

高效浓缩机研制的进展

马鞍山矿山研究院 巫竹盛

• 提要 • 本文介绍了国内外高效浓缩机的研究进展及不同形式高效浓缩机的结构、原理、操作控制和应用。

• 关键词 • 高效浓缩机, 固液分离

一、前言

自从1905年J. V. N. Dorr发明了浓缩机这种连续作业的设备以来, 直至60年代末, 浓缩设备几乎没有多大进展。70年代初出现了倾斜板浓缩箱, 理论上它是一种无动力的高效浓缩设备, 但由于严格要求其给料稳定且在板上均匀分布而实际却难以达到的问题, 加之倾斜板间距过小易为杂物或物料堆积或结垢引起堵塞等缺点, 迄今未获广泛应用。

随着基建费用上涨, 建设规模加大以及环保要求的愈益严格, 寻求效率高, 费用低的新型浓缩设备, 用以代替或部分代替那些低效的浓缩设备, 成为固液分离技术中迫切需要解决的问题。许多国家围绕解决这一问题做了大量的研究工作。因此, 具有不同特点、结构新颖的高效浓缩机相继研制成功, 并得到越来越广泛的应用。

二、高效浓缩机的构造

本文主要介绍以下四种高效浓缩设备:

1. Enviro-Clear浓缩机, 由美国Amstar Corporation公司的子公司Enviro-Clear公司研制的。2. Eimco浓缩机, 由美国Envirotech公司的子公司Eimco procerr

公司研制的。3. Dorr-Oliver浓缩机, 由美国Dorr-Oliver公司研制的。4. GX系列浓缩机, 由马鞍山矿山研究院研制的。

1. Enviro-Clear浓缩机

Enviro-Clear浓缩机构造如图1所示。与普通中心传动浓缩机相似, 具有中心传动装置、耙臂, 过负荷提耙装置等。所不同的主要是给料部分, 普通浓缩机的中心给料筒出口在溢流堰水平面以下不远的地方,

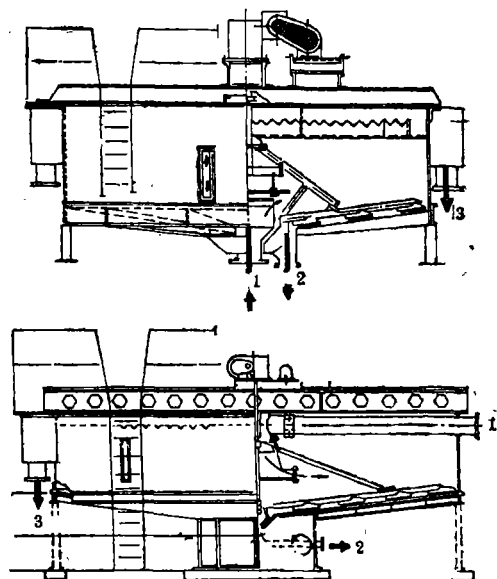


图1 Enviro-Clear型B系列(上)和C系列(下)浓缩机构造

1-给料; 2-底流; 3-溢流

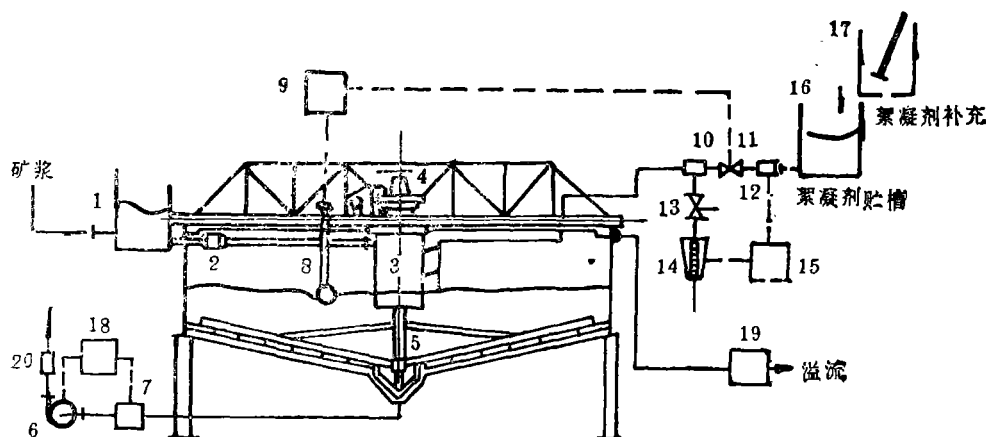


图4 GX系列浓缩机结构示意图

- | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-----------|--------------|--------|
| 1-消气装置; | 2-电磁流量计; | 3-混合装置; | 4-中心驱动装置; | 5-耙架; | 6-底流泵; |
| 7-浓度计; | 8-界面计; | 9-絮凝剂控制系统; | 10-水射器; | 11-13-电动调节阀; | |
| 12-电磁流量计; | 14-玻璃转子流量计; | 15-稀释水控制系统; | 16-絮凝剂贮槽; | 17-絮凝剂补充; | |
| 18-底流浓度控制系统; | | 19-浊度计; | 20-底流流量计; | | |

