(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104988332 B
(45)授权公告日 2017.04.12

(21)申请号 201510389650.4

(22)申请日 2015.07.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104988332 A

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 中南大学
地址 410000 湖南省长沙市岳麓区岳麓山左家垅

(72)发明人 郭学益 王亲猛 田庆华 李栋

(74)专利代理机构 长沙朕扬知识产权代理事务所(普通合伙) 43213
代理人 何湘玲

(51)Int.Cl.
C22B 15/00(2006.01)
C22B 15/14(2006.01)

(56)对比文件
CN 204918716 U,2015.12.30,
CN 203890418 U,2014.10.22,
CN 101328543 A,2008.12.24,
CN 101892340 A,2010.11.24,
CN 101760631 A,2010.06.30,
CN 2789694 Y,2006.06.21,
CN 103952571 A,2014.07.30,

审查员 陈少东

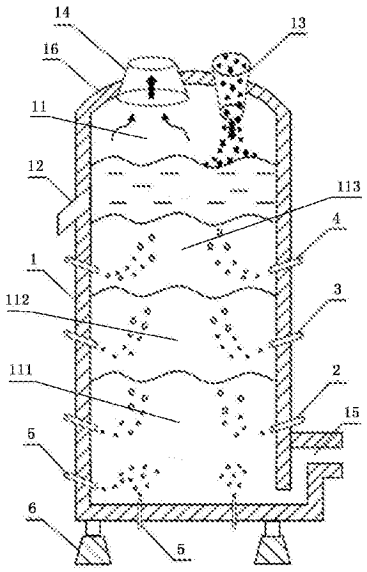
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一步炼铜工艺及装置

(57)摘要

本发明公开了一种一步炼铜工艺及装置，该装置包括具有封闭炉腔的炉体，封闭炉腔自底部由下至上依次设有精炼区、吹炼区和熔炼区，精炼区四周的炉壁上设有多个第一喷枪，吹炼区四周的炉壁上设有多个第二喷枪，熔炼区四周的炉壁上设有多个第三喷枪，精炼区四周的炉壁和/或底部还设有多个位于第一喷枪下方的第四喷枪，熔炼区上方的炉壁上设有排渣口，封闭炉腔的顶部设有加料口和烟道口，封闭炉腔的底部设有排铜口，具有结构更简单、耐用、效率高、投资少、运行成本低等优点；该工艺包括配料和下料，分别进行熔炼、吹炼和精炼，阳极铜电解、炉渣处理和冶炼烟气处理等步骤，具有流程短、适应性强、能耗低、环境友好等优点。



CN 104988332 B

1.一种一步炼铜装置，其特征在于：包括具有封闭炉腔(11)的炉体(1)，所述封闭炉腔(11)自底部由下至上依次设有精炼区(111)、吹炼区(112)和熔炼区(113)，所述精炼区(111)四周的炉壁上设有多个第一喷枪(2)，所述吹炼区(112)四周的炉壁上设有多个第二喷枪(3)，所述熔炼区(113)四周的炉壁上设有多个第三喷枪(4)，所述精炼区(111)四周的炉壁和/或底部还设有多个位于第一喷枪(2)下方的第四喷枪(5)，所述熔炼区(113)上方的炉壁上设有排渣口(12)，所述封闭炉腔(11)的顶部设有加料口(13)和烟道口(14)，所述封闭炉腔(11)的底部设有排铜口(15)。

2.根据权利要求1所述的一步炼铜装置，其特征在于：各第一喷枪(2)、第二喷枪(3)和第三喷枪(4)与水平面之间的夹角为-60°～+60°。

3.根据权利要求1所述的一步炼铜装置，其特征在于：位于精炼区(111)四周的炉壁上的第四喷枪(5)与水平面之间的夹角为-60°～+60°，位于精炼区(111)底部的第四喷枪(5)与竖直平面之间的夹角为-80°～+80°。

