



盾构推进—— 克泥效技术应用

科润（山东）环保设备科技有限公司

二〇二四年六月二十一日



1.克泥效产品概述

产品定义

克泥效（Clayshock）材料是由合成黏土矿物、纤维素衍生剂、胶体稳定剂和分散剂构成的一种粉末状材料，该材料与水按照比例拌合成浆液后，与水玻璃混合搅拌，能胶结成不易被水稀释、有一定支撑力、低强度的永不凝固的粘土。

适用场景

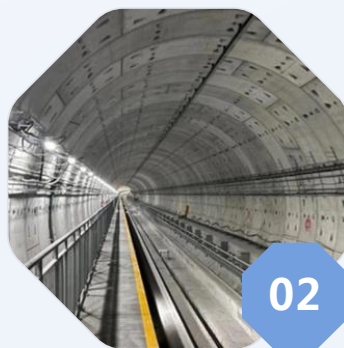
穿越古迹、机场、江河湖海、地铁线路交汇，下穿铁、公路、建筑等重要设施，以及应对卵砾石层、软土等挑战性地质条件。



01



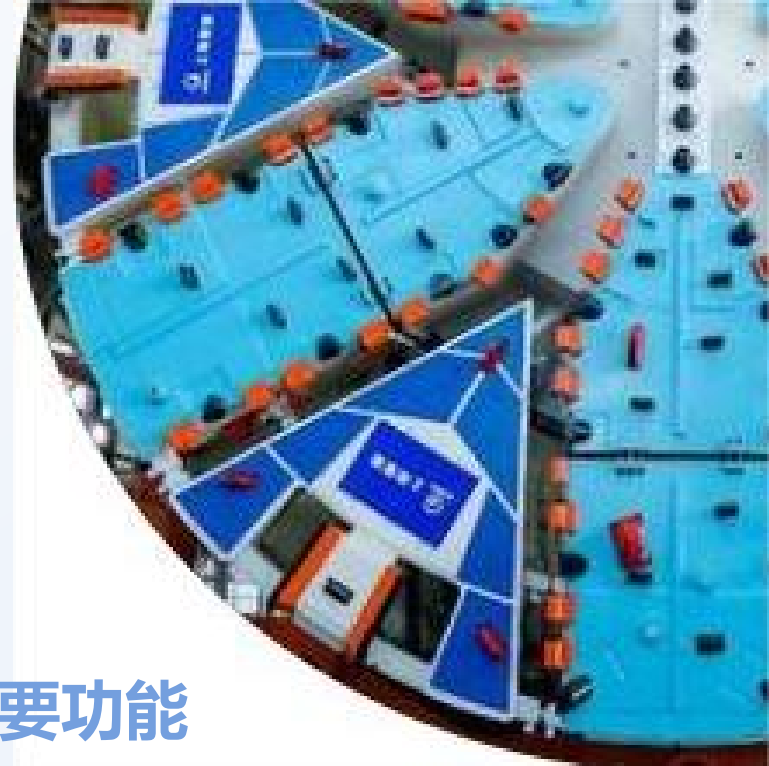
03



02

主要功能

填充盾构机与土壤间隙，增加土压，抑制盾构机上扬、下沉、隧道喷涌等，特别适用于复杂地层、高水位和大直径盾构项目，保证施工稳定性。



2. 技术原理与核心特性

盾构技术核心原理

注入克泥材料平衡地层压力，减少土体扰动，抑制盾构施工后沉降问题，润滑盾构机外壳。

关键参数说明

注入量依据盾构直径调整，如 $0.6\text{-}2.0\text{m}^3/\text{Ring}$ ，压力匹配地层，确保稳定填充。

材料抗剪切特性

填充后增强土体稳定性，降低由于剪切导致的突然喷发风险（始发或出洞），保障施工安全。



3. 科润企业背景与资质

01

企业定位

科润（山东）环保设备科技有限公司，专注盾构、环保工程，设备及材料解决方案。



02

技术实力展示

研发与生产型企业，精细化生产，产品追溯性强，年产能达1万吨。



03

质量保证

已获ISO 9001认证，产品符合环保要求，确保为客户提供高品质环保材料。



4.克泥效在盾构工程应用



穿越敏感建筑

高层建筑，盾构沉降从1.2mm精确控制至0.26mm，确保安全。

复杂地质应对

海底隧道，盾构机下沉控制在0.1mm以内，展现技术精度。

大直径盾构施工

30m覆土下，12,000mm泥水盾构施工，地表最大变形仅0.1mm，体现工程控制能力。



实际项目案例

案例一:中铁四局沈阳地铁10号线14标“井冈山1号”盾构机，首次采用克泥效工法顺利通过爱群小区高楼，确保百人居民楼房和百米临街商铺安然无恙。



井冈山1号盾构机安全穿过桥河和居民楼

实际项目案例

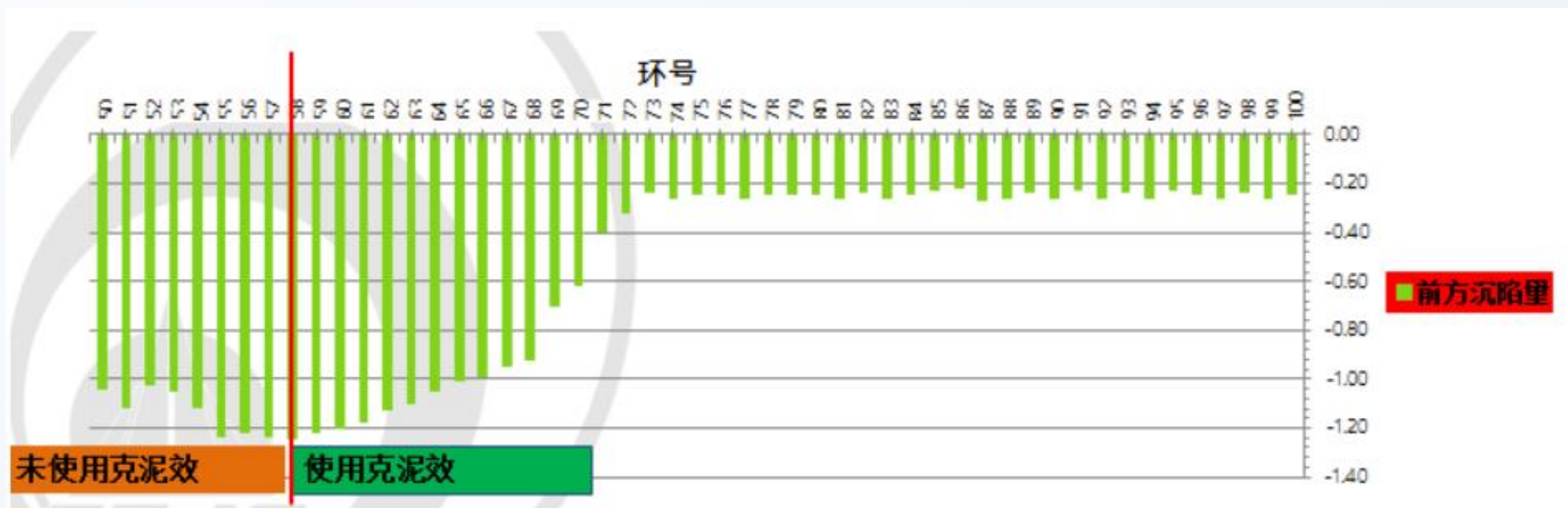
沉降数据检测表

工程名称：沈阳市轨道交通10号线14标					监测单位：	江西铁人测绘有限公司		
仪器型号：天宝DINI03					监测日期：	07/21/23:00		
点号	初测时间	初始高程	上次高程	本次高程	本次沉降值	沉降速率	累计沉降值	备注
			06/28/20:00	07/21/23:00				
		m	m	m	mm	mm/3H	mm	
D16448.1	2016/7/21	28.09862	28.09773	28.09783	0.10	0.10	-0.79	
D16448.2	2016/7/21	26.93629	26.93625	26.93655	0.30	0.30	0.26	
D16448.3	2016/7/21	27.91019	27.90944	27.90985	0.41	0.41	-0.34	
D16464.3	2016/7/23	28.13346	28.13290	28.13304	0.14	0.14	-0.42	
