

# 盾构施工对周围地质结构影响及控制研究

徐勳然

浙江省建投交通基础设施建设集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v4i3.3683

**[摘要]** 我国建设发展进入新时期以来,城市地下工程日益增多,盾构施工中由于不合理的施工技术参数导致周围发生安全风险,开展相应的影响及控制技术研究具有重要的实践意义和工程应用价值。近年来学者通过研究,盾构施工过程中地层发生变形失稳的主要原因包括:盾构机掘进时土体应力无法稳定,土体结构由于被扰动发生破坏,地下水流动导致孔隙水压力变化,自身结构的变化,这一系列变化导致土体强度下降,下降到一定阶段后会造成本体结构的破坏。经过学者多年研究,总结出掘进施工导致周边岩土结构变形主要原因是:各种应力,主要包括剪应力、压应力、扭矩等对原先土体稳定结构施加一定作用,使其应力状态发生变化。

**[关键词]** 盾构施工;土体结构;变形;应力状态

中图分类号:TD229 文献标识码:A

## Research on the Influence and Control of Shield Construction on the Surrounding Geological Structure

Mengran Xu

Zhejiang Construction Investment Transportation Infrastructure Group Co., Ltd.

**[Abstract]** Since the construction and development of our country has entered a new era, urban underground projects have been increasing. Unreasonable construction technical parameters caused safety risks in the surroundings during shield construction. The corresponding impact and control technology research has important practical significance and engineering application value. In recent years, scholars have studied the main reasons for the deformation and instability of the formation during the shield construction process: the soil stress cannot be stabilized during shield tunneling, the soil structure is damaged due to disturbance, and the groundwater flow causes pore water pressure to change. Structural changes, this series of changes lead to a decline in the strength of the soil mass, which will cause the destruction of the soil structure after a certain period of decline. After years of research by scholars, it has been concluded that the main reasons for the deformation of surrounding rock and soil structures caused by the excavation construction are: various stresses, mainly including shear stress, compressive stress, and torque, exert certain effects on the original stable structure of the soil, causing its stress state to change.

**[Keywords]** shield construction;soil structure;deformation;stress state

### 引言

这几年随着城市建设的发展,地下空间盾构掘进施工日益增多。在盾构掘进过程中施工技术参数选择不当,对周围环境缺乏相应保护措施,造成地表土体位移报警,产生很大的安全风险。当今,这类问题已经越来越引起国内外专家学者的重视,开展了一系列理论和实践的分析。

#### 1 隧道施工影响分析方法

当下,学者对隧道施工时地层土体变形的原因进行分析,主要有经验分析

法、理论分析法、数值模拟法等方法<sup>[1]</sup>。

1.1 经验分析法。经验分析法,主要研究思路就是分析总结一系列土体位移变化情况,从许多案例中归纳出一套分析方法,而归纳总结的方法就是对土体竖向位移变化规律使用Peck公式及相关衍生公式进行计算研究<sup>[2]</sup>。

Peck公式的主要含义为:学者在经过大量现场数据资料采集,和试验分析研究的基础上,假设土体间隙内水分不损失,地表竖向位移值对应于土体损失

数值,两者呈正态分布,认为地表竖向位移是由土体损失造成的<sup>[3]</sup>。

1.2 理论分析法。经验分析法是在现场数据统计和相关试验分析研究的基础上得到的,主要给出了地表面的竖向位移量的计算方法。这种方法较为粗糙,在施工过程中还有许多影响因素对土体变形产生影响,例如掘进过程中盾构机技术参数的选择、不同地层结构参数、不同的隧道结构、掘进过程中的施工工艺、土体加固措施等。

Sagaseta关于土体变形提出了“源汇

法”，认为在地表面下的土体是无法进行压缩的，所有单元体发生的位移都是绝对位移，所有的位移场和应力场的大小都是通过绝对位移的假设来进行计算。在计算中，将土体当做是一个弹性的不可压缩的半无限体，土体结构发生变形的整体位移当做一个均匀圆柱体发生损失，土体结构发生的应力损失在土体上呈现均匀分布，得到下列地表土体竖向位移公式。

1.3数值模拟法。近年来，学者在总结前面一些研究方法的经验基础上，创造出了一种全新的方法：数值模拟法。数值模型法的优势在于通过准确设定不同岩层的技术参数，可以完整地反映出不同岩层的施工条件，而且可以通过建立模型，模拟盾构机掘进全过程。由于运用数值模拟法能够较完整准确地得出土体结构变形情况，目前盾构掘进工程中，数值模拟法的应用也越来越广泛，理论研究和实践也越来越成熟<sup>[4]</sup>。

## 2 周围环境变形控制措施

2.1盾构机推进面压力。盾构机掘进时，根据实际情况设定盾构机技术参数，并且在掘进时进行实时调整，几种重要的参数有盾构机掘进时土舱压力、掘进速度、掘进推力扭矩和一定时间出土量等，经过优化做到对地表土的扰动为最小。在设定技术参数时，需要考虑到掘进面周围地质情况、土层结构等，并且随着施工进度，参考监测数据对各项技术参数实时调整<sup>[5]</sup>。

