

《低空数字航空摄影测量内业规范》

编制说明

行业标准项目名称： 《低空数字航空摄影测量内业规范》

行业标准项目编号： 测科函[2016]49 号文第 5 项

送审行业标准名称： 《低空数字航空摄影测量内业规范》

（此栏送审时填写）

报批行业标准名称： 《低空数字航空摄影测量内业规范》

（此栏报批时填写）

承担单位： 中测新图（北京）遥感技术有限责任公司

当前阶段： 征求意见 送审稿审查 报批稿报批

编制时间： 2020 年 9 月

《低空数字航空摄影测量内业规范》

编制说明

一、工作简况

1. 任务来源

2016 年，原国家测绘地理信息局科技与国际合作司下达标准立项通知（测科函[2016]49 号文），开展本行业标准的编制。

2. 目的意义

我国无人机技术飞速发展，以无人飞行器为代表的低空飞行平台搭载小像幅航空数码测量相机的航空摄影研究和应用不断深入，作为一种新的对地观测手段因其灵活机动、快速反应越来越受到重视，得到各行业常态化广泛应用。但是，由于缺乏低空数字航空摄影测量等相关规范，造成低空航摄及其产品生产过程没有依据和成果质量不统一的局面，为推进这类技术产业应用和规范发展，针对其数据获取和内外业相关处理工作需要制定本规范。随着相关技术的进一步发展和生产实践的进一步丰富，将适时对此标准作修订。

低空数字航空摄影测量内业规范，是低空数字航空摄影测量系列行业标准之一，与低空数字航空摄影测量外业标准、低空数字航空摄影规范形成一个标准体系，共同规范低空数字航空摄影测量生产工作。

3. 起草单位及主要起草人

1) 承担单位和协作单位

承担单位：中测新图（北京）遥感技术有限责任公司

协作单位：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

2) 主要起草人及其所做工作

表 1 主要起草人及其所做工作表

序号	姓名	工作单位	所做主要工作
1	李英成	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	总负责人，组织分工、进度控制、指标审核，各阶段把关。

2	朱祥娥	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责标准框架的搭建、标题内容的确定、整个标准关键技术指标的统计分析与确认，负责标准文本的编写。
3	薛艳丽	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责标准的组织实施，关键指标的确认。
4	丁晓波	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责航摄资料内容的编写。
5	李西林	武汉中测晟图遥感技术有限公司	负责外业像控测量、调绘衔接部分内容、指标分析编写。
6	戴芳	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责文字排版，图表排序、格式统一、会议事务等。
7	陈北平	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责空三加密、产品生产工程项目统计，实际生产精度的对比确认。
8	胡传文	浙江省测绘科学技术研究院	负责文件格式的查看。
9	任亚锋	中测新图（北京）低空数码测绘技术有限公司	负责航摄资料内容的编写。
10	廖明	浙江中测新图地理信息技术有限公司	负责产品生产工程项目统计。
11	叶冬梅	浙江中测新图地理信息技术有限公司	负责产品生产工程项目统计。
12	郑安武	武汉中测晟图遥感技术有限公司	负责产品生产工程项目统计。
13	杨振凯	浙江中测新图地理信息技术有限公司	负责空三加密精度统计。
14	王立淑	武汉中测晟图遥感技术有限公司	负责空三加密精度统计。

15	匡秀梅	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责成果提交资料的确认。
16	吴涛	中测新图（北京）遥感技术有限责任公司	负责外业资料的确认。

4. 主要工作过程

1) 立项启动

2008年“5.12”汶川地震发生后，无人飞行器低空飞行平台搭载小像幅航空数码测量相机在灾害应急领域得到充分发挥，掀起了无人机遥感系统应用高潮，2009-2010年国家测绘局系统曾规模化推广无人机航摄系统，用于应急测绘和小区域大比例尺测图，并且逐步在高原居民点测绘、海岛礁测绘中发挥了重大作用，制定相关标准规范的条件逐步成熟。

2010年原国家测绘局曾发布行业技术指导性文件 CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》，受制于当时的技术成熟度，仅限于指导性文件，经过几年实践，针对技术和应用的发展变化，2016年提交了低空数字航空摄影测量内业行业标准建议和实施方案，同年，原国家测绘地理信息局科技与国际合作司下达行业标准立项通知（测科函[2016]49号文），开展本行业标准的编制。

2) 起草阶段

2016年12月，分析 CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》的内容及编制依据。

2017年6月，形成编制思路，确定标准结构和基本内容。

2017年11月，针对生产项目进行了精度调查与统计。

2018年3月，编写组到上海航遥信息技术有限公司进行了调研。

2018年4月，编写组到飞思北京公司进行了调研

2018年6月，编写组召开会议，讨论了目前标准存在的问题，列出下一步工作计划。

2018年9月，编写组针对标准涉及的关键点，编写调研内容，联系22家单位和个人进行了调研，详见附件1。

2019年2月，编写组集中封闭讨论，完成征求意见稿。

3) 征求意见

2019年4月，完成征求意见稿。随后向42家单位及专家发出共42份征求意见稿，同时向50名原测标委专家发送征求意见稿。收到《征求意见稿》后，回函的单位或专家数：30个，其中17家单位无意见，没有返回的单位数12个。共返回意见：56条，其中采纳45条，部分采纳4条，未采纳7条。

4) 送审

2019年9月，完成送审稿，送审。

2020年9月，通过专家评审。

二、 标准编制原则和确定标准主要内容

1. 编制原则

本标准编制过程中，认真按照GB/T 1.1 标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则，GB/T 1.2 标准化工作导则 第2部分：标准规范性技术要素内容的确定方法，GB/T 1.3 标准化工作导则 第3部分：技术工作程序的规定执行。在此基础上，主要遵循以下原则：

(1) 科学性与系统性

标准的编制，以科学理论为依据，按低空数字航空摄影测量内业工作的作业流程进行系统性的规范。

(2) 通用性与灵活性

目前国内外内业处理软件有JX4、Pixelgrid、DPGrid、TOPGRID、INPHO、God Work、photoscan、Pix4Dmapper、MapMatrix等，各内业处理软件都具有其各自特点，在本标准中，从数字航空摄影测量理论出发，对低空数字航空摄影测量的内业作业流程、最终产品的规格进行规范和约定，使其能够适应不同航空摄影测量软件的作业。

(3) 实用性和可操作性

标准编制过程中融入了实际生产经验，考虑了实际生产作业中可能出现的问题，便于实际作业的操作。

(3) 协调性

本标准在2010年发布的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》基础上，结合了一般航空摄影测量的标准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: 1000 1: 2000 数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》，在低空数字航空摄影测量技术发展下，结合实际生产技术水平制定。编制过程中参考的标准主要有：

- GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号
- GB/T 7930-2008 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
- GB/T 18316-2008 数字测绘成果质量检查与验收
- GB/T 24356-2009 测绘成果质量检查与验收
- CH/T 3007.1-2011 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 9008.1-2010 基础地理信息数字成果 1:500 1:1 000 1:2 000 数字线划图
- CH/T 9008.2-2010 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 9008.3-2010 基础地理信息数字成果 1:500 1:1 000 1:2 000 数字正射影像图
- CH/T AAA 低空数字航空摄影规范
- CH/T BBB 低空数字航空摄影测量外业规范

(4) 规范性原则

本标准编制过程中，认真按照 GB/T 1.1 《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写规则》，GB/T 1.2 《标准化工作导则第 2 部分：标准规范性技术要素内容的确定方法》，GB/T 1.3 《标准化工作导则第 3 部分：技术工作程序》的规定进行。

2. 主要内容

本标准规定了低空数字航空摄影测量内业生产的准备工作、影像预处理、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要求。

本标准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。

三、 主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，

预期的经济效果

1 标准主要技术内容指标或要求确定的依据

本标准代替 CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》。

本标准与 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。
- 修改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。
- 修改了中误差计算公式。
- 增加了数字表面模型成果生产要求。

详细变化内容及原因按照标准条目顺序说明如下。

1.1 总则

(1) 产品分类

根据目前低空数字航空摄影测量技术的发展程度，低空数字航空摄影成果可用于 1: 500、1: 1000、1: 2000 相应比例尺数字线划图、数字高程模型、正射影像图的制作。故此处删除数字线划图（B 类）、数字正射影像图（B 类）的规定。并将标题改为成果要求，要求按照本标准生产的成果满足基础地理信息数字成果的要求。

