

一代科技楷模顾震潮

朱亚宗

(国防科技大学 文理学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 顾震潮潜心一志在国家重大需求与科技前沿的交汇点上开拓创新, 重“国之大者”, 研国之所需。一方面为国家建设与国防科技作出了不朽的历史性贡献; 另一方面为中国科技界树立了为学为人的光辉榜样。其非凡的人格魅力、科学精神与科技才华, 将恩泽后世。

关键词: 顾震潮; 气象科技; 复合型科学家; 人格魅力; 科学思想方法

中图分类号: G640 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-8874 (2022) 01-0052-12

Gu Zhenchao, a Great Role Model of Science and Technology

ZHU Ya-zong

(College of Liberal Arts and Sciences, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Gu Zhenchao devoted himself to the pioneer work in science and technology to meet major national needs, demonstrating his concern for his country. His historic contributions to national construction and national defense science and technology are immortal. He was a role model as a scholar for Chinese scientific and technological circles. His charisma, scientific spirit and talent are invaluable legacy to the Chinese.

Key words: meteorological science and technology; scientist with multiple skills; charisma; scientific mentality

学界以外鲜为人知的顾震潮(1920—1976), 是我国著名的气象学与大气物理学家, 虽英年早逝, 但他一生面向国家重大需求, 领衔承担多项国家重大任务, 成为创造过人生传奇与科学奇迹的科技楷模。1950年, 在世界气象学大师罗斯贝(Rossby)指导下, 顾震潮已经完成了被誉为计算机数值天气预报先声的博士论文主体, 只因响应新中国召唤, 放弃博士课程学习与论文撰写, 从瑞典提前归国。1952年, 只有32岁的顾震潮出任“联心”(军委气象局和中国科学院地球物理所合作成立的“联合天气分析预报中心”, 简称“联心”)主任, 成为掌管全国军、地天气预报的最高领导与首席专家。1954年, 长江流域遭遇特大洪水, 在抗洪关键时刻, 拍板断定暴雨不会继续,

避免了武汉和荆江分洪区人民生命财产的损失。他不是军人, 却两次荣立一等军功。他英年早逝, 未能遴选院士, 却被大气物理与气象科技界三代权威科学家心悦诚服地推为科学大家(如前辈——“两弹一星”元勋赵九章, 同事——国家最高科技奖得主叶笃正, 后学——国家最高科技奖得主曾庆存)。他无意于当哲学家, 却为后人留下科技哲学的无价之宝——《顾震潮谈科学研究(手稿)》。他秉性率真如松柏, 人格魅力数十年不减, 留给熟识的人长久而温情的回忆。

顾震潮先生是笔者大学时代的老师, 是中国科学院的一面旗帜。1964年4月10日, 《科学报》(《中国科学报》前身)用整整三个版面的长篇专文, 介绍顾先生的先进事迹。当时读后, 激动之

余，钦佩不已。数十年后重读此文，依然深受教育。直接的感受与间接的材料，共同促成了拙文。对于高山仰止的大师，只是略窥而已。

一、青史可鉴的使命践履

与在象牙之塔里从事纯粹基础科学研究的书斋型科学家不同，也与大量从事实际工作的科技专家有别，顾震潮兼有纯粹科学与应用科技双重科技价值观，并具备数理方法与应用才能两种科技才华。由此造成顾震潮在不同时期、不同领域里璀璨夺目的丰硕成果与才华横溢的科学风姿。其中，最感人的篇章是他对新中国气象保障现代化的全方位提升与开拓，及对当时军事斗争、国民经济与国防科技的发展作出的不朽贡献，这些都鲜明地体现了顾震潮重“国之大者”、研国之所需的强烈责任感与使命担当。

（一）军地“联心”的奇功殊荣

1947年赴瑞典师从世界级气象学大师罗斯贝攻读博士学位的顾震潮，选择了刚刚起步而前景无限的数值预报研究作为博士论文题目。1950年1月12日，正在撰写博士论文时，收到了来自新中国军委气象局长、著名气象学家涂长望的邀请信：

“国内一切事业都在新的基础上重新开始，因此希望国外的许多有新人生观的同志赶回国内参加奠基工作。气象方面的建设尤盼你们早日回来参加！所幸的是，大部分气象工作者是爱国的，一部分是先进分子而具有高度的技术，这是祖国气象事业最宝贵的资产……我们感觉人才缺乏……最迟希望你五月底回到北京。”^{[1]21}

1950年4月26日，又收到中国科学院地球物理研究所所长、著名气象学家赵九章的邀请信：

“国内一切已上轨道，正吾辈有所作为之时，万不可逗留国外也。”^{[1]21}

顾震潮连收两信后，不再迟疑，立即放弃博士学业，决定应召归国，参加新中国气象事业的开拓奠基，于1950年5月回到祖国怀抱。与华罗庚、丁文江、李四光、涂长望、陈寅恪、徐悲鸿、钱钟书等看重内涵、不重形式而有真才实学的留学生一样，有高度的自信而不在意博士学位，此时的顾震潮，虽未完成博士学业，但已站立在世界气象科技前列，不仅掌握了20世纪挪威学派的气团、气旋、锋面理论及方法，芝加哥学派的长波理论及方法，而且成为国际上刚刚兴起的数值

预报的开拓者之一，并能熟练地运用天气图进行分析预报服务。气象科学方法之外，顾震潮还有敏锐的气象问题意识，不仅关注国际气象学界普遍关注的欧洲、北美天气分析预报问题，而且关注万里之外东方中国特殊的天气分析预报问题，并于1949年在国内《气象学报》上发表了论文《中国西南低气压形成时期之分析举例》^{[2]12}。可以毫不夸张地说，年青的顾震潮在天气系统的分析预报方面，已是不可多得的杰出人才，涂长望与赵九章两位前辈诚邀顾震潮并寄予厚望自在情理之中。

顾震潮归国前，中国气象领域有两个部门：一是军委气象局，主要负责当时急需的天气预报服务。“因军事上迫切需要，及当时人力及器材缺乏，不可能在政府及军队同时建立两个气象系统，因而划为军委领导，重点为国防，特别为空军服务，兼顾经济建设服务。”^[3]二是中国科学院地球物理研究所，集中了一批高水平的气象专家。1950年5月，顾震潮归国后隶属中国科学院地球物理研究所。1950年6月25日，军委气象局与中国科学院地球物理所合作成立联合天气分析预报中心，即“联心”，顾震潮任“联心”第一副主任。一年多以后（1952年春开始），年仅32岁的顾震潮出任“联心”主任，成为地域辽阔、人口众多、天气独特而科技落后的东方大国军、地两方天气预报的总负责人和首席预报专家。

当时中国的天气预报业务基础非常薄弱。“那时的预报组，真是一穷二白，天气信息情报及有关的资讯图表极少，每天只有两张亚洲部分地区的地面天气图及一张间接推算的3000米高空图，图上测站稀疏，还有不少是成片的空白，除为飞机场提供预报和实况，并答复有关部门的一些咨询外，对公众的天气预报服务，只是按老规矩，每日在报纸上有不足豆腐干大的一块空间以及气象台的小黑板上发布北京（不分城郊）24小时内的天气预告。”^{[2]45}面对如此落后的状况，从世界气象中心之一北欧归来的顾震潮，以忘我的奉献精神开拓创新。据当时与顾震潮并肩战斗的“联心”副主任陶诗言院士回忆，“从接受攻克天气预报任务的第一天起，顾震潮就一个心眼地扑在事业上。当时资料奇缺，国外的一些预报方法难以使用，中国的天气又有自己的特点，所以必须做大量开创性的工作。他带领大家不断学习国外的新成果，并结合我国实际去创造新办法。他亲自动手，观

