

铝电解槽打壳气缸升降装置的设计和试用

刘 驰, 郭 彬, 王建国, 乔若乾, 高德金, 苏玉玺

(内蒙古锦联铝材有限公司, 内蒙古 霍林郭勒 029200)

[摘要] 电解槽打击头上粘的“壳头包”对电解槽的正常生产产生危害,打击头进入电解槽熔体的深度过深是产生壳头包的主要原因之一。电解铝厂打壳气缸和锤头安装使用后,锤头打击进入电解槽内的深度可以确定,但电解槽熔体的总高度是变化的,熔体总高偏高时,打击头进入熔体深度增加。针对上述缺陷,设计了一种具有可升降气缸的装置,该装置采用螺旋丝杠原理,通过操作螺旋丝杠来调节打击头打击的合适深度,不仅减少壳头包的产生,而且能延长锤头的使用寿命。

[关键词] 铝电解槽; 打壳气缸; 升降装置; 设计

[中图分类号] TF821

[文献标志码] B

[文章编号] 1003-8884(2022)02-0041-04

DOI:10.19611/j.cnki.cn11-2919/tg.2022.02.010

1 设计背景

电解铝厂电解槽的加料(氧化铝)通过电解槽上部的打壳下料系统完成,一般电解槽有4~8个下料点,每个下料点配备一套下料装置和一套打壳装置,其结构示意图如图1所示。电解槽打壳气缸是电解槽打穿下料点壳面的气动设备,铝电解槽在正常生产中,由于槽内外温差的原因,910~970℃熔

融的电解质液面上会形成一层坚硬的电解质壳面,必须把这层壳面打穿,才能保证氧化铝进入槽内。打壳气缸用铰接头与打壳锤头相连,打壳锤头利用打壳气缸的动力,打穿电解质壳面,保证氧化铝从打壳的壳面中进入电解槽内。打壳锤头在工作时会进入熔融电解质溶液内,使打壳锤头不断地磨损、熔化,必须定期更换打壳锤头。由于槽上部是高温、强磁、高粉尘环境,更换锤头工作环境恶劣,劳动强度大。

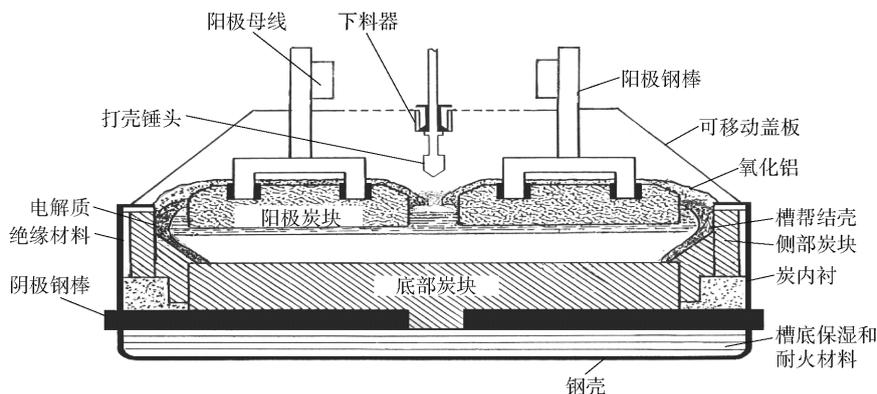


图1 电解槽内部结构示意图

正常生产电解槽打击头粘包(俗称壳头包)是国内电解铝厂的生产难题,打壳锤头长壳头包与无粘包壳头的对比图如图2、图3所示。壳头包对生产产生危害,不仅影响打壳下料,引发效应,还磨损下料点处的阳极,造成阳极使用周期缩短。工人处理壳头包的过程中,需用兑子人工敲打,费时费力,被打碎的壳头包会掉入下料点,容易造成下料点电

[收稿日期] 2021-12-12

[作者简介] 刘驰(1977—),男,河南太康人,大学本科,高级工程师,主要从事铝电解技术与生产管理工作,现任内蒙古锦联铝材有限公司铝厂副厂长兼总工程师。

[引用格式] 刘驰,郭彬,王建国,等. 铝电解槽打壳气缸升降装置的设计和试用[J]. 有色设备,2022,36(2):41-44.

