

化工工艺中催化剂载体材料的研究与发展

李新华（山东同成医药股份有限公司，山东 潍坊 262700）

张文英 刘爱云（山东大地盐化集团有限公司，山东 潍坊 262700）

摘要：基于催化剂载体材料在化工行业发展中起到的重要作用，需要对这一材料进行更深入的研究。通过文献研究法以及原理分析法的运用，介绍常见的催化剂载体材料，对新型催化剂载体材料的研究进展进行更全面的分析，能够加深对催化剂载体材料发展的认知，这不仅有助于开发对环境更加友好的、具有更高性能的载体材料，还能够推动化工行业的可持续性发展。

关键词：化工工艺；催化剂载体；研究发展

中图分类号：TQ426

文献标识码：A

文章编号：1674-5167(2025)022-0010-03

Research and Development of Catalyst Carrier Materials in Chemical Processes

Li Xinhua (Shandong Tongcheng Pharmaceutical Co., Ltd. Weifang Shandong 262700, China)

Zhang Wenying, Liu Aiyun (Shandong Dadi Salt Chemical Group Co., Ltd. Weifang Shandong 262700, China)

Abstract: Based on the important role played by catalyst support materials in the development of the chemical industry, further research is needed on this material. By using literature research and principle analysis methods, common catalyst support materials are introduced, and a more comprehensive analysis of the research progress of new catalyst support materials is conducted. This can deepen the understanding of the development of catalyst support materials, which not only helps to develop more environmentally friendly and high-performance support materials, but also promotes the sustainable development of the chemical industry.

Keywords: chemical process; Catalyst support; research & development

1 催化剂载体材料的作用原理分析

1.1 有效增强机械强度

催化剂载体的使用，能够让催化剂的机械强度得到进一步的提升。在具体的反应过程中，催化剂的压力承受度会得到改良，催化剂本身的稳定性和完整性都能获得大幅度的提升。譬如在固定床反应器的使用过程中，想要让机械强度达到既定要求，借此来有效抵抗气体或液体的冲刷，就需要添加足够量的反应剂。

1.2 全面分散活性组分

在催化剂载体使用的过程中，活性组分会高度分散。大部分催化剂载体都是通过增加活性组分的比表面积，来让活性位点充分暴露的。这样一来，催化剂的活性就能得到有效提升。如果能够将贵金属催化剂负载在高比表面积的载体上，那么就能够有效减少贵金属的用量，在降低生产成本的同时，让催化剂的催化性能得到进一步保障。

1.3 改变传热和传质效能

如果在催化剂使用的过程中使用更合适的载体材料，那么催化剂内部的传热和传质过程就能得到有效优化。在大部分情况下，高热导率和良好孔结构的催化剂载体材料，能够让反应物以更快的速度扩散到活性点位这能够让反应产生的热量及时散发。这就意味着催化剂在使用的过程中，不会因为温度过高而失去

活性。这能在一定程度上提升催化剂的选择性，也能从侧面提高反应的效率和质量^[1]。

2 目前常见的催化剂载体材料

2.1 无机载体研究

2.1.1 氧化硅

氧化硅是无机载体中至关重要的组成，它不仅具有良好的化学稳定性，还有高比表面积和低表面酸性。相比较其他的无机载体而言，氧化硅本身具有极为独特的孔道结构。因此只要使用不同的制备方法对氧化硅材料进行调控，就能够发生多种多样的催化反应。譬如想要在化工生产过程中，顺利达成大分子催化反应效果，就可尝试进行有序介孔氧化硅材料的运用。这类氧化硅材料的孔道结构较为规则，且比表面积较大，较适宜于进行强烈的大分子催化反应。但需要注意的是，大多数氧化硅的载体机械强度都会更低一些，因此如果反应条件较为苛刻，是很容易出现孔结构塌陷方面问题的。

2.1.2 氧化铝

在催化剂载体材料中，氧化铝的使用较为广泛。大部分氧化铝材料的机械强度都较为良好，且具有热稳定性方面的优势。由于晶型不同，因此氧化铝材料也可被划分成 α 和 γ 两个不同大类。相比较 α 类氧化铝来说， γ 类的孔结构较为丰富，高比表面积较

具优势，因此在许多催化反应中的性能表现较为优异，譬如能在石油的催化重整和加氢裂化过程中产生至关重要的作用。但需要注意的是，氧化铝载体材料的运用也不是完全无条件的。在大多数情况下，技术人员都需要建构一个碱性或强酸性的反应条件，来帮助完成催化反应。否则氧化铝材料很可能会发生结构变化，这会在一定程度上影响到催化剂的稳定。

