

基于大数据的油气管道地质灾害防范概述

刘亚静 黄坤昌 王 潇 肖方雄 (浙江省能源集团有限公司, 浙江 杭州 310000)

摘要: 我国管道跨越大, 地理环境复杂, 易受到不同种类的地质灾害。地质灾害具有数据繁多、时空分布、关联性差、不确定性强等特点。使得企业难以做到管道地质灾害事故早发现早处理。然而运用大数据技术可以很好地处理这些问题。大数据技术在管道地质灾害中的应用主要有管道及周围环境数据收录、海量信息的储存以及数据背后的信息挖掘。大数据应用可以预测灾害影响, 提早做出防范预案。

关键词: 地质灾害; 油气管道; 大数据技术

我国地缘辽阔, 油气资源分布不合理。为此, 国家实施许多油气资源调配的战略, 如西气东输等大型工程项目。长输管道跨越区域广, 环境复杂, 受到地质灾害概率大。然而地质灾害随机性强, 破坏性强, 防范难度大。因此, 管道的安全运行一直是政府和企业关心的重点。近些年, 大数据技术发展趋于成熟, 大数据技术因具有样本容量大, 种类多, 低成本获得高价值等特点, 应用于各行各业。不少管道公司也利用大数据技术识别管道周围环境, 预测地质灾害对管道的影响, 提前做好防灾工作。

1 地质灾害数据特点

①地质灾害数据具有多源异构性的特点。地质对象分布在不同的空间单元, 空间单元又有不同的空间尺度, 测量手段的不一样, 也会造成不一样的结果^[1]; ②地质灾害数据具有高度时空性的特点。有明显的时空性和区域性; ③地质灾害也具有大容量特点。由于地质测量数据多, 测量手段与日俱进, 造成数据庞大; ④地质数据还具有低价值密度特点, 这些数据数量大, 但相关性和经济性差, 需要工程师挖掘数据内部的联系; ⑤地质灾害数据还具有不确定性, 天气瞬息万变, 这对于工程师寻找灾害特点和规律有很大的阻碍。

2 大数据在地质灾害防范中的作用

大数据运用于地质灾害的防范, 能做到数据可视化、灾害时间和规模提前预警等功能^[2]。由于大数据技术可以将繁琐的数据用清晰的表格和图像展现出来, 使数据可视化; 大数据容量大, 可以通过足够大的样本来代替总量, 满足地质灾害的大容量和低价值密度等特点。

2.1 可视化

大数据技术可以将复杂的样本和数学逻辑可视

化, 使工程师直观地, 清晰地认识数据, 从而让工程师能深挖数据背后的逻辑^[3]。如大数据的可视化界面可以同时呈现降雨量, 土壤品质, 管道质量等, 可以让研究人员探究背后的关系, 从而找到一个防控预警的新思路。

2.2 样本代替总体

在小数据时代, 我们抽取的样本, 往往数量小, 随机性大, 对奇异点不敏感, 对于地质灾害的预警作用不大^[4]。然而在大数据时代, 我们可以做到一个准则: “样本 = 总量”。如 Google 可以根据上亿的搜索量, 推断出国外大流感即将流行的时间、地点和规模。把这个方法放在油气管道的地质灾害预警上, 当样本数据足够大, 我们可以推断多大的雨量对埋地管道会造成伤害, 也可以推断什么原因会增加管道风险。当管材的强度不足以面对即将到来的恶劣天气时, 管道公司可以提前做出预案来加强安全防护, 减少灾害影响^[5]。

3 管道安全识别技术的大数据应用

管道安全识别的大数据系统搭建需要三部分, 数据的收录, 数据的储存及数据挖掘。数据收录主要是使用 GIS 技术, 这项技术可以大量地减少工作量; 数据储存需要构建数据库, 管道公司可以选择与互联网公司进行合作, 减少运营成本; 数据挖掘是大数据应用的重点, 需要通过特定的算法实现。

3.1 数据收录

数据收录主要集中在一些关键信息的采集, 及自然环境的信息的收集。如管道的尺寸, 材料, 坐标, 当地的地理条件和天气信息等。有些管道内部信息, 则需要通过传感器进行采集, 如埋地管道的运行情况, 是否发生偏移或泄露等^[6]。

由于 GIS 技术的普遍应用, 大大地减少了数据采集的工作强度。GIS 技术又名地理信息系统, 是

一个高效便捷的空间信息系统。此系统可以处理进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述。收集来的信息在 GIS 系统主要以数字数据的形式表现, 储存方法以栅格(网格)和矢量为主。GIS 技术具体优点如下: ① GIS 系统根据其自带的数据库和处理软件, 使收集的地理信息可视化; ② GIS 系统能利用公共的地理系统, 不需要自己单独设置地图, 能节约公司的资源; ③ GIS 系统具有强大的计算能力, 能处理大型地理空间的分析和预测将可能出现的地理活动等, 能为管道公司的方案提供科学保障; ④ GIS 系统具有很好的人机交互能力, 可以接入其他软件^[7]。如 gvSIG 是一个基于 JAVA 的桌面地理信息系统, 同时也是一个开发地理资讯系统强有力的工具。工程师可以基于开源软件, 开发自己所需的软件系统。

