

# 松散含水层水文地质问题初探

## Exploration of Hydrogeological Problems in Loose Aquifers

孙肇一 张瑞

Zhaoyi Sun Rui Zhang

新疆地矿局第二水文工程地质大队 中国·新疆 昌吉 831100

Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources Second Hydrologic Engineering Geological Brigade, Changji, Xinjiang, 831100, China

**摘要:** 松散含水层(简称松散层)是指沉积于陆地表面的松散沉积物,通常指在地表以下5m的土层中。在水文地质勘察中要注意分析松散层水文地质条件的差异,通过对比不同成分含水岩层之间的渗透性能及水力联系等方法来分析研究含水层富水性与渗透性的关系,并在此基础上对松散层水文地质条件进行评价。

**Abstract:** Loose aquifer (abbreviated as loose layer) refers to the loose sediment deposited on the surface of land, usually in a soil layer 5m below the surface. In hydrogeological exploration, attention should be paid to analyzing the differences in hydrogeological conditions of the loose layer, by comparing the permeability and hydraulic connections between different components of water-bearing rock layers, the relationship between the water richness and permeability of the aquifer can be analyzed and studied, And on this basis, evaluate the hydrogeological conditions of the loose layer.

**关键词:** 松散; 含水层; 水文地质; 问题; 策略

**Keywords:** loose; aquifer; hydrogeology; problem; strategy

**DOI:** 10.12346/etr.v5i11.8717

### 1 松散含水层定义

松散含水层是指在一个或多个含水层中,地下水的补给、径流和排泄交替变化形成一个动态的水循环体系。松散含水层一般位于地形平缓、构造稳定、地形坡度小、沟谷发育、植被稀少的地区,如中国西南地区。根据地下水补给来源不同,松散含水层可分为地表水补给和地下水补给两种类型。

河漫滩和河床砂层是松散含水层的主要储水介质,其透水性差,但由于其地形地貌条件较好,在河流上径流系数大,在降雨过程中可以及时地补充地下水。同时,由于河漫滩和河床砂层顶面埋深较浅,因此其富水程度一般比较高。

在实际工程建设过程中,还需要对松散含水层中各含水层之间的水力联系进行分析。如在某大型水电工程松散含水层中,该工程的松散层厚度较大,且无第四系隔水层。在该工程建设过程中,由于工程周围存在较多的第四系松散层,因此对该工程周围地下水的补给、径流和排泄条件进行了分析。根据相关经验可知,当松散含水层顶面埋深小于100m

时,其对周边地下水补给、径流和排泄条件影响较小;当松散含水层顶面埋深大于100m时,其对周边地下水补给和排泄条件影响较大。

### 2 松散含水层水文地质相关特点

随着经济社会的快速发展和人民生活水平的不断提高,人们对生活质量和健康水平提出了更高要求。为了满足人们日益增长的物质文化需求,需要不断加大对水资源的开发和利用力度。目前,中国大部分地区地下水资源开发利用程度较高,由于受到自然条件、经济条件和技术水平等因素影响,仍有许多地区缺乏对地下水资源的充分利用。随着社会发展,人口数量不断增加,使得人均水资源量减少;中国城市化进程加快、城市规模扩大、工业发展迅速,使得城市规模扩大、人口密集度增加;在城市化进程中还造成了大量农业灌溉用水的浪费,以及工业废水和生活污水等污染现象的产生。因此,在中国进行水资源开发利用时应充分考虑水文

**【作者简介】**孙肇一(1993-),男,中国吉林德惠人,本科,工程师,从事矿区水文地质勘查、供水水文地质勘查、地质灾害勘查与施工、地下水环境调查、区域水文地质调查等研究。

地质条件对水资源开发利用的影响。

## 2.1 地层分布特征

松散层中的砂砾(卵石)土和砾石分布范围广,厚度大,在各水文地质单元均有分布。其主要特征表现为砂砾(卵石)土厚度较大,分布范围广,最厚处达2m左右。

第一,粒径一般大于2mm,个别可达8mm以上。以粗砂、中砂为主,偶见砾石,以灰、黄、灰黑等色为主,局部含少量黄褐色粘土和红色粘土。其平均厚度为0.77~1.68m,平均孔隙度为6.79%~13.23%。

