

电极自动清洗装置的简介与实践

陈士杰, 谢学强

(江西铜业集团有限公司 贵溪冶炼厂, 江西 贵溪 335424)

摘 要: 在烟气制酸, 废酸废水处理系统工序中, pH 电极的在线应用较为广泛。为了满足工艺条件的需求, 经常会对 pH 值进行连续在线监测及控制。由于生产现场的特殊工况, 电极的检测球泡浸在被测溶液中, 经常会发生结垢的现象; 导致测量数据的失真或无法获取检测值, 这种现象是电极使用中的常见现象同时也是 PH 电极在实际使用中的瓶颈问题。本文针对电极检测中出现的问题进行了详尽的分析、论证、汇总, 提出了相应的解决办法及改进优化措施。

关键词: 电极; 超声波; 自动清洗; 远程控制

中图分类号: X75

文章编号: 1009-3842 (2020) 06-0080-03

文献标识码: B

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Introduction and Practice of Automatic Electrode Cleaning Device

CHEN Shi-jie, XIE Xue-qiang

(Guixi Smelter, Jiangxi Copper Corporation Limited, Guixi 335424, Jiangxi, China)

Abstract: pH electrode is widely used in flue gas acid production and waste acid wastewater treatment system. Continuous on-line monitoring and control of pH values are often carried out to meet the requirements of process conditions. Due to the special working conditions in the production site, the detection bulb of the electrode is immersed in the tested solution, and scaling often occurred. The distortion of the measured data or the failure to obtain the measured value is not only a common phenomenon in the use of the electrode but also a bottleneck problem in the actual use of the pH electrode. In this paper, the problems in electrode detection are analyzed, demonstrated and summarized in detail, and the corresponding solutions and improvement and optimization measures are put forward.

Keywords: electrode; ultrasonic; automatic cleaning; remote control

1 引言

在烟气制酸, 废酸废水处理系统, 在线使用的 pH 复合电极应用较多, 复合电极作为测量电极在监测、检测过程中, 被介质中的污染物如氯化钙、碳酸钙等会附着在电极头部玻璃球泡上, 严重影响电极产生的电势, 进而影响 pH 指示值, 导致灵敏度和测量精度急剧降低, 甚至失效。在日常生产过程中, 需要较为精确的测量结果以更好地进行工艺控制。因此, 对检测部位进行定期清洗是一项必要的工作。但由于人工清洗不仅费工、费时, 而且还

会导致测量中断, 影响连续检测甚至在清洗过程中会造成损坏电极现象, 严重影响生产顺行。如何才能防止、解决电极因结垢而导致数据反馈失真问题, 成为废酸废水处理工序中的一大难题。自动清洗电极装置的研发使用不仅响应了公司“建设智能化工厂”的号召, 同时还降低了员工劳动强度, 改变人工清洗的现状。自动清洗装置从安全环保理念出发, 是一种可远程控制自动清洗电极的装置。该装置打破了常见的溶液喷射清洗, 空气喷射清洗及机械刷洗等形式。应用一种最新的符合现场工况的研磨型超声波自动清洗装置。

收稿日期: 2020-05-23

作者简介: 陈士杰(1982-), 男, 吉林辽源人, 机械工程师, 主要从事铜冶炼企业化工机械运维、设备技术改造及管理。E-mail: jllhcfy@163.com

2 电极及清洗方法介绍

2.1 电极的组成

电极一般由电极球泡、玻璃支持杆、外壳、液接界、电极帽、内参比溶液、电极导线等几部分组成。

2.2 电极常规清洗方法

2.2.1 化学清洗法

在电解质流体中金属电极具备电化学现象。根据电化学原理^[1], 流体和电极存在电场界面, 物质的原子、分子或离子在界面拥有富集或贫乏的吸附现象, 电化学清洗电极只需研究阴离子吸附的情况, 在电极表面当剩余电荷密度增大时, 吸附作用力小于静电斥力, 阴离子在短时间内完成脱附, 这便是电化学清洗的原理。

