

双模硫化机管路损坏原因分析及改善措施

孙怀建, 范守云, 余仕平, 彭永红

(安徽佳通轮胎有限公司, 安徽 合肥 231202)

摘要: 总结分析出双模硫化机地沟支管道的短期损坏原因是由高速水流冲刷造成的。介绍了本公司采取的几种改善措施, 即在每根通向硫化地沟支管道的阀门前端增加 1 个缓冲罐, 调整硫化热水回收时间, 在冷却水、动力水、抽真空排水、总排水的回水管道中增设 1 个倒 U 形弯头, 取得了成效。以 LL-B1320/2895 ×2 双模硫化机为例, 改进后每次多回收平均温度为 120 °C 的热水 93.4 kg, 每天硫化 22 次, 可减少热量损失 6.07×10^5 kJ, 折合压力为 1.5 MPa 的蒸汽 217 kg, 折合 17.36 元, 一年运行 300 天, 1 台双模硫化机一年仅靠增加热水回收量一项就可使生产成本减少 5 208 元。

关键词: 双模硫化机; 硫化地沟; 管道

中图分类号: TQ330.4+7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2000)02-0089-05

凡是轮胎生产厂, 都会遇到硫化机地沟支管道的损坏问题。支管道的损坏会造成硫化动力水和冷却水大量泄漏, 使得工厂整条生产线上的硫化机不得不停机以更换泄漏的支管道。更换支管道的周期少则 1 年, 多则 3 年, 既影响设备效能的发挥, 又浪费大量人力和费用。因此, 各个轮胎生产厂都在寻求延长硫化机地沟支管道使用寿命的方法。

1 支管道损坏原因分析

参加过硫化机地沟管路检修的人都知道, 易于频繁损坏的地沟管道有 4 种: 动力水回管道、冷却水回管道、抽真空排水管道和总排水管道。除此之外, 地沟内的其它管道使用寿命都在 10 年以上, 除非该管路系统的水质处理或热水系统的除氧达不到要求, 一般对它们都不经常进行检修(这种特例不在本课题讨论范围之内)。

在现场观察不难发现, 管道的损坏部位均位于硫化机各排水管与地沟支管接口处的对面一侧(见图 1), 原因是从排水管排出的水, 其高速水流冲刷着支管内壁, 时间一久, 管壁就被冲刷出一个个窟窿, 而且它们会越来越大。

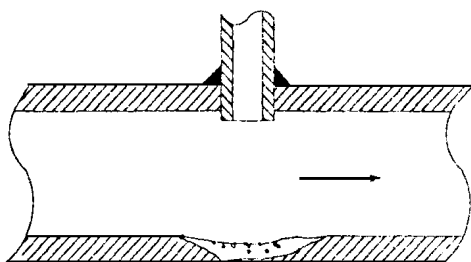


图 1 管道损坏部位示意

从流体力学角度看, 由排水管流向地沟支管的高速水流是由双模硫化机进、出水口之间的压力差形成的。按轮胎硫化工艺要求, 冷却水的压力为 2.2 MPa 左右, 动力水的压力为 2.0 MPa 左右, 而地沟冷却水、动力水排水管一般都设计成常压, 这样就形成了 2.0 MPa 左右压差。为稳定此压差和调节水量, 在双模硫化机的冷却水排水管路上都装有阻尼孔板(见图 2), 孔板的孔径按不同型号硫化机分别为: LL-

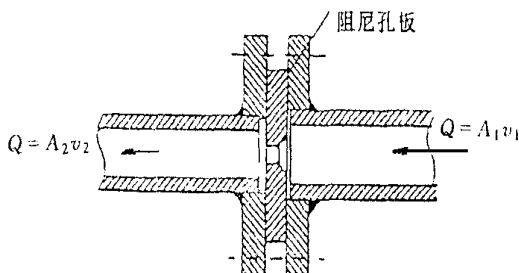


图 2 阻尼孔板装配示意

B1050/1370 ×2 6.5 mm; LL-B1320/2895 ×2 9 mm; LL-B1525/4220 ×2 9 mm; LL-B1900/699 12 mm。

