

环境水力学的最新进展

——新学科发展综述之四

李 嘉 赵文谦

(四川联合大学, 成都, 610065)

提 要 本文介绍了90年代以来在环境水力学领域所取得的一些成果, 内容包括实验研究、实验技术、数学模型和计算方法, 尤其是数字图象处理技术在环境水力学研究中的成功应用, 使过去难以实现的许多重要的基础实验成为可能, 而种类繁多适用于各种特定情况的数学模型在向理论深入方向发展的同时, 也在向工程实用化的方向尝试, 即遵循着深入浅出的原则。本文还介绍了环境水力学的发展趋势, 而这些发展趋势正是作为一门新兴的交叉学科寻求自身发展的必然结果。

关键词 环境水力学 数字图象处理 发展趋势

环境水力学是经典的水力学与新兴的环境科学相结合生长起来的一门交叉学科。在其发展过程中继承了许多传统的, 成熟的或不成熟的理论, 如混合理论、射流理论、湍流理论、多相流理论等等, 这些内容在本系列文章的前几篇中已作了介绍。这一发展模式还将继续下去, 将有更多的相关学科中的理论方法和实验技术被吸收进来, 使环境水力学的基本理论体系更加完备。另一方面, 环境水力学作为一门相对独立的学科, 有着自己的研究侧重点, 因而使得那些引进的理论被赋予更多、更新的内涵。不过遗憾的是目前尚没有专著系统地介绍。这里仅就作者了解到的一些最新成果作一介绍。

1 实验研究与实验技术

目前在实验室里所进行的环境水力学实验主要是针对保守物质(即污染物不发生化学的和生物的反应), 因为对于非保守物质的模型实验要求有很大的长度尺度和时间尺度, 这在实验室里是难以实现的。从实验的性质来看, 目前的实验大都属于基础性研究, 而非应用性的, 其原因就在于传统的理论不能满足本学科的要求, 从而不得不提出一些新

的实验研究内容, 以完善环境水力学的基础理论。

污染物在河道中的迁移扩散规律是环境水力学研究的重要内容之一。近年来, 人们对污染物在各类典型河道中的输移扩散进行了大量的实验研究, 使过去只适用于顺直河道的混合理论向前迈进了一大步。例如, 直角交汇河段水力特性实验, 对交汇河段回流区几何特性和侧流轨迹进行了系统的分析, 得出了一些具有普遍意义的结论。分叉河道中污染物输移扩散实验研究, 提出了污染物分配与流量分配、排放动量、排放口到分叉点的距离以及分叉角之间的相关关系。弯道中温差异重流特性实验研究发现了异重流弯道二次流具有三环主体结构, 这同过去均质流弯道二次流具有二环主体结构是不相同的, 实验还揭示了异重流二次流沿弯道生成、发展、消亡的过程。

关于浅水域中的射流实验也取得了进展, 探明了静止水域中平面和圆形垂向纯射流的隆起高度, 提出了有横流时平面、圆形、多孔圆形射流的流动转变条件。由于污水排江排海问题日益受到重视, 射流理论成为学者们和工程师们关注的问题。前者的目的在于揭示复杂射流的流动特征, 而后者的目的

在于设计出具有大的初始稀释度的扩散器。射流研究所取得的成就在很大程度上得益于激光测速技术和图象处理技术。现在水环境射流研究已从深水发展到浅水,从静止环境发展到流动环境,从恒定环境发展到非恒定环境,从底部垂直射流发展到侧边横向射流。

作者想着重指出的是,高新技术在实验研究中扮演着越来越重要角色,将使环境水力学实验研究发生质的飞跃。随着研究工作的深入,对流场、浓度场的测试要求越来越高,从单点到多点、从单相到多相、从平面到空间、从稳态到瞬态、从接触式到非接触式等等。90年代以来,激光测速技术(LDV)、热线热膜流速计技术(HWFA)、粒子成像速度场仪技术(PLV)(或称为图象处理技术 Image Processing Technique)取得了长足的发展,其进步主要体现在集成化、光纤化、智能化、精确化、数字化和多样化,致使体积越来越紧凑,操作越来越简单,效率越来越高,而测量结果则越来越精确。尤其是近几年才逐步成熟的PIV技术超出了单空间点测量技术的局限性,能在同一时刻记录整个速度场、浓度场的信息,提供出流动丰富的空间图象,揭示出隐藏着的流动内部结构。这一技术在洪水流速分布及流量测量、废热水排放的温度分布,污染物的浓度分布、射流以及湍流机理研究中已有应用。可以预料,在不远的将来人们对湍流这一古老的问题、对水环境中污染物质的混合与输移规律将会有新的认识。

2 数学模型与计算方法

数学模型是环境水力学研究中一个重要的组成部分,其中包括了数学模型的建立和计算方法两大内容。经过近十年的不断发展和完善,目前已有种类繁多、适应于解决各种特定问题的专用模型。一维、二维模型已比较成熟,三维模型的发展也很迅速。例如,明渠弯道的湍流模型、分叉河渠中的混合模型、潮

汐流动中污染排放的整区模型、三维热污染模型、潮汐河网的水环境数学模型、水石油膜的迁移、扩散数学模型等等。随着人们对湍流结构认识的深入,这些模型还将继续发展下去。同时,环境水力学学者们也意识到了使数学模型更加实用化的问题,正遵循一条研究方法要深要严,而成果的表达要简单实用的原则,即所谓的深入浅出。

