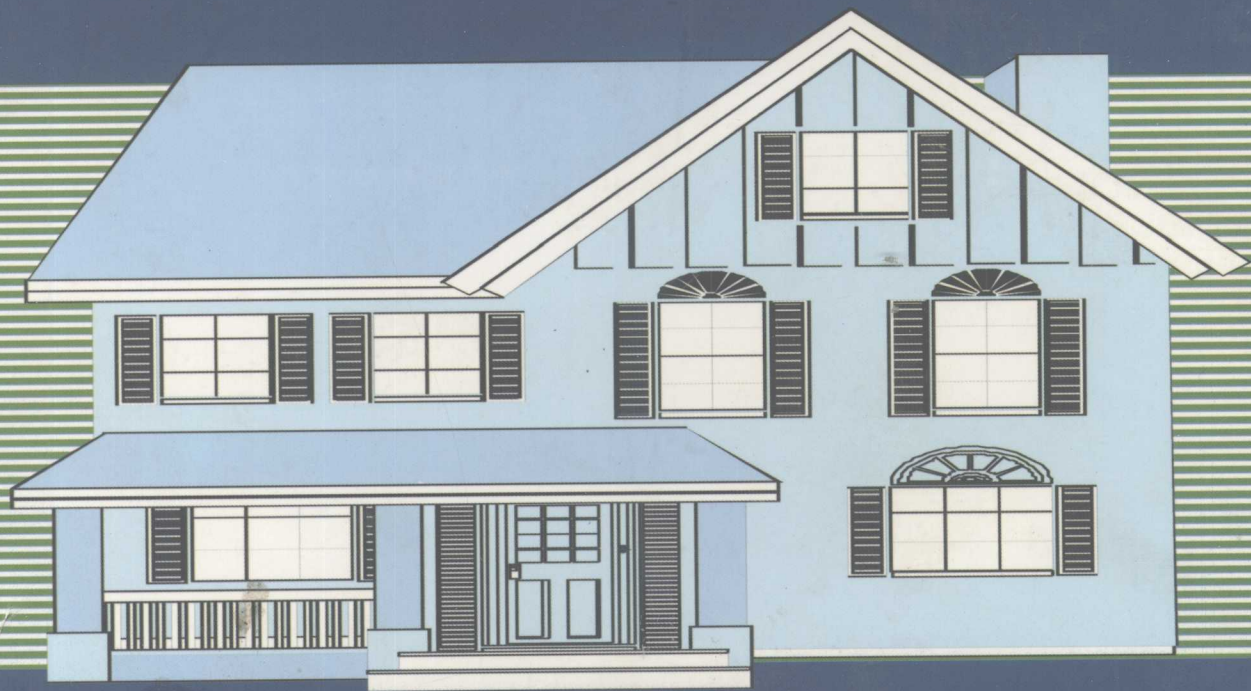


中国小城镇规划与公用民用 建筑模式设计

主编/何国松



中国建筑工业出版社

综上所述,该镇最高日用水量为

$$\begin{aligned} Q &= 1.2 \times (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) \\ &= 1.2 \times (0.7146 + 1.23 + 0.14 + 0.0775) \\ &= 2.60 \text{ (万 m}^3/\text{d)} \end{aligned}$$

该镇最高日平均时用水量

$$Q_c = \frac{Q}{24} = \frac{26\,000}{24} = 1083.3 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

该镇的工商业发展较快,房屋卫生设备较完善,并参考相邻城镇的情况,取时变化系数为 1.5,则最高日最高时用水量为

$$Q_{\max} = 1.5 \times 1083.3 = 1624.95 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

给水管网最高日最高时的设计秒流量

$$q_{\max} = \frac{1\,624.95}{3\,600} = 451.4 \text{ (L/s)}$$

三、小城镇水源选择

(一) 水源种类

城镇的给水水源分为地面水和地下水两大类。

地面水包括江、河、湖、海水与水库水等。地下水包括潜水、承压水、裂隙水、溶岩水和泉水等。

1) 地面水源

(1) 江河水

我国江河水水源丰富,除山区河流外,一般径流量较大,适合于城镇取水,但江河水质易受污染,常带有很多的悬浮物质,有些地区的河流含砂量较高,或有机物和细菌含量较高,矿化度、硬度较低。选用江河水作为水源,一般都要经过净化处理工艺。

