

# 小药自动称量配料系统专用双点除尘器的研究

方伟

(巴莫克(北京)工业技术有限公司, 北京 100083)

**摘要:** 本文针对橡胶行业小药自动称量配料系统的粉尘污染问题, 分析了粉尘产生的两大源头及初代、改进型除尘方式的优劣, 研发出专用双点除尘器。该除尘器设双独立腔室, 可实现双除尘点单独/同时工作, 兼具粉尘回收再利用、多重安全防护及故障自检功能, 有效解决粉尘污染与原料浪费问题, 降低企业成本, 兼具环保与经济价值。

**关键词:** 小药称量配料系统; 双点除尘器; 粉尘治理; 粉尘回收

**引用论文:** 方伟. 小药自动称量配料系统专用双点除尘器的研究[J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(6):31-37.

**中图分类号:** TQ330.493

**文章编号:** 1009-797X(2026)06-0031-07

**文献标识码:** B

**DOI:** 10.13520/j.cnki.rpte.2026.06.008

## 0 引言

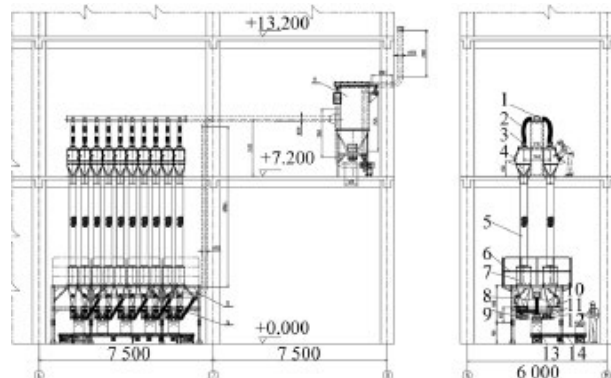
小药称量配料系统生产线是橡胶行业密炼车间中不可缺少的生产设备。随着行业发展和社会的进步, 人们对此设备的要求越来越高, 其中关于粉尘问题, 更是重中之重。设备在生产时, 产生的粉尘, 会造成工作环境污染, 影响操作工身体健康。同时也会产生固体废物, 不仅造成原材料的浪费, 还需要专业公司或者机构对固体废物进行处理, 不仅增加了企业的运行成本, 还造成了环境污染。

## 1 系统简介

小药称量配料系统生产线是多品种多工位药品自动配料系统, 是一种主要用于橡胶轮胎行业, 以多秤同时群控、高精度配料为主要特点, 可以按配方任意选择工位自动称量, 逐个收集, 自动校核的大型多种药品自动配料设备。适用于密炼机配料中用粉、粒、片状配合剂的自动称量配料, 具有结构简单新颖, 配料品种多, 精度高、效率高、自动化程度高、占用空间小、维修量少、工作环境好等优点, 是炼胶车间不可缺少的配料设备。

如图1所示, 袋装物料在倒入前, 由人工手持条码枪扫描, 自动将识别信息通过基站与计算机通讯, 计算机把信息发送至PLC, 控制系统根据设定自动打开对应的解包斗门锁, 人工便可以开启解包斗门。人

工将纸袋包装的小粉料倒入解包斗内, 小粉料经振动筛滤网过滤, 进入储斗内。储斗内设低料位计。当料位计检测不到物料时, 便会通过软件和控制系统, 提示工人此工位物料已经到达低料位计位置, 需要补料。斗锥部设有破拱装置, 防止物料黏附在贮斗内成拱成井, 保证排料顺畅。



1—除尘风管; 2—波纹软管; 3—手动风量调节阀; 4—解包斗;  
5—顺料筒; 6—支撑钢架; 7—储斗A; 8—储斗B; 9—螺旋加料器;  
10—下料调节阀; 11—电磁振动加料器; 12—加料风罩;  
13—料筒; 14—环形转运称量轨道; 15—除尘风管; 16—波纹软管;  
17—除尘器

