

10/2017

(总第10期)

矿冶科技

矿产资源 | 先进材料 | 先进制造 | 环境保护



矿冶科技

MINING & METALLURGY

TECHNOLOGY

(月刊)

2017年第10期(总第10期)

主办: 有色金属矿产资源综合利用产业集群窗口平台

编辑: 周光华 安洪涛 李景

帅征修 邓秋凤 何鲁华 陈鹏

本期责任编辑: 邓秋凤

地址: 湖南省长沙市麓山南路

966号长沙矿冶研究院信息楼

邮编: 410012

出版日期: 2017年10月09日

免责声明: 本刊仅供学习交流之用, 版权归原作者所有。如果发布的内容侵犯了您的权益, 请联系 0731-88657186, 我们将及时删除!

目录

行业动态

国土资源科技创新平台建设方案审议通过	1
关注我国矿业政策的新变化及矿业跨国并购问题	2
环保部发布《关于推进环境污染第三方治理的实施意见》	5
资源环境承载能力红色预警区责任主体将被严惩	7
我国首部动力电池回收利用国家标准年底正式实施	8
2017年全球矿业市场六大特点	9
低碳发展将刺激相关矿产需求增长	14
环保压制需求 铁矿石弱勢难改	18
中国五矿在郴州市组建钨业集团 建立钨铋精深加工基地	19
甘肃将打造新材料研发和产业化基地	20
世界首艘深海采矿船完成船体安装	22
新西兰: 批准海底铁矿开采项目	22

技术发展

北京矿冶研究总院开发多项技术和设备	24
郑州所开展铁锰共伴生矿综合利用研究	25
高端钨铁硼磁材或成下一个风口	25
氢燃料接棒锂电池走强 三层面解析产业链投资机会	27
锂—液态多硫流动电池实现“再生”	28
中科院物理所石墨烯晶界输运性质研究取得系列进展	29

附录

金属市场价格走势(长江有色金属价格)	34
--------------------------	----

国土资源科技创新平台建设方案审议通过

9月21日下午，国土资源部召开第20次部长办公会议，审议并原则通过了《国土资源科技创新平台建设实施方案》。

会议指出，自2016年9月全国国土资源系统科技创新大会召开以来，国土资源科技创新工作取得了新的成就。国土资源科技创新平台聚集了一批优秀科技创新人才，承担了国家和国土资源系统的科技创新任务，研发出了一批重要的科技成果，在支撑、引领国土资源行业发展方面发挥了重要作用。但也存在创新平台布局结构不合理、领军人才和创新团队缺乏等问题，尤其在创建国家重点实验室上还未取得突破性进展。“十三五”期间，国土资源部要重点围绕实施“三深一土”科技创新战略，着力做好国土资源科技创新平台统筹规划、系统布局，进一步完善体制机制，打造科技创新要素聚集的高地，形成定位清晰、运行高效、开放共享、动态调整、协同发展的国土资源科技创新平台体系，促进国土资源科技创新能力提质升级。

《国土资源科技创新平台建设实施方案》聚焦国土资源科技创新平台面临的突出问题和短板，着力调整优化布局，加强规划部署，重点在创建国家级科技创新平台、发展国际科技合作基地、优化建强部级科技创新平台、创新运行管理体制机制等方面，提出了30项任务。具体包括，在创建国家级平台方面，聚焦“三深一土”优势，部署创建、筹建、谋划梯次建设国家实验室、国家重点实验室、国家技术创新平台等国家级平台；在部级科技创新平台建设方面，优化结构布局，建强现有部级科技创新平台，整合精减现有野外科研基地，新增创建技术创新平台，加强对地方特色、新兴领域的支持；在创新运行管理体

制机制等保障措施方面，健全科技创新平台运行与管理体制机制，促进开放共享，强化组织保障。

会议还研究了启动第八批国家地质公园和第四批国家矿山公园申报审批工作事宜。会议强调，要按照国土资源部支持深度贫困地区脱贫攻坚“翻箱倒柜、倾囊相助，切实加大政策力度支持”的要求，对国家确定的重点扶贫地区采取取消申报时间限制、增加申报名额的倾斜政策。（中国矿业网）

关注我国矿业政策的新变化及矿业跨国并购问题

近年来，矿产资源紧缺的现象日益加重，国际社会对矿产资源的争夺也日趋激烈。随着中国经济稳定增长，中国矿产资源的对外依存度也在不断攀升。在进一步引进外商投资并开展“一带一路”建设的大背景下，我国矿业政策包括司法观点上也发生了一些新的变化。

在矿业引进外资方面，最为引人注目的是 2017 年 6 月 28 日发改委和商务部共同发布的《外商投资产业指导目录（2017 修订）》。在该新版目录中，采矿业鼓励类包括 5 项，具体是：第一，石油、天然气的勘探、开发和矿井瓦斯利用。第二，提高原油采收率（以工程服务形式）及相关新技术的开发应用。第三，物探、钻井、测井、录井、井下作业等石油勘探开发新技术的开发与应用。第四，提高矿山尾矿利用率的新技术开发和应用及矿山生态恢复技术的综合应用。第五，我国紧缺矿种（如钾盐、铬铁矿等）的勘探、开采和选矿。

另外，该新版目录也制定了部分限制，包括：首先，石油、天然气（含煤层气，油页岩、油砂、页岩气除外）的勘探、开发（限于合资、合作）。其次，特殊和稀缺煤类勘查、开采（中方控股）。第三，石墨勘查、开采。第四，稀土冶炼、分离（限于合资、合作），钨冶炼。

针对采矿业，新版目录禁止类主要包括：（1）钨、钼、锡、锑、萤石勘查、开采；（2）稀土勘查、开采、选矿；（3）放射性矿产的勘查、开采、选矿；（4）放射性矿产冶炼、加工，核燃料生产。

在鼓励海外矿业投资方面，2017年8月4日，国务院办公厅转发国家发展改革委、商务部、人民银行、外交部《关于进一步引导和规范境外投资方向的指导意见》中指出：鼓励在审慎评估经济效益的基础上稳妥参与境外能源资源勘探和开发。同时，对鼓励开展的境外投资，要在税收、外汇、保险、海关、信息等方面进一步提高服务水平，为企业创造更加良好的便利化条件。

同时，2017年政府工作报告专门提到：支持外商投资企业在国内上市、发债，允许参与国家科技计划项目。在资质许可、标准制定、政府采购、享受《中国制造2025》政策等方面，对内外资企业一视同仁。地方政府可在法定权限范围内，制定出台招商引资优惠政策。另外指出地矿系统、有色冶炼、煤钢企业负债水平将下降，促进企业盘活存量资产，推进资产证券化，支持市场化法治化债转股，加大股权融资力度。

矿业基金方面，随着我国《私募投资基金管理暂行条例》（征求意见稿）顶层设计的出台，至此我国私募投资基金已形成一法、一例、两规、三办法、七指引相对较为完整的监管体系，我国私募基金也完成了从野蛮生长到规范有序的变迁。针对采矿业而言，之前有过矿业风险勘探基金、“一带一路”矿业产业发展基金，也有一些纯民间的矿业投资基金，但总体规模相对较小，相信未来会迎来一个较大的发展。

2017年7月27日，最高人民法院召开新闻发布会，正式发布了《关于审理矿业权纠纷案件适用法律若干问题的解释》，这对现在乃至未来发生的诸多矿

业权流转将会起到很大的指引作用。

当前，在我国矿业并购实务中应该注意的是，首先，并购模式的变化。海外并购中，中国企业以占有多数股权为特征的并购模式正在发生变化，收购少数股权、与被收购方签署产量包销合同或达成涉及控股公司的多年期协议等新模式纷纷出现。如中国武汉钢铁对加拿大矿业公司 ConsolidatedThompson 的投资、河北钢铁对加拿大铁矿石企业 Alderon 的投资，均涉及对上市公司少数股权的收购以及对矿产项目权益的直接投资。新模式下，中国企业可在不触发要约收购的情况下获得较高的实际项目收益。未来矿业资产仍将是中國海外收购的重点，虽然全盘买断的机会依然存在，但其他收购模式将越来越多地被采用。

其次，并购的法律尽职调查。在矿山并购交易中，不同于其他行业的法律尽职调查，其特殊性主要体现在律师要着重调查：一是勘查许可证或采矿许可证的相关情况。二是目标企业矿业权是否存在权利负担或限制的调查。三是对目标矿区资源的调查。四是对能源矿业企业安全生产情况的调查。五是环保问题。这些都属于矿山交易中尽职调查的个性内容，当然，一般所有尽职调查中的共性内容依然不容忽视。

第三，并购后的公司治理。很多中国企业不太讲究公司治理结构的，基本是“一言堂”：听董事长的，董事长搞不定的事情，董事长自然会去找市长。但在跨国并购中，常常容易出现中国企业真金白银投入，解救了被收购公司的经营困境，成了大股东，却发现无法全部控制公司等情况。

