

我国第一个生产堆乏燃料后处理厂建设纪实

任德曦, 胡 泊^①

(南华大学 老科协, 湖南 衡阳 421001)

[摘要] 首先, 文章总体介绍了在上世纪 60 年代我国“独立自主、自力更生”建设了一个国际水平的军工乏燃料后处理厂; 然后, 从我国第一个生产堆乏燃料后处理厂的决策、研究、试验、设计、建设、制造、生产 7 个方面阐述了它的突破与成功; 最后, 总结了军工乏燃料后处理厂建成的 8 大成果。

[关键词] 生产堆; 乏燃料后处理; 自主建设; 纪实

[中图分类号] F416.23 [文献标识码] A [文章编号] 1673-0755(2010)02-0001-05

我国已建成了动力堆乏燃料后处理中间试验厂, 正在调试; 核电厂乏燃料后处理厂在可行性研究。由于我国核燃料循环有后处理循环技术路线, “十五”计划前已建成的 9100 Mwe 核电站在运行, “十一五”后至 2020 年将建成 75000 Mwe 核电项目, 我国大型的乏燃料后处理厂建设确实需提上议事日程。

本文略纪我国 20 世纪 60 年代自主研究、设计、建造、运行第一个军工生产堆乏燃料后处理厂, 以弘扬我国核工业“两弹一艇”精神, 弘扬“独立自主、自力更生, 艰苦奋斗, 勤俭建国”方针。

一 我国自主建成了 20 世纪国际水平的生产堆乏燃料后处理厂

(一) 中间试验厂取得了热核武器装料

1965 年 5 月 25 日上午, 102 公司一处游新民主主任带着推土机推倒 802-2 工程围墙, 在该工程厂区开始了我国第一个生产堆乏燃料后处理中间试验厂建设, 任务是提取 2# 金属铀-239, 作为原子弹、氢弹装料。这是执行中央专委 1965 年 2 月批准二机部关于加速后处理工程建设报告的重大决策。1964 年 12 月停建了原苏联提出的沉淀法后处理工程, 采取新的萃取法技术路线建设中试厂。这是我国核军工产业在铀-239 生产实现自主研究、试验、设计、建造、制造、运行的第一厂。中间试验厂 1967 年基本建成, 1968 年 8 月运行, 为当年热核武器氢弹试验提供了铀装料^{[1] 231-233}。

(二) 乏燃料后处理生产厂技术达到国际水平

乏燃料后处理生产厂, 1966 年 4 月开工, 1970 年 4 月建成, 并于 18 日投入热铀元件, 4 月 24 日获合格产品, 标志我国首座军工铀-239 产品生产体系的完全成功。厂建设中

虽有“文革”的干扰, 但核工业的科研、设计、建造、生产队伍, 顾大局, 识大体, 以高度爱国主义热情, 均只用了三、四年时间建成, 认真贯彻执行了国家“独立自主、自力更生、艰苦奋斗、勤俭建国”的方针。

我国自主建设了生产堆乏燃料后处理厂, 采用溶剂萃取技术路线, 取代了沉淀法路线。用投资少、流程短、厂房小、成本低、连续生产、铀收率高的萃取工艺, 取代了工艺复杂、流程冗长、厂房庞大, 建设期长、废液量多, 不锈钢用量大(万吨以上)、投资巨大的沉淀法工艺。将我国乏燃料后处理技术提高到上世纪 60 年代的国际水平, 带来了巨大经济效益, 节约了大量投资。据估算, 两厂改萃取法后, 与沉淀法比, 减少了当时还大量进口的不锈钢的四分之三, 工程量只有原设计的 27%, 主厂房面积只有原厂房的 20%, 建设工期大大缩短, 节约建设项目投资 3.6 亿元^{[1] 229-235}。其中就不锈钢的节约使用约 1 亿元以上。“发扬延安精神, 走大庆之路, 树立勤俭风尚”的自主创业之路得以实现^[2]。

二 萃取法取代沉淀法技术路线的决策

(一) 决策一: 先建乏燃料后处理中试厂(一期)

