



# 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××—202X

## 工程测量型视频监测仪校准规范

Calibration Specification for Engineering Survey Video Monitoring Devices

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局 发布



# 工程测量型视频监测仪 校准规范

Calibration Specification for Engineering  
Survey Video Monitoring Devices

JJFXXX—202X

归口单位：全国测绘地理信息专用计量测试技术委员会

主要起草单位：XXXX

XXXX

XXXX

参加起草单位：XXXX

本规范委托全国测绘地理信息专用计量测试技术委员会负责解释

主要起草人：

XXXX

XXXX

XXXX

XXXX

参加起草人：

XXXX

XXXX

目 录

引言 ..... II

1 范围 ..... 1

2 引用文件 ..... 1

3 概述 ..... 1

4 计量特性 ..... 2

5 校准条件 ..... 2

6 校准项目和校准方法 ..... 2

7 校准结果表达 ..... 6

8 复校时间间隔 ..... 7

附录 A 典型仪器技术参数 ..... 8

附录 B 标靶（式样） ..... 9

附录 C 直线位移装置（式样） ..... 10

附录 D 校准记录格式（式样） ..... 11

附录 E 校准证书内容及内页格式 ..... 13

附录 F 测量结果不确定度评定（示例） ..... 14

# 引 言

本规范依据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

# 工程测量型视频监测仪校准规范

## 1 范围

本规范规定了工程测量型视频监测仪（以下简称视频监测仪）的校准方法，适用于具备光电测距和视频图像测量功能的视频监测仪的校准，其他结构原理的视频监测仪也可参照本规范进行校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 966—2010 手持激光测距

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

## 3 概述

视频监测仪是一种工程测量仪器，主要应用于建筑工程、地质灾害监测、文物保护等领域，该仪器支持采集全景视图及全景视图的局部细节还原，具备空间三维坐标测量能力，可测量物体的距离、尺寸、位移等参数。

视频监测仪一般由主机、控制器及平台软件组成。其中主机包含测距模块、摄像模块、双轴云台和底座，它通过测距与双轴云台的测角系统建立起坐标系，该坐标系与摄像模块的视频图像融合，赋予了视频图像空间坐标测量能力。控制器与主机相连，可直连或通过互联网与平台软件进行数据传输，其结构如图 1 所示。

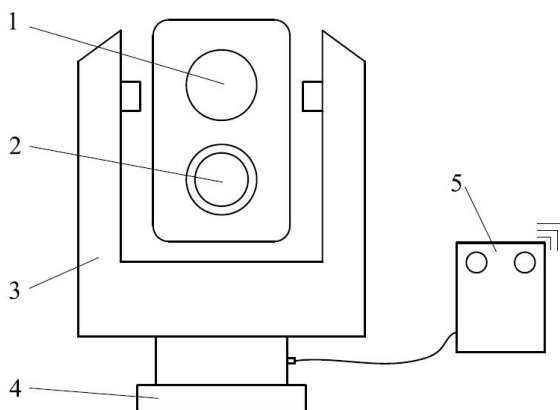


图 1 视频监测仪结构示意图

1—测距模块；2—摄像模块；3—双轴云台；4—底座；5—控制器

## 4 计量特性

### 4.1 测距示值误差

测距模块中的测距仪沿标准基线轴向测距时，相对距离测量值与参考值之差。

### 4.2 尺寸测量误差

视频监控仪在视频实时测量模式下，对标准尺或标准基线的尺寸测量值与参考值之差。

### 4.3 位移监测误差

视频监控仪在进行位移监测时，监测标靶的上下、左右、前后的位移监测值与参考值之差。

注：上述计量特性的最大允许误差由生产商或用户规定，典型仪器的技术参数见附录 A。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

