

水文地質調查中 的物探方法

A. A. 科諾普良采夫等編

地質出版社

水文地質調查中的物探方法

A. A. 科諾普良采夫等編

地質出版社

1958·北京

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ И ОХРАНЫ НЕДР
ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ
ГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ РАЗВЕДКИ
В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ
И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ

Под редакцией А. А. КОНОПЛЯНЦЕВА,
В. С. КРАСУЛИНА и А. С. ШИРОКОВА
ГОСГЕОЛТЕХИЗДАТ

Москва 1955

本書为1954年10月間苏联地質保矿部技术委员会召开水文地質工程地質組和地球物理組联席會議上有关野外物探工作的报告摘要彙編。書中向讀者介紹过去在这方面的成績。可供我國水文地質及工程地質人員，以及物探人員进行这方面工作时作为参考。

譯者为吳榮祥、邹光华、夏国治等。

水文地質調查中的物探方法

編者	A. A. 科諾普良采夫等
譯者	吳榮祥等
出版者	地質出版社 北京宣武門外永光寺西街三號 北京市書刊出版業營業許可證出字第060號
發行者	新華書店
印刷者	地質出版社印刷廠 北京安外六鋪炕40號

印数(京) 1—3,000册	1958年12月北京第1版
开本33"×46 ¹ / ₃₂ "	1958年12月第1印刷
字数61,000	印张2 ¹ / ₁₆ 插頁1
定价(10)0.35元	

目 录

原編者的話

Н. А. 齊托夫、И. Н. 斯米爾諾夫 (地質保礦部)	
對水文地質和工程地質調查中地球物理工作的基本要求	5
В. И. 庫爾丘柯夫 (中央地球物理托拉斯)	
在解決某些水文地質問題中應用地球物理勘探法的經驗	9
А. И. 蘇多普拉托夫 (全蘇水文地質托拉斯)	
在克茲爾沙漠區的水文地質測量、普查地下水和在	
阿姆河下游的工程地質調查中的地球物理調查	17
Ю. В. 雅庫博夫斯基 И. И. 利亞霍夫 (莫斯科地質勘探學院)	
應用垂向電測深法尋找西伯利亞西部低地範圍內的淺地下水	22
В. Е. 尼基茨基 (地球物理勘探總局)	
在莫洛托夫省、契利亞賓斯克省和哈薩克共和國的	
水文地質調查中地球物理工作的一些成果	29
Г. Я. 契爾尼亞克 (全蘇給水排水工程建築物及工程水文地質科學研究所)	
利用地球物理勘探方法測定土壤的孔隙率和含水量	35
З. Г. 亞申科 (水電設計院)	
工程地質調查中採用電法勘探的經驗	43
А. М. 戈列利克 (運輸建築部全蘇鐵路建設研究所)	
鐵路勘測中的地球物理工作經驗	53
В. С. 波列伏依 (電站部水利設計院)	
水利建設工程地質調查中地球物理方法的應用	59
地質保礦部技術委員會水文地質工程地質組和地球物理組	
1954年10月11~12日聯席會議第25號決議摘要	
地球物理勘探方法在水文地質工程地質調查中的應用	63

原編者的話

为了执行党和政府关于发展农业和开拓生、熟荒地的历史性決議，苏联地質保矿部进行了大规模的地球物理工作来帮助水文地質工作以滿足农业上的需要。地質保矿部技术委员会召开了水文地質工程地質組和地球物理組联席會議，会上审查了在水文和工程地質調查中运用地球物理方法的初步成績。

