

# 深中巨龙

## ——钢壳沉管重点难点



深中通道的建设面临“超宽、变宽、深埋”等世界级技术难题：

超宽

双向8车道，46m，  
世界首例。

变宽

615m变宽段，8变宽至  
12车道；断面由46m变  
宽至约70m。

深埋

埋置深，-38m；  
大回淤；  
管节结构承受荷载大。

沉管隧道突出优点

钢壳兼顾施工期模板，预制场地灵活，且有利于工厂化制造

承载能力大；防水性能好

社会、经济、生态价值显著

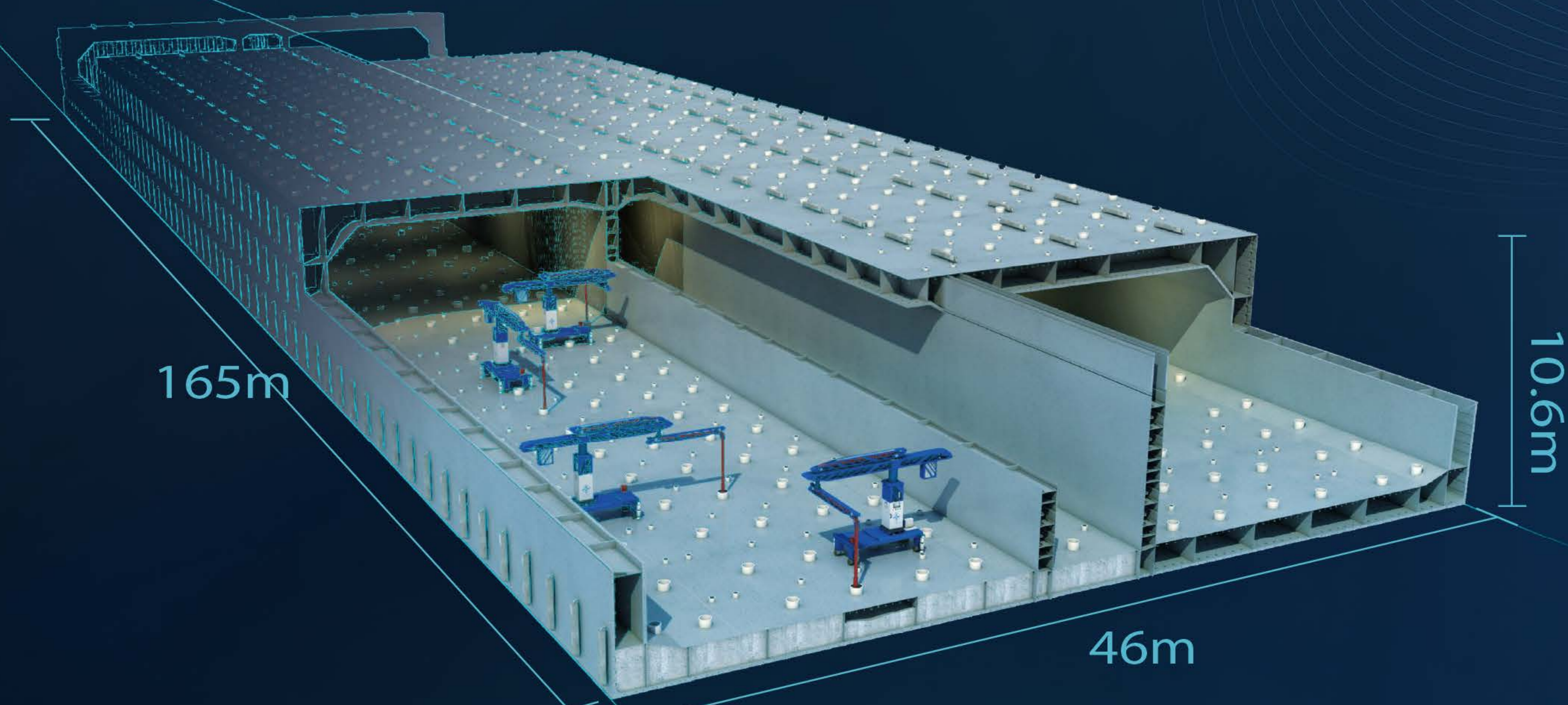
结构尺寸小：全断面高度减少约1.8m，减少疏浚量约1000万 $m^3$

传统的钢筋混凝土结构沉管难以满足项目需求，为此，创新性地提出了“钢壳-混凝土沉管新结构”。目前，国内全产业链空白，亟需解决钢壳沉管受力机理、合理构造、耐久性保障、最终接头、自流平混凝土制备、施工工艺及关键装备研发等“卡脖子”技术难题。

