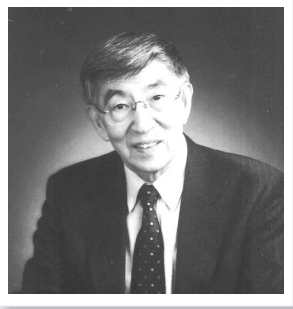


大家

做科研是一种爱国方式

——记中国科学院院士王大中

□杨晨 陈彬



2022年8月15日,国际天文学联合会小天体命名工作组发布公告,将国际永久编号为192353号的小行星命名为“王大中星”。这是中国科学院院士王大中被授予2020年度国家最高科学技术奖后,获得的又一殊荣。

王大中,一个中国乃至国际核能领域发展绕不开的名字。从20世纪60年代新中国首座自行设计与建造的屏蔽试验反应堆,到90年代一体化自然循环核供热堆,再到新世纪模块化球床高温气冷堆,王大中及其团队主持研究、设计和建造的3个核反应堆推动了中国以固有安全为主要特征的先进核能技术研究从跟跑、并跑到领跑的跨越式发展。

在王大中心中,科学研究是一件值得用一辈子追求的事情,更是自己赤心报国最好的方式。

“200号”里立初心

核能研究和开发保障国家能源安全、优化能源结构、提升装备制造水平等具有重大意义。1955年,我国就作出开发核能的战略部署。

1958年,清华大学向国家提出的自行设计和建造一座屏蔽试验反应堆的方案得到批准。这是新中国第一座自主设计与建造的核反应堆,其最初在校内基建项目中的工程编号为“200号”。

同一年,作为我国首批反应堆工程专业学生,23岁的王大中

从清华大学工程物理系毕业,并留校工作,跟着大部队参与到这项任务中。

在时任总工程师吕应中的带领下,这群年轻人怀着满腔热血,毅然奔赴燕山脚下。对于当时吃住都在马棚里的师生,考验他们的不是周遭的生活环境,而是有限的科研条件。大家手边连一张完整的参考图纸都没有,也缺少关键部件的计算和工艺说明书,更不用说先进的仪器、设备了。不仅如此,研究场地也得靠自己建:重修水渠、架设高压供电线路、挖地基搞土建……

齿少气锐,勇于立事。如此状况下,一群只有理论基础的学生在实践中不断摸索前进。

王大中最初参与的任务是制作反应堆工程的模型。

从马粪纸模型开始,到三合板模型,再到有机玻璃模型,他和老师、同学们不停讨论、查资料、设计和验证……终于,一个长、宽、高各约2米的玻璃模型制作完成,反应堆堆芯、各种工艺系统管道和建筑结构清晰可见。

经过6年奋战,1964年9月底,清华大学屏蔽试验反应堆建成。据统计,建堆过程中,他们共突破技术难关37项、自制仪器设备67种、建立专业实验室11个。实验基地建成后,吸纳了多所院校900多名原子能相关专业的师生,为我国核能事业的发展培养、储备了人才。

“200号”后来成为这个基地以及清华大学核研院的代号。它象征了一段青春与奋斗的征程,更成为清华大学的一个精神符号。

正是经过了那一次“建堆建

人”的历练,王大中积累了不少实践经验,为往后的科研之路打下了坚实的基础。对他而言,这段岁月更化作内心长久且稳定的精神“核动力”。

荣获国家最高科学技术奖后,王大中在接受媒体采访时再次回首初心。他说,这份荣誉属于集体,属于所有知难而进、众志成城的“200号”人,也属于所有爱国奉献、努力拼搏的科技工作者。

跳起摘取“核安全”果子的人

1979年,美国三哩岛压水堆核电站发生的重大安全事故给世界核动力研究带来警示。王大中敏锐意识到了“安全性”的重要意义,紧紧抓住这一核能发展的“生命线”。

20世纪80年代初,经学校选拔前往德国学习的王大中,选择了具备固有安全性这一特点的“模块化高温气冷堆”进行探索。尽管同行对此并不看好,但王大中依然坚持。经过反复的计算、设计、分析、比较……做了上百个方案后,他创造性地提出环形堆芯的新概念,并将单堆功率从20万千瓦提升至50万千瓦。

