



环境保护
HUANJING BAOHU
问答丛书
WENDA CONGSHU

工业脱硫脱硝 技术问答

周立新

■ 主编 ■

诸毅 陈朝东

■ 副主编 ■



化学工业出版社
环境·能源出版中心



环境保护
HUIJING BAOHU
问答丛书
WENDA CONGSHU

工业脱硫脱硝

技术问答

周立新

■ 主编 ■

诸毅 陈朝东

■ 副主编 ■



化学工业出版社

环境·能源出版中心

· 北京 ·

本书是《环境保护问答丛书》中的一本。

书中从脱硫脱硝基本概念入手,对煤炭洗选和煤炭转化脱硫技术、工业型煤燃烧固硫技术、流化床燃烧脱硫技术、烟气脱硫技术、氮氧化物排放控制技术、烟气同时脱硝脱硫技术的原理、工艺特点以及在应用中的注意问题和国内外技术的发展状况一一做了解答。问题的解答精练且通俗易懂。

本书可供从事烟气污染治理及控制的初、中级环境保护职业技术人员和管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

工业脱硫脱硝技术问答/周立新主编. —北京:化学工业出版社, 2006. 8

(环境保护问答丛书)

ISBN 7-5025-9212-1

I. 工… II. 周… III. ①脱硫-技术-问答②脱硝-技术-问答
IV. ①TF704. 3-44②TL24-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 098955 号

环境保护问答丛书 工业脱硫脱硝技术问答

周立新 主编

诸毅 陈朝东 副主编

责任编辑:管德存 左晨燕

文字编辑:刘莉珺

责任校对:蒋宇

封面设计:关飞

*

化学工业出版社
环境·能源出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 9 字数 205 千字

2006年9月第1版 2006年9月北京第1次印刷

ISBN 7-5025-9212-1

定价:18.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

《环境保护问答丛书》编辑委员会

主 任：陈朝东

副 主 任：赵汝斌

委 员 (按拼音排序)：

步士全 迟长涛 崔 伟 冯小卫

高静思 郭 飞 何明清 黄浩华

李晋峰 刘晓敏 彭丽娟 全 鑫

王 峰 王 娜 王庆华 王文东

王志超 王子东 吴华勇 肖 泉

余云进 张一刚 张志强 赵根立

赵谊颂 周立新 朱树阳 诸 毅

本书编写人员 (按拼音排序)：

陈朝东 何 琪 黄浩华 刘 明

宋少阳 王 峰 张志强 赵根立

周立新 诸 毅

出版者的话

随着我国社会经济的高速发展，环境问题日益突出，已成为全面建设小康社会的最大制约因素。虽然政府部门和社会各界对环境保护工作日益重视，但毋庸置疑，我国的基层环保力量还比较薄弱，尤其缺乏一大批具有一定环境保护专业基础知识的初、中级专业技术人员。而目前国内已出版的环境保护图书多以科研专著、工程设计手册为主，系统地普及环保专业知识的读物还不多见。为此，化学工业出版社环境·能源出版中心组织国内一批有丰富实践经验的专家、学者和工程技术人员精心编写了这套《环境保护问答丛书》。

本套丛书共计 15 个分册，基本上覆盖了环境保护工作的各个方面，如环境工程技术、环境监测、环境管理、环境法规与标准、清洁生产与循环经济等。丛书力求全面而系统，具体到每一个分册，则强调针对性，重点突出。考虑到本套丛书的主要读者为初、中级环境保护专业技术人员及管理人员，因此全部采用问答的形式。每一分册知识点的选择都经过了反复推敲，力求只把读者最需要的知识和必须掌握的技术与技能提炼出来；每个问题的解答则尽量做到准确、精练、通俗易懂。相信丛书的出版一定会对我国的环境保护职业教育起到积极的推动作用。

多年来，化学工业出版社一直把环境保护图书作为主要出书方向之一，已经出版了《三废处理工程技术手册》、《水处理工程师手册》、《除尘工程设计手册》、《生活垃圾焚烧技术》、《环境监测手册》等一大批深受读者欢迎的专业图书，我们感谢广大读者和众多专家学者对我们多年的支持和厚爱，并恳请对我社环保图书出版提出宝贵的意见与建议。

我们的联系方式：010-64982540；3cip@sina.com。

化学工业出版社
环境·能源出版中心
2006年6月

欢迎加入化学工业出版社读者俱乐部

您可以在我们的网站 (www.cip.com.cn) 查询、购买到数千种化学、化工、机械、电气、材料、环境、生物、医药、安全、轻工等专业图书以及各类专业教材, 并可参与专业论坛讨论, 享受专业资讯服务, 享受购书优惠。欢迎您加入我们的读者俱乐部。

