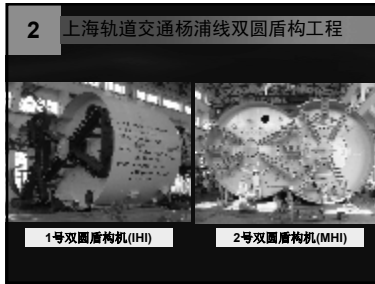
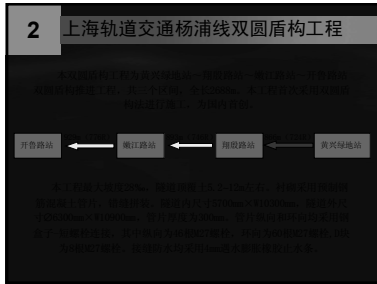
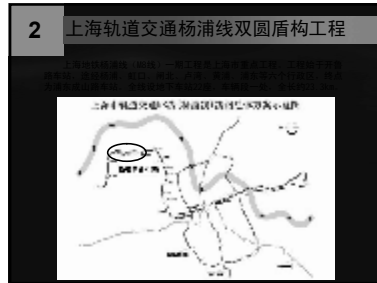
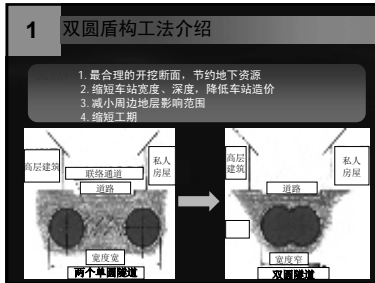


上海地铁盾构类型

序号	名称	直径 (mm)	长度 (m)	用途
1	1号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
2	2号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
3	3号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
4	4号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
5	5号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
6	6号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
7	7号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
8	8号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
9	9号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
10	10号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
11	11号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
12	12号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
13	13号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
14	14号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
15	15号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
16	16号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
17	17号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
18	18号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
19	19号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线
20	20号双圆盾构机	5500	1000	杨浦线

DOT双圆盾构隧道开发和利用

✓1997年，上海隧道公司开展对双圆隧道的可行性研究。
 ✓1999年，进行了双圆结构荷载试验。
 ✓2001年，提出地铁M8线采用双圆隧道的设计施工方案。
 ✓2002年，上海隧道工程公司引进2台双圆盾构掘进机。
 ✓2003年8月，双圆盾构始发推进。



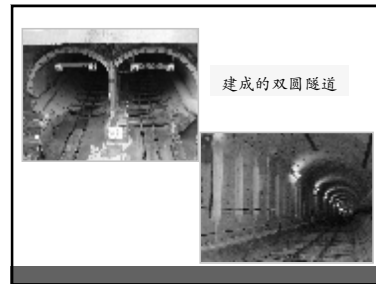
2 上海轨道交通杨浦线双圆盾构工程

主要技术难点

- 一、施工参数的优化
- 二、双圆盾构出洞施工技术
- 三、双圆盾构姿态和隧道轴线控制技术
- 四、双圆盾构姿态和隧道轴线控制技术
- 五、双圆盾构管片拼装工艺
- 六、双圆盾构进洞施工技术

2 上海轨道交通杨浦线双圆盾构工程

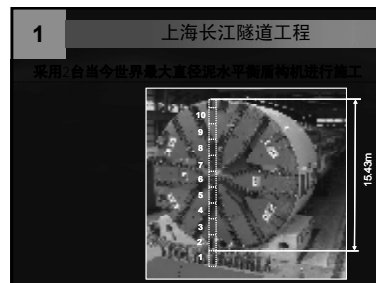
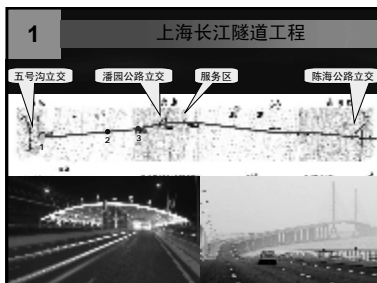
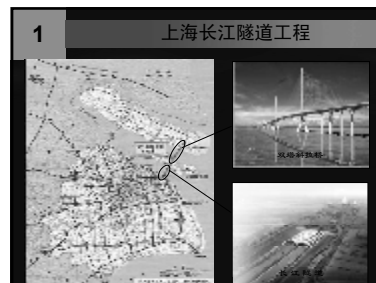
2002年9月6日 第一环双圆管片试生产成功
 2003年3月27日 双圆盾构机厂内总装验收成功
 2003年5月18日 双圆盾构机下井组装
 2003年6月8日 双圆盾构出洞掘进
 2003年9月3日 双圆盾构始发段掘进成功
 2003年12月31日 世界首台双圆盾构进洞成功



