

催化剂生产与应用 技术问答

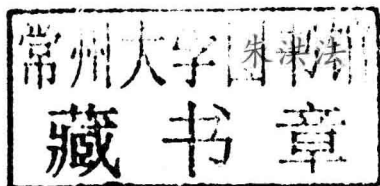
朱洪法◎编著



中国石化出版社

[HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM](http://www.sinopec-press.com)

催化剂生产与应用技术问答



编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书以问答方式介绍固体催化剂及载体的各种制备方法和应用的基本知识。全书分 12 章,分别是催化剂基础知识、催化剂物化性质、催化剂分析测试技术、催化剂评价与设计、主要工业催化剂、各类催化剂载体、固体催化剂制备工艺技术、催化剂成型技术、催化剂干燥及焙烧、催化剂还原及硫化、催化剂使用及装填、催化剂的失活与再生。共有问答 640 题。

本书可供炼油、石油化工、无机化工、高分子化工、精细化工、制药、环保及其他从事催化剂研究、生产及管理的技术人员、操作工人使用,也可供相关专业的高等院校师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

催化剂生产与应用技术问答/朱洪法编著.
—北京:中国石化出版社,2016.1
ISBN 978-7-5114-3817-1

I.①催… II.①朱… III.①催化剂-问题解答
IV.①TQ426-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 010113 号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,
或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权
必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京柏力行彩印有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 12 印张 285 千字

2016 年 1 月第 1 版 2016 年 1 月第 1 次印刷

定价:36.00 元

前 言

近几十年来，催化工艺及催化剂的研究及应用取得了极大突破，催化理论及分析测试技术也有了很大发展，使得许多新催化工艺及新催化剂获得工业化，一些重要工业催化剂也得以更新换代，取得巨大的经济效益。

尽管如此，由于催化剂涉及面极广，无论是炼油、石化、高分子材料，还是精细化工、无机化工、生物化工及环境保护等行业，许多重要工艺过程都会使用各种类型的催化剂。催化剂的形状、物化性质、所用金属活性组分及载体品种都会因所采用的催化工艺不同而有所不同。催化剂的发现及应用虽然已有数百年历史，而现有的催化理论还不能完全阐明一些催化剂的作用机理。加上催化剂品种繁多，生产工艺及配方组成又相互保密，与一般化工产品生产相比较，催化剂的生产无论是生产规模、自动化及连续化都远不如前者。目前，催化剂生产厂主要还以行业使用分工为主，生产方式也以中小企业的分散性、“作坊式”生产为主。国内虽也有一些大型自动化水平较高的催化剂生产线，但多数催化剂生产厂则是采用各种单元操作设备的灵活组合，根据催化剂订单实行间歇性生产。因此，存在着产品质量不稳

定、金属消耗量多、能源消耗高、生产强度大及对环境有污染等缺点。

本书根据国内催化剂发展现状，从催化剂生产及工业应用的角度出发，以问答方式简要解释固体催化剂及各种载体生产上的共性问题。全书共分 12 章，分别是催化剂基础知识、催化剂物化性质、催化剂分析测试技术、催化剂评价与设计、主要工业催化剂、各类催化剂载体、固体催化剂制备工艺技术、催化剂成型技术、催化剂干燥及焙烧、催化剂还原及硫化、催化剂使用及装填、催化剂的失活与再生。

作者从事催化剂研究、放大制备及工业生产数十年，但由于催化剂的特殊性和涉及行业很多，书中错误和遗漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

参加本书编写的还有朱玉霞、王永林、朱慧红等同志。

目 录

第一章 催化剂基础知识	(1)
1. 什么是催化剂?	(1)
2. 催化剂是怎样分类的?	(1)
3. 催化剂的结构层次是怎样的?	(2)
4. 什么是多相催化剂?	(2)
5. 什么是均相催化剂?	(3)
6. 固体催化剂是由哪几部分组成的?	(3)
7. 液体催化剂有哪些类型?	(4)
8. 什么是酸碱催化剂?	(4)
9. 什么是酸催化剂?	(5)
10. 什么是碱催化剂?	(5)
11. 氧化还原催化剂有什么特点?	(6)
12. 配合物催化剂有什么特点?	(6)
13. 金属催化剂有哪些类型?	(7)
14. 什么是碱金属催化剂?	(7)
15. 什么是碱土金属催化剂?	(8)
16. 什么是骨架催化剂?	(8)
17. 什么是硫化物催化剂?	(9)
18. 什么是氧化物催化剂?	(9)

