

# 波、流共存时水体挟沙能力研究

甘申东<sup>1</sup>, 张金善<sup>1</sup>, 蔡相芸<sup>2</sup>

(1. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 2. 河海大学 港口海岸与近海工程学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 海岸地区波、流共存时水体挟沙能力公式的确定对波、流共存时的泥沙数学模型的发展有着重要的意义. 如何科学研究波、流共存时水体挟沙能力是关键. 从研究方法、实测资料选取和拟合方法三大要素出发, 研究波、流共存时水体挟沙能力.

**关 键 词:** 波、流共存; 挟沙力; 研究方法; 实测资料选取; 拟合方法

**中图分类号:** TV148.5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1009-640X(2011)04-0080-06

河道、河口和海岸地区挟沙水动力条件有较大区别. 河道内水流挟沙动力只有水流<sup>[1-3]</sup>, 水流条件相对简单, 但对于高含沙水流(如黄河上游), 需要考虑高浓度泥沙对水流结构、流态、流动特性、卡门常数、泥沙沉速的影响等. 河口地区受到径流和潮流的双重动力影响, 2种不同密度水流的相互作用使得河口地区的水流结构、泥沙沉降等远比河道内复杂. 海岸地区的水动力主要是波浪和潮流. 目前国内外学者主要研究的是波浪和潮流共同作用下的挟沙力问题, 对于风暴潮作用下的挟沙力研究较少. 由于波浪和潮流在力学机理上的耦合目前还不清楚, 因此波、流共存时挟沙力的研究遇到了很大的困难. 如何科学有效地研究波、流共存时的水体挟沙力是一个迫在眉睫的问题.

## 1 研究方法

对波、流共存时水体挟沙力的研究采用不同的方法, 将得到不同的公式结构形式. 目前国内外研究挟沙力的主要理论和方法大致可以分为能量平衡法、因次分析法、明渠水流挟沙力移植法、湍流猝发理论、边界层理论和经验分析法.

### 1.1 能量平衡法

从能量角度来研究挟沙力的学者代表是窦国仁<sup>[4]</sup>和 R. A. Bagnold<sup>[5]</sup>. 能量平衡法主要是建立水动力能量(波浪和潮流的时均总能量<sup>[4]</sup>或者水流势能损失<sup>[5]</sup>)与提供泥沙悬浮于水中需要的能量之间的关系, 从而导出水体挟沙力公式的结构形式, 继而根据实测资料对公式中的系数进行拟合得到具体的挟沙力公式. Bagnold 公式未用实测资料对公式中的系数进行修正, 经长江、黄河的实测资料检验, 计算得到的  $S_c$  显著偏小. 当波浪为风浪时, 窦国仁挟沙力公式得出了波浪挟沙能力与波周期  $T$  成反比的结论, 也就是波周期  $T$  愈小, 挟沙能力愈大, 这是不合理的<sup>[6]</sup>.

### 1.2 因次分析法

研究因次分析法的主要代表是刘家驹<sup>[6-7]</sup>. 刘家驹选择开敞式海域处于不冲不淤情况下研究波、流共存时的水体挟沙力, 认为泥沙主要来源于近岸浅滩侵蚀. 通过因次分析法将波动流速、潮流速、水深等因子以具有重力流的弗劳德数性质的  $(|V_1| + |V_2|)/\sqrt{gd}$  形式体现, 继而得到淤泥质海岸挟沙力的结构形式<sup>[6]</sup>. 通过连云港和天津新港实测资料的率定, 得到了公式中的系数. 曹祖德认为刘家驹挟沙力公式把波浪与潮流对

收稿日期: 2011-06-28

作者简介: 甘申东(1985-), 男, 湖北咸宁人, 硕士研究生, 主要从事海岸工程方面研究. E-mail: ganshendong@163.com

挟沙力的贡献看成一样是不合理的<sup>[10]</sup>。

### 1.3 明渠移植法

研究明渠移植法的主要代表是 E. W. Bijker. Bijker 借用明渠单向水流的理论研究成果,将明渠单向水流输沙公式中的重要“输沙动力因素”(比如床面剪切应力和摩阻流速等)用波、流共存时的相应因子代替,继而得到了波、流共存时的输沙率公式<sup>[8]</sup>。借鉴成熟的明渠单向流研究成果对波、流共存时的泥沙运动规律进行研究是一种有效的研究方法。目前对波、流共存时的泥沙运动机制不十分清楚,简单借鉴单向流的理论研究成果,对其中的某些重要因子采取直接代替的方法是否恰当值得商榷。

