

[ENFI]

第二届优秀论文集

北京有色冶金设计研究总院



第二届优秀论文集

北京有色冶金设计研究总院

献给建院四十周年

祝北京有色冶金设计研究

总院四十周年

吐
舊
里
吸
取
營
養

創
新
中
方
顯
風
流

費良才



一九九三年三月

院技术委员会委员名单

主任委员： 蒋继穆

副主任委员：（以姓氏笔划为序）

于润沧、王忠实、王宗信、陈登文

秘 书 长：王繁滨

副秘书长： 任英兰

委 员：（以姓氏笔划为序）

于润沧、王创时、王宗信、王忠实、王国瑞、王繁滨、
艾孟井、田有连、刘天齐、孙 倬、沈乃萃、沈祖祥、
任英兰、杨万志、李 行、李长顺、李鹏达、陈 达、
陈传庆、陈廷显、陈 岱、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

技术秘书：黄毅华

编辑说明

为了活跃我院的学术气氛,提高我院的技术水平,展示我院在科研、设计等工作和学术领域取得的丰硕成果,促进学术交流活动在我院广泛开展,趁建院40周年之际,院技术委员会和情报室编辑出版了《第二届优秀论文集》。

本集收编了院技术委员会1991年评选的全部获奖论文共37篇和院领导,副总工程师撰写的论文。文前还刊登了中国有色金属工业总公司费子文总经理为建院四十周年的题词和董鸿翮副院长为本书撰写的前言。

参加本集编审工作的有:刘树仁、王家骧、黄燮中、周致勤、俞集良、陈慧仙、李怀先、王阳生和那富智等,矫春生对全集进行了审阅,封面设计是在徐建伟设计第一届优秀论文集(1990年中青年优秀论文集)封面基础上,经刘树仁作了部分修改而成的。还得到了赵建红和杨淑香的大力帮助。在此仅向关心和支持本集的各级领导和有关同志深表谢意。

限于水平和时间,书中欠妥和错误之处敬祈指正。

院技术委员会

情报室

1993年3月

前 言

我院已经走过了四十年壮丽的历程。在这四十年间，我们发扬团结协作，实事求是，开拓创新，艰苦奋斗的院风，全院同志团结一致，齐心协力，克服了重重困难，解决了一个个技术难题，完成了一千余项设计、科研、规划、咨询任务，不仅为我院成长壮大打下了坚实的技术基础，也为我国有色金属工业生产的高速发展和科学技术水平的不断提高作出了巨大贡献。我院这四十年历史，谱写了一曲“科学技术是第一生产力”的颂歌，实践证明，在科学技术中蕴藏着发展生产力的巨大的潜力。

经过四十年的磨炼和考验，我院不仅出现了一批知名度高，技术实力强的专家，造就了一批优秀的技术骨干，也为国家输送了许多合格的管理人才。目前，虽然我院正处在创业的一代均已到了离退休或即将离退休的年龄，新老交替的关键时刻，但青出于蓝而胜于蓝，年轻的一代正在崛起，迅速成长。现奉献给大家的这本文集，大都出于中青年科技人员的手笔，他们辛勤的耕耘，获得了丰硕的成果。展现了我院中青年科技人员参加设计，科研实践有着比较坚实的专业技术理论基础，反映出我院人才荟萃，年轻一代正茁壮成长。文集的出版不仅可以活跃我院的学术气氛，对我院技术水平的提高也必将起到极大的促进和推动作用。人才是设计院最为宝贵的财富，是设计院在市场竞争中的主力军，是设计院赖以生存和发展的动力源泉。看到青年一代的成长，感到无比的欣慰和自豪。

社会主义市场经济，有如澎湃汹涌的大潮。在改革开放的年代里，我们不仅要勇于参与国内设计市场竞争，还必须不失时机地涉足于国际市场，为适应新形势的需要，我院越来越广泛地拓宽经营领域，这些都需要我们去学习新技术，熟悉新业务、充实新知识，解决新问题，使我们这个大院老院，成为锻炼造就青年人的熔炉，充分发挥自己聪明才智的舞台。让我们这个院永远充满蓬勃生机。

设计院的前途掌握在青年人一代的手中，诚恳希望青年同志们戒骄戒躁，发扬老同志勇于奉献的精神肩负起时代的重任，为社会主义事业兴旺发达，为有色金属工业攀登新高峰做出更多更大的贡献。

