

• 科技生产力应用决策读物 •

(干部选读)

地质技术装备丛书

温家宝

主编 李双新 副主编 赵光德

第三卷

地球物理探测及测绘仪器(上)



地质出版社

科技生产力应用决

登录号	091212
分类号	P 631
种次号	057

地质技术装备丛书

5436/10

干部选读)



200400761



三 卷

地球物理探测及测绘仪器 (上)

主 编
副主编



赵光德



00819411

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

图书在版编目(CIP)数据

地球物理探测及测绘仪器 (上)/李双新主编.-北京:地质出版社,1995.6

(地质技术装备丛书 第三卷)

ISBN 7-116-01844-1

I.地… I.李… II.①地球物理勘探-地质勘探仪器②地球物理勘探-测量仪器 N.P631

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 01304 号

地质出版社出版发行

(100013 北京和平里七区十楼)

责任编辑:陈军中

*

北京地质印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:850×1168 1/32印张:4.5 字数:110 000

1995 年 6 月北京第一版·1995 年 6 月北京第一次印刷

印数:1—3600 册 定价:43.00 元(1~6 卷)

ISBN 7-116-01844-1

P·1454

编委会名单

顾问	夏国治	陈洲其	许宝文		
主编	李双新				
副主编	杜祥麟	袁学诚	赵光德		
编委	(按姓氏笔划为序)				
	于荫平	王 达	王治海	刘祖浩	杜祥麟
	吴天彪	李家熙	李双新	孟宪琛	郎世荣
	袁学诚	曾家松	温洪进	郭剑雄	赵光德

撰稿人名单

(按姓氏笔划为序)

丁悌平	于荫平	于铭强	王庆海	王 钢
朱玉伦	刘祖浩	刘永东	刘敦一	刘腾耀
刘绍伶	刘贵元	余日初	张锦茂	张 勤
杜祥麟	吴连生	吴天彪	陈克樵	应志春
李正泉	李家熙	李维华	李家俊	罗延钟
林润南	杨啸涛	杨光荣	杨孝球	相重琨
柳志斌	赵亨达	翁 校	姜洪涛	顾钧兆
梁国立	袁玄晖	姚修仁	郭剑雄	郭立鹤
廖锦初	熊 焰	瞿兴昌		

地质技术装备丛书

第一卷 钻掘机械设备(上)

- | | | |
|-----|---------|--------|
| 第一篇 | 地质机械发展史 | 杜祥麟 |
| 第二篇 | 岩心钻机 | 郭剑雄 |
| 第三篇 | 水井钻机 | 于荫平 |
| 第四篇 | 坑道钻机 | 杨光荣、翁校 |
| 第五篇 | 泥浆泵及其它 | 廖锦初 |

第二卷 钻掘机械设备(下)

- | | | |
|------|------------|---------|
| 第六篇 | 基础施工工程钻机 | 相重琨 |
| 第七篇 | GPS 系列工程钻机 | 刘祖浩、顾钧兆 |
| 第八篇 | GQ 系列工程钻机 | 李正泉 |
| 第九篇 | 水平钻机 | 吴连生、熊焰 |
| 第十篇 | 锚杆钻机 | 杜祥麟、刘绍伶 |
| 第十一篇 | 装修工程钻机 | 余日初、刘贵元 |
| 第十二篇 | 坑道掘进设备 | 杨孝球、姜洪涛 |

第三卷 地球物理探测及测绘仪器(上)

- | | | |
|------|-----|---------|
| 第十三篇 | 地震仪 | 刘永东、王庆海 |
| 第十四篇 | 磁力仪 | 吴天彪 |
| 第十五篇 | 重力仪 | 林润南 |

第四卷 地球物理探测及测绘仪器(下)

- | | | |
|------|---------|-------------|
| 第十六篇 | 电法仪器 | 罗延钟 |
| 第十七篇 | 地下电磁波仪 | 瞿兴昌 |
| 第十八篇 | 放射性测量仪器 | 李家俊、于铭强、刘腾耀 |
| 第十九篇 | 测绘仪器 | 柳志斌 |

