

中国科学院院士戴金星开创煤成气地质理论——

# 为我国天然气勘探开新路

本报记者 王 洲

## 讲述·弘扬科学家精神 前沿领域的创新故事②

在大雨中赶到中国石油勘探开发研究院时，戴金星办公室的灯已经亮了。退休多年，年近耄耋的他工作起来依旧风雨无阻。“向生命争取可贡献的时间”，戴金星喜欢用这句话自勉。

办公室的书柜里，由他领衔编著的3套“大部头”很显眼：《中国大气田及其气源》（2003年）、《中国煤成大气田及其气源》（2014年）、《中国大气田及其气源》（2024年）。戴金星1995年当选中国科学院院士，始终如一在自己的研究领域内不断拓展，开创了煤成气地质理论，为我国天然气勘探与开发研究带来突破性进展。

### 走入地质的世界——

“干一份自己热爱的工作是一种幸福”

现在，戴金星依旧几乎每天都会早到办公室工作。谈到这个习惯，他说：“干一份自己热爱的工作是一种幸福，谈不上辛苦。”

对地质的热爱始于少年时。小学一次地理劳作课上，戴金星用石膏板制作的全国煤矿和铁矿分布图赢得老师称赞。“这次表扬是对我很大的鼓舞，我至今记忆犹新。”戴金星说，正是这次经历，让他对地质科学逐渐产生了兴趣。

投身地质科学，既是兴趣使然，也蕴含着一名青年的报国壮志。上世纪50年代，正值国家大规模建设时期，急需各类矿产资源。还在读高中的戴金星广泛涉猎地质科普读物，思考地质领域的问题，还在班级活动中特意组织大家合唱曾激励了一代又一代地质工作者的《勘探队员之歌》。时至今日，戴金星依然清晰记得每一句歌词：“背起了我们的行装，攀上了层层的山峰，我们满怀无限的希望，为祖国寻找出丰富的矿藏……”

1956年，戴金星考入南京大学地质系，攻读大地构造专业，正式开启了“地质人生”。戴金星说，当年高中全班有8名同学报考了地质专业，大家相互激励，后来基本上都从事地质方面的科研与教学。

大学期间，戴金星修习的18门地质课程中有16门成绩为优。不仅如此，他还积极到一线去实践。穿行茅草地，脸和手被叶片割得伤痕累累；在山间找矿，遭遇野生动物的侵扰……这段在福建建瓯、邵武山区找矿、画图的经历，让他真切感受到地质工作的艰苦。

### 人物小传

戴金星，1935年生，浙江温州人，中国科学院院士，长期致力于天然气研究和勘探工作，提出“煤系是良好的工业性烃源岩”理论，开辟了我国煤成气勘探新领域，主持研究的“中国煤成气的开发研究”项目获国家科技进步奖一等奖。



戴金星在翻阅资料。 本报记者 王 洲 摄

艰苦但不觉苦，戴金星说，能够将个人热爱与国家需要紧密连接是一种幸福，“我们刚好赶上了！”

### 拓宽找气的路径——

“科研有的时候也需要另辟蹊径，可能会有意外收获”

1998年起，戴金星养成了写日记的习惯。20多年积累下的55本日记，摞起来足有1.5米高。“内容比较杂，有每天的流水账，有报刊剪摘，有论文数据……”戴金星边说边给记者递过一本。

打开日记本，扉页上，一笔一画写着“勤作、勤读、勤思、勤创”8个大字，这是戴金星的信条，也是他不断找赛道、探出新路的“钥匙”。

1961年，大学期间从没学习过石油领域相关课程的戴金星被分配到当时的石油工业部科学研究院，不久后又被安排到江汉油田锻炼。巨大的专业跨度让戴金星压力很大。“面对困难，我从书本里寻找答案。在江汉油田的10年里，我几乎把油田图书馆里油气专业的书籍全都看了一遍。”戴金星说。

通过阅读，戴金星逐渐认识到，因为石油产量高，各国都很重视石油勘探开发，而对天然气的研究则相对滞后，“我们应该尝试天然气这个新赛道。”随后，戴金星投身天然气研究。在天然气领域，当时学界的

