

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C22B 15/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810132784.8

[43] 公开日 2008年12月24日

[11] 公开号 CN 101328547A

[22] 申请日 2006.10.19

[21] 申请号 200810132784.8

分案原申请号 200610113798.6

[71] 申请人 中国恩菲工程技术有限公司

地址 100038 北京市海淀区复兴路12号

[72] 发明人 蒋继穆 尉克俭 张振民 史学谦
林晓芳

[74] 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司
代理人 吴小灿

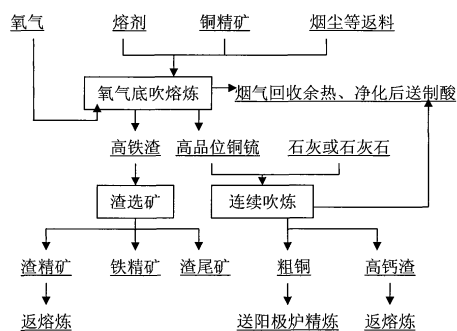
权利要求书2页 说明书13页 附图2页

[54] 发明名称

底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺

[57] 摘要

本发明提供一种底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：产自底吹熔炼炉的液态铜锍，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对铜锍进行连续吹炼；同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从吹炼炉炉顶开口连续加入熔剂石灰或石灰石造渣，或者，吹炼炉炉顶不开口，将熔剂石灰或石灰石磨成粉状，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜锍、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，使得吹炼过程连续化。



1. 底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：产自底吹熔炼炉的液态铜锍，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对铜锍进行连续吹炼；同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从吹炼炉炉顶开口连续加入熔剂石灰或石灰石造渣，或者，吹炼炉炉顶不开口，将熔剂石灰或石灰石磨成粉状，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜锍、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，使得吹炼过程连续化。

2. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述连续吹炼是在粗铜、铜锍、炉渣三相共存的情况下连续吹炼。

3. 根据权利要求 2 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述三相共存的情况下连续吹炼的机制是：氧气先进入粗铜层，粗铜层氧势最高，夹杂在粗铜中的 V 族元素：S、As、Sb、Bi 先被氧化除去，获得质量较高的粗铜；接着，氧气通过粗铜作为载体，以 Cu_2O 、 CuO 形态与铜锍中 Cu_2S 、 CuS 反应生成 Cu 和 SO_2 ，部分与铜锍中的 FeS 反应生成 FeO 、 SO_2 和 Cu ，是一种生成并进入炉渣中的 Fe_3O_4 含量较少，渣的粘度较低，可降低吹炼渣中 Cu_2O 的夹杂量的工艺；而且渣中较少量的 Fe_3O_4 也部分地被铜锍中的 CuS 还原生成 FeO ，渣中铜含量 $< 10\%$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述液态铜锍含铜重量比为 68~70%。

5. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述氧气底吹吹炼炉的吹炼温度在 1220~1250℃ 之间。

6. 根据权利要求 5 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述氧气底吹吹炼炉的吹炼温度是通过调节氧气浓度和单位时间的供氧量或吹炼速度，或加入冷料来控制或调节。

7. 根据权利要求 6 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：所述吹炼速度的控制包括：调节氧氮体积比使供气的氧氮体积比调节范围为 5:5 至 8:2，供气量与气压有关，氧气和氮气压力的调节范围为 0.4MPa 至 0.8MPa，以控制吹炼的反应速度。

8. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：吹炼采用铁钙渣型。

9. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：溜槽上部设

有使用燃烧柴油或天然气的保温烧嘴对溜槽加热保温，防止铜铈或粗铜冻结在溜槽中。

10. 根据权利要求 1 所述的底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：在溜槽上方设置环保通风罩，该环保通风罩是将溜槽中铜铈逸散的 SO_2 和保温烧嘴产生的燃烧废气排至脱硫装置进行脱硫处理。

底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺

本申请是下述原申请的分案申请：原申请的申请日是 2006 年 10 月 19 日，申请号是 200610113798.6，发明创造名称是“一种采用氧气底吹炉连续炼铜的工艺及其装置”。

技术领域

本发明是关于一种有色金属冶炼炼铜方法及其装置，更具体地说，是关于一种采用氧气底吹炉连续炼铜的工艺及其装置，特别是底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺。

背景技术

我国铜的火法冶炼就熔炼而言，用于工业生产的已有：闪速炉熔炼、诺兰达熔炼、奥斯麦特熔炼、艾萨熔炼、自热熔炼、白银法熔炼以及传统的鼓风炉熔炼、电炉熔炼、反射炉熔炼等。上述熔炼方法除后三种传统方法难以达到环境保护所要求的排放标准外，其他都是当今世界采用的较为先进的熔炼工艺。就铜的吹炼而言，当今世界上 90%以上都是采用 PS 转炉，间断作业，熔炼产出的铜锍需用铜锍包在车间内进行倒运，造成 SO₂ 烟气低空逸散，加上转炉加料及吹炼过程，烟气难以完全密封，存在不同程度的逸散污染，使 PS 转炉吹炼作业的操作环境很差。这是当今铜冶炼面临的一道世界性难题，各国都在力图解决这一问题。

目前国外有两种用于工业生产的连续吹炼工艺，解决了铜锍在车间内倒运等问题。硫的捕集率 >99.5%，较好地解决了铜锍吹炼的低空污染。

其中，日本研发的三菱法，采用顶吹炉熔炼，电炉沉降铜锍和炉渣并对渣进行贫化，顶吹炉连续将铜锍吹炼至粗铜。三个炉子用两个溜槽连接，实现了连续炼铜。世界上已有四家这样的工厂在进行生产，是一种投资较少、成本较低的连续炼铜工艺。

