

全球领先的地下工程装备
和轨道交通装备大规模和定制化企业



TRD工法在地铁工程中的应用与探索

中国铁建重工集团股份有限公司

曹小华 高级工程师

2020年9月

诚信创新永恒

精品人品同在





目 录

CONTENTS

一	地铁基坑工程特点
二	TRD工法与设备发展方向
三	铁建重工解决方案
四	TRD典型施工案例
五	TRD施工成本
六	展望



目 录

CONTENTS

一

地铁基坑工程特点

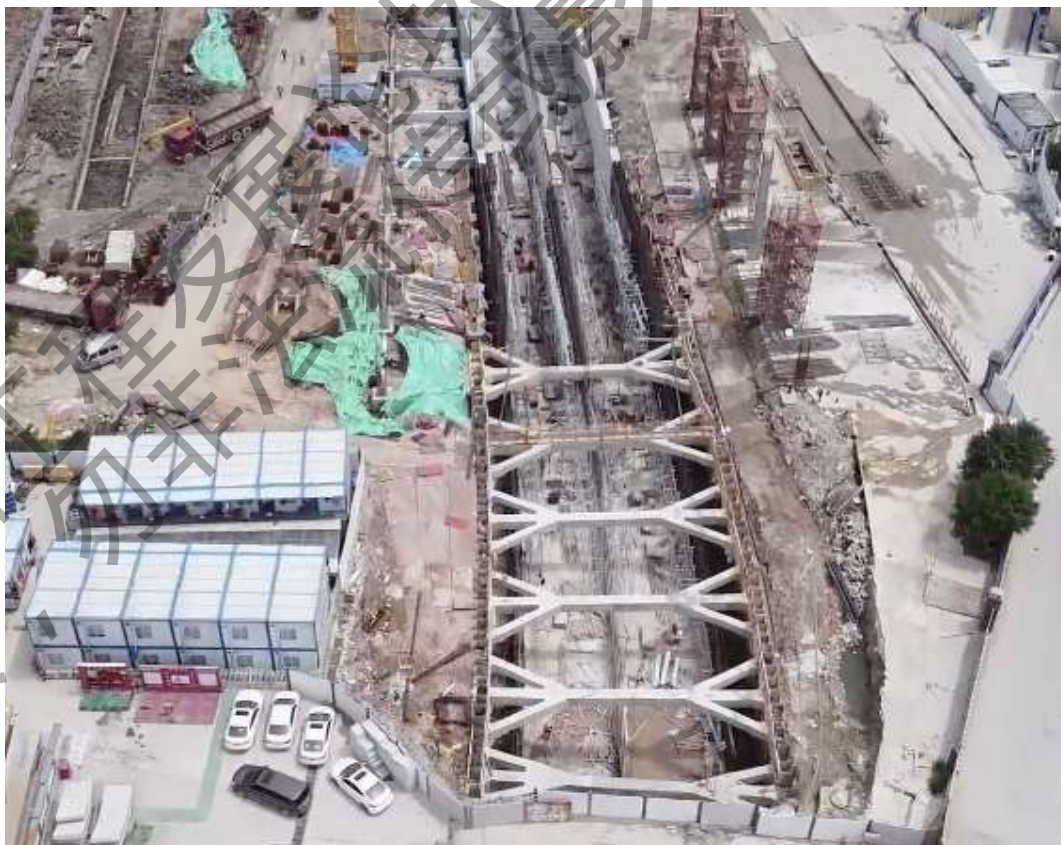
一、地铁基坑工程特点



中国铁建重工集团股份有限公司

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

- 工期紧
- 场地狭小
- 基坑形状复杂
- 地质条件复杂
 - ✓ 建筑垃圾等地质复杂
 - ✓ 地下管线集中
 - ✓ 城市施工空间受限
- 质量要求高
 - ✓ 地面沉降要求高
 - ✓ 支护结构施工精度要求高
 - ✓ 地层扰动要求小





目 录

CONTENTS

二

TRD工法与设备发展方向

二、TRD工法与设备发展方向



中国铁建重工集团股份有限公司

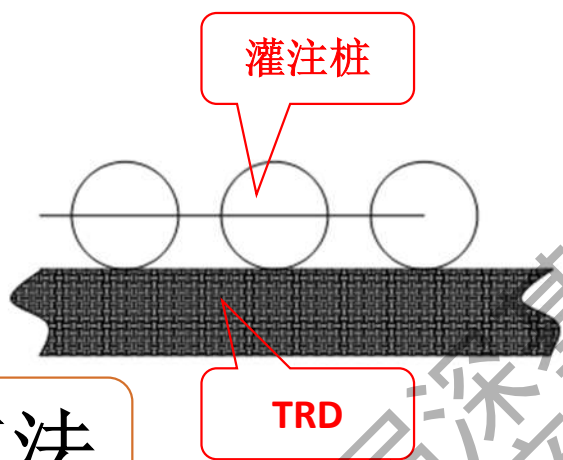
中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

T-BOX工法

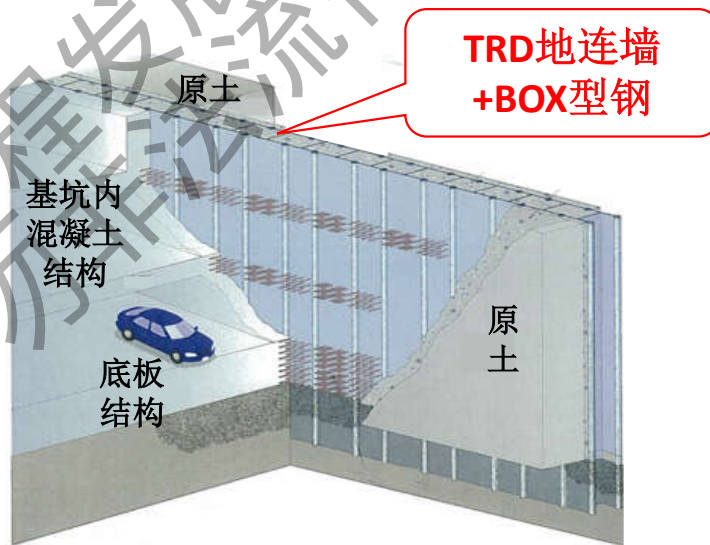
TRD地下连续墙进一步向“钢混”“两墙合一”地下连续墙方向发展。

充分发挥TRD地连墙**用地节约、施工效率高、止水性好、绿色环保、适应性强**的优势，**补齐TRD挡土能力弱的劣势。**



传统工法

TRD+灌注桩



TRD+BOX型钢

T-BOX
工法

二、TRD工法与设备发展方向



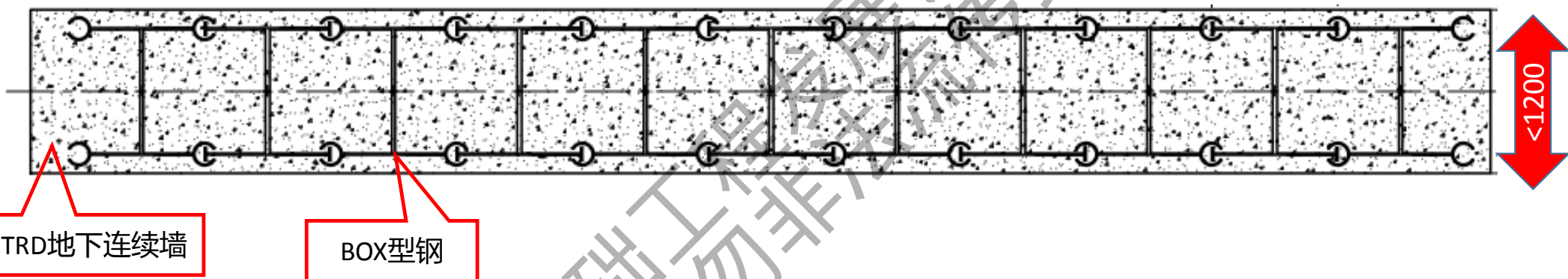
中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

TRD工法

1、TRD连续墙+BOX型钢



工法优点：

□ 经济性好

- ✓ 可取出重复利用；
- ✓ 同样挡土能力，墙厚可减小。

□ 工期短

- ✓ 型材制作周期短；
- ✓ 墙体建造时间短。

□ 墙体占地面积小

- ✓ 止水帷幕与围护结构合二为一，占地缩减。
- ✓ 置换土少。
- ✓ NS-BOX型钢植入施工占地面积小

二、TRD工法与设备发展方向

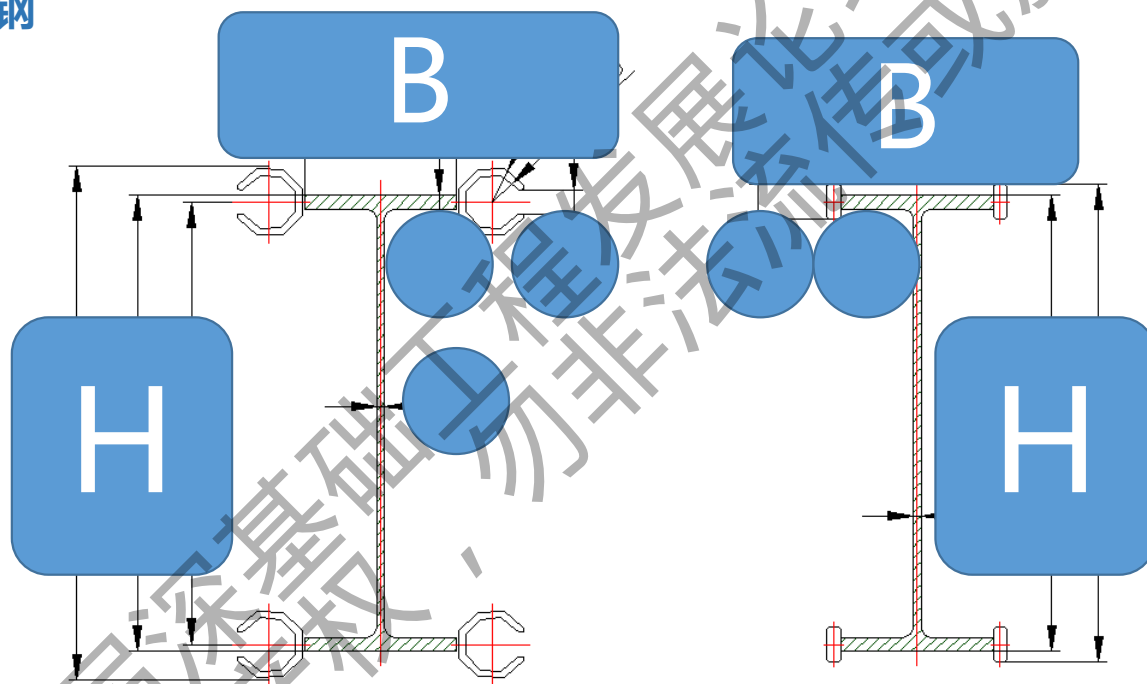


中国铁建重工集团股份有限公司
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

TRD工法

1、TRD连续墙+BOX型钢

BOX型钢截面



双雌头

双雄头

仅供第十屆知識大賽交流使用，請勿外傳或影印！

二、TRD工法与设备发展方向



中国铁建重工集团股份有限公司

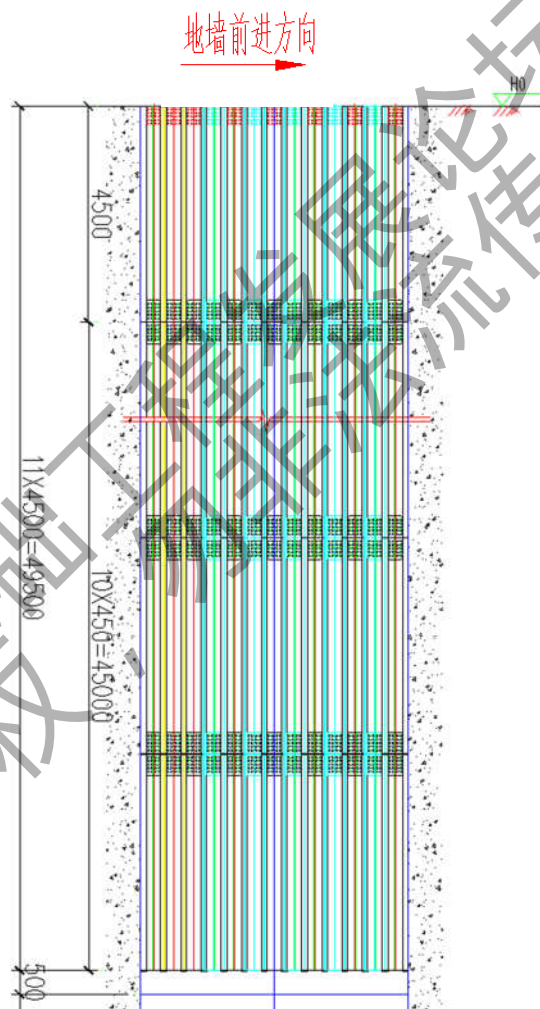
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

