

钱江隧道关键技术 创新与实践

QIANJIANG SUIDAO GUANJIAN JISHU
CHUANGXIN YU SHIJIAN

主编 杨 磊 章仁财



中国建筑工业出版社

钱江隧道关键技术创新与实践

主 编 杨 磊 章仁财
副主编 吴惠明 梁广彦 万 波

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钱江隧道关键技术创新与实践/杨磊, 章仁财主
编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2013. 12
ISBN 978-7-112-16105-8

I. ①钱… II. ①杨…②章… III. ①公路隧道-隧道
施工-浙江省 IV. ①U459.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 269297 号

国际上大型盾构法隧道工程建设方兴未艾, 随着我国经济建设发展, 越江跨海大型盾构法隧道越来越多, 已得到了广泛的运用, 而超大、复杂地质环境下盾构法隧道建设一直是国内外关注的热点和难点。

全书共分三篇 14 章, 钱江隧道是首条超大直径盾构法公路隧道, 采用世界上最大直径之一的盾构完成, 紧扣钱江流域地质和环境特点, 创造了继钱江潮千古奇观后的又一工程奇迹。本书着重介绍钱江隧道环境特点和建设概况、设计原理、计算方法及相关研究、施工关键技术及相关研究。书中突出总体设计方案、施工技术和工程面临的诸多挑战以及新技术、新材料、新工艺、新设备的运用。同时结合研究成果还介绍了一些新的见解与工程实践, 并在工程实践中得到了检验。

本书对钱江隧道关键技术和工程实践作了系统、全面的总结和阐述, 可为工程设计人员、科研人员提供很好的借鉴并有所参考助益。

* * *

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任校对: 姜小莲 陈晶晶

钱江隧道关键技术创新与实践

主 编 杨 磊 章仁财

副主编 吴惠明 梁广彦 万 波

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京科地亚盟排版公司制版

北京画中画印刷有限公司印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 56¼ 插页: 2 字数: 1750 千字

2013 年 12 月第一版 2013 年 12 月第一次印刷

定价: 150.00 元

ISBN 978-7-112-16105-8

(24858)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)