第五卷 实验分析仪器(上)

- | | | |
|-------|-----------|---------|
| 第二十篇 | 原子吸收分光光度计 | 杨啸涛、李家熙 |
| 第二十一篇 | 分光光度计 | 朱五伦 |
| 第二十二篇 | X 射线荧光光谱仪 | 梁国立 |

第二十三篇	等离子体光谱仪	袁玄晖
第二十四篇	等离子体质谱仪	袁玄晖
第二十五篇	极谱仪	姚修仁、王钢
第二十六篇	激光分析仪	李维华

第六卷 实验分析仪器(下)

第二十七篇	电子探针 X 射线分析仪	陈克樵
第二十八篇	同位素质谱计	丁悌平、刘敦一
第二十九篇	红外光谱仪	郭立鹤
第三十篇	热电图谱仪	赵亨达
第三十一篇	氢化物-原子荧光分析仪	张锦茂、张勤
第三十二篇	实验室信息管理系统	应志春

用现代科学技术知识武装起来

——《现代科学技术基础知识》(干部选读)序

江 泽 民

我多次建议编写一本书,系统地介绍马克思主义关于科学技术是生产力的基本观点,深入浅出地论述世界科技发展的现状、趋势和我们的对策,供县级以上干部阅读,以丰富大家的科技知识,提高领导现代化建设的水平。经过国家科委等单位的同志们共同努力,这个愿望现在实现了。

科学技术是生产力发展的重要动力,是人类社会进步的重要标志。纵观人类文明的发展史,科学技术的每一次重大突破,都会引起生产力的深刻变革和人类社会的巨大进步。本世纪以来,特别是二次世界大战以后,以电子信息、生物技术和新材料为支柱的一系列高新技术取得重大突破和飞速发展,极大地改变了世界的面貌和人类的生活。科学技术日益渗透于经济发展和社会生活各个领域,成为推动现代生产力发展的最活跃的因素,并且归根到底是现代社会进步的决定性力量。现代国际间的竞争,说到底还是综合国力的竞争,关键是科学技术的竞争。邓小平同志敏锐地洞察这一历史大趋势,鲜明地提出“科学技术是第一生产力”的科学论断,丰富和发展了马克思主义关于生产力的学说,对于我们建设富强、民主、文明的社会主义现代化强国,具有重大的指导意义。

本世纪90年代到下世纪中叶,是中华民族振兴的关键时期。和平与发展的世界进步潮流,蓬勃兴起的新科技革命,为我国的改革开放和经济发展提供了契机。我们要牢牢把握这一难得的历史机遇,紧紧追踪世界科学技术产业,加快发展新兴产业,不断提高

科技进步在推动经济增长中的作用,促进整个国民经济持续、快速、健康发展。从世界近现代史看,不少贫弱的民族和落后的国家,能在不太长的时间内实现经济起飞,虽然有着各不相同的具体条件和有利因素,但重视教育,善于采用先进科学技术,则是其共同特点。我们有优越的社会主义制度,有勤劳智慧的人民,只要我们毫不动摇地坚持建设有中国特色社会主义理论和党的基本路线,坚定地依靠科技进步,经过五六十年的坚韧不拔的努力,就一定能够实现社会主义现代化的宏伟目标。

加速我国的科技进步,一定要提高各级领导干部的科技素质。改革开放以来,我们的干部队伍朝着知识化、专业化方向迈进了一大步,多数县级以上领导干部具有大专以上文化程度。但这并不意味着大家都已熟悉和掌握现代科学技术知识。我们的干部,无论是学社会科学的还是学自然科学的,无论是毕业早一点的还是近几年走出校门的,都有重新学习的必要。应当看到,现代科学技术的发展日新月异,新发明、新理论层出不穷,知识更新异常迅速。我们只有锲而不舍地努力学习,不断汲取新的知识,充实自己,才能提高决策水平和领导艺术。科技知识浩如烟海,我们的中、高级干部不可能都成为某一领域或某一学科的专家,但完全可以做到知识面相对广一些、深一些,甚至在某些方面有所专长。否则,就不能算是一个合格的、称职的领导者。

