

“双循环”让退役锂电池有了新出路

■本报记者 张双虎

当实验台上的摩擦纳米发电机开始嗡嗡运转时,旁边大烧杯里,一簇细密的气泡逐渐在阴极聚集。这预示着,即将迎来“退役潮”的废旧锂电池的回收方案浮出水面。

日前,中国科学院北京纳米能源与系统研究所王中林院士、王杰研究员团队基于摩擦纳米发电机的自驱动原理,构建出一套废旧锂电池回收系统。利用该系统可生成能直接利用的高纯度磷酸锂、磷酸铁。在多项前沿技术加持下,该系统以摩擦纳米发电机供电回收废旧锂电池,并将部分回收材料用于制造摩擦纳米发电机,构建了材料和能量的“双循环”。

“这是整合了‘新型高效电化学回收体系’‘摩擦纳米发电技术’和‘回收产物再利用技术’等前沿技术的自驱动磷酸铁锂回收系统。”王杰告诉《中国科学报》,“与传统回收技术相比,该回收系统在环保和经济效益方面优势明显。”

锂电池将迎来“退役潮”

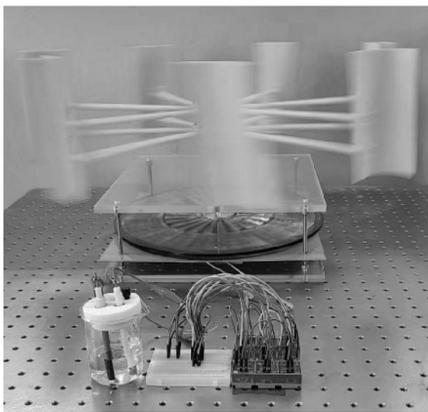
当前,低碳发展的理念深入人心。新能源汽车、储能等产业得到长足发展,锂电池是主要动力或储能设备。锂电池平均使用寿命为6至8年,我们即将迎来大规模的锂电池“退役潮”。

据中国汽车工程学会预测,我国退役动力电池2023年将达到104万吨,到2030年将达350万吨。同时,动力电池所用的锂、钴、镍资源稀缺程度加剧,随着全球电动化战略转型的加速,资源短缺问题日益突出。

“如果不能正确、有效处理废弃锂电池,电解液、重金属、塑料等物质会给环境带来巨大压力。”王杰说,同时,废旧锂电池中有可观的锂、镍、钴、锰、铜、铝等金属元素,是宝贵的资源。不论从环境保护还是从资源利用的角度看,都需要回收利用废旧锂电池。

但锂电池回收问题重重。一是传统回收方式工艺复杂,高能耗、高排放,还会带来二次污染。二是回收所得产物纯度较低,多次提纯会抬高成本。

目前,主流新能源汽车采用三元聚合物锂电池(俗称三元锂电池)或磷酸



自驱动磷酸铁锂回收系统。受访者供图

铁锂电池。前者能量密度高、续航里程长,后者安全性能更好。其中三元锂电池因含有贵金属原材料,人们对其回收意愿较强,对该领域回收技术研究较多。而约占市场保有量六成的磷酸铁锂电池原料相对便宜,回收产物价值不高,回收工艺复杂,没有人愿意回收。因此,亟需开发一种简单、便捷、环保又高效的回收方式。

王中林、王杰团队开发的回收系统采用电化学法氧化食盐水,利用生成的次氯酸进行氧化还原,实现磷酸铁锂正极材料的回收。这能降低化学试剂的用量及种类,将湿法回收的10个步骤减少为4个,在简化工艺流程的同时节能环保、降低成本。

“按照现行行业标准,反应物磷酸锂和磷酸铁纯度达到99.5%就可以直接利用。”王杰说,“我们这种方法回收产物的纯度分别达99.70%和99.75%,可以省去高能耗、高排放的提纯步骤,能直接利用。”

“跑题”讨论引来“双循环”研究

“一个有意义的课题需要从社会需求出发,聚焦于解决生产生活中的瓶

问题。”王杰说,“该项目立足自身优势,综合实验室在锂离子电池、摩擦纳米发电机、自驱动系统、自驱动电化学方面的积累,通过多项前沿技术叠加,最终获得突破并实用化。”

