

# 土建计量讲义 2

## 第二节 地下水的类型与特征

### 一、地下水的类型

根据埋藏条件，将地下水分为包气带水、潜水、承压水三大类。  
根据含水层的空隙性质，地下水又分为孔隙水、裂隙水和岩溶水三个亚类

埋藏条件：包气带水、潜水、承压水三大类		
包气带水	上层滞水	无压水 补给区与分布区一致
	土壤水	
潜水	坡积、洪积、冲积等中的水、沼泽水、沙丘水	常为无压水 补给区与分布区一致。
承压水	孔隙水：自留盆地中的水、自留斜地中的水	承压水 补给区与分布区不一致
	岩溶水、裂隙水：构造盆地中的水，向斜、单斜岩层中的水。	

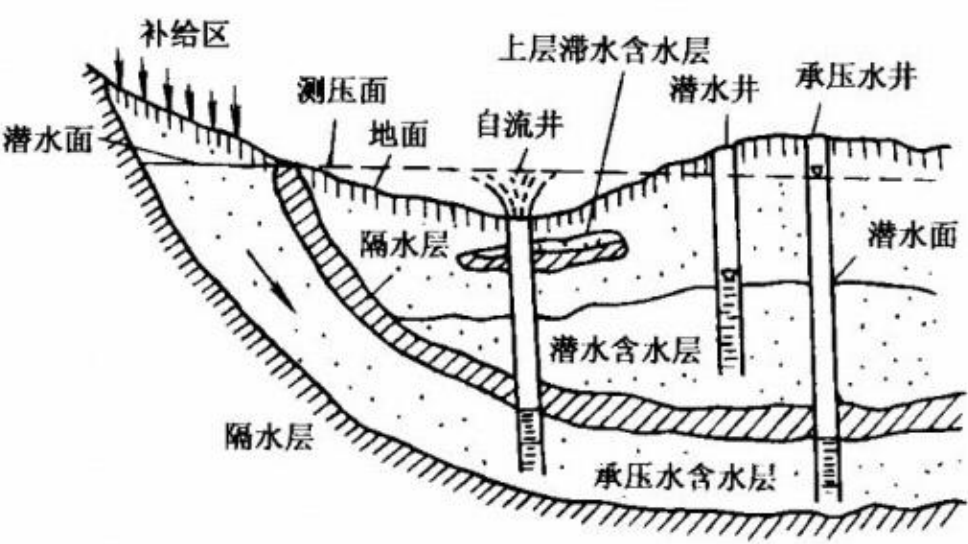


图 7-5 潜水、承压水及上层滞水含水层

埋藏条件：孔隙水、裂隙水和岩溶水		
孔隙水	土壤水 自流盆地、自留斜地中的水	
裂隙水	风化裂隙水（包气带水）	黏土裂隙中的水
	成岩裂隙水（潜水）	基岩上部裂隙中的水
	构造裂隙水（承压水）	构成盆地、向斜、单斜基岩中的层状裂隙水 断裂带、不规则裂隙中的深部水
岩溶水	构造盆地中的水，向斜、单斜岩溶化岩层中的水。	

