

## 从分散研制到集中攻关 ——铀浓缩乙种分离膜研制组织工作初探

曹 钰, 晋世翔, 潜 伟

(北京科技大学 科技史与文化遗产研究院, 北京 100083)

**摘 要:** 铀浓缩乙种分离膜是中国自主生产的第一批国产分离膜, 在该元件研制过程中, 组织方式经过多次变动, 管理体系也较为特别。最初多家单位互不通气、分散研究。1961年末, 为了尽快研制出合格的成品, 各单位互相配合、联合攻关, 将研究人员集中到钢铁研究院粉末冶金室。各级党组织发挥组织领导作用, 形成了冶金工业部党组、钢铁研究总院党组、粉末冶金室党组三级组织管理体系; 同时, 随着科研任务的步步推动, 研究室逐渐发展了“核心小组”负责制。这一组织方式和管理制度, 对乙种分离膜研制成功起到了重要作用。

**关键词:** 近现代技术史; 铀浓缩; 乙种分离膜; 组织管理; 原子弹

**中图分类号:** N09; TL25 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-4969(2018)04-0428-10

20世纪60年代, 在国家的宏观调控下, 多项尖端技术取得重大突破。在众多科学成果中, 中国第一颗原子弹的光芒无法被掩盖, 在“596”工程中, 众多科研单位、科研人员参与其中, 许多超过当时国家科研水平的技术得以突破。中国第一颗原子弹的原料是浓缩铀。从夹杂着杂质的铀矿到最终符合军工要求的六氟化铀, 这一过程中有一个至关重要的元件——分离膜, 其技术突破仅用了5年时间, 对当时的中国来说称得上是一项“奇迹”。从1960年到1964年, 中国研制出第一批国产铀浓缩分离膜, 后续又在此基础上研制了新型分离膜, 这一系列分离膜研制任务的保密

代号为“真空阀门”。研制中的重大理论突破、原料等完全国产化, 使得分离膜的生产完全立足于国内, 对我国核工业的发展具有重要的战略意义。

现有研究原子弹研制过程的文献, 在讲到提取浓缩铀时, 多会提到生产核燃料的工厂——兰州五〇四铀浓缩工厂的建设过程, 却鲜有对工厂浓缩铀的核心元件——分离膜研制过程的详细记叙<sup>①</sup>。分离膜被苏联称为“社会主义安全阵营的心脏”, 是直接接触并分离铀同位素的元件, 由于所处历史时期的特殊性 & 整个工程的保密性, 使得这一元件的研制过程从未被真实地展现在大众面前。所幸曾参与乙种分离膜研制的部分科研工作

<sup>①</sup> 参考资料主要有各领导人的年谱、参与研制的科研人员的回忆性文章以及纪实性文学。例如记述较为详尽的两本著作, 一是1985年出版的《秘密历程——及我国第一个原子弹的诞生》中, 辟有专章“心愿”; 二是《当代中国的核工业》一书, 第八章中也介绍了铀同位素分离在我国的历史进程。但书中主要关注的是兰州铀浓缩厂的建厂、苏联专家撤走后的机组方案设计、出产品等内容, 对铀浓缩的核心元件——分离膜的研制过程并未提及。

收稿日期: 2017-11-26; 修回日期: 2018-04-26

基金项目: 葛昌纯学术成长资料采集 (CJGC2016-K-Z-BJ06)

作者简介: 曹 钰 (1995-), 女, 硕士, 研究方向为近现代科学技术史。E-mail: 779819787@qq.com

晋世翔 (1982-), 男, 博士, 讲师, 研究方向为西方科学思想史。

潜 伟 (1972-), 男, 博士, 教授、博导, 研究方向为冶金技术史, 工业遗产, 科技与社会。E-mail: qianwei@ustb.edu.cn

者至今仍然从事科研工作, 通过口述的补充, 提供了更生动、更多元化的视角。本文选取铀浓缩乙种分离膜的研制过程为研究对象, 调研了如下问题: 在该元件的研制过程中, 有哪些单位参与了研制? 科学工作者们是如何被组织起来的? 这些科研活动中的组织管理问题与分离膜研制的科研过程息息相关, 甚至一定程度上会影响科学研究的结果。

基于以上背景, 本文在历史文献的基础上, 结合口述访谈和内部资料, 多角度、更生动地接触这一历史过程, 通过比较辨析, 初步还原了这一研制过程中的组织机构和人员安排。

## 1 背景

20 世纪五、六十年代, 正值国际形势紧张之时, 以欧美为代表的资本主义国家对社会主义阵营实施技术垄断。冷战形势下的军备竞赛促使社会主义阵营形成了统一战线, 同时激发了我国对战略核武器的研究热情。

1957 年 10 月 15 日, 中苏签订《国防新技术协定》, 协定明确规定苏联向中国出售用于铀浓缩处理的工业设备, 并提供足够的可供气体扩散厂初期开工使用的六氟化铀, 协助中国攻克原子弹制造的关键环节<sup>[1]</sup>。随即, 作为苏联援华的 156 个项目中的重点项目之一, 兰州铀浓缩厂在 1958 年 5 月选定厂址, 并开展厂房的工程建设, 在 1959 年 12 月 18 日建成了主工艺厂房, 顺利安装了扩散机组<sup>[2]</sup>。

