

HDT 工艺蒸汽调节异常快速分析与排查方法

Rapid Analysis and Troubleshooting of Steam Regulation Abnormity in HDT Process

曾钦城 刘顺 冯庆钰

Qincheng Zeng Shun Liu Qingyu Feng

江西中烟有限责任公司赣州卷烟厂 中国·江西 赣州 341000

Ganzhou Cigarette Factory, China Tobacco Jiangxi Industrial Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 341000, China

摘要: 论文为解决赣州卷烟厂叶丝 HTD 工艺蒸汽流量与压力异常问题。首先, 建立蒸汽管道中蒸汽压力、蒸汽流量和管道横截面积间的数学关系模型。其次, 分析在不同故障类型下, 蒸汽管道不同位置处蒸汽压力和流量的变化情况。最后, 根据 HDT 故障现场实际现象反向推理故障类型和位置, 根据推断结果开展设备排查与维修。实现了蒸汽管路中蒸汽流量与压力异常故障的快速判断与定位, 为此类问题的快速解决提供了思路。

Abstract: This paper aims to solve the problem of abnormal steam flow and pressure in the HTD process of Ganzhou Cigarette Factory. First of all, the mathematical relationship model between steam pressure, steam flow and pipe cross-sectional area in steam pipeline is established. Then, analyze the change of steam pressure and flow at different positions of steam pipeline under different fault types. Finally, according to the actual phenomenon of the HDT fault site, the fault type and location are inversely inferred, and the equipment troubleshooting and maintenance are carried out through the inferred results. It realizes the rapid judgment and location of abnormal steam flow and pressure faults in the steam pipeline, and provides ideas for the rapid solution of such problems.

关键词: HDT; 蒸汽管道; 蒸汽流量; 蒸汽压力; 蒸汽异常

Keywords: HDT; steam pipeline; steam flow; steam pressure; steam anomaly

DOI: 10.12346/etr.v5i1.7618

1 引言

烟草制丝技术是卷烟生产的重要环节, 制丝线技术的水平直接决定着卷烟产品的质量^[1]。对于制丝生产来说, 烟丝加工过程中的温度和水分控制尤为重要。工艺蒸汽作为烟丝温度和水分控制的媒介, 其调节的稳定性和可靠性至关重要。在设备上, 这也要求工艺蒸汽调节系统的正常运行, 一旦出现工艺蒸汽调节异常情况, 要求能够快速完成故障点定位和解决。

在整个制丝生产线当中, 叶丝 HDT 的地位突出。叶丝 HDT 工序作为制丝生产线最后一个叶丝水分、温度等工艺指标控制工序, 其工艺保障能力的好坏直接决定成品烟丝的工艺质量。叶丝 HDT 工序主要作用是控制叶丝的水分和膨胀系数等重要参数, 其中膨胀系数将直接影响烟丝的填充能力, 同时对烟丝整丝率存在一定影响, 最终影响烟支吸阻等

指标。因此, DHT 工艺蒸汽流量与压力的稳定至关重要, 一旦出现异常, 维修人员需尽最大可能缩短维修时间。

2 理论分析

在制丝生产过程中, 流量作为蒸汽的目标控制参数, 是通过调节蒸汽压力来实现的。叶丝 HDT 工序中也是如此。因此, 分析工艺蒸汽调节的异常情况, 其实就是分析蒸汽流量和蒸汽压力之间的逻辑关系, 并分析其影响因素。

2.1 管道蒸汽压力与流量的数学模型

2.1.1 蒸汽流速计算公式

蒸汽计算公式构建了在蒸汽管道中蒸汽压力与蒸汽流速之间的关系, 可以根据蒸汽压力来估计管道中的整理流速, 也可以为论文分析蒸汽压力与蒸汽流量之间的逻辑关系提供有力依据。蒸汽流速的计算公式很多, 主要分为熔点压力

