

ICS*****

CCS J **

团 体 标 准

T/CFA ××××—202×

砂型铸造旧砂回用、废砂再生与除尘灰 资源化利用技术指南

Technical guidelines for recycling of old sand, reclamation of waste sand and
resource utilization of foundry dedusting ash for sand casting process

（征求意见稿）

202× - ×× - ××发布

202× - ×× - ××实施

中 国 铸 造 协 会 发 布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总则	2
5 回用技术	2
6 再生技术	2
7 造粒技术	4
8 砂型铸造旧砂回用、废砂再生与除尘灰资源化利用可行技术	5
9 环境管理措施	7
附录 A（资料性）砂型铸造生产工艺中旧砂、废砂和除尘灰的产生	9
参考文献	10
图 1 铸造旧砂在铸造企业回用流程图	2
图 2 机械法再生流程图	3
图 3 热法再生流程图	3
图 4 热法+机械法再生流程图	3
图 5 机械法+热法再生流程图	4
图 6 废砂 300℃～350℃加热+机械再生流程图	4
图 7 铸钢水玻璃废砂机械法+湿法联合再生流程图	4
图 8 除尘灰制免烧结陶粒流程图	5
图 A.1 砂型铸造生产工艺中旧砂、废砂和除尘灰产生节点示意图	9
表 1 粘土砂及混合旧砂回用、废砂再生可行技术	5
表 2 树脂砂废砂再生可行技术	6
表 3 有色金属铸造用无机黏结剂废砂再生可行技术	6
表 4 铸钢水玻璃废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	7

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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：暂定。

本文件主要起草人：暂定。

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，其在为国家经济发展提供重要支撑的同时，产生了大量的废砂和除尘灰等废弃物。

在砂型铸造过程中，需要使用砂芯、添加新砂、添加剂等造型材料，需要将多余的旧砂排出铸造生产系统，形成废砂，如不能将废砂合理处置，会对环境造成污染和硅砂资源浪费，铸造企业应将废砂进行再生循环利用，减少资源浪费和环境污染。

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粉尘，铸造企业应采用除尘系统将粉尘集中收集，收集后密封存贮，资源化利用。

本文件总结归纳了当前砂型铸造旧砂回用、废砂再生和铸造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。

砂型铸造旧砂回用、废砂再生与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旧砂回用、废砂再生与除尘灰资源化利用的术语与定义、总则、回用技术、再生技术、造粒技术和资源化可行技术，以及环境管理措施。

本文件适用于砂型铸造工业企业对旧砂回用、废砂再生与除尘灰资源化利用的生产与处理措施，可提供铸造砂处理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废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标准的引用而成为本标准的条款。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标准。

GB/T 5611 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 界定的以及下列术语和定义适应于本文件。

3.1

铸造旧砂 used sand

经铸造生产使用后，能直接用于原铸造生产系统的砂。

[来源：GB/T 5611 -- 2017 的 4.1.4，有修改]

3.2

铸造废砂 waste sand

经铸造生产使用后，因质量或系统容量原因，需要排出原铸造生产系统的砂。

[来源：GB/T 5611 — 2017 的 4.1.9，有修改]

3.3

混合废砂 mixed waste sand

指粘土砂铸造的废砂和树脂砂（包含冷芯工艺和热芯工艺）铸造废砂的混合物。

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状固体废弃物。

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 rate of regeneration

再生处理生产出的再生砂重量与投入的废砂重量比例，单位%，再生产出率=（产出再生砂重量/投入废砂重量）×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称为免烧结陶粒。

4 总则

- 4.1 铸造废砂和除尘灰应进行无害化处理，不应在厂外倾倒或填埋；
- 4.2 铸造废砂和除尘灰处置过程中和处置后应无二次污染，达标排放；
- 4.3 铸造废砂和除尘灰的贮存、堆放、运输、处理等全过程应可追踪、可查询；
- 4.4 全程应封装管控，不得露天存放，也不得裸露储运。