## （二）潜水

潜水是埋藏在地表以下第一层较稳定的隔水层以上具有自由水面的重力水，其自由表面承受大气压力，受气候条件影响，季节性变化明显。

## （四）裂隙水

（1）风化裂隙水分布在风化裂隙中，多数为层状裂隙水，多属潜水。

（2）成岩裂隙水分布在成岩裂隙中，可以是潜水，也可以是承压水，当成岩裂隙的岩层出露地表时，常赋存成岩裂隙潜水。

（3）当构造应力分布比较均匀且强度足够时，则在岩体中形成比较密集均匀且相互连通的张开性构造裂隙，这种裂隙常赋存层状构造裂隙水。

当构造应力分布不均匀时，岩体中张开性构造裂隙分布不连续不沟通，则赋存脉状构造裂隙水。

## 二、地下水的特征

## （三）承压水的特征

承压性是承压水的重要特征。承压水受气候的影响很小，动态较稳定，不易受污染。

适宜形成承压水的地质构造有两种：一为向斜构造盆地，也称为自流盆地；二为单斜构造自流斜地。

## （四）裂隙水的特征

风化裂隙水主要受大气降水的补给，有明显季节性循环交替，常以泉水的形式排泄于河流中；

成岩裂隙水多呈层状，可以是潜水，也可以是承压水。

脉状构造裂隙水，多赋存于张开裂隙中，裂隙分布不连续，水位不一致，压力分布不均。

## （五）岩溶水

岩溶潜水广泛分布在大面积出露的厚层灰岩地区，动态变化很大。

## 第三节 常见工程地质问题及其处理方法 一、特殊地基

松散、软弱土层	不满足承载力	如砂和砂砾石地层等，可挖除，也可采用固结灌浆、预制桩或灌注桩、地下连续墙或沉井等加固；如淤泥及淤泥质土，浅层的挖除，深层的可以采用振冲等方法用砂、砂砾、碎石或块石等置换。
	不满足抗渗要求	可灌水泥浆或水泥黏土浆，或地下连续墙防渗
	影响边坡稳定	可喷混凝土护面和打土钉支护
风化、破碎岩层	岩层较浅	可以挖除
	埋藏较深	如断层破碎带，可以用水泥浆灌浆加固或防渗。
	影响边坡稳定	可根据情况采用喷混凝土或挂网喷混凝土护面，必要时配合灌浆和锚杆加固，甚至采用砌体、混凝土和钢筋混凝土等格构方式的结构护坡。

断层、泥化软弱夹层	影响承载力或抗渗要求	断层：浅埋的尽可能清除回填。深埋的灌水泥浆处理。 泥化夹层：浅埋的尽可能清除回填。深埋的不影响承载力。
	影响边坡稳定	边坡的滑动控制面。可采用锚杆、抗滑桩、预应力锚索等进行抗滑处理。
岩溶与土洞	浅埋土洞	挖填夯实法、跨越法、充填法、垫层法
	深埋土洞	注浆法、桩基法、充填法
	落水洞、溶沟、溶蚀	跨越法、充填法 应对岩溶水进行疏导或封堵。

## 二、地下水

地下水对土体和岩体的软化	使土体软化，降低强度、刚度和承载能力		
	使岩石发生化学变化，导致岩石的强度降低。		
	使结构面的粘结力降低和摩擦角减小，使结构面的抗剪强度降低。		
地下水位下降引起软土地基沉降	轻者造成临近建筑物或地下管线的不均匀沉降。 重者导致建筑物开裂，进而危及安全使用。		
动水压力产生流沙和潜蚀	流沙	轻微流沙、中等流沙、严重流沙	
		常用措施：人工降低地下水位和打板桩。 特殊情况：化学加固法、爆炸法及加重法。 严重流沙：抛入大块石等组织流沙。	
	潜蚀 (黄土层岩溶地区)	机械潜蚀	渗流水力坡度小于临界水力坡度，不发生流沙，但土体结构破坏，强度降低，压缩性增加。
		化学潜蚀	地下水溶解土中的易溶盐分。
		措施	截堵地表水流入土层、阻止地下水在土层中流动、设置反滤层、改良土的性质、减少地下水流速及水力梯度。

地下水的浮托作用	基础位于粉土、砂土、碎石土和节理裂隙发育的岩石地基上，按地下水位 100%计算浮力
	基础位于节理裂隙不发育的岩石地基上，按地下水位 50%计算浮力
	黏性土地基上，难以确切的确定。
承压水对基坑的作用	应进行坑底突涌验算，必要时采用水平封底隔渗或钻孔减压措施。
地下水对钢筋混凝土的腐蚀	_____

### 三、边坡稳定

影响边坡稳定性的因素	
内在因素	组成边坡的岩土性质、地质构造、岩体结构、地应力等，它们常常起着主要的控制作用；
外在因素	地表水和地下水的作用、地震、风化作用、人工挖掘、爆破以及工程荷载等
1. 地貌条件	一般来说，坡度越陡，坡高越大，对稳定越不利。例如，崩塌现象均发

	生在坡度大于 60°的斜坡上。	
2. 地层岩性	深成侵入岩、厚层坚硬的沉积岩以及片麻岩、石英岩等构成的边坡	一般稳定程度较高。
	喷出岩边坡，如玄武岩、凝灰岩、火山角砾岩、安山岩	柱状节理发育时，易形成直立边坡并易发生崩塌
	含有黏土质页岩、泥岩、煤层、泥灰岩、石膏等夹层的沉积岩边坡	易发生顺层滑动，或因下部蠕滑造成上部岩体的崩塌
	千枚岩、板岩及片岩	节理切割遭风化后，常出现顺层（或片理）滑坡

