

佑森教育2022年一级建造师【市政实务】

考点梳理

《轨道交通6 盾构》



1K413030 盾构法施工

考情分析：

盾构从未进行过案例考核，原理相对较为复杂，不必深究。在后期考试如果涉及到相关考点，一般会以盾构始发或接收井的基坑和结构知识、洞口土体加固知识、盾构机安装的吊装焊接知识等通用知识点进行考核。

本章节可以作为选择题考点储备，但分值相对有限。



1K413030 盾构法施工

1K413031 盾构机选型要点

一、盾构类型与适用条件

(一) 盾构类型

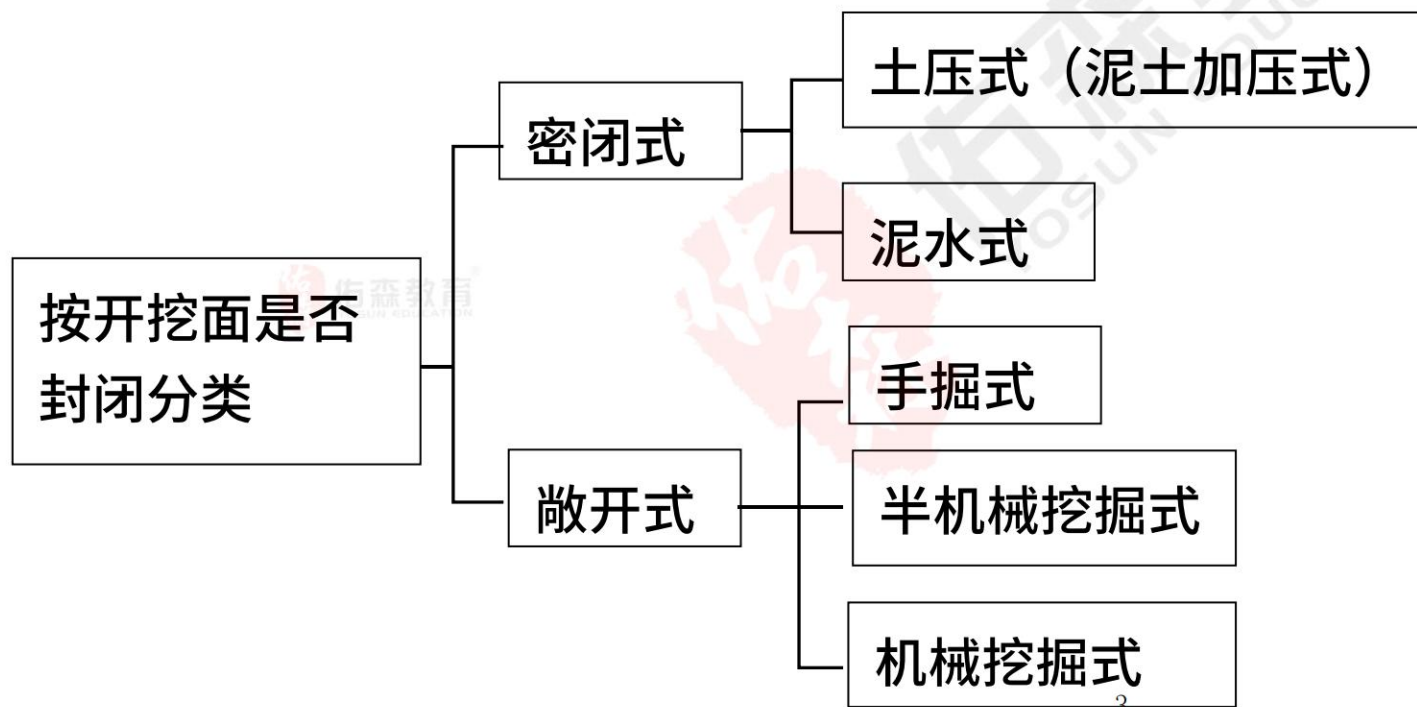
盾构类型可按照不同的分类方法进行分类。

(1) 按**支护地层的形式**分类，主要分为**自然支护式、机械支护式、压缩空气支护式、泥浆支护式、土压平衡支护式**5种类型（见图1K413031-1）。



1K413030 盾构法施工

(2) 按开挖面是否封闭划分，可分为密闭式和敞开式两类。按平衡开挖面土压与水压的原理不同，**密闭式盾构又可分为土压式（常用泥土压式）和泥水式两种。敞开式盾构按开挖方式划分，可分为手掘式、半机械挖掘式和机械挖掘式三种**（见图 1K413031-2）。2015年、2016年选择题考点



1K413030 盾构法施工

(3) 按盾构的断面形状划分，有圆形和异型盾构两类，其中异型盾构主要有多圆形、马蹄形、类矩形和矩形，**目前国内轨道交通建设中，已有双圆马蹄形、矩形和类矩形盾构应用。**

(二) 盾构机的刀盘配置

刀盘具有三大功能：

- (1) **开挖功能。**
- (2) **稳定功能。**
- (3) **搅拌功能。**

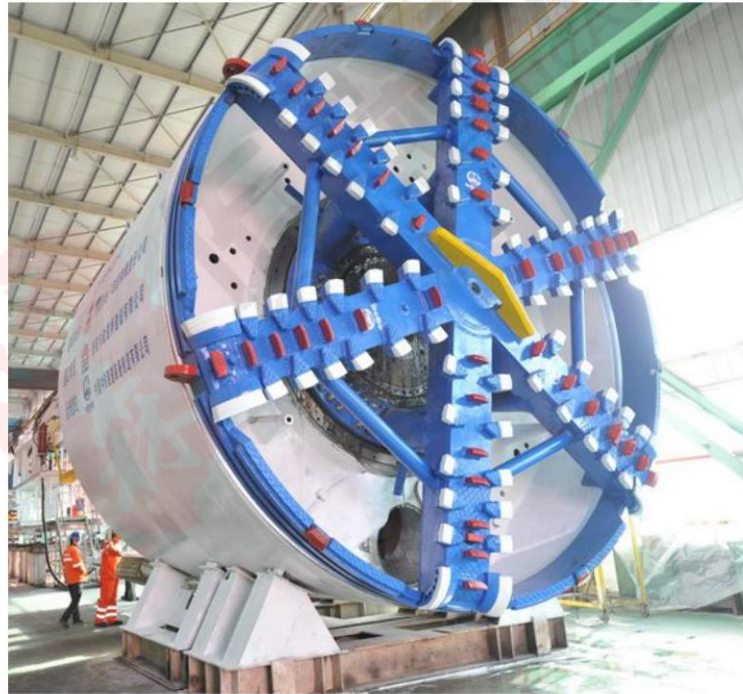


1K413030 盾构法施工

盾构的刀盘结构形式与工程地质情况有着密切的关系，不同的地层应采用不同的刀盘结构形式：土压平衡盾构的刀盘有两种形式——**面板式**和**辐条式**。



面板式刀盘



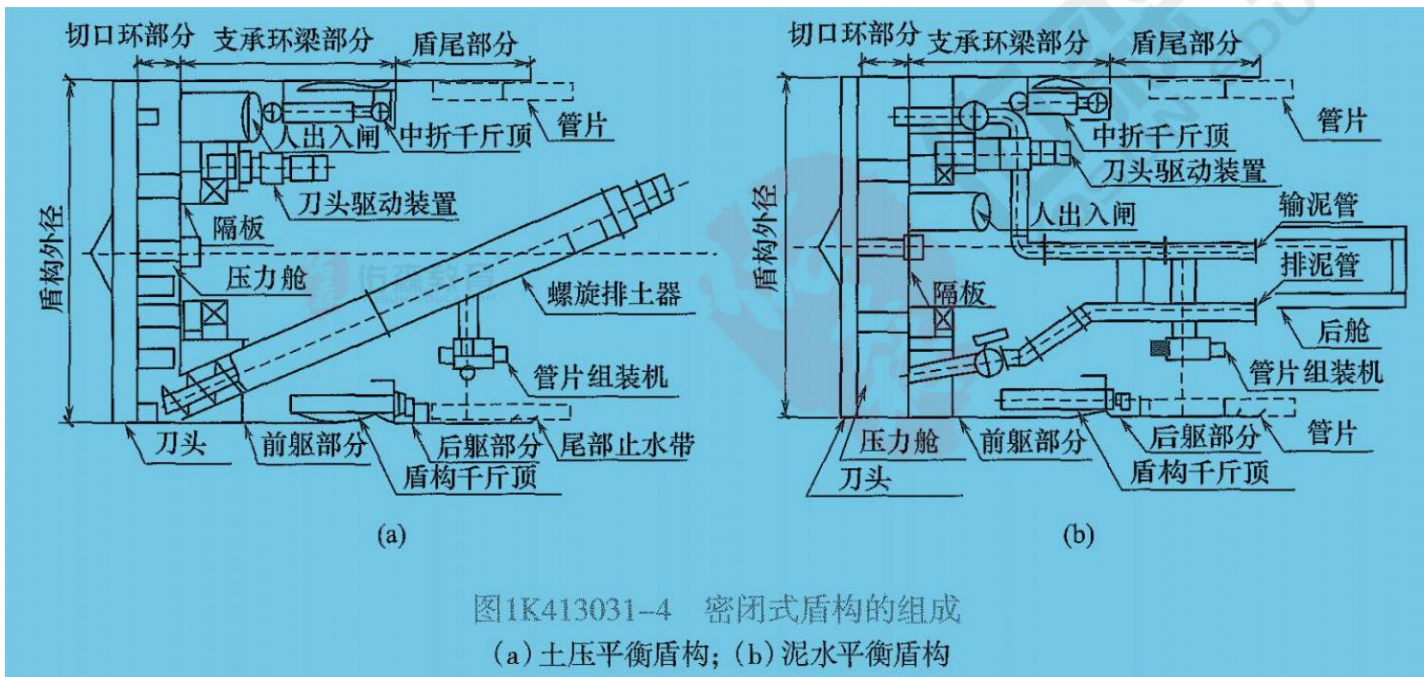
辐条式刀盘



1K413030 盾构法施工

(三) 各种盾构对地质条件的适用性

当前，**土压平衡盾构与泥水平衡盾构已经成**
为盾构法隧道施工使用最多的盾构，两种盾构的
结构形式见图1K413031-4a和图1K413031-4b。



1K413032 盾构施工条件与现场布置

一、盾构法施工条件

(二) 施工准备

2. 技术准备 ★案例题考点

隧道施工前，应具备下列资料：

- (1) 工程地质和水文地质勘察报告。
- (2) 隧道沿线环境、建（构）筑物、地下管线和障碍物等的调查情况。
- (3) 施工所需的设计图纸资料和工程技术要求文件。
- (4) 工程施工有关合同文件。
- (5) 施工组织设计。
- (6) 拟使用盾构的相关资料。



