

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 851—202X  
代替YS/T 851—2012

铝熔体在线除气过滤装置

Equipment specification for aluminum and aluminum alloys melt  
degassing and filtering system in-line

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前言

本标准按照 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。

本文件代替 YS/T 851-2012《铝熔体在线连续除气装置》，与 YS/T 851-2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了术语和定义（见 3）
- b) 更改了除气、过滤装置分类（见 4.1，2012 年版的 3）；
- c) 更改了除气装置与过滤装置的标记规则（见 4.2.1、4.2.2，2012 年版的 4.1、4.2）；
- d) 更改了除气、过滤装置的设计应符合的相关规定（见 5.1.1.1、5.2.1.1，2012 年版的 5.1.1.1）
- e) 更改了除气、过滤装置的一般组成（见 5.1.1.2、5.2.1.2，2012 年版的 5.1.1.2），增加了除气、过滤装置的总体设计要求（见 5.1.1.2、5.2.1.2），更改了除气、过滤装置箱体及上盖的组成（见 5.1.2.1、5.1.2.2、5.1.2.3、5.2.2.1、5.2.2.2、5.2.2.3，2012 年版的 5.1.2）；
- f) 删除了除气、过滤装置内衬的正常使用寿命要求（见 2012 年版的 5.1.2.1.3），更改了除气、过滤装置保温层在工作中最大铁壳温升规定（见 5.1.2.4，2012 年版的 5.1.2.2.2），更改了除气、过滤装置密封规定（见 5.1.2.4，2012 年版的 5.1.2.4）；
- g) 增加了除气装置尾气回收系统、智能数字化除气系统、安全预警系统的设计要求（见 5.1.9、5.1.10、5.1.11），增加了过滤装置安全预警系统的设计要求（见 5.2.4）；
- h) 更改了除气、过滤装置的试车要求（见 5.3，2012 年版的 5.3）；
- i) 更改了除气、过滤装置的试车要求的检验方法（见 6.2，2012 年版的 6.3）；
- j) 更改了除气、过滤装置的随行文件（见 8.3，2012 年版的 9）
- k) 增加了除气装置部件选择参考（见附录 A）；
- l) 增加了过滤装置部件选择参考（见附录 B）。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本标准起草单位：XXX、XXX、XXX、XXX。

本标准主要起草人：XXX、XXX、XXX、XXX。

本文件及所代替或废止的文件的历次版本发布情况为：

——2012年首次发布为YS/T 851-2012；

——本次为第一次修订。

# 铝熔体在线除气过滤装置

## 1 范围

本文件规定了铝熔体在线除气过滤装置的分类、命名规则、技术要求、检验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存、随机文件、订货单（或合同）内容。

本文件适用于铝及铝合金熔体在线净化用除气装置（APR）、过滤装置（APF）。

本文件不适用于流槽、转运包等无固定箱体除气装置。

## 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。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。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。

- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 5226.1 机械安全机械电气设备-第1部分通用技术条件
- GB/T 10326 定形耐火制品尺寸、外观及断面的检查方法
- GB 11984 氯气安全规程
- GB/T 15706.2 机械安全基本概念与设计通则第2部分：技术原则
- GB/T 22671 外转子电动机试验方法
- GB/T 28475.2 工业炉窑控制装置 第2部分：性能评定方法
- GB 30078 变形铝及铝合金铸锭安全生产规范
- GB 30079.1 铝及铝合金板、带、箔安全生产规范第1部分：铸轧
- JB/T 12384 机床电气设备及系统电气控制柜技术条件
- JB/T 4730.8 承压设备无损检测 第8部分：泄漏检测
- JB/T 5943 程机械焊接件通用技术条件
- YS/T 600 铝及铝合金液态测氢方法 闭路循环法
- YS/T 601 铝熔体在线除气净化工艺规范
- YS/T xxxx 铝及铝合金熔体离线渣含量检测方法
- T/CNIA xxx-2022

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 除气装置 degassing machine

通过将惰性气体或氯气或混合气体喷入熔融铝及铝合金熔体，去除熔融铝及铝合金熔体中的氢，降低铝熔体中氢含量使其达到生产标准的一种专用设备。

### 3.2

#### 过滤装置 filter box

通过使熔融铝及铝合金熔体流过过滤介质，拦截铝熔体中的夹杂物，降低铝熔体中渣含量使其达到生产标准的一种专用设备。

### 3.3

#### 内衬 inner lining

采用不粘铝陶瓷材料浇筑成型、高温烧结，高强度，外观为白色的不污染铝液的致密陶瓷体。在除气装置、过滤装置最内部，作为直接盛装铝液、与铝液直接接触的腔体。

## 3.4

**保温层 insulation layer**

安装在内衬与除气过滤装置铁壳之间，为除气装置、过滤装置内的铝熔体保温隔热的保温材料层。

## 3.5

**放流机构 discharge mechanism**

用于排空除气过滤装置内的残余铝液的机构。

## 3.6

**箱体倾翻机构 box tilting mechanism**

通过倾翻除气过滤装置箱体，方便内衬清理的机构。

## 3.7

**箱体旋转机构 box rotation mechanism**

通过使除气装置箱体向铝熔体出口方向旋转，将装置内的剩余铝熔体全部排入下游流槽，从而实现全铝铸造的机构。

## 3.8

**加热器 heater**

用于除气装置、过滤装置内衬预热，以及工作中对装置内铝熔体进行升温与保温的机构。

## 3.9

**转子机构 rotor**

将精炼气体通过旋转剪切以弥散微小气泡的形式通入铝熔体，从而提高除气装置除氢效率的机构。

## 3.10

**外壳温升 temperature rise of the shell**

除气过滤装置工作时箱体铁壳非热桥点处的温度减去室温的温度差。

## 3.11

**热桥点 thermal bridge point**

热桥是指箱体外壳与炉膛结构中的金属梁、柱、肋等部位。因这些部位传热能力强，热流较密集，内表面温度较低，故称为热桥。除气过滤装置进出口、放流口、箱盖与下箱体接缝处周围 300mm 内的部位属于热桥点。

## 4 分类

## 4.1 除气过滤装置分类

4.1.1 除气过滤装置由除气装置和过滤装置组成。

4.1.2 除气装置按箱体类型分为固定箱式、倾翻箱式、旋转箱式和真空箱式。

4.1.3 过滤装置按箱体类型分为固定箱式、倾翻箱式，所使用的过滤介质为泡沫陶瓷板、氧化铝球和陶瓷管。

4.1.4 除气过滤装置分类及代号应符合表1的规定。

表1 除气、过滤装置分类表

装置名称与代号	箱体名称与代号		过滤介质与代号
除气装置 (APR)	固定箱式	F	—
	倾翻箱式	P	
	旋转箱式	R	

	真空箱式	A		
过滤装置 (APF)	固定箱式	F	泡沫陶瓷板 氧化铝球 陶瓷管	CFn <sup>a</sup> B T
	倾翻箱式	P	泡沫陶瓷板	CFn <sup>a</sup>
<sup>a</sup> n 为通过该装置的铝熔体从入口到出口经过的泡沫陶瓷板过滤的级数。				

