

长线型土木土建工程沉降病害成因及整治技术

高建雄 张建龙

陕西煤业化工建设（集团）有限公司路桥分公司 陕西 西安 710021

摘要：长线型土木土建工程沉降病害严重影响工程安全与正常使用，本文首先概述了沉降病害类型，包括不均匀、过量及差异沉降，阐述了对工程结构、使用功能、周边环境的危害。接着分析了成因，涵盖地质、设计、施工及其他因素。然后介绍了整治技术，包含地基处理、结构加固、排水与防水及综合整治技术。旨在为长线型土木土建工程沉降病害的研究与防治提供理论依据和技术参考，保障工程安全与正常使用，降低病害带来的损失。

关键词：长线型土木土建工程；沉降病害；成因；整治技术

引言：长线型土木土建工程在建设运营中，沉降病害问题突出。沉降病害包含不均匀、过量及差异沉降等类型，对工程结构、使用功能及周边环境危害严重。其成因复杂，涉及地质、设计、施工及其他多方面因素。为有效应对沉降病害，需采取科学整治技术。本文将系统分析沉降病害成因，详细介绍地基处理、结构加固、排水与防水及综合整治等技术，为长线型土木土建工程沉降病害防治提供参考。

1 长线型土木土建工程沉降病害概述

沉降病害主要类型有不均匀沉降、过量沉降和差异沉降。不均匀沉降是因工程沿线地质条件存在差异、地基处理不均匀等因素，致使工程结构不同部位沉降量不一致而产生，这种沉降会使结构产生附加应力，进而引发结构开裂、变形等问题。过量沉降指工程沉降量超出设计允许值，其可能影响工程正常使用功能，像铁路轨道会变得不平顺、公路路面出现破损等情况。差异沉降是相邻结构之间或同一结构不同部分之间出现沉降差异，它会对结构的连接部位造成损坏，影响结构的整体性与稳定性^[1]。沉降病害的危害体现在多个方面。对工程结构而言，沉降病害会直接导致工程结构开裂、变形，降低结构的承载能力与耐久性，若情况严重，甚至会引发结构坍塌，造成重大安全事故，威胁人员生命和财产安全。对于使用功能，在铁路、公路等交通工程中，沉降病害会使线路不平顺，影响行车安全和舒适性，增加交通事故发生的风险；对于长输管道，沉降可能使管道变形、断裂，导致介质泄漏，造成环境污染和资源浪费，影响周边生态环境和居民生活。对周边环境，沉降病害可能引起周边地面下沉、开裂，影响周边建筑物的安全和正常使用，破坏周边生态环境的平衡与

稳定，如导致植被受损、水土流失等问题，降低周边区域的环境质量，影响居民的生活环境和生活质量。

2 长线型土木土建工程沉降病害成因分析

2.1 地质因素

软土地基具有含水量高、压缩性大、强度低等特点，在长线型土木土建工程中，它是导致沉降病害的主要因素之一。当工程荷载作用于软土地基时，软土会产生较大沉降，且沉降过程持续时间较长，这会对工程的稳定性造成严重影响。地质构造运动包括地壳运动、断层活动等，这些运动会引起地层的变形和位移，进而导致工程沉降。在地质构造活跃地区，地质构造运动频繁发生，对工程沉降的影响更为显著，地层的频繁变动会直接冲击工程结构的稳定性，增加不均匀沉降等问题的发生概率。地下水位变化同样不容忽视，地下水位的升降会引起土体有效应力的变化，从而导致土体压缩或膨胀，产生沉降。地下水位下降时，土体有效应力增加，土体被压缩发生沉降；地下水位上升虽可能使土体膨胀引起地面隆起，但当水位后续下降时，土体又会因有效应力增大而再次产生沉降。这种反复的地下水位变化对工程结构基础产生动态影响，长期积累会损害工程结构的完整性和安全性，增加沉降病害发生的风险。在长线型土木土建工程中必须充分考虑地质因素的影响，采取有效的措施来预防和治理沉降病害。

2.2 设计因素

（1）地基处理设计，若未充分考量地基土性质、工程荷载等因素，选错地基处理方法，地基处理效果就会欠佳，进而引发沉降病害。不同地基土特性差异大，工程荷载也各不相同，不恰当处理无法有效改善地基性能，难以承受上部结构压力，易产生过大沉降。（2）结

