

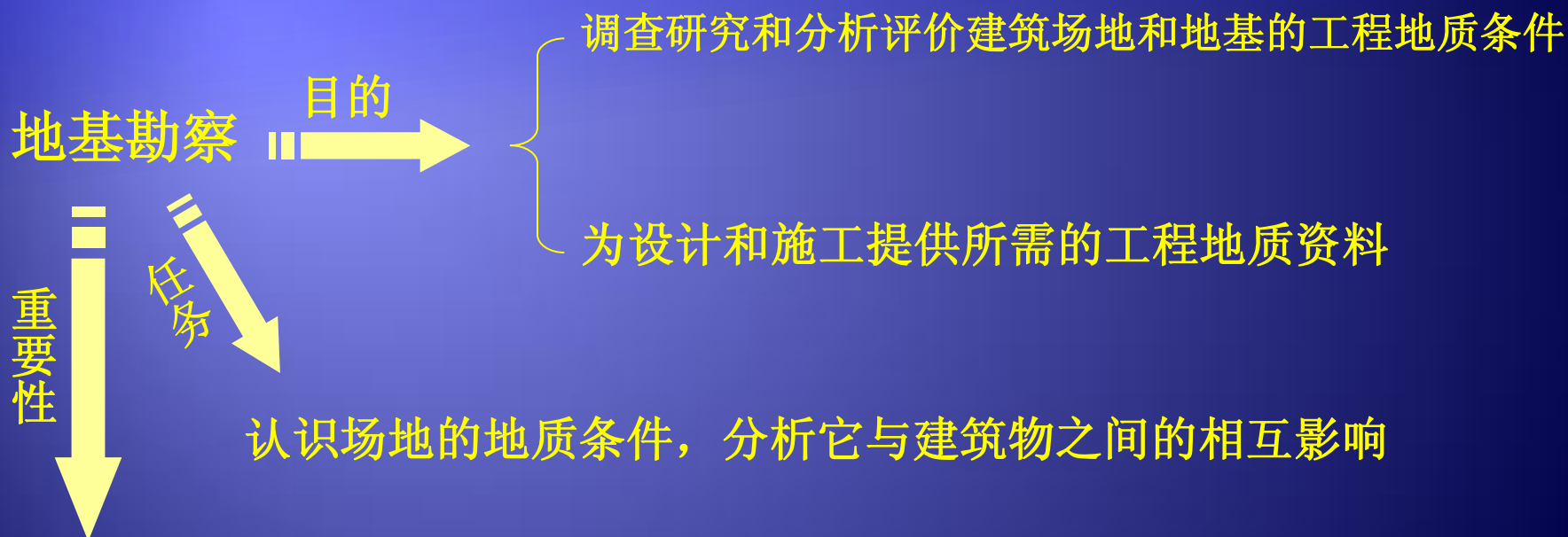


第五章 地基勘察

- 概述
- 地质构造
- 地形和地貌
- 水文地质条件
- 土中渗流的影响
- 地基勘察的任务和内容
- 地基勘察方法
- 地基勘察报告书



概述

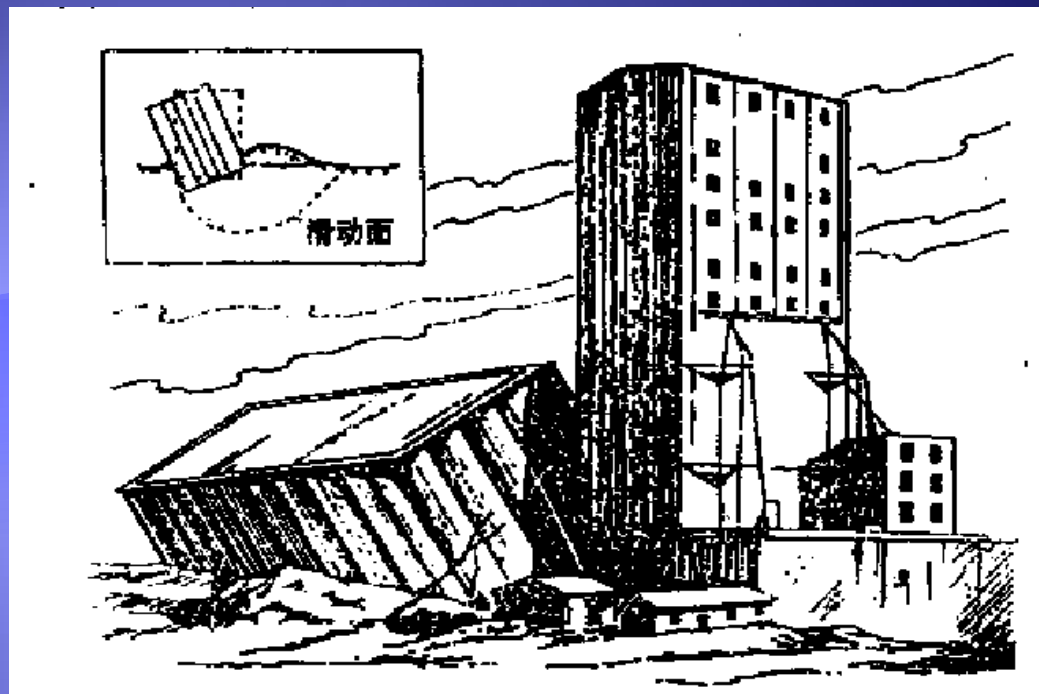


施工前不经过地基勘察或勘察不详、分析有误可能会造成严重工程事故或延误工程进度。具体例子如：意大利比萨斜塔、加拿大特朗斯康谷仓、苏州虎丘塔、上海工业展览馆等。



著名的意大利比萨斜塔是由于地基不均匀沉降而造成倾斜的。该塔高度约55m，始建于1173年，当建至24m高时便发现塔身倾斜而被迫停工，至1273年续建完工。该塔由于建在不均匀的高压缩性土地基之上，致使北侧下沉1m有余，南侧下沉近3m，沉降差1.8m，倾斜5.8度。已有800多年历史的比萨斜塔近挽每年平均下沉1mm，倾斜1、37mm。





加拿大特朗斯康谷仓长59.4m。宽23.5m，高31.0m，钢筋混凝土片筏基础，厚2m，埋置深度3.6m，谷仓于1913年秋建成，10月初贮存谷物2.7万吨时发现谷仓明显下沉，谷仓西端下沉8.8m，东端上抬1.5m，最后，整个谷仓倾斜近27度。事后勘察发现：该建筑物基础下埋藏有厚达16m的高塑性淤泥质软粘土层。谷仓加载使基础底面上的平均荷载达到330kPa，超过了地基的极限承载力280kPa，因而发生地基强度破坏而整体滑动。



我国建于公元959—961年间的著名苏州虎丘塔。是一座中国式的斜塔。该塔为七级八角形砖塔。塔底直径13.66m，高47.5m，全部塔重支承在内外12个砖墩上。由于地基为厚度不等的杂填土和亚粘土夹块石，地基土的不均匀变形使塔身严重偏斜。自1957年初次测定至1978年，塔顶的位移由1.7m发展到2.32m，塔的重心偏离基础轴线0.924m。由于塔身严重向东北向倾斜，各砖墩受力不均，致使底层偏心受压处的砌体多处出现纵向裂缝。最后采用挖孔桩方法建造桩排式地下连续墙加固地基，塔体的不均匀沉降和倾斜才得以控制。



场地的工程地质条件

岩土的类型及其工程性质

地质构造

地形地貌

水文地质条件

不良地质现象

可利用的天然建筑材料等

不同地区工程地质条件在性质上、主次关系配合上的不同，其勘察任务、勘察手段和评价内容也随之而异。



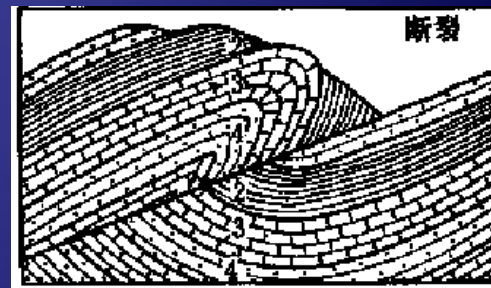


地质构造

地质构造：在漫长的地质历史发展过程中，地壳在内、外力地质作用下，不断运动演变，所造成的地层形态统称为地质构造。

褶皱构造

断裂构造



地壳水平运动过程

1、4—砂岩；2—页岩；3、5—石灰岩



褶皱构造

地壳中层状岩层在水平运动的作用下，使原始的水平产状的岩层弯曲起来，形成褶皱。褶皱的基本单元，即岩层的一个弯曲称为褶曲，它的基本形式只有两种，即背斜和向斜。



背斜与向斜示意图



自然中的褶皱



断裂构造

断裂构造

(岩体受力断裂使原有的连续完整性遭受破坏)

