

ICS 07.040

CCS A 77

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXX—XXXX

代替 CH/Z 3003-2010

低空数字航空摄影测量内业规范

Specifications for office operation of low-altitude digital aerial
photogrammetry

(报批稿)

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言.....	I
引言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	1
4.1 成果要求.....	1
4.2 数学基础.....	2
4.3 分幅和编号.....	2
4.4 对航摄资料的要求.....	2
4.5 对外业测量成果的要求.....	2
4.6 工作流程.....	2
5 准备工作.....	3
5.1 资料收集.....	3
5.2 资料分析.....	3
5.3 技术设计.....	3
6 数据预处理.....	4
6.1 影像预处理.....	4
6.2 像控点坐标预处理.....	4
6.3 摄站点坐标与姿态预处理.....	4
7 空中三角测量.....	4
7.1 精度要求.....	4
7.2 连接点匹配.....	5
7.3 相对定向与模型链接.....	5
7.4 自由网平差.....	6
7.5 绝对定向与区域网平差.....	6
8 基础地理信息数字成果生产.....	7
9 检查验收和上交成果.....	7
9.1 检查验收.....	7
9.2 上交成果.....	7

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。

本文件代替CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》。

本文件与CH/Z 3003-2010比较，内容的变化主要包括：

- 删除了B类产品的定义及相关内容；
- 明确了数学基础要求；
- 修改了分幅与编号的引用标准；
- 删除了对仪器设备和软件的要求；
- 删除对其他作业方法的要求；
- 增加了工作流程；
- 增加了准备工作内容；
- 修改了影像预处理要求；
- 删除了内定向要求；
- 修改了中误差计算公式；
- 修改了相对定向、模型连接精度要求；
- 修改了连接点位的要求；
- 增加了自由网平差精度要求；
- 增加了自检校区域网平差要求；
- 增加了数字表面模型成果生产要求。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本文件起草单位：中测新图（北京）遥感技术有限责任公司、浙江中测新图地理信息技术有限公司、中测新图（北京）低空数码测绘技术有限公司、武汉中测晟图遥感技术有限公司、浙江省测绘科学技术研究院。

本文件主要起草人：李英成、朱祥娥、薛艳丽、丁晓波、李西林、戴芳、陈北平、胡传文、任亚锋、廖明、叶冬梅、郑安武、杨振凯、王立淑、匡秀梅、吴涛。

引 言

随着我国民用型无人机产业的不断升级、低空数字航空摄影测量技术的发展、数据处理和成果生产软件产品的进一步完善，以无人飞行器为代表的低空飞行平台搭载小像幅数码相机的航空摄影测量技术得到各行业广泛应用。无人飞行器低空航空摄影测量以其反应速度快、操控方便、成本低、成图周期短等优势，在我国基础地理信息数据获取及应急测绘应用中已呈常态化趋势，成为了有人机航空遥感与卫星遥感的有力补充。为适应并推进低空数字航空摄影测量技术产业应用和规范发展，有必要建立完善的低空数字航空摄影测量标准体系。

本文件在测绘行业技术性指导文件CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》的基础上，根据当前的技术水平，对低空数字航空摄影测量中的关键环节——数据预处理、空中三角测量和基础地理信息成果生产等环节进行了技术约定和作业过程指导。与其技术相关的标准有GB/T 7930《1:500 1:1 000 1:2 000地形图航空摄影测量内业规范》、GB/T 23236-2009《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》、CH/T 3007.1《数字航空摄影测量 测图与成果生产规范 第1部分：1:500 1:1 000 1:2 000数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》、CH/T 3012《数字表面模型 航空摄影测量生产技术规程》。本文件只针对目前低空数字航空摄影测量内业工作的开展进行规范。对未发生变化的部分（如基础地理信息成果生产的方法和要求），则继续应用上述标准中相关部分的技术要求，不在本文件中重复规定。