T-BOX工法

1、TRD连续墙+BOX型钢

BOX型钢连续植入示意

每段型钢长度可根据需求定制
一般有3m、4.5m、6m、9m、12m
最深可植入60m（国外已有案例）
国内正在试验50m。



施工现场

二、TRD工法与设备发展方向



中国铁建重工集团股份有限公司
中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

T-BOX工法成果展示

1、TRD连续墙+BOX型钢

开挖效果



二、TRD工法与设备发展方向



中国铁建重工集团股份有限公司
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

T-BOX 工法



工程完工图



工程效果图

二、TRD工法与设备发展方向



中国铁建重工集团股份有限公司
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

TRD装备发展方向——基坑工程

小型化



基本型



大型化

LSJ30	
成墙深度	30m
成墙宽度	450-850mm

LSJ60	
成墙深度	60m
成墙宽度	550-850mm

S-TRD	
成墙深度	90m
成墙宽度	700-1200mm



目 录

CONTENTS

三

铁建重工解决方案

三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

利用链刀旋转，实现对土层切削，切削到指定深度后，横向切削，同时先后注入切削液、固化液，与原土混合搅拌，最终在地下形成一道连续、等厚，具有防渗和挡土功能的地下墙体。

适用工程

设备方案

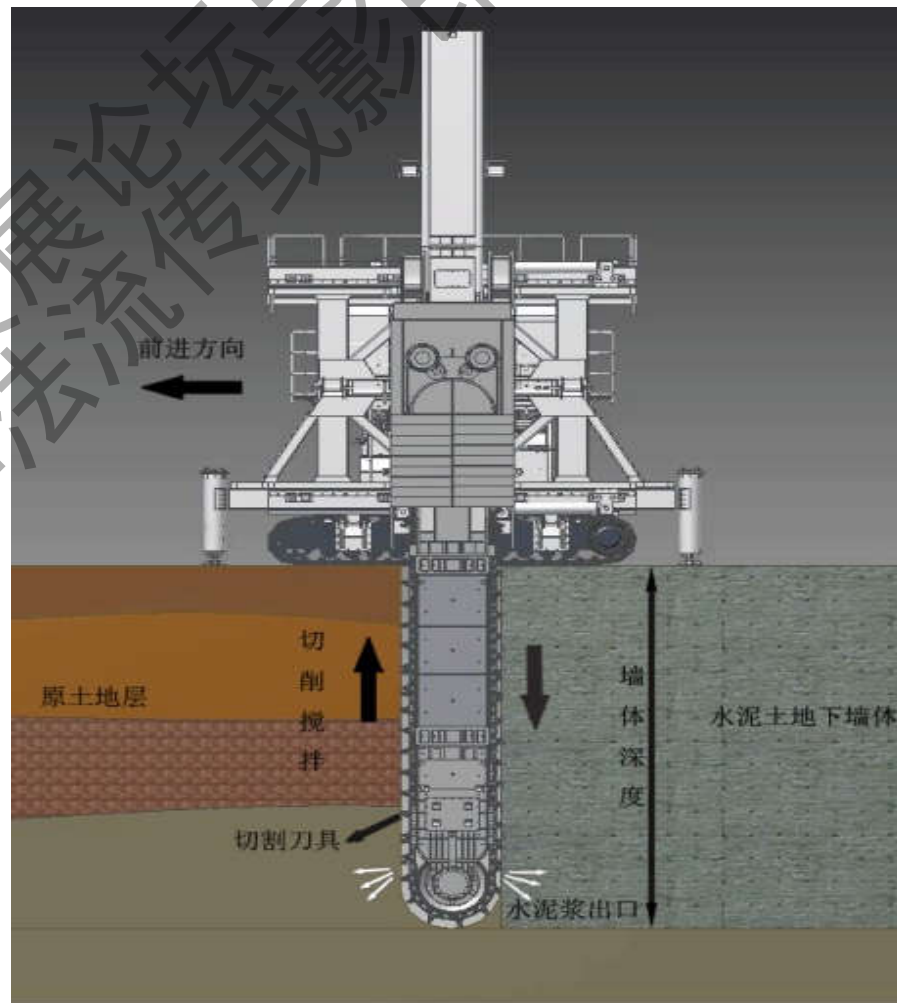
设备尺寸

设备特点

TRD工法

Trench cutting Re-mixing Deep wall method

渠式切割深层搅拌地下连续墙工法



三、 铁建重工解决方案



施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点

➤ 基础支护挡土、止水地下连续墙

建筑物基础基坑工程

地下通道及盾构竖井基坑工程

地铁车站、交叉工作井基坑工程

地下综合管廊防渗、挡土墙体

➤ 污染区、振动区隔断地下连续墙

型垃圾填埋场

废旧污染物处理场

尾矿坝池

➤ 堤坝加固、防渗地下连续墙

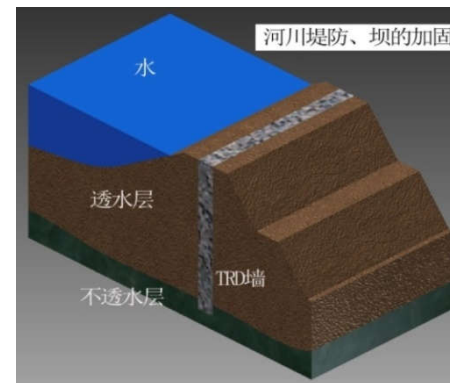
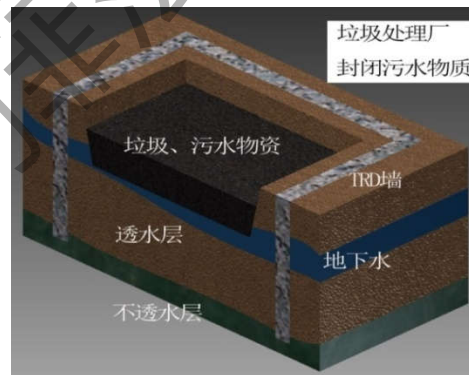
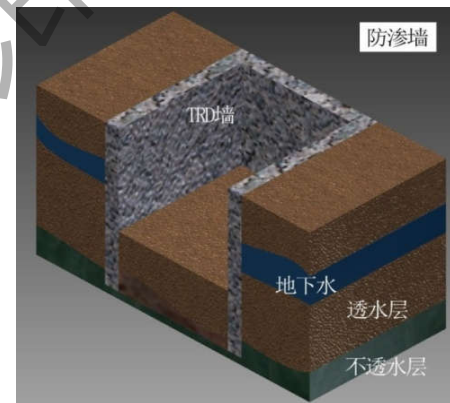
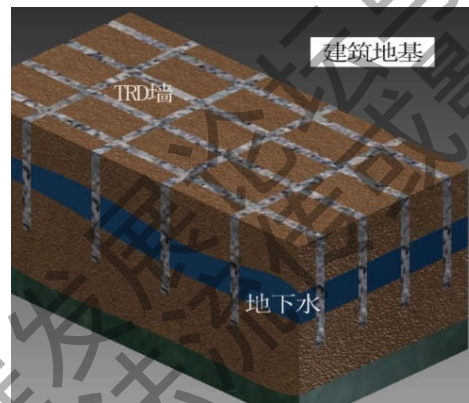
港湾以及江河湖海堤坝

大型水库堤坝

□ 特别适用于富水、软土地质条件下防渗、挡土地下连续墙体的建造。

□ 适用15MPa以下岩、土层地质条件。

□ 特别适合5MPa及以下地层。



三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点



LSJ90

大扭矩、大提升力、大横推力设计，施工效率高，特殊工况脱困能力强。

分段式滑移架设计，6m限高条件下正常施工。

空载、分步、低冲击电机启动控制链条、刀箱防断主动控制
成墙路径导航、刀箱姿态感知与监控

大流量、多点分层、变压力注浆系统。

380V电驱动力系统，噪音小，节能环保。

分块式配重设计，适配各种施工深度。

步履底盘，接地比压小。

全球最大施工深度（90m）、成墙宽度（1.2m）TRD装备。

可收拢式车架，运输方便，拆装迅速。

三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

LSJ60

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点



大扭矩、大提升力、大横推力设计，施工效率高，特殊工况脱困能力强。

分段式滑移架设计，6.2m限高条件下正常施工。

链条、刀箱防断主动控制
成墙路径导航、刀箱姿态感知与监控
手机端设备状态监控、云端数据分析

双发动机动力系统，动力强劲，动力可靠性加倍。

分块式配重设计，适配各种施工深度。

可回转式车架，主机运输与施工状态快速转换。

最大施工深度60m、成墙宽度
(0.55-0.85m)

可展开式履带底盘，
转场迅速、灵活。

三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

LSJ30

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点



整机尺寸小，适用于小深度、场地狭窄条件下施工。

分段式滑移架设计，5.2m限高条件下正常施工。

链条、刀箱防断主动控制
成墙路径导航、刀箱姿态感知与监控
手机端设备状态监控、云端数据分析

大功率柴驱动力系统，动力强劲。

可回转式车架，主机运输与施工状态快速转换。

最大施工深度30m、成墙宽度
(0.45-0.85m)

可展开式履带底盘，
转场迅速、灵活。

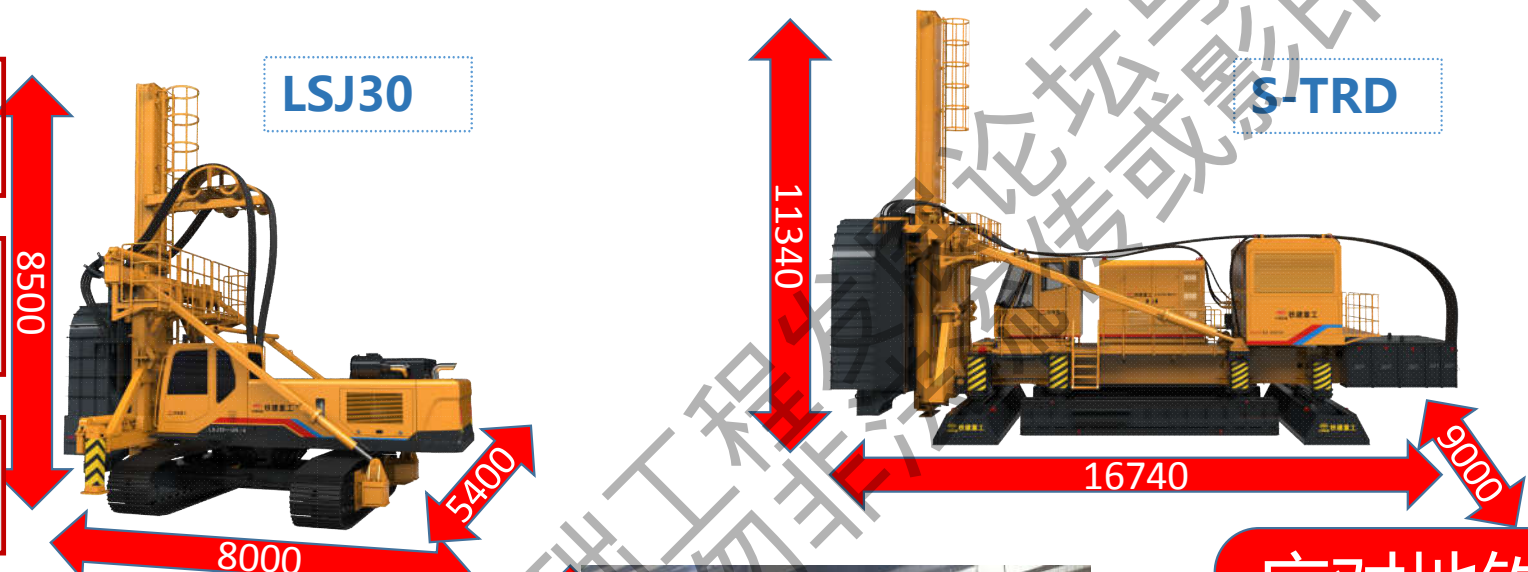
三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

- 施工原理
- 适用工程
- 设备方案
- 设备尺寸
- 设备特点



应对地铁车站出入口的施工

应对地铁车站超深需求的施工

应对地铁车站主体的施工

仅供第十知识

三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点

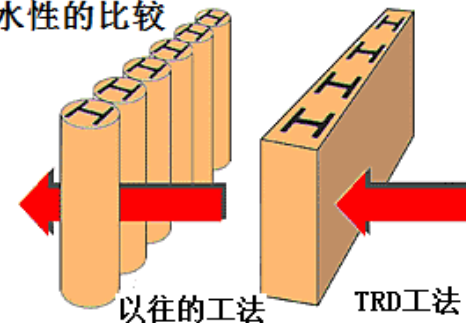
成墙质量好

墙体无接缝、止水性好，且墙体上下均质、连续、等厚，墙体渗透系数 $\leq 1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。