设有三层且自上而下直径逐渐减小的搅拌叶片，料浆与絮凝剂在此依靠机械搅拌混匀。另一种给料筒顶部为圆筒，下部呈喇叭状，料浆与絮凝剂在此是利用水力混匀的。采用二种给料筒，均能达到最佳的絮凝效果。

料浆给入给料筒时，絮凝剂则由给料筒壁多处进入，在此，料浆与絮凝剂均匀快速混合进入污泥层，在污泥层内实现了固-液分离。清液上升成溢流溢出，浓缩料浆成底流排出。

目前，GX系列机最大规格为 $\phi 12$ 米，其它已经生产使用的还有 $\phi 2.5$ 米， $\phi 3.6$ 米， $\phi 5.18$ 米， $\phi 9$ 米等规格。该系列机可应用于冶金、矿山、核能、化工、煤炭、环保等部门的固液分离作业。另外，马鞍山矿山研究院正着手进行 $\phi 24-30$ 米高效浓缩机的研制和将普通浓缩机改造成高效浓缩机的工作。

总之，高效浓缩机其结构特点为：具有絮凝剂和料浆的快速混匀装置；可分段添加絮凝剂；絮凝后的料浆，由污泥层内部引入，以得到最佳絮凝效果和澄清的溢流水；排料口上方保持足够高度的压缩带，可提供较高的底流浓度，设计的耙臂力矩大并带有自动

提耙装置和过载保护装置；有可靠、操作简便的控制系统，确保界面和底流浓度的稳定。

三、高效浓缩机的操作与控制

通常，把获取浓度高而流量均匀的底流和合乎要求的溢流清液作为衡量高效浓缩机操作好坏的标准。为此，高效浓缩机设置了自动控制系统，使关键的操作环节得到保证。其操作控制系统如图5。

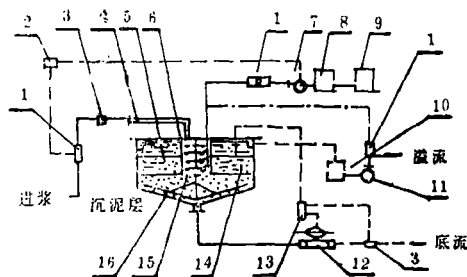


图5 高效浓缩机操作控制系统

- 1-流量计，2-絮凝剂加入量调节系统，3-浓度计，4-溜槽，5-倾斜板，6-进浆混合筒，7-絮凝剂泵，8-絮凝剂贮槽，9-絮凝剂制备槽，10-溢流液槽，11-溢流泵，12-底流泵，13-污泥层高度及浓度控制装置，14-污泥层界面传感器，15-混合叶轮，16-耙子

1.絮凝剂加入量的控制。通过测定给料浓度，给料流量，使固体量与絮凝剂加入量的比例保持恒定，从而保证料浆良好絮凝所需的絮凝剂量。另一种控制方法是通过测定沉泥层高度（界面）来添加絮凝剂量。当界面低时，减少絮凝剂添加量；反之，则增加。絮凝剂添加量的改变通过变化絮凝剂泵的转速实现。

2.底流浓度的控制。底流浓度控制，是与底流泵的动作相连锁。当底流浓度高时，泵的转速增加，排出量加大而浓度由稠变稀；反之，当底流浓度变稀时，则使泵转速降低，减少排出量，使浓度增稠。

3.沉泥层高度的控制，界面的高度控制在给料筒以上适当位置是十分重要的。它与底流泵的转速（即底流排出量）及絮凝剂的添加量有关。

以上控制系统有计算机和模拟仪表控制二种方式，可根据现场工艺情况及用户要求选定。在某些场合，只需控制部分环节，如当给矿相对稳定的场合，可采用计量泵手动控制絮凝剂添加量，用调节底流排出量的办法控制界面和底流浓度的稳定。

四、高效浓缩机的应用

1.美国某赤铁矿选厂用 $\phi 2.44 \times 2.13$ 米Eimco机和现厂普通机进行铁精矿和尾矿的脱水试验，结果见表1，处理铁精矿与铁尾矿时的能力分别是普通机的2.5~14倍和1.8~3倍。