图1 小药称量配料系统

**作者简介:** 方伟(1986-), 男, 中级工程师, 本科, 主要从事粉体工程行业及轮胎橡胶行业的自动化生产装备设计开发等工作。

储斗底部则配备了加料器。根据不同的小药品的特性不同,配有不同的加料装置。系统中配备两种类型的加料装置,电磁振动加料器、螺旋加料器。电磁振动加料器通过自动调节,保证加料的速度和精度,螺旋加料器采用变频器控制。称量时,料筒经过环形转运称量轨道运行至该工位位置,环形转运称量轨道中集成了称重传感器,料筒落在称重传感器上,形成称量状态。两种加料器都会根据环形称量轨道中的称重传感器反馈信号来改变加料速度,从快速至微量加料,至停止加料。称量时,加料器以快速、微量、点动速率向料筒中加料,以达到最短的配料周期和最高的配料精度。每台称重传感器在称量前均能将料筒及料筒内物料作为皮重自动扣除,以确保多工位连续配料的精确性。

生产时,按工艺配方要求,通过加料器向料筒内自动加料进行计量配料,计量完毕符合单料误差要求。若超差则声光报警启动,必须经过处理。料筒根据程序自动转运至下一种小药品称量工位,直至配方内小药品称量完毕。当行至校核秤上时,对总量进行检验确认,若超差则经过处理后才能运行至下一工序。直至完成按此工艺配方设定的车数,再通过计算机设定新的工艺配方或调出已贮存好的工艺配方,开始新的称量配料。

## 2 粉尘产生源

在设备生产运行中,主要产生粉尘的位置有两个,一是人工解包过程中产生粉尘,二是加料器在配料过程中产生粉尘。

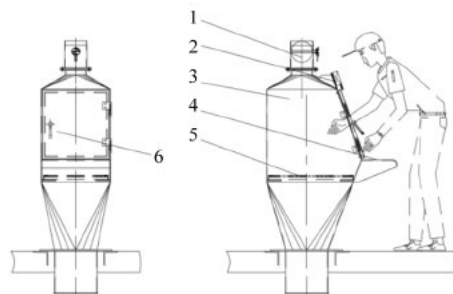
### 2.1 人工解包过程中粉尘的产生

小药品的包装多为 25 kg 纸袋或者塑料袋包装,各种小药品的特性不同,有的是颗粒状,不会产生粉尘,而有些则是颗粒度很小的粉体状态。

如图 2 所示,人工解包时,会出现将包装袋划开,然后手提包装袋另一侧,将小药品倾倒在解包斗内。倾倒时,粉体状的小药品会产生粉尘。筛网的作用是防止包装袋等大件物品意外掉落到斗内。

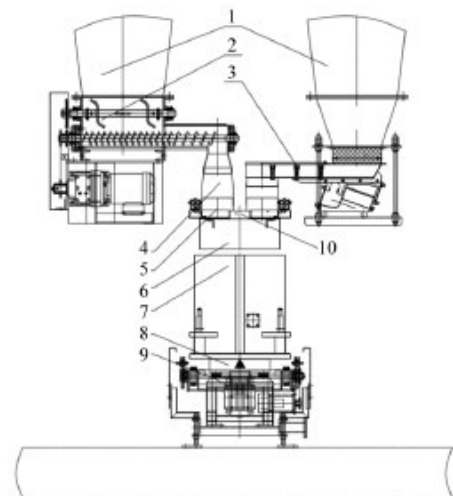
### 2.2 配料过程中粉尘的产生

在设备生产时,如图 3 所示,根据生产配方的重量要求,加料器会向停止在称重传感器上的料筒内加料,小药品会以自由落体的方式落到料筒内。这时粉体状态的小药品就会产生粉尘,沿着料筒内壁,从下向上飘起来。



1—手动风量调节阀;2—气动门锁;3—解包斗体;4—解包台;  
5—筛网;6—解包斗门;

