

Mobile Mine Mud Treatment Equipment Operation Parameters Optimization Research

Xuemin Miao¹, Guozhong Huang^{1*}, Dengkun Li², Junfeng Wang¹, Lijie Bao¹, Jianqing Zhou¹

¹School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing

²Inner Mongolia North Heavy Industries Group, Baotou

Email: hjxhuanggz@163.com

Received: Oct. 9th, 2013; revised: Nov. 13th, 2013; accepted: Nov. 24th, 2013

Copyright © 2014 Xuemin Miao et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Xuemin Miao et al. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: According to the characteristics of the mine slurry produced in process of Tongkeng Mine, through the determination of filter cake moisture content, dry mud yield and solid recovery rate, it examines the effects of mobile mine mud treatment of main operating parameters of equipment of the dosage, filter press moving speed, belt tension, mud volume and water content of sludge on sludge dewatering. The result shows that when the dosage is 3 - 4 mg/g (PAM/ Al₂(SO₄)₃ = 1:1), belt moving speed is 2 - 3 m/min, belt tension is 3 - 3.5 kg/cm² and mud volume is 0.8 L/S, mud becomes a solid pie after dehydration, solid recovery is above 92% and moisture content is below 40%.

Keywords: Slurry of Mine; The Dehydration Effect; The Moisture Content; Solid Recovery

移动式矿井泥浆处理设备运行参数研究

苗学敏¹, 黄国忠^{1*}, 李登琨², 王俊峰¹, 包丽洁¹, 周建情¹

¹北京科技大学土木与环境工程学院, 北京

²内蒙古北方重工业集团有限公司, 包头

Email: hjxhuanggz@163.com

收稿日期: 2013年10月9日; 修回日期: 2013年11月13日; 录用日期: 2013年11月24日

摘要: 根据铜坑矿开采过程中所产生的矿井泥浆的性质特点, 通过对泥饼含水率、干泥浆产量和固体回收率等测定分析, 研究了移动式矿井泥浆处理设备主要运行参数投药量、压滤机滤带移动速度、滤带张力、进泥量以及进泥含水率对泥浆处理效果的影响。结果表明: 投药量为 3~4 mg/g (PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)、滤带移动速度为 2~3 m/min、滤带张力为 3~3.5 kg/cm²、进泥量为 0.8 L/S 时, 泥浆处理后泥饼呈固态饼状, 固体回收率在 92% 以上, 含水率降到 40% 以下。

关键词: 矿井泥浆; 脱水效果; 含水率; 固体回收率

1. 引言

金属矿山在开采过程中由于地理和气候环境的作用, 会产生采矿副产物矿井泥浆^[1]。由于矿井泥浆

具有泥浆量较大、含水率高、易于流动和沉积等特点, 所以矿井泥浆会大量赋存于井下开采巷道、排水沟渠以及储水水仓中, 既影响了正常生产的作业环境又增加了井下清淤工作量^[2]。

长期以来, 铜坑矿井下的排水与排泥是分开的,

*通讯作者。

即先排水后再把沉淀下来的泥浆用人工清浆方式进行清理装车,再转运至采空区或地面废石厂进行处理。但因采用的人工清浆方式存在清浆时间长,工效低等问题;同时井下泥浆存储点分散,很大程度上影响到其他生产环节的顺利进行;经井下实地调研发现巷道中水流经之处均有泥浆存在,水沟经常被泥浆堵塞,致使泥水浸入有轨运输系统的轨道线路,给生产和运输带来极大的不便^[3,4]。

国内外,关于污泥脱水研究大部分是工业污泥和生活污泥,而矿井泥浆脱水研究的还比较少,因此,本文在对铜坑矿矿井泥浆的性质进行分析的基础上,研究了投药量、压滤机滤带移动速度、滤带张力、进泥量以及进泥含水率等因素对泥浆脱水效果的影响,为下一步实现泥浆脱水设备工业化提供依据。