(2) 湖泊及水库水

湖泊和水库水作为给水水源,一般水量较大,水质较清,悬浮物较少,但水中易繁殖藻类及浮游生物,在给水处理工艺中需加以注意。

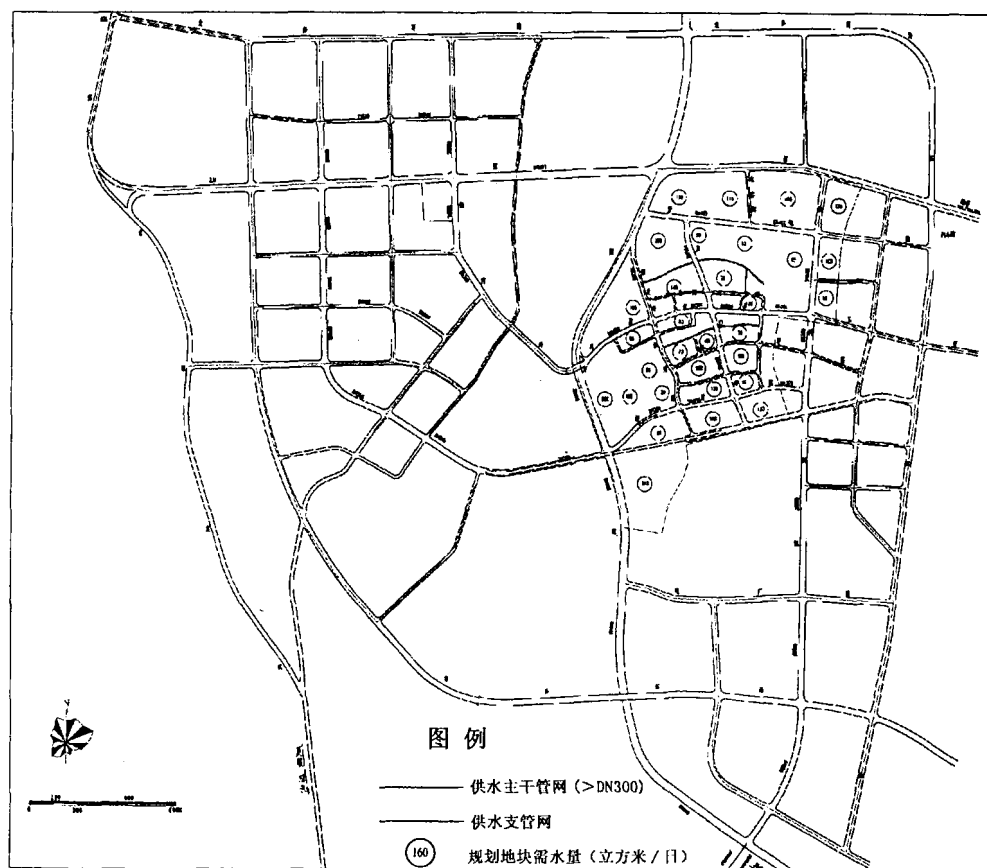
(3) 海水

海水作为冲洗水和冷却水,在我国的不少地区已有使用。作为饮用水水源,由于处理成本较高,目前还不普及。

2) 地下水源

地下水存在于土层和岩层中。透水性较好的土层和岩层称做透水层,也叫含水层。透水性极差或不透水的为隔水层。

埋藏在地面下第一个隔水层上的地下水叫潜水,潜水有自由水面,主要靠河流和雨水



给水工程规划

下渗补给。潜水的储量较丰富，但易受污染，须做好防护。

处于两个不透水层之间的水叫层间水，如果层间水有压力，又称为承压水；承压水在我国分布较广泛，一般埋藏较深，不易受污染，常用作给水水源。

涌出地表的地下水叫泉水，主要有自流泉和潜水泉。自流泉由地下承压水补给，水量稳定，水质好，可作为给水水源。

地下水和地面水相比，其优点是：水质条件好，尤其是承压水，其上覆盖有不透土层，可防止来自地表的污染，建设投资省，规模可大可小，易于卫生防护等。

(二) 水源选择

水源是城镇选择用地的条件之一，水源是否良好和充足，将直接影响城镇的发展。因此在规划阶段必须对水源情况作深入细致的调查，了解水源的水文、气象、地形、地质及水文地质资料，做好水资源的勘察和资料的分析工作。选择水源必须从城镇远、近期的发展要求出发，综合考虑以下几个方面的因素。

1) 有足够的水量

水源的水量要充足，能满足居民生产和生活用水的需求。当采用地面水作为给水水源

时,其设计枯水流量的保证率,小城市不低于 90%,建制镇的设计枯流量保证率可根据具体情况适当降低。地下水作为给水水源时,地下水的取用量不得大于地下水的可开采储量。开发地下水必须做好地下水源的勘察工作,以防止过量开采地下水而造成地面下沉和地下水位下降等现象。

无论用地面水源还是地下水源,都要根据水资源的情况,平衡城镇远、近期的用水量,同时考虑附近农业用水的要求,以免城镇发展后引起水量不足和工农业争水的矛盾。

2) 有良好的水质

确定给水水源时,应尽可能搜集水源历年的水质资料,如水源的物理、化学、生物、细菌等化验分析资料,汛期洪水资料等;调查影响水质的因素;研究污染物的来源及处理措施。

采用地面水源时,水源水质应根据《地面水环境质量标准》(GB3838—88)来判别。水源为高浊度江河水时,水源地应选在浊度相对较低的河段或有条件设置避砂峰调蓄设施的河段,并应符合国家现行标准《高浊度水给水设计规范》(CJJ40)的规定;当水源为咸潮江河水时,水源地应选在氯离子含量符合有关标准规定的河段或有条件设置避咸潮调蓄设施的河段;当水源为湖泊水或水库水时,水源地应选在藻类含量较低、水位较深和水域开阔的位置,并应符合国家现行标准《含藻水给水处理设计规范》(CJJ32)的规定。作为饮用水源,还需符合《生活饮用水水源水质标准》(CJ3020—93)中关于水源水质的若干规定。

符合卫生要求的地下水,应优先作为给水饮用水水源。按照开采和卫生条件,通常按泉水、承压水、潜水的顺序选择地下水源。

3) 国民经济其他部门用水对城镇水源的影响

在选择水资源时,必须配合经济计划部门制定水资源开发利用规划,全面考虑,统筹安排,正确处理与给水工程有关部门如农业、水力发电、航运、旅游、水产养殖、排水等方面的关系,以求合理地综合利用和开发水资源。

4) 技术经济比较

在对城镇水资源的水量、水质、工程地质、水文地质、地形等情况进行调查分析后,结合城镇远、近期发展,进行多方面的技术经济比较。当有多种水源可供选择时,应首先选择地下水作为给水水源。在地下水缺乏的城镇,应首先考虑采用天然江河水、湖泊水,其次考虑拦河筑坝蓄水库作为水源。

(三) 水源卫生保护

为了防止给水水源被各种工业废水和生活污水污染而恶化,必须对给水水源采取卫生保护措施,设置防护地带。

国家对水源,尤其是生活饮用水源,制定了很多法规。主要有《地面水环境质量标准》(GB3838—88)、《饮用水水源保护区污染防治管理规定》、《生活饮用水水源水质标准》

(CJ3020—93)、《生活饮用水卫生标准》(GB5749—85)、《水污染防治法》等。

1) 地表水源的卫生保护

在饮用水地表水源取水口附近划定一定的水域和陆域作为饮用水地表水源的一级保护区,其水质标准不低于《地面水环境质量标准》(GB3838—88)的Ⅱ类标准。在一级保护区外,还可划定一定的水域和陆域作为二级保护区,其水质标准不低于《地面水环境质量标准》(GB3838—88)的Ⅲ类标准。

(1) 取水点周围半径 100 m 的水域内严禁捕捞、停靠船只、游泳和从事可能污染水源的任何活动,并应设有明显的范围标志。

(2) 河流取水点上游 1 000 m 至下游 100 m 的水域内,不得排入工业废水和生活污水;其沿岸防护范围内不得堆放废渣;不得设立有害化学物品的仓库、堆栈或装卸垃圾、粪便和有害物品的码头;沿岸农田不得使用工业废水或生活污水灌溉及施用有持久性或剧毒的农药,并不得从事放牧等可能污染该段水域水质的活动。

