



地球物理勘探方法小丛书

煤田电测井

地質部地球物理探矿局編

地 質 出 版 社

地球物理勘探方法小丛书

煤田电测井

地质部地球物理探矿局编

地质出版社

1959·北京

PDG

地球物理勘探方法小丛书

煤田电测井

編者 地質部地球物理探矿局

出版者 地 質 出 版 社

北京宣武門外永光寺西街3号

北京市書刊出版業營業許可證出字第950号

发行者 新 华 書 店

印刷者 地 質 出 版 社 印 刷 厂

北京安定門外六鋪炕40号

印数(京)2,501—4,000 1959年3月北京第1版

开本31¹¹/₁₆ × 43¹¹/₃₂ 1959年6月第2次印刷

字数85000 印张4⁵/₈ 插頁3

定价(8)0.55元

目 录

出版者的話.....	5
序 言.....	7
第一章 有关基本知識簡述.....	8
第一节 煤田地質.....	8
第二节 鑽探工作.....	9
第三节 电工知識.....	10
第四节 岩层电阻率.....	11
第二章 电測井工作的主要仪器及設備.....	13
第一节 半自动电測井仪器.....	13
一、电位計.....	13
二、半自动記錄台.....	21
三、換向器.....	24
四、控制面板.....	26
第二节 电測井工作的主要設備.....	29
一、电纜.....	29
二、电极系.....	36
三、重錘.....	44
四、連接导綫.....	46
五、井口滑輪.....	48
六、絞車.....	50
七、井壁取心器.....	53
八、电表.....	54
九、供电电源.....	66
第三章 电測井工作方法.....	70
第一节 电測井.....	70

一、视电阻率测量	70
二、自然电位测量	76
三、电解电位测量	80
四、电流密度测量	82
第二节 井場操作	84
一、鑽井的准备工作	84
二、工作准备和井場布置	86
三、电纜的提升和下降	92
四、操作須知	94
五、故障的消除	98
六、井壁取心器操作技术	100
第三节 事故的消灭	106
一、一般事故发生的原因及防止方法	106
二、事故的处理	108
第四章 推断解釋和室内整理	110
第一节 各种曲綫的推断方法及实例	110
一、电阻率曲綫形狀的理論解釋	110
二、各种曲綫的解釋推断	113
三、推断实例	123
第二节 原始資料的整理	126
一、檢查电測曲綫的質量	126
二、室内整理	127
第五章 生产管理	129
第一节 人員組織及分工	129
第二节 生产程序	129
附录一、設計書及工作总結提綱	132
附录二、各式报表	138
附录三、煤田測井队的技术装备	143
附录四、参考書目录	147

出版者的話

自从党在八届二次代表大会上提出鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线以来，全国各地每一项建设工作都不断出现了大跃进，大丰收。在总路线的光辉照耀下，全党办地质、全民办地质的响亮号召，使地质工作紧密结合了群众，从而也出现了前所未有的力量和规模。目前全国各省、自治区、市、专区，正以大力组织队伍，发动群众上山找寻资源。相信在很短时间内，我们将取得较第一个五年期间更为辉煌的成果。

地球物理探矿方法，是地质工作中的一种新技术，新方法。它根据地底下岩石矿物物理性质的变化，使我们有能力了解更多的深部情况。人们单纯依靠肉眼从地表去观察地质的时代已经过去了。人们不仅要向出露地表部分索取资源，同时也要向被掩盖了的矿体索取储量。物探在这一方面具有尖兵的作用，它可以提高普查勘探的效率，大大节约布置山地工作的费用。

物探方法需要仪器，从仪器取得物理数据，最后再把数据转译成为地质语言，这样一个过程，就显得比一般地质工作要复杂一些。所以某些人往往有一种错觉，认为物探太科学，不好懂，或多或少存在一种神秘思想。为了破除迷信，解放思想，大力配合物探事业的发展，我们就着手编写“地球物理勘探方法小丛书”，内容力求简明易懂，使具有初中

文化水平的人可以自行閱讀。這些小冊子，可以作為培訓干部的教材，也可以作為地質人員了解物探工作的參考資料。我們想通過陸續出版這些小冊子，使地質部門的物探工作更易為人了解，使大家都可以購置儀器，大家都有可能建立物探隊伍的力量。

