

中交四航局三公司科研技术部

# 科技通讯

(第 14 期)

时间： 2021 年 9 月份

总编： 杨建冲

审批： 彭上志

审核： 毕莉莉、廖世强、吴世解

编制： 孟腾蛟、白举举、魏永乐

日期： 2021 年 09 月 30 日

## 一、四航局司务会工作目标完成情况

### 1、持续推进项目技术管理信息化系统的优化工作

根据局技术中心相关工作安排，协助做好技术管理系统优化，做好管理台账、预警等版块更新准备工作；到项目进行技术检查时，推广技术管理成果系统，利用成果共享提升技术管理水平。

（彭上志 毕莉莉 科研技术部）

### 2、持续抓技术管理制度的落实，重点关注检查、评价及考核

1. 结合业务检查，对项目部进行《技术质量红线管理办法》及《中交集团暨中国交建技术管理办法等技术管理办法》等的宣贯及落实情况的督查。

2. 业务检查时宣贯《公路水运工程淘汰危及生产安全施工工艺、设备和材料目录》并重点关注项目部是否存在使用淘汰的施工工艺、设备和材料的行为。

（毕莉莉 吴世解 科研技术部）

### 3、完成第二批标准化工艺发布

完成《船载轨道行走分级变幅式打夯机打夯水下基床施工工艺》及《门式起重机纵横移动一体化快速出运大型方块施工工艺》等局第二批标准化工艺成果的修改定稿统一发布。

（彭上志 岑文杰 廖世强 科研技术部）

### 4、参与水运关键技术成果鉴定会

完成了对《轻型框架式液压整平机水下基床一体化铺石整平施工关键技术》和《船闸大体积混凝土塔式振捣快速浇筑施工关键技术》水运工法关键技术鉴定，鉴定结果均为国内领先水平。

（岑文杰 梁春艳 科研技术部）



图1 水运关键技术成果鉴定会

### 5、收集并审查各个“技术梯队”的汇报材料

完成了梯队活动相关汇报内容的组织编写和初稿收集。其中建材梯队1项，岩土梯队1项，结构梯队2项，码头梯队1项。

（彭上志 岑文杰 科研技术部）

### 6、组织已完工及即将完工的项目部开展技术总结的编写工作

已发文组织技术总结编写，并已收到技术1份。

（岑文杰 梁春艳 科研技术部）

## 二、科技管理

### 1、制度、标准、平台建设

(1) 科技部牵头，各船闸项目部配合，调研收集相关资料，筹备编制船闸成套施工技术。

(2) 指导 G15、新海枢纽、万州、广连、红花等二类项目按照管理要求及时上传并更新技术管理信息系统上的相关资料。

(3) 配合局信息中心及时解决技术管理业务平台使用过程中出现的问题。

(毕莉莉 魏永乐 科研技术部)

### 2、技术管理及技术交流

(1) 完成施组及专案审批 25 项，今年已累计审批 214 项。

(2) 组织片区主管进行网上技术督查，特别是 G15、新海枢纽、广连、万州、万安、红花等局关注度较高的二类项目作为重点督查对象，并出具问题清单，督促项目部及时整改。

(3) 配合局技术中心完成对茂名、万州及官新高速等项目的技术督查。

(4) 由公司总工程师带队到钦州中船项目进行实地调研，与项目部沟通后确定了工艺调整相关内容。

(5) 参与贝宁科托努 5 号码头项目策划会、越南茶荣东城二期 120MW 海上风电项目投标方案和报价讨论会及“宁海驳 16001”船拖航调遣回国方案讨论会等，做好技术支持。

(6) 参与贝宁科托努 5 号码头项目设计优化变更讨论会、喀麦隆分包船舶调遣回国拖航方案讨论会及“四航广州”号船操作规程讨论会等。

(7) 深入钦州、万州、贵阳、东川、万安、官新、西津、红花、G15、廉江及海口棚改等项目，提供技术支持，及时解决技术问题。

(彭上志 廖世强 吴世解 毕莉莉 魏永乐 科研技术部)



