

# 《水文地质学基础》

## 试题库及参考答案

### 目 录

第一章 地球上的水及其循环 .....	1
第二章 岩石中的空隙与水分 .....	4
第三章 地下水的赋存 .....	9
第四章 地下水运动的基本规律 .....	15
第五章 毛细现象与包气带水的运动 .....	20
第六章 地下水的化学成分及其形成作用 .....	22
第七章 地下水的补给与排泄 .....	29
第八章 地下水系统 .....	35
第九章 地下水的动态与均衡 .....	37
第十章 孔隙水 .....	40
第十一章 裂隙水 .....	42
第十二章 岩溶水 .....	45
第十三章 地下水资源 .....	48
第十四章 地下水与环境 .....	49

# 第一章 地球上的水及其循环

## 一、名词解释：

1. 水文地质学：水文地质学是研究地下水的科学。它研究与岩石圈、水圈、大气圈、生物圈以及人类活动相互作用下地下水水量和水质的时空变化规律，并研究如何运用这些规律去兴利除害，为人类服务。
2. 地下水：地下水是赋存于地面以下岩石空隙中的水。
3. 矿水：含有某些特殊组分，具有某些特殊性质，因而具有一定医疗与保健作用的地下水。
4. 自然界的水循环：自大气圈到地幔的地球各个层圈中的水相互联系、相互转化的过程。
5. 水文循环：发生于大气水、地表水和地壳岩石空隙中的地下水之间的水循环。
6. 地质循环：地球浅层圈和深层圈之间水的相互转化过程。
7. 大循环：海洋与大陆之间的水分交换。
8. 小循环：海洋或大陆内部的水分交换。
9. 绝对湿度：某一地区某一时刻空气中水汽的含量。
10. 相对湿度：绝对湿度和饱和水汽含量之比。
11. 饱和差：某一温度下，饱和水汽含量与绝对湿度之差。
12. 露点：空气中水汽达到饱和时的气温。
13. 蒸发：在常温下水由液态变为气态进入大气的过程。
14. 降水：当空气中水汽含量达饱和状态时，超过饱和限度的水汽便凝结，以液态或固态形式降落到地面。
14. 径流：降落到地表的降水在重力作用下沿地表或地下流动的水流。
15. 水系：汇注于某一干流的全部河流的总体构成的一个地表径流系统。
16. 水系的流域：一个水系的全部集水区域。
17. 分水岭：相邻两个流域之间地形最高点的连线。
18. 流量：单位时间内通过河流某一断面的水量。
19. 径流总量：某一时间段内，通过河流某一断面的水量。
20. 径流模数：单位流域面积上平均产生的流量。
21. 径流深度：计算时段内的总径流量均匀分布于测站以上整个流域面积上所得到的平均水层厚度。

22. 径流系数：同一时段内流域面积上的径流深度与降水量的比值。

## 二、填空

1. 水文地质学是研究 地下水 的科学。它研究 岩石圈、水圈、大气圈、生物圈 及人类活动相互作用下地下水 水量 和 水质 的时空变化规律。
2. 地下水的功能主要包括：资源、生态环境因子、灾害因子、地质营力、或 信息载体。
3. 自然界的水循环分为 水文 循环和 地质 循环。
4. 水文循环分为 大 循环和 小 循环。
5. 水循环是在 太阳辐射 和 重力 作用下，以蒸发、降水和径流等方式周而复始进行的。
6. 水循环是在太阳辐射和重力作用下，以 蒸发、降水 和 径流 等方式周而复始进行的。
7. 主要气象要素有 气温、气压、湿度、蒸发、降水。
8. 在水文学中常用 流量、径流总量、径流深度、径流模数 和 径流系数 等特征值说明地表径流。

## 三、判断题

1. 地下水是水资源的一部分。 （ √ ）
2. 海洋或大陆内部的水分交换称为大循环。 （ × ）
3. 地下水中富集某些盐类与元素时，便成为有工业价值的工业矿水。 （ √ ）
4. 水文循环是发生于大气水和地表水之间的水循环。 （ × ）
5. 水通过不断循环转化而水质得以净化。 （ √ ）
6. 水通过不断循环水量得以更新再生。 （ √ ）
7. 水文循环和地质循环均是  $H_2O$  分子态水的转换。 （ × ）
8. 降水、蒸发与大气的物理状态密切相关。 （ √ ）
9. 蒸发是指在  $100^{\circ}C$  时水由液态变为气态进入大气的过程。 （ × ）
10. 蒸发速度或强度与饱和差成正比。 （ √ ）

## 四、简答题

1. 水文地质学的发展大体可划分为哪三个时期？

1856 年以前的萌芽时期，1856 年至本世纪中叶的奠基时期，本世纪中叶至今的发展时期。

2. 水文地质学已形成了若干分支学科，属于基础性的学科分支有哪些？

水文地质学、地下水动力学、水文地球化学、水文地质调查方法、区域水文地质学。

3. 水文循环与地质循环的区别？

水文循环通常发生于地球浅层圈中，是 $H_2O$  分子态水的转换，通常更替较快；地质循环发生于地球浅层圈和深层圈之间，常伴有水分子的分解与合成，转换速度缓慢。

4. 简述水文循环的驱动力及其基本循环过程？

水文循环的驱动力是太阳辐射和重力。

地表水、包气带水及饱水带中浅层水通过蒸发和植物蒸腾而变为水蒸气进入大气圈。水汽随风飘移，在适宜条件下形成降水。落到陆地的降水，部分汇聚于江河湖沼形成地表水，部分渗入地下，部分滞留于包气带中，其余部分渗入饱水带岩石空隙之中，成为地下水。地表水与地下水有的重新蒸发返回大气圈，有的通过地表径流和地下径流返回海洋。

5. 大循环与小循环的区别？

海洋与大陆之间的水分交换为大循环。

海洋或大陆内部的水分交换为小循环。

6. 水循环的作用？

一方面，水通过不断转化而水质得以净化；另一方面，水通过不断循环水量得以更新再生。

## 五、论述题

1. 影响水面蒸发的因素有哪些？如何影响？

影响因素有：气温、气压、湿度和风速。

气温愈高，绝对湿度愈低，蒸发愈强烈，反之，蒸发愈弱。

气压是通过气压差的大小影响空气对流而影响蒸发的，气压差和风速愈大，蒸发就愈强烈，反之，蒸发愈弱。

2. 自然界水循环的意义？

水通过不断循环转化使水质得以净化；水通过不断循环水量得以更新再生；维持生命繁衍与人类社会发展；维持生态平衡。

## 第二章 岩石中的空隙与水分

### 一、名词解释

1. 岩石空隙：地下岩土中的空间。
2. 孔隙：松散岩石中，颗粒或颗粒集合体之间的空隙。
3. 孔隙度：松散岩石中，某一体积岩石中孔隙所占的体积。
4. 裂隙：各种应力作用下，岩石破裂变形产生的空隙。
5. 裂隙率：裂隙体积与包括裂隙在内的岩石体积的比值。
6. 岩溶率：溶穴的体积与包括溶穴在内的岩石体积的比值。
7. 溶穴：可溶的沉积岩在地下水溶蚀下产生的空洞。
8. 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。
9. 重力水：重力对它的影响大于固体表面对它的吸引力，因而能在自身重力作影响下运动的那部分水。
10. 毛细水：受毛细力作用保持在岩石空隙中的水。
11. 支持毛细水：由于毛细力的作用，水从地下水沿孔隙上升形成一个毛细水带，此带中的毛细水下部有地下水面支持。
12. 悬挂毛细水：由于上下弯液面毛细力的作用，在细土层会保留与地下水面不相联接的毛细水。
13. 容水度：岩石完全饱水时所能容纳的最大的水体积与岩石总体积的比值。
14. 重量含水量：松散岩石孔隙中所含水的重量与干燥岩石重量的比值。
15. 体积含水量：松散岩石孔隙中所含水的体积与包括孔隙在内的岩石体积的比值。
16. 饱和含水量：孔隙充分饱水时的含水量。
17. 饱和差：饱和含水量与实际含水量之间的差值。
18. 饱和度：实际含水量与饱和含水量之比。
19. 角毛细水：在包气带中颗粒接点上由毛细力作用而保持的水。
20. 给水度：地下水位下降一个单位深度，从地下水位延伸到地表面的单位水平面积岩石柱体，在重力作用下释出的水的体积。
21. 持水度：地下水位下降一个单位深度，单位水平面积岩石柱体中反抗重力而保持于岩石空隙中的水量。

22. 残留含水量：包气带充分重力释水而又未受到蒸发、蒸腾消耗时的含水量。
23. 岩石的透水性：岩石允许水透过的能力。
24. 有效应力：实际作用于砂层骨架上的应力。

## 二、填空

1. 岩石空隙是地下水储存场所和运动通道。空隙的多少、大小、形状、连通情况和分布规律，对地下水的分步和运动具有重要影响。
2. 岩石空隙可分为松散岩石中的孔隙、坚硬岩石中的裂隙、和可溶岩石中的溶穴。
3. 孔隙度的大小主要取决于分选程度及颗粒排列情况，另外颗粒形状及胶结充填情况也影响孔隙度。
4. 岩石裂隙按成因分为：成岩裂隙、构造裂隙、风化裂隙。
5. 地下水按岩层的空隙类型可分为：孔隙水、裂隙水、和岩溶水。
6. 毛细现象是发生在固、液、气三相界面上的。
7. 通常以容水度、含水量、给水度、持水度和透水性来表征与水分的储容和运移有关的岩石性质。
8. 岩性对给水度的影响主要表现为空隙的大小与多少。
9. 松散岩层中，决定透水性好坏的主要因素是孔隙大小；只有在孔隙大小达到一定程度，孔隙度才对岩石的透水性起作用。

## 三、判断题

1. 松散岩石中也存在裂隙。（√）
2. 坚硬岩石中也存在孔隙。（√）
3. 松散岩石中颗粒的形状对孔隙度没有影响。（×）
4. 两种颗粒直径不同的等粒圆球状岩石，排列方式相同时，孔隙度完全相同。（√）
5. 松散岩石中颗粒的分选程度对孔隙度的大小有影响。（√）
6. 松散岩石中颗粒的排列情况对孔隙度的大小没影响。（×）
7. 松散岩石中孔隙大小取决于颗粒大小。（√）
8. 松散岩石中颗粒的排列方式对孔隙大小没影响。（×）
9. 裂隙率是裂隙体积与不包括裂隙在内的岩石体积的比值。（×）

10. 结合水具有抗剪强度。 ( √ )
11. 在饱水带中也存在角毛细水。 ( × )
12. 在松散的砂层中, 一般来说容水度在数值上与孔隙度相当。 ( √ )
13. 在连通性较好的含水层中, 岩石的空隙越大, 给水度越大。 ( √ )
14. 松散岩石中, 当初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时, 地下水位下降后, 给水度偏小。 ( √ )
15. 对于颗粒较小的松散岩石, 地下水位下降速率较大时, 给水度的值也大。 ( × )
16. 颗粒较小的松散岩石中, 重力释水并非瞬时完成, 往往滞后于水位下降, 所以给水度与时间有关。 ( √ )
17. 松散岩石中孔隙度等于给水度与持水度之和。 ( √ )
18. 松散岩石中, 孔隙直径愈小, 连通性愈差, 透水性就愈差。 ( √ )
19. 在松散岩石中, 不论孔隙大小如何, 孔隙度对岩石的透水性不起作用。 ( × )
20. 饱含水砂层因孔隙水压力下降而压密, 待孔隙压力恢复后, 砂层仍不能恢复原状。  
( × )
21. 粘性土因孔隙水压力下降而压密, 待孔隙压力恢复后, 粘性土层仍不能恢复原状。( √ )
22. 在一定条件下, 含水层的给水度可以是时间的函数, 也可以是一个常数。 ( √ )
23. 在其它条件相同而只是岩性不同的两个潜水含水层中, 在补给期时, 给水度大, 水位上升大, 给水度小, 水位上升小。 ( × )
24. 某一松散的饱水岩层体积含水量为 30%, 那么该岩层的孔隙度为 0.3。 ( √ )

## 四、简答题

1. 简述影响孔隙大小的因素, 并说明如何影响?

影响孔隙大小的因素有: 颗粒大小、分选程度、和颗粒排列方式。

当分选性较好时, 颗粒愈大、孔隙也愈大。当分选性较差时, 由于粗大颗粒形成的孔隙被小颗粒所充填, 孔隙大小取决于实际构成孔隙的细小颗粒的直径。排列方式的影响: 立方体排列比四面体排列孔隙大。

2. 简述影响孔隙度大小的主要因素, 并说明如何影响?

影响孔隙度大小的因素有: 颗粒排列情况、分选程度、颗粒形状及胶结程度。

排列方式愈规则、分选性愈好、颗粒形状愈不规则、胶结充填愈差时, 孔隙度愈大; 反

之，排列方式愈不规则、分选性愈差、颗粒形状愈规则、胶结充填愈好时，孔隙度愈小。

3. 裂隙率一般分为哪几种？各自的定义？

裂隙率分为面裂隙率、线裂隙和体积裂隙率。

面裂隙率：单位面积岩石上裂隙所占比例。

线裂隙率：与裂隙走向垂直方向上单位长度内裂隙所占的比例。

体积裂隙率：单位体积岩石裂隙所占体积。

4. 地壳岩石中水的存在形式有哪些？

地壳岩石中水的存在形式：

(1) 岩石“骨架”中的水(沸石水、结晶水、结构水)。

(2) 岩石空隙中的水(结合水、液态水、固态水、气态水)。

5. 结合水、重力水和毛细水有何特点？

结合水束缚于固体表面，不能在自身重力影响下运动，水分子排列精密、密度大，具抗剪强度；重力水在自身重力下运动，不具抗剪强度；毛细水受毛细力作用存在于固、液、气三相界上。

6. 影响给水度的因素有哪些，如何影响？

影响给水度的因素有岩性、初始地下水位埋深、地下水位降速。

岩性主要表现为决定空隙的大小和多少，空隙越大越多，给水度越大；反之，越小。初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时，地下水下降后给水度偏小。地下水位下降速率大时，释水不充分，给水度偏小。

7. 影响岩石透水性的因素有哪些，如何影响？

影响因素有：岩性、颗粒的分选性、孔隙度。

岩性越粗、分选性越好、孔隙度越大、透水能力越强；反之，岩性越细、分选性越差、孔隙度越小，透水能力越弱。

8. 简述太砂基有效应力原理？

在松散沉积物质构成的饱水砂层中，作用在任意水平断面上的总应力  $P$  由水和骨架共同承担。及总应力  $P$  等于孔隙水压力  $U$  和有效应力  $P'$  之和。因此，有效应力等于总应力减去孔隙水压力，这就是有效应力原理。

9. 简述地下水位变动引起的岩土压密？

地下水位下降后，孔隙水压力降低，有效应力增加，颗粒发生位移，排列更加紧密，颗粒的接触面积增加，孔隙度降低，岩土层受到压密。



## 五、论述题

### 1. 岩石空隙分为哪几类，各有什么特点？

岩石空隙分为：孔隙、裂隙和溶穴。

孔隙分布于颗粒之间，连通好，分布均匀，在不同方向上孔隙通道的大小和多少都很接近；裂隙具有一定的方向性，连通性较孔隙为差，分布不均匀；溶穴孔隙大小悬殊而且分布极不均匀。

### 2. 为什么说空隙大小和数量不同的岩石，其容纳、保持、释出及透水的能力不同？

岩石容纳、保持、释出及透水的能力与空隙的大小和多少有关。而空隙的大小和多少决定着地壳岩石中各种形式水所占的比例。空隙越大，结合水所占的比例越小，则容纳、释出及透水能力越强，持水能力越弱；反之，空隙度越小，结合水所占的比例越大，则容纳、释出及透水能力越弱，持水能力越强。所以说空隙大小和数量不同的岩石其容纳、保持、释出及透水的能力不同。

### 3. 地下水位的埋藏深度和下降速率，对松散岩石的给水度产生什么影响？

初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时，地下水位下降，重力水的一部分将转化为支持毛细水而保持于地下水面以上，给水度偏小；在细小颗粒层状相间分布的松散岩石，地下水位下降时，易形成悬挂毛细水不能释放出来，另外，重力释水并非瞬时完成，而往往迟后于水位下降，给水度一般偏小。

## 第三章 地下水的赋存

### 一、名词解释

1. 包气带：地下水面以上称为包气带。
2. 饱水带：地下水面以下为饱水带。
3. 含水层：能够透过并给出相当数量水的岩层。
4. 隔水层：不能透过与给出水，或者透过与给出的水量微不足道的岩层。
5. 弱透水层：指那些渗透性相当差的岩层。
6. 潜水：饱水带中第一个具有自由表面的含水层中的水。
7. 潜水面：潜水的表面。

8. 潜水含水层厚度：从潜水面到隔水底板的距离。
9. 潜水埋藏深度：潜水面到地面的距离。
10. 潜水位：潜水面上任一点的高程。
11. 潜水等水位线图：潜水位相等的各点的连线构成的图件。
12. 承压水：充满于两个隔水层之间的含水层中的水。
13. 隔水顶板：承压含水层上部的隔水层。
14. 隔水底板：承压含水层下部的隔水层。
15. 承压含水层厚度：隔水顶底板之间的距离。
16. 承压高度：揭穿隔水顶板的钻孔中静止水位到含水层顶面之间的距离。
17. 测压水位：揭穿隔水顶板的井中静止水位的高程。
18. 等水压线图：某一承压含水层测压水位相等的各点的连线构成的图件。
19. 贮水系数：测压水位下降（或上升）一个单位深度，单位水平面积含水层释出（或储存）的水体积。
20. 上层滞水：当包气带存在局部隔水层时，局部隔水层上积聚的具有自由水面的重力水。

## 二、填空

1. 包气带自上而下可分为土壤水带、中间带和毛细水带。
2. 岩层按其透水性可分为透水层和不透水层。
3. 地下水的赋存特征对其水量、水质时空分布有决定意义，其中最重要的是埋藏条件和含水介质类型。
4. 据地下水埋藏条件，可将地下水分为包气带水、潜水和承压水。
5. 按含水介质（空隙）类型，可将地下水分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。
6. 潜水的排泄除了流入其它含水层以外，泄入大气圈与地表水圈的方式有两类，即：径流排泄和蒸发排泄。
7. 潜水接受的补给量大于排泄量，潜水面上升，含水层厚度增大，埋藏深度变小。
8. 潜水接受的补给量小于排泄量，潜水面下降，含水层厚度变小，埋藏深度变大。
9. 承压含水层获得补给时测压水位上升，一方面，由于压强增大含水层中水的密度加大；另一方面，由于孔隙水压力增大，有效应力降低，含水层骨架发生少量回弹，空隙度增大。

10. 承压含水层获得补给时,增加的水量通过水的密度 加大 及含水介质空隙的 增大 容纳。
11. 承压含水层排泄时,减少的水量表现为含水层中水的密度 变小 及含水介质空隙 缩减。

### 三、判断题

1. 在包气带中,毛细水带的下部也是饱水的,故毛细饱水带的水能进入井中。 ( × )
2. 地下水位以上不含水的砂层也叫含水层。 ( × )
3. 渗透性较差的同一岩层,在涉及某些问题时被看作透水层,在涉及另一问题时被看作隔水层。 ( √ )
4. 当我们所研究的某些水文地质过程涉及的时间尺度相当长时,任何岩层都可视为可渗透的。 ( √ )
5. 潜水含水层的厚度与潜水位埋藏深度不随潜水面的升降而发生变化。 ( × )
6. 潜水主要接受大气降水和地表水的补给。 ( √ )
7. 潜水位是指由含水层底板到潜水面的高度。 ( × )
8. 潜水的流向是垂直等水位线由高水位到低水位。 ( √ )
9. 潜水积极参与水循环,资源易于补充恢复。 ( √ )
10. 潜水直接接受大气降水补给,不论什么条件下,潜水的品质都比较好。 ( × )
11. 当不考虑岩层压密时,承压含水层的厚度是不变的。 ( √ )
12. 测压水位是指揭穿承压含水层的钻孔中静止水位到含水层顶面之间的距离。 ( × )
13. 承压高度是指揭穿承压含水层的钻孔中静止水位的高程。 ( × )
14. 承压水由于受顶、底板的限制,故承压水的资源不易补充恢复。 ( √ )
15. 承压含水层受隔水顶板的阻挡,一般不易受污染,故承压水的品质好。 ( × )
16. 承压含水层接受其它水体的补给时,只需具备其它水体与该含水层之间有水力联系的通道即可。 ( × )
17. 水位下降时潜水含水层所释放出的水来自部分空隙的疏干。 ( √ )
18. 测压水位下降时承压含水层所释放出的水来自含水层水体积的膨胀及含水介质的压密。  
( √ )
19. 除构造封闭条件下与外界没有联系的承压含水层外,所有承压水都是由潜水转化而来。  
( √ )
20. 上层滞水属于包气带水。 ( √ )