标准中删除所有与 B 类产品相关的内容。

(2) 数学基础

按标准用语，坐标系、地图投影、高程基准属于数学基础。因此将“空间参考系”改为“数学基础”。

国家坐标基准已改变，CH/Z 3003-2010 引用的标准 GB/T 7930 对数学基础的描述已不适用，本标准直接规定数学基础要求的详细内容。具体如下：

坐标系应采用 2000 国家坐标系，确有必要时，亦可采用依法批准的独立坐标系。

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。

高程基准采用 1985 国家高程基准，确有必要时，亦可采用依法批准的其他高程基准。

(3) 分幅和编号

不再引用 GB/T 20257.1-2007《国家基本比例尺地图图式 第一部分：1:500 1:1000 1:2000 地形图图式》，该图式标准中关于分幅和编号内容已引用 GB/T 13989。此处直接引用专门的分幅与编号规范 GB/T 13989《国家基本比例尺地形图分幅和编号》。

(4) 成果精度要求、影像地面分辨率

因产品分类改为成果要求，对成果的精度进行了约束，故删除条目“精度要求”和“影像地面分辨率”。

(5) 对航摄资料的要求

原规范规定为：航摄资料应满足 CH/Z 3005-2010 的要求。

由于此处引用标准与本标准一起编制，目前无标准号，故列为 CH/T AAA。

(6) 对外业测量成果的要求

原规范规定为：外业测量成果应满足 CH/Z 3004-2010 的要求。

由于此处引用标准与本标准一起编制，目前无标准号，故列为 CH/T BBB。

(7) 对仪器和软件的要求

原规范规定为：对仪器和软件的要求，内业中使用的各种仪器应按照仪器检校标准进行检校。检校合格后，在有效期内方可用于生产。测绘软件应通过检测或认可。

由于本规范为内业规范，内业数据处理中不涉及到仪器的检校内容，仅保留对软件的要求。

(8) 工作流程

为流程清晰，增加工作流程条目及内容。

1.2 准备工作

参照 GB/T 23236-2009 《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》和 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: 1000 1: 2000 数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》增加该条目。对处理工作的开展所需资料进行收集和分析。

1.3 数据预处理

根据实际生产情况，规定了数据预处理内容，包含影像预处理、像控点坐标预处理、摄站点坐标与姿态预处理三部分内容。

1.4 空中三角测量

基本原则：在现行 GB/T 23236-2009 《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》基础上去除扫描影像内容，只保留数字影像内容，明确低空精度要求。

(1) 内定向

内定向为传统胶片时代像片处理须做的一项操作，数码相机时代不存在框标，只是使用焦距、像素大小、像素行数和列数、主点等航摄相机检定参数进行坐标单位的变换，此处删除。

(2) 相对定向、模型连接

1) 精度要求

● 相对定向

相对定向的视差要求与常规要求一致，实际生产中能够满足。

● 模型链接

传统模型链接的精度是以公式进行计算的，针对目前常用的相机进行了能够达到的模型连接精度的理论统计，见附录 2。统计时的重叠度设置为 60%，模型链接平面精度系数为 0.06，高程精度系数为 0.04。附录 2 计算值已经是目前无人机航摄能够达到的最高值，在目前处理精度下能够满足生产需求，故此处系数与原来胶片时的系数保持一致，不做更严格要求。

实际生产中，该公式计算方法使用率较低，经调研，基本按照 1/2 等高距的限定执行，且能够保证实际生产的精度，故本标准考虑实际可执行性，以 1/2 等高距为明确限差要求，亦可按照公式进行计算。

6.2 扫描数字化航摄影像模型连接较差限值按公式(1)和公式(2)计算：

$$\Delta S = 0.06 \times m_{\text{像}} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

ΔS ——平面位置较差,单位为米(m)；

$m_{\text{像}}$ ——像片比例尺分母。

$$\Delta Z = 0.04 \times \frac{m_{\text{像}} \times f_k}{b} \times 10^{-3} \dots\dots\dots(2)$$

式中：

ΔZ ——高程较差,单位为米(m)；

$m_{\text{像}}$ ——像片比例尺分母；

f_k ——航摄仪焦距,单位为毫米(mm)；

b ——像片基线长度,单位为毫米(mm)。

6.3 数码航摄影像模型连接较差限值一般取公式(1)、公式(2)相应计算值的 1/2。

图 1 标准规定截图

2) 连接点位置要求

GB/T 23236 规定：扫描数字化航摄影像连接点距离影像边缘应大于 1.5cm。数码航摄仪获取的影像在精确改正畸变差的基础上，连接点距离影像边缘不应小于 0.1cm。

CH/Z3003 规定：在精确改正畸变差的基础上，连接点距影像边缘不应小于 100 个像素。

本标准编制过程中，对实际数据进行了统计，统计结果见附录 3。实际生产中一般采用自动匹配点的方式匹配连接点，自动匹配过程中考虑了特征、几何等多种因素，匹配的点位较合理，不需人为考虑点位位置。只有在匹配不到点的特殊情况下才需要人为加点，考虑点位，故对精度满足要求的一些空三加密工程的点位进行了统计，根据分析可知 3 个工程的匹配点距离影像边缘的最小距离为 20 像素，考虑到统计的覆盖度有限，切实际生产时在无法匹配点的情况下需结合实际

相应放宽的因素，本标准规定如下：

自动匹配点不足，需人工加点时，连接点距离影像边缘不应小于15像素。

(3) 自由网平差

根据低空数据处理特点，增加自由网平差条目，根据实际生产经验规定为：

自由网平差后像点残差不应大于2个像素。

(4) 检查点的平面位置中误差、高程中误差

空三规范 GB/T 23236 中规定如下：

7.2 检查点的平面中误差、高程中误差分别按公式(3)计算。

$$m_1 = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta_i \Delta_i) / n} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

m_1 ——检查点中误差，单位为米(m)；

Δ ——检查点野外实测值与解算值的误差，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。

结合专家意见，将平面和高程分别以公式列出。规定如下：

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。

(5) 自检校区域网平差

针对无人机数据处理中经常出现的直接导入影像进行自检校区域网平差的情况进行了规定。

自检校区域网平差通常有两种情况：

- 影像做过预处理，利用相机检校参数对影像进行了去畸变纠正处理，在空三时又采取自检校平差模式消除残余较小的误差。
- 影像未做预处理，直接导入空三软件进行空三，采用自检校的方法消除较大的系统误差，同时检校出相机参数。

无论哪种情况，当自检校改正量较大时，都应输出，以便对影像再次改正，用于测图。

(6) 空三精度要求

- 以 GB/T 7930-2008 进行推算

GB/T 7930-2008 中规定，地形图的精度要求如下：

3.2 地形图的精度

3.2.1 内业加密点和地物点对附近野外控制点的平面位置中误差以图比例尺计不应大于表 2 规定。

表 2 平面位置中误差

单位为毫米

地形类别	平地、丘陵地	山地、高山地
加密点中误差	0.4	0.55
地物点中误差	0.6	0.8

3.2.2 内业加密点、高程注记点和等高线对附近野外控制点的高程中误差不应大于表 3 规定。

表 3 高程中误差

单位为米

比例尺	1 : 500				1 : 1 000				1 : 2 000				
	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地	
基本等高距	0.5	1.0 (0.5)	1.0	1.0	0.5 1.0	1.0	1.0	2.0	1.0 (0.5)	1.0	2.0 (2.5)	2.0 (2.5)	
中误差	加密点	—	0.35	0.5	—	0.35	0.5	1.0	—	0.35	0.8	1.2	
	注记点	0.2	0.4 (0.2)	0.5	0.7	0.2 (0.4)	0.5	0.7	1.5	0.4 (0.2)	0.5	1.2	1.5
	等高线	0.25	0.5 (0.25)	0.7	1.0 地形变换点	0.25 (0.5)	0.7	1.0	2.0 地形变换点	0.5 (0.25)	0.7	1.5 地形变换点	2.0 地形变换点

注：1 : 500 地形图平地、丘陵地采用平高全野外控制布点；1 : 1 000、1 : 2 000 地形图平地采用高程全野外控制布点。

根据地形图精度要求，将平面精度的以图上误差计算方式改为地

面实际精度，合并精度要求后如下表所示：

表 2 内业加密点对最近野外控制点平面位置与高程中误差

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	0.275	0.275	--	--	0.35	0.5
1: 1000	0.4	0.4	0.55	0.55	--	0.35	0.5	1
1: 2000	0.8	0.8	1.1	1.1	--	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。

按照倍数关系进行计算，得到基本定向点残差、检查点不符值、公共点较差限差如下表。

表 3 基本定向点残差、检查点不符值、公共点较差限差—计算值

(基本定向点残差为加密点中误差的 0.75 倍，多余控制点的不符值为加密点中误差的 1.25 倍，公共点较差为加密点中误差的 2.0 倍)

