

ICS 07.040
CCS A 77
备案号 XXXXX-XXXX

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXX—XXXX

代替CH/Z 3005—2010

低空数字航空摄影规范

Specifications for low-altitude digital aerial photography

报批稿

202X-XX-XX发布

202X-XX-XX实施

中华人民共和国自然资源部 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 工作流程	2
5 航摄系统准备	2
5.1 飞行平台	2
5.2 航摄数码相机	3
6 航摄计划与航摄设计	3
6.1 航摄计划	3
6.2 航摄设计	4
7 航摄实施	5
8 飞行质量与影像质量要求	5
8.1 飞行质量	6
8.2 影像质量	6
9 成果质量检查	6
9.1 检查范围	6
9.2 检查项目和方法	6
10 整理验收与上交成果	7
10.1 整理	7
10.2 验收	9
10.3 上交成果	9
附录 A (规范性) 相机与像空间坐标系的关系示意图、相机安装方位示意图	10
附录 B (资料性) 低空数字航摄常用计算公式	11
附录 C (规范性) 航摄飞行记录表	14
附录 D (资料性) 旋角计算示意图	15
附录 E (资料性) IMU/GNSS 系统空间位置关系示意图	16
附录 F (资料性) 航摄分区示意图和航线示意图	17
附录 G (规范性) 摄区完成情况图	19
附录 H (资料性) 航摄资料移交书	21

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 CH/Z 3005-2010《低空数字航空摄影规范》。

本文件与 CH/Z 3005-2010 比较，主要技术变化如下：

- 删除了与航空摄影无关的对飞行平台的指标要求，增加了飞行器飞行速度与传感器快门协调；
- 改动了航摄分区原则和技术指标，由原来的高差 1/6 航高，放宽到 1/4，高山地放宽至 1/3。明确了基准面设计地面分辨率、设计重叠度问题；
- 增加了 GNSS 和 IMU 等新测量技术；
- 提升了传感器指标，增加了航向视场角 27°限制、检校模型和内容要求；
- 明确了航摄季节和时间原则；
- 修订了资料性附录部分细节，增加了 GNSS 和 IMU 偏心量示意图。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出并归口。

本文件起草单位：中测新图（北京）遥感技术有限责任公司、浙江中测新图地理信息技术有限公司、武汉中测晟图遥感技术有限公司、中测新图（北京）低空数码测绘技术有限公司、浙江省测绘科学技术研究院。

本文件主要起草人：李英成、丁晓波、薛艳丽、任亚锋、朱祥娥、李西林、戴芳、胡传文、廖明、叶冬梅、郑安武、匡秀梅、吴涛、詹世富。

引 言

随着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数码相机的航空摄影得到各行业广泛应用。无人飞行器低空航空摄影测量以其反应速度快、操控方便、成本低、成图周期短等优势，在我国基础地理信息数据获取及应急测绘应用中已呈常态化运行，成为有人机航空遥感与卫星遥感的有力补充。为适应并推进低空数字航空摄影测量技术产业应用和有序发展，有必要建立完善的低空数字航空摄影测量标准体系。

与本文件配套使用的标准有 CH/T BBBB 《低空数字航空摄影测量内业规范》、CH/T CCCC 《低空数字航空摄影测量外业规范》。

低空数字航空摄影规范

1 范围

本文件规定了低空数字航空摄影生产的航摄系统要求、航摄计划与航摄设计要求、飞行质量和影像质量要求、成果整理和验收要求等。

本文件适用于采用无人驾驶飞行器低空数字航摄系统，以生产 1:500、1:1 000 和 1:2 000 数字正射影像图（DOM）、数字高程模型（DEM）、数字表面模型（DSM）和数字线划图（DLG）等成果为目的的低空数字航空摄影工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 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 3006 数字航空摄影测量 控制测量规范

CH/T CCCC 低空数字航空摄影测量外业规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低空数字航空摄影 low-altitude digital aerial photography

