

中科院阿尔巴尼亚红土矿综合利用研究回顾

刘 伟, 罗世民

(中国科学院过程工程研究所, 北京 100190)

摘 要: 20 世纪 70 年代, 中国科学院化工冶金研究所(现中国科学院过程工程研究所)承担了一项我国援助阿尔巴尼亚的重要科研任务, 即综合利用当地红土矿提取镍、钴并进行中试。化工冶金研究所提出了“还原焙烧—氨浸—氢还原湿法提取镍钴新流程”, 被上海援阿工作会议审定采用, 并由国家对外经济联络委员会给中国科学院下达了援阿项目的任务。化工冶金研究所与国内有关单位分工合作, 取得了一系列卓有成效的研究成果, 为阿尔巴尼亚爱尔巴桑冶金联合企业的建设奠定了科学技术基础。本文以此项目为案例, 通过回顾化工冶金研究所各实验室集成优势完成援外任务的历史, 分析了国家重大战略需求与科学技术研究之间的关系。藉此反映以中国科学院化工冶金研究所为代表的国家科研机构, 围绕国家重大战略需求开展科技攻坚的历程与成果。

关键词: 阿尔巴尼亚红土矿; 还原焙烧; 氨浸; 氢还原

中图分类号: N092

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2016)04-0447-07

20 世纪 60-70 年代, 中国虽与苏联及大多数东欧国家进入“冰冻期”, 但与阿尔巴尼亚的关系则步入“蜜月期”, 毛泽东曾盛赞阿尔巴尼亚是“欧洲社会主义的明灯”, 中阿关系是“海内存知己, 天涯若比邻”。1960 年, 当苏共和东欧其他国家的共产党在布加勒斯特会上围攻中国的时候, 阿尔巴尼亚劳动党挺身而出支持中国共产党。在此之后, 阿尔巴尼亚在中苏日渐恶化的争论中坚定地站在中国一边。苏联停止了对阿尔巴尼亚的经济和军事援助, 撤回了全部专家和驻守在阿港口的舰队, 甚至一度中断了外交关系。与此同时, 中阿关系却日益密切并快速升温, 并在“文革”的初期和中期达到高峰。其中, 经贸方面, 中国为阿提供了大批贷款、成套设备和技术援助^[1]。

被阿方领导人称之为“阿尔巴尼亚第二次解放”的爱尔巴桑冶金联合企业工程, 是 中国 在 冶 金 工 业 方 面 的 最 大 援 外 项 目^[2]。据《上海有色金属工业志》记载, “70 年代间, 上海冶炼厂、上海跃龙化工厂联合承担援建阿尔巴尼亚爱尔巴桑冶金联合企业镍钴厂全套设备技术。邀请北京矿冶研究总院、中国科学院北京化冶所、北京有色金属设计研究总院科技人员与两厂工程技术人员、工人组成专家组赴阿指导建设^[3]。”

追忆这段特殊时期的科技攻坚历史, 中国科学院化工冶金研究所(以下简称化工冶金所)(现中国科学院过程工程研究所, 以下简称过程工程所)作为国家科研机构, 面向国家重大战略需求, 勇担援外任务, 发挥学科优势, 创新技术方法,

收稿日期: 2016-06-14; 修回日期: 2016-07-14

基金项目: 中国科协“老科学家学术成长资料采集工程”(郭慕孙院士项目); 中国科协“老科学家学术成长资料采集工程”(陈家镛院士项目)

作者简介: 刘 伟 (1981-), 男, 六级职员, 主要研究方向为科学技术史。E-mail: wliu@ipe.ac.cn

罗世民 (1941-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为湿法冶金。

取得了满意的试验结果,为阿尔巴尼亚爱尔巴桑冶金联合企业的建设奠定了科学技术基础,科研人员用自己的智慧和汗水浇灌着中阿友谊之树,结出了绚丽的科学之花。

1 承担国家重要援外任务背景

阿尔巴尼亚盛产含镍红土铁矿,并伴生钴、铬等多种金属^[4]。20世纪60年代初,国内有关单位就开展了对阿尔巴尼亚红土矿综合利用的研究,对于火法和湿法存在一定争议。火法试验工作从1962年开始,到1970年停止,断断续续进行了8年。1970年5月,因为种种原因,全面停止了火法流程的试验研究工作,援阿工程提镍部分的建设改用湿法流程^[5]。“文化大革命”期间,化工冶金所的正常科研秩序被打乱,科研人员白天转行做些半导体方向的工作,只有晚上抽时间钻研原本的科研业务。但是,在郭慕孙、陈家镛等科学家的带领下,化工冶金所的科研工作并未完全停止,不仅参与了前期火法试验的部分工作,而且又承担了湿法流程技术攻坚的重要项目。