生产堆乏燃料后处理厂特点是强放射性, 毒性大, 具有临界事故危险。“三防”任务要求厚屏蔽, 严密封, 易去污, 防火、防爆、防超临界。所以在提取铀-239 金属时一直沿用投资大、工艺冗长, 设备复杂的沉淀法。苏联 1959 年初为我国后处理工程提出的初步设计文件就是这一工艺。尔后发来 8 个辅助项目 20% 左右施工图, 而核心技术的铀/钚分离厂则未动手设计。1960 年 8 月 22 日, 在设计院工作的苏联专家全部撤离, 并停供全部资料。此后, 乏燃料后处理厂建设, 包括研究、试验、设计、建造, 只有“彻底实行自力更

[收稿日期] 2009-11-18

[作者简介] 任德曦, 男, 湖南岳阳人, 南华大学老科协教授。

^①南华大学老科协教授。

生”方针。

1962年设计院在认真研究苏联原设计方案后,认为该方案设计工作量太大,技术难点多,材量用量大,尤其是不锈钢国内供货不足。于是刘允斌与设计院一些技术人员建议先建一座中间试验厂。这一提议,得到了二机部批准。

(二)决策二:乏燃料后处理厂(二期)用萃取法

1964年3月,经国防工办批准,二机部邀请国内知名的7位部外化学家、化工专家审查中间试验厂工艺设计。4月二机部办公会议决定,中间试验厂仍按沉淀法流程设计、做生产准备。大厂是否采用新工艺流程以原子能所、二院、二机部科研局、清华大学组成调研组,去北京、上海、衡阳考察萃取设备与技术。调查结论是:在我国萃取法技术可以解决,而且在经济上优于沉淀法。调研组建议原设计的乏燃料后处理大厂工艺改为萃取法,并由原子能所、清华大学和后处理厂联合攻技术难关。1964年5月20日二机部决定乏燃料后处理二期工程采用萃取法,而有关此工程沉淀法的工作即行停止。

(三)决策三:中试厂也用萃取法,停建沉淀法工程

1964年10月16日,我国首次核试验成功,极大地鼓舞了为后处理事业而奋斗的科技人员与建设者。广大的设计、科研、建设者对陈旧工艺发起了最后冲击,很快提出了中间试验厂也改用萃取法的初步设计。二机部在广泛征求意见后,迅即予以批准。12月11日,二机部正式下达通知,“已动工的按沉淀法设计的中间试验工厂停建,加速萃取工艺研究设计工作”。当时,在戈壁现场,立即通知施工单位,停止沉淀法后处理厂工程土方开挖与相关工程准备。

至此,我国乏燃料后处理厂甩掉沉淀法工艺,从此中国后处理事业沿着萃取法工艺技术路线前进,这是一条“独立自主、自力更生”的技术路线。

三 萃取法研究、开发的成功是萃取技术路线实现的先导

生产堆乏燃料后处理沉淀法工艺主要在上世纪四十、五十年代,美国、苏联等有核国家,为提取军用钚做核武器装料,采用该工艺。后处理的萃取法主要是指普雷克斯(Purex)流程,采用磷酸三丁酯(TBP)作萃取剂,碳氢化合物(如煤油)作稀释剂,从硝酸溶液中萃取硝酸钚和硝酸铀酰。世界在50年代中期开始该流程的建设,但技术是敏感的。

(一)萃取法的先期探索

我国萃取法工艺的提出、研究起步较早。1959年,设计二院就向二机部呈送了《关于建议进行萃取法工艺研究报告》,指出:“萃取法生产将成为放化工艺的一个发展方向”。

清华大学在萃取法研究方面做了相当多的早期探索。在汪家鼎教授、滕藤副教授带领下,包括1960-1965年6届毕业生、研究生参加,完成了大量研究报告、毕业论文和毕业设计。期间工作有:铀、钚和几个重要裂变产物在磷酸三丁酯——硝酸溶液体系中的萃取化学与工艺条件研究;溶剂的选择、处理和净化方法,萃取的辐射化学机理及辐射稳定性研究;小型萃取设备——脉冲筛板柱和混合澄清槽研究等。