图 2 官新项目技术督查



图3 钦州项目技术巡查



图4 广连项目质量月知识竞赛





图 5 万安项目质量月活动启动会



图 6：防城港道路及堆场工程交工验收



图 7 GTC 项目塔吊安拆方案专家论证会

### 3、科技进步管理

- (1) 计划申报水运工法 2 项。
- (2) 加纳项目计划由中港牵头申报科技奖 1 项。
- (3) 申报专利 2 项。
- (4) 获发明专利授权 1 项。

(岑文杰 科研技术部)

### 4、信息化建设

- (1) 计算机设备管理系统已在信息中心内测，并与局信息中心反馈出现的运行异常情况。
- (2) 已咨询局信息中心沟通开发规范，初步选定具体技术路线。
- (3) 9 月份支持视频会议 23 次；参与局 70 周年庆文艺汇演彩排；协助工会录入会员信息。

(毕莉莉 王靖君 科研技术部)

### 5、综合管理

- (1) 持续加强对各项目部内业资料督查，严把结构技术安全稳定核算关。

(魏永乐 科研技术部)

## 三、在建项目亮点

### 1、阳江港项目顺利完成首件预应力面板施工

8 月 29 日晚，阳江港吉树作业区#J15~#J16 泊位工程项目顺利完成首件预应力面板施工，标志着该项目构件预制这一重要节点的开启。

本工程新建 1 个 3000 吨级风电泊位和 1 个 5000 吨级通用泊位，码头为高桩梁板式结构，共有 1513 件预制构件，其中包含 1238 件预应力构件，均采用先张法对钢筋施加预应力，首件预应力面板尺寸为 5660×4340×550mm，采用 C45 高性能混凝土进行浇筑。构件预制是阳江港项目重难点控制性工程之一，其中预应力构件施工是施工难点，该首件的完成为项目部进行典型施工提供了有力数据支持，为项目部掌握先张法预应力施工工艺和控制要点总结

了经验。

阳江港吉树作业区#J15~#J16 泊位工程项目是阳江市对接粤港澳大湾区建设，适应“一带一路”、“沿海经济带”等国家重大战略的需要，为公司进一步打开阳江片区市场打造品质工程。

(陆鹤升 阳江港项目部)



图8 预应力面板钢筋

## 2、广连项目锚杆格梁施工中采用定型塑料组合模板

定型塑料组合模板在锚杆格梁施工中的应用有五大优点。一、系统化。塑模安装更轻便、快捷，现浇混凝土施工速度更快，在人工工时成本更低，更将传统的粗糙模板拼凑转变成现代化工业化产品，打造出标准化、程序化、专业化的系统安装方法。二、更安全。模板轻便，施工现场不存在残钉、尖刺等问题，大大降低了工程人员的安全隐患，模板干净整洁易整理，现场除开挖之外，基本无需大型机械，无笨重材料人工搬运问题，综合降低人工成本。三、环保化。模板可循环多次使用，次数最高可达300余次，更可进行回收处理，从多方面解决环保问题，塑料模板可使用环保脱模剂，模板表面干净整洁；在施工方面能节省大量设备，从而达到一个节省成本且保证环保的效果。四、更高效。塑料模板是通过高温200℃挤压而成的复合材料，高压强度极高，不易变形，可承受不规则沉降压力；工人易上手、效率高；使用寿命长，防渗防漏。五、更美观。使用塑模的锚杆格梁，线型美观、表明平整光滑。。

(李锦程 广连项目部)





