



数据加载失败，请稍后重试！

- ▶ 供水工程规划 第一分册
- ▶ 供水系统设计 第二分册
- ▶ 水厂与净水工艺 第三分册
- ▶ 供水工程施工与设备安装 第四分册
- ▶ 供水工程管理 第五分册

科技新书目, 350—078

ISBN 7-120-02163-X/TV·847

定价: 12.60 元



乡镇供水工程技术培训教材

---

第二分册

# 供水系统设计

水利部农村水利司

水利电力出版社

131842

(京)新登字115号

乡镇供水工程技术培训教材 第二分册  
供水系统设计  
水利部农村水利司

\*

水利电力出版社出版、发行  
(北京三里河路6号)  
各地新华书店经营  
北京市朝阳区小红门印刷厂印刷

\*

850×1168毫米 32开本 8.125印张 178千字  
1995年4月第一版 1995年4月北京第一次印刷  
印数0001—7000册  
ISBN7-120-02163-X/TV·847  
定价12.60元

# 《乡镇供水工程技术培训教材》编委会

**主任** 张 岳

**副主任** 李 琪 陈凤淑 凌一清 郑哲仁

**委员** (按姓氏笔画)

田家山 刘志民 纪文庆 闫冠宇

李朝华 张 刚 张济洲 余之铭

严家适 敖玉民 梅瑞松 薛 勤

**主 编** 田家山

**副主编** 余之铭 梅瑞松

**撰 稿**

第一分册 供水工程规划 咸 锐 尚志清 闫冠宇

第二分册 供水系统设计 徐 辉 蒋履祥

第三分册 水厂与净水工艺 安志英 梅瑞松

第四分册 供水工程施工与设备安装 尚志清 田家山

第五分册 供水工程管理 仲付维 刘城鑑

**主 审** 许志方 金来鋈 沙鲁生

# 序

乡镇供水工程是乡镇建设、企业生产和人民生活的重要基础设施。解决和改善乡镇的供水条件是乡镇进入小康社会的一个重要标志。改革开放以来，我国乡镇企业蓬勃发展，农业大量剩余劳力得到分流转移，从而大大推动了农村工业化和城镇化的进程。但随之带来的供水矛盾也日趋尖锐。供水不足或水质不合标准，已成为许多地区发展农村经济、改善人民生活的制约因素。

为适应这一新的形势，1988年国务院赋予水利部归口管理乡镇供水，在新的“三定”方案中再次把乡镇供水工作列为水利部的重要职责之一。几年来，在有关部门的大力支持下，各级水利部门充分发挥水行政主管部门的行业管理和技术优势，在乡镇供水的建设和管理方面取得了可喜的成绩，积累了宝贵的经验。

随着乡镇经济的进一步发展，特别是2000年农村要达到小康水平，对乡镇供水的需求将更加迫切。据90年代乡镇供水发展预测，“八五”期间全国计划兴建乡镇供水工程4500处，“九五”期间6000处，任务十分艰巨。

乡镇供水工程与农田灌排工程和城市供水工程相比，既有相同和相似的地方，又有许多不同之处。因此，水利部门归口管理乡镇供水的当务之急，是要有一批熟练掌握乡镇供水基础知识、实用技术和先进经验的建设和管理人才，以提高工程规划、设计、施工和管理水平。而实现这

一目标，最实际、最有效、最快捷的办法是开展技术培训。

根据上述情况，水利部农村水利司在举办了三期全国性培训班的基础上，组织编写了这套乡镇供水工程技术培训教材。为了提高教材质量，我们成立了由领导和有关专家、技术人员组成的编委会。教材的指导思想、编写结构和内容重点等由编委会共同商定，审稿由编委会委员和特聘专家一起完成。我们的意向是：①培训对象以具有中专学历或具有同等水平的水利技术人员为主，供水规模以乡镇为主。②教材要考虑供水工程技术人员应知应会的实际需要和培训时间短的特点，繁简适当，重点突出。③各分册的内容要相互呼应，避免重复，共同构成一个整体。④教材内容要反映先进实用的技术和经验，常规计算不作详述。我们的希望是：这套教材不仅适用于各地培训，经过短期的集中学习，取得预期的效果，同时也可用来自学，供没有机会参加培训的人员，通过自学，也能达到期望的目标。

