

混悬液流加装置在生产中的应用与经济性

张迎春（中电诚达医药工程设计（河北）设计有限公司，河北 石家庄 050000）

摘 要：在合成药物生产过程中，反应釜加料一直是生产的重要环节，加入的物料多为固体、液体或固液混合物，即混悬液，同时工艺反应对加料量、加料速率、加料顺序等都有严格的要求。因此，在合成项目的设计中，根据需要添加的物料的性质以及工艺需求，采用不同的加料装置和加料方式，以及对整个加料过程的仪表自动控制的设计显得尤为重要。

关键词：合成反应；混悬液；流加装置；经济性

在甲氨基阿维菌素苯甲酸盐的合成工艺中，涉及的还原反应过程中，需要以二氯甲烷为溶剂配置硼氢化钠溶液，硼氢化钠二氯甲烷溶液为一种混悬液，然后将硼氢化钠溶液流加到还原反应釜中进行还原，原有的工艺设计为在硼氢化钠配制罐罐底出料管上设置调节泵，在调节泵的作用下将硼氢化钠配制罐内的硼氢化钠溶液泵送到还原反应釜内，通过调节调节泵的流量控制硼氢化钠溶液的流加速度。此种混悬液的加料方式需要在反复调节调节泵的流量，容易造成调节泵的损坏。这种用于混悬液流加的调速装置，满足工艺加料要求的同时，可以延长泵的使用寿命，减少泵的设备维修成本，具有显著的经济成果。

1 混悬液流加装置的介绍

混悬液加料装置包括出料管，出料管上并联连有多根支管，支管上设置有控制开关，出料管远离支管的一端连通有混悬液配制罐，支管远离出料管的一端连通有需流加混悬液的反应釜，出料管上设置有循环泵，出料管上连通有循环管，循环管与出料管的连通处位于循环泵靠近支管的一侧，循环管远离出料管的一端连通于混悬液配制罐，详见附图 1。

通过采用上述技术方案，调节循环泵的流量为一定值，开启循环泵，混悬液从混悬液配制罐经出料管、支管流加到反应釜内，开启所有控制开关，在循环泵作用下进入出料管的混悬液分别进入各支管然后流加到反应釜内，使得单位时间内流加到反应釜内的循环液量最大，混悬液的流加速度最大，当需要调低混悬液的流加速度的时候，根据需求关闭支管上的一个或几个控制开关，经循环泵作用进入出料管的混悬液量是一定的，当一个或几个支管为闭路时，出料管内的混悬液一部分通过支管进入需流加混悬液的反应釜内，一部分通过循环管返回混悬液配制罐内，减小单位时间内流加到需流加混悬液的反应釜内的混悬液

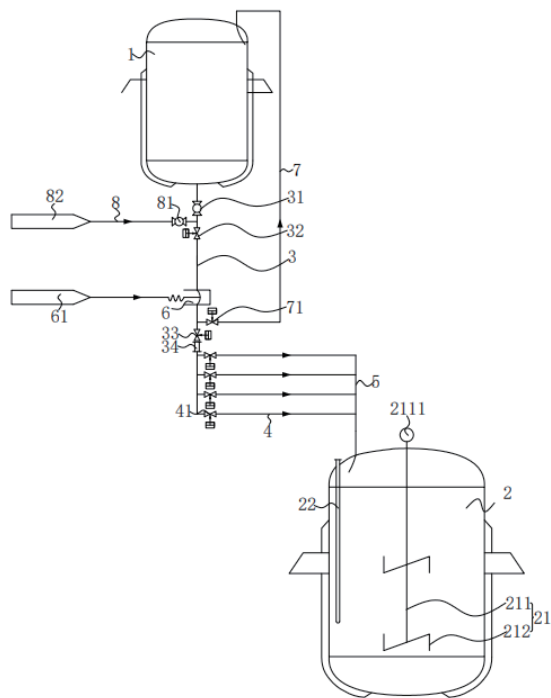


图 1 设备实施实例的结构示意图

附图标记说明：1、硼氢化钠配制罐；2、还原反应釜；21、搅拌装置；211、搅拌轴；2111、电机；212、搅拌叶片；22、温度计；3、出料管；31、辅助开关；32、泵前开关；33、泵后开关；34、观察视镜；4、支管；41、控制开关；5、进液管；6、循环泵；61、气管；7、循环管；71、循环开关；8、反吹管；81、反吹开关；82、氮气管。

