

地铁隧道盾构法施工中的地面沉降问题研究

袁涛涛

中国水利水电第三工程局有限公司 陕西 西安 710000

摘要: 随着时代的不断发展,地铁交通系统已经作为现代人生活的主要手段,相比于普通方式来说更为具有优势,也有助于广大人民群众达到更加便捷的生活。地铁工程建设的问题也日趋多样化,要求人们对其工程建设的安全、稳定性和先进性都有更新的要求,同时必须灵活运用当前最新型的盾构技术施工,并采取更合理的措施处理地面沉降现象,以改善地面建筑系统的稳定性,为使用者提供更完善的服务。

关键词: 地铁隧道;盾构法施工;地面沉降问题

引言

由于城市化速度的加快,我国地铁交通得到了一个相对迅速的发展,地铁交通的发达所带来的直接后果就是群众生活质量的提高,当然,地铁交通的容量还会更加扩大化。地铁通常建设于城市中央或是地下中心,因此建设地铁时必然离不开隧道的施工,而隧道开挖时对地面结构的冲击也相当大,因此常常伴随着地表沉降现象,而盾构施工中的地表沉降现象比则比较严重,对地面建筑物结构也造成了一定的损害,从而对于探讨地铁的盾构技术施工中的地表沉降现象,产生了很大的现实意义。

1 盾构法概述

所谓盾构法,指的是地铁隧道施工期间,通过对具备保护罩功能的开挖设备的运用,切割岩石,将衬砌功能充分发挥出来,从而完成施工的一种手段。在施工期间,若能够对此手段进行充分运用,不但能够为隧道施工安全性提供充分保障,还能够令隧道施工质量水平得到显著提升。如今盾构法在各类隧道施工中都得到了充分运用,然而也需要看到的是,此类手段也有不足存在,那就是在对此类手段进行运用之时,地面沉降的出现几率很高,所以相关人员必须做好防控工作,选择合理性更高的盾构机,来令地面沉降问题能够得到有效控制。

2 盾构法引起的地面沉降原理

2.1 隧道开挖使得地层损失

地层损失一般是由于盾构施工中开挖容积和地层的实际容积之间产生容量差异,地层竣工容积是地层外包裹的压入浆容积。一旦在弥补地层时发生了土壤地层的位移,就会导致地层的沉降,而地层损失的主要原因就是:①挖掘面上的混凝土体发生位移的情况。在盾构开挖的工程中,当挖掘面上矸体的水平支护应力一旦低于原始侧向应力,则必然会导致挖掘面上矸体的位移,

进而导致地层破坏,从而导致了正面矸体的水平上升、向前位移,而造成地层损失的土体隆起;②面盾构后退。在盾构技术的前进过程,如果出现了停顿,就很可能可能是由于螺旋千斤顶漏油或回缩造成了盾构技术后退,从而造成开挖层结构的松散,它引起的土壤及岩层破坏;③混凝土体被置于盾尾部的孔隙中。而如果在坑道外围部分的挤压混凝土中,由于压浆量不足,或是孔隙水压不当以及挤压混凝土的时间不正确,就可能会导致盾尾部坑道的混凝土体失去平衡,从而发生混凝土体移动造成土壤岩层破坏^[1];④推进方式的变化。盾构的进行中,某些地方还需要通过曲线、抬头等方式纠偏推进,但这样进行的结果是椭圆形,从而造成了地层损伤;⑤盾构的推动可以导致其前方的障碍物不断的移位,从而形成空洞,并且在提升的过程中不能实现有效的回填,因此造成岩层破坏。

2.2 土体受扰动后固结性降低

隧道盾构工程在进行的过程中,常常会使得周围的混凝土体受到了干扰,进而导致在地层的周围形成了超孔隙水压力。在盾构实施后,随着周围土体的表面应力也进行了相应的释放,进而导致土层周围的孔隙水压也逐渐的降低,从而导致周围孔隙的积水逐渐被排挤出,因此也产生了地表下陷。在盾构施工实施的过程中,因为受挤压和压浆的压力而在地面结构周围形成了正值的孔隙水压区,并在施工后的较长时间内又可以自动恢复原状,由此使得附近地面的排水构造也发生了一定变化,以及由此引起的地表沉降。

2.3 土体扰动

盾构机在挖掘过程中刀盘切割土体,但由于地层结构复杂,土壤渣子的改良效率不佳,造成了盾构掘进刀盘力矩过大,增加了对混凝土体结构的干扰,也损伤了土壤原有的地下水位和混凝土主体结构,从而造成了土

壤地表出现下陷。不但危害了盾构机掘进，而且同样也可以导致安全事故。

2.4 地层疏松、掘进超方

地质条件的变化直接导致盾构掘进等参数的调整，进而导致了地表下陷现象。相对于围岩条件比较好的细泥石地层，因为矸体结构较为稳固，在盾构掘进过程中也能够相应减轻地压，这样提高了施工效果。但是相对于地层构造比较疏松，而且土壤主要是富水型的细沙层，如沙卵石的土质地层，矸体结构虽然没问题，但是在盾构施工过程中非常容易发生施工超方问题，并因此产生了大量土层地表的下沉现象^[2]。

2.5 滞后沉降

盾构施工，是指边施工边注浆将材料回填的过程。刀盘施工后切屑混凝土体，并采用同步砂浆填补盾尾管片之间与混凝土体间的空隙，这样达到了充填与止水的效果，但由于在同步砂浆固化后收缩，造成混凝土体与管片间出现空隙，注混凝土管不饱满，混凝土体长后无法充分支撑而造成了混凝土体表的倾斜。

