

电镍倒置自动烫洗系统的研制与应用

闫刚刚, 王 磊, 滕 波, 张 鹏

(金川集团股份有限公司, 甘肃 金昌 538000)

[摘 要] 电镍的烫洗质量直接影响电镍出厂的外观形象, 企业对此都非常重视。本文对倒置烫洗和挂式喷洗这两种洗涤方法的特点进行了分析对比, 对新研发的电镍倒置自动烫洗系统的结构原理和使用效果作了详细介绍。在行业内, 首次实现了整摞镍板倒置自动烫洗加工, 并同时烫洗工艺进行了程序控制。

[关键词] 出装机组; 电镍烫洗; 电镍倒置; 烫洗槽盖

[中图分类号] TF815 **[文献标志码]** B **[文章编号]** 1003-8884(2023)05-0010-05

DOI: 10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2023.05.003

0 引言

用电解工艺生产的纯镍, 在有色冶金行业内称之为电镍。电解工艺完成后, 电镍从电解槽中吊出后, 需要经过烫洗, 去除表面附着的电解液, 才能够入库储存。电镍烫洗质量要求: 烫洗后的镍板表面为金属纯银白色, 不允许有电解液形成的印记或水印。目前, 国内各大电解镍生产企业对于电解镍的出装烫洗生产作业, 大多采用人工作业的生产方式, 并无更好的自动化生产设备。本公司目前在用的一条电镍出装自动化机组, 采用的是挂式喷淋的冲洗法, 虽属国内唯一的电镍出装自动化生产线, 但其烫洗原理完全借鉴了电解铜的出装作业机组, 实际上是将电解铜的出装机组移植到了电解镍的出装生产作业中。由于两种金属的电解生产工艺系统存在较大差别, 其烫洗方式不能很好的适用于电解镍的出装烫洗生产, 烫洗质量存在一定问题, 不能完全达到本厂对电镍烫洗的生产质量要求。因此, 研发一种新的电镍烫洗技术及设备, 对提高电镍烫洗质量, 提升电镍烫洗生产作业的自动化水平, 具有重要意义。

1 国内外研究现状

由于电解镍生产工艺过程远比电解铜的生产工

艺过程复杂, 再加上镍金属资源数量也非常少。所以, 在生产企业数量及生产规模等方面, 电解镍都远远不及电解铜的生产企业多, 生产规模也远不及后者。这就导致多年来在世界范围内, 电解镍的生产过程装备及自动化水平远远落后于电解铜。国内对于电镍出装烫洗技术的研究应用极其少见, 仅有的研究应用还是局限于借鉴电铜的出装烫洗技术, 是挂式喷洗法的技术路线^[1-4]。通过 CNKI 中国知网平台, 分别以“电镍出装”、“电镍出装机组”、“电镍烫洗”等主题及关键字, 对相关学术论文进行文献检索, 检索情况显示, 除挂式喷洗法以外, 再无其他相关研究论文发表。

国内镍电解企业的实际生产现状方面, 始极片制备等前段生产流程基本实现机械化, 部分大型企业实现了自动化作业方式。但是, 对于电镍出装烫洗的后段工艺过程基本还是采用人工作业的方式, 其原因主要是镍电解生产工艺体系的复制性、特殊性, 以及对成品电镍烫洗的高质量要求。而国内仅有的电镍出装机组还是借鉴电解铜出装机组的挂式喷洗法技术, 不能完全适应电解镍的烫洗要求。因此, 在镍电解行业还没有先进、可靠的电镍烫洗技术及装备。

