

2021年5月16日,国家卫健委透露,全国已累计报告接种新冠病毒疫苗40693.8万剂次。在这场全民共同参与的抗疫斗争背后,有一个功能超强的“神器”——超级计算机,悄然发挥着巨大作用。

借助超级计算机的大规模高性能计算能力,药物与疫苗研发、CT筛查和疾控数据系统等工作得以加快进行。在这场没有硝烟

的战斗中,超算又一次成为人类的得力助手。回首几千年文明史,计算工具始终是人类认识世界、改造世界的重要工具,但从未有哪种计算工具能像超级计算机那样,出现的时间最早、发挥的作用最大、影响的领域最广。如果把计算工具看成托举人类文明拾级而上的一座阶梯,阶梯那头王座上那颗最璀璨的明珠非超级计算机莫属。

科技英才

在中学生梦寐以求中,妈妈孟获有时像个小孩。中秋节后,一声惊呼突然从妈妈的房间传出。梦梦连忙赶过去,只见妈妈在房间里对着电脑手舞足蹈。“算出来了,终于算出来了!”孟获开心得一把抱起女儿转圈。没等女儿反应过来,孟获迅速套上外套,做了一个鬼脸:“晚上见!我先回办公室,给同事说一下刚研究出来的成果!”

■本报特约记者 胡丹青 通讯员 梁爽

「永远向着太阳的葵花」

记海军研究院某所室主任孟获

9点、10点、11点……梦梦快睡着了,孟获终于打来了电话:“对不起,妈妈没法陪你过节了。”作为海军研究院某所室主任,孟获似乎永远有忙不完的工作、做不完的课题。午餐后,同事们经常围在孟获办公室,和她谈论业务细节。这时,结束了一上午的事务性工作,正是她静心思考、调整充电的好时机。

傍晚下班,总是在战友的催促提醒下,孟获才去吃晚餐。稍作休息后,她便又开始“上班”,埋头于运算,跟“每一米、每一秒”较真。

凌晨,城市的喧嚣落下帷幕,滔滔不绝的讨论声还未停歇。“不要讲这些虚的,拿出数据和案例说话……”她的眉头总是拧得很紧。

清晨,当第一缕阳光透过树叶缝隙星星点点洒在藏青色常服上,孟获的眉头便会瞬间舒展。漫长的黑夜过去,她期待的光明终于来了。

“想往回赶,只能在别人休息的时候继续跑。”与无数个夜晚打过交道的孟获知道,只有突破黑暗,才能迎来黎明的曙光。

“工作时,她的眼睛炯炯有神,就像是沉迷于创作的艺术家。”一位同事为记者讲述了孟获带领大家扛过去的“黑色24小时”。

那是执行一次大项任务。时间紧、任务重,系统在关键时刻突然“罢工”。

“任务涉及上百人、几十套设备,这对我们来说就是一次现场大考!”回忆起当时的情景,作为副总师的孟获有一种“劫后余生”之感。

为了解决系统问题,孟获和同事们赶紧重新调整路线、修改软件、定下方向、确定目标……

已连续工作了一天一夜。凌晨,孟获胃病复发,吐得一塌糊涂。“主任,您先休息,白天再说吧!”“没时间了,吃点药就行。”孟获吞下几片药,又回到演习大厅。

“参与任务的单位这么多,大家都致力于把国内相关领域研究和应用往前推,我们绝不能在关键时刻掉链子!”漆黑寒冷的夜色中,同事们跟在孟获身后,继续不眠不休地调试修改。演习任务圆满完成。孟获松了口气,这才去就医。

女儿梦梦知道后,心疼得直掉泪:“妈妈,你干嘛这么拼命?”

“为了妈妈的梦想啊!”孟获笑着告诉梦梦,“身上的苦都不叫苦,妈妈的身体棒着呢。”

这天,一家三口趁着孟获休假来到郊外游玩。在一望无际的向日葵海中,梦梦轻轻抱住了妈妈。

科研,需要在无尽的黑暗中摸索前行。如果没有向阳的心态,面对困难很难持续拼搏前行。在梦梦心中,妈妈和那些同事,都是“永远向着太阳的葵花”。

获国家科技进步二等奖、军队科技进步一等奖,被评为“全国巾帼建功标兵”,入选海军高新人才工程……孟获说,她取得的这些成果和荣誉,都要归功于自己所从事的事业舞台。

梦梦知道,妈妈正做的事,是“国家的大事”。在一篇作文中,她这样写道:“妈妈与葵花是那样相似——葵花追逐大自然的阳光,妈妈追逐祖国海军事业的荣光。为了这光芒,她不知疲倦,永不放弃!”

