

DB43

湖 南 省 地 方 标 准

DB43/T 1496—2018

1:500 1:1000 1:2000基础数据 数字航空摄影规范

Specifications for digital aerial photography of
1:500 1:1000 1:2000 fundamental geographic data

2018-11-08 发布

2019-02-08 实施

湖南省市场监督管理局 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 航摄系统要求..... 4

5 航摄计划与航摄设计..... 5

6 航摄飞行实施..... 10

7 飞行质量和影像质量要求..... 11

8 IMU/GNSS 数据处理..... 12

9 成果整理和验收..... 13

附录 A（资料性附录） 航摄常用计算公式..... 18

附录 B（资料性附录） IMU/GNSS 初始对准飞行方案..... 21

附录 C（资料性附录） 基站同步观测记录表..... 23

附录 D（资料性附录） 航摄飞行记录表..... 24

附录 E（资料性附录） 航摄飞行 IMU/GNSS 记录表 27

附录 F（资料性附录） 数据目录对照表..... 28

附录 G（资料性附录） IMU/GNSS 数据检查结果分析表..... 29

附录 H（资料性附录） IMU/GNSS 数据处理检查手簿..... 30

附录 I（资料性附录） 偏心分量测定表..... 33

附录 J（资料性附录） 相关附件资料编写要求..... 35

附录 K（资料性附录） 航摄资料移交书..... 36

附录 L（资料性附录） 航摄鉴定表..... 40

附录 M（资料性附录） 航线、影像结合图..... 43

附录 N（资料性附录） 摄区完成情况图..... 45

附录 O（资料性附录） 航摄影像中心点结合图..... 47

附录 P（资料性附录） 数据文件组织结构图..... 49

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由湖南省自然资源厅提出并归口。

本标准起草单位：湖南省第二测绘院。

本标准主要起草人：张柯、刘元志、雷宇斌、杨利娟、徐阳亮、谢春营、颜学铮、周园、苏岑、黄海军、胡肃临、屈伟军、董胜光、林琼琼。

本标准的附录为资料性附录。

1:500 1:1000 1:2000 基础数据 数字航空摄影规范

1 范围

本标准规定了航摄系统组成、航摄计划与航摄设计、航摄飞行实施、飞行质量和影像质量、IMU/GNSS 数据处理、成果整理和验收等要求。

本标准适用于测制湖南省 1:500、1:1000、1:2000 基础数据数字航空摄影工作。

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(包括所有修改单)适用于本文件。

GB/T 14950 摄影测量与遥感术语

GB/T 18314 全球定位系统(GPS)测量规范

GB/T 19294 航空摄影技术设计规范

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

GB/T 27920.2—2012 数字航空摄影规范 第2部分:推扫式数字航空摄影

CH/T 2008 全球导航卫星系统连续运行参考站网建设规范

CH 8016 全球定位系统(GPS)测量型接收机检定规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

框幅摄影 frame photography

曝光瞬间对整个幅面同时成像的摄影。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.13]

3.2

推扫式数字航空摄影 push-broom digital photography

采用基于相互平行的双线阵或多线阵成像探测器的数字航摄仪垂直于线阵方向推进扫描获取影像的竖航航空摄影。

[GB/T 27920.2—2012, 术语和定义 3.1]

3.3

摄影基线 photographic base line

获取立体像对时,相邻摄站间的连线。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.42]

3.4

推扫式数字航空摄影基线 push-broom digital photographic base line

航摄仪前视扫描线与后视扫描线所获取的影像构成立体时,这两个成像时刻航摄仪摄影中心之间的连线。

[GB/T 27920.2—2012, 术语和定义 3.2]

3.5

拼接影像 mosaic imagery

框幅式数字航摄仪系统中,由多个相机或者多个成像探测器同步获取的影像,经几何与辐射处理后形成的等效中心投影影像。

[GB/T 27920.1—2011, 术语和定义 3.3]

3.6

0 级数据 level 0 data

推扫式航摄仪的原始数据经过分离处理生成的影像数据、每条扫描线的位置姿态数据和相关信息描述数据。

[GB/T 27920.2—2012, 术语和定义 3.6]

3.7

粗纠正影像 roughly rectified image

利用直接获取的每条扫描线位置姿态数据,将 0 级影像纠正到摄影基准面生成带地理坐标的影像。

[GB/T 27920.2—2012, 术语和定义 3.7]

3.8

综合分辨率 composite resolution

数字航摄仪系统中,衡量镜头、分光系统和探测器对黑白相间宽度相等的线状目标影像分辨的能力。

[GB/T 27920.1—2011, 术语和定义 3.1、GB/T 27920.2—2012, 术语和定义 3.8]

3.9

曝光时标 event mark

在框幅式航摄仪曝光时,通过专门设备记录并写入数据流中的快门开启脉冲信号。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.8]

3.10

相对漏洞 aerial photographic relative gap

航空摄影时,影像航向重叠度和旁向重叠度小于规定域值的部分。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.50]

3.11

绝对漏洞 aerial photographic absolute gap

航空摄影时,摄区范围内缺失影像的部分。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.51]

3.11

分区基准面 block datum plan

摄影分区的平均高度平面。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.36]

3.13

IMU/GNSS 辅助航空摄影 IMU/GNSS-supported aerial photography

利用惯性测量单元(IMU)和全球定位系统(GNSS)的组合测量技术,获取摄影瞬间摄影中心的位置参数及影像的姿态参数的一种航空摄影技术。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.1]

3.14

直接定向法 **direct georeferencing; DG**

采用 IMU/GNSS 辅助航空摄影技术, 得到每张影像的外方位元素, 实现无需地面控制点的航空摄影测量方法。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.2]

3.15

辅助定向法 **integrated sensor orientation; ISO**

采用 IMU/GNSS 辅助航空摄影技术, 得到每张影像的外方位元素, 与地面控制点共同参与空中三角测量, 再进行定向测图的航空摄影测量方法。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.3]

3.16

偏心分量 **lever arms**

在以摄影中心为原点, 摄影主光轴方向为 Z 轴 (天顶方向为正), X、Y 轴平行于像平面坐标系相应轴的右旋坐标系中 (参见附录 I 图 I.1 IMU/GNSS 偏心分量示意图), GNSS 天线相位中心的三维坐标 (u_{GNSS} , v_{GNSS} , w_{GNSS}), 以及 IMU 测量中心的三维坐标 (u_{IMU} , v_{IMU} , w_{IMU})。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.4、3.5]

3.17

偏心角 **boresight misalignment angle**

IMU 与航摄仪紧密固连后, IMU 的三个理想轴以摄影中心为原点, 摄影主光轴方向为 Z 轴 (天顶方向为正), X、Y 轴平行于像平面坐标系相应轴的右旋坐标系同名轴之间形成的夹角。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.7]

3.18

检校场 **calibration field**

为建立 IMU、GNSS 设备自身量测坐标系与用户坐标系之间的相互关系, 消除系统误差, 在摄区内或摄区附近选取的航空摄影区域。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.9]

3.19

地面基站 **base station**

在摄区内 (或摄区附近) 设立的, 与机载 GNSS 接收机同步并连续采集 GNSS 观测数据的固定 GNSS 观测站。

[GB/T 27919—2011, 术语和定义 3.6]

3.20

连续运行基准站 **continuously operating reference stations; CORS**

连续接收和发送本站坐标及其变化、GNSS 星历、星钟差等信息的地面固定站。

3.21

飞机地速 **ground speed of plane**

飞机相对于地面运动的速度。

[GB/T 14950—2009, 定义 4.91]

3.22

地物阴影倍数 **multiple of object shadow**

地物的太阳阴影长度与地物高度之比。

4 航摄系统要求

4.1 航摄系统组成

航摄系统一般由航摄仪和机载 IMU/GNSS 系统组成。

4.2 航摄仪的选择

4.2.1 航摄仪分为框幅式航摄仪和推扫式航摄仪两种，航摄仪的选择应根据飞行平台、地面分辨率和测图精度等要求综合考虑确定。所选航摄仪的基本性能不应低于以下要求：

- a) 内方位元素可精确测定；
- b) 综合分解率每毫米内不应少于 50 线对；
- c) 航摄仪的全色波段和天然真彩色波段的光谱响应范围应覆盖 400nm~700nm，多光谱的近红外波段光谱响应范围应覆盖 700nm~900nm；
- d) 灰度记录的动态范围不应低于 12bit；
- e) 面阵传感器连续出现的坏点数一般不应多于 4 个，总坏点数不应大于总像素的百万分之一，几何畸变校正后的残差应小于 0.3 个像素；线阵传感器像元不得有瑕点，同一条线阵探测器的像元应处于同一直线上，误差不得大于像元尺寸的三分之一；
- f) 数据存储设备应满足一个满架次数据存储要求。

4.2.2 航摄仪附件应齐全、性能良好，并满足以下要求：

- a) 航摄仪的各种数据显示和记录装置齐全；
- b) 置平设备能对航摄仪俯仰角、侧滚角和航偏角进行调整；
- c) 控制设备能够利用设计文件进行定位导航与定位曝光。

4.3 航摄仪的检定

4.3.1 航摄仪出现下列情况之一时需进行检定：

- a) 出厂前应进行检定；
- b) 经过大修或主要部件进行拆卸更换后应重新检定；
- c) 在使用或运输过程中产生剧烈震动后应重新检定；
- d) 在使用过程中出现异常时应重新检定。

4.3.2 检定项目和检定方法按照数字航摄仪检定的相关标准执行。

4.4 机载 IMU/GNSS 系统的要求

机载 IMU/GNSS 系统应符合以下要求：

- a) 机载 GNSS 接收机应符合 CH 8016 的相关要求；
- b) 机载 GNSS 接收机应为动态测量型双频 GNSS 接收机，框幅式航摄仪搭载的 GNSS 接收机采样间隔不应大于 1s，推扫式航摄仪搭载的 GNSS 接收机采样间隔不应大于 0.5s；
- c) 机载 GNSS 接收机天线应采用航空型产品，具有动态双频数据接收能力，并有精确定义和稳定的相位中心，能在高空、高速飞行状态下正常工作；
- d) IMU 测角中误差：框幅式航摄仪搭载的 IMU 侧滚角和俯仰角测角中误差不应大于 0.01° ，航偏角测角中误差不应大于 0.02° ，推扫式航摄仪搭载的 IMU 侧滚角和俯仰角测角中误差不应大于 0.005° ，航偏角测角中误差不应大于 0.01° ；

- e) 框幅式航摄仪搭载的 IMU 数据记录频率不应小于 64Hz, 推扫式航摄仪搭载的 IMU 数据记录频率不应小于 200Hz;
- f) 具有 event mark 信号接口, 能将航摄仪曝光时刻通过接口准确写入 GNSS 数据流;
- g) 存储器应能够记录和存储一个满架次航摄作业的所有 IMU/GNSS 数据、event mark 数据及其他必要数据。

4.5 系统安装要求

4.5.1 IMU 应与航摄仪刚性固连或内置集成。

4.5.2 GNSS 接收机天线安装应满足下列要求:

- a) 应稳定安装在飞机顶部外表面, 靠近航摄仪主光轴位置;
- b) 安装位置应便于偏心分量的测量;
- c) 飞机机体对 GNSS 信号造成的遮挡最小;
- d) 天线在飞机平飞状态时应处于水平;
- e) 应尽量避免飞机无线电信号的串扰。

4.5.3 机载 IMU/GNSS 系统及航摄仪安装后, 应测定 GNSS 偏心分量, 并填写偏心分量测定表 (附录 I)。GNSS 偏心分量应从 GNSS 天线相位中心测至相机的量测参考点, 再换算至摄影中心, GNSS 偏心分量 3 次测量的较差一般不应大于 5cm; IMU 偏心分量应采用仪器自带的出厂检校参数。

4.5.4 航摄系统安装、连接后, 应在地面对整个系统通电测试, 检查其工作是否正常。

5 航摄计划与航摄设计

5.1 航摄计划的制定

根据测图需要制定航摄计划, 航摄计划应包括以下内容:

