

岩土工程勘察中地下水位量测误差对基础设计的影响探讨

张文龙

(宁夏宏源建科检测有限公司, 宁夏 银川 750004)

摘要 在岩土工程勘察中, 地下水位量测误差对基础设计起着关键作用, 尤其是在基础承载能力、稳定性与抗震性能的评估环节, 它与土体的湿陷性、抗剪强度以及土壤的变形特性有直接联系, 因此其精准测定对于设计有着关键的影响, 量测的误差可能会导致设计参数有偏差, 进而影响基础的安全性。在实际工程开展时, 误差出现的原因包括量测仪器的精度、测量方式的选择、施工环境的变化等。提高测量技术的精度、采用更科学的测量方式以及加强误差控制, 可有效减少误差对基础设计造成的影响。本文提出了改进地下水位量测误差的方法, 以期对岩土工程勘察提供更准确的基础设计参考。

关键词 地下水位; 量测误差; 基础设计; 岩土工程; 测量技术

中图分类号: TU195

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.04.041

0 引言

地下水位对岩土工程基础设计有着关键影响, 这种变化对土壤力学性质及地基承载力有直接影响。随着城市规模持续扩大, 地下水的动态变动愈发复杂, 准确测定地下水位极为关键。在进行实际勘察时, 多种因素常常干扰地下水位的测量, 如测量仪器的精度、环境的变化以及操作的方法等。这些因素会引发量测差错, 进而对基础设计的安全性与稳定性造成影响。如何精准测量地下水位的数值并减少误差对设计产生的消极影响, 是当前岩土工程勘察中的一个重要课题。解决这个问题, 有助于提高基础设计的精度, 对工程的长期稳定与安全意义重大。

1 地下水位量测误差的来源分析

地下水位量测误差有很多来源, 还跟勘察环节中的多个因素密切相连, 测量仪器的精度与性能直接关系到地下水位量测的精准度, 在实际操作过程中, 常见的仪器有水位计、传感器以及浮标等。然而, 每种仪器在不同的工作环境下可能会呈现出不同程度的误差。尤其是在高温、低温以及湿度较大等环境条件下, 仪器性能可能会受到影响, 导致量测结果不稳定。仪器使用了多少年、保养得好不好, 都直接关系到它的测量精度。过度磨损、未及时校准的仪器, 易出现较大误差^[1]。

测量的方式自身也可能引发误差, 手工测量和自

动监测是测量地下水位常用的两种方法。手工测量易受操作人员技术水平的影响, 传感器的选择和设置会对自动检测系统的精度产生影响。在对动态水位进行测量时, 若水位变动较为迅速, 测量工具反应迟缓或无法实时更新数据, 会导致结果产生偏差。选择测量点也是关键因素之一, 地质环境不稳定时, 测量地下水位的点位可能会对结果的准确性产生影响。地下水位一般会受周围土层与地质状况的影响, 若勘察点位选取不当、监测范围不够宽泛, 就无法获取反映真实情况的数据。

除了仪器及方法方面的限制之外, 环境因素显著影响着地下水位的测量工作, 旱季与雨季转换的期间, 地下水位的波动变化较明显, 若勘察人员未能于恰当的时段实施测量, 抑或是没有把水位随季节的变动考虑进去, 皆会引发测量误差。施工期间出现的扰动, 如地基开挖以及地下水排放等情况, 也可能对测量数据造成影响。这些因素一同作用, 会导致地下水位量测出现误差。在实际进行勘察时, 控制这些误差源头, 对提高量测精度意义重大。

2 量测误差对基础设计安全性的影响

地下水位量测误差对基础设计安全的影响要引起关注, 基础设计需要依靠地下水位的精确数据, 尤其是在评定地基的承载能力、沉降特性以及抗震性能时,

作者简介: 张文龙 (1989-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 地基检测、工程勘察。

关键参数之一是地下水位的变动,若地下水位测定出现偏差,这些设计参数可能会产生偏差,最终影响整体设计的可靠性与安全性。计算地基承载力的时候,地下水位会直接影响到土壤的有效应力与抗剪强度,地下水位偏高时,土体里面的孔隙水压力变高了,造成有效应力减小,使土壤的承载能力下降,要是测量误差把地下水位估低了,设计师也许会误以为土壤承载力高,接着设计出承载能力不达标的基础,让结构出现沉降过大甚至失稳的风险加大。

