大程日报

# 接力"逐日"勇攀登

## 一走近中国"人造太阳"研究团队

习近平总书记强调,加强基础研究,是实现高水平科技自立自强的迫切要求,是建设世界 科技强国的必由之路。

四代科研工作者、12万多次实验、10余次创造世界纪录……中国有"人造太阳"之称的全超导托卡马克核聚变实验装置(EAST)屡获重大突破,今年4月成功实现稳态高约束模式等离子体运行403秒的新世界纪录,这对探索未来聚变堆物理基础问题,加快实现聚变发电具有重要意义。

"人造太阳"是事关人类实现"能源自由"、探索宇宙奥秘的远大事业。火热的事业,却起于安静之所——EAST大科学装置坐落于合肥西郊、远离喧嚣的科学岛上。50年来,一批批科研工作者心怀"国之大者"执着攻关,甘坐"冷板凳"。这个幽静之地,如今已成为国际科研合作交流的热土,不少海外科研人员把这里当成"家"。

所谓壮举,皆因奋斗;所谓奋斗,重在传承。四代科研工作者薪火相传、接力创新、勇攀高峰,胸怀"聚变能源梦",向着人类美好未来勇毅前行。

#### 几代人接续奋斗,一次次冲击梦想

万物生长靠太阳。太阳之所以发 光发热,是因为内部的核聚变反应。实 现核聚变的原材料在地球上极丰富,且 排放无污染。如果能造一个"太阳"发 电,人类有望实现能源自由。

"这么好的东西,为何不早点造出来?"中国工程院院士李建刚说,人类研究核聚变能源(以下简称"聚变能")已70余年,"不是我们太笨,是太难!"

温度要达到上亿摄氏度,还要稳定持续。"地球上,什么东西能长时间装得下上亿度的'火球'?"他说,这是全人类的挑战。

"这不是一两代人能完成,需要几代人坚持不懈、不计名利地做下去。"84

岁的中国工程院院士万元熙说。 1973年,中科院启动建设"合肥受控 热核反应研究实验站",随后成立等离子体物理研究所(以下简称"等离子体所")。

万元熙来到科学岛已有50年。来时这里条件艰苦,茅草一人多高,一下雨螃蟹、蛤蟆遍地爬,只有零星几个建筑。缺技术、缺经费、缺保障,万元熙从宿舍骑自行车到实验室要1个多小时,他跑了3年。

1981年,华罗庚先生从北京赶到合肥,为聚变能研究"八号工程"奠基,在"科学的春天"埋下"太阳"的种子。

"为理想不惜任何代价,不怕任何艰难。"怀揣爱国心,万元熙、李建刚、万宝年等"人造太阳"第一代、第二代科研人员"背着馒头出国学习",参加国际学术会议坐在角落,但如饥似渴学习、

不厌其烦请教。

边研发"太阳",边实验点亮"太阳"。他们的实验室常年放着行军床,实验、分析、调试、拆解、组装、再实验,干到凌晨乃至通宵是常事。

"军大衣一盖就能睡着,实验喇叭一响马上就醒。"李建刚说,他与团队20年至少实验失败过5万次。

从几百万到上千万摄氏度,从三千万、五千万到上亿摄氏度,"逐日"攻关取得系列突破。

去年以来,宋云涛、龚先祖等"人造太阳"第三代科研人员带领青年团队,历经15个月顽强攻关,最终在4月12日21时达到稳态高约束模式等离子体运行403秒的新高度。



聚变堆主机关键系统综合研究设施园区全景(2021年9月12日摄)。

#### "跟跑、并跑"到"部分领跑",奋力攀爬新高度

高11米、直径8米,顶端飘扬着五星 红旗······EAST装置形如巨罐,腹中大 有乾坤。

"EAST集成超高温、超低温、超高真空、超强磁场、超大电流等条件。"中科院合肥物质科学研究院副院长、等离子体所所长宋云涛说,尖端技术"熔于一炉",体现国家综合科技实力。

