

# 土建计量讲义

## 第一节 岩体的特征

岩体是岩石受节理、断层、层面及片理面等结构面切割而具有一定结构的、受地下水影响的多裂隙综合体。

岩体和岩石的概念不同，岩石是矿物的集合体，其特征可以用岩块来表征。

岩体可能由一种或多种岩石组成，且在形成现实岩体的过程中经受了构造变动、风华作用、卸荷作用等各种内力和外力地质作用的破坏和改造。

建设工程通常将工程影响范围内的岩石综合体成为工程岩体。工程岩体有地基岩体、边坡岩体和地下工程围岩三类。

地下工程围岩是指地下的隧道、竖井、地铁、厂房、储库、车库、车站、商场等地下工程边壁周围的岩体，简称围岩。

### 一、岩体的结构      （一）岩体的构成

岩体是由岩块或土构成的，岩体的性质取决于岩石或土和结构面的性质。

#### 1. 岩石

构成岩石的矿物，成为造岩矿物。矿物的成分、性质及其在各种因素影响下的变化，都对岩石造成影响。例如，岩石中的石英含量越多，钻孔的难度就越大，钻头、钻机等消耗量就越多。

由于成分和结构的不同，每种矿物都有自己特有的物理性质，如颜色、光泽、硬度等。物理性质是鉴别矿物的主要依据，矿物的颜色分为自色、他色和假色，自色可以作为鉴别矿物的特征，而他色和假色则不能。例如，依据颜色鉴定矿物的成分和结构，依据光泽鉴定风

化程度，依据硬度鉴定矿物类别。

一、岩体的结构      （一）岩体的构成

岩体是由岩块或土构成的，岩体的性质取决于岩石或土和结构面的性质。

1. 岩石

构成岩石的矿物，成为造岩矿物。矿物的成分、性质及其在各种因素影响下的变化，都对岩石造成影响。例如，岩石中的石英含量越多，钻孔的难度就越大，钻头、钻机等消耗量就越多。

由于成分和结构的不同，每种矿物都有自己特有的物理性质，如颜色、光泽、硬度等。

物理性质是鉴别矿物的主要依据，矿物的颜色分为自色、他色和假色，自色可以作为鉴别矿物的特征，而他色和假色则不能。例如，依据颜色鉴定矿物的成分和结构，依据光泽鉴定风化程度，依据硬度鉴定矿物类别。

在实际工作中，常用可刻划物品来大致测定矿物的相对硬度。

表 1.1.1 矿物硬度表    共分 10 级										
硬度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
矿物	滑石	石膏	方解石	萤石	磷灰石	长石	石英	黄玉	刚玉	金刚石
指甲		小刀		玻璃		钢刀				
2~2.5 度		5~5.5 度		5.5~6 度		6~7 度				

组成地壳的岩石按成因可分为岩浆岩（火成岩）、沉积岩（水成岩）和变质岩三大类。

1) 岩浆岩

岩浆岩分为：侵入岩、喷出岩			
侵入岩	深成岩	深成岩，常形成岩基等 大型侵入体。	岩性单一，以中、粗粒结构为主，致密坚硬，孔隙率小，透水性弱，抗水性强。

			其常被选为理想的建筑基础，如花岗岩、正长岩、闪长岩、辉长岩；
	浅成岩	浅成岩多以岩床、岩墙、岩脉等状态产出，有时相互穿插。	颗粒细小，岩石强度高，不易风化，但這些小型侵入体与周围岩体的接触部位，岩性不均一，节理裂隙发育，岩石破碎，风化蚀变严重，透水性增大，如花岗斑岩、闪长玢岩、辉绿岩、脉岩
喷出岩	喷出岩是指喷出地表形成的岩浆岩。		一般呈原生孔隙和节理发育，产状不规则，厚度变化大，岩性很不均匀，比侵入岩强度低，透水性强，抗风能力差，如流纹岩、粗面岩、安山岩、玄武岩、火山碎屑岩。

