

试验研究

煤矿矿井水污泥离心脱水性能研究

毛维东, 郭中权

(煤科集团杭州环保研究院, 浙江杭州, 311201)

摘要: 为了研究煤矿矿井水污泥离心脱水性能, 预测现场污泥离心脱水的效果, 试验分析了离心分离因素(Z)、分离时间(t)对污泥浓度(S)的影响, 构建了 $S-\lg Z^k t$ 曲线。结果表明, 对于煤矿矿井水污泥 S 与 $\lg Z^k t$ 具有线性相关性; $k=1.8$ 时拟合度最高, 煤矿矿井水污泥离心脱水性能可用 $S=c+a\lg Z^{1.8}t$ 表示; 其中 c 、 a 是表示污泥性质的参数, 可以通过试验确定; 该曲线方程可用于离心脱水机选型或预测现场离心脱水效果。

关键词: 煤矿矿井水 污泥脱水 离心分离 分离因素 污泥浓度

中图分类号: X703 文献标识码: A 文章编号: 1006-8759(2015)05-0017-03

RESEARCH ON THE CENTRIFUGAL DEWATERING PROPERTY OF COAL MINE WATER SLUDGE

MAO Wei-dong, GUO Zhong-quan

(CCTEG Hangzhou Environmental Research Institute, Hangzhou, 311201, China)

Abstract: In order to research the centrifugal dewatering property of coal mine water sludge, and predict the effect of centrifugal dewatering on the field, the influence of centrifugal separation factor (Z) and separation time (t) on sludge concentration (S) were analyzed by experiment, $S-\lg Z^k t$ curves were constructed. The results show that the S has linear correlation in coal mine water sludge with $\lg Z^k t$. The fitting degree is the highest when $k=1.8$, the centrifugal performance of coal mine water sludge should be expressed by $S=c+a\lg Z^{1.8}t$, the sludge property parameters of c & a can be determined by experiment. The curve equation can be used for selection of centrifugal dewatering machine and prediction the effect of centrifugal dewatering at plant.

Key Word: Coal mine water, sludge dewatering, centrifugation separation, separation factor, sludge concentration

煤矿矿井水是具有显著行业特点的废水, 由煤矿建井和煤炭开采过程中产生的地下涌水、防尘用水、设备冷却用水、注浆用水及地表渗透水汇集而成, 主要含以煤屑、岩粉为主的悬浮物^[1], 各方面性质与以有机物质为主的生活污水污泥^[2-5]、以

泥沙为主的市政给水污泥^{[2][6]}和以原煤颗粒为主的洗煤煤泥^[7]均有较大的不同。

煤矿矿井水污泥是矿井水处理利用过程中主要的二次污染源。脱水是污泥处置过程中最重要的工艺单元, 离心脱水具有处理效率高, 占地面积小, 自动化程度高等优点, 应用越来越广泛。但是由于缺乏对矿井水污泥的研究, 没有相应的评价指标, 工程实践中矿井水污泥离心脱水的效果不佳, 造成二次污染及设备闲置浪费。本文通过研究脱水后污泥浓度与离心分离因素、分离时间之间

收稿日期: 2015-03-15

基金项目: 科技部技术开发研究专项资金资助项目 (2014EG122202), 中国煤炭科工集团科技创新基金 (2012MS021)

作者简介: 毛维东 (1980-), 男, 山东高密人, 学士, 副研究员, 主要从事水处理技术及工程设计方面的研究。

的关系,来评价污泥的离心脱水性能及预测现场离心机的脱水效果。

1 材料与方方法

1.1 污泥来源

实验所用污泥为淮南矿区数个煤矿污泥浓缩池浓缩后的污泥,煤种是以焦煤、气煤为主的烟煤,个别煤矿含有部分瘦煤;矿井水处理工艺均为混凝沉淀工艺;处理过程投加聚合氯化铝和聚丙烯酰胺。

1.2 理论依据

影响离心脱水的主要因素是转鼓转速(影响分离因素)和污泥投配速率(影响分离时间)^[8]。实验室试验时,通过模拟离心脱水机的分离因素和分离时间,可以还原污泥离心脱水时的工作状态,预测现场污泥离心脱水的效果。

