

高等学校教学用书

中国煤田地球物理勘探

中国矿业学院物探教研室 编

煤炭工业出版社

高等学校教学用书

中国煤田地球物理勘探

中国矿业学院物探教研室 编

煤炭工业出版社

中国矿业大学教材

中国煤田地球物理勘探

第一分册 重磁地电勘探

高等学校教学用书
中国煤田地球物理勘探
中国矿业学院物探教研室 编

煤炭工业出版社 出版
(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行



开本 $787 \times 1092^{1/16}$ 印张 22
字数 526 千字 印数 1—4,100
1981年6月第1版 1981年6月第1次印刷
书号 15035·2386 定价 2.70元

前 言

根据煤炭部教材建设规划,我们编了这本高校煤田地质及勘探专业《中国煤田地球物理勘探》课程的教材。也可作为地质、物探及测井工作者的参考书。

编写的内容基本适用于90学时的课程。各部分的顺序及学时分配如下:第一篇测井—30学时;第二篇电法—20学时;第三篇地震—30学时;第四篇重磁—10学时。顺序的安排主要是考虑到教学效果,而学时数的分配则考虑到各种方法在现阶段的应用程度。

本书在内容上着重于基本原理与方法、资料解释方法与应用的叙述,其目的在于使学者能在完成煤田地质勘探任务过程中,能够正确地提出物探、测井工作的地质任务和正确地定性分析与应用物探、测井资料。

目前我国煤田地质勘探工作已经进入掩盖地区,那种只用岩芯钻探手段进行找矿勘探工作的时代已经过去,未来的煤田地质工作者需要经常使用物探、测井资料,从而就需要有一本相应的教材来学习。在编写过程中,力求使内容跟上国内外先进的科学技术水平的发展,使煤田物探、测井生产中的实践经验能及时充实进去,以利于教材质量的提高。同时,将来自煤田地球物理勘探战线的一些富有代表性的资料提供给读者,使读者在熟悉和使用类似资料时有所受益。

在书名中冠以“中国”二字的含义,是表示本书内容是针对我国实际情况而编写的。

本书所用符号基本上统一,但仍有个别例外。例如密度符号所用希腊字母在第一篇为“ δ ”,在第三篇为“ ρ ”,而在第四篇则为“ σ ”。这是考虑到在各篇都有明确定义,相信不会混淆。若是将其勉强地统一,则反而会破坏本书与更多的书刊常用符号之间的一致性,势必令人感到别扭。

在编写过程中,有关省的煤田物探、测井战线的同志们热情地提供了许多宝贵的资料及经验;各兄弟院校的郑义复、邓继开、王锡仁、顾洪进、柴宝贵、汤孝铭、靳宗望和周立功等同志审阅了初稿,提出了许多宝贵的改进意见,在此谨致谢意。

先后参加编写工作的有:严镇圣、张凤威、宁煊玉(第一篇)、李志聃(第二篇)、朱华荣(第三篇)、高培泽和宁书年(第四篇)。第一篇由张凤威审校,全书由朱华荣主编和校订。

因水平有限和时间匆促,本书肯定会存在一些缺点和错误,欢迎读者提出宝贵意见。

编 者

1980年3月28日

目 录

绪 论	1
第一篇 煤田地球物理测井	
第一章 电法测井.....	5
第一节 自然电场法	5
第二节 视电阻率法	10
第三节 接地电阻法	18
第四节 其他分层定厚方法	21
第五节 侧向测井*	23
第二章 放射性测井.....	27
第一节 核物理基础知识	27
第二节 自然伽玛法	34
第三节 伽玛伽玛法	39
第四节 中子法*	45
第三章 声波测井*	47
第一节 岩石的声波传播特性	47
第二节 声波速度测井原理	48
第三节 声波速度测井曲线形状	50
第四节 声速测井的主要影响因素	51
第五节 声速测井曲线的应用	52
第四章 井温测井	53
第五章 井内技术测井.....	55
第一节 井斜测量	55
第二节 井径测量*	56
第六章 测井资料的获得与使用.....	57
第一节 测井资料的获得	57
第二节 测井资料的使用	61
第七章 煤田测井资料的解释.....	67
第一节 煤田测井的地质-地球物理基础	68
第二节 测井曲线的单孔解释	87
第三节 利用测井资料进行区域地质的研究	115
第八章 测井曲线的质量评定	122
第九章 数字测井简介*.....	124
第一节 测井结果的数字记录	124
第二节 测井资料的数字处理	128
思考题	135

