

水稻种子烘干机尾气除尘概述

朱 韬¹ 王 怡¹ 徐 杰¹ 何水华¹ 胡晓军²

(¹ 中垦种业股份有限公司,江苏大丰 224151; ² 扬州智厨科技有限公司,江苏扬州 225000)

摘要:从种子烘干机尾气的含尘特性入手,对刹克龙除尘、简易布袋除尘、脉冲布袋除尘、机械式除尘以及湿式除尘等除尘方法进行了调研,从工程造价、除尘效果、使用维护成本等方面进行分析和对比,探寻处理烘干机尾气的经济有效方法,对改造项目和新建项目的除尘方案提出了建议,以供烘干机尾气除尘的改造和新建项目的设计作参考。

关键词:水稻种子烘干机;尾气;除尘;湿式填料床;机械式离心除尘器;当量粒径

种子在收割、运输、暂存过程中都会夹带一些灰尘、沙粒、谷壳、秸秆碎屑及破碎粮粒等杂质(为方便描述,以下所有被尾气从烘干机带出的固体杂质均称其为颗粒,颗粒的尺寸称其为粒径,此粒径是指当量粒径)。而水稻种子在烘干加工过程中,这些杂质中的细微粒又极易被尾气带出并飞扬到空气中,影响工作环境,对生产人员的健康产生危害。由于灰尘中含有大量有机质,这种灰尘在密闭的环境中,也容易引起粉尘爆炸,有一定的安全隐患。

大多数企业,种子原粮进入烘干机之前都会进行初步清理,不同初清设备去杂的效果不一,但均无法彻底清除种子原粮中的杂质。近年来,国内循环

基金项目:上海市科技兴农项目(沪农科推字(2019)第1-9-2号)

式谷物干燥机被广泛应用,大大提高了种子的收储质量和效率,减少了因天气原因粮食无法晾晒造成的损失,但由于循环式谷物干燥机的特性,其在工作过程中原粮是动态循环的,原粮颗粒间相互摩擦会不断地产生细小的粉尘颗粒,这些细小的颗粒随着烘干尾气排出造成粉尘污染。众所周知,烘干机的废气量大、含尘浓度高、水分大、露点高、易结露,这是除尘的一个难点。中垦种业股份有限公司在处理烘干机尾气的过程中走了一些弯路,同时也总结了一些经验。在此分享给大家,供大家参考。

1 典型的种子烘干车间

近年来,国内设计的种子烘干车间平面布置示意图如图1所示,这是一个典型的种子烘干车间

4 原料和成品分析

藜麦中皂苷成分主要存在于籽粒外壳和表层,以临夏州东乡县种植陇藜麦1号^[2-3]为样品,经测量,其籽粒表层皂苷含量1.58g/100g,通过配套此工艺设计藜麦加工生产线,经清选加工后,利用碾皮机、抛光机、除尘器的有效组合,完成脱壳降皂过程。通过对成品检测分析,藜麦颖壳完全去除,成品中皂苷含量低于0.5g/100g,其他营养成分和微量元素含量见表2。

5 结论

据以上工艺结构及应用结果分析,藜麦碾皮抛光技术对藜麦皂苷分离有显著效果,通过碾皮脱壳之后再进行连续抛光,以及调节各除尘点风量风压,能够极大程度降低皂苷含量,提高藜麦米品质。

表2 成品藜麦营养元素含量

营养元素	含量	营养元素	含量
水分(%)	13.2	磷(mg/kg,干基)	457
蛋白质(g/100g,干基)	16.5	锌(mg/kg,干基)	33.2
粗脂肪(%,干基)	6.03	锰(mg/kg,干基)	22.9
粗淀粉(%,干基)	58.12	铜(mg/kg,干基)	10.2
赖氨酸(%,干基)	0.70	铁(mg/kg,干基)	212
钾(mg/100g,干基)	1315	钙(mg/kg,干基)	362
钠(mg/100g,干基)	4.21	镁(mg/kg,干基)	1198

