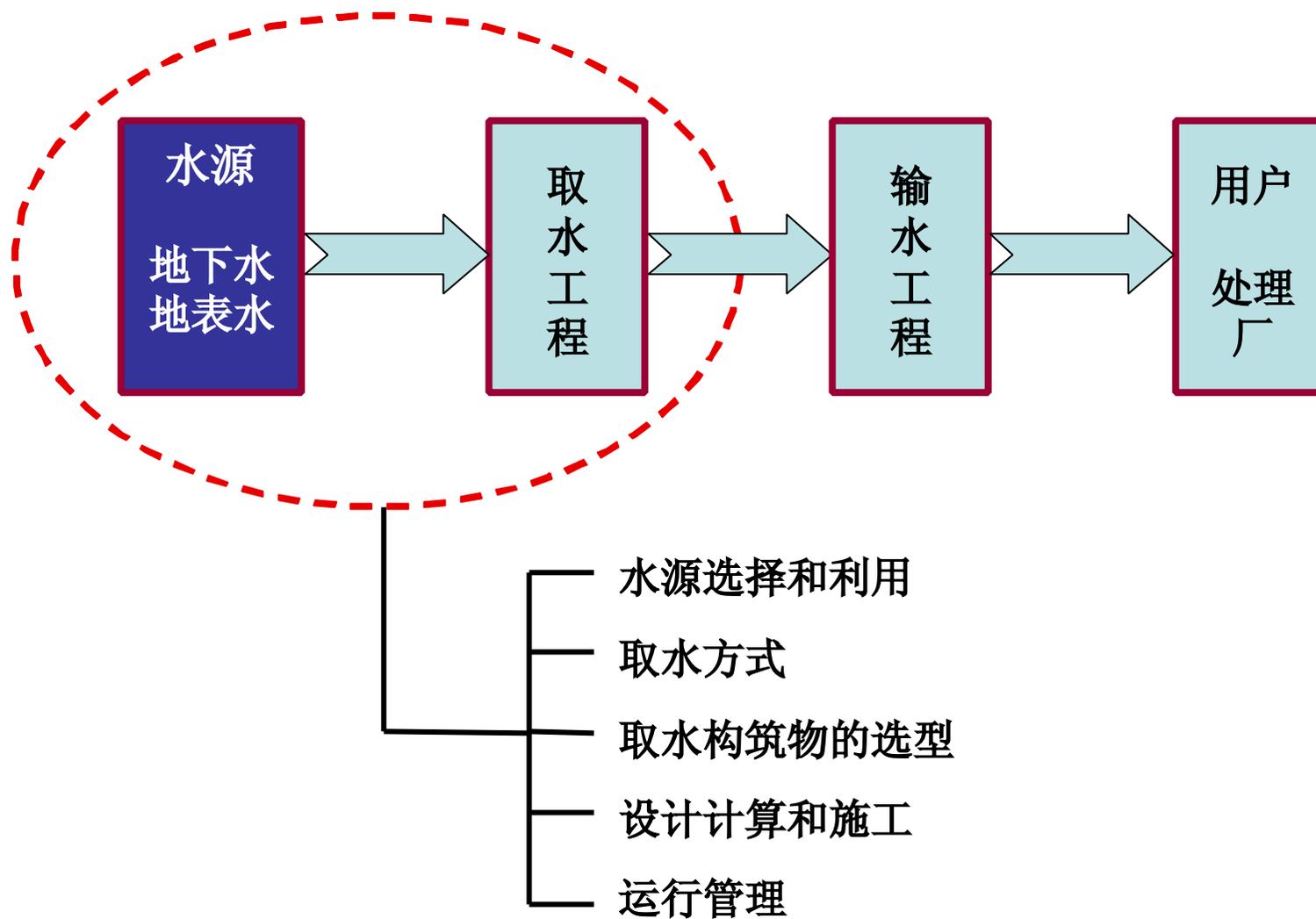




4.1 取水工程





4.1.1 地下水取水工程

主要问题：选择水源地、集水范围、构筑物形式。

(1) 水源地的选择

寻找潜水、承压水——考虑因素：

- ①含水量丰富及补给条件较好的地区；
- ②集水区域与地下水径流方向垂直；
- ③避开已建水源地的集水区域；
- ④避开排水区域，防止地下水污染；
- ⑤必须考虑地质环境问题；
- ⑥容易开采的水源；
- ⑦首先考虑更替周期较短的水源，以保护地下水自然储量的平衡。