第二篇 煤田电法勘探

第一章 直流电法勘探基本知识	138
第一节 岩层电阻率	138
第二节 地下人工电场的建立	140
第三节 电阻率法观测及仪器设备	146
第二章 电测深法	148
第一节 电测深法基本原理	148
第二节 电测深法野外技术	150
第三节 电测深理论曲线	151
第四节 电测深曲线的解释	156
第五节 电测深定性图的绘制及解释	163
第六节 电测深法的应用	166
第三章 电剖面法	170
第一节 电剖面法原理及特点	170
第二节 对称四极剖面法	170
第三节 联合剖面法	172
第四章 频率电磁测深法*	174
第一节 交变电磁场基本概念	174
第二节 频率电磁测深法基本原理	177
第三节 频率电磁测深理论曲线	178
第四节 频率测深的应用	179
思考题	181

第三篇 煤田地震勘探

第一章 地震勘探基础知识	185
第一节 岩石的弹性	185
第二节 地震波的形成与描述	188
第三节 地震波的传播	195
第四节 地震勘探的地质基础	204
思考题	206
第二章 反射波法地震勘探	208
第一节 反射波时距曲线	208
第二节 反射波法工作流程	215
第三节 反射波资料的解释	227
思考题	263
第三章 折射波法勘探	265
第一节 折射波时距曲线	265
第二节 折射波法工作流程	270
第三节 折射波资料的解释	273
思考题	292
第四章 地震勘探在煤田中的应用	295
第一节 地震勘探方法特点与应用范围	295

第二节	地震勘探在煤田中应用的实例	297
第三节	地震勘探数字化的简介*	303
思考题		310

第四篇 其他物探

第一章	重力勘探	313
第一节	重力勘探的理论基础	313
第二节	重力异常的测定和测定结果的整理	316
第三节	重力勘探的资料解释和应用	320
思考题		326
第二章	磁法勘探	327
第一节	磁法勘探的理论基础	327
第二节	磁异常的测定及其结果的整理	334
第三节	磁法勘探的资料解释和应用	337
思考题		346

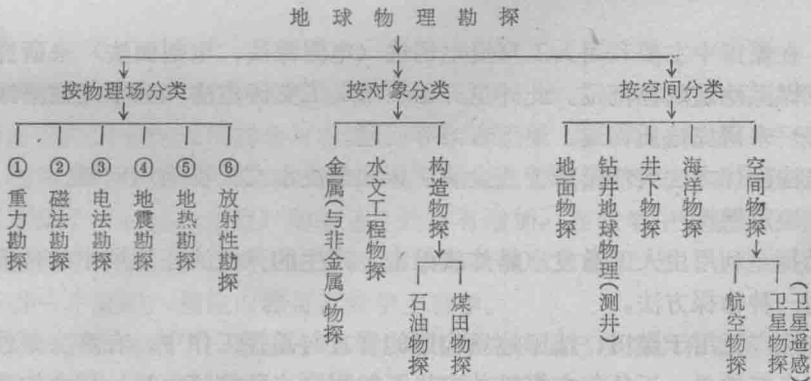
绪 论

一、地球物理勘探的实质与分类

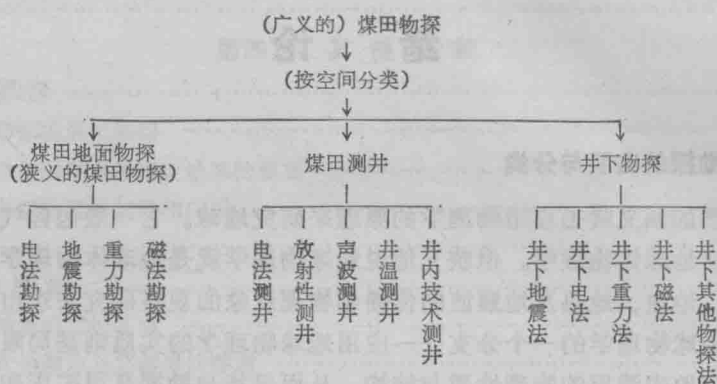
地球物理学的涵义就是应用物理学的原理来研究地球。它一般包含气象学、大气电学或游离层电学及地球体物理学。但狭义地说地球物理学就是地球体物理学，其目的是通过对地磁、重力、地电、地热及地震波的传播等物理现象的观察研究来求出地球的物理性质与内部结构。地球物理学的一个分支——应用地球物理学的实质则是局限于应用物理学、地质学原理研究地壳浅层的物理性质与结构，从而寻找与勘探有用矿床和解决其他地质问题的科学分支。也有人称之为实用地球物理学或勘探地球物理学，更多地场合称之为地球物理勘探学，并简称物探。

