



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 928—1998

超 声 波 测 距 仪

Ultrasonic Ranger

1998-03-19 发布

1998-10-01 实施

国家技术监督局 发布

超声波测距仪检定规程

Verification Regulation

of Ultrasonic Ranger

JJG 928—1998

本检定规程经国家技术监督局于 1998 年 03 月 19 日批准，并自 1998 年 10 月 01 日起施行。

归口单位：陕西省技术监督局

起草单位：中国测试技术研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释

本规程主要起草人：

李茂山 （中国测试技术研究院）

龚建明 （中国测试技术研究院）

参加起草人：

李 琼 （中国测试技术研究院）

韩 玮 （中国测试技术研究院）

谭建国 （陕西测绘仪器计量中心）

目 录

一 概述	(1)
二 技术要求	(1)
三 检定项目和检定条件	(2)
四 检定方法	(3)
五 检定结果处理和检定周期	(6)
附录 1 标准检定场的建立及测试方法	(7)
附录 2 检测计算范例	(9)

超声波测距仪检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的超声波测距仪的检定。

一 概 述

超声波测距仪是一种用声波速度测量距离的仪器，适用于在空气中 100 m 以内的距离测量，标准不确定度： $1.5 \times 10^{-3} D$ (D 为所测距离)。该仪器主要应用在建筑工程、机械安装、农田水利、公路交通、矿山隧道以及园林规划等场合。

根据超声波在空气里的传播特性，超声波源应用频率范围为：20~40 kHz。

有两种类型超声波测距仪：

- 1) 超声波自反射式，这不需要合作靶，利用待测表面作反射体。
- 2) 超声波异地反射式，它是需要合作靶的测距仪，一般用红外光控制合作靶发射超声波。

二 技 术 要 求

1 外观及一般性能检定

- 1.1 仪器外壳无碰伤损坏，启动开关正常。
- 1.2 光学镜片完好，无松动现象。
- 1.3 数字显示笔划完整，无闪动现象，当遮挡接收或发射窗口时，应立即切断。
- 1.4 对使用中和修理后的超声波测距仪，允许有不影响准确度的缺陷。

2 计数频率检定

测距仪的计数频率与声波速度 (20 ℃) 的相关量一致。

3 超声波发射频率检定

超声波振荡频率与超声换能器的中心频率应已知，保持最佳发射功率。

4 测程

新制造的超声波测距仪测程应与标称值一致，使用中及修理后的测程应不小于标称值的 4/5。

5 温度补偿

设置有温度补偿功能的仪器，温度补偿功能应可靠。

6 测距应用方程

加常数 (A) 及乘常数 (K)，用不少于四个标准距离段，在标准不确定度小于 $10^{-4} D_i$ 的标准长度检定场上检定，求出以下形式的测距方程式中的 A 及 K

$$D_i = A + K \cdot X_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

式中： D_i ——标准距离；

- A——加常数；
 K——乘常数；
 X_i ——测距仪显示的距离值。

7 测距标准偏差

测距标准偏差应不超过标准不确定度。

8 仪器灵敏度

当仪器沿着测量线移动，增减一个显示当量的距离时，仪器显示也应随之增减一个显示当量。

9 测距重复性

测距数值稳定在标准不确定度范围内变动。

10 综合测距标准误差

综合测距标准误差应小于仪器标准不确定度。

三 检定项目和检定条件

11 检定项目及主要检定工具列入表 1。

表 1

序号	检定项目	主要检定工具	检定类别		
			新制的	修理后	使用中
1	机械件	—	+	+	+
2	光学件	—	+	+	+
3	电子数字显示	—	+	+	+
4	计数频率	频率计及示波器	+	+	—
5	发射频率	频率计及示波器	+	+	—
6	测程	标准长度检定场	+	+	+
7	温度补偿	变温箱	+	+	—
8	测距方程加乘常数	标准长度检定场	+	+	+
9	测距误差	标准长度检定场	+	+	+
10	仪器灵敏度	检定场移动台	+	+	+
11	测距重复性	检定场移动台	+	+	+

