

大比重尾矿压力输送水力计算分析

Analysis of hydraulic calculation of high density tailings transportation

张德洲(中国恩菲工程技术有限公司,北京 100038)

摘要:对尾矿压力输送水力计算经验公式和数据的研究很多,但是在高比重尾矿压力输送方面研究数据相对较少。某矿山设计采用钢管进行大比重尾矿压力输送,该项目运行后积累了一些经验数据。结合现场实测数据,对常用的计算经验公式进行了对比分析。

关键词:大比重尾矿; 压力输送; 水力计算

Abstract:There are a few formulas and data used in the hydraulic calculation of tailings transportation, whereas there are few formulas used in high density tailings. The steel pipe was used in the design of high density tailings transportation in a mine, and some data were obtained after the project put into production. Combined with the measured data, the empirical formulas in common use were compared.

Key words:high density tailings; forced transportation; hydraulic calculation

1 前言

在有色矿山尾矿输送设计中,一般尾矿(比如铜矿尾矿、镍矿尾矿、钼矿尾矿、铅锌矿尾矿等)比重在 2.5 ~ 2.7,通过多年运行经验,已经形成了用于该类型尾矿的压力输送经验公式,并积累了丰富的生产实践。随着矿山的发展,大比重尾矿输送设计也越来越多,比如渣选尾矿等。本文通过现场实测数据,对常用的计算经验公式进行对比分析。

2 某矿山尾矿输送现状

2.1 某矿山尾矿工艺条件

①选厂规模 1 500t/d,尾矿量 60.91t/h;②尾矿干矿密度 3.5t/m^3 ;③工作制度:330d/a,3 班/d,8h/班;④尾矿浆重量浓度 38.21%;⑤尾矿细度 -0.043mm 占 90%;⑥选厂标高 1 249.50m。

2.2 某矿山尾矿输送设施概况

(1)尾矿设施概况。尾矿库位于选厂南部,分 2 期施工。一期尾矿坝体为土石坝,筑坝材料从库内部开采。坝顶标高 1 250m,最大坝高为 17m,坝顶长 1 300m,上、下游坡度为 1:2 ~ 1:2.5。尾矿库筑坝总量约为 50 万 m^3 ,可形成库容约 150 万 m^3 。可满足选厂全尾矿 3 ~ 4 年的堆存要求。二期尾矿库坝体为土石坝,筑坝材料从库内部开采。筑坝高度 0 ~ 28m,坝顶标高 1 260m,坝顶长 1 907m,南侧坝体上下游坡度均为 1:2.5;东侧和西侧坝体上下游坡度为 1:2。二期尾矿库可形成库容 500 万 m^3 。可满足选厂全尾矿 10 年的堆存要求。

(2)尾矿输送管线。尾矿输送量为 60.91t/h,重量

文章编号:

1672-609X(2015)02-0024-03

中图分类号:U173.91

文献标志码:B

收稿日期:2014-02-12

修订日期:2014-02-20

作者简介:张德洲(1978-),男,甘肃天水人,高级工程师,从事尾矿及环境保护工程设计工作。

浓度 38.21%, 矿浆流量为 0.032m³/s。

尾矿库一期工程坝顶标高 1 250.0m, 选矿厂尾矿排出标高 1 252.0m, 输送距离在 100~900m, 初期可以通过自流输送, 后期采用压力输送。选矿尾矿库二期工程坝顶标高 1 260.0m, 输送距离在 500~1 500m, 必须采用压力输送。尾矿输送管线长 1.5km, 为 2 条 DN200 钢管, 地表敷设 1 300m, 架设管线 200m。

(3)尾矿砂泵输送系统。尾矿砂泵输送系统位

表 1 尾矿输送现状数据

设计内容	选厂处理量/(t/d)	长度/m	输送管线	矿浆量/(m ³ /h)	浓度/%	输送压力/MPa
数据	1 500	900	φ159 × 10 钢管	70~80	35~38	0.3~0.4

3 管道压力输送计算

压力输送水力计算的目的是为了确定输送管道的内径及相应的水力坡降。目前各国对于比较重要的矿浆输送工程,特别是对于大比重、高浓度、长距离的矿浆输送,多采用试验方法确定管径及水力坡降;对于一般的矿浆输送问题,虽可选用一些公式计算,但仍须尽量参照已有的试验资料及生产实践来综合确定输送管径及水力坡降。

