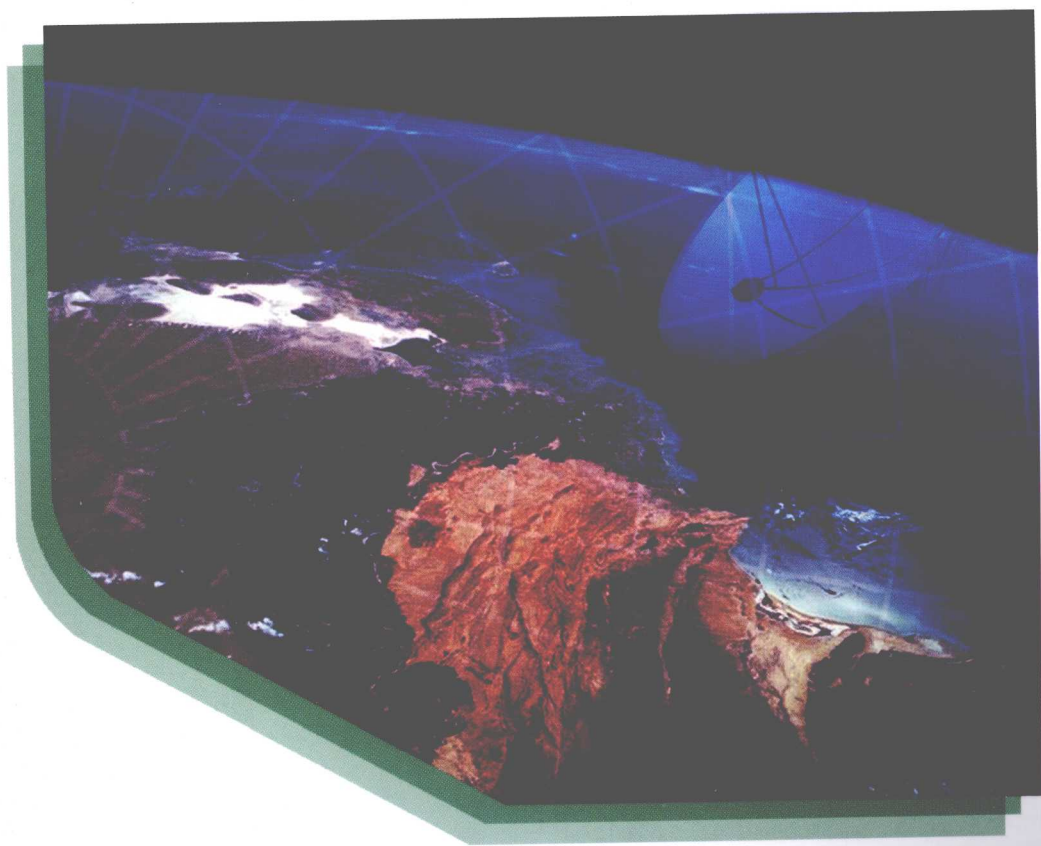




主编 曾宏礼 郭建忠 徐耀鉴

环境与工程地球物理勘探

HUANJING YU GONGCHENG DIQIU WULI KANTAN



地质出版社



教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会审查通过
高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

环境与工程地球 物理勘探

主编：甘宏礼 郭建忠 徐耀鉴

主审：樊宏伟

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本教材主要阐述了环境与工程地球物理勘探中常用方法的基本原理和实际应用。本教材共分五章,第一章主要介绍介质的地球物理性质;第二章介绍地震勘探类探测方法;第三章介绍电法勘探类方法;第四章介绍除地震和电法类以外的其他地球物理方法;第五章介绍环境与工程物探的应用。

本书理论与应用并重,知识与技能兼容,内容深入浅出,简明易懂。全书既具有较好的系统性和完整性,更具有较强的实用性和可读性。

本教材可作为高职高专水文地质、工程地质、岩土工程、城镇建设(地基基础与城镇规划专业)等专业的教学用书,也可供国土资源调查、勘查技术专业和环境监测工作人员以及城市物探工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环境与工程地球物理勘探 / 甘宏礼等主编. —北京:地质出版社, 2009. 9

(高职高专院校资源勘查类专业系列教材)

