



第七届优秀论文集

北京有色冶金设计研究总院



第七届优秀论文集

北京有色冶金设计研究总院

一九九七年六月

院 技 术 委 员 会 名 单

主 任 委 员：蒋继穆

副主任委员：（以姓氏笔划为序）

王忠实、王宗信、陈登文、矫春生

秘 书 长：王繁滨

副 秘 书 长：黄毅华

委 员：于润沧、于克辉、王创时、王忠实、
王宗信、王国瑞、王繁滨、田有连、
孙 倬、沈祖祥、杨万志、李 行、
李长顺、李鹏达、陈 达、陈 岱、
陈传庆、陈廷显、陈登文、罗中兴、
张富民、段慧文、盛吉鼎、矫春生、
康南京、蒋继穆、董方元、喇华佩、
戴平一

编辑委员会

主 编：蒋 继 穆

编 委：王 忠 实、王 宗 信
陈 登 文、矫 春 生
王 繁 滨、黄 毅 华

责任编辑：黄 毅 华

前 言

多出成果 多出人才

院《第七届优秀论文集》现与大家见面了。此次论文的征集得到了全院广大设计、科研人员的积极响应与参与，经过各专业委员会的初审，推荐出72篇文章，分布于20余个处、所。经院技术委员会认真评审共计52篇论文获奖，是自1990年以来历届获奖论文较丰盛的一年。其中一等奖9篇，二等奖20篇，三等奖23篇，本论文集在一定程度上反映了上述征集与评审的结果。

随着计划经济体制向市场经济体制的过渡，随着经济增长方式从粗放型向集约型转变，使我们这样一个有着44年历史近1500名职工的大型设计研究单位面临新的挑战与机遇，而技术的不断提高和创新则是提高我院基本素质，增强竞争实力，开拓发展的首要手段。现代企业的管理是以人为中心的管理，具有一支良好素质的职工队伍是科技进步与企业管理的核心，所以我院早在1993年就强调技术、人才、质量三位一体的发展战略，但就实施的力度来看还有不少差距，特别是还需要在措施上加以完善，在开拓创新的环境上加以优化，以我的认识主要有：一是完善激励机制对自觉地适应市场需求，组织跟踪科技创新并适当做好科技储备的举措、成果进行鼓励褒奖，而对提高创新不感兴趣，行为短期化进行贬惩。强化约束机制；二是健全健全研究——开发——试制——商品化的连贯一体化机制，发挥我院专业广、人才集中的优势，借鉴我院科研转化为设计成果的良好经验尽快形成自己的运作体系和拳头产品；三是通过设计、科研、施工安装的实践，提倡出成果的同时出人才，提倡从实践中学习更强调从书本、从已有的成果中去学习，人类的知识宝库潜力雄厚，根基牢固。我们必须吸取前人的知识养份才可能根基深枝叶茂，邓小平同志谆谆教导我们“要实现四个现代化，就要善于学习，大量取得国际上的帮助，要引进国际上的先进技术，先进装备，作为我们发展的起点”。

另外，我们要更多地学习，博采众长，充实自己，还必须善于总结回顾，不仅要总结成功和有效的经验，通过理论的升华使研究成果得到丰富与发展，同时也要总结挫折与失败的教训，实事求是地面向未来。在此我祝愿全院广大科技人员振奋精神，解放思想，为我们光荣的集体发奋努力，不断创出新的成果，涌现出更多的人才！
向第七届优秀论文的获奖者祝贺！

北京有色冶金设计研究总院

副院长 盛吉鼎

一九九七年七月二日



院本部

地 址：北京市复兴路12号
电 话：总机63962233
外事63960129
经营63987921, 63969283
电 报：北京7630
图文传真：北京 (010) 63963662
邮政编码：100038

深圳分院

地 址：深圳市笋岗路园岭新村99栋
电 话：(0755) 2424608
电 报：深圳2820
图文传真：(0755) 2261343
邮政编码：510028

海南分院

地 址：海口市龙昆北路2号龙珠新城小区4栋701室
电 话：(0898) 6776108
电 报：海口5570
图文传真：(0898) 6776108
邮政编码：570005

