

# 轮胎工厂的烟气收集研究

杜云峰

(江苏通用科技股份有限公司, 江苏 无锡 214196)

**摘要:** 随着行业的快速发展,对轮胎生产过程烟气治理的要求逐渐升级。烟气治理分为烟气收集和烟气后处理两个过程,烟气收集方式是否合理决定着烟气治理的总体效果能不能满意。从硫化集烟入手,沿改进的历程,对行业探索过程中形成的多种方式进行定性比较,为烟气收集的优化提供参考。

**关键词:** 烟气治理;烟气收集;围罩抽排;集烟罩

**中图分类号:** TQ330.9

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1009-797X(2025)04-0015-06

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2025.04.004

随着行业的快速发展,对轮胎生产过程烟气治理的要求逐渐升级,从早年的无组织排放到后来的围罩引排,最后发展到10年前要求强制收集并无害化处理。烟气治理分为烟气收集和烟气后处理两个过程,烟气收集方式是否合理决定着烟气治理的总体效果能不能满意。这些年来,各企业在升级尝试中得到了许多教训,集中体现为:

- (1) 集烟效果差,导致烟气弥散在厂房里。
- (2) 抽排风量过大导致风机、后处理装置(RTO、活性炭箱等)、补风系统的投资和运行费用巨大,成为企业不可承受之重。
- (3) 结构不合理,造成工艺设备维修和保养难度加大。

综合来看,烟气收集系统的目标就是利用合适的缓冲空间和尽量小的引风量,产生较高的风速和负压,以抵抗住烟气扩散力和横向扰动力,使烟气及时进入烟道中排走,其中,减小开放面积、增大缓冲空间是有效减小风量消耗的关键。本文从硫化集烟入手,沿改进的历程,对行业探索过程中形成的多种方式进行定性比较,为烟气收集的优化提供参考。

## 1 方式一:大围罩屋顶通风器排放

这是环保强制之前的传统做法,方法是在硫化地坑四周的屋顶垂下一道隔离帘形成一个围罩,或钢瓦制作、或塑料软帘、或上钢下塑、或升降卷帘,烟气经地坑大围罩收集后从屋顶通风器排放,在大围罩

外的通道上方设补风管进行气压平衡。由于热气的升腾作用,烟气能得到较好的自然排放,但烟气中的化学气味未经处理飘散到大气中,如图1所示。

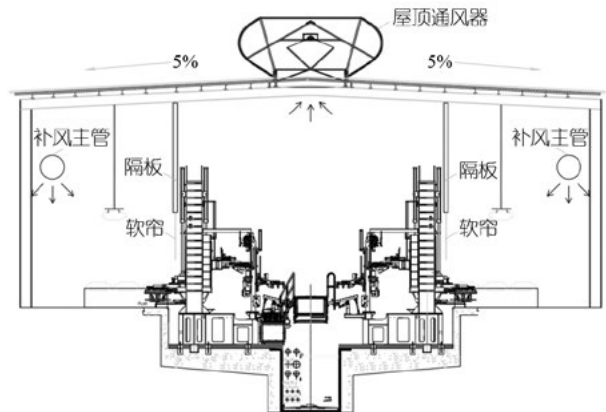


图1 大围罩+屋顶通风器排放

- (1) 优点:简单,排烟效果好,投入低。
- (2) 缺点:烟气异味自然飘散,易导致周边区域居民反对,后来受到禁止;大围罩的存在,使得无法利用厂房立柱安装行吊,外来汽车吊也受围罩影响而不方便使用,维修或换摸只能用叉车操作,有的厂家采用了电动卷帘方式来缓解这个问题,但投资非常大。

**作者简介:** 杜云峰(1968-),男,正高级工程师,是国内低温一次法炼胶技术、碎胶复配混炼技术、串联密炼技术的主要创始人之一,曾荣获全国橡塑中心首批“时代精英”、石化联合会“优秀科技工作者”等称号,拥有专利30余项,主导的科技项目两次获得山东省科技进步奖。

