

国家自然科学基金重大项目

熔融还原炼铁过程 应用基础研究

1989.1--1992.12

(一)

论 文 目 录
摘 要 选 编
成 果 简 介

大 项 目 领 导 小 组

一九九三年十月

22582

论文目录

铁矿粉快速预还原流态化反应器研究

中国科学院化工冶金研究所

1. 付振奇、姚建中、郭慕孙, 《第五届全国流态化会议文集》, 北京, 1990年4月
 载流床中双组分颗粒的运动 13
2. 邵曼君、郭慕孙, *Second World Congress Particle Technology*, Kyoto, Japan, Sep., 1990
 Particle Mixing and Segregation in a Moving Fluidized Bed Under the Effect of a Magnetic Field 14
3. 王峰、刘淑娟、姚建中, 《化工冶金》, 1990), No.3
 液固脉动床基本流体力学特性的研究 15
4. 刘得金, 中国科学院化工冶金研究所硕士研究生学位论文, 1990年5月
 组合式快速流态化床的研究 16
5. 邵曼君、赖全胜、郭慕孙, 《化工冶金》, (1991), No.1
 气固移动流化床内颗粒的混合与分级(I)纯重力场中的行为 16
6. 沈天临、姚建中、刘淑娟等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之二, 1991年1月
 0.5吨/日铁精矿流态化预还原工艺流程及反应器 17
7. 姚建中、沈天临、刘淑娟等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之二, 1991年1月
 循环流程及迁安矿快速床预还原 18
8. 姚建中、沈天临、刘淑娟等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之二, 1991年1月
 0.5吨/日鞍山矿快速床预还原 19
9. 姚建中、沈天临、刘淑娟等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之

二, 1991年1月

0.5吨/日鞍山矿快速床预还原

10. 刘淑娟、李桂兰、姚建中等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之

二, 1991年1月

流态化铁浴工艺中的铁精矿预还原

11. 刘淑娟、王大光、姚建中、谢裕生、宣德茂等; 中国科学院重大科研项目鉴定验收材料之五, 1991年1月

100吨铁/日流态化-铁浴熔融还原炼铁流程工艺初步设计

12. 王峰、刘淑娟、姚建中; *CJF-4 Fluidization'91 Science and Technology*, Beijing, China, 1991

Hydrodynamic Characteristic in a Pulsed Liquid Fluidized Bed ... 17

13. 邵曼君、郭慕孙, *Journal of Chemical Industry and Engineering (China)*, (1991), No.1

Particle Mixing and Segregation in a Moving Fluidized Bed in Gravity and Magnetic Field 18

14. 郝际斌, 中国科学院化工冶金研究所硕士研究生学位论文, 1991年5月

流化床预还原铁矿粉防粘的研究

15. 姚建中、朴顺玉、艾菁, 《钢铁研究》, 1991, No.4

铁矿熔融还原技术研究开发现状

16. 姚建中、孙晓光、郭慕孙, 《化工冶金》, 1992, No.1

载流过程的流体力学描述

17. 石耀军; 中国科学院化工冶金研究所硕士研究生学位论文, 1992年1月

流化床中铁矿粉附壁与还原行为的研究

18. 邵曼君、赖全胜、张均荣, 《化工冶金》, 1992, No.4

气固移动流化床内颗粒的混合与分级(II):

磁场和重力场中的行为

19. 姚建中、刘淑娟、王峰, *7th International Conference on Fluidization*, Gold Coast, Australia, May, 1992