## 4.2 标记及示例

### 4.2.1 除气装置

除气装置产品标记按装置名称、转子个数、单位时间流量、分类代号、是否配置智能化系统（如有，以AI表示）的顺序表示。标记示例如下：

示例1：

单转子、每小时最大处理量为15t/h、不搭载智能化系统的固定箱式除气装置，标记为：

APR 1-15 G

示例2：

双转子，每小时最大处理量为35t/h，搭载智能化系统的倾翻箱式除气装置，标记为：

APR 2-35 P-AI

### 4.2.2 过滤装置

过滤装置产品标记按装置名称、分类代号（过滤介质）、单位时间流量、分类代号（箱体类型）的顺序表示。标记示例如下：

示例1：

过滤介质为双级泡沫陶瓷过滤板、最大处理量为30t/h的倾翻箱式过滤装置，标记为：

APF CF2-30 P

示例2：

过滤介质为氧化铝球，每小时最大处理量为35t/h的固定箱式过滤装置，标记为：

APF B-35 G

## 5 要求

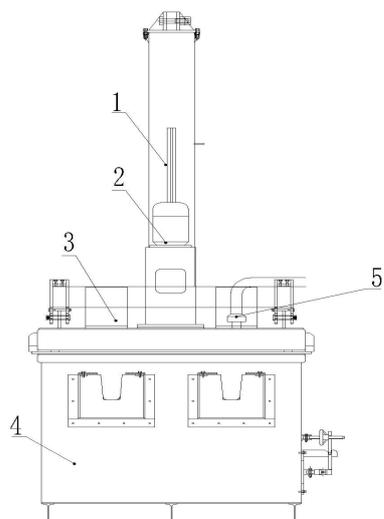
### 5.1 除气装置的设计制造

#### 5.1.1 一般要求

5.1.1.1 除气装置的设计应符合 GB/T 5226.1、GB 11984、GB/T 15706.2、GB 30078、GB 30079.1、YS/T 601、JB/T 5943 的相关规定。

5.1.1.2 除气装置内衬寿命不小于 12 个月，其他元器件质保期 12 个月。

5.1.1.3 除气装置一般由箱体、上盖提升机构、加热器、转子机构、电气控制系统、气体控制系统、尾气回收系统、智能数字化除气系统、安全预警系统、仪表及自选配置等部分组成。自选配置根据除气装置类型分为箱体倾翻机构、箱体旋转机构、内腔抽真空机构，除气装置典型结构见图1。



标引序号说明：

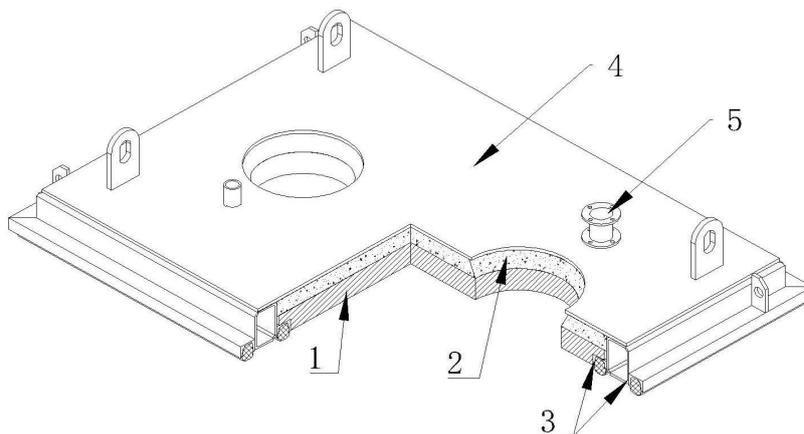
- 1——上盖提升机构；
- 2——转子机构；
- 3——加热器；
- 4——箱体；
- 5——尾气回收系统；

图1 除气装置典型结构

### 5.1.2 箱体

5.1.2.1 箱体由下箱体及上盖组成。箱体应密封性能良好，保证除气装置工作时内部为微正压环境。使用氯气或混合气体除气时，气体管道的设计、制造、安装、使用应符合 GB 11984 的相关规定。

5.1.2.2 上盖一般由内衬、保温层、密封件、铁壳、废气回收装置接口等部件组成，典型结构见图 2。

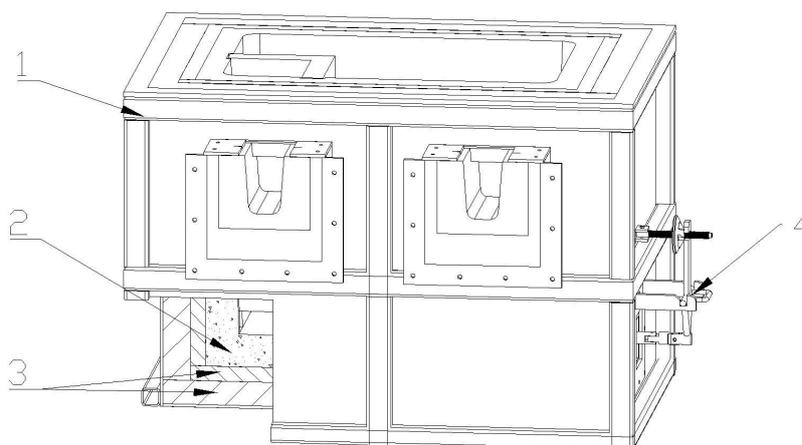


标引序号说明：

- 1——内衬；
- 2——保温层；
- 3——密封件；
- 4——铁壳；
- 5——废气回收装置接口。

图2 除气装置上盖典型结构

5.1.2.3 下箱体一般由铁壳、内衬、保温层、放流安全机构等部件组成，典型结构见图 3。



标引序号说明:

- 1——铁壳;
- 2——内衬;
- 3——保温层;
- 4——放流安全机构。

图3 除气装置下箱体典型结构

#### 5.1.2.4 箱体各部件应满足以下要求:

——内衬:

- 使用不粘铝、不易与铝液发生反应的材料烧结;
- 能耐 1050℃ 高温;
- 耐冲刷、抗热震性好、保温性好;
- 内部形状、结构应方便人工清理积渣, 无清理死角、锐角等容易积渣的结构;

——保温层:

- 应紧密填充无空缝, 确保内衬不松动。
- 绝热性能好, 在工作中箱盖铁壳温升应  $< 50^{\circ}\text{C}$ ;

——密封件:

- 箱盖与下箱体配合面处应设置高温密封, 密封材料一般选择柔性石棉盘根;
- 转子结构底部与上盖配合面处应设置高温密封, 密封件一般选择柔性石棉盘根, 或柔性石棉盘根加充气密封圈;
- 密封处两接触面应平整无缝隙, 保证箱体密封后内热气不外泄。

——铁壳:

- 铁壳所用钢材应符合 GB/T 3274 的相关规定;
- 铁壳焊缝应符合 JB/T 5943 的相关规定;
- 铁壳表面应经过防锈处理;
- 铁壳整体金属构架焊接牢固, 不发生变形。

——放流安全机构, 一般由堵头、堵帽、控钎、支板、卡板、手轮螺母等组成, 应满足以下要求:

- 能排空下箱体内的残余铝液;
- 整体结构应牢固可靠, 方便操作, 非放流状态时不漏铝液。

——废气回收装置:

- 接口应为标准法兰接口, 便于除尘装置连接;
- 法兰无变形损坏、法兰面平整, 正常连接不泄露。

#### 5.1.3 上盖提升机构

5.1.3.1 上盖提升机构一般由立柱、底座、导轨及滚轮、提升动力组件、摆转动力组件、安全机构和限位机构等组成。提升动力组件分为电动葫芦提升、液压提升与链条提升。

