖土方、砂料等可作为工程建设、造景、回填矿坑的填料^[13, 14]，某些石料、拆除方等可做机制砂、混凝土骨料或者排水、挡墙衬砌用；

一些无法直接利用的弃渣，可通过不同工艺加工后使用，比如：含水率高的淤泥脱水干燥做回填土^[15]，黏粒含量高的弃土热处理加工制作空心砖、瓦等建筑材料^[16]，软土可通过化学固结改良作为路基填料^[17]，弃渣与自然土壤混合或通过改良剂进行客土改良后利用^[10, 18]，废弃砖、混凝土可加工作为再生路基或再生骨料等^[19]，一些新型技术可以将弃土加工成烧结砖砌块并表明烧釉^[15]。

(2) 弃渣利用去向

一般弃渣的主要利用方向有：1) 自身利用，包括隧道衬砌、路基填料、混凝土骨料、排水挡墙防护、管理区填筑、项目区绿化造景等。2) 周边项目利用。主要有政府项目：周边整地、农业土地改良、园林绿化、打造景观、地方填塘固基^[16]等；以及其他生产建设项目：开发区、道路、桥梁、水利建设等；需要注意的是，项目利用需要附协议并明确相关水土保持防治责任，且项目必须真实存在。实际监管中，经常出现协议无法达

成、建设单位单位或承包商将弃渣违法丢弃的情况^[20]，因此，对项目的调查一定要落实，最好项目已取得发改委立项。3) 弃渣资源商品化。通过拍卖，地方砂石料场、制砂厂、制砖厂等厂家购买方式将弃渣资源出售。拍卖需要县级以上政府出具文件，购买需要合法手续并明确相应水土保持责任。

3 弃渣减量化、资源化论证方案编制技术建议

3.1 弃渣减量化、资源化论证方案编制大纲

根据相关设计经验，弃渣减量化、资源化论证方案建议包括以下内容：项目和自然简况、项目弃渣情况、弃渣利用潜力分析、弃渣利用去向调查、弃渣减量化资源化可行性分析、结论和建议。

论证方案的项目概况应重点介绍工程土石方“挖、填、借、余（弃）”量、弃渣方案，及与水保设计对比的弃渣场数量、位置、占地面积和等级变化情况。明确要进行论证弃渣减量化、资源化论证方案报告编制的理由。

自然简况方面，应将地层岩性作为重点进行介绍，以便了解项目产生的弃渣的理化性质和力学参数，岩性不同会导致弃渣的利用方向不同，如机制砂加工需要花岗岩、石英砂岩、板岩等硬质岩类，混凝土加工需要石灰岩等碳酸盐岩类以及硅酸盐岩类，路基填土也对渣土的抗压强度有一定要求，不符合要求的岩类产生的弃渣则不能用作某些用途。

3.2 项目弃渣分析要点

围绕弃渣产生的来源，介绍项目组成及平面、竖向布置，与弃渣产生相关的土石方工程施工工艺和方法，并说明该施工工艺对弃渣的理化性质的影响，比如钻孔灌注桩造成泥浆，而不同爆破施工工艺会产生不同破碎度、不同粒径大小的弃渣，对后期处理和利用方式存在影响。根据项目组成和施工组织，分（区、标段、节点、时序等）介绍项目实际的挖方、填方、借方、余方（弃方）情况，尤其是实际弃渣组成、数量、比例、出渣部位和时序等情况，若弃渣产生的时间过于久远，也会影响现阶段的利用。

弃渣前开展减量化资源化论证的，主要进行项目区的调查地勘和项目设计资料的收集；已实施的项目，侧重对弃渣及弃渣场本身进行调查、测量及地勘。

3.3 弃渣减量化资源化可行性分析

结合弃渣利用潜力分析，针对可能的去向，以及业主、当地政府部门意向，在产生弃渣的项目建设地周边或已实施的弃渣场周边区域进行调查，寻找是否存在利用或商品化的条件，从以上利用方向分析并提出弃渣可能的去向方案。对弃渣去向各种方案，进行可行性分析，包括技术、经济和环境三方面的可行性分析。

3.4 论证方案的结论和建议

对多个可能方案进行比选或否决，在存在多种方案的情况下，找出最优方案或最优组合；或根据可行性分析来论证在当前的技术、经济、环境下，均无法进行减量化资源化，只能通过新增渣场或增加渣场等级来解决多余弃渣问题。

经论证后，说明最终采取的方案，论述最终能减少的弃渣量，以及弃渣处理流程、施工工艺和参数、相关要求等，附弃渣流向图。

针对项目的实际情况，提出相应的建议和措施，推动弃渣减量化和资源化的实施；如无法进行资源化、减量化，则提出有利于弃渣今后利用的途径和措施，以及对新增弃渣场或弃渣场等级提升提出相应的水保要求。