大会听取了有关野外工作的許多报告，并且通过決議，建議把現有的各种物探方法綜合运用到各种水文和工程地質調查中去。

本書摘要汇编大会所听取的有关野外地球物理工作的报告。

发表这些資料的目的是向廣大的地質工作者、水文地質工作者和物探工作者介紹在这方面的成績，使社会上对于在水文地質和工程地質工作中廣泛运用地球物理方法予以注意。

对水文地质和工程地质調查中 地球物理工作的基本要求

Н.А. 齊托夫 Л.Н. 斯米尔諾夫

苏联社会主义建設要求进行大規模水文地质和工程地质調查。

在1953年9月、1954年二三月和六月苏共中央全会決議中为保証农业高速发展規定了一些必要和刻不容緩的措施。其中极重要的一个措施就是为农业寻找水源，首先是为新开拓的生熟荒地和放牧場上的国营农場、集体农庄和机器拖拉机站找寻水源。

可是地质保矿部所属机构所完成水文地质工作的規模和水平还不足以解决。向地质工作所提出的各項重大問題。

尤其是随着农业的发展，就更感不足。地质保矿部部务會議在1953年11月14日的決議中承認水文地质和工程地质調查是地质保矿部地质勘探机构的头等重要的工作。

要在保証国家国民經济正常需要的速度下解决上述問題及在应有科学水平上完成这些任务，必須在进行水文地质和工程地质調查的同时，进行大規模地球物理工作，以便在較短期間內得到关于調查区地质構造和水文地质条件的概念，从而減少鑽探工作和山地工作量。

到現在为止，水文地质和工程地质調查中的地球物理勘探法在进行这些工作的机构的生产实践中应用得較少。产生这种情况的基本原因是由于水文地质工程师对地球物理方面和其应用結果認識較差，而对在綜合調查中地球物理勘探法的作用估計不足。

在水文地质調查中用地球物理方法进行工作的机构为数有限，但地球物理方法在大多数情况下的結果是良好的。例如，地质保矿部中央地球物理托辣斯在卡拉沙漠和黑土草原順利地进行了普查和勘探地下水的工作。結果，在短時間內圈定了淡水透鏡体，測定了其厚度，确定了潛水面埋藏深度，并按水的矿化度將含水层分层。這項工作是

用直流电法（垂向电测深法和对称剖面法）来进行的。

在捷尔任斯克市区和高尔基省里，为查明适宜建筑的地段而研究了该区水文地质特征。在研究中除电法外，还应用扭秤重力测量法，这种方法对喀斯特的调查效果很好。

在克里米亞进行了垂向电测深和电剖面工作，以查明潜伏河谷，测定冲积层的厚度，追查含水砂岩层。

在博尔若米疗养地区里，从1954年才进行了地球物理工作，其目的在于普查河谷冲积物中矿物地下水露头，以及阐明并追查博尔若米背斜鞍部上的破裂带。

全苏水文地质托辣斯所属烏茲別克水文地质大队在克茲尔沙漠和阿姆河下游地区用垂向电测深法进行地球物理工作。这些工作有助于在较短期间内测定风成复盖物厚度，研究岩石成分，明确地质构造，并且还确定含水层埋藏深度以及研究水的矿化度。

1954年地质部地球物理托辣斯在生荒地和熟荒地区进行了十分广泛的地球物理调查，其目的在于有根据的布置普查钻井和勘探开发钻井。一般来说，事先进行地球物理调查有助于正确选择布置钻井的位置，并大大提高勘探工作的效果。

许多别的机构也进行了地球物理工作，目的在于普查地下水，查明构造带和喀斯特带，测定水流的方向和速度，进行工程地质调查等等。

在了解调查区中水文地质和工程地质条件的过程中，应用地球物理方法的范围是宽广的。地球物理勘探方法应帮助水文地质工作者解决以下几个基本问题：

1. 研究地质构造，查明并追查坚硬岩层和半坚硬岩层中间的构造破坏带，裂隙带和喀斯特带，以及潜伏河谷；

2. 测定地下水的埋藏深度及其矿化度，确定地下水流向和流速，分辨出盐水中的淡水透镜体，相反地，分辨出淡水中的矿化层状水，还查明在断裂带中循环的或在河谷的冲积层下流动的矿物水；

