

环境科学

带式压滤机在转炉尘泥脱水中的应用

魏治海 娄秀清 刘长志

(大连绿诺环境工程科技有限公司, 大连 116100)

摘要 简要介绍了冶金转炉尘泥的特性, 并通过对常见几种污泥机械脱水设备的特点和在实际应用过程存在问题的分析比较, 并以带式压滤机在本钢1#、2#、3#和7#转炉尘泥脱水中的实际应用情况为例, 阐述了带式压滤机这种脱水设备是冶金转炉尘泥脱水值得推广的最佳设备。

关键词 转炉尘泥 污泥脱水设备 带式压滤机 PAM 污泥调质

中图法分类号 X757; **文献标志码** B

1 转炉尘泥的主要特征

1.1 转炉尘泥

指在转炉在炼钢过程中采用湿法除尘后的除尘水经沉淀处理后产生的污泥。转炉尘泥含铁品位高, SiO_2 和有害元素含量很低, 具有极高的回收利用价值, 其主要特征如表1、图1及图2所示。

表1 转炉尘泥的主要化学成分

成分	TFe	FeO	Fe_2O_3	CaO	MgO	Mn	SiO_2	C	S	P
含量	62.85 ~	58.32 ~	25.08 ~	9.20 ~	1.13 ~	0.590 ~	1.86 ~	2.61 ~	0.128 ~	0.031 ~
分数%	51.35	51.36	15.70	16.15	2.86	0.264	1.82	1.32	0.097	0.015

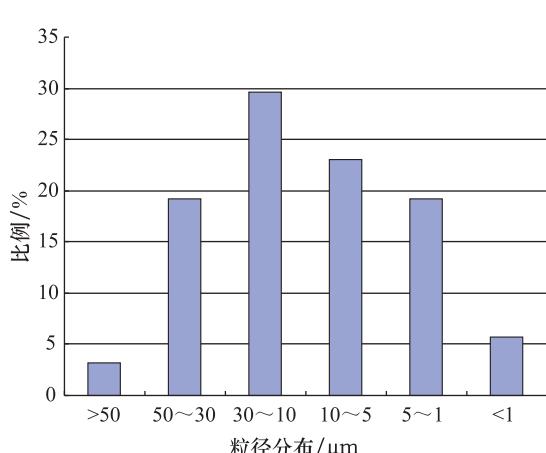


图1 转炉尘泥的粒度组成

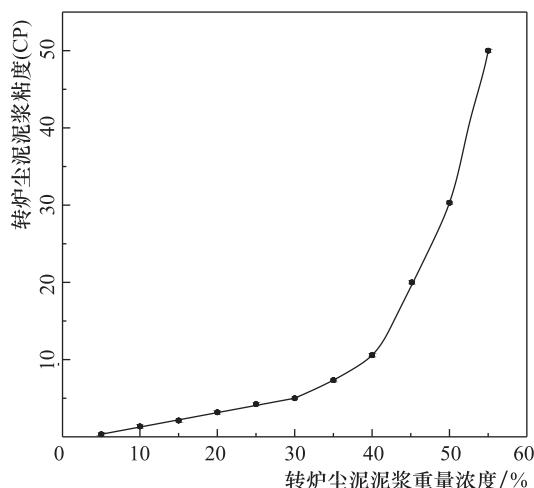


图2 转炉尘泥黏度分析图

2010年1月5日收到

第一作者简介: 魏治海,(1974—),男,汉族,研究方向:工业水处理。E-mail:wzhh200a@126.com。

通过表1、图1和图2可见,转炉尘泥具有含铁量高,含铁在50%~60%之间,回收利用价值大,粒度细,颗粒主要分布在(1~50) μm之间,泥浆随重量浓度提高而黏度增大,泥浆浓度40%以上时黏度急速增大等特点。