与本文件配套使用的标准有CH/T AAAA《低空数字航空摄影规范》、CH/T CCCC《低空数字航空摄影测量外业规范》，这些标准同期发布。

低空数字航空摄影测量内业规范

1 范围

本文件规定了低空数字航空摄影测量内业生产中的准备工作、数据预处理、空中三角测量、基础地理信息数字成果生产、检查验收和上交成果的要求。

本文件适用于采用无人飞行器航摄系统获取的数据，以 1:500、1:1 000、1:2 000 基础地理信息数字成果生产为目的的数字航空摄影测量内业生产工作。

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 35650 国家基本比例尺地图测绘基本技术规定

GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号

GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T 3007.1 数字航空摄影测量 测图规范 第 1 部分:1:500 1:1000 1:2000 数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图

CH/T 3012 数字表面模型 航空摄影测量生产技术规程

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 AAAA 低空数字航空摄影规范

CH/T CCCC 低空数字航空摄影测量外业规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 总则

4.1 成果要求

依据本文件生产的数字线划图、数字高程模型、数字正射影像图成果应满足 GB 35650 要求，数字表面模型应符合 CH/T 9022 的规定。

4.2 数学基础

数学基础要求如下：

- a) 坐标系应采用 2000 国家大地坐标系，确有必要时，亦可采用依法批准的独立坐标系。
- b) 地图投影采用高斯-克吕格投影，按 3°分带。确有必要时，亦可按 1.5°分带。
- c) 高程基准采用 1985 国家高程基准。

4.3 分幅和编号

分幅与编号应按GB/T 13989的规定执行，确有必要时，亦可采用自由分幅和编号。

4.4 对航摄资料的要求

航摄资料应满足 CH/T AAAAA 的要求。

4.5 对外业测量成果的要求

外业测量成果应满足 CH/T CCCC 的要求。

4.6 工作流程

低空数字航空摄影测量内业工作流程见图 1。

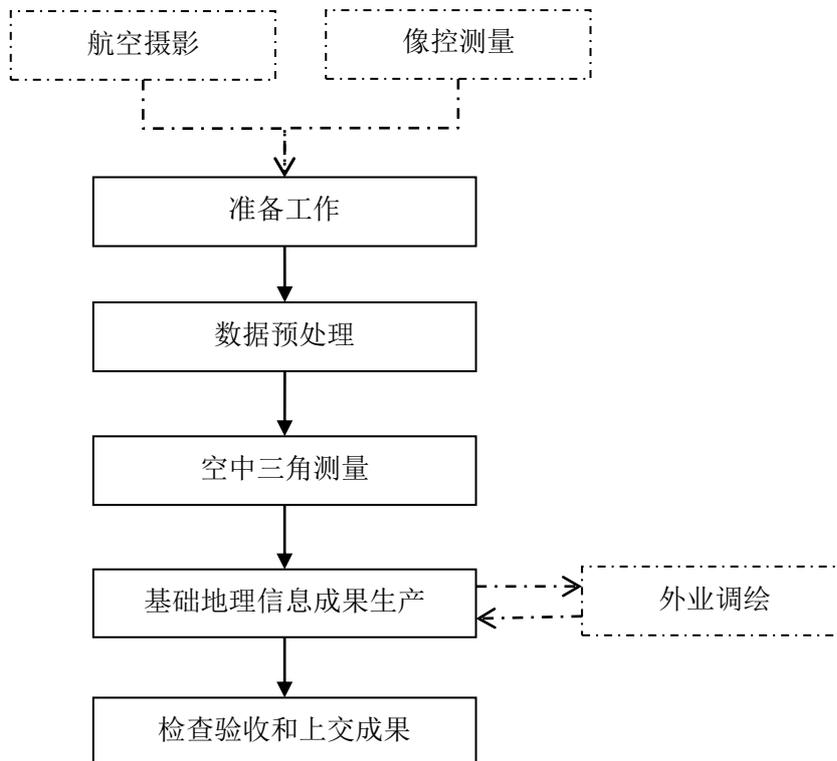


图 1 低空数字航空摄影测量内业工作流程

5 准备工作

5.1 资料收集

主要收集以下资料：

- a) 测区控制测量成果，主要包括：
 - 1) 控制点点之记；
 - 2) 控制点成果及分布略图；
 - 3) 检查验收报告；
 - 4) 其他有关资料。
- b) 航摄资料，主要包括：
 - 1) 航摄影像数据；
 - 2) IMU/GNSS 成果数据；
 - 3) 测区航摄分区图；
 - 4) 航线示意图；
 - 5) 测区影像索引图；
 - 6) 相机检定参数报告；
 - 7) 航摄质量验收报告；
 - 8) 航摄资料审查报告；
 - 9) 其他有关资料。
- c) 地图资料，主要包括：
 - 1) 测区及周边相关比例尺的地形图及相关成果；
 - 2) 行政区划图、交通图、水利图；
 - 3) 其他有关资料。

