

渤海海峡跨海通道战略规划研究

王梦恕

(北京交通大学土木建筑工程学院,北京 100044)

[摘要] 渤海海峡跨海通道是连接我国山东半岛与东北地区的战略性工程,对于加快环渤海圈的经济发展和振兴东北老工业基地都有重大意义。通过全面分析渤海海峡通道建设的战略价值,对渤海海峡通道的工程方案及投融资方式进行了详细规划,认为渤海海峡跨海工程宜采用旅顺—蓬莱的全隧道方案,并将铁路隧道方案作为首选,汽车通过穿梭列车背负过隧道;隧道施工采用tunnel boring machine (TBM)法+钻爆法,在我国现有隧道修建的技术水平与经济能力下是可行的,施工风险水平在可接受范围;参考国内外跨海工程建设情况以及渤海海峡跨海通道工程项目特点,本项目融资适宜采取build-operate-transfer (BOT)模式。

[关键词] 渤海海峡;跨海工程;战略规划;隧道施工;投融资方式

[中图分类号] U45 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742-(2013)12-0004-06

1 前言

渤海是我国最大的内海,从辽东半岛沿海到胶东半岛,三面大陆环绕状如英文字母C形,建设渤海海峡跨海通道,解决环渤海地区的交通瓶颈问题,促进环渤海区域乃至全国经济的全面协调一体化发展具有重要的意义。

随着现代经济的高速发展,对海洋运输提出了新的更高的要求。虽然当前船只已经能够顺畅航行于各大海洋,通达世界各地,然而海上运输也有很大的局限性,特别是在海峡短途运输中,愈来愈暴露出其不可避免的弱点。与公路、铁路相比,除了运量有限,运输的时效性也较差。渤海的海上运输,从烟台到大连约170 km,即使是如此短的航程,在目前,一个运输周期也需要30 h左右,如果加上火车装卸间断时间、压港压船等耽误的时间,实际上完成一个运输周期往往要15 d左右^[1]。另外受气候等因素的影响很大,无法全天候的航行。更重要的是,利用船只进行的海上运输,具有很大的风险和不确定性。为了解决这些问题,需要建固定的跨海通道。

世界上已修建了许多海峡隧道,如日本20世纪40年代在关门海峡修建的关门隧道,是世界上最早的海峡隧道;1974年日本又建成了新关门铁路隧道;1988年日本在津轻海峡建成了迄今世界上最长(53.9 km)的海底隧道——青函隧道;英法海底隧道从拿破仑时代(1800年)以来就曾两次开挖,但都停了下来,直到1993年隧道全部贯通;挪威也先后建成了十几座海底隧道。我国至今也修建了十几座水下隧道,如厦门翔安海底隧道、青岛胶州湾海底隧道、狮子洋隧道等。这些跨海隧道的成功建成,为渤海海峡隧道的建设提供了经验和技術支撑^[2]。

2 渤海海峡跨海通道建设的必要性及重要意义

建设渤海海峡跨海通道,将有缺口的C形交通变成四通八达的D形交通,化天堑为通途,进而形成纵贯黑龙江到海南11个省、自治区和直辖市全长5 700 km的中国东部铁路交通大动脉,具有重要的战略意义^[3,4]。

1) 促进环渤海区域经济全面协调一体化发展。环渤海地区是我国重要的经济区域,在整个国

[收稿日期] 2013-11-04

[作者简介] 王梦恕(1938-),男,河南温县人,中国工程院院士,教授,博士生导师,研究方向为隧道及地下工程设计、施工新技术;
E-mail: wms3273@263.net

民经济中占有举足轻重的地位。但长期以来,由于渤海海峡相隔,使环渤海南北两岸成为交通死角,极大地限制了客货运输和经济发展。渤海经济圈难以像珠三角、长三角那样,形成完整、连续、统一的经济圈,实现区域经济一体化发展。

渤海海峡跨海通道建成后,就可以建立起环渤海经济圈内快速、便捷、高效的交通联系,特别是三大板块(京津冀、山东半岛、辽东半岛)之间以及三大板块内部不同城市之间的交通联系。环渤海经济圈三大板块的内部交通均较为发达,但板块之间的交通发展却明显滞后,落后于经济和社会发展的需求。

