



新型芯片算力可超顶级 GPU 千倍

科技自立自强

科学导报讯 近日,北京大学人工智能研究团队孙仲研究员团队联合集成电路学院研究团队,成功研制出基于阻变存储器的高精度、可扩展模拟矩阵计算芯片,首次实现了在精度上可与数字计算媲美的模拟计算系统。该芯片在求解大规模 MIMO 信号检测等关键科学问题时,计算吞吐量与能效较当前顶级数字处理器(GPU)提升百倍至千倍。相关论文 10 月 13 日刊发于《自然·电子学》期刊。

我们熟悉的通信基站信号处理、AI 大模型训练参数优化等,本质都是在解复杂的矩阵方程。采用数字方法实现高精度矩阵求逆的计算开销极大,耗时长、能耗高。于是,曾被视为老旧技术的模拟计算重新进入研究视野,它直接利

用物理定律实现并行运算,延时低、功耗低,在算力瓶颈背景下,具有先天优势。

但如何让模拟计算兼具高精度与可扩展性,从而在现代计算任务中发挥其先天优势,一直是困扰全球科学界的世纪难题。

孙仲团队选择了一条融合创新的道路,通过新型信息器件、原创电路和经典算法的协同设计,构建了一个基于阻变存储器阵列的高精度、可拓展的全模拟矩阵方程求解器,首次将模拟计算的精度提升至 24 位定点精度。

孙仲介绍,研究团队基于迭代算法,结合了模拟低精度矩阵求逆和模拟高精度矩阵一向量乘法运算,开发了一种基于全模拟矩阵运算的高精度矩阵方程求解方案,先快速算出矩阵方程的“近似解”,再用“位切片”方法,实现迭代细化。

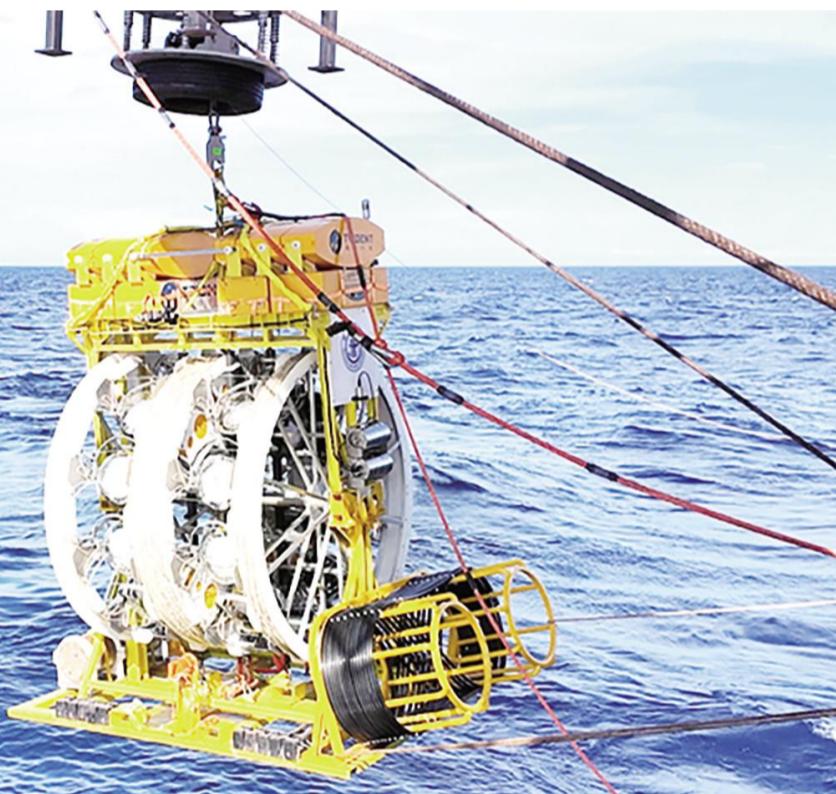
在计算精度方面,团队在实验上成功实现 16×16 矩阵的 24 比特定点数精度求逆,矩阵方程求解经过 10 次迭代后,相对误差可低至 10⁻⁷ 量级。在计算性能方面,在求解 32×32 矩阵求逆

问题时,其算力已超越高端 GPU 的单核性能;当问题规模扩大至 128×128 时,计算吞吐量更达到顶级数字处理器的 1000 倍以上,传统 GPU 干一天的活,这款芯片一分钟就能搞定。同时,该方案在相同精度下能效比传统数字处理器提升超 100 倍,为高能效计算中心提供了关键技术支撑。