### 1.4 湍流猝发理论

研究湍流猝发理论的主要代表是曹文洪。曹文洪<sup>[9]</sup>引入紊动猝发理论,研究波浪和潮流作用下床面泥沙上扬通量,然后根据连续定律,当悬移质处于不冲不淤的平衡条件下,泥沙上扬与沉降通量相等,建立平衡近底含沙量的理论表达式;进而根据波浪掀沙和潮流输沙的模式,推导得出了物理概念清晰和充分考虑床面附近泥沙交换力学机理的潮流和波浪共同作用下的挟沙能力公式。曹文洪按“波浪掀沙,潮流输沙”模式得到的挟沙能力公式在具有“潮流掀沙”特点的强潮型海域是否适应值得商榷。

### 1.5 边界层理论

研究边界层理论的主要代表是曹祖德。曹祖德根据边界层理论导出了波、流共存时的床面剪切应力<sup>[16]</sup>。他认为挟带造床悬浮泥沙主要依靠床面剪切力对水体做功维持,从而建立了波、流共存时的水体挟沙力公式,并通过现场实测资料得到了公式中的有关系数<sup>[10]</sup>。从曹祖德公式可以看出水体含沙量随沉降速度(泥沙颗粒直径)的增大而减小,即在其他因素相同的情况下(仅有泥沙因素不同),粉沙质海岸的水体含沙量小于淤泥质海岸的水体含沙量,这是不合理的。

### 1.6 经验分析法

河口地区水体挟沙力的研究主要采用经验分析法。河口地区由于受径流与潮流(有时有波浪)的共同作用,同时也受到河口形态、地貌结构、上游来沙以及泥沙性质的影响,挟沙力比较复杂<sup>[11-15]</sup>。在盐淡水交界地带,泥沙沉降与起动变得更加复杂,水体挟沙能力也更加复杂。基于某个河口实测资料而建立的公式难以推广到其他水域,因此不同河口的挟沙力公式一般不同。例如:由于钱塘江口水动力条件复杂,潮流强、潮差大,并伴随着涌潮,因此其大、小潮采用不同的水体挟沙力公式<sup>[12]</sup>;黄河口水体含沙量很大,高浓度泥沙的存在已经改变了水流的结构、卡门常数和泥沙的沉降速度<sup>[17-19]</sup>,根据水体含沙量的不同建立了不同的挟沙力公式<sup>[11]</sup>。

## 2 实测资料选取

### 2.1 含沙量与挟沙能力

在研究实测资料如何选取之前,我们先谈论一个问题,即含沙量与挟沙能力的区别。河流、河口和海域的含沙量,一般并不等于其挟沙能力<sup>[4]</sup>。当处于非饱和时,含沙量小于挟沙能力;当为超饱和时,含沙量大于挟沙能力。含沙量与挟沙能力之间的关系可以用窦国仁悬沙输沙方程<sup>[20]</sup>表达:

$$\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial(hvS)}{\partial x} + \alpha\omega(S - S_*) = 0 \quad (1)$$

式中: $S$ 为含沙量; $S_*$ 为挟沙力; $h$ 为水深; $v$ 为流速; $\alpha$ 为沉降概率或称为恢复饱和系数; $\omega$ 为泥沙沉速; $x$ 和 $t$ 分别为距离和时间坐标。从上式可以看出,只有满足 $\frac{\partial(hS)}{\partial t} + \frac{\partial(hvS)}{\partial x} = 0$ 时,含沙量与挟沙能力才相等。一般情况下,含沙量是随时间与空间变化而变化,其值不仅与相应的挟沙能力有关,也与前期以及上游的含沙量有关。例如,若前期出现了大风浪,水体含沙量很大,必然会导致讨论时刻的含沙量大于相应的挟沙能力。由此可见,水体含沙量与前期水动力条件有关,但挟沙能力却与前期的水动力条件无关。

## 2.2 资料选取

天然海域的波浪和潮流共存,与无浪时的潮流及无流时的波浪在水力结构方面都存在某些差别,这是长周期的潮流水体运动和短周期的波浪水体运动在力学机理上的耦合问题<sup>[6]</sup>. 这种力学耦合机理至今尚未解决,故波、流共同作用下挟沙力的研究遇到了阻力. 然而,刘家驹等学者认为天然存在的潮流和波浪已是耦合后的结果,从实际出发,研究水体中含沙量在波、流天然耦合后的规律具有很大的实用价值.

