

长江越江通道工程应实行桥隧并举

钱七虎, 何益寿

(中国工程院, 北京 100038)

[摘要] 长江越江交通通道工程对我国21世纪经济的稳定发展作用巨大, 因此在越江交通通道工程方案的选择上不能唯桥是举, 而要因地制宜和恰到好处地发挥桥梁和 underwater 隧道各自的优势, 总体上实行桥隧并举。

[关键词] 长江越江交通通道; 工程; 桥梁; 水下隧道

长江是我国第一大江, 全长6 300 km, 流经我国中部11个省、市, 在上海市注入东海, 流域面积达 $181 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。我国目前正实施西部大开发和沿江经济发展战略, 整个长江流域正在出现上海和长江三角洲为龙头, 上、中、下游全面开发的大好形势, 长江越江交通通道工程对于我国经济21世纪的稳定发展作用巨大。由于工程规模大、经费多、复杂程度高、国内外影响大, 深为世人和国人所瞩目, 因此在越江工程的关键性技术决策问题上, 十分需要科学民主, 开展必要的讨论, 以利于又好又快又省地建设长江越江通道工程。

1 “唯桥是举”跨越长江的负面影响

在20世纪50年代和60年代末, 我国相继建成武汉和南京两座公路铁路两用长江大桥, 在我国桥梁史上开创了新的一页。进入90年代以后, 在长江中、下游已竣工运行的大桥就有20余座, 在建的长江大桥有10座, 正在准备开工的有6座, 共计在长江上将横跨40余座大桥。这里尚未包括拟建大桥和60年代在攀枝花的及代号为3001—3008等9座长江上游的桥梁。这些桥梁对缓解我国南北交通紧张, 促进经济发展, 作用十分显著。但是必须看到, 在一条长江上, 仅建大桥, 而且大桥的数量如此之多, 而无一处水下隧道, 这在世界

的越江交通通道史上是十分罕见的, 其负面作用也是十分明显的。

我国的交通是一个庞大的整体和复杂的系统工程, 不能顾此(南北)失彼(东西), 必须统筹兼顾。长江干流横贯东西, 支流连通南北, 整个水系水量充沛, 终年不冻, 自四川宜宾上游始, 到上海崇明入海口, 足有3 000 km, 水势平缓, 沿江大小城市、历史文化古迹、风景旅游点密布; 沿岸物资丰富, 市场繁荣; 西岸宜港线长, 港口码头多, 直接与21世纪我国国际经济、金融、贸易和航运中心的上海相通, 是我国内河航运的大动脉, 在世界上享有“黄金水道”之美称。其航运资源优势位居全国大河之首。保护好长江航运资源, 对我国经济的可持续发展意义重大。然而, 长江中下游众多大桥的建成, 使得“黄金水道”的作用不能充分发挥。长江未建大桥前, 万吨级轮可直达铜陵甚至武汉, 1931年美国万吨级“加利福尼亚”号油轮就曾到达武汉。在净空高度只有24 m的南京长江大桥建成以及多米诺骨牌效应导致净空高都为24 m的芜湖大桥和南京长江二桥的陆续兴建, 现在连4 000 t级船舶在高水期也过不了长江大桥, 近几年只有3 000 t级左右的船舶能够到达武汉。那么, 在长江中下游, 抬高大桥的通航净空是否就可克服其负面影响呢? 一方面要提高造价(经粗略估算,

