



[12] 发明专利申请审定说明书

[21] 申请号 86106073

[51] Int.Cl⁴

[44] 审定公告日 1989年9月20日

F26B 3/12

[22] 申请日 86.8.30

[30] 优先权

[32] 85.9.3 [33] US [31] 06/772150

[71] 申请人 雀巢制品公司

地址 瑞士沃韦邮箱353号

[72] 发明人 詹姆斯·图特

[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 罗 宏

A23C 1/04 B01D 1/18

说明书页数:

附图页数:

[54] 发明名称 干燥器及干燥方法

[57] 摘要

料液被连续地喷射成细雾状,并与干燥气体相接触而进行干燥。从液体对面以湍流状态喷射干燥气体,这样的气流是沿液流的长度方向分布的。物料被从喷嘴喷出的气体射流雾化及喷射,围绕射流喷射干燥气体,以致干燥气体满足射流的挟带需要量,所以可防止射流外面气体的再循环。

权 利 要 求 书

1. 一种干燥液体物料的方法，该方法包括：

(a) 雾化物料并朝下游方向喷射雾化物料流；以及

(b) 在湍流状态下喷射干燥气体，使雾化物料与干燥气体接触，该干燥气体横向于上述的下游方向，并从相对边朝向物流，沿物流流程分布，以致雾化物料从相对的并且向内流动的干燥气体流之间通过，干燥气体由此与雾化物料混合，并且雾化物料向下游移动时就被干燥。

2. 根据权利要求1所述的方法，其中物料被通过喷嘴的推进气体向下喷射及雾化，并且物料夹带在喷嘴喉部上游端的推进气体中，以致推进气体通过喷嘴时，物料被它雾化，并且推进气体向下游通过喷嘴成为射流，雾化物料被夹带在上述射流中。

3. 根据权利要求2所述的方法，其中喷射上述干燥气体，以便靠近喷嘴上游区域的射流完全被向内流动的干燥气体包围。

4. 根据权利要求3所述的方法，其中对喷嘴与其下方10倍喷嘴直径距离之间位置喷射干燥气体，朝喷嘴和上述任意位置之间的射流部位喷射干燥气体的总流量，等于或超过喷嘴与上述任意位置之间射流部分的总的理论挟带量。

5. 根据权利要求2、3或4所述的方法，其中推进气体在喷嘴喉部达到声波速度。

6. 根据上述任何一项权利要求所述的方法，其中朝着沿物流流程的不同区域喷射不同温度的干燥气体。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中朝上游区域喷的干燥气体的温度比朝下游区域喷射的干燥气体的温度高。

8. 根据权利要求7所述的方法，其中干燥物料被朝上述的下游区域喷射的干燥气体所冷却。

9. 根据上述任何一项权利要求所述的方法，其中物料被雾化到液滴平均直径小于约70微米。

10. 根据上述任何一项权利要求所述的方法，其中通过靠近液流设置的多孔扩散管，至少供应某种干燥气体，扩散管内小孔尺寸约在上述雾化阶段成的液滴平均直径的0.1至10倍之间。

11. 根据上述任何一项权利要求所述的方法，其中液体物料是一种含水的可食用物料，选自下列一组食用物料，包括：牛奶、咖啡提取物、巧克力提取物、茶提取物及其混合物，或者上述含水食用物料的一种或数种与糖、糖浆或蜂蜜的混合物。

12. 根据权利要求11所述的方法，其中物料液至少含有40%固体（重量百分比）。

13. 干燥物料液的设备，包括：

(a) 进行雾化物料及朝下游方向喷射雾化物料流的装置；以及

(b) 喷射湍流状态的干燥气体，横向于上述下游方向，从相对边朝物料流喷射，致使干燥气体沿物流流程分布，并且与雾化物料混合的装置。

14. 根据权利要求13所述的设备，其中上述干燥气体喷射装置包括一个具有相对的多孔表面并沿上述下游方向延伸的扩散管，以及迫使干燥气体通过上述相对表面的装置，上述雾化和喷射装置是为喷射上述相对表面之间的雾化物料而进行操作的。

15. 根据权利要求14所述的设备，其中上述扩散管包括一个纵向多孔管式壳体，上述迫使干燥气体通过相对表面的装置，包括在压力下将干燥气体供到壳体外表面的装置，上述雾化和喷射装置是为以纵向进入壳体的雾化物料流而进行操作的。

16. 根据权利要求15所述的设备，其中上述雾化和喷射装置包括一个与上述壳体同心的喷嘴，推进气体在压力下供给喷嘴的装置，使

推进气体从喷嘴排出，在上述壳体内向下射流，以及在喷嘴喉部的推进气体上游中挟带物料液的装置。

17. 根据权利要求16所述的设备，其中上述喷嘴的内表面和上述壳体是回转曲面而且是彼此同轴的。

18. 根据上述权利要求14至17的任意一项权利要求所述的设备，其中上述干燥气体喷射装置包括在不同温度下，沿壳体的上游端至下游端范围的上述相对表面的不同部位上喷射干燥气体的装置。

干燥器及干燥方法

本发明涉及干燥方法及干燥设备。

通常，人们采用喷雾干燥方法形成颗粒状物料。把液体雾化成小液滴，再让小液滴暴露于干燥气体（例如热空气）中，蒸发小液滴的液态组分留下干燥的颗粒物料。在食品和饮料工业中，采用这种工艺过程制备可溶咖啡粉，奶粉和脱水代乳品等产品。

在大的垂直容器或“塔”内，使雾化液体与热空气接触，便完成了典型的喷雾干燥法。具有足够的工业生产能力的塔式干燥器，其高可达20米和其直径为6米，如此大型设备建造费用昂贵。

