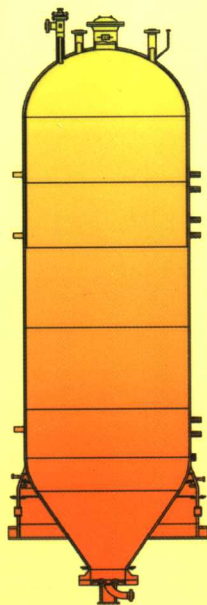


石油化工设备技术问答丛书

焦化装置焦炭塔 技术问答

徐成裕 邓新军 傅钢强 编著
吕碧超 主审

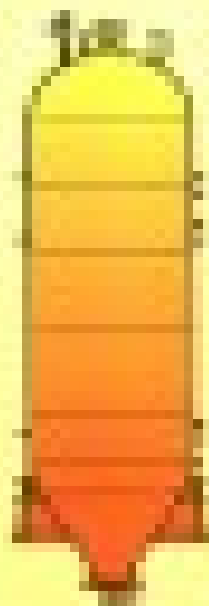


中国石化出版社

百炼成钢 百炼成钢 百炼成钢

焦化装置焦炭塔 技术问答

编著者：冯金明 冯金明 冯金明 冯金明
冯金明 冯金明 冯金明 冯金明



中国石化出版社

石油化工设备技术问答丛书

焦化装置焦炭塔技术问答

徐成裕 邓新军 傅钢强 编著
吕碧超 主审

中国石化出版社

内 容 提 要

本书系统总结了延迟焦化生产、应用的最新进展和成果,充分反映了延迟焦化生产的基本理论、生产工艺技术、设备规格技术标准以及设备使用维护知识。

本书分工艺和设备两大部分,工艺部分论述烃类热反应机理、焦炭塔塔内的反应机理、延迟焦化主要的工艺参数、焦化生焦周期、消泡剂使用、冷焦各操作步骤及焦炭塔焦高和空速的计算等。设备部分着重论述了焦炭塔的选材、制造、检测及焦炭塔的特殊性。

本书内容翔实,具有系统性、完整性和实用性,是广大延迟焦化科技人员包括科研、生产、设计等专业人员的参考书,是延迟焦化生产一线操作人员的必备读物。

图书在版编目(CIP)数据

焦化装置焦炭塔技术问答/徐成裕,邓新军,傅钢强编著.
—北京:中国石化出版社,2005
(石油化工设备技术问答丛书)
ISBN 7-80164-868-4

I.焦… II.①徐… ②邓… ③傅… III.①炼焦-机械
设备-问答 ②焦炭塔-问答 IV.TQ520.5-44②TE969-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 090617 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

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 32 开本 3.25 印张 64 千字
2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
定价:8.00 元

石油化工设备技术问答丛书

管式加热炉技术问答(第二版)	螺杆泵技术问答
实用机械密封技术问答(第二版)	齿轮泵技术问答
泵操作与维修技术问答(第二版)	高速泵技术问答
离心式压缩机技术问答(第二版)	磁力泵技术问答
压力容器制造技术问答	螺杆式压缩机技术问答
带压堵漏技术问答	离心式风机技术问答
汽轮机技术问答	轴流式风机技术问答
石化管道安装设计实用技术问答	板框过滤机技术问答
往复式压缩机技术问答(第二版)	转鼓过滤机技术问答
石化工艺及系统设计实用技术问答	皮带运输机技术问答
设备润滑技术问答	搅拌设备技术问答
塔设备技术问答	设备状态监测技术问答
固定式反应器技术问答	催化反应器、再生器技术问答
换热设备技术问答	焦化焦炭塔技术问答
空气冷却器技术问答	连续重整反应再生设备技术问答
压力容器管理技术问答	催化烟机-主风机组技术问答
钢制圆筒形压力容器技术问答	炼油气体压缩机技术问答
常压焊接储罐技术问答	乙烯裂解炉技术问答
气柜技术问答	化肥转化炉技术问答
火炬技术问答	化肥尿素高压设备技术问答
塔器、储罐基础技术问答	化肥氨合成塔技术问答
油罐技术问答	化肥废热锅炉技术问答
球形储罐技术问答	防爆电动机技术问答
设备腐蚀与防护技术问答	变压器技术问答
设备泄漏与治理技术问答	电站锅炉技术问答
设备保温保冷技术问答	电站汽轮发电机技术问答
设备及管道涂层技术问答	电站汽轮机技术问答
工业阀门技术问答	空分膨胀机技术问答
炼油特殊阀门技术问答	空分冷冻机技术问答