5 回用技术

5.1 通则

铸造企业产生的铸造旧砂和除尘灰，宜回用到原铸造系统中。

5.2 旧砂回用技术

5.2.1 该技术适用于把铸造旧砂经过破碎，筛分，磁选去除金属，再经过除尘、砂温调节后，输入混砂系统，再次用于造型。

5.2.2 工艺流程见图 1。

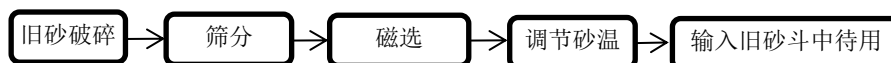


图 1 铸造旧砂在铸造企业回用流程图

5.2.3 主要设备有：破碎机、筛分机、磁选设备、砂温调节器、除尘器等。

5.3 除尘灰回用技术

该技术适用于把铸造湿型粘土砂系统中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 再生技术

6.1 通则

- 6.1.1 铸造废砂宜选用适宜的再生技术，改善性能后的废砂可用于替代原砂。
- 6.1.2 再生过程的废气应达标排放。
- 6.1.3 再生过程的粉尘和废水应进行资源化利用。

6.2 机械法再生技术

6.2.1 该技术适用于把铸造废砂经过破碎、筛分，磁选去金属，研磨脱膜，再经过风选分级、砂温调节后再次用于混砂系统的工艺过程。

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 该技术主要设备有：破碎机、筛分机、磁（铝）选设备、研磨再生机、砂温调节器、除尘器等。

6.3 热法再生技术

6.3.1 该技术是把废砂分别经过破碎和磁（铝）选后，经过 550℃~650℃ 高温焙烧后，冷却筛分出粒度符合要求的再生砂；其中自硬碱酚醛树脂砂铸造废砂再生在高温焙烧过程中宜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。

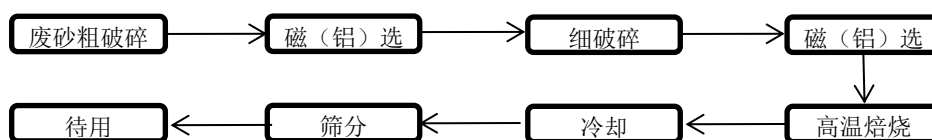


图 3 热法再生流程图

6.3.3 该技术主要设备有：破碎机、筛分机、磁（铝）选设备、焙烧炉、冷却器、除尘器等。

6.4 热法+机械法再生技术

6.4.1 该技术是把铸造废砂经过振动床粗破碎后，磁（铝）选出较大的金属块；二次经滚筒破碎机细破碎到 8mm 以下，精选出细铁砂后，在 650℃~700℃ 焙烧，经冷却流动槽冷却后进行机械研磨，通过风力去尘后，筛分出合适粒度的再生砂，再经冷却器冷却后入库。

6.4.2 该技术工艺流程见图 4。



图 4 热法+机械法再生流程图

6.4.3 该技术主要设备有：破碎机、磁（铝）选设备、焙烧炉、机械研磨机、冷却器、除尘器、筛分机等。

6.5 机械法+热法再生技术

6.5.1 该技术是将无机铸造废砂破碎后，经过筛选机去除金属块；再经过细筛机去除金属屑，将废砂加热到 150℃~220℃ 以上，通过机械研磨或撞击，去除废砂表面的无机黏结剂膜；再经过 650℃~700℃ 焙烧，去除残留的无机黏结剂活性，后经冷却流动槽冷却，再筛分得到再生砂。

