

JTG

中华人民共和国行业标准

JTG E51—2009

公路工程无机结合料 稳定材料试验规程

Test Methods of Materials Stabilized with Inorganic
Binders for Highway Engineering

2009-10-15 发布

2010-01-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

中华人民共和国行业标准

公路工程无机结合料稳定材料试验规程

**Test Methods of Materials Stabilized with Inorganic Binders
for Highway Engineering**

JTG E51—2009

主编单位：交通部公路科学研究院

批准部门：中华人民共和国交通运输部

实施日期：2010 年 01 月 01 日

人民交通出版社

2009 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

公路工程无机结合料稳定材料试验规程:JTG E51—2009/
交通部公路科学研究院主编. 北京:人民交通出版社,2009.12
ISBN 978-7-114-08046-3

I. 公… II. 交… III. 道路工程—建筑材料:无机材料—
材料试验—规程—中国 IV. U414.1—65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 199351 号

中华人民共和国行业标准
公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG E51—2009

交通部公路科学研究院 主编

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

北京交通印务实业公司印刷

开本: 880×1230 1/16 印张: 10.75 字数: 220 千

2009 年 12 月 第 1 版

2010 年 4 月 第 2 次印刷

印数: 20001—30000 册 定价: 48.00 元

ISBN 978-7-114-08046-3



中华人民共和国交通运输部

公 告

2009 年第 42 号

关于公布《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》 (JTG E51—2009)的公告

现公布《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTG E51—2009),作为公路工程行业标准,自 2010 年 1 月 1 日起施行,原《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ 057—94)同时废止。

该规程的管理权和解释权归交通运输部,日常解释和管理工作的由主编单位交通部公路科学研究院负责。请各有关单位在实践中注意总结经验,及时将发现的问题和修改意见函告交通部公路科学研究院(地址:北京市海淀区西土城路 8 号,邮政编码:100088),以便修订时研用。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

二〇〇九年十月十五日

主题词:公路 规程 公告

交通运输部办公厅

2009 年 10 月 16 日印发

前 言

《公路工程无机结合料稳定材料试验规程》(JTJ 057—1994)(以下简称原规程)自发布实施以来,对指导我国公路路面基层材料的试验和施工现场基层质量检测,保证路面质量起到了很大的作用。但随着公路建设水平的进步,半刚性基层的原材料要求和施工工艺水平全面提高,相关试验方法随之改进,原规程需作进一步修订和完善。为此,交通部于2006年下达了原规程的修订任务,委托交通部公路科学研究院具体负责修订工作。

修订组开展了全面的调研和相关试验工作,在参考国内外相关标准、规范及其他技术资料并广泛征求有关单位意见的基础上,经过反复修改,完成了修订工作。

修订后的规程由5章(35个试验方法)、2个附录构成,主要修订内容有:

1. 本规程统一采用方孔筛;明确了无机结合料稳定材料粗、中、细粒土的分界。
2. 为保证试验结果的可靠性,提高了相关试验的精度要求。
3. 修订了含水量试验方法、水泥或石灰稳定材料中水泥或石灰剂量测定方法(EDTA滴定法)及石灰稳定材料中石灰剂量测定方法(直读式测钙仪法)3个试验方法。
4. 增加了石灰细度、石灰未消化残渣含量测定等22个试验方法。

本规程由交通部公路科学研究院负责日常解释,希望各单位在使用中注意总结经验,及时将意见和建议函告交通部公路科学研究院(地址:北京市海淀区西土城路8号,邮政编码:100088, E-mail: xd.wang@rioh.cn),以便修订时研用。

