

新发现的铌包头矿有哪些大用途

◎本报记者 张景阳

日前,由中核地质科技有限公司(核工业北京地质研究院)(以下简称中核地质科技)团队研究发现的铌包头矿,获得国际矿物学协会新矿物、命名及分类委员会的正式批准。铌包头矿发现于内蒙古包头市白云鄂博矿床,也是在该矿床发现的第17个新矿物。

截至目前,中国已发现嫦娥石、冕宁铀矿、栾川云母等180多种新矿物。业内人士介绍,铌包头矿的发现解决了国际矿物学界争论已久的包头矿电价平衡问题。同时,具有富铌特征的铌包头矿为铌的富集成矿机理提供了新的研究视角,为铌等战略性关键金属的开发提供了新方向。此外,铌包头矿中五氧化二铌(Nb₂O₅)含量约为26%,其有望用来提取铌元素。

铌是金属材料中的“贵族”

“铌是重要的钢铁合金添加剂,钢材中只需加入0.03%到0.05%的铌,便可使钢的屈服强度提高30%以上。这是铌应用最广泛的领域。”中核地质科技正高级工程师葛祥坤向记者介绍说。

铌元素发现于19世纪初,研究表明,铌在地壳中的含量为0.002%,在地壳中的自然储量为520万吨,可开采储量440万吨,主要矿物有铌铁矿、烧绿石和黑稀金矿、褐钨铌矿、钽铁矿、钽铌钙铀矿。金属铌呈灰色,化学性质稳定,在空气中不发生氧化,还具有难溶解、耐高温、强度大等特点,用途广泛。

铌在自然界中不以纯态出现,而是和其他元素结合形成矿物。葛祥坤告诉记者:“不论从储量、提取难度,还是从性能、用途上看,铌都是金属材料中贵族般的存在。凭借强大的功能,铌和稀土元素一样,在国际社会上都被归为关键金属。”

资料显示,目前,全球的铌矿资源高度集中,主要集中在巴西和加拿大,其中巴西的储量占据了全世界总储量的约80%。当前,我国铌矿石主要从巴西进口。因此,这次我国在白云鄂博矿床发现新的铌矿物,对于该矿床铌资源的开发具有重要的意义。

在诸多领域地位不可替代

葛祥坤说:“铌是一种应用领域极为广泛的元素,它在钢铁、超导、医疗、电子、化学、特种合金以及尖端技术等方面都具有不可替代的地位。”

铌的耐酸性良好,可用于热交换器、冷凝器、过滤器、搅拌器等。铌还具有优良的抗生理腐蚀性和生物相容性,不会与人体液发生作用,并且几乎不会损伤机体组织,因而常被用于制造接骨板、颅骨板螺钉、种植牙根、外科手术用具等。



图① 铌包头矿样本。
图② 科研人员对铌包头矿样本进行切割。
中核地质科技有限公司供图

由于具备卓越的延展性,铌的某些化合物和合金被广泛应用于制造各种工业超导体,在铌合金导线中可以形成几乎毫无阻力的强大电流,从而产生超强磁场;航空航天工业也是高纯度铌的应用领域之一,火箭飞机的发动机以及耐热部件等都会用到铌合金,这主要是利用了其良好的热强性能,抗热性能和加工性能。

葛祥坤介绍,铌作为铁基、镍基和钴基超级合金的添加剂,可提高合金的强度性能。铌在核工业中适用于用作反应堆的结构材料和核燃料的包套材料。铌钽、铌锆合金及铌锡、铌铝锆等化合物超导材料,除用作输电、发电、制造超导磁体、控制核聚变外,还可用于宇宙飞行器中的导航装置、高速潜水船只的电磁推进设备以及超导高速列车等。

碳化铌可以单独使用或与碳化钨、碳化钼配合使用,用于热锻模、切削工具、喷气发动机涡轮叶片、阀门、尾裙及火箭喷嘴涂层。铌合金强度高、韧性好、抗冷淬,广泛用于输油管道。

链接

发现铌矿是“从0到1”的突破

如果说每个人是人类社会的“细胞”,那么,矿物就



是组成地球的“细胞”。矿物学是地球科学领域中最古老的学科之一,矿物的分类命名更是矿物学研究的基础性工作。新矿物的发现与研究是矿物学研究中不可或缺的一个重要基础领域。新矿物的发现是“从0到1”的原创性研究成果,是小到一区域、大到一个国家矿物学研究水平软实力与硬实力的重要体现。

