

基本馆藏

全国水利水电地质勘察会议丛书之十七

255972

灌区水文地质工作

水利电力部水利水电建设总局编



3

40;1

水利电力出版社

內 容 提 要

本书是“全国水利水电地质勘察会议”精选文件之一。书中介绍了怎样在干旱地区勘探地下水源、进行勘探孔的布置；其次，简述了对水、土样分析的方法，以及地下水运动的某些规律等等。

本书是由三篇短文汇编而成的，都是实际工作报告，内容很具体，可供有关单位地质勘察人员学习参考。

灌区水文地质工作

水利电力部水利水电建设总局编

*

2196 S 665

水利电力出版社出版（北京西郊科学路二里沟）

北京市书刊出版业营业许可证书字第105号

水利电力出版社印刷厂排印

新华书店北京科技发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092 1/32开本 * 1%印张 * 35千字

1959年9月北京第1版

1959年9月北京第1次印刷(0001—1,350册)

统一书号：15143·1772 定价(第9类)0.21元

目 录

I、我們为“一年不雨保灌溉”所进行的

水文地质工作……………江苏省水利厅勘测设计院(2)

II、内蒙牧区的水文地质工作……………内蒙古自治区水利厅(13)

III、山东平原县金家洼河間封閉洼地地下水动态

及其影响因素的初步研究……………山东省水利科学研究所(24)

I、我們为“一年不雨保灌溉” 所进行的水文地质工作

江苏省水利厅勘测设计院

江苏位于淮、沂、沭和长江各河流的下游，地势平坦，水源丰富，大部分面积怕涝不怕旱，如太湖流域及里下河地区，年降雨量 1,000 公厘，年蒸发量在 900 公厘上下，潮湿系数 $K_B > 1$ ，属湿度充足带。但也有相当大的面积上水源不足，河流塘坝或水库中的水位过低，无法发挥作用。因此要利用一部分地下水解决旱季的水源不足问题。在江苏省这样的地区有将近一半的耕地面积，主要分布在废黄河以北，运河和丹金溧漕河以西及沿江沿海局部高地，这些地区中又有局部高地（平原坡地）缺乏地面水源，引客水又不可能，必须依靠地下水灌溉的约占全省耕地面积的 20%（即约 1,800 万亩左右）。

为了争取 1959 年粮食产量进一步的提高，搞好水利，特别是保证灌溉水源，以达到一年不雨保灌溉，我们进行了需要利用地下水的地区的水文地质勘察，以摸清地下水的含水层性质、产状、地下水储量、水的化学成分等情况，提出地下水利用的意见和土壤、水质改良的意见。

但我们在第四纪地层中寻找地下水源，以供农业灌溉还是第一次，所提出的一些方法及要求不一定全面，现介绍出来，让大家来批评指正。

对农业灌溉地下水源的勘探，总的目的是解决四大问题。

(1) 有无地下水，有多少？

(2)地下水埋藏情况如何，水位变化怎样；

(3)水质能否灌溉，预测能引起什么后果；

(4)提出利用地下水的意见。

我們不但应为当前生产提出必需資料，而且也考虑到为全省水文地质积累基本資料，所以报告尽量通俗易懂，即使不懂地质的人看了也能一目了然。同时也尽量使我們的报告充实、不空虚，实事求是。

我們工作的方法与主要内容有下述各项。

一、地面測繪工作

根据地質及水文地质复杂程度决定測繪的繁簡，如地质情况确实簡單，可只作剖面測繪与路綫調查，但对局部的特殊現象，仍要詳細进行測繪工作。

測繪之前首先訂立工作大綱，熟讀地形图，搜集已有資料，加以整理綜合，充分利用。

測繪中以2人为一小組，以工作站为中心，輻射状路綫向四周进行。在野外观察測量中，我們要求做到勤看、勤跑、勤記，思想中多想几个“为什么”，因为在第四紀地层所組成的平原中进行工作，有不少同志产生这样一些錯誤思想：认为地层很簡單，沒有跑头，因此口唱山歌眼看天，忽視了仔細观察。