根据《机械设计手册》阻尼长孔的流量公式和流体的连续性方程可求出冷却水的流量和流速:

$$Q = C_q A_0 \sqrt{2\Delta P / \rho} \quad (1)$$

式中 Q ——流量, $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;

C_q ——长孔及管嘴流量因数, $C_q = 0.82$;

A_0 ——阻尼孔面积, m^2 ;

ΔP ——压力差, Pa, 冷却水 $\Delta P = 2.2 \times 10^6$ Pa;

ρ ——流体密度, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
 $\rho = 1\,000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。

$$Q = v_1 A_1 = v_2 A_2 = \text{常数} \quad (2)$$

式中 v_1, v_2 ——任意两断面的平均流速, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;

A_1, A_2 ——任意两断面面积, m^2 。

由式(1)和(2)得

$$v_2 A_2 = C_q A_2 \sqrt{2\Delta P / \rho}$$

$$\text{即} \quad v_2 = C_q \sqrt{2\Delta P / \rho} \quad (3)$$

将上述阻尼孔板孔径参数数据分别代入式(1)和(3)联解得出如表1所列的一组数据,这组数据表现出每台硫化机向地沟支回水管道排水的情况。从表1可以看出,冲击地沟主管道的水流速度竟高达 $54.39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,而且它与阻尼孔板孔径大小无关。

表1 不同型号硫化机主地沟冷却水
排水管冷却水流量和流速

硫化机型号	冷却水流量/ 冷却水流速/	
	($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)	($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
LL-B1050/1370 ×2	0.001 8	54.39
LL-B1320/2895 ×2	0.003 5	54.39
LL-B1525/4220 ×2	0.003 5	54.39
LL-B1900/699	0.006 1	54.39

知道了冷却水流量和流速,再依据动量公式,就可以知道每根冷却水排水管口对硫化机地沟主管道冲击力的大小。

$$\sum \bar{F} = \rho Q (\bar{v}_2 - \bar{v}_1) \quad (4)$$

式中 $\sum \bar{F}$ ——作用于流体段的所有外力, N。

根据《石油化工装置工艺管道安装设计手册》,选择回水管道内的冷却水流速为 $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,即可算出不同型号双模硫化机冷却水排水时对地沟主管道的冲击力: LL-B1050/1370 ×2 92.5 N; LL-B1320/2895 ×2 179.9 N; LL-B1525/4220 ×2 179.9 N; LL-B1900/699 313.5 N。

从以上数据可以看出,硫化机地沟管道的早期损坏是由高速水流的冲刷造成的。

在调查中还发现,由于双模硫化机胶囊的氧化,在冷却水中产生了许多橡胶微粒,这些微粒在高速水流的作用下加快了对管道的冲刷损坏。如果管道系统的回水过滤装置不良,水中的橡胶微粒和铁锈的含量就会不断增大,最终导致出现恶性后果:对管的冲刷和腐蚀程度大大增加(对此问题本课题未作讨论)。

2 延长主管道寿命方法的比较

通过以上分析计算,可进一步认识到高速水流冲蚀管道的危害程度。目前国内几家轮胎厂所采用的延长主管道寿命的方法有:(1)排水管倾斜接入主管;(2)排水管末端增加1个 90° 弯头;(3)在(2)法基础上在管道下端再焊1块护板。

(1) 排水管倾斜接入主管

排水管倾斜接入主管方法(见图3)意在降低垂直于管壁的分力 F_y 。

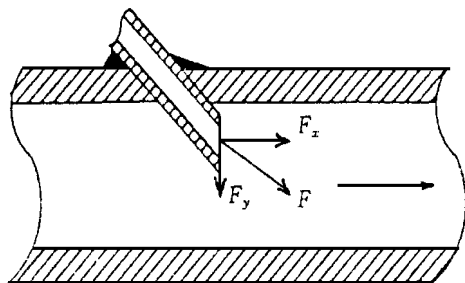


图3 排水管倾斜接入主管示意

F —出水口冲击力; F_x — F 平行于水流方向的分力;

