

ICS 77.150.10  
H 01

# 团 体 标 准

T/CAMIE 02—2021

---

## 变形铝合金熔炼铸造过程能耗控制标准

Standard for Energy Consumption Control in Melting and Casting of  
Wrought Aluminum Alloy

2021-2-8 发布

2021-3-8 实施

---

中国环保机械行业协会 发布



# 目 次

前言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语与定义.....	1
4 基本要求.....	2
4.1 一般规定.....	2
4.2 安全.....	3
4.3 节能管理.....	3
4.4 环境保护.....	3
5 支持.....	3
5.1 总则.....	3
5.2 人员.....	3
5.3 监视和测量资源.....	4
5.4 知识.....	4
5.5 能力.....	4
5.6 意识.....	4
5.7 文件信息.....	4
6 工艺流程.....	4
6.1 变形铝合金熔炼铸造工艺流程图.....	4
6.2 变形铝合金熔炼铸造主要生产设备.....	5
7 变形铝合金熔炼铸造设备选用及维护.....	6
7.1 熔炼炉和保温炉选用.....	6
7.2 搅拌设备选用.....	7
7.3 精炼装置选用.....	7
7.4 铸造设备.....	8
7.5 其它装置.....	8
7.6 通用设备.....	9
7.7 设备日常维护管理.....	9
8 原辅材料管控.....	9
8.1 一般规定.....	9
8.2 原辅材料管控.....	9
9 变形铝合金铸锭生产过程及能耗控制.....	9
9.1 变形铝合金熔炼铸造过程能耗控制要求.....	9
9.2 变形铝合金熔炼.....	10
9.3 电磁搅拌.....	11
9.4 变形铝合金熔体精炼.....	11
9.5 变形铝合金铸造.....	12
10 能耗分析与评价.....	12

T/CAMIE 02—2021

10.1 监视和测量.....	12
10.2 分析和评价.....	13
11 持续改进.....	13
11.1 基本要求.....	13
11.2 异常和纠正措施.....	13
11.3 持续改进.....	13
附录 A（资料性附录）铸锭生产企业单位产品能耗限额对照表.....	14
表 A.1 铸锭生产企业单位产品能源消耗限定值.....	14
表 A.2 铸锭生产企业单位产品能源消耗准入值.....	15
表 A.3 铸锭生产企业单位产品能源消耗先进值.....	16
参 考 文 献.....	17

## 前 言

本标准按照 GB/T1.1-2020《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。

本标准由中国环保机械行业协会提出并归口。

本标准起草单位：南南铝业股份有限公司、广西南南铝加工有限公司、广西南南铝箔有限责任公司、平果鉴烽铝材有限公司、广西大学资源环境与材料学院。

本标准主要起草人：周雄多、梁丽华、陈平、黄惠毅、庞宇、戴小杰、宋世静、郭建峰、朱国杰、韦月萍、黄宗福、曾建民、汤宏群、任月路、刘伟民。

本标准为首次发布。



# 变形铝合金熔炼铸造过程能耗控制标准

## 1 范围

为了提高变形铝合金熔炼铸造生产过程的能耗控制水平,规范铝合金熔炼铸造过程的工艺设计、运行与维护,保证铝合金熔炼铸造过程能耗控制指标水平优于行业准入值,制定本标准。

本标准规定了变形铝合金熔炼铸造过程中术语和定义、生产设备、技术工艺流程等涉及能耗环节的技术控制及环境保护和安全的要求。

本标准适用于各系列变形铝合金熔炼铸造<sup>1)</sup>过程的能耗控制。

变形铝合金熔炼铸造生产所涉及的相关专业内容,应符合国家现行标准和设计文件的规定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