## 2) 沉积岩

沉积岩是在地壳表层常温常压条件下，由风化产物、有机物质和某些火山作用产生的物质，经风化、搬运、沉积和成岩等一系列地质作用而形成的层状岩石。	
结构	沉积岩主要有碎屑结构、泥质结构、晶粒结构、生物结构（有生物遗体组成的结构）
构造	沉积岩各个组成部分的空间分布和排列方式。  常见的构造有层理构造、层面构造、结核（与周围沉积岩不同的、规模不大的团块体）、生物成因构造（如生物礁体、叠层构造、虫迹、虫孔等）。

分类	根据沉积岩的组成成分、结构、构造和形成条件，可分为碎屑岩（如砾岩、砂岩、粉砂岩）、黏土岩（如泥岩、页岩）、化学岩及生物化学岩类（如石灰岩、白云岩、泥灰岩等）。
----	---

### 3) 变质岩

变质岩是地壳中原有的岩浆岩或沉积岩，由于地壳运动和岩浆活动等造成物理化学环境的改变，使原来岩石的成分、结构和构造发生一系列变化，所形成的新的岩石。	
结构	变质岩的结构主要有变余结构、变晶结构、碎裂结构。
构造	板状构造、千枚状构造、片状构造、片麻状构造、块状构造（如大理岩、石英岩）。

表 1.1.2 岩浆岩、沉积岩和变质岩的地质特征表

地质特征 \ 岩类	岩浆岩	沉积岩	变质岩
主要矿物成分	全部为从岩浆岩中新出的原生矿物，成分复杂，但较稳定。浅色的矿物有石英、长石、白云母等；深色的矿物有黑云母、角闪石、辉石、橄榄石等	次生矿物占主要地位，成分单一，一般多不固定。常见的有石英、长石、白云母、方解石、白云石、高岭石等	除具有变质前原来岩石的矿物，如石英、长石、云母、角闪石、辉石、方解石、白云石、高岭石等外，尚有经变质作用产生的矿物，如石榴子石、霞石、绿泥石、蛇纹石等

地质特征 \ 岩类	岩浆岩	沉积岩	变质岩
结构	以结晶粒状、斑状结构为特征	以碎屑、泥质及生物碎屑结构为特征。部分为成分单一的结晶结构，但肉眼不易分辨	以变晶结构等为特征
构造	具块状、流纹状、气孔状、杏仁状构造	具层理构造	多具片理构造
成因	直接由高温熔融的岩浆形成	主要由先成岩石的风化产物，经压密、胶结、重结晶等成岩作用而形成	由先成的岩浆岩、沉积岩和变质岩，经变质作用而形成

## 2. 土

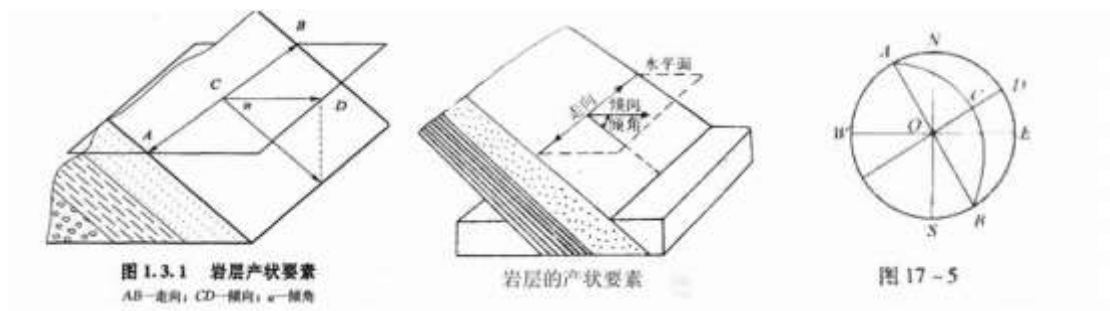
土是由颗粒（固相）、水溶液（液相）和气（气相）所组成的三相体系		
土的结构	单粒结构（散粒结构）	碎石、砾石类土和沙土等无黏性土。  对土的工程性质影响在于其松密程度。
	集合体结构（团聚结构或絮凝结构）	黏性土特有。
土的构造	<p>土的构造是指整个土层（土体）构成上的不均匀性特征的总合。反映土体力学性质和其他工程性质的各向异性或土体各部位的不均匀性。</p> <p>整个土体构成上的不均匀性包括：层理、夹层、透镜体、结核、组成颗粒大小悬殊及裂隙特征与发育特征。</p>	

