

炼油装置技术问答丛书

加氢精制装置 技术问答

史开洪 主 编
艾中秋 副主编



中国石化出版社

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

责任编辑 黄彦芬
责任校对 王 红 丁亚玲
封面设计 北京精美实华广告中心

炼油装置技术问答丛书

常减压蒸馏装置技术问答
催化裂化装置技术问答 (第二版)
加氢裂化装置技术问答
润滑油生产装置技术问答
催化重整装置技术问答 (修订版)
加氢精制装置技术问答

ISBN 978-7-80229-216-1



9 787802 292161 >

定价 35.00 元

炼油装置技术问答丛书

加氢精制装置技术问答

史开洪 主 编
艾中秋 副主编

中国石化出版社

内 容 提 要

本书从生产实际出发,以问答的方式详细介绍了加氢精制装置操作人员应知应会的基本知识、操作技术和分析处理事故的基本方法。主要内容包括:加氢基础知识、加氢精制催化剂、加氢精制装置的操作、加氢精制装置的开停工、加氢精制装置的设备、事故处理、安全环保以及仪表和电气等。

本书可作为加氢精制装置的生产管理人员、技术人员、操作人员的岗位培训教材,也可供相关院校的师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

加氢精制装置技术问答/史开洪主编.
—北京:中国石化出版社,2007
(炼油装置技术问答丛书)
ISBN 978-7-80229-216-1

I.加… II.史… III.石油炼制-加氢精制-
化工设备-问答 IV.TE624.4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 135343 号

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.cn

北京精美实华图文制作中心排版

河北天普润印刷厂印刷

全国各地新华书店经销

*

850×1168 毫米 32 开本 13.875 印张 314 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

定价:35.00 元

前 言

为了满足我国炼油事业快速发展的需求，中国石化出版社组织编写《炼油装置技术问答丛书》，《加氢精制装置技术问答》是其中的一本。加氢精制技术是石油炼制技术的重要组成部分，使用的原料主要是中轻质馏分油，是目前改善和提高石油产品质量的主要手段之一。

20世纪90年代，环保问题越来越受到世界各国的重视，发达国家先后推出了高质量的清洁燃料标准，并分阶段逐年提高。而我国庞大的消费市场对轻质油品及中间馏分油的需求量逐年增加，尤其是近几年快速发展的农业、汽车工业和航空运输业，对各种燃料油的消费量增加很快，同时，我国的汽油和柴油质量标准也在不断升级，并逐步向国际先进标准靠拢。清洁燃料的推广和普及已提到议事日程，加氢技术已成为生产清洁燃料的重要技术。

经过抚顺石油化工研究院(FRIPP)、石油化工科学研究院(RIPP)和其他大专院校的多年研究，在加氢精制的基础理论、催化剂研制、加氢工艺开发等方面取得了比较大的成绩，也陆续出版了一批关于加氢精制技术的指导性书籍。这些书籍侧重于理论的研究，对实际操作方面讲述较少。《加氢精制装置技术问答》一书着重实际操作，辅以理论知识的学习，以技术问答的形式介绍了加氢精制技术的相关知识。本书可以满足岗位职工的培训和一线技术人员的学习，可以作为炼油企业加氢精制

装置的培训参考书。

本书由史开洪主编，由艾中秋、潘勇、贺晓军、王晓哲、陈觉明、黄叔儒等共同编写并审校。由于我们的水平有限，经验不足，知识的涵盖面不很全面，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2006年8月

