前沿科创调研行之核能医疗③

守护人类健康的东方天使

——探访世界首台BNCT专用核装置“医院中子照射器”

芮钰雅　张保淑 沈冰清

癌症是严重危害人类健康的“杀手”，癌症防治是世界性难题。中国科技工作者一直与世界各国同行一道致力于癌症诊疗科技创新和装备创新，为增进人类健康福祉而努力奋斗。国家癌症中心主任、中国科学院院士赫捷认为，中国在癌症诊疗的科研领域已经取得系列重大突破，为人类健康事业作出了突出贡献。其中，由中国工程院周永茂院士和王忠诚院士主持设计建造的世界首台专用于BNCT（硼中子俘获疗法）治疗癌症的核装置——“医院中子照射器”就是杰出代表。

近日，本报前沿科创采访调研组一行驱车前往位于北京西南燕山脚下的北京凯佰特科技股份有限公司，探访“医院中子照射器”，实地了解这个大国重器的建造过程和在临床实验中的优异性能。

超热中子治疗室。　沈冰清摄

寻常院落 十年铸剑

“医院中子照射器”所在的凯佰特公司就位于此前我们采访调研组一行到访过的中国原子能科学研究院的隔壁。有了上次的经验，这次探访轻车熟路。

11月25日一早，我们驱车沿着京港澳高速一路向西南直指燕山脚下。约10时，抵达中国原子能科学研究院门前。根据导航系统的提示，我们右转穿过一道小栅栏门，进入一座蒿草丛生的低矮平房院落。正迟疑间，只见一位身着灰蓝色羽绒背心、扎着马尾的女士从院落的一侧向我们走来，她便是负责接待我们探访的张紫竹副研究员。在她的指引下，我们的车穿过小院，进入两侧长着繁密枯草的小路，前行150米，到达了一座简朴、整洁的小院，正中央是一座两层高的白色小楼。

曲径通幽、庭院深深，如果不是现场探访，我们很难相信这座世界一流水平的抗癌装置藏身于北京西南郊的这样一个偏僻之地。

此行两周前，我们采访调研组一行曾专访了主持设计该装置的核反应堆工程专家周永茂院士。他介绍说，硼中子俘获疗法是肿瘤放疗的世界前沿技术，具有成本低、疗效强、复发少、对人体损伤小、治疗周期短等优点。其治疗原理为：向患者体内注射含硼药物，此类药物选择性地浓聚于癌细胞当中，经高能中子束照射产生反应，释放出短射程高能射线，从内部精准破坏癌细胞。

目前，日本、美国、挪威、中国台湾等其他开展BNCT技术研究的国家和地区都要依靠运行功率几百到几万千瓦的大中型研究堆产生治疗所需的中子束，医患必须“逐堆而行”；而中国的“医院中子照射器”则是世界首个应用30千瓦低功率、低铀浓度的微型核反应堆为硼中子俘获疗法专供中子源的装置，其诞生意味着直接在医院内实施硼中子俘获疗法治疗癌症成为可能。

2006年，“医院中子照射器”技术获国家专利授权。2008年7月16日，国家核安全局批准了项目建造申请并颁发建造许可证。同年12月，反应堆厂房建造完成，2010年1月22日装置达到满功率运行。2014年7月15日，国家核安全局为医院中子照射器颁发民用核设施运行许可证，此后，临床研究团队在这里先后成功试治了3例恶性黑色素瘤患者。

中国工程院院士周永茂近影。　沈冰清摄

凯佰特公司总经理刘彤近影。　资料图片

安全高效 灭癌无形

通过周永茂的介绍和描述，我们努力去想象“医院中子照射器”的样子，迫切地想一睹这座“大国重器”的风采。终于找到了机会，我们满怀期待之情。

跟随张紫竹，我们踏入楼内一层大厅，一块正对着入口的展板映入眼帘，记录着10多位中国两院院士对“医院中子照射器”在核燃料、新型材料、软件等领域所作的支持与贡献。值得一提的是，早在2001年，时任中国工程院院长的宋健院士就表示，支持该项目。