另一种是美国犹他 Kennecott 冶炼厂的炼铜工艺，采用闪速炉熔炼、炉渣选矿、铜锍水碎、干燥、磨矿再用闪速炉吹炼成粗铜。目前仅有一家在生产。

上述两种连续炼铜工艺，虽然解决了吹炼作业的环境保护问题，但还都存在一些不足之处，需要进一步改进提高：

三菱法由四个炉子（熔炼炉、贫化电炉、吹炼炉、阳极炉）自流配置，第一道工序的熔炼炉需要配置在较高的楼层位置，建筑成本相对较高，另外三菱法的炉渣采用电炉贫化，弃渣含铜量达 0.6-0.7%，远高于我国多数大型铜矿开采矿石的平均品位，资源没有获得充分利

用。

闪速炉连续吹炼，其缺点是铜铕需要先水碎，再干燥、磨细后，才能进行吹炼作业，工序繁杂，且每道工序均难以保证 100%的回收率，都有少量的机械损失。再者液态高温铜铕水碎，其物理热几乎全部损失，水碎固态铜铕、干燥和吹炼过程需要外供热源，热能利用不合理。铜铕水碎需用大量水冲，加上干燥、破碎，额外增加了人工及动力消耗，致使吹炼成本增加，这也许是多年来该工艺没有得到大量推广的重要原因。

另外还有诺兰达连续吹炼法，尚处于工业试验阶段。

发明内容

本发明提供一种底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺。

本发明的技术方案如下：

底吹吹炼炉连续炼铜的吹炼工艺，其特征在于：产自底吹熔炼炉的液态铜铕，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对铜铕进行连续吹炼；同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从吹炼炉炉顶开口连续加入熔剂石灰或石灰石造渣，或者，吹炼炉炉顶不开口，将熔剂石灰或石灰石磨成粉状，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜铕、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，使得吹炼过程连续化。

所述连续吹炼是在粗铜、铜铕、炉渣三相共存的情况下连续吹炼。

所述三相共存的情况下连续吹炼的机制是：氧气先进入粗铜层，粗铜层氧势最高，夹杂在粗铜中的V族元素：S、As、Sb、Bi 先被氧化除去，获得质量较高的粗铜；接着，氧气通过粗铜作为载体，以 Cu_2O 、 CuO 形态与铜铕中 Cu_2S 、 CuS 反应生成 Cu 和 SO_2 ，部分与铜铕中的 FeS 反应生成 FeO 、 SO_2 和 Cu ，是一种生成并进入炉渣中的 Fe_3O_4 含量较少，渣的粘度较低，可降低吹炼渣中 Cu_2O 的夹杂量的工艺；而且渣中较少量的 Fe_3O_4 也部分地被铜铕中的 CuS 还原生成 FeO ，渣中铜含量 $<10\%$ 。

所述液态铜铕含铜重量比为 68~70%。

所述氧气底吹吹炼炉的吹炼温度在 1220~1250℃之间。

所述氧气底吹吹炼炉的吹炼温度是通过调节氧气浓度和单位时间的供氧量或吹炼速度，或加入冷料来控制或调节。

所述吹炼速度的控制包括：调节氧氮体积比使供气的氧氮体积比调节范围为 5: 5 至 8:

2, 供气量与气压有关, 氧气和氮气压力的调节范围为 0.4MPa 至 0.8MPa, 以控制吹炼的反应速度。

吹炼采用铁钙渣型。

溜槽上部设有使用燃烧柴油或天然气的保温烧嘴对溜槽加热保温, 防止铜铈或粗铜冻结在溜槽中。

在溜槽上方设置环保通风罩, 该环保通风罩是将溜槽中铜铈逸散的 SO_2 和保温烧嘴产生的燃烧废气排至脱硫装置进行脱硫处理。

本发明所要解决的技术问题是克服已有技术的缺点, 提供一种, 采用有效方法, 解决目前铜冶炼 PS 转炉吹炼的低空 SO_2 污染问题, 同时提供比世界上现有的三菱法、闪速吹炼法等连续炼铜工艺更先进、流程更短、投资更省、成本更低、回收率更高、综合利用更好的采用氧气底吹炉连续炼铜的工艺及其装置。

本发明的技术方案是通过以下步骤来实现的:

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺, 其特征在于, 该工艺包括以下步骤:

(1) 硫化铜精矿与熔剂、返回的包括烟尘、渣铜精矿、吹炼炉渣等中间铜物料, 经圆盘制粒机混合制粒后, 由皮带给料机送至底吹熔炼炉上部的炉子加料口加入炉内, 氧气通过设在炉底与垂线成 0-16 度角的氧气喷枪送入炉内进行熔炼反应, 混合好的入炉粒料经熔炼生成铜铈和熔炼渣, 熔炼温度为 1080—1250℃;

(2) 底吹熔炼炉生成的铜铈, 通过设在底吹熔炼炉一端的虹吸放出口放至与底吹熔炼炉相连接的溜槽; 铜铈经溜槽送至设在底吹吹炼炉端部中心部位的加料口加入炉内, 通过设在底吹吹炼炉底与垂线成 0-16 度角的氧气喷枪送入氧气进行吹炼、将铜铈连续吹炼成粗铜和吹炼炉渣, 吹炼温度为 1220—1250℃; 在送氧吹炼的同时, 从设在底吹吹炼炉上部的开孔按造渣要求量连续定量的加入石灰石或石灰, 造铁钙渣; 铁钙渣通过溢流放渣口放出并返回上述底吹熔炼炉;

(3) 上述底吹吹炼炉生产的粗铜, 通过虹吸放出口连续放出; 粗铜经过溜槽, 送至阳极炉, 在阳极炉内按常规作业, 先氧化、后还原精炼后, 合格阳极铜通过溜槽送至阳极浇铸机, 铸造成铜阳极板;

(4) 上述底吹熔炼炉产出的炉渣, 通过与底吹熔炼炉联结的渣溜槽, 溢流连续放入渣包, 采用多个渣包循环使用, 实现熔炼渣缓冷, 或通过渣包将熔炼渣倒入渣坑进行缓冷; 缓冷后的熔炼渣, 送选矿工序处理, 选矿产出的渣铜精矿返回上述底吹熔炼炉;

