

地质灾害监测预警技术创新及智能化监测设备应用研究

陈美风¹ 谢伟¹ 陈剑勇²

1.浙江省地矿勘察院有限公司; 2.浙江省地矿科技有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i7.6103

[摘要] 本研究旨在建立一种地质灾害监测系统,以有效获取地质灾害预警信息,为防灾工作提供依据。运用先进的地质灾害监测预警技术,可以更好地满足人们对地质灾害的需求。通过总结前人的经验,本文归纳了地质灾害监测预警技术的创新点,并探讨了该技术在实际应用中的具体应用。研究结果表明,该系统可以为地质灾害防治工作提供可靠支持。

[关键词] 地质灾害;监测预警技术;创新;应用;

Research on geological disaster monitoring and early warning technology innovation and application of intelligent monitoring equipment

Chen Meifeng¹ Xie Wei¹ Chen Jianyong²

Hangzhou 310000, Zhejiang Province; Zhejiang Hangzhou 310000

[Abstract] This study aims to establish a geological disaster monitoring system to effectively obtain geological disaster warning information and provide a basis for disaster prevention. The use of advanced geological disaster monitoring and early warning technology can better meet people's needs for geological disasters. By summarizing the previous experience, this paper summarizes the innovation points of geological disaster monitoring and early warning technology, and discusses the specific application of this technology in practical application. The results show that this system can provide reliable support for geological disaster prevention work.

[Key words] geological disaster; monitoring and early warning technology; innovation; application;

引言

地质灾害是人类社会面临的重大自然灾害之一,它带来的生命财产损失十分巨大。为了减少灾害的影响,地质灾害监测预警技术的应用愈发重要。当前,随着科技的进步和技术的不断更新,地质灾害监测预警技术不断创新,逐渐实现了智能化监测设备的应用。

近年来,轻量化模型技术成为地质灾害监测预警系统设计的新趋势。轻量化模型技术在模型设计时考虑模型大小和运行效率,从而提高模型的速度和精度,降低系统成本。同时,利用 Spark 空间大数据处理技术可以处理大规模空间数据,提高数据处理效率和准确性。神经网络学习算法则通过对数据进行分析和学习,发现其中的规律和趋势,从而精准地找出地质灾害的存在位置。

在实际应用中,地质灾害监测预警技术的成功与否,也离不开相关检测人员的技术水平。他们需要掌握预警技术的使用方法,对地质灾害问题有针对性地解决和掌握应急处理技能。只有通过不断学习和积累,才能提高地质灾害监测预警技术的应用水平,为灾害预防和减灾工作提供更加可靠的技术支持。

因此,本文旨在研究地质灾害监测预警技术的创新和智能化监测设备的应用,探究如何更好地利用新技术提高地质灾害预警系统的效率和精度,从而减少灾害的影响。

1 地质灾害预警系统

1.1 预警系统的构成

地质灾害预警系统的结构包括数据采集中心、地质灾害数据中心和预警分析系统等部分。该系统集成了现代化技术,包括云计算技术、物联网技术、人工智能等,通过深度学习算法逐渐建立智能化的地质灾害动态检测预警神经网络。数据采集系统将地质灾害动态检测数据、地下水动态监测数据等信息整合到一起,建立相应的地质灾害数据中心。预警分析系统可对地质灾害区域进行网格化划分,然后利用智能监测预警模型进行分析,从而提高地质灾害预警的准确性,系统总体框架,见图1。

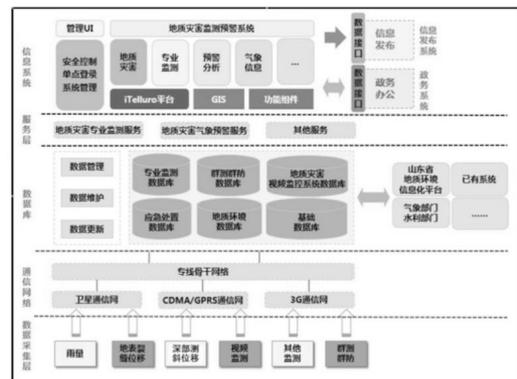


图1 地质灾害监测预警系统总体框架图

地质灾害预警系统的数据采集中心是关键部分，负责采集、传输和处理地质灾害动态检测和地下水动态监测数据。采用云计算和物联网技术，数据的存储、管理和传感器数据的联合监测更加便捷，提高数据准确性和可靠性。地质灾害数据中心能进行数据分析，更好地预测灾害可能发生性和程度。预警分析系统将地质灾害区域网格化划分，采用人工智能技术和大数据分析技术，能够快速处理和数据分析，发现异常情况，预测可能性并及时采取措施进行预警。预警分析系统还可以实时监测和分析地质灾害区域，提高预警准确性，预测灾害发生时间和范围。

