



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井（桩）
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）



演讲嘉宾介绍

徐国平，现任中交公路规划设计院有限公司副经理兼总工，土木工程学会设计分会副理事长、桥梁与结构分会副理事长，公路长大桥梁国家工程研究中心副总经理，教授级高工。主持完成了武汉军山长江大桥、武汉阳逻大桥、湖北鄂东大桥、港珠澳大桥、深中通道、杭州湾大桥等勘察设计‘主持完成了多项国家863、科技支撑等项目研究；主持编制了多部行业标准规范。曾获省部级科技进步特等奖2项、一等奖7项，国家优秀设计金奖1项、银奖4项；获国家百千万人才工程突出贡献中青年专家、国务院政府特殊津贴、茅以升科学技术桥梁青年奖、第二届年度桥梁十大人物等荣誉。

深中通道关键技术与创新

（西人工岛大直径钢圆筒关键技术）



徐国平 2018年10月

中交公路规划设计院有限公司



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

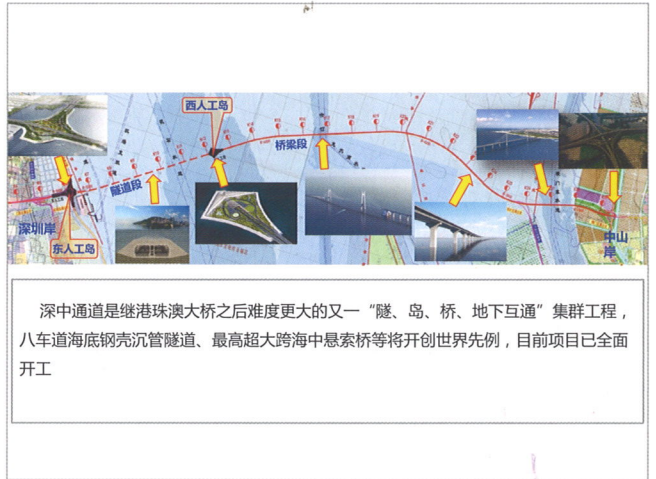
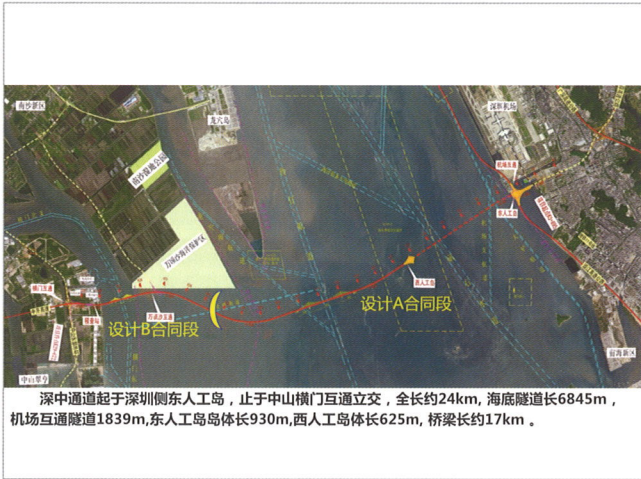
时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心(南京市玄武区中山东路307号)

Contents

目录

- 1 项目概况
- 2 关键技术与创新
- 3 建设条件
- 3 西人工岛大直径钢圆筒设计
- 5 西人工岛大直径钢圆筒施工



◆ 沉管隧道

隧道总长：6845m
沉管段长：5035m
管节数量：32个，其中：
标准管节：26节165m/7.6万t
非标管节：6节123.8m/7.1万t

曲线管节：E28-E32/5个
变宽管节：E27-E32/6个

✓ 沉管隧道总用钢量33万吨。

◆ 管节结构方案及构造

标准管节：10.6m×46.0m
长165m，重7.6万t
变宽管节：10.6m×(46.0~55.46m)
长123.8m，重约7.1万t

目前世界最长、宽度最宽、行车道跨度最大的海底沉管隧道



2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）

中山 横门东水道桥 伶仃航道桥

特点：伶仃航道桥是目前世界最高超大跨海中悬索桥

- ◆ 伶仃航道桥：580+1666+580m三跨全漂浮钢箱梁悬索桥
- ◆ 横门东水道桥：110+185+580+185+110m组合梁斜拉桥
- ◆ 引桥：深水区110m跨钢箱连续梁
浅滩区60m跨预应力混凝土梁