6.5.2 该技术工艺流程见图 5。

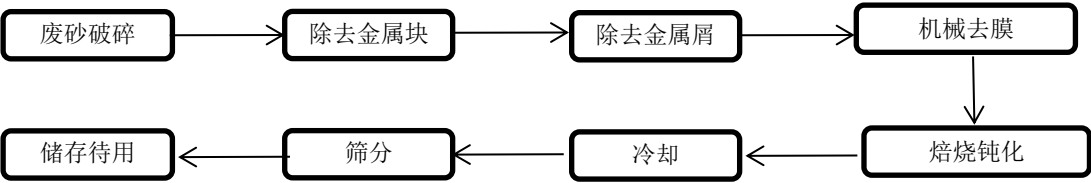


图 5 机械法+热法再生流程图

6.5.3 该技术主要设备有：破碎机、除铝设备、机械研磨机、焙烧炉、冷却器、除尘器、筛分机等。

6.6 300 °C～ 350 °C加热+机械法再生

6.6.1 该技术先是将无机废砂加热，使砂粒表面无机膜失去水分并脆化，加热温度 300 °C～ 350 °C，再进行机械研磨，大幅提高机械研磨效率。

6.6.2 该技术工艺流程见图 7。

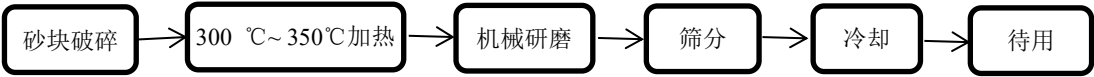


图 6 废砂 300 °C～ 350 °C加热+机械再生流程图

6.6.3 该技术主要设备有：破碎机、加热炉、研磨机、筛分机、砂温调节器、除尘器等。

6.7 机械法+湿法联合再生技术

6.7.1 该技术将铸钢无机废砂先进行机械再生，然后再进行湿法再生；这种砂用于砂型面砂，目的是减少水的使用量。

6.7.2 该技术工艺流程见图 8。

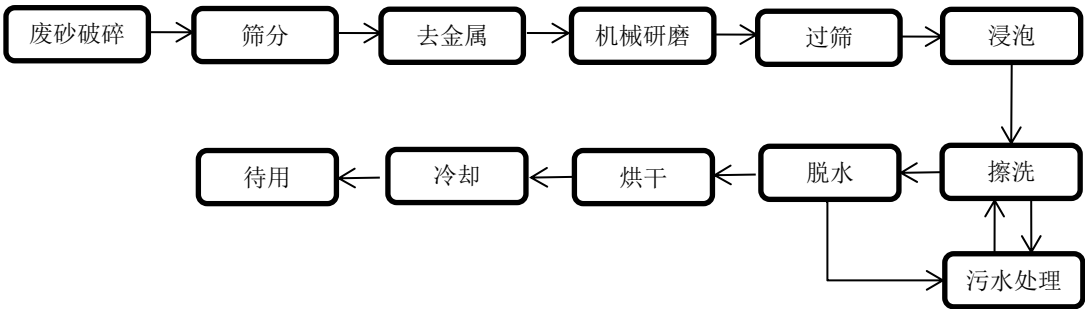


图 7 铸钢水玻璃废砂机械法+湿法联合再生流程图

6.7.2 该技术主要设备：机械研磨机、擦洗机、砂水分离机、脱水机、烘干机、冷却器、污水处理器等。

7 造粒技术

7.1 通则

7.1.1 除尘灰免烧结造粒过程不应产生二次污染，应达标排放；

7.1.2 免烧结造出的颗粒应符合建筑材料标准。

7.2 造粒制免烧结陶粒技术

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

7.2.2 工艺流程见图 10。

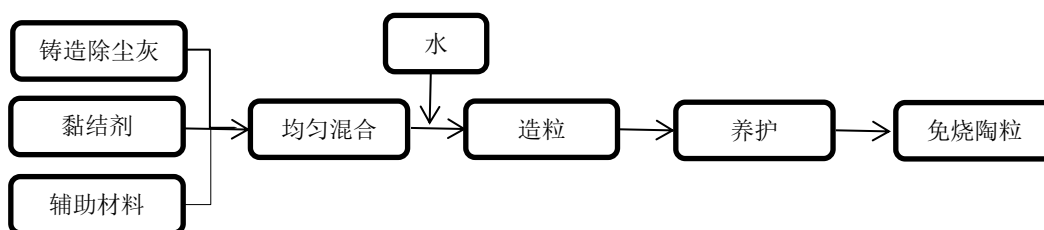


图 8 除尘灰制免烧结陶粒流程图

7.2.4 主要设备有：混料机、高速造粒机、养护设备等。

8 砂型铸造旧砂回用、废砂再生与除尘灰资源化利用可行技术

8.1 砂型铸造旧砂回用、废砂再生可行技术

8.1.1 粘土砂及混合砂旧砂回用、废砂再生可行技术

粘土砂及混合旧砂回用、废砂再生可行技术见表 1。

表 1 粘土砂及混合旧砂回用、废砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					适用条件
		灼烧减量 LOI (%)	酸耗值 (mL/50g)	含泥量 (%)	含水量 (%)	再生产率 (%)	
可行技术1	粘土粘土砂混砂系统回用	-	-	-	-	-	粘土粘土砂造型废砂再生
可行技术2	机械法再生	≤3.5	-	-	-	≥85	粘土粘土砂造型废砂再生
可行技术3	热法+机械法再生	≤0.15	≤7.0	≤0.3	≤0.05	≥80	混合废砂再生，再生砂可用于覆膜砂、粘土粘土砂型生产，掺用新砂可用于冷芯生产
可行技术4		≤0.15	≤4.5	≤0.3	≤0.05	≥80	混合废砂再生，再生砂可用于覆膜砂、粘土粘土砂型和冷芯砂型生产

8.1.2 树脂废砂再生可行技术

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