在典型喷雾干燥法中加热物料，对干燥产品的质量产生不利影响。在干燥器内，热空气的再循环可能导致干燥颗粒在干燥器内长时间地滞留，因而加剧由加热引起的损失。这些难题在食品和饮料工业方面特别值得注意，因为食用物料的香料组分在加热时易受损失或分解。

美国专利3038533公开了一种不同的喷雾干燥过程。在该过程中，热的雾化空气或热的“初级”空气以相当高的速度通过喷嘴射出，当料液通过喷嘴时，就被初级空气将之雾化成小液滴。该小液滴向下游通过从喷嘴喷出的初级空气的射流，并快速地被干燥。

初级空气射流导致在靠近射流处产生局部真空区，因而引起周围空气的再循环。为了防止这种再循环，上述专利提出沿筒式容器的轴向导引射流，并且以与射流相同的方向吹补充空气或“次级”空气进入器内，以致初级空气射流被次级空气流包围。

上述专利公开的气流喷雾干燥法技术，似乎解决了常规喷雾干燥中

的某些难题。然而，这种气流喷雾干燥法技术必然有其自身的缺陷，干燥物料会在筒式容器的壁上积聚。此外，气流喷雾干燥法并不适合处理能经受喷雾成很精细液滴的物料，例如高度浓缩的饮料提取物。所以，改进喷雾干燥方法和干燥装置是非常有意义的。

本发明提供如此改进。

根据本发明的干燥方法，将待干燥的物料液被雾化，并且向下游喷射雾化的物料流，从该液流的对面，将干燥气体向器内并朝雾化的物料流喷射，干燥空气呈湍流状态横过下游方向。该向内流动的干燥气体沿着流体流程或流体的上游到下游的范围内分布，以便当雾化物料向下游移动时，从相对的向内流动的干燥气体流之间通过。于是，当物料向下游通过时，将雾化物料和气体不断剧烈地搅动，从而促进快速干燥。

用通过喷嘴的推进气体向下游喷射物料，以致推进气体从喷嘴喷出成为一种射流，并且在射流中夹带物料。当气体和液体通过喷嘴时，物料可能被夹带在喷嘴上游的推进气体中，并被推进气体雾化成细小液滴。

当使应用推进气体射流时，最好喷射干燥气体，以致起码在上游部分的范围内，推进气体完全被向内流动的干燥气体所包围。因此，由于射流挟带气体，就不可能在靠近射流处产生局部真空区，基本上排除了气体再循环以及干燥物料伴随而产生的这种局部真空区。况且，向内流动的干燥气体势必驱散射流，故进一步遏制了再循环。

因此，干燥气体引起湍流但又遏制了再循环，湍流是不同于再循环的。用于本发明内容的术语“再循环”指的是涡流作用，而该作用在相当长的时间内基本上保持固定的位置而且是稳定不变的。用于本发明内容的术语“湍流”指的是被更大的气流包围的涡流作用，以致涡流随着更大的气流流动。在宏观的基础上，湍流不影响挟带在气体中的物料流动，也不引起通过干燥的物料重复循环。

根据本发明进一步的见解，可以控制沿流体流程或流体的上游至下

游范围，在每一位置上的干燥区温度。因为干燥气体沿流体流程分布，并且横向地指向该液流，所以，雾化物料被暴露在沿流体流程的每个位置上的气体温度，而该气体温度随着与位置相关的干燥气体温度而变化。由于把不同温度的干燥气体供给不同的液流区，当物料流过下游时，雾化的物料可暴露于预定程序中规定的不同温度中。例如把相当热的干燥气体供给上游区域，并把相对冷的干燥气体供给下游区域，则下游区域的温度可限制在控制干燥器出口处的产品温度，而在上游区域保持很高的温度以促使快速干燥。

采用液体的精细雾化法同样促进干燥。然而根据本发明的工艺过程，用大于应用在现有典型气流喷雾干燥过程的液滴，仍然达到有效和快速的干燥。于是，用本发明能有效地干燥粘性的或抗相对难以精细雾化的物料。人们相信，改进混合并且达到在本发明的最佳形式中所要求的气体温度，则有所裨益。

本发明还提供改进的干燥设备。该设备包括待干燥的料液雾化装置和在下游方向喷射雾化物料的装置，还包括在湍流状态下喷射干燥气体的装置，其中该干燥气体从液流的对边朝液流喷射，由此横向地朝着下游方向，以致向内流动的干燥气体沿着流体流程而分布。干燥气体喷射装置最好沿流体流程设置，以沿流体流程提供不同温度的干燥气体。雾化和喷射装置可包括一个喷嘴、把推进气体供给喷嘴的装置以及把料液输送到喷嘴喉部上端的推进气体中的装置。

根据本发明的设备，对于给定的干燥生产能力说来是非常小型的，在它的最佳形式中，本发明设备只有同等生产能力的标准喷雾干燥器体积的百分之一。

本发明的其它目的、特征和优点，将存显于下述实施方案的详细描述中，并参见附图。

图1是根据本发明一个实施方案设备的局部剖面图。

图2 是局部放大剖面图，表示图1 所示设备的一部分。

图3 是取自图1 沿3—3 线的剖面图。

图4 是根据本发明又一个实施方案所描绘的设备的部分剖面图。

图5 和6 是根据本发明另一个实施方案所描绘的设备的局部透视图。

根据本发明一个实施方案的设备，该设备包括一个喷嘴部件10，设置在细长管壳形状的多孔扩散管12的上游端，喷嘴部件包括进气管14。在进气管下游端带有圆锥形渐变过渡段16(图2)，喷嘴18在渐变过渡段的下游端，喷嘴内表面是围绕喷嘴中心轴22的回转曲面，渐缩在喷嘴下游末端的喉部或最狭窄部分24。

