



中华人民共和国国家标准

GB/T 39610—2020

倾斜数字航空摄影技术规程

Technical specifications for oblique digital aerial photography

2020-12-14 发布

2020-12-14 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 2

5 基本要求 2

 5.1 倾斜数字航摄仪性能要求 2

 5.2 倾斜数字航摄仪检定 2

 5.3 机载 IMU/GNSS 系统 2

6 航摄计划与设计 2

 6.1 航摄计划 2

 6.2 航摄设计 3

7 航摄实施 4

 7.1 飞行质量要求 4

 7.2 影像质量要求 5

 7.3 IMU/GNSS 5

 7.4 补摄 5

8 成果质量检查 5

 8.1 检查项目 5

 8.2 检查方法 5

 8.3 质量检查报告 5

9 成果整理 6

 9.1 影像编号 6

 9.2 IMU/GNSS 数据 6

 9.3 影像数据存储与外包装 6

 9.4 文档资料整理 7

10 成果验收 7

 10.1 验收程序 7

 10.2 验收文档 7

 10.3 验收报告 7

11 资料移交 8

附录 A (资料性附录) 航摄常用计算公式 9

附录 B (资料性附录) 航摄飞行记录 10

附录 C (资料性附录) 相机位置关系示意图 11

附录 D (资料性附录) 航摄资料移交书 12

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会(SAC/TC 230)归口。

本标准起草单位:江苏省测绘研究所、中测新图(北京)遥感技术有限责任公司、上海航遥信息技术有限公司、南京师范大学、南京泛在地理信息产业研究院有限公司、北京市煤气热力工程设计院有限公司。

本标准主要起草人:刘波、邵建、李英成、杨军、李观石、闫国年、朱祥娥、徐建刚、盛业华、薛艳丽、蔡勇、任亚锋、王燕宁、丁龙远、夏筱理、戴亮亮、巩维龙、李现虎、王志伟。

倾斜数字航空摄影技术规程

1 范围

本标准规定了采用倾斜数字航摄仪进行航空摄影的基本要求、航摄计划与设计、航摄实施、成果质量检查、成果整理、成果验收和资料移交。

本标准适用于采用倾斜数字航摄仪生产基础测绘产品和实景三维数字产品等的航空摄影工作。

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 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 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/T 8021 数字航摄仪检定规程



3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

倾斜数字航摄仪 oblique digital aerial camera

由一个垂直相机和多个倾斜相机组成,对地面进行多个视角摄影的数字航摄设备与器械。

3.2

倾斜数字航空摄影 oblique digital aerial photography

利用倾斜数字航摄仪开展的摄影工作或活动。

3.3

倾斜相机角度 oblique camera angle

倾斜相机主光轴与垂直相机主光轴的夹角。

3.4

垂直影像 vertical photograph

垂直相机拍摄到的图像。

3.5

倾斜影像 oblique photograph

倾斜相机拍摄到的图像。

3.6

影像倾角 tilt angle of photograph

航空摄影时,航空摄影机主光轴与铅垂线的夹角或地面摄影时,摄影机主光轴相对于水平面的夹角。

3.7

影像旋角 swing angle; yaw

在像片平面内,所选定的像片坐标轴绕主光轴旋转的角度。

3.8

航线弯曲度 strip deformation

一条摄影航线内各张像片主点至首末两张像片主点连线的最大偏离度。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DEM:数字高程模型(Digital Elevation Model)

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)

PPK:动态后处理技术(Post Processing Kinematic)

RTK:实时动态测量(Real Time Kinematic)

5 基本要求

5.1 倾斜数字航摄仪性能要求

倾斜数字航摄仪的基本性能应满足以下要求:

- a) 各相机的内方位元素和相机畸变参数可精确测定;
- b) 各相机的像素不低于 2 000 万;
- c) 带有曝光信号反馈装置,能稳定输出和记录曝光脉冲;
- d) 多个相机组成的航摄仪各相机之间的相对位置和姿态关系刚性稳定;
- e) 各相机曝光时间差不大于 120 ms;
- f) 倾斜影像的中心点的地面分辨率不宜低于垂直影像的中心点地面分辨率。

5.2 倾斜数字航摄仪检定

倾斜数字航摄仪的检定项目和检定方法应执行 CH/T 8021,出现下列情况之一应进行检定:

- a) 未检定或已超过检定有效期;
- b) 经过大修或主要部件进行拆卸更换后;
- c) 在使用或运输过程中产生剧烈震动后;
- d) 其他可能对倾斜数字航摄仪稳定性产生影响的情况。