"为达到超高温,EAST用4种大功率加热系统,相当于几万台微波炉一起加热。"等离子体所副研究员王腾说,地球上最耐热的材料只能承受几干摄氏度,为承载上亿摄氏度的高温等离子体,科学家用磁场做"笼子",达到地球磁场强度约7万倍。

历经7年研发、17年改造升级,如今 EAST拥有核心技术200多项、专利2000

余项,上百万个零部件协同工作。 回首40多年前,初代装置HT-6B 仅能实现等离子体运行,在国际上处于"跟跑"。

路遥而不坠其志。时任所长霍裕平 等人分析发展趋势,判断超导将是未来 关键技术。经费紧张,他们用两火车皮 羽绒服等物资,从国外换回超导实验装 置,重新设计改造成新装置HT-7。

HT-7运行18年取得多项突破, 2003年实现超过1分钟的等离子体放 电,标志着我国实现聚变能研究从跟随 到并进的跃升。

研制 HT-7后,等离子体所敢为天下先,提出建设国际首合全超导托卡马克装置设想,这在国际上尚无先例。那时宋云涛20多岁,出国求学时提及此事,他的外国导师直摇头:"中国不可能建成,你们不具备这个技术。"

"我还没出生时,中国的卫星就已 经上天。我们几代人追这个梦,它一定 会实现。"宋云涛说。

EAST的成功令人惊叹:2012年,实现411秒2000万摄氏度等离子体运行;2016年,实现5000万摄氏度102秒等离子体运行;2017年,实现101秒高约束模等离子体运行;2021年,实现1.2亿摄氏度101秒等离子体运行……

今年4月EAST创造新纪录后,英国原子能委员会主席伊恩·查普曼、美国通用原子公司副总裁韦恩·所罗门等人发来贺信说,这个重大成果给国际聚变研究带来极大信心,证明了"团队奉献精神和创新工作"。

据了解,EAST国产化率超90%, 80%的关键设备、材料自主研发,控制、 加热、诊断等技术世界先进。

自立自强、勇攀高峰,一代代科研 工作者的精神内核,支撑起中国"人造 太阳"的强大内核。

### 合力点亮"太阳",科技合作跨洲连洋

2020年7月,习近平主席向国际热核聚变实验堆(ITER)计划重大工程安装启动仪式致贺信时指出,科学无国界,创新无止境。国际科技合作对于应对人类面临的全球性挑战具有重要意义。

我国2006年签约加入ITER计划, 等离子体所作为ITER中国工作组重 要单位,先后派驻100多人到法国项目 现场,承担导体、电源、总装等采购包任 务,以优异性能通过国际评估,在参与 ITER计划的国际七方中位居前列。

等离子体所研究员彭学兵说,他们为ITER做的一个线圈部件,从接到任务到交付做了7年。"有人说这是冷板凳,但是我们心里有团火,与等离子体

'火球'不断'碰撞'。"

"'人造太阳'研究,没有哪国能独 揽一切,我们向全世界敞开大门。"宋云涛说,他们已与45个国家的120余个单位合作,每年约有500人次的外籍学者前来交流。

"我来中国已有30多次,在EAST上做实验,还会给岛上学生做一些讲座。"日本国立聚变科学研究所教授森田茂说。

"很难想象过去20多年,中国的聚变能研究如此突飞猛进。"ITER 组织副总干事阿兰·贝库雷,20多年前读博时就曾来科学岛访问,他非常赞赏中国对

聚变能研究坚定不移的支持。 "'人造太阳'需要全球科学家历经 多代人的艰辛,合作研究才能成功。" 李建刚希望有更多年轻人加入。"能把 人类梦想、国家需求和科学家兴趣完美 结合,极其幸运!"

距 EAST 不远处,一个新大科学装置——聚变堆主机关键系统综合研究设施正在建设。下一代"人造太阳"中国聚变工程实验堆已完成工程设计,未来瞄准建设世界首个聚变示范堆。

"核聚变研究渐入佳境,接力棒已经交到我们这一代人手里。""90后"博士后李克栋说,作为"人造太阳"团队中的第四代,他感觉到幸运、责任和机遇。"我们希望让聚变发电率先在中国实现,第一盏聚变能源灯在中国点亮!"

