



中国水利学会2006学术年会论文集

水文水资源新技术应用

中国水利学会水文专业委员会 编

山东省地图出版社

水文水资源新技术应用

中国水利学会水文专业委员会 编著

山东省地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

水文水资源新技术应用/中国水利学会水文专业委员会编.
济南:山东省地图出版社,2006.10
ISBN 7-80532-901-X

I. 水... II. 中... III. ① 水文学—新技术应用—文集
② 水资源—新技术应用—文集 IV. ① P33-53 ② TV211.1-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 122548 号

书 名: 水文水资源新技术应用
主 编: 中国水利学会水文专业委员会
出版、发行: 山东省地图出版社
承印单位: 山东水文印务有限公司
开 本: 889 毫米×1194 毫米 1/16
印 张: 22.5
字 数: 665 千字
版 次: 2006 年 10 月第 1 版

地 址: 济南市二环东路 6090 号
地 址: 潍坊市中学街 5 号 (0536-2110528)
印 数: 5001—8000
印 次: 2008 年 12 月第 3 次印刷

书 号: ISBN 7-80532-901-X

定 价: 60.00 元

编 审 委 员 会

主 任：邓 坚

副主任：林祚顶 章树安

主 编：林祚顶

副主编：章树安 程 琳

委 员：（以姓氏笔画为序）

乐嘉祥 刘金清 朱晓原 李怡庭 张葆华

英爱文 章四龙 董秀颖

前 言

近年来,水文工作紧紧围绕经济社会发展和水利中心工作,通过积极调整发展思路,稳步推进水文现代化,强化服务能力和水平,不断扩大服务领域,取得了重大进展,发挥了重要作用。与此同时,水文科学研究与技术应用也得到了较快发展。水文科学技术进步对水文工作发展的推动作用越来越显著。新时期的水利工作和经济社会的发展对水文工作提出了更新、更高的要求,这就要求我们要切实加强水文科技工作,积极探索在现代条件下水文、水资源变化规律,提高水文监测、预测预报自动化水平和信息服务能力,这是摆在我们面前的一项紧迫、艰巨而又长期的任务。

为促进水文科学技术的发展,紧密围绕当前水问题中的热点和难点进行研究和总结,活跃水文学术研究氛围,交流与共享近年来有关学术研究成果与经验,推进水文现代化建设,更好地为经济社会发展和水利中心工作服务,在中国水利学会 2006 学术年会期间,水文专业委员会承办了水文分会场——暨 2006 年水文学术研讨会,这是继 2004 年在南京举办的全国水文学术讨论会后,又一次水文学术盛会。

本次会议论文征集主要包括:流量与泥沙监测新方法、新仪器应用;水文模型及洪水预警预报技术及系统开发;旱情监测与预报技术;水质监测技术与水量水质结合评价方法;水文生态监测与评价方法;城市水文监测及预警系统;水灾害突发事件组织与管理典型案例分析;水文信息共享技术与政策等八个方面。

会议共收到来自水文、水利部门和有关高校、科研单位投稿 222 篇,经论文编审委员会审查,共选出 72 篇编辑成本论文集。在入选的 72 篇论文中,有 16 篇论文被评选为优秀论文。

本论文集涉及的内容比较全面,主要包括:(1)水文基础研究方面,涉及到水文站网密度、水文分区、变化环境下的流域特性分析等;(2)水文新技术应用方面,主要涉及了时差法超声波测流、图像分析技术、激光法泥沙分析、墒情监测技术等最新应用实例与成果;(3)在流域水文模型研究方面,探讨了中小河流无资料地区水文预报方法,对美国较新的 HEC-HMS 模型、分布式水文模型在中国特定地区的应用进行了实例研究;(4)在水资源与水质评价方面,触及了新的数学方法应用,如层次分析法、神经网络等在水资源评价、墒情预测和水质评价等方面应用,在水质水量结合评价方法和泥沙对污染物的影响等方面进行了探索性的研究;(5)在水资源利用与调度方面,总结与讨论了洪水科学调度、洪水资源化,水资源配置和优化方面的实例;(6)在提高水文信息服务水平上,探讨与总结了利用先进的网络技术和通信技术实现水文信息共享有关技术、政策;(7)在当前的热点和难点方面,触及了生态水文学、城市水文学、水文在水土保持监测评价方面的作用和技术手段、水灾害突发事件组织与管理中的水文作用等。

需要说明的是,本次学术研讨会得到了全国水文、水利部门和有关高校、科研单位的积极响应,由于受本论文集篇幅限制,还有很多论文没能入选,对此我们深表歉意,也希望大家能够谅解。

2006 年是“十一五”的开局之年。今后,广大水文科技工作者要围绕“十一五”期间全国水文工作的指导思想、总体思路、发展目标和主要任务,积极探索受人类活动影响、气候变化影响等条件下的水文基础研究,加快生态水文、环境水文、资源水文、城市水文等方面研究,以及相应的技术创新,按照“以优质的水文水资源信息服务支撑水资源的可持续利用,支撑经济社会的可持续发展”的发展思路,稳步推进水文现代化,不断提升水文支撑能力和水平,为水资源可持续利用、人与自然的和谐相处做出更大的贡献。