传统的地质工作方法是一种直接观测法，优点是可直接观测被研究的对象与现象，结论常是明确单一的，缺点是这种观测经常是不连续的，通过内插或外推常造成较大误差和导致错误的结论。而物探方法则是一种不用肉眼而借助于物理仪器进行的间接观测法（即超距观测法），其优点是能比山地工程和钻探等直接观测法更快更省地研究地质对象，能大量加密观测网或连续观测从而提高解释和外推的可靠性。间接观测法的缺点是不易得到明确单一的地质结论，物探资料与地质资料的综合解释常常是克服这个缺点的唯一可靠途径。物探方法的物理基础是地壳中存在许多物理性质不同的地质体或分界面，它们在空间产生了天然物理场（包括重力场、地磁场、地热场及放射性辐射场等）或人工物理场（包括人工电场、电磁场、人工地震波的时间场、弹性位移场等）的局部变化（即产生异常场）。我们在空中、地面、钻井内或矿井中用仪器观测这些物理场的变化，并加以整理和分析，就可以推测地下具有不同物理性质的地质体或分界面的分布状况，从而完成找矿与勘探的地质任务。

物探方法按所利用的物理场的不同可以分为：重力、磁法、电法、地震、地热及放射性等六种勘探方法。物探方法也可按观测对象或观测工作所在空间的不同进行分类，详细的划分可见下表：



煤田地球物理勘探（广义的煤田物探）的观测对象包括煤田地质勘探及矿井地质的观测对象中大部分内容。煤田物探具体分类可见下表：



二、物探方法简介

为了使读者全面了解各种物探方法的一般概念，下面简单介绍一下各种方法的实质：

(1) 重力勘探

重力勘探是借助于观测由岩石或矿体等密度差异在地面、井下产生的重力场局部变化（即重力异常）来寻找和勘探矿床，研究地质构造的一种物探方法。

重力勘探主要用于区域地质测量，煤田及油田构造的普查勘探，以及某些金属矿（铬铁矿、赤铁矿等）的寻找与勘探方面。

(2) 磁法勘探

磁法勘探是借助于观测由岩石或矿体等磁性差异在地面、井下形成的磁场局部变化（即磁力异常）来寻找及勘探矿床，研究地质构造问题的一种物探方法。

这一方法在寻找潜伏的磁性地质体（如磁铁矿、基性、超基性岩体）时最有效。此外也用来研究结晶基岩起伏，寻找岩浆岩与沉积岩的接触带、以及圈定岩浆岩、煤层燃烧带范围。

(3) 电法勘探

电法勘探是利用天然或人工的直流或交流电（磁）场的观测来研究地质构造和寻找矿床的一种物探方法。由于它具有多种多样的建场方法和观测方法，它又可分成很多种派生方法。

目前，在煤田中主要利用人工直流电场法（电测深法、电剖面法）来研究地质构造和圈定煤层或煤系地层赋存范围。此外也开始利用人工交流电法（频率电磁测深法、无线电波透视法等）来研究地质构造、地下岩溶等问题。

其他电法勘探方法大部用来普查金属矿床和解决水文工程地质问题。

(4) 地震勘探

地震勘探是利用由人工激发（爆炸或敲击）产生的弹性波在地层中的传播情况来研究地质构造的一种物探方法。

这一方法广泛用于煤田、油田地质构造的普查与勘探工作中。在解决某些工程地质问题时也具有良好效果，近几年在煤矿井中也开始用它来研究煤（岩）层小构造等问题。

在煤田、油田中，地震勘探早已被用来和钻探一起进行矿区综合勘探工作，详细研究煤层、油气层深度及构造形态，效果卓著。

（5）地热勘探

地热勘探是借助于观测地面、钻井或矿井内大地天然热场（或人工热场）来研究地质构造、划分煤层（或其燃烧带）、含气层、金属矿层或解决某些水文地质问题的一种物探方法。这种方法在我国尚未广泛应用，随着煤及其他矿床开采深度不断的增大，以及对矿区水文地质工作的深入开展，正在逐渐受到人们的重视。

