

喷射式浮选机浸没式充气搅拌装置 结构参数的试验

江明东,王微微,闫锐敏,李新丽,张世龙,吴大为

(唐山国华科技有限公司,河北唐山 063020)

摘要:介绍了浸没式充气搅拌装置的结构,并与长喉管充气搅拌装置进行对比。通过浸没式充气搅拌装置结构参数的优化试验,确定了喉管内径、喉管长度及喉管出口至假底的距离3个参数。FJCA系列浮选机充气性能等指标达到了较高水平,具有使用寿命长、维护工作量小等特点,在多个选煤厂得到了推广应用。

关键词:浸没式;充气搅拌装置;浮选机;充气性能

中图分类号:TD456

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)01-0018-04

FJC系列煤用喷射式浮选机是唐山国华科技有限公司(以下简称“国华科技”)开发的浮选设备,具有处理量大、选择性较好、药剂用量少、电耗低和结构简单等优点,但是在实际生产应用中发现FJC系列浮选机的核心机构——充气搅拌装置的关键部件喉管、伞形分散器磨损较为严重,增加了维修更换成本,降低浮选机的使用寿命,影响选煤厂的正常生产。为此国华科技在FJC系列喷射式浮选机的基础上进行了改进。

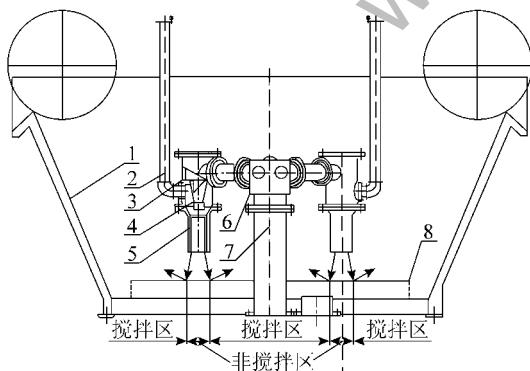


图1 FJCA系列煤用喷射式浮选机
(带有浸没式充气搅拌装置)

1—槽体;2—吸气管;3—喷射室;4—喷嘴;
5—短喉管;6—分配室;7—中心入料管;8—篦子

1 FJCA系列浮选机简介

2006年,国华科技进行了浸没式充气搅拌装置结构参数的试验研究,用浸没式充气搅拌装置如图1所示,取代了原长喉管充气搅拌装置如图2所示,并申请了发明专利(专利号ZL200810054981.2)。浸没式充气搅拌装置由喷射室、喷嘴、短喉管和吸气管组成。

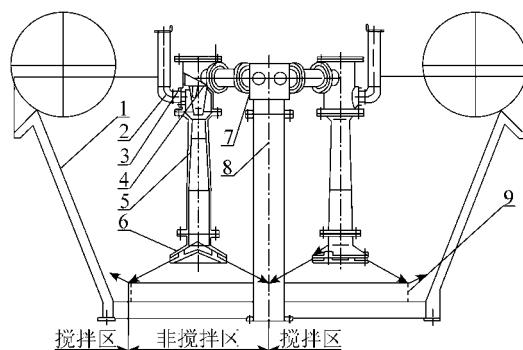


图2 FJC系列煤用喷射式浮选机(带有长喉管充气搅拌装置)

1—槽体;2—吸气管;3—喷射室;4—喷嘴;
5—长喉管;6—伞形分散器;7—分配室;8—中心入料管;9—篦子

2007年,在3座选煤厂对不同规格的FJC型喷射式浮选机用浸没式充气搅拌装置进行改装试验,

并取得了成功。从2008年开始,已批量生产制造带有浸没式充气搅拌装置的FJCA系列煤用喷射式浮选机200余台。由于浸没式充气搅拌装置的结构参

数得到改进,所以在工作可靠性、功耗和搅拌力等方面都有所改善。浸没式充气搅拌装置和长喉管充气搅拌装置的性能对比见表1。

表1 浸没式充气搅拌装置和长喉管充气搅拌装置的性能对比

装置名称	浸没式	长喉管式
工作可靠性	取消了易磨损的伞形分散器,将喉管缩短了3/4,粘有耐磨内衬8a免维护。	长喉管和伞形分散器易磨损,不到1a就需更换。
功耗	消除了高速煤浆射流冲击伞形分散器所做的无用功耗。	高速煤浆射流冲击伞形分散器消耗部分功耗。
搅拌力	含气煤浆射流从短喉管喷出直接撞击假底,搅拌力大。	含气煤浆从长喉管喷出,首先冲击伞形分散器,然后再斜射到假底,搅拌力小。
充气搅拌范围	含气煤浆由短喉管顺360°圆周旋转喷出,以20°~25°夹角撞击假底后,又呈10°~15°夹角向周边反射,底部搅拌区增大。	含气煤浆沿伞形分散器的6个通道斜射到假底,再向周边反射,底部存有较大的非搅拌区。
泡沫层游动性	只有4根吸气管伸出液面,有利于泡沫层向刮泡堰均匀游动。	中心入料管和4根喉管伸出液面,影响泡沫层的游动性。