中国水利学会水文专业委员会
二〇〇六年十月

目 录

激光法河流泥沙粒度分析成果转换方法研究	田岳明,黄双喜,周 波	1
水文水资源领域科学数据共享实践	章树安,程益联,吴礼福,陈德清,朱星明	6
辽河流域 2005 年“全信息动态综合优化预报调度”方法研究	仲 刚,王殿武,许海军	14
海南省水资源配置决策的层次分析法模型研究	符传君	20
HEC-HMS 在河南中汤流域的应用研究	赵彦增,孔凡哲,李 燕	25
江西省水文站网分区研究	谭国良,龚向民	32
基于神经网络的土壤墒情预报模型	庞治国,苑希民,李纪人	37
皖西大别山区产流计算与站点布设有关问题的探讨	胡余忠	43
图像分析技术在泥沙粒度粒形测试中的应用前景	吉俊锋,赵淑饶	49
突发性水污染事故应急监测系统的建立与运行	王晓青,吕平毓,王俊锋	54
密云水库的富营养化态势及对策研究	黄振芳,陶 亮,孙 峰	59
海河闸水文站水文监控系统及运行状况分析	唐广鸣,章沐霖	66
基于层次分析法的物元模型在水环境综合评价中的应用	王 军	70
洋河水库流域污染源调查评价分析	陈 伟,蔡金榜,李文奇	75
时差法超声波流量计在运河水文站流量测验中的应用	李明武,刘远征,高正新,周沛勇	81
发挥水文系统优势 为水土保持监测事业发展服务	刀红英	86
全国旱情监测预测系统简介	杨 扬,张建云,陆桂华,吴炳方,周国良,戚建国,王 琳	89
从 2005 年汉江洪水看水文预警预报技术	程 琳,王金星	96
广州市小南沙地区城市化后排涝计算中几个问题的探讨	董秀颖,朱 杰	102
AWSTJ-1 型自动气象台站在蒸发站的应用	朱喜文	107
水量与水质结合评价丹江口水库水质方法研究	封光寅,吕金城,崔效松	115
长江三峡库区悬移质泥沙对磷污染物的吸附机理研究	吕平毓,王晓青	120
番禺市三沙口潮位站天文潮调和计算	张洪刚,徐高洪,徐德龙,戴明龙	125
涪江流域气候及径流变化趋势	王渺林	130
电波流速仪应用分析试验研究	李文平,陈志洁,慕明清,齐 斌,李展永	135
黄河小浪底水库调水调沙对山东河段冲淤影响分析	张仰正,任汝信	140
汛期旱涝多级预报物理模型在海河流域的应用	杨 鹏,陈菊英,杨 敏	144
雨量站网密度分析	魏国峰,申丽霞,汤欣钢	149
引滦枢纽工程洪水资源的可利用性分析	温立成	154
松辽流域干旱规律分析及预报方法研究	尤晓敏	159
太湖流域水资源综合规划数学模型系统	刘克强,孙海涛	162
长江口北支咸潮倒灌规律和上海新水源地方案研究综述	林顺才,袁建忠	165
环境变化对黄河中游三川河流域径流量的影响	王国庆,贺瑞敏,张建云	169
雅江流域降水和流量变化特征分析	刘兆飞,徐宗学,巩同梁	173
用幂函数、指数函数计算居民超计划用水加价收费的思考	张 牧,孟祥和	180

水土保持措施对流域产汇流的影响分析	金 艳,王国庆,程昌杰,刘建国,金 晖	184
半分布式河北雨洪模型在黄壁庄以上流域的应用	胡春歧,张登杰,胡军波	190
地下水自动监测管理系统示范区建设与实践	李明良,任印国,王春泽	194
邢台市平原区咸淡水界面下移影响因素分析	张登杰,乔光建	198
依托科技 实现洪水资源化	李瑞川,石宝红,安正刚	202
碧流河水库汛期预报调度研究	谷秀英	205
北方河流月径流量预测	阴法章,王光生,杨广云,张建新	208
上海市河流水质黑臭评价方法探讨	郑 奇,王珊珠	213
水环境污染控制技术中源与目标输入响应的理论探讨	毛晓文	217
麦莎卡努台风北仑雨型对鄞东南影响分析及对策措施研究	金德钢,邹长国,严文武	221
上塘站潮位估报方法研究	王淑英,丁伯良,邵学强,应跃胜	227
浙江省分布式数据共享系统概述	叶永清	232
安徽省降水量时空分布特征初步分析	丁 峰	235
安徽省淮北地区岩溶水资源评价方法研究——以淮北市岩溶水资源评价为例	郑三元	240
借用相邻测次部分流量权重推算断面平均含沙量的方法及误差分析	张章新	244
骤发洪水滞后演算预报模型	李克先	248
模糊数学综合评价法在昌江流域水质评价中的运用	李 梅,朱 翔	253
库区森林覆盖对枯水期径流的影响	沈祥林,孙居文,王 斌,颜振元,翟庆民,刘世学	258
流域水文模型在鲁北地区应用研究	聂庆林,轩华山,聂秋月,叶 强,张 钺	261
济宁市地下水超采区分析及对策研究	李吉学,朱庆申,陈国浩,舒博宁,孔 舒	265
河南省墒情监测与抗旱决策支持系统概述	岳利军,何俊霞	269
农村饮水安全监测与分析研究	翟公敏,杨沈丽,翟晶晶	274
伊洛河纳污能力研究及对策	范留明,程卫习,李娟芳	280
湖北省入河排污口调查分析	虞志坚,朱志龙	285
水库防洪调度风险评估方法探讨	叶泽纲,沈新平	290
湖南省水文资料共享问题探讨	杨 帆	297
雷州半岛 2005 年春夏干旱成因分析及研究对策	曾黄锦,陈红宏	300
从水质水量相结合的角度评价南流江水资源	王 巧	304
Argonaut-SL 多普勒流速剖面仪(ADCP)的应用实例	毛天智,李创生	307
夹江站年径流自回归模型的研究	钟明春	313
城市暴雨总公式与分公式精度分析	柏绍光,黄 英,方绍东,李自顺	319
云南境内金沙江流域水沙变化特性分析	黄 英,郭有安,方绍东	323
新建水利工程对合成流量法水文预报方案的影响及方案修订	刘 波,巨兴顺	329
用非线性模型插补延长水文资料的方法探讨——以东大河沙沟寺水文站为例	姜光辉,胡兴林	333
新疆霍城县水环境变化及其影响因素分析	胡新功,夏依木拉提,胡莲莲,黄 梅	338
新疆艾比湖流域水资源合理配置战略思考	苏颖君,陈 平	343
对节水型社会灌区水计量设施建设管理的初探与思考	李 杰,由希尧	349

激光法河流泥沙粒度分析成果转换方法研究

田岳明, 黄双喜, 周 波

(水利部长江水利委员会水文局, 湖北 武汉 430010)

摘 要: 激光粒度分布仪基于经典的激光衍射理论, 分析结果稳定性高、重复性好。为了使这类仪器较好地应用于长江泥沙颗粒分析, 以 MS2000 型仪器为例, 简要介绍了激光粒度仪在长江泥沙颗粒分析应用方面有关如何解决长江泥沙颗粒级配资料连续性问题进行研究, 提出了将激光法分析结果向传统法分析结果转换的思路和方法等。

