

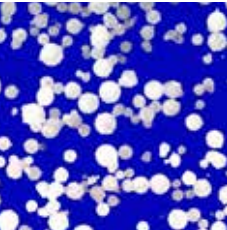
GEA喷雾干燥

用于研发和生产的小规模解决方案

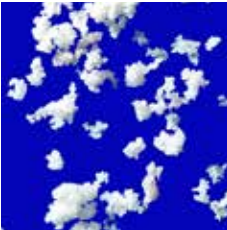


目录

探索更多可能	02
工艺和设备专长	03
雾化方式	04
配置	05
小型实验装置MOBILE MINOR®	06
小型生产装置PRODUCTION MINOR®	08
通用型装置VERSATILE-SD®	10
闭式循环喷雾干燥	12
FSD™和FSD Granulator®	14
过程控制	16
清洁解决方案	17
环境、健康和安全管理要求	18



单颗粒



团聚物



粒状物

探索更多可能

GEA利用技术专长，为您提供设备和支持，助您取得成功

迈出正确的第一步

GEA拥有超过3,000例业绩用于研发和小型生产装置的喷雾干燥设备，在小型喷雾干燥技术方面独树一帜。我们能够运用丰富的专业知识，帮助您选择正确的工艺和设备。许多世界领先的制造商及其研发部门、独立研究中心以及大学都与GEA开展了合作，以求从我们的工艺和产品知识中受益。

随时随地满足您的需求

作为一家真正的全球供应商，我们能够为您提供本地化的服务。有了GEA的支持，时间、距离或语言都将不再是障碍。无论何时何地，我们都将伴您左右。除了客服代表，我们的员工、备件库和服务工程师都能随时为您提供服务。

灵活的解决方案

GEA为您提供市场上先进的喷雾干燥技术。我们为食品、乳品、化工和制药行业提供多功能、多用途设备。

工艺和设备专长

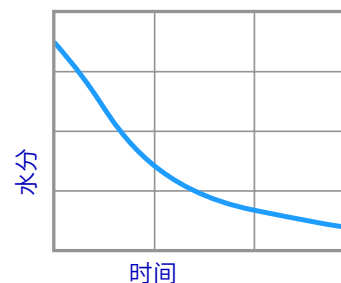
测试和喷雾干燥解决方案

GEA的DRYNETICS® 分析



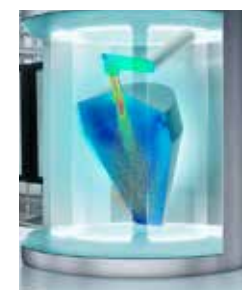
1 单液滴实验

- 温度
- 尺寸和位置
- 形态



2 高级数据分析

- 干燥动力学
- 密度
- 粘性



3 CFD模拟

- 速度
- 温度
- 湿度
- 沉积物

专攻喷雾干燥难题的人才库

您想获得更干燥的粉末吗？您想获得更容易流动的粉末吗？您想获得更少细颗粒的团聚吗？GEA测试中心在全球拥有超过35个中试实验装置，以及一支由测试工程师和工艺技术专家组成的国际团队。我们通过实验室和中试装置测试，提供粉末工程专业服务和工艺验证。我们具备业界先进的分析能力，包括基于单个液滴的干燥特性的动态流动建模。

以精准分析最大化提高性能

我们的能力包括单液滴干燥，可用于早期开发阶段，测试喷雾干燥的可行性及处理原料基本配方问题。利用GEA的DRYING KINETICS ANALYZER DRYNETICS®，只需几毫升的材料即可进行探索性测试。

该技术能将实际测量结果（如特定原料的干燥时间）纳入计算流体动力学（CFD）模拟，从而通过精确分析单液滴干燥实验的结果来确定喷雾干燥器的性能。GEA的DRYNETICS®分析用于研究产品配方并优化新的或现有喷雾干燥设备的设计。

雾化

不同的雾化模式

选择正确的雾化和粉末收集方式是装置选择配置的重要环节。如图所示，我们提供广泛的解决方案。

旋转喷雾器

在旋转离心喷雾中，物料由高速旋转雾化轮因离心力作用加速至高速，然后释放到热的干燥气体中。雾化程度和颗粒形态取决于转速、进料量、液体特性和雾化轮设计。可通过改变转速来调整粒径。旋转喷雾器是一款灵活的雾化设备，适用于广泛的产品。与双流体喷嘴相比，经旋转喷雾器处理的粉末粒径分布更窄，更易自由流动。

