

团 体 标 准

T/CSGPC XXX-202X

城镇无人机低空倾斜摄影测量技术规程

Technical specification for low-altitude oblique photogrammetry using
unmanned aerial vehicles in urban areas

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中 国 测 绘 学 会 发 布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 缩略语	2
5 基本要求	2
5.1 时空基准	2
5.2 飞行平台	3
5.3 倾斜数字航摄仪	3
5.4 安全要求	3
6 总体作业流程	4
7 准备工作	4
7.1 资料收集	4
7.2 资料分析	5
7.3 实地踏勘	5
7.4 技术设计	5
8 低空倾斜航摄	5
8.1 航摄计划与设计	5
8.2 航摄实施	7
8.3 像片控制测量	7
8.4 地面站补拍	7
9 空中三角测量	8
10 三维模型制作与更新	8
10.1 实景三维网格模型生产	8
10.2 实景三维单体模型生产	8
10.3 更新区域划定	8
10.4 实景三维网格模型更新	8
10.5 实景三维单体模型更新	8
11 巡检测绘	9
11.1 DOM 生产	9
11.2 巡检报告制作	9
12 工程测量	9
12.1 特征点线采集	9
12.2 DLG 生产	9
12.3 工程测量报告制作	9
13 应急测绘	9
13.1 实景三维网格模型生产	10
13.2 可见光快拼正射影像	10
13.3 全景影像	10
13.4 DSM 生产	10
13.5 DEM 生产	10

13.6 应急报告制作 10

14 质量检查与验收 10

 14.1 过程质量控制 10

 14.2 成果质量检查与验收 11

15 成果输出与提交 11

 15.1 成果输出要求 11

 15.2 成果提交 13

16 证实方法 14

参考文献 15

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。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件主要起草单位：。

本文件主要起草人：。

城镇无人机低空倾斜摄影测量技术规程

1 范围

本文件确立了采用无人机进行低空倾斜摄影测量的工作程序，规定了基本要求以及总体作业流程、准备工作、低空倾斜航摄、空中三角测量、三维模型制作与更新、巡检测绘、工程测量、应急测绘、质量检查与验收、成果输出与提交等内容，描述了对应的证实方法。

本文件适用于采用无人机低空摄影测量方法开展三维模型制作与更新、巡检测绘、工程测量、应急测绘等低空生产作业。

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 18316—2008 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 27919—2011 IMU/GPS 辅助航空摄影技术规范

GB/T 35628—2017 实景地图数据产品

GB/T 39610—2020 倾斜数字航空摄影技术规程

GB/T 39612—2020 低空数字航摄与数据处理规范

GB 42590—2023 民用无人驾驶航空器系统安全要求

GB/T 45632—2025 数字航空摄影测量 控制测量规范

CH/T 1004—2005 测绘技术设计规定

CH/T 3004—2021 低空数字航空摄影测量外业规范

CH/T 3005—2021 低空数字航空摄影规范

CH/T 3025—2023 倾斜数字摄影测量技术规程

CH/T 3026—2023 实景三维数据倾斜摄影测量技术规程

CH/T 4018—2023 应急测绘制图技术规范

CH/Z 3001—2010 无人机航摄安全作业基本要求

CH/Z 3035—2023 应急测绘前线工作规范 无人机测绘

CJJ/T 8—2011 城市测量规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

仿地飞行 terrain-following flight

随地形起伏保持相对航高基本恒定的一种飞行方式。

3.2

环绕飞行 orbiting flight

无人机按预设参数围绕目标做圆周或分段环视的一种飞行方式。

3.3

贴近飞行 nap-of-the-object flight

无人机近距离贴近目标表面开展影像采集的一种特种飞行方式。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS 北斗卫星导航系统 BeiDou Navigation Satellite System

