13 顶管、管幕及箱涵结构

本讲内容

- 13.1 顶管结构
- 13.2 管幕结构
- 13.3 箱 涵 结 构

13.1 顶管结构

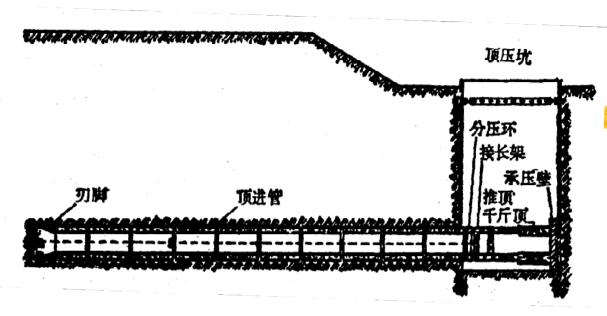
13.1.1 概述

定义:采用一定的顶进技术,将管子顶入土中的一种修建隧道和地下管道的施工方法。

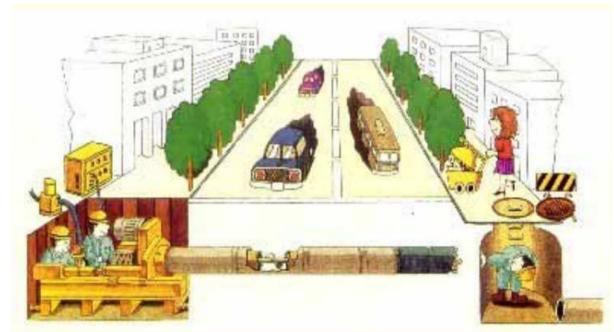
顶管法是非开挖技术的一种典型方法。

顶管法与盾构法都是修建地下管道和隧道的重要方法。

采用液压干斤顶或具有顶进、牵引功能的设备,以顶管工作并作承压壁,将管子按设计高程、方位、坡度逐根顶入土层直至达到目的地.



顶管法施工示意图



P338 图13-1

主要用于

- ₩ 特殊地质条件下的管道工程中:
- ₩ ①穿越江河、湖泊、港湾水体下
- ₩ 的供水、输气、输油管道工程;
- ₩②穿越城市建筑群、繁华街道地下的上下水、煤气管道工程;
- ₩ ③穿越重要公路、铁路路基下的通讯、电力电缆管道工程;
- ₩個水库坝体涵管重建工程等。



发展趋势

₩ 中继环接力顶推装置、触变泥浆减阻顶进技术,自动测斜纠偏技术、泥水平衡技术、土压平衡技术、气压保护技术和曲线顶管技术

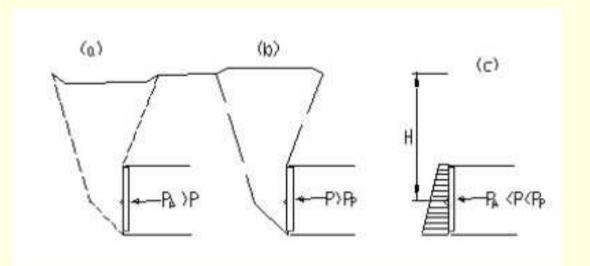
₩ 这些技术的相继开发与成熟,推进了顶管技术的应用

土压平衡顶管施工的原理

从理论上讲,掘进机在施工过程中,土仓的压力如果小于掘进机所处土层的主动土压力时,即P_a>P时,地面就会产生沉降。

反之,掘进机在施工过程中,土仓的压力如果大于掘进机所处土层的被动土压力力时,即P>P_p时,地面就会产生隆起。

土压平衡顶管施工的原理



所谓土压平衡,是把土仓的压力控制在Pa<P<Pp的范围以内。

它的原理是通过设定的土压力P_o为基准,可以通过调节主顶油缸的推进速度,或控制螺旋输送机的排土量来使土仓内的压力维持在设定的土压力P_o上,调节主顶油缸的推进速度是调节土方的挖掘量。推进速度快,则挖土量多;

土压平衡顶管施工的原理

排土量则是通过调节螺旋输送机的转速来控制,螺旋输送机 转速增大,排土则增多;反之,排土量就减少。

除了设定土压力P。以外,还必须同时设定主顶油缸的理论推进速度和螺旋输送机的理论转速。并使两者之间达到理论上的平衡。然后再从实际推进过程中不断地加以调整,使P=P。,即使土仓压力与设定的土压力达到理想的平衡状态。

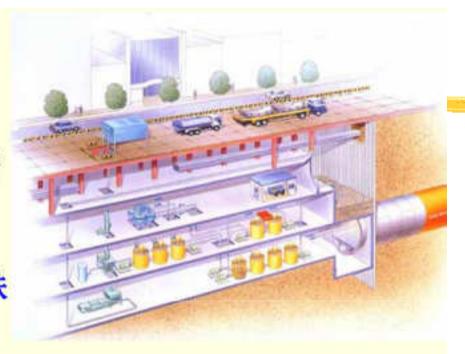
顶管施工的优点

- ₩1. 无需隔断交通
- ₩2. 噪音以及震动都很小
- ₩3.可以在很深的地下敷设管道
- ₩4. 可以安全的穿越铁路
- ₩ 5. 对施工周遭的影响很小
- ₩6.可以穿越障碍物

发展过程

顶管法施工是继盾构施工之后 发展起来的地下管道施工方法;

最早于1896年美国北太平洋铁 路铺设工程中应用,已有百年历 史;



20世纪60年代在世界各国推广应用;

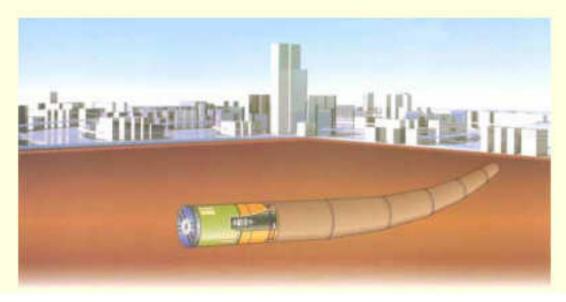
近20年,日本研究开发土压平衡、水压平衡顶管机等先进顶 管机头和工法。

发展过程

国外首次一次最大顶进距离1200m, 1970年, 德国汉堡下水道混凝土顶管, 直径为2.6m。

国内创造混凝土顶管世界记录——一次最大顶进距离为2050m, 2001浙江嘉兴污水顶管,钢筋砼管直径2m;