现场实测资料的正确筛选直接决定了挟沙力结构公式中系数的确定. 在实际工程中,许多学者不管是否具备挟沙力概念,将现场得到的实测含沙量直接用于挟沙力公式的拟合或者验证,这是不妥的. 实测含沙量资料中哪些具备有挟沙力概念,哪些没有,如何从中选择具有挟沙力概念的含沙量是一个值得研究的问题. 挟沙能力指的是与水动力条件相匹配的含沙量. 刘家驹<sup>[6-7]</sup>认为水动力条件基本不变,并且作用持续时间较长(1 h 以上),水体含沙量达到基本不变时,可将这期间得到的几次含沙量的平均值认定为达到了挟沙能力的含沙量值.

## 3 拟合方法

不同的拟合方法对挟沙力公式精度有很大影响. 研究的最终目标是寻找具有高精度并且能够客观反映实际的水体挟沙力公式,因此拟合方法是一个值得深入研究的课题. 例如,对形如  $S_* = k[f(V_1, V_2, h, \omega, \gamma_s, g, \dots)]^m$  这种结构形式的挟沙力计算公式,枚举法<sup>[21]</sup>比传统的最小二乘法确定的系数更合理,公式精度更高,也更能客观的反映水体挟沙能力的实际情况. 对于其他类型结构形式的挟沙能力公式,同样也可以寻找最佳的拟合方法. 随着人类数学和计算机水平的发展,未来更为先进的拟合方法将会出现,得到的挟沙力公式也会越来越合理. 以下以徐圩海域为例,比较枚举法和最小二乘法对挟沙力公式精度的影响.

### 3.1 枚举法与最小二乘法原理

淤泥质海岸刘家驹波、流共存时的挟沙力公式可以改写成如下形式<sup>[22]</sup>:

$$S_* = k \left( \frac{|V_1| + |V_2|}{\sqrt{gd}} \right)^m \quad (2)$$

上式以指数的形式出现,在确定公式中的系数  $k$  和  $m$  时,为了便于应用最小二乘法,通常对公式两边取对数,上式可改写  $\ln S_* = m \ln \left( \frac{|V_1| + |V_2|}{\sqrt{gd}} \right) + \ln k$  的线性形式,这种方法至今仍然被广泛应用.

应用最小二乘法进行回归分析时,所确定的目标函数是预测值与实测值之间绝对误差平方的总和,即  $\sum_i |S_i^c - S_i|^2$ ,其中  $S_i, S_i^c$  分别为第  $i$  个样本的实测值和预测值. 当式(2)两边同时取对数后应用最小二乘法时,相应的目标函数变为  $\sum_i |\ln S_i^c - \ln S_i|^2$ ,故

$$\ln S_i^c - \ln S_i = \ln(S_i^c/S_i) = \ln[1 + (S_i^c - S_i)/S_i] \approx (S_i^c - S_i)/S_i \quad (3)$$

因此,对数后的目标函数可近似看为两者相对误差平方的总和,也可以理解为两者绝对误差加权平方的总和,其中第  $i$  个样本权重为  $1/S_i$ . 显然,当  $S_i < 1$ ,该样本在目标函数中的权重加大,反之权重减小. 事实上,就泥沙问题而言,对高含沙量的情况应该更加关注. 故以两者的相对误差平方的总和作为目标函数是否合适值得商榷.

另一方面,从衡量公式精度的另一个系数即相关系数来看,对数后  $\ln S_i^c$  与  $\ln S_i$  的相关性并不能代表  $S_i^c$  和  $S_i$  的相关性,在许多情况下,对数后的相关性高并不能说明原相关性高. 因此,最终应以  $S_i^c$  和  $S_i$  的相关性作为衡量标准.

