

基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术与运用

王志敏

江西银涛药业股份有限公司 江西 抚州 344100

摘要: 随着制药行业的不断发展,节能降耗成为备受关注的重要课题。文章主要以基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术与运用为重点,首先对蒸汽蓄热器原理与结构进行分析,其次从聚焦余热资源、知晓负荷波动影响、重视蒸汽供应关键三方面深入探讨,最后关闭止阀门、打开止阀门两种情况探索其运用,展示该节能技术在降低制药企业能源成本、提升生产效率等方面的显著成效,更提出一系列优化技术措施,旨在为制药行业广泛运用这一节能技术提供参考,推动行业绿色可持续发展。

关键词: 蒸汽蓄热器; 制药提取设备; 节能技术; 运用分析

DOI: 10.63887/ssrp.2025.1.4.5

引言

制造业迅猛发展背景下,制药提取是生产的一个重要环节,直接影响产品质量、产量。但这一环节会消耗较高能源,特别是使用蒸汽能源,一方面会让企业花销更多资金成本,另一方面造成能源供应紧张,进而为环境保护带来一定压力。随着节能减排理念的深化,制药行业也开始探寻有效的节能技术,而蒸汽蓄热器作为一种前沿装置,具有非常好的能量调节功能、存储功能,在优化制药提取设备能源层面有诸多优势。因此相关人员需清楚蒸汽蓄热器原理和结构,从多维度开展基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术和运用,一方面助力制药领域朝着绿色、高效方向进步,另一方面尽早实现节能降耗目标。

1 蒸汽蓄热器的工作原理与结构

1.1 工作原理

蒸汽蓄热器主要借助蒸汽的相变潜热开展能量储存与释放,内部装填一定量的水当作蓄热介质,要是有多余蒸汽进行输入,高温蒸汽进入蓄热器里,跟水接触蒸汽迅速地凝聚成水液,排出大量的汽化潜热,

让蓄热器内部的水温升高,实现热能的囤储^[1]。若制药提取设备需要蒸汽,采用调节蓄热器出口的压力控制装置,降低蓄热器里面的压力,压力降低让水重新沸腾产生蒸汽,这些蒸汽便依照需求供给提取设备,满足有关的加热、提取等工艺要求,以此达成蒸汽的灵活分配与能量高效利用。

1.2 结构组成

蒸汽蓄热器一般由外壳、内部的汽水分离设备、水位控制设备、进出汽管道以及压力控制部件等组成(如表一),外壳一般采用高强度的压力容器专用钢材制造,保证能承受一定的压力范围,保障设备平稳运行;汽水分离装置安装在蓄热器内部靠上的位置,其作用是把产生的蒸汽与水加以有效分离,避免水跟着蒸汽一同输出,影响到蒸汽品质与后续工艺的操作。水位控制装置实时对蓄热器内的水位状况进行监测,依靠与外部补水系统或排水系统相互配合,维持水位处于合理范围,保障蓄热器蓄热和释热功能正常,进汽及出汽管道分别和蒸汽供应源、制药提取设备相接,作为蒸汽进出的通路,而压力控制部件的作用是精准调节蓄热器内部的压力,实现按需求释放蒸汽^[2]。

表一: 蒸汽蓄热器结构

部件名称	位置	材料	功能作用
外壳	外部整体	采用高强度压力	承受一定压力范围,保障设备安全运行

		容器钢材制造	
汽水分离装置	蓄热器内部上方		将产生的蒸汽与水有效分离，避免水随蒸汽输出，影响蒸汽品质和后续工艺
水位控制装置	蓄热器内部（监测水位）		实时监测水位，与外部补水/排水系统联动，维持水位在合理区间，保证正常蓄热和释热功能
进出汽管道	连接蒸汽供应源和制药提取设备		蒸汽进出的通道，实现蒸汽的输入和输出
压力控制部件	蓄热器内部（调控压力）		精确调控蓄热器内部压力，实现蒸汽的按需释放

2 基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术研究分析

2.1 聚焦余热资源，实现充分利用

制药提取设备运转期间，会产出大量可以利用的余热资源，待提取罐完成一次提取操作后，罐体及其相连管道内仍旧留存着高温蒸汽和热水，这些都蕴藏着可观的热量^[3]。蒸汽蓄热器借助其特有的工作原理，成为收集以及再利用这些余热的关键要点，凭借优化管道布局的操作，把提取设备排出的余汽、余水依序引导至蒸汽蓄热器内部，采用蓄热器内的水作为介质，把余热收纳起来，当后续制药提取阶段再次需要蒸汽供应之际，蓄热器内积攒的热量推动水发生相变，生成的蒸汽迅速补充进提取设备里，达到工艺要求。依靠智能控制系统，可依据提取流程各个阶段、不同的蒸汽用量要求，精准分配余热转化的蒸汽量，既让额外蒸汽的产出量降低，降低了对锅炉这样蒸汽源的依赖，提高了整体能源的利用水平，帮扶制药企业在节约能源降低损耗时，提升经济收益及环境效益。