图9 锚杆格梁施工采用定型塑料组合模板

### 3、海川大道轻质土首件工顺利完成

海川大道扩建工程的拼宽路基施工采用气泡混合轻质填土，容重设计为不大于  $6.5\text{kN/m}^3$ ，设计抗压强度为路槽底以下  $120\text{cm}$  范围内不小于  $0.8\text{MPa}$ ，其余区域不小于  $0.6\text{MPa}$ 。气泡轻质土浇筑分层进行，浇筑厚度不小于  $1\text{m}$ ，单次浇筑厚度宜为  $0.3\sim 0.8\text{m}$ ，待每层气泡轻质土达到设计强度后，方可进行下一层施工。据悉，气泡混凝土是通过气泡机的发泡系统将发泡剂用机械方式充分发泡，并将泡沫与水泥浆均匀混合，然后经过发泡机的泵送系统进行现场浇筑或模具成型，经自然养护所形成的一种含有大量封闭气孔的新型轻质保温材料。在道路扩建中的加宽路基填筑，更好解决新旧路基差异变形问题，并可节省征地，避免拆迁。

（陈明华 禰剑潇 李泯峰 海川大道项目部）



图10 气泡轻质土洒水养护

### 4、验槽小车在浮式系船柱施工中的应用

在万安项目浮式系船柱施工中，浮式系船柱的导轨槽制作质量要求非常高，对此，项目部研制了验槽小车用于导轨槽制作质量控制，并作为导轨槽质量检验的工具。将分段的导轨槽预拼装成整体，验槽小车模拟浮式系船柱浮桶的滚轮，在整个导轨槽滚轮工作面上滑行，若验槽小车能全程顺利滑行通过，则导轨槽滚轮工作面尺寸检验合格，既简化了测量工作，又避免了常规尺量的误差。

（李森昌 万安项目部）





图 11 工艺展示柜

## 5、广连项目路基填筑画网格线控制

广连高速项目路基填筑施工中,严格按照方案及标准化要求采用画网格线方法进行控制填筑层厚。首先对网格线进行放样,然后用白灰进行标识。接着按网格布料,根据运料车的容积和松铺厚度确定网格内的卸料车数,卸土时设专人指挥,力求卸土准确。用推土机将填料摊铺平整,松铺厚度根据试验路段数据控制。根据试验段确定的施工参数进行碾压,至压实度检测达到设计及规范要求。

(李锦程 广连项目部)



图 12 路基填筑画网格线控制

## 四、四新技术应用推广

### 新应用：1、潮间带海上风机安装坐底式平板驳施工技术的应用

越南朔庄海上风电项目在潮间带海上风机安装施工时首次采用可坐底式的平板驳,配合大起重力、大吊高的履带吊进行施工。该风电场滩表地势平坦,起伏小,水深 0~3.8m,滩表覆盖 10~20m 厚粘土,退潮后露滩。

该工程选择万吨级平板驳配备大起重能力吊机,在同等载荷条件下,坐滩施工对地基承载力的要求更小,在潮间带风机安装施工方面优势明显,满足了该工程特定的施工条件,工程施工进展顺利,在 3 个月之内完成了 8 台风机的安装,工程质量和进度符合预期,经济效益明显。坐底式平板驳施工技术可以为今后需要在潮间带海上风电安装的工程提供参考和借鉴。。

(梁佳康 越南项目部)