目 录

第一章 加氢反应基础	(1)
1. 什么是石油馏分?	(1)
2. 什么是油品的馏程? 有何意义?	(1)
3. 国内原油和中东原油相比各有何特点?	(2)
4. 石油馏分中各族烃类有什么分布规律?	(2)
5. 石油馏分烃类组成如何表示?	(2)
6. 什么是不饱和烃?	(3)
7. 什么叫烷烃? 如何表示?	(3)
8. 什么叫烯烃? 如何表示?	(3)
9. 原油中硫以什么形态存在? 各形态的含硫化合物的分布 有何特点?	(3)
10. 原油中氮以什么形态存在? 分布规律是什么?	(4)
11. 原油中氧以什么形态存在? 在不同馏分中如何分布?	(4)
12. 石油馏分中芳烃有哪些分布特点?	(5)
13. 油品的商品牌号是如何划分的?	(5)
14. 测试油品馏分的方法主要有哪些?	(5)
15. 什么是油品的凝点? 凝点的测定方法?	(6)
16. 什么是油品的相对密度和密度? 有何意义?	(6)
17. 什么是原料油的残炭? 它是怎么生成的?	(7)
18. 什么是油品的粘度? 有何意义? 与温度压力的关系如何? 什么是油品的粘温性质?	(7)
19. 油品的残炭如何测定(康氏残炭法)?	(8)
20. 什么是油品的闪点? 有何意义?	(9)
21. 什么是油品的燃点? 什么是油品的自燃点?	(9)
22. 什么叫油品的浊点、冰点、倾点和凝点?	(10)
23. 什么是油品的酸度和酸值?	(10)
24. 什么是溴价? 油品的溴价代表什么?	(10)

25. 什么叫做汽油辛烷值?	(10)
26. 什么叫做马达法辛烷值和研究法辛烷值?	(11)
27. 什么是油品的平均沸点? 平均沸点有几种表示方法?	(12)
28. 反映油品热性质的物理量有哪些?	(12)
29. 加氢精制的定义是什么?	(13)
30. 加氢精制脱硫反应主要有哪些?	(13)
31. 加氢精制脱氮反应主要有哪些?	(14)
32. 加氢精制脱氧反应主要有哪些?	(14)
33. 加氢精制不饱和烃加氢饱和反应主要有哪些?	(15)
34. 在各种加氢精制反应中, 其反应速度大小有什么规律?	(15)
35. 脱硫反应特点是什么?	(15)
36. 根据油品分子结构分析碱性氮化物和苯并硫化物脱除速度慢的原因是什么?	(17)
37. 简述 4,6 - DMDBT 的加氢脱硫的可行途径?	(17)
38. 压力对加氢反应有何影响?	(18)
39. 温度对加氢反应有何影响?	(19)
40. 什么叫氢油比?	(19)
41. 氢油比对加氢反应有什么影响?	(20)
42. 什么叫空速? 空速对反应操作有何影响?	(20)
43. 氢分压对加氢反应有什么影响?	(20)
44. 有哪些途径可提高反应系统中的氢分压?	(21)
45. 影响反应深度的因素有哪些?	(21)

第二章 催化剂

1. 什么是催化剂? 催化剂作用的基本特征是什么?	(22)
2. 什么叫多相催化剂作用? 什么叫多相催化反应? 什么状态下能使反应处于接近理想和高效状态?	(22)
3. 什么是活化能? 活化能大小对化学反应有何影响?	(22)
4. 催化剂由哪几部分组成? 有何作用?	(23)
5. 催化反应的过程有哪几步? 常规操作可调整的有哪些?	(23)
6. 什么是催化剂活性? 活性表示方法有哪些?	(24)
7. 催化剂初期和末期相比较有什么变化? 为什么?	(24)
8. 什么是催化剂失活? 失活的原因有哪些?	(24)

9. 什么是催化剂的选择性? (25)
10. 如何评价催化剂强度的好坏? (25)
11. 加氢催化剂积炭的机理及规律? (26)
12. 什么是催化剂的比表面? 简述比表面的重要性。 (26)
13. 什么是催化剂的平均孔径? 孔径大小对反应有何影响? (26)
14. 什么是催化剂的孔容? (27)
15. 如何评价催化剂的活性? (27)
16. 什么是催化剂的堆积密度? (27)
17. 催化剂应具备哪些稳定性? (27)
18. 加氢精制催化剂表征包括哪些内容? (27)
19. 催化剂载体有什么作用? (28)
20. 助催化剂有哪些作用? (28)
21. 催化剂活性与微孔孔径的关系是什么? (28)
22. 催化剂表面积反映催化剂哪些性能及如何测定? (29)
23. 加氢催化剂活性金属有何特点? (29)
24. 催化剂的活性与选择性之间的关系是怎样的? (29)
25. 什么是催化剂的比表面? (30)
26. 如何表示催化剂的密度? (30)
27. 催化剂的孔分布、比孔容对催化剂有什么影响? (30)
28. 影响催化剂装入量的因素是什么? (31)
29. 催化剂预硫化前为什么要进行催化剂干燥脱水? (32)
30. 加氢催化剂干燥时的主要注意事项有哪些? (32)
31. 在催化剂干燥过程中为什么要用氮气介质, 而不使用氢气介质? (32)
32. 为什么新催化剂升温至 150℃ 以前, 应严格控制 10~15℃/h 的升温速度? (33)
33. 什么是催化剂的预硫化? (33)
34. 加氢精制催化剂为什么要预硫化? (33)
35. 催化剂预硫化时为什么要先预湿? (34)
36. 催化剂预硫化过程的注意事项是什么? (34)
37. 为什么催化剂预硫化时, 在硫化氢未穿透之前, 床层温度不能高于 230℃? (35)

