



深圳至中山跨江通道工程规划设计哲学内涵

徐国平

中交公路规划设计院有限公司, 北京 100010

摘要: 本文以深圳至中山跨江通道（深中通道）为研究对象，结合其复杂的建设条件、功能需求及建设目标，探讨了重大跨海通道工程的规划研究思路、勘察设计方法、组织管理模式及创新路径。深中通道作为集桥、岛、隧、水下互通于一体的超级集群工程，面临“大、软、高、扰”四大技术难题。提出以问题为导向，运用系统思维和集群思维解决关键技术难题的方法，并通过工程哲学思维揭示超级工程全生命周期中的作用机制。研究提炼出具有普适性的跨海通道规划建设范式，为未来类似工程提供理论支撑与实践参考。还结合深中通道的工程实践，分析了规划研究、勘察设计、组织管理及技术创新的具体方法，强调工程哲学思维在复杂跨海工程中的重要性，为全球跨海通道建设提供了新的示范标杆。

关键词: 深中通道；规划研究；勘察设计；研究方法；哲学内涵

中图分类号: T-0

文献标识码: A

文章编号: 1674-4969(2025)02-0259-09

引言

深圳至中山跨江通道（后文简称深中通道）是国家深岑高速公路（G2518）跨越珠江的关键性工程，是国家“十三五”重大工程，全长24 km，采用双向八车道标准，设计行车速度为100 km/h，总投资446.9亿元^[1-2]。深中通道是集桥、岛、隧、水下互通“四位”一体的集群工程，影响因素众多，建设条件复杂、技术难度高、工程规模大，是目前世界上建设难度最大的跨海交通工程之一^[3]。深中通道于2024年

6月30日正式通车，习近平总书记给深中通道的正式通车发来贺信，对建设者表达亲切的关怀和殷切的期望，高度肯定了深中通道技术创新所取得的成绩，强调伟大事业是实干出来的，鼓励我们要真抓实干^[4]。深中通道的建设大大优化了粤港澳大湾区的交通网络，提升了区域交通的便捷性和沿线城市的综合竞争能力，其成功建设形成了一套具有自主知识产权的跨海超级工程的建造模式，为全球交通建设提供新的示范标杆^[5]。

深中通道存在“大”“软”“高”“扰”四方面的

收稿日期: 2025-03-13; **修回日期:** 2025-04-10

作者简介: 徐国平（1965—），男，硕士，正高级工程师，研究方向为公路桥梁与隧道。E-mail: xuguoping@hpdi.com.cn

引用格式: 徐国平. 深圳至中山跨江通道工程规划设计哲学内涵[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程, 2025, 17(2): 259-267. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20250033. CSTR: 32282.14.JES.20230033

Xu G P. Philosophical Connotations in the Planning and Design of the Shenzhen-Zhongshan Link Project[J]. Journal of Engineering Studies, 2025, 17(2): 259-267. DOI: 10.3724/j.issn.1674-4969.20250033. CSTR: 32282.14.JES.20230033

突出难题^[5]。“大”指的是交通量需求巨大,通车首日便达到了12.5万辆次的规模,工程建设需攻克世界首座八车道变宽沉管隧道的技术挑战;“软”则是指西岛域隧道位于采砂坑扰动区地层内,需应对在极软地基上建设隧道及人工岛的复杂难题;“高”是考虑到广州港航运发展的需求,离岸10 km的深中大桥桥面设计标高近90 m,需面对世界第一高海中桥梁建设所带来的抗风及施工安全等严峻挑战;“扰”则涉及深中通道与沿江高速、宝安国际机场、大铲湾港等交通节点的衔接,需确保东岛填筑、水下互通、深厚软基与抛石土层处理、深基坑作业以及既有桥梁等多因素耦合下的建设与运营安全。解决这些重大跨海工程规划设计的技术难题,需运用系统思维和创新思维,深入研究工程特点,并从实际出发,探索适合重大跨海通道工程规划设计的工作方法^[6]。