地下水位直接对地基沉降量产生影响,地下水位偏高的地方,土体的膨胀性、湿陷性较强,也会导致基础出现不均匀沉降^[2]。若测量误差使得无法精准预估地下水位的季节性起伏或长期变动,基础沉降量或许会被估低,导致后期沉降程度过大,影响到结构稳定性以及使用功能。抗震设计同样依靠准确的地下水位数据,当地震来袭之际,地下水位的改变有可能引发土壤的液化状况,尤其在饱和砂土区域,若量测误差高估了地下水位,设计师可能没有全面考虑液化风险,导致抗震设计不完善,使建筑物在地震中的破坏风险升高。地下水位量测的误差对土壤力学特性有影响,对基础的长期稳定、安全产生严重的不良影响,精准测定地下水位是确保基础设计安稳、优化设计方案以及预防潜在隐患的根基。

3 提高地下水位量测精度的技术途径

提升地下水位测量精度的关键是改进测量方法与技术措施的融合,降低外部因素对测量结果的干扰,增强测量设备的稳定性和可靠性。从技术角度讲,高精度水位传感器与自动化监测系统的应用,是提高测量精度的重要途径。现代的水位计与压力传感器能实时、连续监测地下水位变化,且具备较高的测量精度。这些设备可借助数据传输系统将监测数据及时传送到数据处理平台,实现无人值班、远程监控,进而减少人工操作造成的误差。借助遥感技术间接测量地下水位,也是提升测量精度的有效方法。利用卫星影像、地面雷达等装置,可以获得较大范围的地下水位变化数据。尤其针对大规模的勘察任务,遥感方式可以有效地补充传统测量方式的不足。分析不同阶段的遥感数据,能对地下水位进行动态监测,发现地下水位的波动趋势,为后续设计提供精准依据。

测量环境可能会对水位数据造成影响,改进测量点的选取与设定同样关键。在地质条件复杂的区域,一个测量点的水位数值可能不能如实反映整个区域的地下水位变动情况。设置多个测量点,并依据地质情

况合理安排监测深度,能提高测量的代表性,减少局部异常造成的误差。为防止季节性变化和环境干扰影响测量结果,布置监测系统时应考虑季节性波动和气候变化的影响,选择稳定的测量环境布置测点^[3]。准确的测量结果不仅依靠硬件设施,还需要精确的误差校正技术。利用数学模型和统计方法对测量数据进行处理,可以有效消除因仪器特性或外部环境因素产生的部分系统性误差。采用误差分析技术对测量数据开展回归分析,纠正因仪器老化、环境变动或人为因素引起的误差,进一步提高测量的精度。随着技术的发展,基于大数据分析的地下水位测量误差修正方法逐渐得到应用。利用数据挖掘和机器学习技术,可通过历史测量数据自动识别误差源并进行修正。

智能化水位监测系统结合人工智能技术,逐步成为提高地下水位测量精度的发展方向。依靠深度学习和模式识别算法,智能系统可自动找出测量数据里的异常值,并去除误差,保证测量数据质量。智能系统能依据实时变动的环境状况,自动调整测量方法,进而进一步提升测量精度与可靠性,增强地下水位测量精度的技术路径并非仅涉及硬件设备的改进,仍需要借助测量方法的创新、数据处理技术的优化以及新兴技术的融合,通过多种方法的协同运作,能切实提高地下水位量测的精准度,向岩土工程勘察提供更稳固的基础数据支持。

4 地下水位量测误差的控制与修正方法

控制并修正地下水位量测误差,是提高勘察精度、保证基础设计安全性的关键一步。有效的控制及修正措施能减轻因测量误差造成的不利后果,还能在测量环节确保数据真实准确。在实际工程中,地下水位量测误差的成因复杂,对这些误差源进行管控至关重要。为了降低测量时出现的系统性误差,需通过严格的仪器校准保证测量设备的准确性,对于长时间运行的设备,由于仪器逐渐老化,其测量的准确性可能会逐渐降低。定期对测量仪器进行检定与校准,能有效降低因设备故障引起的误差。在不同环境条件下进行测量,设备的合理选择至关重要。尤其在高温、低温以及高湿等极端条件下工作时,要选择适应性强、精度高的水位传感器。仪器的安装和使用应严格遵循技术规范,确保设备在稳定状态下进行测量,以此降低人为操作失误造成的偏差。

合理选定测量点及监测深度,测量点的设置应充分考虑地质条件、地下水流动以及区域水文特征等方面。为防止个别测点数据出现偏差,对在不同地质层

以及水位变化明显的区域,应布置多个监测点,进行综合数据分析。选择合适的监测深度,是把控误差的重要环节。对深层地下水位做测量的时候,若选择的深度错误,可能会导致测量数据不能正确反映地下水状态,最终影响设计数据的可靠性。在实际开展勘察工作期间,不仅应提高设备的精度并改进测量方法,还要采用数据修正技术来处理误差^[4]。通过创建数学模型,可以针对测量数据进行误差的修正,把环境因素和仪器不稳定引起的偏差消除掉,一般的修正方法涵盖回归分析、最小二乘法等,这些方法可以在数据处理环节将偏差调整至最佳状态,对多个测量点数据展开分析,可以明确误差的分布规律,继而借助数学模型修正这些误差,让最终数据愈发准确可靠。

