



第四章 地下水的储存与循环

第四章 地下水的储存与循环

- 5.1 地下水的储存
- 5.2 地下水的类型
- 5.3 与地下水有关的工程和环境问题



5.1 地下水的储存

- 一. 岩石中的空隙
- 二. 地下水的储存
- 三. 岩石的水理性质
- 四. 含水层与隔水层



一. 岩石中的空隙

1. 岩石的空隙和空隙性

- a、岩石的空隙：指存在于松散岩石中的孔隙，坚硬岩石中的裂隙和可溶岩石中的溶隙的总称。
- b、空隙性：指空隙的大小、多少、形状、分布特点及连通情况等。对地下水的分布和运动具有重要影响。



- 2. 空隙分类
- 岩石空隙可分为三类：
 - （1）松散岩石中的孔隙；
 - （2）坚硬岩石中的裂隙；
 - （3）可溶岩石中的溶隙。
- 空隙的多少、大小、形状、连通情况与分布规律，对地下水的分布与运动具有重要影响。





- 岩溶洞穴也叫喀斯特溶洞。来源于南斯拉夫的喀斯特高原，因那里的地貌景观奇特，在石灰岩中有洞穴形成而引起科学家的注意。
- 岩溶洞穴是可溶性岩石特别是碳酸岩类的石灰岩和白云岩岩层中，由于水的长期溶解作用而形成的。自然界的水中含有二氧化碳，当含有二氧化碳的水遇到石灰岩时，在石灰岩的裂隙中流动就会发生碳酸化反应，生成碳酸钙，因碳酸钙溶解于水，故而被水带走，久而久之，裂隙被溶蚀成洞穴。



二.地下水的储存

- 1.岩石中水的存在形式
- 埋藏在地表以下空隙(孔隙、裂隙、溶隙)中的水称之为地下水
- 岩石空隙中的水的主要形式为:
 - (1) 结合水(吸着水、薄膜水)
 - (2) 重力水
 - (3) 毛细水