北京有色冶金设计研究总院副院长

董鸿翔

1993年3月

第二届优秀论文集

目 录

1. 尊重人才、依靠科技、发展生产..... 丑金华 (1)
2. 含镍红土矿沸腾焙烧的现状与发展方向..... 蒋继穆 (4)
3. 努力做好工业建(构)筑物的可靠性鉴定,为有色工业内涵发展服务
..... 盛吉鼎 (10)
4. 我国锌精矿沸腾焙烧技术的进展..... 王忠实 (15)
5. 海口商品别墅研究..... 董方元 (22)
6. 电阻接地系统在矿山中的应用..... 冯宗恒 (31)
7. 黄金矿山污水处理设计..... 朱国明 (41)
8. 试论急倾斜薄矿脉的采矿方法..... 郭 然 (46)
9. 大洋采矿气力提升特性的试验研究..... 李 炜、戴继岚 (51)
10. 跨高140米空腹圆拱钢桥设计与施工..... 周 萍 (60)
11. 德兴铜矿低品位铜矿石堆浸问题探讨..... 王瑞梅、崔宏志 (69)
12. 多层民用住宅低压配电及配电设备位置的探讨..... 胥思勇 (75)
13. BM—60型储罐测量系统液位和界面定义..... 丁 岩 (84)
14. 黄金氰化厂的设计总结..... 朱国明、谢长春 (91)
15. 两种“两浸两洗”全泥氰化提金流程的实践与效果..... 吴庆华 (95)
16. 我国黄金矿床家族的一颗新星——卡林型金矿..... 熊小放 (100)
17. 矿山建模软件包的完善..... 李海中 (104)
18. 我国大洋采矿扬矿技术路线初探..... 高少柏 (113)
19. 浅谈湿法炼锌厂镁、氯杂质开路问题..... 刘金山 (119)
20. 氧气顶吹熔炼金川硫化镍铜精矿..... 李雁翔 (123)
21. 铅阳极泥的化学成份和物相特点对湿法处理工艺的影响..... 徐庆新 (133)
22. YWZ—RS20 1/4电收尘器在中原冶炼厂的应用..... 佟康龄 (138)
23. 锌厂SZP工段操作条件的选定..... 王成利 (142)
24. 生料粒度与快速烧成..... 王志荣 (146)
25. 制定岩金矿床工业指标的探讨..... 谢志勤 (156)
26. CGE400的编程及应用..... 朱建国 (161)
27. 医院电气设计的特殊问题..... 黄又地 (168)
28. TD75漏斗参数化绘图软件包..... 曹汉臣 (172)
29. 矿仓有效容积计算..... 邓朝安 (176)
30. 水压致裂法及其在德兴铜矿中的应用..... 张 秋 (185)
31. 多绳摩擦提升系统钢丝绳张力实时监测数字系统研究..... 胡玉生 (191)
32. 湿法处理硫化砷渣研究..... 董四禄 (197)

33. 设计单位会计改革初探.....	张占魁 (204)
34. 环境、人、建筑美—深圳卷烟厂设计随想.....	茹 森 (207)
35. 粗铜熔炼技术改造.....	陈知若 (213)
36. 预加水制粒技术在有色重金属冶金中的应用.....	邓文基 (223)
37. 顶燃式石球热风炉设计.....	高妍昉 (229)
38. 蒸汽管道(管网)采用聚四氟乙烯垫板的探讨.....	洪 浩 (236)
39. 新建大型中外合资稀土分离企业可行性初探.....	曾 刚 (246)
40. 高铬铸铁在矿山备件中的应用及其生产工艺特点.....	林曦燕 (250)
41. 关于我院工程设计能力的分析.....	宗绍兴 (256)

尊重人才、依靠科技、发展生产

巫金华

党的十一届三中全会以来,经过十四年的实践证明,搞现代化建设不以经济建设为中心不行,以经济建设为中心不依靠科技第一生产力也不行。邓小平同志早就说过,“四个现代化,关键是科学技术的现代化。没有现代科学技术,就不可能建设现代农业、现代工业、现代国防。没有科学技术的高速度发展,也就不可能有国民经济的高速度发展。”今年初他视察南方的重要谈话又重申了科技是第一生产力的观点,再次强调要依靠科学技术发展经济。江泽民同志在党的十四大报告中提出“科学技术是第一生产力。振兴经济首先要振兴科技。只有坚定地推进科技进步,才能在激烈的竞争中取得主动。”