国内创造钢管顶管世界记录——一次最大顶进距离为1743m, 1997年上海黄浦江上游引水工程的长桥支线顶管,钢管直径3.5m



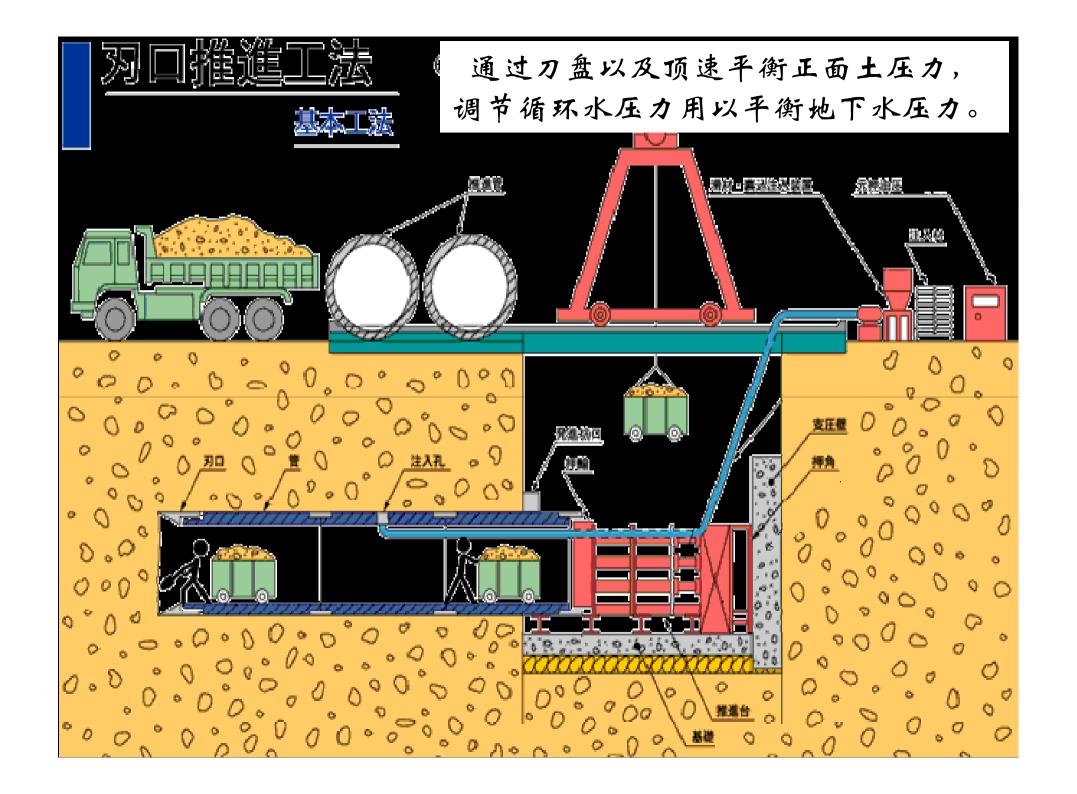
13.1.2 顶管的分类

- A 按口径分 小、中和大口径三种。
- B 按顶进距离分

中短距离、长距离和超长距离三种。

- C 接管材分 钢管顶管、混凝土顶管、玻璃钢顶管和其他复 合材料顶管。
- D 按顶进轴线分 直线顶管和曲线顶管
- E 按施工工法分

<u>刃口推进工法</u>、 <u>泥水式推进工法</u>、 <u>土压式推进工法和 泥浓式推进工法。</u>

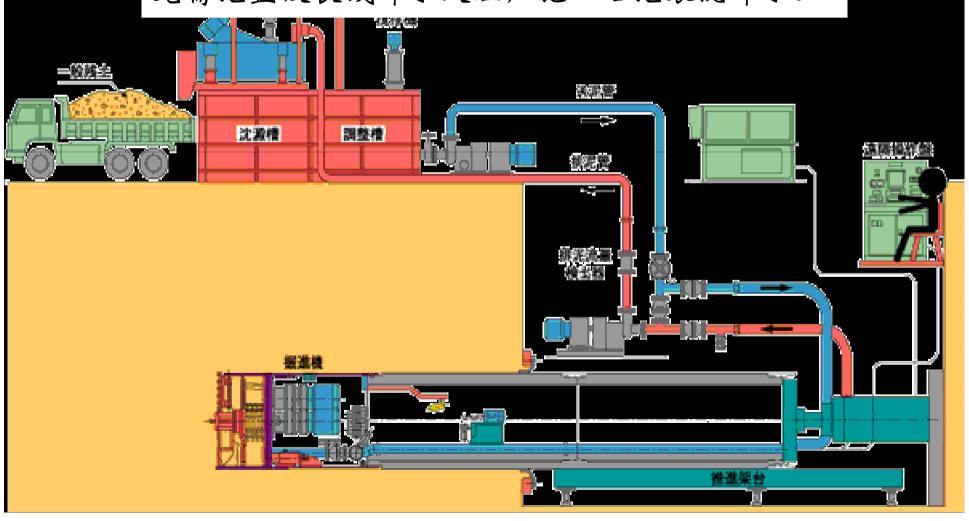


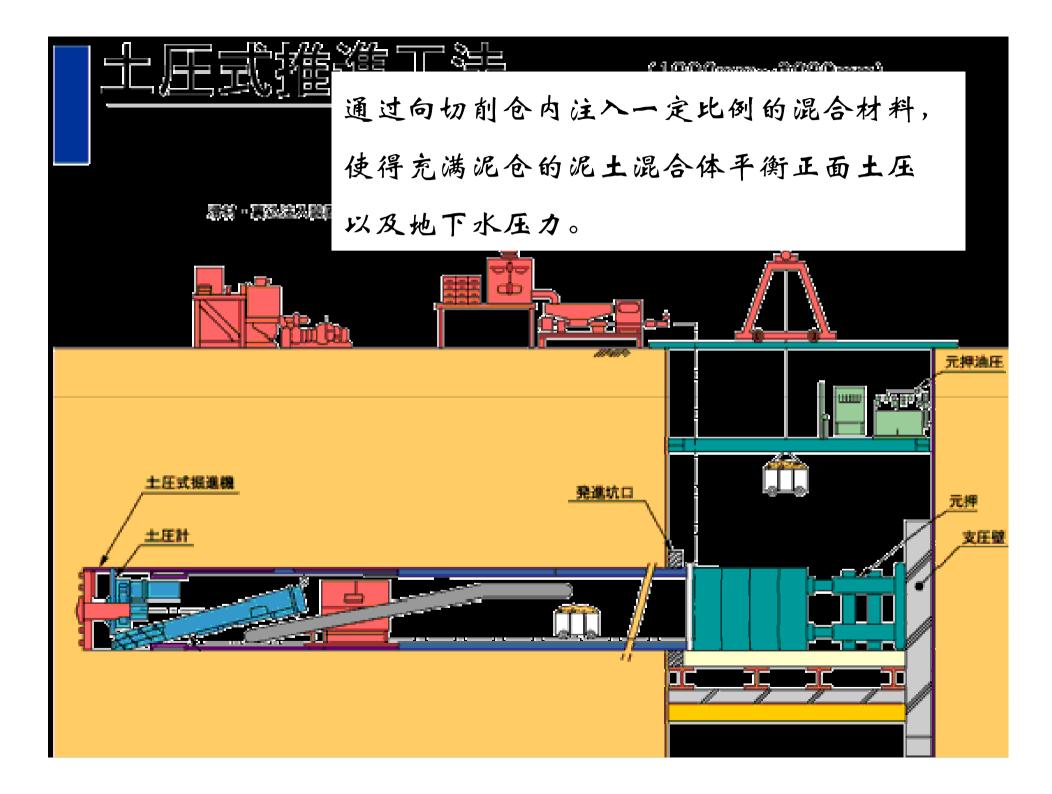


(\$00mm~3000mnn)

采用流体输送切削入泥仓的土体,顶进过程中不间断,施工速度快。

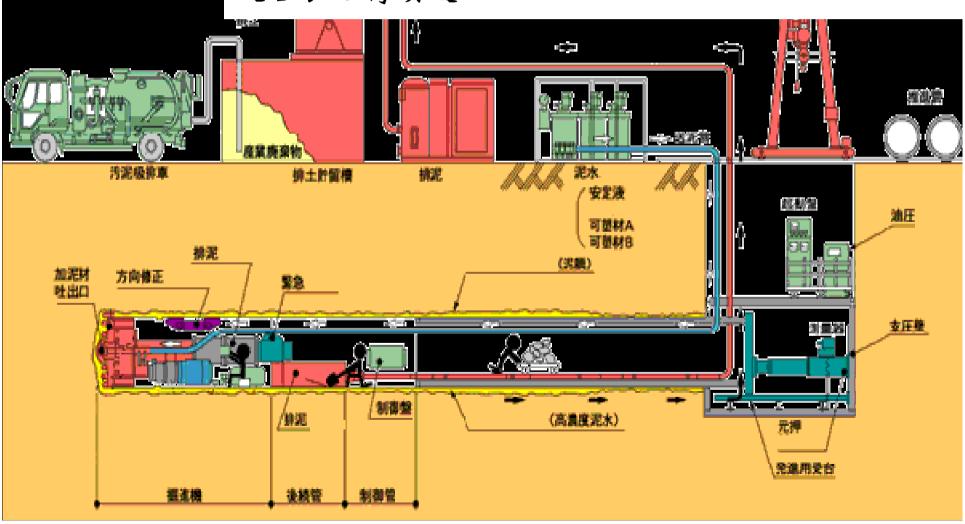
无需地盘改良或降水处理,施工后地表沉降小。





기교 9프로 살았습니다 35트

可以不加破碎的排出孔径约为顶管机直径1/3的砾石采用了二次注浆方法,大大的减少了摩阻力,适合长距离顶进



顶管法的关键技术

- 第1)方向控制:与设计轴线一致,对顶力的影响,保证中继环正常工作;
- 第2)顶力大小及方向:管尾顶进方式,顶进距离必然受到限制,一般采用中继环接力;
- ₩ 3) 工具管开挖面正面土体的稳定性;
- ₩4) 承压壁后靠结构及土体的稳定性

顶管法的工程地质勘察

勘察要点:

- ①土层类别、埋深
- ②各土层土体的物理、力学性质
- ③地下水位、压力
- **④地下水和土的腐蚀性**
- 5)土层冻结深度
- **⑥**地下管线
- (7)地下洞室
- 8临近建筑物基础
- 9地面动载

13.1.3 顶管工程设计

A 设计内容