YS/T 694.1-2017 变形铝及铝合金单位产品能源消耗限额 第1部分:铸造锭

GB 21351-2014 铝合金建筑型材单位产品能源消耗限额

GB/T 1196-2017 重熔用铝锭

GB 17167-2006 用能单位能源计量器具配备和管理通则

YS/T 67-2018 变形铝及铝合金圆铸锭

YS/T 12-2012 铝及铝合金火焰熔炼炉和保温炉技术条件

JB/T 13120-2017 铝熔铸用直流电磁搅拌器

GB/T 25711-2010 铸造机械 通用技术条件

GB 50566-2010 冶金除尘设备工程安装与质量验收规范

GB/T 5182-2008 叉车 货叉 技术要求和试验方法

GB/T 4974-2018 空压机、凿岩机械与气动工具 优先压力

GB 30078-2013 变形铝及铝合金铸锭安全生产规范

GB 9078-1996 工业炉窑大气污染物排放标准

## 3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

1) 注: 不包括军工、航空、航天等特殊领域的变形铝合金熔炼铸造。

3.1

**熔炼 melting**

将配成铝合金需要的固体铝及中间合金转化为铝合金熔体的过程。

3.2

**熔铝率 melting ratio of aluminum**

铝合金熔炼过程中固态铝合金熔化成液态的效率。

3.3

**电磁搅拌 electromagnetic stirring**

在熔炼炉底加设电磁场，使铝合金熔炼过程中炉内的铝合金熔体进行均匀搅动，达到加速合金熔化及均匀成分的目的。

3.4

**配料 batching**

将合金元素单一固体或中间化合物添加到铝熔体中形成铝合金的过程。

3.5

**精炼 refinement**

在保温炉中添加精炼剂，或者通入活性气体、惰性气体和活性气体的混合气体或惰性气体，与有害元素、杂质发生物理或化学作用形成熔渣，达到初级除气除渣的目的。

3.6

**铸造 casting**

将铝合金从液态转化为固态的过程。

3.7

**氢含量 hydrogen content**

溶解在铝液中的氢气含量，单位为 ml/100gAl。

**4 基本要求**

**4.1 一般规定**

4.1.1 根据YS/T 694.1 中的铸锭产品生产工艺流程和能耗限额，并结合铝合金熔炼铸造生产运行，确定能耗控制技术标准，主要包括：

- a) 变形铝合金熔炼铸造工艺流程；
- b) 变形铝合金熔炼铸造设备选用及维护；
- c) 变形铝合金熔炼铸造原辅材料管控；



d) 变形铝合金熔炼铸造生产过程与能耗控制；

4.1.2 铝合金熔炼铸造过程应符合正常车间工作环境条件的要求。

4.1.3 应保证铝合金熔炼铸造过程必要的能源供应，包括天然气、燃料油、工业用电及工业用水等。

4.1.4 变形铝合金熔炼铸造过程能耗控制应包括能耗分析与评价及持续改进。

## 4.2 安全

4.2.1 铝合金熔炼铸造设备中天然气、燃料油等能源管道的设计、制造、安装、改造、维修应符合易燃易爆气体、液体管道的设计、安装及验收规范。

4.2.2 铝合金熔炼铸造所使用的压力容器应符合其相关的设计、制造、安装、改造、维修的规定。

4.2.3 电气设备应布置有防止电击危险的绝缘保护措施，装置内任何带电部件只有在联锁开关电源断开后才能被触及。

4.2.4 熔炼铸造车间环境应按要求布置有相应的防火防爆及应急装置。

4.2.5 变形铝合金熔炼铸造过程的安全生产执行GB 30078。

## 4.3 节能管理

4.3.1 应根据YS/T 694.1中“铸锭生产企业单位产品能源消耗准入值”制定能源消耗目标，并建立相应的能耗考核管理制度，定期对各生产工序能耗情况进行考核，将考核指标分解落实到各岗位。