钱江隧道贯通仪式



钱江隧道展示厅



盾构始发工作井基坑



盾构到达接收井



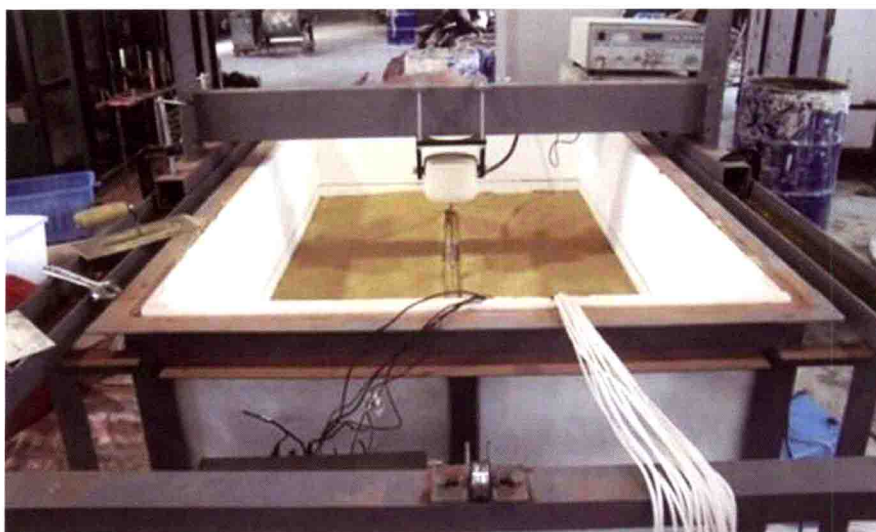
隧道洞口施工



管片运输



隧道穿越钱江潮



钱江涌潮影响大型模拟试验



钱江隧道内部施工



开挖土体生态绿化



冬天雪景

本书编委会名单

顾 问：孙 钧 龚晓南 李永盛 卞钧霏 刘千伟 洪发生
杨我清 杨国祥

主 编：杨 磊 章仁财

副主编：吴惠明 梁广彦 万 波

编 委（按姓氏笔画排序）：

丁光莹	吕 锦	朱凯宇	朱雁飞	朱楚荣	刘 健
刘 宽	汤 渊	孙 伟	苏卫平	李春杰	李福清
杨宏燕	肖晓春	汪 涛	张子新	张立寒	张兴军
张 迪	陈 涛	陈博略	陈 璐	林新华	郑国平
赵义诚	姚 荔	徐 浩	徐 铭	高 兴	蒋晓嵘
韩 新	曾林鹤	温锁林	虞哲端	潘学政	薛卫新

序

汹涌澎湃的钱江潮以“一线横江”被誉为天下奇观。海宁观潮之风汉时即已蔚然，至唐宋更盛。钱江通道及接线工程位于观潮胜地——盐官镇，为了保护钱江涌潮的自然奇观，钱江通道的隧道方案就成了必然的选择。钱江隧道是钱江通道及其两岸接线工程的关键控制性工程，它南连杭州萧山、北接嘉兴海宁，建设时要穿越百年历史的南北防洪大堤。隧道施工中攻克了一系列技术难题，形成了许多亮点，已成为当今国内外最大越江隧道工程之一，是钱塘江流域第一条超大型的水下通道。钱江隧道的建成通车，对加强钱江南北两岸诸重要城市间的相互联系和经济往来具有十分重要的意义。

伴随钱江隧道工程建设过程，先后开展了工程环境特征、盾构立体化掘进及其对隧道结构影响的试验研究；以及钱江涌潮对隧道结构影响、大断面隧道开挖面土体稳定技术、隧道泥水处理及周近建（构）筑物保护技术、长期运营中火灾救援技术和隧道数字化监控和运营管理技术等十数项研究。本书基于上述研究成果和一线盾构工程建设的技术资料，结合理论分析与工程实践对比，对钱江隧道工程建设的关键施工技术创新进行了回顾和总结，并精心凝练，可为今后类似建设工程提供有益的借鉴。参与本书编写的作者都是从事盾构法隧道施工的资深技术人员和专家，具有丰富的实际经验，对大型盾构法隧道施工技术又有切身的深刻认识，他们将钱江隧道的成功建设实践经验与对盾构法隧道施工技术的领悟融会于本书，是一笔宝贵的财富，也更鲜明地突出了本书的实用性。

本书对大型盾构法隧道工程设计和施工具有非常重要的参考使用价值，我作为当年钱江隧道专家委员会的主任委员，在本书付梓问世之时乐于写述了上面一点文字，特此郑重推荐本书给国内盾构工程界的广大同仁建设技术人员、工程维护管理人员和相关专业的大专院校师生，是为序。

孙 钧

2013年12月于上海

* 孙钧先生，同济大学资深荣誉一级教授、中国科学院技术科学学部院士

前 言

钱江通道及接线工程是《浙江省公路交通规划》(2003-2020 年)中“两纵、两横、十八连、三绕、三通道”公路主骨架的重要组成部分,建成后将成为环杭州湾地区接轨上海市,北通苏州市及苏州、嘉兴到达萧山国际机场及绍兴市的最快捷通道。

钱江隧道是钱江通道及接线工程的关键性控制工程,隧道全长 4.45km,位于著名的观潮胜地——海宁盐官镇上游约 2.5km 处,北岸属嘉兴海宁市辖地,南岸属杭州市萧山区辖地。钱江隧道与钱塘江河道垂直相交,采用直径 15.43m 超大直径盾构,进行一次折返式长距离掘进,叠次穿越明清古防洪大堤。钱江隧道的施工给建设者带来了世界第一的荣耀,同时也提出了巨大的挑战。盾构隧道施工过程中克服了一系列的难点和风险点,诸如钱江涌潮的巨大影响、开挖面的稳定控制、立体化交叉施工、泥水处理和开挖土体的环保利用、数字化监控及防灾逃生技术和运营管理技术等。这样一项高施工风险的工程,在论证之初,就像一个新嫁娘,没揭开盖头之前谁都不敢妄下定论。在工程建设过程中,钱江隧道接受了方方面面的检验,国内外专家认为它的建成,将是钱江流域国家级重大工程中出类拔萃的代表,是继钱江潮之后的又一大奇迹。

