

减少轮胎生产中蒸汽消耗的途径

孙怀建

(安徽佳通轮胎有限公司,合肥 231202)

摘要 通过我国轮胎生产厂与国外先进轮胎厂在轮胎生产过程中每吨“三胶”消耗的蒸汽量比较,说明轮胎设备及管道的保温工作对节约能源和降低生产成本的重要性。推荐一种新的硫化设备表面保温材料——EBT-800 复合硅酸盐,将这种材料用于一台 LL-B1310 型蒸锅式双模定型硫化机,热损失比保温前减少 3 412 W,全年节能费用达 3 460 元;用于一台 LL-B1050 热板式双模定型硫化机热损失减少 2 911 W,全年节能费用为 2 952 元。

关键词 轮胎设备,保温,节能

我国轮胎生产中消耗的能源主要是电和煤,根据各厂管理水平和工艺条件的不同,能源消耗占生产成本的 4 % ~ 15 %。如何节约能源以降低成本,涉及面广,可研究的课题很多,尽管近些年来我国轮胎生产厂在节能方面做了大量工作,但与国外先进轮胎厂相比,仍存在很大差距。本文仅从轮胎生产过程中每吨“三胶”(指 NR、SR 和再生胶)所消耗的蒸汽量说明我国与国外先进厂的差距,分析如何改善轮胎生产设备与管道的保温,以节约能源,降低生产成本。

1 国外先进厂的“三胶”耗汽量

我们了解到的国外 3 家工厂“三胶”耗汽量数据如下:

项 目	A 厂	B 厂	C 厂
“三胶”月用量/t	4 725	3 397	7 565
子午线轮胎月产量/万条	14. 94	87	57
斜交轮胎月产量/万条	37. 8	0	5. 5
轮胎累计月产量/万条	52. 74	87	62. 5
冬季最多月耗汽量/t	27 936	19 584	36 216
夏季最少月耗汽量/t	16 488	10 800	16 416
年平均月耗汽量/t	19 440	12 528	22 176
平均每吨“三胶”耗汽量/t	4. 11	3. 69	2. 93

从以上数据可以看出,国外先进厂每吨“三胶”平均耗汽的水平在 4 t 左右,然而从我国现有统计资料^[1]看,国内工厂每吨“三胶”耗汽水平最好的为 6 t 左右,最差的几乎达到 20

多吨,平均水平也为 10 多吨。因此,减少轮胎生产中蒸汽的消耗,大有文章可做。

2 减少“三胶”耗汽量的途径

2.1 改善工艺条件

在保证产品质量的前提下,采用新材料、新配方和新工艺,以缩短硫化时间,减少蒸汽消耗。国外有些工厂对 7. 50 - 16 以下规格轮胎,变热水硫化为蒸汽硫化;有些工厂为了节省能源,将 1. 2 m 以下硫化机全部从原蒸锅式改为热板式。另外还有一些工厂将蒸汽定型改成氮气定型,将热水硫化改为氮气硫化。这样做,既保证了轮胎产品质量,又节省了能源。

2.2 减少生产准备时间

在轮胎生产过程中,硫化设备、管道、阀门无时不在散发热量,因此缩短生产准备工作时间,不仅可以提高设备效率,也可以节省能源。在这方面比较容易做好的工作有:缩短硫化轮胎出模与进模时间;缩短硫化机等待胎坯的时间;缩短更换胶囊或模具的时间。国外先进轮胎厂更换一副胶囊仅需 15 min,而目前我国一般工厂更换胶囊和模具所用时间为他们的 3 ~ 4 倍,甚至更多。只要工厂管理者注意到这方面的工作,就可见到成效。

2.3 完善设备与工艺管道的保温工作

只要我们稍加注意,就不难发现,目前我国尚没有认真考虑如何做好轮胎硫化设备的保温工作,以减少热量的散发。热板式双模定型硫化机外壁平均温度达 110 ,蒸锅式双模硫化机外壁平均温度达 80 ,内胎硫化机、平板硫