双流体喷嘴，并流或喷泉模式

双流体喷嘴雾化的原理是：以气动方式，高压冲击进料液体，以实现雾化。可通过改变雾化气体和进料之间的喷嘴流量比来控制粒径。在并流模式下，喷嘴放置在靠近塔项空气分布器的出口处。并流模式适用于干燥热敏性产品。如果想要干燥非热敏性粗颗粒，则可采用喷泉式双流体喷嘴。

压力式喷嘴、并流或喷泉模式

压力式喷嘴雾化的原理是：将液体进料的压力能量转换为促使液体雾化的动能，施加在喷嘴内液体上的压力迫使液体从孔口喷出，以实现雾化。压力式喷嘴可在并流或喷泉模式下运行。通过改变进料压力和喷嘴大小来调整粒径。与其他类型的雾化器相比，经压力式喷嘴处理的粉末粒径分布更窄、颗粒更粗。

COMBI-NOZZLE®组合式喷嘴

某些应用既需要窄粒度分布，又需要小粒度。为此，GEA开发了COMBI-NOZZLE®。该产品兼具压力式喷嘴和双流体喷嘴的优越性能。此外，它兼具另一项优势，即：能耗低于传统双流体喷嘴。



旋转离心式



并流喷嘴



喷泉喷嘴



COMBI-NOZZLE®

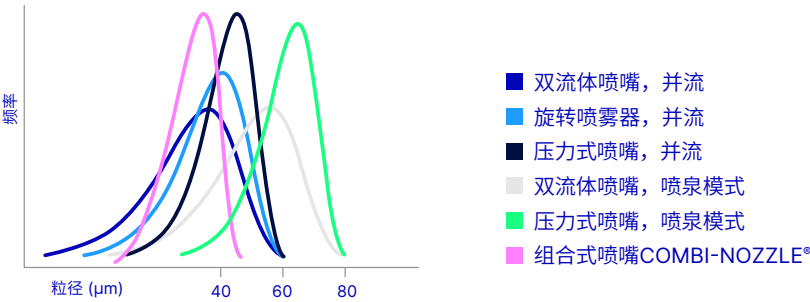
配置

在干燥装置配置时，必须选择合适的操作模式、设备设计和粉末收集系统。为此，我们提供广泛的解决方案和配置，以满足您的具体要求。

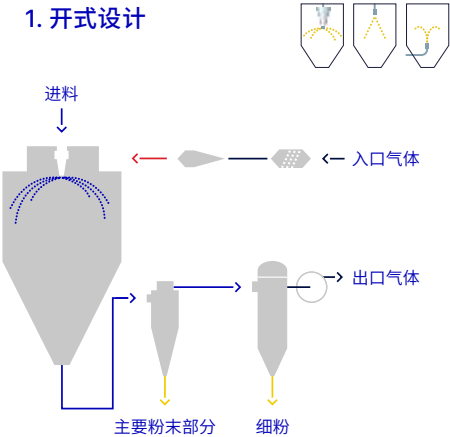
请注意
对于易燃溶剂或易爆粉末，GEA也会提供具有针对性的设计。

粒径分布

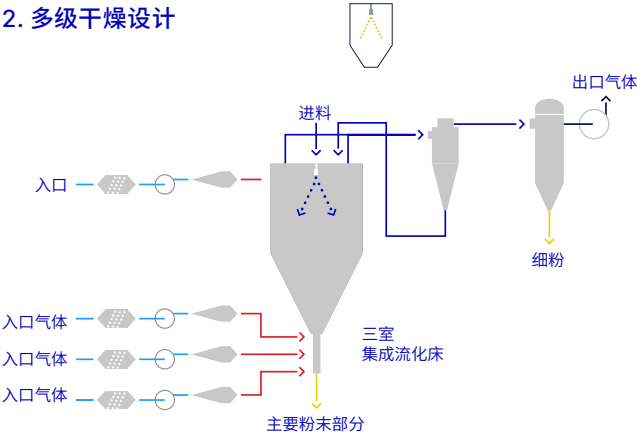
在可比条件下基于不同的雾化系统



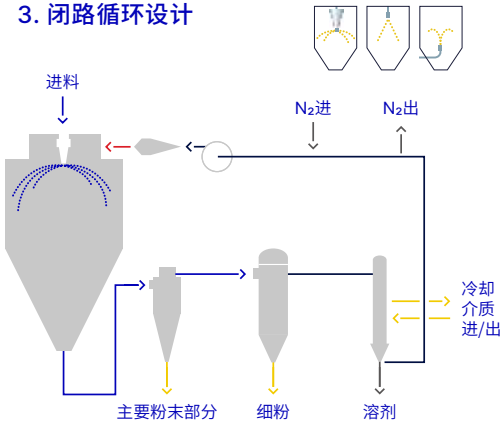
1. 开式设计



2. 多级干燥设计



3. 闭路循环设计



MOBILE MINOR®

多用途喷雾干燥器

MOBILE MINOR®是进行试验工作和探索喷雾干燥可能性的理想选择。作为实验室喷雾干燥器，它不仅安全、卫生型、灵活先进，而且易于操作。MOBILE MINOR®可以将小批量的溶液、悬浮液或乳剂干燥成粉末样品，并获取用于规模化生产所需的工艺数据。