校准应在生产商规定或用户约定的条件下进行，且不受振动、强磁场、强电场、强反射光、障碍物、人员车辆穿行等干扰。

### 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 1。允许采用满足测量不确定度要求的其他测量标准进行校准。

表 1 测量标准及其他设备

序号	校准项目	测量标准	技术要求
1	测距示值误差	标准基线	$U=0.4\text{mm}+1\times 10^{-6}D$ , $k=2$
2	尺寸测量误差	标准尺	尺长 $\geq 2\text{m}$ ，分度值 10mm，刻线宽度 $\geq 5\text{mm}$ ，刻线间距误差 MPE: $\pm 0.6\text{mm}$
		标准基线	$U=0.4\text{mm}+1\times 10^{-6}D$ , $k=2$
3	位移监测误差	直线位移装置	具备三轴位移功能，量程不小于 50mm，分辨力或分度值不大于 0.02mm，MPE: $\pm 0.2\text{mm}$
注：1. 标准基线可以是多种形式，应具备提供一系列线性参考距离的能力。 2. $D$ —标准基线长度，最大长度不小于 30m。			

## 6 校准项目和校准方法



## 6.1 测距示值误差

将视频监测仪安置在标准基线的零点附近，调整仪器使其测距光轴与标准基线的轴线平行。起始测点至视频监测仪的距离应大于仪器最小测量距离，并在起始点后的标准基线测量范围内至少分布 3 个测点，各测点大致均匀分布。每一测点校准时，需在测点座上安装反射标靶，高度与视频监测仪等高，如图 2 所示。

注：反射标靶应根据仪器的测距模式进行选择，如棱镜模式选择全站仪棱镜，免棱镜（表面漫反射式）模式选择标准反射板（符合 JJG 966 要求），并在记录、证书报告中注明测距所采用的反射标靶。

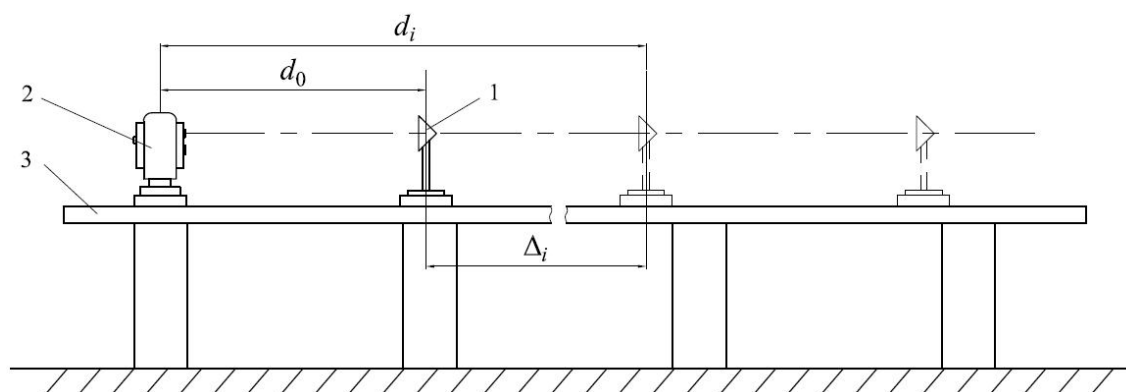


图 2 测距示值误差校准示意图

1—反射标靶；2—视频监测仪；3—标准基线

校准时，视频监测仪的测距光轴照准测距标靶中心，首先测出起始测点距视频监测仪的距离值  $d_0$ ，再依次测量出其它测点距视频监测仪的距离值  $d_i$ ，各测点取 3 次读数平均值为距离测量值，按公式（1）计算测距示值误差。