- (1)结合水

- 结合水——受固相表面的引力大于水分子自身重力的那部分水称为结合水，强结合水又称为吸着水，弱结合水称为薄膜水

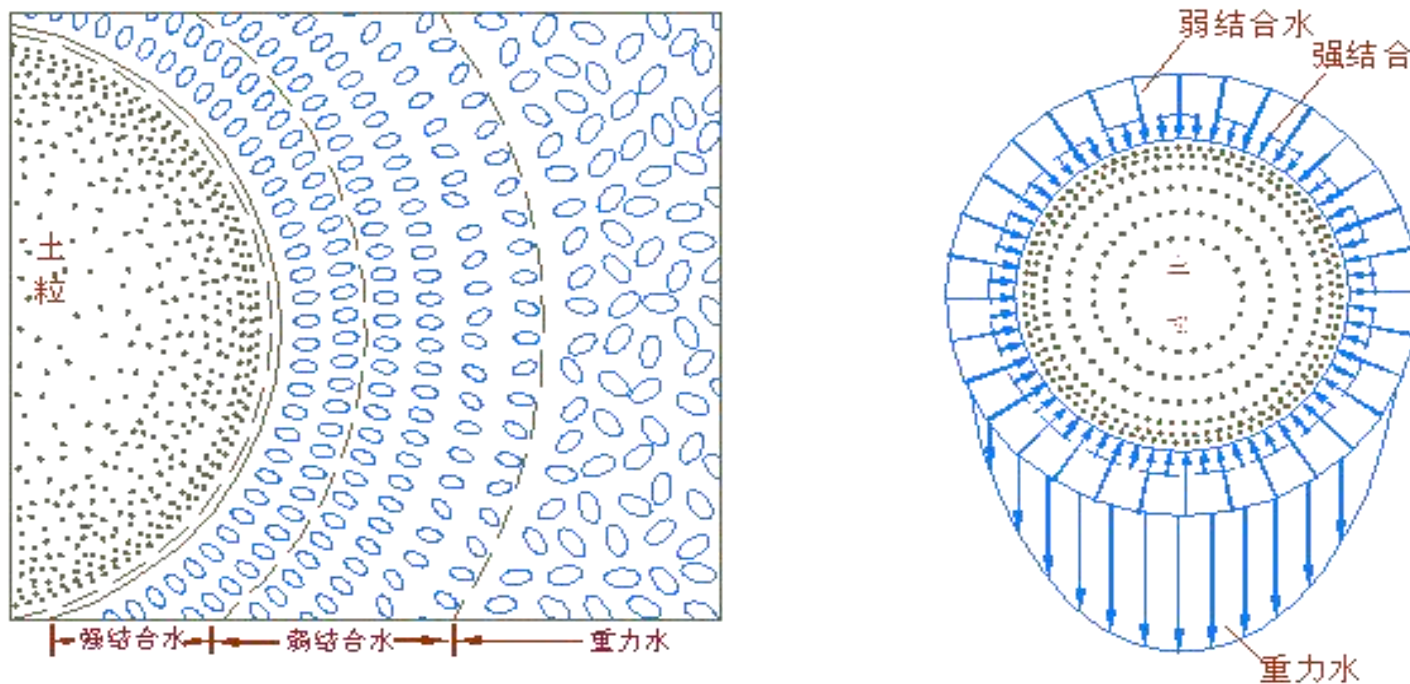


图 2 - 6 结合水与重力水

[部分参照列别捷夫]

左图:椭圆形小粒代表水分子,结合水部分的水分子带正电荷一端朝向颗粒;

右图:箭头代表水分子所受合力方向

- (2)重力水

- 重力水——重力的影响大于固体表面的吸引力，在自身重力下能运动的那部分水。
- 岩土空隙中的重力水能够自由流动,重力水可以传递静水压力，有冲刷、侵蚀作用，能溶解岩石。井泉取用的地下水，都属于重力水。