- a) 摄区范围;
- b) 成图比例尺和摄影地面分辨率;
- c) 航线敷设方法和影像重叠度;
- d) 航摄仪类型、技术参数和航摄附属仪器参数;
- e) 需提供的航摄成果名称和数量;
- f) 执行航摄任务的季节和期限;
- g) 其他技术要求。

5.2 航摄设计

5.2.1 数字高程模型的选择

航摄设计宜选择高程精度优于 20 米的数字高程模型。

5.2.2 地面分辨率的选择

各摄影分区的地面分辨率应根据不同比例尺航摄成图的要求, 结合分区的地形条件、测图等高距、航摄基高比及影像用途等进行选择, 地面分辨率应符合表 1 的要求:

表 1 地面分辨率的选择

成图比例尺	分区基准面地面分辨率/cm	最大地面分辨率/cm
1:500	<8	<8
1:1000	8~10	<12
1:2000	15~20	<25

5.2.3 航摄分区的划分原则

划分航摄分区应遵循：

- 分区界线宜依据航摄任务区范围线划分；
- 分区划分应使分区内最大地面分辨率与最小地面分辨率之间的倍率关系满足表 2 的要求；

表 2 分区内最大地面分辨率与最小地面分辨率倍率表

成图比例尺	倍率
1:500	<1.5
1:1000	<1.8
1:2000	<2

- 在符合 b) 项要求，且能够确保航线的直线性的情况下，分区的跨度应尽量划大；
- 当地面分辨率优于 10cm 时，如摄区内有超高层建筑物，分区划分应充分考虑建筑物高度；
- 分区划分应考虑飞行安全条件和空域情况。

5.2.4 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，具体计算公式参见附录 A。

5.2.5 航线敷设原则

航线敷设应遵循：

- 航线一般按东西向平行于图廓线直线飞行，特定条件下亦可作南北向飞行或沿线路、河流、境界、山体走势等方向飞行；
- 曝光点或航线间隔应采用数字高程模型依地形起伏确定；
- 进行水域摄影时，应确保所有岛屿达到完整覆盖，并能构成立体像对；
- 在航线敷设时，每条航线直线飞行时间不应大于 25min。

5.2.6 航摄季节和航摄时间的选择原则

航摄季节和航摄时间的选择应遵循：

- 航摄季节应选择摄区最有利的气象条件，应尽量避免或减少地表植被和其他覆盖物（如：积雪、洪水、雾霾等）对摄影和测图的不利影响，确保航摄影像能够真实的显现地面细部；
- 航摄时，应保证具有充足的光照度，影像阴影中应能辨认出足够丰富的与地面分辨率相适应的地物细节，陡峭山区和高层建筑物密集的大城市应特别注意阴影对影像的影响，条件允许时，可实施云下摄影；
- 航摄时间一般宜根据表 3 规定的摄区太阳高度角和阴影倍数确定，在符合 b) 项要求，且能够

满足影像质量要求的情况下，航摄时间可适当延长。

表 3 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
丘陵地和一般城镇	>25	<2.1
山地和大、中城市	≥40	≤1.2

5.3 检校场设计

5.3.1 适用范围

若航摄仪系统集成 IMU 设备并进行了出厂检校，且将相对位置关系写入检校报告时，则无需布设检校场；反之，则需布设检校场。

5.3.2 检校场布设原则

检校场应按下列原则布设：

- a) 应优先从摄区内第一架次飞行航线中选取符合检校场布设方案要求的若干影像作为检校场像对，当已飞航线中无符合检校场布设方案的影像时，应在摄区内或摄区附近单独布设检校场；检校场布设区域应能够选取明显地物特征点实施野外像片控制测量；
- b) 摄区可布设一个或多个检校场；
- c) 检校场的基准面应尽量与摄区基准面一致。

5.3.3 检校场航摄要求

检校场航摄时应满足：

- a) 地面分辨率应与摄区尽量接近；
- b) 当采用直接定向法测图时，应每架次航摄检校场；
- c) 当采用辅助定向法测图时，应至少航摄一次检校场；当机载 IMU/GNSS 系统或航摄仪发生外力碰撞、重新安装、气候变化较大或航摄间隔时间较长等情况，可能引起系统间相对空间关系发生变化时，应重新航摄检校场；
- d) 一个检校场应在一个飞行架次内完成；
- e) 应布设地面基站，并满足地面基站布设要求。

5.3.4 检校场布设方案

检校场有多种布设方案，一般可从下列方案中选取：

- a) 2 条航线方案

设置 2 条连续对向飞行航线，每条航线不宜少于 10 个像对；影像航向和旁向重叠度均按 60%设计；每个检校场需布设不应少于 6 个像控点，像控点间隔不应超过 3 条基线，点位位于影像标准点位处（参见图 1）；每个检校场在像控点区域内布设不少于 2 个平高点作为检核。

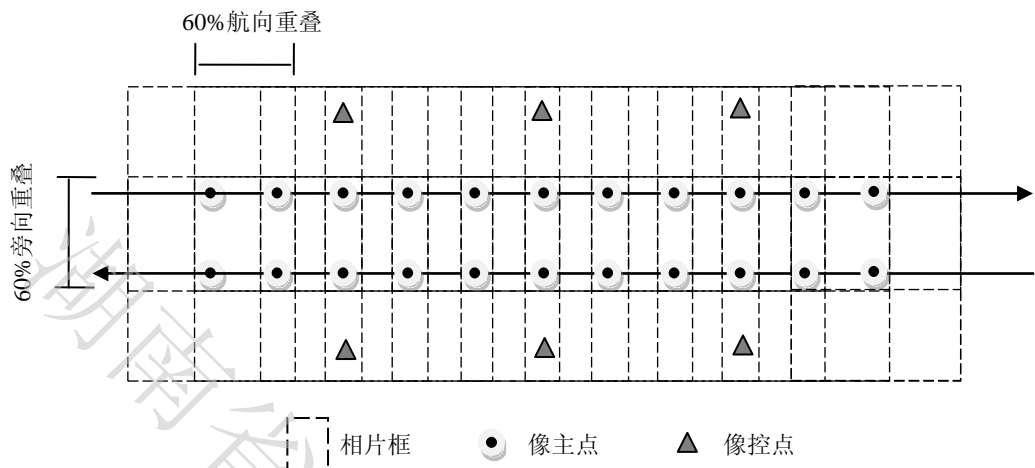


图1 2条航线检校场布设方案示意图

b) 4条航线方案

设置4条连续对向飞行航线，每条航线不宜少于6个像对；影像按航向重叠度60%、旁向重叠度不小于30%设计；每个检校场需布设不应少于9个像控点，像控点间隔不应超过3条基线，点位位于影像标准点位处（参见图2）；每个检校场像控点区域内布设不少于2个平高点作为检核。

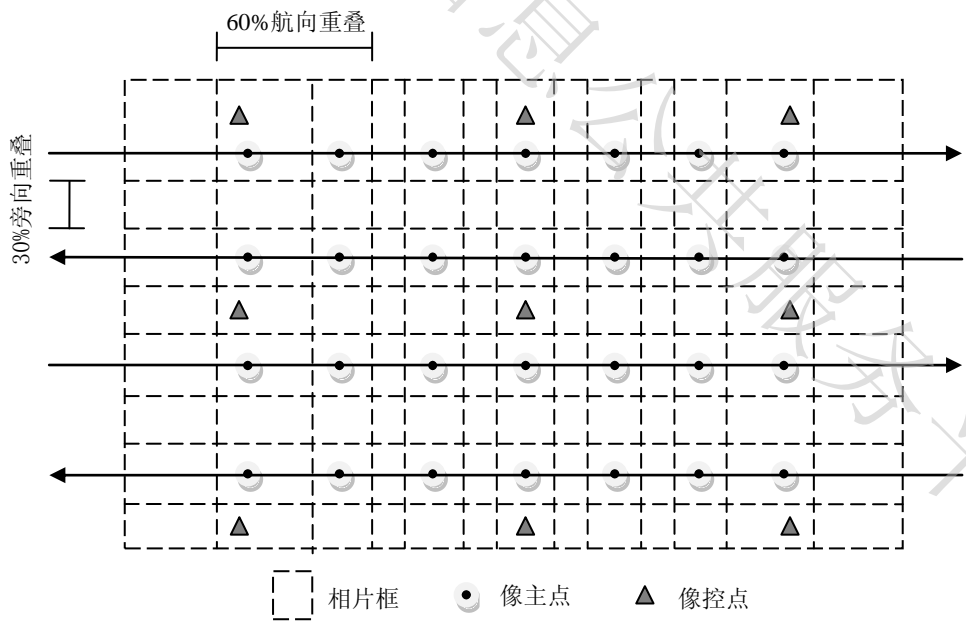


图2 4条航线检校场布设方案示意图

c) 井字或十字对飞航线方案

设置4条井字交叉飞行航线，每条航线不宜少于8个像对；影像按航向重叠度60%~80%、旁向重叠度50%~100%设计（参见图3）；当旁向重叠度增大至100%时，井字航线方案转化为十字对飞航线方案。

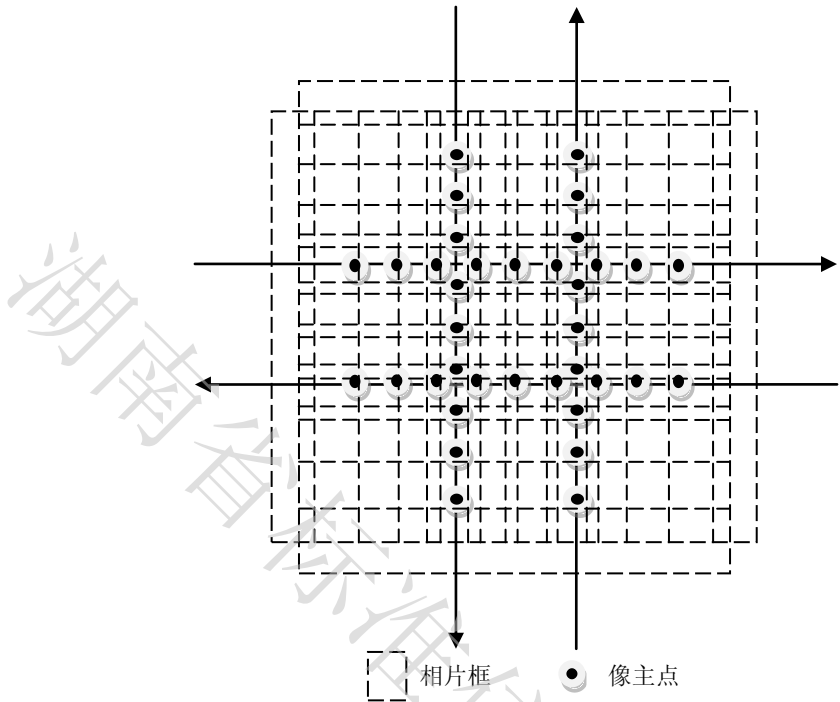


图 3 井字或十字对飞航线检校场布设方案示意图

5.3.5 检校场像控点和检查点点位选取

检校场像控点和检查点点位应目标清晰，方便施测和定位，且位于影像的重叠区。

5.4 地面基站设计

5.4.1 地面基站布设原则

地面基站应按下列原则布设：

- a) 当采用差分 GNSS 定位技术时，应选择 CORS 作为地面基站或另布设地面基站；采用 GNSS 精密单点定位技术时，无需布设地面基站；
- b) 根据航摄区域大小及航摄成图比例尺合理布设地面基站，摄区内任意位置与最近基站间的距离不应大于表 4 的规定。每一摄区基站数量不应少于 1 个。

表 4 摄区内任意位置与最近基站间距离要求表

成图比例尺		1:2000	1:1000	1:500
摄区内任意位置与最近基站间距离/ km	框幅式	100	50	
	推扫式	50		

5.4.2 地面基站的要求

布设地面基站时，应符合以下要求：

- a) 基站接收机应为测量型双频 GNSS 接收机，采用框幅式航摄仪时，最小采样间隔不应大于 1s；采用推扫式航摄仪时，最小采样间隔不应大于 0.5s；
- b) GNSS 天线应带有抑径板或抑径圈，具有双频数据接收能力；
- c) 应配有充足的电池或电源系统，能保证航摄作业中供电不间断；