参考文献

- [1] 杨发荣,黄杰,魏玉明,李敏权,何学功,郑健. 藜麦生物学特性及应用. 草业科学,2017,34(3): 607-613
- [2] 李百成. 藜麦加工工艺论述. 中国种业,2019(10): 38-39
- [3] 杨发荣. 藜麦新品种陇藜1号的选育及应用前景. 甘肃农业科技, 2015,480(12): 5-9

(收稿日期:2020-07-10)

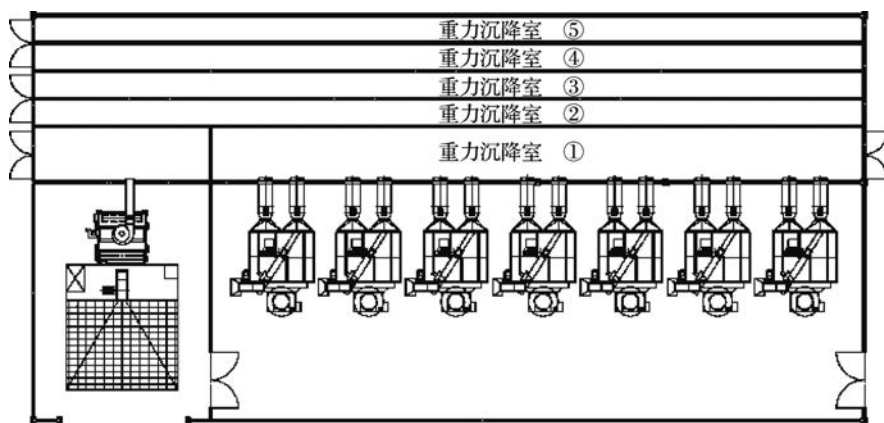


图1 种子烘干车间平面布置示意图

的设计。图1中示意的车间有7台批次烘干能力为40t/批的烘干机,本文探讨内容均以此为例。沉降室①是主沉降室,被烘干尾气从烘干机带出的大部分秸秆碎屑、谷壳等较大的颗粒以及少量的灰尘及细小纤维状杂质沉降在此沉降室中。沉降室②、③、④、⑤中仅有少量灰尘、细小纤维和谷壳沉降下来。当全部烘干机同时运行时,就会有大量的灰尘、细小纤维及细小轻薄的谷壳从沉降室⑤顶部的排气口排出,形成粉尘污染。这种设计方案是为了收集大颗粒用于焚烧炉作为燃料的,而并非主要考虑对粉尘污染的控制。随着生产规模的扩大,生产区及周边的粉尘浓度越来越高,以致影响到了生产人员及周边单位与居民。因此对于粮食烘干机尾气粉尘污染的治理迫在眉睫,各个企业也开始重视。