表 2 树脂砂废砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					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	机械法再生	≤3.5	-	-	-	≥90	自硬呋喃树脂砂铸造废砂、冷芯砂铸造废砂再生，再生砂用于同类砂型铸造
可行技术2	热法再生	≤0.2	≤7.0	≤0.3	≤0.05	≥90	自硬呋喃树脂砂铸造废砂、冷芯砂铸造废砂、覆膜砂铸造废砂再生，再生砂可替代原砂用于粘土粘土砂、自硬树脂砂、覆膜砂等铸造生产
可行技术3	热法+机械法再生	≤0.2	≤10.0	≤0.3	≤0.05	≥85	自硬碱酚醛树脂砂铸造废砂再生，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砂再生可行技术

有色金属铸造用无机黏结剂废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砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标					适用条件
		灼烧减量 LOI（%）	电导率 （μs/cm）	含泥量 （%）	含水量 （%）	再生产出 率（%）	
可行技术1	机械法+热法再生	≤0.1	600	0.3	0.05	≥90	有色金属铸造无机黏结剂废砂，再生砂用于同类型砂生产

8.1.4 铸钢水玻璃旧砂回用、废砂再生可行技术

铸钢水玻璃废砂旧砂回用、废砂再生可行技术见表 4。

表 4 铸钢水玻璃旧砂回用、废砂再生可行技术

可行技术	技术路线	再生砂质量指标				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1	铸钢混砂系统回用	-	-	-	-	用于铸钢件造型的背砂
可行技术2	机械法再生	≤0.5	≤35	≤1	≥80	CO ₂ 硬化水玻璃废砂，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3	机械法再生	≤0.5	≤5	≤0.5	≥80	酯硬化水玻璃废砂，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	技术路线	再生砂质量指标				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4	300℃~350℃加热+机械法再生	≤0.3	≤35	≤0.4	≥85	再生砂用于铸钢件造型的面/背砂
可行技术5	机械法+湿法联合再生	≤0.15	≤4.5	≤0.2	≥85	再生砂可用于铸钢造型的面砂或单一砂工艺，污水零排放。

8.1.5 不同种类的铸造废砂和除尘灰可有相应的回用技术、再生技术和资源化利用技术。企业宜结合自身实际情况，选择本文给出的相应技术，也可采用其他适用的技术。粘土粘土砂铸造废砂和树脂砂铸造废砂再生可优先推荐采用机械法和热法。

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24h强度衰减率 (%)	
可行技术1	混砂系统除尘灰再利用	-	-	-	-	-	湿型粘土粘土砂混砂系统中的除尘灰
可行技术2	免烧结制陶粒技术	12~15	≤1.0	≤10	(1~8)mm (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≥10MPa