巴布亚新几内亚的OK Tedi矿建造了直径40米的Eimco机，用于尾矿处理，日处理能力可达24,000吨，据称这是目前最大的Eimco型高效浓缩机。

表1 $\phi 2.44 \times 2.13$ Eimco浓缩机铁精矿和尾矿脱水试验

处 理 物 种	铁 精 矿		铁 尾 矿	
	Eimco机	普 通 机	Eimco机	普 通 机
给料细度(%-325目)	92~95	92~95		
底流浓度(%)	50~79	60~70	45~59	40~60
溢流浓度(%)	0.08~0.24	0.05~0.1	0.0263~0.172	0.0797~0.2093
所需单位面积(米 ² /吨·日)	0.016~0.146	0.226~0.366	0.137~0.613	0.411~1.097

表2 Eimco 浓缩机的技术指标

物 料 性 质	给矿浓度(重量%)	沉砂浓度(重量%)	单位处理量(吨/米 ² ·日)干矿
洗煤尾泥	1~6	20~40	5.4~10.8
铜精矿	15~30	50~75	18~54
铜尾矿	10~30	45~65	10.8~27
氰化物浸出金矿	10~25	50~65	10.8~21.6
铁精矿	15~25	50~65	10.8~54
铁尾矿	10~20	40~60	1.8~10.8
海水中氧化镁	3~10	15~30	0.54~2.16
磷泥	1~5	8~12	3.6~10.8
氰化物浸出银矿	10~25	50~60	8.3~21.6
铀中矿	15~25	40~60	15.4~36

Eimco浓缩机技术指标见表 2。

2. 美国 Lerseg Miniero 锌公司日处理 8165 吨的 Gorotons ville 锌选厂, 1982 年投产。采用重介质和浮选联合流程。重介质车间将分级后的 -65 目粒级物料用 $\phi 9.144$ 米 Enviro-Clear 机处理, 底流去浮选。重产品经磨浮后的尾矿用一台 $\phi 13.72$ 米 Enviro-Clear 机

处理, 溢流作回水用, 底流经过滤作石灰原料。据计算 $\phi 13.72$ 米 Enviro-Clear 机的单位面积处理能力高达 $16 \sim 18$ 吨/米²·日。

3. 1988 年马鞍山矿山研究院与杭州闲林埠钼铁矿用 $\phi 12$ 米 GX 系列机 对该矿磁选尾矿进行了工业试验。试验结果见表 3。 $\phi 12$ 米 GX 系列机已于 1988 年 9 月通过国家鉴定。

表 3 杭州闲林埠矿 GX—12 浓缩机工业试验指标

项 目	试验时间 (h)	给矿流量 (m ³ /h)	给矿浓度 (%W)	底流浓度 (%W)	溢流中悬浮物含量 (mg/l)	处理能力(干矿) (t/m ² ·d)
不加絮凝剂	8.0	140.3	11.50	21.40	2344	3.5
	25.5	76.5	12.30	20.90	1536	2.19
添加絮凝剂	40.0	140.9	13.90	40.50	295.1	4.61
	25.5	158.9	21.10	40.60	226.4	8.35
	36.0	207.8	21.03	42.03	203.9	10.85
	37.0	349.7	12.80	49.90	176.0	10.39
	73.0	331.0	25.50	63.96	275.1	21.75

1984 年, 马鞍山矿山研究院用 $\phi 3.6$ 米 GX 系列机对马钢姑山铁矿龙山选矿厂的尾矿进行了工业试验。试验结果见表 4。 $\phi 3.6$ 米 GX 系列机于 1984 年 12 月通过国家鉴定。

表 4 马钢姑山矿 GX—3.6 浓缩机试验指标

项 目	试验时间 (时)	处 理 量 (米 ³ /时)	给矿浓度 (重量%)	底流浓度 (重量%)	溢流悬浮物 (毫克/升)	溢流光密度	单位处理量 (吨/米 ² ·日) 干矿
试 调	192	20.69	11.99	33.22	200	0.152	0.46
连续试验	184	23.61	11.65	42.42	319.05	0.647	7.16
	203	26.36	12.17	44	209.22	0.448	8.35
	200	26.61	13.58	46.07	159.65	0.175	9.54
平均数	592	25.59	12.48	44.45	226.61	0.418	8.14
设计要求		20	10~20	40 以上	500 以下		5.5~11
不加絮凝剂	9	10.66	15.04	26.71	368.98	0.334	4.5