2)发展东北区域经济,振兴东北老工业基地。2002年11月,党的十六大提出了“振兴东北老工业基地”的发展战略,首次将振兴东北提到了战略的高度。2012年11月,党的十八大再次强调“全面振兴东北地区等老工业基地”。

目前,东北地区缺少跨区域的交通通道,已成为制约其发展的一个重要因素。渤海海峡跨海通道,可以连接山东半岛城市群和辽中南城市群,向北延伸到长吉城市群、哈大齐城市群,将东北经济区和山东经济区联成一体,进而沟通长三角和珠三角经济圈,增强东北与东南沿海发达地区的经济交流与联系,将东北全面融入全国的大市场,东北的资源优势能够得到最大程度的发挥,也能最大限度地受到东南沿海地区的经济辐射,扩大东北地区的市场开放,将资源优势转化为发展优势和竞争优势,逐渐缩小东北与东南沿海地区的经济差距,推动实现国家确立的“振兴东北老工业基地”的战略目标。

3)对优化地区间运输结构、提高路网运输能力和服务水平具有重要意义。目前的运输格局是环渤海1 800多千米C形运输,如果打通渤海海峡跨海通道,增加I形运输通道,经此大通道,东北至山东和长江三角洲的运距,比原绕道沈山、京山、京沪、胶新、陇海等缩短400~1 000 km,大大节省了运费及时间,并缓解京沈、京沪、京广三大铁路干线运输压力,在更大范围内缓解全国铁路和公路运输的紧张局面。更重要的是,渤海海峡跨海通道与我国确定的铁路“八纵八横”和公路“五纵七横”国家干线建设格局相吻合,它可直接沟通同江—三亚高速公路国道主干线(又称沈海高速,沈阳—海口),为我国沿海地区再添一条公路运输大动脉。

4)对构筑沿海旅游大格局、开发海洋资源具有重要意义。渤海海峡跨海通道把发达的辽东、胶东两大半岛连为一体,将构成独具特色的环渤海“金项链”旅游热线,环形的路网新格局将构筑环渤海湾旅游大格局,对开发旅游资源、发展旅游经济将发挥重要作用。渤海海峡还蕴藏着极为丰富的海流发电资源,沿途诸岛具有建设深水良港的优越条件,水产养殖可以依托桥隧工程向深海延展,海峡两岸通信、电缆、输气、供水等各种管道都可利用桥隧工程全面沟通。

5)提高渤海海峡水上运输安全性的迫切需要。渤海海峡是我国汽车轮渡最多的海上通道,目前仍以较快的速度增长。从烟台到大连直线距离只有170 km,乘船需要6~8 h。而且,每年均有一个多月的时间因风浪影响不能通航,恶劣气候环境中存在着难以预料的重大事故隐患,要想确保这条繁忙的海上“黄金水道”的交通安全,就必须尽早实施渤海海峡跨海通道这一“全天候”工程。

6)具有重要的国防、政治及军事意义。渤海是我国重要的军事战略要地,是京、津之门户,内庙岛群岛是扼守海口的天然要塞,历来为兵家必争之地。海峡跨海通道的兴建,能够从整体上加强环渤海国防体系,大大提高沈阳、济南、北京、南京四大军区总体作战和机动作战能力,形成具有弹性攻防和战略纵深的防御区,改善攻守态势,加强后勤保障和战略威慑力量,实现平战结合、富国强兵的双重价值。

3 渤海海峡跨海通道方案研究

1)渤海海峡跨海通道线位方案^[5]。渤海海峡最窄处海面宽度达106 km,且庙岛群岛基本呈一字形南北摆开,占据海峡3/5的海面,北部老铁山水道宽度达42 km,最大水深达85 m。岛屿周围的水深较浅,因此,跨海工程线位优先选择连岛方案是有利的。对于桥梁方案,可以利用岛屿减小桥梁的长度,并且由于水深较浅而可以减小桥墩高度;对于隧道方案,可以利用岛屿设置施工竖井及运营通风竖井,避免在海上设置人工岛而增加成本及建设的难度,同时由于水深较浅而可以减小隧道深度。