(2) 构筑物类型

主要有：管井、大口井、辐射井、复合井、渗渠等。

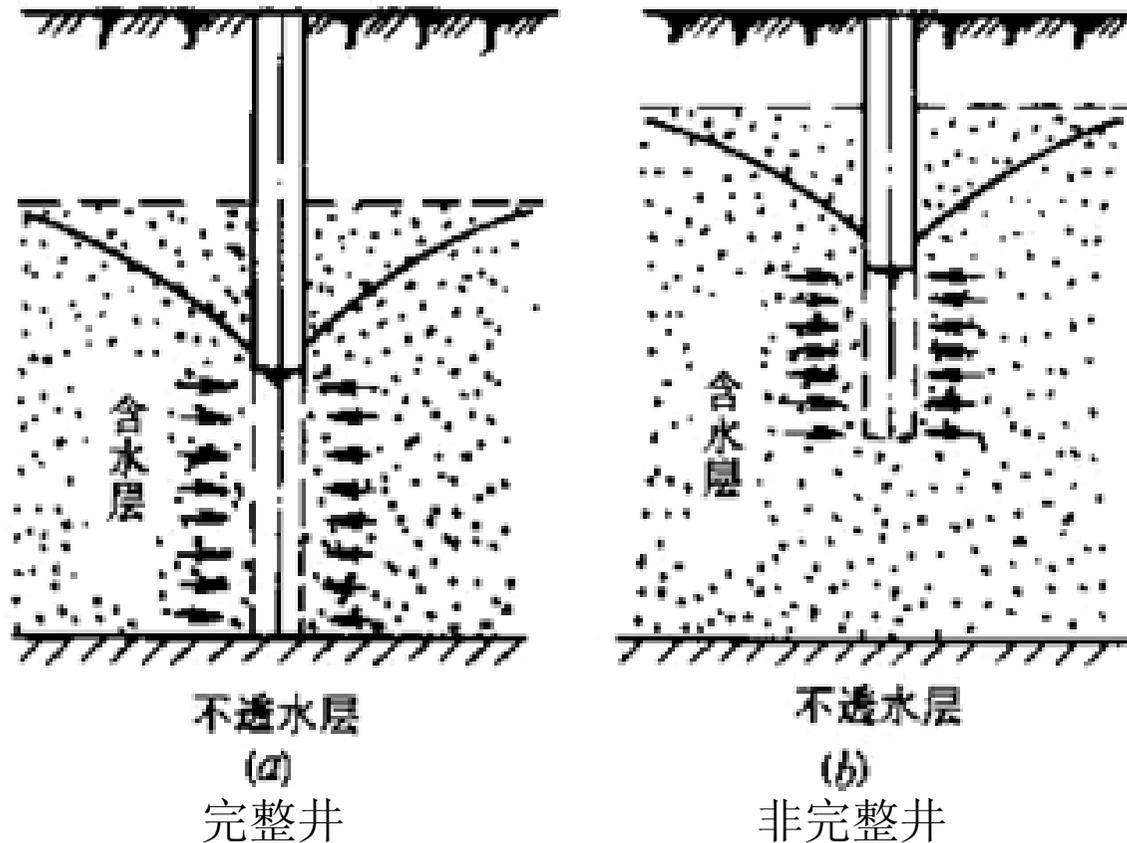


1) 管井

管井形式与构造

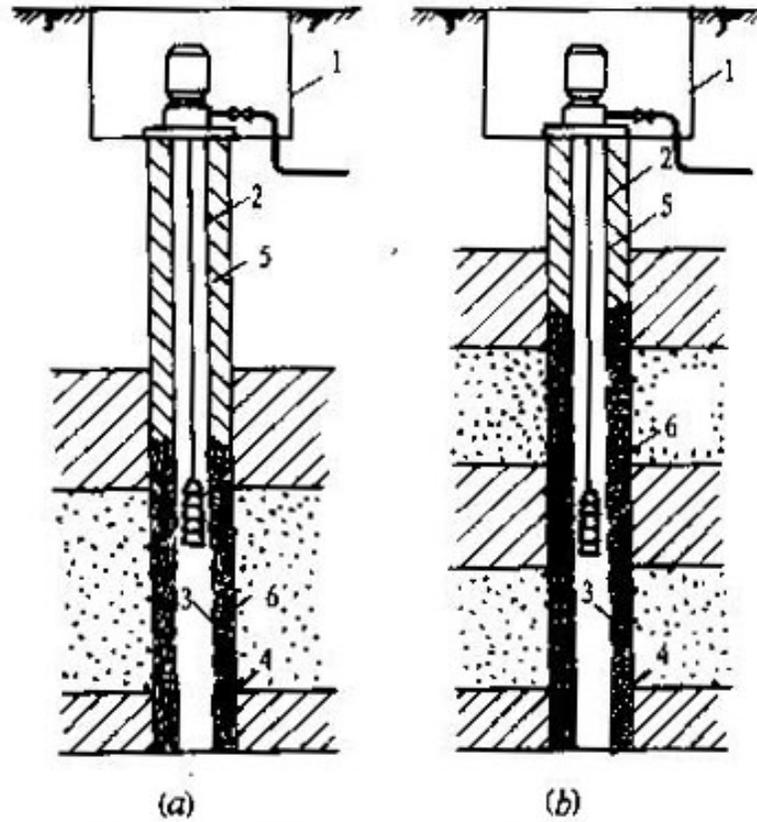
应用最多，适用各种地下水取水工程。如图：

管状、机械开凿、施工方便、适应性强，直径一般50~1000mm，深度可达1000m以上，常见直径500mm，深度200m。





管井构造由井室、井壁管、过滤器、沉淀管、止水、人工填砾滤层等组成。过滤器分单层和多层，如图。

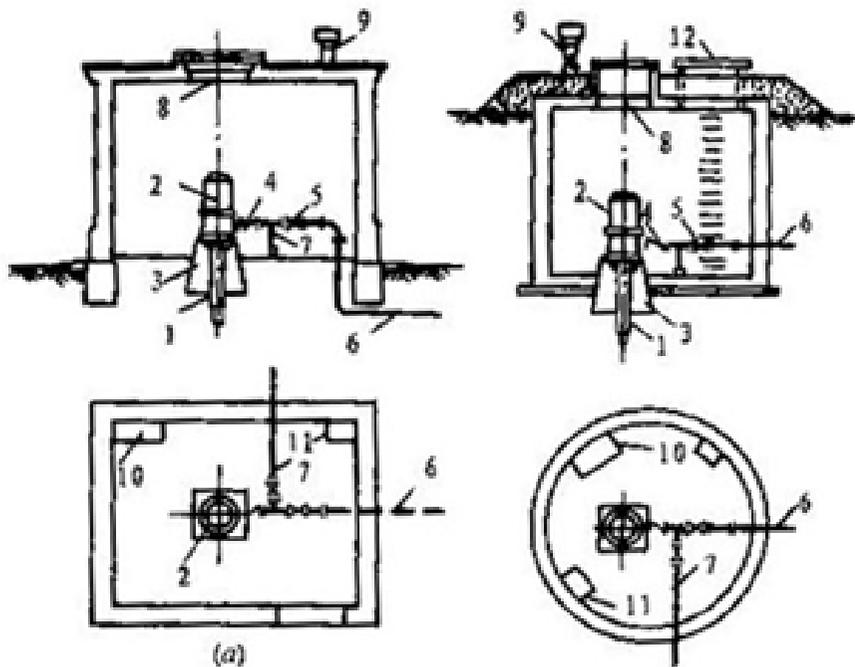


单含水层集水

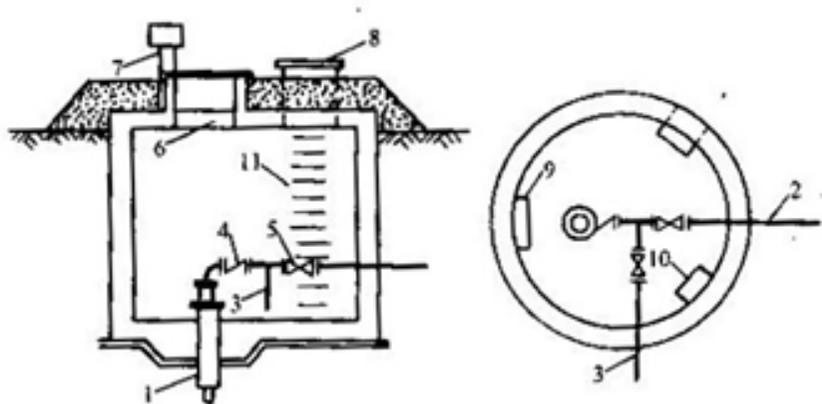
多含水层集水



井室布置形式如图：



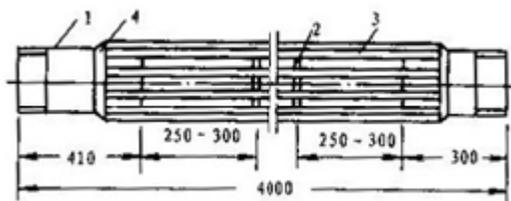
深井泵站



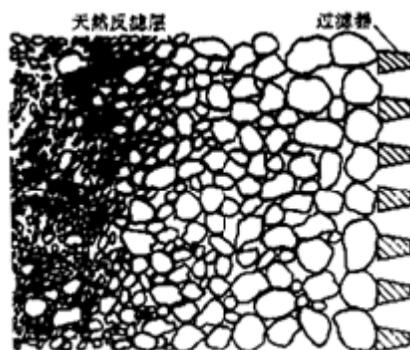
潜水泵站



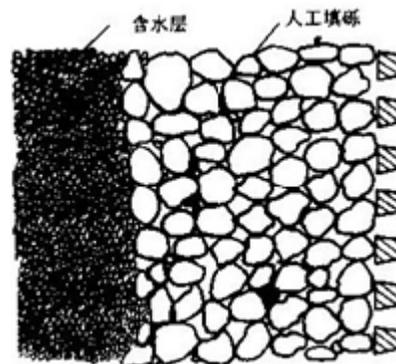
过滤器形式如图:



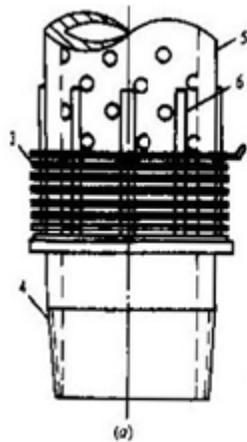
钢筋骨架过滤器



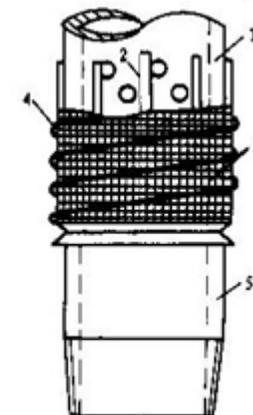
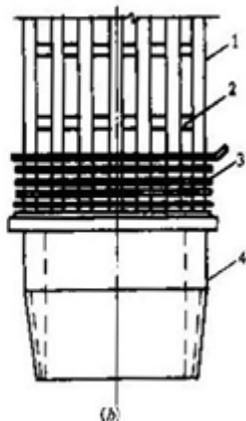
圆孔条孔过滤器



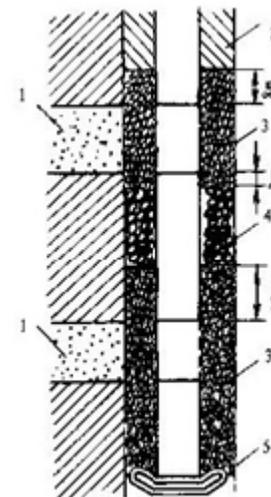
过滤器周围人工填砾反滤层



缠丝过滤器



包网过滤器



填砾过滤器的管井构造



管井施工

六个步骤：钻凿井孔、井管安装、填砾石、管外封闭、洗井、抽水试验等。

管井的维护管理

管井竣工后，要进行验收，由使用方、设计方、施工方根据设计要求、设计图纸及国家验收规范共同验收。验收后，还应编制使用手册。

管井的水力计算与设计

水力计算的目的是：

已知水文地质等参数，计算管井的最大允许水位降落值时的出水量；

给定出水量，计算可能造成的地下水水位降落值。

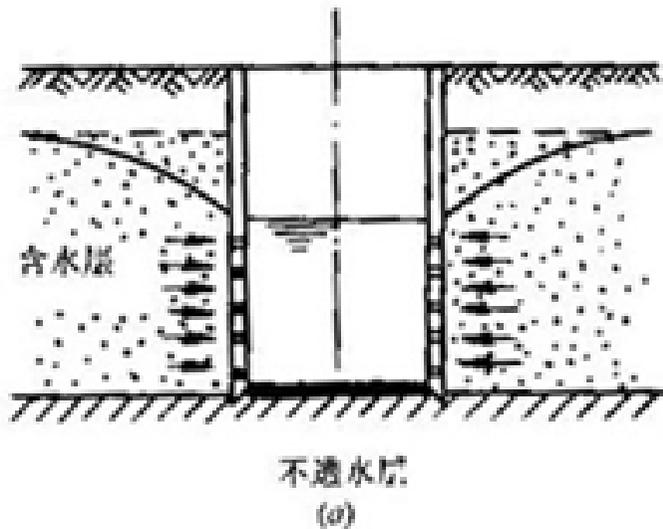
计算方法有理论公式法和经验公式法。（计算自学p76~p81）



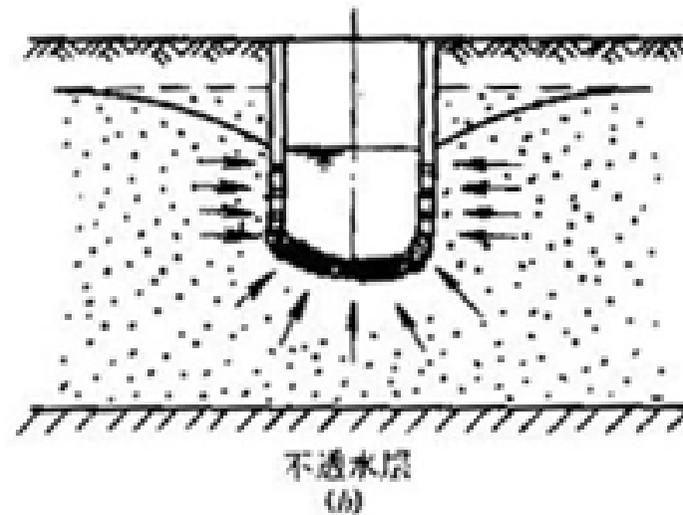
2) 大口井

大口井形式与构造

大口井与管井形式相似，是一垂直建造的地下水取水构筑物，井径较大，较管井浅，分完整式(a)和非完整式(b)。通常用人工或机械开凿。施工方便、适应性强。大口井直径一般为5~8m，最大不宜超过10m，深度在15m以内。