4.根据权利要求1所述的一步炼铜装置，其特征在于：所述炉壁为钢板，所述炉壁的内侧设有耐火材料内衬。

5.根据权利要求1所述的一步炼铜装置，其特征在于：所述封闭炉腔(11)的截面为圆形或椭圆形。

6.一种采用权利要求1至5中任一项所述装置的一步炼铜工艺，其特征在于：包括以下步骤：

(1)将含铜物料、熔剂混合配料后，由加料口(13)加入到炉体(1)内；

(2)通过第三喷枪(4)将富氧空气喷入熔炼区(113)进行熔炼，熔炼温度控制在1180℃~1250℃，在熔炼区(113)熔炼生成铜锍和炉渣，其中，铜锍下移进入吹炼区(112)；通过第二喷枪(3)将富氧空气喷入吹炼区(112)进行吹炼，吹炼温度控制在1200℃~1250℃，生成FeO、粗Cu和SO_2，其中，FeO随气泡上浮进入渣层造渣，粗Cu下沉进入精炼区(111)；通过第一喷枪(2)将富氧空气喷入精炼区(111)进行精炼，氧化粗Cu中的杂质，精炼温度控制在1100℃~1200℃；通过第四喷枪(5)将天然气或煤粉喷入精炼区(111)底部进行还原，将铜液中O元素的深度脱除，得到阳极铜；

(3)通过排铜口(15)将阳极铜放出，并浇铸成阳极板，然后进行电解精炼得到阴极铜；炉渣经排渣口(12)排出，将炉渣倒入渣坑缓冷后，经破碎、选矿处理后，渣精矿返回步骤(1)中作为原料进行配料，渣尾矿制备建材；冶炼烟气从烟道口(14)排出，经过余热锅炉实现余热发电，电收尘后的烟气进一步生产硫酸，烟尘返回步骤(1)中作为原料进行配料。

7.根据权利要求6所述一步炼铜工艺，其特征在于：所述熔炼温度、吹炼温度和精炼温度通过调节富氧空气中氧气浓度和富氧空气喷入速度来控制。

8.根据权利要求6所述一步炼铜工艺，其特征在于：所述含铜物料为硫化铜精矿、多金属伴生复杂矿、含铜废杂料、渣精矿和返回烟尘中的至少一种。

9.根据权利要求6所述一步炼铜工艺，其特征在于：所述熔剂为石英砂、石灰或石灰石，炉渣渣型为铁硅渣、钙铁渣或钙铁硅渣。

10.根据权利要求6所述一步炼铜工艺，其特征在于：各喷枪喷入的富氧空气中氧气浓度范围为22%~99%。

一步炼铜工艺及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及有色金属冶金技术领域，具体涉及一种一步炼铜工艺及装置。

背景技术

[0002] 现有铜火法冶金过程主要分为熔炼、吹炼和精炼三个工序。

[0003] 熔炼方面，方法主要有闪速熔炼法和熔池熔炼法两大类，具体有奥托昆普闪速熔炼、Inco闪速熔炼、诺兰达熔炼、奥斯麦特熔炼、艾萨熔炼、氧气底吹熔炼、白银法熔炼、瓦纽柯夫熔炼、特尼恩特熔炼、三菱熔炼、卡尔多炉熔炼、旋浮熔炼以及传统的反射炉熔炼、鼓风炉熔炼、电炉熔炼等。目前传统熔炼工艺正在被清洁强化熔炼技术所取代，但现代强化熔炼技术也各自存在一些问题，如闪速熔炼对原料要求高，需要细磨及深度干燥，烟尘率高；诺兰达熔炼采用单面侧吹，气液混合不均匀，生产环境差，SO_2逸散严重；奥斯麦特/艾萨熔炼采用顶吹，喷枪保温要用柴油或天然气，价格较贵。

[0004] 吹炼方面，世界上90%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，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SO_2烟气逸散污染，使PS转炉吹炼作业的操作环境很差。

