

轮胎蒸汽充氮硫化在国内应用的探讨

杨嘉名 俞松明 张立钢

(北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 论述了轮胎蒸汽充氮硫化在国内应用的现实性,对各种氮气制备方法及氮气供应方式的特点、可靠性和经济性进行分析比较。认为国内轮胎厂或轮胎生产线有可能选择碳分子筛变压吸附装置供氮系统、膜分离装置供氮系统或液氮气化供氮系统。轮胎厂应用蒸汽充氮硫化将会获得技术上的优势和显著的经济效益。

关键词 轮胎蒸汽充氮硫化, 氮气设备, 氮气供给

1 前言

目前,轮胎硫化通常是使用热水硫化和蒸汽硫化的传统方法,不论采用那种方法硫化,所用硫化介质及其装置应具备满足轮胎硫化工艺要求的温度、压力、含氧量和用量的基本条件。同时需要考虑节约能源、降低成本、提高质量以及安全可靠等综合因素。在热水硫化方式中,国内外普遍采用直接式除氧热水装置提供热水,热水的温度和压力是分别控制而可调的,可在整个硫化过程中连续地将温度和压力稳定的热水充入胶囊,且进行循环,能满足轮胎硫化工艺的要求,但是热水介质制备需要较多的能源和较高的设备与厂房投资,会明显提高生产成本。在蒸汽硫化方式中,介质温度较高,通常充入胶囊的饱和蒸汽压力为 1.4 ~ 1.6 MPa;加热温度对应为 197~ 203 ℃,可缩短轮胎硫化时间,提高生产率,但是硫化压力的高低完全受蒸汽温度制约,致使轮胎硫化压力不可能再提高。由于国内高性能子午线轮胎的出现,要求在更高的压力下进行硫化,这种压力用蒸汽硫化是无法达到的。

随着轮胎工业的发展,在国外如美国、日本、前苏联、法国等一些轮胎公司率先开发新的硫化工艺,利用惰性气体或氮气作为硫化介质。首次使用氮气硫化约在 30 年前,大量使用氮气硫化是

在近 10 年期间。据国外资料介绍,氮气硫化与热水硫化比较,具有大量节约能源、提高轮胎质量、延长胶囊使用寿命、提高劳动生产率、较低的废品率、较高的灵活性、操作安全、保护环境等优点。因此,在 1996 年,国际上已有 70 多家轮胎厂使用氮气硫化,世界各地有越来越多的中小型轮胎企业开始应用,几乎所有新建厂和新建流水线都积极采用这种硫化技术。在国内有极少中外合资轮胎厂应用了蒸汽充氮硫化,但硫化系统中的主要设备和配套件是从国外引进的,价格昂贵。

在国内蒸汽充氮硫化仍属空白,没有成套装置供应,本文结合我院近几年来调研与开发的体会,对蒸汽充氮硫化在国内的应用进行探讨。

2 轮胎硫化工艺过程

各国轮胎厂采用的蒸汽充氮硫化工艺尽管有些差异,但生产过程基本相同。在硫化过程中,蒸汽是加热介质,氮气是加压介质,两者混合于胶囊中提供了轮胎所需要的温度和压力。具有程序简单、步骤很少的特点,这种硫化工艺在国内轮胎厂是可以实现的。

硫化工艺步骤如下:

- (1) 把生胎放入模型。
- (2) 将低压氮气或蒸汽充入胶囊,参见表 1,使生胎均匀定型至预定尺寸。
- (3) 硫化机合模,将高压蒸汽充入胶囊使轮胎获得所必需的热量进行硫化,根据轮胎的不同类型和规格决定蒸汽供给时间的长短,参见表 2。

作者简介:杨嘉名,女,63岁。教授级高工。1958年毕业于重庆大学机械制造专业。主要从事橡胶设备的开发、设计及安装工作。已发表论文 8 篇。

收稿日期:99-06-15

表1 定型氮气或蒸汽压力

国别	定型压力/MPa	资料报导时间/年
美国	0.014~0.278	1996
	0.03~0.3	1994
	0.069~0.276	1990
日本	0.07~0.1	1996

表2 加热蒸汽压力及时间

国别	蒸汽压力/MPa	相应饱和温度/℃	供给时间/min	资料报导时间/年
美国	1.4~1.7	197~206	2~6	1996
	1.4~1.7	197~206	2~8	1994
	1.655	205	0.5~5	1990
日本	1.4	197	2~5	1996
	1.4~1.5	197~200	3~8	

