

# 高能同步辐射光源储存环成功实现束流存储

记者8月19日从中国科学院高能物理研究所获悉,国家重大科技基础设施高能同步辐射光源(HEPS)储存环日前成功存储35个电子束团,束流达到12毫安。这是HEPS建设的又一重要里程碑,标志着HEPS加速器进入了调束快行道。在接下来的几个月,HEPS调束团队将进一步提升和优化电子束流流强、寿命等参数,力争尽早为光束线站供光。

HEPS储存环用于储存高能高品质电子束,同时产生同步辐射光,是世界上第三大光源加速器、国内第一大加速器,其束流轨道周长约1360.4米。经过5年的建设,HEPS储存环于今年7月1日完成全部设备研制和安装。

7月23日12时45分,HEPS储存环正式开机调束。开机不到3个小时,储存环就实现了单束团电子束的高能输运线传输及储存环首次在轴注入,随后单束团电子束成功在储存环内实现循环贯通。8月6日凌晨,高能同步辐射光源储存环首次成功实现单束团束流存储。

“储存环成功实现束流存储是一项重大进展,这表明我们前期的设备安装、调试非常成功,也标志着HEPS光源进入了一个新的阶段。”HEPS工程总指挥、中国科学院高能物理研究所研究员潘卫民说。

HEPS科学技术委员会主任、储存环调束总顾问陈森玉院士在亲自参加调束后表示,HEPS储存环仅有毫米级的动力学孔径,加上注入引出区存在两个垂直方向±2.5毫米的物理孔径限制,其调束任务是异常艰巨的。HEPS调束团队在很短的时间内就取得了很好的调束成果,几乎没有走一点弯路,表现出色。

HEPS于2019年6月启动建设,建设周期6.5年。建成后,HEPS可发射比太阳亮度高1万亿倍的光,将成为世界上亮度最高的第四代同步辐射光源之一,也将是中国第一台高能量同步辐射光源。(科技日报记者 陆成宽)

HEPS于2019年6月启动建设,建设周期6.5年。建成后,HEPS可发射比太阳亮度高1万亿倍的光,将成为世界上亮度最高的第四代同步辐射光源之一,也将是中国第一台高能量同步辐射光源。(科技日报记者 陆成宽)

## “智慧电力”可靠更高效

8月20日,在来安县220千伏新河变电站内,智能巡检机器人正在对电力设备进行巡检。该座智能变电站是国网公司加快布局新赛道、培育新动能、发展新质生产力的重要项目。项目投运后将全面满足来安南部电网负荷增长需求,有效改善来安电网架结构,并进一步提高供电能力和电网可靠性。

吕华 徐艳 摄



## 我国大盾构水下掘进深度创纪录

8月19日,我国自主研发的海底隧道盾构机“深江1号”完成3590米既定掘进任务,顺利抵达珠江口水域海平面下106米,创下中国大盾构水下掘进最深纪录,也是世界高铁盾构隧道掘进的最深海底纪录。

全长13.69公里的珠江口隧道是深江铁路重点控制工程,采用矿山法+盾构法组合施工。其中,中铁十四局采用一台开挖直径13.42米的“深江1号”盾构机,从东莞虎门向广州南沙方向掘进3590米。掘进过程中,盾构机下穿多条主航道,先后穿越13种地层、5种复合地质,全断面硬岩掘进长达2.75公里,花岗岩强度最高达124.6兆帕,还连续穿越17条断裂带及分支。区间工程复杂的水文及地质条件,为工程带来了极大的难度。

据介绍,隧道盾构段最低点位于珠江口水面下106米,“深江1号”盾构机最大承受水土压力达10.6巴,相当于指甲盖大小的面积上承受10.6公斤的压力,在国内尚无同等条件的工程经验和设计标准可供参考。

针对施工难题,“深江1号”盾构机配置了常-带压重型复合刀盘,可伸缩主驱动、双层壳体,同时集成了高精度大流量环流、高效重载物料运输、主驱动密封自动加压、盾尾间隙测量、管片自动选型及浮动检测、隧道通风制冷等一系列智能化系统,确保盾构机在超高水压、超大埋深、裂隙发育的不良地质段连续、稳定、安全掘进。(朱汉斌 苗雷)

## “绣球花”创造电解水制氢催化剂新纪录

笔者8月19日从西湖大学获悉,该校人工光合作用与太阳能燃料中心孙立成教授团队成功合成可用于电解水制氢的非贵金属催化剂——CAPist-L1。这一新型催化材料浸在碱性水中,在安培级电流密度下稳定工作超过19000小时后,表面仍源源不断地产生气泡,尚无衰退的迹象,其催化效率和稳定性远优于已公开报道过的催化剂。相关成果近日发表于国际学术期刊《自然·催化》上。

在低温电解水制氢技术中,阴离子交换膜电解水制氢具有电解效率高、响应速

度快和成本低等特点,但受制于氧气析出反应(OER)催化剂难以在大电流密度下维持太久这一问题,一直没有实现工业化。

孙立成介绍,此次研究纯属偶然。一次,团队成员在利用浸泡法制备镍铁基OER催化剂时,把乙醇(酒精)当作去离子水使用,结果发现在泡沫镍上长出来的催化剂OER性能非常不错。在电镜视角下,这一催化剂如同花朵般层层叠叠,因此被命名为“绣球花”。

