

ICS 07.040

A 77

备案号:

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

倾斜摄影成果质量检验技术规程

Technical regulations for quality inspection and
acceptance of Oblique digital aerial photography results

征求意见稿

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中华人民共和国自然资源部 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 基本要求.....	1
5 工作流程.....	4
6 抽样程序.....	4
7 检验内容及方法.....	6
8 质量评定.....	11
9 报告编制.....	11
10 资料整理.....	11

前 言

本标准针对《倾斜数字航空摄影技术规程》（CH/T 3021-2018）所获取的倾斜航摄成果进行质量检验。本标准是《航空摄影成果质量检验技术规程》（CH/T 1029）的延续，是与《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》、《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》、《航空摄影成果质量检验技术规程 第3部分：推扫式数字航空摄影》，以及机载激光雷达数据获取成果质量检验技术规程等并列的系列航空摄影成果质量检验技术规程。

本标准起草规则依据GB/T1.1-2009。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本标准起草单位：国家基础地理信息中心、国家测绘产品质量检验测试中心、自然资源部陕西测绘产品质量监督检验站、中测新图（北京）遥感技术有限责任公司、自然资源部第一航测遥感院、中国测绘科学研究院、上海航遥信息技术有限公司、自然资源部经济管理科学研究所、自然资源部测绘标准化研究所、自然资源部黑龙江测绘产品质量监督检验站、江苏省测绘产品质量监督检验站、北京航天数维高新技术股份有限公司、自然资源部第三航测遥感院。

本标准主要起草人：

倾斜摄影成果质量检验技术规程

1 范围

本文件规定了倾斜数字航空摄影成果质量检验的基本要求、工作流程、抽样程序、检验内容及方法、质量评定及报告编制等内容。

本文件适用于采用倾斜数字航摄仪进行航空摄影所获成果的质量检验，无人机倾斜摄影成果的质量检验可参照执行。

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。

GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

GB/T 27920.1 数字航空摄影规范 第1部分：框幅式数字航空摄影

GB/T 27919 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范

CH/T 1018 测绘成果质量监督抽查与数据认定规定

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

CH/T 1029.2 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/T 1029.3 航空摄影成果质量检验技术规程第3部分：推扫式数字航空摄影

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 平台检校 platform calibration

计算多视相机相对关系的过程。

3.2 平台检校参数 calibration parameters of the platform

倾斜相机相对于垂直相机摄影中心的位置和姿态参数。

3.3 倾斜像片近点 oblique image near point

倾斜像片中离垂直像片最近的点。

3.4 倾斜像片远点 oblique image far point

倾斜像片中离垂直像片最远的点。

4 基本要求

4.1 检验内容

检验内容包括航摄仪设备评定、飞行质量、影像质量、数据质量、附件质量。

4.2 倾斜数字航空摄影成果质量元素和权重划分、错漏分类

倾斜数字航空摄影成果质量检验的质量元素、权重划分见表1，错漏分类见表2。

表1 倾斜数字航空摄影成果质量检验的质量元素和权重划分

质量元素	权	检查项
航摄仪设备评定	0.10	1. 倾斜像片中心点地面分辨率（概算） 2. 倾斜像片近点与远点地面分辨率（概算）
飞行质量	0.25	1. 航摄设计 2. 垂直像片重叠度（包括航向和旁向） 3. 垂直像片倾斜角 4. 垂直像片旋偏角 5. 倾斜像片航向重叠度 6. 航线弯曲度 7. 航迹 8. 航高保持 9. 摄区、分区覆盖完整性
影像质量	0.30	1. 外观质量 2. 垂直影像像点位移 3. 垂直影像几何精度 4. 影像完整性（包括波段缺失、影像遮挡、无效像元等）
数据质量	0.25	1. 影像数据（包括原始数据、真彩色数据、浏览影像数据等） 2. 航摄仪参数文件（包括单相机检校参数和平台检校参数） 3. IMU/GNSS 偏心分量测量数据* 4. 全球导航卫星系统（GNSS）数据（包括机载 GNSS 数据，地面基站数据、连续运行参考站数据或精密星历数据）* 5. IMU/GNSS 融合处理成果* 6. 检校场影像数据（包括原始数据，真彩色数据，浏览影像数据，检校场航线、像片、像控点结合图，检校场像控点和检查点 GNSS 成果，经检校后的像片外方位元素成果数据等）*
附件质量	0.10	1. 技术文档（包括技术设计书、航摄批文、资料送审报告、飞行记录、质量检查报告、数据处理说明、技术总结报告、资料移交书等） 2. 航摄仪和其他附属设备检定资料 3. 整饰包装 4. 附图和附表（包括各类注记，摄区完成情况图，分区图，航线像片结合图，航摄鉴定表，垂直像片中心点结合图，垂直像片中心点坐标数据，数据目录对照表等）
注：IMU/GNSS 辅助倾斜航空摄影时，应检验标注“*”的相关内容。		