该线位地层相对稳定,其位于两组北北东向断层的中间,并与这两组断层方向平行,距郯庐断裂带约40 km,只穿越规模较大的两组北西向断裂带(见图1)。

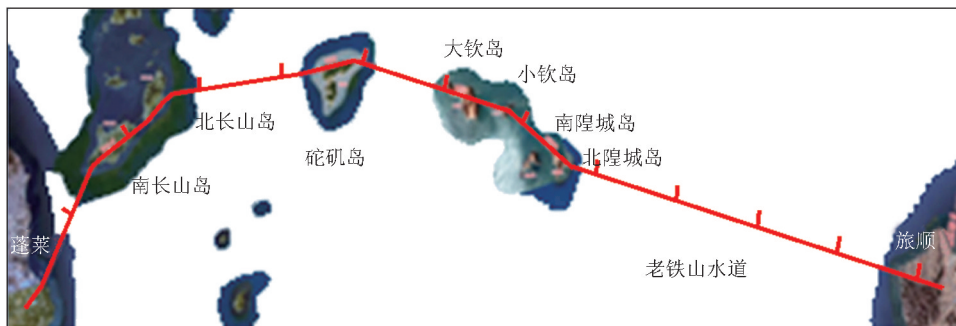


图1 渤海海峡跨海工程线位方案

Fig.1 Tunnel line position of Bohai Strait

2) 渤海海峡跨海通道方式^[6-8]。渤海海峡跨海工程形式可选择全隧道、全桥梁、南桥北隧3种。根据国外的经验,在跨越较窄的海峡时,采用桥梁方案最为经济,而对于宽度大、水深大的海峡,应优先考虑选用隧道方案。在世界各大海峡的跨越工程中,无论是已经建成的、或者正在施工的、或者正在规划的,大部分均为隧道方案,也有一小部分为桥隧组合的方案,全桥梁方案只是在宽度小、水深浅的海峡中采用。

桥梁对抵御战争(特别是现代战争)以及地震等自然灾害的能力远不如隧道,为了避免战争和自然灾害给人类生命财产带来的巨大损失,世界各国在大型跨海工程建设上都注意挑选具有较强抗御战争和自然灾害能力的跨越方式。因此,渤海海峡跨海工程方式为全隧道方式。

3) 渤海海峡隧道运输模式^[6-8]。渤海海峡隧道必须能同时满足铁路运输和公路运输的要求。因为通风的问题,水下公路隧道在长度规模上远不及水下铁路隧道,如果让汽车直接行驶通过隧道,必须扩大隧道断面,增加通风设备,并在海峡中间修建多个人工岛用作通风竖井,如日本的东京湾海底公路隧道(长9.5 km),这样势必加大施工难度,并大量增加工程造价和运营时的通风费用。此外,还要增加照明、监控、防灾等一系列运营费用。而且汽车在超长公路隧道内连续行驶,容易产生紧张感和疲劳感,事故率远远高于铁路隧道,超长公路隧道的安全性差。

因此,渤海海峡隧道应采用铁路隧道方案,铁路隧道可以同时运行高速列车和穿梭列车,汽车可以搭乘穿梭列车背负式通过隧道,这与世界各大海峡隧道的运输方式是一致的。

4) 渤海海峡跨海通道登陆点。根据渤海海峡

跨海通道两侧地形地貌条件、既有铁路网现状和规划情况、交通运输模式确定跨海通道的登陆点。

旅顺侧登陆点设在老铁山角,距离岸边竖井约6 km,该位置已经做了规划预留。货运线与烟大轮渡的旅顺西站相接,客运线出海底隧道后引入沈大客运专线终点站新大连站。

蓬莱侧登陆点设在东南角的东港区,距离岸边竖井约5 km,该位置已经做了规划预留。货运线与在建的德龙烟铁路相接,客运线出海底隧道引入青荣城际铁路。

5) 渤海海峡隧道断面形式。根据初步了解的地质资料,渤海海峡海底上部为第四系深水沉积(30 m左右),下部为玄武岩、石英岩和板岩互层、花岗岩。但是海峡内水文条件恶劣,海床演变情况不详,因此考虑到隧道的安全,隧道应深埋于稳定的基岩中,另外隧道深埋于隔水性较好的岩层中,可以减小掘进机的工作压力,便于选择条件较好的地段进行刀具更换、机械维修、海中对接,从而实现单机长距离掘进的要求。综合考虑后确定海底隧道最小埋深80 m左右。纵断面如图2所示。

