



中华人民共和国国家标准

GB/T 24967—2010

钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪

Impact elastic wave-based embedding depth measurement
apparatus for steel guard rail post

2010-08-09 发布

2010-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准附录 A 为规范性附录。

本标准由全国交通工程设施(公路)标准化技术委员会(SAC/TC 223)提出并归口。

本标准起草单位:交通部公路科学研究院、四川升拓检测技术有限责任公司、北京中交华安科技有限公司。

本标准主要起草人:张高强、吴佳晔、包左军、吴曾炜、王成虎、沈卓洋、吴玲涛、田北平、张建军。

钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪

1 范围

本标准规定了钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪的结构、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存要求。

本标准适用于按照 JTG/T D81—2006 所设计及施工的钢质护栏立柱埋深的测试。其他类型钢质护栏立柱埋深检测可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 191 包装储运图示标志(GB/T 191—2008, ISO 780:1997, MOD)

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

JJG 4—1999 钢卷尺检定规程

SJ 946 电子测量仪器电气、机械结构基本要求

JTG D30 公路路基设计规范

JTG/T D81—2006 公路交通安全设施设计细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪 impact elastic wave-based embedding depth measurement apparatus for steel guard rail post

通过测量冲击弹性波在钢质护栏立柱中的传播时间，计算出立柱总长，从而反算立柱埋深的检测仪器。

3.2

冲击弹性波 impact elastic wave

通过机械冲击在对象材料中产生的弹性波。本测试仪主要采用纵波波（也称 P 波，压缩波）。

3.3

加速度传感器 acceleration sensor

将测试对象的物理量加速度转换为电信号的装置。

本检测仪所用的是压电式加速度电荷传感器，是将加速度转换为微弱电荷信号的装置。

3.4

电荷灵敏度 dcharge sensitivity

传感器在一个单位加速度(m/s^2 或 g)作用下产生的电荷量(μC)。

3.5

低噪声电缆 low noise cable

采用特殊结构的传送微弱电荷信号的电缆。

3.6

电荷放大器 charge amplifier

将传感器测得的微弱电荷信号放大,转换为电压信号输出的装置。

3.7

A/D 转换卡 A/D converter

将测试的模拟信号(电压信号)转换为数字信号的转换装置,也称模数转换卡。

3.8

自动激振装置 auto oscillator

发生冲击弹性波的激励装置,是产生符合要求的激振信号的装置。

3.9

激振控制器 oscillator controller

给自动激振装置提供激振电信号的电子装置,可以发出一个指定的电压脉冲。

3.10

频道 channel

测试信号的通道。

4 组成与分类

4.1 组成

钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪由检测仪本体和激振设备两部分组成,其中检测仪本体包括传感器、导线、模数转换、计算机等,激振设备包括自动激振装置和激振控制器等。