主 编 单 位:交通部公路科学研究院

参 编 单 位:长安大学

主要起草人:王旭东 李美江 沙爱民 汪水银 周兴业 沈国辉 路凯冀

目 录

1	总则	1
2	术语、符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	原材料试验	5
T 0801—2009	含水量试验方法(烘干法)	5
T 0802—1994	含水量试验方法(砂浴法)	8
T 0803—1994	含水量试验方法(酒精法)	12
T 0809—2009	水泥或石灰稳定材料中水泥或石灰剂量测定方法 (EDTA 滴定法)	14
T 0810—2009	石灰稳定材料中石灰剂量测定方法(直读式测钙仪法)	20
T 0811—1994	石灰有效氧化钙测定方法	26
T 0812—1994	石灰氧化镁测定方法	30
T 0813—1994	石灰有效氧化钙和氧化镁简易测定方法	36
T 0814—2009	石灰细度试验方法	40
T 0815—2009	石灰未消化残渣含量测定方法	42
T 0816—2009	粉煤灰二氧化硅、氧化铁和氧化铝含量测定方法	44
T 0817—2009	粉煤灰烧失量测定方法	53
T 0818—2009	粉煤灰细度试验方法	55
T 0819—2009	石灰、粉煤灰密度测定方法	57
T 0820—2009	粉煤灰比表面积测定方法(勃氏法)	60
4	无机结合料稳定材料的取样、成型和养生试验	67
T 0841—2009	无机结合料稳定材料取样方法	67
T 0804—1994	无机结合料稳定材料击实试验方法	68
T 0842—2009	无机结合料稳定材料振动压实试验方法	76
T 0843—2009	无机结合料稳定材料试件制作方法(圆柱形)	82
T 0844—2009	无机结合料稳定材料试件制作方法(梁式)	87
T 0845—2009	无机结合料稳定材料养生试验方法	92
5	无机结合料稳定材料的物理、力学试验	96
T 0805—1994	无机结合料稳定材料无侧限抗压强度试验方法	96

T 0806—1994	无机结合料稳定材料间接抗拉强度试验方法(劈裂试验)·····	101
T 0851—2009	无机结合料稳定材料弯拉强度试验方法·····	104
T 0808—1994	无机结合料稳定材料室内抗压回弹模量试验方法(顶面法)·····	108
T 0807—1994	无机结合料稳定材料室内抗压回弹模量试验方法(承载板法)·····	113
T 0852—2009	无机结合料稳定材料劈裂回弹模量试验方法·····	116
T 0853—2009	无机结合料稳定材料弯拉回弹模量试验方法·····	121
T 0854—2009	无机结合料稳定材料干缩试验方法·····	125
T 0855—2009	无机结合料稳定材料温缩试验方法·····	129
T 0856—2009	无机结合料稳定材料疲劳试验方法·····	134
T 0857—2009	无机结合料稳定材料室内动态抗压回弹模量试验方法·····	141
T 0858—2009	无机结合料稳定材料冻融试验方法·····	146
T 0859—2009	无机结合料稳定材料渗水试验方法·····	149
T 0860—2009	无机结合料稳定材料抗冲刷试验方法·····	152
附录 A	正态样本异常值的判断及处理方法——狄克逊准则·····	156
附录 B	一元线性回归分析·····	158

1 总 则

1.0.1 为适应我国公路建设需要,保证公路工程无机结合料稳定材料质量,规范各类无机结合料稳定材料试验方法,特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于水泥、石灰、粉煤灰等工业废渣及其综合稳定材料的物理、力学试验,以及石灰、水泥、粉煤灰等原材料的试验。

1.0.3 本规程使用的仪器设备,均应经相应的计量部门或检测机构定期检定合格,并满足相应的量程和精度要求。

1.0.4 本规程采用国家法定标准计量单位制。

1.0.5 公路工程无机结合料稳定材料试验除应符合本规程要求外,尚应符合国家和行业现行相关标准及规范的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 公称最大粒径 nominal maximum size