表2 倾斜数字航空摄影成果质量检验的错漏分类

质量元素	错漏类别			
	A类	B类	C类	D类
航摄仪 设备评定	<ol style="list-style-type: none"> 1. 倾斜像片中心点地面分辨率低于垂直像片中心点地面分辨率 2. 倾斜像片近点或远点地面分辨率超过垂直像片中心点地面分辨率的3倍 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 倾斜像片近点或远点地面分辨率为垂直像片中心点地面分辨率的2-3倍 		
飞行质量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 航摄设计不符合航摄合同或规范的相关规定 2. 像片重叠度、垂直像片倾斜角、垂直像片旋偏角、航线弯曲度、航迹、飞行姿态、航高保持、覆盖完整性等任一项超限，致使后工序无法作业 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 像片重叠度、垂直像片倾斜角、垂直像片旋偏角、航线弯曲度、航迹、飞行姿态、航高保持、覆盖完整性等任一项超限，致使后工序作业困难 2. 其他较重的错漏 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 像片重叠度、垂直像片倾斜角、垂直像片旋偏角、航线弯曲度、航迹、飞行姿态、航高保持、覆盖完整性等任一项偏离较小，对后续工序影响较小 2. 其他的一般错漏 	其他的轻微错漏
影像质量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外观（包括影像上存在云、云影、烟、大面积反光等缺陷）质量差；非终年积雪地区影像上有大面积积雪，雪下地物无法判读；严重影响后续生产 2. 波段或局部影像缺失，无效像元较多，严重影响后序生产 3. 影像存在明显错位、模糊、重影，大部分信息无法判读 4. 垂直影像像点最大位移值超限 5. 垂直像片几何精度检测（相对定向）超限 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外观（包括积雪、云、云影、烟、反光、雾霾、阴影等）质量差，影响影像质量 2. 局部影像缺失，无效像元较少，但可进行后续生产 3. 影像不清晰，层次感差、饱和度不足、反差过小或过大使得影像信息损失 4. 其他较重的错漏 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 外观（包括积雪、云、云影、烟、反光、雾霾、阴影等）质量较差，轻微影响影像质量 2. 影像欠清晰，层次感较差、色调较差、反差较小或较大使得局部影像信息损失 3. 其他的一般错漏 	其他的轻微错漏
数据质量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 原始影像数据无法读出或数据丢失造成无法使用 2. 航摄仪参数出错造成无法使用 3. GNSS或IMU/GNSS辅助航空摄影数据处理成果精度不符合要求 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 浏览影像数据缺失或不按规定 2. 偏心分量错误对数据生产产生严重影响 3. 地面基站、连续运行基准站、精密星历数据等异常，对数据处理产生严重影响 4. 地面基站、连续运行基准站等的采集参数设置与规范要求不符，对数据处理产生严重影响 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 影像数据整理不符合规定 2. 偏心分量错误对数据生产影响较小 3. 地面基站、连续运行基准站、精密星历数据等异常，但对数据处理影响较小 4. 地面基站、连续运行基准站等的采集参数设置与规范要求不符，但对数据处理影 	其他的轻微错漏

		5. 因GNSS信息失锁、IMU数据异常或丢失造成解算不正确或无法解算，严重影响后序生产 6. 其他较重的错漏	响较小 5. 其他的一般错漏	
附件质量	1. 倾斜航摄影单相机检定和平台检校未按规定执行或检定的项目精度不符合要求 2. 成果注记、包装、整饰不符合要求，图表编制填报有误	1. 上交技术文档、附图、附表等与规定不符 2. 其它较重的错漏	1. 整饰包装、附图和附表不完全符合要求 2. 其它的一般错漏	其他的轻微错漏

4.3 检验依据

倾斜数字航空摄影成果质量检验应依据有关法律法规、国家标准、行业标准、技术设计书、测绘任务书、合同书和委托验收文件等执行。

4.4 检验使用仪器应符合计量检定要求，精度指标不低于规范及设计对仪器设备精度指标的要求。

4.5 记录和报告

记录和报告应符合以下要求：

- 质量问题应记载在《检查意见记录表》上，检验记录应整洁、清晰，质量问题应描述完整、指标和所属错漏类别应明确，记录格式参见 CH/T1029.1-2012 附录 A。
- 原始记录在检验报告发出的同时，随资料存档。

5 工作要求

检验工作流程包括检验前准备、抽样、成果质量检验、质量评定、报告编制和资料整理。具体内容如下：

- 检验前准备应收集项目合同、技术设计书、相应技术资料及标准，核查上一级检查完成情况，明确检验内容和方法，准备检验物资，制定工作计划；必要时，应根据需要编制检验方案。
- 抽样按第 6 章的规定执行。
- 对单位成果质量实施检验。
- 对单位成果进行质量评定，对批成果进行质量评定。
- 按相关要求编制检验报告。
- 汇总、整理检验记录、数据、资料，按档案管理要求存档。

6 抽样程序

6.1 单位成果总数确定

单位成果以倾斜数字航空摄影航线内相邻两次曝光所获取的所有影像为单位。依据项目相关技术文档及成果资料等，确定单位成果总数。

6.2 检验批确定

检验批应由同一技术设计书指导下生产的同等级、同规格单位成果汇集而成。生产量较大时，可根据生产时间的不同，作业方式的不同或作业单位不同等条件分别组成检验批，实施分批检验。

6.3 抽样

6.3.1 抽样采用全数检验。

6.3.2 提交检验的倾斜数字航空摄影成果资料内容见表 3。

表3 倾斜数字航空摄影成果资料内容

序号	项目数据	备注
1	原始影像压缩数据（如有）	根据设计要求提供
2	真彩色影像数据	
3	真彩色浏览影像数据	根据需提供
4	真彩色像片数据	根据需提供
5	像片索引图数据（垂直）	
6	像片中心点坐标数据（垂直）	
7	像片与原始数据索引表（如有）	附电子文档
8	检校场原始数据*	
9	检校场航线、像片、像控点结合图*	附电子文档
10	检校场像控点和检查点 GNSS 成果*	
11	经过检校后的像片外方位元素成果数据*	
12	技术设计书	附电子文档
13	航摄仪检定报告	附电子文档
14	各单相机相对位置关系示意图	附电子文档
15	航摄批文	附电子文档
16	航摄资料送审报告原件	附电子文档
17	航摄飞行记录	附电子文档
18	摄区完成情况图（含航摄分区图）	附电子文档
19	航线像片结合图	附电子文档
20	航摄像片中心点结合图（垂直）	附电子文档
21	航摄鉴定表	附电子文档
22	倾斜摄影资料移交书	附电子文档
23	影像几何精度检查报告（垂直）	附电子文档
24	成果质量检查报告	附电子文档
25	偏心分量测量表*	附电子文档
26	地面基站相关资料**	附电子文档
27	精密星历数据***	
28	IMU/GNSS 处理结果及报告	附电子文档
29	技术总结报告	附电子文档

注：IMU/GNSS 辅助倾斜航空摄影时，应提交标注“*”的资料内容；布设地面基站时，应提交标注“**”的资料内容；采用精密单点定位技术时，应提交标注“***”的资料内容。