21. 地下水在多孔介质中运动，因此可以说多孔介质就是含水层。（ × ）
22. 对含水层来说其压缩性主要表现在空隙和水的压缩上。（ √ ）
23. 潜水含水层的给水度就是贮水系数。（ × ）

## 四、简答题

### 1. 简述包气带特征？

- (1)包气带一般含有结合水、毛细水、气态水、过路重力水；
- (2)包气带自上而下可分为土壤水带、中间带和毛细水带；
- (3)包气带水来源于大气降水的入渗、地面水渗漏和地下水通过毛细上升输入的水分，以及地下水蒸发形成的气态水。
- (4)包气带水的运移受毛细力和重力的共同影响。

### 2. 简述饱水带特征？

- (1) 饱水带一般含有重力水和结合水。
- (2) 饱水带的水体是连续分布的，能传递静水压力。
- (3) 饱水带水在水头差的作用下可以发生连续运动。

### 3. 潜水的水位动态一般随季节如何变化？

丰水季节或年份，潜水接受的补给量大于排泄量，潜水面上升、含水层厚度增大、水位埋深变浅。干旱季节排泄量大于补给量，潜水面下降、含水层厚度变小、水位埋深变大。

### 4. 影响潜水面的因素有哪些，如何影响？

影响潜水面因素有：地形、水文网、含水层渗透性和厚度以及人为因素。

地形缓、含水层厚且渗透性好，则潜水面缓；反之，地形陡、含水层渗透性差且厚度小，则潜水面坡度大。水文网与地下水有直接联系时，地表水体高于地下水面时，潜水面背向地表水体倾斜，潜水面高于地表水体时潜面向地表水体倾斜。

### 5. 承压水等水位线图可以揭示哪些水文地质信息？

- (1) 反应虚构的侧压水面的形状。
- (2) 确定承压水的流向。
- (3) 确定承压水的水力坡度。
- (4) 定性判断含水层的厚度与渗透性的变化。

### 6. 任一承压含水层接受其它水体的补给必须同时具备哪两个条件？

- (1) 存在水头差。
  - (2) 有水力联系。
7. 一般承压水是由什么转化而来，其转化形式有哪几种？
- 除了构造封闭条件下和外界没有联系的承压含水层外，所有承压水最终都是由潜水转化而来；或由补给区的潜水侧向流入，或通过弱透水层接受潜水的补给。
8. 上层滞水的特点？
- (1) 分布近地表。
  - (2) 接受大气降水补给，排泄为蒸发和向隔水底板边缘下渗。
  - (3) 动态变化显著。
  - (4) 极易受污染。
9. 绘制简单水文地质剖面图，分别反映并表示地下水面、饱水带、包气带（土壤水带、中间带、毛细水带）？
10. 绘制一水文地质剖面图，使之反映并表示出含水层、隔水层、潜水、承压水、上层滞水？
- 1—隔水层；2—透水路；3—饱水部分；4—潜水位；5—承压水测压水位；6—泉（上升泉）；
- 7—水井，实线表示井壁不进水；a—上层滞水；b—潜水；c—承压水

## 五、论述题

1. 为什么说含水层与隔水层的划分是相当的？
2. 潜水有哪些特征？
  - (1) 潜水与包气带直接相通。
  - (2) 潜水的补给为大气降水和地表水，排泄以泉、泄流、蒸发等。
  - (3) 潜水的动态受季节影响大。
  - (4) 潜水的品质取决于地形、岩性和气候。
  - (5) 潜水资源易于补充恢复。
  - (6) 潜水易受污染。
3. 潜水等水位线图可以揭示哪些水文地质信息？

- (1) 潜水面形状。
  - (2) 潜水流向。
  - (3) 潜水面坡度。
  - (4) 潜水面的埋藏深度，判断地表水、泉与潜水等的关系。
  - (5) 定性反映潜水含水层的厚度和渗透性。
4. 承压水有哪些特征？
  5. 水量增、减时，潜水与承压水的区别？

## 第四章 地下水运动的基本规律

### 一、名词解释

1. 渗流：地下水在岩石空隙中的运动。
2. 渗流场：发生渗流的区域。
3. 层流运动：在岩层空隙中流动时，水的质点作有秩序的、互不混杂的流动。
4. 紊流运动：在岩层空隙中流动时，水的质点作无秩序地、互相混杂的流动。
5. 稳定流：水在渗流场内运动，各个运动要素（水位、流速、流向）不随时间改变。
6. 非稳定流：水在渗流场中运动，各个运动要素随时间变化的水流运动。
7. 渗透流速：地下水通过某一过水断面的平均流速。
8. 有效空隙度：重力水流动的孔隙体积与岩石体积之比。
9. 水力梯度：沿渗透途径水头损失与相应渗透途径之比。
10. 渗透系数：水力坡度等于 1 时的渗透流速。
11. 流网：在渗流场的某一典型剖面或切面上由一系列流线和等水头线组成的网。
12. 流线：流场中某一瞬时的一条线，线上各水质点的流向与此线相切。
13. 迹线：渗流场中某一段时间内某一质点的运动轨迹。
14. 层状非均质：介质场内各岩层内部为均质各项同性，但不同岩层渗透性不同。

### 二、填空

1. 据地下水流动状态，地下水运动分为 层流 和 紊流。
2. 据地下水运动要素与时间的关系，地下水运动分为 稳定流 和 非稳定流。

3. 水力梯度为定值时，渗透系数 愈大，渗透流速就 愈大。
4. 渗透流速为定值时，渗透系数 愈大，水力梯度 愈小。
5. 渗透系数可以定量说明岩石的 渗透性能。渗透系数愈大，岩石的透水能力 愈强。
6. 流网是由一系列 流线 与 等水头线 组成的网格。
7. 流线 是渗流场中某一瞬时的一条线，线上各水质点在此瞬时的流向均与此线相切。迹线 是渗流场中某一时间段内某一水质点的运动轨迹。
8. 在均质各向同性介质中，地下水必定沿着水头变化最大的方向，即垂直于 等水头线 的方向运动，因此，流线与等水头线构成 正交网格。
9. 流线总是由 源 指向 汇。
10. 如果规定相邻两条流线之间通过的流量相等，则流线的疏密可以反映 径流强度，等水头线的疏密则说明水力梯度的 大小。

### 三. 判断题

1. 在岩层空隙中渗流时，水作平行流动，称作层流运动。（ × ）
2. 达西定律是线性定律。（ √ ）
3. 达西定律中的过水断面是指包括砂颗粒和空隙共同占据的面积。（ √ ）
4. 地下水运动时的有效孔隙度等于给水度。（ × ）
5. 渗透流速是指水流通过岩石空隙所具有的速度。（ × ）
6. 实际流速等于渗透流速乘以有效空隙度。（ × ）
7. 水力坡度是指两点间的水头差与两点间的水平距离之比。（ × ）
8. 决定地下水流向的是水头的大小。（ √ ）
9. 符合达西定律的地下水流，其渗透速度与水力坡度呈直线关系，所以渗透系数或渗透系数的倒数是该直线的斜率。（ √ ）
10. 渗透系数可定量说明岩石的渗透性。渗透系数愈大，岩石的透水能力愈强。（ √ ）
11. 水力梯度为定值时，渗透系数愈大，渗透流速就愈大。（ √ ）
12. 渗透流速为定值时，渗透系数愈大，水力梯度愈小。（ × ）
13. 渗透系数只与岩石的空隙性质有关，与水的物理性质无关。（ × ）
14. 流网是等水头线与迹线组成的网格。（ × ）
15. 流线是渗透场中某一时间段内某一水质点的运动轨迹。（ × ）

16. 在均质各向同性介质中，流线与等水头线构成正交网格。（ √ ）
17. 在隔水边界附近，平行隔水边界为流线。（ √ ）
18. 地下水分水岭是一条流线。（ √ ）
19. 如果我们规定相邻两条流线之间通过的流量相等，则流线的疏密可以反映地下径流强度，等水头线的疏密则说明水力梯度的大小。（ √ ）
20. 在渗流场中，一般认为流线能起隔水边界作用，而等水头线能起透水边界的作用。（ √ ）
21. 两层介质的渗透系数相差越大，则其入射角和折射角也就相差越大。（ √ ）
22. 流线越靠近界面时，则说明介质的  $K$  值就越小。（ × ）
23. 当含水层中存在强渗透性透镜体时，流线将向其汇聚。（ √ ）
24. 当含水层中存在弱渗透性透镜体时，流线将绕流。（ √ ）

#### 四、简答题

1. 叙述达西定律并说明达西定律表达式中各项物理意义？

式中：  $Q$ ——渗透流量；

$w$ ——过水断面；

$h$ ——水头损失（ $h=H_1-H_2$ ，即上下游过水段面的水头差）；

$I$ ——水力坡度；

$L$ ——渗透途径；

$K$ ——渗透系数。

2. 何为渗透流速？渗透流速与实际流速的关系如何？

水流通过整个岩石断面（包括颗粒和孔隙）的平均流速。

渗透流速等于实际流速乘以有效孔隙度。

3. 有效孔隙度与孔隙度、给水度有何关系？

(1) 有效孔隙度小于孔隙度。

(2) 由于重力释水时孔隙中还保持结合水和孔角毛细水乃至悬挂毛细水，所以有效孔隙度大于给水度。

(3) 对于孔隙大的岩石三者近似相等。

4. 影响渗透系数大小的因素有哪些？ 如何影响？



影响渗透系数的因素：岩石的孔隙性和水的物理性质。

岩石孔隙越大、连通性越好、孔隙度越高渗透系数越大；水的粘滞性越小、渗透系数越大。

5. 简述汇制流网图的一般步骤？

(1) 根据边界条件绘制容易确定的等水头线和流线。

(2) 流线总是由源指向汇。

(3) 根据流线和等水头线正交在已知流线和等水头线间插入其它部分。

6. 流网图一般能够反映什么信息？

7. 在层状非均质中，流线与岩层界线以一定角度斜交时，发生折射，试写出折射定律，并说明各项的物理意义？

8. 叙述粘性土渗透流速（ $V$ ）与水力梯度（ $I$ ）主要存在的三种关系？

(1)  $V$ - $I$  关系为通过原点的直线，服从达西定律；

(2)  $V$ - $I$  曲线不通过原点，水力梯度小于某一值  $I_0$  时无渗透；大于  $I_0$  时，起初为一向  $I$  轴凸出的曲线，然后转为直线；

(3)  $V$ - $I$  曲线通过原点， $I$  小时曲线向  $I$  轴凸出， $I$  大时为直线。

## 五、论述题

1. 叙述流网的画法，以及利用流网图可解决的问题？

2. 为什么含水层中存在强渗透性透镜体时，流线将向其汇聚；存在弱透水性透镜体时，流线将绕流？

3. 在等厚的承压含水层中，实际过水断面面积为  $400\text{m}^2$  的流量为  $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，含水层的孔隙度为 0.25，试求含水层的实际速度和渗透速度。

4. 一底板水平的含水层，观测孔 A、B、C 彼此相距 1000m，A 位于 B 的正南方，C 则在 AB 线的东面。A、B、C 的地面高程分别是 95m、110m 和 135m，A 中水位埋深为 5m，B 中和 C 中的水位埋深分别是 30m 和 35m，试确定通过三角形 ABC 的地下水流的方向，并计算其水力梯度。

5. 有三个地层，每个 25m 厚，互相叠置，如果在这个层组中设置一个不变流速的垂向水流场，使其顶部  $h=120\text{m}$ ，底部  $h=100\text{m}$ ，试计算内部两个边界处的  $h$  值（设顶部地层的渗透系数为  $0.0001\text{m/d}$ ，中部地层为  $0.0005\text{m/d}$ ，底部地层为  $0.001\text{m/d}$ ）。

6. 考虑一个饱和、均质、各向同性、长方形、垂向剖面 ABC。其上部边界为 AB，底部边界为 DC，左侧边界为 AD，右侧边界为 BC，使 DC 的距离为 AD 的两倍。BC 和 DC 是不透水的。AB 是一个不变水头边界， $h=100\text{m}$ 。AD 被分为两个相等的长度，其上半部分为不透水，下半部分是不变水头边界， $h=40\text{m}$ 。试示意汇出流网图。
7. 已知一等厚、均质、各向同性的承压含水层，其渗透系数为  $15\text{ m/d}$ ，孔隙度为  $0.2$ ，沿着水流方向的两观测孔 A、B 间距  $L=1200\text{m}$ ，其水位标高分别为  $H_a=5.4\text{m}$ ， $H_b=3\text{m}$ 。试求地下水的渗透速度和实际速度。
8. 已知一等厚、均质、各向同性的承压含水层，其渗透系数为  $20\text{ m/d}$ ，A、B 两断面间距为  $5000\text{m}$ ，两断面处的承压水头分别为  $130.2\text{m}$  和  $125.2\text{m}$ 。试计算两断面间的水力梯度和单宽流量。

## 第五章 毛细现象与包气带水的运动

### 一、名词解释

1. 毛细压强：凹形弯液面产生的附加压强。
2. 毛细饱和带：在潜水面之上有一个含水量饱和的带。

### 二、填空

1. 由于表面张力的作用，弯曲的液面对液面以内的液体产生附加表面压强，而这一附加表面压强总是指向液体表面的曲率中心方向；突起的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个正的表面压强；凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个负的表面压强。
2. 拉普拉斯公式的涵义是：弯曲的液面将产生一个指向液面凹侧的附加表面压强；附加表面压强与张力系数成正比，与表面的曲率半径成反比。
3. 包气带毛细负压随着含水量的变小而负值变大。渗透系数随着含水量降低而迅速变小。

### 三、判断题

1. 毛细现象是在固、液两相界面上产生的。（ × ）

2. 突起的弯液面，对液面内侧的液体附加一个正的表面压强。（ √ ）
3. 凹进的弯液面，对液面内侧的液体附加一个正的表面压强。（ × ）
4. 弯曲的弯液面将产生一个指向液面凹侧的附加表面压强，附加表面压强与表面张力系数成正比，与表面的曲率半径成反比。（ √ ）
5. 包气带中毛细负压随着含水量的变小而负值变大。（ √ ）
6. 包气带中渗透系数随着含水量的降低而增大。（ × ）
7. 包气带水的运动也可以用达西定律描述。（ √ ）
8. 颗粒较粗时，由于渗透性好，所以毛细上升高度大。（ × ）
9. 颗粒较细时，由于渗透性差，所以毛细上升高度小。（ × ）

## 四、简答题

1. 附加表面压强的方向如何？凸起和凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个什么样的表面压强？

附加表面压强总是指向液体表面的曲率中心：凸起的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个正的表面压强；凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个负的表面压强。

2. 当液面为凸形、凹形和水平时，实际表面压强各如何计算？

液面为凸形时， $P = P_o + P_c$ ；

液面为凹形时， $P = P_o - P_c$ ；

液面水平时， $P = P_o$ 。

式中： $P_o$ --为大气压强；

$P_c$ --为附加表面压强。

3. 为什么包气带中毛细负压随着含水量的变小而负值迅速变小？

随着含水量的降低，毛细水退缩到孔隙更加细小处，弯液面的曲率增大，造成毛细负压的负值更大。

4. 为什么包气带中渗透系数随着含水量的降低而迅速变小？

(1) 含水量降低，实际过水断面随之减小

(2) 含水量降低，水流实际流动途径的弯曲程度增加；

(3) 含水量降低，水流在更窄小的孔角通道及孔隙中流动，阻力增加。

5. 毛细饱水带与饱水带有哪些区别？

毛细饱水带是在表面张力的支持下饱水的，不存在重力水，打井时打到毛细饱水带时，没有水流入井内；饱水带的水主要是重力水，井打到饱水带时，在重力作用下，水能流入井内。

6. 包气带水与饱水带水运动的区别是什么？

- (1) 饱水带只存在重力势，包气带同时存在重力势与毛细势
- (2) 饱水带任一点的压力水头是个定值，包气带的压力水头则是含水量的函数；
- (3) 饱水带的渗透系数是个定值，包气带的渗透系数随着含水量的降低而变小。

## 五、论述题

1. 研究包气带水有什么意义？

# 第六章 地下水的化学成分及其形成作用

## 一、名词解释

1. 总溶解固体：地下水中所含各种离子、分子与化合物的总量。
2. 变温带：受太阳辐射影响的地表极薄的带。
3. 常温带：变温带以下，一个厚度极小的温度不变的带。
4. 增温带：常温带以下，随深度增大而温度有规律地升高的带。
5. 地温梯度：指每增加单位深度时地温的增值。
6. 溶滤作用：在水与岩土相互作用下，岩土中一部分物质转入地下水中，这就是溶滤作用。
7. 浓缩作用：由于蒸发作用只排走水分，盐分仍保留在余下的地下水中，随着时间延续，地下水溶液逐渐浓缩，矿化度不断增大的作用。
8. 脱碳酸作用：地下水中 $\text{CO}_2$ 的溶解度随温度升高或压力降低而减小，一部分 $\text{CO}_2$ 便成为游离 $\text{CO}_2$ 从水中逸出，这便是脱碳酸作用。
9. 脱硫酸作用：在还原环境中，当有有机质存在时，脱硫酸细菌能使硫酸根离子还原为硫化氢的作用。
10. 阳离子交换吸附作用：一定条件下，颗粒将吸附地下水中某些阳离子，而将其原来吸附的部分阳离子转为地下水中的组分，这便是阳离子交替吸附作用。
11. 混合作用：成分不同的两种水汇合在一起，形成化学成分与原来两者都不相同的地下水，

这便是混合作用。

12. 溶滤水：富含 $\text{CO}_2$ 与 $\text{O}_2$ 的渗入成因的地下水，溶滤它所流经的岩土而获得其主要化学成分，这种水称之为溶滤水。

13. 沉积水：指与沉积物大体同时生成的古地下水。

14. 内生水：来自地球深部层圈物质分异和岩石变质作用过程中化学反应生成的水。

15. 总硬度：水中所含钙离子和镁离子的总量。

16. 暂时硬度：指水中钙离子和镁离子与碳酸根离子和重碳酸根离子结合的硬度。

17. 永久硬度：指水中钙离子和镁离子与氯离子、硫酸根离子和硝酸根离子结合的硬度。

## 二、填空

1. 地下水中含有各种气体、离子、胶体物质、有机质以及微生物等。

2. 地下水中常见的气体成分有氧气、氮气、二氧化碳、甲烷及硫化氢等。

3. 地下水中分布最广、含量较高的阴离子有氯离子、硫酸根离子及重碳酸根离子等。

4. 地下水中分布最广、含量较高的阳离子有钠离子、钾离子、钙离子及镁离子等。

5. 一般情况下，低矿化水中常以重碳酸离子、钙离子及镁离子为主；高矿化水则以氯离子及钠离子为主。

6. 一般情况下，中等矿化的地下水中，阴离子常以硫酸根离子为主，主要阳离子则可以是钠离子，也可以是钙离子。

7. 地下水化学成分的形成作用有溶滤作用、浓缩作用、脱碳酸作用、脱硫酸作用、阳离子交替吸附作用和混合作用。

8. 据地下水化学成分的成因类型，可将地下水分为溶滤水、沉积水和内生水。

9. 在低矿化水中，阴离子以重碳酸盐为主，阳离子以钙离子、镁离子为主。随着蒸发浓缩，溶解度小的钙、镁的碳酸盐部分析出，硫酸根及钠离子逐渐成为主要成分，继续浓缩，水中硫酸盐达到饱和并开始析出，便将形成以氯离子、钠离子为主的高矿化水。

10. 当含钙为主的地下水，进入主要吸附有钠离子的岩土时，水中的钙离子便置换岩土所吸附的一部分钠离子，使地下水中钠离子增多而钙离子减少。

11. 地下水的物理性质主要包括：温度、颜色、透明度、臭味和味道。

12. 地壳表层有两个主要热能来源：一个是太阳的辐射，另一个是来自地球内部的热流。

13. 根据受热源影响的情况，地壳表层可分为变温带、常温带和增温带三个带。

### 三、判断题

1. 地下水的化学成分是地下水与环境长期作用的产物。 ( √ )
2. 地下水中含有氧气和二氧化碳时,所处的地球化学环境有利于氧化作用进行。 ( √ )
3. 地下水中含有硫化氢和甲烷时,所处的地球化学环境有利于还原作用进行。 ( √ )
4. 一般情况下,低矿化水中常以重碳酸根离子及钙离子、镁离子为主;高矿化水则以氯离子及钠离子为主。 ( √ )
5. 一般情况下,中等矿化的地下水中,阴离子常以硫酸根离子为主;主要阳离子则可以是钠离子,也可以是钙离子。 ( √ )
6. 氯离子的含量随着矿化度增长不断增加,氯离子的含量常可以说明地下水的矿化程度。 ( √ )
7. 氯离子不被土粒表面吸附,且溶解度大,不易沉淀析出,是地下水中最稳定的离子。( √ )
8. 由于硫酸钙的溶解度较小,所以,地下水中的硫酸根离子远不如氯离子稳定,最高含量也远低于氯。 ( √ )
9. 因为钾离子大量地参与形成不溶于水的次生矿物和易被植物所摄取,故地下水中钾离子的含量要比钠离子少的多。 ( √ )
10. 用库尔洛夫式反映水的化学特点时,阳离子标在横线上,阴离子标在横线下。 ( × )
11. 正常条件下,地温梯度的平均值约为 3 度/100 米。 ( √ )
12. 常温带地温一般比当地平均气温低 1-2 度。 ( × )
13. 一般盐类溶解度随温度上升而增大,但是,硫酸钠在温度上升时,溶解度降低。 ( √ )
14. 一般情况下,低矿化水的溶解能力强而高矿化水弱。 ( √ )
15. 氯化物易溶于水,所以地下水常常以氯化物为主。 ( × )
16. 地下水的径流与交替强度是决定溶滤作用强度的最活跃最关键的因素。 ( √ )
17. 浓缩作用的结果是地下水的矿化度不断增大。 ( √ )
18. 深部地下水上升成泉,泉口往往形成钙华,这是脱碳酸作用的结果。 ( √ )
19. 脱硫酸作用一般发生在氧化环境中。 ( × )
20. 当含钙离子为主的地下水,进入主要吸附有钠离子的岩土时,水中的钙离子置换岩土所吸附的一部分钠离子。 ( √ )
21. 离子价愈高,离子半径愈大,水化离子半径愈小,则吸附能力愈大。 ( √ )
22. 地下水流经粘土及粘土岩类最容易发生交换吸附作用。 ( √ )