19. 什么是非晶态合金催化剂?	(9)
20. 什么是再生催化剂?	(10)
21. 双功能催化剂有什么特点?	(10)
22. 什么是双金属催化剂?	(11)
23. 什么是双孔分布型催化剂?	(11)
24. 什么是共催化剂?	(11)
25. 什么是负催化剂?	(12)
26. 什么是原位催化剂?	(12)
27. 什么是合成催化剂?	(13)
28. 什么是半合成催化剂?	(13)
29. 什么是负载型固体催化剂?	(13)
30. 什么是非负载型固体催化剂?	(13)
31. 工业催化剂应有哪些基本特性?	(13)
32. 怎样表示催化剂的组成?	(14)
33. 什么是主催化剂?	(14)
34. 什么是助催化剂?	(15)
35. 什么是调变型助催化剂?	(15)
36. 什么是结构型助催化剂?	(16)
37. 什么是选择性助催化剂?	(16)
38. 什么是催化剂有效因子?	(16)
39. 什么是活性组分?	(17)
40. 载体在催化剂中起什么作用?	(17)
41. 什么是催化剂基质? 有什么作用?	(18)
42. 什么是载体效应?	(18)
43. 什么是金属载体相互作用?	(19)
44. 什么是活化能?	(19)

45. 活性中心和活性位的含义是什么?	(19)
46. 什么是均相催化剂的负载化?	(20)
47. 多相催化反应过程主要有哪些步骤?	(20)
48. 什么是化学吸附? 有什么特点?	(21)
49. 什么是物理吸附? 有什么特点?	(22)
50. 什么是吸附热, 研究吸附热有什么意义?	(22)
51. 酸碱有哪些定义?	(22)
52. 什么是固体酸碱?	(24)
53. 什么是酸强度?	(24)
54. 什么是酸量?	(25)
55. 什么是固体超强酸?	(25)
56. 什么是固体超强碱?	(26)

第二章 催化剂物化性质 (27)

1. 什么是催化剂活性? 催化剂活性有哪些表示方法?	(27)
2. 什么是催化剂的选择性? 怎样计算?	(27)
3. 什么是催化剂的稳定性?	(28)
4. 什么是催化剂的水热稳定性? 如何进行测定? ...	(28)
5. 怎样表示催化剂使用寿命?	(28)
6. 影响催化剂使用寿命有哪些因素?	(29)
7. 催化剂有哪些几何形状?	(29)
8. 怎样表示催化剂的粒度?	(30)
9. 测量催化剂粒度有哪些方法?	(30)
10. 怎样表示催化剂的粒度分布?	(31)
11. 怎样用筛分法测定催化剂颗粒直径分布曲线?	(31)

12. 催化剂的密度有哪些表示方法? (32)
13. 什么是催化剂骨架密度? (32)
14. 什么是催化剂颗粒密度? (33)
15. 什么是催化剂空隙率? (33)
16. 催化剂孔结构对催化反应有什么影响? (34)
17. 为什么要提出孔的简化模型? (34)
18. 什么是催化剂孔隙率? 怎样计算? (35)
19. 什么是催化剂的孔径? 用什么方法测定? (35)
20. 什么是催化剂的孔径分布? 怎样表示? (35)
21. 什么是催化剂比表面积? (36)
22. 怎样测定催化剂的比表面积? (37)
23. 什么是催化剂的孔体积? 怎样计算? (37)
24. 怎样用四氯化碳吸附法测定催化剂孔体积? (38)
25. 怎样用水滴定法测定催化剂孔体积? (38)
26. 怎样用汞-氮法测定催化剂孔体积? (39)
27. 用低温氮吸附容量法测定比表面积、孔结构时应
注意什么? (39)
28. 什么是催化剂的机械强度? (40)
29. 怎样测定催化剂抗压碎强度? (40)
30. 什么是催化剂磨损强度, 怎样测定? (41)
31. 什么是微球催化剂的磨损指数, 怎样测定? (41)
32. 怎样测定负载型催化剂的金属分散度? (42)