另外，还存在着硫化机熏蒸变色问题。

## 2 方式二：大围罩整体抽排

这是环保强制后最初采用的方式，因为时间紧、技术储备不足等，为解决关闭屋顶通风器之后的抽排问题，就简单地在硫化地坑大围罩内设置大直径引风管、引风管上开设多个吸风口，将围罩内的烟气抽排至处理装置。由于围罩下部的开放面积很大，为了形成空气流动和负压以达到抽排效果，需要很大的风量，管道直径动辄 1 m 多，且管道头尾的压差不一致，抽排效果前后差异较大，布置如图 2 所示。

(1) 优点：简单易行，围罩内屋顶挂管即可。

(2) 缺点：由于引风量巨大而车间原有的补风不足、围罩的开放面积大等原因，导致很难形成空气的稳定流动，收集效果不好，烟气易飘散出大围罩弥散在车间里。另外，由于风量巨大，造成风机功率大、后续处理装置规格加大，后果就是一次性投资和运行能耗都很大，一个地沟十几万风量往往都无法满足，若再考虑加上补风系统，那总风量就更夸张了，一个硫化车间的烟气治理用电量甚至会超过 1 台密炼机的用电量，对企业效益形成很大的压力。另外，也存在着吊车使用不便和硫化机熏蒸变色问题。

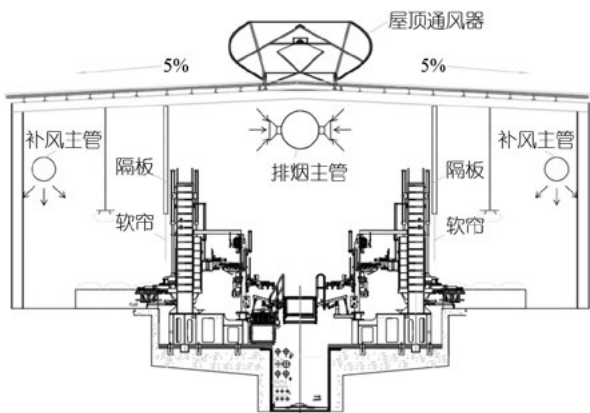


图 2 大围罩整抽

## 3 方式三：单机罩整体抽排

在方式二的基础上，为提高收集效果，有的厂家在每台硫化机上方加设独立的烟气收集罩，再将各个收集罩的引风管并至 1 根或 2 根（1 排硫化机 2 根）主引风管上，采用统一的风机抽排至处理装置。这种方式的目的是使烟气在未扩散前就地被吸走，在单机罩足够封闭的情况下能略微减小风量和减少向车间扩散。如图 3 所示。

(1) 优点：接近发烟点抽吸，更利于收集，风量比方式二略小。

(2) 缺点：由于单机罩容积有限，硫化机开机时的烟气比较多，很难及时排走，仍会有一部分烟气溢出收集罩后弥散在厂房里，最终聚集在通道上方，往往从通道上方的消防风机或屋顶通风器排走，造成无组织排放。风量大、能耗大的问题同样存在，若再加补风系统，则问题更严重。另外，同样存在着吊车使用不便和硫化机熏蒸变色问题。

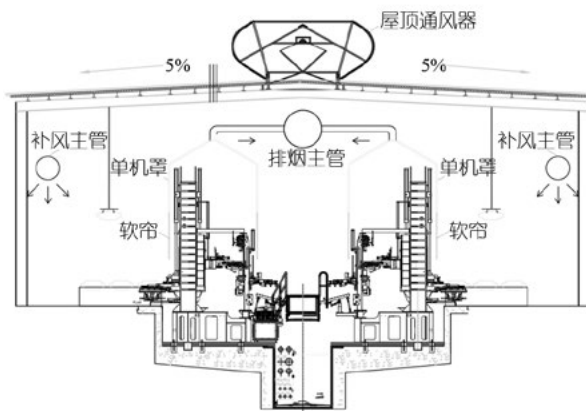


图 3 单机罩整抽

## 4 方式四：单机罩 + 大围罩整体抽排

这是将方式二和方式三合二为一的做法，又在合理性上往前走了一步。机台烟气先经单机罩排走，溢出单机罩的烟气则弥散在大围罩中，通过排烟主管道上间隔开设的吸风口进行抽排，如图 4 所示。

