

# 大型箱涵顶管法在穿堤施工中的应用

姜黎明

赣正建设集团有限公司 江西 南昌 330000

**摘要:**在中国城镇化发展水平不断提高的背景下,穿堤施工要求越来越高,现有的防洪排涝泵站具备的洪水抽排能力已经难以切实满足城市发展要求,因此需要对既有的防洪排涝泵站进行扩容改造,如果将大型箱涵顶管法运用在穿堤施工过程中,能够有效提高泵站的穿堤施工质量。因此施工单位应该充分考虑穿堤施工要求,及时采用大型箱涵顶管法,不断提升防洪排涝泵站的建设质量,对于提升防洪安全具有促进作用。本文首先分析穿堤施工基本情况,其次探讨大型箱涵顶管法穿堤施工关键点,以期对相关研究产生一定的参考价值。

**关键词:**大型箱涵顶管法;穿堤施工;应用

**引言:**在穿堤施工要求不断提高的背景下,施工技术要求随之提高,规范使用大型箱涵顶管法,能够在不影响箱涵施工进度同时,进一步提高穿堤施工质量。因此施工单位应当提前基于穿堤施工要求,研究大型箱涵顶管施工的关键点,保证整个施工过程的规范性,尽量降低在施工过程中产生安全问题的可能性,对于全面提升穿堤施工质量具有促进作用。

## 1 穿堤施工基本情况

现在很多水利施工、市政雨污排水施工采用口径低于3米的钢管和混凝土管作为顶管,部分小型市政工程运用顶管时一般会采用拖拽式施工方式,施工单位在穿堤建筑物研究方面很少研究直径比较大、尺度比较大的大型箱涵顶管法,大型箱涵在大流量洪水排涝工程、中流量洪水排涝工程中的使用效果优于多孔中口径组合管道、小口径组合管道,能够在保证洞内流态情况稳定性的同时,防止在洪水排泄期间产生满流交替情况的不良流态问题。

大型箱涵顶管穿堤方案和混凝土管顶进方案、钢管顶进方案存在差异性。大型箱涵顶管穿堤方案在施工期间会产生一些重难点,主要分为四种情况。第一,为了确保穿堤施工建成区域的防洪安全,应该加大对顶进管箱涵穿堤施工的堤防沉降控制力度,防渗透要求相对较高。第二,大型箱涵施工的自重比较大、工作面比较大,顶进施工对于堤身土地扰动影响比较大,对堤身稳定性、安全性要求相对而言比较高。

第三,在顶进大型箱涵的时候,需要使用比较大的顶推力,施工过程一般会受到堤防位置、施工用地产生

的限制性影响,很多穿堤工程难以顺利实现双向顶进要求,对顶推后背墙提出了更高的要求,在顶进过程中,应该尽量采取一些行之有效的优化措施降低摩阻力,施工单位应该提高对大顶推力下大型箱涵施工受力传导平衡问题的重视程度。

## 2 大型箱涵顶管法穿堤施工关键点

### 2.1 加固施工、支护施工要点

如果穿堤箱涵施工时顶部覆土厚度达到6.5米,顶进长度达到28.12米。在进行堤防安全稳定评价、深土洞土体应力分析、应力评价的时候,从原则上分析,箱涵顶进操作一般不会对堤身结构安全性产生直接影响。为了不断提升堤身结构安全性,避免堤身土体出现徐变问题、坍塌问题、沉降问题,应该保证防洪堤抢险道路、堤顶防汛抢险道路的安全性,在进行箱涵顶进操作以前,应该使用灌浆方式进行土体加固。及时采用一些管棚支护措施对将要顶进箱涵位置的顶部土体实施加固处理。