关键词: 激光; 粒度仪; 级配; 转换

1 任务的由来

河流泥沙颗粒级配资料主要用于水利工程计算和河床演变分析等, 在统计中需要一个较长系列、且连续的实测资料。由于激光粒度分布仪法与传统的粒径计—吸管结合法泥沙粒度分析原理上存在本质区别, 其分析结果存在系统偏差, 不能直接采用激光法分析结果, 必须转换成粒径计—吸管结合法资料。为了使激光粒度分布仪在长江泥沙颗粒分析中应用, 确保长江泥沙颗粒级配资料系列的连续性, 解决传统粒吸结合法与激光法分析成果的相互转换问题, 而开展了《激光粒度分布仪比测试验资料相关分析》专项研究。目的是研究出泥沙颗粒常规法分析资料与激光粒度分布仪的分析资料之间的相互关系(建立相互转换公式), 寻求其相互换算方法, 最终替代常规法河流泥沙粒度分析, 解放生产力。

2 激光仪分析成果转换方法

2.1 转换思路与要求

(1) 开展激光粒度分布仪泥沙颗粒级配转换方法研究, 包括转换依据与基本条件、技术处理与转换流程以及转换成果精度评价等。

(2) 为了保持颗分资料系列的连续性、一致性, 利用激光粒度仪悬沙颗粒级配与常规粒吸法颗粒级配的相关关系, 进行两者之间相互转换;

(3) 转换成果应满足《河流泥沙颗粒分析规程》(SL42—92)的颗分精度要求;

(4) 转换采用的方法应具有准确性、通用性、操作简便、自动化程度高等特点;

(5) 提供级配成果转换的各种特征参数、相关图表等多项成果, 供激光粒度分布仪生产部门应用。

(6) 研制开发激光粒度分布仪泥沙颗粒级配转换系统软件。

2.2 转换依据与基本条件

(1) 通过本次长江泥沙颗粒分析试验, 在不同河段、不同沙样条件下, 激光粒度仪与传统粒吸法分析泥沙颗粒级配之间, 客观地存在小于某粒径级的累计体积百分数与沙重百分数相关关系, 特别是单次级配具有良好的相关性。

(2) 激光粒度仪分析单次泥沙颗粒级配线形规则、多次级配之间分布均匀、排列规则、主要特征明显, 差异小; 级配之间交叉分布现象少, 便于特征判别。

(3) 激光粒度仪与传统粒吸法分析泥沙颗粒级配两者相关关系, 可以采用具体数学模型(经验关系式)表达、计算。

(4) 两者随机而复杂的颗粒级配相关关系, 包括颗粒级配多项特征值、计算表、图等转换成果, 可

以采用现代数据处理技术(研发转换软件),由计算机自动完成,转换成果质量稳定、工作效率高。

(5)适应各种激光粒度分布仪在长江水文测验技术现代化发展的要求。

2.3 技术处理与转换流程

(1)采用 Microsoft Visual Basic 6.0 语言,开发了研制《激光粒度仪泥沙颗粒级配转换系统》,转换系统主要流程见图 1。该系统是以激光法与传统法对比分析数据为基础,建立不同河段或不同测站泥沙颗粒级配相关关系和对应激光法分析级配特征值成果的标准样本数据库。

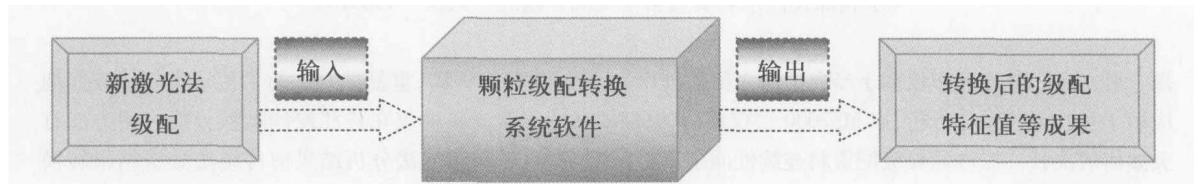


图 1 激光法泥沙颗粒级配转换过程示意图

(2)由于转换系统是利用标准样本作为转换条件和精度控制的。因此,样本的质量是系统转换成果准确性关键。要求:①传统法粒度分析操作要严格;激光法应根据本河段泥沙特性,选用最优参数以最稳定的状态分析泥沙级配。②将激光法与传统法相关系数 $R^2 \geq 0.9$ 的分析样本作为标准样本。③本系统库中级配标准样本数量不限,可任意扩充。

(3)激光法与粒吸法标准样本之间的相关关系,采用线型为二次曲线拟合:

$$y = ax^2 + bx + c \quad (1)$$

式中: y 为传统粒吸法级配小于某粒径的沙重累计百分数; x 为激光法级配小于某粒径的体积累计百分数; a, b, c 分别为系数。

相关线形的凹凸特征判别采用下式:

$$\frac{dy}{dx} = 2ax + b \quad (2)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = 2a \quad (3)$$

(4)泥沙颗粒级配组成特征值为:几何平均粒径、中值粒径、均度系数、均方差、分选系数。

(5)沙型最相似(偏差最小)判别采用计算下式:

$$PC = \sum_i (|D_i - D'_i|) \quad (4)$$

式中: PC 为偏差(为新级配与标准级配曲线某一累计百分数所对应粒径差值的绝对值之和); D_i 为新激光法级配曲线上 $p = i\%$ ($i = 10, 20, 30, \dots, 90$) 对应粒径; D'_i 为标准级配样本级配曲线上 $p = i\%$ ($i = 10, 20, 30, \dots, 90$) 对应粒径。

(6)应用时,采用冒泡法排序方法,判别、筛选及寻找与新激光法级配线型最相似的标准样本。

(7)利用 $D'_{50} < D_{50} < D''_{50}$,采用冒泡法对 PC_i ($i = 1, 2, \dots, N$) 排序方法进行,寻找位于新激光法级配两侧、线型最相似的两条标准样本。

(8)在样本库中找到最特征接近的相关公式后即可将新激光法级配转换成常规法颗粒级配。

(9)转换误差精度控制,按水利部行业标准《河流泥沙颗粒分析规程》(SL42—92)的精度要求执行。即:用激光粒度仪测量的结果与沉降法测量的结果进行比较时,同组粒径累积百分数相差不应大于 4;小于某粒径累积百分数系统偏差的绝对值在级配的 90% 以上部分应小于 1,在 90% 以下部分,用重力沉降分析法时应小于 2,用离心沉降分析法时应小于 3;小于某粒径沙重百分数的随机不确定度应小于 7。平行性分析,同组粒径累积百分数相差应小于 5。