ISBN 978-7-116-06154-5

I. 环… II. 甘… III. 地球物理勘探-高等学校:技术学校-教材 IV. P631

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 163005 号

策划编辑:王章俊 魏智如

责任编辑:王春庆

责任校对:杜悦

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083

电话:(010)82324508(邮购部);(010)82324514(编辑室)

网址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传真:(010)82324340

印刷:北京地质印刷厂

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13

字数:310千字

印数:1—3000册

版次:2009年9月北京第1版·第1次印刷

定价:19.80元

书号:ISBN 978-7-116-06154-5

(如对本书有建议或意见,请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

高职高专资源勘查类专业“十一五”规划教材

教材名称	作 者	教材名称	作 者
1. 普通化学	李晓丽、谭 兵 等编	23. 遥感地质学	陈 浪、杨沈生 等编
2. 普通地质学	谢文伟、黄体兰 等编	24. 测量技术	陈传胜、吴立军 等编
3. 地质学基础	韩运宴、罗 刚 等编	25. 采选概论	任 飞、赵兴东 等编
4. 地貌学及第四纪地质学基础	周 翔、刘玉英 等编	26. 土地资源调查与评价	袁 春、钱铭杰 等编
5. 矿物学基础	彭真万、刘青宪 等编	27. 宝石学基础	刘 瑞、张金英 等编
6. 晶体光学及光性矿物学	罗 刚、彭真万等编	28. 宝石鉴定	王鹃娟、刘 瑞 等编
7. 岩石学	徐耀鉴、徐汉南 等编	29. 嵩山地质实习指南	程胜利、孙宝玲 等编
8. 岩石学实习指导	徐耀鉴、徐汉南 等编	30. 普通水文地质学	潘宏雨、张学红 等编
9. 矿物岩石学	姜尧发、孙宝玲 等编	31. 水文地质学概论	潘宏雨、马锁柱 等编
10. 构造地质学	冯 明、张 先 等编	32. 专门水文地质学	蒋 辉、郭训武 等编
11. 大地构造与中国区域地质简明教程	冯 明、梁慧社 等编	33. 地下水动力学	蒋 辉、曾 波 等编
12. 古生物地史学	罗增智、肖 松 等编	34. 土力学地基基础	熊晓云、郭生元 等编
13. 区域地质调查工作方法	周仁元、赵德思 等编	35. 工程岩土学	孙剑锋、高怀洲 等编
14. 矿床学	陈洪治、李立志 等编	36. 岩土工程勘察	郭超英、凌浩美 等编
15. 矿床学实习指导	李立志、陈洪治 等编	37. 环境与工程地球物理勘探	甘宏礼、郭建忠 等编
16. 固体矿产勘查技术	杨云保、唐永虎 等编	38. 基础工程施工技术	徐克里、黄世华 等编
17. 固体矿产勘查技术实习指导	杨云保、亓春英 等编	39. 钻探工程	徐克里、王 生 等编
18. 矿产资源调查与评价	徐惠长、李俊杰 等编	40. 钻探设备	王 生、辛国良 等编
19. 地球化学找矿方法	杨小峰、刘长垠 等编	41. 钻孔冲洗与护壁堵漏	索忠伟、王 生 等编
20. 普通物探	钱桂兰、张保康 等编	42. 地质灾害调查与评价	王明伟、陈 冶 等编
21. 计算机在地质工作中的应用	郝福江、潘 军 等编	43. 地质灾害防治技术	刘伦华、王明伟 等编
22. 矿山地质学	鲍玉学、王梅英 等编		

订购与咨询：010-82324340（兼传真），010-82324514

高职高专院校资源勘查类专业“十一五”规划教材

编 委 会

主 任：桂和荣

副主任：王章俊

委 员（以姓氏笔画为序）：

马艳平	马锁柱	刘 瑞	李立志	李 华
李军凯	陈洪冶	罗 刚	肖 松	辛国良
范吉钰	郝志贤	殷 瑛	徐汉南	徐耀鉴
夏敏全	韩运宴	靳宗菊	魏智如	

编写院校

安徽工业经济职业技术学院
长春工程学院
重庆科技学院
东北大学
甘肃工业职业技术学院
湖北国土资源职业学院
湖南工程职业技术学院
河北地质职工大学

江西应用技术职业学院
吉林大学
辽宁地质工程职业学院
南京大学
徐州建筑职业技术学院
云南国土资源职业学院
郑州工业贸易学校（郑州地校）
中国地质大学（北京）

主审院校

安徽理工大学
安徽工业经济职业技术学院
北方机电工业学校
长春工程学院
河南理工大学
湖北国土资源职业学院
湖南工程职业技术学院
淮南职业技术学院
吉林大学
江西理工大学
江西应用技术职业学院
昆明理工大学

