

# 城市地质灾害勘察中地球物理方法应用效果刍议

邓建梅 刘涛涛

北京一联科技有限公司 北京 102412

**摘要:**近年来,我国城市化发展迅速,人口不断增加,导致城市土地负荷加重,环境资源被过度开发。而在城市的经济建设过程中,大部分地区忽略对环境的保护,导致大量废水、废气和废渣的过度排放。这种不可持续的发展,一方面会导致一系列地质灾害问题,一方面也不利于经济的良性发展。而地球物理技术以其低成本高效率的优势,在人们勘察城市地质灾害的过程中起到了巨大的作用。因此,本文通过研究不同地球物理探测技术在城市地下空间应用实例,分析不同方法在城市地下空间探测方面的应用效果和可行性,对地球物理探测技术在城市地质灾害勘察中的应用进行总结和展望。

**关键词:**城市地质灾害勘察;地球物理方法;应用策略

## Discussion on the application effect of geophysical methods in urban geological hazard investigation

Deng Jianmei, Liu Taotao

Beijing Yilian Technology Co., Ltd. Beijing 102412

**Abstract:** in recent years, with the rapid development of urbanization and the continuous increase of population, the urban land load has increased and the environmental resources have been over developed. In the process of urban economic construction, most areas neglect environmental protection, resulting in excessive discharge of a large number of wastewater, waste gas and waste residue. This unsustainable development, on the one hand, will lead to a series of geological disasters, on the other hand, it is not conducive to the sound development of the economy. Geophysical technology, with its advantages of low cost and high efficiency, has played a great role in the process of urban geological hazard exploration. Therefore, by studying the application examples of different geophysical exploration technologies in urban underground space, this paper analyzes the application effects and feasibility of different methods in urban underground space exploration, and summarizes and prospects the application of geophysical exploration technology in urban geological disaster exploration.

**Keywords:** urban geological hazard survey; Geophysical methods; Apply policy

### 引言:

探明活动断层的空间位置和构造属性,科学评价其地震危险性,在此基础上合理避让或者采取有效的工程措施,是减轻地震灾害风险和减少灾害损失的有效途径。近年来,国内城市为开展地震危险性评估,以地球物理勘探方法为主导,实施了大量隐伏活动断层探测工作。

### 1 城市地质灾害的特性

城市地质灾害是由于在地壳的运动过程中,释放出巨大的能量而产生的灾害,对人类的生命财产以及生态环境方面都造成十分巨大的影响,这种灾害的特性是不可抗力,同时也没有在预警方面的可能,同时这种灾害

在发生的时候,还具有着长久性,在实际分布的范围方面也是非常广的,具有着多种多样的表现形式,这种灾害的发生对在城市的工程建设上具有十分严重的影响,在工程选址、设计以及施工和管理疏忽没有任何关系,对工程的影响具有毁灭性,会造成工程塌方等。而人为造成的危害,是由于操作不合理,出现滑坡的等现象,总体来说城市地质灾害的发生,分布不定,形式多种多样。

### 2 城市地质灾害的类型

崩塌、滑坡、泥石流、地震等灾害是被研究人员们所公认的四大地质灾害。可是对于垃圾堆放、水资源污

染、城市洪水等问题是不是属于地质灾害这一问题还存在很大的分歧。相关研究人员依据动力学的要求,把灾害的类型分为以下两种。一种是内动力地质作用下产生的,另一种是外动力地质作用下产生的。前者包括:地震、火山运动、地壳运动、砂土液化等。后者包括:泥石流、坍塌、滑坡、海水入侵、垃圾堆放、工地建设地基变形等。

### 3 在城市地质灾害勘察中应用地球物理方法的原因及意义

随着我国工业化、现代化的进一步发展,我国城市化进程将进一步加快,城市的功能和地位将更加重要,城市安全和发展对国家经济和社会稳定具有更重要的决定性作用。与此同时,由于城市所具有的特殊的自然环境和社会经济条件,使其成为地质灾害种类最多,破坏损失最严重,防灾减灾最复杂的地区。而我国目前城市减灾却非常薄弱,远不能适应新时期的发展需求。

在城市地质灾害勘察方面,地球物理方法以其特有的监测和探测优势,做出自身的特殊贡献。与其它方法相比,地球物理方法具有工效高、成本低、装备轻便,并且能够快速提供大面积的综合资料等优点。但地质灾害种类较多,性质各不相同,涉及到的范围和领域也比较广泛。因此,地质灾害勘察中单靠某一种方法往往难以奏效,应采用综合地球物理方法才能解决问题。不同地球物理方法的综合应用,不仅可以解决地表浅层(几厘米至几米)的地质问题,而且可以解决较深(几十米至几百米)层次的地质问题,为解决地壳浅部地质灾害的调查提供了有力的手段和可靠的方法。因此,在实际勘察中,应该科学地选择地球物理组合方法,以便取得好的地质灾害勘察结果。

