

水文地質及工程地質地球物理勘探

中等专业学校教材試用本



# 水文地质及工程地质 地球物理勘探

郑州地质专科学校編

中国工业出版社

本书重点討論了电法勘探和鈾探地球物理的内容，对于有助于解决水文地质和工程地质問題的磁法勘探、地震勘探、放射性勘探等内容，只作了简单介紹。在論述上，着重讲解了方法的理論基础、成果推断解释和地球物理勘探在水文地质及工程地质中应用。

本教材适用于中等地质专业学校水文地质及工程地质专业作教材，也可提供野外生产人員作参考。

### 水文地质及工程地质地球物理勘探

郑州地质专科学校編

\*

地质部地质书刊編輯部編輯（北京西四羊市大街地质部院內）

中国工业出版社出版（北京佟麟閣路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

\*

开本787×1092<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·印张6<sup>5</sup>/<sub>8</sub>·字数152,000

1962年9月北京第一版·1963年6月北京第二次印刷

印数560—1,192·定价(9-4) 0.72元

\*

統一书号：K15165·1816(地质-186)



# 前 言

这本教材是本着地质部三月教材会议的精神，在党委的直接领导和关怀下编写出来的。

本教材适用于中等地质专业学校水文地质和工程地质专业作教本，也可提供野外生产人员作参考。它结合野外生产实际工作的需要，重点讨论了电法勘探和钻探地球物理两章。这些都是目前解决水文地质和工程地质问题的主要方法；占的篇幅较大。

由于授课学时所限，对于有助于解决水文地质和工程地质问题的磁法勘探、地震勘探、放射性勘探，只作了简单的介绍。而对于目前在实际生产中很少应用的重力勘探和交流电法勘探则未加讨论。

在论述上，着重讲解了方法的理论基础、成果的推断解释和地球物理勘探在水文地质及工程地质中的应用。

为了使读者更好地做到理论与实践相结合，在每一个章节里都系统地列举了国内外的应用实例，以便于读者能够正确应用地球物理勘探解决水文地质及工程地质问题，并对地球物理勘探成果具有一定的解释能力。

由于时间和编者的水平有限，在课程的内容上和章节的衔接上，欠缺之处在所难免，希望读者给予批评指正。

## 目 录

前言	
緒論	3
第一章 电法勘探	4
引言	4
§ 1. 自然电場法	5
§ 2. 充电法	15
§ 3. 电阻率法	19
第二章 地面其他物理方法	59
§ 1. 磁法勘探	59
§ 2. 地震勘探	63
§ 3. 放射性勘探	69
第三章 鉆探地球物理	75
引言	75
§ 1. 电測井	76
§ 2. 放射性測井	83
§ 3. 机械測井及井壁取芯	86
§ 4. 含水层的測定	87
§ 5. 渗透速度、渗透系数、涌水量的測定	93
§ 6. 地下水矿化度的測定	97
§ 7. 鑽孔套管止水情况的检查, 井温測量及井径測量	101
参考书目	103

# 前 言

这本教材是本着地质部三月教材会议的精神，在党委的直接领导和关怀下编写出来的。

本教材适用于中等地质专业学校水文地质和工程地质专业作教本，也可提供野外生产人员作参考。它结合野外生产实际工作的需要，重点讨论了电法勘探和钻探地球物理两章。这些都是目前解决水文地质和工程地质问题的主要方法；占的篇幅较大。

由于授课学时所限，对于有助于解决水文地质和工程地质问题的磁法勘探、地震勘探、放射性勘探，只作了简单的介绍。而对于目前在实际生产中很少应用的重力勘探和交流电法勘探则未加讨论。

在论述上，着重讲解了方法的理论基础、成果的推断解释和地球物理勘探在水文地质及工程地质中的应用。

为了使读者更好地做到理论与实践相结合，在每一个章节里都系统地列举了国内外的应用实例，以便于读者能够正确应用地球物理勘探解决水文地质及工程地质问题，并对地球物理勘探成果具有一定的解释能力。

由于时间和编者的水平有限，在课程的内容上和章节的衔接上，欠缺之处在所难免，希望读者给予批评指正。

## 目 录

前言	
緒論	3
第一章 电法勘探	4
引言	4
§ 1. 自然电場法	5
§ 2. 充电法	15
§ 3. 电阻率法	19
第二章 地面其他物理方法	59
§ 1. 磁法勘探	59
§ 2. 地震勘探	63
§ 3. 放射性勘探	69
第三章 鉆探地球物理	75
引言	75
§ 1. 电测井	76
§ 2. 放射性测井	83
§ 3. 机械测井及井壁取芯	86
§ 4. 含水层的测定	87
§ 5. 渗透速度、渗透系数、涌水量的测定	93
§ 6. 地下水矿化度的测定	97
§ 7. 鑽孔套管止水情况的检查, 井温测量及井径测量	101
参考书目	103