解质发粘,但30 min左右锤头又会粘包,周而复始容易造成槽况波动及操作人员劳动强度增加^[1]。



图2 不粘包锤头



图3 粘包锤头

资料显示,打击头打击进入熔融电解质内深度过深是壳头包产生的主要原因之一^[2]。如果设计出可调节打击头深度的装置,既能延长打击头的使用寿命,也能减少壳头包的产生。

2 普通槽上部打壳装置存在的问题

2.1 锤头消耗

在打壳锤头工作过程中,随着使用时间的增加,其磨损会越来越大,锤头变细、变短,直至锤头打击的深度和孔径偏小,导致锤头无法正常使用,此时必须更换。而在锤头更换时,需整体将打壳气缸和锤头吊出,操作过程繁琐。国内电解槽槽上部常用打壳锤头使用周期通常在6个月至1年不等,锤头长度大约在350~450 mm之间。针对槽上部打壳气缸维修周期较长而言,降低打壳锤头的更换频率也是减少槽上部维修次数的关键因素之一^[3]。

2.2 打壳装置不可升降

电解铝厂打壳气缸和锤头一旦安装固定,锤头打击进入电解槽内的深度即可确定。而电解槽由于

槽况不尽相同,电解槽熔体的总高度是变化的,熔体总高偏高时,打击头进入熔体深度相应会增加,壳头包产生会增加;熔体总高偏低时,打击头进入熔体深度会降低,下料点会打不开或开孔不到位,造成下料点积料。另外新换的打壳锤头由于没有磨损,打击深度也会较正常的深些。

3 打壳气缸升降装置的设计及工作原理

3.1 设计思路

为减少壳头包的产生,考虑将打壳气缸安装在一个气缸升降装置上(做好绝缘处理的前提下,后面会提到),通过该升降装置来调整打壳气缸的空间下止点,既可以实现打壳下料的目的,又能控制壳头包的产生。将打壳锤头和锤杆整体加长,可在使用可靠质量的锤头前提下,通过降低打壳气缸的空间下止点来实现磨短锤头的不足,提高锤头有效长度的利用率,从而降低锤头的更换频率^[2]。

3.2 装置结构

如图4所示为打壳气缸的升降装置(首次设计试验装置)示意图,该装置结构包括气缸固定架、升降丝杠及螺母、固定轴承、气缸钟摆轴固定架及相关紧固螺栓等零部件。

3.3 安装

将气缸固定架合理安装并固定在电解槽上部承重部位,安装位置如图4所示,通过螺栓进行紧固并锁紧,防止装置机构松动(图4中序号9处安装绝缘套)。将打壳气缸钟摆轴安装至气缸钟摆轴座位置,紧固气缸钟摆轴锁紧螺栓。

3.4 工作原理及操作

(1) 工作原理

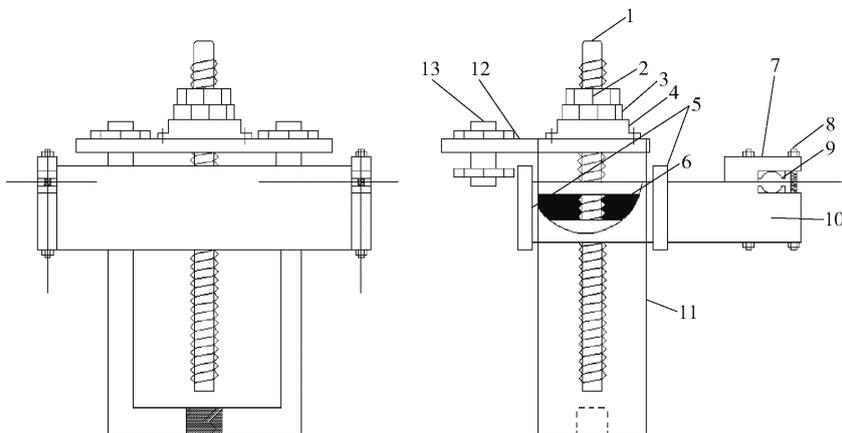
此装置工作原理是将丝杠的旋转运动转变为升降架的直线运动,由于装置升降架和打壳气缸固定在一起,随着丝杠的旋转运动带动装置升降架上下行运动,从而带动气缸的升降运动^[4]。

(2) 操作步骤

将升降丝杠锁紧螺母松开,用扳手调整升丝杠,使打壳气缸下部铰接锤头悬至合适位置,手动打壳气缸动作,试验锤头的打击深度,直至打壳深度合理,锁紧升降丝杠螺母,调整完毕。