上海分院

地 址：上海市虹桥路1950号
电 话：(021) 62428347 62425238
图文传真：(021) 62428347
邮政编码：200335

矿山分院

地 址：北京市复兴路12号
电 话：(010)63960211 63962233—719
电 报：北京7630
邮政编码：100038

大连分院

地 址：大连市经济开发区五彩城
C区7栋15号
电 话：(0411) 7612131
图文传真：(0411) 7613560
邮政编码：116600

北海分院

地 址：北海市北海广场西里123号
电 话：(0779) 3050696
图文传真：(0779) 3031719
邮政编码：536000



目 录

1. 低熔点精矿沸腾焙烧温度选择	吴怀隶 (1)
2. 浅谈粉末渗锌产品的质量控制	唐绍华 (8)
3. 赤峰冶炼厂锌精矿焙烧系统设计及投产实践	陈德喜 (14)
4. 湿法炼锌过程中的三大平衡	崔瑞芸 (19)
5. ABB Master 集散型控制系统汉化处理	王文辉 (24)
6. 电动机就地无功补偿的几个问题	叶和平 (30)
7. 加压浸出釜仪表检测与控制	白性如 (37)
8. 对德兴铜矿铜厂矿区实现9万t/d规模的几点看法	张丽萍 (41)
9. 无粘结部分预应力砼受弯构件短期裂缝的研究	潘可荣 (47)
10. 新型镍反射炉熔铸工艺的设计与投产	邓文基 (53)
11. 铜闪速炉和转炉冶金计算软件 (CUFC) 开发	李晓明 (58)
12. 沈冶铅炉渣烟化工艺综合利用的新发展	黄其兴 印国敏 徐惠华 高桂兰 (63)
13. 西藏玉龙铜矿Ⅱ号矿体氧化矿湿法冶金试验研究	陆业大 张 林 (68)
14. 铜录山矿二期膏体充填料制备站计算机控制系统	廖乐光 (78)
15. 往复式客运索道计算机控制系统	纪晓岚 (84)
16. 反射炉顶自动加料电气控制系统	白光辉 (87)
17. 高压配电系统中的限流电抗器及继电保护配合	毛德海 (94)
18. 黄金工业的含氰污水处理	董晓华 (97)
19. 矿山项目提取维简费的问题探讨	谢志勤 (103)
20. 铁路钢筋混凝土筒支梁桥和箱形桥的选型	范慧中 (107)
21. 稀土冶炼厂工程设计的改进	林河成 (111)
22. 谈科技档案信息资源的开发	杨丽娟 (117)
23. 如何做好国际工程的投标报价工作	陈育芳 (119)
24. 循环流化床锅炉辅助系统的研究	洪 浩 (129)
25. 气球法测氦原理与实践	张友芳 (135)
26. 用好对外经营权, 开拓设计院外贸业务	林 燕 (142)
27. 轻质填充墙框架的抗震设计	傅学江 (146)
28. 城市大型商业综合体建筑的地下室设计	韩坤哲 (151)
29. 硫酸干吸塔槽的设计改进	谢 谦 (159)
30. 宽极距电收尘器的电场电晕封闭	竺春明
31. 山达克转炉烟气净化系统的设计与实践	王金华
32. 大型锌电解车间直流母线设计	刘敬敏
33. 硅藻土烧结温度控制	缪 冬
34. 疏水碎噪声治理	马效贤

35. 论全泥氰化选矿厂尾矿库防渗漏问题	
——以哈德门金矿尾矿库为例谈不渗漏不污染	张振亭
36. 浅谈毛家湾尾矿库安全泄洪及坝体稳定	
——摘掉有色总公司系统1“险坝帽子”	张振亭
37. 方案比较法在确定建设规模中的应用	任克敏
38. 路面设计中土基模量值与垫层设置界限的关系	张容文
39. 关于使用集装箱装运有色金属问题的探讨	王友仁
40. 锗的生产与能耗	郑能瑞
41. 试论我院科技档案的收集、整理和利用	田明京
42. 新型搪瓷烧成炉	李殿义
43. 对文书档案管理工作的认识和思考	杨蓓蓓
44. 建立经济责任制实行有偿使用对加强生产性固定资产的科学管理	周自革
45. 国际工程承包费用的控制与管理探讨	吴永庆
46. 立式冲击破碎机的能耗分析	齐国成
47. 铝带冷轧机的厚度综合控制系统	林敬喜
48. 机电设备文献信息的搜集及利用	张晓滨
49. 软盘驱动器故障的处理	曾纪元
50. 提高MIS程序独立性的有效途径	范媛
51. 基础沉降计算方法的探讨	张明
52. 在建筑中融入“人情”——燕苑工程设计中新思路	孙波

说 明: 因文集版面有限, 目录中的29—52号获奖论文内容从略。

在此对论文作者表示歉意!