作者简介 孙怀建,男,1954 年 2 月出生。1983 年毕业于安徽省广播电视大学。现主要从事生产管理和技术管理工作。

化机、胶囊硫化机散发热量部位的最高温度在 160℃ 以上(以上温度都是在环境温度为 25℃ 时测得的)。

另外,对于工厂的供热管道每个工厂都知道要保温,然而,大部分轮胎厂都存在着许多不完善的方面:阀门、法兰大多没有保温;有些管道虽有保温措施,但是保温效果并不理想,有的保温厚度不够,有的管道保温层破损后没有及时修复,特别是设备本身的管道,常常没有认真加以保温。加之许多以次充好的保温材料进入市场,从而使得供热管道的保温效果更加不合

要求。
那么如何做好设备和管道的保温工作呢?笔者认为可以采取以下 3 项措施:

(1)选用品质可靠的保温材料,注意保温工程的施工质量

做好保温工作,减少“三胶”耗汽量,首先要选好保温材料。事实上,我国对保温的设计要求与国外很相似,以超细玻璃棉为例,中国^[2]和日本^[3]保温材料经济厚度值比较(全年运行)如表 1 所示。

从表 1 可以看出,日本的保温要求并不比

表 1 中国和日本超细玻璃棉经济厚度比较

项 目	管道外径/mm										
	28	32	38	45	57	73	89	108	133	159	219
内表面温度 100℃											
中国											
δ^*	30	30	30	40	40	40	40	50	50	50	50
q^{**}	16.72	18.48	20.24	29.36	22.88	26.40	30.8	29.92	35.2	40.48	52.8
日本											
δ^*	25	25	30	30	30	40	40	40	40	40	50
q^{**}	18.56	20.22	22.04	24.36	27.84	27.84	30.16	37.12	42.92	48.72	52.20
内表面温度 150℃											
中国											
δ^*	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	70
q^{**}	26.22	27.60	30.36	30.36	34.5	41.4	41.4	46.92	55.20	63.48	71.76
日本											
δ^*	30	40	40	40	50	50	50	50	65	65	75
q^{**}	30.16	29	33.64	35.96	35.96	41.76	47.56	55.68	54.52	61.48	67.28
内表面温度 200℃											
中国											
δ^*	50	50	50	60	60	60	70	70	70	80	80
q^{**}	35.72	37.60	41.36	41.36	47.00	56.40	56.40	65.80	75.20	77.08	97.76
日本											
δ^*	40	50	50	50	50	65	65	75	75	75	85
q^{**}	39.44	39.44	44.08	47.56	54.52	54.52	60.32	64.96	74.24	83.52	93.96

注:超细玻璃棉主要技术指标:密度 0.06 Mg·m⁻³;最高使用温度 400℃;导热因数 0.032 + 0.000 23 T W·(m·K)⁻¹。
*超细玻璃棉厚度,单位为 mm; **管道单位热损失,单位为 W·m⁻¹。

我们高,然而为什么“三胶”耗汽量却比我们少呢?保温材料的质量及保温施工质量是值得注意的问题。在当前保温材料市场销售不规范的情况下,应将采购的保温材料送权威质检部门进行检验,决不能图便宜购买低质产品。在保温施工时要注意核查保温管道之间接缝是否严密,包扎是否规范。

(2)注意对管道上裸露阀门、法兰以及设备自身管道中传送热能的管道加以保温

在我国许多轮胎厂中,对供热管道中的法兰、阀门没有进行保温,对设备自身传送热能的管道如密炼机、压延机、挤出机等设备中的热水循环和蒸汽加热管道也忽略了保温,原因是:阀门、法兰以及设备自身传热管道不易保温;工厂管理者和工程技术人员没有注意到保温会带来经济效益,或者缺乏这方面的知识,因而没有重视这个问题。