根据有机含量分类	无机土、有机质土、泥炭质土和泥炭。
----------	-------------------

根据颗粒 级配和 塑性指数 分类	碎石土	是粒径大于 2mm 的颗粒含量超过全重 50%的土
	砂土	砂土是粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过全重 50% , 且粒径大于 0.075mm 的颗粒含量超过全重 50%的土
	粉土	粒径大于 0.075 的颗粒不超过全重 50% ,且塑性指数小于或等于 10 的土。
	粘土	黏性土是塑性指数大于 10 的土。分为粉质黏土和黏土
根据地质 成因分类	可分为残积土、坡积土、洪积土、冲击土、淤积土、冰积土和风积土等	

### 3. 结构面

结构面的表现	层面、沉积间断面、节理、裂隙、裂缝、断层、厚度较薄的软弱夹层等
结构面的产状	层面、节理、裂隙、裂缝、断层等结构面的空间位置定义为结构面的产状
结构面的产状由走向、倾向、倾角三个要素表示。	
节理组数的多少决定了岩石块体大小及岩体的结构类型。	



#### 4. 地质构造

水平构造	是虽经构造变动的沉积岩层仍基本保留形成时的原始水平产状的构造
单斜构造	是原来水平的岩层，在受到地壳运动的影响后，产状发生变动形成岩层向同一个方 向倾斜的构造。往往是褶皱的一翼、断层的一盘，或者是局部地层不均匀上升或下 降形成的。
褶皱构造	受构造力的强烈作用，使岩层形成一系列波状弯曲而未丧失其连续性的构造，它是岩层产生的塑性变形。绝大多数褶皱是在水平挤压力作用下形成的

褶皱是褶皱构造中的一个弯曲。每一个褶皱都有核部、翼、轴面、轴及枢纽等几个褶皱要素。		
背斜褶皱	背斜褶皱，是岩层向上拱起的弯曲，以褶皱轴为中心向两翼倾斜	当地面受到剥蚀而出露有不同地质年代的岩层 时，较老的岩层出现在褶皱的轴部，从轴部向两翼，依次出现的是渐新的岩层。

向斜褶曲	向斜褶曲,是岩层向下凹的弯曲,其岩层的倾向与背斜相反,两翼的岩层都向褶曲的轴部倾斜。	当地面遭受剥蚀,在褶曲轴部出露的是较新的岩层,向两翼依次出露的是较老的岩层。
------	--	--

- 1、核:又叫核部
- 2、翼:又称翼部
- 3、转折端
- 4、枢纽
- 5、轴面
- 6、轴迹
- 7、脊、脊线
- 8、槽、槽线

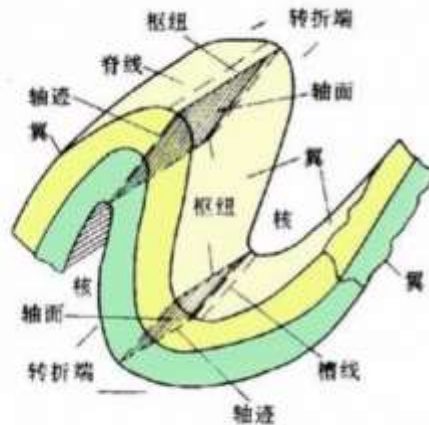


图 7-21 褶皱要素示意图

对地基	不论是背斜褶曲还是向斜褶曲,在褶曲的翼部遇到的,基本上是单斜构造,一般对建筑物地基没有不良的影响。	
对深路堑和高边坡	有利	路线垂直岩层走向,或路线与岩层走向平行但岩层倾向与边坡倾向相反时,对路基边坡的稳定性是有利的
	不利	不利的情况是路线走向与岩层的走向平行,边坡与岩层的倾向一致。
	最不利	最不利的情况是路线与岩层走向平行,岩层倾向与路基边坡一致,而边坡的倾角大于(陡于)岩层的倾角。
对于隧道工程	不利	褶曲构造的轴部是岩层倾向发生显著变化的地方,是岩层应力最集中的地方,容易遇到工程地质问题,主要是由于岩层