3.5 案例分析

(1) 项目概况

西藏某公路项目位于西藏自治区拉萨市和山南市；项目起于达孜县德庆镇，利用拉萨至山南地区

的古道为走廊带，止于桑耶镇东侧。路线走廊总体呈南北向，位于北纬 29° 18′ ~ 29° 39′、东经 91° 21′ ~ 91° 31′ 之间。路线全长 47.460km。本项目属新建项目，线路全长 47.460km，全线设置桥梁 17449m/15 座，其中特大桥 12774m/4 座，大桥 4675m/11 座；设置涵洞 45 道，特长隧道 13800m/1 道，互通式立体交叉互通式立体交叉 3 处；专项设施改建中改路 2890m。项目实施阶段共产生弃方 206.03 万 m³，全部运至弃渣场堆放，由于弃渣场位置发生变化，本项目需补充减量化资源化论证方案报告。

(2) 弃渣组成

对 3 个弃渣场的弃渣物质组成进行分析，1# 弃渣场主要由泥质粉砂岩、砂砾岩、灰色炭质板岩、片麻状花岗岩母质风化的碎石土组成，以及部分淤泥质、粉细砂的冲积物母质形成的粘土和砂土；2# 弃渣场主要灰色炭质板岩、片麻状花岗岩母质发育的残积物及石渣土组成；3# 弃渣场主要由灰色炭质板岩、片麻状花岗岩的石渣土，冲积物母质形成的淤泥质粘土，以及混凝土碎块构成，详见表 1。

表 2 弃渣场弃渣物质组成表

渣场名称	弃渣来源	弃渣物质组成	方量(万 m³)
1# 弃渣场	各分区覆盖层	残坡积不含植物根系的含砾粘性土、碎石土等	4.26
	路基工程区开挖料	淤泥质粘土（约 49%）+ 砂（粉细砂、中砂、粗砂）（约 26%）+ 圆砾、卵石（约 25%）	3.13
	互通工程区开挖料	强~弱风化碎块石（泥质粉砂岩、砂砾岩为主）	1.25
	隧道开挖石渣	强~微风化混合的石渣（灰色炭质板岩、片麻状花岗岩）	110.68
	桥梁工程区开挖料（含钻渣）	淤泥质粘土（约 90%）+ 粉细砂（约 10%）	3.57
	专项设施改建工程区开挖料	全~微风化碎块石与土的混合物，以碎块石为主	0.56
	施工便道区开挖料	全~微风化碎块石与土的混合物，以碎块石为主	0.53
	施工生产生活区硬化层清除	混凝土碎块为主	1.02
2# 弃渣场	斜井入口覆盖层	残坡积不含植物根系的含砾粘性土、碎石土等	0.23
	隧道开挖石渣	强~微风化混合的石渣（灰色炭质板岩、片麻状花岗岩）	45.46
3# 弃渣场	各分区覆盖层	残坡积不含植物根系的含砾粘性土、碎石土等	2.97
	路基工程区开挖料	全~微风化碎块石与土的混合物，以碎块石为主	2.19
	互通工程区开挖料	全~微风化混合的石渣	3.52
	隧道开挖石渣	强~微风化混合的石渣（灰色炭质板岩、片麻状花岗岩）	20.24
	桥梁工程区开挖料（含钻渣）	淤泥质粘土（约 56%）+ 砂（粉细砂、中砂、粗砂）（约 27%）+ 圆砾、卵石（约 17%）	4.10
	专项设施改建工程区开挖料	强~微风化混合的石渣	0.43
	施工便道区开挖料	全~微风化混合的石渣	0.40
	施工生产生活区硬化层清除	混凝土碎块为主	1.49
小计			206.03

(3) 弃渣利用潜力及去向调查分析

根据弃渣组成情况,弃渣组成主要为含砾粘性土、粉砂、碎石土等,有机质含量低,无法作为绿化覆土利用;各弃渣场弃渣主要组成为隧道开挖产生的灰色炭质板岩、片麻状花岗岩母质发育的强~微风化混合的石渣,若作为块石料加工使用,其中仅部分完整块石可利用,但分拣较为困难,在当前的技术经济手段下无法利用。因此,主要考虑能否作为填料用于自身利用、周边项目利用,或者进行出售。

①自身利用调查

实际施工过程中,路基和互通填筑料主要来源于土料场,隧道开挖石渣无法满足压实度要求。本项目绿化主要为互通工程区、路基边坡等,采取三维土工网植草防护、拱形骨架植草护坡以及喷播植草护坡等,无需立体造景,因此弃渣用于项目区立体造景不可行。

②周边项目利用

根据现场调查,由于本项目属高原河谷区新建一级公路,距离城区距离较远,周边政府项目主要为新农村建设和生态清洁小流域治理,经过现场调查,沿线经过村庄共7个,其新农村建设已基本实施完成,不再需要地基基础填料。

目前正在实施的项目仅有达孜区白纳沟生态清洁小流域治理工程,通过查阅该项目实施方案,仅需片块石料0.30万 m^3 ,且已经签立了外购合同,无需利用弃渣。

附近的生产建设项目主要为拉林公路和泽贡高速,其中拉林公路于2019年4月完工,泽贡高速于2017年12月完工,均先于本项目完工,无法利用本项目弃渣。综上,周边项目利用本项目弃渣不可行。

