

干扰自流井与潜水 井的计算方法指南

M. E. 阿尔托夫斯基 著

7115

地质出版社

苏联地质部
全苏水文地质工程地质科学研究所

干扰自流井与潜水井 的计算方法指南

M. E. 阿尔托夫斯基 著

地质出版社

1957·北京

М. Е. АЛТОВСКИЙ

МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАСЧЕТУ
ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ АРТЕЗИАНСКИХ И
ГРУНТОВЫХ ВОДОЗАБОРОВ

ГОСГЕОЛИЗДАТ МОСКВА 1947 ЛЕНИНГРАД

本書綜合与評述了有关于擾井的一般特征和理論，并对于干擾自流井与潛水井的布置方法，公式采用和計算作了較詳尽的說明。書后还附有抽水試驗的标准資料，本書可供从事供水和排水的水文地質工程師和技術員参考用。

本書由肖長庚，李文瀾，李國賢，邱从亮，徐月清，謝學文，梁再宏李昌江等同志譯出。第三章由肖長庚初校，全書由楊罕同志校。

干扰自流井与潛水井的計算方法指南

著 者 М. Е. 阿 尔 托 夫 斯 基

譯 者 肖 長 庚 等

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証出字第 050 号

發 行 者 新 華 書 店

印 刷 者 地 質 印 刷 厂

北京廣安門內教子胡同甲32号

編輯：刘大有 技術編輯：李盛如 校對：洪梅玲

印数(京) 11,000册 1957年9月北京第1版

开本31"×43"1/32 1957年9月第1次印刷

字数110,000字 印張51/8

定价(10)0.70元

目 錄

原序	4
序言	5
第一章 干擾鑽孔的一般特征	8
1. 基本定义	8
2. 各种因素引起的鑽孔相互影响的特点	12
第二章 干擾鑽孔理論的簡略評述	22
1. 佛尔希海麥尔的理論	22
2. 斯利赫捷尔和列依宾臧理論	26
3. 默斯卡特与謝尔卡契夫的原理	31
4. 阿尔托夫斯基的水力法	39
第三章 干擾自流井之計算	63
1. 总論	63
2. 鑽孔小組	65
3. 直綫狀布置的鑽孔組	69
4. 基里萊斯法	73
5. 按方格網狀排列的鑽孔	76
6. 阿尔托夫斯基方法	76
7. 計算干擾自流井的特殊情况	81
8. 采用公式的某些补充条件	83
9. 干擾孔計算示例	84
第四章 干擾潛水井的計算	102
1. 基本公式	102
2. 根据佛尔希海麥尔法計算降水裝置	106
3. 根据基里萊斯法計算平面上的类似鑽孔組	110
4. 干擾潛水井計算公式的采用条件	111
5. 干擾潛水井計算示例	112
参考文献	119
附錄——抽水試驗标准資料	121
試驗地点类型	121
抽水的平均繼續時間	124
下降程序、数值及次数	128

原 序

鑒于干擾自流井和潛水井的計算具有重大的意義（在採取地下水作供水時，以及在工業建築和礦山工程方面人工降低水位時廣泛地採用），全蘇水文地質和工程地質科學研究所根據蘇聯地質部的決議編制了本書“干擾自流井與潛水井計算方法指南”。

由于還未充分地掌握干擾井方面的理論，因而不能正確地採用很多的計算方法，在這種情況下全蘇水文地質和工程地質科學研究所認為有必要在本書規範部分以前對現有的計算理論加以簡述並對鑽孔干擾現象作綜合的敘述。因此，本方法指南分為兩個部分：序論部分與規範部分。干擾井計算的準確程度在很大程度上要取決於抽水試驗時蒐集資料的確切性和可靠性。因此，研究所認為把簡單的方法上的指示和某些抽水試驗的標準資料附於本書中是很有益的，這樣，在野外調查時可以避免發生大的錯誤。