1969年,国家对外经济联络委员会主任方毅来化工冶金所视察工作,向科研人员传达了毛泽东的指示“援助阿尔巴尼亚要有效益,要综合利用”。化工冶金所最初的援阿项目是自镍铁合金中提取镍和钴,也就是在阿矿火法冶金过程中,要从上海冶炼厂水淬的合金粉末中提取镍和钴。为此,所里调集了一批踌躇满志、敢想敢干的中青年科技骨干,大家齐心协力,经过艰苦努力终于使镍的回收率达到了95%。

试验期间,方毅与二机部部长刘西尧一同检查援阿工作中从镍铁合金中制取镍项目,他们请负责科研工作的同志讲解了科研进展,并汇报了八国经互会捷克机械回转炉还原焙烧阿尔巴尼亚红土矿的情况,得出的结论是需要30吨劣质煤可制取1吨镍。方毅让汇报人列出几个化学反应式,看后表示以往对阿尔巴尼亚的火法冶炼工作是

“炒回锅肉”,氧化后再还原、还原后又氧化不尽合理。了解到化工冶金所在还原焙烧及湿法氨浸方面均具有100吨/日的中试经验后,方毅表示“你们的方案很好,要采用最新技术”。

1970年4月,针对阿尔巴尼亚含镍钴红土铁矿的综合利用问题,在上海召开了援阿工作会议,研究援阿工作的技术方案,部署援阿项目。该项目由方毅牵头,组织外经委、冶金部、一机部等有关单位协同攻关。化工冶金所提出的“阿尔巴尼亚红土矿还原焙烧—氨浸—氢还原湿法提取镍钴新流程”方案被审定采用,并由外经委给中科院下达了援阿项目的任务。郭慕孙、陈家镛率领化工冶金所科技人员在已有科研成果的基础上承担起了援阿任务中红土矿还原焙烧、加压氨浸和加压氢还原提取镍、钴的工艺试验项目。从1970年开始,化工冶金所又派出科技人员到上海冶炼厂等单位进行了大量的半工业试验,积累了大量基础数据,确立了采用湿法工艺从红土矿中提取镍、钴的新流程。任务艰巨、使命光荣,正如亲历者回忆这段历史时的描述,“承担这项任务对于现场工作的同志真是既兴奋又感到责任重大”。

2 还原焙烧—氨浸—氢还原湿法提镍钴新流程

我国在援助阿尔巴尼亚的过程中,率先采用了以红土矿还原焙烧—氨浸—氢还原流程提取镍钴,浸出渣经过磁选得到铁精矿送去炼钢铁的工艺路线,并成功地应用于援阿半工业的生产实践。该成果展示了我国广大科技工作者的聪明才智,他们的辛勤劳动和无私奉献得到了回报,向祖国和人民交出了一份满意的答卷。新流程可分为以下几步:

首先,要对矿石采用两段流态化焙烧处理:第一阶段是在流态化加热炉内对矿石进行加热氧化,采用的气体为空气,喷重油加热矿石到750℃以上,而后按工艺要求热矿石通过斜溢流管注入

到流态化还原炉内;第二阶段是在流态化还原炉内控制一定的条件对热矿石进行还原,使一些金属氧化物(如氧化镍、氧化钴等)还原成金属,而另一些金属氧化物(如铁的氧化物)不还原或不完全还原。应掌控氧化度、温度、时间等条件,要将焙砂还原度控制得恰到好处,使镍和钴尽量转化为可浸状态,让铁最好还原成磁性氧化物。生产中以焙砂的还原度($\text{Fe}^{2+}+3\text{Fe}^0$)/Fe作为焙砂质量的检验指标,还原度越高,镍和钴的还原越完全,氨浸出率越高,另一方面还原度对浸渣磁选影响也很明显^[6]。