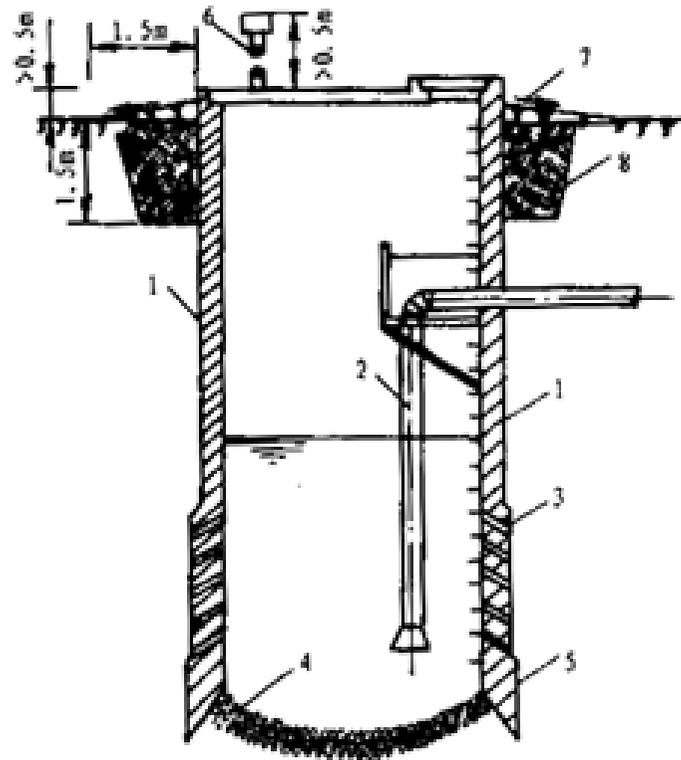
完整井



非完整井



大口井构造由井筒、井口、进水部分（井壁、井底反滤层、透水孔、吸水管）等组成，如图。



- 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
- 7.排水坡
- 8.粘土层

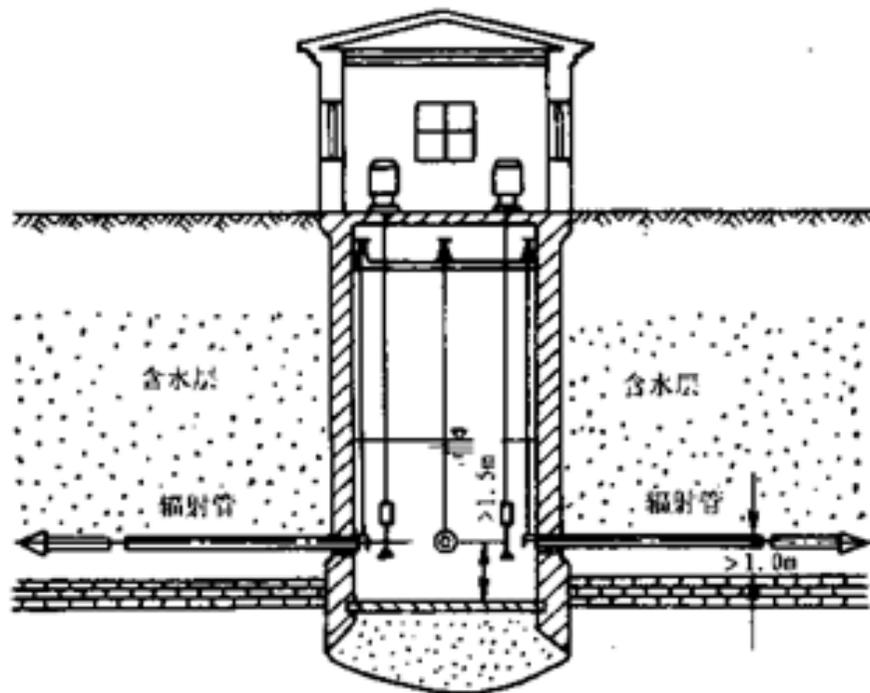


3) 辐射井

辐射井形式与构造

辐射井 = 集水井 + 若干个辐射状铺设的水平或倾斜集水管（辐射管）。

集水井类似大口井，有井底进水和不上水两种。根据含水层厚度，辐射管可以单层铺设也可以多层铺设。



欧洲将辐射井用于河流岸边渗透取水（**bank-filtration**）。

借助了自然过滤作用对源水中的杂质进行预处理，降低了自来水处理成本。（扩大过流断面，减小流速）

污水排放前的自然与处理。

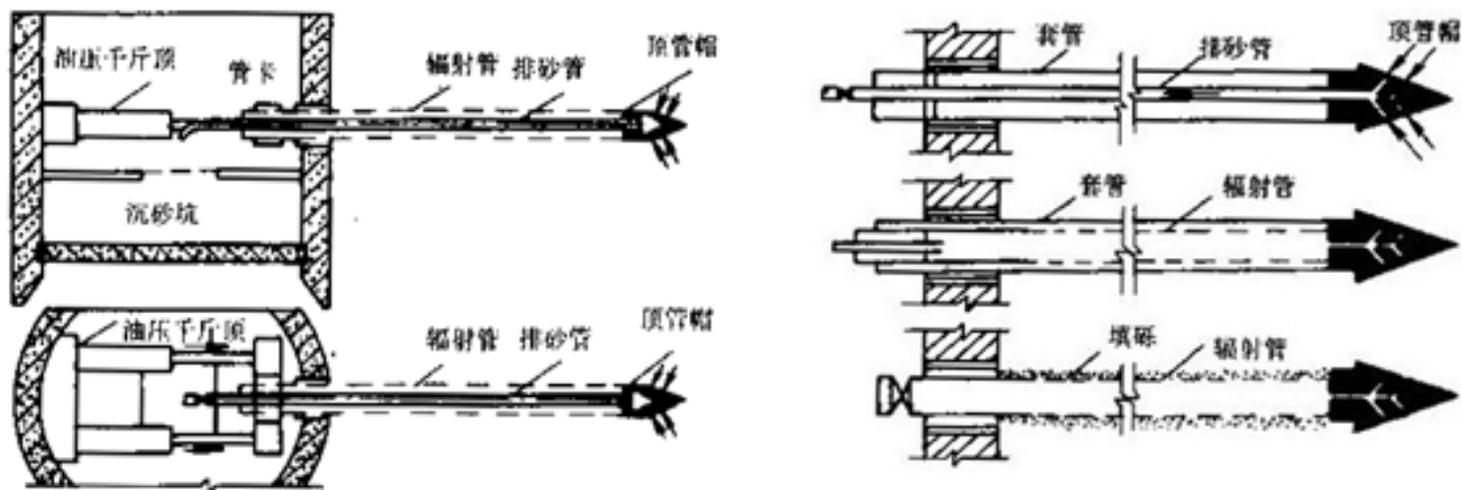


辐射井施工

类似大口井施工方法：大开挖法或沉井法。

辐射管施工有：水射顶进法、兰尼顶进法、套管顶进法。

集水井类似大口井，有井底进水和不进水两种。根据含水层厚度，辐射管可以单层铺设也可以多层铺设。

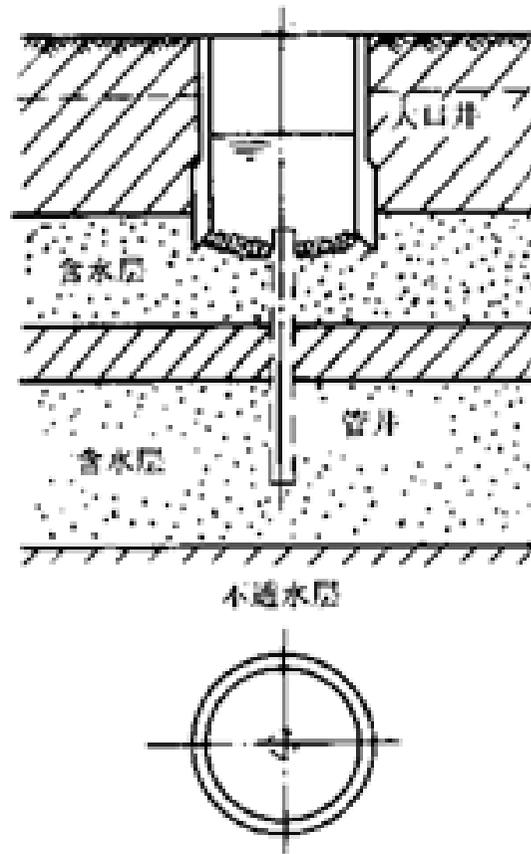




4) 复合井

复合井形式与构造

复合井 = 大口井 + 管井，大口井必须是非完整井。
能充分利用厚度较大的含水层，增加井的出水量。





5) 渗渠

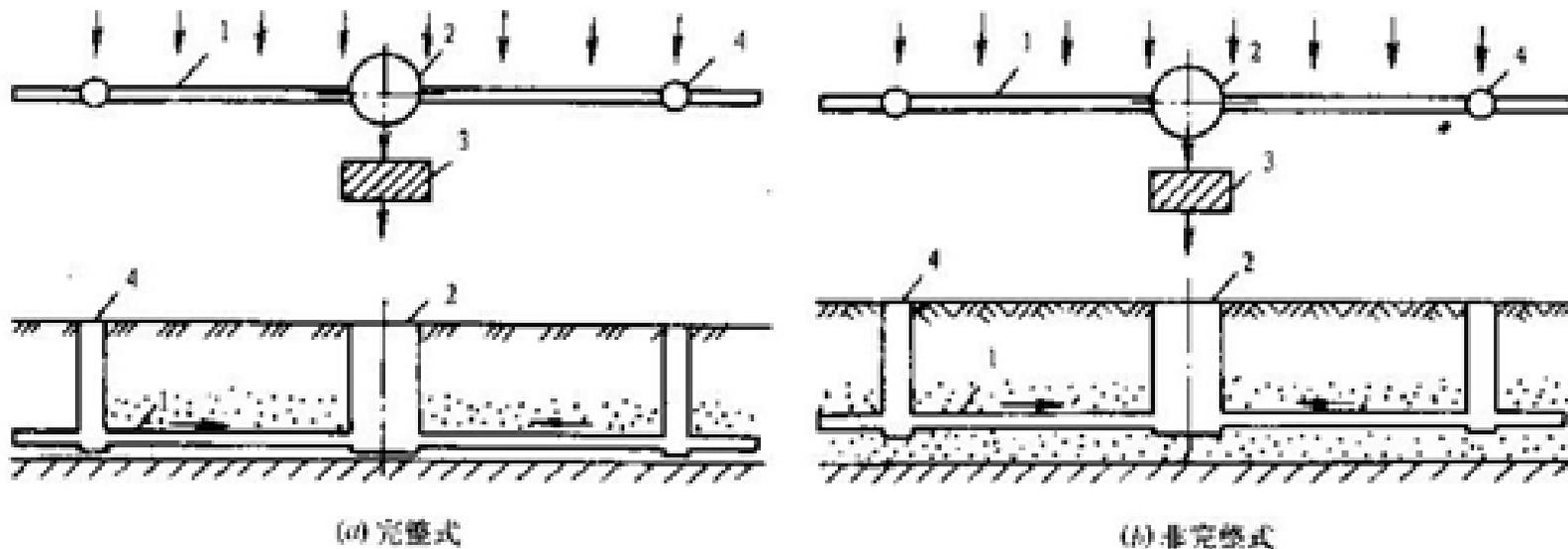
形式与构造

渗渠为水平或倾斜铺设的集水管或暗渠，收集浅层地下水。

铺设在河流、水库等地表水体之下或周围，收集河床地下水或地表水体渗透水。

渗渠埋深一般为4~7m，所开采地下水源埋藏深度小于2m、厚度小于6m的含水层。渗渠也分完整式和非完整式两种。如图：

由水平集水管、集水井、检查井和泵站组成。





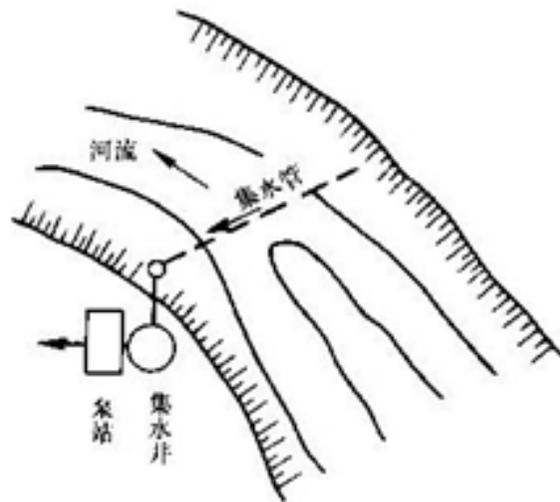
位置选择及布置

渗渠位置的选择是渗渠设计中一个十分复杂的问题。

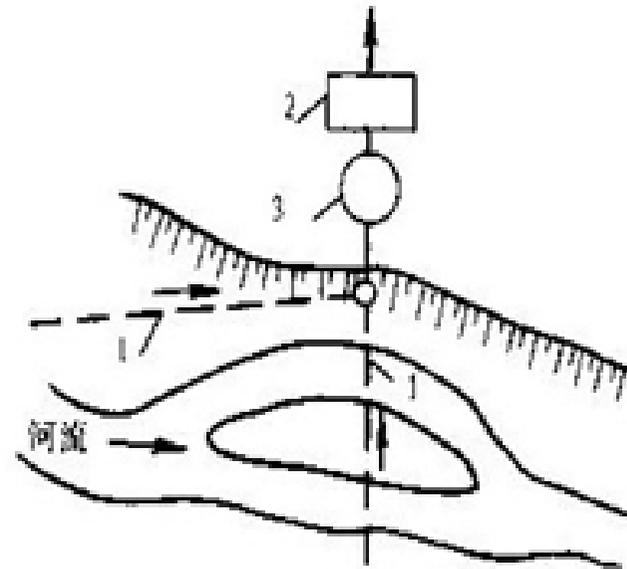
收集地下水时，选择土质稳定的区域进行铺设，对渗渠基础需要作适当处理。

集取河床潜流水时，考虑水文地质条件、河流水文条件。（稳定、不冲刷处）

集取河床潜流水和岸边地下水的渗渠，按照集水管与河流位置关系分，其布置方式常见的有三种：平行于河流布置，垂直于河流布置，平行和垂直组合布置。如图。



垂直于河流布置集水管的渗渠



集水管平行和垂直组合布置的渗渠



4.1.2 地表水取水工程

地下水水源：水质优良、水量稳定——作为饮用水水源、掘井开采

地表水源：水量充沛、分布广泛——农业、城市、工业用水的主要水源

分布不均、受季节影响大
易受污染、水质差异较大 } 影响取水方式、处理工艺及效果

(1) 水源地及取水点的选择

定性选择考虑因素：

- ① 选择水量相对丰富及补给条件较好的水体；
- ② 选择水质较好的水体；
- ③ 避免与已建水源或水利工程竞争水源；
- ④ 尽量避开排水（纳污）区域；
- ⑤ 防止出现不良生态环境问题；
- ⑥ 考虑容易开采的水源，以降低成本；
- ⑦ 首先考虑更替周期较短的水源，以保护水体自然循环的平衡。



地表水取水位置的选择原则:

- ① 取水点应设在具有稳定河床、靠近主流和有足够水深的河段；
- ② 应设在水质较好的地段；
- ③ 具有稳定的岸边；
- ④ 靠近主要用水区；
- ⑤ 避开人工构筑物和天然障碍物的影响；
- ⑥ 尽可能不受泥沙、漂浮物、冰凌、冰絮、支流等影响；
- ⑦ 取水点的位置应与河流的综合利用相适应，如灌溉、航运等。

水源地勘察，包括：地形、水文、气象、地质、河道演变、施工条件、航运要求及其它综合资料。

对多种可选水源通过技术经济比较。



(2) 取水方式

- 影响地表取水方式的主要因素：
- ①取水河段的径流特征；
 - ②河流的泥沙运动与河床演变；
 - ③河床与岸坡的岩性和稳定性；
 - ④河流的冰冻情况；
 - ⑤河道的人工建筑等。

取水方式主要是河岸引水工程。包括以下三类：

- ① 无坝引水工程——利用河流地势，设进水闸自流引水。一般使用于小城镇供水或农业灌溉用水。
- ② 有坝引水工程——通过人工筑坝抬高水位，以增大流量，自流引水。但是筑坝引水的工程费用较高。筑坝引水一般由拦河坝、进水闸、冲沙闸、防洪堤、溢流坝等组成。如图4.1.26。
- ③ 傍河抽水工程——直接从江河岸边或河床，采用水泵及水泵站取水。

