

第一届矿产资源综合利用学术会议

论文集

中国金属学会选矿学术委员会

中国核学会铀矿冶学会

一九八二年 北京

前 言

中国金属学会选矿学术委员会、中国核学会铀矿冶学会，于一九八一年十一月十日至十五日，在北京联合召开了第一届矿产资源综合利用学术会议。会议交流了各种专论、综述、研究报告、技术总结等70余篇。根据会议决定，特编辑出版本《汇编》。

在编辑中，对按照会议要求进行了编写的论文，一般只作了文字上的修改，有些在材料上也作了适当剪裁；对未缩写的除少数几篇由编者作了删节外，一般只出提要；对凡是作者提出不宜编入的，则尊重本人意见；还有少数论文，由于原稿不清等原因而未编入。

为节省篇幅，原稿中所列参考文献，一律删去。

《光明日报》对这次会议进行了报导，发表了评论员文章《必须重视矿产资源的综合利用》。这是对我们工作的很大支持。我们将该文也收入了《汇编》。

由于编者水平有限，兼之时间仓促，《汇编》中的缺点、错误，在所难免。敬请作者、读者原谅，并欢迎批评、指正。

目 录

前 言

必须重视矿产资源的综合利用《光明日报》评论员	(1)
中国金属学会、中国核学会第一届矿产资源综合利用学术会议纪要	(2)

一、钒钛磁铁矿的综合利用

1. 攀枝花选钛厂生产调试结果的分析	张 炯 (4)
2. 选钛厂工艺设计与调试	向发明等 (11)
3. 四川攀西地区钒钛磁铁矿合理精矿品位的初步探讨	任觉世等 (15)
4. 攀枝花钒钛磁铁矿综合回收合理选矿工艺流程的探讨	丁 大 富 (17)
5. 攀枝花原生钛铁矿重——电选矿工艺流程的初步探讨	过 祖 根 (21)
6. 试论我国原生钛铁矿的选别流程	陈 正 学 (21)
7. XZLD— $\phi 600 \times 3600$ 毫米螺旋选矿机选别攀枝花 磁尾工业试验探讨	曾 令 学 (22)
8. 红格矿区与钒钛磁铁矿共生碱性岩脉含烧 绿石稀有矿石的选矿研究	陈 嘉 慧 (26)
9. 马钢含钒平炉渣综合利用的探讨	陈 振 起 (26)
10. 含钒炭质板岩(或石煤)及伴生组分的分离和综合回收问题	吕 世 海 (32)
11. 攀枝花钛铁矿浮选工艺的五个主要影响因素的探讨	丁 大 富 (35)
12. 用苯乙烯磷酸浮选钛铁矿时活化机理的研究	崔 林 等 (37)
13. 苯乙烯磷酸在浮选钛铁矿中的应用	张国安等 (42)
14. 关于回收率评价公式的探讨	王 恩 文 (46)
15. 攀枝花钛铁矿 $\phi 600$ 无筛板沸腾炉选择氯化制取人选金红石	温旺光等 (46)
16. 提高浮选钛指标的探讨	余 又 川 (47)
17. 重—电选钛法程金属损失的原因和提高选钛指标、 降低选矿成本的探讨	陈 汝 文 (47)

二、有色金属矿石的综合利用

1. 含铜资源的综合利用	赵 涌 泉 (48)
--------------	--------------

2. 松树脚锡石—多金属硫化矿分选实践与研究	吴宗涛 (55)
3. 韶关精选厂综合利用概况及其发展方向	陈英祥 (62)
4. 云锡公司松硫选综合利用生产实践和改进探讨	杨奇 (67)
5. 安徽金属矿选厂及其综合利用研究	孙士良 (74)
6. 广西钟山县长萤岭矿区钨锡金属矿石综合利用研究	段礼国等 (74)
7. 黄铁型多金属硫化矿的综合利用—小铁山矿资源综合利用的合理选别工艺探讨	范锦森等 (78)
8. 青海省双明喜含铜磁黄铁矿的选别	姜有才等 (82)

三、含铀矿石的综合利用

1. 含铀褐煤综合利用技术及其工业实践	禄福延等 (85)
2. 论含铀共生矿的综合利用	夏德长等 (91)
3. 我国东北某地含铀铁硼矿综合利用研究	罗贵达等 (95)
4. 信丰含铀铁矿石铀铁综合利用的研究	陈绍强 (103)
5. 从赛马矿石提取铀钍稀土的选冶研究	李素媛等 (109)
6. 用二(2—乙基己基)磷酸萃取剂分离铀和钼	鞠永章等 (115)
7. 萃取体系的热力学研究Ⅱ	高宏成等 (117)
8. 协同萃取规律的研究Ⅱ	张茂良等 (118)
9. 从我国灰岩白云岩含铀多金属矿中提取铀的研究概况	田均梅 (118)
10. 华阴贫铀矿的选矿和综合利用研究	孟广寿等 (121)
11. 从浸出浆体中萃取铀和沉淀处理镭	张乐华等 (124)
12. 午阳八台含铀钍磷磁铁矿石综合利用研究	广东地质局九室 (129)
13. 用离子浮选法分离和回收镍锌	李永明 (129)
14. 从金矿中综合回收铀的研究	周辉 (135)
15. 含钒、钼、铀炭质板岩的综合利用	刘学俊 (141)
16. 从某含铀矿石中综合回收铀镍锌的选矿研究	赵满常等 (144)
17. 从某含铀磷矿中综合回收铀、磷	二〇三所 (148)