2. 试验部分

2.1. 试验材料

实验所用材料来自广西华锡集团铜坑矿矿井水仓的泥浆。泥浆初始含水率为 95%(表 1)。

2.2. 试验工艺流程及装置

如图 1~3。

2.3. 试验方法

取水仓泥浆作为试验材料,含水率为 95%,使用泥浆泵把泥浆提升至加药池,在加药池中进行加药搅拌后进入泥浆浓缩池进行浓缩,上清液排出,然后泥浆从浓缩池的底部进入脱水设备的布泥装置,布泥装置可以将泥浆均匀分布在滤布上,并且可控制进泥量,压滤机的滤带移动速度和滤带张力可以根据试验需要调整。最后取压滤泥饼,测定泥饼的含水率、干泥浆产量、固体回收率。

2.4. 分析项目

1) 泥饼含水率

将坩埚放入 105℃ 的烘箱中烘烤 2 小时后取出,称重 G_1 放在干燥器中冷却至室温,用量移液管量取 10 ml 污泥,放入坩埚,称重 G_2 ; 将坩埚放入 105℃ 的烘箱中烘烤 24 小时后取出然后称重 G_3 ; 坩埚自重 G_1 。

Table 1. Slurry characteristics of Tongkeng Mine

表 1. 铜坑矿矿井泥浆特性

检测指标	质量含水率(%)	CST(s)	污泥沉降比 SV(%)	泥浆浓度 MLSS(g/L)	pH
	95	30~46	7~10	50~70	7.5~8.5

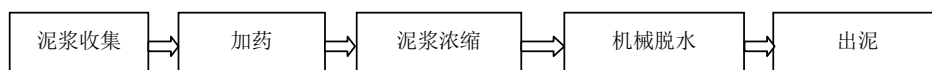


Figure 1. Process flow diagram

图 1. 工艺流程示意图

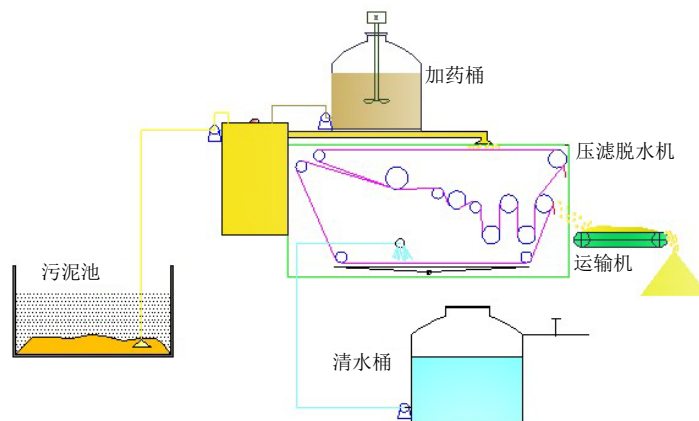


Figure 2. Dynamic test device schematic diagram

图 2. 动态试验装置示意图



Figure 3. Sludge dewatering equipment physical figure
图 3. 泥浆处理设备实物图

$$T_s = \frac{G_2 - G_3}{G_2 - G_1} \quad (1)$$

2) 干泥浆产量

干泥浆产量是指压滤机在一小时内产生的泥饼的重量，此处的泥浆重量是泥浆干重。

将 t (单位小时/H)时间内产生的泥饼进行烘干试验，其方法按照上述方法进行，得到干泥重量 G (单位千克/kg)

$$V = \frac{G}{t} \quad (2)$$

3) 固体回收率

固体回收率是泥饼中的固体量占脱水泥浆中总干固体量的百分比，用 η 表示。 η 越高，说明泥浆脱水后转移到泥饼中的干固体越多，随滤液流失的干固体越少，脱水率越高。 η 可用下式计算：

$$\eta = \frac{C_\mu (C_0 - C_e)}{C_0 (C_\mu - C_e)} \quad (3)$$

式中 C_μ 为泥饼的含水率(%)； C_e 为滤液中的含水率(%)； C_0 为脱水机进泥的含水率(%)。

3. 结果与讨论

3.1. 投药量对泥浆脱水效果的影响

当泥浆含水率为 95%、进泥量为 0.8 L/S、带速为 3 m/min、带压为 3 kg/cm²、冲洗水压为 0.5 KPa 时，由图 4 可以得出：随着投药量的增加，泥浆固体回收率明显提高，但当投药量增大到 4 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃)