- d) 应配有能适应满架次作业所需地面观测数据存储要求的存储器;
- e) 当选择 CORS 作为地面基站时, CORS 原始观测数据应符合以下要求:
 - 1) CORS 原始观测数据应符合 CH/T 2008 的相关要求;
 - 2) CORS 最小采样间隔应符合 a) 的要求;
 - 3) CORS 原始观测数据应采用标准 RENIX 数据格式进行记录。

5.4.3 地面基站布设与测量要求

需要布设地面基站时, 基站选址、布设、测量要求应按照 GB/T 27919—2011 的相关规定执行。

6 航摄飞行实施

6.1 飞行准备

- 6.1.1 飞机停机位四周应视野开阔, 视场内障碍物的高度角不应大于 15° 。
- 6.1.2 如需架设地面基站, 所有基站须在航摄飞行前完成电源、存储系统等检查, 做好观测准备, 地面基站 GNSS 接收机开机应早于机载 GNSS 接收机开机。
- 6.1.3 检查下列项目:
 - a) 航摄设备的安装应正确, 系统参数设置应正确;
 - b) 存储设备容量应满足满架次航摄作业的要求;
 - c) 飞行计划应正确, 应与当前摄区吻合;
 - d) 机载 GNSS 偏心分量设置应正确。

6.2 飞行要求

- 6.2.1 应待飞机上所有发动机启动并稳定向载荷供电后, 方可打开航摄系统的电源开关。
- 6.2.2 采用需要进行 IMU/GNSS 初始对准飞行的航摄仪时, 每架次在进入第一条航线前和出最后一条航线后或中断飞行前后都应进行 IMU/GNSS 初始对准飞行 (参见附录 B), 采用地面 GNSS 基站时, 初始对准飞行位置与其最近的基站之间的距离不应大于 50km。
- 6.2.3 采用不需要进行 IMU/GNSS 初始对准飞行的航摄仪时, 应在机载 IMU/GNSS 设备开机后, 进行 5min 以上的初始化和静态观测, 飞机方能滑行; 飞机停稳后, IMU/GNSS 系统应继续观测 2min 以上, 再关闭航摄系统, 最后关闭飞机发动机。
- 6.2.4 飞机上升、下降速率不应大于 10m/s, 且飞行过程中转弯坡度不宜超过 20° 。
- 6.2.5 进入摄区航线时, 应采用左转弯和右转弯交替方式飞行, 且每次直线飞行时间不应大于 25min。
- 6.2.6 航摄飞行过程中应及时观察系统的工作情况, 重点观察 GNSS 信号失锁现象, 根据实际情况及时处理。出现 GNSS 信号失锁时, 应立即中止摄影, 并在信号恢复正常 5min 后再进入航线进行摄影, 若 GNSS 信号始终无法恢复正常, 应立即终止本架次飞行, 并查明原因。
- 6.2.7 摄影过程中, 飞机俯仰、侧滚和航偏角不应大于座架可调整角度的限定要求。
- 6.2.8 当布设了地面基站时, 基站 GNSS 接收机应在飞行过程中持续观测, 其关机应在机载 GNSS 接收机关机后, 并填写基站同步观测记录表 (参见附录 C)。
- 6.2.9 每架次飞行结束后, 应由摄影员填写航摄飞行记录表 (参见附录 D), 采用框幅式航摄仪时还应填写航摄飞行 IMU/GNSS 记录表 (参见附录 E)。

7 飞行质量和影像质量要求

7.1 飞行质量要求

7.1.1 影像重叠度

影像重叠度应满足：

- a) 框幅式影像航向重叠度一般应为 60%~65%，最小不应小于 53%；
- b) 旁向重叠度一般应为 20%~30%，最小不应小于 13%，且不得连续出现；
- c) 制作真正射影像图时，旁向重叠度一般不应小于 60%，框幅式影像航向重叠度一般应为 80%；
- d) 当地面分辨率优于 10cm 时，如摄区内有超高层建筑物，应适当加大影像重叠度。

7.1.2 影像倾斜角

框幅式影像倾斜角一般不应大于 2° ，最大不应大于 5° 。

7.1.3 影像旋偏角

影像旋偏角应满足：

- a) 框幅式影像旋偏角一般不应大于 15° ，在确保影像航向和旁向重叠度满足要求的前提下最大不应大于 25° ；
- b) 在一条航线上连续达到或接近最大旋偏角的影像数不应大于三片；在一个摄区内出现最大旋偏角的影像数不应大于分区影像总数的 4%。

7.1.4 航线弯曲度

航线弯曲度一般不大于 1%，当航线长度小于 5000m 时，航线弯曲度最大不大于 3%。

7.1.5 航高保持

航摄时航高差应满足：

- a) 同一航线上最大航高与最小航高之差不应大于 100m。采用框幅式航摄仪进行航摄时，同一航线上相邻影像的航高差不应大于 30m；
- b) 当相对航高小于等于 1000m 时，航摄分区内实际航高与设计航高之差不应大于 50m；当相对航高大于 1000m 时，其实际航高与设计航高之差不应大于设计航高的 5%。

7.1.6 飞行地速保持

进入航线飞行过程中，一般要求实际飞行地速与设计飞行地速之差不应大于设计值的 20%。

7.1.7 摄区、分区覆盖保证

航向覆盖超出边界线不少于两条基线。旁向覆盖超出边界线一般不少于像幅或扫描带宽的 30%；在便于施测像片控制点及不影响内业正常加密时，旁向覆盖超出边界线不少于像幅或扫描带宽的 15%。

7.2 影像质量要求

影像质量应满足：

- 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) 影像原则上不应有云、烟、大面积反光、污点等缺陷，在不影响空三加密和测图的情况下，允许存在少量缺陷；
- 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；
- d) 拼接影像应无明显模糊、重影和错位现象；
- e) 融合形成的高分辨率彩色影像不应出现明显色彩偏移、重影、模糊现象；
- f) 影像不应有裂缝和漏洞。

7.3 补摄与重摄

补摄与重摄按以下要求进行：

- a) 航摄中出现的相对漏洞和绝对漏洞均应及时补摄；
- b) 影响空三加密或测图的云、烟、大面积反光、污点等缺陷应视作绝对漏洞及时补摄；
- c) 漏洞补摄原则上用前一次航摄飞行的航摄仪按原设计要求进行，当采用另一型号航摄仪补摄时，需保证补摄影像与原影像地面分辨率、影像重叠度等保持一致，色调接近，并确保补飞区覆盖完整；
- d) 补摄航线两端超出漏洞之外不应少于两条基线；
- e) 机载 GNSS 信号失锁或数据无记录造成摄站位置或扫描线外方位元素无法解算，需对此区间进行补摄；整条航线机载 GNSS 信号失锁或数据无记录，需整条航线重摄；
- f) 地面基站 GNSS 信号失锁、中断或其他原因导致摄站位置或扫描线外方位元素无法解算时，若采用辅助定向法，可采用 GNSS 精密单点定位技术进行解算，当解算精度不能满足要求时，应根据无法解算范围的大小，进行补摄或重摄；若采用直接定向法，需进行补摄或重摄；
- g) 因 IMU 数据记录中断、初始化不充分、IMU 硬件松动等原因造成整架次数据无法正确解算时，需重摄；
- h) 在框幅式航空摄影中，IMU/GNSS 数据在曝光时刻的解算精度一般应满足 8.2 的规定，当一条航线连续超过三片的解算精度超过限值的 50%时，需补摄；
- i) 在框幅式航空摄影中，由于相机脉冲输出装置故障，致使一条航线上连续超过三片 event mark 信号丢失，需在 event mark 信号丢失区间进行补摄；
- j) 在框幅式航空摄影中，不用于测图的检校场航线，在 IMU/GNSS 数据正常的情况下，如果出现局部相对漏洞或有其他缺陷（如云影等），在不影响整条航线进行检校场空中三角测量与后续作业的情况下，可不补摄。

8 IMU/GNSS 数据处理

8.1 数据预处理

对 IMU/GNSS 原始观测数据应进行预处理，分离 GNSS 观测数据、IMU 记录数据，框幅式航空摄影中，还需分离出 event mark 数据，并检查地面基站数据。根据数据检查情况，填写 IMU/GNSS 数据检查结果分析表（参见附录 G）。

8.2 IMU 和 GNSS 数据联合解算

8.2.1 对每架次的 GNSS 数据与 IMU 数据进行联合处理，并填写 IMU/GNSS 数据处理检查手簿（参见附录 H）。

8.2.2 采用差分 GNSS 定位时，IMU 和 GNSS 数据联合解算的平面、高程和速度偏差不应大于表 5 的规定。

表 5 IMU 和 GNSS 数据联合解算偏差限值

成图比例尺	平面偏差限值/m	高程偏差限值/m	速度偏差限值/（m/s）
1:2000	0.1	0.4	0.5
1:1000 1:500	0.08	0.3	0.4

8.2.3 采用 GNSS 精密单点定位时，IMU 和 GNSS 数据联合解算的平面位置偏差不应大于 0.15m，高程位置偏差不应大于 0.5m，速度偏差不应大于 0.6m/s。

8.2.4 推扫式航空摄影应提供每条扫描线位置姿态数据文件；框幅式航空摄影应提供每张影像的 6 个外方位元素，其中外方位线元素应至少提供 2000 国家大地坐标系坐标与大地高，外方位角元素单位为度。

8.3 检校计算

8.3.1 对检校场进行空中三角测量，计算偏心角以及线元素偏移值。偏心角及线元素偏移值的解算中误差不应大于表 6 的规定。

表 6 偏心角及线元素偏移值中误差限值

成图比例尺	线元素偏移值 平面中误差限值/m	线元素偏移值 高程中误差限值/m	偏心角侧滚角、俯仰角 中误差限值/°	偏心角航偏角 中误差限值/°
1:2000	1.0	0.8	0.03	0.03
1:1000 1:500	0.5	0.5	0.03	0.02

8.3.2 用偏心角及线元素偏移值改正摄区每张影像的位置和姿态，得到每张影像的 6 个外方位元素。

9 成果整理和验收

9.1 框幅式航空摄影数据成果整理

9.1.1 数据目录结构

航摄数据目录结构应满足：

- a) 数据存储总目录名称由 6 位数字构成，自左至右 1~4 位为摄区代号，5~6 位为分区号；
- b) 按方便组织和查找的原则，总目录下分为原始影像、浏览影像、机载 IMU/GNSS 数据、地面基站数据、附件资料和其他数据等子目录。数据文件组织结构参照附录 P。

9.1.2 数字影像整理

数字影像编号和存储应满足以下要求：

- a) 影像编号方法为：
 - 1) 影像编号由 12 位数字构成，采用以航线为单位的流水编号。影像编号自左至右 1~4 位为摄区代号，5~6 位为分区号，7~9 位为航线号，10~12 位为影像流水号；

- 2) 一般以由西向东, 或者由北向南为编号的增长方向;
- 3) 同一航线内的影像编号不允许重复;
- 4) 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 500, 当有二次补飞航线时, 二次补飞航线的影像流水号在原流水号基础上加 700。

b) 影像存储应满足:

- 1) 当提交一种以上影像时, 应根据真彩色、全色、近红外等类别分别建立存储路径, 将不同类别影像存储在相应路径下;
- 2) 文件为非压缩的常规影像格式, 文件名称与影像编号一致;
- 3) 影像统一以正北、正东或相对于实地近北、近东方向存放。

9.1.3 浏览影像整理

浏览影像整理时应满足:

- a) 浏览影像应与数字影像一一对应, 由高分辨率真彩色影像重采样获得, 文件大小一般应为 100k~1000k;
- b) 浏览影像文件命名与其对应的数字影像文件命名一致。