四、金属及稀有金属矿石的综合利用

1. 国内外银回收近况	孙成林 (148)
2. 国外综合回收黄金的研究近况	徐乃娟 (153)
3. 稀有金属伟晶岩利用途径的探讨	李复民 (153)
4. 陶瓷及锂辉石矿工艺的研究	丁锦云 (157)
5. 关于伴生银综合回收现状和展望	蔡之博 (158)
6. 锡锑物料中锑英石优先浮选的研究	杨慧根 (161)
7. 青海省沙柳泉铌钽矿的综合利用	姜有才等 (165)

五、铁矿石的综合利用

1. 包头矿综合利用的研究与实践.....罗家珂等 (170)
2. 综合回收包头矿选矿新流程.....吴祥林 (177)
3. 对我国铁矿床伴生钴综合利用的探讨.....董鸿飞 (185)
4. 矽卡岩型铁矿中磁黄铁矿的脱除.....王永浩 (188)
5. 青海省小东索铁矿综合利用.....姜有才等 (191)

六、尾矿的综合利用

1. 尾矿的综合利用.....高鹏义 (195)
2. 尾矿的综合利用.....范履冰 (198)
3. 坝体尾矿资源综合利用研究.....袁次熙 (198)
4. 从钼铌矿重选尾矿中回收锂云母的研究.....陶素人 (201)
5. 云锡旧尾矿选矿工艺流程探讨.....周维智 (206)
6. 论锡尾矿资源开发.....熊宗荣 (211)

七、综述及其他

1. 矿产资源综合利用在国民经济中的作用.....姚长山等 (211)
2. 尾矿再选的生产实践.....刁绍基 (212)
3. 低品位磷矿制取高效磷肥.....瞿桃海 (212)
4. 提高选矿回收率减少矿产资源损失.....李清洁 (214)
5. 浅谈硅铁矿的综合利用.....邬鹏飞 (217)
6. 谈“辽镁”矿产资源的利用问题.....马维山等 (217)
7. 黑钨粗精矿浮选降磷的研究.....郭秉文 (220)

必须重视矿产资源的综合利用

本报评论员

矿产资源是国家的宝贵财富，是发展国民经济的重要物质基础。加强矿产资源的综合利用，是当前急需解决的一个重大问题。

我国的矿产资源十分丰富，有色、稀有、稀土金属和一些非金属储量位于世界前列。但是我国的单一矿少，共生矿多，在一种矿石中往往伴生几种、十几种、甚至几十种元素。所以，根据我国矿产资源特点，开展综合利用，最大限度地回收其中有价成分，具有特别重要的意义。矿产是经过漫长的地质年代才形成的，是不可再生的资源，用一点，少一点，搞好综合利用，在回收主要成分的同时回收伴生成分，可以使一矿变多矿。对抛弃的尾矿、废渣再处理，则可以相对扩大资源。因而综合利用对于挖掘矿山潜力，增加经济效益也有重要的意义。在矿产资源的开发过程中，会产生大量的含有许多可用元素的废水、废气、废渣、不仅浪费了资源，而且污染环境。把综合利用与治理“三废”结合起来，可以变废为宝，化害为利，保护环境，造福人民。

我国矿产资源的综合利用近年来取得了初步成绩，特别是攀枝花、包头、金川三大共生矿的综合利用更取得了可喜成效。但是，我国矿产资源的综合利用和国外先进水平相比，差距还是很大的。大部分矿山尚未开展综合利用，一些大型矿山资源的回收率只有工业储量的一半左右。大量宝贵资源已经并且还在继续被白白扔掉，这是令人痛心的。

造成我国矿产资源综合利用水平低的一个重要原因，是我国矿产资源的管理体制不合理。我国矿产的开采分别隶属几个部门，各部门往往只开采与本部门对口的矿产，使其它有用矿产浪费了。如广东有一个矿，上层是含铁丰富的褐铁矿，下边是硫铁矿。

化工部开采时只开采下边的化工原料硫铁矿，把上边富铁矿当做废石剥离了。有的冶金矿山又只开采铅锌矿，把硫铁矿丢了。加强矿产资源的综合利用，必须克服这种单打一的现象，打破部门、行业界限，统筹安排，通力合作，使矿产得到合理开发利用。

科学技术水平比较低，开采过程中的贫化、损失大，选矿中对某些复杂共生矿的分离、回收技术不过关，冶炼中对一些有用成分的回收技术未掌握，是造成我国矿产资源综合利用水平低的又一重要原因。今后，应当大力加强矿产资源综合利用的科研工作，发展适合我国矿产资源特点的技术。地质勘探要实行综合找矿，搞好资源的综合评价；采矿方面要研究和应用先进的合理的开采技术，降低贫化、损失；选矿方面要发展各种形式的联合流程，提高分离技术和回收水平；冶炼方面也要掌握回收新技术，并向废气、废水、废渣要资源；同时各个环节都要提高管理水平，降低生产成本，减少资源损失，增加经济效益。

当前，一些综合回收产品销路不畅，也限制了矿山、企业综合利用的积极性。如稀土、钛是我国珍贵的资源，但现在应用范围和领域还很有限。除了生产单位需大力提高产品质量、降低成本以外，有关部门应组织力量、研究各种产品的用途，扩大它们的应用范围。

综合利用，大有可为。只要有关部门各级领导充分重视这项工作，采取正确的政策和方法，切实解决存在的各种问题，调动广大群众和科技人员的积极性、创造性，就一定可以使我国矿产资源的综合利用出现新的局面，达到新的水平。

（原载《光明日报》1981.12.10）

中国金属学会 中国核学会

第一届矿产资源综合利用学术会议纪要

(一九八一年十一月十五日通过)

中国金属学会选矿学术委员会、中国核学会铀矿冶学会联合举办的第一届矿产资源综合利用学术会议于一九八一年十一月十日至十五日在北京召开。参加会议的有来自全国各地的有关科研、设计、教育、生产部门的70多个单位124名代表。