铌包头矿的发现历程较为曲折。研究团队早在2012年通过到白云鄂博矿床的一次参观考察中采取了样品,当时没有发现异常现象。直到2022年,研究团队又对该样品重新进行了测试,发现一种矿物类似于20世纪60年代在白云鄂博发现的矿物,都含有钽、铌、铁、硅以及氧等元素,但是这个矿物里铌的含量比传统的包头矿高得多。

根据国际矿物学协会新矿物、命名及分类委员会的规定,确定了化学成分,另一个重要的工作就是要测定并解析晶体结构。常规的晶体结构测定需要挑选一颗纯净的100微米左右的单晶体。“我们利用聚焦离子束扫描电镜的微区原位样品加工技术,提取了一个比较理想的单晶体,进而采集了晶体结构数据并完成了晶体结构解析。所有技术难点均被攻克后,我们于今年提交了新的申报书,并顺利通过审查,进入国际专家投票环节,最终收到了新矿物批准证书。至此,这个新矿物终于尘埃落定。”中核地质科技正高级工程师范光告诉记者。

摩擦起电功能材料让医用口罩更耐用

科技日报(记者胡满斌)11月8日,记者从中国科学院兰州化学物理研究所获悉,该所王道爱研究员团队设计了一种基于氢键增强的复合聚乙烯醇(PVA)基摩擦起电功能材料(以下简称PVA材料)。该材料可应用于医用口罩领域,同时还为恶劣海洋环境下摩擦起电材料耐湿设计和自供电环境治理提供了新的思路。相关成果发表在《先进功能材料》和《今日材料》。

界面的摩擦起电性质与其所处环境密切相关,通常高温度的大气会加速摩擦

起电过程中静电荷的传输和耗散,大大限制了摩擦纳米发电机等器件在能源收集与自供电传感检测等领域的应用。

另外,环境湿度对界面摩擦电荷的产生、传输和静电积累的影响机制尚不清晰。“如何通过材料选择与设计,实现高湿环境下器件的高性能输出与稳定运行,是迫切需要解决的问题。”王道爱介绍。

团队将PVA材料用于医用口罩,解决了传统聚丙烯(PP)基医用口罩在长时间佩戴过程中存在的口罩中间吸附层电荷

耗散过快的问题。PVA基中间吸附层材料富含的羟基官能团,能与人体呼出的水蒸气分子自发形成氢键固定水分子,实现高湿度下摩擦起电能力的增强。同时,PVA材料优异的电荷储存性能,可大大减缓电荷的耗散速率,并可通过拍打、摩擦等简单易行的方式延长口罩静电吸附病毒的时间,进而延长其使用寿命。

“尽管PVA材料可作为一种性能优异的耐湿型摩擦起电正极材料,但其较差的介电、耐磨损性能不利于其作为摩擦起电材料长期使用。”王道爱说,基于此,该团

队与中国海洋大学陈刚教授团队合作,将PVA材料与MXene材料(一种常见的二维材料)复合改性,设计了一种面向海洋湿热苛刻环境的PVA-PVDF基摩擦起电器件。

得益于MXene表面的亲水性基团和其在PVA基质中的平行层状分布,PVA材料的耐湿性、耐磨性和介电性能得以提高。另外,该团队通过进一步设计制备了聚丙烯腈/聚乙烯醇-氯化钙复合薄膜,进一步提高了PVA材料的耐湿性和力学性能,拓展了复合PVA材料的应用潜力。

江西理工大学等单位研制系列高性能海工钢

更多国产好钢走向“深蓝”