检测仪的结构见图1。检测仪的电气、机械结构部分应符合 SJ 946 的规定。

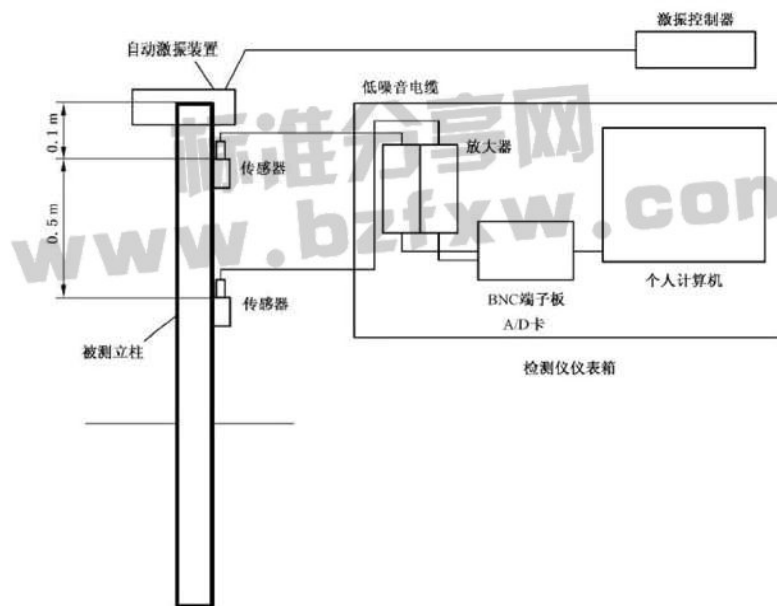


图1 检测仪系统结构图

4.2 分类

钢质护栏立柱埋深冲击弹性波检测仪分为普通型和加强型两类,分别适用于不同的工作温度环境。

5 技术要求

5.1 检测仪整体要求

5.1.1 外观

5.1.1.1 表面喷漆,电镀层光洁,色泽及光泽一致,无人为缺陷痕迹。

5.1.1.2 商标、名称、型号及制造厂标志清晰,各开关旋钮调节自如,显示文字及图像应清晰,达到户外使用标准的要求。

5.1.1.3 外接导线及插头、插座应安全牢固,连接可靠,无松动现象。

5.1.2 工作条件(供电电压)

5.1.2.1 检测仪电源电压:应在 DC 5 V~12 V,可以由计算机 USB 接口供电,也可自带电源。

5.1.2.2 激振控制器供电电压:DC 12 V $\pm$ 10%或 DC 24 V $\pm$ 10%。

5.1.3 工作参数(弹性波速)

钢质立柱的弹性波速可通过实测标定。实测标定应当采用与柱长测试相同的测试方法。测试方法按照附录 A。

当无法进行实测标定时,弹性波中的 P 波波速可以取为 5.18 km/s。

5.1.4 性能要求

5.1.4.1 读测方式:程序自动判读,用波形及数字显示。

5.1.4.2 检测范围:0.7 m~5.0 m。

5.1.4.3 测量精确度如下:

a) 在钢质护栏立柱的弹性波波速经过事先标定的前提下,检测仪对未埋入地下的护栏立柱长度测试时,平均测量误差优于 $\pm 1\%$ 或不大于 ± 2 cm;

b) 在钢质护栏立柱的弹性波波速经过事先标定的前提下,检测仪对已埋入地下的护栏立柱埋深测试时,平均测量误差优于 $\pm 4\%$ 或不大于 ± 8 cm。

5.1.4.4 测试长度分辨率不低于 1 cm。

5.1.5 环境条件

检测仪正常工作环境条件宜为:

a) 环境温度:普通型为 0℃~40℃,加强型为-20℃~55℃;

b) 相对湿度:40℃时 30%RH~85%RH;

c) 大气压:85 kPa~105 kPa;

d) 空气中不含有腐蚀性气体、无强磁场、无较大振动和冲击。

5.2 部件性能要求

5.2.1 仪表箱

采用金属仪表箱,对箱内设备具有静电屏蔽防护能力。使用中仪表箱宜接地。

5.2.2 信号测试部分

信号测试部分性能要求如下:

a) 传感器性能宜满足表 1 的要求;

表 1 传感器性能

名 称	电荷灵敏度	频率范围($\pm 10\%$)	质量 (包括磁性卡座)
压电式加速度传感器	≥ 3.0 pC/g	1 kHz~10 kHz	≤ 20 g

- b) 放大器性能宜满足表 2 的要求；

表 2 放大器性能

放大倍率	最大放大倍率大于 100 mV/pC, 并可调
频率特性	0.2 Hz~10 kHz, +0.5 dB/-3 dB
滤波	要求有 BPF(带域滤波)或 LPF(低通滤波)