其研究思路的缘起,来自团队3年前一次头脑风暴时话题“跑偏”的讨论和此后将多项前沿技术叠加创新的尝试。

王中林带领团队长期从事摩擦纳米发电机相关研究。制造摩擦纳米发电机的材料广泛,为了降低成本,他们曾研究过废旧回收材料制造摩擦纳米发电机。

“一开始,为了寻找替代材料,我们尝试过多种回收物品,比如用牛奶包装盒上的铝塑膜、可乐罐的铝材等作为摩擦纳米发电机的原料。”王杰说。

在一次头脑风暴中,团队成员张宝峰提出废旧锂电池中有很多可回收金属和有机薄膜,能用作摩擦纳米发电机原料。接下来的讨论就有点“跑偏”,大家七嘴八舌一讨论,形成的共识是——锂电池回收可能会成为一个有很大需求的领域。

王杰曾进行过储能技术研究,后来到北京纳米能源与系统研究所跟随王中林研究摩擦纳米发电机,并利用纳米发电机收集环境能量给各种移动传感器、可穿戴设备供电。但环境能量总会遇到不稳定因素,需要用锂电池进行储能“缓冲”。该团队中专门研究锂电池的博士和博士后对锂电池的深入了解,让他们相信自己的判断。此后对回收锂电池行业的调研也证实了上述想法。

进一步的分析中,团队认为电化学回收是一个不错的回收方式,但缺点是耗电量较大。

“我们就是搞发电的,所以当时就想把电池技术、摩擦纳米发电技术和电化学回收技术叠加起来,看能不能找出结

合点,把这套回收系统做出来。”王杰说。

技术沉淀和拓展

团队成员具有化学、材料、物理、电子、机械等多学科背景。

一开始,团队分析认为,构建这个“双循环”的基础是电化学回收过程中正极材料的选择。因为反应过程要氧化还原磷酸铁锂。电场虽然是非常好的“还原剂”,但磷酸铁锂不溶于水,直接电化学还原无从谈起。

“我们和电场打交道很多,对电化学比较了解,坚信没有电场氧化/还原不了的东西。如果不能直接氧化还原,就需要找到一个‘中间体’。”王杰解释说,“如果能找到一种溶剂作为‘中间体’,形成另外一种液态氧化剂,再去氧化还原磷酸铁锂,就能让反应顺利进行。”

经过数月的筛选和实验,团队发现次氯酸可以达到上述要求,而次氯酸又可以通过氯化钠溶液在电场中产生。磷酸铁锂粉末被次氯酸包覆,然后进行反应。但次氯酸没有颜色,无法直观判断,研究人员又去寻找指示剂。经过一番实验调试,他们最终将碘化钾溶液作为指示剂,完美解决了这一问题。

反应能进行下去了,团队又发现了新问题。为了实现尽可能多地回收磷酸铁锂,实验中要有足够多的电量。但团队以前的研究专注于“单位面积的输出”,为满足电化学反应需要,他们重新研制了一台直径约30厘米的旋转式摩擦纳米发电机,并通过优化输出和降压增压措施,满足了实验需要。

在此基础上,团队通过技术沉淀和拓展,将相关技术应用在三元锂电池回收上。目前,该团队已经在实验室完成了废旧三元锂电池的回收。

“目前,该项技术还处于起步阶段,有很多地方需要进一步完善。我们的目标是进一步做深、做细电化学回收,将其拓展成通用技术,用这种模式回收其他锂电池。”王杰补充说,“我们计划完成更多锂电池材料,包括封装材料、电解液等的回收利用。这样,锂电池用完后就能完全无害地回收利用。”

集装箱

低成本“航天慧脑”机器人实现全天时全天候智能感知

中国航天科工二院二部群智能感知创新中心推出了低成本机器人智能感知系统,整套系统的硬件成本较激光雷达或双目相机方案降低一半多。

当前市场上的机器人智能感知系统,其传感器通常使用激光雷达或双目相机。这些传感器不仅价格昂贵,而且体积较大,难以广泛应用于微型机器人和微型无人机等小型设备。目前常用的单目同步