施工安全性高

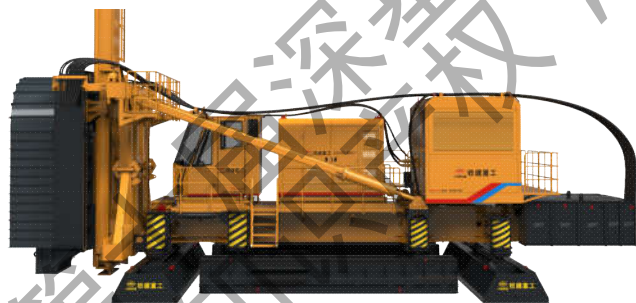
- ✓ 设备倾覆风险几乎为零。施工时刀箱插入地底，设备几乎无倾翻可能。
- ✓ 步履底盘或可展开式底盘，设备稳定性高。
- ✓ 具备链条、刀箱防断主动控制系统。

止水性的比较



以往的工法

TRD工法



三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

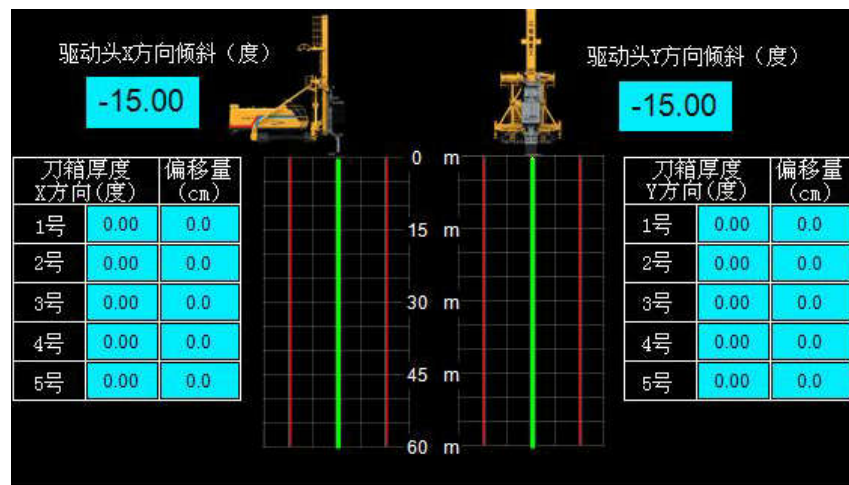
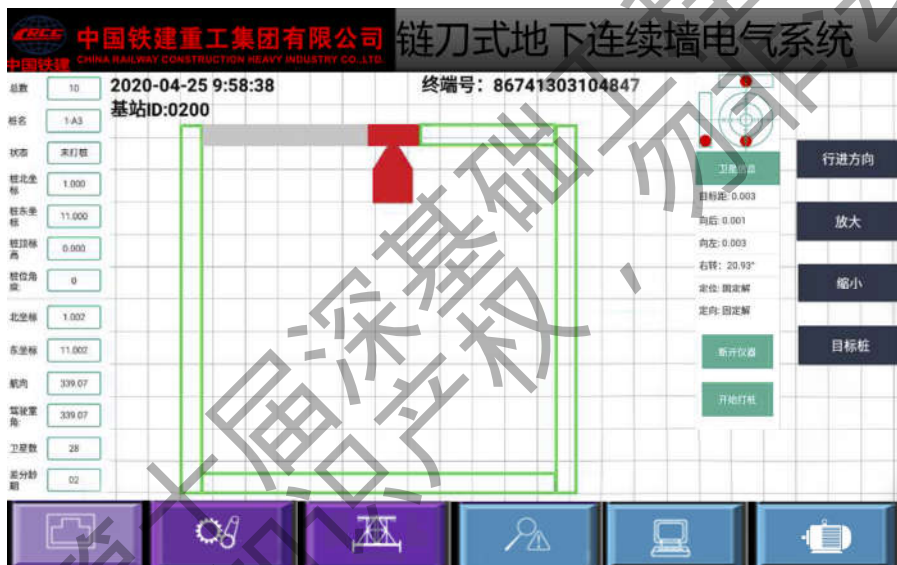
设备尺寸

设备特点

成墙精度高

- ✓ 具备成墙路径导航系统，墙体路径精度高。
- ✓ 应用高精度 ($\pm 0.01^\circ$) 倾斜仪监控刀箱姿态，可以实时对垂直度进行调整，墙体垂直度误差 $\leq 1/200$ 。

适应智能化建造要求



三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

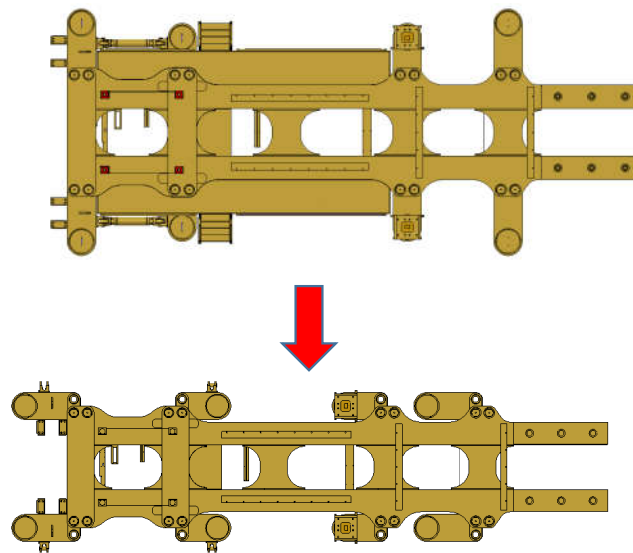
设备方案

设备尺寸

设备特点

► 施工效率高

- ✓ 提升力、切削力、横推力合理配置，有效提升施工效率；
- ✓ 同时考虑特殊工况脱困能力强；
- ✓ 模块化设计，提高设备可靠性；
- ✓ 设备拆装速度快、转场灵活、运输方便。



三、 铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

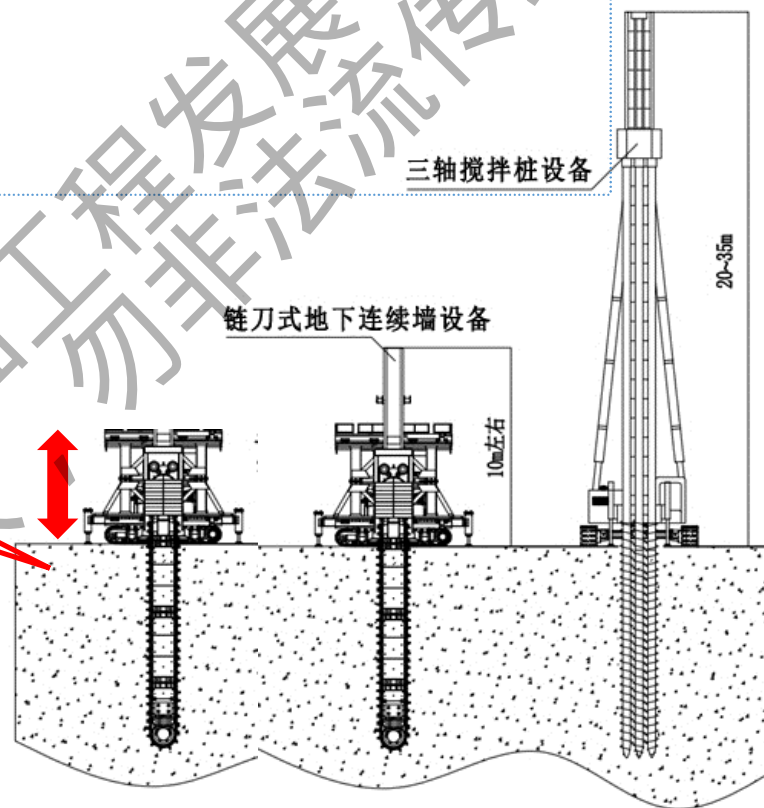
设备尺寸

设备特点

设备净空高度低

- ✓ 设备净空高低，可在桥底、高压线路底下安全、顺利、连续施工。
- ✓ 超低
- ✓ 超强

特殊情况下
可适于限高
6m



三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

▶ 适用地质广

采用多种刀具组合使用，实现土层、沙层、卵石层、软岩层高效切削、搅拌。

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点



多样化的刀具



链刀组合

三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点

➤ 高可靠性和稳定性

柴油与电动驱动系统可互换、大功率动力系统，动力持续可靠性高。不易发生因动力故障刀箱被混合泥浆固化风险。

发动机、泵组、大扭矩马达、高精度传感器、控制器等关键元器件均经过长期残酷试验运行，多年积累的地下工程施工经验，保证设备高效、可靠、持续运行，24h连续施工。



仅供第十届中国国际地下工程装备展览会使用

三、铁建重工解决方案

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点

智能化、可视化电气系统

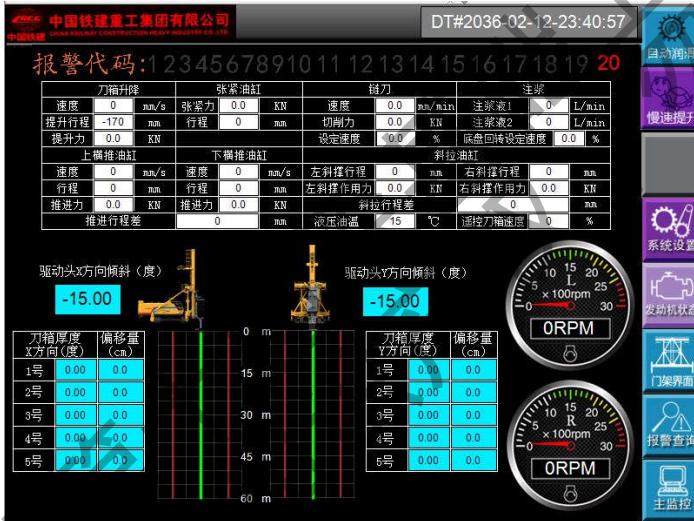
空载、分步、低冲击电机启动控制系统

链条、刀箱防断主动控制系统

恒功率控制系统

成墙路径导航、刀箱姿态感知与监控系统

手机端设备状态监控、云端数据处理系统



三、铁建重工解决方案



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

施工原理

适用工程

设备方案

设备尺寸

设备特点

智能化、多点、分层注浆系统

注浆设备与TRD工法设备联动控制系统

远程遥控系统

单点单泵变压力注浆控制系统

快速制浆控制系统



三、铁建重工解决方案

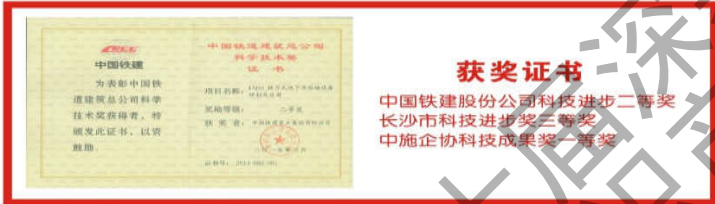
TECHNOLOGY The WORLD
科技创新时空



专利证书



铁建重工为地下连续墙设备行业标准起草单位





目 录

CONTENTS

四

TRD典型施工案例

四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

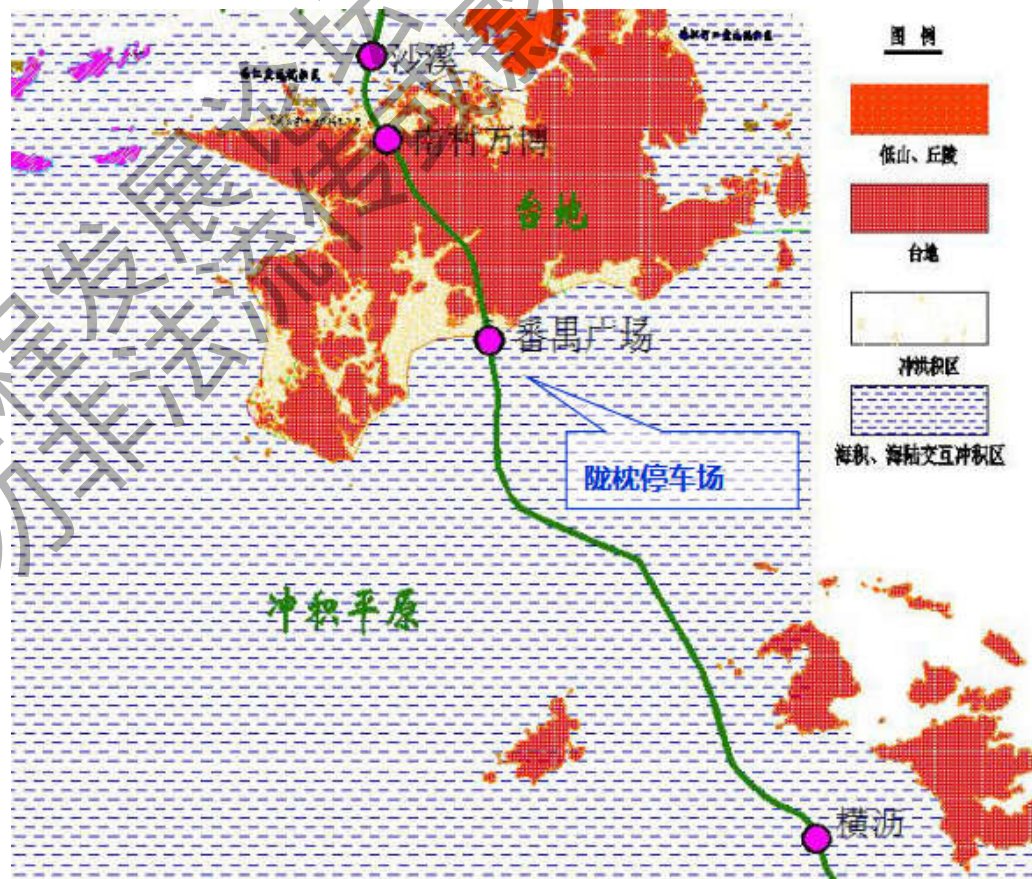
中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目