5. 掘进前准备

盾构设备组装调试完成，开始掘进施工前，应完成下列工作：

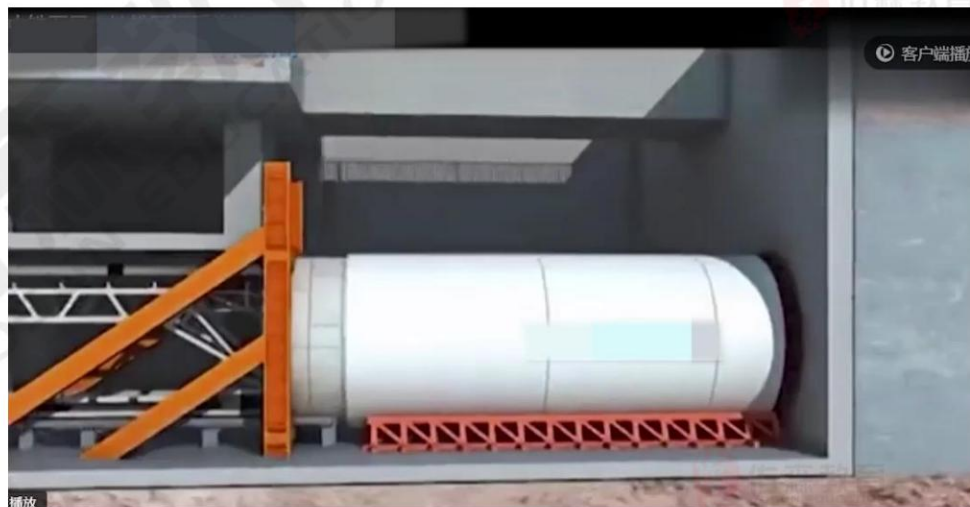
(1) **复核各工作井井位里程及坐标、洞门钢环制作精度和安装后的高程和坐标。**

(2) **盾构基座、负环管片和反力架等设施及定向测量数据的检查验收。**

(3) **管片及辅助材料储备。**

(4) **盾构掘进施工的各类报表。**

(5) **洞口土体加固和洞门密封止水装置检查验收。**



1K413030 盾构法施工



1K413030 盾构法施工

二、盾构施工现场布置

(二) 施工现场平面布置与施工设施设置

1. 施工的现场平面布置

主要包括盾构工作井、工作井防雨棚及防淹墙、垂直运输设备、管片堆场、管片防水处理场、拌浆站、料具间及机修间、同步注浆和土体改良泥浆搅拌站、两回路的变配电间等设施以及进出通道等。



1K413030 盾构法施工



1K413030 盾构法施工

2. 施工设施设置

(1) 工作井施工需要**采取降水措施时，应设相当规模的降水系统（水泵房）。**

(2) 采用**气压法盾构施工时，施工现场应设置空压机房，**以供给足够的压缩空气。

(3) 采用**泥水平衡盾构施工时，施工现场应设置泥浆处理系统（中央控制室）、泥浆池。**

(4) 采用**土压平衡盾构施工时，应设置电机车电瓶充电间等设施。**



1K413030 盾构法施工

1K413033 盾构施工阶段划分及始发与接收施工技术

一、盾构施工阶段划分

盾构施工一般分为始发、正常掘进和接收三个阶段。

始发是指盾构自始发工作井内盾构基座上开始掘进，到完成初始掘进（通常50~100m）止。

始发结束后要拆除临时管片、临时支撑和反力架，分体始发时还要将后续台车移入隧道内，以便后续正常掘进。

接收是指自掘进距接收工作井100m到盾构落到接收工作井内接收基座上止。



1K413030 盾构法施工

二、洞口土体加固技术

(二) 常用的洞口土体加固方法

(2) 常用的加固有**化学注浆法、砂浆回填法、深层搅拌法、高压旋喷注浆法、冷冻法**等。国内较常用的是**深层搅拌法、高压旋喷注浆法、冷冻法**（冷冻法常用的是垂直冷冻法，也可以采用垂直冻结与水平冻结相结合的方式），具体见图 1K413033-1。近期，在工作井围护采用盾构直接切削 GFRP筋地下连续墙以及与加固方法相合的钢套筒法在高水压地层也有应用。



1K413030 盾构法施工

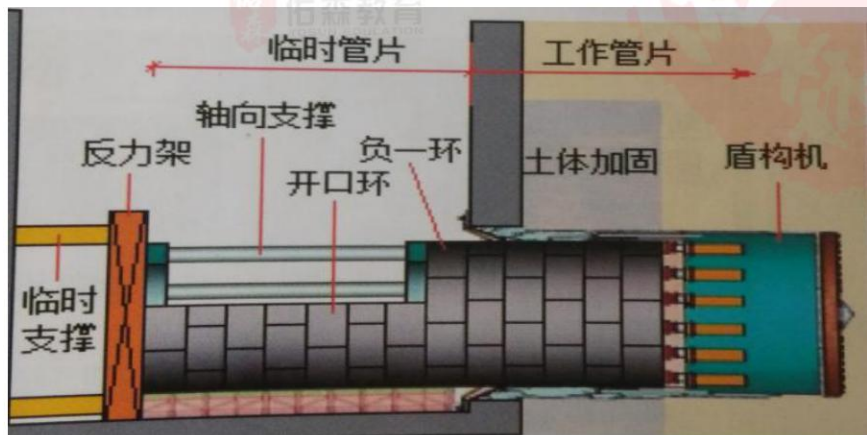
(3) 冻结法有造价高、解冻后存在沉降等缺点，旋喷桩加固虽然效果好，但其造价远高于深层桩。所以，除工作井较深、洞门处土层为水头较高的承压水层外，洞门土体加固较为广泛采用的是深层搅拌法，并在搅拌桩加固体与连续墙间无法加固的间隙处，用旋喷法进行补充加固。

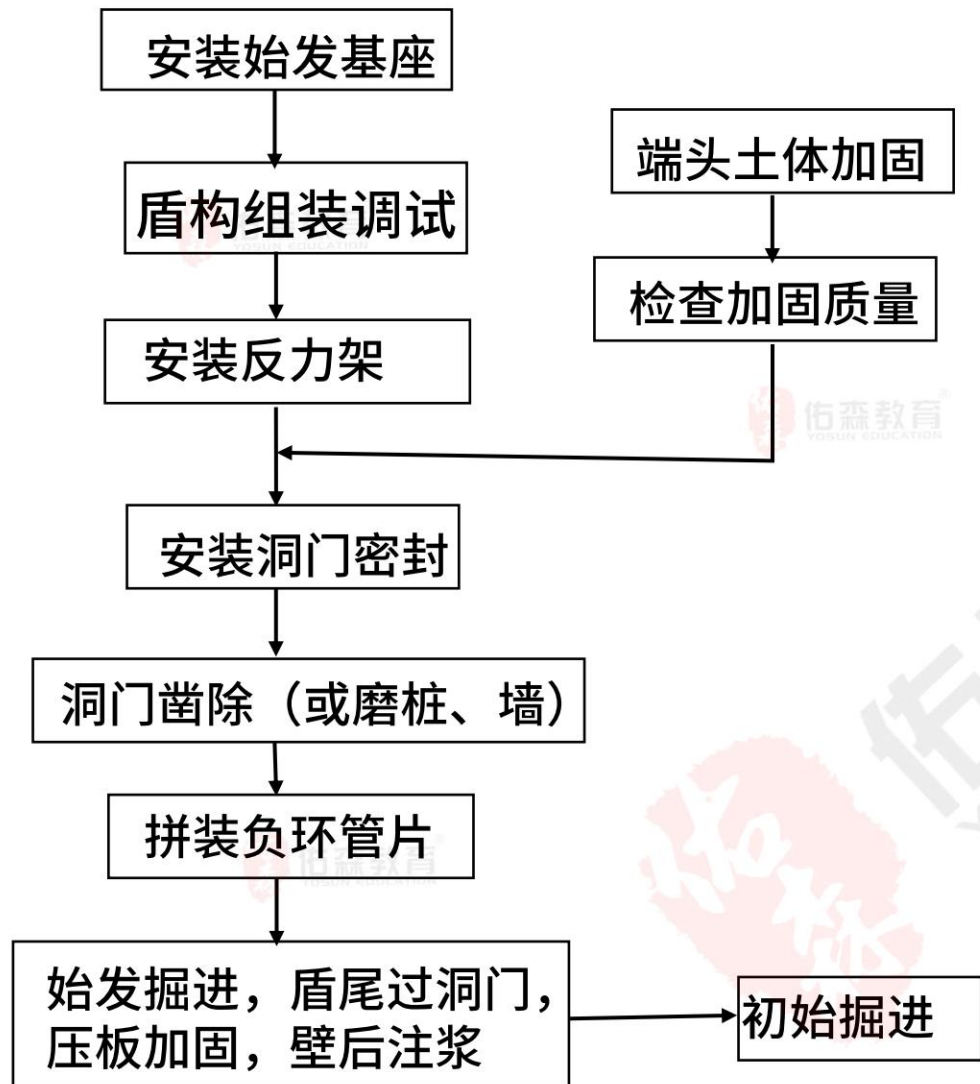


三、盾构始发施工技术要点

(一) 盾构始发施工流程

盾构始发是盾构施工的关键环节之一，其主要内容包括：**始发前工作井端头的地层加固、安装盾构始发基座、盾构组装及试运转、安装反力架、凿除洞门临时墙和围护结构（或盾构直接磨除）、安装洞门密封、盾构姿态复核、拼装负环管片、盾构贯入作业面建立土压（针对土压平衡盾构施工）和试掘进等。**盾构始发流程见图1K413033—2。