③资源商品化

根据现场调查,项目区周边具备利用弃渣可能的公司共9家,按照主营业务,可分为三类。第一类主营业务为采砂、采石为主,以开采天然河砂为主,无机制砂生产线;第二类主营业务为商品混凝土加工及销售,但本项目弃渣无法作为混凝土骨料;第三类主营业务为砂石原料加工销售、物流服务,但本项目弃渣运距太远,从经济角度来说不可行。因此,将项目弃渣作为商品出售的方案也不可行。

从自身利用、周边项目利用和资源商品化论证后,本项目弃渣无法利用,故只能设置弃渣场进行堆放,后续应按照相关要求,严格做好渣场防护措施,最大限度的减少因弃渣场防护建设造成的水土流失,降低对当地生态环境的破坏。

4 结论

弃渣减量化资源化是减少弃渣场占地扰动、控制

水土流失最有效的措施之一。弃渣的产生通常贯穿于生产建设项目的全生命周期,然而,目前弃渣综合利用分析主要在水土保持方案编制阶段进行。《管理办法》规定的弃渣减量化资源化论证是对生产建设项目弃渣后期综合利用的优化完善,是对全过程水土保持管理的强化。因此,开展弃渣减量化、资源化论证具有重要意义。

当前弃渣减量化、资源化论证方案尚无明确的技术标准和规范。本文解释了相关术语,包括生产建设项目弃渣的定义,以及减量化、资源化的概念和关系。阐明不同类型生产建设项目弃土弃渣差异性,为后续从源头控制弃土弃渣产生、实现资源化利用和生态修复研究提供指导。

提出论证方案的编制大纲应包括以下内容:项目和自然简况、项目弃渣情况、弃渣利用潜力分析、弃渣利用去向调查、弃渣减量化资源化可行性分析、结论和建议等,并结合具体项目进行了案例分析。本文提出的编制大纲及编制要点,为水土保持从业人员提供了理论依据和技术思路,对推动水土保持实践具有一定的借鉴和参考价值。

参考文献:

- [1] 生产建设项目水土保持方案管理办法(水利部令第53号发布).2023.
- [2] 刘金鑫,刘红梅,莫春华.佛山市生产建设项目弃渣处置问题探讨[J].中国水土保持,2020(04):28-30.
- [3] 赵永军,程复.《生产建设项目水土保持方案管理办法》解读[J].中国水土保持,2023(04):1-6+9.
- [4] 李建明,王志刚,许文盛,王家乐,王可,张长伟,刘晨曦,张冠华,王一峰,刘纪根.生产建设项目弃土弃渣资源化利用及生态修复研究[J].中国水土保持,2022(02):33-38.
- [5] 张华明,彭冬水,奚同行.高速公路弃土弃渣防治技术探讨[J].水土保持研究,2005(04):235-237.
- [6] 袁涛.生产建设项目弃土弃渣综合利用[J].黑龙江水利科技,2021,49(06):67-69.
- [7] 周卫军.铁路建设项目弃渣减量化研究[J].铁路节能环保与安全卫生,2020,10(05):1-3+14.
- [8] 徐进财,李静,姜广辉.建筑垃圾的源头减量化及资源化利用研究[J].河南科技,2021,40(33):113-118.
- [9] 孙增明,肖峰,王湾.川藏铁路高原长深隧道洞渣减量化资源化方案探析[J].建筑机械,2021(08):58-60.
- [10] 李建明,王志刚,张长伟,刘晨曦,黄金权,张平仓.生产建设项目弃土弃渣特性及资源化利用潜力评价[J].水土保持学报,2020,34(02):1-8.
- [11] 田红卫,黄志荣,高照良,李永红,张小娟,李晶.高速公路路域土壤特性分析及其质量评价[J].水土

保持研究,2012,19(05):59-64.

[12] 陶双成,孔亚平,王侗.利用表土进行堆形地貌营造的临时用地恢复方法研究[J].公路,2015,60(12):246-249.

[13] 杨顺,贾成林,徐胡佩.建筑垃圾减量化资源化的关键问题及对策研究[J].工程建设与设计,2022(19):152-154.

[14] 陈永,黄英豪.山区铁路弃渣防护技术及资源化利用现状[J].再生资源与循环经济,2020,13(12):26-31.

[15] 肖建庄,沈剑羽,高琦,马志鸣,李福安.工程弃土现状与资源化创新技术[J].建筑科学与工程学报,2020,37(04):1-13.

[16] 尹元银,高春泥,刘晖.新形势下长江中下游河道治理项目弃渣处置方案研究——以长江铜陵河段综合治理工程为例[J].甘肃水利水电技术,2022,58(04):59-61.

[17] 景啸.建筑弃土在道路工程中资源化利用关键技术[J].城市道桥与防洪,2021(04):34-38+11.

[18] 陈述悦,顾卫,戴泉玉.工程弃渣用作植物生长基质的研究[J].水土保持研究,2012,19(03):129-135.

[19] 钟喜增.建筑垃圾减量化资源化的问题及对策分析[J].建材发展导向,2022,20(04):45-47.

[20] 刘宇,税创新,韩国平.变弃土弃渣为土石资源缓解城市渣土围城困局的思考[J].中国水利,2018(02):38-39.