- （3）调查“永久”冻土带，查明冻土带中的融区以及融解岩石中的冻土透镜体；

(4) 研究地下水及滑动体的动态;

(5) 根据无岩心鑽进以及泥漿岩心鑽进的鑽井(測井)肯定岩石的成分,进行热測井。

近几年来在烏茲別克和哈薩克的无水沙漠区和草原区域里,水文地質工作結果查明了许多含有淡水的自流盆地。在勘探这些盆地时势必布置大量的深井来弄清楚盆地的总的地質構造。查明地質構造同样对其他水文地質工作,例如水文地質測量也是必須的。在水文地質調查中,确定構造帶,較发育裂隙帶以及喀斯特作用帶有着特別的意义,因为这些帶是地下水循环的最好的通道。大量構造鑽的鑽进往往使自流盆地的研究就誤很久,并且資金花費很大。地球物理方法的应用有助于加速对这些問題的解决。

在解决水文地質問題中,电法勘探应用得最为普遍。應該用这种方法来研究影响地下水分布的潛伏構造,追查接触关系,确定不同成分岩层的埋藏深度,研究基岩上第四紀沉积物的产狀特征,查明坚硬岩石中有没有構造帶和其他裂隙帶以及它們的特性,闡明裂隙程度随深度的变化。

必須进一步改善这个方法。應該提出研究工作方法和儀器的問題,使得在地形割切的山区和森林区能应用电法,同样当充填裂隙和岩洞物質的电阻率相差不大时,能找到調查傾角不大和水平裂隙系的方法。

地球物理方法應該对生荒地和熟荒地,沙漠区和半沙漠区的牧羊場中直接勘查水源的工作有很大的帮助。

測定地下水的埋藏深度以及其矿化度,确定地下水流的方向和速度,闡明鹽漬水中淡水透鏡体以及淡水中矿物水透鏡体,这些都是水文地質調查中基本性的实际問題。地球物理方法应帮助解决这些問題。

要达到以上目的,必須改进电法,以便更普遍地利用它来普查地下水,測定砂层及坚硬裂隙岩层中地下水埋藏深度,确定淡水和矿物水間的界綫,圈定淡水及矿物水,測定地下水流的速度等等。

当在“永久”冻土发育地区里进行地下水普查时,确定“永久”冻土帶下部边界的埋藏深度有着巨大的意义,因为冻土上层下水的涌現通常

与它有关，而这种水是这些地区里最可靠的水源。用地球物理方法确定“永久”冻土带的下部边界，以及查明融区，圈定“永久”冻土带分布的地段都将是十分有效的；并将大大便于水文地质工作的进行。

在水文地质站上对地下水的调查进行了大量工作，这些工作有着一个基本任务：研究水的平衡和地下水资源。研究水的平衡会联系到充气带中水分迁移情况的调查。采用地球物理方法研究充气带中土的湿度，会使这些工作的效果大大提高，并能避免一些麻烦的工序：如系统取岩样进行大规模鑽探，及对岩样测定其天然湿度。

还应该研究和采用一些工作方法和仪器，使人们能用放射性法和电法在相隔一段距离上进行地下水动态的观察。

应该采用地球物理勘探法来研究地滑：确定浸潤地带，查明滑动地带，研究天然产状条件下岩石的物理机械性质，等等。

在无岩心鑽进（测井）的鑽井中，测定岩石的成分和充水量有着相当重要的意义。在岩心鑽进，尤其在用泥漿冲洗时，和进行冲击鑽进时，应该普遍的应用此法来确定水文地质剖面，区分出饱水裂隙带和喀斯特空洞。