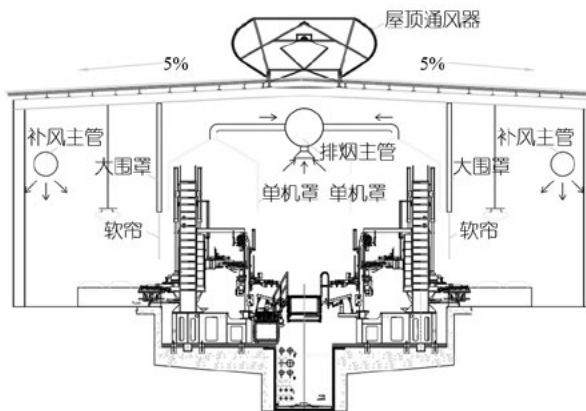


图 4 单机罩 + 大围罩整抽

(1) 优点：单机设罩抽排高浓度烟气、大围罩再收集弥散烟气，两级同步抽排，原理上能够排走烟气、防止弥散。

(2) 缺点：所需风量依然巨大，所需管道直径、

风机和后处理装置规格很大，投资大、运行费用高。另外，也存在着吊车使用不便和硫化机熏蒸变色问题。

## 5 方式五：单机罩轮抽 + 大围罩整体抽排

这是在方式四基础上解决风量大的问题而采用的。单机罩轮抽就是在每台硫化机的收集罩引风管上，设置一个自动调档的风阀，硫化机开模时风阀全开，以便将大量烟气吸走，硫化机合模时风阀只开一点点，保持微烟排放效果就好。由于硫化机同时开模率并不高，这种方式就会大大减少地坑主管道排烟的抽排风量，同时，保留了大围罩，使溢出单机罩的烟气被限制在大围罩中，并通过主排管排走，如图5所示。

(1) 优点：单机罩轮换抽排，效果好、风量小、后处理装置小，弱化了补风的要求，减少了一次性投资、降低了运行能耗，且保留了大围罩的防弥散功能，厂房内空气质量保持较好。

(2) 缺点：主排管上开口抽排大围罩内弥散烟气的做法有些勉强，若开口多就会增加了排风量，若开口少则很难将大围罩内蓄积的弥散烟气及时吸走，导致许多烟气长期聚集在大围罩内的上部空间，对厂房和设备有损害，还会沿缝隙漏至围罩外，影响室内空气质量。另外，也存在着吊车使用不便和硫化机熏蒸变色问题。

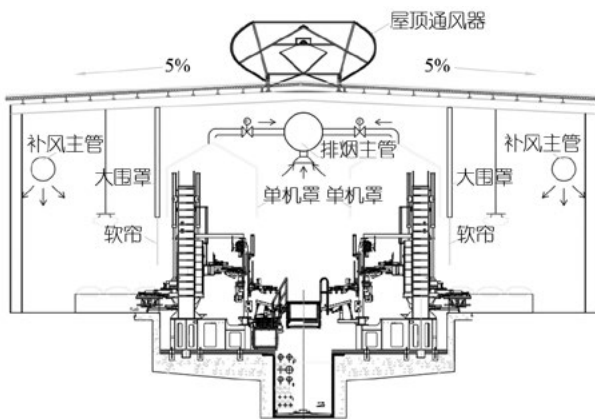


图5 两级组合一（单机罩 + 大围罩整抽）

## 6 方式六：单机罩轮抽和大围边缓冲

这是在方式五基础上进一步优化的结果，是当前已有方式中最合理的方式之一，实现了小风量、大缓冲、无溢出的效果。具体做法是：将轮抽式单机罩做成浅罩，再将罩裙互相联接为一个整体，前脸下延至操作高度（或者整排直接安装连续的电动卷帘）形成

一个地坑大围边，这样的话，一个单机罩溢出的少量烟气会在大围边的限制下，暂时弥散到周边其他单机罩中，其他单机罩轮抽时再一起排走，这样就避免了方式五中的大围罩烟气抽排系统，从而把抽排风量大大减小，如图6所示。