注：检定类别“+”号为必检项目；“—”号为可不检项目。

12 检定条件

12.1 温度：10~30℃。

12.2 相对湿度：小于85%。

12.3 风力：小于3级。

12.4 周围环境：无影响检定的振动及电磁干扰。

四 检 定 方 法

13 外观及一般性能检定

目测外观的完好性，并摇晃仪器内有无松动，而后通电检查数字显示性能，按第1条中所列各款逐项进行检定。

14 计数频率

用数字频率计直接测量测距仪的计数脉冲频率，或者间接用已知距离作标准量，对测距仪进行校正。

15 超声波发射频率

在未经过超声换能器之前，测量超声波源频率，用数字频率计以及通用示波器观察信号转换幅度及波形，如图1所示，是否与超声换能器中心频率一致。

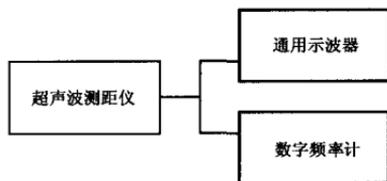


图 1

16 测程

仪器安装在与测距仪标称测程相当的标准长度检定场上，移动仪器或“靶”，直至仪器所测距离显示值稳定为止，对使用中及修理后的测距仪，此距离与标称测程的比值须大于4/5。

17 温度补偿

把超声波测距仪安置在约5m的变温箱里，温度由10℃变到30℃，测温误差小于1℃，每变化5℃进行同一距离测量，所测距离不应当变化（图2）。

18 测距应用方程

如图3所示，把超声波测距仪安置在标准长度检定场标志上，对超声波测距仪进行测距量值检定。获得标准长度与测距仪显示距离的关系（见附录2附表1）。

$$D_i = A + K \cdot X_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

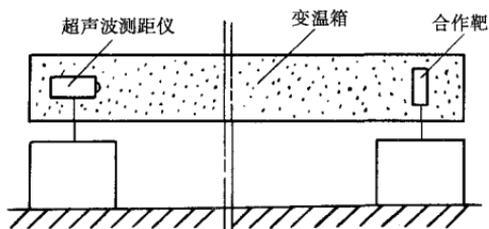


图 2

式中： i ——距离编号；

D_i ——标准长度检定场的墩位标志间距；

X_i ——超声波测距仪显示距离。

由下式解算，待测应用方程式系数为

$$K = \frac{n \sum D_i X_i - (\sum X_i) \cdot (\sum D_i)}{n (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

$$A = \frac{(\sum D_i) \cdot (\sum X_i^2) - (\sum D_i X_i) \cdot (\sum X_i)}{n (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

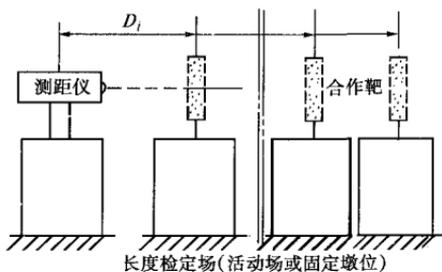


图 3

19 测距标准偏差

检定值用 18 条测量结果 (见附录 2 附表 1)，用误差方程式计算残差 (v_i)

$$v_i = A + K \cdot X_i - D_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

代入下式计算测距标准偏差

$$s_1 = \sqrt{\sum v_i^2 / (n - 2)}$$

式中： s_1 ——测距标准偏差；

n ——方程式个数。

计算实例见附录 2 附表 1。

20 仪器灵敏度

如图 4 所示，测距仪安装在移动工作台上，在离开测距仪可靠测程附近，安置“靶”或反射屏，沿着测量线移动工作台，并且在移动台的标尺上读取移动距离 (D_i)。在此同时，读取测距仪显示的数值，每次移动距离 1 cm，正反方向各测 5 次，用下式计算超声测距仪灵敏度标准误差

$$s_2 = \sqrt{\sum d_i^2 / n_2}$$

式中： s_2 ——仪器灵敏度标准误差；

d_i ——移动台移动值 (ΔD_i) 与测距仪显示变化量 (ΔX_i) 的差值；

n_2 ——测量次数。

计算实例见附录 2 附表 2。

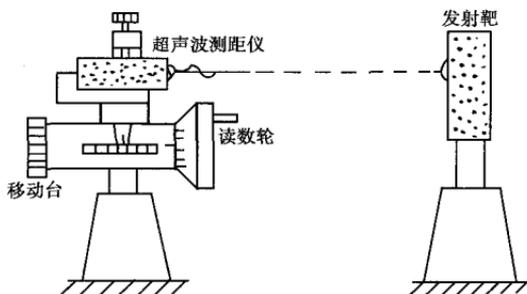


图 4

21 测距重复性

在可靠测程内安置超声波测距仪，重复测量某一固定距离，用离散值计算。仪器安置好后，定时重复测量，间隔约 2 分钟测量一次，共测量 6 次，用下式计算测距重复性标准偏差。

