

电炉炼钢除尘与 节能技术问答

沈 仁 华伟明 沈 曙 编著



冶金工业出版社

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

电炉炼钢除尘与节能技术问答

沈 仁 华伟明 沈 曙 编著



北 京

冶 金 工 业 出 版 社

2009

内 容 提 要

本书分为12章,采用一问一答的形式,较系统地介绍了电炉炼钢除尘与节能技术。本书对电炉除尘系统进行了较详细的“解剖”,具有很强的实用性;介绍了电炉烟气治理和钢厂电炉节能(含无功补偿滤波技术)的成功范例和经验心得,可供借鉴。本书力求语言简练、易读易懂易记,适合于读者阅读。

本书可供广大冶金环保工作者、电炉炼钢企业的管理人员、操作人员、设备维护人员和有关院校除尘与节能专业的教学人员阅读,也可作为冶金企业除尘与节能方面的培训材料。

图书在版编目(CIP)数据

电炉炼钢除尘与节能技术问答/沈仁,华伟明,沈曙
编著. —北京:冶金工业出版社,2009.3

ISBN 978-7-5024-4548-5

I. 电… II. ①沈… ②华… ③沈… III. ①电炉炼钢
—除尘—问答 ②电炉炼钢—节能—问答 IV. TF741-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第028437号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010) 64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘小峰 美术编辑 李 心 版式设计 张 青

责任校对 白 迅 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-4548-5

北京百善印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2009年3月第1版,2009年3月第1次印刷

850mm×1168mm 1/32;9.625印张;256千字;284页;1-3000册

29.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

世界电炉钢比例占钢总产量的 36%，电炉炼钢除了在传统的合金钢领域继续保持优势外，在普通钢领域也具有竞争力，因而它成为两大主要炼钢方法之一。中国近十年来电炉炼钢技术得到了飞速发展。电炉—精炼—连铸流程中，原料精料、电炉（超）高功率化、炉外精炼、连铸、连轧、连续热处理、环保除尘、系统自动化、在线检测和包装标准化等，正在成为电炉炼钢企业的奋斗目标。

由于钢铁冶金企业的不断加速发展，对大气排放烟尘及有毒有害气体也越来越严重，造成了钢厂周围及其城市乡村大气层的污染物严重超标，使生存环境严重恶化，并消耗了大量的能源和资源。我国电炉炼钢除尘在 20 世纪 90 年代就实施国家标准（GB 9078—1996）《工业炉窑大气污染物排放标准》。但有些企业治理任务仍十分艰巨，甚至有难度与阻力。这是涉及到国计民生的大问题，必须引起有识之士和环保工作者的关注。

钢铁企业是能源消耗的大户，特别是电炉炼钢，消耗的电能是二次能源。我国政府对节约能源高度重视，制定了一系列节能减排的政策及法规，从中央到地方都设立了节约能源的机构。电炉炼钢厂采用高新技术节电产品及需求侧能源管理，生产实践证明，可以取得显著成效，不仅有巨大的经济效益，还显示出明显的社会效益。

生产、环保、节能实践证明，具有同样电炉除尘设备装备水平的电炉钢厂，有的可能烟尘等排放物达标，车间内空气质量符合标准，产量也创造了纪录，而有的却可能达不到令人满意的效果，消耗了能源并影响了钢产量。其关键取决于除尘操作人员的素质，虽然电炉除尘与节能技术不是什么尖端技术，然而要全面掌握其相关知识也不是一件容易的事，需要对从事电炉炼钢的生产、除尘、管理操作人员进行较系统的职业技术培训，并结合实践进行学习。作者有幸多年从事冶金电炉炼钢厂除尘与节能技术的研究、设计、实践工作，对该课题有所积累与建树。在节能减排方针的指导下，作者向重视该课题的专家、技术人员、有丰富实践操作经验的一线工人多次请教，共同商讨，进行总结，采用一问一答的形式编写成本书。本书力求语言简练、易读易懂易记，适合于技术工人阅读，希望本书能够成为广大冶金环保工作者与电炉除尘与节能技术一线管理、操作人员和有关院校师生学习基础理论、提高知识水平和操作技能的、有实用价值的辅导材料。