测天气,培养预报员,看电码,填天气图和作分析,逐个地建立各种天气预报办法。随着我国气象台站的迅速建立,我国的寒潮预报、台风预报、暴雨预报、霜冻预报和中期降水预报等陆续发布了。”^{[4]42}

气象基础建设与人才培养工作的突飞猛进,使“联心”在军地两个战场上屡立功勋。“在抗美援朝的伟大斗争中,气象预报起到了有益的作用;在配合我人民解放军收复沿海岛屿、巩固国防方面也作出了一定的贡献。其次,这些预报工作还直接服务于农业、水利、渔业、盐业、工矿和交通等部门,在解放初期的国民经济恢复和建设中也起到了积极的作用,大大减小了灾害性天气给人民生命财产造成的损失。”^{[4]42}

而百年一遇的1954年长江暴雨洪水时期的准确天气预报,更使中华民族的抗洪史与建设史永远铭记“联心”与顾震潮的功勋。“1954年夏季,长江中下游连日暴雨,江水猛涨,武汉告急,水位已超过历史最高纪录,洪水严重威胁着沿江城市,党中央负责同志亲自过问关注,‘动员起来,战胜洪水’已成为压倒一切的中心任务。当时的关键问题是要回答雨还下不下?水位还不上上涨?如果雨还要继续下,水位还要上涨的话,武汉等地就有淹没的巨大危险,那么中央就决心用荆江分洪来保护华中重镇;反之,非但不必分洪,而且可以减少千万顷良田的重大损失。此时此刻,可靠的中期降水预报就是中央这一重大决策的依据。顾震潮以及他所领导的‘预报中心’面临着极为重大的考验,稍有失误,后果就不堪设想。在此严重的关键时刻,他们日以继夜地应用这几年刚建立的预报办法,反复分析研究,最后判断:暴雨不会再下,江水不会再涨。预报成功了,武汉三镇保住了,千万顷良田结出了丰硕的果实。”^{[4]42-43}

顾震潮领导的这一天气分析预报团队,对1954年长江中上游暴雨与洪水的准确预报,不仅是青史永垂的中华民族战胜特大自然灾害的伟业与新中国建设事业的重大胜利,而且是中国乃至世界天气预报史上精彩的神来之笔。对暴雨,尤其是连续大到暴雨的准确预报,不用说是近70年前科技落后的中国,即便是今日掌控巨型计算机、气象卫星、测天雷达等先进设备,并有众多数值天气预报方法及经验的先进团队,面对中期暴雨预报也无绝对的胜算。当年的顾震潮率领的天气

预报团队,可谓是“独树花发自分明”,创造了超越时代的科技奇迹。这主要依赖于顾震潮等专家的天分、学养与踔厉奋发的精神,自然也要感谢上苍的眷顾。顾震潮作为兼擅杰出大气物理学家、优秀天气预报专家双重素质与能力的人才,其超越时代的水平,及其与一般天气预报员之间的巨大差距,可从不久前《中国科学报》关于中央气象台天气预报状况的专题报道中略见一斑:

“现在,我国已拥有世界上在轨数量最多、种类最全的气象卫星,自动气象站达6万多个,数量、密度位居世界首位,气象资料的密集程度非常可观。但这些都无法保证天气预报的完全准确。利用数值模式预报产品,结合预报员自身的主观经验,这是当前预报员开展预报业务的主要手段。”

“要鼓励培养科研型天气预报人才!”这是中国工程院院士、天气动力和数值预报专家李泽椿日前接受《中国科学报》专访时特别提出的建议……“如果他们在面对一手数据时,能针对现实问题即时研究、即时判断,那将是一支非常重要的生力军。”^[5]

顾震潮团队在六十多年前,在简陋的设备、有限的数据的基础上,以高超的主观分析判断准确预报极端天气现象的成绩与能力,仍为今日绝大多数天气预报员无法企及,尽管他们可以运用数值预报的结论。这与当前人工智能方法在超越常规的情况下不逮高水平专家有同样的深层原因。人的因素第一,顶尖人才资源异常稀缺与宝贵,洵非虚言。

顾震潮领导的“联心”,是中国气象史与科技史光辉的篇章。1955年,在圆满完成“联心”历史使命后,顾震潮回到中国科学院地球物理研究所,因“中国天气研究”荣获个人一等奖。

(二)核武试验的测天择时

原子弹研发工程,是当年中国科学院最重要的工程,各相关研究所无不派出最优秀的科学家参与研发。地球物理所派出了顾震潮、叶笃正、陶诗言等业务拔尖而又年富力强的阵容。顾震潮于1964年6月进入核试验基地,为第一颗原子弹试爆炸气象保障。

“在20世纪60年代初,这项特殊的气象保障业务在国内当属空白。另外,位于新疆塔里木盆地东部茫茫戈壁滩上的核试验场区及其周围,既无历史气象资料可供分析,也没有针对这里的天

气预报经验可供借鉴……复杂的地形条件和地表状况使天气系统在这里复杂多变。正是在这样严峻的形势下，顾先生毅然承担起了当时中国科学院天字第一号的21号任务中有关的气象保障工作。”^{[1]121}当时尚无气象卫星，又无数值预报计算结果，只有带无线遥测系统与雷达跟踪定位系统的高空气象火箭作探测工具，且无足够的地域性气象资料，仅在爆心附近及周围数百公里范围内建起了一些气象站^[6]。场区生活条件艰苦，喝的是苦咸水，住的是帐篷，缺少新鲜蔬菜，还要面对风沙、烈日等恶劣天气。就在这样艰难的工作、生活与天气条件下，为核试验气象保障把关的首席科学家顾震潮，创造性地展开了卓有成效的工作。“顾震潮同志首先听取了基地气象室关于核试验气象保障各项准备工作的介绍。对气象室完成的《好天气过程预报模式》进行仔细审查。他一方面肯定了模式做得不错，另一方面又指出了不足。后来他亲自翻阅历史天气图、月总薄、天气实况演变图，并带领大家找预报指标，从而使气象室掀起了找指标的热潮。他个人也找到一些指标，并向预报人员讲述了找指标的方法，结果是气象室中期组就有中期预报指标，短期组也有短期预报指标，甚至每个人还有每个人的指标，其中既有好天过程指标，又有单项要素指标，这些都对提高预报质量起了很大作用。”^{[2]61}

除了指导基地气象室同志深化和提升传统的经验预报方法与资料统计方法外，顾震潮又基于深厚的动力气象学与丰富的天气理论知识，启发预报员开阔思路，用天气系统的“多层模式”分析方法取代简单的“一层模式”分析方法：“在做预报时，预报员习惯用500mb图对槽脊作平移外推，对槽脊的发展只看冷、暖平流或辐合、辐散等，基本上是‘一层模式’。他指出，在分析形势发展演变时，不仅要看500mb，还要看700mb和300mb等其他层面上的情况（约等同于大气天气层的高空、中空与超高空——引者），并要注意分析上、下层之间的联系和变化。在他的启发和指导下，预报员也逐渐学会了这种方法，并掌握了‘多层模式’的一些定性预报规则，从而提高了形势预报的水平。”^{[2]62-63}

在顾震潮忘我精神的感召与气象理论的启迪下，基地天气预报水平不断提升，正式试验用的原子弹也于1964年10月4日运到基地。10月6日，成立了以张爱萍为首的核试验委员会，是为

