

主编按:

顾震潮(1920—1976年),中国著名气象学家。他是我国20世纪50—70年代大气科学研究的开路先锋,开辟了我国数值天气预报、云物理和人工影响天气、雷电物理等多个领域。他建立和扩展了中国现代天气分析和业务,为我国现代天气预报业务系统的建立做出了奠基性的贡献。他还曾在我刊前身——《天气月刊》上发表了不少文章,影响了一代又一代气象科研和业务工作者。2020年是顾震潮先生百年诞辰。本刊特邀请丁一汇院士、赵思雄先生撰写文章,缅怀他筚路蓝缕为我国天气预报业务的开创和大气科学研究的开拓所做出的巨大贡献。

丁一汇,2021. 顾震潮先生在中国天气学研究中的创新思想与对建立中国现代天气预报业务的贡献[J]. 气象,47(7):773-780.  
Ding Y H,2021. Mr. Gu Zhenchao's innovative thoughts in Chinese synoptic meteorology research and his contributions to the establishment of modern weather forecasting services in China[J]. Meteor Mon,47(7):773-780(in Chinese).

## 顾震潮先生在中国天气学研究中的创新思想与对 建立中国现代天气预报业务的贡献\*

丁一汇

国家气候中心,北京 100081

**提 要:** 2020年是顾震潮先生诞辰百年。顾震潮先生是现代中国天气学的主要奠基人和创建人之一,对中国天气学研究和现代天气预报业务做出了杰出的贡献。他有着深厚的天气学研究理论基础,善于从复杂的天气现象中抓住本质,并洞悉当时气象科学的世界前沿与天气预报业务的发展方向,在洋为中用的同时立足中国实际,创造性地解决中国的天气学理论和实际问题,提出了不少有创见的观点和事实。他还将科研成果进一步应用于业务预报实践,有力地推动了中国天气预报业务的发展和现代化进程。文章从七个方面回顾和梳理了顾震潮先生在中国天气学方面的卓著贡献,以此纪念和缅怀。

**关键词:** 顾震潮,现代天气预报业务,露点锋,西南涡,创新

**中图分类号:** P401,P433,P448,P456

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2021.07.001

### Mr. Gu Zhenchao's Innovative Thoughts in Chinese Synoptic Meteorology Research and His Contributions to the Establishment of Modern Weather Forecasting Services in China

DING Yihui

National Climate Centre, Beijing 100081

**Abstract:** The year 2020 is the centenary of Mr. Gu Zhenchao's birth. Mr. Gu was one of the main founders and creators of modern Chinese synoptic meteorology, having made outstanding contributions to Chinese synoptic research and modern weather forecasting operation. He had a profound theoretical foundation of meteorological research, good at grasping the essence from complex weather phenomena, and had insight into the world frontiers and the development direction of weather forecasting operations at that

\* 2021年3月22日收稿; 2021年4月27日收修定稿

作者:丁一汇,主要从事天气、气候和数值天气预报研究. E-mail:dingyh@cma.gov.cn

time. He adapted the western synoptic theory and research results to Chinese actual needs, managing to work out the creative solutions to the theoretical and practical problems of synoptic science in China and putting forward many original ideas and facts. He also further applied scientific research results to the operational forecasting practice, which effectively promoted the development and modernization of China's weather forecasting services. This article reviews and sorts out Mr. Gu Zhenchao's outstanding contributions to Chinese synoptic meteorology from seven aspects in order to commemorate and remember him.

**Key words:** Gu Zhenchao, modern weather forecasting operation, dew-point front, Southwest China vortex, innovation

## 引 言

顾震潮先生对于中国气象事业发展的贡献和建树是多方面的,他对中国天气学、动力气象学、数值天气预报、青藏高原气象学、云和降水物理学、人工影响天气和大气物理学等学科领域发展都做出了重大贡献(赵思雄和孙建华,2021),多项成果获得了国家自然科学基金、全国科学大会奖、中国科学院重大科研成果奖等中国科技界重大荣誉。

在天气学领域,他是现代中国天气学形成过程中的主要奠基人和创建人之一,对中国天气学研究和现代天气预报业务建立做出了杰出贡献,留下了很多宝贵的天气学研究成果(中国气象百科全书总编委会,2016)。从1949年发表“中国西南低气压形成时期之分析举例”一文到20世纪60年代,在将近15年时间里,他至少撰写了26篇论文(顾震潮,1949;1951a;1951b;1951c;1951d;1952;1953a;1953b;1954a;1954b;1955a;1955b;1956;1957a;1957b;1958;1959a;1959b;1961;1964;顾震潮等,1958;顾震潮和叶笃正,1955;叶笃正和顾震潮,1956;顾震潮和陈雄山,1957;顾震潮和范永祥,1958;周晓平和顾震潮,1959)。与此同时,他与叶笃正等先生合作,从动力和热力作用两个方面研究了青藏高原对东亚大气环流和中国天气系统形成和发展的影响,其成果先后获得了1956年首届国家自然科学基金三等奖和1978年全国科学大会奖等奖项。这些论文和专著,记载了他学术创新的主要研究成果,也从不同侧面阐述了中国现代天气学早期发展的主要成就。今天,我们纪念他,一方面在于他在天气学研究方面闪耀着创新思想的光辉。顾震潮先生在天气学研究中,从不盲从外国,而总是根据中国的实际情况创造性地解决中国的天气学理论和实际问题,提出了不少有创见的观点和事实,并将科研成果