D16464.4	2016/7/23	28.21467	28.21378	28.21379	0.01	0.01	-0.88	
D16464.5	2016/7/23	28.24581	28.24498	28.24505	0.07	0.07	-0.76	
D16464.7	2016/7/21	28.69515	28.69443	28.69422	-0.21	-0.21	-0.93	
D16464.9	2016/7/21	29.08585	29.08534	29.08543	0.09	0.09	-0.42	
D16478.1	2016/7/23	28.25434	28.25320	28.25285	-0.35	-0.35	-1.49	
D16499-1	2016/7/24	28.60533	28.60553	28.60532	-0.21	-0.21	-0.01	
D16499-3	2016/7/24	28.41799	28.41711	28.41722	0.11	0.11	-0.77	
D16499-4	2016/7/24	28.37316	28.37287	28.37296	0.09	0.09	-0.20	
D16499-5	2016/7/24	28.40685	28.40622	28.40655	0.33	0.33	-0.30	

实际项目案例

案例二：台湾桃园机场捷运CUO2A标盾构机下穿机场跑道项目：

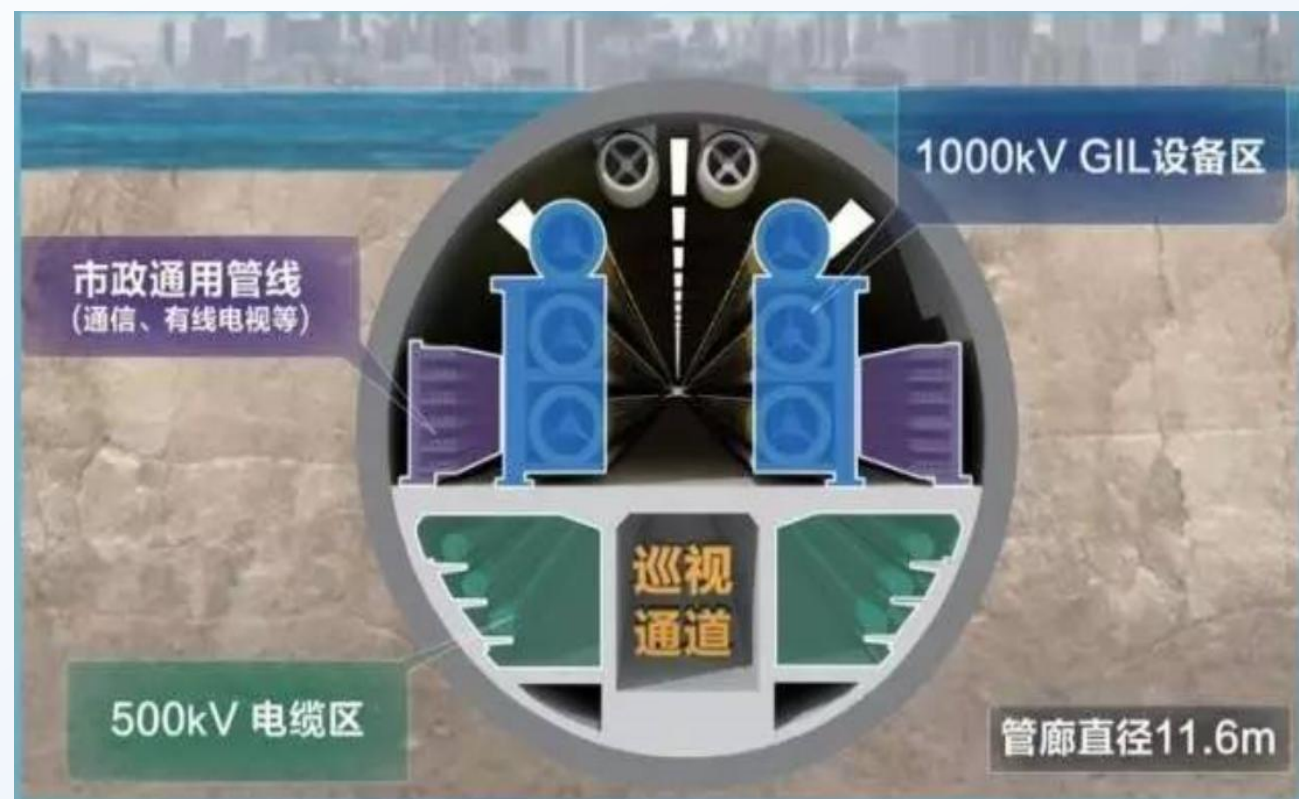
桃园机场捷运CUO2A标位于桃园县大园乡，全长约5 km皆为地下工程，其中包含3座地下车站钻体挡土开挖、10条盾构隧道(上、下行各5段)及5处明挖覆盖隧道。下穿机场跑道段卵砾石地质，水位为-8米，隧道顶部覆土约25米。



盾构正常掘进时，前方和中心沉降量在1.3毫米左右;掘进到57环时由盾构机中盾12点位置的径向孔注入克泥效材料，经过15环左右的盾构机壳体填充，沉降值控制在0.2-0.3毫米。

实际项目案例

案例三：位于江苏常熟的苏（苏州）通（南通）GIL（气体绝缘金属封闭输电线路）综合管廊长江隧道工程施工进展顺利。据介绍，苏通GIL综合管廊长江隧道工程全长5468.5米，盾构机开挖直径12.07米，隧道最大埋深79.8米。使用克泥效工法安全穿越长江大堤，并全线使用克泥效隔绝有害气体。



实际项目案例

案例四：北横通道新建工程Ⅶ标段项目，于梧州路井~安国路井区间主要沿周家嘴路推进，沿线主要建（构）筑物有新建路西匝道、顶管井、新建路隧道、如家精选、新建路东匝道、景泰大楼、公平路加油站、公平大楼、三多里、碧波泉旅馆、周家嘴路850弄等。周家嘴路主要为虹口区及杨浦区主要之东西向道路，施工中的风险管控极为重要。盾构推进过程中，使用克泥效，沉降量得到精准控制。





克泥效工法国内应用典型案例

1.昆明地铁四号线：中铁五局施工，中国中铁2019年第一大风险源，砂卵石地层小间距下穿既有线

2.佛莞城际：中铁二十局施工，8.8米盾构下穿100米楼房，上软下硬地层

3.长沙地铁6号线：中交一公局施工，底部中风化泥质粉砂岩，上部强风化泥质粉砂岩

4.杭州杭海城际：中铁四局施工，淤泥质粘土，下穿既有线

5.郑州地铁17号线：中铁八局施工，粉质粘土层，下穿铁路

6.徐州地铁2号线:中铁十四局施工，粉质粘土/砂卵石，长距离浅覆土下穿楼房

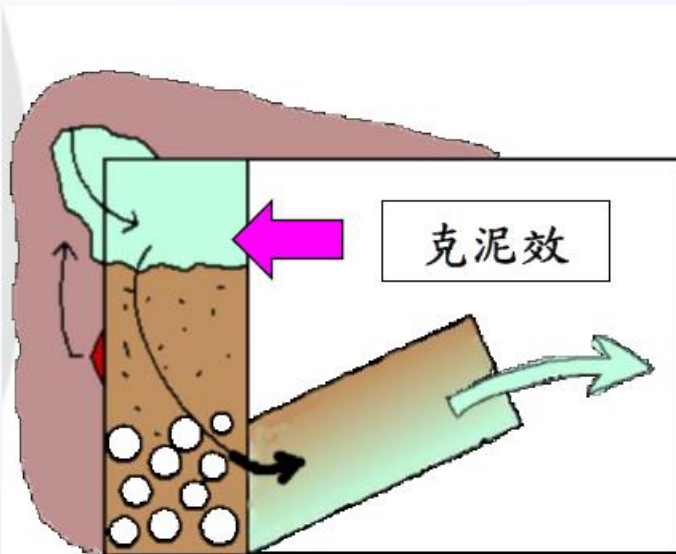
总结:克泥效除了在沉降控制中应用之外，在盾构始发与接收时止水、带压与常压开仓泥膜建立、停机保压等方面应用也比较广泛。

