



全尾砂膏体充填成套系统

有望延长矿山服务年限一倍以上 膏体充填技术解尾矿之“苦”

本报记者 俞慧友

湖南黄金宝山矿业(以下简称宝山矿业),是我国大型Ⅱ类矿山企业,也是湖南省主要的铅锌原料生产基地。与人们想象中的矿山不同,这里“藏”着国家矿山公园科普基地,是传说中的“美丽矿山”。

不过,再美丽的矿山也有“难言之隐”。站在矿区高处俯瞰,不难看到山间的“黑湖”——尾矿库。宝山矿业副总经理龚勇兵介绍,随着开采推进,尾矿库尾砂“库存”渐满,并且由于尾矿库容量是固定的,所以急需“清库存”。此外,当地矿石以铅锌为主,但金、银等伴生金属较多,使得周边围岩不太稳固,易导致采空区坍塌等问题。如何能解决这两个问题呢?宝山矿业采用了一个一举两得的方法。

不久前召开的“第四届中国膏体充填采矿国际学术研讨会”上,与会的中外专家观摩了宝山矿业的全新“高浓度全尾砂膏体充填”处理技术,该工艺将尾砂进行处理后再回填入采空区。

“目前装备设计充填能力可达每小时80立方米。正式运行后,有望延长矿山服务年限一倍以上”龚勇兵告诉科技日报记者。

美丽矿山面临“难言之隐”

以往对宝山矿业采空区的充填采用废石非胶结充填法,即将井下掘进废石回填进采空区,因未添加水泥,废石不具有固结能力,需留设保护矿壁,帮助矿区进行稳固防止坍塌,由此造成了宝贵资源的损失。同时,该方法劳动强度大,充填能力难以满足目前采矿的需求。

根据宝山当前生产实际数据,采用废石充填系统的矿石回收率仅51%,部分地段贫化率(工业矿石品位与采出矿石品位之差与工业品位之差的比值)高达30%以上。同时,充填与采矿之间不能实现有序衔接和配合,影响作业循环时间,制约生产能力的提高。

为提高充填效率,更绿色安全地开采,延长矿山服务年限,2013年中南大学提出研究报告,建议采用高浓度全尾砂胶结充填系统和工艺,提高充填质量,降低矿石损失率和贫化率,解美丽矿山的“难言之隐”。

事实上,这样的“难言之隐”,在矿山中普遍存在。矿业为人类提供工业原材料的同时,不可避免的产生大量固体废弃物。数据显示,尾砂排放量在工业固体废弃物总量中居首位,比例高达29%。我国现有尾矿库12万余座,尾砂积存总量超100亿吨,极易发生水土重金属污染、泥石流、尾矿库溃坝等灾情。与此同时,地下采矿产生了大量采空区,成为诱发井下岩石冒落和地表塌陷的主因。

为治理尾矿库,国家限制了尾矿库“扩容”,将充填开采作为矿山开采的主推模式。其膏体充填开采,是最优的方式。

所谓膏体充填开采,是把采矿产生的废弃物,如尾矿、煤矸石等,加上粉煤灰、炉渣、劣质土、城市固体垃圾等,在地面加工成无临界流速、不需脱水的类牙膏状高浓度浆体,并利用大型充填工业泵通过管道输送到井下采空区的新型采矿方法。膏体充填也称为“置换开采”,把废弃物制成膏体“完璧归赵”到采空区,同时置换出原来采不出来的矿产资源。

由于充填膏体在地下凝练后强度高,且无风化和有毒物质的释放,不带来二次污染,因此膏体充填也被业界认为是尾矿处理的“终结者”。

“上世纪90年代,我们开始研究膏体充填。但充填工业泵、深锥浓密机等关键装备,进口太贵,用起来还有‘水土不服’,把废弃物制成膏体也没跟上,因此膏体充填在我国的应用比国外大大滞后。”中南大学资源与安全工程学院教授王新民表示。