图 2 解包操作示意图



1—储斗;2—螺旋加料器;3—电磁振动加料器;4—软连接;  
5—加料阀;6—加料风罩;7—料筒;8—称重传感器;9—转运轨道;  
10—引风管接口

图 3 配料称量示意图

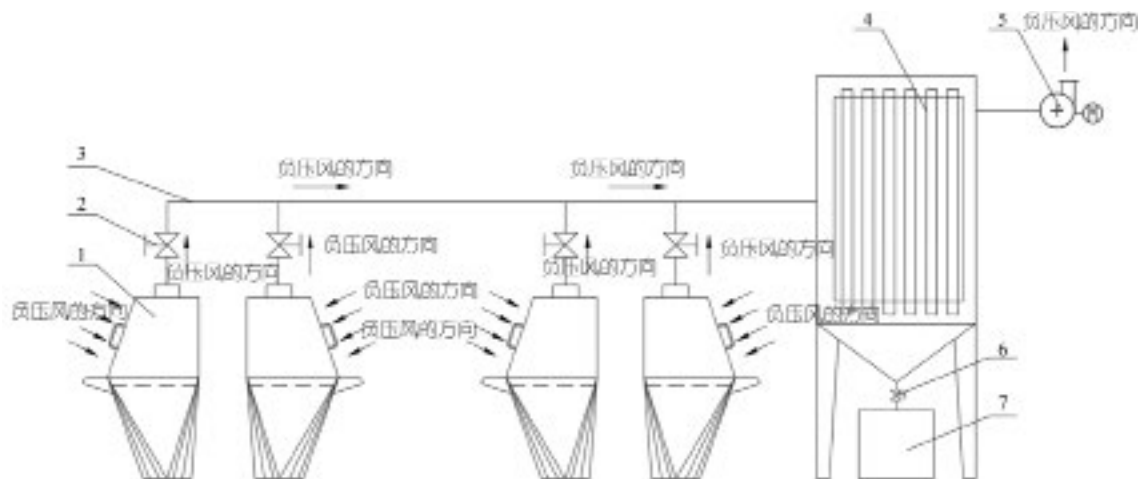
## 3 初代小药称量配料系统的除尘方式分析

### 3.1 集中除尘的工作原理

最初的小药称量配料系统除尘方式,主要以集中除尘器为核心,将人工解包处和称量加料出的粉尘收集起来。

图 4 是人工解包的除尘流程图示意图。

如图 4 所示,除尘风机运行后,会造成集中除尘器、除尘管路及解包斗内产生负压。这时人工执行投料工作,打开解包斗门时,由于解包斗内有负压,所以空气就会通过解包斗门向内流动,在解包斗门处造成一个向内吸风的效果。人工解包投料产生的粉尘,会随之流动的空气,通过解包斗,经过除尘管路,进入集中除尘器。经集中除尘器过滤后,粉尘本身留在了集中除尘器内部,经过滤的空气进入除尘风机并被排放。



