

附件 1

《无人机航空摄影成果质量检查与验收》

编写说明

标准编制组

2019 年 3 月

目次

1 任务概述	1
2 编制原则	2
3 编制依据	3
4 标准结构及基本内容	3
5 主要问题及说明	4
6 总结	8

1 任务概述

(1) 背景

无人机航空摄影测量技术具有快速高效、机动灵活、分辨率高、处理速度快、运行成本低等特点，是卫星遥感和载人飞机航空遥感的有力补充。随着国家遥感、测绘技术的不断发展，无人机航空摄影测量技术逐渐应用于国家基础测绘、数字城市建设、生态环境监测、国土资源治理等多个领域，其成果质量关系国计民生。

现有的 GB/T 24356-2009《测绘成果质量检查与验收》规定了航空摄影成果的质量元素与错漏分类，但缺乏无人机航空摄影成果质量检验方法，导致各地开展检验工作具有一定的片面性和局限性；CH/T 1092.2-2013《航空摄影成果质量检验技术规程 第2部分：框幅式数字航空摄影》，主要规定了框幅式数字航空摄影成果的质量检验与评定方法，但无人机航空摄影与框幅式数字航空摄影相比，具有起飞方式灵活多样、飞行平台稳定性差、相机非量测畸变大、影像幅面小数量多、易出现航摄漏洞等特点，两种航摄成果在资料汇交、检查内容与方法、质量评定等方面均有不同之处，该标准不完全适用于无人机航空摄影成果的质量检验与评定；CH/Z 3005-2010《低空数字航空摄影规范》为无人机的航空摄影获取、处理工作提供了依据，但缺少无人机航空摄影成果质量检验与评价方法，且其作为生产性、指导性规范，不能作为无人机航空摄影成果质量检验与评定工作的依据。

因此，有必要研究无人机航空摄影成果质量检验与评价的内容与方法，形成相应的质量检查与验收标准，为无人机航空摄影成果的质量检验与评价提供依据，提高无人机航空摄影成果质量检验工作的客观性、规范性、科学性及其可靠性，提升无人机航空摄影成果质量水平，促进无人机航空摄影成果在国民经济各领域的推广应用。

(2) 任务来源

2017年9月，原国家测绘地理信息局科技与国际合作司下发《关于下达2017-2018年测绘地理信息标准项目计划的通知》（测科函〔2017〕35号）文件，批准立项编制本标准。标准由四川省测绘产品质量监督检验站牵头，

参编单位包括：国家测绘产品质量检验测试中心、中测新图（北京）遥感技术有限责任公司、国家测绘地理信息局第三航测遥感院、安徽省测绘产品质量监督检验站、广西壮族自治区测绘地理信息产品质量检验站、辽宁省测绘产品质量监督检验站、湖南省测绘产品质量监督检验授权站、北京数维翔图高新技术股份有限公司。

(3) 标准编制过程

标准立项后，成立了由牵头单位、参编单位总共 9 家单位的专业技术人员组成的标准编制组，负责本标准项目的组织和实施，编制组明确了各成员的责任和任务，确保标准研制工作顺利开展。各项工作的开展情况如下：

2017 年 9 月，牵头单位成立标准编制组，编制标准实施方案；

2017 年 10 月-12 月，编制组收集标准编写所需资料，分析、研究、整合资料；

2018 年 1 月-3 月，深入航摄生产、质检单位调研，构思标准整体框架；

2018 年 4 月-6 月，完成标准草案(第一稿)，征求参编单位意见和建议；

2018 年 7 月-9 月，完成标准草案(第二稿)，征求参编单位意见和建议；

2018 年 10 月-12 月，征求航摄单位、生产单位意见和建议，经反复讨论、修改，形成讨论稿；

2019 年 1 月-2 月，完善修改讨论稿，形成征求意见稿。

2 编制原则

(1) 科学性与系统性

本标准的编制以科学合理为原则，结合无人机航空摄影成果质量检验实践经验，科学制定成果质量检查、评价方法，并对检查内容、检查方法、质量评价、报告编制、资料整理等内容进行系统性规定，使检查验收工作程序合理、科学严谨。

(2) 实用性和可操作性

本标准的制定广泛征求调研了质检单位和生产单位的意见和建议，充分考虑了无人机航空摄影成果获取与处理技术的发展情况，以及不同行业的数据使用现状，提出以覆盖完整度、分辨率达标度、影像可用度等更直观的评

价指标综合反映无人机航空摄影成果质量状况，使本标准在不同行业面临不同检验需求时，具有更强的实用性和可操作性。

(3) 与相关标准的协调性

GB/T 24356-2009《测绘成果质量检查与验收》规定了航空摄影各种成果的质量元素、权值及错漏分类；CH/T 1092.2-2013《航空摄影成果质量检验技术规程 第2部分：框幅式数字航空摄影》规定了框幅式数字航空摄影成果质量检验的基本要求、检验方法和质量评定方法。