- **地下水水位埋藏浅**，属海陆交互相冲积平原地貌，初见水位埋深0.20~1.60m。地下水主要为第四系松散层孔隙水承压水，局部地段为潜水。人工填土中主要为上层滞水。砂层透水性一般为中等透水层
- **地表水体发育，厚淤泥层**。主要有两条河涌、3条灌溉渠、9个大小不等的鱼塘以及多条用于菜地灌溉用小水沟
- **杂填土主要成分为中粗砂及砖块、碎石、砼块等建筑垃圾，均匀性差。**



施工前场地照（田地、鱼塘、厂房及少量村民住宅）



广州18号线地貌示意图

四、TRD典型施工案例

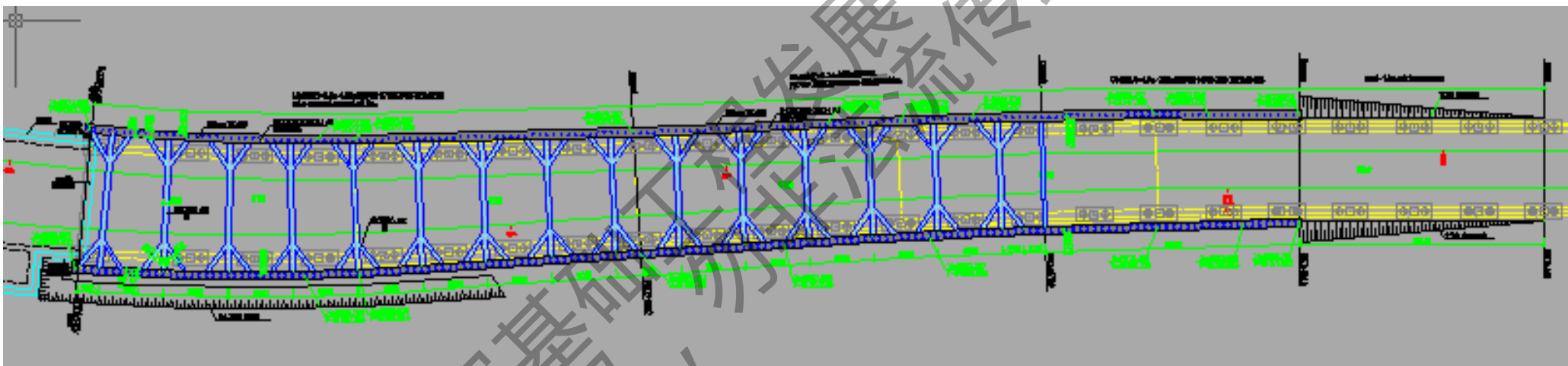


中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

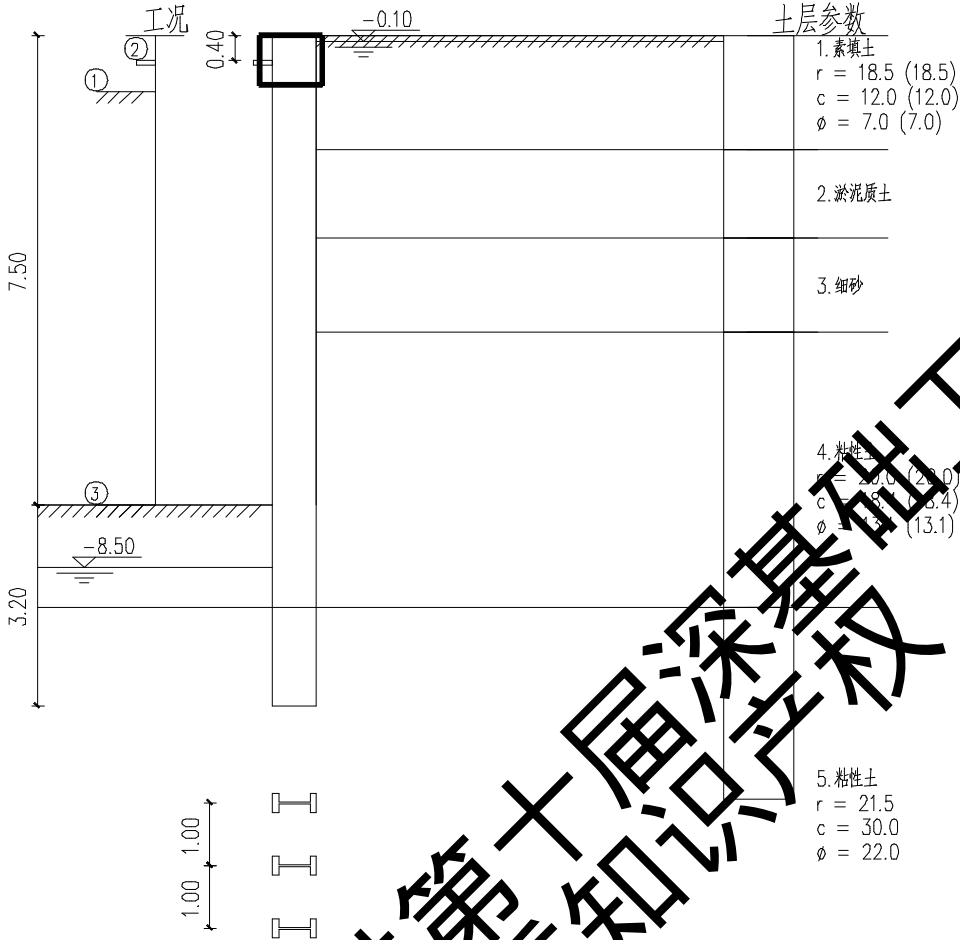
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目



四、TRD典型施工案例

单位 m

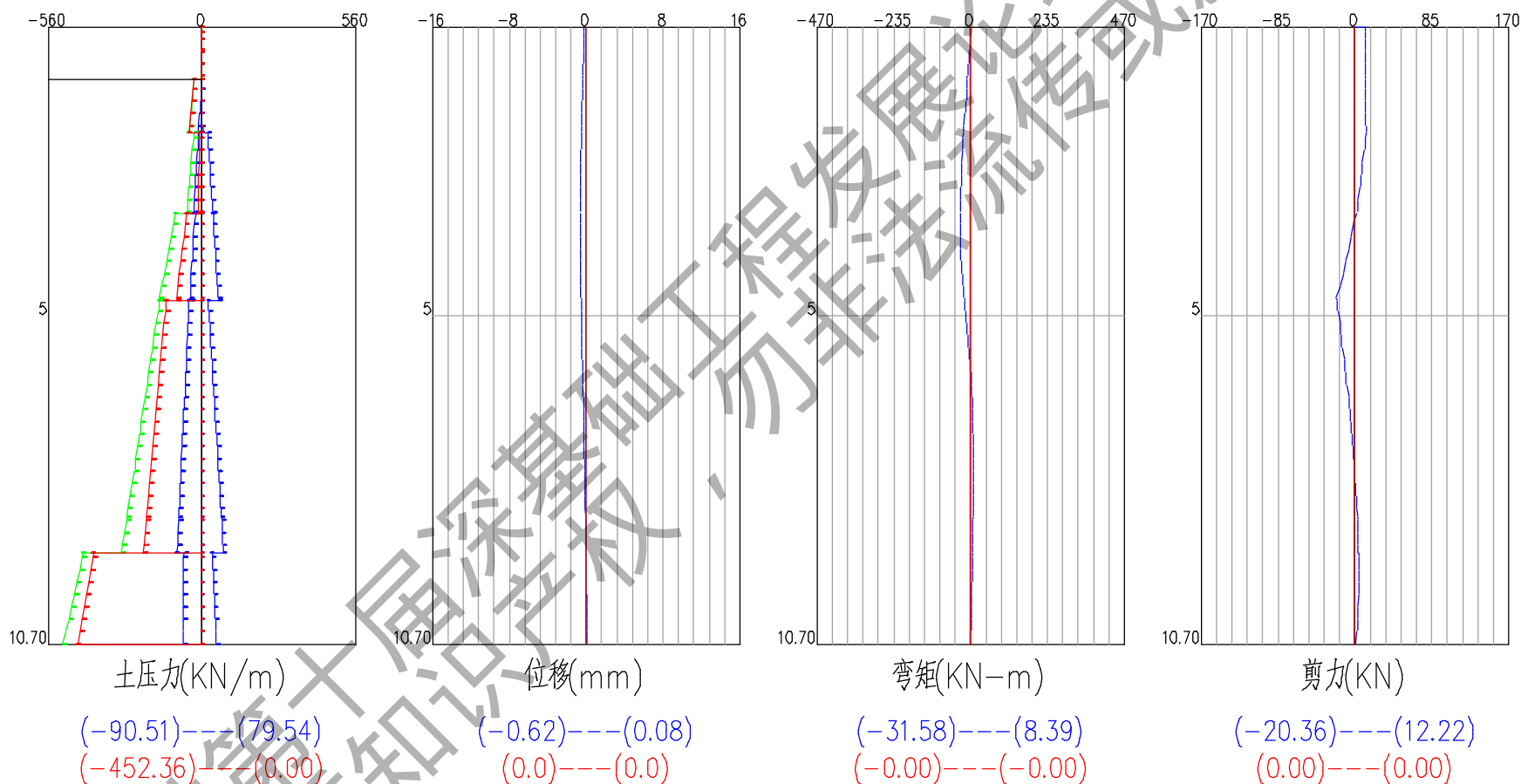


层号	土类名称	层厚 (m)	重度 (kN/m ³)	浮重度 (kN/m ³)	粘聚力 (kPa)	内摩擦角 (度)
1	素填土	1.83	18.5	8.5	12.00	7.00
2	淤泥质土	1.40	16.9	6.9	4.00	4.50
3	细砂	1.50	18.0	8.0	2.00	22.00
4	粘性土	4.40	20.0	10.0	18.40	13.10
5	粘性土	3.20	21.5	11.5	---	---
6	强风化岩	2.80	21.5	11.5	---	---
7	中风化岩	5.70	25.0	15.0	---	---

四、TRD典型施工案例

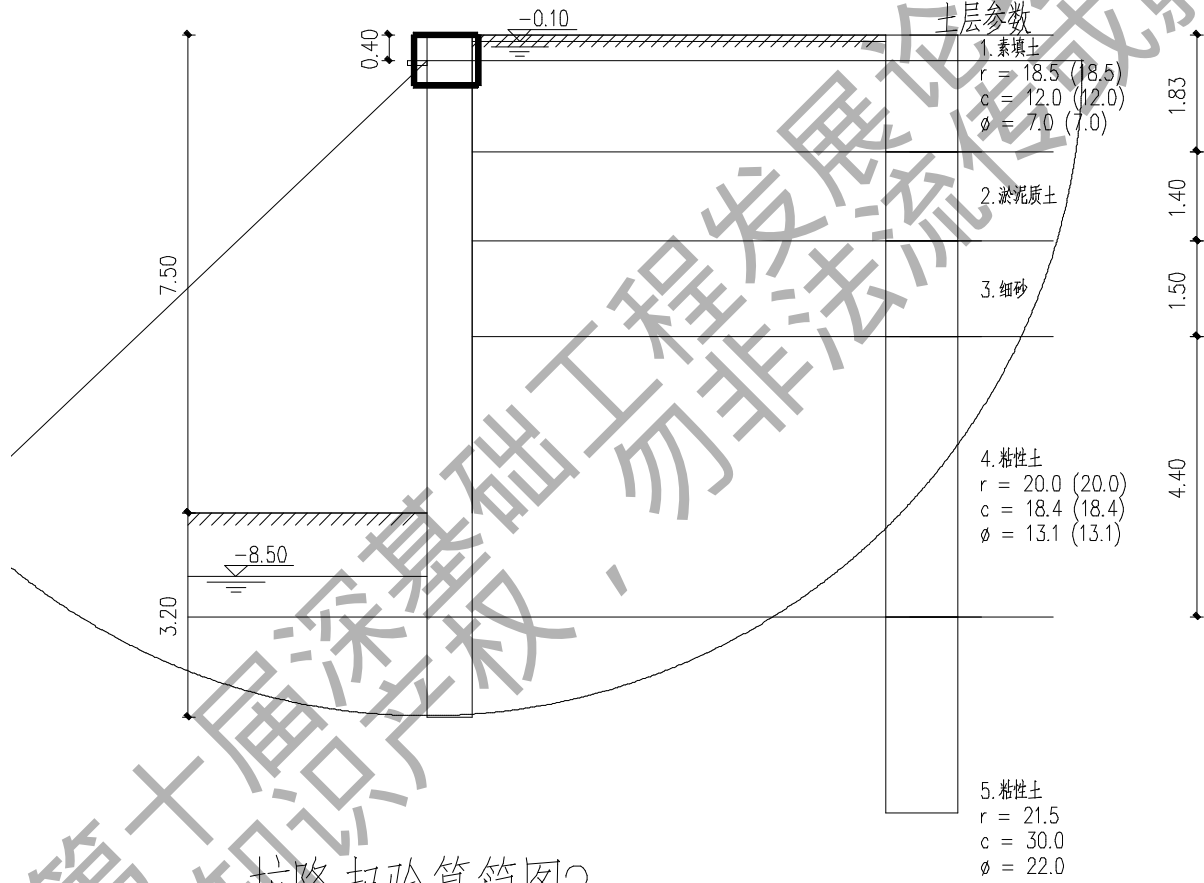


工况 1--开挖 (0.90m)