2.2 知晓负荷波动影响，有效手段平衡变化

制药提取工艺由多个环节组成，各个环节在蒸汽需求量上差异突出，如蒸煮环节需要大量蒸汽，而后续到了静置阶段，需求大幅缩减，这让蒸汽负荷频繁出现高低落差。蒸汽蓄热器类似一个能量调节站，当蒸汽负荷进入低负荷阶段，也就是蒸汽供给量多于需求量的时候，它能吸收多余的蒸汽并进行储存，依靠

汽水两者间的热交换，把能量以水的焓值形式保留在蓄热器里头；要是进入了蒸汽需求的高峰阶段，提取设备急切地需要大量蒸汽维持正常工作，蓄热器就能迅速把之前储存的蒸汽释放出来，填充到用汽系统里面，使蒸汽供应平稳跟提取设备的实际需求相匹配，避免因负荷瞬间增大，造成蒸汽供应不足，进而影响提取效率；或者若负荷骤降，就会造成能源白白地浪费掉，采用蒸汽蓄热器有效平抑蒸汽负荷的波动，同时显著增进了能源的整体利用效率，协助制药企业实现节能降耗的目的。

2.3 重视蒸汽供应关键，巧妙优化供应环节

制药提取工艺往往展现出间歇性和蒸汽用量波动大的特点，传统的蒸汽供应途径很难精准契合，易引起能源方面的浪费。蒸汽蓄热器的介入有效扭转了这一态势，在蒸汽使用的低谷期间，如制药提取的某些预备阶段，多余蒸汽可由蓄热器收集并进行储存，防止锅炉因蒸汽无处消耗出现频繁启动和关停现象，降低了启动时的能量消耗，以及频繁启停引起的设备损耗；当提取过程步入蒸汽需求的高峰阶段，如浓缩等关键工序，蓄热器能及时把所存的蒸汽释放，添加到供应系统里，保障制药提取设备可以获得稳定又足量的蒸汽供应，保障提取作业高效开展。采用自动化的控制模式，可依照不同提取阶段提前预设的蒸汽参数，精准驾驭蓄热器的充放汽操作流程，保证蒸汽压力、流量等处于规定区间，进一步优化整个蒸汽供应链条，增强能源利用效率，助力制药提取环节在稳定、节能

的状态下顺利开展, 实现经济与环保效益双赢局面^[4]。

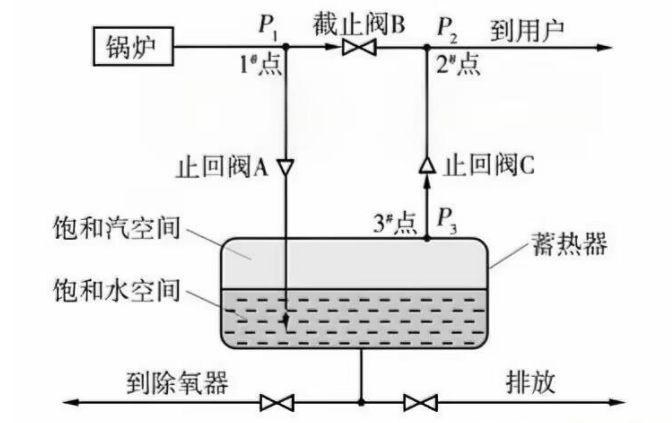
3 基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术的运用

3.1 关闭截止阀

关闭截止阀 B 的时候, 锅炉与蓄热器形成串联, 为锅炉产生的蒸汽, 提供一个规定的流动方向。蒸汽从锅炉产生, 经过 1#区域, 再经过止回阀 A, 最终进入蓄热器容器饱和和水空间, 蒸汽能够与饱和水产生热交换, 促使蒸汽更加饱和; 之后蒸汽回到饱和器空间, 该区域的饱和蒸汽持续增加, 任何时候都能提供用户所需热量, 通过与饱和器交换, 蒸汽会相继通过止回阀 C, 保证蒸汽朝着规定方向流动, 汇聚到 2#点, 最后为用户提供。整个过程中, 蓄热器起到重要作用, 若用户热需求降低, 或者是锅炉蒸发量变多的时候, 锅炉产生蒸汽要超过用户消耗量, 正是这种工序不平衡, 会导致各点压力持续升高, 各处压力也随时上升。因日蓄热器中一直存储饱和蒸汽、饱和水, 温度与压力二者是固定关系。所以, 若蓄热器中的 3#压力呈现上升趋势, 内部饱和蒸汽、水温度也会持续升高, 一些多余蒸汽会存储在蓄热器, 让系统压力、温度处于平衡状态, 用户任何时候都能得到蒸汽供应, 进一步彰显其缓冲、调节优势, 促使系统处于高效运行状态^[5]。

