

# 城市轨道交通盾构法隧道施工技术分析

董林强

中铁建大桥局集团第二工程有限公司 广东 深圳 518000

**[摘要]**盾构法是公路隧道工程施工常用的一种方法,通过盾构法的应用可以提升隧道项目的施工进度与质量。为了对盾构法应用情况有全面的了解,本文结合实际,以盾构法为研究对象,在阐述盾构法应用机理的同时,从盾构法施工条件要求、操作要点以及质量控制等多个方面探讨隧道工程施工中盾构法的应用过程。

**[关键词]**公路隧道;盾构法;技术;应用

**【DOI】**10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.1753

## 1 盾构法施工的基本条件

- 1) 线位上可以根据需要建设盾构进出洞与出渣的工作井。
- 2) 隧道深度符合要求,一般覆土厚度超过6m。
- 3) 地质结构均匀性非常好。
- 4) 如果采用的是单洞形式,则应该保证线间距符合实际的需要,洞和洞以及其他结构形式土体加固处理最小厚度为水平1.0m、垂直1.5m。
- 5) 从经济效益方面进行分析,连续作业施工长度控制在300m以上。

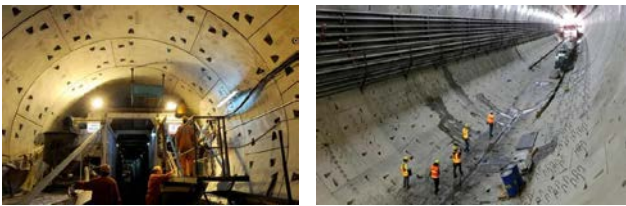


图1 盾构法

## 2 盾构施工要点

### 2.1 采取合理施工技术

为了在盾构法实施过程中取得理想的施工效果,同时确保施工质量和安全,进行盾构施工、选择盾构机时必须关注以下性能:

一是支护的稳定性。采用合理技术对地层及盾构正面土体进行支护,可以在保证结构受力稳定的同时,能够保证土体不出现流失现象。

二是挖土掘进性能。在盾构正面有限空间内采用合理技术进行挖土,在促进顺利掘进的同时,有利于节省施工空间。三是排土运输性能。在盾构机后采用科学合理技术进行土舱罐装、排土,能实现土体的高效收集、快速运输,避免土体大量堆积,影响后续工序的顺利推进。

### 2.2 做好隧道衬砌结构设计

为了配合盾构技术在城市轨道交通隧道工程项目建设中顺利实施,需要做好隧道衬砌结构的设计工作。进行隧道衬砌结构设计时,重点关注盾构隧道管片的设计。结合地质勘测报告,对施工区域地基可能发生的不均匀沉降做出判断,沿隧道建设的轴线方向选择合适的断面进行受力分析,根据分析出的隧道结构力学特征选择合适的隧道管片,确保隧道在建设过程中能够承受上方主、次载荷的压力。

一般,选择长期作用在隧道上方的受力作为主载荷,选择隧道竣工后其上通行的人流、车流最大流量时引发的受力变化作为次载荷,并综合考虑地震、水涌等特殊地质条件变化引发的偶发性载荷变化,综合分析之后作为隧道衬砌结构

设计的分析要点。

### 2.3 关注盾构设备灵敏度

实际使用盾构技术进行隧道施工时,需要重点关注盾构设备灵敏度。当前,采用盾构技术进行轨道交通工程隧道施工项目建设,需要根据盾构管片和盾尾之间存在的空间比例,确定盾构头部活动的灵活性。

盾构机在地下岩土层中使用,正面部分被土层包裹而仅有少许的活动空间。相对而言,盾构机尾部的活动空间较大,因此进行盾构技术施工时,需要根据盾构机尾部的空间范围进行盾构机姿态角和航向的调整,以满足使用需求。同时,设计盾构机尾部长度时需要考虑可调整性,以便施工操作人员根据地下空间的大小,调整盾构机尾部的长度,实现对灵敏度的调整。