的量，降低混悬液的流加速度，实现方便快捷的对混悬液的流加速度进行调节，无需反复调节循环泵的流量，从而延长循环泵的使用寿命。

2 混悬液流加装置的具体实施方式

以下结合附图作进一步详细说明。

参照图 1，混悬液流加的调速装置出料管 3 上并联连通有四根支管 4，每根支管上设置有控制开关 41，出料管远离支管一端与混悬液配制罐连通，本实施例混悬液配制罐为硼氢化钠配制罐 1，支管 4 远离

出料管的一端连通有进液管 5, 进液管远离支管的一端与需流加混悬液的反应釜连通, 本实施例需流加混悬液的反应釜为还原反应釜 2, 出料管上设置有循环泵 6, 出料管上连通有循环管 7, 循环管与出料管的连通处位于循环泵靠近支管一侧, 循环管远离出料管的一端连通于硼氢化钠配制罐, 调节循环泵的流量为定值, 通过控制开关 41 控制各支管的通断, 从而快速方便调节硼氢化钠溶液的流加速度、延长循环泵的使用寿命。

参照图 1, 硼氢化钠配制罐 1 固定在一个平台上, 还原反应釜 2 固定在一个平台上, 还原反应釜 2 内设置有搅拌组件, 搅拌组件包括搅拌轴 211、搅拌叶片 212, 搅拌轴 211 竖直转动连接于还原反应釜, 且搅拌轴与还原反应釜同轴, 搅拌叶片 212 固定连接于搅拌轴 211 周面, 搅拌轴顶端伸出还原反应釜 2 外, 搅拌轴 211 顶端连接有驱动搅拌轴转动的电机 2111, 还原反应釜 2 内还插设有检测还原反应釜内温度的温度计 22, 还原反应釜 2 的顶部在竖直方向上低于硼氢化钠配制罐 1 的底部, 出料管 3 连通于硼氢化钠配制罐 1 的底部, 进液管 5 连通于还原反应釜 2 的顶部, 控制开关 41 位于支管 4 靠近出料管 3 的位置, 循环管 7 上设置有循环开关 71, 循环开关 71 位于循环管 7 靠近循环管 7 与出料管 3 连通处的位置, 循环管 7 与硼氢化钠配制罐 1 的连通位置位于硼氢化钠配制罐 1 的顶部, 控制开关 41 与循环开关 71 为自控气动阀, 控制开关 41 与循环开关 71 均设置有控制系统, 循环泵 6 为气动隔膜泵, 气动隔膜泵上连接有驱动循环泵的气管 61。

参照图 1, 调节循环泵 6 的流量为一定值, 打开所有控制开关 41、关闭循环开关 71、启动循环泵, 硼氢化钠配制罐 1 内的硼氢化钠溶液在循环泵的作用下进入出料管, 再经各支管 4 进入进液管然后进入还原反应釜, 此时经循环泵泵送的硼氢化钠溶液全部进入还原反应釜, 电机 2111 驱动搅拌轴 211 带动搅拌叶片 212 转动, 对还原反应釜内的物料进行搅拌, 加快还原反应釜内的还原反应, 在单位时间内进入还原反应釜的硼氢化钠溶液量达到最大, 流加速度达最大值, 当需要降低硼氢化钠流加速度时, 根据调节应关闭一个或几个控制开关 41, 打开循环开关 71, 此时经循环泵泵送的硼氢化钠溶液一部分经支管进入还原反应釜, 一部分经循环管 7 回到硼氢化钠配制罐 1 内, 使单位时间内进入还原反应釜内的硼氢化钠溶液的量减少, 实现硼氢化钠溶液流加速度的降低, 整个调速过程中, 循环泵的泵送流量始终为定值, 通过控制开