23. 在简分析项目中，钾离子和钠离子之和通常是计算求得。（ √ ）

## 四、简答题

1. 根据受热源影响的范围，地球表层可分为哪几个带？各带的特点？

地球表层可分为：变温带、常温带和增温带。

变温带，下限深度一般 15-30m，此带地温受气温影响而发生昼夜和季节变化；

常温带，变温带下厚度极小的带，此带地温比当地平均气温高 1-2 度；

增温带，常温带以下，随深度增大地温有规律地升高。

2. 研究地下水中气体成分的意义？

一方面，气体成分能够说明地下水所处的地球化学环境；另一方面，地下水中的有些气体会增加水溶解盐类的能力，促进某些化学反应。

3. 地下水中氧气和氮气来源于哪儿？如何通过地下水中氮气和其它气体的含量来判断地下水是否属于大气起源？

来源于大气、生物起源或变质起源。

水中 $(Ar+Kr+Xe)/N_2=0.0118$  时，说明氮气是大气起源。否则，为其他起源。

4. 地下水中二氧化碳气体来源于哪儿？

(1) 来源于土壤；

(2) 来源于大气；

(3) 碳酸盐类岩石在高温下分解。

5. 地下水中氯离子的主要来源有哪些？

(1) 来自沉积岩中所含岩盐或其它氯化物的溶解

(2) 来自岩浆岩中含氯矿物的风化溶解；

(3) 来自海水；

(4) 来自火山喷发物的溶滤；

(5) 人为污染。

6. 地下水中氯离子的特点有哪些？

氯离子不为植物及细菌所摄取，不被土粒表面吸附，氯盐溶解度大，不易沉淀吸出，是地下水中最稳定的离子。它的含量随矿化度的增大而不断增加，氯离子含量常可以用来说明地下水的矿化程度。

7. 地下水中硫酸根离子和重碳酸根离子的来源有哪些？

地下水中硫酸根离子来自：(1) 含石膏或其它硫酸盐的沉积岩的溶解

(2) 硫化物的氧化；

(3) 人为污染。

重碳酸根离子来自：(1) 含碳酸盐的沉积岩的溶解；

(2) 岩浆岩与变质岩的风化溶解。

8. 地下水中钠离子和钾离子的来源有哪些？

(1) 沉积岩中岩盐及其它钠钾盐的溶解；

(2) 海水；

(3) 岩浆岩和变质岩含钠钾矿物的风化溶解。

9. 地下水中钙离子和镁离子的来源有哪些？

(1) 含钙镁的碳酸盐类沉积物的溶解；

(2) 岩浆岩和变质岩中含钙镁矿物的风化溶解。

10. 地下水中的总溶解固体与各离子含量有什么关系？

低矿化水中常以重碳酸根离子及钙离子、镁离子为主；高矿化水中则以氯离子及钠离子为主；中等矿化的地下水中，阴离子常以硫酸根离子为主，主要阳离子则可以是钠离子，也可以是钙离子。

11. 简述利用库尔洛夫式反映水的化学特点的方法？

将阴阳离子分别标示在横线上下，按毫克当量百分数自大而小顺序排列，小于百分之十不予表示。横线前依次表示气体成分、特殊成分和矿化度，三者单位均为 g/L，横线以后字母 t 为代号表示以摄氏度的水温。

12. 影响溶滤作用强度的因素有哪些？

(1) 组成岩土矿物盐类的溶解度

(2) 岩土的空隙特征；

(3) 水的溶解能力；

(4) 水的流动状况。

13. 为什么高矿化水中以易溶的氯离子和钠离子占优势？

随着地下水矿化度上升，溶解度较小的盐类在水中相继达到饱和而沉淀吸出，易溶盐类的离子(如氯化钠)逐渐成为水中主要成分。

14. 产生浓缩作用必须具备哪些条件？



- (1) 干旱或半干旱的气候
  - (2) 地下水位埋深浅;
  - (3) 有利于毛细作用的颗粒细小的松散岩土;
  - (4) 地下水流动系统的势汇。
15. 为什么粘土及粘土岩类最容易发生交换吸附作用?
- 粘土及粘土岩类的颗粒细, 比表面积大, 最容易发生交替吸附作用。
16. 地下水简分析的项目有哪些?
- 物理性质、重碳酸根离子、硫酸根离子、氯离子、钙离子、总硬度、pH 值。
17. 地下水全分析项目有哪些?
- 重碳酸根离子、硫酸根离子、氯离子、碳酸根离子、硝酸根离子、亚硝酸根离子、钙离子、镁离子、钾离子、钠离子、氨离子、亚铁离子、铁离子、硫化氢、二氧化碳、耗氧量、值、干固残余物。
18. 混合作用一般有哪两种可能的结果?
- (1) 可能发出化学反应而形成化学类型完全不同的地下水
  - (2) 不发生化学反应, 混合水的矿化度与化学类型取决于参与混合的两种水的成分及其混合比例。

## 五、论述题

1. 研究地下水化学成分的意义?
2. 氯化物最易溶解于水中, 而为什么多数地下水中检出的是难溶的碳酸盐和硅酸盐成分?
- 开始阶段, 氯化物最易于由岩层转入水中, 而成为地下水中主要化学组分。随着溶滤作用延续, 岩层含有的氯化物由于不断转入水中并被水流带走而贫化, 相对易溶的硫酸盐成为迁入水中的主要组分。溶滤作用长期持续, 岩层中保留下来的几乎只是难溶的碳酸盐及硅酸盐, 地下水的化学成分当然也就以碳酸盐及硅酸盐为主了。
3. 溶滤水的化学成分受哪些因素影响? 如何影响?
- 溶滤水的化学成分受岩性、气候、地貌等因素的影响。
- (见书)
4. 海相淤泥沉积与海水有什么不同?
- (1) 矿化度高;

- (2) 硫酸根离子减少乃至消失;
  - (3) 钙的相对含量增大, 钠相对含量减少;
  - (4) 富集溴、碘;
  - (5) 出现硫化氢、钾烷、铵、氨;
  - (6) pH 值增高。
5. 叙述地下水化学成分舒卡列夫分类的原则? 命名方法? 及优缺点?
6. 某地地面标高为 100m, 多年平均气温为 10℃, 常温带距地面 20m, 增温带的地温梯度为 4℃/100m, 试计算地面下 2000m 的地温。
7. 某地多年平均气温为 12℃, 常温带距地面 20m, 在井深为 2000m 处测得地下水的温度为 70℃, 试确定该地区的地温梯度。
8. 某一由第四纪沉积物覆盖下的花岗岩中出露的温泉, 其库尔洛夫式为:

其补给区地下水的库而洛夫式为:

试分析由补给区到排泄区地下水可能经受的化学成分形成作用。

9. 试鉴别下述分析结果应属何种水? 水分析结果(单位为mg/L): K=387, Na=10700, Ca=420, Mg=1300, Cl=19340,  $\text{SO}_4^{2-}$ =2088,  $\text{HCO}_3^-$ =150, Br=66。(有关元素的原子量为: K=39, Na=23, Ca=40, Mg=24.3, Cl=36.45, S=32, C=12, O=16, Br=79.9, H=1)。

10. 请用水文地球化学理论解释下列现象。

- (1) 油田水中含  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4$  浓度高;  $\text{SO}_4$  和  $\text{NO}_3$  含量很低;
- (2) 某供水井抽出的地下水进入水池后, 开始为透明无色, 不久出现土红色絮状悬浮物;
- (3) 灰岩地区泉口出现钙华。

## 第七章 地下水的补给与排泄

### 一、名词解释

- 1. 地下水补给: 含水层或含水系统从外界获得水量的过程。
- 2. 入渗系数: 每年总降水量补给地下水的份额。
- 3. 凝结作用: 温度下降, 超过饱和湿度的那一部分水汽, 便凝结成水, 这种由气态水转化为液态水的过程。

4. 越流：相邻含水层通过其间的弱透水层发生水量交换。
5. 地下水排泄：含水层或含水系统失去水量的过程。
6. 泉：地下水的天然露头。
7. 上升泉：由承压含水层补给形成的泉。
8. 下降泉：由潜水或上层滞水补给形成的泉。
9. 侵蚀（下降）泉：当沟谷切割揭露含水层时形成的泉。
10. 接触泉：地形切割达到含水层隔水底板时，地下水被迫从两层接触处形成的泉。
11. 溢流泉：潜水流前方透水性急剧变弱，或隔水底板隆起，潜水流受阻而涌溢于地表形成的泉。
12. 断层泉：地下水沿导水断层上升，在地面高程低于水位处涌溢地表形成的泉。
13. 接触带泉：岩浆或侵入体与围岩的接触带，常因冷凝收缩而产生隙缝，地下水沿此类接触带上升形成的泉。
14. 地下水的泄流：当河流切割含水层时，地下水沿河呈带状排泄，称作地下水泄流。
15. 蒸腾：植物生长过程中,经由根系吸收水分,在叶面转化成气态水而蒸发,称蒸腾。

## 二、填空

1. 地下水补给的研究包括 补给来源、补给条件 与 补给量。
2. 地下水的天然补给来源有 大气降水、地表水、凝结水、其它含水层或含水系统的水。
3. 与人类活动有关的地下水主要补给源有 灌溉回归水、水库渗漏水、以及专门性的 人工补给。
4. 落到地面的降水，归根结底的三个去向是 转化为地表径流、腾发返回大气圈 和 下渗补给含水层。
5. 影响大气降水补给地下水的因素主要有 年降水总量、降水特征、包气带岩性和厚度、地形 和 植物。
6. 研究含水层的排泄包括 排泄去路、排泄条件 与 排泄量 等。
7. 地下水的天然排泄方式有 泉、向河流泄流、蒸发、蒸腾、向另一含水层的排泄。
8. 根据补给泉的含水层性质，可将泉分为 上升泉 及 下降泉 两大类。
9. 根据泉的成因，下降泉可分为 侵蚀（下降）泉、接触泉 与 溢流泉。
10. 上升泉按其成因可分为 侵蚀（上升）泉、断层泉 与 接触带泉。

11. 影响潜水蒸发的因素是气候、潜水埋深、包气带岩性及地下水流动系统的规模。
12. 将补给、排泄结合起来，我们可以将地下水循环划分为渗入-径流型和渗入-蒸发型两大类。

### 三、判断题

1. 补给、排泄与径流决定着地下水水量水质在空间与时间上的分布。 （ √ ）
2. 活塞式下渗始终是"老"水先到含水层。 （ √ ）
3. 捷径式下渗始终是"老"水先到含水层。 （ × ）
4. 降水补给地下水的量与降水强度没有关系，只与降水量的大小有关。 （ × ）
5. 河水补给地下水时，补给量的大小与透水河床的长度与浸水周界的乘积、河床透水性成正比。 （ √ ）
6. 当河水与地下水有水力联系时，河水补给地下水的量与河水位与地下水位的高差呈反比。 （ × ）
7. 利用天然潜水位变幅确定入渗系数，一般要求研究区地下水水平径流及垂向越流与蒸发都很微弱、不受开采影响。 （ √ ）
8. 相邻含水层之间水头差愈大、弱透水层厚度愈小、垂向透水性愈好，则单位面积越流量便愈大。 （ √ ）
9. 昼夜温差越大，产生的凝结水量越大。 （ √ ）
10. 判断泉是上升泉还是下降泉，只根据泉口的水是否冒涌来判断即可，不必考虑含水层是潜水含水层还是承压含水层。 （ × ）
11. 气候愈干燥，相对湿度越小，潜水蒸发便愈强烈。 （ √ ）
12. 砂最大毛细上升高度太小，而亚粘土与粘土的毛细上升速度又太低，均不利于潜水蒸发。粉质亚砂土组成的包气带，最有利于潜水蒸发。 （ √ ）
13. 地下水的泄流是地下水沿河流呈带状排泄。 （ √ ）
14. 地下水以径流排泄为主时，其含盐量较低，以蒸发排泄为主时，其含盐量较高。 （ √ ）
15. 越流系统包括主含水层、弱透水层以及相邻含水层或水体。 （ √ ）
16. 在越流系统中，当弱透水层中的水流进入抽水层时，同样符合水流折射定律。 （ √ ）

### 四、简答题

1. 地下水补给的研究内容有哪些？地下水的补给来源有哪些？

研究内容：补给来源、补给条件、补给量。

补给来源有：大气降水、地表水、凝结水、其它含水层或含水系统和人工补给。

2. 松散沉积物中存在哪两种降水入渗形式？二者有什么不同？

两种形式为：捷径式和活塞式。

两者不同点：

(1) 活塞式下渗是年龄较新的水推动其下的年龄较老的水，始终是老水先到达含水层；  
捷径式下渗时新水可以超前于老水到达含水层；

(2) 对于捷径式下渗，入渗水不必全部补充包气带水分亏缺，即可下渗补给含水层。

3. 河水补给地下水时，补给量的大小取决于哪些因素？

(1) 透水河床的长度与浸水周界的乘积；

(2) 河床透水性；

(3) 河水位与地下水位的高差；

(4) 河床过水时间。

4. 大气降水与地表水是地下水的两种补给来源，从空间和时间分布上二者有什么不同？

空间分布看，大气降水属于面状补给，范围普遍且较均匀；地表水则可看作线状补给，局限于地表水体周边。时间上，大气降水持续时间有限而地表水体持续时间长或是经常性的。

5. 含水层之间进行水量交换时，必须具备有水力联系，常见的联系形式有哪几种？

(1) 直接接触

(2) 天窗；

(3) 导水断层；

(4) 止水不良的钻孔；

(5) 越流。

6. 地下水排泄的研究内容和地下水的排泄方式有哪些？

研究内容：排泄去路、排泄条件、排泄量。

排泄方式有：泉、向河流泄流、蒸发、蒸腾、向另一含水层或含水系统、人工排泄。

7. 简述泉的分类？

据补给泉的含水层的性质，将泉分为上升泉和下降泉。

具出露原因，下降泉可分为侵蚀（下降）泉、接触泉与溢流泉；上升泉可分为侵蚀（上升）泉、断层泉与接触泉。

8. 地下水的补给与排泄对地下水的水质是如何影响的？

地下水补给对水质的影响主要取决于补给源的水质。

径流排泄是盐随水走；蒸发排泄是水走盐留。

## 五、论述题

1. 影响大气降水补给地下水的主要因素有哪些？如何影响？

影响因素有：年降水总量、降水特征、包气带的岩性和厚度、地形、植被等。

降水总量大，降水强度适中，包气带岩性粗和厚度小，地形平缓，植被较茂盛时，降水补给地下水的量大；反之，降水总量小，降水强度太小或太大，包气带岩性细或厚度大，地形较陡，植被较稀疏时，降水补给地下水的量少。

2. 影响河水补给地下水的主要因素有哪些？如何影响？

影响因素有：透水河床的长度与浸水周界的乘积、河床透水性、河水位与地下水位的高差、河床过水时间。

透水河床的长度与浸水周界的乘积越大，河床透水性愈强，河水位与地下水位的高差愈大，河床过水时间愈长，补给量愈大；反之，愈小。

3. 平原区确定入渗系数的常用方法有哪几种？各方法的使用条件是什么？

地中渗透仪法，适用范围较广；

天然潜水位变幅法，适用于研究区地下水水平径流及垂向越流与蒸发都很微弱，不受开采影响的地段里。

4. 画图说明泉的分类？

1—透水层；2—隔水层；3—坚硬基岩；4—岩脉；5—风化裂隙；6—断层；

7—潜水位；8—测压水位；9—地下水流向；10—下降泉；11—上升泉

5. 影响地下水蒸发的因素有哪些？如何影响？

影响因素有：气候、潜水埋深、包气带岩性、地下水流动系统的规模。

气候愈干燥，潜水埋深愈浅，粉质亚砂土、粉砂等组成的包气带，地下水流动系统的排泄区，蒸发作用强烈；反之，蒸发作用弱。

6. 有一潜水含水层，潜水位为 100m，其下部有一承压含水层，测压水头为 80m，二含水层之间有一层 10m 厚的弱透水层，其垂向渗透系数为 0.001m/d，试计算单位时间水平面积

上的越流量。

7. 一潜水含水层，潜水位为 80m，其下部有一承压含水层，测压水头为 70m，二含水层之间有一层 5m 厚的弱透水层，测得单位水平面积上的越流量为  $0.01 \text{ m}^3/\text{d}$ ，试计算弱透水层的垂向渗透系数。

## 第八章 地下水系统

### 一、名词解释

1. 系统：由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的整体。
2. 激励：环境对系统的作用称激励。
3. 响应：系统在受激励后对环境的反作用称响应。
4. 地下水含水系统：指由隔水或相对隔水岩层圈闭的，具有统一水力联系的含水岩系。
5. 地下水流动系统：指由源到汇的流面群构成的，具有统一时空演变过程的地下水水体。

### 二、填空

1. 地下水系统包括 地下水含水系统 和 地下水流动系统。

### 三、判断题

1. 地下水含水系统的整体性体现于它具有统一的水力联系;流动系统的整体性体现于它具有统一的水流。 ( √ )
2. 控制含水系统发育的，主要是地质结构；控制地下水流动系统发育的，主要是水势场。  
( √ )
3. 在势汇处，流线上升，垂向上水头自下而上由高到低，故地下水可由低处向高处流。( √ )
4. 局部流动系统的水，流程短，流速快，地下水化学成分相应地比较简单，矿化度较低。  
( √ )
5. 区域流动系统的水，流程长，流速慢，接触的岩层多，成分复杂，矿化度也高。 ( √ )
6. 不同流动系统水流相向汇流处，流速迟缓有利于各种化学物质积聚。 ( √ )

## 四、简答题

1. 地下水含水系统与地下水流动系统有哪些共同点？

(1) 两者都摆脱了长期统治水文地质界的含水层思维，不再以含水层作为基本的功能单元；

(2) 力求用系统的观点去考查、分析与处理地下水问题。

2. 地下水含水系统与地下水流动系统有哪些不同点？

(1) 地下水含水系统的圈定，通常以隔水或相对隔水的岩层作为系统边界流动系统以流面为边界。

(2) 流动系统受人为因素影响比较大；含水系统受人为影响小。

(3) 控制含水系统发育的，主要是地质结构；控制地下水流动系统发育的，是自然地理因素。

3. 在地下水流动系统中，任一点的水质取决于哪些因素？

(1) 输入水质

(2) 流程；

(3) 流速；

(4) 流程上遇到的物质及其迁移性；

(5) 流程上经受的各种水化学作用。

## 五、论述题

1. 为什么在分析和解决水文地质问题时应采用系统的观点？

2. 叙述地下水流动系统的水动力特征和水化学特征？

# 第九章 地下水的动态与均衡

## 一、名词解释

1. 地下水动态：在于环境相互作用下，含水层各要素（如水位、水量、水化学成分、水温）随时间的变化。

2. 地下水均衡：某一时间段内某一地段内地下水水量（盐量、热量、能量）的收支状况。



3. 均衡区：进行均衡计算所选定的区域。
4. 均衡期：进行均衡计算的时间段。
5. 正均衡：某一均衡区，在一定均衡期内，地下水水量（或盐量、热量）的收入大于支出，表现为地下水储存量（或盐储量、热储量）增加。
6. 负均衡：某一均衡区，在一定均衡期内，地下水水量（或盐量、热量）的支出大于收入，表现为地下水的储存量（或盐储量、热储量）减少。

## 二、填空

1. 表征地下水动态要素有水位、水量、水化学成分、水温。
2. 地下水要素之所以随时间发生变动，是含水层水量、盐量、热量、能量收支不平衡的结果。
3. 降水的数量及其时间分布，影响潜水的补给，从而使潜水含水层水量增加，水位抬升，水质变淡。
4. 气温、湿度、风速等影响着潜水的蒸发，使潜水水量变少，水位降低，水质变咸。
5. 潜水动态受季节影响明显，雨季补给量大于排泄量，潜水位上升，旱季补给量小于排泄量，潜水位下降。
6. 潜水动态可分为蒸发型、径流型及弱径流型三种类型。
7. 陆地上某一地区地下水量收入项一般包括大气降水量、地表水流入量、地下水流入量、水汽凝结量。
8. 陆地上某一地区地下水量支出项一般包括表水流出量、地下水流出量、蒸发量。

## 三、判断题

1. 地下水位之所以随时间发生变动，是含水层水量收支不平衡的结果。（√）
2. 潜水位的变化是指并不反映潜水水量增减的潜水位变化。（×）
3. 潜位的变化是指潜水位变动伴随着相应的潜水储存量的变化。（×）
4. 地表水体补给地下水而引起地下水位抬升时，随着远离河流，水位变幅增大。（×）
5. 当潜水的储存量变化相同时，给水度愈小，水位变幅便愈大。（√）
6. 河水引起潜水位变动时，含水层的透水性愈好，厚度愈大，含水层的给水度愈小，则波及范围愈远。（√）

7. 承压水由补给区向深部受季节影响越来越明显。 ( × )
8. 在天然状态下, 干旱半干旱地区的平原或盆地, 地下水径流微弱, 以蒸发排泄为主, 地下水动态常为蒸发型动态。 ( √ )
9. 人类活动改变地下水的天然动态是通过增加新的补给来源或新的排泄去路。 ( √ )

## 四、简答题

1. 影响地下水动态的因素主要有哪几类?