然而, 随着一系列国际事件中, 中苏双方为各自政治立场站台, 两国关系变得微妙, 这也影响到了在华工作的苏联专家。1960 年 7 月 8 日, 兰州铀浓缩厂的 5 名苏联专家突然撤离, 其他单位工作的苏联专家也先后回国, 苏联对中国的核工业技术援助告一段落<sup>[3]</sup>。

1960 年 8 月 9 日, 第二机械工业部(以下简称“二机部”)指示“为在我部事业中彻底实行

自力更生的方针而斗争”。据《当代中国核工业》中的“核工业的基本建设”章节记载, 苏联专家撤走后, 兰州铀浓缩厂在厂长王介福等人的领导下, 对工程质量、职工技术水平、技术资料、设备材料和攻关项目进行调查和统计, 在确定了工厂主工艺合理性、主体结构的施工质量可靠性、主要设备齐全性后, 还发现主工艺及辅助系统的施工安装情况问题 1395 个<sup>[4]35</sup>。此时, 扩散机的核心材料——铀浓缩分离膜的研制技术仍未被中国掌握, 但国家对分离膜的需求迫在眉睫。在当时中国的技术条件下, 要在极短的时间内, 完成分离膜的任务攻关是一个较大的现实难题。

## 2 探索阶段的分散研制

### 2.1 研究单位的确定

兰州铀浓缩厂扩散机所需的分离膜分为甲种(管状)和乙种(片状), 两种的外形、尺寸、分离效率都不相同, 但制造工艺非常类似。由于这一研制过程涉及重大国家机密, 资料较难获取, 并且研制过程中组织机构和人员调动非常频繁, 研究单位具体有哪些还需要进一步的探究。限于历史资料, 笔者无法从 20 世纪 60 年代的顶层设计角度出发, 直接了解当时分离膜的研制任务交由哪些部门和单位, 而分离膜研制成功后嘉奖的获奖单位提供了一种视角, 将这些单位和获奖人放在 20 世纪 60 年代背景下, 倒推这些单位在什么时候开展研究, 研究过程中如何进行组织等问题。对逐个单位进行分析, 可以确认参与了乙种分离膜研制的单位有哪些。

1985 年 12 月, 乙种分离膜的制造技术经原国家科学技术委员会发明评选委员会审定批准, 获得国家发明奖一等奖<sup>[4]</sup>, 获奖单位有冶金部钢铁研究总院、核工业部理化工程研究院、中南工业大学<sup>①</sup>, 共有葛昌纯等 28 位发明人。

① 这三家单位的名称发生过多次变化, 后续行文中, 本文一律采用这些单位在 20 世纪 60 年代初的名称。中南工业大学曾使用“中南矿冶学院”的校名。

排在第一位的单位是冶金部钢铁研究总院, 该院在 1979 年之前, 经历了钢铁工业试验所、钢铁研究院的改名过程, 60 年代初的名称为钢铁研究院。在《钢铁研究总院院志》中记载, 1960 年, 同位素分离膜的研制任务同时下达给上海、北京、长沙等地。其中北京钢铁研究院与长沙中南矿冶学院的有关力量负责研制“乙种分离膜”。

钢铁院在“纪念‘乙种分离膜’的制造技术启动 50 周年大会”中, 提到了 1960 年 4 月 18 日, 钢铁研究院牵头承担的国家核工业关键材料——乙种分离膜的制造技术重大研制任务紧急启动<sup>[5]</sup>。当时亲自去冶金部领取任务通知的曹勇家<sup>①</sup>在接受笔者的采访中提到:“1960 年的 6 月份, 室里通知让我去部里接一个课题。具体哪天我不记得了, 但是是在 6 月份, 我印象中天气很热。到了珠市大街冶金工业部科技室<sup>②</sup>, 负责的干部递给我一份文件, 上面写明了要做一个多孔材料, 还标注了材料尺寸。一般多孔材料有单位流量和过滤精度两个指标, 但这份文件上列出的指标都只有数值没有单位, 我就询问了那位干部, 但我推测他可能也不懂, 让我拿回去研究。之后还嘱咐我这是绝密材料, 要注意保密。”<sup>③</sup>

长沙市市志中曾记载中南矿冶学院赵维橙、侯载钦等人采用粉末冶金的方法, 经多年的研究试验, 在理论和实践上解决了分离膜材质的选择、结构和制造分离膜的工艺技术等问题, 为核工业部分离铀 235 和铀 238 提供了数批合格试品<sup>[6]</sup>。中南矿冶学院的校史中也提到, 当时学校承担了“乙种分离膜制造技术”这一国家重点项目, 具体

由粉末冶金和新材料研究室教师 20 余人承担研制任务<sup>[7]</sup>。时任中南矿冶学院副院长职务, 兼任学术委员会主任委员, 主管全校科研工作的黄培云在自己的回忆录中说到, 当时国防部门把任务一个一个下达给新材料研究室。在一至七机部下达的任务中, 他们为二机部原子弹铀同位素分离薄膜的成功制作提供了研究支撑<sup>[8]</sup>。