(1) 优点：保持了单机罩轮抽的优点，也解决了溢出烟气的二次收集问题，同时省掉了大围罩抽排，从而降低投资、减少运行费用。

(2) 缺点：花费较大，对密封的要求较高。另外，与前述所有方式一样，都存在妨碍吊车使用的问题，也存在着硫化机熏蒸变色问题，影响形象和器件寿命。

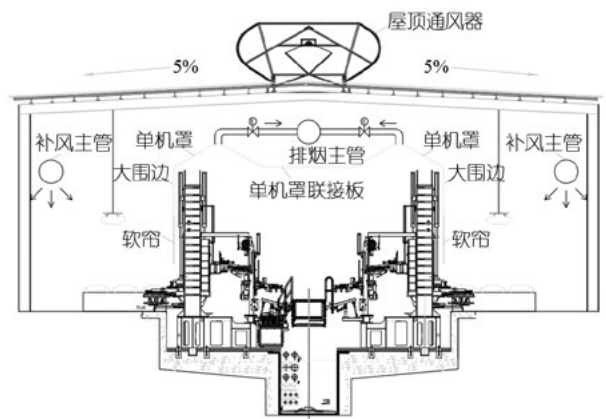


图6 两级组合二（单机罩联体轮抽 + 大围罩缓冲）

## 7 方式七：浓烟预排 + 单机罩轮抽 + 大围边缓冲

这是在方案六基础上设想的一种新方式，以求改善硫化机体的污染问题，具体办法是：加设一套硫化室烟气预排装置，在硫化蒸锅（或热板式的隔热罩）上开设抽排孔洞，并连接风阀，风阀后的引风管以支管状态连至单机罩的排烟管上（可以是套管抽插方式或软管方式），如图7所示。这样就形成了蒸锅、单机罩、大围边三级集烟状态，在合模状态时蒸锅风阀可处于关闭状态，单机罩风阀处于微开状态；在开模时，蒸锅风阀瞬间打开，在开模过程中进行抽排，将高浓度的烟气还未从模具中扩散时就予以强力收集抽排（可串接轴流风机助抽），待开模完成后单机罩风阀也打开，两级收集同时工作至完全开模状态或是程序设定的时间点，风阀的控制可以在硫化机程序中方便设置。

(1) 优点：保持了方式六的优点，同时因为高浓度烟气在模具里就被大量吸走，大大减少了对硫化机体的污染，达到保持设备状态、延长寿命、减少损坏

和便于维修的目的。

(2) 缺点：现有市面上的硫化机普遍没有在蒸锅和隔热罩上留排烟口，需要对设备进行改造，形成一种自带烟气预收集装置的新机型，增加了设备改造难度，尤其是蒸锅式需要解决蒸汽压力相关问题，所以这种方式对新项目比较合适，在硫化机设计时就预留预收集装置。另外，仍存在着吊车使用不便和硫化机熏蒸变色问题。

