



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104313344 B

(45) 授权公告日 2016. 05. 11

(21) 申请号 201410603604. 5

CN 202576524 U, 2012. 12. 05,

(22) 申请日 2014. 10. 31

CN 101457300 A, 2009. 06. 17,

(73) 专利权人 宁波大学

CN 201713555 U, 2011. 01. 19,

地址 315211 浙江省宁波市江北区风华路
8188 号

林英雄. 球团竖炉烟尘除尘脱硫净化技术设备. 《环境污染治理技术与设备》. 2002, 第 3 卷 (第 2 期), 第 88-90 页.

(72) 发明人 刘新才 杨梦琳 潘晶 周墩

赵新生. 废杂铜火法精炼直接生产光亮铜杆的工艺和设备. 《江西冶金》. 2008, 第 28 卷 (第 2 期), 第 44-48 页.

(51) Int. Cl.

审查员 黄霞

C22B 15/00(2006. 01)

F27D 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101845557 A, 2010. 09. 29,
CN 202322957 U, 2012. 07. 11,
CN 201770752 U, 2011. 03. 23,
US 4056262 A, 1977. 11. 01,
CN 200981885 Y, 2007. 11. 28,
CN 101196373 A, 2008. 06. 11,
CN 202267375 U, 2012. 06. 06,
CN 102212705 A, 2011. 10. 12,

权利要求书3页 说明书7页

(54) 发明名称

一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法

(57) 摘要

一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法，属于铜加工技术领域。现有的独立氧化还原炉及其烟尘综合处理系统冶炼废杂铜排放烟尘中粉尘最优水平达 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，但粉尘 80 ~ 95% 为 PM2.5 细颗粒物，且含毒性更大的二噁英，与对细颗粒物浓度日益严格要求不相适应。本发明方法使低品位铜原料采用含竖炉的装备冶炼、上引电工铜杆成为可能，且充分发挥竖炉高效率的优点、提高冶炼上引电工铜杆的产能，且本发明方法发明的烟尘综合处理系统及完整的技术，实现低品位铜原料冶炼上引电工铜杆的工业废气的排放中粉尘浓度低于 $0.500\text{mg}/\text{m}^3$ ，检测不到二噁英。

1. 一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法,冶炼装备包括一台竖炉、至少两台中间包、中间包保温套、至少两台氧化炉、至少两台还原炉及上引设备、一套烟尘综合处理系统,其特征是:

1) 低品位铜原料中总的铜含量 60wt% 及以上,低品位铜为下列原料的至少一种:紫杂铜、废杂铜、由废杂铜冶炼的次粗铜、由铜锍冶炼的粗铜;

2) 控制竖炉的燃气为还原性、中间包的燃气为还原性、还原炉燃气为还原性、氧化炉的燃气为氧化性,竖炉烟尘通过其保温管道,高温鼓风机分别进入还原炉;还原炉烟尘分别通过其保温管道,高温鼓风机部分进入竖炉底部,部分进入与之相配套的氧化炉;氧化炉烟尘通过其保温管道进入烟尘主管道,烟尘综合处理系统后达标排放;该烟尘主管道外焊气管,气管外装有良好的保温材料,至少两种气管利用该烟尘主管道内流过的高温烟尘分别对空气、空分的氮气进行加热,预热空气通过控制分配给竖炉燃烧器助燃、氧化炉燃烧器助燃、还原炉燃烧器助燃,预热氮气通过安全电磁阀通入正在还原过程的还原炉内的气体匀喷器,均匀进入铜熔液池,加快铜熔液的还原;含空分氧气的富氧气体通过安全电磁阀通入正在氧化过程的氧化炉内的气体匀喷器,均匀进入铜熔液池,加快低品位铜熔液的氧化过程;