1K413033-2盾构始发施工流程



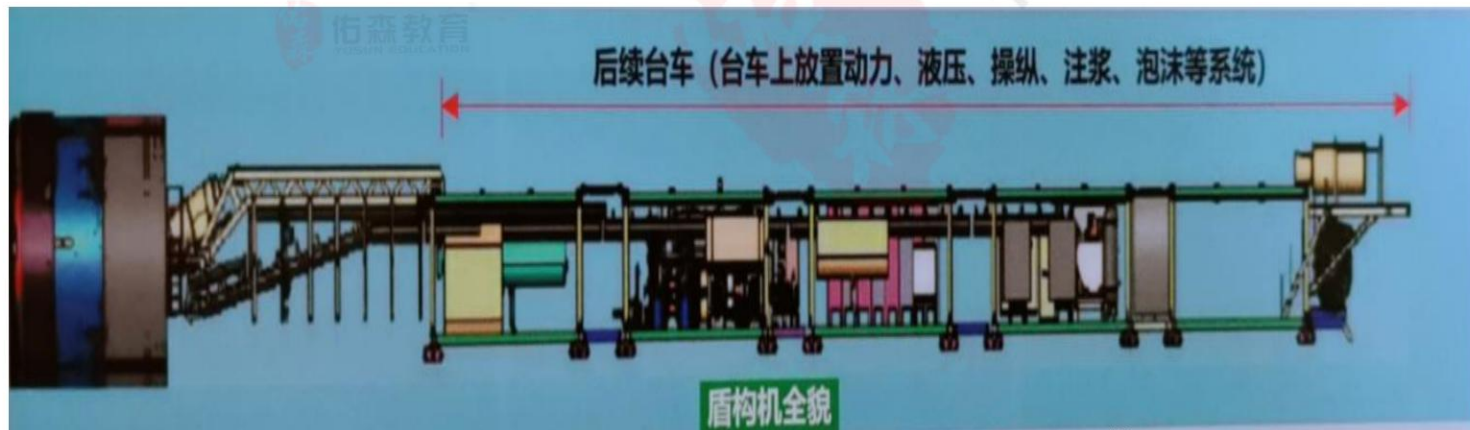
1K413030 盾构法施工

(二) 始发段长度的确定

决定初始掘进长度的因素有两个：一是衬砌与周围地层的摩擦阻力，二是后续台车长度。

2013年选择题

始发结束后要拆除临时管片、临时支撑和反力架，将后续台车移入隧道内，以便后续正常掘进。



1K413030 盾构法施工

(三) 始发掘进施工要点

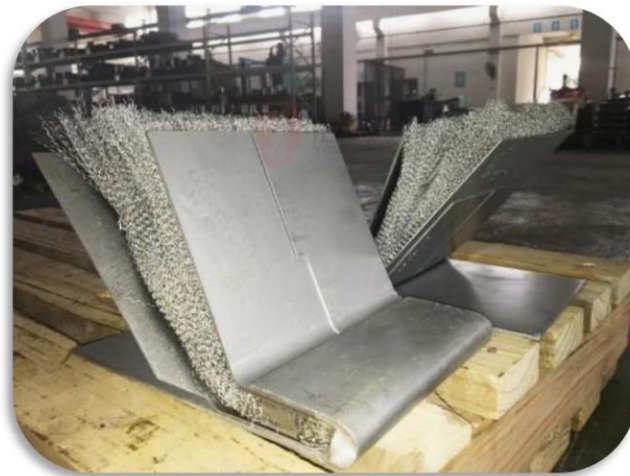
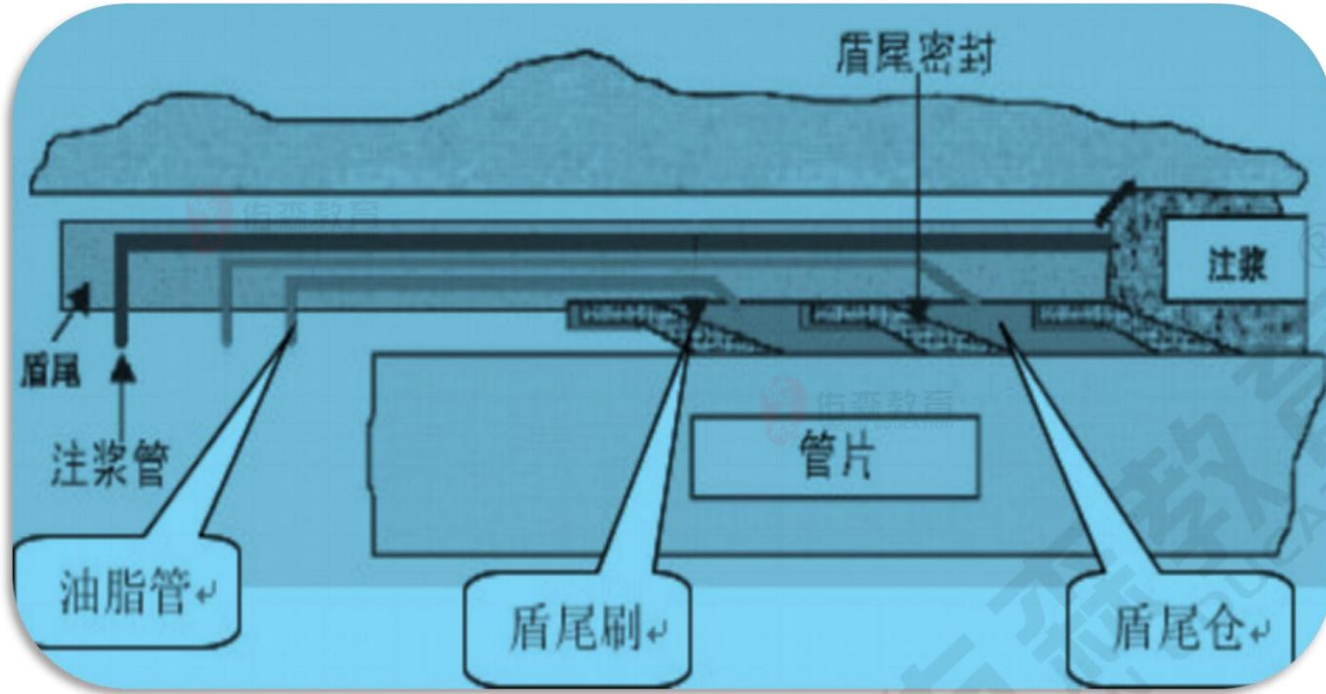
(3) 始发前，反力架应进行安全验算。

(4) 始发时，应对盾构姿态进行复核。

(7) 盾尾密封刷进入洞门结构后，应进行洞门圈间隙的封堵和填充注浆。注浆完成后方可掘进。

(8) 初始掘进过程中应控制盾构姿态和推力，加强监测，并应根据监测结果调整掘进参数。



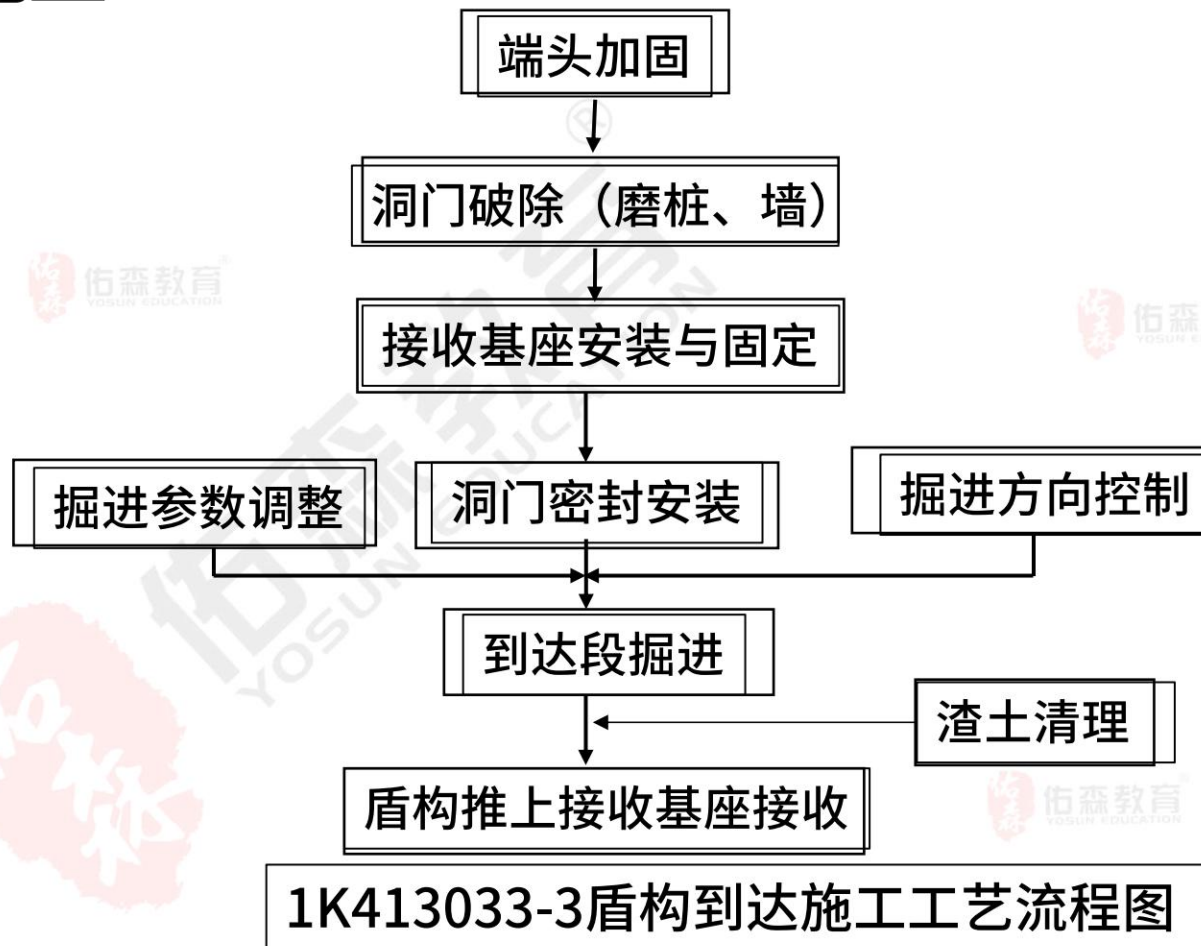


1K413030 盾构法施工

四、盾构接收施工技术要点

(一) 盾构接收施工流程

盾构接收一般按下列程序进行：洞门凿除 → 接收基座的安装与固定 → 洞门密封安装 → 掘进参数调整 → 掘进方向控制 → 到达段掘进 → 渣土清理 → 盾构推上接收基座接收。如图1K413033-3所示。