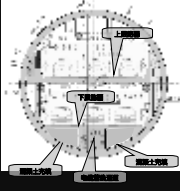
超大直径盾构隧道施工技术

上海隧道盾构类型

序号	名称	直径 (m)	长度 (m)	用途
1	上海长江隧道	11.22	3546	越江
2	上海外环线隧道	6.76	1000	越江
3	上海内环线隧道	6.76	1000	越江
4	上海外环线隧道	6.76	1000	越江
5	上海内环线隧道	6.76	1000	越江
6	上海外环线隧道	6.76	1000	越江
7	上海内环线隧道	6.76	1000	越江
8	上海外环线隧道	6.76	1000	越江
9	上海内环线隧道	6.76	1000	越江
10	上海外环线隧道	6.76	1000	越江

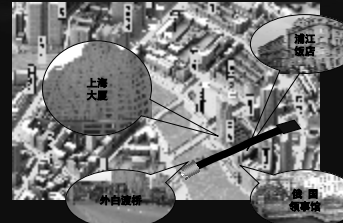


2 上海外滩通道南段工程

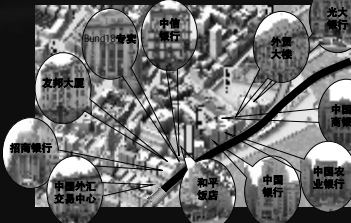


本工程隧道为上下2层，每层均为单向3车道；
 隧道衬砌采用通用环管片（双楔形）错缝拼装，每环9块，隧道结构尺寸：
 隧道外径为13.95m
 隧道内径为12.75m
 管片厚度为0.60m
 环宽为2m
 管片楔形缝7.92cm
 混凝土强度C40
 抗渗等级为S12


2 上海外滩通道南段工程——周边环境



2 上海外滩通道南段工程——周边环境

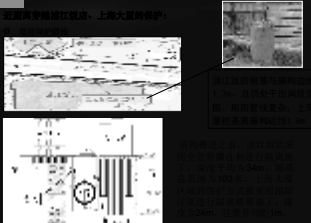


2 上海外滩通道南段工程——周边环境



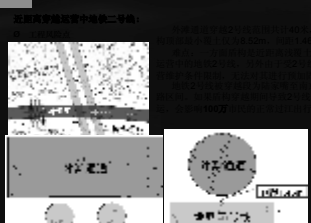
2 上海外滩通道南段工程——工程难点

道路原有道路红线内，上海大厦西面部分。



2 上海外滩通道南段工程——工程难点

道路原有道路红线内，中法第二号。



2 上海外滩通道南段工程——工程难点

原状土加固。



土质加固范围为长13m、宽22.9m，深26m。采用三轴搅拌桩加固，搅拌桩与地下连续墙之间缝隙采用高压旋喷桩进行加固。土质加固土约9m，为超浅覆土土质，同时轴线为平面，R650圆曲线，竖向：0.3%的坡度。加固区离黄浦江50m，高轮船距岸均18m。

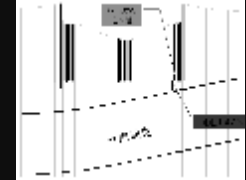
2 上海外滩通道南段工程——工程难点

下穿外环线高架道路。



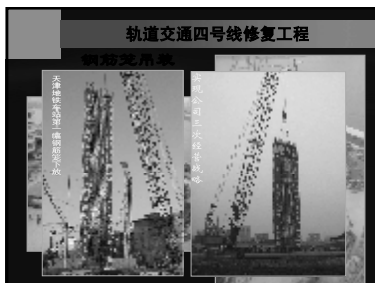
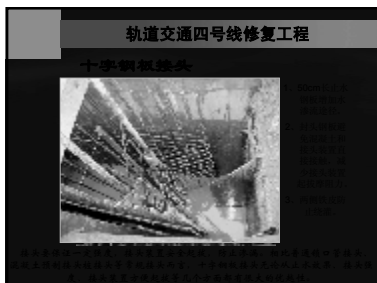
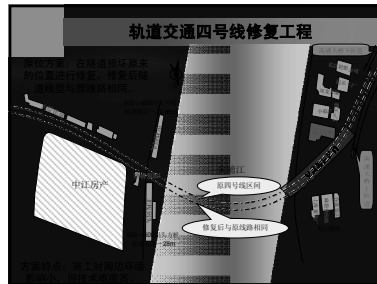
2 上海外滩通道南段工程——工程难点

