



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103148865 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 12

(21) 申请号 201310019701. 5

(22) 申请日 2013. 01. 17

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

(72) 发明人 郝继贵 邹剑 李华晋

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代
理事务所 12201

代理人 琪琛

(51) Int. Cl.

G01C 25/00 (2006. 01)

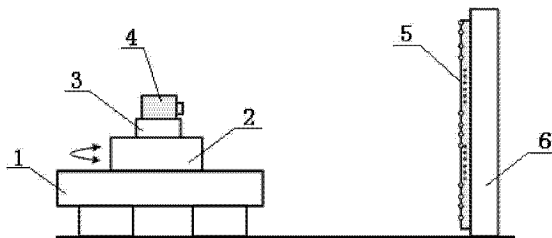
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种摄像机模型标定方法及标定装置

(57) 摘要

本发明公开了一种摄像机模型标定方法及标定装置,借助于程控多齿分度台、六维转台、一维靶标实现,提出在摄像机标定时直接建立空间标准角度-像面曲线数据的直接映射,即记录空间标准直线在摄像机像面上的二维角度坐标以完成摄像机标定;在测量时,根据标定完成的标准数据插值解算像面任意位置的直线二维坐标实现单摄像机角度测量的目的。本发明突破已有摄像机标定方法必须建立参数解析成像模型的传统模式,建立一个由大量角度-曲线数据组成的非参数模型,原理直观、实现方便、可行性好、精度可控、成本低,可有效改善大视场摄像机标定困难的现状,降低大尺寸靶标制作的复杂程度和成本投入,对大尺寸工件的视觉测量发展具有重要意义。



1. 一种摄像机模型标定装置,其特征在于,包括光学平台、程控多齿分度台、六维转台和一维靶标;

所述光学平台上放置程控多齿分度台,所述程控多齿分度台上放置所述六维转台,所述六维转台用于放置待标定的摄像机,待标定摄像机的光学中心与所述程控多齿分度台的转轴重合,成像平面与所述一维靶标平行;

所述一维靶标包括一侧设置有固定凸台、另一侧设置有直线导轨的底板,所述固定凸台和所述直线导轨之间沿所述底板长度方向排列有多个调整单元,每个调整单元包括中间设置有靶标特征点的装卡块,所述装卡块一端通过套有压缩弹簧的调整螺钉连接于所述固定凸台,另一端能够通过定位螺钉与所述底板固定。

2. 根据权利要求1所述的摄像机模型标定装置,其特征在于,所述靶标特征点选用红外LED。

3. 根据权利要求1所述的摄像机模型标定装置,其特征在于,所述直线导轨上安装有滑块。

4. 一种利用权利要求1所述摄像机模型标定装置的标定方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将一维靶标上所有靶标特征点的中心调整到同一直线上,将所述一维靶标以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定;

(2) 光学平台上依次放置程控多齿分度台、六维转台和待标定的摄像机,粗调所述摄像机的光学中心在所述程控多齿分度台的转轴上,并粗调所述摄像机的成像平面与所述一维靶标平行,使得通过所述六维转台的调整,所述摄像机的光学中心能以所述程控多齿分度台的转轴为中心在水平面任意方向偏移,将所述六维转台和所述程控多齿分度台固定;

(3) 精密调整所述摄像机的光学中心与所述程控多齿分度台的转轴重合;

(4) 在所述摄像机视场内多次成像,通过所述六维转台修正,精密调整所述摄像机的成像平面与所述一维靶标平行;

(5) 使用所述程控多齿分度台调整所述一维靶标在摄像机像面的一侧边缘,以角秒量级的步进角度扫描整个摄像机视场,并在每个分度角度位置处对所述一维靶标的所有靶标特征点位置进行亚像素量级的精密提取;

(6) 提取的每个靶标特征点位置坐标为第一像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点位置的第一像面坐标一同存储,建立第一标定映射关系;

(7) 分离所述摄像机、所述六维转台和所述程控多齿分度台,以摄像机光轴为轴心以 90° 翻转所述摄像机;

(8) 重复步骤(2)至步骤(5),提取的每个靶标特征点位置坐标为第二像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点位置的第二像面坐标一同存储,建立第二标定映射关系;