首次核试验的前线总指挥机构。57名委员中，除了顾震潮，还有著名科学家朱光亚、程开甲、王淦昌、王大珩、邓稼先等。10月9日，核试验党委根据气象预报，将首颗原子弹试爆时间定在10月15日至20日间，张爱萍随即派专人专机赴北京向周恩来报告。周总理接到报告后，立即批示：“同意他们来信所说的一切布置，从10月15日到20日之间，由他们根据现场气象情况决定起爆日期和时间。”^{[7]262-263}

中国首次核试验，经历前期中央决策、机构组建、理论研究、工程技术创新等长期准备，至此已是万事俱备，只欠东风。此时试验场区里，顾震潮的临门一脚功夫成为准备工作中的一个焦点。“10月14日19时19分，原子弹安全吊上铁塔，场区各方面工作处于待命状态……天气是关键。张爱萍、刘西尧等领导同志与气象专家顾震潮等，同气象人员昼夜研究天气变化。经几次订正，发现16日比15日天气好，因此预定16日8时为‘零’时，到15日凌晨3时，又研究确定16日15时为‘零’时，并报经周总理批准……12时30分，总理批示。”^{[7]263-264}

1964年10月16日15时，中国第一颗原子弹试爆成功。

在近半个世纪前，在现代气象探测工具与数值预报尚不完备的条件下，顾震潮与基地气象预报员呕心沥血，以过人的勤奋与智慧，依靠有限资料、传统经验与精深理论相结合基础上的超水平发挥，将只有短期气象资料积累的局域定点天气预报精确到小时等级，是令人惊叹的气象预报奇迹。须知，定点精确到小时的超短时天气预报，在有先进探测工具、数值预报结果、长期资料及经验积累的今天，仍是一个充满不确定性的科技难题。1964年10月，顾震潮荣立个人一等功。

顾震潮又于1965年5月14日与1966年5月9日成功完成第二次与第三次核试验气象保障任务。在试验圆满成功后的庆功时，张爱萍副总长向再次荣立一等功的顾震潮敬酒，并诚邀人到中年的顾震潮参军^{[1]123}。顾震潮虽然没有直接加入中国人民解放军国防科技队伍，但对国防科技事业的重大贡献与奉献精神，将永垂史册。

（三）人控天气的科学探索

1956年制订《十二年科学技术发展远景规划》时，“钱学森提出将人工降雨试验作为重点项目列入规划；涂长望、赵九章积极支持，并愿承担任

务。毛泽东主席也重视这项工作,1956年1月在最高国务会议上,当面向涂长望提出了对气象人员的希望。涂长望重点考虑的是人工降雨试验的落实。”^[8]1958年,根据组织安排,顾震潮的工作从数值预报的理论研究转到人工降雨的应用服务研究。“顾震潮毅然地把这副重担子挑了起来。”^[9]顾震潮接受这项直接关系国计民生的任务后,一方面筹划与任务相关的科学技术研究方向及课题;一方面又将气象服务工作从人工降雨扩张到人工消雾、人工防雹、森林雷电预防、雷暴灾害测防等领域。

顾震潮如同当年领导“联心”一样,在新的气象服务工作中,深入一线,亲历亲为。10多年的时间里,他跑遍了东北、西北、华北、华东、中南、西南的许多地方。他的工作环境,有高空、平地,有森林、山地,有乡村、城市,在大兴安岭、祁连山、昔阳大寨、重庆、长沙、上海、泰山、衡山、黄山等地都留下了他的踪迹。由同事记述的这位有名望的杰出科学家在现场一线的艰辛与情怀,今天读来仍令人钦佩和泪目:1958年祁连山人工降水试验时,“正是夏末秋初,很少碰到层状云……一般到下午才出现积云,云底又很高,要飞到6km才能接触到云,一次飞行要4小时。飞机机舱不密封,4000m以上都要吸氧,入云后飞机颠簸强烈,一次飞行要经历地面到高空超过50℃的温差,对体力的消耗很大。顾先生从始至终都亲临第一线,为了取得第一手资料,几乎每次试验都上飞机,记得有几次在离祁连山顶只有几百米的高度上试验,颠簸十分厉害,很多人都吐了,这时候顾先生争着每次都上飞机,让高空反应大的同志留在地面。”^{[2]79}

在人控天气的科学探索中,顾震潮的工作繁忙且辛苦,既是大家的理论指导,又是团队的组织指挥,还积极参与现场试验,并且是眼光独到、理论总结的高手。1962年,顾震潮承担了东北大兴安岭森林雷电火测防任务。“在内蒙古牙克石建立了雷达站,对可能产生雷击火的雷雨云进行观测……我们把综合的探测结果报给指挥部,防火部门再指导飞机搜索,尽早地发现火灾,并及早采取扑救措施。顾震潮就是这项工作的主持人,我们连续三年在牙克石推行观测,不仅积累了大量的科学资料和防火手段,而且改变了当地林业部门的认识…使他们认识到雷击火占了相当大的比例。”^{[2]134-135}

二、才华横溢的科学大师

顾震潮出生于上海一个知识分子家庭,自幼勤奋好学,青少年时代博览群书,兴趣广泛,尤爱自然科学,能辨认许多星座,喜欢做物理、化学实验。父亲顾执中是有名的新闻记者,创办了上海民治新闻专科学校,并想让儿子从事新闻工作,顾震潮初中毕业后,即就读于父亲的新闻学校,毕业后又由父亲推荐到香港当记者。但是,顾震潮志在科学,半年以后赴重庆考入中央大学数理系,后转入地理系气象专业。1942年毕业时,是气象系4名毕业生中唯一的甲等优秀生。1943年,考取西南联大研究生院,成为著名气象学家赵九章的第一位研究生。当时,各背一个大书包,在校园里边走边争论问题的杨振宁、黄昆和顾震潮,是西南联大校园里一道独特的风景。1945年研究生毕业后,入中央研究院气象研究所任助理研究员,1947年11月,赴瑞典斯德哥尔摩大学气象系攻读博士,师从世界气象学大师C·G·罗斯贝。出国留学以前,顾震潮已在气象学领域崭露头角,展示出非凡的才华与学术前景。27岁时已在国内外重要刊物上发表10篇论文,其中与赵九章先生合作发表于《气象学报》(1947年)的论文《蒸发方程及其新解》,显示出深厚的数理功力与优异的创新能力。瑞典留学期间,在罗斯贝指导下,又很快进入当时国际上刚刚兴起的数值天气预报领域前沿。应召归国后的顾震潮,除为军事与国民经济的气象保障作出不朽的重大贡献外,还在大气科学领域做了一系列开拓性与奠基性的研究工作,并且在超越具体科研范畴的科学思想与战略思维层面有深刻的探索与独到的见解,成为罕见的集专门科学家、科学思想家与战略科学家于一身的复合型科学大家。

(一) 大气科学家

著名大气科学家巢纪平院士曾为《中国现代科学家传记》撰写顾震潮传,从学术创新的视角指出顾震潮大气物理研究的四大贡献:一是首次提出无脚锋面的概念。“国际气象学界和天气预报,都沿用20年代挪威气象学派的概念,根据冷、暖气团间的温度差来分析锋面的位置。顾震潮在联合天气分析预报中心工作期间,经多次实践后指出,由于中国地形复杂,湍流和对流强,气团容易变性,两个气团之间的温度差在地面不明显,