Pre-reduction of Iron Ore Concentrates in a New Type of Transport Reactor 22

20. 姚建中、孙晓光、郭慕孙, *Selected Papers of Engineering Chemistry and Metallurgy (China)*, 1992
 Hydrodynamic Behavior of Conveying Process 23
21. 姚建中、刘淑娟、王峰, *Selected Papers of Engineering Chemistry and Metallurgy*, (China), 1992
 A Transport Reactor for Pre-reduction of Iron Ore Concentrates 24
22. 邵曼君、郭慕孙; 第三届全国非均相分离学术交流会, 无锡, 1992年10月
 磁场流化床内固体混合物的分离 25
23. 石耀军、姚建中等; 分析测试效果(四), 分析测试中心, 1993
 铁精矿粉附碳与还原过程的形态与成分分析 26
24. 石耀军、刘淑娟、姚建中、李桂兰, 《钢铁》1993, No.11, (待出版)
 铁矿粉流态化附碳与还原过程的研究 27
25. 王兆霖、姚建中、刘淑娟、李洪钟、郭慕孙, 《第六届全国流态化会议论文集》, 武汉, 1993年10月
 内循环快速流化床空隙率分布的研究 28
26. 石耀军、姚建中、刘淑娟、李桂兰, 《第六届全国流态化会议论文集》, 武汉, 1993年10月
 流化床中铁精矿粉附碳的研究 29
27. 刘得金、郑传根、李洪钟、郭慕孙, 《第六届全国流态化会议论文集》, 武汉, 1993年10月
 组合式快速流化床的初步研究 30
28. 刘得金、郑传根、李洪钟、郭慕孙, *4th CFB, Pennsylvania, U.S.A, Aug. 1993*
 A Preliminary Investigation on Integral Circulating Fluidized Bed 31
29. 石耀军、姚建中、刘淑娟、李桂兰, *CJF-5, Fluidization'94, May, 1994, (accepted)*
 Reduction and Sticking Prevention of Iron Ore Powders in a High-temperature Fluidized Bed 32

熔融还原下钒、钛、硫、磷的冶金物理化学行为

中国科学院化工冶金研究所

30. 涂世伟、王大光、宣德茂,《钢铁钒钛》,1989, Vol.10, No.2
钒钛渣系与碳饱和铁水间的熔融还原研究 33
31. 刘天中、王大光、宣德茂,《钢铁钒钛》,1991, Vol.12, No.4
碳饱和铁水与 $\text{CaO-SiO}_2\text{-V}_x\text{O}_y$ 熔渣平衡体系间各组元的分配 34
32. 刘天中、王大光、宣德茂,《化工冶金》,1993, No.1
 $\text{CaO-SiO}_2\text{-V}_x\text{O}_y$ 渣系中各氧化物组元的活度系数研究 35
33. 刘天中、王大光、宣德茂、李鸿林,《第七届全国炼钢学术会议论文集》,鞍山,1992年10月
碳饱和铁液与 $\text{CaO-SiO}_2\text{-TiO}_2$ 系熔渣间 TiO_2 的还原 36
34. 郭占成、王大光、许志宏,《化工冶金》,1992, Vol.13, No.3
铁浴煤氧喷射造气过程中硫的行为 37
35. 郭占成、王大光、宣德茂、刘天中、杨学民、李鸿林,《钢铁》,1992, No.12
熔融还原炉内脱硫精炼 38
36. Guo Zhancheng, Wang Daguang, Xu Zhihong, Xuan Demao, 4th
Int. Sym. on Slags Fluxes, Sendai, Japan, Jun.8, 1992
A Model on Slag-Metal Reaction Kinetics 39
37. 郭占成、王大光、许志宏、宣德茂,《钢铁》,1992, No.2
熔融还原过程中磷的行为 40
38. 杨学民、王大光、刘天中、宣德茂、唐武成,《自然科学基金委员会材料与工程科学部青年基金学术会议论文集》,沈阳,1991年11月
CO还原液态铁氧化物的动力学研究 41
39. 杨学民、王大光、宣德茂、唐武成、刘天中,《第八届全国冶金过程物理化学学术会议论文集》,苏州,1992年10月
CO还原固态铁氧化物的动力学研究 42