(5) 底吹熔炼炉、底吹吹炼炉产出的温度在 950℃—1200℃ 的高温烟气, 通过设在其排

料端的上部排烟口，进入设有弧形罩的余热锅炉，在余热锅炉中通过生产 4MPa 的饱和蒸汽，回收其余热，烟气温度降至 400℃或 400℃以下，再进入电除尘器除尘净化后送制酸厂生产硫酸；

(6) 底吹熔炼炉和底吹吹炼炉的余热锅炉及电收尘器收集的烟尘，通过埋料刮板运输机、斗式提升机送至底吹熔炼炉顶中间料仓，经加湿后，送圆盘制粒机混合制粒后返回底吹炉熔炼；所有烟尘被设置在无扬尘，保证车间优良环境条件的密闭循环系统中循环地被处理。

上述埋料刮板运输机是有色冶炼厂运输高温粉状物料的一种专用运输设备，有专门的制造厂生产。这种设备的运输链条埋在粉状物料中，由链条的循环转动，将物料由供料点输送到料点（目的位置）。运输过程全部密闭，不产生扬尘，不污染环境。

如以上所述的工艺，其特征在于：

铜铕吹炼是指：产自底吹熔炼炉的液态高温铜铕，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对高品位铜铕进行连续吹炼；

同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从炉顶开口连续加入熔剂石灰或石灰石造渣；或炉顶不开口，将熔剂石灰或石灰石磨成粉状，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜铕、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，实现吹炼过程连续化的工艺；

采用含铜高达 68—70%铜铕吹炼，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼负荷小，吹炼渣量较少，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼温度是通过调节氧气浓度和单位时间的供氧量或吹炼速度来达到合理的吹炼温度，上述合理的吹炼温度是指控制或调节吹炼温度在 1220—1250℃之间；调节氧氮体积比使供气的氧氮体积比调节范围为 5：5 至 8：2，供气量与气压有关，氧气和氮气压力的调节范围为 0.4MPa 至 0.8MPa，以控制吹炼的反应速度。

如以上所述的工艺，其特征在于：

根据精矿成分确定吹炼渣型和是否添加熔剂：铜精矿脉石含铁高，含钙、镁等碱性元素少，熔炼时要添加熔剂氧化钙；采用铁钙渣型，吹炼渣水碎后返熔炼炉，替代熔炼所需添加的石灰石熔剂；处理含钙量高的铜精矿：熔炼时不需要添加石灰石熔剂，可在吹炼炉加石英石造硅铁渣，经缓冷后送渣选矿车间处理；氧气底吹熔炼炉渣 Fe_3O_4 含量低，可采用高的铁硅比造渣，上述底吹炉熔炼采用高铁渣型是指：通过熔剂配入量，熔炼渣的 FeO/SiO_2 的重量比控制在 2.0—2.2 之间，采用高铁钙渣型，可以使加入的石英熔剂量较少，使熔炼物料量减少，渣率低，渣选矿的物料量少，能耗下降，随渣损失的铜量也减少，熔炼炉至吹炼炉、吹炼炉至阳极炉之间均设置溜槽，溜槽上部设有使用燃烧柴油或天然气对溜槽加热保温，防止铜铕

或粗铜冻结在溜槽中的保温烧嘴，在溜槽上方设置环保通风罩，该环保通风罩是将溜槽中铜硫逸散的 SO_2 和保温烧嘴产生的燃烧废气排至脱硫装置进行脱硫处理后排空，并确保车间内优良的操作环境，保证全系统硫的捕集率 $>99.6\%$ 和实现全厂清洁生产的环保通风罩。

如以上所述的工艺，其特征在于：

上述车间配置，采用从熔炼至吹炼至阳极炉精炼至阳极铜板铸造，自高至低的流水作业法配置的工艺：混合料经圆盘制粒后，用加料皮带送至底吹熔炼炉，铜硫经溜槽自流至底吹吹炼炉、粗铜由吹炼炉经溜槽自流至阳极炉，阳极铜经溜槽自流浇铸成阳极，完成粗铜冶炼全过程高温液态熔体全部自流自运的配置布局，从而大幅度提高劳动生产率，减少包子壳的返回物料，降低能耗，克服高温液态物料倒运时，无法克服的 SO_2 自由逸散的工艺或环保难题；是一种使熔炼、吹炼、精炼、铸块四道工序紧密连在一起，连续完成，配置紧凑，降低大量的建设投资的工艺。

如以上所述的工艺，其特征在于：吹炼采用铁钙渣型，上述铁钙渣型是流动性较好的，夹杂的铜和氧化铜易于澄清分离的，可降低渣含量的，对铬镁砖碱性炉衬的化学腐蚀程度较低的，有利于延长炉衬寿命，提高作业率的铁钙渣型；铁钙渣返回熔炼炉，调节熔炼渣型，补充熔炼渣中所需的钙量；补充钙量时：铁钙渣成分被控制在 Fe/CaO 的重量比 $=2.5—2.6$ 。

如以上所述的工艺，其特征在于：

该工艺采用底吹炉吹炼，底吹吹炼是在粗铜、铜硫、炉渣三相共存的情况下连续吹炼：氧气先进入粗铜层，粗铜层氧势最高，夹杂在粗铜中的 V 族元素：S、As、Sb、Bi 先被氧化除去，获得质量较高的粗铜；接着，氧气通过粗铜作为载体，以 Cu_2O 、 CuO 形态与铜硫中 Cu_2S 、 CuS 反应生成 Cu 和 SO_2 ，部分与铜硫中的 FeS 反应生成 FeO 、 SO_2 和 Cu ，是一种生成并进入炉渣中的 Fe_3O_4 含量较少，渣的粘度较低，可降低吹炼渣中 Cu_2O 的夹杂量的工艺；而且渣中较少量的 Fe_3O_4 也部分地被铜硫中的 CuS 还原生成 FeO ，渣中铜含量 $<10\%$ 。