科学技术是第一生产力的观点,明确地表达了现代科学技术同生产力各构成要素的正确关系,是决定和影响其他因素发展的力量。它的发展带来了生产力各要素的变化,劳动工具已从机械化走向自动化,高科技的应用使劳动工具将步入模拟人脑部分功能的所谓“智能化”时代;科技的发展越来越要求劳动者的知识化,劳动对象也不断扩大,在许多领域的劳动对象不仅仅是自然物和半自然物,还出现了不少以人工合成物为对象的劳动。引起了产业结构和产品结构的变化,出现了相对独立的生产科技产品和转让科学技术的科技产业,科技成为直接创造社会物质财富的部门,科技进步所创造的物质财富在国民生产总值中的含量不断增加,一些发达国家已达60—80%,我国国民生产总值中科技进步的增值为30%,说明了科学技术在生产力中的决定性的地位和作用。

在90年代,世界上的科学技术将会以更快的速度向前发展。世界格局已经发生了很大的变化,军事斗争逐渐转变为综合国力的竞争,而这种竞争又越来越表现为科技和人才的竞争。发达国家的实力优势就优在科学技术比较发达,拥有现代科学技术,现代科研手段和掌握现代科学技术的大量人才。因此,大力促进科技和经济发展,对我们国家来讲,是一个十分重要的问题。

科学技术是第一生产力,我们一定要最大限度地发挥科学技术的作用,推广应用先进的科学技术成果,科技成果进入生产系统,转化为产业技术,产业经济效益,才能实现科技成果产业化,才会成为现实生产力。英国获得诺贝尔奖金者数量相当多,至1983年有物理化学奖44项,按人口平均在世界上首屈一指,英国的独创性技术发明也居世界前列,但其国民经济水平在近百年中却未达到相应水平。日本至1983年共获得诺贝尔奖4项,独创性技术发明也相当少,却是经济大国。说明英国的科技成果水平高,由于未能顺利应用,经济发展相对较慢。日本成功地引进应用了外国的先进科技成果,经济快速成长。我国科技成果的应用、推广也比较少。据统计,我国的科技成果至少有70%以上仍是未被应用过的论文、专利技术,其余的30%中也有相当部分并未带来理想的经济效益。当然,要使全部或大部分科技成果都得到应用并见诸经济效益,这也是不切实际的。有的科技成果有长远的意义,有学术价值或有社会效益,不能只用生产应用或增加收入一项来衡量,但努力提高科技成果的应用率,使之不仅出产品、出产值,而且出商品、出效益,则是我们的当务之急。科技成果是具

有价值和使用价值的科技劳动产品。在变成商品以前，它只是一种潜在的生产力，只有把它转化到生产力和市场中去，才能变成现实的生产力。因此，作为现实生产力的科学技术必须讲求经济性，是需要认真计算采用成本和利润的科学技术，在科学研究中也要考虑到经济因素。事实上，一些科技成果不能进入生产系统成为现实生产力，并不是由于缺乏独创性，而是应用时的投入不能在相当时间内回收并带来更多的收益。我国的一些科技成果未被应用或暂时未被应用，很重要的原因就是应用成本高，难以定期回收和增加利润。

科技成果进入生产系统需要社会各方面的配合，不单是要有其他科学技术的协同，更要有社会经济系统的大力支持，社会经济体制上的保证，要有中间试验的机制，要有风险资金的投入，要有科技成果应用后市场的销售走向等等。困难是不少的，但是我们一定要创造条件，牢固树立成果转化观念，在经济建设主战场找到适合的位置，发挥关键作用。

