

悬移质运动中水沙两相流的流场测量技术研究综述

陈 诚 ,蔡守允

(南京水利科学研究院 江苏 南京 210029)

摘要 :在对近年来流速测量技术的发展历程进行回顾的基础上 ,着重介绍了激光技术、超声波技术、计算机技术及数字图像处理技术等先进技术在流速测量中的应用及发展 ,详细分析了悬移质运动中水沙两相流流场测量技术的现状及存在问题 ,指出综合运用激光诱导荧光技术与粒子跟踪测速技术是实现水沙两相流流场同步测量的一种新途径。

关键词 水沙两相流 流场测量 激光诱导荧光 粒子跟踪测速 综述

中图分类号 :TV149.1 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2011)06-0080-05

Research review on measurement techniques for water-sediment two-phase flows in transport of suspended load//CHEN Cheng , CAI Shou-yun (Nanjing Hydraulic Research Institute , Nanjing 210029 , China)

Abstract :Based on the review of the development of flow measurement techniques in recent years , the application and development of the advanced techniques such as laser , ultrasonic , computer and digital image processing techniques were introduced . The present situation and existing problems of the measurement techniques for water-sediment two-phase flows in transport of suspended load were analyzed . A new approach combined with LIF and PTV for the simultaneous measurement of water-sediment two-phase flows was proposed .

Key words :water-sediment two-phase flow ; flow field measurement ; LIF ; PTV ; review

由于含沙水流的流动与作为连续介质的纯水体的流动有一定差异 ,为了研究泥沙颗粒在水流中做悬浮运动的内在机理和输移特性 ,往往需要深入研究水沙两相的相互作用和相互影响 ,其中 ,流场结构是水沙相互作用机理研究中最重要内容之一。

要在研究中不断取得新成果和新突破 ,先进的测量技术至关重要。近年来随着激光技术、超声波技术、计算机技术及数字图像处理技术等先进技术的不断发展 ,流速测量技术得到了较快的发展 ,从单点流速测量发展到多点测量 ,从单向到多向、从稳态向瞬态发展 ,并实现了水流的瞬时全场测量 ,但大多是针对单相水流运动的测量 ,水沙两相流的流场测量技术尚处于起步与发展之中。目前只有少数学者开始在气-液、液-固等低速简单流动中进行可行性研究 ,悬移质运动中水沙两相流的流场同步测量技术仍存在诸多问题 ,有待进一步深入研究。

1 研究现状

1.1 流速测量技术的发展

流速分布是流体运动的主要特性之一 ,流速测

量是水沙测量中最核心的内容 ,一直是国内外研究的重点和热点。20 世纪以来 ,流速测量技术取得了较快的发展^[1-2] ,从单点流速测量发展到多点流速测量 ,从单向到多向、从稳态向瞬态发展 ,从毕托管、旋桨流速仪、热线热膜流速仪(HWFA)、电磁流速仪、超声波多普勒流速仪(ADV)、激光多普勒流速仪(LDV)测速发展到粒子图像测速(PIV)。

毕托管是一种古典的测速测量仪器^[3] ,毕托管测速基于流体力学的能量方程在定常、理想无黏、不可压假设下即为伯努利方程的原理。一般来说 ,由于受到上述条件的限制 ,毕托管只用于测量平均速度或流量 ,且流速宜大于 0.15 m/s ,适用于测量稳定流。

旋桨流速仪的基本原理是将固定在传感器支架上的旋桨置于水流中某施测点 ,旋桨正对水流方向 ,由于动水压力作用会产生转动 ,流速越大 ,转动越快。采用适当的传感器和计数器记下单位时间转数就可根据率定曲线求出流速。旋桨流速仪按传感器的结构主要分为电阻式、电感式和光电式 3 种 ,目前

采用较多的是光电式旋桨流速仪^[4]。旋桨流速仪测量时对水流的干扰较大,而且无法测量低于旋桨启动速度的低流速。

HWFA 是利用放置在流场中具有加热电流的金属丝来测量流速的仪器^[5]。由于金属丝中通过了加热电流,当流速变化时金属丝的温度就会随之发生变化,从而产生电信号。电信号和流速之间具有一一对应的关系,因此检测出电信号就可测出流速。HWFA 能够测得瞬时流速,对水流干扰较小,使用方便,但对水质有较高的要求,必须清洁无杂质,否则由于杂质沉淀在金属丝表面会改变热耗散率,将造成测量误差。因此,HWFA 通常应用于空气动力学试验,在含沙水流中应用较少。

