

制药企业通过绿色生产降低成本的可行性分析

郭少卿 李小宋 邢伟 杨明明(石药创新制药股份有限公司(河北省黄嘌呤技术创新中心),河北 石家庄 051430)

摘要:本文分析了制药企业通过绿色生产降低成本的可行性。从清洁生产技术(如绿色原料药合成技术、绿色溶剂替代技术)、节能减排技术(如能源高效利用技术、废气废水处理与资源化技术)、资源循环利用技术(如废弃物资源化利用技术、水资源循环利用技术)以及绿色包装技术(如可降解包装材料应用、轻量化包装设计)等多个方面探讨了其成本降低原理与可行性。研究表明,制药企业采用绿色生产技术不仅能有效降低生产成本,还能减少对环境的负面影响,实现经济效益与环境效益的双赢。

关键词:制药企业;绿色生产;降低成本;节能减排技术

中图分类号:F426.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5167(2025)027-0082-03

Feasibility Analysis of Cost Reduction in Pharmaceutical Enterprises through Green Production

Guo Shaoqing, Li Xiaosong, Xing Wei, Yang Mingming(Shiyoao Innovation Pharmaceutical Co., Ltd. (Hebei Huangpurine Technology Innovation Center), Shijiazhuang Hebei 051430, China)

Abstract: This paper analyzes the feasibility of cost reduction for pharmaceutical enterprises through green production. It explores the principles and feasibility of cost reduction from multiple perspectives, including cleaner production technologies (such as green active pharmaceutical ingredient (API) synthesis technology and green solvent substitution technology), energy conservation and emission reduction technologies (such as energy-efficient utilization technology and waste gas and wastewater treatment & resource recovery technology), resource recycling technologies (such as waste resource utilization technology and water recycling technology), as well as green packaging technologies (such as the application of degradable packaging materials and lightweight packaging design). The research indicates that the adoption of green production technologies by pharmaceutical enterprises can not only effectively reduce production costs but also mitigate their negative environmental impacts, achieving a win-win situation of economic and environmental benefits.

Keywords: pharmaceutical enterprises; green production; cost reduction; energy conservation and emission reduction technologies

绿色生产作为一种兼顾环境保护与经济效益的发展模式,为制药企业提供了新的发展契机。本文旨在深入剖析制药企业通过绿色生产降低成本的可行性,聚焦清洁生产技术、节能减排技术、资源循环利用技术以及绿色包装技术等多个关键领域,详细探讨各项绿色生产技术的成本降低原理与实际应用可行性。

1 清洁生产技术降低成本的可行性

1.1 绿色原料药合成技术

1.1.1 酶催化技术

①成本降低原理:传统化学催化方法往往需要较高的反应温度和压力,这不仅消耗大量能源,还会增加设备维护成本。酶催化技术在温和条件下进行反应,大幅降低了能源消耗。同时,由于酶催化反应选择性高,副产物生成少,提高了原料药的收率和纯度,减少了后续分离纯化的步骤和成本。例如,在抗生素合成中,原本可能需要多步复杂的分离纯化流程,采用酶催化后可能只需简单处理即可达到质量要求,节省

了溶剂、人力和设备使用成本。②可行性:随着生物技术的不断发展,酶的制备和稳定性控制技术日益成熟,酶的成本逐渐降低。而且,酶催化技术在制药行业的应用案例不断增多,技术可复制性强,制药企业可以相对容易地引入和应用该技术,从而实现成本降低。

1.1.2 生物发酵技术

①成本降低原理:生物发酵技术利用微生物代谢生产原料药,原料来源广泛,如常见的糖类、淀粉等,降低了原料采购成本。通过优化发酵工艺,提高微生物的发酵效率,增加了原料药的产量,摊薄了单位产品的生产成本。此外,发酵残渣的综合利用,如生产有机肥料,不仅减少了废弃物处理成本,还可能带来额外的收入。②可行性:生物发酵技术是制药行业传统的生产技术之一,企业已经积累了一定的经验和技术基础。同时,随着发酵工程技术的进步,如基因工程菌的构建、发酵过程的自动化控制等,进一步提高

了发酵效率和产品质量，使得该技术在降低成本方面具有较高的可行性。

1.2 绿色溶剂替代技术

1.2.1 水基溶剂

①成本降低原理：水作为溶剂，价格低廉且来源广泛，相比有机溶剂，大大降低了溶剂采购成本。同时，水基溶剂避免了有机溶剂的挥发和回收问题，简化了生产流程，减少了设备投资和运行成本。例如，某些水溶性药物的结晶过程采用水作为溶剂，无需配备复杂的有机溶剂回收装置，节省了设备购置和维护费用。②可行性：许多药物合成反应在理论上可以使用水作为溶剂，而且随着表面活性剂、相转移催化剂等助剂的发展，水基溶剂在药物合成中的应用范围不断扩大。制药企业可以根据自身产品特点，逐步探索和应用水基溶剂替代技术，实现成本降低。