长江中下游，每提高1 m净空，约提高大桥总造价的0.3%~0.4%左右），另一方面桥孔宽度对过往船队有很大限制，船队要解驳，重新编队，自己误航不算，还要阻碍其它船队过桥。随着长江船舶通行量急剧增长，撞船、撞桥事故直线上升。武汉长江大桥自1957年建成至1995年，已发生57次碰撞事故。仅1994年10月就发生4次，直接经济损失数千万元。重庆白沙沱长江大桥自1959年建成至1995年，发生100余次碰撞事故。这些碰撞严重威胁大桥和航运的安全。为此，在桥区河段航行规定：风力达7级以上（含7级）时，禁止一切船队过桥；风力达5级以上时，禁止排筏过桥。遇雾、雪、暴雨等天候情况，下行船队在3 000 m以外，上行船队在1 000 m以外看不见大桥和航道浮标时，禁止船舶过桥。尽管做出如此严格规定，据有关资料表明，自规定至今，南京长江大桥仍发生船桥相撞事故20余起。特别是在大桥密集地段（如南京、武汉等地），船舶若在两桥间发生爆炸、火灾、沉船、碰撞等交通事故，因受到水域限制，将难以组织有效求助，造成阻航甚至危及大桥自身安全。

另外，大桥建成，其桥墩改变了河床的自然状态和水流条件，易于形成桥区内的枯水河段。如武汉大桥区内，每年一到枯水季节，枯水河段就使船舶待航，不但耗费了大量人力、物力和财力，还影响了航运。因此，长江航运河道专家王焯有这样的比喻：“如果把长江比喻成我国河流的国宝‘大熊猫’，那么黄金水道上13座大桥（当时）的建成，就是这只‘大熊猫’已身中13箭，如果再建大桥，就是在‘大熊猫’身上再踩一只脚，永世不能翻身”。建设长江越江通道工程，必须从整个交通体系的全局系统出发，应杜绝以损失长江航运为代价来发展长江南北陆路交通。

2 水下隧道的优越性及我国的工程技术水平

在选择越江和越海（湾）通道工程方案时，必须认真研究桥梁和隧道的各自功能特点和优点，要善于发挥其优点，避免其缺点，做到宜桥则桥，宜隧则隧。

水下隧道的优越性除不侵占航道净空，不影响江河、湖泊、海湾和港口的航运，不干扰它们的航务设施和航务指挥外，还可归纳为以下几点：

2.1 可全天候运营

不受大风、大雪、大雾、暴雨和严重冰冻等气候变化的影响，能做到通道的全天候运营，具有稳定的运行能力。而这正是桥梁所不具备的。例如1986年12月，在日本山阴本线余部铁桥上发生风速25 m/s的强风将正在行驶中的列车吹翻堕海的严重事故。现在，日本濑户大桥就采取了在几个地方设置风速计，风速一旦达到25 m/s时，由高松CTC（列车集中控制装置）指挥中心发布暂缓通行的命令。世界上其它沿海多台风地区的大桥都有限制通行的大风风速阈值（如香港青马大桥）。我国国道南北主干线沿江一三亚线基本上依东南沿海走向，跨越长江口和若干海湾，而长江口及长江三角洲地区和东南沿海地区均为台风侵袭地区。长江和沿海海峡通道工程必须认真分析当地气象环境的影响。

2.2 防战能力强

长江是横贯我国东西的天堑，其越江通道不但要考虑平时南北交通促进我国经济发展的需要，而且要考虑战时南北交通战略机动的需要。交通的瘫痪关系到战局的胜败。海湾、波黑和科索沃的实战表明，在未来高技术战争中，实施的是超视距的中、远距离全纵深空中打击，交通枢纽是敌人轰炸的首选目标之一，而桥梁由于为长线目标，很易被发现和命中，特别是斜拉桥和悬索桥，只要其索塔被命中，整个桥梁迅即坍塌。我们应当记取南联盟境内多瑙河上的桥梁几乎悉数被炸毁的教训。而水下隧道，仅有两个出入口显露地面，易于伪装和防护，显然其战时的生存率明显高于桥梁。

2.3 抗地震能力好

水下隧道相对于桥梁具有较强的抗地震能力。以1976年我国唐山丰南所发生7.8级强烈地震为例：原国家建委组织的《工程震害调查报告》表明，唐山市10度震区地面房屋普遍遭受严重破坏和倒塌，11度震区房屋普遍倒塌，而地下人防工程基本完好，防空地下室基本完整无损，仅在一些薄弱环节出现一些裂缝。陡河两岸的人防次干道遭较严重破坏；唐山地区大部分桥梁遭不同程度的破坏共占桥梁总长度的62%，严重倒塌占13%。