2 FJCA系列浮选机的影响因素

2.1 充气性能指标

浮选机的工艺效果极大程度上取决于它的充气性能指标。浮选机正常生产时充气量一般在 $0.6 \sim 0.8 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 之间。有些浮选机在研制阶段清水试验的最大充气量在 $1.0 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{min})$ 以上,这是考虑到搅拌部件磨损后充气量必然下降,从而留有较大的余量。而喷射式浮选机耐磨性能大幅提高后,就不必考虑过多的富余量。在正常充气量的条件下气泡分布的均匀状态(充气均匀系数和充气容积利用系数)显得更为重要。

2.2 浸没式充气搅拌装置的结构参数

图3为浸没式充气搅拌装置示意。装置的主要结构参数有:①喉管的直径 D 和长度 L ;②喉管出口至假底的距离 H 。

3 浸没式充气搅拌装置结构参数的确定

为获得准确的试验数据,采用工业部件和试验部件尺寸比例为1:1的方案进行。试验系统由容积为 6 m^3 试验槽、循环泵、流量计、充气量测量仪、压力表、真空表等组成。

3.1 喉管内径

由泵加压的循环煤浆经铸有导流叶片的喷嘴呈螺旋扩大状喷射出来,只有喷射流完善地将喉管内腔密封,才能在喷射室内形成负压,实现浮选机

充气,因此喉管内径是首要确定的结构参数。

吸气管负压是影响浮选机充气量大小的主要因素之一。对多个不同内径的喉管进行了初步选择,为减小工作量,仅用吸气管负压值进行判定。设定喉管长度及喉管出口至假底距离相同,其试验结果见表2。

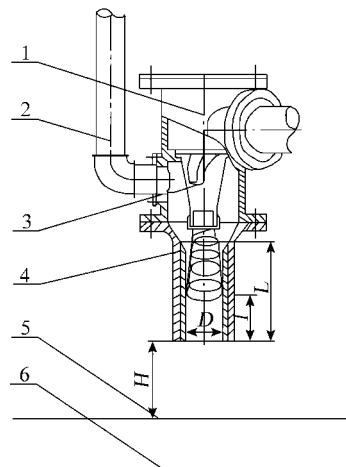


图3 浸没式充气搅拌装置示意

1—喷射室;2—吸气管;3—喷嘴;4—短喉管;
5—假底;6—浮选机底板

试验表明:喷射流对内径为 D_3, D_4 的喉管密封性差,吸气管负压值不能满足要求,不再进行后续试验。喉管内径为 D_1, D_2 的吸气管负压值满足试验要求,故保留 D_1, D_2 2种内径的喉管进行充气性能试验。

表2 不同压力下喉管内径与吸气管负压的关系

喷嘴工作压力/MPa	流量/($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	吸气管负压/MPa			
		D_1	$D_2 = 1.21D_1$	$D_3 = 1.43D_1$	$D_4 = 1.57D_1$
0.180	206.6	0.063	0.042	0.024	0.017
0.175	202.0	0.059	0.039	0.022	0.017
0.165	195.0	0.058	0.036	0.021	0.015
0.150	188.0	0.054	0.033	0.019	0.014

注: D_1, D_2, D_3, D_4 为喉管内径, 单位为 mm。

参照 MT/T 652—1997《煤用浮选机清水性能试验方法和判定规则》, 在试验槽液面下 120 mm, 420 mm 2 水平面布置 35 个测点, 液面下 720 mm 水平面由于存在充气搅拌装置, 布置 20 个测点。

在喷嘴工作压力分别为 0.15 MPa, 0.18 MPa 时, 用充气量测量仪分别测量 D_1, D_2 2 种喉管各个测点的充气量及充气均匀系数, 表 3 为这 2 种喉管的充气性能试验结果。

表3 内径为 D_1, D_2 的喉管充气性能试验结果(喉管长 L_1 , 喉管至假底的距离为 H_3)

喉管内径/mm	喷嘴工作压力/MPa	充气液面下 120 mm		充气液面下 420 mm		充气液面下 720 mm		充气容积利用系数/%	真空度/MPa
		平均单位充气量/ ($\text{m}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{min})^{-1}$)	充气均匀系数/%	平均单位充气量/ ($\text{m}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{min})^{-1}$)	充气均匀系数/%	平均单位充气量/ ($\text{m}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{min})^{-1}$)	充气均匀系数/%		
D_1	0.18	1.37	85.07	1.03	80.58	0.75	82.37	100.00	0.063
	0.15	1.22	85.52	0.84	84.48	0.56	73.24	100.00	0.054
$D_2 = 1.21D_1$	0.18	1.49	83.89	1.04	80.01	1.06	61.32	100.00	0.042
	0.15	1.05	90.60	0.91	79.30	0.68	80.65	100.00	0.034

