

广东筑坝土料的 物理力学性质指标 资 料 汇 编

广东省水利水电科学研究所編

一九七五年五月

PDG

前 言

我省自1956年以后，兴建了不少土坝，在1958年以前多采用辗压法筑坝。1958年大跃进以后，多采用水中填土法筑坝。我省兴建的土坝所采用的土料以花岗岩风化土和砂岩风化土较多，在海南和湛江地区亦有采用玄武岩风化土的。

在群众性的筑坝工作过程中，积累了不少经验。我们搜集了有关筑坝土料的物理、力学性质的试验资料进行系统整理，对于筑坝土料的物理、力学性质取得了初步的成果。为了适应众群性水利建设的需要，对我省的主要筑坝土料花岗岩风化土、砂岩风化土在采用辗压法和水中填土法两种不同施工方法时，其达到的密度、湿度及力学性质指标的规律性，整理出平均值及范围值，以供设计和施工部门参考应用。

目 录

（一）筑坝土料的天然密度·····	（ 1 ）
（二）土坝填筑密度、湿度的确定·····	（ 4 ）
1. 辗压土坝·····	（ 4 ）
2. 水中填土坝·····	（ 13 ）
（三）关于筑坝土料的抗剪强度·····	（ 18 ）
（四）筑坝土料的压缩系数·····	（ 44 ）
（五）筑坝土料的渗透系数·····	（ 53 ）
（六）土坝坝坡稳定分析·····	（ 60 ）
（七）筑坝土料的物理力学性质指标选用举例·····	（ 80 ）
附录一：土的野外分类·····	（ 82后 ）
附录二：含水量试验·····	（ 83 ）
附录三：关于标准击数与工地辗压遍数的关系·····	（ 92 ）

(一) 筑坝土料的天然密度

筑坝土料的天然密度(干容重 γ_d)的大小与土料的颗粒组成及埋藏深度(覆盖荷重)有关。我们拟按土壤分类得知土料的天然干容重,从整理的结果来看,在粘土类中当粘粒含量愈多时,则天然干容重愈小;在壤土类中当粘粒含量愈多时,则天然干容重愈大;从粘粒含量与土料天然干容重的关系曲线图可得知重壤土类的天然干容重较大。根据土料天然干容重的规律性,作为选择筑坝土料的参考。

土料的天然干容重与颗粒组成的关系如表1~2,天然干容重与粘粒含量的关系如图1~2。

粘粒含量为10~15%即为轻壤土,粘粒含量为15~20%即为中壤土,粘粒含量为20~30%即为重壤土,粘粒含量大于30%即为粘土。图中曲线所示约为范围值,在一般情况下砾质土其天然干容重稍大。

因此,我们可以按土的野外分类方法(见附录一)对筑坝土料鉴别其土壤分类,并测定土料的天然容重、天然含水量,计算其天然干容重(容重、含水量的试验方法见附录二)。

花岗岩风化土 天然干容重与颗粒组成关系

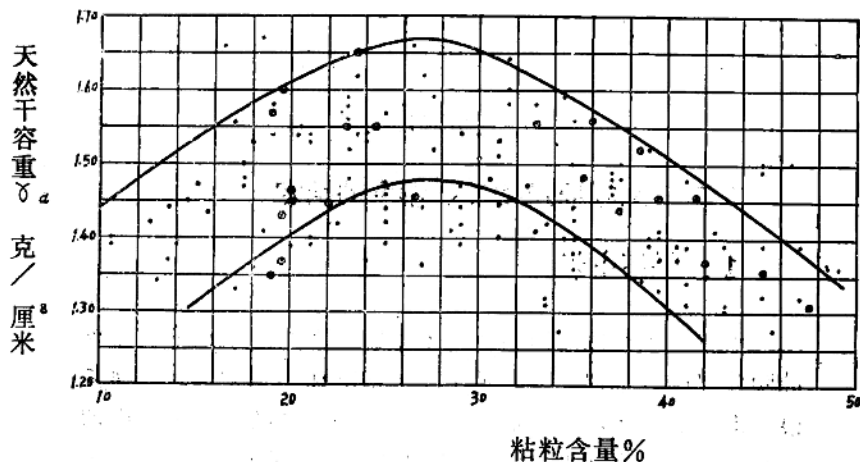
表 1		粘土类				(平均值)				壤土类			
土样 数量	天然 γ_d (克/厘米 ³)	颗 粒 组 成 %				土样 数量	天 然 γ_d (克/厘米 ³)	颗 粒 组 成 %					
		砾粒	砂粒	粉粒	粘粒			砾粒	砂粒	粉粒	粘粒		
79	1.36	5	24	30	41	28	1.36	11	42.5	27	19.5		
66	1.455	6.5	30.5	23.5	39.5	43	1.45	11	44	24.5	20.5		
33	1.54	9.5	34.5	23	33	43	1.57	12	52	15.5	20.5		
						14	1.66	8	52.5	17	22.5		