这一方案得到了德国业内人士的高度赞扬,相关技术也获得了德国专利。王大中讲起这个故事——“中国人实现了一个奇迹”更是见于国外报端。

不过,王大中并未止步于此。学成回国后,为响应国家需要,20世纪80年代中期,从立项报告到方案设计再到工地建设,王大中全程负责低温核供热试验反应堆的研究和运行。

科学论证过程中,他专程带队去欧洲考察,最终选择壳式一体化自然循环水冷堆路线。1989



2000年12月,王大中(中)、吴宗鑫(右)在清华10兆瓦模块化球床高温气冷实验堆临界现场

年,5兆瓦低温核供热堆建成并投入功率运行,这是全球首座一体化自然循环水冷堆,首次采用新型水力驱动控制棒,具有良好的非能动安全性。

如今回看,这一路线的选择体现了王大中的远见卓识。21世纪以来,一体化自然循环已成为国际上小型轻水反应堆发展的主要技术方向之一,在小型核能发电、热电联产、核能供热、海水淡化等方面有极为广阔的应用前景。

当世界核能发展陷入低潮,王大中瞄准固有安全再次作出部署:一是模块化球床高温气冷堆堆型;二是从小规模试验堆到全尺寸工业示范电站的发展路线;三是坚持自主创新。

在“863”计划的支持下,王大中带领团队开始研发10兆瓦模块化球床高温气冷堆。这又是一个“从0到1”的过程。高温气冷堆需要耐高温全陶瓷包覆颗粒球形核燃料元件,制造难度极高。

刚立项时,团队为此犯了难:到底是购买国外的,还是自己研发?经过多次论证,王大中决定,要将模块化球床高温气冷堆

的关键核心技术牢牢掌握在自己手中。

王大中再次创造了奇迹。他带领团队批量生产出的两个燃料球可耐受1600℃高温,能把放射性物质牢牢“包裹”在其中,保证了反应堆安全,产品合格率高达98.1%,质量达到世界先进水平。

2000年,10兆瓦高温气冷堆建成,成为世界首座模块化球床高温气冷堆,对破解核安全这一世界难题具有重要意义。在10兆瓦高温气冷堆基础上,王大中还积极推进单一模块反应堆功率放大25倍、世界首座工业规模的模块化高温气冷堆核电站的建设,为高温气冷堆从实验走向实际应用作出了贡献。

说起做科研的心得,王大中经常强调“跳起来摘果子”。目标定低了,“果子”易被他人摘走,目标太高,欲速则不达,所以“跳起来够得着”最合适。

“大中校长”为国育英才

1994年,王大中被任命为清华大学校长。一接任,他就拿出

了做科研时攻坚克难的决心。他花了半年时间,带着学校机关人员跑遍了全校院系和主要部处,“把脉”学校发展状况。他还参加考察团,向美国若干所世界一流大学“取经”,积累办学心得。

每年年初,他都会召集校领导召开一场讨论会,让大家说一说清华大学与其他著名大学或兄弟院校相比,有哪些不足、需要怎么做……许多决策和改进,在讨论中有了眉目。

在他任期内,清华大学确立了向“综合性、研究型、开放式”大学转变的办学思路,初步明确了“高素质、高层次、多样化、创造性”的人才培养目标。

围绕大学的根本任务是育才造士这一核心要义,王大中归纳并紧抓建设一流大学的三大要素:大师、大楼和大学精神。

清华大学从人事管理体制改革和办学条件改善等方面入手,进一步优化了师资队伍;同时,面向世界广纳英才,请来了杨振宁、林家翘、姚期智等一批“大师”前来讲学。

王大中同样重视“大楼”。上任后不久,他就主持了清华史上的第八次校园规划并顺利完成。在为师生创造良好教学研究环境的同时,他更注重校园特色和风格的打造,在有形的建筑中体现清华的文化和传统。

大学精神被王大中认为是“大学的灵魂和动力”。王大中任期内,学校大礼堂穹顶上方“自强不息,厚德载物”的校徽重现,承载学校文化和精神的校训得以回归。

针对学校人才培养中出现的问题,他因势利导,加快课程结构调整和教学内容更新,加强教师责任心和教学过程管理。为了满足国家的人才急需,他采取招收培养定向生、国防生等措施,向地方和重要单位输送人才。

王大中始终不忘教育者的本心。获颁国家最高科学技术奖后,王大中中和夫人高祖瑛决定将国家和学校给予的全部奖金捐赠给清华大学教育基金会,设立“王大中奖学金”,以鼓励后辈成才报国。