3) 竖炉熔化低品位铜,通过传感器从下到上监测整个竖炉料柱的温度,考虑还原炉燃气进入竖炉底部的影响,通过多个竖炉燃烧器的空气和燃料量供应的调节,实现整个料柱从下到上温度递减,并只在料柱底部熔化,在竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器形成循环高温燃气流,该循环高温燃气流为还原性,不断熔化低品位铜料柱底部,料柱不断下行,在竖炉的顶部根据低品位铜冶炼进程要求加入新的低品位铜打包料块,维持整个料柱高度基本不变,而且该循环高温燃气流裹挟低品位铜熔液斜下行一程,然后在铜熔液流的上方折返,一方面其中部分折返的燃气离开循环高温燃气流,继而沿竖炉料柱上行一段,并通过竖炉保温管道、高温鼓风机分别进入还原炉,该部分折返燃气的量由竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器不断向循环高温燃气流补充;另一方面低品位铜熔液与循环高温燃气流分离后借助惯性经过最短的高温的路径进入预热的中间包,在竖炉最下排燃烧器负责中间包预热,接力循环高温燃气流对竖炉熔化的铜熔液保温,控制该循环高温燃气流的温度,中间包的还原性燃气的温度在 1120 ~ 1400℃,且两个温度随着原料中铜含量的降低而增高;中间包外有中间包保温套;当该中间包中的铜熔液达到其额定容量时,减小循环高温燃气流的燃烧器的燃料和空气的供应量,使该循环高温燃气流降温,暂停竖炉料柱底部的熔化,提高中间包铜熔液的温度,打开中间包保温套,分离中间包与竖炉底部,移动中间包到氧化炉旁,扒渣,并将中间包中的铜熔液倒入氧化炉,之后清理中间包底部的渣,在氧化炉中低品位熔液通入干燥富氧气体氧化,喷炭粒蒸锌,磷铜脱铅,萤石和石灰脱砷、锑和锡,完成氧化过程,然后通过氧化炉预留的排铜口,加盖保温溜槽将氧化铜熔液转运至还原炉,铜熔液通入干燥氮气、炭粒完成还原过程,之后保温并上引电工铜杆;同时,在该中间包与竖炉分离后,将另一中间包与竖炉底部接合,在中间包外合上中间包保温套,当中间包内温度在 1120 ~ 1400℃ 范围达到要求时,控制该循环高温燃气流,重新开始熔化竖炉料柱底部,直至该中间包达到其额定铜熔液量,再暂停竖炉低品位铜料柱的熔化,提高该中间包铜熔液的温度,移走该中间包,如此连续熔化低品位铜原料料柱的底部,分别在不同氧化炉氧化低品位铜熔液,分别在不同的还原炉还原,保温上引电工铜杆;氧化炉燃烧器、还原炉燃烧器采取无焰

燃烧方式 ;控制竖炉鼓风机、还原炉鼓风机、烟尘综合处理系统调频风机杜绝竖炉烟尘、还原炉烟尘、氧化炉烟尘无组织排放和逃逸 ;

4) 烟尘综合处理系统由旋风急冷除尘器、烟尘温度调节器、布袋除尘器、湿法脱硫脱硝塔、雨淋过滤器、调频风机、污水絮凝沉淀池组成 ;

5) 竖炉烟尘保温管道与竖炉相接处距竖炉底部的高度占整个竖炉高度的一半到三分之二,在该相接处以上竖炉内壁与从顶部加入的低品位铜原料之间的间隙小于该相接处以下竖炉内壁与竖炉料柱之间的间隙,通过对竖炉高温鼓风机的控制杜绝竖炉烟尘从竖炉顶部逃逸 ;竖炉烟尘进入还原炉燃烧器燃烧,部分原竖炉烟尘进入氧化炉燃烧器燃烧然后进入烟尘综合处理系统,部分原竖炉烟尘还随还原炉烟尘重新进入竖炉,重新进入还原炉,重新进入氧化炉,在该过程中竖炉烟尘至少经历高于 850℃ 6s 以上,其中经历 1120℃ 以上温度 4s 以上 ;

6) 控制从氧化炉排出的烟尘在进入旋风急冷除尘器时温度为 500℃ ~ 550℃ ,一方面,该旋风急冷除尘器的烟尘入口旁通入高压干燥冷空气,与烟尘急速充分混合冷却,同时带动烟尘混合气体高速旋转,在边旋转边向上的运动过程中,烟尘混合气体又与旋风急冷除尘器内通冷却水的金属管道强制高速交换热量,通过调节干燥冷空气的温度以及气流速度,调节通往金属管道内的冷却水的温度以及水流速度,使烟尘混合气体在 0.2s 内降到 195℃ ~ 200℃ ;另一方面,烟尘混合气体中大的颗粒物在离心力的作用下边旋转边向下进入旋风急冷除尘器的料斗,通过观察窗当大的颗粒物达到一定量时被自动清除 ;旋风急冷除尘器内的通冷却水管道外壁通过低频声波吹灰器保持清洁高效高速与烟尘混合气体交换热量 ;

7) 随后,烟尘混合气体进入烟尘温度调节器,通过提前检测烟尘混合气体的温度,采取干燥冷空气、烟尘主管道预热的部分干燥空气来调节烟尘混合气体的温度,使其在离开布袋除尘器前温度高于烟尘混合气体的露点 ;