# 緒 論

## § 1 水文地質及工程地質地球物理勘探 在国民經济中的意义

在党的三面紅旗的光輝照耀下，我国社会主义建設事业以空前的速度飞跃向前发展。为此就要求水文地质和工程地质工作必須以高速、低成本、最佳效果的方法，来查明在我国辽闊的土地上所蘊藏的丰富水利資源和变化多端的工程地质构造問題，从而迅速而又及时的滿足和解决各項工农业建設事业中对水文地质和工程地质工作所提出的要求和問題。地球物理勘探是个多快好省的勘探方法。几年来工作經驗有力的說明：地球物理勘探比其他勘探方法，成本低、速度快、效果好，是地质勘探当中先进的一种勘探方法。它能有效的解决下列問題：确定古河床的位置、洪积扇的分布、深层含水层、地下水的流向流速，寻找裂隙溶洞水，查明基岩侵蝕面的形状、断层发育的方向以及測定水文地质中各項参数等。此外在进行大型工厂、桥樑和水库工程建設中，地球物理勘探可以查明地基和复盖层的特性，了解基岩起伏和构造裂隙等一系列的問題。因此我們可以相信，这門年青的科学，在党的领导和关怀下，将要随着社会主义建設事业的飞跃发展而成长壮大，并在科学的光輝道路上树立新的里程碑。

## § 2 地球物理勘探和其他科学的关系

地球物理勘探是一門新的科学，在科学的領域里往往称为边缘科学。它是建立在物理学、数学和地质学的基础上。因此以物理学为依据，以数学为手段，针对所需要解决的地质問題，所建立的这門地球物理勘探，缺少上述任何一門，都将破坏其內容的完整，縮小了它在地质工作中的作用、地位和应用的可能性。所以要掌握地球物理勘探这門科学必須精通数学、物理和地质学。

地球物理勘探是綜合地质工作的一个組成部份，但有它自己的独特之点。它是根据物理的原理，用專門的精密仪器来測量由地质体所引起物理場的变化，經過数学的推导和計算从而了解地质体的性质及賦存情况，間接的解决水文地质和工程地质問題。由此看来，地球物理勘探工作必須与地质工作紧密結合起来，只有这样才能正确解决地质問題。关于这一点今后随着我們学习的深入和工作的經歷会逐渐体会到其重要性的。

## § 3 水文地質及工程地質地球物理勘探 发展簡史及其方向

随着国民經济发展的需要，应用地球物理勘探方法解决水文地质和工程地质問題，在二十世紀三十年代就已經开始，不过当时并非正式生产，而在試驗阶段，从一九三一年起，苏联学者应用地球物理勘探方法来研究水坝上建筑物的基础。大約从那时起开始应用地球物理勘探的方法普查地下水。一九三三年就开始了水文测井法实验，但当时由于工作人員对其应用条件沒有足够的了解和重視，以致效果不够良好，限制了当时发展和应用的



可能性。直到五十年代以来，地球物理勘探方法才又重新应用到水文地质和工程地质中来，并得到了充实和发展。形成为一套完整的具有理论和实践的新科学。

我国水文地质和工程地质地球物理勘探是在解放后在党的直接领导和关怀下开始实验和生产工作的。一九五〇年在某水库开展工程地质地球物理勘探工作以来，接着在一九五四年应用地球物理勘探在东北一些河流堤段上确定断层位置等工作上取得良好效果。并同时也在不同地区对解决卡斯特溶洞问题作出了贡献。一九五七年开始应用地震法研究工程地质问题。特别是在一九五八年大跃进以来，在两面红旗的光辉照耀下，水文地质和工程地质地球物理勘探得到了迅速的发展。在山西、山东、河南、河北、甘肃等省市都广泛的应用它成功的解决了很多的水文地质和工程地质问题。为农业发展，水利建设都创造了条件，解决了问题。同时地球物理勘探也创造了许多先进的方法，取得了宝贵的经验、丰富了内容。地质部以及有关机关先后召开了现场会、经验交流会，并编写了很多讲义和经验介绍的书籍。从理论上发展和巩固了水文地质和工程地质地球物理勘探。今后为了更好的贯彻党所提出的大力支援农业，解决农田用水问题，并根据八字方针的精神，水文地质及工程地质地球物理勘探还必须大力提高。今后还要加强地球物理勘探仪器的制造和改进，扩大其应用范围，利用新的参数，创立新的方法，解决新问题。从而使水文地质及工程地质地球物理勘探随着国民经济的飞跃发展将不断的充实巩固发扬光大。

## 第一章 电法勘探

### 引言

自然界中的岩石，根据其种类，成份和结构的不同，而具有不同的电学性质。以各种岩石电学性质的差别为基础，对地壳表层进行调查研究，来达到解决水文地质及工程地质为目的的各种勘探方法，称为电法勘探。