40. 宣德茂、王大光、谢裕生、艾菁、涂世伟,《化工冶金》,1989, No.2
铁浴煤-氧喷射造气与熔融还原的热模拟研究 43
41. 宣德茂、王大光、谢裕生、艾菁、涂世伟,《钢铁》,1990, No.4
不同煤-氧喷射方式下铁浴的造气与熔融还原 44
42. 郭占成、王大光、许志宏,《化工冶金》,1992, No.4
煤粉在高温熔体中的热解 45
43. 郭占成、王大光、许志宏,《第五届全国冶金反应动力学和反应工程学术讨论会议论文集》,济南,1991年10月
熔盐中煤氧浸没燃烧数学模拟 45
44. Guo Zhancheng, Wang Daguang, Xu Zhihong, *The First China-Japan Symposium on Chemical Engineering*, Tianjin, China, Oct. 1991
Simulation of Pyrolysis and Combustion of Fine Coal Injected into Molten Flux with Oxygen 46
45. 杨学民、王大光、宣德茂,《金属学报》,1993, No.8
CO还原 $\text{CaO-SiO}_2\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 三元渣系的研究 47
46. 杨学民、王大光、宣德茂、唐武成,《化工冶金》,1993, No.3
CO还原含 Fe_2O_3 二元炉渣反应速度研究(I) 48
47. 郭占成、王大光、许志宏,《化工冶金》,1994, No.2, (待出版)
熔融还原炼磷可行性分析 49
48. 郭占成、王大光、许志宏,《钢铁》,1994, (待出版)
铁浴煤氧喷射气化反应机理初探 50
49. 郭占成、王大光、许志宏,《化工冶金》,1994, No.1, (待出版)
PPEC在高温化工冶金复杂体系研究中的应用 51
50. 杨学民、王大光、宣德茂、唐武成,《化工冶金》,1993, No.3
CO还原含 Fe_2O_3 二元炉渣反应速度研究(II) 52
51. 郭占成、王大光、许志宏、宣德茂,《化工冶金》,1993, No.4
铁浴煤氧喷射造气机理及动力学研究 53
52. 郭占成、王大光、许志宏,《化工冶金》,1994, No.1, (待出版)

- 铁-碳熔体中石墨溶解动力学及石墨溶解表面形貌 54
53. Xuan Demao, Wang Daguang, Xie Yusheng, Ai Jing, Tu Shiwei, *Selected Papers of ECM'90*, 1991
Hot Model Study of Coal Gasification and Smelting Reduction in Liquid Iron Bath with Coal-Oxygen Injection
54. Xuan Demao, Wang Daguang, Xie Yusheng, Ai Jing, Tu Shiwei, Sun Yuehai, (英国金属学会函索供交流), 1991
Coal Gasification and Smelting Reduction in Molten Iron Bath with Different Type of Coal-Oxygen Injection
55. 刘天中, 硕士学位论文, 中国科学院化工冶金研究所, 1990
含钒熔渣与碳饱和铁液间氧化物的还原反应速度 55
56. 郭占成, 博士学位论文, 中国科学院化工冶金研究所, 1992
铁、磷矿石熔融还原与煤氧浸没喷射气化
57. Guo Zhancheng, Wang Daguang, Xu Zhihong, Xuan Demao, (英国金属学会函索供交流), 1992
Behavior of Phosphorous in Smelting Reduction Process
58. Liu Tianzhong, Wang Daguang, Xuan Demao, *Selected Papers of ECM'92*, 1993
Study on Activity Coefficients of Oxides in $\text{CaO-SiO}_2\text{-V}_x\text{O}_y$ Slag System
59. Guo Zhancheng, Wang Daguang, Xu Zhihong, *Steel Research*, 1993, (accepted, to be published)
Fundamental Research on Phosphorous Behavior in the Smelting Reduction Process

熔融还原炼铁过程软科学研究

中国科学院化工冶金研究所

60. 谢裕生、艾菁、王大光、宣德茂,《化工冶金》,1986, No.4
煤氧喷射气化-熔融还原新型反应器的单元模化 56
61. 艾菁、王大光、谢裕生,《计算机与应用化学》,1989, No.2
流态化-铁浴熔融还原流程的系统模化 56
62. 艾菁、王大光、谢裕生,《化工冶金》,1992, No.1
熔融还原炼铁过程的系统模化-煤气二次燃烧研究 57
63. 艾菁、王大光、谢裕生,《计算机与应用化学》,1993, No.1
转炉喷煤氧熔炼废钢模拟研究 58
64. 艾菁、王大光、谢裕生,《钢铁》,1994,(待出版)
提高转炉废钢率的有效途径-煤氧复合喷吹 59
65. 商玉明、谢裕生、艾菁、王大光、杨桂萍、张恒,《计算机与应用化学》,1991, No.4
竖炉--铁浴熔融还原炼铁过程的系统模拟 60
66. 杨桂萍、谢裕生、王大光、商玉明、张恒、艾菁,《化工冶金》,1994, No.1,(待出版)
一步法熔融还原炼铁流程的模拟 61
67. 商玉明、谢裕生、艾菁、张恒,《化工冶金》,1993, No.3
全氧高炉炼铁过程的系统模拟 62
68. 谢裕生、王大光、商玉明、艾菁、杨桂萍、张恒,《化工冶金》,1992, No.3
熔融还原炼铁过程的能量分析及经济评估 63