1—解包斗；2—风量调节阀；3—除尘风管；4—集中除尘器；5—除尘风机；6—卸料阀；7—接料桶

图4 人工解包除尘示意图

一台集中除尘器可对应多台解包斗，（实际应用中，最多对应过 28 台解包斗，但只允许同时解包一个工位）图 4 流程示意图只说明其原理。

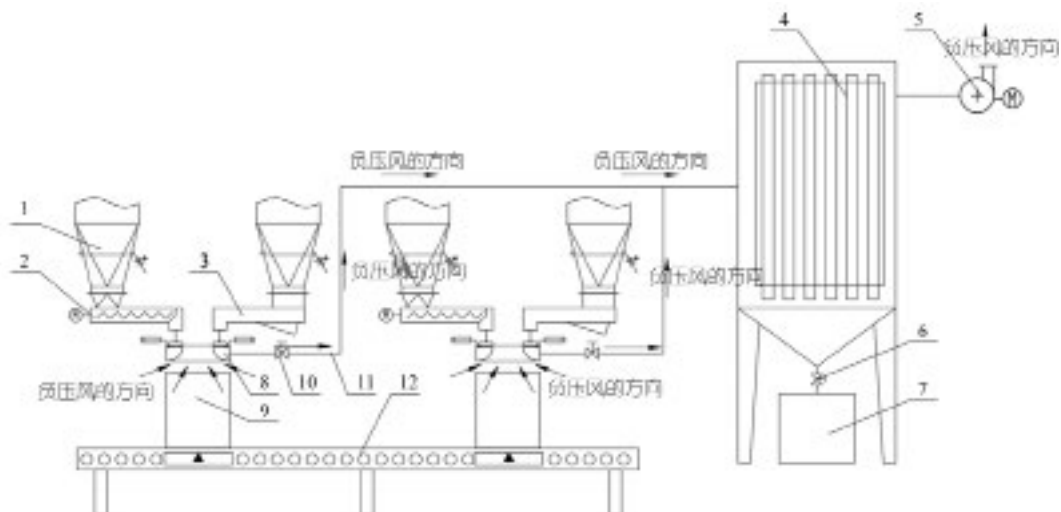
图 5 是加料器配料位置的除尘流程图。

如图 5 所示，系统在生产时，加料器会按照配方中的要求，加指定重量的材料到料筒中，这时的原材料是呈自由落体状态下落的。原材料中的粉尘会沿着料筒内壁由下向上飘起来。这时除尘风机工作，给集中除尘器、除尘风管、加料风罩内造成负压状态。加料风罩周边的空气，就会沿着料筒与加料风罩中间的

间隙，向内流动。流动的空气也会带走粉尘，将粉尘通过加料风罩，沿着除尘风管进入到集中除尘器中。经集中除尘器过滤后，粉尘本身留在了集中除尘器内部，经过滤的空气进入除尘风机并被排放。

一台集中除尘器可对应多台加料风罩，（实际应用中，最多对应过 14 台加料风罩，但允许同时工作的加料风罩应该受到限制）。图 5 流程示意图只说明其原理。

另还有一点要说明，此位置的负压风不是越大越好。因为风量过大，会造成料筒本身重量有偏差，会影响称量精度。



1—储斗；2—螺旋加料器；3—电磁振动加料器；4—集中除尘器；5—除尘风机；6—卸料阀；7—接料桶；8—加料风罩；9—料筒；10—风量调节阀；11—除尘风管；12—称量转运轨道

图5 配料除尘示意图

### 3.2 集中除尘的效果与不足

以上除尘方式中，因为集中除尘器是独立的，安

装位置比较灵活，可根据实际情况，调整过滤面积，配合调整除尘风机的型号，风量和风压的可变范围大，

可以根据实际需求在系统设计阶段设计好,除尘效果比较好。

此除尘方式中最大的缺点就是会产生混合粉尘的固体废料。定期开启集中除尘器的卸料阀,将集中除尘器中的固体废料排出。根据实际生产中的经验,固体废料的产生大约 0.5~1 t/月(固体废料的多少与原材料的粉体密度和颗粒度有直接关系,不同的生产厂家和不同的原材料特性,产生的固废量都不尽相同)。不仅固体废料本身就是一种浪费,此外处理固体废料也是很复杂的工作,需要付费交由专业固体废料处理公司处理。这不仅增加了企业生产成本,还对环境造成了污染。

## 4 改进型小药称量配料系统的除尘方式分析

### 4.1 袋滤器除尘的工作原理

由于第一代小药称量系统的除尘方式中,会产生大量的固体废物,并造成浪费和污染。为了解决这个问题,我们开发了能够直接安装在解包斗上方的微型除尘器,我们称之为袋滤器,过滤面积约 6 m<sup>2</sup>。图 6 详细展示了此方案。

我们在每一个工位的解包斗上都安装一台袋滤器,袋滤器上方有气动阀门,用来控制此工位与除尘管路的通和断。除尘管路的末端与除尘风机连接。

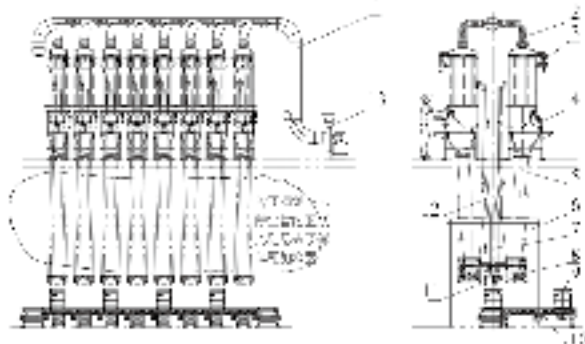
在设备解包作业时,人工解包时产生的粉尘将通过袋滤器产生负压,最终粉尘附着在滤袋上。由于袋滤器直接安装在解包斗上方,袋滤器中附着在滤袋上的粉体材料不与其它工位的粉体材料混合。通过袋滤器的逆洗功能,将附着在滤袋上的原材料直接抖落在本工位的解包斗中,再通过解包斗进入储斗,实现循环再利用。减少固体废物的产生,避免了原材料的浪费。

