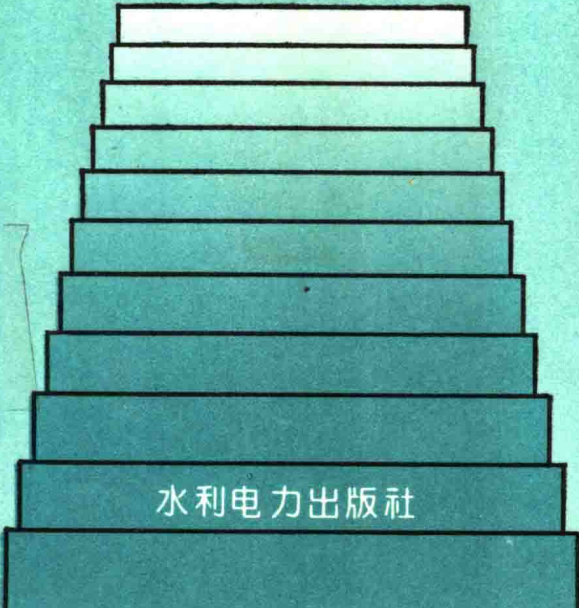


灌排工程工(初、中、高级工)

技术等级考核培训教材

找 水 打 井

於益民 编



水利电力出版社

灌排工程工（初、中、高级工）

技术等级考核培训教材

找 水 打 井

於益民 编

水利电力出版社

(京)新登字 115 号

内 容 提 要

本书共分地下水基本知识、松散沉积层中地下水、电测找水和机井技术四章。

全书主要讲述第四纪地层中的找水打井。除讲述基本理论外,着重介绍国内常规找水打井方法。找水部分突出“找”字;打井部分突出“建”字。取材紧密结合当前生产亦适当照顾未来的发展。内容按生产工序编排、语言简洁、通俗易懂,许多章节均是编者的实践总结。

本书主要供水利系统的灌排工人作培训教材。亦可作水文地质、给排水专业的技术工人和工程技术人员的参考书和教材。

灌排工程工(初、中、高级工)

技术等级考核培训教材

找 水 打 井

於益民 编

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

北京市密云县印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 32 开本 6.25 印张 136 千字

1995 年 7 月第一版 1995 年 7 月北京第一次印刷

印数 0001—5000 册

ISBN 7-120-02081-1/TV·792

定价 8.50 元

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
1
2

“灌排工程工(初、中、高级工) 技术等级考核培训教材”编委会

顾 问 丁泽民 邹广荣

主任委员 张 岳

副主任委员 戴玉凯 刘汉桂 史梦熊

委 员 (按姓氏笔画排列)

史梦熊 刘汉桂 李永善 张世儒

张 岳 郑哲仁 金兆森 郭永年

唐开骊 顾斌杰 戴玉凯

主 编 张世儒

副 主 编 金兆森

序 言

党的十三届八中全会《关于进一步加强农业和农村工作的决定》指出：“要牢固树立科学技术是第一生产力的马克思主义观点，把农业发展转移到依靠科技进步和提高劳动者素质的轨道上来。”农村水利要走向现代化就必须认真贯彻八中全会《决定》精神，牢固确立振兴水利依靠科技，科技进步依靠人才，人才培养需要教育的思想，只有对人才不断地进行培训和教育才能不断提高广大水利干部，特别是基层水利队伍的科学技术素质和业务水平。目前，全国已建成的各类水利设施中，有堤防 23 万 km，大中小型水库 8 万多座，机电排灌动力 7000 多万 kW，配套机电井 280 多万眼，有效灌溉面积达 7.3 多亿亩。数以万计的水利设施已成为农业、国民经济和社会发展的重要的物质基础。因此，管好、用好这些水利设施对于加快改革开放和现代化建设的步伐关系极大，而用好这些水利设施，关键取决于广大水利基层队伍的科学文化素质和业务水平。据统计，全国乡镇一级的基层水利站有 3 万余个，水利员已达 13.7 万余人，这支庞大的基层水利队伍的状况，不仅直接关系到现有水利设施的经营和管理，而且直接关系到队伍本身的稳定。

为了提高水利基层干部的科学文化和业务水平，早在 1985 年，原水利电力部农田水利司曾会同水利电力出版社共同组织编写了一套《农村水利技术人员培训教材》（共 12 册），并于 1991 年 5 月荣获国家科委颁发的全国“星火计划”丛书优秀图书奖。这套培训教材，对提高县以下农村水