9.1.4 机载 IMU/GNSS 数据整理

机载 IMU/GNSS 数据以观测日期为子目录存放, 存放航摄期间机载 IMU/GNSS 原始观测数据等。

9.1.5 地面基站数据或精密星历数据整理

地面基站数据或精密星历数据整理时应满足:

- a) 地面基站数据以观测日期为子目录存放, 存放航摄期间基站 GNSS 设备同步观测数据等;
- b) 地面基站数据子目录下同时还应存放地面基站坐标文件, 需至少提供地面基站 2000 国家大地坐标系坐标和大地高, 应采用纯文本文件格式或 excel 格式进行存储, 同时提供数据格式说明;
- c) 精密星历数据以观测日期为子目录存放, 存放航摄日 (按 GNSS 时间计算) 的精密星历数据等。

9.1.6 附件资料整理

附件资料包括纸质文档资料和电子文档资料, 整理时应满足以下要求:

- a) 纸质文档资料应按以下要求整理:
 - 1) 所有纸质文档资料应分项单独装订成册, 存放在 A4 幅面的档案盒内;
 - 2) 每份档案盒中必须包含资料清单。
- b) 电子文档资料应按以下要求整理:
 - 1) 电子文档的名称和内容应与纸质文档一致, 无电子格式的纸质文档应扫描成电子文档;
 - 2) 设计书、各种报告等电子文档资料需提交 word 和 pdf 两种格式;
 - 3) 影像外方位元素成果表应采用纯文本文件格式或 excel 格式进行存储, 同时提供数据格式说明;
 - 4) 航摄仪检定报告应提交 pdf 格式。

9.1.7 其他数据整理

包括检校场航摄影像数据、检校场控制测量成果等。

- a) 检校场航摄影像数据以检校场名称为子目录存放, 影像编号方法参照影像编号执行, 影像文件

为非压缩的常规影像格式，文件名称与影像编号一致；

- b) 检校场像控点、检查点测量成果存放在检校场控制测量成果子目录中，检校场控制测量成果目录下分为控制点成果表、控制点点之记、控制点展点图等子目录，控制点成果表和点之记的制作按照 GB/T 18314 的相应规定执行。

9.1.8 成果存储与外包装

成果一般应采用硬盘存储，硬盘存放于纸质或塑料包装硬盒内。硬盘包装盒标签的注记内容应包括：

- a) 总体信息部分：包括硬盘编号、航摄单位、摄区名称、摄区代号、航摄仪类型及其编号、地面分辨率、航摄仪主距、摄区面积、航线数和影像数、影像类型；
- b) 航线信息部分：包括航摄日期、航线号、起止片号；
- c) 其他信息部分：包括其他数据（POS 数据、附件资料、检校场数据等）和备注。

9.2 推扫式航空摄影数据成果整理

9.2.1 数据目录结构

航摄数据目录结构应满足：

- a) 推扫式航空摄影 0 级数据与 1 级数据应分开存储。0 级数据存储总目录名称由 6 位分区号加 0 级数据组成，1 级数据存储总目录名称由 6 位分区号加 1 级数据组成；
- b) 按方便组织和查找的原则，0 级数据按航摄架次组织，数据文件组织结构参照附录 P；1 级数据总目录下分为 1 级数据、浏览影像和附件资料等子目录，数据文件组织结构参照附录 P。

9.2.2 航线编号

航线编号方法为：

- a) 航线编号采用以航线为单位的流水编号，从左至右 1~4 位为摄区代号，5~6 位为分区号，7~9 位为航线号；
- b) 摄区代号由两位年代号和两位序列号组成，序列号不足两位用 0 补齐，例如 1009 表示 2010 年第 9 号摄区；
- c) 分区号由两位序列号组成，序列号不足两位用 0 补齐，例如 01 表示 1 分区；
- d) 航线号为流水编号，由三位数字组成，不足三位用 0 补齐，例如 001 表示第一条航线；
- e) 补飞航线号为在原航线编号后增加补飞码，补飞码由 1 位英文字母表示，b 表示第一次补飞，c 表示第二次补飞，依次类推。

9.2.3 0 级数据整理

0 级数据整理应满足：

- a) 0 级数据子目录以每一架次起始观测时间（GNSS 时间）命名，如：201701020304，其中 20170102 指观测日期，0304 指起始观测时间；
- b) 0 级数据采用通用非压缩图像格式，以航线为单元存储。每个 0 级数据目录下包括一张数据目录对照表，表的格式和航线数据文件命名参见附录 F；
- c) 机载 IMU/GNSS 数据、地面基站数据或精密星历数据、IMU/GNSS 联合解算数据存放于 IMU/GNSS 子目录下，存放每一架次完整的 IMU/GNSS 工程数据。

9.2.4 1 级数据整理

1 级数据按分区，以航线为单元存储。

9.2.5 浏览影像整理

浏览影像整理时应满足：

- a) 浏览影像以航线为单元，将粗纠正影像按照 10:1（宽高比例不变）进行重采样，采样后影像以带坐标信息的通用图像格式存储；
- b) 浏览影像文件名为在航线编号后加浏览影像标识号“LL”。

9.2.6 附件资料整理

附件资料包括纸质文档资料和电子文档资料，整理时应满足以下要求：

- a) 纸质文档资料应按以下要求整理：
 - 1) 所有纸质文档资料应分项单独装订成册，存放在 A4 幅面的档案盒内；
 - 2) 每份档案盒中必须包含资料清单。
- b) 电子文档资料应按以下要求整理：
 - 1) 电子文档的名称和内容应与纸质文档一致，无电子格式的纸质文档应扫描成电子文档；
 - 2) 设计书、各种报告等电子文档资料需提交 word 和 pdf 两种格式；
 - 3) 扫描线位置姿态数据应提供*.sol 格式；
 - 4) 航摄仪检定报告应提交 pdf 格式。

9.2.7 成果存储与外包装

成果一般应采用硬盘存储，硬盘存放于纸质或塑料包装硬盒内。硬盘包装盒标签的注记内容应包括：

- a) 总体信息部分：包括硬盘编号、航摄单位、摄区名称、摄区代号、航摄仪类型及其编号、地面分辨率、航摄仪主距、航线总数、摄区面积、航摄日期、分区号、航线号、数据类型及级别（0 级数据或 1 级数据）；
- b) 其他信息部分：包括其他数据（浏览影像、附件资料等）和备注。

9.3 验收与移交

9.3.1 验收程序

验收时按以下程序进行：

- a) 航摄执行单位按本标准和摄区合同的规定对全部航摄成果资料逐项进行认真的检查，并详细填写检查记录手簿。检查完成后，航摄执行单位应出具成果质量检查报告；
- b) 航摄执行单位质检合格后，将全部成果资料整理齐全，移交航摄委托单位代表验收；
- c) 航摄委托单位代表依据本标准和航摄合同的规定对全部成果资料进行验收，双方代表协商处理检查验收工作中发现的问题，航摄委托单位代表最终给出成果资料质量评定结果；
- d) 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。

9.3.2 移交的资料

包括框幅式航空摄影成果资料和推扫式航空摄影成果资料。

- a) 框幅式航空摄影成果移交的资料应包括：
 - 1) 航摄技术设计书；
 - 2) 航摄仪技术参数检定报告；
 - 3) 航摄飞行记录表；
 - 4) 影像数据（一般为真彩色影像，根据需要含全色或近红外影像）；

- 5) 浏览影像;
 - 6) 航摄影像中心点结合图;
 - 7) 航线、影像结合图;
 - 8) 影像外方位元素成果表;
 - 9) 摄区范围完成情况图;
 - 10) 航摄鉴定表;
 - 11) 航摄飞行 IMU/GNSS 记录表;
 - 12) IMU/GNSS 数据处理检查手簿;
 - 13) IMU/GNSS 数据检查结果分析表;
 - 14) 偏心分量测定表;
 - 15) 航摄资料移交书;
 - 16) 航空摄影项目工作总结报告;
 - 17) 其他有关资料。
- b) 推扫式航空摄影成果移交的资料应包括:
- 1) 航摄技术设计书;
 - 2) 航摄仪技术参数检定报告;
 - 3) 原始数据;
 - 4) 各波段 0 级数据;
 - 5) 1 级数据;
 - 6) IMU/GNSS 后处理解算数据;
 - 7) 地面基站同步观测数据或精密星历数据;
 - 8) 浏览影像;
 - 9) 航线编号对照表;
 - 10) 航线结合图;
 - 11) 航摄飞行记录表;
 - 12) 摄区完成情况图;
 - 13) 航摄鉴定表;
 - 14) IMU/GNSS 数据处理检查手簿;
 - 15) IMU/GNSS 数据检查结果分析表;
 - 16) 偏心分量测定表;
 - 17) 航摄资料移交书;
 - 18) 航空摄影项目工作总结报告;
 - 19) 其他有关资料。

9.3.3 验收报告

航摄委托单位代表完成验收后,应写出验收报告。报告的内容主要包括:

- a) 航摄的依据——航摄合同和技术设计;
- b) 完成的航摄图幅数和面积;
- c) 对成果资料质量的基本评价;
- d) 存在的问题及处理意见。

附录 A
(资料性附录)
航摄常用计算公式

A.1 像点位移

$$\delta = \frac{(v \times t)}{GSD}$$

式中:

- v —— 航摄飞机飞行速度, 单位为米每秒 (m/s);
 t —— 曝光时间, 单位为秒 (s);
 GSD —— 地面分辨率, 单位为米 (m);
 δ —— 像点位移, 单位为像素。

A.2 航高

$$H = \frac{f \times GSD}{\alpha}$$

式中:

- H —— 摄影航高, 单位为米 (m);
 f —— 镜头焦距, 单位为毫米 (mm);
 α —— 像元尺寸, 单位为毫米 (mm);
 GSD —— 地面分辨率, 单位为米 (m)。

A.3 摄影基线和航线间隔

$$b_x = L_x (1 - p_x)$$

$$b_y = L_y (1 - p_y)$$

$$B_x = b_x \times \frac{H}{f}$$

$$D_y = b_y \times \frac{H}{f}$$

式中:

- b_x —— 影像摄影基线长度, 单位为毫米 (mm);
 B_x —— 实地摄影基线长度, 单位为米 (m);
 d_y —— 影像航线间隔宽度, 单位为毫米 (mm);
 D_y —— 实地航线间隔宽度, 单位为米 (m);
 L_x 、 L_y —— 影像航线间隔宽度, 单位为毫米 (mm);

p_x 、 p_y ——影像航向和旁向重叠度（以百分比表示）；

f ——焦距，单位为毫米（mm）；

H ——摄影航高，单位为米（m）。

A.4 推扫式航空摄影基线

航摄影前视扫描线与后视扫描线所获取的影像构成立体时，这两个成像时刻航摄影摄影中心之间的连线。

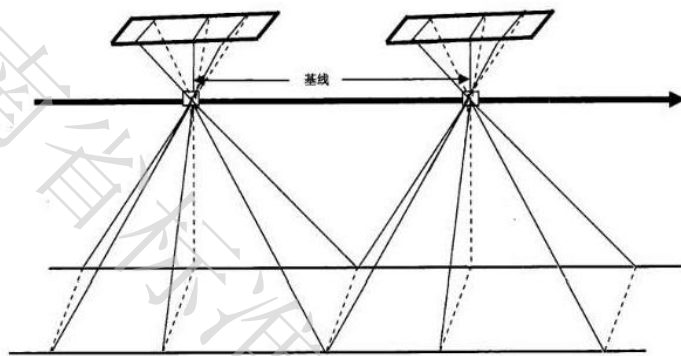


图 A.1 推扫式航空摄影基线示意图

A.5 影像重叠度

$$p_x = p'_x + (1 - p'_x) \Delta h / H$$

$$p_y = p'_y + (1 - p'_y) \Delta h / H$$

式中：

p_x 、 p_y ——航摄影像的航向、旁向设计重叠度（以百分比表示）；

p'_x 、 p'_y ——航摄影像的航向、旁向实际重叠度（以百分比表示）；

Δh ——相对于摄影基准面的高差，单位为米（m）。

A.6 相邻影像的曝光时间间隔

$$\Delta t = \frac{B_x}{W}$$

式中：

Δt ——航摄影像的航向、旁向标准重叠度（以百分比表示）；

W ——相对于摄影基准面的高差，单位为米（m）。

A.7 航线弯曲度

$$E = \frac{\Delta l}{L} \times 100\%$$

式中：

E ——航线弯曲度；

Δl ——像主点偏离航线首末像主点连线的最大距离，单位为毫米（mm）；

L ——航线首末像主点连线的长度，单位为毫米（mm）。

A.8 摄影分区基准面高程

A.8.1 摄影分区基准面高程是将分区个别突出最高点与最低点舍去不计外，使分区内高点平均高程与低点平均高程面积各占一半的平均高程面。

A.8.2 采用 DEM 设计时，摄影分区基准面高程按下列公式计算：

$$h_{\text{基}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n}$$

式中：

$h_{\text{基}}$ ——摄影分区基准面高程，单位为米；

h_i ——分区内设计用数字高程模型格网点的高度值，单位为米（m）。

附录 B
(资料性附录)

