破解珠江河口治理挑战，构筑粤港澳大湾区用水安全

杨清书

（中山大学河口海岸研究所/中山大学海洋工程与技术学院，广东广州 510275）

“水乃生命之源”，而“饮水不再是生命之痛”是为生民立命之永恒课题！曾几何时，珠三角谈咸色变，守着偌大珠江苦无“水”饮！十三五科技规划正破解珠江河口治理之挑战，水质性缺水将不再困扰粤港澳大湾区居民用水安全，“珠江河口与河网演变机制及治理研究”项目（简称项目）荣获 2016 年国家重点研发计划“水资源高效开发利用”重点专项 2400 万元经费的资助，基于水安全的珠江河口治理问题及关键技术研发将获重大突破。

如何精准把控河口水安全的牛鼻子？河口治理是关键。珠江河口是世界上最复杂的河口之一，由河网与河口湾两大地貌单元构成，八大口门连接成“网－湾”复杂河口系统。试问珠江河口缺水吗？众所周知珠江径流量居全国第二，仅次于长江，缺水似天方夜谭，为何其水安全问题如此凸显？珠江河口的健康出问题了吗？如何诊断和把脉？河口治理良方安在？这些既是立项背景，又是项目必须回答的科学问题。

1 项目重大意义

首先，珠江河口位于世界著名大湾区之一的“粤港澳大湾区”，是中国乃至亚太地区最具活力的经济区之一，具有用水高度集中、供求错位、对人类活动高度敏感及水安全脆弱性特征。超强人类活动外科手术式的强烈而无序干预，珠江河口“网—湾”格局发生巨大变化：河网河床大幅下切，水位下降，伶仃洋河口湾出海航道也不断疏浚变深等；人类活动的直接干预效应已远超其自然过程，故称之为“河口格局的异变”；所谓“异变”，是指人类活动主导的河口异常变化，表现为变化范围、规模、强度均远超其自然过程，甚至变化趋势逆转；著名河口学家陈吉余院士认为：“人类活动已成为河口系统演变的第三驱动力，迫切需要深入研究河口系统的自然适应与人工干预的协调问题。”世界许多重要河口受人工干预亦发生泥沙来源及潮汐动力格局的异变，对水安全和水生态造成极大威胁，从全球视野来看，河口系统异变不是局部偶然现象。珠江三角洲是我国重要的经济圈，超强人类活动及其效应问题凸出，典型人类活动主要包括水库建设、河道采砂、口门整治、滩涂围垦、航道疏浚、桥梁建造等，特别是河床采砂活动，自 1983 年始 15 年内河网采砂总量相当于其 70～125 年的自然淤积量，河口系统难于恢复乃至不可逆转，导致河网水沙分配、盐水入侵及河势发生异变，而河口湾，其三滩两槽的地貌格局也发生巨大变化，滩槽原有的稳态打破，中滩采砂挖深，滩槽格局异变，因此，珠江河口异变已成为河口治理不可回避的重大科学问题，对水安全带来新的挑战。研发河口新格局、旨在构筑未来水安全的“网—湾”多目标治理技术是服务于经济社会的重大需求。其次，河口位置独特，环境特殊，其扼守河海相互作用之要津，受河、海双重因子控制。洪水期大量淡水入注及过境，而枯水期随潮上溯的咸潮灾害频发；河口格局异变，改变了河口区的咸潮活动格局，直接威胁河口用水安全。第三，河口新格局的水安全风险研究是珠江河口治理及水沙调控的靶向问题。国外河口治理普遍采用整治工程措施，如荷兰的“三角洲工程”，美国密西西比河干支流河道整治等，这些工程只能满足当时经济社会发展的防洪、排涝及航运等需求。珠江河口从 20 世纪 50 年代开始进行相关治理，并取得成效，对河口的稳定及用水安全起重要作用。然而，河口格局异变，水安全形势和需求发生了根本改变，有必要对水安全风险进行再评估，并提供靶向问题，为未来珠江河口治理方案及水沙调控措施提供技术支撑。第四，河口新格局的河网险段治理和堤围防护关键技术，是河口治理迫切需要解决的核心问题。江海堤防是珠三角最重要的直接防洪（潮）屏障，河口格局异变，河床严重下切，险段恶化，河口湾的滩槽失稳，洪水和风暴潮灾害的风险加剧，险段堤围潜在风险陡增，险段堤围治理成新的难题，箭在弦上，迫在眉睫。

综上分析，针对河口异变新格局，紧密围绕国家水资源的重大需求，以河口演变为基础，以水安全为靶向，

作者简介：杨清书（1964—），中山大学海洋工程与技术学院副院长，教授，主要从事珠江河口“动力—沉积—地貌过程及环境、灾害”研究，E-mail: yangqsh@mail.sysu.edu.cn。

开展河口治理共性关键技术研发，并进行应用与示范。项目不仅破解河口异变格局下亟需解决的治理难题和挑战，而且构筑粤港澳大湾区水安全的重要保障，打造河口治理研发平台，项目具有重要性、前瞻性和迫切性。