[0005] 精炼方面，目前用于火法精炼的炉型主要有反射炉、回转精炼炉、倾动式精炼炉等，主要存在自动化水平低、过于依赖手工操作、炉体气密性差、散热损失大、烟气泄漏多、铜液搅拌循环差、操作效率低等问题。

[0006] 目前，大部分铜火法冶金生产中三个工序均独立操作，分炉进行，过程不连续，能耗高，环境污染严重，因此开发短流程、清洁铜冶炼工艺，进行熔炼、吹炼、精炼工序集成，实现连续炼铜及一步炼铜，是未来铜冶金的发展方向。

[0007] 在连续炼铜方面，目前有三菱法、闪速连续炼铜法、氧气底吹连续炼铜法、诺兰达法连续炼铜法等。三菱法需配置四台炉子，安装需要高度差，建筑成本较高，且电炉贫化后的弃渣含铜较高；闪速连续炼铜法，其液态铜锍需要水淬、干燥、细磨，能耗高，且所产炉渣含铜高达10%～20%，粗铜质量欠佳；氧气底吹连续炼铜法采用两台底吹炉或三台底吹炉，呈“一”字阶梯排布或者呈“品”字排布，为我国自主研发的技术；诺兰达连续炼铜法初期在直接生产粗铜，因渣含铜高，粗铜杂质多，渣的处理复杂，最后放弃生产粗铜，至今仍然生产高品位冰铜(70%Cu)。

[0008] 一步炼铜是指在单一设备中进行的连续炼铜，用含铜物料直接冶炼成铜。其中，旋浮一步炼铜法，通过旋浮冶炼与脉动旋流喷嘴技术，将熔炼和吹炼合二为一，将普通铜精矿持续稳定地直接冶炼出含铜98.5%以上的粗铜，目前该技术还未能完成精炼过程，难以生产阳极铜。

[0009] 中国专利“201410156737.2”提出的一步炼铜工艺及其装置，其炉体为底吹回转卧式圆筒炉，挡墙将封闭炉腔水平方向上分为三个区，即熔炼区、吹炼区、精炼区，底部安装氧枪。由于运转时高温熔体容易损坏侵蚀挡墙耐火材料，影响生产效率，因此该技术还需进一步改进提高。

发明内容

[0010] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术存在的不足，提供一种结构更简单、耐用、效率高、投资少、运行成本低的一步炼铜装置，还提供一种流程短、适应性强、能耗低、环境友好的一步炼铜工艺。

[0011] 为解决上述技术问题，本发明采用以下技术方案：

[0012] 一种一步炼铜装置，包括具有封闭炉腔的炉体，所述封闭炉腔自底部由下至上依次设有精炼区、吹炼区和熔炼区，所述精炼区四周的炉壁上设有多个第一喷枪，所述吹炼区四周的炉壁上设有多个第二喷枪，所述熔炼区四周的炉壁上设有多个第三喷枪，所述精炼区四周的炉壁和/或底部还设有多个位于第一喷枪下方的第四喷枪，所述熔炼区上方的炉壁上设有排渣口，所述封闭炉腔的顶部设有加料口和烟道口，所述封闭炉腔的底部设有排铜口。

[0013] 上述的一步炼铜装置，优选的，各第一喷枪、第二喷枪和第三喷枪与水平面之间的夹角为-60°～+60°。

[0014] 上述的一步炼铜装置，优选的，位于精炼区四周的炉壁上的第四喷枪与水平面之间的夹角为-60°～+60°，位于精炼区底部的第四喷枪与竖直平面之间的夹角为-80°～+80°。