作为饮用水水源的水库和湖泊,应根据不同情况,将取水点周围部分水域或整个水域及其沿岸列入此范围,并按上述要求执行。

受潮汐影响的河流取水点上、下游的防护范围,由水厂会同当地卫生防疫站、环境卫生监测站根据具体情况研究确定。

(3) 在取水点 1 000 m 以上的范围,污染物的排放量应根据河流的自净容量和国家的排污标准,保证使河流水质不低于《地面水环境质量标准》(GB3838—88)的有关要求。

(4) 水厂生产区范围应明确划定并设立明显标志,在生产区外围不小于 10 m 的范围内,不得设置生活居住区和修建禽畜饲养场、渗水厕所、渗水坑;不得堆放垃圾、粪便、废渣或铺设污水渠道;应保持良好的卫生状况和绿化。单独设立的泵站、沉淀池和清水池外围不小于 10 m 的区域内,其卫生要求与水厂相同。

2) 地下水源的保护

(1) 地下取水构筑物的防护范围应根据水文地质条件、取水构筑物的形式和附近地区的卫生状况进行确定,一般由取水点算起保护半径为 10~20m。

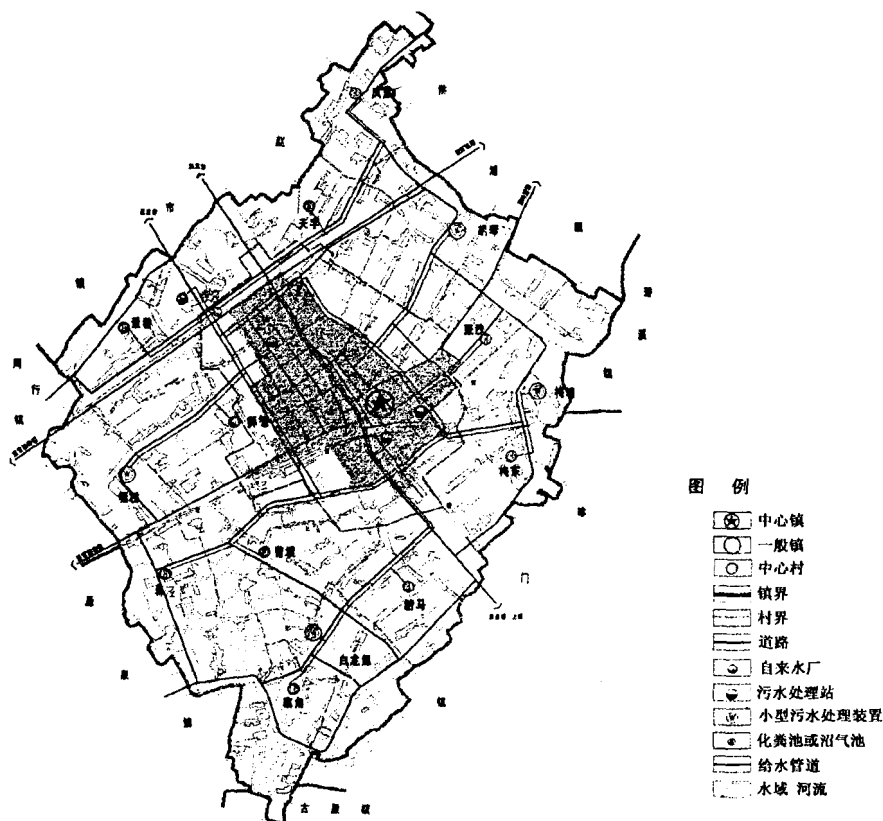
(2) 在单井或井群影响半径范围内,不得使用工业废水或生活污水灌溉及施用有持久性或剧毒的农药,不得修建渗水厕所、渗水坑、堆放废渣或铺设污水渠道,并不得从事破坏深层土层的活动。如取水层在水井影响半径范围内不露出地面或取水层与地面水没有互相补充关系时,可根据具体情况设置较小的防护范围。

(3) 在地下水水厂生产区范围内,应按地面水水厂生产区要求执行。

四、取水构筑物

(一) 地下水取水构筑物

由于地下水的类型、埋深、含水层性质及其厚度等各不相同,开采和集取地下水的方



镇域排水工程规划图

法和取水构筑物的形式也各不相同。地下水取水构筑物有水井、渗渠、引泉构筑物等。

1. 水井

水井是普遍使用的一种地下水取水构筑物，按其结构形式不同分为管井、大口井、辐射井。用以开采潜水时叫潜水井，开采承压水时叫承压水井，当水井穿过整个含水层抵达不透水底板时称为完整井，否则称为不完整井。

2. 管井

管井是一种细而长的具有管状结构的水井，故称为管井。用于开采深层地下水。

管井的直径一般为 50 ~ 1000mm，常用 150 ~ 600mm，井深一般为 20 ~ 1000m，常用井深在 200m 以内，单井出水量约为 500 ~ 6000m³/d。随着凿井技术的不断发展，直径大于 1000mm，井深大于 1000m 的管井已有所使用。

管井由于施工方便，深度范围大，对各种含水层具有较强的适应性。尤其对于埋深大的含水层，是其他取水构筑物所不能替代的。因而管井是应用最广泛的一种地下水取水构筑物。

1) 管井的构造

管井由井室、井壁管、过滤器、沉淀管组成。如图 1-1 所示。

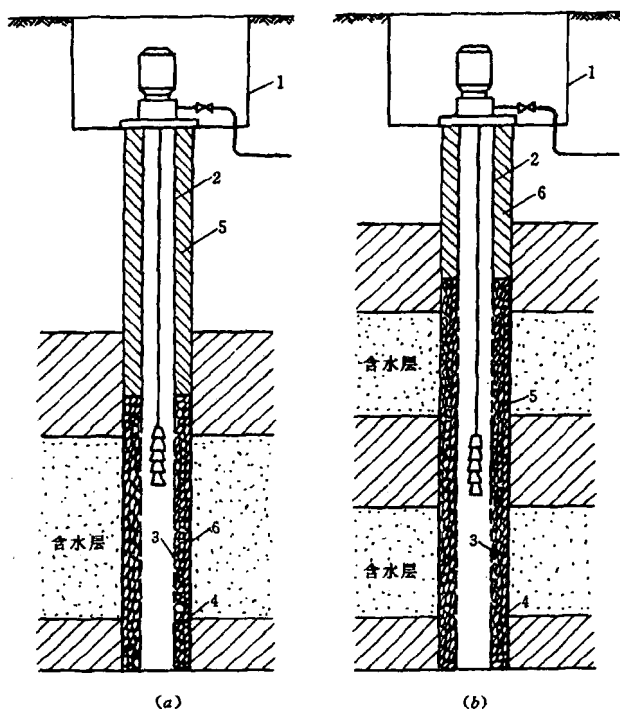


图 1-1 管井的构造

(a) 单层过滤器管井; (b) 多层过滤器管井

1-井室; 2-井壁管; 3-过滤器; 4-沉淀管; 5-粘土封闭; 6-人工填砾

①井室。井室是用以安装抽水设备（水泵及出水管、配电设备）、保持井口免受污染和进行维护管理的场所。根据抽水设备不同分为深井泵井室、潜水泵井室、卧式泵井室；根据井室结构形式的不同又分为地面式、地下式、半地下式，如图 1-2 所示。

