

发电生产“1000个为什么”系列书

脱硝运行技术 1000问

朱国宇 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

发电生产“1000个为什么”系列书

脱硝运行技术 1000问

朱国宇 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书共分为二十二章,采用问答的形式,以燃煤电厂选择性催化还原法烟气脱硝工艺内容为主,兼顾选择性非催化还原法脱硝工艺和烟气脱汞技术,重点对烟气脱硝工艺基本原理和特点、影响脱硝装置性能的因素、主要设备的作用及工作原理、环保政策法规及标准对燃煤电厂烟气排放的要求、脱硝装置启动调试及验收、系统设备运行及维护、性能测试技术、系统运行安全、脱硝装置运行异常及事故的分析与处理、脱硝装置运行和检修管理、烟气脱硝运行效果评价及技术监督、烟气脱硝超低排放技术、烟气脱汞技术等知识与难点进行解答,内容紧密结合现场实际,知识点全面,突出理论重点,注重实践技能。

本书可供从事燃煤电厂烟气脱硝运行人员、设备维护人员学习使用,也可作为烟气脱硝技术管理人员和高等院校相关专业师生参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

脱硝运行技术 1000 问/朱国宇编. —北京:中国电力出版社, 2020. 1
(发电生产“1000 个为什么”系列书)
ISBN 978-7-5198-3699-3

I. ①脱… II. ①朱… III. ①燃煤发电厂—烟气—脱硝—问题解答
IV. ①X773. 013-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 205071 号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街 19 号(邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:赵鸣志(010-63412385)

责任校对:黄蓓 郝军燕

装帧设计:赵姗姗

责任印制:吴迪

印 刷:三河市百盛印装有限公司
版 次:2020 年 1 月第一版
印 次:2020 年 1 月北京第一次印刷
开 本:880 毫米×1230 毫米 32 开本
印 张:18.625
字 数:473 千字
印 数:0001—1500 册
定 价:78.00 元

版权专有 侵权必究

本书如有印装质量问题,我社营销中心负责退换



前 言

随着国家环保要求的日益提高,氮氧化物(NO_x)成为燃煤火电厂气态污染物排放控制的重点之一。“十二五”期间进行了大规模的脱硝改造,“十三五”期间又进行了大规模的烟气超低排放改造,对降低我国燃煤电厂氮氧化物污染物排放起到了关键作用。选择性催化还原法烟气脱硝(SCR)工艺技术由于其高脱除率和技术高成熟度,已成为目前燃煤锅炉烟气脱硝的主流技术。

随着发电企业把脱硝装置提升到主设备的重要地位,并已逐步实现宽负荷、全负荷脱硝,机组灵活性改造等,又对脱硝装置运行提出了更高的要求。编写《脱硝运行技术问答 1000 问》一书,旨在进一步提高从事燃煤电厂烟气脱硝装置运行相关工作的技术人员、管理人员的专业技术水平,加强脱硝装置建设和运营能力,提高脱硝装置的健康水平、运行状态和对氮氧化物的控制水平,实现燃煤火电厂氮氧化物达标排放。

作者长期从事烟气治理设施的生产技术管理工作,在长期实践经验的基础上,查阅了大量与烟气脱硝有关的各学科参考资料并加以提炼、归纳和总结,可使读者在较短的时间内较快地掌握与烟气脱硝运行维护密切相关的各种专业知识,这也是作者编著此书的目的。

本书共分二十二章,以问答的形式,以选择性催化还原法烟气脱硝工艺为主,同时涵盖其他脱硝技术,重点对燃煤电厂选择性催化还原法烟气脱硝工艺基本原理和特点、影响脱硝性能的因素、主要设备的作用及其工作原理、环保政策及标准对燃煤电厂锅炉烟气污染物排放的要求、设备启动调试及验收、系统设备运行及维护、脱硝装置性能测试技术、系统运行安全、脱硝运行异

常及事故的分析与处理、脱硝装置运行和检修管理、烟气脱硝运行效果评价及技术监督、烟气脱硝超低排放技术、烟气脱汞技术等知识与难点进行系统全面的解答。编写内容理论结合实际，知识点全面，重点突出，注重实践技能，实用性和技术性强。