## 4 城市常见地质灾害及其地球物理方法的应用

### 4.1 岩溶塌陷灾害

我国的可溶岩分布面积非常广泛,这种可溶岩的广泛分布导致了我国深受岩溶塌陷灾害的影响。据初步调查,我国可溶岩分布面积约为 $363 \times 104 \text{ km}^2$ ,是世界上岩溶地面塌陷范围最广、危害最严重的国家之一。全国有岩溶塌陷2841处,塌陷坑约33192个,塌陷总面积 $332.28 \text{ km}^2$ 。广泛发育在除北京、天津、上海、河南、甘肃、宁夏、新疆以外的24个省(市、自治区),但主要分布于辽宁、河北、江西、湖北、湖南、四川、贵州、广东、广西、云南等省(自治区)。岩溶地面塌陷的产生,一方面使岩溶区的工程设施,如工业与民用建筑、城镇设施、道路路基、矿山及水利水电设施等遭到破坏;

另一方面造成岩溶区严重的水土流失、自然环境恶化,同时也影响各种资源的开发利用。在海滨城市,地面持续沉降,使潮水水位相对上升,往往发生海潮登陆、海水倒灌,威胁着城市的安全。

运用地球物理方法对岩溶灾害进行勘察,首先是要对岩溶形成的基本条件和产生因素进行评价,一般采用的是电阻率法与地震折射法。然后就是采用探地雷达、地震法、微重力法、射气法、井中雷达、电阻率法和井中无线电波法等方法来勘察岩溶洞穴的位置,形状结填充物的组成。考虑的岩溶可以在不同的地质条件下进行发育,所以在做具体探索的时候也要注意依据地势采用不同的手段。

### 4.2 地裂缝灾害

地裂缝是地表岩土体在自然因素和人为因素作用下,产生开裂并在地面形成一定长度和宽度裂缝的现象。据初步调查,在我国近20个省(市、区)的300多个县(市)发现1000多处地裂缝,累计长度700多千米。在地裂缝生成过程中,往往伴随着一些地球物理、地球化学的变异。通过对这些变异的研究,有利于地裂缝研究工作的深入。

地球物理技术可用于研究地裂缝深部特征,第四纪沉积物成份、结构特征、基底构造特征及区域水文地质特征等,还可查明地裂缝的分布规律及范围,地裂缝的形态、特征(产状、规模等)及活动特征。例如,利用高密度电阻率法可以探测地裂缝的位置、产状及充填状况。

### 4.3 地面沉降灾害

地面沉降的特点是波及范围广,下沉速率缓慢,往往不易察觉,所以它对建筑物、城市建设危害却极大。地面沉降灾害在我国目前已有16个省(区、市)共46个城市(地段)、县城出现了地面沉降问题,总沉降面积达 $48.7 \times 104 \text{ km}^2$ 。从规模(面积)和程度(沉降中心的最大累积降深)来看,以天津、上海、苏州、无锡、常州、沧州、西安、阜阳、太原等市最为严重。

目前,监测地面沉降的方法主要是精密水准测量,由于它的工作效率低,所以监测费用较高。利用重力测量可监测地面沉降,它与精密水准测量配合,可大大减少后者的工作量,同时,还能了解地下物质(主要是地下水)的变化情况。我国在天然地震预报工作中,布置了区域性的重力监测网,已在不少城市发现了明显由地面沉降造成的重力增大趋势。用高精度重力测量监测地面沉降,效率高、成本低,具有广阔的应用前景。

#### 4.4 海水入侵灾害

我国海水入侵灾害主要是自二十世纪七十年代以后逐渐发生并不断发展的。据初步调查,全国已发生海水入侵面积近1000km<sup>2</sup>,最大海水入侵距离10km以上。较严重的灾害发生地区为大连市、莱州湾和山东半岛沿海,河北秦皇岛北戴河沿海。此外,在广西北海市和涠洲岛、苏北琼港等地有小面积海水入侵活动发生。如果海水的持续入侵,必将对我国的城市发展带来巨大的威胁。

地球物理方法对海水入侵的监测主要是对海水入侵空间分布界线进行划定,测量海水入侵时的通道,测定氯离子浓度等。主要采用的方法是电阻率法。海水入侵时,一定范围内海水中电阻率会降低,由此便可以界定咸淡水界面,从而划定海水入侵的空间。

下面就以某地举例,对于海水入侵问题用电阻率的方法进行研究,对海水入侵的主要通道、确定基石储水的构造、对咸淡水的界面进行划分、入侵的范围和具体的规模。根据监测发现这个地区的水层主要是中粗砂、细砂及砂砾石层,电阻率的范围大概在40Ωm—130Ωm。当有海水入侵的时候,岩层就会全部处于饱和的状态,大量的盐分在海水带中,并且在地下水中被分解,在岩层的空隙中积蓄,造成地下水的含盐量大增,因此就会使电阻率降低。利用对称电阻率的方式判断淡咸水的水分界面。依据利用这种方式得到的视电阻率断面的等值线图,准确的给出了海水入侵的断面形态及通道的具体位置,ps<25Ωm的等值线区域是海水的入侵范围。将不同的断面进行解释与处理,可以获得到ps<30Ωm的区域是海水入侵的具体范围。此外,对于不一样的入侵阶段进行不同时间段的动态勘察,找出海水的具体入侵速度、时间、范围以及规模等规律。