分手费和反向分手费。出于对国际性并购交易确定性的追求，出现了分手费（卖方）和反向分手费（买方）的概念。通常在繁杂的并购交易文本中，交易双方都会对分手费和反向分手费的触发条件做详细的约定，但对拟走出国门

的中国企业而言，在谈判此项条款时要特别注意：（1）获得中国政府的审批是否与支付分手费/反向分手费挂钩？（2）分手费/反向分手费支付的计算基础；（3）分手费/反向分手费需要与其他交易保护机制相结合。

需要着重强调的是，在跨国矿山并购案中“VIE”模式的慎用。这是主要针对外资进入中国限制或禁止性行业而言。尽管从1999年新浪海外上市第一家采用协议控制模式至今，内地许多公司海外上市都走了这条路径。但2015年1月，商务部曾发布《中华人民共和国外国投资法（草案征求意见稿）》（下称“《草案》”）公开征求意见。该《草案》在依据注册地标准对外国投资者予以定义的同时，引入了“实际控制”的标准，即受外国投资者控制的境内企业，视同外国投资者，将协议控制明确规定为外国投资的一种形式。未来如果该《草案》正式成为法律，VIE架构将可能面临严峻的挑战。（中国有色金属报）

环保部发布《关于推进环境污染第三方治理的实施意见》

环境保护部近日印发了《环境保护部关于推进环境污染第三方治理的实施意见》（简称《实施意见》）。

《实施意见》主要围绕加快实施大气、水、土壤污染防治行动计划，实现环境质量改善，以环境污染治理“市场化、专业化、产业化”为导向，推动建立排污者付费、第三方治理与排污许可证制度有机结合的污染治理新机制的总体思路和目标制订。

环境保护部规划财务司有关负责人介绍，针对目前在环境污染第三方治理推行过程中，污染治理责任不明晰的问题，《实施意见》明确界定了污染治理责任，指出排污者承担污染治理主体责任，第三方治理单位按有关法律法规和标准以及排污单位的委托要求，承担相应的法律责任和合同约定的污染治理责

任。第三方治理单位在有关环境服务活动中弄虚作假，对造成的环境污染和生态破坏负有责任的，除依照有关法律法规规定予以处罚外，还应当与造成环境污染和生态破坏的其他责任者承担连带责任。另外，针对情况比较特殊的环境污染治理公共设施和工业园区污染治理领域，《实施意见》特别提出，政府作为第三方治理委托方时，因排污单位违反相关法律或合同规定导致环境污染，政府可依据相关法律或合同规定向排污单位追责。

为解决目前第三方治理行业不规范的问题，《实施意见》提出了加强监管执法和鼓励第三方治理信息公开，构建第三方治理信息平台，鼓励第三方治理单位在平台公开相关污染治理信息，各级环境保护部门可依法依规公布治理效果不达标、技术服务能力弱、运营管理水平低、综合信用差的第三方治理单位名单。

为使第三方治理模式较好落地，要创新第三方治理机制和实施方式，在京津冀、长三角及珠三角等重点区域探索实施限期第三方治理以及效益共享型环境绩效合同服务模式，鼓励第三方治理单位提供环境综合服务。以工业园区等工业集聚区为突破口，鼓励引入第三方治理单位，对区内企业污水、固体废弃物等进行一体化集中治理，并支持第三方治理单位参与排污权交易，以多种形式实践第三方治理模式。

针对目前政策不完善，对第三方治理缺乏有效支持的问题，《实施意见》提出要加强政策支持和引导，鼓励绿色金融创新，探索引入第三方支付机制，依法依规在环境高风险领域建立环境污染强制责任保险。以大气、水、土壤污染防治领域为重点，积极开展第三方治理试点示范。有针对性地建立第三方治理试点项目储备库，编制发布第三方治理典型案例目录，帮助和引导排污企业

开展第三方治理工作，并及时推广成熟经验及做法。

第三方治理在提高污染治理效率、降低污染治理成本、促进环保产业健康发展及推动环境质量改善方面的优势已逐步显现。《实施意见》的编制发布是环境保护部结合我国环保工作实际，顺应发展趋势，推动我国环境管理制度创新和改革的重要举措，对改善环境质量具有重要意义。（中国金属网）

资源环境承载能力红色预警区责任主体将被严惩

《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》20日对外公布。根据意见，超载等级最严重的红色预警区将面临最严格的区域限批，严重破坏资源环境承载能力的企业、管理不力的政府部门负责人、负有责任的领导干部等责任主体将受到严厉处罚。

根据中办、国办近日印发的《关于建立资源环境承载能力监测预警长效机制的若干意见》，资源环境承载能力分为超载、临界超载、不超载三个等级。根据资源环境耗损加剧与趋缓程度，进一步将超载等级分为红色和橙色两个预警等级、临界超载等级分为黄色和蓝色两个预警等级、不超载等级确定为绿色无警等级。并明确对红色预警区、绿色无警区以及资源环境承载能力预警等级降低或提高的地区，分别实行对应的综合奖惩措施。

根据意见，对红色预警区，针对超载因素实施最严格的区域限批，依法暂停办理相关行业领域新建、改建、扩建项目审批手续等；对现有严重破坏资源环境承载能力、违法排污破坏生态资源的企业，依法限制生产、停产整顿，并依法依规采取罚款、责令停业、关闭以及将相关责任人移送行政拘留等措施从严惩处，构成犯罪的依法追究刑事责任；对监管不力的政府部门负责人及相关责任人，根据情节轻重实施行政处分直至追究刑事责任；对在生态环境和资源

方面造成严重破坏负有责任的干部，不得提拔使用或者转任重要职务，视情况给予诫勉、责令公开道歉、组织处理或者党纪政纪处分；限期退出红色预警区。

对绿色无警区，研究建立生态保护补偿机制和发展权补偿制度，鼓励符合主体功能定位的适宜产业发展，加大绿色金融倾斜力度，提高领导干部生态文明建设目标评价考核权重。

意见同时提出针对水资源、土地资源、环境、生态和海域等单项评价要素的具体管控措施。（中国钢铁新闻网）

我国首部动力电池回收利用国家标准年底正式实施

《车用动力电池回收利用拆解规范》（以下简称《拆解规范》）将从 2017 年 12 月 1 日起正式实施，这是由工信部提出的国内首个关于动力电池回收利用的国家标准，明确指出回收拆解企业应具有相关资质，进一步保证了动力电池安全、环保、高效的回收利用。2018 年 2 月 1 日起，《车用动力电池回收利用余能检测》等 3 项动力电池新国标也将正式实施。

随着较为完善的国标体系构建，动力电池回收和梯次利用的无序状态有望改变。《拆解规范》对废旧动力电池回收利用的安全性、作业程序、存储和管理等方面进行了严格要求，在一定程度上解决行业性的发展难题，规范了我国车用动力电池的回收利用及拆解、专业性技术及动力电池回收体系。

国内动力电池将在 2020 年前后进入报废高峰，累计报废量达到 12 万-17 万吨，而 2016 年实际拆解回收不足 1 万吨。由于动力电池中正极材料、电解质处理不当对环境污染巨大；同时，我国必须通过回收利用来缓解对钴等稀缺金属的严重对外依赖，所以，动力电池回收将成为国内新能源汽车发展的关键。（中国电池网）

2017 年全球矿业市场六大特点

2017 年至今，全球矿业市场呈现以下特点：一是基本金属市场短缺加剧，社会库存持续走低；二是多数产品价格持续上涨，铜锌表现最为强势；三是矿业公司业绩继续改善，半数企业利润增长超过一倍；四是矿业投资整体谨慎，但有个别企业开始内涵式扩张；五是矿业并购市场略有降温，而中资企业仍是市场最主要的参与者；六是机构预期短期行业形势乐观，矿业公司则对铜中长期看好。

一、主要产品市场短缺加剧，社会库存总体下降

从供给端来看，在价格稳步回升的刺激下，2017 年以来全球多数金属矿产品产量均有所回升。依据国际专业研究机构（ICSG、ILZSG、WBMS 等）统计及主要企业的产量数据，在纳入观察的八种主要金属及矿产品中，2017 年上半年仅有电解镍和矿产金的产量有所下降，精铜和精锌产量都略有增长，而精铅、钼金属（矿产）及原铝产量增长明显。此外，上半年四大铁矿生产商（VALE、BHP、RIO、FMG）合计铁矿石产量为 5.24 亿吨（超过全球产量的一半），较 2016 年上半年增长 2.59%。就国内供给而言，国家统计局数据显示，今年前 7 个月国内十种有色金属合计产量达到 3201 万吨，同比增长 6.0%；铁矿石产量为 7.51 亿吨（原矿），同比增长 7.7%。可见，国内主要金属矿产品产量增幅明显大于国际市场。

从需求端来看，在全球经济复苏稳固和中国经济逐步企稳的支撑下，2017 年全球多数金属及矿产品消费量稳步增加。统计数据显示，在纳入观察的六种主要金属及矿产品中，2017 年上半年仅有电解镍消费量出现下滑，精铜、精锌及铁矿石消费均有不同程度增加，原铝和精铅消费量增加较为明显。而得益于