主流观点还是“油型气”，认为只有在湖相地层、海相地层中才能找到油气。“科研有的时候也需要另辟蹊径，可能会有意外收获。”结合实际情况，戴金星创造性地提出煤系成烃以气为主、以油为辅的思路。经过详细的调查论证和反复思考，1979年，戴金星发表了《成煤作用中形成的天然气和石油》一文。煤成气理论的诞生，打破油型气“一元论”的束缚，实现我国天然气勘探理论由“一元论”向“二元论”的转变，推动我国天然气工业的加速发展。

在戴金星看来，“四勤”之中，“勤作”是基础，“要在实践中找证据”。云南怒江刺骨的雪山融水中，海南兴隆农场80多摄氏度的温泉旁，都留下戴金星取样的身影……多年来，

### 记者手记

## 使命感绘就科学家精神底色

少年时立大志，求上进；壮年时换赛道，访山川；退休后笔耕不辍，培养后辈……一路走来，戴金星探寻的是天然气，展现的是使命感。

年近90岁，依然精神矍铄，依然笔耕不辍，靠的是什么？“甘为神州争气者，欣作赤县探气人”，从戴金星喜爱的一副对联里，我们感受到的是一种使命感。这也是他年近90岁，

他与同事、学生走遍大江南北，共采集了油气田气、瓦斯气、生物气、幔源气等3000多个气样，积累了8万多个气组分及碳、氢、氮同位素数据，为我国探索天然气成因和富集规律提供了宝贵的第一手资料。

时至今日，戴金星依然笔耕不辍，不会使用电脑的他，一字一句、一图一表都是自己慢慢写下的。

### 甘做学生攀登的梯子——

“把这份为人师表的精神传承下去”

科学之路，奋力攀登；杏坛之园，桃李芬芳。多年来，戴金星先后培养硕士、博士、博士后55人。“当年我的老师引导我、鼓励我走上地质科学的道路，我也要把它这份为人师表的精神传承下去，尽我所学、尽我所能做学生攀登科技高峰的‘梯子’。”戴金星说。

如今，戴金星不仅带领学生参与重大课题研究，还坚持每年至少组织一次研讨活动。“研讨中，戴老师会询问我们的科研进展，也会为大家答疑解惑，指导下一步的研究方向。”戴金星的学生、自然资源部第二海洋研究所大洋基地主任丁巍伟说。

“过一天要有一天的贡献。”戴金星常这样说。除了在科研领域不断攀登，戴金星也在不断播撒科学的种子。他向母校南京大学捐赠400万元，用于支持地质学科发展和人才培养；获得“陈嘉庚科学奖”百万元奖金后，他把一半捐赠给四川巴中革命老区设立助学金，一半捐赠给母校温州第二高级中学……

最近一段时间，戴金星的日程表上有了新的科普工作计划。“我想把地质故事讲给更多孩子听，让他们感受地质科学的奇妙，就像我们小时候一样。”戴金星说。

（实习生艾克旦、买买提依明参与采访）

### 工匠绝活

马黎明，山西焦煤集团西山煤电镇城底矿安全仪器监测工。多年来，他熟练掌握煤矿通风区安全仪器的维修技术，获得60余项创新成果和多项国家专利。曾获全国劳动模范、全国技术能手、山西省特级劳模等荣誉。2024年，他入选大国工匠人才培养工程。

（绝活看点）

山西焦煤集团西山煤电镇城底矿的创新工作室里，马黎明（见下图，张冬冬摄）正在紧急维修一块搭载了177个元件、集成了91个电阻的甲烷传感器电路板。只见他不时取用工具，检查电压、电流、电阻，逐一排查后，电路板上比半个米粒还小的元件被换了下来。

42岁的马黎明，是一名扎根一线20多年的安全仪器监测工。安装、调试井下的安全监测系统和设备，并对安全仪器进行维护和检修，是他工作的主要内容。在长期工作中，他总结出“监控快速排除故障作业法”，编制了甲烷传感器“看、听、查、修、验”维修五步法。

镇城底矿是高瓦斯矿井，井下会产生甲烷、一氧化碳等各类有害气体，对这些气体的监测关系着井下矿工的生命安全。马黎明从事的安全仪器监测工作，正是负责监测这些有害气体，是守护好安全生产的一道防线。