3 蒸汽及氮气的制备

蒸汽的制备。通常需用 1.4~1.7MPa 的加热蒸汽,由轮胎厂锅炉房直接提供,容易实现。

氮气的制备。制氮主要是通过空气分离来实现,目前的制氮方法主要有低温精馏法(深冷法)、变压吸附法和膜分离法。对各种制氮方法的原理及特点简介如下:

3.1 深冷法

深冷空分法制氮是传统的方法,是先将空气液化,然后根据空气中的氧和氮等成分的沸点不同达到氧氮分离(氧为 -183°C ,氮为 -196°C),产品氮的纯度为 99%~99.999%,通常制氮量达到 500m³/h 规模才能在经济上、能耗上显得合理。但也有小型低温空分装置可提供使用。

深冷法制氮一般投资多,运行成本高,起动时间长(12~24h),维修工作量大,设备体积庞大,需专用厂房,建筑造价高,不适宜中小氮气用户需要。但适应于工业大规模制氮,整套设备稳定、可

(4) 将高压氮气(一般为 2.0~3.0MPa)充入胶囊,以增加硫化内压并在硫化期间保持适当的温度和压力,氮气一般为常温。

(5) 硫化结束,排空胶囊,硫化机开模,卸出轮胎。

靠、产品氮纯度高。

3.2 变压吸附法

变压吸附法技术自 1936 年开发以来,从 70 年代在世界工业上开始广泛应用。变压吸附制氮(Pressur Swing Adsorption, 简称 PSA)是利用一种高效能、高选择性的固体吸附剂对氧或氮优先吸附的性能,把空气中的氧和氮分离出来,目前常用碳分子筛吸附剂(CMS)。碳分子筛变压吸附制氮示意图见图 1,其原理为:氧和氮在碳分子筛上的吸附速度相差较大,在短时间内氧分子被大量吸附,而氮分子吸附很少,这样氮富集在气相中,氧留在分子筛中,整个吸附过程在加压情况下进行,当吸附压力降到常压时,被吸附的氧从分子筛的微孔中脱附(解吸),同时分子筛获得再生。常规的碳分子筛制氮装置设置有碳分子筛的两塔并联,交替进行加压吸附产氮和减压解吸再生的吸附循环,实现氮氧分离,产品氮的纯度为 95%~99%。

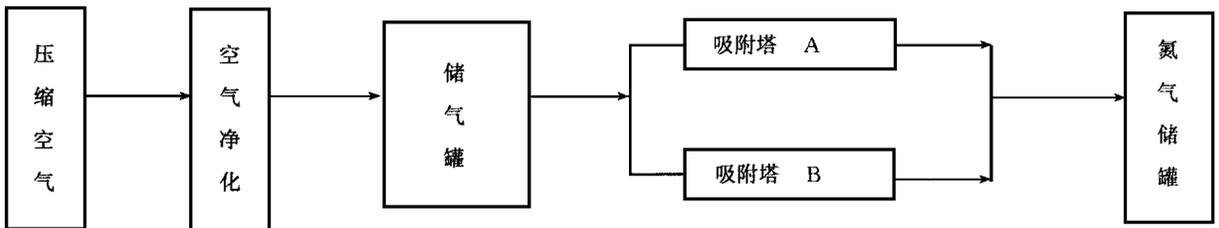


图1 碳分子筛变压吸附制氮示意图

碳分子筛变压吸附制氮的优点是起动速度快 (20~30min), 开停机方便, 操作简单, 容易实现自

动化, 装置紧凑、占地面积小, 无需建造专用厂房, 投资省。但是碳分子筛仍需进口, 因国产的性能不够理想; 由于吸附循环使阀门切换频繁而使用寿命短, 也常配进口优质阀门, 造成设备价格增高。

3.3 膜分离法

膜分离制氮见图 2, 它是自本世纪 80 年代以

来发展很快的高新技术, 系利用某些有机高分子和无机材料形成的膜对不同组分分子的选择性渗透进行分离, 大都采用中空纤维式膜。空气在一定的驱动力作用下, 氧气渗透速度大于氮气, 经过膜分离之后, 高压侧留下的气体为富氮, 而渗透在低压侧的气体为富氧。产品氮纯度为 95% ~ 99.5%。

