

齿轮泵在炭黑生产中输送 BS 溶液的应用效果分析

郝之勇, 张勇

(山东奥瑟亚建阳炭黑有限公司, 山东 薛城 277000)

摘要: 本文通过实践应用分析, 验证了在炭黑生产中使用齿轮泵替换螺杆泵输送 BS 溶液, 可以使炭黑造粒控制更加稳定, 且运行过程中故障率低、压力波动小、更节能。

关键词: 炭黑; 齿轮泵; BS 溶液; 炭黑造粒控制

中图分类号: TQ330.381

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2024)02-0054-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2024.02.013

0 前言

炭黑生产过程中, 为方便炭黑运输和储存, 需将粉末炭黑制成粒子炭黑。BS 就是粉末炭黑制粒过程需要添加的重要原料, BS 溶液输送的稳定性直接影响制粒效果和产品质量。

某炭黑生产企业原用螺杆泵输送 BS 溶液。但由于 BS 溶液杂质较多, 黏度较高, 回流较大, 螺杆泵在使用过程易产生气穴和噪声。而液体温度升高甚至有可能导致螺杆泵泵变形损坏。

2018 年初, 某炭黑生产企业将螺杆泵更换为了齿轮泵。自使用齿轮泵以来, 泵的出口压力非常稳定, 没有发生异响、振动或机封世露的现象, 提高了炭黑造粒工段的稳定性, 而且还节省了 80% 的用电。本文通过实践应用, 对炭黑生产中使用齿轮泵输送 BS 溶液, 使炭黑制粒控制稳定, 运行过程中故障率低、压力波动小、节能等方面进行分析。

1 BS 溶液的性质指标

BS 溶液, 也叫木质素溶液, 是由三种醇单体 (对香豆醇、松柏醇、芥子醇) 形成的一种复杂酚类聚合物, 是一种非危险化学品, 主要成份为木质素磺酸钠。它是一种棕褐色黏性液体, 无特殊异味, 无毒, 表面无杂质, 易溶于水和碱液, 长期密封储存时性质稳定不分解, 利用槽罐车或吨桶包装运输。溶流木质素的性质指标如表 1 所示。

炭黑生产制造中作为黏结剂使用的木质素溶液,

是在通用木质素磺酸钠的基础上经过特殊工艺精制而成。

表 1 液体木质素的性质指标

序号	项目	单位	指标	备注
1	固含量	%	≥ 55	
2	PH 值		6±1.5	
3	灰分	%	≤ 5	
4	还原糖	%	≥ 53	
5	水不溶物	%	≤ 0.2	
6	325 目筛余物	ppm	≤ 5	
7	比重		1.295±0.015	

2 齿轮泵的工作原理

齿轮泵, 也叫正排量装置, 它是由两个尺寸相同的齿轮在一个紧密配合的壳体内相互啮合旋转, 这个壳体的内部类似“8”字形, 齿轮的外径及两侧与壳体紧密配合。液体物料从吸入口进入两个齿轮中间, 并充满这一空间, 随着齿的旋转沿壳体运动, 最后在两齿啮合时排出。

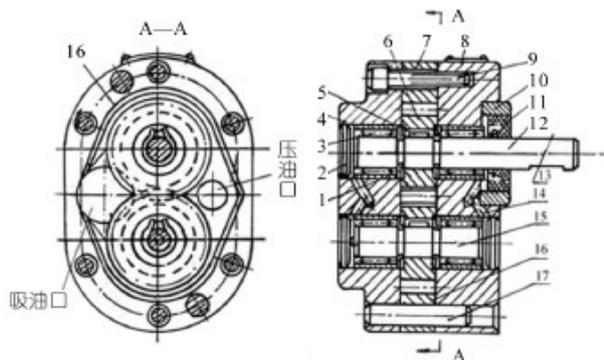
2.1 齿轮泵工作原理

齿轮泵的结构主要是由泵盖和泵体, 以及泵体内装有一对齿数相同、宽度和泵体接近而又互相啮合的齿轮组成。这对齿轮与两端盖和泵体形成一密封腔, 并由齿轮的齿顶和啮合线把密封腔划分为两部分, 即吸油腔和压油腔。两齿轮分别用键固定在由滚针轴承支承的主动轴和从动轴上, 主动轴由电动机带动旋转。

