

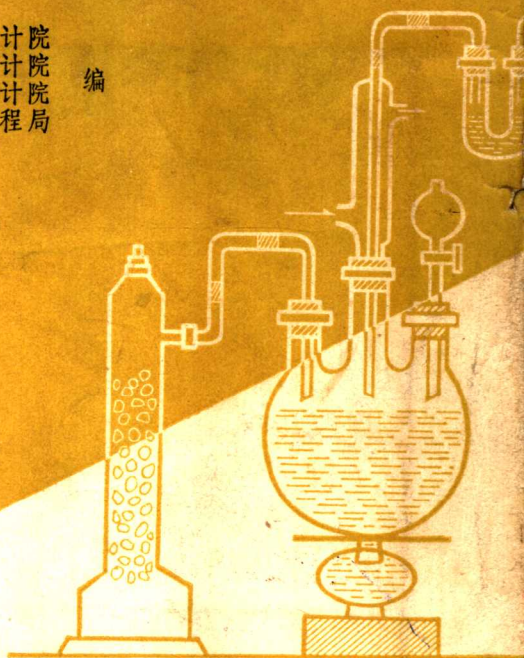
铁路工程地质 试验方法

铁道部

院院院
计计计
设设设
工工程程

第第第
一一一
二二二
三三三
四四四

编



人 民 铁 道 出 版 社

铁路工程地质试验方法

铁道部

第一设计院
第二设计院
第三设计院
第四工程局

人 民 铁 道 出 版 社

1977年·北京

内 容 简 介

本书按照铁路工程设计及施工的要求,对各项工程地质试验的操作方法及计算作较详细的说明。全书共分土工试验、岩石试验、土岩化学性质和粘土矿物鉴定、水质分析等四篇,以及附录,可供铁路工程地质试验人员参考。

铁路工程地质试验方法

铁道部 第一设计院、第二设计院 编
第三设计院、第四工程局

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 11.375 插页: 2 字数: 255千

1977年6月 第1版

1977年6月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—6,000册 定价(科三): 0.95元

前 言

铁路工程地质试验，是铁路工程地质工作中的一项重要组成部分。多年来，在毛主席革命路线的指引下，经过了无产阶级文化大革命，铁路工程地质试验工作有了很大发展。随着铁路建设事业的不断发展，对于此项工作势必还要提出更多更高的要求。为此，我们归纳、总结了铁路工程地质试验工作的经验，并吸取了水电、冶金、地质等部门的先进工作方法，汇编了《铁路工程地质试验方法》一书，供铁路工程地质试验工作人员参考。

本书共分四篇计二十三章。第一篇为土工试验，第二篇为岩石试验，第三篇为土、岩化学分析和粘土矿物鉴定，第四篇为水质分析。各篇主要内容，包括有简要说明，各种试验方法的仪器设备、试验（分析）步骤、成果整理等。

在编写过程中，我们进行了比较广泛的调查研究，并得到了路内外许多单位的大力支持和帮助，对此我们表示诚挚的谢意。

限于我们的政治思想水平和业务能力，本书错漏和不当之处在所难免，请读者在参阅过程中随时提出纠正和改进意见，径寄天津市铁道部第三设计院。

编 者

1976年 8 月

目 录

第一篇 土工试验	1
第一章 技术要求	1
第一节 土样采取.....	1
第二节 试样制备.....	1
第三节 单位和精度.....	3
第四节 成果整理.....	3
第二章 物理性质	11
第一节 含水量.....	11
第二节 容重.....	14
第三节 比重.....	18
第四节 液限.....	22
第五节 塑限.....	23
第六节 颗粒分析.....	24
第七节 相对密度.....	38
第八节 毛细水上升高度.....	40
第三章 力学性质	42
第一节 压缩试验.....	42
第二节 快速压缩试验.....	46
第三节 黄土(黄土类土)压缩试验.....	48
第四节 三轴剪力试验.....	51
第五节 直剪试验.....	59
第六节 多次直剪试验.....	69
第七节 十字板剪力试验.....	70

