

长距离矿浆输送管道清管实践

曾永杰, 赵建强, 贺旭然, 邓建林, 常文, 方轲, 王亮

(包头钢铁(集团)有限责任公司宝山矿业公司, 内蒙古 包头 014010)

摘要:长距离矿浆输送管道的及时疏通清理, 可有效保障高压管道系统运行安全。针对内径为 $\Phi 212.75$ mm 长距离高压矿浆输送管道, 采用 $\Phi 205$ mm、 $\Phi 209$ mm 软体清管器、 $\Phi 205$ mm、 $\Phi 209$ mm 软体除垢清管器及 $\Phi 212$ mm 四皮碗清管器 3 个类型 5 种定位清管器对管道内部进行除垢清理。矿浆管道在清管前, 水流量为 $230.45 \text{ m}^3/\text{h}$, 主泵出口压力为 1150.7 kPa , 清管后, 在相同矿浆输出条件下, 水流量为 $303.13 \text{ m}^3/\text{h}$, 主泵出口压力为 1115.2 kPa , 管道流量提高 31.54% , 主泵出口压力降低 3.09% 。矿浆管道清管在生产现场的成功应用, 有效提高了管道输送能力, 降低主泵出口压力, 对长距离矿浆输送管道的除垢有重要的借鉴作用。

关键词:矿浆管道; 结垢; 清管器

中图分类号: TD50

文献标识码: B

文章编号: 1009-5438(2023)05-0005-05

Practices on Dredging for Long Distance Slurry Pipeline

Zeng Yong-jie, Zhao Jian-qiang, He Xu-ran, Deng Jian-lin,
Chang Wen, Fang Ke, Wang Liang

(Baoshan Mining Co. of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou 014010,
Inner Mongolia Autonomous Region, China)

Abstract: The timely pipeline dredging for long distance slurry pipeline could effectively ensure the safe operations of high pressure pipeline system. For the long distance high pressure slurry pipeline with the inner diameter of $\Phi 212.75$ mm, such 5 positioning tube cleaners of 3 types as the soft tube cleaners of $\Phi 205$ mm and $\Phi 209$ mm, soft descaling tube cleaners of $\Phi 205$ mm and $\Phi 209$ mm as well as four cup tube cleaners of $\Phi 212$ mm are adopted for descaling inside pipelines. For the slurry pipeline before dredging, the water discharge was $230.45 \text{ m}^3/\text{h}$ and outlet pressure of main pump was 1150.7 kPa , while after dredging, the water discharge was $303.13 \text{ m}^3/\text{h}$ and outlet pressure of main pump was 1115.2 kPa under the same condition of transporting slurry so that the flow of pipeline is increased by 31.54% and outlet pressure of main pump is reduced by 3.09% . The transportation capacity of pipeline could be effectively improved and outlet pressure of main pump could be reduced with the successful applications of dredging for slurry pipeline on site, which could be as important references for descaling long distance slurry pipeline.

Key words: slurry pipeline; scaling; tube cleaner

随着工业技术的发展,长距离矿浆输送管道由于占地很少、建设不破坏环境、不产生噪音、无灰尘

污染、运行成本低等特点已经逐步替代公路运输^[1]。但是长距离矿浆输送管道在工业实际应用

中,随着管道长时间运行,内部会产生金属腐蚀、无机盐结晶、有机物质聚合、固体颗粒沉积,造成管道内部结垢^[2]。污垢的产生和积累,致使管道内径缩小,流通截面积变小,导致管道沿程阻力损失增大,流量降低,主泵出口压力升高,矿浆输送能力下降,严重影响矿浆管道输送能力^[3]。另外,管道结垢后污垢长时间附着于管道内壁还会诱发管道局部腐蚀,可能会导致管道漏失,甚至穿孔,造成破坏性事故。因此,长距离矿浆输送管道的结垢问题已成为制约宝山矿业公司铁精矿顺利输送的重要因素,对