(9) 根据第一标定映射关系和第二标定映射关系得到标准数据映射表,完成对所述摄像机的标定。

5. 根据权利要求4所述的一种摄像机模型标定方法,其特征在于,所述步骤(1)包括如下步骤:

a. 将所述一维靶标放置于影像测量仪上,并放松每个调整单元的所述定位螺钉;

b. 通过影像测量仪测量,调节每个调整单元的所述调整螺钉,使得所有靶标特征点中

心精确排列在与所述直线导轨平行的直线上；

c. 静置一天后再次使用影像测量仪测量所有靶标特征点排列的直线度,若该直线度不符合精确度要求,执行步骤(d);若该直线度符合精确度要求,执行步骤(e);

d. 通过影像测量仪重新调整偏差大于直线度要求的靶标特征点,之后重复步骤(c);

e. 将所述一维靶标以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定。

6. 根据权利要求5所述的一种摄像机模型标定方法,其特征在于,当所述直线导轨上设置有滑块时,步骤(b)先在所述滑块上设定参考点,通过调整每个靶标特征点的中心与滑块上参考点之间的距离相等,使得所有靶标特征点中心精确排列在与所述直线导轨平行的直线上。

7. 根据权利要求4所述的一种摄像机模型标定方法,其特征在于,所述步骤(3)包括如下步骤:

a. 将所述摄像机从所述六维转台上取下;

b. 将高精度的光轴黏接在所述六维转台上,使用目测方式使所述光轴位于所述程控多齿分度台中心位置;

c. 将千分表的测头与所述光轴表面接触;

d. 使用所述程控多齿分度台带动所述光轴旋转,根据所述千分表的读数调整所述光轴位置,直至调整到任意角度处所述千分表读数稳定;

e. 利用三个准直激光器交汇于所述光轴同一位置;

f. 移除所述光轴,放置所述摄像机于所述六维转台上,调整所述摄像机位置直至每个准直激光器发出的准直激光束成像均匀对称;

g. 将所述摄像机与六维转台固定。

8. 根据权利要求4所述的一种摄像机模型标定方法,其特征在于,所述步骤(4)包括如下步骤:

a. 调整所述六维转台使所述一维靶标在所述摄像机像面中部沿竖直方向成像;

b. 使用所述程控多齿分度台带动所述摄像机由当前视场角度旋转到另一视场角度处,若所述一维靶标成像沿竖直方向倾斜角不满足标定所需的精度水平要求,执行步骤(c);若所述一维靶标成像沿竖直方向倾斜角满足标定所需的精度水平要求,执行所述步骤(5);

c. 根据视场角度与成像距离计算所述一维靶标的空间倾斜角度,通过调整所述六维转台修正该倾斜角,重复步骤(b)。

一种摄像机模型标定方法及标定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种摄影测量技术,具体的说,是涉及一种摄像机标定方法及标定装置。

背景技术

[0002] 随着航空航天、造船、汽车、天线制造等大型机械加工领域的发展,大尺寸工件的精密测量成为保证产品质量的关键因素。通常这些测量对象的尺寸大,从几米到几十米、甚至几百米,精度要求高(10 ~ 20ppm),测量环境较为复杂,自动化程度要求较高,有些需要在加工的同时实现现场、在线测量以保证部件的尺寸、形状、位姿达到预定要求。视觉测量系统以其非接触、高效、操作简单且具有较高的精度等特点得到了广泛的应用和快速发展,其中摄像机模型及其标定是视觉测量的重要环节,对系统性能、精度水平起着决定性作用。

[0003] 常规摄像机模型多数采用参数化模型,以物理成像过程为基础,以参数化解析式为模型表达形式,通过光束平差优化解算摄像机内参数和外参数,如摄像机主距、主点、RT矩阵。根据靶标、模型和解算方式的不同,分为传统标定方法、自标定方法、两步法、主动视觉标定方法等。但是,这些方法都存在着参数化模型固有的缺陷:模型各参数间的相关性导致优化求解误差;难以解析表达的成像误差不能被模型准确概括;用于参数标定的靶标需要覆盖摄像机全视场,导致宽视场情况下成本过高等。这些情况限制了精度和适应性的进一步提高,难以满足工业现场的更高需求。