在设备的原材料称量作业中,螺旋加料器根据配方需要的重量,向料筒中加料,此时产生的粉尘会被加料风罩收集起来。而加料风罩通过波纹软管与袋滤器连通,粉尘最终同样被此工位的袋滤器过滤,原材料附着在袋滤器的滤袋上。同样道理,最终粉尘回收到储斗中,实现循环再利用,减少固体废物的产生。

### 4.2 袋滤器除尘的效果与不足

此结构主要解决的是避免固体废物的产生,生产作业中产生的粉尘,最终被回收到工位内部,实现了循环再利用,避免材料的浪费。

此结构的主要缺点是当解包斗的人工解包作业与螺旋加料器的称量作业同时进行时,由于解包斗门是打开的,并且此处风阻低,大量的气体会从解包斗补充进去。而加料风罩处,由于波纹软管的风阻大,气体已经从解包斗门处补充,所以此处不会有负压风将粉尘吸走。在以上两项工作同步进行时,会造成较为严重的粉尘污染。



1—除尘风管;2—波纹软管;3—袋滤器;4—解包斗;5—顺料筒;  
6—支撑钢架;7—储斗A;8—螺旋加料器;9—料筒;  
10—环形转运称量轨道;11—加料风罩;12—波纹软管;  
13—除尘风机

图6 除尘配置示意图

## 5 小药称量配料系统专用双点除尘器的研发与设计

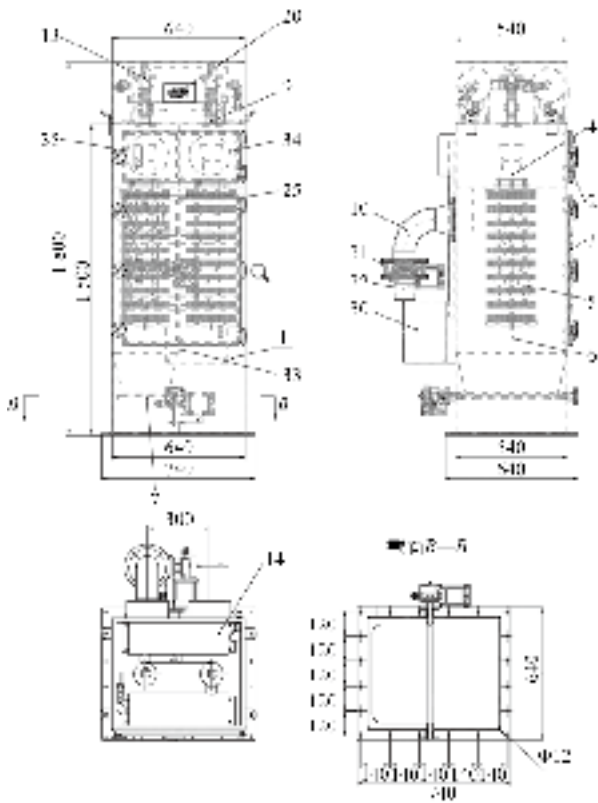
### 5.1 结构设计

如图 7 所示,此除尘器配备了两个脉冲阀,两个滤筒,每个滤筒的过滤面积为 10 m<sup>2</sup>。除尘器壳体中间,通过内隔板,将除尘器壳体的内部空间一分为二。左侧腔体底部,使用翻板阀,将左侧腔体完全独立。同时,左侧腔体后端,连接气管弯管,直径 100 mm,配有 DN100 气动蝶阀和反气接口。反气接口用来连接波纹软管使用。另外每个腔体都配备了一个引风接口,左侧腔体为引风接口 A,右侧腔体为引风接口 B。在除尘器前端,设计了两个门,分别为门①和门②,用方便地更换滤筒,方便除尘器的维修和养护。除尘器壳体内部表面,涂刷防锈和防粘的涂层,避免原材料的粘连。