中国金属学会常务理事选矿学术委员会主任委员张卯均主持了第一天的大会。中国核学会铀矿冶学会常务理事邓佐卿、中国金属学会选矿学术委员会副主任委员童国光，分别致了开幕词和闭幕词。中国核学会副秘书长吕广义在闭幕式上讲了话。

会议代表坚持“百花齐放，百家争鸣”的方针，就我国矿产资源的综合利用问题，广泛的交流了科技成果、工作经验、技术、学术观点，探讨了一些共同关心的问题。大家互相学习，互通有无，取长补短，彼此激励。这反映了代表们为提高综合利用水平团结战斗的精神风貌。

会议收到各种专论、综述、研究报告、技术总结等70多篇，分别在大会、小会上进行了交流。其数量之多，内容之广，都是令人高兴的。这些论文，大体上从几个方面说明了我国矿产资源综合利用的现状，一定程度上反映了矿产资源综合利用的科技成果和生产实践水平。

一、攀枝花、包头矿的资源综合利用，取得了重大进展

大家高兴地看到，被列为国家重点项目的攀枝花、包头的资源综合利用工作，在各方面的支持下，经过广大科技人员长期坚韧不拔的共同努力，已经取得了重大进展。攀枝花钽铌铁矿的综合利用，已经建成了年产五万吨钽精矿的选钽厂，并基本成功地进行了生产调试。围绕降低选钽生产成本，提高综合回收水平，开展了大量的研究工作，在工艺流程、选钽设备、浮选药剂诸方面，都取得了重要成果。包头的综合利用，取得了重大成绩，研究出了适应包头矿石特点、结构合理、适应性强、选别指标高的浮选——选择性团聚脱泥流程，并进行了半工业试验，突破了稀土、萤石的分离技术，解决了包头微细颗粒铁和含铁硅酸盐的分选难题，综合回收了铁、稀土、萤石，为炼铁提供了优质原料，对解决包头的环境污染具有重要意义。

矿产资源综合利用的科技工作，取得了重要成果

在含铀共生矿的综合利用方面，分别对含铀磷酸盐、含铀碳质板岩、含铀有色矿、含铀金矿、含铀褐煤等，开展了综合回收铀及其半生组分的研究，取得了可喜的成绩。如采用重选、磁选、浮选联合流程，处理华阴贫铀矿，可使储量大，品位低的铀和铈、铅、锌、钼、等得以综合回收；采用浮选、氰化、离子交换工艺，从含铀金矿中综合回收了铀和金；采用磁选、加压酸浸的联合流程，从霓霞正长岩中，综合回收了铀、钽和稀土；应用焙烧、水浸、酸沉淀的工艺，从含钽碳质板岩中，可以综合回收钽、钼、银。

在多金属矿的资源综合利用方面，开展了有色矿、铁矿、贵金属、稀有金属矿以及尾矿、炉渣的综合利用研究工作，都取得了一定成绩。如采用硫酸分解法，可以从高钙、低钒

的马钢平炉渣中，综合回收钒、铁、钙、磷；对广西长岑岭矿区的钨锡多金属矿石，采用光电重选初步富集和粒浮、磁选、电选、浮选联合流程精选，成功的回收了钨、铜、锌、砷、硫、银、镉等七种金属。该流程业经设计采用，并已建厂投产。又如采用浮选方法，处理宜春钽铌重选尾矿，回收了锂云母；应用浮选方法，处理安徽月山铜矿的坝尾尾矿，综合回收了铜、金、银、铼。

三、矿产资源综合利用的生产实践，取得了可喜成绩

在铀矿的综合利用方面，我国第一座含铀褐煤处理厂，已经运行了十年，在实践中不断改进，既回收了铀，又综合利用了热能发电，取得了显著的经济效益；从含铀磷酸中回收铀、从铀水冶厂综合回收钼的生产实践也是成功的，既分别回收了铀和钼，又大大降低了放射性污染。

在多金属矿资源的综合利用方面，如韶关精选厂回收的有价金属，除钨以外，已扩大到锡、钼、铋、铜；铜官山铜矿选矿厂，采用原工艺流程，利用闲置设备，进行尾矿再选，获得硫铁精矿，取得了显著的经济效果；云锡松硫选矿厂在综合回收钨、锌、铋的生产方面，可可托海选矿厂在回收稀有金属的实践方面，都取得了很大成绩。

一些论文，认真总结了这方面的实践经验，针对存在的问题，提出了改进的技术措施。这是综合利用科技工作和生产实践日益紧密结合的重要标志。

四、对进一步加强矿产资源的综合利用，提出了积极的建议。

一些论文针对目前综合利用存在的问题，结合国内外的实践经验，从不同角度，提出了积极的建议。有的建议，国家制订和实施综合利用的法令和 policy，确保这一工作正确而有效的进行，并提出了综合利用的评价内容和标准，研究了综合利用系数的计算方法，综述了各种矿石伴生组分的利用参数指标；有的就含铀共生矿的综合利用问题提出，从长远看，必须开辟新的铀资源，综合回收共生矿的铀。从环保看，必须坚持以防为主，从根本上控制污染；有的就作为第二资源的尾矿综合利用问题，提出了可供研究的技术途径；有的对当前被忽视的菱镁矿的综合利用的技术方法和经济效益进行了有益的探讨；还有些对于其他矿产资源的综合利用问题，分别提出了积极的建议。