		破碎而产生的岩体稳定问题和向斜轴 部地下水的问题。
	有利	隧道一般从褶曲的翼部通过是比较有利的

断裂构造	<p>断裂构造是构成地壳的岩体，受力作用发生变形，当变形达到一定程度后，使岩体的连续性和完整性遭到破坏，产生各种大小不一的断裂。分为裂隙和断层两类。</p>		
裂隙	定义	<p>裂隙也称为节理，是存在于岩体中的裂缝，是岩体受力断裂后两侧岩块没有显著位移的小型断裂构造。</p>	
	指标	<p>在数值上一般用裂隙率表示，即岩石中裂隙的面积与岩石总面积的百分比，裂隙率越大，表示岩石中的裂隙越发育。反之，则表示裂隙不发育。</p>	
	构造裂隙	定义	<p>岩体受地应力作用随岩体变形而产生的裂隙。</p> <p>在空间分布上具有一定的规律性。</p>
		张性裂隙	<p>主要发育在背斜和向斜的轴部，张开较宽。</p>
		扭（剪）性裂隙	<p>一般出现在褶曲的翼部和断层附近。多为平直闭合的裂隙。</p>
	非构造裂隙	定义	<p>具有普遍意义的是风化裂隙，其主要发育在岩体靠近地面的部分</p>

表 1.1.3 裂隙发育程度分级及对工程的影响表

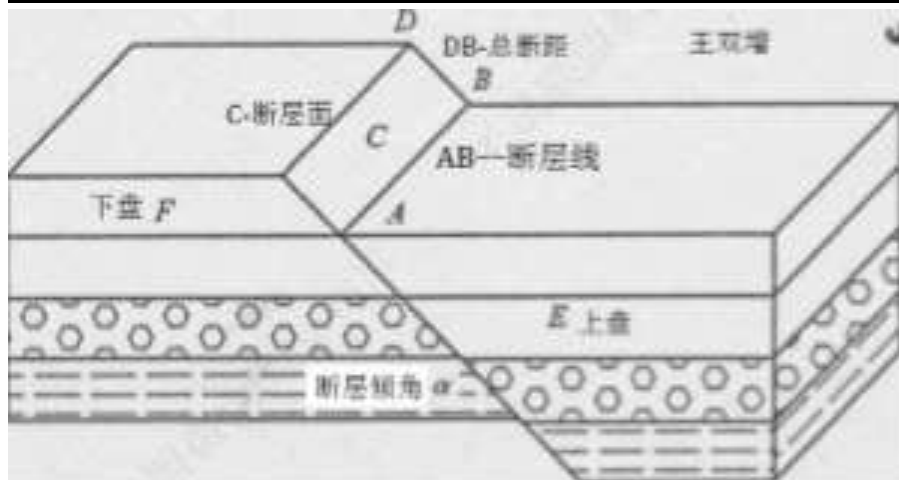
发育程度等级	基 本 特 征	对工程的影响
裂隙不发育	裂隙 1~2 组，规则，构造型，间距在 1m 以上，多为密闭裂隙。岩体被切割成巨块状	对基础工程无影响，在不含水且无其他不良因素时，对岩体稳定性影响不大
裂隙较发育	裂隙 2~3 组，呈 X 形，较规则，以构造型为主，多数间距大于 0.4m，多为密闭裂隙，少有填充物。岩体被切割成大块状	对基础工程影响不大，对其他工程可能产生相当影响
裂隙发育	裂隙 3 组以上，不规则，以构造型或风化型为主，多数间距小于 0.4m，大部分为张开裂隙，部分有填充物。岩体被切割成小块状	对工程建筑物可能产生很大影响
裂隙很发育	裂隙 3 组以上，杂乱，以风化型和构造型为主，多数间距小于 0.2m，以张开裂隙为主，一般均有填充物。岩体被切割成碎石状	对工程建筑物产生严重影响