除了这两家单位, 获奖单位中还有核工业部理化工程研究院。然而, 这家单位的前身二机部第三研究院在 1964 年才成立, 根据有关材料和口述资料<sup>④</sup>, 那个时候乙种分离膜的实验室研制已经基本完成, 所以在当时, 这家单位不可能参加研制工作。那么, 除了钢铁研究院和中南矿冶学院, 还有哪些单位参与了乙种分离膜的研制历程? 为什么要嘉奖理化工程研究院? 这就又要回到获奖证书中所提供的信息。在 28 位发明人的工作单位中, 吴征铠、钱皋韵等五人不属于钢铁研究院和中南矿冶学院这两家单位, 在当时, 他们属于中国科学院原子能研究所 615 研究室<sup>⑤</sup>。

关于原子能所 615 室和理化工程研究院的关系, 曾任原子能研究所党委副书记和常务副所长的李毅在回忆录中回忆到, 1964 年 5 月 1 日, 为了进一步发展铀浓缩事业, 实行科研、设计、生产相结合, 原子能所的物理化学研究部(包括 615 甲、乙、丙)的全部人员、设备、仪器、房屋, 连同工作、生活设施均被划分出去, 与一个钻床镗床厂合并, 成立了二机部理化工程研究院<sup>[9]</sup>。之后, 关于铀同位素分离的工作就从原子能所转由理化工程研究院进行。也就是说, 分离膜研制工作的参

① 曹勇家 (1935-), 江苏宝山人, 毕业于莫斯科有色金属及黄金学院, 中共党员。曾任冶金工业部钢铁研究总院教授级高级工程师、北京京平金属材料厂厂长、中国金属学会理事、中国金属学会粉末冶金学会常务副理事长、《粉末冶金技术》杂志副主编。

② 当时的冶金部没有“科技室”这一部门, 在 1960 年, 冶金部的相关部门称为“技术司”。

③ 摘自《在北京访谈曹勇家记录》, 2017 年 6 月 23 日。

④ 根据《当代中国核工业》、《百年陆达 1914.12.18-2014.12.18》以及口述访谈等资料, 钢铁研究院在 1964 年末完成了实验室研究以及 8000 片的小批量试制。

⑤ “中国科学院原子能研究所”是该机构在 1958~1984 年间的名称, 1984 年后改名为“中国原子能科学研究院”。615 研究室在 1959 年建成, 全面负责铀浓缩相关工作。本文简称为“原子能所 615 室”。

与单位还有当时的原子能研究所 615 研究室。

1959 年末, 原子能所 615 室接到了研制铀同位素分离工作的科研任务, 1960 年 10 月, 该单位从复旦大学调吴征铠任主任, 王承书、钱皋韵任副主任。《中国原子能科学研究院简史》中记载了: “原子能所由钱皋韵负责组织建立分离膜研究小组, 该研究小组由桂业炜<sup>①</sup>等 20 多名科技人员组成, 共同参加联合攻关”<sup>[10]27</sup>。李毅在其回忆录中的描述也佐证了这一事件: “1960 年 7 月, 部(二机部)向我所下达这项攻关任务, 我所抽调钱皋韵、桂业炜等二十多名研究骨干, 组成以‘真空阀门’为代号的研究组进行工作”<sup>[9]86</sup>。在《愿得此身长报国——记中国工程院院士钱皋韵》中, 则记载了当时原子能研究所从全所抽调 14 名科研人员组成研究小组, 由钱皋韵任组长<sup>[11]</sup>。这里所说的人数微有差别, 仅凭任务开展的单位不能判定具体人数, 后文中笔者结合开展研究的时间, 对此处原子能所参与人数的不同说法再做分析。

由此推测, 在乙种分离膜的研制中, 主要参与的研究单位是原子能所、钢铁研究院和中南矿冶学院。然而, 只有这三家单位获奖是不是说明只有这三家单位参与了研制工作? 笔者认为, 可能并不只有这些单位接到了这一任务。在《当代中国的核工业》一书中记载, 钱三强五十年代末就开始组织力量进行前期的探索工作, 之后, 国防工办又将分离膜的研制任务交给了二机部、冶金部、纺织部、中国科学院、高教系统等单位<sup>[3]183</sup>。当时原子能所属于部、院双重领导下的研制单位, 钱三强任院长, 承担这项任务自然无可推卸; 钢铁研究院属于冶金部领导; 中南矿冶学院属于高教系统……而这些部委是否还向其他研究机构发送了研制任务, 目前尚无法得知。能够确定的是,

这三家单位一定参与了分离膜研制, 同时在其中起到了重要的作用。图 1 所示为参与乙种分离膜研制的主要单位。

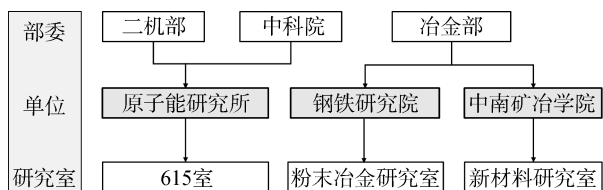


图 1 参与乙种分离膜研制的主要单位

## 2.2 开展研究的时间

之所以选中这些单位, 与分离膜的制造工艺密不可分。中国的分离膜研制技术并不是从零开始探索。根据文献记录及口述材料, 苏联专家还未离开时, 二机部就已取得了一些分离膜膜片样品, 这些膜片是当时由苏联供应的、气体扩散厂使用过的废片、残片。在《愿得此身长报国——记中国工程院院士钱皋韵》中曾提到: “钱皋韵带领核工业部的一个工作小组……通过对苏联相关样品的分析与研究, 建立了……实验装置。”<sup>[11]50</sup>