会议认为，我国矿产资源综合利用的水平，总的看来，仍然很低。特别是生产实践的范围、规模还很小。和国外先进水平相比差距很大；和国民经济调整和发展的需要，国家对环境保护的要求，很不适应。为进一步加强矿产资源的综合利用，提高综合利用水平，会议认为，今后一段时期，在综合利用的指导思想上，要把保护资源合理开发，充分利用资源，减少或消除环境污染，提高技术水平，讲究经济效益四者结合起来，通盘考虑，使综合利用更好地为国民经济的调整和发展，为现有矿山、企业的技术改造服务；在综合利用的对象上，要在继续开展含铀共生矿、有色、黑色、贵金属、稀有金属矿石和工业废渣的综合利用的同时，大力抓好被列为国家重点项目综合利用课题；在综合利用的技术上，要从我国的国情出发，研究先进的适用技术，大力研究和推广适合各种矿产资源特点的、技术上先进、生产上可行、经济上合理的各种形式的联合流程；在综合利用的基础工作上，要加强工艺矿物学的研究，查清处理对象的物质组成、有价元素的赋存状态、矿物在工艺过程中的性状和行为，以及工艺性质、矿石成分与矿石结构的关系，以此作为综合利用研究的重要依据；在综合利用的工作组织上，要在统一规划和领导下，把矿山地质、采矿、选矿、冶金等方面的工作结合起来，明确分工，大力协同；要扩大综合利用产品的用途，建立产供销的渠道；在综合利

用的学术活动方面,要抓好重点资源的综合回收、提高精矿质量、综合利用的经济研究等方面论文的撰写,促成有关专业性学术会议的进行,推动综合利用工作的开展。

代表们对两个学会的首次合作表示满意,并建议一九八三年联合召开第二届矿产资源综合利用学术会议。

会议希望广大科技工作者,在现有工作的基础上继续发扬艰苦奋斗,百折不挠的革命精神,兢兢业业,埋头苦干,为提高我国矿产资源综合利用的水平,为四个现代化建设做出贡献。

攀枝花选钛厂生产调试结果的分析

长沙矿冶研究所

张 炯

一、前 言

攀枝花选钛厂于一九八〇年十月到十一月进行了正式生产调试。调试中,除1^号干燥炉和钛精矿包装外运系统基建收尾未完和硫钴精矿浓密过滤未正常运行外,流程畅通,粗钛精矿和电选精矿质量指标稳定;在满负载运转时,粗选工段的处理能力超过设计能力;粗钛精矿的产量15.13吨/时,接近了设计的16.22吨/时;精选工段钛精矿的作业收率78.66~81.64%,超过了设计的收率66.93%;硫钴精矿质量达到或接近了设计要求。调试期间,主体设备ELX型螺旋选矿机,YD—3型电晕电选机,沸腾干燥炉等设备性能良好,运转正常。调试还证明以返矿脱水法调节浓度的螺旋选矿机给矿浓度自动控制系统是可行的。该系统基本上达到了螺旋选矿机给矿体积流量稳定,矿浆分配均匀,浓度自动调节三个要求。

目前选钛厂的根本问题是钛精矿出路问题。一方面有赖于加快研究适合于处理攀枝花钛精矿的经济有效的冶炼加工方法,另一方面也要求选矿简化、强化现有流程,进一步降低成本。

由于选钛厂的设计总是按一个系列配置的,多产精矿少产精矿所花费的总费用差别不大。因此,在目前钛精矿需要量不多的情况下,应该是满荷才开车,重视钛精矿日产量。这是最重要的降低成本的措施。

降低成本的第二个措施是简化缩短设计流程。在此列出了现有(磁)重选工段设备联系图(见下页图1)和建议的简化设备联系图(见6页图2)

采取简化、缩短流程的措施,在不影响或基本不影响选矿指标的情况下,共可取消109台件设备,占选钛厂工艺设备总数422台件的25.8%。取消这些不必要的设备和作业,水、电、材料消耗也将显著降低。仅省去12台砂泵一项,即节电432瓩。