2.2.2 机械刮磨法

在电极上配置特殊的机构来实现电极清理^[2]。目前常用的形式: 机械刮除器。采用不锈钢材质加工成一把带有细轴的小刮刀, 刮刀与电极端平面贴合并相对转动, 祛除污垢。此刮除器具有手动和马达驱动自动刮除两种形式。而另一种是在管状电极中安装细丝钢丝刷, 轴裹在密封的“O”形圈内, 以防止流体泄漏。此清洗装置则要人工清洗。

2.2.3 研磨超声清洗法

把超声波发生器释放的电压引到电极上, 使超声波的能量集聚变大, 所加电压几乎集中在附着物上, 高电压会将附着物击穿, 起到除垢的效果。这种方法受时间空间约束, 自由度不高。

2.3 pH 电极杂质的清洗

酸性条件下工作的 pH 电极: $W=5\% \sim 10\%$ 的碱性溶液 ($>56^{\circ}\text{C}$); $W=5\% \sim 10\%$ 的盐酸; $W=2\% \sim 3\%$ 的氢氟酸; pH 电极在碱性条件下工作: 浓盐酸磷酸混合溶液; $W=6\% \sim 11\%$ 的盐酸溶液, $W=4\% \sim 8\%$ 的硫酸; 为一般污物: $4\% \sim 6\%$ 的盐酸, 高压水冲洗 ($<689.476\text{kPa}$); 碳酸盐和硫酸盐: $W=6\% \sim 11\%$ 的盐酸; 磷酸和浓盐酸混溶液; 连二亚硫酸钠和亚硫酸钠的混合物; 二氧化硅或粘滞物: $W=3\% \sim 5\%$ 氢氟酸, 油或脂: 甲醇、异丙基乙醇 (耐磨乙醇), 可去除特殊脂的其它溶液。

2.4 电极的浸泡

pH 电极在投入使用时需浸泡^[3], 因为球泡为一种特殊的玻璃膜, 表面附有一层极薄的水合凝胶

层, 充分湿润的条件下方能与溶液中的 H^{+} 离子反应。经过浸泡能使不对称电势下降并趋于稳定。通常使用 pH4 缓冲液, 根据球泡玻璃膜厚度、电极老化程度确定浸泡时间。参比电极的液接界也需浸泡。如果液接界干涸会导致液接界电势增大或不稳定, 参比电极外参比溶液与电极浸泡液须保持一致, 即 3.3mol/L KCl 或饱和氯化钾溶液。因 pH 计电极极为精细, 故祛除粘在 pH 计电极上的污物需足够的耐心, 在清洗过程中要使用适当的安全装置。选择合适的清洗溶液。把电极浸入到清洗溶液中至少 6min, 便于清洗介质渗入污物。将电极放在碱或酸溶液中浸泡, 用软毛刷祛除电极污垢。选择一种溶剂清洗同时对传感器进行漂洗, 用清水或盐溶液 (KCl) 浸泡。保持其活性灵敏度, 延长电极使用寿命。废酸废水工况下, 一般在线使用 6h 左右进行一次清洗, 球泡上不能有污染物, 不能结垢。常规处理办法是先用水刷清理, 在用盐酸清洗最后用蒸馏水冲洗。然后浸泡在蒸馏水中; 玻璃电极的内电极与球泡之间不能存在气泡, 若有气泡可轻甩点即让气泡逸出。然后投入使用。

3 人工清洗

(1) 在日常的生产过程中, 电极的清洗周期一般为 8h, 每天要对所有在线使用的电极利用毛刷和盐酸进行清理 / 清洗, 费工费时, 且存在一系列的人和物的不安隐患及危化品的存储问题。

(2) 在人工清洗电极时, 有时会对电极造成损坏, 增加运维成本及备件消耗。

4 全自动磨型超声波自动清洗装置

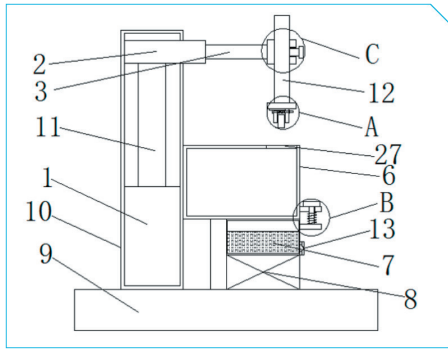
4.1 全自动磨型超声波自动清洗装置的组成

该电极自动清洗仪器包括: (1) 升降气缸; (2) 拉伸气缸; (3) 电极连接杆; (4) pH 电极夹具; (5) pH 电极; (6) 箱体; (7) 浸泡槽; (8) 超声波除垢仪。