DEM 数字高程模型 Digital Elevation Model

DLG 数字线划图 Digital Line Graphic

DOM 数字正射影像图 Digital Orthophoto Map

DSM 数字表面模型 Digital Surface Model

GNSS 全球导航卫星系统 Global Navigation Satellite System

IMU 惯性测量单元 Inertial Measurement Unit

POS 定位定姿系统 Positioning and Orientation System

PPK 事后处理动态相对定位技术 Post Processed Kinematic

RTK 实时动态载波相位差分技术 Real-Time Kinematic

5 基本要求

5.1 时空基准

5.1.1 平面坐标系统采用 2000 国家大地坐标系；当采用其他坐标系时，应与 2000 国家大地坐标系建立联系。

5.1.2 高程系统采用 1985 国家高程基准；当采用其他高程系统时，应与 1985 国家高程基准建立联系。

5.1.3 日期采用公元纪年，时间采用北京时间。

5.1.4 地图投影应采用高斯-克吕格投影。

5.2 飞行平台

5.2.1 飞行平台的性能应符合 GB 42590—2023 和 CH/T 3005—2021 中 5.1 的规定，同时满足以下要求：

- a) 飞行平台宜具备仿地飞行、自动航线规划、全自动飞行、断点续飞、智能补拍功能；
- b) 飞行平台应具备 GB 42590—2023 中 4.3 规定的应急处置能力。

5.2.2 无人机机巢系统应具备无人机存储、起降、通信、电能补给、装卸所需的环境条件、防护条件、硬件条件、性能条件及功能。

5.2.3 无人机机巢选址应符合 CH/Z 3001—2010 中 5.2 规定的场地选取要求，并应保证军事禁区、重要军工设施、核设施等区域处于机巢作业有效范围之外。

5.2.4 机载 IMU/GNSS 系统应符合 GB/T 27919—2011 中 4.1 和 CH/T 3005—2021 中 5.1 的规定，同时满足以下要求：

- a) GNSS 接收设备应具备 BDS 信号接收与处理能力，支持 RTK/PPK 定位模式；
- b) 固定翼 IMU 设备的数据记录频率不宜小于 200Hz，多旋翼 IMU 设备的数据记录频率不宜小于 100Hz；IMU 应与倾斜数字航摄仪刚性固连，并完成偏心分量检校；
- c) 采用少像控或免像控作业方式时，应采用由支持 RTK/PPK 模式的 GNSS 与 IMU 组成的组合定位定位系统，并按照 GB/T 27919—2011 的规定实施 IMU/GNSS 辅助空中三角测量；
- d) POS 数据与相机曝光时刻的时间同步精度不应大于 2ms，特殊作业经技术设计认可放宽。

5.3 倾斜数字航摄仪

5.3.1 倾斜数字航摄仪的基本性能应符合 GB/T 39610—2020 中 5.1 和 CH/T 3005—2021 中 5.2 的规定，用于应急测绘时，航摄仪应满足免像控快速测绘的要求。

5.3.2 倾斜数字航摄仪的检定项目和检定方法应按照 GB/T 39610—2020 中 5.2、CH/T 3005—2021 中 5.2 的规定执行。

5.4 安全要求

5.4.1 无人机及其操控人员开展飞行活动，应遵守国家相关法律法规、强制性标准及行业管理规范。

5.4.2 无人机及其操控人员开展飞行活动应执行空域管控与分类运行规定，根据机型依法履行飞行活动申请与报备程序。

5.4.3 飞行作业区域的通信网络应满足无人机实时数据传输与控制指令交互的要求；采用仿地飞行模式时，起降场（点）的选址应确保通信信号强度及网络可靠性符合飞行安全标准，保障起降阶段全程通信畅通。

5.4.4 开展无人机飞行活动前，应确认作业区域气象条件符合飞行安全标准。遇有低能见度（重度霾、大雾等）、夜间无有效照明、雷雨等恶劣天气，或作业区域阵风风力大于 5 级时，不应飞行；特殊任务确需飞行的，应经专项评估并采取相应的安全保障措施。

5.4.5 航摄实施安全风险高时，优先终止外业测绘任务，不强行起飞；已经升空的无人机，优先执行安全返航，条件不允许返航应避开人员、房屋、电力设施选择安全区域迫降。

