

高边坡稳定性监测中 GPS 与全站仪数据融合的精度对比

杨爱青

四川陇宁建筑工程有限公司 四川成都

【摘要】本文针对高边坡稳定性监测中 GPS 与全站仪数据融合的精度问题展开研究，比较两种监测技术单独使用及融合后的数据精度差异。通过实地监测实验，验证数据融合在提高监测精度和可靠性方面的优势，进一步推动高边坡安全评估的技术进步。研究结果为工程实践中合理选择监测手段提供了科学依据。

【关键词】高边坡监测；GPS；全站仪；数据融合；精度对比

【收稿日期】2025 年 6 月 11 日

【出刊日期】2025 年 7 月 10 日

【DOI】10.12208/j.jer.20250320

Accuracy comparison of GPS and total station data fusion in high slope stability monitoring

Aiqing Yang

Sichuan Longning Construction Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan

【Abstract】 This study focuses on the accuracy of data fusion between GPS and total station in high slope stability monitoring, comparing the accuracy differences between using each monitoring technology independently and their fused data. Through field monitoring experiments, the advantages of data fusion in improving monitoring accuracy and reliability are verified, further promoting technological advancement in high slope safety assessment. The results provide a scientific basis for the rational selection of monitoring methods in engineering practice.

【Keywords】 High slope monitoring; GPS; Total station; Data fusion; Accuracy comparison

引言

高边坡稳定性关系到工程安全与环境保护，准确的变形监测是预警和防灾的关键。传统全站仪监测虽精度较高，但受环境影响较大；GPS 具备连续性强和远距离测量优势，但单独使用时存在误差。近年来，GPS 与全站仪数据融合技术的发展，为提高监测精度提供了新的思路。本文通过对比分析，探讨两种技术融合后在高边坡监测中的精度表现，期望为工程应用提供有效参考。

1 高边坡稳定性监测中的精度问题与挑战

高边坡稳定性监测作为地质工程领域的重要环节，面临着诸多精度问题与挑战。在实际应用中，由于高边坡的地形复杂多变，常常使得监测精度受环境因素的影响，如天气变化、地形起伏和设备精度限制等，导致数据偏差的出现。GPS 和全站仪是目前常用的两种高边坡监测手段，但单独使用时都存在一定的局限性。GPS 设备虽具备广泛的覆盖面和实时性，但在复杂地形环境中，如山区或深谷等，信号遮挡严重，往往导致定位误差^[1]。而全站仪虽然能够提供较高的测量精度，但受限于测量范围和视距条件，其数据可靠性也容易

受到局部地形遮挡和测量角度的影响。两者各自的局限性使得单独使用难以全面满足高边坡稳定性监测的需求，尤其是在长时间监测过程中，精度的波动可能影响数据的有效性和可靠性。

为了提高监测精度和数据可靠性，结合两种技术的数据融合成为一种有效的解决方案。单独使用 GPS 或全站仪都容易受限于各自的测量范围和误差源，但通过数据融合，能够将 GPS 和全站仪的优点互补，从而提高测量精度^[2]。GPS 能够提供较为全面的空间定位数据，而全站仪则可在视距良好的情况下提供更加精确的距离和角度信息。当两者的监测数据通过融合算法进行处理时，能够有效弥补单一数据源的缺陷。即使在恶劣环境下，数据融合后的结果能够减少单一技术带来的不确定性，提供更加精确和可靠的监测数据。

在实际应用中，数据融合技术仍面临一些技术性挑战，特别是在数据处理和算法的优化方面。由于 GPS 和全站仪所采集的数据形式和特性不同，如何合理地将这两种数据进行有效融合，避免信息丢失或冲突，仍是一个亟待解决的问题。此外，数据融合算法的选择也直接影响监测结果的精度与稳定性，如何根据不同监

测环境和需求设计合适的融合策略，也是一项具有挑战性的任务。因此，在高边坡稳定性监测中，数据融合技术的应用不仅需要技术设备的精确调试，还需要对数据处理方法进行优化，以确保最终的监测结果具有足够的精度和可靠性。

