



团 体 标 准

T/CSGPC 036—2024

双相机工业摄影测量系统校准规范

Calibration Specification for Dual-Camera Industrial Photogrammetry System

2024-10-31 发 布

2024-10-31 实施

中国测绘学会发布

目次

前言 中 ... , I I I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 校准要求 2

4.1 坐标测量误差 2

4.2 坐标测量重复性 2

4.3 测长误差 3

5 校准条件 3

5.1 校准时的环境 3

5.2 摄影测量检测场 .. CPC CPC.)3

5.3 摄影测量标尺 C...(C..4

6 校准方法 佳 体 标 4

6.1 坐标测量误 圆 体 会 会

6 给坐标测量重复性校准 测 绘 测 绘 6

6.3 测长误差校准 中 中 7

7 校准结果 9

8 复校时间间隔 9

附录A (规范性)系统坐标测量误差计算 10

附录B (规范性)系统坐标测量重复性计算 12

附录C (资料性)测长误差不确定度评定示例 14

附录D (资料性)校准证书样例 18

参考文献 21

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《 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。
本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：黄河水利职业技术学院、华北水利水电大学、郑州辰维科技股份有限公司、水利部水工金属结构质量检验检测中心、四川省产业计量测试研究院、河南省计量测试科学研究所、中铁四局集团有限公司、黄河勘测规划设计研究院有限公司、伟志股份公司、武汉中观自动化科技有限公司、沈阳市勘察测绘研究院有限公司、西宁市国土勘测规划研究院有限公司、广东省水利电力勘测设计研究院有限公司、浙江华东测绘与工程安全技术有限公司、济南市勘察测绘研究院、中煤（西安）地下空间科技发展有限公司、湖北省地质局第六地质大队、湖州市测绘院、信阳市水利勘测设计院、济南市房产测绘研究院、重庆市测绘科学技术研究院、义乌市勘测设计研究院、佛山市测绘地理信息研究院有限公司、湖北省神龙地质工程勘察院有限公司、河北九华勘查测绘有限责任公司（华北地质勘查局五一九大队）、广东省测绘产品质量监督检验中心、安徽中汇规划勘测设计研究院股份有限公司、兰州理工大学建筑勘察设计院有限责任公司、湖南工程职业技术学院、南京市测绘勘察研究院股份有限公司、云南省地矿测绘院有限公司、上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司、武汉市勘察设计有限公司、深圳地质建设工程公司、蚌埠市勘测设计研究院、哈尔滨市勘察测绘研究院、昆明市测绘研究院、甘肃省地质矿产勘查开发局测绘勘查院、甘肃省测绘产品质量监督检验站、福建省测绘产品质量检测中心、广东慧图资环科技发展有限公司、武汉市测绘研究院、广州市城市规划勘测设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：张丹下、王伟峰、黄桂平、陈琳、樊新成、吕传景、孟俊贞、毋新房、邓育红、贾晓杰、彭涛、刘豪杰、Y蒋波、王晓南、马开锋、轩亚兵、范钦红、Y王勇、涂从刚、张怀仁、唐琴琼、何国颂、苏清磊、程凌云、赵波、马小淞、马锦山、刘良福、高红旗、田永明、聂荣乐、梁诗文、琚锋合、张庆轩、俞春、楼亨彪、阮学英、彭艳鹏、苑志刚、哭盛、向坤、易重海、侯宜军、马波、张鸿飞、熊法琪、荣延祥、曹理想、何晓军、侯至群、注健飞、谢国秋、谢森辉、郭锐、丁晶、张永光、祁芳、曾广鸿、杨军、郭龙文、李照永、晏晓红、张帅、喻艳梅、冉崇宪、徐涛、周智勇、钱强强、邵士成、骆旭佳、杨波、王伟、辛成章、王巍、党星海、魏晓、师军良、高琼、赵欣、宋志印、刘世涛。

双相机工业摄影测量系统校准规程

1 范围：

本文件规定了双相机工业摄影测量系统校准的基本要求、系统构成、计量特性正校准条件、校准方法、校准结果和复校时间间隔等。
本文件适用于双相机工业摄影测量系统校准。

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。

JJF1059.1 测量不确定度评定与表示

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双相机工业摄影测量系统 dual-camera industrial photogrammetry system

