

专论综述

轮胎的惰性气体硫化

白好胜

(化工部桂林橡胶工业设计研究院 541004)

利用惰性气体硫化轮胎,是国外近20年出现的一种新型硫化工艺。它具有压力恒定、能源消耗少,硫化胶囊使用寿命长、生产成本低、干净、中心机构无腐蚀、产品合格率高和质量好等优点。

所谓惰性气体硫化,主要是指用蒸汽/惰性气体的混合气体作为硫化介质对轮胎进行硫化的工艺方法。惰性气体硫化是在硫化开始后用194—197℃,1.4MPa的饱和蒸汽对轮胎加热一定的时间,然后将2.1—2.8MPa的惰性气体输入硫化胶囊内,提高内压,并利用初期送入的蒸汽保持温度^[1]。目前国外使用的惰性气体大都为资源广、制备容易、无污染的氮气。也有使用氮气和二氧化碳混合气体的。

1 惰性气体的制备

利用惰性气体硫化轮胎时,惰性气体的来源主要有两种方式:一种是由厂外购进,另一种则是由轮胎厂自行制备。从长远观点考虑,可以采用自行制备惰性气体的方式。我国现行的制氮方法大多为深冷空气分离法,但是深冷空气分离装置结构复杂,设备投资、占地面积和基建费用都比较大,操作、管理和维修也比较复杂。近几年新兴起的以变压吸附分离理论为基础的碳分子筛制氮技术,具有设备简单,装置小巧紧凑,节省投资,操作维修方便,可实现自动化和电脑控制的优点,氮气氧含量低至 1×10^{-6} — 5×10^{-6} ^[2]。

惰性气体硫化轮胎使用的氮气,目前国外提供的方式一般有以下几种:①钢瓶供氮;②管线供氮;③贮液槽供氮;④制氮装置供

氮。用氮厂家可根据当地的实际情况选择供氮方式。

2 惰性气体硫化轮胎的管路设计

利用惰性气体硫化轮胎,由于硫化过程需要蒸汽和惰性气体,因此首先要考虑各种介质进出硫化机的问题。同时,为了节省能源,保护环境,提高经济效益,应充分利用排放的蒸汽/惰性气体的余热,考虑它的分离和回收再利用。有关资料表明,由于惰性气体硫化系统不需要过热水,因此管路设计并不复杂。管路设计合理与否,对机台的操作和维护管理都有直接的影响。科学的、合理的设计布置管路是惰性气体硫化轮胎中的一个重要环节,国外许多厂家对此进行了大量的研究工作。

下面举例说明轮胎硫化结束后,对高压氮气进行回收再利用,并达到节约氮气升压机电力的有关技术情况。图1为惰性气体硫化轮胎的管路设计图。

图1所示的硫化装置工作情况如下:①关闭氮气切换阀1—4,15,16,冷却水调节阀5,6和蒸汽切断阀T,将未硫化的轮胎胎坯装进第1轮胎硫化机(组)A中;②在关闭上述各阀门的情况下,由供蒸汽系统(图中未示出)向第1轮胎硫化机(组)A供给低压蒸汽,在进行充压定型的同时合模;③打开蒸汽切断阀T,供给高压蒸汽,使轮胎升温;④关闭蒸汽切断阀T,打开氮气切换阀3,由汽水分离器25向第1轮胎硫化机(组)A供给高压氮气,对轮胎进行预加压;⑤关闭氮气切换阀3,打开氮气切换阀4,由高压氮气储罐27向

