



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107594583 A

(43)申请公布日 2018.01.19

(21)申请号 201710877145.3

(22)申请日 2017.09.26

(71)申请人 南昌航空大学

地址 330063 江西省南昌市丰和南大道696号

(72)发明人 张绪坤 刘胜平 曾恩 杨祝安
吴肖望 张雨薇

(74)专利代理机构 南昌洪达专利事务所 36111
代理人 刘凌峰

(51)Int.Cl.

A23N 12/08(2006.01)

A23N 12/12(2006.01)

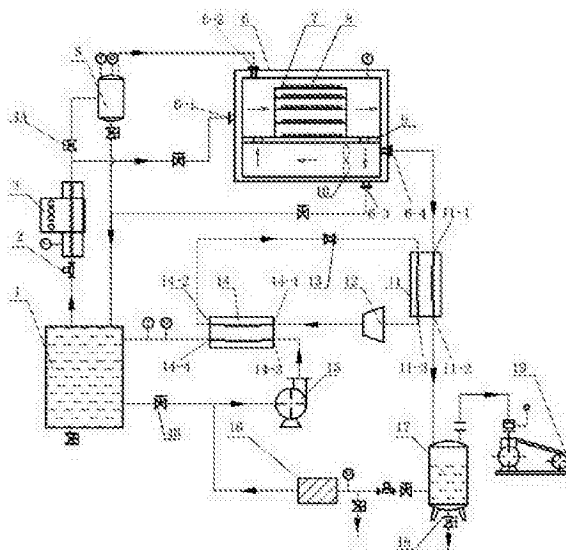
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置及方法

(57)摘要

本发明涉及一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置及方法,包括热水箱、过热器、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、压缩机、膨胀阀、热泵冷凝器、循环水泵、过滤器、缓冲罐、真空泵、温度计和压力表。热水箱、过热器、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、缓冲罐、真空泵依次相连形成低压过热蒸汽干燥通道;热泵蒸发器、压缩机、膨胀阀、热泵冷凝器、热水箱、循环水泵依次相连形成蒸汽潜热回收利用系统;物料托架、挡板、循环风机形成蒸汽内循环系统;该发明的有益效果是:以低压过热蒸汽为干燥介质,干燥效率高,避免了在高温干燥条件下果蔬出现热损伤,干燥质量好;实现了热泵回收二次低压过热蒸汽潜热与部分显热,大幅度减少能耗。



1. 一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,包括:热水箱、过热器、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、压缩机、膨胀阀、热泵冷凝器、循环水泵、过滤器、缓冲罐、真空泵、温度计和压力表,其特征在于:干燥箱设置有蒸汽进气口、蒸汽出气口;热水箱、过热器、闪蒸器依次通过管路与干燥器蒸汽进气口相连接,真空泵、缓冲罐、热泵蒸发器依次通过管路在干燥箱的另一侧与干燥箱的蒸汽出气口相连接,热水箱、过热器、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、缓冲罐、真空泵形成低压过热蒸汽干燥通道;所述热泵蒸发器通过管路与压缩机相连接,压缩机通过管路与热泵冷凝器相连接,热泵冷凝器出口通过管路分为两路,一路前端设置有膨胀阀,经过膨胀阀后的管路与热泵蒸发器相连接,形成热泵回收蒸汽潜热循环通道;另一路通过管道与热水箱、循环水泵相连接,形成潜热利用循环通道;热泵蒸发器、压缩机、膨胀阀、热泵冷凝器、热水箱、循环水泵形成蒸汽潜热回收利用系统。

2. 根据权利要求书1所述的一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,其特征在于:所述干燥箱外有一夹层,夹层设置有夹层进水口、夹层出水口,热水箱、管道泵、过热器通过管道与夹层进水口相连接;闪蒸罐出水口与夹层出水口同时通过管路与热水箱相连接;热水箱、管道泵、过热器、闪蒸罐、干燥箱、形成热水利用回收通道。

