



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114768277 B

(45) 授权公告日 2023. 09. 05

(21) 申请号 202210463908.0

G06T 7/00 (2017.01)

(22) 申请日 2022.04.29

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114768277 A

CN 215691688 U, 2022.02.01

CN 107533011 A, 2018.01.02

CN 209934101 U, 2020.01.14

(43) 申请公布日 2022.07.22

CN 209237365 U, 2019.08.13

(73) 专利权人 湖南东健药业有限公司
地址 421400 湖南省衡阳市衡东县新塘经济开发区

CN 106596364 A, 2017.04.26

CN 205145627 U, 2016.04.13

CN 106902529 A, 2017.06.30

(72) 发明人 马善恒 马号 唐永红 张友飞
王磊

CN 105363231 A, 2016.03.02

CN 207203500 U, 2018.04.10

CN 210170863 U, 2020.03.24

(74) 专利代理机构 衡阳雁城专利代理事务所
(普通合伙) 43231

审查员 白姝琼

专利代理师 龙腾

(51) Int. Cl.

B01D 1/18 (2006.01)

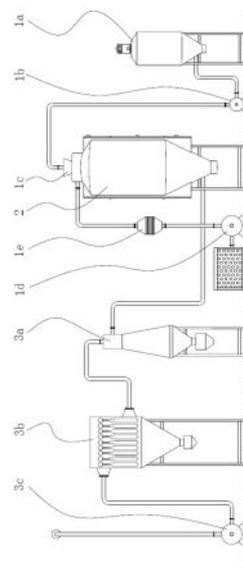
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

中药制剂喷雾干燥系统

(57) 摘要

中药制剂喷雾干燥系统,包括药液雾化装置、干燥塔、中药颗粒收集装置、粉体清除装置及控制装置,控制装置包括背光模组、图像分析单元、摄像模组与控制器,背光模组设置在干燥塔一侧以照亮喷雾干燥室,摄像模组设置在干燥塔与背光模组相对的一侧并于喷雾干燥开始前获取喷雾干燥室初始图像以及于喷雾干燥过程中周期性获取喷雾干燥室实时图像,图像分析单元根据初始图像和实时图像计算喷雾干燥室内各监测区域的平均亮度差值和像素比值,控制器根据图像分析单元的计算结果控制喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置清除黏壁粉体。该喷雾干燥系统通过实时判定/预判塔内黏壁情况并采取对应措施,能够减轻黏壁现象,保证喷雾干燥所得产品的品质。



1. 中药制剂喷雾干燥系统,包括药液雾化装置、干燥塔、中药颗粒收集装置及粉体清除装置,其特征在于:还包括控制装置,所述控制装置用以控制喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置清除干燥塔内壁黏附的粉体;所述控制装置包括背光模组、图像分析单元以及连接图像分析单元的摄像模组与控制器;

所述干燥塔的塔壁上开设有第一槽口和第二槽口,所述第一槽口与第二槽口对向设置,所述干燥塔外部固定连接有罩住第一槽口的第一罩壳以及罩住第二槽口的第二罩壳,所述背光模组安装在第一罩壳内,所述摄像模组安装在第二罩壳内;所述第一罩壳、第二罩壳、干燥塔的塔壁上或者第一罩壳、第二罩壳与塔壁的连接处设有透气孔隙,以使所述干燥塔外部的空气能够经由透气孔隙进入喷雾干燥室并于背光模组和摄像模组的周围形成幕状气流以阻隔喷雾干燥室内的气流与背光模组和摄像模组接触,于所述干燥塔外部空气进入喷雾干燥室的气路上设有空气过滤器;

所述背光模组设置在干燥塔的一侧以照亮喷雾干燥室,所述摄像模组设置在干燥塔与背光模组相对的一侧并于喷雾干燥开始前获取喷雾干燥室内的初始图像以及于喷雾干燥过程中周期性获取喷雾干燥室内的实时图像,所述图像分析单元根据初始图像和实时图像计算喷雾干燥室内各监测区域的在初始图像和实时图像中的平均亮度差值以及将初始图像与实时图像进行差分处理,再将差分图像中的图形通过设定的尺寸规格进行筛分并计算所得到的筛分图像与差分图像的像素比值,所述图像分析单元通过以下步骤获得各监测区域的平均亮度差值和像素比值:

S101. 于初始图像和实时图像中,以靠近塔体顶壁的顶部区域为1#监测区域、靠近塔体侧壁的一侧或两侧区域为2#监测区域、靠近塔体锥形底壁的底部区域为3#监测区域;

S102. 分别计算初始图像和实时图像中1#监测区域、2#监测区域和3#监测区域的平均亮度值并计算对应监测区域在初始图像和实时图像中的平均亮度差值;提取初始图像和实时图像中1#监测区域、2#监测区域和3#监测区域的像素,将对应监测区域于初始图像、实时图像中的像素相减,得到差分图像,再通过一大一小两种不同的尺寸规格对差分图像进行筛分,剔除差分图像中尺寸小于小尺寸规格的图形、保留尺寸在小尺寸规格之上的图形,得到第一筛分图像;剔除差分图像中尺寸小于大尺寸规格的图形、保留尺寸在大尺寸规格之上的图形,得到第二筛分图像,得到筛分图像后,再分别计算第一筛分图像与差分图像的像素比值以及第二筛分图像与差分图像的像素比值;