IMU/GNSS 初始对准飞行方案

飞机进入第一条航线前须进行至少 5 min 平飞后进行 S 形或 8 字形飞行，之后再进行最多 5 min 的平飞，离开最后一条航线也须进行最多 5 min 的平飞，然后进行 S 形或 8 字形飞行后再进行至少 5 min 平飞。根据航线布设方案的要求，可在下列七种初始对准飞行方案中选择合适的方案执行（离开最后一条航线的初始对准飞行按图示方向反向执行即可）。

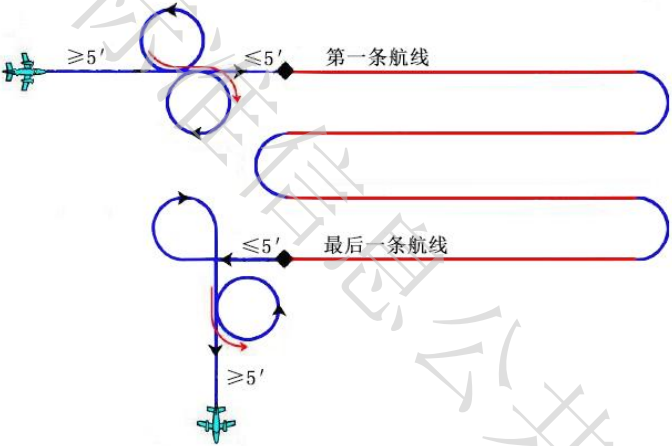


图 B.1 初始对准飞行示意图

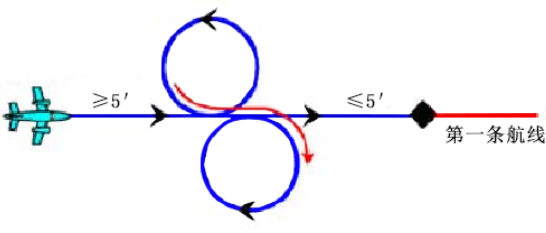


图 B.2 初始对准飞行方案 1

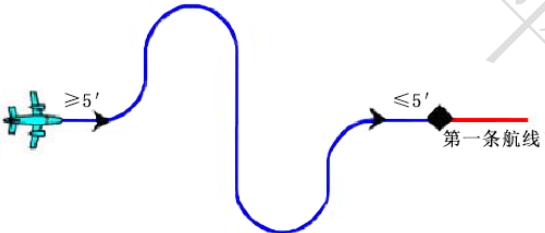


图 B.3 初始对准飞行方案 2

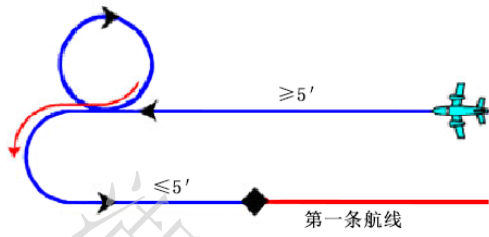


图 B.4 初始对准飞行方案 3

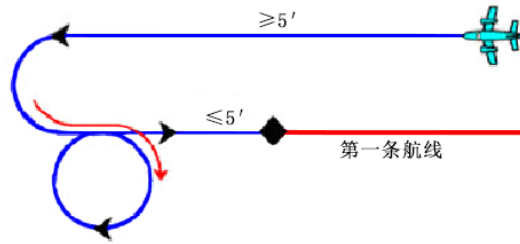


图 B.5 初始对准飞行方案 4

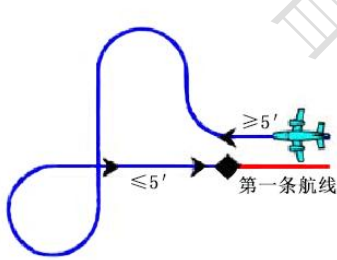


图 B.6 初始对准飞行方案 5

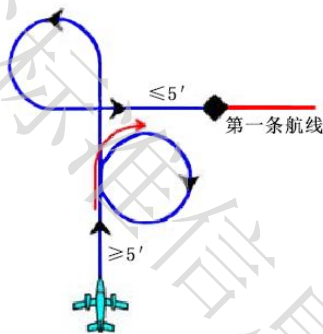


图 B.7 初始对准飞行方案 6

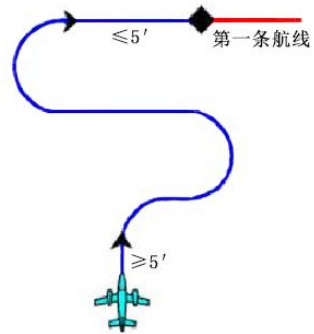


图 B.8 初始对准飞行方案 7

附录 C
(资料性附录)
基站同步观测记录表

摄区代号			
观测日期			
天气情况			
接收机型号			
接收机编号			
基站编号			
卫星高度截止角/°			
采样间隔/s			
基站开机时间		天线高/m	
基站关机时间		天线高/m	
数据目录名			
数据文件名			
数据量/MB			
备注			
GNSS 观测时异常记录			
测量员： 日期：	检查员： 日期：		

附录 D
(资料性附录)
航摄飞行记录表

D.1 框幅式航摄飞行记录表

表 D.1 航摄飞行记录表

机组：日期：从 时 分 到 时 分

摄区	摄区名称		摄区代号		航摄分区		地面分辨率	
	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		导航仪			
航摄仪	航摄仪型号		航摄仪编号		焦距			
	滤光镜		光圈		曝光时间		感光度	
影像	盘号				摄影时间			
	摄影前试片				摄影后试片			
天气	天气状况		水平能见度		垂直能见度			
机组	机长		飞行员		领航员		摄影员	
航线飞行示意图								
备注：								
填表人：送片人：接片人：								

D.2 推扫式航摄飞行记录表

表 D.2 航摄飞行记录总表

机组	日期		从 时 分 到 时 分				
摄区名称		摄区代号		航摄分区		地面分辨率/m	
绝对航高/m		摄影方向		航线条数		地形地貌	
飞机型号		飞机编号		硬盘编号			
航摄仪型号		航摄仪编号		焦距/mm		基站名	
偏心分量	u/m:		v/m:		w/m:		
天气状况		水平能见度		垂直能见度			
机长		飞行员		领航员		摄影员	
航线飞行示意图							
备注:							

附录 F
(资料性附录)
数据目录对照表

[illegible]

注：航线编号 180103001 表示 2018 年 01 号摄区 03 号分区的第 1 条航线；航线标识号 N01_20180102_0304 表示第 1 航线为 2018 年 1 月 2 日 3 点 4 分（GNSS 时间）所摄。

附录 G
(资料性附录)

IMU/GNSS 数据检查结果分析表

摄区代号: _____ 机组: _____ 年 月 日

基站 数据 检查	序号	基站编号	数据目录名	数据量/MB	有无异常	
	1					
	2					
	3					
	评价 分析	1. 无异常, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 2. 部分基站有异常, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 3. 所有数据有异常, 不能进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 4. 其他: <input type="checkbox"/>				
	备注	采用 GNSS 精密单点定位技术时可不填写本项内容。				
机载 数据 检查	机载 GNSS 数据	有无失锁发生	失 锁 区 间		所在区间	时间/s
				1		
		2				
		3				
		4				
		无				
		1. 无失锁, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 2. 失锁时间较短, 且在非航摄区域, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 3. 在航线上失锁时间较短, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 4. 失锁时间较长, 部分区间无法后续处理。建议补摄。 <input type="checkbox"/> 5. 其他: <input type="checkbox"/>				
	IMU 数据	有无异常				
	Event mark 值	有无异常				
其他						
分析 结果	1. 数据记录连续无失锁, 或有失锁现象, 但失锁时间较短, 可进行后续处理。 <input type="checkbox"/> 2. 数据记录部分失锁或中断, 需对 <input type="checkbox"/> 补摄。 <input type="checkbox"/> 3. 其他 <input type="checkbox"/>					
备注: 可选如下区间: A-非摄区区间 B-航线上 C-航线转弯 D- (其他)						

记录员: _____ 年 月 日 检查员: _____ 年 月 日

附录 H
(资料性附录)

IMU/GNSS 数据处理检查手簿

H.1 框幅式 IMU/GNSS 数据处理检查手簿:

表 H.1 IMU/GNSS 数据处理检查手簿

摄区: _____ 架次: _____

一、IMU/GNSS 数据预处理

检查项名称	异常情况	处理方案	√ 或 ×
GNSS 数据			
IMU 数据			
event mark			

二、IMU 和 GNSS 数据联合解算

1. 处理设置

设置项名称	采用选项 (值)			√ 或 ×
工作目录				
IMU	IMU 型号:		GNSS 型号:	
	轴的指向	轴 '1':	轴 '2':	
GNSS 偏心分量/m	u :	v :	w :	
IMU 偏心分量/m	u :	v :	w :	
IMU 检校数据文件				

2. 处理精度

航线数/计算次数: _____ / _____ ☐

精度指标	精度值	是否合格	√ 或 ×
位置偏差/m	北: 东: 高:		
速度偏差/(m/s)	北: 东: 高:		
情况说明			

3. 检校计算

检校场飞行次数: _____ ☐

	位置/m	角度/arcmin	√ 或 ×
改正值	北: 东: 高:	侧滚: 俯仰: 旋偏:	
中误差	北: 东: 高:	侧滚: 俯仰: 旋偏:	
说 明			

4. 外方位元素输出

输出外方位元素成果名: _____ ☐

5. 异常情况记录

异常情况	处理方案	√ 或 ×
无		

三、检查意见

☐解算成果全部合格，可采用 ☐部分合格，部分可采用 ☐成果质量全部不合格，不可用

注：处理员据实填写手簿，检查员经检查无误画√、否则画或×。

处理员： 年 月 日

检查员： 年 月 日

H.2 推扫式 IMU/GNSS 数据处理检查手簿:

表 H.2 IMU/GNSS 数据处理检查手簿

摄区: _____ 架次: _____

1 机载 IMU/GNSS 数据检查

检查项名称	异常情况	处理方案	√ 或 ×
GNSS 数据			
IMU 数据			

2 IMU 和 GNSS 数据联合解算

1) 解算精度

航线数/计算次数: _____

☐

精度指标	精度值	是否合格	√ 或 ×
位置偏差/m	北: _____ 东: _____ 高: _____	是	√
速度偏差/(m/s)	北: _____ 东: _____ 高: _____	是	√
情况说明			

2) 外方位元素输出

输出外方位元素成果名: _____

☐

3) 异常情况记录

异常情况	处理方案	√ 或 ×

3 检查意见

☐解算成果全部合格, 可采用 ☐部分合格, 部分可采用 ☐成果质量全部不合格, 不可用

注: 处理员据实填写手簿, 检查员经检查无误画√、否则画或×。

处理员: _____

年 月 日

检查员: _____

年 月 日

附录 I
(资料性附录)