进一步应用于中国的业务预报实践中。另一方面,还在于他在建立中国天气预报业务中的卓越贡献(丁一汇,2006)。1952—1955年,顾震潮先生和陶诗言先生在分别担任军委气象局与中国科学院地球物理研究所联合组建的“联合天气分析预报中心”正、副主任期间,建立和扩展了中国近(现)代天气分析和预报业务,指导全国天气预报工作,为成功防御1954年长江流域的大洪水做出了重要贡献,培养了新中国年轻一代天气预报员。他们在新中国的许多气象台和预报部门发挥了重要的骨干作用,为中国天气预报业务的发展奠定了基础。

时值顾震潮先生百年诞辰之际,本文从锋面与气旋、寒潮和降水天气预报、相似理论在中小尺度系统研究中的应用、东亚大气环流及与中国天气的关系、青藏高原对东亚大气环流和中国天气的影响、卫星云图在天气预报中的应用、中国天气预报业务等七个方面进行回顾,以此纪念和缅怀他对天气学研究和现代天气预报业务发展的卓越贡献。

## 1 露点锋的提出与气旋发展的高空启动机制

根据经典的极锋理论,锋面可以看做物质面,即锋面的上下界也应是两个等假相当位温( $\theta_{sc}$ )面,空气相对于锋面是沿着锋面移动的,没有穿越等 $\theta_{sc}$ 面的空气运动。顾震潮(1951c;1957a)和顾震潮等(1958)采用当时创新的 $\theta_{sc}$ 图进行等熵分析发现,锋面并不是等 $\theta_{sc}$ 面,而且其上的 $\theta_{sc}$ 最大值有很大的改变。他认为这个事实不能用观测误差来解释,只有在锋面不是物质面的时候才能解释。这个发现对于锋面基本概念的进一步阐明有很大的意义。它说明锋的本身是新陈代谢的,锋前暖空气中的质点不断成为锋的暖界面(上边界)上的质点,原在锋的暖界面上的质点则退后锋区之中,而原在锋下界的质点则

变为锋下的冷空气(夏平,1959)。从现代锋面的理论看,顾震潮先生揭示的这种现象,反映了锋生锋消对锋面结构影响的重要性。由于锋面前后都连续不断地有锋生锋消作用,锋面不是一个简单地由固定质点组成的物质面,因而对未来锋面的预报不能单纯地用组成原来锋面的物质面的位移预报来解决(即运动方法),而必须考虑锋生和天气发展的预报。这也反映了东亚锋面预报的复杂性。

我国长江流域及其以南地区处于副热带地区,深受潮湿的季风气流的影响,因而冷锋到达这些地区后,地面和低层锋变性很快,主要特征是温度差异减少或消失,成为所谓“无脚锋”;但湿度十分明显。关于锋面在副热带(华中、华南)的结构变化,在20世纪50年代曾有十分活跃的讨论,后来基本上达成了一致的看法。这也大大促进了中国梅雨锋的研究深化。顾震潮(1953b)对副热带锋面的性质及华中、华南锋面的分析有过清晰而科学的阐述。他指出“在副热带及至热带区域,一般说来,锋面上温度差别一定不会太清楚,至少不如露点差别清楚。相反的,水平切变都比较明显。因此,我们分析这些地区的锋面时,应该要注意水平的风向切变,其次露点(或者用虚温更好)的不连续,而不能依靠温度不连续来定锋面。分析华中、华南锋面时,我们就要这种做法,特别是在夏季”。他进一步指出,“西风带的分析法在我国南部是不能原封搬用的。本来气象学是富有地域性的科学,硬搬教条最容易出毛病。到现在为止,气象学上许多技术及理论绝大部分都是西风带的东西,而我国却有很大一部分是在副热带里。因此,这些东西对我国,特别是夏季,就常常会不合用的,要解决我国自己的预报问题,我们必须弄清副热带里的东西”。这些话今天读起来,仍是那么精辟,具有明显的现实意义。

气旋或低气压也是影响中国的主要天气系统之一,它们不少都起源于西南和西北地区。以前由于资料的不足,很少能追踪到它们的源地,也很少能知道它们的生成发展与高空西风带系统有什么关联。抗战期间,华南增设了多处高空站,第一次提供了研究西南低气压(实际上包括西南涡)及其与高空槽联系的可能性。顾震潮(1949)详细地分析了1945年3月9—14日的一个个例。虽然仅仅是一个个例,但他得到的结论是十分有启发性的,他发现中国西南之长江气压波(即现在的长江气旋波)多产生于高空低压槽经过之后,其生成多由于高空低槽引导所