相对航高为 2000 米以下，采用无人驾驶飞行器搭载数码相机进行的航空摄影。

3.2

定点曝光 fixed-point exposure

根据预先设计的航线和曝光点位置，触发传感器曝光的控制方法。

3.3

等距曝光 equidistant exposure

根据预先设计的航线和固定曝光空间间隔距离，触发传感器曝光的控制方法。

3.4

等时曝光 equal interval exposure

根据预先设计的航线和固定曝光时间间隔，触发传感器曝光的控制方法。

4 工作流程

低空数字航空摄影工作流程见图 1。

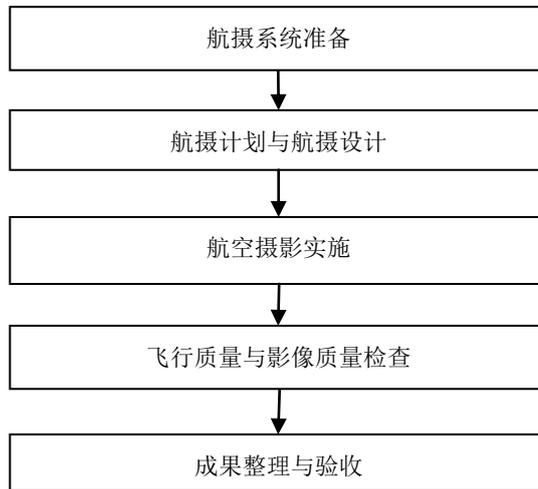


图 1 低空数字航空摄影流程图

5 航摄系统准备

5.1 飞行平台

5.1.1 任务载荷

5.1.1.1 飞行平台应具备足够的载荷能力，保障飞行安全的前提下，除油料、电池、机载发电机等之外，有效载荷应保证承载传感器及其辅助系统，空间充足，不遮挡视场，不影响接线和插卡等动作。

5.1.1.2 搭载稳定云台的，应协调保证运动空间，云台运动范围内传感器无视场遮挡现象。

5.1.1.3 飞行平台发动机、电机运行过程中固有振动频率应与传感器协调，采取减震措施避免振动引起成像模糊，尤其应避免传感器出现角元素形式的振动。

5.1.2 抗风能力

5.1.2.1 固定翼无人飞行器航空摄影时应具备 5 级风力气象条件下安全飞行能力。

5.1.2.2 多轴旋翼机及其他类型无人飞行器航空摄影时应具备 4 级风力气象条件下安全飞行能力。

5.1.3 飞行速度

5.1.3.1 飞行平台应与其搭载的传感器协调配合，在保证安全飞行的前提下，应选择巡航速度低的飞行平台，以保证像移和运动变形在较小的范围内。对应平均像点位移不应大于 0.5 个像素，地形最高点最大像点位移不应大于 1 个像素。

5.1.3.2 采用具备像移补偿功能的传感器或者云台的低空航摄系统，可不受 5.1.3.1 指标限制，补偿后残差不超过 0.5 个像素。

5.1.4 自动驾驶仪

自动驾驶仪除具备基本飞行控制功能外，还应具备以下功能：

- a) 具备接收预设航线和曝光控制信息的功能，可输出控制航摄相机曝光的控制信号；
- b) 具备定点曝光控制或等距曝光控制功能；
- c) 具备记录和下载实际曝光点位置和姿态等信息的功能。

5.1.5 测姿定位系统

当采用双频 GNSS 辅助航空摄影，或采用 IMU/GNSS 辅助航空摄影时，应满足以下要求：

- a) 应选用双频 GNSS，其数据记录频率应不小于 5Hz；
- b) 测角精度值应达到横滚角、俯仰角不大于 0.01°，航偏角不大于 0.02°。

5.2 航摄数码相机

5.2.1 选型

应满足以下要求：

- a) 相机镜头应为定焦镜头，且对焦无限远；
- b) 镜头与相机机身，以及相机机身与成像探测器之间稳固连接；
- c) 连接双频 GNSS 和惯性测量装置时，相机应具备曝光信号反馈功能；
- d) 航向视场角不小于 27°；
- e) 灰度记录的动态范围，每通道应不低于 8bit；
- f) 原始影像宜以无压缩格式存储，采用压缩格式存储时，压缩倍率应不大于 10 倍。