作者简介: 郝之勇 (1978-), 男, 工程师, 本科, 主要从事炭黑安全生产和管理方面的研究工作。

收稿日期: 2023-06-28

齿轮泵的结构见图 1 所示,当齿轮泵的主动齿轮由电动机带动不断旋转时,齿轮泵吸入腔齿轮脱离啮合,齿轮的轮齿退出齿间,使密封容积增大,形成局部真空,油箱中的液体物料在外界大气压的作用下,经吸入管路、吸入腔进入齿间。随着齿轮的旋转,吸入齿间的液体物料被带到另一侧,进入压出腔。这时轮齿进入啮合,使密封容积逐渐减小,齿间部分的液体物料被挤出,形成了齿轮泵的泵出过程,这就是齿轮泵的工作原理。为了保证齿轮灵活转动,同时又要保证泄露量最小,在齿轮端面 and 泵盖之间应有适当间隙(轴向间隙),对小流量泵轴向间隙为 0.025~0.04 mm,大流量泵为 0.04~0.06 mm。齿顶和泵体内表面间的间隙(径向间隙),由于密封带长,同时齿顶线速度形成的剪切流动又和液体物料泄露方向相反,故对泄露的影响较小。这里要考虑的问题是:当齿轮受到不平衡的径向力后,应避免齿顶和泵体内壁相碰,所以径向间隙就可稍大,一般取 0.13~0.16 mm。



1—轴承外环;2—堵头;3—滚子;4—后泵盖;5—键;
6—齿轮;7—泵体;8—前泵盖;9—螺钉;10—压环;11—密封环;
12—主动轴;13—键;14—泻油孔;15—从动轴;16—泻油槽;
17—定位销

图 1 齿轮泵的结构

2.2 齿轮泵的工作特点

(1) 优点:结构简单紧凑、体积小、质量轻、工艺性好、价格便宜、自吸力强、对油液污染不敏感、转速范围大、能耐冲击性负载,维护方便、工作可靠。

(2) 缺点:径向力不平衡、流动脉动大、噪声大、效率低,零件的互换性差,磨损后不易修复,不能做变量泵用。

3 BS 溶液配比及泵送工艺流程

3.1 BS 溶液配比

BS 溶液配制参数设定见表 2。

(1) 外购液体木质素(原液)利用槽罐车运输到

达卸车位,通过液体木质素卸料泵(P-108D)将液体木质素卸到木质素原液罐(T-403)中储存待用。

(2) 根据炭黑生产造粒工艺要求,需要利用木质素原液罐(T-403)的木质素原液和水进行调配,配制成适合生产不同炭黑牌号需要的木质素溶液,再将配制好的木质素溶液泵送到造粒机中,与粉状炭黑混合,从而实现炭黑造粒过程。从木质素原液罐(T-403)到木质素溶液罐(T-404、T-405)实施布置。

(3) 打开木质素配制原液输送泵(P-403A/B,一用一备,下同)前后阀门,关闭排液管及排气阀门。

(4) 在现场启动木质素配制原液输送泵(P-403A/B),先用于木质素原液罐(T-403)进行循环操作。

(5) 把各个设备的设定值按照以下数值进行设定,从手动模式转换到自动模式后,用木质素溶液罐(T-404、T-405)进行操作,把水和木质素原液进行混合。

表 2 BS 溶液配制参数设定表

项目编号	设定数值	比率	备注
FT-4041	40 kg/h	0.1	木质素原液
FT-4042	360 kg/h	0.9	水
PT-4033	$\geq 3.5 \text{ kg/cm}^2$	-	T-404 木质素溶液罐回流压力指示
PT-4053	$\geq 3.5 \text{ kg/cm}^2$	-	T-405 木质素溶液罐回流压力指示
LT-4045	高液位 1 800 mm	-	T-404 木质素溶液罐液位指示
LT-4055	高液位 1 800 mm	-	T-405 木质素溶液罐液位指示
TE-4044	$70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	-	T-404 木质素溶液罐温度指示
TE-4054	$70 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$	-	T-405 木质素溶液罐温度指示

(6) 在自动模式下流量稳定的话,按以上数值设定水和木质素原液的比例后,从自动模式转换至级联模式。

(7) 启动木质素溶液罐搅拌器(A-404、A-405),开启搅拌。

3.2 BS 溶液泵送(齿轮泵, P-404A/B, P-405A/B)

3.2.1 运行前巡检

(1) 启动前确认 BS 溶液输送泵(P-404A/B, P-405A/B, 一用一备,下同)进口阀门是否打开,并确认木质素溶液罐(T-404、T-405)底部排污阀是否关闭。

(2) 关闭向炭黑制造生产线方向的泵头出口阀门。

(3) 通过 DCS 控制系统对压力控制阀(PIC-4043)进行控制,确保其在手动模式下保持 50% 左右的开度。

3.2.2 启动

(1) 按照作业顺序启动动 BS 溶液输送泵(P-404A/B, P-405A/B)。

(2) 压力控制器 PIC-4043 在压力稳定后, 可以将其操作模式转换至自动模式。

(3) 打开流向炭黑制造生产线方向的泵头阀门, 将 BS 溶液输送至不同炭黑制造生产线的造粒机中, BS 溶液与同时进入造粒机的粉状炭黑混合, 实现对炭黑粉尘的造粒成型。