定位与地图构建算法和基于深度学习的单目深度图生成方法均因无法避障、适应性差等缺陷而无法灵活应用于复杂作业环境。

此次研发的新系统利用单目摄像头和低成本惯性传感器,就可以实现机器人智能识别、自主定位、自主避障、环境建模等功能。尤其是增加毫米波雷达传感器后,该系统能够突破暗淡光线、雨雪烟雾等恶劣环境条件限制,实现全天时全天候的智能感知。

全球脐带血应用案例超8.5万

中国脐带血应用例数超过3万例。近日,天津市脐带血造血干细胞库举办了以“脐带血,别丢弃”为主题的“世界脐带血日科普宣传周”系列活动。

脐带血是新生儿娩出、脐带结扎并离断后残留在胎盘和脐带中的血液。过去,脐带血被当作医疗废物丢弃。经过多年研究,科学家发现脐带血富含造血干细胞,可以帮助病人重建受损的血液系统和免疫系统。1988年,全球第一例脐带血造血干细胞移植成功治疗了范可尼贫血。数据统计显示,迄今全球脐带血

应用案例已超8.5万例,中国脐带血应用例数超过3万例。

与骨髓造血干细胞、外周血造血干细胞相比,脐带血造血干细胞配型要求低,配型成功率高。另外,脐带血造血干细胞具有采集方便、安全、移植后排异发生率低等优点。如今,脐带血被广泛用于血液病、免疫系统疾病等80多种疾病治疗,显示出了巨大的潜力。

为此,天津市脐带血造血干细胞库通过科普互动、“脐血宝宝”回家、创意打卡等丰富多彩的形式,科普脐带血的价值,呼吁社会重视这份生命资源。

《下一代互联网关键技术专利分析》报告发布

在近日于深圳举行的“2023企业科技创新发展论坛”上,中国知识产权研究会正式发布了《下一代互联网关键技术专利分析报告(以下简称报告)》。

报告首次明确下一代互联网关键技术边界,结合相关领域专利申请量、有效量,专利布局地域等数据,分析下一代互联网技术的发展现状与趋势,展示中国科技企业在这些领域的创新成果。

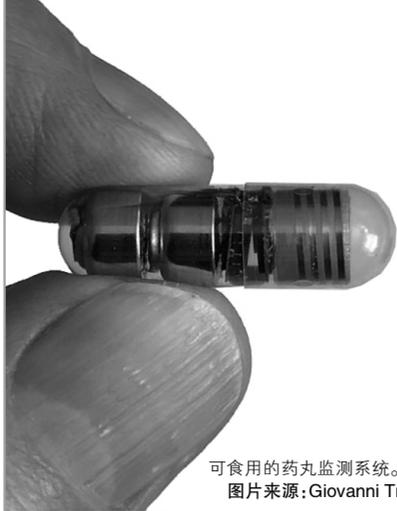
报告认为,下一代互联网技术是以新一代人工智能为核心驱动,以云技术、大数据、区块链、虚拟现实、数字孪生、引擎渲染、安全等技术为支撑,集成底层技术、应用场

景、内容生态、硬件产品等多种要素的分布式互联网技术。

近10年,在专利领域,中国互联网科技企业从跟随、追赶向突破引领迈进。报告对全球企业下一代互联网关键技术专利有效量进行排名,有3家中国科技企业进入前十,其中腾讯以26980件专利有效量位居榜首。

目前,下一代互联网是各国推动产业升级的先导领域,也是专利布局密集的战略新兴产业。据统计,截至今年9月,全球相关技术专利申请总量已达4165032件。其中,中国申请量为1709581件,占比超四成。

按图索技



可食用的药丸监测系统。图片来源:Giovanni Traverso

可食用“药丸”监测呼吸和心率

美国科学家开发出一种可食用的“药丸”监测系统,能从人体内部监测呼吸和心率等生命体征。该工具能为存在阿片类药物过量使用风险的人提供方便有效的监测,相关研究11月18日发表于应用技术研究期刊 Device。

近年来,科学家们一直在开发可食用设备。与心脏起搏器等植入式装置不同,可食用装置使用方便,不需要外科手术。例如,医生让患者服下药丸大小的可食用相机进行结肠镜检查。

“这种可食用药丸可以提高多种疾病的诊断和监测能力,为患者提供更多医疗机会。”该论文第一作者、美国麻省理工学院机械工程系副教授 Giovanni Traverso 说。