3. 根据权利要求书1所述的一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,其特征在于:所述干燥箱内有一挡板,挡板两端分别开了一个小孔,挡板将干燥箱分为上下两区域,上区域放置物料托架,下区域放置循环风机,物料托架、物料、挡板、循环风机、形成蒸汽内循环系统。

4. 根据权利要求书1所述的一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,其特征在于:所述缓冲罐前端设置有阀门,底部设置有排水阀,经过阀门后,通过管路与过滤器相连接,之后管路与经过阀门的管路进行汇合并与循环水泵进口相连接,循环水泵出口与热泵冷凝器相连接,热泵冷凝器与热水箱相连,缓冲罐、阀门、过滤器、循环水泵、热泵冷凝器、热水箱形成冷凝水回收利用通道。

5. 一种用于权利要求1、2和3的一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置的果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥方法,通过低压过热蒸汽干燥果蔬,并采用热泵回收低压过热蒸汽干燥产生的尾气潜热,其特征在于:

(1) 高温热水经过热器进一步加热后一部分进入干燥箱的夹层对试验物料及干燥介质加热,并循环回热水箱;

(2) 一部分高温热水进入到闪蒸器,蒸发成低压过热蒸汽,低压过热蒸汽在干燥箱内通过对流换热对果蔬加热使得果蔬水分蒸发;

(3) 在干燥箱内干燥后的低压过热蒸汽与果蔬蒸发的水分汇合成一股蒸汽并通过挡板一端的板孔进入干燥箱下区域,通过循环风机再次进入干燥箱上区域并对物料进行干燥,实现蒸汽内循环;

(4) 带有大量潜热与显热的蒸汽进入热泵蒸发器,蒸汽的全部潜热与部分显热交换给热泵蒸发器中的制冷工质再交还给循环水泵输送过来的水,实现低压过热蒸汽的全部潜热和部分显热的回收利用;

(5) 蒸汽在热泵蒸发器中冷凝成水并进入缓冲罐,由循环水泵将其输送至热水箱,实现冷凝水的回收循环利用,多余的冷凝水可由缓冲罐底部的排水阀排除。

一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种果蔬干燥装置及方法,尤其是涉及一种在真空条件下,以低压过热蒸汽为干燥介质,采用热泵回收蒸汽潜热的干燥装置及方法。

背景技术

[0002] 随着我国社会经济的不断发展,我国蔬菜与果品的总产量也在日益增加。2010年,全国蔬菜总产量达到6亿吨,果品总产量达到1亿吨;2013年全国蔬菜种植面积达到2020万公顷,总产量高达7.06亿吨,全国果品种植面积达到1280万公顷,总产量达到1.50亿吨。由于果蔬具有高含水、质地脆等特点以及果蔬产地运输交通不便等因素容易造成果蔬在运输和储存过程中发生腐烂变质,导致巨大的经济损失。因此,为了减少果蔬的损耗,延长果蔬的上架周期,经常对果蔬进行干燥处理。目前,在我国,常见的果蔬干燥方式包括自然干燥、热风干燥等方式。自然干燥主要是指阴干和晒干。阴干是指在避雨遮阳的阴棚下,借助果蔬内外谁气压差和风力进行干燥的方法,阴干时间长,卫生条件差,易引起霉菌繁殖。晒干是指借助阳光的直射或发散进行干燥的方法,晒干容易使得果蔬色泽变暗、营养成分丢失。热风干燥采用具有一定温度以及一定热量的热风作为干燥介质对物料进行干燥,存在能耗高、干燥后干燥物料质量低、着火、爆炸等缺点。

[0003] 果蔬是典型的热敏性物料,高温干燥果易导致果蔬中营养成分损失。目前,常用的低温干燥方式有真空冷冻干燥、微波干燥、热泵干燥等。真空冷冻干燥设备成本高昂,干燥过程能耗高,不适合果蔬等处理量大、干燥设备的脱水能力要求高的物料干燥处理。微波干燥具有干燥效率高等优点,但是微波干燥容易导致果蔬出现焦化、炭化等,并很难对微波加热的不均匀性进行控制。热泵干燥适合干燥热敏性物料,但是在热泵干燥的后半期,干燥效率降低,干燥时间长,能耗高。低压过热蒸汽干燥是一种新型的低温干燥方式。它是指在真空条件下,利过热蒸汽直接与物料进行对流干燥的操作。以低压过热蒸汽作为干燥介质,具有传热传质效率高、操作温度低、产品品质好、排放无污染等优点。