2 转炉尘泥脱水方法与脱水设备介绍

2.1 转炉尘泥的脱水方法

污泥脱水设备是把污泥中含有的大量毛细水采用机械法脱出的设备,而冶金污泥脱水按照其脱水方式可分为自然干化法、耗能烘干法和机械脱水法。按照运行连续性又可分为间歇式和连续性两种类型。自然干化法占地面积大,易受天气影响;烘干法占地面积中等,但能耗大;故这两种方法在实际应用中不多见。机械脱水法又分为压滤法、真空过滤法和离心分离法。最常见的机械脱水设备有真空吸滤机、板框压滤机、带式压滤机、碟片螺旋式固液分离机和离心脱水机等。

2.2 常见转炉尘泥脱水设备及其特点

2.2.1 真空吸滤机

真空吸滤是以循环移动的环型滤带或转鼓作为过滤介质,利用真空设备提供的负压和重力作用,使固液快速分离的一种连续过滤机,常见的有环带式真空吸滤机、折带式真空吸滤机和转鼓式真空吸滤机。

真空吸滤机的主要优点如下:

- (1) 可实现连续运行,过滤效率较高,过滤阻力较小。
- (2) 滤饼厚度可3 mm~120 mm间调节。
- (3) 过滤介质可正反面同时清洗。
- (4) 操作灵活,维修费用较低。

真空吸滤机的主要缺点点如下:

- (1) 卸料比较困难,尤其对于黏度较大污泥,卸料时存在挂料现象。
- (2) 滤饼含水率较高,一般含水率在45%左右(转炉尘泥)。
- (3) 整体处理效率低,耗电耗水量较大,运行

成本较高。

(4) 布料不均会导致真空破坏,同时对于带式机容易造成滤带跑偏。

(5) 设备占地较大。

2.2.2 板框压滤机

板框压滤机的构造简单,推动力大,适用于各种性质的污泥,且形成的滤饼含水率低。但它只能间断运行,操作管理麻烦,滤布易坏。板框压滤机可分为人工和自动板框压滤机两种。自动板框压滤机与人工的相比,滤饼的剥落,滤布的洗涤再生和板框的拉开与压紧完全自动化,大大减少了劳动强度。自动板框压滤机有立式和卧式两种。

板框压滤机最大的特点是可以适应各种污泥脱水,其脱水后的泥饼含水率相对其它脱水设备来说都要低,但板框压滤机只能间歇运行,相对处理效率较低,属开放式运行,其供料必须提供稳定的某压力下的泵输送,动力能耗较高,清洗水耗量大,设备本体占地较大。

2.2.3 带式压滤机

带式压滤机中,较常见的是液压带式压滤机。其特点是可以连续生产,机械设备较简单,操作直观简单,无须设置高压供料泵或空压机,只需自流供料即可,其处理效率较高,处理后泥饼含水率比板框压滤机的稍高,动力能耗较低,水耗量较大,设备本体占地相对较小。

2.2.4 离心脱水机

离心式脱水机是利用固液两相的密度差,在离心力的作用下,加快固相颗粒的沉降速度来实现固液分离的。

离心脱水机最大特点是全封闭连续运行,冲洗用水相对较少,运行环境较好。但其运行噪音较大,单机处理能力较小,处理后泥饼含水率比带式压滤机要高,药耗和电耗较高,进泥需要用螺杆泵来定压定量供给。另外,离心脱水机对于固体颗粒细小且有一定黏附性的污泥,运行中经常出现堵机现象,转速差和扭矩调整不好时经常出现固体回收率直线下降的情况,而且对于高磨蚀性污泥,转鼓锥角部位的磨损较严重,严重影响转鼓使用寿命。