2 烘干尾气粉尘的情况

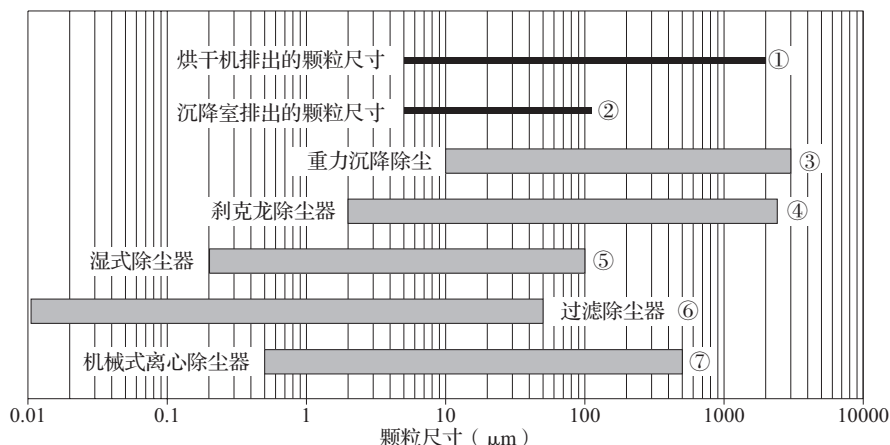
要想解决烘干机尾气的粉尘污染问题,应了解尾气中灰尘的特性。首先对尾气中颗粒的粒径范围进行观察、分析及计算,要做到有的放矢。从烘干机进入到重力沉降室①中的最大颗粒当量粒径约为2mm,最小约为 $5\mu\text{m}$ (小于 $5\mu\text{m}$ 的非常少,可以忽略不计);从重力沉降室①进入到重力沉降室②中的最大颗粒当量粒径约为 $125\mu\text{m}$,也就是说重力沉降室①对当量粒径大于 $125\mu\text{m}$ 的颗粒其除尘效率几乎是100%,而对当量粒径小于 $125\mu\text{m}$ 的颗粒,其除尘效率较低,粒径越小其除尘效率越低。从重力沉降室⑤顶部排出的尾气中仍然含有较多当量粒径为 $100\sim 125\mu\text{m}$ 的颗粒,说明重力沉降室②、③、④、⑤除尘效率很低,这与实际观察现场情况相符合。

以上数据是基于所有烘干机都在运行时的情况,运行的烘干机越少则总体除尘效率越高。如只有1台烘干机在运行时,从烘干机进入到重力沉降室①中的最大颗粒当量粒径仍约为2mm,最小粒径仍约为 $5\mu\text{m}$,但从重力沉降室①进入到重力沉降室②中的最大颗粒当量粒径约为 $50\mu\text{m}$,从重力沉降室⑤顶部排出的尾气中含有较多当量粒径为 $40\sim 50\mu\text{m}$ 的颗粒,由此可见沉降室的处理风量越小其除尘效率就越高。通过以上分析还可以得到一个结论就是重力沉降室②、③、④、⑤对除尘效率的提高并不明显。如果加大重力沉降室①的面积会对除尘效率产生明显改善。

3 几种除尘方法的分析

搞清楚了烘干机尾气含尘当量粒径为 $5\sim 2000\mu\text{m}$ 后就可以有的放矢了。下面就根据图2来进行分析和选择。首先图2所示粒径范围选用原则是根据实际情况来确定的。对于重力沉降除尘、刹克龙除尘器和机械式离心除尘器等,较小粒径的除尘对应于密度较大的粉尘,较大粒径的除尘对应于密度较小的粉尘,需要经过计算来选择具体方案;其次要考虑方案的经济性。

3.1 重力沉降除尘 参照图2中的③,重力沉降除尘可用于当量粒径范围为 $10\sim 3000\mu\text{m}$ 。假如用重力沉降的方式来捕集 $10\mu\text{m}$ 的颗粒,那么对于图1的情况(总尾气风量为 $180000\text{m}^3/\text{h}$)是需要沉降室①的面积不低于 14000m^2 ,这显然不现实。因此仅采用扩大重力沉降室面积的除尘方案不可取。



图中①②⑦由计算结合观测得出;图中③④⑤⑥引自参考文献[1]

图2 颗粒大小及适用的分离方法

3.2 刹克龙除尘器 参照图2中的④,刹克龙除尘器可用于当量粒径范围为2~2500μm。假如用刹克龙除尘器来捕集当量粒径在10μm以上的颗粒,那么对于图1的情况(每台烘干机有2个排风口,每个排风口的排风量为12500m³/h),每台烘干机需要配2个直径为1100mm的高效刹克龙除尘器,刹克龙进风口压力至少需要2000Pa,烘干机自带的风机的全压约为800~1200Pa,烘干机排风口全压不超过400Pa,显然不能满足要求,需要额外添置2台功率至少为7.5kW的引风机。即便如此,刹克龙除尘器对于10μm的颗粒的除尘效率仅为50%,如果要使10μm颗粒的除尘效率达到90%以上,则至少需要2台直径为950mm的刹克龙和2台15kW的引风机。显然,采用刹克龙除尘器的方案总造价虽然不高,但要达到除尘效果需要的能耗却很高,就如烘干车间有7台烘干机,则需要增加的总动力高达210kW,大大增加了运行成本,因此采用刹克龙除尘器的方案也不可行。通过调研也发现采用刹克龙除尘器的单位使用效果不好,主要原因是避免高能耗而使刹克龙选型及动力匹配不合理。