(3) 毛细水

松散岩石中细小的孔隙通道构成毛细带，在地下水面以上的包气带中广泛存在毛细水。

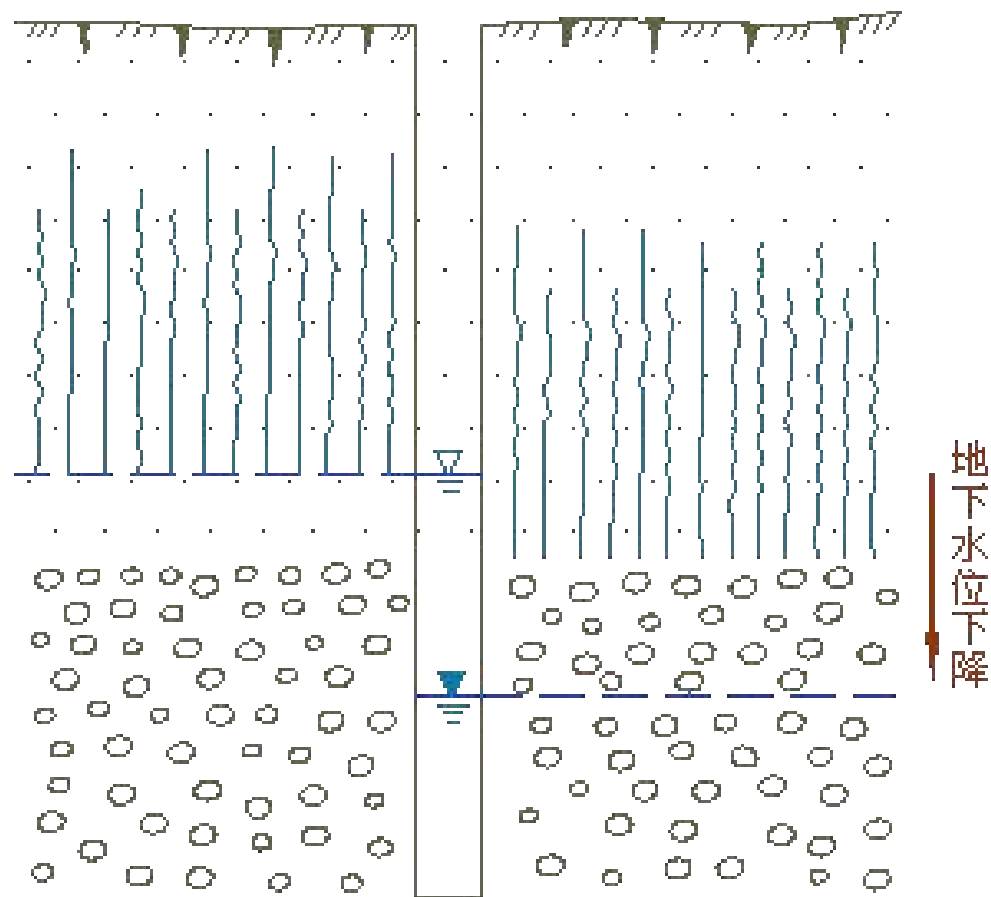


图 2-7 支持毛细水与悬挂毛细水