本书可分为两部分，第一部分介绍电炉炼钢除尘技术，较系统地阐述了电炉炼钢除尘技术系统的基本知识、有关数据及概念，各种烟尘与烟气的处理方法及除尘系统的检测，操作与控制等内容；第二部分介绍电炉炼钢节能技术（含无功补偿滤波技术），着重介绍了德国法兰克盖姆普能源控制（无锡）有限公司开发的高新技术节电产品及国家 DSM 项目需求侧能源管理技术。这项技术与产品属于国家“十五”攻关项目及中国科学院清洁能源项目，其成功运用的项目获得了国家巨额节能

奖。读者可以登陆网站 <http://www.frankeenergy.com> 进一步了解有关专项技术介绍。

问渠哪得清如许，为有源头活水来。在本书出版过程中得到了冶金工业出版社、无锡东航环保工程有限公司、德国法兰克盖姆普中国代表处、冶金环保工程设计院等领导及有关人员以及深圳航空有限责任公司无锡分公司刘军总经理、薛冬泉副总经理的大力支持，对此深表谢意。

最后我们对为编写本书提供帮助的同志表示衷心的感谢，他们是王永忠、宋七楠、许汝钟、王阿英、沈磊、曹晓明、贾伟勃、吴建伟等。

由于编著者水平所限，书中不当之处，恳请读者批评指正。

编著者
2008 年 11 月

目 录

1 电炉炼钢除尘技术基础

1.1 电炉除尘基础知识	1
1. 电炉炼钢除尘的概念是什么?	1
2. 电炉车间的组成和特点是什么?	1
3. 常见的炼钢方法有哪些?	2
4. 电炉冶炼的主要方法有哪几种?	3
5. 什么是氧化法?	3
6. 什么是不氧化法?	3
7. 什么是返回吹氧法?	3
8. 电炉炼钢的特点是什么?	4
9. 电炉有哪几种除尘方法?	4
10. 电炉炼钢车间产生的有害物有什么特点?	5
11. 电炉炼钢车间主要有有害物的来源有哪些?	6
12. 什么是烟气?	7
13. 烟气的主要成分是什么?	7
14. 何为烟气含尘量?	8
15. 何为烟气温度?	8
16. 粉尘的性质包括哪些内容?	8
17. 电炉烟尘有什么主要特征?	9
1.2 排烟量和排气方式	9
18. 什么是电炉炉气量?	9
19. 什么是钢包精炼炉炉气量?	9
20. 电炉炉内排烟量计算有几种方法?	10
21. 何为综合计算法?	10

22. 何为热平衡计算法?	10
23. 电炉炉外排烟有几种方法?	10
24. 何为炉外排烟屋顶罩?	10
25. 何为屋顶罩排烟量?	10
26. 密闭罩的结构形式有何特点?	11
27. 密闭罩排烟量如何确定?	11
28. 计算密闭罩排烟量有哪三种经验方法?	12
29. 什么是兑铁水罩排烟量?	12
30. 烟气导流板(罩)排烟量如何确定?	12
31. 什么是钢包精炼炉排烟量?	12
32. 什么是铁水倒罐站排烟量?	12
33. 什么是铁水脱磷站排烟量?	13
34. 怎样估算电炉散状料和辅原料的排烟量?	13
35. 何为直接式炉内排烟?	13
36. 什么是脱开式炉内排烟?	13
37. 什么是兑铁水罩排烟?	13
38. 何为烟气导流板(罩)排烟?	14
39. 什么是钢包精炼炉炉内排烟?	15
40. 什么是钢包精炼炉炉外排烟?	15
41. 什么是铁水倒罐站排烟?	15
42. 何为铁水脱磷站排烟?	15
43. 什么是电炉散状料和辅原料排烟?	16
44. 电炉散状料与辅原料排尘抽气罩设计应 注意哪几点?	16
1.3 高温烟气冷却器	16
45. 高温烟气有什么特性?	16
46. 什么是冷却方法的分类?	16
47. 何为直接冷却?	17
48. 何为间接冷却?	17
49. 冷却器的构造和分类有哪几种?	17

50. 强制风冷却器分几种？	17
51. 什么是饱和冷却塔？	17
52. 什么是蒸发冷却塔？	18
53. 水冷套管的用途是什么？	18
54. 水冷密排管进出口烟道的温度是多少？	18
55. 什么是自然对流空气冷却器？	18
56. 强制风冷却器的冷却效果如何？	18
57. 燃烧室的用途是什么？	18
58. 燃烧室分哪几种？	19