西人工岛

位于采砂坑，地质条件复杂，水深大，缺乏稳定的止水层

项目	指标
岛体面积 (万m ²)	13.7
岛壁结构长度 (m)	1622
挡浪墙顶高程 (m)	9.0

东人工岛

厚软基，水下互通，施工对既有沿江高速桥梁安全影响

项目	单位	数量
岛体面积	hm ²	34.4
海域使用面积	hm ²	47.6
岛壁结构长度	m	3178.5

Contents

目录

- 1 项目概况
- 2 关键技术与创新
- 3 建设条件
- 4 西人工岛大直径钢筒筒设计
- 5 西人工岛大直径钢筒筒施工

◆ 世界最长、横向跨度最大、首座大规模采用钢壳混凝土组合结构的沉管隧道，也是国内首座钢壳混凝土组合结构沉管隧道，提出了复合抗剪连接件新型钢壳组合结构

隧道名称	国家	沉管长度	管节宽度×高度×长度 (m)	竣工
大阪关洲隧道	日本	1025	35.2×8.5×103	1997
那霸隧道	日本	724	36.9×8.7×92	2011
新若户	日本	557	27.9m×8.4×(66.5~106)	2012
东京港临港隧道	日本	932.8	28×8.4×134	在建
深中通道	中国	5035	(46~55.46)×10.6×165	在建

◆ 下料加工智能生产线

◆ 块体智能焊接生产线

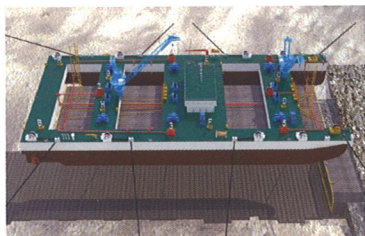
◆ 智能制造MES系统

“三线一系统”智能车间

◆ 片体智能焊接流水线

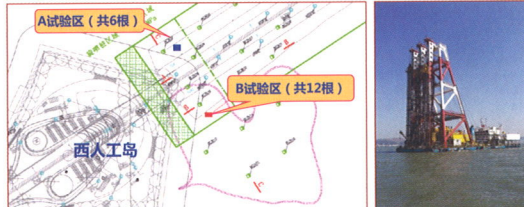


◆ 沉管浮运安装一体化装备技术

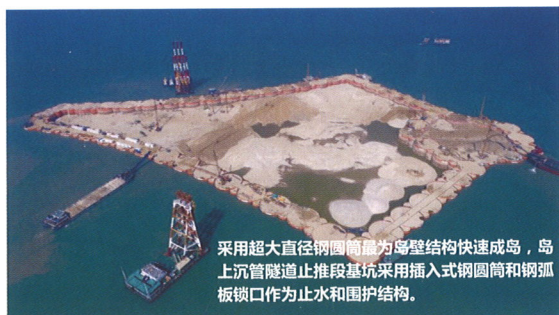


◆ 世界首次将沉管浮运与安装实现一体化，将显著减少浮运风险，较小航道疏浚量及对航运的影响，有利于环境保护，具有十分显著的经济效益。

◆ 海域深层搅拌桩（DCM）基础设计施工技术



◆ 国内首次将海域深层水泥搅拌桩（DCM）技术应用于隧道基础中，包括DCM船二次开发，实现土层动态参数与水泥用量的智能化。



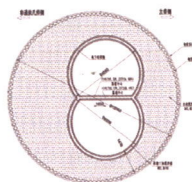
采用超大直径钢管筒量为岛壁结构快速成岛，岛上沉管隧道止推段基坑采用插入式钢管筒和钢板桩锁口作为止水及围护结构。