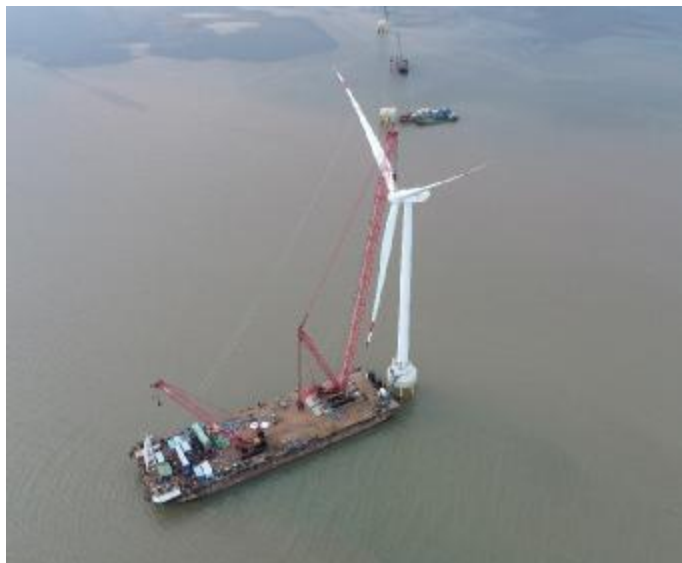


图 13 风机安装

### 新应用：2、预制钢筋混凝土房屋在工程中的应用

海川大道扩建的试验室建设采用预制钢筋混凝土房屋，该预制钢筋混凝土房屋标准间尺寸为 6m（进深）×3.3m（开间）×3.3m（高），根据功能分区可以组合拼装，单间重量约为 24t，采用 50 吨吊车安装，价格约 1.2 万/间（毛坯价含安装，不含装饰装修），预制钢筋混凝土房屋造型美观，价格适宜，经济实用，具有防台风、抗地震、隔热、隔音、保温、防潮等特点。装拆方便、安装工期短、特别适用于应急工程的需要，适合建设工程指挥部、项目经理部、市内建筑工地，办公、职工宿舍、伙房、餐厅、仓库、水泥库及大型工地的整体性生活区用房。

（陈明华 禔剑潇 李泯峰 海川大道项目部）



图 14 预制房屋吊装拼装

### 新应用：3、配料提升皮带输送机给料系统的应用

广西柳江红花水利枢纽二线船闸工程土建III标项目搅拌站场地规划合理，各类机械作业井然有序；搅拌站场地整洁规范，文明施工状况良好。其中，配料提升皮带输送机给料系统配合喷淋系统的应用起到了重要作用。

皮带输送机是一种广泛应用于矿山、冶金、煤炭等行业的机械设备，主要作用是将配料

机中配好的骨料源源不断的输送到混凝土搅拌机中，不需要等待进料。与传统的铲车上料方式相比，其具有以下优点：生产效率高，性能可靠，易封闭，不易受恶劣天气影响，维修费用低。缺点是占地面积较大。

皮带输送机骨料输送系统可广泛应用于大型混凝土搅拌站的生产作业之中，是混凝土搅拌站提升工作效率的优良选择。。

(白举举 科研技术部)



图 15 柳江红花项目皮带机上料系统

#### 新应用：4、塔机安全监控管理系统在船闸施工中的应用

针对船闸基坑内的塔机群塔作业，万安项目安装了塔机安全监控管理系统，该系统由视频监控系统和安全监控系统组成，管理层可以随时通过电脑或手机实时监控塔机作业。

视频监控系统监测塔机的起升卷扬、行程卷扬、司机室、吊钩，视频显示器放置于驾驶室中，给塔机司机带来更加宽广的操作视野，提高了塔机操作便捷性。

安全监控系统监测塔机的运行行程数据，起升高度数据，限位数据，操作指令数据以及输出控制点位，可以让塔机司机全方位掌握塔机的实时运行状况，若超出设定的安全值则会自动发出声光报警，有效提高了塔机作业的安全性。。

(李森昌 万安项目部)



图 16 塔机安全监控管理系统与起重作业智慧监管平台

#### 新应用：5、混凝土引气铲在扭王块预制中的应用

针对扭王字块具有斜截面尺寸小、数量多的特点，在混凝土浇筑过程中气泡排出困难。为提高扭王字块预制的外观质量，喀麦隆克里比深水港二期工程项目定制混凝土引气铲，同时采购便携式附着振捣器应用于扭王字块预制施工中。采用附着振捣器与引气铲配合使用，可使气泡更易排出，减少斜面气泡数量，斜截面振捣更加密实，可有效提高扭王字块预制的外观质量。

(邱远胜 喀麦隆项目部)