其次,将焙烧产出的焙砂送去氨浸,经过球磨破碎、旋流器分级、二段氨-碳酸铵溶液浸出、二段流态化矿浆洗涤(第一段氨洗镍/第二段水洗氨)、浸出渣转鼓式过滤、蒸氨尾气加压吸收、各反应器尾气常压吸收、浸出氧化除铁渣(采用磁选法从中选出铁精矿作为高炉炼铁的原料,高炉铁水经过摇包脱铬,得到合格铁水,进一步送去炼钢)、浸出液蒸氨沉淀、板框加滤等工序,最后得到碱式碳酸镍滤饼,输送到氢还原工段制取金属镍粉。氨浸流程要求对浸出滤液进行加热蒸馏,目的是使其中的试剂(如氨和二氧化碳)得以回收,而镍、钴则以碱式碳酸盐或氢氧化物形态生成固相,此固相被称为碱式碳酸镍。碱式碳酸镍自然干燥后的结构式为 $3\text{Ni}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{NiCO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 。

再次,氢还原工段包括将碱式碳酸镍溶解转型(氨+浓硫酸铵)为硫酸镍氨系统、过滤液净化除铜、净化液的加压氢还原(氢气+生核剂)、一次镍粉及镍粉长大、压块成型等工序。首要任务是溶解固体碱式碳酸镍,因为该固体的物相组成受蒸氨压力及温度的影响很大,所以在总结小型实验数据的基础上提出了两段溶介方案,即第一段用硫酸铵溶介,第二段用硫酸溶介。碱式碳酸镍在该系统中溶解率较高,硫化沉淀除铜效果好,铜渣中夹带的镍钴量较小,在条件控制适当时能够较好实现镍钴分离。加压氢还原是20世纪50

年代后出现于冶金领域的新工艺,具有流程简单、效率高、动力和试剂单耗低、易于自动化控制等优点,是处理碱式碳酸镍提取金属镍较为先进的工艺。

3 郭慕孙和陈家镛带领科技人员攻坚克难

国内有关冶金科研单位一起,在上海冶炼厂试验工场,经过4年多的艰苦探索,处理5万余吨矿石,完成100多项重大试验任务,取得了253.8万个数据,终于试验成功镍钴提纯工艺^[2]。作为主要参与单位,这一成果浸润着化工冶金所科技人员的心血。化工冶金所采用新流程,在小试实验的基础上,又在上海冶炼厂做了100吨/日规模的中间扩大试验,取得了满意的结果。郭慕孙、陈家镛经常到上海冶炼厂,现场指导流态化室和湿法冶金室的技术骨干协同攻坚,一群懂技术、有想法、肯吃苦的中青年科技人员成为援外任务的主力军。

3.1 郭慕孙指导流态化还原焙烧研究

郭慕孙是化工冶金所流态化实验室主任,曾负责马鞍山、攀枝花等流态化磁化焙烧炼铁项目。为了更快更好地完成此项任务,他和同事们将曾在马鞍山做试验用于提高低品位铁精矿品位、每天最大处理量能达100吨的两相流态化磁化焙烧贫铁矿的中间试验炉子迁到上海冶炼厂,进行了阿尔巴尼亚红土矿的流态化还原焙烧试验^[7]。从1971年7月到1972年11月,郭慕孙先后三次到上海冶炼厂参加“从阿尔巴尼亚红土矿中通过流态化焙烧和湿法冶金提镍”80吨/天的中间扩大试验,历时累计长达九个月。郭慕孙每次下厂都亲自参加试验,并在现场进行计算,撰写试验报告,对试验厂中存在的问题提出了很多关键性的指导意见,为最终援阿项目建厂设计提供了必要的数据和经验(图1)。