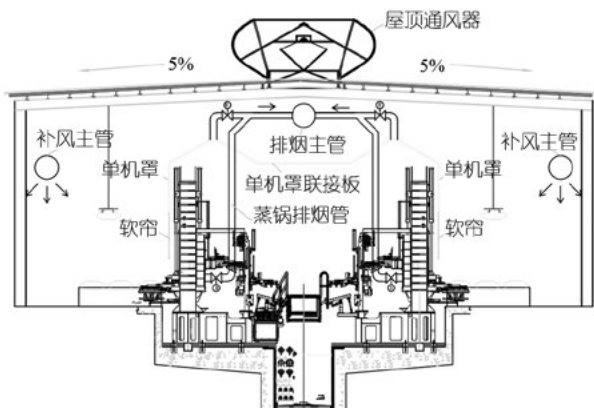


图7 三级组合一（主机预排 + 单机罩联体轮抽十大围罩缓冲）

## 8 方式八：浓烟预排 + 折叠式单机罩轮抽 + 联体缓冲

这是在方式七的基础上，为解决行吊换模与集烟罩干涉的问题而进行优化的结果，尤其适用于工程胎硫化。具体做法是：将轮抽式单机罩做成前后折叠式，单机罩之间在地沟上方整体连通，形成一个弥散缓冲槽，一个单机罩溢出的烟气会弥散到缓冲槽和邻近单机罩中，使单机烟气有了多倍的缓冲容积，待邻近机台抽排时一起排走，不至于溢出到厂房通道上。单机罩前脸可做成升降卷帘，后壁为固定式，中间段设计成风琴式折叠结构，前脸卷帘及中间风琴段沿轨道可进行前后折叠动作。正常硫化时，中间折叠段伸张开，前脸卷帘降下，形成完整的单机集烟罩；在需要更换模具或维修设备时，则升起卷帘、中段折叠，集烟罩折叠退至后壁处，露出模具的吊装空间，便于行吊或汽车吊操作，如图8所示。

(1) 优点：保持了方式七（大围边、浓烟预排、单机轮抽罩）的优点，利用缓冲区解决了溢出烟气的暂存收集问题，机体预排解决了自体污染问题，单机轮抽解决了风量大的问题，更重要的是解决了模具更换的吊装空间问题，因为受现场空间所限，大型模具

往往无法用叉车操作，只有用行吊或汽车吊，固定式烟罩不适用。

(2) 缺点：制造成本较高，需要加设折叠罩行走机构和前脸卷帘机构，另外硫化机要预留机体排烟口。

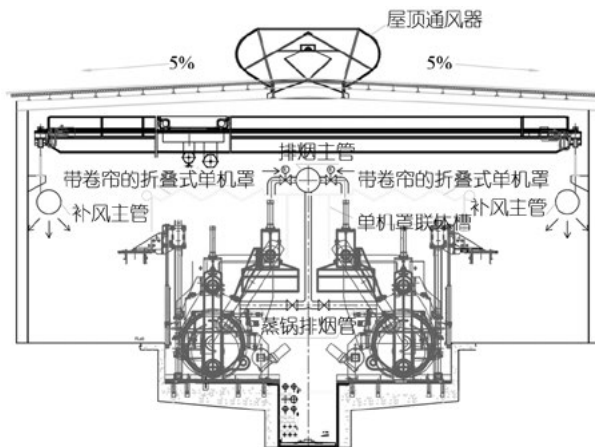


图8 三级组合二（主机预排 + 单机罩联体轮抽十折叠单机罩 + 大围罩缓冲）

## 9 其他集烟罩

### 9.1 开放式集烟罩

在压延、挤出、开炼等工序，都存在一些有人工操作的部位需要烟气收集排放，这种情况一般使用开放式架空收集，传统的做法是在发烟点上方固定安装一个有一定深度的方形罩子，罩子的大小以覆盖发烟区为准，罩子通过风管联接风机进行抽排。这种方式的优点是简单易行，但由于罩子往往比发烟点高很多，需要很大的风力来抽吸烟气，却仍然会有大量弥散，污染设备和环境。解决这个问题，不妨参照硫化集烟的新方式，按照浓烟预排、小罩主排、大罩缓冲的三级集烟思路来做优化改造。

具体的改造办法如图9所示，主要有两点：

(1) 在传统大罩的基础上加装升降式收集装置，用于浓烟接近式预排，由小吸罩（子罩）和抽插式升降风筒组成，其中升降风筒可由动力升降或是重锤平衡升降构成。在正常生产时将小罩拉下，就近发烟点吸取高浓度烟气，弥散的部分由上方大罩捕集；要进行工艺操作时就把小罩上提让位，这样就靠大罩集烟。

