

轮胎硫化动力站除氧热水装置 控制系统的改进

蒋剑民

(南方橡胶国际有限公司桂林轮胎厂 541004)

摘要 分析了影响轮胎硫化动力站除氧热水装置出口热水温度的各种干扰因素,提出了原控制系统的部分不足之处,对原控制系统进行了实质性的改进,改进后可迅速克服进入副回路的管网蒸汽压力和补水流量的干扰,精确控制除氧器出口热水温度,改善了主调节器 GC₁ 的广义对象的特性,同时,改进后的系统允许副回路各环节的特性在一定范围内变动而不影响整个系统的控制质量,也可以减少因阀门流量特性不合适而造成的副效应。

关键词 除氧热水装置,控制系统,干扰分析,控制系统设计

目前,我国很多轮胎厂的硫化动力站均以除氧热水装置取代了原来的老式列管式间接换热器。该装置与老式换热器相比,具有节约能源、延长水胎使用寿命和减轻管道腐蚀等优点。众所周知,除氧热水装置出口热水温度、压力、流量对轮胎生产的质量起着至关重要的作用。我厂共有 5 套这样的除氧热水装置,本研究针对实际使用中发现的一些不足之处,重新设计

了一套控制系统,并对使用经验进行了探讨。

1 问题的提出

原设计的控制系统(见图 1)是以一个单回路控制系统控制除氧头压力,假设除氧器内水处于饱和状态,压力与温度呈一一对应关系,从而可间接控制出口热水温度。这套系统在实际运行中存在以下的问题:

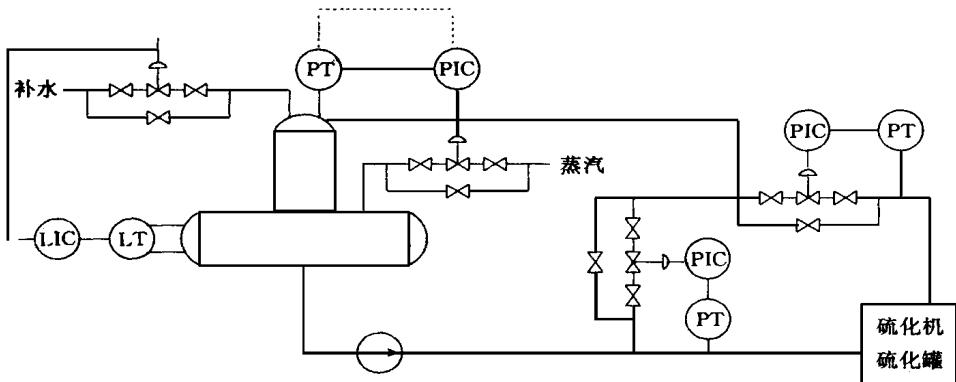


图 1 改进前带控制点流程图

PIC—压力指示控制器;LT—水位变送器;LIC—水位指示控制器;PT—压力变送器

(1) 除氧器出口热水温度有波动,约 ± 4 (见图 2),而工艺要求为 ± 1 。

(2) 除氧头蒸汽压力记录曲线不平滑,有波纹。

出现以上现象,首先应从轮胎行业生产的固有特点谈起:

(1) 蒸汽管网的蒸汽压力波动是不可避免的。轮胎制造行业使用蒸汽都是间歇性的,特别是在使用硫化罐时,管网蒸汽压力波动更大。

(2) 除氧器回水的补水流量是随时变化的。硫化机和硫化罐使用内压热水是间歇性的,而且在硫化结束后总是把胶囊里的热水放掉,硫化机或硫化罐跑水又是不可避免的,故回水流量的变化是必然的。而要维持除氧器内的水位恒定,就必须人为控制,使补水流量随着回水流