- c) A/D 转换卡的性能要求见表 3；

表 3 A/D 转换卡的基本技术规格

输入通道	≥ 2
模拟量输入转换速度	不慢于 2 μ sec/ch.
模拟量输入分辨率	≥ 16 bit

- d) 低噪电缆: 长度不小于 5 m；

- e) 激振控制器宜有自动和手动控制切换装置, 性能宜符合表 4 的要求；

表 4 激振控制器技术规格

输入电源	DC 12 V
输出信号大小	DC 12 V 的脉冲信号
输出信号脉冲宽度	大于 0.05 sec, 可调

- f) 自动激振装置应由固定支架、电磁发振装置、高频杂波及激振噪声抑制装置等部件组成, 安装在立柱顶端, 应能在激振后对立柱保持一定的静态压力, 以抑制激振的残留信号。

5.3 测试软件性能要求

检测仪所使用的测试软件的性能应符合表 5 的要求。

表 5 测试软件的性能要求

数据采集	自检功能	对仪器的基本状态能够自检
	采集数据量	能测试弹性波在立柱中五个来回的数据
	触发	予触发功能
	频道数	宜为两个
信号处理	降噪	消减激振时的残留振动信号 消减环境噪声(如交通振动等) 消减立柱与地面交界面处反射信号的影响
	反射信号的增强	对反射信号进行增强处理
	反射信号的抽出	客观地识别出反射信号, 并能够提取反射信号的到达时刻
	频谱分析	具有频谱分析功能(如 FFT、MEM 等)
柱长分析	统计处理	进行重复测试, 并对测试结果进行统计处理
	自动处理	自动得出测试结果、尽量降低人为误差

6 试验方法

6.1 试验环境

试验环境如下：

- a) 湿度: 不大于 75%RH；
b) 试验时周围应无影响检测仪正常工作的强烈电磁场干扰及机械振动；

c) 按 JTG/T D81—2006 中规定的路侧波形梁护栏立柱规格及埋设方式把立柱埋入土中。

6.2 外观测试

可以通过目测来进行。

6.3 技术条件测试

查看一起的相关技术文件及外购产品说明书与合格证。

6.4 性能测试

按照附录 A 的规定进行试验。

7 检验规则

7.1 出厂检验

7.1.1 检验项目

出厂检验项目见表 6。

7.1.2 样本抽取

批量生产或连续生产的产品,出厂前进行全数检验。

7.1.3 合格判定

检验中,出现任一项不合格时,则判为不合格品。

7.1.4 结果的处理

对于不合格品可进行返修,返修后重新进行检验。

7.2 型式检验

7.2.1 有下列情况之一时,应进行型式试验:

- a) 新研制的产品;
- b) 当设计、工艺、材料等方面有重大变更时;
- c) 停止生产满一年的产品再次生产时;
- d) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

7.2.2 检验项目

型式检验项目见表 6。

表 6 检验项目

序号	检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观	5.1.1	6.2	++	++
2	工作电压	5.1.2	6.3	—	+
3	部件性能	表 1、表 2、表 3	6.3	+	+
4	软件性能	5.3	6.3	—	+
5	性能测试	5.1.4	6.4	++	++
注:“++”表示应进行的检验项目,“+”表示宜进行的检验项目,“—”表示不检验的项目。					

7.2.3 样本抽取

型式检验应从定型前指定产品中随机抽取一台样机进行。

7.2.4 合格判定

表 6 中规定的各项试验均合格,则判定型式检验合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 检测仪组成部分应在其显著部位标明其型号、名称、生产厂家、出厂编号及日期等。

8.1.2 仪器外包装箱的标志应清楚,内容包括:

- a) 仪器型号、名称、商标等标志;
- b) 制造厂名;
- c) 箱体尺寸(mm³):长×宽×高;
- d) 箱体毛重(kg);
- e) 标有“精密仪器”、“请勿倒置”、“严禁碰撞”和“防潮防雨”等标志。

8.1.3 包装储运图和收发货标志按照 GB/T 191 和 GB/T 6388 的有关规定正确选用。

8.2 包装

检测仪的包装按 GB/T 13384 的有关规定执行。

8.3 运输

包装好的检测仪应能适应各种运输方式。

8.4 贮存

检测仪应能适应常温贮存环境条件,但应避免酸、碱等气体的腐蚀,避免强烈的机械振动和冲击。

附录 A

(规范性附录)