在本書中首次全面地發表了阿爾托夫斯基進行干擾井計算的水壓方法。

鑒於說明水壓方法可用來確定水位下降與湧水量曲線關係的野外實驗資料不足，全蘇水文地質和工程地質科學研究所建議採用阿爾托夫斯基提出的方法，因為這個方法確定直線關係時可獲得很好的結果。在拋物線關係和等級關係的情況下應按實驗方面的水壓方法計算。

本書中很多未涉及到的問題，如，幾個含水層的相互影響問題和現在全蘇水文地質和工程地質科學研究所基於變量運動等理論制定的計算問題，將在研究完畢和實驗中加以審核後再發表。

序 言

早在1863年，裘布伊（Дюбуа）〔21〕首次提出了有关計算干擾鑽孔的見解，他大体上探討了鑽到寬度不大的自流水水流中的兩個和三個鑽孔的干擾作用。他提出的，关于干擾鑽孔的一些原理到現在僅僅只有歷史上的意义了。因此，应当認為首先解决这个問題的是，佛尔希海麥尔（Ф. Форхгеймер）〔19, 22〕和斯里赫捷尔（Ч. Слихтер）。佛尔希海麥尔对潛水井和自流井的研究及斯里赫捷尔对自流井的研究几乎是在同一時間內（1898—1899年）独立進行的。上述二位作者利用“水源逕流法”近似地，但从水力学的观点看來还缺乏十分嚴格論証地解答了关于干擾鑽孔的問題。后来，佛尔希海麥尔的方法又在1911年基里萊斯（В. Кирилейс）〔10〕的著作中得到了补充和某些改正，在1924年舒尔采（И. Шульце）〔24〕和1929年集哈尔特（В. Зихардт）〔12〕的著作也作了部分补充和改正。

佛尔希海麥尔的方法，在計算和設計各种降水設備及排水建築物时，应用很广，可以說，他的公式直到現在还是唯一可以用來計算和設計上述建築物的公式。

1912年克拉斯諾波爾斯基（А. Краснопольский）〔11〕和克依尔加克（Кейльгак）在“地下水”一書中提出的有关干擾鑽孔的意見基本上是錯誤的。克拉斯諾波爾斯基認為，二个干擾鑽孔中任一鑽孔的湧水量是随着二个以影响半徑所作的圓周相重叠間的面積的擴大而减少。鑒于鑽孔的干擾作用，克依尔加克寫道：“如果在离一鑽孔不远的地方打上另一个鑽孔，則向这二个鑽孔流來的水量的总和將等于向橫断面面積等于二个鑽孔橫断面面積之和的一个鑽孔流來的水量”。这样，克依尔加克就毫無根据地認為：僅用滲水面面積之比就可以确定鑽孔間的干擾作用。斯里赫捷尔的公式和方法后来又为列依賓威（Л. С. Лейбензон）在他1934年出版的“石油工業机械”一書的第

二册[13]中作了修改和补充。在1937年問世的默斯卡特(М. Маскат)的著作中闡述了均匀液体流过孔隙介質的理論。作者应用复变函数理論在干擾自流井一章中;对数量不同的干擾鑽孔(这些鑽孔以不同方式配置并与补給水源关系不同)从水力学方面作了許多非常重要的解答。

1939年[20],謝尔卡契夫(В. Н. Щелкачев)出版了关于鑽孔互相阻擾(干擾)方面的專門著作。著作中利用了水源逕流反映法(конформные преобразования)提出一套从水力学观点看来是夠嚴密的,关于鑽孔干擾作用的理論。他对很多按各种方式相互配置且靠近补給区的自流水井進行了研究并作出了解答。

