

K 弘扬科学家精神
hongyangkexuejiqingshen

在新中国 60 余年的石油工业发展史上,有这样一位科学家,他把自己一生中最好的年华献给了祖国的石油地球物理勘探事业,从布满大漠戈壁的西北边陲,到白雪覆盖的东北大地,再到沃野千里的华北平原,从素有“天下第一州”之称的涿州,到海风劲吹、潮流欢涌的海滨城市青岛……他就是我国著名的石油地球物理勘探专家、中国工程院院士李庆忠。

李庆忠:情定石油的物探人生



李庆忠 ■ 资料图

1 青春无悔探石油

李庆忠出身医学世家,其祖父、父亲等皆是有名的中医,慕名前往就诊的患者络绎不绝。1930 年 10 月,李庆忠出生在这样一个弥漫着药香味的家庭里。5 岁那年,举家迁往上海。从此,在这座国际化的大都市里,度过了他动荡而又难忘的少年时代。

1949 年秋天,李庆忠考入清华大学电机系,后又转至物理系学习。1952 年,李庆忠提前毕业,在毕业分配的志愿书上,李庆忠坚定地写下了:到祖国最需要的地方去,到最艰苦的工作岗位上,坚决服从组织分配。字里行间充斥着一个人 22 岁的青年立志建设国家的热情和决心。

1952 年 9 月,李庆忠被分配到燃料工业部石油管理总局当实习生,经过短暂的技能培训之后,于 1953 年 3 月被派往新疆中苏石油公司地质调查处任职。由此,在广袤无垠的西北大地迈开了他物探事业的第一步。

在新疆的 8 年时间,李庆忠从一名青涩的大学生,成长为一名出色的物探队员。8 年里,他与队友们一起跋山涉水,几乎走遍了整个新疆,用勤奋和专长,探明了准噶尔盆地的地质构造,并构建了新疆地区的重、磁、电基点网。

1960 年初,大庆石油会战打响。根据组织安排,李庆忠也加入到这场声势浩大的“战斗”中,先是在松辽石油勘探指挥部地质调查处从事综合研究工作,后又参加了松辽地震会战。不到两年时间,李庆忠和队友就把整个松辽盆地的区域性六大层构造“宝塔图”做了出来,使盆地的构造演变情况一目了然。此举为日后国家更好地开发松辽地区的石油资源打下了良好基础。

2 从“几何地震学”到“波动地震学”

1964 年 1 月,中央同意组织华北石油会战。同年 3 月,李庆忠又转战东营,与广大参战职工一起在“青天一顶,碱滩一片”的艰苦环境中拉开了开发建设胜利油田的大幕。

当时在石油物探领域普遍运用的传统几何地震学认为,地震波像光一样传播,反射角等于入射角,类似乒乓球的反弹射状,这种类比方法也是传统地震勘探绘图、成像、计算的理论基础。1965 年,在开发胜利油田过程中,经常出现地震资料在复杂构造上与钻井资料不符的情况,有时深度有偏差,有时断层位置不对。李庆忠从几何光学和物理光学的差别出发,结合光的衍射作用,考虑到地震波的波长很长,一般为 80~150 米,与其说类似乒乓球的弹射,不如说是以波动的形式在地层中传播。一旦遇到断层就会产生绕射波,造成地震记录上“层断波不断”的现象,并且小断块反射能量下降,消失在干扰背景之中。

3 地震地层学的重要补充

在李庆忠的物探人生中,他不仅提出了“积分法绕射波扫描叠加偏移”技术、“三维地震勘探”方法和“两步法偏移”技术,而且进一步发展完善了地震地层学的相关内容。

20 世纪 70 年代,地震地层学在西方国家诞生后,人们在地震解释工作中开始考虑岩性、岩相问题,并对石油勘探开发产生了重大影响。同一时期,我国在胜利油田负责地球物理资料解释的科技人员就发现了地震地层学的蛛丝马迹。1972 年,在李庆忠撰写的《地震波的基本性质》一文

中。李庆忠考虑到,如果不把绕射波收敛起来加以归位,便不能真实地反映地下断块的形态。

李庆忠大胆假设提出了波动地震学的重要推论:“一个反射主体,两个绕射尾巴”“地层断,波形不断”“短小断块的反射波消失在背景之中”等等。当时,却不被人理解,有的人认为他是胡思乱想,甚至嘲笑他:“哪里来的那么多尾巴?”

