

## 关于顶管工程对地面沉降影响的研究

许望贤

中国能源建设集团广西水电工程局有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v3i1.543

**[摘要]** 顶管施工是一种新型的地下土层施工方式,与盾构施工相比,顶管施工不需要开挖面层即可以实现在地下进行布线,其具有工序简单、成本低、施工时间短等优势。但顶管施工对土层结构的改变会使地面发生沉降,因此本文以梧州市苍梧县旧城区雨污截流渠三期工程中应用的顶管施工为例,对施工中地面沉降的影响进行了研究。

**[关键词]** 顶管施工; 地面沉降; 影响

传统的盾构法施工布设管线时需要开挖面层,在现代建筑物众多且结构复杂的城市中,这种开挖面层的方法会对城市地面造成严重影响,进而影响城市的功能等,顶管施工无需开挖面层的方式使其在大型城市地下布设复杂管线成为可能<sup>[1]</sup>。但顶管施工会使土层结构更为脆弱,当土层结构较为疏松时,采用顶管施工会导致地面出现沉降或塌陷现象,严重影响城市建筑物的功能。因此研究顶管施工对地面沉降的影响可以完善顶管施工的工艺,对城市发展也有很大帮助。

## 1 工程背景

该工程位于梧州市苍梧县,属于污水截流工程,因此需要使用顶管施工的方式在地下布设管线。根据施工团队对施工区域岩土层地质的勘察,其主要为淤泥土层、黏土层和砂质黏土层构成,土层较为疏松,承载力也相对较小,使用顶管施工容易出现地面塌陷的现象。

## 1.1 岩土层地质特性

## 1.1.1 第一层

第一层主要为填土,包括人工回填土、冲填土以及机耕土等,土质呈灰黑和褐黄色。主要成分为粘性土,土质较为松散,密度分布不均匀,土质间的空隙较大,厚度为1.2~14.7m,分布于工程中的所有场地。

## 1.1.2 第二层

第二层的主要成分为淤泥土,呈现出灰黑色,其中含有大量的腐殖质,以及少量的沙砾,土层的黏性较强,分布于河流以及鱼塘等靠近水源的地区,平均厚度为2.8m。

## 1.1.3 第三层

第三层为粘土,属于沉积型土层,颜色呈红、黄以及灰黄色,土层相对较硬,切面较为光滑,厚度为0.6~11.1m。

## 1.1.4 第四层

第四层为中粗砂层,属于冲积土层,主要成分为石英砂和少量粘土以及卵石,平均厚度2.4m。

## 1.1.5 第五层

第五层为砂质粘土,由地下的花岗岩经过长期的演化得来,主要成分为石英、高岭土、云母等。土层强度较大,分布于所有工程场地。

## 1.2 岩土物理学参数测定

表 1.1 岩土层物理学参数

		密度	孔隙比	内聚力	内摩擦角	压缩模量	变形模量	承载力特征值
		g/cm <sup>2</sup>		kPa	°	MPa	MPa	kPa
1	填土	1.87	0.94	11	13	2.1		
2	淤泥土	1.68	1.25	15	9	2.4	3.1	70
3	粘土	1.75	0.87	37	24	9.4	34.1	210
4	中粗砂	1.85	0.96	3	34	7.4	21.5	160
5	砂质土	1.74	1.10	28	23	8.7	30.7	200

为明确工程地下的岩土承载强度,施工团队对土层进行了物理学参数的测定,结果如表1.1所示。

从表1.1中可以看出,岩土层的平均承载力相对较弱,在应用顶管施工时容易出现地面沉降的现象,因此在施工中应当特别注意。

## 1.3 工程设计标准

## 1.3.1 现有排水系统

目前的苍梧县城南大道有规格为1.8\*1.8(m)的排水方渠,公园路的一侧有d2000的排水管。

## 1.3.2 雨水设计

基于现有的上下游雨水管,本工程在原有的排水方渠上,再加设长度为800m的排水管,管道的平均埋深为11m,坡度为0.09%。由于施工所在位置为公路侧,因此采用盾构施工法会破坏路面结构影响通车,因此采用顶管施工法。

## 2 顶管施工法造成的路面变形原理

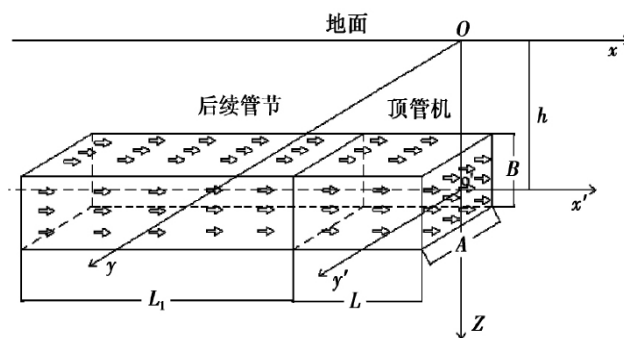


图2.1 顶管施工掘进方式

图2.1为顶管施工的管道顶进方式,采用顶管机将管道以节为单位向地面中顶进,并完成后续的管道节的拼接工作。而这一过程中管道会不可避免的对土层结构造成摩擦,当土层较为疏松时,频繁的摩擦会导致土层脱落,改变地下土层原有的应力状态,使地面出现沉降的概率增加<sup>[2]</sup>。此外,对于黏性较差的土体来说,顶进过程会使管道带走土体中的一部分,降低土体的强度,这也会造成地下土质的强度下降造成地面沉降。而以本文中的地下土层结构和管道埋深来看,由这两种原因都有可能造成地面沉降,因此需要针对性的进行处理。