1.1 框幅式航摄仪偏心分量测定表：

表 1.1 偏心分量测定表

基本信息	摄区代号			摄区名称	
	飞机型号			飞机编号	
	IMU 型号			IMU 编号	
	机载 GNSS 接收机型号			机载 GNSS 天线型号	
	航摄仪型号			航摄仪编号	
	备注:				
GNSS 偏心 分量	偏心分量		u/m	v/m	w/m
	天线相位中心 相对相机量测 参考点	1			
		2			
		3			
		平均值			
	相机量测参考点相对摄影中心				
	结果				
IMU 偏心 分量	偏心分量		u/m	v/m	w/m
	天线相位中心 相对相机量测 参考点	1			
		2			
		3			
		平均值			
	相机量测参考点相对摄影中心				
	结果				

测量员： 年 月 日

检查员： 年 月 日

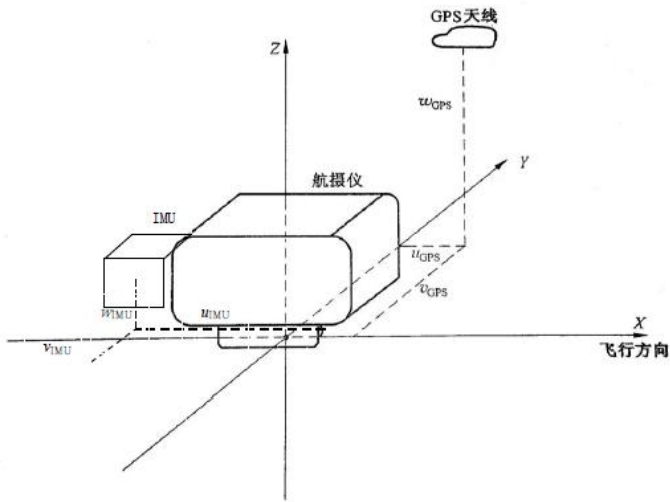


图 1.1 IMU/GNSS 偏心分量示意图

1.2 推扫式航摄仪偏心分量测定表:

表 I.2 偏心分量测定表

基本信息	摄区代号			摄区名称	
	飞机型号			飞机编号	
	航摄仪型号			航摄仪编号	
	备注：				
GNSS 偏心 分量	偏心分量		u/m	v/m	w/m
	GNSS 天线相位中 心至航摄仪 量测参考点的 坐标分量	1			
		2			
		3			
		平均值			
	航摄仪量测参考点至摄影中心 的坐标分量				
	结果				

测量员:

年 月 日

检查员:

年 月 日

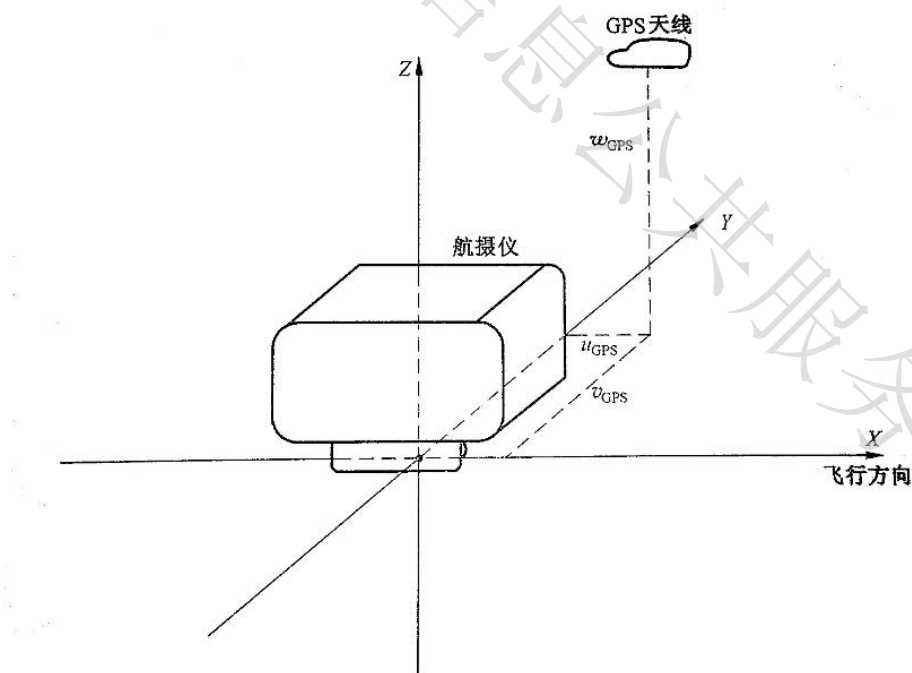


图 I.2 GNSS 偏心分量示意图

附录 J
(资料性附录)
相关附件资料编写要求

J.1 航空摄影技术设计书

航空摄影技术设计书应包含如下内容：

- a) IMU/GNSS 辅助航空摄影测量方案；
- b) 基站设计；
- c) IMU/GNSS 设备以及软件选择；
- d) 飞行实施方案；
- e) 预期成果；
- f) 框幅式航空摄影还应包含检校场设计（包括检校场航线设计、像控点设计与野外测量方案等）；
- g) 其他航摄设计内容应按照 GB/T 19294 要求编写。

J.2 航摄飞行 IMU/GNSS 记录报告

航摄飞行 IMU/GNSS 记录报告应包括：

- a) 偏心分量测定表；
- b) 框幅式航空摄影提供航摄飞行 IMU/GNSS 记录表；
- c) 推扫式航空摄影提供数据目录对照表；
- d) IMU/GNSS 数据检查结果分析表。

注：其中 b)、c)、d) 项每个架次必须填写。

附录 K
(资料性附录)
航摄资料移交书

K.1 框幅式航摄资料移交书:

航摄资料移交书

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

表 K.1 航摄面积统计表

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

表 K.2 航摄资料统计表

项 目	规格	单位	份数	数量	备注
真彩色影像	硬盘	张			
浏览影像		张			
CORS 数据		天			
机载 IMU/GNSS 原始数据		套			
航摄技术设计书	电子文档	本			
航摄影技术参数检定报告		份			
外方位元素表		份			
航线、影像结合图	纸质	张			附电子文档
航摄影像中心点结合图		张			附电子文档
航摄鉴定表		本			附电子文档
航摄资料移交书		本			附电子文档
航摄飞行记录表		本			附电子文档
航摄飞行 IMU/GNSS 记录表		本			附电子文档
偏心分量测定表		本			附电子文档
IMU/GNSS 数据检查结果分析表		本			附电子文档
IMU/GNSS 数据处理检查手簿		本			附电子文档
自检报告		本			附电子文档
技术总结（含工作总结）		本			附电子文档
其他					

以上经甲、乙双方代表确认，并核实清点无误。

接收单位（章）：

交出单位（章）：

验收代表：

交出代表：

接收代表：

负责人：

年 月 日

年 月 日

K.2 推扫式航摄资料移交书：

航摄资料移交书

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

表 K.3 航摄面积统计

地区类别	完成航摄面积 km ²	地面分辨率 cm	摄影种类	旁向重叠	备注

表 K.4 航摄资料统计表

项 目	规格	单位	份数	数量	备注
各波段 0 级数据	硬盘	架次			
L1 级数据		条			
IMU/GNSS 后处理解算数据		架次			
浏览影像数据		条			
CORS 数据		天			
航摄技术设计书	电子文档	本			
航摄仪及附件技术参数检定报告		份			
航线编号对照表	纸质	份			附电子文档
航摄飞行记录表		本			附电子文档
航线结合图		份			附电子文档
航摄鉴定表		本			附电子文档
航摄资料移交书		本			附电子文档
偏心分量测定表		本			附电子文档
IMU/GNSS 数据检查结果分析表		本			附电子文档
IMU/GNSS 数据处理检查手簿		本			附电子文档
自检报告		本			附电子文档
技术总结(含工作总结)		本			附电子文档
其他					

以上经甲、乙双方代表确认，并核实清点无误。

接收单位（章）：

验收代表：

接收代表：

年 月 日

交出单位（章）：

交出代表：

负责人：

年 月 日

附录 L
(资料性附录)
航摄鉴定表

L.1 航摄鉴定表一般以 1:10000 标准图幅为整理单元。

L.2 框幅式航摄鉴定表示例：

表 L.1 航摄鉴定表

摄区：_____

地面分辨率：_____cm

分区：_____

图幅编号：_____

绝对航高：_____m

航线序号	航摄日期	航摄仪型号及编号	航线两端号码	片数	图幅在测区（分区）的位置示意图
1					
2					
3					
4					
5					
总 片 数					
航摄仪类型 _____ 号码 _____ 主距 _____ mm 像幅 _____ 像素 × _____ 像素，像素大小 _____ μm					
点名	x (mm)		y (mm)		说明
PPA 自准直主点					
检查意见					
检查者			日期		
验收意见：					
验收单位：		验收代表：		日期：	

L.3 推扫式航摄鉴定表示例：

表 L.2 航摄鉴定表

摄区：_____ 分区：_____ 地面分辨率：_____ 绝对航高：_____

图幅名称（编号）：_____

图幅在测区（分区）位置示意图																								
<div><div><div>140238001</div><div>140238002</div><div>140238003</div><div>140238004</div></div><table><tr><td>G49G005072</td><td>G49G005073</td><td>G49G005074</td><td>G49G005075</td><td>G49G005076</td></tr><tr><td>G49G006072</td><td>G49G006073</td><td>G49G006074</td><td>G49G006075</td><td>G49G006076</td></tr><tr><td>G49G007072</td><td>G49G007073</td><td>G49G007074</td><td>G49G007075</td><td>G49G007076</td></tr><tr><td>G49G008072</td><td>G49G008073</td><td>G49G008074</td><td>G49G008075</td><td>G49G008076</td></tr></table><div><div>140238001b</div></div></div>					G49G005072	G49G005073	G49G005074	G49G005075	G49G005076	G49G006072	G49G006073	G49G006074	G49G006075	G49G006076	G49G007072	G49G007073	G49G007074	G49G007075	G49G007076	G49G008072	G49G008073	G49G008074	G49G008075	G49G008076
G49G005072	G49G005073	G49G005074	G49G005075	G49G005076																				
G49G006072	G49G006073	G49G006074	G49G006075	G49G006076																				
G49G007072	G49G007073	G49G007074	G49G007075	G49G007076																				
G49G008072	G49G008073	G49G008074	G49G008075	G49G008076																				
航线编号	航摄日期	航摄仪类型/编号	两端输出片序号	片数																				
航线条数			输出片总张数																					
说明：具体参数见航摄仪技术参数文件																								
检查说明：																								
检查意见：																								
检查者：日期：																								
验收意见：																								
验收代表：验收日期：																								

L.4 航摄鉴定表以摄区或分区为单元装订成册，封面设计如下：

航 摄 鉴 定 表

摄区名称：_____

摄区代号：_____

航摄单位：_____

航摄日期： 年 月

附录 M
(资料性附录)
航线、影像结合图

M.1 航线、影像结合图制作要求

M.1.1 制图单元

以摄区或分区为单元制作航线、影像结合图。

M.1.2 图面内容

图面内容主要包括：

- a) 摄区范围线：连接摄区多边形拐点标绘摄区范围线，标注其拐点经纬度坐标；
- b) 分区范围线：当摄区内有多个分区时，标绘分区范围线，并在分区内显著位置标注分区顺序号；若摄区只有一个分区时，可不予标注；
- c) 最小图幅单元结合表：在摄区外接矩形范围内，一般以 1:10000 标准图幅为单元，绘制图幅结合表；
- d) 标注图幅单元：以 1:50000 标准分幅作为标注图幅单元，以不同线型表示该图幅边界，并标注图幅号；
- e) 航线：以最小单元图幅结合表为参考，绘制航线，并在各航线与摄区边界相交的一侧或两侧标注航线编号，补飞航线以不同颜色区分，不同航摄仪飞行的航线用不同的线型加以区分；
- f) 影像号或航线号标注：在航线与标注图幅单元相交处两侧，标注影像编号或航线编号；补飞影像号或航线号与正常飞影像号或航线号用不同颜色表示。