5.2.2 检校

应满足以下要求：

- a) 通过摄影测量平差方法解算相机检校参数，包括主点坐标、主距、畸变参数、像元尺寸、面阵大小等，并提供检校数学模型；
- b) 主点坐标中误差不应大于 10 μ m，主距中误差不应大于 5 μ m，残余畸变差不应大于 0.3 像素；
- c) 当航摄相机出现大修、关键部件更换、或者遭受剧烈振动和冲击等情况下，应重新检校；
- d) 航摄相机应定期检校，一般不超过 2 年，采用弹射伞降起降方式等频繁使用的相机检校期原则上不超过 1 年。

5.2.3 安装

应满足以下要求：

- a) 相机与飞行器连接应稳固可靠；
- b) 相机与飞行器之间应具备减震装置；
- c) 应提供相机安装方位示意图，见附录 A。

6 航摄计划与航摄设计

6.1 航摄计划

根据航摄任务需求制定航摄计划，航摄计划应包括以下内容：

- a) 摄区范围和地物地貌特征；

- b) 测图比例尺和基准面地面分辨率；
- c) 航线敷设方法、飞行高度、像片航向和旁向重叠度；
- d) 飞行器与航摄相机类型、技术参数和辅助设备参数；
- 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。

6.2 航摄设计

6.2.1 设计用基础地理数据的选择

6.2.1.1 设计用基础地理信息数据应选择摄区最新时相的地形图、影像图或数字高程模型，比例尺不低于 1:5 万；

6.2.1.2 基础地理信息数据未标识的人工高大建筑物、高大植被等危险障碍物，可以通过实地踏勘解决。

6.2.2 基准面地面分辨率的选择

各航摄分区基准面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，在确保成图精度的前提下，本着有利于缩短成图周期、降低成本、提高测绘综合效益的原则，在表 1 的范围内选择。

表 1 航摄基准面地面分辨率设计范围

测图比例尺	地面分辨率值 (cm)
1 : 500	≤5
1 : 1 000	≤10, 宜采用 8
1 : 2 000	≤20, 宜采用 16

6.2.3 航摄分区的划分和基准面确定

应遵循以下原则：

- a) 分区应兼顾考虑成图比例尺、飞行效率、飞行方向、飞行安全等因素；
- b) 航摄基准面一般应取分区内高程占比加权平均值。方法见 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附录 A.7；
- c) 平地、丘陵地和山地分区内的高差不应大于 1/4 相对航高；高山地分区内的高差不应大于 1/3 相对航高；
- d) 当按照 c) 条规定分区，出现分区面积较小，零散破碎等情况导致飞行任务实施困难时，可按照最低点地面分辨率不应低于基准面分辨率的 1.5 倍的原则重新分区，或者将摄区内分辨率超限面积占比不超过 10% 的多个小分区向相邻较大分区合并；
- e) 在地形高差符合 c)、b) 条规定，分区的跨度应尽量划大，且完整覆盖摄区。

6.2.4 重叠度设计

重叠度应在航摄分区基准面上设计，设计指标规定如下：

- a) 航向重叠度一般应为 65%~75%，旁向重叠度一般应为 30%~45%；
- b) 在陡峭山区、高大建筑物密集的城镇地区、海岛、道路、管线、河流等摄区航摄时，重叠度设计宜适当加大。

6.2.5 飞机速度设计

无人驾驶飞行器的飞行速度选择应与相机快门速度设置相匹配，以确保航摄基准面像点位移不超过 0.5 个像素。像点位移计算公式见附录 B。

6.2.6 航线敷设

航线敷设应遵循以下原则：

- a) 航线一般按测区形状的长边平行敷设，亦可按照东西或者南北向飞行，或沿线路、河流、海岛、海岸、境界、风向等走向飞行；
- b) 曝光点应依据数字高程模型设计，采用定点曝光或等距曝光控制方法，不宜采用等时曝光控制方法；
- c) 摄区含有水域时，应尽可能减少像主点落水，要确保所有岛屿达到完整立体观测覆盖；
- d) 需要布设构架航线时，应尽量与摄区内正常航线尽量垂直，且航高近似。