影响地下水动态的因素分为两类: 一类是环境对含水层(含水系统)的信息输入, 如降水、地表水对地下水的补给, 人工开采或补给地下水, 地应力对地下水的影响等; 另一类则是变换输入信息的因素, 主要涉及赋存地下水的地质地形条件。

2. 影响地下水动态的气象因素主要有哪些? 如何影响?

降水的数量及其时间分布, 影响潜水的补给, 从而使潜水含水层水量增加, 水位抬升, 水质变淡。气温、湿度、风速等与其它条件结合, 影响着潜水的蒸发排泄, 使潜水水量变少, 水位降低, 水质变咸。

3. 影响潜水动态的地质因素有哪些? 如何影响?

影响因素有: 包气带厚度与岩性、给水度。

包气带岩性细, 厚度大时, 相对于降水, 地下水位抬升的时间滞后与延迟愈长; 反之, 地下水位抬升的时间滞后与延迟小。给水度愈小, 水位变幅愈大, 反之, 给水度愈大, 水位变幅愈小。

4. 影响承压水动态的地质因素有哪些? 如何影响?

影响因素有: 含水层的渗透性和厚度、给水度、补给区范围、隔水顶底板的垂向渗透性。

离补给区近时, 水位变化明显; 远离补给区, 水位变化微弱, 以至于消失。补给范围越大, 含水层的渗透性越好, 厚度越大, 给水度越大, 则波及的范围愈大; 反之, 波及范围小。隔水顶底板的垂向渗透性越好, 地下水位变幅越大; 反之, 越小。

5. 写出潜水均衡方程? 并说明各项的意义?

## 五、论述题

1. 说明地下水动态的形成机制?
2. 潜水动态分几种类型? 各类型有何特征 ?

潜水动态分：蒸发型、径流型、弱径流型。 特点如下：

蒸发型：年水位变幅小，各处变幅接近，水质季节变化明显，长期中地下水向盐化方向发展，并使土壤盐渍化。

径流型：年水位变幅大而不均，水质季节变化不明显，长期中则不断趋于淡化。

弱径流型：年水位变幅小，各处变幅接近，水质季节变化不明显，长期中向淡化方向发展。

3. 人类活动是如何影响地下水动态的？

4. 研究地下水动态与均衡有哪些意义？

5. 某水源地位于一正方形区域内，边长为 10Km 公里，区域面积为  $100\text{Km}^2$ 。多年平均降水量为 600mm，降水入渗系数为 0.2，地下水位埋深大，无蒸发。周边均为补给边界，单宽流量为  $5\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，水源地开采量为每年 1 千万立方米，该水源地是正均衡还是负均衡？

6. 某水源地开采区为正方形，边长为 15Km，区域面积为  $225\text{ Km}^2$ 。多年平均降水量为 740mm，降水入渗系数为 0.2，开采区西部和北部约  $180\text{ Km}^2$  的地区，地下水位埋深 2-3m，蒸发强度为  $0.00008\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其它区无蒸发，南部和西部为补给边界，其单宽流量分别为  $5\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$  和  $10\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，北部和东部为隔水边界，水源地开采量为每天 700000  $\text{m}^3$ ，进行均衡计算，确定该水源地是正均衡还是负均衡。

## 第十章 孔隙水

### 一、名词解释

1. 孔隙水：赋存于松散沉积物颗粒构成的孔隙之中的地下水。

### 二、填空

1. 由山口向平原，洪积扇显示良好的地貌岩性分带：地貌上坡度由陡变缓，岩性上由粗变细。

2. 由山口向平原，洪积扇岩性由粗变细，从而决定了岩层透水性由好到差，地下水位埋深由大而小，补给条件由好到差。

3. 天然状态下的洪积扇中，由山口向平原地下水排泄由径流为主转化到以蒸发为主。

4. 天然状态下的洪积扇中，由山口向平原地下水的水化学作用由溶滤作用为主转化到以

浓缩作用为主，矿化度由大到小。

5. 在冲积平原中，由现代河道与近期古河道向两侧河间洼地，地势由高变低，岩性由粗变细，渗透性由好变差。

6. 在冲积平原中，由现代河道与近期古河道向两侧河间洼地，地下水埋深由深变浅，水化学作用由溶滤作用为主变为浓缩作用为主，矿化度由小变大。

### 三、判断题

1. 洪积扇的顶部岩性粗，补给条件好，渗透性好，地下径流强烈，埋深大，是地下水取水的有利地带。（×）

2. 洪积扇由顶部向边缘，地下水排泄由径流为主转化到以蒸发为主，矿化度由小到大。（√）

3. 在洪积扇的溢出带，地下水位埋深最浅，有利于蒸发浓缩作用进行，所以此带矿化度最高。（×）

### 四、简答题

1. 孔隙水的特点？

- (1) 水量在空间分布相对均匀，连续性好
- (2) 孔隙水一般呈层状分布；
- (3) 同一含水层中的孔隙水具有密切的水力联系和统一的地下水面；
- (4) 孔隙水的流动大多数呈层流，符合达西定律。

2. 洪积扇及洪积扇中地下水的特征？

由山前到平原有如下特征：

- (1) 地貌上坡度由陡变缓，岩性上由粗变细；
- (2) 岩层透水性由好变差，地下水位埋深由大变小；
- (3) 补给条件由好变差，排泄由径流转为蒸发；
- (4) 水化学作用由溶滤作用为主转为浓缩作用为主，矿化度由小变大；
- (5) 地下水位变动由大变小。

3. 洪积平原中地下水的特征？

由河道向河间洼地有如下特征：

- (1) 岩性由粗变细;
  - (2) 渗透性由好变差, 水位埋深由大变小;
  - (3) 补给条件由好变差, 排泄由径流为主转化为蒸发为主;
  - (4) 矿化度由大变小。
4. 黄土中地下水的特点?
- (1) 黄土的垂向渗透性比水平渗透性大
  - (2) 黄土塬中赋存的地下水比黄土梁、峁较为丰富;
  - (3) 黄土中地下水埋深比较大;
  - (4) 黄土中地下水水质较差, 矿化度较高。

## 五、论述题

1. 洪积扇中地下水一般分几个带? 各带有何特征?

洪积扇中地下水一般分三个带。

潜水深埋带: (1) 位于洪积扇顶部, 地形坡度较陡, 岩性粗; (2) 具良好的渗透性及补给径流条件和储水空间; (3) 地下水埋藏较深, 蒸发作用很弱; (4) 地下水化学成分的形成以溶滤作用为主, 水化学类型多为重碳酸盐水, 矿化度低; (5) 其水位动态变化大。

溢出带: (1) 位于洪积扇中部, 地形变缓, 岩性变细; (2) 渗透性、补给、径流条件均变差; (3) 由于渗透性变弱而阻挡, 地下水埋藏浅, 蒸发作用加强, 潜水位接近地表形成泉和沼泽; (4) 地下水化学类型多为重碳酸硫酸盐水, 或硫酸重碳酸盐水为主, 矿化度增高; (5) 水位动态变化小。

潜水下沉带: (1) 位于洪积扇前缘, 地形变平, 岩性更细; (2) 渗透性很弱, 降水补给量小, 径流缓慢使地下水长期处于停滞状态; (3) 由于地表水的排泄和强烈的蒸发作用, 地下水埋深又略增大; (4) 地下水化学类型多为氯化物水或氯化物硫酸盐水, 矿化度高; (5) 水位动态变化小。

## 第十一章 裂隙水

### 一、名词解释

1. 裂隙水: 赋存并运移于裂隙基岩中的地下水。

2. 成岩裂隙水：赋存并运移于成岩裂隙中的地下水。
3. 风化裂隙水：赋存并运移于风化裂隙中的地下水。
4. 构造裂隙水：赋存并运移于构造裂隙中的地下水。
5. 等效多孔介质方法：用连续的多孔介质的理论来研究非连续介质中的问题。

## 二、填空

1. 裂隙水按其介质中空隙的成因可分为 成岩裂隙水、风化裂隙水 和 构造裂隙水。
2. 构造裂隙网络的裂隙按其规模可分为三个级别：微小裂隙、中裂隙 和 大裂隙。
3. 目前研究裂隙介质的方法可分为三类：等效多孔介质方法、双重介质方法 和 非连续介质方法。

## 三、判断题

1. 裂隙岩层一般并不形成具有统一水力联系、水量分布均匀的含水层。 （ √ ）
2. 风化裂隙密集均匀，且直接接受大气降水补给，在裂隙水中风化裂隙水最具有供水意义。  
（ × ）
3. 断层及其影响带宽度有限，一般断层的供水意义不大。 （ × ）
4. 水流在裂隙网络中运动，其局部流向与整体流向往往不一致。 （ √ ）
5. 裂隙水的流场一般是不连续的。 （ √ ）
6. 利用多孔介质方法研究裂隙介质，就是虚拟一个等效的多孔介质场来近似代替复杂的裂隙介质场。 （ √ ）
7. 裂隙介质中大裂隙贮水能力强，小裂隙导水能力强。 （ × ）
8. 同一条断层，不同部位的导水性均相同。 （ × ）
9. 导水断层带可以起到贮水空间、集水廊道与导水通道的作用。 （ √ ）
10. 压性断层不论断层面还是断层面两侧影响带，其透水性均很差。 （ × ）

## 四、简答题

1. 裂隙水有哪些特点？

(1) 水量在空间分布不均匀，连续性差

- (2) 裂隙水的分布形式可呈层状，也有的呈脉状；
  - (3) 裂隙水的水力联系差，往往无统一的地下水面；
  - (4) 裂隙流动具明显的各向异性。
2. 风化裂隙水有哪些特点？
- (1) 风化裂隙水一般为潜水；
  - (2) 风化裂隙含水层水量不大；
  - (3) 就地补给就地排泄；
  - (4) 风化裂隙水水质好。
3. 构造裂隙水有哪些特点？
- (1) 构造裂隙水往往分布不均匀，具各向异性
  - (2) 构造裂隙水可层状也可脉状；
  - (3) 构造裂隙水可以是潜水，也可以是承压水；
  - (4) 局部流向与整体流向不一致。
4. 为什么说风化裂隙水一般为潜水？在什么条件下可形成承压水？
- 风化营力决定着风化裂隙层呈壳状包裹于地面，一般厚度数米到数十米，未风化的母岩往往构成相对隔水底板，故风化裂隙水一般为潜水，被后期沉积物覆盖的古风化壳可赋存承压水。
5. 等效多孔介质方法研究裂隙水应具有的应用条件是什么？
- (1) 等效时含水系统的补、径、排条件不能改变
  - (2) 等效是两种介质在特定功能上的等效。
6. 断层的富水部位有哪些？

## 五、论述题

1. 裂隙水包括哪几种？各有什么特征？
2. 研究裂隙介质渗流的方法有哪几种？并加以说明？
3. 断层带的水文地质意义何在？

## 第十二章 岩溶水

## 一、名词解释

1. 岩溶：水对可溶岩进行化学溶解，并伴随以冲蚀作用及重力崩塌，在地下形成大小不等的空洞，在地表形成各种独特的地貌以及特殊的水文现象称为岩溶。
2. 岩溶水：赋存并运移于岩溶化岩层中的水。
3. 混合溶蚀效应：两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合后会变为不饱和而重新具有侵蚀性，这种现象称为混合溶蚀作用。

## 二、填空

1. 岩溶可划分为 地表岩溶 和 地下岩溶。
2. 常见的地下岩溶形态有 溶孔、溶蚀裂隙、溶洞 和 管道。
3. 岩溶发育应具备的四个条件为：可溶岩的存在、可溶岩必须是透水的、具有侵蚀性的水 以及 水是流动的。
4. 可溶岩一般有 氯化物岩、硫酸盐岩 和 碳酸盐岩 三类。
5. 保证岩溶发育的充要条件是 水的流动性。
6. 岩溶的发育基本上可划分为三个阶段：起始阶段、快速发展阶段 及 停滞衰亡阶段。
7. 在一个裸露碳酸盐岩层中，岩溶发育与地下水流动是相适应的。地下水的流动系统可以区分为 非饱和流动系统、局部流动系统 与 区域流动系统。

## 三、判断题

1. 水中二氧化碳含量愈高，溶解碳酸盐及硅酸盐的能力愈强。（ √ ）
2. 巨厚的纯灰岩有利于形成大型岩溶洞穴，其主要原因是成分较纯，而不是构造裂隙的发育。（×）
3. 碳酸镁的溶解度比碳酸钙大，所以白云岩岩溶发育。（ × ）
4. 地下水二氧化碳主要来源于大气，其次是土壤中产生的二氧化碳。（ × ）
5. 水的流动是保证岩溶发育的最活跃最关键的因素。（ √ ）
6. 地下水径流强烈，地下水的侵蚀性愈强，可溶岩中留下的空洞的总体积便愈大。（ √ ）
7. 断层带往往也是岩溶集中发育处，此处透水性良好，流线密集。（ √ ）
8. 在一个裸露碳酸盐岩层中，局部流动系统，岩溶最为发育。（ √ ）



9. 在区域流动系统中，地下水流动时间长，对碳酸盐溶蚀时间长，所以区域流动系统岩溶最发育。（ × ）
10. 岩溶水与孔隙水和裂隙水相比其分步更不均匀。（ √ ）
11. 我国南方地下多发育较为完整的地下河系，北方地下多为溶蚀裂隙、溶孔和少量溶洞。（ √ ）
12. 我国北方岩溶泉流量动态季节变化很大，南方流量动态比较稳定。（ × ）

## 四、简答题

1. 为什么硅质与泥质灰岩比纯灰岩和白云岩难溶解？

其一，硅质与泥质成分本身难溶解；

其二，泥质经常附着在岩石空隙表面，堵塞地下水通道的同时也限制了岩石与地下水的相互接触。

2. 如何利用水中碳酸钙的饱和指数来判断水的侵蚀能力？

饱和指数  $S_{IC} > 0$ ，水中碳酸钙已过饱和，有发生沉淀趋势；

$S_{IC} = 0$ ，水中碳酸钙刚好饱和；

$S_{IC} < 0$ ，水中碳酸钙仍未饱和，还具有侵蚀性。

3. 为什么两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合后或其它离子加入可增加水的侵蚀性？

两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合或易溶盐离子的介入可以降低钙离子、碳酸根离子的活度，从而使本来饱和的碳酸钙水溶液重新具有侵蚀性。

4. 地下水获得二氧化碳有哪几种形式？

(1) 大气中的二氧化碳以分子扩散的形式通过潜水面进入地下水中；

(2) 土壤中微生物分解有机质使之氧化以及植物根系呼吸作用产生的二氧化碳。

5. 为什么说地下水径流条件是控制岩溶发育最活跃最关键的因素？

可溶岩、水、二氧化碳体系的能量输入通过地下水不断的入渗补给来实现。这一体系的物质输出即溶解碳酸钙的排出也必须依靠水的径流和排泄来完成。因此地下水的循环交替是保证岩溶发育的充要条件。

6. 说明可溶岩溶蚀的差异性及差异溶蚀的结果？

7. 裸露区碳酸盐岩层中，地下水的流动系统可以划分为几个系统？各个系统的岩溶发育状

况如何？

分为：非饱和流动系统、局部流动系统和区域流动系统。

非饱和流动系统，以垂直岩溶发育为主；

局部流动系统，以水平岩溶发育为主，水交替强烈，岩溶最发育；

区域流动系统，径流弱，岩溶发育弱。

## 五、论述题

1. 岩溶发育的快速演化阶段，介质场与流速场发生哪些变化？

(1) 地下水流对介质的改造由化学溶蚀变为机械侵蚀与化学溶蚀共存机械侵蚀变得愈益重要。

(2) 地下出现各种规模的洞穴。

(3) 地表形成溶斗及落水洞，并以它们为中心形成各种规模的洼地，汇集降水。

(4) 随着介质导水能力迅速提高，地下水位总体下降，新的地下水面以上洞穴干枯。

(5) 通道争夺水流的竞争变得更加剧烈。

(6) 不同地下河系发出袭夺，地下河系不断归并，流域不断扩大。

2. 岩溶水的特征？

(1) 空间分布极不均匀

(2) 岩溶水具各向异性；

(3) 岩溶水的运动，通常是层流和紊流共存；

(4) 局部流向和整体流向常常不一致；

(5) 岩溶水的补给，通常以垂直岩溶通道为主，排泄常以泉的形式排泄；

(6) 岩溶水水位随季节变化大。

3. 试列举有利于碳酸盐岩石溶蚀的水文地球化学作用，并简述产生这些作用的水文地球化学环境？

4. 我国南北方岩溶有哪些差异？造成这些差异的因素有哪些？

## 第十三章 地下水资源

### 一、名词解释

1. 地下水资源；能够长期稳定地供出一定数量的地下水量。
2. 补给资源量；含水系统的地下水多年平均年补给量。
3. 储存资源量；含水系统地下水多年平均低水位以下的重力水体积。
4. 允许开采量；利用合理的取水工程，在不会引起一切不良后果的前提下，能从含水层中取出的水量。

## 二、填空

1. 地下水资源具有 系统性、可恢复性 及 调节性 等特征。
2. 地下水资源可分为 补给资源 和 储存资源 两类。

## 三、判断题

1. 地下水是一种可再生的资源。 （ √ ）
2. 地下水与地表水相比具有空间分布广，时间分布连续的特点。 （ √ ）
3. 地下水资源的系统性可以这样理解：存在于同一含水系统中的水是一个统一的整体，在含水系统的任一部分注入或排除水量，其影响均波及整个含水系统。 （ √ ）
4. 地下水储存资源在供水中起调节作用。 （ √ ）
5. 地下水的补给资源可作为供水水源长期持续提供的水量。 （ √ ）

## 四、简答题

1. 简述地下水资源的系统性？
2. 简述地下水资源的可调节性？
3. 何为地下水补给资源？在供水中有何意义？
4. 何为地下水储存资源？在供水中有何意义？

## 五、论述题

1. 地下水资源与地表水资源相比有什么特点？
2. 地下资源的分类？及各自在供水中的意义？

## 第十四章 地下水与环境

### 一、名词解释

1. 地下水污染：在人为影响下，地下水的物理性质、化学或生物特性发出不利于人类生活或生产的变化，称为地下水污染。
2. 土壤次生盐渍化：由于过量补充水分，使土壤层中地下水位升高，毛细水带达到地表，在蒸发作用下，地表土壤不断积盐逐渐变为盐渍土的现象。
3. 土壤次生沼泽化：由于过量补充地下水，使其水位升至地表附近的现象。
4. 地面沉降：松散沉积物区，由于大量开采地下水，使其水头降低，致使松散沉积物受压而产生的一种损失高程的地面变形现象。
5. 地面塌陷：由于采矿或区域地下水位大幅下降，造成缓慢和连续的地面下沉现象。

### 二、填空

1. 人类对地下水的不利影响通过三个方面发生：过量开发或排除地下水、过量补充地下水以及污染物进入地下水。
2. 在干旱、半干旱平原盆地中，过量补充地下水引起地下水位 上升 会使蒸发浓缩作用 加强，引起土壤盐渍化及地下水 咸化。
3. 地下水污染物质主要来源于 生活污水与垃圾、工业污水与废渣 以及 农用肥料与农药。