我院的科学研究和新技术开发工作，从建院开始，40年来紧密结合设计和生产的需要，在一些厂矿和院内进行了大量的多专业、多品种的科学研究工作，从而提高了设计水平，保证了设计质量，促进了设计院的生产发展。如：金川工程为赶上国内外先进技术水平，提出了提高选冶回收率，提高综合利用率，降低成本等问题。通过深入现场调查研究，与有关的研究院所联合试验攻关，取得了54项科研成果用于设计中，在一期工程生产中均发挥了重大作用。中国——瑞典关于中国金川二矿区采矿技术合作岩石力学研究成果解决了金川二矿区地下工程稳定性、充填体作用机理、采矿方法选择和地表保护等一系列复杂技术难题，使采矿设计工作，更具有科学性；选矿工艺设计优化程序包具有进行选矿主要工艺设备的选择计算，辅助设备设施选择计算，工艺过程多金属物料平衡计算及自动绘制工艺流程图等功能。由于该程序包可对方案进行优化选择，能缩短设计周期，加快设计进度，同时计算方法科学、准确，可避免以前大致估算所产生的不合理及浪费现象。此计算机软件开发后已推广应用于20项工程设计，加快了计算速度，提高了工效；四氯化硅氢化工业试验成功意义重大，四氯化硅氢化技术是多晶硅生产的关键技术之一。每生产一吨多晶硅就产生11吨四氯化硅副产物，不仅耗费大量硅、氯原料，而且严重地污染了环境，该项目试验成功后解决了多晶硅厂四氯化硅的出路问题，为大规模发展我国多晶硅生产以及为现有生产厂合理利用四氯化硅提供了条件，并解决了因四氯化硅造成的环境污染问题。该项成果已用于半导体材料的工程设计中。

上述例子说明了科研与生产实践相结合提高了设计水平，保证了设计质量，增强了设计活力，取得了经济效益，为我院开拓新的技术，创造了条件。为了使我院科技成果更好地面向生产、面向社会，于1991年10月成立了“北京恩菲新技术开发公司”，将科技成果更好地开发，加速成果的应用和推广，促进成果有效地转化为生产力，形成技工贸一体化。科技成果推动了生产力发展，生产发展所取得的经济效益又能研究新的课题、开发新的技术，形成了一个良性循环。使我院能源源不断地向社会推出新技术、新工艺、新产品。

科学技术是第一生产力的观点，并不否定人的因素重要性，相反更有助于全面理解人的因素和更好地发挥人的主观能动作用。人的因素既包括体力因素也包括脑力因素。在生产力中，人作为生产要素之一的劳动者同其他生产要素包括劳动工具、劳动对象相比，人是最活跃的决定性因素。劳动工具是由人发明创造和使用的，任何劳动资料、劳动对象只有同人结合，通过人的作用才能形成现实生产力。科学技术对于提高劳动资料、劳动对象、劳动者的效能具有第一位的决定性作用。但是，科学技术也是由人创造、掌握、运用和发展的，但人的素质不同，劳动者是否掌握和运用科学技术其作用是大不相同的。现在把科学技术提到第一

生产力的位置，实际上也就把科学技术在人的因素中的地位突出起来了，对如何更好的发挥人的能动作用提供了正确的导向。

从人均资源的角度看，我们在世界上并不处于优越的地位。但是，人的资源，我们居世界首位。通过国内外很多的事例证明，中国人的聪明才智和勤劳，在世界上是领先的。要想在今后的经济竞争和科技竞争中取得成功，关键就是要培养、造就、吸引、依靠和使用一大批最优秀的人才。现在科技骨干的平均年龄已经超过50岁，这些同志有较丰富的经验，在今后的工作中仍然要发挥主力的作用。由于自然规律的作用，人总是要衰老的，为了使科技事业后继有人，就要及早地培养、造就年轻一代的专业带头人和各项事业的接班人。中老年同志肩负着历史重任，要把科技工作第一线的重担逐步转交到年轻一代人身上去，把我们的工作不断地推向前进，才能在下个世纪，使我国的科学技术取得世界一流的水平。青年人不能单凭年龄的优势就自然接班，只有在基础知识、专业水平、创造能力、职业道德等各个方面都达到一定的标准，才能接好这个班，把中国的科技事业继承下去。

要更好的发挥人的能动作用，就要不断提高人员的素质，要提倡科技人员继续发扬爱国、敬业、务实、献身的优良传统，充分认识知识分子作为工人阶级一部分的历史使命和社会责任。为了培养一支觉悟高、技术精、业务熟、纪律严、作风好的队伍，我院一直把搞好职工教育培训作为一项基础工作来抓。配备了必要的管理人员、师资和教学设备，从基础理论、专业技术、电算应用、外语教学和现代管理科学等五个方面，对全院各类人员分层次地进行了培训。近年来又举办了青年科技人员论文赛、制订了中级、高级职称的考核大纲、设立了青年科技奖和伯乐奖，对提高我院设计科研的技术水平和开拓新的技术业务，都起到很好的推动作用。