(据《中国科学报》,有删节)

科技大观



中国古钟泮西溯源

□朱文杰

中国古钟源远流长,早在原始社会,中国就出现了陶钟,出土于陕西龙山文化遗址。遗址位于长安泮西郛郭岭上,1956年考古工作者在王村、客省庄之间的郛郭岭上,发现了大量原始社会遗迹,年代约为公元前2300—前2000年,属于新石器时代典型的父系氏族公社村落,被命名为“客省庄文化”,也称“陕西龙山文化”。这里出土的众多文物中有一件似香烟盒大小的陶钟,距今已有四五千年历史。它形似新石器时代的一把石方铲,也有专家认为它形似商代的铙,此钟形制完整,钟体呈长方形,柄实,中间掏空,击之有声,它是古代先民生产劳动之余的娱乐器具,是目前所知年代最早的钟形乐器。

这里也是西周丰京都城故地,在这里的王村残存的西城门楼上有“遥望岐阳”四个字,意思是“不忘西周始兴之地”。《诗经·关雎》中就有对钟的记载:“窈窕淑女,钟鼓乐之。”

商周时代又称为青铜时代,当时就有了铜钟。秦汉以后铁器被大量使用,便有了铁钟,所以中国古钟从材质上分为陶钟、石钟、铜钟、铁钟。

“钟鸣鼎食”说明了钟和鼎都是权势地位的象征。西周时期,悬挂编钟亦有严格的规定:天子宫悬(四面悬钟)、诸侯轩悬(三面悬钟)、卿大夫判悬(两面悬钟)、士特悬(一面悬钟)。巨型铜钟也象征王权,这种钟也叫“朝钟”。《史记》载,秦始皇收天下兵器聚于咸阳销毁,铸大钟数座以表皇权至上。屈原亦有“黄钟毁弃,瓦釜雷鸣”的诗句。《宸垣识略》里有载:“凡视朝,则鸣钟鼓于楼上。驾出午门,鸣钟。祭享太庙则以鼓。”

宋应星《天工开物》中有:“梵宫仙殿,必用以明揭揭者之诚,幽起鬼神之敬。”钟也成为佛教寺院中不可缺少的法器——佛钟。

中国古钟从形状上主要分两类:一类是圆形钟,另一类是扁形钟。从功能上分,则有用于演奏礼乐的乐钟、为显示宫廷威

严的朝钟、用于报时的更钟、佛教用物佛钟、道教用物道钟。

钟声深沉、洪亮、绵长,才能震撼人心。形大体重的钟基频低,储能大,使钟声深沉绵长。所谓黄钟大吕之声,就是指这种形大体重的铜钟,而加入锡的青铜制钟比黄铜和铁制钟声音更明显激越清脆,共鸣声可直穿云霄。

2000年岁末,当人类即将走进新世纪之时,中国邮政为迎接新千年发行了《中国古钟》邮票,一套4枚,而出土于陕西的古钟就占了一半,那就是第一枚的“西周·井叔钟”和第三枚“唐·景云钟”。

中国古钟,已有长安龙山文化陶钟、西周井叔钟、曾侯乙编钟、素钟、景云钟、永乐大钟、乾隆朝钟等,这些稀世珍宝誉满世界。中国古钟经历了数千年的漫长历程,那浑厚洪亮的黄钟大吕之声,似乎穿越历史,从远古一直回响到今。

井叔钟,为西周中期的铜钟,1984年出土于陕西省长安县泮西岸的张家坡井叔墓。这是西周丰、镐两京遗址核心范区出土的古钟,意义非凡。井叔钟是由青铜铸成的扁圆体合瓦形击奏鸣乐器,通高37.5cm。钟平项上有管状的柄,上端微细而下端略粗;柄中部有突起的面箍,面箍上有悬挂钟钩的环耳状的环;钟的中部两侧各有3排二叠圆台状乳钉,每排3枚,前后共36枚;钟柄和钟身间均饰波曲线纹,还有交叠多雷纹及鸾鸟纹饰交织其间,造型精美,工艺精湛;钟上铸有铭文7行39字,记载井叔铸钟,用以祭祀祖先、祈求福寿昌宁。现藏于中国科学院考古研究所西安研究室。