38. 催化剂的预硫化有几种? (35)
39. 在催化剂预硫化时, 怎样选择硫化油? (35)
40. 二甲基二硫(DMS)有何危害及如何预防? (35)
41. 预硫化过程为什么要严格控制循环氢的露点? (36)
42. 预硫化终止的标志是什么? (36)
43. 为什么要计量硫化阶段水的生成量? 如何操作? (36)
44. 预硫化过程中, 注入的硫消耗在哪些地方? (36)
45. 影响催化剂硫化的因素有哪些? (36)
46. 开始注硫的温度对催化剂活性的影响有哪些? (37)
47. 器内硫化温度对硫化结果有什么影响? (37)
48. 催化剂预硫化压力对活性有什么影响? (37)
49. 不同硫化油与催化剂活性的关系如何? (38)
50. 如何选用硫化剂? (38)
51. 新旧催化剂开工进油有何区别? (39)
52. 衡量催化剂硫化好坏的标志, 除硫含量外, 和生成水等有关吗? (39)
53. 加氢催化剂进行初活稳定的目的是什么? (39)
54. 加氢精制催化剂使用时应注意什么问题? (40)
55. 催化剂装填分为哪几种形式? 有何区别? (40)
56. 如何根据原料性质选择催化剂装填方法和形状? (41)
57. 布袋装填时如何防止催化剂破碎? (41)
58. 最底层催化剂装填时先装瓷球, 有何要求? 反应器最上层瓷球装填有何要求? 为什么? (41)
59. 没有侧面卸料口的反应器, 每床层中间设有卸料管, 该卸料管内装填有何要求, 为什么? (42)
60. 如何调整密相装填的速度? 对催化剂密度有何影响? (42)
61. 如何评价催化剂强度的好坏? (42)
62. 催化剂装填以前, 对反应器及内构件检查有哪些项目? (43)
63. 密相装填时, 催化剂装填密度和料面形状是如何调节的? (43)
64. 如何评价催化剂装填质量的重要性? (44)
65. 简述反应器催化剂的装填操作步骤。 (45)

66. 从反应器卸出催化剂有几种方法? (45)
67. 未再生的催化剂卸出时应注意什么? (45)
68. 如何进行未再生催化剂的卸剂操作? (46)
69. 催化剂不需要再生的停工与需要再生的停工
处理过程有何异同? (47)
70. 什么叫催化剂中毒? (47)
71. 催化剂中毒分为几类? (48)
72. 水对催化剂有何危害? (48)
73. 什么叫催化剂结焦? 如何防止? (48)
74. 失活过程各个阶段有什么特点? (48)
75. 导致催化剂失活的因素有哪些? (49)
76. 催化剂为什么要再生? (49)
77. 催化剂再生时为什么要控制氧含量? (50)
78. 催化剂再生过程中, 过高的再生温度可能对
催化剂造成什么影响? (50)
79. 加氢精制催化剂再生形式有哪几种? 各有何
优缺点? (50)
80. 加氢精制催化剂器内再生过程中, 为什么要注氨、
注碱、注水? (51)
81. 催化剂再生的方式有哪两种? 对比优缺点,
现使用哪种方式? (51)
82. 催化剂器外再生工艺流程是怎么样的及如何控制? (51)
83. 在外观上如何判别催化剂再生质量的好坏? (52)
84. 催化剂再生后应做哪些分析和评价工作? (52)
85. 催化剂器外预硫化有什么好处? 存在什么问题? (52)
86. 羰基镍有什么危害? (53)
87. 根据催化剂床层中油品扩散速度公式, 加氢精制
动力学有什么特征? (53)
88. 什么叫甲烷化反应? 对反应操作有何危害? (54)
89. 什么是液体的径向分布? 什么是轴向分布? 影响流体
径向分布的因素有哪些? (54)
90. 流体分布为什么会影响床层温度的分布和
产品的质量? (55)