水利部门归口管理乡镇供水以来，出版这样的培训教材尚属首次，教材从开始策划到全部付梓，包含了从组织、编审到出版各方面人员的辛勤汗水。这套教材的出版发行，对进一步推动各地培训工作，尽快提高基层人员的技术素质，提高乡镇供水工程的建设和管理水平，保障乡镇供水事业快速、健康地发展，必将起到极大的促进作用。



1995年2月

# 前 言

1988年国务院批准乡镇供水工作纳入水利部门的职责范围后,水利部加强了对全国乡镇供水工作的行业管理,进一步促进各地乡镇供水事业的发展,使这项工作又跃上了一个新台阶。

为了满足开展乡镇供水工作的需要,有计划地举办各种形式的培训班,培养和提高从事乡镇供水建设及管理的技术水平,是当前的一项紧迫任务,也是乡镇供水事业的一项基本建设。为此,在水利部农村水利司牵头组织下,广泛搜集有关资料,编写了一套从规划、设计到施工、管理的教材,以促进各地培训工作的开展。这套教材共分五册,包括《供水工程规划》、《供水系统设计》、《水厂与净水工艺》、《供水工程施工与设备安装》、《供水工程管理》。整套教材培训对象为具有中、初级技术水平的人员。在内容上结合我国乡镇供水特点,理论密切联系实际,注意反映各地成功经验及最新技术成就。文字力求简练,适当配以工程实例,使本套教材具有较强的实用性。各分册间既紧密联系,承前启后,形成一个整体;每册又具有相对的独立性,可单独用于专题教学,便于在不同的培训要求时选用。

本分册为《供水系统设计》,共设五章,重点介绍各种构筑物的型式、作用、构造要求、设计及计算方法,以及输配水管道及管网的水力计算等内容。文字由浅入深,说理清晰,书中附有必要的计算图表,以便查用。鉴于我国



各地区自然条件差异很大，在使用本书时可根据实际情况适当取舍。

本书由徐辉（第一、二、三章）、蒋履祥（第四、五章）编写。在编写过程中得到许多单位和乡镇水厂的支持与帮助，提供了大量资料。本书由许志方教授、沙鲁生教授及金来鳌高工主审，对原稿提出了许多宝贵意见，在此一并致以诚挚的谢意。对书中存在的缺点和错误，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1994年12月

# 目 录

序

前 言

第一章 取水构筑物	1
第一节 地下水取水构筑物	1
第二节 地表水取水构筑物	57
第二章 泵与泵房	89
第一节 水泵的类型、原理和选择	89
第二节 水泵运行工况及调节	114
第三节 动力机与电气设备	133
第四节 泵房	138
第三章 调节构筑物	159
第一节 调节构筑物的作用、种类及适用条件	159
第二节 清水池	165
第三节 水塔	170
第四节 高位水池	175
第五节 压力罐	176
第四章 输配水管道设计	184
第一节 输配水管道布置	184
第二节 管段流量、管径和水头损失	186
第三节 管网水力计算	208
第四节 输水管计算	226
第五章 水管、管件及附属构筑物	230
第一节 水管材料	230
第二节 管道附件	233
第三节 管网附属构筑物	240
参考文献	247

# 第一章 取水构筑物

取水构筑物的任务是从水源取水，并送至水厂或用户。按照水源的种类，可分为地下水取水构筑物和地表水取水构筑物两大类。本章重点论述各种水源的取水方法、各种取水构筑物的构造型式及设计计算等。

## 第一节 地下水取水构筑物

按构造情况，地下水取水构筑物有管井、大口井、渗渠、辐射井、复合井及引泉池等。

### 一、管井

#### (一) 管井的型式及适用条件

管井又称机井，通常是指用凿井机械开凿至含水层中，用井管保护井壁的垂直于地面的直井。按其是否贯穿整个含水层，可分为完整井与非完整井，其结构如图1-1所示。

管井适用于厚度大于5 m，其底板埋藏深度大于15 m的含水层。井径一般为150~400 mm，最大可达1000 mm以上。井深一般为20~200 m，最大可达1000 m以上。