(4) 为了保证对粉状炭黑的造粒成型效果, 需要

保证 BS 溶液进入造粒机时的流量、压力等参数的稳定。

3.2.3 停止

停止与造粒机的同时操作。

BS 溶液配比及泵送工艺流程见图 2。

P:108D- 液体木质素卸料泵

P-404A/B:1 号炭黑生产线木质素溶液输送泵

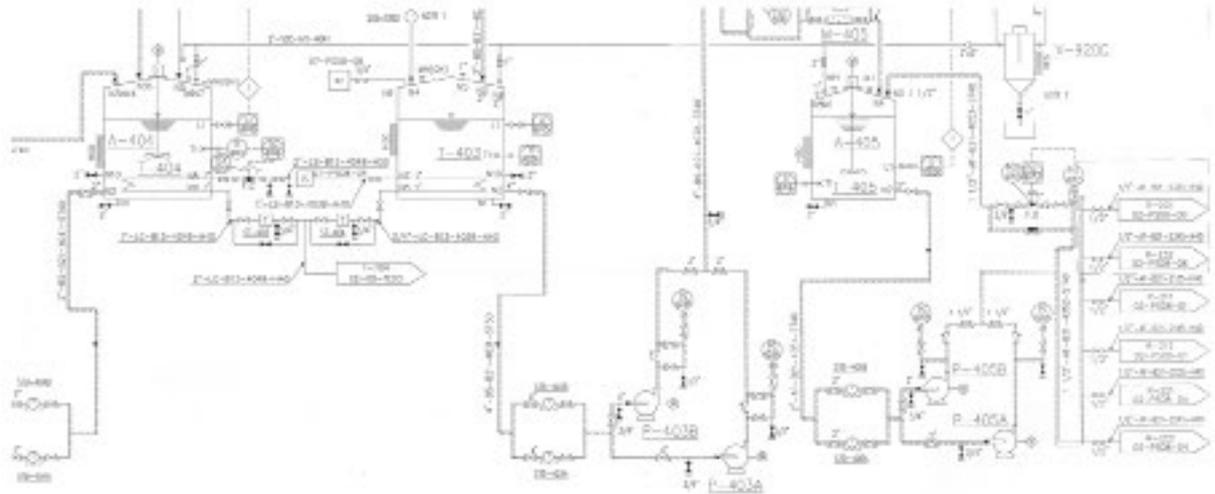


图 2 BS 溶液配比及泵送工艺流程

P-405A/B:2 号炭黑生产线木质素溶液输送泵

P-403A/B: 木质素配制原液输送泵

T-403: 木质素原液罐

T-404:1 号炭黑生产线木质素溶液罐

T-405:2 号炭黑生产线木质素溶液罐

A-404:T404 木质素溶液罐搅拌机

A-405:T405 木质素溶液罐搅拌机

4 齿轮泵在炭黑生产中输送 BS 溶液的测试情况

2019 年 10 月 01 日 8:00~10 月 4 日 8:00, 在某炭黑生产企业的 BS 溶液输送效果进行了测试, 测试情况如下:

4.1 测试方案

在 1 号炭黑制造生产线测试齿轮泵 (P-404A/B) 在 BS 溶液输送过程中压力稳定性, 流量稳定性, 关闭出口阀门后回流稳定性, 溶液罐 (T-404) 内温度变化, 并截取连续运行 3 日的 DCS 历史数据分析其变化趋势。

4.2 测试步骤

(1) 确认溶液罐 (T-404) 鼓泡, 管线阀门状态

正常。

(2) 启动齿轮泵 (P-404A/B), 调节出口流量以及出口阀门开度, 温度控制在 16~17 °C。

(3) 液体输送完成后关闭出口阀门, 观察回流阀门开度。

4.3 测试结果

(1) 10 月 1 日 08:00~10 月 4 日 08:00, 齿轮泵 (P-404A/B) 测试结果见图 3, 整个测试过程齿轮泵 (P-404A/B) 一直处于运行状态。

(2) 一共进行了四次出口输液操作, 每次出口流量和阀门开度都处于稳定状态; 其余时间关闭出口阀进行回流时, 回流压力和回流阀开度一直处于平稳状态。

(3) 回流过程未发现泵体温度异常或异响, 罐内温度未见明显变化。

5 结论

在 2019 年 10 月 01 日 8:00 至 2019 的 10 月 4 日 8:00 对齿轮泵 (P-404A/B) 在 BS 溶液输送过程中相关性能进行了测试。齿轮泵 (P-404A/B) 输出压力和流量保持稳定, 回流状态正常。