由于脱水后的污泥浓度 S 是分离因素 Z 和分离时间 t 的函数,可得:

$$S=f(Z,t)$$

当分离因素恒定时,污泥浓度变化率 $dS_f(z)$ 随分离时间 t 增大而减小,有:

$$\frac{dS_f(z)}{dt} = K_1 \frac{1}{t}$$

当分离时间恒定时,污泥浓度变化率 $dS_f(t)$ 随分离因素 Z 增大而减小,有:

$$\frac{dS_f(t)}{dz} = K_2 \frac{1}{z}$$

对上述函数积分,合并可以得到:

$$S=c+algZ^k t$$

c 、 a 是描述污泥性质的系数, k 是不随污泥性质变化的常数^[8]。

1.3 试验方法

试验采用 HDL-4 型离心机,最高转速 4 000 转/分,离心半径 $r=0.095$ m,内置 50 mL 离心管 6 只,每次取污泥样品 $V_0=40$ mL,置于离心管中,转速 n 设置为 1 000 r/min-3 000 r/min,离心时间 t 设置为 5 min-20 min。离心完毕后,小心取出离心管,可见清晰的泥水分离界面,用移液管取出上层清水并准确测量体积 V_1 。

根据公式 $S=S_0 \frac{V_0}{V_0-V_1}$, $Z=\frac{(2\pi \frac{n}{60})^2 r}{g}$, 计算

得到不同状态下的 Z 、 S 值,然后取不同的 k 值,可

以绘制一系列 $S-\lg Z^k t$ 的曲线,通过不同的曲线拟合方程找出拟合程度最高的 k 值,从而得到该污泥对应的 c 、 a 值,作为描述污泥性质的参数。

2 试验分析与应用

2.1 试验分析

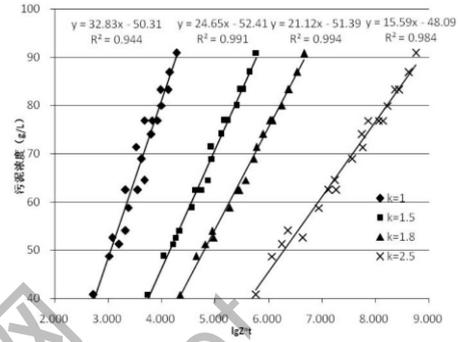


图1 $S_0=25.00$ g/L

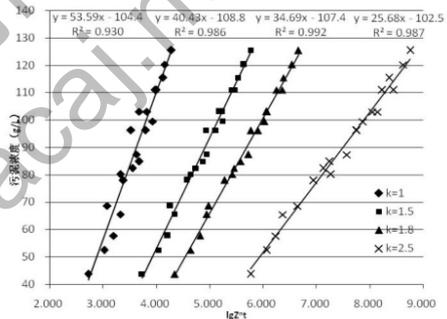


图2 $S_0=36.07$ g/L

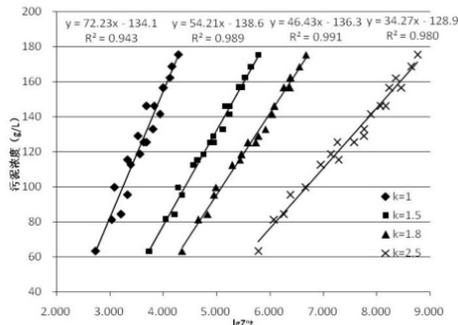


图3 $S_0=54.80$ g/L

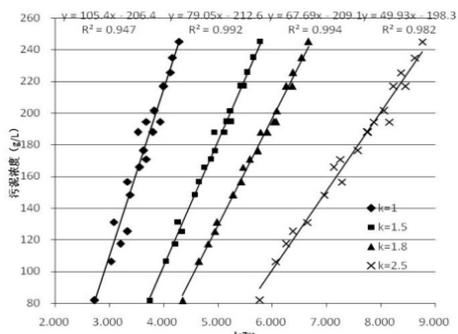


图4 $S_0=70.50$ g/L

试验所取泥样中大部分为采煤阶段的矿井水污泥,由于净化处理水平不同,污泥的初始浓度各不相同,取不同的 k 值,可以得到一系列拟合曲线,图 1-图 4 为较具代表性污泥初始浓度测得数据的拟合曲线。

可以看出,在不同初始浓度的情况下, $S-\lg Z^{1.8}t$ 曲线依然有较强的线性关系,其中 $k=1.8$ 时拟合度最高,决定系数 $R^2 \geq 0.99$,可以确定 $S=c+algZ^{1.8}t$ 表征采煤阶段的矿井水污泥离心性能具有较好的重现度;不同的污泥其 c 、 a 值不同,可以通过试验求得。