管井施工方便，而且适用于各种岩性、埋深、厚度和多层次的含水层。所以，管井是地下水取水构筑物中应用最广泛的一种型式。

采用管井时，应充分考虑含水层的颗粒组成和地下水水质特点。在细粉砂地层中，管井易堵塞或漏砂。在水质不稳定或含铁的地下水中，管井易发生化学沉积、铁质堵塞或

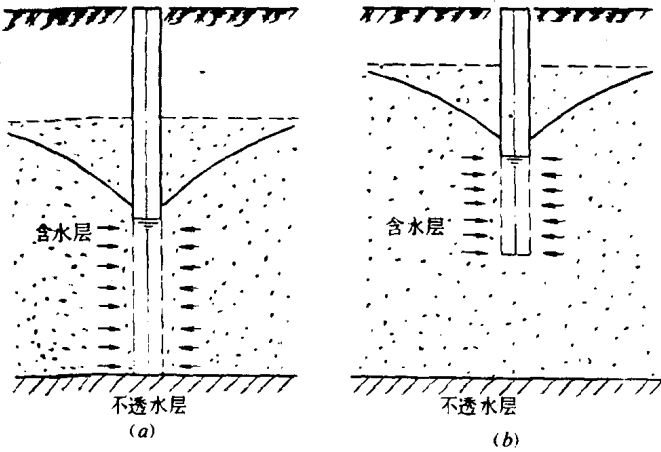


图 1-1 管井  
(a)完整井；(b)非完整井

腐蚀。

## (二) 管井的水力计算

管井水力计算的目的是在给定井水位降落值、井构造（井径、井深）、水文地质等参数条件下，通过计算确定管井的可能出水量，或者在给定井出水量和上述参数条件下，由计算确定管井的可能水位降落值。

管井水力计算，可用理论公式或经验公式。在工程实际中，理论公式法根据水文地质初步勘察阶段的资料进行计算，方法简便，但精度差，适用于水源选择、供水方案的拟定或初步设计阶段。经验公式法可在水文地质详细勘察和现场抽水试验基础上进行计算，其结果能反映实际情况，适用于施工图设计阶段，以最后确定井的型式、构造等。

### 1. 管井水力计算的理论公式

管井计算的理论公式繁多，以下仅介绍几种基本的理论公式。

(1) 稳定流情况下井的水力计算。

承压含水层完整井 (图1-2) 计算式为

$$Q = \frac{2\pi K m S_0}{\ln \frac{R}{r_0}} = \frac{2.73 K m S_0}{\lg \frac{R}{r_0}} \quad (1-1)$$

无压含水层完整井 (图1-3) 计算式为

$$Q = \frac{\pi K (H^2 - h_0^2)}{\ln \frac{R}{r_0}} = \frac{1.37 K (2HS_0 - S_0^2)}{\lg \frac{R}{r_0}} \quad (1-2)$$

式中:  $Q$  为井的出水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ );  $H, m$  分别为无压和承压含水层的厚度 ( $\text{m}$ );  $h_0, S_0$  为与  $Q$  相应的井外壁的水位至底板距离和水位降落值 ( $\text{m}$ );  $r_0$  为过滤器的半径 ( $\text{m}$ );  $K$  为渗透系数 ( $\text{m}/\text{d}$ );  $R$  为影响半径 ( $\text{m}$ )。

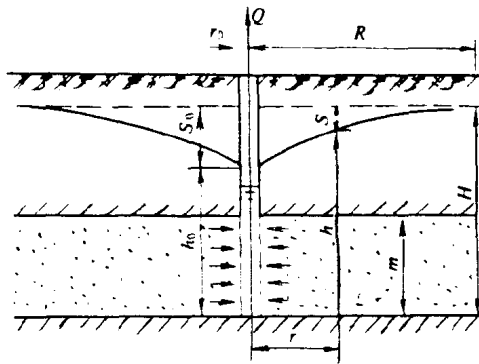


图 1-2 承压含水层完整井计算简图

上面的  $K, R, H, m$  等值, 可根据水文地质勘察资料确定。由现场抽水试验确定的  $K$  值和  $R$  值比较接近实际, 无条件进行抽水试验时, 可参照水文地质条件类似地区的平均值或凭经验数值 (见表1-1和表1-2) 估算。

