

钱塘江河口治理的成就与展望

陈吉余

(河口海岸动力沉积和动力地貌国家重点实验室 华东师范大学河口海岸研究所 上海 200062)

摘 要 阐述了 40 年来钱塘江河口治理的成就, 在涌潮河段束窄整治了 64 km 游荡不定的河道。围垦了 90 万亩的土地, 为国家创造了巨大的财富。但南岸围垦, 水流北逼, 潮流掏蚀北岸鱼鳞石塘的塘脚, 塘石松动, 急待修理。鉴于钱塘江北岸的海塘具有保护太湖平原的重要的作用, 综合治理北岸海塘至为迫切。对钱塘江北岸标准塘建设计划进行了评价, 认为标准塘方案规划有据, 目标明显, 方案可行, 经济合理。展望了钱塘江河口治理并对需要进一步研究的问题进行了探讨。特别是河流近口段与河口段的衔接问题, 河口段与杭州湾的衔接问题, 以及口内外泥沙交换问题, 应该作为重要问题进行重点研究。

关键词 钱塘江河口 河口治理 海塘 围垦

分 类 中图法 TB856

1 前言

钱塘江河是一条水丰沙少的河流, 河口以奔腾澎湃的涌潮称著。钱塘江流域面积 48 887 km²。每年入海径流为 $373 \times 10^8 \text{ m}^3$, 入海泥沙平均为 $658 \times 10^4 \text{ t}$ 。芦茨埠向下进入河口区, 闻家堰以上为近口段, 河流作用为主, 闻家堰至澉浦间为河口段, 迳流、潮流互相作用。澉浦以下为口外海滨, 习称杭州湾。钱塘江河口是一个强潮河口。澉浦最大潮差为 8.93 m, 平均潮差为 5.57 m。钱塘江河口涌潮汹涌。峨峨一线, 雪岩激射, 为世界奇景, 但其流速强劲, 最大可达 12 m/s, 有很大侵蚀力。钱塘江河口有隆起的沙坎, 河槽宽浅。海域来沙大进大出, 以分选优良的粉沙物质组成的河道边界, 在潮流作用下河槽大冲大淤, 江岸大涨大坍, 形成一个强烈变化的河口, 严重威胁着两岸人民的生命财产。千余年来, 依靠海塘来抗御海潮, 尤以明清两代, 在海宁和海盐一带修建了坚固的海塘, 取得了安澜之效。建国以来, 治理江道, 结合围垦, 取得了很大成绩。为着巩固临江的北岸海塘, 最近, 浙江省水利部门制订了钱塘江北岸海塘修建标准塘工程计划, 笔者认为这项工程很有必要, 对钱塘江河口治理将取得更大成绩。特就今后河口治理及需要研究的问题, 提出意见, 供有关部门参考。

2 河口治理的成就

钱塘江河口经过 40 年治理, 取得的巨大成绩, 是一项创世之举。在举世壮观、汹涌澎

湃的涌潮河段，修建了 64 km 的坚固堤岸，其工程难度不亚于荷兰的须德海大坝^①，围垦了 90 余万亩土地，连同杭州湾上虞、函 一带的围垦在内共达 100 余万亩，相近于日本战后 40 多年围海造地的总和。治江结合围垦，既得到了土地，也整治了江槽，钱塘江涌潮河段的河势显著地改善（图 1）。如盐官河段从原来 12 km 的河面束窄至 2.3 km，使得尖山以上的河槽改变了原来的大冲大淤、两岸大涨大坍的形势。在钱塘江治理过程中，工程技术上有很多创造，诸如护岸保滩的沉井技术，顶住了流速达到 12 m/s 的涌潮巨浪，获得了国家级奖励。