创造钱江隧道奇迹靠的是什?别人在回答的时候会加上冗长的修饰语,可是上海隧道工程股份有限公司的建设者们给出了满意的答案。正如钱江隧道的项目经理上海市劳模章仁财所说,我们靠的是创新,是上海隧道人半个世纪孜孜不倦的追求。为此,作者依托钱江隧道工程,在凝练钱江隧道施工关键技术基础上编写此书。

本书各章节均由参与钱江隧道工程的一线技术人员编写,其中第一篇由章仁财、张子新、张迪、郑国平、万波、汤渊等编写;第二篇的第 1、2 章由张迪、郑国平、苏卫平等编写,第 3、4 和 5 章由汪涛、陈博略、张迪、韩新等编写;第三篇的第 1、2 章由梁广彦、刘宽、孙伟、蒋晓嵘等编写,第 3 章由万波、陈璐等编写,第 4、5 章由刘宽、陈博略、汪涛等编写,第 6 章由汤渊、张子新、李春杰、韩新、张兴军等编写,在编写过程中参考了国内外大量的技术文献和课题研究成果,并得到了上海隧道工程股份有限公司、同济大学、中铁第四勘察设计院集团有限公司、浙江省交通规划设计研究院、上海防灾救灾研究所、上海交通大学等单位的大力支持和帮助,在此作者一并表示诚挚谢意,并向支持本书出版的各级领导和专家表示衷心感谢。

鉴于作者水平及认识的局限性,书中难免有不妥之处,恳请作者批评指正!

编 者

2013 年 12 月于上海

目 录

第一篇 绪论	1
第1章 引言	1
1.1 钱江隧道缘起	1
1.2 国内外超大直径盾构隧道规划	2
1.3 钱江流域岸线及其特点	2
1.4 钱江隧道建设意义	6
第2章 钱江隧道环境及特点	7
2.1 钱江隧道的建设环境	7
2.2 钱江隧道的基本特点	40
第3章 钱江隧道建设概况	43
3.1 国内外超大直径盾构隧道综述	43
3.2 国内外主要越江隧道简介	46
3.3 钱江隧道简介	50
第二篇 钱江隧道设计原理、计算方法及相关研究	56
第1章 概述	56
第2章 工程设计计算	57
2.1 总体设计	57
2.2 线路与道路设计	59
2.3 建筑、装修及景观设计	67
2.4 主体结构设计	73
2.5 防水设计	116
2.6 通风系统设计	117
2.7 给排水及消防系统设计	126
2.8 供电及照明系统设计	131
2.9 监控系统设计	140
2.10 防灾救援系统设计	175
2.11 附属工程及接线工程设计	184
2.12 防洪设计	194
2.13 环境保护及水土保持	199
2.14 节能设计	206
2.15 施工组织设计	207
2.16 隧道运营期结构安全监测	209
2.17 隧道养护维修与运营管理	213