在本书编写过程中，得到了中国电力国际发展有限公司和平顶山姚孟发电有限责任公司的大力支持，在此表示感谢。

由于编者水平所限，加之烟气脱硝技术的快速发展，书中难免存在不妥之处，恳请读者批评指正。

编者

2019年6月



目 录

前言

第一章 概论	1
第一节 氮氧化物的污染与危害	1
1. 氮氧化物 (NO_x) 是指什么?	1
2. NO_x 中 NO_2 和 NO 哪个比例高? 为何排放标准中以 NO_2 (计) 表示?	1
3. NO_x 的危害有哪些?	1
4. NO_x 对人体的危害是什么?	2
5. NO_x 形成酸雨的过程是什么?	3
6. 大气降水 pH 值的定义是什么?	3
7. 酸雨是如何定义的? 酸雨等级如何划分?	3
8. 酸雨区是如何定义的? 酸雨区等级如何划分?	4
9. 重污染天气的具体成因是什么?	4
10. 气候变化对重污染天气产生哪些影响?	4
第二节 我国燃煤电厂 NO_x 排放现状及控制标准	5
11. 《中华人民共和国环境保护法》实施日期是哪一天?	5
12. 2017 年、2018 年中国环境日主题是什么?	5
13. 我国环境标准主要包括哪些?	6
14. 我国 NO_2 空气环境质量标准有哪两种标准?	6
15. 空气污染指数是什么?	6
16. 京津冀大气污染传输通道“2+26”城市包括哪些?	6
17. 污染物排放标准是什么?	7
18. 《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)	

中规定的重点地区是指什么?	7
19. 《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)	
中规定的大气污染物特别排放限值是指什么?	7
20. 《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011)	
中规定的氮氧化物排放(以 NO ₂ 计) 限值是多少?	7
21. 北京市《锅炉大气污染物排放标》(DB 11/139—2015)	
中规定的氮氧化物排放限值是多少?	8
22. 河南省《燃煤电厂大气污染物排放标准》(DB 41/1424—	
2017) 中规定的氮氧化物排放限值是多少?	8
23. 《山东省火电厂大气污染物排放标准》(DB 37/664—2013)	
中规定的氮氧化物排放限值是多少?	8
24. 超低排放脱硝控制技术是什么?	9
25. 《中华人民共和国环境保护税法》实施日期是哪一天?	
与排污费有何异同点?	9
26. 《环境保护税法》规定的大气污染物(二氧化硫、氮氧	
化物和烟尘) 当量值是多少? 月应纳税额如何进行计算?	10
27. 生态环境部《关于推进环境污染第三方治理的实施意见》	
中第三方治理责任界定是什么?	10
第三节 燃煤电厂 NO_x 的生成机理	10
28. NO _x 的生成机理是什么?	10
29. 煤燃烧过程中实际排放出的 NO 量远小于根据煤	
中氮含量计算出的 NO 理论排放量, 原因是什么?	11
30. SCR 烟气脱硝包括哪些副反应?	12
31. SCR 可能产生的问题主要有哪些?	12
32. 影响燃料燃烧时 NO _x 生成的主要因素有哪几方面?	13
33. 减少热力型 NO _x 的措施有哪些?	14
34. 控制燃料型 NO _x 产生的措施有哪些?	14
第四节 燃煤电厂 NO_x 的控制技术与分析	14
35. 根据 NO _x 的形成特点, 把 NO _x 的控制措施分成哪几类?	14
36. 降低 NO _x 排放主要有哪几种措施?	14

37. 从工程应用的角度把控制火电厂 NO_x 排放的措施分为哪两大类?	15
38. 《火电厂氮氧化物防治技术政策》主要有哪些指导意见?	15
39. 火电厂烟气氮氧化物控制技术路线是什么?	15
40. 炉内脱硝技术主要有哪些?	15
41. 如何评价炉内脱硝技术?	16
42. 炉内低 NO_x 燃烧方法是通过哪些方面来达到控制 NO_x 的目的?	16
43. 实施炉内低 NO_x 燃烧技术会遇到哪些问题?	16
44. 现有的低 NO_x 燃烧技术主要分为哪三类?	17
45. 什么是低过量空气燃烧技术?	17
46. 什么是空气分级燃烧技术?	18
47. 空气分级燃烧技术可以分为哪两种?	19
48. 空气分级燃烧技术系统主要包括哪些?	19
49. 空气分级燃烧技术带来的主要问题是什么?	20
50. 什么是再燃烧降低 NO_x 技术?	20
51. 再燃烧技术降低 NO_x 的影响因素主要有哪些?	21
52. 什么是燃料分级燃烧技术?	23
53. 什么是低过量空气系数燃烧 (LEA) 技术?	23
54. 什么是烟气再循环技术?	24
55. 什么是浓淡偏差燃烧技术?	24
56. 什么是低 NO_x 燃烧器技术?	24
57. 低 NO_x 燃烧器 (LNB) 技术的特点是什么?	24
58. 低 NO_x 燃烧技术控制效果及优缺点各是什么?	25
59. 为什么低氮燃烧技术在低负荷时 NO_x 的排放不易控制?	26
60. 催化还原法烟气脱硝分为选择性非催化还原法和选择性催化还原法的依据是什么?	26
61. 烟气脱硝技术有哪些? 其技术特点是什么?	27
62. 烟气还原脱硝技术包括哪些? 其工艺特性是什么?	28
63. 锅炉尾部烟气脱氮方法可分成哪两类?	29