本文以深中通道的工程实践为基础,系统探讨复杂建设条件下跨海集群工程的规划设计与技术创新路径。通过剖析其在极端工况下的系统化设计理念、协同管理策略及关键技术创新方法,揭示工程哲学思维在超级工程全生命周期中的作用机制。本研究旨在提炼具有普适性的跨海通道规划建设范式,为中国乃至全球类似工程的决策与实施提供理论支撑与实践参考。

1 规划设计的总体安排

1.1 规划研究思路

深中通道工程可行性研究于2010年10月开始,2015年12月完成,历时5年多^[1]。深中通道工程可行性研究工作要综合考虑国家高速公路网以及广州市与珠江东西两岸城市社会经济发展需求,以确定其工程定位、功能需求及工程位置;统筹考虑广州港和南沙港的发展规划、海事安全、深圳机场航空安全、珠江口防洪安全、生态环保、工程建设技术水平、运维安全、景观与环境、工程造价、施工工期等因素,以确定工程规划的总体技术方案。重大跨海工程规划研究首先应进行多个走廊带的研究,在综合评价最优的走廊带内进行多个线位的研究与比选,结合各线位特点

综合研究各种可能的工程方案,应用系统论的思路,推荐最优的工程实施方案^[1]。

1.2 勘察设计目标和方法

重大跨海通道工程勘察设计应以满足建设条件为前提,以功能需求为导向、科研为支撑、创新为灵魂,以实现平安、绿色和智慧交通需求为目标,开展各项研究工作。深中通道的建设目标是“建世界一流跨海通道,创珠江口百年门户工程”^[2]。

深中通道作为超级集群工程,规模浩大,涉及专业多,与单体工程不同,其勘察设计遵循以下几个方面的原则和思路。一是跨越单体工程思维,树立跨领域、系统化设计理念,要从单一个体思维向群落思维和复杂思维转变;二是突破传统思路,要“想”的到,但更要考虑“做”的到、“做”的好,施工技术的可靠性是拟定设计方案的前提和保障,要强化设计施工在设计阶段的联动;三是综合协同桥、隧、水工、疏浚、装备、新材料等各专业的优势资源;四是以国家工业化平台,寻求工程技术难题的解决方案^[2]。

深中通道设计以问题为导向,以“标准化、工厂化、智能化、一体化”为手段,用生态思维、群体思维来解决跨海通道工程关键技术难题^[7]。

1.3 勘察设计组织与管理

根据工程总体安排,勘察设计于2016年4月开始,同时要求2016年年底实现西岛先行工程的开工,2017年实现全面开工建设。深中通道勘察设计面临技术难度大、涉及因素多、时间紧、任务重,为此组建了约150人的勘察设计团队。做好设计团队的项目管理,发挥好每位技术人员的作用,是高质、高效完成勘察设计工作的关键。在项目管理中,把人的因素和工程复杂技术问题协同考虑,以达到事半功倍的效果。组织架构上根据不同专业特点,归类分组,管理上采用整体思维,将分类和总体进行有机结合,有效提升了工作效率和解决技术难题的能力,集中力量抓重点,以重点带动全局^[6]。

考虑到集群工程的复杂性,在传统工程的初步设计+施工图设计两阶段的基础上,增加了由设计和施

工等单位联合完成的联合设计阶段，将设计技术、施工技术和现场实际资源进行有机结合，设计模式的创新，对解决超级集群工程的技术难题、缩短工期、节省造价起到了关键的作用。

2 重点方案的思考与比选

2.1 总体线位的考虑

统筹考虑工程规模、机场限高、路线与航道和水流夹角基本正交等因素，深中通道总体线位将深中大桥向南偏移了近 2.5 km，最终采用了带“S”弯的总体线形（见图1），以满足通航和航空限高的要求^[2,8-9]。

2.2 总体景观的考虑

深中通道的总体景观设计，遵循了工程整体协调统一的基本原则，在满足功能前提下，考虑路线平面线形的协调、桥梁与人工岛的协调、桥梁跨度的协调、桥梁上下部结构的协调、桥面与隧道内路面防撞系统的协调、隧道洞口与岛上建筑的协调等^[2]。在西人工岛采用鲲鹏展翅的造型后，索塔、主梁、灯柱、桥墩、桥面防撞护栏等采用与此相同或接近的结构造型元素，尽可能使各结构外形风格统一，以增加工程总体协调性，以提升工程景观效果和品质（见图2）。