[0015] 上述的一步炼铜装置，优选的，所述炉壁为钢板，所述炉壁的内侧设有耐火材料内衬。

[0016] 上述的一步炼铜装置，优选的，所述封闭炉腔的截面为圆形或椭圆形。

[0017] 作为一个总的发明构思，本发明还提供一种一步炼铜工艺，包括以下步骤：

[0018] (1)将含铜物料、熔剂混合配料后，由加料口加入到炉体内；

[0019] (2)通过第三喷枪将富氧空气喷入熔炼区进行熔炼，熔炼温度控制在1180℃~1250℃，在熔炼区熔炼生成铜锍和炉渣，其中，铜锍下移进入吹炼区；通过第二喷枪将富氧空气喷入吹炼区进行吹炼，吹炼温度控制在1200℃~1250℃，生成FeO、粗Cu和SO_2，其中，FeO随气泡上浮进入渣层造渣，粗Cu下沉进入精炼区；通过第一喷枪将富氧空气喷入精炼区进行精炼，氧化粗Cu中的杂质，精炼温度控制在1100℃~1200℃；通过第四喷枪将天然气或煤粉喷入精炼区底部进行还原，将铜液中O元素的深度脱除，得到阳极铜；

[0020] (3)通过排铜口将阳极铜放出，并浇铸成阳极板，然后进行电解精炼得到阴极铜；炉渣经排渣口排出，将炉渣倒入渣坑缓冷后，经破碎、选矿处理后，渣精矿返回步骤(1)中作为原料进行配料，渣尾矿制备建材；冶炼烟气从烟道口排出，经过余热锅炉实现余热发电，电收尘后的烟气进一步生产硫酸，烟尘返回步骤(1)中作为原料进行配料。

[0021] 上述的一步炼铜工艺，优选的，所述熔炼温度、吹炼温度和精炼温度通过调节富氧空气中氧气浓度和富氧空气喷入速度来控制。

[0022] 上述的一步炼铜工艺，优选的，所述含铜物料为硫化铜精矿、多金属伴生复杂矿、含铜废杂料、渣精矿和返回烟尘中的至少一种。

[0023] 上述的一步炼铜工艺，优选的，所述熔剂为石英砂、石灰或石灰石，炉渣渣型为铁硅渣、钙铁渣或钙铁硅渣。

[0024] 上述的一步炼铜工艺，优选的，各喷枪喷入的富氧空气中氧气浓度范围为22%~

99%。

[0025] 与现有技术相比，本发明的优点在于：本发明的一步炼铜装置，其炉体为竖式炉，封闭炉腔由下至上依次分为无挡墙分隔的精炼区、吹炼区和熔炼区，充分利用了高温熔体密度不同、互不相容等自身物化性质差异，可同时完成熔炼、吹炼和精炼三个过程，从而将含铜物料直接冶炼成阳极铜，相比于现有技术该装置的结构更简单，更耐用，效率更高，投资更少，运行成本更低，还可避免SO_2的低空逸散问题。采用该装置的一步炼铜工艺通过控制封闭炉腔不同区域熔体的氧势硫势，逐步完成铜精矿到阳极铜冶炼过程，属于熔池冶金范畴，相比于主要用脉动旋流喷嘴技术，使矿料颗粒在炉膛内旋转悬浮，并与氧气反应，产物为粗铜传统旋浮一步炼铜法（属于空间冶金范畴），该工艺是一种高效清洁的方法，对原料粒度、湿度等指标要求更低，适应性更强，且产出的阳极铜产品品位要比旋浮一步炼铜法产出的粗铜品位更高，纯度更高，省去了后续的火法精炼工序，流程更短。

附图说明

[0026] 图1为本发明一步炼铜装置的结构示意图。

[0027] 图2为本发明一步炼铜工艺的工艺流程图。

[0028] 图例说明：

[0029] 1、炉体；11、封闭炉腔；111、精炼区；112、吹炼区；113、熔炼区；12、排渣口；13、加料口；14、烟道口；15、排铜口；16、顶壁；2、第一喷枪；3、第二喷枪；4、第三喷枪；5、第四喷枪；6、基座。