利员的业务素质和推动基层水利建设的发展，发挥了显著作用。应该说这套教材是基层水利人员进行科普性培训的好教材。

不久前，经国务院批准，劳动人事部颁发了《工人考核条例》。《条例》明确规定：在工人中将考核实际技术等级；工人技术考核的成绩将是工人晋级调资的主要依据。根据《条例》的要求，水利行业也将实行工人技术等级考核。

为了适应水利行业技术等级考核的需要，我们组织有经验的同志编写了一套“灌排工程工（初、中、高级工）技术等级考核培训教材”。这套教材为区乡水利员岗前技术等级考核用书。

编写中坚持了以下几个原则：①以灌排工程工技术等级标准为依据，着眼于灌排工程工应知应会的基本概念和操作方法，对于一些偏深的内容不予收入。②我国幅员辽阔，各地区乡水利特点各异，兼顾各地区水利建设和管理的不同要求，防止以偏概全。③在编写中尽力采用新资料，补充新知识，并力求通俗易懂，深浅适度。

我们相信，这套教材的出版对灌排工程工的技术等级培训将起到积极的促进作用。

水利部农村水利司司长

张 岳

1994年1月

前 言

我国大面积发展井灌已有 30 年的历史。30 年来实践证明井灌井排对北方农业高产稳产起到了很大作用。

找水打井是一门面广量大的群众性工作。有的乡镇井灌面积达 7~8 万亩。技术工作靠县市水利局来做已远远满足不了生产发展的需要。因此,乡镇水利站的灌排工人既做找水定井、钻井打井亦做洗井抽水试验等工作。由于他们处于最基层,缺少图书资料,凭经验找水钻井,出现成井率低、单井涌水量小、机井使用寿命短等问题。本书就是根据水利部农田水利司和水利电力出版社 1992 年 4 月扬州会议制定的大纲编写的。旨在使灌排工对第四纪地层的找水打井工作有个系统的提高,以降低农业生产成本。

全书共分四章:第一章主要讲述第四纪地层中的一些地下水的基本知识;第二章主要讲述松散沉积层不同地貌单元中地下水的富集规律;第三章主要讲述视电阻率法确定不同地貌单元中地下水的富水区(点);第四章主要讲述管井、大口井等的施工技术。

全书紧密结合当前生产适当照顾将来的原则,使教材有较长的使用时期。

本书按高级技工培训要求编写。有★符号对中级技工不作要求的内容。

本书除供水利系统灌排工学习外,尚可作为水文地质、给水排水等相关专业的工人和技术人员的参考用书和培训教材。

打井部分由马树升同志参加编写、地下水基本知识由杨储会同志参加编写，全书由於益民同志统稿。孟边疆同志主审。全书插图由张求良讲师绘制。

找水打井是一门古老又年轻的学科，内容较多，限于篇幅，选材难免有不妥之处，切望专家、学者赐教。以便作者在再版时作修改。

於益民

1993年3月于山东水专

目 录

序 言

前 言

第一章 地下水基本知识	1
第一节 地下水类型与特征	1
第二节 地下水运动与储存	10
第三节 地下水补给、径流和排泄	17
★第四节 地下水人工补给（回灌技术）	25
第二章 松散沉积层中的地下水	37
第一节 山间河谷中的地下水	37
第二节 山前倾斜平原区的地下水	46
第三节 冲积平原地下水	52
第四节 湖积层、黄土层、沙漠和滨海地区地下水	60
第三章 电测找水	70
第一节 概述	70
第二节 电测深法	77
第三节 其他形式的电测深法	109
第四节 松散沉积层地区的电测找水	114
第四章 机井技术	131
第一节 水井类型及适用条件	132
第二节 成井所需资料	133
第三节 管井	143
第四节 成井工艺	154
第五节 大口井（筒井）	175
第六节 辐射井	176
附录 灌排工程工技术等级标准	187
参考文献	190