真理往往掌握在少数人手中,李庆忠的观点得到了俞寿朋、刘雯林两位同事的赞同和支持。1965 年,他们共同计算了大量地震波的衍射花纹(绕射波形),从理论上证实了地震波的波动性质和特征。1966 年,李庆忠经过多次试验考证,完成了《波动地震学》的手稿。

1972 年,“文革”气息渐弱,李庆忠重回胜利油田工作,他的同事刘雯林把替他精心保存的《波动地震学》的手稿和图纸交还给他。于是,在刘

雯林、柴振一同志的协助下,李庆忠撰写完成了《地震波的基本性质——复杂断块区的反射波、异常波与干扰波》这篇 21 万字的论文,并誊印了 100 份送至各油田矿区,在当时的石油勘探界产生了深刻影响。大庆油田、辽河油田等纷纷派人参与到学习这一重大理论发现的热潮中。《石油地球物理勘探》杂志于 1974 年以 1~2 期合刊的形式,全文刊登了该文。此后,各石油院校的教科书,在阐述地震波的性质及特征时,均采用了李庆忠这篇文章中的理论和附图。

1972 年,李庆忠在波动地震学基础上提出的“积分法绕射波扫描叠加偏移”技术也得到了广泛的应用,这种波动方程偏移技术的最初形式几乎与国外同时提出。1975 年,利用该技术对胜利油田商河西部地区地震资料进行处理,第二年就建起了一个年产 40 万吨的石油基地。

开拓了勘探的新领域。

然而,李庆忠没有人云亦云,他注意到国外的地震地层学的一些研究方法大多是针对海相地层的,生硬地套用到中国的陆相地层,就产生了不少问题。1985~1986 年,他用计算机做了大量的正演模型,并收集了河流沉积的各种研究资料,根据黄河 4000 年中河道变迁的记录以及长江流域江汉曲流河的发展历史,有力地证明了陆相沉积的复杂性以及地震地层解释中的各种“陷阱”。

冯文波

王猛:科研是场马拉松 要找到自己的节奏

张晴丹

在大多数留学生选择去欧美深造时,王猛却反其道而行之,前往以色列这个小众留学地。在耶路撒冷希伯来大学,他成了物理系教授 Jay Fineberg 实验室里的第一个中国学生。

在这个只有 4 个人的实验室里,王猛没有定很高的目标,而是按自己的节奏心无旁骛地做科研。

经过 3 年努力,他以第一作者身份首次在《科学》发表突破性研究成果,通过实验证明拉伸裂纹速度突破了经典断裂力学所描述的极限。这篇论文有 3 位作者,除通讯作者 Jay Fineberg 外,另外一位作者史松林也来自中国。

一次非常偶然的发现

全新的发现,颠覆了人们之前对断裂过程的认识,为断裂领域开启了全新篇章。

在经典断裂力学的理论框架下,当一个系统承受的外力足够大时,裂纹会以接近瑞利波的速度传播,而对于玻璃这种脆性材料而言,瑞利波通常每秒传播几百到几千米,所以很难捕捉到破碎的瞬间。

王猛所在的课题组,选择水凝胶作为介质研究这个过程。水凝胶有个好处,瑞利波在其中的波速仅有几米每秒,有助于在实验中通过直接观测研究裂纹扩展。

实验中用的水凝胶并非一般水凝胶,王猛为其量身定制了化学配比,以控制其力学响应。

起初,王猛是想通过水凝胶研究含杂介质的断裂问题。在无数次实验中,一次非常偶然的发现,彻底开启了断裂领域的一个全新篇章。

“有一天,我在做实验时,无意间观测到在裂纹尖端前有浅浅的两条痕迹,当时这个很不寻常的现象引起了我的极大好奇,我反复琢磨这些到底是什么,毕竟之前从未见过。”这样的意外发现让王猛充满干劲。

他带着疑惑开始计算裂纹速度,发现其竟然超过了瑞利波速度,这超出了他们的认知。经典断裂力学理论认为,当材料处于拉伸状态时,裂纹扩展速度的极限是瑞利波速度。所以,当他把这一发现告诉导师时,导师并不相信。