含碳球团---铁浴熔融还原法的关键技术 的应用基础研究

冶金工业部钢铁研究总院

69. 杜挺; 钢铁, 27, 10(1992), P.65

	无焦炭冶金——熔融还原技术的发展	64
70.	杜挺; 钢铁, 28, 9(1993), P.82	
	我国熔融还原技术的研究和开发	65
71.	杜昆, 杜挺, 牛正刚; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.23	
	冷固结高含碳铁矿球团配比优化与室温强度研究	66
72.	杜昆, 杜挺, 王来久, 李万珍; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.33	
	冷固结高含碳铁矿球团高温强度及还原性能研究	67
73.	杜昆、杜挺; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.39	
	含碳球团还原和再氧化的矿相结构分析	68
74.	杜昆, 杜挺, 杨祖馨; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.45	
	含碳球团的自还原特性与规律	69
75.	杜昆, 杜挺, 杨祖馨; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.51	
	含碳球团自还原机理与动力学模型	70
76.	杜昆, 杜挺, 杨祖馨; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.59	
	含碳球团还原动力学和抗氧化研究	71
77.	杜挺, 牛正刚, 杜昆, 蒋国昌, 郭曙强; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.65	
	铁浴中含碳球团熔化还原规律研究	72
78.	杜挺, 牛正刚, 郑丛杰; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.77	
	铁浴炉中控制炉渣(FeO)含量的研究	73
79.	杜挺, 牛正刚, 郑丛杰; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993年11月, P.85	
	铁浴中控制碳含量及脱硫的研究	74

80. 有晓民, 杜挺, 杜昆; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993 年 11 月, P.93
含碳球团竖炉——铁浴熔融还原流程的软科学研究 75
81. 杜挺, 牛正刚, 杜昆, 有晓民, 王来久, 李万珍; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993 年 11 月, P.99
冷固结合碳铬矿球团实验研究 76
82. 有晓民, 杜挺; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993 年 11 月, P.109
熔渣中铬氧化物与铁液中饱和碳的还原动力学 77
83. 杜挺, 有晓民, 吴夜明, 张玉清, 王龙妹; 4th International Conference on Molten Slags and Fluxes, Sendai, ISIJ, 1992, P.555
Reduction Kinetics of Chromium Oxide in Slags by Dissolved Carbon in Iron Bath.
84. 周渝生, 李文采, 杜挺, 邓开文, 刘扬; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993 年 11 月, P.157
煤粉含碳球团炼铁半工业试验 78
85. 周渝生, 李文采, 杜挺, 邓开文, 刘扬; Proceeding of International Conference in New Smelting Reduction and Near Net Shape Casting Technologies for Steel RIST, Pohang, Korea, 14-19, October 1990, Vol.1, P.75
Semi-industrial Tests of Ironmaking by Coal-based Smelting Reduction of Carbon-bearing pellets 79
86. 杜挺, 邓开文, 张柏汀, 张玉清; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993 年 11 月, P.163
日本熔融还原技术考察报告 79
87. 杜挺, 邓开文等著; 北京大学出版社, 1993 年 11 月
钢铁冶炼新工艺 80
88. 杜挺, 弁慧妍; 北京科技大学出版社印刷, 1992 年 10 月
熔融还原文献目录汇编(一)(80 年代~90 年代初) 80

铁浴终还原炉的供热方式、传热及传质过程的研究

冶金部钢铁研究总院

89. 谢计卫, 邓开文; 钢铁研究学报, Vol.4, No.10(1992), P.69
搅动熔池中沉浸球体表面流动及传热过程的研究 81
90. 周明, 李文采; 金属学报, Vol.26, No.3(1990), P.164
气液两相流的流场特性研究 83
91. 何平, 邓开文, 张荣生; 钢铁研究学报, Vol.4, No.1(1992), P.93
铁浴中氧化铁球团熔融还原的特性研究 84
92. 何平, 邓开文, 张荣生; 全国第八届冶金过程物理化学学术会议论文集, 苏州, 1992, P.176
预还原球团在铁碳熔体中熔融还原传质规律的研究 85
93. 张荣生, 程向明, 邓开文, 何平; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993.11, P.123
熔态还原炉内气体流动对传热的影响 86
94. 刘浏, 邓开文, 姚锡仁, 孙仁, 陈耀松; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993.11, P.129
炉内二次燃烧流动、传热、传质过程的研究 87
95. 刘浏, 邓开文, 孙仁, 陈耀松; 钢铁冶炼新工艺, 北京: 北京大学出版社, 1993.11, P.139
炉内氧气湍流气相燃烧的三维数学模拟 89
96. 刘浏, 邵象华, 郭征, 邓开文; 钢铁, No.12(1993)
煤粉保护底吹氧枪机理的实验研究 91
97. 郭征, 佟溥超, 刘浏, 邓开文, 杜挺; 待发表
矿、碳、氧混喷熔融还原法研究 93
98. 郭征, 邓开文, 钱国钧, 杨林章, 佟溥超, 刘浏; 待发表
铁浴终还原炉底喷粉剂输送特点 94