7 检验内容及方法

7.1 一般规定

倾斜数字航空摄影成果质量检验内容及方法见表4。

表4 检查内容及方法

质量元素	检查内容		检查方法
	检查项	具体内容	
航摄仪设备评定	倾斜像片地面分辨率	倾斜像片中心点地面分辨率	计算分析
		倾斜像片近点与远点地面分辨率	
飞行质量	航摄设计	设计用基础地理数据选择	核查分析、对比分析
		垂直像片地面分辨率	
		倾斜像片最大、最小分辨率	
		航摄分区划分	
		航线方向和敷设方法	
		航摄时间、航摄季节	
		IMU/GNSS 基站设计*	
		检校场设计*	
		IMU/GNSS 设备、软件选择*	
	IMU/GNSS 飞行实施方案*		
	像片重叠度	垂直像片航向重叠度	
		垂直像片旁向重叠度	
	垂直像片倾斜角	垂直像片的倾斜角	
	垂直像片旋偏角	垂直像片的旋偏角	
	航线弯曲度	每条航线的弯曲度	
	航迹	航迹偏离	
相邻航高、最大航高与最小航高之差			
航高保持	实际航高与设计航高之差		
	摄区、分区图廓		
覆盖完整性	航摄漏洞及漏洞补摄		
	外观	积雪、云、云影、烟、反光、雾霾、阴影等	核查分析
影像清晰度			
影像纹理、噪声和条纹			
影像的色调、色彩饱和度、反差			
像点位移	航摄分区最高点处像点最大位移		
垂直影像几何精度	垂直影像相对定向几何精度		
影像完整性	波段缺失、裂缝、遮挡、无效像元		
数据质量	影像数据	原始影像数据的齐全性、完整性	核查分析
		浏览影像数据、像片数据的完整性、齐全性	
		数据格式、文件命名的正确性	

质量元素	检查内容		检查方法
	检查项	具体内容	
GNSS 或 IMU/GNSS 相关数 据*		航摄影参数文件的齐全性、完整性	核查分析、对比 分析
		各相机相对位置关系文件的齐全性、完整性	
		检校场原始影像数据的齐全性、完整性	
	GNSS 或 IMU/GNSS 相关数 据*	偏心分量数据*	
		GNSS 或 IMU/GNSS 辅助航空摄影飞行记录*	
		观测数据、解算数据*	
		观测数据、解算数据文件命名、组织以及格式*	
		观测数据解算*	
		解算数据精度*	
	附件质量	技术文档	
检定资料		检定资料的完整性、符合性	
整饰包装		整饰包装的符合性	
附图和附表		附图和附表的完整性、符合性	

注：当采用 GNSS 或 IMU/GNSS 辅助倾斜航空摄影时，应检验“具体内容”列中标注“*”的内容。

7.2 航摄影设备评定

7.2.1 倾斜像片中心点地面分辨率

倾斜像片中心点地面分辨率的检验方法如下：

a) 利用倾斜像片中心点地面分辨率公式检查；

倾斜像片中心点地面分辨率：

$$GSD_{mid} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h}{f_{\text{倾斜}} \cos \theta} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$\delta_{\text{倾斜}}$ ——倾斜相机CCD单像素大小；

h ——飞行高度，单位为米（m）；

$f_{\text{倾斜}}$ ——倾斜相机焦距，单位为毫米（mm）；

θ ——倾角，单位为度（°）。

b) 利用倾斜影像数据与垂直影像数据，寻找明显地物点，使用人工测算、检查地面分辨率。

7.2.2 倾斜像片远点与近点地面分辨率

倾斜像片远点与近点地面分辨率的检验方法如下：

a) 利用倾斜像片远点与近点分辨率公式检查；

倾斜像片远点分辨率：

$$GSD_{\text{远点}} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h \cos \beta}{f_{\text{倾斜}} \cos(\theta + \beta)} \dots\dots\dots (2)$$

倾斜像片近点分辨率:

$$GSD_{\text{近点}} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h \cos \beta}{f_{\text{倾斜}} \cos(\theta - \beta)} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

$\delta_{\text{倾斜}}$ ——倾斜相机CCD单像元大小;

h ——飞行高度, 单位为米 (m);

$f_{\text{倾斜}}$ ——倾斜相机焦距, 单位为毫米 (mm);

θ ——倾角, 单位为度 (°);

β ——倾斜相机视场角的一半, 单位为度 (°)。

b) 利用倾斜影像数据, 寻找明显地物点, 使用人工测算、检查。

7.3 飞行质量

7.3.1 倾斜航摄设计

倾斜航摄设计的检验方法如下:

- a) 对照航摄合同、航摄规范以及生产成果的类型, 核查航摄设计中设计用基础地理数据选取的符合性;
- b) 对照航摄合同、航摄规范、航摄区域中地形高差大小和地形特征, 核查航摄分区划分的正确性;
- c) 对照航摄合同、航摄规范、生产产品的类型及精度要求, 核查垂直影像地面分辨率的符合性; 根据相机视场角、倾斜相机倾斜角、垂直相机与倾斜相机焦距等核查倾斜航摄仪型号选择的正确性, 核查倾斜影像最大最小地面分辨率的合理性;
- d) 对照航摄合同、航摄规范、航摄区域中地形特征, 核查航线方向和敷设方法的正确性, 航摄时间、航摄季节选择的合理性;
- e) 对照相关规范、倾斜航摄仪的设备要求, 检查检校场飞行设计、检校场地面控制点布设及测量、地面基站(连续运行基准站)的使用正确性与合理性。

7.3.2 垂直像片重叠度

垂直像片重叠度检查按GB/T 27920.1-2011 6.2.1的规定执行。

7.3.3 倾斜像片航向重叠度

倾斜像片航向重叠度检查按GB/T 27920.1-2011 6.2.1的规定执行。

7.3.4 垂直像片倾斜角

垂直像片倾斜角的检验方法按CH/T 1029.1-2012 6.3.4的规定执行, 检查方法如下:

- a) 利用航摄飞行记录或IMU数据记录的姿态角元素检查像片倾斜角的符合性;
- b) 在地形图上选择若干明显地物点作为控制点, 用空三加密方法解算出像片的外方位元素, 分析像片沿航线方向倾斜角的符合性。

7.3.5 垂直像片旋偏角

垂直像片旋偏角的检验方法如下:

- a) 采用数字像片检查时, 利用相应软件通过计算机自动检查;
- b) 采用高精度的IMU/GNSS数据检查时, 通过构造直线方程的方式检查。

7.3.6 航线弯曲度

航线弯曲度的检验方法如下:

- a) 量测出航线两端像主点间直线的长度和偏离直线最远的像主点的距离, 逐条航线计算弯曲度, 核查航线弯曲度的符合性;
- b) 利用机载GNSS记录的像片中心点坐标进行计算, 对比分析航线弯曲度的符合性。

7.3.7 航迹

拼接航线, 核查、对比航迹偏离偏差, 或利用相关软件对机载GNSS记录的像片中心点坐标进行核算, 对比分析航迹的符合性。

7.3.8 飞行姿态

利用IMU/GNSS解算数据检查俯仰角、侧滚角、偏航角的符合性。

7.3.9 航高保持

航高保持的检验方法按CH/T1029.1-2012 6.3.9的规定执行, 检查方法如下:

- a) 利用机载GNSS、航高仪或其他航摄附属仪器获取的高度数据, 检查航高保持的符合性;
- b) 利用设计图资料, 对照航摄合同、倾斜数字航摄设计书要求, 在分区(或摄区)内选取最高海拔、最低海拔、平均基准面、航高明显突变等处的同名地物, 计算出各处的实际航高, 对比分析相邻航高之差、最大航高与最小航高之差的符合性;
- c) 利用设计用图资料, 对照航摄合同、倾斜数字航摄设计书要求, 在分区(或摄区)内选取最高海拔、最低海拔和平均基准面等处的同名地物, 计算出各处的实际航高, 对比分析实际航高与设计航高之差的符合性。

7.3.10 摄区、分区覆盖完整性

利用垂直影像数据、垂直浏览影像数据或像片中心点坐标数据, 利用相应软件通过计算机自动检查, 核查航向覆盖超出分区边界线的基线数和旁向覆盖超出分区边界线的航线数; 核查航摄漏洞存在情况和漏洞补飞的符合性, 即绝对漏洞、相对漏洞、分区图廓覆盖、漏洞补摄符合性。

7.4 影像质量

7.4.1 外观

以目视方式检查影像数据, 核查影像色彩的饱和度、反差、色调是否一致; 核查影像的纹理清晰状况, 纹理完整程度, 影像中噪声、条纹、雾霾、烟、云、云影等对地表要素的影响程度、阴影倍数等, 确定是否符合质量要求。

7.4.2 像点位移

像点位移的检验方法如下：

- a) 对照倾斜航摄合同、倾斜数字航摄设计书要求，核查倾斜航摄生产单位提交的测试报告，判断像点位移的符合型；
- b) 根据飞机的飞行地速、曝光时间设置计算出像点位移偏移值，核查比对象点位移的符合性；
- c) 利用相关软件对影像数据进行核算，对比分析像点位移的符合性。

7.4.3 垂直影像几何精度

采用相对定向的方式抽样检查垂直影像的几何精度，核查相对定向精度是否符合要求，相对定向点分布是否均匀且布满整个重叠区域。

7.4.4 影像完整性（包括波段缺失、影像遮挡、无效像元等）

以目视方式核查影像是否存在漏片、遮挡，无效像元，或利用相关软件进行检查。

7.5 数据质量

7.5.1 影像数据

影像数据的检验方法如下：

- a) 原始数据：对照航摄合同、倾斜数字航摄设计书、航线像片结合图，通过逐分区、航线对照摄影区覆盖进行核查，核对原始影像数据的完整性、齐全性，检查数据格式、文件命名的正确性；
- b) 浏览影像数据、航片输出片数据：对照航线像片结合图，逐片核查浏览影像数据、航片输出片数据的完整性、齐全性，检查数据格式、文件命名的正确性。

7.5.2 GNSS 或 IMU/GNSS 相关数据

当采用GNSS或IMU/GNSS辅助航空摄影技术时，按CH/T 1029.3-2013 6.2的相关规定执行，检查IMU/GNSS数据解算精度与GB/T 27919-2011 7.2之规定的符合性。

7.6 附件质量

7.6.1 技术文档

依据航摄合同、倾斜数字航摄设计书，按照资料移交清单检查技术文档的齐全性、完整性。

7.6.2 检定资料

核查航摄仪技术参数检定报告、地面基站与机载 GNSS 接收机检定报告、IMU 设备检定报告的完整性、符合性。

7.6.3 整饰包装

核查提供的影像像片制作、存储及包装注记等的符合性，各项数据、记录文件、过程计算资料、最终成果的规整性和存储介质及包装的符合性，各类电子文档资料的文档格式、存储组织、介质及包装样式的符合性。

7.6.4 附图和附表

检查、核查各类附图、附表的完整性、符合性。

8 质量评定

8.1 质量表征

单位成果、批成果质量水平以百分制表示。

8.2 质量等级

单位成果、批成果质量评定实行优、良、合格、不合格四级评定制。按表 5 评定单位成果、批成果的质量等级。

表5 成果质量的等级评定标准

质量等级	质量得分
优	$S \geq 90$ 分
良	$75 \text{ 分} \leq S < 90 \text{ 分}$
合格	$60 \text{ 分} \leq S < 75 \text{ 分}$
不合格	$S < 60 \text{ 分}$

8.3 单位成果质量评定

8.3.1 单位成果质量元素及其权重划分、错漏分类按表 1、表 2 的规定执行。质量元素评分方法按照 GB/T 24356-2009 的规定执行，扣分值调整系数 t 一般为垂直像片总数/100。

