

地铁隧道纵向变形影响因素与控制对策研究

吕锦凡

(浙江华东测绘与工程安全技术有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要 对于城市居民来说, 地铁工程的安全性和稳定性至关重要, 地铁不仅承载了居民每日的出行任务, 还对促进城市区域交互、城市经济发展有重要意义。除此之外, 地铁工程的先进程度和科学性也是城市现代化的重要标志。基于此, 本文针对地铁隧道工程中的“纵向变形”这一技术难点进行“解剖”, 优先阐述了这一现象出现的原因, 并提出了有效的解决措施和管理手段。

关键词 地铁隧道工程 纵向变形 盾构技术

中图分类号: U231 U456.3

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)09-0031-03

传统的交通方式与地铁相比, 似乎显得“笨重、繁琐、不环保”, 而地铁的建设和发展也与我国可持续发展的绿色环保理念不谋而合。但行业从业者需要意识到的一点是: 在地铁隧道项目中, 最为重要的就是建设过程的稳定性和科学性, 而更为重要的一点则是项目投入使用后对人们出行的安全是否有保障——这同时也是城市居民最为担心的一点。不难看出, 在该工程中, 纵向变形问题对于安全的影响很大, 行业技术人员应当不断完善质量管理体系, 引进更多先进的科学手段解决这一问题, 为促进地铁行业健康发展、推动交通事业快速上升提供帮助。

1 地铁隧道纵向变形影响因素

1.1 施工期遗留问题

1. 开挖面底层出现土体扰动问题。
2. 盾构技术实施时, 盾尾后没有及时完成充分的压浆工作。
3. 在盾构技术实施时, 超挖情况出现在了曲线推进、纠偏推进过程中。
4. 隧道工程周边的土体与盾壳之间出现了摩擦和剪切, 此时工程周边的土体会受到扰动。
5. 盾构法技术实施到挤压推进过程时, 土体受到扰动。^[1]

1.2 不均匀沉降的底层土体

1. 盾构施工技术可能对周边土体产生扰动。这种扰动在埋深差异上并没有明显区别。扰动主要体现在下卧土层的回弹量、总沉降时间、沉降速率的变化当中, 这一系列变化与土体本身的性质也有一定的关系。如果下卧层土体特性与分层不均匀的现象相结合, 出现在隧道周边及沿线地段时, 隧道就会出现不均匀

的沉降现象。

2. 使用盾构施工技术, 还可能造成另外一种形式的土体扰动, 即当被扰动的土体对外界影响较为敏感且自身具有较低的压缩模量时, 这一饱和黏土类型的下卧层会因为受到巨大的土体扰动造成周边土体的沉降时间被进一步拉长。与之相反的, 如果下卧层土体自身压缩模量较高, 并且对外界环境相对没有那么敏感时, 其对于盾构施工技术的应激反应相对没有那么小, 沉降速度较为稳定, 沉降现象相对来说处于可控范围内。^[2]

1.3 隧道成型后受外部施工影响

区间线路通常位于城市区域, 隧道在贯通之后随着沿线商业、地产项目开发, 隧道保护区范围内会出现多个涉及地下室基坑施工项目, 深基坑施工中涉及围护桩(墙)施工、土方开挖等作业对成型后的隧道结构变形影响较大。

隧道保护区范围内的钻孔灌注桩施工会对临近土体产生扰动影响, 保护区范围内的土方开挖作业会直接影响隧道临近区域土体受力状态, 打破土体影响平衡, 从而直接导致隧道结构局部出现明显变形, 常见的位于隧道上方基坑开挖会引起隧道结构出现隆起变形, 侧方基坑施工往往会引起隧道结构水平位移及竖向变形。

此外, 受保护区内的深基坑施工影响, 在隧道结构最终变形量超过控制标准后, 地铁隧道主管部门要求该地保项目业主对隧道进行修复或整治, 常见隧道整治方式有MJS工法桩整治、微扰动注浆整治等。隧道整治施工是通过注浆等措施直接改变临近土体性能及应力状态, 达到控制隧道变形及减小隧道前期

变形量目的。

1.4 振动和地震破坏

除了上述在工程项目施工时可能遇到的不可抗力因素外,地铁隧道项目出现纵向变形的原因还可能是其在被投入使用后出现的。例如:地铁运营过程中,列车在行进时,会产生振动波。^[3]这一振动波不仅会让隧道的结构出现不稳定,还可能会导致隧道出现共振效应,从而引发纵向变形问题。

与此同时,地铁隧道项目所处区域为地下,当发生地震时,该工程会直接受到影响。纵向变形也可能是地震中的余震等原因造成的。除此之外,每个区域的工程建设环境差异较大,但地铁隧道项目在建设过程中的设计轴线是具有统一性的,当出现分布不均匀的震波时,其统一性会遭受破坏,出现不均匀变形的现象^[4]。

