

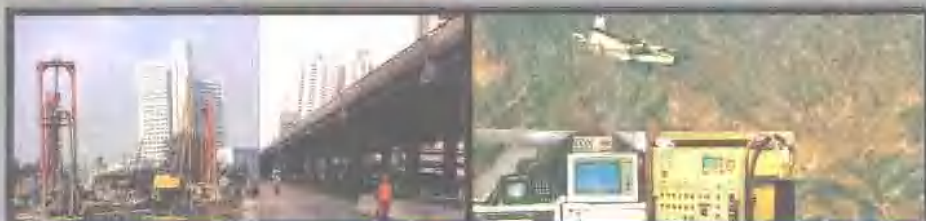
· 科技生产力应用决策读物 ·

(干部选读)

地质技术装备丛书

主编 李双新 副主编 赵光德

温家宝



第四卷

地球物理探测及测绘仪器(下)



北京

地质出版社

登录号	- 091213
分类号	P631
丛刊号	057

科技生产力应用决

地质技术装备丛书



200400805

干部选读)

第四卷

地球物理探测及测绘仪器 (下)

主 编
副主编



赵光德



00819404

地 质 学 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 (下)/李双新主编. -北京:地质出版社,
1995. 6

(地质技术装备丛书 第四卷)

ISBN 7-116-01844-1

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

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第01305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:5.875 字数:148 000

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 | 李正康 |
| 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 | 朱玉伦 |
| 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年代到下个世纪中叶,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,是应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

第十六篇

电 法 仪 器

罗延钟 编著

目 录

第一章 电法勘探方法及仪器	(4)
一、电法勘探方法	(4)
二、电法仪器装备的配置和基本要求	(4)
三、电法仪的发展和现状	(8)
第二章 常用的电法仪	(11)
第一节 直流电法仪	(11)
一、LZSD-B 型自动直流数字电测仪	(12)
二、MIR-1B 型多功能直流电测仪	(16)
第二节 激电仪	(20)
一、S-3B 型抗耦双频激电仪	(21)
二、DJS-6 型微机激电仪	(25)
三、DJS-4A 型时间域激电发送机	(28)
第三节 天然电磁场法仪器	(31)
第四节 管线探测仪	(33)
一、GX-2 型管线探测仪	(34)
二、各种管线探测仪的对比	(38)
第五节 瞬变电磁仪	(39)
一、LC 型微机电法勘探系统	(39)
二、SD-1 型瞬变电磁仪	(42)
第三章 电法仪的应用	(45)
第一节 在金属和非金属矿产勘查中的应用	(45)
第二节 在石油、煤、地热等能源勘查中的应用	(49)
第三节 在地下水资源勘查中的应用	(52)
一、电阻率法在黄河冲积扇蓄水构造调查中的应用	(52)
二、电阻率法在勘查古河道型蓄水构造中的应用	(53)
三、电阻率法在岩溶蓄水构造调查中的应用	(54)

四、电阻率法在寻找基岩裂隙水水源地中的应用	(55)
五、激电法在寻找地下水中的应用	(56)
六、甚低频电磁法和音频大地电场法找水应用	(57)
七、充电法或自然电场法确定地下水流向和流速	(57)
八、电法在咸水地质体调查中的应用	(58)
第四节 电法仪在工程基础勘查中应用实例	(59)
一、房基勘探应用 3 例	(59)
二、坝基勘查应用 2 例	(60)
三、桥基勘查应用 2 例	(61)
四、路基和隧道探测应用 2 例	(61)
第五节 电法仪在岩土工程力学参数和施工质量的原位 检测应用 2 例	(62)
第六节 电法仪用于地下管线探测 3 例	(64)
第七节 电法仪在考古探测中应用	(65)
第八节 电法仪在环境污染和灾害的调查与防治方面 的应用	(66)
一、地下水污染监测 2 例	(66)
二、滑坡探测应用 2 例	(67)
三、城市地裂缝探测 2 例	(68)
四、堤坝渗漏探测 2 例	(69)
五、电法仪寻找地下土蚁巢	(70)
六、黄淮海盐渍土的调查	(71)
主要参考文献	(72)

第一章 电法勘探方法及仪器

一、电法勘探方法

电法勘探(简称电法)是通过观测和研究地球电(磁)场,来了解地下地质情况或地下埋藏物情况的一大类地球物理探测(简称物探)方法。其物性基础是不同的岩石、矿石或地下埋藏物与周围岩土之间,存在电学性质上的差别。这里所说的电学性质包括导电性、导磁性、介电性、自然极化性和激发极化性等。

根据所研究电(磁)场的成因、性质及观测场所不同,电法又分为不同类型的分支方法或变种。例如,根据观测电(磁)场的场所不同,可划分为航空电法、海洋(或水上)电法、地面电法和地下电法。根据所观测电(磁)场的成因不同,可分为天然场法(观测大地天然存在的电(磁)场)和人工场法(观测人工供电产生的电磁场)。根据电磁场性质,可分为传导类电法和感应类电法等。