一种用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：该底吹吹炼炉的炉子结构为加料端直径和排料端直径相同的筒体组成的卧式转炉；外壳为钢板，内衬耐火材料，筒体由两个托辊支承置于土建基础上，其中一个托辊一端配有电机，齿轮传动，炉体被设置成可沿轴心来回转动；炉体下部靠近加料端，均布送氧气的喷枪；加料端炉体上部设有用于加入熔剂造渣的开口，端部中心设有用于加入液态铜硫的开口，排料端炉体上部设有用于排出烟气的开口，端部中心设有用于连续排渣的吹炼渣溢流口，渣口下部设有用于连续排放粗铜的虹吸口；底吹吹炼炉被设置成使底吹吹炼炉有倾斜度，大而长的炉子倾角较小，小而短的炉子倾角较大的结构，该结构使铜硫入口端的粗铜层较薄，从喷枪送入的富氧空气可直接送入铜硫层，进行吹炼反应，防止产生过量的 Cu_2O ；粗铜放出口一端具有较厚的粗铜层；在该端设置：为防

止与铜铈逆向平衡反应而提高粗铜的硫含量的部分炉底透气砖；该底吹吹炼炉还设置有：送入少量富氧空气，缓慢进入粗铜，提高其氧势，控制粗铜含硫量达标的富氧空气加入装置；吹炼炉自下而上形成粗铜、铜铈、吹炼渣三相共存的通过两个支撑托辊的高差配置；粗铜层厚度被设置成使进料端的氧气大部能直接进入铜铈层进行吹炼反应的靠近加料端的粗铜层厚度为 0-50mm，靠近排料端粗铜层为 300-400mm，上述靠近排料端的粗铜层为 300-400mm 是指：此段不再送氧搅动，使炉渣和铜铈层夹杂的粗铜有一定的沉淀时间从炉渣和铜铈中分离，并进入粗铜层，达到降低渣含铜的目的，并使靠近排料端的粗铜层的厚度，能通过虹吸口顺利排放到阳极炉。

如以上所述的用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：炉体下部靠近加料端，每间隔 1.1m—1.3m 均布 3—5 支与垂线成 0-16 度角的送氧气的喷枪，底吹吹炼炉被设置成使底吹吹炼炉有 1-3% 的倾斜度；采用降低厂房总高度的底吹喷枪。

对以上工艺和装置的几点说明：

1、调节氧料比，生产高品位铜铈。铜铈品位控制在 68-70%，以减少后续铜铈吹炼作业的负荷量，同时产出 <70% 的铜铈，熔炼渣含铜处于较低水准，可获得较高的熔炼直收率；

2、熔炼采用高铁渣型：通过熔剂配入量，熔炼渣的 FeO/SiO_2 的重量比控制在 2.0-2.2 之间，高于三菱法的 1.4-1.6 的水平，也高于闪速炉的 1.6-1.8（用于渣选矿的渣型）。之所以能采用高的铁硅比造渣，是由于底吹熔炼的反应机理是氧气直接作用于铜铈，铜铈作为氧的载体，生成氧化亚铜与精矿中的硫化铁反应生成 FeO ，造渣反应的氧势低，不易生成 Fe_3O_4 ，因而炉渣可以采用更高的铁硅比。反之，三菱法或闪速熔炼法，其反应机理是氧气直接作用于精矿，硫化铁直接与氧气反应，氧势较高，生成 Fe_3O_4 的趋势大，比例高，炉渣发粘， Cu_2O 在渣中的夹杂量增加，不利于渣铜分离。尤其是三菱法，过高的铁硅比，渣中 Fe_3O_4 增加，除渣中含铜量升高外，还有产生泡沫渣的危险。

由于氧气底吹熔炼炉渣 Fe_3O_4 含量低，可以采用高的铁硅比造渣，因此，熔炼加入的石英熔剂量相对较少，熔炼物料量减少，渣率低，渣选矿的物料量少，能耗也相应下降，随渣损失的铜量也相应减少。

3、熔炼炉渣选矿：

底吹炉产出的熔炼渣，通过渣包或渣坑，经缓冷后送选矿处理，选矿过程包括将渣破碎、磨细后，浮选选出渣铜精矿、再选选出铁精矿和尾矿。铜熔炼炉渣选矿，国内外有成熟技术。底吹炉渣与诺兰达熔炼渣类似。大冶处理诺兰达熔炼渣，可选出渣铜精矿、铁精矿，产出的尾矿可供水泥配料或制砖，实现了冶炼厂无废渣。尾矿含铜 <0.35%，较电炉贫化工艺，可提高铜的总回收率 0.6-0.7%。电炉贫化弃渣含铜较好指标为 0.6-0.7%，我国铜资源奇缺，

原矿含铜 0.42%左右的资源仍在开采。该技术炉渣采用选矿工艺回收残留铜，铜回收率高，资源得以充分利用，是符合国情的。更何况，采用选矿方法处理每吨渣的单位基建投资和运营成本，与电炉贫化基本持平，因此，从经济角度看，渣选矿也更为有利。

4、铜铕吹炼

产自底吹熔炼炉的液态高温铜铕，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对高品位铜铕进行连续吹炼。与此同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从炉顶开口连续加入熔剂石灰或石灰石造渣。（也可炉顶不开口，将熔剂石灰或石灰石磨成粉状，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣。）在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，见图 2。实现连续加入铜铕、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、排渣，并连续放出粗铜，实现吹炼过程连续化，这是本专利的核心技术之所在；其特点有：

1) 采用底吹炉吹炼。在粗铜、铜铕、炉渣三相共存情况下连续吹炼，氧通过粗铜传递，因此，粗铜的氧势最高，可确保获得比其他连续吹炼含硫量更低的粗铜，并有利于 As、Sb、Bi 等 V 族元素的脱除，提高粗铜质量。同时底吹吹炼可降低 Fe_3O_4 的生成量，防止 Fe_3O_4 沉淀和泡沫渣的生成，炉渣中 Fe_3O_4 含量低，渣的粘度就低，可降低吹炼渣中 Cu_2O 的夹杂量，使渣含铜低于闪速吹炼和三菱法吹炼的渣含铜量，可降至 $Cu < 10\%$ ；