(二)“三结合”开展热试验

1965年1月由原子能所、清华大学、二院、后处理厂“三

结合”组成技术攻关突击队。第一队利用半透明的环氧树脂板加工成台架规模的混合澄清槽,进行了11次热试验。运行结果显示了萃取法的良好工艺性能。

第二突击队,利用我国在原子能所建成的第一座5个研究热室,进行钚线第二萃取循环的试验,共做了8次小槽逆流试验,并做了寻找最佳工艺参数的试管串级试验。原子能所后处理等几个研究室还承担了首端去壳溶解、钚尾端阴离子交换净化、草酸盐沉淀焙烧、以及样品分装和分析任务。

1964年经国务院和中央军委批准,在清华大学核能技术所兴建热化学实验室,后处理厂派60名熟练技术工人与技术人员安装,一座包括两个大热室、两个温室和两个高大有机玻璃手套箱的热化学实验室,只用一年多时间建成。1966年4月下旬进行冷试,6月初,首次热试验成功,至9月底超额完成14次热试验任务。清华大学的试验基本按照中间试验厂设计进行一次布置全流程验证。参加试验的先后有二、三百人,有设计院、后处理厂的大批人员参加,即研究、实验,又有各岗位培训、实习。

(三)模拟中试厂开展工程性冷试验

与中小型热试同时,岗位操作培训、验证设备与仪表控制系统的工程冷试验也平行展开。扩大冷试验在大连进行。1964年底,二机部将大连机器制造厂的一座闲置厂房改为萃取流程扩大冷试验室。安装了一整套与待建中间试验厂规模相同的设备及配套仪表,利用未经辐照的冷铀元件,按照实际进行模拟运行。在清华大学也改建一座轴冷试验车间。1965年进行了第一萃取循环三个混合澄清槽联动运行实验,并调试了有关自动控制系统。

(四)大力协调,取得了萃取法研究、试验的成功

这一时间,在反应堆工程研究所进行了材料和涂料耐腐蚀试验;在长春应用化学所进行了利用四价钚还原反萃取钚、溶剂乳化等研究;在上海有机化学所开展了萃取剂、稀释剂辐射降解和溶剂乳化方面的研究;设计二院与有关设备厂合作进行了大量专用设备和仪表的研制工作。

冷、热试验取得丰硕成果,证明萃取法技术路线选择是正确的。研究的大量成果、数据,为设计、设备制造提供了可靠依据。研究、试验中首次提取了核纯二氧化钚产品,及时为钚冶金攻关提供了原料,从而加快了我国以钚作部分装料核武器的研制步伐。

四 中试厂、生产大厂的设计是乏燃料后处理新工艺成功的关键

新的萃取放化工艺的研究、实验与设计几乎是前后、甚至在同时进行。其诞生与发展,经历了实验室试验——工作台规模试验——设计与设备试制——中间试验厂验证——工业化乏燃料后处理工厂生产几个阶段。中间试验厂验证是重要一环,所以首先要完成中间试验厂的设计。

(一)中试厂设计是一次创新

中间试验厂的宗旨是:验证与改进已初步选定的萃取工艺过程;真实条件下考验设备、仪表使用条件;尽早获得一定量的二氧化钚产品;培训各类生产运行和管理人员;用于验证其他后处理设备。

1964 年 12 月, 在设计院总工程师谢仲然、柯友之领导下开始了萃取法的初步设计, 1965 年 3 月, 二机部邀请部内外专家审批了初步设计。

中间试验厂设计由 8 个子项目组成 (后增为 11 个子项), 采用普勒克斯型工艺, 包括元件去壳溶解, 铀/钚共去污——分离循环 (即第一萃取循环)、第二钚萃取循环、钚尾端阴离子交换、草酸盐沉淀与焙烧等工序, 产品为二氧化钚。平行设置生产能力相同的甲、乙两条生产线, 以便在一条线停工或检修时, 另一条线仍能维持生产。

方案设计两大特点: 一是工艺重点突出, 主要是验证首端过程, 第一萃取循环和钚线部分, 而分离出的铀溶液浓缩后则暂时存放起来, 以后由大厂再回收。这样既可获取关键数据和钚产品, 又节省投资。第二个特点是中试厂布局, 利用酒泉原子能联合企业及 802-2 工程的公用辅助设施余量 (如供电、供水、排风、烟囱等) 不再另成系统, 加快了工程进度, 节约了投资。这是采用萃取法工艺在设计方面的创新。