新华社记者:徐海涛、胡喆、朱青、陈诺、屈彦 新华社北京5月6日电

# 守望"云端"证初心

### ——瓦里关国家大气本底站气象人为地球"测体温"

瓦里关山,地处"世界屋脊"青藏高原,平均海拔超3800米,气温最低可达零下25摄氏度。气候环境极为恶劣,方圆10公里渺无人烟。

在瓦里关山顶,矗立着世界气象组织唯一设立在亚欧大陆腹地的全球大气本底站——瓦里关国家大气本底站(以下简称瓦里关本底站)。

1994年建站以来,一代代瓦里关气象人接续奋斗,忍受荒野中的孤独,克服常年高原反应的挑战,以"耐得住寂寞、攀得上高峰、守得住初心"的精神不断向科学高地进发。凭借近30年积累的海量数据,瓦里关本底站科研团队绘就业界闻名的"瓦里关曲线",这一曲线成为证明全球气候变化、支撑联合国气候变化框架公约的重要依据,也极大增强了我国在国际气候变化领域的影响力和话语权。

### "云端"坚守:为地球"测体温"的气象人

5月初,瓦里关山依旧白雪皑皑,山 体巍然挺立、云雾缭绕。

"总有人问我瓦里关在哪里,我都会回答:在云端!"59岁的瓦里关本底站观测员黄建青,翻看已然泛黄的一张张老照片,讲起瓦里关本底站建设的故事。

20世纪80年代,世界气象组织开始实施全球大气监测计划,在不同地区陆续开展全球大气本底观测。1989年,我国政府开始全球大气本底站的选址工作,经过反复遴选,地处青藏高原的瓦里关山进入专家视线。

1994年9月17日,瓦里关本底站挂牌成立,担负起为地球"测温"的重要使命。 瓦里关本底站是32个全球大气本 底站中海拔最高的一座,也是唯一设立

在亚欧大陆腹地的本底站。 建站初期,山上的工作环境极为恶劣。"高原上睡眠本就不好,山风凛冽, 我们经常被风吹击门窗的噪声吵醒,整 夜失眠几乎成为常态。"黄建青回忆说,高海拔的工作环境让观测员的身体健康面临挑战。"走快了就气喘吁吁""晚上辗转反侧、难以入眠",是许多观测员的共同经历。

5月的一天,雪后初晴,碧空如洗。 瓦里关本底站的两名"95后"观测员时 闻和杨昊开始了一天的工作。

检查仪器、记录数据、更换采样膜、 采集大气样本……他们每天的工作,在 旁人看来简单枯燥,但极为重要:如果 观测数据不准确、不连续,对于后续气 候变化研究和决策判断就会产生严重 误导,因此容不得半点马虎。

当天,室外气温低至零下10摄氏度,两人的脸冻得通红,但他们工作时依旧一丝不苟。"站里的前辈曾在山上不顾呼吸困难跑了几百米,就为了找回被大风吹走的记录资料。现在山上条件越来越好,我们必须像他们一样认真

严谨。"杨昊说。

不知不觉间,工作已临近中午12时。 回到休息室,杨昊煮上两盒泡面,这是当 天的午餐。"山上海拔高,水的沸点低,泡 面还需放进微波炉加热。"杨昊告诉记者。

走进厨房,记者没有看到燃气灶、炒锅、食用油等物品。问询后方知,尽管本底站的工作和生活条件得到极大改善,但为了不影响大气本底观测数据质量,山上一直禁止生明火做饭,速冻饺子、泡面等是瓦里关本底站工作人员一日三餐的常见食品。

时闻和杨昊都是南京信息工程大学应用气象专业的毕业生。作为同班同学,两人在2021年毕业时不约而同报考了瓦里关本底站。

"每天的观测数据是判断大气成分变化的重要依据。"杨昊说,"我更愿意把自己看作是为地球'测体温'的人,每当想到这里,我会很有成就感。"

