

ICS 07.040
CCS A77



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

无人机视频测绘技术规程

Technical specification for surveying and mapping by video stream from
unmanned aircraft system (UAS)

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

 4.1 成果类型 2

 4.2 成果质量要求 3

 4.3 成果时效性要求 4

 4.4 成果空间基准 4

 4.5 成果时间基准 4

5 无人机视频测绘系统要求 4

 5.1 无人机平台要求 4

 5.2 视频摄像机要求 4

 5.3 位姿系统要求 4

 5.4 激光测距系统要求 4

 5.5 地面控制系统要求 4

 5.6 数据传输系统要求 5

 5.7 视频测绘数据处理系统要求 5

6 工作流程 5

7 无人机视频测绘实施要求 6

 7.1 飞行前准备 6

 7.2 时间同步 6

 7.3 飞行质量要求 6

 7.4 视频质量要求 6

8 无人机视频流数据接收要求 6

 8.1 融合编码视频流数据接收、显示与存储 6

 8.2 位姿数据接收 6

9 无人机视频流数据实时处理要求 6

 9.1 视频关键帧影像提取 6

 9.2 目标实时定位 6

 9.3 地理信息产品生产 7

10 无人机视频流数据事后处理要求 7

11 证实方法 7

12 成果整理与提交要求 7

附录 A （资料性） 视频关键帧影像的时间间隔 9

附录 B （资料性） 检查单示例 10

参考文献 11

前 言

本文件按照GB/T 1.1—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。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会（SAC/TC 230/SC2）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

无人机视频具有信息丰富、真实、动态表达、时效性等特点，与地理信息数据融合后可用于定位与地理信息产品生产和空间分析。

无人机软硬件技术的发展，特别是GNSS/IMU技术、影像匹配和实时定位与地图构建（SLAM）技术的发展以及小型化视频传感器和视频无线传输技术的推广，使得利用无人机视频流数据进行定位和生产地理信息产品成为可能。

无人机视频测绘是利用无人机视频流数据和位姿数据，快速生产出不同内容、不同精度的应急测绘产品，提供“力所能及”的成果和服务。无人机视频测绘特别适用于大面积应急保障、快速巡检/监测、取证等场景，与利用照片的无人机低空数字航空摄影测量在目的、工作流程、精度要求、成果内容、服务方式等方面具有明显的差异。

本文件面向使用无人机视频流数据进行应急保障、军事侦察等场景的视频流数据获取、实时定位和地理信息产品生产，补充了已有的无人机低空数字航空摄影测量等规范，形成了无人机低空数字航空摄影测量规范的体系化。

无人机视频测绘技术规程

1 范围

本文件规定了使用无人机视频流数据进行测绘的基本要求、无人机视频测绘系统要求、工作流程、无人机视频测绘实施要求、无人机视频流数据接收要求、无人机视频流数据实时处理要求、无人机视频流数据事后处理要求、成果整理与提交要求。

本文件适用于使用无人机搭载可见光或红外视频传感器、GNSS/IMU设备的平台进行应急保障、城市管理、巡检、取证等场景的视频获取、实时定位与数字正射影像图（DOM）、数字表面模型（DSM）、数字高程模型（DEM）的生产，使用高光谱和多光谱传感器时可参照执行。

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。

GB/T 39612 低空数字航摄与数据处理规范

GB/T 40768 视频流与时空信息融合编码规范

CH/T 1057 应急测绘基本技术要求

CH/T 3007.1 数字航空摄影测量 测图规范 第1部分 1: 500 1: 1 000 1: 2 000数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

CH/T 3007.2 数字航空摄影测量 测图规范 第2部分 1: 5 000 1: 10 000 数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

CH/T 9008.2 基础地理信息数字成果 1: 500、1: 1 000、1: 2 000 数字高程模型

CH/T 9009.2 基础地理信息数字成果 1: 5 000、1: 10 000、1: 25 000、1: 50 000、1: 100 000 数字高程模型

CH/T 9022 基础地理信息数字成果 1:500 1:1 000 1:2 000 1:5 000 1:10 000 数字表面模型

CH/T 9023 基础地理信息数字成果 1:25 000 1:50 000 1:100 000 数字表面模型

3 术语和定义

GB/T 40768界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

无人机视频测绘 *surveying and mapping by video stream from unmanned aircraft system (UAS)*

