

958/36

建筑工程部给水排水设计院
建筑工程部华东市政工程设计院

给水排水勘察设计

中国工业出版社

給 水 排 水 勘 察 設 計

——經驗總結——

建 筑 工 程 部 給 水 排 水 設 計 院

建 筑 工 程 部 華 東 市 政 工 程 設 計 院



中 国 工 业 出 版 社

本书是建筑工程部给水排水设计院，为总结近十年来的给水排水勘察设计技术经验，而专门组织编写的。

全书共二十五篇文章，其中有侧重技术经验总结的，也有侧重理论探讨的。这些文章内容基本上包括了给水排水勘察设计的主要技术问题。在水文地质方面，有水源勘察布置和泥浆钻探、电法勘探的经验；在设计方面，有地下水和地面水的各种取水工程设计，给水系统布局，沉淀和澄清的研究，长距离自流输水设计，雨水泵站，暴雨公式，以及污水处理和排放等的设计经验；在结构设计方面，有砖石水池的设计经验；在机电设计方面，有水泵设备布置和电动机直接起动问题的分析；在预算与经济方面，有给水排水工程造价构成及边际条件、设计方案的技术经济比较方法等的探讨。此外，还有一篇是介绍支援农业的排灌泵站设计经验。

本书可供给水排水工程勘察设计人员、研究人员以及高等院校给排水专业师生参考。

给水排水勘察设计

经验总结

建筑工程部给水排水设计院
建筑工程部华东市政工程设计院

*

建筑工程部图书编辑部编辑(北京西郊百万庄)

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

第一二零一工厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张 $23^{1/4}$ · 插页 3 · 字数 537,000

1965年7月北京第一版·1965年7月北京第一次印刷

印数 0001—4690 · 定价(科五)2.40元

*

统一书号: 15165 · 3673(建工-434)

前 言

給水排水勘察設計工作，在党的領導和总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，取得了很大的成績和一定的經驗。为了總結交流給水排水勘察設計技术方面的經驗，从一九六二年以来，給水排水設計院及其分院与华东市政工程設計院协作，根据各院专长和主要經驗，有側重地进行了總結工作。總結的原始資料主要是：勘察設計項目施工运轉后积累的實踐經驗；进行調查研究提出的施工、运轉技术报告；通过現場技术測定等搜集的資料。

總結工作經過酝酿选题、調查研究、組織編写、审查定稿几个阶段，先后用了近兩年的时间。通过總結經驗，我們深刻地体会到：勘察設計工作必須高举毛澤东思想紅旗，坚持政治挂帅，坚决貫徹党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义的总路綫和自力更生、勤儉建国的方針；必須实现勘察設計工作的革命化，深入实际，深入群众，調查研究，打破各种“框框”。这样，才能取得质量优良的成果。

本书內共有二十五篇文章，其中有側重技术經驗總結方面的，也有側重理論探討方面的，內容基本上包括了給水排水勘察設計的主要技术问题。但限于我們的水平，又加上經常地、系統地积累資料不夠，有些方面还不够系統完整，不足之处是难免的，希望讀者不吝指正。

一九六五年四月

目 录

前 言

第四系地层中水源勘察工作量的布置	给水排水设计院	甘玉岐	陈淑娣 (1)
已建地下水源城市的水文地质勘察问题	给水排水设计院	甘玉岐	(15)
泥浆钻探在供水水文地质勘察中的应用	给水排水设计院东北分院	顾宝忠	李家骥 (20)
电法勘探在供水水文地质勘察中的应用	给水排水设计院	李宗祥	石振华 (33)
城市和工业区给水系统布局设计	给水排水设计院		钱崇湛 (55)
地面水固定式取水构筑物设计	华东市政工程设计院		鍾淳昌 (73)
移动式取水构筑物设计经验	给水排水设计院中南分院		刘文斋 (94)
浮船式取水工程设计经验	给水排水设计院西南分院		编写组 (111)
用虹吸管取地下水的几个设计问题	给水排水设计院		陈培康 (126)
供水管井或勘察孔过滤器的设计与使用	给水排水设计院		張育薌 (134)
渗渠取水工程技术经验	给水排水设计院东北分院		吳正淮 (149)
长距离自流输水暗渠工程设计中的几个技术问题	给水排水设计院西北分院		傅文德 (160)
大型一次沉淀池处理黄河高浊度水 的探讨	给水排水设计院西北分院	高偉烈	屠家荣 (174)
平流式混凝沉淀池设计理论的研究	华东市政工程设计院	吳 驊	戚盛豪 (188)
悬浮澄清池的运用和研究	给水排水设计院西北分院	許振婉	翁元声 (209)
雅布賴給水水质除氟	给水排水设计院西北分院	許振婉	徐志强 (229)
工业城市污水和廢水的处理和排放问题	给水排水设计院		顾康乐 (247)
上海市雨水泵站设计经验	华东市政工程设计院	戚如南	浦世初 (253)
西南地区暴雨强度公式推导中的几个问题	给水排水设计院西南分院		王中民 (270)
农业排灌泵站设计经验	给水排水设计院中南分院		吳志成 (286)
磚石水池设计经验	给水排水设计院中南分院		楊必寬 (297)
华东地区泵房电气设备的選擇与布置	华东市政工程设计院	葛 迭	楊旭初 (315)
水泵电动机直接起动问题的探讨	给水排水设计院		徐仲梅 (326)
给水排水工程造价构成及边际条件 的分析	华东市政工程设计院	沈德康	王德仁 (335)
给水排水工程设计方案技术經濟比較方法 的商榷	给水排水设计院	郭功全 吳廷璽	陈同祐 (357)

第四系地层中水源勘察工作量的布置

给水排水设计院 甘玉岐 陈淑婷

我国第四系地层发育广泛,很多地区蕴藏着丰富的地下水,对发展工农业生产与满足人民生活需要起着重要作用。根据约略统计,全国共有 60 多个城市用地下水作为供水水源,其中从第四系地层中取水的占 90% 以上。几年来,我院包括各分院以及华东市政工程设计院在沈阳、哈尔滨、上海等 30 个城市进行过供水水文地质勘察,取得了较多的经验;在工作过程中,也曾遇到过不少问题。兹就水文地质普查、勘探和试验观测三个主要方面,从工作量布置的角度上加以总结,供大家探讨。