$$e_i = \Delta_i - D_i \quad (1)$$

其中：

$$\Delta_i = d_i - d_0$$

式中：

$e_i$ ——第  $i$  测点测距示值误差，mm；

$\Delta_i$ ——第  $i$  测点至起始测点的距离，mm；

$D_i$ ——第  $i$  测点至起始测点的基线参考值，mm。

$d_i$ ——第  $i$  测点测距值，mm；

$d_0$ ——起始测点测距值，mm；

## 6.2 尺寸测量误差

尺寸测量误差分别以标准尺（短标尺）和标准基线（长标尺）作为标准器进行校准。

### 6.2.1 标准尺测量的尺寸测量误差

在距视频监测仪距离为  $S$  的立面上放置标准尺，标准尺的刻线面应朝向视频监测仪，标准尺的放置有水平、竖直、左斜、右斜 4 种方式，如图 3 所示。

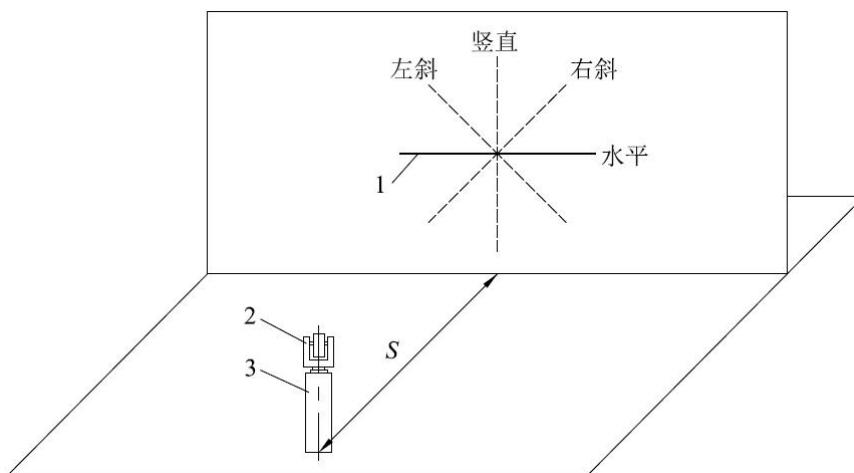


图 3 标准尺测量示意图

1—标准尺；2—视频监测仪；3—支架

校准时，调整摄像模块的光学倍率及焦距，使标准尺刻度影像清晰，按表 2 要求的标准尺放置方式进行。其中视频监测仪水平度盘相对标准尺的水平角是指视频监测仪正对标准尺中间刻度时，其水平度盘的相对角度，校准时可通过视频监测仪整体绕其立轴水平旋转来改变相对角度。

表 2 标准尺测量校准过程

距离 $S$	标准尺放置	视频监测仪水平度盘相对标准尺的水平角	测量组数
近处 (略大于最小测量距离)	水平	$0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$	4 组
	竖直	任意 1 个角度	1 组
	左斜	任意 1 个角度	1 组
	右斜	任意 1 个角度	1 组
远处 (约 30m)	水平	任意 1 个角度	1 组
	竖直	任意 1 个角度	1 组

	左斜（或右斜）	任意 1 个角度	1 组
--	---------	----------	-----

以近处水平放置标准尺为例说明：在标准尺量程内选取 3 个测量段，其中最小测量段长度值应在（20～50）mm 范围内，最大测量段应尽量覆盖标准尺的量程。先从水平度盘相对标准尺的水平角为  $0^\circ$  开始，在视频实时测量模式下采用空间点对点测出这 3 个测量段长度值，按公式（2）计算尺寸测量误差，得到第 1 组测量结果（ $\delta_{11}$ ， $\delta_{12}$ ， $\delta_{13}$ ），然后将视频监测仪整体旋转  $90^\circ$ ，使水平度盘相对标准尺的水平角为  $90^\circ$ ，对此 3 段距离再进行测量，得到第 2 组测量结果（ $\delta_{21}$ ， $\delta_{22}$ ， $\delta_{23}$ ），如此重复整体旋转视频监测仪，得到水平度盘相对标准尺水平角为  $180^\circ$  和  $270^\circ$  的两组测量结果（ $\delta_{31}$ ， $\delta_{32}$ ， $\delta_{33}$ ）和（ $\delta_{41}$ ， $\delta_{42}$ ， $\delta_{43}$ ），共完成 4 组测量。每一测量段  $A_j$ （ $j=1, 2, 3$ ）取 4 组中最大示值误差为该段尺寸测量误差校准结果。

$$\delta_{ij} = L_{ij} - A_j \quad (2)$$

式中：

$\delta_{ij}$ ——第  $i$  组第  $j$  段标准尺测量的尺寸测量误差，mm；

$L_{ij}$ ——第  $i$  组第  $j$  段标准尺测量值，mm；

$A_j$ ——第  $j$  段标准尺长度参考值，mm。

### 6.2.2 标准基线测量的尺寸测量误差

将两个方块标靶（见附录 B.1）分别安置在标准基线的两端，标准基线的长度  $A$  不小于 20m，在标准基线的一侧距离为  $S$  的位置处架设视频监测仪，视频监测仪应分别架设在 3 处不同位置，如图 4 所示。在每处位置时，视频监测仪的视频单个画面内应无法同时看到两方块标靶，且距两方块标靶的距离均应大于最小测量距离。

