

T/CTS

中国道路交通安全协会团体标准

T/CTS XXXX—2023

基于无人机的道路交通事故现场图像采集 及实景三维模型构建规范

Specifications for Image Acquisition at Road Traffic Accident Scenes and
Construction of Real-scene 3D Models Using Unmanned Aerial Vehicles

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国道路交通安全协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 一般规定	2
5 图像采集要素	2
6 图像采集	4
7 实景三维模型构建	6
参 考 文 献	8

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。

本文件由中国道路交通安全协会团体标准化委员会提出并归口。

本文件起草单位：公安部道路交通安全研究中心、山西省公安厅交通管理局、山西省公安厅交通警察总队高速五支队、武汉大势智能科技有限公司

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

基于无人机的道路交通事故现场图像采集及实景三维模型构建规范

1 范围

本文件规定了基于无人机的道路交通事故现场图像采集及实景三维模型构建的一般规定、图像采集要素、图像采集规范、实景三维模型构建。

本文适用于道路交通事故现场勘查、道路交通事故深度调查以及道路交通安全隐患排查。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GA/T 1411.1-2017 警用无人机驾驶航空器系统 第1部分：通用技术要求

GA/T 1411.3-2017 警用无驾驶航空器系统 第3部分：多旋翼无人驾驶航空器系统

GA 41 道路交通事故痕迹物证勘验

GA/T 1382-2018 基于多旋翼无人驾驶航空器的道路交通事故现场勘查系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

有效作业高度 effective working altitude

无人机航摄作业时，满足测量规范和精度要求的相对飞行高度。

3.2

近地面补拍 close to ground shot

利用手机、数码相机、单反相机、手持云台、车载移动测量、站式激光扫描或低空环拍的方式获取高分辨率的地物侧面纹理和结构细节。

3.3

像片重叠度 picture overlapping degree

摄影测量中相邻像片之间重叠的部分，通常以百分比表示。

注：像片重叠度是进行立体量测和像片拼接的必要条件，分为航向重叠和旁向重叠两种。航向重叠指本航线内相邻像片上具有同一物体影像的部分，旁向重叠指相邻航线像片之间的重叠部分。像片重叠度是影响实景三维模型质量的关键因素。

3.4

实景三维模型 3D real scene model

运用无人机机载相机对现有场景进行多角度拍摄，并利用三维实景建模软件进行处理生成的一种三维虚拟展示技术。

4 一般规定

4.1 无人机

图像采集无人机应符合GA/T 1382-2018、GA/T 1411.1-2017和GA/T 1411.3-2017的相关要求。

4.2 航拍设备

4.2.1 相机要求

- 1) 应能拍摄彩色图像和视频。
- 2) 应能通过无线遥控器和软件程序调整相机参数及控制拍摄。
- 3) 航摄图像应大于或等于1200万像素，图像格式为JPG，压缩因子大于或等于70。
- 4) 航摄视频分辨率应大于或等于1920×1080像素，帧率大于或等于每秒30帧，视频格式为MP4或MOV。
- 5) 应能在航摄图像和视频画面上标注拍摄日期和时间，格式为“YYYY-MM-DDHH:MM.SS”。
- 6) 应能将航摄时的卫星定位信息写入航摄图像文件属性。
- 7) 应具备与北京时间校正的功能。

4.2.2 云台要求

- 1) 应能可靠固定相机，在飞行过程中相机不应出现松旷、脱离等现象。
- 2) 应具备三轴自动稳定功能，控制精度高于0.05°。
- 3) 应能通过无线遥控器或软件程序控制云台俯仰角度，范围至少为0~90°。

4.3 无人机操作

- 1) 飞行时应远离人群，保持必要的飞行高度，注意来车。
- 2) 无人机在飞行前应查询当地法规，在合法安全的情况下执行飞行任务。飞行前应检查无人机设备，包括飞行器、遥控器、连接设备保持电量充足。
- 3) 飞行前应对航线经过区域的现场情况（包括建筑高度、障碍物、人群等情况）充足了解。
- 4) 在飞行过程中，应确保飞行器与遥控器之间信号良好。
- 5) 在飞行过程中，应保证飞行器在可视范围内作业。