5.克泥效工法应用介绍

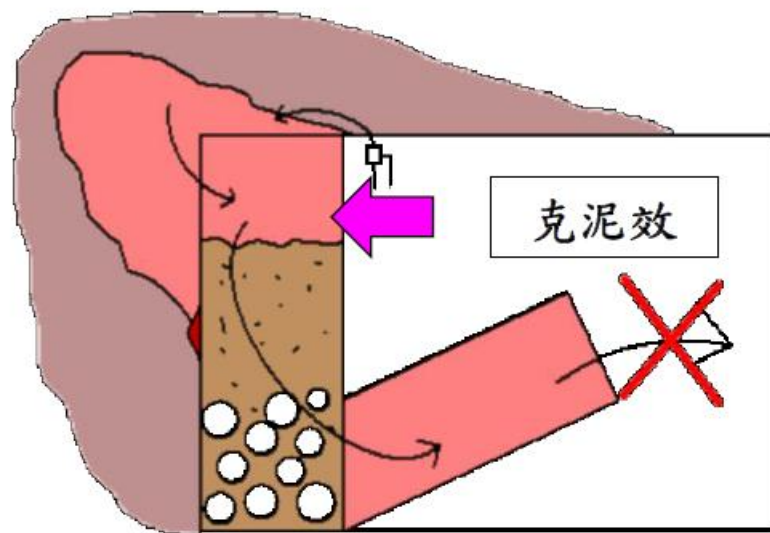
5.1、盾构机空洞填充及防止喷涌

盾构机推进过程中，在沉泥、黏土成份含量极少的砂砾层中经常会发生喷涌现象。为了应对这样的情形，施工中添加高浓度、高黏性的克泥效材料是非常必要的。但普通的高黏度材料很难被搅拌，也很难被运送较长的距离，所以实际上很难得到有效利用。