两种入会途径 (免费)

- ◇ 登录化学工业出版社网上书店 (www.cip.com.cn) 注册
- ◇ 填写以下会员申请表寄回 (或传真回) 化学工业出版社

四种会员级别

- ◇ 普通会员
- ◇ 银卡会员
- ◇ 金卡会员
- ◇ VIP会员

化学工业出版社读者俱乐部会员申请表

姓名:	性别:	学历:
邮编:	通讯地址:	
单位名称:	部门:	
您从事的专业领域:	职务:	
电话:	E-mail:	

◆ 您希望出版社给您寄送哪些专业图书信息? (可多选)

- 化学 化工 生物 医药 环境 材料 机械 电气 安全 能源 农业
 轻工 (食品/印刷/纺织/造纸) 建筑 培训 教材 科普 其他 ()

◆ 您希望多长时间给您寄一次书目信息?

- 每月1次 每季度1次 半年1次 一年1次 不用寄

◆ 您希望我们以哪种方式给您寄书目? 邮寄纸质介质书目 E-mail电子书目

此表可复印, 请认真填好后发传真至**010-64982630**, 或者寄信至: 北京市朝阳区惠新里3号化学工业出版社发行部 读者俱乐部收 (邮编100029)

联系方法:

网上书店 电话: 010-64982511

E-mail: cip64982511@126.com

读者俱乐部及邮购 电话: 010-64982530

E-mail: goushu999@126.com

目 录

一、基础知识	1
(一) 脱硫脱硝基本概念	1
1. 二氧化硫的危害有哪些?	1
2. 氮氧化物对人体的危害有哪些?	1
3. 我国的能源结构情况如何?	2
4. 二氧化硫是如何形成的?	3
5. 氮氧化物是怎样形成的?	4
6. 我国二氧化硫污染现状如何?	5
7. 我国氮氧化物污染现状如何?	6
8. 酸雨是如何形成的?	7
9. 我国的酸雨污染情况如何?	8
10. 酸雨对环境的危害有哪些?	8
11. 二氧化硫排放污染源有哪些?	9
12. 氮氧化物的排放污染源有哪些?	9
13. 我国控制酸雨的政策和措施有哪些?	9
14. 我国污染控制排放标准中对二氧化硫排放的要求有 哪些?	11
15. 我国污染控制排放标准中对氮氧化物排放的要求有 哪些?	12
(二) 国内外发展趋势	14
16. 日本酸性气体污染状况如何?	14
17. 日本是如何实现工业燃烧中的氮氧化物控制排放的?	15
18. 什么是 CAAA? CAAA 通过哪些措施来实现对氮氧化物和 硫氧化物的控制?	16

19. 美国 SO ₂ 控制技术发展趋势如何?	18
20. 中美两国燃煤脱硫情况比较有哪些相似和不同?	20
21. 硫污染控制技术中所谓的燃前控制是指什么?	21
22. 什么是燃中控制技术?	22
23. 什么是燃后控制技术? 主要有哪几种?	23
24. 烟气脱硫技术在我国应用存在的主要问题有哪些?	24

二、煤炭洗选和煤炭转化脱硫技术

25. 为什么要进行燃烧前选煤? 燃烧前选煤有什么重要性?	26
26. 什么是煤炭洗选脱硫?	26
27. 煤是怎么形成的?	27
28. 按照中国煤炭分类方案 GB 5751—86 的分类方法将 煤分类, 各种不同种类煤基本性质如何?	27
29. 煤中硫的赋存形态有哪些?	30
30. 我国煤炭硫分布的情况如何?	30
31. 如何用重量法测定煤中全硫?	32
32. 什么是库仑滴定法?	33
33. 什么是高温燃烧中和法?	34
34. 煤中硫铁矿硫如何测定?	35
35. 煤中硫酸盐硫如何测定?	36
36. 什么是煤的脱硫可选性?	36
37. 传统机械湿法选煤方法有哪些缺陷?	37
38. 干法选煤技术主要有哪几种?	37
39. 什么是跳汰选煤? 跳汰选煤设备主要有哪几种?	38
40. 什么是重介质选煤? 重介质选煤设备主要有哪几种?	39
41. 重介质选煤的影响因素有哪些?	41
42. 什么是风力选煤法?	41
43. 什么是复合式干法选煤技术? 复合式干选机工作流程	