本书主要介绍有坝引水工程和傍河抽水工程常用的构筑物。

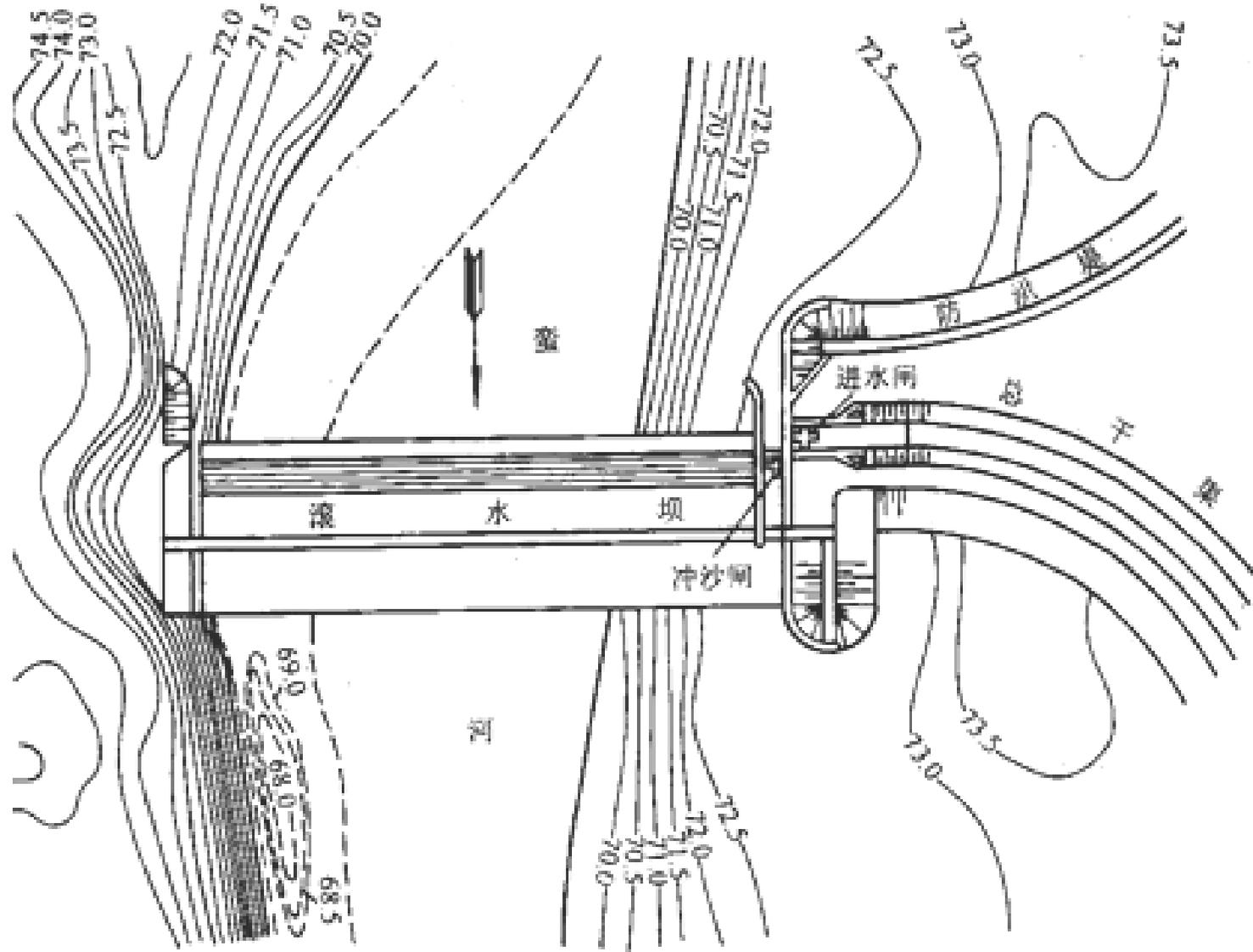


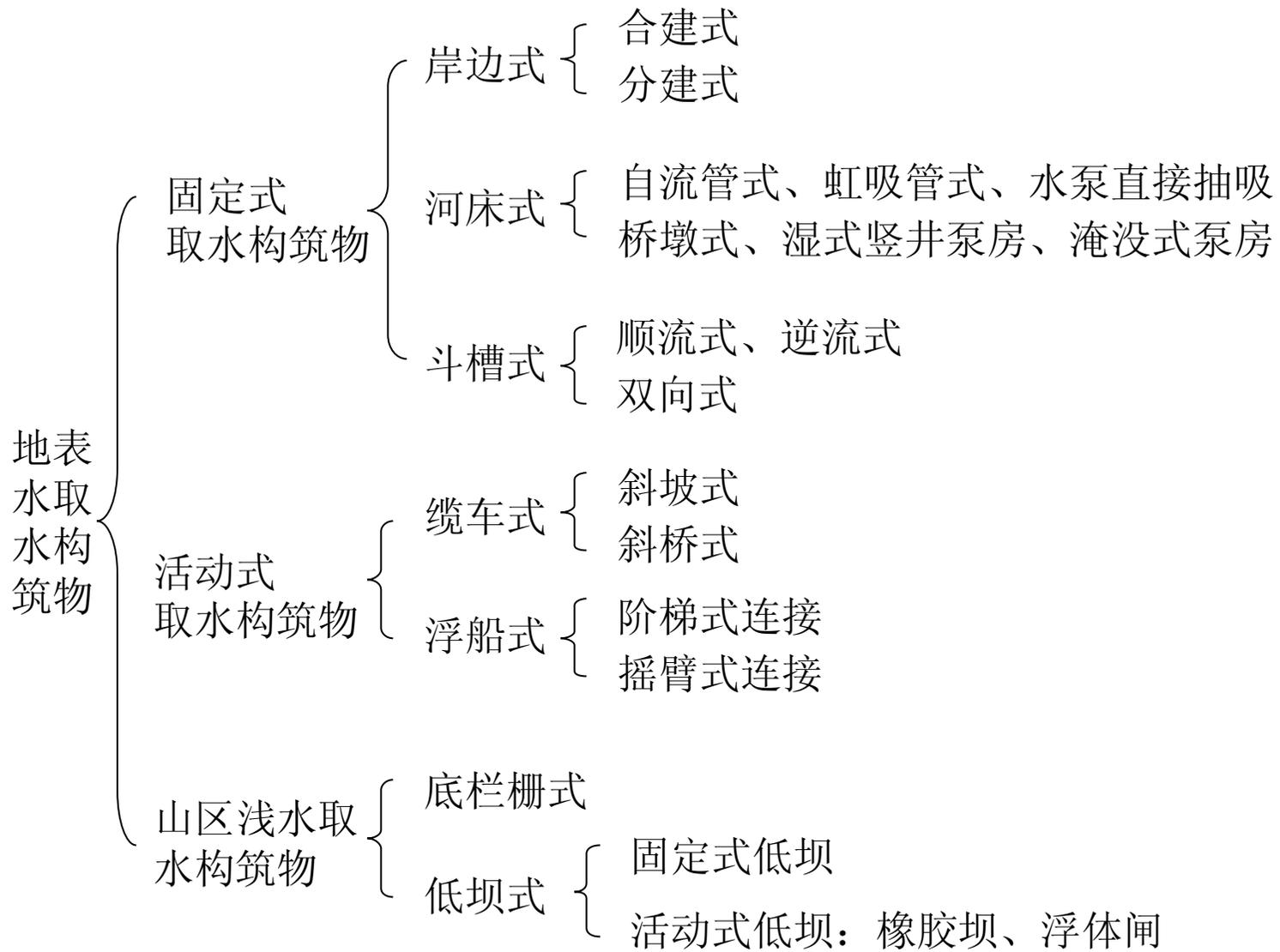
图4.1.26 筑坝引水工程示意图



(3) 取水构筑物分类

按水源种类划分，有河流、湖泊、水库、海水等取水构筑物；——不常用

按取水构筑物的构造形式划分，有固定式取水构筑物、活动式取水构筑物两类，固定式取水构筑物又分为岸边式、河床式、斗槽式三种，活动式取水构筑物又分为浮船式、缆车式两种；在山区河流上，则有带低坝的取水构筑物和底栏栅取水构筑物。每种类型又有多个形式，详见p88图4.1.27。





1) 固定式取水构筑物

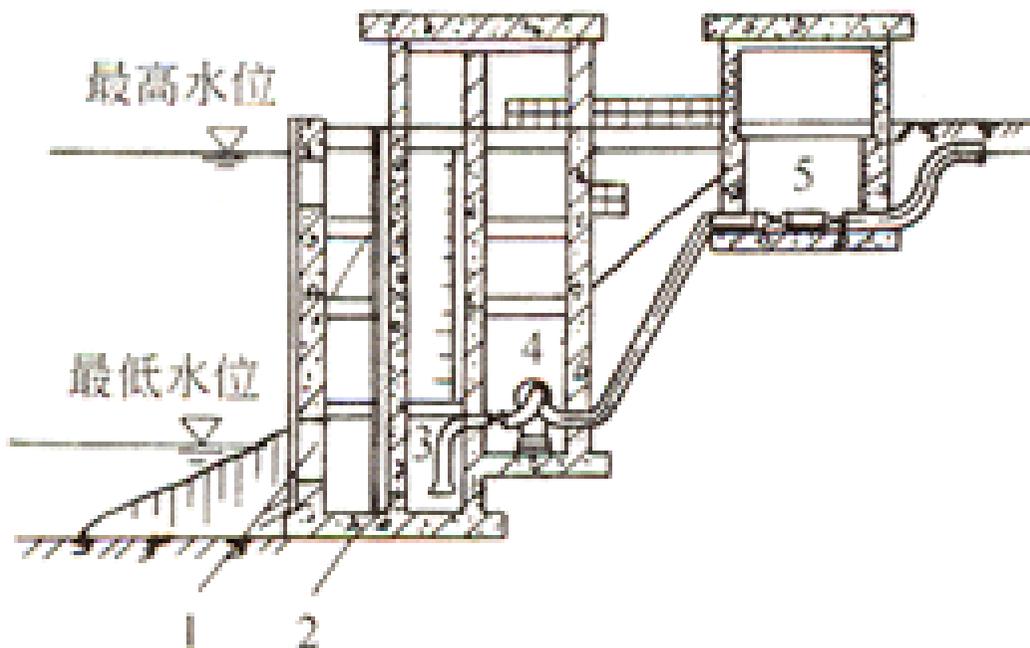
① 岸边式取水构筑物

直接从江河岸边取水，由进水间+泵房两部分组成。

适用于江河岸边较陡、主流靠近岸边、岸边有足够水深、水质和地质条件较好、水位变幅不大的情况。按进水间与泵房合建与否分为合建式、分建式两种。

合建取水构筑物，指进水间与泵房合建在岸边，如图4.1.28。

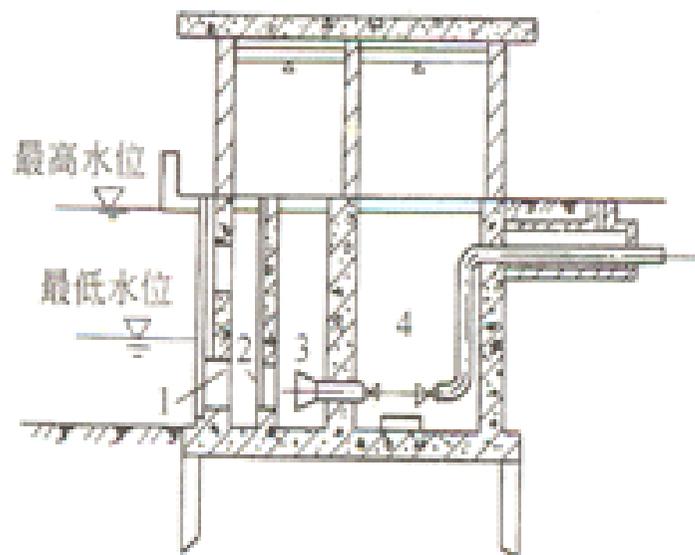
特点：布置紧凑、占地面积小、吸水管较短、管理方便，但是土建结构及施工复杂、并要求地质条件较好。





