李丽娟：绽放在高原盐湖的锂锑玫瑰

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/39530.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

李丽娟：绽放在高原盐湖的锂锑玫瑰
。锂，素有“白色石油”之称，是支撑现代新能源产业的核心元素，小到手机电池，大到电动车电芯，都离不开这颗“轻盈”的金属。然而上世纪八十年代，我国虽坐拥丰富的盐湖锂资源，却因提锂技术被“卡脖子”，宝贵的资源只能沉睡在高原卤水中。

破解这一困局的，是来自中国科学院青海盐湖所的研究员——李丽娟。她用四十年光阴，从苦涩的盐湖卤水中“钓”出锂的精华，让曾经卡脖子的“微小元素”，变成了中国锂电产业自主可控的“硬核底气”，也因这份坚守与成就，获评2025年中国科学院年度感动人物。



李丽娟在西台吉乃尔盐湖开展考察。受访者本人供图。

磨剑十年，扎牢科研根脉

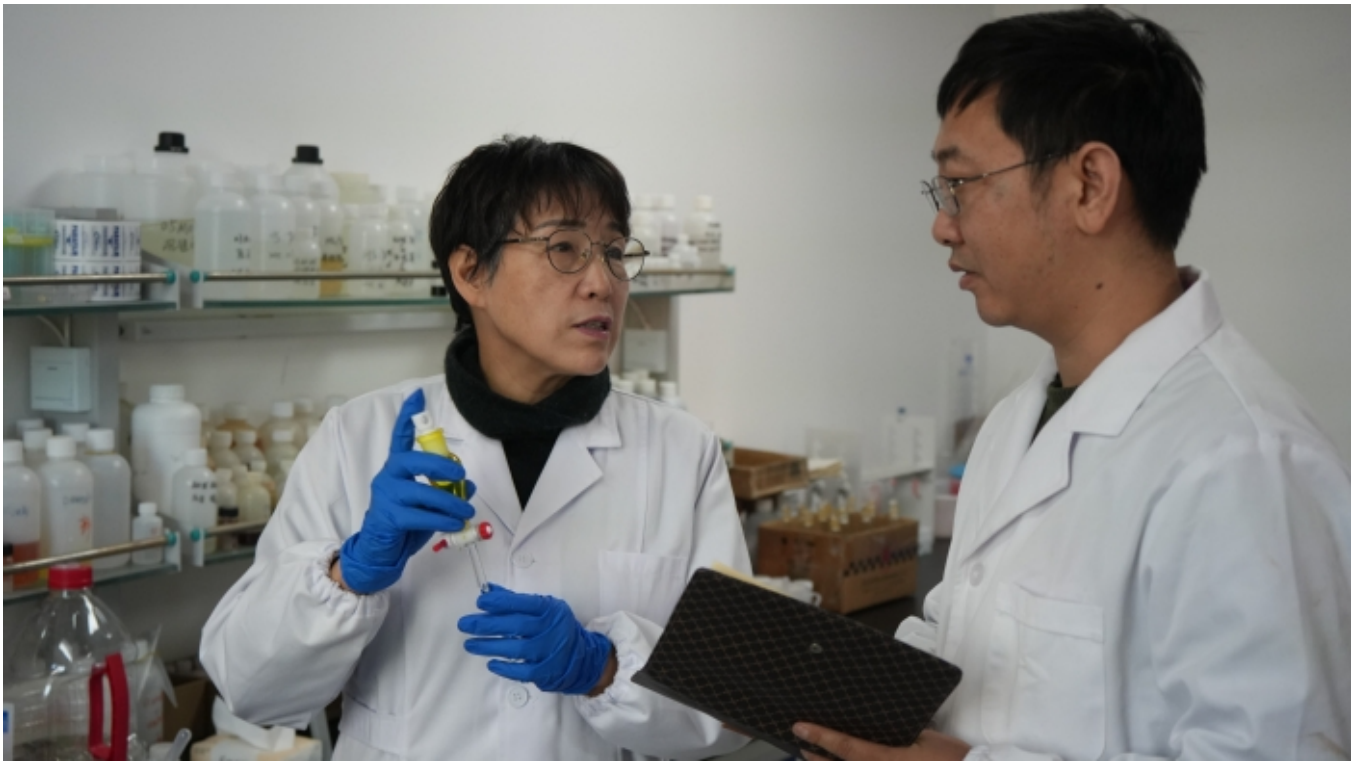
1984年，刚从青海大学无机化工专业毕业的李丽娟，凭着专业成绩第一的实力，被盐湖所高世扬院士和陈敬清所长亲自选中，成为盐湖所第四研究室“ 萃取组 ”的一员。