编辑委员会

一九九七年六月

低熔点精矿沸腾焙烧温度选择

吴怀隶

冶金技术的发展中,流态化沸腾焙烧的采用,推动了焙烧工艺的进步。今天沸腾焙烧技术已发展成包括固定床焙烧、稀相焙烧和循环焙烧等多种相当成熟的工艺,被冶金及其他行业所采用。

沸腾焙烧在有色冶金中,采用最多的是用于对硫化物精矿和粉碎原矿进行部分完全脱硫,以便进一步浸出或还原熔炼,提取金属。针对不同的流程和工艺需求,必须选择适宜的焙烧温度。为选择适宜的焙烧温度及相应的工艺参数,要进行不同规模的焙烧试验,为了提高技术经济指标,应尽可能选择较高的焙烧温度,一般选择在精矿熔点以下50~100℃,这种温度的选择对大多数精矿来说,既可以满足工艺要求又能保证焙烧的顺利进行。但某些含低熔点物质较多的精矿,则因精矿熔点低而难以实现工艺所需的焙烧温度。如含铅较高的铜锌精矿,其熔点低至500~600℃,而脱硫所需的焙烧很难在600℃以下完成,造成固定床焙烧的困难,相应地发展了稀相焙烧。低熔点精矿固定床焙烧成了一个技术难题。

在对四川省某高银多金属矿的工艺研究中,进行低熔点高银混合精矿的沸腾焙烧试验,选择了高于精矿熔点100℃的焙烧温度进行焙烧,取得了好的结果,对选择焙烧温度有了新的突破。本文将试验研究情况及取得的成果进行总结,并提出些焙烧温度选择的浅见。

1 精矿特征及成分

某高银多金属矿是含铜、铅、锌、银、铁等金属的复杂硫化矿,主要矿物为闪锌矿、方铅矿、黝铜矿、黄铜矿、黄铁矿等。因矿物联体共生、散布粒度细,选矿试验磨至-325目,仍难以彻底分选成单一铜、锌精矿。提供给冶金试验的是铜铅锌混合精矿。

1.1 精矿成分

成分	Cu	Pb	Zn	Fe	S	As	Sb
%	3.04	9.38	28.12	13.99	30.20	0.52	1.34
成分	Cd	Ba	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Ag (g/t)
%	0.15	1.88	4.42	1.3	0.84	0.32	753

1.2 精矿物相组成

矿物名称	方铅矿	闪锌矿	黝铜矿	黄铜矿	斑铜矿	石英石	钨长石	其他	合计
含量 (%)	15.75	40.75	9.07	22.79	<0.5	3.54	4.70	3.08	100.00

1.3 精矿熔点

为了选择熔炼温度,对精矿进行了热差分析结果如下:

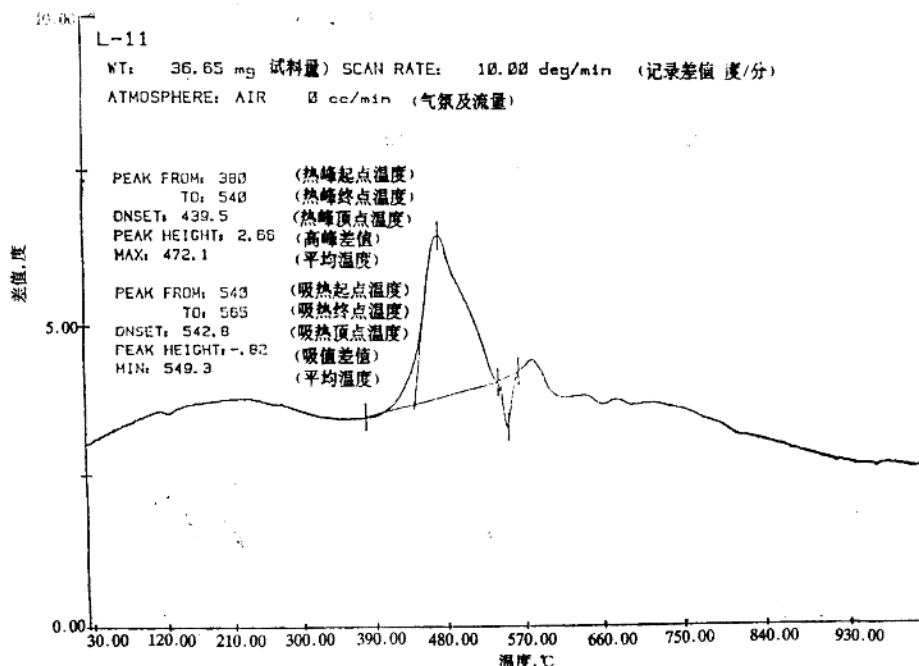


图1 精矿热差分析数据

脱硫反应温度: 383℃~543℃ 平均475.1℃

熔化温度: 543℃~568℃ 平均552.3℃

2 试验装置及试验流程

2.1 试验工艺流程

为了综合回收精矿中的有价金属,拟采用精矿沸腾焙烧→焙矿浸出(回收铜锌)→浸出渣焙烧(回收铅银)的流程。其关键是沸腾焙烧产生适宜浸出的焙砂,故试验的重点沸腾焙烧,用浸出试验验证焙烧效果。