5 图像采集要素

道路交通事故现场实景三维建模应采集道路、周边环境、事故车辆、人员、散落物、路面痕迹等要素，以及车辆接触痕迹。

5.1 道路要素

道路要素调查是道路交通事故现场勘查的重要部分，根据《道路交通事故信息调查》（1082—2021）、《道路交通事故现场勘查照相》（GA/T 50-2019）等标准规范要求，构建道路交通事故现场实景三维模型，现场图像采集应涵盖道路属性、道路参数、交通安全设施、周边环境4大类道路要素，具体道路要素目录如表1所示。

表 1 交通事故现场道路要素目录

一级分类	二级分类	道路要素
C1-道路属性	C1.1-地理条件	C1.1.1-所处地形
		C1.1.2-路口类型
		C1.1.3-路段类型
	C1.2-道路线形	C1.2.1-平面线形
		C1.2.2-纵断面线形
		C1.2.3-特殊线形
	C1.3-限速情况	C1.3.1-小型客车最高限速
		C1.3.2-大型客车最高限速
		C1.3.3-最低限速标志
C2-道路参数	C2.1-车道数	C2.1.1-单向行车道数
		C2.1.2-双向行车道数
	C2.2-道路宽度	C2.2.1-路面总路幅
		C2.2.2-行车道
		C2.2.3-中央分隔带
		C2.2.4-硬路肩或应急车道
	C2.3-平纵线形	C2.3.1-平面线形
		C2.3.2-纵断面线形
		C2.3.3-横断面线形
	C2.4-路面状况	C2.4.1-路面坑槽情况
		C2.4.2-路面散落物情况
	C3-交通安全设施	C3.1-护栏
C3.1.2-路侧护栏		
C3.1.3-碰撞后护栏状态		

	C3.2-交通标线	C3.2.1-对向车行道分界线
		C3.2.2-同向车行道分界线
		C3.2.3-车行道边缘线
	C3.3-其他隔离	C3.3.1-非机动车道隔离
		C3.3.2-人行道隔离
C4-周边环境	C4.1-路侧环境	C4.1.1-路侧土地利用类型
		C4.1.2-路侧构造物
	C4.2-其他情况	C4.2.1-道路施工作业

5.2 车辆要素

- 1) 撞击痕迹：在道路交通事故中，机动车与其他车辆、人体或物体发生碰撞接触，在车体上形成的凹陷、褶皱、破损等痕迹。
- 2) 擦划痕迹：在道路交通事故中，车辆、人体、路面或其他物体相互接触，沿接触面切线方向相对运动而在作用部位形成的片状、线状、带状等痕迹。
- 3) 附着痕迹：车体上遗留的纤维、毛发、血迹、生物组织、漆片等附着物质的种类、形状、颜色及其分布位置。

5.3 人体要素

- 1) 人体位置和状态，反映人体与现场地理位置标识物、周围环境、周围交通设施及道路交通事故现场元素之间相互关系。
- 2) 人体衣着表面各种撞击痕迹、擦划痕迹如轮胎花纹、撕裂破损部位及其长度、宽度、凹陷深度。
- 3) 人体表面损伤的部位、类型、形状尺寸。
- 4) 人体表面遗留的纤维、毛发、血迹、生物组织、漆片等附着物质的种类、形状、颜色及其分布位置。

5.4 地面痕迹要素

- 1) 地面散落物、遗洒物、抛撒物、血迹、生物组织等位置和状态，反映散落物与现场地理位置标识物、周围环境、周围交通设施及道路交通事故现场元素之间相互关系。
- 2) 其他痕迹如树木、道路交通设施、建筑物、牲畜等位置和状态，反映其他痕迹与现场地理位置标识物、周围环境、周围交通设施及道路交通事故现场元素之间相互关系。

6 图像采集规范

本文适用的事故现场分为小型现场、大型现场、坠落型现场。其中，小型事故现场是指长度在50m以内的事现场，如单车事故、少数车辆碰撞事故等，宜采用环绕拍摄方法进行航拍；超长型事