### 三、判断题

1. 地下水位下降是造成土地沙化的原因之一。（ √ ）
2. 地下水位的持续下降，造成储存资源减少，地下水的调节能力变弱。（ √ ）
3. 地下水位下降是造成岩溶地面塌陷的主要原因。（ √ ）
4. 过量补充地下水，可引起土壤的次生沼泽化。（ √ ）
5. 长期利用地下水灌溉的地区，可能引起土壤盐渍化。（ √ ）
6. 废气以气体形式排入大气，对地下水不会产生污染。（ × ）
7. 废渣以固体形式堆放在地面上，对地下水不会产生污染。（ × ）
8. 当地下水位埋深较深时，利用污水进行灌溉，如果灌溉水下渗不到潜水面，那么污灌对

地下水不会造成污染。（ × ）

## 四、简答题

1. 与地表水污染相比，地下水污染有哪些特点？

- (1) 污染物质进入地下含水层及在其中运移的速度都很缓慢；
- (2) 已经进入地下水的污染物质，将在含水层中长期滞留；
- (3) 随着地下水流动，污染范围还将不断扩展；
- (4) 已经污染的含水层自然净化，往往需要很长的时间。

2. 地下水污染的主要途径有哪些？

- (1) 雨水淋滤堆放在地面的垃圾与废渣中的有毒物质进入含水层；
- (2) 污水排入河湖坑塘，再渗入补给含水层；
- (3) 利用污水灌溉农田；
- (4) 止水不良的井孔；
- (5) 废气溶解于大气降水，形成酸雨，也可补给污染地下水。

3. 简述地下水污染与地下水含水系统的关系？

4. 简述地下水污染与地下水流动系统的关系？

## 五、论述题

1. 过量开采地下水引起的环境问题？

- (1) 开采条件恶化，资源枯竭
- (2) 破坏了原有的水文循环，如泉水干枯等；
- (3) 沼泽、湿地被疏干；
- (4) 造成土地砂化、植被衰退；
- (5) 地面沉降；
- (6) 岩溶地面塌陷；
- (7) 海水入侵；
- (8) 水质恶化。

2. 过量补充地下水引起的环境问题？

- (1) 引起土壤的次生沼泽化；

- (2) 引起土壤盐渍化及地下水咸化;
  - (3) 孔隙水压力增大, 有效应力减小, 导致斜坡土石体失稳;
  - (4) 水库诱发地震。
3. 一个完整的水文地质研究包括哪几个步骤?
- (1) 收集与提取信息;
  - (2) 将信息加工组织成一个反应所研究系统本质的概念模型;
  - (3) 建立物理模型或数学模型;
  - (4) 利用数学模型进行仿真模拟;
  - (5) 经过检验后的数学模型可用来模拟系统未来的行为(预测), 或者求解采取不同人为措施时系统的响应(决策模拟)。

#### 参考文献:

- [1] 王大纯, 张人权, 史毅虹等. 水文地质学基础. 地质出版社, 1995.
- [2] 薛禹群. 地下水动力学. 地质出版社, 1997.
- [3] 沈照理, 朱宛华. 水文地球化学. 地质出版社, 1993.
- [4] 林年丰, 李昌静. 环境水文地质学. 地质出版社, 1990.
- [5] 朱学愚, 钱孝星, 刘新仁. 地下水资源评价. 南京大学出版社, 1987.

## 第一章 地球上的水及其循环

### 一、名词解释:

- 1. 水文地质学: 水文地质学是研究地下水的科学。它研究与岩石圈、水圈、大气圈、生物圈以及人类活动相互作业下地下水水量和水质的时空变化规律, 并研究如何运用这些规律去兴利除害, 为人类服务。
- 2. 地下水: 地下水是赋存于地面以下岩石空隙中的水。
- 3. 矿水: 含有某些特殊组分, 具有某些特殊性质, 因而具有一定医疗与保健作用的地下水。
- 4. 自然界的水循环: 自大气圈到地幔的地球各个层圈中的水相互联系、相互转化的过程。
- 5. 水文循环: 发生于大气水、地表水和地壳岩石空隙中的地下水之间的水循环。

6. 地质循环：地球浅层圈和深层圈之间水的相互转化过程。
7. 大循环：海洋与大陆之间的水分交换。
8. 小循环：海洋或大陆内部的水分交换。
9. 绝对湿度：某一地区某一时刻空气中水汽的含量。
10. 相对湿度：绝对湿度和饱和水汽含量之比。
11. 饱和差：某一温度下，饱和水汽含量与绝对湿度之差。
12. 露点：空气中水汽达到饱和时的气温。
13. 蒸发：在常温下水由液态变为气态进入大气的过程。
14. 降水：当空气中水汽含量达饱和状态时，超过饱和限度的水汽便凝结，以液态或固态形式降落到地面。
14. 径流：降落到地表的降水在重力作用下沿地表或地下流动的水流。
15. 水系：汇注于某一干流的全部河流的总体构成的一个地表径流系统。
16. 水系的流域：一个水系的全部集水区域。
17. 分水岭：相邻两个流域之间地形最高点的连线。
18. 流量：单位时间内通过河流某一断面的水量。
19. 径流总量：某一时间段内，通过河流某一断面的水量。
20. 径流模数：单位流域面积上平均产生的流量。
21. 径流深度：计算时段内的总径流量均匀分布于测站以上整个流域面积上所得到的平均水层厚度。
22. 径流系数：同一时段内流域面积上的径流深度与降水量的比值。

## 二、填空

1. 水文地质学是研究 地下水 的科学。它研究 岩石圈、水圈、大气圈、生物圈 及人类活动相互作用下地下水 水量 和 水质 的时空变化规律。
2. 地下水的功能主要包括：资源、生态环境因子、灾害因子、地质营力、或 信息载体。
3. 自然界的水循环分为 水文 循环和 地质 循环。
4. 水文循环分为 大 循环和 小 循环。
5. 水循环是在 太阳辐射 和 重力 作用下，以蒸发、降水和径流等方式周而复始进行的。
6. 水循环是在太阳辐射和重力作用下，以 蒸发、降水 和 径流 等方式周而复始进行的。

7. 主要气象要素有 气温、气压、湿度、蒸发、降水。
8. 在水文学中常用 流量、径流总量、径流深度、径流模数和径流系数等特征值说明地表径流。

### 三、判断题

1. 地下水是水资源的一部分。 ( √ )
2. 海洋或大陆内部的水分交换称为大循环。 ( × )
3. 地下水中富集某些盐类与元素时，便成为有工业价值的工业矿水。 ( √ )
4. 水文循环是发生于大气水和地表水之间的水循环。 ( × )
5. 水通过不断循环转化而水质得以净化。 ( √ )
6. 水通过不断循环水量得以更新再生。 ( √ )
7. 水文循环和地质循环均是 $H_2O$ 分子态水的转换。 ( × )
8. 降水、蒸发与大气的物理状态密切相关。 ( √ )
9. 蒸发是指在  $100^{\circ}C$  时水由液态变为气态进入大气的过程。 ( × )
10. 蒸发速度或强度与饱和差成正比。 ( √ )

### 四、简答题

1. 水文地质学的发展大体可划分为哪三个时期？

1856 年以前的萌芽时期，1856 年至本世纪中叶的奠基时期，本世纪中叶至今的发展时期。

2. 水文地质学已形成了若干分支学科，属于基础性的学科分支有哪些？

水文地质学、地下水动力学、水文地球化学、水文地质调查方法、区域水文地质学。

3. 水文循环与地质循环的区别？

水文循环通常发生于地球浅层圈中，是 $H_2O$  分子态水的转换，通常更替较快；地质循环发生于地球浅层圈和深层圈之间，常伴有水分子的分解与合成，转换速度缓慢。

4. 简述水文循环的驱动力及其基本循环过程？

水文循环的驱动力是太阳辐射和重力。

地表水、包气带水及饱水带中浅层水通过蒸发和植物蒸腾而变为水蒸气进入大气圈。水汽随风飘移，在适宜条件下形成降水。落到陆地的降水，部分汇聚于江河湖沼形成地表水，



部分渗入地下，部分滞留于包气带中，其余部分渗入饱水带岩石空隙之中，成为地下水。地表水与地下水有的重新蒸发返回大气圈，有的通过地表径流和地下径流返回海洋。

5. 大循环与小循环的区别？

海洋与大陆之间的水分交换为大循环。

海洋或大陆内部的水分交换为小循环。

6. 水循环的作用？

一方面，水通过不断转化而水质得以净化；另一方面，水通过不断循环水量得以更新再生。

## 五、论述题

2. 影响水面蒸发的因素有哪些？如何影响？

影响因素有：气温、气压、湿度和风速。

气温愈高，绝对湿度愈低，蒸发愈强烈，反之，蒸发愈弱。

气压是通过气压差的大小影响空气对流而影响蒸发的，气压差和风速愈大，蒸发就愈强烈，反之，蒸发愈弱

2. 自然界水循环的意义？

水通过不断循环转化使水质得以净化；水通过不断循环水量得以更新再生；维持生命繁衍与人类社会发展；维持生态平衡。

## 第二章 岩石中的空隙与水分

### 一、名词解释

1. 岩石空隙：地下岩土中的空间。

2. 孔隙：松散岩石中，颗粒或颗粒集合体之间的空隙。

3. 孔隙度：松散岩石中，某一体积岩石中孔隙所占的体积。

4. 裂隙：各种应力作用下，岩石破裂变形产生的空隙。

5. 裂隙率：裂隙体积与包括裂隙在内的岩石体积的比值。

6. 岩溶率：溶穴的体积与包括溶穴在内的岩石体积的比值。

7. 溶穴：可溶的沉积岩在地下水溶蚀下产生的空洞。

8. 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。

9. 重力水：重力对它的影响大于固体表面对它的吸引力，因而能在自身重力作影响下运动的那部分水。
10. 毛细水：受毛细力作用保持在岩石空隙中的水。
11. 支持毛细水：由于毛细力的作用，水从地下水面沿孔隙上升形成一个毛细水带，此带中的毛细水下部有地下水面支持。
12. 悬挂毛细水：由于上下弯液面毛细力的作用，在细土层会保留与地下水面不相联接的毛细水。
13. 容水度：岩石完全饱水时所能容纳的最大的水体积与岩石总体积的比值。
14. 重量含水量：松散岩石孔隙中所含水的重量与干燥岩石重量的比值。
15. 体积含水量：松散岩石孔隙中所含水的体积与包括孔隙在内的岩石体积的比值。
16. 饱和含水量：孔隙充分饱水时的含水量。
17. 饱和差：饱和含水量与实际含水量之间的差值。
18. 饱和度：实际含水量与饱和含水量之比。
19. 孔角毛细水：在包气带中颗粒接点上由毛细力作用而保持的水。
20. 给水度：地下水位下降一个单位深度，从地下水位延伸到地表面的单位水平面积岩石柱体，在重力作用下释出的水的体积。
21. 持水度：地下水位下降一个单位深度，单位水平面积岩石柱体中反抗重力而保持于岩石空隙中的水量。
22. 残留含水量：包气带充分重力释水而又未受到蒸发、蒸腾消耗时的含水量。
23. 岩石的透水性：岩石允许水透过的能力。
24. 有效应力：实际作用于砂层骨架上的应力。

## 二、填空

1. 岩石空隙是地下水储存场所和运动通道。空隙的 多少、大小、形状、连通情况和分布规律，对地下水的分步和运动具有重要影响。
2. 岩石空隙可分为松散岩石中的 孔隙、坚硬岩石中的 裂隙、和可溶岩石中的 溶穴。
3. 孔隙度的大小主要取决于 分选程度 及 颗粒排列 情况，另外 颗粒形状及胶结充填情况 也影响孔隙度。
4. 岩石裂隙按成因分为：成岩裂隙、构造裂隙、风化裂隙。

5. 地下水按岩层的空隙类型可分为：孔隙水、裂隙水、和岩溶水。
6. 毛细现象是发生在 固、液、气 三相界面上的。
7. 通常以 容水度、含水量、给水度 、持水度和透水性来表征与水分的储容和运移有关的岩石性质。
8. 岩性对给水度的影响主要表现为空隙的 大小 与 多少 。
9. 松散岩层中，决定透水性好坏的主要因素是 孔隙 大小；只有在孔隙大小达到一定程度，孔隙度 才对岩石的透水性起作用。

### 三、判断题

1. 松散岩石中也存在裂隙。 （ √ ）
2. 坚硬岩石中也存在孔隙。 （ √ ）
3. 松散岩石中颗粒的形状对孔隙度没有影响。 （ × ）
4. 两种颗粒直径不同的等粒圆球状岩石，排列方式相同时，孔隙度完全相同。 （ √ ）
5. 松散岩石中颗粒的分选程度对孔隙度的大小有影响。 （ √ ）
6. 松散岩石中颗粒的排列情况对孔隙度的大小没影响。 （ × ）
7. 松散岩石中孔隙大小取决于颗粒大小。 （ √ ）
8. 松散岩石中颗粒的排列方式对孔隙大小没影响。 （ × ）
9. 裂隙率是裂隙体积与不包括裂隙在内的岩石体积的比值。 （ × ）
10. 结合水具有抗剪强度。 （ √ ）
11. 在饱水带中也存在角毛细水。 （ × ）
12. 在松散的砂层中，一般来说容水度在数值上与孔隙度相当。 （ √ ）
13. 在连通性较好的含水层中，岩石的空隙越大，给水度越大。 （ √ ）
14. 松散岩石中，当初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时，地下水位下降后，给水度偏小。 （ √ ）
15. 对于颗粒较小的松散岩石，地下水位下降速率较大时，给水度的值也大。 （ × ）
16. 颗粒较小的松散岩石中，重力释水并非瞬时完成，往往滞后于水位下降，所以给水度与时间有关。 （ √ ）
17. 松散岩石中孔隙度等于给水度与持水度之和。 （ √ ）
18. 松散岩石中，孔隙直径愈小，连通性愈差，透水性就愈差。 （ √ ）

19. 在松散岩石中，不论孔隙大小如何，孔隙度对岩石的透水性不起作用。（ × ）
20. 饱和水的砂层因孔隙水压力下降而压密，待孔隙压力恢复后，砂层仍不能恢复原状。（ × ）
21. 粘性土因孔隙水压力下降而压密，待孔隙压力恢复后，粘性土层仍不能恢复原状。（ √ ）
22. 在一定条件下，含水层的给水度可以是时间的函数，也可以是一个常数。（ √ ）
23. 在其它条件相同而只是岩性不同的两个潜水含水层中，在补给期时，给水度大，水位上升大，给水度小，水位上升小。（ × ）
24. 某一松散的饱水岩层体积含水量为 30%，那么该岩层的孔隙度为 0.3。（ √ ）

## 四、简答题

2. 简述影响孔隙大小的因素，并说明如何影响？

影响孔隙大小的因素有：颗粒大小、分选程度、和颗粒排列方式。

当分选性较好时，颗粒愈大、孔隙也愈大。当分选性较差时，由于粗大颗粒形成的孔隙被小颗粒所充填，孔隙大小取决于实际构成孔隙的细小颗粒的直径。排列方式的影响：立方体排列比四面体排列孔隙大。

2. 简述影响孔隙度大小的主要因素，并说明如何影响？

影响孔隙度大小的因素有：颗粒排列情况、分选程度、颗粒形状及胶结程度。

排列方式愈规则、分选性愈好、颗粒形状愈不规则、胶结充填愈差时，孔隙度愈大；反之，排列方式愈不规则、分选性愈差、颗粒形状愈规则、胶结充填愈好时，孔隙度愈小。

3. 裂隙率一般分为哪几种？各自的定义？

裂隙率分为面裂隙率、线裂隙和体积裂隙率。

面裂隙率：单位面积岩石上裂隙所占比例。

线裂隙率：与裂隙走向垂直方向上单位长度内裂隙所占的比例。

体积裂隙率：单位体积岩石裂隙所占体积。

4. 地壳岩石中水的存在形式有哪些？

地壳岩石中水的存在形式：

(1) 岩石“骨架”中的水(沸石水、结晶水、结构水)。

(2) 岩石空隙中的水(结合水、液态水、固态水、气态水)。

5. 结合水、重力水和毛细水有何特点？

结合水束缚于固体表面，不能在自身重力影响下运动，水分子排列精密、密度大，具抗剪强度；重力水在自身重力下运动，不具抗剪强度；毛细水受毛细力作用存在于固、液、气三相界上。

6. 影响给水度的因素有哪些，如何影响？

影响给水度的因素有岩性、初始地下水位埋深、地下水位降速。

岩性主要表现为决定空隙的大小和多少，空隙越大越多，给水度越大；反之，越小。初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时，地下水下降后给水度偏小。地下水位下降速率大时，释水不充分，给水度偏小。

7. 影响岩石透水性的因素有哪些，如何影响？

影响因素有：岩性、颗粒的分选性、孔隙度。

岩性越粗、分选性越好、孔隙度越大、透水能力越强；反之，岩性越细、分选性越差、孔隙度越小，透水能力越弱。

8. 简述太砂基有效应力原理？

在松散沉积物质构成的饱水砂层中，作用在任意水平断面上的总应力  $P$  由水和骨架共同承担。及总应力  $P$  等于孔隙水压力  $U$  和有效应力  $P'$  之和。因此，有效应力等于总应力减去孔隙水压力，这就是有效应力原理。

9. 简述地下水位变动引起的岩土压密？

地下水位下降后，孔隙水压力降低，有效应力增加，颗粒发生位移，排列更加紧密，颗粒的接触面积增加，孔隙度降低，岩土层受到压密。

## 五、论述题

1. 岩石空隙分为哪几类，各有什么特点？

岩石空隙分为：孔隙、裂隙和溶穴。

孔隙分布于颗粒之间，连通好，分布均匀，在不同方向上孔隙通道的大小和多少都很接近；裂隙具有一定的方向性，连通性较孔隙为差，分布不均匀；溶穴孔隙大小悬殊而且分布极不均匀。

2. 为什么说空隙大小和数量不同的岩石，其容纳、保持、释出及透水的能力不同？

岩石容纳、保持、释出及透水的能力与空隙的大小和多少有关。而空隙的大小和多少决定着地壳岩石中各种形式水所占的比例。空隙越大，结合水所占的比例越小，则容纳、释出

及透水能力越强，持水能力越弱；反之，空隙度越小，结合水所占的比例越大，则容纳、释出及透水能力越弱，持水能力越强。所以说空隙大小和数量不同的岩石其容纳、保持、释出及透水的的能力不同。

3. 地下水位的埋藏深度和下降速率，对松散岩石的给水度产生什么影响？

初始地下水位埋藏深度小于最大毛细上升高度时，地下水位下降，重力水的一部分将转化为支持毛细水而保持于地下水面以上，给水度偏小；在细小颗粒层状相间分布的松散岩石，地下水位下降时，易形成悬挂毛细水不能释放出来，另外，重力释水并非瞬时完成，而往往迟后于水位下降，给水度一般偏小。

## 第三章 地下水的赋存

### 一、名词解释

1. 包气带：地下水面以上称为包气带。
2. 饱水带：地下水面以下为饱水带。
3. 含水层：能够透过并给出相当数量水的岩层。
4. 隔水层：不能透过与给出水，或者透过与给出的水量微不足道的岩层。
5. 弱透水层：指那些渗透性相当差的岩层。
6. 潜水：饱水带中第一个具有自由表面的含水层中的水。
7. 潜水面：潜水的表面。
8. 潜水含水层厚度：从潜水面到隔水底板的距离。
9. 潜水埋藏深度：潜水面到地面的距离。
10. 潜水位：潜水面上任一点的高程。
11. 潜水等水位线图：潜水位相等的各点的连线构成的图件。
12. 承压水：充满于两个隔水层之间的含水层中的水。
13. 隔水顶板：承压含水层上部的隔水层。
14. 隔水底板：承压含水层下部的隔水层。
15. 承压含水层厚度：隔水顶底板之间的距离。
16. 承压高度：揭穿隔水顶板的钻孔中静止水位到含水层顶面之间的距离。
17. 测压水位：揭穿隔水顶板的井中静止水位的高程。

18. 等水压线图：某一承压含水层测压水位相等的各点的连线构成的图件。
19. 贮水系数：测压水位下降（或上升）一个单位深度，单位水平面积含水层释出（或储存）的水体积。
20. 上层滞水：当包气带存在局部隔水层时，局部隔水层上积聚的具有自由水面的重力水。

## 二、填空

1. 包气带自上而下可分为土壤水带、中间带和毛细水带。
2. 岩层按其透水性可分为 透水层和不透水层。
3. 地下水的赋存特征对其水量、水质时空分布有决定意义，其中最重要的是埋藏条件和含水介质类型。
4. 据地下水埋藏条件，可将地下水分为包气带水、潜水和承压水。
5. 按含水介质（空隙）类型，可将地下水分为孔隙水、裂隙水和岩溶水。
6. 潜水的排泄除了流入其它含水层以外，泄入大气圈与地表水圈的方式有两类，即：径流排泄和蒸发排泄。
7. 潜水接受的补给量大于排泄量，潜水面上升，含水层厚度增大，埋藏深度变小。
8. 潜水接受的补给量小于排泄量，潜水面下降，含水层厚度变小，埋藏深度变大。
9. 承压含水层获得补给时测压水位上升，一方面，由于压强增大含水层中水的密度加大；另一方面，由于孔隙水压力增大，有效应力降低，含水层骨架发生少量回弹，空隙度增大。
10. 承压含水层获得补给时，增加的水量通过水的密度加大及含水介质空隙的增大容纳。
11. 承压含水层排泄时，减少的水量表现为含水层中水的密度变小及含水介质空隙缩减。

## 三、判断题

1. 在包气带中，毛细水带的下部也是饱水的，故毛细饱水带的水能进入井中。（ × ）
2. 地下水位以上不含水的砂层也叫含水层。（ × ）
3. 渗透性较差的同一岩层,在涉及某些问题时被看作透水层,在涉及另一问题时被看作隔水层。（ √ ）
4. 当我们所研究的某些水文地质过程涉及的时间尺度相当长时，任何岩层都可视为可渗透的。（ √ ）

5. 潜水含水层的厚度与潜水位埋藏深度不随潜水面的升降而发生变化。 ( × )
6. 潜水主要接受大气降水和地表水的补给。 ( √ )
7. 潜水位是指由含水层底板到潜水面的高度。 ( × )
8. 潜水的流向是垂直等水位线由高水位到低水位。 ( √ )
9. 潜水积极参与水循环, 资源易于补充恢复。 ( √ )
10. 潜水直接接受大气降水补给, 不论什么条件下, 潜水的的水质都比较好。 ( × )
11. 当不考虑岩层压密时, 承压含水层的厚度是不变的。 ( √ )
12. 测压水位是指揭穿承压含水层的钻孔中静止水位到含水层顶面之间的距离。 ( × )
13. 承压高度是指揭穿承压含水层的钻孔中静止水位的高程。 ( × )
14. 承压水由于受顶、底板的限制, 故承压水的资源不易补充恢复。 ( √ )
15. 承压含水层受隔水顶板的阻挡, 一般不易受污染, 故承压水的水质好。 ( × )
16. 承压含水层接受其它水体的补给时, 只需具备其它水体与该含水层之间有水力联系的通道即可。 ( × )
17. 水位下降时潜水含水层所释放出的水来自部分空隙的疏干。 ( √ )
18. 测压水位下降时承压含水层所释放出的水来自含水层水体积的膨胀及含水介质的压密。  
( √ )
19. 除构造封闭条件下与外界没有联系的承压含水层外, 所有承压水都是由潜水转化而来。  
( √ )
20. 上层滞水属于包气带水。 ( √ )
21. 地下水在多孔介质中运动, 因此可以说多孔介质就是含水层。 ( × )
22. 对含水层来说其压缩性主要表现在空隙和水的压缩上。 ( √ )
23. 潜水含水层的给水度就是贮水系数。 ( × )

## 四、简答题

1. 简述包气带特征?

