

担时代重任 铸国防基石

——记中国工程院院士孙承纬

□蓝欣 姜洋 孙奇志



孙承纬

孙承纬,爆炸力学专家,中国工程物理研究院研究员,中国工程院院士。1939年12月12日出生于上海市,1963年毕业于北京大学数学力学系。

长期从事炸药爆轰、激光辐照效应、高功率电脉冲技术和高能量密度动力学等领域的工作,为核武器发展作出了贡献。曾获国家发明奖三等奖1项,国家科技进步奖二等奖1项,发表专著2部、译著4部,文章400余篇。

从20世纪60年代后期我国开始爆炸磁通量压缩技术研究,到中断、重启、暂停,再到1986年中国科学家首次参加代表该领域最高研究成就的“国际百万高斯磁场产生及相关论题学术会议”(以下简称MG会议),再到2010年第十三届MG会议在中国举办,历经了近半个世纪的时间。

敏锐捕捉,迈出国门

爆炸磁通量压缩技术简称磁压缩技术,主要和炸药爆轰相关,是一项研究和应用炸药爆轰驱动的磁通量压缩装置(简称MCG)的技术。根据不同设计,可以制造出功能不同的两类磁压缩装置。第一类是强磁场发生器(简称MC-1装置),第二类是强电流发生器(简称MC-2装置)。

1965年,在中国科学院院士王淦昌的倡导下,核工业部第九研究院(中国工程物理研究院前身,以下简称九院)实验部22室主任陈学印率领研究人员在青海草原进行了我国最早的MC-1装置实验。

早在20世纪40年代,爆炸磁通量压缩装置就由美国的福勒和苏联“氢弹之父”萨哈罗夫先后提出。而中国在做了MC-1装置实验后一度没有继续研究。后来,孙承纬接过了研究磁压缩技术这一棒,成为我国高功率电脉冲技术若干重要方面的开拓者和引路人,也是磁压缩技术、电磁内爆技术、电磁发射技术和高功率微波技术等研究领域的主要倡导者和组织者。20世纪70年代中后期,中断了近10年的磁压缩技术研究恢复。

改革开放后,上级部门鼓励学者出国开会交流。在得知第四届MG会议将于1986年召开时,孙承纬作为中物院一所负责指导磁压缩技术研究的室主任,迅速召集相关人员准备参会事宜。

参会文章由课题组成员刘承俊撰写,陈述了中物院一所MC-2装置的研究进展及技术性能。孙承

纬承担了实验数据的统计处理,并完成了论文的中译英工作。同时,他还向九院提交了参加该国际会议的申请,不久后,孙承纬、龚兴根代表中物院一所参加了第四届MG会议。

这是中国学者首次踏入以磁压缩和高功率电脉冲技术为主的国际学术会议舞台。

他山之石,可以攻玉

1986年7月,孙承纬一行到达美国,受到会议主办方的热情招待,中国学者的到来为国际磁压缩技术研究注入了“新鲜血液”。

在会议的口头报告中,孙承纬介绍的MC-2装置研究引起了国际同行的关注,“因为中国从来没有在这一方面发表过文章,无论是在国际还是国内都没有发表过文章,所以这就不容易了,他们认为在爆炸磁通量压缩技术研究团体里增加了一个新伙伴。”孙承纬说。

会后,孙承纬与各国参会代表一同参观了美国洛斯阿拉莫斯国家实验室的磁压缩装置及专用实验爆炸工号、圣地亚国家实验室的专用大型爆轰试验场地,以及空军武器实验室的磁压缩装置和有关的诊断和数值模拟设备手段。这是难得的一次参观机会,国内研究人员无法亲眼目睹的这些装置和实验场地,给孙承纬留下了深刻印象。

这届会议让孙承纬在技术研究、实验装置和场地的设计、构造和组织管理等方面深受启发,更加明确了MC-2技术研究的方法和技术路线。

随后,他积极谋划,组织MC-2课题组成员高顺受、龚兴根和张恩官等人对MC-2装置用于产生高功率微波技术进行论证。1993年3月,正式设立了高功率微波技术研究专题,孙承纬担任专题顾问。从此,MC-2技术得到快速发展和重要应用。

MC-2技术从最初发展停滞到最终在国家计划中立项的整个过程,与孙承纬等人参加MG会议有非常密切的关系。

撰写“指南”,人才技术双丰收

参加第四届MG会议后,孙承纬萌生了在中国举办一次MG会议的想法,并与刘承俊进行了交流。但由于当时的科研能力较为薄弱,国内达不到支撑举办一次MG会议的基本条件。但这个想法如同在孙承纬心中埋下的一颗种子,等待“生根发芽”的机会。