本标准的制定参考了GB/T 24356-2009、CH/T 1092.2-2013中航空摄影成果质量检验的内容与方法，同时考虑了无人机航空摄影的技术特点和不同行业对成果数据的使用需求，在适当继承现有航空摄影成果质量元素、检查项、检查方法的基础上，补充细化了符合无人机航空摄影成果质量检验的内容与方法，并且提出了总体检查和详查相结合的检验方式，以及采用成果接收度评定无人机航空摄影成果质量的评价方法。

(4) 全面性与通用性

本标准在编制过程中，编制组成员经过多次讨论研究最终确定了标准的8个正文部分及6个附录部分，标准中涉及的检查内容、方法及质量评价方法全面、具体，无遗漏项。标准中给出了比较通用的无人机航空摄影成果质量检查方法，符合当前无人机航空摄影软硬件设备的实际情况，满足不同技术力量的质检、生产单位的检验工作要求。

3 编制依据

本标准编写的主要依据为GB/T 24356《测绘成果质量检查与验收》、CH/T 1029.1《航空摄影成果质量检验技术规程 第1部分：常规光学航空摄影》，参考的标准包括：GB/T 27920.1-2011《数字航空摄影规范 第1部分：框幅式数字航空摄影》、CH/T 1029.2-2013《航空摄影成果质量检验技术规程 第2部分：框幅式数字航空摄影》、CH/Z 3005-2010《低空数字航空摄影规范》、CH/Z 3002-2010《无人机航摄系统技术要求》。

4 标准结构及基本内容

本标准规定了无人机航空摄影成果质量检查与验收的基本要求、术语和定义、检查内容与方法、质量评价等方面的内容，标准分为范围、规范性引用文件、术语和定义、基本要求、检查内容与方法、质量评价、报告编制、资料整理、附录、参考文献共 10 个部分。

标准正文部分主要包含以下内容：

(1) 范围

规定了本标准的主要内容和适用范围。

(2) 规范性引用文件

规定了本标准引用的技术标准。

(3) 术语和定义

定义了本标准中出现的一些重要概念和基本术语。

(4) 基本要求

规定了检验依据、检验方式以及受检成果资料提交要求。

(5) 检查内容与方法

规定了无人机航空摄影成果质量总体检查和详查的内容与方法。

(6) 质量评价

规定了无人机航空摄影成果质量评价的基本原则、评价方法。

(7) 报告编制

规定了编制检验报告的参考格式、报告内容等。

(8) 资料整理

规定了检验工作结束后资料的整理、管理要求。

5 主要问题及说明

5.1 适用范围

本标准适用于无人机飞行器航摄系统获取的数字航空摄影成果的质量检查与验收，包括无人驾驶的固定翼飞机、旋翼飞机、直升机、飞艇等飞行

平台获取的航空摄影成果。

5.2 名词术语

(1) 覆盖完整度 integrity of coverage

覆盖完整度是指像片两度及以上重叠区域面积占摄区面积的比例。覆盖完整性包括两个方面的内容：一是保证航摄区域边界覆盖，二是保证航摄区域内部覆盖。传统的检查覆盖完整的方法比较片面，如一个区域重叠度不达标，但并不考虑其它区域能否填补，为了弥补这个缺陷，无人机航空摄影成果采用全局的方法，对摄区内的所有像片综合考虑覆盖情况，并用覆盖完整度进行衡量。

(2) 分辨率达标度 compliance of resolution

分辨率达标度是指影像地面分辨率达标区域面积占摄区面积的比例。影像的地面分辨率影响着测图比例尺，是无人机航空摄影质量检查的重要指标。传统的地面分辨率以基准面高程作为起算面，并且以像片中心点的地面分辨率代替整张影像的地面分辨率。由于无人机飞行平台受气流、气候影响大，采用传统方法计算的地面分辨率偏差较大，无人机航空摄影成果推荐以数字高程模型作为起算面，计算区域的地面分辨率，并以分辨率达标度衡量摄区内地面分辨率的质量。

(3) 影像可用度 availability of image

影像可用度是指影像地物纹理清晰、无云雪烟覆盖、无波段缺失等区域面积占摄区面积的比例。影像的外观质量、完整性影响着图面信息的表达，传统的影像质量检查以单张影像为单位，没有考虑影像之间的填补替换，无人机航空摄影成果的检查以所有影像为对象，全局考虑影像之间的可用关系，以弥补替换之后的所有可用影像的面积与摄区面积的比值评价成果质量。

(4) 成果接收度 acceptance of product

成果接收度是指摄区内影像重叠覆盖区域、分辨率达标区域、影像可用区域的综合面积占摄区面积的比例。成果接收度是综合性的评价指标，涵盖了影响无人机航空摄影成果质量的关键因素，以更直观的形式反映航摄成果的质量状况。