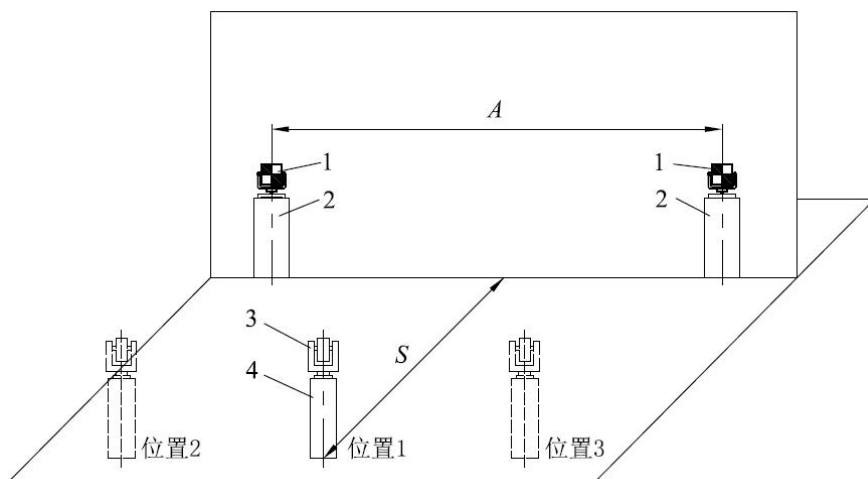


图4 标准基线测量示意图

1—方块标靶；2—标准基线；3—视频监控仪；4—测点座（桩）

校准时，调整两方块标靶的方位使其均朝向视频监控仪，在视频实时测量模式下先用十字丝对准测量其中一个方块标靶的中心点，然后控制仪器双轴云台转动测量头，在另一个视频画面中对准测量另一方块标靶中心点，采用空间点对点算出两方块标靶的中心距，按公式（3）计算每个位置处的尺寸测量误差。取3处测量最大示值误差为校准结果。

$$\delta_k = L_k - A_k \quad (3)$$

式中：

$\delta_k$ ——标准基线测量的尺寸测量误差，m；

$L_k$ ——两方块标靶中心距离测量值，m；

$A_k$ ——两方块标靶中心距离参考值，m。

### 6.3 位移监测误差

在距视频监控仪约30m处放置直线位移装置，调整直线位移装置使其前后位移轴与视频监控仪的测距光轴平行（直线位移装置的上下、左右轴与测距光轴垂直）。将监测标靶（见附录B.2）固定在直线位移装置上，监测标靶的靶面应朝向视频监控仪。首先让视频监控仪测量并记录下监测标靶的初始位置，然后让监测标靶跟随直线位移装置在上下轴上移动一位移参考值，再由视频监控仪读取该监测靶标的移动位移，连续读取3次取平均值为位移测量值，该位移测量值与位移参考值之差为位移监测误差。位移参考值可在（1~50）mm范围内大致均匀选择3段，如5mm、20mm、45mm，

取最大误差值为该轴位移监测误差校准结果。同理，在左右、前后两个轴上分别进行同样的校准，计算各轴位移监测误差。

## 7 校准结果表达

校准证书应满足 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的要求，校准证书内容及内页格式见附录 E。

## 8 复校时间间隔

视频监控仪复校时间间隔可根据仪器实际使用情况由使用单位确定，建议复校时间间隔最长一般不超过 1 年。

附录A

典型仪器技术参数

视频测量仪典型仪器的技术参数见表 A.1。

表 A.1 典型仪器技术参数

项目		技术参数
测距示值误差（棱镜反射）		$\pm (2\text{mm}+5\times 10^{-6}S)$
尺寸测量误差	标准尺测量	$\pm (3\text{mm}+1\times 10^{-4}L)$
	标准基线测量	
位移监测误差		$\pm 1.5\text{mm}$
注：S—棱镜距视频监测仪的距离； L—被测目标的尺寸。		

## 附录 B

### 标靶（式样）

#### B.1 方块标靶

方块标靶由 4 个正方形方块组成，其中两对角方块为黑色，另两个对角方块为白色，标靶的中心点必须落在对中基座的对中轴线上，如图 B.1 所示。每个方块的边长  $L$  不小于 30mm，表面为哑光。