- c) 无人机巡检目标资料：巡检对象及分布资料、巡检边界资料和历史巡检记录资料；
- d) 应急测绘资料：灾前影像（卫星/航飞历史影像）。

7.2 资料分析

对所收集的资料进行如下整理和分析，对问题应及时处理：

- a) 分析收集的基础地理信息成果能否满足航摄设计的要求，并进行起降选址：分析收集的建（构）筑物资料能否满足航线优化、撞击隐患规避的要求；分析收集的空域资料能否满足空域申请的要求；
- b) 分析收集的地物变更资料能否满足更新区域划定的要求；
- c) 分析收集的无人机巡检目标资料能否满足巡检航摄设计的要求；
- d) 分析收集的应急测绘资料能否满足灾前灾后对比解译的要求。

7.3 实地踏勘

7.3.1 航摄设计前应结合资料分析结果进行实地踏勘，实地核实起降选址的合理性，不合理的应重新选址；核实测区内高层、超高层建（构）筑物分布与收集资料的一致性，不一致的进行修改、补充。

7.3.2 实地核实最新时相 DOM 的现势性，现势性不足的进行补充收集。

7.3.3 应急测绘时应实地核查现场飞行作业条件，研判作业安全风险，防范次生灾害与二次损毁。

7.4 技术设计

应根据项目任务书（合同）、总体要求结合资料分析结果、踏勘结果编制技术设计，技术设计的编写、评审以及变更应符合 CH/T 1004—2005 的规定，并包括以下内容：

- a) 应包含空域申请及审批情况，结合空域资料完成空域申请信息的编制；
- b) 应包含飞行应急预案，应急预案的内容应符合 CH/Z 3001—2010 中 9.5 的规定。

8 低空倾斜航摄

8.1 航摄计划与设计

8.1.1 设计用基础地理数据的选择

设计用基础地理数据应选择摄区内最新制作的 DLG、DEM、DOM，采用仿地飞行、环绕飞行或贴近飞行方式时，应选择 DSM 或实景三维数据作为航线设计底图，无 DSM 或实景三维数据时，可先执行低分辨率、低重叠度飞行获取 DSM。

8.1.2 基准面地面分辨率的选择

各航摄分区基准面的地面分辨率应按照 GB/T 39610—2020 中 6.2 的要求执行，并满足以下规定：

- a) 用于巡检测绘时，应依据巡检对象及分布情况确定地面分辨率；
- b) 用于地形图测量或土石方量测算时，地面分辨率应满足相应比例尺成图规范或工程测量精度要求；
- c) 用于竣工测量或日照分析测绘时，地面分辨率宜优于 3cm；

d) 应急测绘优先快速获取数据时，地面分辨率可适当降低。

8.1.3 航摄分区划分

航摄分区的划分应按照 GB/T 39610—2020 中 6.2 的要求执行，并满足以下规定：

- e) 分区内最高建（构）筑物高度和航摄高度相差小于航摄安全距离的，应重新设置分区；
- f) 分区内建（构）筑物高度较高，单一航高难以保证建（构）筑物底部分辨率和顶部重叠度时，应在同一分区内设置两个及以上不同航高的采集层；
- g) 仿地飞行时，地形坡度 $>45^\circ$ 、陡崖、深切沟谷区域应分区；
- h) 贴近飞行时，航摄分区划分应按照 T/CSGPC 021—2024 中 6.2 的规定执行；
- i) 巡检测绘应依据巡检对象、巡检边界、历史巡检记录资料划分航摄分区：风险等级较低、无突出保护管控需求的区域与存在较高违法违规、安全隐患风险、或具有重要保护价值、需高频次监测管控的区域应划分为不同的航摄分区。