降低成本的第三个措施是提高各作业收率,以提高钛精矿日产量,下面将着重讨论这一问题。

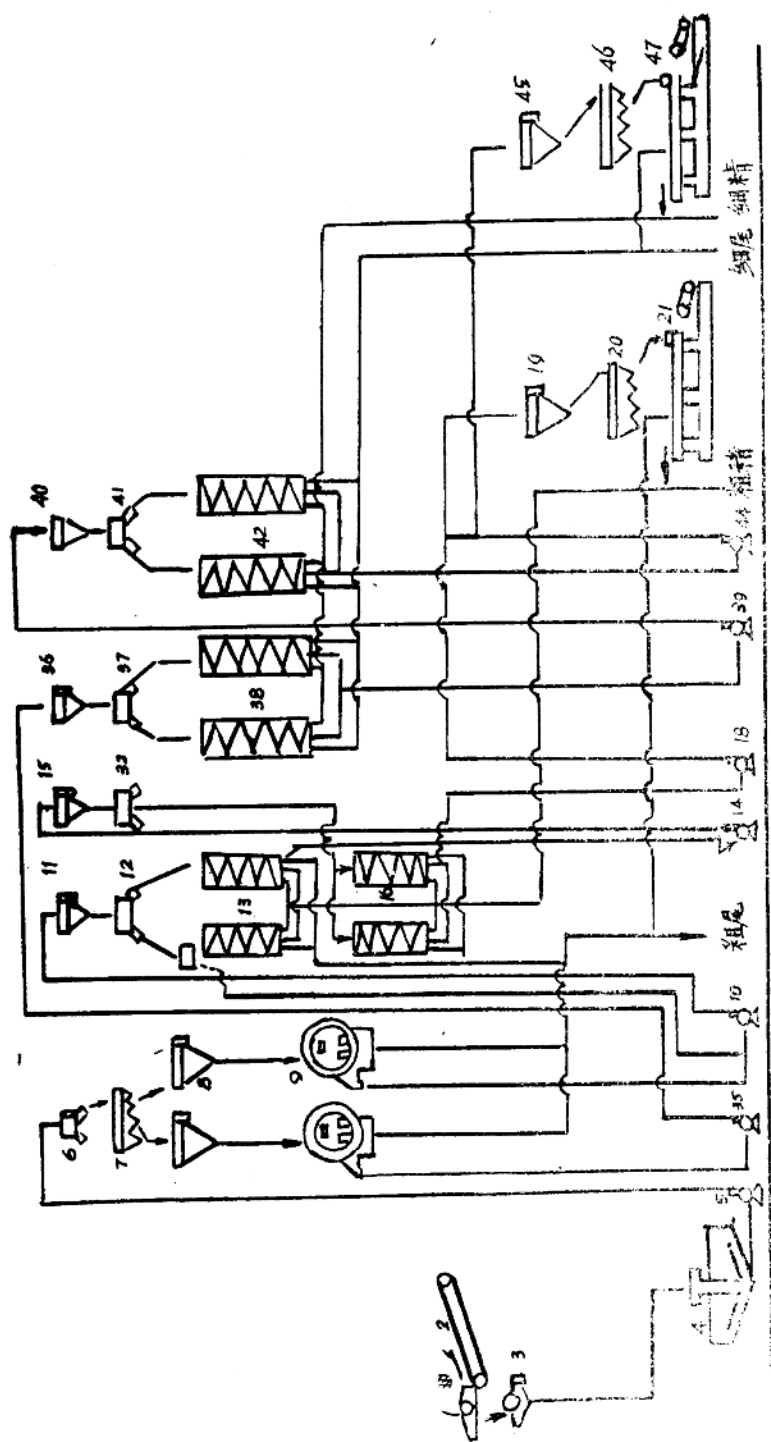


图1 选铁厂现有磁重选设备联系示意图

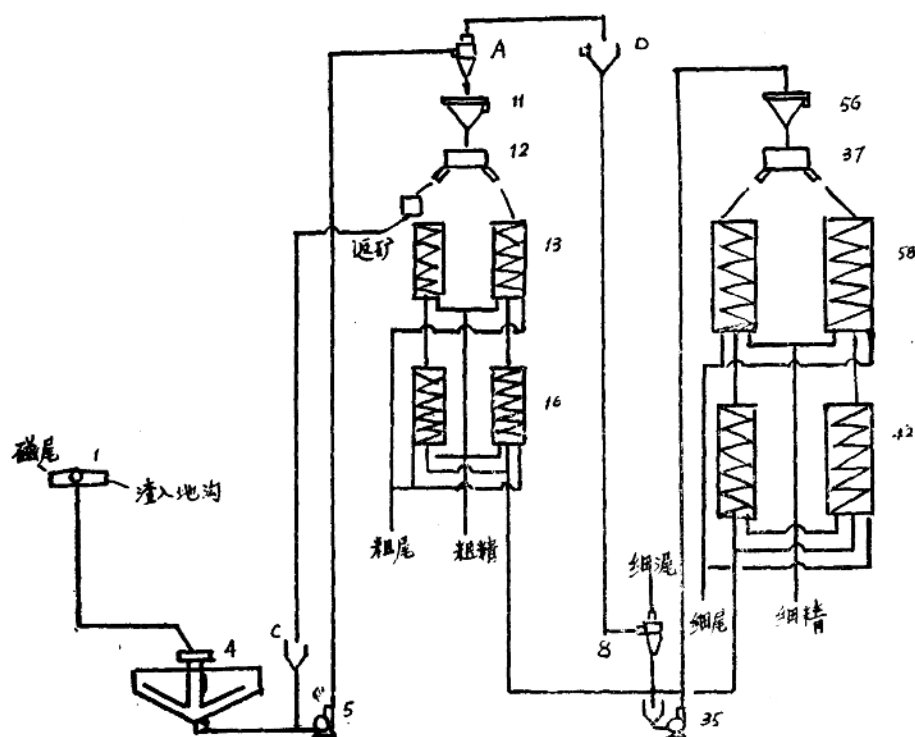


图2 简化后的重选设备联系图

D—恒压稳定计；C—返矿接收斗，8—水力旋流器，A—水力旋流器；42— $\phi 120$ 毫米螺旋溜槽；38— $\phi 120$ 毫米螺旋溜槽；37—矿浆分配器；36— $\phi 3000$ 分泥斗；35—2PNJ砂泵；16—FLX型 $\phi 600$ 螺旋选矿机；13—FLX型 $\phi 600$ 螺旋选矿机；12—48管矿浆分配器；11— $\phi 5000$ 分泥斗；5—4PNJ砂泵；4—TNE—9中心连动式浓密机；1—脱渣筛；

二、生产调试结果的分析

为使选钛厂取得更好的技术经济效益，应争取在基本上不增加投资和消耗的条件下提高钛精矿回收率。为此分析一下目前各作业的效率。表1列出了扩大试验，设计和生产调试时粗选段各作业指标对照结果。其中生产调试是80年11月17、18、21、22日四次流程查定的平均结果。

可以看出，调试时粗钛精矿对磁尾的收率较之扩试与设计低16.65%和16.10%。金属损失较大的原因如下。

（一）来矿矿泥量增多，造成溢流中 TiO_2 损失达26.95%，较扩大试验时高10.24%。这是调试中粗钛精矿收率较低的主要原因。这与来矿的筛析结果是一致的，扩大试验时，待处理细泥（ -0.04 毫米）占5.21%。而生产调试时平均达27.82%，引起入选金属量减少，对磁尾的收率降低。