节理

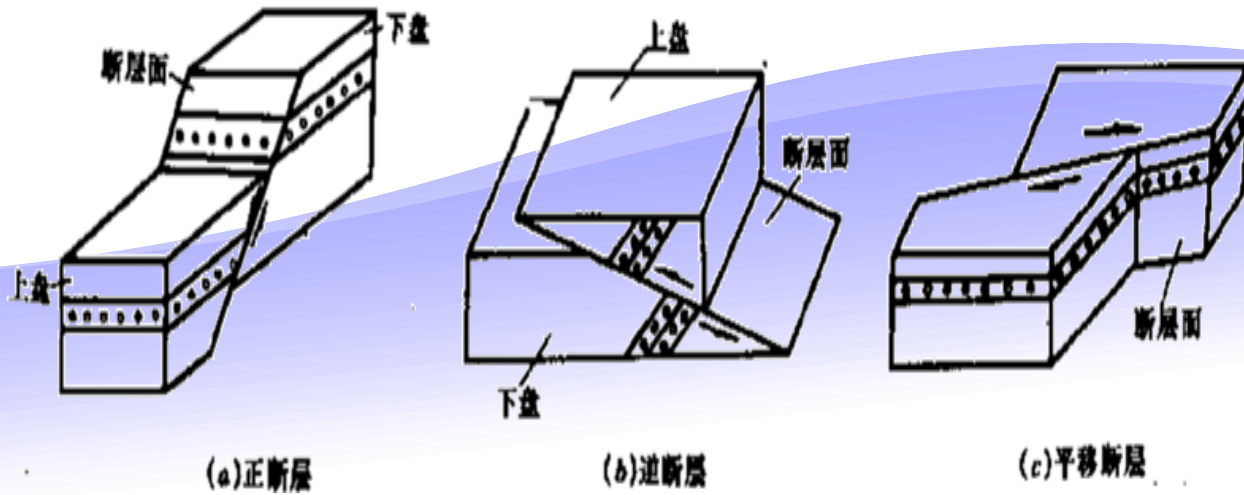
(沿断裂面两侧的岩层发生位移或仅有微小错动)

断层

(发生了相对位移)



自然中的节理



断层类型



自然中的断层





地形和地貌

地形指的是地表形态的外都特征，如高低起伏、坡度大小和空间分布等。但是，如果研究地形形成的地质原因和年代。及其在漫长的地质历史中不断演化的过程和将来的发展趋势，那么，这种从地质学和地理学观点考察的地表形态就叫做地貌。





