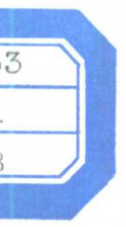


运动流体的新理论
与天气预测的若干问题

欧阳首承

著

出版社



运动流体的‘断裂’与 天气预测的若干问题

欧阳首承等 著

成都科技大学出版社

内 容 简 介

本书对运动流体 Euler 语制方程定解问题的空间导数,运用分解和综合方法,显化了其随时间演化的不连续特征及相应的物理意义。表明运动流体可通过‘溃变’(blow up)发生逆向转变,而导致运动形式的再分配;转变是预测的核心;天气预测的关键是寻求时间上的转变条件;天气预测不只是大气本身的问题,而是涉及自然界的‘原动力’的预测及长期预测的可行性等新的体系和观点。书中涉及方程非线性项的不连续特征,内、外参数等在非常数条件下的作用、奇异性转变和可积性以及理论和应用研究的某些问题、方法示例及改进的尝试和设想等。

本书除可供台站的气象、水文、流体力学等第一线工作者参阅外,也可供预测科学、数学方法等的科研、教学、学生和未来学研究者、社会科学工作者参考。

运动流体的‘断裂’与天气预测的若干问题

欧阳首承等 著

成都科技大学出版社出版发行

华西医科大学印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/32 印张:5.6875

1994年3月第一版 1994年3月第一次印刷

字数:123千字 印数:1000

ISBN7-5616-2395-X/P·42

定价:4.60元

The 'break off' of moving fluid and some problems of weather forecasting

Ou Yang Shoucheng et al.
(Chengdu Institute of Meteorology,
Chengdu, China)

Abstract

Inspired from the ancient Chinese philosophic thoughts, the reverse changing post 'blow up' of definite problem for Euler language's equation of moving fluid is discussed by using resolving and integral methods in this book. It involves the following new systems (flexile-systems) and point of view; the reverse changing post 'blow up' is the key of weather forecasting, which will be a undetermined problem of time-condition in mathematics, and the form of moving fluid is a redistributed problem through 'blow up', or can say, it is not a complete decreasing in balance with increasing. At the same time, the weather forecasting is not only the forecasting of atmosphere itself, but it also will be a forecasting of outside-condition, and under the given condition of time-transformation, the long period forecasting is feasible.

Other, the effects of coefficient for nonconst. , singularity and its reverse changing, and its intergal problem, and problems of theory and applied technique, and example of method and the idea for the improving etc. are contained in this book, too.

从泛系理论看预测(代序)

——兼谈天气预测与欧阳首承的探索

吴学谋

泛系理论是侧重泛系(广义的系统、广义的关系或它们的种种复合)而融哲理、数理、技理于一体的多层网络型跨学科研究。从泛系观来看,万事万物,百科千题,自成泛系,又互成泛系,自成泛系五互(互联互转互导互生互克),又互成泛系五互,自成泛系泛导(广义微积、广义变变关系或其运转),自成泛导泛系,又互成泛系泛导或泛导泛系。泛系、泛系五互、泛系泛导、泛导泛系就是事物里里外外的一种广义联系、广义交通、广义经纬,同时又往往具有某种具体化的哲理、数理与技理模式或理法。

所有的预测均是泛系的预测,也即预测某种未来事物的泛系、泛系五互、泛系泛导、泛导泛系。从泛系控制论来看,预测是一种对未来事物泛系的广义观测或泛系观控。从泛系相对论来看,预测与泛系观控,包括人的认识、实践活动均是在一种相对性模式中进行的:广义的主体、客体、环境、中介(观测、控制、观控模式机制)这四栏(或六元)是泛系五互的、多层参的,并在一定条件下又相对混层混参、相对集散(合分),又再相对地四栏化(或六元对象化)。一种典型的模式是:四栏(六元)→五互→混层→集散→再四栏化(或再六元化)。预测就是在一定的四栏或六元泛系相对性体制下由广义主体对未来广义客体的某种泛系缩影(信息、泛系、泛系五互、泛系泛

导、泛导泛系)的广义观测或广义观控:

广义主体, 广义环境, 广义中介→广义观测: 未来的广义客体或其某种泛系缩影。

广义的主体、环境包括预测主体以及过去、现在已知的信息、知识、泛系、泛导五互、泛系泛导、泛导泛系, 而在这种已知泛系中找到未来泛系的某种泛系缩影, 这种已知与未来待知的泛系(泛系五互、泛系泛导、泛导泛系)缩影相对同一性、不变性、相似性即为一种特化的泛对称(广义的泛系对称)。这可谓之预测的泛系模式之一。古今中外千百万预测方法, 特别是科技发展的种种预测方式方法皆属于这一类模式。具体的中介、具体的观控模式、具体的预测方式方法与理论则在于发现具体的由此及彼(由已知到未知)的泛对称机理与理法把未知化归为已知。它们大多侧重主客分离, 彼此分离的框架而通过具体的泛对称理法由此及彼, 由此知彼, 由此测彼。