(2) 在传统大罩的基础上加装调风板，其作用是将风筒吸力集中到小罩口以及大罩的环隙，从而提高吸口风速，加强收集效果，同时可借此减小风机功率。

a. 优点：通过小罩下拉，可接近发烟点进行高浓度收集，减少机体污染，来不及收集的溢散烟气又通

过大罩进行捕集，提高了可靠性；通过小罩高位与调风板的联合作用，可减少抽排风量；通过大罩，可实现烟气的二次捕集缓冲。通过子母罩加调风板的三级联合作用，既高效收集又减少机体污染。

b. 缺点：较为复杂，制作难度稍大。

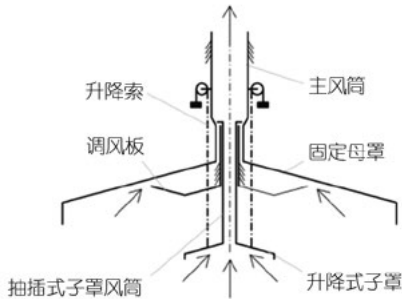


图9 子母调风的开放式集烟罩

## 9.2 密闭和半开放式集烟罩

在供胶皮带机、胶冷爬坡输送等不需人工操作的场合，可以采用密闭式集烟方式，而开炼机等以单面操作为主的设备则可以采用半开放式（前脸半开），比传统的四面开放式集烟方式能减少大部分风量，如图10所示。为便于观察检修，可以在密闭罩上开设多个活门。

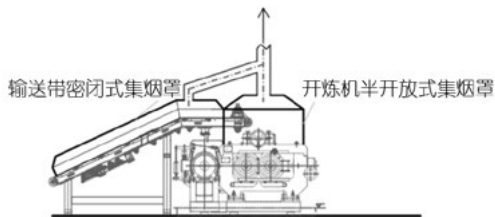


图10 密闭和半开放式集烟罩

(1) 优点：密闭罩能更好地收集烟气，减少抽排风量；半开放式罩既有密闭罩的优点，也保持了前脸操作的便利性。

(2) 缺点：投资比开放式略大，设备检查保养时，稍有不便。

## 9.3 密炼机中央抽尘罩

传统的抽尘方式是在密炼机自配的集烟罩上接抽尘管道，由于该罩一般较小，而加料口处的开放面积较大，所以要形成较高的风速和负压，则必须采用大风量的引风机，大引风机又需要配用大除尘器、大RTO、大补风风机，直接造成用电量、压缩空气量、天然气量的大增。改善办法是对抽尘罩进行改进，如图11所示，重新制造隧道式集尘罩，结合随动式集风软兜，再加上投料室后面的呼吸器加大，可大幅度减

小喂料区的开放面积，利于提高风速，从而达到大幅度减小排风量的目的。

(1) 优点：通过隧道式集烟罩提高了密闭性，能以较小的风量提供较高的罩口风速，从而能大大减少抽排风机的功率，相应地后续处理和补风系统可以降低功率要求，达到节约投资和运行节能的效果。

(2) 缺点：需特制集烟罩和加装集风软兜，另外投料时观察受限。

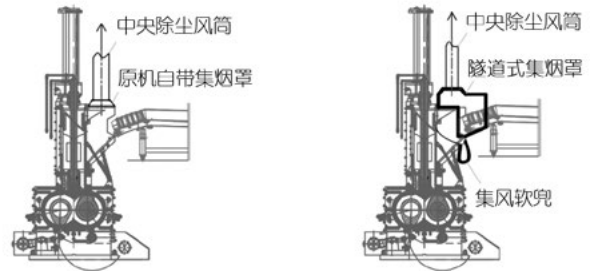


图11 原机和改造的中央集烟罩对比

## 9.4 胶冷装置集风罩

还有一种特殊的烟气收集方式，即胶冷装置的冷却风收集，传统做法是风扇将车间空气吹过悬挂的胶片后，直接收集排放到室外，过程中空气只经过胶片一次，几十台风扇并联吹风的风量加在一起非常巨大，若无组织直排尚可接受，但若进行破吸附处理的话，则就要配备很大的引风机和大量破箱，形成巨大的投资和运行负担。

近些年行业中出现的循环式风冷设计较好地解决了这个问题，让尾部的一组风扇吹出的冷却风串联多次吹过胶片，最后从头部将风引出排走，这样排放的风量可比传统减少数倍。具体做法是：成组的风扇单元接力安装，这样吹向胶片的空气量比传统的并联吹送大大减少，具体如图12所示。