4.3.2 应根据GB/T 17167的要求配备相应的能源计量器具并建立能源计量管理制度。

4.3.3 宜建立能源管理中心，实现数据库在线采集分析，实时监控重点耗能设备。

4.3.4 宜使用节能燃烧技术和余热回收技术，提高工业窑炉热能利用率。

4.3.5 宜使用变频节能装置，使用绿色环保节能照明，做好无功功率补偿。

4.3.6 改善环境，清洁生产，降低操作者劳动强度。

## 4.4 环境保护

工业窑炉配置相应的尾气处理装置，尾气排放标准执行GB 9078。

## 5 支持

### 5.1 总则

确定能源消耗控制所需的资源，以实施、保持和持续改进能源控制措施，同时应充分考虑现有资源的能力和极限，并为新增资源提供决策信息。

### 5.2 人员

5.2.1 安排所需的人员，以有效实施能源控制管理，保证生产过程能源的持续受控。

5.2.2 对所需人员进行培训，确保相关人员具有能耗控制意识和掌握操作技能。

### 5.3 监视和测量资源

当利用监视和测量来核对生产过程能耗指标是否符合标准要求时，应确保投入所需的资源包括：

- a) 所需能耗计量仪器；
- b) 能耗计量仪器的校对；
- c) 自动监测和数据采集的功能装置。

### 5.4 知识

应收集、总结必要的知识，并培训所需人员确保其具有相关知识。应审视现有的知识以应对不断变化的发展趋势，确定如何获取或接触更多的必要知识并及时进行知识更新。

### 5.5 能力

5.5.1 确定其控制下所需人员所具备相关工作的能力，这些人员从事的工作影响能耗管理的效果。

5.5.2 所需的人员通过适当的培训或经验传授，经过考核合格能够胜任岗位。

5.5.3 必要时采取措施以获得所需的能力。

5.5.4 对于所需人员的培训、考核应保留有记录，作为人员能力的证据。

### 5.6 意识

5.6.1 能耗控制方针。

5.6.2 相关的能耗控制目标。

5.6.3 相关人员应了解能耗控制的重要性和必要性。

5.6.4 相关人员应了解岗位操作技能对能耗控制的有效性。

### 5.7 文件信息

本标准涉及的文件信息包括：工艺流程、各种设备操作规程、各环节工艺技术及参数、安全操作规范、工序能耗指标及控制要求等。

## 6 工艺流程

### 6.1 变形铝合金熔炼铸造工艺流程图

本标准阐述的变形铝合金熔炼铸造工艺流程，是行业内生产1XXX、2XXX、3XXX、4XXX、5XXX、6XXX、7XXX、8XXX变形铝合金系列铸锭的典型做法。

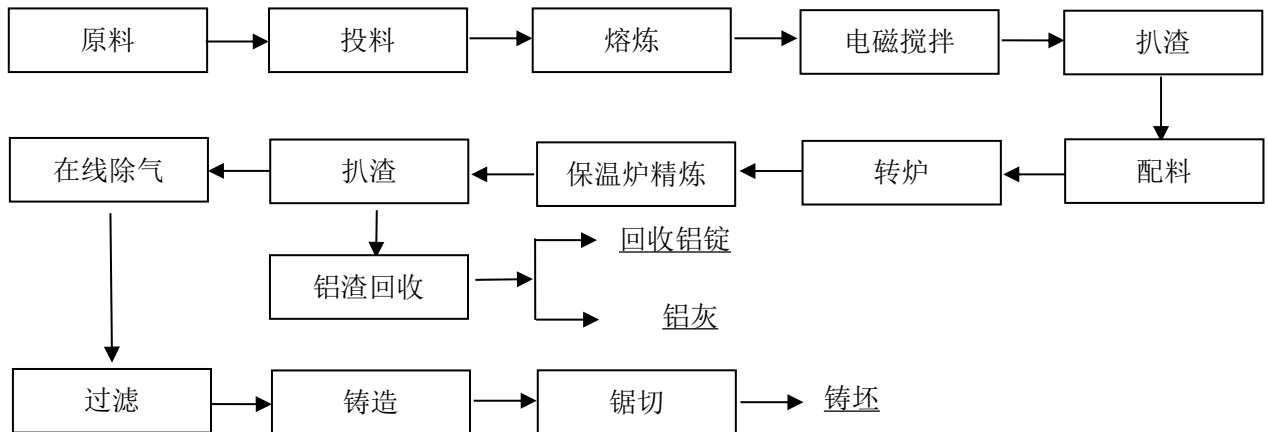


图 1 变形铝合金铸造生产典型工艺流程图

说明：

原料——原料主要包括铝锭、铝型材返回料及中间合金等，按照产品等级合理选择原料，对产品生产的品质和能耗控制都有重要的意义。

投料——根据生产计划制订投料单，规定投用的原辅材料的名称、牌号、形态、重量、类别和投料顺序，向熔炼炉中投入原辅材料的过程。

熔炼——在熔炼炉内用热源将铝或铝合金从固态转为液态的过程。

电磁搅拌——在炉内配料或者熔化期间，利用电磁搅拌设备对铝合金熔体进行搅拌以加速铝熔体熔化并使铝合金熔体成分均匀的过程。

扒渣——采用人工或者借助机械化工具将熔炼过程产生的铝渣分离至炉外的过程；扒渣产生的铝渣经过回收工序将铝和渣分离，得到回收铝锭和铝灰，回收铝锭作为原料重熔利用，铝灰交由有资质单位处理。

配料——根据工艺要求向铝熔体中投入中间合金材料，使铝熔体合金化的过程。

转炉——铝熔体从熔炼炉排出转移到保温炉的过程。

保温炉精炼——在保温炉内通入惰性气体或者惰性气体和活性气体的混合气体，除去熔体中氢气的过程。

在线除气——利用惰性气体或者惰性和活性混合气体在流槽内对铝熔体进行精炼除氢的过程。

过滤——铸造过程利用安装在流槽上的过滤装置进行铝合金熔体中杂质过滤的过程。

铸造——使用特定模具经过冷却把铝熔体从液态转化为固态铝合金铸锭的过程。

锯切——按工艺或用户要求将铝合金铸锭头尾切除，形成铸锭有效长度的过程。

## 6.2 变形铝合金熔炼铸造主要生产设备

变形铝合金熔炼铸造所用到的主要生产设备见表1。

表1 变形铝合金铸锭主要生产设备表

流程主要工序	生产设备
熔炼	熔炼炉
搅拌	电磁搅拌装置

精炼	保温炉、在线除气箱
过滤	过滤装置
铸造	铸造机、结晶器
锯切	锯切机

## 7 变形铝合金熔炼铸造设备选用及维护

### 7.1 熔炼炉和保温炉选用

#### 7.1.1 一般规定

- 7.1.1.1 熔炼炉和保温炉应符合YS/T 12的规定。
- 7.1.1.2 根据能源种类选择合适的加热炉型。
- 7.1.1.3 根据车间布局选择圆形或矩形的结构炉型。
- 7.1.1.4 根据车间布局及经济条件选择固定炉或可倾动炉。
- 7.1.1.5 根据车间布局选择顶部或侧部开启炉门投料的炉型。
- 7.1.1.6 根据熔炼炉和保温炉技术资料明确的功率和能耗指标选择合适的炉型。