成图比例尺	点别	平面位置限差 (m)				高程限差 (m)			
		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	0.21	0.21	--	--	0.26	0.38
	检查点	0.25	0.25	0.34	0.34	--	--	0.44	0.63
	公共点	0.4	0.4	0.55	0.55	--	--	0.7	1
1:1000	基本定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	--	0.26	0.38	0.75
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	--	0.44	0.63	1.25
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	--	0.7	1	2
1:2000	基本定向点	0.6	0.6	0.8	0.8	--	0.26	0.6	0.9

	检查点	1	1	1.4	1.4	--	0.44	1	1.5
	公共点	1.6	1.6	2.2	2.2	--	0.7	1.6	2.4

表 3 中 1: 500、1:1000、1:2000 的平地, 1:500 的丘陵地没有 高程精度具体值的限定, 利用 GB/T 23236 规定值进行补充后见表 4、表 5。

表 4 内业加密点对最近野外控制点平面位置与高程中误差

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	0.275	0.275	0.15	0.28 0.15	0.35	0.5
1: 1000	0.4	0.4	0.55	0.55	0.28 0.15	0.35	0.5	1
1: 2000	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。

表 5 基本定向点残差、检查点不符值、公共点较差限差—计算值

成图比例尺	点别	平面位置限差 (m)				高程限差 (m)			
		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	0.21	0.21	0.11	0.21	0.26	0.38
							0.11		
	检查点	0.25	0.25	0.34	0.34	0.19	0.35	0.44	0.63

							0.19			
	公共点	0.40	0.40	0.55	0.55	0.30	0.56	0.70	1.00	
							0.3			
1:1000	基本定向点	0.30	0.30	0.40	0.40		0.21	0.26	0.38	0.75
							0.11			
	检查点	0.50	0.50	0.70	0.70		0.35	0.44	0.63	1.25
							0.19			
	公共点	0.80	0.80	1.10	1.10		0.56	0.70	1.00	2.00
							0.3			
1:2000	基本定向点	0.60	0.60	0.80	0.80		0.21	0.26	0.60	0.90
							0.11			
	检查点	1.00	1.00	1.40	1.40		0.35	0.44	1.00	1.50
							0.19			
	公共点	1.60	1.60	2.20	2.20		0.56	0.70	1.60	2.40
							0.3			

1.5 成果生产

(1) 生产方法

现行标准 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 1:1000 1:2000 数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》对测图流程和方法进行了详细规定，且方法通用，故此标准直接引用 CH/T 3007.1。

CH/T 3012《数字表面模型 航空摄影测量生产技术规程》明确规定了数字表面模型的生产方法和要求，此处亦直接引用。

(2) 精度控制

● 相对定向、模型链接检查

为保证无人机获取的数据的测图精度，数据导入测图软件后首先要进行质量检查，检查方式为相对定向、模型链接，一些区域一些单位采取逐像对检查的方式，一些单位抽取区域内均匀分布的部分模型进行检查。故本标准增加此项要求，以保障成果质量，有问题早发现、早解决。

● 模型定向建模的精度要求

原 CH/T 3007.1 中规定了单模型定向建模的精度。具体如下：

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: 1000 1: 2000 数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》中要求如表 14。经比较表中高程限差与区域网平差后的控制点精度要求基本一致，平面限差（括号中的值）与区域网平差后的控制点精度要求基本一致，其精度要求较高。经分析并与软件研制单位和生产应用单位查证，此处的精度要求是将空三加密点导入测图软件，重新定向后与空三加密点坐标值的较差。

表 6 CH/3007.1 单模型定向精度要求

5.1.1 单模型定向精度应符合表 1 的规定。已有合适的数字高程模型 (DEM) 数据，且仅生产数字正射影像图时，高程定向精度可适当放宽。

表 1 单模型定向精度要求

成图比例尺	地形类别	内定向限差/ mm	相对定向限差/ mm	绝对定向限差/ m	
				平面	高程
1:500	平地	0.010 (0.015)	0.015 (0.020)	0.10(0.15)	0.20
	丘陵地			0.10(0.15)	0.20
	山地			0.15(0.20)	0.25
	高山地			0.15(0.20)	0.40
1:1000	平地	0.010 (0.015)	0.015 (0.020)	0.20(0.30)	0.20
	丘陵地			0.20(0.30)	0.20
	山地			0.30(0.40)	0.40
	高山地			0.30(0.40)	0.75
1:2000	平地	0.010 (0.015)	0.015 (0.020)	0.40(0.60)	0.20
	丘陵地			0.40(0.60)	0.20
	山地			0.60(0.80)	0.60
	高山地			0.60(0.80)	0.90

注：括号内为个别点允许出现的残差值。

当前大多数测图测软件具备直接利用影像外方位元素安置测图功能，实际生产中，绝大多数生产单位作业员采用此方法测图。这时，其评价方法不再是单模型定向精度，而是利用整个区域的外业测量点精度进行控制。针对此情况进行精度约束。

最后规定为：

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。

四、 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。

经国家标准共享服务平台检索，尚未有相关国际标准、他国国家标准记录情况。

五、 与有关的现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准符合《中华人民共和国测绘法》（2017 年 7 月 1 日起施行，全国人大常务委员会 2017 年 4 月 27 日修订版）相关规定。本标准引用国家标准 4 项，其中强制性标准 1 项，推荐性标准 3 项，行业推荐性标准 6 项。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据。

无

七、 标准作为强制性标准或推荐性标准的建议

对广大行业用户来讲，需求千差万别，对本标准加工处理的产品不需要强制安全措施和规格，建议作为推荐性标准实施。

八、 贯彻标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

该标准的颁布、贯彻实施前应及时在公众媒体、相关行业甚至对外的有关信息上公开宣传，使本行业能够快速的了解该标准，应设立专门的答疑或咨询部门，跟踪服务对贯彻标准中出现的技术问题，做好贯彻标准的记录，进行长期监督，并及时反馈问题至答疑或咨询部门。

九、 废止现行有关标准的建议

本标准的制订是当前正在实施的 CH/Z 3003-2010《低空数字航空摄影测量内业规范》行业技术指导性文件的升级和修订，待本行业标准实施时，该技术指导性文件将废止。

十、 其他应予说明的事项

随着无人机低空航摄系统技术的快速发展，在国民经济建设和社会发展中的应用日益广泛，尤其以对地观测，快速获取大比例尺高精度地形图数据成为最热的增长方向，目前已经具备约 5 亿的产值规模，据咨询机构预测，数据的需求每年具备 100 亿以上经济规模。近年来工业无人机已经突破 6000 套，消费级无人机已经突破百万架，伴随着物联网+和应急服务的需求驱动，我国无人机应用已经达到世界先进水平。本标准规范的研究，将为无人机低空遥感行业百亿级数据和地图生产带来规范依据，促进专业化服务，避免无序发展和参差不齐。同时，在带动民用通用航空器无人机研制与应用、无人机空管技术与政策、电子信息产品应用、自动控制与智能技术，灾害应急、生态环境保护、自然资源管理等多方面产生积极影响和起到广泛深远的作用。

附录 1 空三加密精度要求

本标准中的空三加密精度沿用 GB/T 23236-2009 《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》。GB/T 23236-2009 中的精度要求为在 GB/T 7930 的精度要求基础上增加了内业 1: 500 比例尺平地、丘陵地精度等要求, 并且将评价由像方转换为了物方。表 1 为根据 GB/T 7930 中表“绝对定向后平面位置与高程限差”将表达形式调整为 GB/T 23236-2009 中形式后的内容。空三加密精度像方与物方转换前后表格如下。

表 1 绝对定向后平面位置与高程限差 (像方精度)

比例尺	点别	平面位置限差 (mm)				高程限差 (m)			
		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
1: 500	定向点	--	--	0.4	0.4	--	--	0.26	0.4
	检查点	--	--	0.7	0.7	--	--	0.4	0.6
	公共点	--	--	1.1	1.1	--	--	0.7	1.0
1: 1000	定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	--	0.26	0.4	0.75
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	--	0.4	0.6	1.2
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	--	0.7	1.0	2.0
1: 2000	定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	--	0.26	0.6	0.9
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	--	0.4	1.0	1.5
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	--	0.7	1.6	2.4

表 2 绝对定向后平面位置与高程限差 (物方精度)