序

设备是企业进行生产的物质技术基础。现代化的石油化工企业，生产连续性强、自动化水平高，且具有高温、高压、易燃、易爆、易腐蚀、易中毒的特点。设备一旦发生问题，会带来一系列严重的后果；往往会导致装置停产、环境污染、火灾爆炸、人身伤亡等重大事故的发生。因而石油化工企业的设备更体现了设备是企业进行生产、发展的重要物质基础。“基础不牢、地动山摇”。设备状况的好坏，直接影响着石油化工企业生产装置的安全、稳定、长周期运行，从而也影响着企业的经济效益。

为了确保石油化工厂设备经常处于良好的状况，就必须强化设备管理，广泛应用先进技术，不断提高检修质量，搞好设备的操作和维护，及时消除设备隐患，排除故障，提高设备的可靠度，从而确保生产装置的安全、稳定、长周期运行。

为了适应广大石油化工设备管理、操作及维护检修人员，了解设备，熟悉设备，懂得设备的结构、性能、作用及可能发生的故障和预防措施，以提高消除隐患，排除故障，搞好操作和日常维护能力的需要，中国石化出版社针对石油化工厂常见的各类设备，诸如，各类泵、压缩机、风机及驱动机、各类工业炉、塔、反应器、压力容器，各类储罐、换热设备，以及各类工业管线、阀门管件等等，组织长期工作在石油化工企业基层，有一定设备理论知识和实践经验的专家和技术人员，以设备技术问答的形式，编写了一系列“石油化工设备技术问答丛书”，供大家学习和阅读，希望对广大读者有所帮助。本书即为这套丛书之一。

中国石化设备管理协会副会长 胡安定

目 录

一、工艺部分	(1)
1. 请简述各种烃类的热反应	(1)
2. 烃类的热反应是放热反应还是吸热反应?	(1)
3. 烃类热反应的反应热如何度量?	(1)
4. 哪些因素影响热裂化反应的反应速度?	(2)
5. 简述焦炭塔塔内的反应过程机理	(2)
6. 简述延迟焦化焦炭塔的生产过程	(2)
7. 延迟焦化过程的主要操作参数是哪些?	(3)
8. 如何控制焦化反应温度?	(4)
9. 如何控制焦炭塔操作压力?	(4)
10. 降低系统压力降有哪些方法?	(4)
11. 简述焦化循环周期	(5)
12. 缩短焦化循环周期有何利弊?	(5)
13. 简述产生焦粉携带的原因是什么?	(6)
14. 哪些情况下容易产生焦粉携带?	(6)
15. 如何抑制焦粉副作用?	(6)
16. 如何注入消泡剂?	(7)
17. 消泡剂注入有哪些注意事项?	(8)
18. 消泡剂注入量是怎样定的?	(8)
19. 简述消泡剂配比浓度及方法	(8)
20. 焦炭塔赶空气是如何操作的?	(8)
21. 焦炭塔试压是如何操作的?	(9)
22. 焦炭塔放瓦斯是如何操作的?	(9)
23. 焦炭塔瓦斯循环是如何操作的?	(9)

