

7261

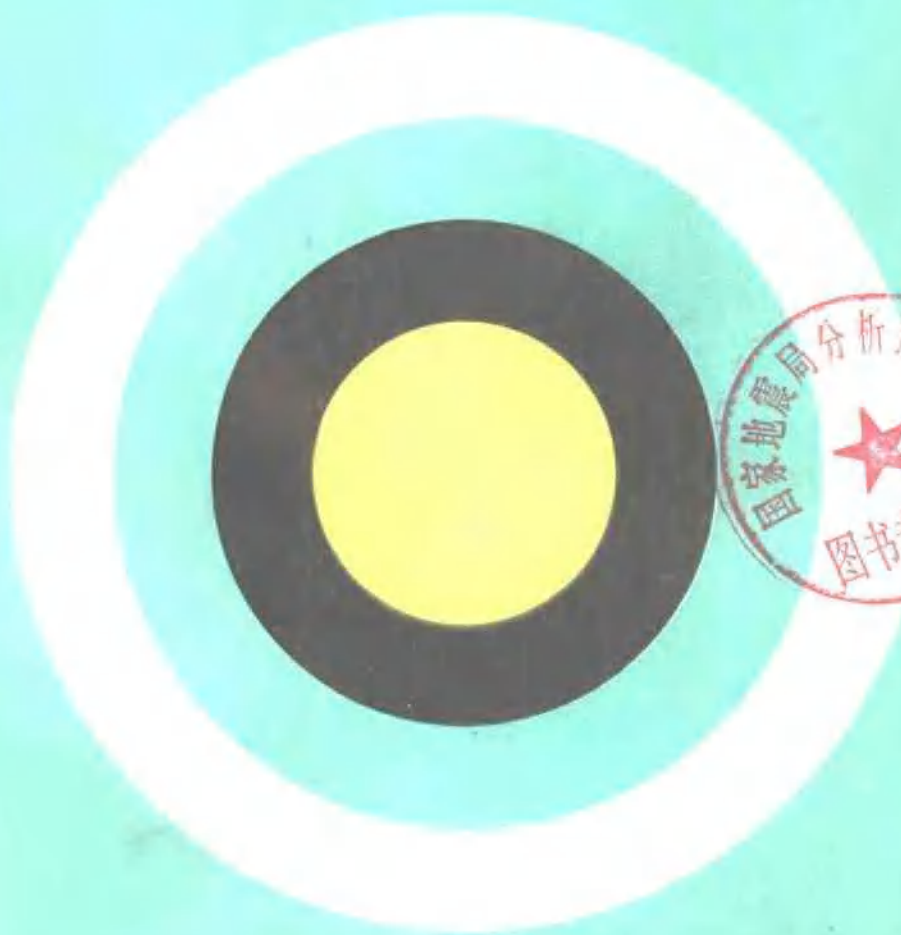
56.4

赠阅

地震气象学 进展 天文气象学

北京地质研究所任耀球主编

地质出版社



地震气象学天文气象学进展

耿庆国 张元东 任振球 主编

海洋出版社

1987·北京

内 容 提 要

本书是地震气象学和天文气象学研究进展专辑，可供从事地震预报、气象预报、天文、地理、地球物理、地质和自然灾害预测预防、环境保护、地球表层学研究的科技人员及有关大专院校师生参考。

地 震 气 象 学 天 文 气 象 学 进 展
耿庆国 张元东 任振球 主编

海洋出版社出版 (北京市复兴门外大街1号)

海洋出版社发行 宝鸡市人民印刷厂印刷

开本：16 印张：6 1/16 字数：126千字

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数：1—1,000

ISBN 7-5027-0077-3/P·15

统一书号：193·1008 价：1.50元

前 言

70年代以来，我国天文和地球科学工作者在从事多学科相互关系综合研究和探索方面，进行了独创性的努力，并取得了许多重要的研究成果。

在中国科协支持下，1983年11月由中国地质学会、中国地震学会、中国气象学会、北京天文学会、中国石油学会和中国空间科学学会等六个学会的有关专业委员会，联合召开了全国天文、地质、地震、气象相互关系学术讨论会。

著名地质学家黄汲清独授在学术讨论会开幕词中说：“我国科学工作者，在中国共产党领导下，在天文地质学、天文地震学、天文气象学、地震气象学和历史自然学等新兴学科中，已经作了不少开拓性的工作，并取得了一定的经济效果”。

与会同行专家、教授和学者一致确认：“气象（干旱、严寒等）与地震关系在大地震中期预授上有一定的效果。有关行星运动对气候变迁影响的研究，受到国内外有关专家的重授”。

本书主要反映了现代气象学的两个新分支——地震气象学和天文气象学——的研究进展和重要成果。

地震气象学和天文气象学是两个新兴的交叉学科领域，与地球表层及其存在环境直接有关。

众所周知，地球表层是一个具有耗散结构的开放系统。开放系统不断与环境交换能量与物质，只要形成了足够的负熵流，就能使系统的总熵不增长，甚至减少，这样，开放系统就能够远离平衡态产生有序稳定的结构，这就是耗散结构。“非平衡是有序之源”。这种非平衡条件下形成的有序结构，必须不断地与周围环境交换能量和物质；它还是一种自组织现象。远离平衡态随机的小涨落却通过相干效应形成宏观的“巨涨落”，使系统由不稳定跃迁到一个新的稳定有序的状态。地球表层作为一个开放系统，负熵境不断增强，积累着越来越多的自由能，使它进化发展，形成越来越复杂有序的耗散结构。