18岁那年,孟获以女生第一名的成绩考入国防科技大学,就此参军入伍。26岁那年,她在与时任室主任凌青合作时,被这个在海军具有广阔应用前景的技术领域深深吸引住了。

孟获突然发现,原来还有这样一群人,他们对推进海洋强国事业抱有如此大的热情,他们对梦想的追求这样执着!

凌青和他带领的团队,仿佛一束光点亮了孟获的人生。她迫不及待地加入其中。

如今,孟获也成为团队成员心中的那道光。她的强大与执着,使所有人相信:黑夜过后,科研的黎明终将到来。

“在我的研究领域,我很骄傲!我也相信,自己始终是正能量的源头。”谈起自己的工作,孟获格外自信,“其实我们都是普通人,10年、20年间,我们或许在做同样的事。只有价值观趋同的人,才能最终留下来。正是有千千万万这样的人,我们的国家才会往前发展。”

多年来,为了心中那道光,孟获走出实验室,上舰艇、下基层,将自己与一线部队和热爱的科研事业紧紧联系在一起。

在孟获眼里,坚持从来都不是一句口号。这份坚韧,不断推着“迎着风雨,追寻太阳的脚步”。

隔热保温材料——纳米气凝胶。它不仅可用来应对极热和极寒两种严酷环境,且凭借其超轻特性,能极大地减轻火星车的负担,让它跑得更快、更远。

纳米气凝胶是由纳米尺度固体骨架构成的一个三维立体网络,密度可做得比空气还低,是世界上最轻的固体;导热系数仅为静止空气的一半,是导热系数最低的固体。这使它成为天问一号应对极寒、极热等严酷环境所需防护材料的不二之选。

火星着陆阶段,着陆发动机产生的热量会使周围温度超过1000℃,这种极热考验超出了世界上气凝胶材料的耐温极限;而极寒考验出现在火星巡视阶段,要确保火星车在-130℃的环境正常工作。更难的是,为给火星车减负,需要气凝胶具有超低密度,这对材料设计和制备都提出了巨大挑战。

据悉,天问一号探测器上用到的气凝胶材料,先后经过了物理特性、力学性能、隔热性能和空间环境耐候性能等近百项测试。

左图为相控阵传感器研究团队在进行产品测量精度分析。

新看点

纳米气凝胶:“超薄外套”脱颖而出

为确保天问一号探测器成功降落火星并正常工作,火星车采用了一种新型

“超级工厂”里打造出神奇“流水线”

湖南长沙,国防科技大学天河楼内。嗡嗡作响的超级计算机机房时常会出现慕名而来的访客。尽管只能看到一排排整齐的机柜,但访客兴致盎然、意犹未尽。在人们眼中,这个“大家伙”始终蒙着一层神秘面纱。

如果把超级计算机看成一座高速运转的“数据工厂”,那么这座“工厂”的产出则源于一条“流水线”。

1964年,世界第一台向量超级计算机CDC6600横空出世。这一安装了35万个晶体管的庞然大物,运算速度达300万次/秒,是其他电脑的10倍。在它的研制过程中,设计者西蒙·克雷创造性地采用了向量结构,为这座“超级工厂”打造一条全新且高速的“流水线”。

随后,为了让这座“超级工厂”效率更高,西蒙·克雷又研制出新一代并行向量超级计算机。它不再像过去只能进行串行计算,而是一次可执行多个指令的并行计算。这相当于为这座“超级工厂”增加多条“流水线”来同步工作。

然而,“流水线”的增加终有极限,因为“厂子”就那么大。怎么办?业内出现了两种研究方向:提高“流水线”效率和继续增加“流水线”数量。争论中,西蒙·克雷抛出了那个经典问句:“若是耕地,你会选择1024只鸡还是2头强壮的牛?”就当时而言,选择了“2头强壮的牛”的西蒙·克雷无疑是正确的。

科学的进步往往都是从挑战权威开始的。当争论愈演愈烈时,微处理器技术的发展给出了答案:缩小“流水线”。当时正值冷战时期,美军正在寻找应用在坦克、导弹上运算速度最快的计算机,大规模并行机器的性价比让西蒙·克雷所在的克雷公司全无招架之力。随着冷战结束与新技术出现,“2头强壮的牛”最终输给了“1024只鸡”,大规模并行超级计算机登上历史舞台。