2) 采用高品位铜铕（Cu 68-70%）吹炼，吹炼负荷小，吹炼渣量相对较少。通过调节氧枪供氧的氧氮比和供氧压力（氧氮体积比调节范围为 5:5 至 8:2，供氧供氮压力调节范围为 0.4—0.8MPa）来控制吹炼的反应速度，从而可控制吹炼温度在 1220-1250℃；

3) 根据精矿成分确定吹炼渣型：一般情况下铜精矿脉石含铁高，含钙、镁等碱性元素少，熔炼时需添加熔剂氧化钙。本专利一般情况下均采用铁钙渣型，吹炼渣水碎后返熔炼炉，替代熔炼所需添加的石灰石熔剂。当特殊情况下处理含钙量高的铜精矿（熔炼时不需要添加石灰石熔剂）时，本专利亦可在吹炼炉加石英石造硅铁渣，经缓冷后送渣选矿车间处理；

4) 底吹吹炼炉，根据炉子大小，在配制上保持 1-3%的倾斜度，使之铜铕入口端的粗铜层较薄，从喷枪送入的富氧空气可直接送入铜铕层，进行吹炼反应，防止产生过量的 Cu_2O 。粗铜放出口一端又可保持较厚的粗铜层，为防止与铜铕逆向平衡反应而提高粗铜的硫含量，在该端设置部分炉底透气砖，送入少量富氧空气，缓慢进入粗铜，提高其氧势，控制粗铜含硫量达标，避免了三菱法和闪速连续吹炼法在阳极炉中需要再脱硫，造成阳极炉烟气需要特殊处理以解决环保问题；

5) 底吹炉连续吹炼，炉温稳定，克服了转炉周期作业温度波动过大的缺点，有利于大幅度提高吹炼炉的寿命，降低耐火材料消耗和维修工作量，从而降低炼铜成本。连续吹炼，烟

气量和烟气成分（SO₂含量）稳定均衡，炉体不用经常转动，从而漏风率大幅下降，克服了转炉周期作业烟气量和烟气成分波动大的缺点，有利于制酸，降低酸厂投资；

6) 熔炼炉至吹炼炉设置铜铈溜槽，铜铈直接从熔炼炉通过溜槽流入吹炼炉。在联接溜槽上设置保温烧嘴加热保温，防止铜铈在溜槽中冻结。在溜槽一端设置通风烟罩，排除保温烧嘴和溜槽中铜铈逸散的烟气，烟气经脱硫处理后排空。克服了转炉周期作业时，用吊包在车间内倒运铜铈，铜铈中 SO₂大量无组织逸散，造成严重的 SO₂低空污染，恶化车间操作环境。采用底吹炉连续吹炼铜铈，全系统硫的捕集率>99.6%，可确保全厂清洁生产。

5、车间配置

熔炼采用自高至低的流水线布置法，避免高温熔体在车间内倒运，这有利于连续生产，有利于过程自动化控制和提高劳动生产率。

混合料经圆盘制粒后，用加料皮带送至底吹熔炼炉，铜铈经溜槽自流至底吹吹炼炉、粗铜由吹炼炉经溜槽自流至阳极炉，阳极铜经溜槽自流浇铸成阳极，完成粗铜冶炼全过程液态熔体全部自流的配置布局，其主体工艺装置布置示意图如图 2。

由于采用底吹喷枪而不是顶吹喷枪，另外没有沉降电炉，没有很高的电炉电极，因此大大降低了厂房高度，比三菱法的厂房高度要低 10 米左右。

本发明的一种采用氧气底吹炉连续炼铜的工艺及其装置与现有技术相比较有如下特点或有益效果：

- (1) 底吹熔炼能采用高铁硅比渣型，同等规模的工厂熔炼物料量及渣量相对较少；
- (2) 炉渣采用选矿处理，铜总收率高，炉渣全部综合利用，实现无废渣冶炼；
- (3) 采用底吹连续吹炼，粗铜质量高、含硫低，阳极炉烟气不用脱硫；
- (4) 采用自流配置，避免了铜铈倒运，车间布局紧凑，能实现清洁生产。

上述特点或效果保证了本发明具有工厂建设投资省、金属回收率高、产品成本低、资源综合利用水平高，综合能耗低、作业环境优良等优点，为世界最先进的炼铜工艺。

附图说明

图 1 是采用氧气底吹炉连续炼铜的工艺流程示意图或底吹连续炼铜新工艺原理流程图；

图 2 是本发明的主体工艺装置的布置示意图或氧气底吹连续炼铜工艺主体设备布局示意图。

图 2 中：

1-底吹熔炼炉；

- 2-底吹吹炼炉;
- 3-阳极炉;
- 4-阳极板浇铸机;
- 5-排渣口;
- 6-原料加入口;
- 7-渣;
- 8-铜铕;
- 9-排烟口;
- 10-余热锅炉;
- 11-铜铕出口;
- 12-溜槽;
- 13-熔剂加入口;
- 14-粗铜;
- 15-排渣口;
- 16-氧气喷嘴;
- 17-圆盘制粒机;
- 18-皮带给料机。

具体实施方式

实施例 1

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于，该工艺包括以下步骤：

(1) 硫化铜精矿与熔剂、返回的包括烟尘、渣铜精矿、吹炼炉渣等中间铜物料，经圆盘制粒机混合制粒后，由皮带给料机送至底吹熔炼炉上部的炉子加料口加入炉内，氧气通过设在炉底与垂线成 0° 角的氧气喷枪送入炉内进行熔炼反应，混合好的入炉粒料经熔炼生成铜铕和熔炼渣，熔炼温度为 1080°C ；