由两台工业测量相机、定向尺佳摄影测量标尺、测量笔、靶标、解算软件和控制器等单元组成的基于实时交会测量技术的石维坐标测量系统。

3.2

测量标尺 photogrammetry scale-bar

为工业摄影测量系统提供长度量值的一种标尺。

[来源：GB/T 348902017, 3.2, 有修改]

3.3

测量标尺长度 photogrammetry scale-bar's length

测量标尺上两个靶标中心之间的距离。

3.4

坐标测量重复性 coordinate measurement repeatability

在相同测量方法、相同观测者、相同场所和短时期内，采用同一双相机工业摄影测量系统对摄影测量检测场内的靶标进行多组测量，相同靶标在不同组测量中坐标间的一致性。

[来源：GB/T 348902017,3.4]

3.5

摄影测量检测场 calibration field

为测定工业摄影测量系统坐标测量误差和坐标测量重复性而建立的具有三维结构的检测场，一般依托稳定的承重墙面搭设稳定的二维框架建造。

[来源：GB/T 348902017,3.5, 有修改]

3.6 SGPC)

测长误差 lei 准 rror
团 统对参考长度进行测量时，系统测 体 值与参考长度值之间的差值。

中 国 测 绘 学

量范围测长误差检测场 Fength measurement error calibration fieid for extended measurement range

为测定双相机工业摄影测量系统在扩展测量范围长度测量能力而建立的具有三维结构的检测场，一般依托测长机搭设稳定的三维框架建造。

3.8

靶标 target

由回光反射材料制作的能够被工业摄影测量系统识别的圆形合作目标。

3.9

测量场 measuring field

双相机工业摄影测量系统定向完成后能够测量覆盖的空间范围。

3.10

基线 baseline

PC)

双相

SGPC

4 校 准 前 会 团 体 标 灌

4.1. /坐

测 则 绘

4.1.1 应分别采用高精度单相机工业摄影 与双相机工业摄影测量系统对摄影测量检测场内靶标的空间三维坐标进行测量。

4.1.2 应以高精度单相机工业摄影测量系统测得的靶标坐标作为参考值。

4.1.3 应以测量不确定度作为选择高精度单相机工业摄影测量系统的标准，单相机工业摄影测量系统的测量不确定度不应大于双相机工业摄影测量系统测量不确定度的1/3。

4.1.4 双相机与单相机工业摄影测量系统测得的靶标坐标间的偏差应进行坐标转换计算。双相机工业摄影测量系统的坐标测量误差应采用所有靶标坐标在 X、Y、Z 方向坐标分量和整体点位的均方根误差 RMSE 表示，计算方法见附录A。

4.1.5 摄影测量检测场内靶标的空间三维坐标测量要求如下：

- a) 同一检测场内相同靶标；
- b) 同一观测方法及观测者；
- c) 双相机工业摄影测量系统测量时应在同一设站状态下不间断完成观测。

4.1.6 校准时，应由生产商提供最大允许误差。

4.2 坐标测量重复性

4.2.1 双相机工业摄影测量系统应不间断对同一摄影测量检测场中的靶标进行多组重 取多组靶标坐标的平均值作为各靶标坐标的参考值：ST

4.2.2 同名靶标在不同组空间三维坐标的→致程度，应用所有靶标的测量坐标相对于S其参考值在X、Y、Z各方向坐标分量和整体点位的均方根误差RMSE 表示，具体计 附录B。

4.2.3 多组重复测量的要求如下： 团 体

- a) 同一检测场内相同靶标;
- b) 同一观测方法及观测者;
- c) 同一设站状态下不间断完成观测。

4.2.4 校准时, 应由生产商提供最大允许误差。

4: (3) 测长误差

4.3.1 双相机工业摄影测量系统的测长误差包括典型测量范围测长误差和扩展测量范围测长误差。

4.3.2 典型测量范围测长误差校准应符合下列要求:

- a) 双相机工业摄影测量系统测量时, 应进行典型测量范围测长误差校准;
- b) 典型测量范围指常规作业条件下双相机工业摄影测量系统的测量范围;
- c) 典型测量范围测长误差应采用双相机工业摄影测量系统对摄影测量标尺进行测量, 通过比较摄影测量标尺长度测量值与标称值之间的差异计算系统的测长误差;
- d) 校准时, 应由生产商提供最大允许误差。