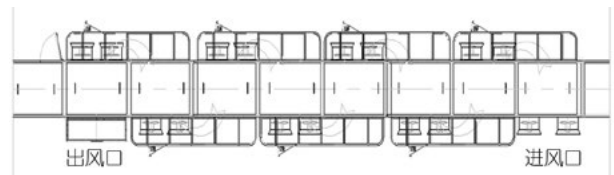


图12 胶冷装置串联循环风冷箱

(1) 优点：串联循环风方式的使用，提高了风力压头的利用次数，成倍减少了冷却风的用量，为后处理的功率降低提供了条件。

(2) 缺点：受空气泄漏和风温渐升的影响，冷却效果可能会有一定的减弱，可以增加一点风冷长度或者增加冷水预冷来补偿。

## Research on smoke collection in tire factories

Du Yunfeng

(Jiangsu General Science Co. LTD., Wuxi 214196, Jiangsu, China)

**Abstract:** With the rapid development of the tire industry, the demand for smoke control in the tire production process is increasing day by day. Smoke control mainly consists of two stages: smoke collection and smoke post-treatment. Whether the smoke collection method is scientific and reasonable directly affects whether the overall control effect can achieve the expected goals. This article starts from the sulfurization smoke collection process and conducts a qualitative comparative analysis of various smoke collection methods explored and formed in the industry along the trajectory of technological improvement, aiming to provide valuable reference for optimizing smoke collection.

**Key words:** smoke treatment; smoke collection; enclosure extraction; exhaust fume collecting hood

(R-03)



### 橡胶量减价增，轮胎企业成本增加

The quantity of rubber decreases while prices increase, resulting in increased costs for tire companies

据天然橡胶生产国协会（ANRPC）的一位高级经济学家 Lekshmi Nair 透露，预计 2025 年全球天然橡胶产量将连续第五年低于消费水平。

这一情况的出现，主要归因于价格上涨未能有效激发印度尼西亚和越南等主要生产国的开采积极性。

随着中国、印度和泰国等国家对天然橡胶的需求持续增长，而产量却迟迟无法跟上，这种供需失衡的状态可能会持续推高全球橡胶价格。

到 2024 年底，橡胶价格已经攀升至 13 年来的最高点，这无疑增加了轮胎公司的生产成本。

根据 ANRPC 的数据预测，2025 年全球天然橡胶的产量仅会微增 0.3%，达到 1 490 万 t，而需求预计将以更快的速度增长 1.8%，达到 1 560 万 t。这样的供需矛盾，使得橡胶价格在未来一段时间内仍将保持坚挺。

橡胶作为一种重要的工业原料，其价格动态一直受到市场的广泛关注。然而，在过去的十多年里，橡胶价格的表现却远不如油棕榈、咖啡和可可等其他种植园作物。这主要是由于亚洲国家的生产不稳定所致。直到最近，由于亚洲国家的生产异常，橡胶价格在 2024 年最后一个季度才出现了飙升。

Nair 指出，当前的橡胶短缺是过去 7~8 年价格低迷造成的直接后果。长时间的价格不振导致农民减少了新种植的数量，并转向更有利可图的作物。例如，印度尼西亚作为世界领先的棕榈油生产国和第二大橡胶生产国，其橡胶产量正在经历下降，这主要是由于农民纷纷转向种植更有利可图的油棕榈。

根据 ANRPC 的估计，印度尼西亚在 2025 年的产量预计将比前一年下降 9.8%，共计 204 万 t。而第三大生产国越南也可能在同期出现 1.3% 的降幅，降至 128 万 t。与此形成鲜明对比的是，尽管泰国在 2024 年的产量有所下降，但其预计在 2025 年的产量将实现 1.2% 的增长。

值得注意的是，西非国家如象牙海岸等地区的橡胶产量正在上升。然而，这种增长并不足以满足全球日益增长的需求，也无法完全抵消东南亚地区产出的损失。

在全球天然橡胶消费方面，中国和印度作为最大的两个消费国，今年的需求预计将分别增长 2.5% 和 3.4%。这进一步凸显了全球天然橡胶市场面临的供需矛盾。

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)