[0004] 干燥是一种能量消耗较大的化工单元操作之一。在干燥过程中,为了能够除去物料内部的水分需要提供大量的显热(在标准状况下,蒸发1Kg水分所需能量为2200KJ-2700KJ)。果蔬是一种高含水物料,大部分果蔬的含水量在75%-90%之间,果蔬的高含水特性使得果蔬干燥耗能极高(生产1Kg脱水蔬菜需要去除8-10Kg水)。低压过热蒸汽干燥果蔬后产生的尾气全都是蒸汽,具有巨大的潜热回收利用价值。根据文献资料(潘永康,王喜忠,刘相东.现代干燥技术-第2版[M].化学工业出版社,2007.)可知,过热蒸汽干燥1Kg水需要2884KJ的总能量,而余热回收可达到2170KJ,因此,低压过热蒸汽干燥果蔬能够实现节能的关键在于如何经济地利用干燥后产生的蒸汽潜热。如果能够对蒸汽潜热进行有效地回收利用,一方面显著提升了节能效果,另一方面提高了干燥效率,缩短了干燥时间,进一步实现了节能。目前,机械蒸汽再压缩技术(MVR技术)能够有效回收蒸汽潜热,具有显著的节能效果,被认为是继单效蒸发、多效蒸发之后的又一节能技术。然而机械蒸汽再压缩技术是通过压缩机提高蒸汽品位的方法,受到压缩机效率、蒸汽纯度等因素影响,总体效率并不高,

除此之外,机械蒸汽再压缩装备成本高昂,难以在干燥领域进行广泛应用。

[0005] 目前低压过热蒸汽干燥与余热利用装置及方法如下:

中国专利CN 106123515 A公开了一种低压过热蒸汽干燥系统和工艺,属于水产品加工领域。该干燥系统采用蒸汽发生器产生的蒸汽经加热成过热蒸汽后通过蒸汽分配器进入干燥箱,对干燥箱内的产品进行干燥。经过物料后的过热蒸汽和干燥过程产生的二次蒸汽采用水冷式冷凝器冷却处理,不可冷凝的气体有真空泵排出系统外,产生的冷凝水从下出口排出,部分未冷凝的蒸汽回到蒸汽发生器循环使用。然而干燥过程产生的二次多余蒸汽的显热与潜热没有回收利用,由冷却水排出系统外,没有节能效果。

[0006] 中国专利CN 1719228 A公开了木材真空过热蒸汽干燥实验装置及检测方法,该实验装置采用先将干燥箱抽真空,再将蒸汽发生器产生的纯蒸汽通入到干燥箱内,在干燥箱内设制了加热器,通过加热器加热使纯蒸汽变成过热蒸汽,在循环风机作用下干燥木材,干燥过程产生的多余蒸汽随真空泵排出干燥箱。但是,该实验装置未对干燥过程产生的二次蒸汽的潜热与显热进行回收利用。

[0007] 中国专利CN 103162520 A公开了一种带式低压过热蒸汽干燥装置,该装置采用卧式干燥装置内部设置加热盘管,通过内置式的加热盘管对其内部循环流动的低压过热蒸汽连续加热,并将被加热的过热蒸汽作为干燥介质与湿物料直接接触实现对物料干燥处理。但是该带式低压过热蒸汽干燥装置循环使用的过热蒸汽工作压力在0.1MPa至0.2MPa(绝对压力)之间,工作温度范围为110℃至250℃,不适合果蔬等热敏物料的干燥。