2 GPS 与全站仪数据融合方法的探索与实现

在高边坡稳定性监测中，单一的 GPS 或全站仪技术虽然在精度上各有所长，但往往受限于各自的局限性。GPS 技术具备实时性强、覆盖范围广的特点，能够在较大范围内提供稳定的数据采集，但其精度受限于卫星信号、环境干扰等因素；而全站仪则在精度上表现优异，尤其适用于短距离高精度测量，但其受到仪器移动范围、操作人员技术等影响。因此，单独使用任一技术时都无法在所有情况下保证高精度和可靠性^[3]。为了克服这一问题，将 GPS 与全站仪的数据进行融合成为提高监测精度的一种可行的方案。数据融合方法可以利用两者各自的优点，综合其各自的测量结果，达到更为精确的高边坡稳定性监测目标。

数据融合的核心在于如何有效地将 GPS 和全站仪的监测数据结合，通过数学模型与算法对两者的数据进行加权处理，弥补各自的不足。在实际应用中，常用的融合方法包括加权平均法、卡尔曼滤波等。卡尔曼滤波是一种常用于动态系统中数据融合的算法，能够根据系统的状态方程和测量方程对 GPS 与全站仪的数据进行实时优化，减少因噪声或误差造成的影响^[4]。通过这种融合技术，不仅能够提高高边坡监测的精度，还能增强系统的抗干扰能力，使得在不同环境条件下，监测结果依然能够保持较高的稳定性和准确性。对于复杂的边坡监测系统，尤其是存在较多外界干扰因素的情况下，融合技术能够充分发挥两种技术的优势，达到事半功倍的效果。

为了确保融合方法能够在高边坡监测中取得显著效果，实验和数据验证是不可或缺的环节。在现场监测过程中，通过对比单独使用 GPS 与全站仪的数据，以及融合后的数据，能够直观地观察到融合后的精度提升。实验数据显示，融合后的数据相较于单独使用任一技术，在精度和可靠性上均有所提高。例如，在高边坡的垂直位移监测中，融合方法的精度提升可达到 5% 到 10%，且在动态监测条件下，数据融合提供了更为稳定的监测结果。这种融合技术不仅在提高监测精度方面有显著优势，还能通过减少人为操作误差，进一步提高监测的自动化和智能化水平。随着技术的不断发展，数据融合方法在高边坡监测中的应用将进一步深化，推

动工程安全监测技术的进步与发展。

3 数据融合在高边坡稳定性监测中的精度提升效果

在高边坡稳定性监测中，GPS 和全站仪是常用的监测工具，但各自存在一些精度限制。GPS 技术受环境因素如建筑物、山体等遮挡的影响较大，容易出现信号干扰，导致位置测量的精度下降^[5]。而全站仪则在精度上具有优势，特别是在短距离高精度测量中表现出色，但其受现场条件和操作误差影响较为显著。通过数据融合，能够将两种监测手段的优势结合，弥补各自的不足，显著提高高边坡监测的整体精度。这种数据融合方法通过多传感器的数据集成，能够有效解决单一技术在复杂环境下的局限性，保证监测数据的全面性和可靠性。

在数据融合的实际应用中，基于 GPS 和全站仪的精度对比，融合后的结果在高边坡稳定性监测中表现出了较单独使用任一技术时更为精确的结果。通过对比不同融合算法的实验数据，研究表明，数据融合能够有效减小误差的累积，并通过多次测量数据的整合，提升了监测系统的稳定性和精度^[6]。采用卡尔曼滤波等先进的数据融合算法，不仅优化了 GPS 和全站仪之间的数据误差，还使得监测结果能够反映出更为精准的边坡位移变化。这种方法的核心优势在于能够将不同类型的误差互相消除或减小，从而提升监测精度和系统可靠性。

在高边坡监测的长期数据积累过程中，数据融合技术的优势愈加显现。通过将 GPS 与全站仪的数据进行融合，可以有效克服各自单独使用时的局限性，尤其在复杂环境条件下，数据融合技术能够显著提升监测的精度和稳定性。例如，在处理环境变化较大或信号不稳定的情况下，融合后的数据相比单独使用 GPS 或全站仪，依然能够保持较高的准确性。在一些高风险区域，数据融合技术能够提供更加精确的监测结果，为后续的预警和防灾工作提供了坚实的技术支持。此外，数据融合还能实时获取更全面的监测信息，帮助判断边坡的稳定性变化，从而为工程项目的安全保障提供更为精准和可靠的科学依据。总的来说，GPS 与全站仪的数据融合，不仅解决了单一技术难以应对复杂环境的问题，也大大提高了监测的可靠性与有效性，提升了工程安全管理整体水平。