2 挂式喷洗与倒置烫洗的优缺点

目前, 在电解镍的实际出装生产作业过程中, 电镍的洗涤方法主要有两种, 挂式喷洗和倒置烫洗。

2.1 挂式喷洗

2.1.1 基本结构及工作原理

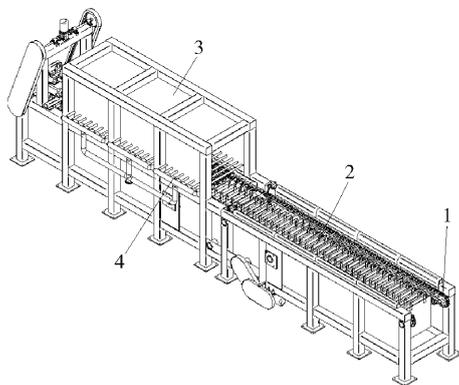
挂式喷洗的基本结构及工作过程原理如图 1 所

[收稿日期] 2023-06-20

[第一作者] 闫刚刚(1984—), 男, 陕西延安人, 高级工程师, 大学本科, 主要从事湿法冶金技术工作。

[引用格式] 闫刚刚, 王磊, 滕波, 等. 电镍倒置自动烫洗系统的研制与应用[J]. 有色设备, 2023, 37(5): 10-14.

示。行车将整槽电镍从电解槽吊运到受料输送机的输送链条上；此时，电镍板通过导电棒等间距垂直悬挂在输送机链条上；输送机的上方布置有喷淋管道及喷头，当电镍随输送链条移送到喷淋管道下方时，通过喷头喷出的水流，从上到下对电镍板面完成自动喷淋冲洗，产生的水蒸气由收集装置收集后自动排出，这种方法可以称之为挂式喷洗法。这种方法已实现电镍出装的自动化生产作业。



1. 输送链条;2. 成品电解镍;3. 蒸汽收集装置;4. 喷淋管

图1 挂式喷洗结构原理图

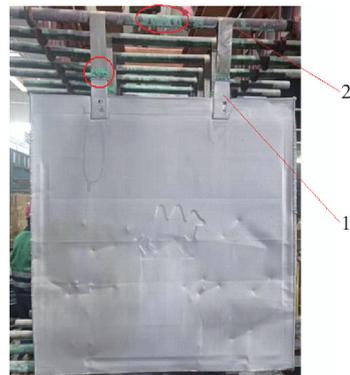
2.1.2 优点

挂式喷洗法的优点是结构简单，在电解铜的出装作业过程中已经广泛应用，属于较为成熟的一种清洗技术，操作简单容易实现自动化。

2.1.3 缺点

1) 电解镍的生产工艺体系与电解铜的工艺体系不同，其生产工艺体系更为复杂和特殊。导致电解镍在电解生产过程中，其始极片与吊耳结合部位的夹层内部缝隙，以及吊耳与导电棒的悬挂部位的缝隙内部等，都会产生很多结晶体，导电棒及吊耳表面产生的硫酸铜结晶体。这种结晶体粘接较为牢固，喷洗方法，在设备程序设定的有限时间内不一定能完全清除结晶体。

2) 由于喷头布置在电镍之上，其布置位置以及布置角度是固定的，加之设备的结构及工艺特点，电镍板只能悬挂在导电棒上平行等间距排列，在电镍板移送的过程中完成喷洗；考虑设备的运行效率，电镍板间距还不能太大；导致图2所示的，始极片与吊耳结合部位的夹层缝隙内部不能被完全冲洗到，特别是吊耳与导电棒悬挂部位的缝隙内部基本上是冲洗不到的。即：这种喷洗方法，可以冲洗到电镍板身，但未必能冲洗得到板身之外的其它部位，特别是



1. 始极片与吊耳结合部位夹层;2. 吊耳与导电棒结合部位夹缝

图2 吊耳和导电棒上的结晶

夹缝内部。

3) 挂式喷淋冲洗法，电镍板是通过导电棒垂直悬挂冲洗，而导电棒、吊耳等处于电镍板的上方。所以，喷洗完成后，吊耳夹层缝隙内部、吊耳与导电棒悬挂结合部位缝隙内部的残留电解液、硫酸铜溶解液等，会顺着吊耳流向电镍板面，在板面上形印记，从而造成电镍板面的二次污染，影响电镍的烫洗质量。