#### 4.5 泥石流灾害

泥石流灾害是广泛存在于我国大部分地区的一种地质灾害,特别是四川、云南等西南地区尤其容易遭遇泥石流的危害。据有关资料统计,我国有19个省(市、自治区),771个县(市)有泥石流活动,分布区的面积约占国土总面积的18.6%。四川、云南、西藏、甘肃、陕西、辽宁、台湾及北京等省(市、区)泥石流危害最为严重。

在利用地球物理手段对泥石流进行勘察时,首先,需要对泥石流形成区域的地质进行全面的了解。比如泥石流堆积物的分布,构成和厚度以及对堤坝区的冲积层厚度进行的设计。其次,在泥石流防治工程的场地勘察方面需要的则是对于岩石土壤的物理和力学性质进行更

深层次的勘察。主要运用的地球物理方法包括了浅层地震、电阻率法、探地雷达和声波探测等方法。

#### 4.6 滑坡灾害

滑坡灾害因其具有广泛发育和频繁发生的特点,对城市建设、交通运输都会造成重大的危害。为了应对滑坡带来的地质灾害,防患于未然,国内外现阶段采用例如浅层高分辨率地震方法、探地雷达、音频大地电场法、激发极化法、地面甚低频电磁法、电测深法、自然电场法、高密度电阻率法、充电法、微重力法等地球物理方法来进行勘察。这些方法的原理涉及如何对滑坡体的空间分布界线进行圈定,怎样测定滑坡区的含水情况以及如何抵御隐伏边界以及隐伏地质体情况深入了解与掌握等等。

例如,地震勘探的方法在滑坡灾害中可利用其对滑坡体的范围进行圈定,对滑坡的形状和深度进行确定等,尤其是滑坡体中的含水呈干燥或是甚微的情况下用这种方法的效果非常好。而该项技术就可以用于寻找滑坡的面。

#### 4.7 崩塌灾害

地球物理方法在崩塌勘察中,主要用于探测第四系覆盖层厚度,划分第四系与下伏基岩界面;探测含水层的埋深、厚度及分布;探测岩溶、裂缝的分布、埋深及充水性;当覆盖层较薄时,探测基岩风化厚度,下伏地层中褶皱、岩脉、断层的位置与产状;探查崩塌体边界条件、软夹层,崩塌体底部界面;探查崩塌体的岩体结构、岩性接触带、破碎带、裂隙带;探测崩塌堆积体厚度、堆积床形态、崩积体内地下水。

在崩塌地质灾害中常用的地球物理方法有,电法、弹性波法、层析成像法、放射性法、重力法、磁法、综合测井法等几大类。

### 5 运用地球物理法勘察城市地质灾害面临的问题

#### 5.1 勘察工作具有滞后性

我国对于地质灾害的勘察工作一般都是在灾害发生了以后才进行,处理的手段多以应急、营救的形式进行。不能在灾害发生之前就进行一定的预判和预警,而只能在事件发生了以后再查找原因。造成这一结果的原因是对我国的地质灾害分布缺乏认识,对其发展规律了解不充分。只有在平时就加强对于地质的勘察,及时掌握住全面的信息,才能有效防治城市地质灾害。

#### 5.2 重视次要因素,忽视主要因素

在对地质灾害勘察的过程中,不仅要重视灾害的主要成因,还需要对诱发灾害的次要成因进行深入研究。

因为在不同的环境中，主、次要因素是可以相互转变的。重视灾害的次要因素，对将来判断主要灾害有着重要的参考价值。

### 5.3 勘察工作应用不完善

目前，地球物理方法在地质灾害方面的运用还仅限于对地质灾害的监测及预报，未来应该延伸到对于地质灾害的治理研究中去。让地球物理技术深入对地质灾害的监测，预防和治理的全过程中，达到良好的效果。

### 5.4 资金欠缺

一直以来用于处理该问题的费用均是由中央事先进行预算，再经过相关部门批准之后拨款到各个基层的，时间周期较长，但实际使用的费用经常高出预算。这是形成地质灾害预防费用欠缺的很大一部分原因。费用的欠缺将直接导致各种治理手段不能够顺利实施，相关研究不能够深入进行，在此背景下，不管相关管理人员怎么重视治理工作，也是无计可施。因此相关领导部门必

须充分重视该问题，只有这样才可以确保费用的充足，提高治理的效率，加快研究的进程。

## 6 结束语

综上所述，随着我国现代经济社会的不断发展，人们对于城市的安全和稳定将会提出更高的要求。如何应对越来越多的城市地质灾害，已经成为了新时期社会发展必须被重视的问题。为了支持城市资源的开发建设，在规划、建设、运维等阶段要选择适宜的地球物理勘探方法，从而防治城市地质灾害的发生。

### 参考文献：

- [1]刘传正.地质灾害勘查指南[M].北京：地质出版社，2000.
- [2]雷宁，秦启荣.浅析黄铁矿特征及其对当前地质勘探中的新应用[J].云南化工，2020.
- [3]李田芬.水文地质勘探内容及水文技术探索[J].智能城市，2019.