第一章 地下水基本知识

埋藏在地表以下土壤或岩石的孔隙、裂隙和溶隙（包括溶洞等）中的水称地下水。本章主要简要介绍地下水的类型、地下水的运动、地下水的补给、径流、排泄及人工补给等问题。

第一节 地下水类型与特征

一、地下水分类

（一）按地下水埋藏条件分为上层滞水、潜水和承压水

1. 上层滞水

广义来说，饱气带中的地下水都称为上层滞水。这里主要指的是饱气带中局部不透水层或弱透水上面储存的地下水，可作为山区人畜用水的小型水源。

上层滞水埋藏的特点：①在较厚的砂层或砂砾石层中夹有粘土或亚粘土透镜体，降水或其他方式补给的地下水向下渗漏到粘土透镜体上，形成滞面的上层滞水。②在裂隙岩层上部发育，形成地下水富集，下面受到岩床、岩盘或弱透水岩层的阻隔形成了裂隙上层滞水。③在喀斯特发育的碳酸盐岩层中，上部喀斯特裂隙发育，下部受弱透水岩层的阻隔，形成了喀斯特中水的上层滞水。图 1-1 上层滞水和潜水位图。

上层滞水完全靠大气降水或地表水体的直接渗入补给。因此季节性变化很大，在某些地方还容易受到污水入渗造成

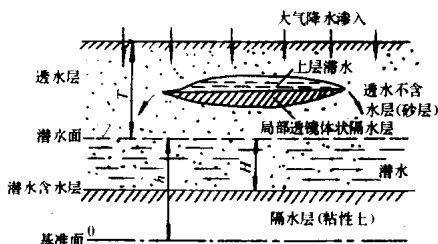


图 1-1 上层滞水及潜水

污染。对缺水地区作为饮用水水源，要注意防污问题。

2. 潜水

潜水是埋藏于地下第一稳定隔水层之上，具有自由表面的重力水。潜水具有以下特征：

1) 潜水面以上无稳定的隔水层存在，具有自由表面的无压水。

2) 潜水是重力水，由潜水位高处向潜水位低处流动，其流动速度决定于含水层的渗透性能和潜水的水力坡度。

3) 潜水通过饱气带与地表相通，接受大气降水、凝结水和地表水体等的补给。

4) 潜水的水位、流量和水化学与岩性的颗粒大小、均匀程度、分选性状况和水力坡度等有密切关系。

一般均匀颗粒越粗、分选性越好、水力坡度越陡，地下水水位变化较大、流速、流量就大，水化学状况就越淡。而在冲积平原，由于地形平坦，地下水水平运动不畅，地下水垂直运动激烈，再加矿化度较高，就容易造成土壤盐碱化。水质有从上游到下游逐渐恶化等问题。

3. 承压水

承压水亦称层间水，它是指充满于上下两个稳定隔水层之间的含水层中的重力水。如图 1-2 所示。

承压水主要特点：

1) 有稳定的隔水顶板（承压水的上部隔水层称为隔水顶板，下部隔水层称隔水底板）。

2) 承压水位高低大小取决于地下水的补给高度。当地下水位高出压力顶板的高度 h 称承压水头。承压水头

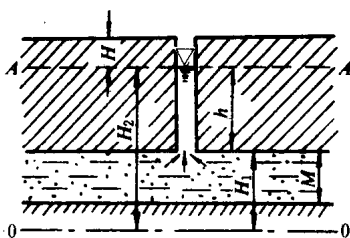


图 1-2 承压水埋藏示意图

越大一般讲地下水越好。当承压水头超过地表面时就形成自流水亦称泉。图 1-2 中 H 称承压水埋深， h 称承压水头， H_2 称承压水位， H_1 称承压水初见水位， M 称承压含水层厚度。

(二) 按地下水含水层的空隙性质分为孔隙水、裂隙水和喀斯特水

1. 孔隙水

孔隙水埋藏在砂卵石、砂砾石、砂土等松散的沉积物之中。由于它们的空隙度大、空隙亦比较均匀，因此，孔隙水是最重要的供水水源。

2. 裂隙水

裂隙水埋藏在坚硬的基岩裂隙之中。除有断层等构造的裂隙规模较大之外，一般裂隙的空隙度均较小，发育深度有限，多半作为分散的中、小型水源。

3. 喀斯特水

喀斯特水多储存在石灰岩、白云岩、大理岩等可溶岩石

中。喀斯特性的空隙发育很不均匀，所以喀斯特水的富水性相差很大，只有补给条件好、构造发育的纯灰岩（似中奥陶系灰岩区）地区，才形成富水性好的大型水源地。如山东省的济南市、淄博市；山西省的太原市等大型供水水源地。