致。这个结果与后人揭示的高空槽与地面低压垂直耦合的观点同出一辙,即现代气旋理论中第二类气旋发展的机理:高空槽前正涡度平流产生的辐散对地面低压的动力强迫(辐合)作用。但顾先生的结果要早20~30年。今天我们在考察西南涡是否移出四川,并是否能发展成江淮气旋波时,也主要着眼于是否有来自高原的高空槽的引导及槽前的正涡度平流。

## 2 寒潮和降水天气预报中新理论和新方法的应用

寒潮是一种大范围的灾害性天气,它引起的骤降温和大风常常给农业、渔业、交通等带来严重影响。在20世纪50年代,寒潮是被作为一种危险天气来预报的,受到了各方面的重视,尤其是沿海渔民在生产生活中更为关注寒潮降温与大风预报。顾震潮(1956)使用牟尔坦诺夫斯基-帕加瓦中期周期方法,将东亚秋冬季寒潮的高压路径分成了三类,即超极地轴路径、极地轴路径和西方轴路径。他根据趋势期平均图等资料来预报本周期的具体过程,特别注意本周期的经向度是否加大、如何改变,以及下周期经向度情况等,这指的是中亚、乌拉尔地区是否有大的低槽存在,是否会移过来,是否有较小的低槽经过这区域东来发展等。同时还要注意地面过程是否有冷高压出现,是否已有某种轴径冷高压出现以及沿该轴径移动的冷高压厚度是否能达到700 hPa以上(即在锋区以北)。他进一步指出,这个条件与高空形势的发展是否有利于冷高压的发展是寒潮预报的必要条件,在此预报过程中,考虑韵律也是有用的。

寒潮与大面积早霜和晚霜的出现密切相关。顾震潮先生曾对中国大范围早霜和晚霜形成的条件作过研究(顾震潮,1954a)。他指出,在我国,大范围的初霜和晚霜常常是冷平流和辐射冷却双重作用的结果,其中尤其以冷平流起主要作用。强烈的冷平流都是在寒潮的形势下出现的。因此,在做大范围的霜冻预报时,一方面要判断寒潮的势力及其移动情况,同时还得结合24 h变温的大小和当时最低气温的实际分布估计出未来最低气温。顾震潮先生根据春季和冬季东亚寒潮的特点和霜区的分布,将我国划成四个主要霜区,此外,各气象台根据这个方案

并结合当地的具体特点,做出了更细致的霜区划分。这种工作对于区域性的霜冻预报是有参考意义的(陶诗言,1959)。

由于当时防汛工作的需要,顾震潮(1955a)根据中期周期预报法也进行了中国东部夏季降水的预报试验。他重点研究了降水与周期趋势 500 hPa 绝对高度场等之间的关系,指出本周期中最大降水区域多集中在周期趋势期的热带高压气流、西风带气流辐合区和同期趋势期低槽的前方。如果低槽发展,两区还可出现在西太平洋高压脊北部边缘偏南的一些地方。另外在副热带高压南部的偏东气流中,往往有暴雨中心。由上文可以看到,当时联合分析预报中心在预报中国主要天气的过程中,主要是引进与试验苏联的自然天气周期与自然天气区域的理论和方法。顾震潮(1955b)对这种方法曾有过深入的研究。在当时的形势下,他一方面积极地研究和应用这种方法,但又不是完全盲目机械的照搬,他曾深入地分析了这种周期法在东亚地区应用的可能性和局限性。顾震潮先生早年接受的专业教育是西方类型的,因而即使在 20 世纪 50 年代一片向苏联学习的浪潮中,他也没有忘记同时介绍和应用先进的西方天气预报理论。例如他利用等熵分析求解等熵函数(Montgomery 流函数),以此了解空气的三维流动情况(顾震潮,1951c),这对夏季降水预报十分有用。他还用更简单的物理推演方法导出了 Rossby 波的波动公式,用物理导引法讨论了行星波的移动和预报(顾震潮,1951b;1951d;周晓平和顾震潮,1959)。这说明他在科学上,思维和观念是十分清醒和明晰的,作为一个杰出的科学家,他善于根据自己独立的判断来科学地选择对中国天气预报最有用的理论与方法。这也是我们今天需要倡导的精神。

在天气预报领域中,顾震潮(1961)涉及的问题是很广泛的。例如他还研究了反常天气出现的频率问题,论证了对于局部地区部分时间的反常是常见的,每年总有一些地区一些月份的天气出现反常,不能完全风调雨顺。这个观念与目前所谓的极端天气与气候事件的发生问题是一致的。当时这个问题已受到顾震潮(1957b)的重视,并从概率论的角度论证了反常天气出现的必然性。他还利用信息论中的概念和方法评估了当时使用的天气预报评分法的缺