5.3 机载 IMU/GNSS 系统

机载 IMU/GNSS 系统应满足 GB/T 27919—2011 的规定。大范围航摄时,IMU 的数据记录频率不宜小于 200 Hz。无人机航摄可配置 PPK,小范围作业也可使用 RTK。

6 航摄计划与设计

6.1 航摄计划

航摄计划应根据任务需要制定,应包括以下内容:

- a) 摄区范围与地物地貌特征；
- b) 飞行平台类型、技术参数；
- c) 垂直影像地面分辨率；
- d) 航线敷设方法、垂直影像的航向和旁向重叠度；
- e) 执行航摄任务的季节、气候和时间；
- f) 航摄仪类型、技术参数和航摄附属仪器参数；
- g) 航摄成果的类型、名称和数量等。

6.2 航摄设计

6.2.1 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最新制作的地形图、影像图、DEM 和 DSM,地形图、影像图比例尺不低于 1:10 000,DEM 和 DSM 比例尺不低于 1:50 000。

6.2.2 航摄分区的划分

划分航摄分区应遵循以下原则：

- a) 航摄区域划分一般应按 GB/T 27920.1—2011 执行；
- b) 在满足分辨率与重叠度要求的前提下,航摄分区的跨度应尽量大。

6.2.3 分区基准面高度的确定

依据分区地形起伏、飞行安全条件等确定分区基准面高度,一般应选取分区内低点平均高程为基准面高度。

6.2.4 摄区、分区航线覆盖要求

摄区、分区航线覆盖的要求如下：

- a) 摄区的航向覆盖应超出摄区边界线一定的基线数,旁向覆盖应超出摄区边界线一定的航线数。
航摄常用计算公式参见附录 A 的公式(A.2)和公式(A.3)。
- b) 分区覆盖的要求与摄区覆盖的要求相同。

6.2.5 航线敷设方法

6.2.5.1 航线敷设应遵循以下原则：

- a) 航线按摄区范围特征直线敷设；
- b) 曝光点的分布依地形起伏、建筑物高低采用 DEM 或 DSM 设计；
- c) 摄影区域含有水域时,航线应尽量避免垂直影像主点落水。

6.2.5.2 航摄成果用于三维建模时,航线敷设还应遵循以下原则：

- a) 对建筑物低矮、稀疏区域可根据大部分建筑物分布、朝向以及地形敷设；
- b) 对建筑物高大、密集区域宜纵横交叉敷设或加大航向旁向重叠度。

6.2.6 航摄季节、时间的选择

航摄季节和航摄时间的选择应遵循以下原则：

- a) 航摄应选择摄区内气象条件有利的季节,应尽量避免或减少积雪、洪水、扬沙等对摄影的不利影响,确保航摄影像能够真实地显现地表细部特征；
- b) 航摄时间一般应根据表 2 规定的摄区太阳高度角或阴影倍数确定；

c) 陡峭山区和高层建筑物密集区宜在当地正午前后各 1 h 内摄影。

表 2 摄区太阳高度角和阴影倍数

地形类别	太阳高度角 (°)	阴影倍数(倍)
平地	>20	<3.0
丘陵地,一般城镇	>25	<2.1
山地,大、中城市	>40	<1.2

6.2.7 影像重叠度要求

影像重叠度要求如下:

- a) 垂直影像:航向重叠度一般不低于 60%;旁向重叠度一般应设计为 40%~80%,最低不低于 30%。在陡峭山区、高层建筑密集区,航向重叠度设计为 70%~80%。
- b) 倾斜影像:当满足垂直影像重叠度后,倾斜影像的航向、旁向重叠度可不再重新设计。

7 航摄实施

7.1 飞行质量要求

7.1.1 垂直影像倾角

垂直影像倾角一般应不大于 6°,最大应不大于 10°。

7.1.2 垂直影像旋角

垂直影像旋角应满足以下条件:

- a) 垂直影像旋角一般应不大于 25°,在确保影像航向和旁向重叠度满足要求的前提下最大应不大于 35°;
- b) 航摄成果用于生产基础测绘产品时,垂直影像旋角应满足 GB/T 27920.1—2011 要求。