24. 焦炭塔换塔条件是什么？	(10)
25. 焦炭塔换塔是如何操作的？	(10)
26. 焦炭塔换塔时应注意些什么事项？	(11)
27. 焦炭塔小吹汽是如何操作的？	(11)
28. 焦炭塔大给汽是如何操作的？	(11)
29. 焦炭塔给水冷焦是如何操作的？	(11)
30. 焦炭塔放水是如何操作的？	(12)
31. 焦炭塔除焦工艺班应做些什么？	(12)
32. 焦炭塔预热时，放空系统是如何操作的？	(12)
33. 焦炭塔在冷焦时，接触冷却系统是如何操作的？	(13)
34. 试分析焦炭塔冲塔的现象和原因及如何处理	(13)
35. 试说明焦炭塔压力突然增高的现象、原因及如何处理 ...	(14)
36. 简述新塔拿油时塔底温度上不来的现象、原因及 如何处理	(15)
37. 简述冷焦时水给不进去或进水量很小的现象、 原因及如何处理	(15)
38. 简述瓦斯预热时新塔顶温度上不去的现象、原因及 如何处理	(16)
39. 简述冷焦后水放不下来的现象、原因及如何处理	(16)
40. 简述四通阀切不过去或换塔造成转油线憋压的原因及 如何处理	(17)
41. 简述焦炭塔顶、底盖泄漏着火的原因及如何处理	(17)
42. 简述焦炭塔安全阀跳开的原因及如何处理	(18)
43. 切焦水的给水是如何操作的？	(18)
44. 简述高压水泵开泵操作过程	(19)
45. 简述焦炭塔底盖装卸机检查及准备工作的内容	(20)
46. 简述焦炭塔卸盖及出焦准备工作的操作内容	(21)
47. 简述除焦操作过程	(22)
48. 简述焦炭塔底盖的安装过程	(23)
49. 简述焦炭塔焦高计算方法	(24)

50. 简述焦炭塔空塔线速的估算过程	(26)
51. 列表说明焦炭塔生焦过程, 注明时间、主要操作内容 ...	(28)
52. 列表说明中国石化集团各个延迟焦化装置规模及焦炭塔 主要操作条件比较情况	(32)
二、设备部分	(34)
1. 焦炭塔的主要作用及特殊性是什么?	(34)
2. 焦炭塔的主要操作步骤有哪些?	(34)
3. 为什么焦炭塔属于压力容器的范畴?	(35)
4. 简述焦炭塔的压力来源	(35)
5. 按压力容器的使用位置及形状分类, 焦炭塔属于什么容器? ...	(35)
6. 按压力容器制造的材料及制造方法分类, 焦炭塔属于 什么容器?	(35)
7. 按压力容器技术特性分类, 焦炭塔属于什么容器?	(36)
8. 按压力容器在工艺过程中的作用分类, 焦炭塔属于 什么容器?	(36)
9. 按照《压力容器安全技术监察规程》规定, 焦炭塔属于 几类容器?	(36)
10. 什么是焦炭塔的工作压力、设计压力、计算压力、 试验压力?	(37)
11. 什么是焦炭塔的设计温度、试验温度?	(37)
12. 焦炭塔的检验分为几种? 检验周期有何规定?	(37)
13. 对于使用达 15 年以上的焦炭塔其检验周期有何规定?	(38)
14. 焦炭塔的外部检查内容是什么?	(38)
15. 焦炭塔的内外部检验方法有哪些?	(39)
16. 焦炭塔作为压力容器, 简述其操作责任制	(39)
17. 焦炭塔耐压试验与气密试验的压力有何规定?	(40)
18. 焦炭塔由哪几部分构成?	(40)
19. 容器的封头有几种? 焦炭塔采用何种封头?	(41)
20. 焦炭塔为什么采用半球形封头?	(41)

21. 焦炭塔封头采用什么成形? (41)
22. 焦炭塔封头成形采用整体冲压还是分瓣冲压? 为什么? ... (41)
23. 焦炭塔分瓣封头的焊接采用什么方式? (41)
24. 裙座有几种结构? 焦炭塔采用哪种结构? (41)
25. 焦炭塔裙座地脚螺栓的作用是什么? (41)
26. 安全泄压装置的类型有哪些? 焦炭塔采用哪种形式? (42)
27. 焦炭塔为什么要设置安全阀? (42)
28. 焦炭塔在设置塔顶安全阀时, 有何规定? (42)
29. 焦炭塔安全阀为什么设置双阀? (43)
30. 焦炭塔安全阀有何特点? (43)
31. 试述焦炭塔安全阀的工作原理 (43)
32. 对焦炭塔安全阀的基本要求是什么? (44)
33. 焦炭塔安全阀如何选用? (44)
34. 对于新启用的焦炭塔安全阀有何要求? (44)
35. 安全阀的定压值如何确定? 焦炭塔的安全阀定压值
如何确定? (44)
36. 对于运行中的焦炭塔安全阀有何要求? (45)
37. 焦炭塔的安全附件有哪些? (46)
38. 对于焦炭塔的安全附件(除安全阀外)有何规定和要求? ... (46)
39. 焦炭塔是否属于塔设备? (46)
40. 为什么说焦炭塔是一种特殊的塔设备? (47)
41. 试述焦炭塔与板式塔的区别 (47)
42. 试述焦炭塔与填料塔的区别 (47)
43. 焦炭塔的振动有几种? (47)
44. 塔设备如何防振? 焦炭塔采用哪些方式? (48)
45. 在设计时为什么要计算焦炭塔的自振周期? (48)
46. 焦炭塔所受的载荷有几种? (48)
47. 焦炭塔在设计时腐蚀裕度如何规定? (48)
48. 焦炭塔筒体进行稳定性校核时, 最大的轴向应力出现
在什么地方? (48)