第八节 无侧限抗压强度	72
第九节 休止角	76
第十节 夯实	77
第四章 水理性质	79
第一节 渗透	79
第二节 湿化	85
第三节 膨胀	87
第四节 收缩界限	89
第二篇 岩石试验	91
第一章 技术要求	91
第一节 岩样采取	91
第二节 试样制备	93
第三节 单位和精度	94
第四节 成果整理	95
第二章 物理性质	96
第一节 吸水率	96
第二节 容重	97
第三节 比重	99
第四节 抗冻	99
第三章 力学性质	101
第一节 抗压强度	101
第二节 抗剪强度	103
第三节 抗剪断强度	104
第四节 抗切	106
第五节 弹性模量	107
第四章 集料	115
第一节 级配	115
第二节 容重	117

第三节	比重	118
第四节	含泥量	119
第五节	有机物	120
第六节	硫化物	121
第七节	云母含量	122
第八节	压碎试验	123
第九节	吸水率	124
第十节	针、片状颗粒含量	125
第十一节	软弱颗粒含量	125
第十二节	抗冻	126
第十三节	抗压	127
第五章	道碴	127
第一节	初度	128
第二节	磨耗	129
第三节	抗冻	130
第四节	级配	130
第五节	洁净度	130
第六节	软弱颗粒含量	133
第七节	石英颗粒含量	133
第八节	玻璃、多孔海绵状晶体含量	133
第九节	矿滓模量	134
第十节	石灰、铁质分解	134
第十一节	容重	135
第三篇	土、岩化学性质和粘土矿物鉴定	136
第一章	技术要求	136
第一节	试样的采取	136
第二节	标准样品与试样保存	137
第三节	分析结果采用单位, 精度和误差	138

第四节	采用的试剂品级和标定的精度	140
第五节	容量法标准溶液浓度与滴定消耗 值的规定	140
第六节	蒸馏水或去离子水的水质要求	141
第二章	试剂配制与标定	141
第一节	基准溶液	141
第二节	标准溶液	143
第三节	特殊试剂	148
第四节	染色分析试剂	152
第三章	土壤水、灼减及有机质测定	153
第一节	试样制备	153
第二节	H_2O^- 的测定	153
第三节	H_2O^+ 的测定	154
第四节	灼减	156
第五节	有机质	156
第四章	土中易溶盐的分析(适用于盐渍土)	159
第一节	试样制备	159
第二节	分析项目	160
第三节	分析方法	160
第四节	计算方法	160
第五章	土中溶盐(石膏)的分析	161
第一节	试样制备	161
第二节	水浸提液中 SO_4^{--} 的测定	162
第三节	盐酸浸提液中 SO_4^{--} 的测定	162
第四节	石膏含量的计算	163
第六章	土中难溶盐(CaCO_3)的测定	163
第一节	试样制备	163
第二节	难溶盐的测定	163

第七章 土的矿物组成的化学分析	169
第一节 试样制备	169
第二节 试样熔融与 SiO_2 的测定	169
第三节 R_2O_3 的测定	172
第四节 Al_2O_3 的测定	174
第五节 Fe_2O_3 的测定	176
第六节 MnO 的测定	178
第七节 TiO_2 的测定	180
第八节 P_2O_5 的测定	181
第九节 CaO 、 MgO 的测定	184
第十节 Na_2O 、 K_2O 的测定	187
第八章 土的代换性阳离子的测定	192
第一节 试样制备	192
第二节 试样的代换淋洗	192
第三节 代换性盐基总量的测定	194
第四节 代换性 Ca^{++} 、 Mg^{++} 的测定	195
第五节 代换性 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 的测定	197
第六节 代换性 H^+ 的测定	197
第七节 代换性阳离子总量的测定	197
第八节 盐基饱和度	199
第九章 岩石的化学性质	199
第一节 试样制备	199
第二节 灼减, H_2O^- 、 H_2O^+ 的测定	200
第三节 水不溶物的测定	200
第四节 酸不溶物的测定	200
第五节 二氧化碳的测定	201
第六节 试样熔融与 SiO_2 的测定	202
第七节 R_2O_3 的测定	202

