



News & Highlights

港珠澳大桥岛隧工程

林鸣, 林巍

Hong Kong–Zhuhai–Macao Island and Tunnel Project General Management Office, China

港珠澳大桥地处珠江口, 全长55 km。该桥主通航孔由两个 10^5 m^2 人工岛和6.7 km沉管隧道组成, 即岛隧工程, 它是港珠澳大桥的控制性工程。港珠澳大桥沉管隧道软土层厚度超过30 m。为了预留远期 $3 \times 10^5 \text{ t}$ 油轮通航水深, 沉管隧道的埋深达到22 m。工程地处开敞的伶仃洋海域, 台风、强对流及季风高发; 工程水域是中华白海豚的核心保护区; 每天过往船舶数量超过4000艘, 环保与通航安全是工程的重大挑战。港珠澳大桥岛隧工程采用设计施工总承包模式建设, 工作内容包括勘察、设计、科研、装备开发、施工。历时六年半, 2017年5月2日, 最终接头的成功安装, 标志着隧道的贯通。

为了保证工期, 人工岛建设开发了大直径深插钢圆筒快速成岛技术。钢圆筒直径为22 m, 高度平均为50 m, 重约500 t, 在上海制造, 采用70 000~90 000 t 远洋轮运输。为确保它的稳定性, 它需要被整体打入持力层; 为实现该技术, 发展了大直径深插钢圆筒设计方法, 进行了可打性分析, 首次实现了8锤同步振沉系统。为了实现大超载比堆载预压, 创新整体圆弧钢板副格, 与钢圆筒共同组成了止水岛壁结构, 之后仅用100天完成了地基固结改良。该方案减少挖泥 $3 \times 10^6 \text{ m}^3$, 取消了千余米地下连续墙工程和全部岛上结构物的桩基工程, 两个人工岛的成岛工期为7个月, 工期比原计划提前两年。

沉管隧道共有33个管节, 标准管节长180 m、宽38 m、高11.4 m, 重76 000 t。它的基础施工是一个难题, 因为要在回淤环境下连续进行5.664 km的施工。所有管节均处在0~3%的纵坡上, 基础施工水深最深达50 m, 标准管节底面积为 8000 m^2 , 与管节底面接触的碎石基床面的铺设平整度要求不大于4 cm。为此工程投资了近30亿

元人民币用于专用装备, 发展了深水测控技术、精细化疏浚技术、清除与控淤技术、深水基床施工技术。关于沉管管节的预制, 投资10亿元人民币, 建设最大规模沉管预制工厂(是第二例沉管预制工厂, 第一例是厄勒海峡隧道[1]), 曲线沉管管节工厂法预制首开先河, 并实现了近百万立方米混凝土自防水控裂。该工程连续、安全地安装了33个沉管管节, 过程中发展了大体积管节外海环境与受限航道的拖航技术、深水与深槽中的安装技术, 开发了深水无人沉放系统, 总结了免调节管节水下安装工法。并且, 研发“半刚性管节”沉管隧道新结构概念, 增加沉管纵向结构健壮性, 解决了深埋带来的高覆土荷载问题; 创新了“组合基床”沉管隧道新基础概念, 将沉管隧道基础的沉降与差异沉降控制在较好的水平(以往工程参考[2]); 创新主动止水整体式最终接头技术, 沉管隧道的水下合拢难题取得突破; 基于摸索性试验, 发明“记忆支座”, 降低沉管隧道管节接头部位因差异沉降而开裂或损坏的风险。

2013年超强台风“海燕”袭击南太平洋以后, 针对灾害性天气发展趋势, 开展工程防灾标准评估研究, 优化工程防灾设计, 全面提升了工程防灾能力。建设期间工程成功经受了强台风“天鸽”的正面袭击的考验。

工程建设期间, 开展了140多项试验研究, 工程取得了540项专利。

References

- [1] Busby J, Marshall C. Design and construction of the Oresund tunnel. *Civil Eng* 2000;138:157–66.
- [2] Grantz WC. Immersed tunnel settlements: Part 2: Case histories. *Tunn Undergr Sp Technol* 2001;16(3):203–10.