图 17-图 19 混凝土引气铲的应用

## 五、9 月在建项目存在的问题及措施：

9 月份进行了对万安，贵阳，万州，东川，官新，钦州等在建项目的技术巡查，在检查过程中已出具问题清单，并督促其限期整改。

- (1) 施工策划，技术管理策划，部分专项方案的批复意见回复报告未打印归档。；
- (2) 典型施工文档未归类，缺少典型施工交底台账，缺少典型施工总结；
- (3) 未按照技术管理策划要求及时编制相关方案并报审；
- (4) 技术管理信息系统上的典型施工资料不全，方案合规性检查、技术交底、过程记录、自纠自查资料偏少；
- (5) 二级交底数量普遍不足，三级交底普遍未及时上传系统；
- (6) 施工组织设计已经报批，单一级技术交底记录未上传系统，且交底时间在在施组批复意见下发日期之前，同事接收交底的部门不全；
- (7) 个别施工人员劳保用品穿戴不规范，应加强交底学习；



图 20 施工现场文明施工差

(8) 施工现场文明施工差;



图 21 人行道上堆放杂物

(9) 人行道上堆放杂物;



图 22 T 梁端头模板打磨不干净。

(10) T 梁端头模板打磨不干净，影响外观质量。



图 23 料仓标志牌有误

(11) 料仓标志牌有误，没有 0-5mm 的碎石。



## 六、科技在线

盾构、掘进机（TBM）问世至今已有近 200 年历史，其始于英国，发展于日本、德国。近 30 年来，由于土压平衡、泥水平衡、尾部密封、盾构始发及接收等一系列技术难题的解决，使得盾构及其掘进技术有了较快发展。盾构法施工已是一门比较成熟的地下工程施工技术。我国盾构施工技术已取得了长足的进步，但与国外先进盾构技术相比，仍然存在一定差距，主要表现在关键部件的材质和耐久性方面。因此，需要进行不懈的开发、创新和积累，以形成我国独立的机械制造、隧道设计和施工管理技术。

（微信扫码获取更多资料）（孟腾蛟 科研技术部）

### 1. 中国盾构、TBM 隧道修建技术现状和经验教训

当今中国已是世界上隧道及地下工程规模最大、数量最多、地质条件和结构形式最复杂、修建技术发展速度最快的国家。盾构、TBM 隧道施工法作为一种适用于现代隧道及地下工程建设的重要施工方法之一，将发挥重要作用。

#### 1.1 山岭隧道 TBM 技术现状

TBM 掘进机是特长铁路、水工、山岭隧道高度机械化的开挖设备，与钻爆法配合进行快速安全施工是最好的组合方法。掘进机法虽然投资多，但具有施工快速、优质、安全、环保等优点。大伙房引水隧道、中天山特长隧道、西秦岭隧道等工程全部采用开敞式 TBM + 钻爆法施工，直径在 10m 以内，采用复合式衬砌结构，而不允许也不可能采用管片衬砌。

#### 1.2 城市地铁盾构、TBM 隧道技术现状

不同形式的盾构所适应的地层范围不同，盾构选型总的原则是安全性、适应性第一，以确保盾构法施工的安全、可靠、经济、快速。上海、广州及北京地区是我国盾构应用较多且较早的地区，这 3 个地区分别代表了我国 3 大区域的地层（3 大典型地层）特征：软土地层、复合地层和砂卵石地层。砂卵石地层适合采用土压盾构和开敞式盾构施工，如北京地铁、成都地铁、沈阳地铁等；软土地层适合采用土压盾构施工，如上海地铁、南京地铁、苏州地铁等；复合地层适合采用复合盾构施工，如广州地铁和深圳地铁等。另外，黄土地层和膨胀土地层因最怕水加速地层变坏而适合采用无水土压盾构和开敞式无刀盘盾构施工，如西安地铁、合肥地铁；硬岩地层适合采用 TBM 掘进机施工，如重庆地铁、青岛地铁、厦门地铁、大连地铁等。单洞单线地铁隧道宜选用直径为 6~7m 的盾构施工，应采用单层管+混凝土复合式衬砌；单洞双线地铁隧道宜选用直径为 10~12m 的盾构施工，采用复合式衬砌。