5.2 资料分析

对所收集的资料进行整理和分析，主要包括：

- a) 分析控制测量成果，包括像片控制点的数量、分布、目标点位情况等；
- b) 查看航摄成果验收报告，分析航摄资料的基本情况，包括航摄单位、航摄时间、摄影比例尺、航高、航线方向、重叠度、航摄分区范围、测区覆盖范围、航摄相机参数、航摄资料鉴定结论等；
- c) 查看地图资料的施测年代、施测单位、作业依据、坐标系统和高程基准、比例尺、成果精度、成图质量等，确定其使用价值和使用方法；
- d) 查看其它辅助资料，包括测图周边成图情况及周边接边数据，检查用于属性录入的各类参考资料是否齐全。

5.3 技术设计

根据项目具体需求、资料分析结果等进行技术设计，应满足以下要求：

- a) 技术设计应满足本文件规定的各项技术要求，特殊情况不能达到时，应明确说明原因及处理措施，并通过项目组织管理部门的审核批准。
- b) 技术设计的主要内容及编写要求按 CH/T 1004 执行。

6 数据预处理

6.1 影像预处理

根据内业数据处理需要，在不影响地物立体观测、属性判读前提下，对影像进行如下预处理：

- a) 将格式转换为非压缩 TIFF 格式；
- b) 将影像旋转至与航摄方向一致；
- c) 对影像进行畸变纠正，去除影像畸变差；
- d) 对影像进行图像增强，增加地物的可读性。

6.2 像控点坐标预处理

根据内业数据处理需要，应将像控点坐标转换为成图坐标。

6.3 IMU/GNSS 成果数据预处理

当采用 IMU/GNSS 辅助航空摄影测量时，应将摄站点坐标转换为成图坐标，将影像姿态转换至软件可识别的转角系。

7 空中三角测量

7.1 精度要求

- 7.1.1 区域网平差计算结束后，连接点对最近野外控制点的平面位置中误差、高程中误差不得大于表 1 的规定。连接点的中误差一般采用检查点（多余像片控制点）的中误差进行估算，具体要求见 7.1.5。
- 7.1.2 特殊困难地区（大面积沙漠、戈壁、沼泽、森林等）的平面和高程中误差均可放宽至 1.5 倍，应在技术设计书中明确规定。
- 7.1.3 1:500 成图，平地、丘陵地连接点平面位置中误差、高程中误差不能满足表 1 规定的精度时，应采用平高全野外控制布点；1:1 000 与 1:2 000 成图，连接点平地高程中误差不能满足表 1 规定的精度时，应采用高程全野外控制布点。
- 7.1.4 仅生产 DOM 产品时，连接点平地、丘陵地高程中误差可放宽至 2 倍。

表 1 连接点对最近野外控制点平面位置与高程中误差

单位为米

成图比例尺	平面位置中误差				高程中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	0.2	0.2	0.28	0.28	0.15	0.28 (0.15)	0.35	0.5
1:1 000	0.4	0.4	0.55	0.55	0.28 (0.15)	0.35	0.5	1.0
1:2 000	0.8	0.8	1.1	1.1	0.28 (0.15)	0.35	0.8	1.2

