

跨海通道:天堑变通途

——兼论渤海海峡跨海通道工程前期工作框架

张瑞安 秦世杰

(山东港通工程管理咨询有限公司,山东烟台264000)

摘要 海底隧道具有全天候通行的特点,具有不破坏航运、不影响景观、不占地或少拆迁、交通不受大风大雾影响等优点,是一种较好的交通设施。“渤海海峡跨海通道”1993年就被列入国家、省、市科研计划,本文在文献调查和掌握实际资料的基础上,分析了建设渤海海峡跨海通道的必要性和可行性,从国家战略及基本建设条件初选渤海海峡跨海通道路由位置,以笔者自身工作为基础,从技术角度讨论渤海海峡跨海通道前期工作的工作框架,为下一步研究提供参考。

关键词 渤海海峡;海洋工程;海底隧道;前期工作

21世纪是海洋世纪,海洋作为国土与资源、通道和战略要地的作用更加突出,海洋与国家发展的关系越来越密切。目前,人类正在进入一个大规模高科技开发海洋的新时期。许多国家都把海洋开发视为综合国力竞争的一个制高点,纷纷出台了各具特色的海洋开发计划,将更多的资金和力量投向海洋,不断加大海洋资源开发力度,力求从海洋开发中获得国家长远发展的持续动力,海洋综合利用开发掀起新的高潮,使海洋经济成为世界经济中发展较快的一个领域。

党的十八大报告明确提出:“提高海洋资源开发能力,发展海洋经济,保护海洋生态环境,坚决维护国家海洋权益,建设海洋强国”。因此,渤海海峡跨海通道是实施海洋强国战略、推进陆海统筹协调发展的重要载体。

海底隧道具有全天候通行的特点,具有不破坏航运、不影响景观、不占地或少拆迁、交通不受大风大雾影响等优点,是一种较好的交通设施。2014年8月19日,国务院公布的《关于近期支持东北振兴若干重大政策举措的意见》提出:“下一步要加快推进渤海跨海通道工程前期工作”;中国科学院烟台

海岸带研究所发起举办“渤海海峡跨海通道建设的科学问题研讨会”,这些均是深入探讨“蓝色新干线”对我国海洋强国战略的作用、意义,积极推动渤海跨海通道工程前期工作的重要举措。

1 渤海海峡跨海通道

海底隧道是在海底建造连接海峡两岸供车辆通行的通道。海底隧道大致可分为海底段、海岸段和引道3部分。其中海底段是主要部分,它埋置在海床底下,两端与海岸连接,再经过引道,与地面线路接通。通常来说,建造海底隧道还要同时在两岸设置竖井,并安装通风、排水、供电等设备。按照上报的方案^[1],渤海海峡隧道入地点在大连旅顺,登陆点在烟台蓬莱,隧道全长约123~126 km,隧道内将由动车执行运输任务,设计时速为250 km,届时从烟台到大连只需要40 min。

2 目前著名海底隧道

海峡像一道天堑将大陆与大陆,大陆与海岛,海

岛与海岛之间隔开,给人们的生活、旅行带来许多不便。于是,人们设计了建造接通海峡两岸的海底隧道。目前,世界已建成和计划建设的海底隧道有20多条,主要分布在日本、美国、西欧、中国等。其中不乏有许多著名的海底隧道。

(1) 英法海底隧道:是一条穿越多佛尔海峡,把英伦三岛与法国连接起来的铁路隧道,于1994年5月6日开通。它由3条长51 km的平行隧洞组成。

(2) 青函海底隧道:因连接日本本州青森地区和北海道函馆地区而得名。隧道横越津轻海峡,全长54 km,海底部分23 km。青函海底隧道工程1964年1月动工,1987年2月建成,历时23年。

(3) 香港海底隧道:香港有3条海底隧道越过维多利亚海峡,把港岛与九龙半岛连接起来。港九中线海底隧道1972年建成,全长1.91 km,日车流量12万辆次;港九东线隧道1989年建成,全长1.83 km,日车流量9万辆次;港九西线隧道1997年4月建成,日车流量可达20万辆次。