点和改进方法,认为信息量或信息指标可以作为评分的一种指标。它可以告诉我们天气预报有多大的“情报价值”,尤其是危险天气的预报是否正确一定会在信息获得量中得到更大的反映。这个观念对当时天气预报的评分是一个新概念,已非常接近目前应用的天气预报的风险评估方法和气象服务的效益评估的思想。他在当时就已指出“严格地说,一个预报的发布必须考虑到使用的情况。明显不过的例子是:如果晴雨的可能几乎相同,可是报晴所引起的后果可能更坏(例如防汛时会因此麻痹),那么就报雨”。

### 3 相似理论在中小尺度系统研究中的应用

20 世纪 60 年代初,中小尺度天气分析开始受到了中国气象界和天气预报部门的重视。国外,尤其是美国,在 40 年代后期和 50 年代已进行了雷暴计划并开展了中尺度研究(如藤田的雷暴与飏线模型),获得许多新的结果和中小尺度天气系统模型,这大大改变了过去以大尺度天气为主要对象的局面。苏联学者在中小尺度理论方面也做了许多有价值的工作。在这种情况下,国内也积极开展动力学和中小尺度天气的理论和观测研究。顾震潮(1964)当时也十分重视这个领域的新进展。他从相似理论研究了许多与中小尺度相关的问题,如自由对流问题,与飏线有关的“气压跳跃”问题等。相似理论在中小尺度运动中的应用,虽然有一定局限性(尺度小、发展激烈、特征量不同等),有不少问题是它不能解决的,但通过顾震潮先生与其他一些国内学者的工作,还是获得了一些有用的结果。后来不久 Charney 把相似理论推广用于热带动力学的研究,获得了很大的成功,建立了热带动力学的基础。这说明,当时顾震潮先生把相似理论应用于中小尺度天气系统的理论探索是很有意义的,具有相当的前瞻性。早年顾震潮先生对小尺度和湍流理论就表现出相当的兴趣。他研究过平板间的激流(湍流)运动;他还研究过大气中垂直运动的计算方法(顾震潮,1954b),这包括热力学方法、运动学方法、涡度法和平流动力学理论方法等。这些方法的提出或介绍对于计算天气现象发展中极其重要的垂直运动有重

要的实用价值。他对不同尺度天气系统中垂直运动计算精度的分析是很全面的,正确的。

#### 4 从动力和热力共同作用研究东亚大气环流的形成与季节突变

顾震潮先生对东亚大气环流与中国天气关系的研究十分重视。顾震潮(1959b)曾精辟地指出:我们之所以要研究东亚大气环流,是因为要弄清楚作为天气过程活动的背景——东亚大气环流的基本的平均(正常)情况是怎样的,它又是怎样形成的,并且要弄清楚像寒潮等重要大型天气过程和大型天气系统的发展与大气环流变化的联系,提出作为预报标志的关键性变化。也就是说,最后的着眼点是解决中国的天气预报问题。他很早就注意到阿留申低压的变化对中国天气的影响。他比较全面地研究了大气环流的年变化,从北半球 500 hPa 环流的逐月变化出发,论证了大范围环流演变的特点(叶笃正和谢光道,1959),并从动力和热力原因的结合来探讨环流的形成原因。他指出单单强调其一方面的任何理论必然不能很好地解释实际观测到的客观事实。但两者的作用又有地域性差别,热力作用和动力作用对东亚低槽的影响都比它们对北美低槽的影响大。

中国的气象学者对东亚过渡季节的来临和特点做了许多重要的研究,指出了6月和10月季节突变的观点(叶笃正和谢光道,1959)。也就是说,东亚春秋两季的来临是很急促的。当春季和秋季来临时,亚洲气压的降低及增加数量比北半球任何地方都大。春季开始以后,东亚移动性槽脊突然增多,这个现象是我国春季环流的一大特点。春季气压变率较其他各季都大,这是与世界其他各地不同的。这是中国春季环流很独特的一个特点,也是季节突变的一个重要特点。顾震潮先生在这方面的的工作实际上是从地面气压变率的角度论证了东亚季节突变的特征,它与由高空资料和降水揭示的季节突变互为补充,并且是完全一致的。

顾震潮先生还研究了高空大尺度涡度湍流输送的性质,指出了涡度项与平流项之间并没有如线性关系等简单的关系,因此不一定可以略去。并且,他根据实际个例计算,研究了大尺度湍流输送项对高度倾向的影响,得到这一项的作用与平均项大小量值相同,但这两项所造成的高度倾向分布却颇不相同。这个工作对于大气环流性质的了解有重要意义