必須在实际工作中更普遍的利用电测井。

在試驗性抽水 and 正式抽水期間，闡明降落漏斗的形狀是有着很大意义。这个問題也可采用地球物理方法来解决。

如上所述，現在电法勘探在研究大部分水文地质性質問題中有着极大的意义。在水文地质調查中，重力測量法不仅用得很少，而且研究得較差，可是这些方法或許可以用来普查和圈定埋藏不太深的構造，确定大断裂变动的位置，追查这些变动，寻找潜伏的古代大河谷。

地震勘探法在水文地质的調查中应用得不够，但这种方法可解决关于沉积岩下面結晶岩和变質岩埋藏深度，它們上盤起伏的問題，使人们能对第四紀沉积物下面的基岩进行填图，并相当詳細地將沉积岩层分层。这种方法的优点之一是在确定任何一条地质界綫埋藏深度时精确度很高。最好研究出这种能测定埋藏很深的地下水深度的地震勘探方法；这样将会縮短在沙漠区和草原区里寻找地下水的期限。

地热勘探法同样应该在水文地质調查中得到較普遍的应用，这些

方法的任務是測定浮土上上升水的出露地點，確定永久凍土帶下部邊界，編制等深綫圖，測定永久凍土帶區域里融區及上升地下水的出露地點。

特別應該注意研究并採用高頻率法和無線電波法。在水文地質調查中應用無線電波法是極有前途的。這些方法將使我們有可能測定地下水埋藏深度，圈定疏松岩石和堅硬岩石中地下水的匯聚區，以及對裂隙含水帶填圖。

現在，由於進行工作的方法研究得不夠以及缺乏標準的儀器，無線電波法的普遍應用受到限制。因而上述這些問題應首先得到解決。

以上一一列舉的在水文地質調查中對地球物理工作的基本要求當然並沒有談得詳盡無遺。

如果儀器和地球物理調查工作方法進一步得到改進，則今後我們一定能普遍應用地球物理方法解決水文地質和工程地質方面的實際問題。

1954年12月間，在地質保礦部技術委員會水文地質和工程地質組和地球物理組聯席會議上曾審查了一篇題為“地球物理調查法的應用和水文地質工程地質調查”的報告。會議指出地球物理勘探方法在完成水文地質和工程地質調查過程中有極大的效果，并指出對這些方法應用不夠，之後，會議建議：“……最主要的任務在於在各種水文地質和工程地質調查中，綜合應用現有的地球物理方法并且改進和研究新的、更有效的地球物理方法和儀器……。

在解决某些水文地质问题中 应用地球物理勘探法的經驗

В. И. 庫尔丘柯夫

近年来，在調查不同地区的水文地质特征时，地球物理勘探方法应用得愈来愈普遍，因为这些方法的应用能使我们更合理利用鑽探工作，使这些工作有目的地布置在調查区最重要和最有意义的地段，这样一来，必要鑽探工作的总量可大为縮減。其次，用地球物理方法和水文地质方法来綜合研究地区，能使我们較快、省、又最彻底地解决供水問題。

本文中扼要地描述中央地球物理托辣斯在水文地质工作中所进行的地球物理調查。

地质部地球物理探矿总局中央地球物理托辣斯只从1953年开始进行專門的地球物理工作，来帮助水文地质調查。基本上应用了各种不同的电法和电測井。在进行地球物理調查中，曾解决以下一些基本問題：

1. 在含有鹽漬水的地段，圈定并測定淡水透鏡体的厚度和埋藏深度，以及在淡潛水背景上普查較高矿化度的水。
2. 闡明并研究喀斯特化岩层范围内喀斯特作用和裂隙程度，以及与之有关的含水程度。
3. 普查和圈定作为大量地下水汇聚来源的潛伏古老河谷，并測定河谷中冲积物厚度。
4. 利用单独鑽井測定地下水的流向和流速。
5. 确定滑动体厚度以及它們在饱和度和机械成分方面的差別。