3 转换成果的精度验证

3.1 转换成果

(1) 某粒径组所对应的激光粒度仪新级配、转换出传统粒吸法小于某粒径组对应的累计百分数。

(2) 激光法和转换粒吸法级配特征值, 包括: 几何平均粒径(D_g)、中值粒径(D_{50})、均度系数(ξ_D)、泥沙粒配分散度(σ_R 均方差)、分选系数(S_0)、任意百分数对应的粒径, 见图 2。

(3) 新激光法与转换粒吸法级配对比分布图, 见图 3。

(4) 激光粒度仪与传统法泥沙颗粒级配曲线转换成果拟合关系式及相关图表, 见图 4。

(5) 标准级配样本成果:

① 激光法分析单次泥沙颗粒级配图、多次组合泥沙颗粒级配图。

② 传统粒吸法分析单次泥沙颗粒级配图、多次组合泥沙颗粒级配图; 级配特征值包括: 几何平均粒径(D_g)、中值粒径(D_{50})、均度系数(ξ_D)、泥沙粒配分散度(σ_R 均方差)、分选系数(S_0)、任意百分数对应的粒径等。

③ 激光法与传统粒吸法分析单次、多次组合泥沙颗粒级配分布对比图、比值分布图及相关公式、级配相关分布图及相关公式。

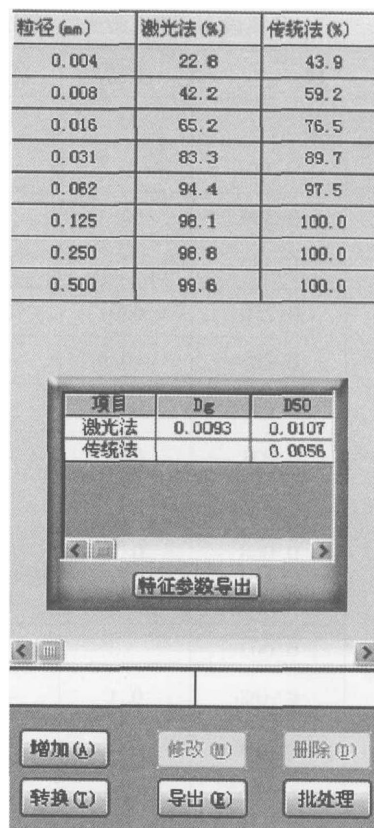


图2 激光法和传统粒吸法泥沙颗粒级配转换成果

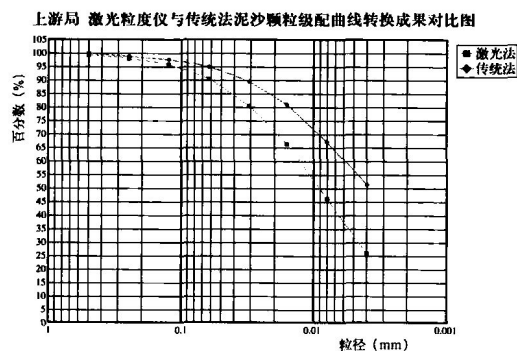


图3 新激光法与转换粒吸法级配分布对比图

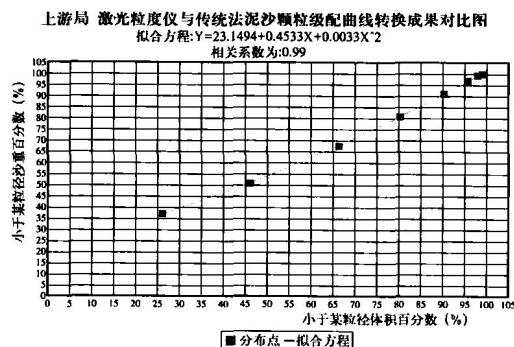


图4 激光法和传统粒吸法级配相关拟合图

3.2 还原精度

经对各河段激光法分析 228 点(次)悬移质泥沙平行分析试验级配资料的转换分析(见表 1), 转换的悬沙级配累计百分数(简称“转换值”)与实际的传统粒吸法分析结果对比: 满足水利部行业标准《河流泥沙颗粒分析规程》(SL42—92)“单次转换差值一般不超过 5% 小于某粒径沙重百分数的系统偏差的绝对值 90% 以上部分小于 1, 在 90% 以下部分, 用重力沉降分析法时应小于 2; 小于某粒径沙重百分数的随机不确定度应小于 7”的精度要求。

3.3 验算精度

本次将激光法分析另外 51 点(次)悬沙平行试验的级配资料, 作为转换验证(新级配)资料并进行分析。根据每个河段试验资料多少, 按比例随机抽取部分资料进行转换验证, 转换成果误差同样满足水利部行业标准《河流泥沙颗粒分析规程》(SL42—92)精度要求。其中个别河段由于试验资料较少(仅为 9 次), 本身标准样本的代表性有限, 抽取资料验证转换误差有所偏大。

表1 各河段 MS2000 激光粒度仪与传统粒吸法泥沙颗粒级配转换误差统计汇总表

河 段	上游	三峡	荆江	中游	下游	河口	汉江
测次总数	35	26	30	20	18	90	9
系统偏差	1.00		0				0
	0.500	0	0	0.9	0	0	0
	0.350		0.1	1.8			
	0.250	0.9	0.2	0.9	3.3	0.9	-0.1
	0.125	-0.9	-1.7	-2.6	-2	1.4	-0.6
	0.062	0.7	-2	-2.5	-3.9	-2.2	-1.1
	0.031	0.4	-1.3	-1.2	-2.2	-1.8	-0.2
	0.016	-0.6	1.7	0.5	1.5	0.9	1.1
	0.008	0.2	-0.8	1.7	2.6	2	-0.5
	0.004	0	0.2	0.9	-2.4	-1.3	0.1
	0.002			-1.4			-0.7
	≤90%	0.1	-0.5	-0.5	-0.4	0.1	-0.1
	>90%	0.1	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1
标准差	≤0.062	1.5	1.7	2.3	2.7	2.4	2.5
	>0.062	1.4	1.2	1.8	1.9	1.8	0.4
不确定度	≤0.062	3	3.4	4.6	5.4	4.8	5.6
	>0.062	2.9	2.4	3.6	3.8	3.6	0.8