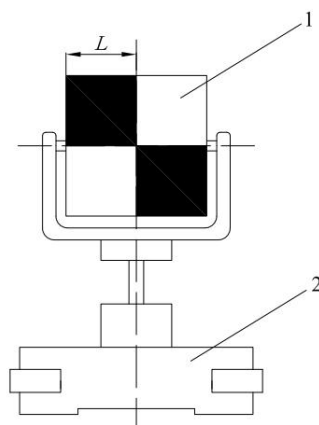


图 B.1 方块标靶

1—方块标靶；2—对中基座

#### B.2 监测标靶

监测标靶或称棋盘标靶，由多个黑白相互交替的正方形方块组成，方块数不小于  $6 \times 6$ ，如图 B.2 所示。每个方块的边长  $L$  不小于 30mm，表面为哑光。

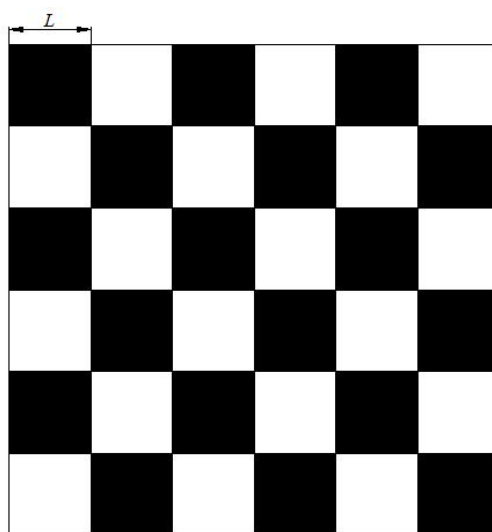


图 B.2 监测标靶

附录C

直线位移装置（式样）

直线位移装置示意图如图 C.1 所示，三轴（前后、上下、左右）相互垂直，各轴的技术参数见表 C.2。

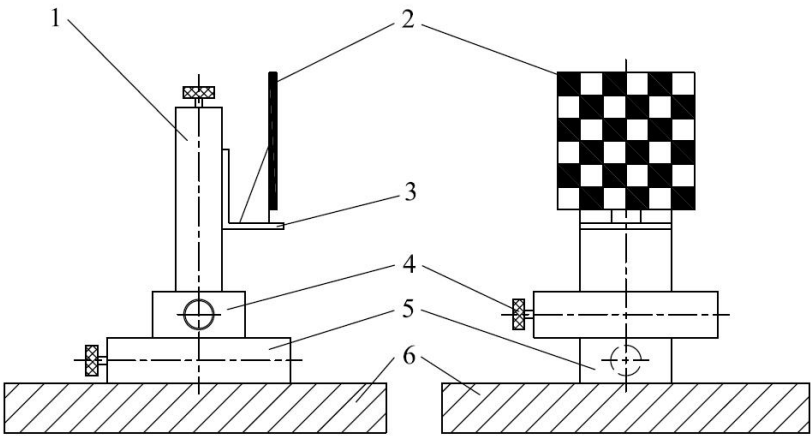


图 C.1 三轴直线位移装置示意图

1—底座；2—前后位移轴；3—左右位移轴；4—托盘；5—监测标靶；6—上下位移轴

表 C.2 三轴直线位移装置技术参数

位移轴	分度值或分辨率	行程	最大允许误差
前后、上下、左右	不大于 0.05mm	不小于 50mm	$\pm 0.2\text{mm}$

三轴直线位移装置可采用大量程指示表或激光干涉仪进行校准，校准时各轴分别进行。在行程范围内大致均匀分布 5 点，先调整好大量程指示表或激光干涉仪的轴线与被检轴的轴线平行，首先按正行程检，计算各点正行程的示值误差，适当越程后再反行程检，计算各点反行程的示值误差，取正反行程中示值误差最大值与最小值之差为该轴示值误差校准结果。