現在簡短地討論一下1954年在全苏水文地质托辣斯分队密切配合下为滿足黑土草原区（放牧場）和克里米亞南部农业需要所作地球物理工作的結果。

黑土放牧区域 为了要給每年在黑土区 过冬 的牲畜建立飲水場

(阿斯特拉罕城西南地区)，必須查明淡潛水和較淡潛水的儲量。矿化度从0.3到2—5克/升的水产在5—15米深处，它以“漂浮”透鏡体形狀产在赫瓦倫层的細粒石英質砂中的遍地分布的高矿化度潛水（干涸残余物达20—100克/升以上）层的表面上。根据以往水文地質工作的初步資料来看，“漂浮”透鏡体的面积从0.1到几平方公里，其厚度从20—30厘米到几米。

电法勘探工作的任务有这样几項：

(1) 圈定在水文地質普查鑽进中由一口或几口鑽井所发现的淡水透鏡体。

(2) 测定“漂浮”淡水透鏡体的厚度。

(3) 测定潛水面埋藏深度（其中包扩“漂浮”透鏡体的埋藏）深度。

(4) 按矿化度將含水层分层。

为了解决这些問題，曾应用了垂向电测深，对称电剖面 and 自然电法。在野外工作开始时期进行了一些試驗工作，結果表明自然电場法的效果并不大，并且表明在这种地質条件下应用对称电剖面也是复杂的，因此，在以后的調查中基本上只采用了垂向电测深，电极距AB达500—1000米，測网 200×100 米。

电法勘探調查是在黑土区兩万平方公尺面积上零星分部的35个淡水透鏡体上进行的。三分之二的透鏡体是預先鑽进的或是在进行电法勘探时同时鑽进的。三分之一的透鏡体是被个别鑽井发现的，以后关于圈定和查明这些透鏡体構造的工作則都由电法勘探完成。地球物理工作和鑽探資料的对比結果，得到黑土区域里断面（自上而下）上部的地电特性如下：

(1) 对所有地段都区分出在区域内保持稳定的标准层，其电阻率在0.6—3.4欧姆米之間变动；地电层相当于赫巴倫組和哈查尔組砂层中高度矿化潛水层；

(2) 在所有調查地段內十分肯定地圈定了“漂浮”淡水透鏡体，其电阻率自5.0到34.0欧姆米。电阻率自透鏡体中心向其边缘部分减小。

(3) 潛水面以上干燥和浸潤砂和亞砂土电阻率随着岩石机械成

分（粘土顆粒的多少）和下伏含水層中水的礦化度不同而變動很大：自 2 到 2200 歐姆米。沉積物電阻率由於粘土質增多及沉積物下面水的礦化度增大而減小。

在個別地段里出現電阻率為 2—150 歐姆米的粘土和粘土質砂層，這一層的存在使得在斷面上區分出淡水透鏡體的問題變得很複雜。

以上所述的區域地電特性使我們能這樣來解決這些問題。

1. 按電測深曲綫下部的差異可肯定地圈定出“漂浮”淡水透鏡體，即淡水帶和礦化水帶分別按曲綫類型 Q 和 S_2 來發現（曲綫下部的類型通過與垂向電測深二層和三層量板的比較來確定。假如在斷面上出現有粘土層和粘土透鏡體，即淡水帶和礦化水帶的特徵為同一類型的曲綫，則在解釋中要分出淡水透鏡體的把握是較小的。

淡水透鏡體同樣可以用對稱電剖面區分出來，即按電阻率增高的帶來確定。可是，與此同時一定要有一定數量的垂向電測深工作量來檢查電極距 AB 的大小選得是否正確。

2. 根據垂向電測深曲綫下部的定量解釋測定了淡水透鏡體的厚度，同時有把握地區分出深度在 4 米以內，厚度 2 米以上的及深度在 10 米以內、厚度 5 米以上的透鏡體。