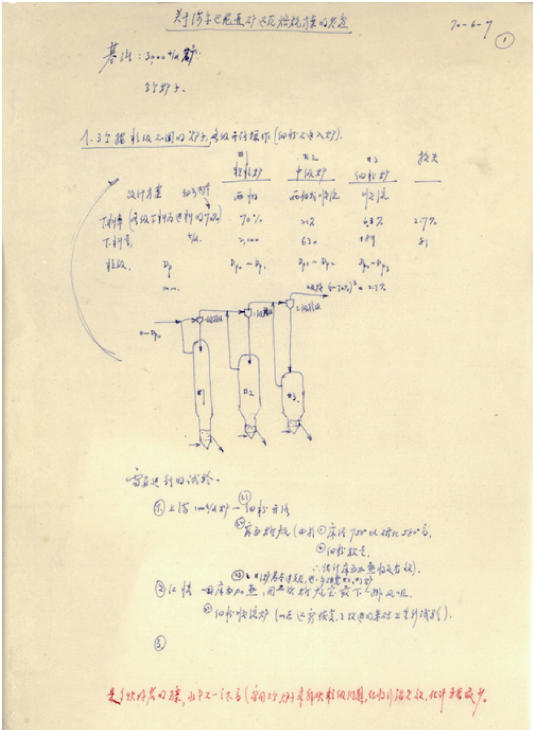


图1 郭慕孙关于阿尔巴尼亚矿还原焙烧方案的手稿

例如,对焙烧红土矿时镍、铁还原度之间的关系,郭慕孙在手稿中写到,“选择性还原法从红土矿中提Ni过程中,若欲深度还原NiO以期提高Ni的浸取率,一般会使较多的FeO同时还原,其后果是氨浸溶液中的 Fe^{++} 浓度上升,往往导致Ni、Co的共沉淀或难过滤的胶状体的产生。本文分析了NiO和FeO的还原度之间的关系,企图从热力学平衡的观点来说明上升现象。计算基于NiO和FeO以及 Ni^0 和 Fe^0 的全部可溶,形成理想固溶体的考虑^[8]。”

试验期间,郭慕孙还专门对流态化洗涤柱进行了研究。洗涤柱高16米,为观察颗粒和流体在柱里的流动情况,郭慕孙上上下下通过视镜耐心观察,提出了改进洗涤柱的加料方式。以前,洗涤柱是从柱顶往下加料,由于加料的动能,料浆进入洗涤柱时将柱里颗粒层冲乱,使洗涤柱的洗涤效果很差;郭慕孙提出从扩大段往上加料的进料方式,这样物料进入洗涤柱后再经倒流桶缓慢下流,保证柱里颗粒层运动不受干扰,大大提高了洗涤柱的洗涤效果。

3.2 陈家镛指导加压氨浸和氢还原研究

陈家镛是化工冶金所湿法冶金室主任,曾承担东川、金川等有色金属提取的工程项目。在援阿半工业试验项目中,他是氨浸和氢还原试验项目的组织者和负责人。他根据阿尔巴尼亚红土矿结构、成分特点和以往湿法提取镍钴的经验,在小型实验的基础上,提出了半工业试验二段逆流低压氧化氨浸工艺流程和浸出基本设备与工艺条件(图2)。

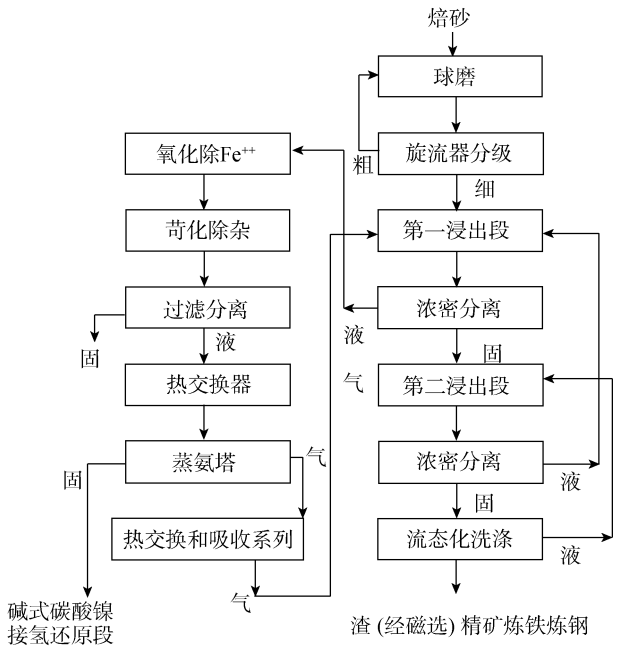


图2 浸取工段流程简图

① 做物料和热平衡的计算参考值:

依据各种金属元素氧化反应耗氧量之和*5=理论空气量

各组设备热量的导入和支出计量

② 主要设备:

旋流器:溢流浆浓度20%;粒度0.074mm占80% 球磨温度60℃ 预浸槽浓度20% 温度60℃; 溶液 NH_3 60g/L CO_2 90g/L

卧式浸出槽:3个(一段2个,二段1个), 容积26m³/个

浓密机:3个,Φ6m

流态化洗涤柱:3个,Φ0.8m H6m

泡罩塔: $\Phi 1\text{m}$ H6m 塔板 15 层

③ 浸取条件: 浸液成分 NH_3 60g/L CO_2 90g/L; 矿浆浓度 20%; 总充空气量 $120\text{Nm}^3/\text{t}$; 浸出温度 60°C ; 浸出时间 6hs

④ 通过氨浸过程工艺优化减少氨耗量, 浸出液中不饱和硫的氧化过程中因在大小釜之间浸出率存在较大差异做了更深入研究, 例如 Co 在浸出液中先溶解后不断流失现象, 查明是 Fe^{++} 氧化生成物的物相之共沉淀相关联, 控制生成 Fe_3O_4 相有利于 Co 和 Fe 元素的回收。

氨浸过程浸出: Ni 95%, Co 65%

经过大家几年的共同努力, 陈家镛和同事们在氨浸方面提出的创新性试验方案取得了较满意的试验结果。例如, 开展的氨浸条件优化、浸出液中不饱和硫氧化、氨浸过程中钴大小釜浸出率差异、氨浸矿浆沉降过滤性能等研究, 对顺利完成氨浸半工业试验起到重要作用。

采用氢还原技术从碱式碳酸镍溶液中提取金属镍粉的半工业试验在上海试验现场做过两种工艺方案的对比: 第一种方案是采用碳酸铵系统的氢还原流程; 第二种方案是采用硫酸铵系统的氢还原流程。对碱式碳酸镍进行的两种溶剂试验, 以考察不同试料对溶剂的影响, 测定镍、钴的一段和二段溶解率及酸和氨的消耗指标等。碳酸铵方案的试验数据表明, 在镍被氢还原的同时, 钴也会被氢还原出来, 掺入到镍粉中, 因此在镍氢还原之前必须将钴除去, 但受现场条件限制无法实现。陈家镛与同事们经过深入研讨, 创造性地提出采用硫酸铵系统氢还原工艺, 在此之前该工艺多应用于硫化镍矿加压氨浸的工艺过程且已成功应用于生产流程中。然而对于援阿的含镍红土矿经还原焙烧、氨浸的工艺过程来说, 采用硫酸铵系统进行氢还原的工艺方法, 却是一种新的尝试。

上海试验厂曾经采用过两套氢还原设备, 第一套主体设备为管式反应釜, 在现场进行了设备制造、安装调试后, 经过一年多的氢还原试验考验结果不理想, 氢还原工艺流程不能顺行, 整套

设备未能达到设计指标要求, 而且产品质量不稳定。另一套主体设备是机械反应釜, 是陈家镛建议援阿实验工厂调用化工冶金所加工的容积 1m^3 的机械反应釜。1972 年 1 月, 在外经部、冶金部、一机部等主管部门召开的简化设计审定会上, 决定拆掉氢还原管式釜改用机械釜, 废弃碳酸铵系统氢还原工艺流程改为硫酸铵系统氢还原流程进行试验。为此, 化工冶金所派科技人员奔赴上海冶炼厂参加了全流程试验, 工作进展顺利。陈家镛主张设计加工的机械反应釜在援阿项目中发挥了关键作用。

机械搅拌反应釜是氢还原作业中的主体设备, 化工冶金所加工的机械釜总容积 1m^3 系用 26mm 不锈钢板焊接而成, 允许承受压力为 $50\text{kg}/\text{cm}^2$, 设计温度最高为 210°C , 外形规格为 $\Phi=700\times 2200\text{mm}$ 。釜体一端为椭圆封头, 另一端为可拆卸的法兰。釜体设有半夹套, 供加热保温所用。釜体上半部还装有压力表和温度测量仪表, 并配备有进料、排料和进气管道, 釜体底部开有排污阀。机械釜设有三个搅拌桨由三台屏蔽电机控制, 搅拌速度为 470 转/分。机械釜经过安装、调试后, 现场试车一次成功。