“现在,我国有关国产装备,特别是成套装备与工艺、技术的成功研发和应用,让膏体充填在我国推广应用有了现实基础。甚至建设没有尾矿库的绿色矿山,也不是太遥远的梦。”北京科技大学副校长、金属矿山高效开采与安全重点实验室主任吴爱祥说。

各项性能超越水砂充填

最终,投资3000多万的全尾砂膏体充填项目在宝山矿业启动,由拥有全尾砂膏体浓密充填核心技术、工艺及五大核心装备的飞翼股份有限公司(以下简称飞翼股份)实施。

作为我国矿山绿色开采行业的龙头企业,飞翼股份自主研发了高浓度全尾砂膏体充填中的尾砂浓密、搅拌制备、充填泵送、管路及阀组、中央集中控制系统等5大子系统,从源头解决各子系统间不兼容难题,实现系统的集中、高效和管理便利性,确保运行可靠性。

以往的充填技术还有一种常用的水砂充填法。水砂充填是将充填骨料加水制成质量浓度较低的砂浆,利用管道、溜槽、钻孔等自流输送到待充填地点进行充填的工艺。在水砂充填中水仅仅作为输送物料的载体,充入采空区后,充填料留在采空区,水渗透出去,沿巷道水沟流入水仓,通过排水和排泥设施将渗透出的清水和随清水流失的细泥排出地表。与传统的水砂充填相比,膏体充填具有“三不”特性,即浆体不分层、不离析、不脱水。膏体强度均匀、接顶率高,能有效控制岩层移动,防止地表塌陷,可提升金属矿安全生产水平。膏体固结时间短,易实现

强化开采,为金属矿高效生产提供新的技术途径。在相同充填体强度要求前提下,膏体充填的胶结材料耗量少,运营成本低,是性价比较高的充填方式。

“它可以提高全尾砂利用率,最大限度地减少矿山固体废弃物的排放量,实现尾矿废水的循环利用,能有效控制充填材料中有害金属离子扩散,是金属矿山绿色开采体系的一个重要组成部分。”龚勇兵如此“点评”。

当然,让龚勇兵选择高浓度全尾砂膏体充填技术,不仅因为其“物美”,还有“价廉”的诱惑。飞翼股份率先成功研发出充填核心装备,打造了进口装备的“平替款”。不仅降低了将近五分之二的价格,甚至部分性能超过进口装备。

“以每小时充填80立方米计算,将2000立方米碎石回填,采用原方法需1个月,现在只需25小时左右。原充填方式需30—40个工人,现在仅需12人,且仅2—3人下井工作即可。高浓度膏体的充填,不仅让充填后的采空区很‘结实’,还会因雨水冲刷、渗透土地而带出尾砂中的重金属,也没有充填后的二次污染风险,是真正绿色安全高效环保的开采方式。”龚勇兵说。

以艺定装避免“水土不服”

“充填开采既复杂又个性化。一万座矿山,就有一万种不同地质条件的矿区。充填开采需根据矿区具体情况,研究配比差异性充填材料,进行个性化工艺设计等,才能利用和调配充填工业泵,达到充填最佳效果。这也是进口装备在我国矿山充填开采中容易‘水土不服’的重要原因。因为他们的装备并非针对中国国情研制。”飞翼股份董事长张泽武说。

为此,飞翼股份制定了“以艺定装”的研发方案,“工艺先行,装备随后”,开展充填材料、工艺、全套充填方案设计和装备的一体化研发,研制出了诸多核心技术。

尾矿膏体充填料浆存在浓度高、输送时间长、输送距离远等特点。从地面往地下输送过程中,受重力作用影响,易带来材料分层、离析问题,也易造成堵管。输送难度远大于从地面往上方泵送的模式。如何输送并避免堵管,是成套充填开采工艺与装备研发的关键难题。飞翼股份研发出一种物料控制方式——满管流输送技术,采用节流排料等专利技术,控制立管料浆流速,实现满管流输送,防止离析,减少堵管机率。