长安龙山文化陶钟和西周井叔钟决定了中国古钟的源头在陕西。此外,景云钟也值得一说。它是大唐的国钟,是大唐盛世的重要见证,被誉为“盛世之钟”。铸造于唐景云二年(711年)。原悬挂于唐长安城内的道教庙宇景龙观钟楼上,又称“景龙观钟”。明洪武十七年(1384年),在唐代钟楼旧址上建起一座钟

楼,以保存此钟。明神宗万历十年(1587年)扩建西安城,将钟楼迁往西安市中心。清乾隆五年(1740年)曾重修一次。在这座巍峨壮丽的古建筑中,曾悬挂过这口景云钟,以作全城报时之用。现藏于碑林博物馆,被评为国宝级文物。此钟高247cm,腹围486cm,钟纽高21cm,口径165cm,厚15cm,重约6吨。钟形上锐下侈,口为六角弧形,顶端有兽纽。钟身的纹饰自上而下分为三层,每层用蔓草纹带隔为6格,共18格,格内分别铸有飞天、翔鹤、走狮、腾龙、朱雀、夔等,其中“飞天”“走狮”源自西域,设计上得益于丝绸之路引入的外来文化交流与艺术融和。

钟身四角各有四朵祥云,显得生动别致。钟身正面铸有唐睿宗李旦自撰自写的骈体铭文,共18行292字,内容是宣扬道教教大吕之声,以及对钟的赞语,楷书中杂有篆隶。唐睿宗的书迹留存不多,此铭文为研究书法史者所珍视。此钟用青铜铸成,铸造时分为5段,共26块铸模。铸工技巧娴熟,细致精密,尤其是钟声洪亮清晰,钟身上有32枚钟乳,是为了装饰和调节音韵,因而景云钟音质优美,非同一般,也显示了唐代铸造技术的高超。

磁共振成像广泛地用于临床医学

磁共振成像是一种医学影像手段,它采用静磁场、射频磁场和无线电波,对人体组织结构和生理功能进行成像。这一技术通过将人体置于静磁场中,并将吸收的能量释放出来,被体外的接收器采集,再经过计算机处理,即可获得高对比度的清晰图像。

经过多年探索,具有无辐射损伤、软组织分辨能力高、成像参数多、对比度高、图像信息丰富等优点的磁共振成像技术,如今被广泛地用于临床医学,以评估大多数主要器官疾病。磁共振成像与X光成像、超声检查、电子计算机断层扫描(CT)等齐名,是现代医疗体系中不可或缺的诊断手段。

传统磁共振成像以水质子作为信号源,但人体的肺部中空腔结构,水质子较少。因此,肺部就成为了人体磁共振成像的一大“盲区”。如何将磁共振成像技术应用于肺部疾病的诊断,成为科研人员积极探索的方向。

解决肺部空腔气体成像难题

历经十余年攻关,周欣团队在气体磁共振信号增强的超极化技术、超快肺部气体磁共振成像技术、人体多核磁共振成像技术等方面实现了全面突破。

患者只需吸入特制的“氦气”,3.5秒后一幅人体肺部磁共振3D影像就呈现出来。影像中,气体可抵达肺部的位置清晰可见,患者的肺部微结构、气体交换功能情况等一目了然。

日前,中国科学院精密测量科学与技术创新研究院(以下简称精密测量院)院长周欣团队攻克了新一代肺部成像快速采样技术,将采样时间由原来的6秒缩短到3.5秒,并显著提升了图像空间分辨率。

科研人员是如何突破肺部磁共振成像难题的?这一新突破相比传统临床的其他影像学技术有哪些优势?其临床应用前景如何?

从“不可看”到“看得清”

磁共振成像是一种医学影像手段,它采用静磁场、射频磁场和无线电波,对人体组织结构和生理功能进行成像。这一技术通过将人体置于静磁场中,并将吸收的能量释放出来,被体外的接收器采集,再经过计算机处理,即可获得高对比度的清晰图像。

经过多年探索,具有无辐射损伤、软组织分辨能力高、成像参数多、对比度高、图像信息丰富等优点的磁共振成像技术,如今被广泛地用于临床医学,以评估大多数主要器官疾病。磁共振成像与X光成像、超声检查、电子计算机断层扫描(CT)等齐名,是现代医疗体系中不可或缺的诊断手段。