成果目录

前言	96
1. 钢铁冶炼新流程	97
1992 年中科院科技进步二等奖	
中国科学院化工冶金研究所	
2. 含碳球团--铁浴熔融还原的关键技术的应用基础研究	98
1993 年 9 月鉴定	
冶金部钢铁研究总院	
3. 铁浴终还原炉的供热方式、传热、传质过程的研究	99
1993 年 9 月鉴定	
冶金部钢铁研究总院	
4. 炼铁过程的模拟、整体优化及软科学研究	100
1993 年 6 月鉴定	
中国科学院化工冶金研究所	
5. 组合式快速流化床反应器	101
实用新型专利	
中国科学院化工冶金研究所	
6. 折流式载流床反应器	102
实用新型专利	
中国科学院化工冶金研究所	
7. 气控式圆周形锥阀	103
实用新型专利	
中国科学院化工冶金研究所	
8. 预混式煤氧矿熔剂喷枪	104
实用新型专利	

	中国科学院化工冶金研究所	
9.	炼铁用冷固结高含碳铁矿球团	105
	发明专利	
	冶金部钢铁研究总院	
10.	煤-氧-矿-熔剂复合喷射铁浴造气与炼铁	106
	发明专利	
	中国科学院化工冶金研究所	
11.	多入口旋风分离器	107
	实用新型专利	
	中国科学院化工冶金研究所	

载流床中双组分颗粒的运动

付振奇 姚建中 郭慕孙

中国科学院 化工冶金研究所

第五届全国流态化会议论文 1990、4 北京

本文用轴向扩散模型描述载流床中双组分颗粒运动的停留时间分布。在一个内经 90mm, 高 5.7m 的载流床中实验测定了双组分颗粒的停留时间分布。通过拟合, 获得了模型重要参数 Pe 准数的无因次族群关联式。由实验条件计算出 Pe 准数值, 进而按模型计算出颗粒停留时间分布曲线, 与用固体脉冲示踪法获得的实验测定值基本一致。

计算和实测表明, 颗粒进料速率增加, Pe 值减小, 曲线的峰变宽, 峰值降低并向 $\theta=0$ 方向移动, 意味着扩散增加, 床内颗粒混合加剧。而当气速增加时, Pe 值增加, 曲线的峰变窄, 峰值增高并向 $\theta=1$ 方向移动, 表明颗粒在载流床中扩散减少, 颗粒活塞流倾向增加。由于 Pe 数与气速 u_0 成 4.89 次幂的关系, 因此气速增加对颗粒活塞流趋势作用明显。

在 A 组分颗粒中增加 B 组分颗粒, 其作用与增加颗粒进料速率的影响类似。由于颗粒总数的增加, 碰撞几率增加, 使返混变得剧烈。设定了 B 组分占双组分混合物的体积分数 α , Pe 数与 $(1-\alpha)^{0.642}$ 成比例。即 B 组分增加, α 变大, Pe 值减小, 颗粒扩散增加, 混合加剧。

磁场对流化颗粒的混合与分级的影响

邵曼君 郭慕孙

中国科学院 化工冶金所

Second World Congress Particle Technology

September 19-22, 1990, Kyoto, Japan

本文对铁-砂混合物在一个直径为 38mm 的移动流化床内的混合与分级进行了研究。固体混合物从流化床中部进料，被分离的大部分轻质物料-砂子从上部出料，而重质物料-铁珠从下部出料。床层下部置于一个由四片磁圈组成的均匀磁场内。

首先，从理论上我们推导了分级指数 N 与沿床高固体浓度分布函数 X_v 的关联式：

$$N = \frac{S^*}{Z^* \overline{X_v}} = 1 - \frac{\int_0^{\bar{Z}} X_v dZ}{Z^* \int_0^1 X_v dZ}$$

