

稀土湿法冶炼工艺

岗位技术培训教材

主编 支有宝

XTSFYLG

GWJSPXJC

全国稀土职工技术培训协作中心

一九九一年三月

稀土湿法冶炼工艺岗位 技术培训教材

主编 支有宝

全国稀土职工技术培训协作中心

1991年3月

封面设计 支有宝

稀土湿法冶炼工艺岗位技术培训教材

主 编：支有宝

承印单位：兰州印刷厂

印 数：7500册

工 本 费：11.00元

准印证号：甘新出001字总529号(91)031号

内部资料

不得外传

• 一九九一年三月 •



強化崗位之技術培訓，
不斷提高稀土之生產率，
致益初勞動生產率。

李壽田

九〇年十月十日

甘肅稀土公司經理、全國稀土職工技術培訓協作中心第二屆
執行主任李壽田為本教材題詞

努力
做好
岗位
培训
提高
素质

关绍臣

九〇·七·十五

包头钢铁稀土公司副经理（兼主管教育培训工作）关绍臣为
本教材题词

提高技术
促进发展
稀世之宝

叶家刚题

上海跃龙有色金属有限公司党委书记（兼主管教育培训工作）、高级工程师叶家刚为本教材题词

全国稀土职工技术培训协作中心第二届（1989.4—1991.10）

执行委员会组织机构名单

执行主任单位	甘肃稀土公司
执行主任	李寿田（甘肃稀土公司经理）
执行副主任	陈巨（包头钢铁稀土公司职工培训中心副处长， 高级工程师）
执行副主任	叶家刚（上海跃龙有色金属有限公司党委书记，高 级工程师）
执行副主任	陈建军（湖南稀土金属材料研究所副所长）
执行副主任	强敏升（国营202厂副厂长）
执行副主任	徐汉杰（甘肃稀土公司人培部副主任、经济师）
执行副主任	马清鹏（甘肃稀土公司教培科科长，中学一级教 师）
秘书长	支有宝（甘肃稀土公司分析室副主任、主任工程师）
副秘书长	何秀璋（上海跃龙有色金属有限公司高级工程师）
技教部主任	郑云万（上海跃龙有色金属有限公司教育科科长、 高级工程师）
培训部南方片主任	彭良亮（湖南稀土金属材料研究所工 会 主 席）
培训部北方片主任	王素娟（1990年起为孙凤林）（包头钢铁稀 土公司职工培训中心培训科科长）
咨询联络部主任	王天太（国营202厂科技处副处长、高级工 程师）

编者说明

我国稀土资源丰富，元素全，配分好，具有得天独厚的优势，是我国发展稀土工业的一张王牌。

近十年来，我国稀土生产厂家象雨后春笋一个个争相建立，颇有象繁星点点之趋势。

到目前为止，具有一定生产规模的，正式挂牌从事稀土矿采选和稀土湿法冶炼的厂家，少说有六十多家，其职工总数有2万数千人，其中工程技术人员有约1500人。1989年，中国稀土矿产品产量，以氧化物计已达到25220吨，各类稀土产品商品量达19670吨，出口量达9154吨，创汇11864万美元（《稀土信息》，1990，3，P2）。我国在多出口萃取分离复杂混合稀土理论研究，并成功地应用于生产、一步得到多种单一稀土产品方面，在稀土铝合金的制取及其应用方面，在稀土染色、鞣革、农用方面，在稀土超导体研究方面，已处于国际领先地位。稀土工业已成为我国国民经济的一个举足轻重的新的构成部份。

但是，必须正视，我国稀土生产厂矿普遍存在的问题——金属回收率、劳动生产率和管理水平不高，资源浪费严重。这与我国稀土生产历史比较短，生产工人技术素质和管理人员管理素质比较低有关。要改变这种状况，我们要做许多工作，其中顶顶重要的是要强化稀土行业的职教工作，在提高职工思想政治觉悟、职业道德素质的同时，不断提高职工的技术素质和管理素质；只有这样，才能为稀土企业的进一步发展增添后劲。

为了提高稀土行业工人的理论知识水平和技术素质，有色工业总公司职工教育教材编审办公室曾组织上海跃龙化工厂等主要稀土生产厂家于1986年编著了《稀土湿法冶炼工艺学》、《稀土火法冶炼工艺学》和《稀土冶金分析》三本工人技术理论培训试用教材，对提高稀土工人及技术人员的理论知识水平作出了重要贡献。