因此不能将挪威气象学派的锋面概念搬到中国来，并指出可以根据风的切变大小来分析锋面位置……无脚锋面的概念已被数值模式的模拟结果所证实。”二是关于青藏高原对大气环流和天气变化影响的研究。“顾震潮指出，由于青藏高原呈椭圆形，西来的气流遇到青藏高原时，除爬越外，也可以从高原的南北侧绕过去……当气压槽经过高原北坡时，移动速度加快，当经过南坡时，移动速度变慢，这样所产生的天气变化也不同……他和叶笃正首先提出，青藏高原虽然被雪覆盖，从热量收支平衡的观点看，在夏半年是一个热源，并影响东亚大气环流的季节变化和季风的爆发。”三是暖云降水起伏理论和云雾物理完备方程组的建立。“北欧气象学家发展起来的云形成的冰晶学说为基础的冷云降水理论，不能照搬到中国来……顾震潮和周秀骥首次提出暖云降水的起伏理论，这一理论得到国内外云雾学界的好评……60年代初，顾震潮首次把宏观过程和微观过程结合起来，建立一套云雾发展的完备方程组。”四是提出数值天气预报的历史资料演变方法。“1922年，英国L·F·理查孙首次提出天气预报可以在初始时刻的气象要素已知时，用数值化求解流体力学方程组的方法求出以后时刻的气象要素场。通常称这样的方法为数值天气预报的初值问题。50年代初大型计算机问世后，初值问题的数值预报方法已被国际上广泛使用。50年代末，顾震潮……首次提出把历史资料应用到数值天气预报中，称为数值天气预报的历史资料演变法。顾震潮提出的这一新方法，在60年代已被他的学生丑纪范、杜行远实现，作出了24小时和48小时的数值预报。”^[10]

巢纪平院士在严格的学术规范标准下，概括了顾震潮关于大气科学领域的四大学术创新，这是对世界大气科学的四大原创性学术贡献。巢纪平先生所言之外，还须强调的是顾震潮于1958年提出的数值天气预报新思想，即是今日国际数值预报主流方向“四维同化”的核心思想，而西方直到1979年才提出类似的思想。任何一位大气科学家，只要有上述任何一项原创，都会在大气科学界声望卓著。令人遗憾的是，顾震潮英年早逝，没有机会遴选院士与获得国家重大奖项，惟有大气象科学界及有关人士知悉顾震潮的重大科学贡献。但是，这些重大贡献与顾震潮的英名不会褪色，并将在中国科技史与世界大气科学史上永远地

传承。

值得关注的是，顾震潮上述四项重大科学创新中有两项不是源于学科体系内生的科学问题，而是源于任务导向衍生的实际问题。无脚锋面的新理论，直接源于“联心”时期气象保障任务，因此提升了天气预报准确性的需求。在欧洲传统的气团、锋面分析方法不完全适合于中国天气系统的情况下，从天气预报的实际需求中产生了新发现和新理论。暖云降水理论与云雾物理方程组，则源于人工降水任务衍生的云雾物理研究课题。顾震潮的科学创新实践表明，基础理论的突破有两条路径：一条是从学科体系内生的科学问题出发；另一条是从任务导向的实际研究中发现的科学问题出发。毫无疑问，应用基础理论的创新，任务导向的实际研究也是重要的源泉。顾震潮既有扎实的基础理论，又有承担重大任务的勇气与能力。

其实，顾震潮的科学贡献远比巢纪平院士所述丰富。顾震潮科学生涯中的大部分时间，是在任务导向型的工作和研究中度过的。尽管依靠优异的天赋、过人的勤奋与良好的环境作出了许多一流的科学创新成果，但是有大量的科技创新处于半经验半理论状况，而未能臻于成熟完善的理论境界。例如，1961年夏，为解决湖南地区的旱情，顾震潮率领一个降雨雨试验课题组赴长沙，开展飞机人工降水试验。经多次高空作业实践，顾震潮“很快总结出一套试验方法，如选择相近两块发展较好的积状云，从中间穿越撒盐粉，降水效果最佳。”^[1]¹³²1971年，顾震潮又在山西昔阳的防雷试验实践中，“探索以太原的探空资料进行昔阳的短期冰雹天气预报，经过几年逐步改进，昔阳冰雹天气预报有较高的准确率，对那时昔阳的防雷工作有很大的帮助。当时全国各地尚未开展冰雹天气预报业务，由于老师将这工作进行推广，使得后来全国各地都建立了冰雹预报业务。”^[2]⁹⁹顾震潮还尽可能将一线的天气预报或人工控制天气的个体性经验，提升到理论水平，如1962年曾发表过一篇题为《对流性暖云人工降水作业中撒药部位与撒药颗粒对撒布效率影响的初步理论研究》的论文。顾震潮在论文结尾对这一研究所处的初级阶段有清醒的认识：“应该承认，上面这些理论计算还是比较简单的，只是作为这方面理论工作的开始，还不能一下子就研究得比较完善。因为我们不论在南方自然云雾降水物理

的观测分析上,还是人工降水实践和理论分析上都缺经验。但是本文中的估计还是可以参考的。”^[11]象顾震潮这样积极应对国家重大现实需求的杰出科学家的一些半经验半理论的研究工作,究竟应该如何评价?值得研究。我想,对于在实践中有效而理论上尚不完善的研究工作,应予充分肯定。事实上,科技成果与知识体系包含三个部分:可以交流、受到公认的有普适理论价值的部分;半经验、半理论性的尚待继续发展完善的部分;默存于个体经验中的一些独门诀窍。巢纪平院士的传记,精辟记述了顾震潮第一部分成果的主要方面,但没有记述其已经发表的大量密切联系实际的研究性工作,这是传记的不足之处。

而顾震潮本人未全面记述其天气预报及人工影响天气试验中独特而珍贵的个体性默存经验,则是中国大气物理学与天气预报事业的损失与遗憾。

(二) 科学思想家

顾震潮作为杰出的一流科学家的形象世所公认,其人文艺术方面的才华也令人惊赞。在两张原子弹基地气象处所赠西北苍凉山景照片上,精于摄影又有诗人情怀的顾震潮,分别以唐代贾岛与杜甫的诗句题照:“只在此山中,云深不知处”“此曲只应天上有,人间那得几回闻”;在阅读中国著名史学家范文澜的著作时,他发现疏误而去信纠正,因此在《中国通史简编》修订本第二编的再版序言里,“范文澜先生提到感谢顾震潮同志来信指出疏误。”^{[1]151}但是,顾震潮的才华不仅体现在科学技术与人文艺术两极,在二者相交叉的科学思想领域,顾先生广博精湛的思想,至今远未被充分挖掘、阐发与发扬。人们只知顾先生是大气科学与气象事业重要的开拓者与奠基者,却不知顾先生还是中国科学思想的开路先锋与一代大家。

顾先生丰富精彩的科学思想,一方面广泛散见于其科学著作与同事、学生的纪念文章中;另一方面又集中在记述其心得见解的《顾震潮谈科学研究(手稿)》(以下简称《手稿》)中。这一著作虽未能在其生前整理出版,犹似随笔式的散论,但它填补了中国自然科学与马克思主义哲学之间的不少思想空白,有真切的独到见解,并贴近自然科学,不仅在中国一流自然科学家中绝无仅有,而且令科技哲学界的专业人士钦佩不已。《手稿》一方面基于科技史的大量案例,另一方面