91. 为什么说流体的初始分布是影响流体径向分布的最关键因素?	(55)
92. 什么是边壁效应? 催化剂径向空隙率分布有什么规律? 如何降低边壁效应?	(55)
93. 催化剂床层形成热点的原因有哪些?	(55)
94. 催化剂床层径向温差对反应操作有何影响?	(56)
95. 引起催化剂床层径向温差的原因和后果是什么?	(56)
96. 加氢深度脱硫与催化剂失活的关系是什么?	(57)
97. 加氢保护剂开发的总体原则是什么?	(57)
98. 加氢保护剂的作用是什么?	(58)
99. 反应器内保护剂装填有何特点?	(58)
100. 催化剂制备方法有哪几种? 优缺点是什么? 现今常用的是哪种?	(58)
101. 催化剂的典型制备方法是什么?	(59)

第三章 加氢精制装置的操作

(60)

第一节 反应系统的操作

(60)

1. 加氢精制的特点是什么?	(60)
2. 汽油加氢精制的作用是什么?	(60)
3. 煤油加氢的作用是什么?	(60)
4. 柴油加氢精制的作用是什么?	(61)
5. 加氢精制装置采用热高分流程有什么优缺点?	(61)
6. 在加氢反应过程中, 除去各类不同的杂质有不同的难度, 这些规律是怎样的?	(62)
7. 原料油性质对柴油加氢精制有什么影响?	(62)
8. 原料油性质对反应温升有何影响?	(62)
9. 二次加工柴油与直馏柴油性质上有何差异?	(63)
10. 氢气在加氢精制反应中起什么作用?	(63)
11. 加氢氢气循环的作用与重整有什么不同?	(63)
12. 循环氢在加氢反应中的主要作用是什么?	(63)
13. 氢纯度高低对加氢精制耗氢有何影响?	(63)
14. 加氢精制反应对循环氢浓度有何要求? 对反应操作有何影响?	(64)
15. 加氢精制氢气消耗在哪几个方面?	(64)

16. 何为化学耗氢？	(64)
17. 什么是氢气的溶解损失？	(64)
18. 加氢反应系统的开工步骤有哪些？	(65)
19. 正常操作中提高加氢反应深度的措施有哪些？ 以哪个为主？	(65)
20. 如何控制反应温度？	(65)
21. 各主要操作参数对加氢处理反应的影响如何？	(65)
22. 炉前混氢和炉后混氢各有什么特点？	(66)
23. 氢分压对加氢反应有何影响？	(66)
24. 如何提高氢分压？	(66)
25. 加氢精制过程中生成的硫化氢、氨、水 是如何脱除的？	(66)
26. 加氢装置规定的升温速度和降温速度各是多少？ 升降温的速度过快有何影响？	(67)
27. 含硫化合物对石油加工过程有什么危害？	(67)
28. 装置使用氮气有什么作用？	(67)
29. 反应系统为什么要进行抽空和氮气置换？ 置换后含氧量控制多少？	(68)
30. 加氢精制装置分几个系统？各系统的作用是什么？	(68)
31. 原料油缓冲罐的作用是什么？	(68)
32. 如何做好原料油缓冲罐的操作？	(68)
33. 影响原料油缓冲罐液位的因素有哪些？如何调整？	(69)
34. 原料油缓冲罐压力一般控制指标是多少？ 其压力过低时有何危害？	(69)
35. 原料油缓冲罐界面控制指标是多少？其界面 过高时有何危害？	(69)
36. 原料油为什么要采取气体保护措施？	(70)
37. 原料油为什么要过滤？	(70)
38. 原料油为什么要脱水？	(70)
39. 为什么要注入阻垢剂？	(70)
40. 合理控制冷高压分离器液位的作用是什么？	(71)
41. 合理控制冷高压分离器界面有什么作用？	(71)
42. 加氢精制高压分离器起什么作用？	(71)