一、普查工作

普查是整个勘察作业的先头工序,它的任务是围绕供水目的对有关区域的地质、地貌、地表水体、地下水露头、物理地质现象,以及植被发育情况等方面进行全面的调查研究,从而弄清勘察区的水文地质条件。在第四系地层广泛分布的地区进行普查时,应当特别注意了解所属地貌单元的特征、界限、不同沉积物的岩性成分、富水性、厚度及其分布规律,各个地段地下水的埋藏深度、水化学类型、补给和排泄条件,以及新构造运动对第四系沉积层的水文地质条件的影响等。如果这项工作做得比较细致、充分,不但勘探试验工作量可以大大减少,对最终成果质量和结论评价也有一定的保证作用。根据实际体验,我们认为在布置普查工作量时,必须注意以下几点:

(一)合理地确定普查范围

决定普查范围大小的因素是多方面的。例如,勘察阶段、需水量、水文地质条件、地貌类型以及所属大区的研究程度等。对待每个工程应当根据它的具体情况研究确定其普查范围,原则上以能正确地指导勘探工作,并把地下水的补给和排泄条件搞清楚为准。一般在初勘阶段,为了全面了解情况,把普查范围扩大一些;到了详勘阶段只考虑取水地段及其附近的补给区。过去我们做的大半是初勘工作,其普查面积一般为勘探面积的 2~3 倍。对于距离补给区和排泄区不太远的山前倾斜平原和冲积洪积扇,例如河南、山东等工程,为了正确地评价勘察区域的水文地质条件和开采储量,在确定普查范围时,都考虑了有关地貌单元以及主要的补给区和排泄区。对于中小型河谷,例如华北某工程,把普查范围圈至两侧山区的分水岭;如果河流对地下水有补给作用时,并进行河流调查。对于广阔的冲积平原,有的补给区在几十公里以外,有的甚至更远一些,例如哈尔滨等工程,在这种情况下,就不把普查范围拉到补给区;但也有时候为了充实论证,补做了小比例尺测绘,或者在原有小比例尺测绘资料的基础上又做了专门性的踏勘。这些工作均以查清补给来源为重点,结果也能说明一定问题,保证了勘察质量。

遇到需水量較大，水文地质条件又比較复杂的情况，应当把普查范围扩大到可能的补給区，以保証結論可靠；相反，如果遇到需水量很小，水文地质条件又比較简单的地区，普查范围就不需要很大，有时只在勘探区附近做一些水文地质測繪即可。在遇到后一种情况时，井泉調查工作要做得更細一些。

(二) 普查工作的基本內容

普查工作应当包括水文地质或綜合水文地质測繪和少量的勘探試驗工作。鉴于近年来电法勘探和水文測井用于水文地质勘察已卓有成效，也应列为普查工作的一个重要組成部分。

在进行水文地质或綜合水文地质測繪时，一般都采取点綫結合的工作方法，即沿观测路綫做一般的观测，在有地质或水文地质意义的地方設置观测点做詳細观测，并填写記錄卡片。观测路綫布置的好坏，直接关系到工作效率与成果质量。因此，在进行測繪以前，一定要有搜集資料和現場踏勘的过程，以便編出理想的普查路綫图。

为了經濟有效地查明問題，測繪路綫应垂直水文地质条件变化最大的方向布置。在河谷与河流冲积平原地区，观测綫应垂直于河流或阶地；在山前冲洪积扇与山前冲洪积平原地区，观测綫应由山区趋向平原；自流水盆地的观测綫則应穿过补給区与排泄区。各条观测綫应尽量通过有关天然露头 and 既有的人工露头以及地貌变化显著的地方。例如：

1. 主要含水层与隔水层露头；
2. 泉水露头；
3. 沼澤与盐漬地带；
4. 地表水体；
5. 井孔与試坑；
6. 古河道与洼地；
7. 喜水植物丛生带；
8. 阶地边缘；
9. 沙丘与殘丘；
10. 物理地质現象显著点；
11. 基岩露头等。

如果本勘察区有基岩水补給时，在布置观测綫时尙应注意通过有关基岩点子。例如：

1. 不整合与假整合面；
2. 不同岩层接触带；
3. 构造断裂发育带；
4. 岩层变化或傾角变化地带；
5. 标准地层露头；
6. 喀斯特区的溶槽、溶斗、落水洞、溶洞、干谷和消逝河等。

有些地方天然露头和既有的人工露头都很少，需要輔以一些勘探工作。在这种情况下，除借助电法勘探做些力所能及的工作以外，还需要考虑少数探坑或钻孔。应当說明，这些探坑或钻孔布置在勘探区范围以內的，也就是下一步勘探工作量的一部分，实际上等于部分勘探工作先行一步，起着指导总体的作用。

近几年来，圍繞供水目的在工作內容上有了一定发展。为了取得岸边取水数据，要求

进行河床岩性、淤垫与淤塞情况、淹没面积、冲刷与淤积范围調查以及河流的水位、流量与水质等調查；在有湖泊、渠道分布的地区，要求进行湖泊分布面积、底部岩性、湖水水质和水位变幅調查，以及渠道断面、长度、底部岩性、經常流量和管理制度調查；在已开采的地区，要求进行現有水源井的构造、取水岩层、动静水位、出水量和开采運轉情况調查；在有希望推荐为水源地的地区，要求进行可能的污染源和卫生防护条件的調查等。

(三) 普查路綫和普查点的密度

在普查区内，单位面积布置多少普查路綫和普查点，应当取决于測繪比例尺和水文地质条件的复杂程度。各种情况的具体数字，規程內都有明确規定，但这些数字过去多是参照国外有关文献制定的，对我们來說，不一定完全合适。尤其是平原地区的規定数字，不少兄弟单位都反映偏高，一方面是不容易做到，另一方面是即使能够做到，有时它的实际意义也并不很大。在我们勘察过的工程当中，普查点的密度一般都没达到定額标准。例如，湖南和山东某地的測繪比例尺均为 1:10000，每平方公里只有 1~5 个观测点，还少于最简单的 I 类地区的定額。另外，在含水层埋藏較深，且地表被大片黃土复盖的地区，例如，甘肅某地，要求按定額去做也确有困难；遇到广闊的冲积平原，地质、地貌簡單，地层岩性也比较稳定，观测点减少一些也并不会影响工程质量。考虑以上情况，我們在修訂城市供水水文地质勘察規程时，已将第四系地层广泛分布地区的定額数字酌减一半；观测路綫定額相应地减少 25%。