抓紧学习和掌握现代科技知识,是摆在我们面前的一项重要任务,各级干部要从事关国家富强、民族振兴的高度来认识学习的重要性,增强学习的自觉性。学习科技知识要知难而进,不耻下问,学以致用,持之以恒。我们的干部担负着领导社会主义现代化建设的繁重任务,工作确实很忙,但是越忙越要挤出时间学习。了解现代科技知识,这本书可以作为“入门”的读物,大家要多下一点功夫仔细阅读。在此基础上,不同岗位的干部要根据工作需要,多读几本自然科学和社会科学方面的论著,不断丰富和拓宽自己的知识面。我们的中、高级干部如果用更多的科技知识把自己武装起来,提高认识自然、利用自然、改造自然和保护自然的能力,那么,我们

在领导建设有中国特色社会主义的伟大事业中，就能够更好地动员和组织亿万人民，在祖国辽阔的土地上描绘出更新更美的画卷。

1994年2月6日

(新华社北京4月7日电)

转载《人民日报》1994年4月8日第一版

编 者 的 话

地质技术装备丛书,是一套现实的科技生产力要素选择的决策性读物,是集科技知识及技术装备应用实例为一体的丛书,是社会主义市场经济发展的需要,建国以来第一次系统地向社会介绍地质技术装备及其应用的丛书。它适于干部,特别是县以上领导干部,经济部门领导人,企事业单位的科技、经济专家,以及工程勘察、地勘单位和有关制造厂领导参阅;也可作为院校师生教学参考书。

“隔行如隔山”的传统观念,在现代科学技术相互渗透的今天,一定程度上束缚了生产力的发展。具有多学科知识及功能的现代地质技术装备,各类钻机、物理、化学探测及分析仪器,航空遥感,地形测绘设备等,已经冲破“地质专用”的范围,在国民经济领域里发挥着作用。建筑业中的桩基工程、松软地基处理、地下连续墙、楼宇修理改造工程;交通行业的铁路、公路、港口、机场、地铁、桥梁、涵洞、隧道基础工程;能源领域中水电、火电、原子电站、电力、电讯基础工程、地下管线探测及测图;环境保护中的滑坡、泥石流、地震、水污染等地质灾害防治;城市、乡镇建设区划的小区规划、水土分析、农林作物种植最优化分析测图;水力工程的水井、水坝防漏治漏、围幕灌浆、引水隧洞以及各种物理、化学实验鉴定中的选矿实验,元素成分分析,金、银、贵金属、宝石鉴定,食品、医学公安案件侦破实物化验分析等。

对于地质技术装备这样广泛的应用领域,在计划经济观念封闭的体制下,并没有被更多的人所认识。中国地质设备管理协会,为了深入贯彻邓小平同志关于“科学技术是第一生产力”的科学论断和江泽民总书记关于“要在干部特别是领导干部中普及现代科学技术知识”的精神,组织了几十位地质机械、仪器、设备管理专家

及学者,编纂了这套地质技术装备丛书。其主要内容是设备的基本原理、构造,历史渊源,国内外水平,应用领域及实例,以及设备新产品介绍等。全套丛书按设备性质分六卷 32 篇,介绍了几十种机械、仪器装备。中共中央书记处书记温家宝同志对出版此套丛书甚为关怀,并为丛书题写了书名。