砂岩风化土 天然干容重与颗粒组成关系

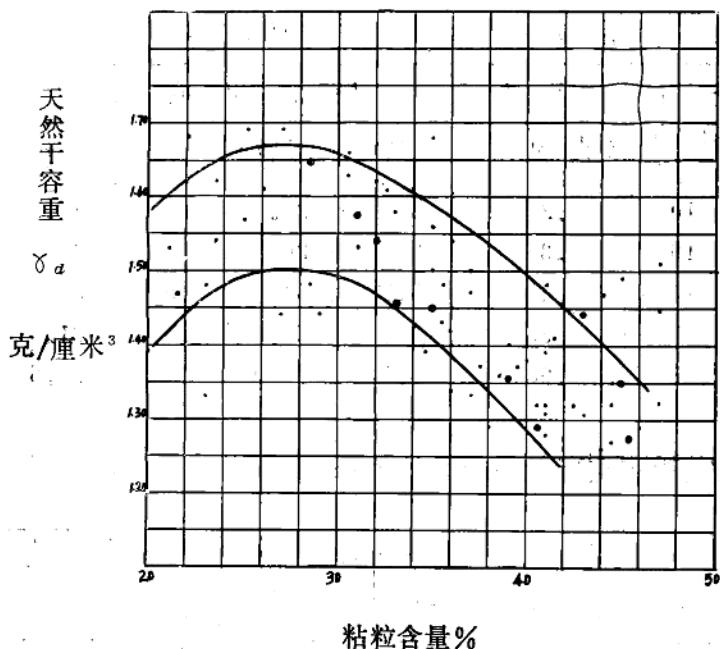
表 2 粘土类 (平均值)

土数	样量	天 然 γ_d (克/厘米 ³)	颗 粒 组 成 %			
			砾粒	砂粒	粉粒	粘粒
10		1.275	3	22.5	28	46.5
19		1.35	3	20	32	45
17		1.455	5.5	34	26.5	34
11		1.555	3	40.5	25	31.5
6		1.645	3.5	44	24	28.5

天然干容重与粘粒含量的关系 花岗岩风化土 图 1



天然干容重与粘粒含量的关系 砂岩风化土 图2



(二) 土坝填筑密度、湿度的确定

1. 碾压土坝

碾压土坝坝体的填筑密度(干容重)与压实功能、土料的颗粒组成有密切关系。碾压土坝的坝体填筑密度,一般系根据击实试验在规定击数下(粘土50击,重壤土40击,中壤土30击,轻壤土30击)所取得的最大干容重($\gamma_{d \max}$)来

确定。

我们在整理资料中得出击实试验的最大干容重与土料的天然干容重有一定的比例关系，土料的天然干容重与击实的最大干容重和颗粒组成的关系如表3~5。从表3~5说明随着土料天然干容重增大，其 $\frac{\gamma_{d\max}}{\gamma_{d\text{天}}}$ 的比值则减小。

综合母岩各土类的天然干容重与 $\frac{\gamma_{d\max}}{\gamma_{d\text{天}}}$ 的比值的 关系如表6及图3。

最大干容重与最优含水量、塑限的关系如表7~9及图4。

因此我们可以按土料的野外土壤分类和土料的天然干容重，选取适当的击实试验的最大干容重，作为辗压坝的坝体填筑干容重。根据击实的最大干容重，选取抗剪强度、压缩系数、渗透系数等指标，以便进行土坝设计。

关于轻辗压的坝体填筑密度，尚缺久统计资料，土坝的填筑密度稍大于天然干容重或与天然干容重相接近，按选用辗压工具而定。

(平均值)

壤土类

土样数量	天然 γ_d 克/厘米 ³	击实 γ_{dmax} 克/厘米 ³	$\frac{\gamma_{dmax}}{\gamma_d}$ 天	颗粒组成%				土样数量	天然 γ_d 克/厘米 ³	击实 γ_{dmax} 克/厘米 ³	$\frac{\gamma_{dmax}}{\gamma_d}$ 天	颗粒组成%			
				砾	砂	粉	粘					砾	砂	粉	粘
79	1.36	1.58	1.16	5	24	30	41	28	1.36	1.645	1.21	1142.5	27	19.5	
66	1.455	1.605	1.10	6.5	30.5	23.5	39.5	43	1.45	1.68	1.16	1144	24.5	20.5	
33	1.54	1.65	1.07	9.5	34.5	23	33	43	1.57	1.73	1.10	1252	15.5	20.5	
								14	1.66	1.74	1.05	852.5	17	22.5	

砂岩风化土 天然干容重与击实
最大干容重和颗粒组成关系

表 4 粘土类 (平均值)

