



庄育智(1924年7月27日—1996年3月23日),中国科学院院士、材料科学家、物理冶金学家。曾任中国科学院金属研究所难熔金属研究室主任、副所长,中国科学院学位委员会委员。先后多次获得国家科技进步奖、国家自然科学基金、国防科委科技成果奖和中国科学院科技成果奖。

“爱国、爱党、爱家乡、爱科学、爱教育,是他一辈子的真实写照。”回忆起庄育智,华南理工大学原党委书记、校长刘正义说。

作为我国难熔金属合金研究领域的开拓者,庄育智终其一生为国家的科研事业而奋斗。他勇于创新,开创了我国难熔金属宇航材料研究的新领域;他惜才爱才,为我国材料领域培养了一批批优秀人才。

### 开启我国难熔金属合金研究

庄育智是广东潮安人。1952年,他从英国留学归国,并与李薰等科学家共同创建了中国科学院金属研究所。建所初期,庄育智根据国民经济恢复时期的需要,深入东北几个大钢厂,解

决钢材质量问题,开启了国内对钢中夹杂物和薄板夹层的研究。1958年,庄育智开辟了难熔金属合金研究领域。难熔金属合金主要用于航天工业和原子能工业,在当时是一项十分尖端的课题,既得不到国外有关技术资料,又买不到现成的熔炼、性能测试设备。在这种严苛的环境下,庄育智带领科研人员创建了难熔金属合金研究室,并开展高温钼合金和难熔合金相图的研究。

刘正义曾在中国科学院金属研究所进修,他对庄育智的难熔金属合金研究室印象最为深刻。他说:“庄育智带领大家自力更生。研究室的各种设备,包括难熔金属的熔炼设备、高温真空力学性能测试设备等,都是他们自行研制的。”

依靠这些自主研发的设备,庄育智带领团队在两年多时间里经过上百炉次的反复试验,最终探索出一套有效制备钼合金的工艺,炼出了性能合格的钼合金。

1965年2月,鞍钢钢铁研究所迫切需要解决穿管用的顶头效率低和寿命短的问题。庄育智创新性地提出用钼合金做顶头,生产出高质量的无缝钢管,

打破了苏联专家“鞍钢不能生产长无缝不锈钢管”的结论,取得了重大经济效益。

1968年,庄育智接受了为我国第一颗返回式人造卫星——“尖兵一号”研制内蒙皮材料并加工成型的新任务。高速运动的人造卫星在通过大气层重返地面时,空气动力产生的高温足以使一般镍基合金软化甚至熔化,因此人造卫星内蒙皮材料的质量要求极高。庄育智选用钼合金作为板材,严把工序质量关。钼合金板材经过淬火后,表面产生氧化皮,酸洗过程中会产生强烈的刺鼻黄烟,庄育智带领团队顶着刺鼻的气味保质保量地完成了2000多块钼合金板材的处理工作,并逐一克服了冲压成型、焊接抗氧化涂层过程中的挑战,按期完成了人造卫星钼合金蒙皮的研制,给人造卫星穿上了“防护衣”。此外,他主持研究的遥测钼合金天线也取得成功,保证了“尖兵一号”的成功发射和按计划安全降落。

### 三地奔波只为培养更多年轻人

“我喜欢上课,喜欢培养更多的年轻人。”即使当选院士后事务繁忙,庄育智仍坚守在教育第一线。

庄育智的学生曾德长至今都记得,他的第一篇英文论文,连续修改多次,仍被期刊退回要求修改。庄育智得知后便带着他逐句逐段地修改,并逐条分析修改原因。庄育智告诉曾德长,英文实际上只是一个工具,写科学论文,也要像写小说一样写得生动才好。虽然论文写作要求逻辑清晰,但语言上不要干巴巴、硬生生,要让别人一看就明白。这番话深深烙在曾德长的脑海中,一直影响着他的论文写作。