2.4 对生态环境干扰影响小

水下隧道中行车可避免其噪声、振动、汽车尾气对环境的污染和干扰。

2.5 多用途，易维护，造价低

水下隧道易于做到一洞多用,可以同时安排城市给水、排水、电力、热力、电视电缆、通讯电缆、光缆等通过,易于布设、检查和维修;建设隧道时,相对于桥梁,可以做到不拆迁或少拆迁,从而可大为降低通道的总造价及缩短工期;水下隧道结构耐久性好,可以达到百年以上。由于其主要采用钢筋混凝土制作,四周受岩土介质包围,抗腐蚀能力超过暴露于大气中的桥梁,结构维护费用比桥梁低,世界上不少水下隧道运行超过百年以上;隧道四周有岩、土介质约束,基础为均布支承,因此具有较桥梁为大的设计承载能力,超载通行的工程措施也较桥梁简单。

当前世界上建成的水下隧道采用的基本方法是暗挖钻爆法、盾构法和沉管法。这三种基本技术方法我国工程技术界均已掌握,并积累了初步经验。早在20世纪70年代初,我国工程兵系统就运用钻爆法在山西吉县地区建成了我国第一条黄河水下公路隧道;1966年以来,我国采用土压平衡盾构和泥水平衡盾构建成了多条黄浦江下公路隧道和地铁隧道,盾构外径11 m多,并正在设计采用泥水平衡盾构的大连路和复兴东路黄浦江下公路隧道;在沉管隧道方面,我国台湾于1984年建成了高雄海底隧道,香港在维多利亚港湾建成了3条海底隧道,广州于1994年建成了珠江下公(地)铁两用隧道,1995年建成了宁波甬江下公路隧道。特别是在1995年,我国采用自己设计制造的盾构在南京地区夹江建成了内径为5.5 m的长江下第一条越江管道公用隧道的先例,充分说明了我国已完全具备条件,依靠自己的技术力量,采用水下隧道方式建设好长江越江交通通道工程。

特别应该指出的是,长江中下游江底河床基本上是第四纪冲积地层,具有不同的泥沙淤积厚度,水文条件复杂,河床多变,深泓位置摆动等特点。因此,任何增长长江中下游水流阻力的工程建设,均应慎重行事。根据长江中下游的具体工程地质和水文地质情况,适宜采用在河床历史最大冲刷深度下通过的水下隧道方案。

3 实行桥隧并举的国外经验

在世界范围,桥隧并举兴建越江、越海(湾)通道工程的范例很多,而清一色的桥梁越江则很少见到,这种工程建设经验值得我们借鉴和反思。下

面略举几个范例。

美国为解决跨越哈得逊河从纽约的曼哈顿岛到新泽西州的交通问题,先后兴建桥梁10余座,水下隧道41座,水下隧道数量远远超过桥梁数量。

美国在位于弗吉尼亚州的切什彼克海湾进入大西洋入口处,利用北部的天然小岛连接南岸的诺弗克军港和北岸的弗吉尼亚半岛。海湾最窄处约25 km,为军舰和民用船只必经航道,航运交通十分繁忙。因地处北纬37°左右,大西洋西岸冬季的大风雪和夏季的台风经常造成恶劣的天候环境。设计公司在分析了工程地质、航道、造价和气象等多方面因素后,采用桥隧并举的方式,以各种结构建成了切什彼克海湾桥隧系统:在浅水区采用一座总长为19.6 km的多跨(838个23 m跨长)预应力钢筋混凝土桥;一座跨度140 m的总长为1150 m的中跨桥;两管长1.6 km的钢筋混凝土沉管隧道;4座460 m×70 m人工岛以及北岸和天然岛相连的2.7 km的拦海大坝。