四、TRD典型施工案例

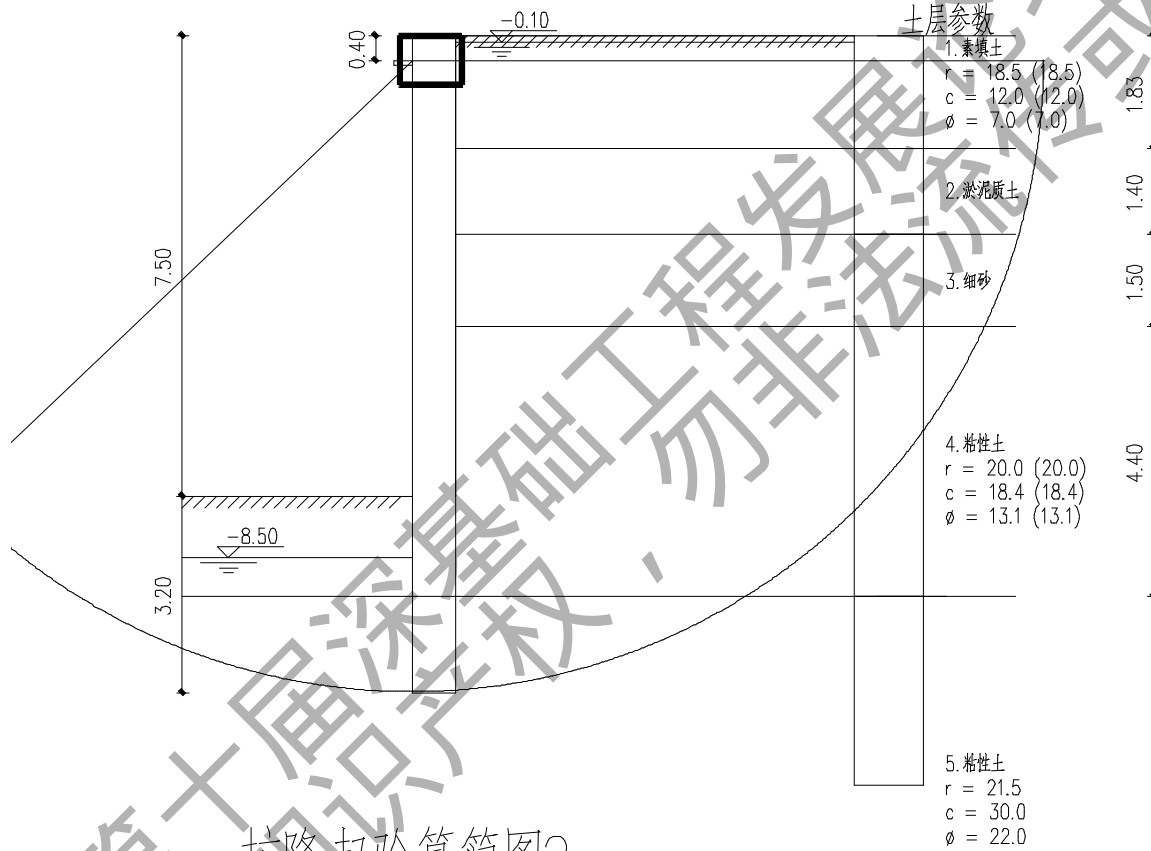
单位: m



抗隆起验算简图2

四、TRD典型施工案例

单位: m



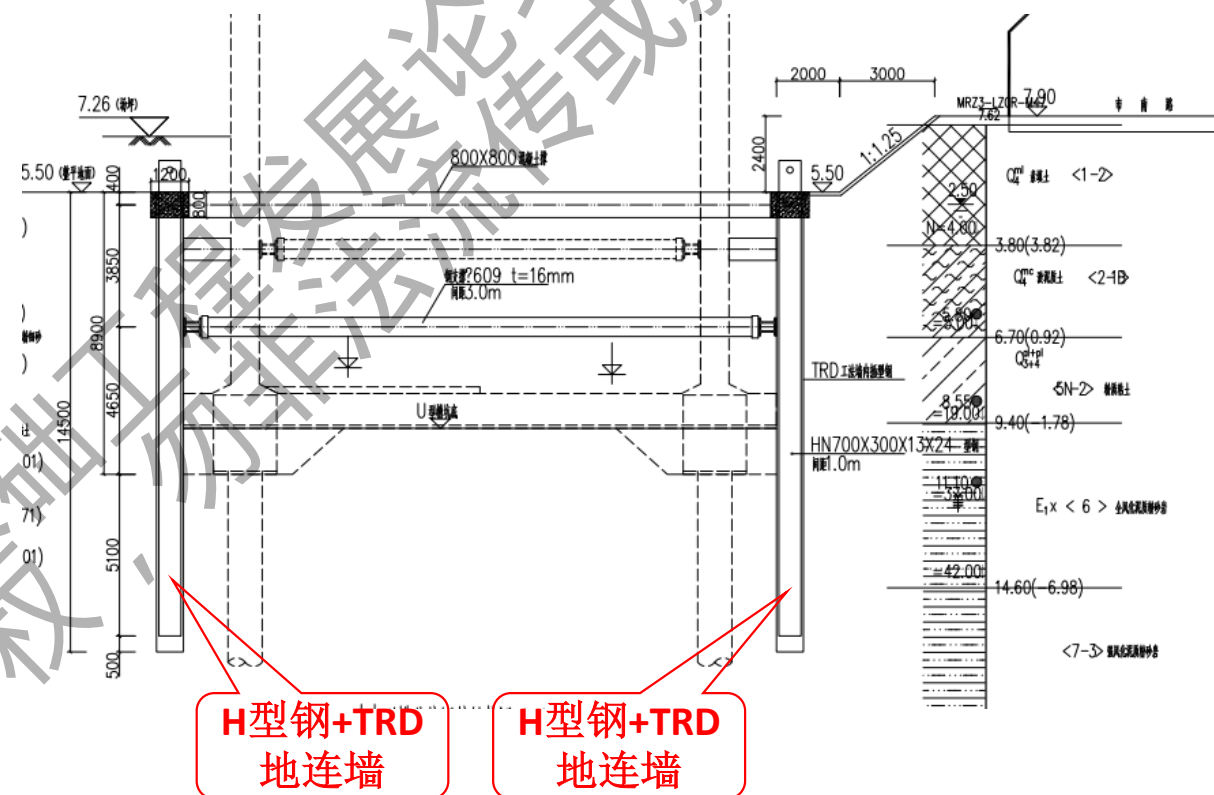
抗隆起验算筒图2

四、TRD典型施工案例



1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目

成墙宽度	850 mm	
成墙深度	17m	
最大施工效率	24 m/d	350m ³ /d
地质条件	地层	人工填土层
		淤泥层
		淤泥质土层
		淤泥质粉细砂层
		粉质粘土
		全风化泥质粉砂岩
		强风化泥质粉砂岩
型材	H型钢规格	HN700×300×13×24H
	H型钢长度	15m/12m
	间距	1 m