這些小冊子，除了在文字上要求簡明易懂外，力求消除過於繁雜的物理計算，着重明確所能解決的主要任務。因此，它並不能完全包括方法本身的工作內容，例如磁法，除了找磁鐵礦，目前還更廣泛地用來進行地質填圖性的工作，在磁法找磁鐵礦一節中，就沒有必要加以敘述，余者类推……

閱讀這些小冊子後，如果感到敘述不清楚，要求進一步給予幫助和解答時，請函本社，以便作復。如有錯誤，請隨時函告本社，以便改正。

地質出版社

序 言

鼓足干劲、力争上游、多快好省地建设社会主义的总路线促进了各方面工作的大跃进。这本小册子希望能对各地开展测井工作有所帮助。它适合于初中程度的同志阅读。

测井工作可以大大的降低勘探成本、提高勘探质量和效率，因此在石油勘探和煤田勘探中得到了广泛的应用，已成了勘探工作中不可缺少的组成部分。本书是介绍煤田的电测井工作。应用电阻率法(KC)、自然电位(ΠC)、电流曲线(J)和电解测井(ЭК)四种方法，配合井壁取心来确定煤层的层位和厚度，弥补煤田地区勘探岩心采取率的不足。至于测量井径、井斜、井温、泥浆电阻和进行一些水文测井以及放射性测井工作，这里都不涉及。

煤田测井工作在地质勘探中由于效果显著，已经使这门技术属于工业地球物理的范畴了。我国目前在煤田测井中的努力方向是配合进行无岩心钻进和扩大它的应用范围，并广泛推广放射性测井方法，以便把可能取得的成效，推向新的阶段，来更好地为我国的社会主义建设服务。

第一章 有关基本知识简述

第一节 煤田地質

一、煤的用途很廣，主要是用来作动力来源和冶金煉焦。种类有瓦斯煤、肥煤、焦煤、瘦煤和无烟煤等。其中瓦斯煤揮发份最高，无烟煤最低，其他牌号的煤，依次递减。

煤是古代的植物，被埋在地下，經過千万年后而形成的。它是一种沉积矿床，在地下是成层的分布着。在我国的成煤时期以二叠紀和石炭紀为主，侏罗紀和第三紀为次。凡是含煤的地层叫做煤系地层，其中除含有煤层外，尚有其他岩层如石灰岩、砂岩、砂質頁岩、頁岩、炭質頁岩等。有时



图 1

也有火成岩出現，在这种情况下，往往煤层受火成岩影响而变成无烟煤或自然焦。煤层的上下岩层称为煤层的頂底板，而煤层的頂底板往往是頁岩层，但其他岩石構成煤层頂底板的情况也是

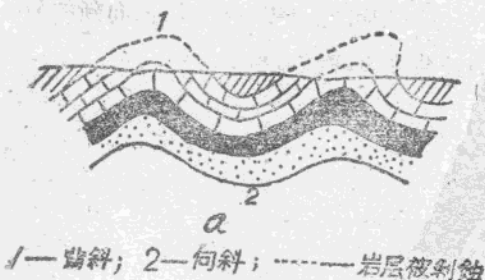


图 2a. 岩层发生褶皱

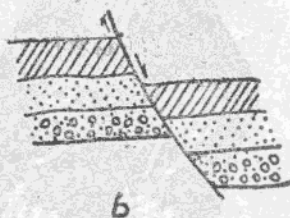


图 2b. 岩层发生断层

很多的。在煤层内部含有薄的岩层叫做夾矸或矸石(见图1)。

二、沉积岩层是水平成层的，但是經過了長久的地質年代，受着地球外壳的变动影响，往往发生了弯曲，其向上凸出的部分叫做背斜，向下凹陷的部分叫做向斜，一个向斜和一个背斜結合在一起，構成一个褶皱。如果发生褶皱的力量过大，就发生断裂，而且沿断裂綫会发生岩层移动，就叫做断层(见图2a、6)。

三、煤田測井是煤田地質勘探的一个重要手段，因此測井要為地質服务，而且不能脱离地質。一个优良的測井工作者，必須詳細地了解工作矿区的地質資料，并善于把測井曲綫，正确的給以地質解釋。