(四) 充分利用原有資料

由于进行大規模的經濟建設，全国有不少地方已进行过勘察，有的地方甚至进行过几次。历次勘察的成果資料都是非常宝贵的，但由于它們的目的不同，不一定能够滿足当前需要。为了多快好省地完成任務，认真研究以往在本勘察区做过工作的人員的看法，充分利用他們的工作成果是非常重要的，对保証普查质量加快勘察进度頗有帮助。经过几年来的生产实践証明，这种作法收获很大，并且已經成为勘察人員的公认守則。需要注意的是：

1. 对已有的成果与看法要认真負責地进行研究、校对，找出确凿根据以后才能定案。例如，上海市地下水的补給来源問題，过去曾有若干不同的看法。1958 年我們与华东师大合作，进行了全面的区域性水文地质測繪，收集了各个城市的深井資料，制成纵横地质剖面图，提出了上海市地下水补給来源的新概念。

2. 正确地使用原有图紙。以往我們做的勘察工作，一般都有小比例尺的普查資料，例如 1/20 万或 1/10 万的綜合地质-水文地质图。这对測繪人員的帮助很大，能够事先給他們一个比較清楚的概念，对选綫布点大为便利。由于这些图紙的比例尺太小，原来的观测点不易引用。因此，在新的工作中仍須按照規定的比例尺，布置足够的观测路綫与观测点。如果本勘察区以前做过大比例尺測繪，而且和我們选定的比例尺相同时，也应认真地加以核对。首先在室內做分析研究，随后进行野外复查。涉及到关键地方，如补給来源、主要取水岩层、或原資料本身有互相矛盾之处，都必须选点核对。为便利計，最好能找到原来的資料卡片，無論如何，沒有經過核对直接复制使用是不对的。

二、勘探綫和勘探孔位布置

进行勘探工作的主要目的，在于查清含水层的岩性、产状、埋藏条件和分布規律。工作量一般包括钻探、挖掘探坑和电法勘探等，而以钻探为重点。这是一个占用投資比例較

大、工期較长、問題和困难較多的工序。它的成果质量对整个勘察工程來說，也起着主导作用。因此，勘探綫和勘探孔位布置問題甚为重要。为了获得令人滿意的結果，这项工作必須在普查的基础上，全面考虑水文地质条件、需水量和城市规划等因素。

在布置勘察工作量时，既要保持勘察精度也要注意节约。要按照勘察阶段和水文地质条件的复杂程度确定勘探綫的控制范围和钻孔密度。要强调每条綫和每个孔的目的性，应当有钻孔的地方一定要有，可有可无的地方絕不强設。勘探綫和勘探孔位的布置，必須圍繞供水目的，尽量追求好的水文地质条件是一方面，另一方面也应适当照顾用水地点。要本着“先近后远”的原則，尽量靠近用水地点找富水区，使給水工程建設投資少、上馬快，全面做到多快好省。

为了了解地层岩性，可以布置洛阳錘及岩心钻钻孔；在适合电法勘探工作条件的地区，应当充分發揮它的作用。要力爭使电法勘探工作走在钻探的前面，以便及时地提出資料，根据它来調整钻孔位置。

在第四系地层发育的地区，通常遇到的有山間河谷、河流冲积平原、山前冲洪积扇、山前冲洪积平原和自流水盆地等类型。根据含水层的产状、成因和主要补給来源，在初期阶段，一般布置两条互相垂直的勘探綫。当水文地质条件比較复杂或者需要勘探的范围較大，两条勘探綫不能全部控制时，再酌量增加勘探綫的数目。勘探綫上的钻孔不要求均匀布置，应有一般与重点之分，并且要照顾到有代表性的地方。对于一般地段，可以布置得稍稀一些，重点地段則应加密。鉴于补給来源問題已經在普查阶段基本上得到解决，初勘阶段的勘探工作应当着重探索富水区，以便論証这些地区做为供水水源的技术可能性与經济合理性。茲就上述各种不同类型，提出它們的水文地质条件和勘探綫、勘探孔位的布置方法。

(一)山間河谷

这里指的是中小型河谷。以往我們曾勘察过若干城市。在这些地方的河流两岸，都有不太寬闊的第四系地层分布，由坡积、洪积、冲积洪积物以及河流近代冲积物組成，厚度不大，有的不足 10 米。整个河谷的寬度一般为 1~3 公里，常有多級阶地发育。地层呈二元結構，下部为砂卵石或砂礫石，上部覆盖粘质砂土或砂质粘土，形成良好的蓄水构造。个别小的河谷，寬度只有 400~500 米，絕大部分为河床所占有，阶地呈狹窄的一条，有时一側缺失，基岩出露。

这些地区的地下水，多数由河水、大气降水和基岩裂隙水补給。它們与河水的关系比較密切，有的在上游河段河水补給地下水，到下游地下水补給河水；有的在枯水及平水季节地下水补給河水，到丰水季节河水又补給地下水。地下水的流向与河流一致或基本一致，一般屬潜水类型，有时又帶有承压性质。

在中小型河谷中，有时也存在山前洪积錐承压水，水头高出地表，但水量不大，且有显著的季节影响。

中小型河谷的水文地质条件是比较簡單的，对于勘探綫和勘探孔位的布置問題，过去曾經摸索出一套作法。

1. 为了弄清河谷构造，了解山前各个阶地和河床等全部情况，布置橫截河谷的勘探綫是非常必要的。考虑中小型河谷的寬度有限，应尽可能使勘探綫貫穿全部。这样河流兩側基岩裂隙水和山前洪积錐的承压水，以及这些水与阶地潜水的关系，也可以得到了解。橫

截河谷的勘探线可以是一条，也可以是几条，要根据用水要求和地层变化情况来定。如果只布置一条，则要增加一条与河谷平行的勘探线，以便控制整个河谷构造，选定富水地段，如图1。

在布置勘探线时，对于河谷较宽地段、支流入汇的下方以及两岸山区补给的下游等处，都应当予以注意。

2. 尽管中小型河谷有若干特征，不利于地下水的集聚，但城市或企业也可能提出较大的需水量，要求充分开采地下水。在这种情况下，一般都推荐岸边渗透或梯级开采等取水方法。因此，在布置勘探工作量时，要考虑提出这些资料。凡河流平均流量较大，常年不断流或很少断流，河床沉积物颗粒较粗且与含水层通连者，都可以考虑开采岸边渗透水。这时勘探线要沿河布置。根据需水量大小、主要用水户位置和河床渗透条件，确定勘探线的位置、段数和长度。为了追索良好的富水地段，把勘探重点选在稍具冲刷的地方是有利的，因为这些地方一般很少有细颗粒物质沉积，能够保持良好的渗透性。