所述控制器按照以下方式控制喷雾干燥工艺参数和粉体清除装置:

若某一监测区域的平均亮度差值大于设定上限值,则控制所述粉体清除装置清除堆积于该监测区域的粉体;

若某一监测区域所对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值或第二筛分图像与差分图像的像素比值超出设定范围,则所述控制器调整喷雾干燥室的进风流量、排风流量、进料速度、雾化压力、进风温度中的一项或多项,直至该监测区域所对应第一筛分图像与差分图像的像素比值以及第二筛分图像与差分图像的像素比值均在设定范围内。

2. 如权利要求1所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:所述第一罩壳、第二罩壳均包括壳体和盖板,所述壳体与干燥塔的塔壁连接成一体,所述盖板可拆卸连接壳体,所述背光模组和摄像模组均安装在盖板上,所述盖板与壳体的连接处留有缝隙,从而形成所述透气孔隙,所述空气过滤器覆盖住盖板与壳体连接处的缝隙。

3. 如权利要求2所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:所述壳体或盖板的接触端面上开设有一圈定位槽,所述空气过滤器的形状与定位槽相适应并定位放置在定位槽内,所述空气过滤器的厚度大于定位槽的深度以使得其顶部从定位槽的槽口冒出,所述盖板与壳体通过螺栓连接并夹紧空气过滤器,所述空气过滤器对经盖板与壳体间缝隙流向喷雾干燥室的空气进行过滤。

4. 如权利要求1所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:所述第一槽口和第二槽口呈长条形并自干燥塔的顶部延伸至底部,所述第一罩壳和第二罩壳为呈长方体形状的敞口罩,所述第一罩壳和第二罩壳的开口端分别对齐第一槽口、第二槽口。

5. 如权利要求1-4中任意一项所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:所述药液雾化装置包括依次连接的药液储存塔、药液输送泵和离心雾化器,所述离心雾化器安装在干燥塔内,所述干燥塔通过管路连接有用于向喷雾干燥室供风的鼓风机,所述鼓风机与干燥塔之间设有空气加热器,所述中药颗粒收集装置包括依次连接的旋风分离器、布袋除尘器和负压风机,所述旋风分离器通过管路干燥塔的出料口连接,所述粉体清除装置包括多个用于敲击干燥塔外壁以促使黏壁粉体掉落的振打锤,所述振打锤安装在干燥塔外部。

6. 如权利要求1所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于,其特征在于:

若对应于1#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

若对应于1#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

7. 如权利要求1所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:

若对应于2#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量、进风温度并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

若对应于2#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力并降低进料速度,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

8. 如权利要求1所述中药制剂喷雾干燥系统,其特征在于:

若对应于3#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

若对应于3#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低进料速度,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

中药制剂喷雾干燥系统

技术领域

[0001] 本发明涉及中成药生产加工技术领域,特别涉及一种中药制剂喷雾干燥系统。

背景技术

[0002] 近些年来,喷雾干燥技术已逐渐在中药的生产加工中得以应用。与一般单一原料的中药制剂不同,由于五积颗粒制备过程中所提取的清膏中成分复杂,在对清膏进行喷雾干燥时极易发生黏壁现象。

[0003] 目前业内防止中药制剂喷雾干燥黏壁的方式通常是在中药提取液中加入合适的辅料进行喷雾干燥共处理,通过辅料对中药粉体结构和性质进行物理修饰,从而减轻干燥过程中粉体黏壁的情况。例如中国专利文献CN106581685A中就采用了往中药浓缩液中加入麦芽糊精和微粉硅胶的组合物作为辅料来防止药粉黏壁,中国专利文献CN111265671A则是往药液中添加小分子肽作为辅料来改善黏壁的问题。由于五积颗粒所涉及的原料组分很多,其中任一原料的品质波动都有可能致喷雾干燥的料液特性发生变化,辅料的添加量需要根据料液特性变化而进行调整,操作不便,并且辅料的加入既导致了产品中药性成分含量降低,又增加了生产成本。由于业内尚无较好的措施来消除或减轻五积颗粒清膏制剂在喷雾干燥过程中的药粉黏壁问题,因此,现今仍有很多中药厂沿用类似于中国专利文献CN1116531A中的传统工艺生产五积颗粒,然而传统工艺提取的清膏(包括厚朴浸膏)量多而不易混合均匀,存在干燥时间长以及产品品质一致性不高的缺陷。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种能够有效减少中药制剂喷雾干燥过程中药粉黏壁现象的喷雾干燥系统。

[0005] 本发明涉及的中药制剂喷雾干燥系统包括药液雾化装置、干燥塔、中药颗粒收集装置、粉体清除装置及控制装置,所述控制装置用以控制喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置清除干燥塔内壁黏附的粉体;所述控制装置包括背光模组、图像分析单元以及连接图像分析单元的摄像模组与控制器;

[0006] 所述背光模组设置在干燥塔的一侧以照亮喷雾干燥室,所述摄像模组设置在干燥塔与背光模组相对的一侧并于喷雾干燥开始前获取喷雾干燥室内的初始图像以及于喷雾干燥过程中周期性获取喷雾干燥室内的实时图像,所述图像分析单元根据初始图像和实时图像计算喷雾干燥室内各监测区域的在初始图像和实时图像中的平均亮度差值以及将初始图像与实时图像进行差分处理,再将差分图像中的图形通过设定的尺寸规格进行筛分并计算所得到的筛分图像与差分图像的像素比值,所述控制器按照以下方式控制喷雾干燥工艺参数和粉体清除装置:

[0007] 若某一监测区域的平均亮度差值大于设定上限值,则控制所述粉体清除装置清除堆积于该监测区域的粉体;

[0008] 若某一监测区域所对应的筛分图像与差值图像的像素比值超出设定范围,则调控

所述喷雾干燥室的进风流量、排风流量、进料速度、雾化压力、进风温度中的一项或多项,直至该监测区域所对应的筛分图像与差值图像的像素比值在设定范围内。

[0009] 于本发明一实施例中,所述干燥塔的塔壁上开设有第一槽口和第二槽口,所述第一槽口与第二槽口对向设置,所述干燥塔外部固定连接有罩住第一槽口的第一罩壳以及罩住第二槽口的第二罩壳,所述背光模组安装在第一罩壳内,所述摄像模组安装在第二罩壳内;

[0010] 所述第一罩壳、第二罩壳、干燥塔的塔壁上或者第一罩壳、第二罩壳与塔壁的连接处设有透气孔隙,以使所述干燥塔外部的空气能够经由透气孔隙进入喷雾干燥室并于背光模组和摄像模组的周围形成幕状气流以阻隔喷雾干燥室内的气流与背光模组和摄像模组接触,于所述干燥塔外部空气进入喷雾干燥室的气路上设有空气过滤器。

[0011] 优选地,所述第一罩壳、第二罩壳均包括壳体和盖板,所述壳体与干燥塔的塔壁连接成一体,所述盖板可拆卸连接壳体,所述背光模组和摄像模组均安装在盖板上,所述盖板与壳体的连接处留有缝隙,从而形成所述透气孔隙,所述空气过滤器覆盖住盖板与壳体连接处的缝隙。

[0012] 进一步地,所述壳体或盖板的接触端面上开设有一圈定位槽,所述空气过滤器的形状与定位槽相适应并定位放置在定位槽内,所述空气过滤器的厚度大于定位槽的深度以使得其顶部从定位槽的槽口冒出,所述盖板与壳体通过螺栓连接并夹紧空气过滤器,所述空气过滤器对经盖板与壳体间缝隙流向喷雾干燥室的空气进行过滤。

[0013] 其中,所述第一槽口和第二槽口呈长条形并自干燥塔的顶部延伸至底部,所述第一罩壳和第二罩壳为呈长方体形状的敞口罩,所述第一罩壳和第二罩壳的开口端分别对齐第一槽口、第二槽口。

[0014] 于本发明一实施例中,所述药液雾化装置包括依次连接的药液储存塔、药液输送泵和离心雾化器,所述离心雾化器安装在干燥塔内,所述干燥塔通过管路连接有用于向喷雾干燥室供风的鼓风机,所述鼓风机与干燥塔之间设有空气加热器,所述中药颗粒收集装置包括依次连接的旋风分离器、布袋除尘器和负压风机,所述旋风分离器通过管路于干燥塔的出料口连接,所述粉体清除装置包括多个用于敲击干燥塔外壁以促使黏壁粉体掉落的振打锤,所述振打锤安装在干燥塔外部。

[0015] 其中,所述数据分析单元通过以下步骤获得各监测区域的平均亮度差值和像素比值:

[0016] S201. 于初始图像和实时图像中,以靠近塔体顶壁的顶部区域为1#监测区域、靠近塔体侧壁的一侧或两侧区域为2#监测区域、靠近塔体锥形底壁的底部区域为3#监测区域;

[0017] S202. 分别计算初始图像和实时图像中1#监测区域、2#监测区域和3#监测区域的平均亮度值并计算对应监测区域在初始图像和实时图像中的平均亮度差值;提取初始图像和实时图像中1#监测区域、2#监测区域和3#监测区域的像素,将对应监测区域于初始图像、实时图像中的像素相减,得到差分图像,再通过一大一小两种不同的尺寸规格对差分图像进行筛分,剔除差分图像中尺寸小于小尺寸规格的图形、保留尺寸在小尺寸规格之上的图形,得到第一筛分图像;剔除差分图像中尺寸小于大尺寸规格的图形、保留尺寸在大尺寸规格之上的图形,得到第二筛分图像,得到筛分图像后,再分别计算第一筛分图像与差分图像的像素比值以及第二筛分图像与差分图像的像素比值;

[0018] 若某一监测区域所对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值或第二筛分图像与差分图像的像素比值超出设定范围,则所述控制器调整喷雾干燥室的进风流量、排风流量、进料速度、雾化压力、进风温度中的一项或多项,直至该监测区域所对应第一筛分图像与差分图像的像素比值以及第二筛分图像与差分图像的像素比值均在设定范围内。

[0019] 进一步地,若对应于1#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

[0020] 若对应于1#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

[0021] 进一步地,若对应于2#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量、进风温度并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

[0022] 若对应于2#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力并降低进料速度,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

[0023] 进一步地,若对应于3#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低雾化压力,直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值;

[0024] 若对应于3#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值,则所述控制器增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低进料速度,直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。