团队将它应用到了“大规模 MIMO(多输入多输出)信号检测”中,仅用 3 次迭代,恢复的图像就和原始图像高度一致,误码率和 32 位数字计算效果相当,凸显其在实时信号处理中的潜力。

“我们证明,模拟计算能以极高效率和精度解决现代科学和工程中的核心计算问题。”孙仲说,这项突破的应用前景广阔,可赋能多元计算场景,有望重塑算力格局。团队的研究为算力提升探索出一条极具潜力的路径,有望打破数字计算的长期垄断,开启一个算力无处不在且绿色高效的新时代。

张盖伦



“蜘蛛系统”
完成海试

近日,上海交通大学自主研制的深海中微子探测潜标专用载具——深海精密仪器柔性布放装置“蜘蛛系统”(SPIDER)顺利完成全功能海试。这一成果标志着我国在深海中微子探测关键技术领域实现重大突破,为“海铃计划”的深海工程建设奠定了坚实基础。

在此次海试中,SPIDER 在 1300 米深海环境中严格按照预设程序顺利完成“轻”“重”两种载荷模式的稳定释放,先后实现近底悬停、水下机器人辅助解锁、串列自主上浮与展开等一系列高难度动作。此外,系统在 10 分钟内连续稳定旋转 90 圈,成功安全释放出 20 个光电探测球舱模型与 4 个浮力块,所有球舱姿态均达到中微子探测要求,充分验证了 SPIDER 系统的稳定性和可靠性。

图为海试入水前的 SPIDER。

■ 上海交通大学供图

K 创新大家谈
chuangxin dajiatan

从“宇宙级合影”看创新中国

■ 北湖

国庆节当天,国家航天局发布了天问二号探测器在轨飞行期间获取的探测器与地球合影图像。画面中,鲜艳的五星红旗、白色的返回舱和远处蓝色的地球同框,被网友激动地形容为“宇宙级合影”。

获取“宇宙级合影”,反映出我国不断提升的深空探测能力,彰显了实现高水平科技自立自强的决心。天问二号主要任务目标是对小行星 2016HO3 进行探测、取样并返回地球,此后再对主带彗星 311P 开展科学探测,整个任务设计周期约为 10 年。这一过程中,要实现弱引力条件下的采样,攻克超远距离测控等难题,任务周期长、技术难度大、风险高。是更智能的探测器、更可靠的运载火箭、更强大测控通信的共同托举,让天问二号不负“十年之约”,也为中国创新闪耀太空。

探索浩瀚宇宙、发展航天事业、建设航天强国,是我们不懈追求的航天梦。从“东方红一号”遨游太空到“嫦娥家族”书写探月精彩篇章,从建成中国人自己的空间站到天问二号向小行星进发,中国航天追梦步履不停,这一切源于自力更生、艰苦奋斗的信念。当年,我国载人航天从零起步,在挑战中前行,攻克载人天地往返、空间出舱、交会对接等尖端技术;月背着陆国外没做过,立项时,有人问“要不要冒这个险”,正是

摆脱了亦步亦趋“跟跑”思维,嫦娥四号任务才创造“人类首次”。

今天,在集成电路、高端装备、工业软件等领域,神州大地处处可见日新月异的创新创造。北斗导航提供全球精准导航定位服务,C919 大飞机实现商业飞行,新能源汽车产销稳居世界首位,CR450 动车组巩固扩大高铁技术世界领跑优势,新能源、新材料、人工智能等领域不断取得进展……往高处攀登、向难处攻坚,我国高水平科技自立自强的脚步坚实有力。

获取“宇宙级合影”,也展现了持之以恒、孜孜求索,以长期主义、实干精神推动科技创新不断攀登高峰。航天系统规模庞大、系统复杂、技术密集、综合性强,技术跨越需持久沉淀。圆梦探月梦想,我国确定“绕、落、回”总体规划,经过 20 年持续努力,攻克月夜生存、月背与地面通信、月背智能采样等技术,走出一条高质量、高效益的月球探测之路。天问一号火星首秀,天问二号开启小行星探测,未来,天问三号和天问四号将分别开展火星采样返回任务和木星系探测任务……我国行星探测工程启动伊始,便设想着长远的发展计划,从而有了久久为功后的厚积薄发。