故现场是指长度大于50m的大规模事故现场，如多车连环相撞事故，宜采用航线拍摄法结合环绕拍摄法。拍摄范围内的大场景拍摄采用航线法飞行拍摄，事故车辆、物证等元素较为集中位置采用环绕拍摄方法；坠落事故现场操作规范适用于存在高差的道路交通事故现场，如坠崖、落水等事故现场，使用环绕下降拍摄方式和立面水平拍摄方式进行采集。

6.1 小型现场采集规范

- 3) 起飞无人机至被拍摄物体附近悬停，调整相机角度至45°。
- 4) 调整无人机角度，使拍摄画面中1/3-1/2部分为地面，其余部分为被拍摄物体。
- 5) 沿被拍摄物体走向移动无人机，同时操作无人机相机不间断拍照，控制两张拍照重叠度不低于2/3。
- 6) 当第一圈拍摄完成后，将无人机升高至与第一圈相机中的画面重叠2/3部分处，重复步骤3)进行第二圈高度环绕拍摄。
- 7) 重复步骤3)和步骤4)并逐步扩大飞行半径，注意事故现场周边环境图像的采集，完成各圈高度图像拍摄，直至相机画面中能拍摄到被拍摄物体顶部照片并能完整显现事故现场周边环境。
- 8) 环绕倾斜拍摄完成后，将相机角度调至90°，调整无人机高度至高于被拍摄物体顶部10-50m处，对拍摄事故现场正射图像拍摄，相邻两张照片重叠度不低于2/3。确保正射图像采集区域覆盖整个事故现场。

6.2 大型现场采集规范

6.2.1 操作步骤

- 1) 设置航线生成模式为倾斜摄影。
- 2) 到达飞行区域，以来车方向距离碰撞点约5m处作为起点，以车辆行驶方向距离停车点约5m处作为终点，确定拍摄范围以及最大飞行高度。
- 3) 设置相机型号、拍照模式、飞行高度、拍摄模式等参数，如表2和表3所示。

表2 基础设置参数

拍照模式	飞行速度	飞行高度	高度模式
等距间隔拍照	默认最大速度	≥10 m	相对起飞点高度

表3 高级设置参数

航向重叠率	旁向重叠率	边距	云台俯仰角度(倾斜)	云台俯仰角度(下视)
80% - 85%	70% - 80%	0.0 m	-45°	-90°

6.2.2 注意事项

- 1) 倾斜摄影航线飞行时，应确保所有航线完成飞行。

- 2) 参数设置中，高度一般设置为比测区内最高建筑或障碍物高10m~30m。当测区建筑物高度高于设计航高的1/2时，设计航高应该调整为建筑物高度的2倍。
- 3) 当测区内高楼较多时，可适当增加航向重叠率和旁向重叠率飞行。
- 4) 道路交通事故现场规模较大、距离较长的，应结合环绕拍摄和航线拍摄。道路交通元素集中的或者中心现场位置采用环绕拍摄的方式采集拍照；碰撞点或接触点距离中心现场较远的部分，应在地图内选择与现场范围相符的航线进行航线拍摄。完成后，将两组照片共同参与三维重建。（若选用该两个拍摄方式进行联合拍摄，则需要注意，自动航线飞行的高度和手动环绕拍摄的高度差不宜过大，一般不超过手动环绕拍摄高度的2倍以上，否则，则需要手动环绕拍摄高度的一倍航高的高度，补飞一遍手动环绕拍摄照片）。

6.3 坠落型现场采集规范

6.3.1 操作步骤

- 1) 起飞无人机至离道路高度20-30m处悬停，调整相机角度为 45°。操控无人机使遥控器画面可以覆盖整个采集区域。
- 2) 以环绕向下进行拍摄，当飞行高度低于或离道路高度5m时，采用半圈环绕的方式进行拍摄直至采集到离底部5-10m的高度。当环绕拍摄高度低于悬崖高度时，可根据悬崖走向，适当调整环绕航线的飞行区域，以保证悬崖立面照片采集完整。
- 3) 调整相机角度为0°，操作无人机正对立面部分，保证无人机与立面距离为10-20m,从底部逐层进行拍摄，相邻两张照片重叠度不低于2/3。