隧道的海底段主要通过花岗岩、石英岩与板岩互层、玄武岩地层,该地层具有很好的自稳能力,并具有很好的隔水作用,有利于减小衬砌背后水压力。隧道纵向坡度1.8%,总长约125 km。在北隍城岛、北长山岛及两端岸边各设置一通风竖井。如果需要,可在大钦岛增设一个施工竖井,同时作为旅客进出通道;也可在北长山岛通风竖井设计时考虑设置提供旅客出入的电梯通道,或提供汽车出入的通道。

铁路隧道的横断面主要有双洞单线、单洞双线、单洞双线+隔墙、双洞单线+服务隧道4种布置形式,四种布置形式各有优缺点,经综合分

长,单纯依靠政府投资既不现实,也不经济,适宜采取各种形式,多渠道、多方式筹集资金。融资的总体思路应该是:a.拓宽融资渠道,降低融资成本;b.投资主体转向中央与地方投资引导,各类投资机构、境内外企业法人运作的多元投资主体;c.筹资渠道应从中央财政性资金及国内贷款为主,拓展为财政投入、企业投入、市场融资、利用外资等多渠道融资相结合;d.融资方式应逐步从单个银行借贷为主,向贷款、债券、项目融资、股权融资等多方向扩展。

目前世界上跨海工程投融资主要有两种方式:政府投资、民间投资。日本、挪威等国家,以政府投资为主,而多数国家是以利用社会资本为主,其中最主要的是build-operate-transfer(BOT)融资,另有public-private-partnership(PPP)融资等方式。

项目的投资费用包括建设费、养护费和管理费等,其中建设费对项目投资报酬率的影响最大。如果采用BOT的方式投建,在特许经营期内,只需要最少的大修养护费用以降低运营成本,在特许期结束时,项目必须以良好的结构状态移交政府。因此,投资者对工程项目的建设标准要求较高。同时,项目的总概算要充分考虑到贷款利息,建设期通货膨胀、汇率变动、成本超支以及其他不可预见因素的影响。

4.2 工程投资回报率

渤海海峡跨海通道项目的投资收益有广义和狭义之分。广义的收益包括项目建成后对胶东与辽东地区、华东与东北地区乃至整个东部沿海地区有关产业、经济发展的拉动。狭义的收益仅限于工程项目完工后的通行收费,主要包括铁路与公路通行费收入、相关管线收入、广告收入、综合开发经营收入等。在测算过程中,仅考虑工程项目建成后的铁路与公路的通行费收入。

1) 预计远期交通量。根据国家发改委综合运输研究所等的研究分析,随着环渤海地区交通网络结构逐步优化和运输组织管理水平不断提高,预计2020—2035年,环渤海跨海通道旅客运输能力年平均增长2%,货物运输能力年均增长1%;2035—2050年,客货运输能力年平均增长速度分别为1.5%和1%;2050年之后,客货运输能力年平均增长速度还会保持在1%左右,铁路和公路的运输量结构基本上保持不变。照此估算,海峡隧道的交通流量将会大幅提升。

2) 预计收费标准。收费标准的确要从社会

和项目投资者两个方面考虑,既要保证项目投资者的收益,又要考虑道路使用者的承受能力,尽可能发挥新建通道的社会效益。

社会的角度,主要是考虑一定经济发展状况下社会的承受能力。

由于该项目的预计投资规模、交通量、交通量增长率、投资收益率等诸多因素的不确定性,以及该项目从建设期到运营期的时间周期比较长,考虑到一定的通货膨胀率、物价增长因素和货币实际价值,经实地调研、咨询专家等,参考借鉴当前烟台到大连的海上轮渡运输小客车运费标准等,综合上述因素,在测算中暂按800元/车次计算。