8.3.2 当单位成果出现以下情况之一时判定为不合格：

- a) 单位成果中出现 A 类错漏；
- b) 质量元素质量得分小于 60 分。

8.4 批成果质量评定

批成果质量得分为各单位成果质量得分按像片数的加权平均值。按表 5 评定质量等级。

9 报告编制

9.1 委托检验报告编写的内容、格式及说明参见 CH/T1029.1-2012 附录 B。监督检查报告编写的内容、格式按 CH/T 1018 的规定执行。

9.2 航摄生产单位检查报告编写的内容及格式参见 CH/T1029.1-2012 附录 B。其中“受检成果概况”“成果质量统计”的格式和“航线像片结合图”参见附录 A。

9.3 当检验成果划分为多批检验时，可编制同一报告，各批分别统计评定质量。

10 资料整理

整理检验报告、检查原始记录、检测数据等资料，按规定进行管理。

附 录 A
(资料性附录)
检验报告部分格式

图A.1给出了检验报告中受检成果概况的格式。图A.2给出了检验报告中成果质量统计表的格式。

项目情况	垂直影像地面分辨率 (m)		焦距 (垂直/倾斜)	
	航线敷设		航摄仪类型/编号	
	像元数 (垂直)		像元大小 (垂直)	
	像元数 (倾斜)		像元大小 (倾斜)	
	飞机类型/编号		使用机场	
	机载 GNSS 类型/编号		机载 IMU 类型/编号	
	地面基站 GNSS 类型/编号		飞行架次/小时	
	调机路线/时间			
	飞行单位			
	摄影单位			
	地面处理单位			
	航摄时间/月份			
	验收时间、地点			
完成情况	合同航摄面积	km ²	本次检验面积	km ²
	累计完成面积	km ²	尚剩余面积	km ²
	未完成原因			
	存储介质/数量		数据量	
	航线数		航线中心点结合图 (张)	
	影像数量 (张)		冲洗像片数量 (如有)	
飞行质量	垂直像片一般航向重叠		垂直像片一般旁向重叠	
	垂直像片航向重叠范围		垂直像片旁向重叠范围	
	垂直像片最大旋偏角		垂直像片最大倾斜角	
	倾斜像片分辨率范围		分区覆盖情况	
影像质量	影像数据完整性			
	影像目视效果			
	几何精度			
数据质量	正确性		完整性	
	POS 融合数据解算精度			
附件质量	完整性			
	激光扫描仪检定时间		检定单位	
	POS 系统检定时间		检定单位	
	航摄仪检定时间		检定单位	

图A.1 受检成果概况

成果质量统计								
分区 (或摄区)号	质量元素	权	错漏类别和数量				得分	质量得分
			A	B	C	D		
	航摄仪设备评定	0.10						
	飞行质量	0.25						
	影像质量	0.30						
	数据质量	0.25						
	附件质量	0.10						

图 A.2 成果质量统计表

《倾斜摄影成果质量检验技术规程》
(征求意见稿)

编 制 说 明

标准编制组
2019年1月

一、项目背景

2018年8月，“倾斜数字航空摄影技术规程”（CH/T 3012-2018）由自然资源部发布，并于2019年1月1日实施。这是倾斜数字航空摄影工作的首部标准规范，规定了倾斜数字航空摄影航摄仪基本要求、航摄设计要求、飞行质量、影像质量要求、成果整理和验收要求等内容，是指导各单位开展倾斜数字航空摄影工作的基础性、标准型文件。

但当前缺乏与倾斜数字航空摄影相配套的倾斜数字航空摄影成果质量检验的相关标准，倾斜航摄数据成果质量检验的内容及方法无据可依，导致成果质量要求不一致、质量评价不客观、上交内容不统一，如何检查倾斜航空摄影影像的质量，成为当前迫切需要解决的问题。为了规范倾斜航摄成果质量检验行为，提高检验工作质量和检验结果的科学性，急需对倾斜航摄成果质量检验的内容、方法等进行研究，形成标准规范。

本标准针对倾斜航空摄影技术的特点，结合倾斜数字航摄仪的设计原理，依托实际生产应用经验，参照有关航空摄影标准进行编制。该标准可认为是与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、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、航空摄影成果质量检验技术规程第3部分：推扫式数字航空摄影，以及机载激光雷达数据获取成果质量检验技术规程等并列的系列航空摄影成果质量检验技术规程，标准的编制对完善航空摄影成果质量检验类型、构建我国航摄成果质量检验体系具有重要意义。

二、工作概况

2.1 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），由国家基础地理信息中心牵头，国家测绘产品质量检验测试中心、自然资源部陕西测绘产品质量监督检验站、中测新图（北京）遥感技术有限责任公司、自然资源部第一航测遥感院、中国测绘科学研究院、上海航遥信息技术有限公司、自然资源部经济管理科学研究所、自然资源部测绘标准化研究所、自然资源部黑龙江测绘产品质量监督检验站、江苏省测绘产品质量监督检验站、北京航天数维高新技术

股份有限公司、自然资源部第三航测遥感院共同编写《倾斜航摄成果质量检验技术规程》。

2.2 主要工作过程

2017年9月，由国家基础地理信息中心牵头，国家测绘产品质量检验测试中心等13家单位技术人员参与，成立标准研制工作组，编制标准实施方案。

2017年10月，形成标准的整体框架结构。

2018年3月，完成收集、整理资料，研究、分析、整合资料。

2018年5月-6月，完成标准草案（第一稿）编写，邀请在京部分参编单位讨论2次。

2018年8月-9月，完成标准草案（第二稿）编写，邀请在京部分参编单位讨论1次。

2018年11月-12月，完成标准草案（第三稿）编写，参编单位提出意见建议，汇总意见建议，逐条落实，修改完善。

2019年1月，完成标准草案（第四稿）编写，邀请所有参编单位在京集中讨论，针对草案提出意见建议，逐条核实并修改。

三、标准制定原则、主要内容及编制依据

3.1 制定的原则

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。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，按照倾斜航摄质量检验作业流程进行系统性的规范。