1.2 预警系统的功能

为了高效地管理地质灾害数据，地质灾害预警系统利用数据库整合了图形和栅格影响数据，以实现数据的综合管理。采用信息化管理方式不仅提高了数据统计和分析能力，还可对矢量图形进行自由变换，从而提升数据查询能力。此外，预警系统使工作人员能够进行信息互查，以准确判断地理位置的安全性，同时还可呈现预测点的属性。预警系统可同时分析预警信息和地质灾害信息，并由移动终端发出。地质灾害致灾因素危险性分析过程，见图2。

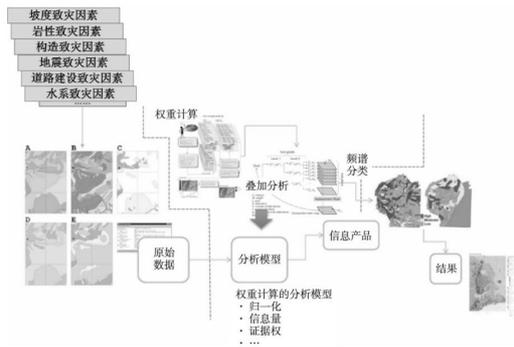


图2 地质灾害致灾因素危险性分析过程图

2 地质灾害预警技术的主要创新点

2.1 建立多模型算法预警报警系统

2.1.1 地质灾害轻量化模型构建

由于地质灾害信息量大且相对复杂，直接构建预警系统较为繁琐。因此，采用轻量化智能模型来简化空间数据为点数据，并利用 GeoHash 编码方式进行转换。同时，使用细节层次 (LOD) 技术封装大量地质灾害因素信息，以形式化的 F(形 x) 式=, Σ^p 为组件，其中 p 是件模型库的索引，w 是权重，□ 是特征函数，X 是输入变量，使其成为地质灾害预警系统的一部分。这些步骤的完成使得地质灾害的归纳和分析更为多样化和有效，如图3所示。

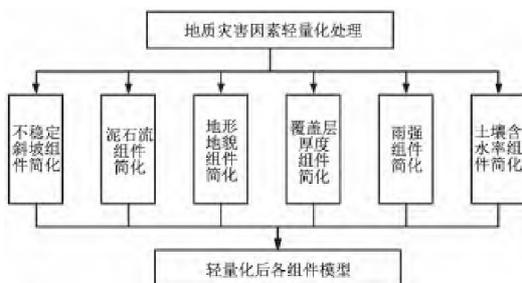


图3 模型轻量化流程图

2.1.2 Spark 空间大数据技术

Spark 是一种分布式编程框架，用于处理大数据。它可以将分布式数据转换为弹性分布式数据集，同时提供应用任务调度、RPC、序列化、压缩等实现方法和 API 上层组件，具有良好的弹性和灵活性。在地质灾害中，数据主要包括专业属性数据、基础地理空间数据和灾害空间点数据等。这些数据可以通过监测仪器（如雨量计、水位计、倾斜计、智能视频设备等）获取，并利用物联网技术和互联网技术安全接入管理中心，建立地质灾害数据中心。在地质灾害预警系统中，Spark 的空间大数据技术可以用来分析地质灾害数据，并利用扩展 Spark 来快速分析地质灾害空间数据，从而提高系统的分析效率。

2.1.3 神经网络学习算法智能预警系统

神经网络可分为全局逼近和局部逼近两种类型，其中局部逼近网络具有较快的学习速度。局部逼近网络中，径向基函数 (RBF) 被广泛使用。RBF 模型是一种动态的神经网络，具有自适应的特性，并不需要预先设定隐藏层的神经元数量。在聚类完成后，得到的 RBF 网络相对较优。为构建 RBF 网络，需要选择 P 个基函数，其中每个函数对应一个训练数据。高斯函数是 RBF 网络中最常见的基函数，其形式如下：

$$R_i(x) = \exp\left(-\frac{\|x - C_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right), i = 1, 2, \dots, m$$