光工作井设置,顶管顶力估算以及承压壁后靠结构及土体的稳定问题。

顶进并 接收并 顶进并 (a) 接收并 接收并 (b)

#1)供顶管机头安装用的进入工作井(称顶进井)

2)供顶管工具管进坑和拆卸用的接收工作井(称接收井)。

(a) 双向顶进; (b) 单向顶进



工作井

- 第实质上是方形或圆形的小基坑,其支护类型同普通基坑,其平面尺寸较小,支护经常采用钢筋混凝土
 沉井和钢板桩。
- ₩ 管径≥1.8m或顶管埋深≥5.5m时普遍采用钢筋混凝土沉井作为顶进工作井。
- ₩ 沉井作为工作井时,一般采用双向顶进;
- **3** 采用钢板桩支护工作井时,一般采用单向顶进。

一井多用

- **光工作井在施工结束后,一部分将改为阀门井、检查井。**
- 光工作井地面影响范围一般按井深的1.5倍计算,在此范围内的建筑物和管线等均应采取必要的技术措施加以保护。

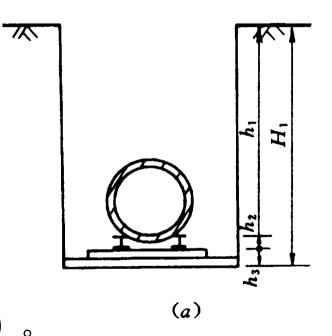
顶管工作井的深度

₩ (1) 顶进工作井

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3$$

h1——地表至导轨顶的高度(m);

h3---基础厚度(包括垫层) (m)。



(2) 接收工作井

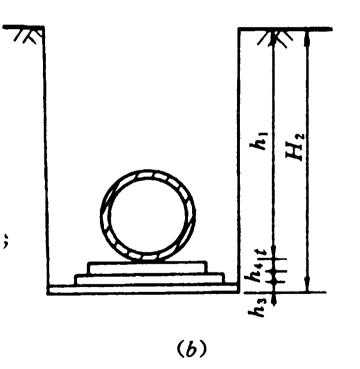
$$H_2 = h_1 + h_3 + h_4$$

H2——地表至基底的高度(m);

h1——地表至支承垫顶的高度(m);

h3---基础厚度(包括垫层) (m)

h4——支承垫厚度(m);



防水构造

- 出工作井的洞口应进行防水处理,设置挡水圈和封门板,进出井的一段距离内应进行井点降水或地基加固处理,以防土体流失,保持土体和附近建筑物的稳定。
- 光工作井的顶标高应满足防汛要求,坑内应设置集水井,在暴雨季节施工时应防止地下水流入工作井,事先在工作井周围设置挡水围堰。