第二章	SCR 脱硝技术基本知识	30
第一节	燃煤电厂 SCR 脱硝技术介绍	30
64.	硝酸为什么不叫氮酸?	30
65.	为什么去除 NO_x 的过程叫脱硝?	30
66.	SCR 脱硝的化学机理是什么?	30
67.	SCR 主要包括哪几个过程?	31
68.	典型 SCR 脱硝系统的组成是什么?	31
69.	典型的 SCR 脱硝工艺流程是什么?	33
70.	SCR 主要的辅助设备和装置包括哪些?	33
第二节	燃煤电厂常见的几种 SCR 反应器系统	33
71.	燃煤电厂中 SCR 反应器有哪三种布置方式?	33
72.	SCR 高温高尘布置的工艺系统是什么?	34
73.	SCR 高温高尘布置的优点是什么?	34
74.	SCR 高温高尘布置的缺点是什么?	34
75.	SCR 高温低尘布置的工艺系统是什么?	35
76.	SCR 高温低尘布置工艺的优缺点是什么?	35
77.	SCR 低温低尘布置的工艺系统是什么?	36
78.	SCR 低温低尘布置工艺的优缺点是什么?	36
79.	如何评价 SCR 反应器的三种布置方式?	36
第三节	还原剂的选择与制备	37
80.	SCR 脱硝还原剂的原料主要有哪三类?	37
81.	SCR 还原剂如何选择?	38
82.	SCR 脱硝工艺中氨气有哪几种制备方法?	39
83.	以液氨制备氨气的工艺流程是什么?	39
84.	以氨水制备氨气的工艺流程是什么?	39
85.	为什么不能直接将氨水喷射进入热烟道中?	41
86.	尿素制备氨气与以液氨和氨水制备氨气的工艺 不同点是什么?	41
87.	尿素制氨的主要方法有哪两种?	41
88.	水解法制氨工艺的的流程是什么?	41

89. 水解法制氨工艺化学反应方程式是什么?	42
90. 尿素水解器的蒸汽加热方式分为哪两种?	42
91. 尿素制氨工艺主要特点是什么?	42
92. 热解法制氨与水解法制氨工艺流程的不同点是什么?	43
93. 热解制氨工艺中常用热源方式主要有哪两种?	44
94. 热解制氨工艺反应式是什么?	44
95. 尿素热解工艺与水解工艺相比主要特点是什么?	44
第四节 SCR 脱硝技术相关基本概念	44
96. 脱硝岛是指什么?	44
97. 脱硝系统是指什么?	44
98. 选择性催化还原法 (SCR) 是指什么?	44
99. 脱硝还原剂是指什么?	44
100. 脱硝催化剂是指什么?	45
101. SCR 反应器是指什么?	45
102. 喷氨混合系统是指什么?	45
103. 喷氨格栅是指什么?	45
104. 静态混合器是指什么?	45
105. 还原剂制备区是指什么?	45
106. 卸氨压缩机是指什么?	45
107. 稀释风机是指什么?	46
108. 氨氮摩尔比是指什么?	46
109. 氨氮摩尔比计算公式是什么?	46
110. 氨逃逸是指什么?	46
111. 氨逃逸质量浓度是指什么?	46
112. 还原剂耗量计算公式是什么?	46
113. SO_2/SO_3 转化率是指什么?	47
114. SCR 烟气脱硝装置的脱硝效率是指什么?	47
115. 脱硝工艺有哪些副产物?	47
第五节 SCR 脱硝系统物料平衡	48
116. SCR 脱硝技术物料平衡是什么?	48