此时克泥效做为有助于长距离输送并只在注入孔前才混合的高黏度新型材料，在任何情况下都能使用，从而克服喷涌状况。



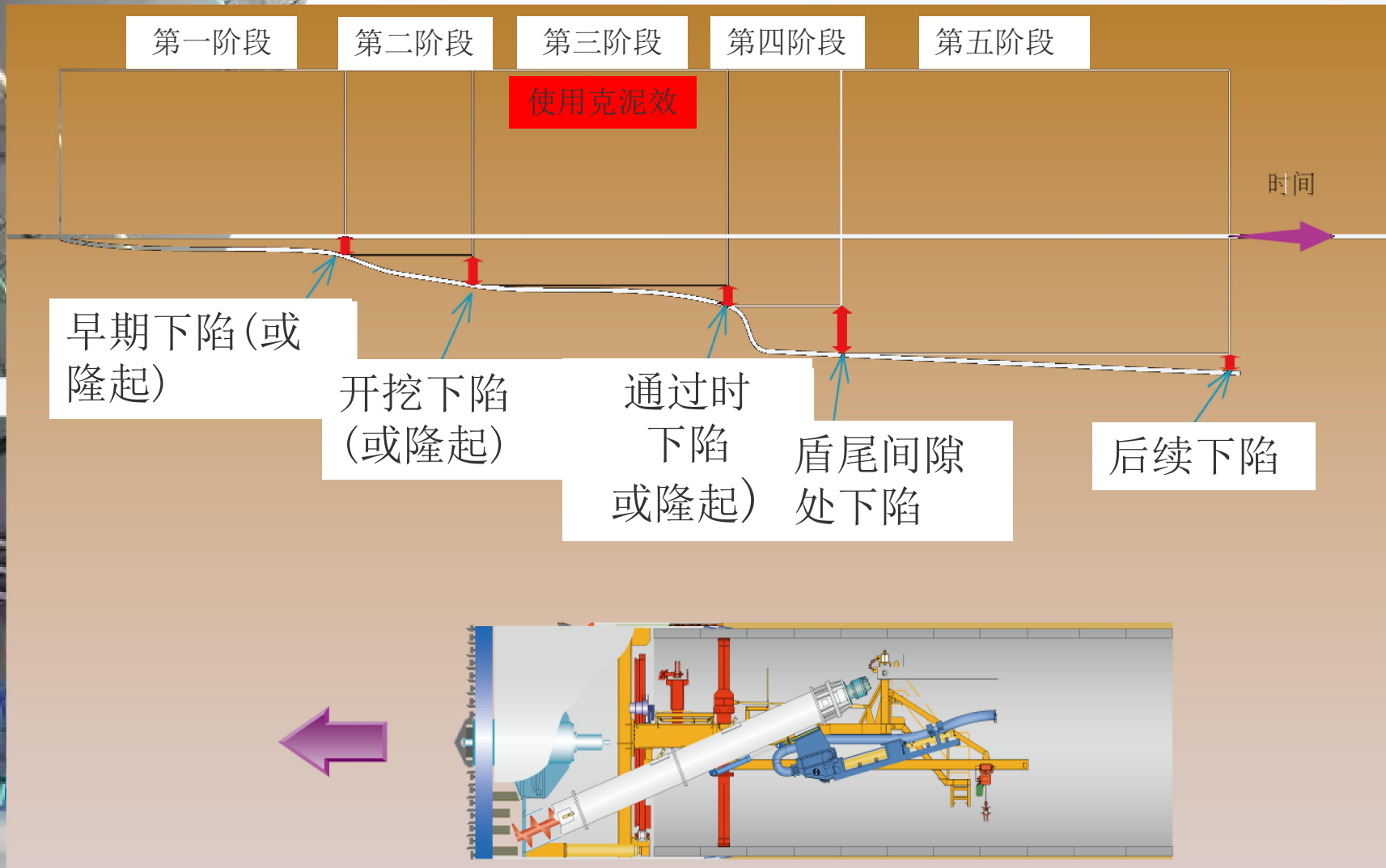
水量过多时添加可以防止喷涌



空洞过大时添加可以防止下陷

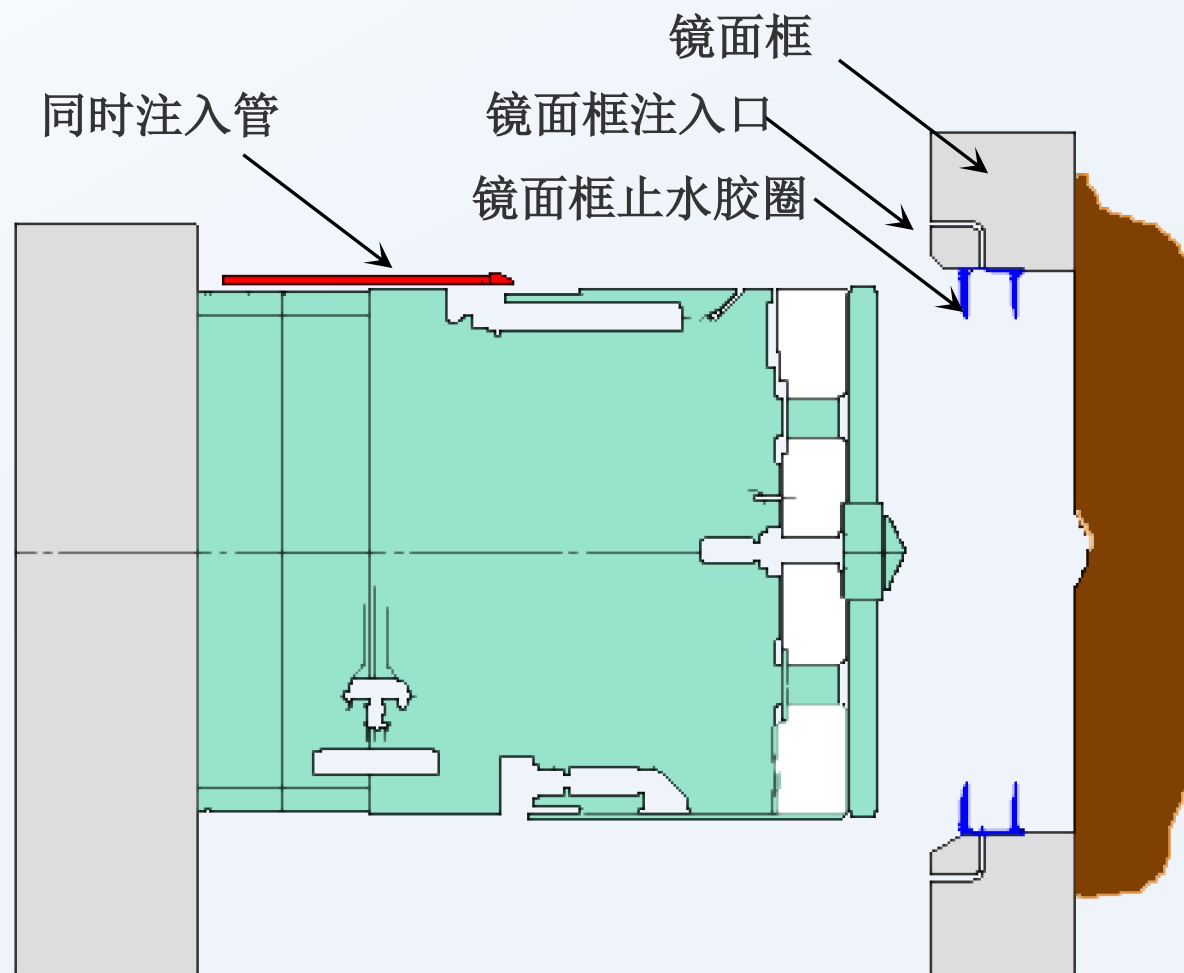


5.2 沉降情况分析



5. 3克泥效工法应用场景

5.3.1、盾构机始发-a

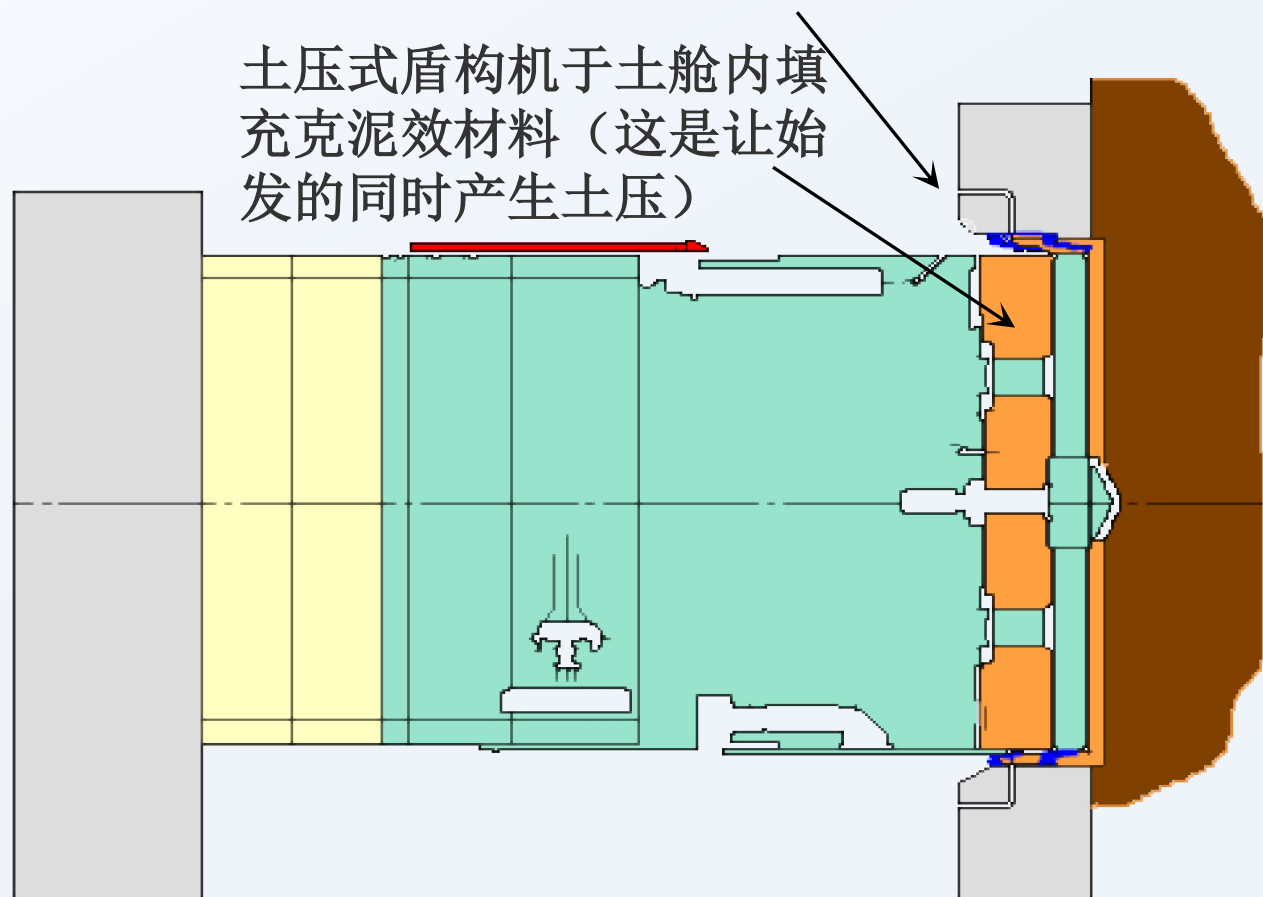


5.3克泥效工法应用场景

5.3.2、盾构机始发-b

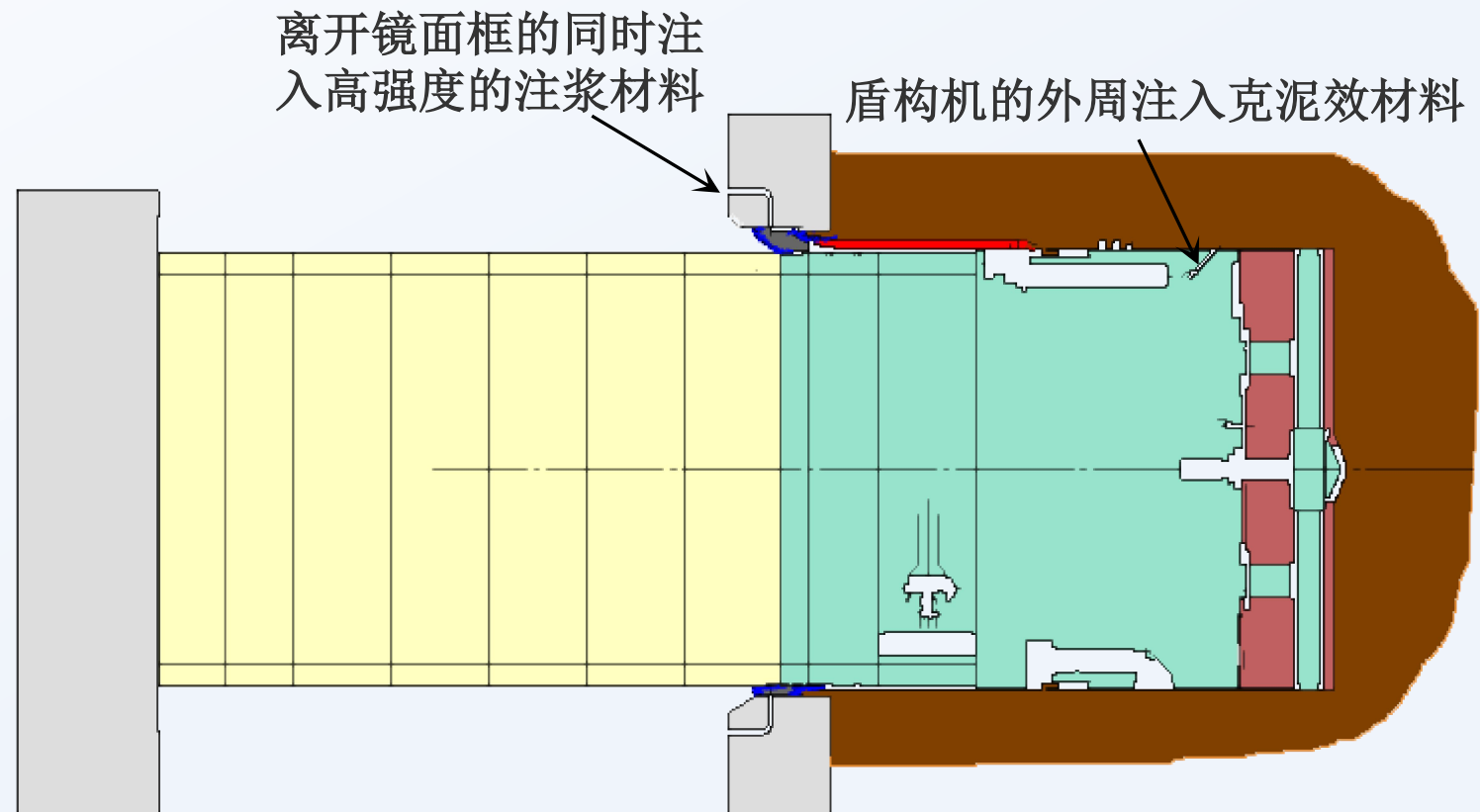
镜面框（洞门圈）内填充克泥效材料

土压式盾构机于土舱内填充克泥效材料（这是让始发的同时产生土压）



5.3克泥效工法应用场景

5.3.3、盾构机始发-C





5.3克泥效工法应用场景

5.3.4、盾构机长期停止时的土压保持

在土压平衡盾构工法中，保持挖掘面土压是非常重要的。盾构机的掘削一旦停止，土压平衡工法中的土压保持就无法像泥水加压工法般容易。此时，会考虑使土仓土压跟加泥泵来进行连动以保持所需的正常泥土压。在软弱地盘，加泥材料会有超量注入发生的可能性，这是由于挖掘面的前方的土质松软所造成的。此时，为了达到土仓内的土砂改良以及改善挖掘面前面松软土质的目的，可将克泥效注入土仓内，并启动切削刀头回转，进行土砂搅拌，这将能够有效地实现土压的保持。