强其山 生在水 其木也

# 智造精品

## ——钢壳沉管全流程



深中通道沉管智能预制厂分别位于珠海牛头岛及广州南沙，负责深中通道沉管的浇筑、纵横移、GINA止水带安装。

深中通道海底隧道沉管段，是世界范围内首次大规模采用钢壳混凝土结构，双向八车道，也是全球最长最宽的海底沉管隧道，具有“超宽、变宽、深埋、回淤量大、挖沙坑区域地层稳定性差”五大技术难点。

研发了高体积稳定性自密实混凝土、世界最大智能台车编队、世界首套智能浇筑系统、国内第一艘自主研发深层水泥搅拌船等技术、装备，系统解决了8万吨沉管快速移运和自密实混凝土浇筑的百年质量难题。

### 沉管预制关键工艺

01



#### 高体积稳定性自密实混凝土

填补国内相关技术空白，具备高流动、低收缩、自密实等特点，总浇筑量达70万立方米。

02



#### 智能台车编队

由200台电动轮轨式液压台车组成，每台可承重800吨，台车编组由中控电脑指挥，可实现200台台车的同时同步行走和自动纠偏。

03



#### 智能浇筑系统

实现浇筑速度、下料高度完全控制，精细化、数字化控制浇筑过程，同时具有越障能力，可灵活移动。

### 沉管预制关键工序



1. 管节纵移至浇筑区



2. 智能浇筑



3. 纵移至浅坞区



4. 一次舾装



5. 横移至深坞区

# 隧连西东

## ——沉管浮运安装



深中通道为世界首例采用双向八车道钢壳混凝土沉管的海底隧道，具有沉管体量大、浮运距离长、水下对接精度要求高、浮运安装需要穿越多条繁忙社会航道等特点，施工难度大，是整个过程的关键控制性工程。