比例尺	点别	平面位置限差 (m)				高程限差 (m)			
		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
1: 500	定向点	--	--	0.2	0.2	--	--	0.26	0.4
	检查点	--	--	0.35	0.35	--	--	0.4	0.6
	公共点	--	--	0.55	0.55	--	--	0.7	1
1: 1000	定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	--	0.26	0.4	0.75

比例尺	点别	平面位置限差 (m)				高程限差 (m)			
		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	--	0.4	0.6	1.2
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	--	0.7	1	2
1: 2000	定向点	0.6	0.6	0.8	0.8	--	0.26	0.6	0.9
	检查点	1	1	1.4	1.4	--	0.4	1	1.5
	公共点	1.6	1.6	2.2	2.2	--	0.7	1.6	2.4

附录 2 模型连接精度统计表

按照 GB/T 7930 《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》的要求，对目前主流相机的参数进行了统计，由标准中公式计算了模型连接平面位置较差和高程较差理论值(系数按照 0.06 和 0.04 计算,基线按照 60%航向重叠度情况计算),见下表。

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度(mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
1:500	SONY ILCE-7R	7360	4912	28.19	0.0049	9.63	0.03	0.06
	SONY ILCE-7R	7360	4912	36.39	0.0049	9.63	0.03	0.08
	SONY ILCE-7RM2	7952	5304	35.94	0.0049	10.40	0.03	0.07
	NIKON D810	7360	4912	35.37	0.005	9.82	0.03	0.07
	佳能 5D355	5616	3744	35.00	0.0064	9.58	0.03	0.07
	P65	8984	6732	47.00	0.006	16.16	0.03	0.06
	佳能 5D	5616	3744	24.00	0.0064	9.58	0.03	0.05
	NiKON D800	7359	4912	24.00	0.0049	9.63	0.03	0.05
	富士 GFX50R	8256	6192	23.00	0.0053	13.13	0.03	0.04
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.03	0.07
	宾得 645Z	8256	6192	35.00	0.0053	13.13	0.03	0.05
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.03	0.07
8256		6192	55.00	0.0053	13.13	0.03	0.08	

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
哈苏 H6D-400C MS		11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.03	0.03
		11600	8700	28.00	0.0046	16.01	0.03	0.03
		11600	8700	35.00	0.0046	16.01	0.03	0.04
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.03	0.06
哈苏 X1D-50C		8272	6200	30.00	0.0053	13.14	0.03	0.05
		8272	6200	45.00	0.0053	13.14	0.03	0.07
哈苏 H6D-100C		11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.03	0.03
		11600	8700	28.00	0.0046	16.01	0.03	0.03
		11600	8700	35.00	0.0046	16.01	0.03	0.04
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.03	0.06
飞思 50MP		8280	6208	24.00	0.0053	13.16	0.03	0.04
		8280	6208	28.00	0.0053	13.16	0.03	0.04
		8280	6208	35.00	0.0053	13.16	0.03	0.05
		8280	6208	50.00	0.0053	13.16	0.03	0.08
飞思 80MP		10328	7760	24.00	0.0052	16.14	0.03	0.03
		10328	7760	28.00	0.0052	16.14	0.03	0.03
		10328	7760	35.00	0.0052	16.14	0.03	0.04
		10328	7760	50.00	0.0052	16.14	0.03	0.06
飞思 100MP		11608	8708	24.00	0.0046	16.02	0.03	0.03

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)		
		高	宽				DS	DZ	
		11608	8708	28.00	0.0046	16.02	0.03	0.03	
		11608	8708	35.00	0.0046	16.02	0.03	0.04	
		11608	8708	50.00	0.0046	16.02	0.03	0.06	
	索尼 A7R2/A7R3	7952	5304	28.00	0.0045	9.55	0.03	0.06	
		7952	5304	35.00	0.0045	9.55	0.03	0.07	
		7952	5304	50.00	0.0045	9.55	0.03	0.10	
	徕卡 S-E (TYP006)	7500	5000	35.00	0.006	12.00	0.03	0.06	
	徕卡 M-P (TYP240)	5976	3992	35.00	0.006	9.58	0.03	0.07	
	利图	10320	7752	35.00	0.0056	17.36	0.03	0.04	
		10320	7752	50.00	0.0056	17.36	0.03	0.06	
	1:1000	SONY ILCE-7R	7360	4912	28.19	0.0049	9.63	0.06	0.12
		SONY ILCE-7R	7360	4912	36.39	0.0049	9.63	0.06	0.15
SONY ILCE-7R		7360	4912	36.17	0.0049	9.63	0.06	0.15	
SONY ILCE-7RM2		7952	5304	35.94	0.0049	10.40	0.06	0.14	
SONY ILCE-7R		7360	4912	36.06	0.0049	9.63	0.06	0.15	
NIKON D810		7360	4912	35.37	0.005	9.82	0.06	0.14	

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
	佳能 5D355	5616	3744	35.00	0.0064	9.58	0.06	0.15
	P65	8984	6732	47.00	0.006	16.16	0.06	0.12
	佳能 5D	5616	3744	24.00	0.0064	9.58	0.06	0.10
	NIKON D800	7359	4912	24.00	0.0049	9.63	0.06	0.10
	富士 GFX50R	8256	6192	23.00	0.0053	13.13	0.06	0.07
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.06	0.14
	宾得 645Z	8256	6192	35.00	0.0053	13.13	0.06	0.11
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.06	0.14
		8256	6192	55.00	0.0053	13.13	0.06	0.17
	哈苏 H6D-400C MS	11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.06	0.06
		11600	8700	28.00	0.0046	16.01	0.06	0.07
		11600	8700	35.00	0.0046	16.01	0.06	0.09
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.06	0.12
	哈苏 X1D-50C	8272	6200	30.00	0.0053	13.14	0.06	0.09
		8272	6200	45.00	0.0053	13.14	0.06	0.14
	哈苏 H6D-100C	11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.06	0.06
		11600	8700	28.00	0.0046	16.01	0.06	0.07
		11600	8700	35.00	0.0046	16.01	0.06	0.09
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.06	0.12

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
	飞思 50MP		8280	6208	24.00	0.0053	13.16	0.06
		8280	6208	28.00	0.0053	13.16	0.06	0.09
		8280	6208	35.00	0.0053	13.16	0.06	0.11
		8280	6208	50.00	0.0053	13.16	0.06	0.15
飞思 80MP		10328	7760	24.00	0.0052	16.14	0.06	0.06
		10328	7760	28.00	0.0052	16.14	0.06	0.07
		10328	7760	35.00	0.0052	16.14	0.06	0.09
		10328	7760	50.00	0.0052	16.14	0.06	0.12
飞思 100MP		11608	8708	24.00	0.0046	16.02	0.06	0.06
		11608	8708	28.00	0.0046	16.02	0.06	0.07
		11608	8708	35.00	0.0046	16.02	0.06	0.09
		11608	8708	50.00	0.0046	16.02	0.06	0.12
索尼 A7R2/A7R3		7952	5304	28.00	0.0045	9.55	0.06	0.12
		7952	5304	35.00	0.0045	9.55	0.06	0.15
		7952	5304	50.00	0.0045	9.55	0.06	0.21
徕卡 S-E (TYP006)		7500	5000	35.00	0.006	12.00	0.06	0.12
徕卡 M-P (TYP240)		5976	3992	35.00	0.006	9.58	0.06	0.15
利图		10320	7752	35.00	0.0056	17.36	0.06	0.08

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
				10320	7752	50.00	0.0056	17.36
1:2000	SONY ILCE-7R	7360	4912	28.19	0.0049	9.63	0.12	0.23
	SONY ILCE-7R	7360	4912	36.39	0.0049	9.63	0.12	0.30
	SONY ILCE-7RM2	7952	5304	35.94	0.0049	10.40	0.12	0.28
	SONY ILCE-7R	7360	4912	36.06	0.0049	9.63	0.12	0.30
	NIKON D810	7360	4912	35.37	0.005	9.82	0.12	0.29
	佳能 5D355	5616	3744	35.00	0.0064	9.58	0.12	0.29
	P65	8984	6732	47.00	0.006	16.16	0.12	0.23
	佳能 5D	5616	3744	24.00	0.0064	9.58	0.12	0.20
	NIKON D800	7359	4912	24.00	0.0049	9.63	0.12	0.20
	富士 GFX50R	8256	6192	23.00	0.0053	13.13	0.12	0.14
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.12	0.27
	宾得 645Z	8256	6192	35.00	0.0053	13.13	0.12	0.21
		8256	6192	45.00	0.0053	13.13	0.12	0.27
		8256	6192	55.00	0.0053	13.13	0.12	0.34
	哈苏 H6D-400C MS	11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.12	0.12
11600		8700	28.00	0.0046	16.01	0.12	0.14	