充填管路根据矿区复杂条件铺设,没有及时有效的检测技术,容易造成严重事故。压力是反映长距离管道输送系统运行状态的重要参数之一,因此要通过通过对输送管路沿线的压力实时在线监测,及早发现管路堵塞故障位置或预警管道破损位置,以便采取措施避免事故扩大。飞翼股份专项研发了充填管路防堵塞压力检测技术,该项发明专利可预警,并能迅速找到故障发生点,保障了承接充填项目的一次性实施成功。

“以艺定装”,飞翼股份成为了全球唯一具备了五大核心充填装备系统及工艺的企业,解决了装备不兼容之困与装备“水土不服”难题,这也标志着“高大上”的全尾砂膏体充填模式,有了成熟的中国式全套解决方案。

随着国产化工艺和装备制造越来越成熟,“平替款”的建设成本较其国产化之初的价格又降低了30%,运营成本也减少了三分之一以上。“这让这种充填中的‘贵族’,能被我国大部分矿区‘消费’得起,对推动我国绿色矿山建设,有积极促进作用。”龚勇兵说。

情报所

二次变径刮管器 攻克油田“鼯鼠洞”难题

近日,记者从中石化西北油田获悉,西北油田完井测试管理中心“创新者”QC小组研制的二次变径刮管器,攻克了塔河油田“鼯鼠洞”技术难题,提高了作业成功率,降低了井控风险,并荣获新疆第40次质量管理小组成果交流会二等奖。

刮管器是保障井筒清洁的重要井下工具,向下输送封隔器等井下工具前必须先将油管清理干净。塔河油田有一类老井,井口窄、套管宽,人们通常把这类井称之为“鼯鼠洞”。常规刮管器不能直接通过,必须在封住产层前穿换大口径井口,具有一定的安全井控风险。

因为常规刮管器解决不了外径193.7mm套管直下配合机抽井口的刮管问题,需要研制可二次变径刮管器,完成刮管、坐封桥塞、打塞作业,确保在井筒与地层封隔的前提下安全的将机抽井口更换为钻井井口,以满足后续的侧钻作业。

今年上半年,经过一系列测试,二次变径刮管器在井下时将露出的刮刀外径变大,出井时刮刀回缩外径变小。

“进‘洞’时可缩小,作业时恢复原状,出‘洞’时又会缩小,二次变径刮管器经历神奇的‘变身’后,顺利完成套管刮削作业,节约了费用和时间,降低了井控风险。”西北油田完井测试管理中心工程技术所副所长邹伟说。

据悉,塔河油田每年约有数十口“鼯鼠洞”式的油井,通过二次变径刮管器在打塞前实现了顺利刮管,打水泥塞封住旧产层后再穿换井口成为可能,成功将井口防喷转变成为井下防喷,消除了井控风险。(邵洪涛 陈健秀 记者朱彤)



二次变径刮管器

科技汇

软件原创技术成智慧企业新福音

本报记者 马爱平

日前记者从武汉大学获悉,该校计算机学院的何克清团队在软件工程集创新领域取得了重要研究进展。何克清团队提出了大数据驱动的AI系统的软件范型、科研第四范式,并在科研成果与产业实践的基础上,提出了AI赋能行业、推动软件工程集创新的五大核心技术;需求知识、核心算法和模型、行业大数据、领域/主题专家的知识、开放赋能的软件体系架构。相关研究成果成为ISO国际标准系列及国家标准系列,实现了我国软件原创技术成为ISO标准系列后的首次实质性突破,该成果在我国企业“大智云移”融合创新的“异构集成”中成功应用,目前已成功推广应用于我国32个省级行政区、22个行业企业,有力提升了智慧企业的发展水平。

中国工程院院士、武汉大学教授刘经南表示,“大智云移”是将大数据、人工智能、云计算、物联网综合到一起的构成,云计算、大数据、人工智能等信息技术交融渗透,不仅改变着人们的生活,也有望掀起新一轮产业变革。“大智云移”融合应用使得AI系统越来越复杂,也对AI赋能的软件工程提出了集创新的挑战。