2 袋式除尘器

59. 袋式除尘器有何特点？	20
60. 什么是长袋脉冲袋式除尘器？	20
61. 大型长袋脉冲袋式除尘器有什么优点？	21
62. 什么是大型反吹风袋式除尘器？	21
63. 反吹风袋式除尘器有什么特点？	22
64. 影响袋式除尘器性能的主要因素是什么？	22
65. 袋式除尘器常用术语的含义是什么？	23
66. 什么是过滤面积计算及计算公式？	24
67. 过滤风速的选择原则主要有哪几点？	24
68. 各类袋式除尘器的推荐过滤风速是多少？	25
69. 除尘器效率如何计算？	25
70. 设备阻力如何计算？	26
71. 漏风效率如何计算？	26
72. 压缩空气耗量如何计算？	26
73. 何为滤料？	27
74. 目前用于滤料的合成纤维主要有哪几种？	27
75. 滤料如何选用？	27
76. 常用的 LCM. D/G 型大型长袋脉冲式除尘器 外形是什么样？	27

77. 大型长袋脉冲除尘器的主要特点有哪些?	27
78. 什么是常用的 LFSF-D 大型反吹风袋式除尘器?	29
79. 大型反吹风袋式除尘器有何特点?	29
80. 常用的 LCPM 型系列中型脉冲布袋除尘器 有何特点?	29
81. 常用的 LCPM/GS 型系列中型离袋脉冲除尘器 有何特点?	30
82. 常用的 ZC 型系列回转反吹风袋式除尘器主要 特点是什么?	31
83. 常用的 FSF 型系列三状态反吹风袋式除尘器 主要特点是什么?	31
84. 还有哪几种常用特式除尘器?	31
85. 长袋低压脉冲袋式除尘器在 100t 电炉上的 应用效果如何?	31
86. 长袋低压脉冲袋式除尘器在 3 台 30t 电炉除尘 系统的应用效果如何?	32
87. 反吹风袋式除尘器在 150t 电炉上应用 效果如何?	32
88. 长袋低压脉冲袋式除尘器在 60t 电炉上的 应用效果如何?	32

3 除尘管道和输送设备

3.1 输排灰装置	33
89. 什么是输排灰装置?	33
90. 螺旋输送机如何选用?	33
91. 埋刮板输送机如何选用?	34
92. 斗式提升机如何选用?	35
93. 什么是气力输送装置?	35
94. 什么是排灰装置?	36
95. 排灰装置的选用要求有几点?	36

96. 插板阀有哪几种?	37
97. 什么是双层卸灰阀?	37
98. 锁气钢板卸灰阀有何特性?	37
99. 什么是旋转卸灰阀?	37
100. 什么是贮灰仓?	37
101. 贮灰仓选用要求有哪几点?	38
102. 料位计的用途是什么?	39
103. 简易布袋除尘器用于何处?	39
104. 什么是料仓振动防闭塞装置?	39
105. 空气炮的作用是什么?	39
106. 空气锤的作用是什么?	39
107. 贮灰仓需配置哪些辅助设置?	40
3.2 除尘管道系统	40
108. 除尘管道系统有何作用?	40
109. 管道设计主要要求有哪几点?	40
110. 管道结构的含义是什么?	41
111. 常用除尘管道的规格与壁厚是多少?	41
112. 什么是管道加固?	42
113. 管道加固的常用钢材规格有哪几种?	42
114. 加强筋的距离为多少适宜?	42
115. 管道用什么材质较合理?	42
116. 管道内的烟气密度如何计算?	42
117. 烟气量如何计算?	43
118. 如何计算管径?	43
119. 管道局部阻力损失如何计算?	44
120. 管道摩擦阻力损失如何计算?	44
121. 什么是管道的总阻力, 如何计算?	44
122. 什么是管道固定支座?	45
123. 管道支座的跨距要求是多少?	45
124. 什么是管道滑动支座?	45