## 2. 典型工程案例

### 2.1 南京长江公路隧道

南京长江公路隧道是我国首次大规模穿越砂层及砂卵石地层的盾构水下隧道。隧道原定采用沉管法施工，后因冲刷深度变化较大、流速大、造价高且影响水运而改为盾构法施工，属市区隧道。隧道长 3.02km，盾构外径 14.95m，南京市政府要求采用双向 6 车道，设计速度 80km/h。由于采用大直径泥水气垫式盾构，埋深加大，施工风险大，且造价很高（盾构 3.5 亿元/台），总投资 44 亿元，于 2010 年通车。南京长江公路隧道横断面如图 1 所示。南京长江公路隧道工程地质条件复杂，盾构直径超大，取消了水下横通道，盾构施工水土压力高达 0.75MPa，独头掘进 2.9km，采用单层管片衬砌。

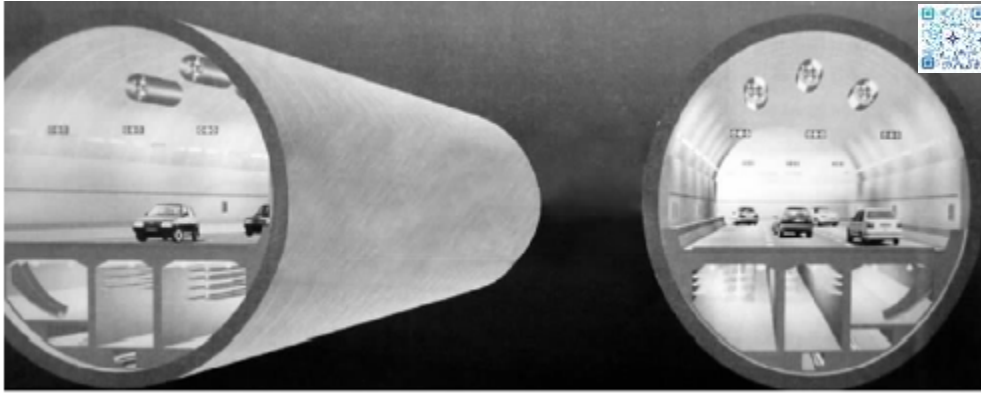


图 24 南京长江公路隧道横断面

## 2.2 广深港狮子洋铁路盾构隧道

狮子洋隧道是我国第 1 条特长水下盾构铁路隧道，盾构外径 10.8m，隧道全长 10.8km，盾构施工段长 9.3km，隧道内径 9.8m，第 1 层衬砌用厚 0.5m 的管片，第 2 层衬砌用厚 30cm 的钢筋混凝土，确保结构安全。总投资 33 亿元，于 2011 年双线贯通，被誉为中国铁路世纪隧道。

狮子洋隧道在“广州—深圳”一线 3 次穿江越洋，其中，狮子洋水面宽达 3300m，最大水深达 26.6m，为珠江航运的主航道，最大设计水压达 0.67MPa，该盾构隧道为国内首次软硬不均地层和风化岩层中采用大直径气压调节式泥水盾构施工。狮子洋隧道盾构段使用了 4 台气垫式泥水平衡盾构，在国内首次采用盾构“相向掘进、地中对接、洞内解体”的先进施工技术，取得了成功。狮子洋隧道地质剖面图如下图所示。