$$s_3 = \sqrt{\sum (X_i - X_0)^2 / (n_3 - 1)}$$

式中： s_3 ——测距重复性标准偏差；

X_0 ——测量平均值；

X_i ——每次测量值；

n_3 ——测量次数。

计算实例测距见附录 2 附表 3。

22 综合测距标准误差

由标准长度检定场标准误差及检测仪器标准误差量部分组成。

综合测距标准误差（合成标准不确定度）

$$u_c = \sqrt{m_1^2 + m_2^2}$$

式中： m_1 ——标准长度场检测标准误差；

m_2 ——被检测仪器标准误差。

其中

$$m_2 = \sqrt{s_1^2 + s_2^2 + s_3^2}$$

五 检定结果处理和检定周期

23 超声波测距仪经过检定提供的数据。

23.1 测距方程式的系数

$$D_i = A + K \cdot X_i$$

式中： A ——加常数；

K ——乘常数；

X_i ——仪器读数；

D_i ——用超声波测距仪测得实际距离。

23.2 实际测距综合标准误差（合成标准不确定度） u_c 。

23.3 标注实际可靠测程。

24 经检定合格的测距仪发给检定证书，并提供第 23 条数据；不合格的发给检定结果通知书，并说明原因。

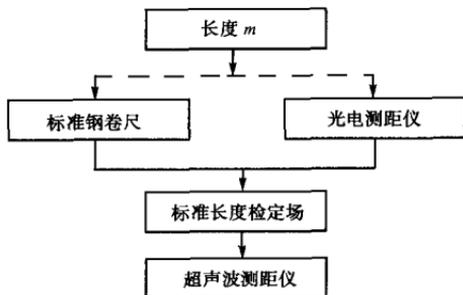
25 超声波测距仪检定周期为 1 年。

附录 1

标准检定场的建立及测试方法

1 标准长度检定场量值传递系统

检测超声波测距仪的标准长度检定场须满足长度量值传递要求，如附图 1 量值传递系统表。



附图 1

2 固定墩位式标准检定场建立方法

在平坦地面上沿一条直线埋设若干个小泥桩，桩的端面离地面约 0.8 m，地下基础视地质条件深入地下 1 m，一般首尾间距为 100 m，水泥端面预埋金属固定标志——端头有“+”刻线的柱状标志。墩位布局宜在 50 m 内密布。如 0~5~10~15~20~30~60~90 (100) m，中选用 4~6 段。

利用经过检定过的钢卷尺测量标准长度检定场，它作为一种特殊的长度实物标准，提供超声波测距仪长度量值传递标准。

2.1 固定墩位应具备的条件

2.1.1 长度量值准确，用高一级的量具或仪器进行测长标准不确定度须小于 $1 \times 10^{-4} L$ (L 为长度) 每年检测 2 次

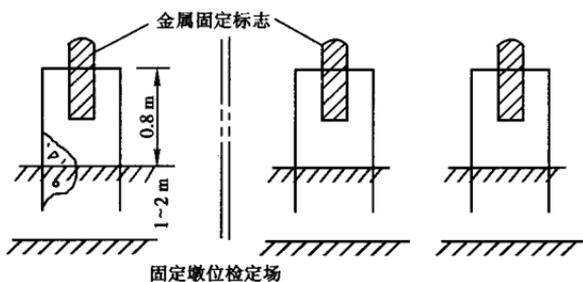
2.1.2 埋设的墩位稳定，具有较好的地理地质条件，能够长期保存。

2.1.3 墩位如附图 2 所示。

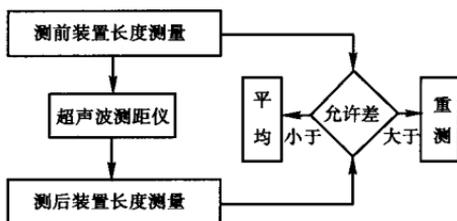
3 活动式支架标准长度检定场建立方法：活动检定场是指可以随时组装成的检测装置，特点是不依赖地基稳固作长度量值传递依据，而是在对超声波测距仪检定之前组装检测装置，用标准尺测量装置上标志的间距。在应用之后，可把装置撤除。