5.1.3.2 上盖提升机构的运行应平稳，运行过程中不影响除气装置其他组件。

5.1.3.3 上盖提升机构与上盖之间的连接应牢固可靠。

5.1.3.4 上盖提升机构上盖提升高度应大于转子伸入箱体长度，除上盖提升功能外应同时具备使上盖绕提升立柱旋转 0-180° 的摆转功能，摆转动力组件可分为电动式与手动式。

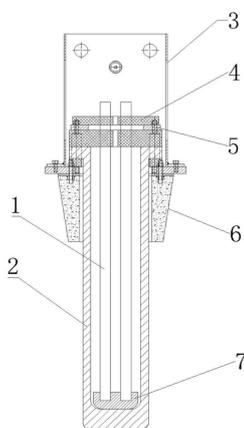
#### 5.1.4 箱体倾翻机构、箱体旋转机构

5.1.4.1 箱体倾翻机构、箱体旋转机构应能通过倾翻快速排出下箱体内的残留铝熔体，倾翻角度便于人工进行内衬的清理、维护与保洁。

5.1.4.2 箱体倾翻机构、箱体旋转机构应采用液压系统，液压系统应符合 GB/T 3766 的规定，运行应平稳、安全可靠。

#### 5.1.5 加热器

5.1.5.1 加热器一般由发热元器件、陶瓷保护套、加热防护罩、加热密封件、卡套、垫块、紧固件等组成。典型结构见图 4。



标引序号说明：

- 1——发热元器件；
- 2——陶瓷保护套；
- 3——加热防护罩；
- 4——卡套；
- 5——紧固件；
- 6——加热密封件；
- 7——垫块。

图4 加热器典型结构

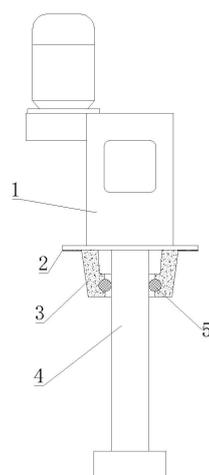
5.1.5.2 加热器应运行稳定，坚固耐用。

5.1.5.3 加热器各部件应便于组装、拆卸。

5.1.5.4 加热器加热温度应不超过 1100℃，功率应满足静态铝液的温升速率  $\geq 20^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

#### 5.1.6 转子机构

5.1.6.1 转子机构用于对铝熔体进行通气搅拌，一般由驱动机构、密封垫、密封件、转子和柔性密封绳组成。典型结构见图 5。



标引序号说明:

- 1——驱动机构;
- 2——密封垫;
- 3——密封件;
- 4——转子
- 5——柔性密封绳。

图5 转子机构典型结构

- 5.1.6.2 转子结构设计应便于安装、拆卸、清理。
- 5.1.6.3 转子结构材料应耐侵蚀、耐磨损,宜选择使用寿命不低于一年的转子,转子结构材料选用见附录 A。
- 5.1.6.4 转子工作转速宜在 200-600rpm 的范围内可调,设定转速与实际偏差不得超过 5%。
- 5.1.6.5 驱动机构轴端径向跳动应 $\leq 0.08\text{mm}$ , 组装后转子末端径向跳动应 $\leq 3\text{mm}$ 。
- 5.1.6.6 转子应保持垂直,转子机构与上盖紧密装配,宜配有可视的水平仪及调平装置。

### 5.1.7 电气控制系统

- 5.1.7.1 电气控制系统一般由柜体、电器元件等组成,应符合 JB/T 12384 的规定。
- 5.1.7.2 电气控制系统应集成电器控制系统、温控系统等,控制精度应符合 YS/T 601 的规定。
- 5.1.7.3 电气控制系统宜配备人机显示操作界面,操作界面显示、设定及监控内容宜包含下列内容:
  - 铝液温度测量和设定,并带有高低温报警显示;
  - 转子速度测量和设定,速度监控,并带有报警显示;
  - 控制和限制加热器温度、功率,并带有报警显示;
  - 气体流量、压力监控,并带有报警显示。
- 5.1.7.4 电气控制系统应能进行数据传输及远程控制。

### 5.1.8 气体控制系统

- 5.1.8.1 气体控制系统一般由柜体、阀体、气体管路、传感器等组成。
- 5.1.8.2 气体管路应密封良好、耐腐蚀。
- 5.1.8.3 气体管路应有漏气回路检测功能。
- 5.1.8.4 使用氯气时应有安全保护、报警装置,安全保护、报警装置应符合 GB 11984 的规定。
- 5.1.8.5 气体的流量和压力应可调节并实时显示,并带有报警功能。
- 5.1.8.6 输入氯气的气源压力宜在 0.4-0.6MPa 范围内,惰性气体气源压力宜在 0.3-0.8MPa 范围内。

### 5.1.9 尾气收回系统

如果采用氯气或混合气体精炼,除气装置必须连接尾气收回系统。

### 5.1.10 智能数字化除气系统

在除气控制柜可选配加装智能数字自动控制系统，将在线测氢探头插入除气装置出口处，实时监测铝熔体氢含量变化，并能实时根据氢含量的波动自动调整转子转速、精炼气体流量与压力，实现智能化自动调节、稳定铝熔体中氢含量的目标值。

### 5.1.11 安全预警系统

安全预警系统应包含以下功能：

- 转子卡死报警；
- 箱内铝液温度超限报警；
- 供气管路堵塞、气压不足报警。

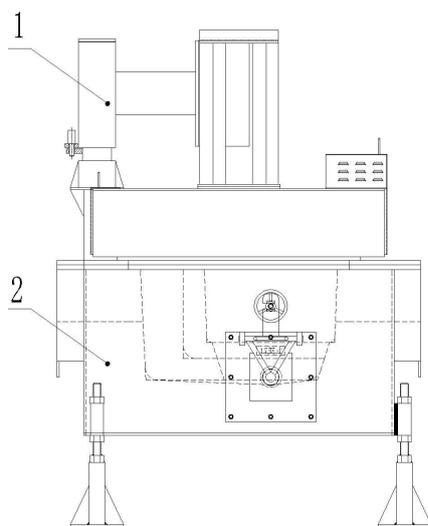
## 5.2 过滤装置的设计制造要求

### 5.2.1 一般要求

5.2.1.1 过滤装置的设计应符合 GB 11984、GB30078、GB30079.1、YS/T 601、GB/T 15706.2、GB5226.1 的相关规定。

5.2.1.2 过滤装置内衬寿命不小于 12 个月，其他元器件质保期 12 个月。

5.2.1.3 过滤装置一般由箱体、开盖机构、箱体倾翻机构、安全预警系统、仪表等部分组成。其中箱体倾翻机构为选配，箱体倾翻机构、仪表要求与除气装置要求一致。过滤介质为泡沫陶瓷板的固定箱式过滤装置示例见图 6。