#### 7.1.2 熔炼炉和保温炉选用

- 7.1.2.1 根据燃料类型可将铝合金熔炼炉和保温炉分为天然气、电、油、煤气等供热方式炉型，一般情况下是根据区域供能优势选择相应的供热炉型。优先选用清洁能源的供热炉型。
- 7.1.2.2 变形铝合金熔炼炉和保温炉按照形状可分为圆形炉和矩形炉两种。在车间布局允许的条件下，一般选用圆形的炉型，主要是铝合金熔体在圆形内膛流动不存在死角，熔体成分更容易均匀，能有效缩短均匀搅拌时间并达到节能效果。
- 7.1.2.3 变形铝合金熔炼炉和保温炉按基座结构可分为固定炉和可倾动炉。应考虑场地条件、设备投资、运行费用、建设费用、管理费用等因素，综合比较技术和经济效果后才确定最终方案的选择。
- 7.1.2.4 应根据车间布局选择顶部或侧部开启炉门投料的炉型。在条件允许的情况下，一般选用顶部投料炉型，主要是单次投料量大，可减少投料次数、缩短炉门开启时间，降低能耗损失。
- 7.1.2.5 宜根据生产的需求，按熔炼炉和保温炉技术资料明确的功率和能耗指标选择合适吨位的炉型。
- 7.1.2.6 宜选择蓄热式节能燃烧系统，目的是利用熔炼炉和保温炉燃烧产生的尾气余热对燃烧所需的助燃空气进行预热，以提高燃烧热能的利用率。
- 7.1.2.7 宜选择带有燃烧过程炉门联锁装置的炉型，炉门开启时能使燃烧系统自动关闭，以减少炉门开启时热能的损耗。
- 7.1.2.8 在可靠性、稳定性基础上，宜选择燃烧效率和能耗指标先进的熔炼、保温炉。
- 7.1.2.9 宜选择市场成熟的、应用较为广泛的熔炼炉和保温炉类型及规格，并由供应商集成后成套供应。

7.1.2.10 所选择非标炉型必须确保设备的设计、制作、使用等环节的安全因素。

## 7.2 搅拌设备选用

### 7.2.1 一般规定

7.2.1.1 本标准仅考虑采用非接触式搅拌方法及装备，排除高耗能的接触式搅拌方式。

7.2.1.2 根据动力资源选择永磁或电磁式搅拌设备。

7.2.1.3 搅拌装置技术资料中应明确设备功率和能耗目标。

### 7.2.2 搅拌设备选用

7.2.2.1 根据动力资源条件确定永磁或电磁式搅拌设备的选择。由于永磁搅拌方式必须使用机械装置为永磁体提供旋转动力，并且存在磁力漩涡及离心力问题不利于铝合金熔体成分短时间内均匀，从能耗控制角度考虑宜选择电磁搅拌设备。

7.2.2.2 所选用的电磁搅拌设备应满足：直流电搅拌装置符合JB/T 13120的规定，交流电搅拌装置符合JB/T 13118的规定。

7.2.2.3 宜选择市场成熟的、应用较为广泛的电磁搅拌设备类型及规格。

7.2.2.4 在可靠性、稳定性基础上，宜选择能耗等级低的电磁搅拌设备。

7.2.2.5 应结合场地条件选择电磁搅拌设备的配套冷却方式，在条件允许情况下，宜优先采用节能效果较好的风冷方式。

7.2.2.6 宜由供应商集成后成套供应。

## 7.3 精炼装置选用

### 7.3.1 一般规定

7.3.1.1 选择变形铝合金熔体精炼的载体。

7.3.1.2 炉内精炼的炉型选择参照本标准7.1.1。

### 7.3.2 炉内精炼设备选用

7.3.2.1 变形铝合金熔体炉内精炼可在熔炼炉或保温炉内进行。设备选用参照本标准7.1.2。

7.3.2.2 应根据精炼控制要求、场地条件、设备投资、运行费用、管理费用等因素，经技术经济比较后确定最终方案。

7.3.2.3 本标准推荐铝合金熔体炉内精炼在保温炉内进行。熔炼炉与保温炉联动的应用，目的在于实现变形铝合金铸锭连续不间断的生产，减少铝合金熔体在熔炼炉内的停留时间及热能损失，增加铸锭生产炉次，实现综合节能。

