

绿色制药理念下的制药过程安全与环保协同优化研究

潘婷

南京鲸轮制药有限公司

摘要：现在大家对环境保护的重视程度越来越高，持续发展的想法也慢慢被更多人接受，绿色制药的思路逐渐成了制药行业发展的关键方向。本文想讨论的是，在绿色制药的思路下，怎么让制药过程的安全和环保一起变得更好。文章先讲了绿色制药是什么以及其重要性，也把绿色制药和传统制药的不同点做了对比分析。另外，还深入分析了制药过程里常遇到的安全风险，以及这些风险的预防和控制办法，同时也提到了制药行业对环境的影响，还有环保相关的规定对制药行业要遵守的要求。从这些内容出发，文章又具体说了绿色制药技术在制药过程里的使用情况。最后，提出了制药过程安全与环保协同优化的理论基础及实施策略与方法。

关键词：绿色制药；制药过程安全；环保协同优化；清洁生产技术；废物处理与资源回收

一、绿色制药理念概述

1.1 绿色制药的定义与重要性

绿色制药的核心是关注环境保护和节约资源，它不是简单的生产方式调整，而是通过更先进的生产技术和管理办法，让药品从原料加工到成品出厂的每一步都能做到少消耗能源、少排放污染物，同时保持生产效率不降低。在实际操作中，这种模式特别强调不能因为追求环保就忽视药品本身的质量和治疗效果，而是要在两者之间找到平衡，尽可能减少生产过程对周围环境的不好影响，把原材料、能源这些资源用得更充分。

从行业发展的角度看，绿色制药的意义其实挺多的。比如说它能让制药行业走得更稳、更长久，不会因为资源浪费或环境问题卡住发展的脚步；另外，搞绿色生产的企业往往更受社会认可，消费者觉得这样的企业有担当，企业自己在市场上也能比别人更有优势；还有一点很重要，现在大家对生活环境和自身健康越来越重视，绿色制药正好能满足这种越来越高的需求。

1.2 绿色制药与传统制药的区别

在绿色制药理念下开展制药过程安全与环保协同优化研究，首先要明确绿色制药和传统制药存在的不同之处。绿色制药的核心是在药品从研发到生产、再到最终处理的全流程中，把环境影响和资源使用效率都考虑进去，最终实现经济收益、环境友好和社会价值的共同提升。传统制药的关注点通常集中在如何提高生产速度、控制生产成本上，对于生产过程中的环境问题和安全风险，重视程度相对弱一些。比如在原材料选择和能源使用方面，传统制药可能更习惯用以往常用的原料和能源，这就导致生产中会产生不少废弃物和污

染物，给环境带来不小的负担。绿色制药则更倾向于选择环保型的原材料和清洁能源，从生产的第一步就减少污染物的产生。同时还会不断优化生产流程，让每一份资源都能被更充分地利用。另外，绿色制药还会关注产品从设计、生产到使用、废弃的每一个环节，尽量让整个生命周期对环境的影响降到最低。传统制药在这方面的管理就比较欠缺，大多只关注生产这一个环节。

二、制药过程中的安全问题

2.1 制药过程中的常见安全风险

绿色制药理念下，研究制药过程中常遇到的安全风险，对同时做好安全管理和环保优化很重要。制药涉及的环节和操作都比较复杂，藏着不少可能引发问题的风险点。比如从化学原料来看，生产时用到的很多原料和中间产物，大多带有毒性、腐蚀性，有的还容易燃烧爆炸。要是这些东西存得不对、操作时出了差错，或者设备坏了，就可能漏出来、着火甚至炸了，这样不仅会伤到工人，企业也会损失很多钱。生物制药里的微生物培养和发酵环节也有风险，比如微生物污染了，药的质量就会变差，严重的话还会引发生物安全方面的问题。另外，车间里的反应釜、离心机这些设备，转得快或者用久了，可能会出机械故障，伤到操作的人。车间的电气系统要是老化、短路了，也容易引发电气火灾这类事故。

2.2 安全风险的预防与控制措施

针对化学物质可能带来的风险，需要搭建一套严格的管理体系，覆盖化学原料和生产中间产物从采购、存放、使用到废弃处理的每一个环节。专门划分化学物质的存放区域是基础要求，还要配上防火、防爆、防泄漏的设备，并且定期检查这些设备是否能正常使用。操作人员在使用化学物质时，