GEA开发了5种不同类型的MOBILE MINOR®，以满足客户的不同要求。



MOBILE MINOR®具备可气动升降的室顶，便于检查和清洁。

水系进料

MOBILE MINOR® (标准)

- 置于非分类区域

MOBILE MINOR® (PSR)

- 置于非分类区域
- 抗压力冲击
- 用于St 1和2级产品的粉尘爆炸防护

MOBILE MINOR® (I)

- 置于非分类区域
- 惰性工艺气体供应 - 氮气一次通过
- 通过惰化来达到粉尘防爆保护

有机溶剂
进料

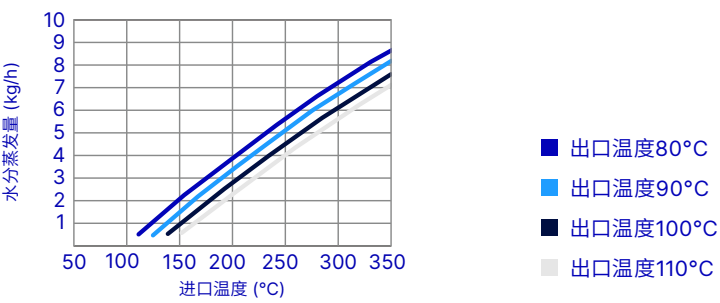
MOBILE MINOR® (EEx)

- 惰性工艺气体供应
- EEx级
- 装置置于ATEX 区1/22
- ECP位于非分类区域
- 惰化方式防爆

MOBILE MINOR® (CC)

- 惰性气体作为工艺气体
- EEx级
- 闭式循环设计
- 装置置于ATEX 区1/22
- ECP位于非分类区域
- 惰化方式防爆

MOBILE MINOR®
并流式雾化



关键参数	MOBILE MINOR®
主工艺气体流量 (kg/h)	100
水分蒸发量 (kg/h)	0.5 – 8
参考平均粒径 (µm)	5 – 80
空间占用, 长×宽×高 (m)	2.5 × 2 × 2.3

选配件

- 旋转雾化器
- 双流体喷嘴
- 进料泵 (手动/自动)
- 气动锤
- 防爆膜
- 抑爆系统
- 阻火器
- 滤筒式过滤器
- 袋式过滤器
- 湿式洗涤塔
- HEPA高效过滤器



小型生产装置PRODUCTION MINOR[®] 和通用型装置VERSATILE-SD[®]

从中试到工业化

GEA的PRODUCTION MINOR[®]和VERSATILE-SD[®]是一系列适用于各种规模的喷雾干燥装置。从高级陶瓷到催化剂，再到香精、植物提取物和食品配料，此系列产品可用于多种产品的生产工艺。