2.2 倒置烫洗

2.2.1 操作流程

电镍出装时的另外一种操作流程是：先抽去悬挂电镍的导电棒，并将抽棒后的电镍齐整码垛，电镍垛翻转呈耳部朝下的竖直状态后，再用钢丝绳将电镍垛捆扎锁紧，最后用行车将电镍板垛吊运到烫洗槽进行烫洗，如图3、图4所示。这种方法为倒置烫洗法，是目前国内各电镍生产企业普遍使用的电镍出装烫洗方法。

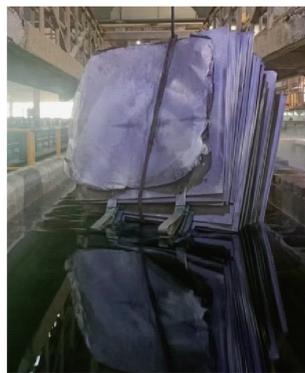


图3 倒置烫洗法示意图

2.2.2 优点

1) 相对于喷洗方式，烫洗方法是将整垛电镍一起放入烫洗池进行浸泡，烫洗水体无缝不入，吊耳夹



图 4 烫洗槽的水蒸汽

层内部夹缝内部中的结晶污物等,都可以被浸泡溶解。因此,烫洗更全面、烫洗质量好;多块成垛烫洗,烫洗效率高。

2) 由于镍电解生产过程中,表面结晶最为严重的是暴露于电解液面外的部分,如图 2 中所示的吊耳及导电棒,其表面均残存有大量的硫酸铜等结晶物,而且粘接比较牢固,难以清洗掉。而处于电解液面下的部分是电镍板身,除了电解液以外,并没有其它污物残存其表面,比较容易烫洗干净。电镍出装时采用倒置烫洗法,由于已经抽去了导电棒,可以大大减少结晶溶解液的来源,有效降低烫洗水源的污染,提高烫洗水源的重复利用率,避免烫洗水体对电镍板身造成污染。

3) 电镍烫洗的工作重点是板身的烫洗,评价烫洗质量的主要指标也以板身是否干净为标准。采用耳部向下的姿态烫洗,电镍移出烫洗槽后,耳部夹层处的结晶溶解液直接向下流走,不会对电镍板身造成二次污染。因此,这种方法能够很好地保证电镍的烫洗质量。

2.2.3 缺点

1) 从图 3 所示的倒置烫洗方法及操作流程可以看出,抽棒码垛后的电镍需翻转、钢绳捆绑,再吊运到烫洗池烫洗,操作复杂。目前还没有实现机械化和自动化,还处于人工捆绑钢丝绳,行车吊运烫洗的工作模式。因此,当前的倒置烫洗方式,工人的劳动强度大,而且存在较大的安全隐患。

2) 由于是行车吊运的人工烫洗方式,为方便行车工可视操作,烫洗槽只能设计成开放式结构,即:烫洗槽的上方无水蒸气收集装置,这就使得烫洗槽上方水蒸气四溢,如图 4 所示为现场工作状态。水蒸气的散发会带来如下影响:其一,行车工吊运时影响其工作视线,容易发生电镍垛撞坏烫洗槽的事故;

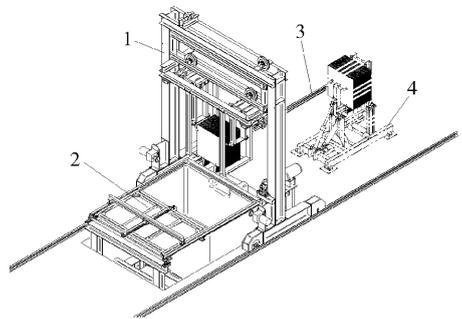
其二,水蒸汽带有酸性气体,污染车间工作环境,腐蚀车间内部的生产设备。

3 电镍倒置自动烫洗系统的研制

目前的电镍倒置烫洗方法,基本上是人工作业。要实现自动化作业,须解决两个核心问题。其一,如何研发抓取竖直电镍垛的专用烫洗机械手,以替代人工捆绑电镍板垛的工作过程;其二,如何解决烫洗槽在非工作状态时的水蒸气散溢问题,避免水蒸气的污染及腐蚀问题。