3.2 数据储存处理

管道的地质灾害监测预警需要海量的数据支持。因此需建立数据库进行数据的储存和整合等^[8]。数据库建立一般是运用 Hadoop 系统进行搭建, 后期还需要专业人才进行维护^[9]。除了数据库搭建外, 还需要数据库的储存。由于数据库的数据多, 集中式储存对于数据库的存储和处理, 显得力不从心。如今, 许多高科技企业往往选择分布式储存, 这目的是为了减缓网络压力。这其中需要的关键技术有元数据管理、系统弹性扩展技术、存储层级内的优化技术、针对应用和负载的存储优化技术。以华为公司为例, 其在分布式存储技术上发展速度很快, 技术也相应的成熟。华为从 2002 年涉足存储技术研究, 十几年来不断提升自主研发能力和核心竞争力, 截至 2018 年底, 他们的存储产品已经服务于全球 150 多个国家的超过 9000 家客户^[10]。解决了储存问题, 就可以解决大数据的关键技术, 然后通过高效的计算机, 可以进行运行计算。国内做大数据算力比较成熟的公司有百度公司, 腾讯公司和阿里巴巴公司等。以阿里巴巴公司为例, 其在早些年自主研发了计算机引擎—Max Compute。这使得阿里云飞天大数据平台的算力有质的提升, 数据显示, 飞天大数据平台目前已经可以扩展至 10 万台计算集群, 规模全球第一^[11]。由于这些互联网公司的发展, 管道公司不需要花费大价钱建造和维护数据库, 选择与大数据公司合作, 借助大数据公司的平台, 建立自己的管道数据库^[12]。

3.3 数据挖掘

数据挖掘是指在庞大的数据库当中, 通过特定

算法, 找出数据背后的线索。由此可见, 数据挖掘的核心在于算法, 目前比较常见的算法有神经网络法、决策树法、遗传算法、粗糙集法、模糊集法、关联规则法等^[13]。

这些算法如下所示: ①神经网络法是将信息变成概念化, 利用符号进行表示, 通过串行模式进行逻辑推理, 这个过程很像人类的思维过程; ②决策树法是基于概率论, 利用决策结点、方案分支等, 得出最优决策方案。这个过程适用于多个可能性, 利用不同的概率获取决策方案; ③遗传算法模拟了达尔文的生物进化论, 通过模拟自然选择进化, 得到最优解。这个过程类似我们的染色体基因交叉、变异等; ④粗糙集法可很好地处理不确定性的数据, 有效地将有缺陷的数据进行处理, 如不准确、不完善的数据等。该方法建立在分类机制上, 能和概率论等数学工具互补, 有效扩大处理数据的范围; ⑤模糊集法是用来描述模糊数据的, 通过建立合适的隶属函数对数据进行运算和变换。由于我们身边的数据往往不是准确清晰的, 存在着亦此亦彼的模糊数据。因此模糊集法往往能有效处理这些分界不明显的数据; ⑥关联规则法是形如自变量 X 对应因变量 Y 的算法, 这个算法通俗易懂, 适用范围广。基于一定规则处理变量之间的关系, 从而使不同的自变量求出相应的因变量。

在油气管道的地质灾害防范中, 工程师可以利用基于这些算法的大数据技术来评估当前管道的运行状况以及在灾害天气下的管道承受能力和损伤程度, 从而预测管道失效概率和失效条件, 为管道安全运行提供保障^[14]。

4 油气管道地质灾害中的大数据应用

油气管道常见的地质灾害有滑坡、泥石流、崩塌和地面变形。大数据技术都能很好地应对这些地质灾害下的管道事故, 基于算法的数学模型, 可以做到管道地质事故的提前预测, 为后续工作提供科学决策。

4.1 滑坡和泥石流

滑坡和泥石流都是由于强降雨天气造成的, 滑坡会使埋地管道上方覆土减薄, 以至于发生露管现象^[15]。泥石流则具有巨大的冲击力, 会使管道破裂失效。利用传统方法, 抢修效率低下, 造成损伤巨大。利用大数据技术可以很好地减少滑坡和泥石流带来的不利影响。