### 7.3.3 在线除气精炼技术装备

7.3.3.1 变形铝合金熔体在线除气精炼技术的应用是非强制性的要求。本标准推荐的铝合金熔体在线除气精炼环节是基于生产高品质铸锭的要求而提出的。

7.3.3.2 在线除气精炼系统装置应有增强铝合金熔体保温效果的箱体，以减少铝合金熔体在线精炼过程热能的损失。

#### 7.3.4 在线过滤技术装置

7.3.4.1 变形铝合金熔体在线过滤是变形铝合金铸锭生产过程不可缺少的环节。

7.3.4.2 铝熔体在线过滤技术装置主要有陶瓷板过滤器、管式过滤器、深床过滤器、玻璃丝过滤布等。应根据产品质量控制标准选择与产品质量要求匹配的过滤技术装置。

7.3.4.3 宜根据过滤质量要求、场地条件、设备投资、运行费用、建设费用、管理费用等因素，经技术经济比较后选择最终方案。

7.3.4.4 从节能角度考虑，在线过滤装置宜配有增强铝合金熔体保温效果的箱体，以减少铝熔体的温度损失。

#### 7.4 铸造设备

##### 7.4.1 一般规定

7.4.1.1 铸造设备应符合GB/T 25711的规定。

7.4.1.2 应根据车间布局、场地条件选择铸造机型式。

7.4.1.3 应根据设备功率和能耗目标选择合适的节能铸造设备。

##### 7.4.2 铸造机选用

7.4.2.1 铸造机可分为卧式和立式两种机型。应根据车间布局、场地条件选型，一般情况下，宜选用占地面积小、能源控制成熟的立式铸造方式。

7.4.2.2 应根据设备投资、性能要求、运行费用、建设费用、管理费用等因素，经技术经济比较后确定最终方案。

7.4.2.3 宜根据工艺及产能要求选定匹配的设备功率。

7.4.2.4 宜在可靠性、稳定性基础上选择技术指标先进的产品。

7.4.2.5 宜选择市场成熟的、应用较为广泛的类型及规格。

7.4.2.6 宜由供应商集成后成套供应。

##### 7.4.3 结晶器

结晶器为变形铝合金铸造的易耗品，可分为油气滑结晶器、油滑结晶器、非油气滑结晶器、电磁结晶器等。应根据产品规格、质量标准、设备投资、运行费用、管理费用等因素，经技术经济比较后确定最终方案。

#### 7.5 其它装置

##### 7.5.1 尾气处理装置

7.5.1.1 尾气处理装置应符合GB 50566的规定。

7.5.1.2 尾气处理装置技术资料中应明确设备功率和能耗目标。

7.5.1.3 应在可靠性、稳定性基础上选择技术指标先进的尾气处理装置产品。

7.5.1.4 应选择市场成熟的、应用较为广泛的尾气处理装置类型及规格。

7.5.1.5 宜由供应商集成后成套供应。

7.5.1.6 应安装有粉尘在线监测装置，粉尘含量符合国家相关标准的尾气才能排入大气，尾气排放标准执行GB 9078的规定。

## 7.5.2 水处理装置

7.5.2.1 水处理装置主要包括水池、冷却塔、泵站、加药装置、过滤装置、测量和控制装置等。

7.5.2.2 应根据产线产能要求、季节性产量变化、冷却水质要求等进行设计和选型。

7.5.2.3 应根据生产运行要求和工艺控制条件，设置有关的阀门、测量仪表等实现必要的控制、调节、保护、报警等。

## 7.6 通用设备

7.6.1 主要包括但不限于叉车、扒渣车、行车、空压机等。

7.6.2 叉车、扒渣车设备应符合GB/T 5182 的规定。

7.6.3 空压机设备应符合GB/T 4974的规定。

## 7.7 设备日常维护管理

7.7.1 设备的日常维护及大修，应根据设备使用状况和实际运行时间结合供应商的建议合理安排维护及大修计划。

7.7.2 各工序设备的维护管理，执行单台设备维护的管理制度。

7.7.3 各工序设备的维护及大修应建立记录保存。

## 8 原辅材料管控

### 8.1 一般规定

原辅材料主要包括铝锭、铝合金返回料及中间合金等，使用铝锭符合GB/T 1196的规定。

### 8.2 原辅材料管控

8.2.1 原辅材料应有质量证明书，进厂时必须经过检验合格才能入库。

8.2.2 原辅材料应分区、分类管理，并做好标识，标识内容包括名称、牌号、重量、类别、交接人员、交接单位等。

8.2.3 原辅材料的生产领用，应有生产计划投料单为依据，原辅材料在生产使用中宜先进先出。

8.2.4 生产现场应按原辅材料分类标识作为使用的依据。

## 9 变形铝合金铸锭生产过程及能耗控制

### 9.1 变形铝合金熔炼铸造过程能耗控制要求

变形铝合金熔炼铸造过程综合能耗指标分为限定值、准入值、先进值三个等级，参见附录A。新建变形铝合金铸锭生产企业综合能耗指标应以准入值以上标准为参照。

## 9.2 变形铝合金熔炼

变形铝合金熔炼是利用铝锭、电解铝液、铝返回料、中间合金主要材料，经熔化、熔体处理，得到化学成分、杂质与气体含量符合要求，温度均匀的铝合金熔体的过程。熔炼是合金元素在熔融铝中溶解完成合金化的重要过程。

