



# Fundamentals of Hydrogeology

# 水文地质学基础

## 第十三章 地下水资源

### *Groundwater Resource*

中国地质大学（武汉）水文地质学基础教学组

# 本章内容



13.1 地下水资源的概念

13.2 地下资源的特性

13.3 地下资源的分类

13.4 地下资源的供水意义

## 13.1 地下水资源的概念

- ❖ 资源：是自然界存在，可被人类利用的一切
  - 分可再生的和不可再生的，地下水为可再生资源
- ❖ 地下水是一种宝贵的、可再生资源淡水资源
- ❖ 地下水与地表水资源相比的优越之处有：
  - 空间分布：广而均匀（地表水局限与水文网）
  - 时间调节性：地下含水系统是天然水库，动态稳定
  - 水质：水质优，洁净，水温恒定，不易受到污染，但污染后很难治理。
  - 可利用性：一次性利用投资小，运用费用高
- ❖ 地下水资源：能从某一地下水盆地中连续地、不至于引起不良结果地抽取的地下水量（柴崎达雄，1982提出）

## 地下水资源概念的由来

- ❖ 为避免地下水位不断下降，限制水井井距、深度与采水量
- ❖ 1915年美国首次提出以含水层或盆地为单位的安全抽水量概念：“所谓安全抽水量，是在不致引起含水层发生危险的涸竭的情况下，能正常而持续地抽水的界限水量”〔柴崎达雄，1982〕。
- ❖ 后来发现，开采地下水会引起诸如：地面沉降、海水入侵、咸水入侵等造成巨大经济损失的环境损害。
- ❖ 安全抽水量的定义修改：“能从某一地下水盆地中连续地、不至于引起不良结果地抽取的地下水量”〔柴崎达雄〕。
- ❖ 允许利用的地下水资源量，不仅受到自然条件的制约，还受到技术、经济、社会乃至法律条件的制约。

## 13.2 地下水资源特征

### 13.2.1 系统性

- 形成：地下水资源是按系统形成与分布的
- 系统内：地下水是一个统一的整体（有水力联系的），系统内部任何一部分的输入（补给或抽水），都会影响（波及）整个系统
- 系统性看：地下水**资源量**原则上等于含水系统的补给量
- 资源量按系统计算：以系统为单元统筹规划利用，开发与管理
- 难点：系统边界不易确定；边界有叠置，边界跨行政区域
- 问题：造成重复计算水量，人为夸大水量，开采过渡，难以管理（不同行政区）