注：裂隙宽度：密闭裂隙<1mm；微张裂隙为 1~3mm；张开裂隙为 3~5mm；宽张裂隙>5mm。

裂 隙 影 响	有 利	有利于开挖
	不 利	对岩体的强度和稳定性均有不利的影响。
		当裂隙主要发育方向与路线走向平行，倾向与边坡一致时，不论岩体的产状如何，路堑边坡都容易发生崩塌等不稳定现象
		在路基施工中，裂隙会影响爆破作业的效果；

断层	定义	岩体受力作用断裂后 ,两侧岩块沿断裂面发生显著相对位移的断裂构造。
----	----	-----------------------------------

	组成部分	1. 断层面和破碎带 2. 断层线 3. 断盘 4. 断距
	正断层	正断层是上盘沿断层面相对下降，下盘相对上升的断层。它一般是受水平张应力或垂直作用力使上盘相对向下滑动而形成的。
	逆断层	逆断层是上盘沿断层面相对上升，下盘相对下降的断层。它一般是由于岩体受到水平方向强烈挤压力的作用，使上盘沿断面向上错动而成。
	平推断层	平推断层是由于岩体受水平扭应力作用，使两盘沿断层面发生相对水平位移的断层。由于多系受剪（扭）应力形成，因此大多数与褶皱轴斜交，与“X”节理平行或沿该节理形成，其倾角一般是近于直立的。



## 一、岩体的结构      (二) 岩体结构特征

## **1. 结构体特征**

### **2. 岩体结构类型**

(1) 整体块状结构。这类岩体具有良好的工程地质性质，往往是较理想的各类工程建筑地基、边坡岩体及地下工程围岩。

(2) 层状结构。一般沿层面方向的抗剪强度明显的比垂直层面方向的更低。

(3) 碎裂结构。层状碎裂结构和碎裂结构岩体变形模量、承载能力均不高，工程地质性质较差。

(4) 散体结构。属于碎石土类

## **二、岩体的力学特征**

### **(一) 岩体的变形特征**

岩体的变形通常包括结构面变形和结构体变形两部分。

一般建筑物的荷载远达不到岩体的极限强度值。因此，设计人员所关心的主要是岩体的变形特性。岩体变形参数是由变形模量或弹性模量来反映的。

岩体流变特征一般有蠕变和松弛两种形式。

### **(二) 岩体的强度特征**

一般情况下，岩体的强度既不等于岩块岩石的强度，也不等于结构面的强度，而是二者共同影响表现出来的强度。

如当岩体中结构面不发育，呈完整结构时，岩石的强度可视为岩体强度。如果岩体沿某一结构面产生整体滑动时，则岩体强度完全受结构面强度控制。

## **三、岩体的工程地质性质      (一) 岩石的工程地质性质**

### **1. 岩石的物理力学性质**

重量	比重  重度	<p>岩石重度的大小决定于岩石中矿物的比重、岩石的孔隙性及其含水情况。</p> <p>干重度：岩石孔隙中完全没有水存在时的重度</p> <p>饱和重度：孔隙全部被水充满时的重度，</p> <p>在相同条件下的同一种岩石，重度大就说明岩石的结构致密、孔隙性小，岩石的强度和稳定性较高。</p>
孔隙性	孔隙度	<p>孔隙度=岩石中各种空隙的总体积/岩石的总体积</p> <p>未受风化和构造作用侵入岩和某些变质岩，其孔隙度一般是很小的，而砾岩、砂岩等一些沉积类的岩石，则经常具有较大的孔隙度。</p>
吸水性	吸水率	<p>吸水率=岩石的吸水重量/同体积干燥岩石重量</p> <p>岩石的吸水率与岩石孔隙度的大小、孔隙张开程度有关。</p> <p>岩石的吸水率大，则水对岩石颗粒间结合物的浸润、软化作用就强，岩石强度和稳定性受水作用的影响也就显著。</p>
软化性	软化系数	<p>软化系数=岩石饱和状态下的极限抗压强度/风干状态下极限抗压强度</p> <p>软化系数越小，表示岩石的强度和稳定性受水作用的影响越大</p>
抗冻性		<p>岩石抵抗孔隙中的水结冰时体积膨胀的能力。</p> <p>在高寒冰冻地区，抗冻性是评价岩石工程性质的一个重要指标。</p>