### 9.2.1 一般要求

- 9.2.1.1 车间配备专职或者兼职配料员。
- 9.2.1.2 根据产品等级选择适当的原料。
- 9.2.1.3 选择适当的投料方式。
- 9.2.1.4 设定工艺参数及控制要求。

### 9.2.2 投料和配料

- 9.2.2.1 备料：依据投料量要求制定每批次产品投用的原辅材料的名称、重量、牌号、类别进行称重备料；
- 9.2.2.2 投料：按工艺规定安排投料顺序；
- 9.2.2.3 配料：应在扒渣结束后开展，在铝液充分熔化并搅拌均匀后，分析底样成分，对比成分控制标准表，计算各元素合金补加量，投入中间合金，静置、搅拌后再进行化学分析；
- 9.2.2.4 配料员应记录投料、配料、补料、化学分析等数据，以确保过程追溯性。

### 9.2.3 熔炼

熔炼过程应确保：

- a) 配备熔炼装置专职操作人员，定期培训；
- b) 配料员应根据生产计划制订每批次产品的投料单，并根据该炉次的投料量确定投料顺序；
- c) 该炉次的投料工艺参数应依据冷炉或热炉连续生产的状况确定。通常情况下，热炉连续生产时预留一定量的铝合金熔体可以加快后续投料的熔化速度，从而有效减少热能的输入总量；
- d) 控制熔炼过程参数：由专职操作人员对热能输入时机、输入量、加热时长、熔炼炉压、炉气温度、铝合金熔体温度等工艺和参数要求的执行过程进行控制；
- e) 确保熔化时间、熔化率、热效率受控；
- f) 合理确定相关设施运行参数并确保该参数受控；
- g) 应确保新工具的使用，提高效率；
- h) 操作人员分工协作，确保安全和效率。
- i) 确保合格的铝熔体及时转移至保温炉以避免热能在熔炼炉内的闲置损耗；
- j) 铝熔体转炉前应对流槽进行烘干并用盖板密封。
- h) 应对熔炼过程各种文件信息形成记录，以确保过程追溯性。



### 9.3 电磁搅拌

在炉料熔化过程或者配料过程，利用电磁搅拌设备对铝熔体进行搅拌，以加速合金熔化并使铝合金熔体成分均匀，从而达到减少能源消耗的效果。

一般情况下，电磁搅拌开启时间应选择在炉料熔化生成1/3~1/2铝合金熔体时进行，由熔炼装置专职操作人员执行。

### 9.4 变形铝合金熔体精炼

变形铝合金熔体精炼可在熔炼炉或保温炉内进行。本标准推荐的是以保温炉为载体，通入惰性气体或者惰性气体和活性气体的混合气体精炼除去熔体中的氢气。

#### 9.4.1 一般要求

9.4.1.1 配备专职或者兼职精炼人员。

9.4.1.2 合适的精炼气体及送气装置。

9.4.1.3 精炼工艺参数及控制要求。

#### 9.4.2 保温炉精炼

保温炉精炼应确保：

- a) 精炼人员经过培训并考核合格，胜任岗位；
- b) 对送气装置进行可靠性、安全性常规检查；
- c) 检查保温炉内铝合金熔体入口是否处于闭合状态；
- d) 所选用的精炼气体应经过检测分析，各项指标符合工艺要求；
- e) 过程中应确保精炼气体相对湿度、压力、流量、通气时间、精炼温度等工艺参数受控；
- f) 应对精炼过程各种文件信息形成记录。

#### 9.4.3 在线除气精炼

铸造过程利用安装在流槽的除气装置进行除氢气精炼的过程，一般用惰性气体或者惰性气体和活性气体的混合气体进行精炼。

在线精炼过程应确保：

- a) 精炼人员经过培训并考核合格，胜任岗位。
- b) 对在线除气装置进行可靠性、安全性常规检查。
- c) 惰性气体或者惰性和活性的混合气体应经过检测，各项指标符合要求。
- d) 精炼气体压力、流量受控，精炼温度参数受控。
- e) 确保保温炉至精炼除气段流槽的保温效果，减少铝合金熔体在流槽中的热量损失。
- f) 应对在线除气精炼过程各种文件信息形成记录。