地面式井室采光通风条件好，维护管理方便；地下式井室防寒条件好，便于厂区规划。为了保证井室内设备有良好的运行维护环境，井室应有一定的采光、通风、防水和防潮设施。井口应高出地坪 0.3~0.5m，以免井室积水流入井内。为防止含水层被污染，井口四周一般用粘土或水泥等不透水材料封闭，封闭深度根据地质条件确定，一般不小于 3m。井室内地坪也宜用不透水材料铺设。井口应避免直接与外界相通，以防污染物进入井内。

②井壁管。井壁管的作用是加固井壁，隔离水质不良的含水层或水头较低的含水层，它作为出水的通道安装泵管。井壁管应具有足够的强度，内壁光滑圆整，以便安装抽水设备；备和井的清洗、维修。井壁管的管材可用钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、石棉水泥管、塑料管等。金属管的强度高，适用井深大，但耐久性能较差；非金属管强度低，重量

大, 适用的井深小, 但耐久性能好。

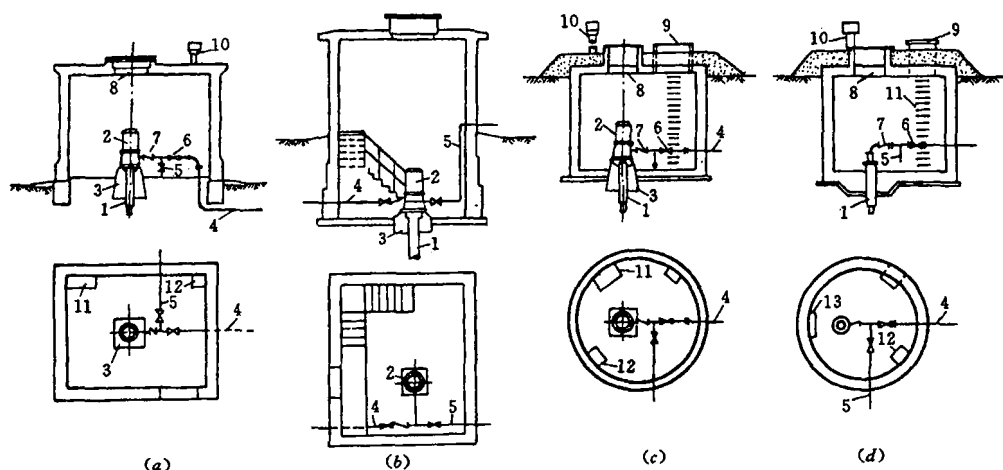


图 1-2 井室

(a) 地面式深井泵井室; (b) 半地下式深井泵井室; (c) 地下式深井泵井室; (d) 地下式潜水泵井室

1-井管; 2-水泵机组; 3-水泵基础; 4-出水管; 5-排水管; 6-阀门; 7-单向阀;

8-安装孔; 9-人孔; 10-通风孔; 11-爬梯; 12-排水坑; 13-控制柜

井壁管直径应按抽水设备外形尺寸确定, 当采用深井泵和深井潜水泵时, 井壁管内径应大于水泵井下部分最大外径 100mm。在井深不大、含水层稳定的情况下, 采用同一直径钻头一次钻进成孔, 井径上下相同。当井深较大, 含水层不够稳定时采用分段钻进法。开始钻进时以 d_1 直径钻进到 h_1 深度, 然后下井管 1 以保护井壁并保持井的垂直钻进。然后将孔径缩小到 d_2 钻进 h_2 深度, 下管 2。以此类推, 以 d_3 直径钻进到设计井深, 放入管 3, 在管 3 中放入过滤器 4。最后拔出管 3, 露出过滤器, 并在井内切短管 2、管 3 (也可不切)。相邻两井壁管口径相差 50mm 左右, 两段重叠 3~5m, 其环形间隙用水泥封填, 见图 1-3。

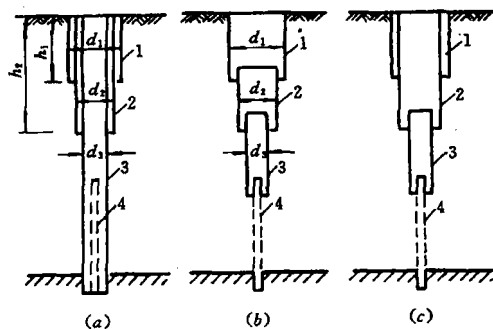


图 1-3 分段钻进时井壁管的构造

③过滤器。过滤器是管井的进水部分, 它安装在含水层中用以集水并保持含水层的稳定, 阻止沙、砾石等进入井内。过滤器是管井的关键部分, 它的构造、材质、施工安装质

量对管井的水量、含沙量和工作年限有很大影响。过滤器应具有足够的强度和抗蚀性，具有良好的透水性且能保持人工填砾和含水层的渗透稳定性。常用的过滤器有如下几种。

A. 钢筋骨架过滤器。由直径 16mm 的竖向钢筋（间距 30~40mm）及环向支撑环（间距 250~300mm）、两端连接短管焊接而成，如图 1-4 所示。由于此过滤器孔眼较大，故一般仅用于不稳定的裂隙、砂岩或砾石含水层，它主要作为其他形式过滤器的骨架。钢筋骨架过滤器用料省、易加工、孔隙大，但抗压强度、抗腐蚀能力低，不宜用于深度大于 200m 的管井和侵蚀性强的含水层。