3.1 利用 B. C. 克诺罗兹公式进行输送计算

在设计中,根据输送条件,例如流量、浓度、粒度、比重等,选取合适的计算方法,在尾矿(比重在 2.5~2.7)一般的输送计算中,多选取 B. C. 克诺罗兹公式。

(1)临界管径的确定,取决于一系列参数,即:

$$Q_k = f(\beta, D_L, C_d, d_p, \gamma_g)$$

式中: d_p ——尾矿加权平均粒径,mm;

Q_k ——矿浆流量,m³/s;

D_L ——临界管径,m;

C_d ——矿浆重量稠度的 100 倍;

β ——比重修正系数, $\beta = \frac{\gamma_g - 1}{1.70}$;

γ_g ——尾矿比重。

(2)水力坡降的计算:

$$I = \gamma_k I_0$$

式中: I ——输送矿浆的水力坡降,m/m;

γ_k ——矿浆比重;

I_0 ——输送与矿浆流速相等的清水的水力坡降,取决于一系列参数,即 $I_0 = f(\lambda, v_j, g, D_j)$,m/m;

D_j ——计算管径,m;

v_j ——计算流速,m/s;

g ——重力加速度,为 9.81m/s²;

于选矿厂内。尾矿泵站露天设置,内设 2 台渣浆泵(一用一备),选用 80ZS-49A 渣浆泵($Q = 130\text{m}^3/\text{h}$, $H = 75\text{m}$;配 Y280M-4 电机, $N = 90\text{kW}$);渣浆泵采用变频和防雨装置。尾矿输送泵站至一期尾矿库的输送管采用环形布置,全长 1 670m,选择 φ159 × 10 钢管。

2.3 尾矿输送系统运行数据

该矿山选矿厂将全尾矿输送至一期尾矿库已经运行了一段时间,现状数据如表 1。

λ ——钢管阻力系数。

泵站能力应分别按送往一期尾矿库和二期尾矿库两种情况进行复核。输送距离分别以 900m(一期尾矿库)和 1 400m(二期尾矿库)考虑。按上述条件,其计算结果如表 2。

表 2 利用 B. C. 克诺罗兹方法进行尾矿输送计算数据

设计内容	数据	
	输送长度按 900m 计算	输送长度按 1 500m 计算
选厂处理量/(t/d)	1 500	1 500
输送管线	φ159 × 10 钢管	φ159 × 10 钢管
矿浆量/(m ³ /h)	70~80	70~80
重量浓度/%	35~38	35~38
输送压力/MPa	0.6~0.7	1.1~1.2

由表 2 可得出以下结论。

(1)利用 B. C. 克诺罗兹方法进行大比重尾矿管道压力输送得出的结果和现场实际情况有很大差别,输送距离越远,差别越大。

(2)对大比重尾矿压力输送的计算,应慎重使用 B. C. 克诺罗兹方法。

3.2 利用杜兰德公式进行输送计算

杜兰德公式是经验公式中有代表性的公式,它是建立在下述试验范围内所获得的数据基础上的。粒径 $d = 0.2 \sim 2.5\text{mm}$; 固体重量 $\rho_s = 1.5 \sim 3.95$; 管径 $D = 40 \sim 580\text{mm}$; 体积浓度 $C_v = 2\% \sim 23\%$; 流速 $V = 0.6 \sim 6\text{m/s}$ 。其表达式为:

$$i_m = i_0 + KC_v \left[\left(\frac{V^2}{gD} \right) \left(\frac{\rho_o}{\rho_s - \rho_o} \right) \sqrt{C_D} \right]^{-1.5} i_0$$

式中: i_m ——浆体管道摩阻损失坡降;

i_0 ——清水摩阻损失坡降;

K ——系数;

C_D ——阻力系数。

本次设计中缺乏现场尾矿粒度分析和试验数

据,参数选用类似项目的试验数据进行计算,泵站能力分别按送往一期尾矿库和二期尾矿库两种情况进行复核。输送距离分别以 900m(一期尾矿库)和 1 500m(二期尾矿库)考虑。按上述条件,利用修正后的公式进行计算,结果如表 3。

