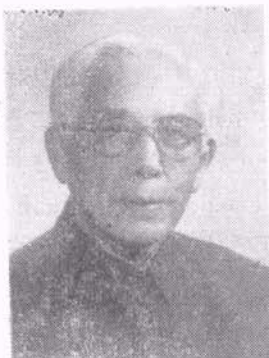


# 科学巨匠周培源

唐廷友

(中国科学院数学物理学部)



中国科学院学部委员  
周培源教授

国际著名理论物理学家、流体力学家、教育家，中国科学院学部委员周培源先生，今年(1990)8月已88岁高龄，从事科学研究和教育事业已近65年。半个多世纪以来，周先生在科学研究和教育事业等方面硕果累累，成绩卓著，实为当代一科学巨匠。

周先生于1902年8月出生于江苏省宜兴市。1924年毕业于清华学校(今清华大学)。后出国留学，1926年获美国芝加哥大学学士和硕士学位，1928年获美国加利福尼亚理工学院博士学位和最高荣誉奖(summa cum laude)，1928年至1929年，先后在德国莱比锡大学和瑞士苏黎世高等工业学校从事研究工作。1929年回国后，历任清华大学、西南联合大学物理系教授。1936年至1937年在美国普林斯顿高等学术研究所爱因斯坦教授领导下从事广义相对论引力论和宇宙论的研究。1943年至1946年，先在美国加利福尼亚理工学院进行流体力学湍流理论方面的研究，后在美国战时科学研究与发展局、海军军工试验站从事鱼雷空投入水的战事科学研究，并到英国出席牛顿诞生300周年纪念会和国际科学协会理事会，到法国出席第六届国际应用力学大会(并被该会和新成立的国际理论与应用力学协会选为理事)。1949年5月后，相继任清华大学教务长、校务委员会副主任，北京大学教授、教务长、副校长、校长、党委副书记，中国科学院副院长、主席团成员，

物理

中国科协书记处书记、副主席、代主席、主席、名誉主席，中国物理学会理事长、名誉理事长，中国力学学会名誉理事长，中国国际科技会议中心理事长，中国国际科技促进会会长，国际理论与应用力学协会理事。1980年，获美国普林斯顿大学名誉法学博士学位；1980年、1985年，两次获美国加利福尼亚理工学院“具有卓越贡献的校友”奖；1980年夏，任美国麻省理工学院访问教授。同时，周先生还历任中国人民外交学会副会长，中国人民争取和平与裁军协会会长，九三学社中央副主席、主席，第一、二、三、四届全国人大代表，第五届全国人大常委会委员，第三、四届全国政协常务委员，第五、六、七届全国政协副主席。周先生1959年加入中国共产党，1955年当选为中国科学院物理学数学化学部委员、常务委员。

1926年以来，周先生一直从事爱因斯坦广义相对论引力论和流体力学中的湍流理论的科学研究和教育工作，并取得杰出的成就。

在广义相对论引力论方面，爱因斯坦广义相对论于1916年发表之后，在国际物理学界享有很高的声誉，但理论物理学家们对它的认识一直存在着争论。其主要原因是，表示爱因斯坦引力场的方程是一组10个二阶非线性偏微分方程，但这组方程中，存在着由四个独立的非线性偏微分方程所组成的 Bianchi 恒等式，致使仅仅用引力方程得不出10个引力函数(即引力张量的10个分量)的确定解，必须引进另外的物理条件才能求得其确定解。这是在此领域中至今没有解决的难题。周先生在20年代开始从事爱因斯坦引力论的研究时，即主张附加物理条件，并曾引进一个条件从而获得轴对称静态引力场的一些解。他于30年代又引进了

不同条件,求得了静止场不同类型的严格解。

1979年,周先生又重新开展爱因斯坦引力论的研究。由于上述爱因斯坦引力方程中引力函数的数目(即引力张量的分量)多于独立的引力函数的数目,以致不能求得确定解,因此国际上广义相对论学者最初采取用坐标变换方法来减少引力函数的数目,以达到与方程式的数目相等,从而求得引力方程的确定的数学解。但这种方法只能求出一种常微分方程的特殊引力场——球对称静态引力场的引力方程的严格解,例如 Schwarzschild 解,而对非线性偏微分引力方程表达的其他许多物理问题,即使用了坐标变换法仍无法求得严格解。对这种用坐标变换法来减少引力函数的数目以求解引力方程的相对论学者,在国际上被称为“坐标无关论者”。他们认为坐标在爱因斯坦引力论中无关重要。