生命体征监测药丸(VM药丸)可以监测与呼吸和心脏跳动有关的身体的微小振动。为了测试VM药丸,研究小组把其放在被麻醉的猪的胃里,然后,

给猪注射一剂芬太尼,让猪停止呼吸。人类过量服用芬太尼也会发生这种情况。结果显示,该设备能实时测量猪的呼吸频率,并提醒研究人员尽快处理相关情况。

该团队还首次在人身上了测试了该设备。研究人员给美国西弗吉尼亚大学的10名睡眠呼吸暂停患者使用了VM药丸。该设备能够检测出参与者的呼吸何时停止,并以92.7%的准确率监测呼吸率。与外部生命监护仪相比,VM药丸监测心率的准确率达到96%。试验还表明,该装置是安全的,所有参与者在试验后的几天内都推出了该装置。

Traverso说,目前VM药丸只能在人体内停留大约一天,但未来他们可以对设备进行升级,使其能停留更长时间。(冯维维)

相关论文信息:
<http://doi.org/10.1016/j.device.2023.100125>

洗干净的毛巾为何还会有异味?

■本报记者 廖洋 通讯员 王冰倩

你是否曾为衣物发霉所困扰?明明是洗干净的衣服,为什么还会发霉,散发出阵阵异味呢?

中国科学院青岛生物能源与过程研究所(以下简称青岛能源所)单细胞中心的研究人员,通过研究日常使用的棉质毛巾中的微生物含量、多样性和异味成分,找到了答案。相关研究成果日前刊发于《宏基因组》。

追本溯源让臭味“元凶”无处可逃

当衣物接触人体时,会不断沾染汗水和皮脂。适宜温度下,附着其上的来自人体和环境中的微生物会肆意生长、繁殖。

青岛能源所单细胞中心主任徐健告诉《中国科学报》,衣物上大量繁殖的微生物会产生一些散发难闻气味的代谢物,包括挥发性有机化合物,如丁酸、3-甲基丁酸、4-甲基-3-己烯酸和己酸等,所以脏衣服闻起来有臭味。

那为什么干净衣物也会有异味呢?“一定数量的纤维组成的纺织品虽然光滑,但在显微镜下观察可以发现,纤维纹理粗糙且扭曲,存在许多褶皱或褶皱,其上附着的皮脂和微生物等很难被清洗干净。”徐健说,当遇到梅雨天气、不充分的晾晒等造成的湿润环境时,它们就会肆意生长,让

洗后的衣物散发“臭味”。为此,青岛能源所单细胞中心研究团队借助前期开发的2bRAD-M技术、微生物生理学实验、感官评价等,深入研究洗衣机洗涤衣物过程,试图找出臭味“元凶”。

以往,对纺织品中微生物多样性的理解仅限于属水平,难以准确定位、区分致病或引起臭味的微生物。

为了能在更高的分类学特异性水平上了解脏衣物上产臭微生物的类型、组成和丰度,团队采用了高分辨率、高灵敏度的微生物组测序技术——2bRAD-M技术。

以正常使用3天的棉质毛巾为研究对象,洗衣机洗涤为清洗手段,研究团队于洗前、洗后、室内晾干3个时间点取样124次并进行分析。结果发现,清洗前不同毛巾中的微生物组成不同,经过同一台洗衣机清洗后,微生物组成发生明显变化,毛巾间的微生物组成趋于一致。

此外,研究人员还发现,洗衣机漂洗水浸泡的毛巾、同时洗涤的预灭菌毛巾上的微生物组成以及漂洗水中的微生物组成都高度相似,这说明洗涤过程中毛巾间、漂洗水与毛巾间均发生了微生物的交叉污染。

一个细节让洗后的衣物更“干净”

已知产臭微生物是衣物产生异味的

主要原因之一,微生物介导的含硫氨基酸(蛋氨酸和半胱氨酸)降解释放甲硫醇,并经过后续快速的自氧化反应生成二甲基二硫或二甲基三硫化物等多种具有难闻气味的挥发性有机物。

为了验证如何将衣物洗得干净、无异味,团队在实验中引入了抗菌洗涤剂与非抗菌洗涤剂洗涤效果的对比。

青岛能源所单细胞中心研究助理姬婕说:“抗菌洗涤剂减弱了洗涤过程中毛巾之间的微生物交叉污染,显著降低了洗后毛巾上残留的产臭微生物的丰度。”