表1 选钛粗选段各作业指标对照表

数据来源	作 业 产 品 名 称 指 标 (%)	排渣筛		弱磁选	φ9米大井	分 级 溢流	粗粒级强		螺旋选矿和给矿、中矿脱水			细粒级强	
		筛上	次铁精				尾矿	泥	精矿	尾矿	泥(给)泥(中)	尾矿	泥
(螺——电)	扩大试验	—	—	—	—	16.48	—	—	8.65	11.28	—	—	—
	γ (对磁尾)	—	—	—	—	7.42	—	—	28.71	2.66	—	—	—
	TiO ₂ 含量	—	—	—	—	16.71	—	—	33.91	15.02	—	—	—
	ε (对磁尾)	—	—	—	—	16.71	—	—	58.44	18.90	—	—	—
(强磁—螺—电)	扩大试验	—	—	—	—	16.48	29.50	—	10.57	17.68	—	7.84	—
	γ (对磁尾)	—	—	—	—	7.78	2.00	—	28.19	4.38	—	2.54	—
	TiO ₂ 含量	—	—	—	—	16.22	7.46	—	37.72	9.80	—	2.52	—
	ε (对磁尾)	—	—	—	—	16.22	12.57	—	72.68	18.88	—	10.32	—
(强磁—螺—电)	设计	8.00	2.000	7.00	7.83	24.44	2.00	1.00	9.65	12.90	0	6.73	1.00
	γ (对磁尾)	3.00	0	8.86	8.57	2.44	3.00	3.00	28.11	3.66	0	2.86	5.00
	TiO ₂ 含量	3.20	0	8.27	8.73	7.87	0.40	0.40	35.83	6.43	0	3.46	1.27
	ε (对磁尾)	—	—	—	9.86	14.15	—	—	75.70	13.59	0	15.36	—
(螺—电四次平均)	调整	3.54	0.18	18.09	11.87	—	1.19	2.06	7.02	30.20	0.23	—	0.11
	γ (对磁尾)	5.45	9.71	7.67	7.58	—	7.97	8.25	30.01	3.87	10.12	—	8.06
	TiO ₂ 含量	2.51	0.21	16.23	10.72	—	1.10	2.03	24.62	13.62	0.27	—	0.10
	ε (对磁尾)	—	—	—	13.255	—	—	—	51.29	28.48	0.57	—	—

续表 1

数据来源	指标 (%)	产 品 名 称	螺旋溜槽和给矿、水				摇床和分级			浮硫和脱水		扫磁选		合 计
			中 精矿	尾矿	泥(给)	泥(中)	精矿	尾矿	溢流	硫精	泥	次铁精	粗铁精矿	
扩大试验 (螺—电)	(1)		4.33	11.70	—	—	1.41	16.15	—	0.59	0.31	0.13	13.36	100.00
	(2)		26.05	3.57	—	—	25.00	3.80	—	0.31	15.72	14.00	29.15	7.32
	(3)		15.41	5.73	—	—	4.82	8.40	—	0.30	0.69	0.25	53.17	100.00
	(4)		61.01	22.68	—	—	36.46	63.54	—					
(强—磁—螺—电)	(5)		4.08	4.29	—	—	2.15	7.41	—	0.70	0.13	0.24	15.73	100.00
	(6)		26.71	5.09	—	—	19.25	4.23	—	0.33	13.18	13.54	28.42	7.90
	(7)		14.30	2.77	—	—	5.23	3.98	—	0.03	0.21	0.42	56.59	100.00
	(8)		65.30	12.65	—	—	56.79	43.21	—					
(强—磁—螺—电)	(9)		3.06	3.39	1.40	0	2.10	6.70	0.80	0.70	0	—	14.11	100.00
	(10)		27.84	2.05	4.00	0	19.48	2.70	5.25	0.21	0	—	27.96	7.50
	(11)		11.66	3.24	0.80	0	5.15	2.73	0.56	0.02	0	—	52.62	100.00
	(12)		63.82	17.73	—	0	65.36	34.64			0			
(螺—电—四次平均)	(13)		3.04	6.00	1.35	0.04	0.68	13.21	1.19	0.19	0.20	0.03	10.32	100.00
	(14)		27.76	6.33	7.97	8.32	33.23	6.16	6.72	4.95	14.74	18.85	30.40	8.60
	(15)		9.77	4.46	1.28	0.04	2.62	0.90	0.06	0.10	0.31	0.06	36.52	100.00
	(16)		54.72	25.48	—	0.22	21.55	—	—					

注：*——为扫磁选尾矿（粗铁精矿脱出的泥）；

**——为摇床两段选别综合结果，其它为一次选结果。

(二) 扩大试验时, 分级产品进入选别作业后, 除两种螺旋选矿机与摇床尾矿外, TiO_2 的其它作业损失仅0.97%。而调试时, 损失达8.91%, 其中排渣筛上损失2.51%。余为中间脱水, 分级等损失。

(三) 几个主要作业的效率尚未达到扩大试验时的指标, 调试时重选总尾矿的筛析数据表明, TiO_2 不仅主要损失于-0.04毫米(占34.30%), 而且也损失于较粗的各粒级(0.25—0.04毫米级)。这说明较粗粒级的分选效果也是比较差的。

(1) 干涉沉降分级作业

无论粗粒级或细粒级的粒度范围均宽于试验时的粒度范围。另外, 分级溢流的+0.04毫米级(目的粒级)高达19.22%, 说明干涉沉降分级作业应注意控制上升水量和矿浆横向流速, 以减轻粗细级产品中粗细混杂的程度, 同时减少目的粒级在溢流中的损失。