1989年4月，“全国稀土职工技术培训协作中心”主任单位在上海开会讨论第二届执行主任单位工作计划时，一致认为，非常有必要再编一套稀土湿法冶炼工艺岗位技术培训教材，以满足当前湿冶岗位工人技术培训的迫切需要，并作为一个决议写入会议纪要，由本中心本届执行主任单位甘肃稀土公司安排落实。

二

1989年8月初，协作中心执行主任在甘肃稀土公司召开了由上海跃龙有限公司、包头钢铁稀土公司，湖南稀土金属材料研究所和甘肃稀土公司四家有关专业人员参加的《稀土湿法冶炼工艺岗位技术培训教材编写大纲》制定会议，提出了该教材的编写大纲及编写分工，并要求所编教材通俗易懂，初、中、高级工人咸宜；突出岗位技能训练，强调主人翁责任感，基本理论知识占20%，岗位技能知识占60%，安全操作与环保知识占10%，岗位责任制和职业道德占10%。同时确定了每个岗位的编写要目及格式。

1990年3月初,50多万字的初稿全部完成。5月中旬在桂林召开了主任单位工作会议及初审会议。主任工作会议对所编写的实际目录进行了审定,认为在内容上除了已编部份,还应补充离子交换法分离工和氟化稀土冶炼工;前者委托湖南稀土所负责编写,后者委托宜兴稀土分离厂负责完成。经联系,宜兴厂答复在客观上有一定困难而没有编写。所以这一部份内容尚空缺。

参加桂林审稿会的人员有:上海跃龙公司的吴伦、郑云万、何秀璋,包钢公司的陈巨、张明礼、菅睿、贾艳,湖南稀土所的刘桃、李昌隆,珠江冶炼厂的相贞玺,202厂的王天太和甘肃稀土公司的黄庆林、支有宝。审稿会后全书由支有宝统审和定稿并编纂校对出版。珠江冶炼厂的相贞玺先生应邀校了第三篇的第一、二章的三校清样。

在审稿过程中,上海跃龙公司独居石分离部分于1990年7月起停止生产。跃龙公司考虑到岗位技术培训的实际需要,部份内容按他们新改造的工艺条件重新进行了编写。协作中心认为跃龙公司的做法是正确的,必要的。所以对原来已编写成的独居石分离的部分原稿,就不再编入本书,在此谨向撰稿者马德荣高级工程师致以歉意。

在本书基本定稿后,为了征求读者意见,大部分书稿还请甘肃稀土公司有关岗位专业人员和老工人阅读一遍,他们对书稿予以肯定,并提出了宝贵意见,在此向他们表示谢意。

三

在编纂工作中,还需说明以下几点。

1.离子交换法分离重稀土部份,只写了铈镨分离工。这是因为,①重稀土各元素分离条件彼此不同,但淋洗操作基本步骤是近似的;②目前有关离子交换法分离重稀土的规模比较小,仅为小批量生产,工人人数少。所以我们仅以铈镨分离为例,详细介绍离子交换法分离重稀土的基本原理和技术操作步骤。

2.在编写过程中强调了贯彻计量法,不用业已废除的计量单位,要求使用常用法定计量单位。但是在实际计算配制料液、酸、碱溶液浓度时,仍然应用了传统的当量定律,不可避免地要用到已废除的当量浓度。书中浓度 N 虽已改成了以 C 表示,在配液计算时,仍要注意物质的价态。此外,书稿中出现的“波美度”(Be°)原非法定计量单位,在审稿会上曾指出过,要求改过来;但有几个稀土生产单位目前仍广泛使用Be°,所以本书暂保留波美度单位,在附表中提供了换算数据,但要求改用法定标准单位的原则不变。

3.关于包头稀土矿的回转窑酸法焙烧分解工艺,我们编入了浓硫酸低温焙烧法、高温焙烧法及焙烧新工艺。这里有部份内容,如窑的结构和维护、操作要求,板框过滤等有些重复。考虑到是不同厂家编写的,各厂有各厂的工艺特色,我们以尊重作者原稿为重,未予轻易删节。但如氯化稀土制取部份中的浓缩结晶等,就删去了重复叙述部份。