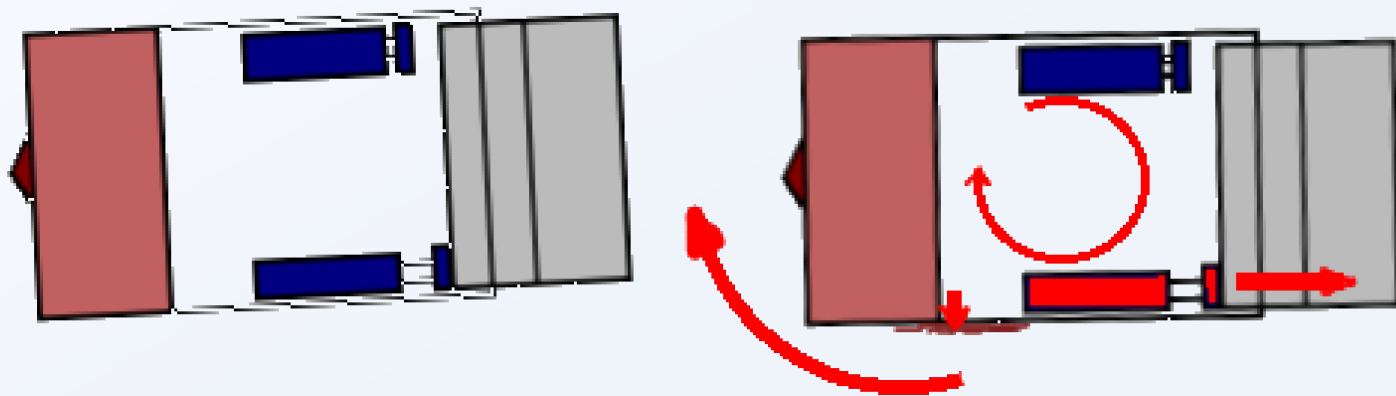
有的施工现场在盾构掘削停工之前，会自靠近螺旋机位置的注入口处或土仓的注入口处注入克泥效，这样做除了可以让土仓内部获得完全的填充外，也能确保再掘削时施工的顺利进行。注入克泥效的原因在于：当盾构处于停工阶段，螺旋机闸门处会出现少量漏水，土砂会逐渐沉淀后堆积在土仓的下半部，一旦遇到挖掘面的崩坏或再度挖掘时，会造成切削刀或螺旋机的扭矩过负荷的。若使用克泥效进行填充，将能很好地提升施工性。

5.3克泥效工法应用场景

5.3.5、盾构机姿势控制

在软弱地层或由于盾构机的长度或重量之平衡而导致机头向下，在此情形下，即使操作千斤顶或使用中折装置，控制也相当困难。若是勉强扬起机头角度的话反而会导致地盘下沉更大。

→ 一边从下方注入克泥效，一边修正机头扬起角度。



5.3克泥效工法应用场景

5.3.6、克泥效协助换刀的应用（带压）

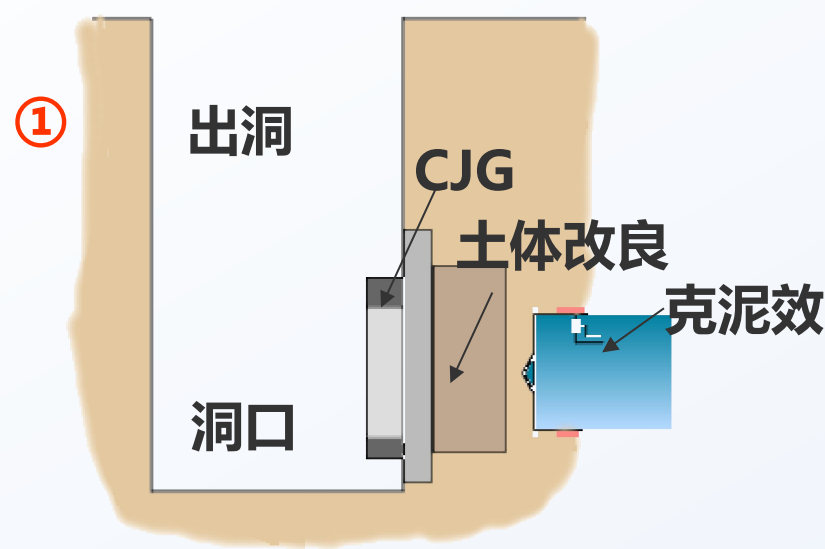
- 1) 对盾尾后方的10环管片进行二次注双液浆，形成止水环箍
- 2) 盾构机壳体外径向注浆（克泥效）
- 3) 克泥效与水玻璃直接注入土仓（泥水仓），进行渣土置换
- 4) 盾构机后退，克泥效分级加压注入土仓（泥水仓）
- 5) 气换浆，保压
- 6) 进仓