2.2 应用实例

某矿井水污泥初始浓缩 $S_0=73.73$ g/L,处理量 30 m³/h,要求脱水污泥浓度 $S \geq 200$ g/L。离心分离试验数据如表 1。

表 1 某矿井水污泥离心分离试验数据

转速/ $n/r/min$	时间/ t/min	污泥体积/ V/mL	污泥浓度/ $S/g/L$	分离因素 Z	$\lg Z^{1.8}t$
1000	5	35	84.26	106.31	4.347
1000	10	30.5	96.70	106.31	43648
1000	15	29	101.70	106.31	4.824
1000	20	28	105.33	106.31	4.949
1500	5	26	113.43	239.19	4.981
1500	10	23.5	125.50	239.19	5.282
1500	15	22	134.05	239.19	5.458
1500	20	21	140.44	239.19	5.583
2000	5	22.5	131.08	425.22	5.430
2000	10	20	147.46	425.22	5.732
2000	15	19.5	151.24	425.22	5.908
2000	20	19	155.22	425.22	6.033
2500	5	20	147.46	664.41	5.779
2500	10	18	163.84	664.41	6.080
2500	15	17	173.48	664.41	6.256
2500	20	16.5	178.74	664.41	6.381
3000	5	18	163.84	956.75	6.064
3000	10	17	173.48	956.75	6.365
3000	15	16	184.33	956.75	6.542
3000	20	15.5	190.27	956.75	6.666

通过离心试验数据计算得到一系列 S 、 Z 值,绘制 $S-\lg Z^{1.8}t$ 的曲线,回归可以得到方程 $S=46.63\lg Z^{1.8}t-121.1$, $R^2=0.994$,如图 5 所示。

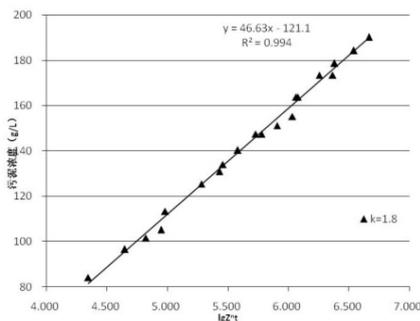


图 5 应用实例 $S_0=73.73$ g/L

2.2.1 用于设计选型

将 $S \geq 200$ g/L, 代入方程可求得 $\lg Z^{1.8}t \geq 6.886$ 。某型离心脱水机转鼓直径 0.55 m, 长度 2.2 m, 差速器调节范围 3 r/min- 30 r/min, 螺旋输送机螺距 0.1 m, 螺旋数为 1 。将最大分离因素 $Z=3151$, 代入上式, 可求得 $t=3.88$ min。

$$\text{则转速差为: } \frac{2.2}{3.88 \times 0.1 \times 1} \approx 5.7 \text{ r/min}$$

在差速器调节范围内, 可选用; 若采用较小差速比, 转速可适当降低, 有利于设备稳定运行。

2.2.2 用于预测脱水污泥浓度

对于已有的离心脱水机, 可以通过最大转速、最小转速差等预测脱水污泥的浓度。上例中转速差设为 3 r/min, 则停留时间 $t=7.3$ min; 最大分离因素 $Z=3151$, 可求得 $S_{\max}=212.78$ g/L, 即该离心机工作在最高工况下, 脱水后污泥浓度为 212.78 g/L。

3 结论

3.1 方程 $S=c+algZ^{1.8}t$ 可以有效表示矿井水污泥离心性能, 其中 a 、 c 为污泥性质参数, 可以通过离心分离试验确定。

3.2 对于某矿井水污泥, 通过实验室试验确定曲线方程 $S=46.63\lg Z^{1.8}t-121.1$, 该方程可以用于离心机选型及预测现场分离效果等。

参考文献:

- [1] 周如禄. 矿井水净化处理自动化监控系统开发与应用[J]. 煤炭学报, 2012, 37(S1): 202-206.
- [2] 刘永康, 姚磊, 唐卿生, 等. 自来水厂污泥物质组成及烧制紫砂陶的研究[C]. 全国排水委员会 2012 年年会论文集. 北京: 全国排水委员会, 2012: 630-636.
- [3] 李仙粉, 周玉松, 任福民, 等. 上海城市污泥成分特性及分析方法研究[J]. 中国环境监测, 2006, 22(6): 48-50.
- [4] 兰永辉, 刘沪滨, 罗宇, 等. 市政污泥深度脱水试验研究[J]. 广东化工, 2013, 40(8): 107-109.
- [5] 方静雨, 马增益, 严建华, 等. 污泥脱水性能指标的比较分析[J]. 能源工程, 2011, (4): 51-54.
- [6] 赵爱华, 秦峰. 自来水厂污泥的表征及其垃圾覆盖土可行性研究[J]. 环境卫生工程, 2004, 12(4): 227-230.
- [7] 张英杰, 巩冠群, 吴国光. 煤泥水处理方法研究[J]. 洁净煤技术, 2004, 20(3): 1-4.
- [8] 钱颖萍, 周增炎. 城市污水厂污泥离心脱水试验研究[J]. 中国给水排水, 1990, 6(5): 9-13.