当地质条件较差时，进水间与泵房的基础建在同一标高上如图4.1.29。

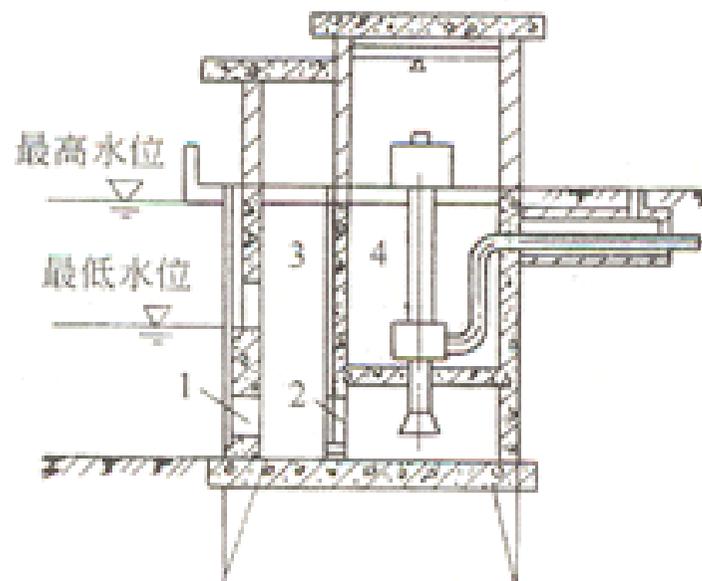
避免了产生不均匀沉降，水泵自灌启动、供水安全性好，泵房较深，土建费用增加，通风及防潮条件差。



为了缩小泵房面积，降低工程造价，采用立式泵或轴流泵设备，如图4.1.30。

这种布置将电机设在泵房上层，通风条件较好、操作方便。

但立式泵安装检修较困难。

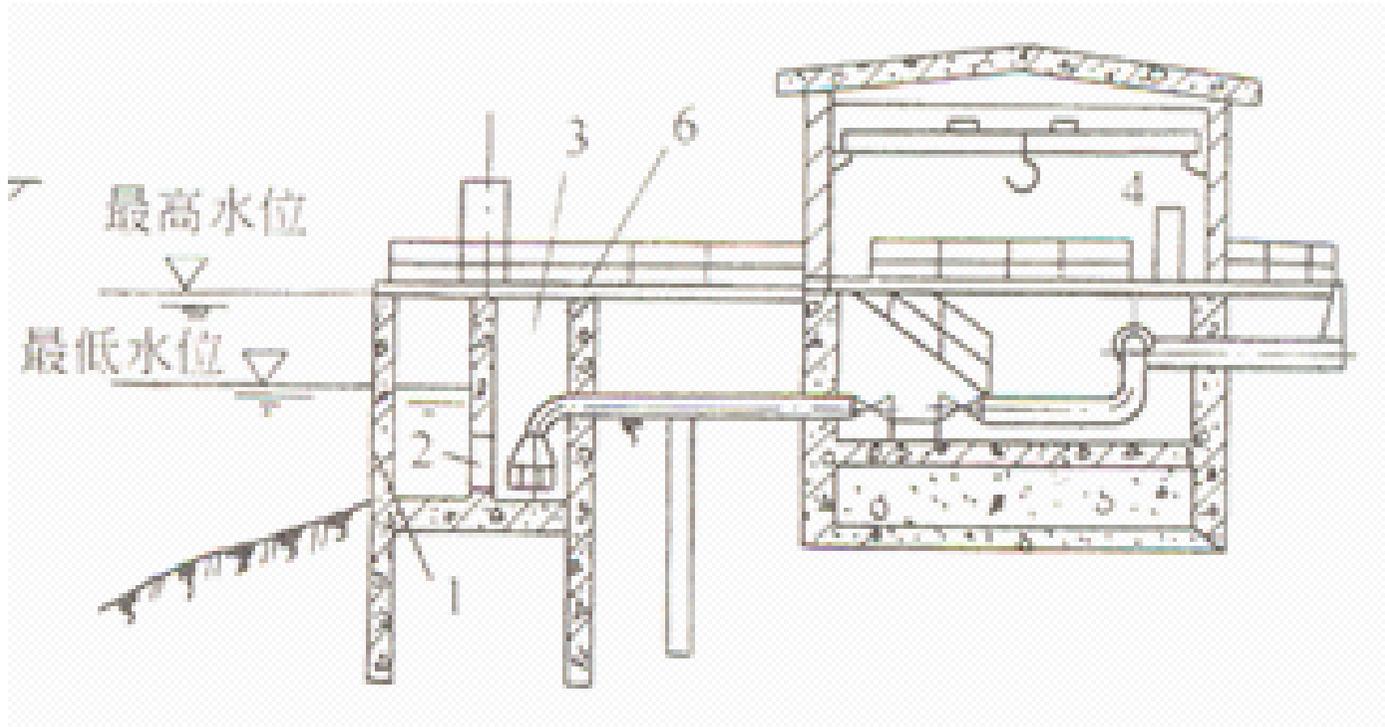




分建取水构筑物，指进水间与泵房分开建设，进水间建在岸边、泵房建在岸内地质条件较好的地点，进水间与泵房之间的交通采用引桥（如图4.1.31）。

特点：土建结构简单、施工容易、费用低，但吸水管较长、运行安全性稍差、操作管理不便。

适合于岸边地质条件较差、进水间不宜与泵房合建的情况。。





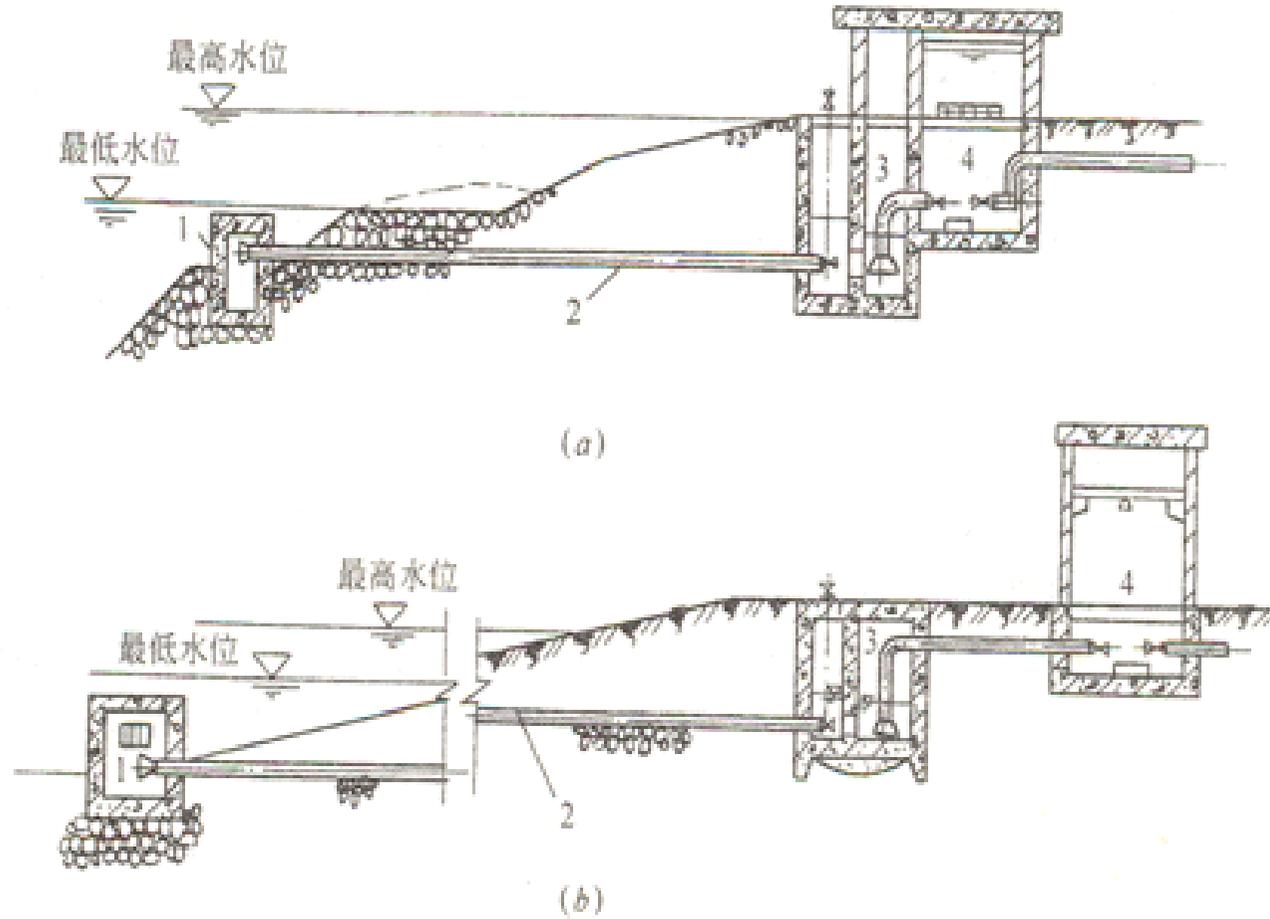
② 河床式取水构筑物

河岸较为平坦，枯水期主流离河岸较远，岸边水深较浅或水质不好，而河床中部水质较好且水深较大，采用进水管伸入河床中部取水，称为河床式取水构筑物。

由取水头部、进水管、进水间和泵房四部分组成。

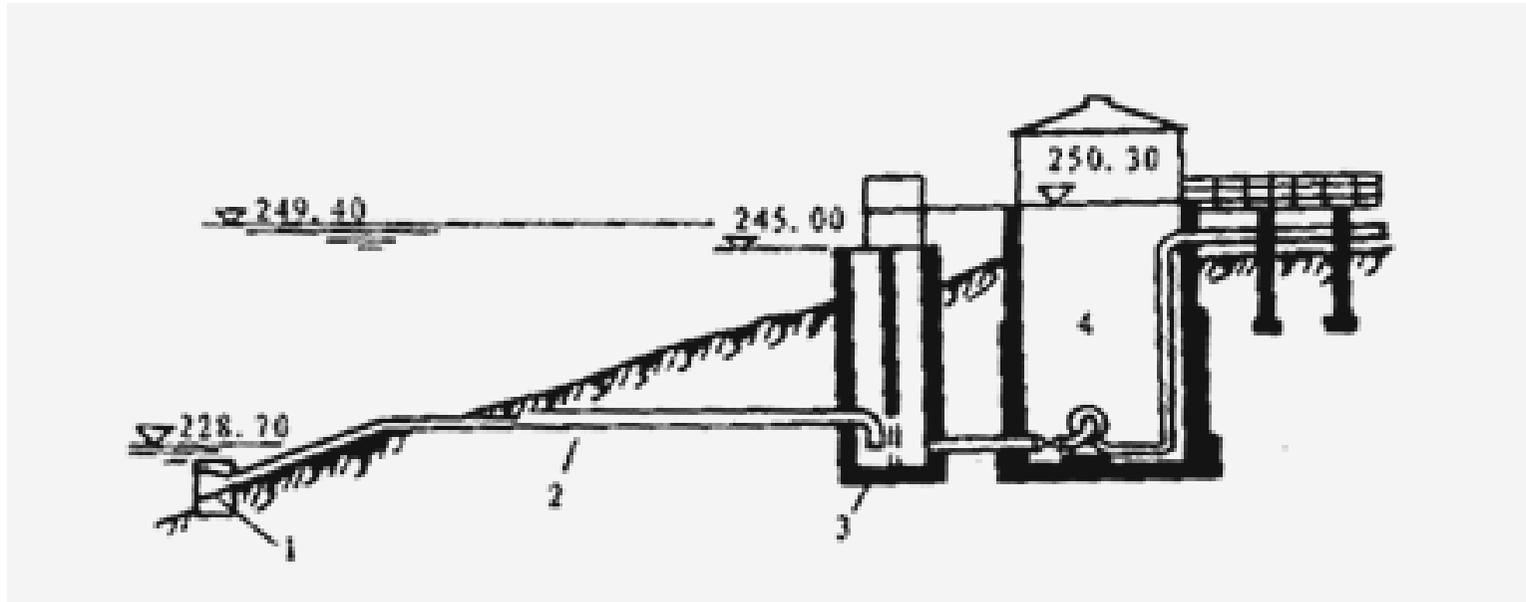
取水头部、进水管有别于岸边式取水构筑物，而进水间和泵房与岸边式取水构筑物基本相同。

根据取水头部、进水管及泵房的不同形式可以建成多种形式，主要有自流管取水构筑物、虹吸管取水构筑物、水泵直接吸入取水构筑物、桥墩取水构筑物、湿式竖井泵房取水构筑物、淹没泵房取水构筑物等。