（6）放射性勘探

这是借助于观测岩石内所含放射性元素衰变时伴随的 α 、 β 、 γ 射线辐射场来寻找放射性矿床和其他有用矿产的一种物探方法。

这种方法在国内主要用来普查和勘探放射性矿床。

（7）钻井地球物理（简称测井）

钻井地球物理是利用钻井内岩石、矿层具有不同物性的特点来划分钻井地质剖面及解决一些其他问题的多种方法的总称。它主要包括电测井、放射性测井、声波测井、井温测井、技术测井等方法。

利用测井可以准确地划分钻井剖面（即区分一些岩层、矿层及含水层并确定它们的深度、厚度和某些物理化学性质）。此外还可解决井径、井斜、套管位置等测定问题。

在煤田、油田中测井方法被利用来配合进行无岩心钻探，大大提高了勘探效果。

我国的煤田物探工作在新中国成立后才开展，卅年来煤田物探队伍已发展到一定规模。目前煤田测井主要用来确定煤层的深度、厚度以及含水层厚度、渗透速度和一定条件下测定涌水量等参数。而且已有明文规定，没有测井资料的地质储量报告是无效的，足见测井在煤田地质勘探工作中的重要性了。煤田电法勘探主要用来在掩盖地区配合钻探进行普查找煤，以便发现新的隐伏煤田或圈定煤层露头及确定较大断层的位置。许多重要的煤炭新基地的发现都是与煤田电法勘探工作分不开的。煤田地震勘探主要用来圈定煤系地层的赋存范围、探测基岩的起伏、确定盖层厚度，并且在条件较好的地区配合钻探在详精查勘探阶段查明落差30米以上的断层和提供主要煤层构造图。有些省已规定在地质报告中关于构造部分必须利用地震勘探资料才给予审批，说明对地震勘探的作用已日益受到重视。在煤田中，重力及磁法勘探一般用于配合隐蔽区中比例尺的地质测量工作，预测含煤盆地分布范围。在煤系地层以岩浆岩为基底的地区内（例如东北某些地区），可用来圈定煤系地层边界。

三、教学说明

鉴于现代科学技术各学科正在不断发展与相互渗透，内容日新月异，知识陈旧的速度越来越快，而在有限的学时内仅能学习有限的内容。因此，在编写过程中，开始努力侧重于比较稳定、适用性广泛的基础概念和思考方法的介绍。对各种煤田地球物理勘探方法的基本知识（基本概念与定性的原理）的叙述比前略有增加，在教学中如能给予重视，对学生的学习与提高将是有益的。针对上述目的，本书的某些章节标以*号，在学时较少时可以略去不讲或只讲一个梗概，相应内容可留给学生自学。

在每篇（章）后面都附了一些思考题，供学生用来巩固已学知识和锻炼自己的思维能力。有*号的题难度稍大或费时较多，供学习时间富裕的学生选作。

第一篇 煤田地球物理测井

地球物理测井，简称测井，又可叫作钻井地球物理或矿场地球物理。它是应用地球物理方法来研究钻孔地质剖面，解决某些地下地质问题和钻井技术问题的一门技术科学，是地质勘探工作的手段之一。

根据测井所利用的物理参数不同，可将测井进行分类。例如以测定岩、矿的电学性质为基础的一系列测井方法就叫作电测井；以测定岩、矿的核物理性质为基础的一系列测井方法叫作放射性测井。此外，还有磁测井等等。

测井又可按照勘探对象的不同，分为煤田测井、油田测井、金属与非金属测井、水文测井等几大类。根据勘探对象的地质-地球物理特点，它们既有选用共同的物理参数进行测井的共性，又有选用各自独特的物理参数进行测井的特性。目前，煤田测井所应用的物理参数，即煤田测井方法主要有：自然电位法、视电阻率法、自然伽玛法和伽玛伽玛法等。

煤田测井是在煤田地质勘探工作的生产实践中逐步发展起来的。煤田测井的发展，对提高煤田地质勘探工作的质量，加快勘探速度，降低勘探成本起着很大的作用。目前，测井资料的地质解释成果已成为开发矿井所需的资料和其他资料的重要依据。随着煤田测井的日益发展，它必将在勘探工作中发挥越来越重要的作用。