使用搭载视频传感器、GNSS/IMU设备的无人机平台获取的视频流数据、位姿数据以及其他辅助数据，生产地理信息产品或进行目标实时地理定位的活动。

注：本文件所指无人机平台，其空机重量小于等于116kg，起飞全重小于等于150kg。

3.2

视频测绘数据处理系统 *data processing system of video stream*

对无人机平台获取的视频流数据、位姿数据进行处理以生成相应的地理信息产品或实现目标实时地理定位的计算机应用系统。

3.3

无人机视频测绘系统 system for surveying and mapping by video stream from unmanned aircraft system

使用无人机平台、视频摄像机、位姿系统、激光测距系统、地面控制系统、数据传输系统和视频测绘数据处理系统获取视频流、位姿数据并进行处理的软硬件系统。

3.4

视频关键帧影像 image of key frame

从无人机平台获取的视频流数据与视频时空信息进行融合编码后的融合编码视频流中提取的具备一定重叠度的某一时刻的视频帧影像。

3.5

融合编码视频流 fusion encoded video stream

在视频编码时融合时间、位置、姿态信息和传感器参数的连续数据流。

3.6

实时定位 real time positioning

用无人机视频测绘系统对特定目标进行地理定位的过程。

3.7

关键帧影像纠正 rectification for image of key frame

使用视频传感器的参数对视频关键帧影像进行畸变纠正,并使用位姿数据和其他辅助数据对视频关键帧影像进行正射纠正,以生成数字正射影像图的过程。

3.8

快速影像镶嵌 mosaic of images of key frame

用无人机视频测绘系统获取视频流的同时,利用视频关键帧影像纠正后的数字正射影像图的重叠区域进行拼接的过程。

3.9

快速影像镶嵌图 real-time image mosaic map

快速影像镶嵌的成果,以区别于常规摄影测量方法生成的正射影像镶嵌图,其精度一般比正射影像镶嵌图低。

3.10

实时成图 real time mapping

用无人机视频测绘系统获取无人机视频流的同时,生成快速影像镶嵌图和数字表面模型的过程。

3.11

事后处理 post processing

获取无人机视频流后,对视频流按照常规摄影测量模式进行处理生成数字正射影像图、数字高程模型和数字表面模型的过程。

4 基本要求

4.1 成果类型

无人机视频测绘成果包括无人机视频测绘获取的数据成果、无人机视频流数据实时处理成果和无人机视频流数据事后处理成果。其中，无人机视频测绘获取的数据成果包括无人机视频流数据，位姿数据、融合编码视频流数据；无人机视频流数据实时处理成果包括实时定位成果、快速影像镶嵌图、数字表面模型；无人机视频流数据事后处理成果包括数字正射影像图、数字高程模型、数字表面模型。

4.2 成果质量要求

4.2.1 无人机视频流数据

光学传感器获取的视频其分辨率不低于 1920×1080 ；热红外传感器获取的视频其分辨率不低于 640×512 ，地面分辨率应优于0.5米。

4.2.2 位姿数据

位姿数据应按下述顺序保存：

日期（YYYYMMDD），时刻（hhmmsssss），经度，纬度，高度，横滚角，俯仰角，旋偏角

4.2.3 融合编码视频流数据

融合编码视频流数据应符合GB/T 40768中的规定。

4.2.4 实时定位成果

a) 无人机实时定位的平面位置中误差应满足以下要求：

- 1) GNSS/IMU位姿数据定位：不低于10米；
- 2) GNSS/IMU位姿数据融合激光测距辅助定位：不低于1米；
- 3) GNSS/IMU位姿数据融合参考影像匹配定位：卫星影像为参考地图时应不低于4.0米，无人机影像为参考地图时应不低于3.0米。

b) 无人机定位时延不超过3s。

4.2.5 快速影像镶嵌图

无人机视频流数据实时处理生成的快速影像镶嵌图满足以下要求：

- a) 平面位置中误差优于5米；
- b) 快速影像镶嵌图的纸质图印刷时应符合CH/T 1057中的规定。

4.2.6 数字正射影像图

无人机视频流数据事后处理生成的数字正射影像图满足以下要求：

- a) 平面位置中误差优于1米，拼接误差不大于平面位置中误差的2倍；
- b) 数字正射影像图输出时可根据需要选择比例尺，比例尺可为1: 1 000、1: 2 000、1: 5 000、1: 10 000，并可根据需要选择图廓要素进行整饰。