著名科学家钱学森教授1983年提出，整个环境科学问题，应包括“它的理论科学、地球表层学，和它的工程技术、环境系统工程”，而气象与地震都是影响人类生存环境的重要因素。地震气象学显然是地球表层学的一个分支。地震预授和气象预授也应列入环境系统工程之中。

我敬爱的老师、著名地球物理学家傅承义教授曾建议地下物质迁移可以做为地震成因的一种机制。岩浆活动是提供物质迁移的一个具体的例子。这个设想与断层成因并不矛盾，是互为补充的。两种机制的重点差异在于地震能量的来源。按照新层成因，地震能量完全来自岩石所积累的应变能。按照岩浆成因，则还需加上岩浆的能量，特别是热能。

傅承义教授对我所致力地震气象学研究，一贯给予坚定的有远见的支持和倡导。在1984年2月他和我的长谈中以及他后来的公开讲话中，都强调指出：地球分界面的现象现在颇引人注意。海与空和海与陆的交互作用都有专门的研究，但陆与空的交互作用尚未引起足够的注意。它对地震预测是有意义的。“地震前兆一般认为是地下物质运动引起的，但这种信息可能必须先透过地面与大气耦合才能显示出来。一些低空的、与气象因素有关的地震前兆信息其实属于地球的发展和运动所带来的信息，而不是地球对外来影响的反应。”

本书是对近十余年来在中国兴起的地震气象学和天文气象学研究进展的历史性回顾和阶段性小结。本书是在中国科协的关怀和资助下，才得以出版问世的。由于客观条件的限制，本书略去了全部图件和参考文献目录，这自然使全书减色很多，敬希广大读者和论文作者谅解。感谢李文范、李夫珍、周可兴同志对本书出版所惠予的热诚帮助。

我们确信，地震气象学和天文气象学这两个崭新的边缘科学领域的开拓和进一步探索，必将有助于提高地震预报水平和灾害性气象预报水平，增强自然灾害综合预报和预防的能力，从而造福于祖国和人民，造福于世界各国人民。

耿庆国

1984年7月1日

目 录

地震气象研究在中国的进展.....	耿庆国 陈玉琼 (1)
天体运动与气象变化关系研究评述.....	任振球 (6)
我国“太阳—气候关系”研究的进展.....	张元东 (13)
地震前震中区温度变化的初步分析.....	陈玉琼 (21)
1937年菏泽大震的地震背景与空间环境分析.....	高 旭 刘滨兴 (25)
以1668年郟城莒县大震为例论地震的热孕育过程.....	高建国 (30)
地震物理场对气象要素的影响.....	姚国干 高建国 (36)
具体预测云南强震震中的旱涝分析方法.....	赵洪声 (44)
四川省强震与大阳活动、降水异常关系的研究.....	罗 伟 (52)
地震前后的静电异常.....	徐好民 (57)
地球内部核反应是地震的源动力.....	严佩岚 茅志祥 (62)
地球自转速度变化周期与地震周期.....	沈宗丕 (70)
太阳活动与黄河流域旱涝关系的时空特征.....	张元东 王云璋 (80)
应用天文因子与气象因子作北京地区冬小麦冻害预报的探讨.....	唐 广 尹金娥 (86)

附 录

全国天文、地质、地震、气象相互关系学术讨论会纪要

(一九八三年十一月二十四日) (90)

地震气象研究在中国的进展

耿庆国

陈玉琼

(国家地震局分析预报中心, 北京)

(国家气象局气象科学研究所, 北京)

最近十余年来, 一门新兴的边缘科学——地震气象学正在中国萌生。地震气象研究获得了长足进展。

我国是历史悠久的文明古国, 由于千百年来地震灾害和气象灾害都是与人类利益攸关的大事, 是威胁人类生命与财产安全的严重自然灾害之所在, 因此我国历代典籍史料对地震活动和气象灾异都做了细致地描述和系统地记载。这些珍贵遗产和文献, 无疑为我们开展地震与气象关系的科学研究, 准备了基础条件。随着近代地震科学和气象科学的不断发展, 也积累了大量的观测事实和资料。显然, 这为我们开展地震与气象两者之间的相互关系的研究, 提供了更加丰富和可靠的科学数据资料。萌生中的地震气象学在中国, 就是作为这种十年如一日、持之以恒的科学研究产物, 破土而出、应运而生了。

一、地震气象学的内容及其方向任务

中国地球科学工作者所大力从事的地震气象研究, 它的主要内容及其方向任务, 概括起来, 包括以下六个方面:

(1) 研究孕震过程中的气象效应问题, 寻找作为地震前兆的气象异常特征, 探索 and 解决运用气象变异来预测地震的方法和途径。

(2) 研究气候变化与地震活动性的关系, 寻求地震活跃期和平静期的气候提动特征, 为探索 and 解决地震大形势的总体预测和地震活动水平的长趋势估计, 提供异常气候背景的判据。