为了进一步提升管棚具备的承载能力,应该尽量提升管棚支撑结构的抗弯能力、抗震能力、抗扰动能力,及时对支撑管棚实施灌浆处理。能够顺利地使管棚支撑局部位置已经处于散落状态的土体。管棚能够对上部土体以及箱涵进行隔离处理,防止土体在箱涵顶进时跟随箱涵一同移动,通过在堤身位置使用灌浆进行加固处理,使用管棚作为支撑。有助于提升顶推箱涵上部土体结构具有的安全稳定性,能够在不中断堤顶道路交通情况的基础上防止产生土体坍塌问题。

### 2.2 顶进箱涵选型情况

事实上,在进行大型箱涵顶进时,施工管理人员应该重点考虑深土洞进行土地开挖时需要充分考虑土体应力问题、重力分布问题,需要提前计算清楚顶管施工的

**通讯作者:**姓名:姜黎明,民族:汉,性别:女,籍贯:江西九江,单位:赣正建设集团有限公司,职称:工程师,学历:本科,研究方向:道路上大型箱涵

顶进阻力, 应该按照公式 $F_p = \pi D_0 L f_k + N_t$ 进行计算, 其中的 $F_p$ 代表顶进阻力,  $D_0$ 主要是指大型箱涵顶管的外径,  $L$ 主要指顶进长度,  $f_k$ 指管道外壁位置和土的平均摩阻力,  $N_t$ 主要指顶管机在穿堤施工中产生的迎面阻力, 顶管顶进阻力的计算方式主要是以触变泥浆稳定技术为基础, 适合运用在四周模组系数相同的圆形管道顶进阻力计算之中<sup>[1]</sup>。

这种方式能够反映出在土拱效应的影响下, 采取箱涵润滑隔离层措施以后, 箱涵上表面、箱涵底板位置、箱涵侧面位置在摩阻系数方面产生的差异性, 摩阻系数主要是顶推力计算中的敏感值, 能够直接反映出本次穿堤施工过程中箱涵各个面层位置和土体之间产生的摩擦状况, 在进行顶管顶进作业过程中, 大型箱涵顶管法往往会受到扎头影响、抬头影响、偏移影响、倾斜影响产生的挖土质量不佳问题干扰。

因此在崩冲大型箱涵顶进施工时一般会使用土拱效应折减进行顶推力计算, 此时穿堤施工箱涵的最大顶推力计算公式为 $P_{max} = K[N_1 f_1 (N_1 + N_2) f_2 + 2E f_3 + RA]$ , 其中 $P_{max}$ 代表大型箱涵顶管法的最大顶力,  $N_1$ 代表箱涵顶具有的荷载力,  $f_1$ 代表箱涵上表面和荷重的摩阻系数,  $N_2$ 表示箱涵具有的自重,  $f_2$ 代表的是箱涵地板和基底的摩阻系数,  $f_3$ 主要指箱涵侧面的摩阻系数,  $E$ 指箱涵两侧位置的土压力,  $R$ 代表钢刃角正面产生的阻力,  $A$ 指钢刃角的正面积<sup>[2]</sup>。

在箱涵顶部覆土厚度比较小的情况下, 在计算箱涵顶部竖向土压的适合, 应该按照土柱具备的实际重量进行计算, 堤身土体结构密度比较高, 箱涵顶部覆土层相对比较后, 此时应该重点考虑卸荷拱顶托作业下形成的竖向荷载折减情况, 在 $H$ 已经达到卸荷拱高度 $h$ 的2倍以后, 卸荷拱的作用优势能够发挥出来, 此时即可直接计算出大型箱涵进行顶进作业时存在的顶推力。

在土拱跨度比较小的时候, 会使箱涵顶力下降, 此时土体产生坍塌问题的风险比较小, 在过流断面具有一致性的时候, 高宽比较小的箱涵断面对于顶推力的要求高于高宽比较大的箱涵, 通过科学进行顶推力计算, 能够方便进行后背顶推墙施工设计工作。相对而言, 大高宽比箱涵能够切实满足大流量无压过流断面位置的穿堤施工选型要求。

