

深基坑支护结构变形监测与施工预警措施

谢平贵

湖北省建工第五建设有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：深基坑支护结构的变形监测与施工预警措施是保障深基坑施工安全的关键技术。借助现代传感器技术和智能化监测系统，可实时监测支护结构的变形情况，及时识别潜在的风险隐患。结合预警机制，施工过程中出现异常变形时能够快速响应，采取有效措施减少事故发生。该技术在实际工程中的应用，显著提高了施工安全性，减少了工程事故的发生，为深基坑施工提供了有力保障。

【关键词】：深基坑；支护结构；变形监测；施工预警；风险管理

DOI:10.12417/2811-0528.26.08.013

深基坑工程作为现代城市建设的重要组成部分，其施工过程中面临众多潜在的风险，尤其是支护结构的变形问题。支护结构的稳定性直接影响到周边环境和人员的安全，因此，进行有效的变形监测与预警显得尤为重要。尽管当前已有多种监测技术应用于深基坑工程，但如何有效融合这些技术与施工预警系统，并在实际工程中实现对风险的精准预判与动态控制，仍是一个亟待解决的难题。对支护结构变形的及时监控，不仅能够防止事故发生，还能为工程施工提供科学依据，优化施工方案，降低施工风险。

1 深基坑支护结构变形监测技术

深基坑支护结构的变形监测是确保施工安全和稳定性的关键环节。在深基坑工程施工过程中，地质环境、外部荷载以及地下水位等因素都会引起支护结构发生变形，可能导致工程安全事故。因此，采用有效的监测技术对支护结构进行实时监控，成为保障工程顺利进行的重要手段。目前，深基坑支护结构变形监测技术主要包括传统的人工测量方法和现代的自动化监测系统。

传统人工测量方法主要采用水准仪、全站仪等设备，虽精度较高，但受限于较低的监测频率、较大的人力投入及较长的数据处理周期，难以及时捕捉支护结构的突发性变形。在复杂的施工环境下，这种方法的局限性较为明显，因此对于一些关键位置的变形监测需要依赖更为高效的自动化技术^[1]。近年来，随着传感技术和信息技术的发展，基于传感器的自动化监测系统逐渐应用于深基坑支护结构的变形监测。这些系统通过在基坑支护结构上安装多种类型的传感器，如倾斜仪、位移计、应变计等，实时收集数据并通过无线网络将数据传输到监测中心。

传感器技术的使用，不仅提高了监测精度，还能大幅度提高数据采集的频率，使得变形情况得以即时掌握。通过对实时监测数据的分析，工程师能够识别出支护结构的异常变形，并

采取相应的补救措施。引入三维激光扫描技术，可对基坑支护结构进行高精度三维建模，显著提升变形监测的准确性。尤其在空间受限或结构复杂的区域，该技术能有效克服传统测量手段难以实施的局限。自动化变形监测技术的应用大大提高了数据的实时性和准确性，为施工过程中可能出现的风险提供了预警依据。通过集成数据分析系统，监测数据可与施工进度、地质变化等多方面数据进行融合分析，帮助工程团队及时调整施工方案，确保施工安全和工程质量。

2 施工阶段风险识别与预警机制

施工阶段的风险识别与预警机制在深基坑工程中发挥着至关重要的作用。深基坑的施工环境复杂，支护结构在施工过程中受到多种因素的影响，容易出现变形、倾斜等问题，导致工程事故或影响周围环境的稳定性。为了防止这些风险带来的严重后果，必须在施工阶段对潜在风险进行科学识别，并通过有效的预警机制，及时采取措施以减少或避免事故的发生。在风险识别过程中，首先需要分析施工过程中的各种因素，包括土质、地下水位、周边建筑物的影响以及施工设备的运作等因素。这些因素在不同条件下会产生不同的风险。土壤类型与地下水条件的变化可能导致基坑周边土体的不均匀沉降，影响支护结构的稳定性；施工过程中施加的荷载可能导致支护结构的过度变形。风险识别不仅依赖施工现场的实时监测数据，还需综合工程前期的勘察成果、设计方案及类似工程案例，通过定性研判与定量分析相结合的方式，全面评估潜在风险。

一旦潜在风险被识别，预警机制便能够及时发挥作用。通过将变形监测数据与施工进度数据、地质勘察信息等进行综合分析，可以对可能出现的异常变形趋势进行预测^[2]。当监测数据表明支护结构出现异常变形，预警系统能够根据预设的阈值及时发出警报，提醒施工人员和管理人员采取相应措施进行处理。这些预警措施包括立即调整施工方案、暂停施工、对支护结构或周边土体实施加固等，以确保施工过程的安全。