本篇侧重介绍煤田测井中所应用的基本方法和资料解释。

第一章 电 法 测 井

电法测井是以研究钻井地质剖面中岩层的电性和电化学反应性为基础的一系列测井方法，结合煤田测井的实践，本章重点介绍自然电场法，视电阻率法，及某些派生方法。

第一节 自然电场法

自然电场法分自然电位法和电极电位法两种，它们都是以岩石的电化学反应性为基础的测井方法。

一、自然电位法

自然电位法测井的装置很简单，如图 1.1.1 所示，在井下放一个电极 M，地面上放一个电极 N，两个电极均通过导线接到地面记录仪 G 的输入端，当 M 电极由下往上移动时，地面记录仪器 G 就可以记录出一条变化的 ΔU_{MN} 曲线，即自然电位曲线 U_{zw} 。实践证明，钻井地质剖面中渗透性的地层及煤层，往往有相当明显的反映，所以在煤田测井中，自然电位曲线已成为一种必测参数的测井曲线。

(一) 自然电位形成原因

1. 扩散及扩散吸附电位

(1) 扩散电位

当两种不同浓度的溶液接触时,就会产生扩散现象。由于浓度的差别,被离解的正负离子就会在渗透压力的作用下,从浓度大的一方扩散到浓度小的一方去。又因为正负离子的迁移率不同,因此在浓度较小的溶液中就会出现过多的迁移率大的离子,而在浓度大的溶液中则会出现过多的迁移率小而符号相反的离子。例如两种浓度不同的 NaCl 溶液接触时,因为 Cl 离子的迁移率大于 Na 离子,因而低浓度溶液中就会有 Cl 离子的积聚,而高浓度的溶液中相对地就积聚了 Na 离子。两种浓度溶液的接触面上就建立了电位差(见图 1.1.2),如果这种溶液的浓度不变,当达到动态平衡状态时,电位差将保持一个定值。这种由于离子扩散形成的电位称为扩散电位。扩散电位的大小除决定于两种溶液的浓度差之外,尚与溶液的温度和溶液中所含离子种类有关。

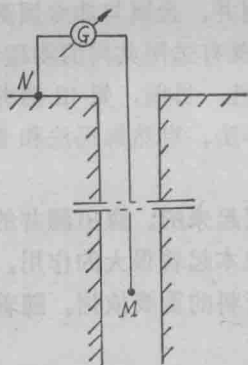


图 1.1.1

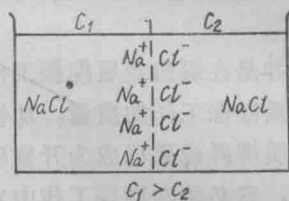


图 1.1.2

如果溶液中含有好几种盐类(如 NaCl、KCl、MgCl₂ 等),则在溶液中所含某种盐类数量越多,这种盐类在溶液中的影响就越大。因此扩散电位的数值是由溶液中含量最多的那种盐类来决定的。

在井内,扩散电位的产生和上述情况一样,也是两种不同浓度的溶液相接触的产物,在含水砂岩的井壁上产生的扩散电位是井内泥浆与砂岩中的地层水接触的结果。当地层水的离子浓度大于泥浆的浓度时,则形成的电动势在地层水一方为正,而在泥浆一方为负。

(2) 扩散吸附电位

在泥岩上产生的自然电位是泥岩内的地层水与井内泥浆相接触的产物。根据实验结果,发现在其他条件不变的情况下,所建立起来的电动势与上述扩散电位有相反的极性。即在离子浓度高的一方为负,而在浓度低的一方为正。这是由于泥岩的颗粒表面具有一种选择吸附离子的能力,通常是吸附负离子。当负离子被吸附时,不能自由移动,而正离子向低浓度溶液扩散就相对地增多,这时形成的电位称为扩散吸附电位,泥岩一方为负,井内泥浆一方为正。

2. 过滤电位

由于地层水和泥浆柱之间的压力差,引起过滤电位。

在压力差的作用下,当溶液通过毛细管时,由于毛细管壁吸附负离子,使溶液中正离

子相对地增多,并且同溶液一起向压力低的一端移动,因而在毛细管两端富集了不同符号的离子,产生了电位差,压力低的一端为正,压力高的一端为负(如图1.1.3所示)。

在岩层中有很多很细的连通孔隙,相当于上述的毛细管。

当泥浆柱压力大于地层水压力时,泥浆溶液即向地层过滤,而当地层水压力高于泥浆柱压力时,地层水将向井内泥浆过滤,因而在井与地层之间就会产生与上述现象相似的电位差。相应的电位称为过滤电位。过滤电位的大小和地层水与泥浆柱之间的压力差及过滤溶液的电阻率成正比,而与过滤溶液的粘度成反比。通常,过滤电位只有在地层压力与泥浆柱压力相差悬殊情况下,才有较明显的显示。