6.3.2 注意事项

- 1) 该场景存在较高的采集风险，飞行前应对环境进行充分评估，若飞行路径中存在不可躲避的障碍物，可适当调整无人机位置进行拍摄，可选择放弃部分角度的拍摄或者中止采集。
- 2) 对于测区内障碍物较多的情况，可以适当增加环绕半径，从而减少飞行风险。
- 3) 针对该场景，环绕航线拍摄时，应拍摄两个相机角度的照片，分别为相机倾斜45°和相机角度0°，以获取悬崖倾斜照片和正对悬崖的照片。
- 4) 可适当降低飞行高度和速度，增加照片拍摄数量，还可设置更密集的圈数来提升模型精度。

7 实景三维模型构建

7.1 模型构建

可采用倾斜摄影建模技术基于采集的图像构建道路交通事故现场实景三维模型。

7.2 精度检验

7.2.1 模型精度计算

采用成熟通用的实景三维建模技术进行模型构建,模型质量主要取决于采集图像效果,因此通过模型精度对图像采集质量进行检验。实景模型的测量精度计算按公式(1)~公式(3):

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - l_i)^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n g_i^2}{n}} \quad (1)$$

$$g_i = x - l_i \quad (2)$$

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} \quad (3)$$

式中： m 表示基于实景三维模型进行长度测量的中误差；

n 表示在相同条件下进行等精度测量的次数；

l_i 表示交第*i*次测量得到的长度值， $i=1,2,\dots,n$ ；

x 表示通过*n*次测量的观测目标的最或然值。

7.2.2 测量精度要求

实景三维模型测量精度应满足GA 41-2014中关于交通事故现场测量误差的相关要求，具体要求如下：

- a) 测量目标长度小于50cm时，最大误差允许为0.5cm。
- b) 测量目标长度为50cm~10m时，最大误差不得超过1%。
- c) 测量目标长度超过10m时，最大误差不得超过10cm。

参 考 文 献

- [1] DB34/T 2925-2017 道路交通事故现场无人机勘测技术规范
- [2] DB34/T 3713-2020 公路工程无人机倾斜摄影测量技术规程
- [3] Q430000DSZH001-2002 倾斜摄影测量实景三维建模技术规程

团体标准《基于无人机的道路交通事故现场图像采集及实景三维模型构建规范》编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1.任务来源

本标准由公安部道路交通安全研究中心提出，中国道路交通安全协会（T/CTS）归口。

2.制定背景

道路交通事故现场勘查手段和技术经历了从传统单纯依靠人工勘查到综合近景摄影勘查，再到基于无人机航拍图像勘查的技术演进。经过长期的探索和实践，道路交通事故现场勘查效率和科学性得到了很大程度的提升，但仍无法完美实现快速、准确、全面的勘查要求，如人工测量容易引入人为误差，耗时较长容易诱发二次交通事故，现场清除恢复交通后复勘困难，容易存在信息遗漏；基于二维图像的摄影测量由于畸变特性导致误差较大，且难以对事故现场进行全方位、多角度的完整展现。对此，公安部道路交通安全研究中心开展了基于实景三维建模技术进行道路交通事故现场勘查的探索和研究。

基于无人机航拍图像的实景三维建模对无人机操作技巧有着较高的要求，特别是道路交通事故现场具有地质形态多样、现场规模不定、痕迹存留短暂等特点，若要在各种地形环境下、针对各类事故现场都可快速、准确、完整地通过无人机采集事故现场图像，更需要规范化、脚本化的操作规程作指导。基于无人机倾斜摄影的实景三维建模技术已较为成熟，并且面向地物级大场景建模要求的航拍技术也已形成规范，但是面向道路交通事故现场重建的航拍方法尚需探索，其中，航拍图像的分辨率、重叠度、特征点数量、纹理质量等指标对于实景三维模型的质量至关重要。为了进一步提升道路交通事故现场勘查工作能力，为事故现场勘查、现场清理后的复勘复查提供更加高效、准确、全面的技术手段，**开展面向道路交通事故现场实景三维建模的图像采集方法研究**，实现无人机操作流程脚本化和操作经验可复制、可迁移。