用水力方法解决干擾鑽孔問題的某些基本原理首先是本書作者在1931年提出的。1932年[14]馬卡維耶夫(А. А. Макавеев)也提出并發表了与此几乎相同的,但沒有最后肯定的理論。基本上这些理論可归納如下:干擾鑽孔的湧水量等于非干擾鑽孔的湧水量减去因減流而減低的水位乘以單位湧水量。后来,这个方法在对磁山城,魯別日和明斯克水源的水文地質調查的应用过程中逐渐得到了补充和証实。由1934年至1937年,作者曾發表了好几篇关系闡明干擾鑽孔的基本原理和計算方法的論文[2,3,4]。在这些論文里,作为有效的假說提出了下列三个基本原理:

(а)在鑽孔受影响时,表示湧水量和水位下降关系的函数是不变的;

(б)自流井总的干擾水位(即总的水位下降)等于各个干擾鑽孔在湧水量相等时的水位下降的代数和。

(в)鑽孔干擾作用的程度完全可用湧水量降低系数來說明,这种系数当湧水量和水位下降成直綫关系时是一个常数,但当成拋物綫关系时,則是一个漸減的值。

1938年,阿加札諾夫(А. М. Агиджанов)实际上是以上述三个原理为基础,發表了一篇論文[1],在这篇論文中,采用了巴庫紹拉爾斯基水源地的資料,引導出几个計算干擾水位和当湧水量与抽水孔及观测孔內的水位下降为直綫关系时計算二个干擾鑽孔湧水量的公

式。在同一論文中，阿加札諾夫還發表了計算三個干擾鑽孔的方法。這種方法，一般說來可以推廣至計算三個以上的干擾鑽孔，但計算的過程將變得極為複雜。1939年，塔馬（Е. Ф. Тамма）〔18〕發表了一篇論文，作者提出了一些人所共知的，已經發表過的理論，但他所用的却是另一種証明的方法並解答了關於計算二個或三個影響鑽孔的問題。在這篇論文里有一個極其珍貴的提示，即計算與干擾鑽孔有一定距離的任一點的水位總下降值，必須根據地下水運動的規律分別進行。1939年末又發表了一篇魏里金（Н. Н. Веригин）〔6〕的論文，提出了一些根據不足的，關於計算干擾鑽孔的公式。最後，在1940年本書作者編著的“計算干擾自流井暫行規範”〔7〕問世了。這本規範根據1938年在全蘇給水、排水、水工建築物及工程水文地質科學研究所研究出的一些材料，以簡要的形式列出了幾個基本公式和提出了實際計算干擾自流鑽孔的簡便方法。

計算干擾鑽孔是一項極複雜的任務，我們現在的知識水平在許多情況下還不能使這一問題獲得確切的解決。完全解決干擾鑽孔的問題，也就是意味着要提供出在任何情況下都能計算出下列各項的方法和公式：

（а）總湧水量和每個獨立干擾鑽孔在水位不同下降時的湧水量。

（б）同時在全部影響鑽孔內抽水時，在孔中心或孔外部（即套管外壁旁邊）或在干擾鑽孔系不同的距離和不同方向的含水層中的任何一個點上的水位下降值；

（в）補給該系統干擾鑽孔的含水層中任何一點的水流速度；

（г）最後並提出繪制水動力網的方法。

如上所述，這些問題在任何情況下都要解決，因而，在解決有關影響鑽孔的問題時，必須考慮到：

（а）各種不同的水文條件，也就是說主要是要考慮到地下水運動的各種規律；均質岩層與非均質岩層的各種透水程度；含水層的水量（變量運動或定量運動）與各影響鑽孔的累計湧水量間的比例；含水層各種不同的揭露深度，含水層坡度及液體內是否有不溶解的氣

体；

(6) 液体的物理性質，主要是指它的比重和粘滯性；

(8) 各种不同的几何关系（距离和分布），这种几何关系是由于所采用的干擾鑽孔的数目不同，鑽孔相互間的距离不一，鑽孔分布的方式也不一样，以及靠近不同形式的給水源和不透水区而造成的，干擾鑽孔系就分布在这些給水源和不透水区以內或附近。

