

# 团 体 标 准

T/CCTAS XX—2024

## 钢质护栏立柱埋深冲击弹性波法 测试规程

Technical specifications for embedded depth impact elastic wave based on testing of  
highway steel guardrail post

草案版次选择

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国交通运输协会 发布

# 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本规定 .....	1
4.1 一般要求 .....	1
4.2 测试设备 .....	2
4.3 测试流程 .....	2
5 现场测试 .....	3
5.1 一般要求 .....	3
5.2 波速标定 .....	3
5.3 测试实施 .....	3
5.4 波形判定 .....	5
6 结果评价 .....	5
6.1 一般要求 .....	5
6.2 数据处理 .....	5
6.3 结果评定 .....	7
7 测试结果及数据管理 .....	7
7.1 测试结果 .....	7
7.2 数据管理 .....	7
附 录 A（资料性）测试波形示例 .....	9
附 录 B（资料性）冲击弹性波法测试公路钢质护栏立柱埋深现场记录表 .....	11

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：青海省交通检测有限公司、青海省交通建设管理有限公司、青海天智公路检测有限公司、中交二公局第三工程有限公司、四川升拓检测技术股份有限公司、新疆交勘致远工程科技有限公司、湖南建工交建宏特科技有限公司、宁波市交通建设工程试验检测中心有限公司。

本文件主要起草人：周世学、刘振伟、逯启彪、张建华、苏兆邦、韩德明、赵永辉、仝亚刚、徐忠卫、郑海莲、王玉宝、吴佳晔、王生华、容逸、李永国、郎永贤、宋文龙、包时民、李飞飞、刘秀娟、张向辉、苏明、赵宁、王欣、黄涛、朱建朝、王维国。

# 钢质护栏立柱埋深冲击弹性波法测试规程

## 1 范围

本文件规定了公路钢质护栏立柱（简称立柱）埋深冲击弹性波测试的一般规定、现场测试、结果评价、测试报告及数据管理等内容。

本文件适用于各等级公路钢质护栏立柱埋深冲击弹性波法测试。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

JJG 173 钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪检定规程

JTG/T 3671 公路交通安全设施施工技术规范

JTG/T D81 公路交通安全设施设计规范

JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准第一部分土建工程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**冲击弹性波** Impact elasticity waves

冲击作用下质点的振动以波动形式传播，在弹性范围内产生的运动，也称应力波。

### 3.2

**标定波速** calibrated wave velocity

测试时采用的弹性波在立柱中的传播速度，主要受弹性波波长、立柱材质、立柱规格等因素影响。

### 3.3

**自动激振装置** auto oscillator

发生冲击弹性波的自动激励装置。

## 4 基本规定

### 4.1 一般要求

4.1.1 冲击弹性波法测试立柱埋深，应符合以下条件：

a) 立柱总长度 0.7m~5m；

- b) 立柱未经加长焊接、加厚套管；
- c) 立柱柱帽可拆卸；
- d) 立柱埋入年限不超过 5 年。

4.1.2 立柱类型包括钢管立柱和方管立柱。

## 4.2 测试设备

4.2.1 测试仪应符合 JJG 173 的相关要求。

## 4.3 测试流程

4.3.1 现场测试工作的流程，宜按图 1 进行。

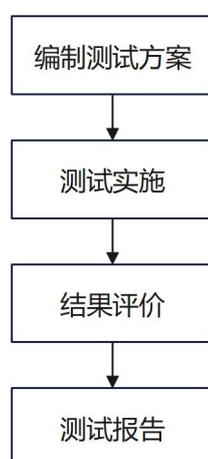


图 1 测试工作流程图

4.3.2 测试前应收集下列资料：

- a) 委托方和相关单位的测试目的和具体要求；
- b) 设计资料、施工资料、监理资料、养护拆换资料；
- c) 立柱埋置状态、公路结构调查及相应测试条件信息等；
- d) 对现场测试和数据判断有用的其他资料。

4.3.3 测试前应编制测试方案，且包括下列主要内容：

- a) 工程概况；
- b) 测试目的及委托方的测试要求，包括测试路段、测试数量、抽检方案等；
- c) 测试依据包括测试标准、相关技术文件等；
- d) 测试方法及测试数据出现异常情况时处理措施；
- e) 测试人员和仪器设备情况；
- f) 测试工作进度计划；
- g) 测试中的安全与环保措施。