(4) 厦门翔安海底隧道:全长8.695 km(指隧道加接线端的总长度),海域段长度为6.050 km(指两端洞口之间的距离),连接厦门本岛和翔安区,兼具公路和城市道路双重功能,是厦门环东海域地区发展的重要通道。隧道工程于2005年开工建设,2010年开通运营,建设过程历时4年8个月。

(5) 胶州湾海底隧道:又称“青岛胶州湾隧道”。南接青岛市黄岛区薛家岛街道办事处,北连青岛市主城区的团岛,下穿胶州湾湾口海域。隧道全长7.800 km,分为陆地和海底部分,海底部分长3.950 km。该隧道位于胶州湾湾口,连接青岛和黄岛两地,双向6车道。2011年6月30日正式开通运营。

胶州湾海底隧道位于火山岩及次火山群地带,覆盖层较薄,断裂带密集,共穿越18条断层破碎带,断面最大跨度达28.20 m,最深处位于海平面以下82.81 m。

3 建设渤海海峡跨海通道的必要性

建设渤海海峡跨海通道,将全面贯通环渤海高速公路网、铁路网,成为纵贯我国南北的东部沿海铁路、公路大通道。进一步完善和优化东部沿海地区的交通网络格局,进而形成北上与横贯俄罗斯的亚欧大陆桥相接,南下与横贯中国的新亚欧大陆桥(陇

海铁路)相交,并形成直达长三角、珠三角和港澳台地区的现代化综合交通运输体系,将我国东部沿海的经济区串联在一起,为加快东部沿海地区经济社会发展,扩大与东北亚、东南亚国家的交流与合作创造重要条件。党的十八大提出了“海洋强国战略”,渤海海峡跨海通道是实施海洋强国战略、推进陆海统筹协调发展的重要载体,也是进一步扩大山东、辽宁地区区位优势,显著提升山东、辽宁国际和国内竞争力的战略工程。在烟台市和大连市之间,兴建渤海海峡跨海通道是加快环渤海地区乃至沿海地区经济发展步伐的当务之急,具有重大战略意义。

(1) 渤海海峡跨海通道可形成一条新的交通大动脉,是缓解全国铁路运输紧张局面的必然选择,对于疏解和理顺全国铁路旅客运输、能源货物运输、进出关运输、沿海港口运输、南北运输有着显著捷径效应和综合效应。

(2) 渤海海峡跨海通道可有力地促进环渤海经济圈的大开放,是增强这一地区对外吸引力的迫切要求,可促成环渤海地区大市场的形成,是向市场经济转轨的不可缺少的“硬件”。

(3) 渤海海峡跨海通道经济效益和社会效益巨大,是调整经济结构和生产力布局的明智之举。从经济角度分析,仅山东与东北地区的运输距离就可缩短800~1000 km,每年可节省大量运输费用,与修125 km铁路比较,可节省土地约500 hm²。

(4) 从国防角度看,环渤海海峡跨海通道可将沈阳、济南、南京、广州四大军区更紧密地联系起来,为加强国防提供更强的机动作战能力。

综上所述,这一重大工程对完善国家南北综合运输大通道,促进全国改革开放和经济社会可持续发展具有广泛而深远的影响,具有十分重大的经济意义、政治意义、社会意义和国防意义。

4 建设渤海海峡跨海通道的可行性

4.1 海底隧道的施工方法

目前海底隧道的施工方法主要有以下几种:

(1) 钻爆法:是主要用钻眼爆破方法开挖断面而修筑隧道及地下工程的施工方法。用钻爆法施工时,将整个断面分部开挖至设计轮廓,然后进行修筑。

(2) 沉管法:沉管隧道就是将若干个预制段分别浮运到海面现场,并一个接一个地沉放安装在已

疏浚好的基槽内,最后拼接而成为水下隧道。

(3) 掘进机法:是挖掘隧道、巷道及其他地下空间的一种方法。是用特制的大型切削设备,将岩石剪切挤压破碎,通过配套的运输设备将碎石运出,然后利用地下空间修筑隧道。

(4) 盾构法:是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法,它是将盾构机械在地中推进,通过盾构外壳和管片支撑四周岩石,防止其往隧道内坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖,通过出土机械运出洞外,靠千斤顶在后部加压顶进,并拼装预制混凝土管片,形成隧道结构的一种机械化施工方法。

4.2 渤海海峡跨海通道路由初选位置

与日本青函隧道、英吉利海峡隧道以及杭州湾大桥等大型跨海工程相比,渤海海峡跨海通道线路所在地的自然地理、地质条件更优越,海洋环境等自然条件也十分有利于工程的进行,施工难度也比较低。渤海海峡两端最短距离约57 n mile,约合106 km,平均水深25 m。在海峡中南部南北长56.4 km、东西长30.8 km的海域内,散布着众多岛屿,其中,由大小32座岛屿组成的庙岛群岛,呈东北-西南走向并“一”字形分布于渤海海峡的中部和南部,由32个岛屿、66个明礁、16个暗礁、2处长滩组成,北距旅顺老铁山42 km,南距蓬莱登州头7 km。如果充分利用长岛县海中列岛沿线一字排开的众多岛、礁、滩,除老铁山水道间距42 km外,一般间距在3~8 km。以此为海底隧道路由,将是一条较好的路由选择,但必须通过实际调查论证进行比较,最后科学决定^[2]。

中国工程院李坪院士等地震专家认为:山东与辽宁两个半岛隔海相望,区域地质地貌同属一个构造单元。其地层多为元古代的变质岩系,采取一般工程地质处理方式处理即可。预选跨海通道路由的西边20~30 km处有郯庐断裂带存在(它是一条强震发生断裂层,历史上曾发生多次7~8级的地震),因二者相距较远,岛链本身及其东侧附近地区没有强震发生断层的存在,在工程设计时地震动参数采用0.15 g、地震烈度Ⅶ度即可。

4.3 渤海海峡跨海通道工程前期工作

4.3.1 海洋经济与海洋工程

海洋经济是以海洋空间为活动场所或以海洋资源为利用对象的各种经济活动的总称,其本质是人类为了满足自身需要,利用海洋空间和海洋资源,通

过劳动获取物质产品的生产活动。海洋经济活动的对象是海洋资源,主要包括海洋水体资源、海洋土地资源、海洋生物资源、海洋能源、海洋矿产资源 and 海洋空间资源。开发利用海洋资源要以海洋工程为依托。海洋工程是在海洋环境条件下开发利用海洋资源过程中所进行的一切建设工程的总称。海洋资源门类繁多、开发方式各异、开发工艺各具特色,因此,海洋工程是一门内容极其广泛、包含多种学科理论和技术的综合性极强的学科。其中包括海洋气象、物理海洋、海洋化学、海洋生物、海洋地质、海洋环保、海洋资源及开发工艺、建筑工程、港口工程、海底工程、采矿工程、工程材料、水工模型与数值模型试验、工程设计与施工、土-水体-建筑物相互作用力学、海洋规划和管理等诸多学科,因此,海洋资源开发与海洋工程建设是多部门的协同事业,每一类资源开发都可形成一个产业群。另外,由于海洋环境恶劣、工程建设难度大、技术要求高、探索性强,因此,海洋工程是不断扩大开拓的领域。