125. 管道摩擦阻力如何计算?	45
126. 滑动摩擦副有什么优点?	46
127. 什么是管道平面滑动支座?	46
128. 什么是平面导向支座?	46
129. 什么是管道膨胀补偿技术?	47
130. 什么是非金属补偿器?	47
131. 什么是金属波纹补偿器?	47
132. 金属波纹补偿器的选用条件是什么?	48
133. 什么是管道保温?	48
134. 常用的保温材料有哪几种?	49
135. 什么是管道的涂装?	49
136. 什么是管道与设备腐蚀?	49
137. 什么是除锈?	49
138. 涂料使用时需要注意什么?	49
139. 涂料中的底漆、中间漆、面漆分别 应有什么性能?	49
140. 除尘管道常用什么色卡?	50
141. 什么是涂料牌号?	50
3.3 除尘配套设备	50
142. 什么是管道阀门, 它的作用是什么?	50
143. ZKJW-OICKB 型电动高温蝶阀适宜用在何处?	50
144. ZKJW-O1 型电动蝶阀适宜用在何处?	50
145. ZK ^Y _C VB-0.05 型电动百叶圆式、窗式阀 适用何处?	51
146. ZSS ^W _R 系列气动软密封蝶阀的概念是什么?	51
147. 什么是 ZSSW 系列气动调节蝶阀?	51
148. Z ^{MA} _{SC} W-0.1G ^K _B 型气动高温蝶阀适宜用在何处?	51
149. 火花捕集器的构造如何?	51
150. 火花捕集器有什么用途?	51
151. 烟气混合室的简单构造怎样?	52

152. 烟气混合室有什么用途？	52
153. 烟囱（或排气筒）有什么用？	52
154. 大气污染物排放量如何计算？	52
155. 烟囱功能如何计算？	54
156. 烟囱设置有哪几条原则？	54

4 风机与配套电机

157. 除尘系统风机类型可分哪几类？	55
158. 风机的运行特性主要有哪几点？	55
159. 风机的主要性能参数要注意哪几点？	55
160. 什么是风机的特性曲线？	56
161. 气体密度对风机性能的影响有哪几点？	58
162. 叶轮直径对风机性能的影响有哪几点？	58
163. 什么是风机的并联工作？	59
164. 什么是风机的串联工作？	61
165. 怎样选用风机？	63
166. 如何进行风机选型计算？	63
167. 如何根据风机所处位置进行分类？	63
168. 风机结构形式大概分哪几种？	64
169. 风机耐磨措施有哪些？	65
170. 风机选用要求有哪几点？	65
171. 在选用电机时应注意哪几点，电机功率 如何计算？	66
172. 液力耦合器的作用是什么？	67
173. 液力耦合器的工作原理是什么？	67
174. 风机布置均应遵守哪几点原则？	67
175. 什么是风机的隔振和消声？	69
176. 如何计算风机的声压和声功率级？	69
177. 什么是风机隔振措施？	69
178. 消声器的作用是什么？	71

179. 用于除尘系列的消声器有哪4种?	71
180. 什么是风机的运行调节和节能?	71
181. 风机的调节方法一般分哪两类?	71
182. 什么是改变管网的性能曲线?	72
183. 什么是改变风机性能曲线?	72
184. 如何改变风机转速?	72
185. 系统选择调速节能时应注意哪几点?	72
186. 何为改变风机进口导流器叶片安装角度?	72
187. 风机运行故障来自于哪些方面?	73
188. 简明系统性能故障分析和排除方法是什么?	73
189. 简明设备机械故障分析和排除方法是什么?	74

5 除尘系统方案设计与实例简介

190. 除尘系统有哪几种组成?	76
191. 什么是一次烟气排烟除尘系统?	76
192. 电炉一次烟气除尘系统的工作特点是什么?	76
193. 钢包精炼炉一次烟气除尘系统的工作 特点是什么?	79
194. 什么是电炉与精炼炉一次烟气排烟 相结合的方案?	80
195. 什么是二次烟气排烟除尘系统?	80
196. 什么是电炉密闭罩和屋顶罩排烟?	80
197. 什么是钢包精炼炉炉顶活动烟罩排烟?	80
198. 什么是铁水倒罐和铁水脱磷排烟?	84
199. 一次烟气与二次烟气排烟系统合并的 优点是什么?	84
200. 什么是电炉炉内排烟与屋顶罩排烟相结合?	84
201. 什么是电炉炉内排烟与密闭罩排烟相结合?	84
202. 什么是电炉炉内排烟与屋顶罩和密闭排烟 相结合?	84