8) 烟尘混合气体经过塔表面密闭的控制烟尘混合气体出入的湿法脱硫脱硝塔,进入密闭的控制其出入的雨淋过滤器,刚进雨淋过滤器烟尘混合气体运动速度立即降低至少 50% 以上,雨淋过滤器喷淋雨滴量至少为 200mm/h,喷淋雨滴的速度在接触雨淋器底板前速度达 1.0m/s ~ 5.0m/s ;雨淋过滤器由多个格组成,每相邻两格之间大部分面积由隔板隔开,在烟尘混合气体运动的大方向单个格尽头设有过滤网,烟尘混合气体经过过滤网进入下一格,烟尘混合气体运动大方向 180° 改变,如此运动反复改变方向,烟尘混合气体在雨淋过滤器内被处理至少 10min,最后被调频风机排入大气 ;烟尘混合气体在雨淋过滤器内处于紊流,相邻两格有烟尘混合气体交换结构,保证烟尘混合气体流动的位置相对雨淋过滤器的单格内的上层、中层和下层的位置始终在改变,保证烟尘混合气体被雨淋过滤器均匀处理 ;过滤网对 PM2.5 具有良好的过滤功能,过滤网上不停有完整的雨膜带走截留的细颗粒物 ;烟尘混合气体从高温被雨淋过滤器很快喷淋到低温,从干燥马上到弥散的雨滴内达到饱和湿度,处在露点之下的烟尘混合气体中的细颗粒物凝聚长大,有利被过滤网截留 ;最终排入大气的粉尘低于 0.500mg/m³,没能检测到二噁英 ;

9) 雨淋过滤器的雨水循环使用,定期补水,定期污水泵入污水絮凝沉淀池,收集的泥浆没能检测到二噁英,泥浆随后集中进行重金属提取 ;

10) 中间包、氧化炉、还原炉的炉渣水淬冷却,之后球磨和物理分选,湿法处理,冶金处

理,回收有价金属。

2. 根据权利要求 1 所述的一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法,其特征是氧化炉为下列炉型之一:反射炉、回转炉、倾动炉。

一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法

技术领域

[0001] 本发明涉及铜加工技术领域，是一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法。

背景技术

[0002] 一方面，重金属冶炼烟尘排放污染治理虽经过大量艰苦卓绝的努力，取得了长足的进步，铜反射炉冶炼烟尘中粉尘浓度达到 $30\text{mg}/\text{m}^3$ ，优于 GB907-1996 规定铜冶炼反射炉粉尘低于 $200\text{mg}/\text{m}^3$ 的标准值。但现有研究结果表明在粉尘浓度达到 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 的烟尘中 80% ~ 95% 为 PM2.5 细颗粒物。

[0003] 另一方面，近二十多年以来，铜加工在我国每年以两位数的速度增长，铜加工产品在我国国民经济及高技术领域发挥越来越重要的作用，但制约我国铜加工行业发展的瓶颈是高纯度铜原材料的短缺，我国铜精矿资源贫乏，从废杂铜、紫杂铜中再生高纯度的铜材是必然的选择，但入炉的废杂铜、紫杂铜中难免混含塑料、含溴芳烃的阻燃物等，因此冶炼废杂铜、紫杂铜会产生二噁英。二噁英的生成要借助含 Cu 等金属离子细颗粒物的催化，二噁英传播依附在 PM2.5 细颗粒物上。到目前为止，还未见铜反射炉冶炼烟尘中二噁英的减排技术的研发。

[0004] 众所周知 PM2.5 直接进入肺部深处，对人体生命健康产生重要的危害。关于 PM2.5，国家标准《环境空气质量标准》GB3095-2012 颗粒物（粒径小于等于 $2.5\mu\text{m}$ ）规定 24 小时平均浓度 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为一级， $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为二级，标准从 2016 年 1 月 1 日开始实施。但我国现有的空气质量形势严峻，高于 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 轻度污染、中度污染、重度污染、严重污染的天气时有发生。二噁英是剧毒物质，对人体的危害更大。因此，相对于现有低品位铜反射炉冶炼烟尘处理的最佳水平，对含紫杂铜、废杂铜之一的低品位铜原料，提高冶炼优质电工铜杆的产能、减少阳极板电解再熔化上引电工铜杆的工艺成本和时间，对节能减排具有积极作用，而且研发大幅度降低烟尘中 PM2.5 排放的浓度、同时大幅度削减二噁英浓度甚至消除二噁英产生的方法，具有重大的社会效益。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术采用反射炉加烟尘处理系统最优的大气排放粉尘含量 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 但其中 80% ~ 95% 为 PM2.5 细颗粒物、且熔化含废杂铜低品位铜原料烟尘中存在二噁英的现状，发明一种方法使得采用低成本装备冶炼优质电工铜杆成为可能，提高冶炼高纯度电工铜杆的生产能力，缓解我国铜加工发展的瓶颈，同时大幅度削减排放的废气中细颗粒物的浓度、消除二噁英。

[0006] 本发明一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法，冶炼装备包括一台竖炉、至少两台中间包、中间包保温套、至少两台氧化炉、至少两台还原炉及上引设备、一套烟尘综合处理系统，其特征是：