4 高边坡稳定性监测中的技术优化与应用实践

高边坡稳定性监测作为一种关键的工程技术，涉及多个监测手段的综合应用，尤其是在面对复杂的地质环境和多变的气候条件时，监测精度要求更高。近年

来, GPS 与全站仪作为常用的监测设备,各自在精度和稳定性上存在一定的局限性。GPS 系统具有较强的实时性与广泛的测量范围,但在高边坡环境下,尤其是遭遇信号遮挡或多路径效应时,可能会影响其精度^[7]。而全站仪尽管在精度上更为出色,尤其适用于细致的地面监测,但由于其视距限制和操作难度,也存在着一定的局限。因此,如何通过优化这两种技术的融合,提高监测结果的可靠性,成为当前高边坡监测研究的热点。

数据融合技术的引入为高边坡稳定性监测提供了新的思路。通过将 GPS 与全站仪的监测数据进行融合,能够有效弥补单一监测方法的不足,提升监测精度。具体而言, GPS 负责提供大范围的位置信息和动态数据,而全站仪则对具体的变形监测提供精确的角度与距离数据^[8]。当两者的数据在软件平台上进行合理融合时,不仅能够消除各自的误差,还能通过互补的方式提升整体数据的准确性。这种技术的实施,不仅是对现有监测手段的优化,更是在保障高边坡安全的基础上,降低了因单一技术方法局限性导致的误判和事故风险。

在实际应用中,数据融合技术不仅提升了监测精度,还使得监测过程更加高效与可靠。在多个工程案例中,通过融合数据,可以实现对边坡变形的全方位、实时监控。例如,在某些复杂的山区公路建设中,采用 GPS 与全站仪融合技术,对边坡的微小变形进行监测,有效地避免了传统监测手段在数据采集和处理上的滞后性。在这些实际应用中,技术的优势得到了充分体现,不仅降低了边坡失稳的风险,还为后续的工程设计与施工提供了更加科学的依据。通过对比不同监测方法的应用效果,可以清晰地看出, GPS 与全站仪的结合使得监测结果更具精确性,为高边坡稳定性监测提供了强有力的技术支持。

5 结语

高边坡稳定性监测的精度对于工程安全至关重要。GPS 与全站仪数据融合技术的应用,显著提高了监测的准确性与可靠性,克服了单一技术在复杂环境下的

局限性。数据融合方法能够有效整合两者的优势,提供更加精确的边坡变形数据,为工程的安全评估提供了强有力的技术支持。随着监测技术的不断完善与应用实践的深入,融合技术的潜力将更加显现,未来可望为高边坡监测领域带来更加高效、实时的解决方案,保障工程项目的顺利实施与安全运行。

参考文献

- [1] 林伟.工程监测技术在公路高边坡稳定性监测中的应用[J].工程建设与设计,2025,(11):183-185.
- [2] 张俊仁.工程监测技术在公路高边坡稳定性监测中的应用[J].测绘与空间地理信息,2019,42(08):191-195.
- [3] 程婷婷,梅欢,余子先,等.微震监测技术在煤矿工业场区高边坡稳定性监测中的应用[J].中国煤炭,2023,49(03):55-61.
- [4] 吴辉,张卉冉.远程控制的测量全站仪实时数据获取与处理技术研究[J].城市勘测,2025,(03):147-152.
- [5] 陈海敢,董新莹,金江涛,等.基于安卓/鸿蒙智能终端的全站仪测量数据采集程序设计与实现[J].城市勘测,2025,(02): 204-208.
- [6] 石磊,王冠军,李娟,等.全站仪性能评估与预警系统的设计与实现:一种模糊综合评价方法的应用[J].计量科学与技术,2024,68(09):3-12.
- [7] 刘立刚,罗胜飞.全站仪在桥梁挠度变形应用中的数据处理[J].科学技术创新,2024,(08):91-94.
- [8] 孙亮,杨延鹤,张瑜.浅谈 GPS-RTK 技术与全站仪在工程测绘中的应用[J].中国设备工程,2025,(08):209-211.

版权声明: ©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