[0008] 中国专利CN 106495427 A公开了一种MVR过热蒸汽污泥连续干燥系统及工作方法,该系统采用过热蒸汽作为干燥介质,干燥过程产生的水蒸汽分成两路:一路小部分蒸汽通过压缩机压缩变成高压的过热蒸汽进入换热的热端,换热冷凝后进入冷凝水罐;另一路大部分水蒸汽进入换热冷端,经加热后由分机送回干燥器内。该干燥系统主要采用压缩方法来回收干燥过程产生的二次蒸汽的显热与潜热,采用蒸汽再压缩技术必须对二次蒸汽进行净化,并保证在净化过程不发生凝结,增加系统复杂性。此外,现有蒸汽再压缩技术很难满足干燥系统的需要,要提高蒸汽的过热度,则需要提高蒸汽出口压力,增加压缩机叶轮的转速,有可能超出现有的商业化压缩机的设计转速。

[0009] 现有的低压过热蒸汽干燥系统或装置很少考虑回收干燥过程产生的二次蒸汽的显热与潜热,不能适合果蔬等高含水热敏性物料的干燥处理,干燥过程的能耗极高。采用蒸汽压缩提高二次蒸汽品位的方法受压缩机效率、二次蒸汽纯度等外界因素影响较大,总体热效率不高。此外,在低压过热蒸汽干燥系统中需要真空泵来保持系统的压力低于大气压,若采用蒸汽再压缩技术就存在压缩机与真空泵之间压力平衡问题,增加了整个系统的复杂程度,难以推广应用。

[0010]

发明内容

[0011] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置及方法,一方面能在真空状态下,对果蔬进行低温高效干燥,防止果蔬出现热损伤,提高干燥效率;另一方面采用热泵回收干燥过程产生的二次蒸汽的潜热与显热,高效节能,极大地降低干燥成本。

[0012] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,包括热水箱、管道泵、阀门A、阀门B、过热器、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、压缩机、热泵冷凝器、真空泵、缓冲罐、循环水泵、温度计和压力表,其特征在于:干燥箱设置有蒸汽进气口、蒸汽出气口;热水箱、管道泵、过热器、阀门、闪蒸器依次通过管路与干燥器蒸汽进气口相连接,真空泵、缓冲罐、热泵蒸发器依次通过管路在干燥箱的另一侧与干燥箱的蒸汽出气口相连接,热水箱、管道泵、过热器、阀门、闪蒸器、干燥箱、热泵蒸发器、缓冲罐、真空泵形成低压过热蒸汽干燥通道。

[0013] 进一步的,所述热泵蒸发器通过管路与压缩机相连接,压缩机通过管路与热泵冷凝器相连接,热泵冷凝器有制冷工质内循环管路和热水循环外管路,将制冷循环回收的低压过热蒸汽的潜热通过热交换输送给热水循环系统,制冷工质内循环管路设置有膨胀阀,经过膨胀阀后的管路与热泵蒸发器相连接,形成热泵回收蒸汽潜热循环通道;热水循环外管路通过管道与热水箱、循环水泵相连接,形成潜热利用循环通道;热泵蒸发器、压缩机、膨胀阀、热泵冷凝器、热水箱、循环水泵形成蒸汽潜热回收利用系统。

[0014] 进一步的,所述干燥箱外有一夹层,夹层设置有夹层进水口、夹层出水口,热水箱、管道泵、过热器通过管道与夹层进水口相连接;闪蒸罐出水口与夹层出水口同时通过管路与热水箱相连接;热水箱、管道泵、过热器、闪蒸罐、干燥箱、形成热水利用回收通道。

[0015] 进一步的,所述干燥箱内有一挡板,挡板两端各自有一个通孔,挡板上方放置了物料托架,挡板下方放置了循环风机,干燥箱蒸汽入口、物料托架、挡板、循环风机形成干燥箱内蒸汽循环系统。

[0016] 进一步的,所述缓冲罐前端通过管路与过滤器相连接,之后管路与经过阀门的管路进行汇合并与循环水泵进口相连接,循环水泵出口与热泵冷凝器相连接,热泵冷凝器与热水箱相连,缓冲罐、阀门、过滤器、循环水泵、热泵冷凝器、热水箱形成部分冷凝水回收利用通道。