3. 地质构造与岩体结构	褶皱、断裂、区域新构造运动及地应力，对边坡的稳定也是主要因素。	
4. 地下水	地下水是影响边坡稳定最重要、最活跃的外在因素	
	地下水会使岩石软化或溶蚀，导致上覆岩体塌陷，进而发生崩塌或滑坡	
	地下水产生静水压力或动水压力，促使岩体下滑或崩倒	
	地下水增加了岩体重量，可使下滑力增大	
	在寒冷地区，渗入裂隙中的水结冰，产生膨胀压力，促使岩体破坏倾倒。	
	地下水产生浮托力，使岩体有效重量减轻，稳定性下降	

不稳定边坡的防治措施		
1. 防渗和排水	滑坡体外围	布置截水沟槽
	大的滑坡体	布置排水沟
	已渗入滑坡体的水	采用地下排水廊道，或钻孔排水
2. 削坡	削减下来的土石可填在坡脚，起反压作用，更有利于稳定。	
3. 支挡建筑	支挡建筑，主要是在不稳定岩体的下部修建挡墙或支撑墙（或墩），也是一种应用广泛而有效的方法。 支挡建筑物的基础要砌置在滑动面以下。若在挡墙后增加排水措施，效果更好。	

4. 锚固措施	<p>锚固措施，有锚杆（或锚索）和混凝土锚固桩两种类型，其原理都是提高岩体抗滑(或抗倾倒)能力。</p> <p>预应力锚索或锚杆锚固不稳定岩体的方法，适用于加固岩体边坡和不稳定岩块。</p> <p>锚固桩（或称抗滑桩）适用于浅层或中厚层的滑坡体。</p>
---------	---

#### 四、围岩稳定

地下工程位置选择的影响因素	
1. 地形条件	在地形上要求山体完整, 地下工程周围包括洞顶及傍山侧应有足够的山体厚度
2. 岩性条件	<p>地下工程位置应尽量选在坚硬完整岩石中。</p> <p>一般在坚硬完整岩层中开挖，围岩稳定、进度快、造价低。一般而言，岩浆岩、厚层坚硬的沉积岩及变质岩，围岩的稳定性好，适于修建大型的地下工程。</p> <p>凝灰岩、黏土岩、页岩、胶结不好的砂砾岩、千枚岩及某些片岩，稳定性差，不宜建大型地下工程。</p> <p>松散及破碎的岩石稳定性极差，选址时应尽量避免。</p>

3. 地质构造条件	褶皱的影响	<p>向斜核部岩层，易于坍塌，不宜修建地下工程</p> <p>背斜核部较向斜优越，但岩层往往很破碎。</p> <p>布置地下工程时，原则上应避开褶皱核部。若必须在褶皱岩层地段修建地下工程，可以将地下工程放在褶皱的两侧。</p>
	断裂的影响	断层破碎带及断层交汇区，稳定性极差。在选址时应尽量避免大断层。
	岩层产状的影响	<p>地下工程轴线与岩层走向垂直的情况，围岩的稳定性较好，特别是对边墙稳定有利。</p>
		<p>当岩层较陡时，稳定性最好。</p> <p>当岩层倾角较平缓且节理发育时，在洞顶易发生局部岩块塌落现象；</p> <p>对于地下工程走向与岩层走向平行的情况时，常常发生顶板的坍塌。</p> <p>当洞身穿过软硬相间或破碎的倾斜岩层时，在倾斜岩层中最好将地下工程选在均一完整坚硬的岩石中。</p>

4. 地下水	在选址时最好选在地下水位以上的干燥岩体中。
--------	-----------------------

5. 地应力	初始应力状态是决定围岩应力重分布的主要因素。
围岩的工程地质分析-破坏形式	
脆性破裂	经常产生于高地应力地区，其形成的机理是复杂的，它是储存有很大弹性应变能的岩体
块体滑移	块状结构围岩常见的破坏形式，常以结构面交汇切割组合成不同形状的块体滑移、塌落等形式出现。
弯曲折断	岩层的弯曲折断，是层状围岩变形失稳的主要形式
破碎结构岩体	碎裂结构岩体在张力和振动力作用下容易松动、解脱，在洞顶则产生崩落，在边墙上则表现为滑塌或碎块的坍塌。
强烈风化、强烈构造破坏或新近堆积的土体	在重力、围岩应力和地下水作用下常产生冒落及塑性变形。