2.2.5 不同脱水设备比较

由于各个钢厂的转炉尘泥特性和需要处理量不同,且选用的脱水设备也各不同,现针对不同钢

厂所用的脱水设备实际运行情况总结如下,其中具体运行参数比较见表3。

表3 几种脱水设备在不同钢厂的转炉尘泥脱水中的应用比较

序号	比较项目	带式真空吸滤机	板框压滤机	带式压滤机	离心脱水机
1	具体使用钢厂	马钢三炼钢	邯钢三炼钢	本钢炼钢厂	攀钢炼钢厂
2	设备选型及单台总处理泥量	DI2500型 2.5 m带宽,有效过滤面积35 m ² ,处理量12~15 m ³ /h(含固率为15%~30%的泥浆)	XMYZC500/1500-UB 有效过滤面积500 m ² ,处理量(15~17.5)m ³ /h(含固率为15%~30%的泥浆)	DYT2000型 2 m带宽 处理量(16.5~21)m ³ /h(含固率为15%~30%的泥浆)	LW/F.S-650HP/ST型 转鼓直径650 mm,转鼓长度2 800 mm,处理量(9~100)m ³ /h(含固率为15%~30%的泥浆)
3	工艺配置	自流进泥、加药装置、真空装置、真空吸滤机、清洗装置、卸料装置	加压进泥、加药装置、板框压滤机、清洗装置、卸料装置	自流进泥、加药装置、带式压滤机、清洗装置、卸料装置	加压定量进泥、加药装置、离心脱水机、卸料装置
4	进泥含水率 %	75~88	75~90	68~85	80~95
5	泥饼含水率 %	30~45	24~30	26~34	35~45
6	运行方式	可连续	间歇	可连续	可连续
7	操作环境	开放式	开放式	开放式	封闭式
8	单台设备占地	L×B×H 18.2×3.25×2.27 m ³	L×B×H 12.0×2.13×2.1 m ³	L×B×H 4.68×3.5×3.0 m ³	L×B×H 4300×1900×1 350 m ³
9	运行耗电量	配套真空装置功率 (110~140) kw	主电机功率 (3~5.5) kw	主电机功率 (4.5~7.5) kw	主电机功率 (35~75) kw
10	冲洗耗水量	(60~100) L/min	(100~200) L/min	(100~200) L/min	停机检修时用水冲洗
11	药剂耗量	小	小	较小	较大
12	设备易损件	滤带	滤布	滤带	基本无
13	整体运行费用	电耗和水耗都很大 运行费用高	水耗较大 运行费用较低	水耗很大 运行费用较低	电耗和药耗很大 运行费用较高

在相同处理量,相同处理工况下,总体比较得出如下几点:

A. 带式真空吸滤机可连续运行,污泥脱水药剂耗量小,但其设备占地是带式压滤机占地的3倍多,而且整体运行中电耗很大,费用高,脱水后泥饼含水率偏高;

B. 板框压滤机是脱水后泥饼含水率最低的设备,脱水剂耗量也小,可是其无法实现连续运行,单位时间处理量小,整体设备占地是带式压滤机占地的1.5倍以上,冲洗水量大,劳动强度也大;

C. 离心脱水机属于全封闭连续运行的脱水设备,运行环境相对较好,冲洗水耗量小,但其对泥

质要求苛刻,进泥需要定量定压输送,脱水剂耗量大,电耗大,噪音大,脱水后泥饼含水率高,处理能力相对较小;

D. 带式压滤机在实际运行过程,尽管冲洗水量偏大,但其整体处理效果和处理量都要比以上机型要好,对于除尘污泥泥质的适应性也较好,设备整体占地小,操作维护也很方便。

本钢曾采用过真空转鼓吸滤机作为转炉尘泥的脱水设备,由于转炉尘泥颗粒极细,小于50 μm的颗粒占80%以上,污泥孔隙率大,经真空转鼓吸滤机脱水后,泥饼的含水率始终维持在40%以上^[1]。泥饼后续处理难度大,加之真空转鼓吸滤机

还存在处理能力偏小,整体能耗比较大,占地大,维护费用高等缺点,故后期改造时全部用带式压滤机替代原有的真空吸滤机,改造后的带式压滤机一直使用到现在,泥饼含水率保持在 28%~32%。

带式真空吸滤机在转炉尘泥脱水中实际应用的比较少,据了解在 20 世纪 90 年代初曾在马钢三炼钢、承德钢厂和眉山钢厂有过使用。尽管设备可以实现连续工作,药剂耗量较小,脱水后泥饼含水率可以控制在 30%~40%,但由于存在设备整体能耗大(配套真空泵能耗大),相对处理能力小,辅助设备较多^[2],整体造价高,设备占地大等缺点,后期一直未能得到推广使用。