一位亲自接触过分离膜的科研人员也在回忆中提到了接触苏联的分离膜的情况: “因为我是搞分析的, 苏联的甲、乙种分离膜我都亲自接触过。当时我是从保密办公室拿出来进行分析, 分析完了之后还要交回去。”<sup>②</sup>还有技术骨干的说法佐证这一情况: “当时气体扩散厂用的膜片都是苏联供应的, 那是大批的。但是供应的片到了钱皋韵手里都是用过的了, 原装的是不能给他的, 都是绝密的, 只许在厂里、苏联专家的监督下安装使用, 所以钱皋韵是拿不到的。但是用过的 504 厂是有权利的, 把放射性洗掉了就给钱皋韵他们, 他们开始就用这个解剖, 后来也提供给我们, 我们也用那个废片解剖。”<sup>③</sup>

① 桂业炜 (1933—), 1955 年北京钢铁学院毕业, 曾任核工业部第八研究所副所长、总工程师, 中美合资上海司太立有限公司总经理。早期参加铀同位素分离膜研制, 参加了甲种分离膜的研制。编写《戊种分离膜的制造》、《分离膜的剖析和展望》等著作, 1986 年国家科委批准为有突出贡献的科技专家。

② 《在北京访谈张晋远记录》, 2017 年 4 月 19 日。

③ 《在北京访谈李基发记录》, 2017 年 6 月 13 日。

一位去兰州铀浓缩厂的科研人员提到,取得废片的过程也非常曲折和惊险:“苏联提供的分离膜,参数降到一定程度了就要更换。当时工厂进出都要安检搜身,换下来的膜片苏联专家都不让带走,要把用过的就销毁,那些工人师傅们知道苏联撕毁了协议后,冒了很大的危险把有些碎的、不规整的片夹带出来。”<sup>①</sup>

所以,在任务研制的初期,研究小组获得了苏联的研制样品,并对此进行了分析解剖。

在1959年末原子能所615室取得了分离膜残片后,经过钱皋韵等人的逆向解剖,发现其主要成分是镍,夹杂了一些铜和其他杂质,并且是由超细粉末做成的多孔材料,于是将工艺制作划定为粉末冶金的相关工艺和技术。由于所涉及工艺的难度,在向二机部领导汇报时提出,要完成这个任务必须要组织强有力的研究队伍。

根据这一事实,笔者对前文中的原子能所究竟是14人参与还是20余人参与进行推测:在研制初期,对分离膜结构尚未明晰,参与人数可能较少;之后确定了所需工艺和技术后,1960年7月,将研究人数增加至20余人。

除了原子能所,还有钢研院和中南矿冶学院参与研究。钢研院接受任务的时间有两种说法:1960年4月18日和1960年6月。除了当时亲自去冶金部领任务的曹勇家的回忆外,还有时任钢研院党委书记蒋伯范在纪念陆达诞辰100周年的一篇文章中讲到:1960年6月,国家将分离膜的研制任务交给了钢铁研究院<sup>[12]</sup>。在界定日期这种客观的要素时,直接参与研制的科研人员在回忆中夹杂的细节和信息更为生动,与边缘化的科研人员相比,更有可信度。纪念陆达诞辰100周年时,陆达的儿子陆岩写道:“蒋伯范叔叔说明:1960年4月18日国家将分离膜的研制任务下达给中国科学院(承担管状的甲种分离膜)和冶金工业部(承担片状的乙种分离膜)……冶金工业部部长王

鹤寿、副部长吕东亲自将任务布置给钢铁研究院等单位……陆达同志义无反顾地当即接受了这项尖端材料的研制。他根据第二机械工业部(以下简称二机部)宏观观察提出的技术要求认定用粉末冶金工艺来研制是较为可行的。于是,他将此项任务作为全院的头等大事布置给刚成立不久的粉末冶金研究室……”<sup>[12]9</sup>而在纪念分离膜的大会上,准确提到1960年4月18日接到任务,同时钢铁研究院给乙种分离膜研制任务的代号叫做“418”项目<sup>[13]</sup>。所以笔者推测,很大可能是由于冶金部给钢研院下达的文件落款日期为4月18日,但是钢研院真正接到这份文件则是6月。这样可以解释为什么参与研制的人员和直接领导的蒋伯范都认为是6月份才收到了任务。