8.1.4 测区、分区覆盖

测区、分区边界处，按航向和旁向覆盖超出测区、分区边界、更新区域边界 1 个相对航高的方式设计。

8.1.5 航线敷设

航线敷设应按照 GB/T 39610—2020 中 6.2 的要求执行，并满足以下规定：

- a) 对于建筑密集区域，航线敷设时航线走向宜参照建筑群排列方向设定，减少建筑立面之间的相互遮挡；
- b) 对于超高层建（构）筑物，当纵横交叉敷设或加大航向、旁向重叠度仍无法保证建模效果时，满足安全飞行情况下可根据建（构）筑物高度采取环绕飞行或贴近飞行：环绕飞行宜根据测区内建（构）筑物高度进行航高分层，选用点环绕方式对目标进行分段环绕飞行；环绕飞行的航线与建（构）筑物外墙的水平安全缓冲距离宜为 10m~30m；对于存在悬挑结构、外挂设备或突出构件的建筑，应根据实际外扩尺寸调整航线，确保飞行安全，同时保证航摄地面分辨率满足设计指标；贴近飞行时，航线敷设应按照 T/CSGPC 021—2024 中 6.2 的规定执行；
- c) 对于建筑立面、交通部件、管线部件等局部更新地物，宜选择贴近飞行、环绕飞行、定点拍摄等方式进行航线敷设；
- d) 对于地形起伏较大的山地，宜采用仿地飞行的航线敷设方式；
- e) 巡检测绘需高频次监测管控的区域宜采取环绕飞行或贴近飞行的方式；可设置定点悬停、多角度复核航线，消除拍摄盲区；可采取动态复飞补拍方式飞行，消除现场发现的可疑异动、疑似隐患、遮挡盲区点位；宜加大航向、旁向重叠度，满足隐患细节识别与局部精细建模需求；
- f) 日照分析测绘时，应以客体建筑南立面窗户和主体建筑屋顶平面为采集重点，确保关键部位影像清晰、特征完整；对可能存在的遮挡盲区、阴影区域，宜采用定点悬停、多角度复核航线，消除拍摄盲区。

8.1.6 影像重叠度

影像重叠度应按照 GB/T 39610—2020 中 6.2 的要求执行，并满足以下规定：

- a) 对有高层建（构）筑物的测区，高层建（构）筑物区域应增加航向和旁向重叠度，确保高层建（构）筑物顶部的航向和旁向重叠度应达到 60%，以保证整体建模质量；对顶部 Mesh 三维模型效果要求不高的，在技术设计书中明确约定后，建筑顶部的航向、旁向重叠度可放宽至 40%；
- b) 贴近飞行的重叠度应按照 T/CSGPC 021—2024 中 6.2 的规定执行；
- c) 工程测量时，航向重叠度宜为 80%~85%，且不应低于 80%；旁向重叠度宜为 70%~75%，且不应低于 70%；对建筑密集区、异形建筑、测区边缘建筑轮廓、复杂立面、建筑底部与地面交线等部位，应提高重叠度，确保影像连接强度满足空中三角测量要求。
- d) 应急测绘优先快速获取数据时，航线重叠度可适当放宽，陡峭山区、建筑密集区航向重叠度可放宽至 50%，旁向重叠度可放宽至 55%。

8.2 航摄实施

航摄实施应符合 GB/T 39610—2020 第 6 章的规定。

8.3 像片控制测量

8.3.1 像控点布设

像控点布设应符合 GB/T 39612—2020 中 6.1 的规定，并满足以下条件：

- a) 像片控制点宜按照区域网布设，控制点分布应能控制整个区域网并能满足成果精度要求；区域网边缘，特别是不规则区域应于其拐角处增设像控点；
- b) 使用 RTK/PPK 技术且满足成果精度要求时，可减少区域网内部像控点数量或免除像控点；
- c) 当测区内存在无 GNSS 信号或信号严重遮挡区域时，应在该区域增设足够数量的像控点；
- d) 检查点应独立布设，不参与空中三角测量平差计算；对于采用环绕飞行、贴近飞行的区域，检查点宜在测区内的不同高度段均匀分布，测区边缘及建筑密集区宜适当加密；
- e) 可在已有三维模型上提取图解像控点用于控制测量，图解像控点的精度应不低于相应成图比例尺产品的精度要求，且用于空三约束时其权重应低于实测像控点。