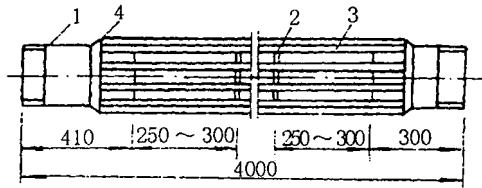


图 1-4 钢筋骨架过滤器（标注尺寸单位：mm）

1-短管；2-支撑环；3-钢筋；4-加固环

B. 穿孔过滤器。此过滤器是在管材表面开设圆形或条形进水孔加工而成，如图 1-5 所示。管材可用钢管、铸铁管、钢筋混凝土管及塑料管。穿孔过滤器可用于砾石、卵石、砂岩、砾岩和裂隙含水层。较多地作为其他过滤器的骨架。

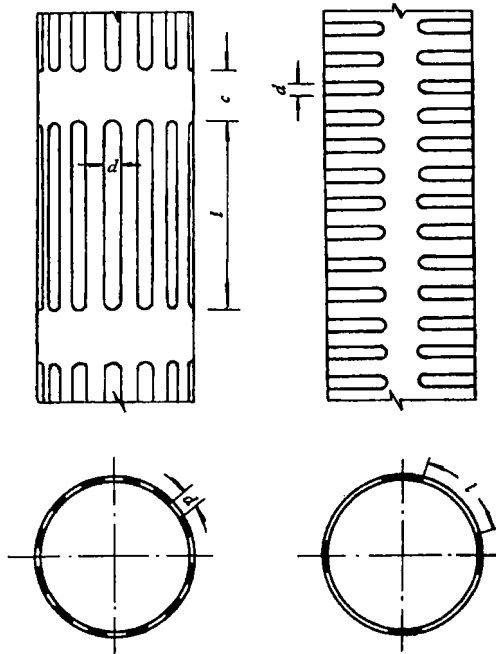


图 1-5 穿孔过滤器

过滤器的孔眼直径或缝隙宽度 d 应与含水层或人工填砾的粒径相适应。适宜的孔眼尺寸能使细小颗粒在洗井时随水流进入井内排走而截留住较大的颗粒，从而在过滤器周

围形成由细到粗的天然反滤层,如图1-6(a)所示。这有利于保持含水层的稳定性,提高过滤器的透水性,改善过滤器工作性能,提高管井出水量,延长使用年限,减小出水含沙量。表1-1为不填砾石的过滤器孔眼直径或缝隙宽度的数据。为了保证穿孔过滤器的强度,开孔面积占管表面积的比例不宜太大,各种管材允许开孔率为:钢管30%~35%,铸铁管18%~25%,钢筋混凝土管10%~15%,塑料管10%。孔眼应均匀布置在管表面。

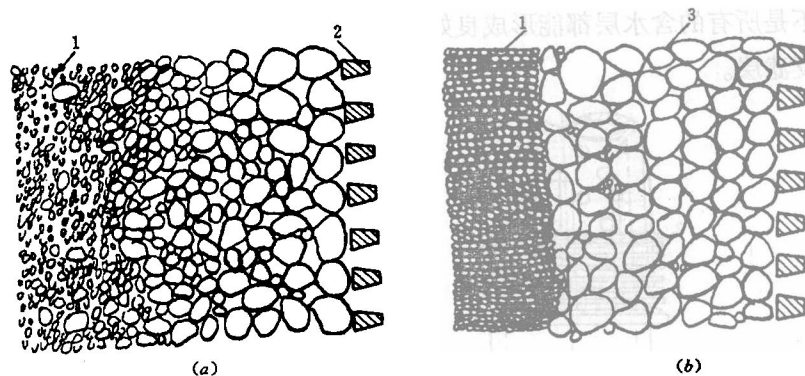


图1-6 过滤器周围反滤层

(a) 天然反滤层; (b) 人工反滤层

1-含水层; 2-过滤器; 3-人工填砾

C. 缠丝过滤器。它是以钢筋骨架或穿孔过滤器为支撑骨架,在其外表面缠丝构成,如图1-7所示。在穿孔过滤器上缠丝时必须在穿孔管外垫以圆筋或扁铁以利进水顺畅。缠丝可以采用2~3mm镀锌丝、铜丝、不锈钢丝。在腐蚀性较强的含水层中宜用不锈钢等抗蚀性能好的金属丝或尼龙丝、增强塑料丝等。缠丝间隙根据含水层颗粒组成,参照表1-12。缠丝过滤器可以做成较小的间隙,故它能适用于粗沙含水层,同时适用于砾石和卵石含水层。

表1-12 过滤器的进水孔眼直径或宽度

过滤器名称	进水孔眼的直径或宽度 d	
	岩层不均匀系数 $d_{60}/d_{10} < 2$	岩层不均匀系数 $d_{60}/d_{10} > 2$
圆孔过滤器	$(2.5 \sim 3.0) d_{50}$	$(3.0 \sim 4.0) d_{50}$
条孔和缠丝过滤器	$(1.25 \sim 1.5) d_{50}$	$(1.5 \sim 2.0) d_{50}$
包网过滤器	$(1.5 \sim 2.0) d_{50}$	$(2.0 \sim 2.5) d_{50}$

注 1. d_{60} 、 d_{50} 、 d_{10} 指颗粒中按重量计算有60%、50%、10%的颗粒小于这一粒径。

2. 较强砂层取小值,较粗砂层取大值。

D. 包网过滤器。它是以钢筋骨架或穿孔过滤器为支撑骨架,在其外表面包网构成,如图1-8所示。包网可采用直径为0.2~1.0mm的铜丝、镀锌丝、不锈钢丝或尼龙丝编成。网眼尺寸参照表1-12确定。包网过滤器适用于粗砂、砾石、卵石含水层;与缠丝

过滤器相比，包网过滤器安装容易，但包网易被细小颗粒堵塞，易被腐蚀，因此，它将逐渐被缠丝过滤器取代。

E. 填砾过滤器。在上述过滤器外围与含水层之间填入一定级配的砾石，形成滤水阻沙的反滤层，统称为填砾过滤器，如图 1-6 (b) 所示。对于中细砂含水层，由于颗粒太细小，过滤器的孔眼直径或宽度很难与其相适应，而天然反滤层是由含水层中骨架颗粒迁移而成的，不是所有的含水层都能形成良好的天然反滤层，因此，在工程中常用人工反滤层代替天然反滤层。