每天的資料要及时整理。

地质点的疏密决定于地层与构造的复杂程度，在有变化处或交界綫上定点，在同一地层中的水文地质点应等距布置，地形起伏大时要考虑到地形变化情况。在平原区，图上的点距一般在5公分左右。

选取条件比較好的有土层剖面的民井，作抽水試驗，补鑽孔之不足。此外，还应在不同地层中取有代表性水样。

測量水位高程讀數至5公分，地面高程由1/5萬圖上確定。測繪工作應以实地觀察為主，以訪問為輔。

二、鑽探與試驗

鑽孔具體位置的確定要考慮到：引水及排水均很方便，選在需要打的地方，保證主要資料的獲得。

由於設備不全，缺乏套管、過濾管，分層止水有困難，同時，江蘇省內一般三四十公尺範圍內土層無大變化，因此僅在孔完成後做一次混合抽水試驗，求出平均滲透系數 K 值及涌水量，以計算地下水的概略儲量。

我們用快速鑽進法來解決套管不足的困難，即三四十公尺深的鑽孔最多48小時內完成，鑽進一結束立即下過濾管。我們採用毛竹管做過濾器，鑽以漏水小孔，打通竹節，外圍用鉛絲包紮棕皮兩層，過濾器下孔後不再提出，待抽水試驗完成後交給公社使用或做長期觀測孔。

在鑽進之前即有計劃地與公社聯繫，或與需要使用此孔的機關、學校等單位洽商，請他們準備毛竹，講明鑽孔完成後交給他們使用，一般甚受歡迎，不但毛竹得以解決，而且也得到其他方面的支持和工作上的方便。

鑽進中主要採用干鑽，但在特殊情況下也採用沖洗鑽和泥漿鑽，例如在流砂地區，不用泥漿固壁就難以保證鑽孔的使用價值。在抽水試驗時，也要將流砂層隔絕，才能保證抽水試驗的質量，否則流砂隨水進入孔中，不數小時，鑽孔就會淤滿而失去作用。又例如在堅硬土屬區，當我們確有把握了解土層很厚時，在此層中即採用清水沖洗法鑽進，以節省時間，提高速度。為了避免在沖洗過程中用手的感觉來鑒別土質發生誤差起見，規定每3公尺要取土一次，或在手的感觉有異樣時，立

即取土鉴定。

我們正在設計一种双用鑽头，既能冲洗，又能取土，这样在手的感覺一有异样时可立即取土，避免提升鑽杆調換取土鑽头的操作手續，可大大縮減鑽進过程。

抽水試驗的同时，在鑽孔附近做一次試坑滲水試驗，求得表層土的滲透性，并做一次毛細上升高度的試驗。

含水層取土樣做飽和水容度及最大分子水容度的試驗，以求得給水度，用以計算靜水量。

在鑽探試驗結束后立即提出“綜合資料图表”及各种原始紀錄报表。綜合資料图表一般包括地層柱狀图、岩性描述、含水層描述、厚度、埋深、滲透系数、涌水量、水化学成分，抽水試驗的 $S-T$ 及 $Q-T$ 曲綫、 $Q-S$ 曲綫、水位恢复曲綫、抽水試驗的設備情况、采用計算公式、抽水試驗的原始資料表、鑽孔平面位置图等等。

三、水样、土样的分析工作

水样、土样的分析試驗工作基本上是跟队走，但考虑到精密仪器如天平等搬运不方便，而且电源和蒸餾水不一定到处都有，因此水分析及土壤試驗組应固定在交通比較便利处，便于各队运送水样。

水样分析項目有：阳离子 $Na^+ + K^+$ 和 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ，阴离子 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 及 CO_3^{2-} ，其他有总矿化度、PH值等。

按照布罗德斯基法进行地下水的分类，和用庫尔洛夫表示式来反映出地下水的化学成分，并按照斯特勃萊尔法計算灌溉系数(硷性系数) K_a 值，和按照罗哲尔图解法計算水中假定盐的种类及含量，特別是鈉盐的种类($NaCO_3$ 、 $NaHCO_3$ 、 $NaCl$ 、 Na_2SO_4)及其总和。