克泥效材料与水玻璃在土仓混合，大大降低了泥膜形成的时间周期

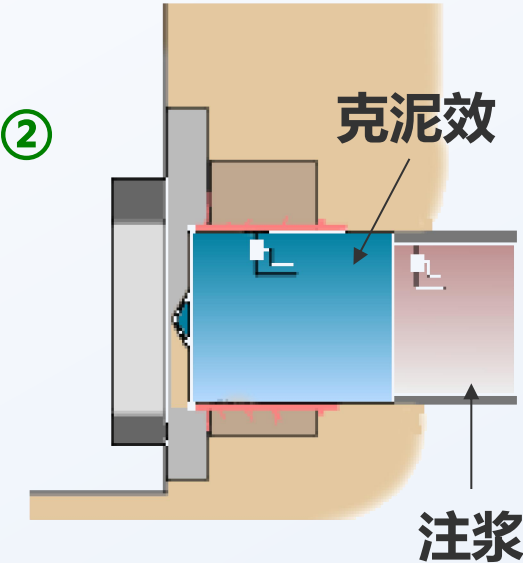


5.3克泥效工法应用场景

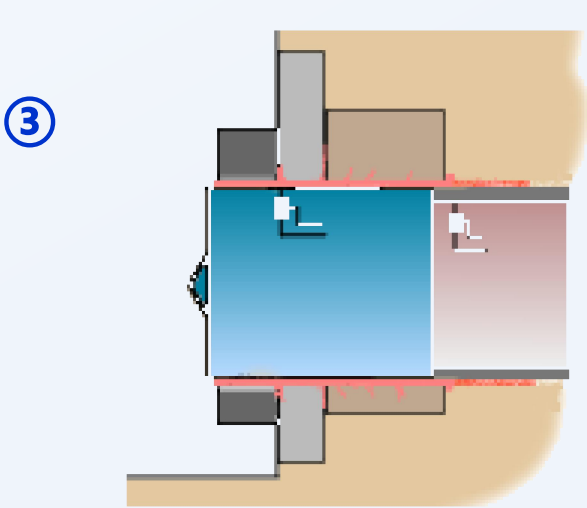
5.3.7、盾构机出洞掘进时的止水



在到达前方的地层改良区，盾构机在进入之前，一边向四周注入克泥效一边挖掘。



用克泥效填充因外周刀头挖掘而造成的盾构机外周空隙，从而提高止水性。

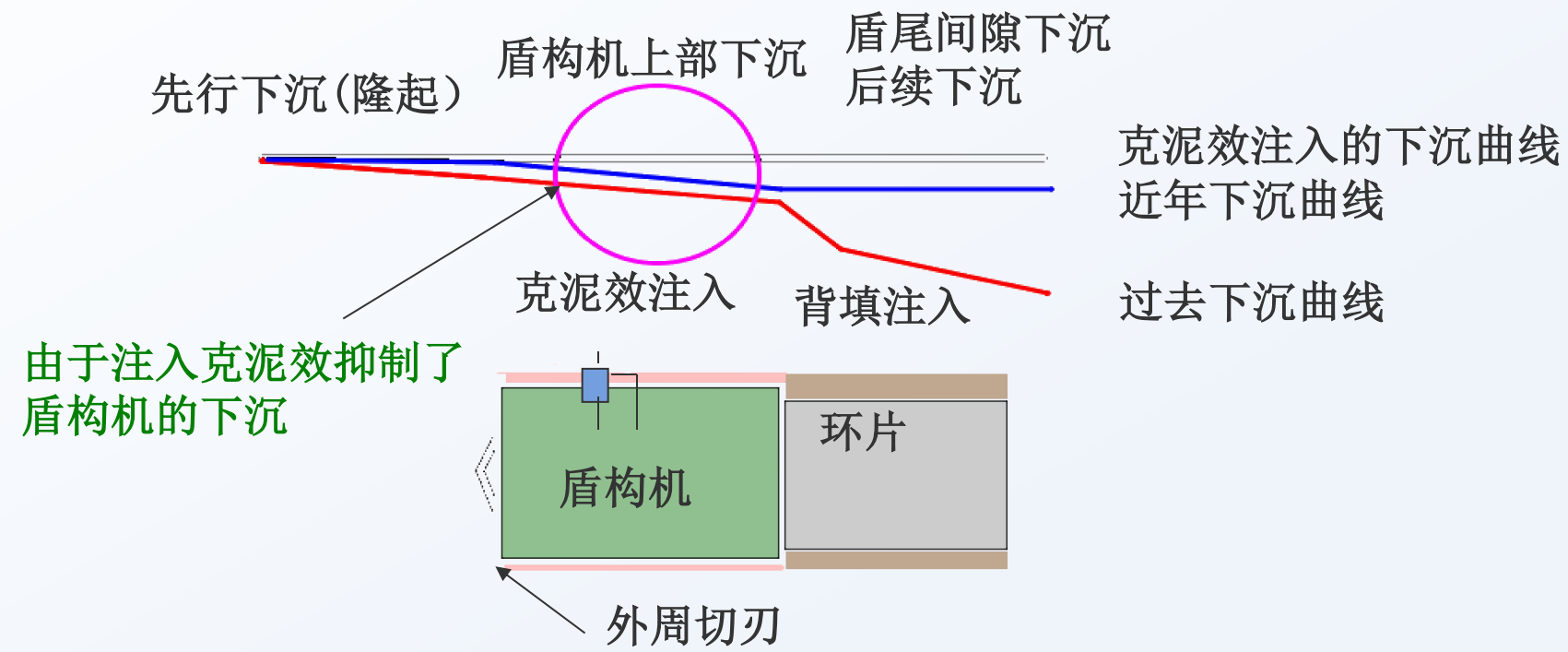


盾构机的出洞是极其慎重的工程。克泥效作为润滑材料使盾构机可以在不松动周边地层的情况下推出。

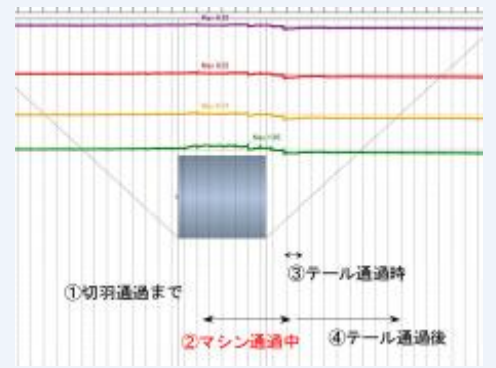
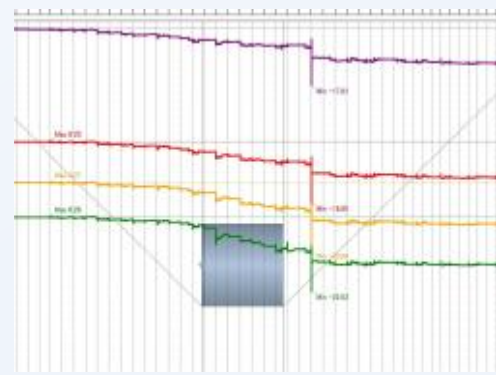
盾构机后方的注浆注入是很重要的工作项目。挖掘中需要同时注入。