4.3.2 海洋工程的前期工作

由于海洋工程结构复杂、体积庞大、造价昂贵,在建造与使用过程中一直遭受海浪、潮汐、风暴潮、海流、风的综合作用,有些地区还会受到海冰、地震、海啸等恶劣条件的影响。深入了解海洋工程环境条件的发生和发展规律,为海洋工程提供规划、设计、施工、营运等方面的客观数据,是保证结构安全、降低成本、高效营运的重要前提。因此,在工程项目立项前必须进行一系列工程的前期工作。海洋工程的前期工作包括:工程选址、工程自然环境条件和社会经济条件分析、工程预可行性研究、工程项目环境影响评价、工程项目海域使用论证、项目建议书等方面。项目立项后,要进行项目工程可行性和设计(总体设计、初步设计、建筑专业设计、工艺设计、结构设计、施工图设计)。工程选址非常重要,下面重点讨论工程选址及路由勘察。预选路由应提出两个以上路由方案,并进行比选。路由勘察的目的是为渤海海峡跨海通道工程路由的选址、设计、施工以及维护提供基础资料和科学技术依据。路由勘察应遵循选择相对安全可靠、经济合理、便于施工和维护的原则。勘察任务是查明海底隧道路由区的海底工程地质条件、海洋气象水文环境、腐蚀性环境参数和海洋规划与开发活动等方面的工程环境条件。根据已掌握的资料拟定两个路由:一是长岛岛链本身,二是长岛以东海中无岛屿、礁滩海域。

路由勘察主要包括以下内容:

(1) 海洋气象条件调查

收集路由区域气温、风、降水、雾、海冰、灾害性天气等海洋气象历史观测资料及近期典型台风对岸坡作用情况,并统计分析气象条件要素。

(2) 海洋水文条件调查

收集路由区域海洋潮汐、波浪、海流、水温、盐度、风暴潮等历史观测资料,进行海洋水文条件要素分析计算。

① 潮汐

分析工程海区的潮汐性质和计算各类潮位特征(平均海平面、平均半潮面、平均高(低)潮位、大潮平均高(低)潮位、平均潮差、最大潮差、最高(低)潮位等)。

分析计算包括工程海域平均海平面、深度基准面、1985年国家高程基准之间各深度基准面关系。

推算工程设计水位,包括设计高水位、低水位、极端高水位、极端低水位等。

② 波浪

统计工程海域波浪状况(风浪、涌浪频率、波要素年变化、累年各月波高和周期),绘制海区波级频率玫瑰图;调查登陆近岸波浪条件。

进行设计波要素计算,给出工程区不同位置、不同水深、不同波频率($H_{1\%}$ 、 $H_{4\%}$ 、 $H_{13\%}$)、不同重现期(100a、50a、25a、10a、2a)的设计波要素。