以赛促练，不断提升技能。2007年，马黎明首次参加山西焦煤集团职工技术比武，便获得了安全仪器监测领域第二名的好成绩。此后，从山西省第四届职工职业技能大赛冠军，再到全国煤炭行业职业技能竞赛安全防务系统安装维护员赛项特等奖，马黎明取得了一系列赛事荣誉。

镇城底矿井下的监控系统，包括7台计算机、60台监控分站、372个各类传感器，还有14公里光缆、50公里电缆，能否快速、准确地发现并排除故障是安全仪器监测工面对的难点之一。

“传感器电路板上数百个电子元件中，任何一个元件出现问题都可能导致设备发生故障。”马黎明说，电路板是传感器的关键部件，以往电路板坏了，能修则修，修不好便换新的。当他看到库房里堆着的坏传感器时，他暗暗下定决心：一定要把常用安全仪器中的电路板画出来，最大程度延长传感器的使用时长。

思路有了，但推进工作面临现实难题：厂家很少提供电路板设计图，也不会标注关键的技术参数，怎么解决？没有图纸，就自己画；没有参数，就自己测。2年时间里，马黎明画出了34张电路图，几乎涵盖当时所用的各类传感器。

有了电路图，马黎明又发现，矿井的风速传感器存在一个缺陷：没有防反接保护。一不小心接反了电源，传感器就会烧掉。为了解决这一问题，他给风速传感器电路板中增加了防反接保护二极管，避免了接反电源导致传感器烧毁情况的发生。

有一次，井下工作面瓦斯传感器发生故障，工作人员打开接线盒重新连接，但问题仍未解决。解决不了，就可能引起瓦斯故障断电，工作面停产，后果严重。

马黎明和同事直奔现场，仔细查看后，又用万用表观察信号电压，发现其中一根棕色信号线电压跳动幅度变小，电压偏高，某个部位发生了轻微短路。

巷道里有几百米线路，他和同事顺着线路一米一米检查。终于，在靠近工作面的地方找到了故障点。原来，电线上有一个不起眼的小洞，正是这个小洞造成了传感器故障。

多年来，马黎明带领团队修复传感器1200多个，排除监控系统故障及事故隐患800多起，为企业节约资金200多万元。

2015年，马黎明创新工作室成立，自此，他把更多精力用在技术创新和“传、帮、带”上。如今，他已为镇城底矿培养出5名技师、17名高级工。“当好一名称职的工匠，既需要对事业的专注，更需要责任心。心怀责任，就能贡献更大力量。”马黎明说。

世界知识产权组织通过审视专利申请和刊载在科研期刊文章的密度，识别全球科技发明和创新活动领先地位并排名。在今年的排名中，“深圳—香港—广州”集群2019年至2023年期间的专利申请密度为每百万人2303个，2018年至2022年期间期刊科研期刊文章的密度为每百万人3469篇，两者均比上个周期有所上升。

“深圳—香港—广州”科技集群蝉联全球第二位

本报香港8月27日电（记者冯学知）世界知识产权组织27日公布《2024年全球创新指数》百强科技集群，“深圳—香港—广州”科技集群连续五年位居全球第二位。

世界知识产权组织通过审视专利申请和刊载在科研期刊文章的密度，识别全球科技发明和创新活动领先地位并排名。在今年的排名中，“深圳—香港—广州”集群2019年至2023年期间的专利申请密度为每百万人2303个，2018年至2022年期间期刊科研期刊文章的密度为每百万人3469篇，两者均比上个周期有所上升。

本版责编：白之羽 刘涓溪 吴凯 本版制图：汪哲平

### （上接第一版）

生态旅游是泰宁的主导产业之一。泰宁县旅游管委会副主任陈宇璋介绍，近年来，泰宁实施“零碳”旅游建设，“零排放、零污染”电气化产品大量应用。

一条小溪的污染治理，带来怎样的生态效应？

南平市延平区户外镇斜溪村，一条清溪穿村而过。上世纪90年代，这里曾因无序养殖，生态污染严重。痛定思痛，开展污染治理，引进环保治理技术，试点“循环经济”“净水工程”……一系列严格的环保措施和修复治理下，斜溪村发生美丽蝶变，成为远近有名的生态旅游打卡地。

延平区委书记黄桂诚介绍，延平建立生态智慧巡查中心，创新“跨区域协作”机制，开展闽江上下游“巡河交水”，守护一江碧水。2023年，延平全区10个省控重点小流域断面水质达标比例100%。