记者了解到,目前对洗涤剂抗菌能力的评估大多停留在实验室水平,尚未阐明真实场景中洗涤剂对日常使用纺织品产生异味的控制机制。而此次的研究既为“抑菌”“除臭”洗涤剂的开发提供了指导意见,也进一步证实了合理的分类洗涤、洗涤剂产品选择对于衣物洗涤具有重要意义。

“这项研究检测了洗涤过程中物种级别微生物组的变化,但无法区分微生物的存活。下一步,我们将从单细胞代谢组学的角度,增进对洗涤过程中纺织品上微生物组成及变化的了解,分析微生物细胞的原位代谢活性,如活力、底物利用速率、环境应激等。”徐健表示。

研究人员表示,微生物在衣服的各个



2bRAD-M技术高效分析低生物量、高度降解或污染严重的微生物组的示意图。青岛能源所供图

白皮书从介绍数智教育概况角落里“东躲西藏”,等待机会再次释放“臭味儿”。“我们可以通过更科学的清洗和晾晒措施,来‘清理元凶’。”徐健指出。相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/imt.2.110>

西太平洋地区气候变化与健康适应专辑发布

该专辑的发起人和主导策划者、清华大学万科公共卫生与健康学院副教授纪思翰在发布会上介绍了来自中国的报告。报告提出“气候变化与健康适应”具体措施,具体包括“加强碳中和与健康共同效益”“改进气候预警系统”“优化城市空间规划”“优化室内环境”“推进自然植被、绿色空间与空气基础设施建设”“提高保护弱势群体免受气候风险的公众认知”“发展环境工程学和健康管理”“加强学术界与决策部门之间的协同”等8项措施。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100965>

第四届软物质科学与技术国际学术研讨会召开

该专刊的发起人和主导策划者、清华大学万科公共卫生与健康学院副教授纪思翰在发布会上介绍了来自中国的报告。报告提出“气候变化与健康适应”具体措施,具体包括“加强碳中和与健康共同效益”“改进气候预警系统”“优化城市空间规划”“优化室内环境”“推进自然植被、绿色空间与空气基础设施建设”“提高保护弱势群体免受气候风险的公众认知”“发展环境工程学和健康管理”“加强学术界与决策部门之间的协同”等8项措施。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2023.100965>

第四届软物质科学与技术国际学术研讨会召开

由华南理工大学主办的第四届软物质科学与技术国际学术研讨会(以下简称SMST研讨会)在该校广州国际校区举行。

软物质是处于固体和理想流体之间的物质,一般由大分子或基团组成。软物质涉及广泛的学科领域,主要包括材料科学与工程、物理学、化学、生物学,同时还涉及生物医学工程、环境科学与工程等。为此,新交叉学科“软物质科学与工程”应运而生。随着新一轮科技革命和产业革命的演进,学科之间

的深度交融成为解决重要科学问题和实现关键核心技术变革的突破点。

记者获悉,SMST研讨会于2017年首次召开,本届SMST研讨会聚焦软物质科学未来发展,旨在探索软物质研究的未来方向及其对各个科技领域的持续影响,为不断发展的软物质研究导航。会上,国内外22位知名学者分别就大分子、超分子、共轭材料、纳米工程聚合物、精确蛋白质、电子束敏感晶体材料、循环材料等软物质学科的前沿成果作分享讨论。

武汉大学开启数智人才培养

武汉大学发布数智教育白皮书(以下简称白皮书),着力培养面向未来的复合型数智人才。白皮书从介绍数智教育概况角落里“东躲西藏”,等待机会再次释放“臭味儿”。“我们可以通过更科学的清洗和晾晒措施,来‘清理元凶’。”徐健指出。相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/imt.2.110>

前存在的挑战,提出建设具有武汉大学特色的一体化数智人才培养体系。

武汉大学将数智人才培养分为“通识、赋能、应用、专业”4个类型,贯通本科、专业型硕士和博士3个学历层次,将全校数据科学核心课程统一为18门,解决了专业培养差异化与知识学习统一化之间的矛盾,推动数据科学与各个专业的融会贯通,并且利用全校资源有序推进各个专业的数智化培养。