### 3.2 相关性分析

通过对 2009 年 8—11 月连云港徐圩海域波浪潮流泥沙短期连续观测资料<sup>[23]</sup>进行分析,并用枚举法与最小二乘法分别对 2#和 3#测站资料进行拟合,得到了波、流共存时的挟沙力公式分别为:

$$\text{枚举法:} \quad S_* = 52.74 \left( \frac{|V_1| + |V_2|}{\sqrt{gd}} \right)^{1.90} \quad (4)$$

$$\text{最小二乘法:} \quad S_* = 33.19 \left( \frac{|V_1| + |V_2|}{\sqrt{gd}} \right)^{1.75} \quad (5)$$

应用枚举法和最小二乘法所确定的公式系数  $k$  和  $m$  值见表 1. 取对数后的相关系数并不能够真正反映计算值与实测含沙量之间的相关性. 取对数后仅是  $\ln S$  与  $\ln \left( \frac{|V_1| + |V_2|}{\sqrt{gd}} \right)$  之间的相关性, 因此不同的  $k$  和  $m$  并不能影响两者的相关性. 通过 1#~3#测站正常天气、1#测站大风天和台风“韦帕”<sup>[24]</sup> 期间计算值与含沙量实测值的相关性分析, 得到相应的相关系数  $r$  (见表 1), 可以看出枚举法使计算值与含沙量实测值的相关系数提高, 公式精度更高, 更能客观的反映水体的挟沙能力.

表 1  $k, m$  值和相关系数  $r$  比较Tab. 1 Comparison of  $r$  due to different methods

| 方 法   | 系 数   |       | 相关系数 $r$ |         |         |
|-------|-------|-------|----------|---------|---------|
|       | $k$ 值 | $m$ 值 | 1#测站大风天  | 正常天气    | 台风“韦帕”  |
| 枚 举 法 | 52.74 | 1.90  | 0.867 5  | 0.792 7 | 0.880 6 |
| 最小二乘法 | 33.19 | 1.75  | 0.865 2  | 0.774 9 | 0.880 2 |

## 4 结 语

研究波浪和潮流共同作用下的水体挟沙力时的一般思路如下: 首先通过某种研究方法得到公式的结构形式, 然后选取波浪、潮流和泥沙等实测资料, 最后利用拟合方法得到公式的系数从而确定最终的挟沙力公式. 因此研究方法、实测资料的选取以及拟合方法三大要点的研究对于波、流共存时挟沙力的研究来说都是不可缺少的. 在实际的研究过程中, 每一个要点都非常重要, 其中任何一个要点出现错误都可能导致研究的失败.

本文系统总结了国内外波、流共存时挟沙力的研究方法, 指出了率定公式系数时如何正确选取波浪、潮流和泥沙实测资料, 以及如何选取高精度的拟合方法.

## 参 考 文 献:

- [1] 武汉水利电力学院. 河流动力学[M]. 北京: 工业出版社, 1961. (Wuhan Hydro-Electric College. River dynamics[M]. Beijing: Industry Press, 1961. (in Chinese))
- [2] 李瑞杰, 罗锋, 周华民. 水流挟沙力分析与探讨[J]. 海洋湖沼通报, 2009(1): 88-94. (LI Rui-jie, LUO Feng, ZHOU Hua-min. Study on the flow induced sediment carrying capacity[J]. Transactions Oceanology and Limnology, 2009(1): 88-94. (in Chinese))
- [3] 沙玉清. 泥沙运动引论[M]. 北京: 工业出版社, 1965. (SHA Yu-qing. Introduction to the sediment movement[M]. Beijing: Industry Press, 1965. (in Chinese))
- [4] 窦国仁, 董凤舞. 潮流和波浪的挟沙能力[J]. 科学通报, 1995, 40(5): 443-446. (DOU Guo-ren, DONG Feng-wu. Sediment carrying capacity in combined actions of waves and tidal current[J]. Chinese Science Bulletin, 1995, 40(5): 443-446. (in Chinese))
- [5] BAGNOLD, R A. An approach to the sediment transport problem from general physics[M]. Washington: Geol Survey Professional Paper, 1966.
- [6] 刘家驹. 海岸泥沙运动研究及应用[M]. 北京: 海洋出版社, 2009: 79-88. (LIU Jia-ju. Research on the sediment transport in the coast and the application[M]. Beijing: China Ocean Press, 2009: 79-88. (in Chinese))
- [7] 刘家驹. 在风浪和潮流作用下淤泥质浅滩含沙量的确定[J]. 水利水运科学研究, 1988(2): 69-73. (LIU Jia-ju.