(r) 由于采用了不同型式和直徑的过滤器而產生的各种情况。

簡單地說，要完全解决有关干擾鑽孔的問題，就必须根据每一个具体情况重新來研究全部有关水流入垂直引水構築物的理論。然而，这个問題現在僅得到了部分的解决，而且这种解决还是基于各种不同的方法，故在实际运用中由于各种条件（这些条件是由于主要的前提和在提出基本公式的过程中做出各种假設而產生的）解决这些問題就受到了限制。

研究解决干擾鑽孔这一問題的方法，具有極大的國民經濟意义，因为在所有开发液体礦物的过程中，防止地下水，开采充水礦床，排水或人工降低地下水位，在民用工業建筑和水工建筑时都不可避免地要采用各种系統的干擾鑽孔。

第一章 干擾鑽孔的一般特征

1. 基本定义

如所週知，一个鑽孔对另一鑽孔的影响係表現在从干擾鑽孔中同时抽水时，各孔之湧水量較之一个鑽孔独立抽水时所得的湧水量要小，而鑽孔內的水位下降值在兩种情况下是相同的。此外，鑽孔之間的影响也表現在由于从某一鑽孔中抽水而使隣近鑽孔的靜止水位有一定程度的下降，以后本書將这种下降就叫做干擾水位。

一些研究者，如吉姆(А. Тим)、普林茨(Е. Принц)等利用补給区和补給地帶的寬度來說明干擾鑽孔的工作情况。这些研究者認

为：一个鑽孔对另一个鑽孔的影响首先表现在鑽孔同时使用时，它們的給水地帶会产生重叠的現象，其結果就降低了每一个干擾鑽孔的湧水量。

如果把鄰近鑽孔的靜止水位下降看作是干擾作用的主要結果，那么就应把分布在一个影响半徑內或（按某些公式）分布在二个影响半徑距离內的鑽孔称之为干擾鑽孔。但是，这个定义不夠确切，实际上也很模糊。因为影响半徑是一个取决于鑽孔湧水量的变数。

此外，現在对鑽孔影响半徑还有二种不同的解釋，大多数水文地質和水力学研究者〔如普林茨，克依尔加克（Кейльгак）麥茨涅尔（Мейнцнер），斯利赫捷尔（Слихтер），默斯卡特（Мэскат）等〕都对影响半徑的解釋提出了一些不同的定义；总而言之，他們还是把它了解为距干擾鑽孔的一定距离，在大多数情况下，这种距离与整个含水層比較起來是較小的，係决定于含水岩層的透水性及鑽孔的湧水量。

因此，这些研究者認為在同一个含水層中可以有二个以上的非干擾鑽孔。

与这种观点相反，謝尔卡契夫根据場論，認為这样來了解影响半徑是不明确的和不合乎邏輯的，他認為，每一个鑽孔都会把它的影响擴大到含水層補水区的自然边界。因此，根据謝尔卡契夫的意見，在同一个含水層內只能有一个不干扰鑽孔，鑽到同一个含水層的兩個或兩個以上的鑽孔一定是干擾的鑽孔。这就是說，和謝尔卡契夫的意見相符合，所謂影响半徑就是由鑽孔到給水区边界的距离。

在研究干擾鑽孔时应当考虑这二个有关影响半徑的不同見解。

將干擾鑽孔給水区或給水地帶發生重叠的情况作为影响鑽孔的定义的基礎，也就是說把分布在小于兩個給水半徑距离上的鑽孔当作干擾鑽孔，这也是不恰当的。因为在相互距离大于兩個給水半徑，而小于兩個影响半徑的鑽孔中，靜止水位也可能產生下降，即水头的下降。这样一來，湧水量也有了一些减少，因为不可避免地我們要从原有的靜止水位开始計算水位下降值。給水半徑和影响半徑都是实际上很难决定的变数。所以，把它作为根据，我們就不能獲得一个明确