3 地铁隧道盾构法施工中的地面沉降问题

3.1 开挖面土体移动

位于开挖的混凝土体盾构挖掘过程中产生的地表下沉，是由于混凝土体的支撑应力低于自重或盾构不能接受掌子面前方土体的横向压力而引起盾构的上部膨胀后出现下沉。

3.2 盾构壳与周围土体之间的摩擦

因为部分地质结构存在着黏附力，所以被螺旋千斤顶推着盾构壳，在向前掘进时产生了二种方式的摩擦力。第一种产生与盾构机和周边混凝土体间所形成的前向摩擦力，会导致周边混凝土体产生水平的移动。第二种形式是由于盾构机与前方的矸体的作用，使前方矸体运动的向前及其周围运动。二种形式的复合作用下，最直观的现象就是地表矸体膨胀。

3.3 盾构超挖

在工程建设阶段，盾构超挖导致盾壳附近出现缝隙，同时螺旋千斤顶自锁稳定性不好造成盾构后退，缝隙中混凝土体移动而造成土压稳定失效，导致基础岩层下沉。

3.4 土体挤入盾尾空隙

在有含水量波动的土壤上，土体挤进盾尾孔隙的情形也常见。因为千斤顶在推进盾构前行的时候会在盾尾部分形成的巨大空隙，而这种空隙若在注浆中不正常或参数错误，将会造成混凝土体平衡性的失常，进而造成混凝土地层损伤。

4 地铁隧道盾构法施工质量控制措施

4.1 避免管片上浮

对地铁隧道进行盾构施工时，要防止管片产生上浮现象^[3]。在施工时，要对基础建设施工现场的实际地质状况及其有关条件加以深入了解，并对所有大数据参数进行了合理利用，同时运用大数据分析对现场施工作业进行了指导，并以此作为基础工程建设的重要依据。在盾构掘进的过程中，需要对施工方法、施工效果以及螺旋千斤顶推力方向做出精细化管控，同时需要合理调整盾构机工作，并对螺旋千斤顶转速偏差方向做出了实时调整和合理调度，以确保螺旋千斤顶的顺利发挥作用；针对最终成果，对盾构机各项主要技术参数以及盾构管片的设计编号等按实际时间进行了优化调整，以有效提高盾构工程的实际效果以及施工进度，并延长了其使用时间。

4.2 设置正确的盾构参数，以确保始发掘进系统的稳定性

唯有盾构钻机，需要具有相当平稳的工作环境才能够保障整个始发挖掘系统的顺利作业，这就必须对盾构的系数做出合理的设定，使作用力保持在一个合理的范围之中。但对土仓压力值在做好测算的同时，还必须是比较全面的考虑具体存在的埋水深测位和地质条件，并运用土壤合计算公式对土仓中的压力值进行了更加细致的计算，以便于制定出更为科学合理的压力数值，以便于更好地提高整个盾构建造过程的稳定性与安全，从而减少了各类意外事故的发生。

4.3 对地面沉降进行有效控制

在盾构施工过程中，要对地面沉降物进行合理管理，以防止出现重大施工事故。要对各项技术参数，包括注浆方式材料压力、注浆材料方法计量和注浆方式材料温度等进行合理管控，根据国家的有关规定，及时调整水泥使用配比，切实增加灌浆效率等。在具体实施过程中，要及时调整注浆材料压力，对同步注浆料量进行合理管控，要及时实施二次补浆，对土壤地表沉降量进行合理管控。

4.4 挖掘粉砂层阶段的施工技术

由于实际的施工自身特点的影响，在工程实施阶段中更容易受到外界各种因素的影响，从而严重影响着工程施工效果和施工标准，尤其是在地质条件下，在部分粉质黏土地区及其相应的天然气候条件下更易于实施。在某些砂土层中，会给施工增加一定的难度，因此施工时应根据场地情况针对现阶段的条件采取合理的施工技术，以防止了该土层中易出现的喷砂除锈问题，并认真地检查矸体，做好对矸体的安全性和止水性的分析，从

而降低了其带来的风险，并提高了施工效率。

4.5 加固措施

隧道结构出现裂缝或混凝土破裂后，应实施适当的加固措施。一般加固可分为地层加固和隧道结构加固。而洞内的补强方法，主要是通过贴用芳纶布补强和使用钢板环补强。由于芳纶布的断裂强度很大，所以对于洞内裂隙过大时，如果使用了刚性的张贴，就能够阻止了裂缝进一步扩展，而后来还在盾构环内使用了钢管补强，从而提高了变形隧洞的承载能力，都能够起到很好的效果^[4]。

结语

在当前的时代背景下，地铁工程数量增加，建设规模增加，促使了现阶段的盾构技术能够更加广泛的应用于地铁的施工过程中，从而从总体上来说能够提升了现

阶段的整体施工效益，进而压缩了工期时间，不过在它的实际运用中也面临了不少的问题，所以必须全面推广该技术，改善了目前的沉降情况，以现场的情况为基准进行了测量和监视，从根本上防止了其发生下沉情况，进而提高了总体的施工效益。

参考文献

[1]秦玉开.地铁隧道盾构法施工中的地面沉降问题分析[J].建筑技术开发,2019(13):138~139.

[2]喻凯, 宁纪维.地铁隧道盾构法施工邻近建筑物风险分级及区域划分[J].施工技术,2018(S4):1394~1397.

[3]易晓芳.地铁盾构隧道施工的质量控制分析[J].城市建设理论研究(电子版),2018(27):141.

[4]杨楠.盾构隧道施工引起的地表沉降及控制措施分析[J].工程技术研究,2017(04):112-114.