砂性土样利用高柱法测定其最大分子水容度，以便计算土壤的给水度 μ 。

四、资料分析整理工作

在地面测绘，钻探试验，水土分析等一系列工作结束时，立即进行综合资料整理分析工作，为评价地下水水质水量提供资料，并作为报告书的附件。

资料分析整理分为以下几个项目

1. 实际材料图（由 $\frac{1}{5万}$ 缩成 $\frac{1}{20万}$ ）

这是必需编制的一幅图，它能反映出工作数量和工作质量、工作方法及精细程度，同时又便于日后查考复核之用，在图上应表示出工作范围、地质点、水文地质点（井、泉、钻孔等）、样品位置、剖面线、水文地质试验成果、水土分析成果、工作站、工作路线、日期等等。

2. 综合地质图（ $\frac{1}{5万}$ 缩成 $\frac{1}{20万}$ ）

由于地质情况比较简单，我们将所有地质情况完全表示在一幅图上，取名综合地质图，图上表示出地质界线、岩性界线、构造、地貌单元、成因类型、水文地质特征（含水层埋深、厚度、渗透系数、涌水量、给水度、总矿化度灌溉系数等）、并将剖面及钻孔位置表示上去。

3. 水文地质剖面图

根据测绘资料、钻孔柱状剖面图、民井土层剖面等编制，以钻孔为主要根据，在图上除表示出土层、岩性、成因类型、时代外，要将试验成果列于图中，并将含水层鲜明标出。

4. 地下水位等高线及埋藏深度图（由 $\frac{1}{5万}$ 缩成 $\frac{1}{20万}$ ）

从图上可以求出地下水流向、水力坡降、流速及水位变化动态等，是利用地下水中必不可少的一幅图。

在丘陵或山区，由于民井极少，地形起伏又大，繪制此图有一定的困难，需要投入大量工作，有时可暫不編此图，但在平原地区必須編制。

地下水位用等高綫的形式表示，平原区等高距1~2公尺，丘陵区5公尺。水位埋藏深度分为<1.0、1~5、3~5、5~10、>10公尺等五級。

5. 地下水总矿化度及灌溉系数图($\frac{1}{20万}$)

将总矿化度 M 分为兩級：<1.7克/升及>1.7克/升，繪于图上，如 M 有>5克/升的，則增設1.7~3、3~5、5~10、>10克/升等四級。

将灌溉系数 K_a 划为四級：>18、18~6、6~1.2、<1.2。用不同符号表示，以利对地下水的評價。

6. 水文地质分区图($\frac{1}{20万}$)

按以上各图及成果統計表来划分水文地质区。

大区划分根据地質构造、含水层深度、厚度、透水性、补给来源及涌水量 Q 等分为以下六級。

涌水量极丰富区 $Q > 1,000$ 公方/昼夜，渗透系数 $K > 20$ 公尺/昼夜。

涌水量丰富区 $Q = 500 \sim 1,000$ 公方/昼夜，渗透系数 $K = 10 \sim 20$ 公尺/昼夜。

涌水量中等区 $Q = 200 \sim 500$ 公方/昼夜，渗透系数 $K = 5 \sim 10$ 公尺/昼夜。

涌水量不丰富区 $Q = 100 \sim 200$ 公方/昼夜，渗透系数 $K =$

4~5公尺/昼夜。

涌水量微弱区 $Q=10\sim100$ 公方/昼夜，渗透系数 $K=0.1\sim1.0$ 公尺/昼夜。

涌水量极微区 $Q<10$ 公方/昼夜，渗透系数 $K<0.1$ 。

大区之中以不同符号表示富水性的等级(根据 Q 及 K)。

大区之下又划分亚区，亚区划分的原则主要是根据水的化学成分(总矿化度 M 及灌溉系数 Ka 值)，因此

第一亚区 $Ka>18$;

第二亚区 $Ka=18\sim6$;

第三亚区 $Ka=6\sim1.2$;

第四亚区 $Ka<1.2$;

第五亚区 $M>1.7$ 。

7. 抽水試驗、渗水試驗、注水試驗、毛細上升立度試驗成果統計表。

8. 水土样分析成果統計表。

9. 地下水儲量的計算

(1) 靜儲量: $Q_B = \mu H A$

式中 Q_B ——靜儲量(公方);