对于地铁运行自身产生的振动和地震带来的外力影响的分析,需要研究和技术人员从多方考虑,采取较为先进和合理的技术手段对其进行控制。

2 针对地铁隧道纵向变形的有效对策

地铁隧道建设项目具有一定的特殊性,其在施工过程中很可能被不可抗力因素影响,因此,针对这些多变的、复杂的因素造成的纵向变形现象,施工单位会通过提高外壁承受荷载的能力、加固隧道的底层土体等形式提高工程的总体质量,减少工程事故数量。本文对于解决这一问题给出的有效对策会穿插部分广东省案例和行业条例。

2.1 加固土体

如果把地铁隧道项目比作生日蛋糕上的“奶油”,那么该项目下部和周边的土体就是“蛋糕胚”。当“蛋糕胚”的稳定性出现问题时,奶油也会“东倒西歪”,甚至从蛋糕上滑落。而在地铁隧道中,“蛋糕胚”最容易出现的不稳定现象就是不均匀的沉降问题。面对这一问题,行业给予了足够的重视,并根据行业发展情况选择相应的先进技术进行补救,对隧道底层的土体进行加固,为保障项目的安全性和稳定性打下坚实的基础。此处对加固底层土体的实践工作进行介绍,文中可能会穿插一些广东省的规范和案例。

实践工作展开时,项目技术人员会对项目区域内的地质条件进行充分调研,并以此为基础选择正确的施工技术。针对底层土体扰动、回弹等可能发生在盾构施工中的问题,技术人员会通过利用一系列的防护技术对其进行加固,确保该区域受力均匀。需要注意

的是,加固位置一般为隧道和站点的连接之处。这种加固技术不仅可以避免该区域底层土体出现不均匀的沉降,还可以进一步避免隧道结构因为这种不均匀沉降现象出现变形或产生裂缝等问题的出现。通过提高施工技术的科学水平,有效提高我国地铁隧道项目的施工和工程水平,对人们的出行有着直接保障,也间接促进了城市的经济发展。^[5]

据笔者了解,行业内技术人员已经将底层土体不均匀沉降的问题作为地铁隧道项目质量管理工作的重点和难点之一。这种现象会引起隧道的纵向变形,对项目安全来说是一个较为严重的隐患。实践工作展开时,技术人员通常会利用最新的科学技术对其进行完善和优化,例如:使用国内较为先进的灌浆技术,完成隧道下卧土体结构的加固处理工作。利用这一先进技术,可以帮助下卧土体的相关参数达到项目控制要求,为改善隧道纵向变形现象提供强有力的技术支持。与此同时,该技术的实践和应用,也为其他地铁隧道项目提供了可借鉴的案例。

在广东省的地铁隧道项目建设过程中,技术人员正是使用了这一先进技术解决了地层结构中的粘质粉土、淤泥质黏土含量过高的现象,有效提升土体的稳定性,使得待建区域满足施工要求,有效加快项目施工进度。不难看出,这一技术的实施为全国很多的地铁隧道提供了建设思路,对提升和完善我国地铁项目施工技术和体系有着显著作用。在一部分地铁隧道项目的施工阶段,桩基结构如果长时间处于沉降状态,那么整个地铁隧道项目的稳定性也会受到不利影响。这一施工问题其实在行业中是难点,也是“痛点”,对此,项目技术人员应当做好结构的稳定。具体如,广东省的地铁隧道项目中,针对该问题的解决措施为:结合盾构挤压施工法对隧道周边进行了技术加固,完善了隧道结构,优化其构成体系,提升了隧道内部的综合稳定性,为隧道内部抵抗桩基沉降带来的应力效应提供了帮助。

2.2 特殊土层处理措施

针对特殊土层的隧道施工技术来说,具有较高的技术要求,在不同的土层施工过程当中存在围岩软、开挖断面大、含水量较高等多种问题。在施工过程中,就可采取上部弧形导坑开挖模式,左右侧中台阶开挖模式,上中下台阶开挖模式,隧底开挖等多种施工方式。同时还应当完善初期之后作业,以提升施工开挖以后周围为严的自然承载力。还可以使用仰拱及衬砌施工作业方式,采用全幅分段施工,保证仰拱安全距离,