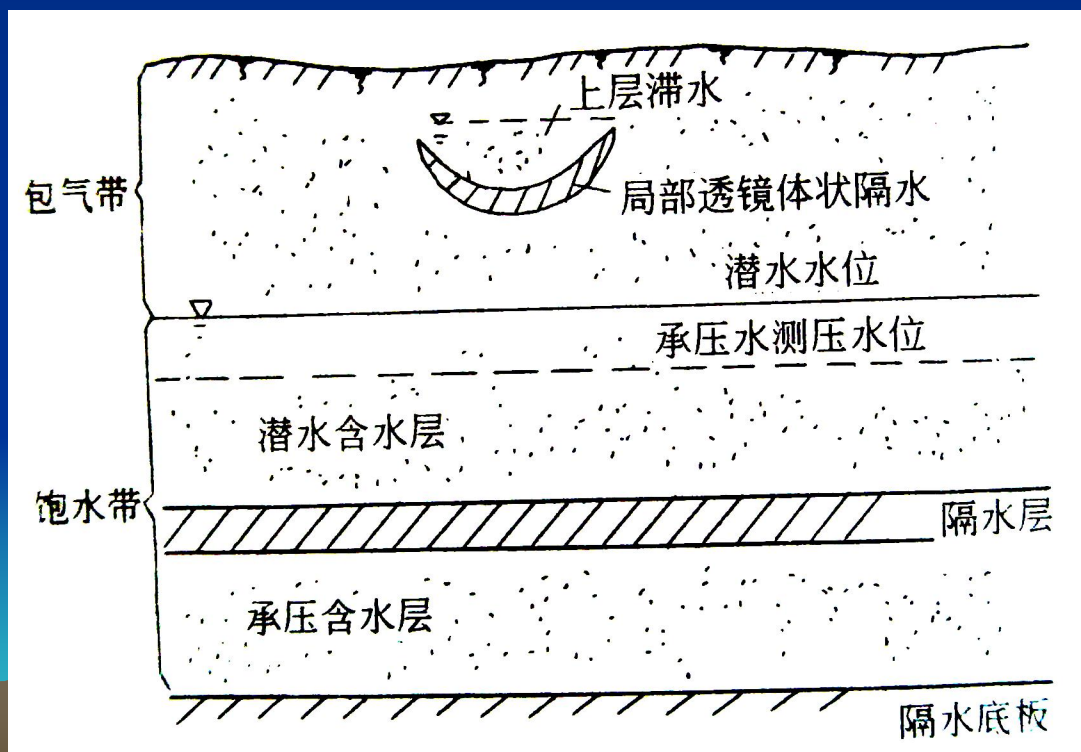
井左侧表示高水位时砂层中支持毛细水；右侧表示水位降低后砂层中的悬挂毛细水；砾石层中孔隙直径已超过毛细管，故不存在支持毛细水