土样 数量	天 然 γ_d 克/厘米 ³	击 实 γ_{dmax} 克/厘米 ³	γ_{dmax} $\gamma_{d天}$	颗粒组成%			
				砾	砂	粉	粘
10	1.275	1.49	1.17	3	22.5	28	46.5
19	1.35	1.52	1.125	3	20	32	45
17	1.455	1.60	1.10	5.5	34	28.5	34
11	1.555	1.655	1.065	3	40.5	25	31.5
6	1.645	1.72	1.045	3.5	44	24	28.5

不分母岩 天然干容重与击实干容重和顆粒組成

表 5 粘土类 (平均值) 壤土类

土 样 数 量	天然 γ_d 克/厘米 ³	击 实 γ_{dmax} 克/厘米 ³	γ_{dmax} γ_d 天	顆粒組成 %			土 样 数 量	天然 γ_d 克/厘米 ³	击 实 γ_{dmax} 克/厘米 ³	γ_{dmax} γ_d 天	顆粒組成 %		
				砾	砂	粉					砾	砂	粉
10	1.26	1.515	1.20	12.5	19	23.5	45						
11	1.36	1.56	1.15	11	24	21	44	3	1.37	1.61	27.5	35	21
9	1.45	1.585	1.09	7.5	29	23.5	40	11	1.46	1.67	20.5	33.5	22
5	1.54	1.65	1.07	9.5	33.5	19	38	8	1.55	1.70	16.5	41	20.5
													22

击实 天然干容重与 $\frac{\gamma_{dmax}}{\gamma_{d天}}$ 比值的关系
(综合母岩)

表 6 粘土 壤土

	天 然 γ_d 克/厘米 ³	$\frac{\gamma_{dmax}}{\gamma_{d天}}$	天 然 γ_d 克/厘米 ³	$\frac{\gamma_{dmax}}{\gamma_{d天}}$
大 值		1.206		1.210
平均值	1.25	1.191	1.35	1.197
小 值		1.176		1.184
大 值		1.162		1.164
平均值	1.35	1.148	1.45	1.152
小 值		1.133		1.140
大 值		1.118		1.120
平均值	1.45	1.104	1.55	1.107
小 值		1.090		1.094
大 值		1.074		1.074
平均值	1.55	1.060	1.65	1.061
小 值		1.046		1.048

击实 最大干容重与最优含水量、
塑限的关系

表 7

粘土

重壤土

土样 数量	最干容重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最优含水量 $W_{op}\%$	塑限 $W_p\%$	土样 数量	最干容重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最优含水量 $W_{op}\%$	塑限 $W_p\%$
30	1.50	27.6	29.5				
36	1.56	25.0	26.2				
44	1.65	21.8	23.9	17	1.68	20.2	22.0
8	1.75	17.7		14	1.77	17.4	19.0

击实 最大干容重与最优含水量、
塑限的关系

表 8

粘土

重壤土

最干容重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最优含水量 $W_{op}\%$	最干容重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最优含水量 $W_{op}\%$	最干容重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	塑限 $W_p\%$
1.49	27.8	1.45	28.0	1.55	27.6
1.565	24.3	1.55	24.5	1.65	23.6
1.665	21.1	1.65	21.0	1.75	19.5

(按64年广东地区土类物 (按图21 $\gamma_{dmax}-W_p$ 的
理力学性质……报告图20, 曲线)
 $\gamma_{dmax}-W_{op}$ 的曲线)