需求端改善加快，2017 年上半年全球多数金属及矿产品的短缺程度较 2016 年有所扩大。其中，基本金属品种中，2017 年上半年仅有电解镍的市场短缺程度同比略有缓解，而精锌、精铅及原铝的短缺程度明显加剧。

由于主要商品市场持续短缺，2017 年以来多数商品的社会库存也跟随性回落。截止 2017 年 9 月 1 日，三大交易所（LME、COMEX、SHFE）合计，除铜库存较年初及去年同期略有增加外，铝、铅、锌及镍金属库存两均降至过去三年最低，且其中铝和锌降幅最为明显。就金而言，两大交易所（COMEX、SHFE）合计库存过去两年也呈现逐步下降趋势。此外，从主要黑色系矿产品国内港口库存情况来看，过去三年镍矿降幅较为明显，而锰矿和铁矿库存整体仍在上升，尽管目前总量较年中有所降低，但仍维持在历史相对高位。

二、多数产品价格持续上涨，铜锌表现最为强势

自 2016 年四季度开始，国际市场金属矿产价格全线触底反弹。进入 2017 年，经过短暂的调整之后，主要产品价格继续抬高，并成为推动全球大宗商品价格上涨的主力。截止 8 月末，CRB 现货综合价格指数年内累计上涨 2.98%，其中金属价格指数涨幅达到 11.29%；而从均值来看，前 8 个月 CRB 现货综合价格均值较 2016 年全年上涨 7.8%，其中金属价格指数均值涨幅高达 26.14%。此外，下半年以来，大宗商品价格总体有所趋弱，而金属产品价格依旧保持强势，多个产品价格不断刷新过去三年来新高。

就主要商品而言，铜、铝、锌、铅、钨等金属年内涨幅均超过 20%，镍、金、银、钼等金属涨幅也均超过 10%。主要商品中，仅有锡、铁矿 9 月初价格较年初有所回落，但年内均价较去年全年均价涨幅分别为 11.95%、26.07%。而无论是从均价涨幅还是年内涨幅来看，2017 年至今铜、锌、铅价格上扬都超过

20%，是表现最为强势的品种。此外，在中国冶炼端“去产能”以及环保风暴、打击“地条钢”等政策推动下，2017年以来国内钢价持续走高，并带动国际市场上涨。中钢协及CRU数据显示，年内国内、国际钢材均价涨幅分别为36.45%、23.69%。目前，国内钢价已创过去五年新高。

三、矿业公司业绩继续改善，全年利润或将爆发

在商品价格回升、生产成本压缩、资产结构及管理优化等方面的支撑下，2016年全球矿业公司经营业绩显著改善，大部分企业都实现扭亏为盈。而得益于商品价格的持续反弹，2017年国际矿业公司经营状况进一步改善。以全球前十大矿业公司（金属类）为例，上半年合计营业收入达到1880.76亿美元，较2016年同期增长34.82%，超过去年全年的60%；合计净利润达到164.9亿美元，是2016年上半年的两倍，接近去年全年的80%。同期，多数企业的债务规模继续降低，持有现金（包括等价物）规模继续增加，而资产结构、管理变革等领域优化调整也已完毕。可以说，目前多数企业已从前期的困境中走了出来。

就十大矿业公司2017年上半年的净利润情况来看，仅淡水河谷较2016年上半年有所下降（主要由于计提大量的资产减值和汇兑损失所致），其他九家企业均大幅增长。其中，必和必拓、嘉能可、泰克资源、自由港集团（2016年上半年净利润为负）、加拿大黄金和纽蒙特矿业等企业的净利润增幅均超过100%，而十家企业中也有六家企业上半年的净利润超过去年全年。从目前的形势和趋势判断，预计2017年主要矿业公司都将迎来久违的利润“大爆发”。

四、矿业投资整体依旧谨慎，个别企业开始扩张

商品价格持续反弹以及经营业绩显著改善，在很大程度上修正了国际矿业公司之前对市场前景的悲观预期。不过，目前多数矿业公司对待投资的态度仍

偏谨慎。从主要企业的统计数据可知，继 2016 年全球矿业公司资本支出创 2005 年以来新低之后，2017 年上半年支出规模进一步下降。其中，前十大矿业公司资本支出合计为 113.77 亿美元，规模较 2016 年上半年减少 18.39%，预计全年资本支出规模在 250 亿美元以内。不过，从动态变化的角度来看，资本支出降幅在经过连续五年的扩大（或增速减小）之后，2017 年显著收窄确定无疑，2018 年则更可能实现增长，这表明矿业公司对市场前景的看法整体从悲观转向中性。

就 2017 年上半年而言，十大矿业公司中，六家企业资本支出同比减少，其中纽蒙特矿业降幅达到 35.52%，几乎为 2001 年以来最低；四家企业资本支出同比增加，其中力拓集团增幅达到 33.38%，但仍不及 2015 年规模的一半，支出增加主要用于支持 Oyu Tolgoi 铜矿的产能扩张；加拿大黄金资本支出增加接近 20%，主要用于收购 Kinross Gold 和 Barrick Gold 拥有的 Cerro Casale 金矿股权。从资本支出的绝对数量来看，必和必拓资本支出规模为 24.93 亿美元居首，纽蒙特矿业则以 3.53 亿美元的资本支出垫底。

五、并购投资市场有所降温，中资仍是主要买方

2016 年，全球矿业领域发生的项目并购和股权收购事件（包括已完成和进行中的项目）及金额均创 2013 年以来新高，而 2017 年以来市场有所降温。彭博统计数据显示，截止 9 月初全球矿业领域共发生并购事件合计金额 165.1 亿美元，不及 2016 年的三分之一。全球前十大矿业公司中，仅有嘉能可和加拿大黄金各实施了一起规模以上（金额大于 1 亿美元）的并购。同期，机构投资者对矿业领域的投资兴趣也有所下降，在规模大于 5000 万美元的股权收购项目中，多达一半的买方是矿业相关公司。

2016 年，以洛阳钼业（收购自由港旗下 Tenke 铜钴矿及英美资源位于巴西

铌、磷资产）和渤海华美基金（收购 Lundin 矿业拥有的 Tenke 铜钴 24% 股权）为代表的中资矿业企业及机构投资者频繁出手，是推动国际矿业市场并购和股权投资交易反弹的核心力量，而 2017 年这一特点仍在延续。截止 9 月初的统计数据显示，在金额大于 1 亿美元的矿业并购项目中，近三分之一的买方为中资背景企业；而在规模大于 5000 万美元的项目股权收购中，三分之一的买方为中资背景企业。可以看出，中资企业是目前国际矿业市场交易最为主要也是最为积极的参与者。

六、机构预期短期市场乐观，企业对铜尤为看好

8 月下旬彭博对国际金融机构的调查数据显示，多数投资者对年内金属矿产品市场较为乐观，预计多数产品价格相对于目前的年内均价都会有进一步抬升。其中，预计四季度铜、铝、锌、镍的均价上涨空间都在 10% 以上。届时，LME 铜均价将接近 7000 美元/吨，LME 镍、铝、锌、铅均价将分别保持在 12000 美元/吨、2100 美元/吨、3200 美元/吨和 2390 美元/吨之上，而金及铁矿（普氏，62%）则分别维持在 1330 美元/盎司、75 美元/吨附近。不过，机构投资者对中期市场看法相对谨慎，多数机构认为 2018 年之后主要产品价格上涨将缺乏动力，而铁矿、锌价格将面临下行压力。调查数据预计，2020 年国际市场锌、铁矿价格将分别回调至 2800 美元/吨、60 美元/吨附件。相对而言，投资者比较看好镍、铝、金的中期趋势，预计 2020 年均价分别为 13000 美元/吨、2200 美元/吨和 1400 美元/盎司附近。

相对于机构投资者，矿业公司对未来几年铜市场的预期较为乐观。例如，必和必拓在 8 月份发布的报告中认为，由于矿石品位下降、投入成本增加、水资源限制和优质待开发项目更加稀缺，未来铜价维持在更高的水平；自由港集

团 CEO Richard Adkerson 则在最新的演讲中预计，未来铜价将回升至 8000 美元/吨之上。为此，即便是在整体投资规模保持缩减的压力下，主要矿业公司仍开始加大对铜资源开发领域的投资。就前十大矿业公司而言，去年至今已有 6 家企业采取了相关举措。此外，目前全球最大的铜生产商 Codelco 正在考虑投资开发蒙古铜矿，而排名第 10 位的 First Quantum 已将对即将达产的 Panama 铜矿股权增加至 90%。以上足见，无论是综合型还是专业型矿业公司，大家对未来几年铜市场都一致性看好。（中国矿业网）

低碳发展将刺激相关矿产需求增长

世界银行发布《矿物和金属在未来低碳发展中将发挥日益重要作用》报告。该报告认为，清洁能源转型将刺激相关矿物和金属需求的增长，具体包括铝、铜、铅、锂、锰、镍、银、钢铁、锌以及稀土矿物等。