周先生从20年代开始工作时起,就一直认为在广义相对论引力论中的坐标是有物理意义的,因此他是一位“坐标有关论者”。根据“坐标有关论”,周先生于1979年开始把严格的谐和条件作为一个物理条件引入引力论中,以补充引力方程。爱因斯坦本人曾在1918年引用谐和条件的近似式来求解线性化了的近似的引力场方程,获得了确定的引力波解,从而预见到引力波的存在。后来,de Donder 将谐和条件的近似式改写成在数学上严格的表达式,1923年,Lanczos 曾用这个严格的谐和条件求得静态球对称引力场的解。爱因斯坦又在1936年至1937年间,根据引力方程与谐和条件,用逐级逼近法建立了多体运动的理论。

在引用谐和条件作为引力方程的补充物理条件之后,周先生和他在北京大学的同事以及他在中国科学院高能物理研究所指导的博士研究生,十年来已发表了关于引力论的多篇论文,其中包括无限平面(1982)、无限长杆(1982)、回绕着无限长杆轴作匀速转动的稳态解(丁浩刚,1983)、严格的平面波解(与刘宏亚合作,1985)和 de Sitter 宇宙(与黄超光合作,1987;原来用坐标变换法解得的这个宇宙是有限的,但用

了谐和条件之后,它是无限的)。

近年来,周先生曾指导过博士研究生李永贵进行与地面平行和垂直的光速比较实验,来证明在 Schwarzschild 和 Lanczos 的两个解中,到底哪一个符合静态球对称引力场的客观实际?初步结果表明,Lanczos 解与实际相符,亦即支持“坐标有关”的观点。因此,这个重要实验有可能统一人们对爱因斯坦引力论的认识并产生重大影响。

在广义相对论宇宙论研究方面,广义相对论宇宙论的理论基础是 Friedmann 宇宙,它是爱因斯坦引力场方程的一个特殊解。以往的学者们采用群论方法求出 Friedmann 宇宙的度规表达式。周先生于1939年即证实,在均匀性(或各向同性)条件下,爱因斯坦引力场方程本身即可给出均匀的与各向同性的 Friedmann 宇宙的度规张量,使此问题的求解大大简化。

1989年,周先生与黄超光提出在谐和条件下的广义相对论宇宙论,并用引力场中的电磁理论来计算宇宙中后移的星系所辐射出的光的强度,以此来定出离开我们的银河系的距离。由此推导出的新的红移关系是与该星系的质量有关。这个新的红移关系是以前仅仅从空时几何的观点出发来解爱因斯坦引力方程所求出的红移关系所不能得到的。

在流体力学湍流理论方面,周先生于1938年在西南联合大学时即开始进行不可压缩粘性流体的充分发展了的湍流理论研究。粘性流体的基本运动规律是 Navier-Stokes 方程,简称为 N-S 方程。1895年英国的 Reynolds 发现不可压缩粘性流体的充分发展了的湍流运动可分为平均运动与脉动(或称涨落)运动两部分,并从 N-S 方程用平均方法推导出湍流的平均运动方程。1938年以前,国际上的流体力学理论学者只注意从不可压缩粘性流体的 N-S 运动方程来推导出不封闭的平均运动方程,把它作为湍流理论的动力学依据,并对这组方程采用引入脉动量和平均流速对空间坐标的梯度有关的不同假设的方法,来求解流体的平均流速。从1938年起,周先生除采用平均运动方程之外,还在国

实际上首先提出了脉动方程（即 N-S 方程与平均运动方程之差），并用这组方程所推导出的二元和三元速度关联函数所满足的动力学方程，再引进一些必要的假设一同来建立普通湍流理论。根据这一理论对一些流动问题作了具体计算，计算结果与当时的实验符合得很好（1940）。