由上可知地下水按孔隙性质和埋藏条件各分为三类地下水，上述两种分类组合就可得到 9 种复合类型的地下水，每种类型均有各自的特征。见表 1-1。

表 1-1 地下水分类表

按埋藏条件	按含水层孔隙性质		
	孔隙水	裂隙水	喀斯特水
上层滞水	季节性存在于局部隔水层上的重力水	出露于地表的裂隙岩层中季节性存在的水	裸露喀斯特化岩层中季节性存在的悬挂水
潜水	上部无连续完整隔水层存在的各种松散岩层中的水	基岩上部裂隙中的无压水	裸露喀斯特化岩层中的无压水
承压水	松散岩层组成的向斜、单斜和山前平原自流斜地中的地下水	构造盆地及向斜、单斜岩层中的裂隙承压水，断层破碎带深部的局部承压水	向斜及单斜喀斯特岩层中的承压水

二、潜水面及潜水等水位线图的应用

潜水在重力作用下由高处向低处缓慢地流动，称为潜水流。潜水流是由潜水面水力坡度决定的。

1) 潜水面的水力坡度受地形和隔水层坡度影响很大。在地形陡峭的山区，潜水面的水力坡度可达百分之几。在地形平坦的平原只有千分之几乃至万分之几。

潜水面与地形的变化基本一致，但在数值上并不相等，一般讲潜水面水力坡度小于地形坡度，图 1-3 所示。

2) 含水层的岩性、厚度对潜水面的影响。当潜水流由细

颗粒的含水层进入粗颗粒含水层后，因粗粒含水层透水性较好，阻力就小，因此水力坡度变缓，潜水面变得平缓，如图 1-3 (a)。

若含水层变厚时则潜水流过的断面加大，渗流速度变慢，水力坡度变缓，潜水面就变得平缓了，如图 1-3 (b) 所示。

3) 地表水体的变化改变潜水面形状。当潜水向河道排泄时，潜水面为倾向河谷的斜面。当河水位升高，河水反补给潜水时，则潜水面出现凹形曲线，最后变为从河水倾向潜水的曲面。