8.3.2 像控点选点应符合 GB/T 45632—2025 中 7.2 的要求，地面人工标志布设应符合 CH/T 3004—2021 附录 A 的要求。

8.3.3 像控点测量按照 GB/T 39612—2020 第 6 章的规定执行。

8.4 地面站补拍

航摄作业完成后，应及时检查影像覆盖情况，对无人机无法获取完整影像的区域进行地面贴近补拍，并满足以下要求：

- a) 地面补拍应采用具备实时定位功能的影像采集设备，补拍影像应带有 POS 信息，参与空中三角测量处理，与无人机影像联合建模；
- b) 补拍时相机应保持与目标立面大致垂直，影像清晰、无畸变；
- c) 补拍照片的拍摄应满足以下要求：围绕补拍区域沿行进方向等间距拍摄；相邻两个拍照位置所拍摄照片的重叠度应不低于 60%；同一拍照位置宜从不同角度拍摄不少于 3 张照片，相邻拍摄角

度间隔宜为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ；应避免拍摄无纹理特征的目标，无法避免时应采取张贴标志物等方式增加纹理；

- d) 用于竣工测量时，补拍内容应包括建筑屋檐下、阳台底部、建筑间狭窄通道等无人机难以获取完整影像的部位；
- e) 用于日照分析测绘时，补拍应重点针对客体建筑南立面窗户等关键部位；
- f) 补拍完成后应检查补拍区域模型是否完整，仍存在缺失的应重新补拍。

9 空中三角测量

空中三角测量应按照 CH/T 3025—2023 第 8 章的规定执行。

10 三维模型制作与更新

10.1 实景三维网格模型生产

实景三维网格模型生产应按照 CH/T 3026—2023 第 7 章的规定执行。

10.2 实景三维单体模型生产

实景三维单体模型生产应按照 CH/T 3026—2023 第 8 章的规定执行。

10.3 更新区域划定

应依据历史实景三维模型成果、最新时相的 DOM 成果及实地巡查结果，划定更新作业范围：

- a) 变更识别：识别建（构）筑物新建、拆除、改建及地形形变区域；针对零散分布的变化图斑，应将零散图斑合并为连续区域进行划定，避免作业范围过度碎片化；
- b) 边界确定：更新边界宜依托道路、水系等线状地物自然分界，或沿用街区、宗地、功能片区及行政区划等管理界线；大片作业区应以完整地理单元或管理单元进行统筹划定；
- c) 范围控制：边界应包含全部变更地物及模型缺陷区域，并按规定设置接边缓冲区，确保与周边数据衔接顺畅。

10.4 实景三维网格模型更新

- a) 以新旧网格模型边界为处理单元，通过网格拓扑重构、几何平滑及纹理匀色等技术手段，消除层级错位、几何断层及纹理色差，完成接边处理；
- b) 对新旧网格模型进行切割与重构处理，输出三维模型成果，其原点、格网尺寸应与旧网格模型保持一致。
- c) 当任务要求时序分层更新时，原始基底模型与变更区域模型应作为独立存储单元；更新时不应覆盖原始基底数据，新模型应作为独立时序图层存储，宜支持多时态模型切换与对比分析。

10.5 实景三维单体模型更新

- a) 以新旧单体模型边界为处理单元，通过几何拓扑重构、缝隙弥合及纹理拼接、匀色等技术手段，消除新旧单体模型间的几何裂缝、悬挂节点、纹理错位及色差，完成接边处理；

- b) 交通、水体、农林用地、管线等连续性的单体模型以更新区域与周边邻接单体模型为处理单元，对周边邻接单体模型进行切割与重构处理，输出单一、连续、均质的整体三维单体模型成果；
- c) 建（构）筑物、部件等不连续的单体模型宜以单个单体模型进行更新并直接替换；单体模型局部变更的，宜在旧单体模型上直接进行修改；
- d) 以更新完成的单体模型为准，同步更新对应的语义属性信息。