关、循环开关的启闭进行调速, 实现方便快捷的调速, 同时延长循环泵的使用寿命。

参照图 1, 出料管 3 上连通有反吹管 8, 反吹管与出料管的连通处位于泵前开关 32 远离循环泵 6 一侧, 反吹管 8 远离出料管 3 的一端连通有氮气管 82, 反吹管 8 上设置有反吹开关 81, 出料管上设置有辅助开关 31, 开关位于反吹管 8 与出料管 3 的连通处远离泵前开关 32 一侧, 反吹开关 81 与辅助开关 31 为球阀, 当进行硼氢化钠溶液流加时, 辅助开关 31 与泵前开关 32 均处于开启状态, 反吹开关 81 处于关闭状态, 当硼氢化钠溶液停止流加时, 关闭辅助开关 31 与泵前开关 32, 辅助开关 31 与泵前开关 32 同时作用, 使得辅助开关 31 与泵前开关 32 两者中一个发生损坏时另一个还可以起阻挡作用, 保证硼氢化钠溶液不会在出料管 3 内流动, 硼氢化钠溶液为混悬液, 当其停止流加时, 硼氢化钠溶液在硼氢化钠配制罐内处于静置状态, 硼氢化钠溶液会发生沉降, 溶液中的固体颗粒会向下运动, 附着在硼氢化钠配制罐 1 底部以及出料管 3 管口, 导致出料管 3 管口堵塞, 此时打开辅助开关 31, 向反吹管 8 内充氮气, 氮气经反吹管进入出料管, 因泵前开关 32 关闭, 出料管内氮气向靠近硼氢化钠配制罐 1 的方向移动, 吹动出料管口的固体颗粒离开出料管口, 重新分布在硼氢化钠溶液内, 使出料管不被堵塞, 保证硼氢化钠溶液流加正常。

参照图 1, 出料管 3 上设置有泵前开关 32、泵后开关 33, 泵前开关 32 与泵后开关 33 为自控气动阀, 泵前开关 32 与泵后开关 33 均设置有控制系统, 泵前开关 32 位于循环泵 6 远离支管 4 一侧, 泵后开关 33 位于循环管 7 与出料管 3 连通处和支管 4 与出料管 3 的连通处之间, 出料管上开设有观察口, 设置有透明玻璃的观察视镜 34, 当循环泵需要检修时, 关闭循环泵 6、关闭循环开关 71、关闭泵前开关 32、关闭泵后开关 33, 对循环泵进行检修, 关闭泵前开关 32 可以阻挡出料管 3 内的硼氢化钠溶液在自身重力作用下向下流动, 避免硼氢化钠溶液流动至循环泵 6 处影响循环泵 6 的检修, 关闭循环开关 71 可以阻挡循环管 7 位于循环开关 71 远离出料管 3 一侧的硼氢化钠溶液流出循环管 7, 减少硼氢化钠溶液的浪费, 关闭泵后开关 33 可以阻挡外界物质进入支管 4 内, 对支管 4 内的硼氢化钠溶液造成污染; 当工作人员通过观察视镜 34 发现支管 4 内工况异常时, 关闭循环泵 6、关闭循环开关 71、关闭泵前开关 32、关闭泵后开关 33, 对支管进行检修, 循环泵 6 关闭后循环管 7 内循环开

关 71 靠近出料管 3 一侧的硼氢化钠溶液可能会发生回流, 泵后开关 33 可以阻挡循环管中回流的混悬液进入支管影响支管的检修。

实施例的实施原理为: 进行硼氢化钠溶液流加时, 开启辅助开关 31、泵前开关 32、泵后开关 33, 设置循环泵 6 流量为定值, 启动循环泵, 开启所有控制开关 41, 关闭循环开关 71, 将流加速度调整到最大值, 需要降低流加速度时, 开启循环开关 71, 根据需要关闭一个或几个控制开关 41 即可, 调速过程方便快捷, 不必调节循环泵流量, 延长循环泵使用寿命; 当出料管口堵塞时, 关闭泵前开关 32, 打开反吹开关 81, 向反吹管 8 内充氮气, 氮气经反吹管 8 进入出料管将管口的固体颗粒吹动离开出料管口, 再关闭反吹开关 81 保证出料管的畅通, 保证硼氢化钠溶液流加的正常运行。

