

团 体 标 准

T/CFA 182—2024

砂型铸造废（旧）砂再生、除尘灰 资源化利用技术指南

Technical guidelines for recycling of waste(used) sand and
resource utilization of dedusting ash for sand casting process

公告稿

2024 - 08 - 20 发布

2024 - 09 - 20 实施

中 国 铸 造 协 会 发 布

目 次

前言.....	II
引言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
5 旧砂和除尘灰回用技术.....	2
6 废（旧）砂再生技术.....	2
7 除尘灰资源化利用技术.....	4
8 砂型铸造废（旧）砂再生与除尘灰资源化利用可行技术.....	4
9 环境管理措施.....	6
附录 A（资料性）砂型铸造生产工艺中、废（旧）砂和除尘灰的产生.....	8
参考文献.....	9
图 1 铸造废（旧）砂在铸造企业回用流程图.....	2
图 2 机械热法再生流程图.....	3
图 3 热法再生流程图.....	3
图 4 铸钢水玻璃废（旧）砂机械法+湿法联合再生流程图.....	3
图 5 除尘灰制免烧结陶粒流程图.....	4
图 A.1 砂型铸造生产工艺中废（旧）砂和除尘灰产生节点示意图.....	8
表 1 黏土砂及混合废（旧）砂再生回用可行技术.....	4
表 2 树脂砂废（旧）砂再生可行技术.....	5
表 3 有色金属铸造用无机黏结剂废（旧）砂再生可行技术.....	5
表 4 铸钢水玻璃废（旧）砂再生回用可行技术.....	6
表 5 铸造除尘灰回用和资源化利用可行技术.....	6

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到13项与废（旧）砂再生和除尘灰利用相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款或条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：柳晶科技集团股份有限公司、柳晶机械设备(溧阳)有限公司、柳晶（溧阳）环保科技有限公司、柳州柳晶环保科技有限公司、柳晶（长春）环保科技有限公司。

地址：江苏省溧阳市竹箦镇竹韵路12号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及到专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国铸造协会标准化工作委员会提出。

本文件由中国铸造协会归口。

本文件起草单位：柳晶科技集团股份有限公司、彰武联信金莹铸造材料有限公司、承德东伟新材料科技有限公司、天阳新材料科技有限公司、承德北雁新材料科技有限公司、沧州晟丰新材料科技有限公司、内蒙古科学技术研究院、华中科技大学、一汽铸造有限公司、中国重汽集团济南动力有限公司成型厂、五洋百川（青岛）智能设备有限公司、浙江华晟金属制品有限公司、常州萨伟利铸造技术有限公司、柳晶机械设备(溧阳)有限公司。

本文件主要起草人：胡胜利、任文强、张宇晖、张彦成、张显旺、韩继磊、陈和平、卜二军、龚小龙、杨程坤、王德润、廖朝宗、吴科芬、吴武灿、任文虎、胡金武、王艳辉、张宏奎、蔡关翎、杨力、刘晓东、郭毅、李清震、王树宝、廖振庭、张培根、张秋玲、方德全、陈晓露。

本文件为首次发布。

引 言

铸造业是我国重要的基础工业之一，砂型铸造是应用最广泛的铸造工艺。在砂型铸造过程中，需要添加砂芯、原砂、添加剂等造型材料，产生多余的旧砂须排出铸造生产系统；同时，在砂型铸造的混砂、造型、浇注、落砂、输送、清理等环节中会产生大量的废（旧）砂和粉尘灰等废弃物。需要将这些废（旧）砂和除尘灰进行无害化处置或资源化利用，降低对环境造成污染和硅砂资源浪费。

本文件总结归纳了当前砂型铸造废（旧）砂再生和除尘灰资源化利用可行性技术，为砂型铸造项目固体废弃物处置活动提供技术参考。企业宜结合自身实际情况，可以选择本文件给出的可行技术，也可采用其他适用的技术。