1994年,当时已70岁高龄的庄育智,怀着为家乡教育事业尽一份力的想法,欣然来到华南理

工大学,成为学校第一位全职院士。“他对大家都很友善。”华南理工大学原金属材料及热处理教研室主任魏兴钊回忆道,庄育智虽然话语不多,但平易近人、没有一点架子;对青年教师在教学上的创新和研究相当欣赏,并给予指导和支持。

那时,庄育智除了在南理工大学任教职,还在中国科学院金属研究所指导多名博士研究生,并担任劳动部劳动科学研究所名誉院长,为此他经常风尘仆仆奔波于北京、沈阳、广州三地。“他往往选择乘坐火车硬座。我曾劝他年逾古稀坐飞机便捷些,或坐软卧舒服些。他却



庄育智(右一)、李薰(中)等人在金属所实验室讨论难熔金属的熔炼问题

说,课题经费有限,应尽量用在实验上。”庄育智的同事李有柯感叹道,“他一贯自律甚严,几近苛待自己。”

### 学科建设要与国家需要紧密结合

20世纪90年代,广东省经济社会发生了翻天覆地的变化,对高校的学科建设、人才队伍建设也提出了新要求。庄育智一贯主张,科学研究要与国家需要紧密结合。经过深入调研,他提出研究和开发具有广泛应用前景的新型磁性功能材料、半导体器件功能膜材料和高性能耐磨与耐蚀涂层等。这对金属材料学科的后续建设产生了深远影响。

在他的带领下,当时华南理工大学机电工程系筹建了磁性材料实验室,获批成立了金属材料及热处理博士点。

曾德长调任华南理工大学之前,庄育智还特意与他交谈,建议他结合广东市场需求导向,充分发挥高校在基础研究方面的优势,选择以应用为背景来开展基础研究,因为“企业虽擅长产品研发,但大多数缺乏理论支撑,继续开发新产品存在诸多困难,而这恰恰是学校的优势”。

曾德长说:“我们一直践行老师所提倡的‘把论文写在祖国的大地上’,团队研发的金属纳米复合涂层材料技术已在广东正德材料表面科技有限公司实现产业化成果转化,服务于国民经济建设。”

在华南理工大学8号楼,阳光照亮了庄育智曾经工作的地方,而他所展现的科学家精神亦如阳光般,照亮后人前进的路。(据《科技日报》,有删节)

## 科技大观



# 首台国产医用重离子加速器诞生记

□王豪

舌根处长了“拇指”大小的肿块,说话“呜呜噜噜”,吞咽困难,晚上还疼得睡不着觉,身体出现异样后,家住宁夏回族自治区的张明(化名)走过一条漫长的求医路。

“确诊舌根癌后,不少医生建议我进行切除手术,舌头、咽喉等器官都要摘掉。”在张明看来,这相当于给自己宣判了死刑,“没有吞咽功能、没有语言功能、没有味觉,活着没有意义了”。

“我想要保障后半辈子的生命质量。”今年3月,张明在朋友的推荐下,来到了甘肃省武威肿瘤医院重离子中心(以下简称“武威重离子中心”)接受治疗。“我就是奔着科学来的。”他说。

张明口中的“科学”指的是装配在武威重离子中心的我国首台自主知识产权的医用重离子加速器。所谓重离子,是指质量数大于4(即原子序数大于2)的原子失去部分或全部电子后形成的带电粒子。重离子加速器就是能产生重离子并利用重离子开展实验的装置。

### 设想

走进中国科学院近代物理研究所(以下简称“近代物理所”),映入眼帘的是一行题词:“加速器加速科学进步,重离子重在造福人民”。在这里,重离子加速器是核物理基础研究的核心设备。每一代重离子加速器的设计和建造,实际上与癌症治疗并没有直接关系。

近代物理所原副所长靳根明回忆,1973年,所里正式提出自力更生设计建造大型重离子加速器的设想。在得到原国家计划委员会的正式批准后,该所与全国100多家企事业单位合作,于1988年底,将我国第一台大型重离子研究装置“兰州重离子加速器”联调成功。

“它的面世,不仅为我国开展重离子物理基础研究和应用研究提供了前所未有的良好条件,也标志着我国回旋加速器技术当时进入国际先进行列。”靳根明说。

5年后,在1993年甘肃天水举行的一场学术会议上,近代物理所原重离子束应用二室主任卫增泉阐述了关于开展重离子治癌研究的科研想法。这个提议,拉开了国产重离子加速器技术进行医用转换的帷幕。

### 实验

近代物理所在重离子加速器领域的技术积累长达数十年,且已拥有“兰州重离子加速器”这一大科学装置,将其缩小,是否就能得到治癌的医疗“利器”?