在电法勘探工作中，岩石电阻率和电化学反应性是两种应用最广泛的电学性质，只有在交流电法勘探中，介电常数才起显著作用。

电法勘探主要是研究天然或人工所建立的电磁场的。不同的岩石往往其电学性质也不同，因此在地表所形成的电、磁场也不一样，如果对地表上的电磁场进行研究和分析，就可以了解地壳下面岩石的分布情况，从而来解决地质问题。

电法勘探的主要特点是：种类多，应用广，解决问题比较全面。目前已知的电法勘探方法有二十种之多，其中一部份得到了广泛的应用，而其余一部份暂时还没有超出实验和研究阶段。电法勘探一般分成两大类，即：直流电法勘探，及交流电法勘探。每大类又分成许多方法，如表1。

目前在解决水文，工程地质问题中，电法勘探应用得非常广泛，特别是直流电法。如在解决巨大的水利工程建设，铁路的选线及地下水的普查与勘探上，都有着很大的国民经济意义。直流电法在解决水文工程地质问题方面，要比其它地球物理勘探方法，占有更主

要的地位。而交流电法在实际工作中应用得要比直流电法少的多，特别是高频交流电法。但是交流电法本身具有许多独特的优点，今后一定会有很大的发展远景。

表 1

类别	电场性质	方法名称	方法主要变种	主要应用范围	
直 流 电 法	自然电场	自然电场法		水文地质	
	人 工 电 场	电 阻 率 法	测深法	对称四极测深法	水文地质及工程地质
				偶极测深法	
				环形测深法	
		剖面法	对称四极剖面法	工程地质	
			联合剖面法		
			偶极剖面法		
梯度法	工程地质				
充电法	水文地质				
交 流 电 法	低 频 1000 赫 芝	人工电场	强度法		
			电位差比法		
	高 频 >10000 赫 芝	人工电场	阴影法		
			回波法	水文地质	
			射线法		

## § 1 自然电场法

自然电场法是属于直流电法勘探中的一种，它是研究天然存在的电场，利用此种电场分布的特性来解决水文工程地质等问题。

自然电场法不用人工供电，设备简单，工作效率较高，因而在水文工程地质中得到了普遍的应用。

### 一、自然电场产生的原因

岩石和矿石在一定的水文地质条件下，在它周围的空間产生自然电场的性质称为岩石或矿石的电化学活动性。这个自然电场产生的主要原因是：

- (一) 水的渗透作用；
- (二) 岩层之间盐的扩散作用及岩石微粒的离子吸附作用；
- (三) 由于在电子导体和离子溶液界面上的氧化还原作用。

下面分别叙述：

#### (一) 水的渗透作用

当水经过多孔性岩石时，就要产生自然电场。这是因为水中负离子被毛细管壁所吸附，溶液运动部份的阳离子浓度较大，即这一部份的溶液对于液体的不动层而言是带正电

的，如图 1。因此它們之間存在一个电位差，而产生了自然电场。

在这毛细管两端所产生的电位差，可根据汉姆赫兹公式来确定：

$$\Delta U_{\phi} = K_{\phi} \frac{\rho \times \Delta p}{\eta} \quad (1)$$

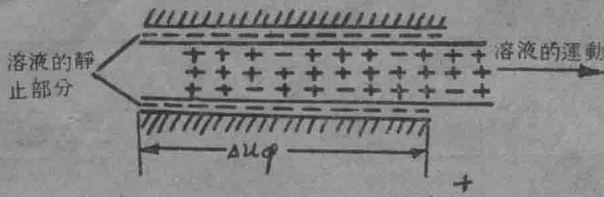


图 1

$\Delta U_{\phi}$ ——毛细管两端的电位差；  
 $K_{\phi}$ ——过滤电动势系数，它决定于溶液的化学成份及其介电常数；

- $\rho$ ——溶液的电阻率；
- $\eta$ ——液体的粘滞系数；
- $\Delta p$ ——毛细管两端的压力差。

过滤电动势系数  $K_{\phi}$  与毛细管的长度及断面无关，对自然条件下的多孔岩石来讲，可认为过滤电动势是一个常数，因为自然界中地下水化学成份的不同，对此系数很少改变。对于岩石来讲  $K_{\phi} = 0.77$  毫伏。