4 试用效果及缺点

经过某厂12台电解槽上三个月的试用,发现该



1. 升降丝杠 2. 升降丝杠锁紧螺母 3. 升降丝杠固定螺母 4. 升降丝杠固定轴承 5. 升降机构动滑道 6. 升降丝母 7. 气缸钟摆轴压盖 8. 气缸钟摆轴锁紧螺栓 9. 气缸钟摆轴座 10. 气缸钟摆轴固定架 11. 升降机构动静滑道 + 支撑架 12. 气缸固定架 13. 固定架螺栓

图4 打壳气缸升降装置结构原理示意图(初代)

装置能满足正常生产需求,表1为试验槽(1台)和对比槽(1台)的分析统计。从表1可以看出,夜班壳头包数量大于中班,中班壳头包数量大于白班。白班最少,这与夜班(0:00—8:00)工作时间段有关,此时段员工容易犯困,对电解槽的检查和维修比白班差,中班(16:00—24:00)也受影响。总体计算来看,与对比槽相比,壳头包发生的概率降低了44%以上,磨短的锤头通过调整升降丝杠的方式得

到长度补充,也减少了更换频次,目前已经延长了2个月,预计还会延长使用3个月以上。

但因结构设计未考虑下端摆动和人工调整丝杠的缺陷,调整气缸升降需要较多人工干预,增加了维修人员上槽调节的劳动强度,考虑现代电解铝生产工艺及打壳气缸的基本配置数量,目前暂不适合大规模推广,需要进一步改进。

表1 试验槽和对比槽壳头包对比

类别	班次	第1点	第2点	第3点	第4点	第5点	第6点	累计
试验槽	夜班	0	18	22	30	15	0	85
	白班	0	6	11	12	2	0	31
	中班	0	10	12	14	6	0	42
对比槽	夜班	6	30	37	51	26	4	154
	白班	3	10	19	20	4	0	56
	中班	5	17	20	24	11	2	79
减少率/%	夜班	-	-	-	-	-	-	44.8
	白班	-	-	-	-	-	-	44.6
	中班	-	-	-	-	-	-	46.8

5 改进设想

当打击头打击的深度需要调节时,无需人工用扳手调节,直接使用自动控制,即减少人工干预,使

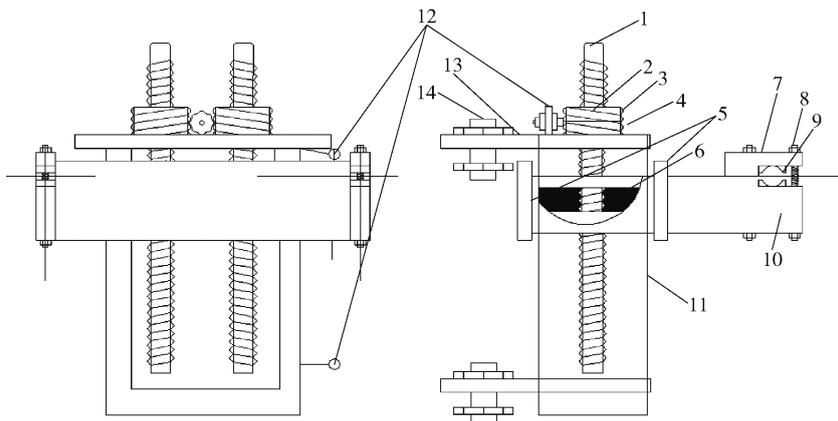
其通过一些控制程序和元件的控制能够自动调节,实现气缸及锤头的升降控制。

针对前期的使用效果评估,考虑加强其主体结构,对装置的易疲劳损坏的部位进行加固设计,将单

升降丝杠改为双丝杠,增加其调节可靠性和精确度。

6 改进装置结构

如图5所示为打壳气缸的改进升降装置,该装置除图4设计装置外,新增升降限位、动力单元(气动马达),由单升降丝杠改为双升降丝杠,底部增设



1. 升降丝杠 2. 升降丝杠锁紧螺母 3. 升降丝杠固定螺母 4. 升降丝杠固定轴承 5. 升降机构动滑道 6. 升降丝母 7. 气缸钟摆轴压盖 8. 气缸钟摆轴锁紧螺栓 9. 气缸钟摆轴座 10. 气缸钟摆轴固定架 11. 升降机构动静滑道+支撑架 12. 驱动元件及控制元件 13. 气缸固定架 14. 固定架螺栓