P339-348一起看书

B 顶管顶力估算

P342DEL

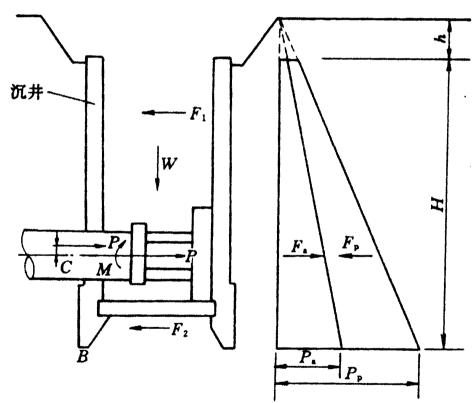
₩ 克服顶管管壁与土的摩阻力及前刃脚切土时的阻力:

$$P = k[N_1f_1 + (N_1 + N_2)f_2 + 2Ef_3 + RA]$$

- ₩ N1——管顶以上的荷载;
- ₩ N2---全部管道自重;
- ₩ E----顶管两侧的土压力;
- ₩ R——土对钢刃脚正面的单位面积阻力
- ₩ k——系数,一般采用1.2。

顶管承压壁后靠土体的稳定验算

第1) 沉井支护工作井承压壁 后靠土体的稳定验算

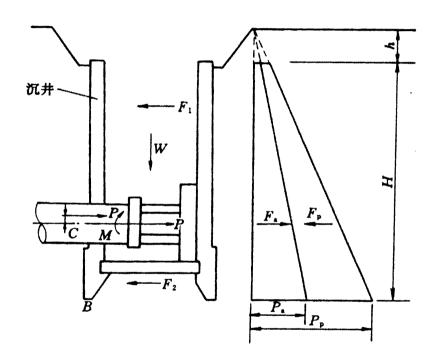


$$P=2F_1+F_2+F_p-F_a$$
 被动passive 主动active

各分量计算

$$F_1 = \frac{1}{2} p_a H A_1 \mu$$

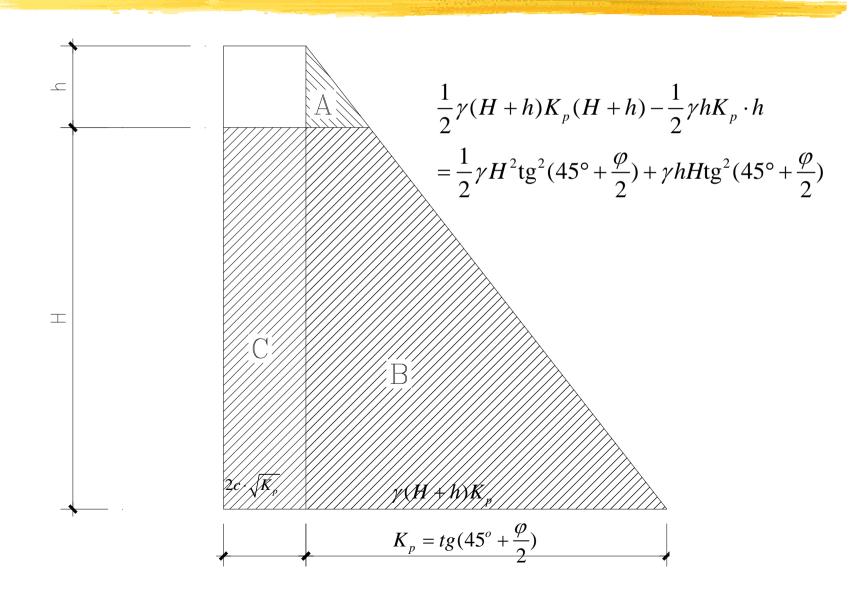
$$F_2 = W\mu$$



$$F_{a} = A \left[\frac{1}{2} \gamma H^{2} \text{tg}^{2} (45^{\circ} - \frac{\varphi}{2}) - 2cH \text{tg} (45^{\circ} - \frac{\varphi}{2}) + \gamma h H \text{tg}^{2} (45^{\circ} - \frac{\varphi}{2}) \right]$$

$$F_{p} = A \left[\frac{1}{2} \gamma H^{2} \text{tg}^{2} (45^{\circ} + \frac{\varphi}{2}) + 2cH \text{tg} (45^{\circ} + \frac{\varphi}{2}) + \gamma h H \text{tg}^{2} (45^{\circ} + \frac{\varphi}{2}) \right]$$