的，有關於擾鑽孔的解釋。我們認為，鑽孔相互干擾的結果，最好用湧水量的減少來表示。因此，今後我們將把那些在同時抽水時湧水量比同一下降值時的單獨抽水的湧水量要小的鑽孔看成干擾鑽孔。這個干擾鑽孔的定義並不牽涉到變數，也和那些不夠明確的影響半徑及補給半徑的概念無關，而是指出了鑽孔相互干擾的最終和主要的結果。根據這一定義，二個處在一定距離的鑽孔，可能是干擾鑽孔，也可能是干擾鑽孔，但這要看在這些鑽孔內水位在不同下降時的湧水量是否減少。根據我們的意見，這完全與實際所觀察到的相一致，因為水位下降不大時，鑽孔間可能不相互干擾。但鑽孔內水位下降很大時它們間的相互干擾便可能產生。

鑽孔相互干擾的程度或強度在數量方面可用無因次系數來表示。這種系數係干擾鑽孔的湧水量與非干擾鑽孔湧水量之比值或者是這兩種湧水量之差與非干擾鑽孔湧水量之比值。干擾鑽孔的湧水量 Q' 和非干擾鑽孔的湧水量 Q 之間的比值下面我們稱之為影響系數 β ：

$$\beta = \frac{Q'}{Q} \quad (1)$$

二種湧水量差數與非干擾鑽孔湧水量之間的比例我們稱之為湧水量降低系數 α ，因為這個系數以分數或百分比表示出鑽孔因相互干擾的結果而損失的水量：

$$\alpha = \frac{Q - Q'}{Q} \quad (2)$$

必須再次強調指出，作干擾鑽孔和非干擾鑽孔的湧水量的比較時，一定要在水位下降值相同的情況下進行。

根據公式(1)和(2)可以得出，湧水量降低系數等於1減去影響系數：

$$\alpha = 1 - \beta \quad (3)$$

反之，影響系數也等於1減去湧水量降低系數：

$$\beta = 1 - \alpha \quad (4)$$

知道一个系数值，我們就能很容易地利用后二公式求出另一系数。从公式(1)和(2)可以得出另外二个計算干擾鑽孔的水力学方法的基本公式，也就是說：干擾鑽孔的湧水量等于非干擾鑽孔的湧水量乘以影响系数或湧水量^①降低系数与1間之差数。

$$Q' = \beta Q, \text{ 或 } Q' = (1 - \alpha) Q. \quad (5)$$

根据公式(5)可以導出一个十分重要的原理：如果預先用某种方法确定了影响系数或湧水量降低系数时，即可以把計算干擾鑽孔轉到計算非干擾鑽孔上去。

干擾作用当然不僅是只在两个鑽孔时發生，而且在許多相互距离不同并以各种方式分布和靠近补給区或补給地帶的鑽孔間也可能發生。在这种情况下，我們將來談一談干擾鑽孔組或干擾鑽孔系統，而它們相互間的影响結果是用总影响系数 $\Sigma\beta$ ，或总湧水量降低系数 $\Sigma\alpha$ 來表示。

如果鑽孔間的距离很大能使鑽孔相互不發生干擾，那么，顯然总影响系数將等于1，而总湧水量降低系数將等于零。如果两个鑽孔并列布置，則其总湧水量大概等于一个单独非干擾鑽孔的湧水量，而且这两个鑽孔的任一个鑽孔的湧水量只有这个水量的一半。当三个鑽孔并列布置时，每一鑽孔的湧水量大概等于非影响鑽孔湧水量的三分之一，其余依此类推。这样一來，总影响系数值可能以鑽孔間的距离轉移而变动，变动范围由1到 $\frac{1}{n}$ ，式中 n 为干擾鑽孔数目；