山地：山地是地壳上升运动或岩浆活动等复杂演变过程形成的，它同时又受到流水及其它外力的剥蚀作用，于是呈现现今山区那种崎岖不平、复杂多变的地貌。





丘陵：丘陵是山地经过外力地质作用长期剥蚀切割而成的外貌低矮平缓的起伏地形。





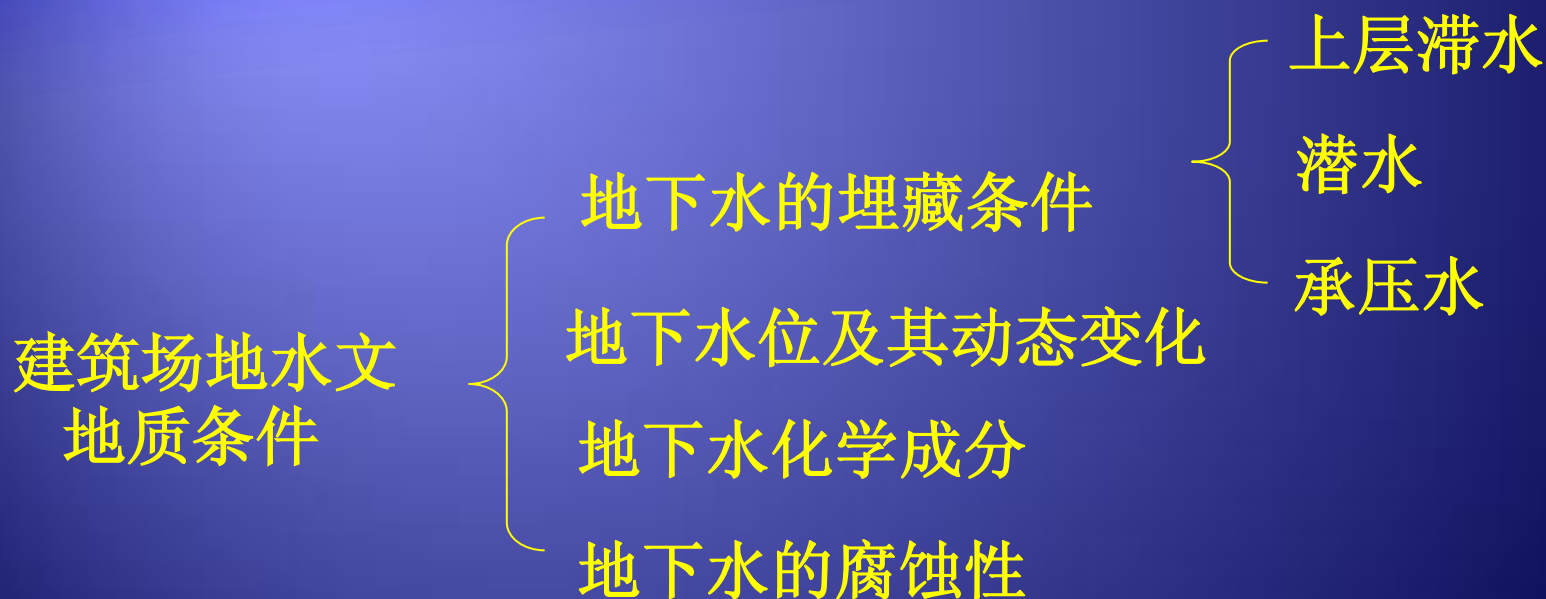
平原：平原是高度变化微小，表面平坦或者只有轻微波状起伏的地区。

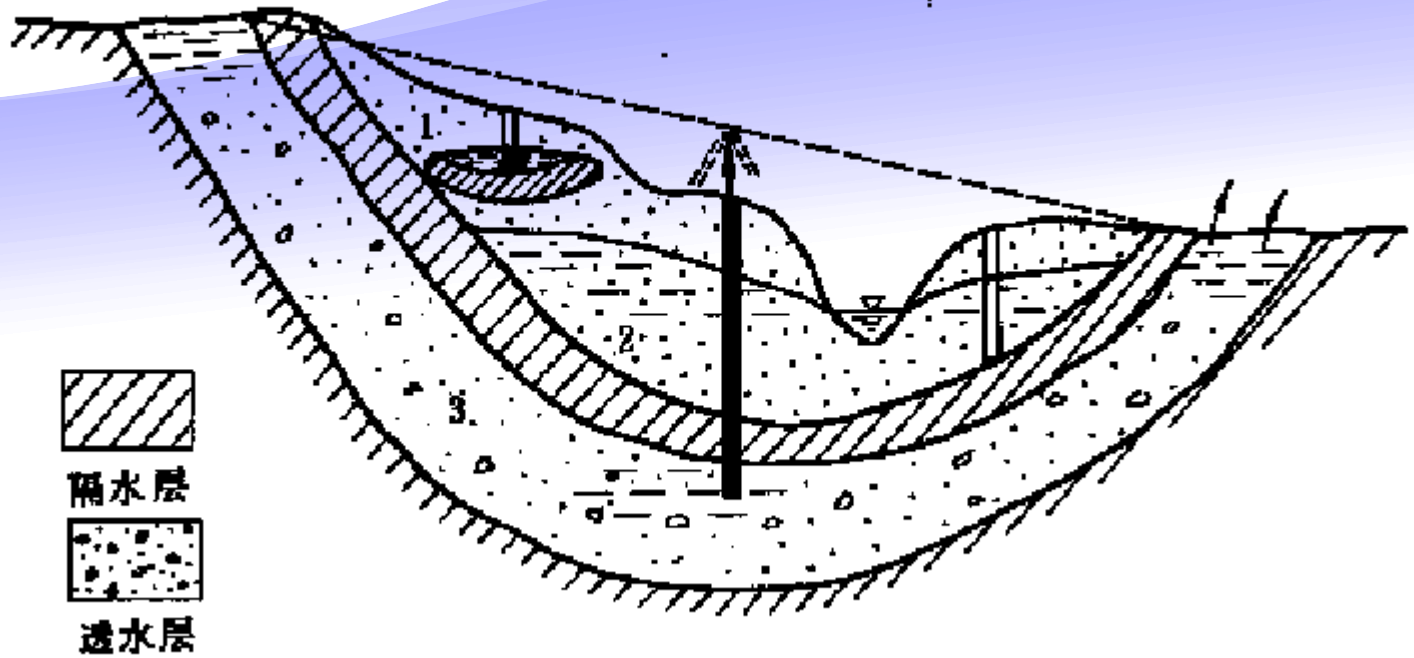




水文地质条件

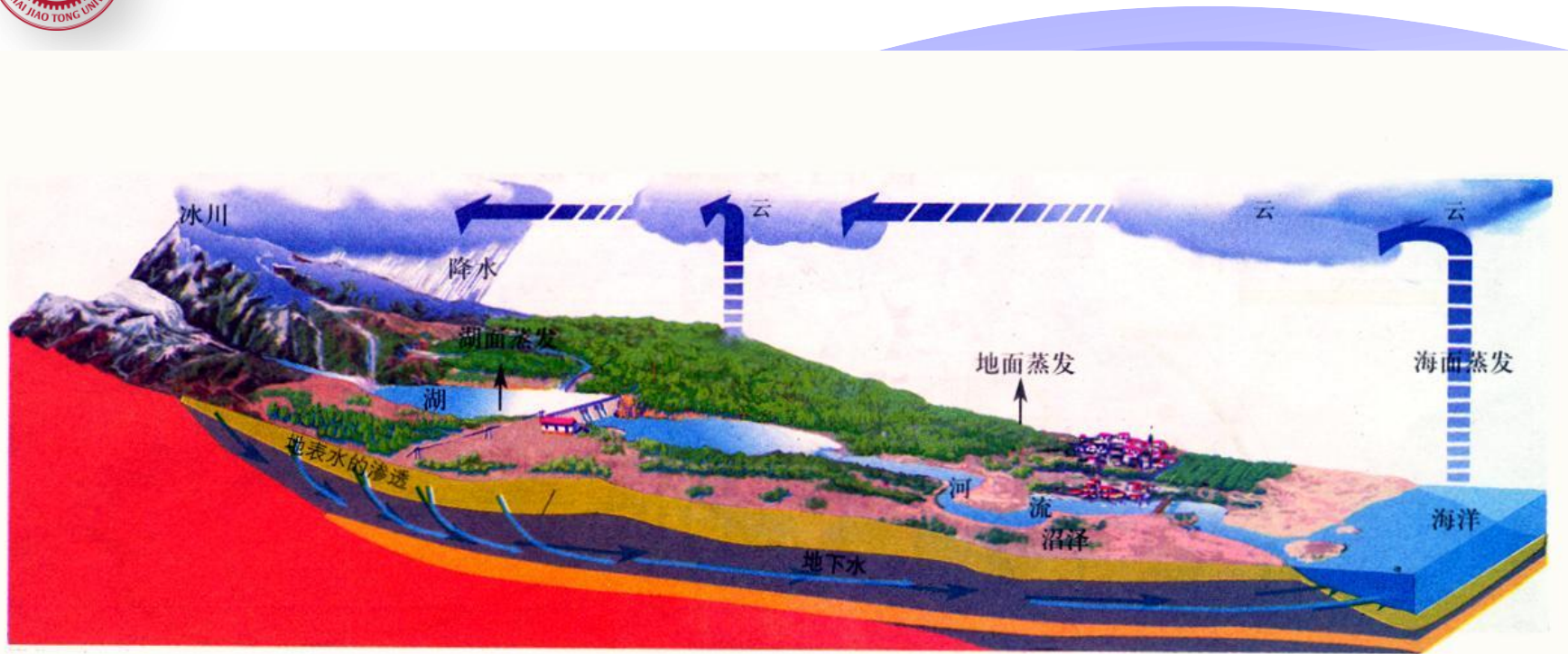
地下水：存在于地面下土和岩石的孔隙、裂隙或溶洞中的水叫做地下水。





各种类型地下水埋藏示意图

1—上层滞水；2—潜水；3—承压水

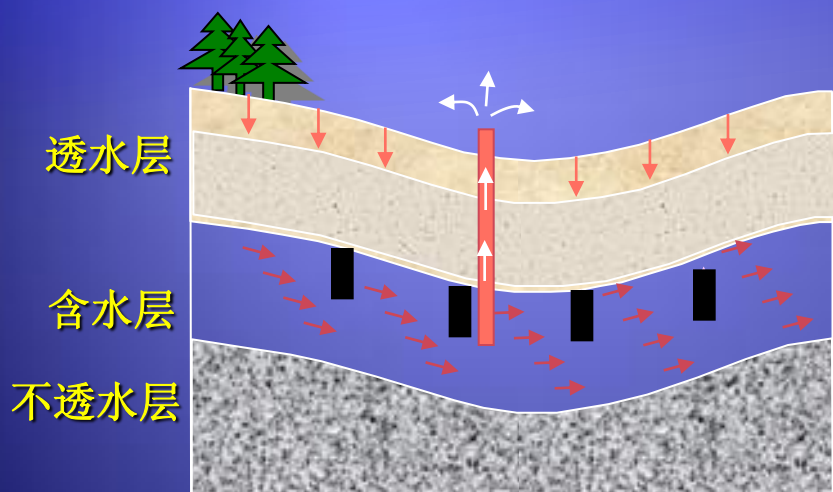


地球上的水循环

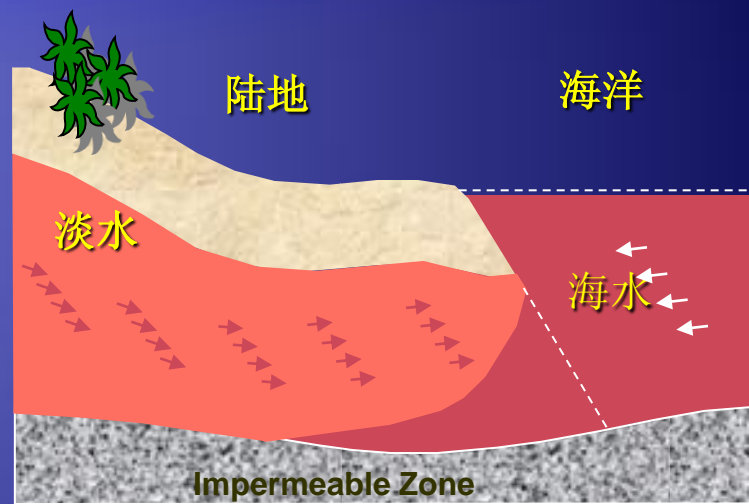
水文循环示意图



内陆与海岸地下水的区别



内陆地下水



海岸地下水





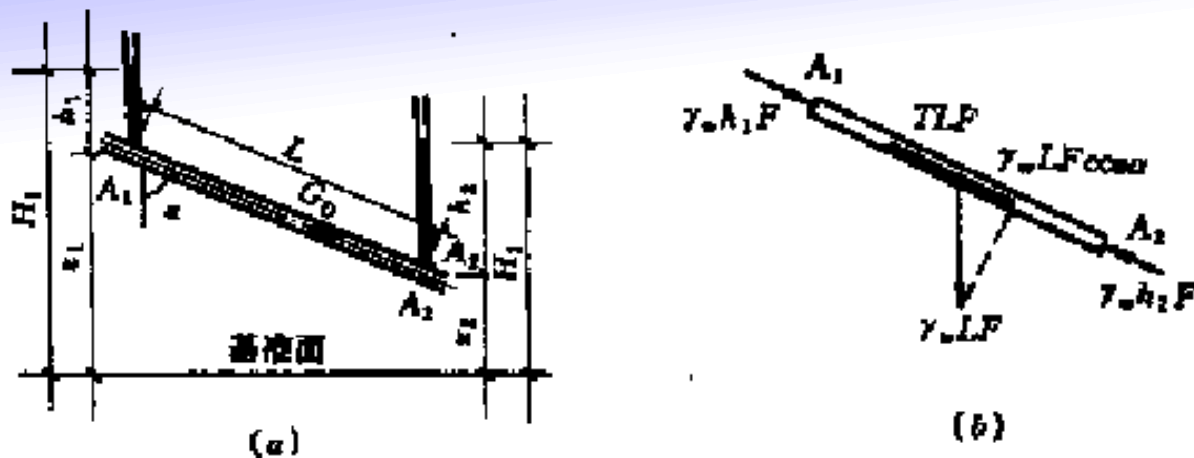
土中渗流的影响

- 渗流力
- 竖向渗流与流砂现象
- 渗流对土坡稳定性的影响
- 渗流对档土墙土压力的影响



渗流力

地下水在渗流过程中受到土骨架的阻力，相应地，水对土骨架的反作用力，称为渗流力，它是一种体积力，用 G_D 表示。



饱和土体中的渗流力计算

(a) 渗流力示意图 (b) 假想水柱隔离体

设想沿地下水流方向取出一个土柱体，其中 F 为假想土柱体横断面积，两端截面中点 A_1 和 A_2 的总水头分别为 H_1 和 H_2 。



A_1 和 A_2 处土柱静水压力分别为： $\gamma_w h_1 F, \gamma_w h_2 F$

土柱同体积水柱的重量在渗流方向的分力为： $\gamma_w L F \cos \alpha$

土柱中水受到土骨架的总阻力： TLF （其中 T 为单位体积土对渗透水的阻力）

根据渗透方向的静力平衡条件得：

$$\gamma_w h_1 F - \gamma_w h_2 F + \gamma_w L F \cos \alpha - T L F = 0$$

式中： $h_1 = H_1 - z_1$ $h_2 = H_2 - z_2$

又因为 $\cos \alpha = (z_1 - z_2) / L$



