

盾构下穿铁路及同步切削既有桩基施工技术

毛伟州

中铁隧道局集团有限公司市政工程公司, 浙江 杭州 310000

[摘要]随着社会经济发展,科学技术不断,道路桥隧工程的施工技术水平也逐渐提高。在盾构技术的影响下,隧道施工效率得到了全面的提升,盾构机的合理应用不仅能够提高隧道掘进速度,也能够更好地保证施工安全性。在盾构下穿铁路施工时,铁路地基存在既有桩基,是盾构掘进时遇到的施工难点,既有桩基一般为钢筋混凝土等材质,其硬度较大,需要对盾构机进行特殊设置,以确保能够顺利进行切削并掘进。基于此,根据隧道工程施工需求,结合盾构下穿铁路施工难点,对同步切削既有桩基的施工技术问题进行了全面探讨。

[关键词]盾构;铁路;切削;既有桩基

DOI: 10.33142/ec.v6i5.8223

中图分类号: U455.43

文献标识码: A

Construction Technology of Shield Tunnel Undercrossing Railway and Synchronous Cutting of Existing Pile Foundation

MAO Weizhou

Municipal Engineering Company of China Railway Tunnel Group Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract: With the development of social economy and the continuous advancement of science and technology, the construction technology level of road, bridge and tunnel engineering has gradually improved. Under the influence of shield tunneling technology, the efficiency of tunnel construction has been comprehensively improved. The reasonable application of shield tunneling machines can not only improve the speed of tunnel excavation, but also better ensure construction safety. When constructing under the railway with shield tunneling, the existing pile foundation in the railway foundation is a construction difficulty encountered during shield tunneling. The existing pile foundation is generally made of reinforced concrete and other materials, with high hardness, and special settings need to be made for the shield tunneling machine to ensure smooth cutting and excavation. According to this, the construction technology of synchronous cutting of existing pile foundation is comprehensively discussed according to the construction requirements of tunnel engineering and the construction difficulties of shield tunneling under railway.

Keywords: shield tunnel; railway; cutting; existing pile foundation

引言

在交通系统建设中,随着现代技术的不断发展,众多传统铁路系统也面临淘汰,在高速铁路的建设要求中,往往需要通过盾构隧道下穿铁路以减少占地问题,提升高平顺性。而过去的铁路建设中,为保证地基强度,在地下打入高强度的桩基以提高地基稳定性,由此也为盾构下穿铁路带来了难题。在盾构隧道施工时,需要同步对铁路下既有桩基进行切削,因而需要对盾构机进行施工调整,提高盾构机的掘进强度和切削能力,并减少掘进施工时的风险问题,以保证铁路下隧道施工掘进工程的顺利开展。对此,相关工程单位也需要明确盾构切削桩基的施工技术与风险隐患,做好盾构机的设置调整与施工管理,加强施工技术控制,以确保盾构隧道施工的高效性和安全性。

1 盾构切削桩基工艺原理

盾构切削桩基是指利用盾构机的机械力量,装设特殊的切削攻击,控制盾构机前进的方向和姿态,同时控制切削工具切削桩基的深度和方向,从而实现盾构机切断并穿越桩基的施工。在该工艺流程中,主要通过探测和观测,

确定既有桩基的几何尺寸、空间位置、深度和数量等参数。通过对既有桩基的预处理,保证切削工作的有效性,同时对于较长的桩基,还需要进行断面的分割,分段进行切割。切削工具通常是采用刀盘或刀环的形式,其通过盾构机构的传动系统进行转动,能够将桩基切割成小块或者薄片。切割工作完成后,盾构机拆卸切削模块,再用盾构机构将残渣从切削区域运出,把切割掉的桩基残渣和泥浆等一并运走处理。在整体切削施工完成后,还需要对既有桩基进行涂浆、打补强板等后续工作,以保证隧道的稳定性^[1]。