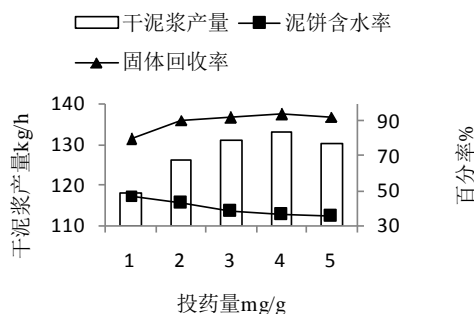


Figure 4. The effect of adding dose on dry mud yield, mud cake moisture content and solid recovery
图 4. 投药量对干泥浆产量、泥饼含水率和固体回收率的影响

= 1:1)^[5]时，固体回收率达到峰值(即 94%)，而后即便再增加投药量，固体回收率反呈下降的趋势，说明投药量增大，泥浆粘性已增大到影响泥浆的固体回收率^[6,7]；处理后泥饼含水率随着投药量增加而降低，当投药量增加到 4 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)时，再增加投药量泥饼含水率下降并不明显，综合考虑泥饼含水率和固体回收率效果，投药量选择在 3~4 mg/g (PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)为最佳范围。

3.2. 滤带移动速度对脱水效果的影响

当进泥量为 0.8 L/S、带压为 3 kg/cm²、冲洗水压为 0.5 KPa、投药量为 3 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)时，由图 5 可以看出，随着滤带移动速度的增加，泥饼的含水率逐渐升高，滤带速度过快，泥浆被挤压的时间变短，泥浆内部毛细水和结合水只有一部分被压出；泥浆的成饼情况也随着滤带的速度的增加而变差，移动速度变快泥饼变薄^[8]，引起泥饼剥离困难；泥浆固体回收率随着滤带移动速度变快而降低，是由于泥

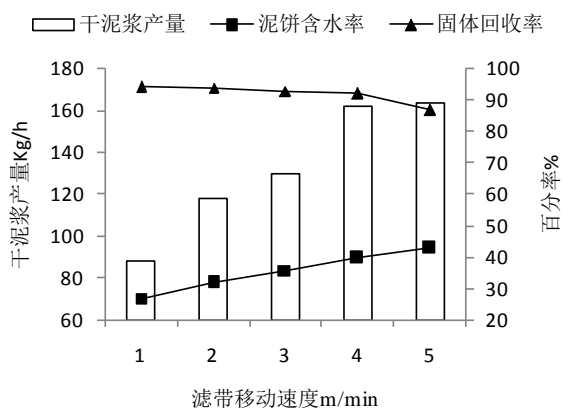


Figure 5. The effect of belting speed on the dry mud yield, mud cake moisture content and solid recovery

图 5. 滤带移动速度对干泥浆产量、泥饼含水率和固体回收率的影响

浆在重力脱水区没有将自由水完全去除，泥浆进入低压区时仍成流动状态，部分泥浆从滤带侧面漏出，影响泥浆的固体回收率，因此，选择滤带移动速度 2~3 m/min。

3.3. 滤带张力对脱水效果的影响

滤带张力决定了泥浆在剪切区所受压力的大小，滤带张力过大，干泥浆产量会大幅下降，这是由于泥浆受张力挤压漏出网带的原因，滤带张力与泥饼含水率成反比。

由图 6 可知，当进泥量为 0.8 L/S、投药量为 3 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)、带速为 3 m/min、冲洗水压为 0.5 KPa 时，当滤带张力达到 3~3.5 kg/cm² 时干泥浆产率最高，但张力再提高，干泥浆产量反而下降。考虑滤带张力对泥饼含水率、固体回收率、干泥浆产量的影响，张力在 3~3.5 kg/cm² 为理想张力范围。