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砂和除尘灰处置及环境管理制度，应包括收集、管理、贮存、堆放、运输、处理等全过程的监督，应符合 HJ 1200 和 HJ 1292 的规定。

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

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

9.2 铸造废砂和除尘灰堆存管理

铸造废砂和除尘灰堆存时间不宜过长，应不渗透到空气、水体和土壤中。贮存场地应符合 GB 18597 和 GB 18599 的规定。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，并应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 铸造废砂和除尘灰运输管理

9.3.1 铸造废砂和除尘灰运输应建立统一的全过程监管平台：如固体废弃物跟踪系统，实现铸造废砂

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，且运输时间不宜过长，运输距离不宜过远，应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旧砂、废砂和除尘灰的产生

A.1 砂型铸造

在砂型中生产铸件的铸造方法。钢、铁和大多数有色合金铸件都可用砂型铸造方法获得。由于砂型铸造所用的造型材料价廉易得，铸型制造简便，对铸件的单件生产、成批生产和大量生产均能适应，长期以来，一直是铸造生产中的基本工艺。制造砂型的基本原材料是铸造砂和型砂粘结剂，为使制成的砂型和型芯具有一定的强度，在搬运、合型及浇注液态金属时不致变形或损坏，一般要在铸造中加入型砂粘结剂，将松散的砂粒粘结起来成为型砂。

A.2 砂型铸造废砂的产生

A.2.1 在砂型铸造中，原砂与粘土、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砂。废砂也包括未浇注的废砂型(芯)和废砂。

A.2.2 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，应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，从砂系统中排出为废砂。

A.3 砂型铸造除尘灰的产生

A.3.1 在砂型铸造的混砂、造型、浇注、落砂、清理和输送等生产环节会产生的粉状固体废弃物，经除尘器收集获得除尘灰应集中处理。

A.3.2 砂型铸造生产工艺中旧砂、废砂和除尘灰产生节点见图 A.1。示意图

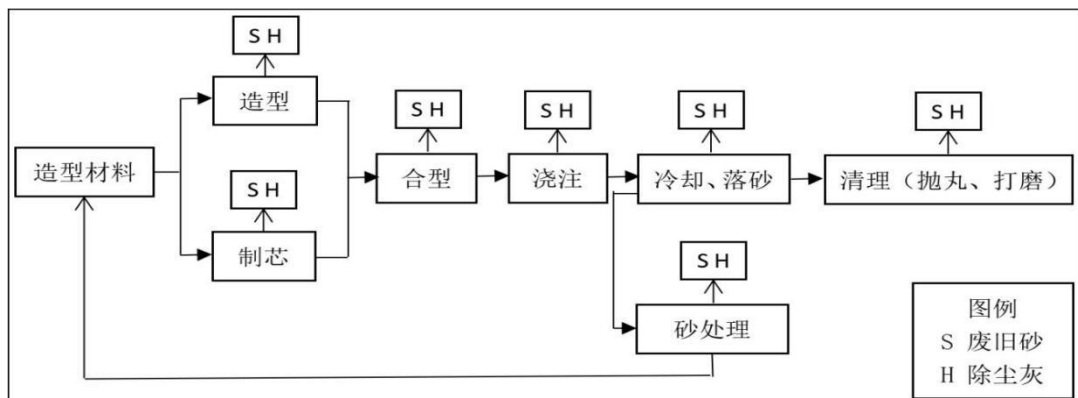


图 A.1 砂型铸造生产工艺中旧砂、废砂和除尘灰产生节点示意图

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
 - [3] GB/T 19001 质量管理体系
 - [4] GB/T 24004 环境管理体系
 - [5] GB/T 26659 铸造用再生硅砂
 - [6] GB/T 28001 职业健康安全管理体系
 - [7] GB/T 32328 工业固体废弃物综合利用产品环境与质量安全评价技术导则
-