计算示例



₩ 无绝对把握的前提下,F1及F2均不予考虑。

器 若不考虑F1及F2, 一般采用下式进行沉井承压壁后靠土体的稳定性验算: □ □ □ □

的稳定性验算:
$$P \leq \frac{F_p - F_a}{S}$$

₩ S为沉井稳定系数,一般取S=1.0~1.2。土质越差, S的取值越大。

P347DEL

2) 钢板桩支护工作井承压壁后靠土体的稳定验算

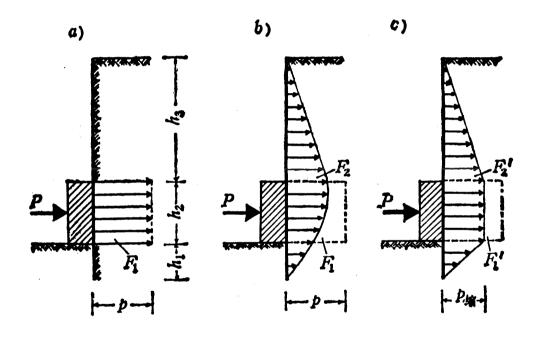
₩ 首先可以假定不存在板柱

$$p = P/F$$
$$F = bh_2$$

我 板 桩 的 参 与 作 用 , 便 出 现 了 一 条 类 似 于 板 桩 弹 性 曲

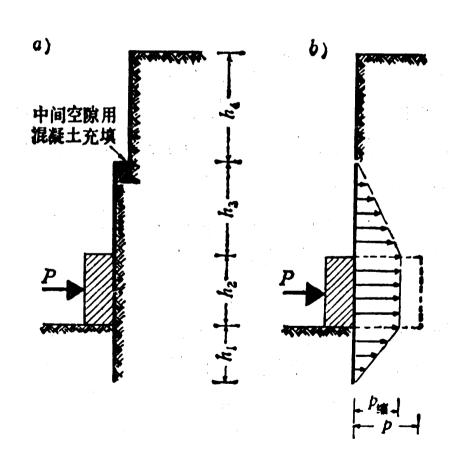
线的荷载曲线

$$p_0(h_2 + \frac{1}{2}h_1 + \frac{1}{2}h_3) = ph_2$$



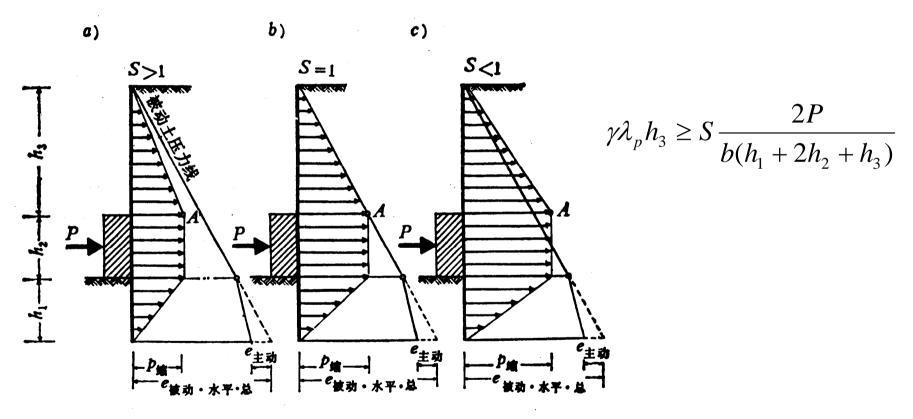
$$p = \frac{P}{bh_2}$$

两段支护情况



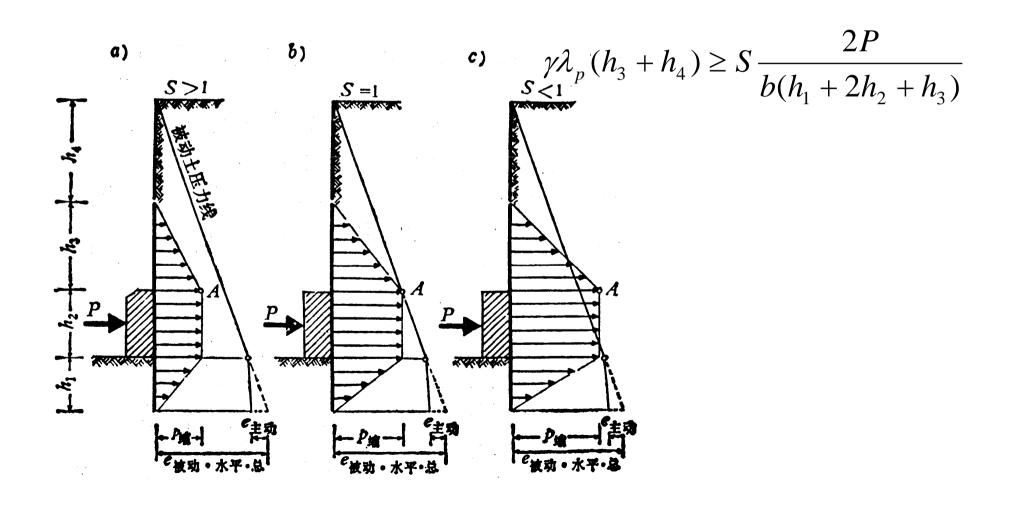
要用混凝土将下段板桩与上段板桩之间的空隙填充起来,以构成封闭的传力系统。
否则,需将h3缩短到上段板桩的下沿。

单双段支护下的顶管工作井



当A点在后靠土体被动土压力线上 或在其左侧时,则后靠土体是稳定的

双段支护下的顶管工作井



留有孔口肘

则平均压力应修改为:

$$p = \frac{P}{bh_2 - \frac{1}{4}\pi D^2}$$

$$\gamma \lambda_p h_3 \ge S(\frac{2P}{h_1 + 2h_2 + h_3} \cdot \frac{h_2}{bh_2 - \frac{1}{4}\pi D^2})$$

$$\gamma \lambda_p (h_3 + h_4) \ge S(\frac{2P}{h_1 + 2h_2 + h_3} \cdot \frac{h_2}{bh_2 - \frac{1}{4}\pi D^2})$$