## 13.2.2 可恢复性

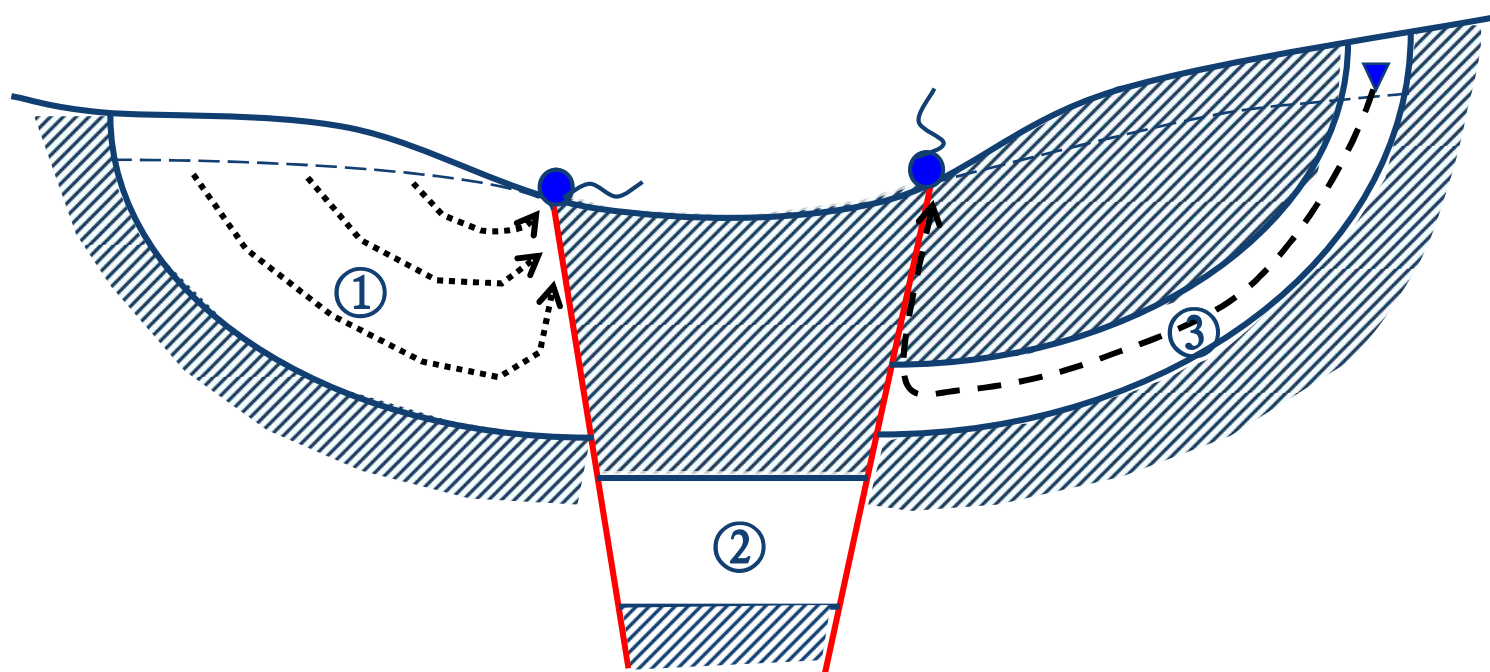
- ❖ 天然可再生的资源均具有可恢复性
- ❖ 地下水资源是通过水文循环使水量恢复、水质更新的，循环过程是通过补给与排泄两个环节完成的。
- ❖ 恢复能力的强弱与水文循环的交替速度有关：
  - 图示条件：比较哪个含水系统更优？？ 可恢复性
- ❖ 一个恢复性很差的含水系统，其规模再大，储备水量再多，也会被用完（枯竭）——而“无以为继”。

因此，可恢复性是供水水源的必需条件。

## 可恢复性图

❖ 恢复能力的强弱与水文循环的交替速度有关：

■ 图示条件哪个含水层系统可恢复性更优？？



### 13.2.3 调节性

❖ 表现在地下含水系统本身就是一个地下水库——具有水库的功能，地下水库是天然形成的：

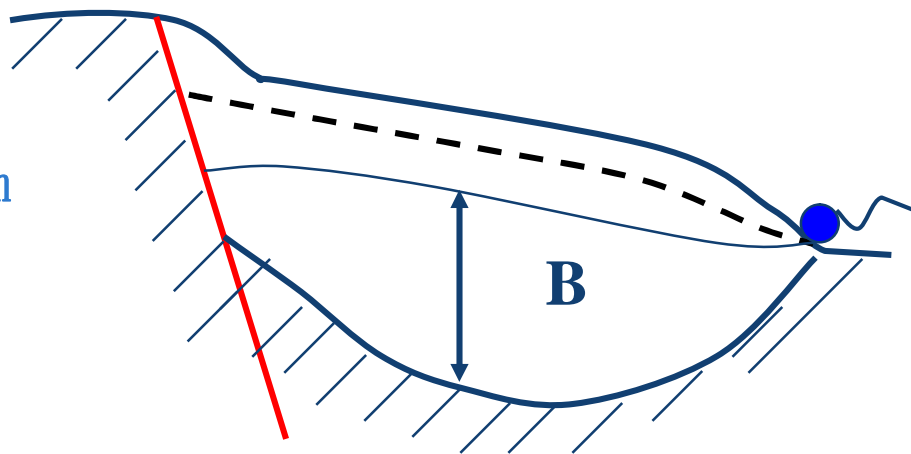
- 含水介质对水流起到阻滞作用→延长过水时间
- 地质构造形成的“蓄水池”，向斜盆地，断块盆地