此后即使在指导课题组攻坚克难时,孙承纬仍不忘关注MG会议

的动态。2002年,孙承纬前往俄罗斯参加第九届MG会议。当时会议的重心已向美国圣地亚国家实验室的Z脉冲功率设施(一种高频电磁波发生器)倾斜,针对丰富的会议报告,孙承纬做了多达42页的详细记录,供课题组人员借鉴和学习。后来,孙承纬又在详细的会议记录基础上进一步梳理,撰写了第九届MG会议动向报告,主要围绕“实现材料的超高密度压缩是电磁内爆研究的主要方向”“关于高密度压缩问题的思考”两方面内容进行阐述,为中物院一所的高密度压缩科学研究领域提供了重要参考。

除了深入思考技术问题外,孙承纬在人才队伍建设方面更是深谋远虑。他认为,“这些偏专业的文章主要是在专门会议上交流的,如国际爆轰会议、凝聚介质冲击压缩会议、国际弹道会议、MG会议等,我们应当大力鼓励科研人员参加这些公认的国际性系列会议,如此才能在国际学术界有所作为。从这几年看,这方面的努力十分不足。应当把我所各主要专业相关的主要国际学术会议列出名单,争取认真、持久地参与,才能真正提高我们的学术水平和地位。”

在孙承纬的力荐下,MG会议

等会议正式纳入与中物院一所专业紧密结合的国际会议名单,进行重点跟踪。同时,孙承纬通过课题申请、技术指导和研究生培养等多种途径,带领科研团队和研究生进一步扩大和深化磁压缩技术、高功率电脉冲技术研究,在国内开拓了若干重要的应用技术领域,同时培养了这些领域中高水平的青年技术人才队伍,实现了技术与人才建设的“双丰收”。

二十余载,MG会议“落地”中国

鉴于中国在磁压缩技术等方面的崛起,2008年7月第十二届MG会议的国际协调委员会会议上,委员们纷纷向孙承纬提出下一届会议由中国举办的建议。

这其实也是国内相关科技人员多年的愿望。做事一向严谨细致的孙承纬深思熟虑,多方商讨后接受了协调委员会的建议。

还未等孙承纬回国,得到第十三届MG会议主办权的消息已传回了国内。为了做好会议的组织和工作,中物院一所积极筹备会议。2010年7月6日至10日,第十三届MG会议在江苏省苏州市举行,来自10个国家共计160余名参会人员到会注册,其中中国参会人员主要来自中物院、中国科学院电工研究所、国防科技大学、华中科技大学武汉强磁场中心等单位,共83人,较往届大幅增加。

在为期5天的会议上,组委会安排的特邀报告和口头报告作者

以俄罗斯实验物理研究院、美国洛斯阿拉莫斯国家实验室、劳伦斯利弗莫尔国家实验室、圣地亚国家实验室和中物院等世界主要核武器实验室研究人员为主,充分展示了国际超脉冲磁场和脉冲电流产生、应用及相关问题的最新研究进展。

孙承纬作了大会邀请报告,全面介绍了中物院一所开展磁压缩技术研究的整个发展历史。会议不仅展现了中国研究现状,还让国外同行了解到中国青年学者的实力。同时,国内相关单位的青年科技人员对国际同行的工作前沿有更多了解,为相互之间的深入、持久交流与合作搭建了平台。

更重要的是,本届会议是MG会议发起近40年来第一次在亚洲国家举办,表明中国在磁压缩和相关技术方面取得的进展已经得到国际同行的重视和认同,对于我国有关技术领域的深入发展起到了积极推动作用。

为了实现磁压缩等技术的纵深发展,孙承纬巧思多智,使中国磁压缩技术与应用水平在短时期内迈上新台阶,引领该技术一步步走向国际学术交流舞台,为禁核试后中国高功率电脉冲技术应用于实验室精密实验和高新装备研制作出重大贡献。这也激励着致力于探索科技前沿的青年科研人员探索前行,续写磁压缩技术及相关领域在国际舞台的华丽篇章。

(据《中国科学报》,有删节)



中国工程院院士孙承纬



2010年7月,第十三届MG会议期间,孙承纬(左)与俄罗斯Selemir教授交流

科技大观

成本降低 让基因测序惠及大众

□吴叶凡

备对被检测者细胞中的DNA分子信息作检测,从而使人们能了解自己的基因信息,明确病因或预知自身患某种疾病的风险。“DNA是由4种不同的碱基——‘A、T、C、G’根据不同的序列组成的双螺旋结构。如同‘0、1’作为信息的基本单元一样,‘A、T、C、G’作为生命的‘密码’,为人类认识生命打开了一扇大门。”华大智造产品市场中心总监汪婧婧给出了形象的解释。