今年7月，福建省颁布闽江、九龙江流域保护管理条例，明确在法治层面增强流域保护管理的系统性、整体性、协同性，推动流域高质量发展。

治水努力，治山同样要下功夫。

位于龙岩市上杭县的紫金山铜金矿床，是世界级高硫化浅成低温热液金属矿床。近年来，这里持续开展金铜矿渣废弃地和边坡治理及生态恢复技术研究，总结出“分层治水、截短边坡、土壤改良、植物选择”恢复“十六字诀”。金铜矿渣堆成的人工山经过治理后，植被密集，长势蓬勃。

与上杭一县之隔的长汀，曾是我国南方红壤区水土流失最严重的县份之一。山地植被恢复、茶果园生态治理、崩岗综合整治、生态清洁小流域系统治理……长汀县持续探索，走出了一条适合当地实际的水土流失防治之路。2023年，长汀全县水土保持率已提升至93.56%。

“绿水青山”底色愈发鲜亮，福建水土保持率从2011年的90.05%提升至2023年的92.95%，位居全国第一方阵，成为南方红壤区水土流失治理的典范。

福建省生态环境厅负责人介绍，近年来，福建统筹高质量发展和高水平保护，坚持生态优先、绿色发展，大力推进流域性、区域性、行业性污染整治，为高质量发展腾出环境容量，努力在更高起点建设生态强省。

### 创新变革，在加强生态保护中改善民生

“不砍树也致富，哪能想到，如今‘空气’也能卖钱了！”回忆代表常口村领取到编号为“0000001”的全国首张林业碳票时的情景，三明市将乐县高唐镇常口联村党委书记张林顺仍然难掩兴奋。

2021年5月，三明市举行林业碳票首发仪式，签发、转让首批林业碳票5张，共计碳汇29715吨，涉及常口村的3197亩生态公益林。这批林业碳票为常口村村集体带来了14万元收入。2022年9月，常口村村民收到了首批林业碳票分红。

多年来，福建持续将林改向纵深推进，通过发展林下经济、森林旅游、林业碳汇等，青山逐渐点绿成金；通过培育新型经营主体，鼓励适度规模经营，林业经营质量不断提高，绿水青山的守护者有了越来越多的获得感。

与此同时，福建不断创新生态保护机制，推进绿水青山与金山银山相互赋能。

武夷山市星村镇燕子窠生态茶园，一畦畦茶树间，大豆茎叶已长到小半米高。“通过在林间套种大豆和油菜，茶园不施化肥、不打农药，种出来的茶品质更好，单价更高。”基地负责人杨文春笑着说，“茶叶收益少说提升30%。”

不远处，名为“茶香径”的小道就设于绿水青山之间。品茶、玩水、登山……小小茶香径，人气不低。为了更好地保护武夷山国家公园，南平市在1001.41平方公里的武夷山国家公园福建片区外，划定4252平方公里的环武夷山国家公园保护发展带，并按照重点保护区、保护协调区、发展融合区、分区分区保护和发展。

“对于国家公园范畴的重点保护区，我们实施最严格的生态环境保护措施；在国家公园红线外约1公里区域的保护协调区，坚持生态保护优先，统筹保护与发展；在保护协调区外约4公里的发展融合区，引导发展绿色产业。”南平市自然资源局总规划师魏金佛介绍。国家公园周边分散的自然风光、山水田园、传统文化、人文景观等资源串珠成线，成为发展生态旅游、带富一方百姓的最好资源。

良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉。如今的福建，天更蓝了，2023年全省设区城市空气质量优良天数比例达98.5%，水更清了，全省主要流域国控断面优良水质比例达99%；海更净了，全省近岸海

域水质优良比例达88.7%。

良好的生态环境，也让群众在生活中有了更多的幸福感。

在福州，乘一艘游船行驶白马上，两岸绿意连綿、美景不断。在福州，内河游正成为越来越多市民和游客的新选择。拥有139条内河的福州，多年来持续推进城市水系综合治理，大力开发水上交通和内河旅游，目前已开发晋安河、东西河、流花溪等18条河湖水系，累计通航59公里。“生活在这里，就像生活在画中。”福州市民黄学鼎说。