4.2.7 数字表面模型

- a) 无人机视频流数据实时处理生成的数字表面模型，格网间距优于5米，高程中误差优于10米；
- b) 无人机视频流数据事后处理生成的数字表面模型，成图比例尺1: 500、1: 1 000、1: 2 000时应符合CH/T 9008.2的规定，成图比例尺1: 5 000、1: 10 000、1: 25 000、1: 50 000、1: 100 000时应符合CH/T 9009.2的规定。

4.2.8 数字高程模型

无人机视频流数据事后处理生成的数字高程模型，成图比例尺1:500 1:1 000 1:2 000 1:5 000 1:10 000时应符合CH/T 9022的规定，成图比例尺1:25 000 1:50 000 1:100 000时应符合CH/T 9023的规定。

4.3 成果时效性要求

无人机视频测绘成果用于应急测绘时，成果的时效性应符合CH/T 1057中的规定，其他场景下根据实际需要确定完成时间。

4.4 成果空间基准

平面坐标系采用2000国家大地坐标系，高斯—克吕格投影，按3°分带。实时处理时采用CGCS2000大地高，事后处理时采用1985国家高程基准。

4.5 成果时间基准

采用公历纪元和北京时间。

5 无人机视频测绘系统要求

5.1 无人机平台要求

无人机平台应满足以下基本要求：

- a) 应集成视频摄像机、位姿系统、数据传输系统；
- b) 应具备一般气象条件下安全飞行能力，抗风能力一般不低于4级；
- c) 宜具备仿地飞行能力和感知避障能力；
- d) 续航时间不宜少于30分钟。

5.2 视频摄像机要求

- 5.2.1 宜集成三轴稳定云台，宜具有电子防抖功能，稳定度不低于100 μ rad。
- 5.2.2 应按照GB/T 39612描述的方法进行几何检校；当选用变焦镜头时，应分焦段进行检校。
- 5.2.3 摄像机应具备时空信息融合编码功能，宜采用H.265编码标准，编码时延不应大于1s。
- 5.2.4 视频分辨率不低于1920×1080。
- 5.2.5 宜集成激光测距系统。

5.3 位姿系统要求

- 5.3.1 应具备时间、经纬度、高度、横滚角、俯仰角、旋偏角的输出接口，用于摄像机时空信息融合编码。
- 5.3.2 应具备CORS支持下的北斗/GNSS定位功能和多频接收能力，实时定位精度优于厘米级。
- 5.3.3 GNSS采样频率不低于5Hz，IMU采样频率不低于64Hz。
- 5.3.4 姿态测量精度应优于0.01°，航向测量精度应优于0.1°。

5.4 激光测距系统要求

激光测距系统的最大测程不应低于500m，频率不应低于10Hz，测距精度不应低于1m。

5.5 地面控制系统要求

地面控制系统除具备无人机平台的监控功能外，还应具有以下功能：

- a) 对摄像机的远程操控，包括但不限于拍照、录像、调参、旋转等模式切换；

- b) 对激光测距系统的远程操控，包括但不限于测量等；
- c) 对无人机视频流、位姿数据、摄像机的融合编码成果的接收、存储、转发功能，以及使用无人机视频流数据和位姿数据进行融合编码的功能。

5.6 数据传输系统要求

- 5.6.1 可选用短波图传、移动网络、卫星等独立或组合方式传输无人机位姿数据、视频流数据或融合编码视频流、目标位置信息。
- 5.6.2 传输距离不宜小于5km。
- 5.6.3 传输带宽不低于2Mbps；宜为4Mbps。
- 5.6.4 实时图传质量不低于720p/30fps。
- 5.6.5 时延不大于1s。
- 5.6.6 应采用抗干扰技术，确保视频信号的稳定性和可靠性。
- 5.6.7 应具备链路中断自动重连功能，保证视频传输的完整性。