标引序号说明：  
1——开盖机构；  
2——箱体。

图6 过滤介质为泡沫陶瓷板的过滤装置典型结构

### 5.2.2 箱体

5.2.2.1 箱体由上盖及下箱体组成。

5.2.2.2 上盖组成一般由内衬、保温层、加热器、铁壳等组成，应符合以下要求（内衬、保温层、铁壳要求与 5.1.2.4 中所规定的要求一致）：

- 加热器：一般由发热元器件、加热防护罩、莫来石绝缘套等组成，应运行稳定、坚固耐用，各部件应方便组装拆卸。

5.2.2.3 下箱体一般由内衬、保温层、放流安全机构、铁壳、加热器等组成，其中，加热器为自选配置，内衬、保温层、放流安全机构、铁壳要求与 5.1.2.4 箱体要求一致。

- 加热器：当过滤装置过滤介质为氧化铝球时，下箱体应加装铠装加热器，铠装加热器应装在过滤介质下方的箱体侧面。

5.2.2.4 箱体在上盖与下箱体之间应放置一层陶瓷纤维毯作为隔热密封。

### 5.2.3 开盖机构

5.2.3.1 开盖机构一般由支架、提升动力组件等组成，根据开盖方式可分为：提升型、倾翻型。

5.2.3.2 开盖机构应运行稳定，提升平顺，开关盖不影响其他部件。

5.2.3.3 提升型开盖机构应同时具备使上盖绕提升立柱旋转 0~180° 的摆动功能。

5.2.3.4 倾翻型开盖机构最大上盖打开角度应大于 70°。

5.2.3.5 开盖机构与上盖之间的连接应安全可靠。

### 5.2.4 安全预警系统

安全预警系统应包含箱内铝液温度超限报警功能与加热元件超温报警功能。

### 5.3 净化效果

除气过滤装置的净化等级及对应的净化效果应符合表2的规定。

表 2 净化等级及净化效果

净化等级	铝及铝合金类别	除气效果				过滤效果	
		除气装置入口氢含量 ( $C_{in}$ ) mL/100gAl	除气装置出口氢含量 ( $C_{out}$ ) mL/100gAl	除气率 $\eta_h^a$ %	出口氢含量 ( $C_{out}$ ) 波动值允许范围	除气装置入口渣含量 mm <sup>2</sup> /kg	过滤装置出口渣含量 <sup>c</sup> mm <sup>2</sup> /kg
I	1系、3系、6系、8系铝及铝合金	>0.30	—	≥65%	±0.01 <sup>b</sup>	≤0.2 <sup>b</sup>	≤0.01
		≤0.30	≤0.12	—			
	2系、7系、Mg含量不小于2.8%的5系铝合金	>0.30	—	≥60%			
		0.24~0.30	≤0.12	—			
II	1系、3系、6系、8系铝及铝合金	>0.30	—	≥55%	±0.015 <sup>a</sup>	≤0.02	
		0.24~0.30	≤0.15	—			
		<0.24	≤0.12	—			
	2系、7系、Mg含量不小于2.8%的5系铝合金	>0.30	—	≥50%			
		0.24~0.30	≤0.15	—			
		<0.24	≤0.12	—			

<sup>a</sup> 仅供参考。  
<sup>b</sup> 该值为离线测渣值，仅供参考。  
<sup>c</sup> 该指标为离线测渣值，在线测渣评判指标由供需双方商定。

### 5.4 稳定性

5.4.1 设备验收合格后，质保期内进行第二次工业运行检验，检验结果均应符合 5.1 至 5.2 所规定的要求。

5.4.2 设备验收合格后，质保期内进行第二次工业运行检验，净化效果应与入厂验收合格指标相比浮动不超过 10%。

## 6 检验方法

### 6.1 除气装置检验方法

#### 6.1.1 箱体

##### 6.1.1.1 内衬

6.1.1.1.1 用直尺、钢尺、水平尺检验内衬各部尺寸及相对位置。

6.1.1.1.2 冷炉状态下按 GB/T 10326 规定的方法检查内衬表面。热炉状态下用精度不低于 0.5 级的温度计测量炉壳的表面温度和环境温度。炉壳外表面温度的测量点选择在炉外壁对应于炉膛中心，并远离放流口，无热短路和漏气的位置上。每隔 1 h 读取一次温度值。表面温升  $>100^{\circ}\text{C}$ 。直接观察内衬表面是否脱落或者熔化。

#### 6.1.1.2 保温层

炉内温度加热至  $650^{\circ}\text{C}$  以上时，用精度不低于 0.5 级的固体表面温度计分别测量下箱体及上盖的铁壳表面温度和环境温度。铁壳外表面温度的测量点选择在炉外壁远离热桥部位  $300\text{mm}$  以上的位置上，每隔  $20\text{min}$  读取一次温度值，测试 3 次。按公式 (2) 计算外壳温升，计算 3 次，取平均值。

$$\Delta T = T_1 - T_2 \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$\Delta T$ ——外壳温升，单位为 ( $^{\circ}\text{C}$ )；

$T_1$ ——下箱体（热桥点除外）的铁壳温度，单位为 ( $^{\circ}\text{C}$ )；

$T_2$ ——室温，单位为 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

#### 6.1.1.3 密封件

使用微压表连接废气回收装置接口检测箱内气压。

#### 6.1.1.4 铁壳

用直尺、钢尺、水平尺检验内衬各部尺寸及相对位置。

#### 6.1.1.5 放流安全机构

热状态下，观察铝熔体是否从锁紧状态的放流机构漏出。铸造结束后，观察放流机构能否将内衬内的残留铝熔体放干。

#### 6.1.1.6 废气回收接口

取同规格标准法兰试接测试能否正常连接，目测观察接口法兰是否变形损坏、法兰面是否平整。

### 6.1.2 上盖提升机构

6.1.2.1 在冷态情况下：动作 10 次，观察查看机构动作过程中是否有异常卡顿或加速、减速情况，有无干涉其他组件，查看气路及液压系统的工作压力是否稳定。

6.1.2.2 在热态情况下：动作 10 次，观察查看机构动作过程中是否有异常卡顿或加速、减速情况，有无干涉其他组件，查看气路及液压系统的工作压力是否稳定。

6.1.2.3 摆动立柱摆观察转角度最大时是否达到限位位置。

#### 6.1.3 箱体倾翻机构、箱体旋转机构

动作 10 次，查看机构动作过程中是否有异常卡顿或加速、减速情况，查看液压系统的工作压力是否稳定。

### 6.1.4 加热器

6.1.4.1 静态铝液的温升速率：铝液注满除气装置时记录铝液初始温度，后每隔  $30\text{min}$  记录实时铝液温度，计算铝液温度上升速度。

6.1.4.2 除气装置进出口之间的铝熔体温度差：采用 YS/T 601 要求的测温仪，在离除气装置、过滤箱出口  $5\text{--}10\text{cm}$  处测量铝熔体温度减去温控系统设置的温度。

### 6.1.5 转子机构

6.1.5.1 转子转速采用转速测量仪测定除气装置的转子转速，按 GB/T 22671 规定的方法检查检测。

6.1.5.2 转子运动：采用千分表一端固定，手动摆动转子以最远点为零点。转动后查看千分表，驱动机构最大值  $\leq 0.08\text{mm}$ ，组装后转子末端径向跳动应  $\leq 3\text{mm}$ 。