表 3 利用杜兰德公式进行输送计算

设计内容	数据	
	输送长度按 900m 计算	输送长度按 1 500m 计算
选厂处理量/(t/d)	1 500	1 500
输送管线	φ159 × 10 钢管	φ159 × 10 钢管
矿浆量/(m ³ /h)	70 ~ 80	70 ~ 80
重量浓度/%	35 ~ 38	35 ~ 38
输送压力/MPa	0.37 ~ 0.40	0.6 ~ 0.7

由表 3 可得出以下结论。

(1) 利用杜兰德公式和类似矿山的试验数据进行管道压力输送得出的结果和现场实际情况较为接近。

(2) 利用现有泵站基本能满足全尾矿输送至二期尾矿库的需要。

4 结语

矿浆压力输送水力计算的目的是为了确定输送

管道的内径及相应的水力坡降。依据某矿山利用钢管进行大比重尾矿压力输送的实际数据,分析了大比重尾矿压力输送的计算,认为利用 B. C. 克诺罗兹公式进行计算与实际差别较大,应慎用,如果采用杜兰德公式和类似项目的试验数据进行计算,计算结果和实际情况较为接近。

由于本项目选厂规模小,与尾矿库距离近且初期可采用自流输送等便利条件,设计仍采用经验公式和类似项目的试验数据进行矿浆压力计算,并在设备选型中预留了输送能力。在实际生产过程中,验证了原有计算结果,并为二期工程提供了经验数据。遇到大比重尾矿输送项目,特别是距离长、高扬程的大比重尾矿输送项目,建议设计者最好采用工业试验,并参照已有类似的试验资料及生产实践来综合确定输送管径及水力坡降。

[参考文献]

- [1] 《尾矿设施设计参考资料》编写组. 尾矿设施设计参考资料[M]. 北京:冶金工业出版社,1978.
- [2] 丁宏达,等. 浆体管道输送原理和工程系统设计[M]. 北京:中国金属学会浆体输送学术委员会,1990.

(上接第 10 页)

“转借”覆盖层的方法如图 2 所示,先用长炮孔回采相邻的①、③号进路,再用短炮孔回采充填体正下方的②号进路,此时②号进路的回采条件如图 2b 所示,随着矿石的崩落与放出,斜上方 A、B 两个区域的散体可借助重力流入采空区,形成覆盖层。

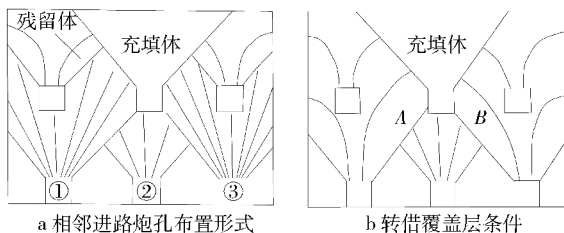


图 2 胶结充填体正下方进路转借覆盖层方法示意图

(2) 截止品位控制出矿技术。底柱采用截止品位控制出矿技术,当废石漏斗在出矿口出现时继续放出,直到达到截止出矿品位(0.5%)时,停止放矿。

3.4 应用效果

通过采用以上先进技术,矿柱回收取得了较好效果,实现了安全回采,经济技术指标明显改善。矿柱平均大块率降低到 6.5% 以下,铲运机平均出矿

效率达到 126t/台班。损失、贫化率明显降低,顶柱平均损失率为 12%,平均贫化率为 18.6%;间柱平均损失率为 19.2%,平均贫化率为 7.6%;底柱平均损失率为 15.2%,平均贫化率为 15.6%。

4 结语

针对空场嗣后充填采矿法矿柱回收过程中存在诸多技术难题,通过分析,确定了相应的先进技术,应用到生产实际后,成功解决了问题,取得了较好效果。

[参考文献]

- [1] 张金凯. 胶结充填采矿法在深部铜矿的应用[A]. 白银矿业开发科技论文集[C]. 《世界采矿快报》编辑部,1997.
- [2] 翟登社. 深部铜矿支护方法[A]. 白银矿业开发科技论文集[C]. 《世界采矿快报》编辑部,1997.
- [3] 廖美来. 爆破孔网参数的优化[J]. 世界采矿快报,2000,(5).
- [4] 解世俊. 金属矿床地下开采[M]. 北京:冶金工业出版社,1986.
- [5] 王建军. 无底柱分段崩落法的改进[J]. 有色矿山,2001,(2).