在我们日常生活中,如果有几盏 200 W 的

灯不论白天、黑夜 24 h 亮着,人们就会感到很浪费,但是 1 m 没保温的管子,或 1 只没保温的阀门相当多少瓦灯在亮着呢? 环境温度为 25

时每米裸管与保温管道热损失与热损失费用比较^[2,4]如表 2 所示。
从表 2 可以看出,管道保温与不保温,热损

表 2 每米裸管及保温管道热损失与热损失费用比较

项 目	管内介质温度/					
	管径为 108 mm			管径为 219 mm		
	100	150	200	100	150	200
每米裸管						
管道单位热损失/(W·m ⁻¹)	355	706	1 134	669	1 413	2 128
热损失费用/元	0.43	0.85	1.36	0.80	1.70	2.56
每米保温管道						
管道单位热损失/(W·m ⁻¹)	30	47	66	53	72	98
热损失费用/元	0.04	0.06	0.08	0.06	0.09	0.12

注:每吨蒸汽按 80 元计算。

失相差 10 到 20 多倍;1 m 管径为 108 mm 的裸管在管内介质温度为 150 时散发的热量相当于 1 台 0.7 kW 的电炉在通电,按 1 年工作 300 d 计算,所消耗的费用为 6 120 元,而同样情况下保温后的管道消耗蒸汽的费用为 432 元。两者相差 5 686 元。用玻璃棉管壳外表裹铝皮的形式保温,管径为 108 mm 的裸管每米保温费用约为 30 元。可见保温的投入与节能的收效之比相差有多大!

一对没保温的法兰散发的热量,相当于长 0.5 m 左右没有保温的相同通径的管道^[5]。一只没保温的阀门散发的热量,相当于长 1.2 ~ 1.9 m 没保温的管道^[5]。在全国轮胎厂的供热管路系统中硫化设备热工管道的绝大部分阀门和法兰都没有保温,仅一台双模定型硫化机需保温的阀门最少就有 10 个,而一个中等规模的轮胎厂,基本上要有几十台硫化设备。这些没有保温的阀门、法兰如果都有效地加以保温,将会使轮胎厂大量减少能源消耗,从而带来可观的生产利润。

(3) 做好硫化设备保温工作

在轮胎厂,锅炉产出的蒸汽主要供给硫化设备。有人做过测算,1 t 煤只有 80 %左右的热能转换成蒸汽。而使胎坯加热硫化成合格成品轮胎所吸收的蒸汽热量只占总蒸汽热量的 10 %左右。由此可见,大部分热能都在转换或传递过程中消耗掉了。而硫化设备本身的散热耗能又占了大部分。造成硫化设备大量散热的主要原因是:

硫化设备的设计和制造者忽略了设备保

温,其主要表现为:

a. 双模硫化机蒸锅或热板与横梁、底座联接处的隔热层(有些产品甚至没有隔热层)太薄,热量通过接触面传导给横梁和底座,使其成为散热体。横梁和底座局部位置的表面温度达到 150 以上。

b. 双模硫化机保温罩保温厚度不够,在环境温度为 25 时,硫化轮胎过程中保温罩外表面平均温度达 80 ,热板式保温罩上部平均温度达 110 。

c. 内胎硫化机、胶囊硫化机和垫带硫化机出厂时,根本没有考虑保温问题。

d. 平板硫化机出厂时,有些厂家在热板与上横梁和活动平台之间放置了一块 3 mm 厚的橡胶石棉板来隔热,但热板的非工作表面就没有任何保温措施了。

硫化设备的使用者在订货时没有提出保温要求。许多工厂订设备的经办人多半没有使用过设备,也没受过节能工作系统教育,因此,他们对设备提不出节能保温要求。订货者无要求,制造者当然也就不会做特殊考虑。然而,等到设备投入使用后,再考虑保温,就会造成许多麻烦。

国外注重保温工作的轮胎厂,在订双模硫化机时就要求制造厂在热板(或蒸锅)与横梁和底座之间的结合面加 40 mm 厚的隔热材料,对保温罩的保温效果也提出了要求。硫化设备投入使用后,他们再做一个称之为“夹克”的用耐温布内装保温材料且便于拆卸的保温罩,套在硫化设备的外表面。国外轮胎厂这些保温方法