2.2 沸腾焙烧试验装置

为进行焙烧试验,参照国外试验装置,设计制造了两套电加热沸腾焙烧试验装置。一套 $\phi 50\text{mm}$ 电热间断焙烧炉,一套 $\phi 100\text{mm}$ 电热连续沸腾焙烧炉。

2.2.1 $\phi 50\text{mm}$ 电热沸腾焙烧炉

沸腾炉炉床直径 $\phi 50\text{mm}$,扩大段 $\phi 100\text{mm}$,分布板至炉顶990mm,分布板开孔 $\phi 0.8\text{mm}$,开孔率0.55%。装料由顶盖开启后一次装入,顶盖上有 $\phi 40 \times 130\text{mm}$ 的不锈钢微孔过滤器,保证焙烧中物料不外泄,只有炉气排出,鼓风由氮气瓶,氧气瓶及流量计,保证鼓风压力及含 O_2 浓度。排烟经气体分析仪测定 SO_2 浓度及残氧浓度。并依其数据判断反应进行情况。详见图2。

图2为该装置设备示意图。

2.2.2 $\phi 100\text{mm}$ 电热沸腾焙烧炉

$\phi 100\text{mm}$ 沸腾炉直径 $\phi 100\text{mm}$,炉高1400mm,空气分布板开孔 $\phi 0.8\text{mm}$,开孔率0.41%。加料口高度400mm,溢流口350mm,螺旋给料机连续加料。床面上有底排口,用以排出烧结颗粒。烟气经旋涡及微孔管二级除尘,烟气进行 SO_2 及 O_2 浓度分析。详见图3。

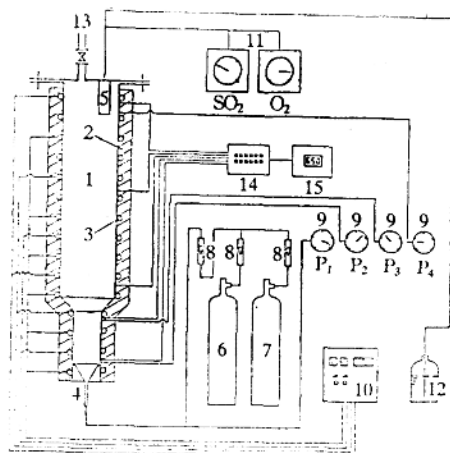


图2 $\phi 50\text{mm}$ 沸腾焙烧炉
试验设备示意图

- | | |
|-----------|------------|
| 1 不锈钢炉体 | 9 压力计 |
| 2 保温层 | 10 可控硅温控电源 |
| 3 电阻丝 | 11 气体分析仪 |
| 4 风箱 | 12 尾气碱吸收瓶 |
| 5 金属微孔过滤器 | 13 加料口 |
| 6 氧气瓶 | 14 温度切换开关 |
| 7 氮气瓶 | 15 温度显示仪 |
| 8 转子流量计 | |

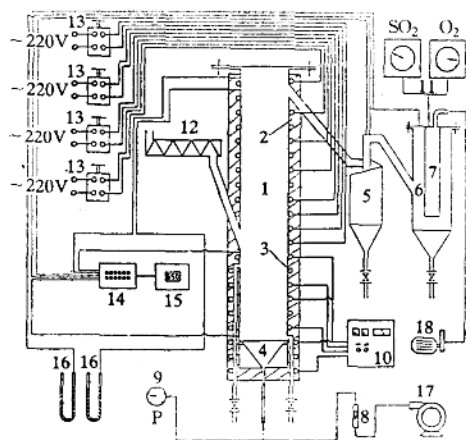


图3 $\phi 100\text{mm}$ 沸腾焙烧炉
试验设备示意图

- | | |
|-----------|------------|
| 1 不锈钢炉体 | 10 可控硅温控电源 |
| 2 保温层 | 11 气体分析仪 |
| 3 电阻丝 | 12 螺旋给料机 |
| 4 风箱 | 13 自耦变压器 |
| 5 旋涡收尘器 | 14 温度切换开关 |
| 6 沉灰桶 | 15 温度显示仪 |
| 7 金属微孔过滤器 | 16 压差计 |
| 8 转子流量计 | 17 送风机 |
| 9 压力计 | 18 排风机 |