(3) 研究大气运动及状态的变化对孕震过程和地震活动性的调制及诱发作用, 寻求发生地震的大气环流异常特征和大气运动的变异背景。

(4) 研究临震前的气象异常表现, 为探索 and 解决临震预报问题, 寻求临震前的气象异常判定指标。

(5) 研究震后的气象效应表现, 研究气象因素对各种地震前兆方法的实际观测资料所造成的干扰影响, 以帮助鉴别真假地震前兆异常。

(6) 通过地震与气象相互关系的研究, 反过来帮助解决灾害性气象的预测问题, 以提高气象预报和天气预报的水平。

显而易见, 萌生中的地震气象学同成熟的农业气象学、军事气象学、海洋气象学以及正在兴起的天文气象学等学科一样, 必将成为现代气象学的一个新的分支和流派。地

震气象学是一门实践性和探索性俱强的应用科学，通过气象变异的研究，解决地震预测问题，是地震气象学的主要任务，同时，帮助解决灾害性气象的预测问题，这是震气象学的另一个任务。

二、地震气象研究在中国所取得的实际进展

迄今为止，我国地球科学工作者在地震气象研究中，取得了可喜的成果，获得了引人注目的进展。1981年4月15日合众国际社报道中国的地震预报，说“异常的动物活动，剧烈的气温变化和气象的反常，这是中国科学家正在研究的用来预报地震的三种现象”。并说“西方科学家对中国的地震研究似乎很感兴趣，因为中国发生的是浅源地震，而且中国也是世界地震最为活跃的地区之一”。1981年7月2日英国《听众》周刊登载英国牛津大学生理学教授科林·布莱克默的文章，题为《中国人在科学方面将成为一支不容忽视的力量》，该文章说，“中国宣称，它拥有的地震学家占全世界地震学家人数的一半以上。这些地震学家的主要任务是，不断监测地震活动、气候型式、甚至动物的行动，以对地震进行预测。中国人可以说，他们在地震预测方面取得了某种成功。他们预测到1976年三次大地震中的两次，并在几小时内撤离了所有的人。”

近十余年来，地震气象学在中国所取得的实际进展，具体表现在八个方面。

1. 旱震关系作为大地震中期预报方法之一，从1972年开始，直接参与了十余年来中国大地震中期预报的实践，并在炉霍、昭通、海城、唐山、松潘、龙陵等大地震的中期预报上取得了一定成效。

为探索6级以上大地震的中期预报问题，作者研究了干旱与地震的关系，认为旱震关系是大地震中期预报的一个有效的方法。耿庆国最早研究并提出了孕震过程中的气象效应问题，为现6级以上大地震的震中区，震前一至三年半时间内往往是旱区，旱区面积随震级大小而增减。在旱后第三年发震时，震级要比旱后第一年内发震增大半级。

根据中国1956~1970年6级以上大地震旱震关系分析统计结果，耿庆国于1972年10月正式提出旱震关系大地震中期预报的方法原则是：

(1) 依据旱区面积确定震级：①发生6级地震所需的震前旱区面积为25万2千平方公里；②发生7级地震所需的震前旱区面积为43万2千平方公里。

(2) 依据特旱区位置确定发震危险区：所谓特旱区，是指在大面积旱区内，找出突破历年降水量最低值的点或区域，构成该旱区内的特旱区。

(3) 在发震时间的预报上，一般先报旱后1~2年；如第三年再报时，须将震级提高半级。

1972年我国华北及渤海地区出现了几十年不遇的严重干旱，大旱区面积达113万4千平方公里。这是足以发生两组7级大地震，甚至可能发生一组8级强震的旱区面积。其中，辽宁锦州-岫岩一带，河北唐山地区及山西河北之交的石家庄、邢台、太原、忻县一带为特旱区。1974年6月29日在国务院批转中国科学院关于华北及渤海地区地震形势的报告（即著名的国务院〔1974〕69号文件）中，明文登载了作者的观点：“华北北部

近年长期干旱，去年又出现建国以来少有的暖冬、冷春、干湿失调的气象异常，提出华北有发生七级左右强震的危险”。国务院〔1974〕69号文件十分正确地指出：“要立足于有震，提高警惕，防备6级以上地震的突然袭击，切实加强几个危险地区的工作”。“加强有关地区的协作，成立京、津、唐、张和渤海地区两个协作组”。众所周知：辽宁海城7.3级强震和唐山7.8级强震、滦县7.1级强震，正是发生在渤海地区和京津唐张地区这两个协作组的工作范围内。华北及渤海地区大地震活动的实践证明，国务院〔1974〕69号文件对海城地震、唐山地震的预测预报和防震抗震工作，都具有不容低估的指导意义。正是在国务院〔1974〕69号文件的推动下，夺取了海城大震成功预防的胜利！1975年1月，在全国地震趋势会商会议上，作者继续强调华北及渤海地区在1972年大旱后一至三年半时间内，面临着发生7级以上强震的紧迫危险性。提出：“1975~1976年，可能发生7级以上强震。特别值得注意的地区是：张家口—唐山—沧州—邯郸—介休—大同地区”。并多次强调提出在大旱后第三年或更长时间发震，震级将达到7.5级—8级。结果于1975年2月4日，即1972年华北及渤海地区大旱后两年零一个月，在辽宁锦州-岫岩特早区内发生了海城7.3级地震；于1976年7月28日，即1972年华北及渤海地区大旱后三年半，在河北唐山特早区内发生了唐山7.8级大地震和滦县7.1级大地震。