表2 为各河段激光法转换值与实测传统法分析级配建立的相关关系式。可见,相关系数 $R^2 \geq 0.98$ 以上,转换成果与实测传统法分析级配具有相当精度。

表2 各河段粒吸法实测值与转换值相关关系 (MS2000)

河 段	拟合公式	相关系数 R^2
上游	$y = 1.0041x - 0.2417$	0.9957
三峡	$y = 1.0015x - 0.2505$	0.994
荆江	$y = 1.0011x - 0.2694$	0.9784
中游	$y = 0.9932x + 0.1242$	0.978
下游	$y = 1.0012x - 0.1015$	0.9917
河口	$y = 0.9976x + 0.1428$	0.9838
汉江	$y = 1.0105x - 0.2966$	0.9942
附 注	式中: y 为实测值, x 为转换值	

4 主要认识与结论

通过对激光粒度仪 (MS2000) 应用于长江泥沙颗粒级配分析试验成果研究, 得到主要认识与结论如下:

4.1 转换方法与成果

(1) 传统转换采取的是综合概化相关式、单一级配特征值归类、判别的方法, 难免以一概全; 而采

用标准级配样本特征值、沙型最相似(偏差最小)判别的转换方法,可使相关转换式离散化,更具有代表性;多特征值层层筛选、判别,使得转换过程与方式更细致、合理、准确。

(2)还原与验算转换成果精度,满足《河流泥沙颗粒分析规程》要求。

(3)通过不同河段、不同颗粒级配沙型转换成果验证,系统软件表现了准确性、通用性、操作简便、界面友好、自动化程度高等特点。同时能提供两种分析方法泥沙颗粒级配各种特征参数、计算成果、相关图表等多种成果。转换成果均满足水利部行业规范要求分析精度。体现激光粒度仪分析的高效率技术优势特征,在长江泥沙颗粒分析上具有推广应用前景。

4.2 结论

(1)《激光粒度分布仪泥沙颗粒级配转换系统软件》只是为激光粒度分布仪分析成果转换传统法成果提供操作平台。转换成果精度高低,主要取决于各河段测站标准级配样本的代表性好坏。现有试验资料的收集是在水位(流量)、含沙量一般变幅较小、测次集中,存在不同水沙条件下泥沙组成特征代表性不够全面的问题,还需进一步充实各种不同水沙条件下具有代表性的标准级配样本,以保证转换成果精度。

(2)为了转换资料结果的可靠性,一致性,相关测站应选择典型、具有代表性的测站,积累一年完整的平行对比分析资料,进行激光法转换后的断面成果或年成果精度评估,并满足“规范”要求。

(3)激光法泥沙颗粒级配转换系统软件可供长江流域有关单位实际应用。

参考文献:

- [1] 中国水利学会泥沙专业委员会. 泥沙手册[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1992.
- [2] SL42-92, 河流泥沙颗粒分析规程[S].
- [3] (英)马尔文仪器有限公司. 激光粒度分析仪使用手册[M]. 黄河水利出版社, 2001.

作者简介 田岳明(1959-), 湖北武汉人, 工程师, 主要从事水文测验技术管理工作。

水文水资源领域科学数据共享实践

章树安¹, 程益联¹, 吴礼福¹, 陈德清¹, 朱星明²

(1. 水利部水文局, 北京 100053; 2. 中国水利水电科学研究院, 北京 100044)

摘 要: 水文水资源信息是国家基础性战略信息资源之一, 是国家基础性公益科学数据资源的重要组成部分, 是国民经济建设以及防汛抗旱减灾、水资源可持续利用与管理、水环境与水生态保护等领域的科研、规划和设计工作的基础数据。水文水资源科学数据共享中心是科技部重点支持的国家科技基础条件平台建设项目之一, 该项目自实施以来已取得了丰富的成果, 并提供了大量的水文水资源共享数据。本文通过我国水文水资源信息共享需求的现状分析, 剖析了水文水资源信息共享存在的问题, 研究了水文水资源信息共享体系的组成。提出水文水资源科学数据共享体系由政策法规与技术标准体系、数据资源整合与共享数据库系统、数据共享网络平台建设以及共享数据运行服务和效果评估体系构成。

关键词: 水文水资源; 科学数据; 共享; 实践

1 水文水资源数据重要性与社会需求分析

1.1 我国面临的水问题

水是人类生存的生命线, 是经济社会发展的生命线, 是实现可持续发展的重要物质基础。水的问题已在世界范围内引起高度重视, 我国是一个洪水、水资源和水环境问题均很突出的国家, 随着人类活动影响增加、国民经济持续发展、城市化进程加快和人民生活水平的不断提高, 我国水资源短缺、洪涝灾害频发、水环境恶化等问题日趋严重。

进入 20 世纪 90 年代以来, 由于全球性气候变化的影响和人类活动对自然的影响, 我国洪水的频率、量级以及灾害的损失程度都在增大。自 1999 年, 我国北方大部地区连续 4 年大旱。使得水资源短缺问题愈显突出。全国 668 个城市中, 有 400 多个城市供水不足, 其中比较严重缺水的有 110 多个。据统计, 全国目前有 50% 的河段、90% 的城市水域受到不同程度的污染。中国工程院研究, 1997 年全国污水排放总量 584 亿 m^3 , 到 2030 年将增加到 850 ~ 1060 亿 m^3 , 水环境的污染将进一步加剧我国水资源紧缺的形势。由于地下水超量开采, 环渤海地区不少地方发生海水入侵, 天津、上海、西安等 20 多个城市出现地面沉陷、塌陷、裂缝; 由于水资源的过度开发利用, 致使塔里木河流域大量胡杨林死亡, 罗布泊干涸, 西北地区土地荒漠化日益严重, 东部地区湿地面积萎缩, 生态蜕化等。种种监测和研究表明, 这种恶化仍呈加剧之势。

综上所述, 以水资源紧缺、洪涝灾害频发、生态环境恶化为特征的水问题已成为我国经济社会可持续发展的制约因素。因此, 加快对我国水问题的科学研究, 提出相应的对策, 并采取切实的措施, 实现水资源的可持续利用, 已成为我国经济和社会发展的战略问题, 是非常紧迫和重要的。为解决上述我国所面临的一系列水问题, 需要基本的水文水资源信息进行有关的科学研究、宏观决策、工程规划设计等。水文水资源信息(数据)是研究水问题重要的基础信息, 是我国重要的信息资源之一, 国民经济建设与社会发展中一切与水有关的活动均需要水文水资源信息。