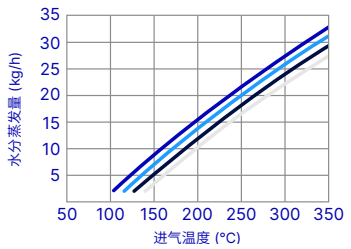
PRODUCTION MINOR[®]是一款灵活的喷雾干燥设备，既可用于需要较大产能的研发阶段，也可用于小规模生产。PRODUCTION MINOR[®]的产能使其适用于各种产品。它是一款标准的喷雾干燥器，采用卫生设计，拥有多个模块和选项可供选择。

VERSATILE-SD[®]属于模块化的喷雾干燥器，能够利用相同的模块和配置满足不同的产能水平和产品要求。由于有多个模块和选项可供选择，该干燥器几乎可以满足所有客户的要求。

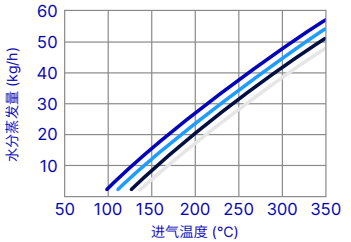


VERSATILE-SD[®] 型号12.5, 带袋式过滤器

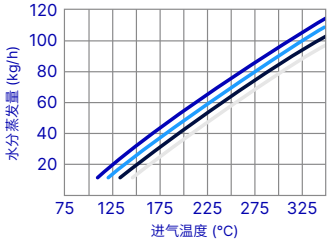
PRODUCTION MINOR®
并流式双流体喷嘴雾化



VERSATILE-SD®, 尺寸6.3
并流式压力喷嘴雾化



VERSATILE-SD®, 尺寸12.5
并流式压力喷嘴雾化



关键参数	PRODUCTION MINOR®
主工艺气体流量 (kg/h)	360
水分蒸发量 (kg/h)	5 – 30
参考平均粒径 (µm)	10 – 90
空间占用, 长×宽×高 (m)	4.4 × 2 × 2.7

关键参数	VERSATILE-SD® 尺寸6.3
主工艺气体流量 (kg/h)	630
水分蒸发量 (kg/h)	10 – 55
参考平均粒径 (µm)	10 – 130
空间占用, 长×宽×高 (m)	5.5 × 4 × 6.3

关键参数	VERSATILE-SD® 尺寸12.5
主工艺气体流量 (kg/h)	1,250
水分蒸发量 (kg/h)	20 – 110
参考平均粒径 (µm)	20 – 140
空间占用, 长×宽×高 (m)	6.5 × 4 × 6.8

选配件

- 旋转雾化器
 - 双流体喷嘴
 - 压力式喷嘴
 - 进料泵
- 气动锤
 - 防爆膜
 - 抑爆系统
 - 袋式过滤器
- 湿式洗涤塔
 - HEPA高效过滤器
 - 双层翻板阀
 - 灭火系统
- 粉末冷却系统
 - 空气吹扫
 - JET SWEEP®
 - 外置流化床

VERSATILE-SD®

从中试到工业化

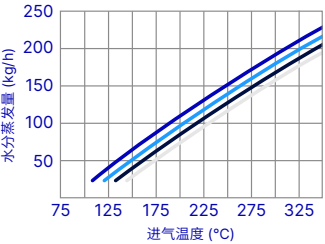
VERSATILE-SD® 25和50型号是基于标准模块的半工业化设备。由于雾化系统的灵活性，其应用非常广泛，甚至包括喷雾冷凝应用，即熔化的原料被雾化并变成自由流动的粉末。

GEA的测试中心可以进行工艺开发、测试和试生产，帮助客户开发适合的工艺，选择理想的尺寸、配置和设备。



VERSATILE-SD®，型号25

并流式雾化



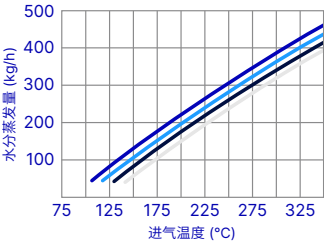
关键参数	VERSATILE-SD® 型号25
主工艺气体流量 (kg/h)	2,500
水分蒸发量 (kg/h)	40 – 220
参考平均粒径 (µm)	40 – 150
空间占用, 长×宽×高 (m)	10 × 5 × 9