陈玉琼依据我国16~19世纪受旱县数，与同一时期 $M_s \geq 7$ 级地震出现频次和本世纪50年代、60年代、70年代前半期我国夏季降水百分率与 $M_s \geq 7$ 级地震分布图，以及解放以来60多个6级以上地震，发震前1—4年年降水距平百分率的变化情况，说明我国地震和中强地震发生前的降水特点是少雨干旱。研究结果表明，少雨干旱有利于地震的孕育和发生，震级越大与干旱的关系越明显。

赵洪声根据旱震关系提出预测华北强震的多因子作图聚类法。研究结果表明，近年华北强震确实具有明显的大范围干旱背景，而且证实了这种前兆性干旱的唯一性。

由于有人在没有占据和掌握大量的震例事实和准确的数据资料的情况下，随心所欲地片面强调多雨和洪涝是地震的气候背景，这种完全不考虑干旱因素，而单纯依据全年降水量总和偏多为异常特征的涝震观点引起了一场争论。针对这一问题，陈玉琼同志等又开展了许多工作，运用1951—1976年全国300多个气象站的降水资料绘成每年降水距平百分率图。找出6级以上地震，震前1~4年年降水距平百分率与发震频数的关系，并分别研究不同的旱、涝组合类型（共16种）与发震频数的关系，讨论了旱-震、涝-震、旱-涝-震和涝-旱-震等类型的实际发震频率，仍然得出干旱和持续的干旱有利于地震，特别是大地震（ $M_s \geq 7$ ）的发生。

罗伟所做的研究表明，四川中强震（5级以上）一般都发生在干旱后1~2年，其相关系数为0.9。

总之，确立旱震关系大地震中期预报方法，并在大地震中期预报实践中取得了明显成效，这是我国地震气象学研究所获得的一项重要成果。

2、短期临震气象要素异常的五项指标，是耿庆国1975年5月正式提出的。短期临震气象要素异常，具体表现在日平均气压、日平均气温、日最高气温、日最低气温和日

降水量等五项指标的异常上。这五项指标异常，在唐山7.8级大震发生前（1976年7月中、下旬）的短期临震告急和宁河6.9级地震发生前的短期临震预报上，经受住了短期临震预报实践的检验。

3、明确了孕震过程中气象效应的特征表现，包括中长期（震前一至三年半时间）的大面积严重干旱特征（表现在年指标的降水总量低值异常上）；中短期（震前半年至一年以上）的暖冬、冷春、凉夏特征（表现在旬、日指标的气温异常上）及干湿失调、旱涝交替特征（表现在旬、日指标的降水异常上）；短期临震低压高温，低压低温，特殊降水特征（表现在日指标的气压、气温、降水异常上）。正如耿庆国所指出的，从旱到震，必然有一个特殊降水而把旱区瓦解的过程，也就是说，在大面积干旱的中期气象异常背景上，还将陆续出现暖冬冷春或凉夏和干湿失调的中短期气象异常，这是从旱到震的一个必然过程。耿庆国注意到，震温体在孕震过程中，甚至能影响和改变台风路径和寒潮路径。震源体所在处，通过引逗台风逼境而造成特大降水；震源体所在处通过引逗寒潮逼境而造成急剧降温。正如李海华等指出的，临震时的降水（雨、雪）是在干旱的背景下出现的，这是一个显著的特点；以长趋势上看“天旱地要震”，但到临震时“天不下雨，地不震”。因此地震前的雨涝，特别是在长年干旱背景中的雨涝现象、包括大雨、大雪、大雹，应予注意。何志桐对大地震孕育过程中气象变异的物理成因进行了探讨。何志桐认为地震孕育期间地下水水位下降，包气层的形成及其“呼吸”作用是中期气象前兆的主要原因，而孕震区及其邻近地区地壳构造应力增强，使深层气体冒出，是短期临震前兆的主要原因。

4、明确了气候变化与地震活动性之间存在着关系。陈玉琼通过对我国近三千年气候冷暖和干源变化与地震活动水平（以 $M_s \geq 7$ 级地震出现的频数为标准）变化的对比分析，发现我国地震活动水平的变化与气候冷暖干源变化的关系十分明显。中国大地震大多发生于气候的寒冷、干旱时期（冷干特征），而气候温暖、潮湿时期很少发生大地震。众所周知：我国气象学界公认，17世纪是中国东部近500年来最显著的气候寒冷时期，也是最显著的气候干旱时期；而我国地震学界公认，17世纪是中国东部近500年来地震活动的高潮期。这一事实表明，地震活跃时期对应于气候低的干旱寒冷时期。

5、在研究大气运动与地震关系的问题中，高旭、刘滨兴发现，大气经向与纬向环流的叠加变化与全球大震的频度有较好的同步正相关现象，这表明当大气对流运动增强时，全球强震也相对活跃。

6、明确了临震前气象异常的典型表现是：地光、怪风、特大降水、低压闷热异常、地气雾味、地震云、大气浑浊和日月光象异常等。并对有关现象的物理机制和成因进行了初步探讨和研究。在这方面，徐好民对地光的或因和地震前的静电异常做了探索和研究。国内也有人对“地震云”进行了一些观测和研究。高建国对有关地震与气象关系的主要领域，也都做了研究和考证工作，写了很多篇论文报告。耿庆国对唐山地震的地湿异常做了专门的研究。龙传侠等也对地温变化与地震的关系进行了研究和探索。