第 3 章 盾构施工对隧道结构影响试验研究	216
3.1 概述	216
3.2 盾构施工对隧道结构影响因素和作用机理分析	216
3.3 盾构施工对隧道结构影响现场试验	242
3.4 研究成果及工程应用	298
第 4 章 钱江隧道涌潮对越江隧道结构影响研究	300
4.1 概述	300
4.2 钱江潮下隧道结构动力测试	300
4.3 钱江涌潮对隧道结构纵向变形的影响	344
4.4 研究成果及工程应用	376
第 5 章 钱江隧道火灾排烟及疏散救援技术研究	378
5.1 概述	378
5.2 钱江隧道火灾危险性与危害性分析	378
5.3 全比例火灾试验与数值仿真研究	394
5.4 立体逃生模式下疏散模拟研究	411
5.5 试验成果及应用	441
第三篇 钱江隧道施工关键技术及相关研究	443
第 1 章 概述	443
1.1 背景及功能定位	443
1.2 工程建设面临的难点和挑战	443
1.3 关键技术的决策、解决方案和创新点	445
第 2 章 钱江隧道总体筹划	449
2.1 工程概述及目标	449
2.2 施工总平面设计	450
2.3 施工进度筹划	453
2.4 施工资源的需求及计划	455
第 3 章 钱江隧道盾构法施工技术	464
3.1 概述	464
3.2 管片预制技术	464
3.3 盾构掘进技术	465
3.4 管片拼装技术	491
第 4 章 钱江隧道内部结构	494
4.1 概述	494
4.2 预制构件制作	494
4.3 预制构件安装	496
4.4 现浇混凝土结构	496
第 5 章 钱江隧道岸边段(含工作井)	498
5.1 概述	498
5.2 岸边段建设条件	498

5.3 岸边段工程难点	499
5.4 施工准备	499
5.5 围护结构施工	500
5.6 基坑降水、支撑与开挖	509
5.7 岸边段监控监测	521
第6章 钱江隧道施工关键技术研究	526
6.1 总概述	526
6.2 钱江流域大型隧道工程精益施工技术及风险控制研究	526
6.3 钱江流域大直径泥水平衡盾构开挖面稳定性研究	565
6.4 钱江流域大直径盾构泥水处理及环境保护技术研究	696
6.5 钱江流域大型隧道数值化监控和安全运营管理综合技术研究	787
附录 工程大事记	864
附录	866
附录 A 钱江隧道东线掘进统计	866
附录 B 隧道内部施工调研表格	876
附录 C 东线同步施工进度	876
附录 D 施工运输调研表格	878
参考文献	879

第一篇 绪 论

第 1 章 引 言

1.1 钱江隧道缘起

钱江通道是浙江省公路水路交通建设规划中“两纵两横十八连三绕三通道”高速公路主骨架的“一通道”，是《长三角都市圈高速公路网规划方案》中“七纵之一”江苏盐城至绍兴高速公路组成部分，是杭州市、嘉兴市、绍兴市公路水路交通建设规划的重要组成部分。它的建成将沟通钱塘江南北两岸，连接沪杭高速、杭浦高速、杭甬高速、杭绍甬高速四条高速公路，北接苏震桃高速，南接诸绍高速，与诸永高速相连，是环杭州湾地区接轨上海市、北通苏州市及苏州、嘉兴到达萧山国际机场及绍兴市的最快捷通道，在路网布局中具有重要地位。该项目的建设将进一步加强钱塘江南北两岸各重要城市间的相互联系；加强项目沿线地区与上海、宁波等沿海经济发达地区的往来；加快沿线三市经济开发区和各类工业园区之间的开发建设；对于加速环杭州湾产业带的形成、加快“接轨上海，融入长三角”步伐和促进三地经济发展具有重要意义。钱江通道及接线工程线路总长为 43.584km，设钱江隧道 1 座，特大、大桥 3 座，中桥 12 座，涵洞 46 道；互通立交 8 处；分离立交 18 处，通道 29 处。

钱江潮以“一线横江”被誉为天下奇观。海宁观潮之风汉时即已蔚然，至唐宋更盛。钱江通道及接线工程因北岸临近观潮胜地——盐官镇，为了保护钱江涌潮的自然奇观，本项目经反复论证最终决定采用钱江隧道过江方案。

钱江隧道，是钱江通道及接线工程的控制性、关键性工程，是钱塘江流域第一条超大型的越江隧道。钱江隧道全长 4.45km，其位于著名的观潮胜地——海宁盐官镇上游约 2.5km，北岸位于嘉兴海宁市辖地，南岸位于杭州市萧山区辖地（图 1.1.1），拟建隧道与钱塘江河道呈垂直相交。