[0025] 本发明通过分析各监测区域图像的平均亮度值的差值来判断相应的监测区域是否已发生黏壁,并通过对差分图像(实时图像与初始图像相减)进行筛分处理以及分析筛分图像与差分图像的像素比值来估算实时图像中对应监测区域所分布的粉体粒径及其含量,进而预判是否有可能发生黏壁现象并采取对应措施。在本发明中,摄像模组与背光模组对向设置,在采用背光拍摄的图像中,主体(粉体颗粒)与背景(干燥室)具有高对比度,更利于图像中目标对象的提取和分析,从而降低计算量,提高运算速度,保证判定结果的时效性。与现有技术不同,本发明利用图像识别技术实时判定/预判塔内黏壁情况,无需往药液中添加辅料进行改性,同样能够减轻喷雾干燥生产过程中的药粉黏壁现象,并且还更好地保证了产品质量。

附图说明

[0026] 图1为中药制剂喷雾干燥系统的整体结构示意图。

[0027] 图2为背光模组及摄像模组与干燥塔的连接结构示意图。

[0028] 图3干燥塔的结构示意图。

[0029] 图4为控制装置在喷雾干燥过程中实施工艺参数调整的流图。

[0030] 图中:

[0031] 2——干燥塔 A——壳体 B——盖板

- [0032] C——定位槽 1a——药液储存塔 1b——药液输送泵
[0033] 1c——离心雾化器 1d——鼓风机 1e——空气加热器
[0034] 3a——旋风分离器 3b——布袋除尘器 3c——负压风机
[0035] 4a——背光模组 4b——摄像模组 2a1——第一槽口
[0036] 2a2——第二槽口 4c1——第一罩壳 4c2——第二罩壳。

具体实施方式

[0037] 为了便于本领域技术人员的理解,下面结合具体实施例与附图对本发明作进一步的说明。

[0038] 图1示出了本实施例中喷雾干燥系统的整体结构,该喷雾干燥系统包括药液雾化装置、干燥塔2、中药颗粒收集装置、粉体清除装置以及用于控制喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置清除干燥塔内壁黏附的粉体控制装置。

[0039] 其中,药液雾化装置包括依次连接的药液储存塔1a、药液输送泵1b和离心雾化器1c,离心雾化器1c安装在干燥塔2内,干燥塔2通过管路连接有用于向喷雾干燥室供风的鼓风机1d,鼓风机1d与干燥塔2之间设有空气加热器1e。中药颗粒收集装置包括依次连接的旋风分离器3a、布袋除尘器3b和负压风机3c,旋风分离器3a通过管路与干燥塔2的出料口连接。粉体清除装置包括多个用于敲击干燥塔2外壁以促使黏壁粉体掉落的振打锤(振打锤在附图中未示出,鉴于现有的喷雾干燥塔上一般也安装有振打锤,在此不再对振打锤的结构作具体说明),振打锤安装在干燥塔2外部。控制装置包括背光模组4a、图像分析单元以及连接图像分析单元的摄像模组4b与控制器(图像分析单元和控制器在附图中未示出),前述背光模组4a设置在干燥塔2的一侧以照亮喷雾干燥室(干燥塔的内腔室即为喷雾干燥室),摄像模组4b设置在与背光模组4a相对的一侧,摄像模组4b与背光模组4a对向设置的好处是在采用背光拍摄的图像中,主体(粉体颗粒)与背景(干燥室)具有高对比度,更利于图像中目标对象的提取和分析,从而降低计算量,提高运算速度,保证判定结果的时效性。具体见图2和图3所示,在干燥塔2的塔壁上开设有第一槽口2a1和第二槽口2a2,第一槽口2a1与第二槽口2a2对向设置,干燥塔2外部固定连接罩住第一槽口2a1的第一罩壳4c1以及罩住第二槽口2a2的第二罩壳4c2。其中,第一槽口2a1和第二槽口2a2可以如图3所示呈长条形并自干燥塔2的顶部延伸至底部,为了与第一槽口2a1和第二槽口2a2相适应,第一罩壳4c1和第二罩壳4c2为图2中所示呈长方体形状的敞口罩,第一罩壳4c1和第二罩壳4c2的开口端相应对齐于第一槽口2a1、第二槽口2a2,背光模组4a被安装在第一罩壳4c1内,摄像模组4b被安装在第二罩壳4c2内。为了避免喷雾干燥过程中药粉进入第一罩壳4c1、第二罩壳4c2中覆盖光源和摄像头的情况,在第一罩壳4c1、第二罩壳4c2、干燥塔2的塔壁上或者第一罩壳4c1、第二罩壳4c2与塔壁的连接处留有透气孔隙,这样设计的目的是让干燥塔2外部的空气就能够经由该透气孔隙进入喷雾干燥室并于背光模组4a和摄像模组4b的周围形成幕状气流以阻隔喷雾干燥室内的气流与背光模组4a和摄像模组4b接触。为避免外部空气污染喷雾干燥的药粉,在干燥塔2外部空气进入喷雾干燥室的气路上需要设置空气过滤器(空气过滤器在附图中未示出)。作为一种可供选择的实施方式,如图2所示,第一罩壳4c1、第二罩壳4c2均包括壳体A和盖板B,壳体A与干燥塔2的塔壁连接成一体,盖板B可拆卸连接壳体A,背光模组4a和摄像模组4b均安装在盖板B上,在盖板B与壳体A的连接处留有缝隙,从而形成透气孔隙,通