2.2盾构机纠偏量及推进速度。在盾构掘进过程中，测量是施工的眼睛，盾构机操作人员比对测量数据与原定掘进路线，一旦发现产生较大偏差时要及时采取措施。当测量发现数据变化较大时，应查找原因并采取措施，对技术参数进行调整，在对技术参数进行调整时应逐步进行调整，不得进行大幅变动，避免对周围土体结构稳定性造成影响<sup>[6]</sup>。

2.3同步注浆。在施工过程中，随着刀盘掘进，切削土方外边缘与同步拼装的管片之间存在空隙，填满它就需要在掘进时边拼装管片边注浆液。在施工过程中，盾构机外部土方迅速挤压过来，浆液向外扩散出去。同步注浆需要达到以下效果：①管片拼装后，同步注浆填充管片外土方中

空隙，预防外部变形过大影响新建隧道和周围地质环境安全；②注浆作为防水的一部分，填充外部土体空隙防止土体中水分大量渗入管片，达到初步防水效果<sup>[7]</sup>。

考虑到可能遇到的问题，参建单位制定以下方案：①根据不同的地质情况，进行盾构机选型，目前市面上常见的有海瑞克、小松和中铁装备等。在工厂组装时，结合现场实际情况，根据盾构机本身的设备特点，提前预判施工中可能遇到的问题，设备改装针对项目特点预调某些参数；②动工之前，相关参建方需按照规范条例要求，制定专项方案，在施工中严格按方案实施。同时组织相关人员分析施工中可能遇到的重大风险源，有针对性的制定应急预案，然后施工单位成立由公司人员和项目部人员共同组成的应急管理小组，现场准备物资，按规定时间组织演习<sup>[7]</sup>。

## 3 总结

综上所述，盾构施工中遇到潜在风险有好几种形式。根据这种情况，建设各方需要对每种潜在风险进行预测，并制定相关方案进行防范。在研究过程中，主要关注以下两点：

3.1产生土体结构变形的原理和监测方案。目前根据学者分析，掘进施工中土体结构位移变化的原因主要在于：刀盘转动使得前方产生正面压力，以及外壳与土体相互作用产生摩擦力。周围土体本身已经形成固定的应力体系，由于施工时对周围土体进行扰动导致原有应力结构被破坏，土体本身应力发生损失<sup>[8]</sup>。按照之前总结，可以采用经验分析法、理论分析法和数值模拟法来进行土体结构变形分析。

在掘进前，相关单位需要制订监测方案并报专家会讨论审核。监测主要项目如下：

(1)对开挖面进行分析：观测开挖面形状，岩土层强度，地下水渗漏情况，对始发掘进的风险点进行提前预测；(2)地表沉降，设置观测点：盾构始发和接收100m范围，和规范规定的一级监测区域，每隔5m设置一个观测点，盾构掘进过程和非一级监测区域，以10m为间隔设置观测点，布置方向与隧道中轴线方向垂直。设置监测断面：一般在盾构始发和接收区域，联络通道及两边20环范围内，岩面起伏较大，

地面情况复杂区域设置监测断面。当监测等级为一、二、三级时，沿隧道中轴线方向每隔50m、100m、100m设置一个断面<sup>[9]</sup>。(3)隧道沉降和周边收敛、管片上浮：一般每隔6环左右设置一个监测断面，当周围地质情况复杂时可以将断面布置间隔缩小，比如间隔设置为3环。

3.2施工方案和技术参数。在制定施工方案时，起着决定性作用的是土舱压力的数值、同步注浆的参数值和盾尾油脂的注射。设置土舱压力的数值，是指将土舱压力以及与它相关的推力和扭矩数值设定在一个合理区间内；盾尾油脂注射，是指为了防止漏水和其他杂物进入盾构机内部，在掘进前手涂盾尾油脂，开始推进以后，机打盾尾油脂，做到完全密封防止外部杂物进入盾构机；同步注浆的目的，是在施工过程中，边拼装管片边同步注浆，将土体切削后与混凝土管片之间的空隙填充密实。

## 【参考文献】

- [1]李志辉.城市隧道浅埋暗挖地表沉降规律及控制研究[D].长沙:中南大学,2008.
- [2]蔡光煌.非均质地层中地铁开挖引起地表沉降的数值模拟研究[D].武汉:武汉理工大学,2012.
- [3]方恩权.基于Peck公式修正的盾构施工地表沉降预测研究[J]现代隧道技术,2015,52(1):143-149.162.
- [4]陈科.钢筋混凝土框架梁柱节点损伤分析与质量控制研究[D].邯郸:河北工程大学,2017.
- [5]陈玮.土压平衡盾构机在天津地铁施工中的应用[J]中国高科技,2017,001(004):57-59.
- [6]赵瑞桐.基于桩基托换的盾构隧道下穿既有桥梁施工影响与掘进安全对策研究[D].成都:西南交通大学,2019.
- [7]宋婷.盾构施工同步注浆和二次注浆[J]建材与装饰,2018,38(229):143-144.
- [8]樊华真.盾构法地铁隧道近距离穿越地铁既有运行线施工技术[J]施工技术,2014,043(013):103-106.110.
- [9]张明远.刘庭金.广州某盾构超近距离下穿已运营地铁隧道的工程概述[A].地下交通工程与工程安全—第五届国际隧道工程研讨会文集[C]:2011.