

通苏嘉甬铁路穿越杭州湾选线研究

张志超

中国铁路设计集团有限公司 天津 300308

摘要: 通苏嘉甬铁路浙江段穿越杭州湾, 地跨嘉兴、宁波两市, 作为项目的控制性工程, 铁路穿越杭州湾的线路选择及工程设计尤为关键。结合铁路走向及杭州湾控制因素分布, 选择海盐西、海盐东、澉浦西、澉浦东四个过湾通道, 对其工程形式进行了详细分析, 并在海盐西桥梁方案、澉浦西隧道方案的基础上, 结合南岸宁波市经济据点的分布, 进行线路走向方案的综合比选, 推荐采用经海盐西、慈溪北方案。本研究以长三角地区经济发达的区域特征为背景, 为高速铁路跨越重大河流、海湾等重点工程选线设计提供参考。

关键词: 通苏嘉甬铁路; 穿越杭州湾; 通道选择; 走向方案比选

一、研究背景

通苏嘉甬铁路位于长三角城市群中心地区江苏省和浙江省境内, 为南北向铁路, 其中浙江段以杭州湾为界, 地跨嘉兴、宁波两市, 沿线经济据点分布有海宁市、海盐县、慈溪市、杭州湾新区、余姚市, 铁路穿越杭州湾段选线设计是本项目前期研究的重难点之一。因此, 本文根据杭州湾两岸经济据点分布、海域及两岸相关控制因素, 结合穿越杭州湾的工程设计, 对通苏嘉甬铁路穿越杭州湾选线总体设计进行研究。

二、杭州湾控制因素

1. 杭州湾地形地貌简述

杭州湾位于中国浙江省东北部, 我国东部沿海的中段。北临长江三角洲平原, 南依慈北平原, 东(湾外)为星罗棋布的舟山群岛, 西以澉浦为界与钱塘江相接, 湾内分布着大小金山、王盘山、滩浒山及七姊八妹等岛礁。海湾与舟山、北仑港海域为邻。西接绍兴市, 东连宁波市, 北接嘉兴市、上海市。有钱塘江、曹娥江注入, 是我国最大的喇叭口形海湾, 面积约5000平方公里, 自口外向口内渐狭, 湾顶在澉浦附近, 宽约20km, 湾口在上海南汇咀至宁波镇海, 宽约100km。

杭州湾水下地貌可划分为3种类型: 湾口水下浅滩区, 湾中潮流槽脊区和湾顶沙坎区。杭州湾底形态自湾口至乍浦地势平坦; 从乍浦起, 以0.1 ~ 2‰的坡度向西抬升, 在钱塘江河口段形成巨大的沙坎。杭州湾北岸为

基金项目: 中国国家铁路集团有限公司科技研究开发计划课题(K2020G030)

作者简介: 张志超(1990—), 男, 工程师, 2015年毕业于中南大学, 工程硕士, 主要从事铁路线路设计工作, E-mail: zhangzhichao@crdc.com。