117.	在 SCR 脱硝工艺中 NO_x 与 NH_3 反应顺序是什么?	48
118.	SCR 系统如何进行物料平衡计算?	49
119.	还原剂消耗量如何进行估算?	49
120.	不同含氧量的 NO_x 数值换算公式是什么?	50
121.	质量-体积浓度与体积浓度之间是如何转换的?	51
122.	在标准状态下 $30\text{mg}/\text{m}^3$ 的氟化氢的体积浓度是多少?	51
123.	已知大气中二氧化硫的浓度为 $5\mu\text{L}/\text{L}$, 标准状态下用 mg/m^3 表示的浓度值是多少?	51
124.	稀释风量如何进行估算?	51
第六节 SCR 工艺系统的能量平衡		52
125.	SCR 反应器及其烟道系统中能量平衡主要涉及哪三部分?	52
126.	在 SCR 系统中引起烟气温度下降的原因是什么?	52
127.	尿素热解的能量需求是什么?	52
第七节 影响 SCR 脱硝性能的关键因素		53
128.	催化剂对 SCR 脱硝性能的影响是什么?	53
129.	反应温度对 SCR 脱硝性能的影响是什么?	53
130.	SCR 脱硝装置最低温度要求的原因是什么?	55
131.	NH_3 喷嘴管表面最低温度有何要求? 其计算公式是什么?	55
132.	SCR 脱硝装置最高烟气温度要求的原因是什么?	55
133.	烟气在反应器内的空间速度对 SCR 脱硝性能有何影响?	55
134.	氨气输入量及与烟气的混合程度对 SCR 脱硝性能的影响是什么?	55
135.	SCR 脱硝效率的主要影响因素有哪些?	56
第三章 SCR 脱硝系统		59
第一节 SCR 烟气系统		59
136.	SCR 脱硝技术的特点是什么?	59
137.	SCR 脱硝工艺系统主要包括哪些?	59
138.	SCR 脱硝技术工艺系统设计的主要技术原则和工作内容有哪些?	60
139.	SCR 烟气系统包括哪几部分?	60

140.	SCR 烟道设计的基本内容和技术要求是什么?	61
141.	SCR 入口烟道的布置有哪几种形式?	61
142.	SCR 出口烟道的布置有哪几种形式?	62
143.	反应器入口是否需要设置灰斗?	63
144.	烟道体及加固肋的设计要求是什么?	63
145.	SCR 烟道系统为什么采用非金属膨胀节? 安装要求是什么?	64
146.	SCR 烟气系统支吊架设计选型是什么?	64
147.	SCR 烟气系统为什么要设置导流板? 如何进行设置?	65
148.	SCR 脱硝系统挡板门设置要求是什么?	65
第二节 SCR 系统的烟气旁路		66
149.	SCR 脱硝系统设置省煤器烟气旁路的主要作用是什么?	66
150.	SCR 脱硝系统是否设置省煤器烟气旁路与什么有关?	66
151.	SCR 脱硝装置设置省煤器烟气旁路有哪几种形式?	66
152.	省煤器烟气旁路的容量如何选择?	67
153.	SCR 反应器设置烟气旁路的主要作用是什么?	68
154.	设置 SCR 烟气旁路存在的问题是什么?	68
155.	不设置反应器烟气旁路的燃煤电厂 SCR 系统需要考虑哪些问题?	68
156.	避免催化剂烧结的对策是什么?	69
157.	避免启动和低负荷运行时烟气结露对催化剂的影响对策是什么?	69
158.	避免启动时燃油沾污催化剂采取的措施是什么?	69
159.	避免在锅炉爆管时对催化剂的影响采取的措施是什么?	70
160.	避免灰负荷过大对催化剂的磨损采取的措施是什么?	71
第三节 氨气/空气混合系统		72
161.	SCR 烟气脱硝成功的关键因素是什么?	72
162.	脱硝装置有哪两个重要指标?	72
163.	脱硝效率、氨逃逸率与 NH_3/NO_x 摩尔比的关系是什么?	72
164.	喷氨混合系统的一般技术要求是什么?	73