室26由对中螺钉27支承在进气管内，而该室26止于喷嘴的上游端。进料管28安装于室26，进料管下游端伸入喷嘴并止于喷嘴喉部24的近上游处。在室内的进料管周围有保温层。对中螺钉27固定了室26从而进料管的下游端与喷嘴同心。

安装喷嘴部件致使喷嘴18与壳体12同心，以及喷嘴的下游末端与壳体的上游端对中。端盖29在喷嘴和壳壁之间延伸，端盖具有平整的下游端面30，其与喷嘴的下游端平齐。

壳体12的壁包括邻接喷嘴部件的截头圆锥形的上游套管31，以及与上游套管同心的圆柱形下游套管32(图1)。每个套管由多孔烧结金属形并在其整个表面上均匀布有许多微小的孔隙和小孔。上游套管31设置在第一室34内，形成了环状通道或空间36，此空间环绕上游套管并与其外表面相遇。下游套管32设置在类似的室38内，形成了又一个环形通道40，通道36和40由隔板41将彼此分开。下游套管32的末端通过出料管42连接到常规的旋风分离器44上。

喷嘴部件的进料管28连接到提供待干燥的物料液的物料源46，该物料源可包括常规的储槽、泵和计量装置。进气管14连接到气源48上，在预定压力下提供可控温度的气体。通道36和40相应地连接到类似的各自

独立的可控气源50和52上。该气源包括常规的压缩机、减压器、热交换器和流量计量装置。

根据本发明的一个工艺过程，由气源48提供的推进气体通过进气管14高速流过喷嘴18。由物料源46迫使待干燥的料液通过进料管28，当它从进料管下游端出口时，被推进气体挟带通过喷嘴18再通过喷嘴喉部24而被雾化，以致从喉部随着推进气体喷射出滴状液流。推进气体与挟带的液滴从喷嘴通过下游，形成普通圆锥形射流54，其上游至下游范围内的轴线与喷嘴的轴线22一致，因而与扩散管或壳体12的纵向轴线也一致。

气源50把第一部分干燥气体提供给环形通道36，在通道36中几乎不存在流体阻力，通道内的压力基本上是均匀的。因此；套管31的外表面其整个圆周边暴露在基本上均匀的气体压力中。在套管31整个周壁，基本上具有均匀的孔隙，以使干燥气体围绕套管周边，以每单位管壁面积基本均匀的速率通过套管壁上。由于套管壁的孔是极细微和被紧密相隔的，干燥气体在遇到射流前，从邻接孔处射出的气流距离套管内表面极微小的距离处彼此就汇合了。这样，射流的上部区域被连续的干燥气流包围，该干燥气体从射流周边的外面向内朝射流的轴线作径向流动，在图3中由箭头所示。干燥气体还有与轴线平行的低速的下游。

第二部分干燥气体由气源52提供，通过通道40和下游套管32的管壁，以使射流的下游区域被类似的连续流动的干燥气体包围。靠近两个套管交界处即在隔板41部位，流体含有通过两个套管所供给的干燥气体。

干燥气体与推进气体及液滴一起通过下游，当液滴通过下游时，液滴内的水分蒸发，以使液滴在到达出料管42前成为干燥颗粒。颗粒和气体通过出料管到分离器44，在分离器中颗粒与气体分离，并从系统中排走。

干燥气体通过管壳壁渗入射流，并在射流中与推进气体混和。此外，朝射流轴线流动的干燥气体在射流中引起湍流，从而促进中心或接近轴

线的射流中心区和射流外围区（远离轴线）之间气体的交换。干燥气体如此充分混合及连续补充，尽管从待干燥的物料到气体不断地转移水分，但是保持了整个射流区的气体所要求的低温度。

可以任意控制干燥气体各个部分的温度及推进气体的温度。第一部分干燥气体供给上游套管 31，在上游区域靠近喷嘴处与推进气体和被干燥物料混合。同时，第二部分干燥气体供给下游套管 32，在下游区域与其余的气体 and 物料混合。这样，热量输入到干燥器的每个区域，此后当气体通过下游时与物料相遇，气体温度的范围可以任意控制。

在许多情况下，最好在上游区域使物料暴露在较高的气体温度，而在下游区域暴露在较低的气体温度中。在上游区域中，物料具有相当高的含水量，并且在水分转化为蒸汽中消耗大量的热量。在下游区域，物料是相当地干燥，以致蒸发的水分较少，因此在下游区域，地蒸发说来只需较少的热量。在相当高的温度下把推进气体和干燥气体供给上游区域，在相当低的温度下，把干燥气体供给下游区域，热量输入与干燥器每个区域中的热需要量接近一致。因此，供于气体的热量向来是有效地完成所需要的蒸发而非耗损。

况且，由于沿射流长度供给不同温度的干燥气体，则不是提高被干燥物料超过所需范围的温度，可达到有效干燥。在上游区域中，物料有相当大的含水量，并在蒸发中消耗大量热量，液滴的温度基本上低于周围的气体温度。所以，在上游区域的气体可以保持相对高温，在不过分提高被干燥物料温度情况下有利于蒸发。当物料向下游流动并逐渐变得较干时，而蒸发速度却降低了。随着热量从气体到被干燥物料的连续传递，物料的温度趋近周围气体的温度，应限制下游区域气体温度防止物料过热。通过沿流体流程以不同温度供给干燥气体，可以在上游区域保持高的气体温度，而在下游区域保持低的气体温度。

如果供给下游区域的干燥气体温度是足够低的，那么下游区域的混

合气温度可能低于被干燥物料的温度，热量就从物料传递到气体，干燥物料的聚集起来之前就在气流中冷却。物料直接暴露于对液滚横向喷射干燥气体所形成的气流中，这对物料提供了有效而快速的冷却。虽然使用术语“干燥气体”为的是便于表示对液流横向喷射气体，但应该理解，在物料已经干燥后，在冷却物料中所应用的某些或全部干燥气体可以接触物料。在液流末端可以喷射一部分或全部用于冷却的干燥气体，物料在末端达到最终含水量。