01

### 沉管浮运航道

使用世界首制的沉管浮运安装一体船“一航津安1”，将沉管管节从牛头岛预制厂浮运至深中通道施工现场，航行距离50km。

02

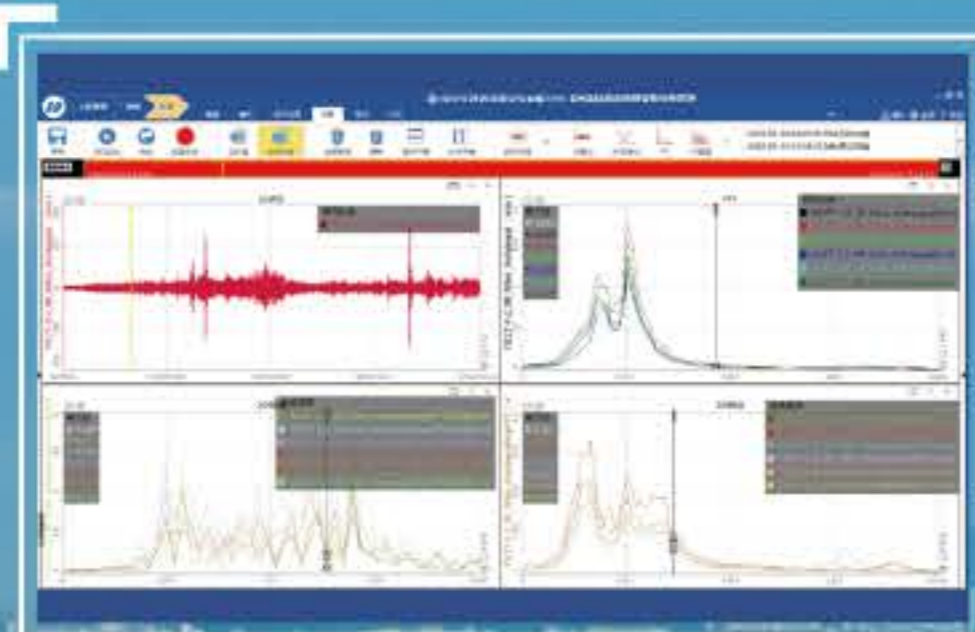
### 九大智能施工管理系统：



**浮运导航系统：**北斗系统融合多源数据，实时显示浮运关键数据。



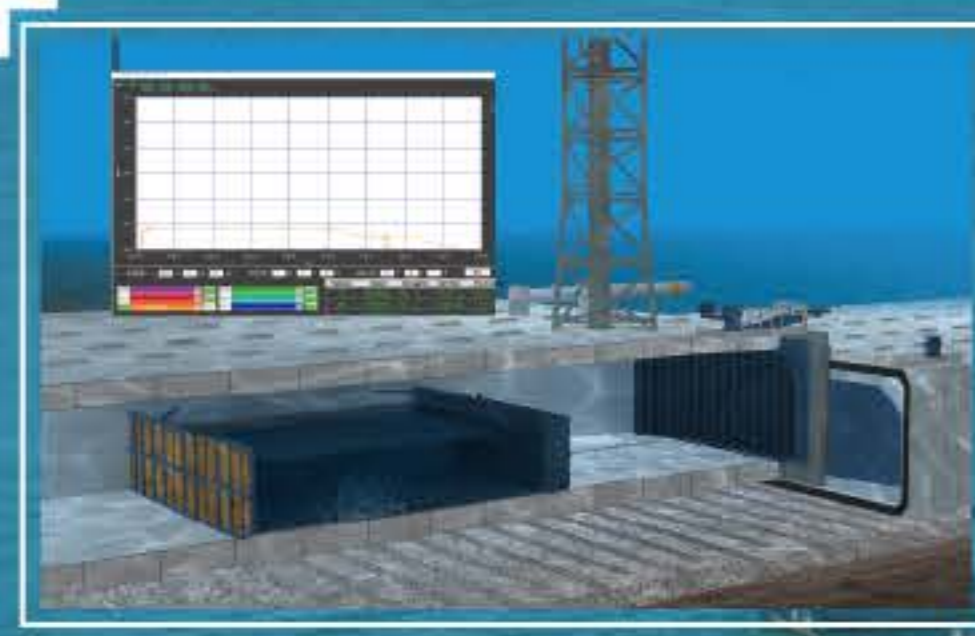
**双测量塔系统：**北斗系统融合多源数据，满足40m水深高精度对接。



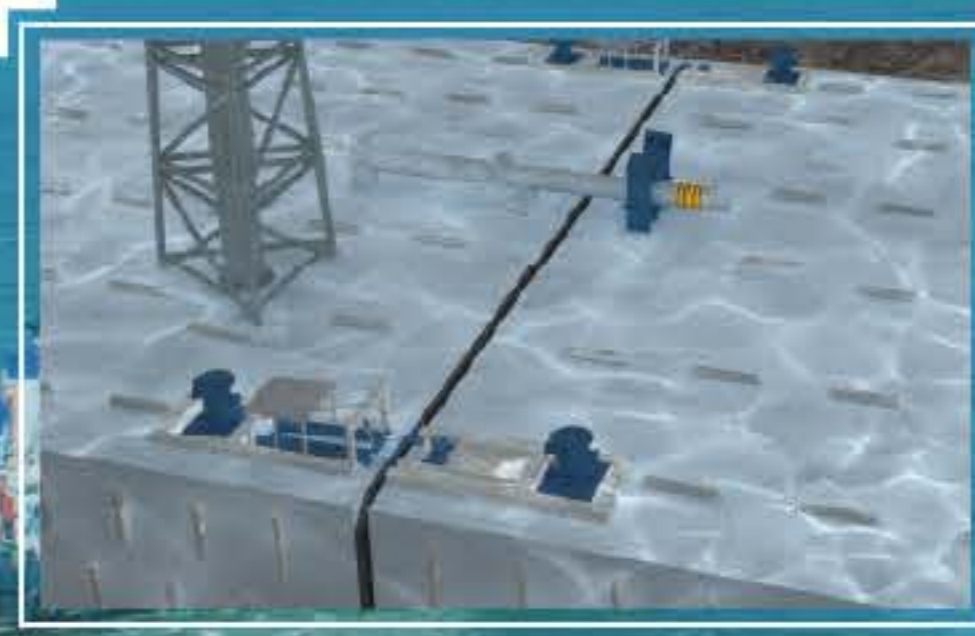
**监测系统：**实时自动监测浮运安装过程各项关键指标数据。



**系泊系统：**采用预抛锚系，实现快速系泊，保证一体船位置稳定。



**压载水系统：**实现水下无人操控及自动沉放。



**拉合系统：**水下无人自动对接，可实现距离同步、压力同步。



