

## 上海港的潮汐预报近史

徐 汉 兴

(上海航道局设计研究所)

在近 100 多年来,上海港是我国最早有精确潮汐预报的港口之一。据长江口和黄浦江水文报告记载,吴淞水位站始建于1860年;1912年设自记站,使用第一台自记潮位仪。当时利用绿华山、铜沙、吴淞、江阴潮位资料,分析出23个分潮,作出了精确的潮汐预报。据记载,黄浦江的水文测验始于1911年8月14日;其中1913年的那个测验方案,则是我国第一个完整的测验方案。

目前,上海港尚保存有珍贵的潮汐预报史料。例如,在60年代初,上海航道局测量队整理出一套从1927年以来完整的黄浦公园站潮汐月度预报表。其内容包括有逐日高、低潮潮时和潮高预报;涨、落急(即指最大流速及其出现时刻)预报;涨、退始(即转流时刻)预报等。黄浦公园站使用传统的“八年零一天”周期法,经验证,该法与按11个分潮调和法的精度在同一量级;例如,对潮位预报的误差分别约为 $\pm 28\text{cm}$ 和 $\pm 30\text{cm}$ 。继1967年长江口5个站首次按60个分潮电算调和法来做精确潮位预报之后,1968年1月8日,黄浦公园站按60个分潮电算调和法来做精确潮流预报也获得成功。这样其传统方法才被取代;于是,该站的潮位和潮流预报,一举达到了当代高精度和高速度预报的水平。

在60年代以来,为了收集精确可靠的潮汐资料,黄浦公园站已三度改建,1981年建成如今的那座两层楼新站,设置两台自记潮位仪同步观测潮位,并设自记风速、风向仪及雨量计等以收集有关的气象资料。同时,在该站附近,先后3次进行长系列潮流观测。即1964年和1972年在对岸114号灯浮处;1969年在上游

约1.3km的新开河53号原船浮筒附近,各自按6点法连续观测369天以上的逐时正点流速、流向等,共取得了3年可贵的长系列潮流观测资料。随后,采用1964年5月—1965年5月,在0.2H(水深)处的逐时正点流速,分析了60个分潮流的调和常数,作出1968年以来逐时正点流速预报,以及涨、落急和涨、退始潮流特征预报,采用1969年实测潮流资料及按同样方法作了分析和预报的验证,以年均误差表示,约为 $\pm 10.6\text{cm/s}$ 。表明其逐时正点潮流速预报精度较高。该潮流预报供上海港的航行及其它用户使用,均取得了满意的效果。

对长江下游一些站,在50年代,海测部出版的潮汐表中还载有主、副港潮汐系数和潮时差等,以便于按潮汐差比法来做简易预报。在60年代初,对长江口区,包括吴淞、中浚、余山、大戢山和横沙等5个站,是均按11个分潮“镂空格”手算调和法来做预报的。由于它精度差、效率低,越来越不能满足上海港航运发展对预报精度的要求,因此,开始了一系列的改革。1964年11月,上海航道局测量队与华东计算技术研究所协作,一举走上了用电子计算机调和法来做预报的新路。当时,在每秒运算约5万次的J-501型计算机上,按11个分潮调和法一次完成18个站年逐时正点潮预报,只花了约1.5小时。这个计算速度不但是手算所望尘莫及的,而且比潮汐推算法也要快数百倍!这一成果,在国内是领先的;在国外,它也算是先进的。例如,“美国海岸与大地测量局的潮汐预报,直到1964年,还是用有一套固定频率的齿轮组制成的一种机械模拟计算机来做预报的”<sup>[2]</sup>。自此以后,我们又经10年努力,在相

继完成约20个方案的重大改进后，终于得出了一套高精度，高速度的电算新方法，其试验方案及研究成果等汇编在《电子算潮十年》<sup>1)</sup>一书中。

该电算新方法可使分潮数从原来11个扩充到128个以上；预报误差从原来±30cm减小到±15cm以下（详见误差表）。

长江口各站潮高预报误差表<sup>2)</sup>

站名	绿华山	佘山	中俊	横沙	吴淞	黄浦公园
年均方误 (±cm)	9.5	11.4	12.9	13.8	14.5	13.6

由于电算新方法可使计算速度提高，分析60个分潮的调和常数，上机时间从原来几小时缩短为几分钟；预报范围也迅速扩大，预报站点从原来长江口5个站扩展到杭州湾共20多站；潮汐表发行量猛增，从1966年1500册直线上升到1985年13000余册，从而取得了令人鼓舞的经济效益。它对我国沿海其它港口，如闽江口，厦门港，连云港、秦皇岛港……等地的预报也同样有效。这项“潮汐的分析和预报”成果，相继获得了上海市重大科技成果奖和全国科学大会奖。

上海航道局还对上海港气象潮的预报进行了研究，创立了有效的“天气图预报法”。它与上述天文潮电算调和法相结合，简便有效地作出潮汐短期预报。用此法对上海港的航行预报及上海市防台，防汛预报均取得了良好的效果。它对我国沿海地区包括半日潮，混合潮和全日潮的预报亦同样适用<sup>[1]</sup>。

60年代以来，有关单位还对上海港潮汐动力数值预报进行了研究，取得了一定成效。1973年，南京水利科学研究所、上海航道局与上海市计算技术研究所协作，直接应用电子计

算机进行了数值预报的研究<sup>3)</sup>。1979年，上海航道局设计研究所成立了“长江口南支泄洪计算组”，应用108型电子计算机及按一维水流隐式差分模型，对长江下游从安徽大通至海滨高挤全长约590km的河段，计算了包括23个断面的潮位、流速、而首先获得成功<sup>4)</sup>。随后，进一步对长江口二维水流模型及泥沙扩散模型进行了研究。目前，这些研究成果的应用日趋广泛，并颇有成效。例如，对一维模型在长江口北支筑闸方案、南支整治缩窄方案，以及在规划江阴核电站对取水口热污染最坏条件等计算中得到应用；二维模型在长江口流场计算，泥沙扩散计算中的应用等，均体现了对长江口各项工程的规划设计具有重要的现实意义。

此外，南京水利科学研究院对长江口二、三维潮流模型的研究，华东师范大学对长江口潮汐特性的研究，青岛的中国科学院海洋研究所及天津的国家海洋局情报所等单位对上海港潮汐的预报，都做过一定工作，取得了一些重要成果。

### 主要参考文献

- [1] 徐汉兴，1982。浅水潮综合预报方法的研究。海洋与湖沼 13(3):207—215。
- [2] B. D. Zetler, and R. A. Cummings, 1967. A Harmonic Method for Predicting Shallowwater Tides. *Journal of Marine Research* 25(1): 104。

- 1) 徐汉兴等，1975。电子算潮十年（1964年11月—1974年11月）。上海航道局。
- 2) 预报时间：1971年。
- 3) 李子才等，1976。关于分岔河道中不稳定流的差分解法。上海市计算技术研究所。
- 4) 徐汉兴、陈道熙等，1980。长江口南支泄洪计算。上海航道局设计研究所。