要注意的是，河岸能否维持稳定。有些河流的凹岸渗透条件虽好，但历年都有显著冲刷，不宜推荐为生产水源地，因此也不作为重点进行勘探。

对于阶地不太发育的狭窄河谷，可以考虑梯级开采。这是一个依靠疏干和恢复静储量的取水方法。根据需水量，勘探线要扩展得很远，需要布置若干条截谷断面。这时断面的控制宽度，应当以河床为主。

3. 勘探孔的密度应当根据河谷的构造而定。山前坡积物、冲洪积物、主要阶地以及河床等，都应当设孔了解。因此，对于宽度不同、复杂程度不同的河谷，为它们布置的钻孔密度均将有所不同。例如，某地的河谷宽度，大致为3公里左右，钻孔间距一般采取500~800米；有的河谷宽度不足1公里，钻孔间距最小的只有百米左右，并且以河床为主要了解对象。通过以往工作体会，我们认为1~5公里的河谷，可以布置一条或数条横截河谷的勘探线，孔距300~1000米；一条平行河谷的勘探线，孔距1000~3000米。宽度不足1公里的河谷，可以布置数条横截河谷的勘探线，孔距100~300米，两条勘探线的距离

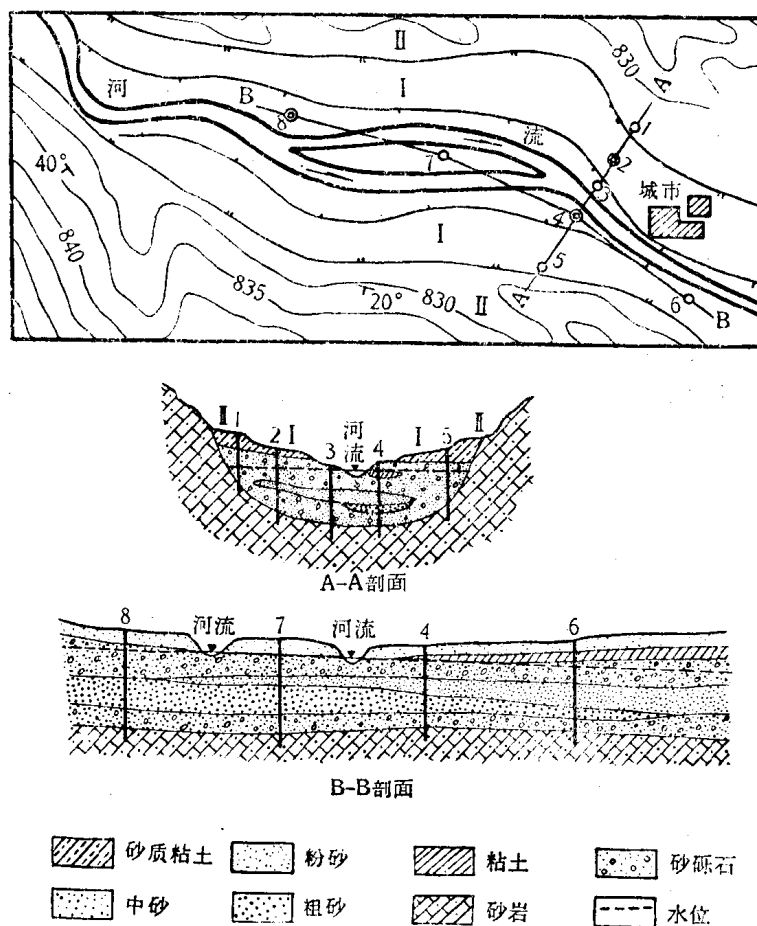


图1 山间河谷勘探线布置示意图

500~1000 米。为了保证計算精度，河床內至少要有 2~3 个钻孔。

4. 考虑第四系地层的厚度有限，钻孔深度应把它全部揭穿，并打入基岩 2~3 米。为了弄清基岩补給条件，也可以布置个别較深的钻孔。当基岩水的补給量不占相当比重时，就不一定这样做。

(二)河流冲积平原

我国河流冲积洪积平原分布范围极为广泛，例如，东北及华北平原，在新生代沉降区内堆积了几十米、几百米甚至上千米厚的第四系冲洪积层。几年来我們勘察过的这类地区的沉积构造各有不同，因此它們的水文地质条件也变化万千。上游近山地区比較简单，一般下层多由卵石、礫石、砂等粗顆粒物质組成，間或夹有細顆粒凸鏡体，上层覆盖細砂、粘质砂土、砂质粘土或粘土；地下水屬潜水类型，补給来源主要依靠河水与大气降水。下游沉积构造錯綜复杂，含水层往往呈若干层、組，顆粒有时越下越粗，但总的說来較上游为細，层間夹以粘质砂土、砂质粘土、粘土和淤泥等；地下水一般上层屬潜水类型，以下則屬承压水类型，它們的补給来源，主要依靠地面水体与大气降水，潜水的补給区一般都在本勘探区及附近，承压水則較远。有时由于隔层不厚或岩性具弱透水性，各层之間也有补給关系；有时层間隔离很好，但屬同一补給来源。地下水的流向一般都与河流的方向一致。潜水的动态常随地表水体变化，按补給或排泄关系与河流呈一定角度。

河流冲积构造一般說来比較規律，含水层与隔水层的分布情况很多时候是稳定的。但在現代河床附近，即漫滩和一級阶地一带，往往含水层的厚度較大，透水性能也好；及至远河地区含水层漸薄，有时且夹粘土质，甚至呈半胶結状态。由于河流的冲刷、搬运与堆积作用，河床逐年有所摆动，形成了粗細沉积物的凸鏡体；另外，在特大洪水时期，常常引起河床的剧烈变迁，遺留下理想的蓄水构造——古河床，其中的沉积物质較粗，透水性良好，一般都与現代河流有水力联系。

有些新形成的河床，沒有切割到原有的含水层，或者老河床沉积了較厚的細顆粒物质，特别是淤泥，削弱了河水与含水层的补給关系。

基于上述特征，勘探綫和勘探孔位的布置問題，的确是比較复杂的。必須根据具体条件周密考虑。

1. 一般城市规划布局多靠近河流，而且在較低阶地或漫滩区上。这些地区的含水层与河水联系密切，往往可以取到比較丰富的地下水。因此，在布置勘探工作量时，也都集中在这些地区。为了全面控制地层結構，掌握岩性变化和水文地质条件，布置垂直与平行河床或阶地的勘探綫是最合理的，并且应当以垂直河床或阶地的勘探綫为主。遇到水文地质条件复杂或者勘探范围較大时，还应当根据情况增加一至数条輔助勘探綫；平行于河床或阶地的勘探綫，一般只布置一条，如图 2。