【作者简介】曾钦城(1994-), 男, 中国江西赣州人, 硕士, 助理工程师, 从事机械工程研究。

法和动量质量守恒定律法。

熔点压力法是一种经典的方法，它是根据给定管道内的压力和温度来估算蒸汽流速的。它的计算公式如下：

$$V = K \sqrt{\frac{P}{\rho}} \quad (1)$$

其中， V 为蒸汽流速； K 为常数； P 为管道内的压力； ρ 为蒸汽的密度。

如果要获得更加精准的计算结果，可以使用动量质量守恒定律法计算，它的计算公式为：

$$V = K \sqrt{\frac{2gP\lambda}{\rho}} \quad (2)$$

其中， V 为蒸汽流速； K 为常数； P 为管道内的蒸汽压力； ρ 为蒸汽的密度； g 为重力加速度； λ 为管道长度。

由此可见，不管是熔点压力法，还是动量质量守恒定律法，当在同一蒸汽管道中时，蒸汽压力是蒸汽流速的唯一影响因素。并且，当蒸汽压力越大时，蒸汽流速越大。

2.1.2 蒸汽压力与流量关系

在管道中，蒸汽的流量取决于蒸汽的流速和管道的横截面积：

$$Q = VS \quad (3)$$

其中， Q 为蒸汽流量； V 为蒸汽流速； S 为蒸汽管道横截面积。

利用式(2)和式(3)构建管道中蒸汽压力与流量之间的关系如下：

$$Q = KS \sqrt{\frac{2gP\lambda}{\rho}} \quad (4)$$

由式(4)可以看出在同一根管道中，可能影响蒸汽流量 Q 的变量有：管道内的蒸汽压力 P 、蒸汽管道横截面积 S 。其他参数均为定量。令：

$$Z = K \sqrt{\frac{2g\lambda}{\rho}} \quad (5)$$

则，蒸汽压力与流量的关系式可写为：

$$Q = ZS\sqrt{P} \quad (6)$$

其中， Z 为常数。由式(6)可以分析当蒸汽管道出现泄漏和堵塞故障时蒸汽流量 Q 和蒸汽压力 P 的变化关系。

2.2 故障与现象分析

2.2.1 泄漏故障

当通道中存在泄漏时，可视为在泄漏点处加装了另一条通道，假设该通道横截面积为 S_2 ，原通道面积 S_1 ，此时横截面积由原来的 S_1 ，增大为 S_1+S_2 。

由式(6)可知：泄漏点前，蒸汽流量与蒸汽源流量保持一致，蒸汽压力与泄漏点处一致；泄漏点处，蒸汽流量与蒸汽源流量保持一致，由于泄漏点处横截面积增大，则泄漏点处蒸汽压力降低；泄漏点后，管道蒸汽压力与泄漏点处蒸汽压力一致，即相比于蒸汽源压力有所降低，但管道横截面积不变，造成泄漏点后输送管道中的蒸汽流量下降。因此，

当管道出现泄漏情况下，为保证管道末端蒸汽流量稳定，需要增大蒸汽源流量，即增大蒸汽源压力。

2.2.2 堵塞故障

当通道中存在堵塞时，假设该通道堵塞面积为 S_2 ，原通道面积 S_1 ，此时横截面积由原来的 S_1 减小为 S_1-S_2 。

由式(6)可知：堵塞点前，蒸汽压力与蒸汽源压力保持一致，蒸汽流量与堵塞点处一致；堵塞点处，蒸汽压力不变，但横截面积减小，造成堵塞点处蒸汽流量降低。堵塞点后，管道蒸汽流量与堵塞点处蒸汽流量一致，即相比于蒸汽源流量有所降低，但管道横截面积不变，造成堵塞点后输送管道中的蒸汽压力下降。因此，当管道出现堵塞情况下，为保证管道末端蒸汽流量稳定，需要增大蒸汽源压力。

表1中展示了在不同故障类型下，管道各处蒸汽流量与蒸汽压力的变化情况。在实际案例中，可以根据蒸汽管道中蒸汽流量和压力的变化情况反推故障类型和故障位置，从而提高故障处理效率。

表1 不同故障类型下，管道各处流量与压力变化

| | 故障点前 | | 故障点处 | | 故障点后 | |
|----|------|----|------|----|------|----|
| | Q | P | Q | P | Q | P |
| 泄漏 | 不变 | 下降 | 不变 | 下降 | 下降 | 下降 |
| 堵塞 | 下降 | 不变 | 下降 | 不变 | 下降 | 下降 |

3 实际案例

3.1 HDT 工艺蒸汽通道介绍

HDT 工艺蒸汽通道如图1所示。

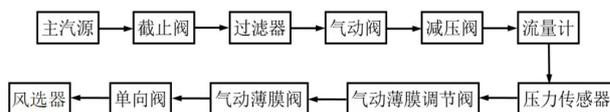


图1 工艺蒸汽通道

截止阀控制整个通道的工艺蒸汽开关；过滤器对进入通道的蒸汽进行过滤，防止蒸汽内部杂质损坏后段设备；气动阀开合控制蒸汽通断；减压阀调节后段蒸汽压力；流量计测量通道流量，控制系统中采用该流量计的数据作为依据；压力传感器检测经过减压阀减压后的蒸汽压力，控制系统中采用该压力传感器的数据作为依据；气动薄膜调节阀开度可调节；气动薄膜阀控制蒸汽通断；单向阀防止工艺蒸汽反流；风选器的耙钉为中空管，通过细小的孔眼与外部连通，作为工艺蒸汽喷射孔（见图2）。