[0017] 进一步的,在缓冲罐底部设有排水阀,排水阀通过管路与缓冲罐底部连接,干燥过程产生的多余的冷凝水由缓冲罐排水阀排出系统外。

[0018] 一种果蔬低压过热蒸汽高效节能装置的果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥方法,通过低压过热蒸汽干燥果蔬,并采用热泵回收利用低压过热蒸汽干燥产生的二次蒸汽的潜热和显热,其特征在于:

(1)通过真空泵对整个密闭系统抽取气体,使得整个系统处于低压状态,来自热水箱的高温热水经过热器进一步加热后的高温高压热水一部分进入干燥箱的夹层对物料及干燥介质(低压过热蒸汽)间接加热,为干燥过程提供必要的热量,同时对干燥箱进行保温,并循环回热水箱,实现热水的回收利用;另一部分高温热水进入到闪蒸器,蒸发成低压过热蒸汽,低压过热蒸汽在干燥箱内通过对流换热对果蔬加热使果蔬水分蒸发,达到干燥目的;

(2)低压过热蒸汽对果蔬进行对流换热使得果蔬水分蒸发,干燥后的低压过热蒸汽与物料水分蒸发形成的蒸汽汇合成一股乏气,通过循环风机使得乏气在干燥箱内部循环,对果蔬进行持续的对流干燥,提高干燥效率;

(3)干燥后的低压过热蒸汽与物料内部与表面水分蒸发的蒸汽汇合成带有大量潜热与显热的乏气,乏气通过管道到达热泵蒸发器,在热泵蒸发器中冷凝成水,将乏气的全部潜热与部分显热交换给热泵蒸发器中的制冷工质,热泵蒸发器中的热泵工质吸收热量之后,变

成高温气体工质,经过压缩机升压后送入热泵冷凝器,高温高压的气态热泵工质在热泵冷凝器中冷凝,将热泵蒸发器中吸收的热量释放出来,这些热量被循环水泵输送过来的水吸收,实现低压过热蒸汽的潜热回收利用;

(4) 带有大量潜热与显热的蒸汽在热泵蒸发器中冷凝成液态水并进入缓冲罐,缓冲罐出口前端设置有阀门。部分冷凝水经过阀门后,通过过滤器过滤冷凝水中杂质,经过过滤器后的管道与经过热水箱出口的管路汇合并与循环水泵相连,循环水泵将冷凝水和热水箱中的水输送至热泵冷凝器中,冷凝水和热水箱中的水分吸收热泵冷凝器中工质冷凝释放出来的热量后,通过管道进入热水箱,实现部分冷凝水的回收循环利用,干燥过程无需另外增加自来水;

(5) 在缓冲罐底部设有排水阀,干燥过程产生的多余的冷凝水由排水阀排出系统外,排出的冷凝水大约等于干燥过程果蔬蒸发的水分。

[0019] 本发明的有益效果是:

1. 以低压过热蒸汽作为干燥介质,干燥温度控制在100℃以下,避免高温干燥对果蔬等热敏性物料产生热损伤。过热蒸汽干燥,由于整个环境仅有一种气体成分存在,水分从物料表面蒸发移动不是通过扩散而是以液流的压力差产生的体积流为动力,在实际过程中从颗粒的表面移去蒸汽的阻力可以忽略,过热蒸汽干燥无气膜传质阻力,干燥过程传热传质效率高。

[0020] 2. 低压过热蒸汽干燥,过程操作在真空条件下进行,增强了水分迁移的驱动力,物料内外的水蒸汽压差加大,进一步提高了低压过热蒸汽干燥效率。

[0021] 3. 应用热泵回收干燥过程产生二次蒸汽潜热与显热,节能效果显著。干燥之所以为高能耗的单元操作,就是因为水分蒸发需要大量的汽化潜热,干燥过程若能回收水分汽化潜热,能耗仅为系统机械能耗、热阻与热漏,大幅度的减少能耗,提高干燥效率。此外,本发明采用热泵回收蒸汽潜热,热泵回收利用系统制造和运行成本低廉,能够降低干燥成本。