为了确保箱涵可以在穿堤施工过程中承载比较大的顶推力, 应该在进行崩冲顶进箱涵的时候, 使用C40型号的混凝土材料, 在确保配筋率不受影响的基础上, 保证箱涵在行进处理过程中能够以绝对刚性体存在, 防止在顶推处理过程中出现受力变形问题造成箱涵侧向难以顺利承载被动土带来的压力, 防止箱涵周围土体损失增大

造成防洪堤身的沉降问题加剧<sup>[3]</sup>。

在箱涵内侧位置应用 $\Phi 10@100$ 的钢筋格栅网片, 然后进行采取一些防裂措施, 能够防止箱涵顶推过程因局部位置受力不均匀造成构建局部区域受到破坏、整体结构产生失效问题。为了避免大型箱涵在顶进处理过程中产生扎头问题, 应该在预制箱体结构的时候, 直接在箱底前端0.5米的位置, 使其处于头高尾低的坡度状态, 方便在进行顶进的时候, 能够将高于箱涵底部的土体直接压入到箱底位置, 不但能够有效提升涵底土层具备的承载能力, 而且可以进一步降低扎头问题出现概率。

### 2.3 在箱涵顶进时运用一些润滑剂

在箱涵顶进施工过程中, 应该提前采用一些抗摩阻力措施, 保证箱涵顶进施工能够正常进行。为了避免预制箱涵能够顺利地和工作井滑板粘结在一起导致启动困难问题, 需要在箱涵四周区域设置一些润滑隔离层。通过在箱涵顶进过程中应用润滑剂, 采用一些抗摩阻力措施, 能够保证顶进箱涵可以进行有序施工。为了防止箱涵和工作井滑板位置出现粘结问题, 可能会引发启动困难的问题。

通过在箱涵四周区域提前设置好润滑隔离层, 需要将石蜡加热, 使其温度处在150摄氏度, 添加适量的废机油, 将其均匀地浇洒在箱涵四周区域, 及时进行刮平处理, 在机油石蜡已经凝固后, 及时在表面位置撒上一层厚度为0.2毫米到1毫米的滑石粉, 在表层覆盖塑料薄膜, 具有一定的保护作用。在顺利完成工作井底板位置的隔离处理以后, 应该及时进行钢筋绑扎处理, 尽快完成箱涵的立模浇筑处理, 通过设置好润滑隔离层, 有助于减少箱涵施工位置的摩阻系数<sup>[4]</sup>。

### 2.4 设置好工作井和顶推后背墙

为了能够最大程度地降低摩阻力, 需要保证工作井箱涵位置进面区域处于平整度比较高、较为光滑的状态, 尽量不要产生波浪起伏问题, 为了尽量提升工作井滑板位置的平整度, 确保能够达到箱涵顶进要求, 应该在工作井内进路区域中存在凹凸误差不会超出3毫米。在堤防段地形条件、建设用地范围产生的限制影响下, 穿堤箱涵一般不能实现双向顶进管理目标, 此时可以采用群桩叠加后背土体方案, 能够向后背位置提供一定的顶力, 在顶推后背墙位置将混凝土灌注桩视为后背支撑, 可以提供极大的后背顶力。

在箱涵顶推管理的过程中, 为了尽可能降低土体存在的位移空间, 避免堤身出现沉降问题造成裂缝, 防止土体以及箱涵同时进行位移形成的深层滑动问题, 造成堤防箱涵顶进时土体受到挤压影响产生坍塌事故, 尽量

不要产生超挖问题。在大型箱涵顶管局部位置,优化调整好顶进误差,在严加控制顶进方向的时候,一般会产生产调整性引导开挖情况,大型箱涵在进行穿堤顶进的时候,需要将每天推进长度控制在1.5米到2.5米之间,尽量不要产生间断问题<sup>[5]</sup>。