具体实施方式

[0030] 以下结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0031] 实施例1：

[0032] 如图1所示，本发明的一步炼铜装置，包括具有封闭炉腔11的炉体1，炉体1的底部设有基座6，封闭炉腔11自底部由下至上依次设有精炼区111、吹炼区112和熔炼区113，精炼区111四周的炉壁上设有多个第一喷枪2，吹炼区112四周的炉壁上设有多个第二喷枪3，熔炼区113四周的炉壁上设有多个第三喷枪4，精炼区111四周的炉壁和底部还设有多个位于第三喷枪4下方的第四喷枪5，熔炼区113上方的炉壁上设有排渣口12，炉体1的顶壁16上设有加料口13和烟道口14，封闭炉腔11的底部设有排铜口15。在其他实施例中，还可仅在精炼区111四周的炉壁或底部设有第四喷枪5。

[0033] 本实施例中，各第一喷枪2、第二喷枪3和第三喷枪4与水平面之间的夹角为-60°～+60°。位于精炼区111四周的炉壁上的第四喷枪5与水平面之间的夹角为-60°～+60°，位于精炼区111底部的第四喷枪5与竖直平面之间的夹角为-80°～+80°。各区域的喷枪之间相互间隔一定距离，优选为均匀间隔布置。

[0034] 本实施例中，炉壁为钢板，炉壁的内侧设有耐火材料内衬。封闭炉腔11的截面为圆形或椭圆形，不同区的横截免直径可以相同，也可以根据需要设计成不同的直径。

[0035] 实施例2：

[0036] 一种采用上述装置的一步炼铜工艺，如图2所示，包括以下步骤：

[0037] (1)将含铜物料、熔剂混合配料后，由加料口13加入到炉体1内；

[0038] (2)通过第三喷枪4将富氧空气喷入熔炼区113进行熔炼，在熔炼区113熔炼生成铜锍和炉渣，铜锍品位60%~75%，渣型Fe/SiO_2在1.4~2.2，熔炼温度控制在1180℃~1250℃，熔炼区113下部的铜锍不断被继续氧化成白锍，因其密度大，逐渐下移进入吹炼区112，同时熔炼区113上部新生成的铜锍不断补充到熔炼区113下部；

[0039] 通过第二喷枪3将富氧空气喷入吹炼区112进行吹炼，吹炼温度控制在1200℃~1250℃，吹炼区112的铜锍主要是白锍，FeS含量低，通过该区第二喷枪3喷入的富氧空气将FeS氧化成FeO和SO_2，Cu_2S氧化成粗Cu和SO_2，生成FeO、粗Cu和SO_2，FeO随气泡上浮进入渣层造渣，粗Cu下沉进入精炼区111；

[0040] 通过第一喷枪2将富氧空气喷入精炼区111进行精炼，氧化粗Cu中的S及其他杂质，实现S及其他杂质的深度脱除，精炼温度控制在1100℃~1200℃；

[0041] 通过精炼区111四周的炉壁和底部的第四喷枪5将天然气或煤粉喷入精炼区111底部进行还原，将铜液中O元素的深度脱除，得到阳极铜，Cu含量99.5%，S含量0.01%~0.03%；

[0042] (3)通过排铜口15将阳极铜放出，并浇铸成阳极板，然后进行电解精炼得到阴极铜，Cu含量99.8%~99.9%；炉渣经排渣口12排出进入渣包，多个渣包循环使用，将炉渣倒入渣坑缓冷后，经破碎、选矿处理后，渣精矿返回步骤(1)中作为原料进行配料，渣尾矿(Cu含量<0.3%)制备建材；900℃~1100℃的冶炼烟气从烟道口14排出，经过余热锅炉实现余热发电，电收尘后的烟气进一步生产硫酸，烟尘返回步骤(1)中作为原料进行配料。

[0043] 上述熔炼温度、吹炼温度和精炼温度通过调节富氧空气中氧气浓度和富氧空气喷入速度来控制。阳极铜采用虹吸作用从排铜口15流出。炉渣和阳极铜可连续排放，也可间断式排放。

[0044] 本实施例中，含铜物料为硫化铜精矿、多金属伴生复杂矿、含铜废杂料、渣精矿和返回烟尘中的至少一种。熔剂为石英砂、石灰或石灰石，炉渣渣型为铁硅渣、钙铁渣或钙铁硅渣。各喷枪喷入的富氧空气中氧气浓度范围为22%~99%。

