

# 废弃混凝土切割再利用技术的经济性分析

沈建军<sup>1</sup>, 贾峰<sup>1</sup>, 李世豪<sup>1</sup>, 何养正<sup>2</sup>, 张志友<sup>1</sup>

(1. 长安大学道路施工技术与装备教育部重点实验室, 710064, 西安; 2. 陕西元方实业有限公司, 710003, 西安)

**摘要:** 提出一种创新性废弃混凝土切割再利用技术, 并以经济性分析为手段, 以环境效益、社会效益和经济效益为切入点, 通过对比分析传统废弃混凝土回收利用技术和废弃混凝土切割再利用技术的综合价值, 评估废弃混凝土切割再利用技术的产业价值和应用前景, 结果表明切割再利用是一个前景广阔、利润可观、环保节能的可持续发展产业。

**关键词:** 废弃混凝土; 回收利用; 经济性分析

中图分类号: TU 71

文献标志码: A

文章编号: 1000-4726(2021)07-0822-03

## ECONOMIC ANALYSIS OF WASTE CONCRETE CUTTING RECYCLING TECHNOLOGY

SHEN Jian-jun<sup>1</sup>, JIA Feng<sup>1</sup>, LI Shi-hao<sup>1</sup>, HE Yang-zheng<sup>2</sup>, ZHANG Zhi-you<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Road Construction Technology and Equipment, Ministry of Education, Chang'an University, 710064, Xi'an, China;  
2. Shaanxi Yuanfang Industrial Co., Ltd., 710003, Xi'an, China)

**Abstract:** An innovative waste concrete cutting recycling technology is proposed. Taking economic analysis as the means, with environmental, social and economic benefits as the starting point, the comprehensive value of traditional waste concrete recycling technology and waste concrete cutting recycling technology is analyzed by comparison, and the industrial value and application prospect of the waste concrete cutting recycling technology are evaluated. The results show that cutting recycling is a sustainable industry with broad prospects, considerable profits, environmental protection and energy saving.

**Keywords:** waste concrete; recycling; economic analysis

随着我国基础建设的快速发展产生了越来越多的建筑垃圾, 其中主要包括碎砖瓦、土、废弃混凝土以及其他建筑垃圾。若不对这些建筑垃圾进行合适处理, 将会对自然环境造成严重破坏。针对上述现状, 废弃固体再生领域应运而生。建筑废弃固体并不是每一种都具有较高附加值, 若能在最初的拆除环节入手, 在废弃固体再生领域中推行分级分类, 实施精细化再生, 是废弃固体再生完全适应市场化运行的重大一步。废弃混凝土是建筑废弃固体中最有价值部分, 占总量的5%~10%, 是附加值最大的环节。据不完全统计, 我国每年产生的建筑垃圾达50亿t, 其中废弃混凝土占2.5~5亿t。提出一种创新性的废弃混凝土切割再利用技术, 通过对比传统的废弃混凝土回收利用技术, 证明切割再利用技术是一个前景广阔、利润可观、节能环保的可持续发展产业。

## 1 废弃混凝土回收利用技术现状

### 1.1 废弃混凝土的成因

混凝土具有使用范围广, 性能良好及成本低等

优点已被广泛用于工业和民用建筑中。然而由于社会快速发展产生了大量废弃混凝土, 主要包括工业建筑中因重大项目工程和基础设施的改造而产生; 民用建筑中因建筑设施达到使用年限而产生; 由于自然灾害(如地震、台风、洪水等)造成建筑物坍塌而产生等。废弃混凝土不是丧失使用性能, 而是失去使用价值或部分区域损坏无法修缮。若能将有用部分直接切割成可使用的建筑再生石材, 则既可节省大量原料, 又可节省资金。