作者简介 蒋剑民,男,28岁。1992年毕业于广西大学生产过程自动化专业。现从事设备安装与调试工作。

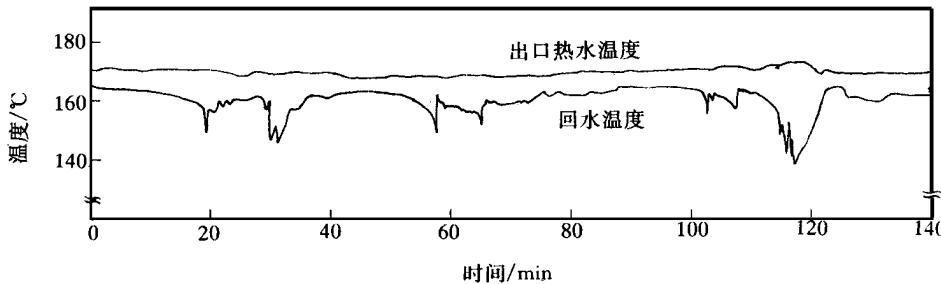


图2 改进前除氧器出水、回水温度曲线

量的变化而变化。

(3) 由于进入除氧器内的蒸汽流量与压力、回水流量与温度以及补水的流量都是变化的，故蒸汽和水在除氧头内的传热、传质过程是一个不稳定的过程，必然存在不饱和状态，除氧头蒸汽压力与出口热水温度不是一一对应关系。

分析图1的控制系统，可发现该系统存在以下问题：

(1) 既然除氧头内的蒸汽压力在实际情况下与出口热水温度不是一一对应的关系，只用控制除氧头蒸汽压力来间接地控制出口热水温度是不可以的，必然会出现温度波动的现象。

(2) 从图1的除氧头蒸汽压力控制系统可知，只有在除氧头蒸汽压力有波动时，才开大或关小蒸汽阀，即波动已存在时才采取措施弥补，造成了除氧头压力记录曲线的不平滑。

(3) 如果用补水调节阀的阀位信号作为前馈信号与除氧头蒸汽压力控制系统组成一个前馈-反馈控制系统(见图1虚线)来控制除氧头蒸汽压力，效果将好一些(这种控制系统在调试时曾试用过)。但是由于回水流量与温度及补水流量的变化，使出口热水温度存在波动，因此，此方法不能达到最终目的，即使之稳定在工艺要求内。

从以上的分析来看，原控制系统已不能满足要求，必须进行改进。

2 干扰分析

要设计控制系统必须分析干扰因素，使设计有的放矢。影响出口热水压力、流量和回水压力的干扰因素是明显的，本研究根据经验仅对影响出口热水温度的干扰因素进行分析。

(1) 补水流量的干扰。补水流量对除氧头蒸汽压力的影响最大，补水流量变化，除氧头蒸

汽压力立即变化，滞后时间很短。补水流量对出口热水温度的影响是一个热交换过程，具有容量滞后，用数学模型描述为

$$Y(s)/X(s) = K/(TS + 1)$$

式中 $X(s)$ ——输入参数；
 $Y(s)$ ——输出参数；
 K ——系统的放大倍数；
 T ——系统的时间常数，即容量滞后常数，实际估算约为 4.5 min；
 S ——拉氏变换表达式中的变量。

(2) 硫化机和硫化罐回水的干扰。回水是通过两方面直接或间接影响到除氧器出水温度的，一方面是回水流量与温度变化，其带回的热量肯定变化，从而直接影响除氧器贮存热量的变化，进而影响到出口热水温度；另一方面，回水流量的变化必然使除氧器水位变化，要保持水位恒定就必须改变补水流量，从而影响到出口热水温度。由此可见，要加强管理，防止硫化机或硫化罐的跑水。

(3) 蒸汽管网内蒸汽压力的干扰。管网内蒸汽压力的波动曲线见图2。它的波动将影响除氧头蒸汽压力，从而影响到出口热水温度。

(4) 传热情况的干扰。传热不均匀将使蒸汽流量对出口热水温度控制的容量滞后加大，不利于温度控制。因而，在实际使用中，在不影响除氧效果的情况下，建议打开二次加热阀使受热更加均匀，减小容量滞后，有利于出口热水温度的控制。

3 控制系统的改进

改进后带控制点流程图见图3。图3与图1相比只是增加了温度变送器TT、温度调节器TIC二台仪表。这套除氧器出口热水温度控制系统叫作串级、前馈-反馈控制系统，原理图见