初到盐湖，苍茫辽阔的盐湖风光背后，实验室条件的简陋远超想象。而她接到的第一个科研任务，竟是洗三个月的瓶子。“ 老师说，分析是科研的眼睛，瓶子洗不干净，数据就不准，这双眼睛就瞎了。 ”李丽娟笑着回忆，尽管起初满心委屈，寒窗苦读却终日与洗洁精、分液漏斗为伴，但李丽娟还是沉下心来，一遍遍清洗器皿，直到所有器皿都光洁如新、滴水不挂珠。

三个月洗瓶生涯结束，等待她的是更严苛的训练：标定容量瓶、校准滴定管，用老式天平称样时，盯着晃个不停的指针练到精准读出小数点后四位。经过整整一年的试用期，她最终以盲样分析全优的成绩转正，成为一名合格的科研技术员。

刚转正，她便接到首个实战任务，奔赴甘肃白银公司参与萃取提锂半工业实验。在白银公司的三个月，她独挑分析大梁，每天面对成百上千个样品，用分光光度计、容量法逐一检测锂、钠、钾、钙、镁等元素，手工记录、计算数据，忙到深夜是家常便饭。

“ 那时候没有电子分析设备，全靠眼睛看、手算，读错一个数，所有工作都白做。 ”李丽娟说，那段日子的磨砺，让她练就了一手过硬的分析本领，更让她懂得，科研从来没有捷径，唯有脚踏实地。



李丽娟与团队成员探讨实验过程中出现的异常情况。受访者本人供图。

廿载求索，破解锂镁“ 卡脖子 ”难题

1989 年，李丽娟迎来职业生涯的首个重大挑战——大柴旦盐湖 50

吨级萃取提锂中试。彼时，她带领团队摸索出的 TBP 萃取体系，在实验室和半工业实验中效果斐然，在省内引起不小轰动，可到了产业化现场，却遭遇了致命的卡脖子问题：盐湖卤水氯离子浓度高达十几摩尔每升，金属设备无法使用，而当时唯一可用的 PVC 材质，竟会被 TBP 萃取剂溶胀。

“ 三个月，就三个月，萃取槽全鼓包变形了，PVC 杂质混进有机物里，萃取率直接崩了。 ” 李丽娟想起当时的场景，语气里仍带着些许惋惜，这个被寄予厚望的项目，最终无奈暂停。这一停，就是近二十年。期间，盐湖所经历三期创新改革，有人在 “ 出国潮 ” 中去了欧美，有人选择留在内地的大都市，三分之一的科研人员流失，“ 萃取组 ” 只剩她一人坚守。可她从未放弃对萃取提锂技术的研究，始终关注着国内外萃取剂和设备材质的发展。

2008年，中国科学院上海有机所袁承业院士的到来，为这项技术带来了新的曙光。袁院士带着院士咨询报告找到盐湖所，直言 “ 中国盐湖提锂技术必须搞上去，不能让宝贵资源白白浪费 ”，并点名让李丽娟接手萃取法研究。

此后九年，李丽娟开启了西宁、上海两地跑的日子，她带着团队入驻上海有机所。针对TBP 体系不稳定、易降解的缺陷，他们合成上百种磷酸酯类化合物、数十种N523 和双酮类化合物，反复筛选后，终于找到适合不同卤水体系的新型萃取剂。

针对设备材质问题，他们历经无数次试验，发现PPH 和 PP 材质能完美适配盐湖卤水环境；考虑到青海当地的操作条件，他们对比离心机、箱式萃取塔等多种设备，最终确定箱式萃取槽为产业化设备。

技术突破了，推广之路却步履维艰。企业的质疑、同行的低价竞争，让李丽娟团队屡屡碰壁。上市公司常以 “ 技术免费 ” 的方式低价竞标，转让费压至极低，甚至提出 “ 以技术入股才肯收购 ” 的苛刻条件，但李丽娟始终没有退缩。