需要指出，與淡水透鏡體下盤的地電邊界相當的並不是淡水突然改變成鹽水，而是從“漂浮”淡水層透鏡體過渡到（沿垂直方向）基本含水層的高度礦化時下澗殘余物含量最大梯度的位置。由於地電邊界有些模糊不清，按垂向電測深測定透鏡體厚度時有時有很大的誤差。

3. 自由潛水面埋藏深度的測定問題通常可通過垂向電測深曲綫的定量解釋可靠地加以解決。

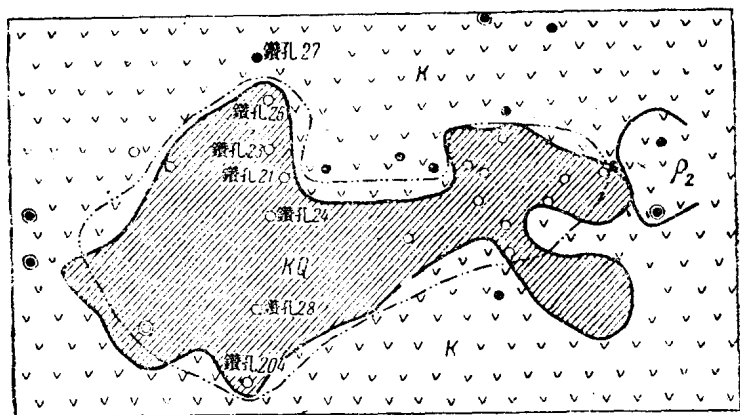
4. 上含水層中不同礦化程度的水的區分是根據垂向電測深曲綫下部（漸近綫，而不是趨近於 45° 的綫！）測定電阻率來進行的。如果含水層岩石成分和機械成分均勻，則其電阻率，即飽和電阻率（ ρ_0 ）與其礦化度之間有着簡單的反比關係：

$$\rho_0 = \frac{\Lambda_c}{C},$$

其中 Λ_c 是取決於所溶解鹽類的化學成分的參數，而當鹽類的濃度較

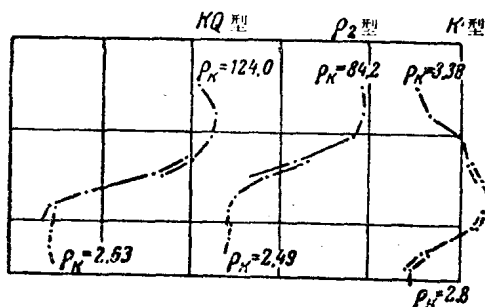
高时则取决于浓度的大小。

实际上，是用电法勘探在2—4克/升干涸残余物内区分淡水(干涸残余物达3克/升)和苦盐水(干涸残余物3—15克/升以上)的。



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

a



b

图 1. 接电法勘探资料所得哈尔呼塔淡水透水体简图

1—为验证地球物理异常而布置的淡水钻井；2—为验证地球物理异常而布置的盐水井；3—CKK13水文地质分队的第四号淡水钻井；4—CKK13水文地质分队的第四号盐水井；5—按电法勘探资料所得淡水发育地段；6—按电法勘探资料所得高矿化度水发育地段；7—K、KQ、P₂型电测深曲线分布区；8—按水文地质、地貌和地植物资料所确定淡水透体体的界线

我们举出用电法勘探解决上述问题时所得的哈尔呼塔淡水透水体资料(图1)作为例子。

地球物理工作者所建议的钻井经过验证钻进，得到良好的结果；

18口鑽井中有14口鑽井，其中包括沿哈尔呼塔一綫的4口鑽井，証实电法勘探工作者对于透鏡体边界的預測都得到良好的結果。

对于两个“漂浮”淡水透鏡体來說，用垂向电測深測定水面埋藏深度和“漂浮”淡水透鏡体厚度的誤差达5—15%。地質情况較不利的若干其他透鏡体（例如，哈尔崔格雷透鏡体），測定潛水面埋藏深度的誤差达15%，而測定透鏡体的厚度的誤差达20—25%。