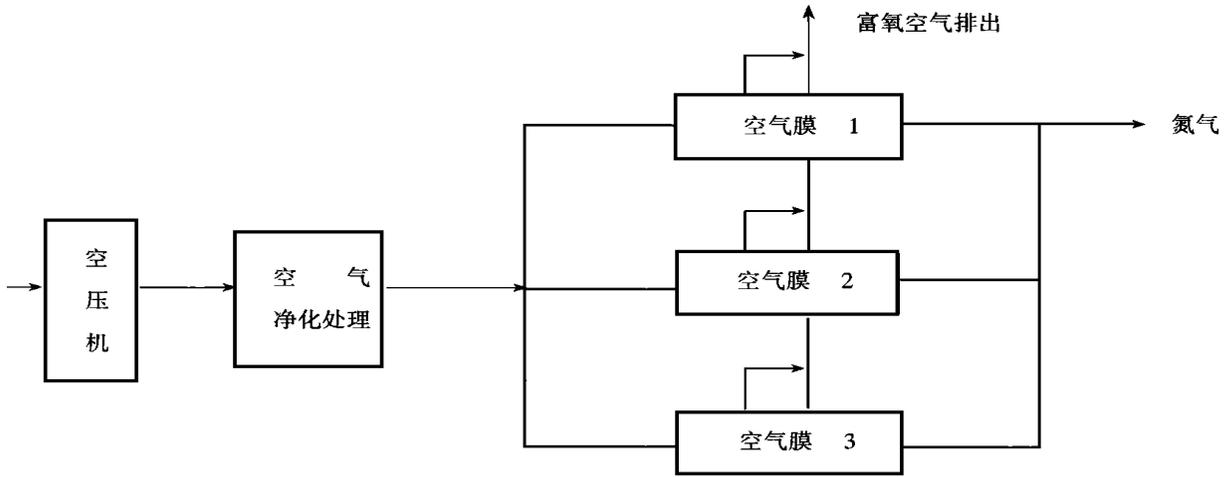


图 2 膜分离制氮示意图

膜分离制氮的优点是流程简单、装置紧凑; 操作容易、开停方便; 能耗低、寿命长等。但是中空纤维膜在国内尚无产品, 须引进, 价格昂贵。

3.4 液氮的制取

液氮可以用深冷法直接分离空气制取, 或与分离空气制氧结合制取。也可以用将其它方法生产的气体氮在液化装置中液化制取。

总之, 在国内, 深冷法制氮技术成熟、设备可靠。碳分子筛变压吸附制氮在近 10 年发展很快, 设备制造厂家颇多, 能提供性能稳定的装置, 在其它行业应用非常广泛。膜分离制氮技术先进, 已有设备生产厂, 在其它行业已拥有不少用户, 能提供性能较好的装置。目前, 能生产液氮的地区比较多。因此, 有多种制氮方法及其装置可供轮胎蒸汽充氮硫化成套装置择优选用。

4 氮气供应方式的选择

轮胎厂选择氮气供应方式一般应考虑下列因素。

(1) 供氮量。根据轮胎硫化机的规模、类型和规格、定型介质, 年工作日来确定。

(2) 硫化内压。内压的高低取决于硫化工艺

条件, 通常使用内压 2.1~ 2.8 MPa。

(3) 氮气纯度。从国外厂家进行用氮纯度的专门试验表明, 如使用低纯度氮气硫化轮胎, 会使胶囊发粘出现鼓泡, 导致胶囊过早的氧化破坏, 如使用过高纯度氮气硫化轮胎, 会造成轮胎生产成本增高, 故宜用氮含量为 99.995% ~ 99.999% 的高纯度氮气, 以提高胶囊使用寿命。

(4) 工厂周边条件。是否临近制氮厂或有液氮源。

通常应用的氮气供应方式有三种, 见图 3。

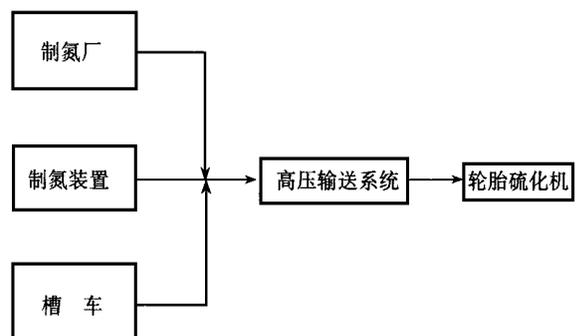


图 3 氮气供应方式

4.1 制氮厂

对于大型轮胎厂(日产轮胎达2万条),靠近工厂建设制氮厂,用深冷法获得高纯度氮气,经氮气压缩机加压至硫化内压要求,再由管道输送给轮胎厂使用,这种方式对用氮量非常大的厂家才是经济的。制氮厂可以由轮胎厂建设,也可以由供应商建设和经营。尽管这种供氮方式很可靠,但通常仍需储备备用液氮,以保证氮气的供给。