（2）通用性与灵活性

本标准从倾斜数字航空摄影的原理出发，在分析当前有人机搭载的多种常见倾斜数字航摄仪，以及轻小型无人机搭载的倾斜数码相机实际应用情况的前提下，充分考虑多种实景三维生产软件的处理流程，给出比较通用的倾斜航摄成果

质量检验方法，个别内容（如倾斜像片中心点、远点、近点分辨率）的检验方法不严格要求，仅作为推荐性的检验方法，使其能够适应不同厂家、不同类型的倾斜数字航摄仪（数码相机）获取成果的质量检查。

（3）实用性和可操作性

本标准编制过程中融入了实际生产经验，充分考虑了利用倾斜航摄成果生产大场景实景三维模型、单体化三维模型等生产作业中出现的问题，便于实际质检验收作业的操作。

（4）与相关标准的协调性

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》和 CH/T 3012-2018《倾斜数字航空摄影技术规程》是采用传统框幅式数字航摄仪开展垂直航空摄影，以及采用倾斜航摄仪开展多视航空摄影的作业标准；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》是框幅式数字航摄仪航摄成果质量检验的作业标准。

本标准在编制过程中充分分析了垂直航摄、倾斜航摄数据获取标准在航摄设计、质量控制、成果整理等方面技术指标和要求的同异，参考了垂直航摄成果质量检验的方法、内容，以及技术要求在新的航空摄影技术下的变化，尽可能的将倾斜航摄成果质量检验相关内容和指标规范全面、明确。

3.2 主要内容

（1）确定倾斜摄影成果质量检验的基本要求、工作流程、抽样程序、检验方法、质量评定及报告编制等；

（2）针对倾斜数字航摄的特点，结合生产要求，在质量检验元素中提出了航摄仪设备评定的检查内容，重点检查倾斜像片中心点地面分辨率、远点和近点地面分辨率，给出了概算公式，提供了推荐检查方法；

（3）根据倾斜摄影成果中的航摄仪设备、飞行质量、影像质量、数据质量、附件质量等在后续生产中的作用，分配了不同质量权重；对每项待检查的成果设计了若干种检查项，针对检查项得质量缺陷对后续生产的影响程度，设置了4中质量评判类别，并在检查内容中区分一般倾斜航摄和IMU/GNSS辅助倾斜航摄。

（4）提出提交检验的倾斜摄影成果资料内容。

（5）提出倾斜摄影成果航摄仪设备评定、飞行质量、影像质量、数据质量、

附件质量的检验内容及方法。

(6) 明确成果质量评定与资料整理的有关要求。

3.3 编制依据

本标准主要参考下列技术标准：

(1) GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

(2) GB/T18316 数字测绘成果质量检查与验收

(3) GB/T 27920.1 数字航空摄影规范 第1部分：框幅式数字航空摄影

(4) GB/T 27919 IMU/GPS 辅助航空摄影技术规范

(5) CH/T 1018 测绘成果质量监督抽查与数据认定规定

(6) CH/T 1029.2 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

四、主要技术问题说明

本标准的检查项严格与其上位规范——《倾斜数字航空摄影技术规程》所规定的检查项保持一致。针对倾斜航摄的特点，综合考虑实际生产需要，在倾斜数字航摄仪的设备评定（倾斜相机焦距选择、倾斜角度确定等参数设计）、倾斜像片航向重叠、倾斜像片中心点地面分辨率、倾斜像片远点与近点地面分辨率、倾斜像片有效像幅等方面的质量检验开展了实验分析，形成了倾斜摄影成果质量检验内容，明确了质量检验方法。具体说明如下：

4.1 名词术语

(1) “倾斜数字航空摄影技术规程”5.1 小节要求“各相机之间的相对位置和姿态关系刚性稳定”，5.2 小节要求“检测倾斜相机与垂直相机之间的相对位置和姿态关系”。因此，在本标准中增加了“平台检校”及“平台检校参数”的定义。

3.1 平台检校 Platform calibration

计算多视相机相对关系的过程。

3.2 平台检校参数 Calibration parameters of the platform

倾斜相机相对于垂直相机摄影中心的位置和姿态参数。

(2) 为了确保倾斜相机的倾斜角度和相机视场角的合理性，防止个别倾斜

航摄仪（尤其是无人机倾斜航摄相机）出现不经推演计算，直接给定倾斜角度，造成单张倾斜影像的最大最小分辨率差距多大的情况，在本标准中增加了倾斜像片远点、近点地面分辨率的定义。

3.3 倾斜像片近点 oblique image near point

倾斜像片中离垂直像片最近的点。

3.4 倾斜像片远点 oblique image far point

倾斜像片中离垂直像片最远的点。

4.2 质量元素及权重划分

倾斜摄影成果质量检验主要考虑航摄仪设备、飞行质量、影像质量、数据质量、附件质量五部分内容。首先，与传统垂直航摄成果质量检验不同的是对航摄仪设备的评定，目的是为了确保各相机的焦距选择、倾斜角度的确定等经过推演计算，故增加了该部分内容，给定了一定的权重。其次，根据质量检验技术要求，飞行质量、影像质量、数据质量都是决定后续生产质量的重要部分，给定了相应的权重，倾斜航摄成果飞行质量 0.25、影像质量 0.30、数据质量 0.25，航摄仪质量评定质量权重为 0.10，附件质量权重为 0.10。去掉 POS 辅助航摄分类（A 类和 B 类），POS 辅助航摄中数据质量检查内容比非 POS 辅助航摄数据质量检查内容多 4 项。

表 1 倾斜摄影成果质量检验的质量元素和权重划分

质量元素	权重
航摄仪设备评定	0.10
飞行质量	0.25
影像质量	0.30
数据质量	0.25
附件质量	0.10

4.3 错漏分类

错漏分类遵循质量元素划分的相关内容，错漏等级分为 A、B、C、D 四类，与传统垂直航摄成果质量检验基本一致，有区别处是增加了航摄仪设备评定的错漏分类。

垂直和倾斜影像的地面分辨率是倾斜航摄仪最为直观与重要的参数之一，也是直接决定后续三维建模质量的关键因素。倾斜影像自动空三时，为了保证量测点的精度，应尽量保证不同影像的分辨率一致，理论上侧视影像需要裁掉远端和