发自顾先生丰富的科研实践与深厚的学术功底。同时令人惊讶的是,著作写于1964年前后,在西方科技哲学智慧几乎与中国学界完全隔绝的条件下,顾先生独立地提出了符合马克思主义认识论的一系列真知灼见,其中国风格的科学思想方法中有不少提法,与西方科学哲学的理论精华有异曲同工之妙。顾先生在20世纪60年代关于科学思想的思考与见解,不仅是中国科技史的杰作,也是中国改革开放后新生的科技哲学的先声。顾先生是当之无愧的科学史家与中国科技哲学的先驱。《手稿》全文约三万字,本文结合其他相关论著,就其主要思想作一简要述评。

1. 研究特殊性

《手稿》紧密结合气象科学研究的实际与实际,深入发挥了唯物辩证法关于矛盾特殊性的观点:“要搞出东西来,就要抓住中国气象的特殊性……并且提高到原则高度,从中看出普遍意义,也就是抓住特殊性提高到一般性,丰富一般性……我们有我们的特殊问题,我们要解决的问题是中国的问题,或在中国解决问题,或者问题不同,或者角度不同,我们所要解决的问题有它的特殊性,不是国外所遇到的那类问题,也不是他们那样角度所看到的问题。我们创造性地解决这些人家所没有的问题,我们就有特殊贡献,特殊成就,把这种特殊成就进一步总结提高,就会丰富气象的普遍理论。因此,中国气象学家要抓中国环流、中国天气、中国云雾、中国气候、中国社会主义建设中的气象问题……我们过去就抓西藏高原,抓东亚寒潮,抓梅雨。任何气象普遍理论都是由特殊东西出来的,藤田(日本气象学家——引者)的中尺度天气系统先是日本的,后是美国的,我们有的用了。同样,中国天气中的东西,也可以搞出普遍性的,为什么总只有我们用他们的,验证他们的结果,永远跟在人家后面跑得满头大汗,又永远跟不上呢。”^{[2]369}紧盯中国气象的特殊性,注重解决中国气象的特殊问题,顾震潮科学生涯自始至终目标明确,路径不偏。顾震潮早在瑞典留学期间,就在国内的《气象学报》发表关于中国西南低气压形成的论文,归国以后,无论是任务导向的“联心”气象服务、核试验气象保障、人工控制天气的科学试验,还是自主从事的数值天气预报研究,都是从不同角度解决中国气象特殊问题的科学研究,并力争从中提炼气象普遍理论以更好地指导特殊问题的研究,同时

又对世界气象学理论作出中国的贡献。

2. 注重直接经验

顾震潮作为杰出科学家，掌握那个时代气象学家的顶尖数学物理理论与方法，但是顾先生强调象牙塔中的科研人员要注重气象方面直接经验的积累。这是实践第一的哲学认识论原理的运用，也是顾先生切身体会的宝贵传授：科学研究与气象服务中许多独特的敏感性源于个体独特的直接经验。如顾震潮在数值预报研究中引入天气图分析方法，这一领先世界的学术思想，是因为 50 年代初在“联心”工作时期，运用天气图分析方法预报天气曾有很好的效果。据顾震潮同事和家人反映，顾震潮经常边走路边看天观云，对天气现象有细致入微的直接经验。女儿顾汛回忆说：“有一年夏天，西边天阴得很厉害，眼看就要下大雨了，父亲跑到阳台看云，但由于周围楼房和树木的遮挡看到的范围较小，父亲想了一下，回家拉上我就直奔 332 车站。我问父亲去哪？‘去颐和园’，父亲回答时一脸兴奋的样子。这时已经开始起风了，人们都在往家跑，只有我们往外跑。车到颐和园时，已是狂风大作，地上的尘土和树叶都被风卷起打到脸上，父亲全然顾不上这些。下车后，只身在前面一路小跑，进门直奔昆明湖岸边一幢房子，站在这，向西望去一片开阔地带，真是看天观云的绝妙好地方。此时抬头远望，整个天空乌云翻滚着，场面十分壮观。几分钟以后，一道闪电划过，暴风雨来了……此时父亲依然探出身子抬头观云，完全不顾半边衣服已被淋湿……后来，我了解到这个看雨的地方叫藕香榭。”^{[1]150}

重视直接经验的积累，不仅因为从事科学研究的切身体会，而且基于科学史的反面案例。顾震潮曾指出民主德国前科学院副院长、气象动力学理论家 Ertel 的教训：“他从不看天气图，从不参加天气实践，只凭数学物理知识，拿了一个小本子，到散步时有‘灵感’就记下来，搬用数学物理上的一些方法，如‘推迟势’（电动力学上搬来），‘奇异平流’等。但计算了一大堆，站住脚的很少，经不起考验。”^{[2]383}顾震潮这一质朴的科学思想方法，曾深刻地影响后学的成长。吕达仁院士回忆说，顾震潮先生教导我：“要从研究对象本身中去提炼前沿科学问题，要学会从观察大自然本身中去提炼问题。其中，我印象很深的就是介绍我阅读美国女科学家 Malkus（后来担任 TRMM

热带卫星降水测量计划的首席科学家）……在飞机上观察非洲云系特征的论文……顾先生特别教育我要十分注意观察大气过程本身，就是用肉眼观察的现象。只要有好的理论基础，善于联想思考，同样可以从中得出有价值的科学启发……他的这一教导对我有很深的影响，使我逐渐养成了喜欢观察天空现象并注意思考理解。从事大气物理几十年来，不少研究工作都与我对大气现象与过程的直接观察相关，比如有关能见度及其遥感的研究，全天空成像辐射对云与气溶胶遥感的研究等，其原始概念均与对天空的观察有关。”^{[1]92}

3. 凝炼科学问题

科技哲学界的学人都知道，改革开放以后，曾引入西方科学哲学家波普尔的一个观点：“科学始于问题”，由此取代了“科学始于观察”的旧命题。然而深入阅读《手稿》即可发现，早在 1964 年前后，顾震潮作为自然科学家虽然没有明确提出“科学始于问题”的命题，但实际上已将问题置于科学创新的起点：“新方法、新观点、新工具哪里来？这要靠自己来创造。问题不同，要求不同，分析方法也自然有不同。这是必然的。”^{[2]370}顾震潮不仅有丰富的科学研究实践，而且有活跃的哲学思维，二者相结合，关于科学问题的科学哲学思想便无师自通，有些方面的概括与认识，甚至比专业科学哲学家更胜一筹。如关于如何凝炼科学问题，他有深远而精细的眼光：“要从大处着眼，在问题的提法上尽量提高了来看。做具体研究时很容易就事论事，钻在某一问题中陷在固定的看法、固定的角落、固定的做法里，而且常常在这里碰了壁，走入死胡同，又出不来，是愈弄愈不通，至少愈弄愈复杂、繁琐。因此，很重要的是，不但在工作之先要抓住问题，把问题的提法提对，并且在工作过程中遇到问题后，再反过来考虑一下问题的提法也是很有帮助的。问题的提法不对，会使研究得不到解答，或得不到好的解决……寒潮南下常常由一些小槽发展并入大槽使大槽发展或‘转向’造成。如果问题提成如何报出这小槽何时出现，或者，归结为小槽如何产生的问题，那么至少对中期预报来说，问题就解决不了……实际上，并不是小槽出现不出现的问题，主要因子还在大槽内部……与小槽本身出现不出现这问题不一样。”^{[2]374}

如何凝炼科学问题，还有一个精彩案例。陶诗言院士早年的一项研究涉及东亚寒潮爆发这一

重大科学问题,但论文题目却是《产生西北低槽的大形势转成寒潮南下的形势》。顾震潮认为槽的存在来源问题,比起寒潮发展来还是小问题,便建议把论文题目改为《东亚寒潮爆发前后大范围流型转变研究》。这一突出寒潮问题的提法,是顾震潮学术交流的得意之笔。“之后我国寒潮许多研究从这条线做下去,也影响到别的重要天气的研究。所以,提法、解释研究结果还是很重要的。”^{[2]386}