公式中，x 代表输出值；C_i 代表第 i 个基函数的中心；m 代表感知器单元的数量；||x - C_i|| 表示 x 与 C_i 之间的距离。当距离 ||x - C_i|| 增大时，R_i(x) 将逐渐减小，最终趋近于 0。

RBF 的插值函数为：

$$F(x) = \sum_{p=1}^p w_p \varphi_p(\|X - X^p\|) = w_2 \varphi_2(\|X - X^1\|) + w_2 \varphi_2(\|X - X^2\|) + \dots + w_p \varphi_p(\|X - X^p\|)$$

2.2 多类别精细化格点降水预报精度的提升

在地质灾害监测预警技术系统的实际运作过程中，大量的数据可用于预报降水信息。通过预测技术，降水数据能够被准确地呈现。通常，当预报降水量的时长为 2 小时时，可以使用雷达“光流法”外推技术。当预测降水量时长为 2 至 72 小时时，主要利用地中尺度数值模式和全球数据模式，并使用相应的监测方法来集成最优的算法，建立最优场景，然后通过播报员进行修正，以提高降水预报数据的有效性和准确性。这也是维护降水诱发致灾因子数据准确性的关键所在，能够有效避免数据精度下降的问题。

2.3 在线监测数据的多元信息融合

进行区域地质灾害监测时，可以采用在线监测方式，同时整合大量数据信息，进一步提升数据信息的一体化管理水平。利用 NoSql 技术和缓存技术，能有效提高数据可视化效率。根据不同的地质灾害类型和特点，传统的地质灾害监测设备可以进行改进。改进后，一体化裂缝计监测跨度最大可达 3m，监测精度提升至 ±0.01mm。对于地质自动化检测数据，可根据不同的灾害类型设置相应的临灾阈值，并构建相应的预警方案，以实现基于自动化实时监测数据的点对点预警预报，这有助于提高监测预警的效率和灾害防治能力，为减灾工作提供重要科学依据。针对自动化监测设备，还研发了地质灾害调查数据智能

采集系统群测群防监测数据采集系统(手机版)、微型无人机飞行控制系统等,以实现地质灾害调查、监测和三维遥感数据便捷采集。其中,地质灾害调查数据智能采集系统以平板电脑为移动终端,利用遥感技术生成高精度遥感影像,并结合GPS定位等技术进行灾害监测。这些自动化设备能有效提高监测点进度和有效性,提高监测工作的效率。

3 地质灾害监测预警技术的具体应用

3.1 智能化监测设备

随着科技的不断发展,人工智能化的地质灾害监测设备已经广泛应用。这些设备可以专业地监测数据,包括雨量、水位、倾斜度以及智能视频设备等。在使用这些设备时,需要满足以下要求:(1)由于许多地质灾害发生在偏远地区,电力供应并不稳定,因此需要自备充足的电源;(2)地质灾害在不同区域存在差异,监测人员需要制定最优的监测方案,以最优的采样频率进行监测,以提高监测数据的有效性和完整性。设备的使用需要规范。例如,在监测早期地质隐患点时,需要不断提高设备采集样品的频率,减少冗余数据。在监测后期,需要进行高频采样以保证数据的准确性。设备调试工作现在大部分是以人工方式进行,无法根据区域灾害特点进行调整,导致出现突发状况时设备泄漏信息。因此,在进行监测工作时,需要制定合理的设备调试方案,以提高监测数据的精确度。在原始数据中没有显示地质灾害隐患时,监测人员必须预先处理数据。现在的监测数据处理通常使用第三方软件,但这种方式存在局限性。当原始数据量大时,传输数据的压力会进一步增大,导致数据传输的问题。因此,未来设备的发展方向是分析和过滤监测数据。

3.2 预警指标的设计

预警指标可以分为定量指标和定性指标两种。这些指标主要来源于地质灾害发生的初级阶段,例如地质发生位移变化或者变性等信息。定性指标和定量指标在地质灾害出现后经常都会出现较大的变化,但它们能准确地衡量地质灾害信息。例如,在分析这些指标时,经常会涉及到警戒雨量和危险雨量。警戒雨量通常被视为转移监测标准,其具体降雨量为24小时90毫米。对于位移指标,在发生变形的现象后,边坡坍塌经常会出现。因此,在进行地质灾害监测时,可以将位移指标作为重要的参考依据。监测人员还可以根据变形速率分析滑坡的类型,看其滑坡处于哪个阶段。当滑坡的变形阶段处于较为突出的时期时,工作人员要明确预报相关的参数,并且安置相应的警示标志,以此来警示人们撤离灾害区域。其他警示指标包括定量指标,例如呈放射状的裂缝、滑坡等。在构建群防机制时,预警信息的内容还包括监测工作人员自身获取的信息。