1965 年 3 月二机部工业研究设计院完成初步设计后, 4 月组织了 107 人现场设计队, 由谢仲然带领, “下楼出院”来到戈壁滩, 到现场进行施工图设计, 6 月底施工图设计全部完成, 8 月二机部在北京组织了施工设计审查, 按照审查修改意见, 当年完成了全部修改, 并立即转入配合施工阶段。为了能预先暴露施工中可能出现的问题, 做到合理布局, 设计队与工人一起制作了实物模型。配合施工中, 在现场认真检查各点预留孔、洞和预埋件落实情况。以后他们又参加了调试。

(二) 乏燃料后处理厂设计实现了“自力更生、勤俭建国”方针

1965 年 4 月, 二机部决定后处理生产大厂采用萃取法后, 即开始各种不同规模工程方案设计。1965 年 7 月, 二机部批准大厂也建在酒泉原子能联合企业内。9 月, 二机部核化工专家、教授来到工地, 讨论设计原则并决定设计、建设等重要问题。10 月编制了工程设计任务书。11 月, 二机部办公会原则同意设计院的方案, 并指出: “一定要‘产品从精, 条件从简’走我们自己路……力求把‘三结合’ (研究、设计、施工、生产) 提高一步。”至此, 设计方案方面的重大问题基本解决。12 月下旬, 设计院完成了铀钚分离厂房的初步设计, 派出先行人员赴施工现场, 准备初步设计审查。

1966 年 1 月, 在现场由钱三强副部长主持了由设计、研究、建设、制造、生产等多个单位、390 人参加的初步设计审查会。会议以“自力更生、勤俭建国”方针为指导, 提出了不少意见。在不锈钢的使用上从设备室覆面、设备、管道都一一审查。因为沉淀法工艺需 1 万吨以上不锈钢, 按当时材料价格、制作、安装就需几个亿。讨论在设备室覆面是否用不锈钢提出了四个方案: 该设备室覆面全部用不锈钢, 设备室下部用不锈钢、上部碳钢, 碳钢涂漆或塑料覆面。开始按强放、腐蚀、去污、清洗、检修分工艺阶段讨论, 后面几乎是一个设备室讨论, 争论激烈。钱副部长对每个工艺阶段都提出了讨论意见, 从勤俭建国方针出发, 尽可能节省不锈钢用量。生产厂同志担心腐蚀, 检修前清洗去污问题。当时工艺

设计是直接检修, 人要进强放设备室修理。这个讨论到最后, 钱副部长请姜圣阶总工程师总结, 姜总说: 已取得共识的设计院可以进行施工图设计; 仍有很大分歧的请设计院与三厂具体研究落实, 但一定从实际、安全出发。会后, 讨论意见很快落实, 贯彻了设计审查会议意见, 又解决了生产运行与检修的问题。

1966 年 3 月设计院派出大批人员, 组成现场设计队, 开始施工图设计。7 月底和 10 月分别完成了铀/钚分离厂房和铀回收厂房的施工图。这一设计认真贯彻了“自力更生、勤俭建国”的方针。

五 自主制造, 自主建设乏燃料后处理厂

(一) 调集人员建立工程指挥部

二机部为了建设放射化工后处理, 呈请中央组织部从化学工业部调来了一批企业领导、干部和技术人员, 他们来自南京化学工业公司、吉林化学工业公司、大连化学公司、太原化学工业公司、兰州化学工业公司、北京化学工业建设公司, 如姜圣阶、孙华、石祝三、徐光, 以及在后处理厂从事建设与生产的曲国镇、李世魁、陈云波、于洪福等约 50 多人。

1964 年 8 月, 徐光、任德曦、周兴鸾三人从北京到工地, 为后处理筹建先行, 徐光当时是三厂基建副厂长。到工地后向总厂厂长周秩、书记王侯山汇报、落实三厂人员进厂、继续调集落实, 工程筹备、开工的事宜。10 月以后三厂人员陆续进入工地。