## 5 现场测试

### 5.1 一般要求

5.1.1 冲击弹性波法测试立柱埋深，被测试立柱应无明显变形、破损等情况。

5.1.2 冲击弹性波法测试立柱埋深，被检立柱不应处于强振动、强电强磁等存在干扰的特殊环境，即检测环境噪声电压应小于 0.2 伏特。

5.1.3 测试环境温度要求 $-10^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.2 波速标定

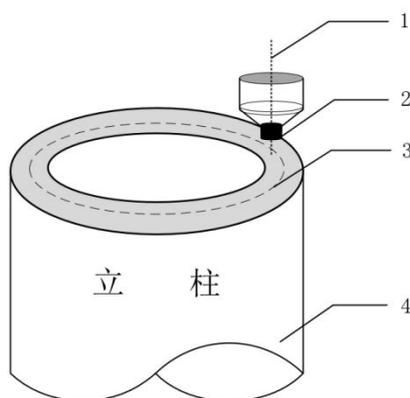
5.2.1 冲击弹性波法测试立柱埋深，测试前应进行波速标定，波速标定应符合下列要求：

- a) 获取标定立柱的实际长度，可采用拔桩法获取实际长度；
- b) 波速标定立柱，其工况应与被测试立柱保持一致；
- c) 数据采集流程按 5.3 节执行；
- d) 波形判定按 5.4 节执行；
- e) 单根标定立柱记录的有效波形不少于 5 次，应取标定波速平均值作为立柱的标定波速值，单根立柱每次测试数据的标定波速与平均值的差不超过平均值的 5%，超过应予以剔除；
- f) 标定波速计算参考第 6.2.1 条。

### 5.3 测试实施

5.3.1 冲击弹性波法测试立柱埋深前，应进行测线布置，测线应避开螺孔、焊缝、变形等区域。

5.3.2 激振装置安装前，应揭开柱帽，露出端部并将端部打磨平整，激振装置中心线应与立柱端面中心线保持垂直，安装见图 2。



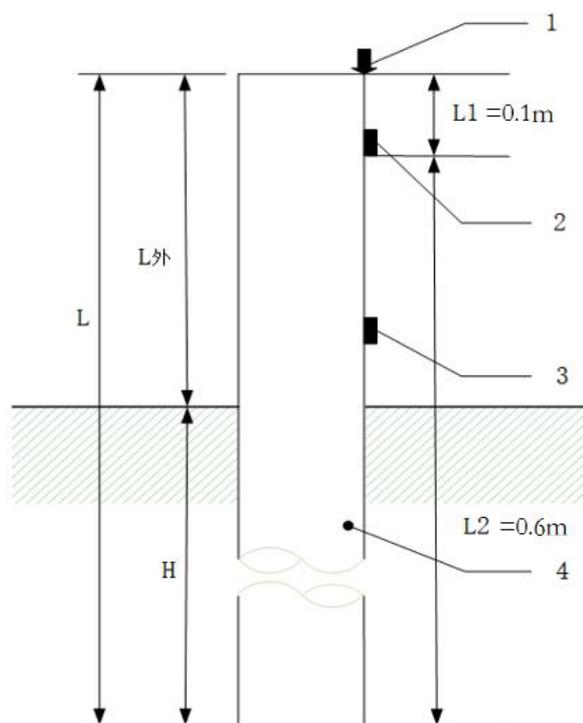
标引序号说明：

- 1—激振装置中心线
- 2—激振装置
- 3—立柱端面中心线
- 4—立柱

图 2 激振装置安装示意图

5.3.3 冲击弹性波法测试立柱埋置深度应按图 3 进行，并符合下列要求；

- a) 宜采用双通道测试；
- b) 传感器应与立柱贴合紧密，应采用磁吸方式进行耦合，安装位置宜进行打磨；
- c) 当采用双通道测试时，传感器朝向应保持一致，传感器 1 位于距顶端 0.1m 处，传感器 2 位于距顶端 0.6m 处，具体参考图 3；