49. 焦炭塔筒体进行稳定性校核时, 水压试验时最大的轴向应力出现在什么地方? (48)
50. 在设计焦炭塔时应考虑哪些因素? (49)
51. 焦炭塔怎样选材? (49)
52. 试述焦炭塔材质选用 20G 或 20R 与选用 15CrMoR 的比较 (50)
53. 为什么焦炭塔材质选用 15CrMoR 比 20G 壁厚要薄? (51)
54. 为什么焦炭塔选用 15CrMoR + 0Cr13Al 复合钢板不会产生复层和基层的剥离问题? (51)
55. 试述焦炭塔用材的发展趋势 (52)
56. 茂名石化公司焦炭塔为什么采用 1.25Cr - 0.5Mo 而不用 1.0Cr - 0.5Mo(国内牌号为 15CrMoR)? (52)
57. 试述 15CrMoR 的化学成分 (53)
58. 焦炭塔用钢 20G 和 15CrMoR 的编号含义是什么? (53)
59. 焦炭塔选用的钢材, 其机械性能包括哪些? (53)
60. 焦炭塔用材作为一种金属材料, 其变形和破坏过程怎样? (53)
61. 焦炭塔筒体(15CrMoR)板块在组对焊接时如何焊接和处理? (54)
62. 焊接接头的基本形式有几种? 焦炭塔板块在组对时采用何种接头形式? (54)
63. 焊接坡口的形式有哪些? 焦炭塔板块组对时采用何种坡口形式? (54)
64. 焦炭塔在板块组对时为什么开坡口? (55)
65. 为什么焦炭塔在板块组对时采用多层多道焊? (55)
66. 何谓预热? 何谓层间温度? 焦炭塔板块在组对时为什么要预热? (55)
67. 确定焦炭塔板块焊接预热温度应考虑哪些因素? ... (56)
68. 何谓后热? 焦炭塔在焊接时为什么要后热? (56)
69. 何谓焊后热处理? 焦炭塔为什么要进行焊后热处理? ... (56)

70. 简述焦炭塔选材 15CrMoR 耐热钢的焊接特点 (56)
71. 简述选材 15CrMoR 耐热钢的焊接工艺 (57)
72. 常用的焊接方法有哪些? 焦炭塔采用何种焊接方法? (57)
73. 何谓手工电弧焊? 焦炭塔为什么选用手工电弧焊? (57)
74. 焦炭塔在焊接时会产生什么问题? (57)
75. 预防和减少焊接变形的措施有哪些? (57)
76. 减少焊接残余应力的方法有哪些? (58)
77. 消除焊接残余应力的方法有哪些? (58)
78. 焦炭塔焊接时, 焊接热影响区由哪几部分组成? (58)
79. 焦炭塔筒体板块组对焊接时, 焊缝可能会出现哪些缺陷? (58)
80. 焊接接头质量检验的方法有哪些? 焦炭塔一般采用哪种方法? (58)
81. 当焦炭塔焊缝经无损探伤被判为不合格时, 需进行返修, 对此有何要求? (59)
82. 当出现哪些情况, 焦炭塔及其接管应禁止施焊? (59)
83. 焦炭塔受压部分的焊接接头有哪几类? (60)
84. 对于焦炭塔 A、B 类焊接接头对口错边量如何确定? ... (60)
85. 何为无损检测? 焦炭塔在制造、配管过程中运用了哪些无损检测方法? (60)
86. 焦炭塔制造时为什么要进行无损检测? (61)
87. 何为射线探伤? 其实质是什么? 焦炭塔在哪些部位采用了射线探伤? (61)
88. 焦炭塔使用射线探伤可发现什么缺陷? (62)
89. 焦炭塔在哪些部位使用超声波探伤? 超声波探伤可发现什么缺陷? (62)
90. 焦炭塔在哪些部位使用磁粉探伤? 磁粉探伤可发现什么缺陷? (62)
91. 焦炭塔在哪些部位使用渗透探伤? 渗透探伤可发现什么缺陷? (63)