现代科学技术的千百万种预测模式, 不论是定性或定量的, 大都属于主客分离模式。下面我们侧重这类模式来谈一些关于预测的具体泛系理法。

广义系统、广义关系、泛系复合、泛系五互、泛导(广义微积、变变)、泛对称(广义对称、易经三易)、广义转化、广义优化(显生—广义生克以及广义的表里、机理、集散、观控、供求、充要(充分性、必要性、条件、因果、工具与手段)等均是典型的泛系形式。这类预测模式的一种典型理法是:

已知事物→已知与待知事物的某种共性泛系、不变泛系或泛对称→对待知事物的某种泛系显生→预测。

在具体实现这些转化中常用下面一些泛系理法。

(1)结合法: 宏观微观再宏观, 整体局部再整体, 定性定量再定性, 哲理(事理、物理)、数理、技理再哲理, 原型模型再原

型,认识实践再认识,实践认识再实践,具体抽象再具体,历史逻辑再历史,简化杂化再简化等等相互结合。

(2)二十字原则:宏微局整远近纵横兼顾,多元综合协同优化发展。

(3)八悟法:宏微局整远近纵横兼顾或泛系结合地运筹显生八种泛系:广义的表里(功能与结构)、变变(泛导)、机理、集散、现控、供求、充要——表里变变蕴机理,集散现控生克力,供求索交显充要,泛系八悟联万律。

(4)泛导法:(a)对数据、表象、已知泛系进行预处理,例如滤波、压缩、缩扩(缩形、扩形或它们的种种复合)、归并、简化、组合、函数变换等;(b)对(a)的结果求各类泛导(广义微积或变变关系或高阶变变关系):各阶导数、差商、累和、微积分形式、比率、系数、变差、变分等;(c)对泛导进行比较分析:可否形成方程组?组合比例是否为近似常数?组合泛导之间的广义距离是否取近极值?为什么组合泛导是近极性?(d)回归原数据、表象、泛系求出多元因果关系或泛系泛导、泛对称的模型;(e)利用表表(表里)变变的泛导方程与泛对称而扩变的理论即为唯象理论(机理理论);(f)当原型泛系统及已知与未来、已知与待知,泛导法所揭示的泛系知识即可用于预测。而其中每一步均可用上结合法、八悟法等理法。

问题原型→泛系建模,泛系泛导,泛对称→泛系转化,泛系显生→对原型问题的显生。

在建模中,往往有物理(事理)模型,数理模型,技理模型(算法模型,程序,计算机执行),它们相互结合相互转化而有泛系五互,互有缩扩扬弃或生克。用模型来表征或取代原型或前导原模型,一定要按泛系八悟中供求索交显充要的思想,扬留其本质、关键与充要而弃化其次要。模型与原型是相对的,

有相对的异同性与五互性,微观具体技理模型的简易性、方便性、能行性、稳定性并不代表它反映数理模型以至事理物理哲理模型或原型的本质、关键、充要或主导的泛系泛导。而泛系理论所指的模拟是广义的,指两事物或两泛系之间具有某种泛系同一性的转化,所以泛系模拟的四要素是:原型、转化、模型、泛系同一性。不同的泛系同一性或转化,同一原型可导致不同的模型,只有满足一定泛系八悟本质、关键与充要的泛系同一性与转化而产生的模型或模拟才是有实在而供求索交显充要的。由于模拟因素有四种,不全同的因素导致不同的模拟,把不同模拟混同,把一种特定的相似性(泛系同一性)转化无根据地类推及另外的相似性转化这就是模拟佯谬。由于模拟、泛系同一性、实在的供求索交显充要性有相对性,所以,一般说,模拟并不一定有针对性的或绝对的传递性。绝对的模拟传递性也是一种模拟佯谬。模拟佯谬是模拟与类比推理中常犯的错误。例如哲理、事理、物理模型反映原型泛系的某种八悟本质,而数学模型是这模型的模型,它就不一定再反映原型泛系的这种八悟本质,而由数学模型扬弃的技理模型(算法、程序、执行)则更不保证反映这种八悟本质。即使数学模型保存了原型的某种八悟本质,技理模型即使就事论事原于另一种自认正确的泛系同一性而转自数学模型,也可能对某种局部、缩影、表象、形式拟化原型,但不保证反映针对性需求的原型八悟本质。在泛系哲学与泛系数学中,泛系同一性是多种多样的,它可由多组公理生成的二元关系来体现,而泛系同一性公理的公理即泛系同一观:自返性、对称性、传递性的二元关系的泛化推广以及它们的某些析取、合取、复合或限定。不同的论域,不同的二元关系,对二元关系不同的泛系同一性元公理或公理,就产生不同的泛系同一性,因而产生不同的泛系模