近端分辨率差异过大的部分，但同时为了保证影像的重叠度，航线设计时需要顾及侧视影像的分辨率。对垂直与倾斜视角的影像分辨率进行组合分析，除飞行高度、焦距、像素大小之外，倾角也是影响倾斜影像 GSD 的一个重要因素，倾角越小其远点的分辨率越高，近点、远点 GSD 差异也就越小，GSD 指标的控制也是影响倾角设计的一个关键因素。根据后处理经验，获取的倾斜影像与垂直影像中心点地面分辨率应相当，倾斜影像的最小分辨率不宜超过垂直影像分辨率的 3 倍。

如果倾斜像片中心点地面分辨率低于垂直像片中心点地面分辨率，或倾斜像片近点或远点地面分辨率超过垂直像片地面分辨率的 3 倍为 A 类错误，倾斜像片近点或远点地面分辨率为垂直像片地面分辨率的 2-3 倍为 B 类错误。

4.4 倾斜摄影成果质量检验内容及方法

倾斜航摄成果飞行质量的检查与倾斜航摄数据获取规范中的技术要求内容保持一致，所不同的（或重点考虑的）主要有以下几点：

4.4.1 航摄仪设备评定

本标准增加倾斜航摄仪设备评定内容，重点约束无人机搭载的倾斜航摄数码相机。一是根据倾斜航摄数据获取规范 5.1 小节“倾斜影像的中心点地面分辨率不低于垂直影像中心点地面分辨率”的要求，通过倾斜像片中心点地面分辨率的概算，检查倾斜相机和垂直相机焦距使用的合理性，确保倾斜相机和垂直相机的焦距匹配；二是通过倾斜像片远点、近点地面分辨率的概算，检查倾斜相机的倾斜角度和相机视场角的合理性。

本标准的 7.2 小节给出了倾斜像片中心点地面分辨率、远点地面分辨率和近点地面分辨率的概算公式。

根据垂直影像 GSD 计算公式： $GSD = \delta \times h / f$ ，结合倾斜相机主光轴旋转角度，由图 1 可以得出倾斜影像中心点、近点与远点的分辨率。倾斜影像中心点、近点和远点分辨率计算公式如下：

$$\text{倾斜像片中心点地面分辨率: } GSD_{mid} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h}{f_{\text{倾斜}} \cos \theta}; \quad (1)$$

$$\text{倾斜像片远点地面分辨率: } GSD_{\text{远点}} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h \cos \beta}{f_{\text{倾斜}} \cos(\theta + \beta)}; \quad (2)$$

$$\text{倾斜像片近点地面分辨率: } GSD_{\text{近点}} = \frac{\delta_{\text{倾斜}} h \cos \beta}{f_{\text{倾斜}} \cos(\theta - \beta)}; \quad (3)$$

其中, $\delta_{\text{倾斜}}$ 为倾斜相机 CCD 单像元大小, h 为飞行高度, $f_{\text{倾斜}}$ 为倾斜相机焦距, θ 为倾角, β 为倾斜相机视场角的一半。

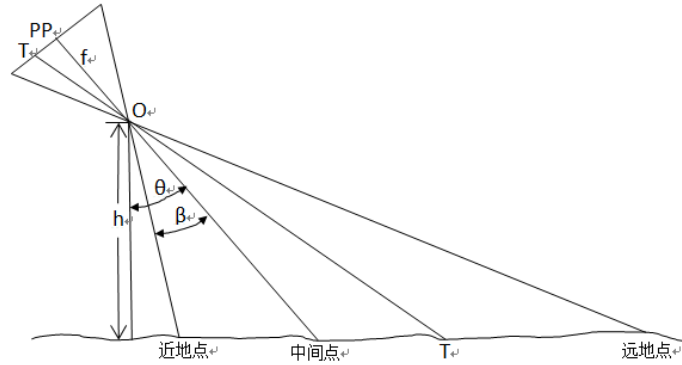


图 1 倾斜影像的几何关系示意图

4.4.2 倾斜像片航向重叠度

按照上位规范（倾斜航摄数据获取规范）7.2.7 小节关于倾斜影像的航向重叠度要求, 考虑到倾斜摄影分辨率高、重叠度大、基线短, 相机易出现存储不上的情况, 在检查垂直像片航向重叠度的同时, 也需要检查倾斜像片的航向重叠度。本标准列出了倾斜像片航向重叠度的检查内容与方法。

4.4.3 倾斜像片旁向重叠度情况

为保证三维模型生产的效果, 上位规范（倾斜航摄数据获取规范）中规定了垂直影像的旁向重叠度一般为 50%-80%, 最低不低于 30%。根据倾斜数字航摄仪的相机安装特点, 确定航摄仪设备满足要求, 且垂直影像的旁向重叠度满足数据获取规范后, 倾斜影像的旁向重叠能满足三维模型生产需要, 故本标准只需检查垂直影像旁向重叠度即可。

4.4.4 摄区、分区覆盖完整性

倾斜摄影摄区、分区覆盖完整性有别于垂直摄影的摄区和分区覆盖完整性。根据上位规范（倾斜航摄数据获取规范）中摄区、分区覆盖基线数与航线数的计算公式进行检查:

利用垂直影像数据、垂直浏览影像数据或像片中心点坐标数据, 使用相关软件进行检查, 核查航向覆盖超出分区边界线的基线数和旁向覆盖超出分区边界线

的航线数；并核查航摄漏洞存在情况和漏洞补飞的符合性，即绝对漏洞、相对漏洞、分区图廓覆盖、漏洞补摄符合性。

4.4.5 倾斜像片有效像幅的覆盖情况

本标准编制时考虑了倾斜像片有效像幅的覆盖要求。理论上，当倾斜航摄成果用于三维建模时，需要检查倾斜像片的有效像幅。倾斜影像由于其大倾角特性，导致影像边缘的分辨率较低，地物变形较大，不满足使用要求，因此在实际处理过程中将会对其进行裁减，裁减后可用的像幅称为倾斜影像有效像幅，有效像幅界定标准为影像内 GSD 达到指标要求的影像范围，并且在满足航线设计要求下所有倾斜影像的有效像幅联合起来能覆盖到整个测区。有效像幅占倾斜影像原始像幅的比例越大越合理。