(顾震潮和范永祥,1958)。后来的一系列工作都证明了大尺度湍流输送的重要性,尤其是对中高纬度,其作用的表征主要是用参数化方法解决的。

#### 5 青藏高原对东亚大气环流和中国天气的四种动力作用与热源强迫的开创性研究

高原对东亚大气环流和中国天气的影响研究是顾震潮先生对我国气象学研究的重要贡献之一(顾震潮,1951a;1951b;叶笃正和顾震潮,1956;叶笃正和谢光道,1959)。早在1951年,他就在《西藏高原对东亚环流的动力影响和它的重要性》一文明确地指出:由于西藏高原的特殊地形作用,可以产生四种动力作用:(1)屏障作用;(2)波动抑制作用;(3)急流分支作用;(4)会合作用。并进一步指出,热力影响是有的,并且到处存在的,而动力影响对东亚环流有着本质上的重要性(顾震潮,1951a)。这四种作用对于中国的天气有十分重要的影响。对于屏障作用,不论冬季或夏季,沿坡度上升的分速一般是很小的,只有几厘米每秒。高原高度以下的气流基本上总是绕过的。不论是绕过和爬过高原,气流都要因此受到扰动,形成波动,这样就形成了东亚沿岸的高空大槽。在气流绕过高原的同时,气流在迎风面就要分裂,在背风面就要重新会合,而在两支气流之间上下游各形成一个死水区域。在死水区,风力微弱,风向不定,并有逆温层存在,也常形成东西向切变线,在四川附近形成西南涡旋。高原以南南支槽的气流更强,并且一直延伸到我国东部。他的研究还表明,西藏高原对高空大槽的阻挡作用表现为上游传来的低槽常常分裂为二,北部减弱继续东去,南部常常停留在中亚消亡,少数可以由印度东传。相反,高压脊到高原往往可以加强。对于高原的热力性质,顾震潮先生根据当时的间接推算指出夏天高原地面是一个热源,高原上空形成一个“暖”高压,这个“暖”高压里有上升运动存在。因此它不是一个“动力”高压,而是一个暖空气团上升的“热力”高压。而冬季,热平衡计算表明,以大高原的中部(即黑河)为中心,比较偏西的地区是一个冷源。高原东南部可能是一个热源,这些结果与后来1979年青藏高原第一次试验得到的结果已基本接近。顾震潮认为高原的存在对季风有重要影响,它通过其动力作用扩大了冬、夏季在我国影响的纬度范围(高由禧和徐淑英,1959)。他

还对高原大地形影响下气流的辐散辐合量进行了详细的计算(顾震潮和叶笃正,1955),提出西北低槽的形成和传播过程与高原对西风气流的扰动状况有关。他的这些成果大都被总结在后来出版的《西藏高原气象学》(杨鉴初等,1960)一书中。

## 6 积极推动卫星云图在天气预报中的应用

顾震潮先生对气象科学的新发展和新应用十分关注,也十分敏感。20世纪60年代,美国最早发射了泰罗斯(TIROS)试验性气象卫星,可以实时地从卫星上拍摄近乎全球的云场变化。这对天气分析与预报十分有帮助。后来气象卫星进入从空间对地球的业务化时代。第一代业务化的气象卫星(美国的ESSA序列)在20世纪60年代后期开始为全球云系的实时演变提供业务观测和应用。中国科学院大气物理研究所应国家需求在1969年成功研制了中国第一套卫星云图接收设备。并应中央气象局要求,在当时的中央气象台建立了中国科学院大气物理研究所、中央气象台和北京大学地球物理系联合卫星云图分析和应用组,进行卫星云图接收和应用的合作研究。同时,还在中央气象台建立了第一套由中国科学院大气物理研究所自主研制的卫星接收站,每天可为中央气象台提供实时的卫星云图资料和分析结果。陶诗言先生是这个组的科学指导。他把上述情况告诉了顾震潮先生,顾先生听后十分高兴,并希望这个组每天也给他一份当日的云图资料。陶先生就安排我每天下午从中央气象台带一份云图资料给顾先生。当时顾先生已经染病在家休息。每天傍晚去送云图时,他都早已搬一个板凳坐在楼前等我。每每拿到云图,顾先生都看得十分认真,并不时点头。我觉得这可能是因为云图呈现的天气现象与他事前对天气的经验推断是相符的。后来,陶先生告诉我,顾先生希望预报员能把这份新资料用好、理解好,真正发挥它的作用。为此陶诗言先生组织我们把几年的研究和实践结果进行了总结,并编写出版了《卫星云图使用手册》(中国科学院大气物理研究所等,1974)。这本书对我国卫星云图的分析和应用,起到了引导性作用。这也是顾震潮先生作为前辈,一名老预报员以敏锐的眼光对新技术和新科学成果的应用做出重要推动和指导作用的结果。

## 7 建立中国现代天气分析和业务,为中国天气预报业务的发展奠定基础

在中国科学院与军委气象局合作成立的联合天气分析预报中心(以下简称“联心”)工作期间,顾震潮先生与陶诗言先生一起一方面学习和引用当时国外的先进理论和方法(如长波理论、大气环流理论、锋面分析方法、平流动力理论等),另一方面苦心钻研,不受国外天气学理论的束缚,和预报员一起总结研究出合乎中国所处的特殊地理环境的一些天气系统。例如“穿心”冷锋、西北小槽、印缅槽、西南低涡、江淮切变线、南岭准静止锋等。这不仅使我国的天气分析与预报技术富有中国特色,而且也丰富了中国的天气学理论。他们获得的这些成果和观点,即使在今天数值天气预报的时代,对于预报员形成预报思路仍起着重要作用,也是今天天气学教科书中的主要内容之一。