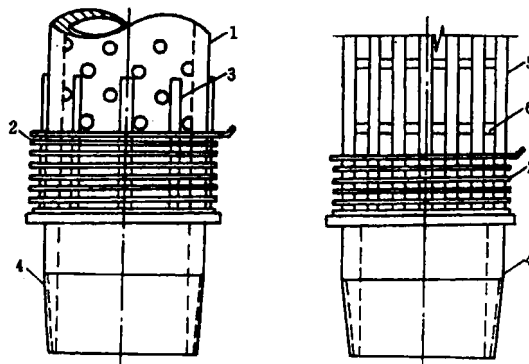


图 1-7 缠丝过滤器

1-穿孔管；2-缠丝；3-垫筋；4-连接管；5-钢筋；6-支撑环

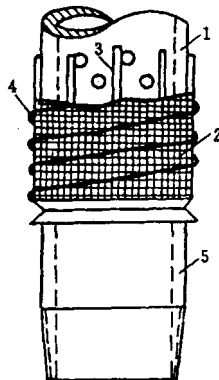


图 1-8 包网过滤器

1-穿孔管；2-包网；3-垫筋；4-缠丝；5-连接管

填砾过滤器适用于各类沙质含水层和砾石、卵石含水层。填砾粒径应根据含水层粒径确定，它与含水层粒径之比应为

$$\frac{D_{50}}{d_{50}} = 6 \sim 8$$

式中 D_{50} ——填砾平均粒径，填砾中粒径小于 D_{50} 的颗粒占总重量的 50%；

d_{50} ——含水层平均粒径, 含水层中粒径小于 d_{50} 的颗粒占总重量的 50%。

填砾过滤器的孔眼尺寸等于 D_{50} 。

填砾厚度视含水层性质而定, 一般采用 75 ~ 150mm, 含水层颗粒细者取大值。当施工条件许可时加大填砾厚度是有利的, 它可扩大含水层与填砾的接触面, 增大进水面积, 降低进水流速, 保证含水层渗透稳定性, 同时也降低了进水水头损失, 有利于提高井的出水量。

F. 砾石水泥过滤器。它是由砾石和水泥浆胶结而成; 又称无砂混凝土管。它具有较大的孔隙率和一定的透水性。常用砾石粒径 3 ~ 5mm, 灰砾比 1:6, 水灰比 0.32 ~ 0.46, 孔隙率可达 20%。

砾石水泥过滤器取材容易, 制作方便, 价格低廉, 但该过滤器强度低, 重量大, 在细粉沙或含铁量高的含水层中易堵塞。使用时也在其周围填入一定规格的砾石。

④沉淀管。沉淀管接在过滤器的下端, 用以沉淀进入井内的细小沙粒和自地下水中析出的沉淀物。沉淀管长度根据井深和含水层出沙大小而定, 一般为 2 ~ 10m, 井深小于 20m 时, 沉淀管长取 2m, 井深 21 ~ 90m 时取 5m, 井深大于 90m 时取 10m。

2) 管井的建造

管井的施工一般包括钻凿井孔、井管安装、填砾石、管外封闭; 洗井和抽水试验等过程。

①凿井孔。钻凿井孔的主要方法有冲击钻进和回转钻进, 对井深小于 20m 的浅井还可以用挖掘法、击入法、水冲法。

冲击钻进主要是依靠冲击钻头对地层的冲击作用钻凿井孔。冲击钻头具有刃角结构, 冲击钻机提起冲击钻头及钻杆至一定高度, 然后突然放下, 钻头连同钻杆依靠自重落下, 冲击切削土层, 土层受到冲击切削而破碎。如此往复运动, 当钻进到一定深度后 (约 0.5m), 取出钻具, 向井内放下抽筒取出碎岩土。如此继续钻进, 直至设计井深。在钻进过程中应用清水、泥浆或套筒护壁, 以防井壁坍塌。冲击钻进法每钻入一定深度就要放入抽筒取土, 因此, 钻进是不连续的, 钻进效率较低, 但冲击钻进法机具设备简单、轻便, 仍不失为供水水井施工广泛采用的一种方法。

回转钻进是依靠钻头旋转时对土层的切削、挤压、研磨破碎作用钻凿井孔。一般回转钻机是用安装在地面的卧式动力机通过转向齿轮带动立式钻杆转动, 钻杆驱动钻头在井孔中旋转。钻进过程中切削的碎土必须及时排至井外, 保证钻进的顺利进行。工程中采用向井孔底注入泥浆, 当泥浆返回井口时带出碎岩土。根据泥浆流动的方向和钻头型式, 回转钻进可分为正循环回转钻进, 反循环回转钻进和岩心回转钻进。

正循环回转钻进时, 泥浆泵从事先调制好的泥浆池中吸取泥浆, 通过胶管、提引水龍頭, 沿钻杆腹腔向下喷至工作面上。泥浆与切碎的岩土混合在一起, 沿钻杆外围环形井孔上升至井口, 流入泥浆池, 经沉淀去除岩土后再作为循环泥浆使用, 如图 1-9 所示。

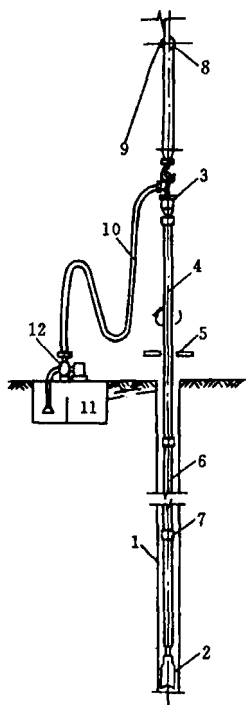


图 1-9 正循环回转钻进

1-井孔；2-钻头；3-提引水龙头；4-方形钻杆；5-方形钻盘；6-圆形钻杆；
7-接箍；8-滑轮；9-钢丝绳；10-胶管；11-泥浆池；12-泥浆泵

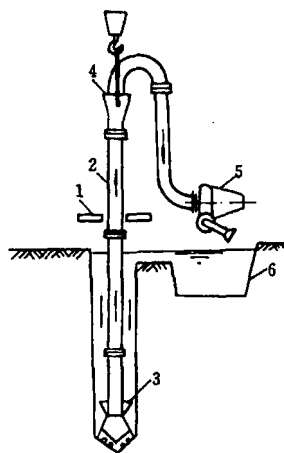


图 1-10 反循环回转钻进

1-转盘；2-钻杆；3-钻头；4-提引水龙头；5-泥浆泵；6-泥浆池

反循环回转钻进是为克服正循环回转钻进中泥浆上升流速低，难以将较粗大的颗粒带出井外的缺点而产生的一种钻进方法，如图 1-10 所示。泥浆泵的吸液管与钻杆上端相连，工作时，泥浆从泥浆池流入井孔，从钻杆外环形孔流至工作面与切碎的岩土混合。