三、岩体的工程地质性质      （一）岩石的工程地质性质

1. 岩石的物理力学性质

变形	弹性模量  泊松比	岩石在弹性变形范围内用弹性模量和泊桑比两个指标表示。  弹性模量越大，岩石抵抗变形的能力越强。  泊桑比是横向应变与纵向应变的比。泊桑比越大，表示岩石受力作用后的横向变形越大。
强度	抗压强度  抗拉强度  抗剪强度	岩石的抗压强度相差很大。胶结不良砾岩和软弱页岩的小于 20MPa，坚硬岩浆岩的大于 245MPa。  岩石的抗拉强度远小于抗压强度，故当岩层受到挤压形成褶皱时，常在弯曲变形较大的部位受拉破坏，产生张性裂隙。  在一定压应力下岩石剪断时，剪破面上的最大剪应力，称为抗剪断强度，其值一般都比较高。抗剪强度是沿岩石裂隙或软弱面等发生剪切滑动时的指标，其强度远远低于抗剪断强度。

三项强度中，岩石的抗压强度最高，抗剪强度居中，抗拉强度最小。岩石越坚硬，其值相差越大，软弱岩石的差别较小。抗剪强度约为抗压强度的 10%~40%，抗拉强度仅是抗压强度的 2%~16%。岩石的抗压强度和抗剪强度，是评价岩石（岩体）稳定性的主要指标。

岩石的分级

鉴于土和岩石的物理力学性质和开挖施工的难度，由松软至坚实共分为 16 级，分别以

I~XVI表 示，其中 I~IV的 4 级为土，V~XVI的 12 级为岩石。

土分为一、二、三、四类，岩石分为松石、次坚石、普坚石、特坚石四类。

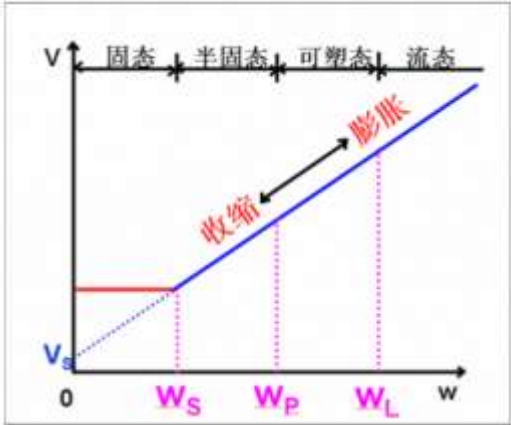
三、岩体的工程地质性质      (二) 土体的工程地质性质

1. 土体的物理力学性质

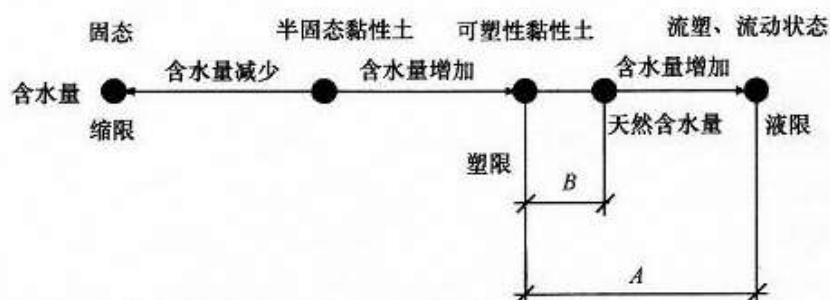
含水量	土的含水量增大时，其强度就降低。	
饱和度	土的饱和度 ( $S_r$ ) =土中被水充满的孔隙体积/孔隙总体积  饱和度 $S_r$ 越大 ,表明土孔隙中充水愈多。 $S_r<50\%$ 是稍湿状态 , $S_r$ 在 $50\% \sim 80\%$ 之 间是很湿状态 , $S_r>80\%$ 是饱水状态。	
孔隙比	土的孔隙比是土中孔隙体积与土粒体积之比  孔隙比小于 0.6 的是密实的低压缩性土，大于 1.0 的土是疏松的高压缩性土。	
孔隙率	土的孔隙率=土的孔隙体积/土的体积	
塑性指数 液性指数	土可分为无黏性土和黏性土。无黏性土一般指碎石土和砂土。粉土属于砂土和黏性 土的过渡类型。无黏性土的紧密状态是判定其工程性质的重要指标。	
	颗粒小于粉砂的是黏性土，随着含水量的变化，黏性土由一种稠度状	

