

# 盾构机在地铁隧道工程施工中常见故障和维修方法

路 颜 程光威 张 媛

(陕西铁路工程职业技术学院 城轨工程学院 陕西渭南 714000)

**摘要:** 盾构机作为现代地铁隧道施工的核心设备,其高效性和安全性使其在地铁工程中得到了广泛应用。然而,盾构机在施工过程中常常会遇到刀盘故障、推进系统故障、主轴承故障、液压系统故障和胶带输送机故障等问题。本文通过对这些常见故障的详细分析,提出了相应的维修和处理方法,希望为地铁隧道施工提供可靠的技术支持和保障,从而提高工程的质量和效率。

**关键词:** 地铁隧道;盾构机;故障;维修方法

## 1. 引言

### 1.1 地铁隧道施工的重要性及盾构机的广泛应用

地铁作为现代城市交通系统的关键组成部分,其建设直接影响到城市的交通效率和居民的生活质量。在城市化进程加快和交通需求增加的背景下,地铁隧道施工的重要性愈发凸显。盾构机作为地铁隧道施工的主要设备,其技术的成熟度和应用广泛性极大地提升了施工效率和安全性。盾构机以其高效率、低噪声和自动化程度高的特点,被广泛应用于各类地下工程,特别是地铁隧道施工中。

### 1.2 盾构机在地铁隧道施工中的核心作用

盾构机在地铁隧道施工中发挥着核心作用,它能够在复杂的地下环境中高效稳定地进行隧道掘进,同时完成开挖、支护、衬砌等多个施工环节。通过使用盾构机,施工企业能够有效减少人工操作,提高工程安全性和施工质量。盾构机的应用还能够最大限度地减少对地面交通、地下管线和周围建筑物的影响。

### 1.3 盾构机常见故障对工程的影响及其解决的必要性

尽管盾构机在地铁隧道施工中具有诸多优势,但在其实际应用中常常面临各种故障问题。这些故障主要包括刀盘堵塞、推进系统失效、主轴承磨损、液压系统问题以及胶带输送机故障等。这些故障不仅会影响施工进度,还可能导致工程质量问题,甚至引发安全事故。因此,针对盾构机常见故障进行详细分析,并提出有效的维修和处理方法,对于保障地铁隧道施工的顺利进行和提高施工效率具有重要意义。

## 2. 盾构机工作原理及类型

### 2.1 盾构机的基本工作原理

盾构机是一种大型隧道掘进设备,其工作原理主要包括刀盘、主驱动装置、螺旋输送机和液压系统等多个组成部分。盾构机在工作时,刀盘通过主驱动装置旋转切削前方土体,切削下来的渣土由螺旋输送机传送到带式输送机,再通过竖井运输到地面。在这一过程中,盾构机的推进由液压系统控制,通过加快缸推动盾构机前行。

盾构机的掘进过程是一个连续的操作,包括切削土体、运输渣土、拼装管片和注浆加固等步骤。具体而言,当盾构机掘进到一定距离后,操作人员需要将预制的管片通过拼装机进行拼装,以形成隧道的初次衬砌,然后使用注浆设备对管片外侧与隧道之间的空隙进行注浆,确保隧道的稳固性。

### 2.2 盾构机的主要类型

#### 2.2.1 土压平衡盾构机

土压平衡盾构机通过控制土舱内的土压力来平衡隧道开挖面与周围土体的压力,防止塌方和地面沉降。这种类型的盾构机适用于黏土、粉质土等软土层。土压平衡盾构机的主要组成部分包括刀盘、螺旋输送机、主驱动装置和土舱系统,通过调整土舱内的压力来保持开挖面的稳定。

#### 2.2.2 泥水平衡盾构机

泥水平衡盾构机通过在开挖面前方注入泥浆来平衡土压力和水压力,从而防止隧道塌方和渗水。这种盾构机主要适用于含水量较高的砂层、砂卵石层等地质条件。泥水平衡盾构机的主要组成部分

包括刀盘、泥浆系统、主驱动装置和螺旋输送机。泥浆系统通过调节泥浆的压力和流量,确保开挖面的稳定和渣土的顺利运输。

#### 2.2.3 其他类型及其应用

除了土压平衡和泥水平衡盾构机外,还有其他类型的盾构机,如复合式盾构机和气压平衡盾构机。复合式盾构机结合了土压平衡和泥水平衡的优点,适用于复杂多变的地质条件;气压平衡盾构机则通过在开挖面前方施加气压来平衡土压力,适用于需要特别防护的隧道施工环境。

## 3. 盾构机在地铁隧道施工中的常见故障

### 3.1 刀盘故障

刀盘是盾构机的重要组成部分,在高强度的工作环境下,刀盘经常会出现堵塞、磨损和裂纹等问题。刀盘堵塞通常是由于施工过程中土壤中的杂质和石块堵塞了刀盘的泡沫孔,导致掘进效率降低。此外,刀盘在长时间使用后,刀具和刀盘表面会出现磨损,影响切削效率。而金属疲劳和扭矩过大则是导致刀盘裂纹的主要原因,尤其是辐条式刀盘在传递扭矩的过程中,主辐条容易出现裂纹。这些问题不仅影响盾构机的正常运行,还可能导致施工进度的延误和安全隐患。