(2) 底吹熔炼炉生成的铜铕，通过设在底吹熔炼炉一端的虹吸放出口放至与底吹熔炼炉相连接的溜槽；铜铕经溜槽送至设在底吹吹炼炉端部中心部位的加料口加入炉内，通过设在底吹吹炼炉底与垂线成 0 度角的氧气喷枪送入氧气进行吹炼、将铜铕连续吹炼成粗铜和吹炼炉渣，吹炼温度为 1220°C ；在送氧吹炼的同时，从设在底吹吹炼炉上部的开孔按造渣要求量连续定量的加入石灰石，造铁钙渣；铁钙渣通过溢流放渣口放出并返回上述底吹熔炼炉；

(3) 上述底吹吹炼炉生产的粗铜，通过虹吸放出口连续放出；粗铜经过溜槽，送至阳极

炉，在阳极炉内按常规作业，先氧化、后还原精炼后，合格阳极铜通过溜槽送至阳极浇铸机，铸造成铜阳极板；

(4) 上述底吹熔炼炉产出的炉渣，通过与底吹熔炼炉联结的渣溜槽，溢流连续放入渣包，通过渣包将熔炼渣倒入渣坑进行缓冷；缓冷后的熔炼渣，送选矿工序处理，选矿产出的渣铜精矿返回上述底吹熔炼炉；

(5) 底吹熔炼炉、底吹吹炼炉产出的温度在 950℃或 1050℃的高温烟气，通过各自设在其排料端的上部排烟口，进入设有弧形罩的余热锅炉，在余热锅炉中通过生产 4MPa 的饱和蒸汽，回收其余热，烟气温度降至 400℃以下，再进入电除尘器除尘净化后送制酸厂生产硫酸；

(6) 底吹熔炼炉和底吹吹炼炉的余热锅炉及电除尘器收集的烟尘，通过埋料刮板运输机、斗式提升机送至底吹熔炼炉顶中间料仓，经加湿后，送圆盘制粒机混合制粒后返回底吹炉熔炼；所有烟尘被设置在或被密闭在没有扬尘，保证车间优良环境条件的密闭输送系统中进行处理。

实施例 2

除了氧气通过设在炉底与垂线成 16° 角的氧气喷枪送入炉内进行熔炼反应，通过设在底吹吹炼炉底与垂线成 16 度角的氧气喷枪送入氧气进行吹炼混合好的入炉粒料经熔炼生成铜铈和熔炼渣，熔炼温度为 1100℃，吹炼温度为 1250℃，底吹熔炼炉、底吹吹炼炉产出的温度在 1000℃和 1100℃的高温烟气外，其余与实施例 1 所述的相同。

实施例 3

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

铜铈吹炼是指：产自底吹熔炼炉的液态高温铜铈，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对高品位铜铈进行连续吹炼；

同时，炉顶不开口，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量将熔剂石灰粉，通过料仓、计量皮带给料机从氧枪与氧气一起送入炉内造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜铈、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，实现吹炼过程连续化的工艺；

采用含铜高达 68%铜铈吹炼，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼负荷小，吹炼渣量较少，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼温度是通过调节氧气浓度和单位时间的供氧量或吹炼速度来达到合理的吹炼温度；调节氧氮体积比使供气的氧氮体积比为 5：5，供气量与氧压有关，氧气与氮气压力的调节范围为 0.4MPa 至 0.8MPa，来控制吹炼的反应速度，上述合理的吹炼温度是指控制或调节吹炼温度在 1220℃。

实施例 4

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

铜铕吹炼是指：产自底吹熔炼炉的液态高温铜铕，经溜槽连续注入氧气底吹吹炼炉，从吹炼炉底部连续送入富氧空气对高品位铜铕进行连续吹炼；

同时，通过料仓、计量皮带给料机，按计算要求量从炉顶开口连续加入熔剂石灰石造渣；在炉子一端较上部开孔，排放熔炼渣，较下部开孔，设置虹吸装置排放粗铜，实现连续加入铜铕、连续吹炼、连续加入熔剂、连续造渣、连续排渣，并连续放出粗铜，实现吹炼过程连续化的工艺；

采用含铜高达 70%铜铕吹炼，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼负荷小，吹炼渣量较少，底吹吹炼采用氧气吹炼，吹炼温度是通过调节氧气浓度和单位时间的供氧量或吹炼速度来达到合理的吹炼温度；调节氧氮体积比使供气的氧氮体积比为 8:2，供气量与氧压有关，氧气压力的调节范围为 0.4MPa 至 0.8MPa，来控制吹炼的反应速度，上述合理的吹炼温度是指控制或调节吹炼温度在 1250℃。

实施例 5

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

根据精矿成分确定吹炼渣型和是否添加熔剂：铜精矿脉石含铁高，含钙、镁等碱性元素少，熔炼时要添加熔剂氧化钙；采用铁钙渣型，吹炼渣水碎后返熔炼炉，替代熔炼所需添加的石灰石熔剂；处理含钙量高的铜精矿：熔炼时不需要添加石灰石熔剂，可在吹炼炉加石英石造硅铁渣，经缓冷后送渣选矿车间处理；氧气底吹熔炼炉渣 Fe_3O_4 含量低，可采用高的铁硅比造渣，上述底吹炉熔炼采用高铁渣型是指：通过熔剂配入量，熔炼渣的 FeO/SiO_2 的重量比控制在 2.0，所述的熔剂还可以是石英，熔炼加入的石英熔剂量较少，熔炼物料量减少，渣率低，渣选矿的物料量少，能耗相应下降，随渣损失的铜量也相应减少，熔炼炉至吹炼炉、吹炼炉至阳极炉之间均设置溜槽，溜槽上部设有使用燃烧柴油或天然气对溜槽加热保温，防止铜铕或粗铜冻结在溜槽中的保温烧嘴，在溜槽上方设置环保通风罩，该环保通风罩是将溜槽中铜铕逸散的 SO_2 和保温烧嘴产生的燃烧废气排至脱硫装置进行脱硫处理后排空，并确保车间内优良的操作环境，保证全系统硫的捕集率 >99.6% 和实现全厂清洁生产的环保通风罩。