[0007] 低品位铜原料中总的铜含量 60wt% 及以上，低品位铜为下列原料的至少一种：紫杂铜、废杂铜、由废杂铜冶炼的次粗铜、由铜锍冶炼的粗铜；

[0008] 控制竖炉的燃气为还原性、中间包的燃烧器为还原性、还原炉燃气为还原性、氧化炉的燃气为氧化性，竖炉烟尘通过其保温管道、高温鼓风机分别进入还原炉；还原炉烟尘分别通过其保温管道、高温鼓风机部分进入竖炉底部，部分进入与之相配套的氧化炉；氧化炉烟尘通过其保温管道、进入烟尘主管道、烟尘综合处理系统后达标排放；该烟尘主管道外焊气管，气管外装有良好的保温材料，至少两种气管利用该烟尘主管道内流过的高温烟尘分别对空气、空分的氮气进行加热，预热空气通过控制分配给竖炉燃烧器助燃、氧化炉燃烧器助燃、还原炉燃烧器助燃，预热氮气通过安全电磁阀通入正在还原过程的还原炉内的气体匀喷器，均匀进入铜熔液池，加快铜熔液的还原；含空分氧气的富氧气体通过安全电磁阀通入正在氧化过程的氧化炉内的气体匀喷器，均匀进入铜熔液池，加快低品位铜熔液的氧化过程；

[0009] 竖炉熔化低品位铜，通过传感器从下到上监测整个竖炉料柱的温度，考虑还原炉燃气进入竖炉底部的影响，通过多个竖炉燃烧器的空气和燃料量供应的调节、实现整个料柱从下到上温度递减、并只在料柱底部熔化，在竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器形成循环高温燃气流，该循环高温燃气流为还原性，不断熔化低品位铜料柱底部，料柱不断下行、在竖炉的顶部根据低品位铜冶炼进程要求加入新的低品位铜打包料块、维持整个料柱高度基本不变，而且该循环高温燃气流裹挟低品位铜熔液斜下行一程、然后在铜熔液流的上方折返，一方面其中部分折返的燃气离开循环高温燃气流、继而沿竖炉料柱上行一段、并通过竖炉保温管道、高温鼓风机分别进入还原炉，该部分折返燃气的量由竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器不断向循环高温燃气流补充；另一方面低品位铜熔液与循环高温燃气流分离后借助惯性经过最短的高温的路径、进入预热的中间包，在竖炉最下排燃烧器负责中间包预热、接力循环高温燃气流对竖炉熔化的铜熔液保温，控制该循环高温燃气流的温度、中间包的还原性燃气的温度在1120～1400℃，且两个温度随着原料中铜含量的降低而增高；中间包外有中间包保温套；当该中间包中的铜熔液达到其额定容量时，减小循环高温燃气流的燃烧器的燃料和空气的供应量，使该循环高温燃气流降温、暂停竖炉料柱底部的熔化，提高中间包铜熔液的温度，打开中间包保温套，分离中间包与竖炉底部，移动中间包到氧化炉旁、扒渣，并将中间包中的铜熔液倒入氧化炉，之后清理中间包底部的渣，在氧化炉中低品位熔液通入干燥富氧气体氧化，喷炭粒蒸锌，磷铜脱铅，萤石和石灰脱砷、锑和锡，完成氧化过程，然后通过氧化炉预留的排铜口、加盖保温溜槽将氧化铜熔液转运至还原炉，铜熔液通入干燥氮气、炭粒完成还原过程，之后保温并上引电工铜杆；同时，在该中间包与竖炉分离后，将另一中间包与竖炉底部接合，在中间包外合上中间包保温套，当中间包内温度在1120～1400℃范围达到要求时，控制该循环高温燃气流，重新开始熔化竖炉料柱底部，直至该中间包达到其额定铜熔液量，再暂停竖炉低品位铜料柱的熔化，提高该中间包铜熔液的温度、移走该中间包，如此连续熔化低品位铜原料料柱的底部，分别在不同氧化炉氧化低品位铜熔液，分别在不同的还原炉还原、保温上引电工铜杆；氧化炉燃烧器、还原炉燃烧器采取无焰燃烧方式；控制竖炉鼓风机、还原炉鼓风机、烟尘综合处理系统调频风机杜绝竖炉烟尘、还原炉烟尘、氧化炉烟尘无组织排放和逃逸；

[0010] 烟尘综合处理系统由旋风急冷除尘器、烟尘温度调节器、布袋除尘器、湿法脱硫脱硝塔、雨淋过滤器、调频风机、污水絮凝沉淀池组成；

[0011] 竖炉烟尘保温管道与竖炉相接处距竖炉底部的高度占整个竖炉高度的一半到三

分之二，在该相接处以上、竖炉内壁与从顶部加入的低品位铜原料之间的间隙小于该相接处以下竖炉内壁与竖炉料柱之间的间隙，通过对竖炉高温鼓风机的控制杜绝竖炉烟尘从竖炉顶部逃逸；竖炉烟尘自进入还原炉燃烧器燃烧、部分原竖炉烟尘进入氧化炉燃烧器燃烧然后进入烟尘综合处理系统，部分原竖炉烟尘还随还原炉烟尘重新进入竖炉、重新进入还原炉、重新进入氧化炉，在该过程中竖炉烟尘至少经历高于 850℃、6s 以上，其中经历 1120℃ 以上温度 4s 以上；