6.2.7 像片控制点预先布标

对于缺乏特征地物（如森林、戈壁、沙漠、滩涂等）或者需要重复监测的区域，需在航摄实施之前布设人工标志并测量坐标，具体方法依据 CH/T CCCC 以及 CH/T 3006 执行。

6.2.8 航摄季节和时间的选择

航摄季节和时间的选择应遵循以下原则：

- a) 应尽量避免在积雪、洪水、扬沙、烟雾等情况下航摄；
- b) 在沙漠、戈壁、河流湖泊、海洋、大面积的盐滩、盐碱地、滩涂等区域航摄时，应采取正午前后 1h~2h 摄影，以减少地面强烈反光而造成影像地物细节的损失；
- c) 海岛、岸线航摄时，应尽量选择低潮位时段摄影；
- d) 在陡峭山区和高大建筑物密集的城镇地区，宜在正午前后各 2h 内摄影，减少阴影对地物细节影响。

7 航摄实施

航摄实施过程中，应遵循以下原则：

- a) 使用机场起降时，应按照机场相关规定飞行。不使用机场起降时，应根据无人飞行器的性能要求，选择起降场地和备用场地；
- b) 航摄实施前应制定详细的飞行计划，且应针对可能出现的紧急情况制定应急预案；
- c) 在保证飞行安全的前提下，且光照和能见度条件允许时，可实施云下摄影；
- d) 采用 GNSS 或 IMU/GNSS 辅助航空摄影时，按照 GB/T 27919 执行；
- e) 起飞前须校准气压高度计、GNSS 大地高、地形图海拔高程三者之间差异，确保飞行实时高度控制与设计航高不出现较大系统性偏差；
- f) 应填写航摄飞行记录表（见附录 C）。

8 飞行质量与影像质量要求

8.1 飞行质量

8.1.1 像片重叠度

8.1.1.1 航向重叠度一般为60%~90%，实际值最小不应小于53%。连续出现53%不得超过3张航片。

8.1.1.2 旁向重叠度一般为20%~60%，实际值最小不应小于8%。连续出现8%不得超过3张航片。

8.1.2 像片倾角和旋角

8.1.2.1 航摄成果像片倾角一般不超过12°；最大不超过15°。

8.1.2.2 航摄成果像片旋角一般不超过15°；最大不超过25°；像片旋角计算方法见附录D。

8.1.2.3 像片倾角和像片旋角不应同时达到最大值。

8.1.2.4 影像数据应与定位定姿数据记录一一对应，并确保完整性。采用GNSS或IMU/GNSS辅助航空摄影时，数据质量应满足GB/T27919-2011的8.1.1条要求，并绘制IMU/GNSS系统空间位置关系示意图，见附录E。