### 1.2 废弃混凝土切割回收利用技术

随着国家城镇化的发展, 基础设施不断改良, 导致对混凝土的需求日增, 仅靠从自然环境中采取的原材料, 不仅会造成废弃混凝土资源浪费, 且不符合可持续发展的战略要求。不少学者进行了废弃混凝土回收利用的研究。陈家琰推出成套建筑垃圾再生技术; 李健华等利用发泡技术制备再生气泡混凝土; 马永志等对再生粗骨料和再生细骨料的替代率对再生混凝土抗压强度的影响进行研究; 张喜民等基于回收的废弃混凝土设计的C25混凝土的施工配合比等, 形成了一套“路面破除、装载运输、再生利用和基础建设”的实际回收利用路线。然而, 传统的废弃混凝土回收利用有如下问题是破除成本高、粉尘大、能耗高; 再生利用的工艺过程相对复杂, 且会降低得到的再生混

收稿日期: 2021-03-21

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(300102250302)

作者简介: 沈建军(1974—), 男, 陕西宝鸡人, 高级工程师, 博士,

e-mail: sjjun@chd.edu.cn.

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

凝土性能。

废弃混凝土虽失去了使用价值, 但并没有丧失使用性能, 损坏的废弃混凝土占全部废弃混凝土的比例较小, 大部分废弃混凝土的基本特性仍保存完好。基于上述思考, 提出废弃混凝土切割回收再利用的技术方案, 其工艺流程如图 1 所示。

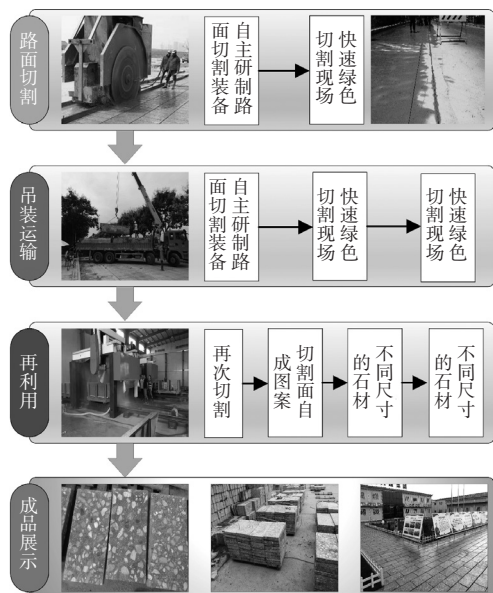


图 1 切割再利用方案的工艺流程

通过自主研发的路面切割装备对路面进行切割; 使用装载机和运输车吊运整块混凝土路面材料进入工厂进行再处理; 最后通过精切割以满足不同尺寸石料的需求。对切割剩余的废弃混凝土, 则可利用传统方法进行回收利用。

## 2 混凝土切割回收利用技术的经济性分析

混凝土切割回收利用技术的经济性分析包括环境效益、社会效益和经济效益分析。其中环境效益分析是指人类活动对生态环境的影响, 用于确定提出的技术方案是否符合可持续发展战略; 社会效益分析是指利用有限的资源满足社会日益增长的需求, 提出的技术方案是否符合资源利用最大化; 经济效益分析是指企业生产总值与生产成本的关系, 揭示所提技术方案的实际价值。

### 2.1 环境效益分析

自 20 世纪中期以来, 我国已建有混凝土路面超过 174 万 km<sup>2</sup>, 2020 年我国住房面积约新增 350 亿 m<sup>2</sup>。由于我国新型城镇化进程不断加快, 虽然水泥混凝土路面设计寿命为 20 年左右, 但大部分拆除的混凝土路面仅有一些破损和裂缝, 若直接破碎拆除会导致产生大量废弃混凝土。作为一种无机材料, 混凝土具有

良好的耐久性, 一旦废弃不会自然分解, 对生态环境造成破坏, 混凝土生产需大量采矿、挖河淘沙和掘坑取土, 造成水土流失、植被破坏, 甚至导致山体滑坡、泥石流等自然灾害发生。