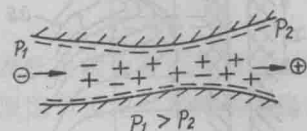


图 1.1.3

3. 氧化还原电位

这里介绍烟煤层及无烟煤层的氧化还原过程及其产生的氧化还原电位。

煤层中的自然电位是由煤中的有机物质的氧化还原反应引起的,当煤被包含在地层水以及泥浆中的氧所氧化时,将导致酚基($\text{C}-\text{OH}$)、羧基($\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$)的增多,酚基及羧基中的氢较活泼,可以离群,使 H^+ 变成酸性而溶于水。这样氢离子为一方,氧离子为另一方而形成双电层,在煤层上可以观测到自然电位的正负异常。当主要是泥浆中的氧与煤起氧化还原作用时,在煤层上可以得到正异常,如果主要是煤层的围岩中的地层水与煤起氧化还原作用时,则在煤层处将观测到自然电位的负异常。

上述对烟煤中产生的电场假说,已被实践所证实。在氧化剂 KMnO_4 、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 作用于烟煤的情况下,在煤与它的接触溶液表面产生强烈的电场,这种电场随着氧化剂的浓度增高而增强。

煤层中自然电位的产生不仅由于煤中有机物质的氧化还原作用,而且也由于煤中硫化物(特别是黄铁矿)的氧化作用的结果,此种硫化物在烟煤中是很多的。

上面讨论的是在煤层中自然电位的绝对值。应该注意到,实际测井时得出的自然电位曲线异常并不是绝对值,而是相对于围岩自然电位的正负差异。同时,在测自然电位曲线时,往往包含电极极化电位,所以实际曲线的正负异常并不能完全代表所测目的层由氧化还原所引起的自然电位数。

无烟煤(即高变质无烟煤)比烟煤有更大的自然电位异常。其原因虽然还不能作肯定的解释,但可以这样理解:因为无烟煤含炭量高(90~96%),使由氧化还原产生的电位大于烟煤;此外,无烟煤是接近于电子导电的导体,它具有烟煤所没有的电极电位(见后面的内容),因而,在无烟煤上造成明显的自然电位。

(二) 自然电位曲线的解释

1. 自然电位曲线的形状

假设以某目的层的自然电位为负异常。根据理论分析,可绘出其理论曲线(见图1.1.4),曲线模数为地层厚度 H 与井径 d 的比值,即 H/d ,其主要特点如下:

(1) 曲线相对于目的层的中部出现极大值(在正异常情况下)或极小值(在负异常情况下),当上下围岩性质相同时,曲线对称于目的层中心。

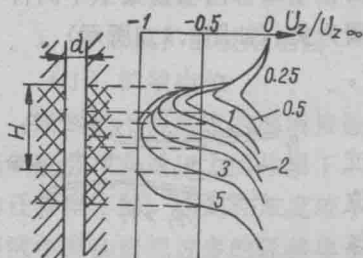


图 1.1.4

(2) 地层厚度 $H \geq 4d$ 时, 异常值不随厚度 H 而变化; $H < 4d$ 时, 随着 H 减小, 异常值减小。曲线上相当于地层界面的位置 (分层点) 向曲线的极值方向移动。

2. 自然电位曲线解释

根据自然电位曲线成因及自然电位曲线异常的特点, 可得出实际应用时的要点。

自然电位曲线可以在钻孔地质剖面上划分出煤层 (烟煤与无烟煤), 尤其在无烟煤地区, 一般都有明显的异常反应。自然电位曲线的相对零线 (基线) 取在泥岩上, 煤层上的自然电位异常的极性, 无烟煤多为正, 而烟煤有正也有负, 由各地的情况而定。图1.1.5为煤层自然电位曲线显示的一个实例。

此外, 在渗透性地层 (如砂层、砾石层、疏松砂岩等) 上也常常反映出自然电位的异常。配合其他测井方法可以判断出地质剖面中的含水层位置 (见图1.1.6)。

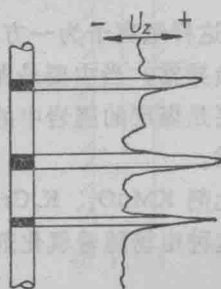


图 1.1.5

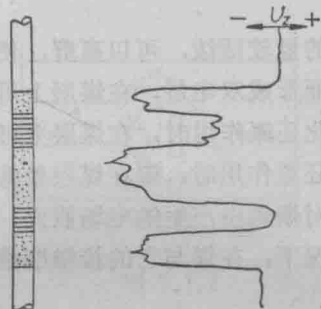


图 1.1.6

在解释厚度时, 当 $H \geq 4d$ 时, 可用半幅点确定目的层的界面位置, 计算其厚度; 而当 $H < 4d$ 时, 虽然也可用理论方法求出厚度, 但在实际工作中, 界面位置及厚度不能依靠自然电位曲线来确定, 而需借助于其他测井方法。