第八节	Al_2O_3 的测定	202
第九节	Fe_2O_3 的测定	202
第十节	MnO 的测定	202
第十一节	TiO_2 的测定	202
第十二节	P_2O_5 的测定	203
第十三节	CaO 、 MgO 的测定	203
第十四节	K_2O 、 Na_2O 的测定	203
第十五节	FeO 的测定	203
第十六节	SO_4^{--} 总量的测定	204
第十七节	Cl^- 的测定	206
第十章	粘土矿物鉴定	207
第一节	试样制备	207
第二节	化学分析	211
第三节	染色分析	213
第四节	代换性阳离子总量的测定	220
第五节	热谱分析	224
第六节	X射线分析	235
第四篇	水质分析	247
第一章	技术要求	247
第一节	试样采取	247
第二节	分析程序与水样的存放	248
第三节	各分析项目加药固定方法	249
第四节	分析结果采用单位及其精度	250
第五节	容量法采用试剂浓度及滴定消耗值的规定	251
第六节	蒸馏水或去离子水的质量	252
第二章	试剂配制与标定	252
第一节	基准溶液	252

第二节	标准溶液配制与标定	254
第三节	其它试剂与特殊试剂	261
第三章	水的物理性质	266
第一节	色度	266
第二节	浑浊度	268
第三节	臭和味	270
第四节	悬浮物	271
第五节	悬浮物的沉淀性	272
第六节	溶解性固体(蒸发残渣)	276
第七节	矿化度	278
第四章	水的化学性质	280
第一节	pH 值(氢离子浓度)	280
第二节	游离二氧化碳	283
第三节	硫化氢	286
第四节	耗氧量	289
第五节	碱度和 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 OH^-	291
第六节	酸度(总酸度和无机酸度)	295
第七节	侵蚀性二氧化碳	297
第八节	氯化物	298
第九节	硫酸盐	301
第十节	硬度和钙、镁	308
第十一节	钾和钠	313
第十二节	硅的测定	316
第十三节	铬	318

附 录

一、技术标准	322
二、土、岩分析成果汇总和技术检查内容	332
三、水质分析成果汇总和技术检查内容	333

四、化学分析有关计算公式及试剂配制实例	338
五、粘土矿物化学构造式及化学式计算实例	343
六、主要元素原子量表	348
七、铁路工程地质试验符号注释	349

第一篇 土工试验

第一章 技术要求

第一节 土样采取

对土工建筑物或建筑物基础的稳定性作工程地质评价，或采取加强其稳定性的措施，都需要取得能够代表土的物理力学性的资料。所以在确定的勘探点中，应选择具有代表性的土样，进行土工试验，以取得土的物理力学性指标。

土工试验的项目，应根据工程种类选定，并由地质人员填写试验项目表，一并交试验室。选用有关试验项目的试验条件，应尽量符合现场实际。对于土样的数量及规格，应根据设计需要及试验室要求决定，一般要求如表一1所列。

采取土样须以挖探、钻探、洛阳铲等手段规格要求进行。土样应尽量缩短存放时间，在运途中应避免日晒和振动，以保持土样的天然状态结构和含水量。

第二节 试样制备

一、对密封的原状土或扰动土均应储于阴凉潮湿处，严禁暴晒和冻结。

二、试样制备与试验的配合程序

1. 将签收的试样进行统一编号，并按工程性质编写报告号。

2. 按编号顺序及试验项目单上要求试验项目依次进行

开土及试验。开土后立即进行天然含水量及天然容重试验，天然容重试验可结合力学、水理试验项目（如压缩、剪切、渗透等）进行。当力学项目取足试件后，可进行土样描述，包括颜色、状态、土类、结构、层次、气味、夹杂物等。切取试件时，在保证质量的前提下应尽量节省试样，将取完试件后所余之原状土以扰动湿土包围好存于样品筒内，以备复查试验结果时使用。

3. 对于不含粗颗粒之粘性土，若湿度近似塑限可直接进行液限、塑限试验。

4. 对不同试验项目之扰动土样应分别经过以下预备程序：土的风干、碎散、过筛、匀土、分样、烘干及贮存等。对于风干之块状扰动土，用碎石机或在橡皮板上用木滚碾碎，但勿轧碎粗颗粒。不同试验项目所需粒径，分别取碎散后的均匀试样过筛，将其小于筛径之颗粒全部通过，不得将筛上粗颗粒倒回原土样。将不同粒径筛下试样分别置于容器中烘干。按试验要求经过烘干、浸润、浸泡后进行物理性试验。

5. 风干后的过筛扰动土，可按任一密度和湿度配制重塑土的力学、水理试件进行试验。

(1) 制备重塑土试件所需的总土重按下式计算：

$$a_0 = (1 + 0.01W_0) \cdot \gamma_d \cdot V$$

式中： a_0 ——制备试件所需总土重（克）；

W_0 ——风干含水量或天然含水量（%）；

γ_d ——制备试件所要求的干容重（克/厘米³）；

V ——计算出的击实土样体积或压样器、击样器所用环刀容积（厘米³）。

(2) 制备重塑土试件所需的加水重按下式计算：

$$d_w = \frac{d_0}{(1 + 0.01W_0)} \times 0.01(W - W_0)$$

式中: d_w ——土样所需的加水重 (克);

d_o ——风干后土样重 (克);

W_o ——风干后土样含水量 (%);

W ——土样所要求的含水量 (%).