11 巡检测绘

11.1 DOM 生产

DOM 生产应按照 CH/T 3025—2023 第 11 章的规定执行。

11.2 巡检报告制作

应依托精细三维模型，采用算法自动识别结合人工复核校验的两级判识机制，完成各类隐患缺陷的筛查与精准定位，制作巡检报告。

12 工程测量

12.1 特征点线采集

特征点线采集应按照 CH/T 3025—2023 中 12.3 的规定执行，并满足以下规定：

- a) 采集精度应符合 CJJ/T8—2011 第 9 章的要求；
- b) 用于竣工测量时，建（构）筑物特征点、特征线、高程的采集应按照 CJJ/T 8—2011 中 9.9 的规定执行；
- c) 用于日照分析测绘时，建（构）筑物特征点、特征线、高程的采集应按照 CJJ/T 8—2011 中 9.4 的规定执行；
- d) 因模型自身特性导致三维模型上凸起地物边缘呈锯齿状或拉花变形时，应在立体像对上采集此类地物的角点与边界线；
- e) 对建（构）筑物角点、围墙拐角点等重要地物，采集时应切换至多视角立体像对进行核对与定位，确保采集精度。

12.2 DLG 生产

DLG 生产应按照 CH/T 3025—2023 中第 12 章的规定执行。

12.3 工程测量报告制作

工程测量报告应按照 CJJ/T 8—2011 第 9 章、项目所在地相关技术规定及甲方要求编制，报告类型根据任务确定。

13 应急测绘

13.1 实景三维网格模型生产

实景三维网格模型生产宜符合 9.2.1 的要求，并满足以下规定：

- a) 可实现实时缩略图回传，基于缩略图或原始影像实现边飞边算实时处理；
- b) 三维模型成果能反映出建（构）筑物、地形地貌基本特征，纹理清晰度应与下视影像的地面分辨率相当，精度应满足应急指挥需求。

13.2 可见光快拼正射影像

- a) 结合高分辨率可见光真彩色数字像片、POS 数据、航摄仪检校报告、DEM、历史正射影像等数据，应用专业快拼数据处理软件，生成可见光快拼正射影像成果；
- b) 可见光快拼正射影像色调基本统一，无大面积模糊、错位、拉伸、扭曲现象，满足对突发公共事件现场情况的研判。

13.3 全景影像

结合多角度像片可见光真彩色数字像片、飞行器拍摄点经纬度、飞行高度等数据，应用全景数据处理软件，生成全景影像成果；全景影像成果宜满足 GB/T 35628—2017 的规格要求。

13.4 DSM 生产

利用倾斜数字摄影数据生成 DSM 数据的技术流程应遵循 CH/T 3025—2023 的规定执行；DSM 数据保存为 GRID 格式，格网间距小于 1 米，高程保留至 0.01 米。

13.5 DEM 生产

利用倾斜数字摄影数据生成 DEM 数据的技术流程应遵循 CH/T 3025—2023 的规定执行；DEM 数据保存为 GRID 格式，格网间距小于 1 米，高程保留至 0.01 米。

13.6 应急报告制作

13.6.1 基于成果数据解译灾害影响范围、灾害类型、损毁分布格局，识别房屋坍塌、道路断裂、河道堵塞、农田损毁、积水内涝、山体裸露、植被破坏等显性灾情，划定灾害核心区、影响区、安全缓冲区，对比历史影像数据，快速判定灾害扩张范围与变化趋势。

13.6.2 基于成果数据开展平面要素精准量算，统计灾害受灾面积、损毁建筑面积、损毁道路长度、积水覆盖范围、滑坡投影面积、裸露岩土面积、损毁地物数量、分布密度，形成灾情数据。

13.6.3 基于成果数据识别现场可用救援通道、临时安置场地、无障碍作业区域，排查道路阻断、构筑物倾倒、大面积积水等救援阻碍隐患，标注高危封闭区域。

13.6.4 应依据任务规划或实际需求开展信息提取与分析、专题图编制及成果报告编制工作，其中专题图编制环节应遵循 CH/T 4018—2023 的要求执行，亦可结合现场数据处理和数据分析结果，按需编制分析报告，内容宜包括文字说明、附图、附表、影像资料等。