由此可見，經過全苏水文地質托辣斯北高加索水文地質大队进行的驗證鑽进証明，用垂向电測深可以圈定即使是由一口鑽井发现的“漂浮”淡水透鏡体，并且測定其厚度和潛水面深度。

按矿化度將水細分的可能性目前是不大的。可以肯定地分出干涸殘余物0—5克/升和5—15克升以上的水帶。

为了解决在黑土地地区的大部分面积上仅用电法勘探（不进行鑽探）普查淡水透鏡体可能性的問題，应用电測深和对称剖面进行專門的試驗性工作是有必要的。特別應該重視对称剖面法，它既是一种生产效率較高的方法，又是較經濟的方法。

在黑土地地区条件下应用电法勘探的經濟效果是这样来确定的：在这样的条件下鑽一口深达20米的鑽井成本約800盧布，而用垂直电測深調查深度50—80米的断面成本約80盧布，一个电剖面点的成本約8盧布。

克里米亞南部地区 保証水的供应在克里米亞农业发展及建設疗养院中起着很大的作用。旧克里米亞城区是1954年起由托辣斯进行地球物理調查以支援全苏水文地質托辣斯南方水文地質大队的地段之一。

根据現有初步地質資料，已知在調查区域中，从寻找地下水观点来看，多裂隙的并可能喀斯特化的侏儸紀石灰岩、古第三紀石灰質砂岩、以及充填在古老潛伏河谷里的冲积物是有意义的；侏儸紀石灰岩大致产在50—200米深处，石灰質砂岩产在30—100米深处。所有这些沉积物的含水性在一定地段內和其产狀特性、其保存狀況等有关。

在地球物理調查的任务中，要用电法勘探闡明以下一些問題：

1. 追查两个基本水文地質层位——侏儸紀石灰岩和古第三紀

砂岩；

2. 追查苏霍依-印多尔河的古代表重复加深的河床。

第一个問題（追查含水层位）是用对称电剖面法和个别垂向电测深点来解决的。对称剖面AB极距为300 和100米，测网500—1000×100米，个别测深AB极距达4000米，布置在100多平方公里上。

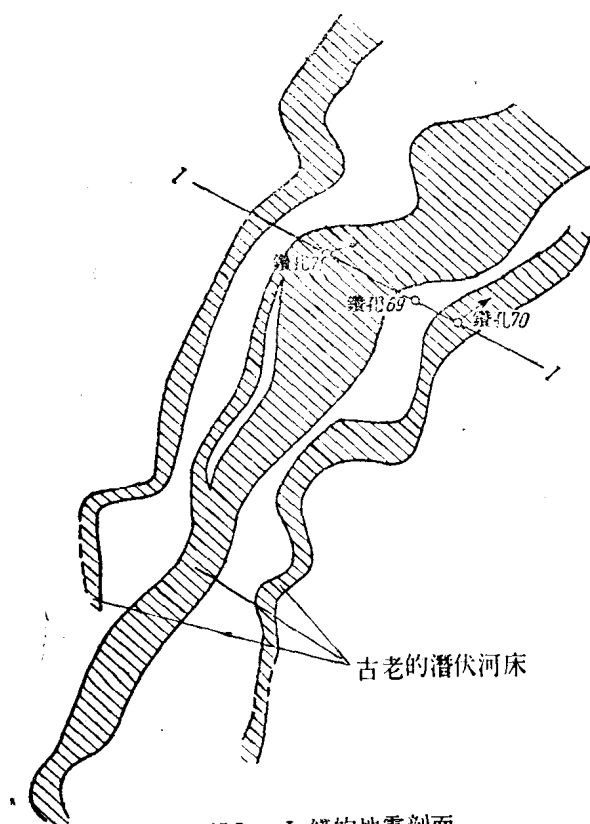
按AB=300米和AB=1000米所繪制的等视电阻率图得出以下結論：侏羅紀石灰岩层往北很厉害地下降到較年輕的沉积物下面，而在工作地区里埋藏很深不利于用普查鑽找水。可是在工作地段的西部和东部，观察到在深度达40—50米以内有兩個石灰岩平緩下沉帶，为了驗證地球物理工作者的推測，在所謂苏巴什舌形地区（地段的西部）曾布置了一口鑽井，結果在40米深地方发现了石灰岩。在这个地区进行了詳查工作以后，用电剖面法在石灰岩上升区曾查明了較低电阻率地区，这一点應該表示石灰岩裂隙最多的部分。实际上，为驗證而布置的鑽井№14发现了裂隙石灰岩，此鑽井在抽水时的涌水量为6升/秒；同时，阿加尔梅什山以北的已知的苏巴什水源涌水量减少。用这一点可証明苏巴什水源是依靠裂隙喀斯特水来供給的，这些水在阿加尔梅什山上有集水区。

