

文章编号: 1008-9934(2000)03-0232-04

吐鲁番地区化工厂钾矿浸出液 输送系统事故分析*

张亚新**

(新疆工学院 化学工程系, 新疆 乌鲁木齐 830008)

摘要:系统地分析吐鲁番地区化工厂钾矿浸出液长距离输送中出现流量不足、爆管等事故的原因, 针对特殊地形长距离液体输送系统, 通过对管阻及泵扬程计算, 提出了解决问题的最终方案。

关键词: 离心泵; 扬程; 流体输送

中图分类号: TQ022.12

文献标识码: A

An analysis on the working problems in the conveying system for potassium mineral leachate at Turpan chemical plant

ZHANG Ya-xin

(Dept. of Chemical Engineering, Xinjiang Institute of Technology, Urumqi 830008, Xinjiang, China)

Abstract: The working problems of flow inadequacy and pipe cracking in the long distance conveying system for potassium containing mineral leachate at Turpan chemical plant were analyzed in detail. In considering the unusual geographic feature as well as the long distance of transportation and on the basis of pipe resistance and pump power calculation, a solution package for these problems was raised and carried out.

Key Words: centrifugal pump; pump head fluid conveyance

0 引 言

吐鲁番地区化工厂以生产化肥硝酸钾为主, 目前已具备 15 000 t/年规模。近些年来, 由于钾矿原料短缺, 该厂于 1997 年 5 月在善鄯县以南 300 km (罗布泊内大洼地) 建立钾矿基地。将当地富含 KNO_3 的钾矿石粗破碎后, 堆浸喷淋, 喷淋液为当地自产卤水 (主成份为 $NaCl$ 、 Na_2SO_4)。由于浸取液含 KNO_3 浓度较低, 为降低输送成本, 将此时的初浸取液经泵输送到 6

* 收稿日期: 1999-10-07

** 作者简介: 张亚新(1964-), 男, 新疆工学院副教授。

km 以外的复晒池复晒,直到达较高波美度时再由车辆送到厂区。

1 原输送系统及存在问题

在由初浸出池向复晒池输送过程中,考虑到矿区地质结构复杂,输送距离较长(约6 000 m),输送环境较差,(露天排管输送,早晚温差大),同时又要便于安装,节约费用,原输送系统采用了两泵分段输送。输送地形实测图及原输送系统见图 1 所示

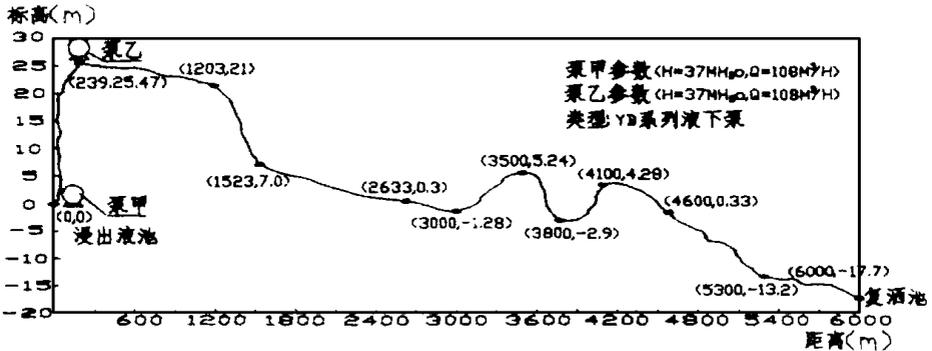


图 1 输送现场地形及原输送系统示意图

图中甲乙两泵均为液下泵。泵甲位于浸出液池,泵乙位于距甲 300 m 处,管线均采用低密高压聚乙烯管。

此系统在实际运行中,基本无法实现正常输送,归纳起来,主要问题如下:

- (1) 终点流量无法达到要求:按生产规模 15 000 t/a 计,要求进入复晒池终点流量应达到 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 。实测发现:泵甲出口流量为 $10 \text{ m}^3/\text{h}$,泵乙终点流量 $0.5 \sim 1 \text{ m}^3/\text{h}$,有时甚至中断。
- (2) 输送管线(低密聚乙烯管 $\Phi 110\text{mm}$)经常爆管:爆管在海拔标高较低处易发生。爆管严重时,管被炸至 20 m 远处。爆管处常有盐析现象,分析证明,主要是卤水中各种杂盐, KNO_3 含量很低。
- (3) 管线联接采用翻边法兰联接,实际工作时,翻边处频繁断裂。

2 输送中主要问题的分析及计算

2.1 流量不足及中断现象分析

流量不足,主要是泵扬程不足引起,由于输送地形复杂,应对输送系统做阻力计算,以确定泵的扬程。分别对泵甲、泵乙输送段两端面列柏努力方程,计算结果见表 1、表 2。

由计算结果不难看出,原设计中选泵甲($Q = 108 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 37 \text{ mH}_2\text{O}$ 柱,以水为介质)折成实际输送液体,相当输送扬程为 27.4 m,未能达到所需 31.27 m 液柱。泵乙($H = 37 \text{ mH}_2\text{O}$,以水为介质)提供扬程,折成实际液体后比所需 66.83 m 液柱少的更多。原选泵扬程的严重不足,是造成流量不足的关键原因。

