



2.3 地下水资源

地下水——埋藏于地表以下的各种形态的水分，包括液态水、固态水、气态水、吸着水、薄膜水、毛细管水等六种。

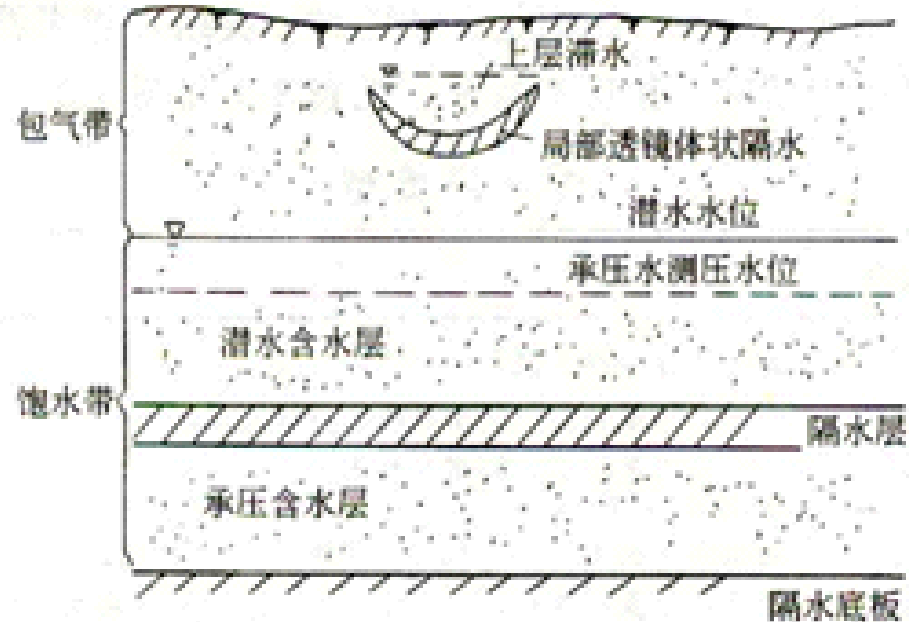
地下水资源——具有直接或间接使用价值的地下水的总称。

2.3.1 地下水资源的类型

上层滞水：在包气带中，局部隔水层之上具有自由水面的重力水，称为上层滞水。

潜水：埋藏于地下第一个稳定隔水层之上的饱水带中具有自由表面的含水层中水称为潜水。

承压水：承压水是指充满于上下两个稳定隔水层之间的水体





2.3.2 地下水的补给、径流和排泄

(1) 补给

- ①大气降水补给——下渗，主要补给方式
- ②地表水补给——地表水下渗，主要补给方式
- ③凝结水补给——在沙漠及干旱地区，以凝结水为主
- ④含水层之间补给——地下水可以由较高水头含水层向较低水头含水层径流补给
- ⑤人工补给——人工回灌，一种非自然循环补给方式，注意防止污染。

(2) 径流

地下水在岩石空隙中的流动过程称为地下水径流。

①地下水径流的表示方法

用地下径流模数M表示，也称地下水径流率。是指在 1km^2 的含水层面积上的地下水的流量，单位为 $\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{km}^2)$ 。

反映径流量大小，与补给状况、径流条件、地质构造有关。



②影响因素

含水层的空隙性	空隙发育的空隙大小影响透水能力
地下水的埋藏条件	无压流动和承压流动
地下水补给量	补给来源的多少直接影响地下水径流量的大小
地形地质状况	地形坡度与地下水的水力坡度具有相关性
地下水的化学成分	粘滞性大小影响流速
人类活动	可以改变地下水补给量、排泄量、地下水位等（如修建水库、灌溉、抽水、采矿排水等会使地下水的径流条件发生变化。