2 盾构切削桩基风险分析

在盾构机掘进过程中,由于地质和岩土条件的不同,盾构机的姿态和行进方向难以完全控制,可能会发生盾构机与既有桩基相碰撞的情况。这种情况容易导致盾构机故障或者人员受伤等安全问题。盾构机切割工具在切割既有桩基的过程中,由于既有桩基的硬度和密度的不同,工具的磨损会较大。当切割工具磨损严重时,需要进行更换,并且更换工具的时间、成本和操作难度都比较大。在盾构机掘进的同时,如果螺旋输送机的出土不畅,也会对整体

施工进度造成影响,需要花费较长时间进行处理。而铁路桩基的钢筋混凝土材料,可能会导致盾构机的刀盘或螺旋输送机被钢筋卡住,不仅会造成设备故障,也容易引发安全问题。在盾构机切削桩基的过程中,如果切割桩基的深度过大或者切割工作不当,会导致桩基断裂,从而引起地面沉降。地面沉降可能会对铁路轨道的平顺性和铁路线路的稳定性造成影响,甚至可能会引起铁路的系统性故障。如果切割桩基的深度和方向控制不当,会导致切割工具撞击桩基残渣,从而导致盾构机械的损坏。如果损坏严重,可能需要停机维修,延长施工时间,增加工程成本^[2]。

3 盾构切削桩基的刀盘及刀具配置

盾构切削桩基的刀盘和刀具配置需要结合具体工程参数和实际情况进行选择 and 调整。在配置和使用过程中,需要加强安全管理和质量控制,确保施工效率和效果。盾构切削桩基常见的刀盘形式有两种,一种为平面式刀盘,另一种为锯齿式刀盘。平面式刀盘适用于比较硬的桩基,通过向下压力和旋转切割桩基。而锯齿式刀盘适用于比较软的桩基,通过切削和削减的方式切割桩基。盾构切削桩基的刀具为钢质、碳化钨合金等材料,根据桩基硬度和密度的不同,选择不同的刀具类型。常见的刀具有圆齿圆钢刀头、圆齿扁钢刀头和极细刀片等,其中圆齿圆钢刀头适用于硬度较高的桩基,圆齿扁钢刀头适用于硬度较低的桩基,而极细刀片适用于桩体较薄的情况。盾构切削桩基的刀具数量根据隧道直径、桩基直径、桩基硬度等参数确定。一般情况下,刀具数量越多,切削效率越高,但也会导致工具间的相互干涉和碰撞,从而产生额外的安全风险。此外,还可以安装磨损检测刀,用以了解实际的磨损情况,从而更好地调整刀具配置参数^[3]。

4 盾构下穿铁路的施工技术流程

温州北站配套预埋工程温州北站~金德路站区间为温州市城市轨道交通 M1 线淤泥软土地层下第一条土压平衡式盾构工程项目。区间隧道长约 448.51m。

4.1 施工准备

在盾构下穿铁路的施工前,需要进行现场勘查和调查,了解地形、地质、地下水情况等信息,同时对已有的设计方案进行复核,确保施工方案的可行性和安全性。根据施工方案,确定所需的设备和人员,对设备进行检查和调试,对工作人员进行培训 and 安全教育,确保人员安全和设备稳定运行。在施工前,需要对铁路线路和隧道的位置进行详细标记,并确定监测点的位置、数量、类型等参数,以便随时监测隧道施工对铁路线路的影响。与此同时,还应当准备场地所需的各类材料,包括喷射混凝土、支撑管材、胶结材料、防水材料等,确保施工过程中材料的供应和充足。在盾构下穿铁路施工中,需要在隧道两侧预留注浆孔,用于处理断层、充填缝隙等问题。因此,施工前需要对注浆孔位置、数量、直径等进行确定,并对注浆设备进行检查和调试。

4.2 试验段设置

盾构下穿铁路施工中,为了确保隧道施工的安全和可靠性,一般需要设置试验段。试验段是指在盾构隧道掘进过程中,每隔一定的距离设置一个固定的隧道段,对其进行试验和检测,以确保掘进过程的安全和隧道结构的稳定。试验段的设置应该遵循一定的安全原则和技术标准,考虑地质、水文、结构及运行等方面的影响因素,确保试验段的设置合理、安全、可靠。试验段的位置和间距根据实际情况和设计要求进行确定,一般情况下,应该每隔一定的距离设置一段试验段,距离一般为 50m~100m 之间。试验段的监测参数包括地表沉降、隧道位移、隧道环片变形、地下水位等多个方面,根据实际情况和设计要求进行确定和选择。一般情况下,需要进行定期监测和异常情况的实时监控,以便及时采取措施进行处理。