## 附录D

## 校准记录格式（式样）

表 D.1 校准记录格式

委托方名称				
委托方地址				
制造厂				
型号规格		仪器编号		
环境温度	℃	湿度	%RH	
技术依据				
标准器				
1.测距示值误差	标准基线长度 $D/\text{mm}$			
	测距值 $\Delta/\text{mm}$			
	测距示值误差/ $\text{mm}$			
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$			
2.1尺寸测量误差 (标准尺测量,近处)	标准尺长度/ $\text{mm}$			
	尺寸测量值 / $\text{mm}$	水平(4组)		
		竖直		
		左斜		
		右斜		
	测量误差/ $\text{mm}$	水平 $\delta_{\max}$		
		竖直		
		左斜		
		右斜		
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$			

表 D.1 (续)

2.2 尺寸测量误差 (标准尺测量, 远处)	标准尺长度/mm				
	尺寸测量值/mm	水平			
		竖直			
		斜向			
	测量误差/mm	水平			
		竖直			
		斜向			
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$				
2.3 尺寸测量误差 (标准基线测量)	标准基线长度/mm				
	尺寸测量值/mm (3 处)				
	尺寸测量误差/mm $\delta_{\max}$				
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$				
3.1 位移监测误差	位移参考值/mm				
	位移测量值/mm				
	位移监测误差/mm				
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$				
3.2 位移监测误差	位移参考值/mm				
	位移测量值/mm				
	位移监测误差/mm				
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$				
3.3 位移监测误差 (左右方向)	位移参考值/mm				
	位移测量值/mm				
	位移监测误差/mm				
	不确定度 $U/\text{mm}$ , $k=2$				

## 附录E

### 校准证书内容及内页格式

#### E.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- p) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

#### E.2 推荐的校准证书内页格式：

推荐的校准证书内页格式见表E.1

表E.1 校准证书校准结果内页格式

序号	校准项目	校准结果	不确定度 $U$
1	测距示值误差		
2	尺寸测量误差		
3	位移监测误差		

## 附录 F

## 测量结果不确定度评定（示例）

## F.1 测距示值误差测量结果不确定度评定

## F.1.1 测量方法

测距示值误差在室内长导轨标准基线上进行，在距视频监测仪约 4m 处设置起始测点，并在（4~50）m 范围内大致均匀分布 5 个测点。首先测出起始点到视频监测仪的距离，再依次测出其它各测点到视频监测仪的距离，通过比较各测点的相对距离值与标准基线的标准值计算测距示值误差。

## F.1.2 测量模型

$$e = \Delta - D \quad (\text{F.1.1})$$

式中：

$e$ ——测距示值误差，mm；

$\Delta$ ——测点至起始测点的距离，mm；

$D$ ——测点至起始测点的基线标准值，mm。

## F.1.3 方差和灵敏系数

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，故：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(\Delta) + c_2^2 u^2(D) \quad (\text{F.1.2})$$

灵敏系数：  $c_1 = \frac{\partial e}{\partial \Delta} = 1$ ；  $c_2 = \frac{\partial e}{\partial D} = -1$ 。

## F.1.4 不确定度分量的评定

F.1.4.1 测量重复性引入的不确定度  $u_1$ 

在距视频监测仪约 30m 处安置反射棱镜，用视频监测仪视频画面的十字丝照准反射棱镜中心并测量出距离值，连续读数 10 次，结果为：33.6932m、33.6937m、33.6931m、33.6937m、33.6940m、33.6942m、33.6939m、33.6938m、33.6935m、33.6935m，10 次测量结果根据贝塞尔公式计算标准偏差  $s$ ，由于校准时取 3 次读数的平均值，且需要计算相对起点的距离，则：

$$u_1 = \frac{\sqrt{2}s}{\sqrt{3}} = 0.28\text{mm}$$

F.1.4.2 气象条件引入的不确定度  $u_2$

长导轨基线以因瓦标准尺为标准器，在室内条件下，气象条件对长导轨基线的影响量很小可忽略不计，但对视频监测仪的光电测距结果有一定的影响，一般认为温度和气压是光电测距误差的主要影响量，当温度变化  $1^{\circ}\text{C}$  或气压变化  $340\text{Pa}$  时，可产生  $10^{-6}$  的测距影响。与标准气象条件相比，假设气压的变化为  $\pm 340\text{Pa}$ ，室内温度的变化为  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，在  $50\text{m}$  范围内按均匀分布估计，则：

$$u_2 = \frac{50 \times 10^3 \times 10^{-6} \times (5+1)}{\sqrt{3}} = 0.17\text{mm}$$