由于泥浆泵的抽吸作用,混合液被吸入钻杆中,沿钻杆上升,经过吸液管、泥浆泵、出液管送入泥浆池,经沉淀后再用。由于钻杆断面积小,因此上升流速大,能将较粗大的颗粒带出井外。但由于受到水泵吸上真空高度的限制,钻杆不能太长,以免产生过大的水头损失。因此反循环回转钻进的,深度有限,一般只达 100m 左右。

②下管。下管前应认真核对各含水层的岩性、深度,及时修正管井构造,如检查过滤器长度和位置等。一般可采用顶端吊装下管法。对井深大、重量大的井管可采用浮板下管法。它是利用混凝土或坚韧的木材制成托盘来托持全部井管,利用销钉将起重钢丝绳固定在托盘上,下管到位后抽出销钉,收回钢丝绳。下管过程中应防止井管偏斜和弯曲,并保证井管居中。

③填砾。下管后应在过滤器周围填入砾石。所填砾石应坚实、圆滑、洁净,粒径符合设计要求。填砾时要随时测量砾面高度,以了解填入砾石是否有卡堵现象。填砾应均匀连续进行。为防止砾石压实后过滤器顶端露出,填砾时应超填一定高度,一般砾石顶面高出过滤器 8~10m。

④井外封闭。用直径 25mm 左右湿润的粘土球填塞井壁管周围的空隙,以封闭不良含水层的水进入管井。当填至井口时应夯实。要求粘土球下沉时不化解,不得用松散的粘土直接填入,否则粘土会化解成粘土浆,不易沉积压实。

⑤洗井和抽水试验。洗井是为了洗净井孔、填砾及周围含水层中的泥浆,同时冲洗出含水层中部分细小颗粒,减少正常出水含沙量。洗井的方法有活塞洗井、压缩空气洗井、联合洗井。活塞洗井是利用安装在钻杆上带有活门的活塞,在井壁管中上下拉动,使过滤器周围形成径向往复运动的水流,冲洗出含水层中的泥浆和细小颗粒。压缩空气洗井是用一根压缩空气管伸入井管中,空气管的下端焊有 3~4 根沿井径向的短管,其上有若干小喷气孔,压缩空气经小孔向井壁呈涡旋形喷出,在井中形成紊乱的微涡流,产生局部的脉冲水压力进行洗井,上下移动空气管可洗净全井。

管井的抽水量越次,井内水位降落值越大,其间存在一定关系,其关系随着井的构造、井径、井深、含水层性质、补给状况不同而不同。抽水试验是为了测定不同水位降落值对应的出流量,用以确定井的水位降落值与出流量的关系,绘制水位降落—出流量关系曲线,作为选择抽水设备、确定安装高程和运行管理的依据。

(2) 大口井

大口井是一种口径大、深度较小、广泛开采浅层地下水的取水构筑物,由于口径大,故称为大口井。大口井的直径一般 5~8m,最大不宜超过 10m,农村或小型给水系统中也有采用直径小于 5m 的大口井。大口井深度一般在 15m 以内,单井出水量约为 500~10000m³/d。

大口井是依赖其较大的口径增大周边和井底进水面积提高出水量的,一般多用于埋深小于 12m、厚度在 5~20m 的含水层。大口井具有构造简单、取材容易、使用年限长、容

积大、能调节水量等优点。但大口井深度浅，对水位变化适应性差。

1) 大口井的形式与构造

大口井有完整式和非完整式。一般含水层较薄（5~8m）时，做成完整式；当含水层厚度大于10m时应做成非完整式。非完整式可采用透水的井底和井壁同时进水，进水面积极大，效果好。

大口井由井筒、井口、进水部分组成，如图1-11所示。

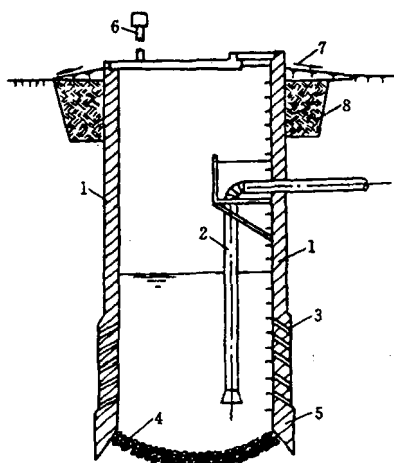


图1-11 大口井的构造

1-井筒；2-吸水管；3-井壁透水孔；4-井底反滤层；

5-刃脚；6-通风管；17-排水坡；8-粘土层

①井筒。井筒是大口井的主体，用以加固围护井壁，支承含水层，形成大口井的腔室，同时也起到隔离不良含水层的作用。

井筒为一圆柱形筒体，受力条件好，节省材料，且在平面上各向同性，有利于进水。用沉井法施工的井筒最下端应做成刃脚，以利于下沉过程中切削土层，便于下沉。为减小下沉摩擦阻力，刃脚部分的井筒外径比上部大10~20cm，使切削的井孔直径大于上部井筒直径。刃脚高度应不小于1.2m。井筒可用钢筋混凝土或砖、石等材料建造。

②井口。井口为大口井露出地表的部位，其作用是保护井口免受污染。为防止井外地表污水流入井内或沿井壁下渗，井口应高于地表不小于0.5m，并在井口周边修建宽度为1.5m的粘土封闭带。为避免杂物、洪水等进入井内，一般井口应加盖，井盖上设进入孔和通风管。当有防洪要求时，井盖应密闭，通风管应高于洪水位。当直接在井口上安装抽水设备时，井盖应符合水泵机组安装要求，水泵吸水管穿越盖板时应加设套管，以防泵房污水渗入。