165.	喷氨混合系统技术性能指标是什么？	74
166.	氨混合距离和混合强度对喷氨点数量布置的影响是什么？	74
167.	提高氨混合强度的策略是什么？	75
168.	ENVIRGY 氨气/空气喷嘴/混合系统是什么？其优点	
	是什么？	76
169.	FBE 氨涡流混合技术工作原理是什么？其优点是什么？	76
170.	三角翼静态混合器系统功能的特征是什么？	77
171.	氨气喷射管一般分为哪两种？混合管安装在什么部位？	77
第四节 AIG 喷氨系统设计		78
172.	喷射格栅 (AIG) 主要有哪三种技术？	78
173.	喷氨格栅的作用是什么？	79
174.	SCR 工艺的氨喷射系统由哪些部分组成？	79
175.	SCR 脱硝氨喷射系统工艺流程是什么？	80
176.	SCR 脱硝工艺稀释风机的压头一般控制在多少？	80
177.	稀释风的主要作用是什么？	80
178.	稀释风机如何进行选型和配置？	80
179.	稀释风机出风口加装止回阀的作用是什么？	80
180.	氨气/空气混合器的作用是什么？	81
181.	氨气/空气混合器由哪几部分组成？内设隔板的作用	
	是什么？	81
182.	氨气/空气混合器本体直径和喷嘴数量如何进行计算？	81
183.	喷氨格栅系统分为哪几种？分别适用于哪些工况？	82
184.	喷氨布置的系统中如何进行调节获得氨气在烟气中	
	均匀分布？	84
185.	喷氨管道布置规则是什么？	84
186.	喷嘴设计应满足哪些要求？	85
187.	AIG 喷嘴设计分为哪几种方式？	85
188.	氨喷嘴喷射氨量如何进行调整？	86
第四章 SCR 催化剂		88
第一节 SCR 催化剂工作原理及分类		88

189. 催化剂的作用是什么?	88
190. 催化剂的催化作用是什么?	88
191. SCR 催化剂的功能是什么?	88
192. 根据反应物和催化剂的状态, 通常将催化剂作用分为 哪两类?	88
193. 催化剂在催化反应中有哪三个显著的特征?	89
194. 催化剂加快反应速率的机理是什么?	89
195. 工业催化剂有哪三类组分?	89
196. 催化剂载体的功能有哪些?	89
197. 催化剂载体的主要作用是什么?	89
198. 催化剂的宏观物性是指什么?	90
199. 用于 SCR 系统的商业催化剂主要有哪几类?	90
200. SCR 催化剂可根据哪些方面进行不同的分类?	90
201. 火电厂用 SCR 催化剂按原材料可以分为哪几种类型?	90
202. 金属氧化物类催化剂反应机理是什么?	91
203. 钒作为主要活性成分的催化剂, 其活性温度区间是多少?	91
204. 金属氧化物类催化剂中加入 WO_3 和 MoO_3 的主要作用 是什么?	91
205. 在催化剂的制备过程中加入玻璃丝、玻璃粉、硅胶等的 作用是什么?	91
206. SCR 催化剂按结构可以分为哪三种?	92
207. 目前在火电厂脱硝工程中应用最多的催化剂是哪一种?	92
208. SCR 催化剂按载体材料可以分为哪两种?	92
209. SCR 催化剂按工作温度可以分为哪三种?	92
210. SCR 催化剂按用途可以分为哪三种?	93
211. 燃煤电站的 SCR 催化剂至少应满足哪些条件?	93
第二节 SCR 催化剂的结构及特点	93
212. 用于 SCR 工艺的催化剂应满足哪些条件?	93
213. SCR 催化剂有哪些技术指标?	94
214. 蜂窝式催化剂单元是什么?	95

215. 蜂窝式催化剂模块是什么？	95
216. 蜂窝式催化剂缺口是指什么？	95
217. 蜂窝式催化剂孔变形是指什么？	95
218. 蜂窝式烟气脱硝催化剂产品的规格是按什么来划分的？	95
219. 板式催化剂单板是指什么？	96
220. 板式催化剂单元是指什么？	96
221. 板式烟气脱硝催化剂产品的规格是按什么来划分的？	96
222. 催化剂面速度是指什么？	96
223. 蜂窝式催化剂的几何比表面积计算公式是什么？	96
224. 平板式催化剂的几何比表面积计算公式是什么？	96
225. 蜂窝式催化剂的开孔率计算公式是什么？	97
226. 板式催化剂的开孔率计算公式是什么？	97
227. SCR 蜂窝式催化剂的特点是什么？	97
228. SCR 板式催化剂的特点是什么？	97
229. SCR 波纹状催化剂的特点有哪些？	97
230. 在催化剂模块上表面设置金属质的保护网的目的是什么？	98
231. 蜂窝式与板式脱硝催化剂可以互换、混装吗？	98
第三节 常用 SCR 催化剂的活性及成分	98
232. 催化剂活性指什么？	98
233. SCR 脱硝催化剂的活性是什么？	98
234. V_2O_5 催化剂的活性与含量、温度的关系是什么？	100
235. 如何表示催化剂活性与脱硝性能之间的关系？	100
236. SCR 催化剂主要由哪三部分组成？	101
237. V_2O_5/TiO_2 催化反应机理是什么？	102
238. SCR 催化剂活性成分是什么？	102
239. V_2O_5 活性成分的主要作用是什么？	102
240. TiO_2 活性成分的主要作用是什么？	102
241. 三氧化钨活性成分的主要作用是什么？	103
242. MoO_3 活性成分的主要作用是什么？	103
243. 硅基颗粒添加剂的主要作用是什么？	103