图4,其中 $u_1 = R_2$ 是指控制信号 u_1 与 R_2 相等,即以控制信号 u_1 作为 R_2 。该系统是以除氧器补水调节阀的阀位信号作为前馈变量,副回路是除氧头蒸汽压力控制回路,它的给定值是由主回路 TIC 经计算得出的信号。其动作过程为:热电阻检测出温度变化,通过温度变送器 TT 转换成 4~20 mA 的电信号,送到 TIC 与温度给定值 R_1 比较得到偏差信号 e_1 ,再进行 PID 运算(即比例、积分、微分计算)得出一个控制信号 u_1 ,送到压力调节器 PIC 与除氧头蒸汽压力变送器送来的电信号 Y_2 进行比较得出偏差 e_2 ,由 PIC 进行 PID 运算得出控制信号 u_2 ,与前馈运算结果 u_3 相加,得到一个阀位信号 u_4 去控制蒸汽调节阀传递函数 $Gv(s)$,以调节蒸汽流量,从而使出口热水温度回到给定值。

改进后系统优点如下:

(1) 可迅速克服进入副回路的管网气压和补水流量的干扰。由图4可定性地看出,进入副回路的干扰 u_3 (即补水流量)变化, u_4 可马上随之变化,从而及时地推动蒸汽调节阀 $Gv(s)$ 变化,而不是等到除氧头蒸汽压力变化以后再推动 $Gv(s)$ 变化,克服了控制的时间滞后现

象,减小了除氧头蒸汽压力 C_2 的波动,使主被控变量平稳。当管网内蒸汽压力波动时,副回路也能马上予以克服。

(2) 精确地控制除氧器出口热水温度。由于可及时地克服进入副回路的干扰,稳定了除氧头蒸汽压力,使除氧器出口热水温度基本稳定。如果除氧器出口热水温度还是偏离给定值,TIC 可输出信号 u_1 来改变副回路的给定值,使副回路马上调整 $Gv(s)$ 以改变除氧头压力,从而控制出口热水温度使之回到给定值。由此可知,副回路起“粗调”作用,主回路起“精调”作用。

(3) 改善主调节器 GC_1 的广义对象的特性。 GC_1 的广义对象是由副回路和 1 号控制对象 $Gp_1(s)$ 组合在一起的控制对象,如果副回路的参数调整得好,整个副回路在低频时接近 1:1 的比例环节,相位差也很小,这样在工作频率下的相位差要比不用串级控制时的广义对象 $Gv(s) * Gp_1(s) * Gp_2(s)$ (包括调节阀以及 1 和 2 号控制对象在内的一个广义的控制对象)小得多,在动态性能上容易控制一些。