时代发展至今,“超级工厂”的“流水线”又呈现出新的趋势:“通用硬件+通用操作系统”的思路,打破了原有大规模并行超级计算机的单独定制门槛,让“堆机器”成了新玩法——只要你的设备够多,用手机也能连出一台超级计算机。这也就是今天主流、使用最广泛的异构并行超级计算机。

从向量计算到并行计算再到大规模并行、异构并行,在超级计算机诞生不到50年时间里,人类为了追求最高算力可谓“无所不用其极”。也正因此种执着,人类社会才一步步向前发展。

超算家族增添一副副“中国面孔”

我国的“银河”系列、“天河”系列、“曙光”系列、“深腾”系列、“神威”系列等超级计算机如雨后春笋般接连问世。在世界超级计算机排行榜上,“天河二号”摘取六连冠,“神威·太湖之光”亦实现四连冠……

细数当今超算家族,美国、日本、法国、德国等数十个国家均在其列。但要说起超算家族的故事,就不能不提其中



世界首台超级计算机 CDC6600。



我国首台超级计算机“银河一号”。



“天河一号”超级计算机。



“天河二号”超级计算机。



“神威·太湖之光”超级计算机。

的“中国面孔”和中国贡献。

中国超算的故事要从43年前说起。

1978年,中国科技“开春”的那一年,邓小平同志提出:“中国要搞四个现代化,不能没有巨型机!”那年,国防科技大学教授慈云桂立下了研制巨型机的军令状:每秒一亿次一次不少,六年时间一天不拖,预算经费一分不超!

在一片荒芜之中建超级计算机,难度可想而知。走什么样的技术路线?采取什么样的体系结构?如何实现每秒一亿次的运算速度……一个个问题摆在超算团队面前。

跟所有科研攻关一样,在漫长而平淡的日子里,难题被一一解开。1983年,比慈云桂立下军令状计划完成时间

还早了一年,中国第一台超级计算机“银河一号”问世。中国成为世界上第3个研制出超级计算机的国家,使超算家族首次出现“中国面孔”。

随后的几十年里,这张“面孔”不断刷新,一次又一次地向世界超算家族贡献出自己的智慧。

2010年,“天河一号”超级计算机研制成功,其峰值运算速度达4700亿次/秒,一跃成为世界第一。它运算1小时,相当于13亿人同时计算340年以上。其后短短两年半时间,“天河二号”再登世界超算之巅,峰值性能提升至5.49亿亿次/秒。

值得一提的是,中国超算的“CPU+GPU异构融合体系”具有低能耗、低成本、高集成度等优点,为此这种结构逐渐成为国际主流。

中国技术推动世界亿亿次级超算水平跃上新台阶,也在世界超算发展史上留下中国创造的深深印记。

超级计算机深刻影响着民众生活

在人类历史上,从未有一种计算工具像超级计算机那样深刻影响着民众生活。从军用的模拟核试验到民用的天气预测,从太空探索到人类基因测序……无论是人类眺望的“诗和远方”,还是人们日常生活的方方面面,处处离不开超级计算机。

曾经,超算中心在济南做了一场特殊实验。超级计算机预测,第二天局部地区会有小雨,甚至连雨下多少雨都算了出来。果真,在遥墙机场附近出现了零星几毫米的降雨。这场毛毛细雨对于天气预报来讲很难判断,但还是被超级计算机灵敏地捕捉到了。

现在的气象预报,主要采取数值运算的方法。即把遥感卫星采集的气象值,如风速、压力、温度、湿度等海量数据经过超级计算机的复杂数学运算,再求解大气动力学和热力学方程组,最后得出结果。

这种运算涉及信息量极其庞大,运算过程极其复杂,只有超级计算机才能胜任这项任务。而且,随着计算能力的不断提升,天气预报也会更加精准。也许在不久的将来,天气预报不再是“局部地区有小雨”,而是在一墙之隔,准确地预报出“东边日出西边雨”。

除感知风雨雷电之外,超级计算机在智慧城市建设中构建天地图,在动画制作、电影渲染上大放异彩,更在探索宇宙、大飞机制造、新型材料生成等方面独领风骚。而这一切,离超级计算机诞生还不到半个世纪。