3.3 简易布袋除尘器和脉冲除尘器 参照图2中的⑥可知,过滤除尘器的除尘效率很高。简易布袋除尘器和脉冲除尘器这两种除尘器均属于过滤除尘器。虽然理论上其除尘效率很高,但对于烘干机的高湿度尾气来说,最大的问题是因潮湿的细小颗粒堵塞滤布的透气孔并且难以清理,而使布袋的透气性能迅速降低,即使采用带自动喷吹清理滤筒的脉冲除尘器也不易清理。从使用单位得知,在初期使

用时效果非常好,风阻小,除尘效率高;但维持不了多久风阻开始逐渐加大,以至于1年后开始严重影响烘干机的烘干效率,且简易布袋除尘器的使用情况更加糟糕。滤布需人工清理,清理工作量很大,而且滤布即便清理后仍然风阻大,如果更换全新的滤布成本又很高,并且更换滤布的工作量也很大。调研结论是:此方案的改造项目造价较高,如采用简易布袋除尘器包括土建改造及设备投资合计约为100万元,尤其是脉冲式布袋除尘器成本更高;使用过程会影响烘干机的效率而间接增加运行成本和降低产量;维护困难,要想达到理想效果,布袋配件的费用高。

3.4 机械式离心除尘器 参照图2中的⑦,机械式离心除尘器从除尘性能来说更适合应用于烘干机尾气除尘,这种除尘器对粒径在5μm以上的颗粒分离效率很高。这是一种新型除尘器,其原理是利用强制力使含尘气体在设备中做高速圆周运动,使固体颗粒在离心力的作用下高速沉降,其沉降速度是自然沉降的几百倍至上千倍,从而达到快速高效除尘的目的。其主要由进风叶轮、分离叶轮、捕灰环堆、排风叶轮、机壳、排灰刹克龙等组成。这种除尘器处理风量为12500m³/h,其配置功率约为5.5kW。图1情况如采用此方案包括土建改造和设备费用约为100万元,总动力约为80kW。对于改造项目来说机械式离心除尘器的造价较高,但对于新建项目来说却可以大大降低土建成本,机械式离心除尘器更适合用于新建项目。图3是机械式离心除尘器的一种应用方式。