四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目



地表松软，设备极易下陷。

四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目



换填1.5-2m，铺设路基箱板后，地面日进尺24延米。

四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目



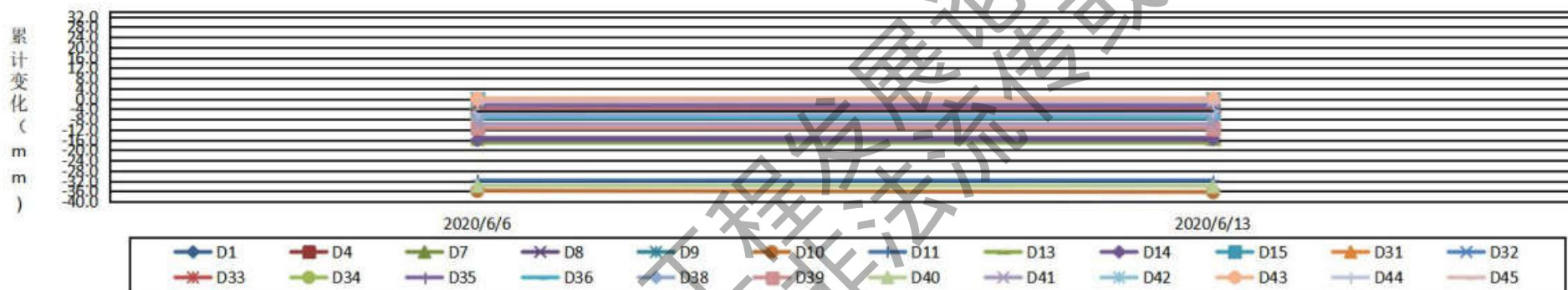
仅供内部参考
请尊重知识产权

四、TRD典型施工案例

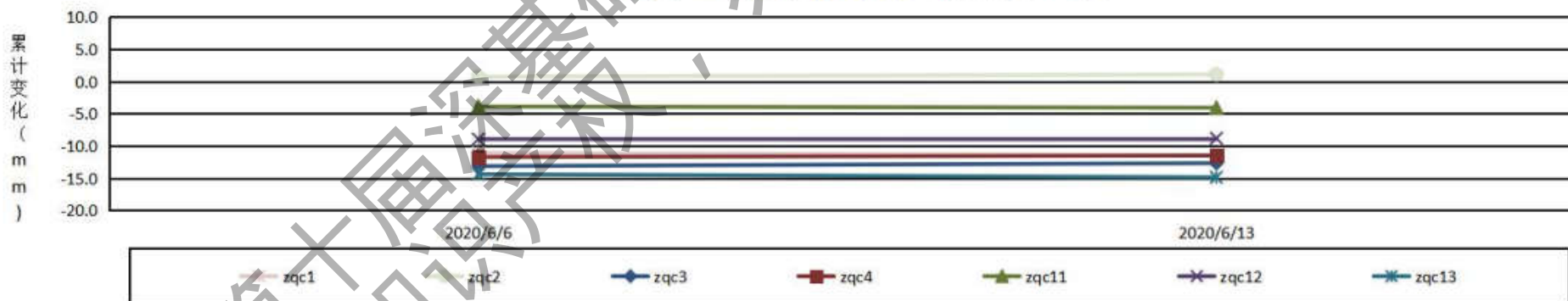


1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目

陇枕U型槽地表沉降累计变化曲线图



陇枕U型槽竖向位移累计变化曲线图



四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

1. 广州地铁18号线陇枕停车场项目

孔号: T01

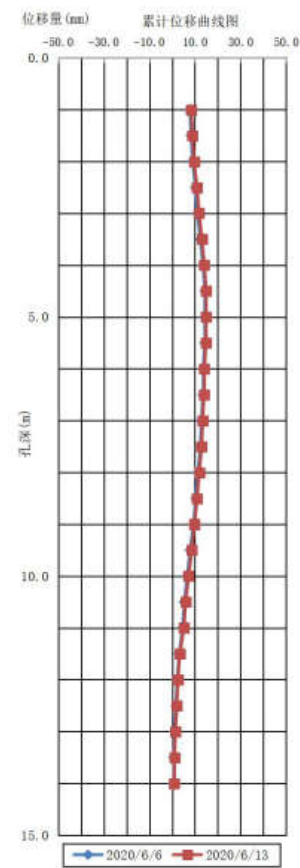
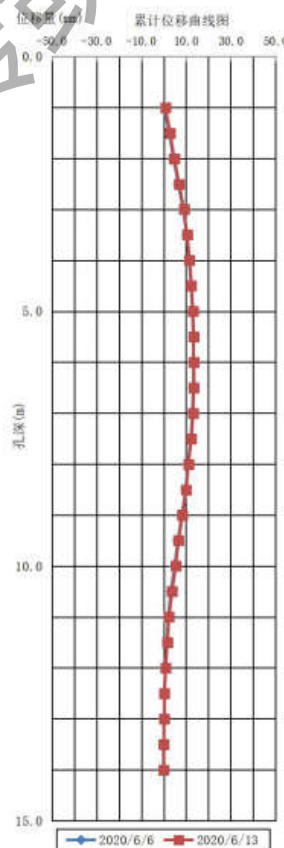
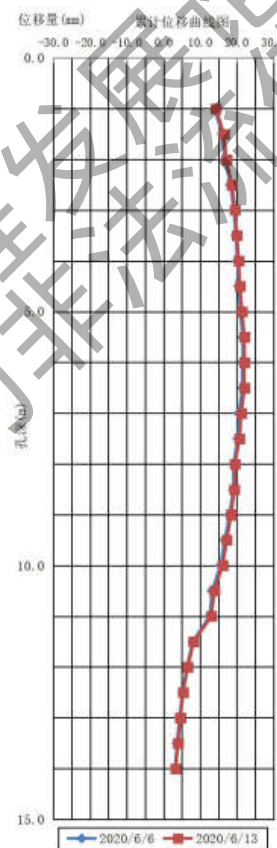
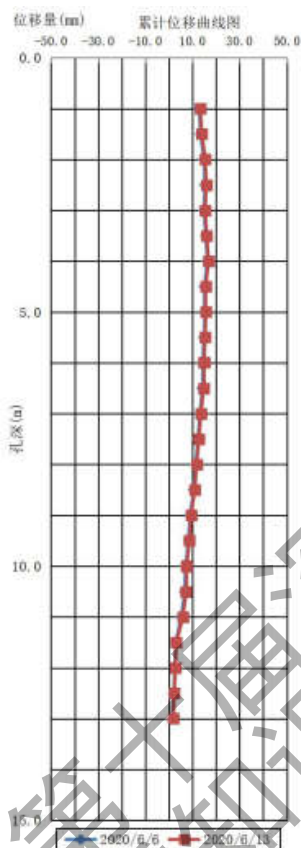
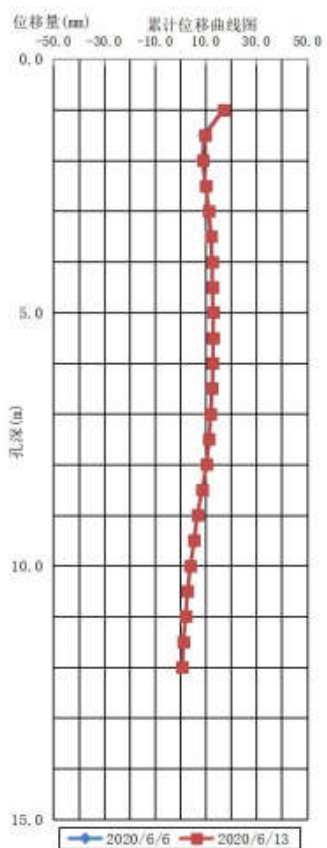
孔号: C02

孔号: C03

孔号: C04

孔号: C10

孔号: C11



四、TRD典型施工案例

2.呼市地铁工程



四、TRD典型施工案例

➤ 地层特性

- 附属主要地层：细沙、中砂、砾砂、圆砾、卵石、粉砂。
- 细~中~粗~砾砂：密实，主要矿物成分为长石、石英。
- 圆砾：中密，母岩成分主要为花岗岩，粒径约2-5mm，最大5cm。
- 卵石：密实，母岩成分为强风化花岗岩，粒径约2-5cm，最大10cm。

地层编号	地层名称	标准贯入试验	动力触探试验	密实度	岩土施工工程分级	地层性质
		击数N	击数N63.5			
1-1	杂填土			稍密	I	
1-2	素填土			稍密	II	
3-1	黏土	20	/	/	II	土质均匀，团粒状结构，稍有光泽，韧性中等，属中压缩性土
3-2	粉质黏土	22	/	/	II	土质均匀，团粒状结构，稍有光泽，韧性中等，属中压缩性土
3-3	粉土	18	/	密实	II	砂质均匀，含少量粉细砂颗粒，属中压缩性土
3-4	粉砂	30	/	中密	I	砂质均匀，主要矿物成分为长石、石英，含少量黏粒、粉粒，级配不良
3-5	细砂	35	/	密实	I	砂质不均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良，含少量黏性土
3-6	中砂	38	/	密实	I	砂质均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良
3-7	粗砂		/	密实	I	砂质不均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良
3-8	砾砂	37	16.7	密实	I	砂质均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良
3-9	圆砾		15.9	中密	II	母岩成分主要为花岗岩，分选差，呈亚圆形，粒径约2-5mm，最大5cm，约占50%-55%，充填物为中粗砾砂。
3-10	卵石			密实	IV	母岩成分为强风化花岗岩，粒径约2-5cm，最大10cm，约占总量的50%-55%，呈椭圆形，级配良，充填物为中粗砾砂及圆砾等
4-1	黏土	28	/	/	II	土质均匀，团粒状结构，有光泽韧性高，属中压缩性土
4-2	粉质黏土	21	/	/	II	质较均匀，团粒状结构，稍有光泽，韧性中等，属中压缩性土
4-3	粉土	34	/	密实	II	砂质均匀，含少量粉细砂颗粒，属中压缩性土
4-4	粉砂	35	/	密实	I	砂质较均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配良好
4-5	细砂	40	/	密实	I	砂质较均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良
4-6	中砂	38	/	密实	I	砂质较均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配不良
4-7	粗砂	39	/	密实	I	砂质较均匀，主要矿物成分为长石、石英，级配良好
4-8	砾砂	39	/	密实	I	砂质较均匀，主要矿物成分为长石、石英，局部含少量粉细砂，级配不良

四、TRD典型施工案例

桩基 编号	设计 桩径 mm	设计深度(m)			设计深度			备注
		顶部	中部	底部	桩顶	桩底	桩身	
1-1	Φ1200	0.0	1.4	102.53	砂	砂	砂	桩顶土质为粉质粘土，厚度约0.0-0.5m，下部土质为粉质粘土及砂土，局部夹有少量砾石及碎石。桩底土质为粉质粘土及砂土。
1-2	Φ1200	1.4	1.4	102.99	砂	砂	砂	桩顶土质为粉质粘土，厚度约0.0-0.5m，下部土质为粉质粘土，砂土，含少量砾石、圆砾。
3-1	Φ1200	0.3	11.3	104.39	砂	砂	砂	土质均匀，无胶状结构，稍有光泽，韧性中等， $f_{cu}=0.04$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-2	Φ1200	0.6	11.3	102.24	砂	砂	砂	土质均匀，无胶状结构，稍有光泽，韧性中等， $f_{cu}=0.29$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-3	Φ1200	0.0	13.6	104.57	砂	砂	砂	粗砂，密实，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.575$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.313MPa，属中国粘性土。
3-4	Φ1200	1.0	3.4	102.61	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.30$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-5	Φ1200	1.1	3.6	102.44	砂	砂	砂	细砂，砂质不均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.35$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-6	Φ1200	0.8	11.8	102.26	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.33$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-7	Φ1200	1.5	9.3	104.43	砂	砂	砂	细砂，砂质不均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.37$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-8	Φ1200	2.5	9.0	102.04	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.37$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
3-9	Φ1200	1.0	4.3	102.43	砂	砂	砂	细砂，砂质不均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.37$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。

		12.0	21.4	1054.70				约占50%-55%，充填物为中粗砂。
3-10	Φ1200	2.0	15.0	1042.32	砂	砂	砂	细砂，砂质成分为粗风化花岗岩，粒径约2-5mm，最大10mm，约占重量的50%-55%，呈椭圆形，棱角状，充填物为中粗砂及圆砾等。
4-1	Φ1200	2.0	20.7	1011.21	砂	砂	砂	土质均匀，无胶状结构，稍有光泽，韧性高， $f_{cu}=0.31$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.303MPa，属中国粘性土。
4-2	Φ1200	0.0	10.7	1009.27	砂	砂	砂	土质均匀，无胶状结构，稍有光泽，韧性中等， $f_{cu}=0.39$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.303MPa，属中国粘性土。
4-3	Φ1200	1.3	5.04	1029.80	砂	砂	砂	粗砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.670$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.263MPa，属中国粘性土。
4-4	Φ1200	1.2	19.5	1007.27	砂	砂	砂	粗砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.670$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.263MPa，属中国粘性土。
4-5	Φ1200	7.0	52.4	1040.32	砂	砂	砂	$\bar{N}=34$ 。
4-6	Φ1200	0.5	20.0	1012.63	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.35$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
4-7	Φ1200	0.8	23.0	1011.04	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.40$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
4-8	Φ1200	1.0	16.4	1014.33	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.38$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
4-9	Φ1200	3.1	23.6	1026.03	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.39$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
4-8	Φ1200	1.3	23.0	1017.15	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.39$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。
		3.0	42.4	1026.55	砂	砂	砂	细砂，砂质均匀，含少量细砂颗粒，稍不均匀， $f_{cu}=0.39$ ， $E_{s(0.25)}$ -0.23MPa，属中国粘性土。

四、TRD典型施工案例

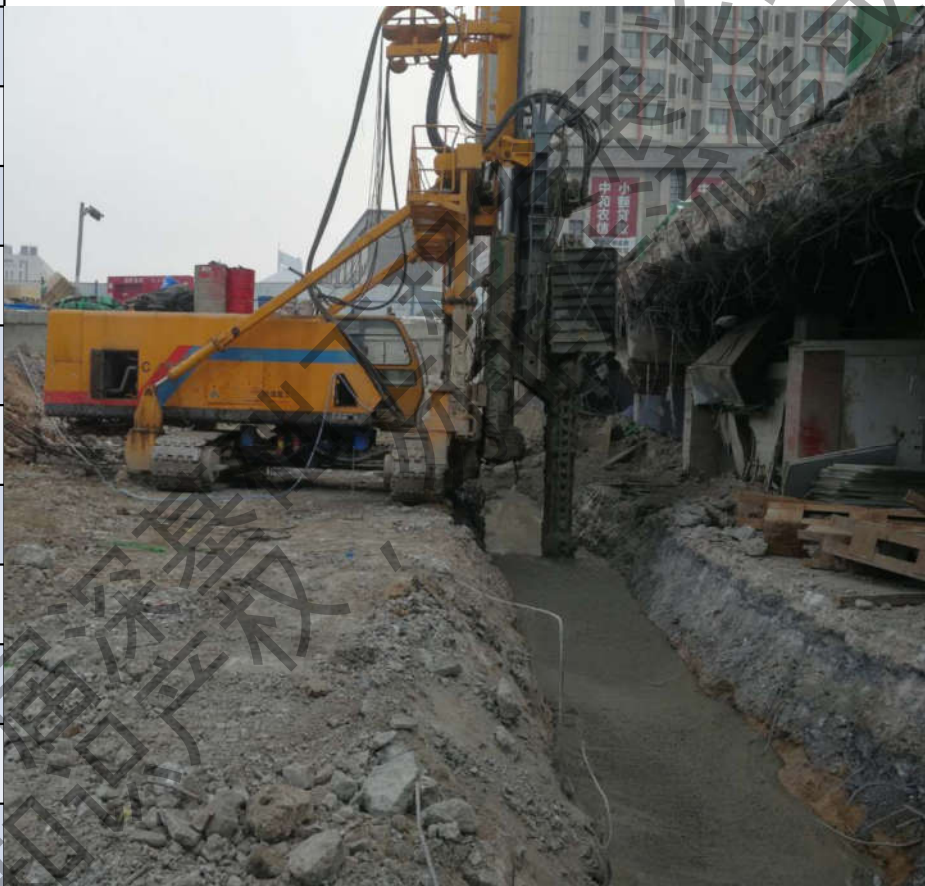


中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

成墙宽度		850 mm	
成墙深度		27.5 m	
最大施工效率		15 m/d	350m ³ /d
地质条件	地层	杂填土	
		圆砾	
		黏土	
		圆砾 (~25cm)	
		细沙	
		中砂	
		黏土	
		细沙	
	标贯值	5~34	