砂型铸造废（旧）砂再生、除尘灰资源化利用技术指南

1 范围

本文件提出了砂型铸造废（旧）砂再生、除尘灰资源化利用的术语与定义、总则、废（旧）砂和除尘灰回用技术、废（旧）砂再生技术、除尘灰资源化利用技术以及环境管理措施。

本文件适用于砂型铸造企业作为废（旧）砂与除尘灰的处置技术参考，可提供铸造项目的固废排放和污染防治技术选择，并可作为生产设施建设项目环境影响评价与固体污染物排放许可措施管理的参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本文件的引用而成为本文件的条款。凡是注明日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本文件。

GB/T 5611 – 2017 铸造术语

GB 18597 危险废物贮存污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准

HJ 1200 排污许可证申请与核发技术规范 工业固体废物（试行）

HJ 1292 铸造工业大气污染防治可行技术指南

3 术语和定义

GB/T 5611 – 2017 界定的以及下列术语和定义适应于本文件。

3.1

旧砂 used sand

经浇注铸件和落砂后尚未处理的型（芯）砂。

[来源：GB/T 5611-2017,4.1.4]

3.2

废砂 waste sand

现有生产条件下不能回用或决定废弃的旧砂和枯砂。

[来源：GB/T 5611-2017,4.1.9]

3.3

混合废（旧）砂 mixed waste sand

指黏土砂铸造废（旧）砂和树脂砂（含冷芯工艺和热芯工艺）铸造废（旧）砂的混合物。

3.4

铸造除尘灰 foundry dust

指砂型铸造过程中，用除尘系统收集的混砂、造型、浇注、落砂、清理、砂再生和输送等过程中产生的粉尘固体废弃物。

注：不适用含有重金属等危险类粉尘，也不适用树脂砂型（芯）生产过程产生的且未经高温焙烧的粉尘。

3.5

再生产出率 reclamation output rate

通过再生处理，生产出的再生砂重量与投入的废（旧）砂重量比例，单位%，再生产出率=（产出再生砂重量/投入废（旧）砂重量）×100 %。

3.6

免烧结陶粒 no-sintered ceramsite

以铸造除尘灰为主要原材料，加入黏结剂、抑制剂等添加剂，通过免烧结造粒工艺形成的颗粒。

4 总则

- 4.1 铸造废（旧）砂和除尘灰进行无害化处理，不应倾倒或填埋。
- 4.2 在铸造废（旧）砂和除尘灰处置过程中和处置后达标排放。
- 4.3 铸造废（旧）砂和除尘灰的贮存、堆放、运输、处理等全过程应做到可追踪、可查询，相关粉状、颗粒状物料应密闭管理。

5 旧砂和除尘灰回用技术

5.1 通则

该技术适用于铸造企业产生的铸造旧砂和除尘灰处理与回用。

5.2 旧砂回用技术

- 5.2.1 旧砂经过破碎、筛分，磁（铝）选去除金属，再经过砂温调节后，输入混砂系统，再次使用。
- 5.2.2 该技术工艺流程见图 1。

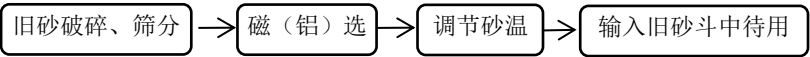


图 1 铸造旧砂在铸造企业内部回用流程图

- 5.2.3 主要生产设备有破碎筛分机、磁（铝）选设备、砂温调节器等，辅助设备有除尘器等。

5.3 除尘灰回用技术

收集铸造湿型黏土砂混砂系统产生的含有较多有效膨润土、煤粉的除尘灰，称重后按一定比例加入混砂机混制，达到所要求的型砂性能，经送砂机输送至造型线造型。

6 废（旧）砂再生技术

6.1 通则

- 6.1.1 铸造废（旧）砂宜选用适宜的再生技术，再生后用于替代原砂使用。
- 6.1.2 再生过程的废气和废水应达标排放。
- 6.1.3 再生过程的粉尘和废水应进行资源化利用。
- 6.1.4 黏土砂铸造废（旧）砂和树脂砂铸造废（旧）砂的再生优先推荐采用机械法和热法。