3.起草单位、起草人及任务分工

本文件主要起草单位：公安部道路交通安全研究中心、山西省公安厅交通管理局、山西省公安厅交通警察总队高速五支队、武汉大势智慧科技有限公司。

公安部道路交通安全研究中心（以下简称道研中心）系公安部直属在京科研事业单位，

主要承担全国道路交通安全政策规划研究、交通法规标准研究、机动车辆和驾驶人安全研究、道路安全研究、交通安全宣传教育及交通安全信息化建设等工作。

道研中心着眼于创建“国内一流、世界知名”的交通安全研究机构，着力提高“三个能力”，即提高对公安交通管理战略研究能力、提高为公安交通管理决策服务能力和提高为公安交通管理实践服务能力；先后承担了多项国家科技支撑计划项目，以及公安部、科技部等国家级、部级重要课题的研究任务；多项科技成果获得公安部科技进步奖；为全国人大内司委、司法部、公安部等国家立法机构、行政管理部门提供了重要决策依据，为各地公安交通管理部门提供了业务指导与支持。承担了交通安全门户网站“122 交通网”建设运营，建设运营了全国交通安全专业新媒体平台“交通言究社”（微信公众号）；联合清华大学、同济大学、东南大学等高等院校、科研院所建立了多个交通安全实验室和示范基地，与美国、欧洲、日本等 10 多个发达国家、地区和城市建立了良好的交流合作关系。

山西省公安厅交通管理局（山西省公安厅交通警察总队），成立于 1987 年 7 月，主要职责是贯彻执行道路交通安全管理法律法规、政策规定，组织指导全省公安交警部门维护道路交通安全、交通秩序，预防交通事故；负责全省高速公路的公安交通管理工作；指导全省机动车登记、驾驶人考试发证工作；组织指导全省公安交警部门道路交通应急管理和重大活动道路交通安全保卫工作；组织指导全省道路交通安全宣传教育工作；指导全省公安交警、辅警队伍建设；掌握全省公安交警系统经费保障、警用装备配备情况；承担上级交办的其它事项。此外，还承担省政府议事协调机构省道路交通安全领导小组办公室职责；负责省道路交通事故社会救助基金办公室的工作。

山西省公安厅交通警察总队高速五支队（以下简称**高速五支队**）辖区里程 863.116Km，有收费站 46 座、出省口 3 个，分别连接内蒙、陕西、河北；辖区有 32 个服务区及 6 个停车区；7 座互通。五支队在编民警 190 名，平均年龄 35.12 岁。高速五支队下设大队获评全国优秀公安基层单位、全国交警系统党建带队建示范单位、全国青年文明号等先进称号。支队多项工作多次受到公安部及山西省公安厅表扬及肯定，并且将支队总结的工作经验及技战法向全国推广。高速五支队高度重视警用航空建设，组建警航中队，积极探索无人机在交管领域的实践应用，目前在道路交通事故现场勘查处理、道路交通应急处突、交通安全违法行为取证、道路隐患排查治理、空中巡逻疏堵保畅、交通安全宣传等领域发挥出重要作用，开启了“无人机+”执法新模式。无人机工作经验在 6 月份道路交通事故应急演练、8 月份山西省道路交通事故矛盾纠纷化解“枫桥经验”学习交流（高平）现场会中做经验分享，并在全省推广。