第二,具较高的粘粒含量。其粘粒含量一般在55%以上,少数可达70%以上。最大粘粒含量达86%。颗粒级配以粗砂和中砂为主,偶见细砂、粉砂和粉土等。

第三,含砂砾(卵石)土:分布广泛。粒径一般在5~20mm之间,以细砂、中砂和粗砂为主,局部含少量砾石和少量黄褐色粘土。含砂率较高,一般为40%~50%。

## 2.2 含水层特征

砂土:由松散沉积物组成,含粘土和砂粒,颗粒大小均一,成分均匀,具中等流变性,透水性弱,渗透系数一般小于10~6m/d。

粘性土:由粘性土组成,颗粒大小不均,结构紧密,胶结程度差。粘性土的渗透性较弱,一般小于1m/d。

砾石:由颗粒直径大于2cm的砾石组成,含有砂粒和粘土质粉土。颗粒大而圆者称砾石,颗粒小而圆者称卵石。含砾石的层位与岩性变化较大。如在基岩上一般都有砾(卵)石层存在。

砂砾石:由较细的砂和砾组成,粒径一般小于3mm。含粘粒或粉粒、粘土质。具弱透水性能,渗透系数一般小于10~6m/d。

砂土:由粘土或砂质粘土组成,粒度较细、结构疏松的土层或松散堆积物。

## 2.3 含水层富水性

含水层富水性是指在单位时间内通过一定深度的含水层进入或离开含水层的水量。其计算方法与单位时间通过多少米深的含水岩层有关,单位时间内通过含水层的水量越大,则说明该含水层具有较大的富水性。根据单位时间内通过某一含水岩层进入或离开含水层的水量,可将含水层富水性分为强富水性、中等富水性和弱富水性三个等级。在水文地质勘察中,当某一含水岩层富水性较强时,往往对工程建设带来一定危害,如由于含水层富水性强而使地下水位下降,容易出现水害。当某一含水岩层富水程度较弱时,可减少工程建设中对该含水层的开采。在水文地质勘察中,不同含水岩层的富水性差异主要通过渗透系数来反映<sup>[1]</sup>。

## 2.4 地下水动态变化

地下水动态变化是指含水层中地下水的补给、径流、排泄等过程。由于不同的含水层具有不同的补给能力、径流能力和排泄能力,在一定条件下,其水位会有较大的波动。

一般情况下,地下水动态变化受季节性水位变化影响。

在北方地区,地下水动态受气候条件和降水因素的影响比较大。由于降水补给量较大,地下水位随着降水量的变化而变化较大。在南方地区,由于降水补给量相对较小,地下水位变化也比较缓慢。

## 2.5 地下水化学特征

由于松散层孔隙、裂隙中的水盐受大气降水、地表水、地下水及人类活动影响较大,因此松散层内的水化学特征及其变化规律是进行水文地质评价的基础。一般来讲,由于地下水化学成分复杂,在不同地段和不同时期,其变化情况有明显差异,因而对不同地区、不同季节的地下水化学成分及其变化规律进行对比分析是非常重要的。

从含水层性质看,松散层多为粗砂或中砂,粘性土较少。从地下水循环过程看,松散层一般处于封闭系统之中,水的入渗补给主要通过地表水或地下水进行,循环过程比较缓慢。从水化学成分看,各种水化学成分含量差别很大,大致可分为强、弱、中性、弱碱性水及极弱碱性水等五类。其中以强碱性水的含量最高。各类型水中所含离子及含量大小顺序为: $\text{Na}^++\text{K}^+ > \text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+} > \text{Na}^++\text{Cl}^- > \text{Cl}^- > \text{HCO}_3^-$ 。

