

方兴未艾的环境地球物理工作

崔霖沛

世界人口迅速增长,人类的活动加剧了某些自然灾害的形成,环境监测和保护也成为刻不容缓的任务,从80年代以来,环境地球物理工作应运而生,并且正在迅速地发展。

环境地球物理工作,包含着两方面的内容:一是基础性的工作,即研究地球物理场(重力场、地震波场、电磁场、放射场等)对自然环境和生物(首先是人)的影响以及人类的生产活动对地球物理场变化的影响;二是实用性的工作,即利用地球物理勘查方法进行环境监测和为采取保护措施提供依据。前一方面的工作属于“地球物理学”的范围,后一方面的工作属于“地球物理勘探”(或简称“物探”)的范围。

地球物理方法在解决环境问题方面的应用范围十分广泛,下面列举的仅是其中某些常见的方面:

1. 探测地下水的污染 地下水受到污染后,其电阻率与未受污染的水有明显差异。当污染物以离子状态存在时,水的电阻率降低,当有机物溶于水时,水的电阻率增高,用各种电法一般可以确定污染源的位置,污染水体的埋藏深度、厚度和范围。仅北美国家,治理含水层的有机液体(如过氯乙烯)的费用就达到几十亿美元。在圈定有机溶剂的分布范围时要避免进行钻探,钻孔会成为其向下运移的通道,加拿大和美国的有关部门正在开展有关地下水中有有机溶剂的大型研究项目,其中包括采用地球物理方法。

2. 圈定地下固体废物 许多原来的固体废物处理场地,后来停止使用,就地掩埋,而现在从调查污染的角度,需要将处理场地的范围圈出,解决这类问题主要方法有电

法、磁法和透地雷达。

3. 液体和固体废物处理场地的选址

一般认为上层滞水带不参与地下水的循环,是储存液体废料的有利地点,但是,在打钻时常常会把其漏掉,所以要采用综合测井方法加以识别。对固体废物堆放场的主要要求是场地下方要有粘土屏蔽层,以隔绝污染物进入地下水,粘土层的有无及其厚度主要通过电测深方法来确定。

4. 核废料处理场地的选址 核能在世界能源结构中的比重已明显增加,预计欧洲大陆核能比重到本世纪末将达到37%。建立核电站带来的一个严重问题是其废料如何处理,由于废料中有许多长半衰期放射性元素,储存期以几十万年计,因此最好的办法是将其存入地下地质体,较理想的储存介质是盐丘和结晶岩体。对盐丘来说,物探的任务是了解盐层的深度、厚度、范围和构造以及盐体的内部结构,包括杂质(夹层)数量、含水性和裂隙发育程度。对结晶岩体来说,物探的任务包括确定岩体边界、填绘主要裂隙带、了解盐层的厚度和性质,然后详细研究岩体的含水性和裂隙发育程度。

5. 土壤盐碱化调查 在灌区如果排水不畅,很容易造成土壤盐碱化,在调查和治理过程中物探的作用包括确定区域性隔水层之上的岩性、研究包气带和饱水岩层的渗透性、确定潜水面深度、研究土壤的含盐度,所采用的方法主要有航空和地面电法以及地震折射法等。

6. 研究水工建筑对地质环境的影响

在大型水工建筑建成以后,需要采用包括物探在内的综合方法监测在负载情况下地基

岩石物理力学性质变化的程度、影响半径、变形最严重部位及对建筑的危害程度。

7. 文化古迹的保护 为了保护文化古迹,需要调查其破坏的程度和原因,以便提出相应的保护措施。物探方法可以用来研究地基的地质结构和物理力学参数、地基基岩的风化深度、建筑物的破坏(裂隙发育)程度和应力——变形状况、划分土壤承载能力降低和地基下沉的地段、研究长期环境振动对建筑物的影响等。

8. 天然和人工放射性环境监测 为了保护人类的健康,需要对天然或人工放射性核素的富集进行区域调查和填图,前苏联到1991年共调查了210个城市,发现了3000多个污染地段,并将这些资料交给地方政府,以便采取措施消除放射性污染。近年来,氡气灾害调查引起许多国家的重视,因为氡的子体能吸附在空气尘埃微粒上,吸入人体,引起肺癌。据抽样调查,美国有12%、加拿大有21%、而瑞典有高达81%的房屋氡浓度超过限值。地球物理方法既可对氡气灾害进行区域预测,也可以进行室内监测。

9. 对滑坡、山崩、岩爆等灾害进行监测 物探方法可用于地质填图,划分出有可能产生滑坡、山崩等灾害的地段,从而指导建设的布局,又可以对滑坡、山崩、岩爆等进行长期监测和作出短期预报。在研究滑坡方面,物探方法可用来圈定滑坡体的范围、确定滑动面的深度和形态,监测滑坡运动的发展等。

10. 在旱灾防治工作中的应用 旱灾的发生往往与土壤层薄、水分不易保持有关,在这些地区要采取水土保持措施,还可以采取回灌的措施。在采取这些措施之前都需要用物探方法,主要是电法,来了解土壤厚度和基岩深度,圈出土壤薄的地区开展水土保持工作,圈出风化带厚的深基岩区作为有利的人工回灌选区。

从环境地球物理工作所采用的方法来看,目前应用最广泛的是电法和电磁法,可根据电性进行地质断面的划分、寻找断层和古河道等。电法和电磁法对岩层的含水量以及孔隙液体的化学成分敏感,但一般不能提供岩土力学参数的信息。它们在确定岩层界面和潜水面深度方面的精度不及地震法,但成本低得多。

地震反射法和折射法可以用于确定岩石的力学参数,了解介质在横向和垂向上的连续性以及界面的深度。

80年代以来透地雷达应用日益广泛,它与地震法有些类似,通过信号返回地面的时间来计算层的深度,它的工作环境要求没有屏蔽电磁波的水和粘土等导体。与之相比,地震波易于穿过这些导体,但在干砂中则衰减很快。

磁法主要用于发现埋藏的金属物体和填绘断层及计算磁性岩石的深度。重力法在环境工作中应用较少,微重力测量可用于探测浅部洞穴。

核物探方法在环境工作中应用日益广泛,一方面是用于环境放射性监测,另一方面则用于现场测定土壤和水中的污染元素,例如用X荧光法直接测定污染的范围、指导采样,中子伽玛法已用于测定地表水中氯的含量。

区域性的环境地质调查中地球物理调查(尤其是航空地球物理调查)是其重要的内容,属于基础性的工作,主要靠国家投资,而环境地球物理工作是在具体地区、特定项目中的环境工作,则可以通过市场开发来实现,这是一个有着巨大潜力的新市场。总之,环境地球物理工作是一个方兴未艾的新工作领域,应当引起我们的重视。

(地矿部信息研究院)