

**落球式回弹模量测试仪  
检定规程**

**JJG(交通) 151—2020**

**Verification Regulation of Falling Ball  
Tester for Resilient Modulus**

---

**归口单位:**全国公路专用计量器具计量技术委员会

**主要起草单位:**交通运输部公路科学研究所  
国家道路与桥梁工程检测设备计量站  
四川升拓检测技术股份有限公司  
湖北省交通运输厅工程质量监督局  
北京中天恒宇科技有限公司  
铜陵长江公路大桥管理处

本规程由全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

陈 南(交通运输部公路科学研究所)  
窦光武(国家道路与桥梁工程检测设备计量站)  
吴佳晔(四川升拓检测技术股份有限公司)  
邵红勇(湖北省交通运输厅工程质量监督局)  
何华阳(交通运输部公路科学研究所)  
张远军(四川升拓检测技术股份有限公司)  
杨 森(四川升拓检测技术股份有限公司)  
薛瑛琪(交通运输部公路科学研究所)  
王建勇(北京中天恒宇科技有限公司)  
王国民(铜陵长江公路大桥管理处)

## 目 录

引言 .....	Ⅲ
1 范围 .....	1
2 概述 .....	1
3 计量性能要求 .....	1
4 通用技术要求 .....	1
5 计量器具控制 .....	2
附录 A 标准试样定值方法 .....	4
附录 B 落球式回弹模量测试仪检定记录表格式 .....	5
附录 C 检定证书内页格式 .....	6
附录 D 检定结果通知书内页格式 .....	8

## 引 言

本规程依据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》编写。

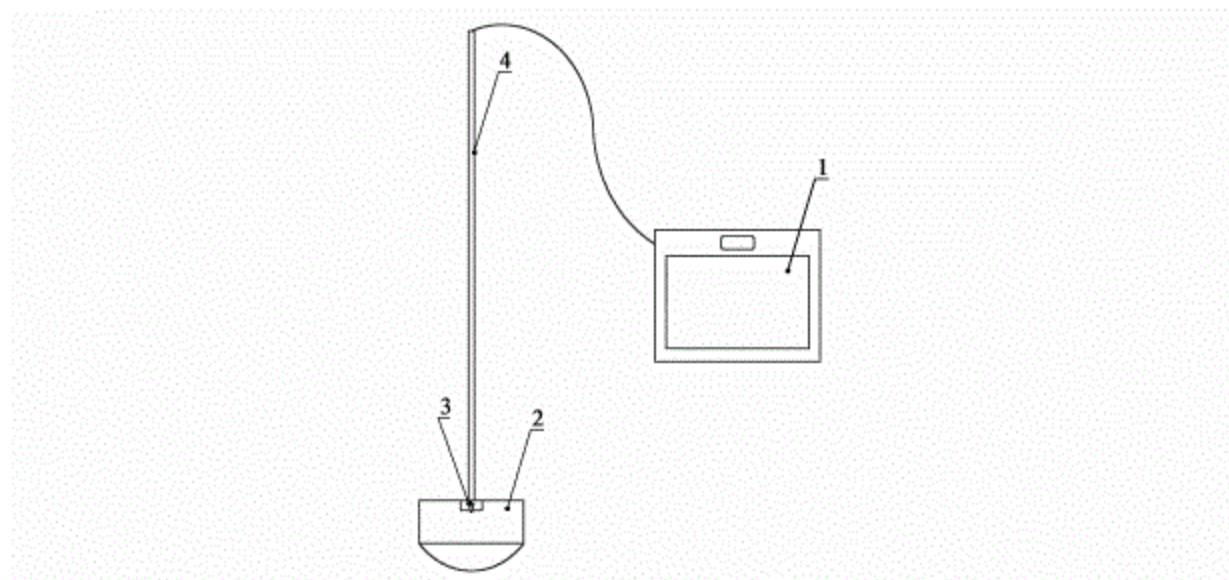
## 落球式回弹模量测试仪检定规程

### 1 范围

本规程适用于落球式回弹模量测试仪的首次检定、后续检定和使用中检查。

### 2 概述

落球式回弹模量测试仪为测量路基土回弹模量的仪器。落球式回弹模量测试仪由主机、球冠体、加速度传感器以及法兰把手等组成。落球式回弹模量测试仪示意图如图 1 所示。



说明:

- 1——主机； 3——加速度传感器；  
2——球冠体； 4——法兰把手

图 1 落球式回弹模量测试仪示意图

落球式回弹模量测试仪的原理是基于赫兹接触理论,以落球自由下落的方式冲击碰撞被测对象,通过采集和解析冲击接触过程中的力学响应参数,计算获得被测对象的回弹模量。

### 3 计量性能要求

- 3.1 球冠体曲率半径:  $120\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。
- 3.2 球冠体质量:  $19\text{kg} \pm 0.3\text{kg}$ 。
- 3.3 法兰把手质量:  $1.4\text{kg} \pm 0.05\text{kg}$ 。
- 3.4 回弹模量相对示值误差:不大于  $\pm 10\%$ 。
- 3.5 回弹模量测量重复性:变差系数不大于  $10\%$ 。

### 4 通用技术要求

#### 4.1 外观结构

落球式回弹模量测试仪外观应洁净、无锈蚀,球冠表面无明显缺损。

## 4.2 铭牌

落球式回弹模量测试仪应有清晰的铭牌,铭牌内容包括仪器名称、型号、制造厂和出厂编号等。

## 5 计量器具控制

### 5.1 检定条件

#### 5.1.1 检定环境条件

检定环境条件如下:

- 环境温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 环境湿度:不大于 75% RH。
- 检定在无腐蚀性气体、无振动和无电磁干扰的环境进行。

#### 5.1.2 检定器具

主要使用的检定器具如下:

- 数显半径规:测量范围 20mm ~ 200mm,最大允许误差(MPE)不超过  $\pm 0.02\text{mm}$ 。
- 电子秤:测量范围 0 ~ 30kg,分度值不大于 10g。
- 钢直尺:测量范围不小于 500mm,分度值不大于 1mm。
- 标准试样:选用无规共聚聚丙烯和聚酰胺材料的圆柱形标准试样,试样直径不小于 300mm,厚度不小于 300mm;标准试样的回弹模量和泊松比的定值方法见附录 A。

### 5.2 检定项目

检定项目见表 1,检定记录表格式见附录 B。

表 1 检定项目一览表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观	+	+	+
铭牌	+	+	+
球冠体曲率半径	+	+	+
球冠体质量	+	+	+
法兰把手质量	+	+	+
回弹模量相对示值误差	+	+	-
回弹模量测量重复性	+	+	+

注:“+”表示需要检定的项目,“-”表示不需要检定的项目。

### 5.3 检定方法

#### 5.3.1 通用技术要求

用目测和手感检查落球式回弹模量测试仪的外观结构和铭牌。

#### 5.3.2 球冠体曲率半径

采用数显半径规测量球冠体的曲率半径,在两个垂直方向各测量一次,取算术平均值作为测量结果。

#### 5.3.3 球冠体质量

用电子秤测量其质量,重复三次,取算术平均值作为测量结果。

#### 5.3.4 法兰把手质量

用电子秤测量其质量,重复三次,取算术平均值作为测量结果。

#### 5.3.5 回弹模量相对示值误差

回弹模量相对示值误差试验步骤如下:

- 采用附录 A 表述的方法确定标准试样的回弹模量值( $E_s$ )和标准试样的泊松比。
- 启动落球式回弹模量测试仪,输入球冠体和法兰把手的总质量、标准试样的泊松比以及下落高度。
- 用钢直尺测量标准试样表面距离球冠体底部 200mm 处,将落球体从该处自由落下到标准试样上,记录落球式回弹模量测试仪输出的回弹模量。
- 重复步骤 c) 测量 10 次,取算术平均值作为测量结果。
- 采用式(1)计算落球式回弹模量测试仪的回弹模量相对示值误差。

$$\Delta E = \frac{\bar{E} - E_s}{E_s} \times 100\% \quad (1)$$

式中: $\Delta E$  回弹模量相对示值误差;

$\bar{E}$  落球式回弹模量测试仪输出的 10 次回弹模量的算术平均值(MPa);

$E_s$  标准试样的回弹模量(MPa)。

- 更换不同的标准试样,重复步骤 a) ~ e),取两个回弹模量相对示值误差绝对值最大的,作为该仪器的回弹模量相对示值误差。

#### 5.3.6 回弹模量测量重复性

按照 5.3.5b) ~ d) 的步骤进行试验,采用式(2)计算落球式回弹模量测试仪的回弹模量测量重复性。

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - \bar{E})^2}{n-1}}}{\bar{E}} \times 100\% \quad (2)$$

式中: $C_v$  变差系数;

$E_i$  第  $i$  次测量的示值(MPa), $i=1,2,\dots,10$ 。

#### 5.4 检定结果处理

检定合格的落球式回弹模量测试仪发给检定证书;检定证书内页格式见附录 C。检定不合格的落球式回弹模量测试仪发给检定结果通知书,并注明不合格项目,检定结果通知书内页格式见附录 D。