基于“绣球花”良好的催化表现,研发团队随即从理论层面进行探索,进而不断

完善优化制备方案,成功开发了一种基于非均匀形核液相体系的催化剂制备工艺。在机制研究方面,研究团队通过对CAPist-L1成分、结构和形貌等逐项分析,发现在催化层和金属基底之间存在一层致密过渡层。正是致密过渡层的存在,将催化层牢牢地锚定在金属基底上,提升了催化剂的活性和稳定性。

值得期待的是,因制备工艺简单、成本低廉、可重复度高、易放大化制备且具备超高OER活性和稳定性,CAPist-L1展现出优良的工业化应用前景。(洪恒飞 张弛 江耘)

## 天地协同探索合金“混溶”奥秘

### 借助太空微重力环境,相分离合金制备取得重要进展

相分离合金因具有独特的物理与力学性能,以及在机械、汽车和电子等领域的广阔应用前景,近年来越来越受到人们关注。

然而,在地面常规凝固条件下,该类合金很难制备,其应用受到极大限制。

8月19日,笔者从中国科学院金属研究所了解到,借助太空微重力环境,该所赵九洲研究员项目团队在相分离合金制备方面取得了重要进展。他们建立了相分离合金凝固过程模型,探索了用电场、磁场和微合金化等调控相分离合金凝固过程、促进原位复合凝固组织形成的可行性。

日常生活中,有很多相分离现象,比如油浮在水的上层,或在水滴表面形成油壳。很多合金在凝固的过程中也会有类似的难以“混溶”现象,即合金熔体在冷却过程首先会析出第二相液滴或颗粒,发生液-液或液-固相分离。这类合金被称为相分离合金。

长期以来,材料科学家致力于相分离合金的凝固过程研究,期望能通过使用合

理的凝固方法和优化凝固过程工艺参数,获取具有理想凝固组织的相分离合金材料,满足工业需求。

“但是,相分离的金属在地面重力条件下凝固时,极易形成分布不均匀乃至金属元素分层的组织。因此,长期以来该类合金的研制与应用受到严重制约。”赵九洲说。

太空微重力环境为解决这一问题带来了曙光。空间环境能够提供长时间稳定的微重力条件,可有效消除地面重力导致的熔体对流和析出相的沉积与浮动现象,为相分离合金凝固理论提供了优异的条件。

近年来,在中国载人空间站工程等项目支持下,赵九洲项目团队基于大量的地面研究,优化设计了相分离合金的成分和凝固工艺,在天宫二号以及中国空间站上开展了相分离合金的凝固实验,获得了铝铋锡和钨钽钴原位粒子均匀分布的复合材料样品和具有壳-核结构的球形样品。

通过天地协同研究,科研团队揭示了相分离合金凝固过程和重力/微重力的影

响,发展了相分离合金的凝固理论,提出了相分离合金凝固组织调控方法,为相分离合金的成分设计与工业制备技术研发奠定了基础。

更重要的是,在项目研究过程中,团队高度重视理论研究成果在工业生产中的应用。以相关理论为指导,他们研发了多种关键材料的制备技术,制备的相分离合金材料在核电、电子通信、装备制造等领域获得应用。

“基于这些研究,从2004年至今,我们在《国家科学评论》《材料杂志》等期刊上发表论文200余篇,获授权发明专利40余项,并且撰写了学术专著《金属基复合材料原位形成理论基础》。”赵九洲说。

这些成果获得了国内外学者的高度评价。他们认为,赵九洲团队利用航天飞行器对二元和三元相分离合金凝固行为进行了开拓性研究,这些研究有助于澄清相分离合金凝固组织演变动力学细节。(科轩)

## 与贫煤稳燃技术数字化火检成功

笔者8月16日从国家能源集团获悉,经过近4个月试运行,该集团湖北汉川电厂2号机组近日完成低挥发分贫煤等离子体点火与数字化图像火检升级改造。这是我国在贫煤机组锅炉冷态无燃油点火启动及火检系统数字化、可视化技术上取得的重大突破,标志着全国首套数字化火检与贫煤稳燃技术研制成功。

据悉,针对低挥发分贫煤难以点火的问题,国家能源集团湖北汉川电厂与烟台龙源电力技术股份有限公司联合开展技术攻关,成功研发出适用于低挥发分贫煤点火及稳燃的新型等离子体点火系统。同时,研发团队还将该系统与新型数字化图像火检技术融合,形成数字化火检与贫煤稳燃技术。该技术在发电机组应用时,实现了锅炉火焰视频信号的自动接收与逻辑判断,使火检信号信息量提高了100万倍以上,火焰检测视角范围扩大了约18倍,为贫煤的高效利用开辟了新路径。

“该项目的成功投运,不仅提升了火电机组的灵活性调峰能力,大幅降低了锅炉无油点火对煤种的要求,还大幅降低了点火及稳燃燃料成本。”国家能源集团湖北汉川电厂负责人罗则红说,该项目具有重要的引领和示范意义,每年可减少燃油消耗约600吨,为我国构建清洁低碳、安全高效的能源体系,培育和发展新质生产力提供了有力支撑。(程建 周鸣)