1.2.2 离子液体

①成本降低原理：离子液体具有挥发性低、溶解性好、可循环使用等优点，可以替代传统的有机溶剂，减少溶剂的使用量和废弃物的产生。在药物萃取、分离和催化反应中，使用离子液体可以提高反应效率和选择性，减少溶剂的使用量和萃取次数，降低生产成本。而且，离子液体的循环使用进一步降低了溶剂成本。②可行性：虽然离子液体的制备成本相对较高，但随着研究的深入和规模化生产，其成本有望逐渐降低。同时，离子液体在制药领域的应用研究不断取得进展，一些企业已经开始尝试将其应用于实际生产中，具有一定的可行性。

2 节能减排技术降低成本的可行性

2.1 能源高效利用技术

2.1.1 余热回收利用技术

①成本降低原理：制药生产过程中产生的余热如果不加以利用，会造成能源的浪费。通过余热回收装置将余热回收利用，用于加热其他物料或提供生产所需的热能，可以减少对外部能源的依赖，降低燃料消耗和能源采购成本。例如，在锅炉系统中安装余热回收器，可以提高锅炉的热效率，减少燃料使用量，降低运行成本。②可行性：余热回收技术已经相对成熟，在许多工业领域都有广泛应用。制药企业可以根据自身的生产工艺和余热特点，选择合适的余热回收装置和技术方案。而且，余热回收设备的投资回报期相对较短，一般在几年内就可以收回成本，具有较高的可行性。

2.1.2 高效节能设备应用

①成本降低原理：高效节能设备如高效离心机、节能型反应釜、变频调速设备等，具有能耗低、效率

高的特点。采用这些设备可以降低设备的能耗，提高生产效率，减少生产时间和能源消耗，从而降低生产成本。例如，高效离心机相比传统离心机，可以减少分离时间和能耗，提高生产效率，降低单位产品的能耗成本。②可行性：随着节能技术的不断发展，高效节能设备的性能不断提高，价格也逐渐趋于合理。制药企业在设备更新换代时，可以选择高效节能设备，虽然设备购置成本可能相对较高，但从长期来看，可以节省大量的能源成本，具有较高的可行性。

2.2 废气废水处理与资源化技术

2.2.1 废气处理技术

①成本降低原理：制药企业产生的废气如果不经过处理直接排放，不仅会造成环境污染，还可能面临环保处罚。采用吸附、吸收、催化燃烧等技术对废气进行处理，可以减少污染物的排放，避免环保罚款。同时，回收废气中的有价值物质，如 VOCs，可以降低处理成本并带来一定的经济效益。例如，活性炭吸附技术可以将废气中的 VOCs 吸附下来，然后通过脱附再生将吸附的 VOCs 回收利用，减少了废气处理成本和原材料损失。②可行性：废气处理技术已经比较成熟，有多种处理方法可供选择。制药企业可以根据废气的成分和排放标准，选择合适的处理技术和设备。而且，随着环保要求的不断提高，企业必须对废气进行处理，采用废气处理技术不仅可以降低成本，还可以提升企业的环保形象，具有较高的可行性。

2.2.2 废水处理与回用技术

①成本降低原理：制药废水处理成本较高，如果不进行处理直接排放，会对环境造成严重污染。采用生物处理、膜分离、高级氧化等技术对废水进行处理，可以实现废水的达标排放或回用。废水回用可以减少新鲜水的使用量，降低水费支出，同时减少废水的排放量，降低污水处理成本。例如，膜生物反应器 (MBR) 技术可以高效地去除废水中的有机物和悬浮物，出水质好，可直接回用于生产过程中的清洗、冷却等环节，减少了新鲜水的采购和废水的处理成本。②可行性：废水处理与回用技术在制药行业已经有了一定的应用案例，技术逐渐成熟。虽然废水处理与回用设备的投资较大，但从长期来看，可以节省大量的水资源费用和污水处理费用，具有较高的可行性。而且，随着水资源短缺问题的日益严重，废水回用将成为制药企业可持续发展的必然选择。

3 资源循环利用技术降低成本的可行性

3.1 废弃物资源化利用技术

3.1.1 制药废渣综合利用

①成本降低原理：制药废渣如果直接填埋或焚烧，

不仅会造成资源浪费，还会增加处理成本。通过堆肥、焚烧发电、提取有用成分等方法对废渣进行处理，可以实现废渣的资源化利用。例如，将制药废渣进行堆肥处理，可以制成有机肥料，用于农业生产，减少了废渣处理成本并可能带来一定的收入；焚烧发电技术可以将废渣中的有机物燃烧产生热能，用于发电或供热，实现废渣的能源化利用，降低了能源采购成本；从废渣中提取有用的成分，如从中药废渣中提取多糖、黄酮等活性成分，用于生产保健品或药品，增加了产品的附加值。②可行性：制药废渣综合利用技术已经取得了一定的研究成果，一些企业已经开始尝试应用。虽然不同制药企业的废渣成分和性质有所不同，但可以根据废渣的特点选择合适的综合利用方法。而且，随着环保意识的提高和资源循环利用政策的推动，制药废渣综合利用具有广阔的发展前景，具有较高的可行性。