❖ 调节能力大小取决于：

①地质构造的规模（容积大小-B）；

②含水介质的储水能力

给水度 $\mu$ ，含水层厚度 $m$





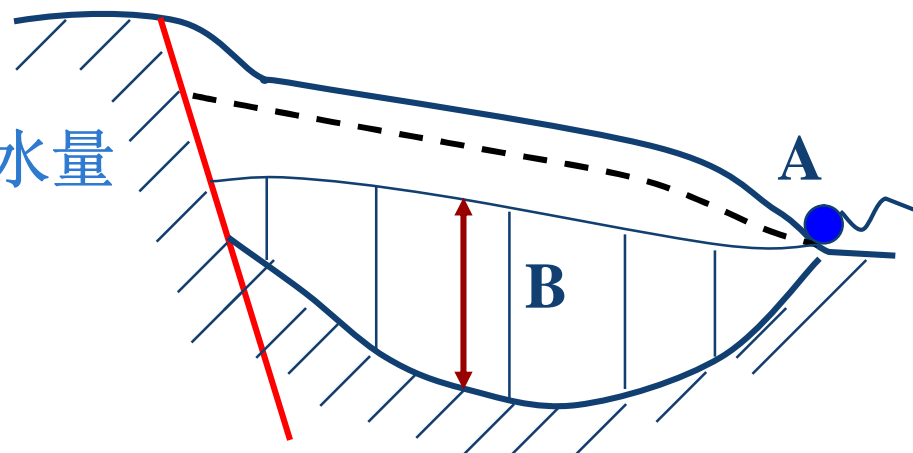
## 13.3 地下水资源的分类

### ❖ 地下水的分类考虑两方面因素

- 地下水自身的特性（含水系统贮水与运动）
- 从供水的要求——持续而均衡地供应一定的水量

### ❖ 含水系统——有着两类水量：

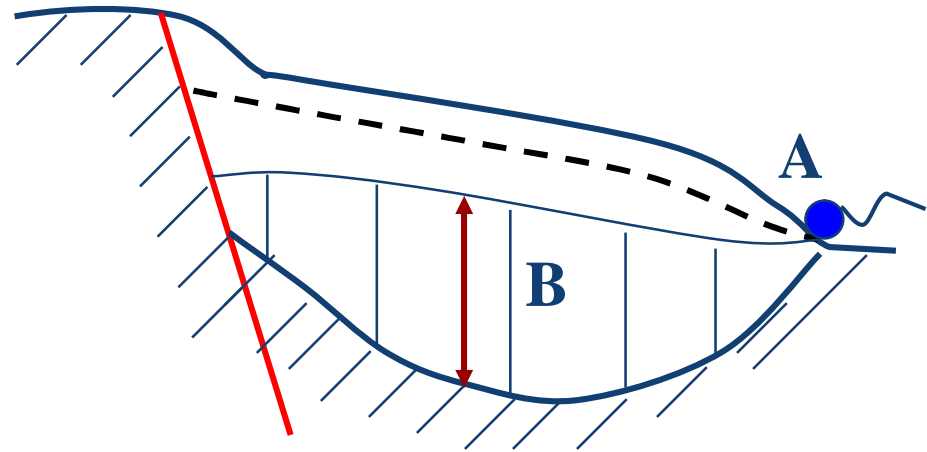
- 经常与外界交换的水量  
——补给资源（A）
- 保持于含水系统中的水量  
——储存资源（B）



### 13.3.1 地下水资源——补给资源

**补给资源：**可以恢复与再生的，是与外界系统经常发生交替的水量。

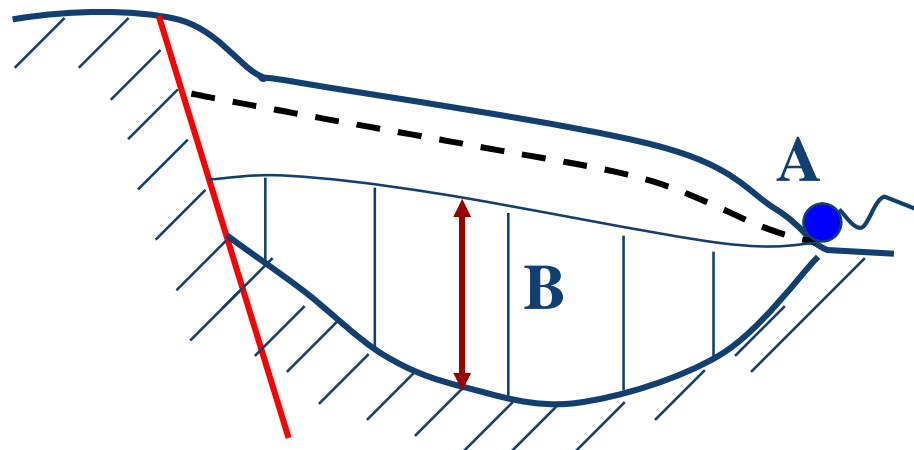
- 影响因素：受气候等因素影响，年与季节的变化
- 量纲：流量单位 $\text{m}^3/\text{a}$
- 决定含水系统中地下水资源的可恢复性
- 数值大小 = 含水系统的补给量