提高围岩稳定性的措施	
用以提高围岩稳定性的工程措施主要有传统的支撑或衬砌和喷锚支护两大类。	
支撑或衬砌	支撑是在地下工程开挖过程中用以稳定围岩用的临时性措施。 衬砌是加固围岩的永久性结构。
喷锚支护	如果喷混凝土再配合锚杆加固围岩，则会更有效地提高围岩自身的承载力和稳定性。
喷混凝土	作用： 首先，及时地填补了围岩表面的裂缝和缺损，使围岩的应力状态得到改善； 其次，起着加固岩体的作用，提高了岩体的强度和整体性。 此外，能在结合面上传递各种应力，可以起到承载拱的作用。

各类围岩的具体处理方法	
坚硬的整体岩层	喷混凝土的作用主要是防止围岩表面风化。 当地下工程围岩中出现拉应力区时，应采用锚杆稳定围岩。
块状岩层	喷混凝土支护即可。 但对于边墙部分岩块可能沿某一结构面出现滑动时，应该用锚杆加固。
层状岩层	应以锚杆为主要的支护手段。
软弱围岩	相当于围岩分类中的 IV 类和 V 类围岩 该类围岩在地下工程开挖后一般都不能自稳，所以必须立即喷射混凝土，有时还要加钢筋网，然后打锚杆才能稳定围岩。

## 第四节 工程地质对工程建设的影响

### 一、工程地质对工程选址的影响

工程地质对建设工程选址的影响，主要是各种地质缺陷对工程安全和工程技术经济的影响	
一般中小型建设工程的选址	工程地质的影响主要是在工程建设一定影响范围内，地质构造和地层岩性形成的土体松软、湿陷、湿胀、岩体破碎、岩石风化和潜在的斜坡滑动、陡坡崩塌、泥石流等地质问题对工程建设的影响和威胁。
对大型建设工程的选址	工程地质的影响还要考虑区域地质构造和地质岩性形成的整体滑坡，地下水的性质、状态和活动对地基的危害。
特殊重要的工程选址	还要考虑地区的地震烈度，尽量避免在高烈度地区建设。
地下工程的选址	工程地质的影响要考虑区域稳定性的问题。 注意避免工程走向与岩层走向交角太小甚至近乎平行。
道路选线	尽量避开不稳定边坡；避开岩层倾向与坡面倾向一致的顺向坡，尤其是岩层倾角小于坡面倾角的；避免路线与主要裂隙发育方向平行，尤其是裂隙倾向与边坡倾向一致的；避免经过大型滑坡体、不稳定岩堆和泥石流地段及其下方。
裂隙对工程选址的影响	裂隙（裂缝）对工程建设的影响主要表现在破坏岩体的整体性，促使岩体风化加快，增强岩体的透水性，使岩体的强度和稳定性降低。
断层对工程选址的影响	在公路工程建设中，应尽量避免大的断层破碎带。

### 二、工程地质对建筑结构的影响

工程地质对建筑结构的影响，主要是地质缺陷和地下水造成的地基稳定性、承载力、抗渗性、沉降和不均匀沉降等问题	
对建筑结构选型和建筑材料选择的影响	按功能要求可以选用砖混结构、框架结构的，因工程地质原因造成的地基承载力、承载变形及其不均匀性的问题，要采用框架结构、筒体结构； 可以选用钢筋混凝土结构的，要采用钢结构； 可以选用砌体的，要采用混凝土或钢筋混凝土。



对基础选型和结构尺寸的影响	由于地基土层松散软弱或岩层破碎等工程地质原因，不能采用条形基础，而要采用片筏基础甚至箱形基础。对较深松散地层有的要采用桩基础加固，还要根据地质缺陷的不同程度，加大基础的结构尺寸。
对结构尺寸和钢筋配置的影响	有时要加大承载和传力结构的尺寸，提高钢筋混凝土的配筋率。
工程所在区域的地震烈度越高，构造柱和圈梁等抗震结构的布置密度、断面尺寸和配筋率要相应增大	

### 三、工程地质对工程造价的影响

一是选择工程地质条件有利的路线，对工程造价起着决定作用；
二是勘察资料的准确性直接影响工程造价。
三是由于对特殊不良工程地质问题认识不足导致的工程造价增加。