在自然界中由于水的渗透过滤作用，所产生的自然电场很多，我们对它进行研究，即可解决水文地质及工程地质问题。

如在喀斯特漏水处，由于其渗透作用就会产生自然电场，对于该电场进行研究就可以了解喀斯特发育情况。如图 2。

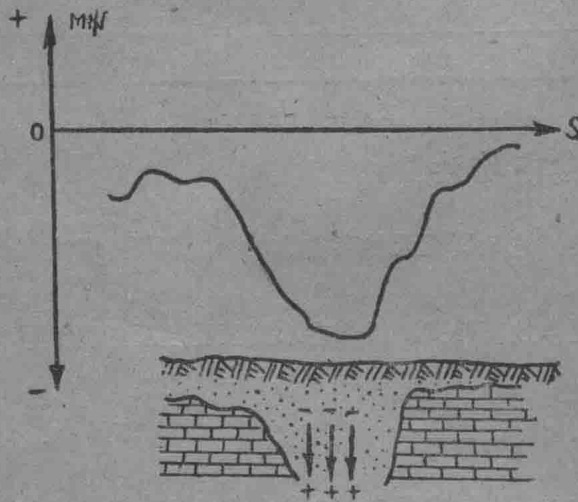


图 2

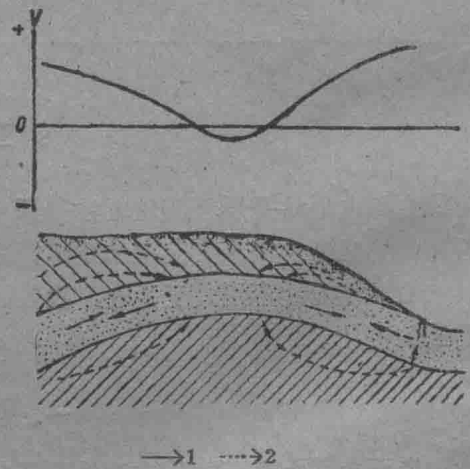


图 3 含水层中的滤过电流  
 1—滤过的方向；2—电流线

同样由于山地含水层的过滤作用，也能产生较强的自然电场。如图 3。

(二) 岩层之间盐的扩散作用及岩石微粒的离子吸附作用

扩散作用而形成的自然电位，是由于相邻的水里溶解盐的浓度及化学成份的不同而产生的。当离子从浓度很大的溶液扩散到浓度较小的溶液中时，由于正负离子的扩散速度不同，如负离子的速度较大，则浓度较小的溶液的电位就较低，在自然界中，地表上，地面水与地下水的接触处常常可以见到扩散电场，因为通常地下水的矿化度高于地表水的矿化

度,所以地表水表現的是負电位,如图 4。

同时必須指出,純由扩散作用所形成的电场在自然界中是見不到的,总是同时发生渗透作用。对水的渗透活动性和岩石的扩散活动性的研究,是用来解决水文工程地质的主要依据,后面在討論具体問題时主要是以上面的理論作基础。

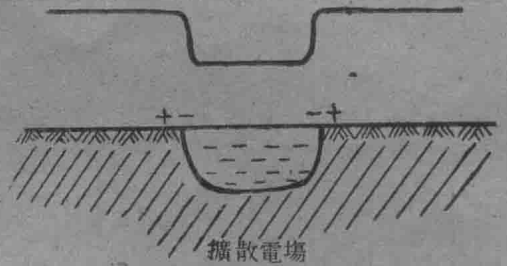


图 4

### (三) 电子导体和离子溶液界面上的氧化还原作用

在硫化矿体、石墨及无烟煤等上面所形成的自然电场,主要是由电子导体和离子溶液界面上的氧化还原作用而形成的。其形成的过程是这样的,当电子导体和离子溶液接触时,在其接触面上发生电位跳跃,其大小取决于电子导体的矿物成份及离子溶液的化学成份。