很快,科学家们认识到,开展科研的大科学装置与医用重离子加速器(高端医疗器械)存在很大差异,并不仅仅是缩小那么简单。

“医用重离子加速器的设计除需要考虑可靠性、安全性之外,还要考虑它的造价、成本、可推广性。”近代物理所副所长杨建成说,“它要非常紧凑,同时

能为更多病人提供治疗终端,节省整个治疗费用。”

设计过程中,杨建成和团队成员与时间赛跑,每天只休息不到5个小时。经过数月攻关,他们拿出了一套自主设计的方案。

以医用重离子加速器使用二极磁铁的数量为例,日本设备使用了18块二极磁铁;德国有6块、12块两种方案。杨建成团队则下了很大功夫,反复试验,最终决定使用8块二极磁铁的架构。该装置同步加速器部分的周长缩短至56米,有别于德国的75米、日本的62米,是目前世界上最小的重离子治疗专用装置。

设计有了雏形,科研人员又着力于解决离子束的能量问题——要求在不同深度、不同形状的肿瘤区域内,获得均匀稳定的束流照。这就要对束流强度、稳定性等进行控制。

为此,近代物理所多个科研团队通力配合,进行反复实验,在2008年,设计建造出我国第一台规模最大、能量最高、加速粒子种类最多的重离子同步加速器冷却储存环系统,解决了高能离子束“哪里来”的问题。团队又进行了多次束流性能测试和细胞辐照试验,对医用重离子加速器装置所有标称能量的深度剂量分布等进行了测试。

### 合力

从大科学装置到高端医疗器械,不仅要物理、核物理、信息、电子、医学、图像处理等学科融会贯通,在科研上不断突破,还要“从0到1”,推动国家相关标准和规范的建设。

此前,我国并没有同等体量的医疗器械报批,因此,国产医用重离子加速器从样机调试、设备检测到临床试验和审批注册,每项工作都要在摸索中艰难前进。

“所有检测项目加起来,超过5000个。”杨建成说。

大型医疗设备的落地,除了要获得药监部门的医疗器械注册证外,还需要医院获得配置许可。“这就考量合作单位的证照资质、资金土地、人才储备、安全环保等。”杨建成介绍。

在与多家医院失之交臂后,作为团队发源地的甘肃递来了橄榄枝。2012年,近代物理所科研团队开始在甘肃省武威市建设首台医用重离子加速器示范装置。重离子治癌技术研发从基础研究向民生应用,迈出实质性的一步。

“当时,只有一座大楼孤零零地矗立在荒漠之中。”作为主加速器同步环总负责人,杨建成到达武威项目地的第一天,就思考起“团队稳定性”的问题。

“这里地处郊区,交通不便,工作任务又十分繁重,大伙儿经常到凌晨两三点,才能忙完当天的工作,赶不及回市区,就睡在泡沫板上。”让他意外的是,在为时两个月的安装调试期内,却鲜有工作人员喊苦喊累。

科研人员虽精神可嘉,但在项目现场,各类问题还是层出不穷。

杨建成举例,团队首次提出偏心剥离注入方案,使注入增益提高350倍,为国际同类装置最高,按预期,实验终端流强为 $2 \times 10^{10}$ ;当时团队却测出 $2 \times 10^8$ 的误差数据。

束流强度关乎治疗效率,突如其来的插曲,让科研团队200多人陷入长达6个月的煎熬。大家加班加点,检校装置的每个零件,从验证每个步骤。这让杨建成深深意识到,科研不仅需要思路、想法和灵感,也需要韧性、恒心和决心。