管道进行定期除垢已成为保证安全生产的一项重要工作,需要采用清管器对管道内部进行除垢清理。

1 长距离矿浆管道现状

长距离矿浆输送管道是精矿输出的主要设备,自 2014 年 11 月投产以来总体运行平稳,运行压力随产量变化。矿浆输送管道长时间运行,现场监测主泵出口压力逐步升高,管道输送能力降低,对管道在 0 km、2 km 距离两处进行断管检查,断管处管道状况见图 1。

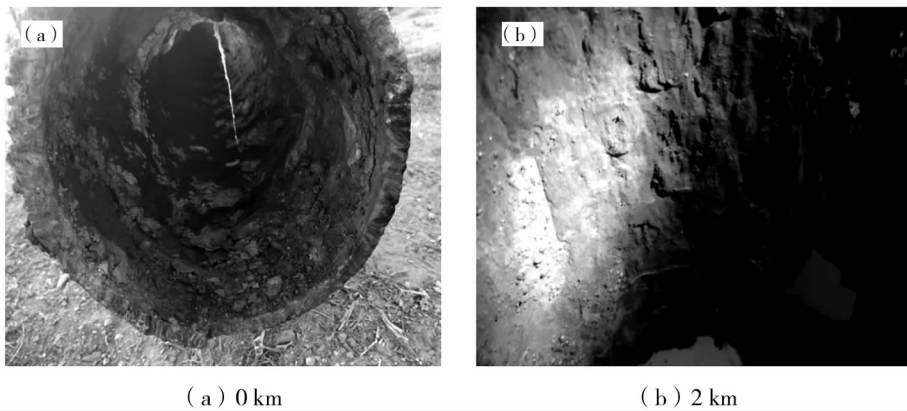


图 1 管道结垢图

如图 1 所示,在 0 km 处发现管道结垢厚 3~5 mm,且呈现不规则形状,导致长距离矿浆输送管道内径、流通面积缩小;在 2 km 处管道底部有一排直径约 1~1.5 mm 的凹坑,最大深度 2 mm,管道内部输送矿浆面不平整,导致长距离管道矿浆输送能力降低。

如表 1 所示,长距离管道长近 3.7 km,管道走向路线高度最高与最低点相差近 21 m,且管道铺设中由于地面呈不规则性降低或升高,易造成矿浆沉积,管道结垢。

2 清管设备及收发流程

2.1 清管设备

因管道结垢块状较多,且结垢不均匀,需要使用不同类型的清管器对其进行除垢清理,清管器规格和类型见表 2。

长距离矿浆管道具体参数见表 1。

表 1 长距离输送管道主要参数

项目	参数
建设时间	2013 年
管道累计长度/m	3 667.184
输送介质	铁精矿、水
外防腐类型	3PE
是否有内方付出	否
管道材质	API 5L X35
壁厚/mm	15.875
管道内径/mm	212.75
泵站起点海拔标高/m	1 617
终点海拔标高/m	1 636
地理最低点海拔标高/m	1 603.251
地理最高点海拔标高/m	1 624.117

表 2 清管器规格和特点

清管器规格	特点
Φ205 mm 软体清管器	表面光滑
Φ205 mm 软体除垢清管器	表面带钢刷
Φ209 mm 软体清管器	表面光滑
Φ209 mm 软体除垢清管器	表面带钢刷
Φ212 mm 四皮碗电子清管器	各皮碗呈不同间隔排列

由表 2 可知,采用 Φ205 mm、Φ209 mm 软体清

管器对管道内表面滞留矿块进行由浅到深清理,经对管道表面滞留矿块清理后,采用 $\Phi 205\text{ mm}$ 、 $\Phi 209\text{ mm}$ 软体除垢清管器的表面钢刷对管道内表面进行旋转刷洗, $\Phi 212\text{ mm}$ 四皮碗电子清管器利用其各皮碗呈不同间隔排列特性对管道内残留污垢进行