### 5.2 工作原理

如图 8 所示,同样,我们在每一个工位的解包斗上都安装一台专用除尘器,专用除尘器上拥有两个独立的腔室,每个独立的腔室分别与除尘风机 A 和除尘风机连接。

在设备的解包作业中,人工解包时除尘风机 B 启



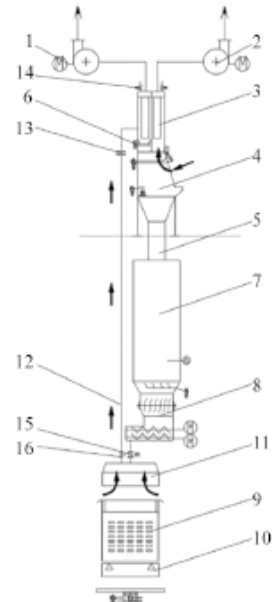
1—壳体；2—门①；3—门②；4—文氏管；5—滤筒；  
6—滤筒支架；7—翻板阀；9—反吹接管；10—反气弯管；  
13—直角式脉冲阀 DMF-Z-20Z；14—气包；20—标牌；25—门轴；  
30—接线盒；31—气动蝶阀；32—反气接口；33—内隔板；  
34—引风接口 A；35—引风接口 B

图 7 自动小药称量系统专用除尘器

动，解包产生的粉尘将通过除尘器右侧腔体中的滤筒进行过滤，最终粉尘附着在右侧的滤筒上。同样除尘器直接安装在解包斗上方，通过除尘器右侧的脉冲阀控制的逆洗功能，将附着在右侧滤筒上的原材料直接抖落在本工位的解包斗中，又通过解包斗进入储斗中，实现循环再利用的目的。

在设备的原材料称量作业中，除尘风机 A 启动。螺旋加料器根据配方需要的重量，向料筒中加料，此时产生的粉尘会被加料风罩收集起来。而加料风罩通过波纹软管与除尘器左侧腔体连通，左侧腔体底部的翻板阀此时是关闭状态。粉尘被除尘器的左侧腔室过滤，原材料附着在除尘器的左侧滤筒上。同上原理，左侧的脉冲阀控制的逆洗功能，可以将左侧滤筒上附着的原材料，抖落在翻板阀上。当称量作业完成当前批次，准备称量下一个批次的时候，翻板阀打开，将原材料通过解包斗，排到储斗中。最终实现循环再利用，减少固体废物的产生。

在设备的解包作业和称量作业同时进行，除尘风机 A 和除尘风机 B 同时启动，此时翻板阀保持关闭状态。除尘器的左侧腔体和右侧腔体完全独立工作。此时的翻板阀即使是在称量作业完成当前的批次，由于解包斗还在工作中，系统自动判断，在当前的条件下，翻板阀依旧保持在关闭状态。直到系统判断解包斗停止工作时，翻板阀才恢复至正常称量作业状态，当称量作业完成当前批次，准备称量下一个批次的时候，翻板阀打开，将原材料排出。按照正常的生产流程，人工解包作业一次不会超过 5 min，所以只要严格按照生产流程生产，翻板阀在 5 min 内持续保持关闭状态，对设备和生产没有任何影响。



1—除尘风机 A；2—除尘风机 B；  
3—除尘器（自动小药称量系统专用）；4—解包斗；5—顺料筒；  
6—翻板阀；7—储斗；8—螺旋加料器；9—料筒；  
10—称量轨道；11—加料风罩；12—波纹软管；13—气动蝶阀；  
14—脉冲阀；15—加料阀；16—手动风量调节阀

图 8 除尘原理示意图

### 5.3 技术特点

(1) 在单个工位有两个除尘点 A 和 B 的前提下，通过针对分室阀和除尘阀的逻辑控制关系，可以完美地解决三个工作状态，即 A 点工作 B 点不工作；A 点不工作，B 点工作，A 点和 B 点同时工作。