- (1)包气带一般含有结合水、毛细水、气态水、过路重力水;
- (2)包气带自上而下可分为土壤水带、中间带和毛细水带;
- (3)包气带水来源于大气降水的入渗、地面水渗漏和地下水通过毛细上升输入的水分, 以及地下水蒸发形成的气态水。



(4)包气带水的运移受毛细力和重力的共同影响。

2. 简述饱水带特征？

(1) 饱水带一般含有重力水和结合水。

(2) 饱水带的水体是连续分布的，能传递静水压力。

(3) 饱水带水在水头差的作用下可以发生连续运动。

3. 潜水的水位动态一般随季节如何变化？

丰水季节或年份，潜水接受的补给量大于排泄量，潜水面上升、含水层厚度增大、水位埋深变浅。干旱季节排泄量大于补给量，潜水面下降、含水层厚度变小、水位埋深变大。

4. 影响潜水面的因素有哪些，如何影响？

影响潜水面因素有：地形、水文网、含水层渗透性和厚度以及人为因素。

地形缓、含水层厚且渗透性好，则潜水面缓；反之，地形陡、含水层渗透性差且厚度小，则潜水面坡度大。水文网与地下水有直接联系时，地表水体高于地下水面时，潜水面背向地表水体倾斜，潜水面高于地表水体时潜面向地表水体倾斜。

5. 承压水等水位线图可以揭示哪些水文地质信息？

(1) 反应虚构的侧压水面的形状。

(2) 确定承压水的流向。

(3) 确定承压水的水力坡度。

(4) 定性判断含水层的厚度与渗透性的变化。

6. 任一承压含水层接受其它水体的补给必须同时具备哪两个条件？

(1) 存在水头差。

(2) 有水力联系。

7. 一般承压水是由什么转化而来，其转化形式有哪几种？

除了构造封闭条件下和外界没有联系的承压含水层外，所有承压水最终都是由潜水转化而来；或由补给区的潜水侧向流入，或通过弱透水层接受潜水的补给。

8. 上层滞水的特点？

(1) 分布近地表。

(2) 接受大气降水补给，排泄为蒸发和向隔水底板边缘下渗。

(3) 动态变化显著。

(4) 极易受污染。

9. 绘制简单水文地质剖面图，分别反映并表示地下水面、饱水带、包气带（土壤水带、中

间带、毛细水带)？

10. 绘制一水文地质剖面图，使之反映并表示出含水层、隔水层、潜水、承压水、上层滞水？

1—隔水层；2—透水层；3—饱水部分；4—潜水位；5—承压水测压水位；6—泉（上升泉）；

7—水井，实线表示井壁不进水；a—上层滞水；b—潜水；c—承压水

## 五、论述题

1. 为什么说含水层与隔水层的划分是相当的？

2. 潜水有哪些特征？

- (1) 潜水与包气带直接相通。
- (2) 潜水的补给为大气降水和地表水，排泄以泉、泄流、蒸发等。
- (3) 潜水的动态受季节影响大。
- (4) 潜水的的水质取决于地形、岩性和气候。
- (5) 潜水资源易于补充恢复。
- (6) 潜水易受污染。

3. 潜水等水位线图可以揭示哪些水文地质信息？

- (1) 潜水面形状。
- (2) 潜水流向。
- (3) 潜水面坡度。
- (4) 潜水面的埋藏深度，判断地表水、泉与潜水等的关系。
- (5) 定性反映潜水含水层的厚度和渗透性。

4. 承压水有哪些特征？

5. 水量增、减时，潜水与承压水的区别？

## 第四章 地下水运动的基本规律

### 一、名词解释

1. 渗流：地下水在岩石空隙中的运动。

2. 渗流场：发生渗流的区域。
3. 层流运动：在岩层空隙中流动时，水的质点作有秩序的、互不混杂的流动。
4. 紊流运动：在岩层空隙中流动时，水的质点作无秩序地、互相混杂的流动。
5. 稳定流：水在渗流场内运动，各个运动要素（水位、流速、流向）不随时间改变。
6. 非稳定流：水在渗流场中运动，各个运动要素随时间变化的水流运动。
7. 渗透流速：地下水通过某一过水断面的平均流速。
8. 有效空隙度：重力水流动的孔隙体积与岩石体积之比。
9. 水力梯度：沿渗透途径水头损失与相应渗透途径之比。
10. 渗透系数：水力坡度等于 1 时的渗透流速。
11. 流网：在渗流场的某一典型剖面或切面上由一系列流线和等水头线组成的网。
12. 流线：流场中某一瞬时的一条线，线上各水质点的流向与此线相切。
13. 迹线：渗流场中某一段时间内某一质点的运动轨迹。
14. 层状非均质：介质场内各岩层内部为均质各项同性，但不同岩层渗透性不同。

## 二、填空

1. 据地下水流动状态，地下水运动分为 层流 和 紊流。
2. 据地下水运动要素与时间的关系，地下水运动分为 稳定流 和 非稳定流。
3. 水力梯度为定值时，渗透系数 愈大，渗透流速就 愈大。
4. 渗透流速为定值时，渗透系数 愈大，水力梯度 愈小。
5. 渗透系数可以定量说明岩石的 渗透性能。渗透系数愈大，岩石的透水能力 愈强。
6. 流网是由一系列 流线 与 等水头线 组成的网格。
7. 流线 是渗流场中某一瞬时的一条线，线上各水质点在此瞬时的流向均与此线相切。迹线 是渗流场中某一段时间内某一水质点的运动轨迹。
8. 在均质各向同性介质中，地下水必定沿着水头变化最大的方向，即垂直于 等水头线 的方向运动，因此，流线与等水头线构成 正交网格。
9. 流线总是由 源 指向 汇。
10. 如果规定相邻两条流线之间通过的流量相等，则流线的疏密可以反映 径流强度，等水头线的疏密则说明水力梯度的 大小。

### 三. 判断题

1. 在岩层空隙中渗流时，水作平行流动，称作层流运动。（ × ）
2. 达西定律是线性定律。（ √ ）
3. 达西定律中的过水断面是指包括砂颗粒和空隙共同占据的面积。（ √ ）
4. 地下水运动时的有效孔隙度等于给水度。（ × ）
5. 渗透流速是指水流通过岩石空隙所具有的速度。（ × ）
6. 实际流速等于渗透流速乘以有效空隙度。（ × ）
7. 水力坡度是指两点间的水头差与两点间的水平距离之比。（ × ）
8. 决定地下水流向的是水头的大小。（ √ ）
9. 符合达西定律的地下水流，其渗透速度与水力坡度呈直线关系，所以渗透系数或渗透系数的倒数是该直线的斜率。（ √ ）
10. 渗透系数可定量说明岩石的渗透性。渗透系数愈大，岩石的透水能力愈强。（ √ ）
11. 水力梯度为定值时，渗透系数愈大，渗透流速就愈大。（ √ ）
12. 渗透流速为定值时，渗透系数愈大，水力梯度愈小。（ × ）
13. 渗透系数只与岩石的空隙性质有关，与水的物理性质无关。（ × ）
14. 流网是等水头线与迹线组成的网格。（ × ）
15. 流线是渗透场中某一时间段内某一水质点的运动轨迹。（ × ）
16. 在均质各向同性介质中，流线与等水头线构成正交网格。（ √ ）
17. 在隔水边界附近，平行隔水边界为流线。（ √ ）
18. 地下水分水岭是一条流线。（ √ ）
19. 如果我们规定相邻两条流线之间通过的流量相等，则流线的疏密可以反映地下径流强度，等水头线的疏密则说明水力梯度的大小。（ √ ）
20. 在渗流场中，一般认为流线能起隔水边界作用，而等水头线能起透水边界的作用。（ √ ）
21. 两层介质的渗透系数相差越大，则其入射角和折射角也就相差越大。（ √ ）
22. 流线越靠近界面时，则说明介质的  $K$  值就愈小。（ × ）
23. 当含水层中存在强渗透性透镜体时，流线将向其汇聚。（ √ ）
24. 当含水层中存在弱渗透性透镜体时，流线将绕流。（ √ ）

### 四、简答题

1. 叙述达西定律并说明达西定律表达式中各项物理意义？

式中：Q——渗透流量；

w——过水断面；

h——水头损失 ( $h=H_1-H_2$ ，即上下游过水段面的水头差)；

I——水力坡度；

L——渗透途径；

K——渗透系数。

2. 何为渗透流速？渗透流速与实际流速的关系如何？

水流通过整个岩石断面（包括颗粒和孔隙）的平均流速。

渗透流速等于实际流速乘以有效孔隙度。

3. 有效孔隙度与孔隙度、给水度有何关系？

(1) 有效孔隙度小于孔隙度。

(2) 由于重力释水时孔隙中还保持结合水和孔角毛细水乃至悬挂毛细水，所以有效孔隙度大于给水度。

(3) 对于孔隙大的岩石三者近似相等。

4. 影响渗透系数大小的因素有哪些？ 如何影响？

影响渗透系数的因素：岩石的孔隙性和水的物理性质。

岩石孔隙越大、连通性越好、孔隙度越高渗透系数越大；水的粘滞性越小、渗透系数越大。

5. 简述汇制流网图的一般步骤？

(1) 根据边界条件绘制容易确定的等水头线和流线。

(2) 流线总是由源指向汇。

(3) 根据流线和等水头线正交在已知流线和等水头线间插入其它部分。

6. 流网图一般能够反映什么信息？

7. 在层状非均质中，流线与岩层界线以一定角度斜交时，发生折射，试写出折射定律，并说明各项的物理意义？

8. 叙述粘性土渗透流速（V）与水力梯度（I）主要存在的三种关系？

(1) V-I 关系为通过原点的直线，服从达西定律；

(2) V-I曲线不通过原点，水力梯度小于某一值 $I_0$ 时无渗透；大于 $I_0$ 时,起初为一向 I 轴凸出的曲线，然后转为直线；

(3) V-I 曲线通过原点，I 小时曲线向 I 轴凸出，I 大时为直线。

## 五、论述题

1. 叙述流网的画法，以及利用流网图可解决的问题？
2. 为什么含水层中存在强渗透性透镜体时，流线将向其汇聚；存在弱透水性透镜体时，流线将绕流？
3. 在等厚的承压含水层中，实际过水断面面积为  $400\text{m}^2$  的流量为  $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，含水层的孔隙度为 0.25，试求含水层的实际速度和渗透速度。
4. 一底板水平的含水层，观测孔 A、B、C 彼此相距 1000m，A 位于 B 的正南方,C 则在 AB 线的东面。A、B、C 的地面高程分别是 95m、110m 和 135m，A 中水位埋深为 5m，B 中和 C 中的水位埋深分别是 30m 和 35m，试确定通过三角形 ABC 的地下水流的方向，并计算其水力梯度。
5. 有三个地层，每个 25m 厚，互相叠置，如果在这个层组中设置一个不变流速的垂向水流场，使其顶部  $h=120\text{m}$ ，底部  $h=100\text{m}$ ，试计算内部两个边界处的  $h$  值（设顶部地层的渗透系数为  $0.0001\text{m/d}$ ，中部地层为  $0.0005\text{m/d}$ ，底部地层为  $0.001\text{m/d}$ ）。
6. 考虑一个饱和、均质、各向同性、长方形、垂向剖面 ABC。其上部边界为 AB，底部边界为 DC，左侧边界为 AD，右侧边界为 BC，使 DC 的距离为 AD 的两倍。BC 和 DC 是不透水的。AB 是一个不变水头边界， $h=100\text{m}$ 。AD 被分为两个相等的长度，其上半部分为不透水，下半部分是不变水头边界， $h=40\text{m}$ 。试示意汇出流网图。
7. 已知一等厚、均质、各向同性的承压含水层，其渗透系数为  $15\text{ m/d}$ ，孔隙度为 0.2，沿着水流方向的两观测孔 A、B 间距  $L=1200\text{m}$ ，其水位标高分别为  $H_a=5.4\text{m}$ ， $H_b=3\text{m}$ 。试求地下水的渗透速度和实际速度。
8. 已知一等厚、均质、各向同性的承压含水层，其渗透系数为  $20\text{ m/d}$ ，A、B 两断面间距为  $5000\text{m}$ ，两断面处的承压水头分别为  $130.2\text{m}$  和  $125.2\text{m}$ 。试计算两断面间的水力梯度和单宽流量。

## 第五章 毛细现象与包气带水的运动

## 一、名词解释

1. 毛细压强：凹形弯液面产生的附加压强。
2. 毛细饱和带：在潜水面之上有一个含水量饱和的带。

## 二、填空

1. 由于表面张力的作用，弯曲的液面对液面以内的液体产生附加表面压强，而这一附加表面压强总是指向液体表面的曲率中心方向；突起的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个正的表面压强；凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个负的表面压强。
2. 拉普拉斯公式的涵义是：弯曲的液面将产生一个指向液面凹侧的附加表面压强；附加表面压强与张力系数成正比，与表面的曲率半径成反比。
3. 包气带毛细负压随着含水量的变小而负值变大。渗透系数随着含水量降低而迅速变小。

## 三、判断题

1. 毛细现象是在固、液两相界面上产生的。（ × ）
2. 突起的弯液面，对液面内侧的液体附加一个正的表面压强。（ √ ）
3. 凹进的弯液面，对液面内侧的液体附加一个正的表面压强。（ × ）
4. 弯曲的弯液面将产生一个指向液面凹侧的附加表面压强，附加表面压强与表面张力系数成正比，与表面的曲率半径成反比。（ √ ）
5. 包气带中毛细负压随着含水量的变小而负值变大。（ √ ）
6. 包气带中渗透系数随着含水量的降低而增大。（ × ）
7. 包气带水的运动也可以用达西定律描述。（ √ ）
8. 颗粒较粗时，由于渗透性好，所以毛细上升高度大。（ × ）
9. 颗粒较细时，由于渗透性差，所以毛细上升高度小。（ × ）

## 四、简答题

1. 附加表面压强的方向如何？凸起和凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个什么样

的表面压强？

附加表面压强总是指向液体表面的曲率中心：凸起的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个正的表面压强；凹进的弯液面，对液面内侧的液体，附加一个负的表面压强。

2. 当液面为凸形、凹形和水平时，实际表面压强各如何计算？

液面为凸形时， $P=P_0+P_c$ ；

液面为凹形时， $P=P_0-P_c$ ；

液面水平时， $P=P_0$ 。

式中： $P_0$ --为大气压强；

$P_c$ --为附加表面压强。

3. 为什么包气带中毛细负压随着含水量的变小而负值迅速变小？

随着含水量的降低，毛细水退缩到孔隙更加细小处，弯液面的曲率增大，造成毛细负压的负值更大。

4. 为什么包气带中渗透系数随着含水量的降低而迅速变小？

(1) 含水量降低，实际过水断面随之减小

(2) 含水量降低，水流实际流动途径的弯曲程度增加；

(3) 含水量降低，水流在更窄小的孔角通道及孔隙中流动，阻力增加。

5. 毛细饱水带与饱水带有哪些区别？

毛细饱水带是在表面张力的支持下饱水的，不存在重力水，打井时打到毛细饱水带时，没有水流入井内；饱水带的水主要是重力水，井打到饱水带时，在重力作用下，水能流入井内。

6. 包气带水与饱水带水运动的区别是什么？

(1) 饱水带只存在重力势，包气带同时存在重力势与毛细势

(2) 饱水带任一点的压力水头是个定值，包气带的压力水头则是含水量的函数；

(3) 饱水带的渗透系数是个定值，包气带的渗透系数随着含水量的降低而变小。

## 五、论述题

1. 研究包气带水有什么意义？

## 第六章 地下水的化学成分及其形成作用



## 一、名词解释

1. 总溶解固体：地下水中所含各种离子、分子与化合物的总量。
2. 变温带：受太阳辐射影响的地表极薄的带。
3. 常温带：变温带以下，一个厚度极小的温度不变的带。
4. 增温带：常温带以下，随深度增大而温度有规律地升高的带。
5. 地温梯度：指每增加单位深度时地温的增值。
6. 溶滤作用：在水与岩土相互作用下，岩土中一部分物质转入地下水中，这就是溶滤作用。
7. 浓缩作用：由于蒸发作用只排走水分，盐分仍保留在余下的地下水中，随着时间延续，地下水溶液逐渐浓缩，矿化度不断增大的作用。
8. 脱碳酸作用：地下水中 $\text{CO}_2$ 的溶解度随温度升高或压力降低而减小，一部分 $\text{CO}_2$ 便成为游离 $\text{CO}_2$ 从水中逸出，这便是脱碳酸作用。
9. 脱硫酸作用：在还原环境中，当有有机质存在时，脱硫酸细菌能使硫酸根离子还原为硫化氢的作用。
10. 阳离子交换吸附作用：一定条件下，颗粒将吸附地下水中某些阳离子，而将其原来吸附的部分阳离子转为地下水中的组分，这便是阳离子交替吸附作用。
11. 混合作用：成分不同的两种水汇合在一起，形成化学成分与原来两者都不相同的地下水，这便是混合作用。
12. 溶滤水：富含 $\text{CO}_2$ 与 $\text{O}_2$ 的渗入成因的地下水，溶滤它所流经的岩土而获得其主要化学成分，这种水称之为溶滤水。
13. 沉积水：指与沉积物大体同时生成的古地下水。
14. 内生水：来自地球深部层圈物质分异和岩石变质作用过程中化学反应生成的水。
15. 总硬度：水中所含钙离子和镁离子的总量。
16. 暂时硬度：指水中钙离子和镁离子与碳酸根离子和重碳酸根离子结合的硬度。
17. 永久硬度：指水中钙离子和镁离子与氯离子、硫酸根离子和硝酸根离子结合的硬度。