“经过多日的反复实验,我们首次在固体中观测到马赫锥。并且,实验发现,水凝胶裂纹不但超过了瑞利波速度,还超过了剪切波速度,甚至接近膨胀波速度。”

这项研究证明了超过剪切波速度的“超剪切”拉伸裂纹的存在,彻底颠覆了经典断裂力学理论的传统认知。

对于研究成果在《科学》上发表,王猛表示:“论文发表于预刊是对我们工作的一种肯定,但这并不意味着什么,我个人对科研的想法更多还在于科研本身,只想赶紧去探索更多有意思的现象。”

成为导师的第一个中国学生

1993 年出生的王猛也有过迷茫期。2019 年博士毕业后,他反复问自己,是否要继续走科研这条路。

“自从迈入学术界,我一直都在做基础科研,但实际上我很想做应用研究。博士毕业后,我内心一直摇摆不定,也很纠结要不要去企业界工作。那时恰逢新冠疫情暴发,去企业的想法落空了。”王猛说。

博士期间就已在研究动态脆性断裂的他,开始物色同领域的实验室,但国际上以实验为主做这项研究的课题组并不多。多番调查后,他把目光锁定到著名物理学家 Jay Fineberg 身上。Jay Fineberg 的学术造诣很高,在软凝聚态、断裂力学和地震学领域发表了 100 多篇研究论文。

以色列的高校一向不太重视亚洲招生,为了跟心仪的导师“混个脸熟”,王猛报名参加了 Jay Fineberg 在法国里昂高等师范学院举办的暑期学校。“读博时就看过他发表的很多高影响力的文章。我抓住这次机会请教了他好几个问题,让他对我有一个初步印象。”

Jay Fineberg 非常敬业,责任感极强。从 2016 年担任希伯来大学理学院院长后,他就全身心投入这项工作中,未招一名学生。他说:“我没有时间去陪伴和引导学生,我也不想耽误任何一名学生的将来。”

直到 2020 年卸任院长一职,64 岁的 Jay Fineberg 才重新招了实验室第一个博士生。刚好博士毕业的王猛临准时机发出了申请,并凭借过硬的科研水平顺利加入实验室,成为 Jay Fineberg 的第一个中国学生。

做科研不要好高骛远

吸引王猛到中东求学的,除了导师这个主因外,还有希伯来大学的光环。这是在以色列排名第一的高等学府,在基础科学、医药和人文等领域独占鳌头,先后培养了 8 位诺贝尔奖获得者,被称为中东“哈佛”。

在王猛看来,以色列的科研水平非常高。这种“高”并非是指拥有多么高端的仪器设备,恰恰相反,他们的实验条件可能还不如国内一些课题组,但是他们在科研上的想法和创意层出不穷,开放和自由的科研氛围孕育出许多优秀成果。

Jay Fineberg 从不干预学生的作息,他不喜欢让做科研变成死板的打卡上下班。在张弛有度的环境里,王猛逐渐找到了做科研的兴趣和热情。

“科研不是短跑,而是一场马拉松,你需要有一个计划,并找到属于自己的节奏。你不知道这场马拉松何时才能到达终点,所以得时时刻刻调整节奏。与其好高骛远,不如着眼当下,这样一步步坚持下去,才能保持一个好心态。”王猛说。



史松林(左)、Jay Fineberg(中)和王猛 ■ 资料图

2023 山西最美科技工作者

黄金:引领光伏技术创新 助力能源转型

科学导报记者 隋萌

戴着一副黑框眼镜,温文尔雅,虽然毕业多年,仍像是一位在校大学生,这是初见黄金时的印象。交谈后发现,他思路清晰,行动果断,有着科研人员惯有的雷厉风行。“我的人生信条是:愿以寸心寄华夏,且将岁月赠山河,愿以吾辈之青春,捍卫盛世之中华。”9 月 1 日,记者采访晋能光伏技术有限责任公司(以下简称“晋能光伏”)研发人员黄金时,他如是说。