### 落地

2015年12月,首台国产医用重离子加速器在武威成功出束。现场,加速器物理学家、中国工程院院士、中国科学院高能物理所研究员陈森玉给出评价:“两年时间里把它安装、建成、调试成功,是世界上不多见的。说明主装置加速器是成功的。”

一个个关键环节被打通,医用重离子加速器项目步入发展快车道——2018年7月,国产医用重离子加速器取得辐射安全许可证;2018年11月,开始临床试验;2019年5月,完成临床试验……2020年3月26日,武威重离子中心正式开始临床治疗,标志着我国成为继美国、德国、日本后,第四个拥有自主研发重离子治疗系统和临床应用能力的国家。

近日,首台国产医用重离子加速器装置模型问世。它由电子回旋共振离子源、回旋加速器、同步加速器以及4个不同角度的治疗终端组成:电子回旋共振离子源负责让离子材料甲烷蜕化为碳离子;同步加速器是整个装置最核心的部件,它可以把离子束加速到接近光速的70%继而形成离子束流。在患者接受治疗时,装置各部件之间紧密配合,精准“爆破”肿瘤细胞。

“该装置95%以上的零部件设备实现国产,与进口设备相比,建设成本只有其1/3至1/2,重量和体积更小,稳定性更高,维护费用更低。”武威肿瘤医院副院长张雁山说。

与此同时,不少癌症患者因为这一医疗装置增加了治愈的希望。张雁山介绍,当前,肿瘤患者进行重离子治疗,每个疗程大约需要10—16天,每次需要10—20分钟。截至目前,该装置已完成了国内外超过1200例癌症患者的治疗,临床适应症涵盖中枢神经系统肿瘤、头颈部肿瘤、胸腹部肿瘤、盆腔肿瘤、骨和软组织肿瘤等。

不过,重离子治癌项目整体投资高昂,维保成本高。目前,国内外仅有14个重离子中心公开运行,部分患者在接受治疗时会担心费用负担问题。对此,多方正在找寻解决途径。当前,已有商业保险和城市惠民保将质子重离子治疗纳入保障范围;在近些年地方和全国两会上,多位代表委员建议分步将重离子治疗纳入医保。

科研人员立足专业领域,从未停止前行的脚步,新一代重离子治疗装置示范项目正在如火如荼开展中。(据《中国青年报》,有删节)

在神奇的动物世界里,许多动物身上都披着绚丽多彩、形状各异的斑纹。这些斑纹不仅仅是美丽的装饰,背后还隐藏着令人惊叹的“数理化”之谜。

### 数学之谜

斑马鲜明的黑白条纹是动物斑纹中最具代表性的例子之一。这些条纹看似简单,却蕴含着复杂的规律。科学家们研究发现,斑马条纹的宽窄和间距几乎都保持着一定比例,这种比例关系遵循数学中的黄金分割原则。黄金分割是一个神秘而迷人的数学比例,被广泛认为能带来最佳的视觉美感与和谐感。斑马的条纹以这种数学比例排列,或许有助于它们在草原的光影中更好地融入环境,迷惑捕食者的视线,从而提高生存几率。

再看猎豹身上的斑点,它们的分布并非随机,而是呈现出一种特殊的分布模式。这些斑点在数量和排列上与分形几何有着密切的关系。分形是一种具有自相似性的数学结构,无论将其放大或缩小多少倍,其复杂的图案和细节都保持相似。猎豹身上的斑点仿佛大自然精心绘制的分形图案,不仅使它们在奔跑时更加优雅和迷人,还可以在捕猎和隐藏中发挥重要作用。

老虎身上的条纹同样引人注目。这些条纹的间距相等、走向平行,形成了类似于正弦波的规律。这种规律性的斑纹有利于老虎在丛林中隐藏身形,悄然接近猎物。从数学的角度看,这样的条纹图案能够有效地打破老虎的身体轮廓,使其在斑驳的光影下更难被察觉。