左手边是整栋建筑的模型，明媚阳光透过玻璃窗洒在上面。我们了解到这栋楼地上地下共三层：地下一层安放反应堆堆芯与配套水池，产生出中子束被引入同一层的治疗室和实验室；地上一层有办公区、患者模拟定位间和净水装置等；地上二层主要是装置控制室、会议室。我们大致沿患者接受诊疗的路线，走过装饰着植物图案墙贴的走廊，正式开始内部探访。

接受治疗数天前，患者首先要在地上一层的模拟定位间利用激光装置和照射口模型进行提前定位，确定自己接受治疗时的身体位置和束流照射直径，实现“个性化定制”。定位完成后，就可择日接受正式治疗。

治疗当天，患者要先注射硼携带剂，之后到地下一层的治疗室进行照射。两条从堆芯相对两侧引出的治疗中子束流分别进入两间治疗室，一条为热中子束流，另一条为能量更高、适宜治疗更深部肿瘤的超热中子束流。还有一条直径较小的实验中子束流进入治疗室之间的实验室，可用于测量血硼浓度。每间治疗室面积约20平方米，米白色墙壁上贴着红色祥云纹样，主要设施为由高科技复合材料围起的圆洞状中子束照射口、一张常见的诊疗床和阻隔中子的安全装置，环境简洁温馨。

治疗室外设有监控电脑和联通室内的对讲设备，可供医护人员在短则十几分钟、长则约一小时的治疗时间里随时掌握患者情况并与之交流。两间治疗室都由一米厚的重混凝土墙壁包裹，隔绝中子束对非病患人员的辐射。

张紫竹对医院中子照射器临床试治的第一位患者老吴印象很深。他是一名校车司机，经检测左足患有浅表扩散型恶性黑色素瘤，根据常规方案需要截肢。2014年9月，老吴开始接受医院中子照射器治疗，他接受治疗后的第一反应是：“照完了吗？怎么不疼不痒没感觉。”接受第二次BNCT治疗后，他足部的黑色斑块面积明显缩小，医治效果良好。半年之后，老吴重回工作岗位并一直工作至今。

小小堆芯 癌症克星

参观完治疗室，拾级而上，来到二层控制区。这里的陈设看上去也十分简单，两台电脑、一块大屏、若干仪表、一台电话机。张紫竹解释道，大功率反应堆运行起来可能需要一整个班组进行控制，而医院中子照射器的反应堆功率低得多，只需要一名操作员经短期专业培训，使用专用电脑软件控制开闭即可，短短几分钟反应堆就能达到额定功率。

反应堆水池口与控制室隔窗而望。亲临现场，才发现医院中子照射器的核心设备比我们想象中的还要“袖珍”，在我们脚边，池口形成一个4米长、2.3米宽的长方形，顶部由透明防尘盖遮罩，池内水体清澈透明。这些水约有40吨，是由普通水经过净化形成的去除离子的轻水，它不与核材料直接接触，但可以起到减慢中子运动和冷却的作用。

我们倚着齐腰高的栏杆，俯身仔细打量水池。只见正中央直立着一个圆柱形金属容器，没在水中。张紫竹介绍说，这是堆容器，微型反应堆的堆芯就装在其最下方，位于地下一层，无法通过水池观察到。先前在讲解模型时，她告诉我们，堆芯中有300多根直径半厘米、长26厘米、外观如筷子一样的二氧化铀燃料棒，一次装填可以运行30年，燃料更换也十分便捷。堆芯外部裹着铍制成的反射层，防止中子泄漏。这样完全密封的小功率、低铀浓度反应堆，从设计上决定了其自有安全性极高，保证不会发生事故。

为进一步了解该设施的安全程度，笔者向张紫竹试探性地问道：“现在，我如果打开防尘盖，舀起这池中水，可以直接饮用吗？”她微微一笑说，当年山东一个微型核堆退役时，同样用途的轻水，经对比检测发现，比趵突泉的水还干净。

提高完善 服务全球

设施探访完毕，我们在会议室采访了凯佰特公司总经理刘彤。我们了解到，“医院中子照射器”的研发、建造和临床实验的资金大部分依托于他运营管理的这家公司。

“这些年来，在与周永茂等科学家的合作中，我们感动、感佩于他们为人类抗癌事业而努力拼搏的精神，激发了我们克服困难，努力向前的决心和意志，”刘彤说：“作为致力于中国核医疗事业发展的民营企业，我们将继续坚持一切服务于患者的初心，与科学家一起继续奋斗。”对核医疗事业发展的未来，刘彤充满信心。他说，“医院中子照射器”的研发将有力带动上下游产业，专用材料、医护培训、康复设施……一幅围绕BNCT癌症治疗的产业发展美好前景已经铺展开来。