也正由于乙种分离膜涉及的技术难度大,才有了在1960年组织包括钢研院粉末冶金研究室、中南矿冶学院等多家单位分散研制的过程。

### 3 摸清现状后的集中攻关

#### 3.1 组织体系的形成

经过几家单位的探索性研究,很快大家意识到互不沟通、分头研究的组织存在一定问题。分散研制导致的每家单位都是从头开始研究,组织上分散重复带来的效率低下,分离膜的制造并没有突破性的进展。时任原子能所615室主任的吴征铠先生回忆参与分离膜研制的单位时,提到当时国内已在仿制分离膜的研究单位及大学相当分散,后来大家都觉得应集中力量,于是二机部决定组织国内大协作,在北京的钢铁研究院重点研制片状分离膜。冶金工业部将长沙中南矿冶学院的有关力量调至钢铁研究院,集中研制乙种分离膜。二机部615所分离膜研究组也派人支援,及时了解进展情况并提出意见,提供有关信息和资料供冶金所研究人员参考。

① 《在北京访谈夏元洛记录》,2017年9月21日。

中南矿冶学院的校史中提到,在1961年底,冶金部党组将学院承担的“乙种分离膜制造技术”国家重点项目的粉末冶金和新材料研究室教师20余人派到北京钢铁研究院,与他们合作对该项目进行攻关,任务完成后大部分回院。当时的特种冶金系副主任,同时也是乙种“真空阀门”负责人的赵维橙在后来回忆道:“最开始下达任务就是二机部来一个公函,表示下达任务。说的也不是很清楚、明白。说要求做一个分离膜,上面有小孔,小孔直径很小”。同时,他也提到了“调去钢铁研究院四室是刘杰部长的意见,他给中南矿冶学院的院长特别写了一封信,说怎么怎么样,其中包括调我去。”<sup>①</sup>中南矿冶学院属于高教系统,冶金部不能直接调动该单位的科研人员,而刘杰时任二机部部长,涉及原子弹用乙种分离膜的研制,由二机部调动中南矿冶学院相关人员到钢铁研究院显得更为顺理成章。

除了中南矿冶学院外,原子能所也派了科研人员参与协作攻关。钢研院检测组的张晋远回忆当时615室调至钢研院的科研人员时,谈到:“室里成立了一个特性检验组,是由615室派肖啸庵当组长,我们合作的。因为615来了好多人,除了他还有邓会义、陈文森等。”<sup>②</sup>

除了分散研制导致的效率低下,分离膜的制作并没有突破性的进展。计划经济体制下国家科学工作的宏观调控,在一定程度上对协作攻关的组织形式起到了推动作用。1961年7月16日发布的《中共中央关于加强原子能工业建设若干问题的决定》,提到给二机部在科研人员分配、物资运输等方面提供了极大便利,指示二机部应加倍努力、加强协作,完成原子能工业建设任务<sup>[14]</sup>,此时尽快组织人员进行“攻关会战”就显得尤为重要。

集中到钢铁研究院后,就从分散研制走向了

集中攻关。将所有的骨干研究力量集中后,带来的优势显而易见,但也带来了一些管理上的困难,这样高难度的世界性技术难题的攻关,人员的组织安排事关重大。任务开展初期,参与人数仅几十人,至1964年第一代分离膜小批量生产时,钢铁研究院的研究人员数量已达200多人,参与这项工作的总人数尚无法考据。如此多的科研人员是怎样被组织起来的?1961年7月19日,经过广泛调研,中共中央同意了聂荣臻《关于当前自然科学工作中若干政策问题的请示报告》和国家科学技术委员会党组、中国科学院党组《关于自然科学研究机构当前工作的十四条意见(草案)》<sup>[14] 514-516</sup>。聂荣臻在报告中,对科研工作的保密工作提出了要求,同时对各研究单位党组织的领导做出了界定。他认为研究所一级党组织应起到领导核心作用,除了执行党的政策和上级指示、开展思想工作外,应对各方面工作,包括业务工作

进行指导。随着“科研十四条”的发布和推广,分离膜的攻关单位各级党组织建立了一系列行之有效的管理体系。将攻关人员调至钢研院后,冶金部军工办公室高杰司长直接与研究室联系,落实任务的各项进展。高杰曾指出:“由我和刘学新同志(副部长)负专职,王鹤寿部长要我每星期向他写一份书面报告,吕东、刘斌副部长要求每隔两天做一次口头汇报”<sup>[15]45</sup>。乙种分离膜的研制由冶金工业部部长兼党组书记王鹤寿为首的部党组、钢铁研究总院党委书记兼院长的陆达为首的院党组领导,具体的科研攻关由粉末冶金室支部书记蒋伯范为首的室党组主抓<sup>[16]</sup>。

从这一时期开始,科研工作得到了更好的管理,科技工作者们也得到了更专注、轻松的研究环境。尤其其中对政治学习的时间控制,“所占时间每周平均不应超过一个工作日”、“有时研究工

① 《在北京访谈赵维橙记录》,2017年4月14日。

② 《在北京访谈张晋远记录》,2017年4月19日。

作不宜间断,即可在一个时期内集中精力进行,政治学习等活动可以以后再补”等明确规定更对科研工作的时长提供了保障,在这样的政策下,分离膜技术研制工作进行得愈发顺利。

### 3.2 核心小组的变化

钢铁研究院粉末冶金室于1958年末刚成立,当时王麦任室主任兼党支部书记,蒋伯范任副书记,赵施格任副主任。至1960年,王麦被调走,蒋伯范任党委书记兼研究室副主任,张文华任党支部副书记。1962年,赵维橙也担任了副主任。除了研究室的党、政干部,还有“核心小组”。