7.1.3 航线弯曲度

航线弯曲度应不大于 1%,当航线长度小于 5 000 m 时,航线弯曲度最大不大于 3%。

7.1.4 航高保持

同一航线上相邻影像的航高差应不大于 30 m,最大航高与最小航高之差应不大于 50 m,实际航高与设计航高之差应不大于 50 m。

7.1.5 摄区、分区覆盖保证

摄区、分区覆盖应符合 6.2.4。

7.1.6 飞行记录资料的填写

每次飞行结束,应由摄影员填写航摄飞行记录表,航摄飞行记录表格式参见附录 B。

7.2 影像质量要求

影像质量要求如下：

- a) 影像应清晰,层次丰富,反差适中,色调柔和,应能辨认出与地面分辨率相适应的细小地物影像,能够建立清晰的立体模型。
- b) 影像上不应有云、云影、烟、大面积反光、污点等缺陷。虽然存在少量缺陷,但不影响立体模型的连接和测绘时,则认为可以用于测制线划图。
- c) 确保因飞机地速的影响,在曝光瞬间造成的像点位移一般不应大于 1 个像素,最大不应大于 1.5 个像素。

7.3 IMU/GNSS

IMU/GNSS 数据处理要求如下：

- a) 垂直影像 IMU/GNSS 数据处理依照 GB/T 27919—2011 的第 7 章 IMU/GPS 数据处理部分执行；
- b) 倾斜影像 IMU/GNSS 数据根据垂直影像的 IMU/GNSS 数据和倾斜相机与垂直相机之间的相对位置和姿态关系解算获得。

7.4 补摄

7.4.1 下列情况应进行补摄：

- a) 航摄影像出现相对漏洞或绝对漏洞；
- b) 高山地、建筑物密集区同一视角倾斜相机连续漏片数大于 2 张。

7.4.2 补摄时应遵循以下原则：

- a) 应采用前一次航摄飞行的同型号倾斜数字航摄仪补摄；
- b) 漏洞补摄应按原设计要求进行；
- c) 补摄航线的两端应至少超出漏洞之外一条基线。

8 成果质量检查

8.1 检查项目

成果质量检查项目包括航摄设计、影像重叠度、覆盖完整性、影像倾角、影像旋角、航线弯曲度、航高保持、摄区分区覆盖完整性、影像质量、IMU/GNSS 成果、附件质量。

8.2 检查方法

航摄实施单位应对成果质量进行全面检查。影像重叠度、影像倾角、航高保持的检查方法应符合 GB/T 27920.1—2011 中 6.2 的要求。航摄设计、影像旋角、航线弯曲度、摄区分区覆盖完整性、影像质量、附件质量的检查方法应符合 CH/T 1029.2—2013 中 6.2、6.3、6.5 的要求。IMU/GNSS 成果质量检查应符合 GB/T 27919—2011 中第 8 章的要求。

8.3 质量检查报告

检查报告、检验报告的内容、格式应符合 GB/T 18316—2008 的要求。

9 成果整理

9.1 影像编号

影像编号规则如下：

- a) 影像编号由 16 位阿拉伯数字构成,采用以航线为单位的流水编号,影像编号自左至右第 1 位~第 5 位为摄区代号,第 6 位~第 7 位为分区号,第 8 位~第 10 位为航线号,第 11 位~第 12 位为相机号,第 13 位~第 16 位为影像流水号,具体见图 2;

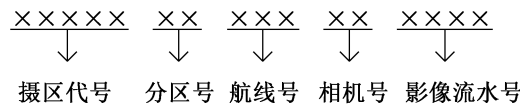


图 2 影像编号

- b) 应以飞行方向为编号的增长方向;
- c) 同一航线内的影像编号不准许重复;
- d) 当有补飞航线时,补飞航线的影像流水号在原流水号基础上加 5 000。

9.2 IMU/GNSS 数据

IMU/GNSS 数据处理应按以下要求执行：

- a) IMU/GNSS 数据中影像名编号与影像编号相一致;
- b) IMU/GNSS 需要标明坐标系统、转角系统及相应单位。

9.3 影像数据存储与外包装

影像数据存储与外包装应按以下要求执行：

- a) 应根据倾斜数字航摄仪的相机分别建立存储路径,对应相机获取的影像存储在相应的路径下。
- b) 文件应为常规影像格式,文件名称与影像编号一致。
- c) 一般应采用硬盘存储,硬盘存放于纸质或塑料包装盒内。
- d) 总体信息部分具体包含：
- 1) 摄区名称;
 - 2) 摄区代号;
 - 3) 摄区面积;
 - 4) 航摄时间;
 - 5) 垂直影像地面分辨率;
 - 6) 倾斜数字航摄仪类型、编号及主距;
 - 7) 航线数、垂直影像数和倾斜影像数;
 - 8) 航摄单位。
- e) 装载内容具体包含：
- 1) 盘号(分盘序号/总盘数);
 - 2) 影像类型和格式;
 - 3) 航线号;
 - 4) 影像起止片号;
 - 5) 备注。