### 13.3.1 地下水资源——储存资源

**储存资源：**不可以恢复的，是历史形成的不参与水循环交替的，基本不变的水。

- 影响因素：含水系统的空间形态（地质构造——天然的地下水库库容）
- 量纲：体积单位  $\text{m}^3$
- 决定含水系统中地下水资源的可调节性
- 数值大小 = 经常有水的空间体积  $\times \mu$ （给水度）



## 补给资源与储存资源的比喻

比喻1：一个家庭的收入：

补给 → 工资收入（元/月）； 储存 → 存款

比喻2：学校人数：

补给 → 招生数（千人/年）； 储存：在校生[总人数]

比喻3：地表水库：

补给 → 入库水量（ $\text{m}^3/\text{年}$ ）； 储存：库容量[正常水位]

## 13.4 地下水资源的供水意义

供水水源的一般要求：

- 长期持续性（永续发展的需要）——多年性
- 均衡稳定性（短期考虑）——时时供水

一个含水系统能够长期持续提供的水量是多少？

### 13.4.1 补给资源的供水意义

原则上相当于：

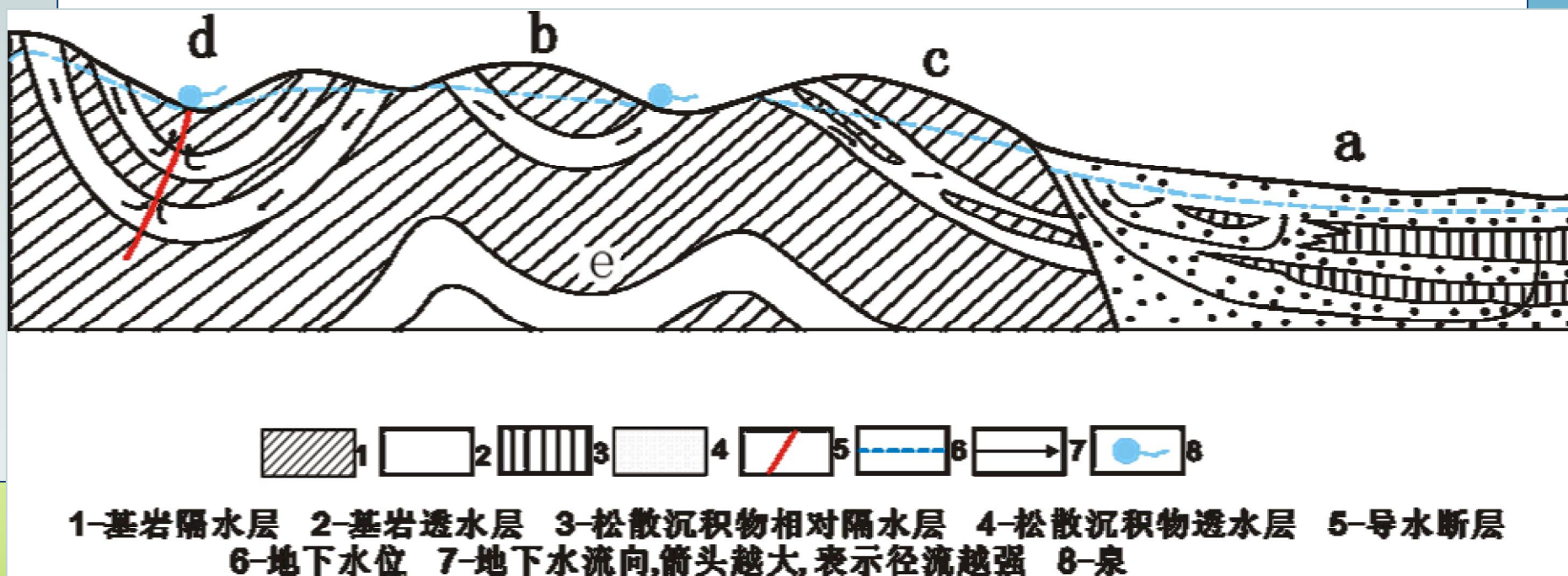
- 含水系统的多年补给资源 = 补给量

不同类型含水系统的补给条件不同，供水意义也不同

不同条件的含水系统

## 不同类型含水系统的供水（或排水）意义

❖ 试比较下图不同含水系统a~e的供水意义。



### 13.4.1 补给资源的供水意义

#### ❖ 补给资源——原则性的意义：

- 平均意义上的——年月有波动，平均来估算
- 在某些特殊情况下——可以大于补给量：

1) 大气降水入渗增加；2) 河流入渗补给增加

#### ❖ 注意：

- 河流入渗增加的代价→牺牲地表水资源
- 从“水资源”角度出发，此量是不存在的

#### ❖ 承压水模拟演示实验中：

抽取地下水→承压水从外界获得的补给量增加了。  
这也是旁河取水的道理。

## 13.4.2 储存资源的供水意义

### ❖ 储存资源的供水意义

- 起着调节作用——保证供水**均衡稳定性**
- 当一个含水系统的补给资源很大，但动态很不稳定时，作为供水源地，储存资源就起到很大的调节作用
- 旱季借用储存资源的水，腾空库容，雨季再补充偿还
- 没有储存资源再丰富的补给资源也无法利用→白白流走！