针对地下水位测量呈现的季节性变化,修正方式可动态调整监测周期及频率。鉴于地下水位在不同季节可能有明显起伏,采用不同时段测量数据的加权平均值,能有效消除季节性变化产生的影响,减少单一时间点测量数据的偏差。随着数据量的增加和分析手段的进步,地下水位监测逐步采用基于大数据技术的误差修正方法。利用数据挖掘和人工智能技术,可对历史数据进行深度分析,自动发现数据中的异常值并进行纠正,进一步提高测量精度。通过严格的仪器校准、合理的测量点安排以及先进的数学模型和智能算法对误差进行修正,可有效控制地下水位测量误差。依靠这些技术方法,可保证勘察数据可靠,为设计提供更准确的依据,降低因测量误差造成的工程风险。

5 误差控制对基础设计优化的意义

有效控制地下水位测量误差对基础设计优化意义重大。对误差加以控制可提升量测数据精准度,使其更贴合实际的土壤和地下水情形,以此增强结构的安全性与长期的稳固性。地下水位数据精准与否,关乎土体分析、地基承载力评估以及基础设计决策能否顺利进行。若量测误差未能有效把控,可能引发错误的设计参数,进而影响到基础的承重能力、沉降情形以及抗震性能等关键指标。基础设计时算地基承载力,需结合地下水位数据,地下水位偏高的地方,土体有效应力会降低,造成地基承载力降低。若量测误差未能有效管控,或许会对地下水位估计不足,进而对地基承载力做出错误评估,设计所得的基础也许不足以承担建筑物的重量,进而引发基础沉降过大或地基失稳等问题。只有严格把控地下水位测量误差,才能让地基承载力评估更精准,防止设计时出现承载力过低的情况。

地下水位的精准测量对基础沉降分析至关重要,土壤的湿陷性、膨胀性及其变形特性会被地下水位波动直接影响,若量测误差不能如实体现水位变化,会造成土壤变形特性预测出错^[5]。错误预测会让设计方案的沉降量估得过低,致使地基出现不均匀的沉降,沉降状况会影响建筑功能,还可能引发结构的损毁,对长期使用的安全性有影响,需明确地下水位数据,基础设计可依据实际状况调整方案,保障沉降处在合理范围内。

地下水位数据对地震设计意义重大,受到地震影响时,地下水位的变动会引发土壤液化,尤其于砂土呈饱和状态的地区,会使基础变得不稳定且结构受损,把地下水位量测的误差控制好,可以更精准地察觉潜在的液化风险,以及在设计当中采用相应的防范手段。精准的地下水位数据能给抗震设计带来有力支持,提高房屋结构的抗震能力,把控地下水位量测误差,关乎单一设计参数的精确性。对基础设计整体的优化以及工程的安全保障,有效的误差管控为设计提供了可靠支撑,进而为基础的稳定、沉降管控和抗震性提供保障,降低了工程中的潜在风险,增强了基础设计的可靠性与安全性。

6 结束语

精确控制地下水位量测误差对基础设计的优化意义重大。准确的地下水位数值可为土体力学分析、地基承载能力评估、沉降控制及抗震设计等方面提供可靠支撑,从而显著提升基础工程的安全性与稳定性。采用高精度测量仪器、合理规划测量点以及应用误差修正技术,可有效降低测量误差对设计参数的影响,以此增强基础设计的安全性与可靠性。地下水位量测精准度进一步提高,对岩土工程勘察质量的提升有帮助,为工程项目的顺利开展提供坚实的支撑。

参考文献:

- [1] 池跃民. 地下水位对灌区渠道管井结合排水措施影响研究 [J]. 水利科技与经济, 2025, 31(12): 71-75.
- [2] 卢余. 岩土工程监测技术在基础设施健康评估中的作用 [J]. 建筑机械, 2025(12): 72-76.
- [3] 裴灵, 刘鸿燕. 岩土工程中水文条件变化对边坡稳定性的影响 [J]. 黑龙江环境通报, 2025, 38(10): 110-112.
- [4] 刘强. 水文地质对岩土工程勘察的影响及应对策略 [J]. 工程建设与设计, 2025(04): 31-33.
- [5] 郭健, 薛文超, 王婷, 等. 二值量测误差 FIR 系统参数迭代辨识 [J]. 控制理论与应用, 2024, 41(07): 1197-1206.