$$T = -G_D = \gamma_w \frac{H_1 - H_2}{L} = \gamma_w i \quad \text{或} \quad T \approx 10i \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

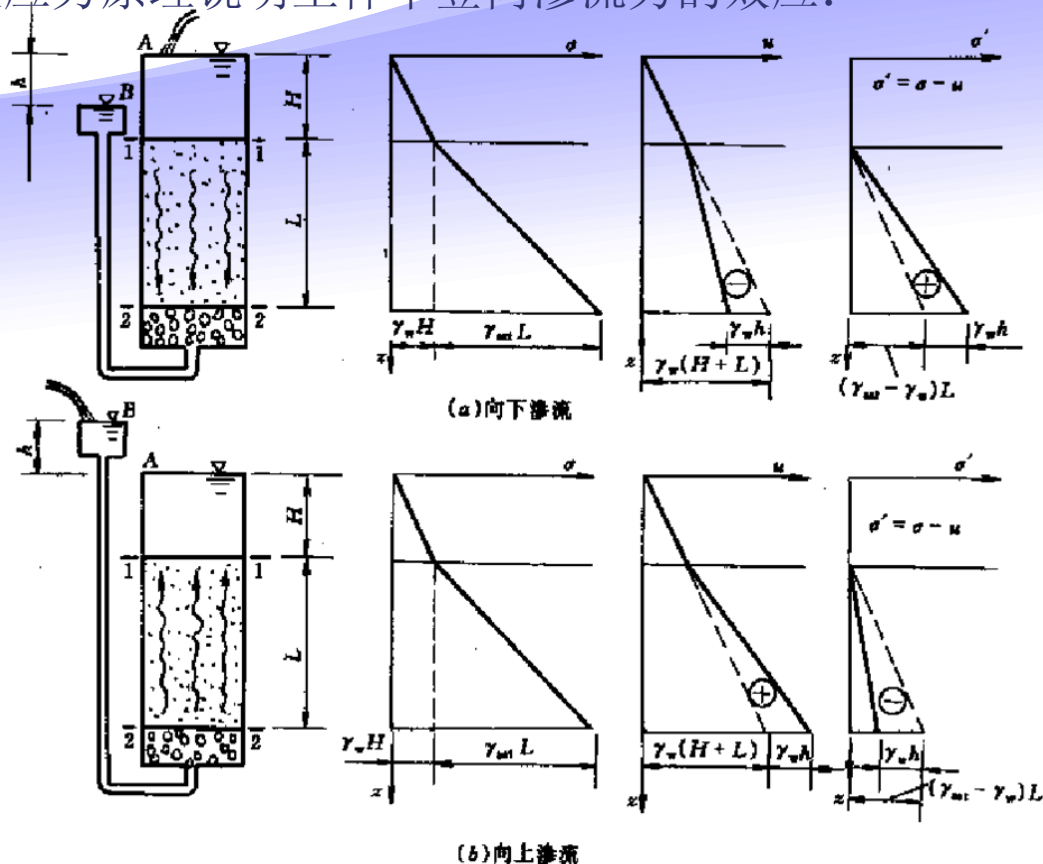
式中： $i = (H_1 - H_2) / L$





竖向渗流与流砂现象

以有效应力原理说明土体中竖向渗流力的效应:



饱和土中竖向渗流时的孔隙水压力和有效应力
 图中: σ 总应力 μ 孔隙水压力 σ' 有效应力



水力梯度、渗透深度和渗流力分别为：

$$i = h/L \quad v = ki \quad G_D = \gamma_w i$$

通过上图可得：

$$\sigma' = \gamma' L \pm \gamma_w h = (\gamma' \pm \gamma_w h/L)L = (\gamma' \pm \gamma_w i)L = (\gamma' \pm G_D)L$$

其中 $\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w$ 式中+号及-号分别属于向下和向上渗流的情况

当B水位持续提高，直至水力梯度增加到使有效应力减少为零的某一数值

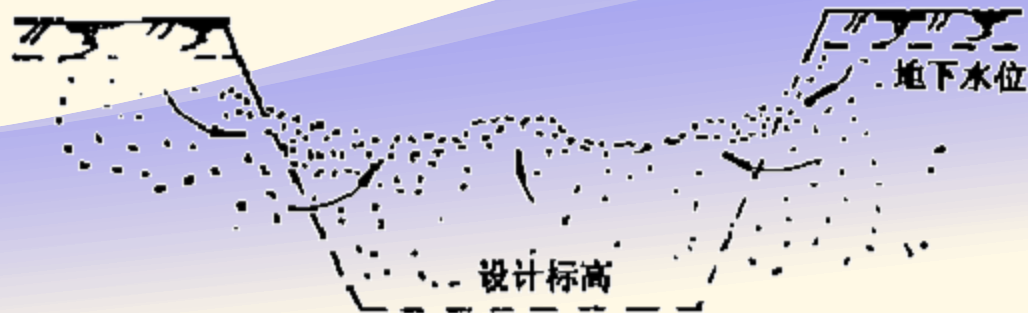
$$i = i_{\text{cr}} \quad \text{相应地} \quad G_D = G_{D\text{cr}}$$



$$\sigma' = (\gamma' - \gamma_w i_{\text{cr}})L = (\gamma' - G_{D\text{cr}})L = 0$$

$$\text{因此得} \quad G_{D\text{cr}} = \gamma_w i_{\text{cr}} = \gamma' \quad i_{\text{cr}} = \gamma' / \gamma_w$$

此时土中有效应力消失，土粒悬浮，砂土因抗剪强度丧失而“液化”，这种现象称为流砂。流砂出现时的水力梯度 i_{cr} 称为临界水力梯度或临危梯度，对一般土类， i_{cr} 在0.8和1.2之间。



基坑流砂现象

防治流砂的原则

减少或消除基坑内外地下水的水头差

增长渗流路径

在向上渗流出口处地表用透水材料覆盖
压重以平衡渗流力



当土中渗流的水力梯度小于临界梯度时，虽不致诱发流砂现象，但土中细小颗粒仍有可能穿过粗颗粒之间的孔隙被渗流挟带而去，时间长了，在土层中将形成管状空洞，使土体强度降低，压缩性增大，称为“管涌”。