1.2 社会需求分析

国民经济建设、社会发展与水科学研究对水文水资源信息需求主要表现在以下几个方面:

(1) 为规划、工程设计服务。水文资料被广泛应用于国土资源规划、城市、铁路、交通、民航、农业、气象、环保、水利水电建设等领域。如水利工程建设(水库、闸坝、堤防等)、水(火、核)电站建设、工厂(机场等)选址、交通运输(桥梁、涵洞、港口、航道)等, 其建设和运行都离不开水文水资源数据和水文分析计算。

(2)为水资源可持续利用和区域经济可持续发展服务。区域水资源可持续利用能力是影响区域经济可持续发展能力重要因素,特别是我国华北和西北地区尤为明显。客观的区域水资源评价和供需平衡分析是确定区域经济发展导向的重要方面,而水资源评价和供需平衡分析均需要水文水资源数据进行分析计算。

(3)为防汛减灾,保护人民生命财产服务。以人为本的理念和科学发展观,要求尽可能保护人民生命财产,减少洪水灾害所造成的损失。与水有关的一切自然灾害(如洪水、泥石流等)都需要应用水文水资源数据,进行洪水灾害预警、预测预报、指挥决策等。

(4)为水环境和水生态保护服务。伴随着我国经济建设快速发展,水环境恶化日趋严重,同时水生态问题已日益突出,要保护和解决目前水环境和水生态问题,均需要水文水资源监测数据进行分析,提出相应措施。特别是对重要供水水源地(如密云、官厅水库等)尤其重要。

2 水文水资源领域数据共享实践概况

2.1 水文水资源领域数据共享历史概况

水文水资源是一个信息密集型的行业,水文水资源信息包含了水文、水资源、水环境、水灾害、节水灌溉、水土保持等诸多学科中涉及的科学数据,水文水资源信息共享是以计算机、通讯、网络、分类存储等信息技术综合应用为支撑,以各类水文水资源科学数据为数据资源,经过科学分类,应用软件开发,基于一定共享规则下的数据共享体系。我国水文水资源信息共享的建设起步于“七五”期间,后又经过不断的努力,现已取得了一定的进展。实时水雨情信息的基本站网和传输体制的建立和完善,使我国初步实现了应用计算机进行信息的接收、处理、监视和洪水预报;办公自动化的水平逐步提高,开始部分实行远程文件传输、公文管理和档案管理;进入 21 世纪以来已基本实现了全国水雨情信息传输的网络化,大大提高了防汛信息的时效性。同时,水文系统经过 10 余年努力,在全国范围内也初步建立了以省水文资料为存储单元的“水文数据库系统”,基本实现了纸介质数据数字化,同时为不同用户提供信息服务,取得了一定成绩。

2.2 存在主要问题

(1)缺乏共享政策和技术标准不够完善。在过去较长时间内,水文资料按《水文专业有偿服务收费管理试行办法》进行收费,尽管 2001 年 9 月 17 日,水利部颁发了《关于公开提供公益性水文资料的通知》,规定了提供公益性水文资料的范围和收取印制工本费的原则,但总的来说比较笼统,具体实施还有一定的困难。还需有详细规定(实施细则)出台,才便于操作。主要有:数据分类分级问题;数据共享时效问题;数据共享流程规定;数据版本和质量控制问题;数据版权保护问题;数据保密规定细化问题;数据共享服务问题;数据引用申明问题等。与数据共享有关的技术标准还不够完善,需要进一步补充、制定。

(2)数据源补充与抢救。①目前已建的水文数据库信息还不够完善,需要进一步补充信息。如把未录入的数据进行补录,有一部分数据需重新整合;扩充一部分新的数据,如水质、地下水等。②历史水文资料抢救。新中国成立以前的水文资料,大都未经过整编,这些资料又极其宝贵,又由于历史久远,已基本模糊不清,急需进行重新整理与抢救。③现有数据需要进一步规范(数据整合)。由于各个年代使用的技术标准规定有所不同,已录入到水文数据库的数据,有一部分需重新整理。

(3)缺乏跨行业数据共享技术平台。目前水文系统已建立的数据库系统,是一个离散系统,相互间信息还不能共享,系统还缺乏跨地区、跨部门(行业)数据共享的必要硬件、软件支持。其中中央节点水文数据库仅为试点建设阶段,水质、地下水数据库还未建立,还缺乏相应的硬件设施;各地已开发的查询软件,功能还不完善;缺乏基于网络的信息发布平台和软件等。

2.3 水文水资源科学数据共享试点项目概况

水文部门已经积累而且还将大量、长期积累水文水资源数据,由于上述问题的存在,这些数据还不能被充分利用来满足科学研究和社会需求,导致科学家获取数据比较困难,并且数据处理手段落

后。这中间的最薄弱环节或“瓶颈”就是缺乏有效的数据共享与服务技术系统和服务机制。尽管在过去十年里为解决这一矛盾已经开展了一系列工作,有了一定基础,但远不能适应国家发展、社会进步和科学研究对水文水资源数据共享服务的需求,应尽快采取措施予以解决,使原来分散的、标准不统一的水文水资源信息按统一的规范构成各类水文水资源信息集,并把尚未入库的一大批以纸质为载体的数据入库,采取科学有效的共享机制,应用现代技术手段,向政府部门、科研机构和社会公众提供及时、完整、可靠的水文水资源信息,为水资源可持续利用和经济社会可持续发展更好地服务。

基于水文水资源数据重要性、应用广泛性以及存在的问题,自 2002 年起科技部开展了水文水资源科学数据共享试点项目,水文水资源科学数据共享是科技部重点支持的国家科技基础条件平台建设项目之一,该项目自 2002 年实施以来已取得了丰富的成果,并提供了大量的水文水资源共享数据。水文水资源科学数据共享中心建设主要包括:政策法规与技术标准体系建设;数据资源整合与共享数据库系统建设;数据共享网络平台建设以及共享数据运行服务和效果评估建设。政策法规和技术标准体系主要解决数据共享机制、数据分级分类,数据提供的标准化和规范化等问题,目前已初步形成了较完善的共享机制和技术标准。通过数据资源整合与共享数据库建设完成由分布采集和整理的数据库资源形成按标准规范要求的共享数据集并存储在共享数据库中,目前已完成了约 20000 个雨量、水位、水文、蒸发、泥沙等站的资料目录索引,形成了雨量、水位、流量、泥沙、地下水、水质、水资源以及综合信息等数据集。通过共享网络平台建设将水文水资源共享数据集以在线或离线的方式向不同用户服务。