4.3.3 扩展测量范围测长误差校准应符合下列要求:

- a) 双相机工业摄影测量系统测量时, 可选择扩展测量范围测长误差校准;
- b) 扩展测量范围指被校准设备在保证测量精度的前提下能够覆盖的最大测量范围, 该范围一般由生产商给出;
- c) 扩展测量范围测长误差的校准宜采用激光干涉仪提供参考长度;
- d) 激光干涉仪测长误差的不确定度与最大允许误差的比值应不大于1/3, 测长误差不确定度评定示例参见附录C;
- e) 校准时, 应由生产商提供最大允许误差。

5 校准条件

5.1 校准时的环境

影响双相机工业摄影测量系统的环境条件包括温度条件空气湿度、预热时间和振动等应符合生产商提供的相应值范围。

5.2 摄影测量检测场

摄影测量检测场要求如下, 示意图见图1:

- a) 宜在一面钢筋混凝土墙前搭建稳定的结构框架建造摄影测量检测场;
- b) 摄影测量检测场范围不宜小于宽3.0m×高2.0m×深0.5m;
- c) 靶标应均匀布设在摄影测量检测场混凝土墙和框架上;
- d) 摄影测量检测场布设的靶标数量宜介于1200个--2000个, 靶标直径宜为6mm;
- e) 双相机工业摄影系统的坐标测量误差和坐标测量重复性应在摄影测量检测场进行校准。

(CSG

中国测绘学会团体标准 (CSGPC)