• 2.地下水的分带

自地表向下依次为：

包气带：地下水水面以上称为包气带，或非饱和带。气态水、结合水、毛细水

• 饱水带：地下水水面以下称为饱水带，或饱和带。重力水



三、含水层、隔水层

饱水带岩层按其透过和给出水的能力，可划分为含水层和隔水层。

含水层：能够透过并给出相当数量水的岩层。（砂砾岩、空隙度大的岩石）

隔水层：不透水或微透水的岩层。（致密粘土、页岩、泥岩等）

含水层与隔水层的划分是相对的。



形成含水层的基本条件为：

(a)岩层要具有能容纳重力水的空隙

(b)具有储存和聚集地下水的地质条件

(c)具有充足的补给来源（位于地下水位以下）

- 含水层的类型

- A、按空隙类型分：

- 孔隙含水层、裂隙含水层、岩溶含水层

- B、按埋藏条件分：

- 潜水含水层、承压含水层



5.2 地下水的类型

- 一. 地下水的分类汇总
- 二. 上层滞水
- 三. 潜水
- 四. 承压水



- 一. 地下水的分类汇总

- (1) 按埋藏条件分:

{ 上层滞水
潜水
承压水 }

- (2) 按空隙特性分:

{ 孔隙水
裂隙水
岩溶水 }



- (3) 按物理状态分： $\left\{ \begin{array}{l} \text{气态水} \\ \text{液态水} \\ \text{固态水} \end{array} \right\}$

- (4) 按水的存在形式分： $\left\{ \begin{array}{l} \text{结合水} \left\{ \begin{array}{l} \text{强结合水 (吸着水)} \\ \text{弱结合水 (薄膜水)} \end{array} \right\} \\ \text{半自由水} \text{ — — 毛细管水} \\ \text{自由水} \text{ — — 重力水} \end{array} \right\}$

(5) 按硬度分 (CaCO_3)

极软水
软水
弱硬水
硬水
极硬水

(6) 按总矿化度分 (总溶解固体TDS)

淡水
微咸水
咸水
盐水
卤水

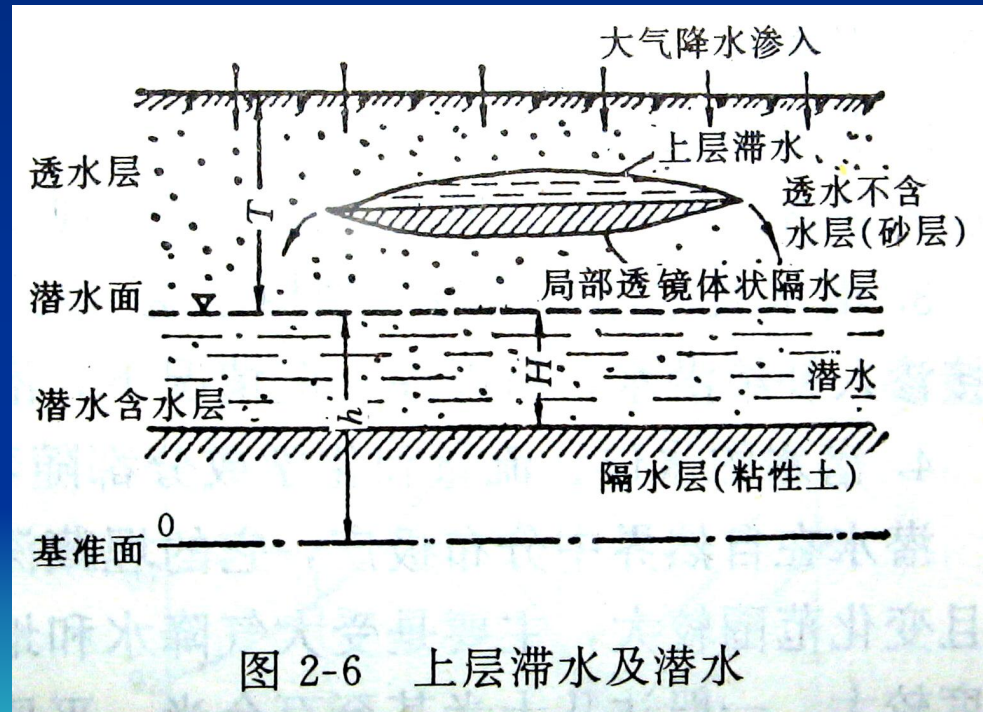
(7) 按酸碱度分:

强酸性水
弱酸性水
中性水
弱碱性水
强碱性水

二. 上层滞水

埋藏条件—指地下水在垂直剖面上所处的位置及在含水层中的分布及运动特点

上层滞水：包气带中局部隔水层之上具有自由水面的重力水。它是大气降水或地表水下渗时，受包气带中局部隔水层的阻托滞留聚集而成。



上层滞水埋藏的共同特点:在透水性较好的岩层中夹有不透水岩层.

上层滞水因完全靠大气降水或地表水体直接渗入补给,水量受季节控制特别明显。这种水的矿化度一般较低,因接近地表,水质容易被污染。



三.潜水

潜水一指饱水带中第一个具有自由表面的含水层中的水。它的上部没有完整连续的隔水顶板，潜水的水面为自由水面，称为潜水面。

常用指标：

1. 层厚 H ：潜水面至隔水底板的距离
2. 埋深 T ：潜水面至地表的距离称为潜水位埋深
3. 潜水位标高：潜水面上任意一点距基准面的绝对标高称为潜水位(h)，亦称潜水位标高。



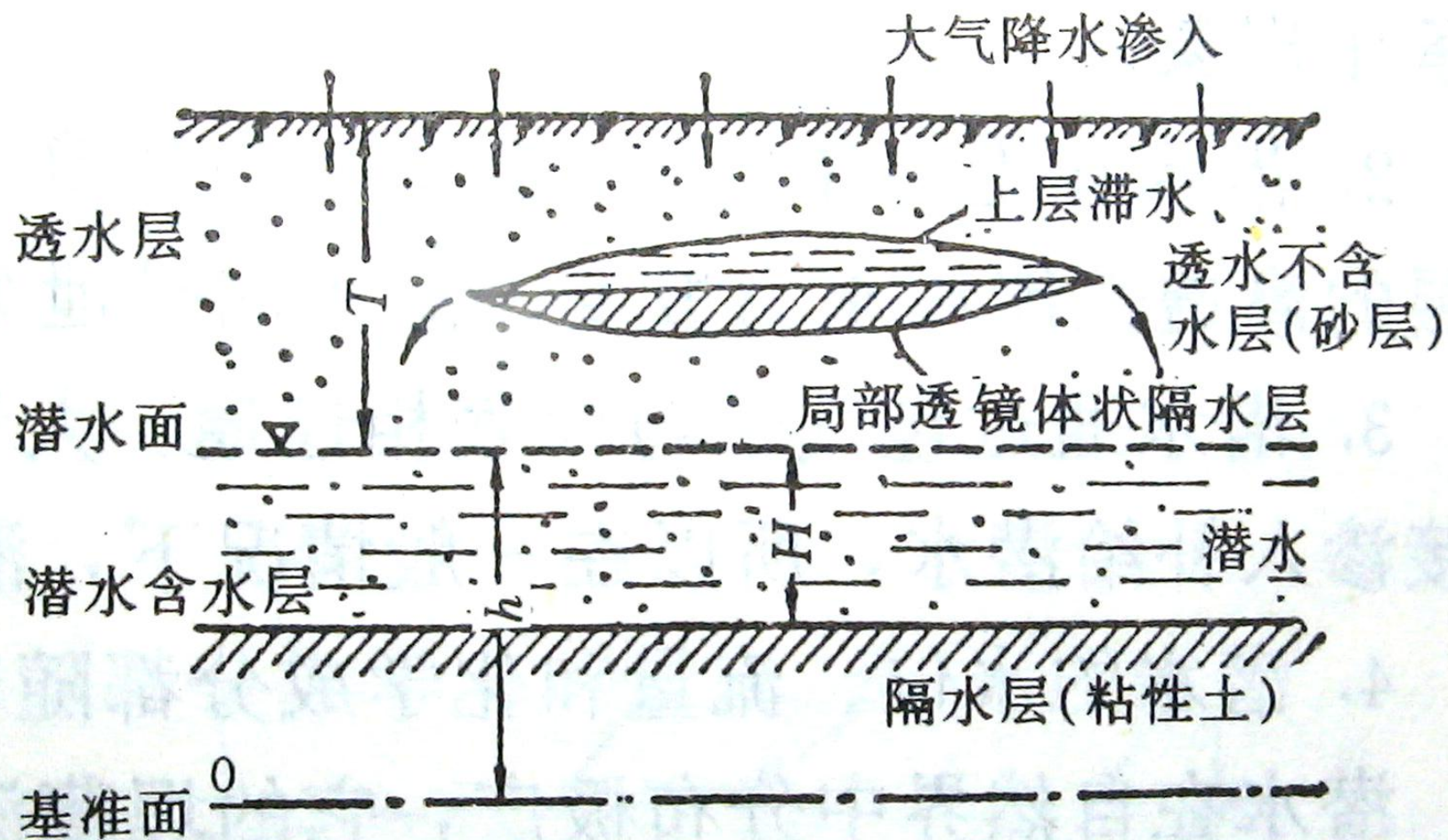


图 2-6 上层滞水及潜水

主要特征：

- (1) 位于第一个稳定的隔水层之上，具自由水面____潜水面；
- (2) 潜水在重力作用下，由潜水位较高处向潜水位较低处流动，流动的快慢取决于含水层的渗透性能和水力剃度。
- (3) 潜水通过包气带与地表连通，大气降水、凝结水、地表水通过包气带的空隙通道直接渗入补给潜水，所以一般情况下，潜水的分布区与补给区是一致的。
- (4) 潜水的水位、流量和化学成分都随着地区和时间不同而变化



潜水在自然界分布范围大，补给来源广，所以水量一般较丰富，特别是潜水与地表常年性河流相连通时，水量更为丰富。加之潜水埋藏深度一般不大，因而是便于开采的供水水源。但由于含水层之上无连续的隔水层分布，水体容易受污染和蒸发，水质容易变坏。