电磁流速仪是根据法拉第电磁感应定律把水流作为导体测量水流速度的流速仪^[6-7]。电磁流速仪可测量不同水质较大范围的流速,传感器较小,对水流扰动小,可用来测量瞬变流速和流向,但易受附近电磁场的干扰。

ADV 利用声波的多普勒效应测量流体运动速度^[8-10],通过发射换能器产生超声波,以一定的方式穿过流动的流体,通过接收换能器转换成电信号,并根据多普勒频移原理计算出相应的三维流速分量。由于 ADV 的测量点与发射、接收探头之间存在一定的距离,器件对所测量部分流场造成的干扰可以忽略,具有精度高、无需率定、操作简便等优点,可用于三维流速测量。

LDV 是一种利用激光多普勒效应测量流体运动速度的仪器^[11-12]。LDV 利用流体中的散射粒子对入射激光进行散射,并通过光电探测器探测此散射光的频移,由于该散射光的频移与粒子速度呈线性关系,据此可得流体的运动速度。第一代 LDV 产品大约诞生在 20 世纪 80 年代初,光路系统由部分集成化、部分离散的光学元件构成,处理器为数字输出的计数型信号处理器,并且很快和计算机结合形成了现代化的数据处理系统。20 世纪 90 年代以后产生了第三代 LDV 产品,其特点是更加集成化、智能化。LDV 为非接触式流速仪,可测量三维流速,对流体没有干扰,动态响应快,测量精度高。

随着流速测量技术从毕托管、旋桨流速仪、HWFA、电磁流速仪测速发展到 ADV 和 LDV 测速,实现了从接触式测量到非接触式测量的发展。流速测量技术的发展对推动水流结构研究特别是紊流研究的发展作出了巨大的贡献,但紊流的研究尤其是紊流相干结构的研究面临的难题之一就是紊流瞬时流场的测量。由于 ADV、LDV 等均为单点测量,不适用于紊流结构流场的测量,人们迫切需要一种同

时对全流场进行流速测量的技术。20 世纪 60 年代发展起来的 PIV 就是这样一种集数学、光学、电子学、摄像技术和计算机技术于一体的全场测速技术。这项技术可以同时测量全流场的瞬时流速且具有很高的分辨率,所以在对紊流的时均特性、紊动特性尤其是相干结构的研究方面具有很大的优势^[13]。

PIV 技术本质上是流场显示技术的新发展^[14],是在传统流动显示技术的基础上利用图像处理技术发展起来的一种新的流动测量技术,综合了单点测量技术和显示测量技术的优点,既具备单点测量技术的精度和分辨率,又能获得流场显示的整体结构和瞬态图像。PIV 技术的原理是在流场中撒入示踪粒子,以粒子速度代表其所在流场内相应位置处流体的运动速度。应用强光(片形光束)照射流场中的一个测量平面,用成像的方法(照相或摄像)记录下 2 次或多次曝光的粒子位置,应用图像分析技术得到各点粒子的位移,由此位移和曝光的时间间隔便可得到流场中各点的流速矢量,并计算出其他运动参量,包括流场速度矢量图、流线图、涡量图等^[15]。

目前,在全场测速技术中,PIV 技术是一种最成熟的新技术,已迅速变为测速的标准方法,其产品已走向市场,如美国的 TSI 公司、德国的 Lavision 公司以及丹麦的 Dantec 公司均有成套产品推出,国内立方天地公司也致力于商业 PIV 的研发。这些 PIV 系统大多由示踪粒子、脉冲激光器、片光源光学元件、CCD 相机和图像处理系统等几部分组成,通过片光源照亮示踪粒子、CCD 相机记录图像,然后应用互相关等分析方法计算出流场^[16]。PIV 技术作为一种先进的全流场、瞬态、无接触测量技术已广泛应用在各种定常、非定常的单相流动测量中,逐渐发展了测量微流场的 Micro-PIV^[17-21]、物理模型试验等大范围表面流场的 LSPIV^[22-24]以及三维 PIV^[25-26],并取得了大量的研究成果。