构设计若存在缺陷,结构形式选择不当、结构尺寸设计不合理,会使结构在荷载作用下出现不均匀沉降^[2]。结构形式和尺寸关乎其受力分布与传递,不合理设计会打破结构受力平衡,导致部分区域沉降异常。(3)设计荷载考虑不足,设计过程中若对工程承受的车辆荷载、风荷载、地震荷载等估计不充分,结构在实际使用中就会承受超设计荷载的作用。长期超载会使结构变形增大,超出其承载能力范围,引发沉降病害,影响工程结构安全与正常使用,增加沉降风险和危害。因此,在设计长线型土木建筑工程时,要全面、准确地考虑各种因素,确保地基处理设计合理、结构设计科学、设计荷载估计充分,以有效预防沉降病害的发生,保障工程的安全与稳定。

2.3 施工因素

地基处理施工时,若施工工艺有误、质量控制不严,会破坏地基处理效果,使地基承载力无法达标,进而引发沉降。如强夯法施工,夯击能和次数不足,地基加固就会不均匀,产生沉降隐患。结构施工过程中,测量误差、操作不当等问题会造成结构尺寸偏差、位置偏移,改变结构受力性能,导致沉降病害。测量不精准会使结构各部分尺寸与设计不符,操作失误可能让结构位置偏离预定位置,影响整体受力平衡。施工材料质量也至关重要,混凝土、钢材等材料不合格,会削弱结构强度。材料强度等级不够,在荷载作用下结构易变形,承载能力下降,最终产生沉降。这些施工因素相互关联,任何一个环节出现问题,都可能影响工程整体质量,增加沉降病害发生概率,对工程结构安全和正常使用构成威胁。

2.4 其他因素

(1)环境因素,温度与湿度变化会引发工程材料的热胀冷缩及湿胀干缩现象。不同材料对温湿度敏感度不同,在温湿度交替变化时,材料体积改变,进而使结构产生变形。长期处于这种反复作用状态,结构内部应力不断变化调整,最终会引发沉降。(2)运营维护不当,工程运营期间若维护管理缺失,像排水系统出现堵塞,水流无法正常排出,会导致地下水位上升,土体吸水膨胀,待水位下降又会收缩,造成不均匀沉降;结构表面破损若不及时修复,雨水等会渗入结构内部,侵蚀内部材料,降低结构强度和稳定性,加速工程老化损坏进程。而且,运营中车辆荷载的长期反复作用,超出结构原设计承受范围,也会使结构疲劳损伤,逐渐出现变形和沉降^[3]。这些因素相互交织,共同作用,增加了长线型土木建筑工程沉降病害发生的可能性,影响工程的

使用寿命和安全性。

3 长线型土木建筑工程沉降病害整治技术

3.1 地基处理技术

换填法针对浅层软土地基,先将软弱地基土层挖除,这些软土含水量高、压缩性大、强度低,是引发沉降的重要因素。挖除后换填强度较高、压缩性较低的砂石、灰土等材料,再分层压实。通过更换性能更优的材料,改变地基的物理力学性质,提高地基承载力,有效减少沉降,为上部结构提供稳定支撑。强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土等地基,利用重锤自由落下产生的巨大冲击力对地基土进行强力夯实。在冲击作用下,地基土颗粒重新排列,孔隙减小,密实度增加,强度提高,压缩性降低,进而减少沉降。该方法施工简单、效果显著,能快速改善地基性能,增强地基的稳定性。水泥搅拌桩法主要用于处理软土地基,以水泥作为固化剂,借助特制的深层搅拌机械,将水泥与地基土强制搅拌。在搅拌过程中,水泥与土发生一系列物理化学反应,使地基土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体^[4]。这些桩体与周围土体共同作用,形成复合地基,提高了地基的承载能力,减少地基的沉降变形。桩体的存在还能有效阻止土体的侧向位移,增强地基的稳定性。这三种地基处理技术各有特点和适用范围,在实际工程中,需根据地基土的性质、工程要求、施工条件等因素综合考虑,选择合适的地基处理方法或组合使用多种方法,以达到最佳的地基处理效果,有效控制长线型土木建筑工程的沉降病害,保障工程的安全和正常使用。

3.2 结构加固技术

(1)增大截面加固法,聚焦于提升结构构件性能,通过增大结构构件的截面面积并合理增加配筋量,改变结构构件的力学特性。截面面积增大使构件能承受更大荷载,配筋增加则增强了构件的抗拉、抗压能力,进而提高结构的承载能力和刚度,有效减少因沉降引发的变形和裂缝,该方法可广泛用于梁、板、柱等结构构件的加固,为受损结构提供坚实支撑。(2)粘贴钢板加固法,借助结构胶将钢板粘贴于结构构件表面,利用钢板的高强度特性,使其与结构构件紧密结合、共同受力。钢板分担了部分荷载,增强了结构构件的承载能力和抗变形能力,尤其适用于承受静力作用的一般受弯及受拉构件的加固,能快速恢复结构的使用功能,保障结构安全。(3)碳纤维加固法,利用碳纤维布的高强度特性,以结构胶为媒介将碳纤维布粘贴在结构构件表面。碳纤维布具有极高的强度,能有效提升结构的承载能力,且