第二节 鑽探工作

鑽探也是地質工作的一个重要勘探手段。在煤田勘探中，一般采用能打 300 公尺和 500 公尺鑽孔的鑽机，其鑽头直径由开孔至終孔，分別为130、110、91公厘，在特殊情況下，最小是75公厘(见图3)。在一个勘探区，將鑽孔依一定間隔距离分布，叫做鑽探网。它是根据求取矿量級別的需要而設置的。矿量級別有A級、B級、C級之分。一般的情况 $A_2 + B$ 級是高級儲量，C級是低級儲量。鑽探所需用的冲洗液，分泥漿和清水兩种。在一般的情况下，用泥漿，其优点是：



图 3

(1) 在井壁上形成泥壁，以巩固疏松岩层，不讓它崩塌。

(2) 依靠泥漿在井中的循环，把岩屑帶到地面上来，便于鑽进。

(3) 鑽进时能冷却因摩擦生热的鑽头。

(4) 鑽到有洞穴、孔隙、裂縫的岩层时，能用泥漿把这些空隙堵塞住，避免漏水。

鑽头在岩层中鑽进，叫做进尺，用公尺来表示。进尺数与实际岩心長度的比叫做采取率，用百分数表示。煤层由于松软，往往采取率不高，所以需要測井校正或补充，有时也可以用补打斜孔的办法来弥补岩心采取率的不足，但是这样不但成本貴而且容易发生事故。

当鑽孔通过松软岩层时，容易发生坍塌掉块的现象，卡住鑽桿或測井仪器造成事故。鑽探上防止的办法是在井壁不安全地段下入套管保护井壁，但因套管是金属做成的，所以在下套管的地方，就不能进行电測井了。套管下入鑽孔中后，它的上端叫套管口，下端叫套管鞋。

第三节 电工知識

一、电流：就是單位時間內流过的电量，它的單位是安培。由于电測井所用的电流强度很小，有时要用毫安为單位。毫安 (mA) = $\frac{1}{1000}$ 安培 (A)。如果沿着电路所通过的电流，在方向和数值上都不变，叫做直流电。如果在方向和数值上都变化的，叫做交流电。如果方向不变而数值变

化，叫做脉动电流。电测井的换向器就是能使直流电变成交流脉动电流，使交流脉动电流变成脉动电流的仪器。

二、电压：它的单位是伏特，在电测井工作中，有时用伏特计量电压嫌大，一般就用毫伏特为单位。1毫伏特 (m.v) $= \frac{1}{1000}$ 伏特 (v)。

三、电阻：电流在线路中流动时，会遇到阻力，称为电阻，它的单位是欧姆。在电测井工作中，当测量电缆绝缘时，应用欧姆为单位显得过小，就用兆欧姆为单位。一兆欧姆 (Meg Ω) = 一百万欧姆 (Ω)。如果电路没有电阻就叫做短路，如果电阻为无限大，就叫做断路，实际上断路就是电路不通的意思。

上述这些电工单位，都是按照伟大的科学家安培 (Ампер)、欧姆 (Ом)、伏特 (Вольт) 的姓氏来命名的。电流强度用 I 来表示，电压用 E 或 V 来表示，电阻用 R 来表示。这三者的关系是 $V = IR$ ，这叫做欧姆定律。测量电流的仪表有安培表、毫安表、检流计。测量电压的仪表有伏特表、电位计。测量电阻的仪表有欧姆表、兆姆表。而“万用电表”则可以同时测量电流、电压、电阻的数值。

第四节 岩层电阻率

一切岩石当电流在它里面通过时，都会有些电阻，为了表示物质的电学特性，就用电阻率这一概念，以字母 ρ 表示。电测井所谓的电阻率，一般系指岩层边长 1 公尺的立方体所具有的电阻，以欧姆公尺 (ом-м) 为单位。

各种岩石电阻率变化都很大，从十分之几欧姆公尺到数十万欧姆公尺。它不仅与組成岩石矿物的电阻率及其含量的百分数有关，并与單位体积岩石中水溶液含量百分数，与这些溶液的化学成分和濃度以及与其温度有关。此外，岩石的电阻率尚与岩石顆粒的形狀大小以及岩石的構造有关。

在煤田地区常見的岩石的电阻率变化范围，粗略的估計为下列数值：

煉焦煤和肥煤	400~2000	OM-M
瘦煤	60~400	OM-M
无烟煤	0.05~40	OM-M
細粒砂岩，砂岩	40~120	OM-M
頁岩	0.6~100	OM-M
石灰岩	50~10000	OM-M