在中国科学院组织编写的《科学的道路(下)》<sup>[17]</sup>中,葛昌纯提到他作为粉末冶金研究室核心组的成员,和全室战友们(包括部分从中南矿冶学院和二机部原子能所615所来钢铁研究总院参加会战的同志)开展了分离膜的攻关工作。同时,笔者在访谈过程中,科研人员都会提到“核心小组”。在他们的描述中,这一技术领导小组由室党委书记蒋伯范和几位技术骨干组成,在当时严格的保密制度下,拥有知晓所有研究过程细节的权力,同时对整体工艺研究进行把控。对于“核心小组”的成员有几位、分别是谁,不同的研究人员看法略有不同。

葛昌纯在1963年2月13日填写的《技术干部技术简历》中写到:“1960年十一前后,参加了418专题工作。对我来说也是我搞科研的第四个阶段,即最近一个阶段,据有□(字迹无法辨认)情报,这是现代粉末冶金中的前沿材料,这项材料的解决对于我国国防有着十分重大的意义。当时我和吕其春一起负责这个专题,参加的主要成员有,曹勇家,马晋新,郭栋,李玉莲”<sup>①</sup>。

曹勇家回忆:“因为我们院长陆达知道这个任

务比较重要,所以他抽了葛昌纯、王恩柯,我们三个人就开始研究。这么薄的多孔材料以前也没听说过,根据我的基础知识,我就把铜粉、电解铜压成薄片,之后就拿我们的轧机轧薄,之后发现还行,还有孔。”以及“同时,张晋远他们几个人组成了一个分析小组,那个时候上头给了一点样品,大概是苏联专家撤走以后机器里还剩了一点样品。给了样品让他们分析,发现这是一个双层的结构。”<sup>②</sup>而在张晋远的回忆中,佐证了吕其春曾是专题负责人的情况:“曾经研究分离膜的负责人之一吕其春,他是留苏,比我到四室还早。我到四室是检测组,他是我们组长。那是1959年下半年,他接受这个任务很执着,由于他住在和平里,他爱人也是留苏的,家里政治背景很好很可靠。他有一天根据设计草图检测分离膜性能的两个参数,结果丢了。第二天发动全室的人,一人一个棍到处去找,没找到。就把他处分了,调离四室,降一级。”<sup>③</sup>上面几个人说法中,葛昌纯的技术档案写于1963年,对任务最开始吕其春是一名专题负责人的情况了解得最为清晰,同时,张晋远等人的佐证也能说明吕其春最初确实是专题负责人,而曹勇家的回忆,则说明当他进入研究组的时候,吕其春已经被调离了,所以在他的印象中,当时的技术负责人除了他,还有葛昌纯和王恩柯。这表明“核心小组”的成员并不是一开始就定好的,是在研究过程中不断变动、调整的。

吕其春调离后,1961年,核心小组中的技术负责人变成了葛昌纯、王恩柯。1961年末,中南矿冶学院并入,赵维橙也佐证了新的核心小组成员组成:“院里头抓得很紧,总是要找人汇报,应该有一个头,我是副主任。原来做这个项目,有两个技术人员,一个就是葛昌纯,一个就是王恩柯,就他们两个人。我们三个人小组提出来的方

① 葛昌纯档案,第五页。

② 《在北京访谈曹勇家记录》,2017年6月23日。

③ 《在北京访谈张晋远记录》,2017年4月19日。

④ 《在北京访谈赵维橙记录》,2017年4月14日。

案,院长陆达都要亲自过问,问的很细。”<sup>④</sup>就这样,因为赵施格的加入,三人核心小组变成了四人。

然而,在访谈过程和《矢志追求材料报国的理想》<sup>[18]</sup>中,提到的核心小组都是五人,除了蒋伯范、葛昌纯、王恩柯和赵维橙外,还有当时四室的副主任——赵施格。在1962年之前,核心小组一直只有三人,所以赵施格加入核心小组的时间很大可能与赵维橙是相近的。笔者对所有曾经是核心小组的人员进行了信息统计,如无特殊标注,表1中内容均来自访谈记录。

表1 乙种分离膜研制“核心小组”人员基本信息

| 姓名  | 1960年年龄 | 毕业院校                      | 专业                |
|-----|---------|---------------------------|-------------------|
| 蒋伯范 | 38      | 国立北洋大学 <sup>①</sup>       | 土木系 <sup>②</sup>  |
| 葛昌纯 | 26      | 唐山交通大学                    | 物理冶金              |
| 吕其春 | 29      | 东北工学院 <sup>③</sup>        | 冶金                |
| 王恩柯 | 不详      | 莫斯科有色金属及黄金学院 <sup>④</sup> | 压力加工              |
| 赵施格 | 32      | 莫斯科钢铁学院 <sup>⑤</sup>      | 钢铁冶金              |
| 赵维橙 | 33      | 北洋大学                      | 冶金工程 <sup>⑥</sup> |