[0012] 控制从氧化炉排出的烟尘在进入旋风急冷除尘器时温度为 500℃～550℃，一方面，该旋风急冷除尘器的烟尘入口旁通入高压干燥冷空气，与烟尘急速充分混合冷却，同时带动烟尘混合气体高速旋转，在边旋转边向上的运动过程中、烟尘混合气体又与旋风急冷除尘器内通冷却水的金属管道强制高速交换热量，通过调节干燥冷空气的温度以及气流速度、调节通往金属管道内的冷却水的温度以及水流速度，使烟尘混合气体在 0.2s 内降到 195℃～200℃；另一方面，烟尘混合气体中大的颗粒物在离心力的作用下边旋转边向下进入旋风急冷除尘器的料斗，通过观察窗当大的颗粒物达到一定量时被自动清除；旋风急冷除尘器内的通冷却水管道外壁通过低频声波吹灰器保持清洁、高效高速与烟尘混合气体交换热量；

[0013] 随后，烟尘混合气体进入烟尘温度调节器，通过提前检测烟尘混合气体的温度，采取干燥冷空气、烟尘主管道预热的部分干燥空气来调节烟尘混合气体的温度，使其在离开布袋除尘器前温度高于烟尘混合气体的露点；

[0014] 烟尘混合气体经过塔表面密闭的控制烟尘混合气体出入的湿法脱硫脱硝塔，进入密闭的控制其出入的雨淋过滤器，刚进雨淋过滤器烟尘混合气体运动速度立即降低至少 50% 以上，雨淋过滤器喷淋雨滴量至少为 200mm/h，喷淋雨滴的速度在接触雨淋器底板前速度达 1.0m/s～5.0m/s；雨淋过滤器由多个格组成，每相邻两格之间大部分面积由隔板隔开，在烟尘混合气体运动的大方向、单个格尽头设有过滤网，烟尘混合气体经过过滤网进入下一格，烟尘混合气体运动大方向 180° 改变，如此运动、反复改变方向，烟尘混合气体在雨淋过滤器内被处理至少 10min，最后被调频风机排入大气；烟尘混合气体在雨淋过滤器内处于紊流，相邻两格有烟尘混合气体交换结构，保证烟尘混合气体流动的位置相对雨淋过滤器的单格内的上层、中层和下层的位置始终在改变，保证烟尘混合气体被雨淋过滤器均匀处理；过滤网对 PM2.5 具有良好的过滤功能，过滤网上不停有完整的雨膜带走截留的细颗粒物；烟尘混合气体从高温被雨淋过滤器很快喷淋到低温、从干燥马上到弥散的雨滴内达到饱和湿度，处在露点之下的烟尘混合气体中的细颗粒物凝聚长大，有利被过滤网截留；最终排入大气的粉尘低于 0.500mg/m³，没能检测到二噁英；

[0015] 雨淋过滤器的雨水循环使用，定期补水，定期污水泵入污水絮凝沉淀池，收集的泥浆没能检测到二噁英，泥浆随后集中进行重金属提取；

[0016] 中间包、氧化炉、还原炉的炉渣水淬冷却，之后球磨和物理分选、湿法处理、冶金处理，回收有价金属。

[0017] 本发明一种低品位铜冶炼上引电工铜杆的环保方法，氧化炉为下列炉型之一：反射炉、回转炉、倾动炉。

[0018] 与现有技术相比，本发明具有如下的显著优越性：

[0019] 1. 对低品位铜，现有的反射炉冶炼最优的大气排放水平为 30mg/m³ 的，但本发明专

利采用含烟尘综合处理系统的低成本冶炼装备,烟尘大气排放粉尘浓度优于 $0.500\text{mg}/\text{m}^3$;对低品位铜,现有的含竖炉的发明技术还不能工业冶炼,因此还未见现有的铜冶炼中对粉尘处理的技术报道;

[0020] 2. 当低品位铜中含废杂铜、紫杂铜时,因易混入塑料、含溴芳烃的阻燃物等,现有冶炼及烟尘处理技术肯定在烟尘中产生二噁英,本发明技术使得经本发明烟尘综合处理系统处理的排放到大气的烟尘中消除了二噁英的存在,检测不到二噁英,具有重大的社会效益;

[0021] 3. 采用低品位铜原料,现有技术是无法实际冶炼,本发明能够连续冶炼,实现了低品位铜原料正常冶炼高纯度电工铜杆,不用先冶炼阳极板、再电解、再熔炼上引电工铜杆,节约能源;如 1 台竖炉、2 台中间包、4 台氧化炉、4 台还原炉,年产能达 55 万吨以上。