注：表中加括号处为 0.5m 等高距的高程中误差。

7.1.5 检查点的平面位置中误差、高程中误差分别按公式（1）、（2）计算。

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2)} \dots\dots\dots(1)$$

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta h_i^2)} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

m_s —检查点平面位置中误差，单位为米（m）；

m_h —检查点高程中误差，单位为米（m）；

Δ —检查点野外实测值与解算值的差值，其中， $\Delta x_i, \Delta y_i$ 为检查点的平面坐标较差， Δh_i 为检查点的高程较差，单位为米（m）；

n —参与评定精度的检查点数，一幅图应有一个检查点。

7.2 连接点匹配

7.2.1 连接点一般为自动匹配获得，当自动匹配困难时，应人工加刺。

7.2.2 每个像对连接点应分布均匀，连接点数目一般不少于 30 个。

7.2.3 标准点位区落水时，应沿水涯线均匀选择连接点。

7.2.4 航线连接点宜 3 度重叠，旁向连接点宜 6 度重叠。

7.2.5 人工加点时，连接点距离影像边缘不应小于 15 个像素。

7.2.6 自由图边在图廓线以外应有连接点。

7.3 相对定向与模型连接

7.3.1 相对定向连接点上下视差中误差不应大于 1/2 个像素，连接点上下视差最大残差不应大于 1 个像素，特别困难资料或地区可放宽 0.5 倍。

7.3.2 模型连接较差限值可按照公式（3）、公式（4）计算，高程较差限值一般不大于 1/2 倍等高距。

$$\Delta S = 0.06 \times m_{\text{像}} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(3)$$

式中：

ΔS —平面位置较差，单位为米（m）；

$m_{\text{像}}$ —像片比例尺分母。

$$\Delta Z = 0.04 \times \frac{m_{\text{像}} \times f_k}{b} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(4)$$

式中：

ΔZ —高程较差，单位为米（m）；

$m_{\text{像}}$ —像片比例尺分母；

f_k —航摄影仪焦距，单位为毫米（mm）；

b —像片基线长度，单位为毫米（mm）。

7.4 自由网平差

自由网平差后像点坐标残差不应大于 2 个像素。

7.5 绝对定向与区域网平差

7.5.1 区域网平差计算结束后，基本定向点残差、检查点不符值、区域网间公共点较差不应大于表 2 的规定。

表 2 基本定向点残差、检查点不符值、公共点较差限值

单位为米

成图比例尺	点别	平面位置限差				高程限差			
		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
1:500	基本定向点	0.15	0.15	0.2	0.2	0.11	0.21 (0.11)	0.26	0.4
	检查点	0.25	0.25	0.35	0.35	0.19	0.35 (0.19)	0.4	0.6
	公共点	0.4	0.4	0.55	0.55	0.3	0.56 (0.3)	0.7	1.0
1:1 000	基本定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	0.21 (0.11)	0.26	0.4	0.75
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	0.35 (0.19)	0.4	0.6	1.2
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	0.56 (0.3)	0.7	1.0	2.0
1:2 000	基本定向点	0.6	0.6	0.8	0.8	0.21 (0.11)	0.26	0.6	0.9
	检查点	1.0	1.0	1.4	1.4	0.35 (0.19)	0.4	1.0	1.5
	公共点	1.6	1.6	2.2	2.2	0.56 (0.3)	0.7	1.6	2.4

注：表中加括号处为 0.5m 等高距的精度要求。

- 7.5.2 仅生产 DOM 产品时，平地、丘陵地高程中误差可放宽至表 2 要求的 2 倍。
- 7.5.3 区域网根据航摄分区，可利用像片控制点的分布以及地形条件等情况灵活划分，可合并多个航摄分区为一个区域网。
- 7.5.4 平差计算时应对连接点、像片控制点进行粗差检测，应剔除或修测检测出的粗差点。
- 7.5.5 对于 IMU/GNSS 辅助空中三角测量和 GNSS 辅助空中三角测量，应导入摄站点坐标、像片姿态参数进行联合平差。
- 7.5.6 当采用自检校区域网平差消除系统误差时，应满足以下要求：
 - a) 像点坐标改正量大于 1 个像素时，应输出相机检校报告或直接输出根据自检校参数纠正后的影像；
 - b) 相机检校报告应包含自检校模型和模型对应的各参数值。
- 7.5.7 水系区域的平差应注意以下要求：
 - a) 应把野外施测的水位点高程换算至摄影时期的水位高程，作为控制定向点直接参与平差计算；
 - b) 平差计算后，根据野外施测的水位点和内业测量的水位点，在立体观测下，根据地势变化状况，加减配赋改正，其加减改正数不应大于平地连接点高程中误差。