7、注意到强震发生之后气象效应的一般表现是：持续降水和降温。（地震发生在冬季，则地震后气象效应表现是降大雪和低温冻害）。震后有大雨，把握住这个特点，

及时检修房屋,预防洪涝冻害,这对于做好防震抗震工作,减轻地震灾害是大有裨益的。

8、明确了地震与气象之间的相互关系是十分密切的。在孕震过程中,地震引起的气象效应,表现为一系列灾害性气候和灾害性天气的陆续出现,分别达到或突破历年同月、同旬、同日的极端值。因此,我们有理由确信,地震气象学研究所取得的成就和进展,必将能帮助解决灾害性气候和灾害性天气的预报问题。另外一方面,大气环流运动和状态的变化,可能对地震活动性起着某种调剂作用;临震前出现的低气压和特大降水,也可能对地震的最终发生起某种触发作用。总之,地震引起及影响气象变异和气象调制及诱发地震活动,这是地震气象学相辅相成、并行不悖的两大研究课题领域,今后都有继续深入地开展探索 and 研究的必要。

科学是一本没有写完的书。地震气象研究日益深入地进展,必将促进地震气象学的兴起、成长和日臻完善。使我们感到欣慰的是萌生中的地震气象学的第一章,是最近十余年来,由我们中国人执笔写成的。我们应当发扬独创精神来努力突破科学难题,向地球开战!中国应当对人类有较大的贡献。

毋庸讳言,地震气象学必将成为当代地球科学的新的生长点并异军突起,她有着旺盛的生命力和广阔的发展前景。地震气象学的研究领域,不但涉及地震学和气象学,而且涉及到现代地理科学(地球学表层)、地热学、地球物理学、大气物理学、地球化学、地震地质学、天文地球动力学等多种学科,还须采用电子计算机技术和遥测遥感技术、卫星判图等新技术。

创立与研究地震气象学的目的和意义是,促进地震学和气象学的发展,在这一崭新的边缘科学和交叉科学领域填补空白,大力提高地震预报水平和灾害性气象预报水平,切实减轻地震灾害和气象灾害,增强抵御自然灾害的能力,为社会主义现代化建设和保障人民生命财产安全服务。

天体运动与气象变化关系研究评述

任 振 球

(国家气象局气象科学研究所, 北京)

一、概述

长期以来,人们对太阳活动与气候变化关系的研究,一直比较重视。最近十多年来,国内在天体运动与天气气候变化关系的研究方面,开展得比较活跃,取得了一定进展,已成为天文气象研究另一个可喜的领域。国内这方面的研究,有以下几个特点:

(1) 早于日地关系研究。在古代,人们就注意观察天体运动与气象变化的关系,积累了一些经验。但当时由于科学水平的限制,有时也混杂一些糟粕;(2) 有丰富的群众经验可以借鉴。由于我国的农历综合考虑了月亮、太阳对地球的相对运动,一个农历月恰好是天文学的一个朔望月,因而我国民间一直流传了丰富的用农历和朔望月预测天气气候变化的经验。例如,“上看初二、三,下看十七、八”(意即农历上半月的天气如何要看初二、三的天气,下半月的天气如何要看十七、十八的天气);“八月十五云遮月,正月十五雪打灯”等,都是用朔望月规律来预测未来天气变化。许多地区还用正月十五子夜月影长短以及节气的天气特点来预测当年的旱涝趋势;(3) 天体位置可以前后计算得时间很长、且比较精确。用以研究它与天气气候变化的关系;带来很大方便,这是其他物理因子资料所不及的;(4) 从当前研究进展情况看,几乎各种时空尺度的气象变化,都与天体相对运动可能有不同程度的关系。尤其是,对国民经济有重大影响的一些灾害性天气、大气环流和气候反常,与天体运动有较好的相关,并曾比较成功报出过一些重大的灾害性天气和旱涝趋势。天体运动影响气象变化的初步研究成果,已开始显示它重要的实用价值和理论意义,日益引起了人们的重视。

1979年10月和1982年9月,国内曾分别在北京和庐山召开过两次天文气象学术讨论会,主要就这方面的研究成果进行了交流。现已汇编成《天文气象学术讨论会文集》,由气象出版社出版。本文简要介绍当前国内外这方面研究的进展情况。

天体运动对气象变化的影响,迄今的研究内容大致可分为两个方面:一方面是地球轨道变化对气候的影响,这可引起地球气候长时期的重大变化,其物理途径最终在于热力作用,即地球轨道的变化,导致全球或半球接受太阳总辐射的改变,从而造成气候冷暖变异。另一方面是以月亮为主,包括太阳、行星等天体对于地球的相对运动引起天气气候变化。这方面的研究内容比较广泛。目前一般认为它是动力作用,即主要是引潮力作用,可能还存在引力波效应和电磁效应。

