

第三节 土的物理性质

（一）土的实测指标

1. 天然密度

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_s + m_w}{V}$$

2. 土粒比重(G_s)

土粒比重也称为相对密度，指土颗粒本身的密度与水的密度之比。即土在 105~110℃ 下烘至恒重时的质量与同体积 4℃ 蒸馏水质量的比值。

$$G_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}$$

3. 含水量

含水量是指土中所含水的质量与土颗粒质量的比值，用百分数表示：

$$w = \frac{m_w}{m_s} \times 100$$

土的密度、土粒比重、土的含水量均可以直接通过试验方法测定其数值。

（二）导出指标

1. 反映土与水的关系的指标

1) 土的饱和含水量 ($w_{\max}$)

$$w_{\max} = \frac{V_n \rho_w}{m_s} \times 100$$

2) 土的最佳含水量 (w)

3) 土的饱和度 (S_r)

土的饱和度是指土中水的体积 (V_w) 与土的全部孔隙体积 (V_n) 的比值，用百分数表示：

$$S_r = \frac{V_w}{V_n} \times 100$$

2. 反映土的孔隙性结构的指标

1) 孔隙比 (e)

孔隙比是指土中孔隙的体积（ V_n ）和土颗粒的体积（ V_s ）之比。

$$e = \frac{V_n}{V_s}$$

2) 孔隙度（ n ）

在天然状态下，土中的孔隙体积与土的总体积的比值，称为孔隙度或孔隙率，用百分数表示：

$$n = \frac{V_n}{V} \times 100\%$$

3. 砂土的相对密实度（ D_r ）

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}$$

3. 其他指标

1) 干密度（ ρ_d ）

2) 饱和密度（ ρ_f ）

3) 水下密度（ ρ' ）

（三）土的物理性质指标间的相互关系

表 5-5 土的三相组成比例指标换算公式

指标名称	表达式	指标来源	实际应用
土粒比重 G_s	$G_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}$	由试验确定	1. 换算 n 、 e 、 ρ_d ； 2. 工程计算
密度 ρ (g/cm^3)	$\rho = \frac{m}{V}$	由试验确定	1. 换算 n 、 e ； 2. 说明土的密度
干密度 ρ_d (g/cm^3)	$\rho_d = \frac{m_s}{V}$	$\rho_d = \frac{\rho}{1+w}$	1. 换算 n 、 e ； 2. 粒度分析、压缩试验 资料整理
饱和密度 ρ_f (g/cm^3)	$\rho_f = \frac{m_s + V_n \rho_w}{V}$	$\rho_f = \frac{\rho(G_s - 1)}{G_s(1+w)} + 1$	

水下密度 ρ' (g/cm ³)	$\rho' = \rho_f - \rho_w$	$\rho' = \frac{\rho(G_s - 1)}{G_s(1 + w)}$	1. 计算潜水面以下地基自重应力; 2. 分析人工边坡稳定
天然含水量 w	$w = \frac{m_w}{m_s}$	由试验确定	1. 换算 n 、 e 、 ρ_d 、 S_r ; 2. 计算土的稠度指标
饱和含水量 $w_{\max}$	$w_{\max} = \frac{V_n \rho_w}{m_s}$	$w_{\max} = \frac{G_s(1 + w) - \rho}{G_s \rho}$	
饱和度 S_r	$S_r = \frac{V_w}{V_n}$	$S_r = \frac{G_s \rho w}{G_s(1 + w) - \rho}$	1. 说明土的饱水状态; 2. 砂土、黄土计算地基承载力
孔隙度 n	$n = \frac{V_n}{V}$	$n = 1 - \frac{\rho}{G_s(1 + w)}$	1. 计算地基承载力 2. 砂土估计密度和渗透系数; 3. 压缩试验整理资料
孔隙比 e	$e = \frac{V_n}{V_s}$	$e = \frac{G_s(1 + w)}{\rho} - 1$	1. 说明土中孔隙体积; 2. 换算 ρ' 、 e ;