4.对于单一稀土元素的分离,目前在生产上,液-液萃取工艺占主导地位。随着萃取理论研究的不断深入及在生产中应用的逐步推广,近几年来三出口、多出口分离工艺,全回流启动式工艺纷纷在各稀土工厂得到了应用。但各家采用的萃取剂有所不同,有的使用P204,有的使用P507,有的使用环烷酸或其它萃取剂,有的几种萃取剂联用。总之各有各的专长。鉴于稀土分离工艺在不断改造更新的情况下,目前要编出规范性的岗

位工艺操作是难以做到的。所以,关于分离部分,编入本教材的仅是上海跃龙公司的某些工艺,作为各单位进行岗位培训时的基本参考资料。

同理,对于稀土抛光粉、碳酸稀土、稀土微肥等的制取工艺,这里也只是作为某单位的生产实例编出,各单位应结合本单位的实际工艺要求进行培训。

5.教材中的有些技术条件,给出了一定的数据范围,其中有些范围还比较大(如轻中稀土分离部份)。这对各稀土企业是可以理解的。各单位在具体应用这些条件时,请从实际出发、灵活应用和注意改进,切不可死搬硬套。

6.本教材共编写了约150个稀土湿法冶炼岗位,有的是“大岗位”,有的是“小岗位”,分的比较清楚。但有的内容,如离子交换分离等,从树脂装柱开始到产品入库,作为一个操作单元,未分具体岗位,一叙到底,显得比较紧凑,编者也就未强调非分岗位分述不可。

岗位责任承包制部份,一般以“大岗位”为单位编入。对岗位职业道德要求部份,由于各岗位大同小异,为避免千篇一律,有的岗位写详细些,有的就写得简单些。

7.稀土分离工厂,普遍要使用纯水,一般都设有一套纯水制备的设备和操作人员。为方便培训工作,本教材顺便编入了离子交换法制备一、二次纯水的内容,并列为第三篇的第四章。

8.在书稿中使用了一些工人惯用语,如“开启搅拌”等,其确切意义是“开启搅拌机”。

9.为便于岗位工人学习和生产的需要,本书还特地编辑了21个稀土生产中常用数据和有关知识表格,作为附表,列于第六篇。

四

在本书编审过程中,得到了包头钢铁稀土公司、上海跃龙有色金属有限公司、湖南稀土金属材料研究所、国营202厂、珠江冶炼厂和甘肃稀土公司的有关领导和工程技术人员的支持、指导和帮助。其中湖南稀土所领导为了编好教材,还派了两名技术干部专门到江西作实地考察。包钢公司、跃龙公司和甘肃稀土公司主管教育培训工作的领导关绍臣副经理、党委书记(高工)叶家刚、经理李寿田(本培协中心执行主任)为本书的出版题了词,表达了他们对稀土技术培训工作的重视、支持和对稀土岗位工人的厚望。在此,对他们致以衷心的感谢!

参与这次撰稿的绝大多数是车间一级的中高级工程师和生产组织者和指挥者。他们长期在生产车间深入岗位作技术工作,既有理论知识又有颇富的稀土生产实践经验,编写出来的教材,可以说是他们丰富经验的技术总结,是一部难得的稀土生产技术资料。为了完成各自的编写任务,他们在繁忙的生产工作中,加班加点,废寝忘食,利用一切可利用的时间空隙,挥笔疾书,为稀土职工的技术培训工作作出了重要贡献。在此,我代表协作中心向每位撰写者表示深深的感谢。

限于撰写人员和编审校对人员知识技术水平和编审能力，而且大多数第一次搞这项工作，非常缺乏经验，书中出现的错误和问题肯定不少。在此我们恳切地期望各稀土企业和各位读者，在使用过程中注意纠正，并向我们提出意见。

这本书如果能在“八五”期间或更长一点的时期内，对提高稀土工人的思想素质、技术素质和管理素质，对提高稀土企业的劳动生产率和经济效益，起到一定的促进和推动作用，那么，本届稀土培协中心各位领导和编审人员将感到莫大的欣慰。

全国稀土职工技术培训协作中心
第二届执行主任单位甘肃稀土公司

支有宝

7/10/1990

目 录

第一篇 稀土矿选矿工

第一章 独居石砂矿的精选与磨粉 (1)

(撰稿: 何秀璋)

