

JTJ

中华人民共和国行业标准

JTJ 051-93

公路土工试验规程

Test Methods of Soils for Highway Engineering

93-06-05 发布

1993-12-01 实施

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

公路土工试验规程

Test Methods of Soils for Highway Engineering

JTJ 051-93

主编部门:交通部公路科学研究所

批准部门:交通部

施行日期:1993年12月1日

人民交通出版社

1993·北京

内容提要

本规程是为了测定土的基本工程性质,统一试验方法,并为公路工程设计和施工提供可靠的计算指标和参数制定。内容包括总则、土的工程分类及土样和试样制备、含水量、密度、颗粒分析等 68 个试验。适用于公路各类工程的地基土、路基土、填筑土及其它路用土的基本工程性质试验。

本规程可供公路科研、设计、施工单位及有关土木工程单位使用,也可供大专院校公路、桥梁专业及土木工程专业师生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路土工试验规程 JTJ 051—93/交通部公路科学
研究所主编.-北京:人民交通出版社,1997 重印

ISBN 7-114-01825-8

I.公… II.交… III.道路路基-土工试验-规程-中
国 IV.U416.03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 04493 号

中华人民共和国行业标准

公路土工试验规程

JTJ 051—93

交通部公路科学研究所 主编

责任编辑:沈鸿雁

插图设计:王惠茹 正文设计:乔文平 责任校对:郭晓丽

责任印制:杨柏力

人民交通出版社出版发行

(100011 北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本:850×1168 1/32 印张:11.875 插页:1 字数:315 千

1993 年 12 月 第 1 版

2005 年 10 月 第 23 次印刷

印数:164001—170000 册 定价:25.00 元

ISBN 7-114-01825-8

U · 01212

关于发布交通行业标准 《公路土工试验规程》的通知

交工发〔1993〕583号

现批准、发布《公路土工试验规程》(编号为JTJ 051—93)作为交通行业标准,自1993年12月1日起实行。1985年我部发布的《公路土工试验规程(JTJ 051—85)》同时废止。

该规程由交通部公路科学研究所负责解释。希各单位在实践中注意积累资料,总结经验,及时将发现的问题和修改意见函告部公路科学研究所,以便修订时参考。

中华人民共和国交通部

1993年6月5日

土工试验常用名词、符号和单位说明

名词、术语	符号	单位	名词、术语	符号	单位
时间	t	d, min, s	单位渗透流量	q	cm^3/s
温度(摄氏制)	T	$^{\circ}\text{C}$	承载比	CBR	%
含水量	w	%	压缩系数	a	kPa^{-1}
湿土质量	m	g, kg	体积压缩系数	a_v	kPa^{-1}
干土质量	m_s	g, kg	压缩模量	E_s	kPa
湿密度	ρ	$\text{g}/\text{cm}^3, \text{kg}/\text{m}^3$	回弹模量	E_o	kPa
干密度	ρ_d	$\text{g}/\text{cm}^3, \text{kg}/\text{m}^3$	固结系数	C_v	cm^2/s
土粒密度	ρ_s	$\text{g}/\text{cm}^3, \text{kg}/\text{m}^3$	固结度	U	%
土粒比重	G_s		时间因数	T_v	
孔隙比	e		相对下沉系数	i_m	
孔隙率	η	%	垂直压力	p	kPa
饱和度	S_r	%	轴向应变	ϵ_1	%
土粒直径	d	mm	大主应力	σ_1	kPa
水的动力粘滞系数	η	$\text{kPa} \cdot \text{s}$	周围压力	σ_3	kPa
砂的相对密实度	D_r		正应力	σ	kPa
最大孔隙比	e_{\max}		孔隙水压力	u	kPa
最小孔隙比	e_{\min}		凝聚力	c	kPa
最大干密度	$\rho_{d\max}, \rho_0$	$\text{g}/\text{cm}^3, \text{kg}/\text{m}^3$	内摩擦角	φ	($^{\circ}$)
最小干密度	$\rho_{d\min}$	$\text{g}/\text{cm}^3, \text{kg}/\text{m}^3$	剪应力	τ	kPa
液限	w_L	%	抗剪强度	S	kPa
塑限	w_p	%	原状土无侧限抗压强度	q_u	kPa
塑性指数	I_p		重塑土无侧限抗压强度	q_u'	kPa
缩限	w_s	%	灵敏度	s_t	
稠度	w_c				
体缩率	e_s	%			
最佳含水量	w_b	%			
自由膨胀率	F_s	%			
渗透系数	K	cm/s			
渗透速度	V	cm/s			
渗透流量	Q	cm^3			