数学模型的另一个发展表现在多相湍流模型(或双流体模型)不断受到重视,严格地讲,污染物质在环境水体中的迁移扩散运动属于多相流动。多相流动比单相湍流具有更高的随机性,相间界面的相互作用是多相流动的一个重要特点,要寻求一组完整地描述多相系统特性的微分方程组是困难的。在早期的两相流研究中,大都以混合物的质量、动量、能量守恒方程为基础,而忽略了相间界面上的质量、动量和能量交换。目前已提出了一些多相流数学模型,如油—水两相流模型、液固两相流模型,这些模型已部分涉及到了相间作用力,但在本质上还是认为多相流与单相流动一样,只是方程增多,计算条件更加苛刻而已。多相流动中还有很多物理的和化学的规律还有待于通过精确实验加以研究。

在数值计算方法方面,有限差分、有限元、有限容积法、有限分析法、边界元法仍是主流方法。最近一些学者提出了混合有限分析多重网格法,其收敛速度受网格步长的影响很小,具有收敛速度快、流场计算精确的优点。在环境水力学计算中,不规则几何边界一直是比较头痛的问题。因此对具有复杂边界流速场的数值计算仍是人们关心的问题。目前贴体坐标和“冻结”技术常用于处理此类问题。

3 发展趋势

不断拓展新的研究领域是环境水力学发展的一大特色。过去环境水力学研究的对象往往是保守物质,而近年来对非保守物质的

迁移扩散规律的研究、对水质模型产生了浓厚的兴趣。人们将眼光从无机物转向有毒有机物,从点源转向面源(或分散源),从河流转向湖泊、河口、地下水。现有的水质模型在水动力计算方面是比较粗糙的,而且许多水质参数都是在静水中测定的,环境水力学的发展必然要求弥补这一缺陷。一个完善的水质模型应是水质化学家、水生物学家、水文学家、环境水文学家联手合作的产物,这类水质模型已在国内外研究中崭露头角。

在水环境容量、城市污水海洋处理、水质规划风险分析等领域,也出现了环境水文学家们积极参与和融合的趋势。在这类研究中,一方面使环境水力学自身得到发展和完善,也使相关领域的研究得到深入,已出现了一批水平较高的研究成果。

纵观环境水力学的兴起与发展过程,它是社会环境意识提高和学科发展的必然产

物。它的研究方法在不断地继承和吸纳中、在高新技术的激励下逐渐形成特色,它的研究领域在自身深化和与相关学科、相关领域的不断接触和碰撞中逐渐扩大。对于这样一门正处于高速发展时期的新学科,要研究解决的课题还很多,因而也是一门具有吸引力和挑战性的学科。 (全文完)

参 考 文 献

- 1 赵文谦. 环境水力学发展的回顾与展望,《中国科学基金》,1992,2期。
- 2 《第三届全国环境水力学学术会议论文集》,1994,10. 西安;
- 3 《第二届全国环境水力学学术会议论文集》,1992,10北京;
- 4 《环境科学论文集》,中国环境科学出版社,1992,12
- 5 《第二届全国环境流体力学会议论文集》,重庆大学出版社,1992,12

(收稿日期:19941013)

“项目法施工管理研讨会”在二滩工程公司召开

四川省水电学会施工专委会、二滩水电分会于1994年8月24日至25日在攀枝花市方家沟二滩工程公司联合举办了“项目法施工管理研讨会”。参加会议的有省电力局、水电五、七、十局等8个单位的专家、工程技术人员共20人。会议交流学术论文5篇。二滩水电分会主任委员樊增祥,受公司委托,代表二滩水电开发公司及二滩水电分会,向参加这次会议的代表表示热烈的欢迎,预祝会议圆满成功。施工专委会副主任委员曲世江,受专委会主任夏文泽委托,代表专委会致开幕词,并希望大家通过对项目法施工管理的讨论,取长补短,共同提高,为尽快改变当前国有企业活力不强,效益不高的局面,为发展生产力,增强企业的凝聚力和市场竞争能力奉献一份力量。

会议进行了大会交流、讨论和书面发言。与会代表通过会议交流,对项目法施工这一新的管理模式,从理论、实践上进行了广泛的研讨。项目法施工的基本特征是:管理层精干高效、决策快,在项目管理的全过程中,对资源配置实行优化组合、动态管理。实现高效率、高水平、高效益、低投入、低消耗、低成本。各单位的代表按照项目法施工管理的基本要求,结

合本单位的实际和项目工程特点,详细地介绍了他们的工作方法和具体作法。总结了成功的经验。二滩水电工程是我们对外进行招标承建的工程之一,与会代表结合工程建设的亲身实践,介绍了国际水电合同管理和工程监理方面的体会和认识。由于水电国际合同日益增多,代表们建议施工专委会在适当的时候召开国际合同管理研究会。这次学术交流会开得生动活泼,内容丰富。通过学术交流,对各单位在推广、应用项目法施工管理起到相互启发,相互借鉴和指导作用。

会议期间,二滩工程公司总经理林椿、二滩水电开发公司副总经理刘孝璞在百忙中,亲临会议,林总还作了讲话,他说项目法施工管理是一个大题目,整行业都在为做这篇文章,二滩工程公司决心为搞好这篇文章添砖加瓦。

会议期间,代表们还到工地现场参观了目前我国在建的最大水电站,正在开挖施工的高拱坝基坑和建设中的主厂房及附属企业系统。

(二滩水电开发公司 陶涛)