

# 地铁盾构隧道掘进同步注浆施工技术分析

吴 博

中交隧道工程局有限公司 江苏 南京 210000

**摘要：**地铁盾构施工是现阶段城市市区中建设时，对周边工程建筑和群众，及其地质层产生的影响最小的施工技术，尤其是其中同步注浆施工技术的应用，大幅提升了隧道施工掘进工程的施工安全性可靠性以及工程质量，对工程高效率也是有促进作用。文中对于同步注浆施工技术展开了简短的详细介绍，并具体就地铁隧道盾构隧道掘进中同步注浆施工技术的实际应用关键点展开了深入分析。

**关键词：**地铁盾构隧道；掘进；同步注浆施工

引言：盾构法具备施工工作效率高、对周边环境干扰小等特点，在地铁建设中得到广泛运用。因为地铁隧道避免不了穿越重生高压富水地层构造，还对防水给出了更高的要求。注浆技术的应用填充空隙等方式中起着至关重要的作用，确保了工程项目较好的防水实际效果。同步注浆技术在地铁站盾构隧道施工中的运用，不但可以减少已成形盾构墙后面建筑间距和施工对路面建筑的不良影响，还能够避免地面塌陷。同步注浆施工可以作为隧道衬砌的加强层，进而提升隧道结构的稳定。根据国家实践活动，受盾构机振动产生的影响，岩石很容易发生地面地面沉降，造成一系列安全风险。鉴于此，文中阐述了同步注浆施工技术的应用地铁隧道盾构开掘里的实际应用关键点开展相关的研究分析<sup>[1]</sup>。

## 1 工程概况

我国某城市的地铁9号线一期工程第10站，总长1005.62m。正线线路最少曲线半径342m；行间距12~15m；最大覆土埋深是17m，最小覆土埋深是10m。运用盾构施工穿越的地质构造主要包括风化岩泥层及密实、中密、稍密卵石层<sup>[2]</sup>。

因为该工程地质条件繁杂，同步注浆技术无法完全达到地面塌陷的需求。与此同时，因为在施工过程中的生活环境条件的差别，同步注浆也存在一定的局限性。无法完全确保分段本身没有泄漏。除此之外，隧道施工的成形品质不符合规定。与此同时，盾构顶端水泥砂浆存有少许收拢间隙，盾构存有质量隐患，如掘进机工作震动承载力中的漏水、地面下移、地质环境原因引起的同步注浆品质不够等。通过多种实验，本项目选用同步注浆进行之后再行结构加固注浆的办法。为了满足盾构施工质量以及安全规定，对盾构开洞开展二次注浆。

## 2 同步注浆施工技术简介

盾构施工中同步注浆工程的施工操作步骤包含开

掘、管片拼装、注浆、盾尾拆卸和浆体流通性损害。作为暗挖法方法的工程施工方式之一，在具体在施工过程中，盾构机同步注浆技术的实行仅有依靠掘进机才能成功进行。与其它施工工艺对比，盾构机同步注浆施工工艺在地铁站建筑施工中的运用具备十分明显的优点。最先，全机械自动化施工技术能够进一步提高现场施工高效率，降低工程施工人力资源资金投入，减少总体工程成本，与此同时有效控制盾构机开掘环节中施工队伍人身安全。次之，因为地铁站工程施工地址多在城区，群体十分聚集。施工过程中，如果出现很严重的震动或噪声，就会对人们的日常作息时间带来严重危害。在盾构机开掘环节中，同步注浆技术的发展能够从根本上解决以上问题，由于施工过程中，沙浆生产与矿井运送多的是井筒部位，所以特别很容易在工程施工阶段对噪音和震动进行监管与控制，并取得实效。

## 3 盾构施工中应用同步注浆技术的目的

同步注浆技术在盾构施工中的运用极其重要，主要体现在：(1)注浆能够减少盾尾的间隙，所以可以减少地表沉降等问题产生，合理减少地铁站建筑施工对周边建筑物危害。(2)该技术可以确保管片衬砌的结构稳定性，不但有利于提升盾尾空隙密封性，还能够减少管片上调等问题产生。主要是因为盾构机尾端的空缺可能会造成地面下移、管片上调等一系列问题，只需空缺存有，这种情况就会一直存有。因而，注浆技术能够减少空隙难题，保证全部构造的紧密性，并减少管片的波动。(3)同步注浆技术具有较好的防水特性，因为地铁工程在工程施工阶段不可避免会穿越重生沿河层，这决定了工程项目对防水也有着很高的规定。注浆技术能使盾构施工防水，确保全部工程项目的顺利开展<sup>[3]</sup>。