选配件

- 旋转雾化器
- 双流体喷嘴
- 压力式喷嘴
- COMBI-NOZZLE®
- 进料泵
- 气动锤
- 电加热器、蒸汽加热器或间接气体加热器
- 爆炸释放、阻火器或抑爆系统
- 双瓣阀或旋转阀用于粉末收集
- 袋式过滤器或湿式洗涤塔
- HEPA过滤器

VERSATILE-SD®，型号50

并流式雾化



关键参数	VERSATILE-SD® 型号50
主工艺气体流量 (kg/h)	5,000
水分蒸发量 (kg/h)	80 – 440
参考平均粒径 (µm)	80 – 160
空间占用, 长×宽×高 (m)	11 × 6 × 11.7

- 灭火设备
- 粉末冷却系统
- 空气吹扫
- JET SWEEP®
- 外置流化床

闭式循环喷雾干燥

从中试到工业化

全系列GEA喷雾干燥器也可用于闭式循环操作，在确保安全的同时，保护了环境，并实现了溶剂回收。

由于存在爆炸或火灾风险，许多悬浮或溶解在有机溶剂中的产品不能在标准的干燥器中用大气进行喷雾干燥。这些产品必须在惰性气体环境下进行喷雾干燥，例如使用氮气来规避燃爆风险。

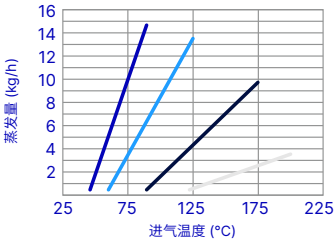
为保护环境，对于溶解在有机溶剂中的产品，其喷雾干燥应在封闭式喷雾干燥系统中进行，之后应在冷凝装置中回收有机溶剂。同一类型的工艺装置也可用于需要避免产品氧化降解的应用。

闭式循环设计的喷雾干燥器可满足所有产能要求，并可用于悬浮或水溶性产品（水基原料）。

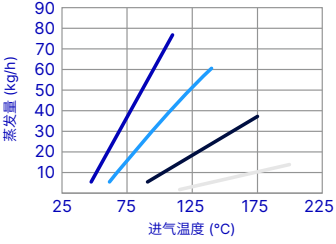


MOBILE MINOR®
闭式循环装置

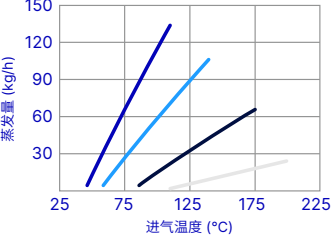
MOBILE MINOR®



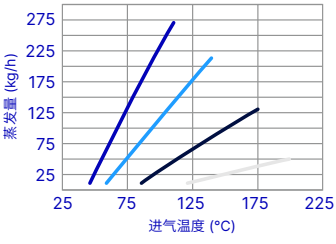
PRODUCTION MINOR®



VERSATILE-SD®, 型号6.3



VERSATILE-SD®, 型号12.5



■ 在出口气体温度为40°C的条件下，
二氯甲烷的蒸发曲线

■ 在出口气体温度为50°C的条件下，
丙酮的蒸发曲线

■ 在出口气体温度为70°C的条件下，
二氯甲烷的蒸发曲线

■ 在出口气体温度为90°C的条件下，
水的蒸发曲线

选配件

- 旋转雾化器
- 双流体喷嘴
- 压力式喷嘴
- 进料泵
- 气动锤
- 袋式过滤器
- 湿式洗涤塔
- HEPA过滤器
- 双层翻板阀
- 粉末冷却系统

FSD® 和 FSD GRANULATOR®

多级喷雾干燥技术

Fluidized Spray Dryer FSD®是一种带有集成流化床的高效多级干燥器。它将喷雾干燥和流化床技术融合在一套装置中，拥有与带外置流化床的多级干燥器相同的优点，但又能极大地节省空间。