3.2 打开截止阀

打开截止阀 B 的时候, 锅炉和蓄热器就变成并联形式, 若系统负荷处于平衡, 蒸汽就会依据主要路径为用户提供, 根本就不用进入蓄热器, 这时候蓄热器就不用参与蒸汽传输流程。但系统负荷已经高于锅炉蒸发量, 系统就无法保持平衡状态, 各压力点就会慢慢下降, 压力也随时降低, 蓄热器内部原本存储的饱和蒸汽、饱和水、水温度也会降低。因为压力降低, 在饱和水中的水蒸气, 会经过止回阀 C 进入系统, 这些蒸汽可弥补负荷超出带来的压力降低影响, 降低对系统产生的不良效果。所以并联前提下, 蓄热器能充当备用能源, 为系统稳定运行提供支持。有一点需要注意, 若 A 止回阀没有紧密关闭, 一旦出现压力急剧下降的时候, 会造成蓄热器中的饱和水被冲出, 造成无法估量的水击现象, 一方面损坏设备, 另一方面威胁人员生命安全, 由此说明关闭 A 止回阀至关重要。若系统负荷 < 锅炉蒸发量, 压力就会持续升高, 各压力点也会升高, 一旦蓄热器上层的其空间压力小于 P_1/P_2 的时候, 一些蒸汽会反方向经过 A 止回阀进入蓄热器, 然后与蓄热器中的水完成热交换, 一部分成为饱和水, 可提升蓄热器内的温度、压力等, 为系统保留更多整齐。面对这一情况, 蒸汽无法从 C 止回阀进入, 只能排出蒸汽, 若出现较大的压力差, 蒸汽会与压力梯度相反, 通过 A 止回阀最终回到蓄热器内部。



图一 应用过程

4 基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术控制策略

4.1 压力与温度控制

依靠安装压力传感器及温度传感器, 实时监控蒸

汽蓄热器、制药提取设备以及蒸汽管道里的压力和温度参数,按照设定的压力及温度范围,采用闭环控制手段,自动调整蒸汽蓄热器蒸汽进出端口阀门的开度,倘若系统压力过高的时候,把蒸汽蓄热器蒸汽出口的阀门打开,降低系统的压强;若压力变得过低的时候,把蒸汽出口阀门关掉,与此同时打开进口的阀门,使锅炉生成的蒸汽进入蓄热器,让系统压力升高,温度控制的原理近似一致,保障整个系统在稳定的压力与温度条件下顺利运行,适应制药提取设备的工艺要求^[6]。

4.2 智能预测控制

采用智能化算法——如人工智能、机器学习等类,对制药提取设备的蒸汽需求做出预估,以分析历史生产数据、工艺参数、时间因素等,构建蒸汽需求预测模型,依照预测结果,预先变更蒸汽蓄热器的运行情形,优化蒸汽的存储与释放方案。在预估即将进入提取过程蒸汽需求高峰时间段前,事先把蒸汽蓄热器充入蒸汽至满,保障在高峰时段能及时、稳定地输出蒸汽,杜绝因蒸汽供应不足而影响生产效率与产品质量。

4.3 多设备协同控制

做到蒸汽蓄热器、锅炉、制药提取设备及其他相关设备间的协同控制,构建设备间的通信网络,实时分享设备的运转状态和参数资讯,按照各设备的运行情形,对蒸汽生产、储存和使用实施协调控制,要是锅炉出现故障或者需维护的时候,系统会自动对蒸汽蓄热器的运行模式进行调整,优先保障制药提取设备的蒸汽消耗需求,维持生产的连贯性;当制药提取设备完成生产,蒸汽需求下降的时候,系统要求锅炉降低蒸汽产出量,并把多出的蒸汽存到蓄热器里面,做到能源的合理安排与高效运用。

结语

基于蒸汽蓄热器的制药提取设备节能技术,将其用于制药行业有很大的发展潜能,通过上文分析中提到的利用余热、平衡负荷波动等,可有效提升能源利用,助力制药企业更好的实现节能降耗目标。今后相关人员也要持续关注该技术,真正发挥该技术优势,助力制药企业尽早实现绿色可持续发展目标。

参考文献

- [1]高杰,陈星,张玲帆,陈佳,朱海伟,邢春秀.电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法测定生物制药用一次性储液瓶中34种可提取无机元素[J].中国无机分析化学,2024,14(05):607-614.
- [2]王文昭,郑乐飞,邓雅军,宇波,孙东亮.直接蒸汽光热发电系统中相变换热器的传热特性研究[J].北京石油化工学院学报,2022,30(02):10-16.
- [3]单文亮,徐宪东,孙文强,穆云飞,吴建中,贾宏杰.含蒸汽蓄热器的工业蒸汽系统发电灵活性量化[J].全球能源互联网,2021,4(02):107-114.
- [4]杭丽凤.中药制药过程控制及集成化生产关键问题研究[J].北方药学,2020,17(08):184-185.
- [5]覃明文.传统制药提取工艺流程设计与现代制药设备的结合探索[J].科技风,2018,(21):134+182.
- [6]胡樱子,候温儒,张贵宾.压缩空气系统节能技术在制药行业的应用分析[J].现代工业经济和信息化,2018,8(10):43-44.

作者简介:王志敏,1976.01.19,男,江西省抚州市,本科,工程师,研究方向或从事工作:从事设备管理和工艺设计。