所研发的电镍倒置自动烫洗系统主要包含两大部分:一是电镍倒置自动烫洗机,用于实现电镍板垛的翻转倒置、散状竖直板垛抓取、电镍板垛的吊运烫洗等机械化及自动化作业;二是烫洗槽与给排水系统,为配套自动烫洗机自动工作,对烫洗槽与给排水系统进行专门优化设计,自动阻断非工作状态时的水蒸气蒸发散溢,有效减少水蒸气对工作环境的污染及对设备的腐蚀。

如图 5 所示为电镍倒置自动烫洗系统的主体结构组成。主要包括:电镍倒置自动烫洗机、烫洗槽及自动盖板装置、导轨、翻板机等。系统工作过程如下:翻板机先将水平码好的电镍板垛翻转成耳部朝下的竖直状态;自动烫洗机的专用烫洗机械手将电镍板垛从翻板机上抱起;自动烫洗机沿轨道向烫洗槽方向运行,将电镍垛移动到烫洗槽上方;此时自动盖板装置动作,自动打开烫洗槽上方的移动盖板;烫洗机械手下落,将电镍垛放入烫洗槽内,按程序设定时间定时烫洗;烫洗过程中,机械手在卷扬机的牵引下,循环往复上下动作,电镍的搅动加速结晶体等污物的溶解及散落;烫洗完成后,烫洗机械手上升,将电镍垛提出烫洗槽,并定时停留于烫洗槽上方,等待



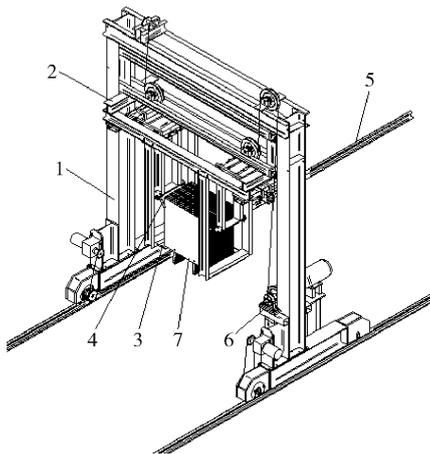
1. 电镍倒置自动烫洗机;2. 烫洗槽及自动盖板装置;3. 轻轨;4. 翻板机

图 5 电镍倒置自动烫洗系统示意图

电镍板垛滤干水分;自动烫洗机继续沿导轨前行,将电镍板垛移送到下一工位;与此同时,自动盖板装置动作,关闭烫洗槽上方的移动盖板。由于烫洗槽的闲置时段远远大于其烫洗工作时段,所以,烫洗槽的移动盖板可以大量防止水蒸气的散发。

3.1 电镍倒置自动烫洗机

电镍倒置自动烫洗机的主要结构组成如图6所示。主要由龙门式地轨行车、电镍烫洗机械手及卷扬机等部分组成,其中,烫洗机械手及卷扬机安装在地轨行车上。各组成部分的功能如下:地轨行车可沿导轨做直线往复运动,运动范围覆盖翻板工位、烫洗工位等多工位,这个运动可实现电镍板垛在多工位间的长距离转运;卷扬机通过钢丝绳-滑轮系统带动烫洗机械手完成升降运动,实现电镍板垛的上下取放动作,主要用于电镍板垛的烫洗及出入烫洗槽。