如何?	42
44. 什么是高梯度强磁分离煤脱硫技术?	43
45. 什么是电选法选煤?	44
46. 什么是物理化学选煤脱硫工艺?	45
47. 煤浮选脱硫的主要影响因素有哪些?	45
48. 几种物理选煤脱硫技术各有什么特点?	47
49. 煤炭化学脱硫技术有哪些方法? 如何分类?	48
50. 什么是热碱液浸出法脱硫?	49
51. 什么是 Meyers 脱硫法?	50
52. 什么是煤加氢热解脱硫法?	51
53. 煤加氢热解脱硫法主要特点是什么? 目前应用情况 如何?	53
54. 什么是煤快速热解脱硫法?	54
55. 煤炭微生物脱硫原理是什么?	54
56. 目前用于煤脱硫的微生物主要有哪几类?	55
57. 微生物脱黄铁矿硫的影响因素有哪些?	56
58. 微生物脱硫方法一般有哪几种?	57
59. 生物浮选法过程中微生物脱硫剂的作用机理有哪些?	58
60. 生物浮选法预处理目前存在哪些问题?	60
61. 什么是煤的温和净化脱硫法? 具体分为哪几类?	60
62. 我国现有选煤机械设备有哪些种类?	62
63. 我国现有选煤机械设备主要存在哪些问题?	64
64. 针对我国现有选煤机械设备存在的问题有哪些对策?	64
65. 什么是煤炭转化?	65
66. 煤炭气化的原理是什么?	66
67. 什么是整体煤气化联合循环发电技术?	67
68. IGCC 技术有哪些特点?	67
69. 什么是煤炭直接液化? 主要技术有哪几种?	68
70. 什么是煤的间接液化技术?	70

71. 直接液化和间接液化相比, 两种方法各有哪些优点?	70
72. 什么是煤油共炼技术?	72
73. 水煤浆的洁净煤特性有哪些?	73
74. 水煤浆燃烧和煤粉燃烧相对脱硫有哪些优势?	73
75. 水煤浆的主要成分有哪些?	74
76. 如何能使水和煤始终保持浆状而不分层, 不沉淀?	75
77. 水煤浆添加剂的作用机理有哪些?	75
78. 影响水煤浆燃烧固硫作用的因素有哪些?	76
79. 电厂锅炉水煤浆燃烧过程中需要注意哪些问题?	76
80. 相比湿法, 高温干法煤气净化有哪些优点?	77
81. 什么是高温煤气净化?	78

三、工业型煤燃烧固硫技术

82. 工业型煤固硫的工作原理是什么?	79
83. 型煤燃烧技术对我国煤烟型大气污染有什么意义?	79
84. 型煤如何分类?	80
85. 工业型煤的性能指标有哪些?	80
86. 工业固硫型煤的煤质要求有哪些? 达不到要求时如何 调整?	81
87. 什么是型煤的反应活性?	82
88. 如何提高型煤的反应活性?	82
89. 燃煤过程中 SO_2 是如何释放的?	84
90. 钙基固硫剂的固硫机理是什么?	85
91. 钙基固硫剂有哪些局限性? 如何改进?	86
92. 如何计算型煤固硫率?	86
93. 型煤中的钙硫比对固硫率有哪些影响?	87
94. 型煤中的添加剂对固硫率有哪些影响?	88
95. 型煤中的钙硫比有哪些影响因素?	89

96. 工业固硫型煤的成型方式有哪几种?	89
97. 什么是固硫型煤的炉前成型工艺? 炉前成型有哪些 技术经济优势?	90
98. 什么是生物固硫型煤? 生物固硫型煤有哪些特点?	90
99. 工业型煤固硫的应用中目前主要存在哪些问题?	91
100. 针对型煤利用中存在的问题, 有哪些解决措施?	92

四、流化床燃烧脱硫脱硝技术

101. 循环流化床燃烧的原理是什么? 流化床燃烧有哪些 优点?	95
102. 循环流化床的脱硫反应机理是什么?	95
103. 循环流化床烟气脱硫技术有什么特点?	96
104. 循环流化床脱硫设备主要有哪几种形式?	96
105. 什么是回流式循环流化床烟气脱硫工艺?	97
106. RCFB 工艺在设计上有哪些特点?	98
107. 常温循环流化床半干法烟气脱硫过程如何?	100
108. 中温循环流化床干法烟气脱硫过程如何?	100
109. 影响循环流化床脱硫率的主要因素有哪些?	101
110. 对脱硫塔后设有电除尘器的系统, 循环流化床烟气脱硫 装置对电除尘器有什么影响?	104
111. 循环流化床烟气脱硫技术目前存在哪些问题? 如何 解决?	104
112. 循环流化床燃烧过程中含氮污染物质是如何生成的?	105
113. 循环流化床燃烧过程中影响 N_2O 生成的因素有哪些? ...	107
114. 循环流化床锅炉可采用的脱氮措施有哪些?	107
115. 增压流化床燃烧过程中 NO 、 N_2O 排放的影响因素有 哪些?	109
116. 鼓泡流化床燃烧过程中影响 NO_x 、 N_2O 排放的影响	