### 2.4 做好管片拼装

利用盾构机进行隧道工程的施工建设时,需要做好前、后两环管片之间接缝处的拼装。不同方式的拼装,使盾构机承受的压力不同,从而产生不同的施工效果。前、后两环管片之间的接缝处在盾构推进时承受极大的压力,在这接缝之间安放橡胶软木衬垫能使整个环面均匀受压,改善两环管片间施工应力的作用条件,不使管片硬碰硬而破碎。可以采用通缝拼装或者错缝拼装的方法进行管片拼装,两种拼装方式需要根据施工区域地质环境条件及盾构机的承力性能最终确定。

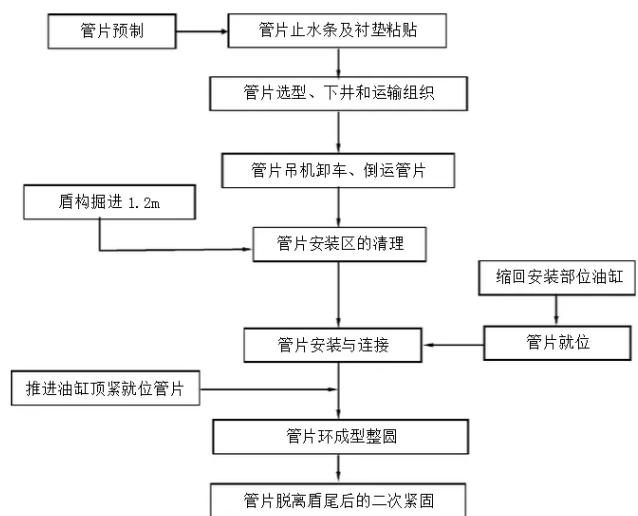


图2 管片拼装工艺流程图

由此可见,盾构技术有效改善了隧道工程的建设质量,尤其提升了轨道交通建设项目隧道工程的施工效率。盾构技术在施工过程中,综合施工效果依赖于盾构机的选型和使

用。

### 3 盾构隧道穿越施工技术应用

#### 3.1 土压力设定

盾构穿越铁路工程的情况，需要考虑到水文状态以及隧道埋深的具体情况，这些都是确定具体的土压力参数的关键基础。按照土力学基本原则，经过计算可以确定切口平衡压力 $P=0.10\sim 0.13\text{MPa}$ 。盾构施工环节，做好土压的控制极为重要，综合分析现场的地质条件、施工环境等多个方面的要素进行确定，保证结构强度性能符合标准的要求，满足现场施工需要。

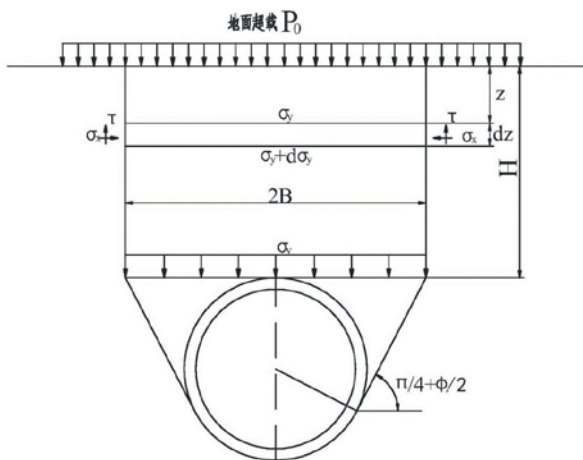


图3 盾构隧道拱顶荷载计算

#### 3.2 掘进速度

在施工之前，从掘进速度、地质条件、工期等多个方面进行分析，最终确定盾构穿越铁路部分的开挖施工速度设定为 $10\sim 15\text{m/d}$ 。从这个方面分析，掘进速度的确定并不是随意设定的，要根据机械情况确定，这是保证施工进度和安全性的关键，如果盲目选择掘进速度，不仅导致项目工期无法达标，甚至可能会引发严重安全事故。

#### 3.3 排土量

排土量参数的确定一般是在土压平衡之下计算确定的，保证其符合科学性与合理性的要求。根据目前的盾构施工具体情况要求，选择合理的计算公式确定排土量是提高数据精度的关键，也是保证顺利施工的基础。