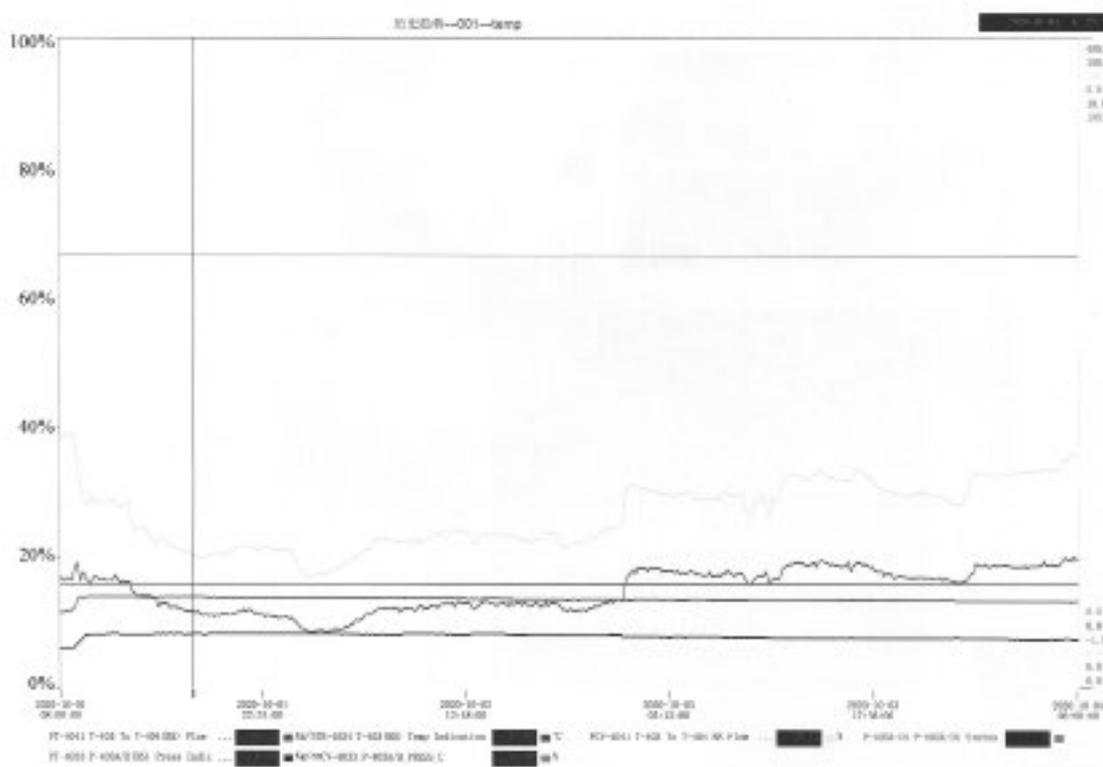


图3 齿轮泵测试曲线

齿轮泵应用在炭黑制造生产线的造粒工艺，能极大地保证 BS 溶液输送过程的稳定性，减少炭黑造粒工段产品质量的波动。设备的稳定运行能减少设备损耗，降低故障率和维修费用，保证生产系统稳定性，降低维修成本。

参考文献：

[1] 丁利虎, 孙鲁光, 陈新中. 湿法造粒生产炭黑的新工艺及质量控制措施 [J]. 化工管理, 2021(09):157-158.

[2] 孙鲁光, 丁利虎, 陈新中. 节能技术在炭黑生产过程中的应用 [J]. 化工管理, 2021(09):44-45.

[3] 廉雅斌, 白立晓, 刘国桓. 炭黑工艺研究与转筒干燥器工艺计算 [J]. 天津化工, 2013,27(05):41-43.

[4] 潘叶平, 胡磊. 化工工艺与化工设备的适应性设计 [J]. 化工管理, 2021(09):163-164.

[5] 李英男. 泵的原理及装配尺寸分析 [J]. 辽宁化工, 2012, 41(02):210-211+214.

[6] 石桃, 王晓丽, 颜曦明, 等. 流体力学综合实验装置设计 [J]. 江西化工, 2019(04):18-20.

Analysis of the application effect of gear pumps for transferring BS solution in carbon black production

Hao Zhiyong, Zhang Yong

(Shandong Oseya Jianyang Carbon Black Co. LTD., Xuecheng 277000, Shandong, China)

Abstract: This article verifies the effect of using gear pumps instead of screw pumps to transport BS solution in carbon black production through practical application analysis. The practical results show that gear pumps can make carbon black granulation control more stable, with low failure rate, small pressure fluctuations, and more energy-saving during operation.

Key words: carbon black; gear pump; BS solution; carbon black granulation control

(R-03)