1.2 悬移质运动中水沙两相流的流场测量技术的发展

为了研究泥沙颗粒在水流中做悬浮运动的内在机理和输移特性,往往需要深入研究水沙两相的相互作用和相互影响,这就需要对水沙两相的流场进行同步测量,而水沙两相流的测量技术尚处于起步与发展之中,目前只有少数学者开始在气-液、液固等低速简单流动中进行可行性研究^[27-28]。

由于 LDV 是一种不接触流场的测量仪器,使 LDV 测速具有不干扰流场、测点分辨率高等优点,近年来使用 LDV 测量两相流动的研究工作逐渐增多^[29-30]。LDV 测量两相流动的基本原理是通过对比示踪微粒和颗粒产生的多普勒信号的区分,分别测

量示踪微粒的速度和颗粒的速度。LDV 可进行分相测量,但无法瞬时测量水沙两相的全流场。

将 PIV 技术应用于多相流动的测量,特别是同步测量各个相的流场,近年来才引起国内外学者的关注^[31-34]。两相流 PIV 测速比单相流测速困难得多,不仅要分辨代表同一相的颗粒在已知时间间隔里的位移,而且要将代表不同相的颗粒区分开来。两相颗粒之间会发生碰撞、遮挡甚至翻转。在两相流动的粒子图像中,连续相的示踪粒子与离散相颗粒的粒径、散射光强差别显著,且各自具有不同的运动速度、轨迹,如果直接对两相同时存在的粒子图像进行 PIV 相关分析,最终获得的速度场将是连续相和离散相速度场的平均,与连续相和离散相各自的速度场均具有较大的误差。因而,首先需采用各种手段来区别图像中连续相示踪粒子与离散相悬浮颗粒的特征,而后进行速度场运算。常用的两相分离方法有粒径分辨法、荧光标记法、空间频率分辨法等。粒径分辨法依靠分辨粒径的大小来区分不同相的粒子,即根据连续相示踪粒子与离散相颗粒的大小差异进行相分离^[35-36]。这种方法对两相颗粒的光学性能要求较低,但对粒径阈值设定和颗粒大小识别有较高的要求,在识别过程中必然会损失图像信息,影响图像分离的效果。荧光标记法通过带有荧光性的粒子和彩色摄像机分辨连续相粒子和离散相颗粒,相分离效果较好,但试验成本相对较高^[37]。空间频率分辨法将连续相示踪粒子看作图像中的高频噪声,利用一种空间平均滤波器将其消除以得到离散相的图像信息,再根据原始图像和离散相图像求得连续相图像,从而实现两相分离^[38-39]。空间频率分辨法相分离效率较高,但对示踪粒子或离散相颗粒有较高的要求,且空间滤波器的使用也增加了方法的复杂性。对于离散相速度场的运算,普遍采用粒子跟踪算法(PTV)^[40],这种方法主要通过跟踪单个粒子来算出其速度。连续相通常都采用互相关算法来处理,其方法与单相流相同。

2 存在问题分析

随着电子技术、超声波技术、激光技术等先进技术的发展,流速测量仪器从毕托管、旋桨流速仪、HWFA、电磁流速仪发展到 ADV 和 LDV。但以上仪器测速大多为单点测量,无法进行瞬时全场测量,而且大多用于单相流动测量,无法实现水沙两相流的同步测量。虽然 LDV 通过对示踪微粒和颗粒产生的多普勒信号的区分可以进行分相测量,但无法瞬时测量水沙两相流的全流场。此外,LDV 测量当激光经过玻璃等材料后会导致聚焦和光强分布发生变

化,而且激光受泥沙浓度影响较大,当泥沙浓度较高时测量误差较大甚至无法测量。

PIV 技术通过拍摄粒子图像,应用数字图像处理技术提取粒子速度,可实现流场的瞬时全场测量。PIV 技术在单相水流测量中已经得到较为广泛的应用并取得了大量的研究成果,两相流 PIV 测速比单相流 PIV 测速困难得多,不仅要分辨代表同一相的颗粒在已知时间间隔里的位移,而且要将代表不同相的颗粒区分开来,并且要保证摄像机聚焦能较好地跟踪固相泥沙颗粒。目前常用的水沙两相分离方法均未能较好地解决分相同步测量问题。