实施例 6

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

除了熔炼渣的 FeO/SiO_2 的重量比控制在 2.2 外，其余与实施例 5 所述的相同。

实施例 7

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

上述车间配置，采用从熔炼至吹炼至阳极炉精炼至阳极铜板铸造，自高至低的流水作业法

配置的工艺：混合料经圆盘制粒后，用加料皮带送至底吹熔炼炉，铜铕经溜槽自流至底吹吹炼炉、粗铜由吹炼炉经溜槽自流至阳极炉，阳极铜经溜槽自流浇铸成阳极，完成粗铜冶炼全过程液态熔体全部自流的配置布局，采用对高温液态中间物料进行自运的，大幅度提高劳动生产率的，减少包子壳的返回物料，降低能耗，克服高温液态物料倒运时，无法克服的 SO_2 自由逸散的工艺；并采用使熔炼、吹炼、精炼、铸块四道工序紧密连在一起，连续完成，配置紧凑，降低大量的建设投资的工艺。

实施例 8

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

吹炼采用铁钙渣型，上述铁钙渣型是流动性较好的，夹杂的铜和氧化铜易于澄清分离的，可降低渣含量的，对铬镁砖碱性炉衬的化学腐蚀程度较低的，有利于延长炉衬寿命，提高作业率的铁钙渣型；铁钙渣返回熔炼炉，调节熔炼渣型，补充熔炼渣中所需的钙量；补充钙量时：铁钙渣成分被控制在 Fe/CaO 的重量比=2.5。

实施例 9

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

除了补充钙量时：铁钙渣成分被控制在 Fe/CaO 的重量比=2.6 外，其余与实施例 8 所述的相同。

实施例 10

一种采用氧气底吹连续炼铜的工艺，其特征在于：

该工艺采用底吹炉吹炼，底吹吹炼是在粗铜、铜铕、炉渣三相共存的情况下连续吹炼：氧气先进入氧势最高的粗铜层，夹杂在粗铜中的 V 族元素：S、As、Sb、Bi 先被氧化除去，获得质量较高的粗铜；接着，氧气通过粗铜作为载体，以 Cu_2O 、 CuO 形态与铜铕中 Cu_2S 、 CuS 反应生成 Cu 和 SO_2 ，部分与铜铕中的 FeS 反应生成 FeO 、 SO_2 和 Cu，因此，该工艺中生成并进入炉渣中的 Fe_3O_4 含量较少，渣的粘度较低，可降低吹炼渣中 Cu_2O 的夹杂量；而且渣中较少量的 Fe_3O_4 也部分地被铜铕中的 CuS 还原生成 FeO ，渣中铜含量<10%。

实施例 11

一种用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：该底吹吹炼炉的炉子结构为加料端直径和排料端直径相同的筒体组合的卧式转炉；外壳为钢板，内衬耐火材料，筒体由两个托辊支承置于土建基础上，其中一个托辊一端配有电机，齿轮传动，炉体被设置成沿轴心来回转动；炉体下部靠近加料端，均布送氧气的喷枪；加料端炉体上部设有用于加入熔剂造渣的开口，端部中心设有用于加入液态铜铕的开口，排料端炉体上部设有用于排出烟气的开口，端部中心设有用于连续排渣的吹炼渣溢流口，渣口下部设有用于连续排放粗铜的虹吸口；底

吹炼炉被设置成使底吹吹炼炉有倾斜度，大而长的炉子倾角较小，小而短的炉子倾角较大的结构，该结构使铜铕入口端的粗铜层较薄，从喷枪送入的富氧空气可直接送入铜铕层，进行吹炼反应，防止产生过量的 Cu_2O ；粗铜放出口一端具有较厚的粗铜层；在该端设置：为防止与铜铕逆向平衡反应而提高粗铜的硫含量的部分炉底透气砖；该底吹吹炼炉还设置有：送入少量富氧空气，缓慢进入粗铜，提高其氧势，控制粗铜含硫量达标的富氧空气加入装置；吹炼炉自下而上形成粗铜、铜铕、吹炼渣三相共存的通过两个支撑托辊的高差配置；粗铜层厚度被设置成使进料端的氧气大部能直接进入铜铕层进行吹炼反应的靠近加料端的粗铜层厚度为 10mm，靠近排料端粗铜层为 300mm，上述靠近排料端的粗铜层为 300mm 是指：此处不再大量送氧搅拌，使炉渣和铜铕层夹杂的粗铜有一定的沉淀时间从炉渣和铜铕中分离，并进入粗铜层，达到降低渣含铜的目的，靠近排料端的粗铜层的厚度较大，有利于虹吸口顺利排放粗铜。

实施例 12

一种用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：

除了粗铜层厚度被设置成使进料端的氧气大部能直接进入铜铕层进行吹炼反应的靠近加料端的粗铜层厚度为 50mm，靠近排料端粗铜层为 400mm，上述靠近排料端的粗铜层为 400mm 是指：使炉渣和铜铕层夹杂的粗铜有一定的沉淀时间从炉渣和铜铕中分离，并进入粗铜层，达到降低渣含铜的目的，靠近排料端的粗铜层的厚度可增大吹炼过程热容量，更好地保证过程的热稳定性外，其余与实施例 11 所述的相同。

实施例 13

一种用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：

除了炉体下部靠近加料端，每间隔 1.1m 均布 3 支与垂线成 0 度角的送氧气的喷枪，底吹吹炼炉被设置成使底吹吹炼炉有 3% 的倾斜度；采用降低厂房总高度的底吹喷枪外，其余与实施例 11 所述的相同。

实施例 14

一种用于底吹连续炼铜的底吹吹炼炉，其特征在于：

除了炉体下部靠近加料端，每间隔 1.3m 均布 5 支与垂线成 0 度角的送氧气的喷枪，底吹吹炼炉被设置成使底吹吹炼炉有 1% 的倾斜度；采用降低厂房总高度的底吹喷枪外，其余与实施例 11 所述的相同。