(2) 螺旋选矿作业

生产调试时, 螺旋作业收率平均低7.15%。原因之一是, 生产调试时分级效率不高使得螺旋给矿中仍含有一0.04毫米细泥, 较之流程试验时多4.23%, 由于螺旋选矿机不能有效回收这部分粒级物料而损失。另一原因可能与操作条件有关。螺旋两段作业中, 虽然矿泥影响首先应表现在粗选上, 但恰相反, 粗选作业收率反而接近试验值。而扫选螺旋的作业收率较之试验低9.98%。可以认为扫选螺旋的操作和控制应予加强, 避免调试中出现的扫选给矿浓度(未用自动控制)波动过大(11.21%~18.18%), 而且偏低(扩大试验中浓度为17~19%)的现象

(3) 螺旋溜槽选别作业

调试时的作业收率较试验值平均低6.29%。而且给矿粒度远较试验粒度为粗, 特别是一0.04毫米级仅占7.53%, 而试验对占39.48%, 这说明生产调试时, 螺旋溜槽是在有利的粒度组成条件下工作的, 但结果仍低于扩大试验指标。

差距主要在于粗选作业。粗选螺旋溜槽的作业收率均低于试验值, 而扫选螺旋的作业(对扫选本段)收率均高于试验值。粗选时, +0.1毫米各级的粒级收率均高于扫选作业。相反, -0.1毫米各级的粒级收率均低于扫选的结果。这说明粗选时的条件不适于细粒级分选。

粗选时给矿浆体积流量较大, 为3.5米³/台时, 扫选为2.5米³/台时。流量过大, 引起细粒级物料流失。此外, 螺旋溜槽在选细粒级物料时, 要求较高的给矿浓度, 但生产调试中。粗选给矿浓度仅为16—28%, 低于扩大试验中的34—36%, 而且波动范围较大, 影响了分选指标。为发挥螺旋溜槽回收细粒级(0.1~0.04毫米级)的设备特性, 一方面应提高分级效率以减少+0.1毫米级的混入量, 另一方面应降低粗选时的给矿矿浆体积流量和提高粗选、扫选的给矿浓度, 并力求保持流量和浓度的相对稳定。

(4) 摇床作业

摇床作业收率(21.55%)仅为设计(65.36%)的三分之一, 而且波动幅度相当大, 由9.67%变动到36.69%, 这样低的作业效率, 是很不理想的, 摇床精矿对磁尾的收率仅为2.62%, 平均产量为0.6吨/时, 但却占用了大量厂房、设备, 增多了水电消耗, 此外, 渡口地区气候干燥, 又因目前选钛厂产品销路而暂不能全年生产, 停车时间较多而床面更易干裂, 变形, 影响分选指标。故摇床可以省去。

目前, 粗选作业收率平均36.52%较之设计52.62%低16.10%, 若达到设计指标, 则提

高的幅度较现有水平为44%，这对降低成本是很有意义的。

三、强化重一电流程，提高其技术

经济效益的技术途径

重一电流程的主体作业是两种螺旋选矿机和YD—3型电晕电选机，试验和生产调试证明，这两个主体作业是成功的。为使重一电流程发挥出优质，低耗，少污染的综合优点，需要有关辅助作业适应其要求。

(一) 改进选(铁)矿厂球磨分级作业，减轻目前比较严重的过粉碎现象，从而增多选钛厂给矿中的粒级(0.1—0.04毫米级)的含量，以在来矿不增多的情况下提高选钛厂钛精矿日产量，提高回收率。一个值得重视的方向是研究和采用环磨机与高频细筛组成的磨矿分级系统。

(二) 研制新型细筛，取代直线振动筛，以强化排渣作业，实现筛分法排尾。

攀枝花矿的一个显著特点是由于辉长岩硬度大，在磨矿产品中脉石相对地在粗粒级中有富集趋势，因而可以用简单的筛分法排出粗粒作为尾矿，这对于减轻选钛厂设备磨损，预富集入选原料都具有重要意义。生产调试中，磁尾虽然经过了直线振动筛排渣作业，但效果很差，其筛下经脱泥后的产品(即 $\phi 9$ 米大井排矿)中，+0.4毫米级产率达12.03~15.39%， TiO_2 含量2.64~2.72%。而排渣筛筛上物的 TiO_2 含量均大于4%且随时间的延长即筛缝的堵塞加剧而筛上量和 TiO_2 含量急剧上升， TiO_2 损失显著增多。这说明现有直线振动筛，即使筛缝已宽(1.6毫米)到足以漏掉了本可作为尾矿筛除的粗粒脉石，还避免不了筛缝堵塞现象。

鉴于筛分排渣作业的重要性，有必要抓紧研制新型细筛，例如多路给矿高频细筛，以便在条件成熟时用于选钛厂，取代直线振动筛。真正实现筛分法排除粗粒尾矿。

(三) 重选时筛分备料，分后不合，直到产出全粗粒级或全细粒级电选精矿

YD—3型电选机的生产调试指标虽达到(TiO_2 含量)和超过(回收率)了设计指标，但生产调试与试验(分级入选)结果相比，粒度范围宽窄不一，收率相差12%左右。

为提高电选的效率，应重视窄粒级给矿。但现有的干式甚至湿式分级都难于达到窄粒级分级的目的。为此，最佳的方案是将现有的重选前的水力分级和粗钛精矿干燥后的风力分级两次分级合并为一次筛分作业。即螺旋选矿机(和螺旋溜槽)采取筛分备料，而且分后不合，直到分粒级干燥、电选、直至分粒级包装钛精矿。这不仅可以提高电选钛精矿产量、质量和回收率，改变目前两分两合的不合理状况，而且可更好地按不同用户要求，分别提供全粗粒级和全细粒级钛精矿。

