

# 更便宜更清洁 盐湖提锂有新招

■本报见习记者 刘如楠 记者 甘晓

近日,中科院过程工程研究所研究员齐涛、朱兆武团队自主研发的西藏、青海盐湖提锂新技术科技成果评价会在北京举行。由中科院院士、清华大学教授费维扬担任组长的评价专家组认为,两项新技术流程短、成本低、环境友好、经济效益显著,为盐湖资源的高效清洁利用提供了新途径,建议进一步加强工业示范,积极推广应用。

这意味着我国锂盐生产过度依赖进口的现状将得到很大改善。“当前锂盐生产对外依存度超过70%,由此带来的高成本直接拉高了新能源车、手机电池等的价格。待新技术实现规模化应用后,其成本会大幅降低。”评价会现场,朱兆武告诉《中国科学报》。

## 没有“包打天下”的提锂技术

作为关键的能源金属,锂在电子器件、新能源车以及储能领域应用广泛。近年来,我国锂消费增速明显,从10年前的11.3万吨增长至目前的30多万吨,预计2030年将增至100万吨以上。

前景看好下的“隐忧”是高度依赖进口。“我国进口锂矿石的运输成本很高,到货后还需要再次加工提炼,其氧化锂的品位最高在8%左右,这意味着剩下多达90%是杂质,算下来总成本达15万元/吨。到了终端产品的新能源车,价格肯定更贵。此外,加工过程中使用的高浓度盐酸还会带来较重的环境污染问题。”朱兆武说。

其实,我国锂资源并不缺乏,储量约占世界总储量的7%,位居第4。其中,80%以上的可开采锂资源储存在青海和西藏盐湖。遗憾的是,由于青海盐湖镁资源含量高、锂镁分离困难,西藏的地理位置和自然环境等原因,虽然有产业化技术,但成本偏高。“不同盐湖组

## 中国城市地下空间

发展蓝皮书发布

# 向高水平科技自立自强迈出坚实步伐

## ——2021年中国科技进展述评

■潘教峰

## 中国科技回眸·展望

2021年是党和国家历史上具有里程碑意义的一年。我们隆重庆祝中国共产党成立一百周年,实现第一个百年奋斗目标,开启了向第二个百年奋斗目标进军新征程。科技受到空前重视,党和国家把科技创新摆在国家发展全局的核心地位,中国科技发展迎来了又一个春天。科技界紧紧围绕实现高水平科技自立自强,在基础研究、战略高技术、民生健康科技等领域取得重大突破,国家创新体系效能显著提升,为经济社会高质量发展提供了强劲动力,为实现“十四五”良好开局交出了一份亮眼的成绩单。

这一年,两院院士大会和中国科协第十次全国代表大会胜利召开,习近平总书记出席会议并发表重要讲话,为我国科技创新指明了战略方向,提供了根本遵循。

这一年,立足支撑引领现代化强国建设,颁布《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》,聚焦五年经济社会发展,编制“十四五”国家科技创新规划,科技创新战略规划整体布局形成。

这一年,国家科技力量进一步壮大,科技评价改革持续完善,人才培养体制机制不断创新,创新生态日益优化,科学家精神得到大力弘扬,科技法制化建设取得新进展,新修订的科技进步法审议通过。

这一年,我国科技实力在量的积累迈向质的飞跃、从点的突破迈向系统能力提升的征程上又取得了新成就。

——基础研究和原始创新取得重要进展。中国科学院合肥物质科学研究院的“人造



青海柴达木兴华锂盐有限公司盐田。张健供图

分不同,如含镁量、浓度、酸碱度、温度等,很难有一种提锂技术可以‘包打天下’,因此需要针对盐湖自身的资源禀赋,开发相应的提锂技术。”朱兆武说。

## 新技术实现锂收率大于95%

在我国可开采锂资源中,青海柴达木盆地高镁盐湖锂资源占50%以上,但由于锂镁分离困难,目前资源利用率不足20%。

“已有的膜分离技术、吸附耦合技术和传统溶剂萃取技术普遍存在投资大、成本高、收率低等缺陷。我们当时考虑,是否可以对已有技术进行改进,开发出高效分离的技术呢?”朱兆武说。