昆明冶金高等专科学校
克拉玛依职业技术学院
宿州学院
山东胜利职业学院
石家庄职业技术学院
太原理工大学
徐州建筑职业技术学院
云南国土资源职业学院
郑州工业贸易学校（郑州地校）
中国地质大学（北京）
中国地质大学（武汉）

编写说明

随着我国社会经济的快速发展,对高技能应用型人才的需求不断增大,我国政府逐年加大了对职业教育的投入。在这一背景下,地学职业教育也取得了长足进展。但是,由于历史原因,我国的地学职业教育起步较晚,基础相对薄弱,一直没有一套比较系统的专业教材。组织编写一套能够满足各校教学需要,特色鲜明的地学类高等职业教育教材成为教育管理部门和广大师生的强烈愿望和迫切要求。

经过深入调研和精心准备,教育部高等学校高职高专资源勘查类专业教学指导委员会(以下简称“教指委”)会同地质出版社,于2006年7月初组织全国分属地矿、冶金、有色、石油、核工业等部门的10所高职高专院校的一线教师,在河南郑州召开了教材编写研讨会。会议决定,先期编写23种急需的资源勘查类、地质工程与技术类专业高职高专教材,以满足各校教学之需。首批编写的教材包括《普通地质学》、《矿物学基础》、《岩石学》、《地球化学找矿方法》、《岩土工程勘察》等,并分别于2007年8月、2008年1月出版。

2008年5月,教指委在湖南长沙组织召开了“全国高等学校高职高专资源勘查类专业教学改革与教材建设研讨会”。会议决定,继续组织编写第二批资源勘查类专业高职高专层次的专业教材。第二批列选的教材共20种,包括:《普通化学》、《晶体光学及光性矿物学》、《区域地质调查工作方法》、《矿山地质学》、《基础工程施工技术》等,分别于2009年8月、2010年1月出版。

本套教材的编写紧扣高等职业教育的培养目标,努力彰显下列特点:

1. 坚持理论够用,注重实践的编写原则。高职高专教育既是我国高等教育又是职业教育的组成部分,并以培养高技能应用型人才为目标。因此,教材内容不仅要具备高等教育的知识内涵,同时还要兼具职业能力与技术培养的要求,以满足学生综合素养和职业素质两方面能力的提升。

2. 教材内容紧跟形势,体现出与时俱进的科学发展观。最近10年来,地学基础研究领域的新理论、新发现、新成果层出不穷,地学应用领域的高新技术、新标准、新方法日新月异。将这些最新成果融入教材,使学生所学知识与行业需求紧密结合是教材编写的基本要求之一。

3. 体现系列教材的特点,内容避免重复。由于各校教学大纲及课程设置上的差异,对教材编写立项和取材造成了困难。本套教材以各校教学大纲为参考,内容安排和课时设计遵循从众原则,最大限度地避免了不同教材之间的内容重复。

4. 教材篇幅与课时设计紧密挂钩,内容力求简明精炼。本套教材编写以各校的教学大纲为基础,以专业规范为标准,努力控制篇幅,突出重点。

5. 充分考虑职业教育的特点,编写体例有所创新,便于教、学双方使用。为培养学生的实际动手能力和实践认知能力,多数教材附有实习(实验)指导书,或以附录的形式附于书末。此外,每章开篇增加了内容简介、学习目的等导读性内容;结尾总结本章应掌握的重点、难点等总结性内容;最后,针对本章重点列出本章的复习思考题。