92. 焦炭塔哪些地方需做硬度检测? (63)
93. 焦炭塔规格 $DN6400 \times 30/26/(22+3)/(20+3)$ 的含义
是什么? (64)
94. 焦炭塔出口油气管线, 其规格为 $\phi 377 \times 12$, 请说出
其含义 (64)
95. 焦炭塔出口油气管线阀门, 其型号为 Z641Y-40I DN350,
请说出其含义 (64)
96. 焦炭塔大油气管线为什么采用 Cr5Mo 而不采用 20# 钢? (64)
97. 焦炭塔大油气管线材质选用 Cr5Mo, 其焊接性怎样? ... (64)
98. 焦炭塔引出的 Cr5Mo 管线焊接时是否可采用不锈钢
焊条? 为什么? (65)
99. 焦炭塔引出的 Cr5Mo 管线焊接时采用耐热钢焊条如何
焊接? (65)
100. 为什么焦炭塔大油气管线设计时由钻焦口引出改为
从塔顶引出? (66)
101. 为什么焦炭塔大油气管线设计成类似“π”形? (66)
102. 为什么焦炭塔大油气管线从钻焦口引出时, 采用整体
接管加强? (66)
103. 为什么焦炭塔大油气管线需安装弹簧支吊架? (66)
104. 焦炭塔裙座的结构形式有几种? (66)
105. 试述焦炭塔的发展趋势 (67)
106. 焦炭塔裙座柔性槽的结构有哪些? (67)
107. 为什么现在设计的焦炭塔裙座柔性槽采用哑铃形 +
“U”形槽? (67)
108. 焦炭塔裙座柔性槽产生裂纹的原因是什么? (67)
109. 如何解决焦炭塔裙座柔性槽止裂孔的开裂问题? (68)
110. 试述焦炭塔裙座的变形情况 (68)
111. 焦炭塔裙座产生的应力有几种? (70)
112. 对焦炭塔裙座进行安全性分析时, 其“安全性”准则的
限制条件是什么? (70)

113. 目前焦炭塔使用的四通阀有哪些?	(70)
114. 试述上述两种四通阀汽封作用及区别?	(70)
115. 试述电动四通阀的操作步骤(针对 WELAN 公司的 电动四通阀)	(70)
116. 如何进行电动四通阀从焦炭塔切换到开工线操作?	(72)
117. 在大负荷加工高硫原油的情况下, 焦炭塔的主要问题 是什么?	(72)
118. 焦炭塔的腐蚀及破坏形式是什么?	(72)
119. 焦炭塔为什么会产生低频热疲劳破坏?	(72)
120. 防止焦炭塔低频热疲劳破坏的措施有哪些?	(73)
121. 为什么焦炭塔封头会产生腐蚀?	(74)
122. 为什么焦炭塔筒体会形成“糖葫芦”状变形?	(74)
123. 如何减少焦炭塔筒体“糖葫芦”状变形?	(74)
124. 试述焦炭塔封头气相段发生高温硫腐蚀的机理	(75)
125. 焦炭塔高温部位防止高温硫腐蚀的措施有哪些?	(76)
126. 为什么《加工高硫原油重点装置主要设备设计选材导则》 规定, 对于焦炭塔由顶部到泡沫层以下 200mm 处采用 0Cr13Al 复合层?	(76)
127. 目前水力除焦设施的种类有哪些?	(76)
128. 有井架水力除焦技术存在的问题有哪些?	(77)
129. 对于有井架水力除焦, 除焦钻杆系统试运前应检查 哪些内容?	(77)
130. 试述切焦器的发展过程	(79)
131. 简述自动切换联合钻孔切焦器的工作原理	(79)
132. 除焦系统使用自动切换联合钻孔切焦器有哪些优点?	(80)
133. 自动切换联合钻孔切焦器操作注意事项有哪些?	(80)
134. 简述高压水泵的作用	(81)
135. 试述高压水泵的发展趋势	(81)
136. 高压水泵运行中如何维护及检查?	(81)
137. 除焦过程中注意事项有哪些?	(82)