中国测绘学会团体标准

中国测绘学会团1

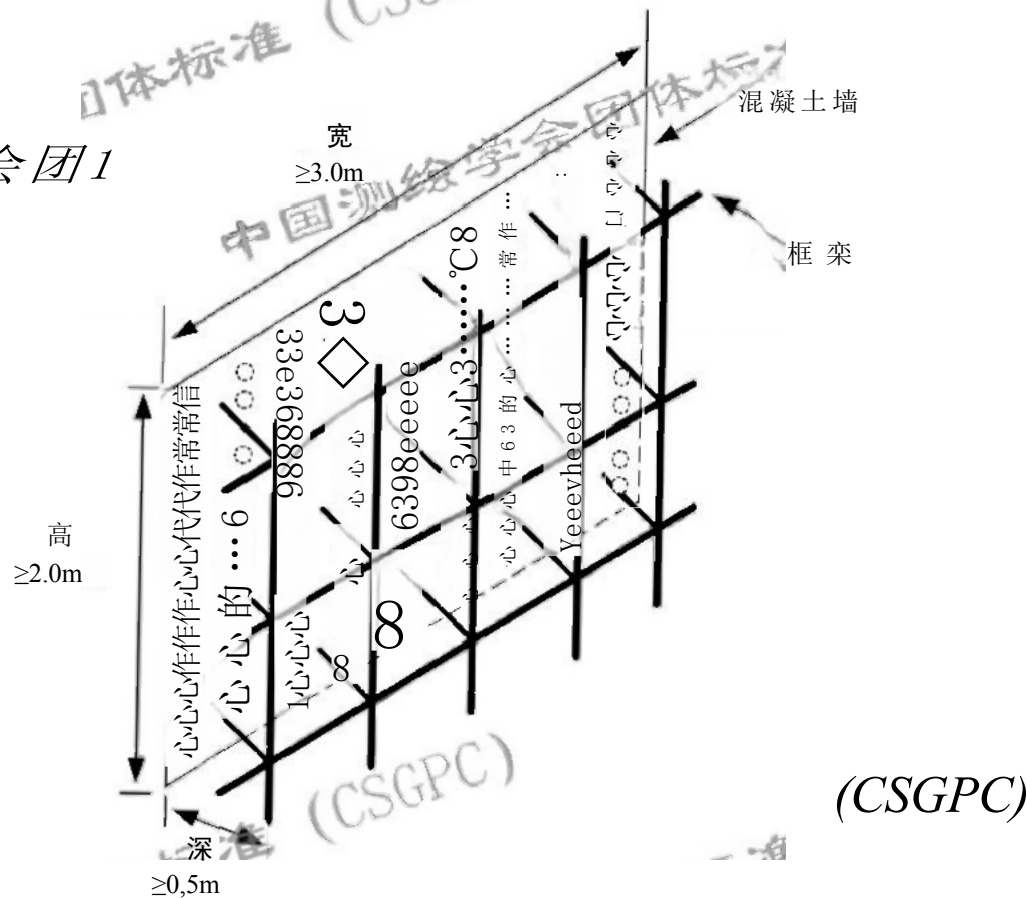


图 1 摄影测量检测场京意图

注1： 表禾钋标：
注 2 珍1框架上布设的靶标未标出。

5.3 摄影测量标尺

摄影测量标尺要求如下，示意图见图2：

- a) 摄影测量标尺应以膨胀系数低的碳纤维材料或钢钢作为基体；
- b) 每根摄影测量标尺上宜均匀粘贴8个靶标，靶标与基体应牢固连接；
- c) 每根摄影测量标尺上宜粘贴2个辅助识别标志，用于软件自动识别摄影测量标志；
- d) 每根摄影测量标尺应提供不少于4个参考长度，其中最小长度不宜小于最大长度的1/3；
- e) 摄影测量标尺标称值的测量不确定度不应大于被校准系统长度测量不确定度的1/3。

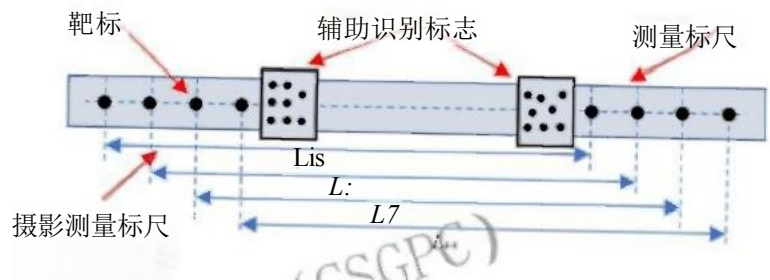


图2摄影测量标尺示意图

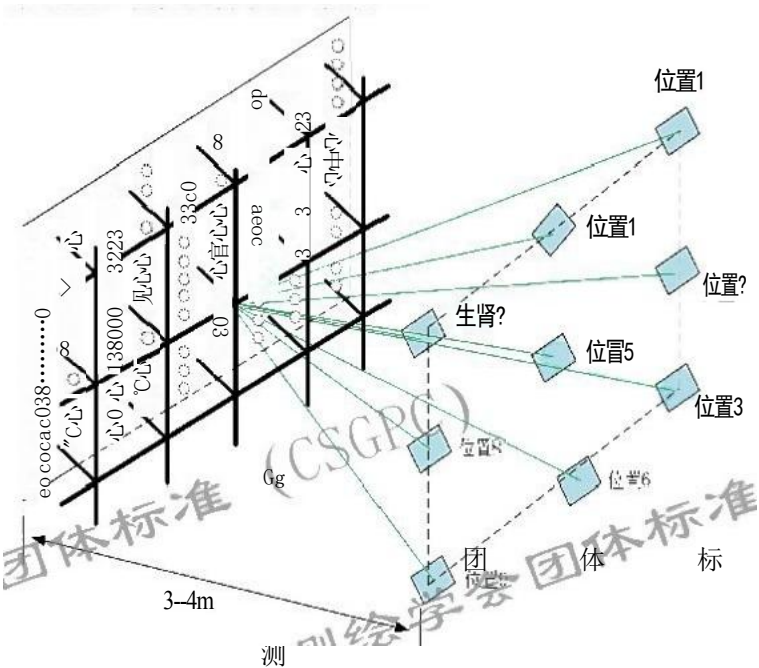
注： ●表示靶标，从左至右编号依次为1~8,Lg 表示编号1和编号5靶标之向的距离，以此类推。

6 校准方法

6.1 坐标测量误差校准 (SGPC)

6.1.1 单相机工业摄影测量系统

- a) 宜采用高精度单相机工业摄影测量系统在距离摄影测量检测场3m--4m 的位置对检测场内的靶标进行测量，计算出检测场内靶标的空间三维坐标，拍摄示意图见图3；