本套教材的编写组织严密,管理到位。教材编写从立项伊始就成立了以教指委主任桂和荣教授为主任委员、以地质出版社副社长王章俊编审为副主任委员的教材编写委员会。编委会积极开展工作,充分发挥参编院校、教指委、出版社的不同职能,保证了教材编写、评审、出版过程的有序进行。为保证教材质量,教指委承担了绝大多数教材的审稿任务,并分别于2007年4月、2009年5月两次主持召开教材评审会,对每种教材进行严格的质量评审。

本套教材的编写与出版还得到了中国地质学会教育研究分会的支持和帮助。教材编写过程中,分会领导提出了许多指导性意见和建议,并积极推荐知名专家参与教材的审稿把关工作。

这套教材的出版,从品种上构建了我国资源勘查类专业高等职业教育教材建设的体系和框架,极大地缓解了这一专业层次教材的短缺和不足。精品教材的诞生有一个反复锤炼的过程,本套教材的编写虽经多方努力,问题和不足仍在所难免,恳请各校师生及广大读者提出宝贵意见,以便修订时更改和完善。

教材编写委员会
2009年6月

前 言

随着物理学、电子学、计算机科学的进步，地球物理探测技术在环境监测、工程地质、水文地质及建设工程检测方面的应用日趋广泛，特别是近年来国家工程建设的高速发展，为地球物理探测技术提供了较大的发展空间。建筑工程、水利、道路、桥梁、港口、机场建设等对环境及工程地质的要求越来越高，环境与工程物探技术以其快速、高效、准确、无损的特点，在工程建设领域中得到了越来越广泛的重视和应用。本教材是根据教育部高职高专资源勘查类专业教学指导委员会 2008 年 5 月长沙会议的有关决议立项编写的，主要为满足高职高专院校水文地质、工程地质、岩土工程、城镇建设（地基基础与城镇规划专业）等专业的教学之需，适用课时为 40~60 学时。

教材编写过程中，编者参阅了近年来国内外环境与工程地球物理勘查方面的教材；收集了大量环境与工程物理应用领域取得的新成果、新方法和新技术资料；贯彻高职高专教材“理论够用，注重实践”的编写原则；紧扣高职高专院校培养高技能应用型人才的培养目标，教材内容安排力求简明、实用。本教材不仅可以作为高职高专院校中的水工环类专业、工民建类专业教学使用，也可作为从事国土资源调查、勘查工作，环境监测工作，城市物探工作的有关人员的实用参考书或培训教材。

教材共五章。其中：第一章主要介绍介质的地球物理性质，第二章介绍地震勘探类的探测方法，第三章介绍电法勘探类的技术方法，第四章介绍地震和电法勘探类以外的其他地球物理探测方法，第五章介绍环境与工程物探的应用与实例。

本教材由江西应用技术职业学院甘宏礼、甘肃工业职业技术学院郭建忠、湖南工程职业技术学院徐耀鉴共同编写。具体分工情况如下：第一章由甘宏

礼与刘济鹏（江西应用技术职业学院）合编；第二章第六、七、八、九节和第五章由甘宏礼编写；第三章、第四章由郭建忠编写；第二章第一至五节由徐耀鉴编写。本教材由甘宏礼制定编写大纲，并负责最后的统编定稿。

教材编写过程中，地质出版社魏智如主任给予了关注和支持，帮助收集了近年来公开出版的相关资料；责任编辑王春庆老师提出了有价值的修改意见。克拉玛依职业技术学院樊宏伟教授作为本书主审，通读了全部书稿，提出了很好的修改建议和意见。江西应用技术职业学院教务处、立达公司、教材中心等给予大力支持，刘济鹏老师、张沥方同志、曾前同志参与了大量工作。教材引用了环境与工程物探领域中的同行近年来公开发表的文献和资料。在此，编者谨向上述同仁致以真诚的感谢！