公路护栏立柱埋深检测仪精度试验方法

A.1 试验准备

选取符合 JTG/T D81—2006 规定材质、壁厚、外径的护栏立柱三根,长度分别介于 0.7 m~1.4 m、1.4 m~2.8 m、2.8 m~5.0 m,用符合 JJG 4—1999 要求的钢卷尺测量柱长。并按 A.3 的检测步骤标定立柱的 P 波波速。

按 JTG/T D81—2006 施工要求埋入土中,土的压实度应满足 JTG D30 中有关要求。

A.2 试验次数

对每根立柱,应当在温度条件不同的上午、中午和下午进行三次试验。

A.3 试验步骤

试验步骤如下:

- 检测仪的连接:按图 1 或使用检测仪的系统结构图连接检测仪和个人计算机。
- 自动激振装置的安装:按照检测仪使用手册的说明将自动激振装置正确地安装在被测立柱的顶端,使激振装置的冲击头对准钢管立柱壁厚的中心线。
- 传感器的安装:通过磁性卡座将传感器吸附在被测柱侧壁上。
- 检测仪的开启:检测人员按照检测仪使用手册提供的方法开启放大器、激振控制器、计算机的电源并启动测试软件。
- 检测仪的自检:利用测试软件的自检功能对测试仪器进行自检。
- 设定:设置试验所需各参数并对环境噪声进行标定。
- 激振准备:检测人员操纵激振控制器按键发出电脉冲信号,驱动自动激振装置发振,观察激振装置的冲击头冲击的力度是否正常和冲击的地方是否在钢管立柱壁厚的中心线上。
- 数据采集准备:激振准备完成后,开启数据采集开关,准备激振。
- 激振:操纵激振控制器按键使自动激振装置发振,并观察测得的波形是否正常。如波形有异常要寻找原因克服,直到测得正常波形。
- 数据保存:对正常的波形进行保存。重复 h)~j)步骤,以便测得多组数据。数据组数宜大于六组。

A.4 数据解析及误差分析

A.4.1 数据解析

使用检测仪所配置的解析软件,依检测仪使用手册相关步骤解析测试数据。对每次测试的各组数据的结果进行统计处理后得到立柱长度 L_{ij} 。下标 i 为该立柱的编号, j 为测试的次数。

当立柱长度为已知时,可以反算立柱的弹性波速。

A.4.2 误差分析

将解析结果 L_{ij} 与被测立柱的实际总长度 L_{i0} 进行比较,其每次测试的测量误差率 δ_{ij} 按下式计算:

$$\delta_{ij} = \frac{|L_{ij} - L_{i0}|}{L_{i0}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

每次测试的测量误差 ΔL_{ij} 则为:

$$\Delta L_{ij} = |L_{ij} - L_0| \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

A.5 精度和分辨力

A.5.1 精度

对每根立柱,其测量误差率 δ_i 和测量误差 ΔL_i 分别取 δ_{ij} 和 ΔL_{ij} 的平均值,即

$$\delta_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \delta_{ij} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

$$\Delta L_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \Delta L_{ij} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中:

N ——试验次数。

测量误差率 δ_i 和测量误差 ΔL_i 应符合 5.1.4.3 测量精确度的规定。

A.5.2 分辨力

分辨力 ε 按下式计算:

$$\varepsilon = \frac{V \cdot T_{\text{SMP}}}{2} \quad \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

V ——立柱材料的弹性波速,单位为米每秒(m/s);

T_{SMP} ——模拟量输入转换时间,单位为秒(s)。

对于钢质立柱,当模拟量输入转换时间不长于 $2 \mu\text{sec/ch}$ 时,其分辨力不低于 1 cm。因此,当采用满足表 3“A/D 转换卡的基本技术规格”的模数转换装置时,可以满足 5.1.4.4 关于分辨力要求。