3 水文水资源数据资源分布与整合途径

3.1 数据生产管理概述

(1) 水文水资源站网概况。早在 19 世纪末,我国就有了正规的水文监测站并收集有关水文数据。新中国成立后,我国开始了大规模的水文水资源信息监测与预报工作,在国家投资支持下,相继建成了遍布全国的水文、水位、降水、蒸发、地下水、水质、墒情等各类水文信息监测站 36000 多个,其中水文站 3000 多个、水位站 1000 多个、雨量站约 15000 个、地下水监测站(井)10000 多个、水质站 3000 余个,形成分布基本合理,项目比较齐全的水文水资源要素监测站网,初步满足国民经济建设和社会发展对水文观测站网需求。

(2) 管理体制与数据分布。水文实行行业管理。水利部水文局负责对流域机构和省(市、区)水文工作的业务指导。各流域机构、省(市、区)水文部门负责本区域的水文工作。水文数据均由相应的流域机构、省(市、区)进行监测、整汇编、存储和管理。这与气象、海洋、地震等与水文类似的公益性垂直管理有很大区别,这种管理体制给水文水资源数据共享带来较大的管理难度。

(3) 数据获取的持续性及更新频度。水文整编资料是按年度进行更新,即每年将上一年测站观测资料进行整汇编后入库;实时水文信息,在汛期每天更新 4~8 次,非汛期每天至少更新 1 次;水质信息,对重要河流和水源地一般有旬、月、年报;地下水信息,一般有年报和不定期报告。这些数据均需要长期观测和积累。

3.2 数据分类与分布

根据数据生产过程和用户需要,一般水文水资源数据可分为 10 大类。即原始水文资料类、水文整编成果资料类、水质信息类、地下水信息类、水资源评价成果信息类、河道观测资料成果类、水文预报与水文计算成果类、历史洪水信息类、流域属性信息类、其它类型的信息。通过初步需求分析研究,用于科学研究涉及到的水文水资源信息主要包括:整编成果(雨量、水位、流量、含沙量、潮水位、蒸发、冰凌等);地下水成果(地下水位、地下水开采量、水温等);水质成果;区域综合水资源评价、分析成果资料;测站流域基本属性等。这是科学数据共享最核心的数据资源。

由于目前我国水文现行管理和投入体制以及水文资料收费和水文年鉴停刊等众多因素影响,目前水文数据主要是以省和流域为单位的离散分布,中央仅存储少部分为防汛服务的数据,数据主体分

布存储在 7 个流域机构、31 个省(市、区)水文部门,这些水文单位每年根据自身的管理范围、职责和服务对象存储属站的有关水文水资源原始、整编数据和相关的成果分析资料。图 1 给出了水文数据资源存储分布及拟要形成的信息共享流程图。

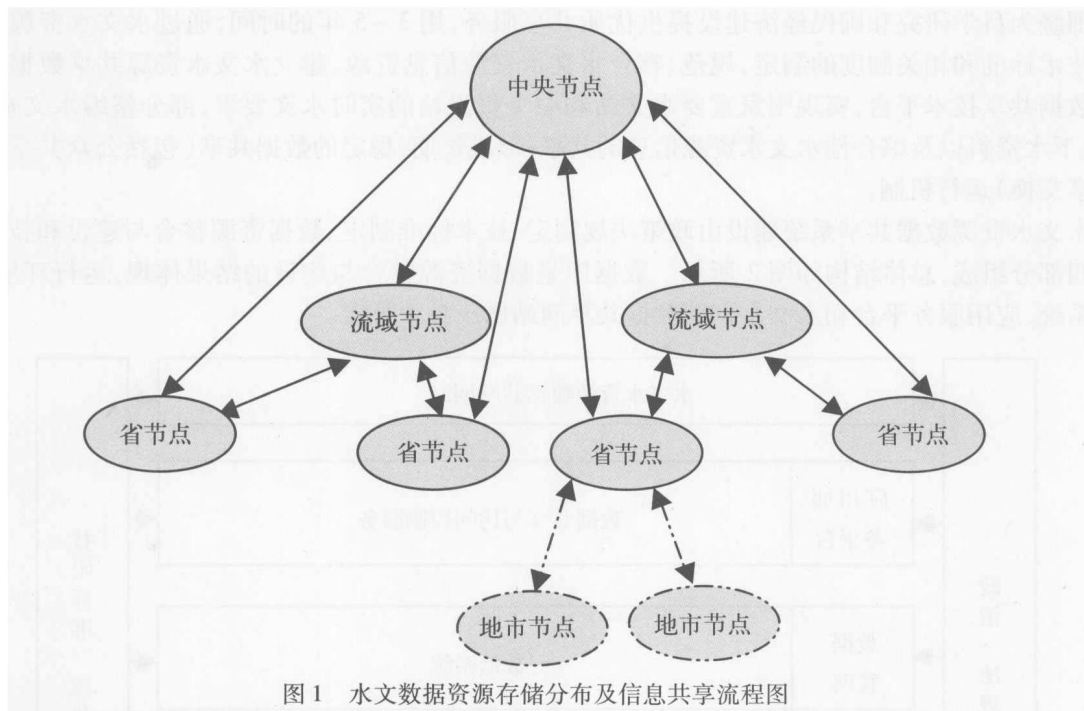


图 1 水文数据资源存储分布及信息共享流程图

3.3 数据资源整合与途径

我国水文资料积累历史较悠久,有些站(如汉口、哈尔滨等)已超百年,大多数站长达 40~50 年,水质、地下水站资料一般为 30 年左右。多年来,水文资料一直按照《水文资料整编规范》等行业技术标准,利用计算机和人工相结合方式进行分析处理,并采用刊印《中华人民共和国水文年鉴》和修建资料库的方式保存水文资料,水文信息的服务方式主要通过手工检索向外服务,部分水文资料实现了利用数据库向外服务。