当时,“联心”不仅制作全国大范围的天气预报,而且还制作北京地区的具体天气预报。后来,随着国民经济需求的增长,短期天气预报时效逐步延长,开展了中、长期天气预报试验,并建立了服务于水利、农业等部门的中、长期预报业务。这可以说是我国短期气候预测业务的雏形。当时不但引进并广泛研究了苏联牟尔坦诺夫斯基-帕加瓦的自然周期法和大型环流法,以及美国的纳麦尔斯学派、德国的保尔学派等基本观点和预报方法,还根据东亚大气环流的特征以及历史资料的分析提出了新的方法。这些方法长期以来形成了我国各级气象台站制作中长期预报的基本依据和工具,对于在新中国成立之初十分困难的条件下创建起中国天气预报业务起到了重要的支撑性和基础性作用。据此,不但满足了国家经济和国防建设对天气预报的需要,尤其是农业的需求,而且在保护人民生命财产安全,防灾减灾中也起到了重要作用。尤其是1954年汛期长江流域出现百年未遇的特大洪水,整个“联心”,从主任到见习预报员,个个都严密监视暴雨活动,及时做出准确预报,避免了洪水灾害造成的重大损失,因为正确的长江武汉地区的百年暴雨洪水预报,还受到了政府的褒奖(章淹,2006)。

顾震潮先生领导和主持“联心”的工作,虽然只有4年的时间,但它大大扩充了分析、预报业务,明显提高了天气预报水平。正如涂长望局长在当时曾

这样评价“联心”：“每天所绘出来的图，在种类和数量上，都可与任何国家的中央预报机构相比”（温克刚，2004）。“联心”做出的成果是奠基性的，在中国气象事业发展的历史上其作用是重大的。今天，中国的气象事业不断发展壮大，但由顾震潮先生和陶诗言先生领导的“联心”所作出的贡献永远都是不可磨灭的，值得永载史册。

## 8 结 论

在探索、形成符合中国天气变化规律的天气学理论过程中，顾震潮先生不愧是主要的奠基人和创建人之一。他在锋面与气旋、寒潮和降水天气预报、中小尺度系统、东亚大气环流及其与中国天气关系、青藏高原对东亚大气环流和中国天气影响、卫星云图在天气预报中的应用等诸多方面开展了开创性、前瞻性的工作，留下了许多宝贵的天气学研究成果。他在领导和主持“联心”工作期间，建立和扩展了中国现代天气分析工作和业务，为中国天气预报业务的发展奠定了坚实基础。顾先生离开我们45年了，但他的贡献值得彪炳千秋。我们今天纪念他，就是要缅怀他的杰出成就和业绩，历史会永远铭记他的贡献。

**致谢：**感谢王遵娅和宋亚芳在文章撰写中给予的众多帮助。文中引证了不少顾震潮先生合作者的成果，恕不一一列出，在此深表歉意。

## 参考文献

- 丁一汇, 2006. 顾震潮先生在天气学研究和建立我国天气预报业务方面的成就[M]//本书编委会开拓奉献 科技楷模——纪念著名大气科学家顾震潮. 北京:气象出版社:12-18. Ding Y H, 2006. Mr. Gu Zhenchao's contributions to synoptic meteorology research and establishment of weather forecasting services in China[M]//The Editorial Board of This Book. "Pioneering and Dedication, Representative of the Scientist": Collected Works in Commemoration of the 85th Anniversary of the Renown Atmospheric Scientist Mr. Gu Zhenchao. Beijing, China Meteorological Press:12-18(in Chinese).
- 高由禧, 徐淑英, 1959. 关于东亚季风区域的气候的研究[J]. 气象学报, 30(3):258-262. Gao Y X, Xu S Y, 1959. Research on the climate of the East Asian monsoon region[J]. Acta Meteor Sin, 30(3):258-262(in Chinese).
- 顾震潮, 1949. 中国西南低气压形成时期之分析举例[J]. 气象学报, 20(1):61-63. Gu Z C, 1949. Analysis and cases of the formation period of low pressure in Southwest China[J]. Acta Meteor Sin, 20(1):61-63(in Chinese).