### 2.5 沉降控制方式、防渗加固处理方式

在保证顶管段堤身土体加固、堤顶路基加固、顶管支护管理的基础上,提前在沿箱涵顶进线路和顶进土体45度的扩散角区域,布置好堤顶位置,重点监测管理穿堤施工情况,提前确定顶进时堤身变形参数变动情况。通过在大型箱涵施工位置进行交通疏导,在地段比较薄弱的位置,应该架设贝雷桥,保证不会影响临时通车,防止顶管上方位置出现附加荷载过大的问题。

在顺利完成箱涵顶进作业以后,应当及时进行回填处理以及灌浆处理,尽快完成堤防的加固处理,按照《堤防工程设计规范》的规定要求,使用顶管法施工方式修建好穿堤施工建筑物、构筑物,尽量在土质比较坚实的堤段位置进行施工,在穿堤沿管壁位置不要产生超挖问题,对接触面需要及时进行充填处理以及灌浆处理,在进行大型箱涵顶进施工的时候,会对土体结构产生一定的扰动影响。

在大型箱涵顶进调偏处理的时候,通过叠加铺设一些滑板,采用引导性开挖方式,能够顺利地使切削土体的反作用力下降,降低土体由于非正常切削处理引发的损失,保证调偏滑板铺设工作能够顺利完成。在引导性开挖过程中,尽量将不超挖作为基本的前提条件,在大型箱涵顶进的前端底部位置放置滑板,应该依照调偏方向适当进行倾斜,可以为箱涵的顶进调偏处理提供充足的支持。

为了避免引导性调偏开挖处理、滑板铺设处理造成的堤防渗漏问题,尽量不要在调偏过程中连续进行滑板铺设工作,一般仅在产生偏差预警问题时铺设。在控制顶进误差的时候,如果并未尽快进行灌浆回填处理、固结处理,在土体产生徐变问题的时候,堤防可能会形

成新的渗透通道,甚至会对堤防的施工安全产生不良影响。通过在箱涵周围土体位置使用补压浆进行加固处理,在顺利完成顶进操作以后,应当尽快采用防渗处理方式,在箱涵接触面、行进段土体上实施充填处理、灌浆处理、加固处理,从而避免产生遗漏问题<sup>[6]</sup>。

为了降低堤防加固灌浆引发的土体沉降问题、变形隆起问题,应该科学安排好灌浆处理的顺序,尽量降低对堤身土体产生的扰动性影响,防止产生土体出现二次应力重分布问题。在崩冲箱涵顶进作业实施过程中,应该将防渗加固处理方式运用在箱涵内预埋管中,按照从下向上的顺序进行灌浆施工,从而防止土体受到扰动影响出现塑性变形问题,尽量避免出现固结沉降问题。

结论:综上所述,在穿堤施工过程中,通过使用堤身加固灌浆和管棚支撑,能够有效提升顶推箱上部土体结构具有的稳定性,对钢管顶棚位置实施灌浆处理,有助于提高支撑构件的强度,在大型箱涵顶进过程中,最好使用比较大的高宽比断面,提前设置好润滑隔离层,尽可能减少摩擦系数,在箱涵穿堤推进过程中尽量不要产生间断问题,保证穿堤施工的安全性,尽量避免由于施工问题造成顶进施工进度延误。

### 参考文献

- [1]张贝贝.钢管内衬法在排水箱涵中的修复应用[J].云南水力发电,2023,39(08):150-154.
- [2]杨军,孙宇飞,刘晓静.黑河输水渠道将军山箱涵复核计算分析[J].陕西水利,2023,(06):127-129+132.
- [3]夏智华.下穿铁路长大框架混凝土箱涵抗裂性能研究[D].中国铁道科学研究院,2023.
- [4]刘飞.软土地基大体积箱涵顶进施工技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(12):89-91.
- [5]张蕾.浅谈大型复杂地下空间结构设计[J].城市道桥与防洪,2023,(03):273-277+33.
- [6]覃立宁,周世武,李森源.大型箱涵顶管法在穿堤施工中的应用研究[J].水利水电快报,2021,42(07):49-53.