图 1.1.1 钱江隧道区位图

钱江隧道是继宁波跨杭州湾大桥、杭州湾嘉绍跨江大桥之后又一重点工程。其建成将沟通钱塘江南北两岸,对加强钱塘江南北两岸各重要城市的相互联系和经济往来具有十分重要的意义。它是南连杭州萧山、北接嘉兴海宁的特大越江公路隧道。隧道截弯取直,向北延伸与沪杭高速公路连接,向南延伸与杭甬高速相沟通,建成后将改变从萧山至钱江以北需往西从杭州绕行的现状,是项目沿线萧山、绍兴部分地区与嘉兴、上海及江苏东南部地区沟通的最便捷通道,上海与萧山间的距离也将缩短 70km。

1.2 国内外超大直径盾构隧道规划

1.2.1 国外超大直径盾构隧道发展趋势

在超大直径盾构隧道建设方面,意大利的 Sparvo 隧道,长 2.5km,为 2 条 3 车道隧道工程,采用 1 台 $\phi 15.55\text{m}$ 土压盾构施工,2011 始发,预计 2015 年建成通车。

美国西雅图金郡拟修建一条长 3.5km 地下道路隧道 (SR99),2011 施工,计划 2015 年通车。盾构直径 16.5m,为上下双层 2 来 2 去 4 车道隧道,采用日本日立造船公司制造的 $\phi 17.52\text{m}$ 土压盾构。

俄罗斯圣彼得堡穿越涅瓦河的奥洛夫斯基隧道,设计为双层 3 来 3 去 6 车道隧道,将采用德国海瑞克公司制造的世界最大直径 $\phi 19.25\text{m}$ 的混合型盾构掘进施工。盾构将在 2013 年春季始发,计划于 2016 年建成运营。

拟建的白令海峡海底隧道长 103km,可以从俄罗斯的西伯利亚连接美国的阿拉斯加。白令海峡长约 60km,宽 35~86km,平均水深 42m,最大水深 52m。海底隧道将包括一条高速铁路和一条高速公路、多条输油管道,海底隧道将由俄罗斯和美国、加拿大共同修建,拟采用 19.2m 盾构掘进机施工。隧道建成后将形成从伦敦到纽约跨越四分之三个地球的终极铁路。

随着盾构隧道断面的增大,单管双层隧道结构已成为发展趋势。西雅图的地下道路为双层 2 来 2 去 4 车道,外径为 16.5m;奥洛夫斯基隧道为双层 3 来 3 去 6 车道隧道,外径为 18.7m。双层车行隧道具有断面有效利用率高、工程成本低的优点,成为发展方向。盾构制造技术的发展,为超大直径隧道提供了基础。从 14m 直径到 15m,经历了 10 年,从 15m 发展到 16m、17m、19m,仅不到 5 年时间。直径 15m 的隧道断面积为 178m^2 ,而直径 19m 的隧道断面积为 283m^2 ,增大了 1.5 倍。

1.2.2 国内超大直径盾构隧道发展趋势

上海正在建设的越江道路隧道有长江西路隧道、虹梅南路隧道,均为双管 3 来 3 去 6 车道隧道,各采用 1 台超大直径盾构掘进施工。在建的地下道路隧道有位于虹桥机场地区的迎宾三路隧道,为 3 来 3 去单孔隧道。拟建的南北通道全长 16km,双向 6 车道,大部分为地下道路,北起位于东北的中环线大柏树立交,沿曲阳路下穿公平路、黄浦江、浦东南路、浦三路、杨高路后,再出地接中环线杨高南路立交。地下道路采用超大直径隧道、单孔双层 3 来 3 去 6 车道布置。

已贯通的杭州钱江隧道为双管 3 来 3 去 6 车道,全长 4.45km,主隧道外径 15m,采用 1 台 $\phi 15.43\text{m}$ 泥水盾构施工,掘进长度 3245m。

南京的纬三路过江通道工程为穿越长江的双向双层 8 车道隧道,南线隧道长 5290m (盾构段长 3995m),北线隧道长 4990m (盾构段长 3688m)。隧道外径为 14.5m,采用 2 台 $\phi 14.9\text{m}$ 泥水盾构掘进施工。