**水力压接系统：**分阶段受控压接，远程实时监控。



**精调系统：**顶头摆尾，实现沉管毫米级调整。



**气象保障系统：**中长期精准预报，现场实时水文气象监测。



标准管节尺寸为 165×46×10.6m

浮运航道总长

50km

8万吨级沉管水下  
40m对接精度要求为

±5cm

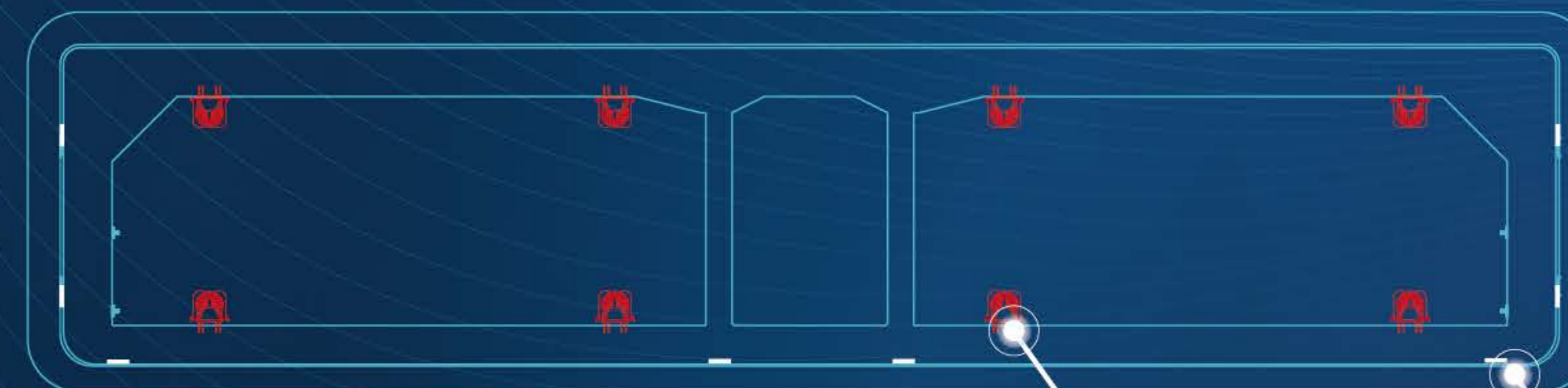


# 深海携手

## ——海中推出式最终接头

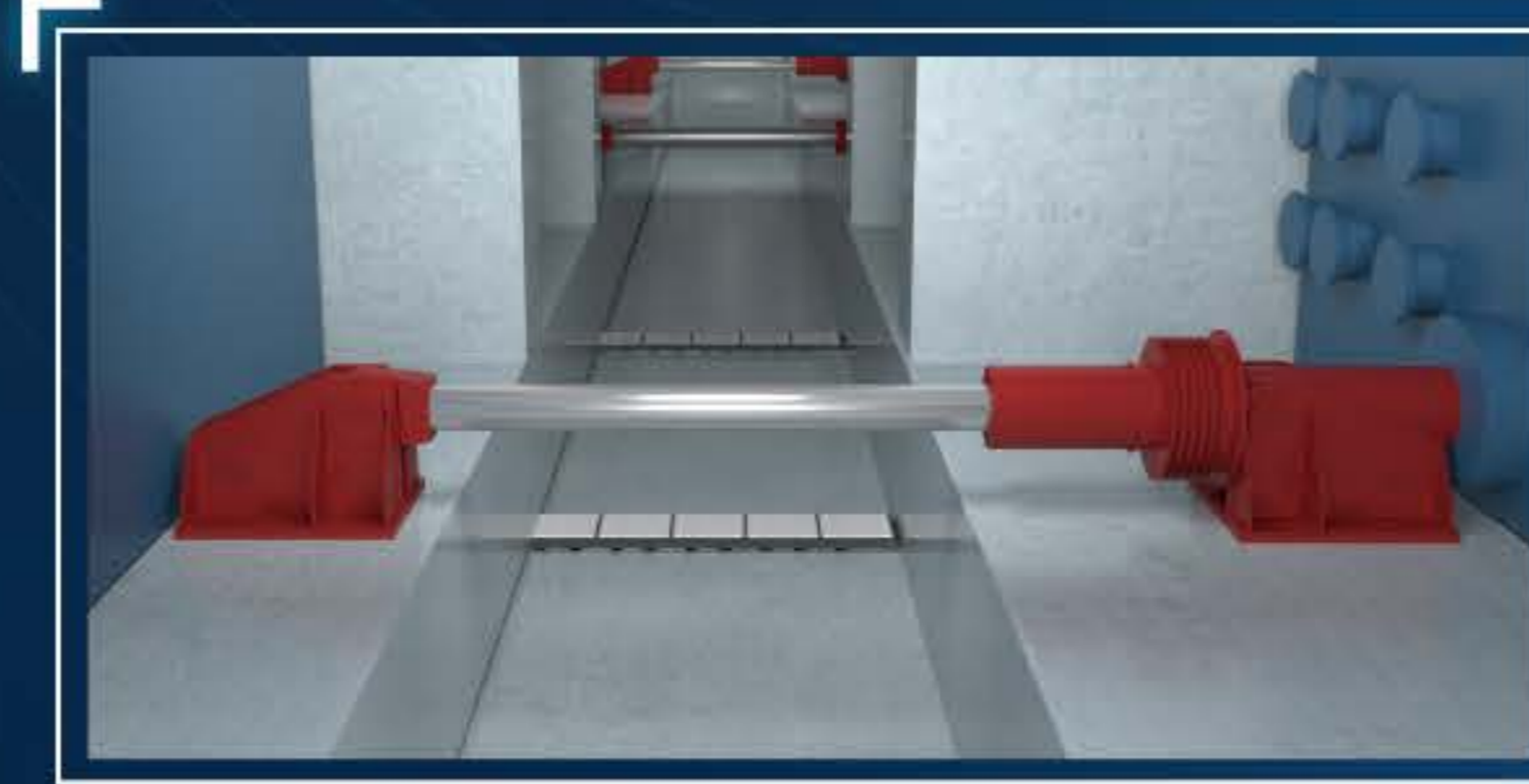


深中通道沉管隧道采用海中推出式最终接头方案，精巧之处采用“水力推出+千斤顶推出”双系统，水力推出系统克服推出段两侧水压差，降低千斤顶数量及推力达90%，千斤顶推出系统高精度调控推出姿态，保证对接精度满足设计要求，双系统共同协调工作，实现沉管隧道高效、低能耗、高精度“合龙”。