此外,有的学者还研究地球自转速率变化、地极移动与大气运动的相互作用,以及替

星、超新星爆发、宇宙线等对气象变化的影响。

二、地球轨道变化与气候异常

1. 米兰柯维奇效应 地球围绕太阳公转的轨道是变化的,其偏心率从0到0.06之柯变动,周期为96,000年;黄赤交角(即回归线)从 $21^{\circ}48'$ 到 $24^{\circ}24'$ 之间变动(现在是 $23^{\circ}26'$),周期为40,000年左右;岁差(即地轴空间指向的变化),周期为26,000年。由于地球轨道这三个参数的变化,引起地球上各个纬度带接受太阳总辐射的不同,造成了两百万年以来地球气候有冰河期和间冰期的重大差别。这一理论由米兰柯维奇在本世纪廿年代提出,经历了曲折遭遇,由于得到深海沉积物记录的证实,现已成为目前解释十万年左右一迁的冰河期的比较成熟的理论。需指出,目前国外进行的气候模拟研究,结果较好的就是在这三个地球轨道参数变化的基础上,加上下垫面条件而得到的。

2. 九星会聚效应 九星会聚时,由于力矩作用,可以使太阳系质心偏离太阳中心150万公里,相当于日地距离的百分之一。而九大行星都是围绕太阳系质心公转的。作者与李致森合作研究发现,当地球单独处太阳一侧,其余行星处太阳另一侧此种地心会聚时,使地球在一年中冬季和夏季的公转半径和公转速度发生改变,造成了冬夏季节的延长和缩短。在九星地心会聚处冬半年、夹角 $<70^{\circ}$ 的附近时期,许多地球物理现象都比较异常,我国和北半球出现低温期,易发生特大洪水、特大干旱和华北处地震活新时期。我国五千年来气候变迁与九星会聚地心夹角两者有相当一致的同步演变关系。由九星会聚地心夹角反推所得公元前2,000年的低温和自然灾害异常期,现已得到国内外大量考古资料的证实(包括撒哈拉大沙漠和印度西部沙漠的形成)。用九星会聚效应可以较好地解释气候变迁的百年和千年周期变化的成因。这一工作,已引起国际上的重视。

3. 地球跟随太阳系在银河系中的运动由于所经星际物质分布的不均匀,严重影响了地球接受太阳辐射的强度,或者由于太阳系运动速度的不同等影响,可以解释二亿八至三亿年左右一迁的地球大冰期的形成原因。

三、月亮运动与天气气候变化

月亮运动对天气气候变化的影响,内容比较丰富。在月亮运动的短周期中,以朔望月(即月相)和回归月(即月亮视赤纬变化)与天气变化的关系最为显著。国内外许多统计表明,朔望月(周期为29.53天)与冷空气活动、暴雨、台风、大气活动中心强度和大气波动等,都有较好的关系。朱振全统计得到,我国大范围冷空气活动,在朔、望、上弦和下弦四个时段出现次数最多。Carpenter等指出,西北太平洋台风发生在朔望和上下弦之后不久的次数最多。谢亮得到,500毫巴0~5波合成波的波数常在朔望、上下弦发生调整。朱维民分析得到,北京、上海等地500毫巴高度资料在一个朔望月内有四个振动,分别位于朔望、上下弦附近。我们进一步得到,上下弦对特大暴雨、台风暴雨强度的影响比朔望还要大。冷空气活动的概率上下弦也比朔望为大。但是,在

潮汐理论中，朔望是大潮，上下弦是小潮，为何上下弦对天气变化的影响如此显著？其原因可能在于，上下弦时引力波的四极矩效应（日、月、地球在上下弦时成直角）和大气垂直运动同步有关，也可能与日月引潮力水平分力的合力在上下弦时发生突变有关。

回归月的周期为27.32天，其1/4周为7天左右。随着月赤纬的增大和减小，月亮引潮力的分布在南北纬度带之间发生位移；月赤纬变化又是地球自转速率变化中一个月内周期的影响最大者。我们分析得到，副热带高压西脊点易随月赤纬增大（绝对值）而北抬，随月赤纬减小而南移；中高纬度低涡的移动，一般也随月赤纬的增、减西有北向、南向分量。吴世经得到，汉口逐日气温的平均值与月赤纬（绝对值）变化有同步升降现象，湖北省降水和武汉春秋季节冷空气活动发生在月赤纬（绝对值）峰谷点附近的机率较高。作者发现，夏季降水区移入月亮中天的引潮力最大水平分力的辐合区（ $40^{\circ}-45^{\circ}$ ），易加强为特大暴雨。作者指出，台风遇月台同步（月亮经台风中天时月台纬度差连续两天 $\leq 2^{\circ}$ ），将引起强烈发展，著名的1970年10月孟加拉大台风（死30万人）和在我国河南造成严重损失的1975年3号台风，都是在海上遇月台同步而强烈发展的。日月同纬（日月纬度差 $\leq 2^{\circ}$ ），对台风发展和暴雨加大，也有较好关系。有的验证正月十五子在月影长短与当年内蒙旱涝有较好关系。月影长短可能是反映月赤纬在周年内的变化特点。月亮的黄纬变化也与天气变化有关。濮培民得到，月亮的（视）黄纬变化结合近点月周期，对长江流域降水有明显影响。并认为月亮远地点的黄纬及其变率与赤道南空风的准两年变化有较好关系。

长期天气变化有120天、150天、180天的韵律，我们认为，它们恰好是月亮多种周期（朔望月、回归月、近点月和交点月）的倍数和半倍数甚为接近之时。陈菊英得到，日食和月食的发生特征结合闰月特点，与我国夏季主要雨带位置有较好的关系。范垂仁、周万福、赵得秀、汪宝山、高发金、罗继昌等分别得到日月食与我国许多地区的旱涝和洪水有一定关系。有的应用南沙水位变化分析西江下游年最高水位变化，得到较好关系。