SGPC

中国测

图 3 单相机工业摄影测量系统相机在摄影测量检测场前位置分布立体图
注：图中“□”表示相机。

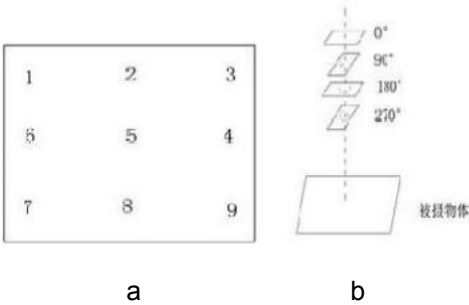


图4单相机工业摄影测量系统测量时相机拍摄位置和旋转位置示意图

6.1.2 双相机工业摄影测量系统坐标测量要求如下，架设示意图见图5：

- a) 应在摄影测量检测场前架设双相机系统，系统距离检测场宜3

C 是 方 式

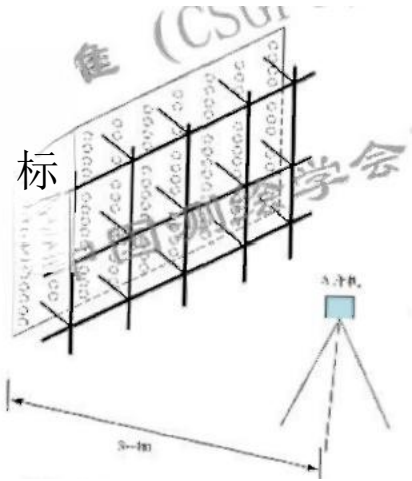


图5双相机工业摄影测量系统架设示意图

6.1.3坐标测量误差计算要求如下：

- a) 应以单相机工业摄影测量系统测得的摄影测量检测场内所有靶标的空间三维坐标为参考值，并进行坐标转换；
- b) 应分别计算双相机工业摄影测量系统测量得到的每组靶标坐标相对于参考值在X、Y、Z及点位方向的均方根误差；
- c) 应取6组靶标在X、Y、Z和点位方向均方根误差的平均值作为坐标测量误差的表征指标；
- d) 同名靶标坐标转换应遵循最小二乘原则，坐标转换过程中宜剔除超过3倍中误差的粗差C

6.2 坐标测量重复性校准

6.2.1 双相机工业摄影测量系统坐标测量要求如下，见图6：

- a) 应在摄影测量检测场前架设双相机工业摄影测量系统，系统距离检测场宜3m--4m；
- b) 双相机工业摄影测量系统应完成系统定向；
-) 双相机工业摄影测量系统应不间断对摄影测量检测场内的靶标坐标测量10组。

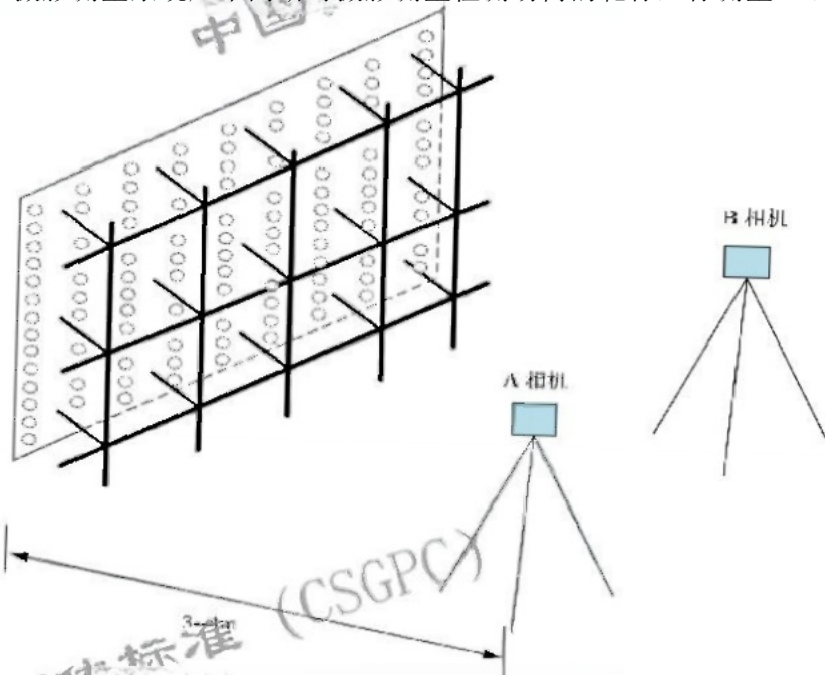


图6双相机工业摄影测量系统重复测量误差示意图

6.2.2 坐标测量重复性计算要求如下：

- a) 应取10组靶标坐标的书均值作为各靶标坐标的参考值；
- b) 应计算各组靶标的坐标测量值与其参考值在X、Y、Z和点位方向的均方根误差；
- c) 应统计10组对比结果，取其平均值作为被校准系统的坐标测量重复性指标。