基于团队多年的溶剂萃取研究基础,朱

兆武和齐涛等在深入解析传统萃取体系机理的基础上,开发了多组份协同溶剂萃取—水反萃清洁提锂新技术,实现锂收率大于95%。“与以往用盐酸反萃不同,我们采用水反萃,能够有效避免设备腐蚀、有机相降解等问题。萃取有机相可以直接循环利用,大幅减少淡水消耗和排放费用。”他说。

2021年4月,团队与青海柴达木兴华锂盐有限公司、上海意定新材料科技有限公司合作,在青海柴达木盆地大柴旦盐湖矿区先后利用新型萃取体系,在年产50吨中试线及年产8000吨碳酸锂工业生产线上成功运行。截至目前,已生产1400余吨氯化锂产品,体系运行平稳。

与传统工艺(高酸反萃)相比,新技术的单条生产线碳酸锂实际产量提高一倍以上,每吨碳酸锂的直接生产成本降低万余元。按照目前碳酸锂价格计算,预计8000吨/年生产线年净利润达10亿元以上。



12月27日,国家轻量化材料成形技术及装备创新中心汽车轻量化中心在山东烟台高新区正式启用。图为技术人员在调试三坐标测量仪。

该中心拥有100万冲次/年超高速超高压成形生产线、80万冲次/年超高速超高压成形生产线、镁铝合金挤压成形生产线,以及高性能金属材料成形实验室、高功率激光加工实验室、智能模具实验室等,旨在打造全国领先的汽车轻量化材料研发生产基地。

图片来源:视觉中国

回陷区的大范围全覆盖声学巡航探测,这是我国深海科考装备的重大突破,标志着我国全海深无人潜水器正式跨入万米科考应用新阶段,对全面认识海洋和深海资源开发利用有深远影响。

——科技有效支撑抗击新冠肺炎疫情防控。新冠肺炎疫情、抗体和药物研发方面取得重大进展。中国新冠灭活疫苗Ⅲ期临床试验结果在国际期刊《美国医学会杂志》发表,这是全球首个正式发表的新冠灭活疫苗Ⅲ期临床试验结果。一款具有我国自主知识产权的新冠肺炎治疗性抗体新药JS016已完成国际多中心Ⅱ期临床试验,正在积极推进Ⅲ期临床试验,安全有效性获世界认可。这些成绩既是我国抗击新冠肺炎疫情、提振信心的重大成果,也是中国科技对世界新冠肺炎疫情防控作出的重大贡献。

——民生科技领域取得世界级重大成果。中国科学家在人工合成淀粉方面取得重大颠覆性、原创性突破——国际上首次在实验室实现二氧化碳到淀粉的从合成功。这是中国科学家在0到1的原始创新,将会带来农业革命,粮食从工厂里生产出来的梦想在不远的将来可能成为现实,为从根本上解决人类的粮食安全问题开辟了新途径。

——国际科技开放合作取得重大进展。“中国天眼”500米口径球面射电望远镜(FAST)正式对全球天文学家发出邀约,征集观测申请。中国国家航天局和俄罗斯国家航天集团公司发布《中国国家航天局和俄罗斯国家航天集团公司关于合作建设国际月球科研站的联合声明》。这些进展体现了我国科学界开放合作的理念,以及构建人类命运共同体承诺的实践。