此外,在含水层中还存在着大量的放射性元素和溶解于地下水中的硫酸盐、氯化物和亚硝酸盐等物质。它们在地下水化学成分中占据着不同的位置。

## 2.6 地下水水位埋深

地下水水位埋深是指地下水从地表向下的深度,它是影响地下水资源利用和开发的重要因素。因为不同类型的含水层其富水性和渗透性有差异,所以地下水水位埋深也不一样。一般情况下,相对于上层滞水来说,浅层潜水含水层的水位埋深较大,而相对于深层承压水来说,其水位埋深较小。

## 3 松散含水层水文地质优化建议

松散含水层是指在一个或多个含水层中,其水的补给和排泄的交替变化形成一个动态的水循环体系,具有比较大的变动性。在中国,松散含水层一般为第四系松散沉积物,是中国主要的储水介质。在中国西南地区,由于地形地貌复杂、水文地质条件多样、地下水补径排条件复杂等因素,导致西南地区在地质勘探阶段发现和揭露的松散含水层较少。为改善西南地区地下水资源开发利用条件,提高水资源利用率,对西南地区的水文地质条件进行深入研究,对于促进西南地区水资源保护、改善民生具有重要意义<sup>[2]</sup>。

### 3.1 勘探深度

在地质勘探阶段,为查明松散含水层的厚度、空间分布、赋存条件和富水性,一般采用钻探方法,钻探深度可根据现场情况进行适当调整。对于松散含水层而言,由于其具有较大的变化性,且含水层的厚度一般较大,因此在进行地质勘探时需要采取合理的钻探方式和方法,并依据其含水层的厚度和赋存条件确定钻探深度。由于我国西南地区地形地貌复杂,其地形地貌多变,且地质结构较为复杂,因此在进行地质勘探时一般采取以探孔为主、以槽探为辅的钻探方式。在

西南地区地质勘探阶段,由于松散含水层厚度较大且分布广泛,因此采取探孔为主、槽探为辅的钻探方式。

根据 JGJ66—2012《全国地下水资源评价规范》的相关要求,当含水层厚度大于 30m 时,其勘探深度应达到 60m,而在该工程中仅达到了 25m。因此在地质勘探阶段应尽可能地提高钻探深度,以满足规范要求。

### 3.2 含水层类型

该水电工程松散含水层位于长江支流某河段,其上覆第四系松散层厚度较薄,且无第四系隔水层,以冲洪积砂砾石为主,局部有粗砂层,透水性差,上部松散层顶部埋深小于 100m。该水电站的坝址位于某河段中游地段,两岸地形较为平缓,河槽呈不规则的“U”形或“V”形,河底高程在 70m 左右。由于受地质构造的影响,该河段的河床呈不对称的“W”形或“V”形。

根据其主流来水情况、河流两岸地形地貌及坝址区水文地质条件分析,坝址区第四系松散层厚度约为 15~20m 左右,根据其含水介质特征、岩性特征、透水性差异和地形地貌等因素综合分析,认为该河段松散含水层主要为冲洪积砂砾石层。

### 3.3 水文地质参数

松散含水层作为西南地区重要的地下水源地,其水文地质条件与水资源利用息息相关,应在勘察阶段查明松散含水层水文地质条件,采取合理的地下水资源保护措施,并对地下水资源进行科学评价。

选取了松散含水层中最主要的几个含水层作为研究对象,通过对各含水层的水文地质参数进行分析,并对各含水层之间的水力联系进行研究,以判断各含水层之间的水力联系情况。通过对比分析发现,不同类型的含水层其水文地质参数都存在一定程度的差异,因此在具体分析时要结合当地的实际情况进行分析。可以看出,该地区主要有三种类型的含水层,分别为第四系上更新统冲积层、冲洪积层和残积层。从水文地质参数来看,第四系上更新统冲积层和残积层中存在着一定程度的水力联系;而冲积层与残积层之间的水力联系并不密切,但这两种含水层之间存在着一定程度的水力联系。