#### F.1.4.3 阿贝误差引入的不确定度 $u_3$

棱镜安装好后，由于测量轴线不在标准基线的轴线上，存在阿贝误差，假设阿贝误差在  $0.2\text{mm}$  以内，按均匀分布估计，则：

$$u_3 = \frac{0.2 \times 2}{\sqrt{3}} = 0.23\text{mm}$$

#### F.1.4.4 标准器示值误差引入的不确定度 $u_4$

根据长导轨标准基线的溯源证书，标准器示值测量结果的扩展不确定度为  $U=3\mu\text{m}+2 \times 10^{-6}L$ ， $k=2$ ，当  $L=50\text{m}$  时：

$$u_4 = \frac{3 + 2 \times 10^{-6} \times 50 \times 10^6}{2} = 51.5\mu\text{m} = 0.05\text{mm}$$

#### F.1.4.5 标准器示值稳定性引入的不确定度 $u_5$

长导轨基线标准器的年稳定性一般不大于  $0.02\text{mm}+1 \times 10^{-5}L$ ，当  $L=50\text{m}$  时按均匀分布估计，则：

$$u_5 = \frac{0.02 + 1 \times 10^{-5} \times 50 \times 10^3}{\sqrt{3}} = 0.30\text{mm}$$

### F.1.5 标准不确定度一览表

见表 F.1.1。

表 F.1.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u_i$		不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)/\text{mm}$	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x_i)/\text{mm}$
$u(\Delta)$	$u_1$	测量重复性引入的不确定度	0.28	1	0.28
	$u_2$	气象条件引入的不确定度	0.17		0.17
	$u_3$	阿贝误差引入的不确定度	0.23		0.23
$u(D)$	$u_4$	标准器示值误差引入的不确定度	0.05	-1	0.05
	$u_5$	标准器示值稳定性引入的不确定度	0.30		0.30

## F.1.6 合成标准不确定度

上述各不确定度分量相互独立不相关，则：

$$\begin{aligned}
 u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2} \\
 &= \sqrt{0.28^2 + 0.17^2 + 0.23^2 + 0.05^2 + 0.30^2} \\
 &= 0.50\text{mm}
 \end{aligned}$$

## F.1.7 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = u_c \times k = 0.50 \times 2 = 1.0\text{mm}$$

## F.1.8 测量结果不确定度报告

(4~50) m 范围内测距示值误差测量结果不确定度报告为：

$$U=1.0\text{mm}, k=2。$$

## F.2 尺寸测量误差测量结果不确定度评定

## F.2.1 测量方法

尺寸测量误差以远处标准尺测量为例，在距视频监控仪约 30m 处水平放置标准尺，从实时视频中测量标准尺中一段刻线间的长度，通过比较测出的长度值与标准尺刻线间的长度标准值计算尺寸测量误差。

## F.2.2 测量模型

$$\delta = L - A \quad (\text{F.2.1})$$

式中：

$\delta$ ——尺寸测量误差，mm；

$L$ ——长度测量值，mm；

$A$ ——标准尺刻线间距长度，mm。

### F.2.3 方差和灵敏系数

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，故：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(L) + c_2^2 u^2(A) \quad (\text{F.2.2})$$

$$\text{灵敏系数： } c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial L} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial A} = -1。$$

### F.2.4 不确定度分量的评定

#### F.2.4.1 测量重复性引入的不确定度 $u_1$

在距视频监测仪约 30m 处水平放置标准尺，在标准尺中选择一段 1.2m 的刻线间距，用视频监测仪的实时视频测出该段尺寸，重复测量 10 次，测量结果为：1.2022m、1.2023m、1.2027m、1.2025m、1.2024m、1.2026m、1.2021m、1.2025m、1.2021m、1.2028m，10 次测量结果根据贝塞尔公式计算标准偏差  $s$ ，则：

$$u_1 = s = 0.24\text{mm}$$

#### F.2.4.2 温度偏离引入的不确定度 $u_2$

标准尺为铝合金材质，当温度偏离其校准温度 20℃ 时会有热膨胀影响，已知铝合金的热膨胀系数为  $23.2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，假设温度偏离为  $\pm 10^\circ\text{C}$ （室外），均匀分布，在标准尺 2m 范围内，则：

$$u_2 = \frac{23.2 \times 10^{-6} \times 10 \times 2 \times 10^3}{\sqrt{3}} = 0.27\text{mm}$$