244. 影响催化剂的结构和活性成分的主要因素有哪些?	103
第四节 SCR 催化剂的设计条件	104
245. 催化剂的设计条件包括哪几项内容?	104
246. 如何控制氨逃逸率与二氧化硫的氧化率?	104
247. 催化剂设计箱体的作用是什么?	105
248. 催化剂箱体格栅上安装不锈钢网格的作用是什么?	105
249. 防止催化剂箱体间烟气短路, 采取的措施是什么?	105
250. 催化剂表面积是提供什么场所?	105
第五节 烟气化学成分对催化剂性能的影响	105
251. 烟气中含水率对催化剂特性的影响是什么?	105
252. SCR 脱硝催化剂为什么怕水?	105
253. 烟气中含氧量对催化剂特性的影响是什么?	106
254. 烟气中 NO_x 浓度对催化剂体积的影响是什么?	106
255. 烟气中 As 对催化剂特性的影响是什么?	108
256. 防止砷中毒的化学方法有哪两种?	108
257. 烟气中二氧化硫的含量对催化剂选型的限制是什么?	108
258. SCR 脱硝催化剂为什么有最高连续运行烟温的限制?	108
259. SCR 脱硝催化剂为什么有最低连续运行烟温的限制?	109
260. 什么是 SCR 脱硝催化剂 ABS、MIT、MOT?	110
261. 在温度窗口内 SCR 脱硝催化剂的活性受温度影响大吗?	111
第六节 烟气中飞灰对催化剂性能的影响	112
262. 烟气中的飞灰对催化剂的性能影响主要有哪几个方面?	112
263. 飞灰中碱金属引起催化剂中毒机理是什么?	113
264. 造成催化剂的堵塞原因是什么?	113
265. 防止催化剂堵灰的措施有哪些?	113
266. 飞灰造成催化剂磨蚀的因素有哪些?	114
267. CaO 造成 SCR 催化剂中毒的原因是什么?	114
268. 催化剂 CaO 中毒的机理是什么?	115
269. 对于飞灰中 CaO 引起的催化剂中毒, 延长催化剂使用寿命, 可以采用的技术手段包括哪些?	115

第七节 烟气参数对催化剂性能的影响	115
270. 烟气温度对催化剂特性的影响是什么?	115
271. 催化剂入口烟气分布均匀性对催化剂性能的影响是什么?	116
272. 烟气温度的分布偏差通过什么来表示?	116
273. SCR脱硝装置入口烟气偏差设计范围是多少?	116
274. NH_3/NO_x 摩尔比分布偏差对脱硝效率的影响是什么?	117
第八节 催化剂的设计制造	117
275. 催化剂成分的设计依据是什么?	117
276. 催化剂体积的设计依据是什么?	118
277. 催化剂制备是什么?	118
278. 板式催化剂的生产工艺主要步骤有哪些?	118
279. 平板式催化剂生产工艺流程是什么?	118
280. 蜂窝式催化剂生产工艺流程有哪几种?	118
281. 蜂窝式催化剂的制造工艺单元是什么?	119
282. 催化剂煅烧的作用包括哪些?	119
283. 蜂窝式催化剂与板式催化剂主要不同点是什么?	119
284. 催化剂维护的主要工作有哪些?	119
第九节 催化剂的寿命管理	120
285. 为什么SCR脱硝催化剂采用“N+1”模式布置?	120
286. 什么是催化剂管理?	121
287. 催化剂的稳定性是指什么?	121
288. 工业催化剂的稳定性包括哪三个方面?	122
289. 工业催化剂的寿命是指什么?	122
290. 影响催化剂催化效果的反应条件主要包括哪些?	122
291. 影响催化剂寿命的因素有哪些?	122
292. SCR催化剂的化学寿命是什么?	122
293. 催化剂化学寿命分为哪两个阶段?	123
294. 在役催化剂 SO_2/SO_3 转化率超标是否对应化学寿命到期?	123
295. SCR催化剂的机械寿命是什么?	124
296. 催化剂的机械寿命由什么来决定,受哪些因素影响?	124