2.2 有机聚合物载体

2.2.1 聚甲基丙烯酸甲酯

聚甲基丙烯酸甲酯是一种较为常见的有机聚合物载体，相比较其他的催化剂载体材料来说，它的化学稳定性较为良好，且透明度较高。这类材料的制备方式有很多种，技术人员即可通过悬浮聚合的方式来进行制作，又可通过乳液聚合的方式来制备。聚甲基丙烯酸甲酯在催化反应中也有一定的优势可言，但它与聚苯乙烯材料类似，在极端高温条件下的稳定性不足。除此之外，该类材料的机械强度也不理想，因此在具体的使用过程中，技术人员需要多加考虑^[2]。

2.2.2 聚苯乙烯

聚苯乙烯是有机聚合物载体中较为常见的一种，它本身具有极强的可加工性和良好的可塑性。技术人员可通过改变聚苯乙烯的功能化特性，引入各类活性基因，让聚苯乙烯材料负载不同类型的催化剂。比如将金属离子，和含有羟基和氨基的官能团聚苯乙烯进行相互配合，就能制备出具有一定催化活性的聚合物负载型催化剂。相比较其他催化剂载体而言，聚苯乙烯载体具有极为良好的亲和力，能够在一定程度上提升反应的选择性和活性。但这种有机聚合物载体的使用并不是完全无劣势的，相比较其他催化剂载体而言，聚苯乙烯的热稳定性较差，因此一旦遭遇高温反应，条件很容易分解，这在一定程度上限制了聚苯乙烯的应用。

2.3 碳基载体

2.3.1 碳纳米管

在所有的碳材料中，碳纳米管是极为独特的一种，这种独特性体现在它的一维管状结构方面。碳纳米管的导电性能较为良好，机械性能也较优秀。如果将催化剂负载在碳纳米管上，那么其性能优势和结构优势都能得到更进一步的凸显。但碳纳米管材料的使用也并不是没有缺陷的，相比较其他的碳基材料来说，碳纳米管材料的制备成本要更高一些，且现阶段并不具备大规模制备碳纳米管的技术。所以有关碳纳米管的研究，是未来的重点。

2.3.2 活性炭

活性炭是一种极为常见的碳基载体材料，它本身

具有极为丰富的微孔结构，比表面积也较为巨大，因此在使用过程中能够吸附大量反应物分子，让催化剂的活性得到有效提升。除此之外，活性炭的载体表面含有各种各样的官能团。这些羟基和羧基的官能团，能够在与活性组分发生相互作用的同时，对催化剂的性能产生一定影响。譬如在液相催化反应的过程中，使用活性炭就能取得良好的效果。活性炭材料还经常在废水处理的催化氧化反应过程中得到有效运用。但由于活性炭在反应过程中很容易遭受磨损，且其本身并不具备极高的机械强度，因此如果遭遇了强氧化环境或极高温的环境，很难保持原有结构。

2.3.3 石墨烯

石墨烯是一种二维的平面材料，完全由碳原子组成。相比较其他类型的碳基载体而言，它的热学性能和电学性能都较为优异，且比表面积较高。如果以石墨烯材料来作为催化剂的载体，就能够有效促进电子传输，并通过为活性组分提供大量负载位点的方式，有效提高催化剂的性能。由于石墨烯材料具有使用方面的优势，因此许多技术人员开始尝试在电催化和光催化领域进行石墨烯载体材料的研究。但需要注意的是，石墨烯的大规模制备，是需要提高外部条件的，且当前并未研究出更成熟稳定的石墨烯分散技术，因此想要将石墨烯载体材料广泛运用到化工生产领域，仍然还需要一定的时间。

3 当前新型催化剂载体材料的研究

3.1 复合型载体的研究

所谓复合型载体，指的是将不同性质材料杂糅在一起，组成一种新的载体材料。只有综合利用不同性质材料的优点，才能够让材料的不足得到有效克服。有些技术人员会将有机聚合物和无机材料复合到一起，借此来制备出具有高化学稳定性和良好的机械强度的材料，这类材料对有机反应物具有极高的亲和力，值得在化工生产过程中进行大范围的推广和运用。目前较为常见的复合型载体材料包括化学接枝复合材料，以及物理混合类的复合材料。当然，各类无机材料的复合，也能够产生不一样的效用。比如氧化硅和氧化铝的复合，能够让载体的孔结构和表面性质均得到有效调节，这能在一定程度上提升催化剂的性能。通过上述研究不难发现，大多数复合型载体材料都具有较为广阔的运用潜力，能够推动化工生产的发展和创新^[3]。

3.2 智能响应型载体的研究

所谓的智能响应型载体，指的是会对外界光照，温度，pH值等进行明确响应的载体材料，它们对外界的环境刺激较为敏感。因此这类载体会自主根据外

界的反应，来自主调节其本身的活性和选择性。比如在温敏性聚合物载体的使用过程中，这类材料会根据外界温度的变化进行相转变，借此来影响催化剂反应物的扩散速度以及活性位点的暴露程度。而 pH 响应型载体，则可根据外界 pH 值的变化，改变材料表面的电荷性质。因此在智能响应型载体的创新研究过程中不难发现，载体材料是可以精准控制催化剂的工作效率和活性的。这为化工生产带来了新的研究思路，这一类新型载体的运用能够解锁复杂化工反应，提升化工生产质量。