武汉大势智慧科技有限公司（以下简称大势智慧）致力于三维数字化重建技术研发、服务和应用开发，依托武汉大学（测绘、遥感学科位居全球前列，其中遥感学科连续六年排名全球第一）。大势智慧掌握摄影测量三维建模最底层专业技术，结合人工智能、大数据、机器视觉、空间信息、互联网技术，构建起实景三维自动重建超算引擎的强大核心技术能力，并催生一系列拥有自主知识产权的软硬件产品，实现了实景三维重建处理软件的国产化替代，填补多项实景三维应用领域的空白。大势智慧专注于三维数字化重建及三维数据服务的技术研究，在实景三维建模、文化遗产数字化保护领域处于行业技术引领的地位，提供实景三维整体解决方案在大规模快速高精度实景三维建模、模型自动单体化、三维模型全流程生产领域具有领先的技术优势和丰富的实践经验。大势智慧深耕新型基础测绘研究，深度参与实景三维中国建设，取得了大量研究成果，拥有 81 项专利、57 项软著，建立了 14 套标准。

主要起草人：郑金子、刘君、褚万里、梁国伟、张英俊、杨奇、姚小龙、李亮、邢海龙、柴亚南、叶国庆、贾少鹏、王成、徐鹏飞

分工如下：公安部道路交通安全研究中心主要负责总体方案制定、工作协调组织、模型精度检验、技术方案编制等工作；山西省公安厅交通管理局负责工作协调组织、技术方案优化等工作；山西省公安厅交通警察总队高速五支队主要负责无人机航拍操作试验和技术方法整理等工作；武汉大势智慧科技有限公司主要负责实景三维建模技术支持并配合开展航拍技术试验。

4.起草过程（补充）

2023 年 3 月-2024 年 3 月，依托公安部技术研究计划项目《基于实景三维模型的道路交通事故现场勘查与合规性分析技术》，由公安部道路交通安全研究中心牵头，山西省公安厅交通管理局、山西省公安厅交通警察总队高速五支队、武汉大势智慧科技有限公司配合开展了大量无人机航拍技术试验，通过构建的实景三维模型质量检验不断改进航拍技术方法。

2024 年 3 月-6 月，总结梳理前期形成的无人机航拍技术方法，将事故现场分为一般型、超长型和坠落型三类形态，初步形成各类事故现场的图像采集方法。

2024 年 7 月-10 月，强化各类型事故现场航拍和建模试验，持续优化操作流程、参数设定、经验技巧等技术内容，经多次研讨和内部征求意见形成技术方案。

2024 年 11 月-2025 年 12 月，为了进一步规范相关技术工作，为基于实景三维模型开展事故现场勘查工作推广应用打好基础，决定依托工作基础开展团标申请工作。按照中国道路交通安全协会团体标准立项申请提交要求，完成《面向道路交通事故现场实景三维建模的图像采集规范》草案以及相关文档的编写工作。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

1. 标准编制原则

(1) 可操作性

本文件中的无人机操作方法是从小量现场试验中沉淀积累形成,对于事故现场的分类方法、无人机具体操作步骤、航拍注意事项等均简明易懂,具有很强的可操作性。

(2) 适用性

本文件在编制过程中注重航拍技术方法的广泛适用性,从道路交通事故现场勘查工作实际需求出发,将事故现场分为三类常见形态,针对每种现场梳理形成普遍适用的规范方法。

(3) 科学性

本文件在编制过程中采用行业标准《道路交通事故痕迹物证勘验 GA41-2014》中关于交通事故现场测量误差的相关要求作为模型精度标准,通过构建测量中误差计算公式,量化检验航拍试验所构建的模型质量,进而科学化提升航拍技术方法。

(4) 规范性

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》起草,符合标准化文件的结构、起草原则和表述规则、编排格式。