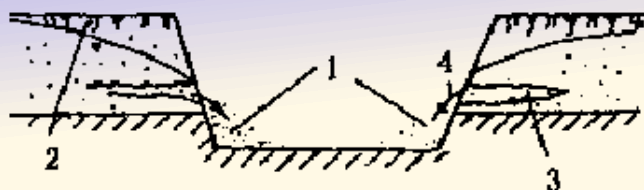


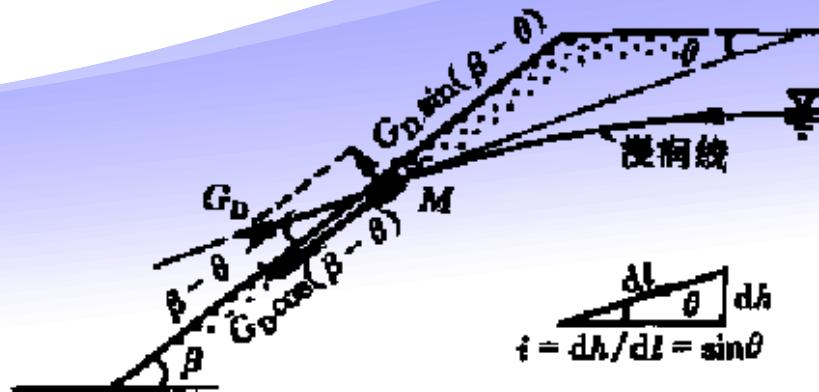
图 1-2 管涌破坏示意图

1. 管涌堆积颗粒；2. 地下水位；3. 管涌通道；4. 渗流方向





渗流对土坡稳定性的影响



边坡中的地下水沿着和缓的流线运动，其中处于水-大气界面上、位置最高的流线称为浸润线。

对无粘性土坡，在浸润线溢出坡面处取单位体积的一小块土体M，如图所示，块体有效自重 $W = \gamma'$ （有效重度），沿浸润线上M点的切线方向作用的渗流力 $G_D = i\gamma_w$ 水力梯度 $i = dh/dl = \sin \theta$ 。



位小块体M在重力和渗流力的共同作用下，其滑动力T和抗滑力T'为4-9节中图4-37(a)和(b)两种情况中相应分量之和，即：

$$T = W \sin \beta + G_D \cos(\beta - \theta) = \gamma' \sin \beta + \gamma_w \sin \theta \cos(\beta - \theta)$$

$$T' = [W \cos \beta - G_D \sin(\beta - \theta)] \tan \varphi = [\gamma' \cos \beta - \gamma_w \sin \theta \sin(\beta - \theta)] \tan \varphi$$

考虑浸润线顺坡面溢出的情况，此时 $\theta = \beta$ ，则无粘性土坡的稳定安全系数为：

$$K = \frac{T'}{T} = \frac{\gamma' \cos \beta \tan \varphi}{\gamma' \sin \beta + \gamma_w \sin \beta} = \frac{\gamma' \tan \varphi}{(\gamma' + \gamma_w) \tan \beta}$$

因为 $\gamma' \approx \gamma_w$ 与无渗流的情况[式(4-70)]比较，渗流的影响使无粘性土坡的稳定安全系数降低约1/2，稳定的极限坡角由无渗流时的 $\beta = \theta$ 减缓为 $\beta = \tan^{-1}(1/2 \tan \varphi)$ 。

对于粘性土坡，要等效得考虑渗流力和浮托力两个因素的作用，问题较复杂，在此从略。

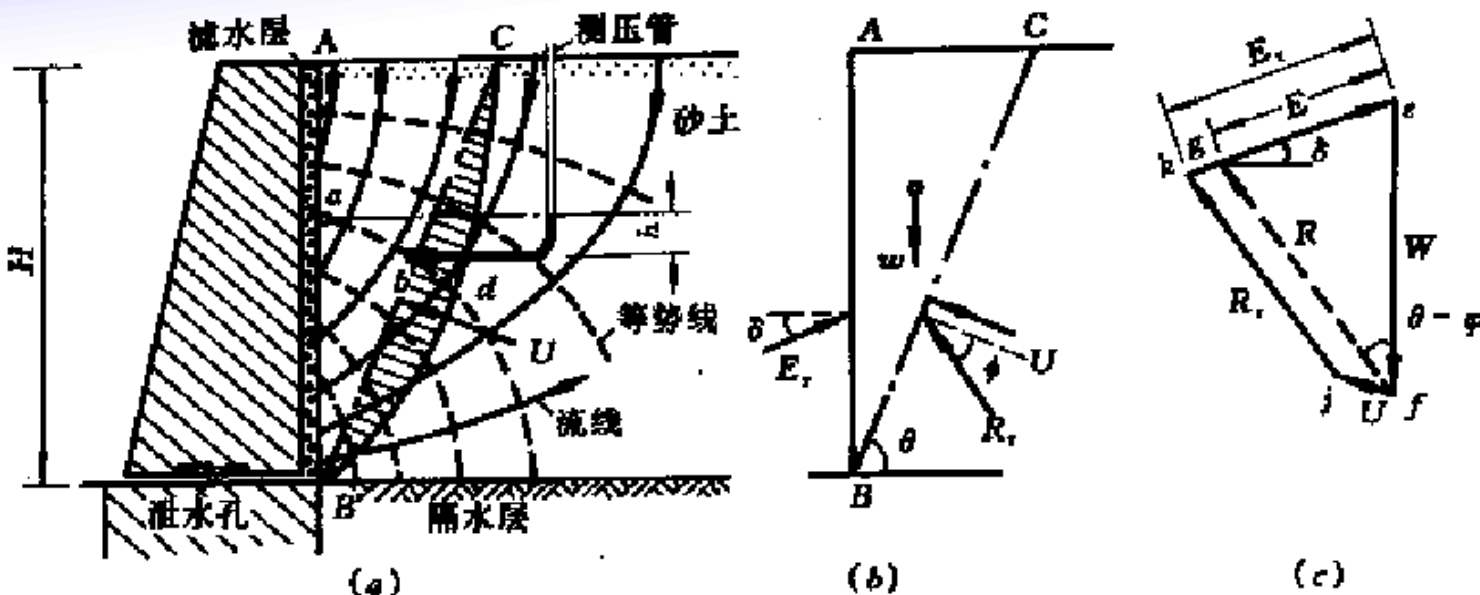




渗流对挡土墙土压力的影响

暴雨时，雨水渗入挡土墙填土，流向设有竖向滤水层的墙背，如所填的是中等透水性土（细砂、粉砂等），则渗流会使处于主动、静止或被动三者中任何状态的土压力明显增大。

Terzaghi根据库伦理论作出估计暴雨期间挡土墙主动土压力的方法如下：



按库伦理论求暴雨时细砂填土对挡土墙的主动土压力

(a)以流网估计滑动面上的孔隙水压力 (b)土楔体上的作用力(c)力矢多边形



渗流边界条件

水平填土顶面是等势线面

不透水的填土底面是流线面

沿填土与滤水层之间的竖向接触面的孔隙水压力为零

单位时间内的降雨量(cm/s)如接近土的渗透系数 $k(\leq 0.002\text{cm/s})$ ，就可产生通过填土向着滤水层的连续水流。

按图解法预选滑动面BC后，为了等效地考虑渗流力和浮托力的影响，土楔ABC上的作用力除了W、R、E以外（其中自重W应以饱和重度计算），还要借助流网定出滑动面BC上的孔隙水压力的合力U。从处于平衡状态的土楔在W、U、 R_r 、 E_r 四力作用下的力四边形（如图c所示）efjk必须闭合的条件，可以求得土压力 E_r 。