具体实施方式

[0022] 实施例 1

[0023] 原料铜含量 60.0wt% 的废杂铜与铜锍冶炼的粗铜;低成本装备的配置为 1 台竖炉、2 台中间包、4 台氧化炉、4 台还原炉及上引设备;燃料用重油;竖炉连续熔化低品位铜,中间包收集低品位铜熔液至额定容量,然后暂停竖炉的熔化,打开中间包保温套,分离中间包与竖炉底部,移动中间包到氧化炉旁,扒渣,并将中间包中的铜熔液倒入氧化炉,清理中间包底部的渣;铜熔液在氧化炉中完成氧化过程,然后通过氧化炉预留的排铜口、加盖保温溜槽将铜熔液转运至还原炉,在还原炉中完成还原过程,之后保温并浇铸出优质电工铜杆;同时,在该中间包与竖炉分离后,将另一中间包与竖炉底部接合,在中间包外合上中间包保温套,重新竖炉的熔化;控制竖炉、中间包、还原炉的燃气为还原性、氧化炉的燃气为氧化性,竖炉烟尘通过其保温管道、高温鼓风机分别进入还原炉;还原炉烟尘分别通过其保温管道、高温鼓风机部分进入竖炉底部、部分进入与之配套的氧化炉;氧化炉烟尘通过其保温管道、进入烟尘主管道、烟尘综合处理系统后达标排放;该烟尘主管道外焊气管,气管外装有良好的保温材料,至少两种气管利用该烟尘主管道内流过的高温烟尘分别对空气、空分的氮气进行加热,预热空气通过控制分配给竖炉燃烧器助燃、氧化炉燃烧器助燃、还原炉燃烧器助燃,预热氮气通过安全电磁阀通入正在还原过程的还原炉内的气体匀喷器,均匀进入铜熔液池,加快铜熔液的还原;含空分氧气的富氧气体通过安全电磁阀通入正在氧化过程的氧化炉内的气体匀喷器,均匀进入铜熔液池,加快低品位铜熔液的氧化过程;竖炉熔化低品位铜,考虑还原炉烟尘进入竖炉底部的影响,通过多个竖炉燃烧器的空气和燃料量供应的调节、实现整个料柱从下到上温度递减、并只在料柱底部熔化,在竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器形成循环高温燃气流,该循环高温燃气流为还原性,不断熔化低品位铜料柱底部,料柱不断下行、在竖炉的顶部根据低品位铜冶炼进程要求加入低品位铜打包料块、维持整个料柱高度基本不变,而且该循环高温燃气流裹挟低品位铜熔液斜下行一程、然后在铜熔液流的上方折返,一方面其中部分折返的燃气离开循环高温燃气流、继而沿竖炉料柱上行一段、并通过竖炉保温管道、高温鼓风机分别进入还原炉,该部分折返燃气的量由竖炉负责料柱底部熔化的燃烧器不断向循环高温燃气流补充;另一方面低品位铜熔液与循环高温燃气流分离后借助惯性经过最短的高温的路径、进入预热的中间包,在竖炉最下排燃烧器负责中间包预热、接力循环高温燃气流对竖炉熔化的铜熔液保温,控制该循环高温燃气流的

温度、中间包还原性燃气的温度在 1400℃；当该中间包中的铜熔液达到其额定容量时，减小循环高温燃气流的燃烧器的燃料和空气的供应量，使该循环高温燃气流降温、暂停竖炉料柱底部的熔化，提高中间包铜熔液的温度，打开中间包保温套，移走该中间包；如此连续熔化低品位铜原料料柱的底部，分别在不同氧化炉氧化低品位铜熔液，分别在不同的还原炉还原、保温浇铸优质电工铜杆；在该过程中竖炉烟尘经历 855℃、6.5s，其中经历 1130℃以上温度 4.3s；控制从氧化还原炉排出的烟尘在进入旋风急冷除尘器时温度为 500℃，一方面，该旋风急冷除尘器的烟尘入口旁通入高压干燥冷空气，与烟尘急速充分混合冷却，同时带动烟尘混合气体高速旋转，在边旋转边向上的运动过程中、烟尘混合气体又与旋风急冷除尘器内通冷却水的金属管道强制高速交换热量，通过调节干燥冷空气的温度以及气流速度、调节通往金属管道内的冷却水的温度以及水流速度，使烟尘混合气体在 0.2s 内降到 195℃；另一方面，烟尘混合气体中大的颗粒物在离心力的作用下边旋转边向下进入旋风急冷除尘器的料斗，通过观察窗当大的颗粒物达到一定量时被自动清除；旋风急冷除尘器内的通冷却水管道外壁通过低频声波吹灰器保持清洁、高效高速与烟尘混合气体交换热量；随后，烟尘混合气体进入烟尘温度调节器，通过提前检测烟尘混合气体的温度，采取干燥冷空气、烟尘主管道预热的部分干燥空气来调节烟尘混合气体的温度，使其在离开布袋除尘器前温度高于烟尘混合气体的露点 185℃；烟尘混合气体经过塔表面密闭的控制烟尘混合气体出入的湿法脱硫脱硝塔，进入密闭的控制其出入的雨淋过滤器，刚进雨淋过滤器烟尘混合气体运动速度立即降低至少 55%，雨淋过滤器喷淋雨滴量为 200mm/h，喷淋雨滴的速度在接触雨淋器底板前速度达 1.0m/s；雨淋过滤器由多个格组成，每相邻两格之间大部分面积由隔板隔开，在烟尘混合气体运动的大方向、单个格尽头设有过滤网，烟尘混合气体经过过滤网进入下一格，烟尘混合气体运动大方向 180° 改变，如此运动、反复改变方向，烟尘混合气体在雨淋过滤器内被处理 10min，最后被调频风机排入大气；烟尘混合气体在雨淋过滤器内处于紊流，相邻两格有烟尘混合气体交换结构，保证烟尘混合气体流动的位置相对雨淋过滤器的单格内的上层、中层和下层的位置始终在改变，保证烟尘混合气体被雨淋过滤器均匀处理；过滤网对 PM2.5 具有良好的过滤功能，过滤网上不停有完整的雨膜带走截留的细颗粒物；烟尘混合气体从高温被雨淋过滤器很快喷淋到低温、从干燥马上到弥散的雨滴内达到饱和湿度，处在露点之下的烟尘混合气体中的细颗粒物凝聚长大，有利被过滤网截留；雨淋过滤器的雨水循环使用，定期补水，污水定期泵入污水絮凝沉淀池，收集的泥浆没能检测到二噁英，泥浆随后集中进行重金属提取；氧化还原炉的炉渣水淬冷却，之后球磨和物理分选、湿法处理、冶金处理，回收有价金属；硫化物和氮化物的排放浓度与现有技术相同；