应当指出:假使在电子导体与离子溶液的接触面上,所形成的电位跳跃值,在导体全部表面上均相等,則在导体四周观察不到自然电场。如图 5。

如果导体表面各部份的电位跳跃值不相同,則在导体四周就形成自然电场。

在天然条件下,当电子导体(矿体)一部份在潛水面上,而另一部份在潛水面下时,由于靠近地表地下水中富有氧气,具有高度的氧化性,随着深度增大,而氧的浓度

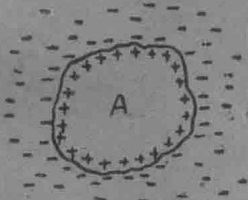


图 5

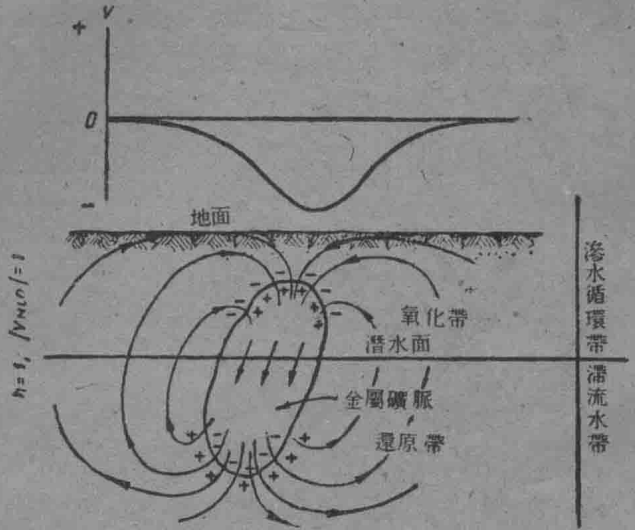


图 6 金属矿体上自然电场的产生图

减小,水就具有还原性,因此,在矿体上下表面上的电位跳跃亦不相同,則产生了自然电场。如图 6。

## 二、自然电场法的仪器与设备

在自然电场法中最常用的仪器有 801 型和手携式自然电位計,这种仪器的特点是携带方便,操作簡單。下面分別叙述它們的綫路及原理。

### (一) 自然电位計的一般原理

自然电位計是利用电桥平衡的原理来測量任意两点間的电位差。其基本原理如图 7。由  $R_1 R_2 R_3 R_4$  組成一个电桥, $R_1 R_2$  是固定电阻,为电桥的两个臂, $R_3 R_4$  为滑变电阻,是电桥的另两个臂。将  $CQ$  短路,根据电桥平衡的原理,当  $F$  点滿足  $R_1 : R_2 = R_3 : R_4$  时  $DF$  两



点等位，此时电流計沒有电流流过，指針指零，即为电桥平衡。当改变F点的位置后  $R_1:R_2 \neq R_3:R_4$ ，这时电桥失去平衡，随F点位置的改变在DF两点产生不同的电位差，利用此电位差即可补偿CQ輸入的自然电位差。

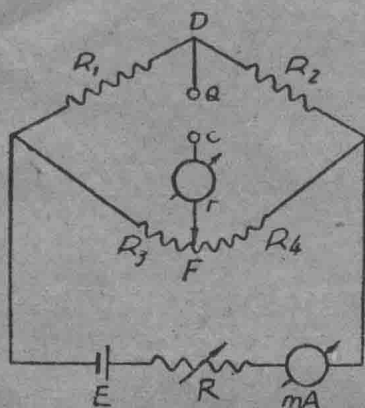


图 7 自然电位計原理图

### (二) 手携式自然电位計

手携式自然电位計是根据上述原理制成的，为了适合野外测量的要求，在綫路中串联与并联了几个电阻，并可用开关  $K_2$  来改变电阻的組合情况，而使仪器有两个测程，当  $K_2$  在  $X_1$  位置时补偿范围是  $-350-+150$  毫伏， $X_2$  时为  $-700-+300$  毫伏。仪器的綫路如图 8。面板如图 9。其中  $E$ —— $1.5V$  电池， $K$ ——电源开关。标定电阻用来調节迴路中电流等于 10 毫安。毫安表指示补偿迴路中电流的大小。 $Q$ ——固定电极接綫柱。 $C_1, C_2, C_3$  流动电极接綫柱。 $T_1, T_2$ ——电话接綫柱。 $K_3$ ——流动电极选择开关。 $K_2$ ——测程开关。 $K_1$ ——测量或通話按钮。 $R$ ——組成电桥两臂的滑变电阻。刻度盘——在它上面直接刻出  $X_1$  档的测程时电位差的数值。 $G$ ——检流計。