试验表明气泡在整个浮选槽内分布均匀, 充气容积利用系数达到 100%。

在单位充气量远大于试验目标值(不小于 $0.8 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{min})$) 的情况下, 优选的唯一依据就是充气均匀系数, 为此确定在喷嘴工作压力为 0.15 MPa 的条件下喉管内径为 D_2 。喉管内径为 D_1 时, 虽然射流对它的密封性进一步完善, 真空度负压值增大, 但射流紧贴喉管内壁高速旋转的阻力损失也随之增大, 导致搅拌力减小。

3.2 喉管长度

由图 3 可以看出, 喉管的长度取决于喷射流接触喉管内壁后, 紧贴其向下旋转的距离 l , l 值过小, 射流的密封性差, 吸气量小, 但 l 值过大, 喉管内壁对旋转射流的摩擦阻力增大, 吸气量同样会减小。喉管长度对单位平均充气量的影响见表 4。

由表 4 可知, 喉管长度为 L_2 时, 平均充气量最大, 因此可确定喉管长度为 L_2 。

3.3 喉管出口至假底距离

图 4 为喉管出口至假底距离示意。图 4(a) 为喉管出口至假底距离过小, 喷射流撞击假底后所形

成的充气搅拌能力作用不到槽壁周边, 致使充气均匀系数降低; 图 4(c) 为喉管出口至假底距离过大, 因周围液体阻力随之增大, 甚至使射流撞击不到假底, 也会造成充气均匀系数下降; 图 4(b) 为保持适当距离的效果示意。

表4 喉管长度对单位平均充气量的影响

喉管长度/mm	喉管内径/mm	喷嘴工作压力/MPa	充气液面下 120 mm 平均单位充气量/ ($\text{m}^3 \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{min})^{-1}$)
L_1			1.04
$L_2 = 0.85L_1$	D_2	0.15	1.32
$L_3 = 0.75L_1$			1.08

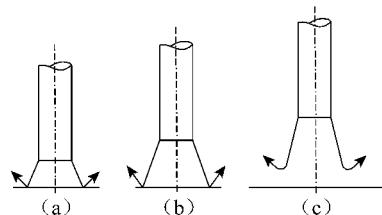


图4 喉管出口至假底距离示意

表5为喉管出口至假底距离对充气均匀系数的影响。由表5可确定喉管出口至假底的距离为 H_2 。

表5 喉管出口至假底距离对充气均匀系数的影响

喉管出口至假底距离/mm	喉管内径/mm	喷嘴工作压力/MPa	充气均匀系数/%
H_1			73.95
$H_2 = 1.32H_1$	D_2	0.15	90.60
$H_3 = 1.52H_1$			80.25
$H_4 = 1.84H_1$			77.86

根据试验所优选的结构参数,得到了浸没式充气搅拌装置的几何相似系数,已用于浮选室容积8, 12, 16, 20 m^3 的煤用喷射式浮选机。

通过对浸没式充气搅拌装置的结构参数优化,实测充气性能指标和选煤厂的实测值均达到或好于试验目标。表6为浸没式充气搅拌装置充气性能指标。

表6 浸没式充气搅拌装置充气性能指标

项 目	6 m^3 浮选试验槽		望峰岗选煤厂
	试验目标值	实际测量值	FJCA20-4型浮选机
平均单位面积充气量/ ($m^3 \cdot (m^2 \cdot min)^{-1}$)	≥ 0.8	1.05	1.44
充气均匀系数/%	≥ 85.00	90.60	87.36
充气容积均匀系数/%	100.00	100.00	100.00

注:喷嘴工作压力0.15 MPa。

4 结 语

具有中国自主知识产权的FJCA系列喷射式浮选机的浸没式充气搅拌装置主要结构参数由试验优选得到,已通过各种规格浮选机改装试验成功,在多个选煤厂得到推广应用。

FJCA系列喷射式浮选机是对原有FJC系列浮选机的继承和发扬,其最大优势是采用了耐磨材质,可保证设备在最佳工况条件下长时间(8 a)运行,维护工作量仅是其它类型浮选机的10%,具有较高的性价比。

Study on structure parameters of submerged aeration mixing device in a jet-type flotation machine

JIANG Ming-dong, WANG Wei-wei, YAN Rui-min, LI Xin-li, ZHANG Shi-long, WU Da-wei

(Tangshan Guohua Technology Co., Ltd., Tangshan 063020, China)

Abstract: Introduce the structure of submerged aeration mixing device and comparison with that of long venturi pipe mixing device. Three parameters of venturi pipe including inner diameter, pipe length and distance between pipe outlet and false bottom are determined in optimization experiments of submerged aeration mixing device. FJCA series flotation machine aeration performance index has reached a high level, with characteristics of long service life and easy maintenance etc, and has been promoted in coal preparation plants.

Key words: submergence; aeration mixing device; flotation machine; aeration performance

欢迎订阅 2011 年《洁净煤技术》杂志

E-mail: jjmjs@263.net

http://www.jjmjs.com.cn