1945 年，周先生发表了《关于速度关联和湍流脉动方程的解》的论文。它在国际上至今仍产生着深远的影响，并被誉为“现代湍流模式理论的奠基性的工作”。在这篇论文中，周先生提出了两种解湍流运动的方法：一种是把平均运动方程和从脉动方程推导出的各元速度关联所满足的偏微分方程求解，作为一种逐级逼近法；另一种是把平均运动方程与脉动方程一同联立求解。但是，联立求解这两组方程会遇到严重困难：第一，这两组方程是非线性的积分——偏微分方程；第二，平均速度、平均压力与各元关联函数都是坐标与时间的慢变函数，而脉动速度与脉动压力则是它们的快变函数；第三，在解非线性偏微分方程时，除了它的解要满足边界条件外，还要满足一些物理条件才能定出代表湍流元的解。这些条件对上述逐级逼近法求解各元关联方程也有必要。此外，在 40 年代，计算机尚未被发明，因此在当时要联立求解平均运动方程与脉动方程是不可能的。

在新中国成立之后，周先生与蔡树棠从 N-S 方程解得最简单的均匀各向同性湍流的后期衰变运动的二元关联函数（这是一个已知的与实验相符合的结果，1957），后来黄永念用同样的湍流元计算得到三元关联函数（1965）。10 年之后，这个关联函数由 Bennett 与 Corrsin 用实验所证实（1978）。在这期间，周先生还与是勋刚、李松年求得均匀各向同性湍流在早期衰变运动的近似解（此解与实验定性地符合，1965）。在求解上述早期、后期衰变的流体运动方程式时，必须引进各自不同的相似性条件。周先生于 1975 年与黄永念把这两个不同的条件统一成为一个有确定解的物理条件——准相似性条件。1986 年，在北京大学的湍流实验室中，这个准相似性条件被魏中磊、诸乾康、钮珍

物理

南和俞达成所证实。其后，周先生又与黄永念利用 N-S 方程推导出的非线性涡旋方程，采用近似法计算从早期到后期的二元与三元的关联函数，其结果与国际上 30 多年来所发表的实验数据基本相符（1981），受到国际上的瞩目。

近几年来，周先生又把在均匀各向同性湍流理论中的这个准相似性条件推广到具有剪应力的普通湍流运动中去，并引进逐级奇数元截断逼近解法求解。在用逐级截断逼近法所处理的课题中，零级近似有槽湍流与平面湍尾流（周培源，1985），平面湍尾流（陈十一，1984），平面湍射流（吴忠，1986）与混合层湍流（与孟庆国，等合作，1990）；一级近似有槽湍流与平面湍尾流（周培源与陈十一合作，1987 与 1989）。但这种逐级截断逼近法的计算极为繁琐。

最近，周先生与其博士研究生吴忠以平面湍射流作为例子用逐级迭代法求出平均运动与脉动方程的联立解。这个近似解法的迭代过程如下：先用上述的逐级截断逼近法求得平面湍射流的平均运动速度与湍流应力的零级近似值，然后把它们放在脉动方程组内，和准相似性条件一同联立，解得的脉动速度作为一级近似。吴忠用此脉动速度计算出二元与三元关联函数的一级近似。在这些理论结果中，尤以二元关联与实验符合较好（1989）。这因为三元关联的值比较小，实验比较难做。

显然，这个逐级迭代法可以推广到高级近似中去，并用以求解其他发展了的湍流运动，而且在得到脉动速度之后，任何阶的速度关联都可简捷地计算出来。这样，周先生在 1945 年论文中所提出的至今国际上未能解决的联立求解平均运动与脉动方程的困难课题得以突破。有了这个新逐级迭代解法，今后湍流理论的研究可以放弃以往求解关联函数方程那种极为繁琐的做法。这一重大进展，是国际湍流理论研究中的一大创举。

周先生不仅是一位杰出的科学家，也是一位杰出的教育家，数十年来在发展国家的教育事业、培养众多的科学人才方面成绩卓著、贡献突出，他的不少学生已成为国际上著名学者。周

先生也是一位杰出的组织管理家和社会活动家,在科学和教育的领导工作中,在众多社团的组织领导工作和国家领导工作诸方面,都表现出高超的才干,与国内外科学界、教育界和社会各界有着广泛的联系和影响,并深受国内外各界的爱戴。