F_y — F 垂直于管壁方向的分力

(2) 排水管末端增加1个 90° 弯头

排水管末端增加1个 90° 弯头(见图4)的

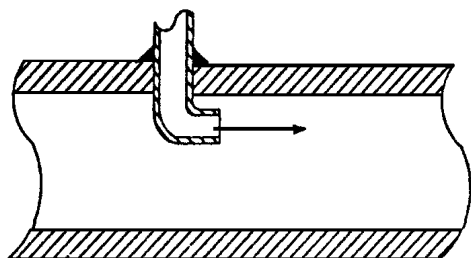


图4 排水管末端增加1个90°弯头示意

管道使用寿命比用第1种方法处理长,效果明显,但使用一年多时间后,弯头部位下端开始被冲破,其后水流就直接冲蚀管道。

(3)在(2)法基础上再从管道下端焊1块护板

采用如图5所示这种方法后,支管道的使用寿命一般能达3年左右。

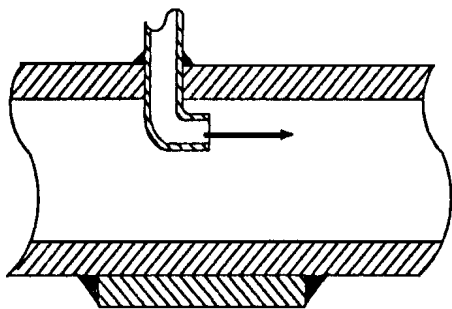


图5 在管道下端再焊1块护板方法示意

从以上比较看,目前几家轮胎厂所采用的这几种延长主管道使用寿命的方法仍然解决不了在二三年内就需更换一次地沟支管道的问题。

3 在管道设计上采取的措施

既然支管道的冲蚀是高速水流造成的,那么问题的关键就是如何消耗掉高速水流的功能而不让其冲蚀硫化机地沟支管道。为此,采取了以下几种措施。

(1)在每一根通向硫化机地沟支管道的阀门前端增加1个缓冲罐(见图6)

缓冲罐罐体材料可选用 $\Phi 108\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ 的厚壁无缝钢管,罐体长 200 mm,两端焊 5 mm 厚的钢板(见图7)。硫化排水时,高速水流首先冲击缓冲罐壁,打在罐上向四周飞溅,在缓冲罐上部飞溅几次动能消耗后落在缓冲罐底

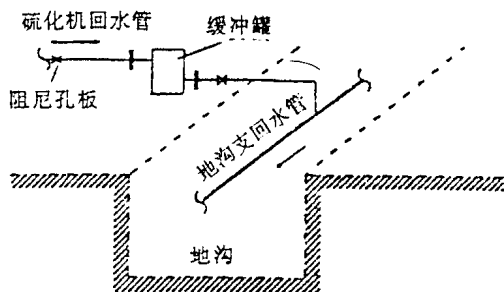


图6 缓冲罐装配示意

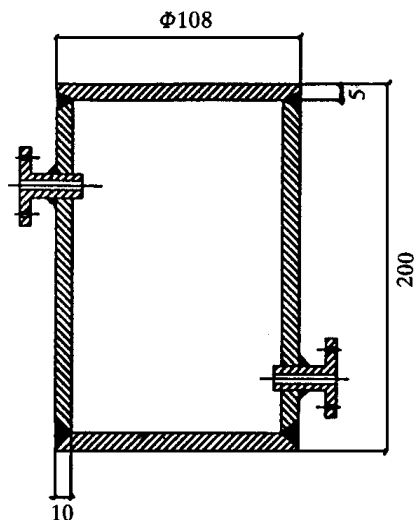


图7 缓冲罐断面图

部,在重力的作用下,缓缓流向地沟支管。这样即把原先冲刷地沟支管的高速水流转移到缓冲罐上。这种缓冲罐成本较低,至少可用 3~4 年,且易于更换,即只要关闭单台硫化机进地沟支管的阀门,拆卸螺栓,10~20 min 就可以换好。

(2)调整硫化热水回收时间

采用缓冲罐后,虽从根本上解决了动力水排水、抽真空排水、总排水管排水高速水流对地沟支管的冲刷问题,但解决不了冷却水排水高速水流对地沟支管的冲刷问题。

在 LL-B1320/2895 $\times 2$ 双模硫化机排水管道上安装缓冲罐后的试验过程中,我们发现在轮胎硫化程序热水回收结束后进冷却水时,前 1 分多钟排出的冷却水仍然以高速流冲刷着地沟支管,而 1 分多钟后才变成缓缓的水流,经分析后认为是二次蒸汽造成的。