3.4. 进泥量对脱水效果的影响

进泥量的多少直接关系到重力脱水效果及进入挤压脱水区的泥饼厚度，对出泥含水率、成饼率、固体回收率产生影响。进泥量越小，泥浆在重力区停留时间越长，脱水效果越好，泥饼含水率越低，出泥成饼率与进泥量的增加成反比，同时脱水机滤出的上清液悬浮物浓度与进泥量的增加成正比。

当投药量为 3 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃ = 1:1)、带速为 3 m/min、带压为 3 kg/cm²、冲洗水压为 0.5 KPa 时，由图 7 可知，干泥浆产量受进泥量的影响比较大，随

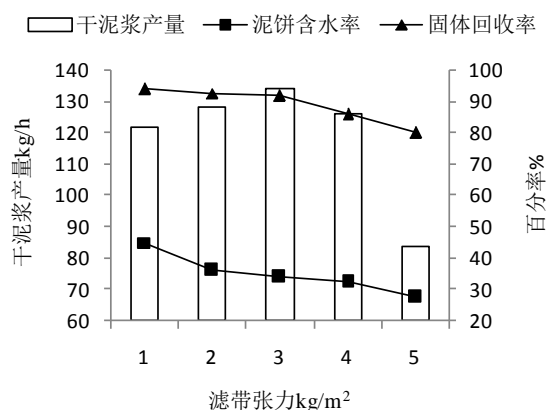


Figure 6. The effect of belt tension on the dry mud yield, mud cake moisture content and solid recovery

图 6. 滤带张力对干泥浆产量、泥饼含水率和固体回收率的影响

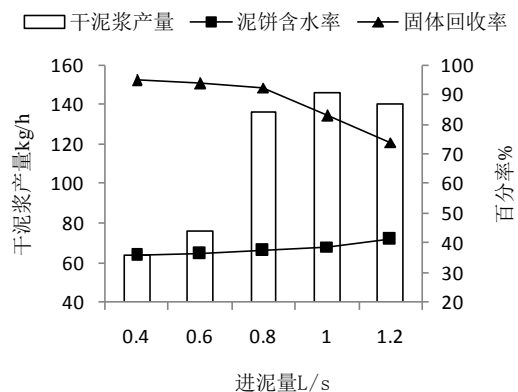


Figure 7. The effect of mud volume on the dry mud yield, mud cake moisture content and solid recovery

图 7. 进泥量对干泥浆产量、泥饼含水率和固体回收率的影响

着泥浆进泥量增加干泥浆产量也逐渐增加，当进泥量大于 0.8 L/S 时，设备滤带两侧出现漏泥现象，干泥浆产量呈现下降趋势，成饼率低。因此，最佳的进泥量为 0.8 L/S。

3.5. 进泥含水率对脱水效果的影响

当投药量为 3 mg/g(PAM /Al₂(SO₄)₃ = 1:1)、带速为 3 m/min、冲洗水压为 0.5 KPa、带压为 3 kg/m² 时，由图 8 可知，进泥含水率的变化对泥饼含水率的影响不大，在泥浆 5 个含水率条件下的泥饼含水率最高值小于 40%，性状呈现固态的泥饼状，达到了泥浆脱水的要求。其次随着进泥含水率的升高泥浆的固体回收率逐渐升高，但是升高的幅度较小，因此，在小范围的泥浆含水率的变化情况下，对泥浆固体回收率的影响不大。