5.7 视频测绘数据处理系统要求

- 5.7.1 视频测绘数据处理系统应具有以下功能：
 - a) 实时接收、显示、存储无人机视频流数据和位姿数据、时空信息融合编码数据以及特定目标的地理定位数据、取证影像或视频；
 - b) 基于GNSS/IMU位姿数据和高程数据的视频关键帧影像正射纠正功能以及增量式实时快速影像镶嵌功能；
 - c) 基于GNSS/IMU位姿数据和高程数据的目标实时地理定位功能；
 - d) 基于短波图传链路进行通信。
- 5.7.2 视频测绘数据处理系统宜具有以下功能：
 - a) 实时密集匹配、实时生成数字表面模型的功能和图形处理器（GPU）加速功能；
 - b) 基于GNSS/IMU位姿、激光测距辅助、参考影像匹配的多种方式融合的目标实时地理定位功能；
 - c) 红外视频处理功能；
 - d) 基于移动网络、卫星通信等多种链路进行通信的功能。

6 工作流程

无人机视频测绘的工作流程见图1。

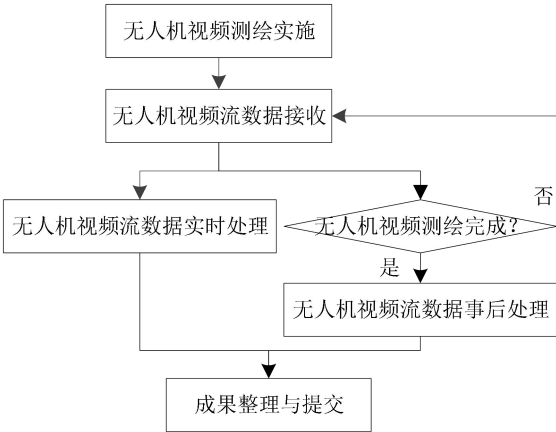


图 1 无人机视频测绘的工作流程

7 无人机视频测绘实施要求

7.1 飞行前准备

飞行前宜根据任务区的地形、气候、时间和任务，选择适当的无人机平台、视频摄像机、激光测距系统，并确定飞行航高和航线，获取可用的参考影像、数字高程模型或平均高程等数据。

7.2 时间同步

无人机起飞前，视频摄像机、位姿系统、激光测距系统、视频测绘系统的时钟应进行同步。

7.3 飞行质量要求

飞行质量应满足以下要求：

- a) 用于实时成图时，俯仰角一般宜小于等于3度，最大应小于等于5度；旋偏角一般宜小于等于10度，在确保旁向重叠度满足要求的前提下最大应小于等于15度；
- b) 用于定位和监视时应保持云台增稳，对俯仰角、旋偏角不做要求。

7.4 视频质量要求

7.4.1 图像传输

视频传输应稳定流畅，不应有雪花、噪点、条纹等。

7.4.2 无人机视频流要求

无人机视频流应满足以下要求：

- a) 无人机视频流应清晰、层次丰富、反差适中、色调柔和；
- b) 无人机视频流帧率不应低于30fps；
- c) 无人机视频流应能正常解析。

8 无人机视频流数据接收要求

8.1 融合编码视频流数据接收、显示与存储

应实时接收无人机获取的视频流数据或融合编码视频流数据，并实时显示于设备上，目视检查视频是否符合7.4的要求，形成检查单。

8.2 位姿数据接收

应实时接收位姿数据，并目视检查是否有丢漏，是否符合7.3的要求，形成检查单。

9 无人机视频流数据实时处理要求

9.1 视频关键帧影像提取

视频关键帧影像提取应满足以下要求：

- a) 按时间提取视频关键帧影像时，时间间隔的计算见附录A；
- b) 按GB/T 40768的规定，从无人机视频流中提取视频关键帧影像的基本要素信息和变化信息。

9.2 目标实时定位

目标实时定位应满足以下要求：

- a) 使用视频关键帧影像的GNSS/IMU位姿及任务区域内的平均高程值或数字高程模型通过透视投影变换进行视频关键帧影像正射纠正；
- b) 采用自动检测或手动检测方法对视频中的人/车或其它特定目标进行检测，并根据视频关键帧影像纠正后的数字正射影像图进行目标的地理定位；
- c) 当搭载激光辅助定位装置时，宜进行激光辅助定位和实时视觉定位的融合定位；
- d) 当具有参考影像时，宜通过与参考影像匹配实现融合定位；
- e) 可使用参考影像检查目标实时点位的精度，生成检查单。