安全系数S<1

₩ 用缩小h3的办法来增大h2,或者增大b,直至S达到1为止,直至降低P的数值。

即增加承压面积。

13.1.4 顶管施工的主要设备

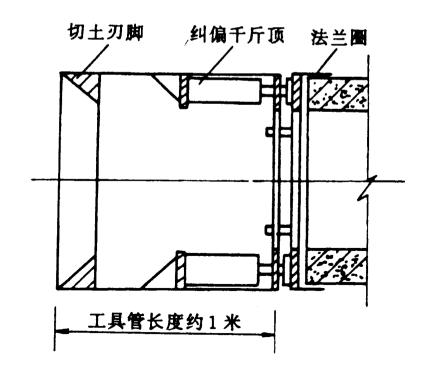
A常用顶管工具管

- # 顶管工具管有手掘式、挤压式、 泥水平衡式、三段两较型水力挖 土式和多刀盘土压平衡式等。
- ₩ (i) 手掘式顶管工具管为正面全赦

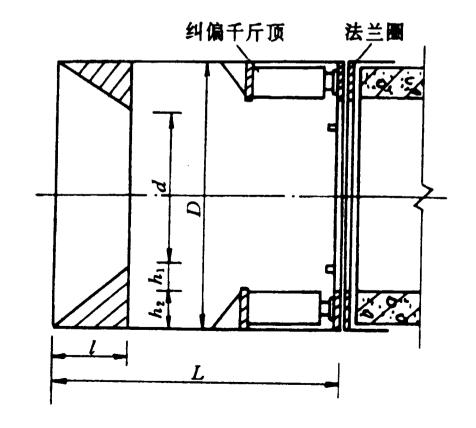
 开, 采用人工挖土, 如图13-8所

 示。

手掘式顶管工具管

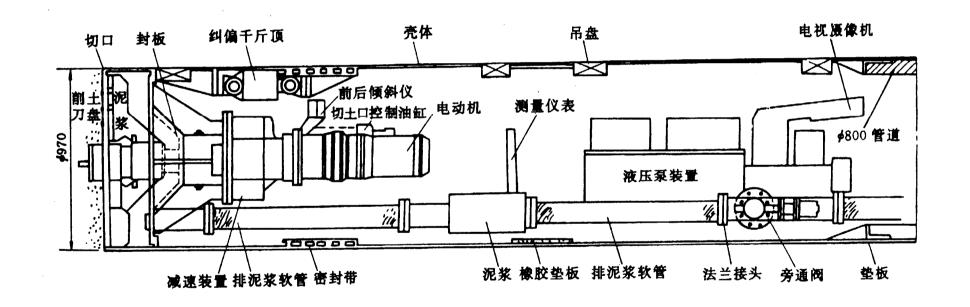


手掘式顶管工具管:正面全敞开 挤压式顶管工具管:网格切土装置或刃脚放大



(ii)挤压式顶管工具管

(iii) 泥水平衡式顶管工具管

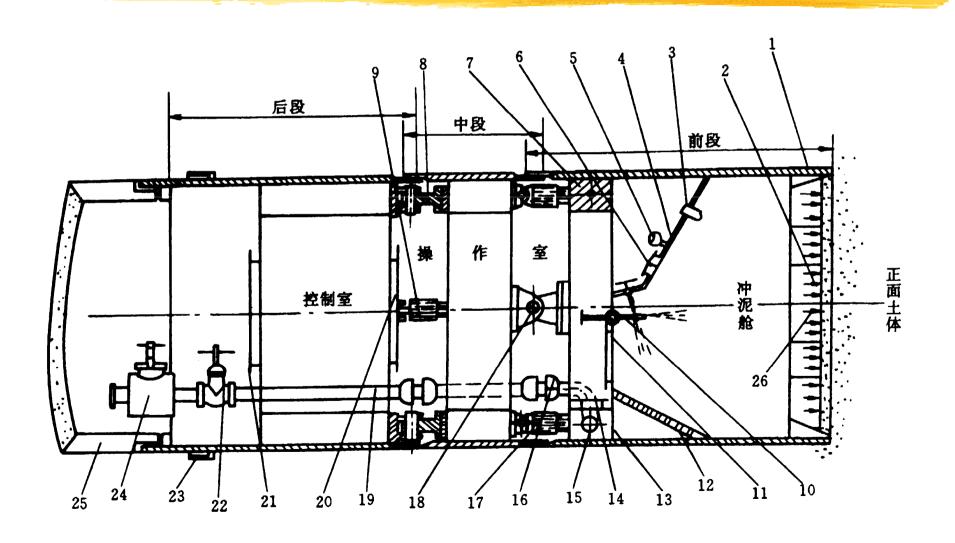


设置密封舱

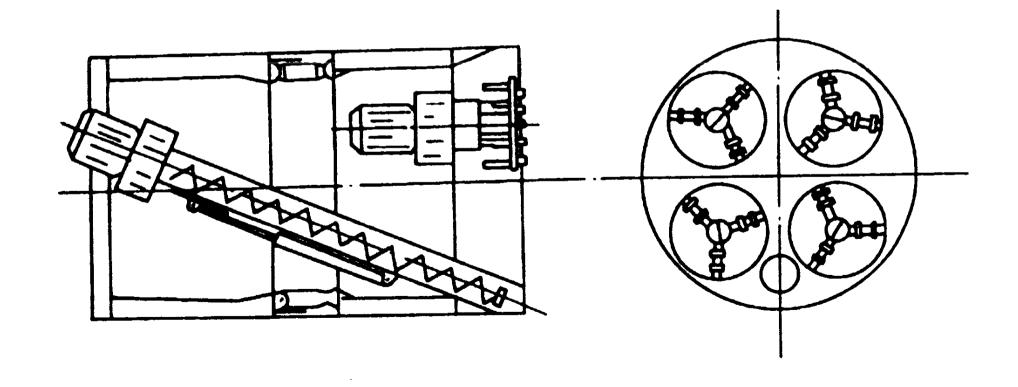
泥水平衡式顶管工具管



(iv)三段两铰型水力挖土式顶管工具管



多刀盘土压平衡式顶管工具



大刀盘土压平衡顶管机





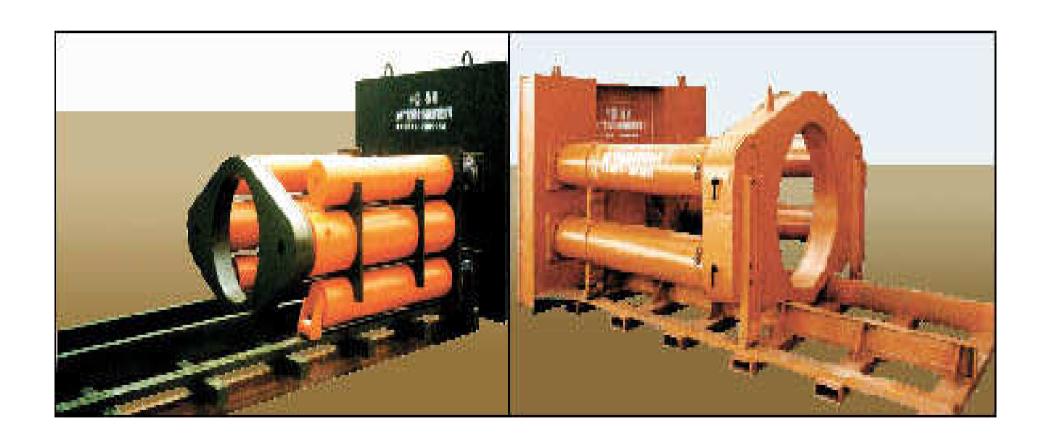








主顶设备



在顶管工程中有一种非常令人头疼的状况,就是在软土中 顶进时遇到孤石而且不能开挖。遇到这种状况我们一般采用加 固前方土体令土体有足够的承载力才能继续顶进,有没有一种 更好的方式呢?

超高压水力辅助切割破碎式顶管机

250 兆帕的高压 水可以穿透任何 障碍物



地表沉降

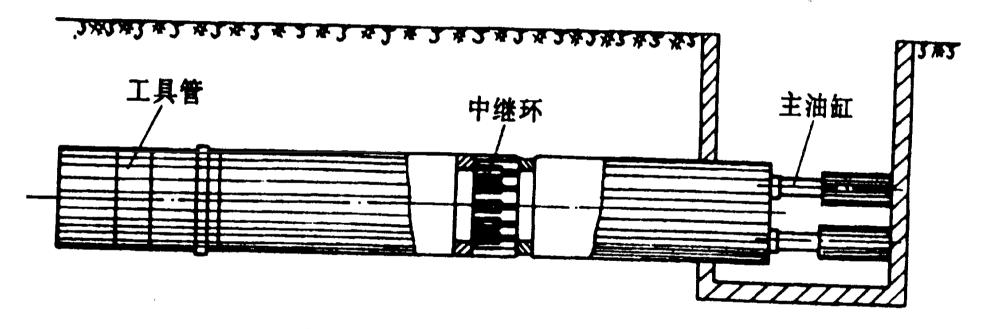
- ₩ 一般顶管工具引起的地表沉降量可控制在50~100mm, 而 采用泥水平衡式顶管工具管引起的地表沉降量更在30mm
 以下。
- ₩ 顶管工具管的基本原理及施工工艺与盾构基本相似。