3) 工程投资回报率。假设该项目建设期10年,全部投资2000亿元均摊在各个年度,即每年的投资费用200亿元;项目在建设运营过程中的费用,除了建设投资以外,还会发生一定的银行借款利息等资金成本、通道管理维护费用、各项税费等费用;考虑到本项目除了交通收费外,还会有一定的管线收入、广告收入以及其他可能发生的各项收入,该部分收入能抵消一部分甚至全部相关费用。

海峡隧道项目的内部报酬率高于社会一般折现率。

5 结语

综合以上研究,得出以下初步结论。

1) 渤海海峡跨海通道的建设对促进环渤海区域经济全面协调一体化发展、振兴东北老工业基地以及巩固国防等都具有十分重要的意义。我国应抓住机遇,乘势而上,适时启动渤海海峡跨海通道的建设。

2) 根据渤海海峡的自然及地质条件,推荐旅顺到蓬莱的连岛线位方案为较优方案,跨海通道方式采用全铁路隧道方案,汽车可通过穿梭列车背负式通过隧道。

3) 隧道纵断面可采用W形,最大坡度可用1.8%,隧道最小埋深80m左右,隧道长约125km,在旅顺岸边、北隍城岛、北长山岛及蓬莱岸边各设一个通风竖井;隧道横断面采用两单线铁路隧道+服务隧道的形式。

4) 隧道施工采用TBM法+钻爆法,在我国现有隧道修建的技术水平与经济能力下是可行的,施工风险水平是可以接受的。

5) 渤海海峡跨海通道的经济收益是综合的、多

方面的,收费只是其中一部分甚至很小的一部分,对通道两端乃至华东、东北地区的经济发展,其促进作用是难以评估的,这个收益要远远大于通行费的收入。

参考文献

- [1] 魏礼群,柳新华. 渤海海峡跨海通道若干重大问题研究[M]. 2版. 北京:经济科学出版社,2009.
- [2] 王梦恕. 水下交通隧道发展现状与技术难题——兼论“台湾海峡海底铁路隧道建设方案”[J]. 岩石力学与工程学报,2008,27(11):2161-2172.
- [3] 柳新华,刘良忠. 渤海海峡跨海通道对环渤海经济发展及振兴东北老工业基地的影响研究[M]. 北京:经济科学出版社,2009.
- [4] 刘良忠,柳新华. 渤海海峡跨海通道建设与蓝色经济发展[M]. 北京:经济科学出版社,2012.
- [5] 宋克志,王梦恕. 烟大渤海海峡隧道的可行性研究探讨[J]. 现代隧道技术,2006,43(6):1-8.
- [6] 谭忠盛,罗时祥. 琼州海峡铁路隧道方案初步比选分析[J]. 中国工程科学,2009,11(7):39-44.
- [7] 谭忠盛,王梦恕. 台湾海峡越海通道前期方案研究报告[R]. 北京:北京交通大学,2012.
- [8] 谭忠盛,王梦恕,张 弥. 琼州海峡铁路隧道可行性研究探讨[J]. 岩土工程学报,2001,23(2):139-143.

Strategic plan of Bohai Strait cross-sea channel

Wang Mengshu

(School of Civil Engineering, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

[Abstract] Bohai Strait cross-sea channel is a strategic project which connects Shandong Peninsula and Northeast regions, and it is very important for speeding up the economic development of the Bohai-ring and revitalizing the northeast old industrial base. Through a comprehensive analysis of the strategic value of Bohai Strait channel, the engineering solutions and investment and financing methods are planned. According to the analysis, the Bohai Strait project should adopt Lvshun—Penglai tunnel option, and the railway tunnel is the preferred solution, cars are carried by trains to cross the Bohai Strait tunnel; tunnel boring machine (TBM) + drilling and blasting method is used in the construction of the tunnel, this method is feasible in our existing tunnel built and economic capacity, and the construction risk is acceptable. In accordance with cross-sea project of domestic and international and the characteristics of Bohai Strait cross-sea channel, the build-operate-transfer (BOT) financing model is suitable.

[Key words] Bohai Strait; cross-sea channel; strategic plan; tunnel construction; investment and financing method