

中华人民共和国交通运输部部门计量检定规程

JJG(交通) 124—2015

公路断面探伤及结构层厚度探地雷达

Highway Structure Defect and Layer Thickness Ground Penetration Radar

2015-07-11 发布

2015-11-01 实施

中华人民共和国交通运输部 发布

公路断面探伤及结构层 厚度探地雷达检定规程

Verification Regulation of Highway
Structure Defect and Layer Thickness
Ground Penetration Radar

JJG(交通)124—2015

本规程经中华人民共和国交通运输部于2015年07月11日批准,并于2015年11月01日起施行。

归口单位:全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会公路工程材料及
仪器设备专业标准化工作组

起草单位:交通运输部公路科学研究院
重庆桥都路桥工程质量检测有限公司
中公高科养护科技股份有限公司
重庆市交通委员会工程质量安全监督局
公路养护技术国家工程研究中心

本规程委托交通运输部公路科学研究院负责解释

本规程主要起草人：

窦光武(交通运输部公路科学研究院)
常成利(中公高科养护科技股份有限公司)
苗 娜(交通运输部公路科学研究院)
田世清(重庆桥都路桥工程质量检测有限公司)
沈小俊(重庆市交通委员会工程质量安全监督局)
刘 璐(交通运输部公路科学研究院)
李英豪(重庆桥都路桥工程质量检测有限公司)
王义旭(交通运输部公路科学研究院)
程珊珊(公路养护技术国家工程研究中心)
荆根强(交通运输部公路科学研究院)
郭鸿博(交通运输部公路科学研究院)

目 录

引言	III
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量性能要求	1
5 通用技术要求	2
6 计量器具控制	2
附录 A 检定记录表格式	5
附录 B 检定证书内页格式	6
附录 C 检定结果通知书内页格式	8

引 言

本规程的编写符合 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》的要求。

公路断面探伤及结构层厚度探地雷达检定规程

1 范围

本规程适用于公路断面探伤及结构层厚度探地雷达(以下简称探地雷达)的首次检定、后续检定和使用中检查。

2 引用文件

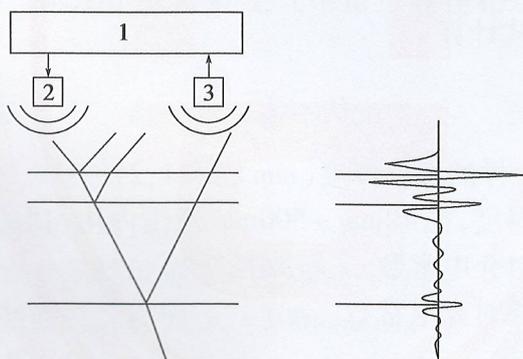
本规程引用了下列文件:

JT/T 940 公路断面探伤及结构层厚度探地雷达

凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规程;凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规程。

3 概述

探地雷达由发射天线、接收天线和控制单元等部件组成。发射天线按照控制单元的指令向介质中发射特定频率范围的电磁波,电磁波在传播过程中遇到物性变化的介质时将发生反射和折射,反射的电磁波被接收天线所接收并传送回控制单元,从而探测出需要的目标或界面信息。探地雷达工作原理如图1所示。



说明:

1——控制单元; 3——接收天线。

2——发射天线;

图1 探地雷达工作原理示意图

4 计量性能要求

4.1 空气中雷达波速测量相对误差: $\pm 5.0\%$ 。

4.2 厚度测量示值误差应符合表1的规定。

表1 厚度测量示值误差

天线类型	厚度 > 100mm	厚度 ≤ 100mm
空气耦合	$\pm 3.0\%$	$\pm 3.0\text{mm}$
地面耦合	$\pm 10.0\%$	$\pm 10.0\text{mm}$

4.3 厚度测量重复性:变异系数 C_v 不大于 5.0%。

5 通用技术要求

5.1 探地雷达的外观应符合 JT/T 940 的要求。

5.2 探地雷达的标牌应清晰。标牌内容包括产品型号、产品名称、生产厂商名称、产品技术参数、生产编号和制造日期等。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

6.1.1 环境条件

检定环境条件如下:

- a) 环境温度: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- b) 环境湿度: 不大于 85% RH;
- c) 环境周围无影响仪器正常工作的强电磁干扰。

6.1.2 检定器具

6.1.2.1 激光干涉仪: 允许误差为 $\pm(0.03 + 0.5L)\mu\text{m}$, L 为测量长度, 单位为米。

6.1.2.2 厚度试样组: 具有标准厚度的一系列试样, 数量不少于 10 个。

- a) 材料: 均匀、稳定、无磁的非金属材料;
- b) 表面: 上下表面平整;
- c) 标称厚度采用下式计算:

$$H_i = H_n \sqrt{\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_s}} \quad (1)$$

式中: H_i ——第 i 个厚度试样的标称厚度 (mm), $i = 1, 2, \dots$;

H_n ——对应的路面厚度, 在 40mm ~ 500mm 范围内均匀取值 (mm);

ε_p ——路面材料相对介电常数, 一般取 5;

ε_s ——厚度试样的相对介电常数。

6.2 检定项目

探地雷达的检定项目见表 2, 检定记录格式见附录 A。

表 2 检定项目一览表

检验项目	首次检定	后续检定	使用中检查
外观检查	+	+	+
空气中雷达波速 测量相对误差	+	+	-
厚度测量示值误差	+	+	-
厚度测量重复性	+	+	+

注: 凡需检定的项目用“+”表示; 不需检定的项目用“-”表示。

6.3 检定方法

6.3.1 外观检查

用目测和手感检查探地雷达的外观,应符合 5.1、5.2 的规定。

6.3.2 空气中雷达波速测量相对误差

检定过程如下:

- a) 开启探地雷达,通电预热不少于 10min;
- b) 调整探地雷达与面积四倍于天线面积的金属板的位置,使探地雷达天线的底面与金属板平行,并保证探地雷达天线底面的中心与金属板的中心同轴;
- c) 以金属板轴心方向上距离金属板面 200mm、400mm、600mm、800mm 的位置为测量点 n ,在各测试点依次放置雷达天线;
- d) 在测量点 n 处测量 1min 后,随机选取 5 道测试数据,采用下式计算空气中的雷达波速 v_i ;

$$v_i = \frac{H}{t_i/2} \quad (2)$$

式中: v_i —— 雷达波速 (mm/ns), $i = 1, \dots, 5$;

H —— 探地雷达与金属板间的水平距离 (mm);

t_i —— 雷达波的双程走时 (ns)。

- e) 取 5 道测试数据计算第 n 个测试点处的雷达波速平均值 v_n ;
- f) 重复步骤 d)、e), 采用下式计算空气中雷达波速相对误差 δ_n , 均应符合 4.1 的规定。

$$\delta_n = \frac{v_n - c_0}{c_0} \times 100\% \quad (3)$$

式中: n —— 测试点, $n = 1, \dots, 4$;

δ_n —— 空气中雷达波速相对误差;

v_n —— 第 n 个测试点处雷达波速平均值 (mm/ns);

c_0 —— 空气中电磁波波速标准值, $c_0 = 300\text{mm/ns}$ 。

6.3.3 厚度测量示值误差

检定过程如下:

- a) 用激光干涉仪测量各厚度试样厚度; 测试点 (数量 ≥ 20 个) 均匀分布, 取厚度测量平均值作为厚度试样标准厚度 H_{si} ;
- b) 将厚度试样安置于检定平台上并调平, 安装探地雷达天线;
- c) 在厚度试样组中选取一个具有中间厚度值的试样作为波速标定试样, 稳定测量 1min 后, 随机取 10 道测试数据。记录波速标定试样中的雷达波双程走时平均值 \bar{t}_c , 并采用下式计算波速标定试样中的雷达波速 v_c ;

$$v_c = \frac{H_c}{\bar{t}_c/2} \quad (4)$$

式中: v_c —— 波速标定试样中的雷达波速 (mm/ns);

H_c —— 波速标定试样的厚度, 计入天线距影响量修正 (mm);

\bar{t}_c —— 波速标定试样中的雷达波双程走时平均值 (ns)。

- d) 用标定后的探地雷达对第 i 个厚度试样稳定测量 1min 后,随机取 10 道测试数据,根据标定的波速计算厚度,取平均值作为第 i 个厚度试样厚度测试值 H_{mi} ;
- e) 重复步骤 d),采用下式计算厚度测量示值误差 Δ_i ,均应符合 4.2 的规定。

$$\Delta_i = H_{mi} - H_{si} \quad (5)$$

式中: Δ_i ——第 i 个探地雷达厚度测量示值误差(mm);

H_{mi} ——第 i 个厚度试样厚度测试值(mm);

H_{si} ——第 i 个厚度试样标准厚度,计入天线距影响量修正(mm)。

6.3.4 厚度测量重复性

将 6.3.3 中 d) 所获得的 10 道数据采用式(6)、式(7)计算变异系数 C_{vi} ,取 C_{vi} 中的最大值作为测量结果,应符合 4.3 的规定。

$$C_{vi} = \frac{S_i}{\bar{x}_i} \times 100 \% \quad (6)$$

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (7)$$

式中: C_{vi} ——第 i 个厚度试样的测量重复性变异系数;

S_i ——第 i 个厚度试样的重复性标准差(mm);

\bar{x}_i ——第 i 个厚度试样厚度测试值的算术平均值(mm);

x_{ij} ——第 i 个厚度试样第 j 道数据的测试值(mm);

n ——重复测量次数,此处取 10。

6.4 检定结果的处理

经检定合格的探地雷达,出具检定证书,检定证书内页格式见附录 B。检定不合格的探地雷达出具检定结果通知书,并注明不合格项目,检定结果通知书内页格式见附录 C。

6.5 检定周期

探地雷达的检定周期为 1 年。

附录 A

检定记录表格式

记录编号:

第×页 共×页

送检单位		制造厂	
型号规格		出厂编号	
天线类型		天线频率	
环境温度		环境湿度	
检定日期		上次检定时间	
序号	检定项目	检定记录	
1	外观检查		
2	空气中雷达波速测量相对误差		
3	厚度测量示值误差		
4	厚度测量重复性		

附录 B

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				
检定环境条件及地点				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
检定使用的计量(基)标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量(基)标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量(基)标准证书编号	有效期至

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	外观检查		
2	空气中雷达波速测量相对误差		
3	厚度测量示值误差		
4	厚度测量重复性		

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 C

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				
检定环境条件及地点				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 他		
检定使用的计量（基）标准装置				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至
检定使用的标准器				
名 称	测量范围	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量（基）标准证书编号	有效期至

第 2 页 共 3 页

检定结果通知书第 3 页

证书编号××××××-××××

检定结果

序号	被检项目	检定结果	合格判断
1	外观检查		
2	空气中雷达波速测量相对误差		
3	厚度测量示值误差		
4	厚度测量重复性		

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。

附加说明

说明检定结果不合格项

以下空白

中华人民共和国交通运输部
部门计量检定规程
公路断面探伤及结构层厚度探地雷达
JJG(交通) 124—2015

*

人民交通出版社股份有限公司出版发行
(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
北京市密东印刷有限公司印刷
版权专有 不得翻印

*

开本:880×1230 1/16 印张:1 字数:29千
2015年11月 第1版
2015年11月 第1次印刷
定价:15.00元
统一书号:15114·2256