5.3 克泥效工法应用场景

5.3.8、盾构机下穿建筑

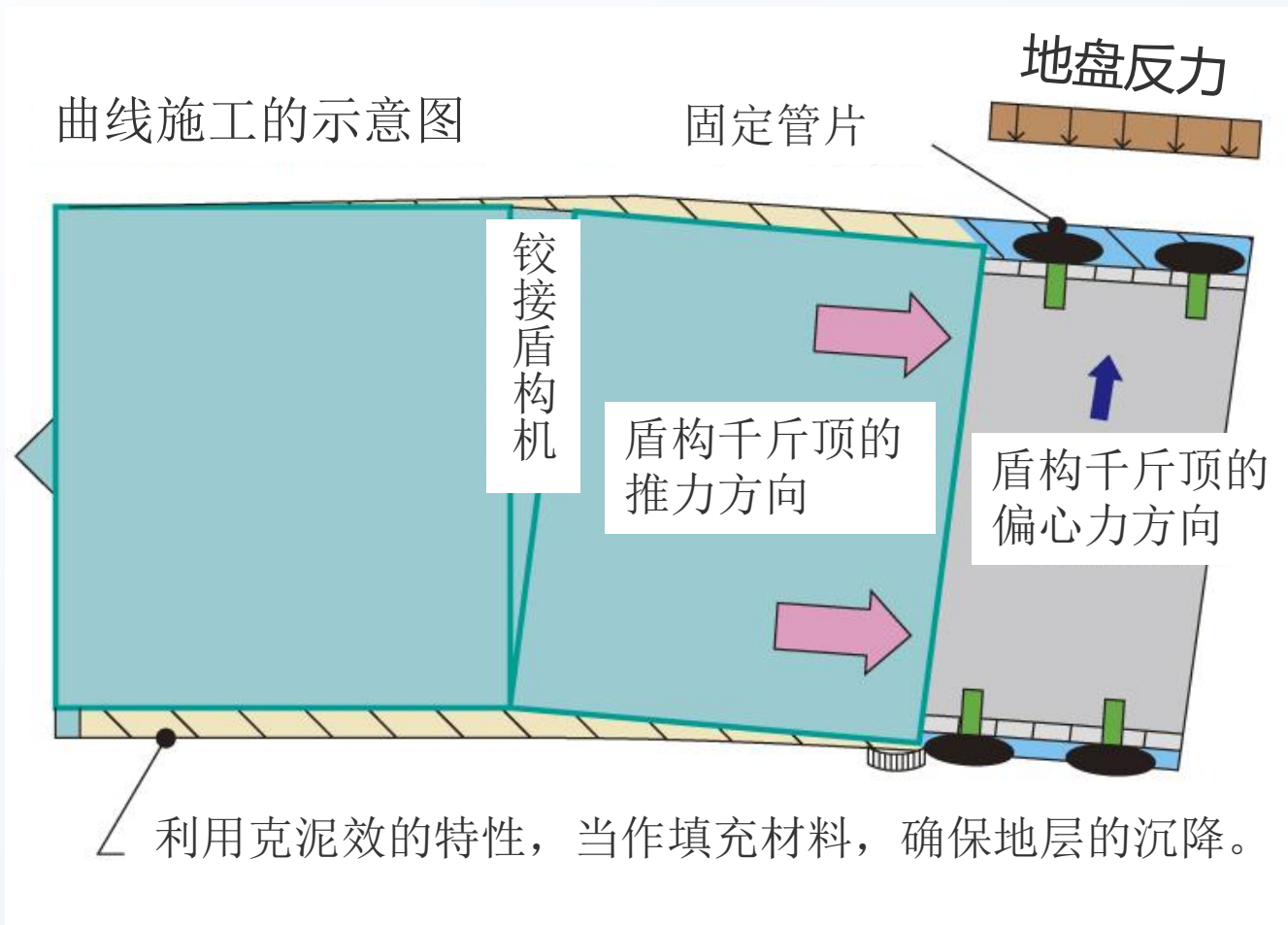


Ø12.54m 土压盾构机（泡沫式盾构机）日本阪神高速道大和川线



5.3克泥效工法应用场景

5.3.9、急曲线施工时的下陷控制



- ① 防止周边地盘松动 → 使用Clay Shock(克泥效)
- ② 确保盾构机千斤顶反作用力 → 使用微型桩(Mini Packer)



6.产品优势与市场竞争力

01

— 产品安全特性

地层扰动小，防止施工事故，确保工程人员安全。

02

— 经济效益亮点

节省后期修复费用，提高施工效率，降低运营成本。

03

— 环保与可持续性

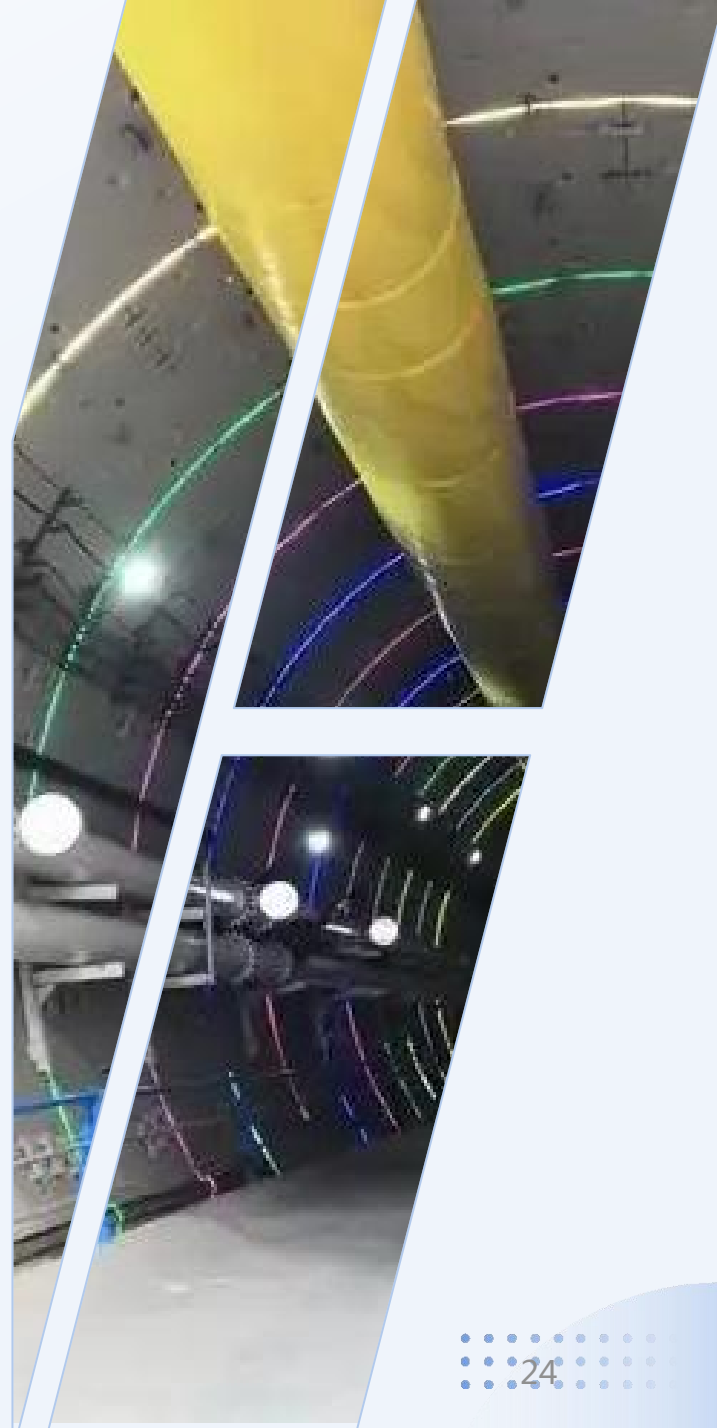
采用环保材料，符合绿色施工标准，顺应行业发展趋势。

04

— 市场认可度

广泛应用于中国及东南亚等地区重大项目，合作伙伴包括中铁、中交、中建等。

7、克泥效产品性能实验



7.1克泥效混合实验（电动搅拌与手动混合）（单击图片播放视频）

7、克泥效产品性能实验



7.2、克泥效流动性实验（单击图片播放视频）



7.3、克泥效防渗性实验（单击图片播放视频）

8.不同比例数据对比分析



	1	2	3	4	5
克泥效粉(g)	400	350	300	250	200
水(ml)	846	865.5	884.6	904	923
抗剪强度(KPa)	2.4271	1.6845	1.2177	0.7453	0.2267