	<p>态转变为另一种状态，相应于转变点的含水量称为界限含水量，也称为稠度界限，是黏性土的重要特性指标。</p>	
稠度界限	缩限	半固态黏性土随水分蒸发体积逐渐缩小，直到体积不再缩小时的界限含水量叫缩限。
	塑限	体积不再随水分蒸发而缩小的状态为固态。半固态黏性土随含水量增加转到可塑状态的界限含水量叫塑限，也称塑性下限。
	液限	由可塑状态转到流塑、流动状态的界限含水量叫液限。

塑性指数	<p>塑性指数=(液限-塑限)，它表示黏性土处在可塑状态的含水量变化范围。</p> <p>塑性指数愈大，可塑性就愈强。</p>
液性指数	<p>液性指数=(黏性土的天然含水量-塑限)/塑性指数。液性指数愈大，土质愈软。</p>







塑性指数 $=A=液限-塑限$ ，表示黏性土在可塑状态的含水量变化范围

液性指数 $=B/A=(天然含水量-塑限)/(液限-塑限)$ ，指数越大，土质越软

压缩性	<p>是土在压力作用下体积缩小的特性。</p> <p>在荷载作用下，透水性大的饱和无黏性土，其压缩过程在短时间内就可以结束。黏性土的透水性低，饱和黏性土中的水分只能慢慢排出，因此其压缩稳定所需的时间要比砂土长得多。对于饱和软黏性土而言，土的固结问题是十分重要的。</p> <p>计算地基沉降量时，必须取得土的压缩性指标，无论用室内试验或原位试验来测定它，都应该力求试验条件与土的天然状态及其在外荷作用下的实际应力条件相适应。</p>
抗剪强度	<p>是在土的自重或外荷载作用下，土体中某一个曲面上产生的剪应力值达到了土对剪切破坏的极限抗力时，土体就会沿着该曲面发生相对滑移而失稳。土对剪切破坏的极限抗力称为土的抗剪强度。</p>

## 2. 特殊土的主要工程性质

软土	<p>主要由黏粒和粉粒等细小颗粒组成。具有高含水量、高孔隙性、低渗透性、高压缩性、低抗剪强度、较显著的触变性和蠕变性等特性。</p>
----	--

湿陷性黄土	<p>凡天然黄土在上覆土的自重压力作用下，或在上覆土的自重压力与附加压力共同作用下，受水浸湿后土的结构迅速破坏而发生显著下沉的，称为湿陷性黄土，否则，称为非湿陷性黄土。</p> <p>分析、判别黄土是否属于湿陷性的、其湿陷性强弱程度以及地基湿陷类型和湿陷等级，是黄土地区工程勘察与评价的核心问题。</p> <p>湿陷性黄土一般分为自重湿陷性和非自重湿陷性黄土两种类型，</p>
红黏土	<p>红黏土的一般特点是天然含水量高，一般呈现较高的强度和较低的压缩性；不具有湿陷性。由于塑限很高，所以尽管天然含水量高，一般仍处于坚硬或硬可塑状态。甚至饱水的红黏土也是坚硬状态的。</p>

膨胀土	<p>是指含有大量的强亲水性黏土矿物成分，具有显著的吸水膨胀和失水收缩，且胀缩变形往复可逆的高塑性黏土。塑性指数多在 22 ~ 35 之间，天然含水量接近或略小于塑限。</p> <p>膨胀土多分布于II级以上的河谷阶地或山前丘陵地区，个别处于I级阶地。在天然条件下，一般处于硬塑或坚硬状态，强度较高，压缩性较低，一般易被误认为工程性能较好的土。</p> <p>在膨胀土地区进行工程建设，如果不采取必要的设计和施工措施，会导致大批建筑物的开裂和损坏，并往往是造成坡地建筑场地崩塌、滑坡、地裂等的严重不稳定因素。</p>
-----	--