2015 年《巴黎协定》的签署表明，全球已着手开启显著降低温室气体排放的发展模式。其中一个假设就是，在碳排放限制的未来不可再生资源的开发和使用时也许会降低。该报告就是在上述假设框架下，确定未来关键矿产品并预测了全球范围内相关金属的储量和产量水平，关注了对资源丰富的发展中国家的影响，同时就关键研究空白和未来工作提出了建议。

一、未来低碳发展刺激矿物需求增长。

世界银行与国际采矿及金属协会（ICMM）共同对过渡至低碳未来的金属需求进行了预测分析，分析使用了国际能源署（IEA）的《能源技术展望 2016》中满足 2°C、4°C 和 6°C 全球升温目标 3 种情景对可再生能源技术部署的影响。在全球升温 6°C 情况下，可再生能源发电（含水电和生物质）在能源结构中的比例从当前的 14% 升至 18%，而在全球升温 2°C 的情况下则高达 44%。

对金属需求的精确预测至少由 2 个独立变量决定：国际社会成功实现巴黎长期气候目标的决心和选取的技术路线。即不仅要明确应该部署多少台风力发电机、太阳能电池板和低排放车辆，而且要明确风能和太阳能使用的何种技术以及主导的零/低排放车辆是什么。例如，3 种主要形式的新能源汽车——电动、混合动力和氢能，每一种电动汽车对金属的需求不一样：电动汽车需要锂；混合动力汽车使用铅；氢动力车辆主要利用铂。

研究表明，全球升温 4°C 和 2°C 情景之间，低碳技术需求引发的相关金属需求快速增加。最显着的例子就是电动汽车动力电池，相关金属包括铝、钴、铁、铅、锂、锰和镍，其需求在全球升温 4°C 情景中相对较低，而在全局升温 2°C 情景中，其需求的增长幅度将超过 10 倍。

对相关矿物的需求具体如下：

在全球升温 2°C 的情景中，截至 2050 年，对铝的累计需求将超过 8000 万吨，对铬的累计需求将接近 400 万吨，对钴的累计需求约为 9 万吨，对铜的累计需求将达 2000 万吨，对铟的累计需求约为 2.5 万吨，对锂的累计需求约为 2000 万吨，对钨的累计需求将超过 12 万吨等。

二、未来低碳发展将为资源丰富的发展中国家带来机遇。

转向低碳能源将为大量的矿物提供一个全球性的机遇。拉丁美洲地区（智利、巴西、秘鲁、阿根廷，可能还包括玻利维亚）富集铜、铁矿石、银、锂、铝、镍、锰和锌，是能够为全球气候友好型能源转型提供保障的优势地区。非洲由于拥有丰富的铂、锰、铝土矿和铬，也可能成为提供这些资源的新兴市场。对于亚洲来说，最显着的是中国具有贱金属和稀土元素矿产的全球优势，这些金属都是未来低碳技术所需要的。印度有钢铁和钛，印度尼西亚有铝土矿和镍，

马来西亚和菲律宾有钴，大洋洲的新厄里多尼亚岛则有储量丰富的镍。

研究显示，在绘制发展中国家与地区的相关矿物或金属资源时，当前数据之间具有明显的差异。值得注意的是关键金属产量与储量水平之间的地理分布的异常。以铝土矿为例，发展中国家（不含中国）储量占全球总储量的 63%，而铝产量仅占全球总产量的 30%，非洲（几内亚）储量占全球总储量的 26%，而铝产量仅占全球总产量的 6.5%。

三、相关政策和建议。

1. 对未来环境和材料的影响。

当前对低碳未来的矿产品研究主要集中在现有储量、原材料的获取途径以及可用性的相对水平。然而，低碳未来对清洁技术的强烈依赖可能会为矿产资源的可持续发展带来新的挑战。在国家和民间团体层面与资源丰富的发展中国家之间，在采矿业与气候-环境-清洁能源组织之间，需要加强对话，寻求未来日益增长的关键商品市场的可持续发展路径。

2. 发展中国家的矿产测绘。

在许多发展中国家和地区，矿产数据与矿产测绘之间存在显著差距，特别是非洲地区。对于资源丰富的发展中国家来说，这方面的能力对于从潜在经济增长体获取最佳利益而言非常关键。

3. 基于供应限制和需求模式的技术选择预测。

由于技术路径选择的不确定性，所以相关的金属需求增加的潜力也存在不确定性。了解供应限制可能在哪里、价格上升最多的地方可能会在哪里，有助于确定技术选择方向。

4. 发展网络和提高认识。

应寻求和促进研究和社会社区之间的联系，包括相关的发展中国家政府、气候变化和清洁能源团体与研究组织、资源开发和可持续发展研究机构等。

四、需进一步研究的相关技术问题。

1. 电缆和高效率电动机：铜和铝长期以来一直被用作电线和电动机的导体。未来随着分布式能源发电和能源接入的部署可能会需要更多的电缆。然而，电缆需求增长幅度和市场中铜/铝电缆的市场份额尚不清楚。多项研究表明，具有铜转子和定子的电动机更高效，未来高效率电动机的需求增加，相应的铜需求也会增加，但缺少对这一趋势的定量预测。

2. 低重量车辆：低重量车辆的燃油使用效率更高。而制造低重量车辆可能涉及改变其合金混合物，用铝替代钢，用碳纤维替代一般金属，这些替代可能会显著影响金属需求。

3. 节能技术和建筑：任何低碳转型在很大程度上都依赖于节能措施的实现，包括新技术的应用，而这些技术中所需要的相关金属的数据很少，甚至是没有。

4. 能源传输和分配：未来能源传输和分配系统可能与当前有很大不同，特别是在分布式可再生能源部署明显增加的情况下。而当前还缺少这种电网中的单位金属消耗量的研究，也缺乏有关这种电网未来投资的研究。

5. 传统化石燃料发电厂和核设施的单位金属消耗量：许多文献主要关注可再生能源技术的单位金属消耗量，但是必须建立一个可靠的基准线，以充分了解转向低碳经济的影响。当前，缺乏有关化石燃料发电技术的单位金属消耗量的研究。

6. 金属和金属族的供应：多种关键金属实际是作为矿石的副产品而存在的，例如铟、锗等稀有金属依赖于锌的生产。因此，需要明确短期内对相关矿产副

产品的需求如何推动贱金属的需求。

7. 以关键稀土金属为副产品的相关矿石的回收能力及其分布：目前，缺少发展中国家富含稀土元素的关键区域的矿产测绘，而非洲这部分工作目前已开展。

8. 金属回收率：废弃物的金属回收可以改善这些金属未来的可用性，但是有关这些金属回收率的数据却十分缺乏。为了进一步分析能源行业中的金属供应危急程度，需要当前和未来的金属循环率数据。（中国有色网）

环保压制需求 铁矿石弱势难改

（1）供需变化不大

国际供应方面，巴西、澳大利亚两国主要港口铁矿石周比发货量依旧维持上涨状态，但增速缩窄。国内供应方面，近期国内矿山开工率较上期没有明显变化。需求上，目前国内高炉开工率稳定。

（2）短期弱势难改

在平稳的供需形势之下，铁矿石期货后市将如何抉择？

目前铁矿石市场面临需求达顶峰、高库存两大压制因素，未来易跌难涨。从需求来看，受供给侧改革推进影响，今年合规钢厂利润大大好于往年，因而开足马力生产，钢厂闲置高炉极少。全国高炉实际开工率已经超过 90%，继续上升空间有限。但今年国内固定资产投资增速一直下滑，不利于铁矿石需求增加。库存方面，近期国内铁矿石港口库存略有下降，但整体仍处于高位，“金九银十”过后，偏高的库存将对价格构成压力。

从产业链博弈角度看，近期钢铁行业行情走势偏弱，但内外矿商心态依旧坚挺，价格下调幅度不大，钢企压价困难。对铁矿石价格利好的是，焦炭近

期持续拉涨，价格已处于高位，焦化比的讨论将再度引发关注；中高品位内外矿以及球团矿未来将有比较好的销售预期。关注后期是否会出现去年铁矿石供应结构性失衡比较严重的现象，若有此趋势，在政策没有对上游产业打压的情况下，铁矿石下半年的走势或将更加坚挺。（中国钢铁新闻网）

中国五矿在郴州市组建钨业集团 建立钨铋精深加工基地

9月8日上午，中国五矿集团公司总经理、党组副书记，中冶集团董事长、党委书记国文清在京会见了郴州市委副书记、市长刘志仁一行。双方就在郴企业发展等共同关心的话题交换了意见。

中国五矿在湘企业众多，仅在郴州就有包括柿竹园公司、瑶岗仙公司、黄沙坪公司、新田岭公司、郴州钨公司等在内的7家；在湘企业员工约6万人。中国五矿在湘企业面临很多发展问题，其资产质量影响和制约着“三步走、两翻番”奋斗目标的实施。针对这些问题，我们高度重视，下大力气深化改革，投入了很多精力，选调了精兵强将，拟在湘投资建设有色总部基地、正极材料项目和铜铅锌基地，推动柿竹园公司扩大产能和建设科技研发中心，推动瑶岗仙公司复产等等。