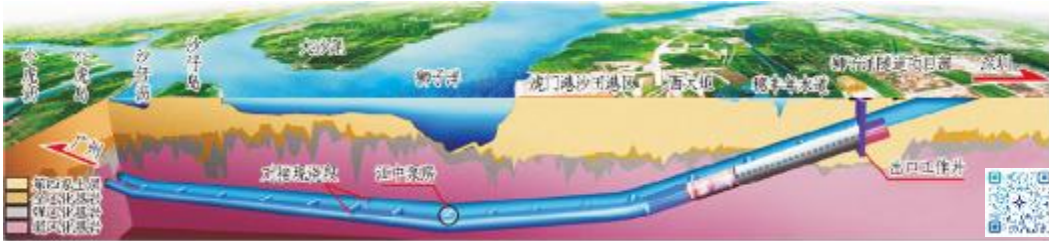


图 25 狮子洋隧道地质剖面图

## 3. 发展方向

大直径盾构不是发展方向，它将导致人为增加风险。长距离掘进大于 2km 时，盾构直径小于 12m、深埋施工才是发展方向（如武汉长江水下隧道、杭州下穿钱塘江双向 4 车道、即将修建的琼州海峡水下铁路隧道等）。

## 4. 展望

### 4.1 琼州海峡隧道

规划中的琼州海峡海底铁路隧道长 30km 左右，该项目属世界级工程，尚处于民间学术交流阶段，有采用直径为 10m 左右的泥水平衡盾构施工的方案。盾构深埋，铁路隧道联通海南，汽车背驮式通过，造价约 550 亿元。

琼州海峡隧道虽已经过多年的不断论证，但其建设方案却始终未有定论。经过有关交通部门和专家长达 15 年的多次讨论、研究和论证，终于形成了跨越琼州海峡的 3 种建设方案，分别是西线公路桥梁方案、中线铁路隧道方案和中线桥梁方案（见图 13）。目前西线方案因为距离远、造价高于隧道方案 1 倍以上基本被否决；中线隧道方案长 29km 左右、不影响 30 万 t 油船通行（要求跨径 > 1100m、高度 > 73m），被认为是最优方案。在隧道修建方法

的选择上, 由于海峡海底地质是软土沉积层, 可采用盾构法施工, 且深埋优于浅埋, 但最终的建设方案将由国家发改委进行审查后定夺。



图 26 琼州海峡跨海工程中、西线桥隧方案

#### 4.2 台湾海峡隧道

台湾海峡海底隧道工程跨海长 200km 左右, 工程较琼州海峡跨海通道更为艰巨复杂, 线路有北线、中线、南线 3 种方案 (见图 15)。通过对 3 种方案的优化、比选, 其中北线地质稳定, 线路最短, 是优选方案, 其造价约 2000 亿元, 工期约 10 年。根据地形图, 台湾海峡海域最深为 80~100m, 地质条件变化大, 采用深埋方案风险最小, 施工方法可选用开敞式 TBM+钻爆法施工。

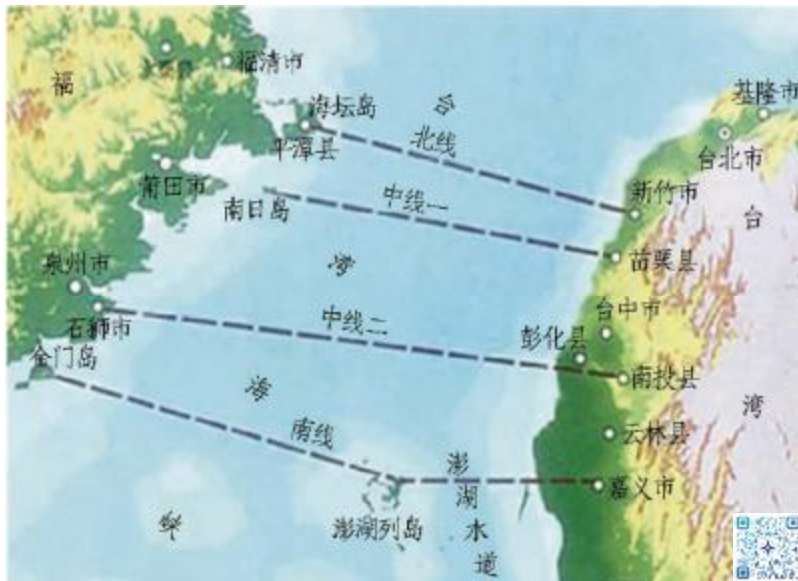


图 27 台湾海峡海底隧道 3 种方案