

# 地下水水文学

## Groundwater Hydrology

讲授：肖长来

吉林大学环境与资源学院  
水文水资源系  
2004年9月



## 第10章 孔隙水

### 提要

要求掌握冲洪积扇中的地下水、冲积平原（特别是河谷冲积平原）中的地下水埋藏分布特征及供水意义，了解湖积物中的地下水和黄土高原中的地下水埋藏分布特征及供水意义，能够进行含水系统实例分析。



## 第10章 孔隙水

孔隙水 (pore water)，是指赋存于松散沉积物颗粒或集合体构成的孔隙网络中的地下水。

按含水层埋藏条件，孔隙水可分为孔隙潜水和孔隙承压水。

- 10.1 冲洪积扇中的地下水
- 10.2 冲积平原中的地下水
- 10.3 湖积物中的地下水
- 10.4 黄土高原的地下水
- 10.5 孔隙含水系统实例分析



## 第10章 孔隙水

中国地貌图



## 第10章 孔隙水 中国地貌图



## 10.1 冲洪积扇中的地下水

典型的冲洪积扇 (alluvial and pluvial fan) 形成于干旱半干旱地区的前山地带。洪流所携带的物质以山口为中心堆积成扇形，故称扇形地；多在前山成群分布，构成扇群，扇间为洼地。

洪积扇由山口向平原具有明显的分带性：

(1) 地形地貌分带：由山口向平原 (盆地)，地貌上由扇顶 扇中 扇前缘，地形由高低，地面坡度由陡 缓；岩性由粗 细。

(2) 水动力条件与沉积作用分带：集中的洪流 辫状散流，水流速度和搬运能力由大 小，沉积作用由弱 强；水流携带的物质随地势和流速的变化而依次堆积，先堆积粗粒物质，后堆积细粒物质。



## 10.1 冲洪积扇中的地下水

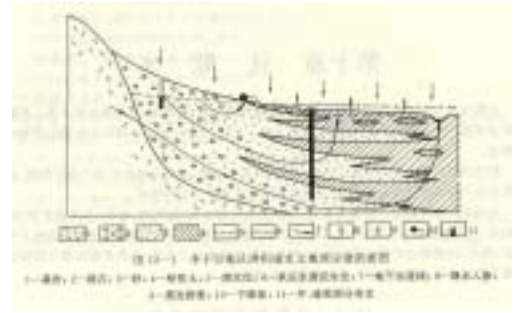
(3) 岩性分带：扇顶多为砾石、卵石、漂石等，沉积物不显层理，或仅在所夹细粒中显示层理；向外过渡为砾及砂为主，出现粘性土夹层，层理明显；没入平原部分为砂及粘性土夹层。

(4) 地下水分带：扇顶物质颗粒粗大，多直接出露于地表，地势高，潜水埋藏深，岩石透水性好，补给充沛，地下径流强烈，蒸发微弱，形成低矿化水，属**潜水深埋带**或**盐分溶滤带**，多为 $\text{HCO}_3^-$ -Ca、CaNa、CaMg型水，水位变化大；向下游，地形变缓，颗粒变细，透水性变差，地下水受阻，潜水位增高接近地表，形成泉和沼泽，蒸发增强，水的矿化度增高，为**地下水溢出带**或**盐分过路带**，地下水动态变化小。此带向下游进入平原区，地势变平，颗粒变细，潜水埋深不大，蒸发强烈，土壤常发生盐渍化，为**潜水下沉带**或**盐分堆积带**。



## 10.1 冲洪积扇中的地下水

### 冲洪积扇剖面图



## 10.1 冲洪积扇中的地下水

扇形地中地下水特点，由扇顶至前缘：

含水层物质：颗粒由粗变细，透水性由强变弱。

水位埋深：由大变小；水位变化由大变小。

地下水径流：由强变弱，渗透速度由大变小。

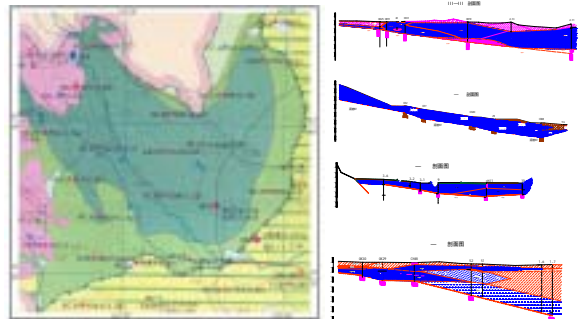
水化学作用：由单一（溶滤作用为主）变多样（溶滤、蒸发浓缩、阳离子交替吸附等），水化学类型由单一变复杂。

水质：由好变差，矿化度由低增高。

城镇应分布于溢出带以上最有利于取用地下水地带。

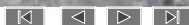


## 10.1 冲洪积扇中的地下水



## 10.1 冲洪积扇中的地下水

### 扇形地层剖面图



## 10.2 冲积平原中的地下水

冲积平原 (Alluvial plain) 以黄河下游平原为例，郑州市以上黄河以侵蚀搬运作用为主，以下进入华北平原，坡降变小，堆积作用为主，河床抬高而成为地上河。