3 混悬液流加装置在生产应用中的注意事项

①控制开关要位于支管靠近出料管的位置。当支管上的控制开关处于关闭状态时, 混悬液在支管内呈静置状态, 随着静置时间加长, 混悬液中的颗粒会发生沉降, 颗粒会聚集在混悬液下部, 当开启控制开关后, 发生沉降的混悬液随后续混悬液一起进入到需流加混悬液的反应釜内, 导致反应釜内颗粒分布不均匀, 影响后续反应, 另外附着在支管内壁的颗粒会堵塞支管, 因此控制开关的位置越靠近出料管, 进入支管的混悬液的量越少, 发生沉降的混悬液的量就减少, 降低颗粒分布不均匀性, 减少对后续反应的影响, 也降低支管堵塞的可能; ②设置循环管, 并在循环管上设循环开关。设置循环管可以增大加料装置对流量的调节能力, 当所有支管上的控制开关均开启, 关闭循环开关, 保证混悬液通过支管进入反应釜内, 从而保证混悬液的流加速度达到最大。当支管上的控制开关关闭一个或几个时, 调节循环管上的循环开关开度, 使一部分混悬液通过循环管回流至盛有混悬液配制罐内, 达到调节流量目的; ③循环开关要位于循环管靠近循环管与出料管连通处的位置, 循环开关靠近循环管与出料管的连通处, 循环开关关闭时, 降低进入到循环管内的混悬液的量, 减少循环管内发生沉降的混悬液随后续混悬液一起进入到混悬液配制罐的量, 减小发生沉降的混悬液对其他混悬液的影响。

混悬液罐底出料管上设反吹管, 反吹管上设置有反吹开关, 反吹管尽量靠近罐底, 开关阀靠近分支点, 远离循环泵。因为混悬液本身的物理稳定性问题, 混

悬液在配制罐内发生沉降, 堵塞出料管管口, 此时, 打开反吹开关, 向反吹管内输送气体, 将沉积在配制罐底部及出料管开关阀前的颗粒反吹回配制罐内, 保证出料管管口不被堵塞, 从而保证混悬液的正常流加。

出料管上设置有观察视镜, 观察视镜位于泵后开关靠近支管的一侧。工作人员可通过观察视镜观察支管中混悬液的状态, 如发现支管中异常, 关闭循环泵、泵前开关、泵后开关、循环开关, 对支管进行检修。

循环管与混悬液配制罐的连通处位于配制罐的顶部。循环开关开启后, 经循环泵作用的混悬液一部分经循环管回到盛有混悬液配制罐内, 循环管内的混悬液从配制罐顶部进入配制罐, 避免配制罐内的混悬液阻挡循环管内混悬液的流入, 保证循环管内的混悬液可以顺利回流至配制罐。

4 装置应用的经济性

4.1 降低人工成本

这种混悬液流加装置已在实际生产中投入使用, 通过安装有自控装置的分支加料管路对反应釜进行混悬液的流加速度、流加量、流加时间进行控制, 减少了泵的启停频率, 降低了泵由于频繁启停造成的泵损坏的频率, 从而延长的泵的使用寿命, 降低了设备检修维护成本, 也可以为企业减少设备维护检修人员, 降低人工成本。

4.2 提高原材料利用率

这种混悬液流加装置已在实际生产中投入使用, 不但能够控制混悬液的流加速度, 流加量, 流加时间, 节省了原材料的浪费, 而且设置简单, 减少泵的启停频率, 降低设备检修成本, 延长泵的使用寿命。

4.3 良好的经济效益

混悬液流加装置在实际生产中投入使用后, 从工艺、设备、攻克多项技术难关, 建立起完善的应用和管理系统, 技术规范和标准严格, 以其稳定的生产性能, 优异的生产效率, 安全的运行技术参数, 良好的产品产出率, 为企业带来可观的经济效益, 为我国绿色化工做出一定的贡献。

参考文献:

- [1]HG/T 20570-95. 化工装置工艺系统工程设计规定[S]. 北京: 中华人民共和国化学工业部, 1996.
- [2] 陈敏恒, 丛得滋, 方图南, 等. 化工原理(第3版)[M]. 北京: 北京工业出版社, 2006.
- [3] 中石化上海工程有限公司. 化工工艺设计手册(第四版)[M]. 北京: 北京工业出版社, 2018.