日本东京湾越海通道工程。该工程位于东京湾南北向的中部,自海湾西岸川崎市至海湾东岸梗津市,大致为西北东南向,工程全长15.1 km。其中海湾西段为隧道,长9.5 km,海湾东段为桥梁,长4.4 km。隧道与桥梁通过梗津人工岛(面积6 hm²)相连。一期工程为4车道,预留2车道,1989年10月开工,1997年7月竣工运营。

正如题目所示,本文不在于论述隧道和桥梁孰优孰劣,桥梁有其自己的优势,如可更易于设计、施工建成多车道;造价较低,抗险、救灾较方便;增添城市景观;我国在修建大桥方面积累了更多的技术和经验等等。当然,前二项优势相对于沉管隧道,也不尽然。本文的宗旨在于呼吁扭转长江越江交通通道工程清一色的桥梁方案的现象,在于因地制宜,恰倒好处地发挥桥隧方案的各自优势,总体上实行桥隧并举。特别是要改变先入为主地匆忙地被动地选择越江通道工程方案的状况,要大大超前地充分地积极地做好各通道工程的工程方案的论证和前期准备工作(如方案的可行性研究等),一旦条件成熟,稳妥地投入设计施工。对于我国世纪性的大通道工程——长江口、渤海海峡、琼州海峡等越江、越海(湾)工程必须改变过去匆忙与被动地在小范围论证选择工程方案的状态,开展积极主动的讨论论证,实行真正的科学民主工程决策。

(下转第43页)

以作为乙烯原料。

2) 大庆原油的常三、减一线油馏分重, 减二、减三线油酮苯脱蜡时副产的蜡下油馏分更重, 但其烷烃、环烷烃含量高, 芳烃含量低, BMCI 值低, 裂解时不仅有较高的乙烯、丙烯、丁二烯收率, 选择合适的工艺条件裂解炉的运行周期也能保持较好水平。

3) 燕化公司从 1995 年到 1999 年乙烯原料中累计使用常三、减一线油及蜡下油 290 多 10^4 t, 取得了明显的经济效益。

参考文献

- [1] 王松汉, 何细藕. 乙烯工艺与技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 2000. 21~24
- [2] 邹仁铨. 石油化工裂解原理与技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 1982. 19~64
- [3] 王松汉. 乙烯装置技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1994. 55~93
- [4] 侯祥麟. 中国炼油技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1991. 41~43
- [5] 瞿国华. 论重质石油馏份作乙烯裂解原料的技术开发[J]. 石油炼制与化工, 1994, 25(2): 27~33

Cerebration and Practice of Expanded feedstock sources for Ethylene units

Cao Xianghong

(China Petroleum & Chemical Corporation, Beijing 100029, China)

[Abstract] This article starts with the research results that the performance of the ethylene production from hydrocarbons cracking is linked not only to the distillation range of the hydrocarbon distillate, but also its components. It raises a new concept of expanding feedstock sources different from the global trend of using lighter feedstock. The heavy distillates of Daqing crude, such as the third cut of the atmosphere tower, the first cut of the vacuum tower and the sweat distillate which is the by-product of the de-waxing of the vacuum second and third cuts, can be used as feedstock for ethylene units. This article summarizes the performance tests of the feedstock, the evaluation in a simulated cracker and the application results on industrial units. It proves that the feedstock ensures high ethylene yield and longer service life of cracker, thus is of obvious economic benefits.

[Key words] ethylene; feedstock; sources

(Cont. from p. 34)

Equal Stress Should Be Laid on Bridge and Tunnel in the Trans-Yangtze Traffic Project

Qian Qihu, He Yishou

(Chinese Academy of Engineering, Beijing 100038, China)

[Abstract] The trans-Yangtze traffic project plays an important role in the steady development of China's economy in the 21st Century. In making choice of the transriver project scheme it is not wise to take bridge scheme as the only way out. Instead, equal stress should be laid on bridge and tunnel, so that both bridge and submerged tunnel can give full play to their own strong points in light of local condition.

[Key words] trans-yangtze traffic passage; project; bridge; submerged tunnel