总厂成立了以周秩为首的总指挥部, 基建处为指挥部常设办公室, 大量的机、电、仪修、动力、通讯、铁路等公用、厂间工程由总指挥下设的基建处、动力处、设备处、铁道处建设与管理。

1965 年 4 月成立了以石祝三为首的后处理厂建设分指挥部, 23 公司五处赵宏、22 公司一处游新民为副指挥。指挥部下设设计管理、工程管理、质量管理、计划调度组, 由孙绍兴、王建业、李吉溪分管。

(二) 中试厂工程首战告捷

中试厂工程在 1965 年 5 月开工后, 土建一处, 安装五处办公、住宿都在施工现场。为了抢工程进度, 工程指挥部提出: 一定要突出一个“抢”字, 把握一个“稳”字; 具备条件先上, 不等待, 如中试厂工程先上了 83# 实验室及 86# 等辅助工程; 集中力量打歼灭战, 干一项, 完一项, 不留尾巴; “质量第一、安全第一”。施工单位在第一批图纸出来后, 提前开工。

81# 为主厂房, 工程量大, 施工复杂, 预埋件多, 交叉施工多。22 公司一处土建与安装五处紧密配合, 合理组织各工序, 从第一车混凝土浇灌到主体封顶, 仅用了 120 天时间。职工不分白天黑夜, 冒炎夏, 顶风沙, 发扬了苦干、实干精神。103 公司五处第一次遇到这么多不锈钢结构、设备、管道、阀门的制作安装任务, 特别是不锈钢覆面焊接、焊缝磨平、碳钢的去锈、抛光, 氩弧焊接等都严格进行了培训、试焊、探伤、检查等工作。他们运用数学统筹法方法安排施工, 立体交叉, 见缝插针作业。1966 年底厂房基本建成。

(三) 全国协同, 自主制造了全部设备、仪表

为了争取时间, 设备、仪表制造, 采用设计、制造、使用

“三结合”的方法,由北京核工业研究设计院、大连机器制造厂与乏处理生产厂根据工艺、生产能力,密切合作进行,不等不靠。不到两年时间,共制造出中试厂工程所需的热室、取样柜、混合澄清槽、机械手、穿墙阀等 370 项。上海光华仪表厂研制和生产了液位计、流量计、浓度计等数十种仪表。接着又完成大厂(二期)工程 540 多项专用设备和仪表。

据统计,乏燃料后处理厂建设得到了国务院 7 个部委和全国 6 所高等院校、27 个科研设计单位、23 家工厂的支持和帮助。各有关工厂研制、加工了 33380 台(件)的设备和仪表,其中大部分是专用的。

(四) 418 工程“抢建”成功

418 工程即乏燃料后处理厂(大厂二期),1966 年 4 月开工。102 公司担任生产厂房建设,由国家七局三公司担任进排风、机、电、仪修辅助工程建设,安装由 103 公司担任。三公司在百米大烟囱施工中,昼夜 24 小时不停,从 7 月 15 日开始混凝土浇灌,至 9 月 20 日主体完成,仅用了 54 天完成烟囱施工,102 公司利用施工大好季节,浇灌预制混凝土 10000 多 m^3 ^[3]。为了抢在冬季之前将现浇混凝土改预制,预制构件在入冬前准备好;一些可提前施工的钢筋混凝土柱、梁、墙、板先期完成,在入冬前结束了大量混凝土工程,保证了工程进度与质量。当年 10 月提前完成了年度工程计划。

由于“文化大革命”的干扰,建设工期被延误,引起了党中央、国务院的极大关注。1967 年初,周恩来总理下达了必须抢上后处理工程的指示。国务院、中央军委多次发来特急电报,还先后两次派调查组来厂,促进两派联合。1967 年底,周总理接见二机部所属单位群众代表和军管人员时,要求各派群众无条件联合起来,坚持团结,努力完成建设、科研、生产任务。由此,中试厂工程加快了安装、调试;后处理厂工程分阶段连续组织了“五个战役”,加快了工程进度,工程在 1970 年初抢建成功。尔后又完成了 418-2、418-3 工程,即高放废液的同位素回收生产。