必须严格按照规定步骤来，还要穿戴好防护装备，避免直接碰到有毒有害的东西。另外，要经常给操作人员做安全培训，让他们更清楚安全知识，遇到紧急情况也能及时处理。

生物制药过程中容易出现微生物污染的问题，这就需要多注意生产环境的清洁和消毒。生产设备和车间要定期彻底打扫消毒，保证生产环境没有杂菌。

同时，要建立一套严格的微生物检测办法，随时盯着生产过程中的微生物数量。一旦发现数值不对，就得马上采取措施解决。制药用的机械设备也得定期维护保养，及时找出可能出故障的地方并修好。那些转得很快的设备，要装上防护栏、防护罩之类的装置，防止人员碰到运转的部分受伤。

还要多给操作人员培训设备相关的知识，让他们熟悉怎么操作设备、有哪些安全要点，避免因操作错误引发事故。电气系统的安全也不能忽视，电气线路和设备要定期检查维护，老化的线路和设备得及时换掉，防止发生电气火灾。制药车间里要贴明显的安全警示标志，电气设备旁边不能堆易燃易爆的东西。车间里还要准备好灭火器、消防栓等消防器材，并且定期检查这些器材能不能正常使用。

三、制药过程中的环保挑战

3.1 制药工业对环境的影响

制药工业生产时会向周围环境排出不少污染物，这些污染物会对空气、水、土壤等环境部分带来不同程度的影响。就空气来说，制药生产里的一些化学反应和操作步骤会散发出挥发性有机物、粉尘之类的东西。这些东西不仅会让空气变差，还可能对人的身体造成不好的影响。

从水的角度看，制药过程产生的废水里往往有浓度很高的有机物、重金属和没处理干净的药物成分。要是这些废水没经过好好处理就直接排出去，会严重破坏水里的生态系统，让水里的生物没法好好生存，也会影响水资源的持续使用。

土壤方面的问题也不能忽视，制药剩下的废渣要是没放对地方或者处理不好，里面的有害东西会渗到土壤里。这会改变土壤本身的物理和化学特性，让土壤变得没那么肥沃，也会影响土壤原本的生态作用，对农业种植产生不利的影响。

3.2 环保法规与制药行业的合规性

随着环保意识的不断提升，世界上很多国家都开始制定更严格的环保规则，用来约束制药行业的生产环节。制药公司得严格按照这些规则来，保证生产时排出去的污染物符合规定的标准。这就要求企业在开始生产前，仔细评估可能对

环境造成的影响，提前想好合理的污染治理办法。生产过程中，还得一直盯着污染物的排放情况，不能放松。另外，企业要定期把环境相关的报告交给环保部门，接受政府的检查和社会各界的监督。要是企业没遵守这些环保规则，政府会按照法律进行处理，比如罚款、让企业暂时停止生产整顿，严重的甚至会收回生产许可。这样做也是为了让制药行业都能合规生产，一起保护好生态环境。

四、绿色制药技术的应用

4.1 清洁生产技术在制药中的应用

在绿色制药的思路下，清洁生产技术在制药领域的应用，对同时实现生产过程的安全和环保优化有着很关键的作用。绿色制药的核心是在药品从研发到生产、使用再到废弃的整个周期里，尽可能降低对环境的不良影响，同时确保生产环节不出安全问题，而清洁生产技术正是达成这个目标的重要办法。

清洁生产技术的应用可以从原材料的选择和处理说起。以前制药行业常用的原材料往往污染大、消耗的能源多，现在清洁生产技术提倡用可再生、毒性小、污染少的原材料，还会通过改进提取和分离的步骤，让原材料能被更充分地利用起来。另外，在制药的反应环节，清洁生产技术也用得很多。比如调整反应时的温度、压力，或者换用更合适的催化剂，这样能让反应更有针对性，提高有用产物的产出比例，减少没用的副产物。同时，用更先进的反应设备和能精准控制工艺的系统，能把反应过程管得更细，这样既节省能源，又能减少污染物排出去。

还有溶剂的使用问题，传统制药会用很多有机溶剂，这些溶剂本身有毒，挥发后还会污染环境。清洁生产技术就推荐用水、离子液体这类更环保的溶剂，或者干脆用不用溶剂的反应技术，从一开始就减少溶剂的使用量和排放量。在药品包装这一块，清洁生产技术也有体现。比如用可降解的塑料或者纸质材料来做包装，减轻包装垃圾对环境的压力。同时，优化包装的设计，少用点包装材料，还能提高包装材料回收再利用的比例。

4.2 废物处理与资源回收技术

制药过程中会产生不同形态的废物，像固态的废弃包装、液态的生产废水以及气态的挥发性气体等。处理这些废物需要用到多种技术手段，比如物理过滤、化学中和还有生物降解等。对于固体废物，首先要做的是分类收集，之后可以根