攀钢在转炉尘泥脱水中曾采用引进技术生产的离心脱水机,设备投入运行后发现其处理能力偏小,脱水后泥饼含水率也难达到要求,投入运行不到 1 个月,离心脱水机就全部被堵死。打开设备后发现,在转鼓内壁形成固定泥层以及在转鼓锥端都有大量污泥粘附在内壁,难以剥离。分析堵死的根源还是在于转炉尘泥的特性,转炉尘泥不仅颗粒极细,而且由于沉泥中含有大量 Ca^{2+} ,极容易形成粘附板结。所以,当离心脱水机采用高转速把泥饼甩到筒壁时,再采用螺旋推送到锥端时就极易粘壁堵塞排泥通道。尽管设备厂家对离心脱水机进行了长达半年的调整维护,但仍然无法解决堵机的问题,转炉尘泥只好暂时排放放在应急排放池内自然干化。另外,转炉尘泥中含有大量氧化铁皮细微颗粒,这些颗粒在高速旋转和螺旋推出的过程中,对离心脱水机转鼓和锥端衔接部位的磨损很严重,直接导致转鼓使用寿命下降。

2.3 带式压滤机在转炉尘泥脱水中的实际应用情况

带式压滤机目前已经在济钢一炼钢、本钢炼钢厂、鞍钢炼钢厂、马钢三炼钢和南昌长力钢厂等多家大型钢铁企业的转炉尘泥脱水中得到良好应用。本文以本钢 1#、2#、3# 和 7# 转炉尘泥脱水情况为例具体阐述一下应用效果和应用比较。

本钢 1#、2#、3# 和 7# 转炉除尘水处理工程采用了大连绿诺的专利——污水综合处理系统和方法^[3],又称短流程工艺,设计处理水总量为 4 000 m^3/h ,水处

理系统进水悬浮物 SS 均值为 7 500 mg/L ,最大瞬时冲击 $S_s \leq 15 000 \text{ mg}/\text{L}$,整个系统处理出水保证 $S_s \leq 70 \text{ mg}/\text{L}$,其中粗颗粒分离机去除大颗粒污泥约占悬浮物总量的 10%,含水率约 20%,污泥脱水机选用 2 m 带宽带式压滤机,进压滤机泥浆含水率 $\leq 75\%$,脱水后泥饼含水率约 30%,脱水后泥饼被运送到烧结厂作为烧结掺配料完全回收利用^[4]。

2.3.1 带式压滤机的选型计算

总泥量核算

$$Q_{\text{泥}} = \{ [(Q_d - Q_1)(q_2 - q_3)] / (1 - P) \} \times 10^{-6} \text{ 式中}$$

$Q_{\text{泥}}$ —总沉降污泥量, t/d ;

Q_d —每天处理水总量, m^3/d ;

Q_1 —每天粗颗粒排泥带走水总量, m^3/d ;

q_2 —粗颗粒出水 S_s 含量, mg/L ;

q_3 —斜管沉淀罐出水 S_s 含量, mg/L ;

P —压滤机进泥含水率,取 75%。

$$Q_{\text{泥}} = \{ [(96 000 - 288) \text{ m}^3/\text{d} \times (6 750 - 50) \text{ mg}/\text{L}] (1 - 0.75) \} \times 10^{-6} = 2 565.08 \text{ t}/\text{d}.$$

单台压滤机的处理能力为: (2 500~3 500) $\text{kg}/\text{h} \cdot \text{m}$ 带宽,即 2 m 带宽每小时处理(5~7) t 含水率为 30% 的泥饼。按照进泥量来核算,则单台压滤机能够处理含水率为 75% 的泥浆量为 $q = (15 \sim 21) \text{ m}^3/\text{h}$,取 $q = 16 \text{ m}^3/\text{h}$,据此计算需要的压滤机数量为:

$$N = (2 565 / 16) / 24 \approx 6.7 \text{ 台}, \text{ 取 7 台, 考虑检修备用, 故选用 9 台压滤机, 7 台用 2 台备。}$$