下穿外环线高架道路。



深大基坑施工技术

一、超深地下连续墙施工技术

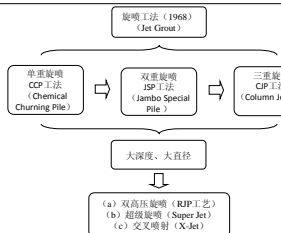


二、深层地基加固新技术

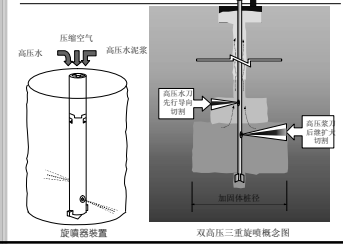
1. 双高压旋喷施工技术
2. MIS高压旋喷施工技术

1. 双高压旋喷施工技术

1. 双高压旋喷技术的发展



2. 双高压旋喷施工原理

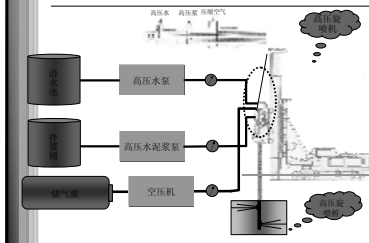


3. 双高压旋喷施工的特点

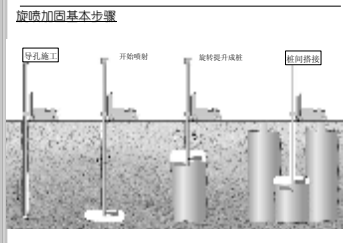
相对于普通三重管旋喷最大30m的加固深度，最大1.5m的加固直径，这种三重管双高压旋喷注浆加固工艺所形成的桩径与加固深度较普通三重管大，最大加固深度可达到40m，最大桩径可达到2.0m，具有以下其它注浆方法所无法比拟的优点：

1. 加固范围大，单桩可以进行大深度、大直径的土体加固
2. 适用土质范围广，加固体强度均匀
3. 施工过程中可以有效地控制地面的隆起

4. 双高压旋喷施工的主要设备



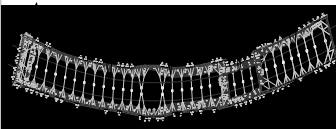
5. 双高压旋喷施工的基本步骤



6. 双高压旋喷在四号线修复工程中的应用

工程概况

四号线修复工程中的旋喷加固包括坑内衬边加固和坑外接缝止水加固，其中坑内衬边加固87根；坑外接缝止水加固265根。根据设计要求，加固桩径1800mm，最大加固深度50m。



6. 双高压旋喷在四号线修复工程中的应用



6. 双高压旋喷在四号线修复工程中的应用

现场旋喷施工参数

名称	项目	施工参数
高压水	压力 (MPa)	35~38
	流量 (l/min)	75
压缩空气	压力 (MPa)	0.5~0.7
	流量 (m ³ /min)	3.0
浆液	压力 (MPa)	20~25
	流量 (l/min)	70~75 (管/道支撑以下) 75~85 (管/道支撑以上)
	水灰比	0.9:1 (管/道支撑以下) 1:1 (管/道支撑以上)
注浆管提升	提升速度 (cm/min)	4.5 (±0.5cm/管/道支撑以下) 5 (±1.0cm/管/道支撑以上)
	旋转速度 (r/min)	5~7
每方土体水用量:		500kg (±20kg/管/道支撑以下) 450kg (±20kg/管/道支撑以上)

2. MJS高压旋喷施工技术

1. MJS高压旋喷施工技术

全方位压力平衡高压旋喷工法



1、全方位：实现水平、垂直、斜向的旋喷加固；
 2、压力平衡：依靠专利的排泥系统，在旋喷施工过程中设定地层内压力，从而减少对周边影响；
 3、机架满足低净空：机架树立开钻是高度为3.85m，适合地下加层净空4.1m的要求。平面尺寸宽2.02m x 长3.5m