2.3 结合部的考虑

深中通道桥、隧、岛结合部是桥隧转换的重要节

点，为满足防洪和生态的要求，要求将人工岛长度控制在 625 m 以内。降低人工岛处桥梁的标高，是缩短人工岛长度最有效的办法，而规范规定桥梁支座应在最高潮位（或浪溅区）以上 50 cm，制约了桥梁标高的降低。设计提出了采用主梁与桥墩固结的结构体系，取消支座，降低桥梁标高，使主梁承受浪托力，以实现人工岛长度的缩短。通过理论分析和模拟试验等研究手段，着力解决主梁承受浪托力及耐久性保障等难题^[10-11]。工程总体方案需要统筹考虑、平衡决策，用桥梁技术的创新突破来解决缩短人工岛长度的难题，以实现集群工程的最优化，用集群思维来解决关键节点的难题^[5,12-14]。

2.4 重大方案的比选

深中通道方案比选，采用紧抓问题的主要矛盾作为方法论，以工程安全、功能需求作为工程方案比选的核心，推荐综合性能最优的实施方案^[3]。例如，深中大桥索塔造型，根据景观设计提出了 A 塔、门型塔和独柱型塔方案进行综合技术经济的比选（见图3），从施工及运营安全性、工程造价等方面进行研究，经过各方专家的论证，最终采用了门型塔作为实施方案，该方案重点关注了施工及运营安全这一核心问题。以超宽深埋沉管隧道为例，基于技术成熟度和环保品质等考量，提出了钢筋混凝土结构与钢壳混凝土结构两种方案。钢筋混凝土结构已在港珠澳大桥等双向六车道工程中成功应用，技术较为成熟；然而对于

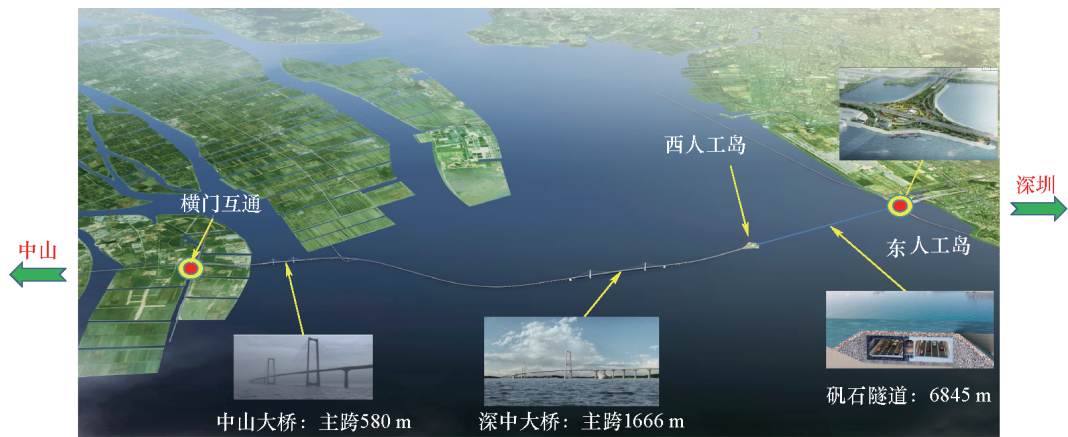


图1 深中通道平面总体
Figure 1 General layout plan of Shenzhen-Zhongshan Link



图2 深中通道桥、岛、隧

Figure 2 Bridge island and tunnel of Shenzhen-Zhongshan Link

深中通道八车道沉管隧道而言,其受力比港珠澳大桥增加30%以上,且工点距预制干坞位置比港珠澳大桥远约35 km。钢壳混凝土结构虽属国内首次实施,缺乏成熟的设计施工经验及相关规范,但该方案能降低结构高度1.8 m,减少基槽和航路疏浚量约1500万 m^3 ,兼具优良的受力性能、结构品质及生态环保优势,故