发明内容

[0004] 本发明要解决的是现有摄像机参数化模型及其标定技术在宽视场摄像机研究应用中的技术问题,提供一种摄像机模型标定方法及标定装置,建立了空间标准角度-像面曲线数据的直接映射,突破了参数解析模型对标定效果的限制,可行性好,具有良好的精度可控性,可有效改善大视场摄像机标定困难的现状。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明通过以下的技术方案予以实现:

[0006] 一种摄像机模型标定装置,包括光学平台、程控多齿分度台、六维转台和一维靶标;

[0007] 所述光学平台上放置程控多齿分度台,所述程控多齿分度台上放置所述六维转台,所述六维转台用于放置待标定的摄像机,待标定摄像机的光学中心与所述程控多齿分度台的转轴重合,成像平面与所述一维靶标平行;

[0008] 所述一维靶标包括一侧设置有固定凸台、另一侧设置有直线导轨的底板,所述固定凸台和所述直线导轨之间沿所述底板长度方向排列有多个调整单元,每个调整单元包括中间设置有靶标特征点的装卡块,所述装卡块一端通过套有压缩弹簧的调整螺钉连接于所述固定凸台,另一端能够通过定位螺钉与所述底板固定。

[0009] 所述靶标特征点选用红外LED。

[0010] 所述直线导轨上安装有滑块。

[0011] 一种利用权利要求 1 所述摄像机模型标定装置的标定方法,包括如下步骤:

[0012] (1) 将一维靶标上所有靶标特征点的中心调整到同一直线上,将所述一维靶标以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定;

[0013] (2) 光学平台上依次放置程控多齿分度台、六维转台和待标定的摄像机,粗调所述摄像机的光学中心在所述程控多齿分度台的转轴上,并粗调所述摄像机的成像平面与所述一维靶标平行,使得通过所述六维转台的调整,所述摄像机的光学中心能以所述程控多齿分度台的转轴为中心在水平面任意方向偏移,将所述六维转台和所述程控多齿分度台固定;

[0014] (3) 精密调整所述摄像机的光学中心与所述程控多齿分度台的转轴重合;

[0015] (4) 在所述摄像机视场内多次成像,通过所述六维转台修正,精密调整所述摄像机的成像平面与所述一维靶标平行;

[0016] (5) 使用所述程控多齿分度台调整所述一维靶标在摄像机像面的一侧边缘,以角秒量级的步进角度扫描整个摄像机视场,并在每个分度角度位置处对所述一维靶标的所有靶标特征点位置进行亚像素量级的精密提取;

[0017] (6) 提取的每个靶标特征点位置坐标为第一像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点位置的第一像面坐标一同存储,建立第一标定映射关系;

[0018] (7) 分离所述摄像机、所述六维转台和所述程控多齿分度台,以摄像机光轴为轴心以 90° 翻转所述摄像机;

[0019] (8) 重复步骤(2)至步骤(5),提取的每个靶标特征点位置坐标为第二像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点位置的第二像面坐标一同存储,建立第二标定映射关系;

[0020] (9) 根据第一标定映射关系和第二标定映射关系得到标准数据映射表,完成对所述摄像机的标定。

[0021] 其中,所述步骤(1)具体包括如下步骤:

[0022] a. 将所述一维靶标放置于影像测量仪上,并放松每个调整单元的所述定位螺钉;

[0023] b. 通过影像测量仪测量,调节每个调整单元的所述调整螺钉,使得所有靶标特征点中心精确排列在与所述直线导轨平行的直线上;

[0024] c. 静置一天后再次使用影像测量仪测量所有靶标特征点排列的直线度,若该直线度不符合精确度要求,执行步骤(d);若该直线度符合精确度要求,执行步骤(e);

[0025] d. 通过影像测量仪重新调整偏差大于直线度要求的靶标特征点,之后重复步骤(c);

[0026] e. 将所述一维靶标以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定。

[0027] 当所述直线导轨上设置有滑块时,步骤(b)先在所述滑块上设定参考点,通过调整每个靶标特征点的中心与滑块上参考点之间的距离相等,使得所有靶标特征点中心精确排列在与所述直线导轨平行的直线上。

[0028] 其中,所述步骤(3)具体包括如下步骤:

[0029] a. 将所述摄像机从所述六维转台上取下;

[0030] b. 将高精度的光轴黏接在所述六维转台上,使用目测方式使所述光轴位于所述程控多齿分度台中心位置;