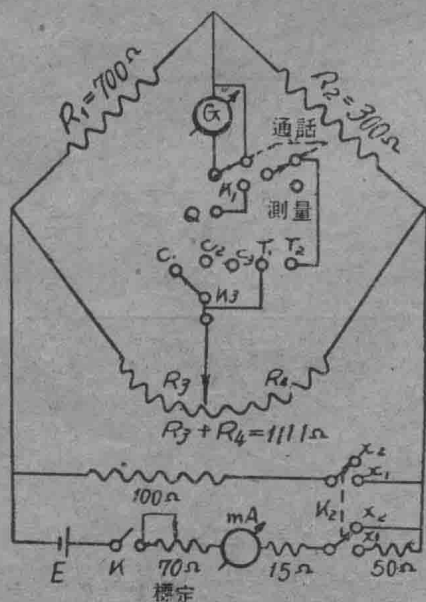


图 8 手携式自然电位計綫路图

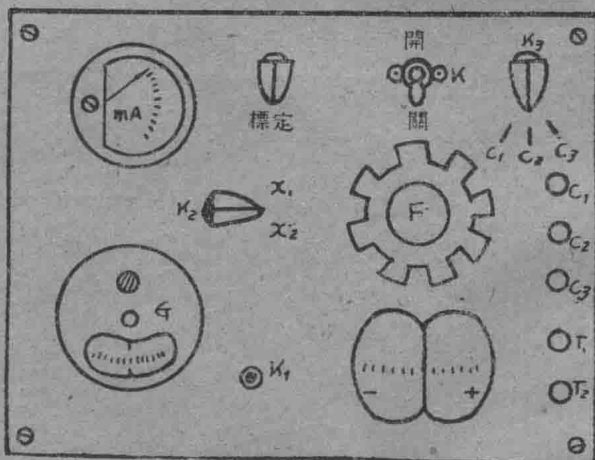


图 9 手携式自然电位計面板

手携式自然电位計的使用方法如下：

将电位計放平，打开检流計的鎖制器。如果指針不在零时，調机械零点調节器，使指針指零。固定电极接到接綫柱  $Q$ ，流动电极分別接到接綫柱  $C_1, C_2, C_3$ 。打开电源开关  $K$ ，調节标定电阻使毫安表指 10 毫安。选择测程位置，按下  $K_1$  开关，此时检流計的指針偏轉，旋轉电阻  $R$  进行补偿，使检流計的指針指到零点。

讀出刻度盘的讀数，再乘以测程即为所要测量的电位差值。

工作完毕后，要注意随时将检流計鎖制。电源开关关上。讀数过程中要注意，刻度盘

上的正負值及測程开关的位置。

### (三) 801型自然电位計

綫路如图10，可以看出它也是应用电桥平衡的原理，只是在以下部份比手携式电位計作了如下的改进：

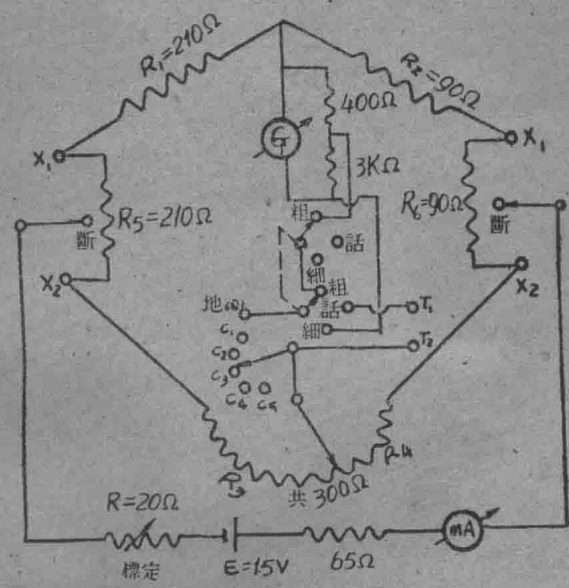


图 10 801型自然电位計綫路图

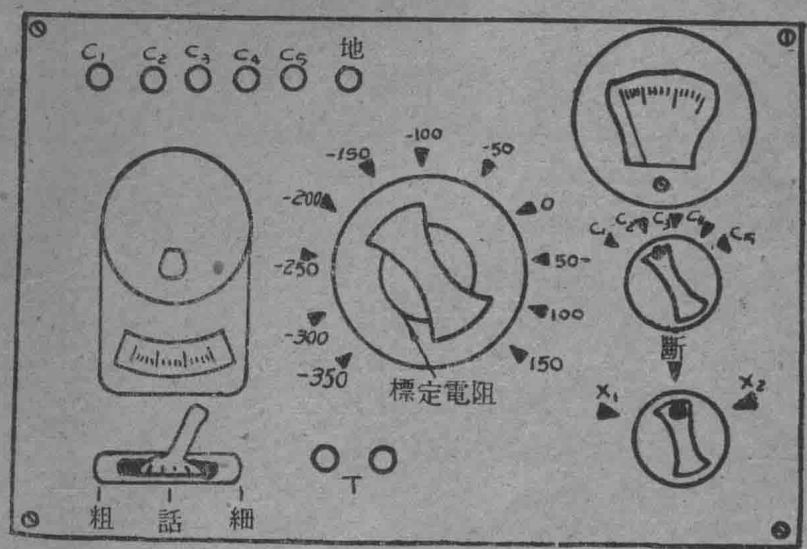


图 11 801型自然电位計面板

1. 电桥迴路中电阻值經過改进后，通过电桥迴路中的电流为5毫安。这样减小了补偿电池的消耗；而其补偿范围仍与手携式相同。
2. 增加了粗测开关，这样就可以避免由于自然电位差过大时，检流計活动系統受到猛烈冲击而损坏。
3. 比手携式自然电位計增加了两个流动电极。可以提高工作效率。801型自然电位計面板外貌如图11与图12所示。

操作步骤如下：

将仪器放平，打开检流计的锁制器。指针不在零点时调机械零点。接好不极化电极和电话。旋转开关  $K_1$  指向测量的位置，并调标定电阻，使毫安表指 5 毫安，将测量开关指向“粗”。检流计指针偏转，调节  $R$  进行补偿，使检流计指针位于零点附近，然后将测量开关指向“细”再将检流计指针补偿到零。