要充分调动人的积极性，除了不断提高人员的思想政治水平和业务水平，也要制订和实施正确的政策和制度。为此，我院于今年进行了人事劳动工资制度的改革。打破干部终身制，对干部进行考核，该升的升、该降的降、该免的免，将德才兼备、年富力强的人才充实到各个领导岗位；对全院职工实行聘用制，坚持重业务水平和贡献，优上劣下；在分配上使每个人的实际利益同其贡献挂起钩来，要求各部门制订责权利相统一，考评，奖罚为一体的较为全面合理的考核管理制度，引入竞争机制和激励机制，进一步调动广大科技人员的积极性、主动性和创造性。

四十年来我院在出人才、出成果方面做了大量工作，取得了较好的效益。坚信在十四大路线的光辉照耀下、在全院广大科技人员的努力下，我院一定会人才辈出、成果累累，以更新的面貌展现在国际、国内广阔的市场上，为我国的社会主义建设作出更大的贡献。

含镍红土矿沸腾焙烧的现状与发展方向

蒋继穆

1 前言

目前世界上从红土矿中提取镍，有熔炼、氨浸、酸浸等三个基本流程。

熔炼法用于处理含铁和硅酸盐较低及含镍较高的矿石。此法应用广泛，在新克里多尼亚、印尼、日本、希腊、苏联、多米尼加、美国、危地马拉和南斯拉夫都有工厂生产。

氨浸法适用于处理含铁高，含镍较低的红土矿。此法由Caron、M、H发明，第一个工厂是古巴的尼加罗（Nicaro）厂，后来在澳大利亚，菲律宾，印度、巴西，捷克和阿尔巴尼亚都建有生产厂。

酸浸法适用于含镁低，含钴较高的矿石。此法金属回收率高，能耗较低，但目前仅古巴的Moa厂在生产应用。

氨浸工艺，对红土矿要先进行干燥和还原焙烧。还原焙烧除阿尔巴尼亚爱尔巴桑镍钴厂采用沸腾炉外，其他厂家多采用多膛炉。回转窑焙烧，在红土矿氨浸流程中的应用，尚停留在试验阶段。

用沸腾炉进行红土矿还原焙烧，较多膛炉有许多优点。

(1) 从理论上讲，沸腾炉焙烧，做为气固反应设备，具有良好的热、质交换条件，有十分均一的热场。对与焙烧质量有关的各种因素：焙烧温度、物料粒度，停留时间、炉气成分等，较易选择最佳条件予以控制，并获得理想的焙烧效果。多膛炉难以做到这一点，多膛炉气、固相接触反应主要在料层表面进行，料层下部依靠耙臂翻动和气相扩散。80%的物料是在从上层向下层飘落过程中进行反应的。多膛炉各层径向温度难于均一，各层炉料靠耙臂连续推进，在最低的焙烧气氛下，难以控制最理想的停留时间，这是硫化物焙烧几乎全部由沸腾炉替代多膛炉的主要原因；