- Determination of the silt concentration on shoal under the action of wind waves and tidal currents[J]. Journal of Nanjing Hydraulic Research Institute, 1988(2): 69-73. (in Chinese))
- [8] BIJCKER E W. Littoral drift as function of waves and current[C]// Proc 11th Conf Coastal Engineering, 1968. American Society of Civil Engineers, 1969: 415-435.
- [9] 曹文洪, 张启舜. 潮流和波浪作用下悬移质挟沙能力的研究[J]. 泥沙研究, 2000(5): 16-21. (CAO Wen-hong, ZHANG Qi-shun. A study on suspended sediment carrying capacity in combined actions of waves and tidal current[J]. Journal of Sediment Research, 2000(5): 16-21. (in Chinese))
- [10] 曹祖德, 李蓓, 孔令双. 波、流共存时的水体挟沙力[J]. 水道港口, 2001, 22(4): 151-155. (CAO Zu-de, LI Bei, KONG Ling-shuang. Carrying capacity for a wave-current coexistent system[J]. Journal of Waterway and Harbour, 2001, 22(4): 151-155. (in Chinese))
- [11] 张燕菁, 胡春宏. 黄河口输沙能力关系的探讨[J]. 泥沙研究, 1997(2): 46-50. (ZHANG Yan-jing, HU Chun-hong. Discussion on the sediment transport capacity of the Yellow River Estuary[J]. Journal of Sediment Research, 1997(2): 46-50. (in Chinese))
- [12] HAN Zeng-cui, CHEN Hang-ping. Computation in the Qiantang Estuary with consideration of sediment transport in tidal flat[J]. China Ocean Engineering, 1987, 1(2): 76-90.
- [13] 黄振英. 珠江磨刀门输沙能力的初步探讨[J]. 人民珠江, 1988(2): 15-21. (HUANG Zhen-ying. Preliminary discussion on the sediment transport capacity in Modaomen area of the Pearl River[J]. Pearl River, 1988(2): 15-21. (in Chinese))
- [14] 叶锦培, 何卓霞, 周志德. 珠江河口潮汐水流挟沙力经验公式探求[J]. 人民珠江, 1986(1): 13-20. (YE Jin-pei, HE Zhuo-xia, ZHOU Zhi-de. Discussion on the empirical formula of the sediment carrying capacity under the action of tidal flow in the Pearl River Estuary[J]. Pearl River, 1986(1): 13-20. (in Chinese))
- [15] 赵龙保, 祝永康. 椒江河口挟沙力经验关系初步分析[J]. 泥沙研究, 1991(4): 69-75. (ZHAO Long-bao, ZHU Yong-kang. Preliminary analysis on the sediment carrying capacity empirical Formula in the Jiaojiang Estuary[J]. Journal of Sediment Research, 1991(4): 69-75. (in Chinese))
- [16] 曹祖德, 唐士芳, 李蓓. 波、流共存时的床面剪应力[J]. 水道港口, 2001, 22(2): 56-60. (CAO Zu-de, TANG Shi-fang, LI Bei. Bottom shear stress and sediment movement for a wave-current coexisting system[J]. Journal of Waterway and Harbour, 2001, 22(2): 56-60. (in Chinese))
- [17] 谢鉴衡. 河流泥沙工程学[M]. 北京: 水利出版社, 1981. (XIE Jian-heng. River and sediment engineering[M]. Beijing: Hydro Press, 1981. (in Chinese))
- [18] 李昌华. 明渠水流挟沙能力初步研究[J]. 水利水运科学研究, 1980(3): 76-83. (LI Chang-hua. A formula of suspended sediment transportaion for open channel flows[J]. Journal of Nanjing Hydraulic Research Institute, 1980(3): 76-83. (in Chinese))
- [19] 张红武, 张清. 黄河水流挟沙力的计算公式[J]. 人民黄河, 1992, 14(11): 7-10. (ZHANG Hong-wu, ZHANG Qing. Formula of sediment carrying capacity of the Yellow River[J]. Yellow River, 1992, 14(11): 7-10. (in Chinese))
- [20] 窦国仁. 潮汐水流中的悬沙运动及冲淤计算[J]. 水利学报, 1963(4): 13-24. (DOU Guo-ren. The movement of the suspended sediment in the tidal flow and the calculation of erosion and siltation[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1963(4): 13-24. (in Chinese))
- [21] 孔俊, 宋志尧, 章卫胜. 挟沙能量公式系数的最佳确定[J]. 海洋工程, 2005, 23(1): 93-96. (KONG Jun, SONG Zhi-yao, ZHANG Wei-sheng. Optimum approach to determine the coefficients in sediment-carrying capability formula[J]. The Ocean Engineering, 2005, 23(1): 93-96. (in Chinese))
- [22] 张金善, 甘申东, 高正荣, 等. 徐圩海域挟沙力含沙量初步研究与探讨[C]//中国海洋工程学会. 第十五届中国海洋(岸)工程学术讨论会论文集. 北京: 海洋出版社, 2011: 918-923. (ZHANG Jin-shan, GAN Shen-dong, GAO Zheng-rong, et al. Preliminary research and discussion on the sediment-carrying capacity in Xuwei sea area in Lianyungang port[C]//China Ocean Engineering Committee. Proceedings of 15th China Coastal Engineering Conference. Beijing: China Ocean Press, 2011: 918-923. (in Chinese))
- [23] 交通运输部天津水运工程科学研究所. 连云港徐圩海域波浪潮流泥沙短期连续观测及分析报告[R]. 天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2010. (Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering of the Ministry of