### 3.2 推进系统故障

推进系统是盾构机实现掘进的关键,其故障会直接影响施工进度和隧道的成型质量。在实际施工中,盾构机的推进方向有时会发生偏移,这主要是由于地层变形和液压系统压力不均引起的。液压系统作为推进系统的核心部分,其故障也较为常见。液压油污染、泄漏和温度过高等问题都会导致液压系统失效,从而影响盾构机的正常推进。液压元件的损坏、液压油的选择不当及维护不及时是液压系统失效的主要原因,这些问题需要及时发现和解决,以确保盾构机的正常运行。

### 3.3 主轴承故障

主轴承是盾构机刀盘的支撑部件,其故障会导致整个掘进系统的失效。长期的高负荷运转会导致主轴承表面磨损,影响其支撑性能。同时,主轴承座密封装置在使用过程中可能会因磨损或安装质量问题而失效,导致泥水等杂质进入轴承内部,进一步加剧磨损。这些问题不仅影响主轴承的正常工作,还可能导致严重的安全事故。因此,定期检查和维修主轴承,确保其润滑和密封状态良好,对于保证盾构机的正常运行具有重要意义。

### 3.4 液压系统故障

液压系统是盾构机的动力传递系统,其故障会导致整个盾构机的工作效率下降。液压油污染是液压系统故障的常见原因,施工环境中的灰尘和泥沙等杂质进入液压系统,会导致液压油污染,影响液压元件的正常运行。此外,液压系统的管路和接头处容易发生泄漏,导致液压油流失,系统压力不足。液压系统在长时间高负荷工作下,液压油温度会升高,影响其粘度和润滑效果,导致系统效率下降。以上这些问题需要通过定期检查和维修来预防和解决。

### 3.5 胶带输送机故障

胶带输送机负责将盾构机挖掘出的渣土运送至地面,其故障会

影响渣土清运效率。施工过程中,含水量较高的土质会使水分进入胶带与引导装置之间,导致胶带摩擦力降低,出现打滑现象。砂石中的细小颗粒会进入胶带输送机的驱动装置和各个摩擦副之间,造成磨损和损坏。在隧道转弯处,胶带输送机承受较大的负荷,容易出现松动和断裂。这些问题不仅影响胶带输送机的正常运行,还可能导致施工进度的延误和安全隐患。

#### 4. 盾构机常见故障的维修方法

##### 4.1 刀盘故障的维修方法

刀盘在盾构机中是最容易出现故障的部件之一,其故障主要表现为堵塞和裂纹。对于堵塞问题,常见的处理方法是利用机械疏通和高压水清洗。施工过程中,如果发现刀盘上的泡沫孔被堵塞,可以将刀盘上的接头直接拆下,利用管道疏通机或高压水机进行疏通。对于刀盘裂纹的处理,需要根据裂纹的具体情况选择合适的焊接技术和材料。裂纹较小时,可以利用焊条进行补焊;裂纹较大时,则需要将刀盘转到更加合理的位置,以便于维修人员进行操作,从而确保焊接质量和设备维修效率。

##### 4.2 推进系统故障的维修方法

推进系统是盾构机掘进过程中的核心部件,其故障主要包括液压系统失效和推进方向偏移。为确保液压系统的正常运行,需要对液压系统进行实时监测和维护,应定期检测液压油的质量并及时更换液压油,防止杂质进入系统,确保液压系统的清洁和正常运行。还要定期清洗液压系统的过滤器,防止滤网堵塞,从而保证液压油流动的顺畅。

对于推进方向偏移的问题,可以通过调整掘进参数和实时监控推进过程来纠正。具体而言,维修人员应及时反馈设备工作过程中形成的曲线,根据实际情况进行调整和完善,确保掘进参数的合理性。通过控制推进油缸的速度,调整推进力的平衡,减少盾构机对土层的扰动,防止超挖和隧道掘进方向偏移。还应安排专人对推进期间盾构回填料、盾体下部与导台的结合情况、盾构掘进参数等进行检查和监测,发现问题及时调整。通过上述措施,可以有效控制土体移动和地面沉降,确保掘进过程的稳定性和安全性。定期对推进系统进行检查,确保各个液压元件和控制部件的正常运行,从而降低故障发生的概率。

##### 4.3 主轴故障的维修方法

主轴是盾构机的重要支撑部件,其故障主要包括磨损和密封失效。为确保主轴的正常运行,需要加强润滑系统的维护。具体做法是定期更换润滑油,确保润滑系统正常运转。同时,还需要定期检查主轴的密封状态,发现密封失效时及时更换密封件。如果主轴已经出现磨损,则需要更换磨损部件,以确保其支撑性能和使用寿命。