型以及对原型不同的八悟扬弃。缩扩的缩扩,扬弃的扬弃,并不有某种八悟绝对的传递性。

原型→物理模型→数理模型→算法模型→程序→机器的截断,舍入与特定的执行

一般说是层层有缩扩、扬弃、模拟。若物理、数理模型基本反映原型本质,而算法模型的进一步扬弃则可能只保留了相对局部的、各分系统、子过程、片段连续过程或低阶泛导连续过程的信息本质,而在宏观上、整体上、关键的某阶泛导的不连续性及其转化上以及某些其它参变的泛导上大大失落,那么对这种算法模型及其机器实现而用于理论与预测就应大打问号。

小震闹,大震到。这对某些限定可以作为地震预报的模式哲理,但大多数是小震闹,大震不到。而应代以“小震异闹,大震方到”的哲理或物理模型。闹与异闹,正是泛系数学中相对低阶与高阶泛导的差别。也即大震与小震的某高阶泛导有直接因果关系,而与其低阶泛导没有直接联系。在具体预测模式中就要晰化出一系列潜混的相对性参量、泛系泛导与泛导泛系而使之真正反映要预测的八悟本质。

为了进行事物的机理研究、行为研究、唯象研究或预测,许多原型均化成非线性的数理泛导方程(数理模型)。作为拟化原型某种八悟本质的数理模型的解有一组概念或理法是应予考虑的:连续性、稳定性、适定性、分叉、Chaos、突变、怪引子、奇异性。从泛系数学来看,它们均是模型的解对不同变量、不同参量的泛导、泛对称性、动静关系或变变关系。泛导方程往往分内参量(内变量、基本变量、广义时空变量)与外参量:非基本变量、定解条件、系数参量、自由项参量,等等。泛导方程中的泛导或变变关系一般指对内参量的泛导,其解对内参

量可能连续,可能不连续,可能奇异,也可能低阶泛导连续,而高阶泛导不连续,还可能对某阶泛导产生泛对称(拟零值或拟无限值)。这时,一般要求解对定解条件(初值与边值或混合值条件)的外参是非泛对称性的,不然泛导方程很难拟化原型时空过程与流形,因从原型到数学模型的模拟中定解条件大都难免有误差,若这误差导致不稳定,用泛导方程或其解来拟化原型事物就太违常理,这就是传统数学适定性的要求。但是适定有多种定义与模式,它与方程解的某泛导的连续性、不连续性、泛对称性与非泛对称性不是一回事,后者是指对内参量的有关泛导而言,适定性是对定解条件的泛导或变变关系而言。而分叉、Chaos、突变往往又是解对其它外参量的泛导而言,这类非线性研究都寓归于外参量泛导而判其解不同形式的非单值性(对外参的多值性)。另外,解还有多种稳定性概念,有对定解条件的(相当于适定性),有对系数的,有对自由项的,有对截断误差的,有对舍入误差的,在泛系数学与数学逼近转化论中有具体而统一的论述,它们均为相对于某种外参的渐变过程。非线性泛导方程的解,对内外参量均可能出现奇异性(某阶泛导不连续、不单值或不定值或取拟无限)。不适定的方程也多有研究,那是一种外参奇异性。奇异性除了上述内参外参的一般类型外,还有一种是由于泛导方程的系数或自由项的内参奇异性带来的,它带来解对内参更为复杂的奇异性。

通常泛导方程不可能直接求解,因而有各种各样的简化解、近似解、算法解理论,这相当于作为模型的泛导方程的再次模型,是模型的模型。这种模型的模型一般要引入某些假设。在《从泛系观看世界》中指出,这些假设大都采用泛对称的形式,有时可能与泛导方程的原假设矛盾,这时需要用结合法、八悟法以及泛系相容简化法来显生。一旦模型的模型不能

反映原型问题的有关本质，不能起到供求索交显充要的预测或其它针对性的认识实践作用。作为模型的模型的简化、近似、算法解理论与作为就大有问题，值得扬弃讨论以致根本否定。