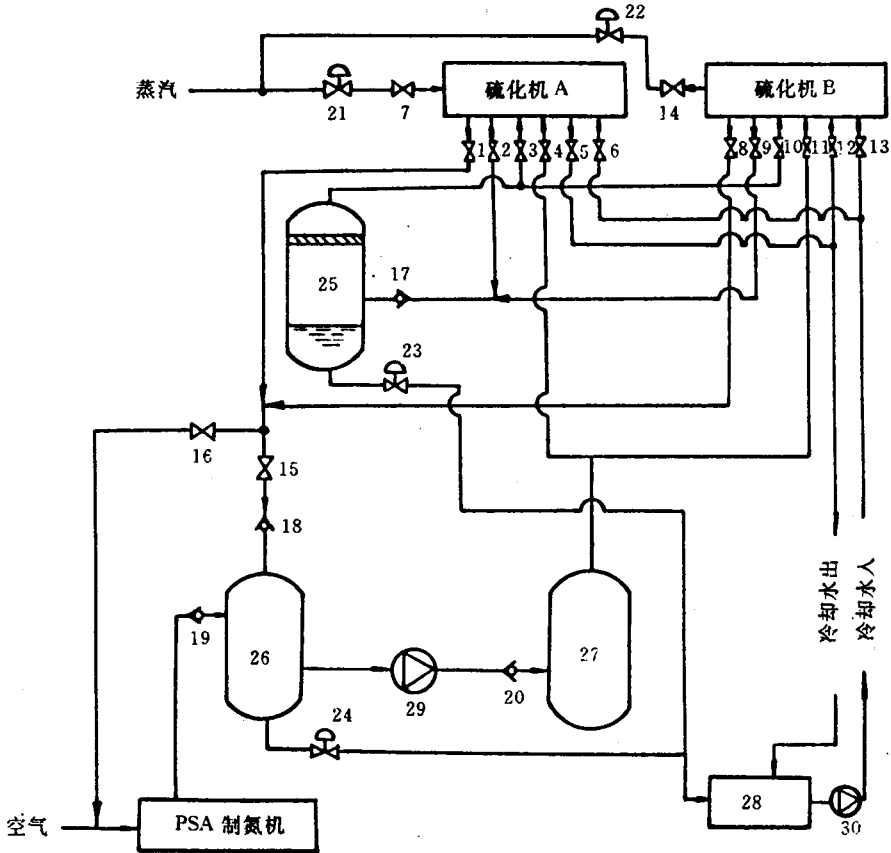


图1 惰性气体硫化轮胎管路设计图

1—4, 8—11, 15, 16—氮气切换阀; 5, 6, 12, 13—冷却水调节阀; 7, 14—蒸汽切断阀;
17—20—逆止阀; 21, 22—蒸汽调节阀; 23, 24—冷凝水流量调节阀; 25—
高压氮气回收用汽水分离器; 26—低压氮气储罐; 27—高压氮气储罐;
28—冷却塔; 29—升压机; 30—冷却水供给泵

第1轮胎硫化机(组)A供给高压氮气,使其升压;⑥根据需要调节氮气切换阀4,保持硫化压力;⑦关闭氮气切换阀4,打开氮气切换阀2;将从第1轮胎硫化机(组)A排出的高压氮气回收到汽水分离器25中;⑧关闭氮气切换阀2,打开氮气切换阀1和15,将由第1轮胎硫化机(组)A排出的低压氮气回收到低压氮气储罐26中;⑨关闭氮气切换阀1和15,打开冷却水调节阀5和6,对硫化好的轮胎进行冷却;⑩关闭冷却水调节阀5和6,打开氮气切换阀1和15,将第1轮胎硫化机(组)A的低压氮气回收到低压氮气储罐26

中;⑪关闭上述各阀门,打开硫化机,取出硫化好的轮胎,完成硫化过程。第2轮胎硫化机(组)B的操作程序与机(组)A的相同^[3]。

3 惰性气体硫化轮胎的气体循环

惰性气体硫化轮胎,通常是向硫化胶囊输入蒸汽后,再向硫化胶囊一次性输入惰性气体保压。这样不仅会在轮胎的下胎侧部位积聚冷凝水,降低传热性能,而且由于惰性气体的相对密度比蒸汽大而存积在下胎侧部位,致使下胎侧部温度比上胎侧部温度低10—12℃,影响轮胎的硫化质量。

为了解决上述问题,有的厂家提出了在利用惰性气体硫化轮胎时,将惰性气体以间歇方式输入硫化胶囊,这样不仅能够保持硫化胶囊内的压力,而且能达到搅拌胶囊内蒸汽的目的,减小胶囊内温差,提高轮胎硫化质量。