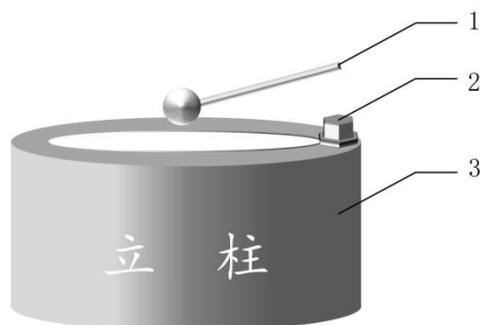


标引序号说明：

- 1—激振装置
- 2—传感器1
- 3—传感器2
- 4—立柱

图 3 双通道立柱测试示意图

- d) 当采用单通道测试时，传感器应布置在立柱顶端，且与激振点距离  $1/4$  弧长，激振处应位于立柱端面中心线，参考图 4。



标引序号说明：

1—激振锤

2—传感器

3—立柱

图 4 单通道立柱测试示意图

#### 5.4 波形判定

5.4.1 现场测试时，应同时进行波形筛选，波形有效性判定应符合下列要求：

- a) 预留区间清晰，波形整体呈衰减趋势；
- b) 首波清晰，能明确首波时刻；
- c) 反射波清晰，能明确反射波时刻；
- d) 波形示例参见附录 A。

5.4.2 现场测试时应详细、准确记录测试对象的相关信息，记录表宜参照附录 B。

### 6 结果评价

#### 6.1 一般要求

6.1.1 冲击弹性波法测试立柱埋深结果评价分为单根立柱评价。

6.1.2 单根立柱评定结果不合格时，可结合拔桩试验进行验证。

#### 6.2 数据处理

6.2.1 波速标定数据处理应符合下列要求：

按式（1）计算波速标定。

$$C = 2L_0/T \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$C$ ——标定波速，单位为米每秒（m/s）；

$T$ ——冲击弹性波在立柱中的传播时间，单位为秒（s）；

$L_0$ ——标准立柱的长度，单位为米（m）。

6.2.2 单根立柱的数据处理应符合下列要求：

a) 按式（2）~式（3）计算单根立柱的长度；

$$L_2 = (C \times T) / 2 \dots\dots\dots (2)$$

$$L = L_1 + L_2 \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$C$ ——标定波速，单位为米每秒（km/s）；

$T$ ——冲击弹性波在立柱中的传播时间，单位为毫秒（ms），亦可通过频谱分析获取；

$L$ ——立柱测试长度，单位为米（m）；

$L_1$ ——传感器 1 距立柱顶端距离，为 0.1m；

$L_2$ ——传感器 1 距立柱底部距离，单位为米（m）。

b) 按式（4）计算立柱的埋入深度；

$$H = L - L_{\text{外}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$H$ ——立柱计算埋入深度，单位为米（m）；

$L_{\text{外}}$ ——立柱外露测量长度，单位为米（m）。

c) 单根立柱长度数据中大于 2 倍标准差的单个测试值应予以舍弃，其余测试值的最优推定值作为测试结果，精确至 0.01m；

d) 单根立柱的测试总长度相对偏差按式（5）计算；

$$\delta = \frac{L - L_{\text{设}}}{L_{\text{设}}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$\delta$ ——总长度相对偏差值；

$L_{\text{设}}$ ——立柱设计长度，单位为米（m）。

e) 单根立柱的计算埋置深度绝对偏差按式（6）计算；

$$\Delta H = H - H_0 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$\Delta H$ ——埋置深度绝对偏差，单位为米（m）；

$H_0$ ——立柱设计埋置深度，单位为米（m）。

### 6.3 结果评定

#### 6.3.1 单根立柱结果评定应符合下列要求：

- a) 总长度大于 2.0m 的单根钢质护栏立柱测量总长度不小于设计长度 96%，且埋深满足设计要求，可评判为合格；
- b) 总长度小于 2.0m 的单根钢质护栏立柱测量总长度相对设计长度偏短量小于 0.08m，且埋深满足设计要求，可评判为合格。

**引用说明：**在JTG F80/1《公路工程质量检验评定标准》和JTG/T 3671《公路交通安全设施施工技术规范》中，均明确要求立柱埋置深度不小于设计要求。

## 7 测试结果及数据管理

### 7.1 测试结果

#### 7.1.1 测试单位的测试结果应以测试报告为主要形式，测试报告应符合以下规定：

- a) 测试报告应文字应清晰、简明扼要、表述明确；
- b) 测试报告应数据应真实、准确、完整；
- c) 测试报告应给出所测试项目是否符合设计文件要求或相关工程质量检验评定的要求的结论；
- d) 测试报告应给出测试项目的技术状况评定分类，能为工程处治提供依据。

#### 7.1.2 测试报告应包括以下内容：

- a) 委托、建设、勘察、设计、监理、施工等单位的全称；
- b) 工程概况，包括：工程名称、地点，地质情况，结构形式，设计参数，施工情况等；
- c) 测试目的、测试依据标准、测试内容和项目、测试频率和数量、测试方案，测试日期等概述；
- d) 测试采用的方法与技术、仪器设备、测试过程叙述；
- e) 相关测试数据分析与判定，实测与分析结果图像、表格等；
- f) 与测试项目、内容相对应的结果、结论与建议；
- g) 测试、签发、审核和编制人员的签名；
- h) 测试报告中宜含有典型的结果图像，以足以示明其判定方法、判定标准及图像质量；
- i) 必要时可采用绘图或表格进行说明。