4. 以简驭繁的艺术

深谙近现代气象科技发展史的顾震潮独具慧眼,从中悟出了“大道至简”的哲理,也即最早从扑朔迷离的天气迷雾中发现的经典性现象及其规律,都非十全十美,而是抓住主要因素、忽略次要因素的简约性论断:“行星波理论发表时只有地面图,没有高空图验证。气旋锋面学说出来时没有理论基础,没有理论解释,也没有见到三维的锋面,只有一条地面不连续线,又在地形起伏十分复杂的挪威,地形影响严重。以我们许多人来看,是不是锋还难说,还得慎重。然而,这些工作都是经典性的,因为在主要方面是对的。它们为气象注入新血液、新生命。以后再细、再完全、再高级的理论也只是它的发挥、补充,价值远不及它们。可见,不必怕幼稚,只怕内容是老生常谈、人云亦云,没有新内容、新东西……没有学术上的战斗性、革命性。”^{[2]368}对于经典理论创造者以简驭繁的研究艺术,顾震潮从唯物辩证法的高度作出了解读:“要能简化得恰当,就是有所不为以达到能有所为,就是要抓主要矛盾,抓矛盾的主要方面。”^{[2]375}“简化是否草率,这要看是否解决了问题。没掌握最主要的因子会形成草率……简化与全面并不矛盾,前者为后者开路,先简化搞出苗头,再进一步考虑更复杂的,效率更高。”^{[2]387}

可以说,“以简驭繁”既是科学性的本领,也是艺术性的才华。是人类文化进步面临的永恒主题,气象科学也不例外。正如荣获2021年诺贝尔物理学奖的气象科学家真锅淑郎所说:“气象预报曾经更似是一门艺术,而非科学。”^[12]顾震潮是高度发挥主观能动性、以简驭繁、创造奇迹的高人。

学习顾震潮关于以简驭繁研究艺术的深刻论述,不禁使人想起爱因斯坦。量子力学理论明明简要地解决了微观领域的许多重大物理问题,其衍生的一系列技术发明,也于爱因斯坦在世时就深刻改变了人类社会与人们生活的面貌,但是,

爱因斯坦依然对量子力学理论的“不完备性”耿耿于怀,对海森伯式不按常规出牌的独特研究风格疑虑重重,甚至认为“麦克斯韦的电动力学也不能认为是一个完备的理论。”^{[13]499}爱因斯坦似乎没有想到从解决实际问题与抓住主要因素的视角来肯定简约性理论:“从物理学的立场来看,要假定一个‘逻辑上简单的’理论也就应当是‘真的’,那是没有什么保证的。”^{[13]502}我们不能不说,伟大的爱因斯坦,因执拗于科学完美性与过分偏爱自身的科学风格,而使其科学思想受限。

5. 交叉创新

今天的学界,交叉创新观念已深入人心,教育部也已于2020年将交叉学科列为第14个学科门类。但是,无论是实践上的交叉创新成果,还是理论上结合自身学科专业深入思考交叉创新问题的深度,今天绝大多数学界人士仍不能不让位于半个多世纪以前的顾震潮。顾先生曾独创性地将天气图方法、控制论方法与国际流行的数值预报方法相结合,开辟了中国风格与特色的数值天气预报路径,也曾将西藏高原的热力、动力效应与国际流行的大气环流理论相结合,与叶笃正院士等共同开创了东亚环流及天气预报的新格局。关于交叉创新的理论与方式,顾先生也结合自身的研究实践,提出了许多精辟见解:

“学科的杂交点常常引起新分支,引起新的生长点。”“可以有新东西引入的其他学科,可以分为几个方面:

(1)是基本学科,如数理化、无线电技术、计算机技术、实验技术等。

(2)是姐妹学科,如流体力学、海洋学、高层大气物理等。

(3)是近代尖端学科、新技术,如火箭、原子能、自动化等。

(4)其他可以触类旁通的、有启发的学科,如科学史、射电天文、振动理论等。”^{[2]371}

无论国内还是国际学界,对于跨界创新的规律性与跨界人才的培养方式,都尚在探索之中,许多科学大师的创新实践可为我们提供深入研究交叉创新的精彩案例,而绝无仅有的中国风格的顾震潮《手稿》,则是引领我们深入堂奥的重要路标。

(三) 战略科学家

36岁时顾震潮已是参加1956年中国科学技术长远发展规划的重要科学家,而且一生面向国家

重大需求、国民经济建设事业、国际气象科学前沿，多次领衔担当国家重大任务，又长期担当中国顶尖、国际知名学术团队领军人物，加上具有深广的哲学思维与战略思维，站得高，看得远，是不可多得的高端战略科学家。

1. 擘画中国气象科技发展路径

中国气象科技如何发展，顾震潮有明确的方向意识，很早就鲜明地主张“走自己的路”^{[2]386}。坚决反对亦步亦趋地盲目跟从西方国家的相关理论与方法，并在天气分析与科学研究实践中走出了自己的路。“1950 年对我国天气分析基本上仍照挪威学派的方法办事，当时针对这问题，指出挪威学派的方法的局限性，要按我们天气实际情况来分析，不是硬套几个阶段、几个模式。经过了四、五年，挪威派影响算基本上不硬套了……西藏高原影响问题看来虽是一般大地形影响原理用到中国来，实际上我们从中国天气各方面来研究了这问题，联系到地面天气，联系到中国整个和各地区的特征，联系中国天气系统发展，联系到气候形成理论……可以说在解决中国天气实践过程中及基础上，又提高丰富了气象学的一般原理。所以以研究中国天气为中心、西藏高原影响为中心，我们在 1957 年总结新中国成立后对东亚大气环流的研究，写成连载三期的长文（瑞典 Tellus 杂志发表）时，国际上都很注意，至今沿用引用。”^{[2]380}

2. 规划研究课题与人才培养

顾震潮在具体发展战略上非常成功的一个方面是统筹课题规划与人才培养，最终赢得了科学研究与人才培养的双丰收。作为中国科学院一个顶尖团队的学术带头人，顾震潮目光深远，着眼中国气象科技的长远发展，积极投身国际气象科技前沿的开拓和竞争。不仅自己成为中国数值天气预报的开拓者与奠基人，而且成为中国不少顶尖科技人才的引路人。2020 年中国最高科学技术奖获得者、著名气象科学家曾庆存院士，曾深情回忆顾震潮先生在数值天气预报研究及成才道路上给予自己的指引：“1956 年国家选派我和黄美元等赴苏联当研究生，学什么呢？……顾先生指示我应跟大气动力学大师基别尔通讯院士学数值天气预报理论，黄跟费多罗夫通讯院士学云雾物理的理论和飞机观测作业，以适应祖国将来的发展。其实顾先生等前辈早已规划好了发展的蓝图，例如此前他即已派朱永褀去跟基别尔先生学长期预

报，周秀骥去跟费多罗夫先生学云雾物理和试验研究方法。后来又派周晓平跟基别尔先生学对流数值模拟，以便组织一个完整的研究队伍。我能留学有成，十分得益于此。回国后，尽管顾先生忙碌不堪，只要我来请教，他都如惠风一样，吹拂我的心灵。他鼓励我搞好理论研究，还介绍我和好几位数学家认识，如冯康、吴新谋、田方增诸先生，使我在做与大气科学有关的计算数学、偏微分方程和泛函分析研究时得益不少，这不仅限于数值预报和大气动力学，也及于后来我从事大气遥感的数学物理理论研究。”^{[1]83-84}