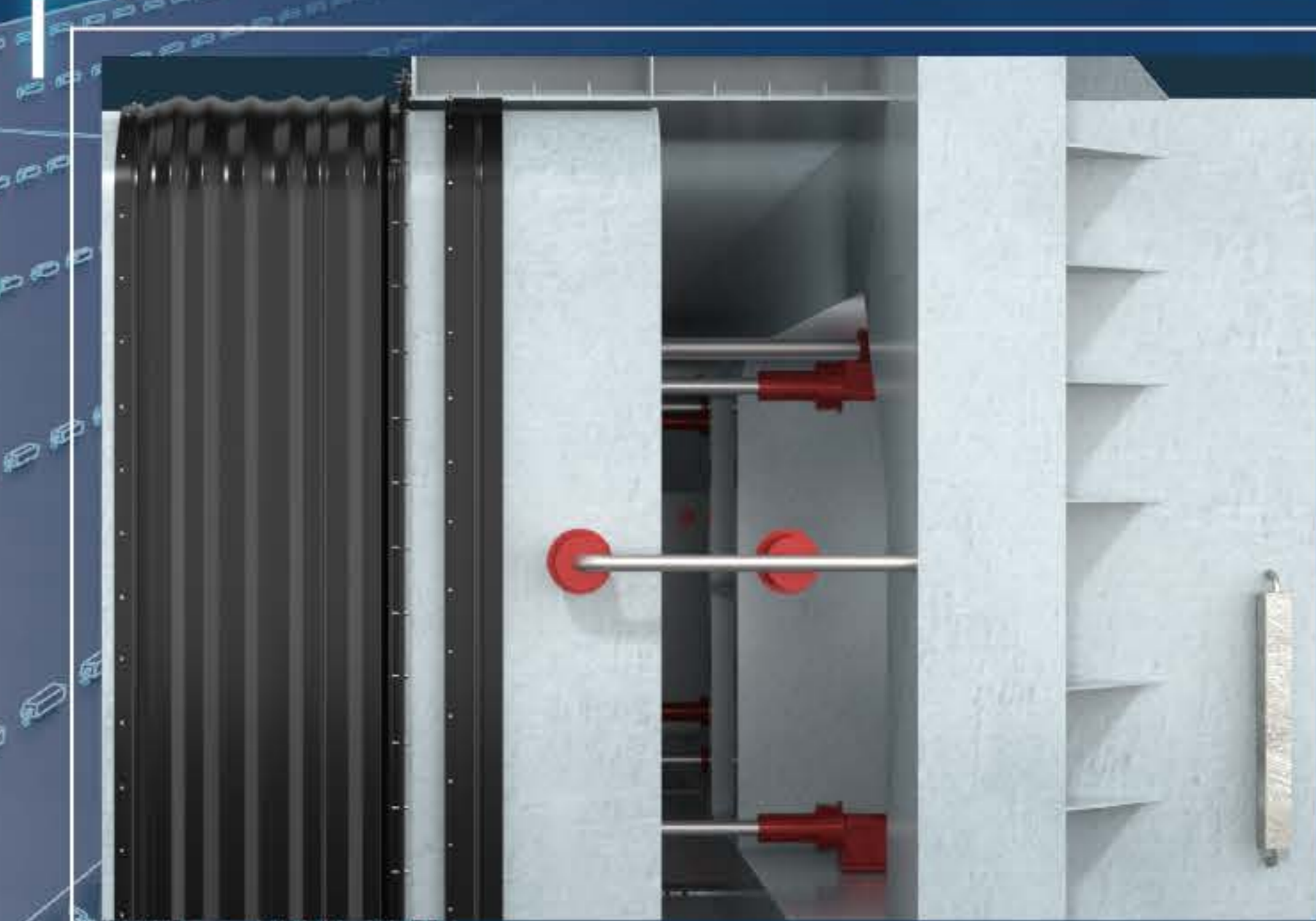


千斤顶系统

滑轨



M止水带

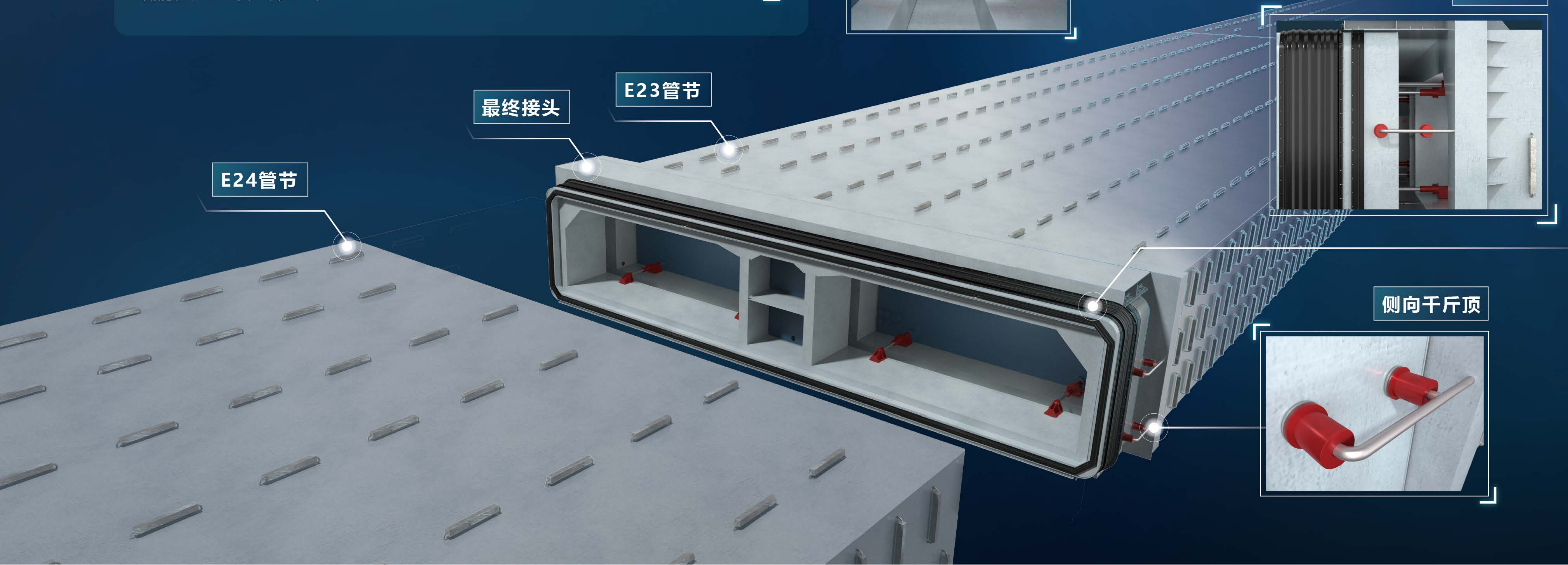


最终接头

E23管节

E24管节

