

铁路与房屋基础差异沉降控制技术探讨

杨景刚

新疆生产建设兵团建设工程（集团）有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：本文聚焦于铁路与房屋基础差异沉降控制技术，分析了差异沉降产生的原因及危害，详细阐述了常用的监测技术、设计阶段控制技术、施工阶段控制技术，并结合实际案例探讨了技术应用效果。旨在为解决铁路与房屋基础差异沉降问题提供理论支持和实践指导，保障铁路运营安全与房屋结构稳定。

关键词：铁路；房屋基础；差异沉降；控制技术

引言

随着我国交通基础设施建设的迅猛发展，铁路线路不断延伸且与城市建筑群的交互愈发频繁。铁路运行过程中产生的动荷载以及复杂的地质条件等因素，极易导致铁路与相邻房屋基础出现差异沉降。这种差异沉降若超出一定限度，将对铁路轨道的平顺性造成严重影响，威胁列车运行安全；同时，也会使房屋结构产生附加应力，引发墙体开裂、地基不均匀沉降等质量问题，严重影响房屋的正常使用和耐久性。因此，深入研究铁路与房屋基础差异沉降控制技术具有重要的现实意义。

1 铁路与房屋基础差异沉降产生的原因及危害

1.1 差异沉降产生的原因

铁路与房屋基础差异沉降的产生是多种因素共同作用的结果。从地质条件方面来看，不同地段的地层岩性、土质类型、地下水位等存在差异，导致地基承载力和变形特性不一致。例如，在软土地基上修建铁路和房屋，软土具有高压缩性、低强度等特点，在荷载作用下容易产生较大的沉降，且沉降稳定时间较长，不同位置的软土层厚度和性质差异会进一步加剧不均匀沉降。施工因素也是引起差异沉降的重要原因。铁路施工过程中的填筑高度、压实度控制不当，以及房屋基础施工时的开挖顺序、支护方式不合理等，都可能破坏地基土的原始应力状态，导致地基变形不均匀。此外，施工过程中的振动和扰动也会对周围土体产生影响，改变其物理力学性质，进而引发差异沉降。荷载作用方面，铁路列车运行时产生的动荷载具有较大的冲击力和振动效应，会使地基土产生动态变形。随着时间的推移，这种动态变形会逐渐累积，导致铁路基础沉降增加。而房屋基础的荷载相对较为稳定，但若房屋设计不合理，如上部结构布置不均匀、荷载集中等，也会使房屋基础产生不均匀沉降^[1]。

1.2 差异沉降的危害

差异沉降对铁路和房屋的危害是多方面的。对于铁路而言，过大的差异沉降会导致轨道几何尺寸发生变化，如轨距、水平、高低等超限，影响列车的行驶平稳性和舒适性，严重时甚至会引发脱轨事故，危及行车安全。同时，差异沉降还会加速轨道部件的磨损和损坏，增加铁路维护成本。对房屋来说，差异沉降会使房屋结构产生裂缝，尤其是砖混结构房屋，墙体裂缝会降低房屋的保温、隔热和防水性能，影响房屋的正常使用。若差异沉降过大，还可能导致房屋倾斜，甚至倒塌，造成人员伤亡和财产损失。此外，差异沉降还会影响房屋内部设备的正常运行，如电梯、给排水管道等，给居民生活带来不便。

2 铁路与房屋基础差异沉降监测技术

2.1 传统监测方法

传统的差异沉降监测方法主要包括水准测量和沉降板观测。水准测量是利用水准仪和水准尺，通过测量不同测点的高程变化来计算沉降量。该方法具有测量精度高、可靠性强的优点，但测量工作量大、效率低，且需要人工操作，受天气和地形条件影响较大。

沉降板观测是在地基中埋设沉降板，通过定期测量沉降板顶面的高程来监测沉降。沉降板一般由金属板和测杆组成，测杆与地表固定，便于测量。沉降板观测能够直接反映地基的沉降情况，但沉降板的埋设位置和数量对监测结果影响较大，且在施工过程中容易受到破坏。

2.2 现代监测技术

随着科技的发展，现代监测技术在铁路与房屋基础差异沉降监测中得到了广泛应用。其中，全球定位系统（GPS）技术具有全天候、高精度、自动化程度高等优点，能够实时监测测点的三维坐标变化，从而准确计算沉降量和差异沉降。GPS技术不受通视条件限制，可同时监测多个测点，大大提高了监测效率。

此外，自动化监测系统也逐渐应用于差异沉降监测

领域。该系统通过安装各种传感器,如静力水准仪、倾角传感器等,实时采集沉降数据,并通过无线传输技术将数据传输到监控中心,实现对差异沉降的实时监测和预警。自动化监测系统具有数据采集准确、传输及时、分析处理快速等优点,能够为工程决策提供及时可靠的数据支持。