国文清对刘志仁提出的完善双方对接平台和对接机制表示赞同。他指出，双方要进一步加强沟通和协调，对企业发展过程中出现的安全环保问题和其他问题，共同协商、形成合力。他表示，中国五矿将全力支持在湘、在郴企业发展。各企业将立足当前、着眼长远，做长富久安的企业，实现长期可持续发展；将按照政府监管要求，加大整改力度，推动改造提升，落实从严管理。他希望郴州市委市政府继续支持在郴企业发展，并希望双方在市政基础设施建设领域深化合作。他指出，中冶集团致力于做冶金建设国家队、基本建设主力军、新

兴产业领跑者，在地下综合管廊、城市开发等方面都具有优势。中冶集团有意从支持的角度、发展的角度，为郴州市的发展作出贡献。

刘志仁对国文清的热情接待和中国五矿多年来对郴州经济社会发展的支持表示感谢，并针对中国五矿在郴企业发展提出六点建议：

一是建议中国五矿根据集团发展战略，研究提出在郴企业“十三五”发展规划，明确发展目标；

二是推动有色金属精深加工及产业链建设,支持中国五矿在郴组建钨业集团，建立钨铋精深加工基地；

三是建议中国五矿加快在郴在建项目进度，早日竣工投产；

四是重视驻郴企业环境保护、安全生产，建议中国五矿督促瑶岗仙矿等企业加大整改力度，落实减排责任；

五是五矿集团在郴企业较多，为了提高对接的工作效率，建议建立对接平台，协调解决有关困难与问题；

六是解决当前在郴企业面临的“三供一业”移交、环保问题整改等具体困难。（中国矿业网）

甘肃将打造新材料研发和产业化基地

甘肃省省工信委、发改委、科技厅、国资委联合制定了《甘肃省新材料产业发展专项行动方案》（下称《方案》）。到2020年，新材料产业规模化、集聚化发展态势基本形成，初步形成镍钴新材料、铜铝新材料、记忆合金材料等16个特色鲜明、产业链完善、引领带动作用强的省级以上新材料研发和产业化基地，推动新材料产业创新聚集发展。

（1）构建镍钴新材料科技创新联盟

根据《方案》，到 2020 年，新材料企业研发经费内部支出占主营业务收入比重达到 3%左右，知识产权创造与运用能力明显提升，企业创新环境进一步优化。培育 5 个左右省级新材料制造业创新中心，50 家省级以上企业技术中心，创建 10 个左右以新材料企业为主导的产业技术创新联盟。

支持金川公司加快构建镍钴新材料“生产企业+研究机构+制造企业+下游用户”科技创新联盟，打造国内最大的镍钴新材料深加工和国内有一定竞争力的电池材料国家产业中心。

（2）发展高端装备制造业

《方案》明确，将依托金川公司等企业发展以新材料为基础的高端装备制造业，支持企业与中航工业公司航空发动机公司战略合作，在金昌打造以镍钴合金、钨钼合金为原材料的汽轮机叶片制造、涡扇发动机叶片制造，提高叶片耐温温度和真空条件下合金成型技术水平，追赶国际先进水平，填补国内空白。争取到 2025 年，金川公司新材料产值达到 600 亿元以上，占到金川公司总产值一半左右，成为国际上知名、国内最大的镍、铜、钴新材料龙头企业。

（3）加大对新材料产业支持力度

重点打造酒嘉冶金有色和化工新材料产业基地，支持酒钢集团铝业板块重点提升品种质量，加快建设绿色短流程铸轧铝深加工项目，力争 2018 年 8 月全部投产，填补省内产品空白。

依托兰州石化产业基地、兰州新区石化产业园、兰州高新技术开发区、西北永新化工产业园、兰州金川科技园、白银高新技术开发区等产业集中区，打造有色金属、石化、电池、稀土、凹凸棒新材料产业基地。

《方案》明确，将利用甘肃省级战略性新兴产业投资基金、新材料产业创业投资基金、中小企业发展基金、工业转型升级专项资金等，加大对新材料产业的支持力度，鼓励社会资金投入。（中国有色金属报）

世界首艘深海采矿船完成船体安装

福建省马尾造船股份有限公司承建的世界首艘深海采矿船已经完成船体部分安装，目前正在安装船载设备，最快将于 2018 年底完工并交付加拿大鸚鵡螺矿业公司使用。该船最大设计作业水深达 2500 米，载重排水量 4.5 万吨，堪比一艘中型航母，能在海上连续作业 5 年多时间。深海采矿船是海上采矿生产支持与控制的母船，是深海矿物开采系统中最为重要的水面支持系统。

鸚鵡螺矿业公司是全球第一个进行深海矿产开采的公司，该公司新近与巴布亚新几内亚政府合作开发索瓦拉一区海底硫化矿。

中国这次建造的这艘深海采矿船，有完整的配套系统，水下机器人，大型甲板吊车，直升机平台等，除了搭载相关设备外还可以装载矿货 3.9 万吨。该船结构复杂，建造技术难度大，说明中国的船舶建造技术水平已经达到世界领先水平。

该船融合当今世界多项高端技术，集成深海采矿机器人、深海提升系统、储水系统和装卸货系统，可容纳约 200 人居住工作的生活系统，还有深海底矿物的储存系统。（参考消息网）

新西兰：批准海底铁矿开采项目

新西兰环境保护局日前正式批准跨塔斯曼资源公司(TransTasmanResources)在南塔拉纳基海湾(SouthTaranakiBight)海底开采铁矿砂的申请，这意味着跨塔斯

曼资源公司将在新西兰专属经济区开发资源。

根据申请显示，该公司计划在 35 年间在海底的挖掘量为 5000 万吨/年，每年从中获得 500 万吨铁矿石。南塔拉纳基海湾矿山区及附近的 Kupe 区块报告了 16.98 亿吨符合澳大利亚矿产储量联合委员会(JORC)标准的铁矿砂资源量，三氧化二铁品位 11.16%。另外，二期矿山区块包含铁矿资源量 21.37 亿吨，三氧化二铁品位 3.5%。这些矿砂将在一座 345 米长的特制一体化采矿船上进行加工，跨塔斯曼资源公司预计该项目将于 2020 年开始向亚洲出口铁矿石。

这一备受争议的海底采矿项目经历了数个月的争论。新西兰环保局决策委员会的部分成员依然没有同意最终的审议结果，理由是对环境的负面影响。新西兰国家水资源和大气研究所的科学家同样表达了对于新西兰专属经济区展开采矿运营的担心。他们声称，研究显示如果在海底展开深海采矿活动，一些海底生物族群将面临消失的风险。（中国铁合金在线）

技术发展

北京矿冶研究总院开发多项技术和设备

耐磨耐腐渣浆泵（陶瓷泵）：该院自主研发设计渣浆泵的核心过流部分选用耐磨与耐蚀性能优异的碳化硅材料，且通过特殊的陶瓷增韧技术使材料具备了金属的附加性能，称之为金属陶瓷。该材料极大地增强了泵的耐磨耐腐性能和抗冲击力，泵的使用寿命平均增加了 3 倍。除可用于原来中性介质液体和磨蚀性固体颗粒混合浆体的输送外，还广泛用于矿山、选矿厂和冶炼厂等行业输送含有磨蚀性固体颗粒与液体的混合浆体。

循环流态化焙烧技术：该院独自开发的循环流态化焙烧技术，其工艺流程为：原矿不经过浮选富集，直接破碎磨矿后干法输送至焙烧炉内，炉内操作气速 $3\text{m/s}\sim 6\text{m/s}$ ，经气固分离后未完全燃烧的焙砂再次返回焙烧炉内参与反应，矿石中的硫被固定在焙砂中从而实现硫的脱除，减少了尾气脱硫装置的投资和运行成本，流程短，效率高。目前该技术已应用于金原矿、氢氧化铝和高岭土等资源的处理。

氯化挥发技术：该院自主研发的国内首创提金新技术，可实现难处理金矿、氰化尾渣等，使硫酸烧渣实现了真正意义上的综合回收。该技术是利用氯化剂（通常为氯化钙）的作用使有价金属形成氯化物挥发进入烟气中进行回收，而脉石与铁则依然留在尾渣中。