8.1.3 摄区边界覆盖保证

航向覆盖超出分区边界线应不少于两条基线。旁向覆盖超出整个摄区和分区边界线一般应不少于像幅的50%。

8.1.4 航高保持

同一航线上相邻像片的航高差不应大于30m，最大航高与最小航高之差不应大于50m，实际航高与设计航高之差不应大于50m。

8.1.5 漏洞补摄

航摄实施过程中出现的相对漏洞和绝对漏洞均应及时补摄，宜采用同型号相机补摄，补摄航线的两端应超出漏洞之外两条基线。

8.2 影像质量

8.2.1 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地物影像，能够建立清晰的立体模型。

8.2.2 影像上不应有云、云影、烟、大面积反光、污点等缺陷。

8.2.3 像点位移一般不应大于0.5个像素，最大不应大于1个像素。

8.2.4 不应出现因机上振动、镜头污染、相机快门故障等引起影像模糊的现象。

9 成果质量检查

9.1 检查范围

航摄执行单位应按本文件第8章的要求对飞行质量和影像质量进行检查。

9.2 检查项目和方法

9.2.1 像片重叠度

利用专用重叠度检查软件检查，可手工选取同名点或自动匹配同名点计算。

9.2.2 像片倾角

通过无人机记录的姿态角元素检查，取像片的横滚角和俯仰角中的较大者作为对应像片的像片倾角。

9.2.3 像片旋角

通过人工或者用软件辅助检查相对旋角，具体检查方法图解描述见附录 D。

9.2.4 影像质量

9.2.4.1 目视观察，检查影像清晰度、动态范围，反差和色调情况，以及是否存在缺陷等；

9.2.4.2 像点位移根据飞机飞行速度、曝光时间和影像地面分辨率，利用附录 B 相应公式计算。最大像点位移通过航摄分区最高点处计算。

9.2.5 边界覆盖

按照 GNSS 记录文件检查。最外侧航线曝光点应压盖到摄区边界线，或比摄区边界多出一条航线。每条航线两端超出摄区边界线外不少于 2 条基线。

9.2.6 航高检查

按照 GNSS 记录文件检查，应满足本文件第 8 章的航高要求。

9.2.7 漏洞检查

按照 GNSS 记录文件检查。没有漏拍设计的航片，并且旋角和倾角在合格范围内即为没有漏洞。

9.2.8 空中三角测量精度验证

当出现数码相机几何结构变动，或者更换了未与相机匹配过的飞行平台等情况时，为确保航摄成果的可靠性，应增加空中三角测量精度验证。验证方法为：从摄区影像中选取不小于 3 条航线×8 张像片组成的区域进行空三自由网平差，具体指标可根据比例尺在技术设计书中规定，需提供自由网空三报告，包含像点残差，匹配点位截图等。

10 整理验收与上交成果

10.1 整理

10.1.1 数字航片整理

10.1.1.1 预处理

低空数字航片预处理主要包括以下内容：

a) 为归档资料或后处理的需要，将不同低空航摄系统获取的专用影像数据格式转换为通用格式；

b) 低空数字航片影像应保持与航摄相机参数的一致性，一般不做旋转指北处理，通过标明飞行方向、起止像片编号的航线示意图（见附录 F），以及航摄相机在飞行器上安装方向示意图（见

附录 A)，建立对应关系；

c) 根据后续处理作业的技术条件和要求，可采用专用软件对原始数字航片数据进行畸变差纠正，输出无畸变影像和对应纠正后影像的相机参数；

d) 在不影响成果质量和后续处理的范围内，对光照欠佳、阴天有雾等原因引起的影像质量较差的数字航片，可做拉伸、锐化、匀光匀色等增强处理。

10.1.1.2 航片编号

航片编号方法为：

- a) 航片编号由 12 位阿拉伯数字构成，采用以航线为单位的流水编号。航片编号自左至右 1~4 位为摄区代号，5~6 位为分区号，7~9 位为航线号，10~12 位为航片流水号，其中没有摄区代号的可自行定义摄区代号，航片流水号应与原始影像流水号后三位数字保持一致；
- b) 应以飞行方向为编号的增长方向；
- c) 同一航线内的航片编号不应重复；
- d) 当有补飞航线时，补飞航线的航片流水号在本航线原流水号基础上加 500。

10.1.1.3 航片存储

按照摄区、分区、航线建立目录分别存储，应采用硬盘或光盘等存储。航摄分区及航线示意图，见附录 F。

10.1.1.4 外包装标签注记

硬盘或光盘等和其包装盒标签的注记内容应包括：

- a) 总体信息部分：
 - 1) 摄区、分区名称；
 - 2) 相机型号及其编号；
 - 3) 相机主距；
 - 4) 航摄时间；
 - 5) 飞行器型号；
 - 6) 航线数和航片数；
 - 7) 摄区面积；
 - 8) 地面分辨率；
 - 9) 航摄单位。
- b) 本盘装载内容部分：
 - 1) 盘号（分盘序号/总盘数）；
 - 2) 影像类型；
 - 3) 航线号；
 - 4) 起止片号；
 - 5) 备注。

10.1.2 文档资料整理

10.1.2.1 纸质文档资料的整理

纸质文档资料应按以下要求整理：

- a) 所有文档应单独装订成册，存放在 A4 幅面的档案盒内；

- b) 每份案卷中应包含卷内资料清单。

10.1.2.2 电子文档资料的整理

电子文档资料应按以下要求整理：

- a) 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；
- b) 电子文档的存储介质为硬盘或光盘等。盒外注明摄区名称，摄区代码和资料名称；
- c) 概略曝光点坐标文件中影像编号应与 10.1.1.2 中航片编号一致。