为了提供大量用水，开采岸边渗透水是最可能的。这样平行河床的勘探綫，就占了重要地位。对于大的河流，河床寬、渗透性好、河水流量大而且常年有保証者，还可考虑在两岸各布置一条勘探綫，以便取得資料，为在两岸設計取水井群提供依据。

2. 有些大的河流中間，存在着广闊的沙洲或滩地。这些沙洲或滩地能够經常受到河水补給，往往是良好的水源地，也应当布置钻孔。在这种情况下，还要了解河床底部的顆粒組成、淤垫与淤塞情况，以便于今后考虑修建渗透水源的可能性。

3. 当用水区距离河流很远时，可以就近布置垂直与平行地下水流向的勘探綫。为了

能够提出卫生防护条件较好的开采地段，最好把勘探綫摆在城市或企业的上游，并且要考虑开采漏斗范围。这一点对于薄覆盖层的潜水更为重要。

在广阔的冲积平原上，一般含水层的变化不大，勘探綫和辅助勘探綫的布置，应当尽量照顾城市规划，靠近主要用水户。为了各企业、各居民点就近取水，最好能够结合需要布孔，提出分区资料。

4. 考虑河流冲积平原的沉积构造比较稳定，勘探孔的密度可以放宽一些，但仍应根据具体情况而定。主要应当控制住勘探区的地层岩性、含水层厚度、富水性、地下水位埋深和水质等。因此，各个地貌单元最好都有孔，富水地段还要加密一些。根据一般情况，垂直河床或地下水流向的勘探孔距可为500~2000米，平行河床或

地下水流向的勘探孔距可为1000~3000米，布置孔距过大或者漏掉有代表性的点子，往往会使取得的资料不能确切地说明问题，甚至导致对地区水文地质条件的错误解释。此外还有些个别情况，例如第四系沉积很薄且古地形起伏较大的地区；河流下游含水层呈透镜体，与隔水层交错存在的地区。在这些地区，含水层厚度变化很大，有时30~50米范围内就有显著的不同，按上述钻孔密度是很难控制的。为了取得可靠资料，通过加密钻孔的方法来解决，钻探工作量将是很大的，如果需水量有限，往往要比开凿水源井的工作量大好几倍。在这种情况下，为了节省勘察费用，加快建设速度，最好通过勘探结合生产的方法来解决。具体的作法是：根据掌握的资料和供水要求布置钻孔，在钻探时遇不到理想的含水层，只取地层资料，遇到理想的含水层即安装过滤器，留做生产井；最后在各个生产井中做抽水试验，取得涌水量数据。

5. 勘探孔的深度应当以揭穿全部第四系地层，并钻进基岩2~3米为原则。具体数字视生产要求和技术装备的可能而定。有些地区虽然没有进行过水文地质勘察，但往往具备生产井、石油钻孔或为其他目的的勘探资料，为初步确定孔深提供了依据。在缺乏地层资

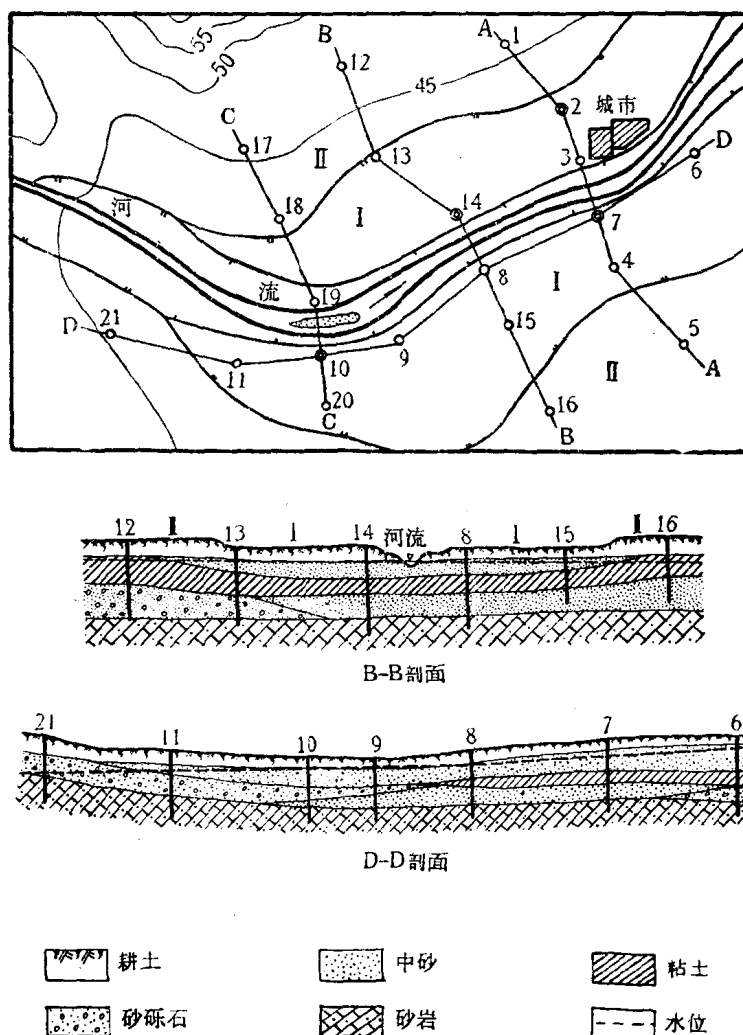


图2 河流冲积平原勘探綫布置示意图

料的地区，应尽量做到上述要求；如遇到第四系地层很厚，要求全部揭穿有困难时，设计孔深应尽设备的最大能力。

根据不同目的，勘探钻孔可以确定为几种深度。在基岩埋藏很深的地区，可以只选1~2个孔达到基岩，重点地了解第四系地层在垂直方向上的分布情况，以便全面论证勘探区的水文地质条件；其它钻孔只要求揭穿有供水意义的含水层为止。另外有些地段还可以根据情况个别处理。例如河流两岸的钻孔，为取得渗透补给资料，可只揭穿第一个含水层等。有些地区含水层很厚，呈单一的、多层的或分若干层，组地出现，这时最好能够全部揭穿，以便考虑分段开采的可能性。在多含水层地区，本钻孔不准备全部揭穿时，也应当在某一个含水层全部揭穿后终孔，以免影响参数计算。