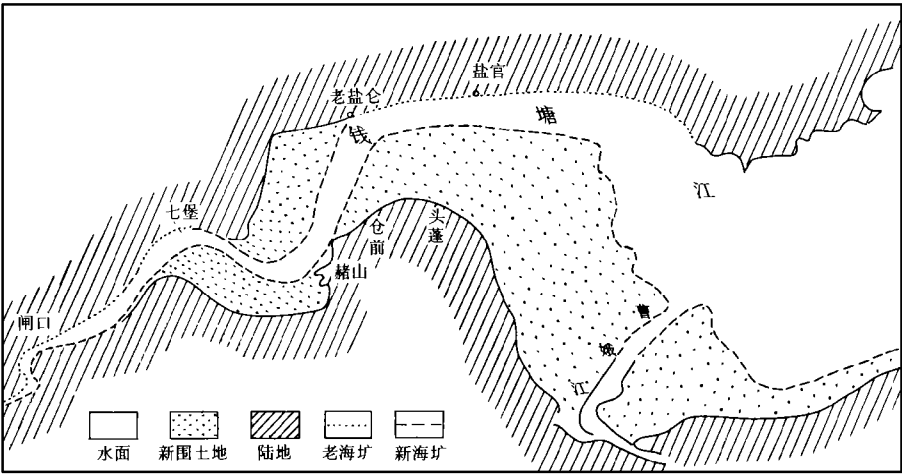


图 1 钱塘江河口治理概况图

Fig. 1 The regulation situation of Qiantang Estuary

这项工程已为国家创造了千亿元以上的财富，是一项惠及当代，泽延千秋的创世之举。

3 整治北岸鱼鳞大石塘非常迫切

钱塘江口治理，土地围垦在南岸，水流被逼向北岸，使得老盐仓以下直迄小尖山的江岸，常年临水，改变了过去江槽有南北摆荡的余地。北岸海塘受到强劲潮流的往复冲刷，底部掏蚀，使原来坚实牢固的鱼鳞大石塘受到破坏。保护塘脚的石坦水受到冲失，使得塘底排桩外露，塘石松动，有的已被潮波抽出，有的塘身外倾，险象环生，千疮百孔，急待修理。但限于经费不足，力不从心，多处危塘，堪为灾害之患。

浙江海塘自五代以来，历代都把它当成国家重点工程。特别是明、清两代，更投以巨大的人力物力，全面修筑海宁、海盐海塘。明代重点在海盐，清代重点修筑杭州、宁海塘。在海宁一带修建海塘，涌潮汹涌、沙底浮燥，难度很大，经过几次修筑样塘，直到康熙末年，朱轼样塘全面推广。又经雍、乾两朝，不断改进。这种鱼鳞大石塘（图 2），筑工

① 荷兰须德海大坝是一项著名的堵海工程，大坝全长 30 km，修建于 1927 年，经六年时间，于 1933 年完成。

考究,条石纵横叠砌、糯米灌浆、铁元宝扣榫,底有排桩、梅花桩,前有坦水护脚,后有土戗依托,费工费时,历时近百年才全线完成。这样的大工程,雍、乾两朝,皇帝亲抓,水沙情况,逐旬逐月报送中央,并亲自到工程现场查看。为什么历年政府对钱塘江海塘工程这样重视,可以用乾隆的两句话道出其原因:“江浙人渊藪、东南财赋多”。这里的东南,实际上就是指长江三角洲。这里是当时国家主要的财赋之地,就是现在仍然在国家上交财赋中占有很大的比重。

钱塘江北岸保护的是鱼米之乡的太湖流域。太湖平原是一个碟形洼地,周边地势高爽,中间卑下,海宁沿江地面高程一般在 5 m ~ 6 m,盐官最高潮位 9.09 m,百年一遇潮位的 9.31 m,闸口百年一遇洪水位 10.35 m。太湖平原的吴江、青浦,有的低洼地方地面高程不到 3 m,所以民间有句俗话说:海宁海塘的塘顶与吴江塔顶齐平。清朝海塘文献中常讲到:一旦溃塘,潮水进入太湖平原,犹如高屋建瓴之势,胁威所及,达到杭嘉湖、苏松常、镇江等七府之地。道光年间,海盐局部溃塘,咸水入侵,对上海产生威胁。同治年间,海宁溃塘,咸水所到之处,禾苗枯死,影响到湖州、嘉善。现在钱塘江北岸海塘,坦水冲去,危及塘基,险工之处甚多,如不治理,害莫大焉。所以综合整治北岸海塘,不仅必要,而且迫切。