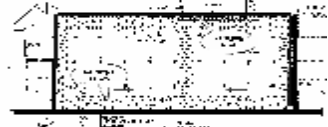
MJS主机

2. MJS高压旋喷施工技术在徐家汇枢纽站中的应用



MJS主机现场施工图 MJS现场拼装设备和同仓图

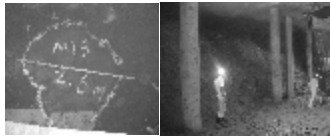
2. MJS高压旋喷施工技术在徐家汇枢纽站中的应用



1、围护深度16m，桩型 $\varnothing 2600\text{mm}$ 全圆和半圆
 2、加固深度8.55m，桩型 $\varnothing 2600\text{mm}$ 全圆
 3、为在开挖阶段保护周边车站，现场MJS加固方量达11187.7m³

2. MJS高压旋喷施工技术在徐家汇枢纽站中的应用

- 土方开挖后确认MJS加固体直径达到 $\varnothing 2.6\text{m}$ ，加固土自立性好，而且加固体强度满足设计要求。
- 地铁车站变形控制在地铁保护标准内



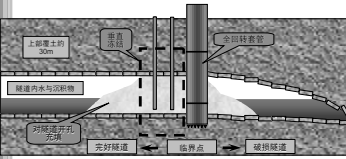
施工现场MJS加固体 底板下MJS加固土体

三、深层地下障碍物处理技术

1. 深层障碍物切割技术
2. 深层障碍物爆破技术

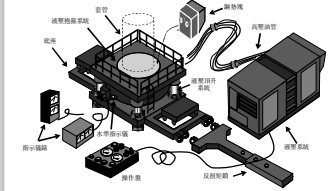
1. 深层障碍物切割技术

1. 保护性切割

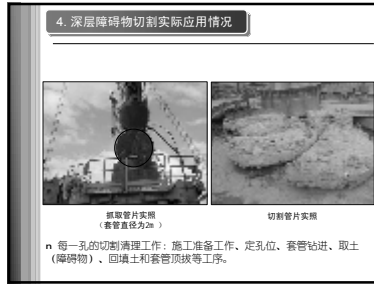
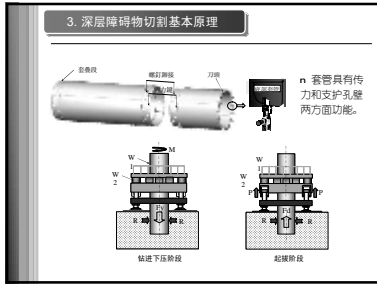


n 增大临界点完好隧道的局部刚度，之后采取保护性切割措施。三步骤：①对隧道进行开孔充填；②实施垂直局部冻结；③实施全回转保护性切割。

2. 深层清障设备—全回转机



n 为了实现切割后的大体积混凝土进行破碎，有些情况还配有十字重锤和特殊钻头。



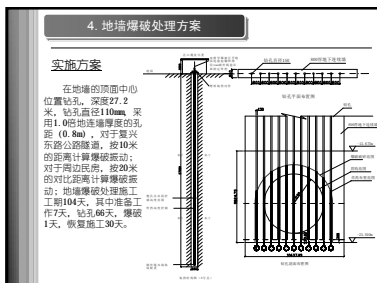
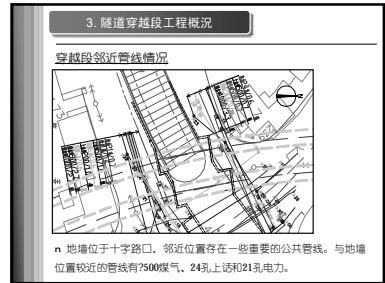
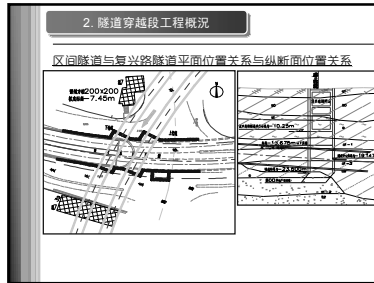
2. 深层障碍物爆破技术

1. 总体方案设想

复兴东路隧道采用地下连续墙作为围护结构，根据复兴东路湖南西坪边坡相关段工期，地下连续墙-13.675m标高以下范围设计采用C10玻璃纤维混凝土，作为本区同隧道穿越的预留通道。

经过核实，实际使用的是C30玻璃纤维混凝土，强度估计在40Mpa。目前使用的2台盾构前后需要2次穿越连续墙，经过对该类型结构性能的综合评估，顺利穿越地下连续墙的可能性很低。因此，考虑在地面对地下连续墙进行处理，然后盾构再穿越。