2 项目研究内容

基于珠江河口异变新格局，项目围绕水安全的河口演变及治理关键科学问题，以“河口异变机制及趋势—治理靶向—技术研发—应用示范”为技术路线依次推进项目的研发，重点对超强人类活动驱动下河口时空异变、异变机制及演变趋势、异变下堤围安全潜在风险及水安全的脆弱性、河口治理措施及调控理论四个关键科学问题为基础，进而进行技术研发与示范。项目研究内容为：河口与河网异变过程、机制及演变趋势；基于过程的多维时空尺度耦合模拟及长周期模型预测；复杂异变条件下河口治理适应性及水安全风险评估；“网—湾”多目标治理及水沙调控措施；河网堤围险段治理防护技术与示范；珠江河口海岸防护及生态海堤建设技术与示范。项目技术路线见图 1。

3 项目预期目标

通过近几十年超强人类活动过程分析，研究河口异变机制及趋势，进行复杂异变条件下河网水安全评估，阐明异变引发的河口治理新格局及新问题，为河口治理提供精准靶向，进而提出未来 10～20 年基于河网关键节点控制、河口湾滩槽格局稳定及口门控制等多目标治理技术方案，并列入水利规划。形成多维时空尺度的耦合模拟、来水来沙及长周期地形预测、河网治理及水沙调控、水安全风险评估、河网堤围防护、生态海堤（海岸侵蚀）防护等 6 项共性关键技术。重点研发不同类型险段治理、新型生态堤围及防护、海岸侵蚀防护等 7 项新技术及 3 项（河网堤围险段治理示范、海岸侵蚀防护示范及生态海堤建设示范）应用示范。

4 项目预期效益

项目可为珠江河口防洪御潮体系建设、海岸侵蚀防护等河口治理问题，以及水资源高效开发利用和科学决策提供重要技术支撑，推动河口治理从“单一防灾、有限治理”向“全面整治、协同开发”的理念转变，加强水资源综合开发利用和安全保障能力建设，基于水安全创新驱动实现该地区经济可持续发展，具显著的社会和经济效益。同时，通过调节河口水资源合理分配，改善河口生态条件，有效保护河口滩涂湿地，缓解咸潮灾害的影响，实现水资源高效开发利用，彰显出其生态效益。

5 项目牵头单位

项目牵头单位中山大学河口海岸所（河口海岸研究团队）是国内高校系统中少数从事河口海岸研究的知名学术机构（始于 1964 年）之一，以华南海岸及珠江河口为重点，就珠江河口演变与治理研究已有 50 余载，承担过 973、863、公益专项、国家重点研发计划项目等国家及地方研发项目或课题 300 多项，有关珠江河口演变研究代表了领先水平。拥有河口水利技术国家地方联合工程实验室（共建）、广东省海岸与岛礁工程技术研究中心等各级研发平台，设备先进，资料完备。协同项目其它团队，研究基础雄厚，为项目实施提供有效保障。

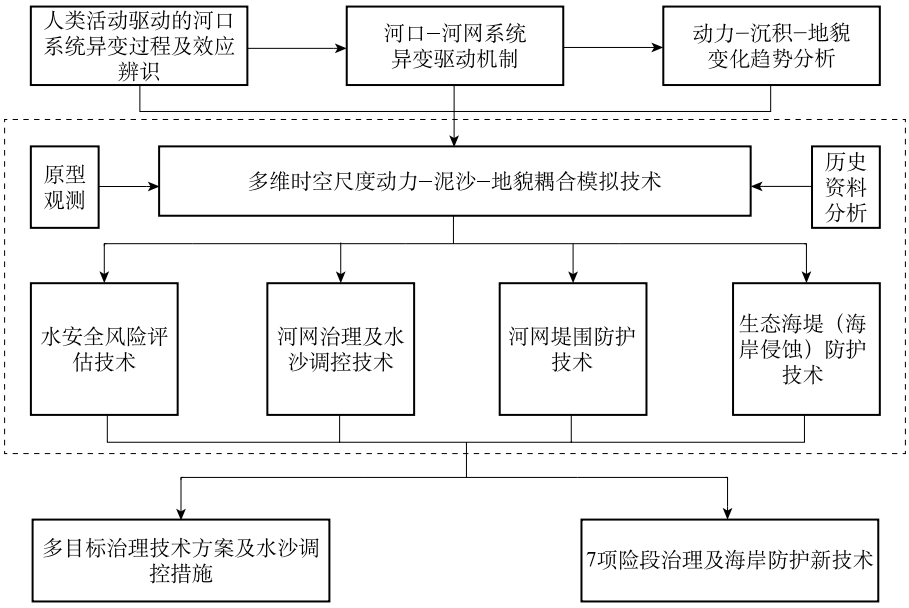

图 1　项目技术路线图