长颈鹿身上独特的斑块也有着数学的奥秘。它们的大小和形状并不统一,但整体分布却呈现出一种统计学上的规律。这种规律性与随机分布数学模型有相似之处,使得长颈鹿在群体中斑纹相互交织,形成了一种独特的视觉效果,混淆了捕食者对个体的识别。

动物斑纹中的数学之谜不仅仅是自然的巧合,更是适应性进化的杰作。通过数学的语言,我们能够更好地理解动物与它们所处环境之间的微妙关系,也让我们更加惊叹于大自然的无尽智慧。

### 物理之谜

动物斑纹的一个重要作用是伪装与保护。例如,斑马身上醒目的黑白条纹在草原环境中具有独特的视觉效果。从光学角度来看,这些条纹能够干扰捕食者对其体型、速度和距离的判断。当阳光照射在斑马身上时,条纹之间的亮度差异和不规则分布会产生光学错觉,使得斑马的轮廓在复杂的草丛背景中变得模糊不清。这就好像一种视觉“迷彩”,让人难以锁定它们的准确位置。

再看老虎那黄黑相间的条纹,在

丛林中同样具有出色的伪装效果。这涉及物理学中的光线散射和吸收原理。老虎的条纹与丛林中光影斑驳的环境能够较好地融合,深色条纹吸收较多光线,而浅色部分反射部分光线,使其身影难以被清晰察觉。

除了伪装,动物斑纹在调节体温方面也发挥着作用。一些沙漠动物,如蜥蜴,其体色和斑纹往往具有良好的吸热和散热功能。体表颜色较深的斑纹可以吸收更多热能,在清晨和夜晚气温较低时帮助它们快速提高体温。而在炎热的白天,浅色斑纹则能反射较多的阳光,防止体温过高,从而帮助它们在极端的环境温度下生存。

动物斑纹还能在社交和求偶中传递信息。以孔雀为例,雄孔雀华丽的尾羽斑纹在求偶时展开,色彩鲜艳且图案精美。这一壮观的展示不仅吸引了雌性孔雀的注意,从物理学角度分析,斑纹的光泽和色彩分布也是其健康状况和遗传优势的外在表现,反映出雄孔雀的基因良好,更有可能繁衍出优秀的后代。

### 化学之谜

动物斑纹背后同样隐藏着令人着迷的化学之谜。

色彩斑斓的蝴蝶翅膀往往十分引人注目。它们翅膀上精美复杂的图案和色彩并非仅仅为了美观,而是与化学物质的作用密切相关。蝴蝶翅膀中的色素分子,如类黄酮、花青素和类胡萝卜素等,通过吸收和反射特定波长的光线,从而呈现出丰富的颜色。有的蝴蝶翅膀上还具有微观结构,这些结构能通过散射和反射光线,产生独特的光学效应,让我们看到变幻无穷的斑纹。

斑马身上黑白相间的条纹是另一个引人深思的例子。最新研究表明,这些条纹与一种名为黑色素(产生黑色)和褐黑色素(产生褐色或黄色)的分布和数量差异形成的。更为神奇的是,这些条纹的分布模式可能与体温调节相关。黑色部分吸收更多热能,白色部分则反射光线,这种差异有助于斑马在炎热的环境中保持相对适宜的体温。

而在一些爬行动物和两栖动物身上,其斑纹的颜色变化还与化学信息传递有关。比如变色龙,它们能根据周围环境和自身的情绪状态迅速改变肤色。这主要是通过控制皮肤细胞中的色素囊来实现的。当变色龙感受到威胁时,体内的化学信号会促使色素囊发生变化,从而改变斑纹的颜色,以达到伪装或警示的目的。

总之,动物斑纹中的“数理化”之谜不仅仅是自然之美的体现,更反映了生物在漫长的进化过程中对环境的适应。研究这些斑纹的形成机制和原理,不仅有助于深入了解自然界的奥秘,还能人类的科技发展带来启示。

## 大家

# 动物斑纹中的“数理化”之谜

□王小梅