彻底清除。

2.2 清管收发流程

清管器收发球装置是清理长距离管道的重要组成部分,安装在管道的两端,用于接收和发送清管器,清管作业路线设计见图2。

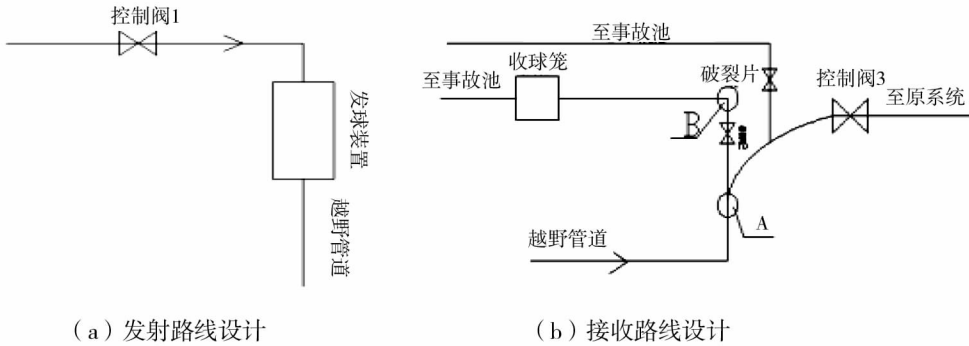


图2 清管作业路线设计图

由图2可知,5种清管器通过发射装置进入长距离矿浆输送管道,清管器清管作业结束后通过接收装置控制阀A进入收球笼,管内污垢随清管器排至事故泵池。

开始10 min之内,两种清管器在作业时,主泵出口压力呈现逐渐上升趋势,且软体除垢清管器由于表面钢刷和管道内壁摩擦力较大,较软体清管器作业时主泵出口压力大。在清管作业开始15 min之后两种清管器在作业时,主泵出口压力都呈现下降趋势,由于管道浅层次污垢被软体清管器的第一次作业清理,致使之后使用软体除垢清管器作业时的压力下降趋势较快。

3 长距离管道清管作业

3.1 $\Phi 205\text{ mm}$ 清管作业

根据清管路线设计和对管道断口监测结果,先使用直径较小的 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体清管器、 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体除垢清管器对长距离矿浆输管道进行清管作业。固定泵的频率,监测泵站主泵出口压力、管道流量及清管时间,结果见图3、图4。

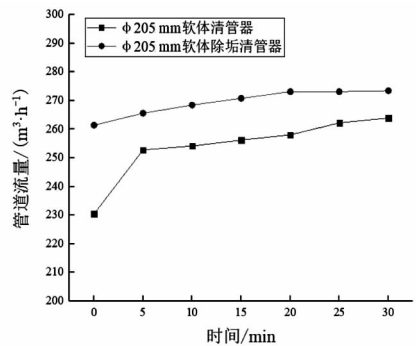


图4 管道流量随时间变化图

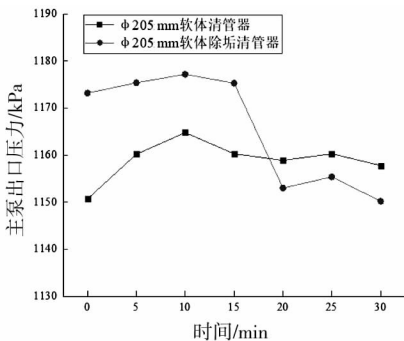


图3 泵站主泵出口压力随时间变化图

由图3可知,在使用 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体清管器开始清管时,主泵出口压力为 $1\ 150.7\text{ kPa}$,在清管作业

由图4可知,在使用 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体清管器开始时,管道流量为 $230.45\text{ m}^3/\text{h}$,管道流量随着两种清管器对管壁内测污垢的清理,管道流量随着时间呈现缓慢上升状态,经 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体清管器清管作业后管道流量可达到 $263.95\text{ m}^3/\text{h}$,经 $\Phi 205\text{ mm}$ 软体除垢清管器清管作业后管道流量相比软体清管器上