#### 5.5 检定周期

落球式回弹模量测试仪检定周期一般不超过 1 年。

## 附录 A

## 标准试样定值方法

## A.1 测量工具

电子秤:测量范围不小于 0~30kg,分度值不大于 10g。

量筒:容量应不小于 500mL,最小分度不大于 5mL。

弹性波检测仪:声时测量相对误差不大于  $\pm 0.5\%$ 。

## A.2 测量环境和条件

环境温度为  $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ,环境湿度不大于 75% RH,无腐蚀性气体、无振动和无电磁干扰。

## A.3 测量密度

取标准材料小块,采用电子秤称量质量( $m$ ),量筒内注入适量纯净水,读取体积( $V_0$ ),将标准材料块完全放入量筒且无水溢出,读取体积( $V$ ),密度按式(A.1)计算。

$$\rho = \frac{m}{V - V_0} \quad (\text{A.1})$$

式中: $\rho$ ——标准材料密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$m$ ——标准材料质量( $\text{kg}$ );

$V$ ——标准材料与水的总体积( $\text{m}^3$ );

$V_0$ ——纯净水的体积( $\text{m}^3$ )。

## A.4 计算回弹模量和泊松比

采用弹性波检测仪分别测量标准试样的一维纵波波速( $v_{p1}$ ),三维纵波波速( $v_{p3}$ ),标准试样回弹模量按式(A.2)计算,标准试样泊松比按式(A.3)计算。

$$E_s = \rho \cdot v_{p1}^2 \quad (\text{A.2})$$

$$\mu = \frac{v_{p1}^2 - v_{p3}^2 + \sqrt{(9v_{p3}^2 - v_{p1}^2)(v_{p3}^2 - v_{p1}^2)}}{4v_{p3}^2} \quad (\text{A.3})$$

式中: $E_s$ ——标准试样回弹模量(MPa);

$v_{p1}$ ——标准试样的一维纵波波速( $\text{m}/\text{s}$ );

$v_{p3}$ ——标准试样的三维纵波波速( $\text{m}/\text{s}$ );

$\rho$ ——标准试样的密度( $\text{kg}/\text{m}^3$ );

$\mu$ ——标准试样的泊松比。



## 附录 B

## 落球式回弹模量测试仪检定记录表格式

记录编号:

第×页 共×页

样品名称				样品编号										
型号规格				出厂编号										
制造单位														
检定依据				检定地点										
检定前样品状态				检定后样品状态										
检定环境				温度: ___℃ 湿度: ___% RH 其他:										
检定使用的计量 标准器具/主要设备		名称	测量 范围	不确定度/ 准确度等级/ 最大允许误差	证书 编号	证书 有效期至	使用前 情况(是 否良好)	使用后 情况(是 否良好)						
检定项目														
序号	项目			检定结果										
1	外观													
2	铭牌													
3	球冠体曲率半径			1	2	算术平均值								
4	球冠体质量			1	2	3	算术平均值							
5	法兰把手质量			1	2	3	算术平均值							
6	回弹模量相对 示值误差		标准试样 1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			标准值											
			算术平均值						相对示值误差					
			标准试样 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			标准值											
			算术平均值			相对示值误差								
7	回弹模量测量重复性			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
				算术平均值						变差系数				

检定员:

核验员:

检定日期:

## 附录 C

## 检定证书内页格式

## 检定证书第 2 页

证书编号 × × × × × × - × × × ×				
检定机构授权说明				
检定依据				
检定环境条件及地点:				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	其他		
检定使用的计量标准装置/主要仪器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至
第 2 页 共 3 页				

## 检定证书第3页

证书编号××××××-××××

## 检定结果

序号	被检项目	检定结果	结论
1	通用技术要求		
2	球冠体曲率半径		
3	球冠体质量		
4	法兰把手质量		
5	回弹模量相对示值误差		
6	回弹模量测量重复性		

注:

1. 本报告检定结果仅对该计量器具有效;
2. 本证书未加盖“检定专用章”无效;
3. 下次检定时请携带(出示)此证书。

未经授权,不得部分复印本证书。

以下空白

## 附录 D

## 检定结果通知书内页格式

## 检定结果通知书第 2 页

证书编号 × × × × × × - × × × ×				
检定机构授权说明				
检定依据				
检定环境条件及地点:				
温度	℃	地点		
相对湿度	%	其他		
检定使用的计量标准装置/主要仪器				
名称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	证书编号	有效期至
第 2 页 共 3 页				