### 2.2 社会效益分析

无节制开发有限的自然资源会损害社会公众的利益, 无节制的生产制造带来的环境污染和资源匮乏将由社会所有公民买单, 废弃混凝土切割回收利用技术可减少天然骨料的开发和生产, 从源头上抑制过度开采自然资源, 对社会具有实际意义。

### 2.3 经济效益分析

通过对比分析传统废弃混凝土回收利用技术和废弃混凝土切割再利用技术的经济效益, 以能源损耗、发展成本和项目收益的角度为切入点说明混凝土切割再利用技术的发展价值。

本文提供的数据来自各类价格信息网及西安翰林北苑一期项目和长安区辛家坡村棚户区改造项目的实际数据。

在 2 种技术方案的工艺流程中传统废弃混凝土回收利用技术的工艺流程为: 废弃混凝土破碎→运输→进入工厂进行一级破碎→一级筛选→二级破碎→二级筛选→得到不同尺寸再生骨料。废弃混凝土切割再利用技术的工艺流程为: 废弃混凝土切割→运输→进入工厂进行切割→得到不同尺寸的石材。两种工艺的流程对比如图 2 所示。

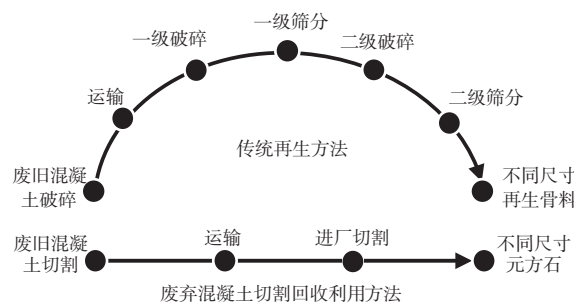


图 2 工艺流程对比

#### 2.3.1 能源损耗

根据西安翰林北苑一期改造项目和长安区辛家坡村棚户区改造项目的实际记录数据, 对比传统废弃混凝土回收利用技术和废弃混凝土切割再利用技术的能源损耗程度。

根据 2 个项目的实际数据分别统计出 2 种技术方案每生产 1 m<sup>3</sup> 再生骨料或 1 m<sup>3</sup> 再生石材的能源损耗, 其中能源损耗主要包括水、柴油和电的损耗, 并最终将 2 种技术方案的最终能源损耗折算为标准煤进行对比分析。对比结果见表 1。废弃混凝土切割回收利用

技术每生产  $1\text{m}^3$  再生石材约节约  $2.55\text{kg}$  标准煤,因此在节能降耗方面具有明显优势。

表1 能源损耗对比分析

能源损耗	水/kg	柴油/kg	电/kW·h	折合标准煤/kg
再生骨料	208.3	2.17	0	21.02
再生石材	150	2.15	20	18.47

### 2.3.2 成本分析

上述技术的生产成本均包括机器使用成本和运营成本。以西安翰林北苑一期改造项目和长安区辛家坡村棚户区改造项目的实际记录数据为例,对传统废弃混凝土回收利用技术(以下简称传统技术)和废弃混凝土切割再利用技术(以下简称切割再利用技术)的成本进行对比。西安翰林北苑一期改造项目处理  $903.9\text{m}^3$  废弃混凝土,采用切割再利用技术;长安区辛家坡村棚户区改造项目处理约  $4\text{万}\text{m}^3$  废弃混凝土。采用传统技术,2种不同废弃混凝土回收利用技术分析如下。

(1) 机器使用成本包括机器的投资和设备维护。传统技术的机器投入包括挖掘机、装载机和磁分机各1台,破碎机和筛分机各2台。其中挖掘机、装载机和磁分机日用价格分别为2000元、1250元和200元,破碎机和筛分机日用价格为800元、500元。上述价格根据该项目实际投入价格、西安市市场价格和机械价格均摊为每日使用成本,并结合当地薪资水平综合评估得出。按该项目工期200d计算,其机器使用成本约为121万元。设备维修费约为20万元,总计约141万元。切割再利用技术的机器投入包括随车起吊运输车3台和切割机4台。1台随车起吊运输车日用价格约1000元,1台切割机日用价格约1500元。按西安翰林北苑一期改造项目工期10d计算,其机器使用成本约9万元,设备维修费根据实际记录约2.1万元。