据情况选择焚烧减量、填埋处置，或者尝试资源化利用——比如把用过的塑料药瓶回收后重新加工，做成新的包装容器或是车间用的工具零件。

液体废物的处理则要经过多道工序，先通过沉淀去除大颗粒杂质，再用过滤、活性炭吸附进一步净化，有的还会用到膜分离技术。处理后的水不一定直接排放，很多药厂会把它用到车间地面清洗、设备外部擦拭这类对水质要求不高的环节。

气体废物的治理也有专门办法，比如用吸收液溶解有害气体，或是用吸附剂固定污染物，催化转化技术还能把部分有害气体变成无害物质。

另外，从废物里回收有用东西也是很重要的一步。比如从生产废渣里提取残留的重金属、有机化合物，这些物质经过处理后能重新回到生产环节，既降低了原材料的采购成本，也减轻了废物排放对环境造成的负担。

五、安全与环保协同优化策略

5.1 制药过程安全与环保协同优化的理论基础

制药过程安全与环保协同优化的理论支撑，主要涉及系统论、控制论以及可持续发展理论这几个方向。系统论的核心是把整个制药流程看作一个完整的系统，安全和环保是其中两个关键部分，它们之间存在紧密的联系和相互影响，通过调整系统内部各要素的搭配和互动方式，让整体的效益达到更好的状态。控制论为协同优化提供了动态调整的思路，通过实时监测制药过程中与安全、环保相关的参数并及时反馈，调整生产策略和环保手段，保证系统一直处于安全且环保的运行状态。可持续发展理论则着眼于长远发展，要求制药过程在确保当前生产安全和环保达标的同时，不影响未来世代的发展，实现经济、社会和环境的协调发展。

5.2 实施协同优化的策略与方法

实施协同优化的策略与方法要从多个角度考虑。比如说，搭建一个能让信息顺畅流通的平台，把安全和环保相关的数据及时收集、传递和分析，这样就能给后续的协同优化提供数据支持。另外，还要制定一套统一的安全和环保标准，把每个环节的具体要求说清楚，让安全和环保在优化过程中保持方向一致。

引入先进的智能控制技术也很关键，用自动化的方式来调整措施，让安全和环保的办法能精准落地，还能根据实际情况随时变动。还有，得加强员工的培训，提升他们的意识，

培养那些既懂安全又懂环保的多面手，这是协同优化能推进下去的人才基础。最后，要建立一套监督和评估的办法，定期看看协同优化的效果怎么样，再根据反馈调整策略，慢慢形成不断改进的循环。

搭建信息共享平台的时候，得好好用物联网、大数据这些新技术，保证数据是准确的，而且能及时更新。统一的安全和环保标准要结合行业的特点和实际需求来定，指标要科学合理，还要跟着技术发展和法规变化调整。智能控制技术的引入要注意系统能不能和现有的生产设备、环保设施对接上，不能出现不兼容的情况。员工培训方面，要设计有针对性的课程，内容要包括安全知识、环保法规、操作技能这些，全面提升员工的能力。监督和评估机制得有一套科学的评价指标，不能只看短期的效果，也要考虑长期的影响，这样才能让协同优化一直有效推进下去。

结语

现在大家越来越看重绿色制药的理念，制药时既要保证安全又要做到环保，这不仅是行业往前走的必然方向，也关系到企业能不能尽到社会责任、能不能持续发展下去。企业可以搭建信息互通的平台，把安全和环保的标准统一起来，再用上智能控制技术，多给员工做相关培训，还要建立起能真正发挥作用的监督和评估办法。这些做法能让制药过程更安全、更环保，让企业既能赚到钱，又能对环境好。

随着技术一步步更新，相关规定也越来越完善，绿色制药在未来能有更大的发展空间。

参考文献

- [1] 陈洋. 化学制药工艺优化方式与相关问题研究[J]. 产业科技创新, 2023(04): 50-52.
- [2] 柯华东. 医药企业涉及危险化学品的本质安全策略[J]. 化工与医药工程, 2021(05): 62-66.
- [3] 李晓峰. 绿色制药理念下制药工业的环境影响评估与治理路径[J]. 环境科学与技术, 2022(07): 88-94.
- [4] 王丽娜. 制药行业清洁生产技术的创新与应用实例[J]. 清洁生产技术, 2021(03): 33-37.
- [5] 张伟. 制药废物处理与资源回收技术的最新进展[J]. 资源再生与循环利用, 2023(01): 45-50.