图5 打壳气缸升降装置结构原理示意图(改进后)

控机检测不到相关信号,就由槽控机发出控制信号控制电磁阀动作,压缩空气驱动气动马达动作。为避免元件损坏,超行程无法控制,选用双限位控制方式,即上下工作限位和上下极限限位。当下工作限位动作时,槽控机接到回升指令,控制机构回到上工作限位,装置停止上行。上下极限限位是避免超行程动作致装置损坏。

8 预计实现的效果

预计将该装置投入的电解铝生产槽上后,其单体年累计故障时间逐渐减少,不需人工调节,壳头包的发生频次降低一半以上,锤头寿命延长一半以上。若将锤头的总长度延长,使用寿命随延长长度1:1增加。

9 结论

该装置的设计和试用,减少了壳头包的产生和锤头的消耗,利远大于弊。但该装置改进的设

固定架。

7 改进后的工作及控制方式

目前,电解槽的打壳系统是通过槽控机和电磁阀完成的。预计将该装置的控制系統接入槽控机,槽控机接收锤头进入电解质的反馈信号,即只要槽

计、安装、后期维护等工作,对于电解铝企业的槽上部“高温强磁”工况而言,需要不断地试验、总结和改进。

目前,电解铝企业体力劳动工作仍然偏重,现今人工成本高、企业劳动力短缺,使用机械代替人工,实现操作工作的机械化、自动化和智能化,将是以后的发展方向,以期给同行提供一些参考。

[参考文献]

- [1] 王鹏. 壳头包的危害及处理[J]. 轻金属, 2012(11): 36-38.
- [2] 刘业翔, 李劫, 等. 现代铝电解[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008.
- [3] 周虹, 罗爱民, 王智堂. 电解槽打壳锤头易消耗原因分析及解决对策[J]. 金属世界, 2007(5): 20-21.
- [4] 徐灏. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [5] 孙恒, 陈作模. 机械原理[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996.

(下转第51页)

Research on the Application of Automatic 3D Storage Technology in Nonferrous Metals Industry

FENG Min, XIE Qing-ming, LIU Wang-bao, DONG Bo, LIU Yi, HU Jun-ping

Abstract: Building an automatic 3D storage is the best solution to efficiently control the product inventory of non-ferrous metal enterprises, and the Chinese non-ferrous industry is still in the development stage in this respect. 3D motion simulation, finite element analysis, 5G communication and other technologies are used in the design of cathode copper automatic 3D storage of Yangxin Hongsheng Copper Co., Ltd.. At the same time, an intelligent management and control system consisting of three subsystems: intelligent decision management system, intelligent control system and intelligent operation and maintenance system is built. Automatic functions such as RGV transfer, pre-weighing, counterweight, regularization, packaging, trade weighing, labeling, code scanning, etc. are realized, which makes the operation of the 3D storage highly intelligent, automatic and unmanned. The implementation of this project can meet the transfer and storage requirements of a 400 000 t/a of high-purity anode copper plant, and has industry demonstration effect.

Key words: AS/RS; cathode copper; policy decision; control; operation and maintenance



(上接第 44 页)

Design and Trial Operation of Lifting Device for Crust-breaking Cylinder of Aluminum Electrolytic Cell

LIU Chi, GUO Bin, WANG Jian-guo, QIAO Ruo-qian, GAO De-jin, SU Yu-xi

Abstract: The “accretion” stuck on the hammer of electrolytic cell is harmful to the normal production of electrolytic cell, and the deep intrusion of hammer into the melt of electrolytic cell is one of the main reasons for the formation of accretion. Once the crust-breaking cylinder and the hammer are installed and put into operation in an electrolytic aluminum plant, the intrusion depth of hammer into electrolytic cell is fixed, but the total height of electrolytic cell melt changes. When the total height of melt is high, the intrusion depth of hammer into melt increases. In view of the above defects, a device with liftable cylinder is designed. Following the principle of screw, the proper striking depth of the hammer can be adjusted by operating the screw, which not only reduces the generation of accretion, but also prolongs the service life of the hammer.

Key words: aluminum electrolytic cell; crust-breaking cylinder; lifting device; design