- [0031] c. 将千分表的测头与所述光轴表面接触；
- [0032] d. 使用所述程控多齿分度台带动所述光轴旋转,根据所述千分表的读数调整所述光轴位置,直至调整到任意角度处所述千分表读数稳定；
- [0033] e. 利用三个准直激光器交汇于所述光轴同一位置；
- [0034] f. 移除所述光轴,放置所述摄像机于所述六维转台上,调整所述摄像机位置直至每个准直激光器发出的准直激光束成像均匀对称；
- [0035] g. 将所述摄像机与六维转台固定。
- [0036] 其中,所述步骤(4)具体包括如下步骤：
- [0037] a. 调整所述六维转台使所述一维靶标在所述摄像机像面中部沿竖直方向成像；
- [0038] b. 使用所述程控多齿分度台带动所述摄像机由当前视场角度旋转到另一视场角度处,若所述一维靶标成像沿竖直方向倾斜角不满足标定所需的精度水平要求,执行步骤(c);若所述一维靶标成像沿竖直方向倾斜角满足标定所需的精度水平要求,执行所述步骤(5)；
- [0039] c. 根据视场角度与成像距离计算所述一维靶标的空间倾斜角度,通过调整所述六维转台修正该倾斜角,重复步骤(b)。
- [0040] 本发明的有益效果是：
- [0041] 本发明的摄像机模型标定方法及标定装置可实现宽视场摄像机的标定,进而实现大尺寸工件的高精度视觉测量,该方法原理直观,算法简易,避免了复杂参数解析模型的建立,对不同型号的摄像机和镜头具有广泛的适用性,且一维靶标的制作成本较低,精度可控,可以满足航空航天、造船、汽车、天线制造等大型机械加工测量要求。
- [0042] 本发明克服了现有摄像机参数化模型及其标定技术在宽视场摄像机研究应用中的不足,通过建立空间光线角度值与光线像面坐标的直接映射,得到标准数据映射表实现摄像机的标定,突破了参数解析模型对标定效果的限制;对任意空间光线在单摄像机上的二维角度测量,可通过像面坐标在标准映射表数据间插值解算实现。
- [0043] 本发明摆脱了参数成像模型的限制,建立一个由大量角度-曲线数据组成的非参数模型,突破了传统参数化标定方法的精度提高瓶颈,降低了大尺寸靶标制作的复杂程度和成本投入。
- [0044] 本发明方法与装置原理直观、实现方便、可行性好、精度可控、成本低,可有效改善大视场摄像机标定困难的现状,对大尺寸工件的视觉测量发展具有重要意义。

附图说明

- [0045] 图1是本发明的摄像机模型标定装置的结构示意图；
- [0046] 图2是一维靶标中底板的结构示意图；
- [0047] 图3是一维靶标的平面结构图；
- [0048] 图4是本发明的摄像机模型标定方法的流程示意图；
- [0049] 图5是本发明的摄像机模型标定方法步骤103的操作过程示意图，
其中：
- [0050] 图5(a)是步骤103中步骤33、34的操作方法示意图；
- [0051] 图5(b)是步骤103中步骤35的操作方法示意图；

[0052] 图 5 (c) 是步骤 103 中步骤 36 的操作方法示意图。

[0053] 图中 :1- 光学平台 ;2- 程控多齿分度台 ;3- 六维转台 ;4- 摄像机 ;5- 一维靶标 ;51- 底板 ;511- 固定凸台 ;512- 定位孔 ;513- 圆形通孔 ;514- 直线导轨 ;515- 滑块 ;6- 支架 ;7- 光轴 ;8- 千分表 ;9- 准直激光器。

具体实施方式

[0054] 为能进一步了解本发明的内容、特点及效果,兹例举以下实施例,并配合附图详细说明如下:

[0055] 如图 1 所示,本实施例的摄像机模型标定装置由光学平台 1、程控多齿分度台 2、六维转台 3 和一维靶标 5 构成,一维靶标 5 通常固定于支架 6 上。