通过率为 90% ~ 100% 的最小标准筛孔尺寸。

2.1.2 细粒土 fine-grained soil

颗粒最大粒径不大于 4.75mm, 公称最大粒径不大于 2.36mm 的土, 包括各种黏质土、粉质土、砂和石屑等。

2.1.3 中粒土 medium grained soil

颗粒最大粒径不大于 26.5mm, 公称最大粒径大于 2.36mm 且不大于 19mm 的土或集料, 包括砂砾土、碎石土、级配砂砾、级配碎石等。

2.1.4 粗粒土 coarse-grained soil

颗粒最大粒径不大于 53mm, 公称最大粒径大于 19mm 且不大于 37.5mm 的土或集料, 包括砂砾土、碎石土、级配砂砾、级配碎石等。

2.1.5 集料 aggregate

在混合料中起骨架和填充作用的粒料, 包括碎石、砾石、机制砂、石屑、砂等。

2.1.6 无机结合料 inorganic binders

主要指水泥、石灰、粉煤灰及其他工业废渣。

2.1.7 水泥稳定材料 cement stabilized material

在经过粉碎的或原来松散的材料中, 掺入足量的水泥和水, 经拌和得到的混合料, 在压实和养生后, 当其抗压强度符合规定的要求时, 称为水泥稳定材料。

2.1.8 石灰稳定材料 lime-stabilized material

在粉碎的或原来松散的材料(包括各种粗、中、细粒土)中, 掺入足量的石灰和水, 经拌和得到的混合料, 在压实和养生后, 当其抗压强度符合规定的要求时, 称为石灰稳定材料。

2.1.9 综合稳定材料 composite stabilized material

两种或两种以上无机结合材料稳定的强度符合要求的混合料。例如石灰粉煤灰级配碎石和石灰粉煤灰级配砂砾,简称二灰碎石和二灰砂砾。

2.1.10 最佳含水量和最大干密度 the optimum water content and the maximum dry density

无机结合料稳定材料进行击实或振实试验时,在含水量—干密度坐标系上绘出各个对应点,连成圆滑的曲线,曲线的峰值点对应的含水量和干密度即为最佳含水量和最大干密度。表明在最佳含水量及最佳压实效果的状态下稳定材料所能达到的最大干密度。

2.1.11 动态抗压回弹模量 dynamic compression modulus of resilience

在圆柱形试件上,采用具有一定周期和波形的动态压力荷载,其应力的模(振幅)与材料响应的应变的模(振幅)的比值,称为该应力(荷载)条件下的动态抗压回弹模量。

2.1.12 抗压强度 compressive strength

试件单位面积上所能承受的最大压力。

2.1.13 弯拉强度 flexural-tensile strength

试件所能承受的抵抗弯拉的最大弯拉应力。

2.1.14 抗压回弹模量 compression modulus of resilience

试件轴向承受一定压力时产生单位变形所需的应力。

2.1.15 劈裂强度 splitting strength

通过加载条加静载于圆柱形试件的轴向,试件按一定的变形速率加载,通过施加的压荷载与垂直、水平向变形的测量,计算的试件中心点的最大拉应力即为劈裂强度,也称间接拉伸强度(indirect tension strength)。

2.1.16 劈裂回弹模量 splitting modulus of resilience

通过加载条加静载于圆柱形试件的轴向,试件按一定的变形速率加载,通过施加的压荷载与垂直、水平向变形的测量,计算的试件中心点的劲度模量即为劈裂回弹模量。

2.1.17 弯拉模量 flexural-tensile modulus

试件承受一定弯拉应力时产生单位变形所需的应力。

2.1.18 干缩性 drying shrinkage

在一定环境下,无机结合料稳定材料失水后尺寸的收缩性能。

2.1.19 温缩性 temperature shrinkage

在环境温度降低时,无机结合料稳定材料降温后尺寸收缩的性能。

2.1.20 重复性试验 repeatability test

指测量程序相同、观测者相同、在相同条件下使用相同的测量仪器、在相同地点、短时间内重复进行的试验。本规程中的平行试验推荐采用重复性试验。

2.2 符 号

名 称	符 号	单 位
抗压强度	R_c	MPa
劈裂强度(间接抗拉强度)	R_i	MPa
弯拉强度	R_s	MPa
动态抗压回弹模量	E_{dc}	MPa
抗压回弹模量	E_c	MPa
劈裂回弹模量	E_i	MPa
弯拉回弹模量	E_s	MPa
变异系数	C_v	%
含水量	w	%
稳定材料的湿密度	ρ_w	g/cm^3
稳定材料的干密度	ρ_d	g/cm^3
干缩系数	α_d	%
温缩系数	α_t	%
抗冻强度损失	BDR	%
渗水系数	C_w	%