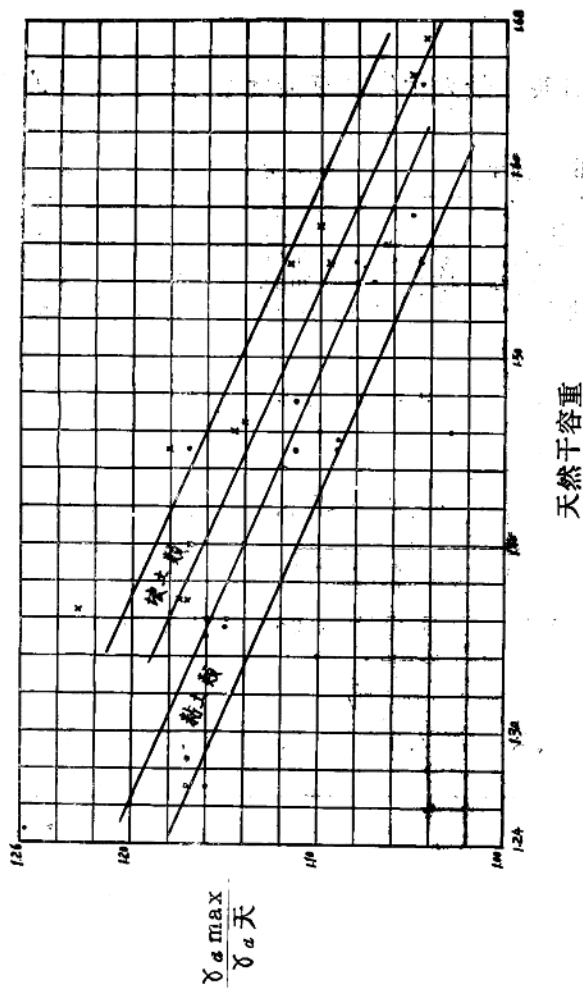
击实 最大干容重与最优含水量、塑限的关系

表9 粘土

重壤土

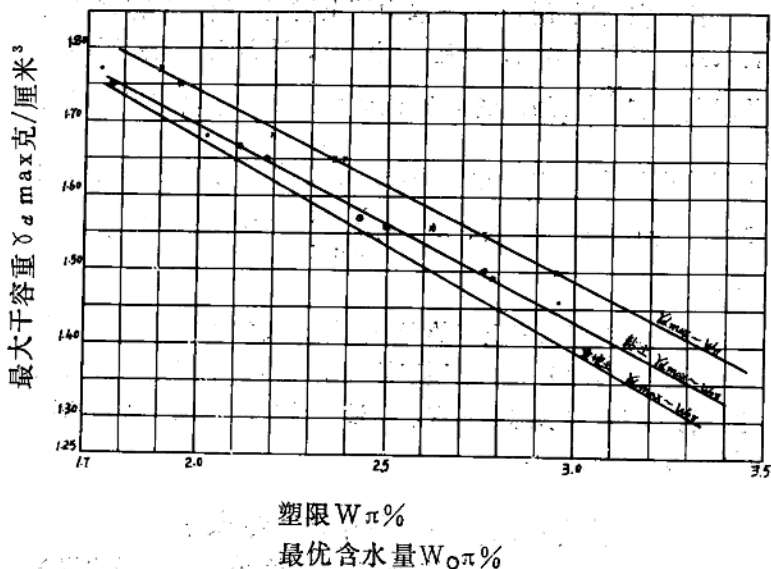
	最 大 干 容 重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最 优 含 水 量 $W_{op}\%$	最 大 干 容 重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	最 优 含 水 量 $W_{op}\%$	最 大 干 容 重 γ_{dmax} 克/厘米 ³	塑 限 $W_p\%$
平均值	1.45	29.3	1.45	28.0	1.45	31.4
平均值	1.55	25.5	1.55	24.5	1.55	27.4
平均值	1.65	21.6	1.65	21.0	1.65	23.5
平均值	1.75	17.9	1.75	17.5	1.75	19.6

碾压土坝（击实） 粘土类·壤土类 × 图 3



击实 最大干容重与塑限、最优含水量关系

图 4



2. 水中填土坝

水中填土坝坝体填筑密度(干容重)一般按现场填筑试验来确定。填筑干容重的大小与施工时的填土厚度、水深土厚比、浸水时间等因素有关,同时随着坝体升高,填筑土体荷重的增加,使土体逐渐压密,干容重逐渐增大。在同一施工条件下,坝体填筑干容重与土料的颗粒组成有关。过去水中填土坝坝体的填筑干容重,一般按土料天然干容重的

95%来确定, 制备试体以便进行测定力学性试验的性质指标。

我们在整理资料中得出水中填土坝坝体填筑干容重与土料天然干容重的比值并非是一固定值。随着土料天然干容重的增大, 而 $\frac{\gamma_{a\text{填}}}{\gamma_{a\text{天}}}$ 的比值减小。水中填土坝坝体填筑干容重与土料的天然干容重的关系见表10~11。填筑干容重与颗粒组成的关系如表12, 天然干容重与 $\frac{\gamma_{a\text{填}}}{\gamma_{a\text{天}}}$ 比值的关 系如表13及图5。

因此我们可以按土料的野外土壤分类和土料的天然干容重, 选取适当的水中填土坝坝体控制和填筑干容重, 根据坝体控制干容重选取抗剪强度、压缩系数、渗透系数等指标, 以便进行土坝设计。

花岗岩风化土天然干容重与水中

表10 填土坝填筑干容重的关系 (平均值)

工 程 名 称	填 筑 层 次	天 然 γ_a 克/厘米 ³	填 筑 γ_a 克/厘米 ³	$\frac{\gamma_{a\text{填}}}{\gamma_{a\text{天}}}$
九湾潭	22	1.37	1.34	0.977
七星墩	12	1.37	1.335	0.975
茂 墩	7	1.35	1.29	0.955
九湾潭	24	1.465	1.36	0.927
七星墩	8	1.44	1.38	0.955
茂 墩	35	1.43	1.36	0.95