现代河道与近期运动古河道地势高，岩性粗，渗透性好，利于降水，地表水入渗补给，水位埋深大，蒸发作用弱，溶滤作用为主，水质良好，自两侧向河间洼地、地势渐低、岩石变细，渗透性变差，水位变浅，蒸发增强，矿化度增大。

地下分布有咸水层，其厚度50~200m，矿化度 $M > 2\text{g/l}$ ，为 $\text{Q}_2$ 晚期干旱气候下大陆盐化的产物。咸水层发生过运移。





## 10.4黄土高原的地下水

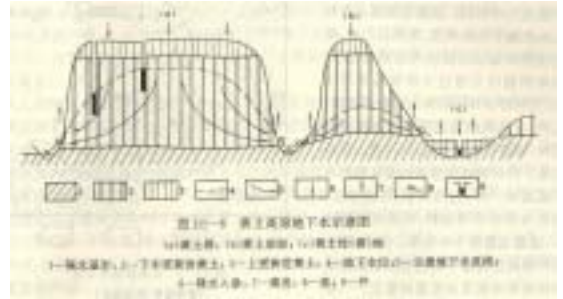
我国西部黄土高原 (loessial plateau) 普遍分布黄土 (loess), 其粉粒 (silt) 含量大于60%, 富含钙质, 结构较为疏松。 $Q_{1+2}$ 黄土, 多为粉质亚粘土, 呈棕黄色, 局部微显红色, 厚度最大200m, 形成10余层深棕色、黑色的古土壤层, 层下为钙质结核层。 $Q_3$ 黄土呈淡黄色, 厚度 $n \sim n \times 10m$ , 主要为粉质亚粘土, 结构格外疏松。

黄土均发育垂直节理 (vertical joint), 且多虫孔、根孔等以垂向为主的大孔隙 (macro pore), 其 $K_v$ 比 $K_h$ 大许多。甘肃黄土,  $K_v = 0.19 \sim 0.37 m/d$ ,  $K_h = 0.002 \sim 0.003 m/d$  (张宗祜, 1966)。随深度 (h) 加大,  $K_v$ 明显变小。



## 10.4黄土高原的地下水

### 黄土高原地下水



## 10.4黄土高原的地下水

黄土高原地下水水量不丰富, 地下水埋深大, 水质较差。为岩性、地貌、气候综合作用的结果。

黄土塬为在流水侵蚀下原始地貌保持较好的规模较大的黄土平台。黄土梁指长条带的黄土垆岗, 黄土峁指深圆形的黄土土丘。

黄土塬有利于降水入渗 ( $\alpha = 0.05 \sim 0.10$ ), 地下水较丰, 由中心向四周地下水散流, 中心水位浅, 边缘水位深, 矿化度向四周增大, 至沟谷成泉、泄流。

黄土梁、峁切割强烈, 不利于降水入渗 ( $\alpha < 0.01$ ), 水量贫乏, 水质较差, 水位浅埋。



## 10.5孔隙含水水系流实例分析

甘肃省河西走廊石羊河流域, 面积3000km<sup>2</sup>, 石羊河全长100km, 流出南部祁连山有古浪、黄羊等8条河, 年总径流量14.4亿m<sup>3</sup>/a, 到洪积扇 (厚100~400m的巨大卵砾石) 渗入地下为6.5亿m<sup>3</sup>/a (占45%), 到武威盆地中部, 沿河槽的泉水溢出量3.2亿m<sup>3</sup>/a, 后汇成石羊河, 占河川径流的94.5~95.7%。人民勤盆地后, 被引入田间, 最后排入北部的湖泊中, 蒸发消耗。



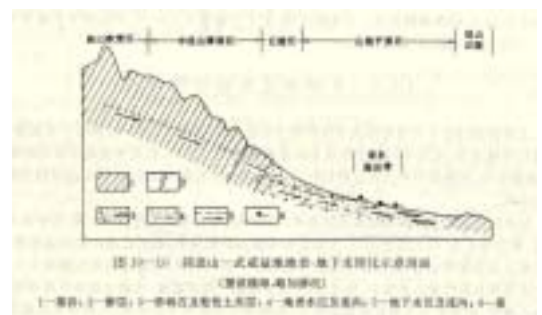
## 10.5孔隙含水水系流实例分析

### 武威盆地水系图



## 10.5孔隙含水水系流实例分析

### 地表-地下水转化图



## 10.5 孔隙含水水系流实例分析

启示：

含孔隙水的沉积物成因类型的变化是地形和水流状态改变的结果，其变化是连续的，水是连续的，上游的取水量会影响到下游的用水。

开发利用地下水，要充分考虑本区地下水与邻区地下水之间、地下水与地表水之间、地下水与生态环境之间的关系，正确认识地下水系统、水资源系统和生态环境系统的关系。