无价之宝愈显珍贵。数据显示，2023年，福建省游客接待量、旅游收入分别达到5.72亿人次、6981.08亿元，文旅经济成为全省GDP占比达10%的支柱产业。

### 转型升级，实现绿色低碳高质量发展

海上的风，如何“吹”亮陆上千家万户？福清兴化湾给出了答案。

这里是我国海上风电资源最丰富的地区之一，蔚蓝色海面上59座“大风车”挺立。福清海峡发电有限公司电力运行部副经理王家彬指着一台10兆瓦的海上风电机组介绍：“它转一圈所发电量，就够普通三口之家用一天。”

海上风电装备制造与海上风电场建设齐头并进。兴化湾海上风电场几公里之外，就是福建三峡海上风电国际产业园，这里也是我国首个全产业链海上风电产业园。截至2024年6月底，福建海上风电并网装机规模达到372万千瓦，预计每年可替代标准煤400多万吨，减排二氧化碳超过1100万吨。

新征程上，福建以创新推动产业转型升级，着力实现绿色低碳发展。福建省发展和改革委员会介绍，福建正加快实施重点领域节能降碳改造升级，有序推进能源结构不断优化，系统构建沿海产业节约集约布局，山区生态重点保护、山海协同联动的绿色发展格局。

逐“新”而行，节能降碳提质增效。在厦门象屿综合保税区，通过园区光伏设备全覆盖、用能绿色化、装卸设备电动化、照明设备低能耗等手段，实现了园区绿电能源的“自给自足”，多措并举实现产业园区深度减排，成为国内领先的“能源自平衡零碳园区”。

迎“蓝”而上，激发海洋经济潜力。福州连江县的“闽投1号”是全国首台半潜式渔旅融

合深海养殖装备，可年产大黄鱼约600吨，依托智慧化平台，养殖只需要1至2名操作人员。船上还可发展生态旅游，实现多重收益。目前，福建正在加快推进惠安、秀屿等地的深远海养殖装备的建造工作，预计年内可实现4台套的交付运营，不断推动水产养殖向深海、绿色、智能化转型升级。

点“绿”成金，做强做大生态产业。泉州晋江市以河长制为依托，将湖库塘长制纳入全面推行河长制工作体系，水岸同治，九九溪再焕新颜，溪畔3485亩高标准农田生机再现，农业种植效益提高30%以上。南平市延平区发挥山水生态资源优势，大力培育乳业、百合花、竹产业、茶产业和闽江水资源保护与利用等特色生态产业。从全省数据看，茶叶、蔬菜、水果、畜禽、水产、花卉苗木、食用菌、乡村旅游、乡村物流等福建十大乡村特色产业，总产值已超2.3万亿元。

化废为宝，披绿生金蹄疾步稳。龙岩市永定区龙潭镇开展历史遗留废弃矿山生态修复工程，引入园林企业，发展蝴蝶兰“美丽经济”，一座座温室大棚陆续矗立在山头，过去的“黑煤山”华丽转身为“花果山”，成为省内知名的蝴蝶兰生产基地，带动近2000人就业，年人均收入可达5万元以上。2023年起，福建组织开展历史遗留废弃矿山生态修复三年行动，划定8个生态修复集中区，分解下达10万亩废弃矿山生态修复任务，现已完成3.4万亩。

生态要素的“含绿量”，激发高质量发展“含金量”。近年来，福建创新生态文明激励机制，大力推行排污权、碳排放权等资源环境权益交易制度。排污权交易市场活跃，企业节能降碳减排内生动力有效激发。

2021年，兴业银行厦门分行设立“蓝碳基金”，专项用于委托厦门产权交易中心采购碳汇以抵消指定的碳排放，引导客户践行碳减排，通过“蓝色碳汇”助力碳中和。当年9月，兴业银行厦门分行通过“蓝碳基金”购入首笔海洋碳汇，完成泉州市洛阳江红树林修复项目海洋碳汇交易。

“我们将深入学习贯彻习近平生态文明思想和党的二十大精神，咬定青山不放松，一任接着一任干，持续推进生态省建设，坚持以改革破解难题、求解新题，谱写人与自然和谐共生的美丽中国建设福建篇章，努力让绿水青山永远成为福建的骄傲。”福建省委相关负责同志表示。

（本报记者蒋升阳、张意轩、余荣华、刘晓宇、王益欣、林渊）