半个世纪,对人类历史来说,不过是长弧线上的一个小小段落。然而,就在这小小段落里,超级计算机已延伸成为人类的“第三只手”,帮助我们触及那些曾经看不到却摸不到的领域;也成为人类的“第二大脑”,在探索未知世界时“思考”得越来越快。

没有最快,只有更快。如今,人们依然在孜孜不倦地挖掘和创造着超级计算机的最大算力。这或许就是科学家们最纯粹的初心——对遥远未知的探索和对美好生活的创造。

版式设计:梁晨

追求更快··超级计算机进化之路

■韩雪 姚建兴 本报特约记者 王薇粒

5月15日7时18分,天问一号着陆巡视器成功着陆于火星乌托邦平原南部预选着陆区,我国首次火星探测任务着陆火星取得圆满成功。

天问一号成功的背后,离不开大量“科技新元素”的支撑。

相控阵传感器:太空“千里眼”优势多

我国此次火星探测,旨在通过一次发射实现对火星的环绕、着陆和巡视。作为位置和速度测量的重要仪器,相控阵传感器在着陆阶段,为航天器持续提供高精度测量数据,成功助力着陆巡视器安全着陆火星表面。

相控阵传感器安装在火星着陆巡视器进入着陆平台下方,作用范围达数十千米,可谓火星探测器的太空“千里眼”。它和其他不同原理的测量传感器密切配合,接力引导航天器平安降落在火星上。

航天器从130多公里的高空进入火星大气,速度高达5.9公里/秒。要在短短几分钟内,让航天器速度归零,是所有火星探测任务中技术难度最大、失败概率最高的关键一环。

相控阵传感器总工程师孙武介绍,这是国内首次将相控阵体制雷达应用于地外天体着陆测量。因火星和地球间距

漫长,通信存在一定时延,在地球上无法控制着陆过程,必须让着陆巡视器自主完成这段旅程,这对传感器提出的要求极为苛刻。

孙武说:“相控阵传感器的雷达天线由多个辐射单元组成,就像生物学中蜻蜓的复眼,具有波束扫描快、指向灵活、目标容量大、抗干扰能力强等特点。”

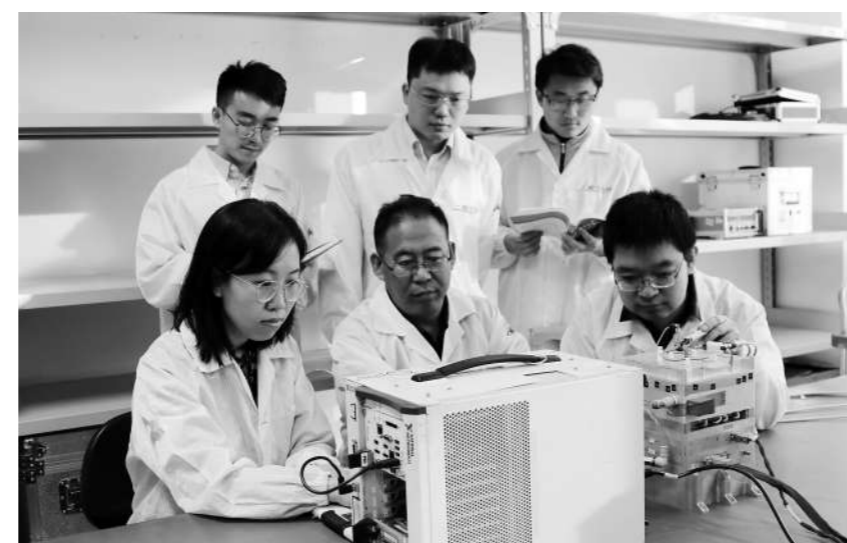
此外,相控阵传感器具有提供9个方向的测量功能,航天器可切换其中任意4个方向同时测量距离速度信息,从而快速修正航天器的姿态测量误差,确保着陆巡视器方向控制准确无误。

悬架减速自锁装置:小型“传动器”作用大

火星表面地形复杂,祝融号火星车如何准确传递运动指令,进而灵活行走、爬坡下坎?这一切离不开火星车移动分

系统核心传动部件——悬架减速自锁装置。没有它的支持,火星车就如断线的风筝。

如果将火星车比作一辆马车,那么悬架减速自锁装置就是驾驭这架“马车”的“车夫”。在火星车左右两侧悬架上,



左图为相控阵传感器研究团队在进行产品测量精度分析。