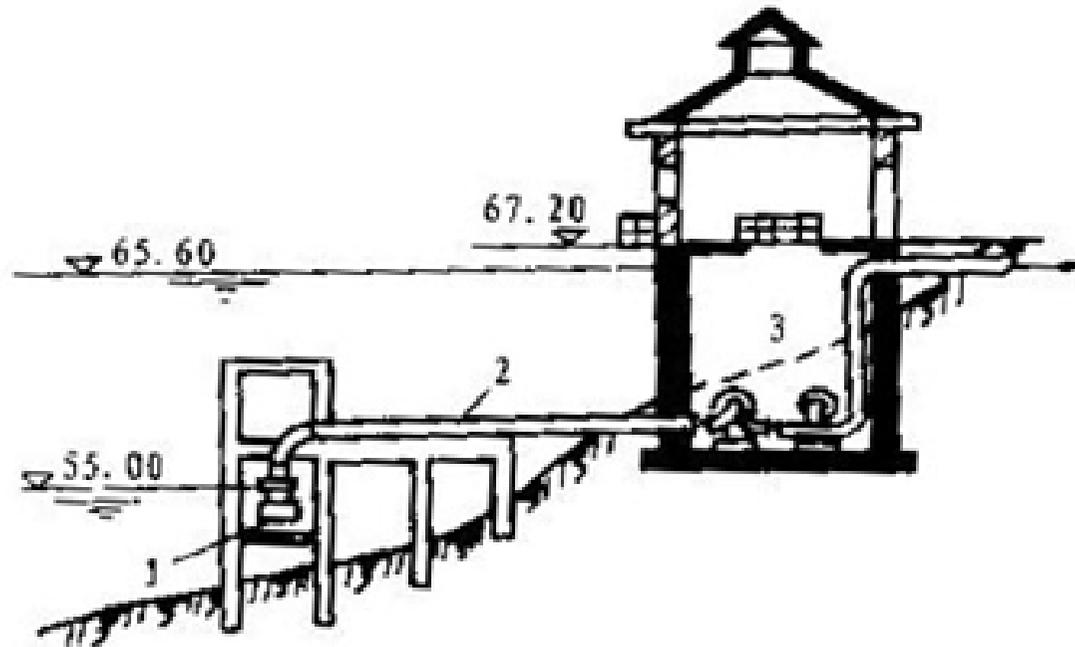
1.取水头部； 2.自流管； 3.吸水间； 4.泵房； 5.阀门井

图4.1.32 河床式自流管取水构筑物



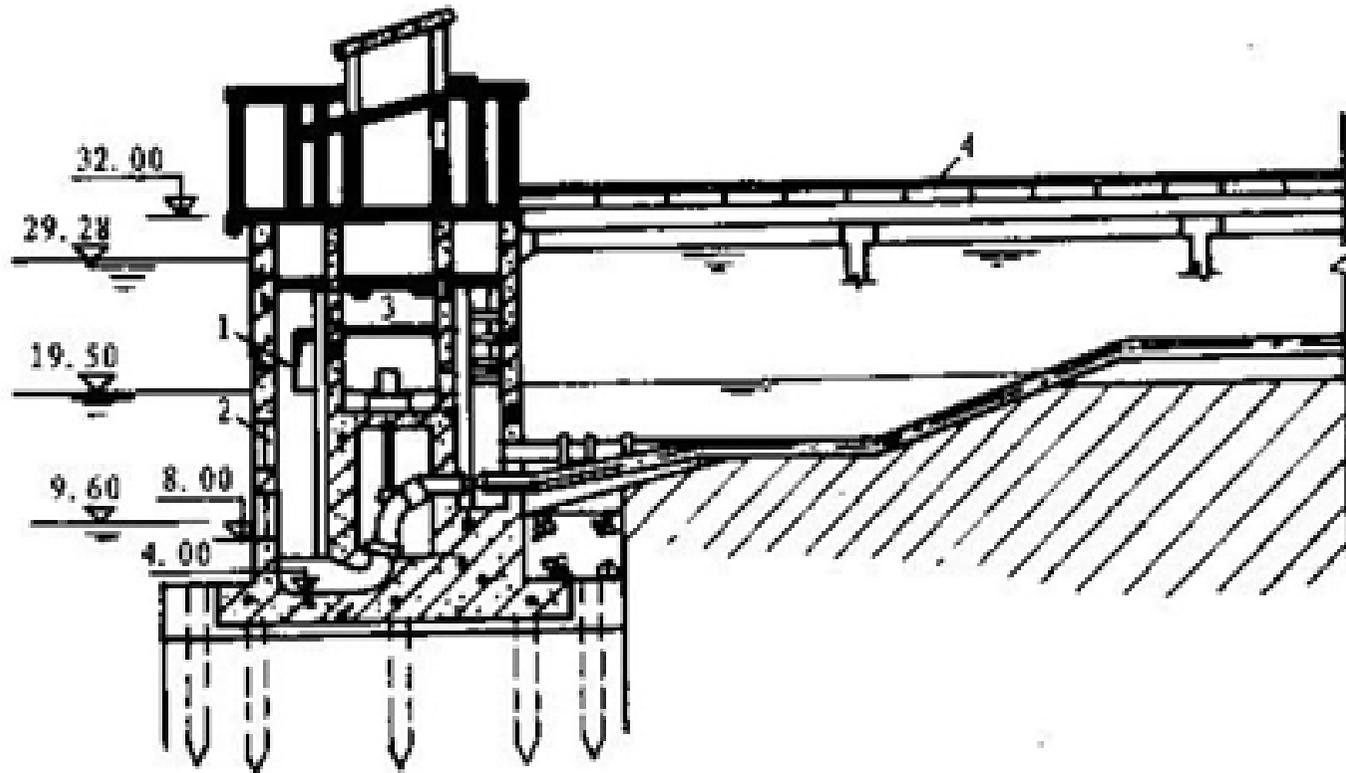
1.取水头部；2.虹吸管；3.吸水间；4.泵房

图4.1.33 虹吸管取水构筑物



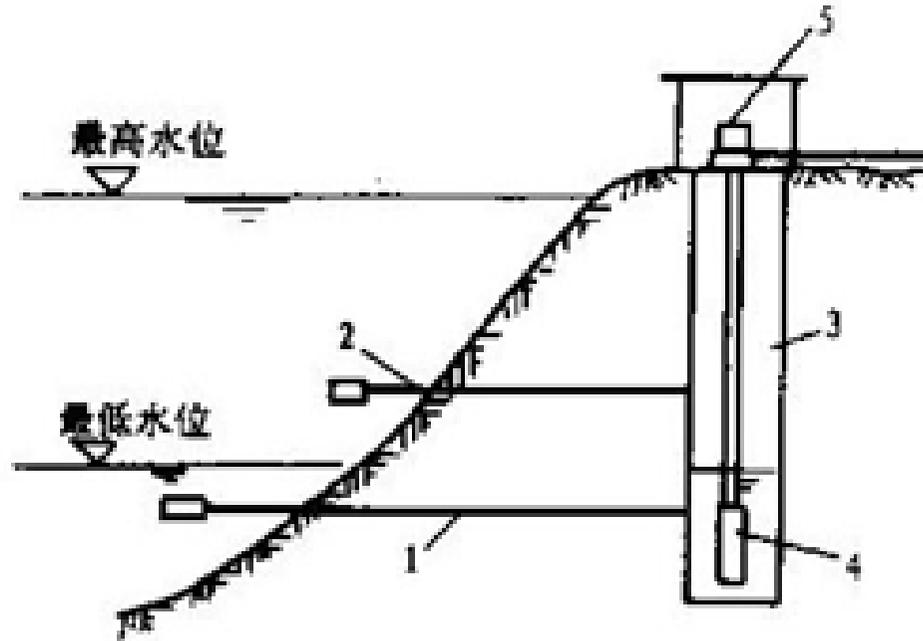
1.取水头部；2.吸水管；3.泵房

图4.1.34 河床直接吸水取水构筑物



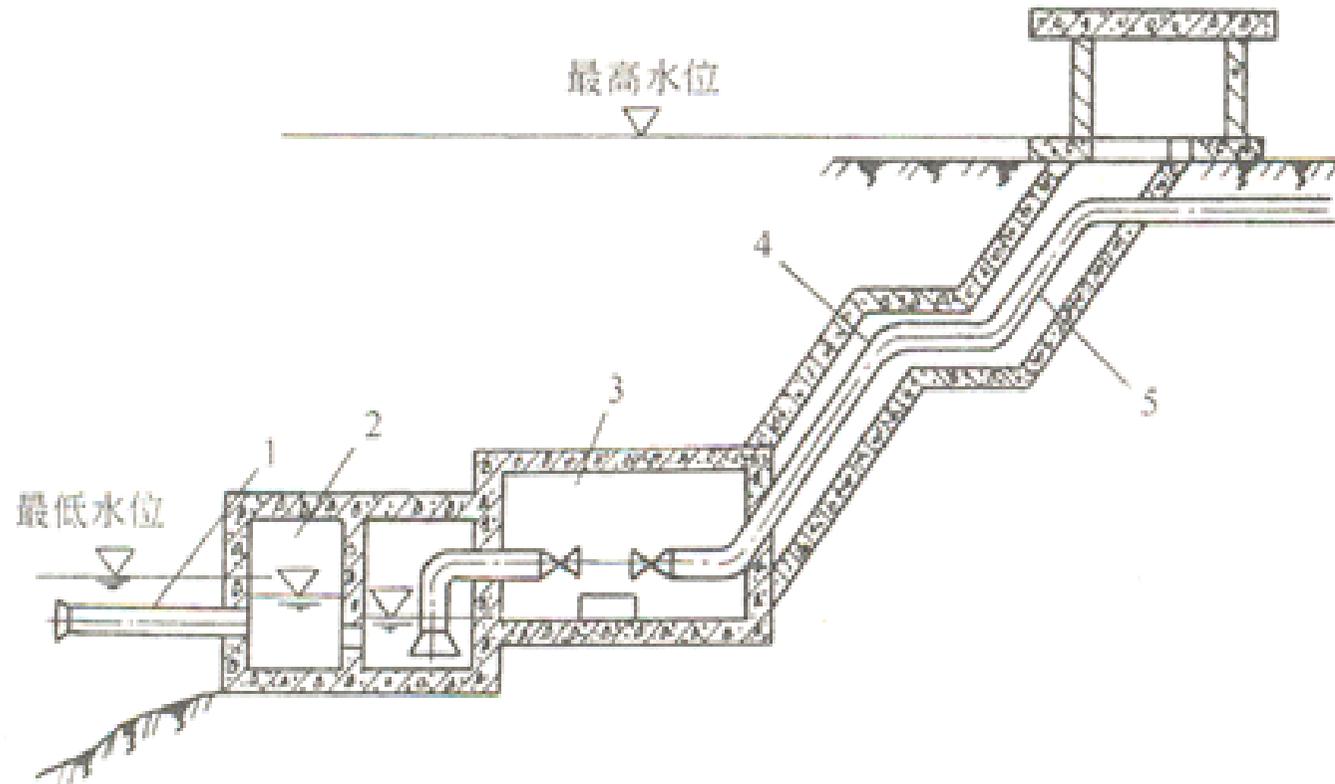
1.进水间；2.进水孔；3.泵房；4.引桥

图4.1.35 河床式自流管取水构筑物



1.低位自流管； 2.高位自流管； 3.集水间； 4.深井泵； 5.电机

图4.1.36 河床式自流管取水构筑物



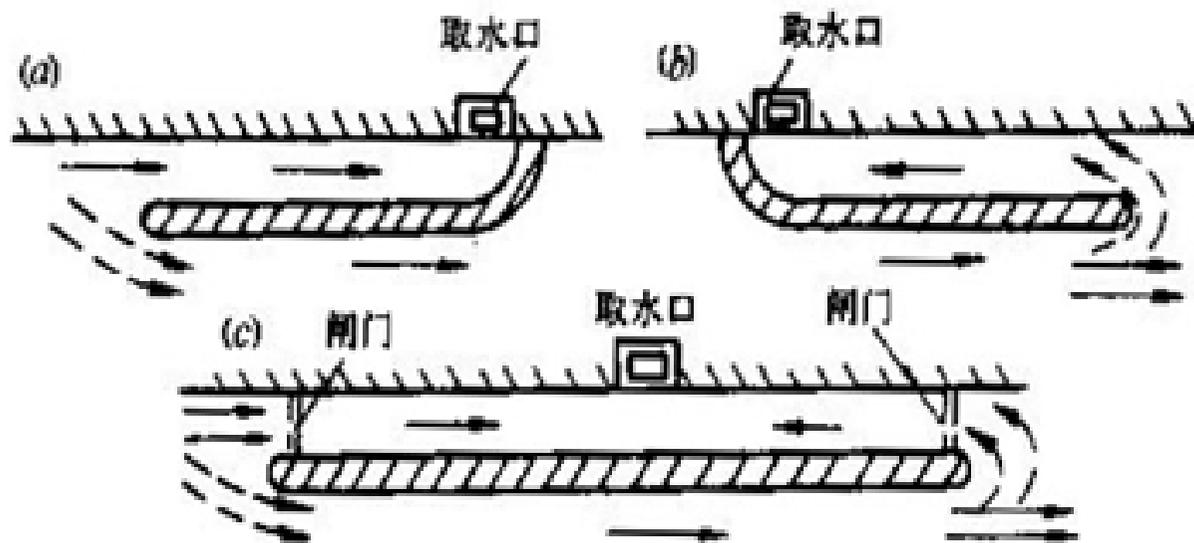
1.自流管； 2.集水间； 3.泵房； 4.交通廊道； 5.压水管

图4.1.37 河床式淹没泵房取水构筑物

③ 斗槽式取水构筑物

含砂量大、冰凌多——进水口之前设置“斗槽”——减少泥砂和冰凌进入取水口。

在河流岸边用堤坝围成斗槽，或者在岸内开挖进水槽，由于斗槽中的流速较小，水中泥砂易于沉淀、冰凌易于上浮。斗槽式取水构筑物一般设在河流凹岸靠近主流的岸边，以利于水力冲刷斗槽中的泥砂。如图4.1.38