目 录

1	总则	(1)
2	土的工程分类 (M 0101-93)	(2)
	2.1 一般规定	
	2.2 巨粒土分类	
	2.3 粗粒土分类	
	2.4 细粒土分类	
	2.5 特殊土分类	
	2.6 土的简易鉴别、分类和描述	
3	土样的采集、运输和保管 (T 0101-93)	(16)
4	土样和试样制备 (T 0102-93)	(22)
5	含水量试验	(31)
	5.1 烘干法 (T 0103-93)	
	5.2 酒精燃烧法 (T 0104-93)	
	5.3 比重法 (T 0105-93)	
	5.4 碳化钙气压法 (T 0106-93)	
6	密度试验	(40)
	6.1 环刀法 (T 0107-93)	
	6.2 电动取土器法 (T 0108-93)	
	6.3 蜡封法 (T 0109-93)	
	6.4 灌水法 (T 0110-93)	
	6.5 灌砂法 (T 0111-93)	
7	比重试验	(56)
	7.1 比重瓶法 (T 0112-93)	
	7.2 浮称法 (T 0113-93)	
	7.3 虹吸筒法 (T 0114-93)	
8	颗粒分析试验	(64)
	8.1 筛分法 (T 0115-93)	
	8.2 比重计法 (T 0116-93)	

8.3	移液管法 (T 0117-93)	
9	界限含水量试验	(80)
9.1	液限塑限联合测定法 (T 0118-93)	
9.2	滚搓法塑限试验 (T 0119-93)	
9.3	缩限试验 (T 0120-93)	
10	收缩试验 (T 0121-93)	(89)
11	天然稠度试验 (T 0122-93)	(93)
12	砂的相对密度试验 (T 0123-93)	(97)
13	膨胀试验	(102)
13.1	自由膨胀率试验 (T 0124-93)	
13.2	无荷载膨胀量试验 (T 0125-93)	
13.3	有荷载膨胀量试验 (T 0126-93)	
13.4	膨胀力试验 (T 0127-93)	
14	毛细管水上升高度试验 (T 0128-93)	(113)
15	渗透试验	(118)
15.1	常水头渗透试验 (T 0129-93)	
15.2	变水头渗透试验 (T 0130-93)	
16	击实试验 (T 0131-93)	(128)
17	粗粒土和巨粒土最大干密度试验	(136)
17.1	振动台法 (T 0132-93)	
17.2	表面振动压实仪法 (T 0133-93)	
18	承载比 (CBR) 试验 (T 0134-93)	(149)
19	回弹模量试验	(158)
19.1	承载板法 (T 0135-93)	
19.2	强度仪法 (T 0136-93)	
20	固结试验	(167)
20.1	单轴固结仪法 (T 0137-93)	
20.2	快速试验法 (T 0138-93)	
21	黄土湿陷试验 (T 0139-93)	(179)
22	直接剪切试验	(183)
22.1	粘质土的慢剪试验 (T 0140-93)	
22.2	粘质土的固结快剪试验 (T 0141-93)	