最终推荐采用钢壳混凝土沉管方案^[14]。通过结构技术创新,实现了工程品质与环保效益的双重提升。

3 解决关键技术的创新方法

以问题为导向解决关键技术难题,是跨海通道工

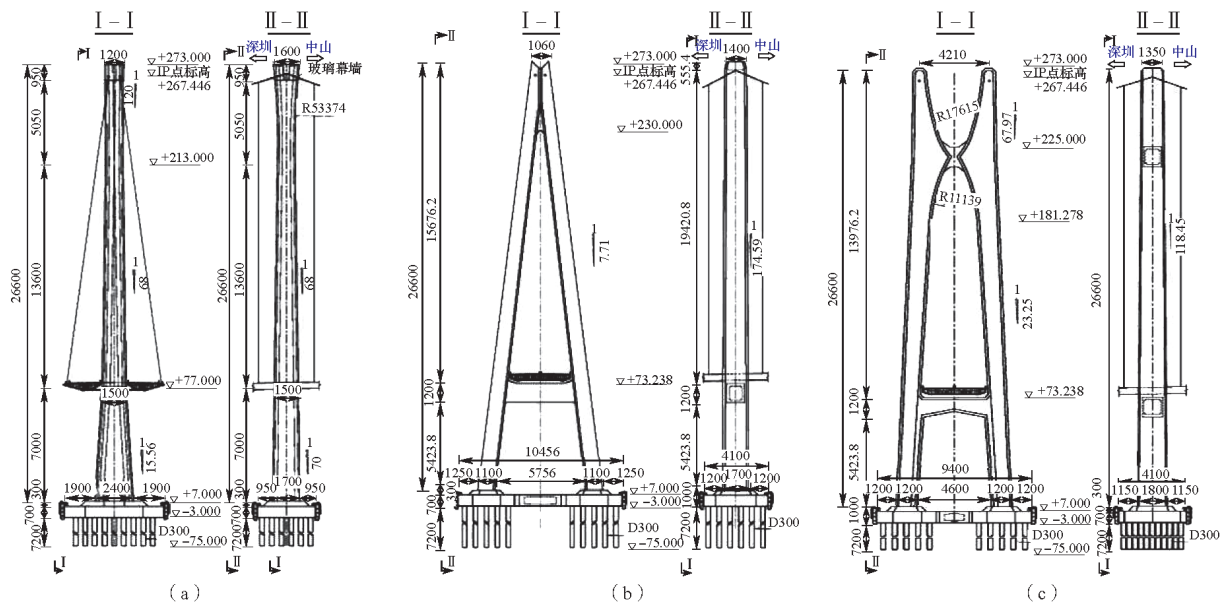


图3 深中通道深中大桥索塔方案比选

Figure 3 Comparison and selection of cable tower design schemes for Shen-Zhong Bridge

程勘察设计最有效的方法。(1)以深中大桥为例:作为离岸最高悬索桥,如何提高整体钢箱梁的抗风安全性成为关键技术难题。设计团队通过风洞试验等手段,采取设置抗风导流板和稳定板等措施,将全桥颤振临界风速提升近10 m/s,有效解决了桥高风大带来的抗风安全问题^[5]。(2)西人工岛建设面临极软地层的挑战:为实现快速成岛,采用大直径钢圆筒是优选方案。经比选后,共设置57个直径28 m的钢圆筒及副格。针对传统八锤联动工艺无法将钢圆筒振入全强风化岩石面的问题,项目创新研发12锤联动技术,创造了极软地层141 d成功筑岛的工程纪录^[15-16]。(3)针对沉管隧道西人工岛极软地层基础方案,团队比较了挤密砂桩与深层水泥搅拌桩两种方案。鉴于挤密砂桩存在淤泥污染环境、海砂资源稀缺且价格波动等问题,最终在国内首次采用深海深层水泥搅拌桩沉管隧道基础方案。该方案成功实施的关键在于采用了施工专用装备,项目通过引进消化吸收与再创新,攻克了装备技术和工艺难题。目前软土地层区域沉管隧道最大沉降量控制在5 cm以内,验证了技术创新实践的良好成效^[17]。