#### F.2.4.3 标准器误差引入的不确定度 $u_3$

标准尺厘米分度任意两刻线间距误差不大于  $\pm 0.6\text{mm}$ ，按均匀分布估计，则：

$$u_3 = \frac{0.6}{\sqrt{3}} = 0.35\text{mm}$$

### F.2.5 标准不确定度一览表

见表 F.2.1。

表 F.2.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u_i$		不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ /mm	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ /mm
$u(L)$	$u_1$	测量重复性引入的不确定度	0.24	1	0.24
$u(A)$	$u_2$	温度引入的不确定度	0.27	-1	0.27
	$u_3$	标准器引入的不确定度	0.35		0.35

## F.2.6 合成标准不确定度

上述各不确定度分量相互独立不相关，则：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = \sqrt{0.24^2 + 0.27^2 + 0.35^2} = 0.50\text{mm}$$

## F.2.7 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = u_c \times k = 0.50 \times 2 = 1.0\text{mm}$$

## F.2.8 测量结果不确定度报告

(0~2) m 范围内尺寸测量误差测量结果不确定度报告为：

$$U=1.0\text{mm}, k=2。$$

## F.3 位移监测误差测量结果不确定度评定

## F.3.1 测量方法

位移监测误差采用直线位移装置进行测量，在距视频监控仪约 30m 处放置直线位移装置及监测标靶。直线位移装置的前后位移轴与视频监控仪的测距光轴平行，监测标靶的靶面朝向视频监控仪。首先让视频监控仪测量出监测标靶的初始位置，然后在直线位移装置的一个轴上移动一位移参考值，再由视频监控仪读取监测靶标的移动位移，通过比较读取的位移值与位移参考值计算位移监测误差。下面以监测标靶上下移动为例对位移监测误差测量结果进行不确定度评定。

## F.3.2 测量模型

$$\sigma = H - S \quad (\text{F.3.1})$$

式中：

$\sigma$ ——位移监测误差，mm；



$H$ ——靶标位移监测值，mm；

$S$ ——位移参考值，mm。

### F.3.3 方差和灵敏系数

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，故：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(H) + c_2^2 u^2(S) \quad (\text{F.3.2})$$

灵敏系数：  $c_1 = \frac{\partial \sigma}{\partial H} = 1$ ；  $c_2 = \frac{\partial \sigma}{\partial S} = -1$ 。

### F.3.4 不确定度分量的评定

#### F.3.4.1 测量重复性引入的不确定度 $u_1$

选择一段标准位移 20mm，用视频监测仪读取该段位移值，重复读取 10 次，测量结果为：19.5mm、19.3mm、19.0mm、19.7mm、19.0mm、19.4mm、19.8mm、19.1mm、19.0mm、19.5mm，10 次测量结果根据贝塞尔公式计算标准偏差  $s$ ，因取 3 次读数平均值，则：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.17\text{mm}$$

#### F.3.4.2 标准器误差引入的不确定度 $u_2$

位移装置误差不大于  $\pm 0.2\text{mm}$ ，按均匀分布估计，则：

$$u_2 = \frac{0.2}{\sqrt{3}} = 0.12\text{mm}$$

### F.3.5 标准不确定度一览表

见表 F.3.1。

表 F.3.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u_i$		不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$ /mm	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u(x_i)$ /mm
$u(H)$	$u_1$	测量重复性引入的不确定度	0.17	1	0.17
$u(S)$	$u_2$	标准器引入的不确定度	0.12	-1	0.12

### F.3.6 合成标准不确定度

上述各不确定度分量相互独立不相关，则：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = \sqrt{0.17^2 + 0.12^2} = 0.21\text{mm}$$

### F.3.7 扩展不确定度

取包含因子  $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U=u_c \times k=0.21 \times 2 \approx 0.5\text{mm}$$

### F.3.8 测量结果不确定度报告

(0~50) mm 范围内位移监测误差测量结果不确定度报告为：

$$U=0.5\text{mm}, k=2。$$

---