把某些有一定局部缩影相似性而便于运筹的模型或模型的模型误当成原型，或者把它局部缩影成功的模拟无条件外推于整体或其它局部缩影，这就是模拟佯谬，大哲学家、数学家怀德海早已有所指出，泛系理论又作了进一步的研究。

非线性(奇异)方程作为模型，所涉及的存在性、唯一性以及种种简化解、近似解、算法解的理论与方法很可能是在局部充分光滑的人为条件下展开的，它们可能不能顾及整体，不能顾及在内参量大范围内的种种奇异性或某种奇异性，而这些奇异性又是预测或显生针对性的本质不可缺的，这时已有的存在性、唯一性以及简化、近似、算法理论与方法极可能涉足模拟佯谬而不宜作为预测或显生的手段。

一种包含时间为内参量的泛导方程或其非模拟佯谬的再次模型(简化、近似、算法)，它们对定解条件的适定解就可用作预测的手段，由定解条件(现在与过去已知的信息)而判识未来。判识了什么，则由泛导方程及其再次模型的具体内涵而定。泛系数学的泛导方程除开确定的解析形式外，也容许模糊、随机、统计、离散、定性的种种形式。

一种泛系相对论的典型模式是 Bohr 的互补原理，它指出主体对客体的观中有控，观测也改变客体的状态因而可能有某种测不准性。测不准性也可能由于时间流引起的熵增过程，也可能由于已知信息的伤残或预测因素的伤残，还可能由于预测模型或模型的模型的近似、简化中或明或暗产生的扬弃误差。不只在微观物理中有观兼控与扬弃误差而测不准，在

未来学、经济学(例如股票、期货预测)中,也有这两类测不准。在传统宏观物理与地学、生态预测中也可能有这类测不准。

“横看成岭侧成峰,远近高低各不同。

不识庐山真面目,只缘身在此山中”。

苏轼原理也是泛系相对论的一种典型模式,它与 Bohr 原理、相对性原理、Von Neumann 程序存储原理有某种泛系相对性的共性,它讲了另一类宏观的主客四栏六元关系,讲了另一种测不准。一种预测若落入苏轼模式,也会有诸多测不准。

把一种泛导方程或模型作为预测工具、方法或活动,这方程、模型、方法、活动本身又可能是另一种观控客体,作为应用有关方程、模型、方法的人、人群、学界,也可能无形中套入苏轼模式而不识庐山真面目。

对预测,对预测的机理与方法,也许也落实于一个悟字。

什么是悟?悟就是进入角色,超越角色。悟就是进入再进入与超越再超越反复巧妙的结合。

主体在庐山之中,或在庐山之外均不能悟尽庐山之道。只有既入庐山与主体综合体之内,又超越这综合体之外的人,才悟了庐山的真面目。显然,这也应适于具体的天气预测。

天气预测是预测学中与人们日常生活、工作最为密切的重要分支,也是预测学中发展较快和较活跃的领域。本世纪初,V. Bjerkness 将天气预测考虑为求解流体力学等方程组的初值问题以后,形成了以地球流体力学为核心的理论和应用体系。然而一直困扰人们的问题是,除了少数有经验的预报工作者外,按现行理论指导下的转折(或突变)天气的预测,往往是失败的;长期预测在理论上也陷入迷茫。理论上无论是 Richardson 的“失败”,梅强中渐近展开的水波破碎,还是

Lorenz 谱截断的“Chaos”，等等都遇到一个自克里米亚战争以来跨世纪的困惑，即不只是解析求解的困难，也遇到数值积分的障碍。

以前，我结识气象学界诸如王宗皓、曾庆存、丑纪范等学友，并作为泛系物理的预期探索，筹创了电磁介质动力学等价论，从泛系观对预测与模拟有点门外之悟。今天，又结识了欧阳首承先生及其与他学生的工作，讨论了预测科学的有关理法，我表示了自己的一些感悟，也预感到欧阳首承先生思维的升华。

欧阳首承先生及其学生的工作——《运动流体的“断裂”与天气预测若干问题》一书出版了，我为书中的如下见解所震撼：

运动流体 Euler 语制方程定解问题是奇异问题，核心是运动流体随时间通过溃变而发生突变奇异性，不是连续性或其延续下的空间消长，并且由此导致数学方法上，Riemann 意义下的积分或相应的积分格式失效。简言之，按作者的观点，作为跨世纪流体的非线性之谜，应是随时间通过溃变发生逆向转变，显化了不连续在物理上的作用，从而直接冲击了自 V. Bjerkness 以来西方的近代理论：