第三章 催化剂分析测试技术 (43)

1. 催化剂表征的主要内容是什么? (43)
2. 什么是热分析? 它在催化研究中有哪些应用? ... (43)

3. 什么是差热分析法? 在催化研究中有哪些应用?	(44)
4. 什么是差示扫描量热法? 有什么特点?	(44)
5. 什么是热重法? 在催化研究中有哪些应用?	(45)
6. 什么是热分析联用技术?	(45)
7. 程序升温技术在催化研究中可获取哪些信息? ...	(46)
8. 程序升温脱附技术在催化研究中有哪些应用? ...	(46)
9. 程序升温还原技术在催化研究中有哪些应用? ...	(47)
10. 程序升温氧化技术为什么是考察催化剂积炭行为的一种有效手段?	(47)
11. 程序升温硫化技术在催化研究中有哪些应用?	(48)
12. 程序升温表面反应技术在催化研究中有哪些应用?	(48)
13. 什么是显微分析法?	(49)
14. 扫描电子显微镜在催化研究中的应用如何?	(49)
15. 透射电子显微镜在催化研究中有哪些应用?	(50)
16. 分析电子显微镜在催化研究中有什么作用?	(50)
17. X 射线衍射技术在催化研究中有哪些应用?	(51)
18. X 射线荧光光谱法在催化研究中有哪些应用?	(51)
19. 红外吸附光谱技术在催化研究中有哪些应用?	(52)
20. X 射线光电子能谱在催化研究中有哪些应用?	(52)
21. 紫外光电子能谱在催化研究中有哪些应用?	(53)

22. 什么是俄歇电子能谱? 在催化研究中有哪些应用?
..... (53)
23. 什么是穆斯堡尔谱? 在催化研究中有哪些应用?
..... (54)
24. 什么是核磁共振技术? 在催化研究中有哪些应用?
..... (54)
25. 什么是电子顺磁共振? 它在催化研究中有哪些应用?
..... (55)
26. 计算机模拟在催化研究中有哪些应用? (55)
27. 什么是原位测试技术? 在催化研究中有哪些应用?
..... (56)

第四章 催化剂评价与设计 (57)

1. 怎样对工业催化剂进行实用性评测? (57)
2. 催化剂活性测定有哪些方法? (57)
3. 什么是催化剂的加速老化试验? (58)
4. 什么是催化剂的微反活性? 怎样测定? (58)
5. 什么是微分反应器? 有什么特点? (58)
6. 什么是积分反应器? 有什么特点? (59)
7. 什么是无梯度反应器? 有什么特点? (59)
8. 催化动力学研究程序一般分为哪些阶段? (60)
9. 催化动力学研究的主要目的是什么? (60)
10. 什么是本征动力学? (61)
11. 什么是催化剂初活性? (61)
12. 什么是催化剂表面有效利用率? (61)
13. 催化剂设计有哪些类型? (62)

14. 催化剂设计主要应考虑哪些因素?	(62)
15. 什么是计算机辅助设计催化剂?	(63)
16. 什么是专家系统辅助设计催化剂?	(63)
17. 催化剂工业放大有哪些方法?	(64)
18. 催化剂放大制备及试生产的前期工作应注意什么?	(64)

第五章 主要工业催化剂 (65)

1. 催化裂化催化剂有几种类型?	(65)
2. 催化裂化催化剂的性能特点是什么?	(66)
3. 合成硅酸铝催化剂如何制作?	(67)
4. 半合成硅酸铝基质分子筛催化剂如何制备?	(67)
5. 全高岭土分子筛催化裂化催化剂如何制备?	(68)
6. 催化重整催化剂有哪些类型?	(68)
7. 催化重整催化剂由哪几部分组成?	(69)
8. 催化重整催化剂有哪些制法?	(70)
9. 怎样制备铂铈重整催化剂?	(70)
10. 怎样制备铂锡重整催化剂?	(71)
11. 什么是催化重整催化剂的水氯平衡?	(73)
12. 活性氧化铝在催化重整催化剂中的作用是什么?	(73)
13. 加氢催化剂有哪些类型?	(73)
14. 加氢裂化催化剂有哪些类型?	(74)
15. 加氢裂化装置使用哪些催化剂?	(74)
16. 加氢精制过程所用催化剂有哪些类型?	(75)
17. 加氢精制催化剂的活性组分有哪些?	(76)