现代施工阶段的风险预警机制不仅依赖于传统的监测手段,还结合了先进的信息技术和数据处理技术。通过建立智能化的监测网络,实时获取各类传感器的数据,并通过大数据分析技术进行处理,可以实现对风险的早期发现和预测。这种预警机制可以提供更高的响应速度和更精确的决策依据。基于云计算和物联网技术的应用使得预警信息能够迅速传播到相关人员,确保信息的及时共享和应对措施的迅速落实。预警机制的完善,不仅能够减少施工过程中的风险,还能够通过多重数据的支持,优化施工管理和风险控制。深基坑工程施工中的风险预警机制,通过有效识别施工阶段的潜在危险并及时发出警报,为保障工程安全提供了可靠的支持。

3 变形监测与预警系统的应用效果分析

变形监测与预警系统在深基坑施工中的应用效果已经在多个工程项目中得到了验证。该系统通过实时收集并分析支护结构的变形数据,能够为施工过程中的安全管理提供精准的支持。通过对监测数据的全面分析,及时发现并处理变形异常,能够有效避免因未及时察觉的变形所带来的安全事故,减少了工程事故发生的概率。

在深基坑工程中,支护结构的变形是常见的风险之一。传统的人工检测方法由于响应时间较长,常常不能及时发现支护结构的微小变形,可能导致风险未被及时控制。相比之下,变形监测与预警系统能够实时提供各类传感器的监测数据,并通过数据分析,自动识别出可能的风险点。当监测数据出现偏离正常值时,系统会迅速发出预警信号,提示施工人员采取相应措施。这样一来,施工人员能够在变形初期就采取相应的修复或加固措施,从而有效防止了结构发生大规模变形和坍塌^[3]。在具体应用中,该系统不仅能监控支护结构自身的变形,还可融合施工荷载变化、地下水位波动等多源信息,开展综合分析。在基坑开挖过程中,支护结构可能因为土壤的变化而发生不均匀沉降,导致倾斜或裂缝的出现。通过监测系统收集的数据,

系统能够对这些变化进行精确预测,并且发出预警信号系统的应用还体现出一,提前通知施工人员进行干预或调整施工方法。

多个工程案例表明,变形监测与预警系统的应用极大地提高了深基坑施工的安全性。在某些复杂的地下工程项目中,变形监测系统和预警机制的配合有效预防了数次可能发生的灾难性事故。在实际操作中,系统能够对变形的动态过程进行全面追踪,确保每一个数据点都能够及时处理,减少了人为因素的干扰,使得风险控制更加精准和高效。此外,该系统的应用还具有显著的经济效益——通过预防结构损伤,有效规避了由此引发的维修成本与工期延误,从而降低了项目整体施工成本。通过智能化的监测和预警功能,施工团队能够更加高效地调配资源,提高了施工的精度和效率,进一步促进了项目的顺利进行。

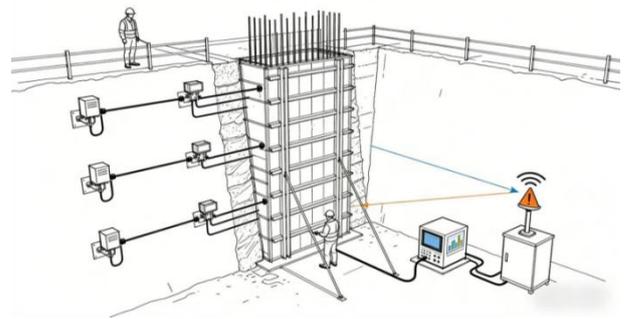


图1 深基坑施工安全监测作业示意图

4 结语

深基坑支护结构的变形监测与施工预警系统在提升施工安全性方面发挥了重要作用。通过实时监测和预警机制,能够有效识别潜在风险,确保工程顺利进行,避免因变形过大导致的事故。未来,随着技术的不断进步,变形监测与预警系统将进一步完善,推动深基坑工程的安全管理水平提升。

参考文献:

- [1] 杨明.高层建筑深基坑支护结构选型及变形监测技术研究[J].城市建设,2025,(25):77-79.
- [2] 邹辉.深大基坑支护结构变形监测方案设计[J].江西建材,2025,(10):154-157.
- [3] 姚小波.复杂地质条件下建筑深基坑支护变形响应及支护优化研究[J].工程机械与维修,2025,(09):106-109.