目前，已在招金金合、甘肃临洮、新疆星塔、湖南铕涛化工等企业成功应用，单系列处理规模可达 30 万吨/年，技术性能先进、环保达标。（中国有色金属报）

郑州所开展铁锰共伴生矿综合利用研究

中国地质调查局郑州矿产综合利用研究所科研人员近日在对湖南郴州地区的含锰褐铁矿焙烧-磁选工艺中锰的行为开展试验研究的过程中取得新发现。

科研人员通过磁化焙烧-磁选、还原焙烧-磁选试验，研究了含锰褐铁矿中锰在工艺过程中的走向；采用化学分析、XRD、SEM、光片等手段，研究了焙砂中锰的赋存状态和嵌布特征。试验结果表明：原矿经过磁化焙烧-弱磁选后得到的铁精矿中锰含量较高，在 6% 以上铁锰分离效果较差；原矿经过直接还原焙烧-弱磁选后，得到的铁精矿中锰品位较低，基本上低于 3%，锰脱除率达到 80% 以上，实现了铁锰的有效分离。磁化焙烧焙砂中，锰主要以方铁锰矿的形式分布在磁铁矿与脉石矿物的集合体中，嵌布粒度细；直接还原焙砂中，锰主要以尖晶石的形式分布在非铁相中，易与通过磁选实现铁与锰的分离。

据了解，褐铁矿是我国储量较大但很难利用的铁矿资源之一，褐铁矿中含铁 35%~40%，高者可达 50%。目前，已探明褐铁矿储量 12.3 亿吨，占全国铁矿储量的 2.3%。湖南郴州地区的某细粒含褐铁矿不仅嵌布粒度细，同时伴生有锰，锰分离困难导致铁精矿品位难以提高，开发利用难度大。此外，在我国的低品位锰矿资源中，70% 以上的锰矿含铁较高，铁锰分离也是该类资源开发利用的技术难点。因此，对该地区含锰褐铁矿开展铁锰共伴生矿综合利用研究，对于充分利用该类资源具有重要意义，也给低品位锰矿的综合利用提供了研究基础。

（中国矿业报）

高端钕铁硼磁材或成下一个风口

高性能钕铁硼磁材有望成为新能源车上游材料的下一个风口。新能源汽车大潮势不可挡，上游锂、钴资产先后迎来了波澜壮阔的重估，这一趋势至今仍

方兴未艾。我们认为，下一个迎来重估的新能源车上游资产将是高端钕铁硼磁材。需求侧，随着国内外车企新能源车型的持续推出和放量，2020 年全球新能源汽车产量有望超过 500 万辆，这将带来高端钕铁硼成品需求 1.4 万吨，这相当于在 2016 年新能源车钕铁硼需求基础上翻倍；供给侧，高端产能有限、技术壁垒高，而且下游高端客户具有高门槛和高粘性的特点；价格侧，考虑到稀土打黑卓有成效，稀土价格有望持续回升以覆盖环保和资源成本，高端磁材较强的成本转嫁能力和毛利率定价的特征将使其受益于持续的库存重估和单吨利润提升。综合以上因素，一旦新能源车需求大潮来临，该行业将出现“量价齐升，强者恒强”的特征，相关龙头企业将迎来重大发展机遇。

在新能源车磁材需求高速增长之外，传统汽车、风电、消费电子等行业增速稳定，工业应用需求或可期待。传统汽车 EPS、直驱风机等领域的钕铁硼需求将伴随产销量增加、渗透率上升等因素稳定增长，值得注意的是在普通工业电机中钕铁硼的应用逐渐被更多业内人士认可，假设 2020 年全球工业机器人产量达到 70 万台，则会带来 1.4 万吨以上的高性能钕铁硼需求量。未来伴随工业电机钕铁硼渗透率的迅速上升和工业机器人普及程度的提高，高端钕铁硼需求或将迎来又一次快速增长。

高端钕铁硼产能增速落后于下游需求增长，国内龙头企业将持续受益。全球高端钕铁硼供给集中于国内的中科三环、正海磁材、宁波韵升等几家企业以及国外的日立金属、VCA 等四家企业，产能扩张周期需要 2 年左右，从目前各家企业产能扩张规划来看年均增速为 10% 左右，低于需求端年均 13-15% 的增速。未来随着稀土供给量的收缩，国内企业的资源获取能力相较于外国企业将有明显优势，在考虑到国内技术水平的不断提高、专利限制的持续突破以及下游优

质客户认证的通过，国内龙头企业将真正受益于高端钕铁硼磁材需求的增长。

稀土价格稳步回升带动库存价值重估，高端产品成本向下传导无阻。国家打黑及环保督查力度加大卓有成效，在有意规范稀土市场的调控下稀土价格有望实现温和持续上涨。磁材行业遵循毛利率定价原则，高端产品经历过 2011 年稀土价格暴涨的压力测试，难以有效被低端、廉价产品替代，而且下游高端客户稳定，价格承受能力强，不仅成本抬升可以向下游传导，而且单吨毛利润还会有所扩大；另外，稀土价格持续回升也有利于公司库存的持续重估。高端钕铁硼磁材公司在新能源车大潮中迎来重大发展机遇。（东方财富网）

氢燃料接棒锂电池走强 三层面解析产业链投资机会

从长期看，在节能环保的大趋势下，氢燃料电池有望持续得到政策面的支持，并成为资本争相追捧的热门领域。从短期看，新能源动力电池各细分领域近期的快速轮动，使得氢燃料电池相关概念股关注度持续升温，而前期相对较低的涨幅或使得板块短期内更具交易性机会。近期新能源主题成为市场的一大投资主线，锂、石墨烯、乙醇燃料等相关板块相继大涨。

值得一提的是，氢燃料电池是目前汽车行业内公认的最为清洁的能源，而氢燃料电池车也被业内称之为“绿色环保车”终极版。

近年来，丰田、本田、现代、奔驰等车企均推出了量产的氢燃料乘用车车型，并积极布局基础设施，在本月我国首座全商业化运营的加氢站也正式投入使用。事实上，我国氢燃料电池发展一直受到政策的支持，在国务院于 2016 年 12 月发布的《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中便提出，推动车载储氢系统以及氢制备、储运和加注技术发展，推进加氢站建设。

从长期看，在节能环保的大趋势下，氢燃料电池有望持续得到政策面的支

持，并成为资本争相追捧的热门领域。从短期看，新能源动力电池各细分领域近期的快速轮动，使得氢燃料电池相关概念股关注度持续升温，而前期相对较低的涨幅或使得板块短期内更具交易性机会。

对于行业内相关的上市公司，根据产业链所处位置不同，可细分为三类：上游方面，主要包含氢资源的生产、运输等；中游方面是燃料电池系统主要是电堆和氢气储存设备及配件；下游方面主要是应用板块，包括加氢站、新能源汽车应用等。

产业链中游的相关上市公司投资机会受到了机构的普遍看好，其中雪人股份长城证券给予“强烈推荐”评级。该公司以空气压缩系统核心技术和先发优势为依托，与国内燃料电池领先企业新源动力建立战略合作关系，并与国内多所院校展开燃料电池电堆项目联合研发，实现了公司在氢能、燃料电池等新能源领域的产业延伸，预计相关产品将陆续带来业绩，为公司打开新的成长空间。

（中国电池网）

锂—液态多硫流动电池实现“再生”

锂—液态多硫流动电池理论上适合用于电网大规模储能，然而这种电池在循环过程中容量容易降低，无法真正获得应用。历时多年，美国斯坦福大学崔屹教授课题组日前找到恢复电容的“再生”之术，有望解决电网大规模储能难题。

课题组发表在《自然·通讯》杂志上的论文称，以金属锂作为负极，以液态的多硫作为正极的锂—液态多硫流动电池，具有能量密度高、储能成本低以及可流动性等优点，然而在充放电过程中，其中的液态多硫转化成固态多硫析出，形成“死的多硫碎片”，导致电池循环过程中容量降低，无法真正应用于

电网大规模储能。而该研究能让多硫碎片“起死回生”。

研究人员表示，所谓“再生”，是让加入的硫粉与“死硫碎片”在加热搅拌的情况下发生化学反应，将固态的低阶多硫转化为液态的高阶多硫，从而恢复电池损失的容量。在实际的锂—液态多硫的流动系统中，每隔一段时间进行一次“再生”，可以使整个系统持续稳定运行，并且使其具有较高的能量密度。课题组搭建了一个锂—液态多硫流动电池的储能系统，进行循环测试。在单体电池中使用的硫负载含量高达克级别，这比一般测试电池硫负载量高出很多，并且可以稳定地运行。

凭借其能量密度高、储能成本低和安全特性，锂—液态多硫储能电池系统在未来电网级别的规模储能中具有很好的应用前景，而且有望将储能成本降低至 100 美元/千瓦时以下。（科技日报）

中科院物理所石墨烯晶界输运性质研究取得系列进展

以石墨烯为代表的二维原子晶体材料的准粒子（如激子、狄拉克费米子等）由于量子限域效应，显示出室温量子霍尔效应等新奇量子特性，也促进了相关新型电子、光电子器件的应用等相关研究。获得本征的电学输运特性、光电特性等物理性质乃至最终的器件应用的关键在于大面积、高质量样品的生长。近年来，中国科学院物理研究所/北京凝聚态物理国家实验室（筹）高鸿钧院士研究组在二维原子晶体材料的可控制备、物性调控及原型器件特性研究等方面取得了一系列研究成果。早在 2007 年，他们就首次通过外延的方法在金属钉单晶表面获得了厘米量级大小、几乎无缺陷的大面积高质量单层石墨烯。2012 年又成功将半导体硅材料插入石墨烯与金属基底之间，形成石墨烯/硅/金属结构，实现了石墨烯在电子集成器件应用上与硅基技术的结合。2015 年，他们提出并证