由上述数值可以看出，煤和圍岩在电阻率上的差別是相当大的，除无烟煤外，一般表现为高电阻率，但是在煉焦煤和肥煤以石灰岩为頂底板或在瘦煤以砂岩为頂底板时，往往由于电阻率的相似而不易区分。

第二章 电测井工作的主要仪器及设备

第一节 半自动电测井仪器

半自动电测井仪器主要部件为电位计、半自动记录台、换向器及控制面板。

一、电 位 计

1. 电位计原理

电位计是用补偿法测量电位差的，补偿的原理简述如下（图4）：

要测量外来的电位差 u 究竟有多大，将线路分别接在电位计的 M 与 N 端上。这时外来的电位差就使检流计 G 的指针发生偏转。于是转动电位计的旋钮，使 I_k 电流通过 r_k 电阻，得到电位差 $u_k = I_k r_k$ 。如果此时检流计指针回到零点，即说明 u_k 的大小已与外来的电位差 u 相等，即 $u_k = I_k r_k = u$ ，只是方向相反。因此知道了 u_k 的值就可以知道外来的电位差 u 有多大。

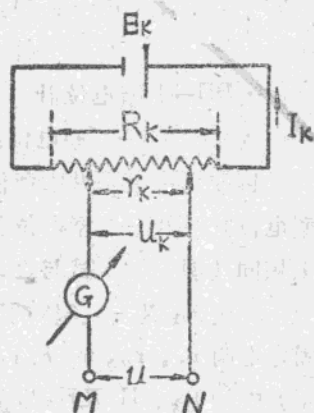


图 4. 电位计原理

E_k —电位计电池的电压； I_k —电位计线路的电流； R_k —电位计的可变电阻； r_k —电位计的电阻读数； u_k —电位计所产生的电位差； u —需要测量的外来电位差； G —检流计

$$u_k = u = I_k r_k$$

r_k 为电位計上的电阻讀数，因此为已知数。

I_k 为一常数。因为 E_k 一般都采用 1.5 伏特的干电池，而 R_k 亦为一定，所以

$$I_k = \frac{E_k}{R_k} = \text{常数}。$$

例：如电位計电阻讀数为 50 欧姆（电流常数选用 1 毫安）时，檢流計指針回到零点，求外来电位差 u 为多少？

已知 $r_k = 50$ 欧姆， $I_k = 1$ 毫安，

$$\therefore u = u_k = I_k r_k = 1 \times 50 = 50 \text{ 毫伏，}$$

答：为 50 毫伏

2. $\Theta\Pi-1$ 型电位計

(1) $\Theta\Pi-1$ 型电位計的原理和裝置

目前煤田电測井中所使用的电位計，絕大部分是 $\Theta\Pi-1$ 型电位計。 $\Theta\Pi-1$ 型电位計的原理与前述电位計的原理基本上相同（图 5）。試与之比較。

图中 E_k 为一 1.5 伏的干电池， Θ 为电位計的通电开关。固定电阻 r_1 、 r_2 、 r_3 及 r_4 和旋鈕电阻 R_u 及 R_D 相当于（图 4）中的 R_k 。 Π_1 及 Π_2 为电位計測程的变换开关，当 Π_1 位于 1 时， r_2 被短路，因此 R_u 、 R_D 及 r_1 等电阻串联；当 Π_1 位于 2 时，則 R_u 、 R_D 、 r_1 及 r_2 等电阻串联。当 Π_2 位于 3 时，由 R_u 、 R_D 、 r_1 及 r_2 所組成的电路則与 r_3 及 r_4 并联；当 Π_2 位于 4 时，則仅与 r_3 并联。由于 Π_1 及 Π_2 位置的变化，于是流经电路的电流 I_k 就相应的变化。当 Π_1 位于“1”及 Π_2 位于“3”时， I_k 为 5 毫安；当 Π_1 位于“2”及 Π_2 位于“3”