6.2 机械法再生技术

6.2.1 该技术是把废（旧）砂经过破碎、筛分，磁（铝）选去金属，进行机械脱膜，再经过风选分级、砂温调节后再次用于混砂系统

6.2.2 该技术工艺流程见图 2。



图 2 机械法再生流程图

6.2.3 该技术主要生产设备有破碎机、筛分机、磁（铝）选设备、机械脱模机、砂温调节器等，辅助设备有除尘器等。

6.3 热法再生技术

6.3.1 该技术是把废（旧）砂分别经过破碎和磁（铝）选后，经焙烧，冷却筛分出粒度符合砂型铸造使用要求的再生砂。其中自硬碱酚醛树脂砂铸造废（旧）砂再生在高温焙烧过程中建议加入化学添加剂中和残留碱的影响。

6.3.2 该技术工艺流程见图 3。

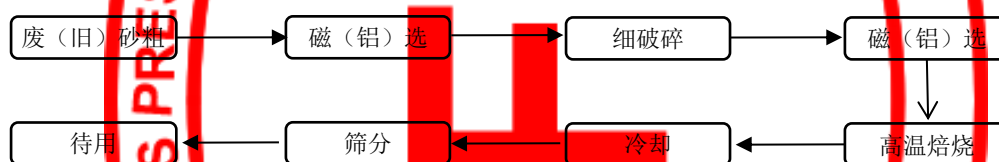


图 3 热法再生流程图

6.3.3 该技术主要生产设备有破碎机、筛分机、磁（铝）选设备、焙烧炉、冷却器，辅助设备有除尘器等。

6.4 湿法再生技术

6.4.1 该技术是先将废（旧）砂进行破碎和磁（铝）选，再经过擦洗机进行擦洗，去除砂粒表面的粘结膜，烘干筛分出粒度符合砂型铸造使用要求的再生砂。

6.4.2 该技术的关键是必须做到水的循环利用和废水的达标排放。

6.5 机械法+湿法联合再生技术

该技术先是将铸钢无机废（旧）砂进行机械再生，再取部分进行湿法再生。

6.5.1 该技术工艺流程见图 4。

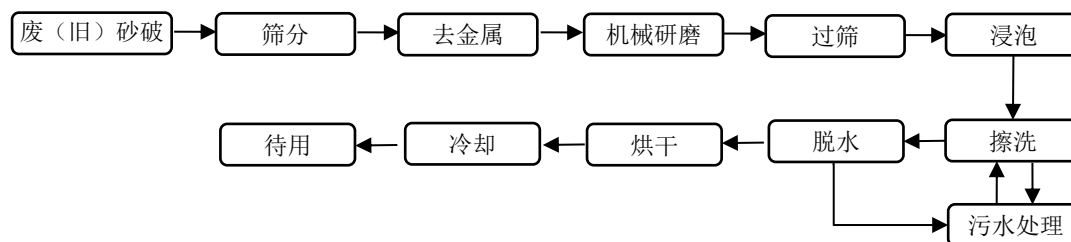


图 4 铸钢水玻璃废（旧）砂机械法+湿法联合再生流程图

6.5.2 该技术主要生产设备有机械研磨机、擦洗机、砂水分离机、脱水机、烘干机、冷却器，辅助生产设备有污水处理器、除尘器等。

7 除尘灰资源化利用技术

7.1 通则

- 7.1.1 资源化利用过程污染达标排放；
- 7.1.2 资源化利用的产品符合相关行业标准。

7.2 造粒制免烧结陶粒技术

7.2.1 该技术是将铸造除尘灰、黏结剂、辅助材料按照比例称重混合均匀，在高速造粒机内加水混合造成颗粒后，养护 7 天得到免烧结陶粒

7.2.2 该技术工艺流程见图 5。

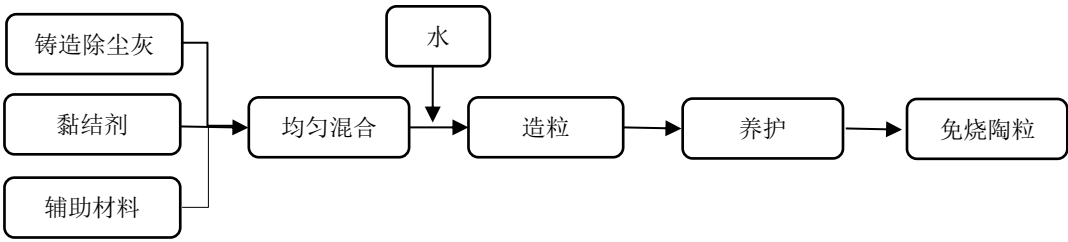


图 5 除尘灰制免烧结陶粒流程图

7.2.3 该技术主要设备：混料机、高速造粒机、养护设备等。

8 砂型铸造旧砂回用、废（旧）砂再生与除尘灰资源化利用可行技术

8.1 砂型铸造废（旧）砂再生回用可行技术

8.1.1 黏土砂及混合砂废（旧）砂再生回用可行技术

黏土砂及混合废（旧）砂再生回用可行技术见表 1。