- 顾震潮, 1951a. 西藏高原对东亚环流的动力影响和它的重要性[J]. 中国科学, 2(3):283-303. Gu Z C, 1951a. Influence of Tibetan Plateau on the East Asian circulation and its importance[J]. Sci China, 2(3):283-303(in Chinese).
- 顾震潮, 1951b. 行星波的物理导引法[J]. 气象学报, 22(1):55. Gu Z C, 1951b. Physical guidance of planetary waves[J]. Acta Meteor Sin, 22(1):55(in Chinese).
- 顾震潮, 1951c. 等熵面流函数底两种新的求法[J]. 气象学报, 22(2/3):155-156. Gu Z C, 1951c. Two new methods of finding the base of isentropic surface flow function[J]. Acta Meteor Sin, 22(2/3):155-156(in Chinese).
- 顾震潮, 1951d. 行星波底物理推演法[J]. 气象学报, 22(2/3):157-158. Gu Z C, 1951d. Physical deduction of planetary waves[J]. Acta Meteor Sin, 22(2/3):157-158(in Chinese).
- 顾震潮, 1952. 由气压变率论中国春季环流的特殊性[J]. 气象学报, 23(1/2):123-129. Gu Z C, 1952. On the particularity of China's spring circulation based on pressure variability[J]. Acta Meteor Sin, 23(1/2):123-129(in Chinese).
- 顾震潮, 1953a. 论环流年变与环流基本性质[J]. 气象学报, 24(2):69-99. Gu Z C, 1953a. On annual variation of circulation and its basic properties[J]. Acta Meteor Sin, 24(2):69-99(in Chinese).
- 顾震潮, 1953b. 论锋面在副热带里的性质和华中南锋面分析问题[J]. 气象学报, 24(1):28-32. Gu Z C, 1953b. On the nature of frontal surface in subtropical zone and the analysis of central and south China fronts[J]. Acta Meteor Sin, 24(1):28-32(in Chinese).
- 顾震潮, 1954a. 我国早霜和晚霜区的区域预报的初步研究[J]. 气象学报, 25(1):23-46. Gu Z C, 1954a. A preliminary study on regional prediction of early frost and late frost in China[J]. Acta Meteor Sin, 25(1):23-46(in Chinese).
- 顾震潮, 1954b. 大范围垂直运动的分析计算[J]. 气象学报, 25(3):147-164. Gu Z C, 1954b. Analysis and calculation of large-scale vertical motion[J]. Acta Meteor Sin, 25(3):147-164(in Chinese).
- 顾震潮, 1955a. 我国东部夏季自然天气周期降水预报的试验[J]. 气象学报, 26(Z1):25-33. Gu Z C, 1955a. Experimental study on precipitation prediction of summer natural synoptic period in eastern China[J]. Acta Meteor Sin, 26(Z1):25-33(in Chinese).
- 顾震潮, 1955b. 论从海陆热量交换情况来划分北半球自然天气区域[J]. 气象学报, 26(Z1):65-69. Gu Z C, 1955b. On the division of natural weather regions in the Northern Hemisphere from the heat exchange between land and sea[J]. Acta Meteor Sin, 26(Z1):65-69(in Chinese).
- 顾震潮, 1956. 我国秋季和冬季寒潮中期预报的初步研究[J]. 气象学报, 27(2):127-134. Gu Z C, 1956. Preliminary study on mid-term forecast of cold wave in autumn and winter in China[J]. Acta Meteor Sin, 27(2):127-134(in Chinese).
- 顾震潮, 1957a. 锋, 锋生与动力锋生[J]. 天气月刊(8):32-34. Gu Z C, 1957a. Fronts, frontogenesis and dynamic frontogenesis[J]. Wea Mon(8):32-34(in Chinese).
- 顾震潮, 1957b. 从讯息论看天气预报的评分和使用[J]. 气象学报,