M.1.3 图外整饰

图面内容主要包括：

- a) 图形顶端居中处注图名：“XX 摄区 XX 分区航线、影像结合图”。
- b) 图形底部注记内容包括：
 - 1) 摄区名称；
 - 2) 摄区代号；
 - 3) 地面分辨率；
 - 4) 航摄仪类型；
 - 5) 相机主距；
 - 6) 航摄日期；
 - 7) 航摄单位；
 - 8) 制作者；
 - 9) 检查者。

M.1.4 图件输出

以 A4 纸幅面，300dpi~500dpi 输出。

M.2 航线、影像结合图示例:

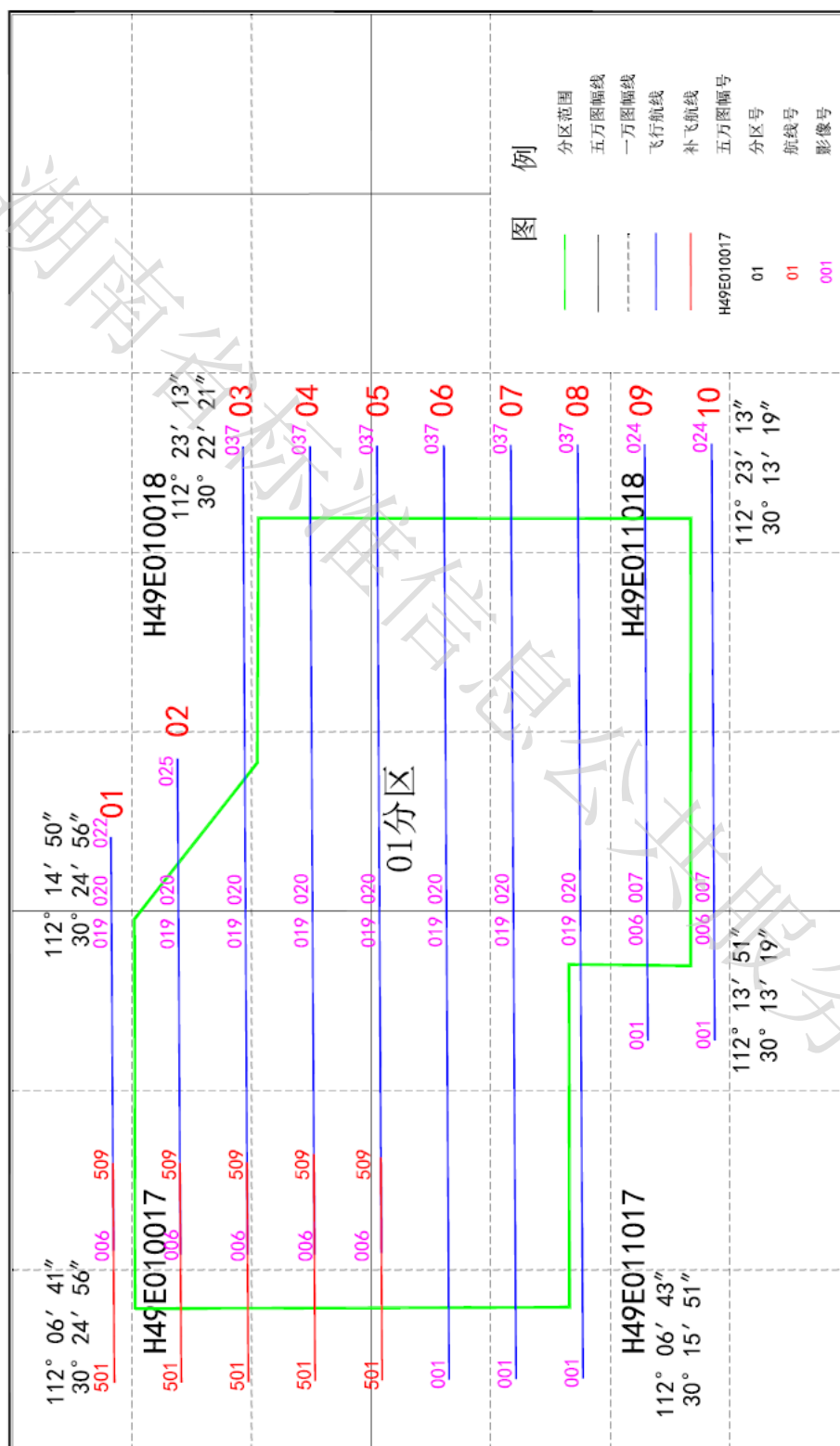


图 M.1 航线、影像结合图

附录 N
(资料性附录)
摄区完成情况图

N.1 摄区完成情况图制作要求

N.1.1 制图单元

一般以完整摄区为单元制作摄区完成情况图；当摄区范围较大、或分区零散时，也可以分区为单元制作摄区完成情况图。

N.1.2 图面内容

图面内容主要包括：

- a) 底图：以适合比例尺的数字线划图为底图；
- b) 摄区图廓线：连接摄区多边形拐点成图廓线，标注摄区图廓拐点经纬度坐标；
- c) 最小图幅单元结合表：在摄区外接矩形范围内，以 1:10000 标准图幅为单元，绘制图幅结合表；
- d) 标注图幅单元：以 1:50000 标准分幅作为标注图幅单元，绘制标注图幅结合表，并标注图幅号；
- e) 完成情况：绘制完成区域边界，按照完成情况分为以前完成区域、本次完成区域、未完成区域、需补飞区域、禁飞区域等类别，采用不同颜色 50%透明填充。

N.1.3 图外整饰

图外整饰内容主要包括：

- a) 图形顶端居中处注图名：“XX 摄区完成情况图”。
- b) 图形底部注记内容包括：
 - 1) 摄区名称；
 - 2) 摄区代号；
 - 3) 地面分辨率；
 - 4) 航摄仪型号及编号；
 - 5) 相机主距；
 - 6) 摄区面积；
 - 7) 本次完成面积；
 - 8) 以前完成面积；
 - 9) 未完成面积；
 - 10) 需补飞面积；
 - 11) 禁飞面积；
 - 12) 航摄日期；
 - 13) 航摄单位；
 - 14) 制作者；
 - 15) 检查者。

N.1.4 图件输出

以 A4 纸幅面，300dpi~500dpi 输出。

N.2 摄区完成情况图示例：

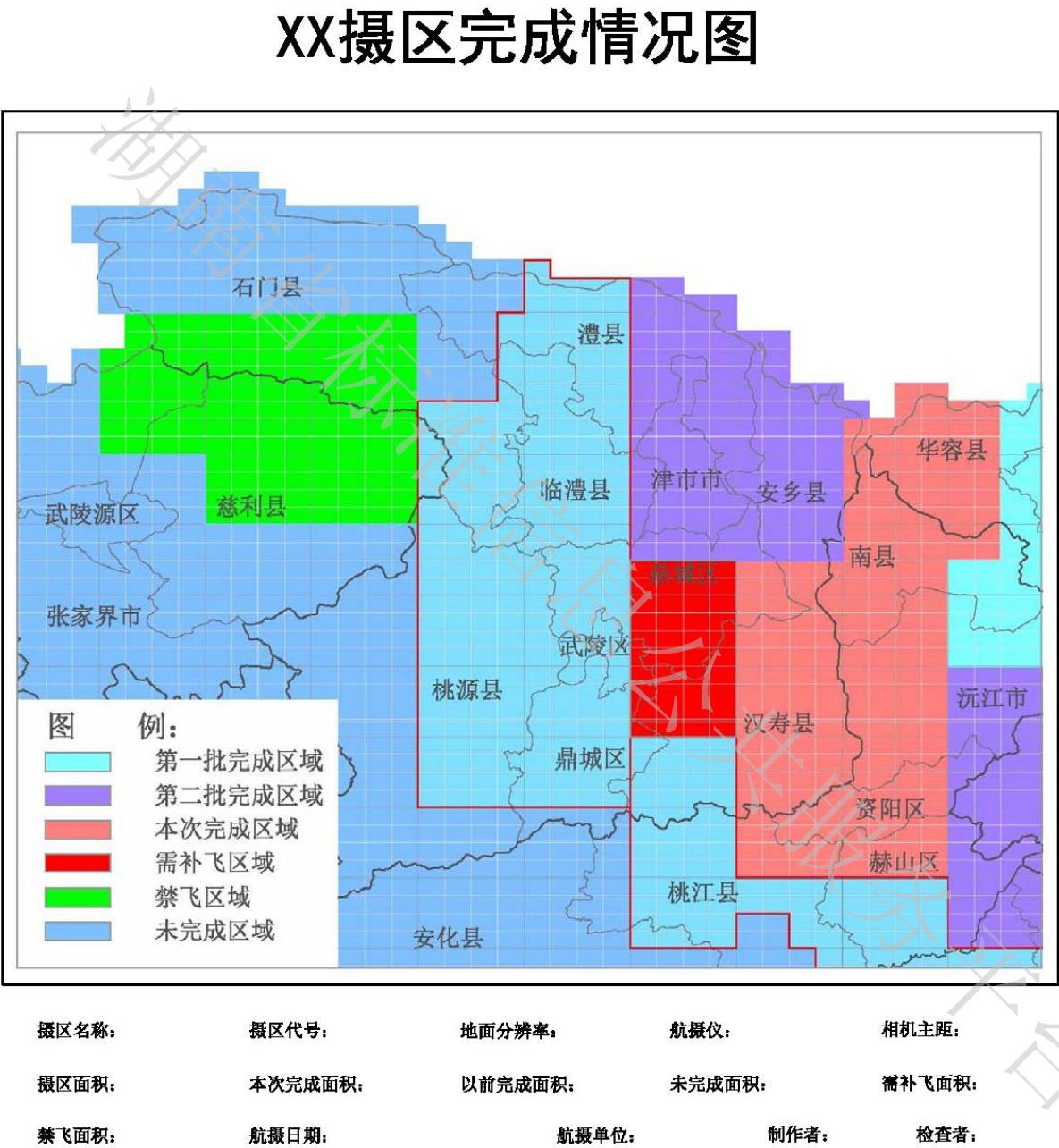


图 N.1 摄区完成情况图

附录 0
(资料性附录)
航摄影像中心点结合图

0.1 航摄影像中心点结合图的制作要求

0.1.1 制图单元

以摄区或分区为单元制作航摄影像中心点结合图。

0.1.2 图面内容

图面内容主要包括：

- a) 底图：以适合比例尺的数字线划图为底图；
- b) 图廓线：将制图内容及图例等图外信息全部包含在内的最小外接矩形绘制成图廓线；
- c) 最小图幅单元结合表：在摄区外接矩形范围内，一般以 1:10000 标准图幅为单元，绘制图幅结合表；
- d) 标注图幅单元：以 1:50000 标准分幅作为标注图幅单元，以不同线型表示该图幅边界，并标注图幅号；
- e) 影像中心点：在每张影像中心点位处，绘制“+”字符标识，并在“+”上部标注每张影像编号；当采用 IMU/GNSS 辅助摄影时，在“+”下部以不同的颜色标注曝光时标号；补飞影像用不同的颜色加以区分；采用不同航摄仪航摄的影像中心点用不同的符号加以区分；当影像重叠度过大时，可隔片标注影像编号；
- f) 航线号：在每条航线的顶端标注航线号。

0.1.3 图外整饰

图面内容主要包括：

- a) 图形顶端居中处注图名：“XX 摄区 XX 分区影像中心点结合图”。
- b) 图形底部注记内容包括：
 - 1) 摄区名称；
 - 2) 摄区代号；
 - 3) 地面分辨率；
 - 4) 航摄仪类型；
 - 5) 相机主距；
 - 6) 航摄日期；
 - 7) 航摄单位；
 - 8) 制作者；
 - 9) 检查者。