3 原材料试验

T 0801—2009 含水量试验方法(烘干法)

1 适用范围

本方法适用于测定水泥、石灰、粉煤灰及无机结合料稳定材料的含水量。

2 仪器设备

2.1 水泥、粉煤灰、生石灰粉、消石灰和消石灰粉、稳定细粒土

2.1.1 烘箱:量程不小于 110℃,控温精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

2.1.2 铝盒:直径约 50mm,高 25 ~ 30mm。

2.1.3 电子天平:量程不小于 150g,感量 0.01g。

2.1.4 干燥器:直径 200 ~ 250mm,并用硅胶做干燥剂^①。

注①:用指示硅胶做干燥剂,而不用氯化钙。因为许多黏土烘干后能从氯化钙中吸收水分。

2.2 稳定中粒土

2.2.1 烘箱:同 2.1.1。

2.2.2 铝盒:能放样品 500g 以上。

2.2.3 电子天平:量程不小于 1 000g,感量 0.1g。

2.2.4 干燥器:同 2.1.4。

2.3 稳定粗粒土

2.3.1 烘箱:同 2.1.1。

2.3.2 大铝盒:能放样品 2 000g 以上。

2.3.3 电子天平:量程不小于 3 000g,感量 0.1g。

2.3.4 干燥器:同 2.1.4。

3 试验步骤

3.1 水泥、粉煤灰、生石灰粉、消石灰和消石灰粉、稳定细粒土

3.1.1 取清洁干燥的铝盒,称其质量 m_1 ,并精确至 0.01g;取约 50g 试样(对生石灰粉、消石灰和消石灰粉取 100g),经手工木锤粉碎后松放在铝盒中,应尽快盖上盒盖,尽量避免水分散失,称其质量 m_2 ,并精确至 0.01g。

3.1.2 对于水泥稳定材料,将烘箱温度调到 110℃;对于其他材料^①,将烘箱调到 105℃。待烘箱达到设定的温度后,取下盒盖,并将盛有试样的铝盒放在盒盖上,然后一起放入烘箱中进行烘干,需要的烘干时间随试样种类和试样数量而改变。当冷却试样连续两次称量的差(每次间隔 4h)不超过原试样质量的 0.1%^②时,即认为样品已烘干。

3.1.3 烘干后,从烘箱中取出盛有试样的铝盒,并将盒盖盖紧。

3.1.4 将盛有烘干试样的铝盒放入干燥器内冷却^③。然后称铝盒和烘干试样的质量 m_3 ,并精确至 0.01g。

注①:某些含有石膏的土在烘干时会损失其结晶水,用此方法测定对其含水量有影响。每 1% 石膏对含水量的影响约为 0.2%。如果土中有石膏,则试样应该在不超过 80℃ 的温度下烘干,并可能要烘更长的时间。

注②:对于大多数土,通常烘干 16~24h 就足够了。但是,某些土或试样数量过多或试样很潮湿,可能需要烘更长的时间。烘干的时间也与烘箱内试样的总质量、烘箱的尺寸及其通风系统的效率有关。

注③:如铝盒的盖密闭,而且试样在称量前放置时间较短,则可以不放在干燥器中冷却。

3.2 稳定中粒土

3.2.1 取清洁干燥的铝盒,称其质量 m_1 ,并精确至 0.1g。取 500g 试样(至少 300g)经粉碎后松放在铝盒中,盖上盒盖,称其质量 m_2 ,并精确至 0.1g。