核心小组的人员单位有钢研院,也有中南矿冶学院。那除了这两家单位外,由615室研究人员组成的特性检验组中,为什么没有人进入核心小组?根据采访过程中科研人员回忆,615的人员主要是负责对研制的乙种分离膜样品进行特性检验。据后来任粉末冶金室副主任的陈趣山回忆:“当时是615给的参数,任务他们了解的清楚,而且设备都是人家带来的,所以人家指挥咱们。他

们一共六七个人,也有一个组长参加核心组讨论。”<sup>⑦</sup>笔者推测,正由于615室对乙种分离膜的样品进行把关,对样品的各项参数进行检测,没有直接参加分离膜的技术研制环节,所以没有人进入该核心小组。但是,该小组的研究人员所起的作用无法忽视,正是由于他们对样品参数的检测,才能指导研究过程中分离膜的改进方向。

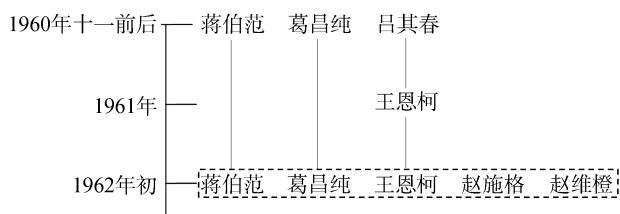


图2 乙种分离膜“核心小组”变化过程

## 4 结语

1965年9月,国务院国防工业办公室向冶金部钢铁研究院发来贺电。信中提到“钢铁研究院研制的乙种‘真空阀门’经过机组鉴定试验,证明性能良好,能够满足生产使用的要求……希望你们继续努力,为进一步提高产品质量、稳定工艺生产、扩大生产能力而努力。”1966年1月,五〇四厂的工艺实验室对国产(64KD-1)板状分离膜进行了机组鉴定,并出具了一份鉴定总结反馈回钢铁研究院<sup>⑧</sup>。这批通过机组鉴定的分离膜,就是1964年钢铁研究院生产的8000片试制样品。

从1960年国家确定“自力更生”的研制方针开始,到1964年分离膜研制成功后投入生产,考

① 1951年,国立北洋大学改名为天津大学。蒋伯范、赵维橙均毕业于1950年。

② 在《留住记忆——北洋大学校友回忆录》中,根据曾在浙江泰顺北洋工学院就读的吴恒安回忆,1944年3月7日晚,土木系学生在观看地方戏剧时,与当地刚被收编不久的地方警察发生冲突,其中蒋百万的腿受重伤被锯,蒋同学装了假腿后,重新进入北洋大学,改名蒋伯范,于1950年毕业。

③ 信息来源: <https://baike.baidu.com/item/%E5%90%95%E5%85%B6%E6%98%A5/1760834?fr=aladdin>。

④ 根据曹勇家、陈趣山等人回忆,王恩柯是留苏的,学习压力加工专业。曹勇家提到王恩柯曾跟他就读同一所学校,并且比他先毕业。

⑤ 现名为莫斯科国立钢铁合金学院。

⑥ 北洋大学天津大学校史编辑室. 北洋大学-天津大学校史(第一卷)[M]. 天津大学出版社,1990:482.

⑦ 《在北京访谈陈趣山记录》,2017年4月20日。

⑧ 档案:国产(64KD-1)板状分离膜机组鉴定总结。



考虑到该技术与当时中国的国情, 这么短时间内突破分离膜制造技术可以称得上是一个奇迹。

在研究过程中, 宏观来看, 出现了两种科研管理的模式——分散性研究和集中化管理。以1961年为时间节点, 之前的时间, 是多家单位同时从零开始研究, 之后则是将各个单位的骨干力量集中在一起统一管理。以现如今的科研管理的角度来看, 集中后的钢研院四室更像是一个研究目标明确的临时性课题项目组, 拥有科研人才和足够的经费。从分离膜的研制结果来看, 在进行大型的、跨学科的以及前沿性的科学探索时, 这样集中各个研究单位开展大协作科研的组织方式有非常明显的作用。

曼哈顿工程中, 美国的铀同位素制备也采用了协作的组织方式, 并于1944年在橡树岭国家实验室采用电磁法成功分离了铀同位素。<sup>[19]</sup>这样的大协作科研组织模式在贝尔纳的《科学的社会功能》一书中曾系统地提出过。在贝尔纳的叙述中, 组织所有资源开展特定目标的科学研究方式, 与自由探索完全不同, 更加高效和便于管理。<sup>[20]</sup>分离膜的研制工作从一开始就是计划性的科学研究。后期的集中单位是协调后组织性更强的表现。

从单位分散研究到集中一家单位攻关, 组织体系由繁化简; 由各级党组织领导科研任务, 科研项目更加便于管理。组建了核心研究队伍后的人员管理方式也十分有趣。在冶金部钢铁研究院中, 科研工作者们近乎自发地形成了“核心小组”。在任务执行中, 小组成员既参与科学研究过程, 又兼具管理各工艺小组, 他们既是研究者, 又是管理者, 承担着沟通科研管理者和基层科研工作人员的任务, 是研究的中坚力量。从“核心小组”的工作内容来看, 小组成员称得上是最基层的“技术官僚”。这样的人员科研组织方式, 如今对于科研管理仍有一定的借鉴意义。