(三)山前冲洪积扇

山前冲洪积扇在地貌岩性以及水文地质条件上都有着一定的变化规律。靠近山区地形坡度较大，沉积较薄、颗粒较粗，一般为卵石和漂石，表面覆盖薄层的粘质砂土、砂质粘土等细颗粒物质，或者根本没有覆盖；离山区愈远地形坡度愈小，沉积愈厚、颗粒愈细。开始由大卵石、卵砾石逐渐过渡到砂砾石并夹粘土成分。地下水主要受河流及大气降水补给，属潜水类型。顶部矿化度低，水位埋藏较深；及至前缘，矿化度逐渐增高，水位变浅，

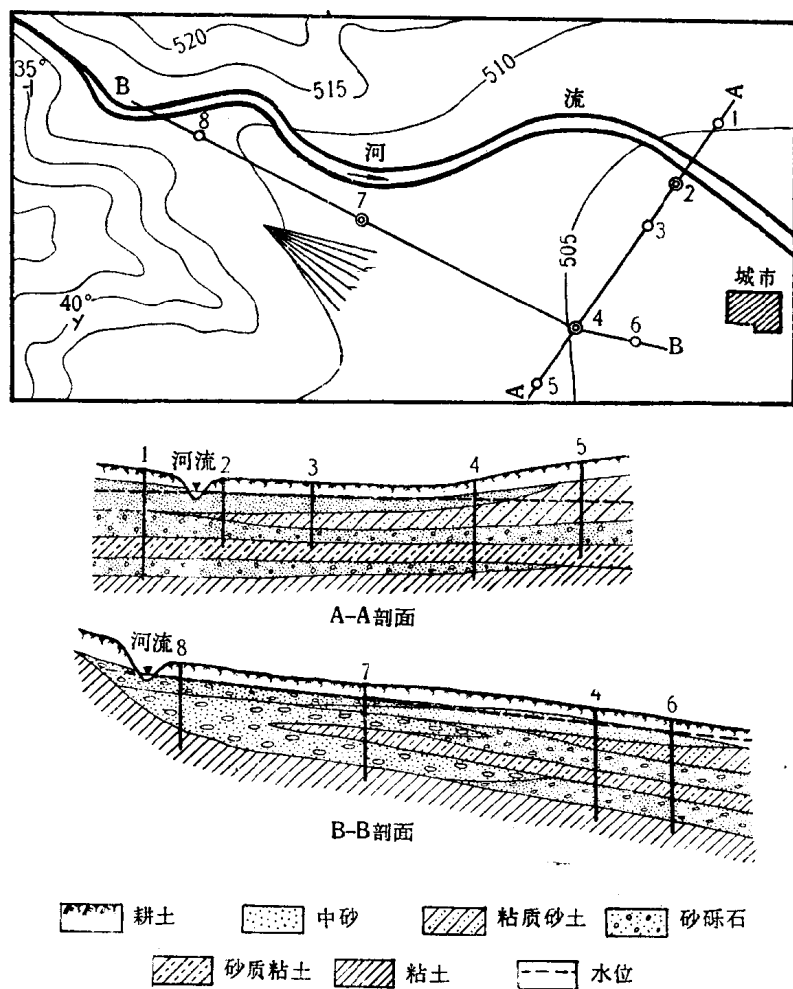


图3 山前冲洪积扇勘探布置示意图

有时呈泉的形式溢出地表，形成一片沼泽或若干条小溪。类似这样的地区很多，在布置勘探时，我们采取了以下作法。

1. 冲洪积扇的沉积构造比较简单，一般均布置平行与垂直轴线的两个勘探断面，如图3。

通过平行轴线的断面，可以了解地层岩性、含水层厚度、地下水埋藏深度、富水性和水质的变化规律；垂直轴线的断面也就是垂直地下水流向的断面，用以了解含水层的横向变化，以便计算天然储量。为了供水目的，平行轴线的断面不一定从前缘拉到顶部，因为顶部地势比较狭窄，水位埋藏也深，不适于水源建设。垂直轴线断面的位置，应当根据平行轴线的断面资料确定。理想的位置可以通过对冲洪积扇顶部和前缘的调查大致推测出来。要求水位不太深、含水层颗粒比较粗、水质可用、开采利用经济，一般多在中間偏上或者偏下的地方。如果冲洪积扇的规模比较大，两个断面不能全部控制时，还可以增加勘探断面。例如，增加互相垂直的断面控制冲洪积扇的两侧；增加一条垂直轴线的断面控制推荐的开采区等。这样为评价水源将更为有利。

2. 勘探孔的密度，视冲洪积扇的规模与沉积构造的变化程度而定。一般平行轴线的孔距为1000~3000米，垂直轴线的孔距为500~2000米。钻孔深度以揭穿全部含水层，钻