(4) 允许副回路各环节的特性在一定范围

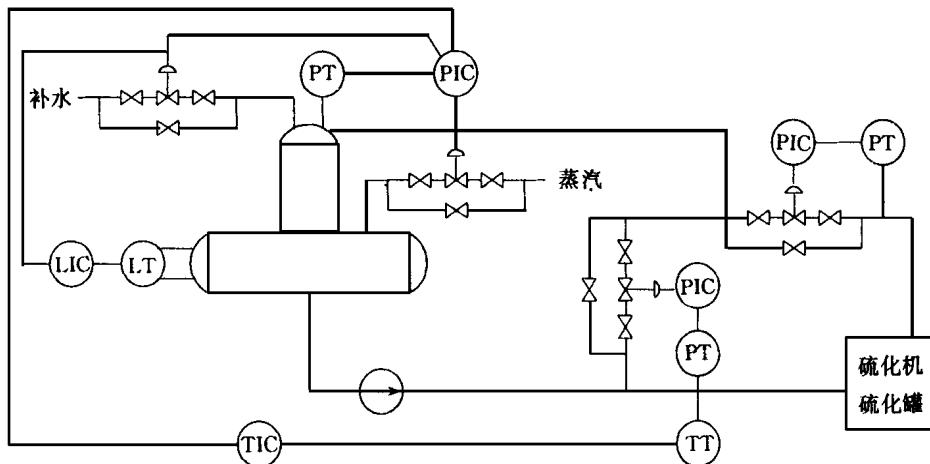


图3 改进后带控制点流程图

注同图1

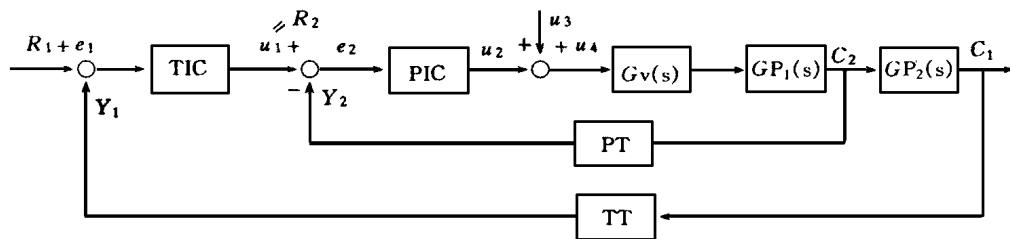


图4 改进后控制系统原理图

内变动而不影响整个系统的控制质量,也可以减少因阀门流量特性不合适而造成的副效应。

4 注意问题

(1) 调节器的选型。主调节器应选用抗积分饱和调节器。副调节器选用前馈调节器。

(2) 输出限幅。由于除氧器是压力容器,在实际使用中对副回路的给定值不能超过除氧器的安全压力。现使用的调节器是抗积分饱和调节器,其输出限幅只能调到 75%,故对限幅电

路作了改动。

(3) 参数整定。采用先调整副回路,再调整主回路的方法。对副回路的控制品质要求较松,主回路应使输出较“缓”。

5 使用效果

由图 2 可以看出,在各种干扰下,除氧器出口热水温度的波动较大,约为 ± 4 。图 5 为改进后控制系统的记录曲线。

由图 5 可以看出,除氧器出口热水温度非

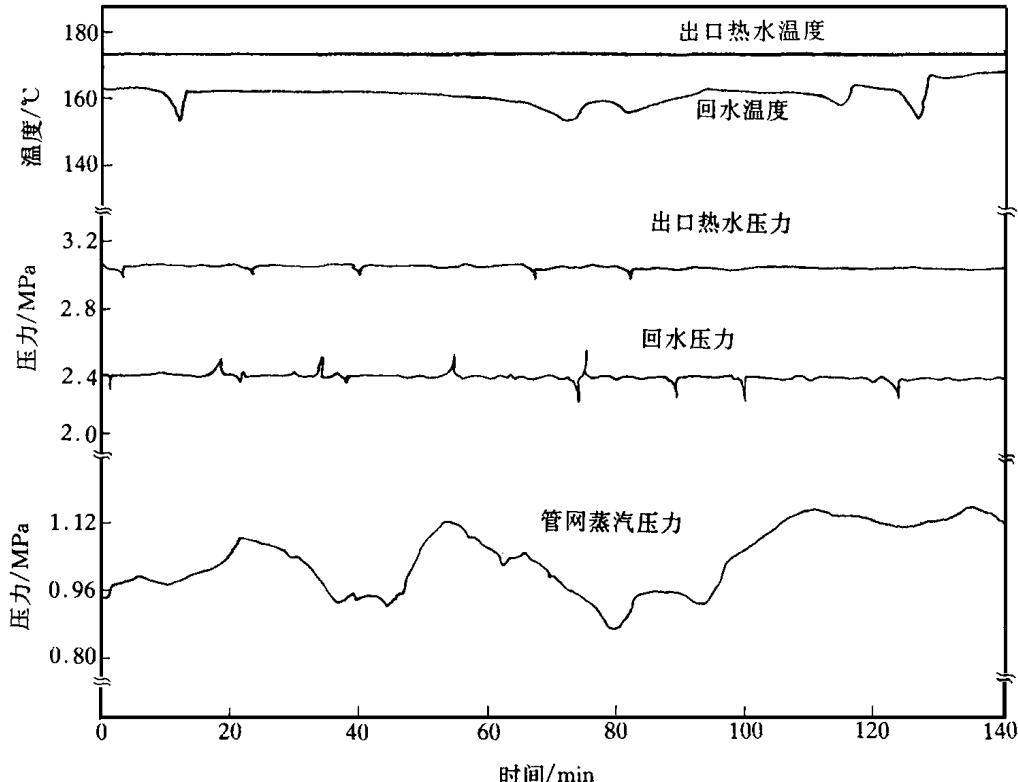


图 5 改进后除氧器出水、回水温度曲线

常平稳,在正常情况下,波动范围小于 ± 1 。改进后的控制系统已经运行了二年多,从记录曲线分析,控制效果明显优于改进前的控制系统,有效地控制了除氧器出口热水温度的波动,

满足了工艺要求,保证了轮胎的生产质量。

致谢 本研究得到了桂林轮胎厂吴苡仁总工程师的指导,在此表示感谢。

第十届全国轮胎技术研讨会论文

Control System Modification of Hot Water Deoxidizing Device in Tire Vulcanization Power Station

Jiang Jianmin

(Guilin Tire Factory, South Rubber International Co., Ltd. 541004)

Abstract The various affecting factors on the hot water temperature at the outlet of hot water deoxidizing device in tire vulcanization power station were analysed, the shortcoming of the original

control system was proposed, and a significant modification was made. The interference with the pipenetwork steam pressure and complimentary water flow into the by-pass was eliminated by the modification, the generalized object characteristics of the main adjuster GC₁ improved, the technical parameters in different parts of by-pass were allowed to be changed in a certain limits without affecting the control quality of whole system, and the negative effect resulting from the unsuitable valve flow was reduced.