6.3 测长误差校准

6.3.1 典型测量范围测长误差校准要求如下：

- a) 应以摄影测量标尺对双相机工业摄影测量系统在典型测量范围的测长误差进行校准，校准时双相机工业摄影测量系统应在两种基线条件下对摄影测量标尺长度进行测量，基线长度应由生产商或用户给出，两种基线长度之间的差值不宜小于1m；
- b) 每种基线条件下，双相机工业摄影测量系统定向完成后，应对测量场内不少于19个位置的摄影测量标尺进行测量，示意图见图7；
- c) 摄影测量标尺位置应分布在测量场的两个测量平面，第一测量平面应位于双相机测量场纵深方向距双相机基线0.4B~0.6B 位置处，该平面内应竖向放置标尺，从左至右共3列，每列分别在上、中、下三个位置进行测量，共摆放9个位置，示意图见图8；
- d) 第二测量平面应与第一测量平面平行，距双相机基线1.1B~1.2B 位置处，该平面内标尺至少横向放置6个位置，斜向45° 放置4个位置，共放置10个位置，也可根据测量范围增加横向标尺摆放的位置，示意图见图8；
- e) 测量过程中摄影测量标尺放置的位置宜覆盖整个测量场边界，摄影测量标尺靶标与双相机交会角不应小于45°，竖直接角不应超过23°，相机光轴与基线的夹角范围应为28°~68°
- f) 测量完成后，比较摄影测量标尺长度实测值与标称值之间的差异。其数学模型见公式I:

$$\Delta_1=L'-L.....(I)$$

其中，L' 为双相机工业摄影测量系统测得的摄影测量标尺长度，L 为标尺的标称长度， Δ_1 为系统在典型测量范围的测长误差，见附录C。

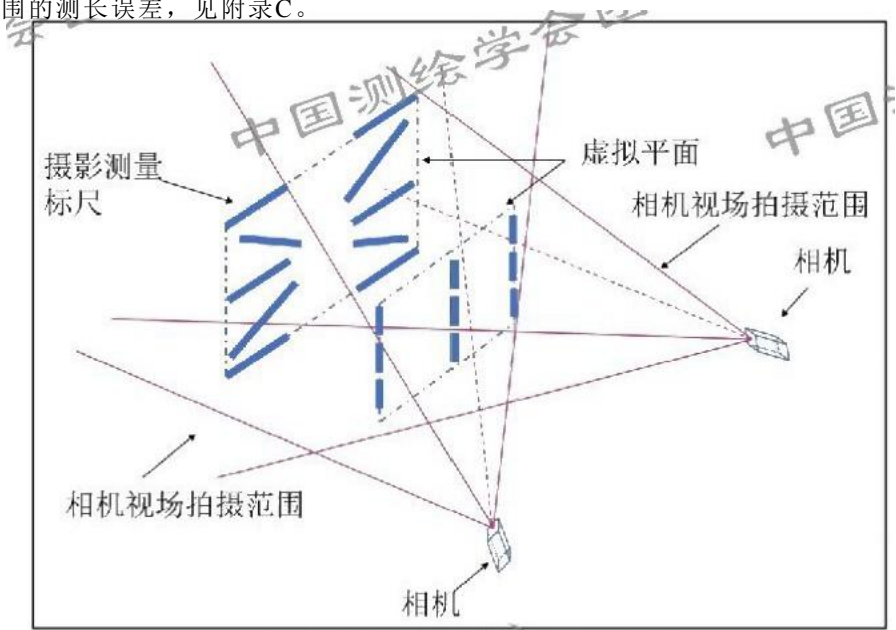


图7摄影测量标尺放置位置示意图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/908053025031007040>