[0045] 采用上述装置进行一步炼铜的原理是：通过各喷枪向封闭炉腔内喷射不同浓度的富氧空气、天然气或煤粉，调节气体流速，控制各区的氧势、硫势、温度，分别进行熔炼、吹炼、精炼；由于密度、相容性、表面张力等物化性质差异，炉内熔体由上到下分层为熔融渣、铜锍、白锍、粗铜、阳极铜等，其中渣层主要为铁硅渣或钙铁渣，熔炼区主要是铜锍，吹炼区主要是白锍，精炼区主要是粗铜和阳极铜。

[0046] 实施例3：

[0047] 一种一步炼铜工艺，本实施例的一步炼铜工艺与实施例2基本相同，不同的是：在精炼区111四周的炉壁上未安装第四喷枪5，但在精炼区111的底部安装第四喷枪5，精炼还原过程中，仅通过精炼区111底部的第四喷枪5喷入天然气或煤粉，深度脱除铜液中O元素。

[0048] 实施例4：

[0049] 一种一步炼铜工艺，本实施例的一步炼铜工艺与实施例2基本相同，不同的是：在精炼区111的底部未安装第四喷枪5，但在精炼区111四周的炉壁上安装第四喷枪5，精炼还原过程中，仅通过精炼区111四周炉壁上的第四喷枪5喷入天然气或煤粉，深度脱除铜液中O元素。

[0050] 实施例5：

[0051] 一种一步炼铜工艺，本实施例的一步炼铜工艺与实施例2基本相同，不同的是：本

实施例具体采用的熔剂为石灰或石灰石，炉渣为钙铁渣，渣型Fe/CaO为2.4~ 2.7，该渣型可溶解大量的Fe_3O_4，渣流动性好，渣含铜低；铜矿伴生的Pb、Zn、As、Sb、Bi等多元素在冶炼过程中挥发进入烟气，电收尘后的烟尘富含大量有价元素，通过综合回收实现有价元素分离回收。

[0052] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，本发明的保护范围并不仅局限于上述实施例。对于本技术领域的技术人员来说，在不脱离本发明技术构思前提下所得到的改进和变换也应视为本发明的保护范围。