风选器的作用是借助饱和蒸汽使烟丝膨胀并均匀地将其输送至加速弯弧。它由一个隔热的铬镍钢外壳和可旋转空心轴组成。过程所需蒸汽及清洁用水的输入通过空心耙的圆柱销上的孔实现。轴上装有一个由开关板和接近开关组成的旋转监控装置。外壳的纵向有一检修盖板，已被拧紧^[2]。

蒸汽通过回转接头经由空心轴进入空心耙。在清洁风选

器和加料气闸时,风选器中会导入水而不是蒸汽。启动清洁程序时将自动切换。轴承持续得到清洗空气供给,以避免脏物进入并同时冷却。轴由频控减速电机通过联轴器驱动。

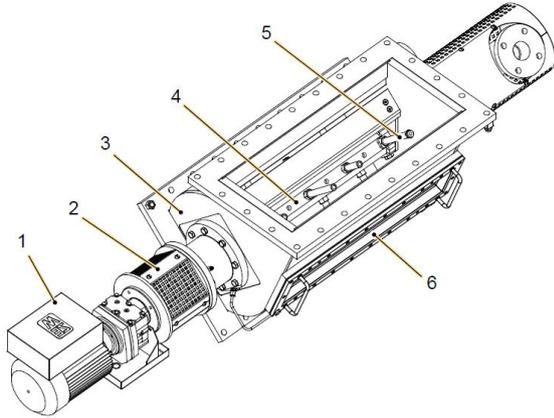


图2 风选器

3.2 案例故障现象

在保证叶丝HDT工艺蒸汽流量(Q)满足要求的情况下,所需工艺蒸汽压力(P)明显增大。

3.3 案例故障分析与解决

3.3.1 故障分析

将流量计前的通道视为第一部分,流量计至压力传感器间的通道视为第二部分,压力传感器之后的通道视为第三部分。根据相关数据可等到以下结论。

假设第一部分通道某处泄漏或者堵塞。将导致流量计和压力传感器数值同时减小,且无法通过减压阀对其进行调节,这与现状问题的现象不符。所以,导致现状问题的故障并非出在第一部分通道。

假设第二部分通道某处泄漏或者堵塞。泄漏情况下,流量计数值将不变,压力传感器数值将减小,这与现状问题的现象不符。所以,导致现状问题的故障也非出在第二部分通道。堵塞情况下,流量计和压力传感器数值将同时减小,通过调节减压阀可使流量计和压力传感器数值同时恢复正常,这与现状问题的现象不符。

假设第三部分通道某处泄漏或者堵塞。泄漏情况下,流量计数值将不变,压力传感器数值减小,这与现状问题的现象不符。所以,导致现状问题的故障可能是第三部分通道堵塞。堵塞情况下,流量计数值减小,压力传感器数值不变。但,通过减压阀增大蒸汽压力,提高蒸汽流速,使流量计数值恢复正常时,压力传感器数值将继续增大,这与现状问题的现象相符。

表2中列举了论文案例中,在不同故障位置和类型下,流量计与压力传感器数值变化情况。最后锁定故障位置为第三部分,即压力传感器后;故障类型为堵塞。

表2 不同故障位置下,流量计与压力传感器数值变化

| | 第一部分 | | 第二部分 | | 第三部分 | |
|-------|------|----|------|----|------|----|
| | 泄漏 | 堵塞 | 泄漏 | 堵塞 | 泄漏 | 堵塞 |
| 流量计 | 下降 | 下降 | 不变 | 下降 | 不变 | 下降 |
| 压力传感器 | 下降 | 下降 | 下降 | 下降 | 下降 | 不变 |

3.3.2 故障解决

经过对第三部分的气动薄膜调节阀、气动薄膜阀、单向阀、风选器、管道等进行了排查,最终发现堵塞位置为风选器空心耙圆柱销上的细孔。对风选器空心耙圆柱销上的细孔进行疏通后,蒸汽流量和蒸汽压力恢复正常水平。

4 结语

论文分析方法实现了赣州卷烟厂叶丝HDT工艺蒸汽流量和压力异常故障的快速判断与定位,有效提高了故障处理效率。同时,将其推广至其他蒸汽管路压力与流量异常问题中,可以快速且精准定位故障位置和类型,大大缩短故障排查时间,从而提高问题处理效率^[3]。

参考文献

- [1] 莫家宁,莫礼东,庞雄明,等.提高SH83型隧道式梗丝干燥机热风温度的稳定性[J].轻工科技,2013,29(7):77-79.
- [2] 刘玉民,刘洪坤,卢俊鹏,等.一种适用于烟丝增温增湿机检查门盖的自动启闭装置:CN216375947U[P].2022-04-26.
- [3] 孙付涛,刘嘉成,万小丹.故障检测系统及方法:CN114113916A[P].2022-03-01.