◆ 大型海域地下互通立交设计施工关键技术



◆ 研究解决海域地下互通立交选型与路线技术标准，地下互通隧道结构、海域大型围堰、超深超宽基坑围护的设计与施工等重大技术问题。

◆ 离岸深水中锚碇设计施工技术



◆ 首次在海中采用钢管桩、钢板桩及围堰作为临时作岛的围护结构，在海域环境中进行锚碇深基坑的设计和施工。

Contents

目 录

- 1 项目概况
- 2 关键技术与创新
- 3 建设条件
- 4 西人工岛大直径钢管筒设计
- 5 西人工岛大直径钢管筒施工

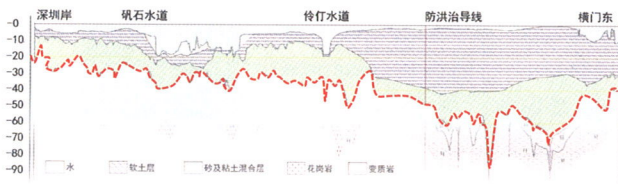


2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井(桩)
高峰论坛

时间: 2018年10月17-19日

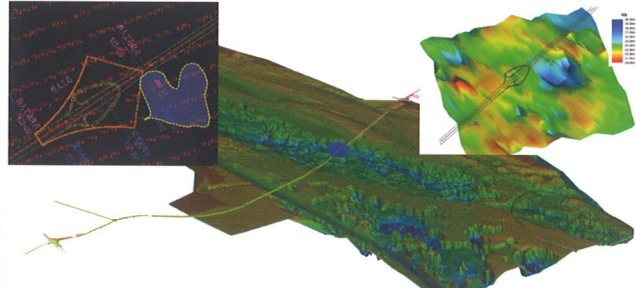
地点: 南京·江苏省会议中心(南京市玄武区中山东路307号)

◆ 工程地质



由东向西,覆盖层厚度逐渐增大,隧道区为20-30m,基岩为花岗岩,岩面起伏不平,基槽局部位于中风化岩层,矾石水道以西存在大范围挖砂坑。

◆ 采砂坑影响



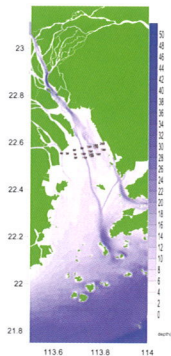
西人工岛位于大砂坑中。泥面标高最深为-18.6m,覆盖层为淤泥和砂,厚度20m左右。

◆ 水文

海域潮汐类型属于不规则半日潮混合潮型,平均潮差在1.06~1.24m,最大潮差为3.50m。大潮落潮时表层最大流速1.1m/s,垂线平均流速0.5m/s,落潮流向以S偏E为主,涨潮流向以N偏W为主。场区波浪主要是风浪,涌浪居次。

◆ 气象

区域属亚热带海洋性季风气候区,年平均气温22.6°C,最高日平均气温33.0°C,设计基本风速为43m/s。

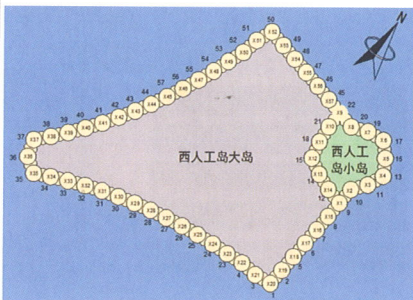


Contents

目录

- 1 项目概况
- 2 关键技术与创新
- 3 建设条件
- 4 西人工岛大直径钢圆筒设计
- 5 西人工岛大直径钢圆筒施工

▶ 平面布置

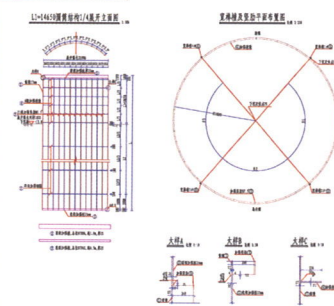


岸线位置	项目	数量
西小岛	钢圆筒	14
	副格	28
西大岛	钢圆筒	43
	副格	88

钢圆筒作用

- ✓ 小岛为19m深基坑的围护止水
- ✓ 大岛21m高岛体岛壁结构

▶ 钢圆筒结构



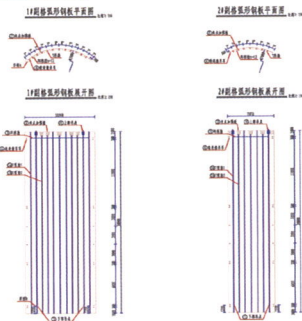
(1) 钢圆筒尺寸

直径28.0m,壁厚19mm,高42.5m

(2) 钢圆筒加固

- 1) 筒顶1.0m(底0.5m)壁厚25mm
- 2) 竖肋: 48条, T型250×200
- 3) 横肋: 高234厚17mm,间距3.3m
- 4) 加强圈: 下沉面以下3道,高100mm
- 5) 标准钢圆筒上设置4个宽槽槽