1K413030 盾构法施工

(三) 接收施工要点

(1) 盾构接收可分为常规接收、钢套筒接收和水（土）中接收。

(2) 盾构接收前，应对洞口段土体进行质量检查，合格后方可接收掘进。

(3) 当盾构到达接收工作井100m时，应对盾构姿态进行测量和调整。

(4) 当盾构到达接收工作井10m内，应控制掘进速度和土仓压力等。



1K413030 盾构法施工

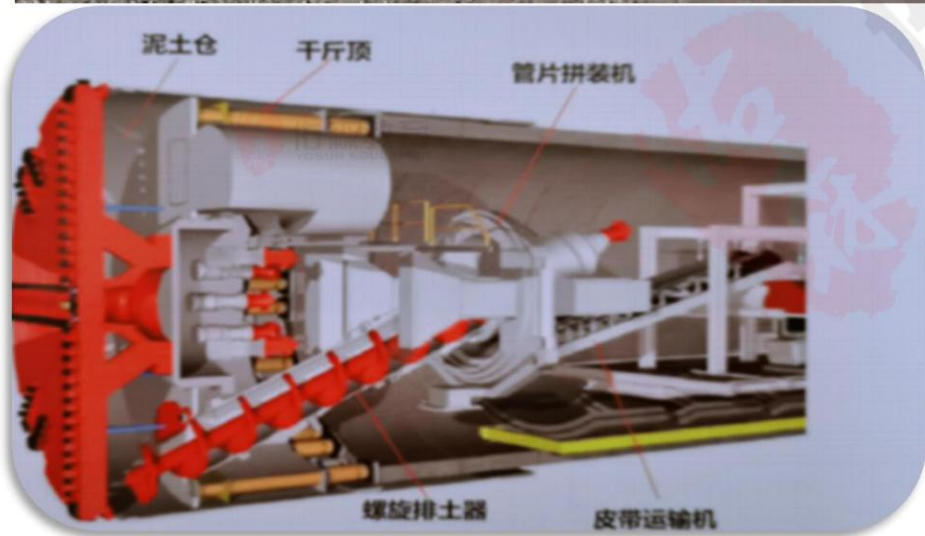
1K413034 盾构掘进技术

一、土压平衡盾构掘进

土压平衡盾构，是将开挖下来的土砂充满到开挖面和隔板之间泥土仓，根据需要在其中注入改良材料，用适当的土压力确保开挖面的稳定性。通过贯穿隔板设置的螺旋输送机，可在推进的同时进行排土。在施工时，必须在开挖两层隔板之间充满土砂，对其进行加压达到满足开挖面的稳定需要的状态。



1K413030 盾构法施工



佑森教育
YOSUN EDUCATION

佑森教育
YOSUN EDUCATION

佑森教育
YOSUN EDUCATION



1K413030 盾构法施工

(四) 渣土改良

(1) 改良渣土的特性：

在土压平衡工况模式下渣土应具有以下特性：

- 1) 良好的塑流状态。
- 2) 良好的黏稠度。
- 3) 低内摩擦力。
- 4) 低透水性。

(2) 当渣土满足不了这些要求时，需通过向刀盘、土仓内及螺旋输送机内注入改良材料对渣土进行改良，**常用的改良材料是泡沫或膨润土泥浆。**



1K413030 盾构法施工

二、泥水平衡盾构掘进

(一) 泥水平衡式掘进特点

泥水平衡盾构掘进过程中，**一边用泥浆维持开挖面的稳定，一边用机械开挖方式来开挖。渣土由泥浆输送到地面。该施工方法是将开挖设备、开挖面稳定系统、渣土处理设备作为一个整体系统来进行使用的。**系统的运行要充分考虑到排土量、泥浆质量、开挖面状态、壁后注浆、送排泥流量、排泥流速等条件的设定和管理（见图1K413034-2）。



1K413030 盾构法施工

三、管片拼装

(一) 拼装方法

1. 管片选型

应根据设计要求，选择管片类型、排板方法、拼装方式和拼装位置；当在**曲线地段或需纠偏时**，管片类型和拼装位置的选择**应根据隧道设计轴线和上一环管片姿态、盾构姿态、盾尾间隙、推进油缸行程差和铰接油缸行程差等参数综合确定。**