Keywords hot water deoxidizing device, control system, interference

轮胎分会办公室主任暨通讯工作 会议在南宁召开

中国橡胶工业协会轮胎分会1999年度办公室主任暨通讯工作会议于6月8~11日在南宁召开。会员单位的办公室主任、《轮胎信息》的通讯员及协会领导和工作人员参加了会议。会上,大家听取了轮胎分会秘书长赵金荣同志关于轮胎行业形势和产销情况的报告、谈玉琨副秘书长关于加入世界贸易组织对我国轮胎工业的影响和对策的报告。

赵秘书长介绍了轮胎行业1998年和1999年前5个月的生产和销售情况。目前,轮胎生产原材料偏紧,价格上升,企业资金紧缺,市场不旺,应收账款和产成品库存增加,轮胎企业负重爬坡,运作艰难,只能维持再生产。据轮胎分会对1999年1~4月份的统计,全国轮胎企业产值104亿元(1990年不变价),比去年同期增长了7.97%;产量2324万条,同比增长13.7%;出口拨交值4.59亿元,同比下降了7.5%;产成品库存47.14亿元,同比增长4.53%;而利润却出现了负增长,累计亏损额1.53亿元,比去年同期的2500万元净增了1.27亿元。1~4月份完成利税5.59亿元,同比下降26.78%。在66家成员单位中,同比减产的企业占40%,停产的占5%,产量增加的占55%。原化工部22家重点企业中,减产的达51%。这说明重点企业在限产保价上下了功夫,为行业的稳定发展作出了贡献。目前轮胎生产形势的另一个特点是,子午线轮胎产量增长幅度较大,今年前4个月的增幅达36.98%。报告还对目前企业极为关注的生胶配额问题进行了分析。随着打击走私力度的加大,国家对进料加工的生胶进口控制趋紧,自1998年12月以来,橡胶配额迟迟未能下达,导致国内生胶价格上升,一些企业已部分减产或停产。目前

有关各方正在积极协调,希望橡胶配额问题能尽早解决。

谈玉琨副秘书长就产业自由化问题同与会代表进行了讨论。随着中国加入世界贸易组织进程的推进,贸易和投资自由化已是大势所趋,1997年亚太经合组织非正式领导人会议初步议定的提前自由化产业中也已包括轮胎产业,轮胎企业面临着巨大的国际竞争压力,这将给企业的各项工作带来新的变化和新的要求。这种紧迫感和危机感必将会推动企业体制改革的不断深化。

会议还邀请上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司办公室的同志介绍了他们的工作经验。上轮公司办公室在工作中积极主动,对办公室工作从力度、深度、广度和高度上下功夫,即加大检查、督办的力度,增加简报信息的深度,拓展工作参与的广度,增强自身建设的高度,使办公室工作更加适合现代企业管理的形势。上轮公司的经验使与会的厂(公司)办代表深受鼓舞和启发。

会议还表彰了1998年度全国轮胎行业《轮胎信息》优秀通讯员和优秀通讯组以及1998年度《轮胎信息》优秀稿件和优秀论文,向邓海燕、山东成山集团、赵金荣、谈玉琨等个人和单位颁发了奖状和奖金。

近几年来,轮胎分会在出版刊物、汇总资料、收缴会费、沟通信息等方面做了大量工作,得到了中国橡胶工业协会和会员单位的一致好评。这些成绩的取得,是与各会员单位的办公室主任、通讯员等同志的合作分不开的。谈玉琨同志表示,协会还将继续努力,在限产保价、扩大出口、协调价格、调整产业结构、规范轮胎市场、提高轮胎质量等方面多做工作,更好地为政府和企业双向服务。

(本刊编辑部 宋凤珠供稿)