μ ——主要含水层的給水度(%);

H ——主要含水层的平均厚度(公尺);

A ——主要含水层的面积(平方公尺)。

(2) 开采儲量: $Q_T = T \cdot Q \cdot A / D$

式中 Q_T ——地下水实际可开采的儲量(公方/年);

T ——一年中开采的天数，补給来源大的，采用300，
补給来源小的，采用150天;

Q ——井的涌水量(决定于井徑、下降水位 S 等)(公方/昼夜);

A ——面积(平方公尺);

D ——井距(公尺,按方格网布置的)。

用井中实际涌水量来计算开采储量,是比较可靠的,不过公式中 T 的确定,灵活性很大,因此影响开采储量的大小甚剧。如果地下水流完全靠地下径流补给,且有充足的补给来源时,则 T 可采用最大值365天,如果补给来源不足,完全靠地表降水渗入补给,则与降水天数、降水深度、降水量有关。井距对开采储量的影响更大,如果井距由500公尺增加到1,000公尺,即增加2倍,开采储量则减少4倍,应该慎重考虑。另外涌水量对开采储量亦有很大影响。例如抽水时下降水位对涌水量影响很大,因而也有可能使开采储量有成倍的增减。在一般情况下,开采储量 Q_T 小于静止储量 Q_B 。如果补给来源十分充足,补给条件好,则 Q_T 也可能大于 Q_B , 我们不能单纯从绝对数字上来比,因为静储量与开采储量的单位不同, Q_B 的单位是公方,而 Q_T 的单位是单位时间内的容积。即公方/年。

10. 地下水假定盐的种类及其含量的计算。

我们考虑到单纯用灌溉系数,总矿化度来评价地下水是不太适合的,必须全面地考虑水质问题,而且要提出具体改良措施,这就必须知道水中含有什么化学成分,含有那些最有害的复盐。

根据罗哲尔图解算出水中的假定盐种类及绝对含量,因为水中有害的盐类是钠盐,故只计算碳酸钠、重碳酸钠、氯化钠、硫酸钠的含量及钠盐总和。

在灌溉系数 $Ka > 18$ 的水,我们不进行假定盐的计算,而只计算 $Ka < 18$ 的水中钠盐含量,可节省一部分工作量,最后将计算成果列成一张统计表。

11. 在整理资料方面仍存在很多缺点,主要是没有统一的操

作規程和技术大綱，因此綜合各队資料及核稿时有很大困难，例如有的队資料很多，全部列出，主次不分，有許多图表資料，规划設計部門不会用，暂时不需要。有的队又过于簡單，企图将所有資料归并在一幅图上，結果表現出来的成果又太复杂，也未起到应有效果。應該表現出来的不能表現出来，形成資料不够全面。为了接受这个教訓，改进今后工作，使各队按照統一标准統一方法工作，有必要制定一項技术大綱，既有工作方法，又有計算原理，既有原則規定，又有具体要求。成为統一的准繩。

五、報告書的編写

報告书的章节如下。

第一章 緒言 叙述工作目的，內容，工作区概況及规划設計意图等，并将工作日程，工作量統計，人員組成簡扼提一下。

第二章 地質概況 这一章只叙述必要的，与水文地質有关連的地質情况，避免冗长深奥的論述，使专县看报告不感到神秘和难懂。

第三章 水文地質条件 主要評述分区原則，含水层性质及其在水平垂直方向上的产状及变化，分区的水量水质情况，并进行儲量計算和水质評价。

第四章 地下水利用的意見 根据第二第三两章情况对地下水作为灌溉水源的評价，提出水量水质上的开采意見，那些地区地下水很充足，应大力打井充分利用地下水，那些地区水源不丰，那些地区缺水。提出水质水温改良、井的布局及井深、土壤改良等方面的意見，提出利用地下水灌溉后可能引起的后果，地下水长期观测工作等等。

