

# 建筑垃圾预处理及资源化利用研究

郑华

(聊城市城市环境卫生管理服务中心, 山东 聊城 252000)

**【摘要】** 本文通过研究不同来源的建筑垃圾的资源化方式, 并在此基础上给出垃圾预处理流程, 分析预处理后产物, 最后将产物应用于实际生产当中, 既解决了环境污染和城市面貌破坏问题, 又可以有效的回收资源。

**【关键词】** 环境污染; 建筑垃圾; 资源化

## 引言:

目前, 我国大量的旧建筑进行工程建设和拆除后, 被直接运到郊区或农村露天堆场, 需要增加大量的土地填埋、垃圾清除等建设投资。建筑垃圾在未经处理的运输、堆砌及撒尘扬尘过程中, 还会加剧环境污染。同时我国对建筑材料的需求以砂、石、砖等传统材料为主, 导致材料短缺。

将建筑垃圾进行处理可以有效地减少环境污染, 同时可对建筑垃圾处理后的产物进行资源化利用。建筑垃圾中的岩石、碎砖和混凝土块经处理后, 可用作混凝土或砂浆骨料; 废钢、线材、钢丝及各种附件金属等, 经过分选、浓缩、再熔化, 可加工成各种制造钢材; 废木材和建筑材料除了可以重新用作模板外, 还可以通过木材破碎机, 粉碎成废纸, 用作原料或燃料; 废木材、锯末等可用于制造人造板; 减压后可将废塑料提炼成油作为燃料, 或回收加工成引流管, 也可替代部分水泥制品; 破碎的玻璃可以加工成回收玻璃或一些装饰材料。

## 一、建筑垃圾资源化处理技术的价值

根据建筑垃圾的特性, 它具有产量大、成分复杂等特点。采用合理的建筑垃圾资源化技术有利于建筑垃圾处理的减量化、资源化和无害化, 采用相应的处理技术可以更好地提高建筑垃圾的社会、经济和生态效益, 建筑垃圾资源化处理技术当前已经受到了国家的高度关注, 近年来国家出台了一系列政策法规明确了建筑垃圾集中、分类处理的要求, 强化了对建筑垃圾资源化处理的指导, 要求各地按照“因地制宜”的原则建立专门针对建筑垃圾的处理基地, 大力推进建筑垃圾资源化处理技术的创新发展。这也是目前我国建筑垃圾资源化技术研究的主要目标。另外, 在建筑工程项目中需要使用大量临时性的基础设施建设, 如垫层混凝土、临时场站硬化处理、施工通道等, 临时结构的使用周期较短, 长期耐久性要求较低, 在现场拆除后会产生大量建筑垃圾。倘若在现场拆除阶段可以对建筑垃圾展开分拣、剔除、破碎等处理手段,

因地制宜应用于施工现场临时基础设施建设, 除了降低工程造价, 还可以实现建筑垃圾的循环利用, 促进循环经济的发展, 助推建设资源节约型社会。

## 二、建筑垃圾的特性

建筑垃圾属于城市垃圾的范畴, 是指施工中产生的废弃物。与其他固体废物相比, 建筑垃圾具有非常鲜明的时空特征, 同时也具有持续的危害性。1. 时效性。随着时间的推移, 越来越多的建筑将成为垃圾。“垃圾”是随着时间的推移和科技的进步逐渐产生的, 一般来说, 建筑物的使用寿命都很长。除了建筑物中含有的少量有毒有害成分外, 其他多是可以循环利用的资源。例如, 废弃混凝土块是生产再生混凝土的骨料; 废沥青将被回收处理, 用于铺设沥青道路; 废木材可用于燃烧生产能量。2. 空间性。站在空间角度考虑, 通常建筑垃圾无法直接作为建筑材料再次使用, 不过可以用于生产其他建筑材料的原材料, 这是建筑垃圾在跨空间、跨区域利用的一种手段。但是, 如果不能得到有效的处理和利用, 那么大量堆放垃圾本身会产生较大的空间占用, 影响后续的施工和土地利用。3. 危害性。建筑垃圾与一般垃圾一样, 会因为堆放产生环境危害和人体危害, 比较常见的建筑垃圾主要包括废弃金属、工程渣土、混凝土块、废弃塑料等, 倘若施工单位未经处理随意在施工现场堆放建筑垃圾, 可能在施工现场产生严重的污染。比如在拆除旧建筑物的时候, 拆除的废石膏中含有大量硫酸根离子, 在厌氧条件的影响下会转化为硫化氢; 废金属可能导致土壤和水中含有大量重金属离子, 造成水土污染, 严重危害人们的健康。建筑垃圾不经处理随意倾倒后, 久而久之会产生大量有毒有害的废气和废液, 对生态环境造成的污染是非常大的。