第一代DNA测序技术出现后,还陆续出现了高通量合成法测序技术、单分子测序技术。不同技术路线适合的应用范围、应用场景不同,在成本、读长、通量和准确率等指标上也具有不同的优劣势,因此测序技术之间并不是严格的迭代升级关系。著名基因组学专家、中国科学院大学教授于军打比方说:“就好比小客车、公交车、高铁、飞机都是交通工具,它们会同时存在,以满足人们不同的出行需求。”

具体来讲,高通量测序技术通量高,在大幅降低了测序成本的同时又保持了较高的准确性;Sanger测序技术与高通量测序技术相比,虽然读长较长、准确率较高,但是有着成本较高、通量较低的缺点;单分子测序技术与高通量测序技术相比,虽然读长较长,但是成本与准确率无法同时达到相近水平。基于优劣势的综合比较,高通量测序技术成为市场主流。汪婧婧表示:“高通量测序技术是目前基因测序技术大规模商业化应用普及的主要推动力,在较长时间仍将保持主流测序技术的地位。”

技术革新让测序成本下降

“每一次技术的突破和革新都会带来测序成本的大幅下降。”汪婧婧说。

资料显示,20世纪90年代开始的“人类基因组计划”中,来自6个国家的约8000名科研工作者用时13年,才完成一个人的基因组测序,耗资38亿美元。而在2009年,单个人全基因组测序耗资已降至约10万美元,2015年降至约1000美元。

测序成本下降的关键在于基因测序仪的技术革新。测序仪是基因测序产业链最核心的环节之一,是集光学、机械、电子、流体、软件、算法等多个交叉学科于一体的复杂系统,既对单项技术方向有很高的要求,也对架构设计和系统集成有很高的要求。其生产的技术壁垒明显,科技含量高,需要大量技术积累与资金投入,曾经一度被跨国巨头垄断。

我国人口基数大,有利于开展大规模人群的研究,但存在“重应用、轻研发”的倾向,国内测序仪研发领域一度存在空白。近年来,我国相关企业加大自主研发力度,国产测序仪迅猛发展。今年国产超高通量测序仪DNBSEQ-T20×2(以下简称T20)已经能够在输出超高通量数据的同时,保证测序数据的高质量,每年可完成高达5万例人全基因组测序,并成功把测序成本降低至100美元以下。汪婧婧介绍,T20降低测序成本的关键之一,在于其应用了开放式的并行处理系统,可同时支持6张超大尺寸的测序芯片上机运行;此外,T20使用的浸没式生化反应技术可以通过在同一反应槽依次浸泡多张测序芯片,完成多个测序循环。

曾经的高昂成本已经下降至如今的100美元以内,技术的进步不断推动着基因测序产业的发展。“测序成本下降看似降低了产业市场规模,实则促进了高通量测序技术的普及,从而为基因测序行业快速增长带来机遇。”于军说。

新应用场景促产业发展

任何技术的生命力都在于实际应用。基因测序成本的降低,给产业发展增添了新动能。“当基因测序技术成本降到一定的程度,基因测序就会逐步成为推动传统医疗向精准医疗转变的关键技术。因此,基因测序成本的降低,有助于加快人类基因组学的研究,促进医学健康领域的应用,助力实现基因科技普惠人人的宏伟目标。”汪婧婧表示。

此外,测序成本的下降也必然会带动产业链的发展。测序仪设备位于基因检测产业链的上游,基因检测服务商位于中游,下游则是医院、科研机构、药企、个人等应用端。当基因测序更多地被应用于科学研究及临床医学领域中,新的应用场景将持续不断涌现,基因组学上下游产业也将得到长足的发展。

相应的,下游应用场景的拓展也会对上游供应商提供综合解决方案的能力提出更高要求。“上游供应商需通过形成丰富的产品矩阵和提供专业的服务能力,在基因测序、实验室自动化等领域建立全流程贯穿的一站式解决方案,进而为精准医疗、精准农业和精准健康等行业提供实时、全景、全生命周期的系统解决方案,才能把握下游应用场景拓展带来的广阔市场空间和机遇而获得高速发展。”汪婧婧说。

(据《科技日报》,有删节)

溯源“水上长城”——九门口

□杨晔

提及长城,无人不晓。长城绵延万里,经历过血雨腥风的洗礼,见证了金戈铁马的岁月。自古以来,长城无一不是依山而建,气势如虹横亘东西,连绵不断,翻山越岭。长城是世界奇迹之一,而九门口长城无疑就是奇迹中的奇迹,因为它拥有一段世界上独一无二的“水上长城”。几乎无人不知“不到长城非好汉”这句俗语,但也有一个民谣流传已久,“不到九门口,枉来长城走”。