为满足水文水资源数据共享,需要把分布存储在 7 个流域机构、31 个省(市、区)数据资源,根据管理及共享需要,选择重要水文测站和向中央报汛站的资料集中存储在中央节点,在数据资源集中过程中,需要对采用不同录入、存储标准的数据进行收集、整理、统一,并装载进相应的数据库中进行管理、服务。按照统一制定的相关数据库表结构、标识符、测站编码等标准,对现有的水文数据库表结构进行必要的修订、完善,使信息的组织更趋合理性与完整性,同时补充新数据源库表结构方案设计。按照共享需要的水文资料整编成果输出格式标准,实现水文数据从分析处理到装载入库的自动化。建立水文数据库测站编码体系与其他应用系统测站编码体系的对照转换机制,以满足数据共享的应用需求。并且还要通过以下途径进行资源整合工作:

(1) 补充录入和增加信息源数据。把涉及到共享资料的站未录入整编成果的数据进行补录,补充录入、装载水质、地下水监测成果数据等。

(2) 现有数据需要进一步规范(数据整合)。由于各个年代使用的技术标准规定有所不同,已录入到水文数据库的数据,有一部分资料需要重新整理,满足科学研究对水文资料一致性、系统性等要求。其主要有:计量单位的统一、资料插补延长、资料系列一致性处理等。

(3) 为共享服务进行数据深加工。通过诸如查询、报表、联机应用分析等传统的数据分析方法以及关联分析、序列模式分析、分类分析、聚类分析等先进的数据挖掘技术进行信息的再加工和处理,生成能够满足不同主题的、科学研究需要的各类综合性数据。

4 水文水资源科学数据共享系统总体设计

4.1 建设目标

围绕为科学研究和国民经济建设提供优质共享服务,用3~5年的时间,通过水文水资源数据共享的技术标准和相关制度的制定,规范、整合水文水资源信息资源,建立水文水资源共享数据库系统以及数据共享技术平台,实现国家重要水文站和中央报讯站的实时水文要素,部分整编水文资料、水质、地下水资料以及综合性水文水资源信息的共享,形成长期、稳定的数据共享(包括公众共享和行业间共享交换)运行机制。

水文水资源数据共享系统建设由政策法规制定、技术标准制定、数据资源整合与建设和技术平台开发四部分组成,总体结构如图2所示。数据库是数据资源整合与建设的结果体现,运行环境、元数据库系统、应用服务平台和水文水资源数据共享网站属于技术平台。

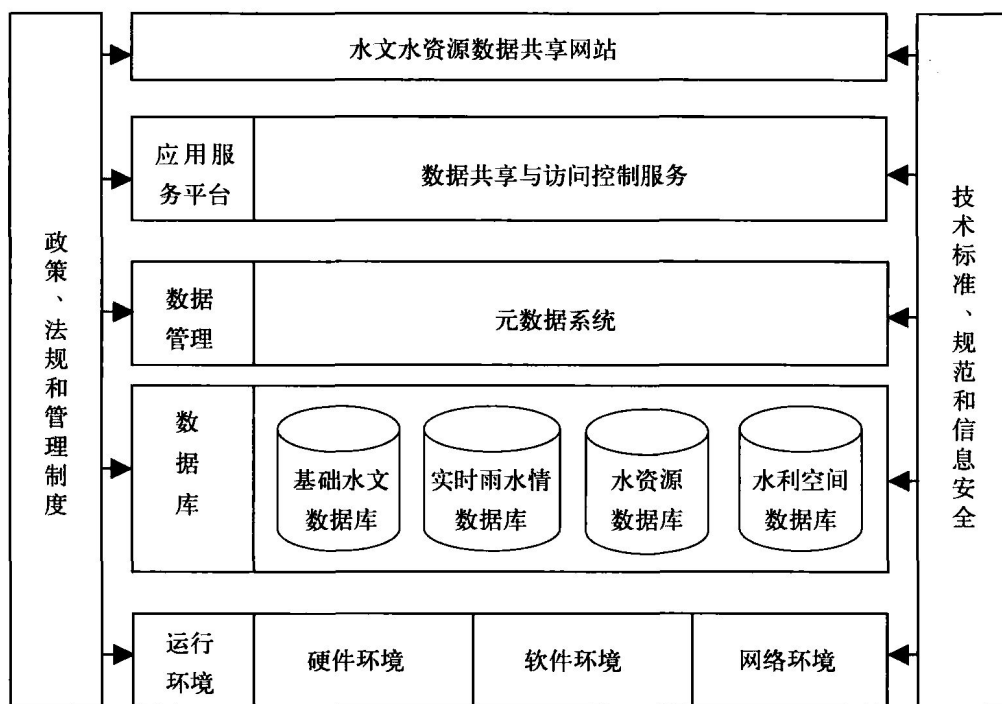


图2 水文水资源数据共享系统总体结构图

4.2 主要建设内容

(1) 共享政策法规建设。根据实际需要制定水文水资源数据共享系统建设的配套政策、法规,制定《水文水资源数据共享管理办法》和《水文水资源数据共享实施细则》。为满足水文水资源数据共享要求,在执行目前现有水文资料提供政策和保密规定的前提下,对水文水资源数据进行了分析,其可共享的资料主要分为三类:免费资料、按工本费收费资料、保密资料。①免费资料。主要包括测站基本情况、资料目录索引、部分实时水情信息、水质和地下水综合信息、水情年报等。②按工本费收费资料。有关测站经过分析统计的水文要素日、月、年统计值,多年均值,有关摘录值等。③特许资料(保密资料)。按水办[2000]649号规定的要求,对于水文水资源信息的有保密要求(包括机密级和秘密级)的资料。

(2) 数据共享技术标准建设。标准化和规范化是重要的基础性工作,是实现共享目标,保证信息交换、共享和应用支持的重要前提。目前已完成的主要技术标准有《实时雨水情数据库表结构与标识符标准》(SL323—2005)、《基础水文数据库表结构及标识符标准》(SL324—2005)、《水质数据库表结构与标识符标准》(SL325—2005)、《水情信息编码标准》(SL330—2005)等。

(3) 共享数据资源整合与建设。通过需求分析,科学研究和其他行业用于科学研究涉及到的水文