### ❖ 补给与储存资源的关系：**有借有还**

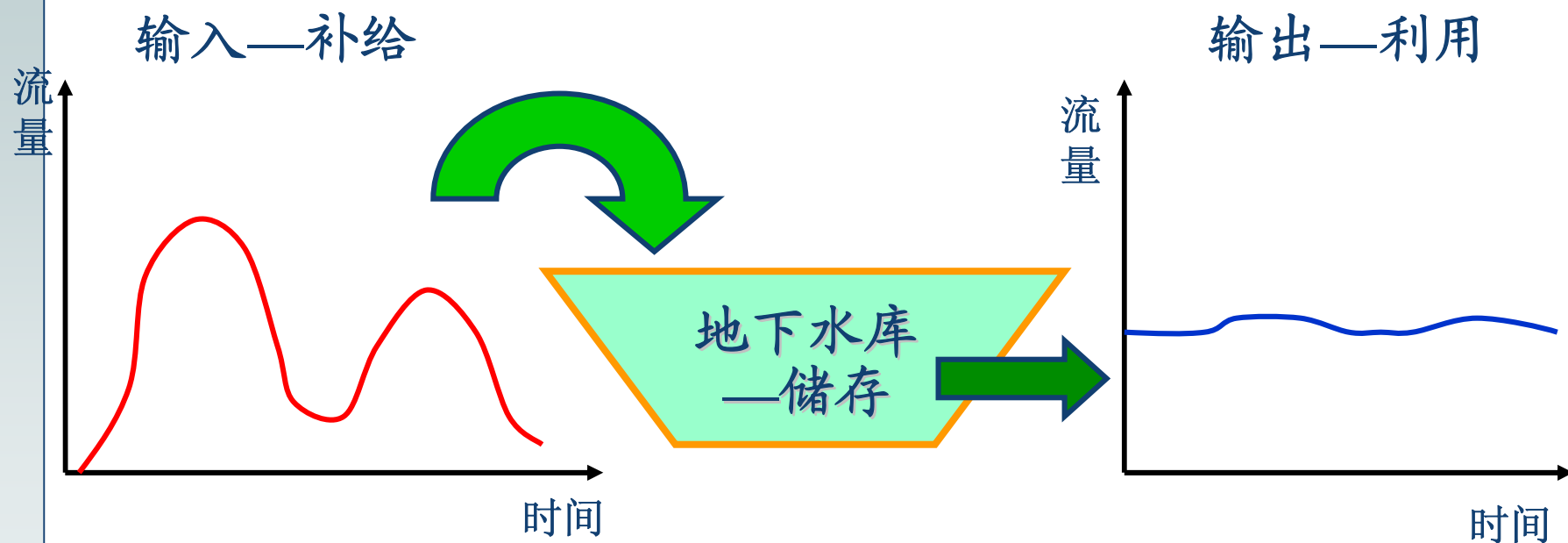
有借有还

- 有借不还（超量使用）
  - 最终导致水资源消耗殆尽（枯竭）
  - 或产生不良结果

本章思考题