从今年这些重大科技突破中,我们能深切感受到科技发展的两个驱动力,一个是受到科学技术知识体系内在的矛盾驱动,

## 卤水直接制备电池级碳酸锂

与青海相比,西藏的工业基础更为薄弱,不能大规模使用强酸强碱等危险性较大的化工原料,且电力和淡水资源缺乏,诸多因素叠加导致其提锂技术发展极为缓慢。

但西藏有得天独厚的优势,盐湖含镁量低,多为碳酸型盐湖,锂资源平均品位较高。其中储量最大的结则茶卡盐湖和扎布耶盐湖占藏区盐湖总储量的30%左右,分别有200万吨和180万吨(碳酸锂当量)。

“这里的条件非常适合一次提锂,也就是说,只要能打通生产线,进来盐湖卤水,出来就是碳酸锂原料,可以直接用于制备电池、陶瓷、药物等产品。”朱兆武介绍。

经过多年试验研究,齐涛、朱兆武团队自主研发出碳酸盐型盐湖多官能团整合萃取—三相反应提锂技术,通过“预处理—萃取—反萃—热解”等工艺流程,首次在西藏地区实现了卤水直接制备电池级碳酸锂。工艺流程中构建钙循环、碳循环、水循环和萃取体系循环四类循环体系,与其他技术相比,能耗、物耗、水耗均处于较低水平,清洁度高。

2021年8月,团队与西藏国能矿业发展有限公司、上海意定新材料科技有限公司合作,在西藏结则茶卡盐湖矿区建成了全球最高海拔(4600米)的电池级碳酸锂中试生产线,于10月底完成全部试验。产品综合收率90%以上,碳酸锂产品纯度99.5%以上,生产了数吨准电池级碳酸锂产品,并打通了全部工艺流程。

西藏国能矿业发展有限公司总经理曾云表示,“未来我们将在中试生产基础上,启动结则茶卡1万吨/年碳酸锂生产线建设,逐步构建西藏地区盐湖提锂资源高效、清洁、规模化利用产业体系,支撑我国新能源战略可持续发展,有效缓解锂资源进口依赖,保障国家锂资源安全。”

## 发现·进展

中科院西北生态环境资源研究院

# 发布中国38年积雪面积遥感数据集

本报讯(记者崔雪芹)近日,中科院西北生态环境资源研究院科研团队基于1981年至2019年AVHRR遥感数据,发展了集成云雪区分、积雪识别和云下积雪恢复的反演算法,并制备了38年中国逐日无云5公里积雪面积数据集。目前,该数据集已在国家冰川冻土沙漠科学数据中心在线发布。相关研究成果发表于《地球系统科学数据》。

积雪面积是研究水文和气候变化的重要因子,也是气候变化的指示器,对地表能量平衡、水体通量、水文过程、大气及其海洋环流等具有显著影响。1978年卫星数据观测表明,北半球积雪持续减少;模型模拟结果表明,温度每升高1℃,北半球积雪面积缩减100万至280万平方公里。在全球升温背景下,一套长时间序列的高空间分辨率积雪面积遥感产品对于气候变化及其反馈研究具有重要意义。

研究人员发展的算法通过云雪区分方案和改进判别阈值有效解决了云雪混淆问题,运用多级决策树分类算法提高了积雪判别人工精度,采用隐马尔科夫模型构建时空立方体解决了云下积雪恢复问题,展示了数据集的制备流程。应用地面实测积雪数据和更高分辨率的遥感影像对产品进行验证的结果表明,产品总体精度达到86.1%,高于国际同类产品的总体精度(71.8%)。

该数据集将为剖析我国气候变化背景下的积雪时空分布及其对水文、气候、生态的影响提供支撑。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.5194/essd-13-4711-2021>

复旦大学公共卫生学院

# 发现PM2.5暴露增加非洲婴儿低出生体重风险

本报讯 近日,复旦大学公共卫生学院教授阙海东课题组带领坦桑尼亚来华留学博士研究生Jovine Bachwenkizi等研究发现,孕期暴露于细颗粒物(PM2.5)会对婴儿早产和低出生体重产生显著不利影响。该研究不仅提供了非洲地区空气污染与出生结局的流行病学证据,也为未来在类似低收入国家开展空气污染与健康研究提供了一定的思路。相关研究成果发表于《环境国际》。