1. 龙门式地轨行车;2. 专用烫洗机械手;3. 电镍台架;4. 防倾抱爪;5. 轻轨;6. 卷扬机;7. 电镍垛

图6 电镍倒置自动烫洗机

专用烫洗机械手主要由横梁、电镍抬架以及防倾抱爪等三部分组成。其中,抬架底部有托抬电镍的底板,总体结构形状呈“L”型,两件对称固定安装在横梁下部,用于抬住竖直的电镍板垛。两套防倾抱爪的内侧工作部分设计呈梯形喇叭口结构,分别对称安装于横梁下表面,处于电镍台架的外侧,由气缸推动,可以前进和后退。竖直电镍板垛的取放就是靠电镍台架及防倾抱爪的相互配合动作实现的。其整个抱取电镍垛的动作过程如下:机械手随地轨行车移动到竖直电镍板垛的下方;两套防倾抱爪在气缸推动下,同时向电镍垛靠拢,由梯形喇叭口限制住板垛的侧向散倒;机械手整体在卷扬机的作用下

向上提升,即可由抬架下部的底板将电镍板垛抬起。机械手抱取电镍后,即可随地轨行车移送到程序指定的工位。

采用倒置自动烫洗机烫洗电镍,除了具有2.2节中所述的优点之外,还具有以下优势:

1) 物料取放效率高。由于采用专用机械手抱取电镍板垛,按上述抱取过程,其动作简单,物料取放效率高。

2) 可以有效提高烫洗质量。如图7所示为电镍板的设定码垛高度(或垛体厚度),图中用 H 表示。经过反复实验测量,同样垛高 H 的电镍板垛,如果采用图1所示的钢丝绳捆吊方式,在钢绳的压缩作用下,其垛体厚度将减少15%~30%,即:垛体中电镍板堆叠比较紧密,板间间隙变小。而机械手中的电镍抬架以及防倾抱爪的工作宽度是按电镍码垛高度 H 匹配设计的,防倾抱爪只是侧向挡住电镍板,防止其散落,对电镍板垛没用夹紧的作用,竖直垛体中的电镍板处于松散状态,其板间间隙比垛体水平放置时还要大。这就意味着机械手抱取的电镍板,其间具有更大的板间间隙。另外,机械手抱取的电镍,几乎呈竖直状态;而用钢丝绳捆吊的电镍,板面基本呈 $15^\circ \sim 25^\circ$ 倾斜姿态。在烫洗电镍板垛时,板面间隙越大、板面角度越直立,烫洗过程中越有利于水体浸入垛体,有利于板面的烫洗,也更加有利于结晶体等污物下落排出;烫洗完成提出烫洗槽后,有利于垛体间烫洗溶液的快速排出,从而有效提高电镍烫洗质量。

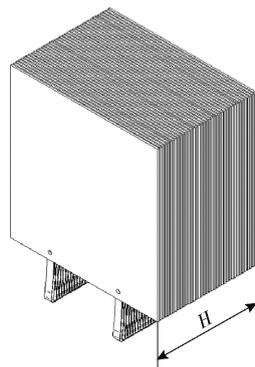


图7 电镍码垛厚度值 H

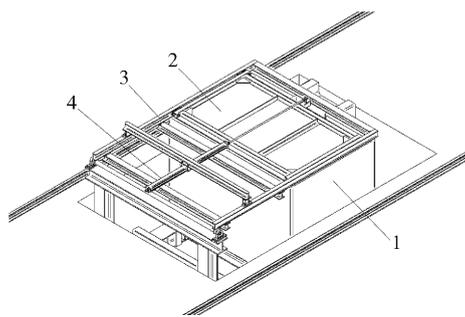
3) 便于实现电镍烫洗工艺的程控化

电镍垛烫洗的工艺参数要求是:电镍入水后的浸泡停留时间 t_1 (s);电镍出槽后的排水停留时间 t_2 (s),电镍反复出入水液体面的搅动循环次数 N 。人

工用行车捆吊烫洗时, t_1 、 t_2 和 N 三个烫洗参数都是行车工根据经验控制的, 控制的一致性和准确性得不到保证。采用自动烫洗机烫洗, 所有动作及工艺参数均由 PLC 对相应的功能装置进行自动控制, 可以实现电镍烫洗工艺参数程序化。