第五章 存在問題 提出存在問題及如何进一步勘探等問題。

六、地下水的評價

地下水的水量評價主要是根据开采儲量及井的涌水量进行的，开采儲量能解决多少田亩的灌溉水源，每井的涌水量能灌溉多少亩，江苏省水利规划中規定灌溉标准是：单季水稻每亩淨水量600~800公方，双季稻每亩1,000~1,200公方，旱作物单季每亩200~250公方，双季每亩400~500公方，經濟林每亩100公方，因此根据井的涌水量与灌溉标准計算出每井可灌溉亩数。

根据开采儲量可以确定那些地区地下水源丰富，那些地区缺乏地下水源。地下水質的評價有二，一是化学成分，一是水温。

水的化学成分首先根据灌溉系数 K 及总矿化度 M 值来評價。如灌溉系数是大于18的，总矿化度小于1.7克/升的水是好的水，直接用于灌溉，无需采取任何措施，灌溉系数小于18，总矿化度大于1.7克/升的水則按照水中所含鈉盐种类及其絕對含量来鉴别，如

NaCO_3 (包括 NaHCO_3) < 500 毫克/升；

NaCl < 1,000 毫克/升；

Na_2SO_4 < 4,000 毫克/升，

則可用以灌溉，但要注意防止长期灌溉所引起的有害 Na 盐的逐漸聚积。所以要进行排水。河网化后，对地下水來說，也能大排大蓄。排除有害的水，蓄以淡水，来改良土質、水質。

如 NaCO_3 大于500毫克/升时，則可加入石膏，使之改变为危害較小的 Na_2SO_4 ，但这不是长久之計，至于 NaCl 和 Na_2SO_4 。

大于上述含量时，没有办法用化学试剂法改良。唯一的办法是釜底抽薪，将这种有害的地下水排除出去，换之以淡水，增强地下水的循环作用，使其钠盐含量由大到小由重到轻地逐渐改变。

水温究竟多高最适宜作物生长，目前尚是一个亟待解决的问题，我们已拟定办法进行试验。现在我们对地下水温度仅有这样一个概念：地下水温度如果提高，对作物增产是有利的，究竟最优水温若干尚待研究。我们提出一井一塘相结合的办法，由井中抽水入塘曝晒，提温到日平均气温左右或以上，再由塘中引入田间。

除掉水量水质对作物有极大影响外，地下水位埋藏深度对农业增产亦有极大关系，最近江苏雨水较多，三麦田间积水，各地人民群众大力开沟排水，以确保三麦丰收。但究竟最优地下水位埋藏深度是多少，对麦子增产最有利，尚待试验研究解决。灌溉试验站已在开始计划如何观测等问题了。目前根据省水利规划，控制地下水位的标准是棉花在地面以下 2.5 公尺，其他旱作物在地面以下 1.5 公尺。

工作中的问题及缺点：

1. 对全省大地构造情况尚未充分了解清楚，与邻省地下水的互补关系怎样，仅有一个原则性的概念，因此也只能就事论事，从现象上来归纳一些结论，究竟本省地质构造与地下水的关系怎样，有待于今后进一步研究。

2. 各队方法不统一，标准不一致，很难综合整理，我们计划通过冬季整训学习，吸取 1958 年教训，编制水文地质勘探工作技术大纲，以定准绳。

3. 由于设备不全，勘探深度仅 40~50 公尺，拿江苏深厚第四纪沉积物来比，正好比一层橘皮一样，今后还应研究深层地

下水，打一些較深的控制孔，弄清全省的水文地質情况和深层的水文地質情况。

4. 对基岩出露或埋藏不深地区的水文地質情况尚未进行工作，例如埋藏的喀斯特水不但是大型工矿企业有意义的供水水源，而且也是农业灌溉用水中有意义的水源。今后应该考虑喀斯特水的勘探。

5. 我省对地下水的长期观测工作虽已进行了两年，但仅限于潜水方面，对于开发与利用地下水为农业灌溉水源的地区尚未有专门的长期观测孔布置，应该积极开展这方面的工作，以便研究在地下水大量开发后的均衡动态，及其对农业生产的影响。

6. 上面所說到的评价地下水的指标仅是从一般书籍中得来，有的是引用外国翻译资料，是否完全适合于江苏省的具体情况，有否更合理更先进的指标，尚待今后进一步地进行試驗与研究。