侧向千斤顶

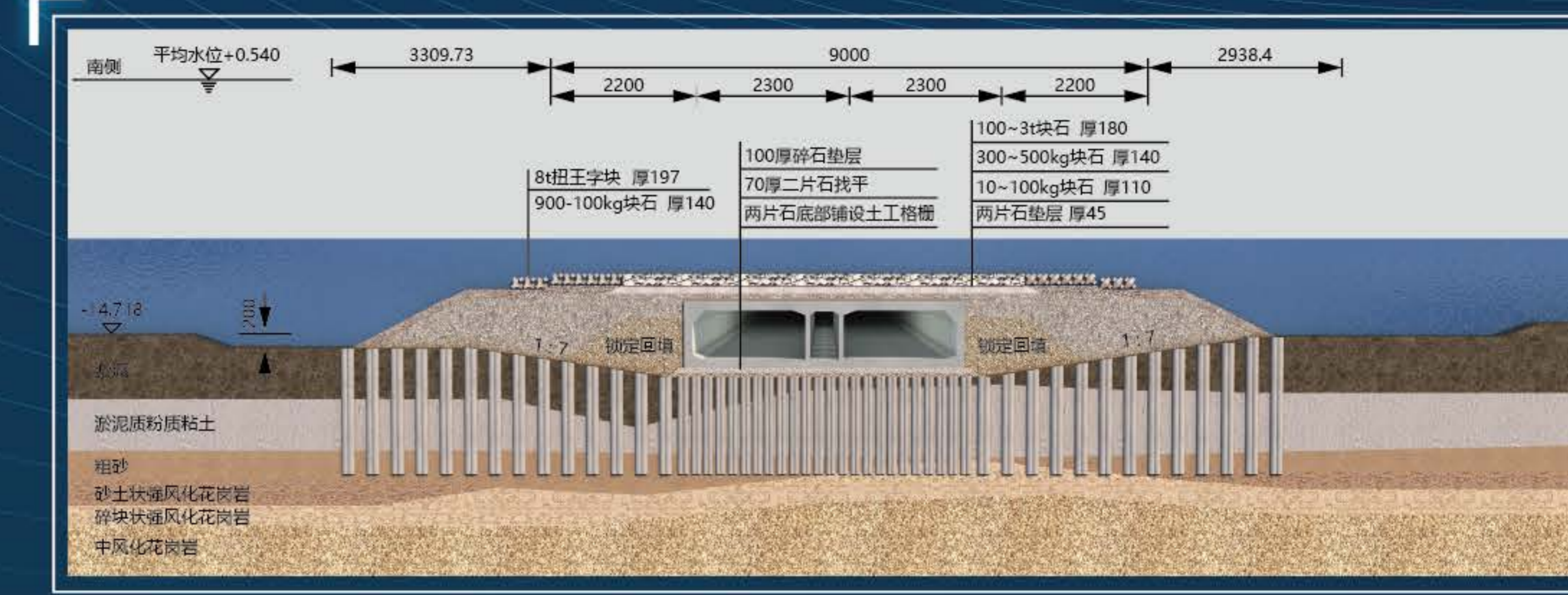


# 固基筑道

## ——沉管地基处理

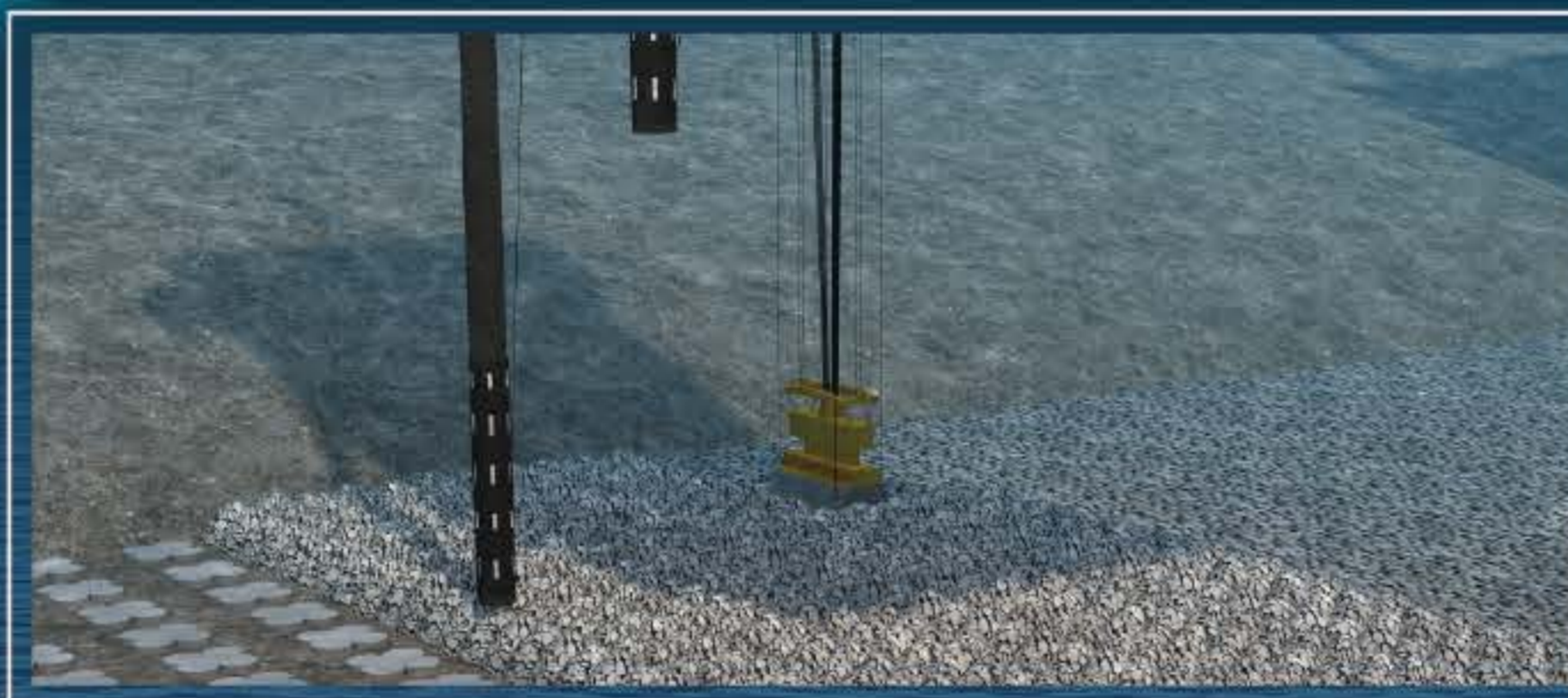


沉管隧道采用DCM复合地基（天然地基）+组合基床的方案对地基进行处理，成桩质量保证率100%，这是国内首次大范围采用DCM搅拌桩进行沉管地基处理。组合基床为振密块石+碎石的方案，采用配备先进施工管理系统的块石振密船和碎石整平船，实现参数自动化控制，解决了沉管隧道地基刚度问题。