## 三、建筑垃圾预处理技术工艺

### (一) 湿式预处理工艺

建筑垃圾湿法预处理工艺主要包括一次破碎、智能分选、脱土、水力浮选、二次破碎、多级磁选、筛分分级风选工艺流程。建筑垃圾进入给料系统后,

物料首先进入破碎机进行初步破碎。初步破碎后，磁选机回收金属，然后进入智能分拣平台。智能机器人或机械臂用于清除大块碎片，而剩余材料则进入土壤清除屏幕。筛下物由传送带输送至生产备料单元，可用于无机胶凝材料中生产的配料，其余可用于回填土。渣土经过筛选后，下一步将进入湿式除杂系统。用水利浮选机清理骨料，挑选塑料、木块等物件。杂物由输送机运至专门存放杂物的仓库，定期运出处理。结合建筑垃圾的分批给料，在物料质量较高的情况下，可以不经过水浮选系统，直接进入二次破碎环节。在二次破碎步骤中，用冲击式破碎机对物料进行第二次破碎，用磁选机回收物料中所含的金属，再用多层振动筛，超过规格的物料将返回二次破碎步骤，对粒径合格的物料将进入下一环节，经风选系统进一步去除物料中的杂质，随后经输送机传送至生产备料系统，随后将其用于各类产品的原材料。

#### （二）干式预处理工艺

干法预处理工艺生产线包括一次破碎、智能分选、脱土、一次风选、二次破碎、多级磁选、筛分分级。在建筑垃圾干法预处理工艺中，主要采用的是强空气分离系统代替水力浮选系统。其目的是水资源缺乏或垃圾混合物中含土量较低时使用，常用于对拆迁垃圾的处理，可以节约大量水资源，不过在物料经分级风选环节时可能会产生扬尘的现象，因此该预处理工艺并非建筑垃圾预处理的首选。五、建筑垃圾预处理方案设计本方案中结合建筑垃圾特性，建筑垃圾预处理工艺中主要采用干式和湿式两套预处理系统，分别从建筑垃圾处理线与炉渣处理线两个角度开展研究。

### 四、建筑垃圾预处理方案设计

#### （一）砖混分离

在存储车间中，采用装载机取料并将物料投入料仓，将配料喂入板式喂料机。板式给料机将颗粒状物料和板状物料均匀、连续、有规律地从料仓中提升至砖混分离机，并分离成优质的砖瓦建筑垃圾或混合建筑垃圾。两种建筑垃圾后续的预处理流程存在一定差异。

#### （二）混合建筑垃圾

针对经砖混分离后的建筑垃圾采用以下预处理工艺：1. 砖混分离结束后，带式输送机用于将混合建筑垃圾送至颚式破碎机进行初步破碎，混合建筑垃圾的破碎物料通过带式输送机进入磁选环节。2. 一次破碎后的物料进入一次磁选阶段，物料中的金属杂质由磁选机去除，拟定的金属杂质输送至杂料场进行二次回收，磁选后的物料输送至下一道工序。3. 一级破碎中对沙土进行筛分分离，振动筛分后，筛上的物料由皮带输送机进入人工分拣阶段，也可采用智能机器人进行智能分拣。作为筛下物，淤泥可作为种植