#### 9.4.4 过滤

铸造过程利用安装在流槽上的过滤装置进行铝合金熔体中杂质过滤的过程，一般用陶瓷板过滤器、管式过滤器进行过滤。

在线精炼过程应确保：

- a) 过滤人员经过培训并考核合格，胜任岗位。
- b) 对过滤装置进行可靠性、安全性常规检查。
- c) 检查过滤装置的保温效果，减少热量损失。

## 9.5 变形铝合金铸造

### 9.5.1 一般要求

- 9.5.1.1 配备专职铸造人员。
- 9.5.1.2 铸造系统运行情况良好。
- 9.5.1.3 应急预案。
- 9.5.1.4 铸造前的准备。
- 9.5.1.5 铸造工艺参数及控制要求。

### 9.5.2 铸锭成型

- 9.5.2.1 铸造人员必须经过培训并考核合格，胜任岗位。
- 9.5.2.2 检查应急人员、工具等措施的到位情况。
- 9.5.2.3 确保铸锭过程人员按分工岗位的就位。
- 9.5.2.4 检查铸造升降机可靠性、稳定性、安全性等方面的试机状况。
- 9.5.2.5 检查并确保保温炉和铸造机联动的通信状态良好。
- 9.5.2.6 烘培流槽及铸造分流盘至干燥状态。
- 9.5.2.7 各岗位铸造人员准备好铸造辅助操作工具。
- 9.5.2.8 铸锭过程中应确保冷却水流量、冷却水压力、压缩空气压力、铝合金熔体温度等工艺参数受控。
- 9.5.2.9 铸锭过程中，岗位人员严格按照要求监视铸造分流盘的状态，发现穿漏应按操作规程要求及时处理，防止安全事故发生。
- 9.5.2.10 应对铸锭过程各种文件信息形成记录。

## 10 能耗分析与评价

### 10.1 监视和测量

对于生产过程的能耗控制，应确定：

- a) 监视和测量；
- b) 使用什么方法进行监视、测量、分析和评价以确保结果有效；
- c) 何时实施监视和测量；
- d) 何时对监视和测量的结果进行分析和评价；
- e) 应评价能耗控制标准的要求和有效性；
- f) 应保留适当的成文信息，以作为结果的证据。

## 10.2 分析和评价

应对监视和测量获得的能耗数据和信息进行分析 and 评价：

- a) 依据YS/T 694.1规定的能耗计算方法计算能耗指标。
- b) 选择合适的分析和评价方法及工具对能耗指标进行评判。

## 11 持续改进

### 11.1 基本要求

应持续改进能耗控制措施的适宜性，充分性和有效性。

应考虑分析和评价的结果，根据结果进行持续改进。

### 11.2 异常和纠正措施

当出现能耗控制异常时，应采取：

- a) 对异常做出应对，采取措施以控制和纠正。
- b) 通过下列活动评价是否需要采取措施，以消除异常的原因，避免其再次发生。
  - 1) 评审和分析异常；
  - 2) 确定异常的原因；
  - 3) 确定是否存在或可能发生类似的异常；
  - 4) 实施所需的措施；
  - 5) 评审所采取的纠正措施的有效性；
  - 6) 异常的性质以及随后所采取的措施。

### 11.3 持续改进

根据能耗分析和评价结果，对照变形铝合金熔炼铸造过程综合能耗指标的先进值，提出持续改进目标及措施，进一步提高能耗控制的指标水平。应包括：

- a) 改进生产控制、技术工艺及装备水平，降低生产能耗。
- b) 制定纠正、预防措施或减少不利影响因素。

## 附录 A

## (资料性附录)

## 铸锭生产企业单位产品能耗限额对照表

表 A.1 铸锭生产企业单位产品能源消耗限定值

产品分类			主原料	单位产品能源消耗限定值	
				kgce/t	
				I类铝或铝合金	II类铝或铝合金
扁铸锭(符合YS/T 590的要求,生产工艺流程见参考图1)	厚度≤400mm	宽度≤1500mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤235	≤300
		宽度>1500mm		≤245	≤330
	厚度>400mm	宽度≤1500mm		≤250	≤320
		宽度>1500mm		≤255	≤345
实心圆铸锭(符合YS/T 67的要求,生产工艺流程参见图1)	铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤170	—
		外径>200mm~500mm		≤185	—
	非铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm		≤240	≤330
		外径>200mm~500mm		≤260	≤360
	外径>500mm	≤300	≤390		
空心圆铸锭(符合YS/T 67的要求,生产工艺流程参见图1)		外径≤360mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤325	≤390
		外径大于 360mm		≤345	≤410
<p>a 若未 100%通过静置炉进行熔体精炼、静置处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(30×未经过熔体精炼静置的合格铸锭产量/全部合格铸锭产量)。</p> <p>b 若未 100%进行在线过滤处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(3×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>c 若未 100%进行在线除气处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(4×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>d 若未 100%进行均匀化热处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(40×未经过均匀化热处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>e 若未 100%经过均匀化处理或经过在线除气处理工序,能耗限定值应按上述规则从表中数值中扣减相应数值。</p> <p>例如:某企业报告期内生产外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭产量为 10000 t,其中 2000 t 未经过均匀化处理,3000 t 未经过在线除气处理,则用于评估该企业报告期内外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭的能源消耗限定值为 330- 40× 2000/10000- 4× 3000/10000= 320.8。</p>					