目前主要考虑地面处理地墙的处理方案：地墙爆破处理。

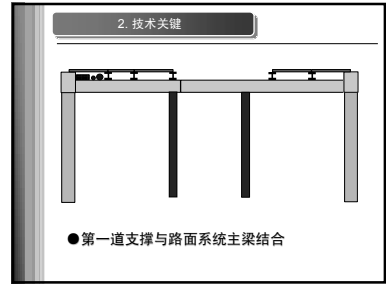
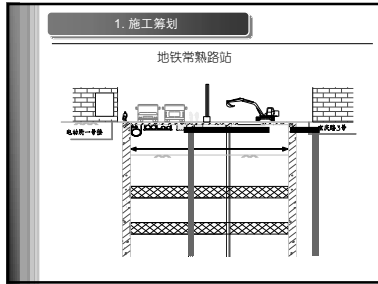


四、盖板逆筑法

1. 施工筹划

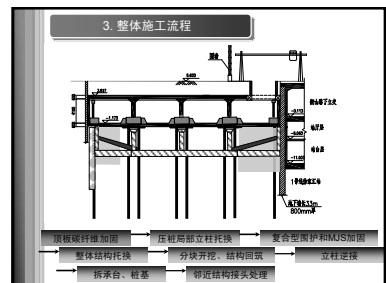
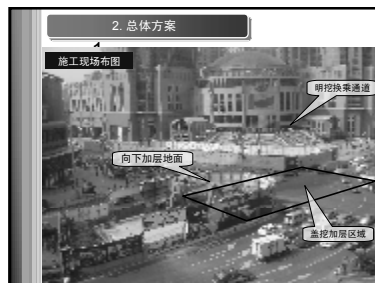
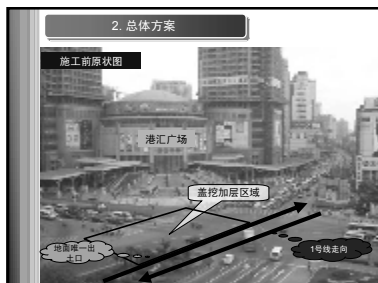
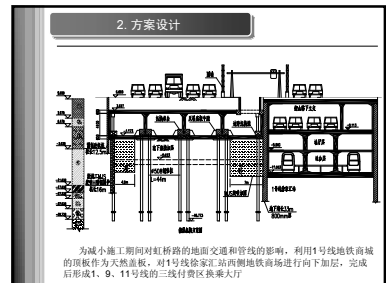
2. 技术关键





五、既有地下空间利用加层新技术


1. 工程概况
2. 总体方案
3. 总体施工流程
4. 施工总结



4. 施工总结

(1) 首次在软土条件下利用既有地下室向下加层的施工工艺与技术，成功地避免了在闹市区建设轨道交通对地面交通和管线的影响，取得了良好的社会及经济效益。

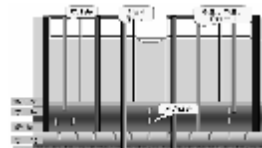
(2) 在低净空条件下首次进行了结构托换、地基加固、围护制作及土方开挖的一整套施工工艺及相应设备的开发和研制，保证了紧邻的运营中地铁站的安全。



六、承压水综合治理技术

1. 以沉降控制为核心的深基坑承压水治理
2. 承压水对基坑工程危害辨识
3. “降水最小化”的降水设计和施工

1. 以沉降控制为核心的深基坑承压水治理



承压水治理是上海地区深基坑施工中长期存在的问题。上世纪80年代中期至 90年代初，在多个工程应用中降水顺利地完成了一系列深基坑施工，获得了一系列研究成果，但当时的研究是以水位控制为核心的。

1. 以沉降控制为核心的深基坑承压水治理


以沉降控制为中心的深基坑承压水治理施工方法

- 针对性的补充勘察
- 反映渗流、固结规律的现场降水试验
- 围护结构与井点一体化设计的理念
- 降水沉降预测方法
- 高精度水位控制方法
- 井点结构优化设计

2. 承压水对基坑工程危害辨识


“承压水综合治理”：

- 第一重含义：全面辨识承压水对基坑工程危害并针对各种类型危害全方位治理。
- 第二重含义：“以水位控制为前提、以沉降控制为核心”，从勘察、设计和施工全过程加以控制。



3. “降水最小化”的降水设计和施工

计算最优围护深度



- 根据现场降水试验反馈得到的优化参数和23基坑降水设计方案建立差分法渗流数值模拟计算型，计算区域长2108.6m、宽2027.35m，划分为27万个单元。

矩形顶管施工技术

矩形顶管机法



顶管管节