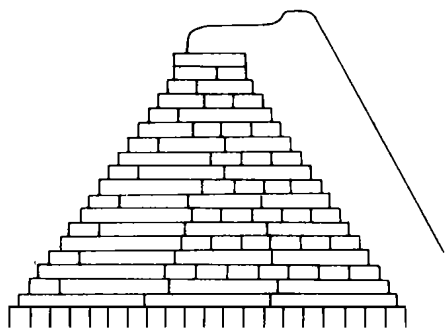


图 2 清代海宁鱼鳞石塘图

Fig. 2 The "fish-scale" story dyke in Haining Area in the Qing Dynasty

4 河口治理规划与标准塘工程^{①②}

钱塘江治理工程部门和研究机械——浙江省钱塘江管理局和浙江省河口海岸研究所最近提出的“钱塘江河口治理及岸线规划”和“钱塘江北岸险段标准塘工程可行性报告”等文件,在大量现场资料积累、多年试验研究的基础上,总结前一阶段工程实践和结合险工实际,提出河线规划和标准塘方案,规划有据,目标明确,方案可行,经济合理。河口治理在已经取得成绩的基础上,继续贯彻全线束窄的治理方针;进入杭州湾的干浦河段,在北、中、南三条流路的选择方面,采用了中线方案,既符合钱塘江进入杭州湾机率最高的流路,同时也可使得杭州湾北岸深水槽线维持水深得到保证。澈浦断面暂时束窄到 18 km 宽度,稳步前进,稳妥可靠。应指出,下一期工程有一定难度,要更加努力,予以克服,尤其是尖山—澈浦沿岸围垦,涨坍不定,变化较大,要特别注意。

为钱塘江治理取得全面成功,还有一些问题需要进一步研究,以为下一阶段的规划做好准备。

4.1 钱塘江河口和杭州湾泥沙交换问题

钱塘江治理束窄、滩地围垦,25 年左右河床及滩地淤积泥沙 $21 \times 10^8 \text{ m}^3$,数量很大。杭

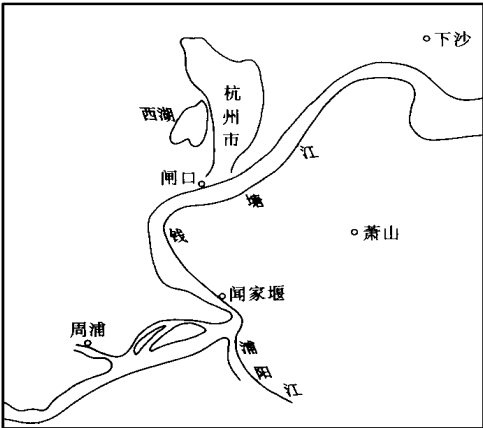
① 浙江省河口海岸研究所 (1995 年 10 月). 钱塘江河口治理及岸线规划研究.

② 浙江省钱塘江管理局勘测设计院 (1996 年 2 月). 钱塘江海塘北岸险段标准塘工程可行性研究报告.

州湾泥沙主要来自长江口，钱塘江河口泥沙主要来自杭州湾，潮涨潮落，泥沙也大进大出。如此巨量泥沙远非长江来沙所能补给，大部分靠杭州湾和钱塘江潮进潮出泥沙交换而来，不足的泥沙，依靠杭州湾海床冲刷得到补充。杭州湾金山咀以上海床的组成物质以细粉沙为主，起动流速小，易于再悬浮。如果海床受刷，使得粉沙层下面的海相淤泥出现，由于粘粒含量较高，土质粘重，可供泥沙便会相应减少。因此，钱塘江河口治理中有关泥沙来源、泥沙运动、泥沙交换问题，需要进一步研究。

4.2 河流与河口衔接问题

如果以珊瑚沙—闻家堰为河流与河口分界，向上是河流段，向下到干浦是河口段。河口与河流如何衔接，在自然调节下，河道出现大角度的转折，渔浦一转，珊瑚沙一折，形成风景秀丽的“之江一曲”(图3)，这既是适应潮流消能的需要，也是河口水文泥沙跃变、化学沉积、地形变化不连续现象之所在。在河口经过人工控制，如何使这些现象得以调整和衔接，直接影响国民经济、人民生活问题，需要研究。