### 6.1.6 电气控制系统

按 GB/T 28475.2 要求进行各部分的单体和联动测试。

#### 6.1.7 气体控制系统

按 JB/T 4730.8 规定的方法检测。各回路气体无泄漏，气体流量稳定可调。

#### 6.1.8 尾气收回系统

按 JB/T 4730.8 规定的方法检测各回路气体无泄漏。

#### 6.1.9 智能除气机数字化系统

采用能够实时测试氢含量的测渣仪在除气机出口位置测定氢含量，查看氢含量是否与设定值一致。

#### 6.1.10 安全预警系统

按 GB/T 28475.2 过程监视功能实验要求。

### 6.2 过滤装置的检验方法

#### 6.2.1 箱体

##### 6.2.1.1 内衬

参照 6.1.1.1 中规定的检验方法。

##### 6.2.1.2 保温层

参照 6.1.1.2 中规定的检验方法。

##### 6.2.1.3 加热器

6.2.1.3.1 目测铠装加热器的位置是否在过滤介质下方的箱体侧面。

##### 6.2.1.4 铁壳

参照 6.1.1.4 中规定的检验方法。

##### 6.2.1.5 放流安全机构

参照 6.1.1.5 中规定的检验方法。

#### 6.2.2 开盖机构

6.2.2.1 动作 10 次，查看机构动作过程中是否有异常卡顿或加速、减速情况，查看气压或液压系统的工作压力是否稳定；

6.2.2.2 摆动开盖机构观察是否摆转到最大角度；

6.2.2.3 开盖角度：使开盖机构倾翻到最大角度，使用量角器测量。

#### 6.2.3 倾翻机构

动作 10 次，查看机构动作过程中是否有异常卡顿或加速、减速情况，查看动力系统的工作压力是否稳定。

#### 6.2.4 安全预警系统

按 GB/T 28475.2 过程监视功能实验要求。

### 6.3 净化效果

测试方法参照附录 X。

### 6.4 稳定性

6.4.1 设备验收合格后，质保期内按 6.1 至 6.2 所规定的方法进行第二次工业运行检验（检验项目见 7.3）。

6.4.2 维护保养符合要求，各部件在保质期内，在相同设备条件下，检验净化效果，并与入厂验收合格指标进行比对。

## 7 检验规则

### 7.1 检查与验收

7.1.1 除气装置、过滤装置分为出厂检验、工业运行检验。验收形式有供方和需方商定。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件的规定进行检验。如检验结果与本文件及订货单的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，应由供需双方在需方共同取样或协商确定。

### 7.2 出厂检验

7.2.1 除气装置出厂前应进行无负荷试车检验。检验项目如下：

- a) 箱体（包含内衬、保温层、密封件、铁壳、放流安全机构、废气回收接口）；
- b) 上盖提升机构；
- c) 箱体倾翻机构、箱体旋转机构；
- d) 转子机构；
- e) 气体控制系统；
- g) 电气系统。

7.2.2 过滤装置出厂前应进行无负荷试车检验。检验项目如下：

- a) 箱体（包含内衬、保温层、纤维模块、加热器、铁壳、放流安全机构）；
- b) 开盖机构；
- c) 箱体倾翻机构、箱体旋转机构；
- d) 电气系统。

### 7.3 工业运行检验项目

7.3.1 除气装置入场安装完成后应进行工业运行检验，检验项目如下：

- a) 箱体（内衬、保温层、密封件、放流安全机构）；
- b) 上盖提升机构；
- c) 箱体倾翻机构、箱体旋转机构；
- d) 加热器；
- e) 电气系统；
- f) 气体控制系统；
- g) 尾气回收系统；
- h) 智能数字化除气系统；
- i) 安全预警系统；
- j) 除气效果。

7.3.2 过滤装置入场安装完成后应进行工业运行检验，检验项目如下：

- a) 箱体（内衬、保温层、纤维模块、加热器、放流安全机构）；
- b) 开盖机构；
- c) 箱体倾翻机构、箱体旋转机构；
- d) 安全预警系统；
- e) 过滤效果。

### 7.4 检查结果判定

满足本标准的要求的设备即为合格品，并由供需双方签发验收表，需方在检验结果上签字。

## 8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

### 8.1 标志

#### 8.1.1 产品标志

每台除气过滤装置上应有设备标牌，设备标牌内容应包括：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 除气、过滤装置名称型号；
- c) 处理能力；
- d) 出厂日期。

### 8.1.2 包装标志

除气过滤装置应包装成箱，每箱外壁应注明：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 除气、过滤装置型号；
- c) 收货单位、地址；
- d) 净重、毛重、箱号；
- e) 外廓尺寸以及要求轻放、防雨、向上、起吊线位置等字样及符号。

## 8.2 包装、运输、贮存

8.2.1 包装和运输应适合陆路、水路运输及装载的要求。

8.2.2 产品制造完成后至用户现场安装前，应贮存在无有害气体、通风良好的场所内。

## 8.3 随行文件

每批设备应附有随行文件，其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外，还宜包括：

- a) 设备合格证：
  - 检验项目及其结果或检验结论；
  - 检验日期；
  - 检验员签名或盖章。
- b) 设备使用说明：操作维护说明书、部件装配图；
- c) 装置总图；
- d) 易损件表及易损件设计图；
- e) 液压系统原理图；
- f) 电气系统原理图；
- g) 装置土建条件图；

## 9 订货单内容

需方可根据自身的需要，在订购本文件所列除气、过滤装置的订货单（或合同）内，列出如下内容：

- a) 除气、过滤装置型号；
- b) 除气、过滤装置基本参数；
- c) 供方供货范围；
- d) 随机文件；
- e) 试车及验收；
- f) 其他要求。

## 附录 X (资料性) 净化效果测试方法

### X.1 方法概述

在本文件规定的设备和工艺条件下，测试铝熔体氢含量和渣含量，以评价在线、除气过滤设备的净化效果。

### X.2 试验条件

环境湿度不大于 70%。

### X.2 设备

X.2.1 半连续铸造线。熔体流量宜为 25t/h~30t/h。

X.2.2 单箱双转子除气装置

X.2.3 30ppi+50ppi 双级板式过滤器。

X.2.4 测氢仪，供需双方认可的测氢设备。

X.2.5 测渣仪，供需双方认可的测渣设备。

### X.3 测试步骤

#### X.3.1 测试条件

除气箱体、过滤箱体密封良好，铝液进出箱体潜流。除气装置入口到出口铝液温升不大于 10℃。原始氢含量不高于 0.3。

#### X.3.2 测氢

按照 YS/T 600 规定的方法在除气装置入口处、出口处相同位置连续测试 3 次铝熔体氢含量。取第 2 次、第 3 次的平均值为氢含量。

#### X.3.3 测渣

在除气装置入口处、过滤装置出口处取样，连续测试 3 次铝熔体渣含量。经供需双方商定并在订单(或合同)中注明时，可采用 T/CNIA xxx-2022 规定的方法在线测渣。未注明时，采用 T/CNIA xxx-2022 规定的方法离线测渣。

### X.4 试验数据处理

按公式 (X.1) 计算除气装置的除气率  $\eta_h$ ，数值以%表示。

$$\eta_h = (C_{m0} - C_{ms}) / C_{m0} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$C_{m0}$ ——除气装置入口氢含量，单位为毫升每 100 克铝 (mL/100gAl)；