4.2 制氮装置

对于中型以下轮胎厂(日产轮胎2万条以下),而工厂附近没有液氮源,若要靠长途运输会造成液氮价格上扬,宜采用变压吸附装置、膜分离装置或小型深冷装置来制氮。但是变压吸附和膜分离制出的氮气纯度低,必需配装氮纯化装置,使

氮气经除氧达到硫化要求的高纯度。这三种装置制出的氮气压力较低,都必需用氮气压缩机加压至硫化要求的压力才能提供使用。

4.3 槽车

对于中小型轮胎厂(日产轮胎1万条)或工厂靠近氮源,用槽车供给液氮是经济的,可用三种供氮系统获得高压氮气。

(1) 高压储罐供氮系统

槽车液氮用地泵加压输送至高压储罐(罐压力为2.7MPa和4.1MPa)中冷藏,经过汽化器获得高压氮气,如图4。该系统具有很高的可靠性,但地泵(低温液氮泵)在国内尚无合适产品,宜引进,价格高。

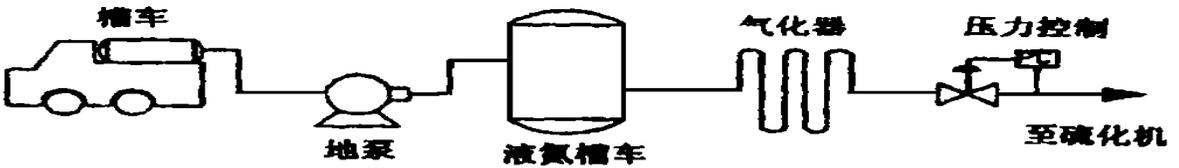


图4 高压储罐供氮系统

(2) 高压液氮泵供氮系统

槽车液氮输至低压储罐(罐压为1.0MPa)中冷藏,用高压液氮泵加压至2.0MPa,经汽化器获得高压

氮气储存于高压氮气罐中,使用前将氮气压力下调至硫化要求,如图5。该系统具有可调压的灵活性;但是高压液氮泵宜进口,价格贵,使用需特殊维护。

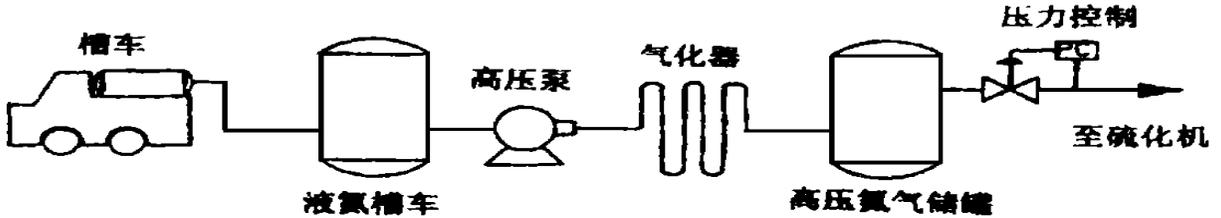


图5 高压液氮泵供氮系统

(3) 高压氮压机供氮系统

槽车液氮输至低压储罐(罐压力为1.0MPa)中冷藏,先经汽化器得到低压氮气,再以氮气压缩机加压至

硫化要求并储存于高压氮气储罐中,经调压供硫化使用,如图6。该系统使用的高压氮气压缩机在国内有产品供应,但价格不便宜;也可进口产品,价格更贵些。

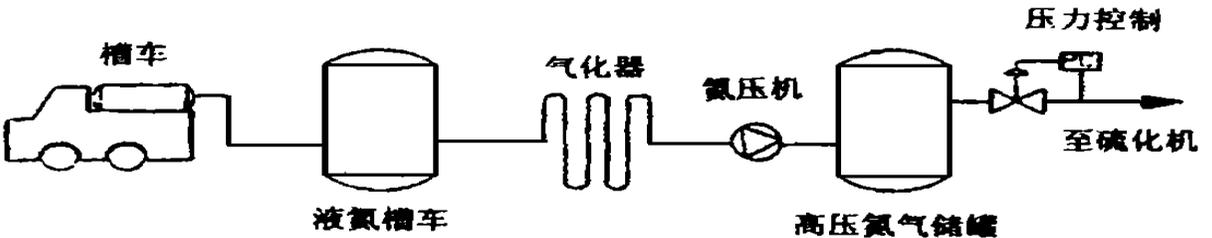


图6 高压氮压机供氮系统

根据选择供氮方式的考虑因素,就国内而言,目前大规模的轮胎厂极少,对选用制氮厂的供氮方式

机遇很小。而数量较多的中小型轮胎厂或轮胎生产线,有可能选用碳分子筛变压吸附和膜分离的

制氮装置的供氮方式,是比较经济、灵活的,况且膜分离制氮装置供氮硫化系统已应用于中外合资厂家,此系统中的膜分离装置、氮气压缩机和阀门配件等都从国外引进,据反应所用系统流程简单,设备安装在普通厂房,能比热水硫化系统大量节约热能(蒸汽)和电能,使用情况良好。槽车供氮方式则有可能被一些靠近液氮源的厂家选用,高压储罐供氮系统已应用于中外合资的厂家,系统中的地泵和配件是引进国外的,其流程和设备十分紧凑,压力很稳定,轮胎质量好。

可见,轮胎厂家按照自己的实际情况,能够选择到适应的最佳的轮胎硫化供氮方式。

5 结束语

轮胎蒸汽充氮硫化是目前国际上技术先进的新工艺,具有较为突出的优点,正在推广应用。我院经过几年来的开发,更了解到国内自行研制蒸汽充氮硫化成套装置是完全可以实现的,根据国内制氮行业的现状及轮胎厂的具体条件,可以

选择到可靠的最佳的硫化供氮系统及装置。对于国内较多的中小型轮胎厂和轮胎生产线很有可能应用碳分子筛变压吸附装置供氮系统、膜分离装置供氮系统或液氮气化供氮系统。

在轮胎蒸汽充氮硫化装置研制过程中,将会遇到一些问题。有的是与轮胎定型硫化机相关,而在国内已有几家橡胶机械厂可以制造(或改进)适用于蒸汽充氮硫化的轮胎硫化机。有的问题可能与轮胎厂硫化工艺和轮胎结构、配方相关,通过使用是会寻求解决措施的。