设备是物化的科学技术,是现实的生产力要素。从书既向社会各界普及具体、现实的科技生产力知识,并重点为三个方面服务。第一个方面是为用户服务,用户有什么社会、经济、事业工程问题,选择哪些技术装备最适宜,有哪些地勘单位的队伍可以帮助去完成,以利做出决策;第二个方面是为有关地质设备制造厂商服务,自己的产品除向地矿行业销售外,还应该向哪些用户找买主,开拓推销产品的领域;第三个方面是为地勘单位服务,自己拥有的装备除地质找矿外,还应该向哪些方面找用户,发挥潜力,为更多的用户服务。在国内,拥有地质技术装备的单位,多在地矿行业的三千个相当于县团级的单位,如地勘公司、地质队、探矿队、物探队、水文队、测绘队、实验室、勘察院、研究院等,遍布全国,是一个规模宏大、装备精良的队伍,可为社会广泛服务。

本丛书编纂出版,得到地质矿产部领导和许多单位同志的支持。地矿部的经济研究院张茂举、物化探研究所冯沛南、地质科学院测试所王忠风三位同志是本丛书联络员,做了大量联络和初审工作;部直管局张谦、傅芳财以及王谦、刘同良、王昭、张拯等,在组织联络方面都给予了支持。对给予帮助、支持的单位、同志,在此一并表示感谢。由于水平有限,本丛书错误、不当之处在所难免,望读者指正。

地质技术装备丛书编辑委员会

1994 年 8 月

第十三篇

地 震 仪

刘永东 王庆海 编著

前 言

地震勘探具有勘查精度高、分辨率高、探测深度大、可靠性强等优点。自发现大庆油田以来,90%以上的新油田是利用地震勘探技术找到的。随着科学技术的不断发展,地震仪在水文地质、工程地质、环境地质、地震小区划、矿产地质、工程基础测试、考古和地热勘探等方面都得到广泛的应用,获得了显著的社会效益和经济效益。为了使社会各界了解地震仪的工作原理、应用范围和应用效果,进一步扩大地震仪的应用范围,更好地为国民经济建设服务,我们编写了本篇内容。第一章介绍了地震勘探方法和地震仪的工作原理,地震仪从模拟光点记录地震仪、模拟磁带记录地震仪到数字地震仪的发展情况,以及地震仪的发展趋势。第二章介绍了浅层地震仪、中层地震仪、深部地震仪及微震仪、微动仪、PS 测井仪和 GR-810 地下勘探机的仪器结构、工作原理和用途,以及“七五”以来开发成功的新产品。第三章介绍了地震仪的应用范围和它在工业、农业、交通、建筑、环保、能源、矿产等方面的应用实例及效益。本篇前言和部分实例由王庆海同志编写,其余部分由刘永东同志编写。

在编写过程中,承蒙如下同志给予帮助:卢环、毛双星、孟宪来、孙鸿杰、李秀杰、李志武、王占友、王振东、唱鹤鸣、吴庆曾、刘冠军、刘同良、石金成、邱降声、肖鹏等,谨致谢意。由于作者水平有限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

1994 年 6 月

目 录

第一章 概述	(5)
一、地震勘探方法	(5)
二、地震仪的工作原理	(6)
三、地震仪的发展简史	(7)
四、地震仪的主要技术指标及性能	(8)
第二章 地震仪	(11)
第一节 浅层地震仪	(11)
一、浅层地震仪的特点与分类	(11)
二、国内浅层地震仪	(14)
三、国外浅层地震仪简介	(18)
四、抗干扰高分辨率数字地震仪	(22)
第二节 中层地震仪	(22)
一、常规数字地震仪	(23)
二、多道遥测数字地震仪系统	(24)
三、中层数字地震仪的发展方向	(26)
第三节 深部地震仪	(26)
第四节 地震小区划勘探仪器	(28)
一、微震仪	(29)
二、PS 测井仪	(30)
三、微动仪	(32)
四、GR-810 地下勘探机	(34)
第五节 工程检测仪	(37)
一、GD-9 多用工程检测仪	(37)
二、CE9201 土建工程质量检测仪	(38)
三、EMS2020 工程质检仪	(39)
第三章 地震仪的应用范围及实例	(40)
第一节 地震仪的应用范围	(40)