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
				11600	8700	35.00	0.0046	16.01
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.12	0.25
	哈苏 X1D-50C	8272	6200	30.00	0.0053	13.14	0.12	0.18
		8272	6200	45.00	0.0053	13.14	0.12	0.27
	哈苏 H6D-100C	11600	8700	24.00	0.0046	16.01	0.12	0.12
		11600	8700	28.00	0.0046	16.01	0.12	0.14
		11600	8700	35.00	0.0046	16.01	0.12	0.17
		11600	8700	50.00	0.0046	16.01	0.12	0.25
	飞思 50MP	8280	6208	24.00	0.0053	13.16	0.12	0.15
		8280	6208	28.00	0.0053	13.16	0.12	0.17
		8280	6208	35.00	0.0053	13.16	0.12	0.21
		8280	6208	50.00	0.0053	13.16	0.12	0.30
	飞思 80MP	10328	7760	24.00	0.0052	16.14	0.12	0.12
		10328	7760	28.00	0.0052	16.14	0.12	0.14
		10328	7760	35.00	0.0052	16.14	0.12	0.17
		10328	7760	50.00	0.0052	16.14	0.12	0.25
	飞思 100MP	11608	8708	24.00	0.0046	16.02	0.12	0.12
		11608	8708	28.00	0.0046	16.02	0.12	0.14
		11608	8708	35.00	0.0046	16.02	0.12	0.17

比例尺	相机名	相幅 (pixel)		f (mm)	像元尺寸 (mm)	基线长度 (mm)	精度 (m)	
		高	宽				DS	DZ
				11608	8708	50.00	0.0046	16.02
	索尼 A7R2/A7R3	7952	5304	28.00	0.0045	9.55	0.12	0.23
		7952	5304	35.00	0.0045	9.55	0.12	0.29
		7952	5304	50.00	0.0045	9.55	0.12	0.42
	徕卡 S-E (TYP006)	7500	5000	35.00	0.006	12.00	0.12	0.23
	徕卡 M-P (TYP240)	5976	3992	35.00	0.006	9.58	0.12	0.29
	利图	10320	7752	35.00	0.0056	17.36	0.12	0.16
		10320	7752	50.00	0.0056	17.36	0.12	0.23

附录 3 匹配点距影像边缘距离统计表

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
承德 1000	1	17.79	11.88	35.41	22.54
	2	17.76	11.78	40.03	42.84
	3	17.85	11.85	23.04	27.02
	4	17.85	11.83	21.75	32.60
	5	17.79	11.84	33.87	28.94
	6	17.77	11.87	38.96	23.17
	7	17.79	11.87	34.11	24.09
	8	17.84	11.88	24.09	22.47
	9	17.74	11.86	45.71	25.41
	10	17.82	11.89	28.79	19.41
	11	17.85	11.83	23.17	31.96
	12	17.80	11.83	31.51	31.15
	13	17.79	11.86	33.79	26.70
	14	17.84	11.79	25.13	39.24
	15	17.81	11.82	29.40	34.02
	16	17.84	11.83	23.45	31.58
	17	17.74	11.84	43.80	29.02
	18	17.63	11.87	66.84	24.25

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	19	17.85	11.87	22.26	23.24
	20	17.85	11.84	21.40	29.41
	21	17.82	11.88	27.69	21.91
	22	17.80	11.86	32.18	25.77
	23	17.78	11.83	36.89	32.21
	24	17.69	11.84	54.42	30.64
	25	17.79	11.83	35.02	32.56
	26	17.71	11.87	50.99	23.27
	27	17.80	11.88	33.33	22.00
	28	17.81	11.81	29.42	35.07
	29	17.84	11.88	23.65	21.48
	30	17.79	11.87	35.30	23.87
	31	17.77	11.86	38.56	26.32
	32	17.80	11.86	32.46	24.82
	33	17.80	11.85	32.94	28.32
	34	17.82	11.80	28.93	38.82
	35	17.83	11.82	25.72	33.45
	36	17.78	11.88	37.57	22.40
	37	17.85	11.88	22.53	21.57

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	38	17.78	11.81	36.06	36.44
	39	17.78	11.86	36.78	26.16
	40	17.80	11.86	31.99	25.88
	41	17.84	11.87	25.26	24.63
	42	17.81	11.85	31.30	27.68
	43	17.75	11.85	43.40	28.54
	44	17.80	11.86	33.48	25.81
	45	17.77	11.88	37.60	22.34
	46	17.80	11.84	31.59	29.01
	47	17.82	11.89	29.25	19.80
	48	17.80	11.86	31.72	24.82
	49	17.85	11.85	22.28	28.08
	50	17.64	11.86	66.02	26.42
	51	17.75	11.88	43.28	22.17
	52	17.85	11.84	21.66	29.44
	53	17.73	11.88	46.43	21.50
	54	17.49	11.66	95.30	65.73
	55	17.45	11.64	104.15	70.26
	56	17.63	11.83	67.43	31.26

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	57	17.85	11.86	22.85	25.51
	58	17.77	11.88	38.04	22.15
	59	17.80	11.84	33.00	30.36
	60	17.77	11.80	38.83	37.17
	61	17.85	11.86	21.77	25.57
	62	17.76	11.88	41.62	21.17
	63	17.80	11.84	33.13	28.80
	64	17.75	11.86	42.07	25.81
	65	17.77	11.87	38.67	24.20
	66	17.84	11.83	23.62	32.18
	67	17.83	11.86	26.54	26.21
	68	17.80	11.85	33.24	28.08
	69	17.79	11.85	33.77	27.06
	70	17.76	11.87	41.44	22.75
	71	17.74	11.87	44.64	24.61
	72	17.79	11.84	33.93	29.72
	73	17.75	11.83	42.87	31.58
	74	17.85	11.86	22.59	24.74
	75	17.77	11.79	39.23	40.31

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	76	17.81	11.88	31.32	20.98
	77	17.54	11.86	85.14	25.42
	78	17.58	11.83	76.55	30.87
	79	17.79	11.77	34.37	44.92
	80	17.81	11.87	30.09	23.06
	81	17.55	11.83	84.43	32.76
	82	17.61	11.83	72.09	32.29
	83	17.71	11.81	51.28	35.67
	84	17.48	11.80	98.24	38.57
	85	17.80	11.83	32.84	32.52
	86	17.84	11.80	24.90	38.06
	87	17.72	11.74	49.47	50.75
	88	17.81	11.83	30.62	31.35
	89	17.84	11.79	24.64	39.40
	90	17.79	11.86	34.17	26.35
	91	17.78	11.81	35.93	36.72
	92	17.81	11.88	30.72	22.05
	93	17.82	11.85	28.21	26.77
	94	17.86	11.83	20.90	31.69

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	95	17.75	11.86	42.97	24.97
	96	17.78	11.83	35.73	31.04
	97	17.83	11.79	27.23	40.61
	98	17.82	11.88	29.32	21.72
	99	17.80	11.80	32.16	37.74
	100	17.83	11.88	26.98	21.78
	101	17.75	11.79	43.56	40.16
	102	17.80	11.83	32.40	31.46
	103	17.77	11.79	37.66	39.51
	104	17.80	11.83	32.48	31.31
	105	17.81	11.79	29.57	39.39
	106	17.79	11.83	34.26	31.72
	107	17.83	11.88	25.88	22.29
	108	17.84	11.77	24.47	43.43
	109	17.84	11.88	24.45	22.39
	110	17.84	11.87	25.03	23.15
	111	17.81	11.76	31.28	46.71
	112	17.82	11.86	29.08	26.50
	113	17.86	11.86	21.19	25.14

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	114	17.81	11.81	29.89	35.17
	115	17.82	11.85	28.80	27.81
	116	17.84	11.83	24.02	31.49
	117	17.80	11.85	31.81	27.16
	118	17.78	11.82	37.48	32.92
	119	17.80	11.85	33.04	27.73
	120	17.81	11.82	29.62	34.64
	道县 1: 2000DLG	1	17.82	11.79	27.49
2		17.77	11.86	39.22	26.40
3		17.76	11.80	39.71	38.93
4		17.57	11.79	78.84	39.72
5		17.83	11.79	26.23	39.63
6		17.80	11.85	33.08	27.48
7		17.78	11.88	36.87	22.14
8		17.80	11.80	31.47	37.35
9		17.66	11.87	60.37	23.60
10		17.80	11.86	32.43	25.85
11		17.69	11.86	55.95	26.24
12		17.84	11.86	23.47	24.89