2. 主要内容及其确定依据

(1) 总体操作流程

道路交通事故现场实景三维建模的总体操作流程包括外业图像采集和内业模型构建两大步骤,如图 1 所示。

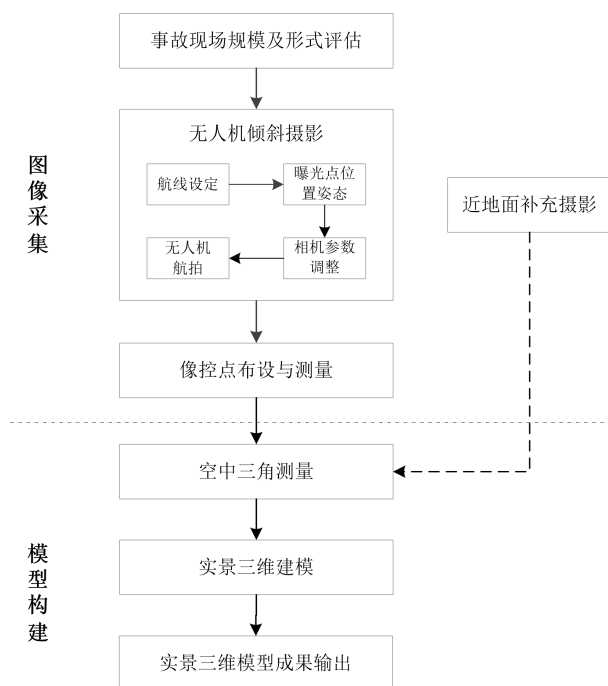


图1 总体操作流程

1) 图像采集环节，首先根据接警信息、现场勘查情况和周边地物形态等综合评估事故现场规模和形态，进而确定符合事故现场具体情况的飞行航线、曝光点位置姿态、相机参数等，此后进行无人机航拍、像控点布设与测量，如采集范围内有细小物体或近地物体建模需求，可同时开展近地面补充摄影。

2) 模型构建环节，主要包括空中三角测量、实景三维重建和实景三维模型成果（OSGB格式）输出，同时根据实际建模需要和现场保留情况进行近地面补充摄影，以提升模型整体质量。

(2) 一般事故现场采集规范

一般型事故现场是指长度在50m以内的事故现场，如单车事故、少数车辆碰撞事故等，宜采用环绕拍摄方法进行航拍。

- 1) 起飞无人机至被拍摄物体附近悬停，调整相机角度至45°。（对于接近地面处飞行空间狭小或者无法起飞的情况，采集重要信息时可将相机角度调成0°，手持无人机进行拍摄。）
- 2) 调整无人机角度，使拍摄画面中1/3-1/2部分为地面，其余部分为被拍摄物体。
- 3) 沿被拍摄物体走向移动无人机，同时操作无人机相机不间断拍照，控制两张拍照重叠度不低于2/3。

- 4) 当第一圈拍摄完成后，将无人机升高至与第一圈相机中的画面重叠2/3部分处，重复步骤3)进行第二圈高度环绕拍摄。
- 5) 重复步骤3)和步骤4)并逐步扩大飞行半径，注意事故现场周边环境图像的采集，完成各圈高度图像拍摄，直至相机画面中能拍摄到被拍摄物体顶部照片并能完整显现事故现场周边环境。
- 6) 环绕倾斜拍摄完成后，将相机角度调至90°，调整无人机高度至高于被拍摄物体顶部10-50m处，对拍摄事故现场正射图像拍摄，相邻两张照片重叠度不低于2/3。确保正射图像采集区域覆盖整个事故现场。

(3) 超长事故现场采集规范

超长型事故现场是指长度大于50m的大规模事故现场，如多车连环相撞事故，宜采用航线拍摄法结合环绕拍摄法。拍摄范围内的大场景拍摄采用航线法飞行拍摄，事故车辆、物证等元素较为集中位置采用环绕拍摄方法。

- 1) 设置航线生成模式为倾斜摄影。
- 2) 到达飞行区域，以距离碰撞点至少5m处（来车方向）作为起点，以距离停车点至少5m处（车辆行驶方向）作为终点，确定拍摄范围以及最大飞行高度。
- 3) 设置相机型号、拍照模式、飞行高度、拍摄模式等参数，如表1所示。

表1 超长事故现场航拍参数

基础设置参数		高级设置参数	
相机选择	选用当前设备相机型号	航向重叠率	80% - 85%
拍照模式	等距间隔拍照	旁向重叠率	70% - 80%
飞行速度	默认最大速度	边距	0.0 m
拍照模式	等距间隔拍照	云台俯仰角度（倾斜）	-90°
飞行高度	≥10 m	云台俯仰角度（下视）	-45°
高度模式	相对起飞点高度	任务完成动作	自动返航