运用 GIS 技术和无人机或遥感技术相结合^[16], 对容易发生滑坡和泥石流的敏感区域进行监视和

采集相应的数据,基于神经网络法和模糊集法等算法来创建预警系统,可以做到提早预警,提早防范。

4.2 崩塌

崩塌是指山坡上的岩石受到重力的作用,脱落下来,造成灾害。若山体崩塌区域下方有管道,管道会因受到岩石撞击产生的强大冲击力而产生破裂,断裂,甚至爆炸的风险。由于崩塌的不确定性,往往是发生事故后,管道公司才能前去进行维抢修作业。而利用大数据技术可以做到崩塌区域的提前预测。

利用 GIS 技术和地质勘探相结合,收集地质崩塌区的地质数据和管道数据,使用基于遗传算法的大数据方法对易崩塌的区域建造数学模型,极大地提高崩塌预测的准确性^[17]。

4.3 地面变形

地面变形主要有 3 种形式:地面塌陷、地裂缝和地面沉降^[18]。这 3 种地质灾害都极易对埋地管道造成严重伤害。地面变形灾害往往有人为的因素,如抽空地下水、围海造地等。利用大数据技术可以对人类活动后果做到提前模拟预测。

利用传感技术采集地质数据,结合神经网络法和关联规则法来建立地面沉降预测模型,可以预防管道上方的地面灾害^[19]。

5 展望

随着国家管网公司的成立,各级管道公司数据互通,极大丰富了管道的数据,减少信息采集的重复性,减少管道数据库的容量,使数据更加准确合理^[20]。以新时代新做法,立足于大数据技术,建立高效科学的管道智慧网络,能对油气管道受的地质灾害做到早发现,早预警,早处理,保证管道安全有序平稳地运行下去^[21]。

参考文献:

- [1] 王治华,徐起德,徐斌.CBERS-02B 星数据地质灾害调查典型应用[J].国土资源遥感,2009,No.79(1):86-88, 92.
- [2] 金智操.浅谈大数据时代与管道建设[C]//“决策论坛——地方公共决策镜鉴学术研讨会”论文集(上),2016:145.
- [3] 杨尚森,许桂秋主编大数据可视化技术[M].杭州:浙江科学技术出版社,2020.
- [4] 梁吉业,冯晨娇,宋鹏.大数据相关分析综述[J].计算机学报,2016,39(1):1-18.
- [5] 都睿.面向石化领域的大数据故障预警系统设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2019.

- [6] 董春娟.油气管道大数据应用浅析[J].石油和化工设备,2018,21(8):57-59.
- [7] 冼国栋,刘奎荣,吴森,等.基于 GIS 的兰成原油管道地质灾害风险评价[J].油气储运,2019,38(4):379-384.
- [8] 冯庆善.基于大数据条件下的管道风险评估方法思考[J].油气储运,2014,33(5):457-461.
- [9] 郭文浩.基于 Hadoop 的地质灾害大数据挖掘框架建立及应用研究[D].昆明:昆明理工大学,2019.
- [10] 郑建功.“智慧管网”建设的实现与技术探讨[J].城市勘测,2019,No.173(5):63-66.
- [11] 王维斌.长输油气管道大数据管理架构及应用[J].油气储运,2015,34(3):229-232.
- [12] 赵鹏大.地质大数据特点及其合理开发利用[J].地学前缘,2019,26(4):1-5.
- [13] 都睿.面向石化领域的大数据故障预警系统设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2019.
- [14] 王旭.城市“生命线”的守护神——智慧管网项目介绍[J].军民两用技术与产品,2019,No.429(7):21-24.
- [15] 许亚辉.天然气管道山体滑坡研究——以川北地区 XB 管线为例[J].石油化工建设,2022:(1).
- [16] 熊俊楠,孙明远,孙铭.基于 GIS 及耦合协调原理的长输管道山洪泥石流风险性评价[J].天然气工业,2019,39(3):116-124.
- [17] 唐红梅,韩明明,闫凝.基于 GIS 的重庆巫山县崩塌灾害危险性分区评价[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2019,36(5):72-79.
- [18] 李宏伟.地面变形与沉降对环境的影响与分析[J].赤子,2012(19):161
- [19] 刘汉龙,马彦彬,仇文岗.大数据技术在地质灾害防治中的应用综述[J].防灾减灾工程学报,2021,41(4):710-722.
- [20] 姜雪,王瑞国.石油天然气管道“一张图”管理模式初探[C]//中国燃气运营与安全研讨会(第九届)暨中国土木工程学会燃气分会 2018 年学术年会论文集(下),北京:煤气与热力杂志社,2018:544-547.
- [21] 谢俊成,夏立伟.基于大数据的石化企业智慧化安全管理研究[J].化工管理,2019,No.520(13):137-138,140.

作者简介:

刘亚静(1987-),男,工学学士,工程师,主要从事石油天然气安全管理。