她带领团队与中蓝连海设计研究院有限公司合作，通过公开招标方式，在全行业范围内遴选技术合作方。经过两轮由业内专家参与的严格评估评审，最终被中信国安择优选定中国科学院青海盐湖研究所提出的绿色高效萃取分离提锂技术方案，为项目顺利实施明确了技术路径。

在此基础上，团队以 “ 技术+资金 ” 联合投标的方式中标中信国安项目，仅用3个月完成设计、9个月实现投产，建成年产6000吨的碳酸锂生产线，并于2025年扩产4000吨，累计形成年产1万吨的规模。该产线产品已供应比亚迪、宁德时代等国内头部电池企业，为我国新能源汽车产业发展提供了重要原料支撑。

在攻克锂萃取技术时，李丽娟也关注到盐湖钾肥生产中产生的氯化镁副产物，这类 “ 镁害 ” 既浪费资源又污染环境，而国内高端六角片状氢氧化镁还被日韩垄断，市价超3万元/吨。她接手研发后，发现粒径和形貌控制难度大，先以氢氧化锂为改性剂做出合格产品但成本过高，后经反复试验用氢氧化钠替代，还联合厂家用乳化机解决粒径难题，成功研发出国产产品，成本仅1万元左右，彻底打破国外垄断。

废矿变宝，筑牢钾肥安全

李丽娟的科研脚步，从未只停留在青海盐湖。在云南江城，中老越三国交界的边陲之地，藏着中国独一无二的宝藏——勐野井钾石盐矿，这是国内唯一的古生代固体钾盐矿床，氯化钾储量超千

万吨。

然而，这片“白色粮仓”长期困于低品位、高含泥的顽疾。2005年前后，当地钾肥企业举步维艰。大量宝贵钾资源随废矿丢弃，生产成本居高不下，设备陈旧、工艺落后，企业连年亏损，濒临破产。当地政府与企业四处求援，最终将希望投向了远在青海、深耕盐湖资源综合利用的李丽娟团队。

彼时的李丽娟，已是青海盐湖研究所有名的“技术尖兵”，接到云南邀约时，她正带领团队攻克青海盐湖提锂难题，但国家钾肥安全的重任，让她毫不犹豫接下了这块“硬骨头”。“江城钾矿是中国独一份的固体钾矿，守不住它，就是对不起国家和这片土地。”

等待他们的不仅是远超预期的技术难关，还有炎热的天气和蚊虫肆虐的环境。江城钾矿的“高粘土、低品位”特性，让国内外现有工艺全部失效——粘土会包裹钾矿物，阻碍浮选药剂作用，还会造成矿浆粘稠、设备堵塞，传统脱泥技术要么效率低，要么流失大量钾资源。

李丽娟带领团队白天泡在矿区，蹲在矿堆旁取样、观察矿石结构，钻进闷热的生产车间记录工艺参数，一待就是一整天，晚上回到简陋的实验室，反复分析样品、调试药剂配方、优化工艺流程，常常忙到深夜。

为了找到适配的高效浮选药剂，她带领团队做了上百次试验，筛选数十种药剂组合，经过无数次试验、优化、再试验，2008年，李丽娟团队终于攻克变革性高效浮选技术，首创“水力旋流深度脱泥+高效选择性浮选”工艺并研发出适配江城钾矿的专用浮选药剂体系，不仅让钾回收率从55%大幅提升至82%，使原本被丢弃的废矿成为优质原料，资源利用率翻倍，并且协助企业建成年产1万吨氯化钾工业示范装置，于2009年成功试车投产。

这一技术突破带来了翻天覆地的变化，不仅让濒临破产的钾肥企业起死回生，年创收近亿元，解决当地数百人就业并带动边疆经济发展，更让国内唯一的固体钾矿焕发新生，填补了我国低品位固体钾矿高效开发的技术空白，同时走出国门成为老挝等东南亚国家钾矿开发的“中国样板”，助力海外形成300万吨钾肥产能。

如今的李丽娟，虽已到退休年龄，却仍被盐湖所一再挽留，依旧每天泡在实验室、扎在项目现场。当高薪橄榄枝一次次伸向她时，她都一一婉拒。“我的根在盐湖。”李丽娟笑着说，她忘不了盐湖所的培养，忘不了跟了她二十多年的团队，更忘不了那片苍茫的盐湖，“在外地，生活条件再好，可心里总觉得少点什么，回到盐湖，看到那片白花花的盐滩，所有的烦心事都没了。”

作者：叶满山 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发