18. 制氢催化剂包括哪些类别? (76)
19. 烃类蒸汽转化催化剂有哪些成分组成? (77)
20. 一氧化碳低温变换催化剂的主要组成是什么?
..... (77)
21. 一氧化碳中(高)温变换催化剂的主要组成是什么?
..... (78)
22. 甲烷化催化剂的组成是什么? (78)
23. 硫黄回收催化剂有哪些类型? (79)
24. 烷基化催化剂有哪些类型? (79)
25. 异构化催化剂的组成是什么? (80)
26. 醚化催化剂有哪些类型? (80)
27. 烯烃叠合催化剂有哪些类型? (81)
28. 催化裂解制低碳烯烃催化剂有哪些类型? (81)
29. 裂解汽油加氢催化剂的活性组分是什么? (82)
30. 碳二馏分选择加氢催化剂有哪些类型? (82)
31. 碳三馏分选择加氢催化剂的活性组分是什么?
..... (83)
32. 碳四馏分选择加氢催化剂的活性组分是什么?
..... (83)
33. 乙烯氧化制环氧乙烷催化剂有哪几部分组成?
..... (84)
34. 乙烷气相氧化制乙酸乙烯酯催化剂主要组成是什么?
..... (84)
35. 流化床乙烯氧氯化制 1, 2-二氯乙烷催化剂有哪些类
型? (85)
36. 乙烯水合制乙醇催化剂的组成是什么? (85)

37. 丙烷脱氢制丙烯有哪些类型催化剂? (86)
38. 丙烯氨氧化制丙烯腈催化剂有什么特点? (86)
39. 丙烯氧化制丙烯酸催化剂的组成是什么? (87)
40. 丙烯水合制异丙醇催化剂有哪些类型? (87)
41. 丙烯和苯烷基化制异丙苯催化剂有哪些类型?
..... (88)
42. 丁烯氧化脱氢制丁二烯催化剂有哪些类型? (88)
43. 丁炔二醇加氢制 1, 4-丁二醇催化剂的活性组分是什么?
..... (89)
44. 苯和二烯烷基化制乙苯催化剂有哪些类型? (89)
45. 苯加氢制环己烷催化剂有哪些类型? (90)
46. 甲苯歧化与烷基转移催化剂有哪些类型? (90)
47. 二甲苯异构化催化剂有哪些类型? (91)
48. 乙苯脱氢制苯乙烯催化剂的活性组分是什么?
..... (91)
49. 邻二甲苯氧化制苯醛催化剂的活性组分是什么?
..... (92)
50. 苯或正丁烷氧化制顺酐催化剂的活性组分是什么?
..... (92)
51. 环己醇脱氢制环己酮催化剂有哪些类型? (93)
52. 精制对苯二甲酸用钨炭催化剂是怎样制取的? (93)
53. 氨合成催化剂的活性组分有哪些变化? (94)
54. 氨氧化制硝酸的网状催化剂是怎样制取的? (94)
55. 中低压合成甲醇催化剂是怎样制取的? (94)
56. 乙炔法合成氯乙烯催化剂主要存在问题是什么?
..... (95)

- 57. 聚乙烯催化剂有哪些类型? (95)
- 58. 聚丙烯催化剂有什么特点? (96)
- 59. 什么是保护剂? (97)
- 60. 怎样选择和订购保护剂? (97)

第六章 各类催化剂载体 (99)

一、氧化铝 (99)