编 者

2009 年 6 月

目 次

前 言	
绪 论	(1)
复习思考题	(3)
第一章 环境与工程物探的物理基础	(4)
第一节 介质的弹性	(4)
一、完全弹性体的概念	(4)
二、形变与应力	(4)
三、弹性波	(7)
四、影响地震波速度的因素	(11)
第二节 介质的电学性质	(14)
一、介质的导电性质	(14)
二、岩石和矿石的自然极化特性	(18)
三、岩石和矿石的导磁性	(21)
第三节 介质的其他物理性质	(22)
一、介质的磁性	(22)
二、介质的放射性	(23)
三、介质的热性质	(24)
第四节 各种物探方法所使用的参数总结	(27)
复习思考题	(28)
第二章 地震勘探	(29)
第一节 地震波传播的一般规律	(29)
一、波的描述	(29)
二、地震波的传播	(32)
三、浅层地震地质条件	(34)
第二节 地震波时距曲线	(35)
一、直达波与折射波时距曲线	(35)
二、单界面反射波时距曲线	(38)
三、水平层状介质反射波时距曲线	(40)
四、绕射波和多次反射波时距曲线	(41)

第三节 反射波和折射波法	(42)
一、工程地震仪器	(42)
二、反射波法	(43)
三、折射波法	(50)
第四节 瑞雷波勘探技术	(53)
一、瞬态瑞雷波勘探原理	(53)
二、瞬态瑞雷波法资料采集系统	(54)
三、瞬态瑞雷波法资料处理	(55)
四、瞬态瑞雷波资料的解释与应用	(55)
第五节 透射波法	(59)
一、地面与井的透射	(59)
二、井间的透射	(64)
三、地面凸起介质的透射	(66)
第六节 基桩检测技术	(67)
一、基桩的类型和质量问题	(67)
二、低应变反射波法	(68)
三、高应变动力测桩	(71)
第七节 地微动技术	(72)
一、常时微动的测量与数据处理	(73)
二、实际应用	(75)
复习思考题	(78)
第三章 电法勘探	(79)
第一节 电阻率法	(79)
一、电阻率法基础知识	(80)
二、电阻率剖面法	(83)
三、电阻率测深法	(93)
第二节 充电法和自然电场法	(101)
一、充电法	(101)
二、自然电场法	(103)
第三节 激发极化法	(107)
一、激发极化效应成因	(107)
二、激发极化特性及测量参数	(109)
三、激发极化法在水文地质调查中的应用	(111)

第四节 电磁法原理	(113)
一、电磁测深法	(113)
二、甚低频电磁法	(116)
三、无线电波透视法	(117)
第五节 探地雷达技术	(119)
一、探地雷达的基本原理	(119)
二、探地雷达的野外工作方式	(120)
三、探地雷达的数据处理与成果表达	(122)
四、探地雷达的应用	(123)
第六节 管线探测技术	(129)
一、地下管线的种类及探测方法	(129)
二、用频率域电磁法探测地下管线	(131)
三、其他物探方法在管线探测中的应用	(139)
复习思考题	(140)
第四章 其他物探方法	(142)
第一节 高精度磁法	(142)
一、基本概念	(142)
二、磁测仪器和磁法勘探野外工作方法	(144)
三、磁测数据的处理与解释	(147)
第二节 核磁共振	(151)
一、地面核磁共振方法原理	(152)
二、测量参数和反演水文地质参数	(152)
三、地面核磁共振方法的特点	(154)
第三节 放射性探测	(155)
一、 γ 测量法	(156)
二、 α 测量法	(158)
第四节 地温测量	(160)
一、地热场与地热异常	(160)
二、地温测量方法	(162)
第五节 地球物理测井	(165)
一、电测井	(166)
二、核测井	(172)
复习思考题	(174)

第五章 环境与工程地球物理勘探应用	(175)
第一节 环境与工程物探成果报告	(175)
一、环境与工程物探工作过程	(175)
二、成果报告的编写	(175)
三、成果报告的审查与提交	(177)
第二节 环境与工程物探应用实例	(177)
一、高密度电法在地质工程与环境地质调查中的应用	(177)
二、电法勘探在找水工作中的应用	(179)
三、地震折射波法在隧道勘察中的应用	(182)
四、地质雷达方法在公路质量检测中的应用	(185)
五、水坝渗漏的地球物理探测	(186)
六、综合物探在地下环境评估中的应用	(187)
复习思考题	(195)
参考文献	(196)