技术创新也是解决重大跨海通道工程关键技术难题最有效的方法^[18-26]。创新性方案的实践需结合认识论与实验法展开研究。深中通道工程的所有创新方案均经过实践检验,施工单位先在工地开展模拟实验,待验证成功后再投入实际应用。在前期研究阶段,项目组组织设计人员赴国内外考察类似通道工程,调研日本东京横断通道、欧洲厄勒海峡大桥等项目的建设情况,同时系统学习当时在建的港珠澳大桥的设计施工技术,充分借鉴国际经验并完善自身不足^[8-9]。通过学习调研,团队深化了对深中通道设计方案的理论认知与品质把控。针对东岛海底枢纽互通立交运营期的行车安全风险,专项开展了实景模拟驾驶安全试验。工地原位试验作为深中通道创新方案实施的核心手段,其关键技术在于钢壳内混凝土浇筑质量控制——通过业主统筹协调,多家单位平行推进了百余次混凝土配合比试验与数十次现场浇筑工艺试验。基于试验数据持续优化配合比参数、改进结构设计、完善施工工艺,同时配套研发混凝土脱空监测技术及处置方案,为钢壳混凝土沉管隧道的高质量建造提供

了保障。通过模拟水下环境开展隧道振密块石基础试验,系统测定块石参数与振动能量参数对振沉量的影响规律,不仅为设计提供了关键参数依据,更指导了实际工程的施工参数选择。实践证明,现场试验法有效支撑了沉管隧道基础的设计施工体系,显著提升了地基沉降控制的可靠性。

4 结论

本文以深圳至中山跨江通道(深中通道)为研究对象,系统探讨了复杂建设条件下跨海集群工程的规划设计与技术创新路径,并结合工程哲学思维揭示了超级工程全生命周期中的作用机制。研究结论如下。

(1)系统思维与问题导向的结合。深中通道工程面临“大、软、高、扰”四大技术难题,包括超大交通量需求、极软地基施工、超高桥面抗风设计以及多交通节点衔接的复杂性。通过以问题为导向的研究方法,结合系统思维和集群思维,成功解决了这些关键技术难题。系统论框架下的多走廊带分析和多线位比选是规划研究的核心方法,能够有效平衡工程规模、生态影响和经济效益。

(2)协同设计理念的创新实践。深中通道作为桥、岛、隧、水下互通四位一体的超级集群工程,其设计突破了传统单体工程思维,采用了跨领域、系统化的设计理念。通过标准化、工厂化、智能化和一体化的设计手段,强化了设计与施工的联动性,优化了桥隧转换节点设计,并在景观设计中实现了整体协调统一。

(3)工程哲学思维的关键作用。工程哲学思维贯穿于深中通道的全生命周期,为复杂跨海工程提供了重要的方法论和思想武器。通过统筹考虑、平衡决策和集群思维,成功实现了跨海集群工程的最优化设计,并为未来类似工程提供了理论支撑与实践参考。

(4)技术创新与实践验证的结合。深中通道工程通过技术创新解决了多项世界级难题,包括超宽深埋沉管隧道、超大跨悬索桥抗风设计、极软地层快速成岛技术、深海深层水泥搅拌桩基础等。所有创新方案均经过模拟实验和现场验证,确保了技术的可靠性和工程的高质量实施。

(5) 示范标杆的全球意义。深中通道的成功建设形成了具有自主知识产权的跨海超级工程建造模式, 为中国乃至全球跨海通道工程提供了新的示范标杆。其规划设计哲学和技术创新路径具有普适性, 可为未来类似工程的决策与实施提供重要参考。