3.1 设计测量程序时应用约制条件（限差）如附图 3 所示。

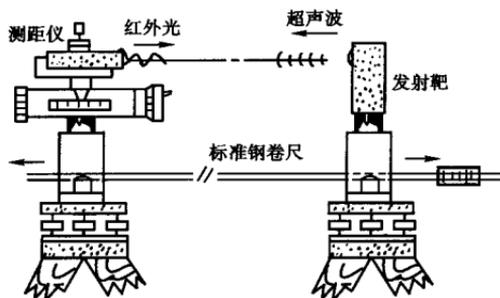
3.2 活动支架检测装置为附图 4 所示，用三脚架支撑柱状标志。



附图 2



附图 3



附图 4

附录 2

检测计算范例

附表 1 加常数 (A) 乘常数 (K) 及标准偏差 (s_1)

仪器号: 检测日期: 年 月 日 温度: $^{\circ}\text{C}$

标志号	测量值 (X_i) (m)					标志间距 (D_i) (m)	平差计算值 ($A + K \cdot X_i$) (m)	残差 (v_i) (m)	v_i^2 (m^2)
	I	II	III	IV	平均				
1	4.95	4.94	4.95	4.96	4.95	5	5.01	+0.01	0.000 1
2	9.93	9.94	9.96	9.94	9.94	10	10.01	+0.01	0.000 1
3	14.90	14.93	14.92	14.92	14.92	15	14.99	-0.01	0.000 1
4	19.91	19.89	19.90	19.90	19.90	20	19.98	-0.02	0.000 4
5	29.88	29.88	29.90	29.90	29.89	30	29.99	-0.01	0.000 1
6	59.86	59.85	59.86	59.85	59.86	60	60.01	+0.01	0.000 1

 $A = +0.05 \text{ m}$ $K = 1.001 6$ $s_1 = 0.015 \text{ m}$

附表2 仪器灵敏度

仪器号： 检测日期： 年 月 日 检测间距：30 m

移动方向	移动量 (m)	测量量 (m)	差值 d	dd
正向移动	0.01	0.01	0.00	0.000 0
	0.02	0.03	0.01	0.000 1
	0.03	0.05	0.02	0.000 4
	0.04	0.04	0.00	0.000 0
	0.05	0.06	0.01	0.000 1
反向移动	0.01	0.01	0.00	0.000 0
	0.02	0.03	0.01	0.000 1
	0.03	0.04	0.01	0.000 1
	0.04	0.03	0.01	0.000 1
	0.05	0.06	0.01	0.000 1
正向移动	0.01	0.00	0.01	0.000 1
	0.02	0.02	0.00	0.000 0
	0.03	0.02	0.01	0.000 1
	0.04	0.04	0.00	0.000 0
	0.05	0.04	0.01	0.000 1
反向移动	0.01	0.01	0.00	0.000 0
	0.02	0.02	0.00	0.000 0
	0.03	0.02	0.01	0.000 1
	0.04	0.03	0.01	0.000 1
	0.05	0.04	0.01	0.000 1

$$s_2 = 0.009 \text{ m}$$

附表3 测距重复性

仪器号:

检测日期:

年

月

日

时间	14:20	14:22	14:24	14:26	14:28	14:30	平均值 X_0 (m)
X_i (m)	30.03	30.02	30.04	30.03	30.04	30.02	30.03
$X_i - X_0$ (m)	0.00	-0.01	0.01	0.00	0.01	-0.01	

单次测量重复性标准差:

$$s_3 = \sqrt{\sum (X_i - X_0)^2 / (n - 1)} = 0.009 \text{ m}$$

综合测距标准误差 (合成标准不确定度):

$$m_2 = \sqrt{0.001^2 + 0.009^2 + 0.009^2} = 0.020 \text{ m}$$

$$m_1 = 0.012 \text{ m (标准长度 60 m 的标准误差)}$$

$$u_c = \sqrt{0.012^2 + 0.020^2} = 0.02 \text{ m}$$

测距方程及综合测距标准误差 (合成标准不确定度):

$$D_i = 0.05 + 1.0016 X_i$$

$$A = 0.05 \text{ m}$$

$$K = 1.0016$$

$$u_c = 0.02 \text{ m}$$