传统磁共振成像以水质子作为信号源,但人体的肺部中空腔结构,水质子较少。因此,肺部就成为了人体磁共振成像的一大“盲区”。如何将磁共振成像技术应用于肺部疾病的诊断,成为科研人员积极探索的方向。

解决肺部空腔气体成像难题

增强技术把激光角动量转移至碱金属原子电子,再由电子通过费米接触相互作用转移至稀有气体氦原子核上,使得氦气体信号显著增强,从而解决了肺部空腔气体成像难题,点亮肺部“黑洞”。

在李海东看来,相对于传统临床的其他影像学技术,这一新技术具有两大优点。“首先,我们运用一种无放射性、无毒、可吸入的惰性气体氦作为磁共振信号源。我们自主研发的医用氦气体发生器,可将其磁共振信号增强5万倍以上,在无创情况下有效解决CT等临床常规影像存在电离辐射的难题。另一方面,这项技术可定量、可视化评估人体的肺部微结构、通气及气血交换功能,构建含3大类20余项指标的肺部生理评估体系。这填补了临床肺气体交换功能无创可视化评估的空白。”李海东说。

磁共振成像广泛地用于临床医学,以评估大多数主要器官疾病。磁共振成像与X光成像、超声检查、电子计算机断层扫描(CT)等齐名,是现代医疗体系中不可或缺的诊断手段。

传统磁共振成像以水质子作为信号源,但人体的肺部中空腔结构,水质子较少。因此,肺部就成为了人体磁共振成像的一大“盲区”。如何将磁共振成像技术应用于肺部疾病的诊断,成为科研人员积极探索的方向。

增强技术把激光角动量转移至碱金属原子电子,再由电子通过费米接触相互作用转移至稀有气体氦原子核上,使得氦气体信号显著增强,从而解决了肺部空腔气体成像难题,点亮肺部“黑洞”。

在李海东看来,相对于传统临床的其他影像学技术,这一新技术具有两大优点。“首先,我们运用一种无放射性、无毒、可吸入的惰性气体氦作为磁共振信号源。我们自主研发的医用氦气体发生器,可将其磁共振信号增强5万倍以上,在无创情况下有效解决CT等临床常规影像存在电离辐射的难题。另一方面,这项技术可定量、可视化评估人体的肺部微结构、通气及气血交换功能,构建含3大类20余项指标的肺部生理评估体系。这填补了临床肺气体交换功能无创可视化评估的空白。”李海东说。

临床应用未来可期

肺部病症容易被忽视,且肺功能早期损伤检测技术壁垒高,这导致了许多患者错过最佳治疗时机。当前,肺癌已成为我国发病率和致死率最高的癌症;我国慢阻肺患者约990万,慢阻肺已成为居民死因第三位。由此可见,肺部疾病的早期诊断至关重要。

基于肺部气体多核磁共振成像系统的应用,科研人员在临床试验中发现,通过结合肺部通气功能,对肺癌患者的放疗计划进行优化,可以显著降低患者肺部正常通气区域的辐射剂量,减轻放疗患者的痛苦。同时,该技术还能灵敏检测慢阻肺患者的肺通气功能缺陷和微结构异常。这对慢阻肺的诊疗具有重要意义。

目前,该技术已被应用于全国多家三甲医院合作开展慢阻肺、肿瘤等疾病的临床研究。这一全新的医学影像技术的临床应用未来可期。

周欣认为,让肺部磁共振成像看得更清、看得更准,是团队要继续努力的方向。在技术层面,团队正在加紧研发钠、磷等更多原子核的临床磁共振成像技术。相较于传统磁共振成像呈现的黑白照片,如果不同原子核能够对应不同的颜色,多核磁共振就相当于能呈现出彩色照片,为医生提供更多、更丰富的信息用于临床诊断和治疗。在医学层面,团队将基于人体肺部气体多核磁共振成像系统,形成相应的标准和规范,让该系统更好地服务于医生,造福患者。“未来,我们将加快抢占新一代多核磁共振成像技术制高点,服务国家重大需求。”周欣说。

从“不可看”到“看得清”

磁共振成像广泛地用于临床医学,以评估大多数主要器官疾病。磁共振成像与X光成像、超声检查、电子计算机断层扫描(CT)等齐名,是现代医疗体系中不可或缺的诊断手段。

(据《科技日报》,有删节)

□吴纯新 杨茹茹