0.1.4 图件输出

以 A4 纸幅面，300dpi～500dpi 输出。

0.2 航摄影像中心点结合图示例：

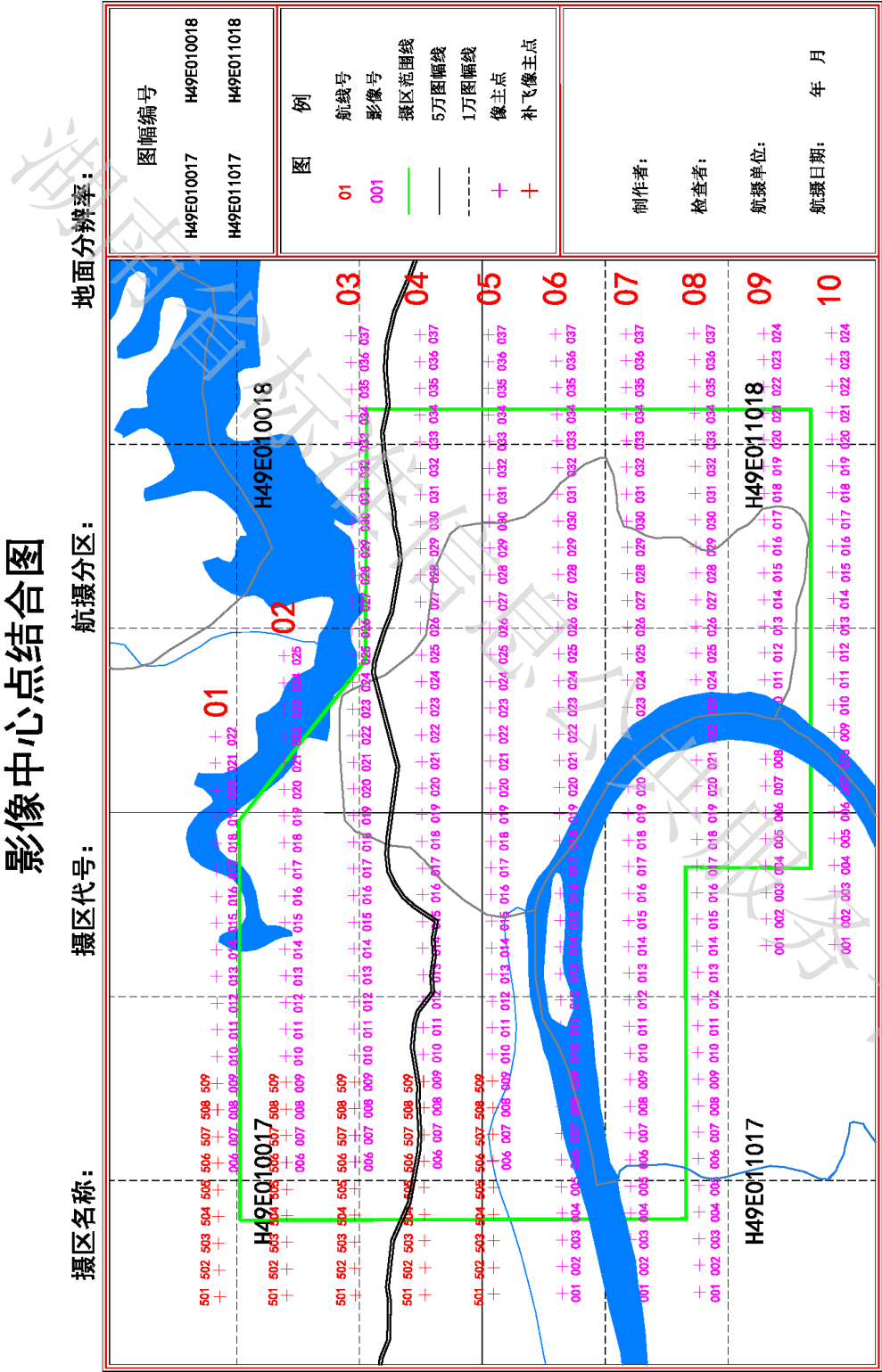
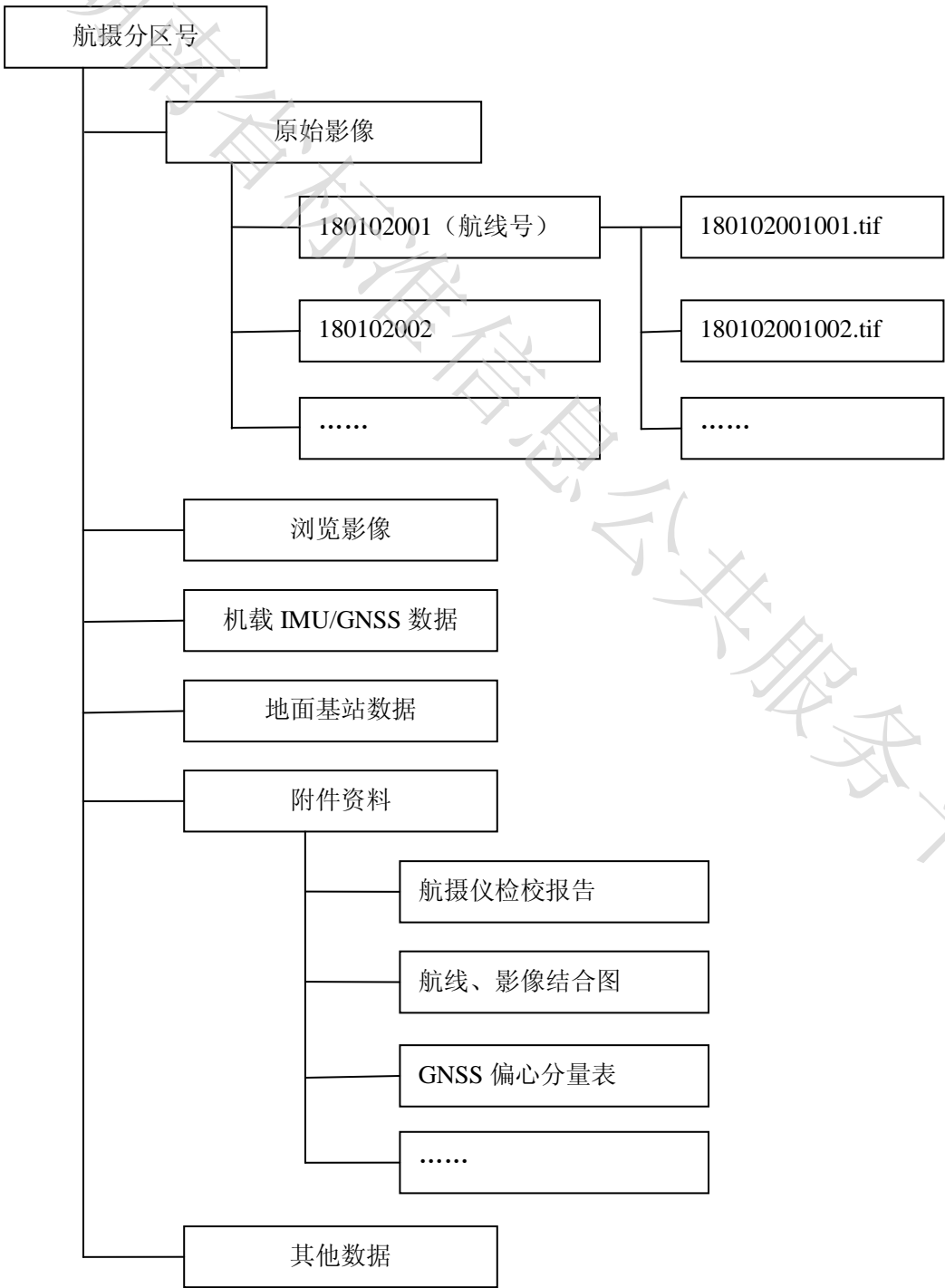


图 0.1 影像中心点结合图

附录 P
(资料性附录)
数据文件组织结构图

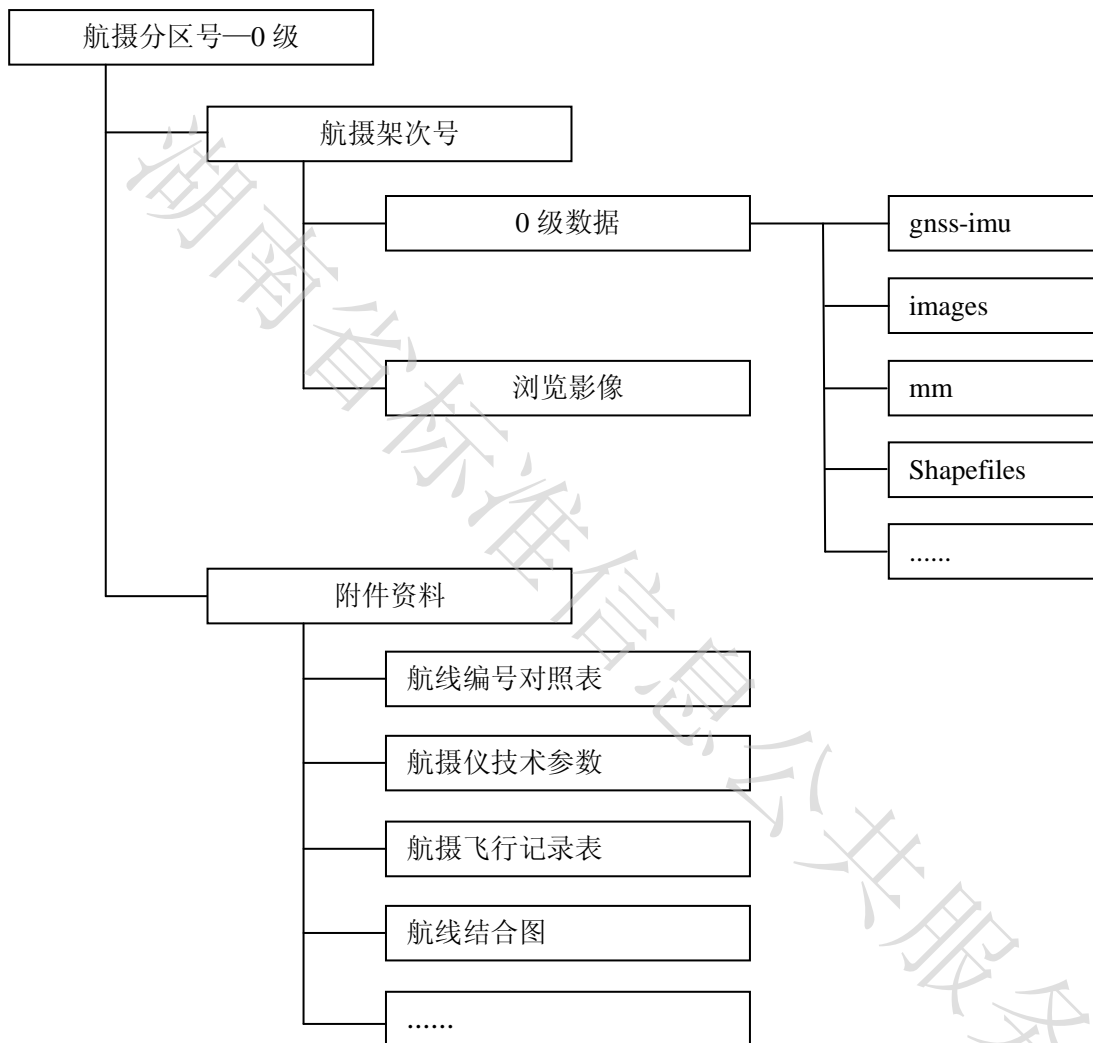
P.1 框幅式数字航空摄影数据文件组织结构图



注：当采用连续运行基准站作为地面基站时，地面基站数据可命名为 CORS 数据；当采用 GNSS 精密单点定位技术时，无地面基站数据子目录，添加精密星历子目录。

P. 2 推扫式数字航空摄影数据文件组织结构图

P. 2.1 0 级数据文件组织结构示意图



P. 2.2 1 级数据文件组织结构示意图