土和无机胶凝材料再利用。4. 初筛工艺后，物料运输时采用人工分拣方式，塑料物品分拣出来回收利用，其他杂物集中堆放。采用湿式与干式相结合预处理工艺进行一级风选，风选后的骨料经带式输送机送至浮选系统。5. 风选后用浮选机进行重力分选和澄清，去除物料中的漂浮物。6. 浮选结束后进入二级磁选环节，采用永磁袋式除铁器展开二次浮选，完全剔除物料中的废铁后将进入下一个环节，剔除的废铁集中堆放至杂料场方便二次利用。7. 二次破碎是在二次磁选后进行的，为了控制骨料产品的粒度，采用反击式破碎机对物料进行二次破碎。8. 结合建筑垃圾资源化利用要求控制物料筛分规格。比如采用多层振动筛分方式，各层物料可以满足不同的回收利用要求。

#### （三）高品质砖瓦建筑垃圾

针对经砖混分离后的高品质砖瓦建筑垃圾，采用以下预处理工艺：1. 通过一级筛分分离渣土，振动筛分后将筛上物料经带式输送机送至破碎环节；筛下渣土用于种植回填土或无机料再生使用。2. 初筛后，用圆锥破碎机进行循环破碎，得到高质量的砖骨料。破碎后的物料进入二级筛分环节，振动筛分别具有不同规格的筛面，筛分出两级骨料并进入骨料料仓备用，针对规格不达标的骨料则继续使用圆锥破碎机循环破碎。

#### （四）炉渣处理工艺

炉渣进场后，用装载机将炉渣运至车间的暂存区，再用装载机装车，采用带式输送机将炉渣送入下一环节：1. 炉渣进入生产线后首先经一级磁选，连续吸取炉渣中含有的金属，将选出的物料输送至振动筛。2. 通过一级筛分将物料中的大块物料筛分出来，定期清理筛上物，将小于规定粒径的筛下物送入破碎系统。3. 经过初步筛选后，集料被风选。轻质材料分离设备用于去除集料中的纸张、塑料和其他杂质。杂质被送到杂料场，风选后的骨料被送到二次筛分工序。4. 风选后进行二次筛分，根据骨料路径设置三层筛网，每层筛分的骨料粒径有严格要求，下层及中层骨料进入料仓备用，上层大粒径骨料进入一级破碎环节。5. 一次破碎的目的是满足骨料粒径的要求。反击式破碎机用于破碎筛子上的骨料，破碎后的骨料送至下一步骤。6. 一次破碎后，无论骨料中的铜、铝等废金属是否被磁选机除去，磁选后的骨料都将被送回二次筛分。在设备运行过程中，如果具有导电性的有色金属通过磁场，会在其中感应出涡流，产生与原磁场方向相反的磁场，有色金属会因为磁场的排斥作用而沿着输送方向向前跃进，实现与物料的分离。在破碎系统当中，去除轻物质的环节主要采用水浮选和风选工艺，能够去除物料中的大部分杂质，经水浮



选后的各环节还具有较强的环保特性。

## 五、建筑垃圾资源化的实际应用

### (一) 无机混合料生产

建筑垃圾经筛分、破碎预处理尺寸变为一定粒径后，可以用作路基垫层原料，此外，进一步的筛分、破碎后，可以根据不同粒径做成不同的再生骨料，再生骨料与水泥拌合后形成无机混合料产品。

使用无机混合料进行道路基层或者底基层建设的方式，已被广泛应用于运动场、公路、高速公路及城市道路、高等级公路、机场、码头等。无机混合料被施工用作一种基层稳定材料。不同地区根据当地的资源和特点，所使用的材料有所不同，其中应用较广泛的是水泥稳定砂砾。天然砂砾属于自然资源的一种，开采过程中会破坏水道、航道，导致多数地区供不应求，价格上涨较高，通过研究及实践证明，利用建筑垃圾再生骨料将天然砂石可全部或部分代替。

### (二) 再生路面砖及砌块生产

以建筑垃圾再生骨料为主要原料，生产不同品种的地面工程、墙体工程、水利工程和园林挡土市政工程用路面砖、普通混凝土空心砌块、护坡砖、挡土墙砌块等，用于城市开发中道路铺装及工程砌筑。

建筑废弃物骨料再生路面砖及砌块可以根据实际的需要，更换不同的模板生产出不同的产品如环保装饰系列或透水砖等。地面砖主要产品包含小区砖、广场砖、人行道砖、植草砖、马路沿砖、楼梯砖等产品。