3.3 纳米结构型载体的研究

纳米技术不断发展和运用的现代社会，进行纳米结构载体材料的研究应用，有助于推动化工工业生产的发展。相比较普通的催化剂载体材料而言，纳米结构的载体具有独特的表面效应和尺寸效应，能够从侧面提升催化剂的性能。例如在纳米纤维载体运用的过程中，由于其独特的一维结构和高比表面积，在扩散和传质反应物方面能起到更显著的效果，因此能够让催化反应性能变得更加优异。纳米纤维材料的制作方式较为独特，大部分技术人员会通过静电纺丝的方式来进行制备，这能使得纳米纤维材料负载更为多样的活性组分，让其在能源催化和气体净化等领域发挥独特作用。除了纳米纤维材料之外，纳米多孔材料纳米颗粒载体也是当前催化剂载体材料研究过程中，技术人员关注的重点。进行纳米结构性载体的研究，能够推动化工工艺的发展和改革^[5]。

4 催化剂载体材料未来的发展趋势

4.1 具有环境友好的特质

在环境保护工作日益受到重视的现代社会，会对外部环境产生负面影响和危害的催化剂载体材料已然不受欢迎。因此完成环境友好型载体材料的开发和研究工作，成为当前技术人员的重要目标。想要达成环境友好型的研发目标，不仅需要尽可能提高载体材料本身的可降解性和可再生性，还需要尽可能降低材料制备过程中污染物的排放量，并有效降低能源消耗速率。譬如技术人员可尝试利用生物资源，进行催化剂载体的制备，这能在一定程度上降低其对化石资源的依赖。技术人员还可尝试研究出能循环使用的载体材料，早日实现催化剂制备和应用方面的绿色目标，这不仅能推动化工产业的发展，还能够让由于载体材料制备而导致出现的环境污染问题，得到更有效地解决^[4]。

4.2 具有更好的性能

在未来的催化剂载体材料研究过程中，技术人员将以提升催化剂载体材料性能为目标，进行改进类的研究，这能在最短时间内满足化工生产日益严格的需求。

在这一过程中，技术人员不仅需要改善孔结构的分布，还需要有效提升载体的比表面积，只有如此，才能够让活性组分与载体之间的相互作用得到进一步的增强，这能让催化剂的稳定性，活性和选择性均得到提升。除此之外，技术人员还需要研发一些具有特殊功用的载体材料，这能够让特定反应路径的载体得到有效促进，让其往高性能的方向进行更加全面的发展。

4.3 与新兴技术进行融合

在人工智能、大数据等技术不断发展与运用的现代社会，想要让催化剂载体材料的研究更贴合时代发展潮流，更能满足化工工业生产的需求，就需要将上述技术与催化剂载体材料的研发进行有效的结合。技术人员可通过计算模拟的方式，筛选出最具有使用潜能的载体材料，进行新型载体的设计。这能在一定程度上减少实验本身的试错成本，提升载体材料运用的效果和质量。工作人员可合理运用人工智能技术，收集大量与载体材料，设计制作相关的实验数据，通过建构其性能和结构之间的关系模型，来全面推进新型载体材料的研发工作。在这一过程中，技术人员也可尝试进行 3d 打印技术的运用，借此来提升催化剂载体的制备效率，让载体结构得到更为精准地控制，满足化工生产过程中载体结构个性化定制的需求。

5 结束语

总而言之，进行催化剂载体材料的创新研究是很有意义的。高性能且环境友好型的催化剂载体材料，能让化工生产的效率质量得到提升，也能让催化剂的使用性能得到更有效地优化。近年来，有关新型催化剂的研究逐步为技术人员所关注，只有不断进行创新研究尝试，才能够让催化剂载体材料的研究更贴合化工行业的发展目标。技术人员务必要对此引起重视，通过不断研究新型的催化剂载体材料，为化工行业的可持续发展提供更有力的支撑。

参考文献：

- [1] 白晴云, 韩乔, 王钰佳, 孙娜, 王海彦. 糠醛及其衍生物制备戊二醇催化剂载体研究进展 [J]. 工业催化, 2024, 32(11):24-33.
- [2] 宋财城, 陈晓贞, 等. 碳基载体负载加氢脱硫催化剂的研究进展 [J]. 化工进展, 2024, 43(S1):305-314.
- [3] 彭家瑀. 球形介孔二氧化硅催化剂载体的制备及光催化应用研究 [D]. 河南大学, 2024.
- [4] 张昂. 我国车用催化剂载体的现状及发展 [J]. 陶瓷, 2001, 000(04):15-17.
- [5] 袁华龙, 刘广清, 张茂富. 化工工艺中催化剂载体材料的研究与进展 [J]. 辽宁化工, 2024, 53(8):1261-1264.