在轮胎硫化程序中有一个热水回收程序,

设置这个热水回收程序的目的是将硫化胶囊中的 170~190℃ 热水回收到热水除氧装置的补水罐中,以节省能源。然而,无论硫化工艺采用的是蒸汽推热水,还是直接采用冷却水推热水,一般都不能将胶囊中的热水回收干净,况且胶囊本身还带有很大热量。因此,在热水回收程序结束后,冷却水进入胶囊后很快又升温,变成 120~140℃ 的热水,在热水从冷却水排水管排向硫化机地沟支管的过程中,其压力从约 2.0 MPa 降至常压,这必然要产生二次蒸发,形成蒸汽。

查《石油化工装置工艺管道安装设计手册》可知,当热水压力从 2.0 MPa 降至常压时,每千克热水可产生 0.22 kg 左右的蒸汽;查《机械工厂节能设计及使用手册》可知,120~140℃ 热水对应的饱和蒸汽的压力为 0.20~0.35 MPa(绝压)。

为了进一步弄清由二次蒸发引起的汽液混合高速流,在 LL-B1320/2895 ×2 双模硫化机冷却水回管道上装上压力表(见图 8)又做了一项试验。当冷却水循环刚开始时,1# 缓冲罐压力表显示 0.2 MPa(表压),2# 缓冲罐压力表显示 0.07 MPa(表压),此时排水口水流速度仍很高。经过约 70 s 后,两压力表显示慢慢都回到零,同时排水口水流趋于平缓。

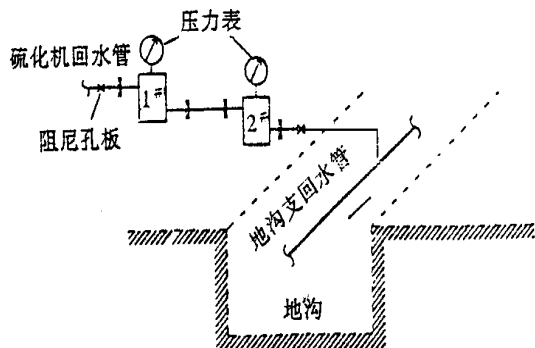


图8 压力表装配示意

根据这项试验,我们调整了硫化工艺,将 LL-B1320/2895 ×2 双模硫化机热水回收的时间由 1 min 改为 2 min,这样使得冷却水循环的初始温度由调整前的 140℃ 降到 100℃ 左右,由于排水温度降低了,二次蒸发造成的蒸汽量大为减小,因此冷却水经过 1 个缓冲罐后,水流

的动能基本耗尽,缓冲罐主水口不再出现湍急的水流。据此,我们分别对其它几种型号双模硫化机的热水回收时间进行了调整。

(3) 增设倒 U 形弯头

在双模硫化机冷却水、动力水、抽真空排水、总排水的回水管道中增设 1 个倒 U 形弯头(见图 9),倒 U 形弯头的管顶最高点高于地沟支回水管最末端的管顶高度,其目的是使地沟支回水管始终充满水,同时也不影响管路系统正常的重力回水运行方式。因为缓冲罐到地沟支回水管的高度差为 1 m 左右,即使回水的动能在缓冲罐中消耗完,在重力的作用下,回水从截面 1 流到截面 2 时仍形成一个流速,根据《供暖通风设计手册》可计算出截面 2 处的最小流速:

$$v_2 = \sqrt{2gh} \quad (5)$$

式中 v_2 ——截面 2 处回水流速, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;

h ——缓冲罐出水口到地沟支回水管的高度, m , $h = 1 \text{ m}$;

g ——重力加速度, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ 。

解式(5),得 $v_2 = 4.47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

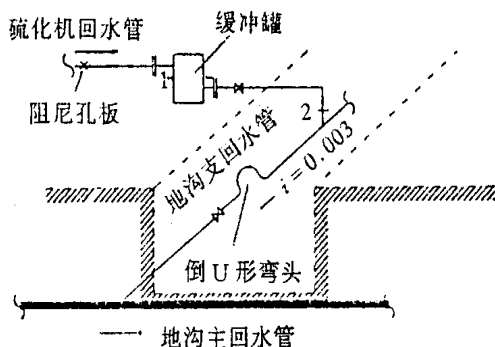


图9 倒 U 形弯头装配示意

由于地沟支回水管中充满了水,从而缓解了这流速为 $4.47 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的水流对管壁的冲击。