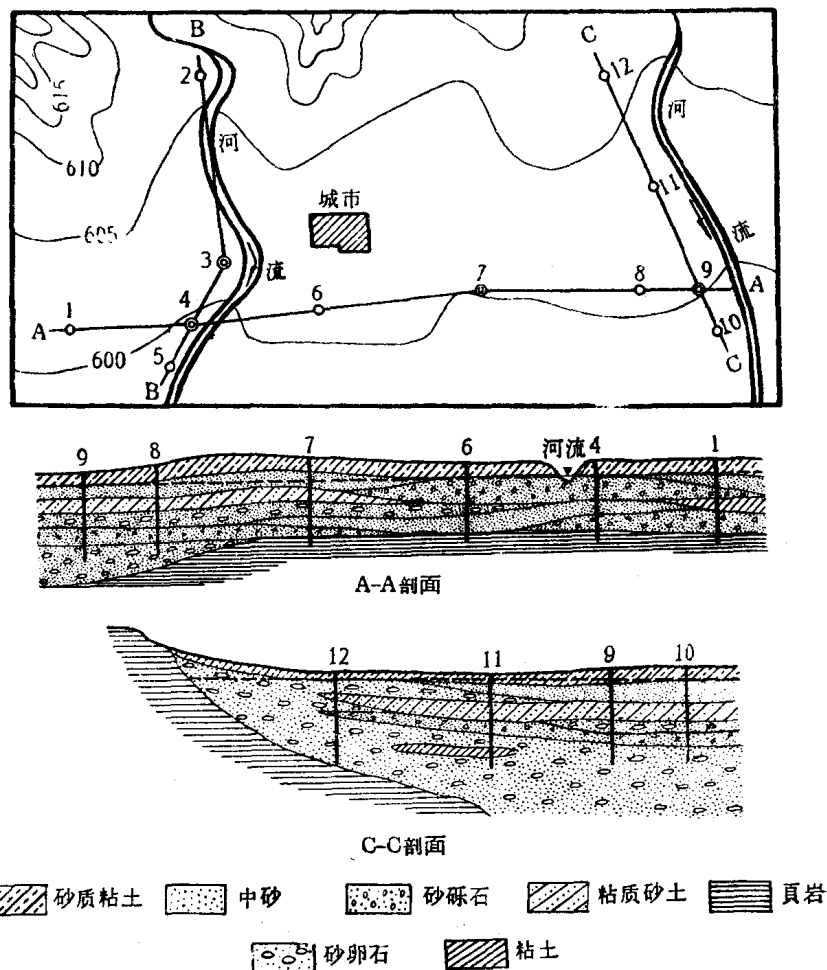


图4 山前冲洪积平原勘探线布置示意图

入基岩 2~3 米为原则。如果含水层很厚时，也要尽量揭穿，以便考虑分段取水的可能性。

3. 在冲洪积扇内，河流的水位标高除接近前缘地区外，一般都高于地下水。特别是中游及上游地方，两者水位相差悬殊。由于地下水的坡降很陡，常呈急流状态，河水对地下水的补给只能是垂直运动。在这种情况下不推荐岸边渗透取水。

(四)山前冲洪积平原

山前冲洪积平原的结构组成和水文地质特征是和冲洪积扇基本一致的。在进行勘探时，对于近山地区，应以各个冲洪积扇为重点，勘探线和勘探孔位的布置方法如前；对于远山地区，考虑其特点逐渐接近河流冲洪积平原，布置方法亦应有所改变，例如把主要勘探工作量摆在河流附近等。一般的布置方法如图 4。

这里要说明的是，在山前地区冲洪积物的分布并不是均匀的。在沟壑下游，往往有呈条带的粗粒沉积物，必须很好的研究测绘资料，从地貌上、地表岩性上、地下水露头上加以追索，必要时可以布置垂直流向的断面。这个断面不一定很长，但孔距可密一些，要视具体情况而定。这些地区往往可以解决局部供水问题。

(五)自流水盆地

在大的向斜、单斜构造或凹陷中，沉积了巨厚的第四系物质，一般系砂礫与粘性土互层，地表覆盖较厚的粘土，形成了自流水盆地或自流斜地。自流水的补给来源，一般均在上游山区及山前区。山前的洪积物裸露地表，接受大气降水与部分地表径流，补给条件良好。这些地区的地下水位标高决定了下游承压区的水头高度。这种类型我们接触的不多，只做过长江三角洲等两处。长江三角洲，按它的水文地质特征，划为自流斜地，三角洲本身基本属平原性质。这个地区的勘探方案经过多次研究，认为以分阶段进行为宜。在初勘阶段以十字形勘探线为主，平行及垂直三角洲的发育方向，主要勘探线必须通过可能的补

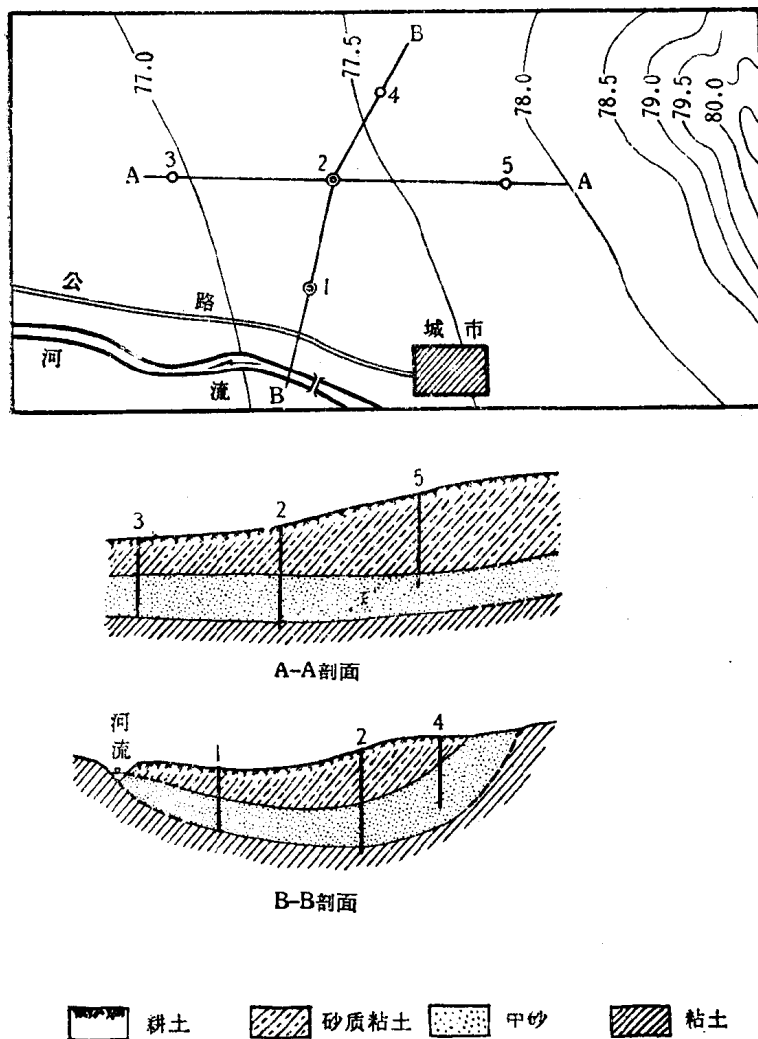


图 5 自流水盆地勘探线布置示意图

給区与排泄区。考虑含水层的分布稳定，且所屬各大城市生产深井已經很多，勘探钻孔間距定为4~10公里。

自流水一般埋藏很深，勘探工作較为复杂，成本也高，因而要求布孔慎重，并尽量采取勘探孔与生产井相結合的作法。凡含水层埋深超过200米者，必須先开一孔，待取得初步資料认为确有希望时，再布置勘探綫与抽水試驗孔。勘探綫应垂流向布置，孔距一般可为1~3公里，如图5。

以上对各种地貌和水文地质条件类型的勘探要求，只考虑到一般情况，对于某些特殊問題，还必须布置專門性的勘探綫或钻孔。有基岩水补給时，需要另外布置基岩孔；海水与地下水有联系，大污染源对地下水有污染可能时，需要另外布置抽水試驗孔与观测孔等。