九门口长城历史悠久,最早建于北齐(公元479年—502年)年间。《资治通鉴》有载:“幽州北七百里有渝关,下有渝水通海。自关东北循海有道,道狭处才数尺,旁皆乱山,高峻不可越。”榆关就是现在的山海关,文中所描述险峻狭窄之处就是现在的九门口一带。因为山海关素有“天下第一关”之称,九门口相距离此地仅有15公里,因此被冠名“京东首关”。明代以前,九门口就是出入关里关外的交通要道。现存九门口长城建于明洪武十四年(1381年),大将徐达奉命重修蓟镇长城,九门口长城就是其中一部分,也称“九门口关”。

九门口长城坐落在葫芦岛绥中县李家堡乡,居燕山山脉东端,全长1980米(一说1704米),起于险峰绝壁,南接闻名天下的山海关长城,顺山势蜿蜒,逶迤入群山之间,北连号称“三龙聚首”的锥子山长城,是山海关和锥峰山之间的重要关口。如果仅止于此,九门口长城就和其他长城别无二样,它的独特魅力就在于没有因为绝壁临水而中断,而是霸气地横

跨两山之间长达一百多米的辽宁省绥中县与河北省抚宁县的交界河——九江河之上,从而打破历史上修筑长城“遇山不断,遇水而绝”的惯例,“水上长城”由此得名。

跨水建筑统称为桥,长城跨水而建的部分被称为“城桥”。九门口城桥两侧各有一个正方形的露天围城,城桥长97.4米,高出水面10米。远观城桥,形成“桥上上长城,城在水上走;桥下走河水,水在城下流”的独特奇观,水上长城名副其实!

那么为何以“九门”命名,而非九孔或是九洞呢?首先城桥桥墩异于正常形状,城桥之下是八个看似彼此平行的菱形桥墩,桥墩屹立于水面之上,由八个巨大条石包砌起来,从而形成九条水道;其次是缘于每个水道流经之处不同于普通桥下的桥洞或桥孔,而是高7米、宽5米的水道,高大如此,如同城门,故称之为“水门”。而且这九条水道都确实曾经装有双扇四扇巨型水门,犹如城门一般守护着每一条水道。枯水期关闭,敌人不能穿门过关;丰水期开门泄洪,既能防御敌军入侵,同时灌溉周边田地,成为便民的水利设施。

传说修筑长城以前,曾经有九条龙在此地盘卧,呼风唤雨,护佑一方平安。百姓为感恩龙恩,集资修建九泉青龙寺,这座寺庙至今仍然在九门口南部王家峪屯。后来修筑长城时,根据这美好的传说,在跨河修筑长城时,特意在九江河上,为九条龙留下通过的水道,这九条水道就是现在的九门口。

九门口长城位于蓟镇重要

关隘,是兵家必争之地。

1644年,惨烈的“一片石大战”就发生在这里,正是这场激战,吴三桂大败李自成率领的农民起义军,促使明末清初出现历史性转折点,“一片石”成了李自成的催命石。

抚宁县志记载:“有名一片石者,堆柴鳞次,巍然其上者长城也。城下有甃名九口水,为水门九道,注众山之水与塞外者也。”从这段文字可以看出,“一片石”就是九门口,而且立于此处的修筑长城记事碑文上也记载,万历四十二年(1615年)和天启元年(1626年)“奉文派修一片石九门”。其实“一片石”并非一块巨大的石头,而是河床面积大约七千多平方米的过水铺石。远远望去,这片完美衔接的条石仿佛一大片巨石横卧城桥之下。所以尽管“一片石”被“九门口关”取代,但是还是俗称“一片石大战”。

因其位置险要,直奉两大军阀曾在此地展开激烈战斗。解放战争期间,英勇的人民解放军也曾在此九门口河谷浴血奋战。

古代烽火早已熄灭,硝烟早已云散。苍山烟雨间每一块巨石都曾承载着岁月的流逝,晨曦暮霭中每一块青砖都在倾诉着古老的故事。如今的九门口山清水秀,春暖之时,河水碧透条石可见,周边绿意盎然风景旖旎;盛夏来临,河水澄澈天光摇荡,远山含黛树木葳蕤;深秋时节,河水清静云影徘徊,层林尽染色彩斑斓。最惹眼的当属冬季,尤其是大雪过后,远山近景皆是银装素裹,屹立于冰上的九门口关愈发冷峻,大有不怒自威的气势。