$$\frac{1}{n} < \Sigma\beta = 1 \quad (6)$$

如果用类似方法來判断，我們也可以看到，总湧水量降低系数將大于零或小于 $1 - \frac{1}{n}$ ：

① 在从前發表的論文中[8]該書的作者將这个系数叫做吸水系数。

$$1 - \frac{1}{n} > \sum a \geq 0 \quad (7)$$

2. 各种因素引起的鑽孔相互影响的特点

鑽孔干擾作用的性質和程度取決於一系列的**因素**。其中最主要的有下述幾項：**含水層的補給條件**；更確切一點說，即**變量運動或定量運動**；**地下水流**的類型（**自流水或潛水**），**地下水運動的規律**，表示湧水量降低與水位下降關係的**函數類別**；**鑽孔的數量及其相互間的距離**；**岩層的透水性及透水性在空間的變化**；最後，還有**干擾鑽孔在平面圖上的幾何布置**（**成組分布，或直線分布和網狀分布等**）。

比上述因素作用較小的有下列因素：**鑽孔離補給區及不透水區的距離**；**不透水區的類型**（**圓形或直線形**）**含水層的坡度**；**地下水流的方向**，**過濾器的直徑和類型**；最後，還有**井的類型**（**完整井或不完整井**）。

上述某些因素與干擾作用的強度間的關係目前還沒有進行過研究。屬於這類因素的有：（1）起主要作用的**地下水運動規律**，**定量運動和變量運動**以及**岩層（均質和不均質的）的透水性**；（2）起次要作用的**地下水水流方向**和**過濾器類型等**。

文獻中也完全沒有談到**不完整鑽孔（即未達不透水層的鑽孔）的相互影響問題**。

本書由於篇幅所限，自然也不可能詳細地來說明因上述因素所引起的**鑽孔干擾作用的情況**。因此在本書中僅闡述為**正確利用現有計算干擾鑽孔方法而不可缺少的主要條件及對已經獲得且發生效果的資料進行批判性的評價**。

對於**干擾鑽孔的工作有很大影響的是含水層的補給條件**，更確切地說，即**地下水變量運動或定量運動**。

在**水文地質學**中，人們將**地下水流**分為**地下湖**，**地下池**，和**地下逕流**。從**地下池**中抽水時，也就是說從沒有天然流速的**含水層**中抽水時（在絕大多數情況下是與完全沒有自然補給區有關），在**鑽孔周圍**形成一個不斷擴大的**圓形降落漏斗**，降落漏斗的界綫與其影響區及補

給区和吻合。在这种情况下，影响半径和補給半径在各个方向上都是相等的，这两个数值为時間函数，也就是說抽水是在变量运动的条件下進行。

如果从分布很广而厚度很大的地下池中抽水或从流速不大因而压力小，坡度不大的地下逕流中抽水，而抽出的水量少于或略超过地下水流的天然出水量时，則大体上（这种精确度对实际工作已足夠）可以認為这种水流为定量运动，而且可以想象得到，这里也將形成一个圓形降落漏斗，補給区的范围也將与影响区的范围相符。此时，影响半径和補給半径差不多相等，在由鑽孔或鑽孔組通往各个方向的所有綫上，它們的值也相同。

如果由地下逕流抽出的水量比其天然流量要小，則在鑽孔附近將形成一个不对称的，沿水逕流方向延伸的降落漏斗。降落漏斗的范围和影响区的范围相符，但補給区却小于影响区。在这种情况下，抽水开始时水为变量运动，然后逐渐变为定量运动，在鑽孔内动水位的穩定可以說明这一情况。

如果在第一种情况，或在部分的第二种情况下，沿補給区范围或影响区范围引一条綫，則將獲得一个圓形的封閉輪廓，沿这个封閉的輪廓補給該組鑽孔。本書以后称这种封閉輪廓为補給范围。