近年来,我国强化基础研究系统布局,长期稳定支持一批创新基地、优势团队和重点方向;

鼓励完善长周期评价机制,让科研人员心无旁骛研究“大问题”;发展耐心资本,为周期长、投入大的科创领域注入活力……登高望远,创新更注重原创性,产业向深处攻坚,为培育发展新质生产力、抢占科技制高点夯实根基。

仰望星空、脚踏实地,探索太空的脚步将迈得更稳更远。发射天问二号,火箭入轨精度要求速度达到每秒 11.2 千米的同时,速度偏差不能超过 1 米。研制团队在采用迭代制导技术的基础上,运用末速修正技术,在分离前实时调整火箭的速度、姿态等,确保满足入轨精度要求。从“嫦娥”揽月到“天问”探火,再到“羲和”逐日,航天人将每一次叩问太空之旅,当作新任务的起点,持续攀登科技高峰,才有了向更深更远太空进发的底气。

今天,科技发展日新月异,科技创新对经济社会发展的影响日益深远,这就更加需要我国广大科技人员坚持“四个面向”,心无旁骛搞科研、一心一意谋创新,也需要在全社会大力弘扬科学家精神,涵养创新生态,以实干补短板、锻长板,因地制宜发展新质生产力,持续塑造高质量发展的新动能、新优势。

伟大事业始于梦想,基于创新,成于实干。天问二号正在浩瀚宇宙翱翔,让我们期待它的更多好消息,期待创新中国带给我们更多惊喜。

2025 全球十大工程成就正式发布

科学导报讯 2025 年世界工程组织联合会全体大会 10 月 13 日在上海开幕,2025 全球十大工程成就在开幕式上正式发布。

2025 全球十大工程成就分别是:抗体偶联药物、Blackwell GPU 架构、DeepSeek 开源大语言模型、全海深载人潜水器、高性能碳纤维复合材料、人形机器人、“毅力号”火星探测器、欧几里得空间望远镜、南水北调中线工程、塔克拉玛干沙漠锁边工程。

据介绍,此次发布的全球十大工程成就体现了工程科技领域最先进技术或实现重大原创性突破,如抗体偶联药物被誉为肿瘤治疗领域的“精准导弹”;反映了工程通过技术整合、系统优化与资源协同,实现整体目标的系统性创新,如“毅力号”火星探测

器融合自主导航、样本采集与地外探测等多项尖端技术;展示了新质生产力的发展方向,如高性能碳纤维复合材料广泛应用于航空航天、新能源和高端装备等领域,引领新材料产业变革并带动全产业链创新升级;彰显了工程帮助人类有效应对全球性挑战的关键作用,如南水北调中线工程在实现优化水资源配置、保障饮水安全的同时,有效促进沿线河湖生态环境修复与可持续发展。

2025 全球十大工程成就经由全球征集提名,专家遴选推荐,公众问卷调查,评选委员会审议确定。本次评选的全球十大工程成就主要指 5 年已经完成且实践验证有效、产生全球性影响的工程科技重大创新成果。

代小佩

创新故事

太重煤机

质量筑基,齿轮传魂

■ 科学导报记者 隋萌 通讯员 尤永宏

在煤矿作业中,采煤机、掘进机、矿用减速器等关键设备日夜不息地运转,为煤矿生产提供“动力引擎”。而齿轮作为这些设备的“心脏”与“神经”,承担着动力传递和速度调节的重任,其质量优劣不仅关乎设备的稳定运转,更与矿工的生命安全、企业的发展未来紧密相连,堪称煤矿生产的命脉所在。10 月 13 日,《科学导报》记者走进太重煤机工业园,在机器的轰鸣声中,探寻该企业在发展道路上对齿轮品质的执着追求。

源头把控筑牢质量根基

煤矿井下作业环境恶劣,高温、高湿、粉尘以及复杂的地质条件,对齿轮的可靠性提出了极高的要求。材质、工艺、精度等方面哪怕出现细微偏差,都可能引发严重后果,轻则导致设备故障停机,影响生产进度;重则引发安全事故,危及矿工生命。