14 质量检查与验收

14.1 过程质量控制

过程质量控制的主要要求如下：

- a) 准备工作、空中三角测量、DOM、DLG、DSM、DEM 生产的质量控制应符合 CH/T 3025—2023 中 13.2 的要求；
- b) 实景三维网格模型、单体模型生产的质量控制应符合 CH/T 3026—2023 中 9.2 的要求；
- c) 用于巡检测绘的实景三维网格模型，位置精度应满足现场核查、执法取证、多期比对等任务要求，模型精细度应满足巡检任务要求；多期巡检的区域，当期巡检三维模型应能与历史三维模型、往期巡检三维模型完成配准；
- d) 可见光快拼正射影像生产的质量控制应符合 CH/Z 3035—2023 的要求；
- e) 全景影像生产的质量控制应符合 GB/T 35628—2017 的要求。

14.2 成果质量检查与验收

成果质量检查与验收的主要要求如下：

- a) 空中三角测量成果的质量检查和验收的内容及要求应符合 CH/T 3025—2023 中 13.3 的要求；
- b) 实景三维网格模型、实景三维单体模型的质量检查和验收的内容及要求应符合 CH/T 3026—2023 中 9.3 的要求；
- c) 更新的实景三维网格模型和单体模型应对更新后的整体实景三维网格模型和单体模型成果进行质量检查和验收，内容及要求应符合 CH/T 3026—2023 中 13.3 的要求；
- d) DOM、DLG、可见光快拼正射影像、全景影像、DSM、DEM 成果的质量检查和验收的内容及要求应符合 GB/T 18316—2008 的要求。

15 成果输出与提交

15.1 成果输出要求

15.1.1 低空倾斜航摄

15.1.1.1 预处理

低空倾斜影像预处理应符合 CH/T 3005—2021 中 10.1 的规定。

15.1.1.2 低空倾斜航摄影像编号

低空倾斜航摄影像编号应满足以下要求：

- a) 影像编号规则宜为：“摄区代号”+“分区号”+“架次号”+“镜头字母代码”+“序号”+“_拍摄日期”；同一曝光点的 5 张照片命名的序号应相同；也可采用其他命名规则，但需保证影像名称唯一；
- b) 影像应按分区、架次、拍摄日期、镜头分别按文件夹存放，同一镜头的影像存放在同一文件夹；
- c) 当有补摄时，补摄影像的架次号为：“B”+“架次序列号”。

15.1.1.3 低空倾斜航摄影像存储

低空倾斜影像存储应符合 CH/T 3005—2021 中 10.1 的规定。

15.1.1.4 IMU/GNSS 数据整理

IMU/GNSS 数据整理应满足以下要求：

- a) IMU/GNSS 点位编号应与影像编号一致；
- b) IMU/GNSS 应标明坐标系统及相应单位。

15.1.2 像控点

像控点成果输出应按照 GB/T 45632—2025 第 9 章的规定执行。

15.1.3 空中三角测量

空中三角测量成果输出应按照 CH/T 3025—2023 中 8.5 的规定执行。

15.1.4 实景三维网格模型

实景三维网格模型成果输出应按照 CH/T 3026—2023 中 7.5 的规定执行。

15.1.5 实景三维单体模型

实景三维单体模型成果输出应按照 CH/T 3026—2023 中 8.5 的规定执行。

15.1.6 DOM

DOM 成果输出应按照 CH/T 3025—2023 中 11.7 的规定执行。

15.1.7 DLG

DLG 成果输出应按照 CH/T 3025—2023 中 12.7 的规定执行。

15.1.8 DSM

DSM 成果输出应按照 CH/T 3025—2023 中 9.7 的规定执行。

15.1.9 DEM

DEM 成果输出应按照 CH/T 3025—2023 中 10.7 的规定执行。

15.1.10 全景影像

全景影像成果输出应按照 GB/T 35628—2017 第 7 章的规定执行。

15.1.11 巡检报告

巡检报告应包括以下内容：

- a) 巡检概况；
- b) 作业技术说明；
- c) 巡查结果，说明巡查区域现状、无异常区域情况、异常区域情况；
- d) 多期巡检区域还应包括多时相变化对比分析结果；
- e) 巡检结论与整改建议；
- f) 其他应说明的情况。