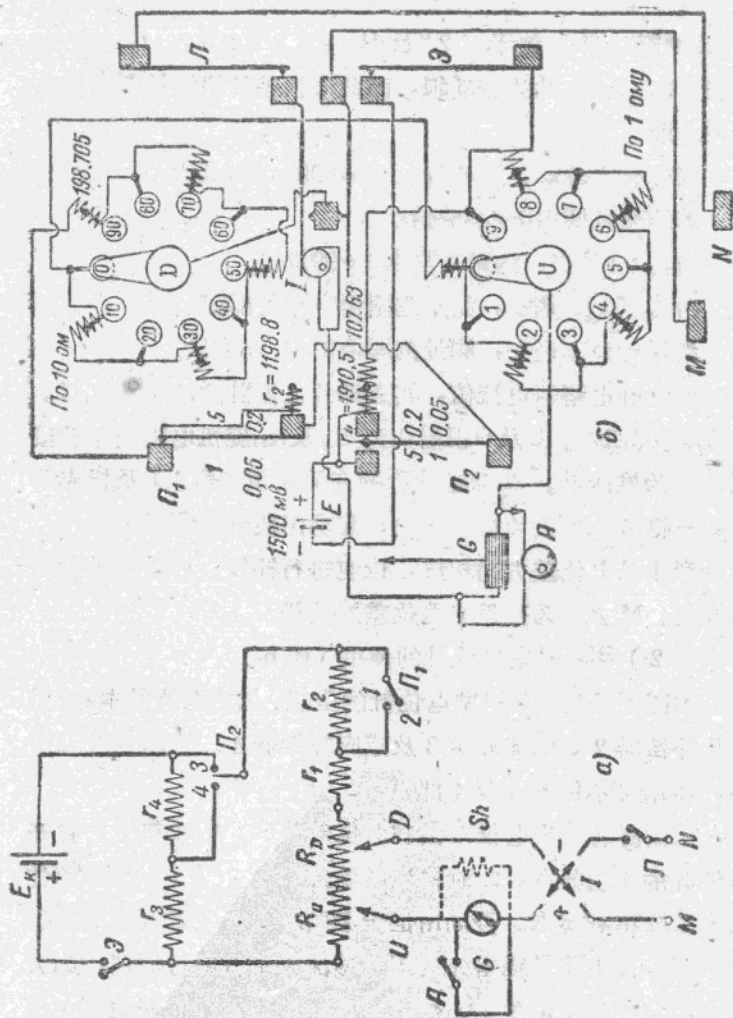


图 5.2Π-1 型电位计线路图
(a) 原理图; (b) 装置图

时, I_k 为 1 毫安; 当 Π_1 位于“1”及 Π_2 位于“4”时, I_k 为 0.2 毫安; 当 Π_1 位于“2”及 Π_2 位于“4”时, I_k 为 0.05 毫安。 R_u 及 R_D 共为 99 欧姆, 因此电位差计的测量范围亦有四种: 即

当 $I_k = 5$ 毫安, $U_k = I_k r_k = 5 \times 99 = 495$ 毫伏,

即测量范围由 $0 \rightarrow 495$ 毫伏。

当 $I_k = 1$ 毫安, 测量范围由 $0 \rightarrow 99$ 毫伏。

当 $I_k = 0.2$ 毫安, 测量范围由 $0 \rightarrow 19.8$ 毫伏。

当 $I_k = 0.05$ 毫安, 测量范围由 $0 \rightarrow 4.95$ 毫伏。

电位计电路的电流值, 其数即为电位计的测程: 5、1、0.2 及 0.05 四档。 U 及 D 两箭头为 R_u 及 R_D 旋扭电阻的滑动接触。 G 为检流计。 A 为检流计的开关及锁制器。 I 及标志着 +、- 符号的箭头为换向开关, 其功用使外来的电位差与电位计产生的电位差方向相反, 以便进行补偿。 Π 为测量线路的开关。 M 及 N 为接外来电位差的端钮。

(2) $\Xi\Pi$ -1 型电位计的使用 (图 6)

本图所示为 $\Xi\Pi$ -1 型电位计的全貌, 包括电位计本身 1、极化补偿器 2、电流开关 3 及感应补偿器 4。在电测井工作中, 使用时不包括 3 及 4 部分。

使用时将外来电位差接在电位计前 M 、 N 端钮上。打开检流计的锁制器 A , 此时检流计指针会发生偏转, 稍刻停住后指针应指在零点。否则用位于锁制器上方的零点调节器进行调整。接上测量线路开关 Π , 检流计指针即行偏转, 如方向与电位差计所产生的电位差一致, 则转动换向开关 I , 使它们彼此向反 (一般情况下, 电位差计产生的电位差使检流