绪 论

地球物理勘探是通过观察和研究各种地球物理场的变化来解决地质问题的一种勘查方法。所谓地球物理场，是指存在于地球内部及其周围的、具有物理作用的物质空间。例如，地球内部及其周围具有重力作用的物质空间，称为重力场；天然或人工建立的具有电（磁）力作用的物质空间称为电（磁）场；质点振动传播的物质空间，称为弹性波场等。组成地壳的不同岩土介质往往在密度、弹性、电性、磁性、放射性及导热性等方面存在差异，这些差异将会引起相应的地球物理场在空间（或时间）上的局部变化，这种变化称为地球物理异常。地球物理勘探就是通过专门的仪器，观测这些地球物理异常，取得它们的分布及形态等有关地球物理资料，然后结合已知地质资料进行分析研究，推断地下地质构造，或确定岩土介质的性质，从而达到解决地质问题的目的。

环境与工程地球物理勘探是用于工程地质、水文地质及环境地质有关问题的一套地球物理勘查方法。

地球物理勘探（简称物探）方法较早用于水文地质勘探，主要任务是寻找地下水。随着全世界的人们环境保护意识的普遍增强和环境保护工作的快速发展，环境地球物理的研究和应用正处在一个蓬勃兴起的阶段。地球物理方法在环境保护、环境监测和治理中发挥着重要作用，其应用将越来越广。合理寻找可用于工农业生产和生活需要的地下水，也是环境地球物理勘探工作的一项重要任务。

工程物探，也就是在工程中所用的物探方法。由于工程建设需要对地质情况进行勘探，物探比钻探等其他直接的勘察手段更具有快速、经济的优点，有些勘察需无损检测，因此物探方法在工程建设中大量应用而逐渐形成了一套地球物理勘探方法。

环境地球物理勘探和工程地球物理勘探方法在应用上有许多共性，在应用上有交叉，故本教材将环境与工程物探放在一起共同讨论。

环境与工程物探就是利用岩土、建材等物理介质的性质（密度、电性、磁性、弹性、放射性、热传导性等）之间的差异为基础，通过观测和研究各种天然和人工的地球物理场的空间和时间分布规律，以解决环境和工程问题的一类勘探方法。

环境与工程物探方法种类很多，勘探工作主要利用弹性波法和电法类方法，核物探和其他方法也有应用。

弹性波法中折射波法和反射波法仍是主要方法，浅层横波反射法等高分辨率方法受到人们的重视；为提高分辨率，并能在现场及时提交成果，近年来又出现了陆上极小偏移距高宽频反射连续剖面法（陆地声呐）；在港口码头、桥位、海底和江底堆积层及淤积等的探查方面，浅地层剖面法等电声方法发挥了作用；声波法在岩体探查、岩土物理力学参数测定、混凝土构筑物质量检测等方面得到广泛应用；面波勘探、钻孔透射 CT、跨孔法也是有特效和前景的方法。其中稳态和瞬态法面波勘探，利用瑞雷波的频散以及面波波长与深度相关的特点，在浅层勘探和洞穴探查方面的实践中效果良好，正受到人们的青睐；在

桩基检测方面，利用反射波的动力学和运动学特征，形成了各种专用方法。应当指出，利用波的动力学特征，在工程物探中越来越显现出必要性，在判断被测岩层的含水性、浆砌片石挡墙的浆砌质量和混凝土质量检测等方面都有应用成功的经验；利用天然微震，测量场地地基振动频谱及卓越周期，也是建筑工程勘察的内容之一。

电法是丰富多彩的一类方法。直流电法除了传统的电测深、电剖面法外，近年来，高密度电法从理论到应用都有了很好的进展，它采用在剖面或面积上布置小间距的多个电极并进行快速采集，通过资料整理，可变换成多种装置形式，并作剖面上不同深度图或平面成图，提高了分辨率，某些新的装置形式增大了它的探测能力，如用于探测溶洞洞穴顶底深度的五级纵轴测深法、可探测几十米深度内的厚几十厘米薄层的微分电测深法等；渗透电场法在探测水库、水坝漏水及地下水流向方面效果良好，但近年来应用较少，有必要重新提及。激发极化法：在探查地下水方面，它是有特效的方法，目前多用时间域法，并利用不同性质含水层在不同大小的激发电流时有不同的激发极化能力的特点，发展出二次时差法，频率域的方法在探测地下水方面也有好的实例，如双频或多频激发极化法和瞬变电磁法展现了好的前景。电磁法：除较早使用的甚低频法、音频大地电场法、频率测深法和多频地面电磁法外，瞬变电磁法开始崭露头角。利用钻孔无线电波透视作孔间岩体的视吸收系数剖面进行岩溶探测，是使用较广的有效方法。近年来，探地雷达引起人们的关注，它在浅层探测岩溶方面的前景看好。此外地下管网探测的许多仪器和方法，也是以电磁法为基础的。