填土	素填土	素填土的工程性质取决于它的密实性和均匀性。素填土地基具有不均匀性，防止建筑物不均匀沉降是填土地基的关键。 堆填时间超过 10 年的黏性土、超过 5 年的粉土、超过 2 年的砂土均具有一定的密实度和强度，可以作为一般建筑物的天然地基。
	杂填土	以生活垃圾和腐蚀性易变性工业废料为主要成分的杂填土，一般不宜作为建筑物地基 对主要以建筑垃圾或一般工业废料组成的杂填土，处理后可作为一般建筑物地基。
	冲填土	含水量大，透水性较弱，排水固结差，一般呈软塑或流塑状态，比同类自然沉积饱和土的强度低、压缩性高

### (三) 结构面的工程地质性质

岩体的完整性、渗透性、稳定性和强度等物理力学性质取决于岩石和结构面的物理力学性质，很多情况是结构面的比岩石的影响大。

对岩体影响较大的结构面的物理力学性质，主要是结构面的产状、延续性和抗剪强度。

延伸长度为 5~10m 的平直结构面，对地下工程围岩的稳定就有很大的影响，对边坡的稳定影响一般不大。

结构面与最大主应力间的关系控制着岩体的强度与破坏机理。

结构面的规模分为 I~V 级。

I 级	指大断层或区域性断层 ,控制工程建设地区的稳定性 ,直接影响工程岩体稳定性
II 级	指延伸长而宽度不大的区域性地质界面
III 级	指长度数十米至数百米的断层、区域性节理、延伸较好的层面及层间错动等。
IV 级	指延伸较差的节理、层面、次生裂隙、小断层及较发育的片理、劈理面等 ,构成岩块的边界面, IV级结构面主要控制着岩体的结构、完整性和物理力学性质
V 级	结构面又称微结构面, 常包含在岩块内, 主要影响岩块的物理力学性质 ,控制岩块的力学性质。

上述 5 级结构面中 , II、III级结构面往往是对工程岩体力学和对岩体破坏方式有控制意义的边界条件 , 它们的组合往往构成可能滑移岩体的边界面 , 直接威胁工程安全稳定性。

#### (四)地震的震级与烈度

地震震源	<p>地震波通过地球内部介质传播的称为体波。</p> <p>体波分为纵波和横波 , 纵波的质点振动方向与震波传播方向一致 , 周期短、振幅小、传播速度快 ; 横波的质点振动方向与震波传播方向垂直 , 周期长、振幅大、传播速度较慢。</p>
------	---

	<p>体波经过反射、折射而沿地面附近传播的波称为面波 ,面波的传播速度最慢。</p>
地震震级	<p>地震是依据地震释放出来的能量多少来划分震级的，释放出来的能量越多，震级就越大。中国科学院将地震震级分为五级:微震、轻震、强震、烈震和大灾震。</p>

地震级别	微震	轻震	强震	烈震	大灾震
表现	一般无震感	一般有震感	无害/有害强震	破坏烈震 大毁坏震	毁灭性地震
仪器震级	0~2.6	2.6~3.8	3.8~4.8 4.8~6	6~7 7~8	> 8.25

地震烈度	<p>地震烈度是指某一地区的地面和建筑物遭受一次地震破坏的程度。</p> <p>其不仅与震级有关，还和震源深度、距震中距离以及地震波通过介质条件等多种因素有关。</p> <p>地震烈度又可分为基本烈度、建设场地烈度和设计烈度</p>
------	--

基本烈度	基本烈度代表一个地区的最大地震烈度
建筑场地烈度	设计烈度是抗震设计所采用的烈度，是根据建筑物的重要性、永久性、抗震性以及工程的经济性等条件对基本烈度的调整
设计烈度	设计烈度一般可采用国家批准的基本烈度，但遇不良地质条件或有特殊重要意义的建筑物，经主管部门批准，可对基本烈度加以调整作为设计烈度。

震级（级）	3 以下	3	4	5	6	7	8	8 以上
震中烈度（度）	I~II	III	IV~V	VI~VII	VII~VIII	IX~X	XI	XII