(三) 自然电位梯度曲线

在测量自然电位测井曲线时, 有时会遇到较强烈的工业迷散电流等的干扰, 以致大大影响自然电位曲线的质量。在这种情况下, 测量自然电位梯度曲线, 可以提高和改善曲线的地质效果。其测量原理见图1.1.7a, 所测出来的曲线形状见图1.1.7b右边的曲线。

测量线路与自然电位测量无大的区别, 只是把原置于地面的N电极放入井中M电极的附近。由自然电位梯度曲线的正负尖峰来确定目的层的界面位置, 效果比自然电位曲

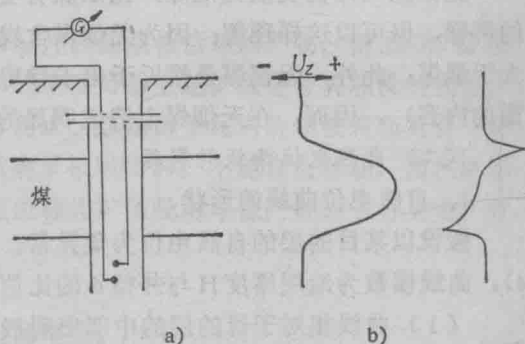


图 1.1.7

线好。

二、电极电位法

(一) 基本原理

当两块不同金属极板按图 1.1.8 那样连接起来时, 在电流表 G 上就会有电流通过, 这表明两种不同金属的极板在导电溶液中有各自不同的电位。其原因可用涅耳斯特的金属溶解压给以解释。

金属锌板插入溶液里, 由于锌板和溶液之间的化学力作用, 产生一些溶解压, 于是锌离子移入溶液。同时, 溶液中的金属板同名离子 (此处的锌离子) 由于离子的扩散作用具有渗透压, 使该离子从溶液中跑到金属板 (此处的锌板) 上。跑到金属极板上的离子数即渗透压的大小, 是与溶液中该离子的浓度有关。浓度越大, 渗透压越大, 到金属极板上的离子数就越多。当溶解压大于渗透压时, 即溶解到溶液中去离子数多于跑到金属极板上来的离子数时 (如锌板那样), 使溶液带正电, 金属锌板带负电, 于是在金属锌板与溶液之间就产生电位差。在化学力不断作用下, 锌离子不断溶解, 电位差不断增加, 电场不断加强, 电场的静电力反过来阻止离子继续溶解。当电场力与化学力达到平衡时, 在接触面上的电位差就达到一定数值, 这样形成的电位就叫电极电位。当渗透压大于溶解压时, 就会出现相反的结果, 即溶液带负电, 金属极板带正电 (如铜极板)。

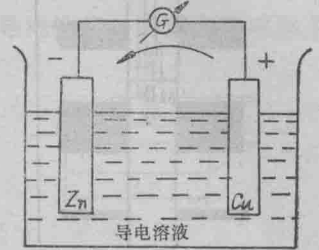


图 1.1.8

锌和铜在导电溶液中具有不同的电极电位, 因此在它们连接线路上就会产生电流。

不同金属具有不同的电极电位。不同矿物, 其电极电位值也不同, 这就提供了由测定电极电位这个参数来确定钻井地质剖面中矿层的基础。无烟煤接近于电子导体, 它有一定的电极电位, 而它的上、下围岩一般都为离子导体, 它们没有电极电位, 这一差别提供了利用电极电位划分无烟煤的可能性。

(二) 电极电位的测量及其曲线解释

电极电位的测量方法与自然电位测量方法基本一样。其测量线路如图 1.1.9a 所示。可以看出, 电极电位法实际上是测量两个电极的电极电位差。这两个电极中的一个是在测量过程中始终与井壁接触的刷子电极; 另一个是靠近刷子电极但不与井壁接触而处于泥浆中的比较电极。刷子电极位于中央作为测量电极 M, 上、下对称地装置着的比较电极作为 N (上、下两电极互相短路)。电极 M、N 均要选用与所寻找的电子导电矿体的电极电位相差很大的金属制成。在煤田测井中, 一般选用锌, 锌的另一特点是电极电位比较稳定。