10.2 验收

10.2.1 验收程序

验收应按照以下程序执行：

- a) 航摄执行单位按本文件和摄区合同（含技术设计书）的规定对全部航摄成果资料逐项进行检查，并填写检查记录手簿；
- 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文件和航摄合同（含技术设计书）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的质量评定结果；
- 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。

10.2.2 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) 航摄验收的依据——航摄合同和技术设计；
- b) 完成的航摄像片数和摄区面积；
- c) 对成果资料质量的基本评价；
- d) 存在的问题及处理意见。

10.3 上交成果

上交的成果资料应包括：

- a) 影像数据；
- b) 影像位置和姿态数据；
- c) 相机安装方位示意图；
- d) 航摄分区示意图、航线示意图；
- e) 航摄飞行记录表；
- f) 摄区完成情况图，见附录 G；
- g) 相机检校报告、检校模型及检校参数；
- h) 航摄批文；
- i) 航摄资料审查报告；
- j) 航摄技术设计书；
- k) 航摄技术总结报告；
- l) 航摄成果检查报告与验收报告；
- m) 航摄资料移交书，见附录 H；
- n) 其他相关资料。

附录 A
(规范性)

相机与像空间坐标系的关系示意图、相机安装方位示意图

A.1 相机与像空间坐标系的关系示意图A.1。

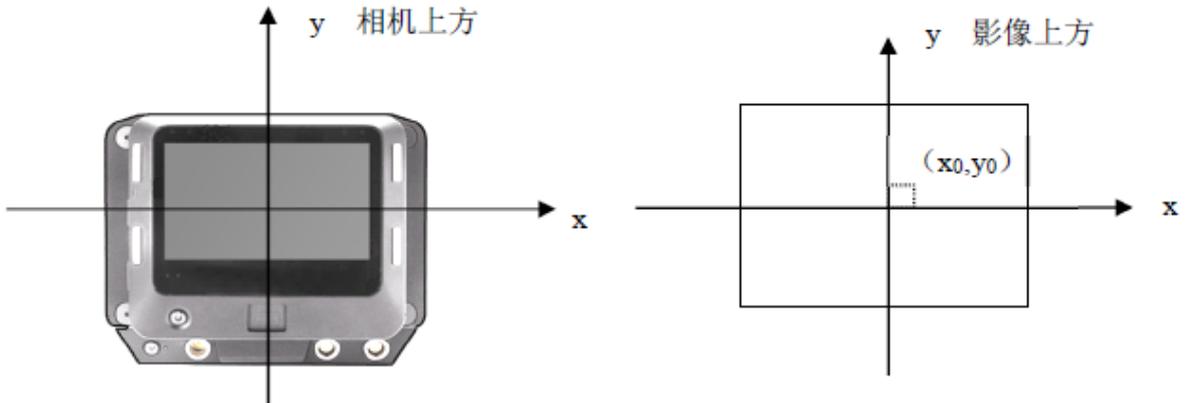


图 A. 1 相机与像空间坐标系的关系示意图

A.2 相机安装方位示意图，通过影像上方箭头标明与飞行方向的关系，如图A.2、A.3、A.4、A.5。

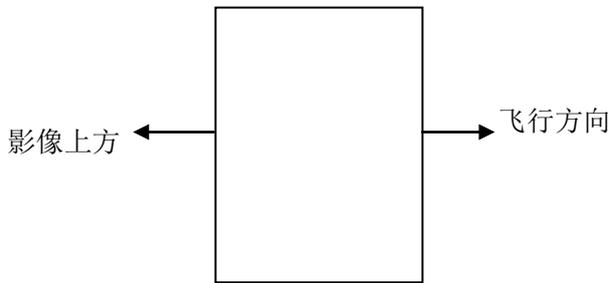


图 A. 2 相机安装方位情形 1 示意图

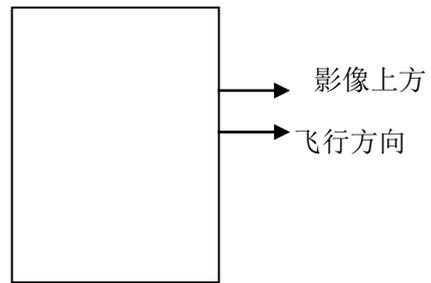


图 A. 3 相机安装方位情形 2 示意图

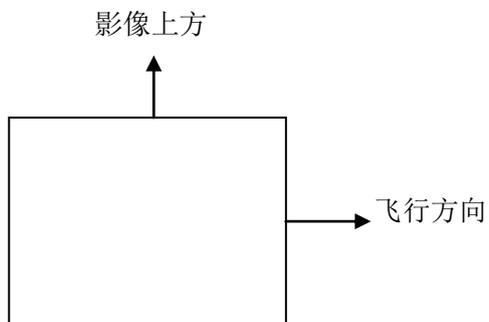


图 A. 4 相机安装方位情形 3 示意图

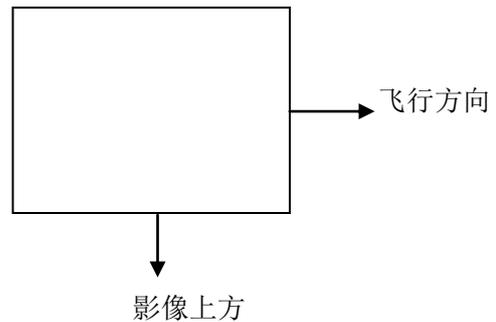


图 A. 5 相机安装方位情形 4 示意图

附录 B
(资料性)
低空数字航摄常用计算公式

B.1 像点位移

$$\delta = \frac{v \times t}{R} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

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

B.2 航高

$$H = \frac{f \times R}{a} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