实了“硅原子诱导产生缺陷-原子穿过-缺陷自修复”的插层机制，揭示了硅原子、石墨烯、基底三者之间的协同作用【*J. Am. Chem. Soc.* 137,7099 (2015)】。同时，他们还在室温下实现了 Ru(0001)上外延石墨烯的低势垒硼替换掺杂，为实现石墨烯的空穴掺杂提供了有价值的参考【*Nano Lett.* 15, 6464 (2015)】。这一系列结果对于石墨烯电子学具有重要意义。

目前国际上普遍采用的另一种石墨烯的合成方法是利用化学气相沉积 (CVD) 的办法在铜箔上合成毫米甚至厘米量级的石墨烯，然而，利用 CVD 方法所合成的石墨烯通常具有多晶特性。这些多晶石墨烯单畴之间的晶界在微观结构上由一些扭曲的六元环以及非六元环（五元环、七元环和八元环）组成，石墨烯的载流子在通过这些缺陷时会引入额外的散射，从而造成电导率、迁移率的降低，制约了石墨烯在电子电路领域的应用。一般来说，人们通常采用两种办法来表征石墨烯晶界的输运特性，一种是利用微加工手段制作霍尔电极，另一种是基于扫描探针显微镜的方法。前者会对石墨烯表面引入污染，进而影响石墨烯的本征性质。后者则需要耗费大量时间对石墨烯晶界进行定位，例如扫描隧道电位仪 (STP) 和开尔文原子力显微镜 (KPFM) 等。因此如何快速无损地实现对石墨烯晶畴和晶界本征电学输运性质的测量，具有极大的挑战性。

为有效地开展低维结构的本征电输运特性研究，该研究组全面彻底地改造了一台商业化四探针扫描隧道显微镜 (STM) 系统，显著改善了该系统信噪比、机械和温度稳定性、成像分辨率以及降温等性能【*Rev. Sci. Instrum.*, 88 (6) 063704, 2017】。利用彻底改造后的四探针系统，他们对转移到 SiO₂/Si 衬底上的单晶石墨烯进行输运测试，首次报道了利用 van der Pauw 方法来获得石墨烯单晶载流子迁移率【*Chin. Phys. B*, 26 (6) 066801, 2017】。最近，该研究组博士生马瑞松、

副研究员鲍丽宏等利用上述四探针 STM 对石墨烯晶界电阻率与迁移率等输运特性展开了系统深入的研究。

研究发现，通过 CVD 方法在铜箔上所生长的石墨烯尺寸可达毫米量级，其中包括具有六边外形的单晶石墨烯、双晶石墨烯以及多晶石墨烯。大量 STM 的表征证实了石墨烯单晶畴区的连续性与高质量。该研究工作主要集中在转移到 SiO₂/Si 衬底上的双晶石墨烯，从而保证所研究石墨烯晶界的唯一性。拉曼测量表明，该双晶石墨烯的单层特性以及低缺陷性质。研究人员利用四探针法获得了石墨烯晶界电阻率。首先，他们利用栅极与探针之间的电容作为进针反馈信号，将四个 STM 探针作为点接触电极，无损地测量双晶石墨烯两侧晶畴以及跨晶界的二维电阻。为了提取石墨烯晶界的电阻率，他们建立了晶界扩展模型，即将石墨烯晶界等同于具有一定宽度 λ 的单晶畴区，得到了双晶石墨烯两侧晶畴内部与跨晶界 (GB-1) 的二维电阻随载流子浓度变化曲线。根据该扩展模型，他们能够很好地拟合出不同载流子浓度下石墨烯晶界处的电阻率。另外，他们还将该方法应用于石墨烯褶皱的输运测试，获得了褶皱处的电阻率。进一步根据不同载流子浓度下的电阻率，利用 Drude 输运模型，可以提取石墨烯晶界或褶皱处的载流子迁移率。结果表明，石墨烯晶界处迁移率要比本征石墨烯低三个到四个数量级，而褶皱处的迁移率约为本征石墨烯处的 1/6 至 1/5。

本工作拓展了人们对石墨烯晶界/褶皱处本征电子输运特性的认识，展示了四探针扫描隧道显微镜系统在研究缺陷等微观结构特性对材料输运性质的影响方面的独特优势，也为其他二维材料晶界的输运性质表征提供了可行的方法。

以上结果近期在线发表在 Nano Letters (DOI: 10.1021/acs.nanolett.7b01624) 上。在该研究中，物理所团队与中科院化学研究所刘云圻研究组和美国 Vanderbilt

大学教授 Sokrates T. Pantelides 等开展了合作。该工作得到了科技部、国家自然科学基金委以及中科院的资助。（中科院物理研究所）

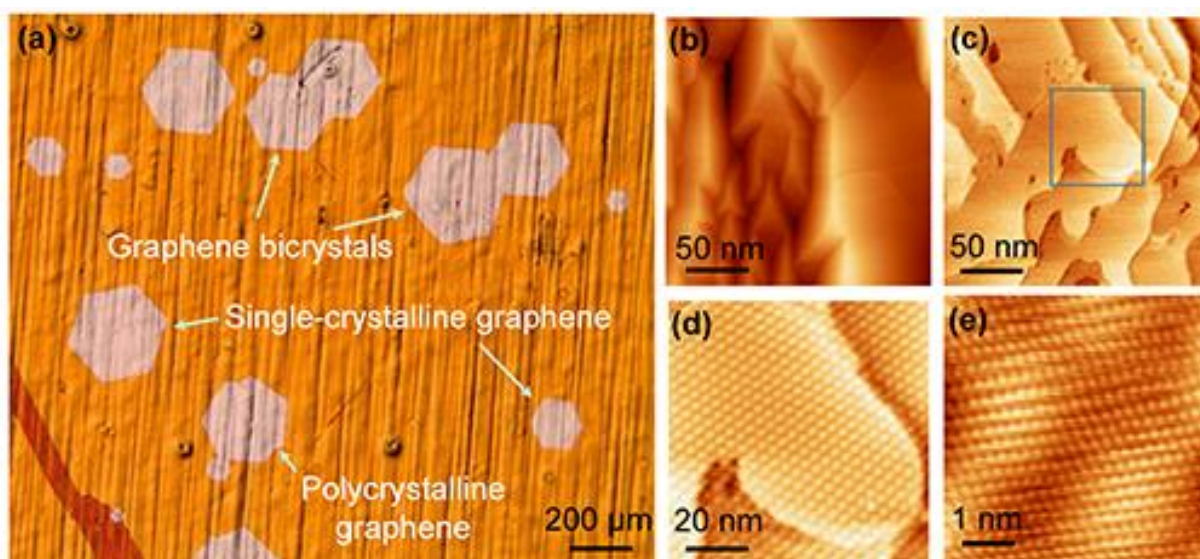


图 1. (a) 通过 CVD 方法生长在铜箔上石墨烯的光学显微照片。(b) - (c) 铜箔上石墨烯的 STM 形貌图。(d) 图 (c) 中蓝色方框区域所对应的放大 STM 形貌图，能够看到连续的摩尔斑图。(e) 图 (d) 中摩尔斑图处的原子分辨 STM 图像。