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	13	17.69	11.79	54.24	40.57
	14	17.76	11.78	40.82	41.13
	15	17.84	11.69	24.60	61.02
	16	17.71	11.82	50.93	34.41
	17	17.68	11.83	56.79	31.68
	18	17.77	11.87	38.25	22.83
	19	17.76	11.76	40.76	45.30
	20	17.52	11.75	88.96	47.52
	21	17.81	11.85	30.02	27.76
	22	17.85	11.86	21.78	26.29
	23	17.69	11.78	54.79	42.68
	24	17.84	11.88	23.56	22.35
	25	17.69	11.82	54.33	33.64
	26	17.84	11.80	25.26	37.67
	27	17.82	11.81	27.36	35.45
	28	17.81	11.86	29.68	24.80
	29	17.72	11.86	49.22	25.70
	30	17.71	11.81	51.54	35.80
	31	17.78	11.60	36.08	79.01

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	32	17.74	11.81	43.75	35.19
	33	17.62	11.66	68.90	65.72
	34	17.71	11.84	51.75	30.74
	35	17.81	11.83	30.16	31.28
	36	17.67	11.86	58.51	26.27
	37	17.55	11.73	84.01	51.60
	38	17.82	11.79	28.70	40.99
	39	17.55	11.88	84.62	21.86
	40	17.73	11.81	46.54	35.00
	41	17.65	11.86	64.06	25.13
	42	17.80	11.82	33.20	34.35
	43	17.83	11.67	26.56	64.36
	44	17.32	11.81	131.18	35.09
	45	17.63	11.71	66.39	57.25
	46	17.71	11.80	49.88	37.69
	47	17.84	11.82	23.59	33.09
	48	17.79	11.76	35.45	46.27
	49	17.77	11.78	39.05	42.04
	50	17.80	11.72	33.31	54.13

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	51	17.66	11.80	61.53	37.91
	52	17.54	11.76	85.14	45.19
	53	17.75	11.84	42.13	30.60
	54	17.61	11.80	71.40	38.97
	55	17.63	11.72	67.43	53.51
	56	17.53	11.87	87.66	22.88
	57	17.81	11.66	30.67	67.27
	58	17.78	11.51	35.99	96.68
	59	17.65	11.76	63.50	45.46
	60	17.77	11.63	38.21	72.24
	61	17.75	11.66	42.44	66.62
	62	17.68	11.77	56.28	44.72
	63	17.80	11.84	32.90	29.53
	64	17.74	11.82	45.02	33.54
	65	17.53	11.80	88.21	37.79
	66	17.66	11.88	60.84	21.14
	67	17.70	11.75	53.72	48.45
	68	17.84	11.72	24.59	53.87
	69	17.66	11.78	60.83	42.58

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	70	17.45	11.79	103.61	40.94
	71	17.82	11.85	27.66	27.13
	72	17.31	11.84	133.14	30.17
	73	17.75	11.62	43.42	75.66
	74	17.63	11.81	66.42	35.80
	75	17.76	11.65	40.71	67.96
	76	17.80	11.85	32.51	27.08
	77	17.79	11.57	35.50	85.23
	78	17.76	11.82	41.06	33.44
	79	17.83	11.86	27.00	26.24
	80	17.79	11.68	35.32	62.63
	81	17.76	11.79	40.46	39.40
	82	17.78	11.78	37.06	42.26
	83	17.68	11.78	57.53	41.19
	84	17.67	11.71	59.63	55.71
	85	17.69	11.78	54.34	41.97
	86	17.83	11.74	26.56	51.23
	87	17.80	11.88	32.81	21.51
	88	17.78	11.85	36.03	27.30

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	89	17.84	11.84	23.36	30.45
	90	17.81	11.81	30.88	36.25
	91	17.71	11.80	51.16	37.42
	92	17.75	11.77	43.54	43.41
	93	17.52	11.86	90.69	25.31
	94	17.76	11.84	40.47	29.56
	95	17.70	11.72	53.50	53.82
	96	17.61	11.61	72.12	76.02
	97	17.77	11.67	38.78	65.20
	98	17.26	11.87	142.16	22.76
	99	17.75	11.77	43.37	43.25
	100	17.65	11.88	63.32	21.59
金牛河 1: 2000	1	17.81	11.80	30.18	38.97
	2	17.75	11.88	42.62	22.49
	3	17.68	11.88	56.49	20.85
	4	17.72	11.78	48.20	41.55
	5	17.84	11.79	23.73	39.78
	6	17.78	11.85	35.73	27.88
	7	17.84	11.88	25.26	22.53

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	8	17.78	11.87	37.19	23.47
	9	17.77	11.82	39.11	33.21
	10	17.76	11.87	39.77	24.61
	11	17.86	11.86	21.10	25.39
	12	17.81	11.83	30.39	31.80
	13	17.71	11.84	50.83	30.04
	14	17.85	11.87	22.93	23.92
	15	17.81	11.88	30.07	21.08
	16	17.86	11.88	20.56	22.40
	17	17.77	11.87	38.45	23.16
	18	17.81	11.87	29.92	23.70
	19	17.86	11.88	20.78	20.67
	20	17.83	11.87	27.02	22.82
	21	17.75	11.87	43.06	23.70
	22	17.71	11.87	50.18	23.39
	23	17.86	11.86	20.30	25.03
	24	17.79	11.83	34.22	30.87
	25	17.85	11.88	22.03	22.02
	26	17.71	11.88	51.31	21.70

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	27	17.85	11.85	21.42	27.83
	28	17.85	11.78	22.79	41.12
	29	17.83	11.87	26.69	23.97
	30	17.83	11.85	26.67	27.50
	31	17.58	11.78	77.23	42.29
	32	17.61	11.85	70.58	27.90
	33	17.73	11.87	46.07	23.66
	34	17.85	11.86	21.53	26.29
	35	17.67	11.86	59.12	26.31
	36	17.78	11.88	36.04	21.83
	37	17.78	11.85	35.67	26.85
	38	17.82	11.84	28.04	30.24
	39	17.66	11.86	61.46	24.85
	40	17.78	11.88	36.16	21.08
	41	17.82	11.87	27.59	23.73
	42	17.84	11.87	25.26	23.46
	43	17.84	11.81	23.51	35.09
	44	17.81	11.88	30.25	20.98
	45	17.81	11.86	31.32	25.93

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	46	17.85	11.81	21.78	35.17
	47	17.67	11.84	59.63	29.56
	48	17.81	11.85	30.96	27.09
	49	17.85	11.88	22.22	21.82
	50	17.84	11.86	24.40	25.93
	51	17.71	11.83	51.73	31.63
	52	17.77	11.88	39.24	22.06
	53	17.79	11.88	34.20	21.69
	54	17.80	11.88	32.23	21.72
	55	17.79	11.82	33.74	34.59
	56	17.77	11.81	38.35	35.23
	57	17.79	11.83	34.39	32.80
	58	17.75	11.83	43.13	31.51
	59	17.83	11.83	26.07	31.43
	60	17.77	11.83	38.05	31.44
	61	17.82	11.82	28.71	34.67
	62	17.81	11.86	31.40	25.50
	63	17.81	11.84	29.74	30.69
	64	17.80	11.83	32.85	31.33

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	65	17.82	11.87	27.51	22.94
	66	17.76	11.87	39.67	23.13
	67	17.79	11.84	34.70	29.25
	68	17.73	11.77	45.86	44.14
	69	17.83	11.86	25.56	24.80
	70	17.69	11.85	54.30	27.71
	71	17.85	11.84	22.92	30.62
	72	17.81	11.84	29.95	30.62
	73	17.85	11.83	22.85	31.26
	74	17.80	11.82	32.65	33.28
	75	17.79	11.84	34.32	30.59
	76	17.85	11.88	21.70	22.02
	77	17.67	11.83	59.96	31.38
	78	17.72	11.83	48.17	31.88
	79	17.82	11.83	28.87	32.80
	80	17.80	11.86	32.24	25.30
	81	17.76	11.87	40.60	24.00
	82	17.80	11.87	31.84	23.81
	83	17.83	11.85	25.85	28.48