干泥浆产量受进泥含水率影响较大，随着泥浆含

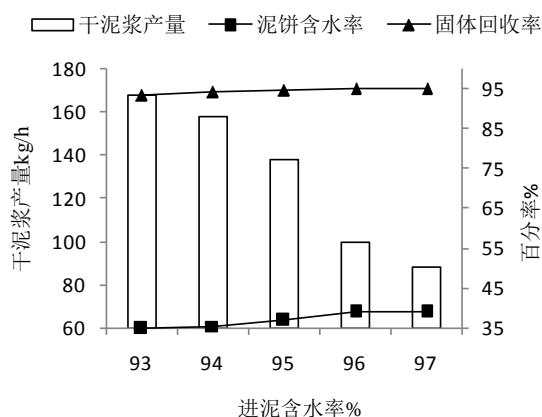


Figure 8. The effect of Sludge water content on the dry mud yield, mud cake moisture content and solid recovery
图 8. 进泥含水率对干泥浆产量、泥饼含水率和固体回收率的影响

水率增加干泥浆产量逐渐降低，由于进泥含水率对泥浆固体回收率的影响不大，因此主要原因是泥浆的含水率不同，决定了泥浆的含固量存在差异。总之，通过不同含水率泥浆的动态工艺试验表明：在泥浆在 93%~97% 变化时，工艺的运行情况良好，泥饼含水率低于 40%，达到了泥浆脱水的要求。

4. 结论

通过对铜坑矿矿井泥浆的性质进行全面分析，考察了投药量、压滤机滤带移动速度、滤带张力、进泥量以及进泥含水率等因素对泥浆脱水效果的影响，得出以下结论：

1) 随着投药量的增加，泥浆固体回收率从 80% 提高到了 94%，当投药量增加到 4 mg/g 时，固体回收率达到峰值，但继续增加投药量，固体回收率反呈下降的趋势。因此投药量在 3~4 mg/g(PAM/Al₂(SO₄)₃

= 1:1) 为宜。

2) 当滤带移动速度为 2~3 m/min，滤带张力为 3~3.5 kg/cm²，进泥量为 0.8 L/S 时，脱水后泥饼呈固态饼状，固体回收率在 92% 以上，含水率降到 40% 以下。

3) 对含水率不同的泥浆进行了脱水实验，当泥浆含水率在 93%~97% 范围内变化时，泥浆处理工艺运行良好，泥饼含水率低于 40%，达到了泥浆脱水的要求。

致谢

感谢广西华锡集团股份有限公司铜坑矿“铜坑矿矿井泥浆处理工艺与设备研究”项目对本论文研究的资助。

参考文献 (References)

- [1] Lo, I.M.C., Lai, K.C.K. and Chen, G.H. (2001) Salinity effect on mechanical dewatering of sludge with and without chemical conditioning. *Environmental Science & Technology*, **35**, 4691.
- [2] 彭建, 蒋一军 (2005) 我国矿山开采的生态环境效应及土地复垦典型技术. *地理科学进展*, **2**, 38-48.
- [3] 曾伦生, 邓宇静 (2008) 铜坑矿排水排泥系统改造. *湖南有色金属*, **1**, 5.
- [4] 刘景明, 崔明灿, 张立忠等 (2004) 离心机考核测试和带式机脱水性能试验研究. *环境工程学报*, **2**, 81.
- [5] 黄国忠, 李登琨, 罗先伟等 (2013) Al₂(SO₄)₃/聚丙烯酰胺联合调质对铜坑矿矿井泥浆脱水性能的影响. *北京科技大学学报*, **10**, 1413-1418.
- [6] 朱忠化 (2011) 带式压滤机在污泥脱水中的应用. *城市建设理论*, **33**.
- [7] 丁光亚, 孙林柱, 张波等 (2013) 废泥浆脱水的试验研究. *探矿工程*, **1**, 53-56.
- [8] 康绍福, 刘德惠 (2010) 污水处理厂污泥脱水设备选型浅析. *绿色科技*, **2**, 173-174.