3 铁路与房屋基础差异沉降设计阶段控制技术

3.1 合理选址与规划

在设计阶段,合理选址与规划是控制铁路与房屋基础差异沉降的关键环节,需要综合考虑多方面因素。应尽量避免在不良地质地段修建铁路和房屋,如软土、膨胀土、湿陷性黄土等地区。这些不良地质地段的土体性质复杂,承载力和稳定性较差,容易产生较大的沉降和不均匀沉降。例如,软土具有高压缩性和低强度的特点,在荷载作用下容易发生沉降;膨胀土在吸水后会膨胀,失水后会收缩,导致土体体积变化频繁,对建筑物基础产生不利影响;湿陷性黄土在遇水后会迅速湿陷,造成建筑物沉降。若无法避开这些不良地质地段,需采取有效的地基处理措施。可以通过换填法将不良土体置换为强度较高、稳定性较好的土体;采用强夯法对地基进行加固,提高地基的密实度和承载力;或者使用化学加固法,如注浆加固等,改善地基土的物理力学性质,提高地基承载力和稳定性^[2]。同时,在规划铁路和房屋布局时,应充分考虑两者之间的相互影响。合理确定铁路与房屋的间距是至关重要的。如果间距过小,铁路动荷载对房屋基础的影响会增大,容易导致房屋基础产生不均匀沉降。一般来说,需要根据铁路的等级、列车运行速度、房屋的结构类型等因素,通过专业的计算和分析来确定合理的间距。此外,还应考虑地形地貌、地下水位等因素。在地形起伏较大的地区,应避免将铁路和房屋布置在陡坡或山谷等不稳定地段;在地下水位较高的地区,要采取有效的防水和排水措施,防止地下水对地基的侵蚀和软化,优化建筑布局,减少不均匀沉降的发生。

3.2 地基处理设计

针对不同的地质条件和工程要求,选择合适的地基处理方法是控制差异沉降的重要环节。常用的地基处理方法各有其适用范围和特点。换填法适用于浅层软弱地基。当软弱土层厚度较薄时,通过将软弱土层挖除,换填强度较高的砂石、灰土等材料,可以提高地基承载力,减少沉降。换填法施工工艺相对简单,成本较低,但换填深度有限,对于深层软弱地基的处理效果不佳。强夯法是利用重锤自由落体产生的冲击力对地基进行夯实。它适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏

性土等地基。强夯法能够有效提高地基的密实度和强度,减少地基的压缩性,从而降低沉降量。该方法施工速度快,效果显著,但施工过程中会产生较大的振动和噪声,对周边环境有一定影响。水泥搅拌桩法是通过特制的深层搅拌机械,将水泥和软土强制搅拌,使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体,与周围土体形成复合地基。这种方法可以提高地基承载力,减少沉降,尤其适用于处理软土地基。水泥搅拌桩法施工时对周边环境影响较小,但施工质量受搅拌工艺和水泥掺量等因素影响较大。预应力管桩法则是将预制好的预应力管桩打入地基中,通过桩身将上部荷载传递到深层土体中,提高地基的承载能力和稳定性。预应力管桩具有较高的强度和刚度,能够承受较大的荷载,适用于地质条件复杂或荷载较大的工程。但该方法施工成本较高,对施工设备和施工技术要求也较高。

3.3 结构设计优化

在房屋结构设计方面,采取合理的结构形式和布置方式对于增强房屋结构的整体性和抗变形能力至关重要。对于多层房屋,可采用框架结构或剪力墙结构。框架结构由梁和柱组成,具有空间分隔灵活、整体性较好等优点,能够较好地抵抗水平荷载和竖向荷载,减少不均匀沉降对结构的影响。剪力墙结构则是利用建筑物墙体作为承受竖向和水平力的结构,具有较高的侧向刚度和抗侧力能力,能够有效抵抗地震和风荷载等水平作用,同时也能在一定程度上减少不均匀沉降带来的危害。相比之下,应避免采用砖混结构等刚度较差的结构形式。砖混结构主要由砖墙和混凝土楼板组成,其整体性和抗变形能力较弱,在发生不均匀沉降时,墙体容易产生裂缝,影响房屋的结构安全。同时,应合理布置结构构件,使上部结构的荷载均匀传递到基础,减少基础的不均匀受力。在设计过程中,要根据建筑物的功能和使用要求,合理确定柱网尺寸、墙体布置等,确保荷载传递路径清晰、合理。此外,在基础设计时,应根据地质勘察报告和上部结构荷载情况,选择合适的基础类型和尺寸。对于地质条件复杂或荷载较大的工程,可采用筏板基础、箱形基础等整体性较好的基础形式。筏板基础是将建筑物的基础做成一块整体的大板,能够将上部结构的荷载均匀分布在地基上,提高基础的抗不均匀沉降能力;箱形基础则是由底板、顶板和若干纵横墙组成的中空箱体结构,具有较大的刚度和整体性,适用于高层建筑或对不均匀沉降要求较高的工程。