项目	影像 序号	影像最大绝对坐标值		距离边缘的像素数	
		x_max	y_max	DX	DY
	84	17.85	11.87	22.14	24.36
	85	17.83	11.82	25.91	33.45
	86	17.80	11.87	32.50	24.36
	87	17.78	11.84	36.55	28.80
	88	17.76	11.83	41.46	32.37
	89	17.74	11.86	44.35	25.50
	90	17.82	11.85	27.48	27.77
	91	17.80	11.80	33.26	37.77
	92	17.71	11.84	50.04	29.86
	93	17.83	11.82	26.54	33.18
	94	17.77	11.88	38.10	22.30
	95	17.81	11.87	30.61	22.64
	96	17.76	11.83	41.40	32.12
	97	17.76	11.84	41.26	29.88
	98	17.85	11.80	21.93	38.01
	99	17.79	11.79	34.70	39.08
	100	17.83	11.88	25.69	21.10

附录 4 空三加密检查点精度统计表

加密区域	点号	平面位置误差 (m)	高程误差 (m)
承德 1: 1000	p033	0.042	0.056
	p013	0.085	0.045
	p015	0.113	0.038
	p007	0.130	0.000
	p203	0.192	0.000
	hp027	0.058	-0.056
	p025	0.114	-0.057
丰宁 1: 1000	FN16	0.061	-0.091
	C15	0.056	-0.089
	C8	0.107	-0.041
	FN08	0.012	0.000
	CK23	0.196	0.109
	FN18	0.153	0.205
洮水村 1: 2000	PGUJ007	0.219	-0.102
	PGUJ005	0.121	-0.144
安徽 1: 2000 第三架次	2297	0.193	0.307
	2372	0.231	0.383
	2569	0.067	0.351

	2598	0.184	-0.271
安徽 1: 2000 第四架次	2637	0.199	0.111
	2657	0.183	-0.044
	2841	0.154	0.105
	2783	0.289	-0.214

附件 5 《低空数字航空摄影测量内业规范》调研反馈

2018 年 9 月，标准编写组针对标准编制过程中的关键问题制定调研大纲，联系发送行业软件研发单位专家、行业生产应用单位进行调研，共发送专家和单位 22 份，对反馈情况进行了统计，详细如下。

一. 反馈单位：河北省第三测绘院

1. 空三加密

- (1) 空三加密过程精度的控制：是否保留相对定向、模型连接的精度要求？若保留，其限差如何规定？

建议保留，以现行规范为准。

- (2) 空三加密精度能否达到与常规大飞机航摄数据同样的处理精度？若不能，该如何放宽？

达不到，按 B 类

- (3) 空三加密时无高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？有高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？（请附上采用的 pos 的型号和主要技术指标）

不管有没有高精度 POS，我院一般都按 300-600 米一个平高点的方式布设。

2. DOM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 大飞机航空摄影测量 DOM 制作的精度要求？实际能达到的精度是多少？

能满足

3. DEM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DEM 制作的精度要求？能够满足一、二、三级哪一级 DEM 精度要求？

我院没有进行 DEM 生产

4. DLG 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DLG 制作的精度要求？

能满足 1:500 的 DLG 平面精度要求。

二. 反馈单位：飞马机器人

1 空三加密

- (1) 空三加密过程精度的控制：是否保留相对定向、模型连接的精度要求？
若保留，其限差如何规定？

相对定向，模型连接的概念现在在很多软件里不再体现。但一般有自由网平差，控制网平差的概念，自由网平差一般在 1-2 个像素的误差，控制网平差则通过控制点，检查点信息来体现。一般包括：整体平差报告，像

方误差，及模型差报告。

- (2) 空三加密精度能否达到与常规大飞机航摄数据同样的处理精度？若不能，该如何放宽？

基本可以达到，但是模型接边差偏大。

误差一般为中误差的两倍。一般检测影像内部精度，靠近边缘的部分尽可能不要，因其误差较大。

- (3) 空三加密时无高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？有高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？（请附上采用的 pos 的型号和主要技术指标）

不带控制点。飞马 F1000 布设如下：

测图比例尺	像控点数量（个/平方公里）	
	平地	丘陵/山地
1:500	5~6	7~8
1:1000	2	3~4
1:2000	1	2

注：表中控制点布设方案为经验值，实际工程中应根据成图比例尺、地面分辨率、测区地形特点、摄区的实际划分、图幅分布等情况全面进行考虑，根据具体情况选择最优实施方案。

布设基本原则：均匀分布，最大范围覆盖，尽可能多度重叠，不能呈线性分布。

有差分 POS 则：可布设一些检查点。一个平方 1-2 个点即可。

2 DOM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 大飞机航空摄影测量 DOM 制作的精度要求？实际能达到的精度是多少？

可以满足大飞机精度要求，在规范要求内

低空航摄 DOM 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DOM 实际生产能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	平地、丘陵地	10cm	3-5cm
	山地、高山地	15cm	3-5cm
1: 1000	平地、丘陵地	20cm	8-10cm
	山地、高山地	25cm	8-10cm
1: 2000	平地、丘陵地	30cm	13-15cm
	山地、高山地	40cm	13-20

3 DEM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DEM 制作的精度要求？能够满足一、二、三级哪一级 DEM 精度要求？

现在 dem 是多方交会得到的数据，精度较高，可达到一级，二级，三级精度要求。

采用 sony rxlrmll

低空航摄 DEM 实际生产精度统计表

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	一级	平地	13cm	3-5cm
		丘陵地	13cm	3-5cm
		山地	20cm	3-5cm
		高山地	30cm	3-5cm
	二级	平地		
		丘陵地		
		山地		
		高山地		
	三级	平地		
		丘陵地		
		山地		
		高山地		
1: 1000	一级	平地	20cm	8-10cm
		丘陵地	20cm	8-10cm
		山地	40cm	8-10cm

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)	
		高山地	60cm	8-10cm	
		二级	平地		
			丘陵地		
			山地		
			高山地		
	三级	平地			
		丘陵地			
		山地			
		高山地			
	1: 2000	一级	平地	20cm	12-20m
			丘陵地	40cm	12-20m
			山地	60cm	12-20m
高山地			80cm	12-20m	
二级		平地			
		丘陵地			
		山地			
		高山地			
三级		平地			
		丘陵地			

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
		山地		
		高山地		

4 DLG 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DLG 制作的精度要求?

基本可满足需求，个别比例尺高程精度偏低 1: 500, 1: 1000, 1: 2000 的平原精度有所区分，

DLG 高程精度一般按照采集高程注记点和等高线区分。

低空航摄 DLG 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DLG 实际生产能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	平地	平面: 10cm 高程: 20cm	3-5cm
	丘陵地	平面: 10cm 高程: 20cm	3-5cm
	山地	平面: 15cm 高程: 25cm	3-5cm
	高山地	平面: 20cm 高程: 30cm	3-5cm
1: 1000	平地	平面: 15cm 高程: 20cm	8-10cm

比例尺	地形	DLG 实际生产能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
	丘陵地	平面：15cm 高程 25cm	8-10cm
	山地	平面：20cm 高程 30cm	8-10cm
	高山地	平面：30cm 高程 40cm	8-10cm
1: 2000	平地	平面：26cm 高程： 40cm	12-15cm
	丘陵地	平面：30cm 高程： 50cm	12-15cm
	山地	平面：40cm 高程 60cm	12-15cm
	高山地	平面：50cm 高程 80cm	12-15cm

三. 反馈单位：四川中水成勘院测绘工程有限责任公司

1 空三加密

- (4) 空三加密过程精度的控制：是否保留相对定向、模型连接的精度要求？
若保留，其限差如何规定？

保留，限差按目前国家规范值规定。

- (5) 空三加密精度能否达到与常规大飞机航摄数据同样的处理精度？若不

能，该如何放宽？

能达到同样处理精度，若不能时，应将航摄相机送满足精度要求的检校场重新标定相机参数，按新参数加密。

但是小飞机因为相片小，相机畸变大，相互之间姿态控制较难，有些情况空三精度很好，但是在立体状态下，精度有时会降低。

- (6) 空三加密时无高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？有高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？（请附上采用的 pos 的型号和主要技术指标）

无 POS 时，像控点布设的几何形状根据实际测区情况按接近矩形形状布设，间距按照成图比例尺、摄影分辨率、航向重叠度、旁向重叠度等因素确定，如 1:500 地形图，影像地面分辨率为 5cm、航向重叠度 $\geq 80\%$ 、旁向重叠度 $\geq 70\%$ 时，航线每隔 12 条基线布设 1 个点，旁向每三条航线布设一排像控点；

有高精度 POS 时按照矩形形状且在关键位置整体控制布设，1:500 地形图，影像地面分辨率为 5cm 时，像控点间距为 1km，1:1000 地形图，影像地面分辨率为 10cm 时，像控点间距为 2km，1:2000 地形图，影像地面分辨率为 20cm 时，像控点间距为 4km