3 试验研究情况

3.1 条件试验

条件试验是对精矿焙烧的温度、反应时间及风料比等进行初步探索。试验在 $\phi 500\text{mm}$ 焙烧沸腾炉内进行，每次装料400g，密封后，鼓入氮气，通电升温，沸腾层达 300°C 时，鼓风中配入氧气，进行焙烧，以烟气 SO_2 浓度降至0.5%以下时，做为焙烧终点，降温后，开炉放出焙砂。经化验后，送湿法浸出Cu、Zn，验证焙烧结果。试验结果见表3—1。

由表可见，焙烧温度由 $\sim 450^\circ\text{C}$ 提高到 550°C 左右时，脱硫率由 $\sim 44.5\%$ 增至80%，铜锌浸出率也随脱硫率的增高而提高。大体上当脱硫率在70%左右时，铜锌的浸出率均能超过90%，但若温度过高出现烧结则会影响浸出效果，适宜的焙烧温度仍为 $500\sim 550^\circ\text{C}$ ，焙烧时间则要在100min以上。

3.2 连续试验

条件试验反映出的问题是精矿熔点低，温度稍高就出现了烧结，与精矿热差分析的结果一致。考虑到条件试验的阶段焙烧为全部是低熔点精矿，而连续焙烧中沸腾层中存在多数经过焙烧的焙砂，加入的精矿占的比例很少，因此其温度应比间断焙烧更高些，为此做了焙砂的热分析以确定其熔点，结果见图4。

焙砂熔点在 $660\sim 930^\circ\text{C}$ 之间。峰值为 789.9°C ，平均熔点 855.9°C 。因此在连续焙烧中，有可能将焙烧温度提高至焙砂熔点附近应是有可能的。试验的原则是在保证焙烧顺利的情况下，尽可能提高焙烧温度。

表3—1 条件试验的结果

试验编号	焙烧时间 (min)	焙烧温度℃		焙烧产物主要成分%				浸出率 %		烧成率 %	脱硫率 %	备 注
		平均	最高	Cu	Zn	Pb	S	Cu	Zn			
J28	90	447	565	3.12	29.07	8.22	17.26	7.65	30.94	37.0	44.56	
J36	180	465	589	3.04	28.31	8.24	14.80	44.76	63.36	100.0	50.99	
J38	120	481	569	3.01	27.86	7.81	14.53	93.92	80.31	101.0	51.41	
J39	180	483	624	2.98	27.56	7.71	14.49	52.38	56.71	102.0	51.06	出现烧结
J33	70	479	587	3.27	30.21	8.06	12.53	82.92	71.36	93.0	61.41	
J30	100	492	593	2.74	25.28	7.37	10.50	96.56	91.64	111.0	61.30	
J27	100	492	598	2.78	25.74	6.38	9.97	92.70	86.68	109.0	64.02	
J37	140	507	607	3.18	29.22	8.26	9.65	64.86	67.14	96.0	69.32	出现烧结
J31	150	535	606	3.27	30.19	8.63	6.48	98.41	93.15	93.0	80.05	