对刘彤的判断，启迪新核能源科技有限公司总裁徐刚深表认同，他接受本报采访时介绍了该公司正在推进的全球核医学中心项目。该项目已签约落地于山东烟台高新区，旨在以BNCT技术为该中心打造集研发、治疗、康复为一体的“核医疗小镇”。其中计划建设国际会议会展区、国际康复区、教育培训区、研发中心等，利用中国掌握的先进核医疗技术吸引全球医疗行业人士前来共同进行研究，集全球智慧抗击包括癌症在内的多种重大疾病。

历经多年研发和实验，周永茂认为“医院中子照射器”这把利剑已经铸就并表现出优异的性能。他介绍说，自己近期在致力于进一步提升超热中子束的功率，进一步完善“医院中子照射器”并为大规模应用推广做好充分准备。“万事俱备，只欠东风。期待国家有关职能部门尽快出台支持BNCT装备和技术大规模应用和推广的政策，我们完全有能力在此领域走在世界最前沿。此外，我还有一个梦想：有一天，中国核医疗船装载着本国研制的中子照射器等癌症治疗设备，开行全球，服务各国，为守护人类生命健康、构建人类命运共同体做出更大贡献。”周永茂说。

张紫竹结合模型讲解“医院中子照射器”。　沈冰清摄

时尚科技青年们在生活中少不了这么几件提升个人气质的产品：蓝牙耳机、蓝牙鼠标、蓝牙音箱、智能手环……随便买上一个，哪怕是还没开始用，你都会觉得科技感瞬间提升。

对蓝牙（Bluetooth），我们并不陌生，它是一种短距离无线通信技术，是实现语音和数据无线传输的全球开放标准。蓝牙命名的由来要从10世纪丹麦的国王哈洛德·布美塔特（Harald Blåtand）说起 。

约公元958到986年，布美塔特国王在统治丹麦，他能征善战，终结了海盗时代，也统一了今天的挪威、瑞典和丹麦广大北欧地区。丹麦语的Blåtand翻译成英语就是 Bluetooth，因此这位国王又叫哈拉尔蓝牙王（Harald Bluetooth）。关于这个名字的来历有诸多版本，一种传说是因为这位国王很喜欢吃蓝莓，导致牙齿都被染蓝了；也有史学家推测，是国王的某颗牙齿坏死了，在外观上看起来是蓝色的。1996年，爱立信、诺基亚、东芝、IBM和英特尔公司计划成立一个行业协会，共同开发一种短距离无线连接技术。开发小组希望这项无线通信技术能像蓝牙王一样，将不同工业领域的工作协调、统一起来。因此，这项技术就命名为蓝牙。而蓝牙的标志正是由蓝牙王Harald Blåtand的首字母HB的组合而成。借助这个神奇的标志，这位丹麦国王的故事算是真的流芳百世了。

蓝牙：

北欧的工科浪漫和传奇

半 之

有WiFi了我为什么还要用蓝牙？

同样都是短距离通信技术，蓝牙也无可避免地会拿来和WiFi技术做一番比较。那么它俩到底有什么差异呢？

首先，从使用方式上，我们往往都是多个设备连接同一个WiFi访问互联网，这是一种一对多的连接方式，而蓝牙则是两台设备之间相互进行数据传输，是一种点对点的连接方式。从这方面看起来，蓝牙的数据安全性更高一些。

其次，由于蓝牙使用的是微带天线，体积小，方便集成到设备中，而且蓝牙模块成本很低，因此蓝牙设备的普及率非常高；但WiFi设备则需要有单独的网卡，需要路由设备，成本高、功耗也比较大。