### (三) 再生商砼生产

建筑垃圾经“分选-破碎-筛分”生产线生产的废混凝土类再生粗、细骨料由带式输送机运至砂石料库中堆存，外购尾矿石、天然砂石料等由汽车运至砂石料库中堆存待用。各种骨料由铲车分别送入不同骨料仓中，经各自计量仓称量后由带式输送机连续输送到搅拌机上部骨料中间仓内。水泥、粉煤灰、矿粉由罐车以气力输送到各自的筒仓内，筒仓配有除尘器和破拱装置，筒仓底部的螺旋输送机将各种粉料输送到称料斗内。液体外加剂采用重量计量方式进行配比。储水箱的水由水泵经水路系统泵送到称量系统。每个搅拌楼设一台复合螺带式搅拌机，完成配料后的再生粗骨料、再生细骨料、尾矿石、天然砂、水泥、粉煤灰、矿粉、外加剂、水进入搅拌机，搅拌量为 $3\text{m}^3$ ，搅拌时间30s左右即可卸料，平均一个搅拌周期约60s。生产时原料的计量、输送及混合搅拌均由计算机自动化控制系统控制，预拌混凝土的运输采用混凝土罐车运送至施工现场。

### (四) 预制构件生产

装配式建筑中所主要采用的预制构件包含预制楼板、预制空调板及阳台板、预制外挂墙面板、预制外(内)剪力墙板、预制楼梯和预制女儿墙等。

不同预制构件生产流程基本一致，主要生产流程如下：脱模后的空模具首先通过滚轮架线和码垛机运输到指定位置，之后进行模具清理，在经过清理机将混凝土残渣等杂物去除后，将空模具运输到模具划线机的工作位置，模具划线机会自动根据构件特征信息进行数控划线，并对侧模、窗模以及预埋件等的安装位置进行确定。

此后，通过滚轮架线过后的空模具被依次运送至指定位置，并通过侧模的安装和脱模剂的喷涂，以备进行后续浇筑工作。混凝土在开始浇筑前，需要先依照构件型号在空模具上进行满足要求的钢筋以及吊环等埋件布置。空模具在混凝土的浇筑和振捣设备后，进行混凝土浇筑和振捣，并被转运到下一位置，以进行构件表面压平修饰。

压平修饰后，模具需要运送到码垛机进行蒸汽养护工作。码垛机将运送来的待蒸汽养护构件依据次序送入立体蒸养室进行蒸养。温度和湿度达标的条件下，进行制定时间蒸养的构件连同模具一同被码垛机运送到模具脱模设备上进行脱模，构件的生产就此完成。

### 结语：

在国家倡导对建筑垃圾进行资源化处理的背景下，国内对于建筑垃圾预处理技术的研究不断深入，其目的是将建筑垃圾通过破碎、筛分、磁选等预处理方式转化为可直接投入再生产品生产的原材料。本文认为，建筑垃圾预处理技术水平从一定程度上决定了建筑垃圾资源化利用项目的成败，在实际对建筑垃圾进行预处理时，要结合后期再生产品生产的需求，明确对建筑垃圾预处理的要求，明确物料粒径、规格，结合建筑垃圾成分、类型，选择相应的预处理工艺和生产设备，有效提高再生骨料的质量，实现对建筑垃圾的资源化处理，以此降低建筑垃圾的污染性、危害性，提高建筑垃圾的循环利用价值。

### 参考文献：

- [1] 叶胜兰. 我国建筑垃圾综合利用的现状与发展趋势[J]. 绿色科技, 2018, (18):124-7.
- [2] 付士峰, 刘东基, 崔彦发, 等. 建筑垃圾综合利用体系及现状[J]. 建筑技术, 2021, 52(07):793-6.
- [3] 郝郦波. 浅析装修垃圾预处理技术应用及其在我国的发展[J]. 环境卫生工程, 2020, 28(04):95-98+104.
- [4] 于子豪, 曲垚, 徐栋梁, 郭强. 关于建筑垃圾资源化利用项目设计要点的分析研究[J]. 环境与发展, 2020, 32(06):31-32+34.
- [5] 郝郦波, 张波, 齐艳丽. 浅析建筑垃圾预处理技术的发展及影响[J]. 中国环保产业, 2018, (07):63-66.