过空气过滤器覆盖住盖板B与壳体A连接处的缝隙。具体而言,如图3所示,在壳体A的接触端面上开设有一圈定位槽C(定位槽C也可以开设在盖板B的接触端面上),空气过滤器的形状被设计成与定位槽相适应,将空气过滤器定位放置在定位槽C内后,空气过滤器的厚度应当大于定位槽的深度,以使得其顶部从定位槽C的槽口冒出,将盖板B与壳体A通过螺栓连接,空气过滤器夹在盖板B与壳体A之间,这样的话,空气过滤器就可以对经盖板B与壳体A间缝隙流向喷雾干燥室的空气进行过滤。

[0040] 上述控制装置实现喷雾干燥工艺参数调节以及控制粉体清除装置清除干燥塔内壁黏附的粉体的主要过程为:首先,通过摄像模组4b于喷雾干燥开始前获取喷雾干燥室内的初始图像,之后在喷雾干燥过程中周期性获取喷雾干燥室内的实时图像,并将初始图像和实时图像中靠近塔体顶壁的顶部区域作为1#监测区域、靠近塔体侧壁的一侧或两侧区域作为2#监测区域,以靠近塔体锥形底壁的底部区域为3#监测区域,再由图像分析单元根据初始图像和实时图像计算喷雾干燥室内各监测区域的在初始图像和实时图像中的平均亮度差值以及将初始图像与实时图像进行差分处理,再将差分图像中的图形通过设定的尺寸规格进行筛分并计算所得到的筛分图像与差分图像的像素比值,最后控制器根据计算得到的各监测区域的平均亮度差值和像素比值结合以下方式调整喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置:若某一监测区域的平均亮度差值大于设定上限值,则控制粉体清除装置清除堆积于该监测区域的粉体;若某一监测区域所对应的筛分图像与差值图像的像素比值超出设定范围,则调控所述喷雾干燥室的进风流量、排风流量、进料速度、雾化压力、进风温度中的一项或多项,直至该监测区域所对应的筛分图像与差值图像的像素比值在设定范围内。总的来说,上述过程的关键点在于通过分析作业过程中与作业开始前干燥塔2内各监测区域图像的平均亮度值的差值来判断相应的监测区域是否已发生黏壁,并通过对作业过程中与作业开始前的图像相减得到的差分图像进行筛分处理,进而通过分析筛分图像与差分图像的像素比值来估算实时图像中对应监测区域所分布的粉体粒径及其含量,由此预判是否有可能发生黏壁现象。下面结合图4详细介绍控制装置实施工艺参数调控的过程。

[0041] 如图4所示,在获取初始图像和实时图像后,先分别计算初始图像和实时图像中各监测区域的平均亮度值并计算对应监测区域在初始图像和实时图像中的平均亮度差值。以1#监测区域为例,计算其在初始图像中的平均亮度值时,对于初始图像中每个像素,可以先计算出该像素的亮度值 $Lum(x, y)$,然后求出该亮度值的自然对数,接着对所有像素亮度值的对数求平均值,再求平均值的自然指数值,得到1#监测区域在初始图像中的平均亮度值。同理,可以通过同样的方法计算1#监测区域在实时图像中的平均亮度值。最后将二者相减,即可得到1#监测区域在初始图像和实时图像中的平均亮度差值。与此同时,提取初始图像和实时图像中各监测区域的像素(可根据需要对监测区域的图像作二值化处理),将对应监测区域于初始图像、实时图像中的像素相减,得到差分图像,再通过一大一小两种不同的尺寸规格对差分图像进行筛分,分别剔除其中小于两种尺寸规格的图形、保留其中大于两种尺寸规格的图形,得到筛分图像后,分别计算两幅筛分图像与差分图像的像素比值。在对差分图像进行筛分以及计算筛分图像与差分图像的像素比值时,可以先对差分图像进行二值化处理,然后利用闭操作对图像进行图形元素的筛选,剔除差分图像中尺寸小于小尺寸规格的图形、保留尺寸在小尺寸规格之上的图形,得到第一筛分图像。同理,剔除差分图像中尺寸小于大尺寸规格的图形、保留尺寸在大尺寸规格之上的图形,得到第二筛分图像。最后

分别计算第一筛分图像与差分图像的像素比值以及第二筛分图像与差分图像的像素比值,进而判定是否发生黏壁现象以及预判黏壁现象是否将要发生。需要说明的是,上述一大一小两种不同的尺寸规格可以通过对喷雾干燥系统进行前期测试来确定,前期测试时,通过设置不同的尺寸规格并测试其对于黏壁现象的预判反应灵敏性,经过大量的前期试验可以得到不同尺寸规格条件下的黏壁预判测试记录,再从得到的测试记录中筛选出合适的尺寸规格即可。