15.1.12 工程测量报告

工程测量报告内容应根据任务类型确定，报告的具体格式和详细内容可由项目技术设计书进一步规定，一般宜包括：

- a) 工程概况；

- b) 作业依据;
- c) 技术方法;
- d) 成果结论;
- e) 数据对比分析;
- f) 其他应说明的情况。

15.1.13 应急报告

应急测绘报告应包括以下内容:

- a) 突发公共事件概况;
- b) 应急测绘工作开展情况;
- c) 信息提取与分析情况;
- d) 结论与建议;
- e) 其他应说明的情况。

15.2 成果提交

15.2.1 低空倾斜航摄成果

低空倾斜航摄成果提交内容应按照 CH/T 3005—2021 中 10.3 的规定执行。

15.2.2 像控点成果

像控点成果提交内容应按照 GB/T 45632—2025 第 11 章的规定执行。

15.2.3 空中三角测量成果

空中三角测量成果提交的内容应按照 CH/T 3025—2023 中 14.1 的规定执行。

15.2.4 实景三维网格模型成果

实景三维网格模型成果提交的内容应按照 CH/T 3026—2023 第 10 章的规定执行。

15.2.5 实景三维单体模型成果

实景三维单体模型成果提交的内容应按照 CH/T 3026—2023 第 10 章的规定执行。

15.2.6 DOM

DOM 成果提交的内容应按照 CH/T 3025—2023 中 14.4 的规定执行。

15.2.7 DLG

DLG 成果提交的内容应按照 CH/T 3025—2023 中 14.5 的规定执行。

15.2.8 DSM

DSM 成果提交的内容应按照 CH/T 3025—2023 中 14.2 的规定执行。

15.2.9 DEM

DEM 成果提交的内容应按照 CH/T 3025—2023 中 14.3 的规定执行。

15.2.10 全景影像

全景影像成果提交的内容应按照 GB/T 35628—2017 第 8 章的规定执行。

15.2.11 巡检测绘成果

巡检测绘成果应根据项目需求进行整理和提交，宜包含以下内容：

- a) 实景三维网格模型成果；
- b) DOM 成果；
- c) 巡检报告；
- d) 其他相关资料。

15.2.12 工程测量成果

工程测量成果应根据项目需求进行整理和提交，宜包含以下内容：

- a) 实景三维网格模型成果；
- b) 工程测量报告；
- c) 其他相关资料。

15.2.13 应急测绘成果

应急测绘成果应根据项目需求进行整理和提交，宜包含以下内容：

- a) 实景三维网格模型成果；
- b) 可见光快拼正射影像成果；
- c) 全景影像成果；
- d) DSM 成果；
- e) DEM 成果；
- f) 其他相关资料。

16 证实方法

无人机低空倾斜航摄测绘生产的证实方法采用检查以下各项文件和记录方式进行证实：

准备阶段：通过收集的资料清单、分析和踏勘记录以及设计评审记录来证实；

低空倾斜航摄阶段：通过航摄成果提交清单来证实；

生产阶段：通过质量检查记录来证实；

成果提交阶段：通过成果提交清单来证实。

参 考 文 献

- [1] CH/T 1050—2021 倾斜数字航空摄影成果质量检验技术规程
 - [2] CH/T 1054—2022 无人机航空摄影成果质量检查与验收
 - [3] CH/T 3021—2018 倾斜数字航空摄影技术规程
 - [4] CH/T XXXX 地理场景数据成果规范（待发布）
 - [5] CH/T XXXX 地理场景数据生产规范（待发布）
 - [6] T/AOPA 0101—2025 民用无人机机巢通用术语
 - [7] T/AOPA 0003—2023 电动多旋翼无人机（轻小型）机巢通用要求
-