图 2 为间歇式充气管路示意图。硫化操作步骤为:①充惰性气体定型轮胎;②充蒸汽加热;③充惰性气体加压;④充惰性气体保压;⑤放空排气,结束硫化。具体数据见表 1。

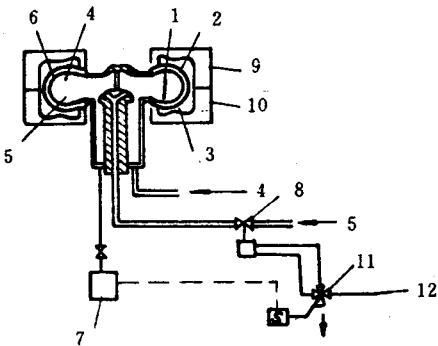


图 2 间歇式充气管道简图

1—冷凝水;2—轮胎;3—花纹模块;4—蒸汽;5—惰性气体;
6—硫化胶囊;7—压力开关;8—气动截止阀;9—上半模;10—下半模;11—四通电磁阀;12—气体计量器

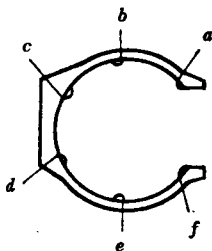


图 3 测温点示意图

表 2 测温点温度

阶段	测温点					
	a	b	c	d	e	f
改进前	173	178	174	166	162	165
改进后	171	176	173	173	169	172

从表 2 可以看出,在改进前的惰性气体硫化中, a 与 f 之间的温差为 8°C , b 与 e 之间的温差为 16°C , c 与 d 之间的温差为 8°C 。采取间歇式充惰性气体的方式, a 与 f 间的温差为 1°C , b 与 e 之间的温差为 7°C , c 与 d 之间的温差为 0 ,轮胎温度不但趋于平衡,而且消除了冷凝水^[4]。

4 惰性气体纯度与胶囊使用寿命的关系

硫化胶囊的使用寿命直接影响轮胎的生产成本、工人的劳动强度和生产效率。硫化胶囊在轮胎硫化过程中,易受加热/加压介质中杂质(主要是氧)的作用而发生降解,软化,最

表 1 惰性气体硫化的间歇式供气参数					
步骤	供给介质	温度 ℃	压力 MPa	操作时间 s	胶囊内压 力,MPa
1	惰性气体	40	0.04	5	0.04
2	蒸汽	197	1.4	4	1.4
3	惰性气体	40	2.6	1	2.6
4	惰性气体	40	2.6	3060	2.4—2.6
5	排气放空			120	0

惰性气体硫化过程中,硫化胶囊内压力下降的原因是,硫化胶囊内的蒸汽将热量传给轮胎,并在胶囊内形成冷凝水存积在下胎侧;同时由于温度下降,惰性气体的压力也随之下降;另外蒸汽的密度比惰性气体的小,因而蒸汽聚集在胶囊上部。在这种状态下,胶囊

后导致破裂。

尽管在硫化胶囊胶料中添加了防老剂,在一定程度上保护胶囊,但是由于惰性气体和蒸汽硫化系统中的水会将部分防老剂带走,而且部分防老剂会在长期高温下分解而失去效果,仍会使分子氧加速破坏硫化胶囊。

在惰性气体硫化中,硫化胶囊的降解速率取决于惰性气体的纯度。所谓惰性气体的纯度,主要是指惰性气体中的氧含量。如果惰性气体中的氧含量过高,则会加速硫化胶囊的老化。为了探讨惰性气体中氧含量对硫化胶囊使用寿命的影响,有的厂家对此进行了专门的试验研究,即使用低纯度的氮气(99.5%)和高纯度的氮气(99.9995%)分别进行试验,结果表明,使用低纯度氮气硫化轮胎会使胶囊发粘并出现鼓泡,导致胶囊过早破坏,使用寿命将缩短50%。所以在利用惰性气体硫化轮胎时,最好使用纯度较高的惰性气体,即惰性气体中的氧含量最好控制在 50×10^{-6} 以下,如果能进一步降低氧含量,使之低至 $4 \times 10^{-6} \sim 5 \times 10^{-6}$,则会进一步提高抗老化性能,当然也不是越纯越好,以免造成成本上扬。