[0022] 4. 运用热泵来回收二次蒸汽潜热的优势在于低压过热蒸汽在蒸发器上的冷凝温度为对应压力下的饱和温度,而不是热风干燥时湿空气的露点,流经蒸发器的低压蒸汽更易于在其表面凝结放出凝结热,几乎完全回收水分蒸发产生的汽化潜热,实现水分蒸发潜热与凝结热互换,具有显著节能效果。

[0023] 5. 低压过热蒸汽作为干燥介质,干燥过程没有氧气存在,物料中的易氧化成份不至于氧化变质,同时因低压缺氧,能灭菌或抑制某些微生物的活力,干燥产品品质好。

附图说明

[0024] 图1是本发明的干燥装置结构示意图

其中,1.热水箱,2.管道泵,3.过热器,4A、4B为阀门,5.闪蒸罐,6.干燥箱,7.试验物料,8.物料托架,9.挡板,10.循环风机,11.热泵冷凝器,12.压缩机,13.膨胀阀,14.热泵冷凝器,15.循环水泵,16.过滤器,17.缓冲泵,18.排水阀,19.真空泵,①为温度计,②为压力表。

具体实施方式

[0025] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0026] 如图1所示,一种果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥装置,包括热水箱1、过热器3、闪蒸罐5、干燥箱6、托架8、循环风机10、热泵蒸发器11、压缩机12、膨胀阀13、热泵冷凝器14、循环水泵15、过滤器16、缓冲罐17、真空泵19、温度计和压力表。干燥箱设置有一夹层,夹层设置有进水口6-1、出水口6-3,干燥箱设置有蒸汽进口6-2与蒸汽出口6-4。热水箱1、过热器3、闪蒸罐5依次通过管路与干燥器蒸汽进气口6-2相连接,真空泵19、缓冲罐17、热泵蒸发器11依次通过管路在干燥箱的另一侧与干燥箱的蒸汽出气口6-4相连接,热水箱1、管道泵2、过热器3、闪蒸罐5、干燥箱6、热泵蒸发器11、缓冲罐17、真空泵19形成低压过热蒸汽干燥通道;热泵蒸发器11通过管路与压缩机12相连接,压缩机12通过管路与热泵冷凝器14相连接,热泵冷凝器出口通过管路分为两路,一热泵冷凝器出口14-2前端设置有膨胀阀13,经过膨胀阀13后的管路与热泵蒸发器11相连接,形成热泵回收蒸汽潜热通道;另一热泵冷凝器出口14-4通过管道与热水箱1、循环水泵15相连接,形成潜热利用通道;热泵蒸发器11、压缩机12、膨胀阀13、热泵冷凝器14、热水箱1、循环水泵15形成蒸汽潜热回收利用系统;干燥箱外有一夹层,夹层设置有夹层进水口6-1、夹层出水口6-3,热水箱1、管道泵2、过热器3通过管道与夹层进水口6-1相连接;闪蒸罐出水口与夹层出水口6-3同时通过管路与热水箱1相连接;热水箱1、管道泵2、过热器3、闪蒸罐5、干燥箱6、形成热水利用回收通道;干燥箱6内的挡板9将干燥箱6分为上下两个区域,上区域放置了物料托架8,下区域放置了循环风机10,物料托架、挡板、电风扇、挡板形成乏气内循环系统;缓冲罐17前端设置有阀门,经过阀门后,通过管路与过滤器16相连接,之后管路与经过阀门4B的管路进行汇合并与循环水泵15进口相连接,循环水泵出口与热泵冷凝器14-3相连,热泵冷凝器14-4与热水箱1相连接,缓冲罐17、过滤器16、循环水泵15、热泵冷凝器14、热水箱1形成冷凝水回收利用通道。