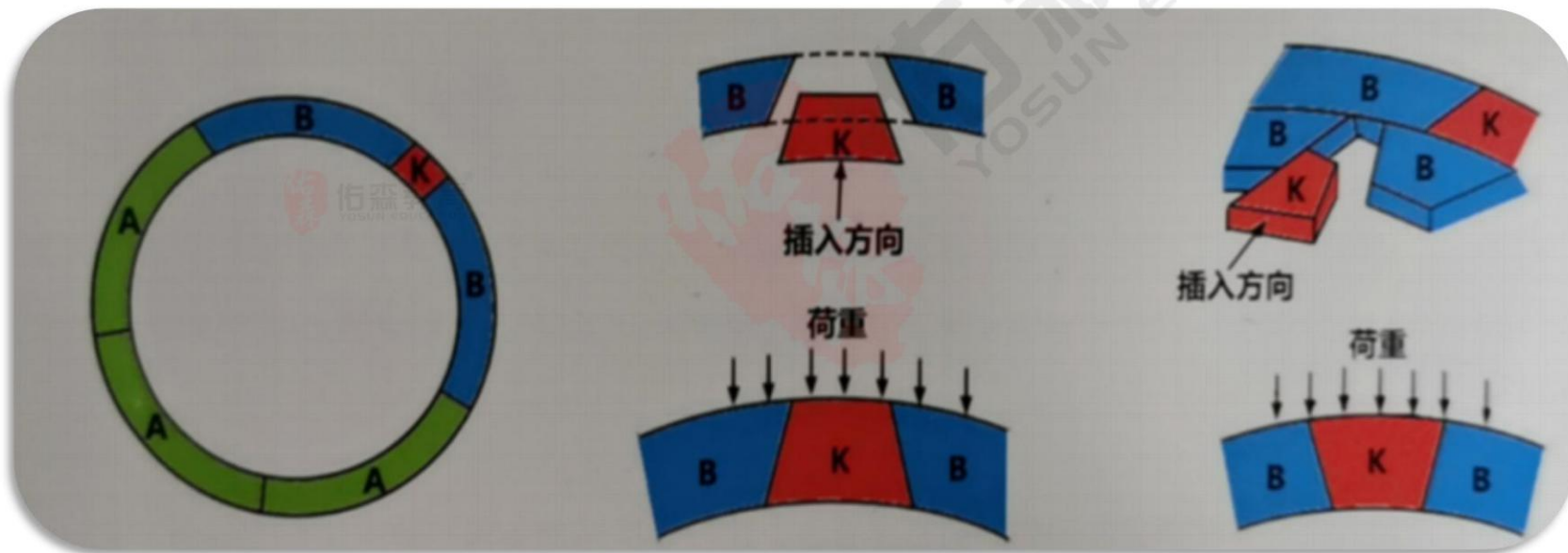
1K413030 盾构法施工



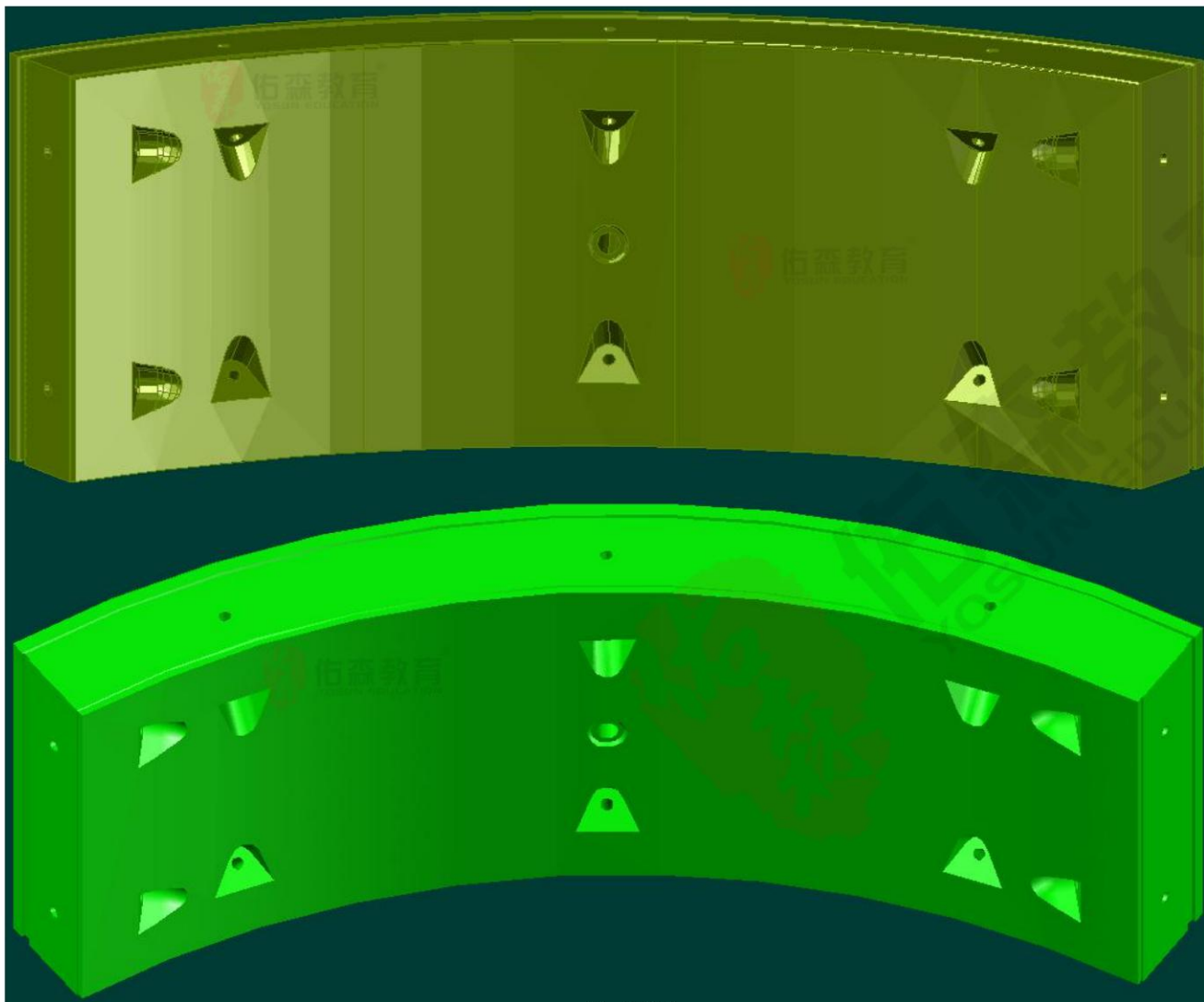
1K413030 盾构法施工

2. 拼装顺序

一般从下部的标准（A型）管片开始，依次左右两侧交替安装标准管片，然后拼装邻接（B型）管片，最后安装楔形（K型）管片。



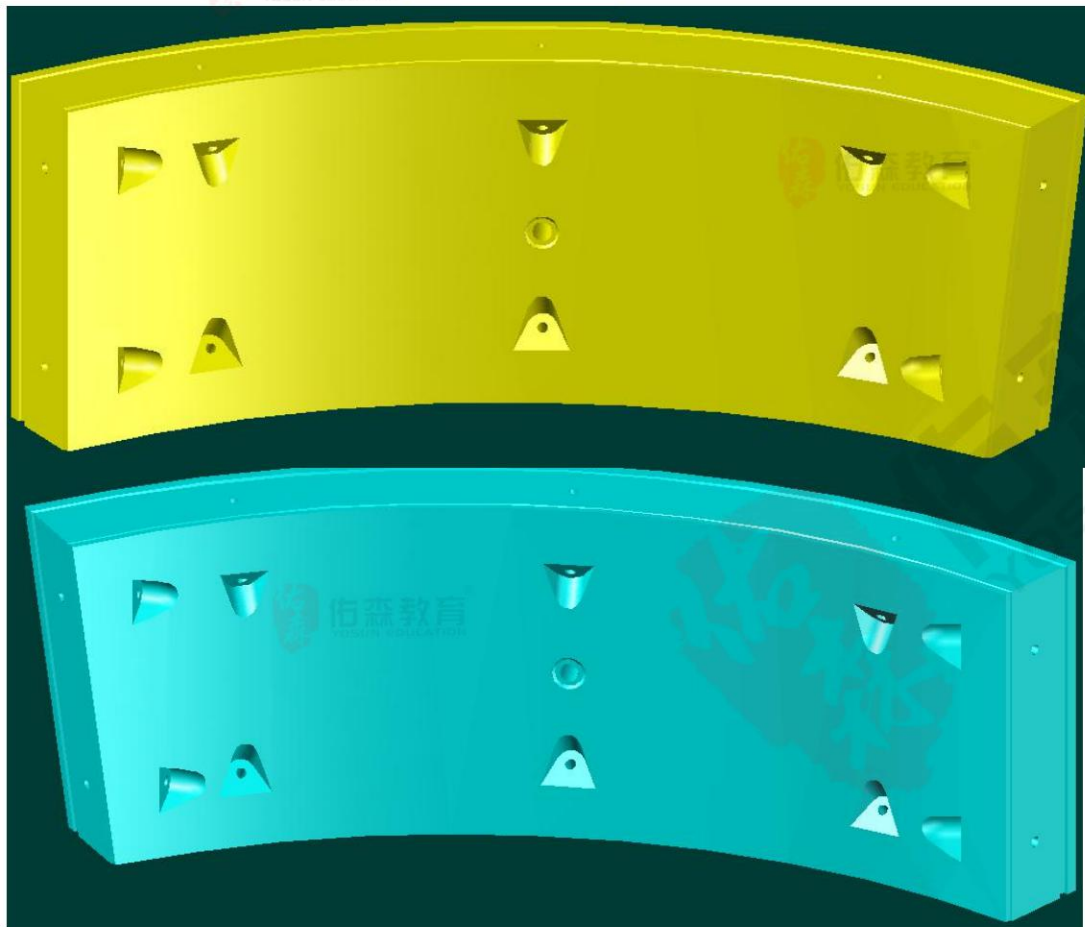
1K413030 盾构法施工



A型



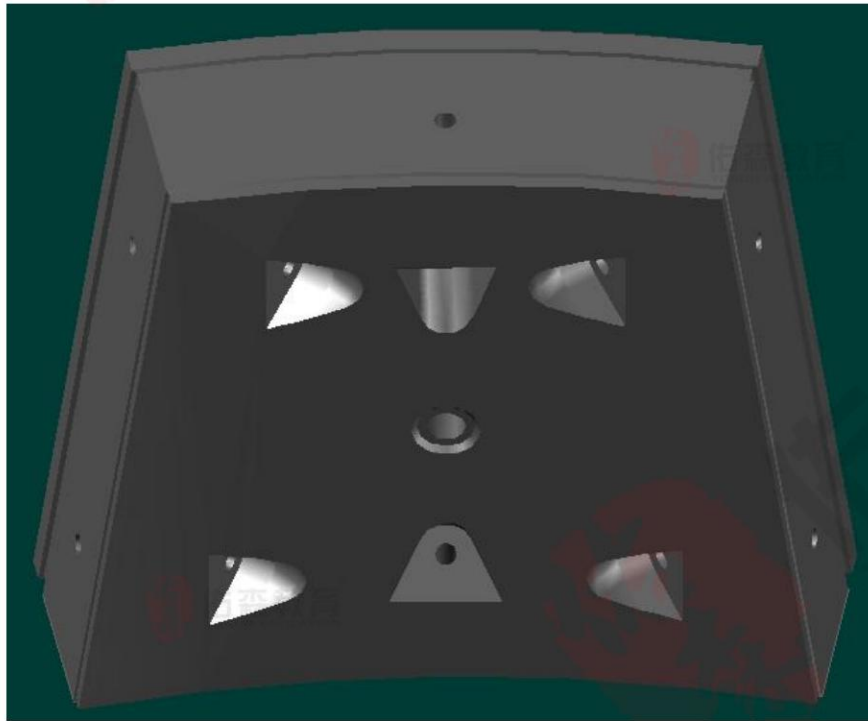
1K413030 盾构法施工



B管片

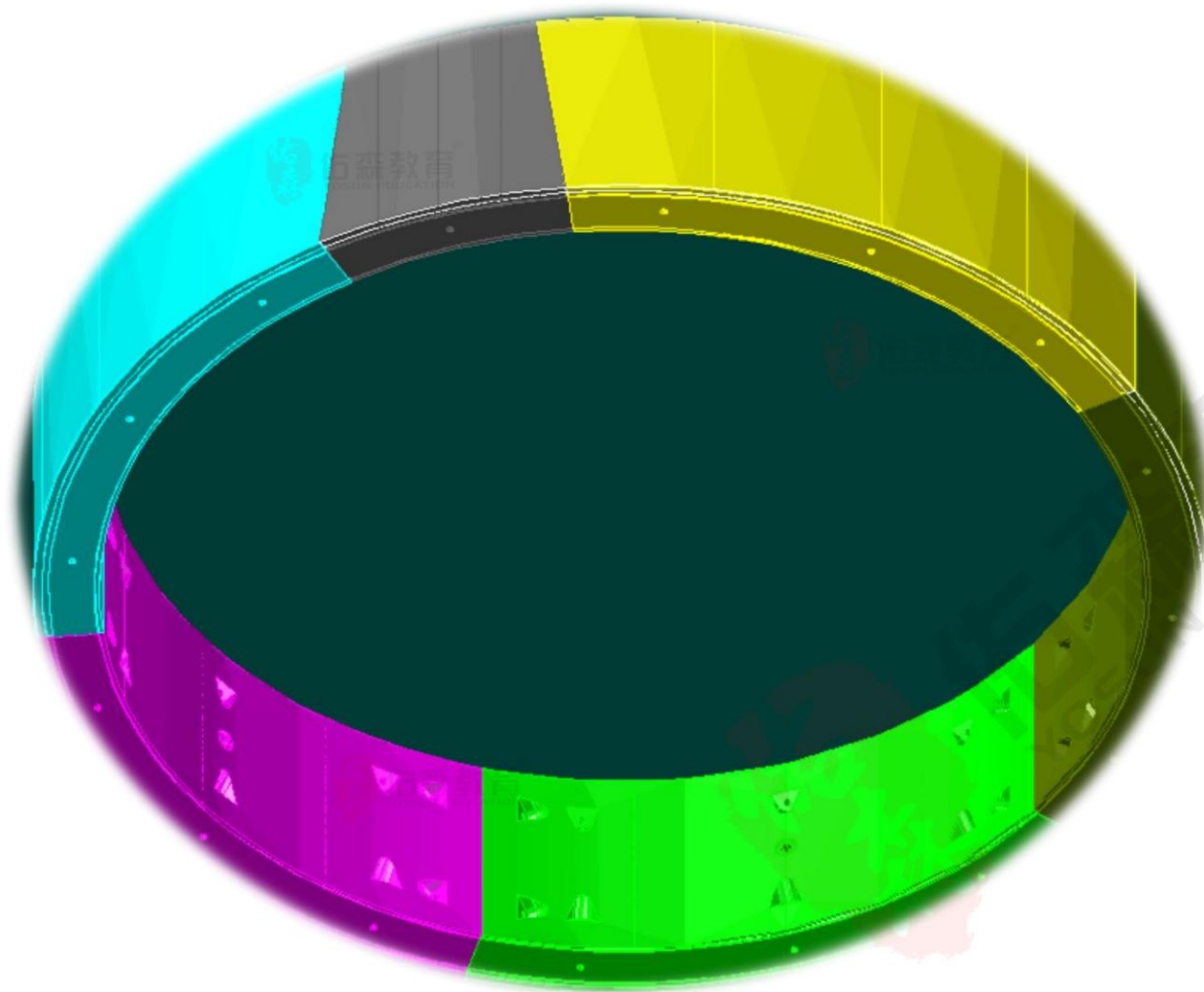


1K413030 盾构法施工



K管片

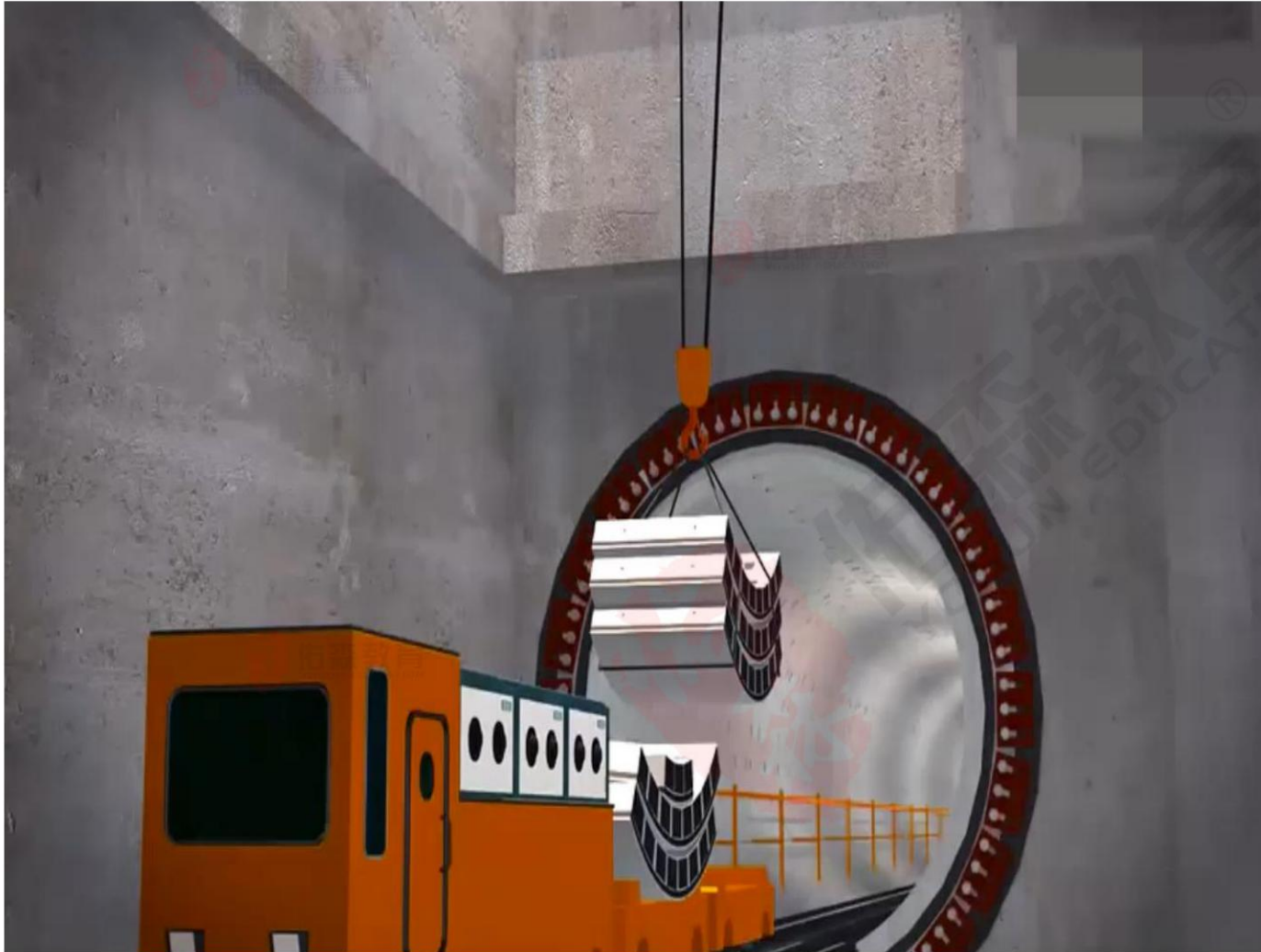




盾构管片



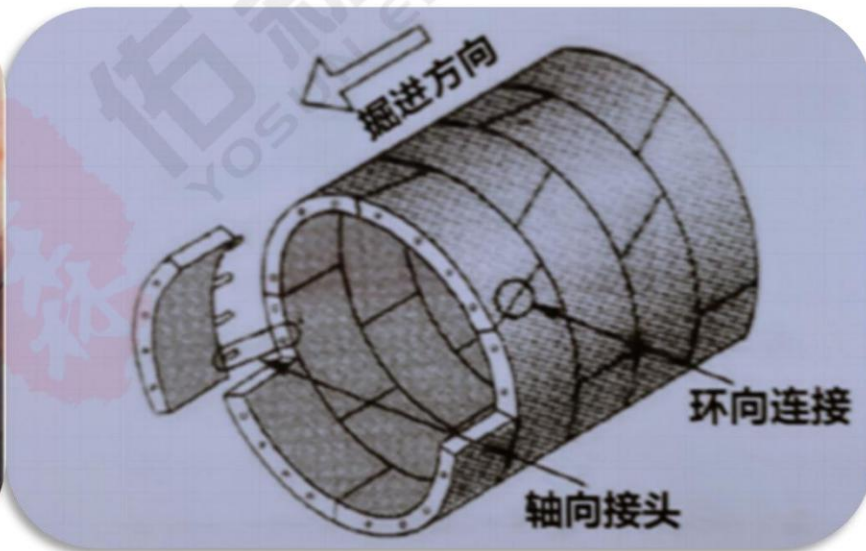
1K413030 盾构法施工



1K413030 盾构法施工

4. 紧固连接螺栓