干燥和团聚在一次操作中完成，生产出较大、无尘和自由流动的颗粒。此项技术特别适用于食品应用，包括粘性、吸潮性、芳香性和热敏性产品。

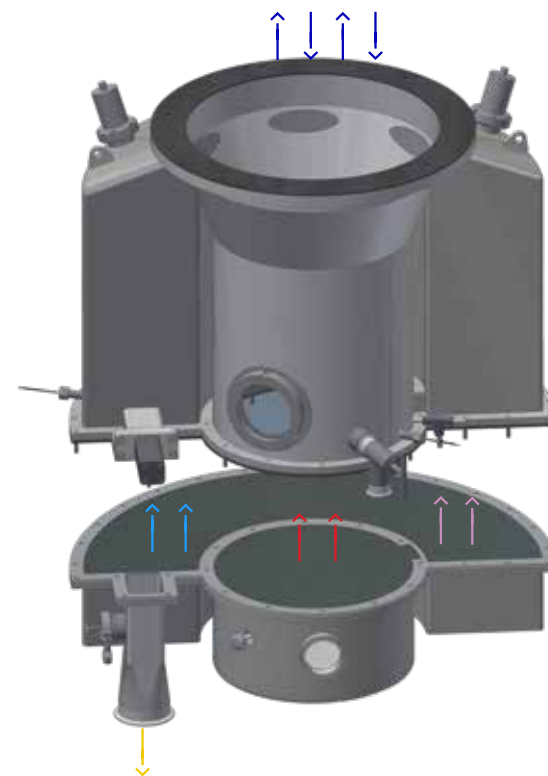
团聚改善了粉末的分散性，并大大降低了体积密度。

集成流化床至多可配备三个工作区。中心床区也叫团聚区，负责将潮湿的颗粒碰撞结合形成团聚体；第二区用于团聚后干燥；第三区则用于干燥后冷却。

FSD-GRANULATOR® (专利)

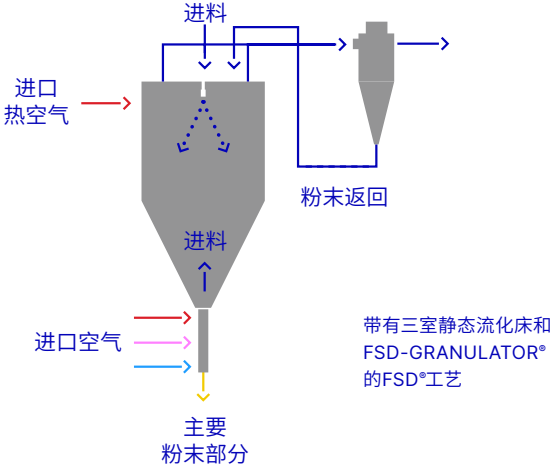
值得注意的是，团聚体有时十分脆弱，任何机械作用都会导致颗粒结构的破裂。而在中心流化床内使用FSD-GRANULATOR®系统，即可提高颗粒的强度。不仅如此，FSD-GRANULATOR®还可以生产出较大颗粒的团聚体。

FSD-GRANULATOR®将液体原料注入团聚区域，为形成的团聚体增加一个附加层。这样的结构更加稳固，同时仍具有较低的体积密度和良好的分散性。



三级静态流化床位于干燥室的下方

- 粉末/细粉进出喷雾干燥室的第1区
- 第1区，主流化床气体
- 第2区，流化床干燥气体进入
- 第3区，流化床冷却气体
- 成品



关键参数	FSD® – 6.3
主工艺气体流量 (kg/h)	630
水分蒸发量 (kg/h) *	10 – 40
参考平均粒径 (µm)	50 – 300
空间占用, 长×宽×高 (m)	8 × 4.5 × 6.5

关键参数	FSD® – 4.0
主工艺气体流量 (kg/h)	400
水分蒸发量 (kg/h) *	5 – 20
参考平均粒径 (µm)	50 – 300
空间占用, 长×宽×高 (m)	6 × 4 × 5

关键参数	FSD® – 12.5
主工艺气体流量 (kg/h)	1,250
水分蒸发量 (kg/h) *	20 – 70
参考平均粒径 (µm)	50 – 300
空间占用, 长×宽×高 (m)	9 × 4 × 7

* 假设单级的入口温度与干燥塔出口温度相同

选配件

- 双流体喷嘴
- 压力式喷嘴
- 进料泵
- 气动锤
- 爆炸释放、阻火器或抑爆系统
- 袋式过滤器或湿式洗涤塔
- HEPA过滤器
- 灭火设备
- 粉末配料设备
- 粉末冷却系统
- 空气吹扫
- JET SWEEP®
- 用于传统喷雾干燥的设备
- 单室、双室或三室流化床
- 外置流化床
- FSD- GRANULATOR®
- 设备