阙海东介绍,早产(妊娠满28周至不足37周)与低出生体重(婴儿出生体重小于2500克)是最常见的不良出生结局,常用来作为婴儿生长过程中发病率和死亡率的重要预测指标。据世界卫生组织估计,全球每年有超过2000万儿童属于低出生体重,约占出生总数的20%;每年婴儿早产数约为1500万,约占出生总数的11%。随着医疗和社会经济水平的进步,全球低出生体重和早产发生率逐年下降,但撒哈拉以南的非洲始终是上述结局发生率最高的区域。

该研究共收集了约14万例符合分析需求的婴儿出生记录,其中观察到13214例婴儿低出生体重(10%),4377例早产(3.3%)。研究发现,孕期暴露于PM2.5可显著升高非洲多国家婴儿低出生体重和早产风险,PM2.5浓度每立方米升高33.9微克,可显著升高28%的婴儿低出生体重风险和8%的早产风险;在非洲不同区域,PM2.5暴露与低出生体重的关联均保持稳健,而PM2.5的影响仅存在于非洲西部和非洲南部。通过分层分析研究发现,PM2.5更为显著地影响了女婴的低出生体重,而PM2.5对早产的影响则在更高年龄段的产妇中更为明显。此外,研究还估算了PM2.5对出生体重绝对值的影响,PM2.5浓度每立方米升高33.9微克,婴儿出生体重约下降47克。

阙海东表示,上述观察性研究结果需要后续的毒理学证据支持,更需持续关注其他空气污染物物的健康效应。(孙国根 黄辛)

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107053>

北京清华长庚医院等

# 中国首例钇90微球治肝癌效果显著

本报讯(记者倪思洁、张思玮)“根据术后2个多月的检查结果显示,患者肝部肿瘤明显缩小,从原来的10.81厘米缩小到1.8厘米,获得了进一步手术机会并彻底根治的可能性。”近日,在由中国科技新闻学会健康传播专委会主办的“健康传播与创新医疗专家汇——‘钇时代’的肿瘤治疗媒体沙龙”上,中国工程院院士、北京清华长庚医院院长董家鸿领衔的专家团队发布了中国首例特准钇90树脂微球介入治疗肝癌患者的最新情况。

9月28日,董家鸿联合团队在海南博鳌超级医院实施了钇90树脂微球精准介入手术。

董家鸿介绍,对患者术后的最新随访显示,作为原发性肝癌特异性标志物的甲胎蛋白(AFP)指标,已经从术前的180446ng/ml降为目前的1469ng/ml(正常参考区间是0-7ng/ml),肝功能正常。此外,参考用于预测肿瘤复发风险的异常凝血酶原(PIVKA-II)指标,患者术后两个月达到27mAU/ml(术前11082mAU/ml),意味着患者未来肿瘤复发的可能性很低。

董家鸿表示,本次手术对于患者的缩瘤效果非常显著,“中国首例钇90树脂微球肝癌精准介入手术成功实施以及患者初步良好的治疗效果给予我们医生以及肝癌患者极大的信心、力量 and 希望,同时也标志着中国肝癌恶性肿瘤治疗领域迎来全新国际化精准介入内放射治疗方案,具有开创性的里程碑意义”。

据悉,中国每年肝癌新发病例达40万例,占全球肝癌新发病例一半以上。多数患者被诊断时已是中晚期,只有20%至30%的肝癌患者可以通过手术切除,且5年内复发率仍高达60%至70%。钇90树脂微球等介入治疗方法是国际上中晚期肝癌患者的非根治疗法。目前,钇90树脂微球已在全球超过50个国家和地区累计治疗超过12万人次,无明显不良反应。

(作者系中国科学院科技战略咨询研究院院长)