#### 3.4 压力及注浆量

1) 盾构机外径要比盾构隧道的外径尺寸大，形成 $70\text{mm}$ 的建筑空隙容易导致结构的沉降问题。通常来说，在盾构穿越作业环节，会应用同步注浆施工方式进行盾构机前进作业，此时因为衬砌逐步地脱离尾部空间而导致空隙存在，所以需要根据实际情况及时补充填充材料。同时，壁后注浆施工方式可以有效消除围岩松弛问题，还能够保证千斤顶的推力达到技术标准的要求，所以应该保证填充达到严密度的标准。做好各个工序的控制，保证盾构穿越施工顺利开展，也能够保证地表沉降在合理的范围内。

2) 注浆作业施工做好全面的控制，结合成功经验进行分析，穿越铁路段部分的注浆量应该达到空隙量的 $1.5\sim 2$ 倍，挖掘每环注浆量 $V$ 为 $2.36\sim 3.5\text{m}^3$ ，为了提升注浆施工质量，可以根据需要采取二次补浆的作业方式，随时监测和了解沉降量参数，这是确定二次补浆量的重要数据。注浆压力的确定可以让浆液填充到空隙部位上，通常情况下注入压力应该

是土层压力的 $0.1\sim 0.2\text{Mpa}$ 。其中，结合不同土层结构的条件选择合适的阻力参数。还要注意，盾构隧道管片稳定性符合要求，所以压力控制在合理的范围内。

3) 注浆材料的配比极为重要。一般情况下是水泥、粉煤灰、含膨润土、砂等材料经过配比之后组合而成混合砂浆，具体参数见表1。

表1 浆液配合比参数分析

水泥 /kg	粉煤灰 /kg	砂 /kg	水 /kg	水玻璃 /L	胶凝时间/h	1 d 强度 /MPa
80	320	900	476	10	8	0.28

#### 3.5 二次补注浆

1) 二次注浆施工环节，可以通过后方双液注浆方式，施工效果更好。注浆孔位置选择对于注浆质量存在直接的影响，所以要从施工便捷、效果方面出发选择。

2) 盾构隧道中应用管片注浆孔进行施工，符合施工工序的要求。

3) 应用合适注浆材料进行施工。

4) 二次注浆压力需要大于同步注浆施工约 $0.01\sim 0.03\text{MPa}$ ，并且随时了解具体的参数信息，确保注浆量合格。

需要注意的是在二次补浆施工时需要按照隧道工程项目的实际情况，对补浆量以及补浆范围进行确定，从而保证每一道工序的质量满足设计方案需求。

#### 3.6 监控测量技术

从工程的实际情况出发进行分析，监测作业的目的主要为：综合分析盾构作业环节的沉降情况，并且总结沉降发生的规律，为指导后续施工提供基础；充分了解地表沉降方面而导致的结构物沉降、倾斜等严重的问题，按照数据变化的特点对于进一步发生的情况做出准确的预测，以便于有效地控制工程的质量；通过沉降状态选择合适的施工方法，做好技术参数的调节，以达到工程的标准为合格要求。因此，监测技术的应用是非常关键的，可以充分地了解盾构施工现场周边环境内发生变化的实际情况，然后总结变化的规律，以更好地改进施工工艺，保证建筑物达到安全性的要求。对于盾构施工来说，总结实际经验，以监测数据作为重点依据和标准，形成完善的监测管控体系，随时了解现场施工的具体情况，掌握各项数据变化的情况，保证盾构施工可以顺利进行，达到施工安全性、稳定性以及施工效率的要求。

### 4 结语

盾构技术是地下轨道交通建设项目中隧道工程顺利实施的关键，该项技术的顺利开展，不仅受到施工区域自然地质和水文条件的影响，也受到盾构机型号和性能的制约。本文结合城市轨道交通建设工程项目中的隧道施工特点，分析了盾构技术在该型工程项目中的应用，研究了盾构机在城市轨道交通隧道建设项目中的使用管理措施，同时围绕开展使用操作和维护保养的关键环节进行了分析。

#### 参考文献

[1] 高超.城市轨道交通隧道盾构施工主要技术分析 [J]. 低碳世界, 2017, 12 (4): 2-4.  
 [2] 王军飞.城市轨道交通隧道盾构施工关键技术探讨 [J]. 工程建设与设计, 2018, 4 (4): 2-3.  
 [3] 熊智阳.地铁隧道工程沉管法与盾构法施工技术的对比分析 [J]. 建筑知识, 2017, 21 (5): 84-86.