[0042] 在本实施例中,通过平均亮度差值判定是否发生黏壁现象的原理为:黏壁现象发生后,粉体大量黏附于干燥塔2内壁上,黏附在塔壁上的粉体具有不透光性且粉体材料自身的反光性也显著低于光滑的塔壁,此时实时图像的平均亮度值将较初始图像显著降低。考虑到喷雾干燥作业过程中弥散在空中的粉体会对背光模组4a发出的光线形成遮挡,而弥散在空气中的粉体所形成的遮挡是有限的,因而本实施例中设置一个平均亮度差上限值,通过该上限值“过滤”掉空气中粉体遮挡以及极少量粉体黏壁/假性黏壁(粉体黏附于塔壁一段时间又掉落,称为假性黏壁,假性黏壁的粉体量一般较少)的情形,仅当出现大量粉体黏壁时,才判定该监测区域已发生黏壁现象,进而控制粉体清除装置清除堆积于该监测区域的粉体。通过筛分图像与差分图像的像素比值来预判黏壁现象发生的原理为:假设小尺寸规格为 4×4 ,大尺寸规格为 8×8 。筛分处理时,选择结构元素为 4×4 的矩阵,对二值化处理过的差分图像进行闭操作的结果将使得尺寸小于 4×4 的图形元素全部为消除,得到第一筛分图像;选择结构元素为 8×8 的矩阵,对差分图像进行闭操作的结果将使得尺寸小于 8×8 的图形元素全部为消除,得到第二筛分图像。这样在第一筛分图像中,尺寸小于 4×4 的粉体图像将全部被筛除,仅留下尺寸大于 4×4 的粉体图像;而在第二筛分图像中,尺寸小于 8×8 的粉体图像将全部被筛除,仅留下尺寸大于 8×8 的粉体图像。通过分析第一筛分图像、第二筛分图像与差分图像的像素比值,就可以估算实时图像中对应监测区域所分布的粉体粒径及其含量。由于黏壁现象的发生于粉体分布的区域、区域中所分布粉体的粒径范围及其含量密切相关。例如粉体粒径越小,其干燥效果越好,越不易发生半湿性黏壁的现象,但是粉体粒径越小,其比表面积越大,越容易发生干性黏壁(也称“干粉黏壁”)的现象,而将粉体粒径分布控制在合理范围之内则能够很好地避免上述情况。又比如,若在顶部的1#监测区域分布有大量粉体(1#监测区域出现的粉体通常粒径较小),则表明塔内出现了粉体返顶的情况,顶壁处很有可能会发生黏壁现象。通过分析各监测区域内的粉体分布情况,就可以预估监测区域发生黏壁现象的可能性。

[0043] 下面针对控制装置如何根据1#监测区域、2#监测区域、3#监测区域的图像分析结果来调控喷雾干燥工艺参数作分别说明。对于1#监测区域而言,若对应于1#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值(即小粒径的粉体返顶且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的排风流量并降低雾化压力(增大排风流量后会使得塔内负压增加,从而减少返顶现象;降低雾化压力可以使雾化液滴粒径变大,从而使得干燥后的粉体粒径变大,粉体粒径变大也会减轻返顶现象),直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值。若对应于1#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值(即大粒径的粉体返顶且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力(增大排风流量后会使得塔内负压增加,从而减少返顶现象;增大雾化压力可以使雾化液滴粒径变小,从而使得干燥后的粉体粒径变小,以

保证粉体干燥效果,避免半湿性黏壁),直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。对于2#监测区域而言,若对应于2#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值(即小粒径的粉体外溢至干燥室周边且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的排风流量、进风温度并降低雾化压力(增大排风流量后会使得塔内负压增加,使得粉体更集中于干燥室中心区域,减轻雾化后的液滴外溢至干燥室周边的问题,降低雾化压力可以使雾化液滴粒径变大,从而使得干燥后的粉体粒径变大,更好地避免雾化液滴/干燥后的细小粉体外溢至干燥室周边的问题),直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值。若对应于2#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值(即大粒径的粉体外溢至干燥室周边且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的排风流量和雾化压力并降低进料速度(增大排风流量后会使得塔内负压增加,使得粉体更集中于干燥室中心区域,减轻雾化后的液滴外溢至干燥室周边的问题,增大雾化压力可以使雾化液滴粒径变小,包装干燥效果,防止出现半湿性粘壁的情况,降低进料速度则可以减少单位时间内雾化至干燥室内的液滴数量,减轻雾化液滴/干燥后的粉体外溢至干燥室周边的问题),直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。对于3#监测区域而言,若对应于3#监测区域的第一筛分图像与差分图像的像素比值小于或等于第一阈值(即小粒径的粉体外溢至干燥室锥底且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低雾化压力(增大进风流量和进风温度可以提高干燥速度,降低雾化压力可以使雾化液滴粒径变大,两种手段一同作用可以在保证干燥效果的同时让干燥形成的粉体粒径变大,从而避免出现常见的锥底干粉黏壁的情况),直至该监测区域对应的第一筛分图像与差分图像的像素比值大于第一阈值。若对应于3#监测区域的第二筛分图像与差分图像的像素比值大于或等于第二阈值(即大粒径的粉体外溢至干燥室锥底且其含量超出限度),则按给定速率增大喷雾干燥室的进风流量、进风温度并降低进料速度(增大进风流量和进风温度可以提高干燥速度,降低进料速度可以减少单位时间内雾化至干燥室内的液滴数量,从而减轻雾化液滴相互碰撞结合成过大液滴的情形,上述两种手段一同作用,可以避免因大粒径粉体含量超限和干燥不完全而导致的锥底半湿性黏壁的情况),直至该监测区域对应的第二筛分图像与差分图像的像素比值小于第二阈值。需要说明的是,上述不同情况中的“给定速率”可以采用不同设定。另外,通常情况下不会出现1#监测区域与3#监测区域的像素比值均超出设定范围的情形(在干燥塔2尺寸设计合理的前提下,返顶黏壁和锥底黏壁一般不会同时出现),但有时会出现1#监测区域与2#监测区域的像素比值均超出设定范围或者2#监测区域与3#监测区域的像素比值均超出设定范围的情形,此时可以将上述针对其中单一情形进行调控的手段结合得到复合情形下的工艺参数调控方案。