核物探也是内容较丰富的方法，环境及工程地质工作中常利用其中的放射性测量方法。在地质勘查中， γ 测量、 α 卡法、 α 杯法、氡气测量等是地质填图、查找断裂构造的常用方法；用于对 γ 量子和热中子的吸收或散射，反映了物质的质量和含水量、含氢量，因此，是工程质量检测的有效方法之一，在混凝土质量无损检测、填土碾压质量检测、沥青路面质量检测等方面得到广泛应用。

其他方法，如高精度磁测、高精度重力测量在地质填图、查找构造和洞穴、人工埋设物、考古等方面均有成功的应用；近几年利用远红外摄影和摄像查找松动岩石、结构物裂缝和出水点等已引起工程界的注意；测井以及静力触探与物探测井技术相结合的技术在环境与工程物探中应是一个重要的应用内容，但我国在这方面的应用和开发不够，应引起重视。

环境及工程物探工作通常有以下特点：

(1) 大部分的对象是浅、小的物体，探测深度从几十厘米到几十米，要求探测的分辨率高、定量解释精度高。

(2) 不仅要求查清探测对象的分布规律，还往往要求查明单个对象（如溶洞）的空间位置。

(3) 与环境工程地质工作结合紧密，探测资料往往用于设计或施工，时间上衔接紧，探测结论能及时得到验证和反馈，对工作结论要求高。

(4) 探测对象复杂。浅小的物体规律复杂，近地的地质条件也不均匀，沿水平方向和铅垂方向各向异性严重，甚至物性参数出现连续渐变的情况，给资料的定性、定量解释带来许多困难。

(5) 因为要解决的环境问题较多的集中在工业中心和大城市，所以，往往受到人为

噪声的干扰,如地下管道(线)、电缆线、高压线、铁路等引起的磁干扰、电磁干扰、工业交通振动的干扰,因此,需要采取相应有效的措施压制各种干扰;另外,环境调查中野外作业空间(范围)通常较小,这就要求物探方法具有抗干扰性和灵活性。

环境与工程物探目前主要应用于以下方面:

(1) 区域性地质调查。其目的是为地区(城市)规划提供第一手资料。其内容包括查明区内主要断裂构造,主要岩土层展布、基岩风化情况,建筑物基础的持力层的分布、埋深、厚度和地震小区划等。

(2) 工程地质环境调查。为选址和工程设计提供基础工程地质资料(包括构造、岩层分布、岩土力学参数等);对工程周围可能出现的地质灾害(包括滑坡、岩溶塌陷、泥石流、地下工程的涌水和塌方等)进行预测。

(3) 工程施工或巷道掘进过程中的超前预测。如地铁等地下工程施工、深基坑挖掘时对沙层、软土层的探查,坝基开挖时软弱夹层探查,高边坡构造裂隙和卸荷裂隙的探查,隧道掌子面前方不良地质预报等。

(4) 工程施工质量及工程现状的检测。如桩基检测、隧道衬砌质量检测、混凝土质量检测、锚杆饱和度检测,地下管线探测,隧道衬砌状态评估,大坝、水库渗漏探测等。

(5) 环境地质方面。包括城市地下水污染、地面沉陷、海水入侵、放射性污染等问题的调查、预报。

(6) 水资源的调查。

(7) 考古及文物保护方面的调查。



复习思考题

1. 什么是地球物理勘探?其工作物质基础是什么?
2. 根据应用地球物理场的不同,物探可分为哪些方法?
3. 什么是环境与工程物探?
4. 环境与工程物探有什么特点?
5. 环境与工程物探主要应用在哪些方面?