当物料聚集之前在气流中被冷却，它只需在干燥期间暴露高温下。相反，在常规喷雾干燥中，冷却聚集之前的干燥物料一般是不可行的。在常规工艺中，一般在提高温度下聚集干燥物料，因此聚集以后容易受热分解。

在上述实施例中，两部分干燥气体是在两种不同温度下使用的，由干燥气体在不同温度下供给沿流体流程的不同区域而达到所需要的干燥效果，可以采用多于两部分的干燥气体供给两个以上区域的方法来提高干燥效果。例如可以在高温、中温和低温下供给三部分的干燥气体。

也可以使用其他气体温度模式。如果在低于干燥气体（该干燥气体朝液流的上游区域喷射）温度下供给推进气体，则混合气体刚接近喷嘴的温度是低的，并且在上游区域内沿下游方向逐渐地增加。在干燥过程的初始阶段，雾化物料的温度是很低的，通过把干燥气体在低温下供给最上游区域以及在较高温度下供给下一个区域来增强干燥效果。干燥最初阶段的低温对物料是有用的。当物料潮湿时，对热特别敏感，在它们趋近干燥时对热就变得较不敏感。例如，人们相信当咖啡和茶提取物逐渐趋向干燥，在加热时易挥发香料就较少损失。

在上述设备中，物料流或干燥气体流围绕射流的轴线是对称的，向内的干燥气体流从扩散管或壳壁的各个部分被相对方向的同样内部气流平衡，该部分气流径向离自壳壁的相反部位。干燥气体的相对流动使雾

化物料不偏离轴线。参照图3 可作最好的解释，干燥气体必然能使雾化物料离开壳壁，向外朝壳壁移动的液滴或颗粒遇到向内流动的气体就朝轴线返回。

气体射流必然会挟带周围的气体，因此在接近射流的上游势必会产生局部真空，局部真空本身导致周围气体流向射流外的上游，因而造成再循环，向内流动的干燥气体防止了这种再循环。

射流的特征在于气体速度的特殊分布，较高的速度在接近轴线的中心区域，较低的速度在离轴线偏远的周边区域，特殊的速度分布与射流的扩散有关，这个挟带量或挟带气体的趋向从周围递减，因而形成再循环的倾向也递减。由干燥气体导致的充分混合，促进了射流的中间区域与边缘区域间的动量传递。这样，干燥气体加速了射流速度分布的扩散而降低它的挟带量。

此外，通过壳壁供给的向内流动的干燥气体与剩余的射流挟带物相遇。靠近壳壁的上游，通过壳壁每单位轴向长度所要求的干燥气体流量，超过了每单位长度射流挟带物流量。因此在射流外边有一些向下游流动的干燥气体。如果通过壳壁下游区域，每单位轴向长度干燥气体流量比射流挟带物流量小，那么过量的干燥气体的顺流部分可补其不足。在相反情况下，上游区域的干燥气体不足和下游区域中的过量是不合乎要求的。在射流外边有一股向上游流动的气流可引起再循环。在另一方面，对总的流量来说，沿射流长度朝其上游的任意部位喷射干燥气体，通过壳壁上游任意部位总的干燥气体流量，最好等于或超过对那部分射流的总的挟带量。

受向内喷射干燥气体影响而下降的射流实际挟带量是不易计算的。但是，经由已知喷嘴的给定推进气流引起的射流，其实际挟带物流量比相应的自由射流的挟流量要少。自由射流也就是具有同样流率的推进气体射流，从同一喷嘴中喷出进入巨大的空间，而没有任何向内喷射的干

干燥气体。这样一个自由射流的每单位长度所要求的挟带量 E ，由计算式近似计算得出。

$$E = \frac{0.26(M_0)}{D}$$

式中： M_0 是推进气体通过喷嘴的质量流率

D 是喷嘴喉部直径。

用于本发明中的术语“理论挟带量”指的是根据上述计算式计算的自由射流相应的挟带量，如果向内的干燥气体流量等于或超过射流的理论挟带量，那么，干燥气体流量将超过射流的实际挟带量。由下列计算式可表明所需要的关系：

$$\int_{X=0}^{X=q} R dx \geq \int_{X=0}^{X=q} E dx$$

式中： R 是干燥气体流过壳壁每单位轴向长度的流量

X 是向下游离开喷嘴喉部的轴向距离，及

q 是任选的值。

上述的挟带量和干燥气体流量之间关系式最好保持在紧接喷嘴的区域，轴向距离范围等于或比喷嘴直径大10倍，而 q 的任意值在 D 和 $10D$ 之间。当射流在那区域中明显下降时，在更下游保持那种关系就不那么重要。然而，保持特定关系式用于喷嘴下游大于10倍喷嘴直径的距离，特殊的直至30到60倍喷嘴直径，可确保遏制再循环。

根据本发明的最佳实施方案，在干燥过程中，几个因素共同作用排除了被干燥物料对干燥室壁的粘附。粘附一般起因于湿物料在干燥器壁

上的碰撞，而干物料一般不会粘附于壁上。根据本发明改进混合和所要求的气体温度分布可促进快速干燥，因而在物料碰撞器壁之前就加速了干燥。再循环往往会向外朝器壁携带被干燥物料而促使其碰撞和粘附，故采用干燥气体抑制再循环，足以消除粘附。同样地，向内流动的干燥气体必然向内吹动干燥物料使之离开器壁，进一步排除了物料对器壁的附着作用。