过程控制

过程控制概览

过程控制和自动化是任何过程装置都必不可少的重要部分。凭借数十年的经验，GEA开发出了一套成熟的过程控制和自动化系统，可实现安全、灵活和完全可视的操作。

GEA的独立式过程控制系统具有集成触摸屏界面，操作简单安全。从提供基本操作功能到先进的自动化系统，我们的控制系统提供不同的选项，以满足不同的要求。不过，所有的GEA控制系统，无论简单还是先进的自动化，都需要结合专有模块与标准软件。其物理优势包括：控制面板非常紧凑，能够节省占用空间，并可安装在喷雾干燥器一侧。

其功能优势包括：用户可在操作面板上查看所有过程值，以及各种监测和操作参数。为了增加保护效果，可以设置报警，以自动检测和响应异常的工艺条件。除此之外，还可通过控制面板访问有关工厂运行的详细信息，使操作人员能够根据需要实施完全的控制干预，以保持过程的顺利运行。



喷雾干燥器的控制面板

清洁解决方案

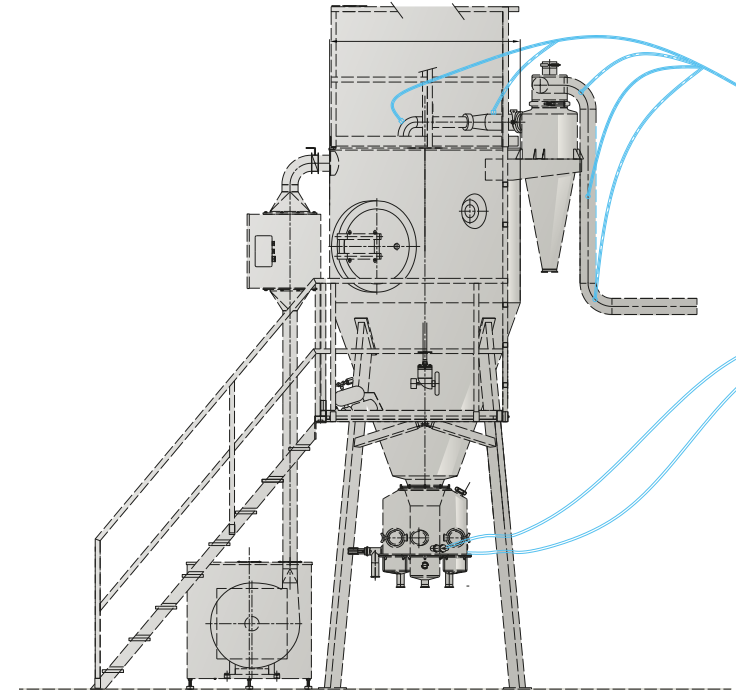
根据您的要求

可以手动或自动清洗小型干燥器。GEA定义了三个级别的清洁解决方案，作为我们小型装置的标准选择：

- 手动：干燥塔、旋风分离器和袋式过滤器通过手动插入清洗装置进行清洗。
管道由人工拆卸和清洗。
- 半自动：将清洁喷嘴手动插入管道，在手动拆卸过滤袋后，将具有冲击喷嘴的导入式清洁器手动插入干燥塔、旋风分离器和袋式过滤器。
- 使用WIP罐或带循环泵的手推车收集循环液体。
- 自动：在管道中弹出喷嘴，并手动移除过滤袋后，将旋转冲击清洁器自动插入干燥室、旋风分离器和袋式过滤器。
用户可以在控制系统中对清洗程序进行编程。