在地层岩性和水文地质条件变化較大的地区，一次布置的勘探綫不一定完全合适。在这种情况下可以通过施工安排，有意識地先钻某些孔，以便取得資料作为調整孔位和孔数的依据。例如，在岸边勘探时，可以借助垂直河床的勘探資料，調整平行河床勘探綫的位置，以后再根据平行河床的勘探資料，决定增加垂直河床的輔助勘探綫；在一条勘探綫上有若干钻孔时，可以間隔施工，对垂直河床或阶地的勘探綫，最好先由漫滩或低阶地做起，根据取得的資料再定是否开凿其它钻孔。采取这种作法，可以合理地修改勘探工作量，对追索富水区，也是非常有利的。

詳勘阶段的勘探工作均在选定的富水地段进行，但也有个别钻孔是为了补初勘的不足不在該富水地段的。勘探范围一般均接近于初勘阶段圈定的富水区；勘探綫和勘探钻孔在初勘的基础上加密，加密的程度視实际需要而定。如果地层情况变化不大，詳勘工作即以观测試驗为主，除完成多孔及互阻試驗孔的钻探工作量外，不再进行大規模的钻探工作。

詳勘阶段的钻孔深度，不要求完全一致，也不一定揭穿全部第四系地层，具体数字須視准备推荐的开采含水层的埋深而定。

三、抽水試驗与地下水动态观测

抽水試驗是研究水量和水质問題的重要手段，它的成果质量如何，直接关系到儲量評價和技术报告結論。因此，对于各个勘察阶段所应包括的抽水試驗工作量和有关技术要求，应当引起足够的注意。

1. 抽水試驗孔数与位置。抽水試驗孔数，一般在初勘阶段占勘探孔总数的30~50%，詳勘阶段占50~75%。

(1) 在初勘阶段，每条勘探綫上一般都有1~3个抽水試驗孔。在儲量計算断面上，应当比較集中一些，孔数以能控制全寬为准。当勘探范围很大钻孔較少时，可以取上列百分数的上限，必要时还可以超过一些；在水文地质条件比較复杂的地区，要照顾到不同地貌单元、不同地层顆粒岩性以及其它有代表性的点子，試驗孔可以适当增多一些，以便全面評價勘察区的富水情况。

(2) 各个富水地段，凡有被推荐为水源地可能者，均需設置專門的抽水試驗孔。岸边和沙洲滩地上的钻孔也需要有30~50%进行抽水，以便提供岸边渗透資料。

(3) 詳勘阶段的抽水試驗，全部集中在选定的富水地段进行。在补給条件不良、富水性較差的地区，抽水試驗孔数可以取上列百分数的上限，必要时还可以超过一些，甚至全部进行抽水。

(4) 自流水盆地钻孔和其它含水层埋藏很深的承压水钻孔，考虑钻探施工投資較高，不論初勘、詳勘，原則上每个钻孔都进行抽水試驗。

2. 多孔抽水与互阻抽水。为了求得确切的水文地质参数和給水設計数据，做好多孔与互阻抽水試驗是非常重要的。这两种試驗一般均在詳勘阶段进行，位置多限于富水地段，即准备推荐的水源地內。

(1) 通过多孔抽水試驗，可以准确地测定抽降漏斗的形状，闡明取水岩层在各个方向上的渗透性能。一般在主孔周围布置 1~4 排观测孔，每排孔数 2~3 个；为了观测抽水时的影响半径，可以另外布置观测孔，具体位置以能大致查明漏斗边缘为原则。当含水层分布比較均匀时，可以布置两排或一排观测孔。如果布置一排观测孔，一定要垂直于地下水的流向；布置两排观测孔，一排垂直于地下水的流向，另一排平行于地下水的流向并摆在主孔下游。为了保证观测資料正确，要求所有观测孔均钻至与主孔同样深度；如果主孔很深时，为了节省钻进工作量，观测孔可以稍浅一些，但至少应使观测孔过滤器的中点标高与主孔过滤器的中点标高相同，其长度达到主孔过滤器长度的一半。

(2) 观测河流、渠道和其它地面水体对地下水的补給，以及海水影响、人为污染等，依靠多孔抽水試驗能够获得正确結果。为了这些目的，除水位观测資料而外，还須取得水化学定量分析資料。因此，观测孔数与孔間距离可不受一般規定限制。

(3) 对于自流水盆地和含水层埋藏很深的承压水地区，考虑钻探工作量与实际效益，一般都不布置多孔抽水試驗。当遇两个或两个以上的含水层时，除有特殊需要者以外，一般也不布置若干組观测孔。

(4) 凡准备推荐做水源地的富水地段，一般均布置互阻抽水，以便求出經濟井距。两个互阻孔应垂直流向布置，間距以能使削减值达到主孔抽降的 10~25% 为准。抽降次数可以适当减少，但抽降要大，稳定延續時間最少为单孔抽水試驗的两倍。

在厚含水层地区或多含水层地区，为了充分开采地下水源、节省供水管路，应当根据国产設備和凿井技术等条件，研究是否需要分段开采。因此，在勘探工作中，最好取得同样的抽水設備，进行分段互阻抽水試驗；或者进行单孔抽水，利用电測井法測定过滤器的有效长度，最后根据試驗結果确定是否分段和分段长度。

(5) 在考虑現有水源的挖掘潜力、扩建或者在現有水源附近修建新水源时，必須利用現有水源井进行群孔抽水試驗。抽降按設計要求，稳定延續時間一般不少于一个月。

3. 稳定延續時間。由于抽水設備性能和任务要求紧迫等原因，使抽水試驗的稳定延續時間往往不能达到要求。几年来，有关单位在生产中間試行了不少快速抽水办法，如变更抽水强度法和非稳定流法等。有的根据生产經驗不加其它措施，直接把抽水時間减短，快速抽水法的一次抽降試驗只保持稳定 2~3 个小时，有的甚至整个延續時間只有几十分钟。这样做所得的結果均偏大，有的大到 2~3 倍。

根据經驗，凡是补給条件和含水层的顆粒組成良好的地区，抽水 2~3 个小时即能稳定，实测結果与 2~3 昼夜无甚差別。相反，遇到补給条件較差、含水层顆粒很細的地区，有时需要很長時間才能稳定，或者基本稳定。例如某地勘察凿井工程，抽水試驗一直延續了 35 昼夜尚未稳定，最后动水位每昼夜仍下降 1~2 厘米。另外还有些地区出現“假稳定”的現象，开始动水位与涌水量稳定一段時間，以后涌水量不变，动水位又繼續下降。基于这些情况，我們认为对于压缩抽水試驗的稳定延續時間問題，应持慎重态度。抽水試驗是