9.4 文档资料整理

文档资料按以下要求进行整理：

- a) 文档资料的整理应符合 GB/T 27920.1—2011 中 7.1.4 的要求；
- b) 影像编号具体对应关系应在提交文档和航摄记录表中说明；
- c) 文档资料中需添加相机的安装示意图，表示方式参见附录 C 的图 C.1；
- d) 文档资料中需添加各相机的相对位置关系示意图，表示方式参见图 C.2。

10 成果验收

10.1 验收程序

成果验收程序包括：

- a) 航摄执行单位按本规范和航摄合同的规定对全部航摄成果资料逐项进行检查。航摄执行单位质检合格后，将全部成果资料整理齐全，提交航摄委托单位验收。
- b) 航摄委托单位或委托测绘产品质检机构依据本规范和航摄合同的规定对全部成果资料进行验收，双方协商处理检查验收工作中发现的问题，航摄委托单位或委托测绘产品质检机构最终给出成果资料的质量评定结果。
- c) 成果质量验收合格后，双方在移交书上签字，并办理移交手续。

10.2 验收文档

验收时应提供必备的文档，包括：

- a) 技术设计书；
- b) 飞行记录；
- c) 航摄仪技术参数检定报告；
- d) 航线与像片结合图；
- e) 摄区范围；
- f) 完成情况示意图；
- g) 成果资料移交书；
- h) 质量检查(检验)报告。

10.3 验收报告

报告的内容主要应包括：

- a) 验收工作概况，包括验收时间、验收地点、验收方式、验收人员等；
- b) 验收依据，包括航摄合同、引用标准、技术设计文件等；
- c) 成果概况，包括测区位置、航摄面积、航摄单位及资质等级、生产时间、成果形式等；
- d) 飞行质量，包括航摄仪技术参数检定情况、摄区分区情况、航线数(含补飞)、飞行时间(含补飞)、最大和最小重叠度、最大和最小航高之差、旋角、航线弯曲度等；
- e) 影像质量元素，包括影像分辨率、反差、色调、清晰度等；
- f) IMU/GNSS 质量检查报告；
- g) 成果质量评价；
- h) 存在的问题及处理意见。

11 资料移交

验收完成后应提交航摄资料移交书,格式参见附录 D。主要包括:

- a) 倾斜数字航空摄影技术设计书;
- b) 倾斜数字航摄仪检定报告;
- c) 航摄批文;
- d) 航摄飞行记录表;
- e) 垂直影像和倾斜影像数据;
- f) 垂直浏览影像;
- g) 航摄像片中心点坐标数据;
- h) 航线、像片结合图;
- i) 摄区范围完成情况图;
- j) 航摄资料移交书;
- k) 航摄资料保密审查报告;
- l) IMU/GNSS、RTK、PPK 相关数据;
- m) 其他有关资料。

附 录 A
(资料性附录)
航摄常用计算公式

A.1 航向和旁向覆盖应超出分区边界线一定的基线数,按式(A.1)计算:

$$N = \frac{\tan \theta}{2 \tan(\beta/2) \times (1 - P)}$$

.....(A.1)

式中:
 N ——理论超出值,单位为条;
 θ ——倾斜相机角度,单位为度(°);
 β ——倾斜相机视场角,单位为度(°);
 P ——航向或旁向重叠度。

A.2 在实际飞行中,由于大气等各因素的影响,航向或旁向覆盖超出边界线的实际值一般按公式(A.2)和公式(A.3)计算:

$$N_{\text{基}} = N + 2$$

.....(A.2)

$$N_{\text{航}} = N + 1$$

.....(A.3)

式中:
 $N_{\text{基}}$ ——基线数;
 $N_{\text{航}}$ ——航线数。



附 录 B
(资料性附录)
航摄飞行记录

航摄飞行记录表内容和格式参见表 B.1。

表 B.1 航摄飞行记录

机组 _____ 日期 _____ 从 ____ 时 ____ 分到 ____ 时 ____ 分

摄区	摄区名称		摄区代号		航摄分区		垂直影像地面分辨率/m	
	绝对航高		摄影方向		航线条数		地形地貌	
飞机	飞机型号				飞机编号			
航摄仪	航摄仪型号		航摄仪编号		焦 距			
天气	天气状况		水平能见度		垂直能见度			
机组	机 长		飞行员		摄影员			
航 摄 飞 行 示 意 图								
备注：								