(四) 研制适合于粗钛精矿浮硫作业的浮选机、搅拌机

生产调试时，钼收率仅3.30—5.64%，较设计指标17.71%相差甚远，除损失于重选尾矿，矿泥中外，由于浮硫效率低而损失于粗钛精矿中。既损失了硫钼，又降低了电选精矿质量。以至生产调试中，电选精矿含硫量高至1.57—1.65%，而扩大试验时仅为0.19~0.27%。为强化浮硫作业，除应提高浮选浓度(到设计要求)和改进浮硫流程外，应着重考虑如何适应粗钛精矿粗、重，调浆和浮选浓度高这样一个特点，研究采用适于这种物料浮选的新型浮

选机和搅拌槽。

(五) 研究制定适合于细粒级物料(螺旋溜槽给矿)浓度自动控制的方案

试验和生产调试证明,对粗粒级物料(螺旋选矿机给矿),采用返矿—脱水法浓度自动控制系统是成功的但返矿—脱水法是以“返矿不(或少)返水”为前提的。当脱水面积不够而在返矿脱水中脱出过多矿粒时,虽然返回了部份矿浆,也将起不到或短时间内起不到提高工作螺旋给矿浓度的作用。目前选钛厂螺旋溜槽给矿浓度自动控制也是采用这种返矿—脱水法。在浓缩面积不够时,就可能出现上述控制失效的后果。因此,研究适合于细粒级物料浓度自动控制的非返矿方案是必要的。

四、结 语

攀枝花选钛厂的生产调试工作能在较短时间内获得成功,说明试验推荐的重—电流程、主体设备以及建厂设计是比较先进而可靠的。为打开攀枝花钛精矿的销路,就选矿方面而论,研究并采用所述降低生产成本的措施不仅是必要的,而且是完全可能实现的。

选钛厂工艺设计与调试

长沙黑色冶金矿山设计研究院 向发明 任觉世

攀枝花冶金矿山公司选钛厂(以下简称选钛厂),是攀西地区第一座综合回收钛精矿和硫钴精矿的生产试验厂。该厂的建成和投产,可为冶金、化工部门提供部分钛精矿原料;同时,通过生产实践,将进一步摸索和总结综合利用钛、钴的经验。

选钛厂于1979年9月基本建成,除外运包装系统、1号沸腾炉工程尚有收尾外,其余大部分工程项目已进行了全流程调试。

该厂经调试表明:工艺流程畅通,取得了合格的钛精矿和硫钴精矿产品;主要设备的台时处理能力达到或者接近于设计指标。由于目前选矿厂的原矿性质与设计有较大差异,故钴回收率尚未达到设计指标;又因目前处理量较少,故钛精矿成本也比设计指标高。

选 钛 厂 设 计 简 述

一、原矿性质

选钛厂的原矿为攀枝花钒钛磁铁矿选矿厂的磁选尾矿,原矿中主要金属矿物为钛铁矿、钛磁铁矿及少量硫化矿物等。粒状钛铁矿是回收钛精矿的目的矿物;脉石矿物以钛普通辉石、斜长石为主。

二、设计概况

选钛厂系处理攀枝花选矿厂的磁选尾矿,规模为年产5万吨含二氧化钛46—48%的钛精

矿，并综合回收含钴0.30%的硫钴精矿按照计算选钛厂约需年处理磁选尾矿91万吨，相当于年处理钒钛磁铁矿原矿石155万吨。

1、选钛工艺流程及主要设备

设计流程为强磁选—螺旋选—（中矿再磨摇床选）—浮选—电选联合流程。在生产调试过程中发现，永磁湿式笼型强磁选机，其设备工作磁场强度低（原设计要求 $H=8000\sim 11000$ 奥斯特，实际上 $H=6500$ 奥斯特），满足不了生产要求，故现生产流程为螺旋选—（中矿再磨摇床选）—浮选—电选联合流程

该厂采用的主要设备有ELX—1型 $\phi 600\times 360$ 毫米铸铁螺旋选矿机80台， $\phi 1200\times 700$ 毫米螺旋溜槽10台， 1800×4500 毫米摇床26台， $\phi 12$ 米浓缩机一座、 $\phi 9$ 米浓缩机三座，KF—4C四室水力分级机12台，1.5平米沸腾炉二座， $\phi 400$ 毫米直流干燥管4台及YD—3型高压电晕电选机15台。

2、设计的主要技术经济指标

选钛厂的主要技术、经济指标见表1、2。

表1 选钛厂设计技术指标

产品名称	产率	品位 (%)			回收率 (%)			矿 量		
	γ%	TiO ₂	CO	S	TiO ₂	CO	S	吨/时	吨/日	吨/年
钛精矿	5.50	46—48	0.01	0.23	35.20	4.55	19.77	6.32	151.68	50054
硫钴精矿	0.70	0.21	0.306	33	0.02	17.71	36.09	0.81	19.44	6418.20
次铁钒精矿	2.00	TF _{Fe} 42						2.30	55.20	18216
尾 矿	91.80	2.83		0.308	64.78	77.74	44.14	105.57	2533.68	836114.50
原 矿	100.00	7.50	0.012	0.64	100.00	100.00	100.00	115.00	2760	910800

表2 选钛厂设计主要经济指标

序号	指 标 名 称	数 据	序号	指 标 名 称	数 据
1	选矿比 (倍)	18.20	8	全厂基建投资 (万元)	2213
2	全厂设备总重量 (吨)	800		单位原矿投资 (元/吨)	24.32
3	全厂用电设备总容量 (千瓦)	3788.405		单位精矿投资 (元/吨)	442.60
	其中：工作	2801.105	9	单位成本 (元/吨)	
	备 用	987.300		钛精矿成本 (计包装费)	131
4	年用电量 (千度)	11000		钛精矿成本 (不计包装费)	81