4.3 河口与杭州湾的衔接问题

目前河口全线束窄，干浦河宽从20 km束窄为18 km，幅度不大，今后还要进一步从18 km束窄到15 km、12 km，甚至更窄。而杭州湾则不是与之相应地缩窄，因而它们的宽度是不协调的。目前河道是走中线，杭州湾顶有中沙现露，河口分汊，中线河道将与哪一条汊道衔接，而且是比较自然地衔接，哪种衔接更利于河道发展，水沙将如何运动，河床将如何变化，都需要予以研究，先行筹划，以备河口治理的不时之需。

图3 钱塘江河口段与河流段衔接的“之江一曲”
Fig. 3 The joint position “meandering reach” between Qiantang Estuarine and river sections

4.4 人工岛问题

河口治理的方案之中，有一个人工岛方案。这个方案实际上是河口与杭州湾衔接的一种方式。河道宽阔，水面拓展，出现中沙是正常现象，钱塘江河口下游乃至杭州湾的湾顶段中沙是经常存在的，这就是头潮二潮产生的原因。汊道摇摆不定，中沙变化无常，为河口下段治理增加了难度。如果能固定中沙，对河口治理来说是一个重要支点。中沙摆荡，但有时也会出现局部或暂时稳定，甚至露出潮面，历史上就曾出现“砂碛峙中流”的无名岛，有人居住。所以在有利条件下，能围则围，抓住时机，作为建设人工岛的基础。但是钱塘江河口的人工岛与其他河口沙岛相比，有其特殊性。因为许多河口的沙岛，沙源来自流域，而钱塘江河口，沙源则来自海域。前者是三角洲或水下三角洲形式，后者则为潮汐三角洲中的落潮三角洲形式。如何使这个变化复杂的中沙转化为落潮三角洲并加以治理，需要有一个转化过程，对这样一个过程需要研究。此外，在海域来沙的情况下，对这样一个人工岛如何建设，如何有利于兜沙和稳定，如何处理好河口汊道，以适应涨落潮流路和河口治理的要求，这些都需要进行研究。

参 考 文 献

1 陈吉余, 罗祖德等. 钱塘江河口沙坎的形成及其历史过程. 地理学报, 1964, 30(2)
2 钱宁, 李光炳. 钱塘江河口沙坎近代演变过程. 地理学报, 1964, 30(3)
3 戴泽衡, 李光炳. 钱塘河河口河床演变及治理. 河流泥沙国际学术会议论文集. 中国水利学会主办, 北京, 1980
4 Han Zengeui and Chen Hangpin. Computation Method of River Bed Deformation in Qiantang Estuary and Its Application. Lecture Notes of advance Course on Mathematical Modelling of Alluvial Rivers. Beijing, China, Vol. , 1987

作 者 简 介

陈吉余, 男, 华东师范大学河口海岸研究所教授, 长期从事河口海岸和地貌研究工作。

REGULATION OF QIANTANG ESTUARY:
ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS

Chen Jiyu

(*Institute of Estuarine and Coastal Research East China Normal University ,
The State Key Lab of Estuarine and Coastal Sediment Dynamics and Morphodynamics Shanghai 200062*)

Abstract

This paper concludes the historical achievements in the regulation of the Qiantang estuary over the past 40 years. During this period about 64km unstable channels in the estuarine reach, were tidal-bore takes place, have been narrowed and regulated. At the same time about 600 sq. km of tidal-flats were reclaimed which has created a great wealth for the country. Nevertheless, the land reclamation along the south bank has pushed the tidal currents to the north bank which erode the sediments under the ancient stone dyke and loose the dyke structures. There is a urgent need to repair or reconstruct the coastal dyke. Considering the important role of seawall along the north bank of the Qiantang estuary in protecting the coastal society in the low-lying Taihu plain, it is imperative to make a comprehensive and integrated regulation on the seawall. After an evaluation of the engineering plan for constructing the standard dyke, this paper proposes that the scheme is feasible, with a strong basis, a clear aim, and an economic rationality. This paper also makes a discussion on the future estuarine regulation, especially on the problems concerned with the transition from the near-estuarine reach to the estuarine reach, and from estuarine reach to the Hangzhou Bay. It is also proposed that the sediment exchange between the outside and the inside of the estuary should be taken as a key issue to be studied.

Key words Qiantang estuary, estuarine regulation, dyke, reclamation