在有些场景下，蓝牙比WiFi更合适使用。举个例子，上海的朋友们在乘坐地铁时会经常使用一款软件，叫做“Metro大都会”。

为了保护乘客财产的安全性，防止二维码被盗刷，这款软件要求用户在使用时开启蓝牙，以便闸机和手机相互验证，验证通过才会开启闸机。假设这个软件使用网络或WiFi进行认证，如果乘客的手机当时网络状况不佳，就会影响乘客进出闸机。而在这种情况下，使用蓝牙进行安全认证就是更合适的方案。但是如果为了乘坐地铁就开着蓝牙，那会不会疯狂消耗手机的电量呢？要搞清楚这个问题，你还得了解蓝牙技术的新进展。

目前我们使用的蓝牙共有两种类型，传统蓝牙和BLE（Bluetooth Low Energy）。传统蓝牙使用点对点的通信方式，这种通信方式是一种持续保持连接的方案，一般用于数据量比较大的场景，如蓝牙耳机、音响等音频设备用的就是这种连接方式。

BLE是低功耗蓝牙技术。与传统蓝牙相比，BLE最大的优点是搜索与连接速度非常快、功耗低。BLE完成一次连接（扫描设备、建立连接、发送数据等）只需要大约3ms，任务完成后就会迅速切换到“非连接”状态，最大程度上降低了功率消耗。但是BLE物理带宽只有1M，数据传输速率低，所以BLE一般用于实时性要求高、但数据包非常小的设备，如键盘、遥控器等。

还是以“Metro大都会”为例，这款软件使用的就是BLE技术。乘客在通过闸机时，通过BLE，软件能快速与闸机建立连接并完成认证，这一过程对乘客来说几乎无感知，不会增加乘客进出闸机的等待时间。而且，由于采用了BLE技术，Metro只需要向闸机发送很小的一段数据包，认证完成后，蓝牙又迅速进入“非连接”状态，这就大大降低了功率损耗，消耗的电量对手机来说可以忽略不计了。

无论是上班通勤、地铁听歌、无线办公，蓝牙技术的使用都让我们的生活变得更加便捷。再看到或者使用蓝牙的时候，我们会不由自主地回味起来自北欧的工科浪漫情怀和那个遥远维京时代的丹麦国王。

（微信公号“果壳”供稿）

数据智能成企业新推力

本报电（记者**张鹏禹**）近日，2019UBDC全域大数据峰会在京举行，全域数据智能服务商友盟+与40余位行业专家和3000余位观众就云端之上的数据应用展开深入交流，探索如何通过数据智能助力企业发展。

与会者认为，2005年大数据前身Hadoop项目诞生至今的14年间，大数据正在不断改变商业规则。企业对数据的应用也从有数据、用数据，逐渐走向数据智能。越来越多的企业意识到，在数字经济时代把握住数据与技术带来的机遇，抓住数据时代赋予的“杠杆”尤为重要。但亚太地区的中小企业数字化水平仍十分有限。埃森哲最新研究显示，在中国，尚有17%的受访中小企业未利用任何数字化平台。缺乏支持、费用过高、隐私安全顾虑等因素是推广数字化的主要障碍。为解决这一问题，友盟+等数据服务提供商正帮助更多中小企业实现数据赋能落地。

《吴文俊全集》出版

本报电（记者**张保淑**）今年是吴文俊先生诞辰100周年。由吴文俊弟子中国科学院李邦河院士、高小山研究员和李文林研究员编订的《吴文俊全集》日前出版。该书系统收录吴文俊先生的学术著作和论文，以此纪念其学术成就。

吴文俊（1919−2017）是中国最具国际影响力的数学家之一，系中国科学院院士、第三世界科学院院士，曾荣获首届国家最高科技奖（2000）、首届国家自然科学一等奖（1956）、首届求是杰出科学家奖（1994）等诸多奖项。

吴文俊早年留学法国，留学期间就已在拓扑学方面做出了杰出贡献，提出了后来以他的名字命名的“吴公式”和“吴示性类”。回国后提出了“吴示嵌类”等拓扑不变量，发展了统一的嵌入理论。吴文俊关于示性类与示嵌类的研究，已成为20 世纪拓扑学的经典，至今还在前沿研究中使用。20世纪70年代以来，吴文俊在汲取中国古代数学精髓的基础上，开创了崭新的现代数学领域——数学机械化。他发明的被国际上誉为“吴方法”的数学机械化方法，改变了国际自动推理的面貌，形成了自动推理的中国学派，使中国在数学机械化领域处于国际领先地位。