电极电位法在煤田测井中主要用来寻找、划分无烟煤和天然焦, 图 1.1.9b 是划分天然焦的实例。可以根据曲线的异常来确定天然焦层位, 由曲线异常的急剧变化处确定界面位置。应该注意的是在扩孔严重的井段, 因为刷子电极不能保证与目的层良好接触而使该方法无效。此外, 当井壁不光滑时, 刷子电极与煤层或矿体时而接触, 时而离开, 曲线就会出现一些尖锐的小刺, 要注意到这并非是矿体结构或夹矸所引起的。

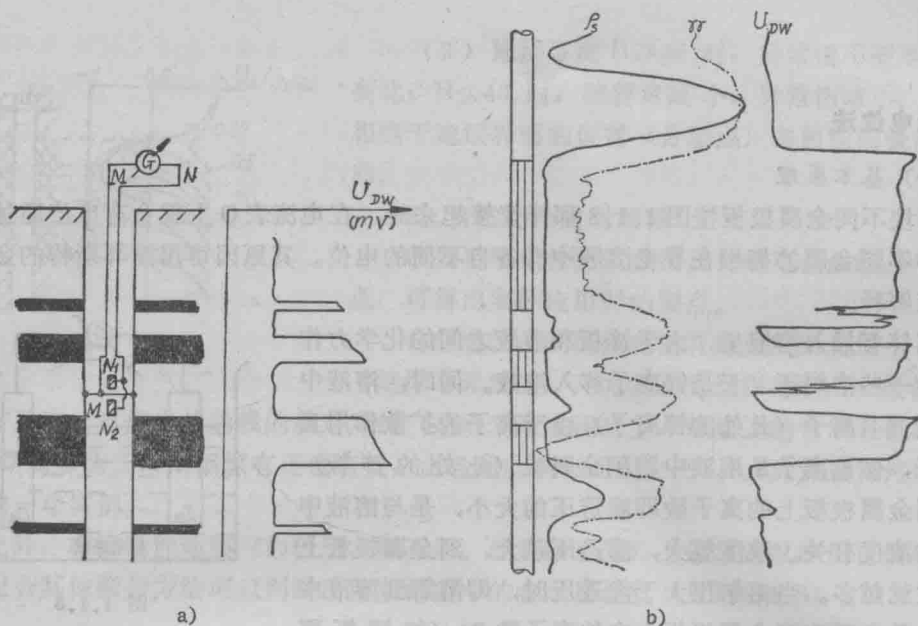


图 1.1.9

第二节 视电阻率法

视电阻率法是电测井中的主要方法，它是以研究煤、岩层的电阻率为基础的，其理论比较完善。在实践中也得到相当好的效果，所以视电阻率已成为煤田测井中的主要参数之一。

一、概述

视电阻率法是以研究岩石电阻率为基础的测井方法。它是通过测量人工电场沿井剖面的变化来反映岩石电阻率变化从而解决地质问题的。可以用图1.1.10概略地加以说明。图1.1.10所示电路分两部分：一部分由电源E、电流表mA、可变电阻、电极A、B组成供电电路；另一部分由测量仪表G及电极M、N组成测量电路。供电与测量电路部分置于地面，仅把A、M电极通过电缆放入井内（井内充以导电的泥浆）。当供电电路供以一定强度的电流以后，这电流从A电极流出通过大地与B电极形成了一个供电回路，从A电极流出的电流，其电流线的分布将会受到电极周围介质导电能力差异的影响。测量电路中电极M就在A的附近，电场的变化就会影响到M电极的电位变化。所以只要测量M、N电极之间电位差值的变化，就可以了解井周围岩石导电能力的变化情况。实际测井中供电电流是一固定值（不随A电极在井内位置变化而变化），当A、M两电极从井底提升到井口时，测量仪表G就能测出M、N两电极间的电位差值的变化，通过专门的仪器设备，可以把这种随深度变化

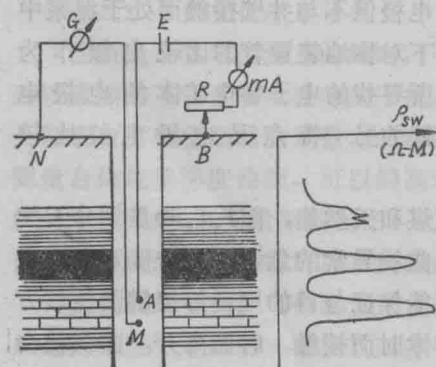


图 1.1.10