电法解决的问题很多,应用范围很广,见表 1.1。

二、电法仪器装备的配置和基本要求

开展电法工作,首先要用一定的仪器装备,观测地球的电(磁)场。图 1.1 示出了电法野外观测工作中仪器和装备配置的示意图。对于一般的人工场法,需要有一个直流或交流的供电电源;由它输出的电流,通过发送机变换为规定波形和频率的电流;由供电导线传输到接地的供电电极 A 和 B , 供入大地或输入不接地的发送线框(回线) F , 形成人工电(磁)场。这部分称为供电线路。地球(内部、表面或上空)的电(磁)场,通过接地的测量电极 M 和 N 或不接地的接收线框(磁探头) S , 变换为电位差 ΔU_{MN} 或感应电动势 ϵ , 经测量导线传输到接收机,由后者测出其强度和相对供电电流的相位移。这部分称为测量线路。电法野外观测的仪器和装备包括以下部分。

表 1.1 常用电法分支方法及其主要应用领域

类别	电(磁)场性质	方法名称		主要方法变种	主要应用领域	
传导类	天然场	自然电场法		电位法	金属与非金属矿产、水文地质、断层勘查	
				环形梯度法	水文地质和工程地质	
	人工场	电阻率法	测深法	对称四极测深	金属与非金属、煤田、水文及工程、地热、环境地质	
				五极纵轴测深		
			剖面法	对称四极剖面法	水文及工程、金属与非金属矿产、煤田、环境地质	
				联合剖面法		
				偶极剖面法		
			梯度法	纵向中间梯度法	探测高阻岩、矿脉、探测低阻岩、矿脉及断层	
				横向中间梯度法		
				单极梯度法		
		人工场	充电法	电充电法	电位法	金属与非金属矿产、滑坡探测
					梯度法	
	磁充电法			直接追索等位线法	探测地下水流向和流速	
					地下管线探测, 金属、非金属矿产	
	激发极化法		常规激电法	时间域激电法(中梯、测深)	金属与非金属矿产、油气藏、环境污染探测	
			频率域激电法(偶极)			
	激发极化法	谐波激电法	频率域激电法(偶极)			
		衰减时法(测深)	地下水探测			
感应类	天然场	频率域	电磁测深法	大地电磁法	大地构造、油气构造、地热	
	音频大地电磁法					
	人工场	频率域	电性源	可控源音频大地电磁法	金属与非金属、煤田、水文与工程、油气、立体地质填图	
	磁性源			频率率测深法		
	天然场	频率域	电磁剖面法	音频大地电流法	地下管线探测、水文及工程、浅层地质填图	
	甚低频电磁法					
	人工场	频率域	电磁剖面法	电磁偶极剖面法	地下管线探测, 金属与非金属矿产	
	大回线电磁法			金属与非金属矿产		
	人工场	时间域	瞬变电磁测深法	电性源	长偏移瞬变测深法	油气勘查, 金属矿, 大地构造
				磁场源	重迭回线法	水文及工程、油气和煤田、金属与非金属矿产
			瞬变电磁剖面法	中心匝线法		
				框一回线法	金属与非金属矿产	
偶极剖面法				水文与工程、环境地质		
辐射类	人工场	探地雷达		探地雷达	工程勘查, 地下水探测	

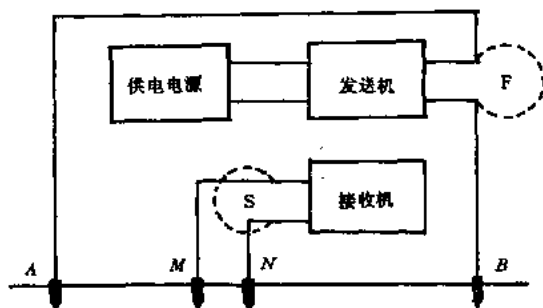


图 1.1 电法野外观测仪器和装备的配置示意图

1. 供电电源

供电电源是建立人工电（磁）场的能源。电法勘探使用的供电电源，要求有必要的功率，而且对于接地供电（电性场源）的情况，要求有足够高的输出电压；而对于向发送线框（回线）供电（磁性场源）的情况，要求能输出足够大的电流。此外，为便于野外工作，要求电源尽可能轻便、耐用、工作稳定和易于维护。

电法常用的供电电源有两大类，即化学电源和发电机。

(1) 化学电源是将化学能直接转换为电能的直流电源，常用作小功率的供电电源，优点是比较轻便。其中，一次性电池有锌锰电池、锌空气电池等。一般说来，这类电池价格低廉，维护简单，因而被广泛采用。二次性电池有铅酸蓄电池、镍镉电池等。它们可多次进行充放电，但一次投入的购置价格较高，且维护较复杂。

(2) 发电机通常在需要较大供电功率时使用。电法勘探中有时使用直流发电机，但更多的是使用频率为 50Hz 或 400Hz 的交流发电机。

2. 发送机

发送机的功能是把直流或交流的供电电源变换为波形、频率、振幅和相位符合一定要求的电源。当供电电源为交流电源时，发送机应具有调压、整流和滤波功能。发送机的主要电路，实质上