$C_{ms}$ ——除气装置出口氢含量，单位为毫升每 100 克铝 (mL/100gAl)。

### X.5 结果表示

#### X.5.1 测氢

##### X.5.1.1 氢含量

每个位置 3 次铝熔体氢含量测试平均值作为该位置氢含量测试结果。

##### X.5.1.2 除气率

每个位置 3 次铝熔体除气率测试平均值作为该位置除气率测试结果。

#### X. 5. 1. 3 氢含量波动值

以同一熔次、同一测氢位置、同一测氢仪器测定出的连续两次稳定氢含量差值作为氢含量波动值。

#### X. 5. 2 测渣

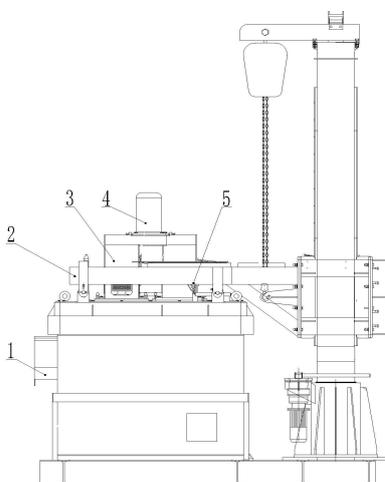
每个位置 3 次铝熔体测渣测试平均值作为该位置除渣测试结果。

附录 Y  
(资料性)  
除气过滤装置选择指南

- Y.1 宜根据产品对净化要求选择相宜的设备。宜选择更有优越性且尚有提升空间的除气装置和过滤装置。
- Y.2 宜选择安全可靠的、有报警闭环控制的装置和部件。
- Y.3 宜选择有良好密封设计和铝液进出口潜流的装置，来避免受外界空气和潮汽的影响。
- Y.4 除气装置不宜有扒渣口。
- Y.5 除气箱体外的 2 个或者 2 个以上的转子宜选择隔板隔开，分为除气室和加热保温室，以避免相对“气-液”两相区出现死角，造成的“短路”和“合泡”。同时除气室宜设计多面体形状或不产生旋涡的布置或脉冲供气模式。
- Y.6 为了保证除气装置运行稳定，应对供气系统配置警报系统，能够及时排除故障。除气转子叶轮损坏断裂能够及时报警更换。
- Y.7 除真空除气机外的除气箱应设计有微正压运行的检验和自动调节机构。
- Y.8 除气箱体应设计有安全快速排空铝液的机构和相对应的可盛装除气箱内铝液的低位渣箱。
- Y.9 生产高品质材料宜选用具备各工艺运行参数实时显示和存储功能、PLC 控制系统、实时进行数字化采集和运输用的装置，最为理想优势的是选用智能化除气装置，即在线测氢仪和除气装置的数字化融合闭环控制，根据除气装置出口氢含量，自动反馈调节供气压力、流量和转子速度。
- Y.10 宜根据产品用途和铝及铝合金类别选择相宜的净化效果等级（见表 11）。
- Y.11 宜根据产品用途和铝及铝合金类别选择相宜的箱体类型及其配置，除气装置箱体类型、对应自选配置及其特点见表 Y.1。

表Y.1 除气装置箱体类型、对应自选配置及特点

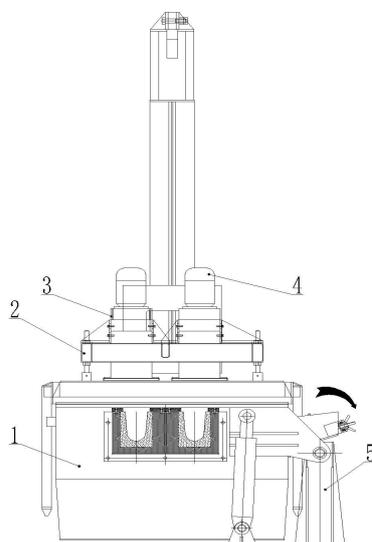
箱体类型	对应自选配置	特点	典型图示	备注
G	无	结构简单、紧凑	见图 1	—
P	液压倾翻机构	放流快速，残留铝液清理方便，便于箱体内保洁，减少劳动强度	见图 2	—
R	液压旋转机构	全铝铸造，无残留、便于变换合金生产	见图 3	—
A	内腔抽真空机构	全铝铸造，无残留	见图 4	不适用于 7 系及含有易挥发组分的铝合金



标引序号说明：  
1——箱体；

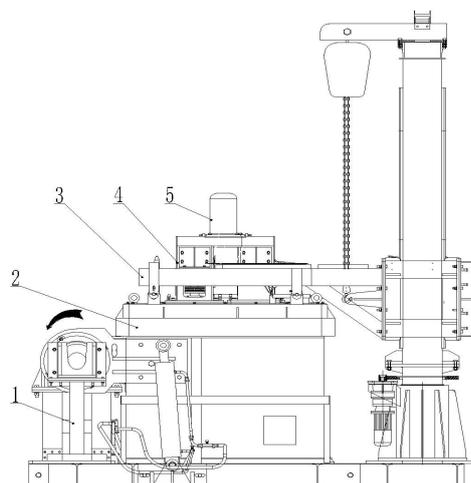
- 2——上盖提升机构；
- 3——加热器；
- 4——转子机构。

图 Y.1 固定箱式除气装置典型图示



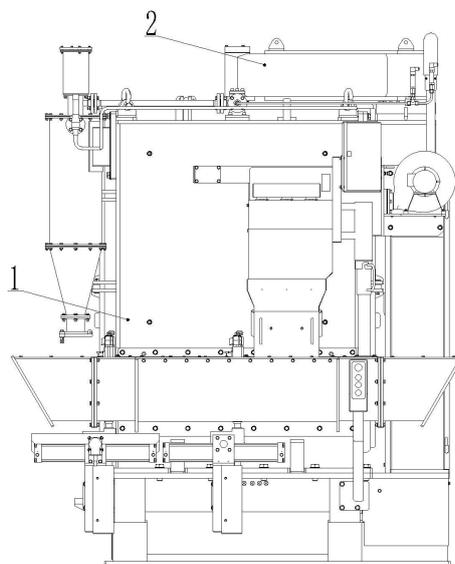
- 标引序号说明：
- 1——箱体；
  - 2——上盖提升机构；
  - 3——加热器；
  - 4——转子机构；
  - 4——箱体倾翻机构。

图 Y.2 倾翻箱式除气装置典型图示



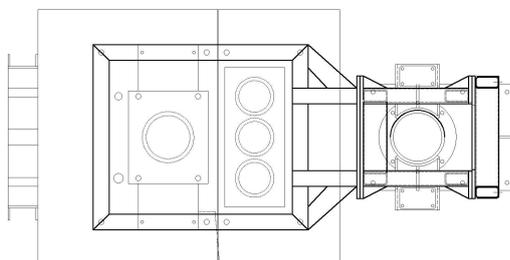
- 标引序号说明：
- 1——箱体旋转机构；
  - 2——箱体；
  - 3——上盖提升机构；
  - 4——加热器；
  - 4——转子机构。