因素有哪些?	110
五、烟气脱硫技术	113
(一) 概述	113
117. 脱硫工艺的评价原则是什么?	113
118. 烟气脱硫方法如何分类?	113
119. 目前我国火电厂脱硫行业发展情况如何?	114
120. 目前烟气脱硫方法众多, 火电厂应如何根据自身情况 选择合适的烟气脱硫工艺?	115
121. 烟气脱硫工艺中常常使用各种类型的吸收剂, 工业上 常用的吸收剂有哪些?	118
122. 烟气脱硫设备的腐蚀机理是什么?	120
123. 烟气脱硫设备的环境腐蚀因素有哪些? 分别有什么 影响?	121
(二) 湿法烟气脱硫技术	121
124. 石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统由哪些单元构成? 如何运作?	121
125. 石灰石-石膏湿法烟气脱硫中 SO_2 的吸收机理是什么? ..	123
126. 如何解决湿法烟气脱硫中的设备腐蚀问题?	124
127. 石灰石-石膏湿法脱硫工艺中换热器有哪些作用?	126
128. 如果采用烟气再热装置, 应该如何选择再热系统?	127
129. 如何解决石灰石-石膏湿法脱硫工艺中的管道和设备 结垢堵塞问题?	128
130. 石灰石-石膏湿法脱硫工艺中增压风机如何选择?	130
131. 石灰石-石膏湿法脱硫工艺中需要哪些在线仪表? 如何选择?	131
132. 湿法脱硫过程中为什么要设置烟气脱水装置?	132
133. 湿法脱硫完成后废水如何处理?	133

134. 如何确定系统运行的 pH 值?	134
135. 石灰石-石灰烟气脱硫系统中, 液气比和化学过量比如何确定?	135
136. 石灰石-石灰烟气脱硫系统中, 浆液循环池容量如何确定?	136
137. 脱硫石膏与天然石膏相比性能有哪些不同?	137
138. 发达国家脱硫石膏的应用途径有哪些?	138
139. 我国目前的脱硫石膏应用情况和发达国家相比有哪些不同? 脱硫石膏在我国的应用前景如何?	140
140. 什么是海水烟气脱硫技术? 其基本原理是什么?	141
141. 什么是 Flakt-Hydro 海水烟气脱硫工艺?	142
142. 什么是 Bechtel 海水烟气脱硫工艺?	143
143. 海水脱硫法处理后的脱硫海水对海洋环境有哪些影响?	145
144. 双碱法烟气脱硫技术的化学原理是什么?	146
145. 改进后的双碱法脱硫工艺与传统双碱法相比有哪些优点?	147
146. 双碱法烟气脱硫技术的工艺特点是什么?	148
147. 什么是氨法烟气脱硫工艺?	149
148. 氨法脱硫工艺的二次污染问题是什么? 如何解决?	150
149. 什么是新氨法烟气脱硫? 与氨法烟气脱硫工艺相比有什么优点?	151
150. 磷铵肥法烟气脱硫技术的工艺原理是什么?	152
151. 什么是氧化镁法烟气脱硫技术?	153
152. 氧化镁法的工艺流程如何?	155
153. 氧化镁法是否有结垢堵塞的问题? 如何预防和解决?	156
154. 湿法氧化镁脱硫和石灰石-石膏脱硫法相比, 有哪些优势和劣势?	157
155. 氢氧化镁脱硫工艺的原理是什么? 工艺流程如何?	158