## 4 地铁盾构隧道掘进中同步注浆的技术要点

### 4.1 同步注浆压力设计要点

再根据工程施工实际情况明确注浆压力值,注浆压力值在添充路面间隙的过程当中是至关重要的,与此同时能有效降低地面的下降,使房屋建筑和地下管道在今后的运行中长期保持情况。假如注浆压力高过指标值,地面会提升,甚至还会毁坏盾构二衬。本质上,假如注浆压力稍高于土压和压力,就能有效防止破裂注浆的产生。但注浆压力的挑选具有很高的多元性,必须充分考虑浆液特点、地质构造标准等诸多要素。地下通道同步注浆在施工过程中,必须高过开挖底土压力,一般取1.1~1.2倍该值最合适。

#### 4.2 确定同步注浆配合比

单浆液是作为同步注浆的常用材料,添充后仍然会流动性,造成注浆结论难以控制,一部分位置没法按照计划填补。此外,毕竟是地底工程施工,地表水也对浆液产生一定的危害,例如被稀释液。假如施工工地地表水丰富,还会导致浆液离析,从而减少注浆强度,导致浆液不凝结等诸多问题。在缺少合理基坑支护的情形下,隧道施工上端土壤层也会产生过大地基沉降。常用浆体应达到下列规定:(1)较好的粘结性。便于拌和,运送便捷,不会有沉积、离析等诸多问题。(2)收缩性小。即便浆体凝结,容积收拢也是正确的,能够防止表层变形。一般来说,沙浆的土体缩水率低于5%。(3)强度适度。沙浆在凝结前取得相应的初期强度,以保证地质构造不容易地基沉降。土体强度 $1d \geq 0.3\text{MPa}$ ,  $28d \geq 2.0\text{MPa}$ 。(4)适宜的凝固时长。第一次凝结时间较短,因此也不会有浆液外流,最后一次凝结时间久,因此浆液还会继续以可塑性情况存有,避免对盾尾机器设备导致毁坏。一般来说,凝固时长最好是保持在4~6h,可以采取预实验的方法提升配制,降低固化时长<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 方法与工艺要点

采用盾构机尾端注浆管开展同步注浆,注浆管采用双泵四根管路,其他四个注入点预埋;与此同时,盾构机也需要随之往前推动,使盾构机尾部接触到的岩层会有空隙,确保与此同时注浆,注浆方法可根据自己的需求全自动或手动操作。全自动控制方法是提前设置压力,根据管理程序自动调节速率,当压力做到预设值时终止注浆。手动操作方法依据施工状况调节注浆总流量、压力、效率等技术参数。

### 5 同步注浆施工技术在地铁盾构隧道掘进中的具体应用要点分析

同步注浆技术的发展优势是能够减少地表沉降水平,确保路面自然环境。在所有在施工过程中,存有盾尾外空隙问题。对于一些本身可靠性比较差的地质构

造,很容易引起地表沉降和变形。同步注浆技术的发展能够精确应用于盾尾外空隙,支撑点岩石使之稳定,防止地表过多沉降,确保路面交通出行稳定运作。针对工程施工中常用的管片,确保衬砌的稳定是防止管片上浮的前提条件。假如盾尾有外隙,容易导致管片上浮。一旦它所受到的水的浮力超出本身净重,间隙也为飘浮相对高度带来了足够的时间。因而,为了能降低安全隐患,同步注浆技术性能使管片二衬构造更为平稳,产生更加好的封闭式自然环境,进而避免管片上浮。

#### 5.1 同步注浆管理

根据添充盾构开挖面与管片外曲面中间间隙,能有效防止地表沉降,这也是盾构开挖环节中不可或缺的阶段。并且对浆体也有着很高的规定,如良好的粘结性并满足技术标准强度,可以科学合理高效地注入抑制成浆体。全部标值可以根据压进沙浆时压力和表层转变值及时纠正,沙浆可同步引入管路。依据建设工程施工的实际状况,融合有关工程施工流程,针对独特配电路可以依据详细情况挑选二次注浆的双液浆,注浆环节中可设计方案注浆工作压力低到0.3 MPa,不得超过0.5 MPa,注浆与开掘工作中同时进行。在盾构开掘环节中,必须分配专业技术人员对工作台面的注浆进行监管,对注浆位置和方向系统压力进行系统的统计分析,并依据地表的沉降进行相应的调整<sup>[5]</sup>。

#### 5.2 合理选用注浆材料

同步注浆施工技术在地铁站盾构隧道开挖全过程中的运用,注浆原材料的品质关系着全部工程项目的结构加固能力和渗水能力能不能达到施工设计规范和后期应用规定,在选择注浆资料时,需要注意注浆原材料安全性、可靠性、流通性和材料的强度。并且必须确定浆体凝结所需要的时长,必须确保初凝在可控性范围之内。

#### 5.3 注浆流程

最先,选择合适的注浆原材料,并且在施工环节中检验设备。同时要依据工程项目状况开始买浆。随后运输贮存浆体。最终在掘进机内泵注浆体,随时随地调节施工主要参数,调整注浆压力以及注浆量。