## 二、填空

1. 地下水中含有各种 气体、离子、胶体物质、有机质 以及微生物等。
2. 地下水中常见的气体成分有 氧气、氮气、二氧化碳、甲烷 及 硫化氢 等。

3. 地下水中分布最广、含量较高的阴离子有氯离子、硫酸根离子及重碳酸根离子等。
4. 地下水中分布最广、含量较高的阳离子有钠离子、钾离子、钙离子及镁离子等。
5. 一般情况下，低矿化水中常以重碳酸离子、钙离子及镁离子为主；高矿化水则以氯离子及钠离子为主。
6. 一般情况下，中等矿化的地下水中，阴离子常以硫酸根离子为主，主要阳离子则可以是钠离子，也可以是钙离子。
7. 地下水化学成分的形成作用有溶滤作用、浓缩作用、脱碳酸作用、脱硫酸作用、阳离子交替吸附作用和混合作用。
8. 据地下水化学成分的成因类型，可将地下水分为溶滤水、沉积水和内生水。
9. 在低矿化水中，阴离子以重碳酸盐为主，阳离子以钙离子、镁离子为主。随着蒸发浓缩，溶解度小的钙、镁的碳酸盐部分析出，硫酸根及钠离子逐渐成为主要成分，继续浓缩，水中硫酸盐达到饱和并开始析出，便将形成以氯离子、钠离子为主的高矿化水。
10. 当含钙为主的地下水，进入主要吸附有钠离子的岩土时，水中的钙离子便置换岩土所吸附的一部分钠离子，使地下水中钠离子增多而钙离子减少。
11. 地下水的物理性质主要包括：温度、颜色、透明度、嗅味和味道。
12. 地壳表层有两个主要热能来源：一个是太阳的辐射，另一个是来自地球内部的热流。
13. 根据受热源影响的情况，地壳表层可分为变温带、常温带、和增温带三个带。

### 三、判断题

1. 地下水的化学成分是地下水与环境长期作用的产物。（√）
2. 地下水中含有氧气和二氧化碳时，所处的地球化学环境有利于氧化作用进行。（√）
3. 地下水中含有硫化氢和甲烷时，所处的地球化学环境有利于还原作用进行。（√）
4. 一般情况下，低矿化水中常以重碳酸根离子及钙离子、镁离子为主；高矿化水则以氯离子及钠离子为主。（√）
5. 一般情况下，中等矿化的地下水中，阴离子常以硫酸根离子为主；主要阳离子则可以是钠离子，也可以是钙离子。（√）
6. 氯离子的含量随着矿化度增长不断增加，氯离子的含量常可以说明地下水的矿化程度。（√）
7. 氯离子不被土粒表面吸附，且溶解度大，不易沉淀析出，是地下水中最稳定的离子。（√）

8. 由于硫酸钙的溶解度较小, 所以, 地下水中的硫酸根离子远不如氯离子稳定, 最高含量也远低于氯。 ( √ )
9. 因为钾离子大量地参与形成不溶于水的次生矿物和易被植物所摄取, 故地下水中钾离子的含量要比钠离子少的多。 ( √ )
10. 用库尔洛夫式反映水的化学特点时, 阳离子标在横线上, 阴离子标在横线下。 ( × )
11. 正常条件下, 地温梯度的平均值约为 3 度/100 米。 ( √ )
12. 常温带地温一般比当地平均气温低 1-2 度。 ( × )
13. 一般盐类溶解度随温度上升而增大, 但是, 硫酸钠在温度上升时, 溶解度降低。 ( √ )
14. 一般情况下, 低矿化水的溶解能力强而高矿化水弱。 ( √ )
15. 氯化物易溶于水, 所以地下水常常以氯化物为主。 ( × )
16. 地下水的径流与交替强度是决定溶滤作用强度的最活跃最关键的因素。 ( √ )
17. 浓缩作用的结果是地下水的矿化度不断增大。 ( √ )
18. 深部地下水上升成泉, 泉口往往形成钙华, 这是脱碳酸作用的结果。 ( √ )
19. 脱硫酸作用一般发生在氧化环境中。 ( × )
20. 当含钙离子为主的地下水, 进入主要吸附有钠离子的岩土时, 水中的钙离子置换岩土所吸附的一部分钠离子。 ( √ )
21. 离子价愈高, 离子半径愈大, 水化离子半径愈小, 则吸附能力愈大。 ( √ )
22. 地下水流经粘土及粘土岩类最容易发生交换吸附作用。 ( √ )
23. 在简分析项目中, 钾离子和钠离子之和通常是计算求得。 ( √ )

#### 四、简答题

1. 根据受热源影响的范围, 地球表层可分为哪几个带? 各带的特点?

地球表层可分为: 变温带、常温带和增温带。

变温带, 下限深度一般 15-30m, 此带地温受气温影响而发生昼夜和季节变化;

常温带, 变温带下厚度极小的带, 此带地温比当地平均气温高 1-2 度;

增温带, 常温带以下, 随深度增大地温有规律地升高。

2. 研究地下水中气体成分的意义?

一方面, 气体成分能够说明地下水所处的地球化学环境; 另一方面, 地下水中的有些气体会增加水溶解盐类的能力, 促进某些化学反应。

3. 地下水中氧气和氮气来源于哪儿？如何通过地下水中氮气和其它气体的含量来判断地下水是否属于大气起源？

来源于大气、生物起源或变质起源。

水中 $(Ar+Kr+Xe)/N_2=0.0118$ 时，说明氮气是大气起源。否则，为其他起源。

4. 地下水中二氧化碳气体来源于哪儿？

(1) 来源于土壤；

(2) 来源于大气；

(3) 碳酸盐类岩石在高温下分解。

5. 地下水中氯离子的主要来源有哪些？

(1) 来自沉积岩中所含岩盐或其它氯化物的溶解

(2) 来自岩浆岩中含氯矿物的风化溶解；

(3) 来自海水；

(4) 来自火山喷发物的溶滤；

(5) 人为污染。

6. 地下水中氯离子的特点有哪些？

氯离子不为植物及细菌所摄取，不被土粒表面吸附，氯盐溶解度大，不易沉淀吸出，是地下水中最稳定的离子。它的含量随矿化度的增大而不断增加，氯离子含量常可以用来说明地下水的矿化程度。

7. 地下水中硫酸根离子和重碳酸根离子的来源有哪些？

地下水中硫酸根离子来自：(1) 含石膏或其它硫酸盐的沉积岩的溶解

(2) 硫化物的氧化；

(3) 人为污染。

重碳酸根离子来自：(1) 含碳酸盐的沉积岩的溶解；

(2) 岩浆岩与变质岩的风化溶解。

8. 地下水中钠离子和钾离子的来源有哪些？

(1) 沉积岩中岩盐及其它钠钾盐的溶解；

(2) 海水；

(3) 岩浆岩和变质岩含钠钾矿物的风化溶解。

9. 地下水中钙离子和镁离子的来源有哪些？

(1) 含钙镁的碳酸盐类沉积物的溶解；

(2) 岩浆岩和变质岩中含钙镁矿物的风化溶解。

10. 地下水中的总溶解固体与各离子含量有什么关系？

低矿化水中常以重碳酸根离子及钙离子、镁离子为主；高矿化水中则以氯离子及钠离子为主；中等矿化的地下水中，阴离子常以硫酸根离子为主，主要阳离子则可以是钠离子，也可以是钙离子。

11. 简述利用库尔洛夫式反映水的化学特点的方法？

将阴阳离子分别标示在横线上下，按毫克当量百分数自大而小顺序排列，小于百分之十不予表示。横线前依次表示气体成分、特殊成分和矿化度，三者单位均为 g/L，横线以后字母 t 为代号表示以摄氏度的水温。

12. 影响溶滤作用强度的因素有哪些？

- (1) 组成岩土矿物盐类的溶解度
- (2) 岩土的空隙特征；
- (3) 水的溶解能力；
- (4) 水的流动状况。

13. 为什么高矿化水中以易溶的氯离子和钠离子占优势？

随着地下水矿化度上升，溶解度较小的盐类在水中相继达到饱和而沉淀吸出，易溶盐类的离子(如氯化钠)逐渐成为水中主要成分。

14. 产生浓缩作用必须具备哪些条件？

- (1) 干旱或半干旱的气候
- (2) 地下水位埋深浅；
- (3) 有利于毛细作用的颗粒细小的松散岩土；
- (4) 地下水流动系统的势汇。

15. 为什么粘土及粘土岩类最容易发生交换吸附作用？

粘土及粘土岩类的颗粒细，比表面积大，最容易发生交替吸附作用。

16. 地下水简分析的项目有哪些？

物理性质、重碳酸根离子、硫酸根离子、氯离子、钙离子、总硬度、pH 值。

17. 地下水全分析项目有哪些？

重碳酸根离子、硫酸根离子、氯离子、碳酸根离子、硝酸根离子、亚硝酸根离子、钙离子、镁离子、钾离子、钠离子、氨离子、亚铁离子、铁离子、硫化氢、二氧化碳、耗氧量、值、干固残余物。

18. 混合作用一般有哪两种可能的结果？

(1) 可能发出化学反应而形成化学类型完全不同的地下水

(2) 不发生化学反应，混合水的矿化度与化学类型取决于参与混合的两种水的成分及其混合比例。

## 五、论述题

1. 研究地下水化学成分的意义？

2. 氯化物最易溶解于水中，而为什么多数地下水中检出的是难溶的碳酸盐和硅酸盐成分？

开始阶段，氯化物最易于由岩层转入水中，而成为地下水中主要化学组分。随着溶滤作用延续，岩层含有的氯化物由于不断转入水中并被水流带走而贫化，相对易溶的硫酸盐成为迁入水中的主要组分。溶滤作用长期持续，岩层中保留下来的几乎只是难溶的碳酸盐及硅酸盐，地下水的化学成分当然也就以碳酸盐及硅酸盐为主了。

3. 溶滤水的化学成分受哪些因素影响？如何影响？

溶滤水的化学成分受岩性、气候、地貌等因素的影响。

(见书)

4. 海相淤泥沉积与海水有什么不同？

(1) 矿化度高；

(2) 硫酸根离子减少乃至消失；

(3) 钙的相对含量增大，钠相对含量减少；

(4) 富集溴、碘；

(5) 出现硫化氢、钾烷、铵、氨；

(6) pH 值增高。

5. 叙述地下水化学成分舒卡列夫分类的原则？命名方法？及优缺点？

6. 某地地面标高为 100m，多年平均气温为 10℃，常温带距地面 20m，增温带的地温梯度为 4℃/100m，试计算地面下 2000m 的地温。

7. 某地多年平均气温为 12℃，常温带距地面 20m，在井深为 2000m 处测得地下水的温度为 70℃，试确定该地区的地温梯度。

8. 某一由第四纪沉积物覆盖下的花岗岩中出露的温泉，其库尔洛夫式为：

其补给区地下水的库而洛夫式为：

试分析由补给区到排泄区地下水可能经受的化学成分形成作用。

9. 试鉴别下述分析结果应属何种水？水分析结果(单位为mg/L)：K=387, Na=10700, Ca=420, Mg=1300, Cl=19340,  $\text{SO}_4^{2-}$ =2088,  $\text{HCO}_3^-$ =150, Br=66。(有关元素的原子量为：K=39, Na=23, Ca=40, Mg=24.3, Cl=36.45, S=32, C=12, O=16, Br=79.9, H=1)。

10. 请用水文地球化学理论解释下列现象。

- (1) 油田水中含  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4$  浓度高； $\text{SO}_4$  和  $\text{NO}_3$  含量很低；
- (2) 某供水井抽出的地下水进入水池后，开始为透明无色，不久出现土红色絮状悬浮物；
- (3) 灰岩地区泉口出现钙华。

## 第七章 地下水的补给与排泄

### 一、名词解释

1. 地下水补给：含水层或含水系统从外界获得水量的过程。
2. 入渗系数：每年总降水量补给地下水的份额。
3. 凝结作用：温度下降，超过饱和湿度的那一部分水汽，便凝结成水，这种由气态水转化为液态水的过程。
4. 越流：相邻含水层通过其间的弱透水层发生水量交换。
5. 地下水排泄：含水层或含水系统失去水量的过程。
6. 泉：地下水的天然露头。
7. 上升泉：由承压含水层补给形成的泉。
8. 下降泉：由潜水或上层滞水补给形成的泉。
9. 侵蚀（下降）泉：当沟谷切割揭露含水层时形成的泉。
10. 接触泉：地形切割达到含水层隔水底板时，地下水被迫从两层接触处形成的泉。
11. 溢流泉：潜水流前方透水性急剧变弱，或隔水底板隆起，潜水流受阻而涌溢于地表形成的泉。
12. 断层泉：地下水沿导水断层上升，在地面高程低于水位处涌溢地表形成的泉。
13. 接触带泉：岩浆或侵入体与围岩的接触带，常因冷凝收缩而产生隙缝，地下水沿此类接

触带上升形成的泉。

14. 地下水的泄流：当河流切割含水层时，地下水沿河呈带状排泄，称作地下水泄流。

15. 蒸腾：植物生长过程中,经由根系吸收水分,在叶面转化成气态水而蒸发,称蒸腾。

## 二、填空

1. 地下水补给的研究包括 补给来源、补给条件 与 补给量。
2. 地下水的天然补给来源有 大气降水、地表水、凝结水、其它含水层或含水系统的水。
3. 与人类活动有关的地下水主要补给源有 灌溉回归水、水库渗漏水、以及专门性的 人工补给。
4. 落到地面的降水，归根结底的三个去向是 转化为地表径流、腾发返回大气圈 和 下渗补给含水层。
5. 影响大气降水补给地下水的因素主要有 年降水总量、降水特征、包气带岩性和厚度、地形 和 植物。
6. 研究含水层的排泄包括 排泄去路、排泄条件 与 排泄量 等。
7. 地下水的天然排泄方式有 泉、向河流泄流、蒸发、蒸腾、向另一含水层的排泄。
8. 根据补给泉的含水层性质，可将泉分为 上升泉 及 下降泉 两大类。
9. 根据泉的成因，下降泉可分为 侵蚀（下降）泉、接触泉 与 溢流泉。
10. 上升泉按其成因可分为 侵蚀（上升）泉、断层泉 与 接触带泉。
11. 影响潜水蒸发的因素是 气候、潜水埋深、包气带岩性 及 地下水流动系统的规模。
12. 将补给、排泄结合起来，我们可以将地下水循环划分为 渗入-径流型 和 渗入-蒸发型 两大类。

## 三、判断题

1. 补给、排泄与径流决定着地下水水量水质在空间与时间上的分布。（ √ ）
2. 活塞式下渗始终是"老"水先到含水层。（ √ ）
3. 捷径式下渗始终是"老"水先到含水层。（ × ）
4. 降水补给地下水的量与降水强度没有关系，只与降水量的大小有关。（ × ）
5. 河水补给地下水时，补给量的大小与透水河床的长度与浸水周界的乘积、河床透水性成正比。（ √ ）



6. 当河水与地下水有水力联系时，河水补给地下水的量与河水位与地下水位的高差呈反比。  
( × )
7. 利用天然潜水位变幅确定入渗系数，一般要求研究区地下水水平径流及垂向越流与蒸发都很微弱、不受开采影响。( √ )
8. 相邻含水层之间水头差愈大、弱透水层厚度愈小、垂向透水性愈好，则单位面积越流量便愈大。( √ )
9. 昼夜温差越大，产生的凝结水量越大。( √ )
10. 判断泉是上升泉还是下降泉，只根据泉口的水是否冒涌来判断即可，不必考虑含水层是潜水含水层还是承压含水层。( × )
11. 气候愈干燥，相对湿度越小，潜水蒸发便愈强烈。( √ )
12. 砂最大毛细上升高度太小，而亚粘土与粘土的毛细上升速度又太低，均不利于潜水蒸发。粉质亚砂土组成的包气带，最有利于潜水蒸发。( √ )
13. 地下水的泄流是地下水沿河流呈带状排泄。( √ )
14. 地下水以径流排泄为主时，其含盐量较低，以蒸发排泄为主时，其含盐量较高。( √ )
15. 越流系统包括主含水层、弱透水层以及相邻含水层或水体。( √ )
16. 在越流系统中，当弱透水层中的水流进入抽水层时，同样符合水流折射定律。( √ )

#### 四、简答题

1. 地下水补给的研究内容有哪些？地下水的补给来源有哪些？

研究内容：补给来源、补给条件、补给量。

补给来源有：大气降水、地表水、凝结水、其它含水层或含水系统和人工补给。

2. 松散沉积物中存在哪两种降水入渗形式？二者有什么不同？

两种形式为：捷径式和活塞式。

两者不同点：

(1) 活塞式下渗是年龄较新的水推动其下的年龄较老的水，始终是老水先到达含水层；

捷径式下渗时新水可以超前于老水到达含水层；

(2) 对于捷径式下渗，入渗水不必全部补充包气带水分亏缺，即可下渗补给含水层。

3. 河水补给地下水时，补给量的大小取决于哪些因素？

(1) 透水河床的长度与浸水周界的乘积；

- (2) 河床透水性;
  - (3) 河水位与地下水位的高差;
  - (4) 河床过水时间。
4. 大气降水与地表水是地下水的两种补给来源, 从空间和时间分布上二者有什么不同?
- 空间分布看, 大气降水属于面状补给, 范围普遍且较均匀; 地表水则可看作线状补给, 局限于地表水体周边。时间上, 大气降水持续时间有限而地表水体持续时间长或是经常性的。
5. 含水层之间进行水量交换时, 必须具备有水力联系, 常见的联系形式有哪几种?
- (1) 直接接触
  - (2) 天窗;
  - (3) 导水断层;
  - (4) 止水不良的钻孔;
  - (5) 越流。
6. 地下水排泄的研究内容和地下水的排泄方式有哪些?
- 研究内容: 排泄去路、排泄条件、排泄量。
- 排泄方式有: 泉、向河流泄流、蒸发、蒸腾、向另一含水层或含水系统、人工排泄。
7. 简述泉的分类?
- 据补给泉的含水层的性质, 将泉分为上升泉和下降泉。
- 具出露原因, 下降泉可分为侵蚀(下降)泉、接触泉与溢流泉; 上升泉可分为侵蚀(上升)泉、断层泉与接触泉。
8. 地下水的补给与排泄对地下水的水质是如何影响的?
- 地下水补给对水质的影响主要取决于补给源的水质。
- 径流排泄是盐随水走; 蒸发排泄是水走盐留。

## 五、论述题

1. 影响大气降水补给地下水的主要因素有哪些? 如何影响 ?
- 影响因素有: 年降水总量、降水特征、包气带的岩性和厚度、地形、植被等。
- 降水总量大, 降水强度适中, 包气带岩性粗和厚度小, 地形平缓, 植被较茂盛时, 降水补给地下水的量大; 反之, 降水总量小, 降水强度太小或太大, 包气带岩性细或厚度大, 地形较陡, 植被较稀疏时, 降水补给地下水的量少。

2. 影响河水补给地下水的主要因素有哪些？如何影响？

影响因素有：透水河床的长度与浸水周界的乘积、河床透水性、河水位与地下水位的高差、河床过水时间。

透水河床的长度与浸水周界的乘积越大，河床透水性愈强，河水位与地下水位的高差愈大，河床过水时间愈长，补给量愈大；反之，愈小。

3. 平原区确定入渗系数的常用方法有哪几种？各方法的使用条件是什么？

地中渗透仪法，适用范围较广；

天然潜水位变幅法，适用于研究区地下水水平径流及垂向越流与蒸发都很微弱，不受开采影响的地段里。

4. 画图说明泉的分类？

1—透水层；2—隔水层；3—坚硬基岩；4—岩脉；5—风化裂隙；6—断层；

7—潜水位；8—测压水位；9—地下水流向；10—下降泉；11—上升泉

5. 影响地下水蒸发的因素有哪些？如何影响？

影响因素有：气候、潜水埋深、包气带岩性、地下水流动系统的规模。

气候愈干燥，潜水埋深愈浅，粉质亚砂土、粉砂等组成的包气带，地下水流动系统的排泄区，蒸发作用强烈；反之，蒸发作用弱。

6. 有一潜水含水层，潜水位为 100m，其下部有一承压含水层，测压水头为 80m，二含水层之间有一层 10m 厚的弱透水层，其垂向渗透系数为 0.001m/d，试计算单位时间水平面积

上的越流量。

7. 一潜水含水层，潜水位为 80m，其下部有一承压含水层，测压水头为 70m，二含水层之间有一层 5m 厚的弱透水层，测得单位水平面积上的越流量为  $0.01 \text{ m}^3/\text{d}$ ，试计算弱透水层的垂向渗透系数。

## 第八章 地下水系统

### 一、名词解释

1. 系统：由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合而成的具有特定功能的整体。
2. 激励：环境对系统的作用称激励。
3. 响应：系统在受激励后对环境的反作用称响应。
4. 地下水含水系统：指由隔水或相对隔水岩层圈闭的，具有统一水力联系的含水岩系。
5. 地下水流动系统：指由源到汇的流面群构成的，具有统一时空演变过程的地下水水体。