先紧固环向（管片之间）连接螺栓，后紧固轴向（环与环之间）连接螺栓。采用扭矩扳手紧固，紧固力取决于螺栓的直径与强度。



四、壁后注浆

(一) 壁后注浆的目的

管片壁后注浆按与盾构推进的时间和注浆目的不同，可分为同步注浆、二次注浆和堵水注浆。

1. 同步注浆

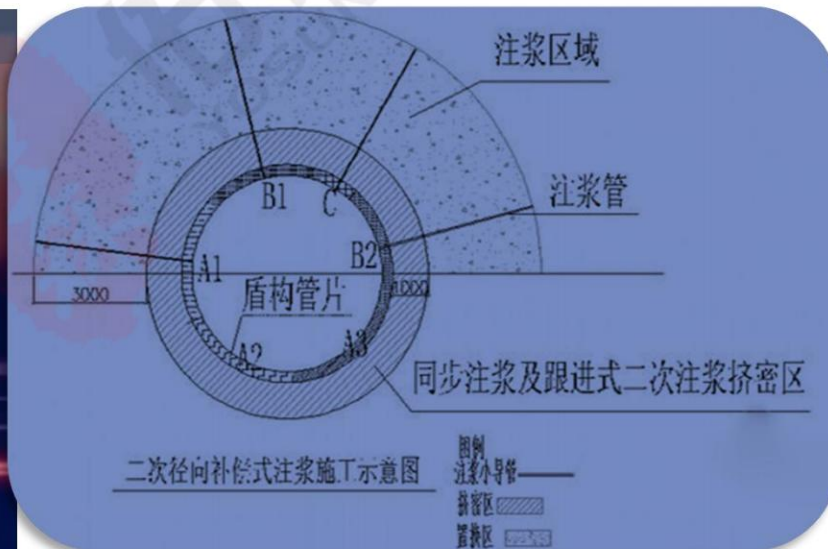
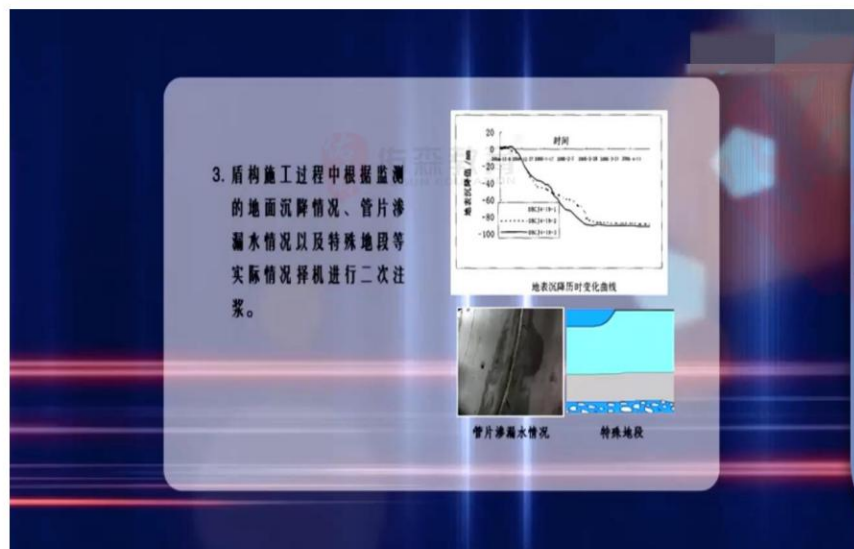
同步注浆与盾构掘进同时进行，是通过同步注浆系统，在盾构向前推进盾尾空隙形成的同时进行，浆液在盾尾空隙形成的瞬间及时起到充填作用，使周围土体获得及时的支撑，可有效防止岩体的坍塌，控制地表的沉降。



2. 二次注浆

管片背后二次补强注浆则是在同步注浆结束以后，**通过管片的吊装孔对管片背后进行补强注浆（补充部分未填充的空腔，提高管片背后土体的密实度）**，以提高同步注浆的效果。

二次注浆的浆液充填时间要滞后掘进一段时间，**对隧道周围土体起到加固和止水的作用。**



壁后注浆的目的如下：

壁后注浆的目的：防止地层变形与地表沉降；稳定管片；
隔离地下水。



联络通道 (★2018年选择题)