- 1. 氧化铝有哪些晶型? (99)
- 2. 各种氧化铝的晶型和性质是怎样的? (99)
- 3. 什么是活性氧化铝? (99)
- 4. 氢氧化铝有哪些类型? (100)
- 5. 三水氧化铝有几种变体? (101)
- 6. 三水铝石有什么特性? (102)
- 7. 拜耳铝石有什么特性? (102)
- 8. 诺水铝石有什么特性? (102)
- 9. 一水氧化铝有哪些变体? (103)
- 10. 一水硬铝石有什么特性? (103)
- 11. 一水软铝石有什么特性? (103)
- 12. 拟薄水铝石有什么特性? (104)
- 13. 氧化铝水合物的热转化过程是怎样的? (104)
- 14. 怎样区别低温氧化铝及高温氧化铝? (104)
- 15. α -氧化铝有什么结构特性及用途? (106)
- 16. γ -氧化铝及 η -氧化铝有什么结构特性及用途?
..... (106)
- 17. β -氧化铝有什么结构特性及用途? (107)
- 18. 什么是酸法制备氧化铝? (107)

19. 什么是碱法制备氧化铝?	(108)
20. 什么是碳酸法制备氧化铝?	(108)
21. 怎样用醇铝法制备活性氧化铝?	(108)
22. 怎样用碱法制备活性氧化铝?	(109)
23. 怎样用酸法制备活性氧化铝?	(109)
24. 中和条件对硫酸铝法制备拟薄水铝石有什么影响?	(110)
25. 怎样用快速脱水法制备高比表面积氧化铝粉?	(111)
26. 碳化法制备氢氧化铝应注意哪些技术问题?	(111)
27. 怎样由拟薄水铝石为铝源合成中孔氧化铝?	(112)
28. 酸法或碱法哪些制备条件会对氢氧化铝性能产生影响?	(113)
29. 氧化铝的 L 酸及 B 酸中心是怎样形成的?	(113)
30. 控制氧化铝的孔结构有哪些方法?	(114)
31. 哪些材料可对氧化铝进行改性?	(114)
32. 怎样用二氧化硅对氧化铝进行改性?	(115)
33. 怎样用稀土氧化物对氧化铝进行改性?	(115)
34. 为什么要用 TiO_2 对 Al_2O_3 进行改性?	(115)
35. 氟对氧化铝改性有哪些作用?	(116)
36. 怎样制备 $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ 载体?	(116)
37. 氧化铝载体的一般选用方法是怎样的?	(117)
二、分子筛	(118)
1. 什么是沸石? 有哪些类型?	(118)
2. 沸石为什么具有筛分分子的作用?	(118)
3. 什么是沸石分子筛及非沸石分子筛?	(119)

4. 分子筛有哪些命名方法?	(119)
5. 天然沸石怎样进行工业加工?	(120)
6. 沸石用作催化剂载体有哪些形式?	(120)
7. 丝光沸石有什么特性?	(121)
8. 常见沸石分子筛的化学组成怎样表示?	(121)
9. 沸石分子筛有哪些结构层次?	(122)
10. 沸石分子筛有哪些吸附特性?	(122)
11. 沸石分子筛有哪些离子交换特性?	(123)
12. 沸石分子筛的酸性可从哪些途径获得?	(123)
13. 沸石分子筛有哪些催化特性?	(124)
14. 什么是层柱状分子筛?	(125)
15. 交联黏土有哪些特性及应用?	(125)
16. 什么是介孔分子筛?	(126)
17. 什么是纳米分子筛? 有什么特点?	(126)
18. 合成沸石分子筛有哪些方法?	(127)
19. 什么是水热合成法制备沸石分子筛?	(127)
20. 什么是碱处理法制备沸石分子筛?	(128)
21. 合成沸石分子筛时的晶化机理是什么?	(128)
22. 合成沸石分子筛时所用模板剂有哪些类型?	(129)
23. 沸石分子筛怎样进行改性?	(129)
24. A 型分子筛怎样制法?	(130)
25. X 型分子筛怎样制法?	(130)
26. 怎样制备 Y 型分子筛?	(131)
27. 制备 A、X、Y 型分子筛过程中需要注意哪些影响 因素?	(133)
28. 什么是导向剂? 怎样制备?	(135)