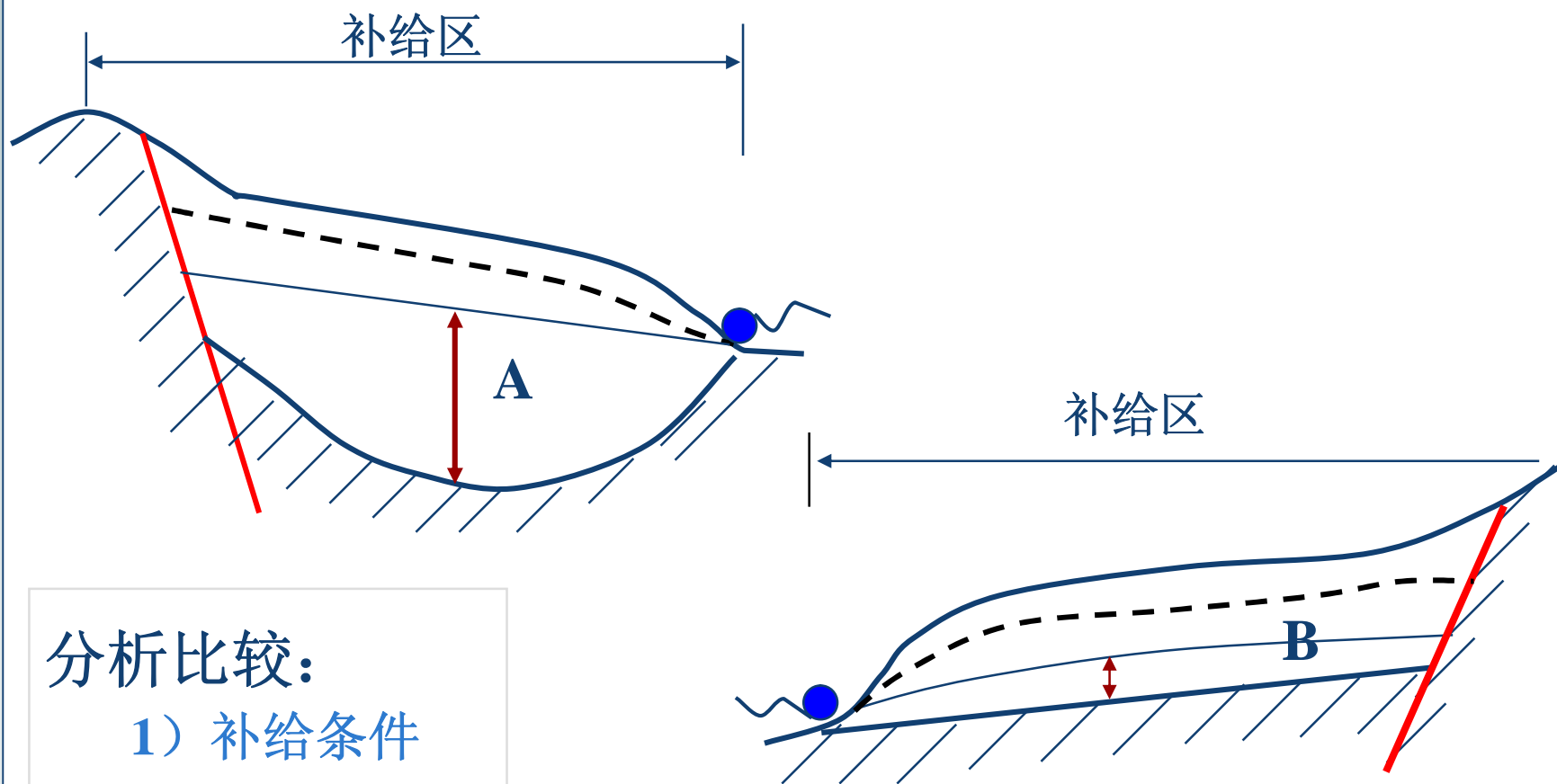
# 补给与储存资源的关系：有借有还



地下水库——调蓄补给量



## 思考题：比较两含水层的供水意义



分析比较：

- 1) 补给条件
- 2) 储存资源