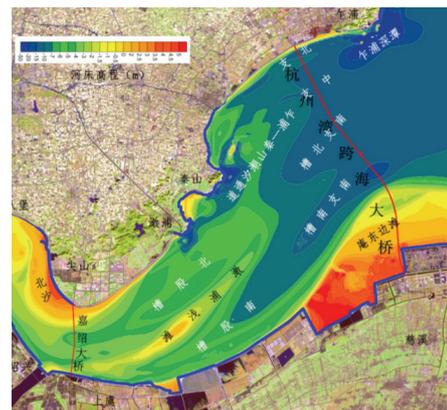


图1 工程水域滩槽格局图

长江三角洲南缘, 沿岸深槽发育; 南岸为宁绍平原, 沿岸滩地宽广。湾底的地貌形态和海湾的喇叭形特征, 使这里常出现涌潮或暴涨潮。

通苏嘉甬铁路拟选址河段滩槽发育如上图所示, 滩槽格局有庵东边滩、浅滩、深槽、深潭等不同地貌单元, 且年际、年内滩槽冲淤变化剧烈。

2. 穿越杭州湾工程控制因素分布



图2 杭州湾控制因素分布

三、跨杭州湾方案研究

1. 跨海通道分析

结合上述杭州湾海域及两岸重要控制要素, 以下重

点对跨越杭州湾的通道进行分析。

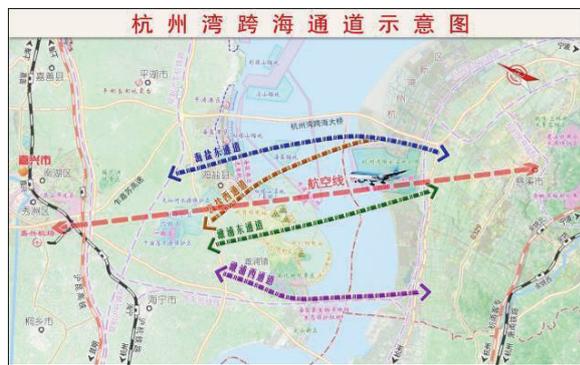


图3 杭州湾跨海通道示意图

(1) 澉浦东通道

研究思路：自嘉兴南站西端引出后至宁波枢纽，兼顾沿线经济据点的同时应首先考虑线路尽量靠近航空线，保证线路短直，最符合线路顺直的通道为澉浦东通道。

(2) 海盐西通道

研究思路：鉴于澉浦东通道穿越核电站，风险问题存在不确定性，故分析其他靠近航空线、绕避核电站的通道方案，即略向东偏离航空线并于海盐县城周边设站的海盐西通道。

(3) 澉浦西通道

研究思路：为了尽量缩短跨海工程长度，同时避免对秦山核电站产生影响，考虑在杭州湾上游较窄处穿越。杭州湾北岸分布有南北湖风景名胜区、海盐县澉浦西南部河岸生物多样性生态保护区、海宁县尖山新区的影响，本通道可选择于南北湖风景名胜区和海盐县生态保护区之间通过。

(4) 海盐东通道

研究思路：根据与海盐县对接情况，海盐县要求于县城东侧设站通过，便于带动在建山水六旗的发展，故研究海盐东通道。

2. 跨海方式的选择分析

(1) 澉浦东通道

澉浦东通道位于澉浦浅滩末端附近，海床冲淤幅度大，滩槽摆动频繁，无固定航道，若采用桥梁跨越，航道桥布置存在一定难度。特别是杭州湾北岸受既有和规划秦山核电站5km规划限制区的影响，不能采用桥梁方式通过。

同时该通道方案需要在杭州湾内设置人工岛一座，隧道人工岛的实施对澉浦河段滩槽变化的影响存在不确定性，对上游的嘉绍大桥影响存在较大不确定性；另外线路于核电站5km规划限制区内通过，仍对核电站存在安全方面的隐患。鉴于存在上述问题，该通道经研究后

予以舍弃。

(2) 海盐西通道

该通道可选择于既有秦山核电站5km规划限制区范围外与海盐县城之间通过，跨海处有海盐港区进港航道（1万吨级）、乍浦至杭州航道（1万吨级）、杭州至外海航道（3000吨级）3条航道。杭州湾北岸需重点考虑海盐县城建成区、既有秦山核电厂5km规划限制区、千亩荡水源保护区的控制，该通道经由海盐县西南侧规划预留位置通过，海盐西站距离县城中心4km。杭州湾南岸可选择于杭州湾国家湿地公园生态保护区和方特乐园之间通过。

海盐西通道符合海盐县及海盐港区跨海铁路通道规划，附近杭州湾跨海大桥和嘉绍大桥均采用桥梁跨越，该区域桥梁建设技术成熟，宜优先选择桥梁方案。但桥梁设计受港口、通航、钱塘江涌潮、海床演变、气象条件等因素影响，而隧道方案受上述因素影响相对较小，故对桥梁和隧道方案进行研究。

经分析比较，跨海桥梁设计、施工及运营管理技术成熟，建设成本低；施工风险可控，建设工期较短并有保证；运营维修方便，成本低；桥梁处于开放空间，防灾、救援方便快捷，事故影响较小，易于恢复运营。而跨海隧道尚无软土地段建设高速铁路的先例，同时建设成本高，救援难度大，工期较长，另外人工岛的修建不符合钱塘江河口生态红线区“禁止围填海”的管控措施。故海盐西通道推荐采用桥梁方式跨越杭州湾。

(3) 澉浦西通道

由于该通道处海床具有明显的“丰淤枯冲”的年内变化特征和“洪淤潮冲”的年内变化特征，海床冲淤幅度较大，滩槽演变复杂，摆幅在2km左右，无固定航道，航道桥的布置存在一定的难度；该通道位于钱塘江涌潮的起潮点以内约7km，对涌潮影响较大。经对钱塘江涌潮高度影响进行了专题研究，盐官涌潮高度降低3cm，降幅1.5%，超过单体工程对涌潮高度影响不大于1%的规定。鉴于该通道桥梁跨海方式存在上述问题，且审批难度大，宜采用隧道方式穿越杭州湾。跨海隧道长18.3km。

(4) 海盐东通道

海盐县东侧有在建山水六旗、海盐港区及既有和规划海盐锚地。采用桥梁跨越方案，需穿越在建山水六旗和海盐港区；在保证线位与杭州湾表流迹线垂直的前提下，线位和乍浦至杭州航道交叉角度较小（ 57° ）；穿越规划海盐锚地。该通道桥梁方案影响海盐港区整体规划和发展，海务、港务部门均强烈反对。因此，该通道