图 Y.3 旋转箱式除气装置典型图示

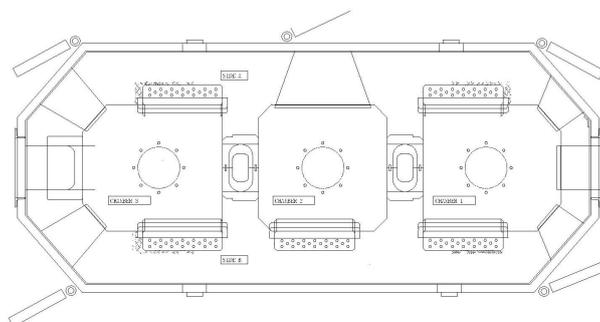


标引序号说明：  
 1——箱体；  
 2——上盖提升机构。

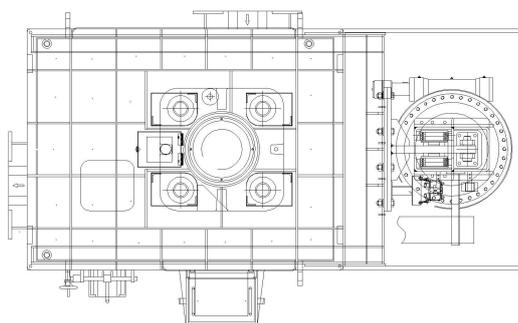
图 Y.4 真空箱式除气装置典型图示



图Y.5 除气装置示意图1



图Y.6 除气装置示意图2



图Y.7 除气装置示意图3

Y.12 宜根据产品类型、最大处理量及其净化效果需求选择转子数量等设备参数（见表 Y.2）。

表Y.2 设备参数与适用产品

设备参数						适用产品
转子数量	最大处理量 t/h	转子转速 rpm	气体流量 cm <sup>3</sup> /h	加热功率 Kw	箱体最大残铝量 kg	
1	15	200~600	2.5~5	24	800	铸轧带材、连铸连轧 线材
2	25	200~600	2.5~5	48	1250	圆铸锭、小方锭
					0	
	45	200~600	2.5~8	48	1500	圆锭、扁锭
					0	
3	75	200~600	2.5~8	72	1800	大扁锭

Y.13 宜根据转子的寿命、转速及其特点选择相宜的转子材质及结构类型。转子材质、结构类型、特点、使用寿命及参考转速见表 Y.3。

表 Y.3 转子材质、结构类型、特点、使用寿命及参考转速

转子材质	结构类型	特点	使用寿命	转速 r/min
石墨	转轴+叶轮	加工精度高，便于装卸	1~3 个月	200~500
	转子叶轮整体式	结构性好，气泡稍大		
	定子+转子	结构复杂，气泡微小		
石墨氮化硅陶瓷复合材料	转轴+叶轮	加工精度高，便于装卸	3~6 个月	200~450
	转子叶轮整体式	结构性好，气泡稍大		
氮化硅	转子叶轮整体式	结构性好，气泡稍大	≥12 个月	300~600

Y.14 宜根据加热器寿命选用相宜的保护套材质，加热器保护套材质及使用寿命见表 Y.6。

表Y.4 加热器保护套材质及使用寿命

材质	使用寿命
碳化硅	3~6个月
石墨碳化硅复合	3~6个月
氮化硅	≥12个月

Y.15 宜根据加热器元器件寿命选用相宜的加热器元器件，加热器元器件及使用寿命见表 Y.7。

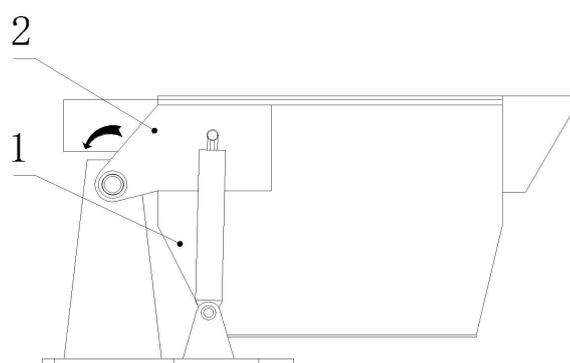
表Y.5 除气装置加热器元器件选择参考

加热器元器件	使用寿命
硅碳棒发热元器件	1-3个月
电热丝发热元器件	2-6个月
铠装发热丝组件	3-12个月

Y.16 宜根据净化效果等级选择相宜的过滤方式与箱体类型，过滤装置过滤方式、箱体类型、运行特点及净化效果等级见表 Y.8。

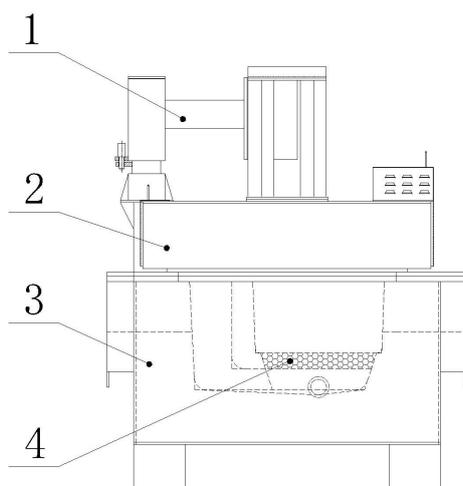
表Y.6 过滤装置过滤方式、箱体类型、运行特点及净化效果等级

过滤方式	箱体类型	运行特点	净化效果等级	典型图示
CFn ( $n \geq 1$ )	P	1. 适用于合金转组频繁的生产； 2. 操作方便，运行成本低。	I II	图 Y.8
	G			图 Y.9、图 Y.10
B	G	单一合金大批量连续铸造	I II	图 Y.11
T		单一合金大批量连续铸造	I	图 Y.12



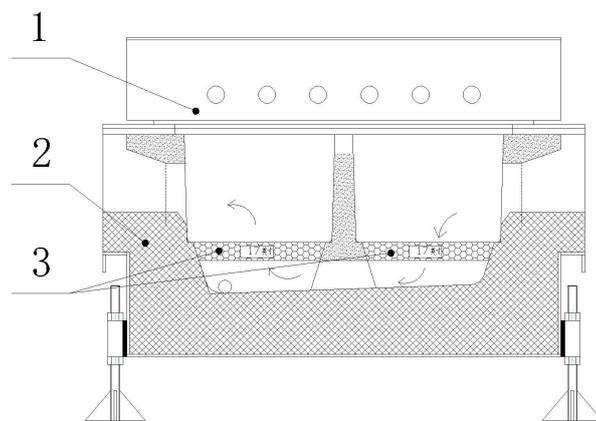
标引序号说明：  
1——箱体；  
2——倾翻机构。

图 Y.8 倾翻箱式过滤装置典型图示



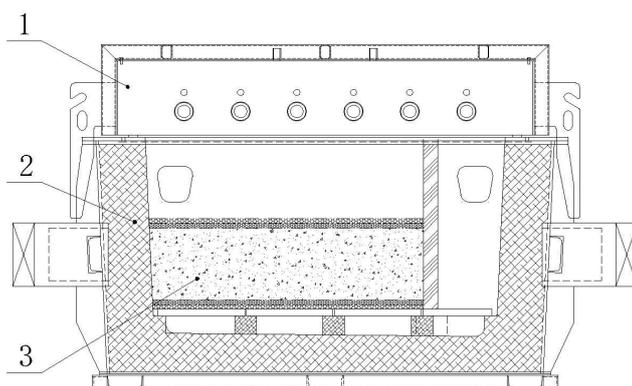
- 标引序号说明：  
 1——开盖机构；  
 2——上盖；  
 3——下箱体；  
 4——泡沫陶瓷板。