[0056] 光学平台 1 上放置程控多齿分度台 2,程控多齿分度台 2 上放置六维转台 3,六维转台 3 用于放置待标定的摄像机 4。

[0057] 摄像机 4 的光学中心需与程控多齿分度台 2 的转轴重合。摄像机 4 的成像平面需与一维靶标 5 平行。

[0058] 如图 2 所示,一维靶标 5 主要包括长条形的底板 51,底板 51 包括调整侧和定位侧两个功能区域,调整侧边缘位置设置有固定凸台 511(即底板截面为 L 形),固定凸台 511 上设置有若干个呈直线排列的圆形通孔 513;底板 51 的定位侧在底板 51 表面上设置有长条形的定位孔 512。底板 51 的定位侧边缘位置还设置有一条固定的直线导轨 514,直线导轨 514 上可以安装有滑块 515。直线导轨 514 必须满足较高的直线度,该直线度的数值根据标定需求确定。

[0059] 如图 3 所示,底板 51 上沿长度方向直线排列有多个调整单元,每个调整单元包括靶标特征点 55、装卡块 54、压缩弹簧 53、调整螺钉 52、定位螺钉 56。

[0060] 靶标特征点 55 应满足发光稳定、发光点小的要求,通常可以选用各波段的 LD、LED 等。其中,红外 LED 以其具有的稳定的光学特性及成像质量成为最佳选择;同时,具有体积小、发光点小、功耗低、响应快,易于安装的优点,在不同成像距离及成像角度都有稳定的图像质量。

[0061] 靶标特征点 55 镶嵌于装卡块 54 的中间位置。装卡块 54 对应于底板 51 上调整侧的一端为调整端,对应于底板 51 上定位侧的一端为定位端。

[0062] 装卡块 54 的调整端端面上设置有螺纹孔,该螺纹孔对应于底板 51 的固定凸台 511 上的一个圆形通孔。螺纹孔中安装有穿过所对应的圆形通孔的调整螺钉 52,调整螺钉 52 外部套装有压缩弹簧 53,压缩弹簧 53 的一端抵顶于调整螺钉 52,另一端抵顶于装卡块 54。通过旋进或者松开调整螺钉 52,配合压缩弹簧 53 向外的推力,能够使装卡块 54 在底板 51 的调整方向上进行移动。

[0063] 装卡块 54 的定位端设置有 U 形豁口,该 U 形豁口对应于底板 51 上的长条形定位孔 512,U 形豁口和定位孔 512 中安装有定位螺钉 56;定位螺钉 56 能够将装卡块 54 在底板 51 上的位置固定。

[0064] 如图 4 所示,本实施例的摄像机模型标定方法包括如下步骤:

[0065] 步骤 101、将一维靶标 5 上所有靶标特征点 55 的中心调整到同一直线上之后,将一维靶标 5 以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定;

[0066] 步骤 101 具体包括以下步骤：

[0067] 步骤 11、将一维靶标 5 放置于影像测量仪上，并放松一维靶标 5 上每个调整单元的
定位螺钉 56；

[0068] 步骤 12、调节每个调整单元的调整螺钉 52，通过影像测量仪测量，使得每个靶标
特征点 55 的中心与直线导轨 514 之间的距离均相等后，拧紧每个每个调整单元的定位螺钉
56，最终所有调整单元的靶标特征点 55 中心精确排列在与直线导轨 514 平行的直线上；

[0069] 当直线导轨 514 上设置有滑块 515 时，滑块 515 上设定一个参考点，移动滑块 515
到其参考点依次与单个靶标特征点 55 同时出现在影像测量仪的视场内；调节每个调整单
元的调整螺钉 52，通过影像测量仪测量，使得每个靶标特征点 55 的中心与滑块 515 上参
考点之间的距离均相等，并拧紧每个每个调整单元的定位螺钉 56，最终所有调整单元的靶
标特征点 55 精确排列在与直线导轨 514 平行的直线上；

[0070] 步骤 13、静置一天后再次使用影像测量仪测量所有调整单元的靶标特征点 55 排
列的直线度，若该直线度不符合精确度要求，执行步骤 14；若该直线度符合精确度要求，执
行步骤 15；