副格仓结构



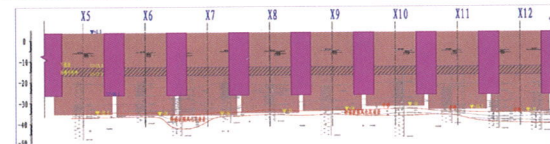
(1) 钢板尺寸

壁厚14mm, 长度30m, 重51t

(2) 钢板加固

- 1) 纵肋: T型TN250×200, 共11条
- 2) 横肋: 顶部设置1条横肋

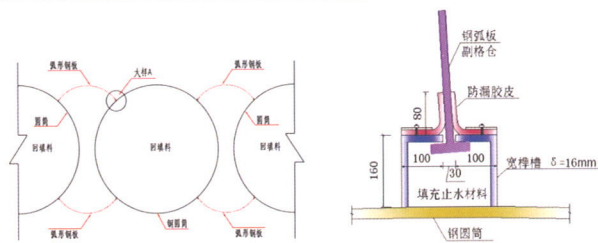
钢圆筒沉入深度



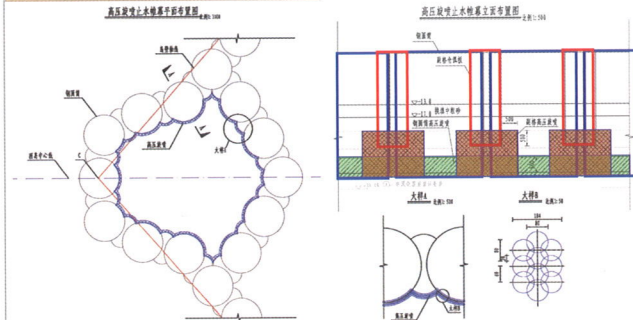
编号	底高程(m)	编号	底高程(m)	编号	底高程(m)	编号	底高程(m)	编号	底高程(m)	编号	底高程(m)
X1	-35.0	X11	-33.5	X21	-34.0	X31	-33.5	X41	-35.0	X51	-31.5
X2	-35.0	X12	-35.0	X22	-33.5	X32	-33.5	X42	-33.0	X52	-32.5
X3	-34.5	X13	-35.0	X23	-35.0	X33	-33.0	X43	-33.0	X53	-33.5
X4	-35.5	X14	-35.0	X24	-32.0	X34	-34.0	X44	-35.0	X54	-33.5
X5	-35.5	X15	-33.5	X25	-33.5	X35	-34.0	X45	-35.0	X55	-34.5
X6	-36.0	X16	-32.5	X26	-33.5	X36	-35.0	X46	-34.0	X56	-34.5
X7	-36.0	X17	-32.0	X27	-32.5	X37	-35.0	X47	-34.0	X57	-34.0
X8	-35.0	X18	-35.0	X28	-34.5	X38	-33.5	X48	-32.0		
X9	-34.0	X19	-35.0	X29	-34.5	X39	-33.5	X49	-32.0		
X10	-32.0	X20	-35.0	X30	-33.0	X40	-32.5	X50	-33.5		

钢圆筒与副格仓止水连接

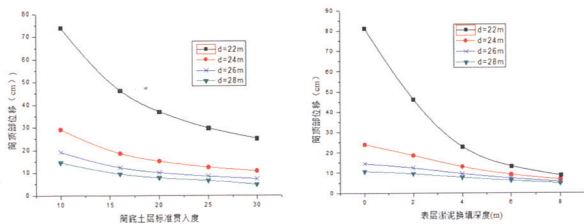
钢圆筒上宽槽槽与副格仓采用T型锁口连接, 在宽槽槽外侧安装防渗角型胶皮, 宽槽槽内填充止水材料。



小岛副隔仓底部——高压止水帷幕

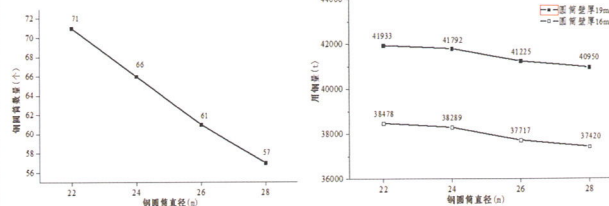


钢圆筒直径与持力层N值、表层换填深度



- ▶ 筒径越大, 顶部位移越小, 筒底持力层强度的依赖性越小, 底部进入标贯20'30击持力层0.5m。
- ▶ 筒径越大, 对换填深度的依赖性越小, 表层换填4m。