3 发展趋势

为了解决悬移质运动中水沙两相流的流场同步测量问题,必须实现基于 PIV 全场测量技术的水沙两相分离和速度场提取。其中,水沙两相分离的关键是区分水流的示踪微粒和泥沙颗粒的图像特征,要解决这一问题仅通过数字图像处理技术很难实现,还必须研究光学系统配合的方法。速度场提取的重点在于匹配算法,如何快速准确地实现粒子匹配是关键。

激光诱导荧光(LIF)是解决水沙两相分离的一种有效方法^[41],该方法基于激光诱导荧光的原理,采用荧光粒子作为水流的示踪粒子,利用激光激发荧光物质,由于激发和发射之间存在着一定的能量损失,荧光光谱中存在着斯托克斯位移,即荧光的波长总是大于激发光波长。利用这个特性使用特定的滤镜可以将激发光和荧光分开,使水流示踪粒子和泥沙颗粒分别在 2 台 CCD 摄像机上成像,并结合数字图像处理技术实现水流示踪粒子与泥沙颗粒两相的分离。

在将连续相水流示踪粒子与分散相泥沙颗粒分离后,分别计算其速度场。通常由于连续相水流示踪粒子密度较大,适于采用 PIV 算法。而泥沙颗粒密度远低于水流示踪粒子密度,难以满足 PIV 计算所要求的粒子密度,适于采用 PTV 算法。基于流体运动的连续性和群体性特征,并结合颗粒的形状及大小,研究泥沙颗粒的 PTV 匹配算法是一种有效的途径。

4 结 语

悬移质运动中水沙两相流的流场同步测量技术至关重要,该技术已经成为制约河流泥沙基础理论研究取得突破的瓶颈。在水沙两相流的流场测量技术中,两相分离技术及速度场提取技术是急需解决的关键问题,有待进一步深入研究。

综合运用 LIF 技术和 PTV 算法实现水沙两相流流场的同步测量,是水沙两相流流场测量的一种新途径。获取高质量的两相粒子图像是实现两相流流场同步测量的另一项关键技术,包括荧光粒子的发光特性、高分辨率图像采集、光路系统等都是今后需要进一步研究的内容。

参考文献:

[1] 盛森芝,徐月亭,袁辉靖.近十年来流动测量技术的发展[J].力学与实践,2002,24(5):1-13.

[2] 吴嘉.流速测量方法综述及仪器的最新进展[J].计测技术,2005,25(6):1-4.

[3] 蔡守允,刘兆衡,张晓红,等.水利工程模型试验量测技术[M].北京:海洋出版社,2008.

[4] 蔡守允,杨大明,朱其俊,等.模型试验流速测量仪器的分析研究[J].水资源与水工程学报,2007,18(3):37-38.

[5] 盛森芝,徐月亭.热线热膜流速计[M].北京:中国科学技术出版社,2003.

[6] 凌宗胜,赵凤琴.电磁流速仪测量原理和抗干扰技术[J].黑龙江水利科技,2007,35(2):31-32.

[7] 王连接,王虹,邵学军,等.电磁流速仪在测量连续弯道流速中的应用[J].实验室研究与探索,2010,29(5):4-6.

[8] 华明,唐洪武,王惠民,等.ADV 技术测量圆射流流场紊动特性实验[J].水利水运科学研究,2000(3):18-21.

[9] 肖洋,唐洪武,毛野,等.新型声学多普勒流速仪及其应用[J].河海大学学报:自然科学版,2002,30(3):15-18.

[10] 陈纯,蒋昌波,程永舟,等.ADV 在波浪边界层流动特性研究中的应用[J].泥沙研究,2008(5):60-65.

[11] 王波,张捷宇,安胜利.搅拌槽内三维流场的 LDV 测量[J].过程工程学报,2006,16(S1):13-17.

[12] 李秀云,张华,隋剑平.LDV 进行湿蒸汽两相流流速测量的试验研究[J].工程热物理学报,1994,15(2):170-172.

[13] ADRIAN R J. Twenty years of particle image velocimetry[J]. Experiments in Fluids, 2005, 39(2):159-169.

[14] 唐洪武.复杂水流模拟问题及图像测速技术的研究[D].南京:河海大学,1996.