9. 克泥效工法

黏土性的泥浆与水玻璃系的混合剂两液混合后即刻产生塑性状态的变化。

→ **双液型注入材料**

→ **不会硬化的可塑性黏土 (可以进行软硬调整)**

试验项目	测定值	规格值
凝结时间	45秒	—
黏度 (混合后)	300 dPa.s	300-500 dPa.s

采用黏度计 (高粘度用) VT-04

黏度比较：西红柿酱18dPas、蛋黄酱80dPas

牙膏300dPas、发蜡450dPas



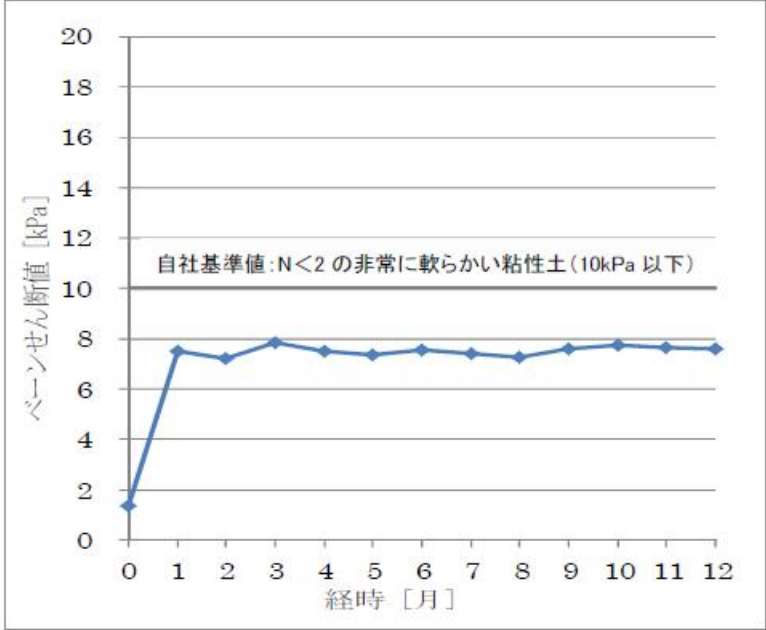
10.材料性能参数

关于克泥效的性能及稳定性，我们通过实验得出以下结果。

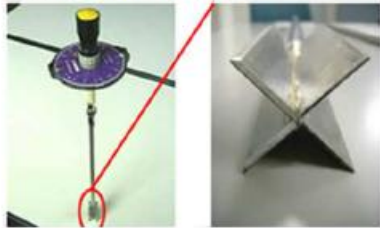
- 1) 比重及粘性测定结果：【比重：1.22、粘性：570dPa·s、十字剪切强度：1.86kPa】
在承重实验中，克泥效可轻松承载 1kg 重量，能达到防沉降效果。
- 2) 抗水稀释，挡水性能：【A、B 液胶结时间：10 秒以内 挡水时间：24 小时以上】
- 3) 历时 12 个月观察形态变化（是否发生硬化），确定长期稳定性。

【十字剪切强度的时间变化如下图表所示：混合后即时强度为 1.86kPa，
1 个月强度为 7.52kPa、之后 12 个月的强度几乎没有变化，可确定材料稳定性。】

経過	単位:kPa
直後	1.36
1月	7.52
2月	7.23
3月	7.86
4月	7.52
5月	7.38
6月	7.55
7月	7.40
8月	7.28
9月	7.58
10月	7.76
11月	7.63
12月	7.60



十字剪切强度的经时变化



十字剪切强度测定工具



11.克泥效注入设备-主机

克泥效设备由搅拌机及储槽、控制箱、变频器、水玻璃泵、克泥效泵、流量计、压力表、压力传感器等组成，用于克泥效材料的搅拌、储存、输送等。



11.1克泥效前端注入设备-注浆枪

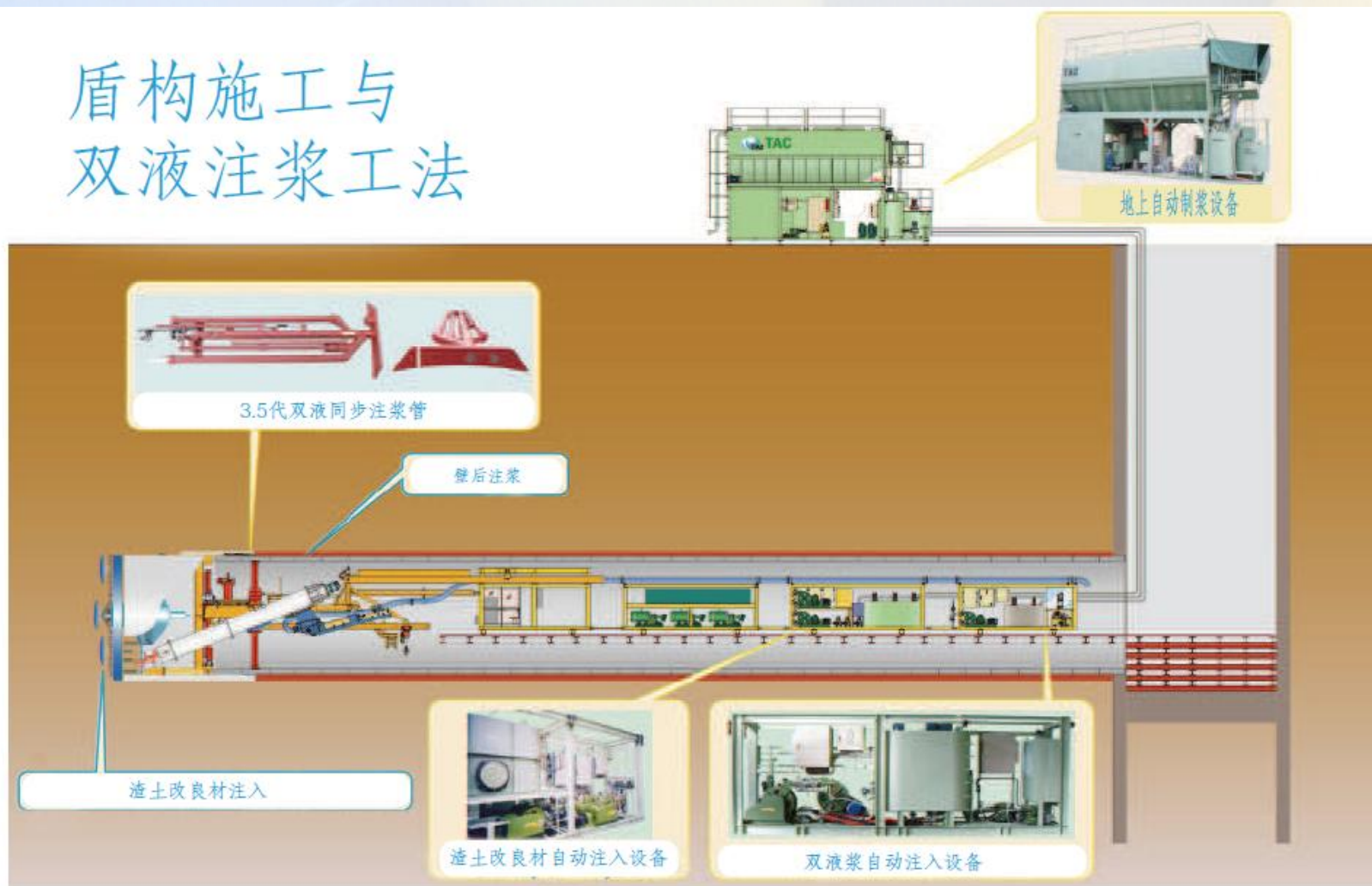
目前国内注入克泥效设备，通常是二次注浆设备，部分泵配备变频电机，可以很好地解决克泥效与水玻璃混合配比的问题。也有一部分泵可以通过控制泵的流量比例来控制配比。



克泥效混合注浆枪



盾构施工与 双液注浆工法



我们专注于依据客户需求设计及制造双液注浆设备，渣土改良设备及与之相配套的自动操作系统，为各种盾构施工问题提供整体解决方案。另外，我们针对复杂的复合型地质、急曲线施工等难点工程发明了多个专利工法，为盾构施工实现零沉降保驾护航。



谢谢

THANK YOU

科润（山东）环保设备科技有限公司