2014 年黄金从中北大学研究生毕业后,被招聘到中国第一重型机械集团公司担任技术员。“我本身是学燃料电池方向的,想继续在本专业深耕,加上看好新能源方向,工作半年后,就应聘到晋能光伏。”黄金说。2015 年,他来到晋能光伏担任研发经理。8 年来,他主持和参与申报国家专利 100 余项,凭借异质结技术获得了山西省科学技术进步三等奖、晋中市质量攻关一等奖、晋能集团科学技术进步奖一等奖等荣誉,同时推动了异质结电池这项技术在行业内的推广。

科技创新能力是企业综合实力和核心竞争力的代名词。2015 年,松下异质结太阳能电池结构专利过期,晋能光伏站在行业发展制高点,2016 年开始布局异质结电池,2017 年晋中工厂异质结电池生产设备搬入调试。作为国内第一条异质结电池技术量产线,无行业经验可以参考,在这个问题遇到很多棘手的问题,比如非晶硅薄膜膜厚寿命异常波动,透明导电薄膜方阻超出控制范围等。

黄金主动请缨,担任研发组长,组建

了 5 人的研发小组,根据项目周期制定研发规划,按照每个人的研发特长分配任务,充分调动研发部各方面资源,激发小组成员研发潜能。研发团队在单晶背钝化电池导入的同时进行异质结电池的调研、学习及设备选型。历时 3 个月,攻克了如何实现透明导电薄膜光学特性与电学特性平衡最优化、对非晶硅薄膜损伤程度控制最低化、低温导电浆料导电性能及可靠性最大化等问题,同年晋能异质结太阳能电池实现成功量产。

异质结电池技术的发展,电池生产成本是关键影响因素。技术发展初期国外设备处于垄断状态,一期整线设备都是进口的,设备价格昂贵导致电池生产成本高,研发出国产自主的可替代设备是当前要解决的难题。经研究商议,公司决定将透明导电薄膜设备作为国产化的突破口。

黄金作为这一设备的负责人,接到任务后根据前期积累的经验,寻找有能力生产真空镀膜设备的厂家,从技术主导、设计设备关键点、绘制设备图纸、设备交付、工厂调试,都亲力亲为。历时一年的时间,最终性能验收设备关键指标:产能是原来 3 倍,薄膜厚度均匀性、透过率、硅片表面温度均匀性、极限真空等均优于一期设备。

2017 年公司第一条异质结电池量产线刚搭建之初,就接到了订单,但当时整线关键的 PECVD 沉积非晶硅设备的自动化还在调试中,不具备生产能力。面对这一难题,相关的负责人坐在一起进行商议,由于时间紧,最终决定机器条件不成熟靠人工也要把这一生产订单拿下来。



工作中的黄金 ■ 受访者供图

“这一决定下来,我们面对的一个问题就是要有人不间断 24 小时操作设备控制界面,而这个设备是美国的,全英文界面且手动操作,过程复杂,一旦操作步骤不对很容易造成载板的损坏。”回想起这段难忘经历,黄金说,“当时一个人坐在操作界面前不停地点,尤其夜班时,一边克服着生理上的瞌睡,一边手和脑不能停,想尽快地完成产能目标。”最后,团队就是靠着这种不怕困难的精神,通力配合完成了这项艰巨的任务,得到了公司的高度肯定,成为公司的“卓越团队”。

科研如同打仗,有时需要一个堡垒接一个堡垒攻破。2020 年,生产线进行尺寸升级,使原来具备 156.75mm 电池片的生产能力改造到 166mm,同时要结合多主栅的技术。这期间,黄金带头解决了电池图形设计、电池关键材料选择、制程

良率控制等一系列问题,生产出了量产的大尺寸多主栅两种技术结合的电池片。

但当制备的电池片到组件端进行焊接的时候,他们遇到了更为棘手的问题——焊接脱落。黄金回忆道:“当时正有一个订单等待交付,我们从工艺上做了各种尝试依然无法解决这个问题。后来我们利用质量问题工具,找到了根本原因,通过温度控制结合材料匹配的方法,使焊接拉力值再次突破,不再受到环境的影响。”正是凭借着对这一问题的解决,科研团队获得了晋中市质量攻关一等奖。

谈及未来,黄金说:“我们必须用科学的态度,在创新方法基础上开展研究,努力将异质结电池这项技术进行推广,助力低碳发展早日实现碳中和,为尽快实现电力平价上网贡献一份力量。”