第一节 概述 (1)

第二节 磁选岗位 (3)

第三节 摇床岗位 (14)

第四节 磨粉岗位 (16)

第二章 包头稀土矿的选矿 (21)

(撰稿: 贾 艳)

第一节 概述 (21)

一、稀土元素的赋存状态 (21)

二、稀土矿物的配分及其特点 (23)

三、包头稀土矿的原矿处理 (25)

四、包头稀土矿的产品质量标准 (25)

第二节 选矿重选工 (27)

一、概述 (27)

二、摇床岗位 (28)

(一) 浓缩岗位 (28)

(二) 摇床岗位 (33)

(三) 泵坑岗位 (48)

第三节 选矿浮选工 (53)

一、概述 (53)

二、产品 (53)

三、浮选岗位 (54)

(一) 浮选岗位 (54)

(二) 浓缩岗位 (73)

(三) 药台岗位 (74)

第四节 浮选药剂工 (75)

一、捕收剂岗位 (75)

二、调整剂岗位 (77)

三、起泡剂岗位 (81)

第五节 选矿过滤工 (82)

一、概述 (82)

二、产品 (82)

三、过滤岗位.....	(82)
(一)浓缩岗位.....	(82)
(二)过滤岗位.....	(84)
(三)真空泵岗位.....	(93)
第六节 包头稀土矿选矿新工艺简介.....	(96)
一、68%品位稀土精矿生产工艺简介.....	(96)
二、氟碳铈矿与独居石矿分离工艺简介.....	(96)
第三章 磷钇矿的选矿.....	(97)
(撰稿:余新活)	
第一节 磷钇矿的矿物特性及其质量要求.....	(97)
第二节 磷钇矿选矿工艺.....	(99)
第三节 磷钇矿选矿生产实践.....	(101)
一、螺旋溜槽粗选岗位.....	(101)
二、摇床精选岗位.....	(102)
三、磁选岗位.....	(103)
四、电选岗位.....	(105)
五、浮选岗位.....	(107)
第四章 褐钇铈矿的选矿.....	(109)
(撰稿:余新活)	
第一节 褐钇铈矿的矿物特性及其质量要求.....	(109)
第二节 褐钇铈矿的选矿工艺及生产实践.....	(111)
第五章 从离子吸附型稀土矿制备混合稀土氧化物.....	(113)
(撰稿:余新活)	
第一节 离子吸附型稀土矿的矿物特性及对制备稀土氧化物的质量要求.....	(113)
一、稀土赋存状态和矿物组成.....	(113)
二、我国离子吸附型稀土矿的特点.....	(114)
三、制备混合稀土氧化物的质量标准.....	(115)
第二节 从离子吸附型稀土矿制备稀土氧化物工艺.....	(115)
一、制备工艺及影响因素.....	(115)
二、制备稀土氧化物的生产实践.....	(117)
(一)剥离挖矿岗位.....	(117)
(二)浸取岗位.....	(117)
(三)沉淀岗位.....	(117)
(四)烘干灼烧岗位.....	(118)
(五)混料包装岗位.....	(118)

第二篇 稀土精矿分解工

第一章 独居石精矿的分解和离子型稀土矿的溶解.....	(119)
-----------------------------	---------

第一节 独居石精矿的分解.....	(119)
(撰稿: 吴 伦)	
一、碱溶岗位.....	(119)
二、盐酸浸取岗位.....	(124)
三、磷酸三钠回收岗位.....	(131)
第二节 离子型稀土氧化物的溶解.....	(140)
(撰稿: 马德荣)	
一、溶解岗位.....	(140)
二、过滤岗位.....	(143)
第二章 包头稀土精矿的分解与冶炼.....	(146)
第一节 浓硫酸低温焙烧法.....	(146)
(撰稿: 管 春)	
一、焙烧岗位.....	(147)
二、浸出岗位.....	(153)
三、复盐沉淀岗位.....	(157)
四、碱转化岗位.....	(159)
五、盐酸溶解岗位.....	(163)
六、浓缩结晶岗位.....	(166)
七、经济技术指标.....	(171)
八、安全防护与文明生产.....	(172)
九、规章制度与经济责任制的考核.....	(173)
十、工艺过程分析方法简介.....	(177)
第二节 浓硫酸高温焙烧法.....	(179)
(撰稿: 马玉和 任立华)	
一、湿精矿的干燥岗位.....	(179)
二、干精矿的焙烧分解岗位.....	(181)
(一) 概述.....	(181)
(二) 影响反应的各种条件.....	(181)
(三) 工艺流程及回转窑构造.....	(186)
(四) 螺旋给料机及硫酸流量的控制.....	(186)
(五) 回转窑的开窑、焙烧和停窑.....	(187)
(六) 对物料焙烧好坏的判断.....	(188)
(七) “结壳”现象的处理.....	(188)
(八) 对窑头“冒烟”的处理.....	(188)
(九) 回转窑的技术经济指标.....	(189)
(十) 物料衡算.....	(189)
三、水浸除杂岗位.....	(190)
四、过滤洗渣岗位.....	(192)
五、尾气处理岗位.....	(194)