[0071] 步骤 14、通过影像测量仪重新调整偏差大于直线度要求的靶标特征点 55，之后重
复步骤 13；

[0072] 步骤 15、将一维靶标 5 以竖直方向放置于摄像机成像视场内并固定在支架 6 上；

[0073] 步骤 102、在光学平台 1 上由下到上依次放置程控多齿分度台 2、六维转台 3、待标
定的摄像机 4，使用目测方式粗略调整摄像机 4 的光学中心在程控多齿分度台 2 的转轴上，
并使用目测方式粗略调整摄像机 4 的成像平面与一维靶标 5 平行，当通过目测方式可观察
到摄像机 4 的光学中心通过六维转台 3 的调整，能够以程控多齿分度台 2 的转轴为中心在
水平面任意方向明显偏移时，用热熔胶将六维转台 3 和程控多齿分度台 2 黏接固定；

[0074] 步骤 103、精密调整摄像机 4 光学中心与程控多齿分度台 2 的转轴重合；

[0075] 如图 5 所示，步骤 103 具体包括以下步骤：

[0076] 步骤 31、将摄像机 4 从六维转台 3 上取下；

[0077] 步骤 32、将高精度的光轴 7 黏接在六维转台 3 上，使用目测方式使光轴 7 位于程控
多齿分度台 2 中心位置，此处高精度是指光轴 7 的圆柱度为 0.01mm 以下，直径为毫米级；

[0078] 步骤 33、将千分表 8 的测头与光轴 7 表面接触，如图 5 (a) 所示；

[0079] 步骤 34、使用程控多齿分度台 2 带动光轴 7 旋转，同时观察千分表 8 的读数，根据
千分表 8 的读数调整光轴 7 位置，直至光轴 7 位置调整到其在程控多齿分度台 2 的任意角
度处千分表 8 的读数稳定，即可视为光轴 7 轴心与程控多齿分度台 2 的转轴重合；

[0080] 步骤 35、利用三个准直激光器 9 确定程控多齿分度台 2 的转轴位置，具体是使用三
个准直激光器 9 发出的三束准直激光束交汇于光轴 7 同一位置，交汇点即为程控多齿分度
台 2 的转轴位置，如图 5 (b) 所示；

[0081] 步骤 36、移除光轴 7，放置摄像机 4 于六维转台 3 上，通过手动移动和六维转台 3
调整摄像机 4 位置，如图 5 (c) 所示，直至每个准直激光器 9 发出的准直激光束在摄像机 4
像面上的成像都是均匀对称的，即完成摄像机 4 光学中心与程控多齿分度台 2 转轴重合的
精密定位；

[0082] 步骤 36、使用热熔胶将摄像机 4 与六维转台 3 黏接固定；

[0083] 步骤 104、精密调整摄像机 4 的成像平面与一维靶标 5 平行,即在摄像机 4 视场内大范围多位置成像,并通过六维转台 3 修正,直至一维靶标 5 成像沿竖直方向倾斜角满足标定所需的精度水平要求。

[0084] 步骤 104 具体包括以下步骤:

[0085] 步骤 41、调整六维转台 3 使一维靶标 5 在摄像机 4 像面中部(此处成像畸变最小)沿竖直方向成像;

[0086] 步骤 42、使用程控多齿分度台 2 带动摄像机 4 由当前视场角度旋转到另一视场角度处,若一维靶标 5 成像沿竖直方向倾斜角不满足标定所需的精度水平要求,执行步骤 43;若一维靶标 5 成像沿竖直方向倾斜角满足标定所需的精度水平要求,执行步骤 105;

[0087] 步骤 43、根据视场角度与成像距离计算一维靶标 5 的空间倾斜角度,通过调整六维转台 3 修正该倾斜角,重复步骤 42;

[0088] 步骤 105、使用程控多齿分度台 2 调整一维靶标 5 在摄像机 4 像面的一侧边缘,以角秒量级的步进角度扫描整个摄像机 4 视场,并在每个分度角度位置处对一维靶标 5 的所有靶标特征点 55 位置进行亚像素量级的精密提取;

[0089] 步骤 106、提取的每个靶标特征点 55 位置坐标为第一像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点 55 位置的第一像面坐标一同存储,建立第一标定映射关系;

[0090] 步骤 107、分离摄像机 4、六维转台 3 和程控多齿分度台 2,以摄像机 4 的光轴为轴心以 90° 翻转摄像机 4;

[0091] 步骤 108、重复步骤 102 至步骤 105,提取的每个靶标特征点 55 位置坐标为第二像面坐标,将每个分度角度值与对应靶标特征点 55 位置的第二像面坐标一同存储,建立第二标定映射关系;