联络通道是设置在两条地铁隧道之间的一条横向通道，起到安全疏散乘客、隧道排水及防火、消防等作用，如图

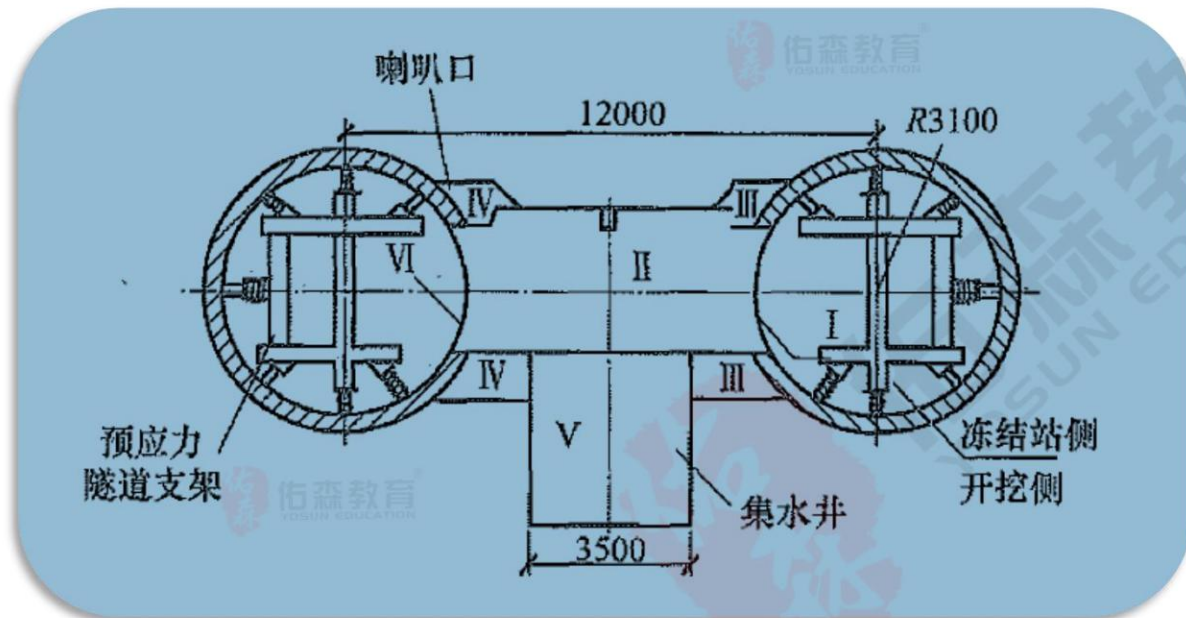
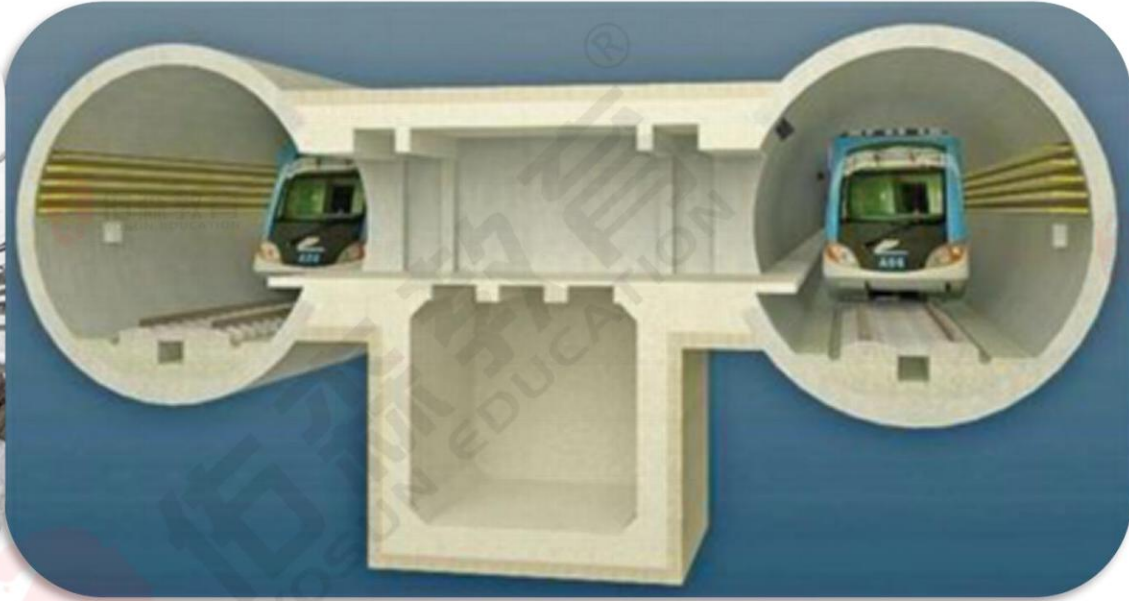