据不完全统计，受惠于顾震潮直接指导而成长起来的院士就有曾庆存、周秀骥、巢纪平、丁一汇、丑纪范、吕达仁、李崇银等。

3. 关注慎对科技国际竞争与知识产权保护

富于战略智慧的顾震潮还是目光如炬的守门人。有一个典型案例是在数值天气预报开拓性研究中，顾震潮独创性地提出了将一般数值预报的初值方法与天气图演化方法及控制论方法相结合的学术新思想。1962 年经丑纪范院士引用泛函分析等数学物理方法，打开了一条新道路，这是对 1904 年以来数值预理论的革新，是中国特色的数值预报方法。顾震潮鉴于当时中国电子计算机尚不先进，决定暂不公开发表这一成果。“这方法如果发表一定会很受注意，但我们还不发表，因为会被他们（指已有高速电子计算机的国外研究者——引者）利用，对他们太有利（我们还没气象专用电子计算机）。 ”^{[2]384}直到十二年后的 1974 年，顾震潮方将这一创新成果推荐到刚刚复刊的《中国科学》第 6 期正式发表。

三、科坛同赞的人格魅力

笔者大学时代的同窗裴申，是周口店中国猿人头盖骨发现者裴文中院士之子，曾在顾震潮所在的大气物理所工作数十年，从小就见识了不少优秀科学家，对科学家品格有独到见解，曾多次对笔者谈及顾震潮非凡的人格魅力：去世多年魅力不减，全所上下无不钦佩。这一印象也在吕达仁院士的回忆文章中得到印证：“所有与顾震潮有过接触的人，特别是受过他教育、教导和在他领导指导下参加科研工作的人，几乎没有人不为他的为人、治学、奉献、爱国精神和高尚的人格魅力所感动、所影响。”^{[2]55}顾震潮先生的人格魅力主

要表现在以下三个方面:

(一) 探索创新的精神

虽说探索创新精神是科学家共同的人格特征,但顾震潮身上的这一特征特别鲜明和强烈。从研究生时期的论著《蒸发方程及其新解》《暴风频率分布的一般规律》《原子弹改变了气候吗?》到临终时摸自己颈动脉,作生命的最后体验,其一生欣喜于探索创新,而恩泽无限。其创新的主要领域,遍及大气科学各学科专业,还有科学技术哲学。其中,数值天气预报、西藏高原大气物理及其对东亚天气的影响、暖云降水,都是大气物理与气象领域里突破性的成果。而关于科技哲学与科学思想方法的探索也独树一帜。顾震潮的师兄、同事、最高科技奖获得者叶笃正院士评价说:“顾震潮兴趣广泛,而且有开创性,被赵先生(指‘两弹一星’功勋科学家赵九章——引者)派往各专业去打头阵,开拓新的领域……大家互相支持,团结一致,把当时的气象研究室建立一个优秀的研究集体,在科学研究上做出了世界领先的成果。这其中顾震潮同志起了关键的作用……用科学的态度来探索世界,是他一辈子生活的精髓……他是一个永不停步的探索者,是一个不断前进的科学家。”^{[2]4-5}

关于顾震潮何以会形成如此非凡的科学探索创新精神,叶笃正先生也有分析:“顾震潮数理功底扎实,对大气物理学各分支学科有深透的认识。加上他天性聪慧,对新事物十分敏感,并能深入思考;加上他对人民的忠诚,形成了他敢于创新、敢于开拓的人格魅力。”^{[2]4}叶先生的分析是较为全面的,对科技拔尖人才的培养有很大启示,不足之处是忽略了早年坚定立志的重要作用。与袁隆平早年违背父母意愿,自出机杼地坚定选择农学有异曲同工之妙,顾震潮也在早年未遵父旨,不走新闻记者之路而改学气象。其父顾执中曾回忆:“1938年5月在港时(当时顾震潮由父亲安排在《新闻报》驻港办事处当记者——引者)……顾震潮对气象方面的研究仍很有兴趣,他从不出去坐咖啡店、逛舞场,却每天风雨无阻地到香港的一个码头,去抄气象报告……他表示要投考大学专攻气象。这是跟我对他的愿望背道而驰的,我强烈地希望他在新闻岗位上工作,并且不久也成为像我那样的名记者,他率直地表示不愿意……震潮坚持要学气象。”^{[14]624}顾震潮早年发自内心的坚定科学志向是其探索创新精神这一人格魅力极其

重要的因素。

(二) 大局至上的风范

中国杰出科学家中,钱学森是多次成功改行的一位,并以此为自豪,“根据国家需要,改行是常事,我就改行6次(即在6类学科专业领域工作过——引者)。我在交通大学学的是火车机车专业,到了美国改学航空专业,后来研究空气动力学,再改行研究火箭发动机……研究工程控制论。回国之后,成为研制火箭、导弹的组织管理者,所以现在要研究组织管理问题。”^[15]与钱学森相比,顾震潮改行次数也多,改行的跨度也大,且大多发生在归国后,与新中国的实际需求紧紧相连。顾震潮在中央大学与西南联大学的是气象专业,留学瑞典时,研究数值预报,回国之后从事天气预报的服务、研究及管理,后来又搞数值预报,再改行研究人工影响天气,研究云雾物理,又从事核试验气象保障,再研究大气射电,最后又研究空间物理。所从事的学科专业达8个(其中两度研究数值预报)。顾震潮改行,都会从国家需要与科技发展的交汇点出发,而思想深层都有报效祖国的情怀与小我服从大我的初心。这种情怀与初心,在留学归国前给父亲的信中已有强烈的表达:“我现在正加紧学习,希望能掌握一些技术,回国在建设工作中尽一些力……我要及早回国,我们不会象一般留学生那样一味想学位,想入外国籍,想住‘天堂’,不会丢了自己人民,做高等华人的。”^{[14]856}同样难能可贵的是,顾震潮每次改行,不但能改一行、专一行,而且敢于创新,善于创新,有的研究更独辟蹊径,引领潮流,如数值天气预报的三法结合(初值方法、天气图方法、控制论方法)。探索创新精神与大局至上高尚风范的完美融合,使顾震潮的人格魅力登上德艺双馨的高度。

(三) 言传身教的作风

顾震潮先生是笔者就读中国科技大学时的老师,虽因文革未及讲授62级的专业课,但有幸聆听过顾先生两次讲话。印象深的是1963年5月的一次专业介绍。在北京玉泉路校区物理系的一个教室里,一位系领导将中国科学院地球物理研究所的赵九章、叶笃正、顾震潮引进教室后介绍说,他们都是非常有名望的科学家,希望同学们认真听讲。我目光转向三位科学家,赵九章先生西装革履,叶笃正先生一身黑色呢子中山装,二者气场使教室蓬荜生辉。唯有瘦削的顾震潮先生,身

穿与同学无异的学生装，衣服整洁，但洗得颜色泛白，不是我心目中海归科学家的形象，心中惊愕不已，以至未能认真聆听赵九章先生的讲话，今天已不记得其所讲内容。叶笃正先生介绍了大气物理的研究内容，印象深的是：一次大雷暴隐藏着原子弹级的能量，若能引导利用，将是人类能源供应的福音。顾震潮先生介绍了天气动力学研究及其与国家建设发展的关系，列举了亲历的1954年长江流域大暴雨预报与抗洪决策的惊险一幕：时任“联心”主任，忍受巨大的压力，最终作出暴雨不会继续的正确预报，保住了荆江分洪区的大片农田与人民生命财产。顾先生的精彩讲话，令我终生不忘，使我懂得科技工作者必须有真才实学，并勇于承担社会责任。这次专业介绍，使我对赵、叶、顾三位先生产生敬畏与崇拜，但对顾先生别有一种亲切共情之感。