[0092] 109、根据第一标定映射关系和第二标定映射关系得到标准数据映射表,即可完成对摄像机 4 的标定。

[0093] 尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,并不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可以作出很多形式的具体变换,这些均属于本发明的保护范围之内。

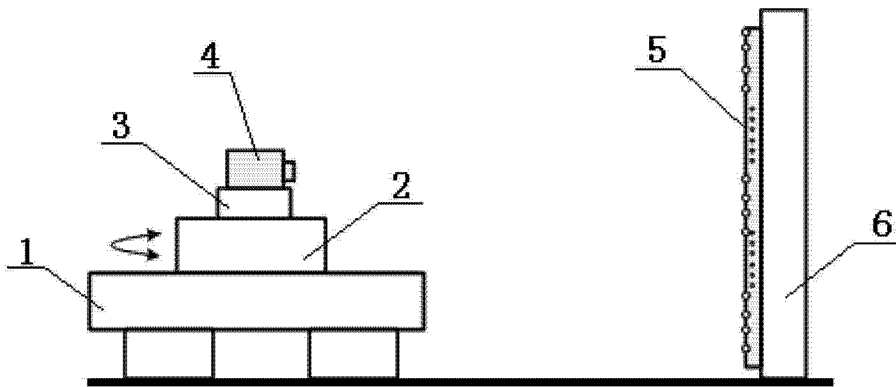


图 1