43. 冷高压分离器进料温度高于 45℃有何危害? (71)
44. 高分液面是如何控制的? 高分液位波动过高
对系统有何影响? (72)
45. 低分压力是如何控制的? 低分压力波动对系统
有何影响? (72)
46. 冷高分界面是如何控制的? 冷高分界面过高对
系统有何影响? (72)
47. 低分界面是如何控制的? 低分界面过高对系统
有何影响? (72)
48. 低分液面是如何控制的? 低分液面过高对系统
有何影响? (72)
49. 冷高分液面超高或过低(压空)对操作有什么危害?
怎样防止? (73)
50. 冷低分的作用是什么? (73)
51. 加氢装置的急冷氢有何作用? 正常操作时,
使用急冷氢应注意什么? (73)
52. 加氢反应系统为什么要在高压空冷前注入脱盐水? (73)
53. 为什么控制高压空冷出口温度? (74)
54. 如何合理控制加氢装置的反应温度? (74)
55. 如何合理控制加氢装置的反应压力? (74)
56. 如何合理控制加氢装置的空速? (75)
57. 合理控制加氢装置的氢油比的作用是什么? (76)
58. 如何保护加氢装置的催化剂活性? (76)
59. 如何合理控制加氢装置的循环氢纯度? (77)
60. 为什么要严格控制反应器入口温度? 为什么正常
生产中调整反应进料量时, 应以先提量后提温、
先降温后降量为原则? (77)
61. 为什么要控制反应器床层温度? 怎样控制? (78)
62. 为什么要监测反应器压差? 它有什么意义? (78)
63. 监测反应器压降的意义及如何监测? (78)
64. 加氢精制装置中产品质量的影响因素是什么?
如何调整? (79)
65. 引起加氢反应器压降增加的因素及措施是什么? (80)

66. 改造国内柴油加氢精制装置, 实现超低硫柴油生产的途径有哪些?	(81)
67. 降低加氢装置能耗有哪些措施?	(82)
68. 影响反应器入口温度的主要因素及处理方法是什么?	(82)
69. 影响反应器催化剂床层温升波动的主要因素及处理方法是什么?	(84)
70. 临氢系统压差波动的原因及处理方法是什么?	(84)
71. 热高压分离器液位波动的原因及处理方法是什么?	(85)
72. 热高分入口温度波动的原因及处理方法是什么?	(85)
73. 装置进料量过低有什么危害?	(85)
第二节 分馏系统的操作	(86)
1. 缓蚀剂的作用机理是什么?	(86)
2. 脱硫化氢汽提塔顶为什么要注缓蚀剂?	(86)
3. 脱硫化氢汽提塔为什么要吹入过热蒸汽?	(86)
4. 脱硫化氢汽提塔的吹汽量控制指标是多少? 过热蒸汽的吹入量大小对汽提效果有何影响?	(87)
5. 如何合理控制脱硫化氢汽提塔的塔顶压力?	(87)
6. 如何合理控制脱硫化氢汽提塔的进料温度?	(87)
7. 如何合理控制脱硫化氢汽提塔回流罐?	(87)
8. 产品分馏塔塔底液面波动对装置的影响?	(88)
9. 如何调节产品分馏塔塔顶温度?	(88)
10. 如何确保产品分馏塔塔顶压力的稳定?	(88)
11. 如何做好分馏塔顶回流罐的操作?	(88)
12. 精制柴油溴价偏高的原因是什么? 如何处理?	(89)
13. 精制柴油硫含量偏高的原因是什么? 如何调整?	(89)
14. 精制柴油含氮量偏高的原因是什么? 如何调整?	(90)
15. 分馏塔顶温度波动的原因是什么? 如何调整?	(90)
16. 分馏塔底温度波动的原因是什么? 如何调整?	(90)
17. 分馏塔顶压力波动的原因是什么? 如何调整?	(91)
18. 脱硫化氢汽提塔进料温度波动的原因是什么? 如何处理?	(91)
19. 脱硫化氢汽提塔压力波动的原因是什么? 如何处理?	(91)
20. 精制柴油闪点不合格的原因是什么? 如何处理?	(92)