表 A.2 铸锭生产企业单位产品能源消耗准入值

产品分类			主原料	单位产品能源消耗限定值	
				kgce/t	
				I类铝或铝合金	II类铝或铝合金
扁铸锭（符合YS/T 590的要求，生产工艺流程见参考图1）	厚度≤400mm	宽度≤1500mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤185	≤250
		宽度>1500mm		≤195	≤280
	厚度>400mm	宽度≤1500mm		≤200	≤270
		宽度>1500mm		≤205	≤295
实心圆铸锭（符合YS/T 67的要求，生产工艺流程参见图1）	铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤120	—
		外径>200mm~500mm		≤125	—
	非铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm		≤190	≤290
		外径>200mm~500mm		≤210	≤310
		外径>500mm		≤250	≤340
空心圆铸锭（符合YS/T 67的要求，生产工艺流程参见图1）	外径≤360mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤275	≤340	
	外径>360mm		≤295	≤370	
<p>a 若未 100%通过静置炉进行熔体精炼、静置处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(30×未经过熔体精炼静置的合格铸锭产量/全部合格铸锭产量)。</p> <p>b 若未 100%进行在线过滤处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(3×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>C 若未 100%进行在线除气处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(4×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>d 若未 100%进行均匀化热处理,则能源消耗限定值为表中数值减去(40×未经过均匀化热处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>e 若未 100%经过均匀化处理或经过在线除气处理工序，能耗限定值应按上述规则从表中数值中扣减相应数值。</p> <p>例如:某企业报告期内生产外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭产量为 10000 t,其中 2000 t 未经过均匀化处理, 3000 t 未经过在线除气处理,则用于评估该企业报告期内外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭的能源消耗限定值为 290- 40× 2000/10000- 4× 3000/10000=280.8。</p>					

表 A.3 铸锭生产企业单位产品能源消耗先进值

产品分类			主原料	单位产品能源消耗限定值	
				kgce/t	
				I类铝或铝合金	II类铝或铝合金
扁铸锭（符合YS/T 590的要求，生产工艺流程见参考图1）	厚度≤400mm	宽度≤1500mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤95	≤115
		宽度>1500mm		≤100	≤125
	厚度>400mm	宽度≤1500mm		≤100	≤125
		宽度>1500mm		≤105	≤130
实心圆铸锭（符合YS/T 67的要求，生产工艺流程参见图1）	铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤60	—
		外径>200mm-500mm		≤65	—
	非铝合金建筑型材用 6063 合金	外径≤200mm		≤60	≤80
		外径>200mm-500mm		≤80	≤100
		外径>500mm	≤90	≤120	
空心圆铸锭（符合YS/T 67的要求，生产工艺流程参见图1）		外径≤360mm	重熔用铝锭、铝液及废料	≤155	≤220
		外径>360mm		≤175	≤250
<p>a 若未 100%通过静置炉进行熔体精炼、静置处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(30×未经过熔体精炼静置的合格铸锭产量/全部合格铸锭产量)。</p> <p>b 若未 100%进行在线过滤处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(3×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>c 若未 100%进行在线除气处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(4×未经过在线除气处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>d 若未 100%进行均匀化热处理，则能源消耗限定值为表中数值减去(40×未经过均匀化热处理的合格铸锭产量/全部合格的铸锭产量)。</p> <p>e 若未 100%经过均匀化处理或经过在线除气处理工序，能耗限定值应按上述规则从表中数值中扣减相应数值。</p> <p>例如：某企业报告期内生产外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭产量为 10000 t,其中 2000 t 未经过均匀化处理，3000 t 未经过在线除气处理，则用于评估该企业报告期内外径小于 200 mm 的合格 II 类铝合金实心圆铸锭的能源消耗限定值为 <math>80 - 35 \times 2000/10000 - 3 \times 3000/10000 = 72.1</math>。</p>					

## 参 考 文 献

- [1] 王祝堂, 田荣璋. 铝合金及其加工手册 (第三版) [M]. 中南工业大学出版社, 2005.
- [2] 张丽丽, 龙思远, 杨智, 等. 铝合金熔炼节能技术现状和发展趋势[J]. 热加工工艺, 2013, 42(5): 46-48.
- [3] 罗启全. 铝合金熔炼与铸造[M]. 广东科技出版社, 2002.