“云计算与大数据的双向融合,当大数据遇上云计算,能够降低大数据分析的成本,提高大数据分析的可伸缩性;当云计算遇上大数据,能够提升云服务质量与精准性,创造智慧云计算,形成1+1>2的科学价值。”何克清说。

武汉大学计算机学院副院长、智能化软件与服务研究所研究员李兵说,大数据是解决行业应用问题不可缺少的智能养分,核心算法和模型通过行业大数据不断的训练和喂养,把隐藏在大数据中的规律、知识发掘出来,去掉不智、留下智慧,动态的赋能给人工智能系统。移动互联网与物联网的快速发展,推动了云计算的普惠与规模化应用,提供网络大数据的动态规模化来源及知识源。

为实现“大数据驱动”与“模型交互驱动”的体系化结合,何克清团队还提出了按需模型交互驱动的体系架构MiDA。传统MDA的内核三要素技术,是由UML:统一的OO建模语言、MOF(Meta-Object Facility):元对象设施、CWM(Common Warehouse Metamodel):公共数据仓库元模型构成。而MiDA的“含意三角形”(Meaning Triangle)内核技术,是由RGPS需求(知识)元描述,按需模型交互赋能的MFI(O-RGPS)知识—语义互操作性治理元模型,领域O-RGPS知识—语义元网络组织的模型库,及其之间“虚实交互”“虚实映射”“按需选择”的关联关系所构成。

何克清介绍,该成果能为“大智云移”融合应用中的跨界学习与业务及业务流程的适应性配置等提供按需异构集成的国际化基础技术。

(本版图片由受访者供图)

炫技术

新技术将光缆“吹”进公路地下管道

记者近日从总部位于成都的中铁八局电务公司获悉,日前在该企业负责的云南寻沾高速公路机电工程施工期间,首次引进空压机吹气法进行光缆敷设施工作业,不仅通过降低摩擦系数、提高单次敷设长度等方法优化了施工质量,同时也极大提升了施工效率。

光缆气吹敷设法,顾名思义就是采用高压气流吹送的方式将光缆吹放到高速公路预埋的硅芯管中。在传统的高速公路机电工程施工中,敷设地下光缆多采取传统的拉拽方式,不仅单次敷设长度仅200米左右,同时需要在路面每隔200米的距离内,开凿一个“人孔”或是“手孔井”(即用于拉拽光缆的孔井)。而新的光缆气吹敷设法,则是通过专用的光缆敷设空压机,将光缆吹进地下硅芯管。

“机器‘吹口气’,光缆‘嗖’一声就进去了!”该技术能大大降低光缆与管道之间的摩擦系数,极大地提高单次敷设长度。中铁八局电务公司寻沾高速公路机电项目部技术员罗斌说,新的光缆气吹敷设法单次能敷设1公里左右光缆,每公里只需1个孔井就能满足需求。(沈路 羊宝旭 记者盛利)



四元及无钴材料电池全球首发

长城汽车旗下子公司蜂巢能源科技有限公司日前在全球首发无钴材料、四元材料电池,并宣布斥资20亿欧元在欧洲建设工厂,到2025年在全球实现约120GWh的电池产能。

“此次蜂巢能源发布的全球首款基于无钴材料电芯产品,其材料性能可以达到NCM811同等水平,而成本降低5%至15%。”蜂巢能源总经理杨红新透露,无钴电池将于2020年三季度量产;而另一款四元电池具有耐热更好、产气少、安全性更高等特点,将于2020年第四季度实现四元材料电芯的SOP(标准作业程序)。

现有三元体系的锂离子电池中,正极材料的成本占比达到30%—45%。其中,钴占有一定比重,以523体系为例,钴的占比达20%。由于钴的稀缺性,其价格波动直接影响电芯的成本。

无钴化关键技术有两个,一是掺杂无未成对的电子自旋的特定元素,减弱电子超交换的现象,降低Li/Ni混排,提高电性能;二是掺杂M-O键能大的元素,减缓晶体在充放电过程的体积变化,稳定结构,提高循环寿命和安全性。(记者操秀英)