地基勘察的任务和内容

地基勘察与岩土工程等级的关系

建筑场地工程地质条件



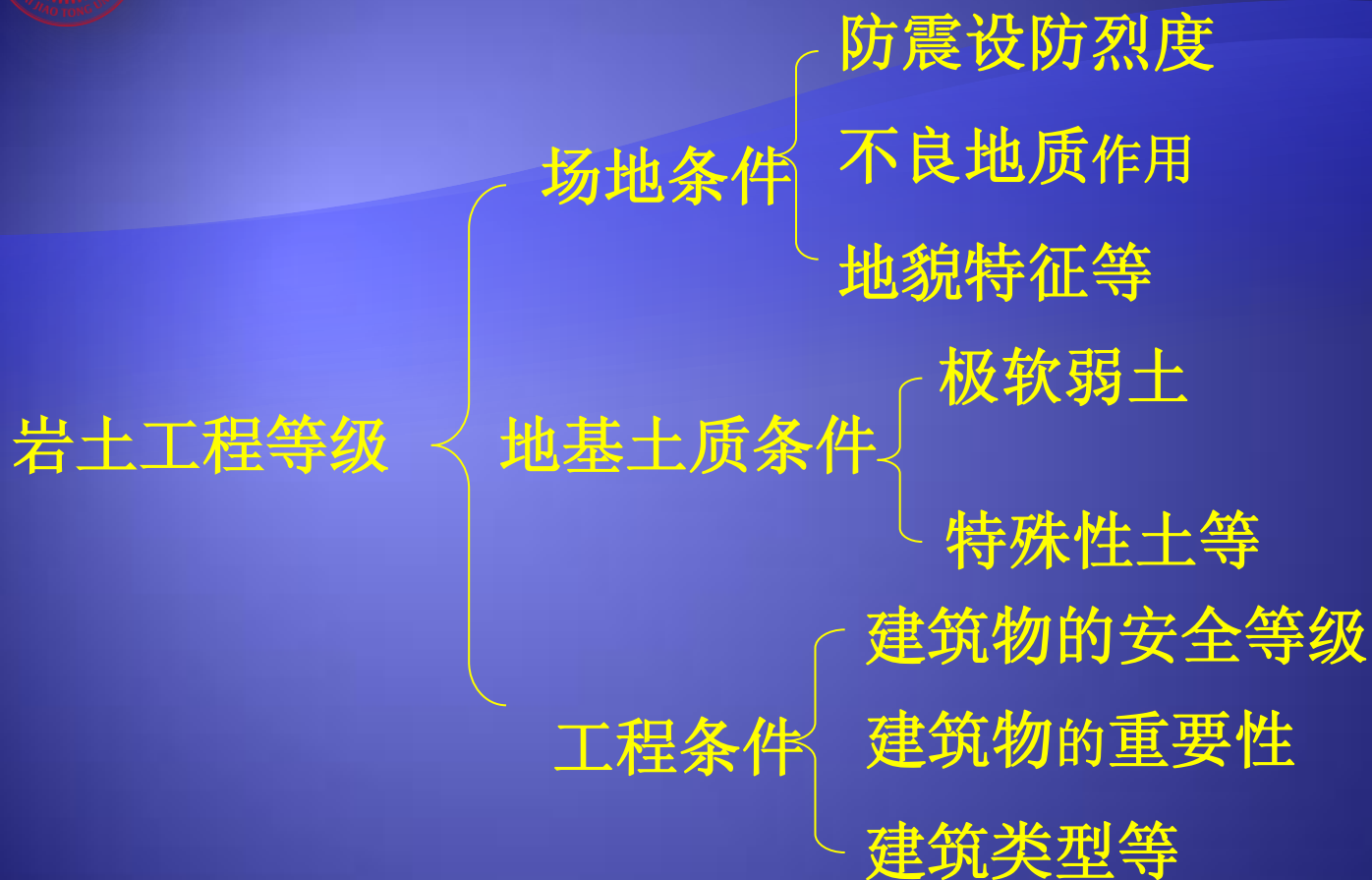
地基勘察任务和内容的确定以及
勘察详细程度与工作方法选择

地基岩土性质



建筑物的类型与重要性





根据不同岩土工程等级确定各个勘察阶段中的工作内容、方法以及详细程度。



勘察工作

根据工业与民用
建筑设计阶段



选址勘察（可行性研究勘察）

初步勘察

详细勘察

对于地质条件复杂或有特殊施工要求的重大建筑物地基，尚应进行施工勘察



选址勘察 (可行性研究勘察)



对拟选场地的稳定性
和适宜性
作出工程地质评价
和方案比较

避开工程地质条件恶劣的地区或地段

搜集、分析区域地质、地形地貌、地震、矿产和附近地区工程地质资料及当地建筑经验

了解场地的地性质、地下水情况及不良地质现象等层岩性、地质构造、岩石和土的



以使场地内主要建筑物的布置避开不良地质现象发育地段，确定建筑总平面位置



查明建筑场地不良地质现象的成因、分布范围、危害程度及其发展趋势

初步勘察

初步查明地层及其构造、岩石和土的物理力学性质、地下水埋藏条件等



为主要建筑物的地基基础方案以及对不良地质现象的防治方案提供工程地质资料



为进行施工图设计和施工提供可靠的依据或设计计算参数



任务

查明建筑物范围内的地层结构、岩土的物理力学性质，对地基的稳定性及承载能力作出评价。

详细勘察

手段

勘探、原位测试和市内土工试验为主

可补充适当 物探和工程地质测绘和调查工作





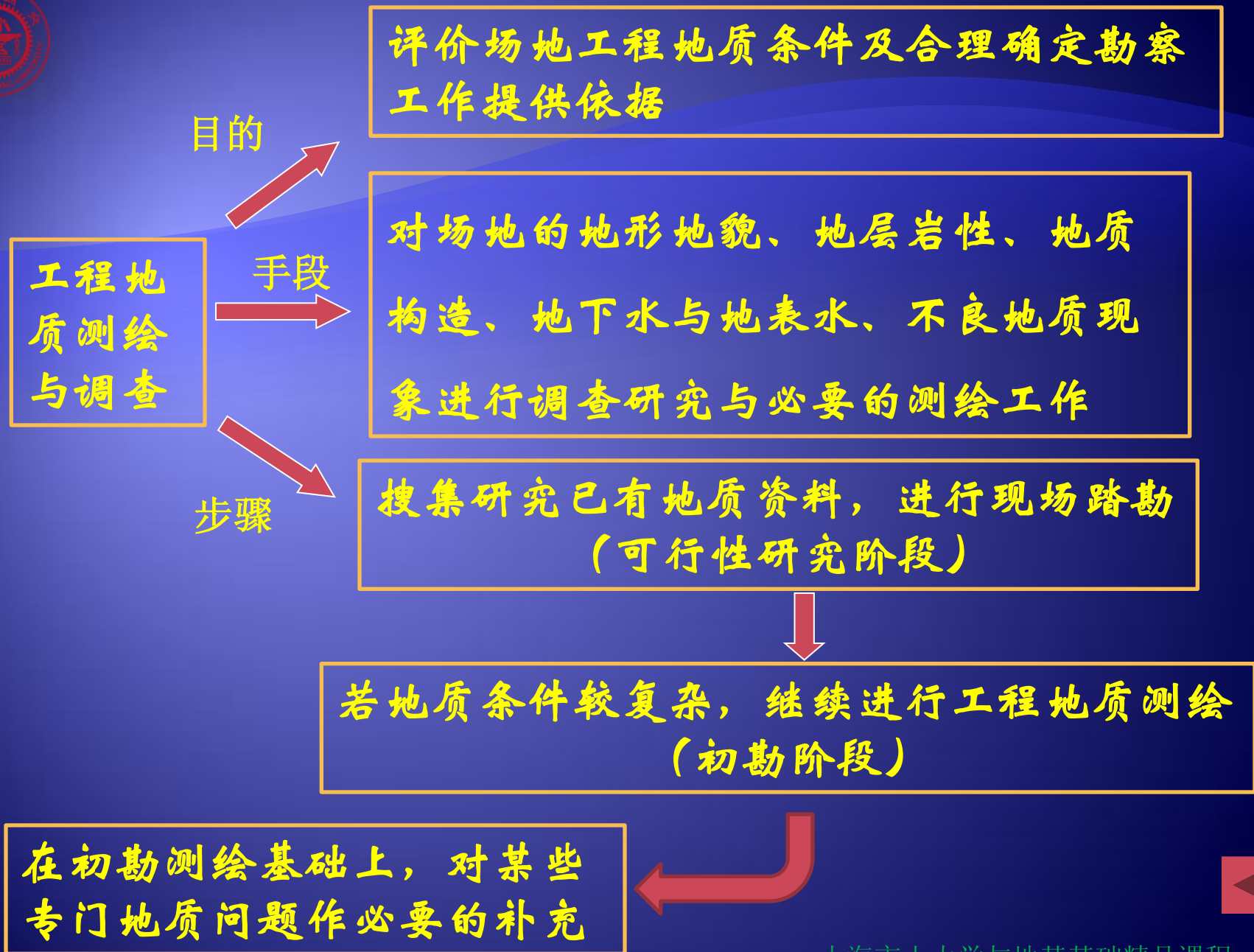
地基勘察方法

地基勘察方法

工程地质测绘与调查

勘探工作

测试工作及指标整理





勘探工作

坑探

钻探

触探

旁压

静力触探

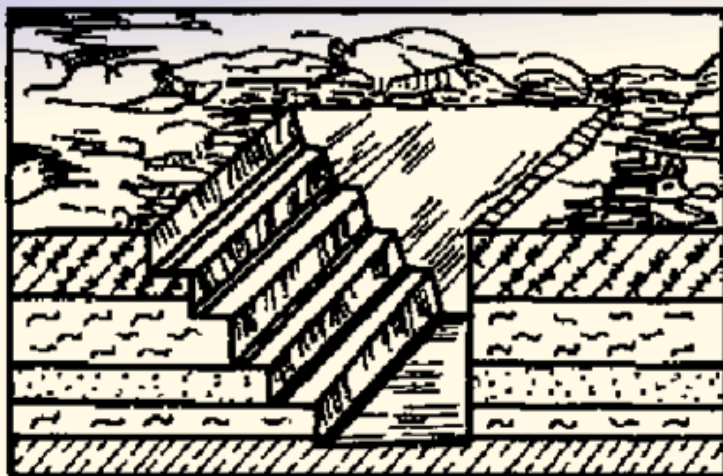
动力触探

地球物理勘探（物探）

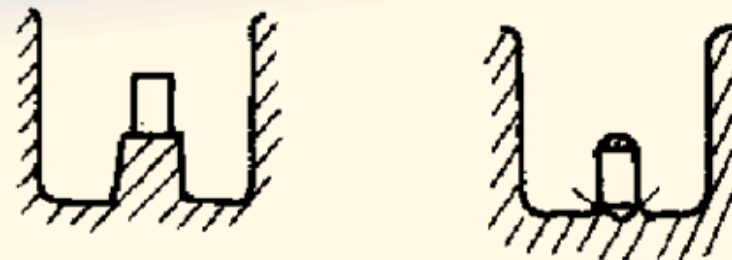


坑探

坑探是在建筑场地挖深井（槽）以取得直观资料和原状土样。



(a)