综上所述, 深中通道工程的规划设计与技术创新

实践, 不仅优化了粤港澳大湾区的交通网络, 提升了区域综合竞争力, 还为全球跨海通道建设提供了宝贵的经验和理论依据。工程哲学思维作为复杂跨海工程的核心指导思想, 将在未来类似工程中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 中国公路工程咨询集团有限公司, 中交公路规划设计院有限公司. 深圳至中山跨江通道工程可行性研究报告[R]. 北京: 人民交通出版社, 2015.
China Communications Consulting Group Co., Ltd., CCCC Highway Consultants Co., Ltd. Feasibility study report on Shenzhen-Zhongshan Link Project[R]. Beijing: China Communications Press, 2015.
- [2] 中交公路规划设计院有限公司, 广东省交通集团有限公司, 深圳市交通运输委员会. 深圳至中山跨江通道初步设计[R]. 北京: 人民交通出版社, 2017.
CCCC Highway Consultants Co., Ltd., Guangdong Provincial Transportation Group Co., Ltd., Shenzhen Municipal Transportation Commission. Preliminary design of Shenzhen-Zhongshan Link Project[R]. Beijing: China Communications Press, 2017.
- [3] 徐国平, 黄清飞. 深圳至中山跨江通道工程总体设计[J]. 隧道建设(中英文), 2018, 38(4): 627-637.
Xu G P, Huang Q F. General design of Shenzhen-Zhongshan River-crossing link project[J]. Tunnel Construction, 2018, 38(4): 627-637.
- [4] 中国政府网. 中国式现代化是干出来的——习近平总书记致深中通道建成开通的贺信凝聚信心激发斗志[EB/OL]. (2024-06-30). https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202406/content_6960312.htm.
The Chinese Government Website. Chinese modernization is achieved through hard work — President Xi Jinping's congratulatory letter on the completion and opening of the Shenzhen-Zhongshan Link inspires confidence and motivates resolve[EB/OL]. (2024-06-30). https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202406/content_6960312.htm.
- [5] 徐国平. 深圳至中山跨江通道关键技术与创新[C]//中国公路学会桥梁和结构工程分会全国桥梁学术会议. 重庆: 中国公路学会, 2017: 123-128.
Xu G P. Key Technologies and innovations of Shenzhen-Zhongshan Link[C]//National Bridge Engineering Conference of China Road and Bridge Society. Chongqing: China Road and Bridge Society, 2017: 123-128.
- [6] 李瑞环. 学哲学 用哲学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2005.
Li R H. Applying Philosophy in Practice[M]. Beijing: China Renmin University Press, 2005.
- [7] 凤懋润. 桥梁工程方法与方法论研究[C]//第223场中国工程科技论坛. 北京: 中国工程院, 2016: 12-18.
Feng M R. Research on methodology of bridge engineering[C]//223rd Forum of Chinese Academy of Engineering. Beijing: Chinese Academy of Engineering, 2016: 12-18.
- [8] 徐国平, 苏权科, 李贞新, 等. 外海超长沉管隧道设计关键技术研究[J]. 公路, 2015, 60(4): 1-7.
Xu G P, Su Q K, Li Z X, et al. Research on key design technology of extra-long immersed tunnel in open sea[J]. Highway, 2015, 60(4): 1-7.
- [9] 张志刚, 刘洪洲. 沉管隧道勘察设计关键技术问题分析与探讨[J]. 公路隧道, 2016(2): 1-7.
Zhang Z G, Liu H Z. Analysis and discussion on key technical problems in survey and design of immersed tunnel[J]. Highway Tunnel, 2016(2): 1-7.
- [10] 中华人民共和国交通部. 公路桥涵设计通用规范: JTG D60—2004[S]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
Ministry of Transport of the People's Republic of China. General Code for Design of Highway Bridges and Culverts: JTG D60—2004[S]. Beijing: China Communications Press, 2004.
- [11] 徐国平, 吕卫清, 陈越, 等. 沉管隧道设计与施工指南[M]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
Xu G P, Lyu W Q, Chen Y, et al. Guidelines for Design and Construction of Immersed Tunnels[M]. Beijing: China Communications Press,