图1K413012-7 联络通道结构图

I—冻结侧通道预留口钢管片；II—通道；III—冻结侧喇叭口；
IV—对侧喇叭口；V—集水井；VI—对侧门钢管片



1K413030 盾构法施工



目前, 国内地铁的联络通道主要采用暗挖法、超前预支护方法（深孔注浆或冻结法）施工。冻结法联络通道施工工艺流程见图1K413012-8



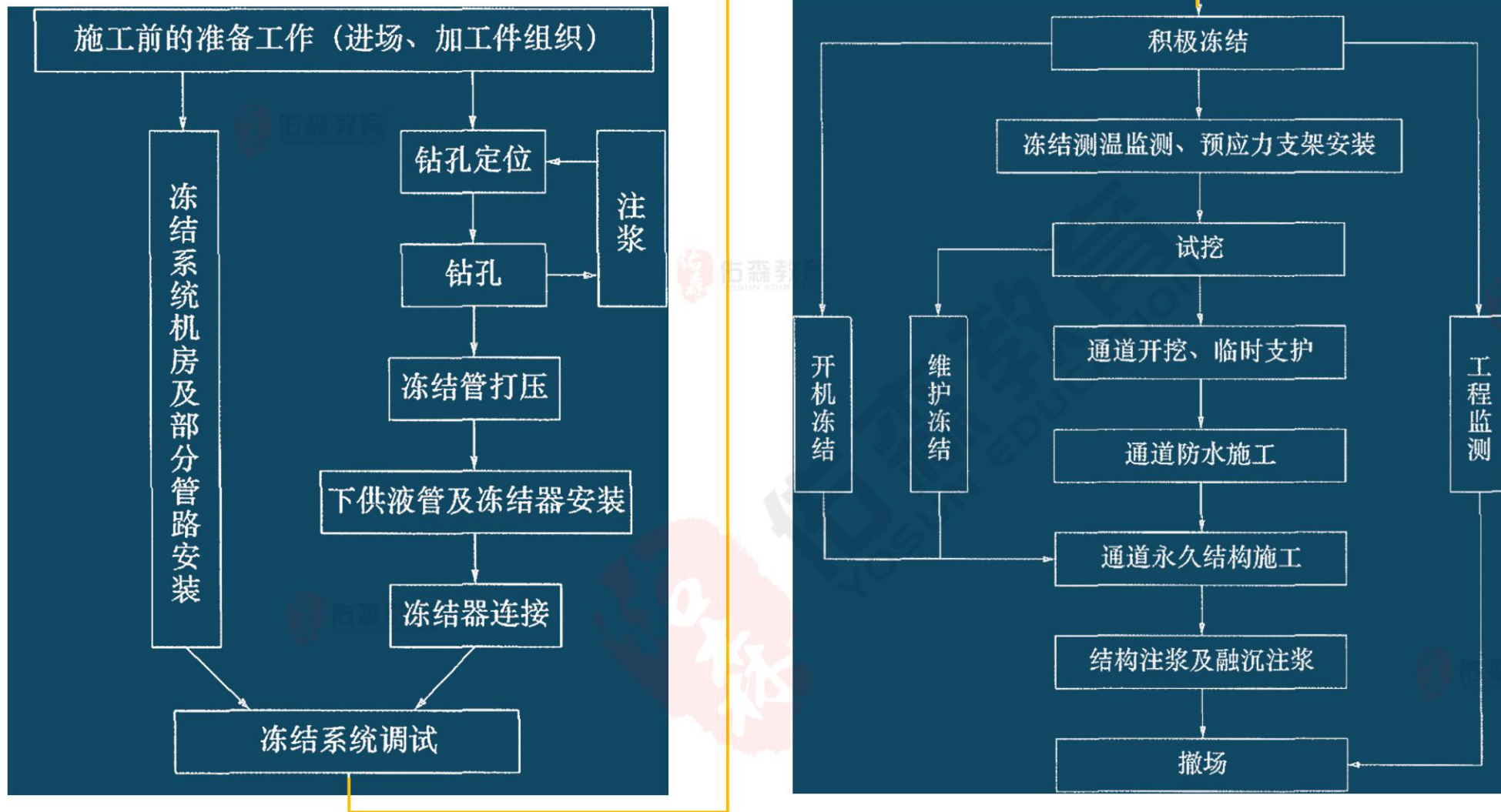


图1K413012-8冻结法联络通道施工工艺流程



1K413030 盾构法施工

注：积极冻结，就是充分利用设备的全部能力尽快加速冻土发展在设计时间内把盐水温度降到设计温度。

维护冻结，就是通过对冻结系统运行参数的调整，提高或保持盐水温度，降低或停止冻土的继续发展，维持结构施工的要求。

维护冻结时间由结构施工的时间决定。

图1K413012-8冻结法联络通道施工工艺流程图



1K413030 盾构法施工

1K413035 盾构法施工地层变形控制措施

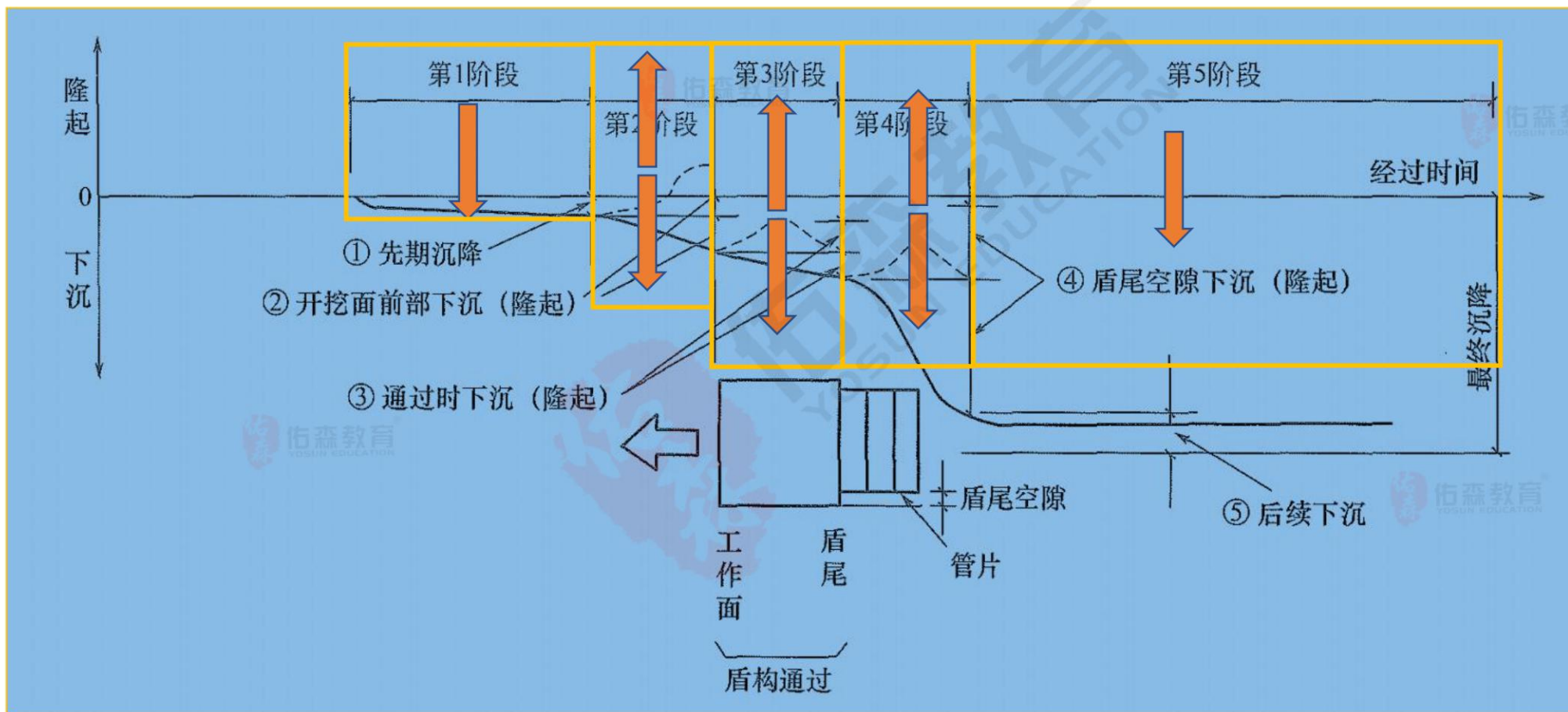
一、近接施工与近接施工管理

(1) **新建盾构隧道穿越或邻近既有地下管线、交通设施、建（构）筑物（以下简称既有结构物）的施工被称为近接施工。**在城市中建造地铁时近接施工不可避免，且随着下空间的开发利用会日益增多，因此，盾构施工必须考虑控制影响区域的地层变形，采取有效的既有结构物保护措施。



二、地层变形原因、阶段以及影响因素

(2) 盾构施工引起地层某一断面的变形—时间曲线划分为5个阶段：



盾构机位置	土体变化	产生原因	预防措施
1阶段	沉降	砂质土地层：地下水位下降引起。软弱黏性土地层：开挖面的过量取土引起。	保持地下水压。避免开挖面超挖。
2阶段	沉降、隆起	土压（泥水压）不足或过大。	①土压平衡盾构：压力平衡+渣土改良。 ②泥水平衡盾构：压力平衡+泥浆特性调整
3阶段	沉降、隆起	(1) 超挖。 (2) 纠偏（曲线掘进或纠偏）。 (3) 摩擦（盾壳与周围土体的摩擦）。	①减少超挖。 ②“勤纠、少纠（控制好盾构姿态，避免不必要的纠偏作业）、适度”。 ③减阻措施。
4阶段	沉降、隆起	盾尾空隙或壁后注浆压力过大	①材料配比（试验确定）； ②同步注浆（及时）； ③二次注浆（及时）； ④注浆控制（控制：注浆量+注浆压力）
5阶段	沉降	盾构掘进造成的地层扰动、松弛等引起。	①作业时尽可能减小对地层的扰动。 ②向特定部位地层内注浆。



1K413030 盾构法施工

四、地层变形的预测和施工监测

(3) 施工监测项目应符合表 1K413035的规定。

类别	监测项目
必测项目	施工区域地表隆沉、沿线建（构）筑物和地下管线变形
	隧道结构变形
选测项目	岩土体深层水平位移和分层竖向位移
	衬砌环内力
	地层与管片的接触应力



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

1K420113 盾构法隧道施工质量检查与验收

一、钢筋混凝土管片制作质量控制要点

(一) 开工前质量控制

1. 人员、设备基本规定

(1) **管片应由具备相应资质等级的厂家制造**，制造厂家应有健全的质量管理体系及质量控制和质量检验制度。

(2) 制作前应编制**施工组织设计或技术方案**，并经有关方审查批准。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

(3) 生产操作人员经培训、考核，合格者方可进行操作。

特殊工种应持证上岗。

(4) 模具材料符合质量要求；加工精度符合设计要求，并满足管片尺寸与形状要求。

(5) 混凝土搅拌、运输、振捣、养护等设备检验符合要求，各种计量器具、设备检定必须在有效期内。

★厂家合格、技术合格、人员合格、机具材料合格。属于厂家考察，公共考点



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

(二) 制作过程质量控制

5. 管片质量控制

- (1) 按设计要求进行**结构性能检验**，检验结果符合设计要求。
- (2) **强度和抗渗等级**符合设计要求。
- (3) **吊装预埋件首次使用前必须进行抗拉拔试验**，试验结果符合设计要求。
- (4) **不应存在露筋、孔洞、疏松、夹渣、有害裂缝、缺棱掉角、飞边等缺陷**，麻面面积不大于管片面积的5%。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

6. 管片贮存与运输

- (1) 贮存场地必须坚实平整。
- (2) 可采用内弧面向上或单片侧立的方式码放，每层管片之间正确设置垫木，码放高度应经计算确定。
- (3) 管片运输应采取适当的防护措施。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

二、管片拼装质量控制

(二) 拼装质量控制要点

(1) 管片拼装应按拼装工艺要求**逐块顺序进行**，并及时连接成环；连接**螺栓**紧固质量符合设计要求，管片及**防水密封条**应无破损。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

(2) 拼装下一环管片前对上一环衬砌环面进行质量检查和确认，**并应依据上一环衬砌环姿态、盾构姿态、盾尾间隙等确定管片排序。**

(3) 在管片拼装过程中，严格控制盾构**千斤顶的压力和伸缩量**，以保持盾构姿态稳定。



(三) 管片拼装质量验收标准

(1) **钢筋混凝土管片不得有内外贯穿裂缝和宽度大于0.2mm的裂缝及混凝土剥落现象。**

(4) 管片拼装过程中对隧道轴线和高程进行控制，其允许偏差和检验方法符合表1K420113-6的规定。

检验项目	允许偏差						检验方法	检验数量	
	地铁隧道	公路隧道	铁路隧道	水工隧道	市政隧道	油气隧道		环数	点数
隧道轴线平面位置	±50	±75	±70	±100	±100	±100	用全站仪测中线	逐环	1点/环
隧道轴线高程	±50	±75	±70	±100	±100 (隧道底高程)	±100	用水准仪测高程	逐环	



(5) 管片拼装允许偏差和检验方法符合表

1K420113-7的规定.

检验项目	允许偏差						检验方法	检验数量	
	地铁隧道	公路隧道	铁路隧道	水工隧道	市政隧道	油气隧道		环数	点数
衬砌环椭圆度 (%)	±5	±6	±6	±8	±5	±6	断面仪、全站仪测量	每10环	—
衬砌环内错台 (mm)	5	6	6	8	5	8	尺量	逐环	4点/环
衬砌环间错台 (mm)	6	7	7	9	6	9	尺量	逐环	

注：本表中市政隧道包括给水排水隧道、电力隧道等。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

(四) 隧道防水质量控制要点

(1) 隧道防水以**管片自防水为基础，接缝防水为重点**，并应对特殊部位进行防水处理，形成完整的防水体系。

(2) 接缝防水处理：

1) 变形缝、柔性接头等管片接缝防水处理应符合设计要求。

2) 采用嵌缝防水材料时，槽缝应清理，并使用专用工具填塞平整、密实。



1K420110 城市轨道交通工程质量检查与检验

(3) 特殊部位的防水：

- 1) 采用注浆孔进行注浆时，**注浆结束后应对注浆孔进行密封防水处理。**
- 2) **隧道与工作井、联络通道等附属构筑物的接缝防水处理应按设计要求进行。**



同步注浆管



二次注浆孔



1K420170 隧道工程和非开挖管道施工安全事故预防

1K420171 盾构法施工安全措施

盾构施工的安全控制要点主要涉及盾构机**组装、调试、解体与吊装、盾构始发与接收、障碍物处理、掘进过程中换刀**以及特殊地段及特殊地质条件施工。
——包括盾构机的运输



1K420170 隧道工程和非开挖管道施工安全事故预防

一、盾构机组装、调试、解体与吊装

由于盾构机体积庞大、重量重，且一般工作井内空间狭窄，因此，**盾构机的组装、调试、解体与吊装是盾构施工安全控制重点之一，要制定专项施工方案。**这项工作的安全控制重点是人员安全与设备安全。



一、盾构机组装、调试、解体与吊装

(1) 使用轮式起重机向工作井内吊放或从工作井内吊出盾构机前，**要仔细确认起重机支腿处支撑点的承载能力满足最大起重量要求，并确认起重机吊装时工作井的围护结构安全。**

(2) 起重机吊装过程中，要随时监测工作井围护结构的变形情况，若超过预测值，立即停止吊装作业，采取可靠措施。

(3) 采取措施严防重物、操作人员坠落。

(4) 使用电、气焊作业时，严防火灾发生。



二、盾构始发与接收

- (1) 拆除洞口临时维护结构前，**必须确认洞口土体加固效果，以确保拆除后洞口土体稳定。**
- (2) 施作好洞口**密封**，并设置注浆孔，作为洞口防水堵漏的应急措施，以防止盾构始发期间土砂随地下水从衬砌外围与洞体之间的间隙涌入工作井。——防土、防水、防坍塌

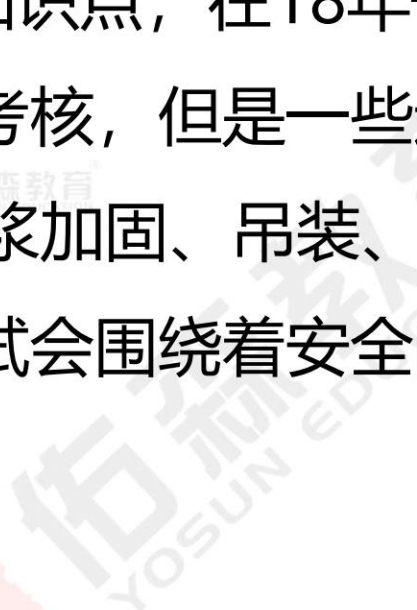


拉洞门准备打探孔



小结：

本次课程介绍的是盾构相关知识点，在18年一建考试中还从来没有直接进行过案例考核，但是一些通用知识以前考试曾经涉及——地层注浆加固、吊装、施工现场平面布置等内容。未来案例考试会围绕着安全的通用知识和教材原文展开。





小佑题库



佑森教育

扫一扫，领最新备考资料