(2) 沸腾炉较多膛炉的生产能力高，炉子结构较简单，维护检修方便，工作量小；

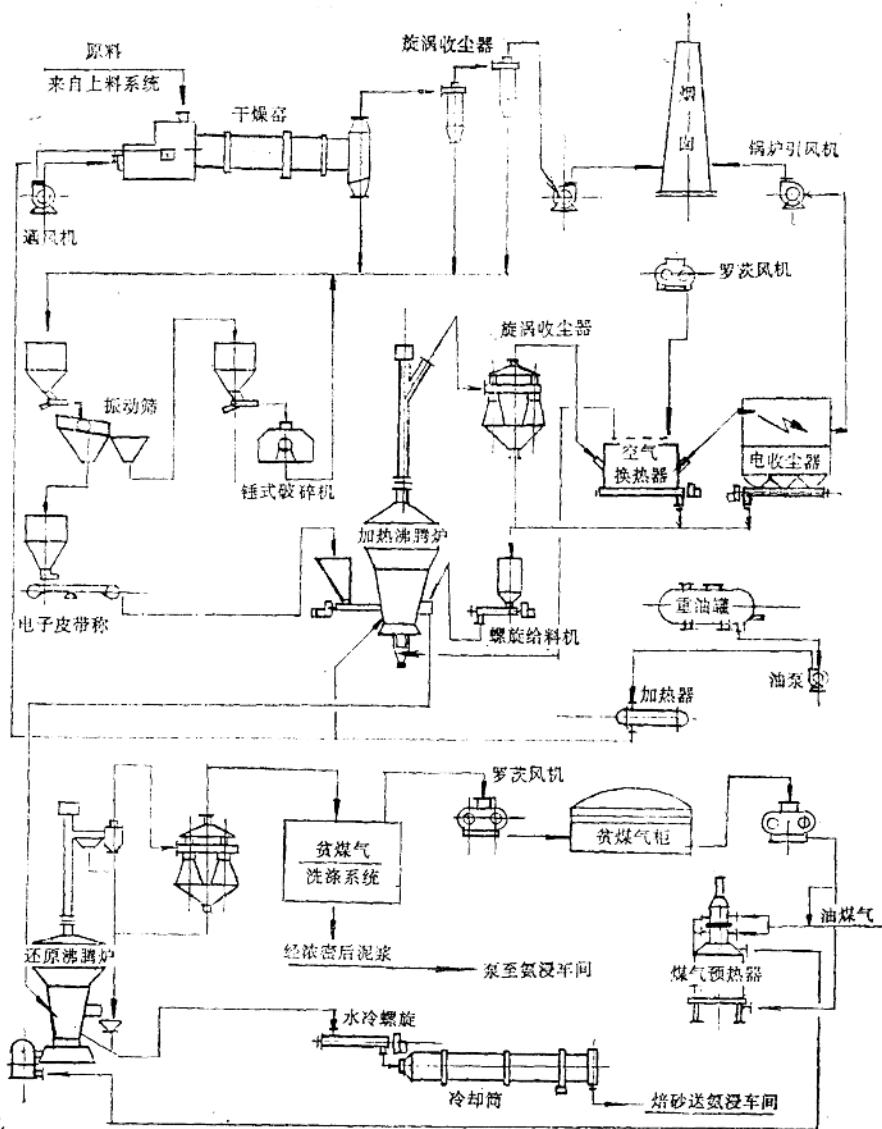
(3) 沸腾炉设备易于实现大型化，提高劳动生产率，而多膛炉实现大型化有诸多限制。

以上三点是促使在阿尔巴尼亚爱尔巴桑镍钴厂红土矿焙烧中选用沸腾炉工艺的主要原因。在上海经过八年试验研究，于1978年在阿尔巴尼亚建成的年处理干矿量90万t的氨浸厂，是世界上第一个采用沸腾炉进行红土矿还原焙烧的生产厂家。

2 现状

爱尔巴桑镍钴厂焙烧车间现用工艺流程，示如图1。

红土矿经回转筒干燥，锤式破碎机破碎，振动筛筛分后，—3mm的粉料通过皮带输送机送至加热沸腾炉炉顶料仓。粉料经螺旋给料机定量给入加热沸腾炉，经重油预热后通过溢流管溜入还原炉。加热料在还原炉中用经过煤气预热炉预热后的混合煤气进行还原。还原好的焙砂经水冷螺旋给入冷却筒。冷却焙砂送氨浸车间。加热炉沸腾烟气经扩散收尘，空气预热器，电收尘器后放空，所收热量送还原炉。还原炉烟气经旋风，扩散，冲击式，文邱里和捕集



器收尘后,干尘送冷却筒,湿尘经浓密机送氨浸,贫煤气送煤气柜与油煤气混合后循环使用。

该厂设计年处理干矿量90万t。焙烧分四个系列,每个系列设有14.5m²加热沸腾炉和9m²还原沸腾炉各一台。每个系列的处理能力为30t/h干基红土矿。经过十年生产运行,证明所有设备的单机生产能力,均能达到设计要求。1989年上半年镍的浸出率平均达74.2%,十分接近75%的设计指标。生产操作数据及原材料单耗与设计指标的对比见 表1、2、3、4、5。

焙砂冷却，生产实际情况是：

有 $\phi 2 \times 46\text{m}$ 冷却筒4台，每个系列1台，无备用。

表1 原 矿 成 份

成 份	Fe	Ni	CO	Cr ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	H ₂ O
设计值	40.84	0.927	0.016	4.156	15.78	5.34	3.13	2.91	13.36
生产数据	45.05	0.969	0.016	3.20	8.70	5.57	2.70	2.00	11.2