4 铁路与房屋基础差异沉降施工阶段控制技术

4.1 施工过程监测与反馈

在施工阶段,加强对铁路和房屋基础的沉降监测,实时掌握沉降变化情况是控制差异沉降的重要手段。应根据工程特点和监测要求,制定详细的监测方案,合理布置监测点。监测点的布置要具有代表性和针对性,能够准确反映铁路和房屋基础的沉降情况。在铁路施工中,应在路基、桥梁等关键部位设置监测点;在房屋基础施工中,应在基础周边、墙角等位置设置监测点。通过定期对监测点进行测量,获取沉降数据。根据监测数据,及时调整施工参数和施工方法,确保施工过程中的沉降控制在允许范围内。例如,在铁路填筑施工过程中,若监测发现沉降速率过快,说明填筑速度可能过快或者压实度不足。此时,应及时调整填筑速度,减缓填筑进度,同时增加压实遍数,提高填筑层的压实度,避免因填筑过快导致地基沉降过大。在房屋基础施工中,如果监测到基础沉降不均匀,应分析原因,可能是基础荷载分布不均匀或者地基处理效果不佳等。针对不同原因,采取相应的措施,如调整上部结构荷载分布、加强地基处理等。同时,应建立有效的反馈机制,将监测数据及时反馈给设计单位和施工单位。设计单位可以根据监测数据对设计方案进行优化和调整,确保设计方案的合理性和安全性;施工单位可以根据反馈信息及时调整施工方案和施工工艺,解决施工过程中出现的问题。通过施工过程监测与反馈,能够形成一个动态的管理闭环,及时发现和解决施工过程中出现的问题,保障工程质量和安全^[3]。

4.2 施工工艺控制

严格控制施工工艺是减少差异沉降的重要措施,在铁路和房屋基础施工中都需要高度重视。在铁路施工中,应按照设计要求进行填筑施工。控制填筑材料的质量是关键,填筑材料应符合相关标准要求,具有良好的级配和压实性能。同时,要严格控制填筑材料的含水量,含水量过高或过低都会影响填筑层的压实效果。一般来说,填筑材料的含水量应控制在最佳含水量附近。在压实过程中,采用分层填筑、分层压实的方法,确保每一层的压实度符合标准要求。避免出现虚铺厚度过大、压实不足等问题,虚铺厚度过大会导致压实困难,压实度不足;压实不足则会使地基承载力降低,容易产

生沉降。在房屋基础施工中,应注意开挖顺序和支护方式的选择。对于深基坑开挖,应采用合理的支护结构,如排桩支护、地下连续墙支护等。排桩支护适用于开挖深度较大、土质较好的基坑,它通过在基坑周边设置排桩,阻止土体坍塌,保证基坑边坡的稳定性;地下连续墙支护则具有刚度大、防水性能好等优点,适用于地质条件复杂、周边环境要求高的基坑。同时,应控制基础混凝土的浇筑质量。在混凝土浇筑过程中,要保证混凝土的均匀性和密实性,避免出现混凝土离析、蜂窝麻面等质量问题。可以采用振捣棒进行振捣,确保混凝土充分密实。此外,还要注意混凝土的养护,保证混凝土在适宜的温度和湿度条件下硬化,提高基础的强度和耐久性。

4.3 施工顺序协调

合理安排铁路与房屋的施工顺序,避免两者相互干扰,也是控制差异沉降的关键。一般情况下,应先施工铁路基础,待铁路基础沉降稳定后再施工房屋基础。若需同时施工,应采取有效的隔离措施,减少铁路施工对房屋基础的影响。例如,在铁路与房屋之间设置隔离桩或隔离墙,阻断铁路动荷载的传播路径,降低对房屋基础的振动和扰动。

结束语

随着科技的不断进步和工程建设要求的不断提高,铁路与房屋基础差异沉降控制技术也将不断发展和完善。未来,应进一步加强新型监测技术的研究和应用,提高监测精度和效率;开发更加高效、环保的地基处理新技术,降低工程成本;同时,应注重多学科交叉融合,运用先进的理论和方法,优化设计方案和施工工艺,为解决铁路与房屋基础差异沉降问题提供更加科学、合理的技术支持。

参考文献

- [1]胡志文. 高速公路拓宽中挡墙路段拼接路基差异沉降分析及处置措施[J]. 四川水泥,2016,(8):19-19.
- [2]范黎明. 高速公路拓宽软土路基差异沉降分析理论与工程实践现状[J]. 城市道桥与防洪,2015,(5):43-47
- [3]王文洋. 一级公路路基拓宽差异沉降影响因素及控制标准分析[D]. 合肥工业大学,2015:1-94.