2.3.2 总体运行情况介绍

本钢 1#、2#、3# 和 7# 转炉除尘水处理污泥脱水共用 9 台 DYT2000 型 2 m 带宽带式压滤机,7 台用 2 台备。单台处理能力为 (5 000~7 000) kg/h ,进泥含水率常年维持在 68%~75% 之间,采用 PAM(聚丙烯酰胺)阴离子性絮凝剂作为脱水剂,分子量在 (800~1 400) 万。进泥时,泥浆首先在均质罐中加药进行污泥调质后直接自流进入带式压滤机进行脱水,脱水后泥饼含水率常年维持在 25%~32% 之间,泥饼厚度在 (10~20) mm ,满足泥浆后续处理要求,具体运行情况见表 4。表 4 中数值是取自 2009 年 12 月和 2010 年 2 月共 3 个月运行过程单月

的算术平均值。

表4 带式压滤机生产运行结果(以转炉尘泥为介质)

时间	进泥含 水率/%	带速/ $(\text{m} \cdot \text{min}^{-1})$	滤饼厚 度/mm	滤饼含 水率/%
2009年12月份	≤ 75	8	15	31.3
2010年1月份	70~75	8	17	29.5
2010年2月份	68~70	8	20	28.4

2.3.3 带式压滤机的检修与维护

与传统的脱水设备相比,带式压滤机在检修和维护方面有如下优缺点:

(1) 优点:结构简单,便于检修和维护,故障点少,而且直观易见,便于查找,使用周期长,通常半年中修一次,季度小修一次。且平时更换滤带也非常方便,备件通用性强,便于检修管理,设备整体使用寿命长。随着设备制造工艺的改进和提高设备使用效果将越来越好。

(2) 缺点:必须停机换带,滤带损耗量较大,更换滤带的费用也较高。由于属于开放式运行,换带的工作环境比较差。

2.3.4 基本运行消耗统计

实际运行过程中,单台压滤机平均耗用冲洗水量维持在 $12 \text{ m}^3/\text{h}$ 左右,冲洗水直接进入水处理系统经再次处理后作为烟气除尘水的补充水循环,耗电量平均维持 $3.5 \text{ kW}/\text{h}$,按照絮凝剂 PAM 配比为

1‰进行核算,每台压滤机每小时耗用配比为 1‰的药剂在 $(3 \sim 5) \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{台})$,滤带采用无接头环形滤带(聚酯材质),平均寿命维持在 $(1800 \sim 2500) \text{ h}$ 。

3 小结

针对转炉尘泥固有的特性,通过带式压滤机在转炉尘泥脱水的实际运行情况表明,带式压滤机具有处理量适中,处理效果较好,设备占地小,操作维护方便,辅配设备少,相对运行费用低等特点,选用其作为转炉尘泥脱水设备是比较理想的,值得推广应用。当然,带式压滤机也存在耗水量较大,滤带耗用量较大等缺点,这还需要带式压滤机厂家和相关设备配套厂家在这几方面多做研究,争取尽早解决这些问题。

参 考 文 献

- 1 刘喜辉,白长君.本钢转炉除尘浊环水系统的治理.钢铁,1999;34(8):66—68,72
- 2 朱振海.转炉烟气洗涤污泥脱水设备的应用分析.天津冶金,2003;(2):25—27
- 3 邱建萍,张丙勋,李建民,等.污水综合处理系统和方法.专利号:ZL 03111178.5
- 4 徐勇,王海滨,李丽颖,等.本钢转炉尘泥的直接用于烧结的实践研究.辽宁科技学院学报,2008;10(3):17—19

The Application of Belt Pressure Filter in Dehydration of Converter Residue Sludge

WEI Zhi-hai ,LOU Xiu-qing ,LIU Chang-zhi

(Dalian RINO Environment Engineering Scientific and Technical Co. Ltd,Dalian 116100, P. R. China)

[Abstract] The character of converter residue sludge in metallurgy is introduced, then it compared the characters of some commonly-used sludge dehydrators, and the problems in their utility. As a example, belt pressure filter is introduced in disposing of converter residue sludge in detail, and is regarded as the best facility and should be popularization.

[Key words] converter residue sludge sludge dehydrators belt pressure filter PAM sludge conditioning