(a)顺流式斗槽；(b)逆流式斗槽；(c)双流式斗槽

图4.1.38 斗槽式取水构筑物



2) 活动式取水构筑物

固定式取水构筑物：适合水流稳定、水位变幅小、河床稳定的河流上取水。

当水流不稳定、水位变幅大、河势复杂时，修建固定式取水构筑物往往需要**整治河道**、耗资巨大，且修建取水口还会**影响航运**，因此在此条件下修建活动式取水构筑物。

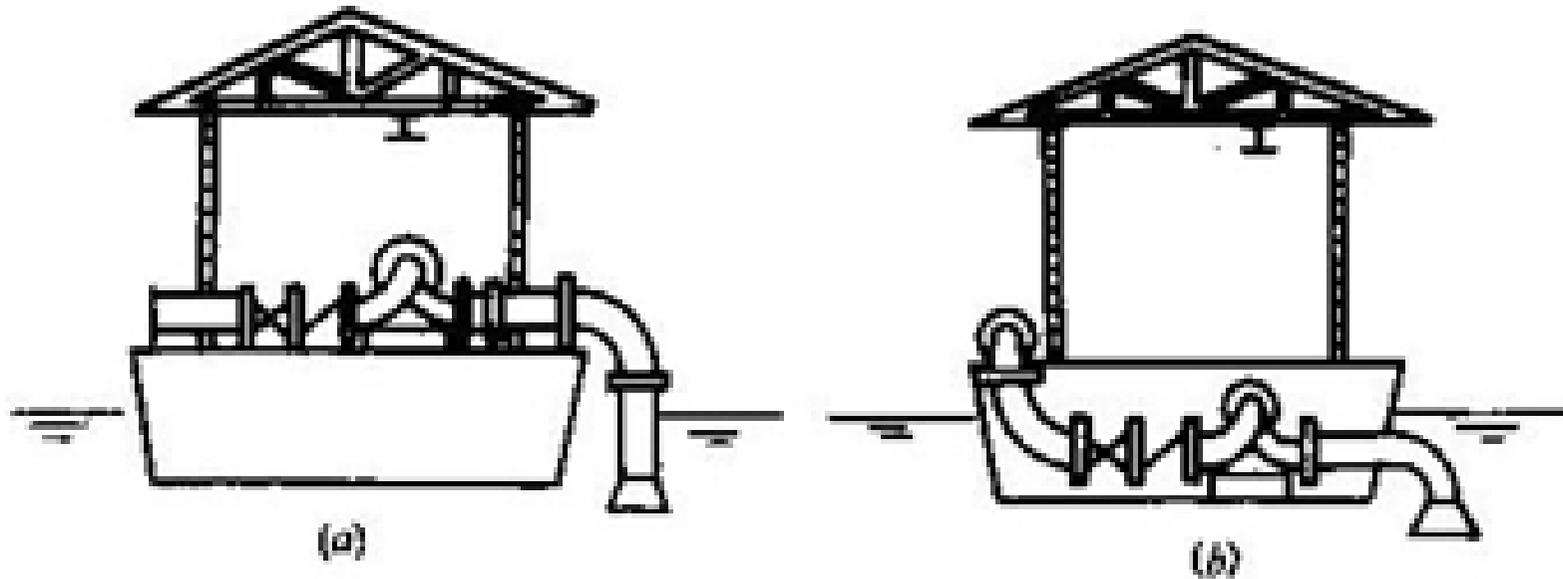
常用的两种形式：浮船式
缆车式

优点：投资少、建设快、易于施工、灵活性和适应性强、能经常取到含砂量少的表层水等。



① 浮船式取水构筑物

以浮船作为水泵设备间，漂浮于河流水面上取水，称为浮船式取水构筑物。如图：



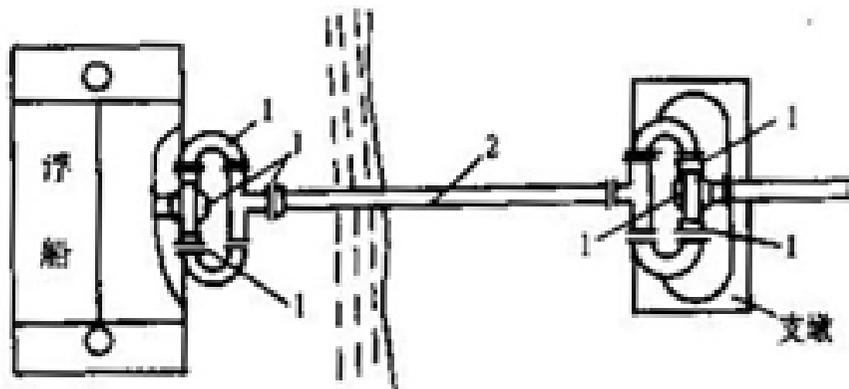
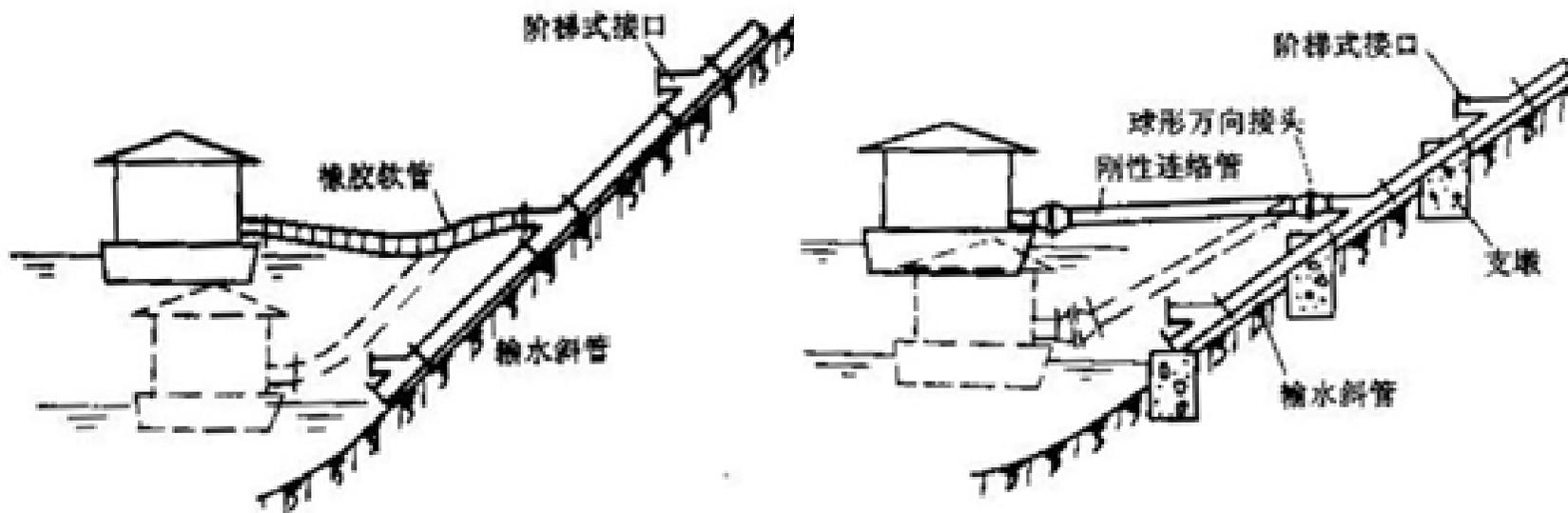
根据水泵机组的安装位置，分为上承式（a）和下承式（b）两种。



根据浮船与岸边输水斜管的联结方式：柔性阶梯式连接

刚性阶梯式连接

摇臂式连接



- 1. 套筒接头;
- 2. 摇臂联络管



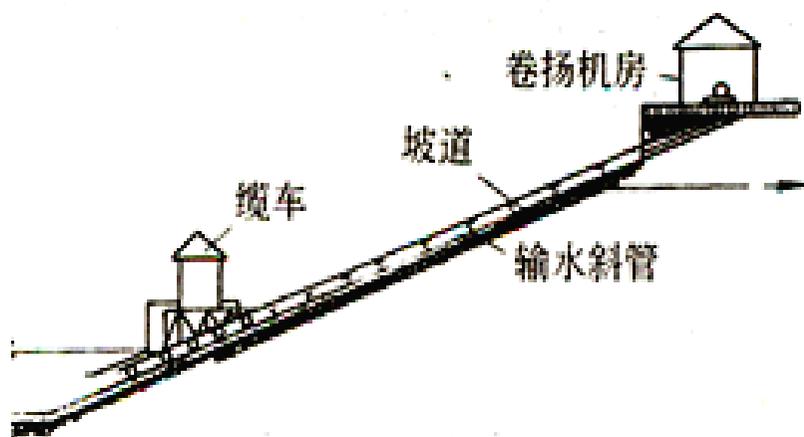
②缆车式取水构筑物

组成：泵车、坡道或斜桥、输水管、牵引设备等，如图。

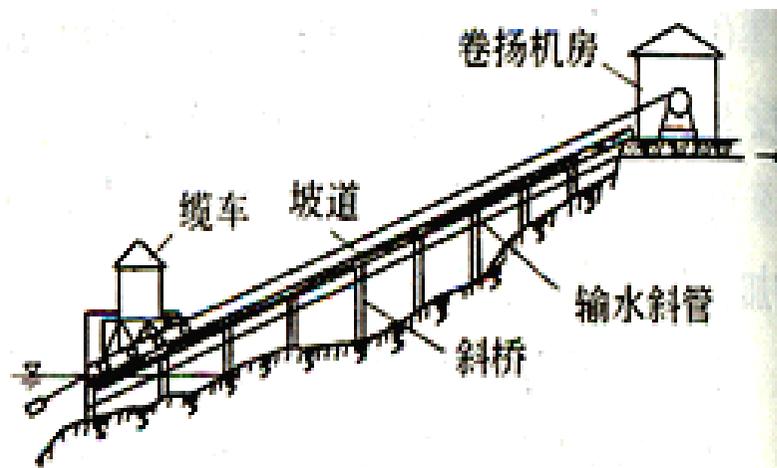
运行：河水涨落时，泵车由牵引设备带动沿坡道上的轨道上下移动。

优点：与浮船式取水构筑物基本相同，而且比浮船移动方便、稳定、受风浪影响小。

不足：工程量比浮船大，适合在无冰凌和少漂浮物的河流上采用。



(a)
斜坡式



(b)
斜桥式



3) 山区浅水河流取水构筑物

山区浅水河流，具有与一般平原河流不同的特点，故取水方式不同。

a) 山区河流的特点

- ◆流量和水位变幅很大，水位猛涨猛落，但洪水持续时间较短，很多时间为细流；
- ◆水质变化剧烈，枯水期水质清澈，洪水期含砂量很大；
- ◆河床多为砂、卵石、岩石组成，河床坡度陡，洪水推移质多；
- ◆北方一些山区河流浅冰较多。

b) 山区河流取水方式

- ◇枯水期河流流量太小，取水量占河流流量的 70~90%以上；
- ◇平枯水期河流水层浅薄，取水深度不足，采取修筑低坝抬水位的方式或河床底部进水方式；
- ◇由于洪水期推移质较多，修筑取水构筑物必须考虑将推移质顺流排除的措施。