(b)



(c)

坑探示意图

(a)探井 (b)在探井中取原状土样 (c)原状土样





钻探

钻探是用钻机在地层中钻孔，以鉴别和划分地层，并可沿孔深取样，用以测定岩石和土层的物理力学性质。原状土样利用取土器取得。

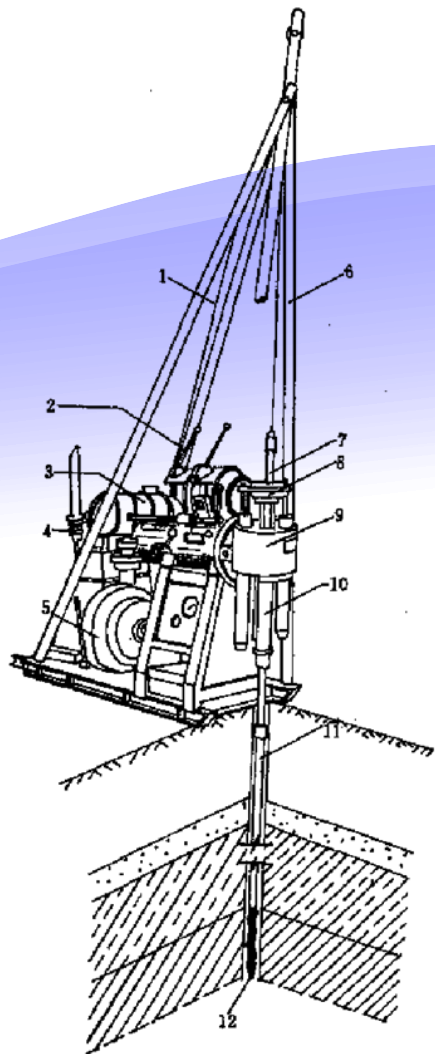


图 5-12 钻机钻进示意图

1—钢丝绳；2—卷扬机；3—柴油机；4—操纵把；
5—转轮；6—钻架；7—钻杆；8—卡杆器；9—回
转器；10—立轴；11—钻孔；12—螺旋钻头

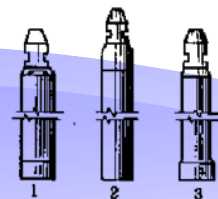


图 5-13 三种常用钻头

1—抽筒；2—钢砂钻头；
3—硬合金钻头

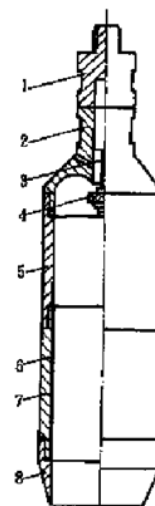


图 5-14 上提活瓣式取土器

1—接头；2—连接帽；3—操纵杆；4—活瓣；
5—余土管；6—衬筒；7—取土筒；8—筒靴



静力触探

静力触探试验（**CPT**）借静压力将触探头压入土层，利用电测技术测得贯入阻力来判定土的力学性质。

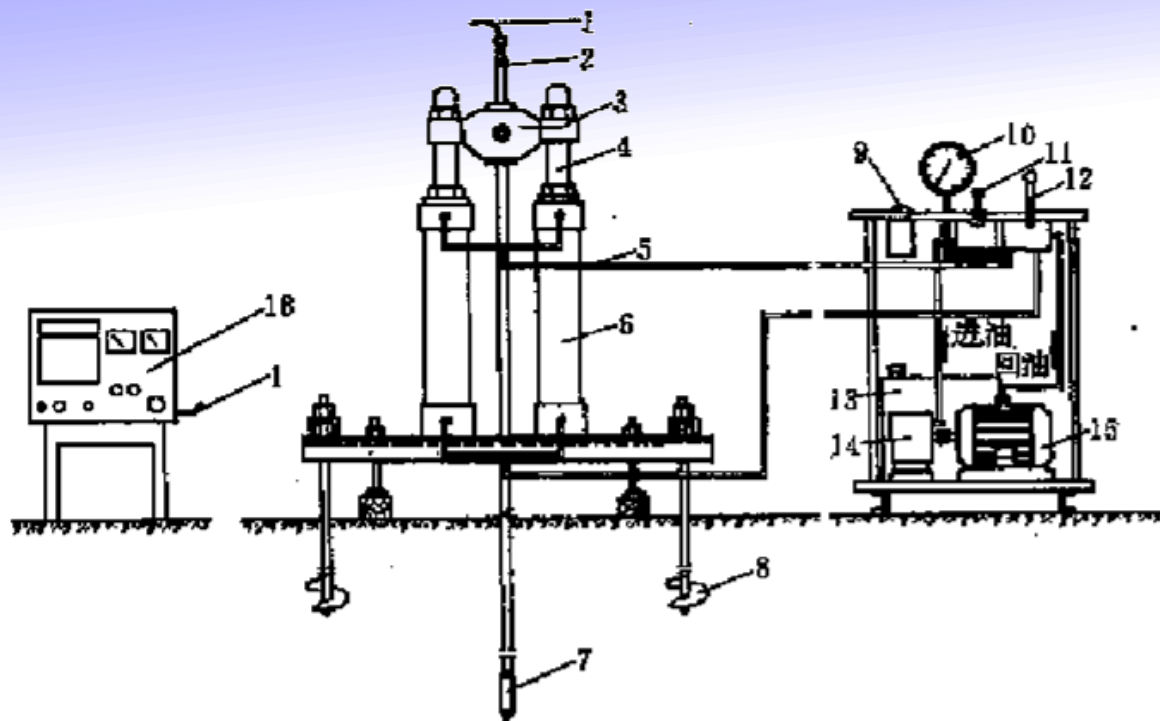


图 5-15 双缸油压式静力触探设备

1—电缆；2—触探杆；3—卡杆器；4—活塞杆；5—油管；6—油缸；7—触探头；8—地锚；9—倒顺开关；
10—压力表；11—节流阀；12—换向阀；13—油箱；14—油泵；15—马达；16—记录器



动力触探

动力触探一般是将一定质量的穿心锤，以一定的高度（落距）自由下落，将探头贯入土中，然后记录贯入一定深度所需的锤击次数，并以此判断土的性质。

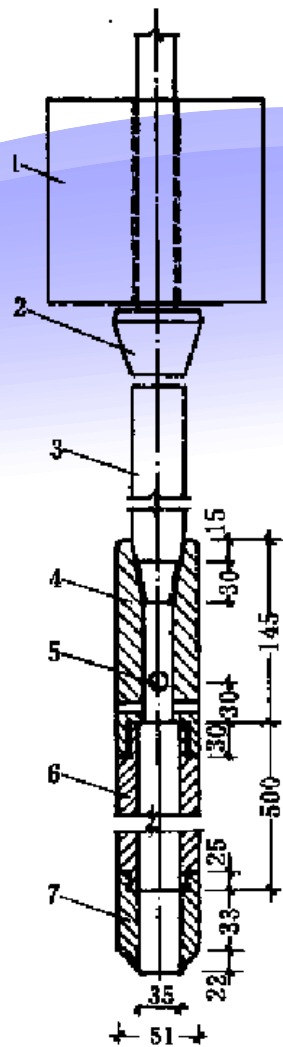


图 5-19 标准贯入试验设备

(单位: mm)