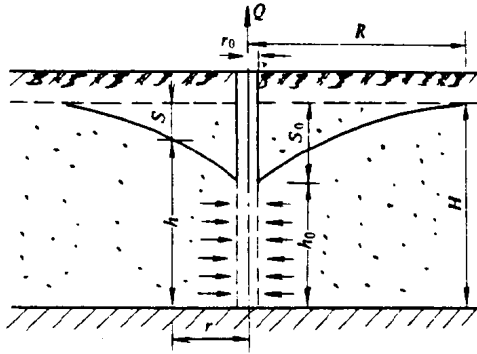


图 1-3 无压含水层完整井计算简图

表 1-1 地层渗透系数  $K$  值

地 层	地 层 颗 粒		渗透系数 $K$ (m/d)
	粒径 (mm)	所占重量 (%)	
粉 沙	0.05 ~ 0.1	70以下	1 ~ 5
细 沙	0.1 ~ 0.25	>70	5 ~ 10
中 沙	0.25 ~ 0.5	>50	10 ~ 25
粗 砂	0.5 ~ 1.0	>50	25 ~ 50
极粗的砂	1 ~ 2	>50	50 ~ 100
砾石夹砂			75 ~ 150
带粗砂的砾石			100 ~ 200
漂砾石			200 ~ 500

上述承压和无压含水层完整井计算公式又名裘布依 (Dupuit, J.) 公式。该式是在下列假设基础上推导得出：地下水处于恒定流、层流、均匀缓变流状态；水位下降漏斗的供水边界为以  $R$  为半径的圆形；含水层为均质、各向同性、无限分布；隔水层顶板与底板水平。依照以上假设的井在自然界中很少。但裘布依公式具有简单、使用方便等优点，而近似于上述条件的情况在自然界还是大量存在的，因此，有一定的实用价值。

表 1-2

各种地层的影响半径  $R$  值

地 层	地 层 颗 粒		影响半径 $R$ (m)
	粒径 (mm)	所占重量 (%)	
粉 沙	0.05~0.1	70以下	25~50
细 沙	0.1~0.25	>70	50~100
中 沙	0.25~0.5	>50	100~300
粗 砂	0.5~1.0	>50	300~400
极粗砂	1~2	>50	400~500
小砾石	2~3		500~600
中砾石	3~5		600~1500
粗砾石	5~10		1500~3000

承压含水层非完整井，见图1-4。马斯卡特 (Muskat, M.) 应用空间映射和势流叠加原理导出的有限厚承压含水

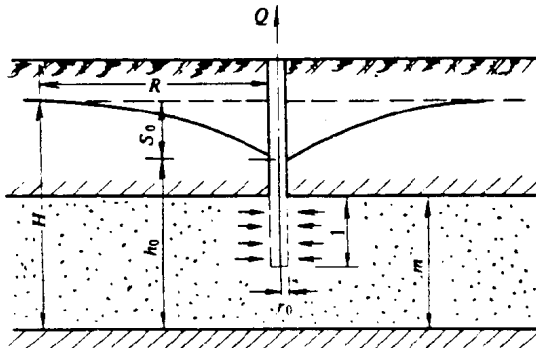


图 1-4 承压含水层非完整井计算简图

层非完整井公式为

$$Q = \frac{6.28KmS_0}{\frac{1}{2\bar{h}} \left( 4.61g \frac{4m}{r_0} - A \right) - 2.31g \frac{4m}{R}} \quad (1-3)$$