138. 针对国外先进技术, 结合国内生产实际, 除焦系统	
确立了四个方面的攻关方向, 其内容是什么?	(82)
139. 什么是水力除焦程序控制系统? 其应用范围如何?	(82)
140. 为什么要使用水力除焦程序控制系统?	(83)
141. 水力除焦程序控制系统主要包括哪些部分?	
目前, 国内焦化装置的使用情况怎样?	(83)
142. 行车机械部件如何维护保养?	(83)
143. 行车大车行走不平稳、歪斜是什么原因造成的?	
如何处理?	(85)
144. 行车抓斗抓焦作业时, 为什么不允许歪拉斜吊?	(85)
145. 什么是反转急刹车, 有何坏处?	(85)
146. 反复启动有何坏处?	(86)
147. 什么是行车“十不吊”?	(86)
148. 计算题(一)	(86)
149. 计算题(二)	(87)

一、工艺部分

1. 请简述各种烃类的热反应

烃类在热的作用下主要发生两类反应，一类是裂解反应，它是吸热反应；另一类是缩合反应，它是放热反应。烷烃在加热条件下的主要反应为裂解反应。裂解反应首先表现在 C—C 键的断裂，反应产物为分子量较小的一个烷烃和一个烯烃分子。环烷烃的热稳定性高，在高温环境下断环键为两个烯烃，同时在高温环境下还发生脱氢反应。芳烃在 500℃ 时，极为稳定；胶质和沥青质在高温条件下和稠环芳烃在高温下发生缩合反应，最后生成焦炭。

烃类的热反应是一个复杂的平行顺序反应。这些平行的反应不会停留在某一段上，而是继续不断地进行下去。随着反应时间的延长，一方面由于裂解反应，生成分子愈来愈小，沸点愈来愈低的烃类(如气体烃)；另一方面由于缩合反应生成分子愈来愈大的稠环芳香烃，高度缩合的结果就产生胶质、沥青质，最后生成碳氢比很高的固态的焦炭。

2. 烃类的热反应是放热反应还是吸热反应？

烃类的热反应是一个有许多热效应反应的总和。这些反应中有吸热的分解和脱氢等反应，也有放热的缩合反应。由于吸热的分解反应占主导地位，因此烃类的热反应通常表现为吸热反应。

3. 烃类热反应的反应热如何度量？

石油的热裂化反应的反应热通常是以生成每 kg 汽油或

每 kg(汽油 + 气体)为计算基准。反应热的大小随原料油的性质, 反应深度等操作条件的变化而在较大范围内变化。根据文献资料报道, 其范围在 500 ~ 2000kJ/kg 汽油之间。重质原料油比轻质原料油有较大的反应热, 而在反应深度增加时, 吸热效应降低。

4. 哪些因素影响热裂化反应的反应速度?

在反应深度不大时(例如小于 20%), 反应速度服从一级反应的规律。但是当裂化深度增大时, 反应速率常数不再保持为常数, 一般是反应速率常数 K 随裂化深度的增大而下降。这种现象的出现可能有两个原因, 即未反应的原料和新鲜原料相比有较高的热稳定性, 其次是反应产物可能对反应有一定的阻滞作用。

烃类热分解反应随反应温度的升高而增加很快, 反应速率常数和反应温度的关系服从阿仑尼乌斯方程式 $\ln(k_1/k_2) = E/R \times (1/T_2 - 1/T_1)$ 。

5. 简述焦炭塔内的反应过程机理

焦炭塔内划分为固定相和移动相两个反应区域。可移出焦炭塔的气相生成物为移动相, 不能气化的反应物和产物以液 - 固混合相的形式存在于焦炭塔内, 即为固定相。

焦化原料在焦炭塔内的反应进程次序为: 进塔物料首先在固定相中发生反应, 其中的液相组分及反应生成的不可汽化的产物成为固定相的存量, 生成的可汽化产物及原料中气相组分继续在移动相中进行反应, 直至移出焦炭塔。

6. 简述延迟焦化焦炭塔的生产过程

分馏塔底部的原料油经加热炉辐射进料泵升压后进入加热炉, 经对流室和辐射室加热至 500℃ 后出加热炉经四通阀进入焦炭塔底部。在高温和长停留时间的条件下, 高温原料