为确保齿轮质量,太重煤机从源头把控,选用优质合金钢,并严格控制锻造和热处理过程。在原材料仓库里,质检员对每一批入库钢材进行严格筛选,因为钢材质量直接决定着齿轮的基础性能。锻造车间内,工人们凭借着丰富的经验精准控制温度和压力,确保齿轮内部结构稳定。热处理环节,淬火、回火工艺参数经过反复试验调整,以找到硬度和韧性的最佳平衡点,使齿轮既具有足够的强度,又能承受一定的冲击。太重煤机还采用微米级成型磨齿机,实现不低于 5 级的加工精度,确保齿轮齿形准确,使啮合更加平稳,减少振动和噪声,提高传动效率。

在齿轮制造的全流程中,设计、生产与管理各环节紧密协作、各司其职,共同筑牢产品质量防线。设计人员将质量意识融入设计理念,从齿轮结构设计、参数优化等方面确保性能可靠;生产人员严格按照工艺要求加工,将安全责任落实到每一步操作,不偷工减料、不违规操作;管理人员加强质量监督和管理,建立健全质量管理体系,及时发现和解决质量问题,确保每一个齿轮都符合标准。

工匠精神推动品质革命

在现代化煤矿开采领域,高效连续生产已成为核心诉求,设备长时间无故障运行是基本前提。“高品质的齿轮意味着更低的噪声、更小的振动、更高的传动效率以及更长的使用寿命,这对提升煤矿生产效率、降低生产成本意义重大。”太重煤机技术负责人强调道。

为实现齿轮品质的升级,太重煤机多管齐下,将工匠精神融入每一个生产细节。先进的齿形优化设计是关键一步。研发人员采用修形修缘技术,对齿轮齿形进行精准微调。该技术能有效减少啮合冲击,使齿轮在啮合过程中更加顺畅,大大

降低了因冲击产生的噪声和振动,显著提高了传动的平稳性。

精密的磨齿工艺同样不可或缺。磨齿车间的技术员看着磨好的齿轮,脸上洋溢着满意的笑容。高精度的磨齿设备让齿轮齿面达到极高的光洁度,极大地减少了齿面间的摩擦。这不仅提高了传动效率,还延长了齿轮的使用寿命,为设备的稳定运行提供了有力保障。

严格的质量控制则是齿轮品质升级的坚实后盾。从原材料的严格检验,到加工过程的实时监控,再到成品的细致检测,质检人员将每一个环节都严格把关。通过全方位的质量管控,确保每一副啮合精度达到最优,进而提高整个传动系统的效率。

太重煤机的车间里,工匠们以严谨的态度、精湛的技艺,不断探索创新改进工艺,只为将齿轮的质量做到更好。正是这种对品质的不懈追求,为企业的的发展注入了强大动力,推动着太重煤机在煤矿装备领域不断迈向新的高度。

信任传递共筑质量强国

在激烈的市场竞争中,齿轮作为采煤机、矿用减速器的核心部件,其质量就是企业最有发展前途的企业,必然技术深厚、管理严格。”

“客户提及我们企业生产的产品,第一反应便是‘可靠、耐用、高效’,这种信任是广告无法换来的无形资产。”太重煤机销售代表自豪地说。太重煤机凭借优质齿轮产品赢得客户认可,获得更多订单与市场份额。

为保采煤机、矿用减速器质量,太重煤机多举措提升齿轮品质。从材料冶金源头抓起,用真空脱气、电渣重熔等技术保证钢材纯净,提升性能与可靠性;研发创新设计方法,借助现代仿真技术优化参数,提前预测性能;投入数控成型磨齿机等高精度设备,提升加工与检测精度;建立完善质量追溯体系,实现全流程质量可控,问题可溯源整改。此外,通过开展培训、技术交流等活动,增强员工技术水平与质量意识,营造良好质量文化氛围。

在太重煤机工业园,从车间到展示区,“坚持质量第一 建设质量强国”“质量意识始于心 主体责任践于行”等标语格外醒目。这不仅是口号,更是企业始终坚守的方向,激励着每一位员工为质量而努力。

“只有当质量意识深入人心,当质量管理贯穿于设计、生产、服务的每一个环节,我们才能真正实现‘人人创造质量,人人享受质量’的美好愿景。”太重煤机负责人强调道。

为实现齿轮品质的升级,太重煤机多管齐下,将工匠精神融入每一个生产细节。先进的齿形优化设计是关键一步。研发人员采用修形修缘技术,对齿轮齿形进行精准微调。该技术能有效减少啮合冲击,使齿轮在啮合过程中更加顺畅,大大