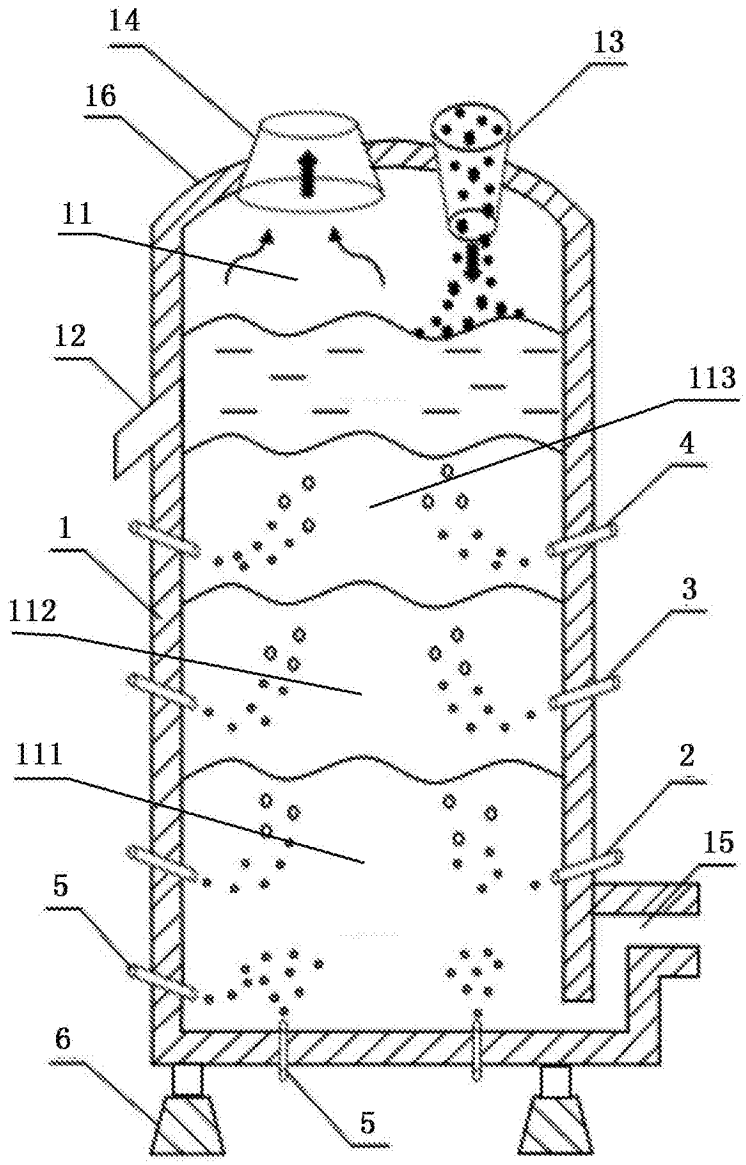


图1

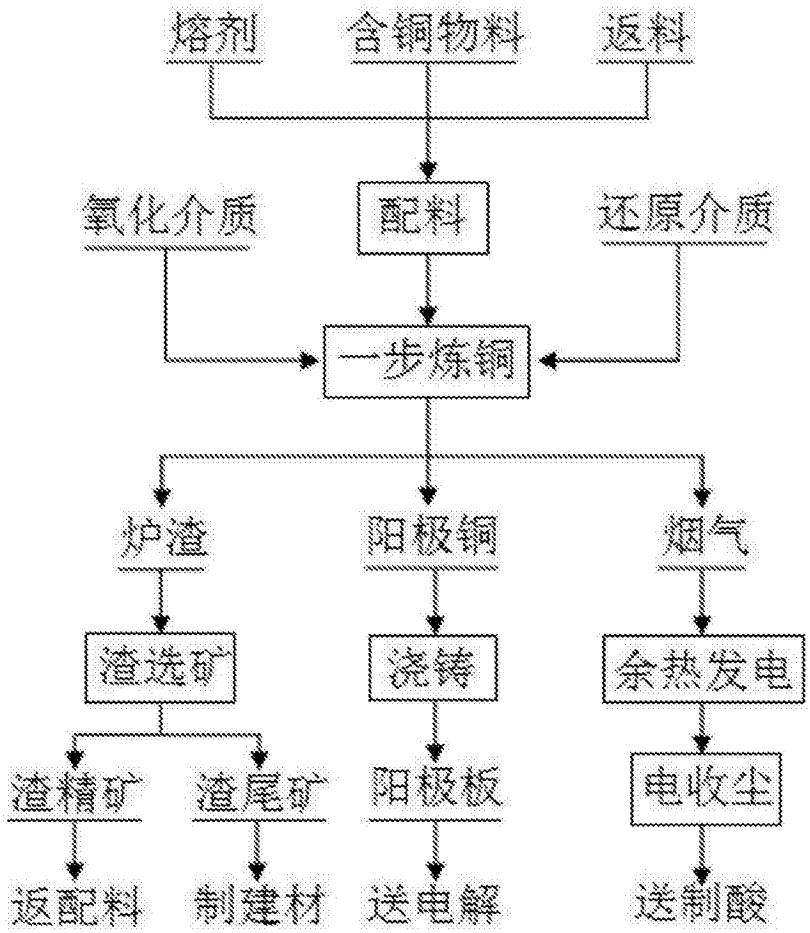

熔剂
含铜物料
返料
氧化介质
配料
还原介质
一步炼铜
炉渣
阳极铜
烟气
渣选矿
浇铸
余热发电
渣精矿
渣尾矿
阳极板
电收尘
返配料
制建材
送电解
送制酸

图2