[0024] 如此连续熔化低品位铜原料料柱的底部，分别在不同氧化炉氧化低品位铜熔液，在氧化炉中低品位熔液通入干燥富氧气体氧化，喷炭粒蒸锌，磷铜脱铅，萤石和石灰脱砷、锑和锡，完成氧化过程，然后通过氧化炉预留的排铜口、加盖保温溜槽将氧化铜熔液转运至还原炉，铜熔液通入干燥氮气、炭粒完成还原过程，之后保温并上引电工铜杆；氧化炉燃烧器、还原炉燃烧器采取无焰燃烧方式；平均铜和银含量 99.89wt%，年产能 56 万吨；最终排入大气的粉尘低于 0.495mg/m³，没能检测到二噁英。

[0025] 比较例 1

[0026] 对原料铜含量 60.0wt% 的废杂铜与铜锍冶炼的粗铜，采取现有技术采用反射炉和

现有的烟尘处理系统,粉尘大气排放浓度为 $30\text{mg}/\text{m}^3$,二噁英 PCDFs 毒性当量在 $0.200\text{ng}/\text{g} \sim 3.250\text{ng}/\text{g}$ 。而采取现有技术含竖炉的低成本装备及现有烟尘处理技术,由于现有技术无法连续冶炼低品位铜原料,所有还没有相关数据。

[0027] 实施例 2

[0028] 原料为 Cu 含量 72.8wt% 废杂铜及废杂铜冶炼的次粗铜;燃料为天然气;干燥富氧气体含氧 85% 接匀喷器顶吹,循环高温燃气流温度 1360°C 、保温溜槽的还原性燃气在 1250°C ;竖炉烟尘保温管道与竖炉相接处距竖炉底部的高度占整个竖炉高度的 55%,在该相接处以上、竖炉内壁与从顶部加入的低品位铜原料之间的间隙小于该相接处以下竖炉内壁与竖炉料柱之间的间隙,通过竖炉高温鼓风机的控制杜绝竖炉烟尘从竖炉顶部逃逸;竖炉烟尘自进入还原炉、氧化炉,经燃烧器燃烧进入烟尘综合处理系统,在该过程中竖炉烟尘经历 $851^\circ\text{C}、6.5\text{s}$,其中经历 1130°C 以上温度 4.8s ;控制从氧化还原炉排出的烟尘在进入旋风急冷除尘器时温度为 550°C ,一方面,该旋风急冷除尘器的烟尘入口旁通入高压干燥冷空气,与烟尘急速充分混合冷却,同时带动烟尘混合气体高速旋转,在边旋转边向上的运动过程中、烟尘混合气体又与旋风急冷除尘器内通冷却水的金属管道强制高速交换热量,通过调节干燥冷空气的温度以及气流速度、调节通往金属管道内的冷却水的温度以及水流速度,使烟尘混合气体在 0.18s 内降到 200°C ;随后,烟尘混合气体进入烟尘温度调节器,通过提前检测烟尘混合气体的温度,采取干燥冷空气、烟尘主管道预热的部分干燥空气来调节烟尘混合气体的温度,使其在离开布袋除尘器前温度高于烟尘混合气体的露点 180°C ;烟尘混合气体经过塔表面密闭的控制烟尘混合气体出入的湿法脱硫脱硝塔,进入密闭的控制其出入的雨淋过滤器,刚进雨淋过滤器烟尘混合气体运动速度立即降低至少 78%,雨淋过滤器喷淋雨滴量为 $230\text{mm}/\text{h}$,喷淋雨滴的速度在接触雨淋器底板前速度达 $5.0\text{m}/\text{s}$;雨淋过滤器由多个格组成,每相邻两格之间大部分面积由隔板隔开,在烟尘混合气体运动的大方向、单个格尽头设有过滤网,烟尘混合气体经过过滤网进入下一格,烟尘混合气体运动大方向 180° 改变,如此运动、反复改变方向,烟尘混合气体在雨淋过滤器内被处理 12min ,最后被调频风机排入大气;烟尘混合气体在雨淋过滤器内处于紊流,相邻两格有烟尘混合气体交换结构,保证烟尘混合气体流动的位置相对雨淋过滤器的单格内的上层、中层和下层的位置始终在改变,保证烟尘混合气体被雨淋过滤器均匀处理;过滤网对 PM2.5 具有良好的过滤功能,过滤网上不停有完整的雨膜带走截留的细颗粒物;烟尘混合气体从高温被雨淋过滤器很快喷淋到低温、从干燥马上到弥散的雨滴内达到饱和湿度,处在露点之下的烟尘混合气体中的细颗粒物凝聚长大,有利被过滤网截留;其它与实施例 1 相同;上述低成本装备能正常冶炼出电工铜杆,平均铜含量 99.90wt\% ,最终排入大气的粉尘低于 $0.479\text{mg}/\text{m}^3$,没能检测到二噁英。