## 3 疏松地面应用顶管施工的施工要求

根据本文中的施工背景,对施工的方式进行了相应的要求,包括施工方式、所用的管材以及其他注意事项等,防止在应用顶管施工时出现地面沉降现象。

### 3.1 施工管材

采用顶管施工的污水管道采用钢筋混凝土钢承口管,抗渗等级为P6级。

### 3.2 顶管工作井、接收井、检查井

工程中的工作井、接收井和检查井的施工方式按照水施10-17的方式进行施工,抗渗等级为P6级,当顶管施工的污水管道施工完毕后,在工作井内浇筑污水检查井,污水检查井和工作井之间如出现缝隙,则使用碎石回填,并保证回填密度在95%以上。

### 3.3 检查井施工规格

检查井施工时,应当保证其井盖和井座满足国家规范《检查升盖》(GB23858-2009)的相关需求,井盖按照“06MS201-6-6铸铁井盖CB)”进行施工,井座按照“06MS201-6-10铸铁支座(B)”进行施工,井盖的最大荷载为D400,材质为球墨铸铁,采用防盗型井盖。

### 3.4 管道顶进误差

进行管道顶进施工时,应当注意的项目有管道的中心线、相邻管间的错位距离以及管道的标高三个参数,具体数值如表2.1所示。

表2.1 管道顶进施工误差参数

项目	单位	误差值
管道中心线	mm	50
相邻管间错位距离	mm	小于管壁厚度的 20%
管道标高	Mm	±40

### 3.5 施工中的注意事项

在施工开始前,应当再次检查排水管道的实际标高是否与图纸中相符,如不相符应当停止施工并交由技术人员进行处理,防止排水管道规格不符影响地下土层的应力状态造成地面沉降。

在进行顶管施工时,应当时刻注意土层地质状态,如实际状态和勘察的结果不一致,应当停止施工并将其报告给设计人员。

采用顶管施工铺设管道完毕后,管道之间的连接处应当使用聚硫或聚氨酯密封胶进行密封,具体的施工办法可以参考“D=1000-3000钢筋混凝土钢承口管橡胶圈接口”中的具体办法<sup>[3]</sup>。采用这种施工方式是为了防止后期管道连接处长时间受水浸泡对地下土层造成影响,在施工完毕后应当对管道进行闭水实验,在实验合格后方可进行验收。

进行顶管施工时,应当采用施工机械进行泥水平衡或土压平衡,不得采用人工的方式进行顶管施工作业,防止因人工施工导致的平衡作业不牢固对地下土层造成影响。

进行管材的连续顶进时,顶进的长度应当以实际长度为准,当连续顶进的长度大于60cm时,应当设置中继间,根据施工现场的地质状态和施工机械的规格等选择注浆的方式和设置中继间的顶进距离。

施工前应当对地下的管线进行探查,防止出现管线冲突。

施工中需要经过建筑物时,应当对建筑物的地基和构筑物等采取相应

的保护措施。

在完成顶管掘进后,顶管上部应当采用回填灌浆的方式,浆液采用1:1水泥和粘土进行配置,注浆的压力为0.1Mpa,注浆的目的是进一步加固受顶管施工影响的土层,方式顶管上部出现地面沉降。

导轨应当采用硬质钢材制作,安装时应当确保安装牢固,防止施工中产生位移。两条导轨的安装应当保证互相平行且等高,导轨的坡度应当与管道的坡度尽可能吻合。

安装千斤顶时,应当将其固定在支架上,与管道中心的轴线对称,千斤顶的合力应当作用在管道中心的轴线上。

安装油泵时,应当保证其在千斤顶附近,油泵管道应当尽可能沿直线分布,减少转弯次数。在启动油泵时,应当先以慢速运转,当油泵的个部位接触密合且雾明显问题后,再以正常的速度运行油泵。在运行时如发现油泵的压力突然增加,则应当立即停止运行,排查原因后继续工作。

顶铁的质量应当满足:顶铁的刚度应当满足施工的要求,可以先进行施工测试;顶铁可采用铸钢一次性浇筑成型或型钢焊接,通常采用浇筑成型,当采用焊接成型时,焊缝应当足够完整牢固,不得出现脱焊现象;顶铁的两个相邻面应当互相垂直;顶铁上应当有锁定装置。

在开始进行管道顶进施工前,应当进行如下检查,确保合格后方可进行管道顶进:全部设备经过试运转后无故障;导轨与管道的安装符合要求,导轨的中心与管道的轴线平行且坡度一致;工作坑具备防止流沙和地下水进入的措施;封门已经开启。管道的顶进过程中工具管可能会随顶进过程出现方向偏差,此时应当及时对其进行纠偏,纠偏时应当注意:在管道顶进过程中进行;偏差较大时,应当采用小角度逐渐修正;管道顶进的最佳速度为50mm/min,可根据土层应力情况进行调整,防止顶进速度过快造成地面塌陷。

## 4 结论

本文对顶管施工中对地面沉降影响进行了研究,以梧州市苍梧县旧城区雨污截流渠三期工程中的管道施工为例,根据工程场地的土质状态以及管道施工的方式来看,管道顶进过程中对土体的摩擦和顶进过程导致的土体流失是影响地下土层结构以至于出现地面沉降的原因。为此本文对施工中防止地面沉降的过程进行了研究,希望能够为国内顶管施工工程提供参考。

### [参考文献]

- [1]刘超.市政给排水工程中长距离顶管施工技术措施的应用研究[J].建材与装饰,2019(35):29-30.
- [2]袁松奎.大口径长距离顶管曲线顶进方案设计及技术保障措施[J].工程建设与设计,2019(21):224-226+232.
- [3]张军.顶管施工引起地层变形的研究[J].四川建筑,2015(01):55.