- Communications. Analysis report on the short term continuous observation of wave, current and sediment data in Xuwei sea area in Lianyungang port[R]. Tianjin: Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering of the Ministry of Communications, 2010. (in Chinese))
- [24] 交通部天津水运工程科学研究所. 2007年9月台风“韦帕”过境时连云港波浪、潮流、泥沙现场观测报告[R]. 天津: 交通运输部天津水运工程科学研究所, 2008. (Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering of the Ministry of Communications. Report on the measured data of wave, current and sediment during 0713 Typhoon WIPHA in September 2007 [R]. Tianjin: Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering of the Ministry of Communications, 2007. (in Chinese))

## Carrying capability of suspended sediment in wave-current coexistent system

GAN Shen-dong<sup>1</sup>, ZHANG Jin-shan<sup>1</sup>, CAI Xiang-yun<sup>2</sup>

(1. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China; 2. College of Harbour, Coastal and Offshore Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** It is vital to obtain the carrying capability formula of suspended sediment in wave-current coexistent system to develop sediment numerical models in coastal areas. We are looking for a formula, the results of which are more accurate in calculating the natural water-flow's sediment-carrying capability. The key problem is how to research the carrying capability of suspended sediment in wave-current coexistent system scientifically. The authors of this paper point out three points in the research of the carrying capability of suspended sediment in wave-current coexistent system: (1) research methods; (2) selection of the measured data; (3) fitting methods.

**Key words:** wave-current coexistent system; sediment-carrying capability; research methods; selection of the measured data; fitting methods

### 水利部“948”项目“水域与陆地综合管理空间决策支持系统(ISDSS)的引进”通过验收

2011年8月31日,水利部“948”项目管理办公室在南京组织召开了由南京水利科学研究院水工水力学所和水文水资源所共同完成的引进国外先进技术项目(简称“948”项目)“水域与陆地综合管理空间决策支持系统(ISDSS)的引进”验收会。会议由水利部“948”项目管理办公室曹景华主任主持,南京水利科学研究院科研处戴济群处长到会。

来自水利部科技推广中心、江苏省水利厅、南京大学、河海大学、中科院地理与湖泊所和扬州大学等单位的专家组成了验收专家组。验收专家听取了项目工作汇报和成果介绍,审阅了有关资料,经讨论和质询认为,该项目全面完成了合同书规定的内容,达到了考核指标要求,一致同意通过验收。

项目引进的基于WaterLib2.0模型库的水资源管理决策支持系统,包含了流域产汇流、河道洪水演进、水库(水电站)、蓄滞洪区、闸门、数据生成器、优化调控与河流控制模块及决策支持系统信号处理等多功能模块,具有易扩展、配置灵活、通用性强和效率高等特点,可根据管理要求,快速构建水资源管理决策支持系统。专家一致认为,该系统先进性强,推广应用前景广阔。

项目历时三年,在10余名科研人员的共同努力下,在引进的基础上进行了消化吸收和再创新,研发了北江流域水资源调度与管理决策支持系统,并运用该系统模拟了流域水资源供给现状,评估了规划水平年2030年多情景下的水资源系统响应,为北江流域水资源管理提供了技术支撑。同时取得了丰硕的研究成果,构建了基于Waterlib2.0北江流域水资源优化调度与管理决策支持系统一套(汉化版),编写了软件使用技术手册,发表了学术论文3篇,培养了研究生2名。

摘自南京水利科学研究院网站