#### 5.4 一次注浆

简单的说,一次注浆便是同步注浆,发觉缝隙后尽早开始注浆弥补。一般采用下列两种方式:一种是用注浆管添充;第二种是以管片里的注浆孔添充。但是由于前者在盾构机外界插进注浆管,要是内部结构有废弃物脏物,易造成阻塞难题,此方法归属于彻底同步注浆。第二种是管片出盾尾后半同步注浆。施工步骤:最先,第一圈开挖结束后,马上根据管片注浆孔进行注浆;次

之开展后才注浆，通过多次开挖，根据管片注浆孔进行注浆。一般来说，此方法一般用以性能稳定的软岩施工。总而言之，注浆工作需要深入分析，融合地质环境地质构造特征和常用机械设备设备挑选注浆方法。

### 5.5 二次注浆技术

盾构施工二次注浆浆液主要包含二种溶液，A液：混凝土-钠基膨润土浆液；B液：水玻璃溶液。针对盾构施工同步注浆所使用的双液浆有2个规定：（1）初凝时间(双液浆凝固时间一般控制在10-20s范围之内；（2）水玻璃波美度为32-38°Be。二次注浆应该是一次注浆作业健全与填补，进而提升注浆质量以及实际效果，使空隙率有所下降。在一次注浆的步骤，浆液在附近环境温度及其力的作用下有可能出现容积变化的状况，运用二次注浆可更好地改进这类安全隐患，进而提升外场地理条件的牢固程度上，因而在具体在施工过程中二次注浆关键作为一种填补健全工艺。该技术标准现场作业工作人员确保所采用的浆液里的化学特性与物理特性与一次注浆所使用的原材料一致，并且为了能进一步提高可靠性，需要使用比较特殊浆液，为此做到对应的施工目标<sup>[6]</sup>。

二次注浆技术的应用出入洞阶段的防水封环时至关重要，立即取决于出入洞的工程质量。

### 5.6 注浆量与注浆压力

为了实现较好的注浆实际效果，务必精准控制注浆量与注浆压力。控制注浆压力是在确保有效压力的情形下调整注浆量；控制注浆量是在注浆量满足要求之后再调节压力。施工过程中，常使用下列两种方式：注浆量受地面入渗、开挖线、浆体类型影响很大，实际注浆量无法精确得到；在确认注浆压力时，应该根据土压、压力、浆体特点、地质环境地质构造的管片特点等多种因素开展综合考量。施工队伍依据过去的工作经验将注浆压力控制在0.3~0.5mpa，孔隙水压力控制在0.4mpa上下<sup>[7]</sup>。但为了确保工程质量，必须按照实际工程项目状况，经过数次实验来决定最佳指标值。

### 6 同步注浆面临的问题及方法

盾尾漏浆作为同步注浆施工过程中的疑难问题，主要分盾尾漏浆和掌子面漏浆。前面一种可以用纯棉纱堵

住，后面一种可引入适当钠的膨润土。针对管片上调难题，发觉可能和施工场地地理条件和注浆部位不科学相关。鉴于此，应该选择更具体的浆体，根据需求选择适合自己的浆体。在这个基础上，要加强对管片的监管，依据管片情况有效控制注浆全过程。假如排水管堵塞，一般是因为沙浆在管道中长时间出现凝固情况。要解决这些问题，能够对管路进行清洁，确保管路处在的顺畅情况<sup>[1]</sup>。

结束语：总的来说，文中以在我国某城市轨道9号线一期工程第10站工程项目为例子，深入分析了同步注浆技术在地铁盾构开掘中运用的具体做法和要点。在具体施工过程中，需要根据有关技术要点开展科学运用和有效调节，以充分运用减轻地面变形功效，降低构造转变产生的不良影响，进而进一步提高地铁隧道的抗渗性能。与此同时，在后期施工过程中，应根据国家技术的应用规范明确注浆材料主要参数和施工技术，并做好记录工作。

### 参考文献

- [1]孔祥莉. 地铁盾构隧道掘进中同步注浆技术的应用[J]. 工程技术研究, 2021(11): 132-134.
- [2]杨江朋, 苗兰弟. 广州地铁3号线盾构施工同步注浆技术的应用[J]. 城市轨道交通研究, 2021(6): 90-92.
- [3]贾建平. 地铁盾构隧道掘进中的同步注浆施工技术[J]. 工程技术研究, 2021(18): 231-234.
- [4]孔祥莉. 地铁盾构隧道掘进中同步注浆技术的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 3(11): 13-15.
- [5]贾建平. 地铁盾构隧道掘进中的同步注浆施工技术[J]. 工程技术研究, 2021, 4(18): 39-40.
- [6]张璐. 地铁盾构隧道下穿桥梁桩基的托换研究[J]. 住宅与房地产, 2020(3): 277-278.
- [7]林正. 地铁盾构隧道掘进中的同步注浆施工技术探讨[J]. 江西建材, 2020(03): 117-118.
- [8]李俊超. 成都地铁盾构隧道掘进中的同步注浆施工技术[J]. 四川建材, 2021, 45(08): 139-141.