### 3.4 地下水的补给来源及径流路径

在中国西南地区,地下水的补给来源主要包括大气降水和地表水,特别是在高原地区,降水较少,地表径流成为地下水的重要补给来源。另外,河流的上游径流是地下水的重要补给来源。在工程建设过程中,由于雨水的补给和地表径流的补充,地下水资源量在不断增加。

由于地下水的补给路径较长,导致地下水在排泄过程中形成了复杂的径流路径。由于地形地貌条件较差、人工设施不完善等因素影响,导致地下水补给路径较长;此外,由于地下水位埋深较浅、地形坡度较大等因素影响,导致地表水在排泄过程中形成了复杂的径流路径。在工程建设过程中,还需要对水文地质条件进行充分考虑。

### 3.5 地下水的赋存条件

地下水位对地下水的赋存具有重要的影响。根据地下水赋存条件的不同,可将地下水分为松散含水层、岩溶裂隙水和基岩裂隙水。由于基岩裂隙水分布范围较广,可分为全风化基岩裂隙水和非全风化基岩裂隙水。地下水的赋存条件还受地形地貌、水文地质条件的影响。如地形地貌复杂、沟谷发育,地形坡度大,地下水补给、径流和排泄条件比较差,在这种情况下,松散含水层是主要的储水介质。如在某大型水电工程的松散含水层中,其主要储水介质为全风化基岩裂隙水和非全风化基岩裂隙水。

### 3.6 水文地质条件复杂程度及危害程度分析

在本次工程建设过程中,在地质勘探过程中未发现或揭露的松散含水层主要为第四系冲洪积平原上的河漫滩、河床砂层等。由于河漫滩和河床砂层属于松散含水层,其地下水以基岩裂隙水为主,对工程建设具有一定的影响<sup>[1]</sup>。因此,在松散含水层中,需注意松散含水层顶板灰岩承压水对工程的影响。

在本次工程建设过程中,由于在地下水位以下发现了一个厚约 12m 的含水层,因此对松散含水层顶板灰岩承压水进行了长期监测。监测结果表明,地下水水位呈现先上升后下降的趋势,最高水位出现在开挖基坑期间,最低水位出现在开挖基坑之后。观测结果显示,该层承压水顶板厚度约为 15m。根据经验可知,该承压水可能会对基坑施工造成一定的影响,其顶板厚度越大,越容易出现突水事故。因此在松散含水层中需注意保护好顶板安全,避免发生突水事故。

## 4 结语

①松散层含水层中,由于其物质成分和结构特点,在地下水的补给、径流、排泄条件方面存在明显的差异。在勘察设计中,必须对松散层的富水性进行准确的评价,才能保证工程建设的顺利进行。

②在松散含水层中,随着埋深增加,其补给条件、径流条件、排泄条件逐渐变差,富水性逐渐减弱;当埋深超过一定深度后,富水性进一步减弱。因此,在进行水文地质勘察工作时,必须对含水层的富水性进行准确评价。

③在进行水文地质勘察工作时,必须充分考虑到不同成分含水层之间的水力联系和渗透性能的差异性,正确合理地划分含水层组。

④松散层中地下水补给来源主要有大气降水、地表径流、人工补给三种方式。当条件允许时,可以进行人工补给方式。

## 参考文献

- [1] 庞容.松散含水层水文地质若干问题探索[J].四川建材,2023,49(3):86-87.
- [2] 李英英.松散含水层水文地质问题初探[J].中国资源综合利用,2019,37(10):159-163.
- [3] 凤蔚.松散含水层水文地质若干问题研究[D].北京:中国地质大学(北京),2018.