周先生是一位崇高的爱国主义者。他在青年时期就有爱国思想与行动。1919年,他在上海圣约翰大学附属中学求学时期,因参加上海学生的五四运动而被学校开除。当年他考入清华学校,于1924年毕业后去美国留学。1927年夏,当他在美国斯坦福大学做研究生时,正值四·一二事变国民党反动派大屠杀之后不久,当时在美国西海岸的中国留学生正在该校举行夏令会,会上发生了拥护与反对国民党反动派的两派学生之间的尖锐冲突。周先生和他三位同班同学施滉、冀朝鼎与徐永瑛,参加了反对国民党反动派的行列。他们三位在美国都加入了美国共产党,后来转为中国共产党党员,是清华大学最早的共产党员。施滉于30年代初在北平做地下工作时,任党的河北省委书记,不幸在1933年被叛徒出卖,壮烈牺牲。

1945年底,美国战时科学研究与发展局结束工作,从事鱼雷空投入水研究组的大部分科研人员被美国海军部留下并成立海军军工试验站,周先生也被邀请参加,年薪高达6千多美元(相当于目前6万多美元)。由于这是一个美国政府的科研机构,应聘人员要有美国国籍。周先生明确提出三个条件:第一,不做美国公民;第二,只能担任临时性职务;第三,1946年7月要代表中国学术团体去欧洲参加国际会议,因此工作到6月底即须结束。这三个条件都被接受。他于1946年7月离职赴欧。

由于战后交通不便,周先生于1946年10月才由欧返美,并和全家(夫人及三个女儿)直到1947年2月才乘船离开旧金山回到上海。当时国民党反动派已发动内战半年多。虽然他们的军队有当时最现代化的美式武器装备,但是在中国人民解放军的强大反击下不得不节节败退;而且在国民党统治区内,政治腐败,通货严

重膨胀,到处掠夺人民的财产,民不聊生。当时在国内的与在美国的不少周先生的朋友听到他全家要回国时,都劝他不要回国。周先生当时的想法是,“我虽不了解共产党,但共产党人也是中国人,而且我是由清华大学派送去美国进行科研工作的,所以我一定要回到清华大学工作(当时教授的月薪约等于25美元)”。周先生的全家于1947年4月回到北平。那时平津附近不远的地区都已经成为解放区。1948年9月,周先生还经过上海与香港到英国伦敦出席国际理论与应用力学协会的理事会议,到11月上旬才回到北平。1948年12月中,清华园比北平城早一个半月被解放,从此周先生获得了新生。

周先生也是一位崇高的民主主义者、社会主义者和共产主义者,对祖国的未来和国家社会主义现代化大业,对共产主义在中国和世界的美好前景,充满着希望和信心,并为之始终不倦地工作、奉献。周先生对社会上的科技文教育事业也极为关心。1987年,他把把父亲在家乡遗留下来的一所600多平方米的住宅,捐献给宜兴市科学技术协会,作为“芳桥乡后村科普文化活动站”。1989年,他和夫人王蒂激女士把他们在新中国成立后用自己的部分工资收藏的145幅古字画,赠送给无锡市博物馆,并把无锡市政府发给他们的奖金分赠给他们所在的工作单位和他们在青少年时期读书的小学,分别作为科研基金和奖学金。

周先生现在虽已88岁高龄,又担负着众多的科学、教育、国家和社团领导工作,但至今仍坚持科学研究和指导研究生等工作,其科学研究工作时间之长是古今中外极为少有的。他为国家、为人类勤恳工作的精神是极其可贵的。周先生治学严谨,自我要求严格,为人十分谦和、坦诚,深为各界各辈人士所崇敬。60多年来,周先生在科学研究、教育事业、组织管理、社会活动诸方面都取得了杰出成就,在国内外学术界和社会各界享有盛誉,为国家科学、教育事业和人类科学文化的发展作出了重大贡献。