表2 干燥生产操作数据及原材料单耗与设计指标的对比

指标	设计	实际生产
1.干燥强度 (kg/hm ²)	40	35
2.原矿含水 (%)	13~16	11~14
3.干矿含水 (%)	5	6~7
4.重油预热温度 (℃)	180~200	180
5.重油压力 (MPa)	2.26	1.77~1.96
6.重油单耗 (kg/t干矿)	14	12
7.燃烧室温度 (℃)	1200	800 (测点位置有问题)
8.燃烧室压力 (Pa)	-49	-39至-59
9.窑头温度 (℃)	800	800
10.烟气离窑温度 (℃)	150	75
11.排风机入口负压 (Pa)	-3236	-1471至-1667

注: $\phi 3 \times 20m$ 转筒干燥窑4台。3台生产, 1台备用。

表3 焙烧生产操作数据及原材料单耗与设计指标的对比

指标	设计	实际生产
1.加料量 (干量t/台·h)	29.43	30~30.3
2.重油单耗 (Kg/t干矿)	51	46.66
3.鼓风量 (m ³ /台·h)	18420	18000~20000 (空气预热有时漏)
4.鼓风压力 (Pa)	41188	39227~44130
5.鼓风预热温度 (℃)	350	360~450
6.沸腾床温度 (℃)	850	800~810
7.炉顶温度 (℃)	815	900
8.炉顶压力 (Pa)	1961	1471
9.电收尘烟气入口温度 (℃)	325	400~450
10.离炉烟气含尘量 (g/m ³)	245	320~350
11.电收尘烟气入口含尘量 (g/m ³)	34.79	100~140
12.电收尘烟气出口含尘量 (g/m ³)	1.04	10~40
13.离炉烟气含氧量 (%)	2.68	0.6~1.6

注: 加热沸腾炉: 4台, 炉床面积14.5m²/台, 年生产330天, 无备品。

表4 还原生产操作数据及原材料单耗与设计指标的对比

指标	设计	实际生产
1.入炉料量 (t/台·h)	25.94	24.12 (推算值)
2.产出焙砂 (t/台·h)	24.74	23
3.贫煤气量 (m ³ /台·h)	7358	7500~8000
4.混合煤气量 (m ³ /台·h)	11772	11000~12000
5.煤气预热入口压力 (Pa)	75511	68647
6.煤气预热温度 (℃)	650	700
7.煤气入炉温度 (℃)	800 [富氧燃烧]	670~680
8.沸腾床温度 (℃)	720~730	710~720
9.炉顶温度 (℃)	675	670~690
10.煤气预热器燃烧煤气量 (m ³ /台·h)	3155	2500~3000
11.还原炉底压力 (Pa)	56682	46091~50995
还原炉顶压力 (Pa)	2256	1275
12.水冷旋风出口压力 (Pa)	1471	981
13.强风出口压力 (Pa)	490	0~981
14.一文出口压力 (Pa)	-6374~-8630	-1961
15.二文出口压力 (Pa)	-1422~-18437	-5884
16.捕集器出口压力 (Pa)	-21379~-16377	-7845
17.煤气排风机入口压力 (Pa)	-29420	-14710

注：还原沸腾炉：4台，炉床面积9m²/台，年生产330天，无备品。

表5 煤气成份表

成份 (%)		CO	H ₂	CO ₂	CH ₄	O ₂	N ₂	其 他
油 煤 气	设计	45.6	42.1	8.0	0.4	0.2	1.7	2
	实际	46	44	6.0	0.6	0.2	1.6	0.6
贫 煤 气	设计	33.64	28.6	32.55	0.7	0.28	4.14	
	实际	31	28.4	27.8	1.0	0.6	12.2	
混 合 煤 气	设计	38.13	33.66	23.34	0.59	0.25	3.23	
	实际	38	36.2	19.6	1.0	0.4	4.8	

每台冷却筒处理能力：23~24t/h 700℃左右热焙砂加热烟尘，冷却后焙砂温度<100℃。耗水量250~300m³/台·h。

冷却操作各项指标十分接近设计值。冷却后的焙砂送氨浸车间处理。

从上述各表中的对比数据可以看出，阿尔巴尼亚镍钴厂焙烧车间的操作数据，大多符合设计要求，能产出合格焙砂，能源消耗还略低于设计值。用沸腾炉焙烧红土矿，在工业应用方面已成为现实。