(2) 结构设计精细，体积小，可以直接安装在单人操作的工位上。同时过滤面积大，采用褶皱式滤筒，过滤面积达到 11 m<sup>2</sup>。

(3) 可以完美地解决配料系统的单个工位中，有

两点所需的除尘问题，可将同一工位的两个除尘点，同时自动回收，并自动进行再利用。从根本上避免了原材料的浪费及环境污染，并节约生产成本。

(4) 更便捷的更换滤筒设计。只需手动拧开两个门上的4个手轮（图9中序号1），即可更换滤筒。

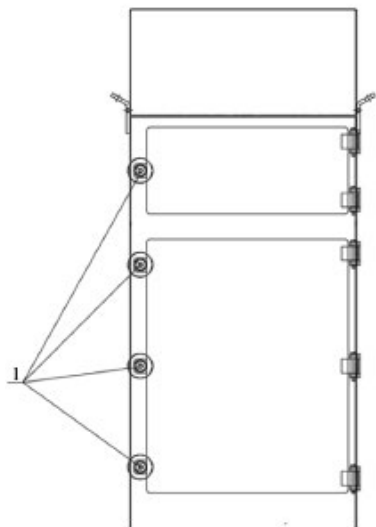


图9 专用除尘器正视图

(5) 防火花设计。机械机构中运动零件设置有铜套，翻板阀上衬有橡胶板，防止金属直接接触，避免产生火花。脉冲阀采用满足防爆标准的特定产品，防止其在工作中产生火花，造成危险。

(6) 防静电设计。设备内部涂有防静电涂层。滤筒材质中混有金属纤维，并有导静电接地线，与设备本身的防静电接线柱连接，最后连接至接地桩。

(7) 设计的滤筒反吹逆洗系统，满足惰性气体的使用要求，可接入氮气使用。在反吹的过程中氮气进入除尘器内，充满除尘器内部空间，预防尘爆的发生。

(8) 有温度检测功能，若因粉尘爆炸或者燃烧，设备可第一时间通过温度的异常，检测出来。

(9) 有惰性气体接口（附图10序号2），当设备

检测到温度异常时，惰性气体会从此接口处进入除尘器内部，起到消防灭火的作用。

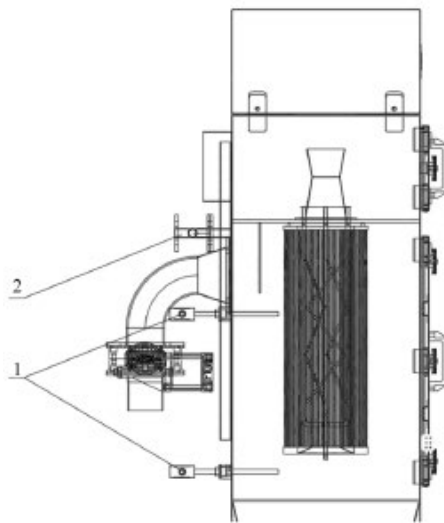


图10 专用除尘器侧视图

(10) 有无焰泄爆装置，在发生爆炸时，定向排爆，避免对人体产生伤害。

(11) 设备工作异常自检功能。配置有压差表及压差开关，检测设备过滤前和过滤后的压力差。正常工作中，压力差的范围是900~1300 Pa。当压力小于900 Pa和大于1300 Pa时，设备会发出声光报警，并通过控制系统，报告中控室，要求工人第一时间排查设备故障。

## 6 结束语

综述，此方案目前是小药称量配料系统生产线中的最新方式，也是目前应用最多的方式，较为完整的方式。专用除尘器的设计解决了近些年，各位生产厂家对自动小药系统生产中，粉尘问题的困扰。在解决了粉尘对工作环境的污染前提下，又将粉尘材料进行回收再利用。减少了原材料的浪费，节省了固体废物处理的成本，避免固体废物对环境污染。

## Research on a dedicated dual-point dust collector for automatic weighing and batching systems in small chemicals

Fang Wei

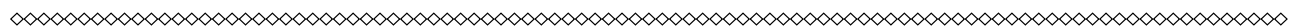
(Bamoke (Beijing) Industrial Technology Co. LTD., Beijing 100083, China)