表 1 黏土砂及混合废（旧）砂再生回用可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					关键工序参数	适用条件
		灼烧减量 LOI（%）	酸耗值 （mL/50g）	含泥量 （%）	含水量 （%）	再生产 出率 （%）		
可行技术 1	黏土砂混砂系统回用	-	-	-	-	-	-	黏土砂造型旧砂、废（旧）砂回用
可行技术 2	机械法再生	≤3.5	-	-	-	≥85	-	黏土砂造型废（旧）砂再生
可行技术 3	热法+机械法再生	≤0.15	≤7.0	≤0.3	≤0.05	≥80	焙烧温度： 650℃~700℃	混合废（旧）砂再生，再生砂可用于覆膜砂、黏土砂型生产，掺用新砂可用于冷芯生产

表 1 (续)

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					关键工序参数	适用条件
		灼烧减量 LOI (%)	酸耗值 (mL/50g)	含泥量 (%)	含水量 (%)	再生产出率 (%)		
可行技术 4	机械法+湿法再生	≤0.15	≤4.5	≤0.3	≤0.05	≥80	-	混合废(旧)砂再生, 再生砂可用于覆膜砂、黏土砂型和冷生产
可行技术 5		≤0.2	≤4.5	≤0.2	≤0.2	≥85	水循环使用、废水达标排放	混合废(旧)砂再生

8.1.2 树脂砂废(旧)砂再生可行技术

树脂砂废(旧)砂包括自硬呋喃树脂砂铸造废(旧)砂、冷芯砂铸造废(旧)砂、覆膜砂铸造废(旧)砂、自硬碱酚醛树脂砂铸造废(旧)砂, 再生可行技术见表 2。

表 2 树脂砂废(旧)砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					关键工序参数	适用条件
		灼烧减量 LOI (%)	酸耗值 (mL/50g)	含泥量 (%)	含水量 (%)	再生产出率 (%)		
可行技术 6	机械法再生	≤3.5	-	-	-	≥90	-	自硬呋喃树脂砂铸造废(旧)砂、自硬碱酚醛树脂砂铸造废(旧)砂、冷芯砂铸造废(旧)砂再生, 再生砂用于同类砂型铸造
可行技术 7	热法再生	≤0.2	≤7.0	≤0.3	≤0.05	≥90	焙烧温度: 550℃~650℃	自硬呋喃树脂砂铸造废(旧)砂、冷芯砂铸造废(旧)砂、覆膜砂铸造废(旧)砂再生, 再生砂可替代原砂用于黏土砂、自硬树脂砂、覆膜砂等铸造生产
可行技术 8	热法+机械法再生	≤0.2	≤10.0	≤0.3	≤0.05	≥85	焙烧温度: 550℃~650℃	自硬碱酚醛树脂砂铸造废(旧)砂再生, 再生砂掺用于自硬碱酚醛树脂砂型生产