分离膜制造的微孔技术在20世纪80年代军转民后, 激发了民用领域更多元化的应用, 发展迅速, 成品多种多样。结合60年代在军用领域研

制过程中的组织方式, 我们可以初步地展望一下现代科学活动的管理机制。

现代科学活动的管理, 只要合理地加以规划, 完全可以探索建立一种灵活且合理的管理制度: 在最关键的某个突破点时, 使用计划科学, 然后采取自发科学, 刺激研究方向的多元化发展。如此既能保证科学家的利益, 又能促进科学研究的发展。受限于“真空阀门”研制过程的保密性要求, 研究资料较为缺乏, 部分历史过程尚无法准确还原。当时, 多家科研机构、数百位科研人员为这一重大科学技术的突破做出了卓越的贡献。这些也是研究项目开展过程中最直观的体现。本文从组织机构的变动和人员的管理模式方面切入分析该技术的研制历史过程。希望上述梳理和研究, 能够从科技史的角度, 为还原分离膜甚至是原子弹研制这一重大历史事件, 提供一种研究的视角。

## 参考文献

- [1] 沈志华. 苏联专家在中国 (1948-1960) [M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2015: 288.
- [2] 核工业部神剑分会. 秘密历程[M]. 北京: 原子能出版社, 1985: 150-171.
- [3] 李 觉, 等主编. 当代中国的核工业[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 1987.
- [4] 本报讯. 国家科委审查批准一百一十三项发明奖[N]. 人民日报, 1985-12-24(3).
- [5] 金雪华. 纪念乙种分离膜制造技术启动 50 周年大会召开[N]. 中国冶金报, 2010-4-24(A01).
- [6] 长沙市志编纂委员会 编. 长沙市志(第十二卷)[M]. 湖南出版社, 1996: 360.
- [7] 刘运明. 中南工业大学校史[M]. 长沙: 中南大学出版社, 2012: 93.
- [8] 黄培云 口述, 郑 艳 访问整理. 黄培云口述自传[M]. 湖南教育出版社, 2011: 195.
- [9] 中国原子能科学研究院 编. 铺路石: 李毅回忆文选[M]. 中国原子能科学研究院, 1997: 86-95.
- [10] 院史办 编. 中国原子能科学研究院简史 (1950-1985) [M]. 北京: 原子能出版社, 1987: 22-37.
- [11] 席学武, 杨新英. 愿得此身长报国——记中国工程院院士钱皋韵[J]. 中国核工业, 2016 (11): 48-54.
- [12] 首钢长治钢铁有限公司 编. 百年陆达 1914.12.18-

- 2014.12.18[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2014: 1-62.
- [13] 钢铁研究总院院志编委会 编. 钢铁研究总院院志第一卷 (1952-1985) [M]. 北京: 钢铁研究总院院志编委会, 1986: 37.
- [14] 中共中央文献研究室. 建国以来重要文献选编·第十四册[M]. 北京: 中央文献出版社, 1997: 511-523.
- [15] 金大康. 上海粉末冶金工业的发展历史与现状[J]. 粉末冶金技术, 1987(03): 129-136.
- [16] 刘晓东 主编. 师韵——北科大走出的院士[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2012: 166.
- [17] 中国科学院院士工作局 编. 科学的道路 (下) [M]. 上海: 上海教育出版社, 2005: 1836.
- [18] 《嘉兴院士》编辑委员会 编. 嘉兴院士[M]. 浙江大学出版社, 2015: 96.
- [19] 《中国电力百科全书》编辑委员会, 编辑部 编. 中国电力百科全书 核能发电卷 第3版[M]. 北京: 中国电力出版社, 2014: 399.
- [20] (英) J.D. 贝尔纳. 科学的社会功能[M]. 北京: 商务印书馆, 1982: 12-77.

## From Decentralization to Centralization: A Preliminary Study on the Organizational Work in the Research of B-type Metal Ultrafiltration Membrane Used for Enriching Uranium

Cao Yu, Jin Shixiang, Qian Wei

(Institute of Culture Heritage and History of Science & Technology, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

**Abstract:** The B-type metal ultrafiltration membrane was the earliest production which was used for the gaseous diffusion process in Chinese nuclear industry many years ago. During the development of this component, the management organization of the project has undergone several changes. Initially, many institutes were separated from each other. At the end of 1961, in order to develop qualified products as soon as possible, all institutes cooperated with each other and jointly tackled the problems, and the researchers were concentrated in the Powder Metallurgy Laboratory which belongs to the Iron and Steel Research Institute ('ISRI'). All levels of the communist of China party group played a leadership role, and formed the organization management system which led by Party Group of China's Communist Metallurgical Industry, the Party Group of China's Communist ISRI and the Party Group of China's Communist Powder Metallurgy Laboratory. At the same time, with the promotion of scientific research task, researchers have gradually developed the "core group" responsibility system in the lab. This organization method and management system play important roles in the successful development of the B-type metal ultrafiltration membrane.

**Keywords:** modern technology history; uranium enrichment; the B-type metal ultrafiltration membrane; organization and management; the atomic bomb