分级指数 N 是一个表征流化床层中固固混合物分级程度的无因次指数。它的极值 $N=0$ ，表示完全混合， $N=1$ 表示完全分离。

本文对不同流化速度、不同固体颗粒移动速度下固固混合物的分级进行了初步研究，特别是发现了在一定磁场强度范围内，磁力对运动着的固体颗粒的作用。进而影响了固固混合物的混合与分级。在一定的磁化条件下磁场强度的增加将会使固固混合物的分级指数增大。

液固脉动床基本流体力学特性的研究

王峰 刘淑娟 姚建中

中国科学院 化工冶金研究所

化工冶金, 3 (1990)

本文着重研究了在有净流量的情况下, 正弦脉动对液-固流化床基本流体力学特性的影响, 所采用的床为内径 $\phi 47\text{mm}$ 的有机玻璃床, 正弦脉动的振幅大小为 $(0.2-1.0\text{cm})$, 频率范围 $(1\sim 5\text{Hz})$, 采用西仪 Rosemount 1151 型电容式压力变送器, 测量床层压降, 并实现联机采样, 实验结果表明:

1. 引入正弦脉动后, 同经典的流化床相比, 最小流化速度和最小流化压降都减小。由于脉动过程的复杂性, 从理论上推论和分析是十分困难的, 所以采用无因次分析的方法确定了最小流化速度, 最小流化压降与表征脉动的物理量之间的关系:

$$\frac{U_{mj}}{U_{mjc}} = 1 - 0.629 \left(\frac{A\omega^2}{g} \right)$$
$$\frac{\Delta P_{mj}}{\Delta P_{mjc}} = \left(\frac{A\omega^2}{g} \right)^n$$

其中 $n = 0.34 + 0.35d\rho_s$

2. 同经典流化床的流化曲线相比, 床层由固定床转化为流化床经历了三个区域: I 固定床; II 不稳定流态化; III 准稳态流态化。在三种状态中, 床层中的颗粒运动状态完全不一样。在 I 状态, 整个床作为一个整体, 静止不动, 进入状态 II 后, 床层随脉动, 周期性的膨胀和收缩, 进入状态 III 后, 床层膨胀, 达到稳定状态后, 随脉动上下运动。为了描述整个流化过程, 除采用传统的最小流化速度描述由 I 进入 II 之外, 还定义了一个完全流化速度, 以描述状态 II 进入状态 III, 并从实验数据中得到一个经验关联式:

$$U_c / U_{mjc} = 1 + 0.14 (A\omega^2 / g)^{-0.3125}.$$

气固移动流化床内颗粒的混合与分级

I. 纯重力场的行为

邵曼君 赖全胜 郭慕孙

中国科学院 化工冶金所

化工冶金, 第 12 卷, 第 1 期, 1991

本文应用流化床内固体浓度产生的浮力与具有不同物性颗粒的扩散, 以及固体移动之间的动态平衡, 研究铁珠与黄砂系统在内径为 38mm 的移动流化床内的混合与分级。

首先, 根据郭慕孙提出的双组分固体系统的分级与混合的操作状态转换理论, 对本物料系统进行操作状态的分析, 得出本实验操作范围处于稳定的 IB 状态。其次, 本文对大量实验数据进行试回归, 得出四阶幂函数的沿床高重组分浓度分布函数 X_v , 并应用分级指数 N 的公式, 算出各种实验条件下的 N 值。

本文得出了在无固体进出料时, 五种不同流化速度下 (11.5–18.0 cm/s), 铁珠在床内的不同浓度分布曲线, 从这一组曲线及流速 (U_g) 对分级指数 (N) 的曲线中可以看出, 流化速度的增加使固体混合物的分级指数减小, 直至完全混合 ($N=0$)。反之, 当在鼓泡流化床内流速降至接近于混合物的临界流态化速度时, 分级指数将接近于 1, 全分级。

本文还分别在固定下部出料速度 U_{sb} 时, 改变上部出料速度 U_{su} , 作出其对床内铁珠沿床高体积浓度分布的曲线, 以及在固定上部出料速度 U_{su} 时, 改变下部出料速度 U_{sb} 对分级指数影响的曲线, 从而得出, 当固定下部出料速度时, 上部出料速度的增加会使分级指数减少。反之, 当固定上部出料速度时, 下部出料速度的增加会使分级指数增加。