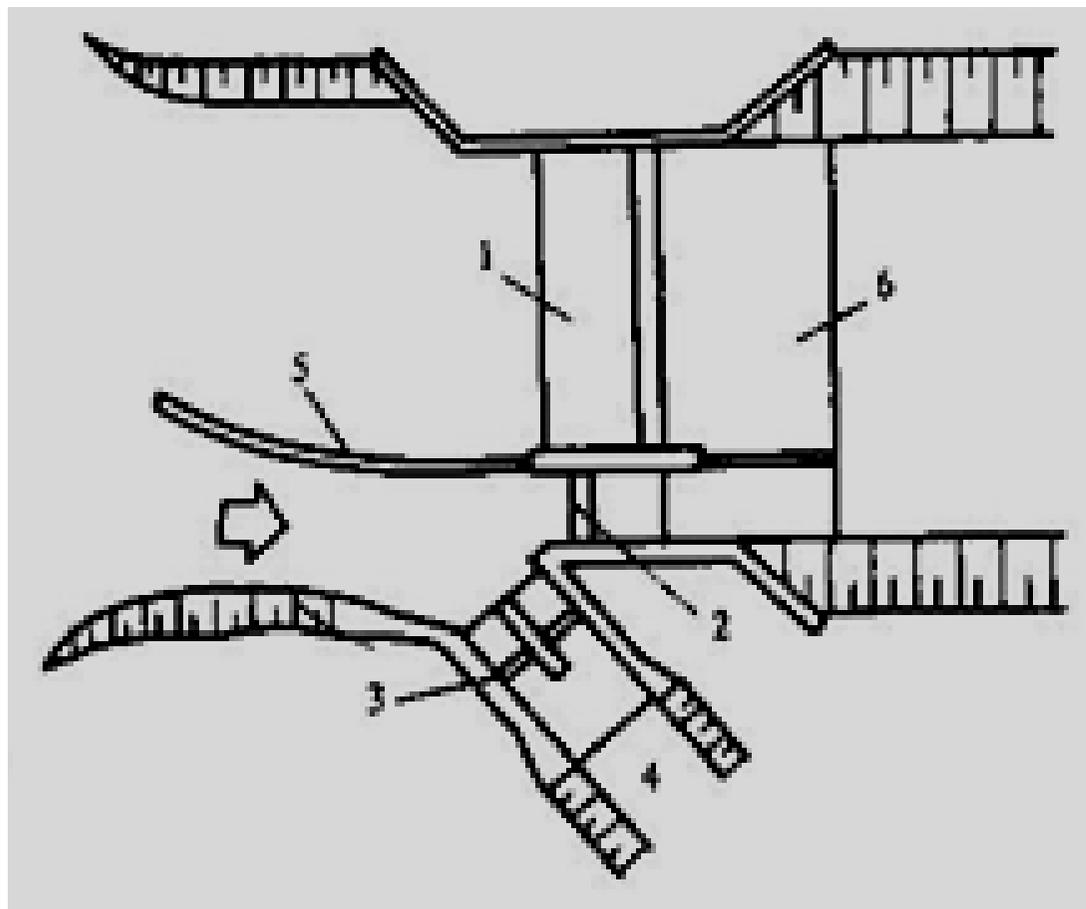


根据山区河流取水的特点，取水构筑物常采用低坝式或低栏栅式。

当河床为透水性良好的砂砾层，含水层厚，河床下水量丰富时，也可用大口井或渗渠取水方式。

低坝取水构筑物： 固定式低坝、活动式低坝

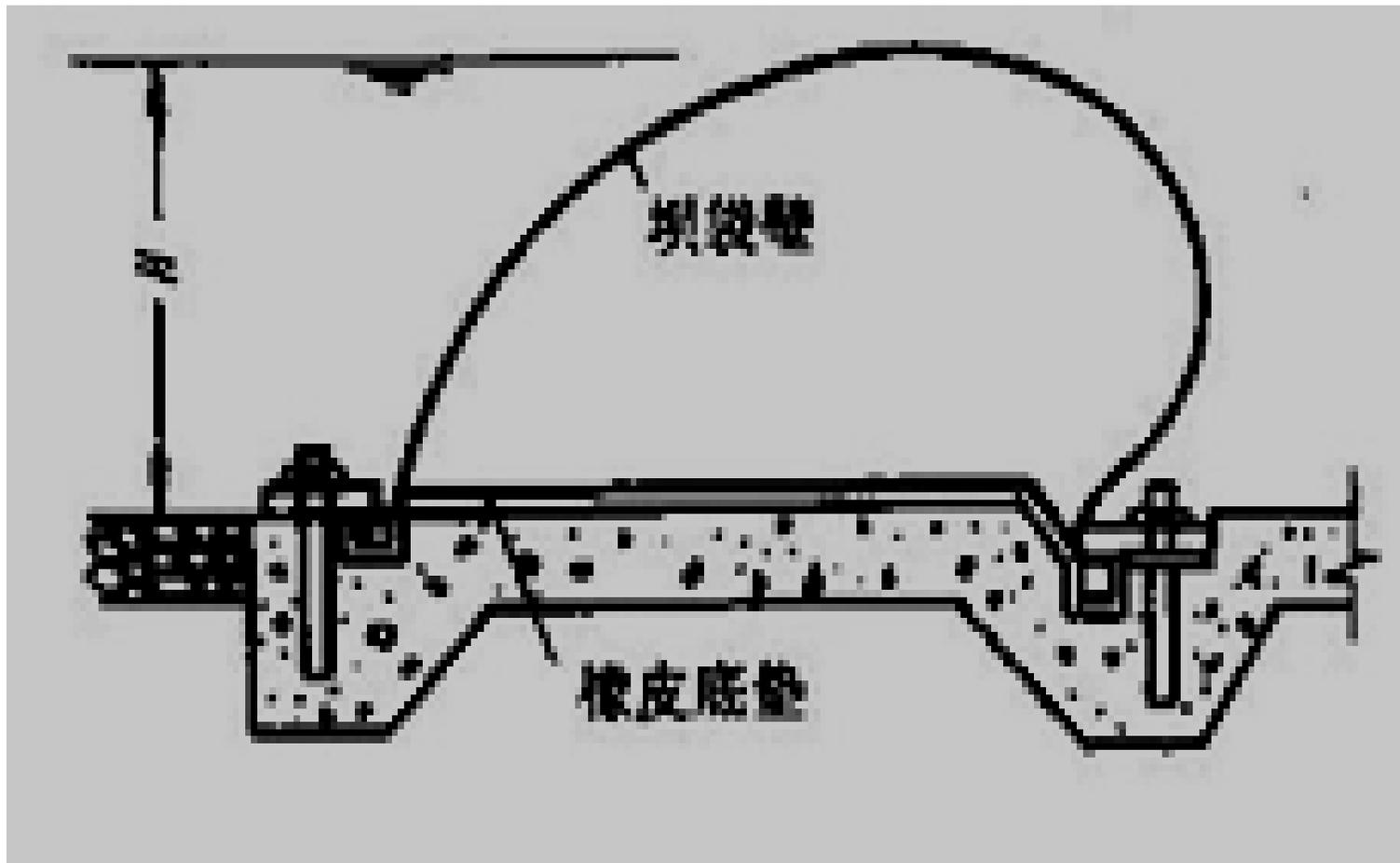
- 1.溢流低坝
- 2.冲砂闸
- 3.进水闸
- 4.引水明渠
- 5.导流堤
- 6.护坦





活动低坝，可以不设冲砂闸，在洪水期间依靠坝体升降便可以冲走坝体上游的沉砂。

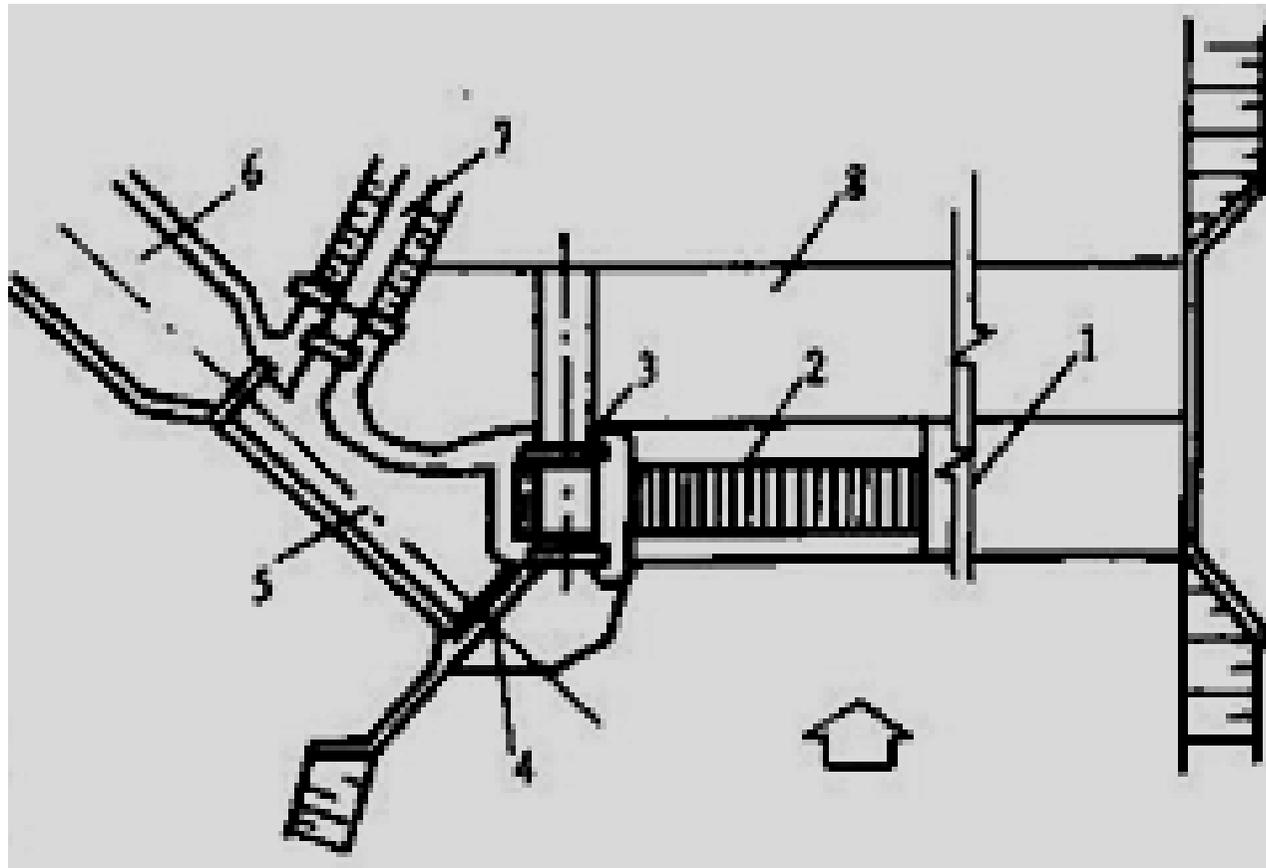
常用的活动低坝有闸门、浮体闸、橡胶坝等，图是一种袋形橡胶坝断面。





底栏栅取水构筑物：

在河流水深较浅，大粒径推移质或漂浮物较多时，如果要进行大水量取水，一般通过坝顶带栏栅的引水廊道取水，称为底栏栅取水构筑物。



- 1. 拦河低坝
- 2. 底栏栅
- 3. 清砂闸
- 4. 冲砂闸
- 5. 沉砂池
- 6. 引水廊道
- 7. 排砂渠