表1 计算原始数据

输送料液参数	组成 密度 粘度	NaCl, Na ₂ SO ₄ , KNO ₃ P = 1 350 kg/m ³ $\mu = 2$ (CP) (取 25% 盐水)
管路系统参数	材质 承压 管径 管长	低密高压聚乙烯管 (GB 1930- 93) P _{max} = 6 kg/cm ² Do = 110 mm $\delta = 8$ mm Di = 94 mm L = 6 000 m
要求流量	流量 流速	Q = 30 m ³ /h U = 1.2 m/s

表2 计算结果(按实际输送液体计)

流动阻力(米液柱)		泵所需扬程(米液柱)		泵所需功率(kW)	
全程阻力	Σh_f 总 = 116	甲泵	31.27	甲泵	5.7
泵甲段阻力	Σh_f 甲 = 5.8				
泵乙段阻力	Σh_f 乙 = 110	乙泵	66.83	乙泵	12.3

2.2 爆管现象分析

根据现场爆管的规律及特点,经分析,造成爆管的原因有以下几点:

(1) 因为泵出口处压力能最大,而在此处从无爆管现象发生,故爆管不是因为管内压力过大引起的。

(2) 盐锤现象:由于输送中,漫出池底部有大量杂盐沉淀,而采用液下泵吸液时,由于液位下降,泵口提升不及时,很易吸入这些杂质颗粒。这些被吸入的杂质颗粒在输送管道中缓慢沉积,由坡顶向下流动时,形成较大动能,对凹底处管道冲击力极大,形成盐锤现象。同时,由于管路排气不尽及密封不严,管内有明显可见的气团随液体流动,由上向下流动时,对凹底也有气锤的作用。盐锤与气锤的交互冲击,使管凹底处(特别是法兰联接处)受到较大的交变冲击力,对管道造成疲劳破坏,使管道抗压、抗拉强度下降,引起爆管。

(3) 管道材质性能变化的影响

原系统采用聚乙烯管,此管的制造按 GB1930- 93 规范,该管的耐压性能随管温的波动变化很大,查 GB1930- 93 可知,常温下($T < 20$)耐压达 6 kgf/cm^2 ,当管温 $T > 35$ 时,耐压降低到 $(1/2) \times 6 = 3 \text{ kgf/cm}^2$,由于工作现场管道外露,加上早晚温差极大,中午达 40 以上,夜晚在 10 左右,故引起管的耐压性能下降。这也是引起爆管的重要原因。

(4) 管道翻边联接处应力集中的影响

原设计中,管道联接采用翻边法兰,翻边角达 90° ;在直角折边处会有应力集中现象。未采用有效的应力集中消除手段,使翻边处应力过大而破裂。

3 解决输送系统问题的几点建议

(1) 由于地形复杂,采用等高架管输送耗资巨大,仍可按现有排管方式。为防止温度上升对管性能的影响,可将管适当下埋,如有条件,可采用硬聚乙烯管输送。

(2) 为克服原输送系统中泵扬程不足,采取如下措施:①泵类型由原 YB 系列液下泵改为

IS 系列泵。②整个系统可分三段输送。在原有设泵处只做泵型更换。在 3 000 m 处,由于其后有二个峰谷地形。故再设一台泵。类型与更换后甲、乙泵相同。经计算、甲、乙、丙三泵均采用 IS100-80-160 卧式离心泵,建议改进后输送系统见图 2。

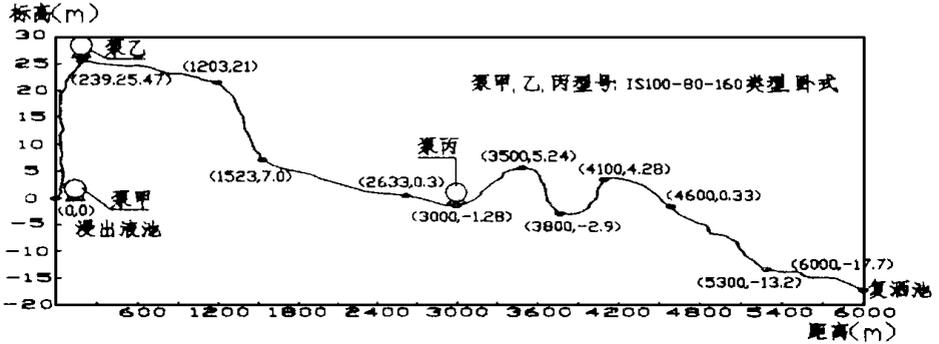


图 2 建议改进后输送系统示意图

(3) 为防止管内积气,增加流动阻力,整条管线在标高相对较高处(如 239 m、1 200 m、3 500 m、4 100 m 等)设若干个放空阀,定时全程排气。

(4) 由于选用 IS 卧式泵,应防止各泵吸液口杂盐固体颗粒吸入,对泵造成磨损及对管道的盐锤。在每台泵吸入口前设溢流——贮液池,让待输送液在溢流池中沉去固体颗粒,清液进贮液池,与泵吸入口联通。

(5) 尽可能改变管的联接方式,由现行的翻边法兰改为活套式内衬钢管过渡联接,以降低翻边造成的局部应力较大的缺点。

参考文献:

- [1] 王志魁.化工原理[M].北京:化学工业出版社,1995.
[2] 高慎琴.化工机器[M].北京:化学工业出版社,1994.

(本文审稿:罗金生教授;责任编辑:陈 勇)