7.5.8 接边原则应满足以下要求：

- a) 同比例尺、同地形类别像片、航线、区域网之间的公共点接边，平面和高程较差不大于表 2 的规定，取中数作为最后的使用值。
- b) 同比例尺、不同地形类别接边时，平面位置较差不大于 7.1 规定的连接点平面位置中误差之和，高程较差不大于 7.1 规定的连接点高程中误差之和；将实际较差按中误差的比例进行配赋作为平面和高程的最后使用值。
- c) 不同比例尺接边，平面位置较差不大于 7.1 规定的连接点平面位置中误差之和，高程较差不大于 6.1 规定的连接点高程中误差之和；将实际较差按中误差的比例进行配赋作为平面和高程的最后使用值。
- d) 与已成图或出版图接边，当较差小于上述规定限差的二分之一时以已成图或出版图为准；当较差大于上述规定限差二分之一，但小于规定限差时，应取中数作为最后使用值；超限时，要认真检查原因，确系已成图或出版图错误，直接采用当前成果，在图历簿中注明。
- e) 不同投影带之间公共点平面坐标接边，首先换算成同一带坐标值，在规定限差内取中数，然后再将中数值换算成邻带坐标值。

7.5.9 根据需要从连接点中选择精度较高的点作为测图定向点。

7.5.10 根据需要进行单模型绝对定向，检查测图定向点残差，若超限应进行人工修测。

8 基础地理信息数字成果生产

8.1 数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图的生产方法和要求按 CH/T 3007.1 执行，数字表面模型的生产方法和要求按 CH/T 3012 执行。

8.2 当区域网平差输出自检校参数时，应根据参数对影像进行去系统误差处理或将参数直接输入生产软件。

8.3 应逐个模型或在区域均匀抽取多模型检查相对定向、模型连接精度，相对定向限差不超过 1 个像素，模型连接差高程限差不超过 1/2 等高距。

8.4 当采用空中三角测量加密成果定向测图时，单模型定向精度应满足 CH/T 3007.1 要求；当仅采用影像外方位元素定向测图时，外业测量点的实测坐标值与同名点的模型观测值的较差应满足 GB 35650 成果精度要求。

9 检查验收和上交成果

9.1 检查验收

空中三角测量成果按照 GB/T 24356 的规定进行质量检查和验收。数字线划图、数字高程模型、数字正射影像图、数字表面模型成果按照 GB/T 18316 的规定进行质量检查和验收。

9.2 上交成果

9.2.1 空中三角测量成果

空中三角测量成果按照以下内容整理并上交：

- a) 相机参数文件或检校报告；
- b) 像片外方位元素；
- c) 畸变纠正后影像；
- d) 测图定向点像片坐标和大地坐标；
- e) 测区加密分区图；

- f) 空三加密报告;
- g) 其他相关资料。

9.2.2 数字线划图成果

数字线划图成果按照以下内容整理并上交:

- a) 分幅结合表;
- b) 数字线划图;
- c) 元数据、图历簿;
- d) 其他相关资料。

9.2.3 数字高程模型成果

数字高程模型成果按照以下内容整理并上交:

- a) 分幅结合表;
- b) 数字高程模型;
- c) 元数据、图历簿;
- d) 其他相关资料。

9.2.4 数字正射影像图成果

数字正射影像图成果按照以下内容整理并上交:

- a) 分幅结合表;
- b) 数字正射影像图;
- c) 元数据、图历簿;
- d) 其他相关资料。

9.2.5 数字表面模型成果

数字表面模型成果按照以下内容整理并上交:

- a) 分幅结合表;
- b) 数字表面模型;
- c) 元数据、图历簿;
- d) 其他相关资料。

9.2.6 文档资料

文档资料成果按照以下内容整理并上交:

- a) 技术设计书;
 - b) 技术总结报告;
 - c) 检查报告与验收报告;
 - d) 其他相关资料。
-