### 接续奋斗:情系高原守初心

瓦里关山是一座孤山。从青海省会西宁出发,西行至青海湖东畔,再一路往南,辗转行至瓦里关山脚下,远远望见矗立在山顶的本底站。

"大气本底观测需要最大程度减少人为因素干扰。近30年来,我们一直保持着两个人在山上值班。"瓦里 关本底站技术骨干王剑琼说,值班人员每10天轮换一次。

一个又一个10天轮转,坚守精神 在岁月流逝中传承。

自 2003 年从成都信息工程大学 大气科学系环境工程专业毕业以来, 今年 42岁的王剑琼跟"90后"年轻人 一样,坚持在山上轮流值班。

"刚到瓦里关山时,我的高原反应特别严重,晚上睡觉胸口像压着一块

大石头,常常喘不过气。"王剑琼说。

本底站各类高精度观测仪器多,一出故障,返厂维修耗时耗力。"不能啥都等着专家教。要想确保大气本底观测不出纰漏,必须对站里的设备了如指掌。"王剑琼暗暗下定决心。每当有专家上山检查或维修,他总会跟在后面"偷师学艺"。各种设备说明书,也成了他手边的必备读物。

如今,王剑琼不仅熟练掌握本底站各种仪器的操作,更是维修仪器的

信借多年艰苦付出,王剑琼于 2016年被科技部授予"最美科技人员"称号。"荣誉不是我一个人的,它属于我们每一个坚守一线的瓦里关气象人。"王剑琼动情地说,第一次登上瓦里关山顶,自己就有一种归属 感,下决心在这里做出一番事业。

无论是老一代观测员,还是人职不久的年轻人,头顶云端、脚踏实地,一代代的瓦里关人接续坚守山巅,以甘坐"冷板凳"的精神向着科学高地进发,用青春和热血坚守着高原气象人的初心。

由于科研成绩突出,瓦里关本底 站在2009年被科技部授予"全国野外 科技工作先进集体";2015年,瓦里关 温室气体观测团队被周光召基金会 授予"气象科学奖"。

"瓦里关山是圣洁的科学之山,近30年来瓦里关气象人的不懈辛劳,为大气科学和气候变化研究作出了基础性的贡献。"中国工程院院士杜祥琬的评价,正是瓦里关气象人数十年如一日坚守"云端"的真实写照。

### 把脉地球:绘出最美"瓦里关曲线"-

在群山耸峙的青藏高原,原本鲜为人知的瓦里关山,已成为全球关注的大气科学高地。印着"瓦里关"坐标的各类大气本底观测数据,带着地球气候变化的印记,从青藏高原"走进"了国内外各种学术期刊和气候变化报告,成为世界各国制定国际气候协定的重要依据。

瓦里关本底站多年观测数据显示,大气中的二氧化碳浓度逐年递增。时任站长德力格尔带领科研团队绘制出1995年至2015年21年间的二氧化碳浓度变化曲线。经过国内外专家严格的对比分析,其与美国夏威夷莫纳克亚天文台自20世纪50年代以

来的观测数据完全吻合。 于是,"瓦里关曲线"呈现在世人 面前。"我们瓦里关气象人数十年如一 日的坚守与付出,换来这条'瓦里关曲 线'。"德力格尔表示,曲线揭示了全球 二氧化碳含量与气候变化的深刻关 系,成为证明全球温室气体浓度持续 上升的有力证据。

如今,瓦里关本底站可以全天候、高密度准确观测30个观测项目共60多个观测要素,每天产生6万多条数据,观测体系覆盖主要大气成分。瓦里关本底站还与国内外多家高校、科研机构合作,联合开展数十项科学研究和试验。

"瓦里关本底站积累了近30年的

观测数据,这是我国气象事业的一笔 宝贵财富。"现任站长李富刚说,在未 来的"双碳"工作中,瓦里关本底站将 继续发挥独特而重要的作用。

瓦里关本底站从蹒跚起步,到逐渐成为国际知名的全球大气本底站,观测技术、观测设备、基础设施日新月异,不变的是瓦里关气象人"云端"守望的初心。

站在瓦里关山顶望去,本底站80 多米高的梯度观测塔巍然耸立,仿佛一架云梯直接天宇。它默默守望着脚下这片土地,记录着大气变化的点点滴滴,更见证了一代代瓦里关气象人的坚守与奉献。