六、主要辅助单体设备简介	(194)
(一)尾气离心通风机	(194)
(二)衬胶砂浆泵	(195)
(三)重油喷嘴	(196)
七、主要化工材料简介	(198)
(一)硫酸	(198)
(二)三氯化铁	(200)
(三)氯化铜	(201)
八、萃取转型岗位	(201)
九、萃铁中和岗位	(214)
十、浓缩结晶、破碎、包装岗位	(222)
第三节 硫酸焙烧法新工艺	(227)
(撰稿: 管 睿)	
一、焙烧岗位	(227)
二、浸出除杂岗位	(231)
三、板框压滤岗位	(234)
四、钽一钶分组岗位	(238)
五、萃取转型岗位	(243)
六、钨钼钽富集物制取岗位	(247)
七、浓缩结晶(略去)	
八、工艺技术经济指标	(249)
九、安全防护及文明生产(略去)	(250)
十、冶炼过程中分析方法简介	(251)
第四节 烧碱分解法	(251)
(撰稿: 管 睿)	
一、化学选矿岗位	(252)
二、碱分解岗位	(255)
三、水洗岗位	(257)
四、盐酸溶解岗位(略去)	
五、浓缩结晶岗位(略去)	
六、工艺技术经济指标	(260)
七、安全防护	(260)
八、工艺过程分析方法简介	(261)
第五节 电场碱分解法	(261)
(撰稿: 管 睿)	
一、电场碱分解岗位	(262)
第六节 其它分解法	(265)
(撰稿: 管 睿)	

一、纯碱焙烧法工艺简介	(265)
二、高温氯化法工艺简介	(267)
第七节 各种稀土精矿焙烧分解法优缺点比较	(270)
(撰稿: 管 睿)	
一、酸法分解工艺优缺点	(270)
二、碱法分解工艺优缺点	(271)
三、酸法、碱法及氯化法工艺优缺点	(272)

第三篇 稀土元素分离工

第一章 稀土与铈钍的萃取分离	(273)
(撰稿: 吴 伦、邱培芝)	
第一节 酸溶岗位	(273)
第二节 硝酸钍与重铈酸铵制取岗位	(282)
第二章 稀土元素的萃取分离	(296)
第一节 P204萃取分组岗位	(296)
(撰稿: 陈 跃)	
第二节 P507—煤油—盐酸体系制取氧化镧和氯化镧岗位	(301)
(撰稿: 马德荣)	
第三节 P350萃取法制取氧化镧和氯化镧	
(撰稿: 陈 跃)	
P350硝酸体系萃取提镧岗位	(311)
第四节 P507—煤油—盐酸体系制取氧化铈和氯化铈岗位	(315)
(撰稿: 马德荣)	
第五节 TBP萃取法制取氧化铈和氯化铈	
(撰稿: 陈 跃)	
TBP硝酸体系萃取提铈岗位	(319)
第六节 P507—煤油—盐酸体系制取氧化镨、氯化镨和氧化铈、氯化铈岗位	(324)
(撰稿: 马德荣)	
第七节 P507三出口萃取法制取铈、镨、钆富集物岗位	(330)
(撰稿: 蔡体伟)	
第八节 锌粉还原法制取荧光级氧化镨岗位	(335)
(撰稿: 蔡体伟)	
第九节 萃取法制取氧化钐岗位	(345)
(撰稿: 蔡体伟)	
一、概述	(345)
二、产品	(345)
三、P204萃取分离提纯氧化钐岗位	(346)