六 后处理厂自主运行成功,技术改造创新

(一) 参与试验,试制、安装、调试,做好生产准备

乏燃料厂的生产技术骨干,厂领导、车间主任和少部分技术工人来自化学工业部,大部分技术人员、工人来自高校与各分厂。人数最多时达 1400 多人,厂长石祝三,总工程师顾玉明、方之时、袁良本,生产科、主工艺车间由曲国镇、李世魁、陈云波、于洪福等人负责。建厂期间全厂人员除参与建设外,大部分人参加研究、试验、设计、制造、生产准备。

生产厂的技术人员一共分四部分,一部分参加清华、原子能所的研究、实验,包括前述突击队的研究、实验活动;一部分参加大连 213 所乏燃料后处理冷试验,按照中试厂的设备、仪表模拟运行,进行上岗前培训;一部分参加清华大学乏燃料 14 次热试验,生产厂从事运行的技术骨干都参加了热试验;还有一部分配合设计院的设计“三结合”,1967 年上半年陆续回现场参与安装、调试工作。

1967 年下半年开始,生产厂组织中试厂大清扫、擦拭、设备大检查,进行设备单体试车、联动试车。在大清扫中,三厂指挥部 3 位同志进入三厂与 802-2 风道、烟囱接合部,冒

着吸入大量的放射性风险清理沾污砖、石、废物、灰土、扬尘,后来他们确实病倒住院,肝脾肿大,延续多年。接着进行水试验、酸试验、冷试验,考验了设备、仪表的运行情况及取样分析方法的可行性。充分暴露存在问题,在设计、安装人员配合下,相应作了修改。

(二) 建设中试厂的宗旨实现

1968 年 8 月试车任务终于完成。9 月 4 日,首先在中试厂甲线投入热铀元件,一次投产成功,获得合格产品。十多天后乙线也投入运行。经过一年左右的连续运行,创造了高产、优质、安全记录,提前完成了 1969 年生产任务。由于运行良好,取消了原定 100 天检修期。当年 12 月至次年 1 月 17 日处理了 35 批冷却较短高比放射性元件,为大厂运行取得了经验,原定的中间试验厂的宗旨实现。中试厂运行的实践表明,以充分、扎实、反复的科研成果设计的萃取工艺流程及工程实践是成功的。产品质量合格,除铀回收率略低外,主要工艺指标均可达到要求。溶解器和混合澄清槽萃取设备具有一定潜力,可以不同程度超负荷运行。在试车运行期间,在工艺、分析、设备、材料、仪表、安全防护以及启动、停车等方面,均取得了经验,积累了大量工艺参数,并不断在实践中改进、优化。例如,将离子交换的废液返回供溶解元件用,减少离子交换洗涤液体积;改进浓缩强放废液用的中央循环管式蒸发器。运行中暴露的问题,如主厂房通风不足,溶解液过滤器出现堵塞,气体净化系统常发生故障,某些设备缺备用和余量少等,这些经验为大厂改进提供了依据。

(三) 大厂运行成功,技术改造创新

中试厂运行,一大批技术干部,操作人员队伍成长起来。由于工艺甲乙双线布置,工艺人员配备两套班子,保证每人都可以在操作岗位上得到培训和锻炼,为以后的大型军用后处理厂培养、造就了一大批技术人才,为大厂投产做好了生产准备。

1970 年 4 月 18 日后处理大厂投产运行,6 日后取得合格产品,标志着我国自主研究、设计、建造运行生产堆乏处理厂的完全成功。

企业成功投产后,通过工业学大庆活动,建立了“八制一法”,开展了一类岗位、设备大普查、大整治活动,消除了设计缺陷,设备完好率达 99.35%,铀金属回收在 99% 以上,消除了化工厂跑、冒、滴漏现象。后处理厂从而被甘肃省和二机部命名为“大庆式企业”。