凡与顾震潮先生有较多交往的科技工作者，从初级研究人员到高级专家，无不受惠于顾先生真诚直率、切中肯綮的言教。章震越研究员曾深情回忆自己科研起步时，顾先生给予的“启蒙式”指导：“在‘联心’，他对我们这些年轻人十分关怀。他做了一个如何写科学论文的报告，从科研题目的确定、文献的阅读到科研的展开及论文的写作，都结合自己的体会，做了全面深入的讲解，其中甚至还讲到如何引用文献。从而使我们能够更快地步入科研工作的殿堂……当我离开地球物理所到哈尔滨军事工程学院任教后，他对我的帮助完完全全是出自他的无私关怀……我到哈军工后能很快开出动力气象学课程……20世纪50年代初，由于电子计算机的出现及发展，世界气象界掀起了数值天气预报的研究，那时我对它几乎一无所知，顾先生为我概述了发展与现状，开出了一系列的阅读文献，并用实例讲解泊松方程的数学解法，就这样引导我入了门……不久，我在哈军工开出了数值天气预报这门课。”^{[2]67-68}顾震潮曾给后来成为国际知名数值预报专家的丑纪范院士贡献出自己宝贵的学术新思想，启迪其成为“四维同化”数值预报主流的先驱科学家之一；顾先生也曾为后来的国家最高科技奖获得者曾庆存院士指点留苏学习研究的专业方向；顾先生甚至还曾帮助大学同窗、著名气象学家陶诗言院士凝炼论文题目。

言传之外，顾先生的身教同样深入人心，令人感动。其以身作则、亲历亲为、同甘共苦的作

风，至今仍传为美谈。如为培养数值预报队伍，顾先生呕心沥血，甘为人梯，自己先行一步，花费2个多月，阅读200多篇文献，从中挑选出20篇精华文献供青年研究人员学习，并与年轻人一起讨论，给予指导。在没有电子计算机的条件下，用手摇计算机与图解法解微分方程，于1958年做出了我国第一张数值预报图；一次乘机从事人工影响天气的试验，飞行途中氧气不够，顾先生带头取下吸氧设备，以保障飞行员吸氧，完成试验任务；1963年，在泰山进行高山云雾降水试验时，与年轻人同甘共苦，一起将木板床步行搬上千米高峰；1971年，在山西昔阳进行人工消雹试验时，为抢救一位产后大出血的农村妇女，参加献血活动，不幸感染肝炎，由此造成英年早逝的病因。

四、结语

国家最高科技奖获得者叶笃正院士评价说，“顾震潮是我国20世纪50年代到70年代大气科学中最聪明、最活跃的人。”^{[2]2}顾震潮在科研资金不足、仪器设备匮乏的年代里，所以能成为最聪明、最活跃的人，有赖其非凡的完整的创新素养结构：从直接经验到间接经验，从理论修养到动手能力，从数理功底到哲学思维，从刻苦钻研到科学志趣。同时，也有源自小我服从大我的家国情怀的强大精神动力。在物质环境优越的当下，如何营造高端人才培养环境，顾震潮先生完整的创新素养结构模式，或能提供借鉴。

（裴申、狄敏、屈婷婷、毛鸽枝为笔者提供了宝贵的研究资料，在此表示衷心感谢）

参考文献：

- [1] 中国科学院大气物理研究所“怀顾”编辑组. 怀顾[Z]. 北京:中国科学院大气物理研究所, 2020.
- [2] 王会军. 开拓奉献、科技楷模[M]. 北京:气象出版社, 2006.
- [3] 刘英金. 风雨征程——新中国气象事业回忆录:第一集(1949—1978)[M]. 北京:气象出版社, 2006:27.
- [4] 陶诗言, 王昂生, 黄美元. 中国气象界的功臣——顾震潮教授[J]. 中国科技史料, 1985(4):42.
- [5] 辛雨, 韩扬眉. 预报天气的人[N]. 中国科学报, 2021-09-30(4).
- [6] 萨苏. 顾震潮:两弹一星的“斯塔格上校”[N]. 中国科学报, 2015-05-22(6).

同时也涵盖了人才知识、技术、谋略、创新的多层次维度。相关成果已经作为所在单位的教研研究成果, 分层次纳入新修订的本科和研究生培养方案中。

六、结语

本文以指挥决策领域联合作战保障专业为例, 探析了基于岗位职责挑战的人才能力素质模型设计方法。从未来作战形态特征、岗位任务场景构建入手, 分析该领域岗位职责面临的挑战。在此基础上, 综合运用调查问卷、统计分析、集中研讨等具体方法, 进行了核心能力素质模型的设计。本文是新领域新专业人才能力素质模型的探索实践, 可作为其他新兴学科专业论证的参考依据。

参考文献:

[1] 陈彩辉, 缙珊珊. 美军“联合全域作战(JADO)”概念浅析[J]. 中国电子科学研究院报, 2020, 15(10): 917

- 921.
[2] 张少卿. 胜任力模型在高职院校教师人力资源管理中的运用研究[D]. 天津: 天津大学, 2009: 28 - 35.
[3] McCLELLAND D C. Testing for competence rather than for“intelligence”[J]. American Psychologist, 1973, 28(1): 1 - 14.
[4] 俞亚萍. 高职院校教学名师能力素质模型构建及应用研究[D]. 南京: 南京师范大学, 2020: 33.
[5] COHEN R S, CHANDLER N, SHIRA E, et al. Peering into the Crystal Ball: Holistically Assessing the Future of Warfare. Santa Monica, CA: RAND Corporation [EB/OL]. [2021 - 01 - 20]. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_briefs/RB10000/RB10073/RAND_RB10073.pdf, 2020.
[6] 李大鹏. “决策中心战”概念牵引美军智能化转型[N]. 中国青年报, 2020 - 02 - 13(6).
[7] 郭昱普, 蔡飞, 吕翔. 基于马赛克战的海战指挥与控制[J]. 指挥与控制学报, 2020, 6(3): 284 - 288.

(责任编辑: 邢云燕)

(上接第 63 页)

[7] 聂力. 山高水长——回忆父亲聂荣臻[M]. 上海: 上海文艺出版社, 2006.
[8] 温克刚. 涂长望传(下册)[M]. 北京: 学苑出版社, 2017: 636.
[9] 《科学报》记者. 力争上游, 沿着又红又专的道路迈进[N]. 科学报, 1964 - 04 - 10(1).
[10] 卢嘉锡. 中国现代科学家传记[M]. 北京: 科学出版社, 1992: 375 - 377.
[11] 顾震潮, 等. 我国云雾降水微物理特征问题[M]. 北

京: 科学出版社, 1962: 64 - 88.
[12] 苗千. 从认识全球变暖到理解复杂系统[J]. 生活周刊, 2021(42): 51.
[13] 许良英, 李宝恒, 赵中立, 等. 爱因斯坦文集(第一卷)[M]. 北京: 商务印书馆, 1977.
[14] 顾执中. 报人生涯[M]. 南京: 江苏古籍出版社, 1987.
[15] 叶永烈. 钱学森[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 2010: 290.

(责任编辑: 赵惠君)