3.2 烫洗槽及盖板装置

采用专门设计的烫洗机实现电镍板垛的自动烫洗后, 即可对烫洗槽进行配套优化设计, 在烫洗槽上方增设自动盖板装置, 控制烫洗槽闲置时段的水蒸气溢散。自动盖板装置的结构如图 8 所示, 盖板滑槽安装在烫洗槽顶面, 烫洗槽盖板可在盖板滑槽中滑动, 烫洗槽盖板的开闭由气缸推动。通过 PLC 控制气缸的动作, 即可简单实现移动盖板的自动开闭, 并与自动烫洗机形成自动联动及互锁。



1. 烫洗槽; 2. 盖板; 3. 盖板滑槽; 4. 盖板推动气缸

图 8 烫洗槽及盖板装置示意图

烫洗槽的配套优化设计, 对改善车间工作环境及烫洗液的保温节能起具有重要作用。因为, 烫洗槽只有烫洗电镍时, 盖板才打开, 其它闲置时段都处

于关闭状态。以每天工作 8 h 计算, 每天需要烫洗 40 垛电镍, 每次烫洗开盖 3 min, 每天累计开盖工作时间为 2 h, 则每天有 6 h 烫洗槽处于闲置覆盖状态, 占总工作时间的 75%。即: 粗略估算每天水蒸气的蒸发量减少了 75%, 这对改善车间工作环境和烫洗液的保温节能有明显效果。

4 结论

电镍倒置自动烫洗机解决了电镍耳部朝下整垛自动烫洗的技术难题, 实现了烫洗工艺参数的程序化控制, 大大提高了烫洗效率。与自动烫洗机配套的烫洗槽增加自动盖板后, 可以减少 75% 的水蒸气的蒸发量。电镍倒置自动烫洗系统的研制与应用, 使金川集团公司的电镍烫洗质量得到显著提升, 车间工作环境得到了明显改善, 电镍倒置自动烫洗机已经申报发明专利。

[参考文献]

- [1] 彭宏道, 黄湘. 电镍洗涤机组喷洗技术的优化[J]. 中国有色冶金, 2016, 45(5): 42-44.
- [2] 张永萍. 镍联动机组存在的问题及改进措施[J]. 有色设备, 2017(4): 37-39.
- [3] 陈浩. 国产镍电解联动机组的研发与应用[J]. 有色冶金设计与研究, 2014, 35(5): 50-52.
- [4] 郭磊. 铜镍产品出装机组技术创新[J]. 新疆有色金属, 2019, 42(6): 18-20.
- [5] 闫刚刚, 王磊, 滕波等. 智能化电镍出装机组的研制与应用[J]. 有色设备, 2023, 37(4): 37-40.

Development and Application of Hot-Cleaning-System for Electrolytic-Nickel Inverted

YAN Ganggang, WANG Lei, TENG Bo, ZHANG Peng

Abstract: The quality of hot-cleaning electrolytic-nickel directly affects the appearance of finished electrolytic-nickel, to which all enterprises attach great importance. In this paper, the characteristics of both cleaning methods of inverted hot cleaning and hanging spraying has been analyzed and compared. The structural principle and effect of the newly developed Automatic Hot-Cleaning System for Electrolytic-Nickel Inverted are also introduced in detail. In the industry, the automatic hot cleaning processing of piles of nickel plates has been realized for the first time, and the program control of the hot-cleaning process has been achieved at the same time.

Key words: discharging and loading unit; hot-cleaning electrolytic-nickel; electrolytic nickel inverted; hotwashing tank cover