但在三维模型生产软件的处理过程中，纹理来源于多张影像，有的软件建有纹理库，利用一定的算法规则提取最适合的某张影像中的特定区域作为真实纹理贴附至立面。因此，在实际生产时纹理映射操作步骤中并没有有效像幅的概念，故本标准未将有效像幅作为质量检查项。

4.5 单位成果质量评定

本标准列出了单位成果质量元素及其权重划分、错漏分类。质量元素评分方法按照 GB/T 24356-2009 的规定执行，扣分值调整系数 t 的选择与框幅式航摄成果质量检验标准中的选择方法类似。

在测试扣分值系统 t 的过程中，需要综合考虑倾斜航摄面积、倾斜影像分辨率、倾斜航摄仪幅面大小、倾斜摄影的影像数量等因素，参考框幅式航摄成果质量检验标准中 t 的选取方法，以垂直像片总数为基础，设定垂直像片总数的一定比例确定 t 。

标准编制组分析了 18 个国家基础航摄倾斜摄影项目和 10 多个倾斜航摄市场项目质量检验中的实际错漏情况，根据实际质检经验，良极品中存在 B 类错漏一般不超过垂直像片总片数 1%，合格品中存在 B 类错漏一般不超过垂直像片总片数 2.5%，以此倒推，并顾及实际作业中 B 类错漏和 C 类错漏多数情况下同时出现的情况， t 的取值一般选取垂直像片总数/100。

下表是在设定 t =垂直像片总数/100 时统计的良级品、合格品的影像错漏分类得分及错漏像片占比的情况。

t=垂直像片总数/100				良极品（扣分 25 分，得 75 分时）				合格品（扣分 40 分，得 60 分时）			
像片 总数	t	B 类错漏 扣分值	C 类错漏 扣分值	只考虑 B 类		只考虑 C 类		只考虑 B 类		只考虑 C 类	
1000	10	1.20	0.40	20.83	2.08%	62.50	6.25%	33.33	3.33%	100	10.00%
1500	15	0.80	0.27	31.25	2.08%	93.75	6.25%	50.00	3.33%	150	10.00%
2000	20	0.60	0.20	41.67	2.08%	125.00	6.25%	66.67	3.33%	200	10.00%
2500	25	0.48	0.16	52.08	2.08%	156.25	6.25%	83.33	3.33%	250	10.00%
3000	30	0.40	0.13	62.50	2.08%	187.50	6.25%	100.00	3.33%	300	10.00%
3500	35	0.34	0.11	72.92	2.08%	218.75	6.25%	116.67	3.33%	350	10.00%
4000	40	0.30	0.10	83.33	2.08%	250.00	6.25%	133.33	3.33%	400	10.00%
4500	45	0.27	0.09	93.75	2.08%	281.25	6.25%	150.00	3.33%	450	10.00%
5000	50	0.24	0.08	104.17	2.08%	312.50	6.25%	166.67	3.33%	500	10.00%
5500	55	0.22	0.07	114.58	2.08%	343.75	6.25%	183.33	3.33%	550	10.00%
6000	60	0.20	0.07	125.00	2.08%	375.00	6.25%	200.00	3.33%	600	10.00%
6500	65	0.18	0.06	135.42	2.08%	406.25	6.25%	216.67	3.33%	650	10.00%
7000	70	0.17	0.06	145.83	2.08%	437.50	6.25%	233.33	3.33%	700	10.00%
7500	75	0.16	0.05	156.25	2.08%	468.75	6.25%	250.00	3.33%	750	10.00%
8000	80	0.15	0.05	166.67	2.08%	500.00	6.25%	266.67	3.33%	800	10.00%
8500	85	0.14	0.05	177.08	2.08%	531.25	6.25%	283.33	3.33%	850	10.00%
9000	90	0.13	0.04	187.50	2.08%	562.50	6.25%	300.00	3.33%	900	10.00%
9500	95	0.13	0.04	197.92	2.08%	593.75	6.25%	316.67	3.33%	950	10.00%
10000	100	0.12	0.04	208.33	2.08%	625.00	6.25%	333.33	3.33%	1000	10.00%
11000	110	0.11	0.04	229.17	2.08%	687.50	6.25%	366.67	3.33%	1100	10.00%
12000	120	0.10	0.03	250.00	2.08%	750.00	6.25%	400.00	3.33%	1200	10.00%
13000	130	0.09	0.03	270.83	2.08%	812.50	6.25%	433.33	3.33%	1300	10.00%
14000	140	0.09	0.03	291.67	2.08%	875.00	6.25%	466.67	3.33%	1400	10.00%
15000	150	0.08	0.03	312.50	2.08%	937.50	6.25%	500.00	3.33%	1500	10.00%
16000	160	0.08	0.03	333.33	2.08%	1000.00	6.25%	533.33	3.33%	1600	10.00%
17000	170	0.07	0.02	354.17	2.08%	1062.50	6.25%	566.67	3.33%	1700	10.00%
18000	180	0.07	0.02	375.00	2.08%	1125.00	6.25%	600.00	3.33%	1800	10.00%
19000	190	0.06	0.02	395.83	2.08%	1187.50	6.25%	633.33	3.33%	1900	10.00%
20000	200	0.06	0.02	416.67	2.08%	1250.00	6.25%	666.67	3.33%	2000	10.00%
25000	250	0.05	0.02	520.83	2.08%	1562.50	6.25%	833.33	3.33%	2500	10.00%
30000	300	0.04	0.01	625.00	2.08%	1875.00	6.25%	1000.00	3.33%	3000	10.00%