9.3 地理信息产品生产

地理信息产品生产应满足以下要求：

- a) 可使用视频关键帧影像的GNSS/IMU位姿及任务区域内的平均高程值或数字高程模型对视频关键帧影像进行正射纠正；当具有参考影像时，宜通过与参考影像匹配对视频关键帧影像数字正射影像图进行几何配准，并按照地理坐标进行增量式快速影像镶嵌生成快速影像镶嵌图；
- b) 宜采用实时三维重建框架进行数字表面模型的实时成图，并采用生成的数字表面模型和融合的位姿数据对影像进行严密的正射纠正，采用增量式的方法实时生成快速影像镶嵌图；
- c) 目视检查快速影像镶嵌图是否有拼接漏洞；
- d) 可用已知点或者参考影像对快速影像镶嵌图进行精度检查，生成检查单。

10 无人机视频流数据事后处理要求

- 10.1 可使用视频关键帧影像与解算的位姿及地面的像片控制点按GB/T 39612、CH/T 3007.1和CH/T 3007.2进行数据处理、过程检查和成果的质量检查。
- 10.2 按GB/T 39612、CH/T 3007.1和CH/T 3007.2的要求编写质量检查报告。

11 证实方法

- 11.1 对选用的无人机平台、视频摄像机、位姿系统、激光测距系统、地面控制系统、数据传输系统、视频测绘数据处理系统的说明书进行检查，逐一确认是否满足要求，并形成检查单。
- 11.2 无人机视频测绘实施对摄像机、位姿系统、激光测距系统、视频测绘系统的时钟进行同步操作时应形成记录；对飞行质量和视频质量应进行检查，确认是否满足要求，并形成检查单。
- 11.3 对第8、9章各节生成的检查单进行确认。

12 成果整理与提交要求

无人机视频测绘按以下要求进行成果整理和提交：

- a) 无人机视频测绘获取的数据成果
 - 1) 无人机视频流数据：按架次保存、提交；
 - 2) 融合编码视频流数据：按架次保存、提交；
 - 3) 位姿数据：按架次保存提交。
- b) 无人机视频流数据实时处理成果
 - 1) 快速影像镶嵌图、数字表面模型：按架次保存、提交；
 - 2) 实时定位成果，按点分别保存：按架次提交。

- c) 无人机视频流数据事后处理成果：数字正射影像图、数字高程模型、数字表面模型，按架次保存、提交；
- d) 检查单、质量检查报告：按任务区提交。

附录 A (资料性)

视频关键帧影像的时间间隔

根据设计的航线、航高、飞行速度和相机参数等先验知识，再参考任务所需航向重叠度，可以粗略地计算出相邻视频关键帧影像之间的时间间隔，计算公式如式（A.1）所示。

$$t = \text{floor}\left(\frac{(1-p) \times fps \times h \times m \times \mu}{f \times v}\right) / fps \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

f ——摄像机焦距；

h ——航高；

fps ——视频帧率(frame per second)；

p ——航向重叠度；

v ——相机相对于拍摄物体的速度；

m ——视频帧航向像素个数；

μ ——像素物理尺寸；

t ——视频关键帧影像的时间间隔；

$\text{floor}()$ ——对括号中的运算结果向下取整。

附录 B
(资料性)
检查单示例

检查单示例见表B.1。

表 B.1 检查单示例

任务区名称					
项目情况	无人机型号/编号		飞行架次/小时		
	视频摄像机型号/编号		位姿系统型号/编号		
	激光测距系统型号/编号		数据传输方式		
	飞行单位				
	飞行时间				
	检查时间				
完成情况	合同面积/km ²		本次检查面积/km ²		
	累计完成面积/km ²		禁飞区面积/km ²		
	未完成原因				
检查内容					
检查项	分区编号	航线编号	质量问题	处理意见	备注
无人机视频测绘系统检查					
时钟同步检查					
飞行质量检查					
视频质量检查					
实时接收无人机视频流数据检查					
融合编码视频流数据检查					
位姿数据接收检查					
目标实时定位精度检查					
快速影像镶嵌图精度检查					

参考文献

- [1] 孙新博, 李英成, 等. 无人机地理信息视频系统的设计与实现[J]. 测绘科学, 2018, 43(10): 131-136.
-