3.2.2 对于水泥稳定材料,将烘箱温度调到 110℃;对于其他材料,将烘箱调到 105℃。待烘箱达到设定的温度后,取下盒盖,并将盛有试样的铝盒放在盒盖上,然后一起放入烘箱中进行烘干,需要的烘干时间随土类和试样数量而改变。当冷却试样连续两次

称量的差(每次间隔 4h)不超过原试样质量的 0.1% 时,即认为样品已烘干。

3.2.3 烘干后,从烘箱中取出盛有试样的铝盒,并将盒盖盖紧,放置冷却。

3.2.4 称铝盒和烘干试样的质量 m_3 ,并精确至 0.1g。

3.3 稳定粗粒土

3.3.1 取清洁干燥的铝盒,称其质量 m_1 ,并精确至 0.1g。取 2 000g 试样经粉碎后松放在铝盒中,盖上盒盖,称其质量 m_2 ,并精确至 0.1g。

3.3.2 对于水泥稳定材料,将烘箱温度调到 110℃;对于其他材料,将烘箱调到 105℃。待烘箱达到设定的温度后,取下盒盖,并将盛有试样的铝盒放在盒盖上,然后一起放入烘箱中进行烘干,需要的烘干时间随土类和试样数量而改变。当冷却试样连续两次称量的差(每次间隔 4h)不超过原试样质量的 0.1% 时,即认为样品已烘干。

3.3.3 烘干后,从烘箱中取出盛有试样的铝盒,并将盒盖盖紧,放置冷却。

3.3.4 称铝盒和烘干试样的质量 m_3 ,并精确至 0.1g。

4 计算

用式(T 0801-1)计算无机结合料稳定材料的含水量。

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100 \quad (\text{T 0801-1})$$

式中: w ——无机结合料稳定材料的含水量(%);

m_1 ——铝盒的质量(g);

m_2 ——铝盒和湿稳定材料的合计质量(g);

m_3 ——铝盒和干稳定材料的合计质量(g)。

5 结果整理

本试验应进行两次平行测定,取算术平均值,保留至小数点后两位。允许重复性误差应符合表 T 0801-1 的要求。

表 T 0801-1 含水量测定的允许重复性误差值

含水量(%)	允许误差(%)	含水量(%)	允许误差(%)
≤ 7	≤ 0.5	> 40	≤ 2
$> 7, \leq 40$	≤ 1		

6 记录

本试验的记录格式见表 T 0801-2。

表 T 0801-2 无机结合料稳定材料含水量测定记录表(烘干法)

工程名称	_____		试 验 者	_____
试样位置	_____		校 核 者	_____
试样编号	_____		试验日期	_____
试验方法	_____			

盒号		
盒的质量 m_1 (g)		
盒 + 湿试样的质量 m_2 (g)		
盒 + 干试样的质量 m_3 (g)		
水的质量 $m_2 - m_3$ (g)		
干试样的质量 $m_3 - m_1$ (g)		
含水量 (%)		

条文说明

本方法源自原规程 T 0801—1994。

水泥与水拌和就要发生水化作用,在较高温度下水化作用发生得较快。如先将混合料放入烘箱中,再启动烘箱升温,则在升温过程中水泥与水的水化作用发生得较快。而烘干法又不能除去已与水泥发生水化作用的水,这样得出的含水量往往偏小。所以应提前将烘箱升温到 110℃,使含水泥的混合料一开始就能在 110℃ 的环境下进行烘干。

由于稳定中粒土和稳定粗粒土中大部分是砂粒以上的颗粒,为提高测得含水量的准确度,所取样品种数量较大,分别为 500g 和 2 000g。在没有大铝盒时,也可以将这些样品分成两盒进行烘干。试验结果应满足平行试验的误差要求,然后取其平均值。