II、内蒙牧区的水文地質工作

内蒙古自治区水利厅

一、牧区的基本情况

(一) 自然地理概况

地形 境内绝大部分是海拔1,000~1,600公尺的高原，主要由内蒙的北部高原(包括呼倫貝尔高原、烏兰察布盟高原、錫察盟高原)、鄂尔多斯高原和阿拉善高原組成，几乎占全区二分之一的面积，这些高原地带大部生长着各种天然牧草。

高原地表极其平坦，起伏不太大，除去局部地方有零散风

蝕殘丘和波狀丘陵外，整個形態是向北傾斜的層狀高原。高原中分布最廣的地貌形態是桌狀高地，也是著名的缺水草場，這些高地都是構造剝蝕作用所致，主要是由傾斜平緩的第三紀、白堊紀地層組成。

水文 境內內陸河發育，流向多受地形控制，由南向北。水文網發育也受氣候控制，如降雨量，由東到西，由南而北逐漸降低（從400公厘降至100公厘以下），而地表徑流也從屬於這一方向而消失。根據這樣一規律，大致可將本地區分成三帶：

地表徑流較多地帶——錫林浩特以東，包括呼盟全部。此帶有常年流水，水量也較大，一般牲畜供水，發展飼料基地用水，均可解決；

地表徑流稀少地帶——錫林浩特以西至中後旗。此帶常年有水，河流較少，間歇性河流發育。在這樣地段只要有一定水利措施，攔蓄和充分利用地表水，井和開發地下水同時並舉，一般牲畜供水和灌溉飼料基地，也可以解決；

地表徑流極少甚至有不產生地表徑流地帶——中後旗以西，包括巴盟大部，伊盟中間部分。此帶基本上不產生地表徑流，地下水埋藏較深，涌水量很小（0.05~0.2公升/秒），因此供水問題嚴重，飼料基地的灌溉更待設法解決。

氣候 內蒙古屬於大陸性氣候——風多、雨少、寒冷乾燥。平均氣溫年較差在30°以上，日較差在14°C以上。全區受內蒙古高氣壓控制，主要風向為北及西北。雨量100~400公厘，向西向北逐漸降至100公厘以下，如巴盟西部額濟納旗是50公厘，中蒙國境一帶不到60公厘。

（二）草場牧草及水文地質情況

1. 內蒙牧區總面積為76萬平方公里，占全自治區54%，除

半农半牧地区外，純牧区为68万平方公里，約占全区总面积 $\frac{1}{2}$ 弱。由于气候和水文网的影响，牧場的植物被复度和草质，向西向北逐渐变稀、变坏，載畜量也因而逐渐减少。

此外，牧場尚有33%未被充分利用，其中約有10万平方公里是严重的水源不足或水源尚未被开发地区，該区一般淺井不能达到地表下第一含水层，如在伊盟鄂托克旗白音脑色草場一带，有一井深达95公尺，水量还不够几羊皮屨子。

2. 水文地质情况

(1) 影响牧区水文地质条件的一些主要因素

气候 由于兴安岭、阴山山脉、賀兰山、祁連山橫貫东西，隔絕潮湿的气流，气候大受影响，故向西向北雨量急剧减少，水文网也减弱，由此也影响地层含水性变弱。

地貌 它与上层水有密切关系，牧区多数凭地形来找水打井，多数井分布在干河槽或小型封閉洼地中，前者是潛水型，水量大，埋藏深度淺，受大气降水和基岩风化裂隙水补給；后者主要是上层滯水，水量不大。

岩性 在牧区广泛的分布着第三紀和白堊紀的砂砾岩、泥岩，地层变化剧烈，顆粒成分又极其不均，致岩石渗透性变化很大，往往在同一含水层中的涌水量有显著的变化。所以要研究地层的含水性或进行找水，必須对第三紀，白堊紀陆相沉积物的岩性、岩相进行研究。

构造 主要对承压水有影响，如第三紀地层中的承压水，都是受构造控制而形成。

(2) 地下水的几种类型

凝結水 牧区有些草場內，牧草生长良好，但打井打得很深却无地下水，如鄂克托旗白音脑色草場打至200公尺还未見水。在于旱草原上，蒸发量大于降水量的10~20倍，植物的生