- 2018.
- [12] 吕卫清, 徐国平, 陈越, 等. 沉管隧道施工关键技术与创新[M]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
Lyu W Q, Xu G P, Chen Y. Key Technology and Creation for Construction of Immersed Tunnels[M]. Beijing: China Communications Press, 2018.
- [13] 徐国平, 袁勇, 苏权科, 等. 沉管隧道抗震关键技术与创新[M]. 北京: 人民交通出版社, 2018.
Xu G P, Yuan Y, Su Q K. Key Technology and Creation for Seismic Resistance of Immersed Tunnels[M]. Beijing: China Communications Press, 2018.
- [14] 宋神友, 樊健生, 徐国平, 等. 钢壳混凝土沉管隧道设计方法和合理关键构造[M]. 北京: 人民交通出版社, 2023.
Song S Y, Fan J S, Xu G P, et al. Design Method and Reasonable Key Structures for Steel-concrete-steel Composite Structures in Immersed Tunnel[M]. Beijing: China Communications Press, 2023.
- [15] 孙钧. 港澳大桥岛隧工程深厚软基与大回流条件下的工程处治研究[J]. 隧道建设, 2014, 34(9): 807-814.
Sun J. Countermeasures for deep and thick soft foundation under serious back-silting condition: Case study on artificial island and immersed tunnel of Hong Kong-Zhuhai-Macao bridge project[J]. Tunnel Construction, 2014, 34(9): 807-814.
- [16] 深中通道管理中心. 深圳至中山跨江通道施工总结报告汇编[R]. 北京: 人民交通出版社, 2024.
Shenzhen-Zhongshan Link Management Center. Compilation of construction summary reports for the Shenzhen-Zhongshan Link[R]. Beijing: China Communication Press, 2024.
- [17] 叶建忠, 应础斌. 沉管隧道沉降控制研究[J]. 公路隧道, 2013(2): 8-12.
Ye J Z, Ying C B. Study on settlement control of immersed tube tunnel[J]. Highway Tunnel, 2013(2): 8-12.
- [18] 徐国平, 付佰勇, 张志刚, 等. Janbu切线模量沉降计算方法及参数取值初探[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(S2): 804-808.
Xu G P, Fu B Y, Zhang Z G, et al. Janbu tangent modulus method for settlement and determination of parameters[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2013, 35(S2): 804-808.
- [19] 徐干成, 李永盛, 孙钧, 等. 沉管隧道的基础处理、基槽淤积和基础沉降问题[J]. 世界隧道, 1995, 32(3): 2-18.
Xu G C, Li Y S, Sun J, et al. Foundation treatment, sedimentation of foundation trench and foundation settlement of immersed tunnel[J]. Modern Tunnelling Technology, 1995, 32(3): 2-18.
- [20] 凤懋润. 桥梁工程知识论案例研究[C]//第304场中国工程科技论坛. 广州: 中国工程院, 2019: 45-50.
Feng M R. Case study on knowledge theory of bridge engineering[C]//304th Forum of Chinese Academy of Engineering. Guangzhou: Chinese Academy of Engineering, 2019: 45-50.
- [21] 凤懋润. 工程师要有哲学思维——公路桥梁建设管理实践与创新[C]//第24届全国桥梁学术会议. 济南: 中国公路学会, 2020: 87-92.
Feng M R. Engineers should embrace philosophical thinking: Practice and innovation in highway bridge construction management[C]//24th National Bridge Engineering Conference. Jinan: China Communications Society, 2020: 87-92.
- [22] 陈韶章. 沉管隧道设计与施工[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
Chen S Z. Design and Construction of Immersed Tube Tunnels[M]. Beijing: Science Press, 2002.
- [23] 任孝思, 陈越, 杨治兴, 等. 珠江沉管隧道接头设计及处理技术[J]. 世界隧道, 1996, 33(6): 12-19.
Ren X S, Chen Y, Yang Z X, et al. Design and treatment technology of pearl river immersed tube tunnel[J]. Modern Tunnelling Technology, 1996, 33(6): 12-19.
- [24] 钱七虎. 从河床冲淤分析沉管法修建长江水下隧道问题[J]. 现代隧道技术, 2006, 43(4): 1-4.
Qian Q H. On building immersed tube tunnel under Yangtze River from the analyses of riverbed scour and siltation[J]. Modern Tunnelling Technology, 2006, 43(4): 1-4.
- [25] 李兴碧, 王明洋, 钱七虎. 沉管隧道的发展与琼州海峡的沉管隧道方案[J]. 岩土工程界, 2003(7): 7-11.
Li X B, Wang M Y, Qian Q H. Development of immersed tube tunnels and proposal for Qiongzhou Strait Crossing[J]. Geological Exploration for Non-Ferrous Metals, 2003(7): 7-11.
- [26] 宋建, 陈百玲. 沉管隧道穿越江河海湾的优越性[J]. 现代隧道技术, 2005, 42(3): 28-30, 36.
Song J, Chen B L. Advantages of immersed tube tunnel option in river- or gulf-crossing[J]. Modern Tunnelling Technology, 2005, 42(3): 28-30, 36.