根据物料平衡测定的结果氢还原工序的主要技术指标如下:

镍直收率	93.38%;	镍还原率	96.37%
镍尾液率	3.63%	镍结疤率	0.82%
镍总回收率	97.78%	钴还原率	3.32%
氢气单耗	0.69 立方百米/吨·镍	亚铁单耗	3~3.5 千克/吨·镍
甘油单耗	1.3~2.5 千克/吨·镍	镍粉质量	3 号镍

援阿半工业性试验氢还原工段的主要结果是令人满意的, 达到了设计指标要求。评审专家认为: 采用硫酸铵溶解、硫化铵除铜、氢还原浓缩结晶处理碱式碳酸镍制取金属镍粉, 在工艺上是可行的, 经济上也是合理的。机械搅拌氢还原高压釜经过三个多月的时间考验可以认为是过关的。氢还原试验取得了镍还原率 96.4%, 镍直收率 93.4%, 镍结疤率 0.82%, 镍粉质量达到 3 号镍

标准的好结果。援阿氢还原制备金属镍粉半工业试验取得成功是陈家镛带领现场科技人员夜以继日攻坚克难的成果。

3.3 方毅对化工冶金所研究工作给予肯定

方毅曾先后六次来化工冶金所视察工作, 对科研项目及援外任务等取得的成果给予充分肯定(图3)。郭慕孙在《怀念方毅同志》文章中深情地写到: 在试验的若干年中, 方毅同志经常从北京来上海冶炼厂, 并派两位秘书常驻试验场, 每天向他汇报试验情况。方毅同志每次来上海时, 必了解现场各道工序, 了解与熟悉关键设备的作用及存在的问题。方毅同志十分重视工艺中的科学技术问题, 了解和同情知识分子, 在上海冶炼厂, 他认识了许多工人和技术人员, 并参加技术讨论, 召集专门会议。对于重要的修改, 他当机立断。他经常鼓励第一线的各类人员, 特别是告诫我们, 在援阿工程搞成后, 要著书立说。这样, 这一试验生产厂在较短时间内取得了成功。继援阿任务完成后, 方毅同志开始关注我国复杂矿的综合利用, 我每次去攀枝花开会, 看到他如何主持会议, 对钽的提取、钽的富集、氯化后制钽白等工序进行了大规模试验的部署。对方毅同志的洞察能力、果断的决心以及相当具体的安排, 我深感钦佩^[9]。



图3 方毅在郭慕孙的陪同下视察化工冶金所

4 结语

从当时外交层面来说, 技术援外是国家重大

战略需求, 既是科研任务, 也是政治任务。中国对阿的援助是全方位的, 仅援建成套设备就一百四十多个, 几乎涉及国民经济的各个部门, 爱尔巴桑冶金联合企业就是其中最大的项目之一。中方不仅提供了大量资金、物资, 而且从全国各地选派了许多技术专家和管理人员^[1]。据参与援建阿爱尔巴桑钢铁厂的培训翻译孙忆新回忆, “那时候, 我们中国人还要勒紧裤腰带的时候, 方毅部长就讲要把最好的工艺流程和最好的专家都放到爱尔巴桑的钢铁工地上去。……当时方毅部长说, 你们工程技术人员也好, 翻译同志也好, 都要想阿尔巴尼亚人之所想, 急阿尔巴尼亚人之所急。尽管自己也有困难, 但是, 我们把困难留给自己, 要把最好的一个钢厂奉献给阿尔巴尼亚人民。这就是我们当时的指导思想^[1]。”化工冶金所的科研人员克服重重困难, 与有关单位通力协作进行了系列探索性、半工业性、工业性试验, 在上海冶炼厂日处理红土矿 100 吨的实验工厂, 他们在测得大量数据的基础上完成了技术攻关, 而后由上海有关单位进行对外援建, 向阿尔巴尼亚人民送上了一份来自中国的厚礼。