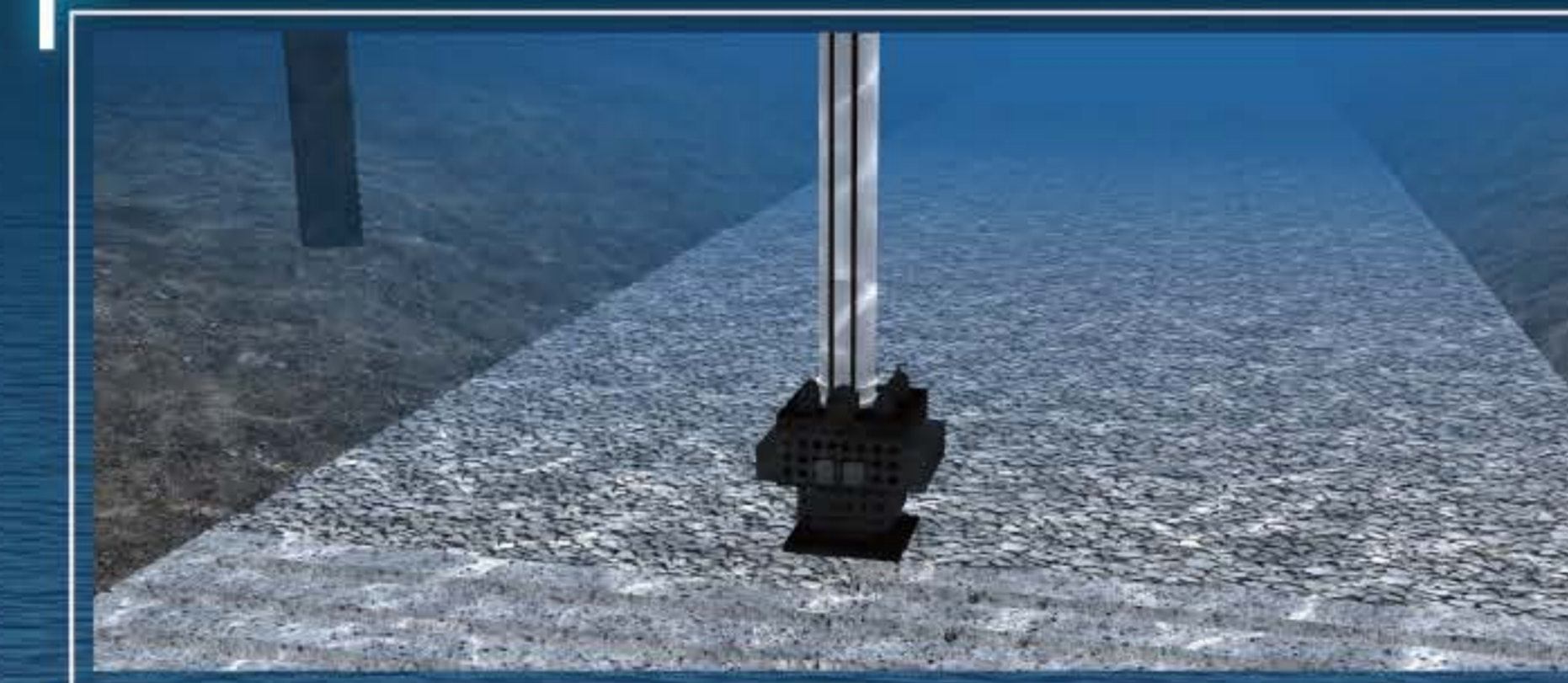
### 砂桩6：DCM地基处理施工船

沉管隧道采用DCM复合地基（天然地基）+组合基床的方案对地基进行处理，成桩质量保证率100%，这是国内首次大范围采用DCM搅拌桩进行沉管地基处理。



### 半潜驳1：块石振密施工船

“半潜驳1”为抛石、振密两用船，块石振密率控制在20%，顶标高±25cm偏差范围内测点合格率超过95%。



### 一航津平2：碎石整平施工船

被誉为深水碎石铺设的高精度“3D打印机”、拥有自主知识产权世界最大碎石基床整平船“一航津平2”，配备自主研发的智能化施工管理系统，实现了深水无人化、智能化施工，实现碎石整平面高程偏差满足±4cm的要求，高程测点合格率可达98%。