8.1.3 有色金属铸造用无机黏结剂废(旧)砂再生可行技术

有色金属铸造用无机黏结剂废(旧)砂再生可行技术见表 3。

表 3 有色金属铸造用无机黏结剂废(旧)砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					关键工序参数	适用条件
		灼烧减量 LOI (%)	酸耗值 (mL/50g)	含泥量 (%)	含水量 (%)	再生产出率 (%)		
可行技术 9	机械法+热法再生	≤0.1	600	0.3	0.05	≥90	焙烧温度: 650℃~700℃	有色金属铸造无机黏结剂废(旧)砂, 再生砂用于同类型砂生产

8.1.4 铸钢水玻璃废（旧）砂再生回用可行技术

铸钢水玻璃废（旧）砂再生回用可行技术见表 4。

表 4 铸钢水玻璃废（旧）砂再生回用可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标				关键工序参数	适用条件
		微粉含量（%）	再生砂温度（℃）	残留Na ₂ O（%）	再生产出率（%）		
可行技术 10	铸钢混砂系统回用	-	-	-	-	-	用于铸钢件造型的背砂
可行技术11	机械法再生	≤0.5	≤35	≤1	≥80	-	CO ₂ 硬化水玻璃废（旧）砂，再生砂用于铸钢件造型中的背砂或加入适量新砂作为单一砂使用
可行技术12	机械法再生	≤0.5	≤35	≤0.5	≥80	-	酯硬化玻璃废（旧）砂，再生砂用于铸钢件造型中的背砂或加入适量新砂作为单一砂使用
可行技术13	热法+机械法再生	≤0.3	≤35	≤0.4	≥85	加热温度：300 ~ 350 ℃	酯硬化水玻璃废（旧）砂，再生砂用于铸钢件造型的面砂或作为单一砂使用
可行技术14	机械法+湿法联合再生	≤0.15	≤4.5	≤0.2	≥85	水循环使用、废水达标排放	铸钢水玻璃废（旧）砂，再生砂可用于铸钢造型的面砂或单一砂使用

8.2 铸造除尘灰回用和资源化利用可行技术

铸造除尘灰回用和资源化利用可行技术见表 5。

表 5 铸造除尘灰回用和资源化利用可行技术

可行技术	技术路线	质量指标					适用条件
		筒压强度（MPa）	含水量（%）	吸水率（%）	粒径（mm）	吸水 24 h强度衰减率（%）	
可行技术15	混砂系统除尘灰再利用	-	-	-	-	-	湿型黏土砂混砂系统中的除尘灰
可行技术16	免烧结制陶粒技术	12-15	≤1.0	≤10	1-8mm（95%）	≤10	免烧结陶粒可用于替代石子等建筑骨料，石子筒压强度≥ 10 MPa

9 环境管理措施

9.1 环境管理制度

9.1.1 铸造生产过程产生的废（旧）砂和除尘灰处置及环境管理制度应从产品的生命周期考虑，确保产品在全生命周期过程中对自然和社会环境不造成危害。

9.1.2 铸造生产过程产生的废（旧）砂和除尘灰处置及环境管理制度，包括收集、管理、贮存、堆放、运输、处理等全过程的监督，工业固体废物的处置应符合 HJ 1200 的规定，工业大气污染应符合 HJ 1292 规定。

9.1.3 铸造生产过程产生的废（旧）砂和除尘灰处置过程管理，包括工艺技术、作业环境、环境安全等方面的指标。

9.1.4 铸造废（旧）砂和除尘灰的管理标准，包括职业健康、环境和质量管理体系等方面的指标。

9.2 铸造废（旧）砂和除尘灰堆存管理

铸造废（旧）砂和除尘灰堆存时间不宜过长，并保证不渗透到空气、水体和土壤中。贮存场地应符合 GB 18597 和 GB 18599 的要求。露天贮存场地应覆盖严密，露天贮存场地应铺设不透水地面，并具有排水及污染物截流设施，防止污染土壤和地下水等污染环境的情况发生。