**Abstract:** This article addresses the dust pollution issue in the automatic weighing and batching system

for small chemicals in the rubber industry. It analyzes the two primary sources of dust generation and evaluates the strengths and weaknesses of initial and improved dust removal methods. Consequently, a specialized dual-point dust collector has been developed. This dust collector features two independent chambers, allowing for separate or simultaneous operation at both dust removal points. It incorporates dust recycling and reuse, multiple safety protections, and fault self-checking functions. This effectively addresses dust pollution and raw material waste issues, reduces corporate costs, and offers both environmental and economic benefits.

**Key words:** small chemicals weighing and dosing system; dual-point dust collector; dust control; dust recycling and reuse

(R-03)



## 风驰电掣，邓禄普 SPORT MAXX RS 上市，解锁车辆被“封印”的力量 The launch of Dunlop SPORT MAXX RS unlocks the "sealed" power of vehicles

今年1月于2026邓禄普轮胎价值链共创大会上提及的新品——邓禄普旗下高性能轮胎SPORT MAXX RS 耀然上市。

风驰电掣，澎湃向前！SPORT MAXX RS 轮胎凭借优异的操控性能和稳定的抓地性能大幅度激活了车辆的“运动血脉”。

2025年以来，中国汽车市场规模与质量双双提升，新能源汽车强势领跑、自主品牌持续崛起以及出口市场稳步扩张，市场呈现出百花齐放，百家争鸣的态势。竞争激烈的同时车价下探也成为常态，这让国内消费者拥有了更多购买到心仪的高性能汽车的机会。但如何能让高性能汽车发挥出它的全部实力呢？还得看轮胎。作为汽车与地面接触的唯一部件，轮胎是将一切动力与科技转化为实际行动的“终极执行者”，轮胎的质量关乎车辆动力、制动等性能特点以及驾驶体验。

邓禄普 SPORT MAXX RS 是高性能轮胎的大成之作。为提升性能指标，其革新技术，升级配方，能精准匹配高端车辆，为特斯拉 Model X、奥迪 Q7、奥迪 Q8、保时捷 Cayenne、保时捷 911、阿斯顿·马丁 DBS、Alpina B8、小米 SU7 等诸多车辆提供性能加成，唤醒他们的“血性”。

### 更稳、更牢、更有劲，SPORT MAXX RS 破解操控困局

与高端车辆匹配的，一定是稳定性。为消除车辆跑高速路段时的“飘忽不定”，SPORT MAXX RS 通过增大接地面积，显著提升抓地力和车辆的稳定性。数据显示，通过邓禄普的技术革新，SPORT MAXX RS 的高速安定性能提升6%。

同时，SPORT MAXX RS 还全方位升级配方，通过增加二氧化硅含量提升花纹刚性及湿地性。为提升过弯稳定性，SPORT MAXX RS 还增大外侧胎块的尺寸，相当于加宽了轮胎弯道行驶的“防护墙”。当车辆高速入弯，重心向外侧转移时，更大尺寸的胎块能够提供更强的侧向支撑力，将车身牢牢固定在预定轨迹上，更稳定，也更安心。

于驾驶者而言，风驰电掣的同时，也要从从容容，游刃有余。邓禄普 SPORT MAXX RS 以其优质特性轻松实现操控佳、过弯稳、抓得牢，让车辆解锁被“封印”的力量与性能，彻底唤醒车辆的运动血脉，让驾驶者轻松体验驾驶乐趣。

从1888年发明第一条充气轮胎让人类告别颠簸开始，邓禄普便将行车安全、驾驶体验放在首位。在持续发展的过程中，邓禄普始终凭借卓越的技术研发和创新能力享誉全球。4D 创新纳米级设计、高机能生物材料技术、非充气轮胎技术、密封胶轮胎技术等发布的发布，更体现了邓禄普在扩充轮胎产品类型、提升产品科技水平等方面的卓越追求。这样的邓禄普轮胎，无疑能为更多驾驶者提供更纯粹、更安全、更极致的体验与快感！

摘编自“中国轮胎商务网”

(R-03)