③进水部分。进水部分有井壁进水孔或透水井壁、井底反滤层。

井壁进水孔是在井筒上开设水平或倾斜的孔，孔内填入一定级配的砾石反滤层，以利进水，如图1-12所示。水平孔施工较方便，采用较多，一般采用直径为100~200mm的

圆，孔或 $100\text{mm} \times 150\text{mm} \sim 200\text{mm} \times 250\text{mm}$ 的矩形孔，交错排列于井壁，开孔率为 15% 左右。斜孔一般采用直径 $100 \sim 200\text{mm}$ 的圆孔，由内到外向下倾斜，与水平面夹角不大于 45° 。为保持含水层渗透稳定性，进水孔中填有两层反滤层，外细内粗。外层砾石粒径应与含水层粒径相适应。

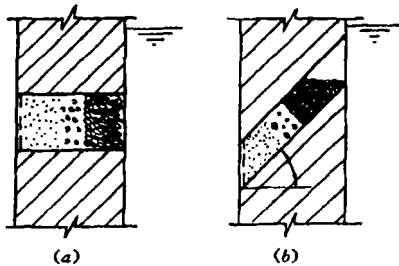


图 1-12 大口井井壁进水孔
(a) 水平孔；(b) 斜形孔

透水井壁是用无砂混凝土制成，可以整体浇筑，也可以用 $50\text{cm} \times 50\text{cm} \times 20\text{cm}$ 的无砂混凝土块砌筑。由于无砂混凝土强度较低，而大口井直径又较大，所以应每隔 $1 \sim 2\text{m}$ 高度设置环向钢筋混凝土圈梁一道，梁高通常为 $0.1 \sim 0.2\text{m}$ 。

井底反滤层是将大口井的整个井底做成可以进水的砾石反滤层，井底进水总面积大，进水效果好，是大口井主要的进水部分。其构造如图 1-13 所示，反滤层铺成锅底状，分 $3 \sim 4$ 层铺设，砾石自下向上逐渐变粗，每层厚度 $0.2 \sim 0.3\text{m}$ ，刃脚处渗透压力较大，为防止涌沙，厚度应加大 $20\% \sim 30\%$ 。含水层为细、粉沙时，层数和厚度应适当增加。

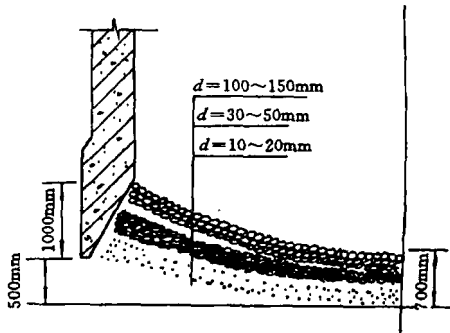


图 1-13 大口井井底反滤层

2) 大口井的建造

大口井的施工方法有大开槽法和沉井法。

①大开槽施工。按照井深度、直径和一定开挖边坡开挖好基坑，再在基坑内铺设井底反滤层、砌筑井筒，然后再回填各层土。用此法施工土方量大，施工排水费用高，对井周围含水层扰动大，一般只适用于建造直径小于 4m 、深度小于 9m 或地质条件不宜采用沉井

法施工的大口井。但大开槽施工法对井筒材料的适应性强,不仅可用钢筋混凝土,也可采用砖石材料。此法还便于井底反滤层施工,且可在井外围填反滤层,改善进水条件。

②沉井施工。在井位处先开挖较浅的基坑,然后在基坑上浇筑带有刃脚的井筒,待井筒达到一定强度后,在井筒内挖土。井筒在自重作用下切土下沉,随着下沉不断续接井筒,直至设计标高。再在井内做井底反滤层。沉井施工法技术要求高,在下沉过程中会出现井筒歪斜、下沉困难或到位后难以控制下沉趋势等问题,施工前均应做充分的准备。沉井施工法土方量少,排水费用低,施工安全,对含水层扰动小,对周围建筑物影响小,施工场地小;能用于软弱土层,因此地质条件许可时应尽量采用沉井施工。

(3) 辐射井

辐射井是由集水井和向四周辐射状水平或倾斜伸出的若干集水管组合而成。辐射井有两种形式:一是集水井底与辐射管同时进水;二是井底封闭,仅由辐射管集水。前者适用于厚度较大的含水层(5~10m),后者适用于较薄的含水层($\leq 5\text{m}$);辐射井比大口井更适用于开采埋深浅、厚度小的含水层。一般适用于开采埋深不大于12m、含水层厚度小于10m的含水层。单井出水量为 $5000 \sim 50000\text{m}^3/\text{d}$ 。

由于辐射井水平集水范围广,当辐射管沿河岸平行布置时可用于拦截集取河流地下补给水,如图1-4(a)所示。当辐射管垂直河流伸至河床下时,可拦截集取河流潜流水和河流下渗水,如图1-14(b)所示。

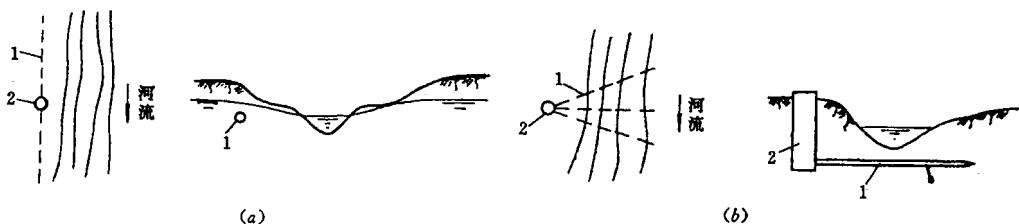


图 1-14 (a) 平行河流布置; (b) 垂直河流布置

1—辐射管; 2—集水井

1) 辐射井的构造

辐射井主要由集水井和辐射管组成,如图1-15所示。

①集水井。其作用是汇集辐射管来水,安装抽水设备以及作为辐射管施工的场所,对不封底的集水井兼有直接进水的作用。集水井的直径由安装抽水设备及辐射管施工要求而定,一般不应小于3m。集水井底应低于最下层辐射管口1.5m,以利辐射管施工。集水井通常采用钢筋混凝土建造,沉井法施工。

②辐射管。辐射管管径为50~250mm,常用75~100mm。当管径为50~75mm时,管长不超过10m,管径为100~250mm时,管长不宜超过30m。

辐射管孔眼可用圆孔或条形孔,孔径及条孔宽度应根据含水层粒径而定,参见表1-12孔眼应交错排列,开孔率15%~20%。为防止地表水沿集水井外壁下渗,除在井口外