注：该设置适用于 DJI 行业级无人机。

(4) 坠落事故现场采集规范

坠落事故现场操作规范适用于存在高差的道路交通事故现场，如坠崖、落水等事故现场，使用环绕下降拍摄方式和立面水平拍摄方式进行采集。

- 1) 起飞无人机至离道路高度20-30m处悬停，调整相机角度为45°。操控无人机使遥控器画面可以覆盖整个采集区域。

- 2) 以环绕向下进行拍摄，当飞行高度低于或离道路高度5m时，采用半圈环绕的方式进行拍摄直至采集到离底部5-10m的高度。当环绕拍摄高度低于悬崖高度时，可根据悬崖走向，适当调整环绕航线的飞行区域，以保证悬崖立面照片采集完整。
- 3) 调整相机角度为0°，操作无人机正对立面部分，保证无人机与立面距离为10-20m，从底部逐层进行拍摄，相邻两张照片重叠度不低于2/3。

(5) 模型精度检验

采用成熟通用的实景三维建模技术进行模型构建,模型质量主要取决于采集图像效果,因此通过模型精度对图像采集质量进行检验。实景模型的测量精度计算按公式(1)~公式(3):

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - l_i)^2}{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n g_i^2}{n}} \quad (1)$$

$$g_i = x - l_i \quad (2)$$

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} \quad (3)$$

式中： m 表示基于实景三维模型进行长度测量的中误差；

n 表示在相同条件下进行等精度测量的次数；

l_i 表示交第*i*次测量得到的长度值， $i=1,2,\dots,n$ ；

x 表示通过*n*次测量的观测目标的最或然值。

实景三维模型测量精度应满足《道路交通事故痕迹物证勘验 GA41-2014》中关于交通事故现场测量误差的相关要求，具体要求如下：

- 1) 测量目标长度小于50cm时，最大误差允许为0.5cm。
- 2) 测量目标长度为50cm-10m时，最大误差不得超过1%。
- 3) 测量目标长度超过10m时，最大误差不得超过10cm。

(6) 参考文献

- [1] DB34/T 2925-2017 道路交通事故现场无人机勘测技术规范
- [2] DB34/T 3713-2020 公路工程无人机倾斜摄影测量技术规程
- [3] Q430000DSZH001-2002 倾斜摄影测量实景三维建模技术规程

三、采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准为自主研制标准，不涉及采标问题。

公安部于 2018 年发布了行业标准《基于多旋翼无人驾驶航空器的道路交通事故现场勘查系统》(GA/T1382-2018), 通过无人机航拍获取事故发生位置、航拍影像图、事故现场图等现场勘查数据, 并由计算机辅助开展事故现场测量、事故现场记录图和事故现场比例图绘制等勘查工作。此技术有效提升了事故现场勘查制图的效率, 且无人机航拍的实景照片可以记录事故现场周边环境、事故形态以及车辆、人员、物体、痕迹等位置和相互关系, 但是由于二维图像的畸变特性, 导致基于航拍照片的事故现场测量存在较大的测量误差, 且越靠近照片边缘误差越大。

本文件与《基于多旋翼无人驾驶航空器的道路交通事故现场勘查系统》(GA/T1382-2018) 的适用场景不同, 本文件是针对道路交通事故现场实景三维模型构建规定的无人机航拍操作规范, 而《基于多旋翼无人驾驶航空器的道路交通事故现场勘查系统》是针对事故现场勘查规定了多旋翼无人驾驶航空器的系统构成与技术要求、操作流程与数据管理、安全与检验标准、环境适应性要求等内容。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准与现行有关法律、法规和强制性标准没有矛盾。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

本标准建议作为推荐性标准。

七、贯彻标准的要求和措施建议

作为推荐性标准, 各省(区、市)公安部门可以依据本省(区、市)的实际情况, 根据道路交通事故现场的具体形态和特征, 结合本地实际调整无人机航拍技术方法, 便于实际业务中更好应用。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应予说明的事项

无。