5.3 检验方式

无人机航空摄影成果采用全数检验的模式，去掉了抽样相关环节的内容。质量检查采用总体检查和详查相结合的方式，总体检查主要检查航摄设计、影像数据、GNSS 相关数据、技术文档、附图附表等资料性成果的完整性、规整性和符合性，详查主要检查飞行质量、影像质量的完整性、符合性。检查的顺序采用先总体检查，再详查，通过检查资料性成果不仅可以掌握检验项目的基本情况，而且如果发现存在对后续生产或详查工作产生严重影响的质量问题时，可终止后续检查工作，这种先查文档后查数据的检验方式，既符合检验操作实践，也是检验程序科学合理性的体现。

5.4 检验内容与方法

5.4.1 总体检查与详查

标准的质量元素、检查项、检查内容继承了 GB/T 24356-2009、CH/T 1092.2-2013 等标准的部分内容，并根据无人机航空摄影技术特点进行了补充、细化和调整，其中将飞行质量中的航摄设计、数据质量、附件质量的检查内容划归为总体检查，而将飞行质量中的其他检查内容以及影像质量划归为详查。总体检查负责资料性成果的检查，详查负责数据成果的检查，并且总体检查先于详查进行。

5.4.2 地面分辨率

无人机航空摄影成果的地面分辨率影响着最终产品的成图精度，为了更加科学、准确地检查无人机影像的地面分辨率，使用高精度 IMU/GNSS 设备提供的 GNSS 数据或利用空三平差解算得到的空间位置信息，拟合无人机的飞行曲面，基于高精度的数字高程模型，以合适的格网间隔逐点计算影像地面分辨率，核查比对影像地面分辨率的符合性。无人机影像的地面分辨率计算公式为：

$$GSD = \frac{(H_f - H_g) \times a}{f}$$

其中： GSD 为地面分辨率，单位为米（m）； H_f 为航摄飞行高程值，单位为

米 (m); H_g 为数字高程模型上对应点的高程值, 单位为米 (m); a 为像素尺寸, 单位为毫米 (mm); f 为镜头焦距, 单位为毫米 (mm)。

5.5 质量评价

标准对无人机航空摄影成果的质量评价方法进行了突破, 不再参照 GB/T 24356-2009、CH/T 1092.2-2013 等标准的质量评分模式, 仅提取重要的质量指标综合反映成果的质量状况, 主要原因为:

(1) 常规的航空摄影成果质量评价方式存在不合理的地方, 没有将成果质量进行全局评价, 导致个别影像的质量问题影响成果评分, 如只检查相邻影像间的重叠度, 而未考虑航向、旁向间相邻影像的叠加替换, 可能造成成果评分不合格。

(2) 航空摄影成果质量得分的高低不能直接反映成果数据的可用性, 检验委托单位或后续生产单位无法获知成果哪些区域可用、哪些区域不可能等重要信息。当前, 无人机航空摄影技术的使用不再局限于测绘地理信息行业, 已深入到国民经济建设的各行各业, 其成果质量的检验也需要满足不同行业的需求, 检验的最终目的在于判定成果的可用程度, 能否满足后续工序的使用要求。

由于不对无人机航空摄影成果的质量进行评分, 标准未采用 GB/T 24356-2009、CH/T 1092.2-2013 等标准的 A、B、C、D 类错漏, 而是从质量元素中提炼出覆盖完整度、分辨率达标度、影像可用度等能反映重要质量问题的评价指标, 通过对各项指标的综合评定形成成果接收度, 对无人机航空摄影成果的质量进行评价。

无人机航空摄影成果的覆盖完整度、分辨率达标度、影像可用度的计算公式如下:

$$D_i = \frac{A_s}{A} \times 100\%$$

其中: D_i 为覆盖完整度、影像可用度、分辨率达标度; A_s 为摄区内覆盖完整区域的面积、摄区内可用影像区域面积、地面分辨率达标区域面积, 单位为平方米 (m^2); A 为摄区面积, 单位为平方米 (m^2)。

综合覆盖完整度、分辨率达标度、影像可用度等信息计算无人机航空摄

影成果的接收度，计算公式为：

$$D = \frac{A_R}{A} \times 100\%$$

其中： D 为成果接收度； A_R 为摄区内覆盖完整区域、影像可用区域、地面分辨率达标区域交集的面积，单位为平方米（ m^2 ）； A 为摄区面积，单位为平方米（ m^2 ）。

6 总结

本标准的编制，以 GB/T 24356-2009、CH/T 1092.2-2013 等标准的基本规定为原则，在充分调研无人机航空摄影成果获取和生产技术的基础上，提出了更加具体、操作性更强且符合实际的检验指导文件。本标准的制定补充完善了测绘地理信息质量检验标准体系，满足了当前检验的迫切需要，对于指导无人机航空摄影成果的质量验收具有重要意义。