总之,在国内能实现蒸汽充氮装置的应用,不仅可以填补国内空白,而且轮胎厂将会获得技术的优势和显著的经济效益。

参考文献

- 1 王登祥摘译. 氮气硫化轮胎的争论点、注意点和好处. 轮胎工业, 1998, 18 (11)
- 2 魏风琴译. 轮胎硫化工艺氮气的使用及提供. 橡机工业, 1996, 2
- 3 杨嘉名, 俞松明, 潘燕英, 张立钢. 轮胎硫化介质及其装置的现状与发展动向. 橡胶技术与装备, 1998, 24 (2)

Applied Approach on Tire Curing Steam With Nitrogen Gas Used in China

Yang Jiaming Yu Songming and Zhang Ligang

Abstract Describes the feasibility of tire curing steam with nitrogen gas used in China, presents the properties of each kind of nitrogen gas preparing method and the supply way of nitrogen gas and provides the analysis comparison of reliability and economy. The nitrogen supply system, membrane separation device of nitrogen gas of supply system and the nitrogen supply system of liquid nitrogen gas of carbon element sieve absorption device may be selected and used domestic tire factory and tire production line. The steam curing with nitrogen gas used in the factory will gain the advantages of technology and the good economy.

Keywords tire curing steam with nitrogen gas, nitrogen gas preparing, nitrogen gas supply

多切割传递排气冷喂料挤出机

在橡胶挤出生产线上使用 kiffer 工业公司的多切割传递排气(MCTD)挤出机,能大幅度提高产量。与普通的冷喂料挤出机不同,其独特结构是使用一种双螺旋线,使胶料在螺杆与机筒的多切割传递排气段的机械剪切下产生混炼,能把胶料内的热量降低到最小程度,且能使螺杆更快地旋转而得到高产量。

在该机中的可调节流量的调节器(节流阀),能使在多切割传递排气段内实现受控制的塑炼,保证作有控制的混炼,此外,该机的各段温度内的偏差皆不超过正负 2℃,因而只有该机能提供可控的温度和螺杆转速,以作受控下的塑炼,在最佳加工温度和制品外观下获得最高的产量。

对于采用微波硫化装置的生产线,理想的是使用上述挤出机及其相应的机头。

叶春葆译自: Rubber World, 216. 4. 76. 1997