惰性气体中氧含量与胶囊使用寿命之间的关系如下(以传统硫化法胶囊的使用寿命为100)^[5,6]:

惰性气体中的氧浓度	胶囊使用寿命
5×10^{-6}	120—150
50×10^{-6}	110—120
0.1×10^{-2}	80—90
1×10^{-2}	20—50

5 现行轮胎硫化法改为惰性气体硫化的可行性

目前,国外许多轮胎厂家已实现了利用惰性气体硫化轮胎,并积累了丰富的经验。从他们提供的资料中可以看出,探讨将现行轮胎硫化系统改成惰性气体硫化系统的可行性

并进行这项技术的研究是提高轮胎硫化质量的需要,是节省能源、加强环保工作的需要,是提高轮胎厂经济效益的需要。

现行硫化方法对提高轮胎(尤其是子午线轮胎)硫化质量具有一定的局限性。提高子午线轮胎的产品质量需要较高的硫化压力,这就需提高蒸汽/热水系统的压力,而利用惰性气体硫化轮胎则可以用比蒸汽/热水硫化系统低的压力,获得较好的轮胎硫化质量。

现行轮胎硫化系统改为惰性气体硫化后,省去了热水系统。惰性气体发生系统较热水系统的成本低且较易管理。

取消热水系统可提高硫化介质纯度,从而可提高胶囊使用寿命,而且能保证硫化介质管路畅通。由于惰性气体对管路的腐蚀轻,因此减少了管路维护保养的工作量。

氮气制备装置可采用最近几年开发的变压吸附式空气分离设备(碳分子筛制氮装置),该设备具有较传统的深冷空气压缩分离法设备价格低,较易管理的优势。

由此可见,将现行硫化工艺改为惰性气体硫化的可行性是很大的。

6 惰性气体硫化轮胎的优越性

利用惰性气体硫化轮胎具有许多优势:

(1)与蒸汽/热水硫化法比较,惰性气体硫化可使硫化时间缩短18%,能源成本降低50%—80%,胶囊使用寿命提高25%—100%;

(2)由于惰性气体中杂质含量低,可以减轻空压机的负担,不腐蚀配管及相关部件;

(3)惰性气体中不含一氧化碳等有毒气体,可提高安全卫生性;

(4)惰性气体硫化不产生氮氧化物,不存在公害问题;

(5)利用惰性气体硫化轮胎,不仅可以降低硫化机的运行费用,减少维修量,缩短停机时间,而且改善了轮胎硫化性能,提高了产品

(下转第105页)

7 注意的问题

(1)据有关资料报道,A 型硫化机的硫化胶囊内腔空间大,不仅硫化温度难以控制,而且需要大量的蒸汽和惰性气体,所以对于惰性气体硫化轮胎而言,B 型硫化机比 A 型硫化机更合适。

(2)由于充入硫化胶囊的惰性气体是常温的,在胶囊内与内部蒸汽相混合,如有泄漏,胶囊内的压力和温度就会下降,因此管道、阀门、调节装置等均必须采用严密的防泄漏部件并采取相应的防泄漏措施。

(3)必须使用惰性气体硫化用的环流顶盖(Circulation Head)^[1]。

参考文献

- 1 中日轮胎制造设备技术交流资料·化工部轮胎设备技术交流小组,1981
- 2 瑞气牌碳分子筛制氮机样本·瑞安市空气设备厂,1995
- 3 平野信一郎·ゴムタイヤ等のガス加硫方法. Int Cl⁴. B29C 35/04,日本专利,公开特昭 62-113520,1987
- 4 长谷川昭等·ゴムタイヤ等のガス加硫方法. Int Cl⁵. B29C 33/04,日本专利,公开特平 4-14413,1992
- 5 有松利雄·エラストマ-物品の加硫方法. Int Cl³. B29H5/01,日本专利,公开特昭 57-74142,1982
- 6 有松利雄·エラストマ-物品の加硫方法. Int Cl³. B29H5/01,日本专利,公开特昭 57-74143,1982
- 7 Kuberka K A. Tire curing with steam/nitrogen system reduces costs and enhances reliability. Elastomerics, 1990;122(7):16—19

收稿日期 1995-01-16