值得我们学习。现阶段我国应该积极推进硫化设备保温工作的开展,改变现有硫化设备保温差、蒸汽消耗量大的落后现象。今后各制造厂在硫化设备出厂时,应该事先多为用户考虑硫化设备的保温,而各使用单位在订货时也应该明确提出保温要求。

3 推荐一种新的硫化设备表面保温材料

在研究解决硫化设备的外表保温工作中,我们开发出一种新型保温材料——EBT-800 复合硅酸盐,经过实际使用,取得了明显效果。

3.1 EBT-800 复合硅酸盐主要技术指标

EBT-800 复合硅酸盐主要技术指标如表 3 所示。

表 3 EBT-800 复合硅酸盐主要技术指标

项 目	膏体	干固后
密度/($\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	< 0.70	< 0.19
pH 值	7~8	—
使用温度/	—	-20~+700
抗拉粘结强度/MPa	—	> 0.010
抗剪粘结强度/MPa	—	> 0.022
导热因数(350)/ $\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$	—	< 0.043

3.2 使用性能和使用方法

EBT-800 复合硅酸盐无尘、无毒、无污染、不腐蚀设备。使用方法:施工前将设备表面的灰尘、铁锈、油污等除净,再将这种石灰膏状保温材料一层一层地涂抹在设备表面上,直到所要求的厚度。由于需要待表面干燥后才能涂抹第 2 层,因此在热的表面上施工会使速度加快。这种膏状材料干燥后,无需包扎,就可牢固附在设备表面上,当最后一层涂完后,可像泥工抹墙面一样抹光,然后根据需要着色,涂防水剂。据介绍,这种材料在室外保证使用时间在 6 年以上,在室内保证使用时间在 8 年以上。

根据我们的经验,当环境温度为 25 、设备表面(如内胎模具、双模热板)温度为 110~165 、干燥后保温材料层厚度为 30 mm 时,设备表面温度为 38~40 ;当环境温度为 25 、双模硫化机保温罩表面温度约为 80 、干燥后保温材料层厚度为 20 mm 时,保温罩表面温度为 36~38 。

3.3 经济效益分析

分别对 LL-B1310 型蒸锅式双模定型硫化

机和 LL-B1050 型热板式双模定型硫化机保温前后的经济效果进行了分析。

(1) LL-B1310 型蒸锅式双模定型硫化机辐射散热公式

$$q = \varepsilon \alpha \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_2}{100} \right)^4 \right] A \quad (1)$$

式中 q ——管道单位热损失, $\text{W} \cdot \text{m}^{-1}$;

ε ——黑度因数;

α ——辐射散热因数, $\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$;

T_1 ——辐射物体表面温度, K;

T_2 ——辐射物体表面温度, K;

A ——辐射物体表面积, m^2 。

对 2 个蒸锅暴露在空气中的表面积计算得

$$A \approx 12.5 \text{ m}^2$$

在环境空气温度为 25 时,测得蒸锅表面平均温度为 80 。

查表得钢板的黑度因数

$$\varepsilon = 0.8$$

钢板的辐射散热因数

$$\alpha = 4.87 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$$

由式(1)得蒸锅表面热损失

$$q_1 = 0.8 \times 4.87 \times \left[\left(\frac{80+273}{100} \right)^4 - \left(\frac{25+273}{100} \right)^4 \right] \times 12.5 = 3721 \text{ (W)}$$

平面保温后的热损失公式

$$q' = \frac{T - T_a}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}} A' \quad (2)$$

式中 q' ——保温后管道单位热损失, $\text{W} \cdot \text{m}^{-1}$;

T ——保温材料表面温度, K;

T_a ——环境、空气温度, K;

α ——保温层表面向大气的传热因数, $\text{W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$;

δ ——保温层厚度, m;

λ ——保温材料导热因数, $\text{W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$;

A' ——保温层表面积, m^2 。

对 2 个蒸锅保温之后,测得表面积

$$A' = 13.1 \text{ m}^2$$

保温层厚度

$$\delta = 0.02 \text{ m}$$

在环境温度为 25 时,测得保温层表面温度为

38 。

查表取 $\alpha = 11.6 \text{ W} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{K})^{-1}$