四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

3. 青岛地铁庙头车站

庙头站平面图（黄色区域）



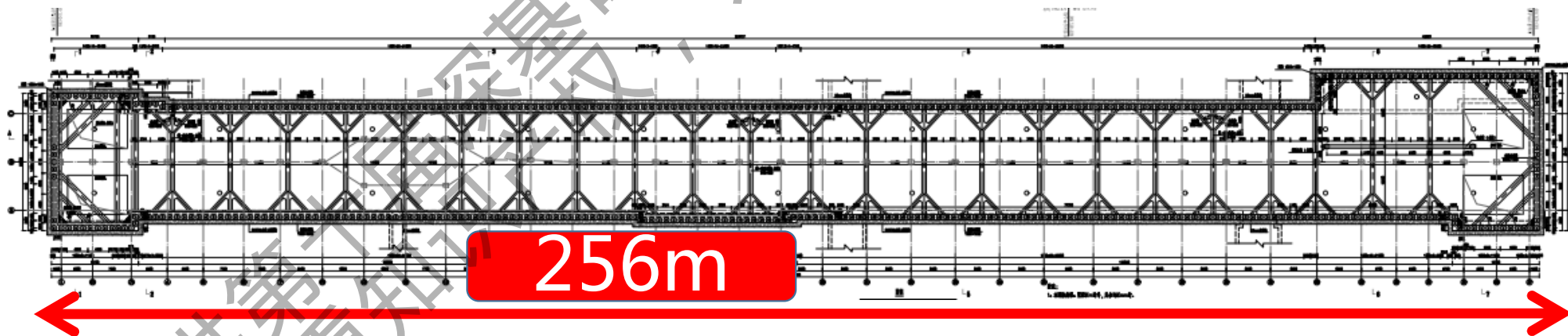
基坑开挖深度17.3m，桩长约25.9m
地质属于青岛典型的上软下硬地层。

粒径：粗砾砂，40mm；

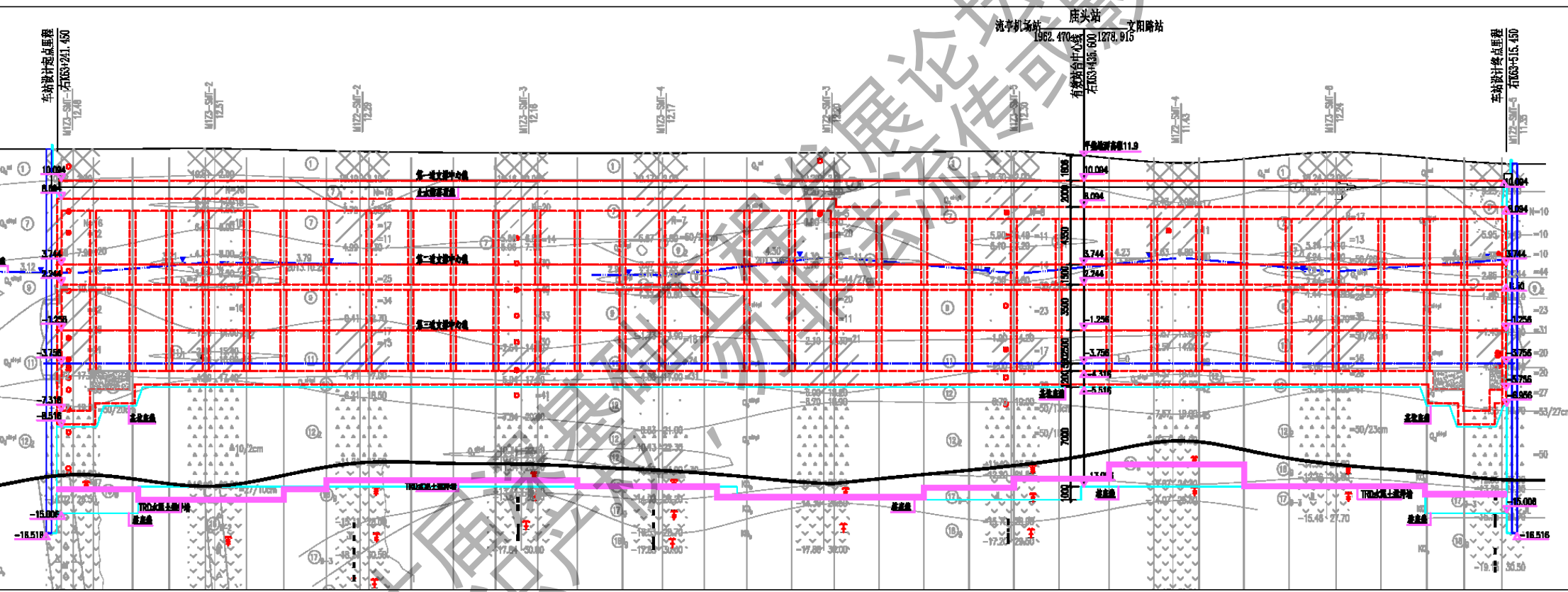
碎石粗砾砂，100mm。

单轴抗压强度：中风化安山岩约32MPa。

庙头站施工平面图



四、TRD典型施工案例



四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司
中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

3. 青岛地铁庙头车站

成墙宽度	850 mm	
成墙深度	28 m	
最大施工效率	15 m/d	357m ³ /d
地质条件	地层	杂填土
		粉质粘土
		粗砾砂
		黏土
		含碎石粗砾砂
		强风化鞍山岩
		中风化鞍山岩
	标贯值	15~50
单轴抗压强度	< 28-47Mpa	



中风化花岗岩

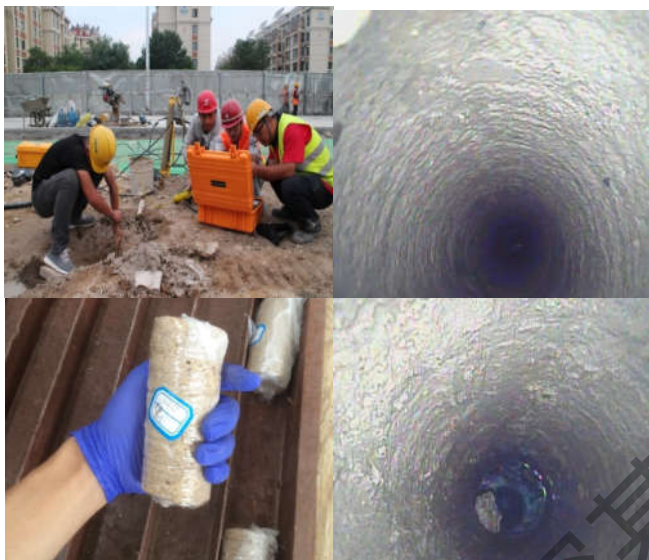
单轴抗压强度为14.66 ~ 27.32MPa

四、TRD典型施工案例



3. 青岛地铁庙头车站

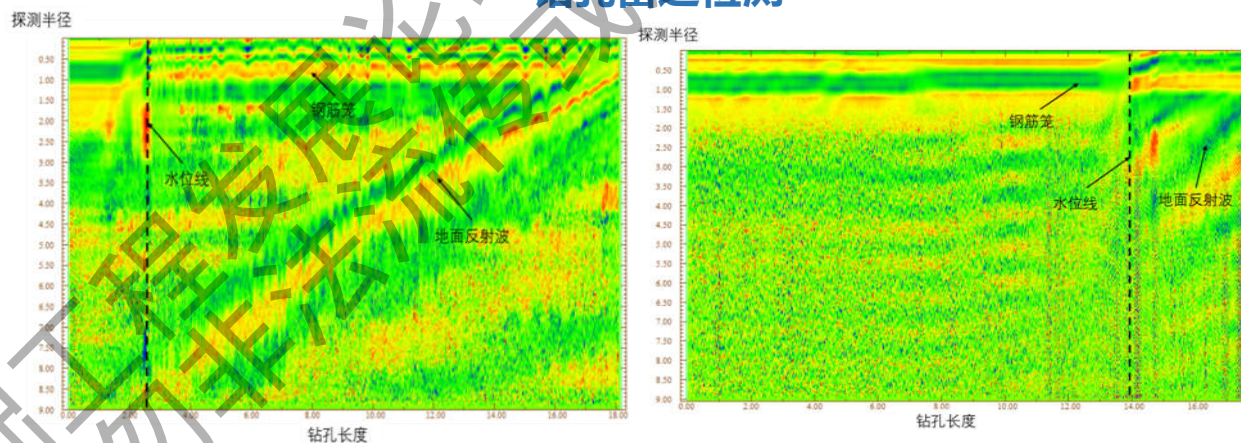
钻孔电视高清成相检测



钻孔电视检验结果显示：

- 1. 钻孔内壁均匀、无明显裂缝和孔洞，洞内无明显的渗水情况；
- 2. 钻孔不同标段呈现完好状态，无大的岩性改变，墙体质地均匀。

钻孔雷达检测



钻孔雷达检验结果显示：

- 1. 钻孔内壁完整性好、无明显裂缝、孔洞、塌孔现象；
- 2. 雷达探测半径2m范围内的地层较为均匀，无明显缺陷。

四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

3. 青岛地铁庙头车站

开挖后墙体完全无渗水、漏水现象，止水效果好。



仅供第十层知识
请尊重知识

四、TRD典型施工案例



4. 青岛胜利桥车站



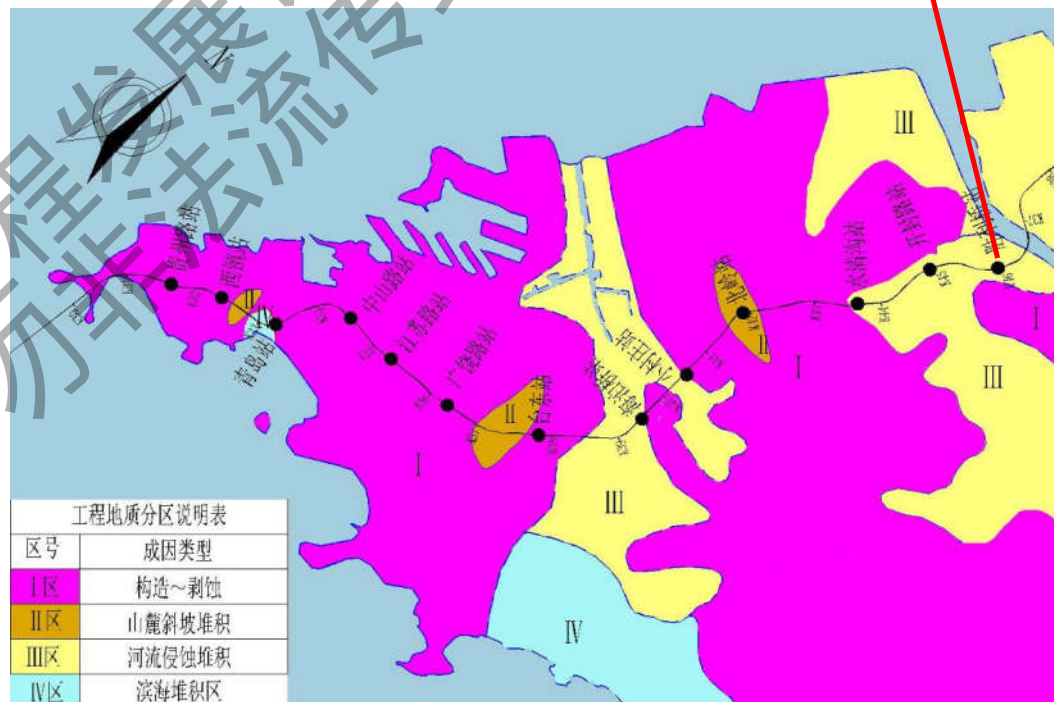
胜利桥车站区域属河流侵蚀堆积地貌。
典型上软下硬地质，主要为人工填土及风化岩。

中风化凝灰岩
揭露层顶标高：-
15.02 ~ -12.42m



微风化花岗岩
(碎裂状) 揭露
层顶标高-20.8
1 ~ -12.99m

胜利桥站



青岛1号线沿线地貌图

四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

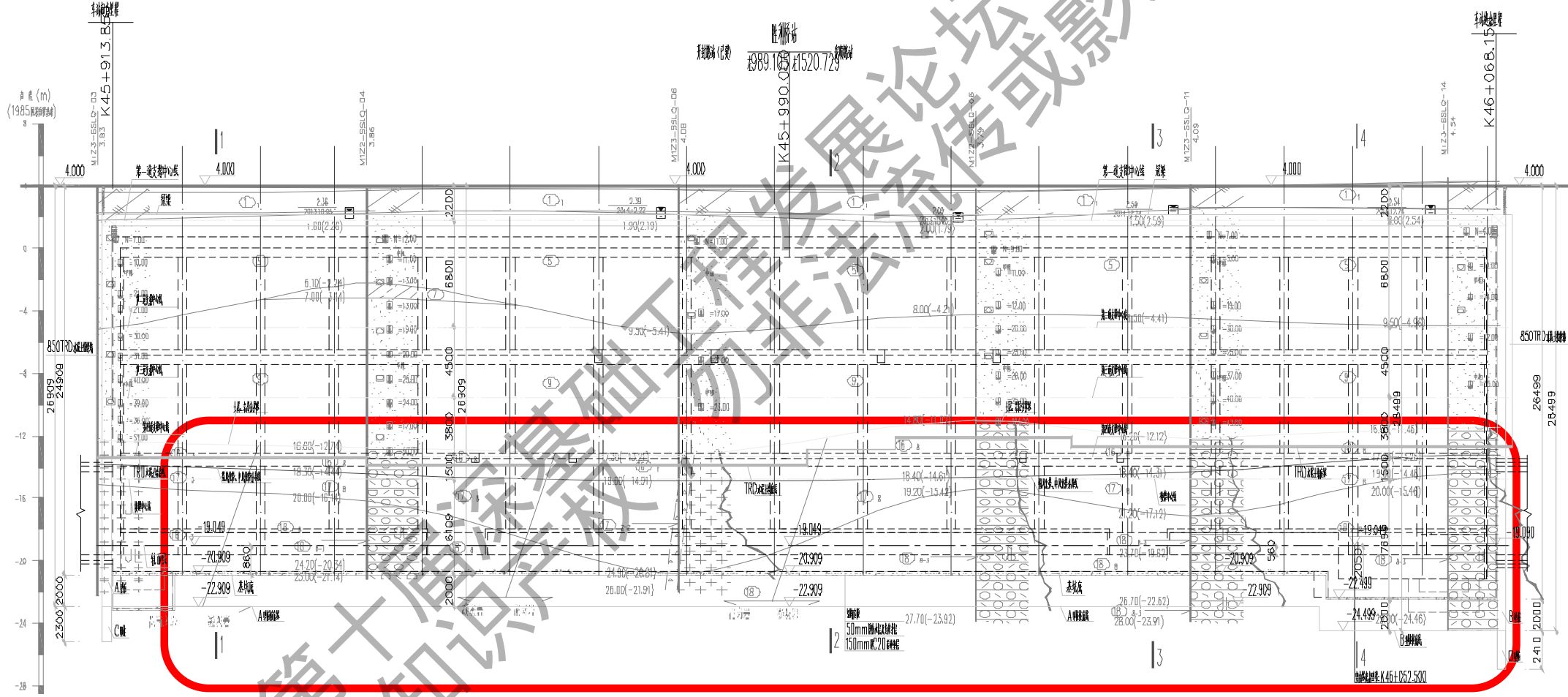
CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