图 Y. 9 固定箱式单级泡沫过滤板过滤装置典型图示



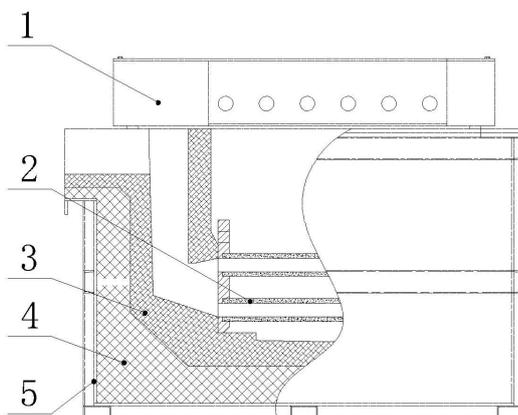
- 标引序号说明：  
 1——上盖；  
 2——保温层；  
 3——泡沫陶瓷板。

图 Y. 10 固定箱式双级泡沫过滤板过滤装置典型图示



标引序号说明：  
1——上盖；  
2——保温层；  
3——氧化铝球。

图 Y.11 氧化铝球过滤装置典型图示



标引序号说明：  
1——上盖；  
2——陶瓷管；  
3——内衬；  
4——保温层；  
5——铁壳。

图 Y.12 陶瓷管式过滤装置典型图示

Y.17 宜根据生产的铝液单位时间流量，单板过滤量选择相宜的泡沫陶瓷过滤板尺寸规格，泡沫陶瓷过滤板尺寸规格、铝液单位时间流量、单板过滤量见表 Y.7。

表 Y.7 泡沫陶瓷过滤板尺寸规格、铝液单位时间流量、单板过滤量

泡沫陶瓷过滤板尺寸规格		铝液单位时间流量 t/h	单板过滤量 t
边长 mm(inch)	厚度 mm		
305 (12)	50	5.4~10.2	≤15
381 (15)		8.82~16.8	≤20
432 (17)		11.58~22.02	≤25
508 (20)		16.44~31.26	≤30
584 (23)		22.14~42	≤35
660 (26)		29.22~55.02	≤40

Y. 18 宜根据所需的泡沫陶瓷过滤板过滤效果选择相宜的泡沫陶瓷过滤板孔径，泡沫陶瓷过滤板孔径及其对应过滤效果见表Y. 10。

表 Y. 8 泡沫陶瓷过滤板孔径及其对应过滤效果

过滤板孔径 ppi	过滤效果		备注
	夹杂物尺寸 $\mu\text{m}$	夹杂物去除率 %	
25、30	$\geq 30$	$> 65$	1. 半连续铸造选用 30ppi~80ppi; 2. 高品质铝型材或板材选 50ppi~80ppi, 宜选用多级过滤; 3. 连铸连轧选用 50 ppi~60 ppi; 4. 其他规格可按用户要求定制。
	$\geq 40$	$> 80$	
40	$\geq 20$	$\geq 80$	
	$\geq 30$	$> 85$	
50	$\geq 10$	$> 80$	
	$\geq 20$	$\geq 90$	
60	$\geq 10$	$> 90$	
	$< 10$	$> 85$	
80	$\geq 10$	$> 95$	
	$< 10$	$> 90$	

Y. 19 宜根据所需的深床过滤装置铝液单位时间流量、过滤量、过滤效果及用途选择相宜的过滤介质尺寸及过滤层厚度（见表 Y. 9）。

表 Y. 9 深床过滤过滤介质尺寸、过滤层厚度、铝液单位时间流量、过滤量、过滤效果及典型用途

过滤介质尺寸	过滤层厚度 mm	铝液单位时间 流量 t/h	过滤量 t	过滤效果	典型用途
3/4"氧化铝球	25	$\leq 55$	2000~6000	夹杂物尺寸 $\leq 10\mu\text{m}$ 夹杂物去除率 $> 90\%$	食品包装材、电 池板材、管盖板 材
1/2"氧化铝球	25				
4. 00~8. 00mm、 3. 0~6. 0mm、2. 0~4. 0mm 氧化铝砂砾	400~450				
3/4"氧化铝球	25				
1/2"氧化铝球	25				

Y. 20 宜根据所需管式过滤装置的净化效果等级、过滤效果、流速、过滤量、用途选择陶瓷管孔径、配置数量（见表 Y. 10）。

表 Y. 10 管式过滤装置净化效果等级、陶瓷管孔径、配置数量、流速、过滤量、过滤精度、典型用途

净化效果 等级	陶瓷管孔径 $\mu\text{m}$	配置数量 根/每组	流速 每组 t/h	过滤量 t	过滤效果	典型用途
I	460	07	7	$\leq 400$	夹杂物尺寸 $\leq 5\mu\text{m}$ 夹杂物去除率 $> 95\%$	罐料、高档 PS 板、双零 箔（厚度 6 $\mu\text{m}$ ）
		11	11	$\leq 600$		
		14	14	$\leq 700$		
		18	18	$\leq 900$		
		22	22	$\leq 1100$		
II	620	07	7	$\leq 700$	夹杂物尺寸 $\leq 5\mu\text{m}$ 夹杂物去除率 $> 95\%$	罐料、PS 板、双零箔
		11	11	$\leq 1100$		
		14	14	$\leq 1400$		
		18	18	$\leq 1800$		

		22	22	≤2200		
		28	28	≤2800		

Y. 21 宜根据所需除气过滤装置的出口离线渣含量及出口渣含量波动值要求选择相宜的过滤方式，不同过滤方式入口离线渣含量、出口离线渣含量、出口渣含量波动值见表Y. 11。

表 Y. 11 不同过滤方式入口离线渣含量、出口离线渣含量、出口渣含量波动值

入口离线渣含量 ( $C_{m0}$ ) mm <sup>2</sup> /KgAl	出口离线渣含量 ( $C_{ms}$ ) mm <sup>2</sup> /KgAl	出口渣含量波动值 最大值-最低值	过滤介质
>0.3	≤0.1	0.01	CF (30ppi)
<0.3	≤0.05	0.005	CF (50ppi)
<0.15	≤0.015	0.001	CF+B 或 CF (60ppi)
<0.15	≤0.01	0.001	CF+T 或 CF (50ppi)

Y. 22 宜根据过滤装置的加热元件寿命、预热时间选择相宜的加热方式及加热位置，板式过滤装置的加热方式、加热元件使用寿命、预热时间、加热位置见表Y. 12。

表 Y. 12 过滤装置的加热方式、加热元件使用寿命、预热时间、加热位置

加热方式	加热元件使用寿命	预热时间 h	加热位置	特点	对应过滤装置类型
硅碳棒加热器	3~6 个月	2~6	固定于上盖	成本较低，温度控制较好。	APF CF APF B APF T
燃气	12 个月	0.5~4	固定于上盖	加热速度快	APF CF
铠装加热器	12 个月	2~6	腔体中	减小过滤装置内部上下温差，辅助加热	APF B

Y. 23 宜根据过滤装置上盖开启机构的特点选择与工艺相宜的开盖方式、开启方式、旋转方式，过滤装置上盖开启机构的开盖方式、开启方式、旋转方式及其特点见表Y. 23。

表 Y. 13 过滤装置上盖开启机构的开盖方式、开启方式、旋转方式及其特点

开盖方式	开启方式	旋转方式	特点
提升	借助行车	无	上盖加热器不朝向人，安全性高
	气缸提升	手动	所占空间大
	液压提升	手动/电动	所占空间大
倾翻	气缸倾翻	无	运行空间小
	液压倾翻	无	运行空间小