- H ——摄影航高, 相对摄影基准面的航高, 单位为米 (m);
- f ——镜头焦距, 单位为毫米 (mm);
- R ——地面分辨率 GSD, 单位为米 (m);
- a ——像元尺寸, 单位为毫米 (mm)。

B.3 摄影基线和航线间隔

$$b_x = L_x(1 - P_x) \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

$$d_y = L_y(1 - q_y) \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

$$B_x = b_x \times \frac{H}{f} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

$$D_y = d_y \times \frac{H}{f} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

- b_x ——像片上的摄影基线长度, 单位为毫米 (mm);
- d_y ——像片上的航线间隔宽度, 单位为毫米 (mm);
- L_x 、 L_y ——像幅长度和宽度, 单位为毫米 (mm);
- p_x 、 q_y ——像片航向和旁向重叠度 (以百分比表示);
- B_x ——地面上的摄影基线长度, 单位为米 (m);
- D_y ——地面上的航线间隔宽度, 单位为米 (m);
- H ——摄影航高, 单位为米 (m);
- f ——焦距, 单位为毫米 (mm)。

B.4 像片重叠度

$$p_x = p'_x + (1 - p'_x)\Delta h / H \quad \dots\dots\dots (B.7)$$

$$q_y = q'_y + (1 - q'_y)\Delta h / H \quad \dots\dots\dots (B.8)$$

式中:

p'_x 、 q'_y ——航摄像片的航向、旁向标准重叠度 (以百分比表示);

Δh ——相对于摄影基准面的高差, 单位为米 (m);

H ——摄影航高, 单位为米 (m)。

B.5 相邻像片的曝光时间间隔

$$\Delta t = \frac{B_x}{W} \quad \dots\dots\dots (B.9)$$

式中:

Δt ——相邻像片曝光时间间隔, 单位为秒 (s);

B_x ——地面上的摄影基线长度, 单位为米 (m);

W ——飞机飞行时的地速, 单位为米每秒 (m/s)。

B.6 摄影分区基准面高程

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平面。

采用DEM设计时, 摄影分区基准面高程计算公式

$$h_{基} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{n} \quad \dots\dots\dots (B.10)$$

式中:

$h_{基}$ ——摄影分区基准面高程, 单位为米 (m);

h_i ——分区内 DEM 格网点的高程值, 单位为米 (m);