填表人 _____



附录 C
(资料性附录)
相机位置关系示意图

C.1 以获取 5 个视角影像的倾斜数字航摄影为例,表示了倾斜影像相对位置关系,用箭头标明影像上方,同时用箭头标明航摄影与飞行方向的关系,相机与像空间坐标关系示意图参见图 C.1。

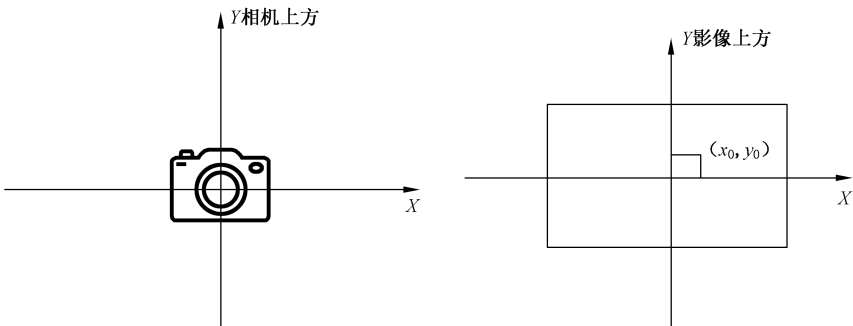


图 C.1 相机与像空间坐标关系示意图

C.2 倾斜数字航摄影五视角影像相对位置关系示意图参见图 C.2。

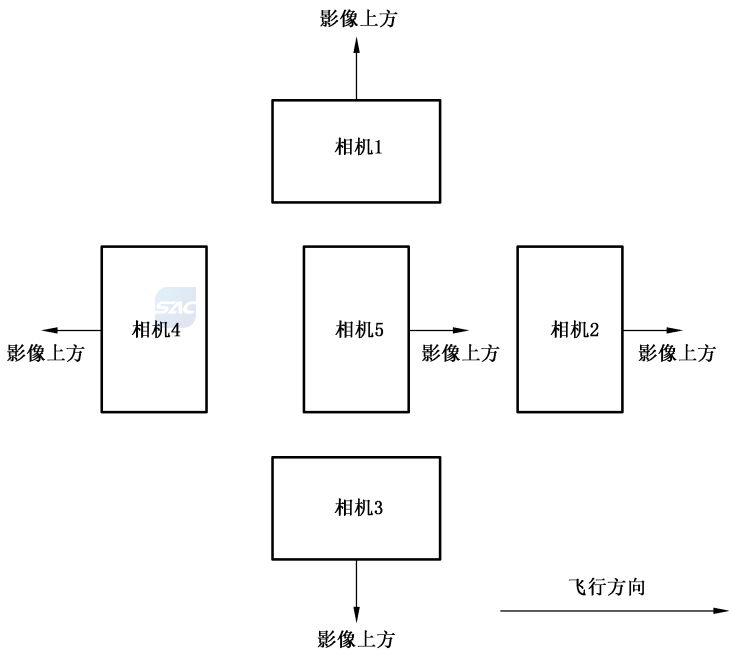


图 C.2 倾斜数字航摄影五视角影像相对位置关系示意图

附 录 D
(资料性附录)
航摄资料移交书

航摄资料移交书示例参见图 D.1。

××摄区航摄资料移交书

根据 年 月 日 合同,执行 摄区航空摄影任务,完成航摄面积_____平方
千米,移交资料如下表:

航摄面积统计

地区类别	完成航摄面积/km ²	地面分辨率/m	影像类型	像幅	航向重叠	旁向重叠	备注

航摄资料统计表

序号	项 目	份数	数量	备注
1	倾斜数字航空摄影技术设计书			附电子文档
2	倾斜数字航摄仪技术参数检定报告			附电子文档
3	航摄批文			原件或扫描件
4	航摄飞行记录表			附电子文档
5	垂直影像和倾斜影像数据			硬盘存储
6	垂直浏览影像			硬盘存储
7	航摄像片中心点坐标数据			附电子文档
8	航线、像片结合图			附电子文档
9	摄区范围完成情况图			附电子文档
10	航空摄影资料移交书			附电子文档
11	航摄资料保密审查报告			原件及扫描件
12	IMU/GNSS、RTKPPK 相关数据			附电子文档
13	其他有关资料			硬盘存储

以上经甲、乙双方代表确认,验收合格并核实清点无误。

接受单位(章)

交出单位(章)

验收代表:

交出代表:

接受代表:

负责人:

年 月 日

年 月 日

图 D.1 航摄资料移交书