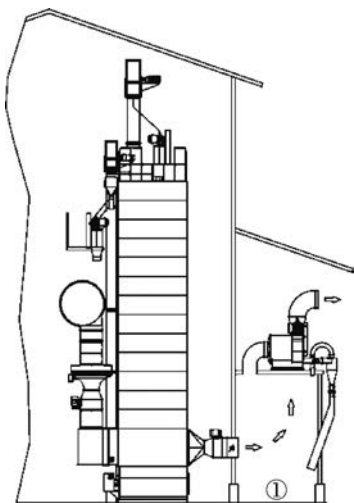


图3 机械式离心除尘器

3.5 填料床水喷淋除尘 填料床水喷淋除尘属于一种湿式除尘器,参照图2中的⑤可知,可用于粒径在 $0.2\sim 100\mu\text{m}$ 的除尘。烘干机尾气经4级沉降室后,粒径大于 $100\mu\text{m}$ 的颗粒已经很少了,湿式除尘器的除尘效率较高,仅次于过滤除尘器。如图4所示,这是利用原有的沉降室进行改造的示意图。这是借鉴了填料式湿式除尘器的结构,利用沉降室⑤作为“机壳”,在沉降室⑤中安装支架,在支架上铺设格栅,在格栅上堆积高孔隙率的填料,在填料上方设置一个通长的总水管,在水管上安装喷嘴,通过对填料床不断地喷淋使填料始终保持湿润起到捕集灰尘的作用,同时足够量的喷淋还可以对填料起到清洗作用。喷淋水夹带着灰尘颗粒落到沉降室⑤的底部,然后流入蓄水池,蓄水池可起到沉淀作用,经澄清的过程水再经过过滤,经水泵泵送至喷淋管喷到

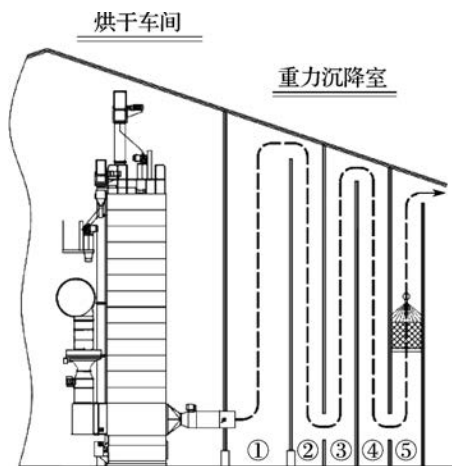


图4 重力沉降除尘改造——喷淋+填料床

填料上,这样持续循环,就起到了除尘作用。该改造项目总动力配置43kW,总投资约50万元,目前已经使用了2年半,从目前使用情况来看除尘效果非常好,在没有增加引风机并且所有7台烘干机全开的情况下,对烘干机的烘干效率也没有明显的影响。操作简单,日常维护工作量少。唯一遗憾的是由于改造项目时间紧迫,没有完全实现废水零排放,仍有少量的废水。为了实现废水零排放,在下一期改造时将采取图5所示的方案实现废水零排放。

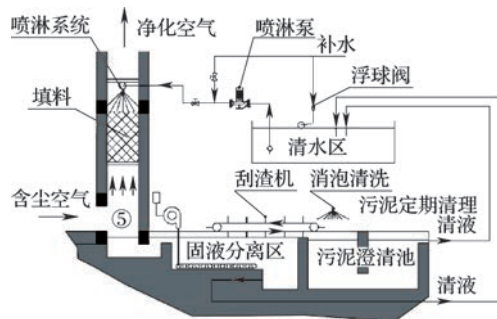


图5 填料床水喷淋除尘

4 结束语

以上是经过几年的调研、探讨和2年实践的一些经验,烘干机尾气除尘的方式有很多,本文所述仅是针对循环式种子干燥机除尘的几种方式,各种方式均有优缺点,改造和新建项目设计选用除尘方式时应根据具体使用要求而定,其中环保和经济是两个主要的考虑因素^[1-2]。

随着国家环保要求的提高,重力沉降除尘方式已逐渐被改进或取代;重力沉降与喷淋结合的除尘方式比较适合作为改造项目方案,为防止循环式产生异味,可定期向水池投放抑菌剂;布袋除尘器的选用则应重点考虑滤布材料的选择,选用易清理且耐用的滤材,否则会大大增加使用成本;机械式离心除尘器是干式除尘器,不会产生二次污染,因其设备占用空间小、布置灵活、土建投资少、操作维护简单、能耗不高等特点,将会成为未来烘干机尾气除尘的主要装备。

参考文献

- [1] 于海华,马文杰,马天红,马俊雅,高志航. 国内谷物干燥工程设计中几种除尘方式的探讨. 粮食与食品工业,2016(3): 18-20
- [2] 霍夫曼 A C,斯坦因 L E. 旋风分离器——原理、设计和工程应用. 彭维明,姬忠礼,译. 北京:化学工业出版社,2004

(收稿日期:2020-07-01)