采用的 POS 为差分线元素 XYZ 坐标，未采用角元素。差分坐标采用 WGS84 椭球或者国家 2000 坐标，大地高。

2 DOM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1:500~1:2000 大飞机航空摄影测量 DOM 制作的精度要求？实际能达到的精度是多少？

能达到 1:500~1:2000 大飞机航空摄影测量 DOM 制作的精度要求.实际精度可以达到目前国家规范要求。关键是相机参数标定精度。

低空航摄 DOM 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DOM 实际生产能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1:500	平地、丘陵地	0.25	Sony α7R
	山地、高山地	0.35	Sony α7R
1:1000	平地、丘陵地	0.4	Canon 5D Mark III
	山地、高山地	0.5	sony α6000
1:2000	平地、丘陵地	0.9	DJI Phantom 4pro
	山地、高山地	1.3	Sony α7RM2

3 DEM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1:500~1:2000DEM 制作的精度要求？
能够满足一、二、三级哪一级 DEM 精度要求？

可以达到 1:500~1:2000 DEM 制作的精度要求。能够满足一、二、三级 DEM 精度要求。关键是相机参数标定精度。

低空航摄 DEM 实际生产精度统计表

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1:500	一级	平地	0.16	Sony α7RM2
		丘陵地	0.35	Sony α7RM2
		山地	0.40	Sony α7RM2
		高山地	0.60	Sony α7RM2
	二级	平地		sony α6000
		丘陵地		sony α6000
		山地		sony α6000
		高山地		sony α6000
	三级	平地		DJI Phantom 4pro
		丘陵地		DJI Phantom 4pro
		山地		DJI Phantom 4pro
		高山地		DJI Phantom 4pro
1:1000	一级	平地	0.19	Sony α7R
		丘陵地	0.47	Sony α7R
		山地	0.60	sony α6000

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)	
		高山地	1.10	Sony α7RM2	
		二级	平地		
			丘陵地		
			山地		
			高山地		
	三级	平地			
		丘陵地			
		山地			
		高山地			
	1:2000	一级	平地	0.36	Sony α7R
			丘陵地	0.45	Sony α7RM2
			山地	1.10	DJI Phantom 4pro
高山地			1.30	sony α6000	
二级		平地			
		丘陵地			
		山地			
		高山地			
三级		平地			
		丘陵地			

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
		山地		
		高山地		

4 DLG 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1:500~1:2000 DLG 制作的精度要求?

能够满足 1:500~1:2000 DLG 制作的精度要求。关键是相机参数标定精度。

低空航摄 DLG 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DLG 实际生产能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1:500	平地	平面:0.20 高程 0.20	Sony α7R
	丘陵地	平面:0.25 高程 0.30	Sony α7R
	山地	平面:0.35 高程 0.40	Canon 5D Mark III
	高山地	平面:0.35 高程 0.60	Sony α7RM2
1:1000	平地	平面: 0.50 高程 0.30	DJI Phantom 4pro
	丘陵地	平面: 0.30 高程 0.40	DJI Phantom 4pro
	山地	平面: 0.65 高程 0.62	Sony α7R

比例尺	地形	DLG 实际生产能达到的精度 (m)	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
	高山地	平面: 0.74 高程 1.20	Sony α7R
1:2000	平地	平面: 0.85 高程 0.38	sony α6000
	丘陵地	平面: 1.00 高程 0.45	sony α6000
	山地	平面: 1.20 高程 1.05	DJI Phantom 4pro
	高山地	平面: 1.35 高程 1.40	Sony α7RM2

四. 反馈单位：武汉大学郭炳轩教授

1 空三加密

- (7) 空三加密过程精度的控制：是否保留相对定向、模型连接的精度要求？
若保留，其限差如何规定？

空三加密过程保留相对定向、模型链接精度要求。连接点上下视差中误差不大于 $1/3$ 像素，最大残差不超过 $2/3$ 像素。

模型连接平面位置较差限值 $\Delta s = 1/2 \times 0.06 \times m_{\text{像}} \times 10^{-3}$ (Δs 为平面位置较差，单位为米； $m_{\text{像}}$ 为像片比例尺分母)。模型连接高程较差限值 $\Delta z = 1/2 \times 0.04 \times \frac{m_{\text{像}} \times f_k}{b} \times 10^{-3}$ (Δz 为高程较差，单位为米； $m_{\text{像}}$ 为

像片比例尺分母； f_k 为行摄仪焦距，单位为毫米； b 为像片基线长度，单位为毫米）。

- (8) 空三加密精度能否达到与常规大飞机航摄数据同样的处理精度？若不能，该如何放宽？

空三加密精度能够达到与常规大飞机航摄数据同样的处理精度。

- (9) 空三加密时无高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？有高精度 POS 情况下外业控制点是如何布设的？布设原则是什么？（请附上采用的 pos 的型号和主要技术指标）

布设外业控制点优先选择视野开阔、无遮挡的硬化水泥路面夹角，边缘清晰的斑马线、球场，等边线夹角，矮房子屋顶角。无明显地物的测区进行飞前布控，用腻子粉布设夹角为 60° 的三角形标记点。

外业控制点布设方案依航测成果比例尺不同而调整。无高精度 pos 情况下 1: 500 测绘成果外业控制点每隔 500 米布设一个；1: 1000 比例尺每隔 800 米布设一个控制点；1: 2000 比例尺每隔 1000 米布设一个控制点。

有高精度 pos 情况下，布设原则与无高精度 pos 情况一致，控制点布设数减少 1/2，即 1: 500 每隔 1000 米布设一个点；1: 1000 每隔 1500 米布设一个点；1: 2000 每隔 2000 米布设一个点。

2 DOM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 大飞机航空摄影测量 DOM 制作的精度要求？实际能达到的精度是多少？

低空无人航空器获取的数据能够满足 1: 500~1: 2000 大飞机航空摄影测量

DOM 制作的精度要求。

低空航摄 DOM 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DOM 实际生产能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	平地、丘陵地	0.2	
	山地、高山地	0.5	
1: 1000	平地、丘陵地	0.3	
	山地、高山地	0.6	
1: 2000	平地、丘陵地	0.3	
	山地、高山地	0.8	

3 DEM 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DEM 制作的精度要求? 能够满足一、二、三级哪一级 DEM 精度要求?

低空无人航空器获取的数据满足 1: 500~1: 2000 一级 DEM 制作的精度要求。

低空航摄 DEM 实际生产精度统计表

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	一级	平地	0.20	
		丘陵地	0.40	
		山地	0.50	
		高山地	0.70	
	二级	平地	0.25	
		丘陵地	0.50	
		山地	0.70	
		高山地	1.00	
	三级	平地	0.37	
		丘陵地	0.75	
		山地	1.05	
		高山地	1.50	
1: 1000	一级	平地	0.20	
		丘陵地	0.50	
		山地	0.70	
		高山地	1.50	
	二级	平地	0.25	
		丘陵地	0.70	

比例尺	DEM 等级	地形	实际生产 DEM 能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
		山地	1.00	
		高山地	2.00	
	三级	平地	0.37	
		丘陵地	1.05	
		山地	1.50	
		高山地	3.00	
1: 2000	一级	平地	0.40	
		丘陵地	0.50	
		山地	1.20	
		高山地	1.50	
	二级	平地	0.50	
		丘陵地	0.70	
		山地	1.50	
		高山地	2.00	
	三级	平地	0.75	
		丘陵地	1.05	
		山地	2.25	
		高山地	3.00	

4 DLG 生产

低空无人航空器获取的数据是否满足 1: 500~1: 2000 DLG 制作的精度要求?

低空无人航空器获取的数据满足 1: 500~1: 2000 DLG 制作的精度要求。

低空航摄 DLG 实际生产精度统计表

比例尺	地形	DLG 实际生产能达到的精度	备注 (采用的传感器、GSD、精度统计的数据量等)
1: 500	平地	平面: 0.3 高程: 0.2	
	丘陵地	平面: 0.3 高程: 0.4	
	山地	平面: 0.4 高程: 0.5	
	高山地	平面: 0.4 高程: 0.7	
1: 1000	平地	平面: 0.6 高程: 0.2	
	丘陵地	平面: 0.6 高程: 0.5	
	山地	平面: 0.8 高程: 0.7	
	高山地	平面: 0.8 高程: 1.5	
1: 2000	平地	平面: 1.2 高程: 0.4	
	丘陵地	平面: 1.2 高程: 0.5	
	山地	平面: 1.6 高程: 1.2	
	高山地	平面: 1.6 高程: 1.5	