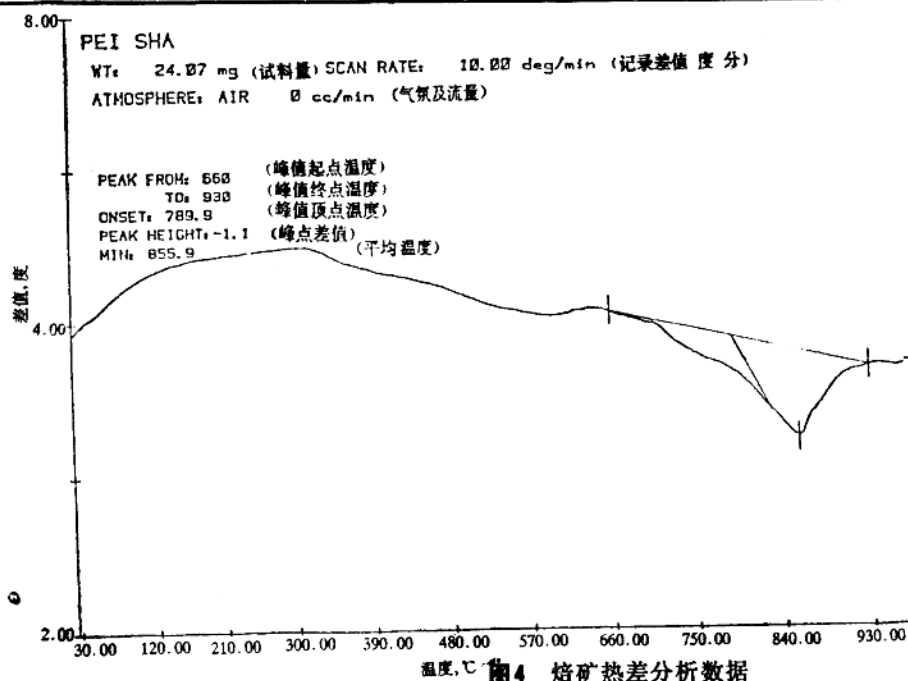


图4 焙矿热差分析数据

3.2.1 连续焙烧温度选择

为取得尽可能高的焙烧温度, 试验由低到高, 选择了五个不同的温度, 其中 600℃、630℃、650℃、670℃、连续焙烧均能顺利进行, 应温度提到680℃时炉况不稳定, 导致操作困难。

试验结果见表3—2。

温度试验表明, 连续加料和排料情况下, 可选择高于精矿熔点, 而接近焙砂熔点的温度下进行焙烧。即650~670℃时焙烧过程顺利进行, 铜、锌浸出率分别达97—98%和95~96%。

且随着温度的升高, 残硫降低, 浸出效果好。但当提至680℃时虽残硫降低, 但浸出效果差, 是因熔解物增高所致。

表3—2 焙烧温度试验结果

试 验 编 号		L03	L05	L05	L08	L09
操 作 参 数	温 度 ℃	600	630	650	670	680
	鼓风量m ³ /h	3.8	3.8	3.8	2.4	3.8
	进料量精矿/底料 kg	6/3.02	2.5/0.5	6.5/2.0	5.5/原料	2.8/1.2
	连续加料时间h	9.5	5	8	8	6.5
产 出 物 料 量 kg	溢流焙砂	1.395	1.185	2.473	3.220	1.560
	旋涡粗尘	2.316	1.260	3.980	4.455	2.375
	微孔管细尘	0.775	0.015	0.140	0.220	0.065
	合 计	4.486	2.460	6.593	7.895	4.003
焙 砂 成 分 %	Cu	3.13	3.13	3.11	2.89	3.24
	Zn	30.65	28.94	31.44	30.97	28.97
	Pb	9.32	8.74	9.41	10.35	9.87
	S	8.68	8.48	7.87	7.43	5.88
旋 涡 粗 尘 成 分 %	Cu	3.06	3.32	2.92	2.99	3.10
	Zn	29.75	30.38	28.94	27.26	29.29
	Pb	9.39	14.94	8.97	8.99	8.72
	S	14.25	15.74	12.06	10.51	11.90
烟气SO ₂ 浓度%		1.2~1.7	2.0~2.6	1.1~3.2	1.3~2.5	1.1~1.8
脱 硫 率 %		70.92	71.60	73.47	73.05	80.98
焙砂浸 出率%	Cu	95.32	97.09	97.11	97.97	94.75
		91.87	94.36	95.08	95.76	94.35

3.2.2 稳定条件试验

为了更好地验证温度试验的结果, 进行了三个班连续加料、沸腾层自热焙烧。试验在650℃条件连续25h, 加料20.5h, 共24.29kg, 产出焙烧料21.44kg。烧成率88.27%, 试验结果见表3—3、表3—4。

表3—3 稳定条件验证试验结果

试 验 编 号			L20				累计或平均
时 间			早 班 8：00~16：00	中 班 16：00~24：00	晚 班 0：00~8：00	早 班 8：00~9：00	25h
焙烧温度℃	沸腾层(实现自热)		650±5	650±5	650±5	650±5	650±5
	炉 顶	平 均	648	650	650	649	649
		最 高	650	653	654	649	954
鼓风量 m³/h			2.0	2.2	2.2	2.2	2.2
加 入 物 料	加料速度 kg/h		1.16	1.01	1.16	1.09	1.02
	加料量 kg	底 料	3.02	—	0.27	—	3.2 ¹⁾
		精 矿	6.00	7.00	7.00	1.00	21.00
产 出 物 料 kg	溢流焙砂		2.140	3.410	3.745	0.145	9.440
	旋 涡 尘		4.125	2.820	1.530	0.095	8.570
	微孔管尘		0.200	0.220	0.205	0.040	0.665
	底 排 料		—	—	0.435	2.330 (停炉清底)	2.765
备 注			加精矿时间共 20.5h				