升 3.62% ,至 273.5 m³/h。

对直径为 205 mm 的两种清管器在 30 min 清管

作业中主泵出口压力、管道流量数据各 7 组进行统计得平均参数,见表 3。

表 3 Φ205 mm 清管器清管平均参数

清管器类型	泵频率/Hz		主泵出口压力 /kPa	管道出口流量 /(m ³ ·h ⁻¹)	清管时间 /min
	一级泵	二级泵			
Φ205 mm 软体清管器	42.44	46.60	1 159.00	253.99	43
Φ205 mm 软体除垢清管器	42.44	46.60	1 165.67	269.45	37
差值	0	0	-6.67	-15.46	6

在相同频率输出矿浆的条件下,使用两种相同直径、不同功能构造的 Φ205 mm 软体清管器、Φ205 mm 软体除垢清管器先后进行清管,清管过程中使用 Φ205 mm 软体除垢清管器较使用 Φ205 mm 软体清管器主泵出口压力平均值高 6.67 kPa,管道出口流量平均值高 15.46 m³/h,清管时间缩短 6 min。

3.2 Φ209 mm 清管作业

使用相同直径 Φ209 mm 软体清管器、Φ209 mm 软体除垢清管器进行清管作业,固定泵的频率,监测泵站主泵出口压力、管道流量及清管时间,结果见图 5、图 6。

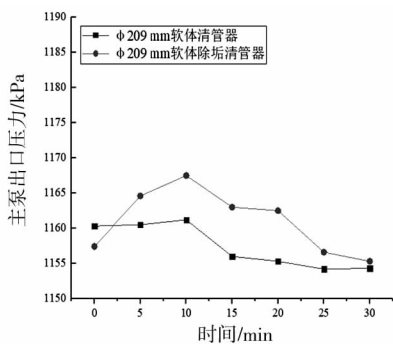


图 5 泵站主泵出口压力随时间变化图

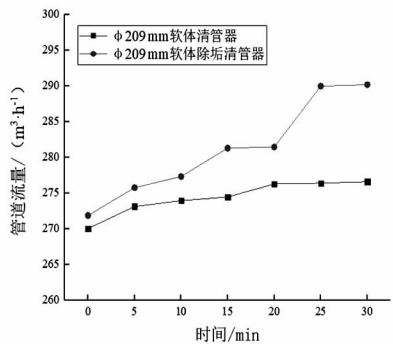


图 6 管道流量随时间变化图

由图 5 可知,在清管作业开始 10 min 之内,两种清管器在作业时,主泵出口压力与 Φ205 mm 两种清管器清管作业时相似,都呈现逐渐上升趋势,清管作业开始 10 min 之后主泵出口压力都呈现下降趋势。因 Φ209 mm 软体除垢清管器表面为钢刷的构造,经 3 min 清管作业后主泵出口压力一直高于软体清管器,经 Φ205 mm 两种清管器清管作业后,Φ209 mm 两种清管器与 Φ205 mm 清管作业相同时间节点,Φ209 mm 两种清管器主泵出口压力略微降低,清管效果良好。

由图 6 可知,随着两种清管器对管壁内测污垢的持续清理,管道流量随着时间呈现缓慢上升状态,经 Φ209 mm 软体清管器清管作业后管道流量可达到 276.6 m³/h,经 Φ209 mm 软体除垢清管器清管作业后管道流量相比软体清管器上升 4.92%,至 290.2 m³/h。