原状土与重塑土力学试件, 均可经不同饱和方法使其达到所需之饱和度进行力学试验。

三、按土的性质选定饱和方法

1. 砂性土: 可直接在仪器内浸水饱和。

2. 较易透水 (即渗透系数大于 10^{-4} 厘米/秒) 的粘性土: 采用毛细水饱和法较为方便。

3. 不易透水 (即渗透系数小于 10^{-4} 厘米/秒) 的粘性土: 采用真空饱和法较为方便。

第三节 单位和精度

各土工试验项目的计算单位和精度等, 如表—2 所列。

第四节 成果整理

按铁路工程地质试验的一般要求, 先将土工试验的成果汇总于报告表中。表的前面一部分为物理试验指标, 中间部分为力学试验指标; 后一部分为水理试验指标。再将基本的计算指标, 例如天然孔隙比、饱和度、液性指数、相对密度等, 插列在各部分的适当位置, 一般应考虑到连续关系和便于计算。对于特殊工程试验及特殊土或科研项目, 其成果汇总报告表可自行规定。

一、根据试验结果按土分类的规定定名。

二、土基本指标的换算

1. 天然孔隙比的计算,

天然状态下, 土中孔隙的体积和矿物部分体积之比值称

表—2

试验项目	仪器校正精度			试验精度			成果整理		
	长度	重量	容量	长度	重量	容量	单位	精度	允许误差
比重		0.001克			0.001克			0.01	0.02
含水量		0.01克			0.01克		%	0.1	2.0
容重	0.01厘米	0.1克	0.1厘米 ³	0.01厘米	0.01克	0.1厘米 ³	克/厘米 ³	0.01	0.03
液限		0.01克			0.01克		%	0.1	2.0
塑限		0.01克			0.01克		%	0.1	2.0
最大孔隙比		克	厘米 ³		克	厘米 ³		0.001	
相对密度								0.01	
筛分析		克			克		%	0.1	1.0
比重计法		0.01克			0.1克		%	0.1	
细颗粒分析 工地法		0.01克			0.01克		%	0.1	
固结试验	0.0001厘米	0.1克	0.1厘米 ³	0.001厘米	0.1克	0.1厘米 ³	厘米	0.001	

续上表

试验项目	仪器校正精度			试验精度			成果整理		
	长度	重量	容量	长度	重量	容量	单位	精度	允许误差
直剪	0.01毫米	0.1克	0.1厘米 ³	0.01毫米	0.1克	0.1厘米 ³	$\frac{\varphi}{C}$ 度/厘米 ²	0.5° 0.01	
三轴剪	0.01毫米	0.1~1克	0.1厘米 ³	0.01毫米	0.1~1克	0.1厘米 ³	$\frac{\varphi}{C}$ 度/厘米 ²	0.5° 0.01	
十字板剪力	0.01毫米			0.01毫米			C公斤/厘米 ²	0.01	
无侧限抗压强度	0.01毫米	0.1克	0.1厘米 ³	0.01毫米	0.1克	0.1厘米 ³	公斤/厘米 ²	0.1	
休止角	0.1厘米			0.1厘米			度	0.1	
夯实		克	0.1厘米 ³		克	0.1厘米 ³	$\frac{\gamma_c}{W}$ 克/厘米 ³ %	0.01 0.1	
渗透	0.1厘米	0.1克	0.1厘米 ³	0.1厘米	0.1克	0.1厘米 ³	10 ⁻¹ 厘米/秒	0.01	
湿化							%	1.0	
膨胀	0.01毫米	0.01克	0.1厘米 ³	0.01毫米	0.01克	0.1厘米 ³	%	0.1	
收缩界限		0.01克	0.1厘米 ³		0.01克	0.1厘米 ³	%	0.1	