式中:  $\bar{h} = \frac{l}{m}$  为过滤器插入含水层的相对深度;  $A = f(\bar{h})$

为由辅助图确定的函数值，见图1-5； $l$ 为过滤器长度(m)；其余符号同前。

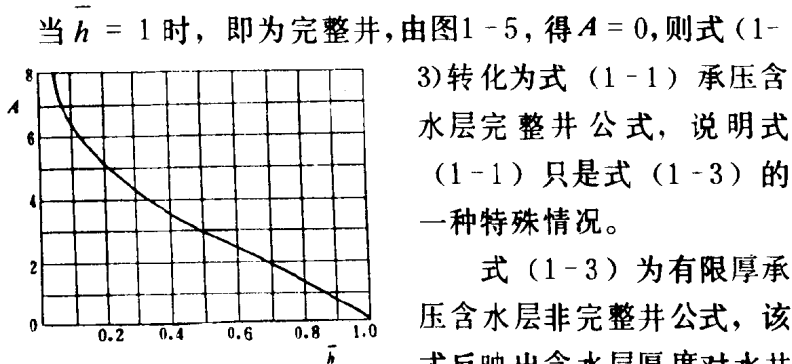


图 1-5 求  $A$  值的辅助图

当  $\bar{h} = 1$  时，即为完整井，由图1-5，得  $A = 0$ ，则式(1-3)转化为式(1-1)承压含水层完整井公式，说明式(1-1)只是式(1-3)的一种特殊情况。

式(1-3)为有限厚承压含水层非完整井公式，该式反映出含水层厚度对水井出水量的影响。如过滤器长度不增加，含水层厚度增加，则含水层的底板对水井的影响势必减弱。如仍采用此式，可能导致较大误差。一般将该式的应用条件限制在  $l > 0.3$  m 范围。

无压含水层非完整井，见图1-6。计算时把图中 I-I 水平面近似地视为不透水层，则上段可以看作无压含水层完整井，下段看作承压含水层非完整井。这样，无压含水层非完整井的出水量可从上述两段水量叠加而得，即式(1-2)和式(1-3)组合而得下式：

$$Q = \pi K S_0 \left[ \frac{l + S_0}{\ln \frac{R}{r_0}} + \frac{2M}{\frac{1}{2\bar{h}} \left( 2 \ln \frac{4M}{r_0} - A \right) - \ln \frac{4M}{R}} \right] \quad (1-4)$$

式中： $M = h_0 - 0.5l$ ； $A = f(\bar{h})$ ， $\bar{h} = \frac{0.5l}{M}$  由图1-5查得；

其余符号同前。

(2) 非恒定流情况下井的水力计算。



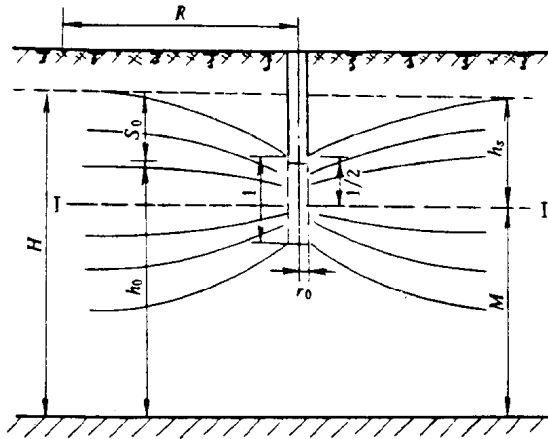


图 1-6 无压含水层非完整井计算简图

事实上，地下水运动并不存在恒定流状态，所谓恒定流也只是有限时段的一种暂时平衡现象。然而，地下水运动十分缓慢，尤其是当地下水开发规模与天然补给量相比很小时，可近似地视为恒定流，故恒定流理论仍有广泛实用的价值。但是，当开发规模扩大，地下水位发生明显的、持续的下降时就要用非恒定流理论来解释地下水的动态变化过程。

包含时间变量的泰斯 (C. V. Theis) 公式是非恒定流理论的基本公式。非恒定流理论公式除了在抽水试验中确定水文地质参数有重要意义外，在地下水开发中可以用于预测水源建成后地下水位的变化。下面简单介绍非恒定流承压、无压含水层完整井简化计算公式。

承压含水层完整井的泰斯简化公式，又称雅柯布 (C. E. Jacob) 近似公式

$$S = \frac{Q}{4\pi Km} \ln \frac{2.25at}{r^2} \quad (1-5)$$

$$a = \frac{Km}{\mu_s}$$