表3—4 精矿及产物主要成分

成分%	Cu	Zn	Pb	Fe	S
物料名称					
精 矿	3.05	29.00	9.23	14.65	29.15
溢流焙砂	3.21	30.79	10.54	8.99	8.09
旋 涡 尘	2.64	22.76	7.17	17.75	12.37
微孔管尘	3.41	20.36	8.99	13.94	13.55

3.2.3 最佳条件验证试验

为提供给湿法全流程试料,选择670℃做为最佳条件验证试验,进行33h连续试验,试验结果见表3—5、3—6、3—7。

试验共加入精矿20.4kg,底料3.04kg,产出焙砂11.91kg,旋涡尘8.04kg,微孔管尘0.475kg。因微孔管过滤后期损坏,细尘损失多,造成烧成率稍低,仅87.14%。

产物送湿法进行了提铜锌的全流程试验。效果较好。

上述工艺流程研究取得了满意的结果。

表3—5 最佳条件验证试验结果

试 验 编 号			L30				累计或平均
时 间			早 班 8:00~16:00	中 班 16:00~24:00	晚 班 0:00~8:00	白 班 8:00~17:00	33h
焙烧温度℃	沸腾层(实现自热)		670±5	670±5	670±5	670±5	670±5
	炉 顶	平 均	672	671	672	675	673
		最 高	687	673	673	680	687
鼓风量 m ³ /h			2.1~2.2	2.1~2.2	2.1~2.2	2.1~2.2	2.1~2.2
加入物料	加料速度 kg/h		0.727	0.764	0.758	0.857	0.776
	加料量 kg	底 料	3.04	—	—	—	3.04
		精 矿	4.40	6.0	5.515	4.485	20.40
产出物料 kg	溢流焙砂		2.855	3.020	2.465	1.790	10.130
	旋 涡 尘		1.725	2.250	2.015	2.050	8.040
	微孔管尘		0.095	0.165	0.130	0.085	0.475
	底 排 料		—	—	—	1.780 (停炉清底)	1.780
备 注			由于试验炉高度有限,烟尘停留时间短,故浸出前烟尘进行了二次焙烧				

表3—6 焙砂及烟尘的全分析

成 分	Cu	Pb	Zn	Fe	S	As	Sb	Cd
焙砂%	3.21	10.54	30.79	8.99	8.09	0.35	1.91	0.14
烟尘%		7.17	22.76	17.75	12.37	0.23	0.67	0.14
成分%	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	MgO	Ag (g/t)	
焙砂%	23.57	0.08	5.61	1.10	1.78	0.25	406.5	
烟尘%	26.66	0.20	4.70	0.42	1.44	0.16	1308.0	

表3—7 焙砂物相成分

成分%	P ₂ SO ₄	PbS	PbO	P ₂ Fe ₂ O ₄	Pb ₂ SiO ₄	ZnSO ₄	ZnS
含量%	13	1	<1	<1	<1	29	4
成分%	ZnO	ZnFe ₂ O ₄	Zn ₂ SiO ₄	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	Cu ₂ O	Cu ₂ SO ₄
含量%	16	10	3	4	6	2.5	1.5

(下转第13页)

浅谈粉末渗锌产品的质量控制

唐绍铨

摘 要 从论述设备、工艺、结构、性能、产品之间的关系的角度出发，提出了粉末渗锌质量控制体系，阐述了提高产品质量的主要措施，部分措施已在实践中证明是有效的。

关键词 粉末渗锌 质量控制 质量 关系

1 引言

粉末渗锌（简称粉渗锌，又称粉镀锌）技术是我院的专利技术。我院粉末渗锌技术的研究水平，特别是工业化程度在全国处于主导性地位。这主要表现在：开展研究工作较早，并连续不断；工业化最早。我院粉渗锌技术的第一次应用，标志着该技术在我国工业化的开始，并填补了国内空白；至今已转让技术20余家，占我国生产线的80%左右；获得专利两项，技术、生产和产品鉴定会共五次等等。这些成绩的取得与我院对该技术的投入和支持是分不开的，同时为该技术的提高和发展奠定了良好的基础。

但是，成绩的取得并不意味着技术完美无缺，发展到了尽头了。近两年来，随着出口产品的增多和检测手段的完善，粉末渗锌产品暴露出一些问题。这些问题涉及到生产、技术、设备、检测方法等，已经影响了技术的发展和我院的声誉。本文不逐一论述这些问题及其产生的原因，而是从设备—工艺—结构—性能—产品的关系出发，从整体上阐述粉渗锌的质量控制体系，并提出了提高质量的主要措施。