4.2 工作原理

其工作原理^[4]为升降气缸 1 上升, 将电极杆从工艺溜槽中拉出, 拉伸气缸 2 活塞杆伸出, 推送电极杆向右移动, 使电极杆垂直于浸泡槽正上方, 升降气缸 1 下降, 将电极杆头部检测球泡放入浸泡槽内部, 此时, 浸泡槽内通入仪表风, 电极处在一

个类似沸腾状态的，含有磨料及酸性介质中浸泡，研磨，开启超声波除垢仪，进行辅助除垢。设定浸泡时间结束，浸泡槽内气源阀关闭，超声波除垢仪停止工作，升降气缸 1 带动电极上升，拉伸气缸 2 将电极杆拉回至溜槽正上方，升降气缸 1 下降，将电极杆头部检测球泡放置于溜槽中。



1、升降气缸；2、水平气缸；7、浸泡槽；8、超声波仪器；
12、电极杆

图 1 自动清洗装置图

4.3 优点

该装置采用环保理念，选用环保能源。特别适用于含有固体颗粒和粘性比较强的介质，并有很好的抗侵害能力。模块式设计，安装简单维修方便。不锈钢本体，加设挡板，具有独立的清洗腔。双气缸操作控制，提高恶劣环境下的可靠性。平滑操作节省成本，提高了操作的安全性和可靠性。减少电极损坏，降低盐酸消耗量，杜绝盐酸遗失 / 洒落等现象。此装置具有单独的浸泡槽，避免清洗液和缓冲液等污染被测介质。测量结果的最佳值再现。具有手动 / 自动功能，可定时清洗不受外界干扰。高等级的安全：可反馈至控制中心的系统状态信息在线清洗及标定，无需移动电极。电极的使用寿命增加 20%。实现远程控制自动清洗。

5 实践

全自动磨型超声波自动清洗装置，投入使用后，该装置提高了电极的清洗效率和质量，保证了电极的

长周期稳定监测，降低了操作人员的工作强度，减少了盐酸消耗量实现了一键启动远程操作。如下表。

表 1 人工清洗和自动清洗参数对比表

清洗方式	清洗周期	清洗耗时	清洗模式
人工清洗	8h	2h/ 人	逐个清洗
自动清洗	自动设置	5min/ 人	个或多个同时清洗（可调）

表 2 人工清洗和自动清洗参数对比表

清洗方式	盐酸用量	电极损坏率	操作模式
人工清洗	500mL	4 个 / 年	现场
自动清洗	200mL	0 个 / 年	仪表室

6 结论

电极自动清新装置适应性强，安装自由度高，操作简便。工艺生产过程中，加装了自动清洗装置之后，大大降低了操作人员的劳动强度，同时电极探头可实现定期自动清洗，性能，灵敏度和测量的精度都得到了保障，延长了电极的使用寿命，为工艺生产提供了准确的实时在线检测参数，提高仪表长周期、高性能运行的水平，保障了生产的稳定、顺行。

参考文献：

- [1] 李运华. 机电控制 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2013:18-22.
- [2] 王灵果，姜风华. 化工设备与维修 [M]. 北京：化学工业出版社，2010:50-55.
- [3] 刘美俊. 变频器应用与维护技术（77-106）[M]. 重庆：中国电力出版社，2008:31-32.
- [4] 许彦春，严永江. 制药设备及其运行维护 [M]. 成都：中国轻工业出版社，2010:38-39.
- [5] 郁君平. 设备管理 [M]. 北京：机械工业出版社，2002:1-2.
- [6] 胡泓，姚伯威. 机电一体化原理及应用 [M]. 北京：国际工业出版社，1999:44-47.
- [7] 李运华. 机电控制 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社，2013:18-22.
- [8] 郁君平. 设备管理 [M]. 北京：机械工业出版社，2002:1-2.
- [9] 胡泓，姚伯威. 机电一体化原理及应用 [M]. 北京：国际工业出版社，1999:44-47.