为使湿物料在器壁上碰撞机会减到最低，上游区域的壳壁最好设置在射流横向边界的外面。射流具有连续实际界面，距射流轴线的距离逐渐增大，气体速度沿下游方向降低，在射流和周围气体之间带有不明显的不连续性。自由射流的横向边界未受向内流动的气体扰动，通常定义为理论截头锥体，从喷嘴喉部以约 23.5° 的夹角向外扩展。由于干燥气体的作用，实际射流伸展一个较小角度，根据本发明，自由射流近似值可用来设计干燥装置。因此，可以把壳壁安装得使其上游区域位于上述截头锥体的外边。在下游区域，雾化物料基本上干燥，物料在壳壁上的碰撞就无关紧要，壳壁可安装在理论圆锥体内。

要求壳壁或者与壳体的纵向轴线平行，或者偏斜轴线一个角度，此角度小于或等于 $3\frac{1}{2}$ 度左右，截头圆锥壳壁最好含有不大于 7° 的夹角。如果壳壁是以回转曲面形式区别平截头圆锥形，产生如此表面的母面偏斜纵向轴线不应大于 $3\frac{1}{2}$ 度。

为达到干燥气体和液滴之间最好的相互作用，并使设备的体积减到最小，设置的壳壁或扩散管应尽可能靠近纵向轴线，与上述原理相一致。不过本发明不由操作原理所限制。当干燥气体通过扩散管壁内小孔时就产生漩涡运动，这些漩涡有助于干燥气体和液滴之间的相互作用。进而，当这些漩涡与干燥气体一起向内运动时就减弱了。扩散管壁与雾化物料的密切接近，使物料更好地处于漩涡中，最好至少在物料流中心的25厘米内安排一部分扩散管壁，以提供漩涡进入物料流中心的有效传送。涡

流和分散的物料之间有效的相互作用发生在靠近壳壁或扩散管壁。因此那些接近壳壁的液滴干燥得最快，所以进一步抑制了雾化物料对壳壁的粘附。

孔的尺寸也具有重要性。干燥气体从小孔喷出所产生的涡流范围直接与孔的尺寸有关。当涡流的大小接近液滴直径时，产生涡流和雾化物料之间最佳相互作用。为了达到这个相互关系，主要地是每个孔的尺寸应大约是雾化阶段产生的液滴平均直径的0.1至10倍、最好约1.0到5.0倍。在这个意义上，孔的“尺寸”指的是通过孔的最大的固定球状颗粒的直径。

根据本发明另一实施方案的设备，以图4示意说明。使用一细长的长方形开口的喷嘴60，在喷嘴内部装有一个具有长方形出口的进料管62。喷嘴定向长方形横截面的管将多孔壳体64，该壳体的壁朝壳体下端向外引。推进气体给喷嘴60输送并雾化供给进料管62的料液。气体从喷嘴喷出，一般形成长方形横截面的射流，并携带液滴流。干燥气体供给壳体64的两个窄边和宽边。正如上述关于图1—3的实施方案中，射流完全被从多孔壁向内喷射的干燥气体包围，并且雾化物料从相对向内流动的干燥气体之间通过。

上述射流挟带量和通过壳壁的干燥气体流量之间的相互关系，适合于图4那样的应用非圆形横截面喷嘴的设备。用矩形喷嘴狭窄边尺寸取作喷嘴的直径。从矩形喷嘴喷出的射流以差不多同样方式向外扩散，如同从圆形喷嘴喷出的射流。从矩形喷嘴喷出自由射流的理论横向边界不受向内流动的气体影响。具有从喷嘴边缘延伸边的方尖柱形状，其相对边夹角均为23.5度。再者，虽然射流在某种程度上被干燥气体抑制，而理论上自由射流边界可用作壳体的原始设计。

图5示意的设备，装有许多截头圆锥体的多孔壳体66和相联的进气管68，安排每个进气管通过喷嘴排放推进气体进入相联的壳体，料液通

过每根进气管中的进料管(图中所示)供给。通过围绕壳体的干燥室(图未表示)供给的干燥气体是通过壳壁喷射的。因此,每个壳体以同样方式操作,如同上述关于图1—3所描述的干燥室的上游区域。从每个喷嘴喷出的射流,在上游部分的整个长度上完全被向内喷射的干燥气体包围。壳体的下游端安排在一对相对的多孔板70之间,并经由室72通过多孔板补充干燥气体。

从壳体喷出的气体和雾化物料,从两块多孔向内相对喷射的干燥气体流之间通过,如图5箭头所示。干燥气体从板喷出,在湍流条件下与雾化物料以及从壳体喷出的气体混合。气流与雾化物料从壳体喷出,当它们通过两板之间时,不完全被向内喷射的干燥气体包围。为了在邻近气体之间的区域中减少再循环的可能性,壳体66的结构形式和流过壳体的干燥气体流量被安排得使每个喷嘴喷出的射流基本上在相联的壳体内扩散。因此,每个壳体最好从相联的喷嘴延伸下去,延伸距离至少是喷嘴直径的10倍,并且最好通过每一壳体供给的干燥气体流量至少等于射流理论挟带量。

在上述实施方案中,物料在推进气体的射流中被喷射。然而,图6所示的设备,物料可以不用推进气体来雾化和喷射。该设备包括一个干燥室74,它的顶端和周边是密闭的,干燥室的两个相对边由多孔扩散板76限定。每个多孔板连通干燥室78,干燥室接到气源(未表示)。喷雾嘴80安装到干燥室的顶盖,每个喷雾嘴有许多细孔朝向干燥室内部,喷雾嘴与高压泵82相连接。