3.1.2 废包装材料回收利用

①成本降低原理：制药企业产生的废包装材料如塑料瓶、玻璃瓶、纸箱等，如果不进行回收利用，会造成资源浪费和废弃物处理成本增加。通过建立废包装材料回收体系，对回收的废包装材料进行清洗、消毒、粉碎等处理，然后将其加工成新的包装材料或其他产品，可以减少包装材料的采购成本，同时减少废弃物的处理成本。②可行性：废包装材料回收利用技术相对简单，已经在许多行业得到了广泛应用。制药企业可以与专业的回收企业合作，建立废包装材料回收渠道，实现废包装材料的回收利用。而且，随着可持续发展理念的深入人心，消费者对绿色包装的需求不断增加，采用回收利用的包装材料也有助于提升企业的品牌形象，具有较高的可行性。

3.2 中水回用技术

①成本降低原理：制药企业生产过程中需要大量的新鲜水，同时也会产生大量的废水。采用中水回用技术，将废水经过处理后回用于生产过程中的非关键环节，如设备清洗、地面冲洗等，可以减少新鲜水的使用量，降低水费支出，同时减少废水的排放量，降低污水处理成本。例如，采用反渗透、超滤等膜分离技术对制药废水进行处理，去除水中的盐分、有机物和微生物等杂质，得到的中水可以回用于生产过程，节省了大量的水资源费用。

②可行性：中水回用技术在制药行业已经有了一定的应用经验，技术逐渐成熟。虽然中水回用设备的投资较大，但从长期来看，可以节省大量的水资源费用和污水处理费用，具有较高的可行性。而且，随着水资源短缺问题的日益突出，中水回用将成为制药企

业节约水资源、降低成本的重要手段。

4 可降解包装材料降低成本的可行性

①成本降低原理：虽然可降解包装材料的采购成本可能相对较高，但从长期来看，使用可降解包装材料可以减少因包装废弃物处理不当而带来的环保风险和成本。而且，随着消费者环保意识的提高，对绿色包装的需求不断增加，采用可降解包装材料有助于提升企业的品牌形象和市场竞争力，从而可能带来更多的销售机会和利润。此外，随着技术的进步和规模化生产，可降解包装材料的成本有望逐渐降低。

②可行性：可降解包装材料的研究和开发不断取得进展，市场上已经有许多种可降解包装材料可供选择。制药企业可以根据产品的特点和市场需求，逐步引入可降解包装材料。虽然目前可降解包装材料的应用还面临一些挑战，如成本较高、性能有待提高等，但随着环保政策的推动和消费者需求的增加，其应用前景广阔，仍具有较高的可行性。

5 绿色生产降本助力企业市场经济及发展

在成本层面，绿色生产技术如清洁生产、节能减排、资源循环利用及绿色包装技术等，能从原料、能源、废弃物处理、包装等多环节降低生产成本，提高企业利润空间，增强市场竞争力，为医药市场注入更多资金活力，推动产业规模扩张。从长久发展看，绿色生产契合当下环保趋势，有助于减少制药企业对环境的负面影响，降低因环保问题引发的经营风险，保障企业可持续发展。

6 结束语

制药企业通过绿色生产降低成本不仅具有理论上的可行性，而且在实践中也展现出了巨大的潜力。随着技术的不断进步和环保政策的日益严格，绿色生产将成为制药企业未来发展的必然趋势。制药企业应积极引入和应用绿色生产技术，不断优化生产流程，提高资源利用效率，降低生产成本，同时减少对环境的负面影响，实现长久发展。

参考文献：

- [1] 沈海珠. 以绿色制药技术，提升医药行业水平 [N]. 台州日报, 2021-07-29(004).
- [2] 罗美虹, 王洪玉. 绿色制药背景下的安息香氧化实验教学改革 [J/OL]. 大学化学, 1-7[2025-06-12].
- [3] 魏长生. 对制药企业实施“绿色管理”的研究 [J]. 中国药业, 2006, 15(5):2.
- [4] 孙慧敏. 基于模糊综合评价的中药企业绿色供应链评价研究——以 H 企业为例 [D]. 南京工业大学, 2022.
- [5] 魏彦琪. 绿色技术创新对企业价值影响及作用机制研究——以鲁抗医药为例 [D]. 上海财经大学, 2022.