4.3 施工控制

盾构下穿铁路施工流程中的施工控制是确保施工过程中安全、稳定和质量的重要环节,通过施工控制,可以确保盾构下穿铁路施工的安全、稳定和 quality,有效提高施工的效率 and 成功率。

4.3.1 土压仓力设定

在盾构下穿铁路施工过程中,土压仓力的设定是其中一个关键环节。土压仓力是指盾构机在掘进过程中,对土体施加的水平压力。其大小取决于多种因素,例如地质条件、隧道断面形状和土体性质等。在同一区域内,地质条件可能会发生变化,因此在隧道掘进过程中需要随时调整土压仓力。不同类型的土体在掘进过程中承受的土压仓力不同,在软土层中,需要降低土压仓力以避免过度沉降和隧道变形,可以通过盾构机的控制系统来实现,实时监控土压仓力的变化和 control 系统的反馈。

4.3.2 出土量控制

合理的出土量控制可以确保施工的 stable and quality,同时也可以提高施工的效率 and 成功率。在盾构掘进过程中,需要实时监控出土量的变化。这可以通过安装传感器和控制系统来实现。通过实时监控,可以确保出土量的准确性,并对掘进速度进行调整,从而控制出土量。不同类型的土层或地质条件可能导致出土量的变化,如果进度过快或过慢,可能会导致出土量的不稳定。

4.3.3 管片拼装控制

在盾构施工完成后,需要将管片进行拼装,控制管片的精度 and 拼装质量,确保管道的完整性和密封性。在管片拼装前,需要进行详细的施工方案设计和拼装工艺的优化分析。拼装工艺应该考虑到管片的拼接方式、拼接顺序、拼接点的加固等多个方面,在管片拼装结束后,需要对拼装质量进行检验 and 测试。

4.3.4 盾尾密封

盾尾密封主要使用聚氨酯材料、橡胶材料、沥青砼材料等。这些材料具有耐腐蚀、耐温度变化、耐磨损的特点,

可以确保盾尾密封的稳定性和密封性。盾尾密封的设计应该考虑到盾构的掘进方向、土压仓力、地质条件等多个因素。此外，还需要定期检查和维修，以确保其稳定性和密封性。

4.3.5 渣土改良参数控制

在盾构下穿铁路的施工过程中，需要对渣土进行改良处理，控制改良的参数，以确保渣土的稳定性和可靠性。渣土改良参数控制的第一步是了解土壤类型，不同类型的土壤需要不同的改良方式和参数控制方法。同时，渣土改良剂的用量也应该根据土壤类型、改良效果和施工条件等因素进行控制。温度和湿度是影响改良效果的重要因素，在温度较低或湿度较高的情况下，可能会影响渣土改良剂的反应速度和效果。因此，在施工过程中需要控制温度和湿度，以确保渣土改良的有效性。

4.3.6 盾构机姿态控制

在盾构施工过程中，需要对盾构机的姿态进行控制，确保盾构机的运行稳定和掘进精度。姿态控制通常使用惯性测量单元（IMU）及激光测距系统来实现。IMU 通过安装在盾构机上的陀螺仪和加速度计来检测机器的姿态变化，并将信息传输给控制系统。激光测距系统则可以检测盾构机的位置和姿态，通过对比测量数据和预定姿态数据，控制系统可以计算出姿态偏差，并进行及时校正。姿态控制流程包括姿态检测、姿态计算和姿态调整三个步骤。在施工前，必须对盾构机进行充分的检查和维修，确保传感器和控制系统的正常运行，对盾构机的转向、速度和重心进行及时调整，保证机器姿态保持稳定。