断面上部古第三紀砂岩的位置以30—50欧姆米视电阻率增高帶很好地反映在AB=300米的等电阻率图上，在这些砂岩与侏羅紀石灰岩之間有一层电导率較高的白堊紀泥灰粘土質沉积物。

含水古第三紀砂岩层是被鑽井№2在33米深处发现的，这相当于高电阻帶。

为了驗證电法勘探所追查的砂岩层的位置和含水性，水文地質工作者曾布置了三口鑽井。按地球物理資料来看，砂岩应产于40—50米深处，的确鑽井№8在40米深处遇見了砂岩。砂岩的較低电阻率說明了其埋藏很深，在此低电阻帶（25欧姆米）中布置了鑽井№12，在137米深处見到砂岩，并从此层中找到了自流水，涌水量为1升/秒。

第二个問題（追查重复加深的古老苏霍依-印多尔河床）是用电测深来解决的。AB取为1000米，測綫上的点距为100—250米。測綫垂直于潛伏古老河谷的推測走向，綫距为200—600米（图2）。



沿I-I綫的地電剖面

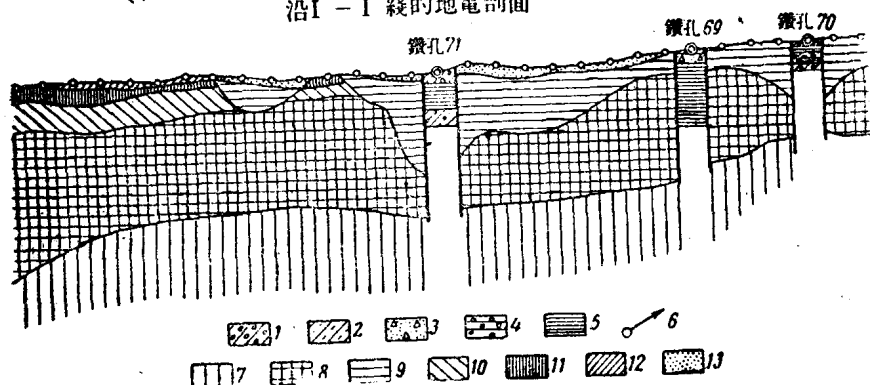


图 2. 按电法勘探資料得到苏霍依-印多尔河的古老河谷

1—冲积坡积物（层状不明的含有細砾的新第四紀亚粘土）；2—坡积物（斑点亚粘土、含卵石の粘土質砂）；3—洪积物（粘土質碎石沉积物，其中有紅棕色亚粘土夹层）；4—胶結較差的砾石碎石沉积物；5—黃棕色、斑点及灰色粘土；6—地下水运动方向。地层电阻率：7—从5到7欧姆米；8—从19到26欧姆米；9—从36到58欧姆米；10—从50到85欧姆米；11—从87到240欧姆米；12—从29到40欧姆米；13—从11到18欧姆米