半自动和自动系统适用于较大规模的工厂，而由于管道尺寸和工厂布局的限制，手动和半自动清洗系统更适合较小装置的设计和配置。

在所描述的项目中，也可以提供定制的解决方案。



GEA的清洗设备确保干燥室和进料罐的高效清洗。清洁器由CIP液压驱动，确保整个内表面（干燥室或储罐）的完全清洁。



在不使用时，可伸缩的CIP喷嘴缩回与内壁平齐，确保不会产生干扰。喷嘴为气动激活，确保对流化床、管道、储罐等进行高效清洗。

环境、健康和安全要求

设定行业标准

GEA的所有设备均符合严格的健康、安全和环境保护要求，可为您提供最安全的解决方案。我们将检查您的产品及其特性，根据既定的安全程序分析风险，并推荐适合的安全方案。

水基和非水基给料都必须采取安全预防措施，但原因不同。对于水基给料，必须评估粉末容易发生爆炸的风险。大多数无机粉末并不具备易爆性，因此无需进行防范。而有机粉末几乎都存在爆炸的可能，所以必须采取进一步的预防措施。

有机产品，如香料、碳水化合物、草药提取物、牛奶等，均存在爆炸的风险。这意味着，这类粉末悬浮在空气中时，汇集而成的粉尘云可能导致爆炸。有机粉末可分为St1、St2或St3三个级别。St1粉末的Kst<200 bar m/s，St2<300 bar m/s，St3<450 bar m/s且甚至可能是混合产品。

GEA针对不同的粉末提供不同的预防措施：

- 防爆膜
- 阻火器系统
- 防爆
- 隔离装置

工厂分区

ATEX区域级别划分，一个用于气体，一个用于粉尘。以下是气体/粉尘的定义：

- 0/20区 - 在正常操作期间，爆炸性混合物经常存在（通常定义为超过50%的时间）。
- 1/21区 - 在正常操作期间，爆炸性混合物偶尔存在。
- 2/22区 - 通常不存在爆炸性气体，如果存在，也只是短暂的，且通常是由于设备/操作故障。



防爆膜®



阻火器系统

通用型喷雾干燥机的区域划分

专为非分类区域设计

水基物料和非粉尘爆炸性产品

可选择对应的设计，以适应粉尘爆炸易发型产品 - 22区，粉末出口周围1米范围

喷雾流化床干燥机的区域划分

该设备适用于St1类产品， $K_{st} < 200 \text{ bar m/s}$ 。可选择对应的设计，以适应更高的St类产品

仅限水基给料

用于非分类区域 - 22区，粉末出口周围1米范围

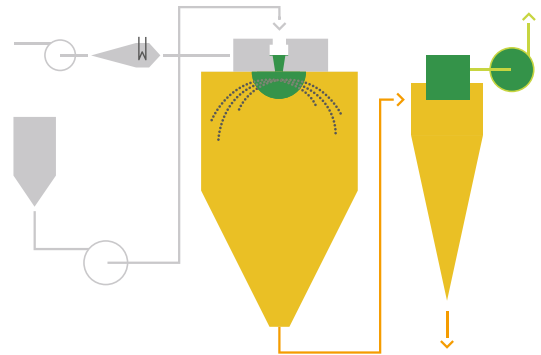
闭路设备的区域划分

该设备适用于自然温度超过300°C的溶剂操作。对于自然温度低于300°C的溶剂，需要专门定制

非水系进料

在距离设备1米的范围内区域被界定为2区，以及距离粉末出口1米区域界定为22区或更低

喷雾干燥器的区域划分



■ 20区 ■ 22区 ■ 未分类区域



应用范围广泛的袋式过滤器能够减少粉末排放，并在操作中收集粉品。



在去除残留粉末、颗粒和气味方面，湿式洗涤系统将是您的不二之选。

排放和噪声控制

- 保护环境，人人有责。全球工业正面临越来越大的压力，不仅要遵守严格的环境法规，还要满足不断增长的生产需求。
- 这意味着要减少工艺设备可能产生的粉尘排放和噪声。
- 一个多世纪以来，GEA一直在开发相关组件并优化工艺，以满足上述要求。
- 例如，安装湿式洗涤塔或袋式过滤系统，以大大减少喷雾干燥器产生的细粉尘排放。
- 为了抵消来自各种风机的噪声，可以安装特殊的噪声消音器，将噪声降低到一个可接受的水平。



对于减少风机噪声，噪声消音器是一款行之有效的解决方案。

GEA中国
中国上海闵行区顾戴路2337号
维璟中心G幢16层
201199

电话 +86-21-5227 7275
gea.com/contact

BTC0100-CN0523 © GEA Process Engineering A/S. 保留所有权利。 如有变更,恕不另行通知。