北京的道路交通拥堵已严重影响城市的发展,修建地下道路将是解决交通拥堵的有效方案。北京将开建西二环、东二环、首体南路、学院南路、台基厂大街、北辰东路等 6 条地下道路,总长度约 30km。超大直径盾构隧道将是地下道路工程建设的首选。

1.3 钱江流域岸线及其特点

1.3.1 气象与水文条件

(1) 气象条件

本工程位于浙江省海宁市至杭州市萧山区,跨越钱塘江。本区域属于亚热带季风气候区,四季交替

明显；冬季受西北高压控制，盛行西北风，以晴冷、干燥天气为主，是低温少雨季节；夏季受太平洋副热带高压控制，以东南风为主，海洋带来充沛的水气，空气湿润、是高温、强光照季节；春季降水丰富，且降水时间长；秋季干燥，冷暖变化大。

据浙江省气象中心、萧山及杭州市气象局资料，杭州常年平均气温 16.2°C ，极端最高气温为 40.3°C （2003年8月1日），极端最低气温为 -9.2°C （1967年1月16日）；历年平均降雨量 1464.2mm ，年最大降雨量 2356.1mm （1954年），年最小降雨量 954.6mm （1967年）。最大24h降雨量 114mm ，最大3d降雨量 139mm 。1998年6月24日~7月1日连续降大雨五天，总降雨量达 412mm 。降雨主要集中在4~6月（梅雨季）和7~9月（台风雨季），年总降雨日 $130\sim 160\text{d}$ 。年蒸发量为 $1350\sim 1472\text{mm}$ ，其中8月份蒸发量大于降雨量。多年平均相对湿度 $80\%\sim 82\%$ ；多年平均雷暴日数 36d ，最多雷暴年56天；多年平均大雾 51d ，最多大雾年 64d ；全年平均日照 1899.9h ，无霜期 209d ；最大积雪厚度为 15cm 。

夏季盛行南-西南风，年平均风速 $1.3\sim 2.4\text{m/s}$ ，冬季盛行西北风，全年主导风向以西南风和西北风为主，其频率分为 $10\%\sim 25\%$ 。全年 $0\sim 3.0\text{m/s}$ 风速所见比例为 92.4% 。7~9月份易受台风影响，据杭州气象台实测历史最大风速为 28m/s （1967年8月），风向 ESE。

（2）水文条件

钱塘江是浙江省第一大河流，其发源于安徽休宁县，干流长度 668km ，流域面积 55558km^2 ，在浙江省海盐县澉浦注入杭州湾。据富春江水文站资料，其最大流量达 $6850\text{m}^3/\text{s}$ ，最小流量 $141\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均流量 $1020\text{m}^3/\text{s}$ ，多年年径流量 320亿 m^3 左右。据闸口水文站资料，重汛期高潮位百年一遇为 10.35m ，50年一遇为 10.05m ，20年一遇为 9.50m （吴淞高程）。

钱塘江属感潮型河流，呈不规则半日潮型，水位直接受潮汐影响，变化幅度大。据盐官水文站资料，钱塘江历年最高潮水位 7.75m （1997年8月19日，国家85高程，下同），历年最低潮水位为 -2.34m （1955年2月21日），多年平均高潮位 3.87m ，多年平均低潮位 0.67m ，多年平均潮差 3.20m ，历年最大潮差 7.26m （1933年12月19日），多年平均涨潮历时 $2\text{h}21\text{min}$ ，多年平均落潮历时 $10\text{h}04\text{min}$ 。海宁潮以“一线横江”被誉为“天下奇观”。

由于钱塘江水动力条件复杂，测区盐官段河槽极不稳定，历史上曾发生大冲大淤的变化，随着近年来标准海塘的建成，岸线受海塘制约已基本趋于稳定，测时隧道区江面宽约 2345m ，河床主要受潮水和洪水的交替冲刷作用下处于动态变化中。勘探期间水深一般为 $1\sim 3\text{m}$ ，勘察时受涌潮影响时，潮差约 $2\sim 3\text{m}$ 。