(3) 地下水的排泄

含水层失去水量的过程。排泄方式一般有出流泉、渗入河流、蒸发、人工开采、由高水头含水层向低水头含水层排泄等。



(4) 地下水补给、径流、排泄条件的转化

当一个地区的自然条件发生变化，或者人工改变地下水位时(开采或回灌)，地下水的径流方向会随着改变，补给区和排泄区也相应迁移，甚至排泄区有可能变为补给区。

① 自然条件改变引起的转化

河流水位变化 + 地质结构变化

② 人类活动引起的转化

修建水库，人工开采地下水、采矿排水、农田灌溉、人工回灌等都会改变地下水位或地表水体的水位，因此会引起地下水与地表水之间的补给、径流、排泄的相互转化。

大气降水是地表水的主要来源，同样也是地下水的主要来源。三水（大气降水、地表水与地下水）永远处于不断的相互转化之中。地下水与地表水之间，双方互为补给源与排泄对象，同时也起到相互调节作用。在一个流域内无论开发地表水资源还是开发地下水资源都会对双方产生影响。



2.3.3 地下水的运动特征

(1) 地下水运动的特点

- a) 运动路径（通道）曲折复杂。
- b) 运动速度缓慢。
- c) 流速水头可忽略不计。
- d) 呈雷诺数很小的层流运动。



(2) 地下水运动的基本规律

① 线性渗透定律

层流运动、达西定律，为线性渗透定律。

$$Q = K \cdot A \cdot \frac{H_1 - H_2}{L} \quad v = KJ$$

表观流速 v 比实际流速 u 要小得多。

$$u = \frac{Q}{A \cdot n} = \frac{v}{n}$$

运动时，水力坡度是变化的，所以达西公式应为微分形式。

$$Q = -KA \frac{dH}{dX} \quad v = -K \frac{dH}{dX}$$



② 非线性渗透定律

当地下水在岩石的大孔隙、大裂隙、大溶洞中运动时，会出现紊流状态。紊流运动的规律是水流的渗透速度与水力坡度的平方根成正比。

$$v = K\sqrt{J} \qquad v = K * \sqrt{J}$$

2.3.4 地下水的可利用性

(1) 地下水的可利用性评价要素

包括：水量可利用性、水质可利用性、技术经济可行性、环境影响评价等。

(2) 可利用性分析

① 水量可利用性

地下水水量的表示方法，目前使用较多的是储量、补给量、允许开采量、可利用量等。

从水资源利用的角度，应充分重视允许开采量和可利用量。



a) 允许开采量。是指在整个开采期内，出水量稳定、动水位不超过设计要求、水质和水温变化在允许的范围内，取水不影响已建水源工程，不发生危害性工程地质现象的情况下，单位时间的最大开采量。

b) 可利用量。即实际取水能力，可利用量必须小于允许开采量。计算公式：

可利用量 $Q_k =$ 利用期的补给自然增量 $\Delta Q_b +$ 利用期的排泄减少量 ΔQ_p

水位降形成的利用量 $\mu A \cdot (\Delta h \Delta t)$

首先要充分利用开采期内的自然补给增量；其次要充分截留开采期的排泄量，但是要在不能因为截留排泄量而使得周围生态环境及地表水体发生不良变化的限度范围内；在前两项水量不足时，需要以牺牲地下水位为代价来增加地下水的可利用量，但是这种方式不宜提倡。

②水质可利用性

③技术经济可行性

④对地质环境的影响性

开采引起地下水位下降，是否影响其它取水工程的正常水量，是否会发生工程地质条件变化及影响生态环境等情况。



本章思考题：

水循环概念、自然循环途径示意图、大循环、小循环、

自然循环的原因及作用

更替周期

人类介入自然循环对水体的影响

大气降水的条件

了解全球、我国降水量分布势态

全球水资源量占有势态

我国水资源情况（拥有量、消耗量、特征）

我国水资源特征对利用的困难性分析

地表水、地下水的补给类型

地表水、地下水的可利用性评价