4 结语

通过上述 3 项改善措施,取得了成效,在延长硫化管道使用寿命的同时,由于调整了硫化热水回收时间,使热能损耗得以减少。以 LL-B1320/2895 ×2 双模硫化机为例:与原硫化工艺相比,改进后每次可多回收平均温度为 120℃ 的热水 93.4 kg,每天硫化 22 次,可减少热量

损失 6.07×10^5 kJ ,折合压力为 1.5 MPa 的蒸汽 217 kg ,以每吨蒸汽为 80 元计算 ,折合 17.36 元 ,一年运行 300 天 ,1 台双模硫化机一年仅靠增加热水回收量一项就可使生产成本减少 5 208 元。如果再加上节省的管道维修费用和增加的开机率 ,实施这 3 种改善硫化管道的措施后节省的费用更为可观。

收稿日期 :1999-09-07

Causes of twin press pipeline failure and their precautions

SUN Huai-jian , FAN Shou-yun , YU Shi-ping , PENG Yong-hong
(Anhui Jiatong Tire Co. , Ltd. ,Hefei 231202)

Abstract :It is concluded from the analysis that the premature failure of the by-pass for twin press underground pipeline is caused by the rush of high speed water flow. Some effective precautions include :a) adding a buffer tank in front of every valve to the by-pass for twin press underground pipeline ;b) adjusting the recycling time of hot curing water ;and c) adding a reverse U-shape elbow in the back water pipe for cooling water ,hydraulic water ,vacuum pumping water and main drain. Taking LL-B1320/ 2895 ×2 twin press as example ,93.4 kg more of hot water at 120 are recycled in every curing cycle of a press after the modification ,i. e. 5 208 RMB yuan a⁻¹are saved.

Keywords :twin press ;underground pipeline ;by-pass

美国和加拿大 1998 年以来的扩建项目

中图分类号 :TQ336.1 文献标识码 :D

项 目	投资额/ 万美元	完成日期
固特异	17 600	
艾伯塔 ,梅迪辛哈特 ,斜交备用轮胎	750	2000 年
堪萨斯 ,托皮卡 ,载重轮胎	1 500	2000 年
弗吉尼亚 ,丹维尔 ,载重轮胎	11 300	1998 ~ 2003 年
安大略 ,纳伯尼 ,轻型载重轮胎	1 200	2000 年
田纳西 ,尤宁城 ,轻型载重轮胎	2 800	2000 年
普利司通/ 费尔斯通	58 000	
南卡罗来纳 ,艾肯 (新厂) ,轿车轮胎	43 500	1999 年
田纳西 ,沃伦 ,载重轮胎	8 000	1999 年
田纳西 ,克拉克斯维尔 ,钢帘线	6 500	2001 年
米其林北美	71 900	
新斯科舍 ,沃特维尔 ,载重轮胎	5 700	2000 年
俄克拉荷马 ,阿德莫尔 ,轿车轮胎	2 000	1999 年
新斯科舍 ,格兰顿 ,炼胶	5 240	2000 年
南卡罗来纳 ,列克星敦 ,工程机械轮胎	28 000	1998 年
南卡罗来纳 ,安德森 ,炼胶/ 轮胎部件	13 000	1999 ~ 2000 年
南卡罗来纳 ,格林维尔 ,轮胎模型和轻型载重轮胎	9 000	1999 ~ 2004 年
南卡罗来纳 ,列克星敦 ,轿车、轻型载重和大型轮胎	6 000	1999 ~ 2004 年
南卡罗来纳 ,斯帕坦堡 ,载重轮胎/ 翻胎	3 000	1999 ~ 2004 年
大陆通用	7 200	
伊利诺斯 ,芒特弗农 ,载重轮胎	3 200	1999 年
南卡罗来纳 ,夏洛特 ,轿车和轻型载重轮胎	4 000	1998 年