22.3	粘质土的快剪试验 (T 0142-93)	
22.4	砂类土的直剪试验 (T 0143-93)	
23	三轴压缩试验	(192)
23.1	不固结不排水试验 (T 0144-93)	
23.2	固结不排水试验 (T 0145-93)	
23.3	固结排水试验 (T 0146-93)	
24	粗粒土大三轴剪切试验 (T 0147-93)	(209)
25	无侧限抗压强度试验 (T 0148-93)	(220)
26	酸碱度试验 (T 0149-93)	(225)
27	烧失量试验 (T 0150-93)	(227)
28	有机质含量试验 (T 0151-93)	(229)
29	易溶盐试验	(233)
29.1	待测液的制备 (T 0152-93)	
29.2	易溶盐总量的测定 (质量法) (T 0153-93)	
29.3	碳酸根及碳酸氢根的测定 (T 0154-93)	
29.4	氯根的测定——硝酸银滴定法 (T 0155-93)	
29.5	氯根的测定——硝酸汞滴定法 (T 0156-93)	
29.6	钙和镁离子的测定——EDTA 配位滴定法 (T 0157-93)	
29.7	硫酸根的测定——质量法 (T 0158-93)	
29.8	硫酸根的测定——EDTA 间接配位滴定法 (T 0159-93)	
29.9	钠和钾离子的测定——火焰光度法 (T 0160-93)	
30	中溶盐石膏试验 (盐酸浸提硫酸钡质量法) (T 0161-93)	(255)
31	难溶盐碳酸钙试验 (气量法) (T 0162-93)	(258)
32	阳离子交换量试验	(261)
32.1	EDTA——铵盐快速法 (T 0163-93)	
32.2	草酸铵——氯化铵法 (T 0164-93)	
33	矿物成分试验	(268)
33.1	硅的测定 (T 0165-93)	
33.2	倍半氧化物 (R_2O_3) 总量的测定 (T 0166-93)	
33.3	铁和铝的测定 (T 0167-93)	
33.4	钙和镁的测定 (T 0168-93)	

附录 A	试验成果的分析整理方法	(280)
附录 B	土类的名称和代号	(286)
附录 C	各项试验结果的允许差	(288)
附录 D	二氧化碳密度表 ($\mu\text{g}/\text{mL}$)	(291)
附加说明		(292)

公路土工试验规程条文说明

修订说明		(294)
1	总则	(296)
2	土的工程分类	(296)
2.1	一般规定	(296)
2.2	巨粒土分类	(298)
2.3	粗粒土分类	(299)
2.4	细粒土分类	(299)
2.5	特殊土分类	(302)
2.6	土的简易鉴别分类和描述	(302)
3	土样的采集、运输和保管	(303)
4	土样和试样制备	(304)
5	含水量试验	(304)
5.1	烘干法	(305)
5.2	酒精燃烧法	(305)
5.3	比重法	(305)
5.4	碳化钙气压法	(306)
6	密度试验	(309)
6.1	环刀法	(309)
6.2	电动取土器法	(310)
6.3	蜡封法	(310)
6.4	灌水法	(311)
6.5	灌砂法	(312)

7	比重试验	(313)
7.1	比重瓶法	(313)
7.2	浮称法	(315)
7.3	虹吸筒法	(315)
8	颗粒分析试验	(316)
8.1	筛分法	(316)
8.2	比重计法	(316)
8.3	移液管法	(319)
9	界限含水量试验	(320)
9.1	液限塑限联合测定法	(320)
9.2	滚搓法塑限试验	(325)
9.3	缩限试验	(326)
10	收缩试验	(326)
11	天然稠度试验	(327)
12	砂的相对密实度试验	(329)
13	膨胀试验	(330)
13.1	自由膨胀率试验	(330)
13.2	无荷载膨胀量试验	(331)
13.3	有荷载膨胀量试验	(332)
13.4	膨胀力试验	(333)
14	毛细管水上升高度试验	(334)
15	渗透试验	(335)
15.1	常水头渗透试验	(335)
15.2	变水头渗透试验	(336)
16	击实试验	(337)
17	粗粒土和巨粒土最大干密度试验	(339)
17.1	振动台法	(339)
17.2	表面振动压实仪法	(343)
18	承载比 (CBR) 试验	(343)
19	回弹模量试验	(345)
19.1	承载板法	(345)
19.2	强度仪法	(346)