③ 海流调查

收集路由区已有海流实测资料,并根据需要设站进行大、小汛潮周日连续观测,对观测资料进行分析计算。

(3) 登陆段调查。

(4) 工程地球物理勘查。

① 水深地形测量

进行单波束或多波束水深测量,控制比例尺不小于1:1000。

② 侧扫声呐探测

在路由区走廊带进行100%覆盖侧扫声呐探测。

③ 浅地层剖面探测

按1:2000比例尺设计展开路由走廊带浅地层剖面探测。

④ 磁法探测

在路由走廊带范围内进行磁法探测。

(5) 海洋工程地质钻探

钻孔布设以隧道路由轴线为中心,左右各延伸50 m,间隔100 m,采用梅花形布置,机钻率至少达到50%。

(6) 底质沉积物表层取样

在路由走廊带范围内布置底质沉积物表层取样站位。

(7) 腐蚀性环境参数测定

沿路由轴线布设海水腐蚀性和沉积物腐蚀性调查站位,调查路由区域海水的电阻率、海底土壤的电阻率和海洋环境对结构物的腐蚀程度。

(8) 海水水质、海底沉积物、海洋生物调查。

(9) 地震安全性评估

收集区域地震地质资料,结合工程地质勘察资料,进行路由区地震安全性评估。

① 场地概率法地震危险性分析。

② 场地地震动区划。

③ 场地地震地质灾害评价。

顺便指出,在十八大“建设海洋强国”概念和山东省实施半岛蓝色经济区及黄三角高效生态经济区的背景下,为山东半岛海岸带资源开发、海洋生态环境保护、海洋防灾减灾、海洋资源可持续利用,2012年12月山东港通工程管理咨询有限公司自选《山东海岸带海洋动力与工程设计参数研究》研究课题,并联合了烟台市海洋环境监测预报中心、国家海洋局烟台海洋环境监测中心站、中国科学院烟台海岸带研究所等单位的科技人员一起承担课题研究,历时一年多,已形成研究成果报告。其中也包括了长岛、蓬莱海域基础成果性资料,若需要,本课题组愿意将此成果提供给“渤海海峡跨海通道工程项目”课题组参考应用。

5 建 议

(1) 由于渤海海峡跨海通道工程项目具有十分重大的经济意义、政治意义、社会意义和国防意义。建议争取将工程列入国家国民经济和社会发展规划、渤海区域发展规划、交通运输发展规划,争取早日立项、启动建设,早日建成发挥效益。

(2) 渤海海峡跨海通道工程设计使用寿命100年,建议设计参数重现期采用渤海海峡500年一遇的环境参数作为设计条件,以便提高抵御环境灾害的能力。

(3) 建议设专题进行渤海海峡跨海通道工程项

目风险分析。

(4) 由于此工程建设在烟台市和大连市范围内,建议烟台市成立烟台海洋工程产业技术联盟以便参与渤海海峡跨海通道工程项目部分工作。

党的十八大明确提出“建设海洋强国”的宏伟目标,是广大海洋工作者期盼并准备为之奋斗的崇高理想,是事关民族强盛、国家繁荣的宏伟大业。我们一定抓住前所未有的发展机遇,承担起历史责任,聚天时、地利、人和之势,藉政策、地域、技术之利,以海洋为依托,秉承“正直、创新、责任、分享”精神,志学兴术,谋海济国。让我们同心协力,一起努力,共同发展,创造未来,为实现海洋强国,为实现中华民

族伟大复兴的中国梦,做出自己的贡献。

参考文献

- [1] 魏礼群,柳新华,刘良忠,等. 渤海海峡跨海通道若干重大问题研究. 北京:经济科学出版社,2007. Wei L Q, Liu X H, Liu L Z, et al. Research on several key problems for Bohai trans-strait channel. Beijing: Economy Science Press, 2007
- [2] 宋克志,邓建俊,王梦恕. 烟大渤海海峡隧道的可行性研究初探. 地下空间与工程学报,2007,4(1):121-129. Song K Z, Deng J J, Wang M S. A feasibility study on Bohai Strait tunnel connecting Yantai and Dalian. Chin. J. of Undergroud Space and Engineering, 2007, 4(1): 121-129

CROSS-SEA CHANNEL: A DEEP CHASM TURNED INTO A THOROUGHFARE —AND DISCUSS THE FRAMEWORK OF BOHAI STRAIT CROSS-SEA CHANNEL'S PREPARATORY WORK

Zhang Ruian Qin Shijie

(Shandong Gangtong Engineering Consulting Co., Ltd., Yantai, Shandong 264000, China)

Abstract The subsea tunnel is a better transport facility with the characteristics of all-weather capability, and has the advantages of no damage to shipping, does not affect the landscape, and is not covering or less demolition, not affected by strong wind or heavy fog weather. "Bohai Strait cross-sea channel" was listed in national, provincial and city scientific research project in 1993. This paper analyzes necessity and feasibility of the construction of Bohai Strait cross-sea channel and discusses the primary selection of routing position from the national strategic and basic construction condition of Bohai Strait cross-sea channel, based on document investigation and mastery of the practical data. Building on the authors' own work, this paper talked about the framework of Bohai Strait cross-sea channel's preparatory work from a technical point of view, and provides reference for next step of research.

Key words Bohai Straits; Marine engineering; Subsea tunnel; Preparatory work