减少坍塌现象的发生。

2.3 成型隧道变形控制

技术人员需要重视安全控制措施在改善隧道纵向变形工作中的重要性,并严格管控施工和建设过程中的作业环境的实际情况,提高现场施工管理和施工技术的融合程度,并尽可能引入最新的施工技术,提高施工的稳定性,可以通过规范条文规定来规范相关施工人员的施工技术,确定施工规范和要求等。还需要进行地保项目前期安全评估工作,以保证施工成果符合相关即使要求和使用标准。同时还需要加强施工过程当中的质量控制内容,具体如优化相关设计方案,保证施工设计符合建设要求,同时因地制宜,不断优化施工方案,促使相关施工方案能够更好地实施。在完成相关施工工作之后,还需要加强对于基础基坑和隧道施工的质量监测。通过相关监测活动的开展及时发现建设问题所在,并纠正不规范施工行为和结果,促使地铁施工高质量地完成。例如:在盾构挤压推进工作的实践环节中,技术人员应当意识到工作重点为提高隧道外壁的受力强度,具体实践的工作依据和原则应当为技术应用标准。首先,工作人员需要控制好隧道周边的基坑的挖掘工作的有序性,防止不正确的挖掘技术的实施为隧道外壁增加额外的、不必要的载荷,这种附加载荷很可能造成隧道出现纵向变形。在广东省出台的隧道安全控制工作规定条例中,明确写道:任何项目规划和施工都不允许出现在地铁隧道项目边线向外划定3m的界限内,此举对于保护隧道外壁不受到其他载荷压力有着重要作用。与此同时,在该省的技术保护规范中,还明确规定了:隧道外壁附加载荷不应该因为地铁周边建筑施工工作或降水等原因大于20kpa。如果该数据不符合标准,则地铁隧道项目的安全性无法被保障,因为建筑垂直载荷对地铁隧道项目的安全影响十分不利。这一技术保护标准对于提高居民日常出行的安全性也有着显著成效。

2.4 隧道施工变形控制措施

在施工过程当中,为了有效控制隧道变形现象的发生,首先需要做好前期的地质勘探工作,针对施工所在地的地质情况进行全面的勘查。其次,根据勘探结果进行盾构选型,选择最符合当地施工条件的盾构类型^[6]。再次,需要根据盾构掘进的姿态进行科学的控制,以保证掘进姿态科学、合理,促使掘进工作有序地开展下去。最后,在注浆过程当中,也应当注重控制好注浆的速度以及时长等重要因素,以保证注浆成

果安全可靠,满足后续的建设使用需求。只有做好上述相关的施工步骤,同时针对施工过程中存在的问题及时地进行解决和纠正,打好建设基础,才能够保证地铁隧道施工变形问题得以减少^[7]。此处仍然以广东省地铁建设项目作为案例进行介绍:在该工程中,技术人员将防震技术、加固技术运用到了站点和隧道的建设过程中。^[8]与此同时,针对项目中所有较为脆弱的连接部分,技术人员都采用了相应的技术手段完成了该施工部分的管控工作,从细节处入手,“两手抓”项目的安全性和可靠性。可以说,这一技术应用举措在行业内部是“领军”行为,为行业发展贡献了巨大的力量。

3 结语

笔者通过广东省的地铁隧道建设案例阐述了盾构施工技术的重要性,并强调了在改善纵向变形问题中,注重改善外壁建设环境、项目周边土体稳定性和桩基建设情况的的价值与功能。与此同时,合理选取科学措施,引进国内外先进隧道施工技术并且保证桩基结构具有长期稳定性,是实现项目具有安全性的重要方式之一。改善地铁隧道项目的纵向变形等工程问题,对于提升此类建设项目整体稳定性和安全性有着重要意义,这类技术实践对于引领行业健康发展、为居民出行营造良好环境以及助力城市经济发展都有着重要价值。

参考文献:

- [1] 梁发云,袁强,李家平,等.堆载作用下土体分层特性对地铁隧道纵向变形的影响研究[J].岩土工程学报,2020,42(01):63-71.
- [2] 邱居涛,江杰,周晓军,等.邻近基坑开挖引起既有隧道的纵向变形响应[J].中南大学学报:英文版,2021,28(06):1888-1900.
- [3] 贾瑞晨.深基坑开挖对临近既有地铁隧道的纵向影响研究[J].江西建材,2021(03):192,194.
- [4] 郭伟,徐晓庆.地铁隧道纵向衬砌裂缝产生原因分析[J].低温建筑技术,2020,42(12):142-144.
- [5] 李永庆,杨艳敏.大管径,长距离顶管下穿地铁隧洞的变形控制措施[J].吉林水利,2020(04):1-4.
- [6] 张小林.某深基坑施工对既有地铁隧道变形控制技术分析[J].中国新技术新产品,2020(04):118-120.
- [7] 李东明.厦门地铁隧道变形控制指标的确定方法[J].长江科学院院报,2020,37(04):90-95.
- [8] 李雪,吴九七,耿凤娟,等.深切槽段冲刷对越江盾构隧道纵向变形影响计算[J].工业建筑,2021,51(07):6-10,38.