由于当前在试验室中使用广泛的称量设备的精度较高,为了提高试验过程中的测试精度,此次修订将原规程中针对台秤的措施予以删除,对称量要求在 4 000g 以内的,统一采用感量为 0.01g 的电子天平;对称量要求在 4 000g 以上的,统一采用感量为 0.1g 的电子天平。考虑到当前大量试验室还沿用原规程的仪器,因此对用于中粒土和粗粒土测试的天平感量放宽到 0.1g,但鼓励相关单位采用相对高精度的天平测量,以减少试验误差。

对于有机质土,尽量采用烘干法,并酌情降低烘箱温度。

T 0802—1994 含水量试验方法(砂浴法)

1 适用范围

本方法适用于在工地快速测定无机结合料稳定材料的含水量。当土中含有大量石

膏、碳酸钙或有机质时,不应使用本方法。

2 仪器设备

2.1 稳定细粒土

2.1.1 铝盒:直径约 50mm,高 25 ~ 30mm。

2.1.2 电子天平:量程不小于 150g,感量 0.01g。

2.1.3 砂浴:直径约 200mm、深至少 25mm 的砂浴 1 个,其中放有清洁的砂。也可以使用更大的砂浴,一次烘干几个试样。

2.1.4 加热砂浴的设备:1 套。

2.1.5 调土刀:刀片长 100mm,宽 20mm。

2.2 稳定中粒土

2.2.1 天平:量程不小于 1 000g,感量 0.1g。

2.2.2 方盘:边长约 200mm、深约 50mm 的白铁皮方盘。

2.2.3 砂浴:能放入方盘的砂浴 1 个,砂深至少 25mm。

2.2.4 加热砂浴的设备:1 套。

2.2.5 调土刀:同 2.1.5。

2.2.6 长方盘:长约 200mm,宽约 100mm。

2.3 稳定粗粒土

2.3.1 天平:量程不小于 3 000g,感量 0.1g。

2.3.2 方盘:边长约 250mm,深 50 ~ 70mm。

2.3.3 砂浴:能放入方盘的砂浴 1 个,砂深至少 25mm。

2.3.4 加热砂浴的设备:1套。

2.3.5 调土刀:同2.1.5。

2.3.6 长方盘:长约200mm,宽约100mm。

3 试验步骤

3.1 稳定细粒土

3.1.1 取清洁干燥的铝盒,称其质量 m_1 ,并精确至0.01g。至少取30g试样,经粉碎后松放在铝盒中,盖上盒盖,称其质量 m_2 ,并精确至0.01g。

3.1.2 取下盒盖,将盛有试样的铝盒放在正在加热的砂浴内,但需注意勿使砂浴温度太高^①。在加热过程中,应经常用调土刀搅拌试样,以促使水分蒸发。

3.1.3 当加热一段时间(通常1h足够^②)使试样干燥后,从砂浴中取出铝盒,盖上盒盖,并放置冷却。

3.1.4 称铝盒和烘干试样质量 m_3 ,并精确至0.01g。

注①:避免稳定材料过分加热。将一小张白纸片放在土中拌和,如纸变成焦黄色,就表示加热过分。

注②:烘干时间随土类、试样的数量及野外条件而变。当对某种土要做大量含水量测定时,应使用不同的干燥时间,以确定烘干所需要的最短时间。如将试样再烘1min后,其质量损失不超过0.1g(对于细粒土)、0.5g(对于粗粒土)时,即认为土已被烘干。

3.2 稳定中粒土和粗粒土

3.2.1 取清洁干燥的方盘,称其质量 m_1 ,并精确至0.1g。稳定中粒土的试样至少要300g,稳定粗粒土的试样至少要2000g。将试样弄碎并均匀地撒布在方盘内,称方盘和试样的合质量 m_2 ,并精确至0.1g。

3.2.2 将方盘放在正在加热的砂浴内,应注意砂浴温度不要过高。在加热过程中,应经常用调土刀搅拌试样,以促使水分蒸发。

3.2.3 当加热一段时间(通常1h足够)后,从砂浴中取出方盘,并让其冷却。

3.2.4 当方盘冷却后,立即称方盘和烘干试样的合质量 m_3 ,并精确至0.1g。