以上实施例和说明只是对本发明作较为详细的描述，不是用来限定本发明的保护范围的，在不脱离本发明的精神和构思的范围内，本领域普通技术人员可以进行各种改进或变化，仍然属于本发明的保护范围。

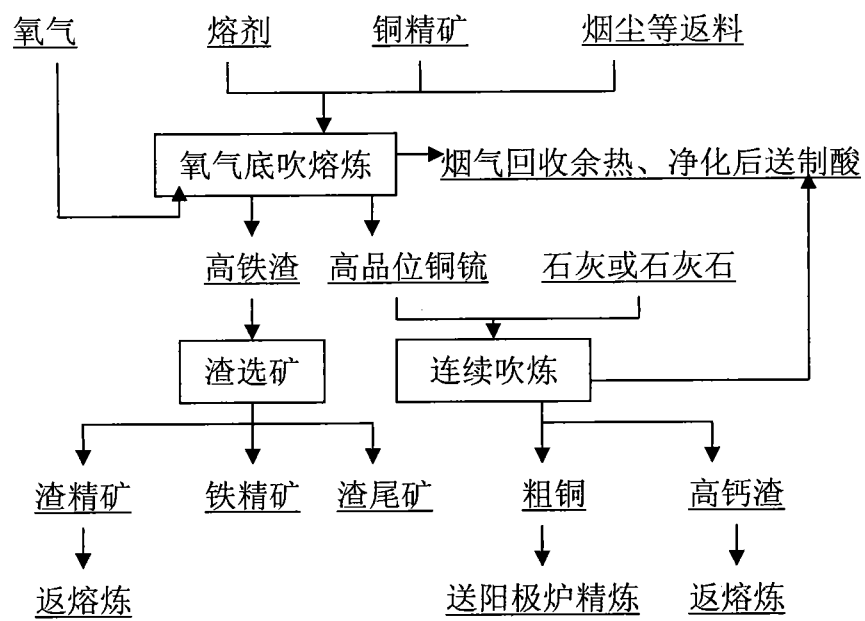


图 1

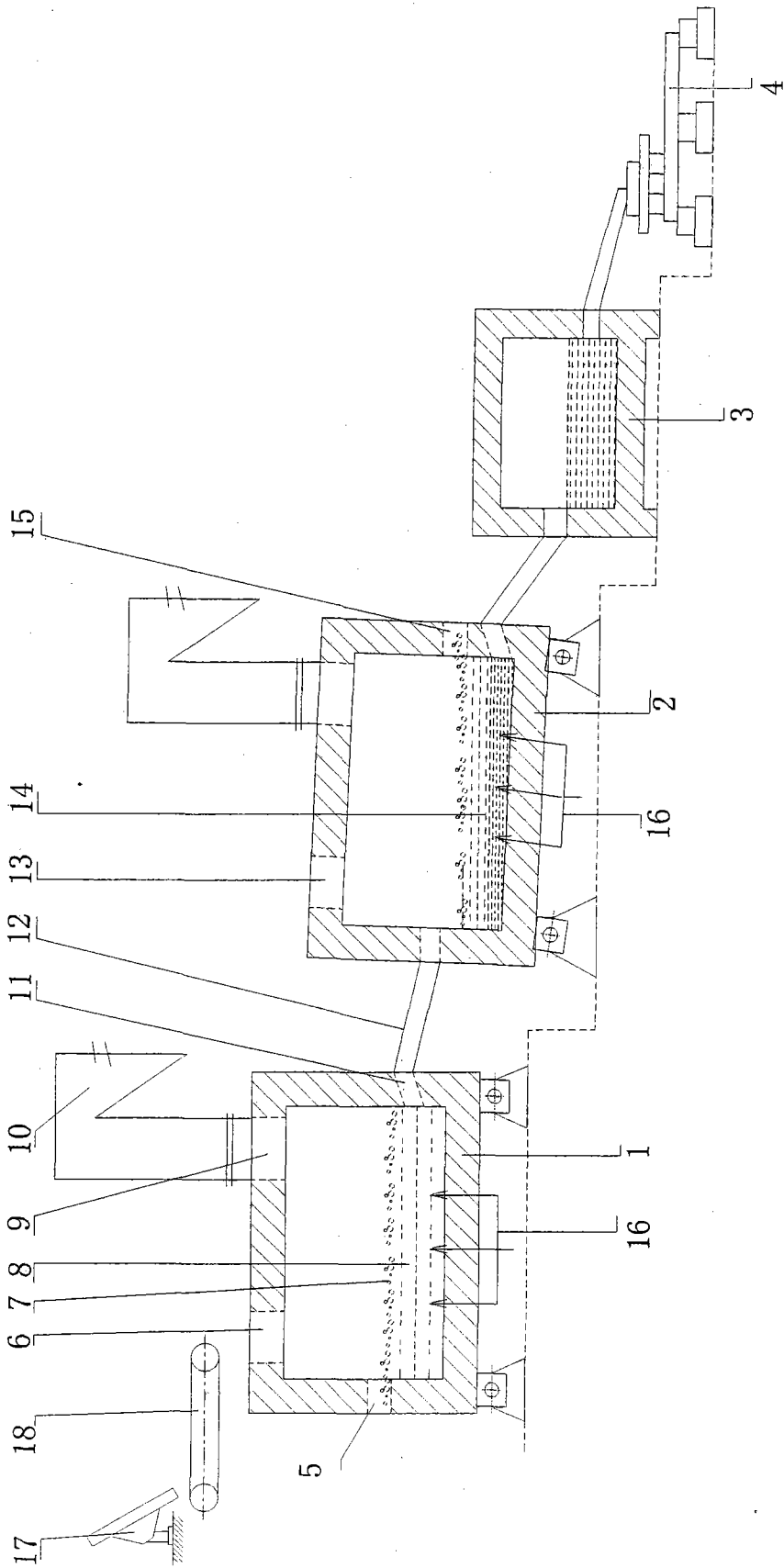


图 2