- 28(4):256-263. Gu Z C, 1957b. The evaluation and utilization of weather forecasting from the viewpoint of communication theory [J]. *Acta Meteor Sin*, 28(4):256-263(in Chinese).
- 顾震潮, 1958. 青藏高原对东亚大气环流和中国天气的影响[J]. *天气月刊*(1):7-12. Gu Z C, 1958. Impact of Tibetan Plateau on East Asian atmospheric circulation and Chinese weather[J]. *Wea Mon*(1):7-12(in Chinese).
- 顾震潮, 1959a. 高空大尺度温度“湍流”输送对高度倾向影响的个案研究[J]. *气象学报*, 30(2):191-194. Gu Z C, 1959a. A case study for the contribution of large-scale eddy term to height tendency [J]. *Acta Meteor Sin*, 30(2):191-194(in Chinese).
- 顾震潮, 1959b. 我国对东亚大气环流及天气系统的研究. *天气月刊*(9):4-8. Gu Z C, 1959b. China's research on East Asian atmospheric circulation and weather system. *Wea Mon*(9):4-8(in Chinese).
- 顾震潮, 1961. 关于反常天气出现频率的问题[J]. *气象学报*, 31(2):181-184. Gu Z C, 1961. About the frequency of abnormal weather[J]. *Acta Meteor Sin*, 31(2):181-184(in Chinese).
- 顾震潮, 1964. 对几种中小尺度运动的相似理论分析[J]. *气象学报*, 34(4):519-522. Gu Z C, 1964. Similarity analysis of some meso- and micro-scale atmospheric motions[J]. *Acta Meteor Sin*, 34(4):519-522(in Chinese).
- 顾震潮, 陈雄山, 1957. 层结大气中天山—阿尔泰山山系非定常动力扰动的分布[J]. *科学通报*, 8(12):378-379. Gu Z C, Chen X S, 1957. Distribution of unsteady dynamic disturbances in the stratified atmosphere of the Tianshan—Altai Mountain system [J]. *Chin Sci Bull*, 8(12):378-379(in Chinese).
- 顾震潮, 陈雄山, 许有丰, 1958. 锋面假相当位温图和它对中国寒潮冷锋上界变化分析的应用[J]. *气象学报*, 29(1):44-55. Gu Z C, Chen X S, Xu Y F, 1958. Frontal  $\theta_{se}$  chart and its application to the analysis of upper boundary of cold-wave front in China[J]. *Acta Meteor Sin*, 29(1):44-55(in Chinese).
- 顾震潮, 范永祥, 1958. 高空大尺度涡度湍流输送的一些统计性质[J]. *气象学报*, 29(1):16-23. Gu Z C, Fan Y X, 1958. A statistical study of eddy transfer of vorticity in the large-scale time-averaged motion[J]. *Acta Meteor Sin*, 29(1):16-23(in Chinese).
- 顾震潮, 叶笃正, 1955. 关于我国天气过程大地形影响的几个事实和计算[J]. *气象学报*, 26(3):167-181. Gu Z C, Ye D Z, 1955. Several facts and calculations about the influence of large terrain on weather processes in China[J]. *Acta Meteor Sin*, 26(3):167-181(in Chinese).
- 陶诗言, 1959. 十年来我国对东亚寒潮的研究[J]. *气象学报*, 30(3):226-230. Tao S Y, 1959. China's research on the East Asian cold wave in the past ten years[J]. *Acta Meteor Sin*, 30(3):226-230(in Chinese).
- 温克刚, 2004. 中国气象史[M]. 北京:气象出版社:902. Wen K G, 2004. *Meteorological History of China* [M]. Beijing: China Meteorological Press:902(in Chinese).
- 夏平, 1959. 十年来我国的锋面分析研究[J]. *气象学报*, 30(3):218-222. Xia P, 1959. Analytical research on fronts over the past decade[J]. *Acta Meteor Sin*, 30(3):218-222(in Chinese).
- 杨鉴初, 陶诗言, 叶笃正, 等, 1960. 西藏高原气象学[M]. 北京:科学出版社. Yang J C, Tao S Y, Ye D Z, et al, 1960. *Meteorology of Tibet Plateau*[M]. Beijing: Science Press(in Chinese).
- 叶笃正, 顾震潮, 1956. 青藏高原对大气环流和中国天气的影响(俄文)[J]. *苏联科学院公报, 地理序列*:127-129. Ye D Z, Gu Z C, 1956. Effects of the Tibetan Plateau on atmospheric circulation and weather in China (Russian)[J]. *Bulletin of the Soviet Academy of Sciences, Geographical Series*:127-129(in Chinese).
- 叶笃正, 谢光道, 1959. 十年来我国的大气环流研究工作[J]. *气象学报*, 30(3):263-276. Ye D Z, Xie G D, 1959. China's atmospheric circulation research work in the past ten years[J]. *Acta Meteor Sin*, 30(3):263-276(in Chinese).
- 章淹, 2006. 新中国气象事业的开拓和创建人——纪念中国气象局联合天气分析预报中心顾震潮主任[M]//开拓奉献, 科技楷模——纪念著名的大气科学家顾震潮. 北京:气象出版社:45-51. Zhang Y, 2006. The Development and Creation of the New China Meteorological Cause; Commemorating the Director of Mr. Gu Zhenchao, Joint Weather Analysis Forecast Center, China Meteorological Administration [M]//“Pioneering and Dedication, Representative of the Scientist”: Collected Works in Commemoration of the 85th Anniversary of the Renown Atmospheric Scientist Mr. Gu Zhenchao. Beijing: China Meteorological Press:45-51(in Chinese).
- 赵思雄, 孙建华, 2021. 顾震潮先生学术思想与高尚品格——学习感悟[J]. *气象*, 46(7):781-790. Zhao S X, Sun J H, 2021. Prof. Gu Zhenchao's academic thought and noble character; learning perception[J]. *Meteor Mon*, 46(7):781-790(in Chinese).
- 中国科学院大气物理研究所, 中央气象局气象台, 北京大学地球物理系, 1974. 卫星云图使用手册[M]. 北京:农业出版社:217. Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Central Meteorological Observatory, Department of Geophysics, Peking University, 1974. *Manual for Using Satellite Cloud Images* [M]. Beijing: China Agricultural Press:217(in Chinese).
- 中国气象百科全书总编委会, 2016. 中国气象百科全书:综合卷[M]. 北京:气象出版社:508-509. The Committee of China Meteorological Encyclopedia, 2016. *Encyclopedia of Meteorology in China: Comprehensive Volume* [M]. Beijing: China Meteorological Press:508-509(in Chinese).
- 周晓平, 顾震潮, 1959. 大地形对高空行星波传播的影响[J]. *气象学报*, 29(2):99-103. Zhou X P, Gu Z C, 1959. The influence of the slope of a plateau on the movement of troughs and ridges[J]. *Acta Meteor Sin*, 29(2):99-103(in Chinese).