[0027] 果蔬低压过热蒸汽高效节能干燥方法,通过低压过热蒸汽干燥果蔬,并采用热泵回收利用低压过热蒸汽干燥产生的二次蒸汽的潜热。首先,通过真空泵18对整个密闭系统抽取气体,使得整个系统处于低压状态,来自热水箱1的高温热水经过热器3进一步加热后一部分进入干燥箱夹层进水口7-1对试验物料8及干燥介质(过热蒸汽)间接加热,为干燥过程提供必要的热量,并循环回热水箱,实现高温热水的回收利用;来自热水箱1的高温热水经过热器3进一步加热后另一部分高温热水进入到闪蒸器5,闪蒸后成低压过热蒸汽,低压过热蒸汽在干燥箱内通过对流换热对果蔬加热使果蔬水分蒸发,然后,蒸汽通过挡板的孔进入干燥箱6的下区域,通过循环风机10使得蒸汽通过挡板另一端的孔进入在干燥箱上区域并再次对果蔬7进行干燥,其次,由闪蒸器出来的蒸汽与物料水分蒸发的蒸汽合二为一成为带有大量潜热与部分显热的乏气,乏气流过热泵蒸发器蒸汽进口11-1,乏气在热泵蒸发器11中冷凝成水,将乏气的全部潜热与部分显热交换给热泵工质,热泵蒸发器中的热泵工质蒸发吸收热量之后成为高温气态工质,经过压缩机12升压后送入热泵冷凝器进气口14-1,热泵工质在热泵冷凝器14中冷凝,将热泵蒸发器中吸收的热量释放出来并被循环水泵运输出的水吸收,实现低压过热蒸汽的潜热回收利用。

[0028] 工作时,先开启真空泵18,使得整个系统处于低压的状态。真空泵开启之后,热水箱中的一部分热水通过过热器3加热后进入干燥箱夹层进水口6-1并对干燥箱内的低压过热蒸汽、物料7进行间接加热,之后从干燥箱夹层的出水口6-3回流进入热水箱1。另一部分热水通过过热器3,经过闪蒸罐5,变成低压过热蒸汽后,进入干燥箱蒸汽入口6-2,对干燥物料9进行直接对流干燥,在低压过热蒸汽的直接对流干燥和热水的间接干燥下,果蔬的水分

逐渐去除,并产生大量二次蒸汽。蒸汽通过挡板的孔进入干燥箱6的下区域,再由循环风机10将蒸汽送入干燥箱6的上区域并对试验物料7进行换热,实现蒸汽内循环。

[0029] 果蔬被加热,其水分被蒸发成蒸汽并与干燥后的低压过热蒸汽混合在一起形成带有大量潜热与显热的二次蒸汽,二次蒸汽在通过管道后进入热泵蒸发器进气口11-1,热泵蒸发器11中的制冷工质吸收蒸汽中的热量后蒸发变成高温气态工质,通过压缩机11使得高温气态工质变成高温高压气态工质,高温高压气态工质进入热泵冷凝器进气口14-1,高温高压气态工质在热泵冷凝器14中冷凝放热变成液态工质,冷凝释放出的热量被循环水泵14运输过来的水吸收变成高温热水,之后高温热水又重新回到热水箱1,并对热水箱中的热水进行加热。液态工质通过管道,经过膨胀阀13后,又重新回到热泵蒸发器11中。

[0030] 果蔬内部与表面的水分会蒸发成蒸汽并与干燥后的低压过热蒸汽混合在一起形成带有大量潜热与部分显热的蒸汽,蒸汽在通过管道后进入热泵蒸发器11后冷凝变成液态冷凝水,液态水由热泵蒸发器出水口11-2通过管道后进入缓冲罐17,此时打开阀门,冷凝水经过过滤器16后,部分冷水与热水箱中的水汇合进入循环水泵15,循环水泵出口与热泵冷凝器14-3相连,循环水泵15输送的水吸收由热泵冷凝器14中的高温高压气态工质冷凝所释放出的热量变成高温热水,高温热水通过管路进入热水箱1中。干燥过程产生的多余的冷凝水由缓冲罐17排水阀排出系统外。