3.3 监测方案设计

地质灾害监测需要科学规范的设备布控,以严格监视地质灾害发展过程。目前,地质灾害设备的布控方案不一致,不符合规范要求。在制定监测方案时,应根据实际情况设计布控方案。然而,由于地质灾害的影响因素较多,每个灾害点不能进行有效勘察,从而导致监测工作未得到重视,降低了工作效果。因此,在制定地质灾害监测方案时,需要首先明确主要形成原因,对监测结果进行分析,科学合理设计监测思路。同时,需要在合理的位置放置监测设备,明确实际存在的问题,以帮

助有效识别灾害问题,特别是隐蔽性较高的地质灾害问题。要注重早期识别,提升监测方案完整性,实现科学预警。

3.4 建立多形式的传输网络

为了确保监测数据传输的可靠性,需要根据监测实际情况建立相应的数据传输网络,并建立链路冗余以提高指挥中心的通信能力。监测人员还可以利用移动通信网络和GPS网络进行数据传输,并根据数据的时效性进行相应的转换,以及时发现网络故障的根本原因,确保监测数据的正常传输。此外,监测部门还可以利用智能分析平台显示地质灾害的主要影响因素,为灾害模拟工作提供数据支持。当风险指标超过临界阈值时,智能监控中心会自动发出预警信息,提醒人们注意灾害情况,并做好防灾准备工作。

4 结语

综上所述,随着物联网和互联网的快速发展,地质灾害预警系统得到了很大的提升和改进。新技术的融入,如量化模型技术、Spark空间大数据处理技术、神经网络学习算法等,有效提升了地质灾害监测系统的智能化水平,并显著提高了监测数据的准确性、效率和实时预警能力。这对地质灾害的防范、预警和减灾具有重要的作用,能够更好地保护人民的生命财产安全,促进社会和谐稳定。然而,我们也应该意识到,地质灾害监测预警系统的发展仍需不断努力和创新的,以适应日益复杂多变的自然环境和社会需求。我们相信,随着技术的进一步提升和应用的拓展,地质灾害监测预警系统将会更加完善和健全,为我们的生产和生活提供更加安全、稳定、可持续的保障。

[参考文献]

- [1]当前地质灾害监测预警技术分析[J].孙皓.城市地理,2015(10)
- [2]地质灾害监测预警技术创新及应用研究[J].邱建新.智能城市,2020(17)
- [3]试论地质灾害监测技术在绿色矿山建设中的应用[J].王青.中小企业管理与科技(下旬刊),2021(04)
- [4]“北斗+广播”地质灾害监测系统智能化应用[J].李立;葛恒;罗青;肖剑.卫星应用,2021(04)
- [5]高校-高职-企业共建黄土地质灾害监测示范基地的模式研究[J].张帆宇;侯云龙;高磊;黄思源.中国地质教育,2020(02)
- [6]北京市突发地质灾害监测设备施工质量监理实践与分析[J].陈柘舟;常思源;张玲玲;胡福根;刘明坤.城市地质,2020(02)
- [7]浅谈地质灾害监测技术现状及发展趋势[J].徐安全.企业技术开发,2014(19)
- [8]地质灾害监测及防治措施浅析[J].刘淑梅;杨培奇;张建华;丛日盛;丁丽娜.黑龙江科技信息,2013(23)
- [9]地质灾害监测技术现状与发展趋势[J].韩子夜,薛星桥.中国地质灾害与防治学报,2005(03)
- [10]基于物联网的自动化监测系统在地质灾害监测中的应用[J].孙泽信;段举举;张安银.地质学刊,2022(01)
- [11]程文.浅析测绘技术在地质灾害监测预警中的技术创新及应用研究[J].城镇建设,2021(21):375-376.
- [12]杨旭东,李媛,房浩.基于智能互联的地质灾害监测预警技术创新及应用[J].科技成果管理与研究,2018(6):66-67.