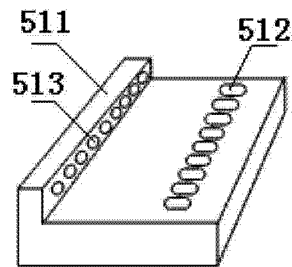


图 2

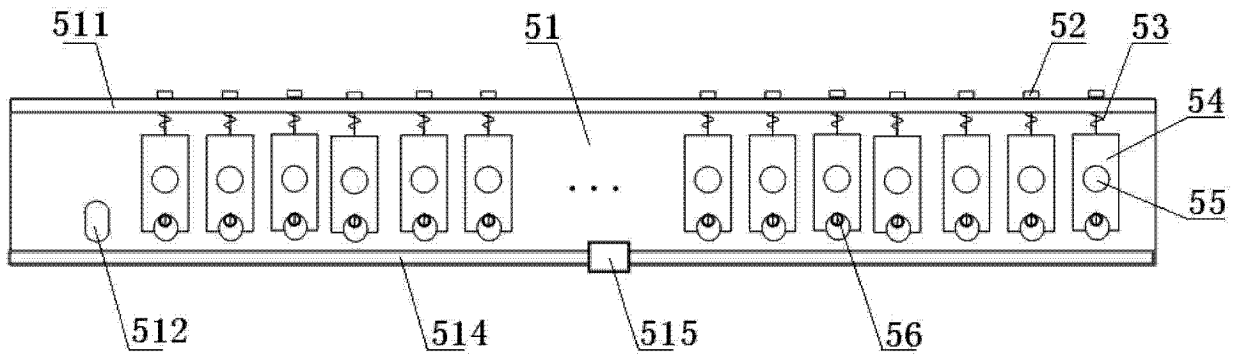


图 3

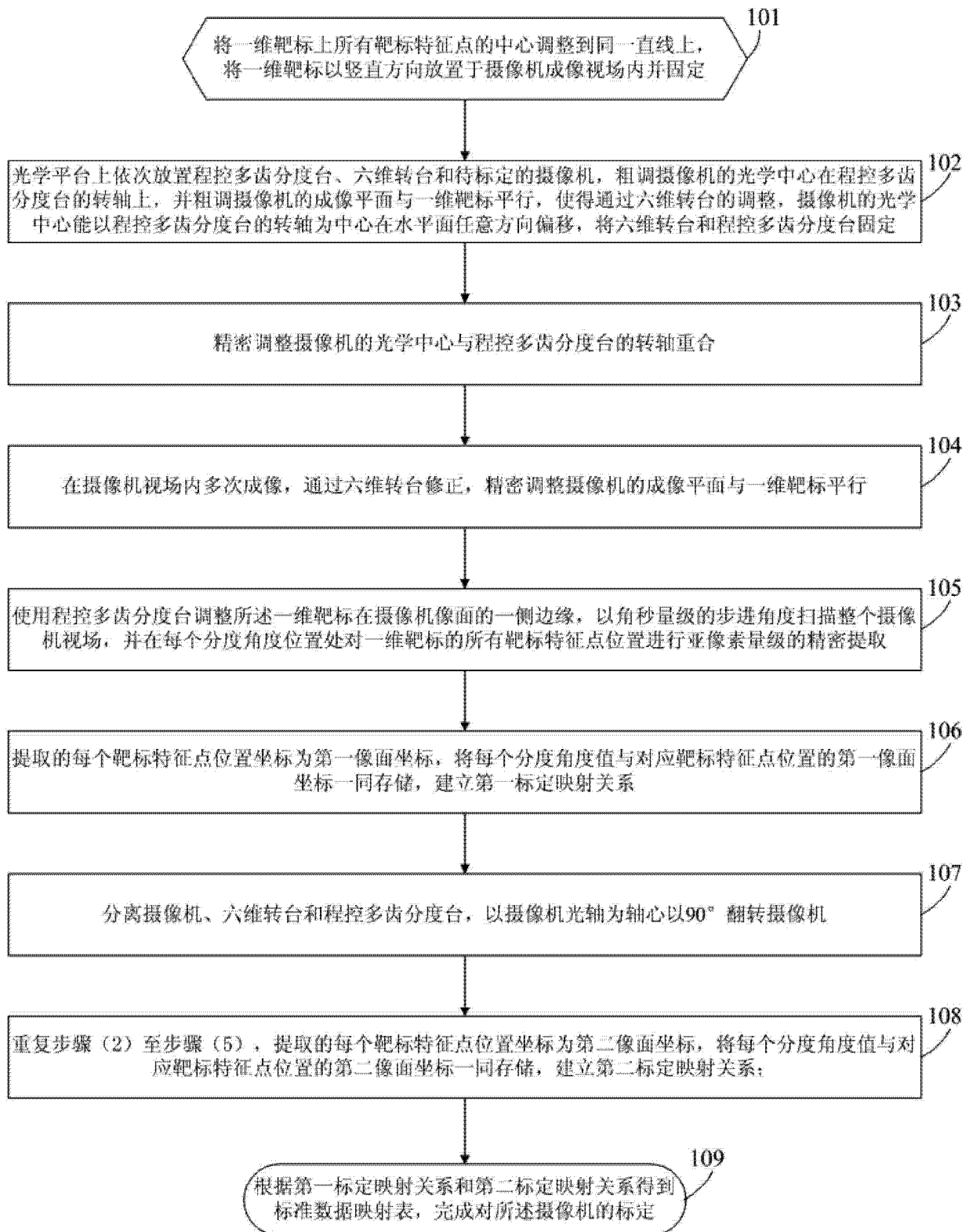


图 4

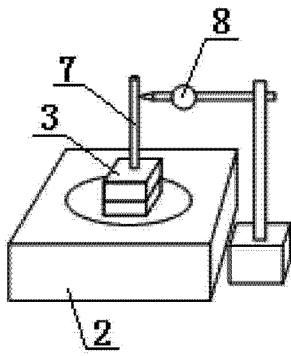


图 5(a)

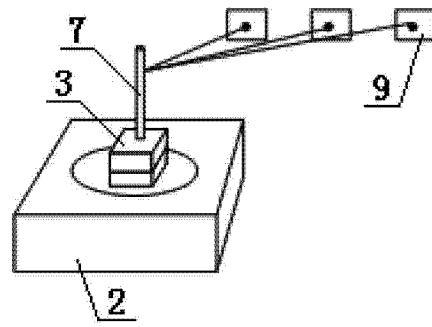


图 5(b)

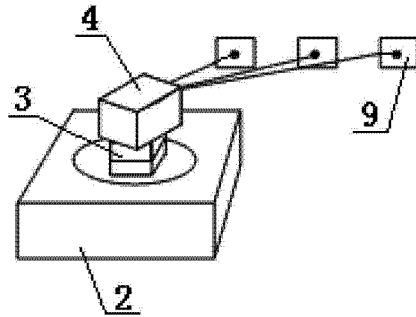


图 5(c)