4. 青岛胜利桥车站

成墙宽度	850 mm	
成墙深度	18 m	
最大施工效率	20 m/d	306m ³ /d
地质条件	地层	填土
		中、粗砂
		粉质黏土
		强风化凝灰岩
		中风化凝灰岩
	花岗岩（块状碎裂岩）	
单轴抗压强度	< 10Mpa	



四、TRD典型施工案例



四、TRD典型施工案例



岩层编号	地质时代	岩层名称	岩体结构类型	岩体地质类型
⑩ ₈	KqS	强风化凝灰岩	散体状结构	强风化带
⑪ ₈		中风化凝灰岩	镶嵌碎裂状结构	中风化带
⑪ ₈₋₂		中风化凝灰岩(块状碎裂岩)	碎裂状结构	构造岩
⑫ ₈		微风化凝灰岩	块状~整体状结构	微风化带
⑫ ₈₋₃		微风化凝灰岩(碎裂状)	碎裂状结构	构造岩
⑫ _下		γ ₅ ³	强风化花岗岩下亚带	散体状结构
⑬	中风化花岗岩		镶嵌碎裂状结构	中风化带
⑬ ₂₋₂	中风化花岗岩(块状碎裂岩)		碎裂状结构	构造岩
⑭	微风化花岗岩		块状~整体状结构	微风化带
⑭ ₂₋₃	微风化花岗岩(碎裂状)		碎裂状结构	构造岩
⑬ ₃	γ π ₅ ³		强风化花岗斑岩	散体状结构
⑭ ₃		中风化花岗斑岩	镶嵌碎裂状结构	中风化带
⑮ ₃		微风化花岗斑岩	块状~整体状结构	微风化带
⑮ ₃₋₃		微风化花岗斑岩(碎裂状)	碎裂状结构	构造岩



四、TRD典型施工案例



中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建 CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

序号	时间	地点	工程量 (m ³)	墙厚 (mm)	墙深 (m)	效率 (m ³ /D)	备注
1	2013	长沙铁建国际城	2500	850	38		
2	2013	天津鲁能绿茵里	9340	700	40	>250	首次施工
3	2014	长沙旺旺医院地下城	2000	850	56		
4	2016	青岛地铁庙头车站	13000	850	29	>200	首次应用地铁
5	2016	青岛地铁正阳车站	18000	850	25	>200	
6	2016	青岛地铁春阳车站	8000	850	23	>200	
7	2017	燕郊飞洋创新中心	6000	750	23	250	首次在北京施工
8	2017	青岛地铁遵义路车站	9000	850	25	>200	
9	2017	青岛地铁胜利桥车站	8500	850	20	300	进入风化岩层
10	2017	青岛地铁南岭路站出入口	2500	850	20	300	插型钢
11	2018	青岛地铁劲松七路车站	7000	850	13	300	
12	2018	杭州富阳综合管廊项目	20000	850	28	300	
13	2018	青岛地铁正阳站等	24000	850	20	300	
14	2019	广州地铁18号线陇枕车场	4400	850	18	380	
15	2019	青岛4号线劲松四路站	5000	850	17	300	
16	2019	春阳路站	1200	850	15	300	
17	2019	呼和浩特火车站	10000	850	27	300	
18	2019	正阳车站出站口	10000	850	19	300	插型钢
19	2020	青岛地铁4#线辽阳路车站	10000	850	30	280	
20	2020	青岛地铁6#朝阳路站	12000	850	28	300	
21	2020	青岛地铁6#黄河路站	11000	850	27	250	

*上表为部分施工案例



目 录

CONTENTS

五

TRD施工成本

五、TRD施工成本

青岛地铁集团TRD预算定额（切割注浆，H≤20m）

切割注浆，H≤20m
6863.35元/10m³

切割注浆，H≤30m
6409.70元/10m³

(一) 渠式切割水泥土连续墙 (TRD) 切割注浆
工作内容：沟槽开挖、定位、拌制膨润土、来回移动切割土体、拌制水泥浆、来回移动灌注水泥浆、移位、泥浆沉淀处理等。

单位：10m³

定额编号				补 1-234		
项目				切割注浆		
				H≤20m		
基价 (元)				一般计税法	简易计税法	
				6140.82	6863.35	
其中	人工费 (元)			241.38	241.38	
	材料费 (元)			3765.08	4240.54	
	机械费 (元)			2134.36	2381.43	
序号	名称	单位	数量	单价	单价	
1	人工 综合工日 (轨道交通)	工日	2.682	90.00	90.00	
2	材料	路基板 (钢板)	kg	10.248	4.13	4.67
3		水泥 P.O42.5	t	4.725	553.10	625.00
4		水	m ³	9.530	5.87	6.05
5		膨润土	kg	150	0.47	0.48
6		刀具	个	0.140	1722.36	1946.27
7		链条	节	0.023	11715.07	13238.03
8		刀箱	节	0.005	51843.65	58583.33
9		其他材料费	%	6.000	1.00	1.00
10		机械	渠式切割机 (TRD-III型)	台班	0.149	11440.25
11	履带式单斗挖掘机 (液压) 1m ³		台班	0.149	1146.75	1255.95
12	混凝土搅拌站 25m ³ /h		台班	0.099	1904.47	1964.24
13	泥浆泵 50mm (出水管径)		台班	0.298	46.65	51.42
14	电动空气压缩机 20m ³ /min	台班	0.099	570.23	633.57	

定额编号				补 1-235		
项目				切割注浆		
				H≤30m		
基价 (元)				一般计税法	简易计税法	
				5729.87	6409.70	
其中 人工费 (元)				199.26	199.26	
材料费 (元)				3768.01	4243.85	
机械费 (元)				1762.60	1966.59	
序号	名称	单位	数量	单价	单价	
1	人工 综合工日 (轨道交通)	工日	2.214	90.00	90.00	
2	材料	路基板 (钢板)	kg	10.248	4.13	4.67
3		水泥 P.O42.5	t	4.73	553.10	625.00
4		水	m ³	9.530	5.87	6.05
5		膨润土	kg	150	0.47	0.48
6		刀具	个	0.140	1722.36	1946.27
7		链条	节	0.023	11715.07	13238.03
8		刀箱	节	0.005	51843.65	58583.33
9		其他材料费	%	6.000	1.00	1.00
10		机械	渠式切割机 (TRD-III型)	台班	0.123	11440.25
11	履带式单斗挖掘机 (液压) 1m ³		台班	0.123	1146.75	1255.95
12	混凝土搅拌站 25m ³ /h		台班	0.082	1904.47	1964.24
13	泥浆泵 50mm (出水管径)		台班	0.246	46.65	51.42
14	电动空气压缩机 20m ³ /min	台班	0.082	570.23	633.57	

五、TRD施工成本

青岛地铁集团TRD预算定额（刀箱插拔，H≤20m）

刀箱插拔，H≤20m
33954.22元/10m³

刀箱插拔，H≤30m
47173.25元/10m³

（二）渠式切割混凝土连续墙（TRD）刀箱插拔

工作内容：沟槽开挖、桩机就位、护筒安放、定位、拌制膨润土、预搅切割、刀箱下放、刀箱提拔、拌制水泥浆及注浆填补。

单位：次

定额编号		补 1-236				
项目		刀箱插拔 H≤20m				
基价（元）		一般计税法	简易计税法			
人工费（元）		2025.00	2025.00			
材料费（元）		5116.46	5705.48			
机械费（元）		23530.89	26223.74			
其中	名称	单位	数量	单价	单价	
1	人工	综合工日（轨道交通）	工日	22.500	90.00	90.00
2	材料	水泥 P.O42.5	t	7.875	553.10	625.00
3		水	m ³	120.000	5.87	6.05
4		膨润土	kg	120.000	0.47	0.48
5	机械	履带式起重机 50t	台班	1.500	1403.81	1545.36
6		渠式切割机（TRD-Ⅲ型）	台班	1.500	11440.25	12897.89
7		履带式单斗挖掘机（液压）1m ³	台班	1.500	1146.75	1255.95
8		混凝土搅拌站 25m ³ /h	台班	1.000	1904.47	1964.24
9		泥浆泵 50mm（出水管径）	台班	1.500	46.65	51.42
10		电动空气压缩机 20m ³ /min	台班	1.000	570.23	633.57

定额编号				补 1-237			
项目				刀箱插拔 H≤30m			
基价（元）				一般计税法	简易计税法		
人工费（元）				2700.00	2700.00		
材料费（元）				8527.44	9509.13		
机械费（元）				31373.70	34964.12		
其中	序号	名称	单位	数量	单价	单价	
	1	人工	综合工日（轨道交通）	工日	30.000	90.00	90.00
	2	材料	水泥 P.O42.5	t	13.125	553.10	625.00
	3		水	m ³	200.000	5.87	6.05
	4		膨润土	kg	200.000	0.47	0.48
	5	机械	履带式起重机 50t	台班	2.000	1403.81	1545.36
	6		渠式切割机（TRD-Ⅲ型）	台班	2.000	11440.25	12897.89
	7		履带式单斗挖掘机（液压）1m ³	台班	2.000	1146.75	1255.95
	8		混凝土搅拌站 25m ³ /h	台班	1.333	1904.47	1964.24
	9		泥浆泵 50mm（出水管径）	台班	2.000	46.65	51.42
	10		电动空气压缩机 20m ³ /min	台班	1.333	570.23	633.57

注：定额中膨润土、水、水泥消耗量：20m 以内按 15m 计算，当深度不同时水泥用量按照 0.525t/m，水用量按照 8m³/m，膨润土用量按照 8kg/m 进行消耗量调整；20m~30m 按 25m 计算，当设计深度不同时水泥用量按照 0.525t/m，水用量按照 8m³/m，膨润土用量按照 8kg/m 进行消耗量调整。

五、TRD施工成本

青岛地铁集团TRD预算定额（安装与运输）

安拆及场外运输
 87259.89元/台次

(三) 安拆及场外运输
 工作内容：渠式切割机（TRD-Ⅲ型）及配套设备安拆及场外运输等。

单位：台次

定额编号				补 1-238		
项目				安拆及场外运输		
基价（元）				一般计税法	简易计税法	
				80295.27	87259.89	
其中	人工费（元）			8640.00	8640.00	
	机械费（元）			71655.27	78619.89	
序号	名称	单位	数量	单价	单价	
1	人工	综合工日（轨道交通）	工日	96.000	90.00	90.00
2	机械	履带式起重机 25t	台班	8.000	797.32	865.47
3		履带式起重机 50t	台班	8.000	1403.81	1545.36
4		平板拖车组 60t	台班	30.000	1610.87	1762.81
5		渠式切割机（TRD-Ⅲ型）	台班	0.500	11440.25	12897.89

六、展望



3超 (THREE SUPER-TS)

超深

超强

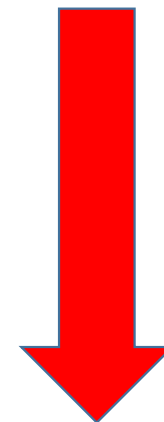
超快

材料

工法

能耗

装备





中国铁建重工集团股份有限公司

中国铁建

CHINA RAILWAY CONSTRUCTION HEAVY INDUSTRY CORPORATION LIMITED

谢谢

敬 请 批 评 指 正

曹小华

联系电话：18890351631 / 18973147490

邮 箱：164100106@qq.com