##### 4.4 液压系统故障的维修方法

液压系统是盾构机的动力传递系统,其故障主要表现为液压油污染、泄漏和温度过高。为确保液压系统的正常运行,首先需要对液压油的质量进行严格管理。定期检测液压油的质量,及时更换液压油,以防止杂质进入系统造成污染。同时,定期清洗过滤器,防止滤网堵塞,这对保证液压系统的正常运转至关重要。

液压油污染通常是由于外部杂质或液压元件磨损产生的金属屑进入系统。为了预防液压油污染,必须在安装和拆卸液压元件时,防止泥沙、灰尘等杂物进入系统。还需要合理选择液压油种类,避免混合使用不同类型的液压油,以防止化学反应导致油品性能下降。

液压油温度过高是另一个常见问题,高温会导致液压油粘度下降,进而影响润滑效果和液压元件的寿命。为了防止液压油温度过高,需控制液压系统的工作环境,避免长时间高负荷运转。采取有效的散热措施,如安装冷却系统或增加散热装置,可以有效降低液压油温度。液压系统泄漏也是常见故障之一,泄漏主要发生在液压管路、接头和密封件处。为防止液压系统泄漏,应定期检查液压管路和接头的紧固情况,及时更换老化或损坏的密封件。而保持液压系统的清洁,防止污染物进入密封部位,也是防止泄漏的有效措施。

#### 4.5 胶带输送机故障的维修方法

胶带输送机负责将盾构机挖掘出的渣土运送至地面,其故障主要包括胶带打滑、磨损和断裂。为防止胶带打滑,需要保持胶带的干燥,及时清理胶带上的水分和杂质。如果发现胶带磨损或断裂,则需要及时更换损坏部件,确保胶带输送机的正常运行。施工过程中,操作人员还需要定期检查胶带输送机的工作状态,及时发现和处理潜在的问题。

#### 5. 盾构机的日常维护与管理

##### 5.1 盾构机配件的管理

盾构机的配件管理涉及采购与库存管理以及质量控制两个方面,在采购与库存管理上,需要根据盾构机的实际使用情况制定合理的配件库存计划。由于盾构机配件的特殊性,某些价格较高且不易损坏的配件可以与生产厂家合作,存放在厂家内,以减少配件采购资金和库存量。而对于易损件,则需要根据设备的新旧情况适量库存,确保在故障发生时能够迅速更换。

在质量控制方面,配件的质量直接影响到盾构机的运行稳定性和寿命。采购时应严格控制渠道,确保所采购的配件质量可靠。高质量的配件往往比劣质配件具有更长的使用寿命,虽然初期成本较高,但从长远来看,可以减少更换频率,降低维修成本。因此,应避免使用低等级的配件替代原厂配件,尤其是常用和大量使用的配件,应从信誉良好的生产厂家直接采购。

##### 5.2 电气系统的维护

电气系统是盾构机运行的重要组成部分,其维护保养非常重要,需定期检查电缆、开关和继电器等电气元件,确保其正常运行。特别是强电和弱电部分,要分别进行详细检查,及时记录元件的运行状况,发现问题及时处理。

在维护与保养方面,定期更换电缆护套和接头,进行断路器试验,检查与机架的连接程度和接触点是否损坏。同时,配电柜的清洁和密封工作也需定期进行,每两年更换一次润滑油,并检查和润滑旋转极限的链条张力。还需定期检查高压电缆线圈,及时更换润滑油,润滑传动链条,确保电气系统的整体稳定性。

#### 6. 结语

综上所述,通过采用先进的监测技术和维护策略,可以有效预防和减少盾构机故障,从而保障地铁隧道施工的顺利进行。此外,提高施工人员的操作技能和维护知识也是确保设备运行效率和安全的关键因素。因此,加强对施工人员的培训,提高他们对盾构机结构和功能的理解,将进一步增强故障处理的及时性和有效性。未来,随着技术的进步,盾构机的维修方法将更加智能化和自动化,故障诊断将更加准确,维修更加高效。盾构机的持续创新和优化,将为地铁隧道工程施工提供更强的技术支持,推动城市地下空间开发利用的进一步深化。

#### 参考文献:

- [1]陈鹏.盾构机在地铁隧道工程施工中常见故障和维修方法[J].*工程机械与维修*,2022(1):92-93
- [2]李金奎,颜志坚.隧道前方溶洞对盾构机掘进影响分析——以大连地铁5号线后区间工程为例[J].*科学技术与工程*,2020,20(14):5798-5804
- [3]吴竟营.地铁隧道盾构机常见故障及处理方法[J].*设备管理与维修*,2020(18):65-66
- [4]刘茂杰.地铁隧道盾构机常见故障及处理方法[J].*中文科技期刊数据库(全文版)工程技术*,2020(10):0293-0293295

#### 作者简介:

路颜(1990-),女,陕西渭南人,讲师,主要研究领域电力电子与电力传动。

程光威(1991-),男,山东菏泽人,讲师,主要从事地下与隧道工程技术。

张媛(1991-),女,陕西渭南人,讲师,主要研究地下与隧道工程技术(盾构施工)方向。