月亮运动的长周期有18.61年（月亮轨道平面与黄道平面的交点线进动的周期）。张国栋和李致森发现，世界上许多河流的大洪水大多出现在其半周即月亮升交点 0° 和 180° 之时，R.G. Currie详细讨论了北关于旱和温度变化的周期性，指出月亮18.6年周期的影响比太阳活动22年磁周要显著得多。月亮交点进动的双周是37.2年，与气候上准35年的布鲁克纳周期甚为接近。濮培民分析得到，长江中、下游汛期降水量存在明显的37年周期，为月亮交点进动周期的双倍。

农历的置闰周期以及节气所处农历日期的周期为整19年。这有引潮力的意义，因为朔望月的235倍就是整19年（仅差0.08天），月亮、太阳低频周期的最好公倍数为19.0年。相应气候上的19年周期相当普遍。许多人得到长江中下游旱涝、华北降水、云南大旱以及单站气压变化等，都有明显的19年周期。陈菊英发现，西太平洋副热带高压面积指数逐月距平值有较好的19年周期。有特进一步研究清楚的是，对于准19年气候周期变化，究竟主要是18.61年月亮交点进动周期还是19年置闰周期的影响？其具体的物理联系又是什么？

陈菊英分析得到，节气所处农历日期（月令变化）与长江流域等地的洪涝有较好的关系。四川地区涝年多集中于立秋处在农历七月初六到初十和六月廿一到廿三时段的年份（结合前期副高条件），马福慧、许振湘、高发金、罗继昌也分别得到节气的农历日期与旱涝、洪水有一定关系。陶守正得到，立夏日的大气环流特征对夏季旱涝趋势有较好的指示性。王兴荣认为节气等天文关键日与天气转折有较好关系。韦杰夫得到，闰月的特点与降水过程有一定联系。

高建国、陈玉琼和姚国干指出，准60年气候周期是普遍存在的，如气象破纪录事件，亚太地区气候振动和西行台风次数等均是如此，这些与月亮、太阳潮汐混频公倍数约60年，以及地球自转速率变化的59.5年周期相一致。

在月地关系理论研究方面，薛凡炳证明，经典引潮力可以影响大气波动的位相变化。倍综合考虑月亮、地球运动和太阳活动的作用，用于长期预报得到较好效果。赵文桐、赵佩璋运用耗散结构理论，认为量级较小的引潮力，可以触发天气变化。王兴荣指出，天文关键日对天气变化有触发作用。

四、行星运动与天气气候变化

行星对天气气候变化是否有影响的问题，过去潮汐理论是不予考虑的。但是，国内许多研究揭露的大量事实，表明行星对于地球的相对运动，与天气气候变化有密切关系。

除上面已谈到的九星会聚时气候变迁的重要影响外，目前这方面得到的主要结果有：陈敬承发现，当夏至附近（长江流域雨季）有较多的行星靠近地球时，长江将发生大水。周万福得到，行星近地和行星合月对河北省降水过程和冷空气活动有较好的关系。侍茂崇得到，当行星冲合日时，我国沿海地区有明显降温。史余山得到，行星合月等与我国东北地区冷空气活动关系较好。谢亮指出，天文集合期（行星合月等集中出现的时段）与中期天气过程有明显的关系。

作者进一步发现，就中短期天气过程来说，行星系通过月亮（或太阳）与地球成直线时发生作用。黄道面附近的一等亮星和是强宇宙射电源也是如此。当星、月、地球（或日、月、地球）三个天体成直线时，存在着一系列明显的非经典引力效应，并且严格决定于它们成直线时刻月亮引潮力的垂直分力（月亮相对位置拐点也决定于发生时刻的引潮力垂直分力）不论对许多气象现象或其他地球物理现象，都是如此。在这种三星一线发生时刻月下点的 $54^{\circ}.7$ 以内（引潮力垂直分力提升力区），易低压发展，降水加大，高压成弱；在其 $54^{\circ}.7$ 以外（引潮力垂直分力下压力区），易高压发展，低压和降水减弱。在此 $54^{\circ}.7$ 以内 4° 区和以外 10° 区，则分别为低压和高压最易发展的地区，我们称此为强天文条件。在三星一线发生时刻月下点的 80° — 90° 区（引力波共振区），为高压和低压同时发展的地区。

作者和张素琴等合作得到，当上述三星一线集中出现且有特定组合时，对大气经长波的调整、副热带高压位置异常、四川特大洪水、华北特大暴雨、长江中下倍梅雨、台

表1 1975年3号台风日最大降水量与天文因子可预报值

日期	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
日最大降水(m,m.)					
实况值	237	564	556	1005	605
可预报值	250	518	700	881	518

属异常暴雨、强台风、强寒潮以及河北大地震等，都有重要的触发作用。表1是1975年3号台风造成的河南大水期间，逐日最大降水量与用天文因子的可预报值的比较。辽宁台风暴雨与天文因子可预报值的比较表明一些罕见的异常暴雨与天文因子的关系是比较好的。