四、承压水

承压水一指充满于两个稳定隔水层之间的含水层中的重力水。

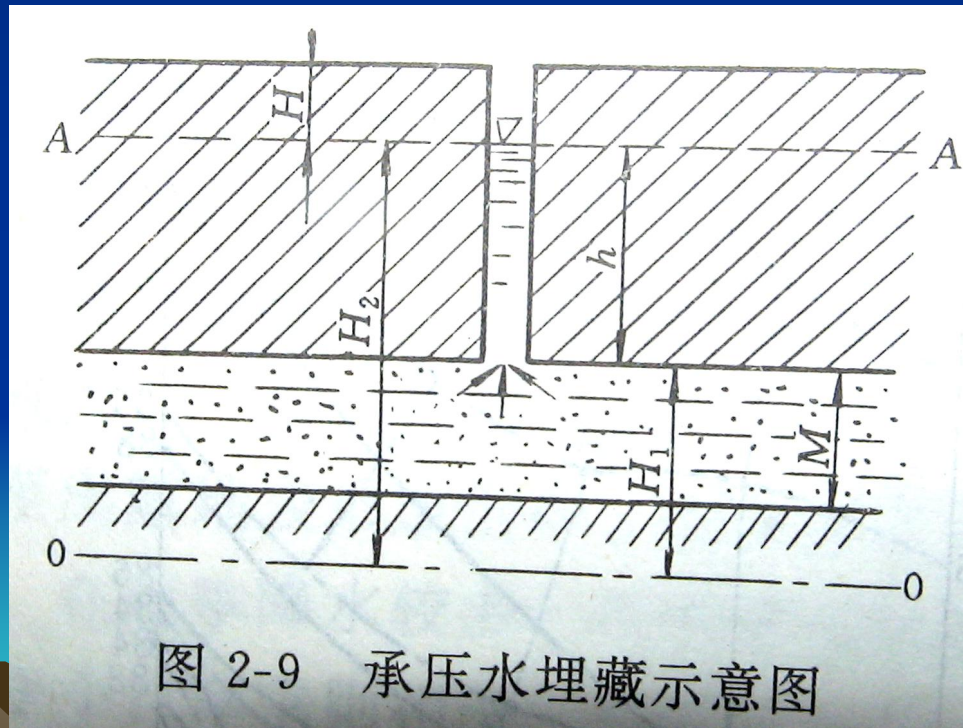


图 2-9 承压水埋藏示意图

承压水的特点：有稳定的隔水顶板存在，没有自由水面，水体承受静水压力。

常用指标：

含水层厚度（M）：隔水顶板到底板的距离

初见水位（ H_1 ）：打井时，在隔水顶板被凿穿之前见不到承压水，凿穿后水便立即自含水层上升到隔水顶板的底面之上，最后稳定在一个高程上。隔水顶板底面的高程，即为该点的初见水位，钻孔钻进到这个高程，可开始见到地下水。



承压水位 (H_2) : 承压水沿钻孔上升最后稳定的高程, 即为该点的承压水位或称测压水位。

承压水位埋深 (H) : 地面至承压水位的距离

承压水头 (h) : 自隔水顶板底面到承压水位之间的垂直距离

显然:

$$H_2 = H_1 + h$$



承压水的特征

- **A**、无自由的水面，
- **B**、水位可沿井筒上升一定的高度，具有承压性；
- **C**、分布区与补给区不一致；
- **D**、受上覆隔水层作用，受大气和地表水影响较小，动态较稳定。



5.3 与地下水有关的工程与环境问题

一、与地下水有关的工程问题

1. 地面沉降；
2. 地石塌陷；
3. 渗流变形；
4. 基坑突涌与基坑排水
- 5 地下水对建筑材料的侵蚀性



二. 与地下水有关的环境问题

1. 区域地下水位下降与水源枯竭
2. 地面沉降与塌陷
3. 海（咸）水入侵
4. 土壤盐淡化和沼泽化
5. 地下水污染



思考题

- 1.岩石的空隙及空隙性
- 2.衡量孔隙、裂隙、溶隙大小的指标
- 3.地下水自地表向下可分为哪几个带？每个带中包含地下水的类型？
- 4.岩石水理性质指标有哪些？
- 5.何为含水层、隔水层？
- 6.形成含水层的基本条件？
- 7.何为潜水？表示潜水的指标？潜水的主要特征？
从潜水等水位线图可以解决哪些问题？

9.何为承压水？表示承压水的指标、承压水的特征？

10.地下水的循环？

11.地下水的补给源有哪些？

12.地下水的排泄方式有哪些？研究泉水的意义？

13.地下径流产生的原因及影响因素、表示方法？

14.地下水运动的特征、基本规律？

15.水文地质勘察的任务内容？

16.水文地质测绘的目的？



17.水文地质钻探的目的？

18.抽水试验的目的、任务？

19.地下水动态观测的目的？影响地下水动态的因素？地下水动态观测的内容？