由泵82输送待干燥的料液通过喷嘴80,使精细液滴物料从每个喷嘴出来通过下游。经由室78供给的干燥气体,通过多孔板76朝液滴流喷射。物料在干燥气体沿物料流程分布且相对向内流动气体流之间通过,并且被扩散的液体在湍流条件下有效地暴露在干燥气体中。最好,多孔板76向下游延伸至物料基本上干燥的这点以外,因此,干燥气体相对向内

流动也向下游延伸。

由于室的上游端是密闭的，因此，进入干燥室的干燥气体连续流施压于该室下游端室的干燥气体。已干燥的物料收集在连接到该室下游端的分离器（图中未示）。

因为没有推进气体射流，也就没有必要安排干燥气体流，以防止由这样的射流产生的再循环。因此，液滴的液流不完全被向内喷射的干燥气体包围。另外，为干燥所需的热量完全由干燥气体供给。任一喷雾嘴的液体能够达到应用所需的雾化程度。在其他方面，干燥操作类似上述的那些实施方案。

所需的干燥时间明显地随液滴直径而变化，与喷雾方法无关。干燥较大的液滴耗费较长时间。因此，最好喷雾到平均液滴尺寸约70微米或以下，很大的液滴相对地干燥得慢，依然是湿的物料，则会在干燥器壁上碰撞，从而粘附在壁上。通常，很大液滴的比例直接随液滴直径分布的不均匀程度而变化，也直接随平均液滴直径而变化。因此液滴直径分布越均匀，较大平均直径的液滴不会发生粘附。液滴雾化到平均直径约63微米，与3 % 直径212 微米以上的液滴以及12.2 % 直径150 微米和212 微米的液滴一起可以成功地应用。就干燥过程而论，在液滴直径方面没有更低的限度，假定干燥颗粒直径与雾化阶段产生的液滴直径相同的情况下，此处提到的液滴直径由测定颗粒的直径决定。

粘稠的或其它原因难于雾化的料液，例如含固量约40 % 或更多的含水可食用物料，最好被挟带液体的推进气体喷雾，推进气体通过上述关于图1—5所述的喷嘴。一般来说，当推进气体在喷嘴喉部处趋近达到声波速度时，可得到最有效的雾化。

推进气体和干燥气体通常是空气，但也可应用其它气体。虽然干燥过程通常包含水分蒸发，带有与水不同的液体物料也可被干燥，糖基物料，例如糖水溶液、蜂蜜和糖浆在干燥时进入发粘的非晶体状态，在干

干燥后保持在这个状态一个相当长的周期是完满的。为了避免在干燥过程中这种物料的粘附问题，可以用其它物料与糖基物料混和，提供成核晶格点，并加速结晶过程。

本发明特别适宜于干燥可食用液体，例如牛奶，咖啡、巧克力及茶的含水提取物，这些提取物的混合物以及含有与糖、糖浆或蜂蜜一起的这种提取物的混合物。使用本发明快速干燥，在干燥器内基本上不存在再循环，并达到控制产品温度，能保持产品的香味。

在本发明的典型实施例中，为干燥含水可食用液体，喷嘴上端的推进气体温度一般在 500°C 或以下，供给上游区域的干燥气体温度约在 120°C — 210°C 范围，供给下游区域的干燥气体温度约低于 80°C 。干燥气体总的质量流率通常约10—20倍于推进气体的质量流率，在这些条件下，常用的可食用液体在干燥器中停留时间大约50毫秒或再小些，可以有效地被干燥。对于如此过程的壳体干燥室长度可为1—2米，直径可少于1米。

下面举例说明本发明的实际情况，在实施例中含固体量和含水量的比率由重量百分比表示。

实 施 例1

应用相似于图1—3表示的设备，喷嘴有一个直径18毫米的喉部，壳体是截头圆锥形，长约1米，其上游端内径约7厘米，下游端约33厘米。壳壁小孔平均直径约30微米，含固体量约45%的含水咖啡提取物约以70公斤/时泵送到进料管，267公斤/时推进空气在大约 410°C 下供给喷嘴，当推进空气通过喷嘴时，由于膨胀而冷却到约 310°C ，1662公斤/时的干燥气体约在 160°C 供给壳体的上游部分，1948公斤/时的干燥气体约在 42°C 时供给壳体的下游部分。空气和干燥物料约在 80°C 时从壳体下游端排出，咖啡提取物被干燥到颗粒直径约20—30微米及含水量大约为5%。

在壳壁上观察不到物料的积聚。由若干品味员蒙眼试味，从干燥产品制备饮料较由常规塔喷雾干燥同样提取物获得的粉末所制备的饮料为佳。

实 施 例2 —6

如实施例1中应用的设备，壳体除了在上游部分有一个上游端内径为约22厘米、下游端内径为32厘米的截头圆锥形以外，在下游部分还有一内径为32厘米的圆柱形，两部分都有平均直径约30微米的孔。空气在室温和大气压下进入系统，在加热和压缩前测量空气流速。推进气体一到喷嘴上游就测定其压力和温度。出口温度是在出口管处混合气体和干燥产品的温度，在离壳体下端近1米处测量。在各种情况下，每分钟约有28300升干燥气体通过壳体的每个部分。每个实施例的其它参数在下列表中示出。

表

实施例	料液	推进气体		干燥气体		产品
		温度℃				含水量%
		表压				平均颗粒直径
		千帕	上部	下部	出口	微米
		流率	温度	温度	温度	生产能力
		升 / 分	℃	℃	℃	公斤 / 时干基
2	咖啡提取物	312				3.66
	46% 固体	103	170	103	92	50
		6800				67
3	咖啡提取物	153				N.A
	45% 固体	98	170	91	85	63
		6800				34