Philosophical Connotations in the Planning and Design of the Shenzhen-Zhongshan Link Project

Xu Guoping

China Communications Construction Company Highway Consultants Co., Ltd., Beijing 100010, China

Highlights

Multi-corridor optimization: Systematic analysis to balance alignment, ecology, and economics, solving “large scale, soft foundations, extreme heights, and complex interferences”.

Synergistic design: Bridge-tunnel-island integration with standardized, intelligent methods to enhance coordination and resilience.

Integrated workflow: Pioneered joint design phases, combining expertise and field tests to cut costs and set global standards.

Graphical Abstract



Abstract: This paper takes the Shenzhen-Zhongshan Link as the research subject and systematically explores the planning and research approach, investigation and design methods, organizational management model, and innovation pathways for major cross-sea corridor projects, considering its complex construction conditions, functional requirements, and development objectives. As a super cluster project integrating bridges, artificial islands, tunnels, and underwater interchanges, the Shenzhen-Zhongshan Link faces four major technical challenges: "large-scale, soft foundations, extreme heights, and complex interferences". These include enormous traffic demand, construction on extremely soft ground, wind-resistant design for ultra-high bridge decks, and the complexity of multi-node traffic connectivity.

The paper proposes a problem-oriented approach, employing systems thinking and cluster-based strategies to resolve key technical difficulties, while using engineering philosophy to reveal the mechanisms influencing the entire lifecycle of such mega-projects. During the planning and research phase, the study emphasizes the importance of multi-corridor analysis, evaluating route alignments and engineering solutions within the optimal corridor through comprehensive assessment, and ultimately recommending the best implementation plan based on a systems theory framework.

In terms of investigation and design, the Shenzhen-Zhongshan Link adopts standardization, prefabrication, intelligence, and integration as core methodologies. It transcends traditional single-project thinking by establishing a cross-disciplinary, systematic design philosophy and strengthening the synergy between design and construction to leverage the advantages of various specialized resources. The paper provides a detailed analysis of the project's investigation, design organization, and management, highlighting that forming interdisciplinary teams, employing joint design models, and innovating in design-construction integration can effectively tackle technical challenges, shorten schedules, and reduce costs.

Regarding key solutions and comparative analyses, the study discusses overall alignment optimization, landscape design coordination, and innovative approaches at bridge-tunnel transitions. For instance, the Shenzhen-Zhongshan Link adjusted its alignment to meet navigation and aviation height restrictions while using unified styling elements to enhance aesthetic coherence. At the bridge-tunnel junctions, the removal of supports reduced bridge elevation and shortened artificial island lengths,

optimizing the overall cluster project.

To address critical technical challenges, the paper advocates a problem-driven research methodology, combining epistemological analysis and experimental methods to drive innovation. Examples include wind tunnel tests to improve the aerodynamic performance of the Shenzhen-Zhongshan Bridge, the 12-hammer synchronous driving technique for rapid island formation in ultra-soft strata, and the groundbreaking use of deep-sea cement mixing piles for immersed tunnel foundations—A first in China. The paper underscores the importance of practical validation, ensuring all innovative solutions undergo simulation tests before real-world application.

Finally, the study summarizes the vital role of engineering philosophy in the Shenzhen-Zhongshan Link, demonstrating how it provides essential methodologies and conceptual tools for complex cross-sea projects. By distilling a universal framework for the planning and construction of cross-sea corridors, the Shenzhen-Zhongshan Link's engineering practice offers theoretical foundations and practical references for future projects of similar scale, while setting a new global benchmark for cross-sea infrastructure development.

Keywords: Shenzhen-Zhongshan Link; plan-researches; survey and design; research method; philosophical connotation