由上可知潜水面的变化主要决定于地形（包括岩层底板）、岩性的变化、岩层加厚或变薄以及地表水体的影响。这些问题在找水定井中应予以注意。

★4) 潜水等水位线图。在平原地区，水利系统已设置众多的常规观测井。将不同时间观测到的地下水位资料，连接起来就能绘制出潜水等水位线图。图 1-4 所示。

潜水等水位线在水文地质勘探中有如下用处：

1) 确定潜水流的方向。潜水总是沿着潜水面坡度最大的方向流动，垂直等水位线的方向就是潜水的流向。图 1-4 中箭头所指方向即为流向。

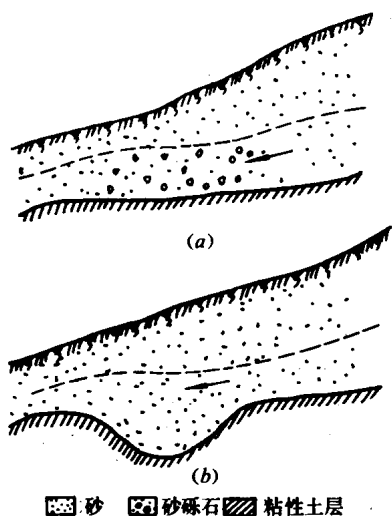


图 1-3 潜水面与含水层透水性及厚度的关系

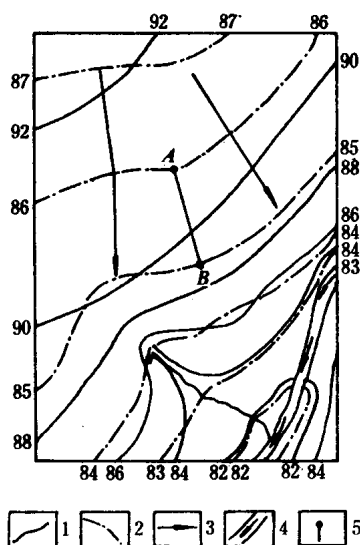


图 1-4 潜水等水位线图

1—地形等高线；2—潜水等水位线；

3—地下水流向；4—河流及流向

则说明含水层的岩性或厚度发生了改变：岩性有细变粗，潜水等水位线之间距离相应变疏；当含水层厚度增大时，等水位线间距则加大。反之则变密。

除此之外还能分析地表水对潜水的相互补排关系和泉水出露点及是否会形成沼泽化和盐碱化等问题。

三、承压水形成条件及等水压线图应用

(一) 承压水形成条件

承压水的形成与地层、岩性和地质构造有关，不论孔隙水、裂隙水和喀斯特水在适当的水文地质条件下，均会形成承压水。

2) 计算潜水的水力坡度。当潜水面的倾斜坡度不大时，两等水位线之间高差，除以两等水位线之间的距离图 1-4 中的 A、B。即为两等水位线间的平均水力坡度。

3) 确定潜水的埋藏深度。当地形等高线与等水位线绘于同一张图上，地形等高线与等水位线相交之点二者高差即为该点潜水的埋藏深度。

4) 推断含水层岩性或厚度的变化。当地形坡度变化不大，而等水位线间距离有明显的疏密不等的变化，

一般说形成承压水的条件：

- 1) 地下水补给区出露的地形比较高。
- 2) 上、下有弱透水层（或隔水层）阻隔。
- 3) 开采区较之补给区地形低。
- 4) 排泄区有岩层、断层等的阻挡（当阻挡的岩层、断层上游岩性破碎时，常形成泉）。

根据上述承压水的形成条件，大致有以下几种承压构造。

1. 向斜盆地中的承压水

向斜盆地又称自流盆地。盆地可分为补给区，图 1-5 中的 A；承压区图 1-5 中的 B 段；排泄区图 1-5 中的 C 段。图 1-5 中 A 区中的 a，为潜水区；B 区中的 b 为自流水区；C 区中的 c 为潜水区。

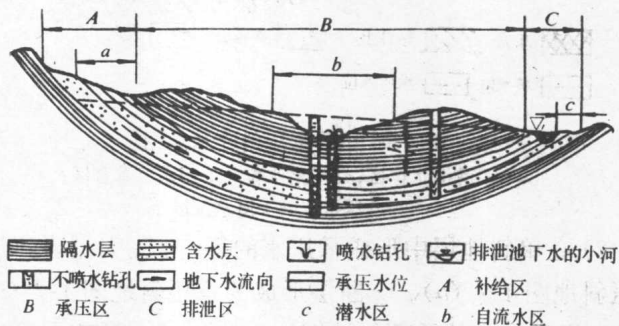


图 1-5 向斜盆地中的承压水

由图 1-5 可知，地下水从补给区向排泄区流动时，经过了潜水区，承压区（地下水水柱高度高于不透水层的顶板，产生静水压），然后由排泄区排出（排泄区中的潜水区 c 有时面积大，有时面积小，随上游降水补给的大小、强弱而改变）。

2. 单斜地层中的承压水

透水岩层上复隔水层组成的单斜构造，在适当的地质条件下可形成单斜承压水层，也称承压斜地。

1) 透水层和隔水层相间分布的承压斜地。当地层向某方向倾斜，且透水层与隔水层相间分布，地下水进入两隔层之间的透水层后，便形成承压水。图 1-6 所示，图 1-6 中的 A 是潜水区，B 是潜水位与承压水位相同逐渐过渡到 C 区承压水位高于潜水位，形成第四系单斜和承压区。

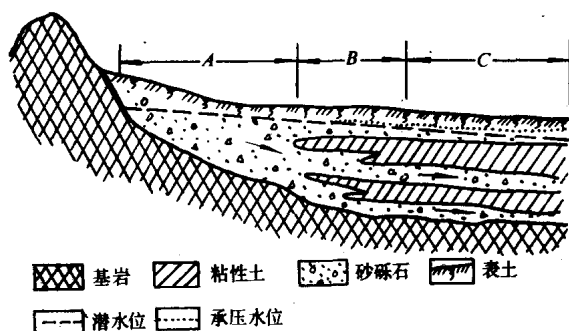


图 1-6 山前承压斜地示意图

A—只有潜水位区；B—潜水位与承压水位重合区；

C—承压水位高于潜水位区

2) 在单斜地层中形成承压水的还有：①大型岩体形成的承压斜地图 1-7 (a)。②断层形成的承压斜地图 1-7 (b)。③岩墙、岩脉形成的承压斜地图 1-7 (c)。④弱透水层形成的承压斜地图 1-7 (d)。

★ (二) 等水压线图

根据水利部门的长期观测资料，绘制出若干井承压水等水压线图，图 1-8 所示。

等水压线图与等潜水位线图应用时有所不同：等潜水位线图的水位高程是实的，即查出的水位高程，并钻到此高程