### 7.2 数据管理

#### 7.2.1 测试单位的测试结果、测试数据、测试报告等，应进行归档储存。

#### 7.2.2 测试单位的测试数据应保证真实、可靠，并妥善保存，在需要时能够回溯。

#### 7.2.3 现场测试时条件允许时，宜记录测试现场的 GPS 信息。

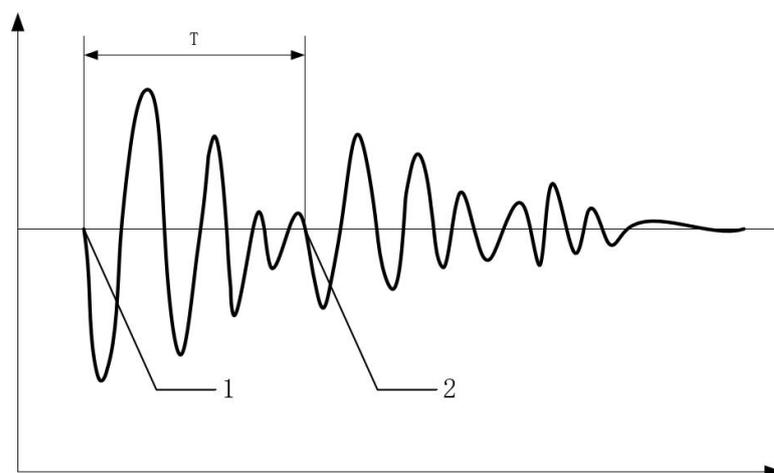
7.2.4 测试数据宜用数据库进行管理。数据库应具备远程数据传输、储存、检索、回溯以及对比等功能。

附录 A  
(资料性)  
测试波形示例

### A.1 单通道波形示例

单通道波形示例见图A.1所示，波形数据主要特征包括：

- a) 波形起始时刻明确；
- b) 波形整体呈衰减状态；
- c) 入射波及反射波识别明确。



标引序号说明：

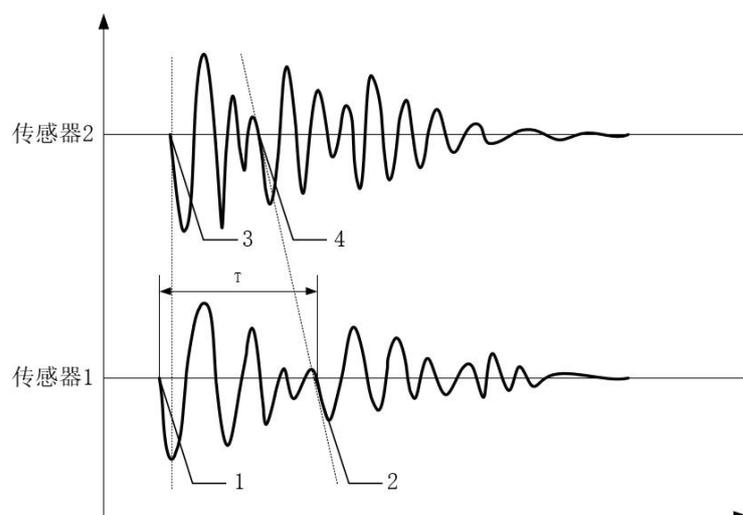
- 1—入射波起始时刻
- 2—反射波起始时刻

图 A.1 单通道波形示例

### A.2 双通道波形示例

单通道波形示例见图A.1-2所示，波形数据主要特征包括：

- a) 两波形起始时刻明确；
- b) 两波形整体呈衰减状态；
- c) 两入射波及反射波识别明确；
- d) 传感器 1 通道入射波早于传感器 2 通道入射波；
- e) 传感器 1 通道反射波迟于传感器 2 通道反射波。



标引序号说明：

- 1—传感器1入射波起始时刻
- 2—传感器1反射波起始时刻
- 3—传感器2入射波起始时刻
- 4—传感器2反射波起始时刻

图A. 2 双通道波形示例

附 录 B  
(资料性)

冲击弹性波法测试公路钢质护栏立柱埋深现场记录表

B.1 冲击弹性波法测试公路钢质护栏立柱埋深现场记录表 B.1

表 B.1 冲击弹性波法测试公路钢质护栏立柱埋深现场记录表

共\_\_\_\_页 第\_\_\_\_页

记录单位：

记录编号：

工程名称			完工时间			
立柱类型	<input type="checkbox"/> 钢管立柱 <input type="checkbox"/> 方管立柱		桩号范围			
埋置介质	<input type="checkbox"/> 土 <input type="checkbox"/> 土石 <input type="checkbox"/> 石 <input type="checkbox"/> 混凝土		测试方法			
测试仪器			仪器编号			
测试依据						
序 号	桩 号	设计埋置深度 (m)	设计立柱总长度 (m)	实测立柱外露长度 (m)	实测立柱内露长度 (m)	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
备注						

测试人员：\_\_\_\_\_记录人员：\_\_\_\_\_复核人员：\_\_\_\_\_测试日期：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日