20	固结试验	(347)
20.1	单轴固结仪法	(347)
20.2	快速试验法	(348)
21	黄土湿陷试验	(348)
22	直接剪切试验	(349)
22.1	粘质土的慢剪试验	(349)
22.2	粘质土的固结快剪试验	(350)
22.3	粘质土的快剪试验	(351)
22.4	砂类土的直剪试验	(351)
23	三轴压缩试验	(351)
23.1	不固结不排水试验	(351)
23.2	固结不排水试验	(353)
23.3	固结排水试验	(354)
24	粗粒土大三轴剪切试验	(354)
25	无侧限抗压强度试验	(357)
26	酸碱度试验	(358)
27	烧失量试验	(358)
28	有机质试验	(359)
29	易溶盐试验	(359)
29.1	待测液的制备	(359)
29.2	易溶盐总量的测定(质量法)	(360)
29.3	碳酸根及碳酸氢根的测定	(360)
29.4	氯根的测定——硝酸根滴定法	(361)
29.5	氯根的测定——硝酸汞滴定法	(361)
29.6	钙和镁离子的测定——EDTA 配位滴定法	(361)
29.7	硫酸根的测定——质量法	(361)
29.8	硫酸根的测定——EDTA 间接配位滴定法	(361)
29.9	钠、钾离子的测定——火焰光度法	(361)
30	中溶盐石膏试验(盐酸浸提硫酸钡质量法)	(362)
31	难溶盐碳酸钙试验(气量法)	(362)
32	阳离子交换量试验	(363)
32.1	EDTA——铵盐快速法	(363)

32.2	草酸铵—氯化铵法	(363)
33	矿物成分试验	(363)
33.1	硅的测定	(363)
33.2	倍半氧化物 (R_2O_3) 总量的测定	(364)
33.3	铁和铝的测定	(364)
33.4	钙和镁的测定	(365)

1 总 则

1.0.1 为测定土的基本工程性质，统一试验方法，并为公路工程设计和施工提供可靠的计算指标和参数，特制订本规程。

1.0.2 本规程适用于公路各类工程的地基土、路基土、填筑土及其它路用土的基本工程性质试验。

1.0.3 为各项工程的设计施工提供符合实际情况的各种土性指标，应编制合理的试验方案，采集代表性的试样，测算准确的数据和进行正确的资料分析整理。

1.0.4 土工试验资料的分析整理，应通过对样本（试验测得的数据）的研究来估计总体（土体单元）的特征及其变化的规律性，使土工试验的成果为工程设计施工提供准确可靠的土性指标。试验成果的分析整理方法应按附录 A 进行。

1.0.5 与本规程相关及引用的标准为：《土工试验方法标准 GBJ123—88》和《土的分类标准 GBJ145—90》。

2 土的工程分类

(M 0101-93)

2.1 一般规定

2.1.1 土的工程分类（简称‘分类’）适用于公路工程用土的鉴别、定名和描述，以便对土的性状作定性评价。

2.1.2 应以土的下列特征作为土分类依据：

2.1.2.1 土颗粒组成特征。

2.1.2.2 土的塑性指标：液限（ w_L ）、塑限（ w_P ）和塑性指数（ I_P ）。

2.1.2.3 土中有机质存在情况。

2.1.3 本‘分类’应按筛分法（T 0115-93）确定各粒组的含量；按液限塑限联合测定法（T 0118-93）确定液限和塑限；按本规程 2.4.8 判别有机质存在情况。

2.1.4 土的颗粒应根据图 2.1.4 所列粒组范围划分粒组。

200		60		20		5		2		0.5		0.25		0.074		0.002 (mm)			
巨粒组				粗粒组								细粒组							
漂石 (块石)		卵石 (小块石)		砾 (角砾)			砂			粗		中		细		粉粒		粘粒	
粗		中		细															

图 2.1.4 粒组划分图

2.1.5 本‘分类’将土分为巨粒土、粗粒土、细粒土和特殊土，分类总体系见图 2.1.5。

2.1.6 土颗粒组成特征应以土的级配指标的不均匀系数（ C_u ）和

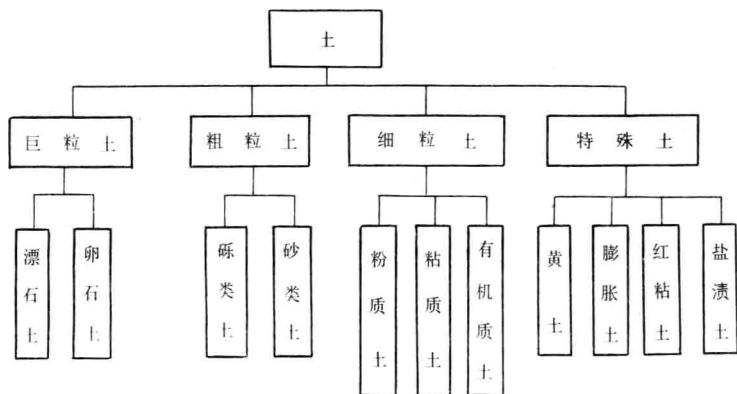


图 2.1.5 土分类总体系

曲率系数 (C_c) 表示:

不均匀系数 C_u 反映粒径分布曲线上的土粒分布范围, 按下式计算:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (2.1.6-1)$$

曲率系数 C_c 反映粒径分布曲线上的土粒分布形状, 按下式计算:

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{10} \times d_{60}} \quad (2.1.6-2)$$

式中: d_{10} 、 d_{30} 和 d_{60} 分别为土的粒径分布曲线上对应通过率 10%、30%、60% 的粒径 (mm)。

2.1.7 细粒土应根据塑性图分类。土的塑性图是以液限 (w_L) 为横坐标、塑性指数 (I_p) 为纵坐标构成的。

2.1.8 土的成分、级配、液限和特殊土等基本代号应按下列规定构成:

2.1.8.1 土的成分代号

漂石	B
块石	B _n
卵石	Cb
小块石	Cb _n
砾	G
角砾	G _n
砂	S
粉土	M
粘土	C
细粒土 (C 和 M 合称)	F
(混合) 土 (粗、细粒土合称)	Sl
有机质土	O

2.1.8.2 土的级配代号

级配良好	W
级配不良	P

2.1.8.3 土液限高低代号

高液限	H
低液限	L

2.1.8.4 特殊土代号

黄土	Y
膨胀土	E
红粘土	R
盐渍土	St

2.1.9 土类名称可用一个基本代号表示。

当由两个基本代号构成时，第一个代号表示土的主成分，第二个代号表示副成分（土的液限或土的级配）。

当由三个基本代号构成时，第一个代号表示土的主成分，第二个代号表示液限的高低（或级配的好坏），第三个代号表示土中所含次要成分。

土类的名称和代号见附录 B。

2.2 巨粒土分类

2.2.1 试样中巨粒组质量多于总质量 50% 的土称巨粒土，分类体系见图 2.2.1。

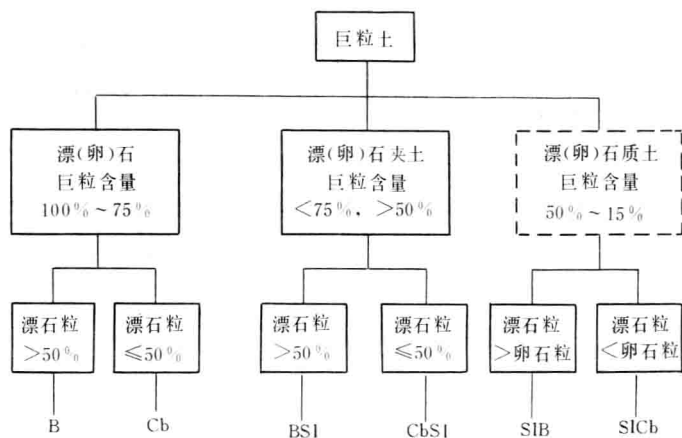


图 2.2.1 巨粒土分类体系

注：

- ①巨粒土分类体系中的漂石换成块石，B 换成 B_s，即构成相应的块石分类体系。
- ②巨粒土分类体系中的卵石换成小块石，Cb 换成 Cb_s，即构成相应的小块石分类体系。

2.2.1.1 巨粒组质量多于总质量 75% 的土称漂（卵）石。

2.2.1.2 巨粒组质量为总质量 75%~50% 的土称漂（卵）石夹土。

2.2.2 巨粒组质量为总质量 50%~15% 的土称漂（卵）石质土。

2.2.3 巨粒组质量少于总质量 15% 的土，可扣除巨粒，按粗粒土或细粒土的相应规定分类定名。

2.2.4 漂（卵）石按下列规定定名：