4	咖啡提取					
	物和变成焦	316				2.6
	糖的糖浆	104	139	86	95	29
	44 % 固体	3680				33
5	咖啡提取物					
	和糖30 % 固体	324				2.6
		103	120	85	84	16
		3680				19
6	巧克力提取物	248				4.27
	44.5 % 固体	108	144	62	77	27
		3680				N.A

(“N.A.”表示得不到的值)

实 施 例 7

采用如实施例2—6所用的同样的设备，料液在115 公斤/时进料流率下干燥固体44 % 的茶提取物，并且用空气作为推进气体和干燥气体。推进气体流率是317 公斤/时，总的干燥气体流率是2860公斤/时，在多孔壳体上游端和下游端之间平均分配。紧接着喷嘴上游端处，压力气体的温度是93℃，它通过喷嘴冷却到约28℃。干燥气体以246℃供给壳体的上游部分，以93℃干燥气体供给的下游部的。因此雾化提取遇到排列成低温，高温及中间温度混合气体的作用，出口温度约为85℃，该产品含水量约为35 %。

实 施 例 8

采用如实施例7所用的同样工艺过程和设备来干燥浓度到含固量约48 % 的牛奶。除料液进料流量是170 公斤/时和推进空气流率是476 公斤/时以外，出口温度约为65℃及产品含水约为5 %。