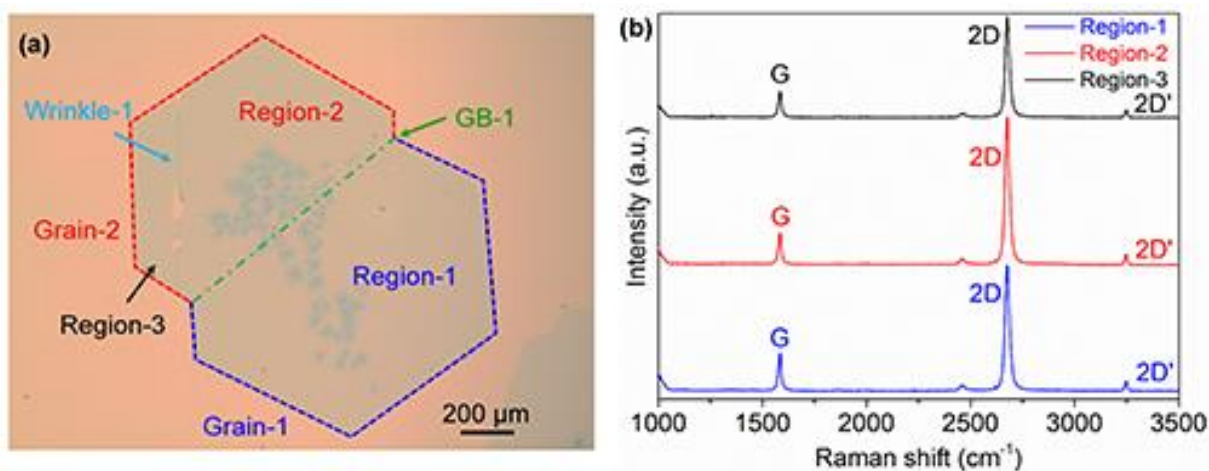


图 2. (a) 转移到 SiO₂/Si 衬底上双晶石墨烯的光学显微照片。(b) 图 (a) 中三个区域所对应的拉曼光谱。

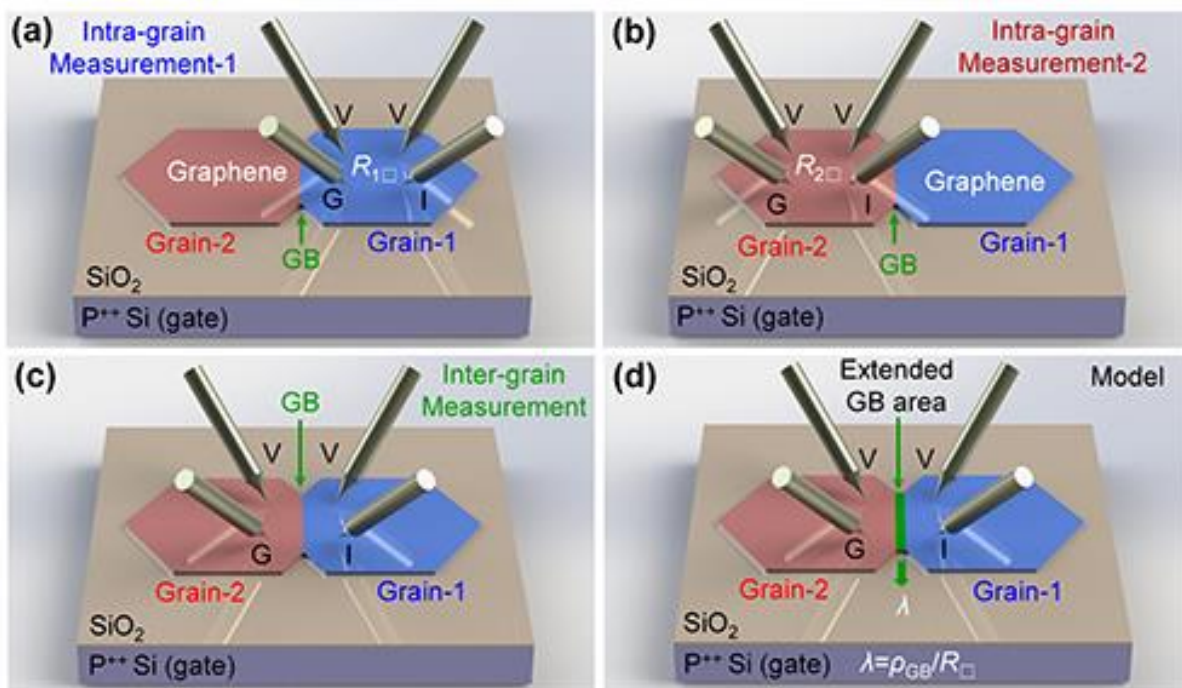


图 3. (a) - (b) 利用四探针法测量双晶石墨烯两侧晶畴运输性质的示意图。(c) 跨石墨烯晶界的四探针法运输测试示意图。(d) 获取石墨烯晶界电阻率以及载流子迁移率的模型示意图。

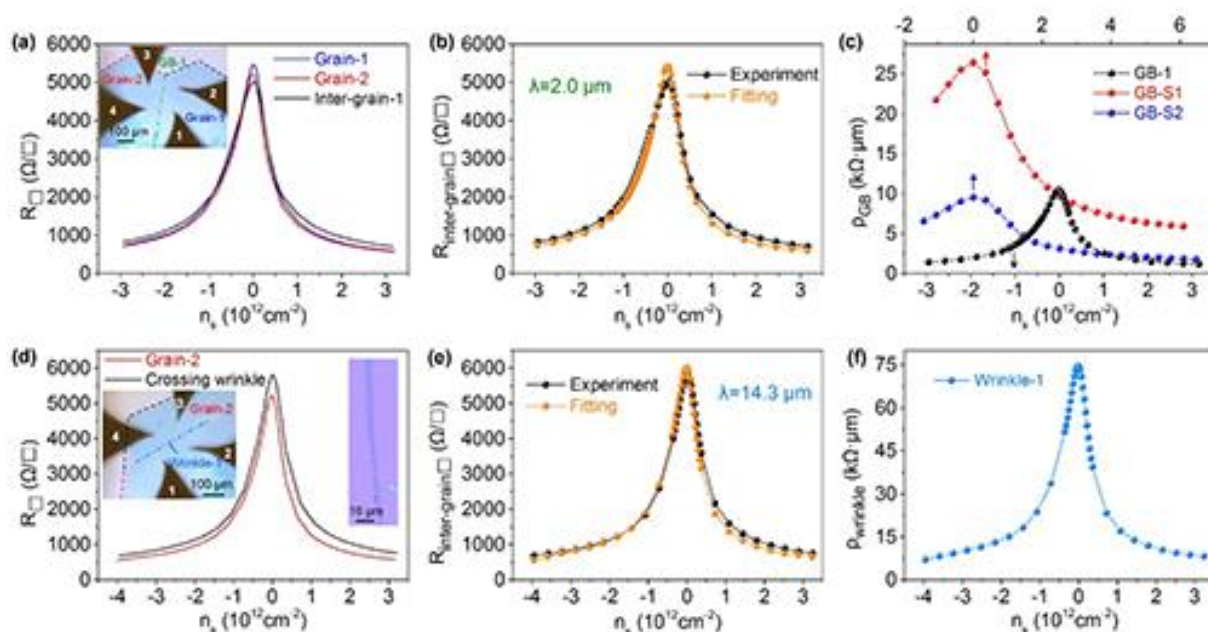


图 4. (a) 双晶石墨烯两侧晶畴内部与跨晶界 (GB-1) 的二维电阻随载流子浓度变化曲线。插图为利用四探针法跨石墨烯晶界测试的光学显微照片。(b) 跨晶界实验数据与根据模型所拟合数据对比的对比曲线。(c) 三组不同石墨烯晶界的电阻率随载流子浓度的变化曲线。(d) 跨石墨烯褶皱 (wrinkle-1) 与一测石墨烯晶畴的运输测试结果。左侧插图为跨石墨烯褶皱运输测试的光学显微照片。右侧插图为该石墨烯褶皱放大的光学显微照片。(e) 跨褶皱运输测试数据与根据模型所拟合数据对比的对比曲线。(f) 石墨烯褶皱的电阻率随载流子浓度的变化曲线。

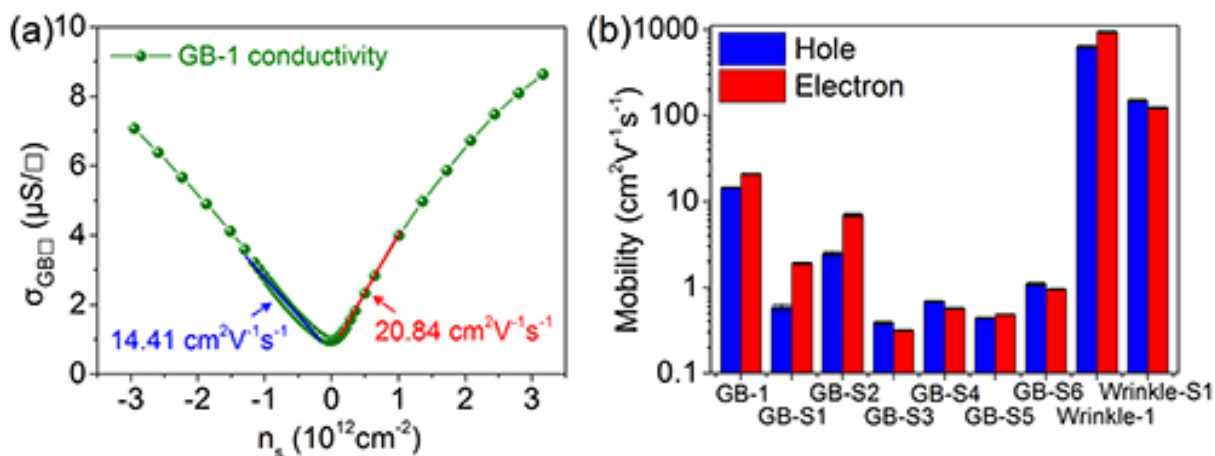


图 5. (a) 石墨烯晶界 GB-S1 处不同载流子浓度下的二维电导。通过对该曲线两侧线性区域的拟合可以获得空穴和电子的载流子迁移率。
(b) 七组石墨烯晶界与两组石墨烯褶皱处的载流子迁移率。

附录

金属市场价格走势（长江有色金属价格）