[0031] 本发明专利的装置及方法实现了果蔬等热敏性物料的节能高效干燥。干燥过程中通过采用低压过热蒸汽的使用,防止果蔬等热敏性物料在干燥过程中出现热损伤等现象,干燥质量好;干燥过程中通过对低压过热蒸汽潜热的回收,大幅度地减少了干燥能耗;干燥过程中通过对高温热水、冷凝水的回收利用,缩短了干燥时间,降低了能耗,降低了干燥成本。

[0032] 以上实施方式仅用于说明本发明,而非对本发明的限制,有关技术领域的技术人员,在不脱离本发明的精神和范围的情况下,还可以做出各种变化和变型,因此有同等的技术方案也属于本发明的范畴,本发明的专利保护范围应由专利要求限定。

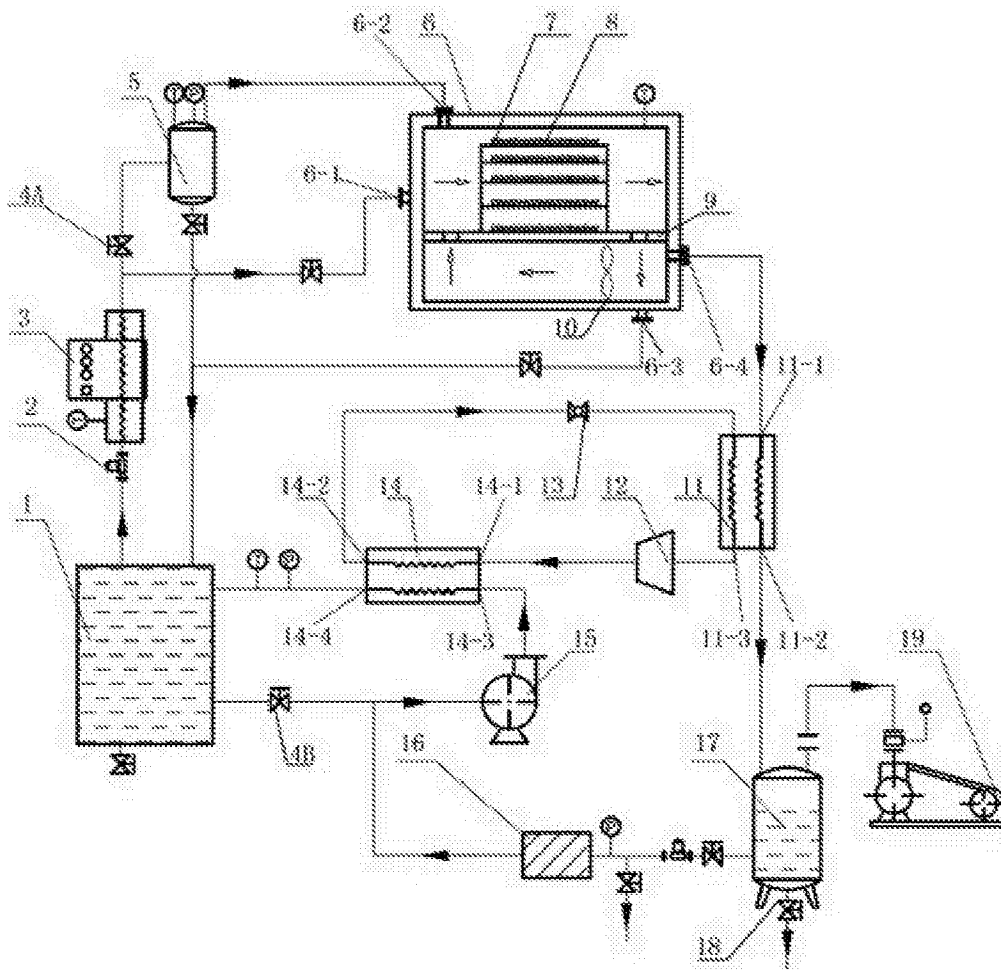


图 1