[0029] 实施例 3

[0030] 原料为 Cu 含量 88.3wt% 废杂铜及废杂铜冶炼的次粗铜;燃料为天然气;干燥富氧气体含氧 75% 接匀喷器顶吹和侧吹,循环高温燃气流温度 1340°C 、保温溜槽的还原性燃气在 1240°C ;竖炉烟尘自进入氧化还原炉、经氧化还原炉燃烧器燃烧、部分原竖炉烟尘随氧化还原炉的部分还原性燃气重新进入竖炉、另一部分原竖炉烟尘随氧化还原炉烟尘进入烟尘综合处理系统,在该过程中竖炉烟尘经历 $857^\circ\text{C}、6.3\text{s}$,其中经历 1130°C 以上温度 4.1s ;控制从氧化还原炉排出的烟尘在进入旋风急冷除尘器时温度为 530°C ,一方面,该旋风急冷除

尘器的烟尘入口旁通入高压干燥冷空气,与烟尘急速充分混合冷却,同时带动烟尘混合气体高速旋转,在边旋转边向上的运动过程中、烟尘混合气体又与旋风急冷除尘器内通冷却水的金属管道强制高速交换热量,通过调节干燥冷空气的温度以及气流速度、调节通往金属管道内的冷却水的温度以及水流速度,使烟尘混合气体在 0.17s 内降到 200℃ ;随后,烟尘混合气体进入烟尘温度调节器,通过提前检测烟尘混合气体的温度,采取干燥冷空气、烟尘主管道预热的部分干燥空气来调节烟尘混合气体的温度,使其在离开布袋除尘器前温度高于烟尘混合气体的露点 180℃ ;烟尘混合气体经过塔表面密闭的控制烟尘混合气体出入的湿法脱硫脱硝塔,进入密闭的控制其出入的雨淋过滤器,刚进雨淋过滤器烟尘混合气体运动速度立即降低至少 90%,雨淋过滤器喷淋雨滴量为 240mm/h,喷淋雨滴的速度在接触雨淋器底板前速度达 5.0m/s ;雨淋过滤器由多个格组成,每相邻两格之间大部分面积由隔板隔开,在烟尘混合气体运动的大方向、单个格尽头设有过滤网,烟尘混合气体经过过滤网进入下一格,烟尘混合气体运动大方向 180° 改变,如此运动、反复改变方向,烟尘混合气体在雨淋过滤器内被处理 11min,最后被调频风机排入大气 ;烟尘混合气体在雨淋过滤器内处于紊流,相邻两格有烟尘混合气体交换结构,保证烟尘混合气体流动的位置相对雨淋过滤器的单格内的上层、中层和下层的位置始终在改变,保证烟尘混合气体被雨淋过滤器均匀处理 ;过滤网对 PM2.5 具有良好的过滤功能,过滤网上不停有完整的雨膜带走截留的细颗粒物 ;烟尘混合气体从高温被雨淋过滤器很快喷淋到低温、从干燥马上到弥散的雨滴内达到饱和湿度,处在露点之下的烟尘混合气体中的细颗粒物凝聚长大,有利被过滤网截留 ;其它与实施例 1 相同 ;上述低成本装备能正常冶炼出阳极板,平均铜含量 99.92wt %,最终排入大气的粉尘低于 0.481mg/m³,没能检测到二噁英。