其耐腐蚀性强,可延长结构的使用寿命,提高结构的耐久性。此外,该方法施工简便,无需大型设备,对结构原有尺寸和重量影响小,能适应各种复杂结构构件的加固需求,无论是梁、板还是柱等结构,都能通过该技术实现有效加固,增强结构抵抗沉降病害的能力,确保长线性土木土建工程在沉降影响下仍能保持稳定和安全。

3.3 排水与防水技术

完善排水系统旨在通过合理设置排水设施,及时排除工程周边的地表水和地下水。排水沟、排水管等是常用的排水设施,它们相互配合形成有效的排水网络。地表水若不及时排除,会积聚在工程周边,增加土体含水量,使土体自重增大且强度降低,进而引发沉降;地下水位的升降也会影响土体有效应力,导致土体压缩或膨胀产生沉降。通过设置排水沟、排水管,能将地表水引离工程区域,降低地下水位,减少土体含水量,维持土体相对稳定的状态,降低沉降发生的可能性^[5]。加强防水处理则聚焦于阻止水分渗入工程结构内部。水分渗入结构内部会引发一系列不良后果,对于与土体接触的结构基础部分,水分可能使土体膨胀,当水分消散后土体又会收缩,这种反复的胀缩会导致土体不均匀沉降,进而影响上部结构的稳定性;对于结构本身,水分侵蚀会降低材料强度,加速结构老化损坏。对工程结构进行防水处理,可采用涂抹防水涂料、设置防水层等方式,在结构表面形成一道防水屏障,有效阻挡水分侵入,保护结构基础和结构本身不受水分破坏,维持结构的力学性能和稳定性,减少因水分因素导致的沉降病害。排水与防水技术相辅相成,完善排水系统从源头减少水分对工程的影响,加强防水处理从结构自身防护角度避免水分侵入,二者共同作用,保障工程的安全与正常使用。

3.4 综合整治技术

当地基沉降病害较为严重时,单独进行地基处理或结构加固往往难以达到理想效果,此时采用地基处理与结构加固相结合的综合整治方法十分必要。先开展地基处理工作,针对不同地质条件的地基,选用合适的方法,如换填法、强夯法、水泥搅拌桩法等,改善地基的物理力学性质,提高地基承载力,减少地基自身的沉降量,为上部结构提供稳定的基础支撑。完成地

基处理后,对结构进行加固,通过增大截面加固法、粘贴钢板加固法、碳纤维加固法等手段,增强结构的抗变形能力,使结构能够更好地适应地基的微小变形,避免因地基沉降导致结构出现开裂、变形等损坏。在整治过程中,监测与整治相结合是保障整治效果的重要环节。建立一套完善的沉降监测系统,运用水准测量、GPS 监测、InSAR 技术等先进的监测手段,实时、精准地监测工程的沉降变化情况。通过对监测数据的分析,能够及时掌握工程沉降的发展趋势和规律。依据监测结果,动态调整整治方案,若发现沉降速度过快或沉降量超过预期,可及时采取加强地基处理、增加结构加固措施等应对策略,确保整治工作始终朝着有效控制沉降的方向进行,保障工程在整治后的安全性和稳定性,延长工程的使用寿命,降低后期维护成本。

结束语

综上所述,长线性土木土建工程沉降病害成因复杂,涵盖地质、设计、施工、环境及运营维护等多方面。整治技术多样,地基处理、结构加固、排水防水及综合整治技术各有优势。针对不同病害情况,需精准分析成因,合理选择整治技术,必要时采用综合方法。建立完善监测系统,依据监测结果动态调整方案,降低病害损失,延长工程使用寿命。

参考文献

- [1] 陈东航. 土木工程中地基基础沉降监测与控制技术探讨 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2025(10):087-091.
- [2] 王甲. 土木工程结构设计中基础不均匀沉降的控制方法 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(1):193-196.
- [3] 李乃栋. 城市轨道交通土建工程施工对周边建筑沉降的影响及控制措施 [J]. 中国建筑,2025,8(33):22-24.
- [4] 周昆. 土木工程中地基沉降监测方法研究 [J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11):186-189.
- [5] 陈发明, 卢兰杏. 土木工程中的地基沉降监测与检测技术研究 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(12):118-122.