第二节 地震仪的应用实例	(40)
一、在工程地质方面的应用 17 例	(41)
二、在水文地质方面的应用 4 例	(48)
三、在环境地质及地震小区划方面的应用 14 例	(50)
四、在矿产地质和能源勘探方面的应用 8 例	(54)
五、在其它方面的应用 2 例	(57)
第三节 使用地震仪获得的显著效益	(58)
主要参考文献	(59)

第一章 概 述

一、地震勘探方法

人们面对大山喊话时,有时能够听到自己的回声。回声就是人们发出的声音在向前传播碰到大山时,被大山反射回来的声音。人们的耳朵听到回声后,经过大脑分析、辨别,确认是自己的回声,从而可以确定前面有大山。声音的传播速度 V 是已知的,根据声音传播的双程时间 T_0 就可以计算出人到山的距离 H ($H = 0.5VT_0$)。

地震勘探方法就是根据类似的原理进行地质勘探的一种地球物理勘探方法。人工用炸药或其它手段激发地面,引起地下介质质点振动。这种振动在弹性介质中传播就形成了地震波。地震波向地下传播(相当于空气传播声音),当遇到地质界面(相当于声波遇到大山)时,地震波被反射(或者折射)回来。安置在地面的地震检波器(相当于人的耳朵)可接收地震信号(相当于回声),并转换成电信号送给地震仪进行加工处理和记录,然后利用计算机进行处理和计算(相当于人的大脑进行分析和计算)。地震波在地下岩石中传播时,其传播路径、波的旅行时间、波的强度和波形将随所通过的地下岩石的物理性质及地层界面的几何形态的不同而变化。掌握了其变化规律,根据接收到的波的旅行时间和速度,可以推断波的传播路径和介质的结构;根据波的振幅、频率及地层速度等参数,则有可能推断地下岩石的性质,从而达到勘探的目的。

地震波的传播路径所遵循的规律与几何光学极其相似。波在传播过程中,当它投射到有弹性差异(波阻抗差)的分界面上时,将产生反射和折射。接收其中不同的波,就构成不同的地震勘探方法,有反射波法、折射波法和透射波法等。解决不同的地质问题,需要采用不同的勘探方法。图 1.1 是反射波法和透射波法示意图,图

1.2 是折射波法示意图。

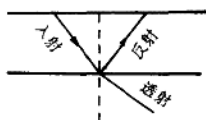


图 1.1 反射波和透射波示意图

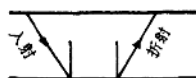


图 1.2 折射波示意图

地震勘探工作分为三个基本环节：(1)地震资料的野外采集，即在施工区布置地震测线，人工激发地震波，用检波器和地震仪接收并加工处理地震信号，把地震信息记录在磁带或磁盘上；(2)地震资料处理，即利用计算机对原始磁带或磁盘的记录进行一系列加工处理，得到能反映地层构造特点的地震剖面图；(3)地震资料解释，即应用地质学与地震学的基本原理，综合地质、钻井等资料，对地震剖面上的信息深入对比分析，研究构造及相互关系，绘制各种解释图件，获得可供利用的资料。

二、地震仪的工作原理

人们面对录音机的话筒唱歌时，话筒把声波转换成电信号，经过放大器放大后，再将电信号通过磁带记录在磁带上。当把磁带上录的歌曲再回放出来时，是通过磁头将磁带上的磁信号转换成电信号，经过放大，推动喇叭放出原来录的声音。

地震仪的工作原理与录音机的工作原理类似。如图 1.3 所示。由大锤敲击、人工爆破或其它震源产生的地震波，通过地层反射（或折射）到达地面后，由地震检波器接收地震波，转换成电信号（相当于话筒把声音转换成电信号）；然后送到前置放大器放大，通过滤波器滤除不需要的信号，由多路转换开关分别把多道地震信号采样，变为一路串行的脉冲信号，该脉冲信号被送到主放大器放大（主放大器的增益可以瞬时调节，把信号的幅度调整到一定的范围内），再由模数转换器（简称 A/D）转换成相应的数字信号（与模