[0044] 通过上述分析可知,不同于现有技术,本实施例中的喷雾干燥系统是基于图像识别技术实时判定/预判塔内黏壁情况,并根据图像分析结果调控喷雾干燥工艺参数以及控制粉体清除装置来消除和避免粉体黏壁,利用该系统对中药制剂进行喷雾干燥时无需往药液中添加辅料进行改性,干燥得到的产品中中药性成分含量更高,并且节省了辅料成本,更好地保证了喷雾干燥所得到的产品品质。

[0045] 上述实施例为本发明较佳的实现方案,除此之外,本发明还可以其它方式实现,在不脱离本技术方案构思的前提下任何显而易见的替换均在本发明的保护范围之内。

[0046] 为了让本领域普通技术人员更方便地理解本发明相对于现有技术的改进之处,本发明的一些附图和描述已经被简化,并且为了清楚起见,本申请文件还省略了一些其它元素,本领域普通技术人员应该意识到这些省略的元素也可构成本发明的内容。

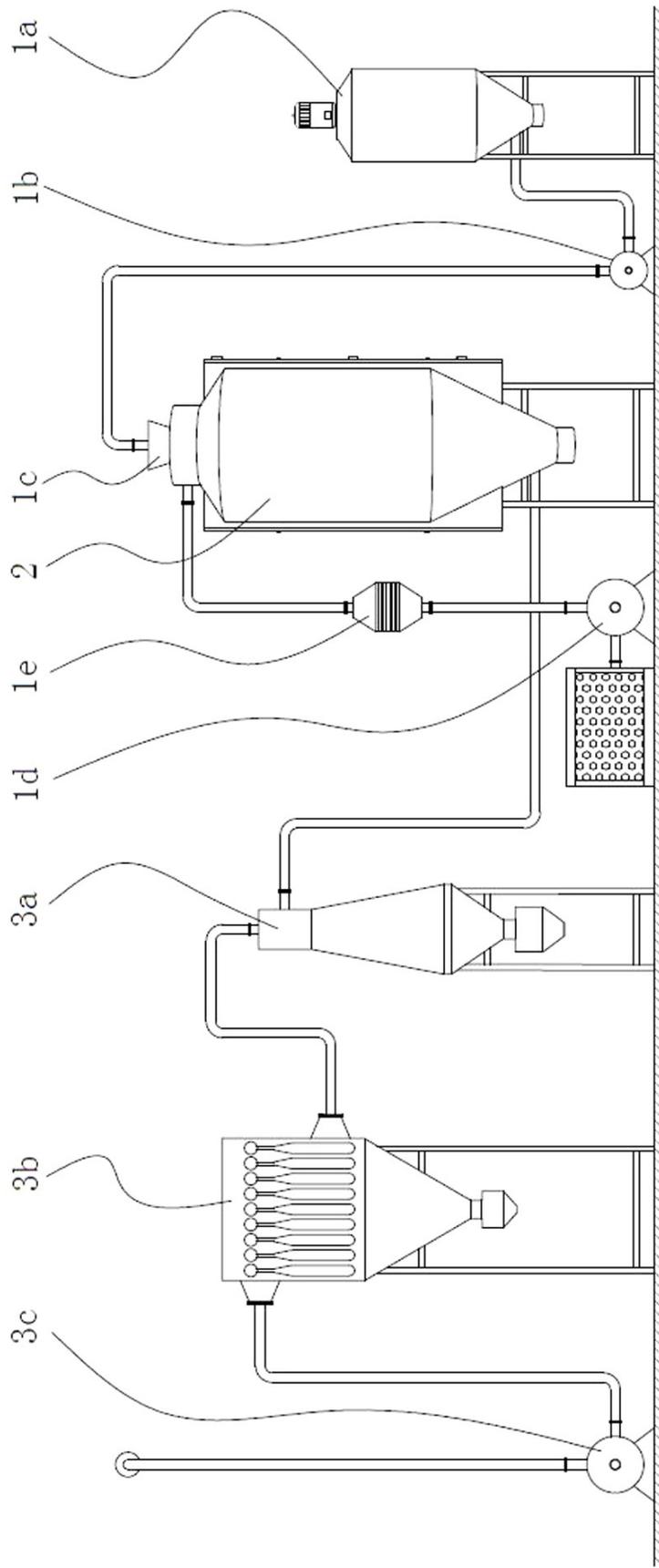


图1

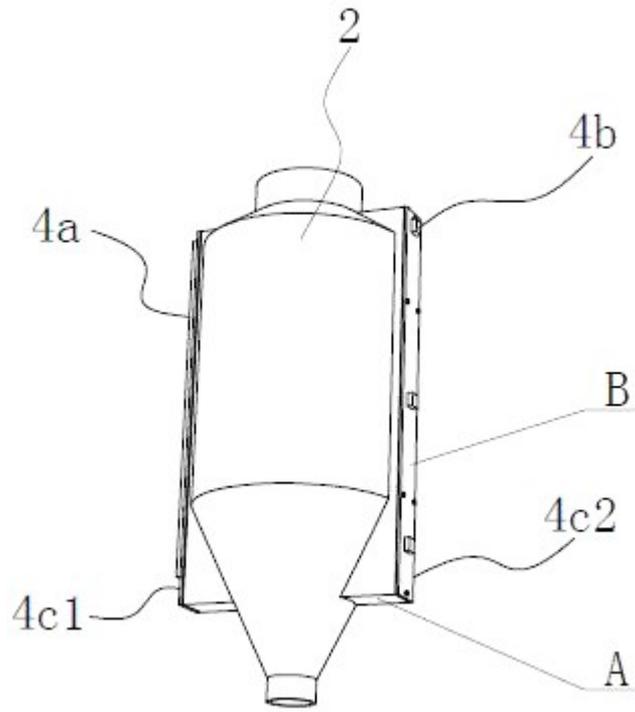


图2

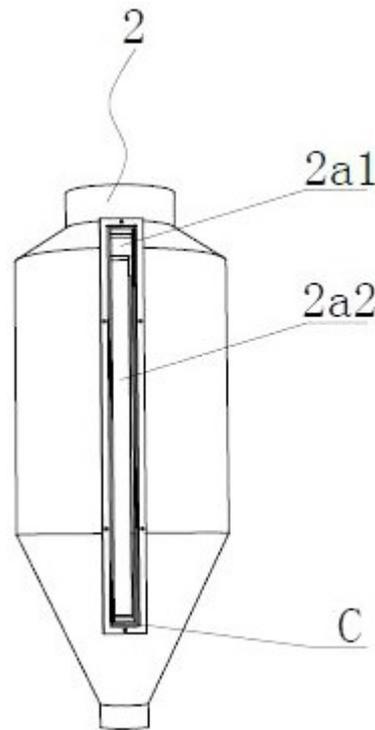


图3

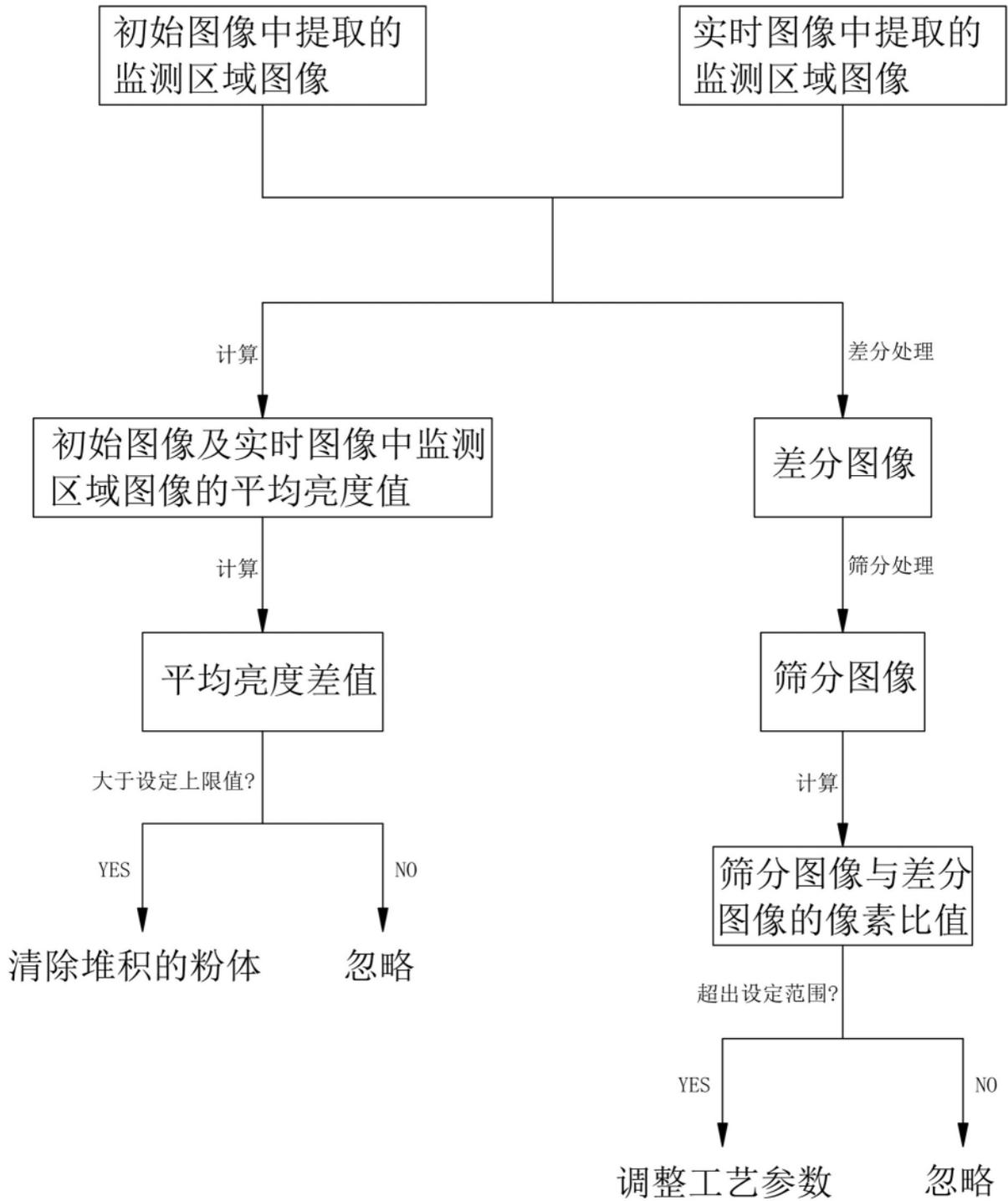


图4