刻度盘上的读数乘以测程即为所测电位差。

通话时将测量开关拨向“话”位置。工作完毕后，把检流计锁制。

#### (四) 不极化电极

金属电极与土壤接触后会产生极化电位差。因为无法把它与自然电场的电位差区分开来，而且极化电位差又往往能达到很大的数值（几十甚至几百



图 12

毫伏) 为了消除这种干扰，则采用所谓不极化电极。

不极化电极的结构如图13。

$CuSO_4$  溶液的离子能渗透过素瓷烧杯，铜棒就通过  $CuSO_4$  溶液与地接触。由于大小相同的纯铜棒，与饱和的纯  $CuSO_4$  溶液间的接触电位相同，所以各个不极化电极之间都没有极化电位差（实际上不极化电极并非完全没有极化电位差，通常一对电极所产生的电位差不超过 1—2 毫伏即已合用）。

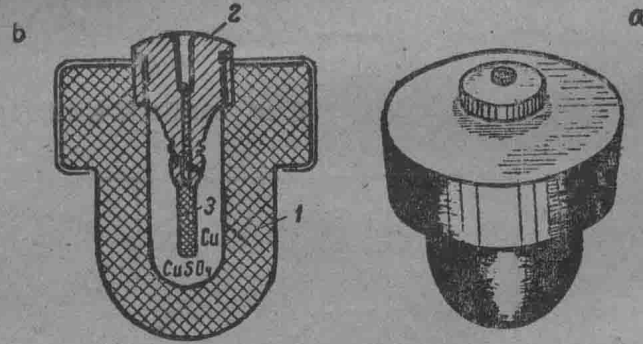


图 13 不极化电极

1—陶瓷罐；2—铜螺帽

### 三、野外工作方法

自然电场的野外工作方法有两种，一种是电位法，另一种是梯度法。目前一般野外工作，特别是在解决水文工程地质问题时多采用电位法。

#### (一) 电位法

电位法的工作是用一个固定电极和一个流动电极来进行的。如图14。

观测者和电位计及线架都留在不动电极的驻点附近，一般来说，这一点是测线的零点，流动电极通过线架的导线和电位计的一端相联接。轮流着在每一个测点上进行电位测量，从而求出流动电极相对固定电极的电位差来。