◎本报记者 魏依晨

稀土如何为海洋工程提供助力?答案是:海工钢。

日前,由江西理工大学、新余钢铁集团有限公司(以下简称新钢集团)等单位完成的高性能海洋工程用钢板高效制造

关键技术创新及产业化项目(以下简称“海工钢”项目)获江西省科学技术进步一等奖。该项目成功研制出系列高性能海洋工程用钢板并实现产业化。

海洋环境复杂多变,深水、浪涌、低温等多重复杂而苛刻的服役条件也对工程用钢提出了极为苛刻的要求。海工钢具有高强度、大热量焊接、耐腐

蚀、大厚度等特性,但制造难度大,导致我国在很长一段时间里,对海工钢依赖进口。

在科研团队看来,建设“钢铁强国”,关键技术要不来、买不来、等不来。

“为此,新钢集团联合江西理工大学等高校、国内钢企,通过理论计算、实验室和工业性试验等系统研究,成功研制出系列高性能海工钢并实现产业化。”新钢集团总经理助理、技术中心主任帅勇介绍,“海工钢”项目主要攻克了两个技术:一是“连铸+轧制”流程制造特厚海工钢板工艺技术取得新突破,解决了特厚板坯容易出现中心疏松偏析和表面裂纹等质量缺陷难题,研制出的EH690钢板认证厚度达到115毫米;二是集成创新海工钢板制造流程工艺技术,开发了流程工艺集成技术,研发钢坯轧制温度、速度、压下量多场耦合轧制新技术,系统优化淬火介质、回火温度等热处理工艺。

据悉,该产品通过国际十大船级社认证,不仅在国内市场备受青睐,更是畅销海外,形成了具有自主知识产权的高性能海工钢绿色高效制造关键技术集成。

“在接触了海工钢的设计与研发后,我们团队逐渐发现,我国在海工钢研究领域还有很多技术空白。”向海洋用钢材料领域深处探索的“种子”在江西理工大学冶金工程学院教授赖朝彬心中萌发。“空白意味着未知,也意味着有更多可能。”他说。

试制过程中,赖朝彬带领攻关团队通过现场和线上指导,解决了海工钢生产的一系列难题,使“海工钢”项目成功“走出”实验室,实现从理论到中试生产的无缝衔接。

记者在采访中获悉,该高性能海工钢的最大创新点,莫过于成功在钢种冶炼中添加了稀土氧化物。“此举在解决高强度韧性特厚规格板坯质量均质化这一世界难题的同时,更进一步强化了海工钢最关键的抗低温冲击性能指标。”帅勇介绍,这一国际领先的科技成果显著促进了行业科技进步,更产生了巨大经济效益。目前,相关产品已应用于我国“深海一号”平台等国内外十多个重大工程,国际竞争优势明显。下一步,研发团队还将开发-60℃极地专用海洋平台用钢及高强度海工钢绿色高效制造关键技术集成。



江西理工大学冶金工程学院教授赖朝彬在海工钢生产现场进行指导。受访者供图

寻材问料

回收旧衣服 做成电解质

◎洪恒飞 张若娴 本报记者 江耘

近期,浙江理工大学胡毅教授团队与美国特拉华大学付堃教授团队合作,以废弃腈纶纱线(含染色腈纶)为原材料,构建出3D纤维网络增强的腈纶基陶瓷复合纳米纤维固体电解质,为废弃纺织纤维的回收利用提供了新思路,同时也为开发适用于柔性可穿戴电子领域的高性能固体电解质提供了一种低成本、可行的解决方案。相关成果日前发表于国际学术期刊《ACS应用材料与界面》。

腈纶是由聚丙烯腈的丙烯腈共聚物制成的合成纤维。聚丙烯腈的聚合物链中的腈基,是具有高电学稳定性的典型强吸电子基团,这使得聚丙烯腈聚合物成为制备固态电解质的理想候选材料。

胡毅介绍,腈纶在储能器件中的应用具有可行性,服用腈纶与聚丙烯腈主要成分相同,成本也相对较低。若将废弃服用腈纶替代聚丙烯腈聚合物作为原料应用于储能领域,将实现废弃纺织品的绿色低碳高值化利用。

此次研究中,科研人员对回收得到的废旧腈纶纱(含染色腈纶)进行简单的清洗和干燥处理后,再用洁净的腈纶纱制备出腈纶溶液,继而将锂镧钽氧(LLZTO)陶瓷纳米粒子分散在腈纶溶液中,制备腈纶基陶瓷复合静电纺丝前驱体溶液。“电纺已经实现产业化,因此我们选择用电纺技术,获得3D结构的LLZTO/腈纶纳米纤维网络,作为复合固态电解质的填充框架。”胡毅介绍,通过简单的液相组装,科研人员就可将聚合物溶液(PEO-LiTFSI溶液)渗透到复合纤维网络中,得到LLZTO/腈纶复合固态电解质。