对直径为 209 mm 的两种清管器在 30 min 清管作业中主泵出口压力、管道流量数据各 7 组进行统计得平均参数,见表 4。

由表 4 可知,继 Φ205 mm 清管之后,用两种相同直径、不同功能构造的 Φ209 mm 软体清管器、Φ209 mm 软体除垢清管器先后进行清管,在相同频率输出矿浆的条件下,除垢清管器泵站主泵出口压力平均值高于软体清管器 3.59 kPa,清管后流量平均值上升 6.72 m³/h,清管时间缩短 1 min。因 Φ209 mm 清管器比 Φ205 mm 清管器相比直径大,使用 Φ205 mm、Φ209 mm 两种不同直径、相同材质的软体清管器和软体除垢清管器,在清管相同时间节点的主泵出口压力平均值略微降低,但最终管道出口流量平均值升高至 281.14 m³/h。

表4 Φ209 mm 清管器清管平均参数

清管器类型	泵频率/Hz		主泵出口压力 /kPa	管道出口流量 /(m ³ ·h ⁻¹)	清管时间 /min
	一级泵	二级泵			
Φ209 mm 软体清管器	42.44	46.60	1 157.40	274.42	38
Φ209 mm 软体除垢清管器	42.44	46.60	1 160.99	281.14	37
差值	0	0	-3.59	-6.72	1

3.3 Φ212 mm 清管作业

使用Φ212 mm 四皮碗清管器,固定泵的频率,监测泵站主泵出口压力、管道流量及清管时间,结果见图7。

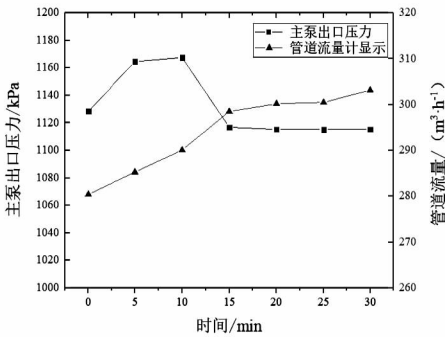


图7 主泵出口压力、管道流量随时间变化图

由图7可知,与前4次清管作业类似,在清管作业开始10 min之内,主泵出口压力呈逐步上升趋势,当清管作业超过10 min后,主泵出口压力呈下降趋势,至1 115.2 kPa后稳定,最终管道流量提高至303.13 m³/h。

对直径为212 mm的四皮碗清管器清管作业中主泵出口压力、管道流量数据各7组进行统计得平均参数,见表5。

在前4次清管之后,由表5可知,在相同频率输出矿浆的条件下,因Φ212 mm四皮碗清管器直径偏大,泵站主泵出口压力平均值为1 131.9 kPa,比前4次清管主泵出口平均压力低,管道平均流量为294.02 m³/h,相比第一次使用Φ205 mm软体清管器清管作业后泵站主泵出口压力平均值降低2.39%,管道流量平均值提高40.03 m³/h。

表5 Φ212 mm 四皮碗清管器清管平均参数

清管器类型	泵频率/Hz		主泵出口压力 /kPa	管道出口流量 /(m ³ ·h ⁻¹)	清管时间 /min
	一级泵	二级泵			
Φ212 四皮碗清管器	42.44	46.60	1 131.9	294.02	39

4 结论

(1)长距离矿浆输送管道经5种定位清管器对管道内部进行除垢清理,清管作业后,在相同矿浆输出条件下,清管后管道流量提高至303.13 m³/h,相比使用Φ205 mm软体清管器清管作业前提高31.54%,主泵出口压力与使用Φ205 mm软体清管器清管作业前相比,降低3.09%,至1 115.2kPa。

(2)通过对长距离矿浆输送管道清管作业,可以有效的提高管道输送能力,降低管道压力。

(3)除垢方法极为简单,工作量较小,投入较

小,为间断性定期清管积累了经验。

参 考 文 献

[1] 唐韶义. 白云鄂博西矿矿浆输送管道的应用[J]. 现代矿业,2018,34(2):145,148.
 [2] 李培凤. 长距离浆体输送管道除垢方法的研究与应用[J]. 金属材料与冶金工程,2014,42(3):29-32.
 [3] 陶志宾,梁福全. 某铁精矿矿浆管道清管除垢实践[J]. 现代矿业,2019,35(8):280-282.