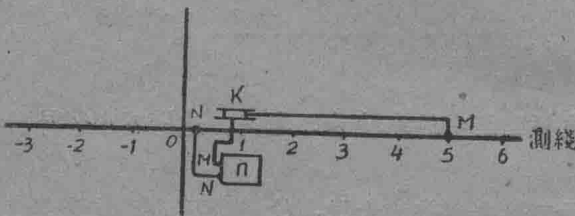


图 14 电位法测量装置

II—电位计；K—线盘；N—不动电极；M—移动电极

#### (二) 梯度法

梯度法在一般情况下很少应用，只有在测区内存在强烈的游散电流等干扰因素时，才采用这种测量方法。

梯度法是依次测量测线相邻两点间的电位差。移动时与电位计M端相連的电极总应在前，而N极在后。如图15。



图 15 电位梯度测量装置

#### 四、测量结果的图示

把野外测量的结果，经过室内整理之后，绘在图上，根据图的异常情况，再进行地质解释。野外测量的结果，一般绘制剖面图、平面图和剖面平面图。

##### (一) 剖面图

剖面图是用在主要异常区的。常用它来作典型的研究，或进行定量及定性的推断。在自然电位剖面图下面常常附有地形地质剖面图。如图16。

##### (二) 平面图

在整个面积上进行自然电场测量之后，把电位相等的点用曲线联起来构成了所谓平面图。如图17，利用平面图可以大致的确定异常范围，地质体的形状和走向。

##### (三) 剖面平面图

剖面平面图是把许多个剖面，展在平面图上，这是最常用的一种图。如图18，如果把各个剖面图的极值点联接起来，即可初步断定异常的走向。

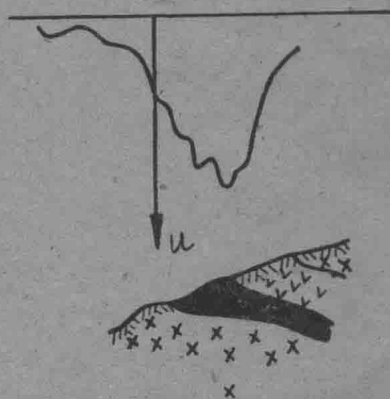


图 16

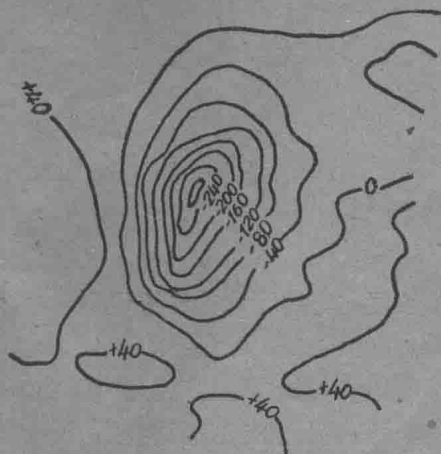


图 17

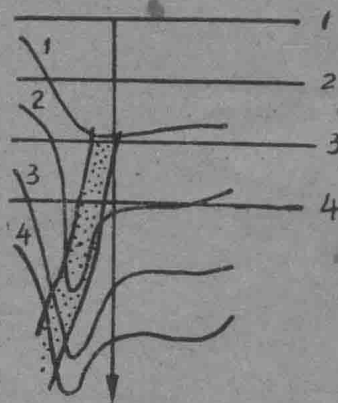


图 18



### 五、利用自然电場法研究水文地质及工程地质问题的基本原理

自然电場法在金属物探上主要用来寻找硫化矿床，石墨矿床等。而对过滤电場当作干扰因素，但在研究水文地质及工程地质问题时确起着很大的作用。

在自然电場产生的原因里，我們曾經談到由于水的过滤作用，产生自然电場的基本原理是：負离子被毛細管壁所吸附，而溶液运动部份阳离子的浓度增大。用自然电場法解决

水文地质及工程地质问题就是利用这一个基本原理。

例如我們在研究地表水渗入喀斯特问题时，就是利用：由于水的渗透过滤作用，阳离子在水的运动方向上有所增加，就产生了自然电动势。显而易见，如果在喀斯特地区上，发现强烈的負异常时，該区就可能是强烈的吸水地带。相反如果观察到强烈的正异常，就相应于地下水流出地表的地方。

我們通过在已知涌水坑道上所作的自然电場曲线，就明显的看出了这点，如图19，由于水向上运动，而使正离子在上部增加，因而在上升泉的上方产生較大的正异常。

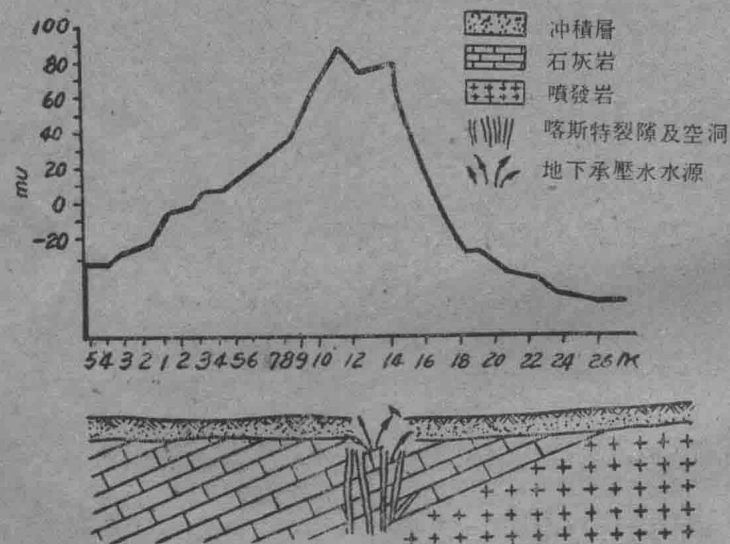


图 19 上升泉源上自然电場剖面

我們通过已知涌水坑道上所作的自然电場曲线，就明显的看出了这点，如图19，由于水向上运动，而使正离子在上部增加，因而在上升泉的上方产生較大的正异常。

当地下水补给河水时，则在河床上方就显示出了电位的增加，相反情况下电位却减小；这就是所谓河流的过滤电場。

可将A. П. 克拉耶夫在高加索旋而斯克魯河，所测的一条电位曲线，作为近河床部分的一个典型例子。如图20，河床上部电位增加，表明地下水补给河水。

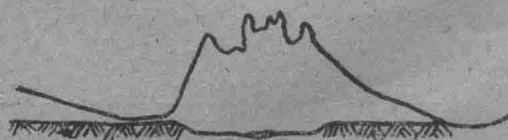


图 20 沿穿过草原河床的剖面的电位曲线

### 六、自然电場法的应用实例

#### (一) 查明水库堤坝上的漏水地段

寻找水库堤坝上的漏水现象，应用自然电場法比较适宜。由于水的渗透作用，在漏水地段，能产生强烈的异常，而在不漏水地段自然电場曲线反映得相当平稳。

例如在某一个水库的坝基上，为了查明漏水现象，作了自然电場工作。如图 21a 繪出了一条自然电場剖面，該剖面穿过无漏水现象的地段，則剖面上沒有任何較为规律的异常。而另一个剖面横向通过强烈吸水带时，則所得到的自然电場剖面曲线，达到了相当大