三星一线时的引潮力水平分力，张芝和和包宁分别得到，对台风异常路径和夏季青藏高原低涡东移，也有触发作用。

此外，行星运动对太阳活动也有一定联系。张巨湘认为，太阳活动的11年周期与水、金、地、木、土几颗潮汐行星关系较好，天、海两行星则调制太阳活动周的长度变化。作者得到，太阳活动世纪周期的低值时期，大多发生在九星日心会聚附近；木、金、地三星的日心会聚，与太阳活动的11年周期和22年磁周，有着一致的同步演变关系。

由以上成果来看，行星运动对天气气候变化的影响，可以通过多种渠道，初步归纳大概有三：一是由九星地心会聚通过力矩效应，改变太阳系质心，导致地球公转半径和公转速度的改变，造成气候冷暖变迁和地球物理异常；二是通过三星一线时的非经典引潮效应（尤其是行星靠近地球时的三星一线）；触发天气气候变化；三是通过行星对太阳活动的触发或调制，再影响地球气候。

五、极移、地球自转与气象变化

彭公炳、陆巍等在这方面做了不少工作。他们得到极移振幅的高值年和低值年，分别与亚欧大陆的经向环流指数的高低、长江中下游夏季降水量的多寡，有较好的关系。

极移的14个月、6—7年、35年等周期，相应在许多地区的降水、气温、气压以及副热带高压位置等都有反映。于道正得到极移与黄渤海近海寒暖有一定联系。张家口地区冰雹次数与极移振幅极值年有明显的负相关。彭公炳、陆巍讨论了极移离心力位势对于气压场的可能影响是，地极向量通过的地方为加压，相差180°处为减压。由此，大气活动中心强度、南方涛动、冰岛低压和南北太平洋高压的位置，均对极移有响应。

彭公炳、陆巍又讨论了地球自转速度变化对大气的可能影响，他们将地球和大气作为一个封闭系统，从角动量守恒出发，认为大气角动量和地球角动量互为增减关系，解释了地球自转季节变化与大气运动速度呈相反变化的事实。并得到地球自转与长江中下游降水量为反相关，而与东北降水量为正相关。地球自转加快与太平洋副热带高压北跳有同步现象。作者和张素琴分析得到，地球自转对“厄尼诺现象”（东太平洋赤道附近海温异常增暖）的发生有重要影响。1956年以来，“厄尼诺现象”都发生在地球自转大

幅度持续减慢之时或稍偏后。

在地球自转理论中，大气运动是作为被移和地球自转速率变化的原因而不是后者的结果。因而，目前这类研究，需要将大气运动与地球自转的关系统一起来研究，进一步弄清两者之间互为因果联系的具体条件。

六、预报应用情况

上述天体运动对天气气候影响的研究成果，大多已在天气预报实践中使用，收到了明显效果。施勤炼应用“天文背景线”，预报中短期的台风活动，钱春生和金淑华应用三星一线等天文奇点，分别制做长期和中期的降水、冷空气活动过程预报，都收到了较好效果。陈光明用“月傍星”（行星或黄道面一等亮星合月）、结合薄卷层云，成功预报了河套地区的突然性降水。

需要指出，用天文因子，尤其是用它结合天气形势，对突发性灾害性天气和异常气候，有一定预报能力，而这些正是用常规手段比较困难的。作者根据月台同步，结合台风路径，曾准确预报出7503号台风在48小时内由热带低压突然发展为特强台风。陈菊英用节气的农历日期和日月食特点，结合前期副高特点，报出了1981年7月四川涝和1982年我国主要雨带处在黄淮之间。陈敬承根据夏至前后有多个行星靠近地球集中出现，在1951年准确预报了1954年长江大水。作者根据九星地心会聚曾指出1980—1981年尤其是1981年黄河流域可能发生特大洪水，实况是1981年黄河上游出现了特大洪水。梁杰昭、李选周、唐少平曾用19年周期分别报出了1978年长江中游和1982年5月云南的大旱，以及1982年8月初豫北、冀南的特大暴雨。由于天文因子可以事先精确计算，故还有可能用天文因子从长期上预测重大灾害性天气的发生时段。例如，作者和张素琴曾在半年之前用三星一线等天文因子报出了1981年8月中旬陕西连续性大暴雨过程。

天文因子应用于预报，也存在一些虚报、漏报现象，需要今后进一步探索和改进。

七、几点看法和展望

以上大量事实表明，天体相对运动对天气气候变化有着重要的影响。除太阳活动影响气候外，这是另一个值得重视的研究领域。过去气象学和潮汐学理论认为，月亮、太阳的引潮力对气象变化影响不大，主要理由一是赤道附近单站气压日变化的月亮效应仅1毫巴，二是引潮力的量级小。我们认为，前者是研究方法问题，低纬度地区的科氏力小，那里的气压变化并不是反映天气变化的很好指标。本文综述的大量事实，肯定了大气运动和气象变化的月亮效应。至于引潮力量级小的问题，这在海潮和固体漏理论中同样存在。天气气候变化主要发生在大气层底部的对流层区，这里的大气潮汐现象与发生在地表、海表质量界面的潮汐现象有着本质的不同。在静力平衡条件下，较小的外力可以触发大气内部的垂直运动。大气中又有水汽潜热反馈的特有性质，在不稳定平衡条件下，外力可以触发重大的天气变化，尤其是耗散结构理论已经证明，只有在远离平衡态，