156. 什么是氧化锌法烟气脱硫技术?	159
157. 氧化锌脱除 H_2S 的原理是什么?	160
158. 什么是氧化锰法烟气脱硫技术?	161
159. W-L 法的原理是什么?	162
160. W-L 法的工艺特点主要有哪些?	163
161. 什么是碱式硫酸铝烟气脱硫技术?	164
162. 有机酸钠-石膏工艺的原理是什么? 其工艺特点有 哪些?	165
163. 石灰-镁烟气脱硫工艺的主要化学反应过程如何?	165
164. 石灰-镁烟气脱硫工艺的特点有哪些?	166
165. 膜法烟气脱硫技术原理是什么?	167
(三) 半干法烟气脱硫技术	168
166. 典型喷雾干燥烟气脱硫的工艺流程是怎样设计的?	168
167. 喷雾干燥烟气脱硫的化学过程和物理过程分别是如何 进行的?	168
168. 喷雾干燥烟气脱硫中的 SO_2 脱除的影响因素有哪些?	170
169. 喷雾干燥烟气脱硫系统中遇到的主要问题有哪些? 如何改进?	171
170. 喷雾干燥灰渣如何处置?	172
171. 雾化器有哪些类型?	173
172. 液体的雾化机理有哪些?	174
173. 旋转式雾化器工作原理是什么?	175
174. 喷雾干燥法中吸收塔的物料粘壁问题怎么解决?	176
175. 什么是增湿灰循环脱硫技术?	177
(四) 干法烟气脱硫技术	178
176. 炉内喷钙烟气脱硫技术的工艺流程如何?	178
177. 干法脱硫技术有哪些优点和不足?	179
178. 炉内喷钙烟气脱硫技术的化学反应过程情况如何?	179

179. 干法脱硫所用生石灰的品质有什么要求?	180
180. 炉内喷钙活化增湿脱硫的技术特点有哪些?	181
181. 影响炉内喷钙活化器增湿脱硫率的因素有哪些?	181
182. LIFAC 脱硫灰渣的性质如何?	183
183. LIFAC 系统对锅炉有哪些影响?	184
184. LIFAC 系统对管道磨损有哪些影响?	185
185. LIFAC 系统对积灰有哪些影响?	186
186. LIFAC 系统对送、引风机和空气预热器有哪些影响? ...	187
187. LIFAC 系统对除尘器有哪些影响?	187
188. 干法脱硫灰渣的综合利用途径一般有哪些?	188
189. 管道喷射烟气脱硫有哪些方式?	189
190. 管道喷射烟气脱硫技术有哪些优点与不足?	190
191. 管道喷射烟气脱硫技术的主要影响因素有哪些?	190
192. 管道喷射烟气的脱硫产物性质如何?	192
193. EBA 技术的工作原理是什么?	192
194. EBA 法面临的问题主要有哪些?	193
195. CDSI 脱硫系统的工艺流程是怎样的?	193
196. CDSI 系统的优点有哪些? 国内外应用情况如何?	194
197. 电子束氨法脱硫效率影响因素有哪些?	194
198. 脉冲电晕烟气脱硫技术的基本原理是什么?	195
199. 脉冲电晕法主要存在哪些问题? 如何改进?	197
200. 脉冲电晕法的影响因素有哪些?	199
201. 脉冲电晕法的工艺流程如何?	200
202. 脉冲电晕法系统运行有哪些控制参数?	200
203. 什么是 UPDD 技术?	201
204. 什么是电化学脱硫?	202
205. 什么是 Mark 13A 法?	203
206. 什么是 $\text{Cu}/\text{Cu}_2\text{O}/\text{Cu}^{2+}$ 催化电化学脱硫技术?	204
207. 什么是使用钠化合物的生物-化学联合脱硫技术?	206

六、氮氧化物排放控制技术	208
(一) 概述	208
208. 现有氮氧化物的控制技术主要有哪几类?	208
209. 目前烟气脱硝技术大致有哪些类别?	209
210. 燃煤中氮的含量有多少?	210
211. 煤燃烧时氮的分解-释放特性有哪些?	211
212. 控制燃烧过程中产生的 NO_x 有哪些途径?	211
213. 燃烧过程中 NO_x 的生成机理是什么?	212
214. 影响 N_2O 生成-分解的因素有哪些?	213
(二) 低燃烧技术	213
215. 什么是低氧燃烧?	213
216. 什么是高温低氧燃烧技术?	214
217. 什么是废气再循环低 NO_x 技术?	214
218. 什么是浓淡偏差燃烧?	215
219. 什么是低 NO_x 沸腾燃烧?	215
220. 什么是空气分级燃烧?	216
221. 什么是燃料分级?	216
222. 燃料再燃反应原理是什么?	217
223. 使用天然气再燃效果如何? 天然气再燃有哪些特点? 在我国应用前景如何?	217
224. 煤粉的再燃效果如何? 有哪些特点?	218
225. 煤浆的再燃效果如何? 有哪些特点?	220
226. 可用于再燃的其他燃料有哪些? 其脱硝效果如何?	221
227. 低 NO_x 燃烧器是什么?	222
228. FDI 型燃烧器有什么特点?	223
229. 什么是 DRB-XCL 型燃烧器?	223
(三) 干法烟气脱硝技术	224
230. 选择性催化还原烟气脱硝技术的化学原理是什么?	224