中试厂运行成功后,技术人员又进行了技术革新与挖潜改造。总工程师顾玉明和曲国镇、陈云波、于洪福、李世魁带领广大技术人员大搞技术革新与挖潜改造,其中具有创新型的改造,是将主体流程铀、钚萃取由三循环改为两循环。在钚循环中,取消胺萃取循环,改变第二循环工艺条件,末端改为两相沉淀反应器。这样改革后,工艺性能大大改善,安全更有保障,溶剂成单一系统,消除了两个金属流失点,减少设备、仪表、阀门 80 余台件,减少岗位两个定员 10 人,经济效益大大提高。铀线也取消了三循环,节约试剂,减少了废液,减少了金属流失点,腾出这一个循环设备、仪表,供提取镭-237 使用。

技术改造挖潜、节约方面,还表现在线分线,溶剂回收与循环使用,酸、碱回收等多个方面。在线分析发展到 12 种方法、49 个分析点、65 个分析项目;磷酸三丁酯与煤油溶剂原设计每天排放 1/16 后改闭路循环、不排放,将废弃的有机溶剂通过高真空急骤蒸馏再生回收;利用原厂房建成硝酸回收厂房,每年回收 50% 浓硝酸 300 吨,节约 37% 浓硝酸 100 吨和 45% 烧碱 200 吨,大大降低运行成本。

七 我国后处理厂自主建设、运行的八大成果

我国军用乏燃料后处理自主建设和运行成功及创造性的技术改造,取得了八大成果。

(一)掌握了军工尖端钚金属放射化学萃取技术与工艺。这是我国自主研究、试验,各个研究机构和试验工厂大力协同完成的。是 20 世纪 60 年代国际现代化技术,目前动力堆乏燃料后处理仍沿用这一技术路线。中试厂、生产厂两项工程的科研、设计和成功运行,荣获了 1978 年全国科学大会颁发的重大科技成果奖。

(二)建立了现代军工后处理产业。包括后续乏燃料后处理厂建设,使我国乏处理厂达到当时仅有几个有核国家的国际水平,该厂为我国后处理厂建设提供了建造、运行参数、指标与范例。

(三)提供了核武器新装料。我国自主生产钚 - 239 新材料,满足原子弹、氢弹装料需求。为打破帝国主义的核垄断、核威胁、核讹诈,提供新的裂变材料。

(四)节约了投资。两工程总投资占原沉淀法的 1/4,节约了投资约 3.6 亿元。

(五)缩短了建设工期。沉淀法建设工期至少要 5 年以上,我们建中试厂,虽有“干扰”,也只用了 3 年,提前两年出产品,提前满足了核武器装料的需求。

(六)提高了金属回收率。萃取法工艺简化,流程缩短,比沉淀法金属流失大大减少,金属回收率大大提高,达 99% 以上。

(七)显著增大了生产能力。由于技改、挖潜、工厂生产能力显著提高,运行负荷超过设计值的 40 - 50%。提高了全厂设备利用率,缩短了每年生产期,节约了各项费用。

(八)降低生产成本。生产运行费用只占沉淀法的 50%,运行技术改造后,成本又大幅下降,只有运行初期的 41%。

[后记] 本文纪实中,调研曾参与后处理厂研究、设计、建造、运行、技改的老专家、领导,他们是于洪福、陈曝之、孙绍兴、罗嗣旺、周先玉等,感谢他们的关心与支持。

[参考文献]

[1] 李 觉,李鹰翔.当代中国核工业 [M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1987.

[2] 任德曦. 三厂今年减少基建投资 八百万元——发扬延安精神,走大庆之路,树立勤俭风尚 [M] /核能经济与管理发展研究. 北京:原子能出版社, 2008 376

[3] 任德曦. 418- 1 工程提前完成今年计划 [M] /核能经济与管理发展研究. 北京:原子能出版社, 2008 378

A Documentary about the First Spent Nuclear Fuel Reprocessing Plant in Our Country

REN De- xi Hu Bo
(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract This paper gives an overview about the construction of the first spent nuclear fuel reprocessing plant in the 1960s and elaborates the breakthrough that the plant has made in its choice, research, experiment, design, construction and fabrication, etc. At last the article concludes there are eight major achievements in the completion of the plant.

Key words production reactor spent nuclear fuel reprocessing independent construction documentary