B中继环

中继接力原理

- ₩ 顶进阻力超过主干斤顶的容许总顶力、管节容许的极限压力和工作井承压壁后靠土体极限反推力三者中之一,采用中继接力顶进技术。
- 采用接力技术时,将管道分成数段,在段与中继段之间设置中继环。

中继环示意图



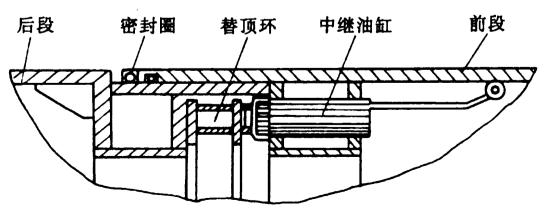
采用中继接力技术以后,管道的顶进长度不再受 承压壁后靠土体极限反推力大小的限制,只要增 加中继环的数量,就可增加管道顶进的长度。

中继环构造

- # (1) 短冲程千斤顶组(冲程为 150~300mm, 规格、性能要 求一致);

水密封圈;

∺ (4) 承压法兰片。



中继环自动控制

- 器从工具管向工作井依次按1#、2# ⋯⋯编号;
- 置工作时, 首次启动1#;
- # 中继环顶推行程达到允许行程后停止1#中继环,启 动2#中继环工作,直到最后启动工作井干厅顶。

C管道及其接口

- # 顶管所用管道按其材质分钢筋混凝土管和钢管两类 ,钢管接口一般采用承插、法兰、螺纹或焊接。
- ₩ 排水管道采用的预制钢筋混凝土管道;
- ₩ 煤气管道一般采用铸铁管和钢管;
- ₩ 上水管道普遍采用的钢筋混凝土管及钢管;

光外包钢板复合式钢筋混凝土管和钢筋混凝土管道的顶距已达100~290m,钢管的顶距已达1200m。

第2002.1嘉兴污水处理排海工程中,利用直径为2米的钢筋混凝土顶管,实现了一次顶进2060米,超越上海奉贤创造一次顶进1856米 (1999)。

本节要点

- ₩ 顶管设计的关键技术;
- ₩ 沉井支护工作井承压壁后土体的稳定验算;
- ₩ 钢板桩支护工作井承压壁后靠土体的稳定验算;

13.2 管幕结构

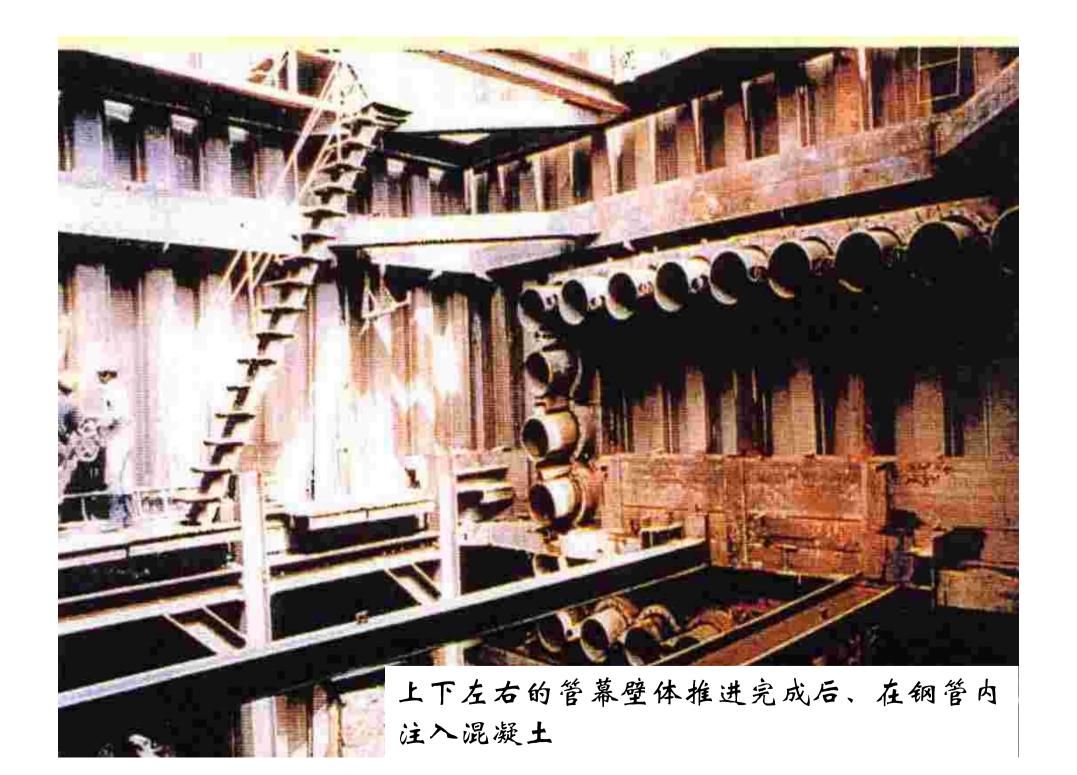
定义:以单管推进为基础,将各单管以榫头于钢管侧缘相接形成管排,并在空隙中注入止水剂已达到止水要求。管幕法是国际上近几年采用的先进地下工程施工技术。