203. 什么是电炉和精炼炉炉内排烟与屋顶罩排烟相结合?	90
204. 什么是电炉和精炼炉炉内排烟与电炉屋顶罩和密闭罩排烟相结合?	90
205. 什么是电炉半密闭导流罩形式的屋顶罩排烟系统?	90
206. 什么是电炉导流罩形式的屋顶罩排烟系统?	90
207. 按设备设置除尘系统除尘系统如何划分?	90
208. 除尘正压系统有什么特点?	91
209. 除尘负压系统有什么特点?	91
210. 除尘系统按工艺类型划分有哪几种?	91
211. 电炉一次烟气除尘系统与综合导流式环流屋顶罩在实际工程应用中的除尘效果如何?	91

6 除尘系统的检测、操作和控制

212. 什么是除尘系统的检测?	93
213. 主要的检测内容有哪几方面?	93
214. 什么是除尘系统的操作和控制?	94
215. 控制系统有哪些部分组成?	94
216. 要实现自动控制的装置, 归纳为哪4类?	95
217. 除尘系统的操作方式如何?	95
218. 各独立传动设备和控制阀的操作有哪两种方式?	95
219. 典型的电炉除尘系统连锁内容有哪些?	96
220. 典型的除尘系统在自动操作运行中, 使用在人机接口上(MMI)的功能键“电炉除尘系统运行”则会启动哪些顺序?	97
221. 系统开机需要做什么准备?	98
222. 对于开机准备, 尤其在第一次开机和长期的关机或大修改以后, 需检查哪些项目?	98

223. 什么是正常关机?	99
224. 什么是系统运行趋势?	99
225. 系统故障报警包括有哪些内容?	100
226. 画面显示有哪些内容?	100

7 电炉炼钢的发展趋势与节能技术概述

227. 除尘系统风机的节电改造措施现状情况如何? ...	101
228. 节电方案的原则是什么?	101
229. 自动控制方案有哪些?	102
230. 电炉车间除尘系统风机节电方案分析考虑 哪些内容?	102
231. 转炉车间除尘系统风机节电方案分析 哪些内容?	104
232. 多烟尘捕集罩除尘系统风机节电方案应考虑 哪些内容?	104
233. 列举节电效益实例分析?	105
234. 投资(一套除尘系统)费用概算是多少?	106
235. 节电方案实施步骤是什么?	106
236. 通过风机节能改造措施可以得出什么结论?	106
237. 什么是 LF 钢包精炼炉, 它的加热装置的 特点有哪些?	106
238. 什么是 LFV 钢包精炼炉?	107
239. 什么是 VD 炉?	107
240. 电炉容量及功率发展的趋势如何, 什么是 HP, 什么是 UHP?	108
241. 电炉容量及功率增大带来什么问题?	109
242. 什么是功率补偿, 功率补偿方式有哪几种?	109
243. 直流电炉的优点是什么, 问题是什么?	110
244. 电炉节能有哪些主要技术手段?	111
245. 电炉炼钢发展趋势如何?	111

246. 电炉容量的变化趋势如何?	112
247. 电炉炼钢, 从环境保护角度分析, 带来哪些 危害, 如何防止?	113
248. 电炉节能有哪些技术方法?	114

8 能源管理及无功补偿技术

8.1 能源(负荷)管理	115
249. 为什么要开展能源(负荷)管理?	115
250. 能源(负荷)管理的作用及意义是什么?	116
251. 能源(负荷)管理系统包括哪些内容?	118
252. 什么样的企业(用户)适合能源(负荷)管理?	119
253. 怎样开展能源(负荷)管理?	120
254. 政府对开展能源(负荷)管理有哪些 相关政策?	122
255. 主要能源(负荷)管理成功范例有哪些?	122
256. 能源(负荷)管理的原理是什么?	123
257. 江苏锡钢为什么采用能源(负荷)管理, 系统是如何设计的?	127
258. 江苏锡钢采用能源(负荷)管理后的效果如何?	129
259. 江苏淮钢为什么采用能源(负荷)管理, 系统是如何设计的?	130
260. 江苏淮钢采用能源(负荷)管理后的效果如何?	134
261. 宝钢上海五钢及湖南衡阳钢厂采用能源 (负荷)管理后的效果如何?	135
262. 为更好开展能源(负荷)管理的建议有哪些?	136
8.2 无功(滤波)补偿技术	137
263. 提高功率因数对节能有什么意义?	137
264. 提高企业用电设备自然功率因数的方法 有哪些?	138
265. 无功功率补偿的种类有几种?	141