21. 精制柴油腐蚀不合格的原因是什么? 如何处理?	(92)
22. 分馏塔底液面波动的原因是什么? 如何处理?	(93)
23. 塔板上有哪些不正常现象? 如何防止?	(93)
24. 调节阀有故障时, 如何改副线操作?	(93)
25. 如何进行副线阀改调节阀控制的操作?	(93)
26. 在切水过程中, 应如何操作切水阀?	(94)
27. 如何选用压力表?	(94)
28. 加热炉燃料压力控制阀采用气开阀, 为什么?	(94)
29. 热高分液控调节阀为何采用气开阀?	(94)
30. 发生安全阀起跳后, 如何处理?	(94)
31. 阀门为何不能速开速关?	(95)
第三节 脱硫及溶剂再生系统的操作	(95)
1. 什么叫吸收和解吸?	(95)
2. 硫化氢有哪些化学性质?	(96)
3. 目前脱硫溶剂的品种有哪些?	(96)
4. 脱硫溶剂的选用依据有哪些?	(96)
5. 醇胺类脱硫剂的特点有哪些?	(96)
6. 复合型甲基二乙醇胺(MDEA)溶剂与传统的 其他醇胺脱硫剂(MEA、DEA、DIPA)相比 其主要特点是什么?	(97)
7. 甲基二乙醇胺(MDEA)有什么危害?	(97)
8. 甲基二乙醇胺(MDEA)脱硫的原理是什么?	(97)
9. 脱硫装置使用高效复合脱硫剂有哪些主要特性? 使用 过程中怎样维护? 有哪些指标?	(98)
10. 温度对脱硫有什么影响?	(98)
11. 压力对脱硫有什么影响?	(99)
12. 胺液循环量如何控制?	(99)
13. 如何控制合理的贫液温度?	(100)
14. 如何控制脱硫系统的 MDEA 浓度?	(100)
15. 溶剂再生塔底重沸器的蒸汽流量如何进行调节?	(100)
16. 配制胺液或向系统内补液时为什么要用除氧水, 而不用过滤水?	(100)
17. 怎样防止甲基二乙醇胺氧化、变质?	(100)

18. 配制胺液浓度的计算公式是什么? (101)
19. 胺液配制有哪些步骤? (101)
20. 溶剂吸收和解析的条件有什么不同? (101)
21. 为什么要在加氢装置内设脱硫系统? (101)
22. 溶剂再生装置开工转入正常生产后, 需检查和确保
哪些参数的正常以保证正常生产? (102)
23. 影响溶剂再生塔再生效果的主要因素有哪些? (102)
24. 溶剂再生塔重沸器的温度控制对装置生产有何影响? (102)
25. 脱硫塔内溶剂起泡的现象有哪些? (102)
26. 为了减少溶剂损失, 脱硫系统设计中采用哪些措施? (102)
27. 脱硫系统的防腐措施有哪些? (103)
28. 为什么设富液闪蒸罐? 富液闪蒸罐顶对
罐顶闪蒸出的气体如何处理? (103)
29. 溶剂再生塔底温度的主要影响因素是什么? 有何影响? ... (104)
30. 再生塔顶温度如何控制? 顶温高低有何影响? (104)
31. 溶剂再生装置停工吹扫时应注意什么问题? (104)
32. 在胺储罐顶通入氮气形成氮封保护的目的是什么? (104)
33. 再生后贫液中 H_2S 含量超高的原因是什么?
如何处理? (104)
34. 再生塔顶回流量过大的原因是什么? (105)
35. 在胺液浓度正常范围内, 胺液循环量与
浓度存在什么关系? (105)
36. 温度对燃料气脱硫塔有何影响? (105)
37. 影响脱硫效果的主要因素有哪些? (105)
38. 影响燃料气脱硫塔液位的因素有哪些?
应做哪些相应调节? (106)
39. 燃料气以及低分气脱硫效果差的原因是什么?
采取哪些处理办法? (106)
40. 以低分气脱硫塔、燃料气脱硫塔为例简述冷胺
循环的步骤, 如何进行热胺循环? (107)
41. 脱硫系统开工步骤有哪些? 如何进行正常停工? (107)
42. 脱硫剂中有机物污染物的主要来源有哪些? 解决溶液
污染的可能途径有哪些? (108)