[15] 唐洪武,陈诚,陈红,等.实体模型表面流场河势测量中图像技术应用研究进展[J].河海大学学报:自然科学版,2007,35(5):567-571.

[16] 陈诚.河工模型表面流场、河势图像测试理论方法及系统构建[D].南京:河海大学,2009.

[17] 谢海波,傅新,华勇.微流场可视化测速技术及其应用[J].中国机械工程,2007,18(9):1100-1103.

[18] SANTIAGO J G, WERELEY S T, MEINHART C D, et al. A particle image velocimetry system for microfluidics[J]. Experiments in Fluids, 1998, 25(4):316-319.

[19] DEVAENATHIPATHY S, SANTIAGO J G, WERELEY S T. Particle imaging techniques for microfabricated fluidic systems[J]. Experiments in Fluids, 2003, 34(4):504-514.

[20] KOUTSIARIS A G, MATHIOULAKIS D S, TSANGARIS S. Microscope PIV for velocity-field measurement of particle suspensions flowing inside glass capillaries[J]. Measurement Science and Technology, 1999, 10(11):1037-1046.

[21] WERELEY S T, GUI L, MEINHART C D. Advanced algorithms for microscale particle image velocimetry[J]. AIAA Journal, 2002, 40(6):1047-1055.

[22] FUJITA I, MUSTE M, KRUGER A. Large-scale particle image velocimetry for flow analysis in hydraulic engineering applications[J]. Journal of Hydraulic Research, 1998, 36(3):397-414.

[23] LLOYD M P, BALL D J, STANSBY P K. Unsteady surface velocity field measurements using particle tracking velocimetry[J]. Journal of Hydraulic Research, 1995, 33(4):519-534.

[24] WEITHBRECHT V, KUHN G, JIRKA G H. Large scale PIV-measurements at the surface of shallow water flows[J]. Flow Measurement and Instrumentation, 2000, 13(3):237-245.

[25] HINSCH K D. Three-dimensional particle velocimetry[J]. Measurement Science and Technology, 1995, 6(6):742-753.

[26] COUPLAND J M. Particle image velocimetry: three-dimensional fluid velocity measurements using holographic recording and optical correlation[J]. Applied Optics, 1997, 36(31):1005-1007.

[27] 谭义海,李琳,邱秀云,等.梭锥管内锥圈对水沙分离的影响[J].水利水电科技进展,2011,31(1):79-82.

[28] MUSTE M, YU K, FUJITA I, et al. Two-phase versus mixed-flow perspective on suspended sediment transport in turbulent channel flow[J]. Water Resources Research, 2005, 41(10):1-22.

[29] 路展民,李广达,彭五顺,等.气泡-水流两相流的激光多普勒法测量[J].力学学报,1988,20(6):489-495.

[30] 刘青泉.水-沙两相流的激光多普勒分相测量和试验研究[J].泥沙研究,1998(2):72-80.

[31] 王希麟,张大力,常轶.两相流场粒子成像测速技术(PTV-PIV)初探[J].力学学报,1998,30(1):170-173.

[32] 杨敏官,刘栋,顾海飞.盐析液固两相流场的 PIV 测量方法[J].江苏大学学报:自然科学版,2007,28(4):324-327.

[33] 杨斌,王元,张洋.风沙流中气固两相速度场的 PIV/PLIF 测量[J].西安交通大学学报,2009,43(7):88-94.

[34] KHALITOV D A, LONGMIRE E K. Simultaneous two-phase PIV by two-parameter phase discrimination[J]. Experiments in Fluids, 2002, 33(2):252-268.

[35] 阮晓东,刘志皓,瞿建武.粒子图像测速技术在两相流测量中的应用研究[J].浙江大学学报:工学版,2005,39(6):785-788.

[36] 代钦,康文.基于图像分割的两相流 PIV/PTV 测量技术[J].实验流体力学,2008,22(2):88-94.

[37] TOWERS D P, TOWERS C E, BUCKBERRY C H, et al. A colour PIV system employing fluorescent particles for two-phase flow measurements[J]. Measurement and

Instrumentation, 1997(31):1005-1007.

[38] QU Jian-wu , MURAI Y , YAMAMOTO F. Simultaneous PIV/PTV measurement of bubble and particle phase in gas-liquid two-phase flow based on image separation and reconstruction [J]. Journal of Hydrodynamics 2004 ,16(6):756-766.