如从地下水逕流抽水时，補給范围就成为另一种極其不同的情况。如上所述，在这种情况下，就形成了一个不对称的降落漏斗。沿補給区边界所引的綫

与補給范围并不相适应，因为按水流方向就不会从下方和側面補給鑽孔。全部補給为垂直水流方向的二个補給半径以內的范围。这样，我們將得到一个長 $2R_0$ 的非閉塞直綫補給范围，該補給范围离鑽孔有一定的距离 l （圖1）。

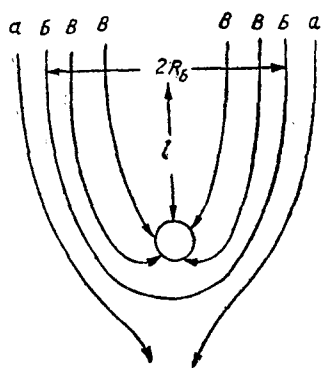


圖 1

从地下池中或在总湧水量超过地下逕流的天然流量的情况下，即

在变量运动的情况下抽水时，补給范围將随着時間逐漸远离鑽孔而延伸到含水層的天然补給区边界。在这种情况下，补給范围和含水層补給区的內界就重合起来，而且与含水層补給区的形式相同。在天然条件下，当水由各个方向流入含水層时，則补給輪廓在平面圖上很大一部分將成为延伸形式，在几何关系上这种形式接近橢圓及其他类似形状。当水由一面進入含水層时补給輪廓近似一直綫或与某种曲綫相符合。在任何情况下，当鑽孔的总湧水量和進入含水層的水量相等时，最后必然出現定量运动。这种定量运动的特征在于抽出的水量在任何时候都不变，而且在鑽孔和含水層补給区内水压都是固定的。如果总湧水量超过進入含水層的天然水量，那末，由于在鑽孔內經常保持动水位，鑽孔的湧水量和补給区的水压將漸漸减少，而最后使含水層干枯或象人們所說的，使含水層耗損。

根据地区的自然条件，补給范围在一个方向或几个方向能达到不透水層。在这种情况下，使用鑽孔既可能被几条用几何方法閉塞的周边所包圍，也可能被非閉塞周边所包圍。非閉塞周边一部分由供給周边組成，一部分由不透水綫組成。

由上述情况可以得出結論，在任何情况下当补給輪廓达到含水層边界，不透水層以及供給它的河流及其他水塘时，則已經沒有任何理由來談到补給半徑和影响半徑了；这里干脆就用到达不透水綫和补給綫的距离來代替补給半徑和影响半徑。

这样我們的問題就有兩类，这二类問題和二种有关影响半徑的不同解釋是相适应的。具体地說，这是当鑽孔的影响达到和未达到自然补給区的界綫或不透水綫而引起的。在第一种情况下，只須确定这些周边的形状并采用由这些周边到鑽孔的距离來代替影响半徑。在第二种情况下：

(a) 当从分布很广的地下水蓄水池中抽水时，或从流速很小的水流中抽水时，就形成了圓形的补給輪廓，从这些补給輪廓到鑽孔的距离等于数值相等的补給半徑和影响半徑；

(6) 从地下水水流中抽水时，当这些水流的自然出水量超过鑽孔的湧水量，就獲得了直綫补給区周边，这种补給区周边的長度相当

于两个补給半徑；

(B) 如果鑽孔湧水量的地下水流的湧水量大，那末我們將有一个过渡的情况，即所獲得的直綫补給区周边随着時間的進展將和含水層的自然界綫連接起來并具有与这些自然边界同样的形狀。这一情况就形成了第一类中的一个問題。

这样一來，在計算影响鑽孔时，必須嚴格区分出上述兩类問題。根据問題的所屬种类，影响半徑的值在下面談到的原理中应从兩個观点來看：第一，把它看作由鑽孔到含水層补給区自然界綫的距离，第二，把它看作到达能限制影响鑽孔組的影响范围，活动或“吸水”范围綫的距离。