1.3.2 地形地貌及环境条件

（1）地形地貌

拟建场地位于浙北平原区，为钱塘江河口冲海（湖）积平原地貌，根据沉积环境、软土与粉土分布、土层层序特征，将钱塘江过江通道沿线细划为三个沉积地貌单元：

1) 海积平原区

设计里程桩号：K11+400~K12+361，全长约 221m 。主要分布于钱塘江北岸岸区，地形开阔平坦，地面标高一般为 $4.10\sim 5.20\text{m}$ ，表部以水稻田为主。

2) 钱塘江河床区

设计里程桩号：K12+361~K14+670，全长 2309m 左右。该区域主要为钱塘江河床，沿线主要为水域，河流水深受潮汐及洪汛影响变化较大，勘察期间一般水深为 $1\sim 3\text{m}$ ，北侧受河道主流线冲刷影响，局部较深，可达 $7\sim 8\text{m}$ 。南侧在退潮时或旱季局部可出露大面积滩涂。

3) 冲海积平原区

设计里程桩号：K14+670~K15+850，全长 1180m 。本区分布于钱塘江南岸陆域区，地形开阔平坦，地面标高一般为 $5.77\sim 6.86\text{m}$ ，受人为改造，如围垦、鱼塘开挖等影响，微地貌有一定起伏，局部标高达 9.80m 。本区现场鱼塘密集分布，地表水网发育。

(2) 环境条件

钱塘江原水面宽度约 10-11km, 1960 年上游修建了新安江水库, 对汛期洪峰行洪进行了有效地调节, 随着两岸标准堤塘的建筑成, 江面水域宽度得到了有效控制, 隧道线附近宽度约为 2345m, 河床高程 0.38~1.81m, 勘察钻孔时江水深约 1~3m; 北岸沿江侧为著名的明清老海塘, 堤顶高程 8.86m, 沿线海塘间距 250m 建有丁坝群, 丁坝长度约 50m。

拟建隧道沿线分为江北段、江中盾构段和江南段三部分, 江北段位于海宁市盐官镇荆山村附近, 多为农田, 种植桑树、农作物, 两侧分布少量民房, 拟建工作井位置现为水田。南岸为杭州市萧山区头蓬镇围垦地, 现为棋格状养殖塘, 拟建工作井位于养殖塘中 (详见图 1.3.1~图 1.3.6)。



图 1.3.1 北岸桑田



图 1.3.2 北岸水田和村落



图 1.3.3 北岸工作井地貌

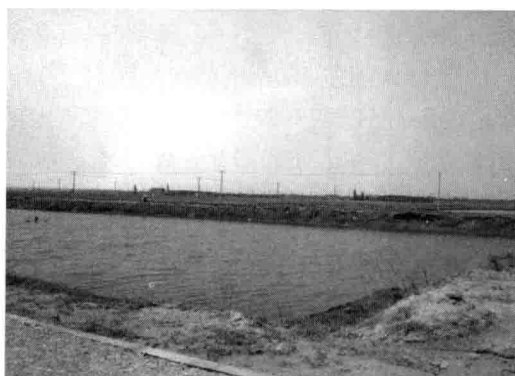


图 1.3.4 南岸工作井地貌



图 1.3.5 北岸盐官江景

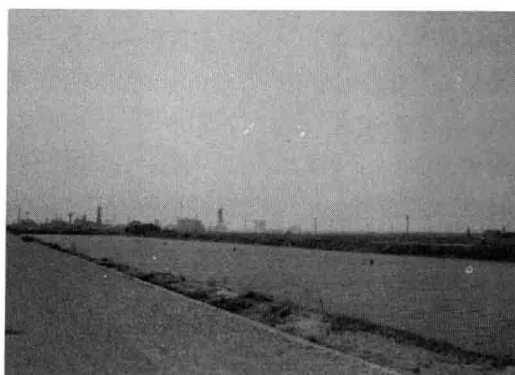


图 1.3.6 南岸棋格状养殖塘