天气预测作为整个宇宙预测的局部，在数学上应是时间上条件不定性问题，或者说作为数理方程初值问题的提法，还没有体现只作为天气预测问题的实质，至少还应加上一个时间上的转变条件。这不仅指出了“天有不测风云”的实质，也给数学提出新的问题，并直接涉及预测问题的研究方向：

变化是预测的核心，不把握变化不是真正的预测，从而天气预测已不完全是大气本身的预测。在这个意义上，天气预测在某种程度上是与整个自然界的预测方法论有关的问题。

这些问题从哲理、方法论、泛系预测观的角度看,我们已在前面作了一般论述。泛系理法对这些有争论问题的讨论提供一种引玉之砖的参考,但就天气预测论天气预测本身还有更为具体的由论据到论点的论证过程,这本书作为一家之言可以引发多家的争鸣与讨论,也吸引我习悟更具体更深层的预测理法而旁通及其它。

欧阳先生讲的三点,在一般理法层次上,泛系预测观已如前有所涉足,无非是讲地球流体力学及其定解条件下的模式对天气预测的模拟是否反映实质,以及定解条件是否伤残而测不准的问题,还有局部连续性简化是否反映整体奇异性的问题。变化是一种特化的泛系或泛导,从一般泛系预测观可看到其认知作用,但在气象学界,那么具体地感悟而提出来,欧阳先生有独到的地方。当然,在数学中或在泛系预测观中所讲的适定性概念可能与一些气象学行家不太一致,但事物的本质,我们已在前面从哲理上阐述了。也可以说,欧阳的工作涉足多种与天气预测有关的泛系模拟悖谬问题。

美国数学家维纳指出:“以实验的态度提供一些异端的和犯忌的见解,这是科学家的职责”。所以,欧阳的观点即使有争议也是可贵的,不仅作者形成其观点理法于二十多年前,而且又作了许多具体的实践与应用,发表了一系列方法上的文章。其中有:利用不连续信息诊断天气系统的突变、非守恒格式计算稳定性数值试验、非地形坐标系的地形处理方案等。它们无论就其有效性或经济性,即使作为应用方法也已经是一种突破。

奇异微分方程的‘blow up’问题目前在计算物理中非常活跃,已涉及交通、石油、核工业及动物神经等各方面的研究。欧阳的专著出版也会从侧促进现代‘blow up’问题的探索。

有幸缘识欧阳先生及其理论与试验,并感叹于他的广涉多变的生活而更悟苏轼庐山这理,从新的角度激起我对预测的泛系反思。

道可道非常道,名可名非常名。道与名有时是一层窗户纸,一捅即破,但一捅破也许就是非常道非常名了,因而人们又会进到新的认识与实践而探索新的道与名。缘识欧阳先生之上下求索,有所思而反触类;写了上面的文字,希望缘识更多的治学之友。

1994年2月24日

于武昌

序

与欧阳首承先生交往多年,知其先后为农民、工人,从事过美术教育、工艺装饰,后虽毕业于南京大学气象系,但未直接从事气象工作,而在水电、建筑、冶金、化工等行业工作多年。经历较曲折,涉猎也较广泛,遇事多思,颇多新意。前几年得知其钻研中国古代典籍,但未知其目的。近日在讨论大气科学进展中,因其语出惊座,方知其从事预测科学机理研究已有系统性的体会和理解,待看到其相应的书稿之后,深为其胆识、毅力所叹服。

可贵的是,当其观点与西方理论发生冲撞时,能通过实践并吸取中国古代哲学和学术遗产中的精华,反复斟酌。以事物为‘变’的观点,抓住大气运动中的不连续事实,针对这个长期为大气科学工作者尽量回避的问题,锲而不舍地进行了廿余年的探索。

不连续现象不仅在大气运动中普遍存在,众多瑰丽神奇的大气现象和急风骤雨的天气过程都与之密切联系。天气学的关键说到底就是天气转折和强烈天气的出现能否被准确预测。目前尽管增加了先进的大气探测工具、改进模式、增添物理过程、提高计算能力和传递信息的时效,但一个严酷的事实是对转折或突变天气的预测的失误率较高,例如暴雨预报的准确率仅30%左右。难怪的有大气科学家说,对于天气的转折突变问题,目前的理论和相应的方法是值得分析的,并已显得无能为力。‘穷则变,变则通’,作者一反习惯沿用的观点,跳出按连续性处理方法的思路,提出了不连续不仅不是数学形式上的异物,而且是关系到大气演变中有物理意义的关键因