現在我們來談一談以鑽孔数目和距离为轉移的影响強度。

前一章所談到的公式(6)和(7)說明了影响強度的变化。这种影响強度是根据鑽孔間的距离及其数目，用湧水量的降低和影响系数來确定的。举例說，当十个鑽孔以最近的距离分布时，影响系数有一个最小的近似值(0.1)，这就說明，十个影响鑽孔中的每一个影响鑽孔的湧水量等于單井湧水量的0.1。

然而，影响系数的变化極限(达 $\frac{1}{n}$)和降低系数的变化極限(达 $1 - \frac{1}{n}$ ， n —鑽孔数目)純粹是一种数学極限值。这种極限值要成为实际的極限值只有几个鑽孔在实地完全正确地連接在一点上才屬可能。在最大收斂的情况下，鑽孔僅以井壁接触套管，而且实际上已形成了直徑較大的豎井來代替一个想象的鑽孔；豎井与鑽孔的区别僅在于豎井的孔徑較大，有很大的湧水量，因而总影响系数經常大于 $\frac{1}{n}$ ，干擾井的数目愈多，总影响系数也就愈大。

公式(6)和(7)指出，总影响系数值确定的干擾程度首先是取决于鑽孔間的距离和鑽孔数量。

很明顯，鑽孔相互靠得愈近，数量愈多，則鑽孔間的干擾也就愈大。

根据默斯卡特的计算〔23〕当自流井半径与自流井间的距离之比为 800 公尺，而影响半径为 1500 公尺时，干扰程度（它是以鑽孔总湧水量之值的变化来确定，鑽孔的数目为 1—16）用下述数字来说明： $Q_1 : Q_2 : Q_3 : Q_4 : Q_5 : Q_9 : Q_{10} = 1.000 : 1.509 : 1.818 : 2.061 : 2.152 : 2.778 : 3.333$ ，式中 Q 旁的指数是指该组干扰鑽孔的井数。

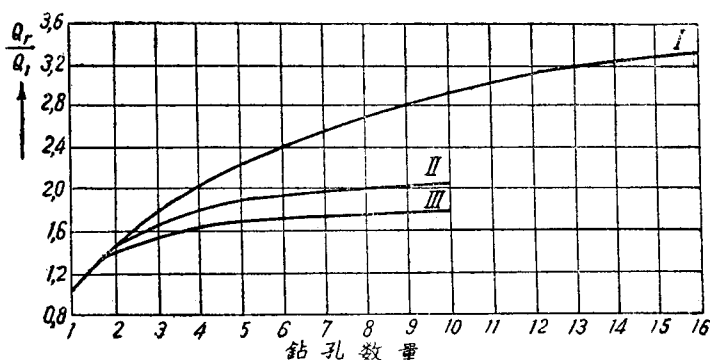


圖 2

如果这些资料用图解表示（圖 2，曲线 1）那就可以说：干扰鑽孔的总湧水量只有在井的数量很少时（約 9—10）才大大增加。鑽孔数目繼續增加时，总湧水量的增大就微乎其微了。

圖 2 所示为默斯卡特曲线（II，III），这些曲线说明总湧水量随着按圆周分布的井的数量而增加。曲线 II 指出分布井的圆周半径和井半径之比为 200 时总湧水量的增大值，而曲线 III 指出同样比值为 80 时总湧水量的增大值。影响半径在某种情况采用 1500 公尺，而井半径为 75 公厘。两根曲线说明，沿圆周分布，数量超过 9—10 的干扰自流鑽孔总湧水量突进到一定的实际范围。

因而，为了供水把很多鑽孔集中到一处是不适合的。因为增加的总湧水量还不能补偿附加鑽孔的造价。采用很多干扰鑽孔来进行地下水水头和水位的人工下降是完全允許的，因为在排水设备的总湧水量增加不多时，在重要的建筑范围内将造成比较均匀的水头或水位的下降。