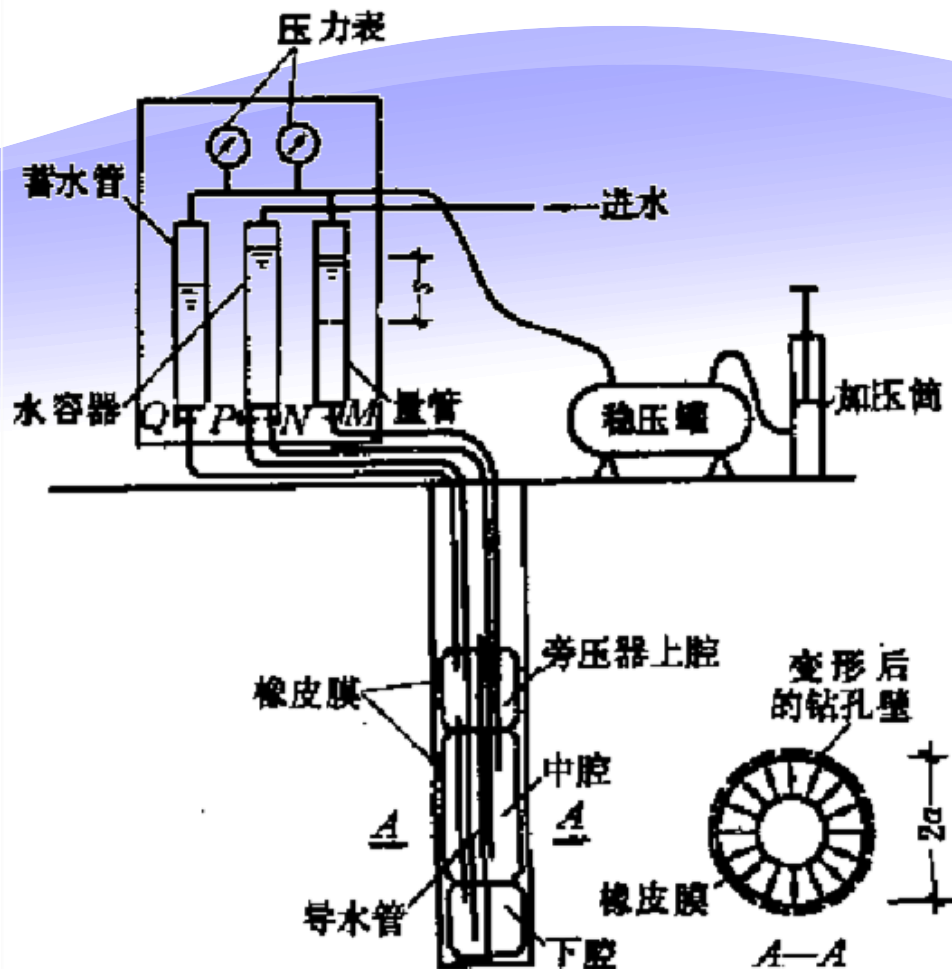
1—穿心锤; 2—锤垫; 3—钻杆; 4—贯入器头; 5—出水孔; 6—由两半圆形管并合而成的贯入器身;

7—贯入器靴



旁（横）压试验

旁压试验适用于原位测定粘性土、粉土、砂土、软质岩石和风化岩石的承载力、旁压模量和土的应力应变关系。



旁压仪示意图

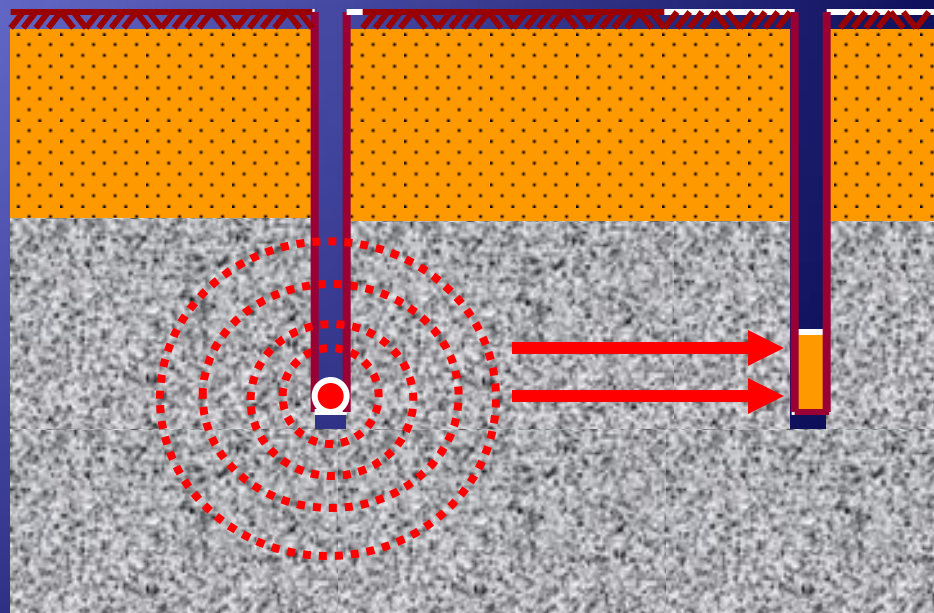


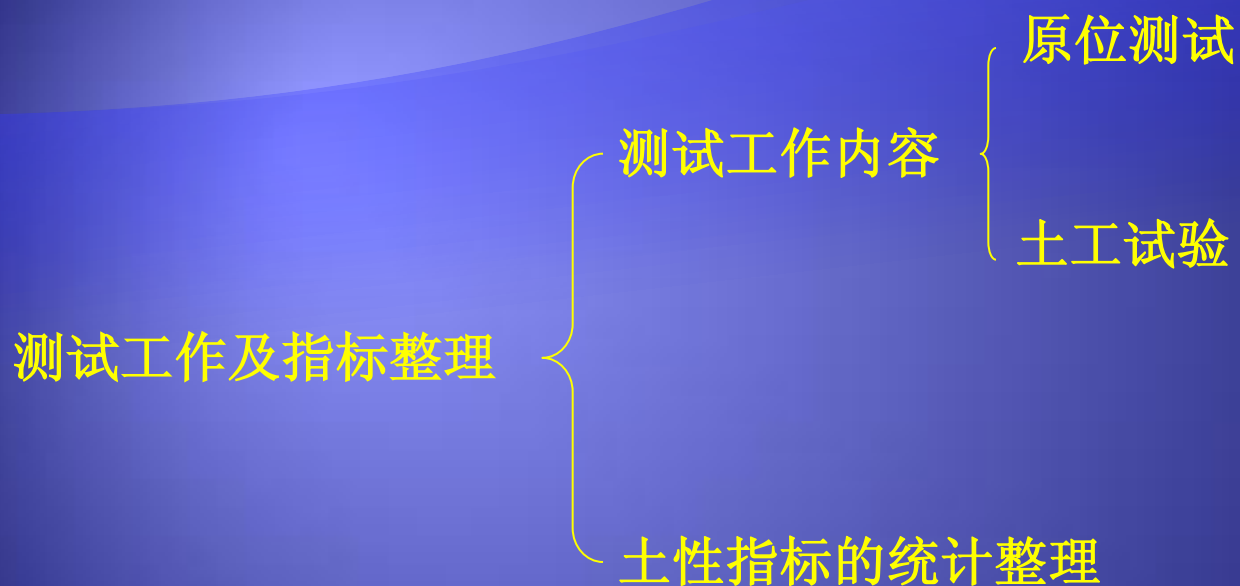
地球物理勘探（物探）

物探:根据如密度、导电性等物理性质的差别，勘测地层分布、地质构造和地下水位置方法:重力场,磁电场,声,弹性波,放射性勘探,地震勘探(规范,剪切波速)

优点:简单迅速

缺点:间接判断,较大范围.





(岩(土)自身的不均匀性, 取样、仪器等原因, 土性指标值较离散)





地基勘察报告书

报告书 内容

任务要求及勘察工作概况；

场地位置、地形地貌、地质构造、不良地质现象
及地震设计烈度；

场地的地层分布、岩石和土的均匀性、物理力学
性质、地基承载力和其它设计计算指标；

地下水的埋藏条件和腐蚀性以及土层的冻结深度；

对建筑场地及地基进行综合的工程地质评价，对
场地的稳定性和适宜性作出结论，指出存在的问
题和提出建议；



报告包括图表

勘探点平面布置图

钻孔柱状图

工程地质剖面图

综合地质柱状图

土工试验成果总表

勘察报告实例



谢谢大家!