### 二、填空

1. 地下水系统包括 地下水含水系统 和 地下水流动系统。

### 三、判断题

1. 地下水含水系统的整体性体现于它具有统一的水力联系;流动系统的整体性体现于它具有统一的水流。 ( √ )
2. 控制含水系统发育的，主要是地质结构；控制地下水流动系统发育的，主要是水势场。  
( √ )
3. 在势汇处，流线上升，垂向上水头自下而上由高到低，故地下水可由低处向高处流。( √ )
4. 局部流动系统的水，流程短，流速快，地下水化学成分相应地比较简单，矿化度较低。  
( √ )
5. 区域流动系统的水，流程长，流速慢，接触的岩层多，成分复杂，矿化度也高。 ( √ )
6. 不同流动系统水流相向汇流处，流速迟缓有利于各种化学物质积聚。 ( √ )

## 四、简答题

1. 地下水含水系统与地下水流动系统有哪些共同点？

(1) 两者都摆脱了长期统治水文地质界的含水层思维，不再以含水层作为基本的功能单元；

(2) 力求用系统的观点去考查、分析与处理地下水问题。

2. 地下水含水系统与地下水流动系统有哪些不同点？

(1) 地下水含水系统的圈定，通常以隔水或相对隔水的岩层作为系统边界流动系统以流面为边界。

(2) 流动系统受人为因素影响比较大；含水系统受人为影响小。

(3) 控制含水系统发育的，主要是地质结构；控制地下水流动系统发育的，是自然地理因素。

3. 在地下水流动系统中，任一点的水质取决于哪些因素？

(1) 输入水质

(2) 流程；

(3) 流速；

(4) 流程上遇到的物质及其迁移性；

(5) 流程上经受的各种水化学作用。

## 五、论述题

1. 为什么在分析和解决水文地质问题时应采用系统的观点？

2. 叙述地下水流动系统的水动力特征和水化学特征？

# 第九章 地下水的动态与均衡

## 一、名词解释

1. 地下水动态：在于环境相互作用下，含水层各要素（如水位、水量、水化学成分、水温）随时间的变化。

2. 地下水均衡：某一时间段内某一地段内地下水水量（盐量、热量、能量）的收支状况。

3. 均衡区：进行均衡计算所选定的区域。
4. 均衡期：进行均衡计算的时间段。
5. 正均衡：某一均衡区，在一定均衡期内，地下水水量（或盐量、热量）的收入大于支出，表现为地下水储存量（或盐储量、热储量）增加。
6. 负均衡：某一均衡区，在一定均衡期内，地下水水量（或盐量、热量）的支出大于收入，表现为地下水的储存量（或盐储量、热储量）减少。

## 二、填空

1. 表征地下水动态要素有水位、水量、水化学成分、水温。
2. 地下水要素之所以随时间发生变动，是含水层水量、盐量、热量、能量收支不平衡的结果。
3. 降水的数量及其时间分布，影响潜水的补给，从而使潜水含水层水量增加，水位抬升，水质变淡。
4. 气温、湿度、风速等影响着潜水的蒸发，使潜水水量变少，水位降低，水质变咸。
5. 潜水动态受季节影响明显，雨季补给量大于排泄量，潜水位上升，旱季补给量小于排泄量，潜水位下降。
6. 潜水动态可分为蒸发型、径流型及弱径流型三种类型。
7. 陆地上某一地区地下水量收入项一般包括大气降水量、地表水流入量、地下水流入量、水汽凝结量。
8. 陆地上某一地区地下水量支出项一般包括表水流出量、地下水流出量、蒸发量。

## 三、判断题

1. 地下水位之所以随时间发生变动，是含水层水量收支不平衡的结果。（√）
2. 潜水位的变化是指并不反映潜水水量增减的潜水位变化。（×）
3. 潜水位的变化是指潜水位变动伴随着相应的潜水储存量的变化。（×）
4. 地表水体补给地下水而引起地下水位抬升时，随着远离河流，水位变幅增大。（×）
5. 当潜水的储存量变化相同时，给水度愈小，水位变幅便愈大。（√）
6. 河水引起潜水位变动时，含水层的透水性愈好，厚度愈大，含水层的给水度愈小，则波及范围愈远。（√）

7. 承压水由补给区向深部受季节影响越来越明显。 ( × )
8. 在天然状态下, 干旱半干旱地区的平原或盆地, 地下水径流微弱, 以蒸发排泄为主, 地下水动态常为蒸发型动态。 ( √ )
9. 人类活动改变地下水的天然动态是通过增加新的补给来源或新的排泄去路。 ( √ )

## 四、简答题

1. 影响地下水动态的因素主要有哪几类?

影响地下水动态的因素分为两类: 一类是环境对含水层(含水系统)的信息输入, 如降水、地表水对地下水的补给, 人工开采或补给地下水, 地应力对地下水的影响等; 另一类则是变换输入信息的因素, 主要涉及赋存地下水的地质地形条件。

2. 影响地下水动态的气象因素主要有哪些? 如何影响?

降水的数量及其时间分布, 影响潜水的补给, 从而使潜水含水层水量增加, 水位抬升, 水质变淡。气温、湿度、风速等与其它条件结合, 影响着潜水的蒸发排泄, 使潜水水量变少, 水位降低, 水质变咸。

3. 影响潜水动态的地质因素有哪些? 如何影响?

影响因素有: 包气带厚度与岩性、给水度。

包气带岩性细, 厚度大时, 相对于降水, 地下水位抬升的时间滞后与延迟愈长; 反之, 地下水位抬升的时间滞后与延迟小。给水度愈小, 水位变幅愈大, 反之, 给水度愈大, 水位变幅愈小。

4. 影响承压水动态的地质因素有哪些? 如何影响?

影响因素有: 含水层的渗透性和厚度、给水度、补给区范围、隔水顶底板的垂向渗透性。

离补给区近时, 水位变化明显; 远离补给区, 水位变化微弱, 以至于消失。补给范围越大, 含水层的渗透性越好, 厚度越大, 给水度越大, 则波及的范围愈大; 反之, 波及范围小。隔水顶底板的垂向渗透性越好, 地下水位变幅越大; 反之, 越小。

5. 写出潜水均衡方程? 并说明各项的意义?

## 五、论述题

1. 说明地下水动态的形成机制?
2. 潜水动态分几种类型? 各类型有何特征?

潜水动态分：蒸发型、径流型、弱径流型。 特点如下：

蒸发型：年水位变幅小，各处变幅接近，水质季节变化明显，长期中地下水向盐化方向发展，并使土壤盐渍化。

径流型：年水位变幅大而不均，水质季节变化不明显，长期中则不断趋于淡化。

弱径流型：年水位变幅小，各处变幅接近，水质季节变化不明显，长期中向淡化方向发展。

3. 人类活动是如何影响地下水动态的？

4. 研究地下水动态与均衡有哪些意义？

5. 某水源地位于一正方形区域内，边长为 10Km 公里，区域面积为  $100\text{Km}^2$ 。多年平均降水量为 600mm，降水入渗系数为 0.2，地下水位埋深大，无蒸发。周边均为补给边界，单宽流量为  $5\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，水源地开采量为每年 1 千万立方米，该水源地是正均衡还是负均衡？

6. 某水源地开采区为正方形，边长为 15Km，区域面积为  $225\text{ Km}^2$ 。多年平均降水量为 740mm，降水入渗系数为 0.2，开采区西部和北部约  $180\text{ Km}^2$  的地区，地下水位埋深 2-3m，蒸发强度为  $0.00008\text{ m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，其它区无蒸发，南部和西部为补给边界，其单宽流量分别为  $5\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$  和  $10\text{ m}^3/(\text{m}\cdot\text{d})$ ，北部和东部为隔水边界，水源地开采量为每天 700000  $\text{m}^3$ ，进行均衡计算，确定该水源地是正均衡还是负均衡。

## 第十章 孔隙水

### 一、名词解释

1. 孔隙水：赋存于松散沉积物颗粒构成的孔隙之中的地下水。

### 二、填空

1. 由山口向平原，洪积扇显示良好的地貌岩性分带：地貌上坡度由陡变缓，岩性上由粗变细。

2. 由山口向平原，洪积扇岩性由粗变细，从而决定了岩层透水性由好到差，地下水位埋深由大而小，补给条件由好到差。

3. 天然状态下的洪积扇中，由山口向平原地下水排泄由径流为主转化到以蒸发为主。

4. 天然状态下的洪积扇中，由山口向平原地下水的水化学作用由溶滤作用为主转化到以



浓缩作用为主，矿化度由大到小。

5. 在冲积平原中，由现代河道与近期古河道向两侧河间洼地，地势由高变低，岩性由粗变细，渗透性由好变差。

6. 在冲积平原中，由现代河道与近期古河道向两侧河间洼地，地下水埋深由深变浅，水化学作用由溶滤作用为主变为浓缩作用为主，矿化度由小变大。

### 三、判断题

1. 洪积扇的顶部岩性粗，补给条件好，渗透性好，地下径流强烈，埋深大，是地下水取水的有利地带。（×）

2. 洪积扇由顶部向边缘，地下水排泄由径流为主转化到以蒸发为主，矿化度由小到大。（√）

3. 在洪积扇的溢出带，地下水位埋深最浅，有利于蒸发浓缩作用进行，所以此带矿化度最高。（×）

### 四、简答题

1. 孔隙水的特点？

- (1) 水量在空间分布相对均匀，连续性好
- (2) 孔隙水一般呈层状分布；
- (3) 同一含水层中的孔隙水具有密切的水力联系和统一的地下水面；
- (4) 孔隙水的流动大多数呈层流，符合达西定律。

2. 洪积扇及洪积扇中地下水的特征？

由山前到平原有如下特征：

- (1) 地貌上坡度由陡变缓，岩性上由粗变细；
- (2) 岩层透水性由好变差，地下水位埋深由大变小；
- (3) 补给条件由好变差，排泄由径流转为蒸发；
- (4) 水化学作用由溶滤作用为主转为浓缩作用为主，矿化度由小变大；
- (5) 地下水位变动由大变小。

3. 洪积平原中地下水的特征？

由河道向河间洼地有如下特征：

- (1) 岩性由粗变细;
  - (2) 渗透性由好变差, 水位埋深由大变小;
  - (3) 补给条件由好变差, 排泄由径流为主转化为蒸发为主;
  - (4) 矿化度由大变小。
4. 黄土中地下水的特點?
- (1) 黄土的垂向渗透性比水平渗透性大
  - (2) 黄土塬中赋存的地下水比黄土梁、峁较为丰富;
  - (3) 黄土中地下水埋深比较大;
  - (4) 黄土中地下水水质较差, 矿化度较高。

## 五、论述题

1. 洪积扇中地下水一般分几个带? 各带有何特征?

洪积扇中地下水一般分三个带。

潜水深埋带: (1) 位于洪积扇顶部, 地形坡度较陡, 岩性粗; (2) 具良好的渗透性及补给径流条件和储水空间; (3) 地下水埋藏较深, 蒸发作用很弱; (4) 地下水化学成分的形成以溶滤作用为主, 水化学类型多为重碳酸盐水, 矿化度低; (5) 其水位动态变化大。

溢出带: (1) 位于洪积扇中部, 地形变缓, 岩性变细; (2) 渗透性、补给、径流条件均变差; (3) 由于渗透性变弱而阻挡, 地下水埋藏浅, 蒸发作用加强, 潜水位接近地表形成泉和沼泽; (4) 地下水化学类型多为重碳酸硫酸盐水, 或硫酸重碳酸盐水为主, 矿化度增高; (5) 水位动态变化小。

潜水下沉带: (1) 位于洪积扇前缘, 地形变平, 岩性更细; (2) 渗透性很弱, 降水补给量小, 径流缓慢使地下水长期处于停滞状态; (3) 由于地表水的排泄和强烈的蒸发作用, 地下水埋深又略增大; (4) 地下水化学类型多为氯化物水或氯化物硫酸盐水, 矿化度高; (5) 水位动态变化小。

## 第十一章 裂隙水

### 一、名词解释

1. 裂隙水: 赋存并运移于裂隙基岩中的地下水。

2. 成岩裂隙水：赋存并运移于成岩裂隙中的地下水。
3. 风化裂隙水：赋存并运移于风化裂隙中的地下水。
4. 构造裂隙水：赋存并运移于构造裂隙中的地下水。
5. 等效多孔介质方法：用连续的多孔介质的理论来研究非连续介质中的问题。

## 二、填空

1. 裂隙水按其介质中空隙的成因可分为 成岩裂隙水、风化裂隙水 和 构造裂隙水。
2. 构造裂隙网络的裂隙按其规模可分为三个级别：微小裂隙、中裂隙 和 大裂隙。
3. 目前研究裂隙介质的方法可分为三类：等效多孔介质方法、双重介质方法 和 非连续介质方法。

## 三、判断题

1. 裂隙岩层一般并不形成具有统一水力联系、水量分布均匀的含水层。 （ √ ）
2. 风化裂隙密集均匀，且直接接受大气降水补给，在裂隙水中风化裂隙水最具有供水意义。  
（ × ）
3. 断层及其影响带宽度有限，一般断层的供水意义不大。 （ × ）
4. 水流在裂隙网络中运动，其局部流向与整体流向往往不一致。 （ √ ）
5. 裂隙水的流场一般是不连续的。 （ √ ）
6. 利用多孔介质方法研究裂隙介质，就是虚拟一个等效的多孔介质场来近似代替复杂的裂隙介质场。 （ √ ）
7. 裂隙介质中大裂隙贮水能力强，小裂隙导水能力强。 （ × ）
8. 同一条断层，不同部位的导水性均相同。 （ × ）
9. 导水断层带可以起到贮水空间、集水廊道与导水通道的作用。 （ √ ）
10. 压性断层不论断层面还是断层面两侧影响带，其透水性均很差。 （ × ）

## 四、简答题

1. 裂隙水有哪些特点？

(1) 水量在空间分布不均匀，连续性差

- (2) 裂隙水的分布形式可呈层状，也有的呈脉状；
  - (3) 裂隙水的水力联系差，往往无统一的地下水面；
  - (4) 裂隙流动具明显的各向异性。
2. 风化裂隙水有哪些特点？
- (1) 风化裂隙水一般为潜水；
  - (2) 风化裂隙含水层水量不大；
  - (3) 就地补给就地排泄；
  - (4) 风化裂隙水水质好。
3. 构造裂隙水有哪些特点？
- (1) 构造裂隙水往往分布不均匀，具各向异性
  - (2) 构造裂隙水可层状也可脉状；
  - (3) 构造裂隙水可以是潜水，也可以是承压水；
  - (4) 局部流向与整体流向不一致。
4. 为什么说风化裂隙水一般为潜水？在什么条件下可形成承压水？
- 风化营力决定着风化裂隙层呈壳状包裹于地面，一般厚度数米到数十米，未风化的母岩往往构成相对隔水底板，故风化裂隙水一般为潜水，被后期沉积物覆盖的古风化壳可赋存承压水。
5. 等效多孔介质方法研究裂隙水应具有的应用条件是什么？
- (1) 等效时含水系统的补、径、排条件不能改变
  - (2) 等效是两种介质在特定功能上的等效。
6. 断层的富水部位有哪些？

## 五、论述题

1. 裂隙水包括哪几种？各有什么特征？
2. 研究裂隙介质渗流的方法有哪几种？并加以说明？
3. 断层带的水文地质意义何在？

## 第十二章 岩溶水

## 一、名词解释

1. 岩溶：水对可溶岩进行化学溶解，并伴随以冲蚀作用及重力崩塌，在地下形成大小不等的空洞，在地表形成各种独特的地貌以及特殊的水文现象称为岩溶。
2. 岩溶水：赋存并运移于岩溶化岩层中的水。
3. 混合溶蚀效应：两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合后会变为不饱和而重新具有侵蚀性，这种现象称为混合溶蚀作用。

## 二、填空

1. 岩溶可划分为 地表岩溶 和 地下岩溶。
2. 常见的地下岩溶形态有 溶孔、溶蚀裂隙、溶洞 和 管道。
3. 岩溶发育应具备的四个条件为：可溶岩的存在、可溶岩必须是透水的、具有侵蚀性的水 以及 水是流动的。
4. 可溶岩一般有 氯化物岩、硫酸盐岩 和 碳酸盐岩 三类。
5. 保证岩溶发育的充要条件是 水的流动性。
6. 岩溶的发育基本上可划分为三个阶段：起始阶段、快速发展阶段 及 停滞衰亡阶段。
7. 在一个裸露碳酸盐岩层中，岩溶发育与地下水流动是相适应的。地下水的流动系统可以区分为 非饱和流动系统、局部流动系统 与 区域流动系统。

## 三、判断题

1. 水中二氧化碳含量愈高，溶解碳酸盐及硅酸盐的能力愈强。（ √ ）
2. 巨厚的纯灰岩有利于形成大型岩溶洞穴，其主要原因是成分较纯，而不是构造裂隙的发育。（×）
3. 碳酸镁的溶解度比碳酸钙大，所以白云岩岩溶发育。（ × ）
4. 地下水二氧化碳主要来源于大气，其次是土壤中产生的二氧化碳。（ × ）
5. 水的流动是保证岩溶发育的最活跃最关键的因素。（ √ ）
6. 地下水径流强烈，地下水的侵蚀性愈强，可溶岩中留下的空洞的总体积便愈大。（ √ ）
7. 断层带往往也是岩溶集中发育处，此处透水性良好，流线密集。（ √ ）
8. 在一个裸露碳酸盐岩层中，局部流动系统，岩溶最为发育。（ √ ）

9. 在区域流动系统中，地下水流动时间长，对碳酸盐溶蚀时间长，所以区域流动系统岩溶最发育。（ × ）
10. 岩溶水与孔隙水和裂隙水相比其分步更不均匀。（ √ ）
11. 我国南方地下多发育较为完整的地下河系，北方地下多为溶蚀裂隙、溶孔和少量溶洞。（ √ ）
12. 我国北方岩溶泉流量动态季节变化很大，南方流量动态比较稳定。（ × ）

## 四、简答题

1. 为什么硅质与泥质灰岩比纯灰岩和白云岩难溶解？

其一，硅质与泥质成分本身难溶解；

其二，泥质经常附着在岩石空隙表面，堵塞地下水通道的同时也限制了岩石与地下水的相互接触。

2. 如何利用水中碳酸钙的饱和指数来判断水的侵蚀能力？

饱和指数  $S_{IC} > 0$ ，水中碳酸钙已过饱和，有发生沉淀趋势；

$S_{IC} = 0$ ，水中碳酸钙刚好饱和；

$S_{IC} < 0$ ，水中碳酸钙仍未饱和，还具有侵蚀性。

3. 为什么两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合后或其它离子加入可增加水的侵蚀性？

两种不同含量二氧化碳的饱和碳酸钙溶液混合或易溶盐离子的介入可以降低钙离子、碳酸根离子的活度，从而使本来饱和的碳酸钙水溶液重新具有侵蚀性。

4. 地下水获得二氧化碳有哪几种形式？

(1) 大气中的二氧化碳以分子扩散的形式通过潜水面进入地下水中；

(2) 土壤中微生物分解有机质使之氧化以及植物根系呼吸作用产生的二氧化碳。

5. 为什么说地下水径流条件是控制岩溶发育最活跃最关键的因素？

可溶岩、水、二氧化碳体系的能量输入通过地下水不断的入渗补给来实现。这一体系的物质输出即溶解碳酸钙的排出也必须依靠水的径流和排泄来完成。因此地下水的循环交替是保证岩溶发育的充要条件。

6. 说明可溶岩溶蚀的差异性及差异溶蚀的结果？

7. 裸露区碳酸盐岩层中，地下水的流动系统可以划分为几个系统？各个系统的岩溶发育状

况如何？

分为：非饱和流动系统、局部流动系统和区域流动系统。

非饱和流动系统，以垂直岩溶发育为主；

局部流动系统，以水平岩溶发育为主，水交替强烈，岩溶最发育；

区域流动系统，径流弱，岩溶发育弱。

## 五、论述题

1. 岩溶发育的快速演化阶段，介质场与流速场发生哪些变化？

(1) 地下水流对介质的改造由化学溶蚀变为机械侵蚀与化学溶蚀共存机械侵蚀变得愈益重要。

(2) 地下出现各种规模的洞穴。

(3) 地表形成溶斗及落水洞，并以它们为中心形成各种规模的洼地，汇集降水。

(4) 随着介质导水能力迅速提高，地下水位总体下降，新的地下水面以上洞穴干枯。

(5) 通道争夺水流的竞争变得更加剧烈。

(6) 不同地下河系发出袭夺，地下河系不断归并，流域不断扩大。

2. 岩溶水的特征？

(1) 空间分布极不均匀

(2) 岩溶水具各向异性；

(3) 岩溶水的运动，通常是层流和紊流共存；

(4) 局部流向和整体流向常常不一致；

(5) 岩溶水的补给，通常以垂直岩溶通道为主，排泄常以泉的形式排泄；

(6) 岩溶水水位随季节变化大。

3. 试列举有利于碳酸盐岩石溶蚀的水文地球化学作用，并简述产生这些作用的水文地球化学环境？

4. 我国南北方岩溶有哪些差异？造成这些差异的因素有哪些？