2 粉末渗锌质量控制体系

技术工作者，特别是材料和设计工作者熟悉下列通式：

设备—工艺—结构—性能—产品

这个通式的含义是：设备保证工艺，工艺决定结构，结构决定性能，性能决定产品。这里的“结构”是贯用的“成分、结构、组成”。

逆着上述关系推，不难发现有下列关系：如果产品质量出现问题，就会表现在产品性能上；产品性能有问题，那是因为产生了不合理的结构；结构不合理有三种可能：（1）设备不能保证工艺，产生不合理的结构——设备质量问题；（2）生产过程控制不能达到工艺要求——生产质量问题；（3）工艺本身不合理，不完善——技术质量问题。

例如，粉渗锌层掉皮，表现在性能方面就是渗层结合牢固度不够。结合不牢固是因为生成了易脆、易掉皮的相，或是渗层与基体之间有不该存在的夹层，或者是生成了其它不合理结构。产生这些的原因有三：一是生产过程中人为因素造成除油、除锈不彻底，或操作不规范（如温度控制不准确等），生产不能达到工艺要求；二是设备不完善，如渗锌炉温度场不均匀，而不能保证工艺。这两者均可能产生下列结果：油、锈等除不尽，渗层与基体存在夹层——不合理结构，渗层易掉皮；温度过高或过低，产生易掉皮的相，如 ζ 和 Γ 相；三是工艺本

身不合理。例如，研究查明：粉渗锌层一般由 Γ 、 δ_1 、 ζ 和 η 相组成。 ζ 相较脆， Γ 相最脆，它们都是应避免生成的相。420~460℃， Γ 相生长最快^{〔1〕}。如果没有弄清楚这些结构，就很难掌握这些相的生成条件，也就很难避免这些相的生成。也就是说，如果没有建立和掌握工艺、结构和性能之间的定性或定量的关系，那么这种工艺就很难避免不合理结构的产生。也就很难保证其完善性。这就是技术质量问题。

粉渗锌产品其它质量问题和渗层掉皮一样，不外乎由技术质量、设备质量和生产质量引起。它们三者之间有两重关系：（一）三者之间相互影响。设备本身含有技术，也需要生产，因此设备质量包含了部分技术质量和生产质量；而技术质量和生产质量更主要的是指生产粉渗锌产品的技术质量和生产质量。（二）技术质量、设备质量和生产质量三者直接决定产品质量，它们都通过工艺、结构发生作用。在上述四者中，技术是基础，是条件，设备起保证作用，生产是手段。它们的关系见图1。

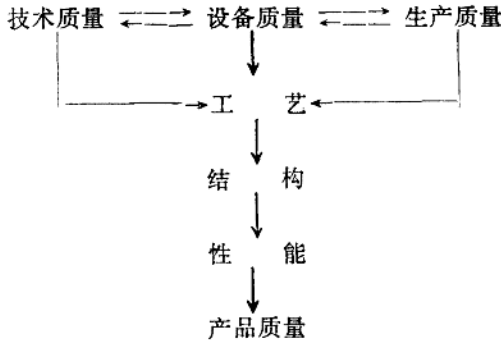


图1 质量控制系统图

综上所述，要提高粉渗锌的产品质量必须提高粉渗锌的技术质量、设备质量和生产质量，三者缺一不可。

3 提高粉渗锌产品质量的主要措施

3.1 技术质量方面

3.1.1 建立和利用粉渗锌“工艺—结构—性能”之间的关系，提高质量控制的有效性

全然不知结构的研究方法，即“黑箱法”（工艺—结构—性能）是非材料专业常用的方法。但由于跳越了“结构”，往往很难准确地建立工艺和性能的对应关系。如果先掌握结构，而某一结构的性能是容易获得的，那么建立工艺、结构、性能的对应关系就容易得多，准确得多。如390℃下渗锌1小时，渗层大部分是 δ_1 相，而不是 Γ 相；420℃以上渗锌， Γ 相就越来越多等等。这些相结构清楚以后，要获得这些相的性能（如硬度、密度、机械强度、耐蚀能力等）是比较容易和准确的。因此建立起工艺、结构和性能之间的对应关系就容易、准确和具体。从而避免了“黑箱法”的盲目性。有了这种关系后，建立的粉渗锌工艺具有科学的理论依据，因此产品质量就有了理想的技术条件，质量控制的有效性将大大提高。

另外，了解渗层结构，利用工艺、结构、性能之间的关系，能提高解决质量问题的效率和目的性。去年泰兴、云南、锦州三厂的部分产品硫酸铜试验不能达标（结果见表1），通过结构分析发现这些产品渗层有裂纹和孔隙，这些正是硫酸铜试验不能达标的主要原因。如