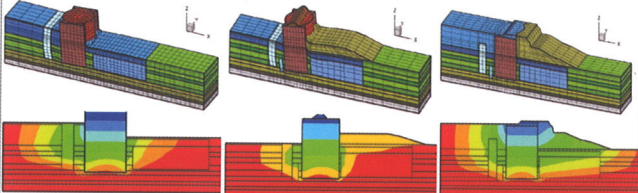
钢圆筒直径与总数量、总用钢量



- ▶ 随着筒径从22m增加到28m, 岛壁结构用钢量降低2.3%。
- ▶ 钢圆筒振沉施工需增加至10锤联动, 平均每个钢圆筒含副隔718t。



钢圆筒结构计算



工况3：人工岛内回填至4.9m，降水-6.0m，土压力、水位差、波浪力
工况4：基坑开挖-13.0m，降水至-14.0m；斜坡施工至-7.0m，土压力、水位差、波浪力
工况5：人工岛内回填至4.9m，外侧斜坡施工完成，土压力、波浪力

计算工况号	桩孔号	钢圆筒最大水平位移 (cm)	正常使用极限状态安全系数	承载力极限状态安全系数
3	ZKA109	40.30	1.61	5.20
4	ZKA109	55.90	1.21	4.20
5	ZKA109	7.24	3.80	9.20

Contents

目 录

1 项目概况

2 关键技术与创新

3 建设条件

4 西人工岛大直径钢圆筒设计

5 西人工岛大直径钢圆筒施工

(1) 表层清淤



图 耙吸船挖泥抓斗船挖泥



(2) 基槽回填中粗砂

(3) 振沉钢圆筒

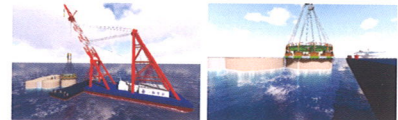


图 开锤振沉钢圆筒振沉至设计标高

(4) 振沉副格

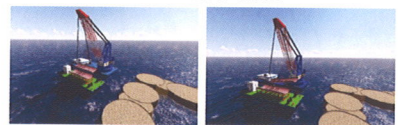


图 副格起吊，直立

(5) 筒内及副格仓内回填中粗砂



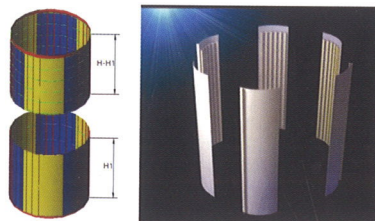
图 皮带船向筒内及副格仓内回填砂

(6) 抛填碎石

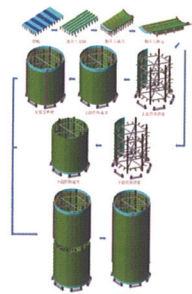


图 方驳上挖掘机抛石

57个直径28.0m、高42.5m钢圆筒



钢圆筒板块划分图



钢圆筒制作工艺流程图



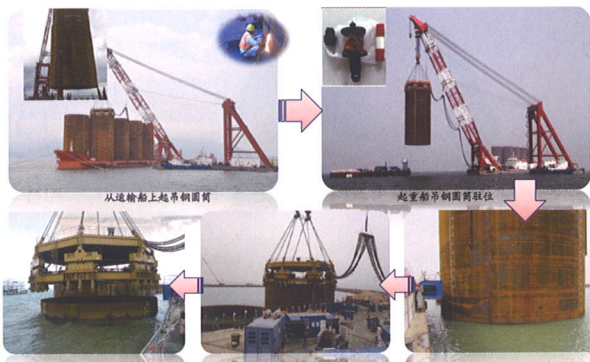
2018 第十二届
SUPER PILE WORLD
国际大口径工程井（桩）
高峰论坛

时间：2018年10月17-19日

地点：南京·江苏省会议中心（南京市玄武区中山东路307号）



钢圆筒吊装运输示意图



从运输船上起吊钢圆筒

起吊钢圆筒到驳位

采用12台联动APE600
振动锤，每台激振力
4830KN。
最大激振频率23.3HZ



振沉条件：风速 $\leq 13.6\text{m/s}$ （6级），H13%波高 $\leq 0.8\text{m}$ ，流速 $\leq 0.5\text{m/s}$

钢圆筒振沉验收标准

	平面偏差	垂直度	备注
定位	$\leq 15\text{cm}$		锁口平面偏位 $\leq 2^\circ$
振沉	$X \leq 35\text{cm}, Y \leq 35\text{cm}$	$\leq 1\%$	



深中通道工程目前施工进度顺利，欢迎各位光临指导！

THANKS FOR YOUR ATTENTION!!