[39] OAKLEY T R , LOTH E , ADRIAN R J. A two-phase cinematic PIV method for bubbly flows [J]. Journal of Fluids Engineering , 1997 , 119(3):707-712.

[40] CHEN Y , SAGA T , HU H , et al. Simultaneous velocity measurement of liquid-solid two-phase flow by using a PIV-PTV combined system [J]. Journal of the Visualization Society of Japan 2000 20(S2):159-162.

[41] 杨斌 , 王元 , 张洋 . 风沙流中气固两相速度场的 PIV-PLIF 测量 [J]. 西安交通大学学报 2009 43(7):101-104.

(收稿日期 2011-04-13 编辑 骆超)

(上接第 45 页)

参考文献 :

[1] 李承木 . MgO 混凝土自生体积变形的长期研究成果 [J]. 水力发电 , 1998(6):53-57.

[2] 李承木 . 外掺 MgO 混凝土的基本力学与长期耐久性性能 [J]. 水利水电科技进展 2000 20(5):30-35.

[3] 陈其武 , 李晓新 . 氧化镁混凝土筑坝技术文集 [C]. 北京 : 电力工业部 , 水利部 , 水利水电规划设计总院 , 1994.

[4] 刘振威 . 外掺 MgO 混凝土不分横缝快速筑拱坝新技术应用研究成果总报告 [R]. 广州 : 广东省水利厅 2005.

[5] 李承木 , 袁明道 . 外掺 MgO 微膨胀混凝土筑坝技术应用综述 [J]. 水利水电科技进展 2003 23(6):57-63.

[6] 贵州省水电设计院 , 贵州省水利厅 , 贵州中水建设项目管理公司 , 等 . 全坝外掺 MgO 微膨胀混凝土快速建拱坝技术应用研究成果汇编 [R]. 贵阳 : 贵州省水电设计院 , 2008.

[7] WJM0035—1994 水利水电工程轻烧氧化镁材料品质技术要求 [S].

[8] WJM 0023—1995 氧化镁微膨胀混凝土筑坝技术暂行规定 [S].

[9] DB44/T 703—2010 外掺氧化镁混凝土不分横缝拱坝技术导则 [S].

[10] DB52/T 720—2010 全坝外掺 MgO 混凝土拱坝技术规范 [S].

[11] 杨家修 , 崔进 , 张世杰 . 龙首水电站碾压混凝土拱坝结构设计 [J]. 水力发电 2001(10):15-17 41.

[12] 刘光廷 , 李鹏辉 , 胡显 , 等 . 塔西河碾压混凝土拱坝结构及施工期蓄水措施 [C]// 碾压混凝土筑坝技术国际会议论文集 . 成都 : 中国水力发电工程学会 , 1999.

[13] 朱伯芳 . 论微膨胀混凝土筑坝技术 [J]. 水力发电学报 , 2000(3):1-13.

(收稿日期 2011-01-19 编辑 骆超)

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

(邮发代号 28-63 , CN32-1117/TV , ISSN1000-1980 , 双月刊)

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊 , 主要刊登河海大学在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果、学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章 , 可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

《河海大学学报(自然科学版)》创办于 1957 年 , 是全国中文核心期刊、中国科技核心期刊 , 在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中 , 绝大部分为国家科技攻关(重点) 项目和各种科学基金资助项目的研究成果 , 部分达到了国内领先和国际先进水平 , 为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议 , 发挥了较大的社会效益和经济效益 , 深受工程界和科技界赞许 , 并获得中国高校精品科技期刊奖以及中国期刊方阵“ 双效期刊 ”、江苏省优秀期刊、全国水利系统优秀期刊称号。

《河海大学学报(自然科学版)》每逢单月出版 , 国内外公开发行 , 每期定价 15.00 元 , 全年 6 期 , 共 90.00 元。欢迎广大读者通过全国各地邮政局订阅或直接与编辑部联系。

编辑部地址 210098 南京市西康路 1 号 《河海大学学报(自然科学版)》编辑部
电话/传真 025-83786343 ; E-mail :xb@hhu.edu.cn
http://kbb.hhu.edu.cn/web/indexxb.asp?id_id=53