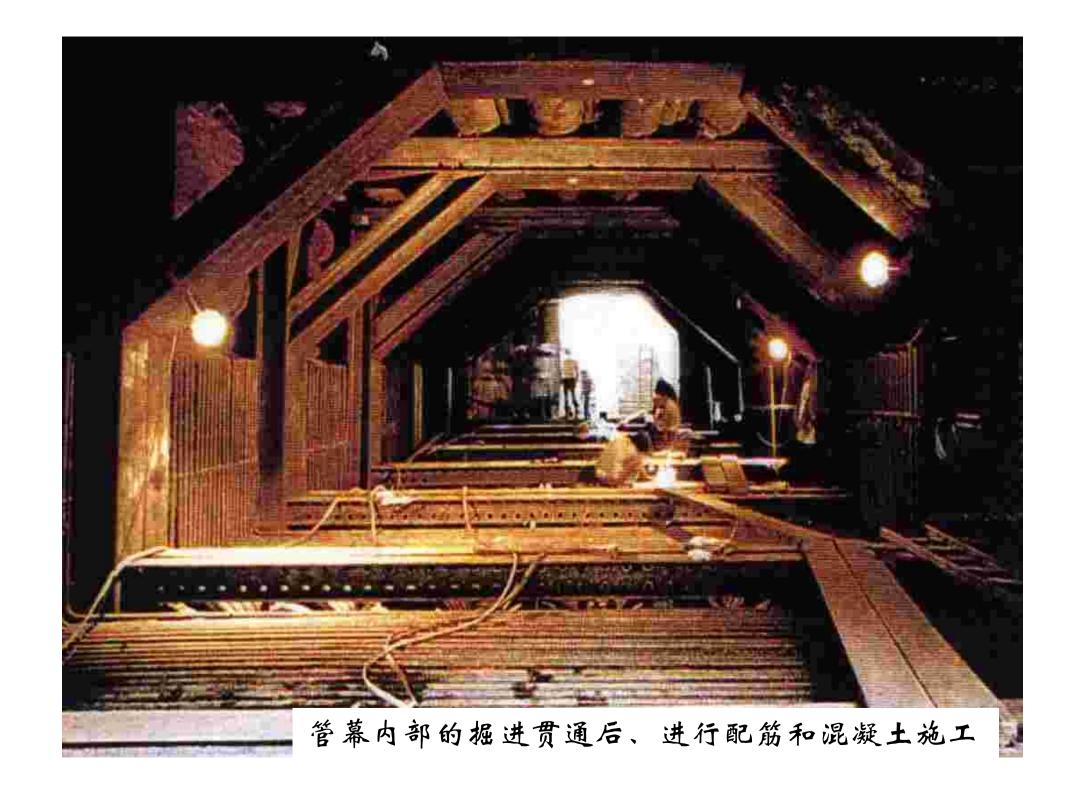
管幕的施工步骤

首先在推进工作井中设置导轨和后靠背,在接收井中 设置接收导轨









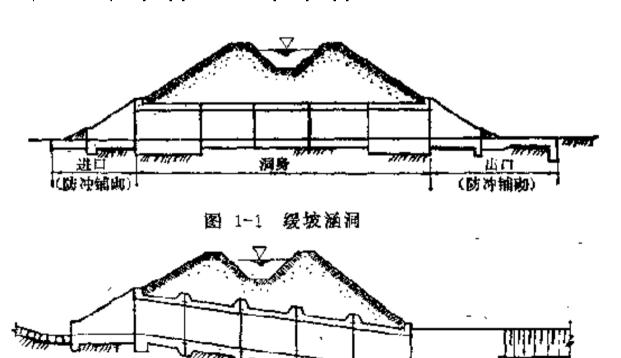


就形成了。

13.3 箱涵结构

13.3.1 结构形式

渠系建筑物中,埋设在填土下面的输水建筑物称为涵洞。涵 洞由洞身、进口建筑物和出口建筑物三部分组成。



P358

图 1-2 陸坡涵洞

消熊设施

同身

13.3.2 箱涵结构的设计

一、初拟箱涵的断面尺寸

箱涵的孔径由水力计算确定,其断面尺寸及配置钢筋数量则 需通过结构设计确定。

新 箱涵属于超静定结构,其结构内力的大小与各杆 的 刚 度 有 关,因此,为求解内力,需预先拟定箱涵的断面尺寸。

箱涵的断面尺寸,通常需根据实践经验或参考有关的设计资料初步拟定。

单孔箱涵顶板和侧墙的厚度一般取其跨径 的1/9~1/12。 底板的厚度一般取等于顶板或略大于顶板的厚度。

双孔箱涵顶板的厚度一般可取跨径的1/12~1/13。底板的厚度一般取等于或略大于顶板的厚度。

荷载及计算方法

二、荷载计算

作用于箱涵的荷载通常有垂直土压力、活荷载、 箱 涵 自 重力、土的侧向压力及内外水压力等,以上各种荷载的计算方法见第四章。作用于箱涵上的一切垂直荷载将由底板下的地基反力平衡; 地基反力是作用在箱涵底面的一种外荷载。 地基反力的分布一与箱涵的跨径及地基等条件有关,灌排渠系中的涵洞一般跨径较小,为简化计算,多假定地基反力按均匀分布。

三、内力计算

求解籍涵结构的内力,一般要建立与未知数相等的条件方程式,并将其联立进行求解.根据选取未知量的不同,箱涵的解法分力法和变位法两种。力法是以多余未知力作为未知量,而变位法则是以结点的变位作为未知量。解箱涵的内力,变位法较为适用,属于这一类的方法有转角位移法、力矩分配法等。

在求解箱涵内力时,应结合箱涵的结构特点及荷载分布情况。 决定采用不同的内力计算方法。

本书主要介绍三种箱涵的内力计算方法,即力矩分配法、查表法和转角位移法。

四、强度计算

强度计算的目的是保证设计断面具有足够的承载能力,以防止由于各种内力作用面引起的破坏,并据此确定合理的断面尺寸及所需配置的钢筋数量。计算得出的钢筋数量应控制在经济含钢率以内(µ常用0.3%~0.8%)。同时还应根据构造要求和施工条件来判定初拟的断面尺寸是否合适,如不合上述要求,则需重新拟定断面尺寸。

13.3.4 涵管施工法

一般采用顶进法施工。

涵管顶进的施工方法有如下优点:

- (1)不受涵管之上行车及其他设置干扰:由于涵管顶进法是在道路或建筑物之下进行施工的,因此不影响车辆的通行,不需另修复线。涵管之上的水渠和土坝可不受破坏。这是顶管法最突出的优点。
 - (2)工程造价低。由于涵管顶进是洞挖工程,显然较开槽

明挖土方量少,同时涵管顶进施工方法的现场和设备比较简单,临建费用少,根据水利系统一些工程的统计,用涵管顶入法施工较明挖可节省工程造价25%~50%。

- (3)进度快、工期短,涵管顶入法一般在汛期和雨天仍可继续施工,又加之开挖工程量和辅助工程量少,所以使用这种方法较开槽明挖施工进度快,如开槽明挖修一条100m长的涵管一般需5~6个月的时间才能完成,而采用涵管顶入法仅需3个月的时间便可完成。
- (4)施工简单:涵管顶入法一般所需设备比较简单,特别是一般小直径的短圆管顶入,其工作坑和后背的修筑都比较简单,多数设备可重复利用。

微型无排土顶管机及特点



该工法是目前世界上最先进的顶管施工法之一,适合 Φ200-600mm左右的钢管,混凝土管,PVC管和PE管敷设之 前的先导管(外径215--220mm钢管)的顶进。

P366 填埋式单孔箱涵设计实例 13.3.5

- 1)设计条件
- 2) 箱涵的断面尺寸
- 3) 荷载计算
- 4) 内力计算
- 5) 根据内力对结构进行配筋

文件名格式: 班级 学号 姓名 简略实验名称 邮件标题同文件名 Any questions please 发送至 xingzhengwu@163.com