3 发展方向

多膛炉工艺用于焙烧红土矿，已有多家生产了几十年，工艺已较成熟。沸腾炉焙烧红土矿工艺用于工业生产，爱尔兰桑是第一家，但尚存在缺陷，有待改进和发展。

(1) 爱尔巴桑镍钴厂沸腾炉炉体设计规模偏小, 相对于多膛炉而言, 沸腾炉设备可以大型化的优越性没有发挥出来。

爱尔巴桑镍钴厂日处理干矿量为3000t/d, 共用8台沸腾炉(4台加热, 4台还原)。古巴尼加罗镍厂日处理干矿量为6000t/d, 采用21台多膛炉。菲律宾诺诺克镍厂日处理干矿量为9000t/d, 采用14台 $\phi 7.85\text{m}$ 的多膛炉。不考虑备用和叠加因素, 平均台炉日处理能力为:

爱尔巴桑	375t/台·d
尼加罗	285t/台·d
诺诺克	643t/台·d

沸腾炉单位面积的处理能力比多膛炉多得多。如果设计 116m^2 的加热沸腾炉, 72m^2 的还原沸腾炉各一台, 就可以替代尼加罗的21台多膛炉。如果建设两台 87m^2 的加热沸腾炉, 一台 108m^2 的还原沸腾炉, 就可以取代诺诺克镍厂的14台多膛炉。爱尔巴桑镍钴厂, 改变燃料结构, 设 58m^2 加热沸腾炉一台, 36m^2 还原炉一台即可。这样劳动生产率大幅度提高, 建设投资将大幅度降低, 沸腾炉的优越性就能充分显示。

(2) 沸腾炉采用目前爱尔巴桑的工艺制度, 系统复杂, 流程长、环节多, 个别设备出毛病, 影响全系统的连续运行, 能源消耗高于多膛炉。两种焙烧方式的能耗情况是:

爱尔巴桑镍钴厂加热沸腾炉预热矿石耗重油 46.6kg/t 矿, 还原炉用油煤气耗油 50kg/t 矿, 耗能约 4044449kJ/t 矿。尼加罗镍厂焙烧耗燃料油 52.4kg/t 矿, 还原煤气用煤 33.8kg/t 矿, 耗能约 3181968kJ/t 矿。诺诺克镍厂焙烧耗燃料油 40.2kg/t 矿, 还原煤气耗石脑油和重油共计 26.2kg/t 矿, 耗能约 2805158kJ/t 矿。

只有简化流程, 改变热工制度, 才能克服沸腾炉焙烧的这些缺点。

(3) 爱尔巴桑现有沸腾炉工艺, 对原料的适应性差。原料在加热沸腾炉中被直接预热到 800°C 以上, 对于高铁, 低硅低镁的褐铁矿类型的红土矿, 具有良好的适应性。而对于低铁、高硅高镁蛇纹石和硅镁镍矿类型的矿石, 在脱除结晶水后, 不能立即得到还原, 矿石会重新烧结、结合成硅, 镁, 铁的复盐。这些复盐, 进入还原炉后, 镍很难被还原成金属, 影响镍的浸出率和回收率。

(4) 沸腾炉与多膛炉在物料干燥, 破碎, 运输过程中, 存在一个共同的尚未解决好的问题: 粉尘飞扬损失大, 既影响了回收率, 又严重污染环境。

为解决现有沸腾炉焙烧工艺流程长, 能耗较高, 对原料适应性差, 粉尘污染严重等问题、需要进行以下改进:

(1) 将纯氧部分用氧化法生产油煤气, 改为用高氧油煤气, 增大产气量并将油煤气发生炉与沸腾还原炉直联, 热油煤气不经冷却净化, 在 $>1200^\circ\text{C}$ 温度下直接送入还原炉焙烧, 充分利用油煤气的高温显热。这样可以省去流程中的油煤气净化系统及煤气预热系统, 还原炉离炉烟气经换热器预热加热炉鼓风后, 经旋风、密闭高效电除尘器净化后, 所产贫煤气在热态下送入加热沸腾炉做燃料。这样较现有流程可省去煤气柜, 配气站、煤气循环等设施, 起到简化流程, 减少中间环节, 节省投资, 提高热效率的作用。

(2) 加热沸腾炉炉温维持 650°C 左右。提高加热炉炉料含水至8%左右。炉料首先加入旋风预热器, 在旋风预热器中利用加热炉烟气显热干燥脱水并预热后进入加热沸腾炉。换热后的低温烟气经旋风, 低温电除尘器净化后放空。

加热炉炉料在 650°C 、酒尘在 $<200^\circ\text{C}$ 进入还原炉, 在还原炉内 $>1200^\circ\text{C}$ 的煤气显热维持在 720 至 730°C 的温度下进行还原焙烧。