科研人员将整个制备过程比作钢筋混凝土的建造过程,在这个制备过程中,腈纶起到了钢筋骨架的作用,而聚合物则渗透到复合纤维网络中,相当于混凝土和钢筋骨架浇筑成一体。这样制备出的增强型复合固态电解质具有更好的热稳定性、机械性能和电化学稳定性。

近年来,固态电解质的研究成为一项热点。与电解液相比,其在锂离子电导率、提高电化学稳定性等方面均有提升。

此次实验显示,LLZTO/腈纶复合固态电解质表现出较高的离子电导率。由此制成的软包电池可在动态弯曲下稳定工作,而且在极端条件下,能够保持安全稳定运行并可为LED灯持续稳定供电。

胡毅介绍,LLZTO是一种氧化物陶瓷固体电解质,其纳米颗粒均匀分散在连续的LLZTO/腈纶复合纳米纤维中。这种结构不仅避免了LLZTO颗粒的团聚,而且能够形成连续的离子传输路径,还有利于导电聚合物溶液渗透到复合纤维框架中,以形成连续的陶瓷/聚合物界面,最终实现锂金属电池的循环。

胡毅说,演示实验证明了LLZTO/腈纶复合固态电解质在全固态锂金属电池中具备超高安全性,并有望作为柔性储能器件应用到可穿戴电子产品当中。

“传统平面固态电解质制备工艺繁琐,而此次研究的3D结构固态电解质制备过程较为简单。我们其实是用染整(即印染)的思维去做能源器件。”胡毅介绍,制备过程中所用的LLZTO陶瓷纳米颗粒为团队自主研发,价格较低,因此整个制备过程成本相对较低。未来,该研究将有望应用于更多领域。

全新宽带隙汞基

红外非线性光学材料问世

科技日报(通讯员刘晖 记者朱彤)11月8日,记者从中国科学院新疆理化技术研究所获悉,该所晶体材料研究中心设计合成出一例目前带隙最宽的汞基红外非线性光学材料,该材料为后续设计宽带隙汞基类金刚石结构材料提供了一个新的思路。相关研究成果日前发表在《Small》上。

非线性光学晶体是全固态激光器的核心器件。汞基硫属化合物有利于产生大的非线性光学响应,是开发高性能红外非线性光学材料的优选体系之一。但该体系化合物普遍存在带隙小的缺点,阻碍了其在激光领域的应用。

此次新研发的材料,是研究人员在前期研究的基础上,通过优选结构基因结合晶体结构预测与实验合成的。据介绍,该材料综合性能优异,具有大倍频响应、宽带隙、高激光损伤阈值,有望实现高效、高功率中远红外激光的输出,可用于红外激光测距、遥感通讯等领域。下一步,科研人员还计划在材料制备方面,突破晶体的生长工艺,获得大尺寸非线性光学晶体。

新技术助力

可拉伸纤维实现高品质量产

科技日报(记者王祝华)11月8日,记者从海南大学获悉,该校生物医学工程学院柔性电子材料与器件团队研发了一种量产高品质可拉伸纤维的新技术。该成果已于近日发表在国际期刊《科学进展》上。

纤维在人体中广泛存在,研发具有仿生性能的人工合成纤维,有望解决众多生物医学问题提供有效工具。生物相容性优异、与软组织力学性质相仿且性能稳定的弹性体聚合物成为人工合成纤维的理想原料,然而其纤维的高品质量产仍存在挑战。

该团队成员赵国旭副教授基于微流控技术建立了一种弹性体纤维(弹性更为优异的拉伸纤维)制备新策略:以海藻酸钠凝胶纤维充当保护性外壳,包裹弹性体预聚物内核纤维,在内核交联固化后除去外壳,得到弹性体纤维。

此外,针对高黏性预聚物自主开发设备,研究人员还分析了各种参数对纤维纺丝过程的影响,揭示了纤维成型的流体力学机制,并基于此成功制备了直径大范围可控、数十米长且形态优良的弹性体纤维。

该团队负责人王东教授表示,该技术还能够制备尺寸可控、可拉伸性优异且力学顺应的多种螺旋结构纤维。团队展示了基于该技术制备得到的多种不同组分和结构的弹性体纤维,并展示了该类纤维用于弹性织线、可穿戴传感器和致动器的潜力。