9.3 铸造废（旧）砂和除尘灰运输管理

9.3.1 铸造废（旧）砂和除尘灰运输全过程应建立统一的监管平台：如固体废弃物跟踪系统，实现铸造废（旧）砂和除尘灰的可追溯、可查询。

9.3.2 运输途中应确保有覆盖和封存，并且运输时间不宜过长，运输距离不宜过远，避免运输过程中发生溢出、泄漏、飞散、掉落等造成污染环境或危害人体健康的情况。

附录 A

(资料性)

砂型铸造生产工艺中废（旧）砂和除尘灰的产生

A.1 砂型铸造废（旧）砂的产生

在砂型铸造中，原砂与黏土、煤粉、添加剂等混砂造型，经浇注、落砂、清理工艺后成为旧砂，大部分旧砂经破碎、去磁、筛分等处理后可以回用，还有一部分由于破碎变细、耐火度降低、型砂性能变差或表面黏结剂积累等原因不能使用成为废（旧）砂。另一方面，为保证型（芯）砂的性能，有时需要添加一定量的新砂，并抛弃部分旧砂，这部分旧砂也成为废（旧）砂。废（旧）砂也包括未浇注的废砂型（芯）。

在水玻璃砂和树脂砂铸造中，旧砂表面残留的黏结剂会严重影响型（芯）砂性能，只能通过再生处理去除旧砂粒表面残留的黏结剂膜及杂物进行回用，通常需要从砂系统中排出，成为废（旧）砂。

A.2 砂型铸造除尘灰的产生

在砂型铸造的混砂、造型、浇注、落砂、清理和输送等生产环节产生粉状固体废弃物，为了改善铸造生产现场环境或改善铸造用砂的性能，需将各环节产生的粉尘经由除尘器收集获得除尘灰，需集中处理。

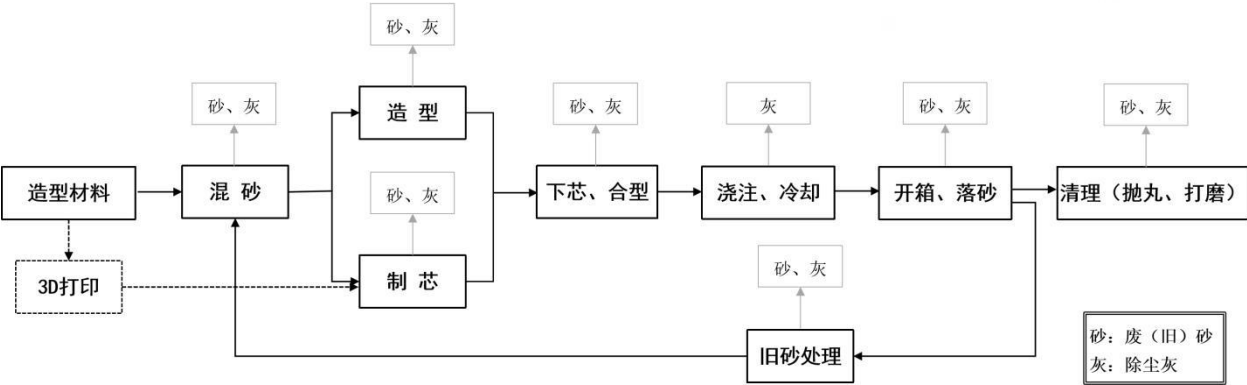


图 A.1 砂型铸造生产工艺中废（旧）砂和除尘灰节点示意图

参考文献

- [1] 中华人民共和国固体废物污染环境防治法 全国人大常委会 2020 年 9 月 1 日起施行
[2] 铸造手册第四卷造型材料 中国机械工程学会铸造分会 2020 年 12 月出版