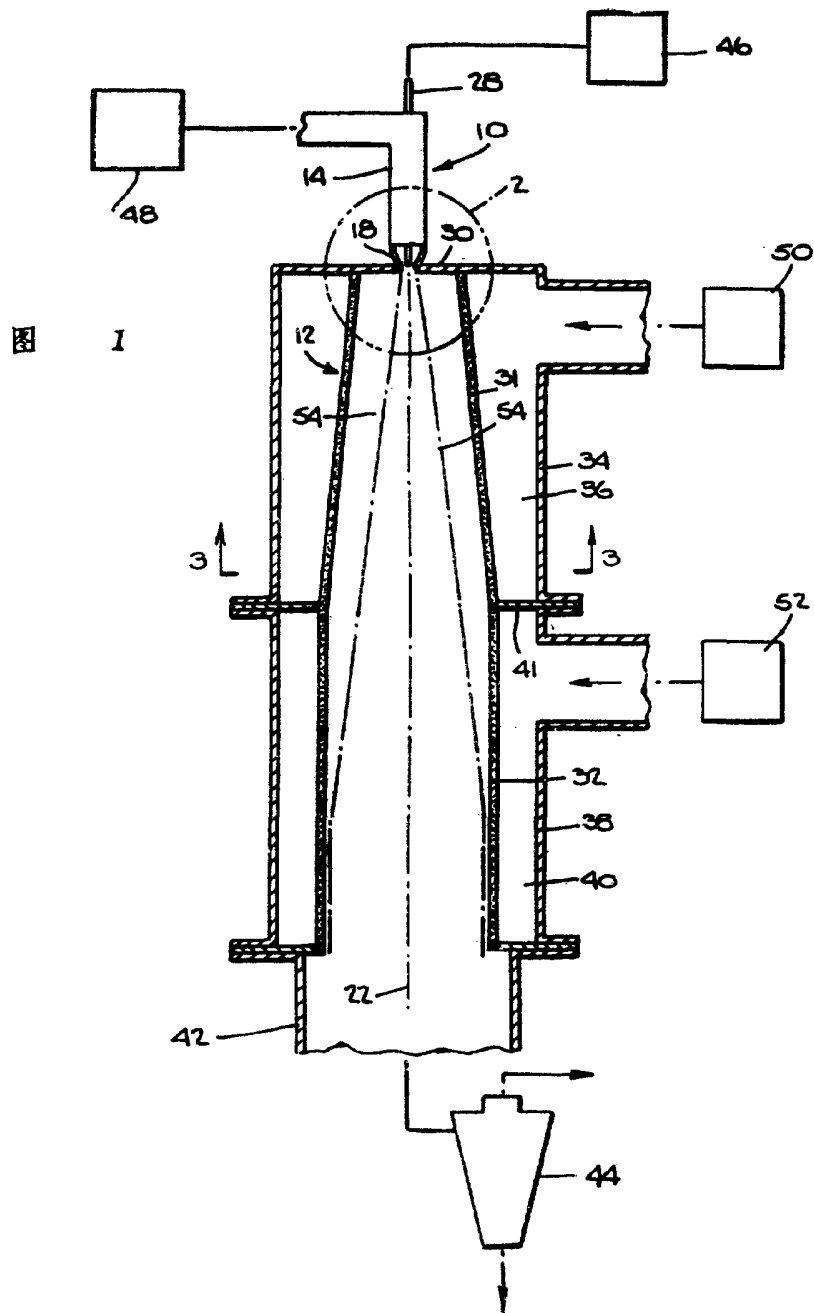


图 3

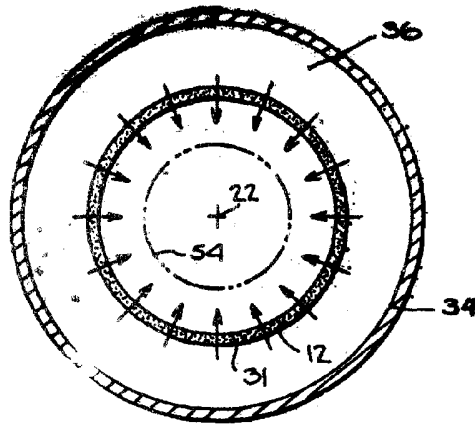
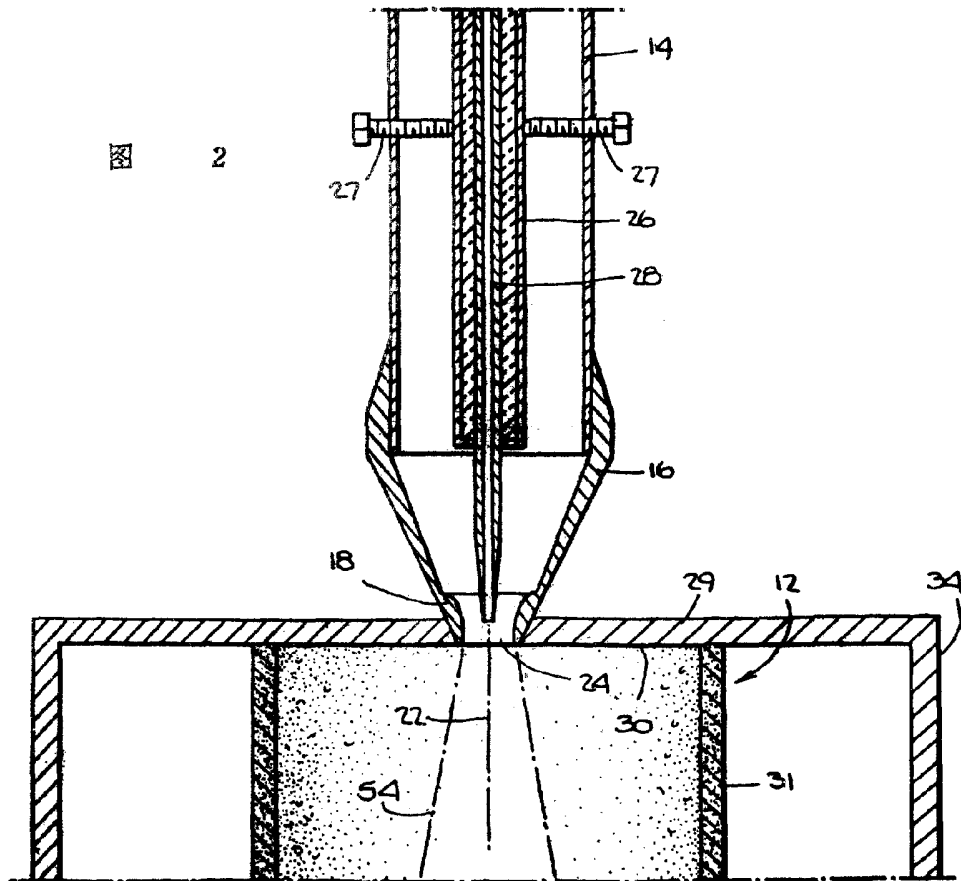


图 2



申请号 86 1 06073

Int. Cl. F26B 3/12

审定公告日 1989年9月20日

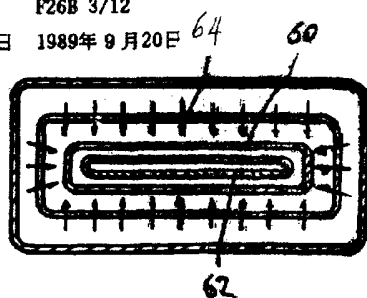


图 4

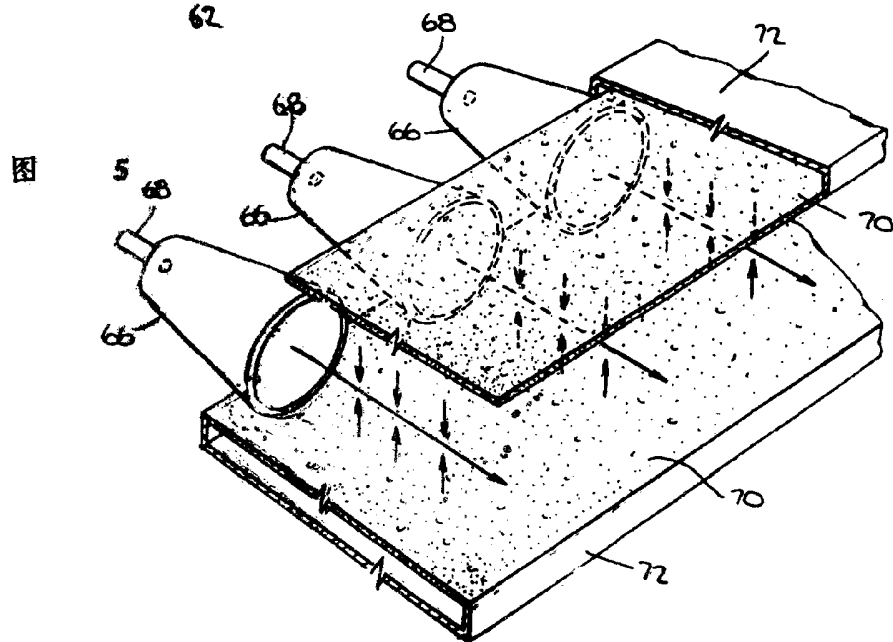


图 5

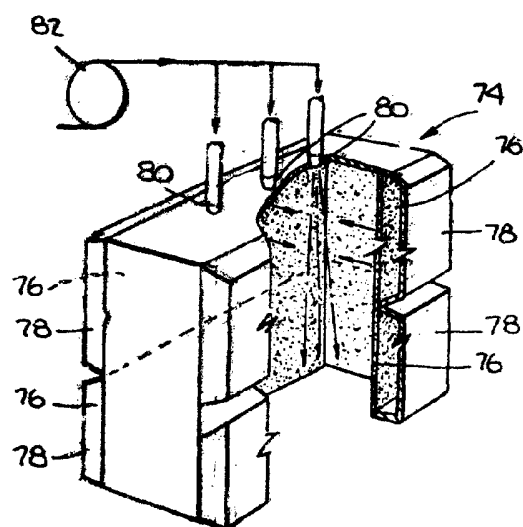


图 6