(2) 运营成本包括人工成本、燃油费、水费和电费。根据实际记录,长安区辛家坡村棚户区改造项目人工成本约5200元/d。需工人26人,按每工200元计算,人工成本总计约104万元。西安翰林北苑一期改造项目每日人工成本约2000元,需工人10人,人工成本总计约2万元。按西安市工业用水市场价4.5元/t、柴油市场价5.4元/kg、工业用电市场价0.8元/kW·h计算传统技术成本约为154.62万元,切割再利用运营成本约为4.95万元,电力消耗主要用于厂内精加工。

2种技术的成本主要包括机器使用成本和运营成本。传统技术的成本总计约295.62万元,约合73.90元/ $\text{m}^3$ ,切割再利用的运营成本总计约20.85万元,约合230.67元/ $\text{m}^3$ 。

### 2.3.3 收益计算

2种技术的收益分别来自出售再生骨料、再生石材,利用传统技术生产再生骨料产生两种大骨料、一种小骨料,大骨料售价为45元/ $\text{m}^3$ ,小骨料售价为60元/ $\text{m}^3$ 。

长安区辛家坡村棚户区改造项目中再生骨料的总收益为900万元,净利润约为604.38万元,合利润约为151.10元/ $\text{m}^3$ 。

再生石材的售价为1000~1200元/ $\text{m}^3$ ,其数据来源于陕西元方实业有限公司的出售价格。西安翰林北苑一期改造项目按市面平均价格,再生石材售价为1100元/ $\text{m}^3$ 。由于废弃混凝土生产再生石材的实际转化率约为90%,故项目总收益为89.49万元,最终净利润约68.64万元,合利润约为759.38元/ $\text{m}^3$ 。

切割再利用每  $\text{m}^3$  废弃混凝土回收利用净利润比传统技术高608.28元。因此,混凝土切割回收利用技术符合企业发展和推广的价值。

## 3 结束语

本文提出的废弃混凝土切割再利用技术可变废弃混凝土为环保石材,除实现建筑垃圾绿色再利用;还可满足城市建设需求,减少对天然石材的依赖,改变废弃混凝土再利用成本高、效率低的现状。推广废弃混凝土切割再利用技术可带动废旧混凝土再生行业的发展,为企业提供一种前景广阔、利润可观、环保节能的新产业。

### 参考文献

- [1] 孙平平,叶良.废弃混凝土再利用的经济效益分析[J].生态经济(学术版),2012(2):316-317.
- [2] 郭荣航,胡锦锦.废旧混凝土的再生及利用[J].四川水泥,2019(9):282-283.
- [3] 刘一槿,甘伟.结构用轻集料混凝土的经济性分析[J].广东建材,2020,36(5):19-21.
- [4] 李健华,吴旷怀,蔡旭.建筑废弃物再生集料泡沫混凝土的配合比设计研究[J].新型建筑材料,2017,44(2):114-116.
- [5] 马永志,邢振贤,韩岚岚,等.建筑垃圾骨料性能及再生混凝土的性能研究初探[J].四川建材,2018,44(11):20-21.
- [6] 张喜民,田寅.建筑垃圾再生骨料混凝土配合比设计方法研究[J].交通节能与环保,2018,14(3):44-48,102.
- [7] 许远明,田金枝,朱品国.混凝土再生骨料应用的经济性分析[J].混凝土,2019(6):84-88,92.
- [8] 刘怡媛,刘金涛,郑国瑜,等.西安地区再生粗骨料混凝土经济性分析[J].商品混凝土,2019(7):64-66.