4.3.7 注浆管理

在盾构施工过程中，需要进行同步注浆，控制注浆的位置、时间和压力，以确保隧道环片的密封性和稳定性。在盾构施工结束后，需要进行二次注浆，对隧道进行加固处理，以确保隧道的安全和稳定。在注浆过程中，需要对注浆压力、注浆流量、注浆混合物质量等进行实时监测。要定期对注浆管道和注浆孔进行清洗和维护，以保证注浆畅通和注浆效果。

5 盾构切削桩基的施工技术要点

5.1 试验桩选取

试验桩应选取在目标隧道附近地质条件相似的区域，能够代表盾构切削桩基施工段的地质情况。试验桩的长度和直径应与目标隧道相应段位的桩长和桩径相似，在试验中尽可能模拟实际施工的情况。试验桩的材料应与目标隧道相应段位的桩基材料相同或相似，以确保试验结果具有可比性。试验桩的设计需要符合当地桩基设计规范及标准，采用合适的钢筋配筋及混凝土强度等参数。在此基础上，通过设置不同土压力值、推进速度、刀盘转速以及控制出土量，得出合理的切桩掘进参数，计算推进参数和沉降值之间关系，为后续施工提供参考。

5.2 切桩施工准备

在开展切桩施工前，应当充分考虑各种因素，制定合

理的施工方案，选用适当的切桩设备和工具，为施工人员配备足够的安全防护装备，并对现场进行充分准备和安排，定期检验和监测施工情况。对此，相关工程单位需要根据具体的工程情况，制定详细的切桩施工方案，包括施工工艺流程、切削参数、障碍物处理措施、环境保护措施等内容。为施工人员提供相关的技术培训，并配备必要的安全防护装备，如防护眼镜、安全鞋、手套、安全帽等。在施工过程中对切削参数、桩基变形、切削液的使用情况、障碍物处理情况等进行定期检验和监测，以确保施工质量和安全性。

5.3 切桩掘进的控制措施

在盾构机的切桩掘进过程中，需要准确判断刀盘切入桩基的时机，并对切入时间进行严格控制，通过控制盾构正面土压力可以使聚合物泥浆在管道和管道与土体之间形成良好的密封层，防止泥浆泄漏，保持压力平衡，保证盾构机的稳定性。同时，还要对盾构机的推进速度与刀盘转速进行控制，保证盾构推力与刀盘扭矩在相应的参数要求下。在此基础上，还要严格控制盾构姿态及纠偏量，通过测量传感器，包括水平倾斜仪、竖直倾斜仪、导向仪等，实时监测盾构机的倾角、方位和方向。纠偏系统可以通过调整尾部或其他位置的钢筋或螺栓等结构，使盾构机恢复正确的方向和姿态。此外，盾构机的运行需要有专业的工作人员进行监测和干预。当出现姿态和纠偏量异常的情况时，工作人员会根据盾构机的监测数据进行干预，以确保盾构切桩掘进过程的安全和高效。

6 结语

盾构隧道施工作为先进施工及技术，通过深入了解盾构下穿铁路及同步切削既有桩基施工技术，包括前期工作准备、施工过程中的安全措施和施工质量控制等方面，能够进一步提高工程建设的质量和效率，同时也能更好地保障施工人员的安全。在铁路下穿施工中，应更加注重技术控制和安全管理，不断完善施工技术和工程管理，提高盾构掘进切削桩基施工的稳定性和安全性，保证工程的顺利开展与安全完成，实现施工质量的全面提升。

[参考文献]

- [1] 吴志峰, 刘永胜, 张杰, 等. 盾构直接切除大直径桩基的试验与工程实践 [J]. 隧道建设 (中英文), 2020, 40 (12): 280-288.
 - [2] 尚旻. 地下隧道施工盾构机切削穿越管桩费用分析 [J]. 铁路工程技术与经济, 2020, 35 (6): 37-41.
 - [3] 杜闯东, 张杰, 唐纵雄. 盾构直接切削桩基施工技术 [J]. 隧道建设 (中英文), 2019, 39 (10): 1666-1677.
- 作者简介: 毛伟州, 2014.09-2018.06 毕业于长安大学, 所学专业: 材料成型及控制工程, 当前就职单位: 中铁隧道局集团有限公司市政工程公司, 职务: 温州北站项目部工程部部长, 职称级别: 助理工程师。