表 5 张家口金矿高效浓密机生产情况

项 目	单 位	一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月
处理矿量	吨/日	422.29	321.61	415.13	450.84	451.07	476.39	441.03	421.52	466.71	353.73
给矿浓度	%	20.1	16.6	18.3	18.7	17.50	18.3	17.8	18.2	18.2	20.6
给矿细度	-200 目 %	83.21	89.80	86.38	86.50	88.12	88.78	90.28	91.46	87.90	87.87
絮凝剂用量	克/吨	30	37	40	39	40	39	32	46	50	60
底流浓度	%	38.20	41.99	41.72	41.49	42.68	42.15	40.28	40.70	40.97	42.50

1987 年张家口金矿采用了一台 $\phi 5.18$ 米 Enviro-Clear 高效机作炭浆提金工艺的浸出前浓缩设备。该机 1987 年 1—10 月生产情况

见表 5, 据计算该机的处理能力是普通浓缩机的 20 倍左右。

(下转第 23 页)

79.39吨, 合计113.66吨, 按当前国家统一计划价格计算, 总产值折合币约71.14万元/年。考虑今后全面投产时, 尚需增加设备, 改造厂房, 将使生产成本有所增加等因素, 预计总产值仍可增加50%以上。

(三) 工艺特点

(1) 流程简单, 适应性强 该流程用水力旋流器预先将混合细泥分为两部分, 即+30微米部分, 主要由摇床粗选, 浮选脱硫和湿式强磁分选黑白钨。-30微米部分, 主要由离心机粗选, 皮带溜槽精选, 既充分利用了选厂原有设备, 又强化了-30微米的回收, 同时还扩大了有用金属的综合回收, 经工业生产试验的验证, 获得了与小型试验相近的选矿指标。

(2) 回收指标高 工业试验结果表明: 处理含 WO_3 0.24%的混合细泥, 可获得含 WO_3 67%以上优质精矿, 回收率40.812%, 比原流程提高13.712%, 以及含

WO_3 26%以上的低度钨, 回收率13.24%, 比原流程提高11.62%以上, 两者合计提高回收率25%以上。其中优质钨精矿占53.83%。

(3) 经济效益显著 该流程全面投产以后, 与原流程相比, 仅钨精矿每年可增加产值约50万元。如果计入硫化矿中银、铋、钼等的综合回收, 其经济效益将更为显著。

五、结 语

大吉山混合钨细泥量大, 品位低, 粒度细, 矿石性质复杂, 用单一摇床选矿方法, 难以获得理想的结果, 已被长期的生产实践所证实。采用分级—重—浮—磁工艺流程, 不仅能获得较高的回收率, 提高精矿质量, 而且还能够扩大综合回收伴生的银、铋、钼等有用金属。工业生产试验证明, 该工艺流程处理混合细泥是可行的, 对同类型钨细泥的处理具有参考意义。

(上接第29页)

五、结 语

Enviro-Clear、Eimco、Dorr-Oliver和GX系列高效浓缩机的作用机理是完全新型的, 由于它充分发挥了絮凝剂对固体颗粒的絮凝作用, 借助于底部给料和絮凝作用形成动态沉淀层, 使其处理能力与普通浓缩机相比, 成几倍或十几倍地增加。处理单位物料所需的沉降面积仅为普通浓缩机的 $\frac{1}{4} - \frac{1}{9}$ 。因此降低了投资, 节省了占地面积, 提高了回水利用率, 减少了环境污染, 具有明显的社会效益和经济效益。是当前最有发展前景, 效率最高的浓缩机。

国外高效浓缩机问世十几年来, 已在许多领域应用, 正在进一步推广。我国高效浓

缩机的研制从1981年开始, 目前已先后研制并开发了GX系列 $\phi 2.5$ 米、 $\phi 3.6$ 米、 $\phi 5.18$ 米、 $\phi 9$ 米、 $\phi 12$ 米多种规格高效浓缩机。

在此基础上, 马鞍山矿山研究院正在进行 $\phi 24 \sim 30$ 米的高效浓缩机的研制工作。该系列机除已成功地应用于冶金、矿山、黄金系统外, 尚可广泛应用于核能、化工、建材、煤炭、环保等许多工业部门。无可否认, 高效浓缩机是一种很有前途的新设备, 但在某些场合也不可能完全代替普通浓缩机。特别是对于不易絮凝的料浆, 采用高效浓缩机就不一定经济合理。另外, 对于物料既要浓缩, 又需为下道作业储存料浆时, 则高效浓缩机因容积小就不能胜任了。总之, 高效浓缩机的采用应根据现场实际情况而定。

参考文献略