仅能采用31.7km长的隧道跨海方式,工程投资巨大,较其他通道方案均无优势,故研究后予以舍弃。

3. 线路走向方案研究

结合前述跨海通道的研究,海盐西通道以桥梁跨越方案为宜,澉浦西通道则为隧道方式通过为宜。结合杭州湾南岸区域经济特征、站址选择等情况,进一步对线路走向方案分析。

(1) 经海盐西、慈溪北方案(方案I)

线路自嘉兴南出站后,折向东南于海盐县西南侧距离县城中心约3.5km处设海盐西站,后于海盐西通道以桥梁形式跨越杭州湾,于杭州湾南岸登陆后,折向东南至慈溪市北侧设站。出站后线路折向南穿越山区至宁波市西北侧,经慈城镇北侧通过引入宁波枢纽。



图4 通苏嘉甬铁路跨杭州湾段线路走向方案

(2) 经海宁东、余姚北方案(方案II)

线路自嘉兴南出站后折向东南,至海宁市东侧7km处设海宁东站,出站后于澉浦西通道以隧道形式穿越杭州湾,至余姚市规划工业区西侧登陆至南岸,东南向行进至杭甬客专余姚北站,出站后并行杭甬客专向宁波方向行进引入宁波枢纽。

①海底隧道横断面设计:盾构段隧道采用圆形单洞双线,明挖段采用矩形隧道断面。

②海中人工岛设计:隧道设置海中人工岛,人工岛总面积2.0万 m^2 。海中人工岛永临结合,运营期间作为隧道紧急疏散出入口,满足紧急情况下隧道内人员疏散待避场地,永久面积修筑规模约为2500 m^2 。

(3) 经海宁东、慈溪北方案(方案III)

线路自嘉兴南出站后折向东南,后至海宁市东侧,距离海宁市城区中心约7km处设海宁东站,出站后于澉浦西通道以隧道形式穿越杭州湾,至余姚市规划工业区西侧登陆至南岸,之后折向东北,绕避余姚市规划工业区至慈溪市北侧设站。出站后线路折向南穿越山区至宁波市西北侧引入宁波枢纽。

本方案隧道断面设计、海中人工岛设计、施工工期与方案II基本一致。

(4) 推荐意见

经综合分析,经海盐西、慈溪北方案(方案I)虽较经海宁东、余姚北方案工程静态投资略有增加,但该方案采用桥梁跨越杭州湾技术成熟可靠、工期可控,线站位符合海盐县、慈溪市和杭州湾新区的规划,该方案经过无高铁覆盖的海盐县、慈溪市和杭州湾新区,扩大了高铁网的覆盖范围,结合该区域前湾新区的成立,经海盐西、慈溪北方案客流吸引能力强,综合开发价值大。故推荐采用经海盐西、慈溪北方案(方案I)。

四、结论

本文根据铁路宏观走向及杭州湾控制因素分布,结合区域经济特征、交通路网规划等多方面因素,对通苏嘉甬铁路穿越杭州湾线路走向进行了分析研究,主要结论如下:

(1) 通苏嘉甬铁路跨越杭州湾的通道选择,海盐西通道以桥梁方式为宜,澉浦西通道以隧道方式为宜。

(2) 结合杭州湾两岸城市经济特征、杭州湾海域及两岸控制因素的分析,通过对南岸站址的研究,经海盐西通道的经海盐西、慈溪北方案工程技术成熟可靠、工期可控,线站位符合海盐县、慈溪市和杭州湾新区的城市规划,客流吸引能力强,综合开发价值大。

(3) 本次研究以经济发达地区铁路穿越重大河流、海湾的选线设计为研究对象,具备经济选线、重大工程选线选线的技术特征,可为高速铁路选线设计提供参考。

参考文献:

- [1]刘云斌.跨海通道桥隧方案比选[J].山西建筑,2012,38(21):195-196.
- [2]徐洪权,张雷,别业山.通苏嘉甬铁路跨杭州湾大桥公铁合建必要性及可行性研究[J].铁道标准设计,2021,65(7):83-87.
- [3]国家铁路局.TB10098-2017铁路线路设计规范[S].北京:中国铁道出版社,2017.
- [4]吕忠达.杭州湾跨海大桥关键技术研究与实践[M].北京:人民交通出版社,2008.
- [5]国家发展改革委.长江三角洲地区多层次轨道交通规划[Z].北京:国家发展改革委,2021.
- [6]宋克志.渤海海峡跨海通道桥隧方案比选研究[J].中国工程科学,2013,15(12):52-60.
- [7]刘新华,冯鹏程,邵旭东.海文跨海大桥设计关键技术[J].桥梁建设,2020,50(2):73-79.