已知 $\lambda = 0.043 \text{ W} \cdot (\text{m} \cdot \text{K})^{-1}$

代入式(2)得

$$q_1' = \frac{(38 + 273) - (25 + 273)}{\frac{0.02}{0.043} + \frac{1}{11.6}} \times 13.1$$

$$= 309 \text{ (W)}$$

使用 EB T-800 复合硅酸盐保温后,蒸锅热损失减少:

$$q_{1j} = q_1 - q_1' = 3721 - 309 = 3412 \text{ (W)}$$

按每台硫化机全年工作 300 d,每吨 0.8 MPa 蒸汽的汽化潜热为 568 kW·h 以及每吨蒸汽价格为 80 元计算,每台 LL-B1310 型双模定型硫化机每年节能费用则为:

$$3.412 \times 24 \times 300 \times 80 \div 568 = 3460 \text{ (元)}$$

而一台 LL-B1310 型双模定型硫化机使用 EB T-800 复合硅酸盐保温所花全部费用为 1350 元,即保温后不到 5 个月便可以收回成本。

(2) LL-B1050 型热板式双模定型硫化机

测得热板保温前表面积 $A = 5.7 \text{ m}^2$,保温后表面积 $A' = 6.1 \text{ m}^2$ 。

在环境温度为 25 时,保温层厚度为 30 mm,测得保温前热板表面平均温度为 110,保温后表面平均温度为 40。

代入式(1)得

$$q_2 = 0.8 \times 4.87 \times \left[\left(\frac{110 + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{25 + 273}{100} \right)^4 \right] \times 5.7 = 3027 \text{ (W)}$$

代入式(2)得

$$q_2' = \frac{(40 + 273) - (25 + 273)}{\frac{0.03}{0.043} + \frac{1}{11.6}} \times 6.1$$

$$= 116 \text{ (W)}$$

$$q_{2j} = q_2 - q_2' = 3027 - 116 = 2911 \text{ (W)}$$

每台 LL-B1050 型热板式双模硫化机使用 EB T-800 复合硅酸盐保温后每年节能费用即

为:

$$2.911 \times 24 \times 300 \times 80 \div 568 = 2952 \text{ (元)}$$

而一台 LL-B1050 型双模定型硫化机使用 EB T-800 复合硅酸盐保温的全部费用约为 920 元,可见不到 4 个月就可以收回保温成本。

3.4 EBT-800 复合硅酸盐的缺点

(1) 设备维修时,要除掉保温层,而这种材料不能重复使用。

(2) 用于内胎模具保温时,开模时有爆胎发生,靠近模口的保温层表面开始损坏。

(3) 用于蒸锅式硫化机保温时,若模口漏气,几小时后保温层表面就开始损坏。

(4) 施工周期长。在施工过程中,需要对保温表面加热才能加快施工速度,即使这样,完成 30 mm 厚度保温层的施工,也需 3 d 才能完成一个施工周期。

尽管这种材料存在以上缺点,但它仍然是解决现有硫化设备表面保温的一种既经济又实用的材料。

4 结语

节约能源是一个长期的工作,节约能源的手段和方法很多,只要我们不断努力,一定能把我国轮胎生产中“三胶”耗电和耗汽(煤)的指标降到国外先进轮胎厂的水平。

参考文献

- 1 橡胶工业手册编写小组. 橡胶工业手册第十分册. 修订版. 北京:化学工业出版社,1995. 560~561
- 2 动力管道手册编写组. 动力管道手册. 北京:机械工业出版社,1994. 629
- 3 ブラント配管研究会. ブラント配管 ポケットブック. 第3版. 东京:日刊工业新闻社,1982. 210~221
- 4 张德姜,王怀义,刘绍叶. 石油化工装置工艺管道安装设计手册. 北京:中国石化出版社,1994. 861~862
- 5 胡正旗. 机械工厂节能设计及使用手册. 北京:机械工业出版社,1992. 312

收稿日期 1998-09-30