《上海外事志》对外经济贸易·对外技术援助章节, 有关于上海承担这项国家重要援外项目人财物投入情况的介绍。“1970 年, 上海冶炼厂、上海跃龙化工厂承建阿尔巴尼亚爱尔巴桑镍分离钴提纯的援建任务。设计规模年处理镍矿石 90 万吨, 生产金属镍块 5000~5500 吨, 金属钴块 130~150 吨。上海冶炼厂从 1970 年 5 月开始专门建立了实验工厂, 占地 2 万平方米, 建筑面积为 4292 平方米。从 1970 年到 1978 年耗资 5397 万元, 交付阿方的大小设备 25399 台/14739 吨, 价值 745.19 万元。编写了 35 类共 35 册生产技术资料, 培训 74 名阿方人员。1976 年 10 月开始, 先后派出 105 名技术人员。1978 年 7 月, 该项目中止, 派往阿尔巴尼亚的人员全部撤回^[10]。”上海冶炼厂的援建工作证明, 化工冶金所援外任务所取得的科研成果符合阿方需求。“阿尔巴尼亚红土

矿还原焙烧-氨浸-氢还原湿法提镍钴新流程试验”项目获1978年全国科学大会奖的喜讯,让化工冶金所全所人员为之振奋。“科学的春天”到来了,化工冶金所的科研秩序恢复正常,研究范围逐步扩展到能源化工、生化工程、材料化工、资源/环境工程等领域,学科方向由“化工冶金”发展为“过程工程”,2001年更名为过程工程所后研究所迈入了创新跨越的新阶段。建所50多年来,过程工程所面向国家重大战略需求,面向国民经济主战场,产出源源不断的创新成果为国民经济发展和国防建设做出了不可替代的重要贡献。

致谢

本文在写作过程中得到了张登君、陆克源、安震涛、夏麟培等老同志的指导和帮助,搜集材料期间得到上海市档案馆、上海市图书馆在文献查阅上的支持,在此表示衷心感谢!

参考文献

- [1] 孔寒冰,张卓. 爱尔巴桑记忆——中国援助阿尔巴尼亚专家访谈录[J]. 当代世界社会主义问题, 2015(1): 79-94.
- [2] 《上海外事志》编辑室. 上海外事志[M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 1999: 420-421.
- [3] 《上海有色金属工业志》编纂委员会. 上海有色金属工业志[M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 1999: 368.
- [4] 许志宏,王大光,刘淑娟. 黑色冶金材料领域中化工冶金研究所前期工作的回顾[J]. 化工冶金, 1999(4): 436-441.
- [5] 郭鸿发. 我国早期综合利用红土矿试验的回顾[J]. 铁合金, 2015(3): 44-48.
- [6] 陈家镛. 湿法冶金手册[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2008: 695-700.
- [7] 《追求卓越——郭慕孙传》编写组. 追求卓越——郭慕孙传[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2015: 68-71.
- [8] 郭慕孙. 思索 实践 创新——我的一些专著、论文和手稿[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 363-366.
- [9] 郭慕孙. 怀念方毅同志[N]. 中国科学报, 1997-10-27.
- [10] 《上海外事志》编辑室. 上海外事志[M]. 上海: 上海社会科学院出版社, 1999: 525.

Overview of Comprehensive Utilization Research on Albanian Laterite by ICM CAS

Liu Wei, Luo Shimin

(Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: In the 1970s, Institute of Chemical Metallurgy, Chinese Academy of Sciences (ICM CAS, now Institute of Process Engineering, IPE CAS) assumed an important comprehensive utilization research mission which was to extract nickel and cobalt from Albanian Laterite. The project was managed by Committee of Foreign Economic Relations of the People's Republic of China. ICM CAS's new hydrometallurgical method called "reduction roasting - ammonia leaching - hydrogen reduction in extracting nickel and cobalt" was adopted at the Aid Albania Working Conference held in Shanghai. During that time, ICM CAS made fruitful research achievements with other institutes and factories that lay the foundation of metallurgical joint enterprises in Elbasan Albania. This paper analyses the relationship between scientific and technological research and major national strategic needs through studying the foreign aid project. It mainly introduces the history of cooperation research among labs of ICM CAS when the task was carried on. From this case study, the paper reflects how Chinese state-run research institutions like ICM CAS conduct scientific and technological research to meet major national strategic needs.

Keywords: Albanian Laterite; reduction roasting; ammonia leaching; hydrogen reduction