在地形图上选择高程点计算分区平均平面高程公式。

(1) 在平原和地形高差不大的平缓地区, 用下式计算:

$$h_{基} = \frac{h_{最高} + h_{最低}}{2} \quad \dots\dots\dots (B.11)$$

式中:

$h_{基}$ ——摄影分区基准面高程, 单位为米 (m);

$h_{最高}$ ——分区内最高高程, 单位为米 (m);

$h_{最低}$ ——分区内最低高程, 单位为米 (m)。

(2) 在丘陵和地形起伏较大的地区, 用下式计算:

$$h_{基} = \frac{h_{高平均} + h_{低平均}}{2} \quad \dots\dots\dots (B.12)$$

$$h_{\text{高平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{i\text{高}}}{n} \dots\dots\dots (\text{B.13})$$

$$h_{\text{低平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{i\text{低}}}{n} \dots\dots\dots (\text{B.14})$$

式中：

$h_{\text{高平均}}$ ——分区内高点平均高程，单位为米（m）；

$h_{\text{低平均}}$ ——分区内低点平均高程，单位为米（m）。

附录 C
(规范性)
航摄飞行记录表

表 C.1 为航摄飞行记录表。

表 C.1 航摄飞行记录表

机组	日期			从	时	分到	时
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		镜头号码	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	操控手		地面站人员		摄影测量员	机械师	
航线飞行示意图							
备注:							

填表人 _____ 提交人 _____ 接收人 _____

附录 D
(资料性)
旋角计算示意图

像片旋角计算时，选取相邻航片两个同名点，按照图 D.1、D.2 计算像片旋角 κ 值。

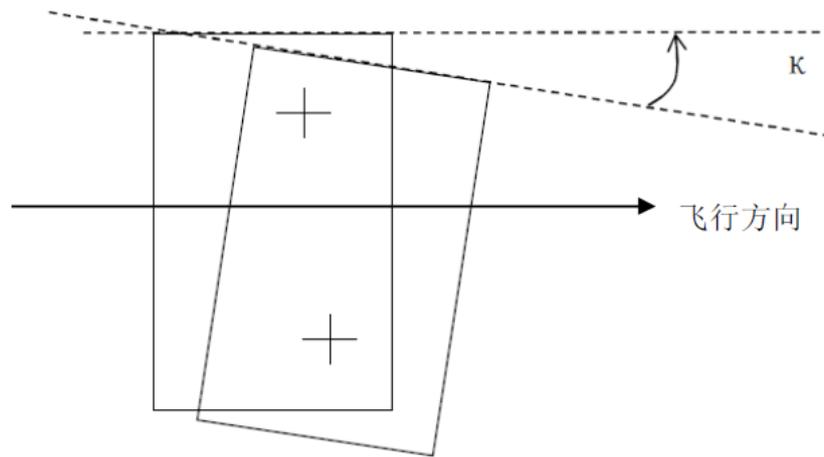


图 D.1 像片长边垂直航向情形的旋角 κ 值计算示意图

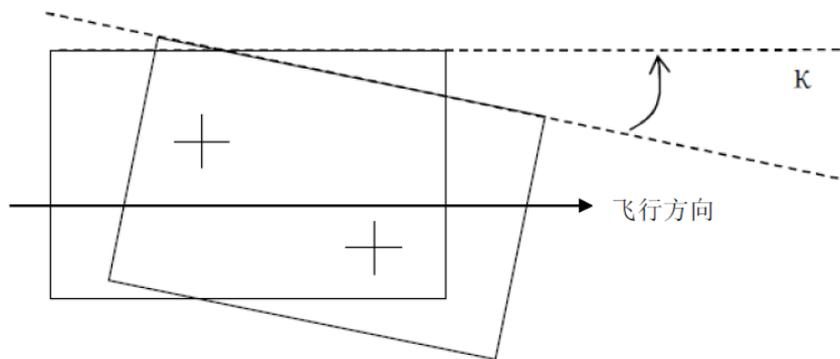


图 D.2 像片短边垂直航向情形的旋角 κ 值计算示意图

附录 E
(资料性)
IMU/GNSS 系统空间位置关系示意图

IMU/GNSS 系统空间位置关系示意如图 E.1 说明

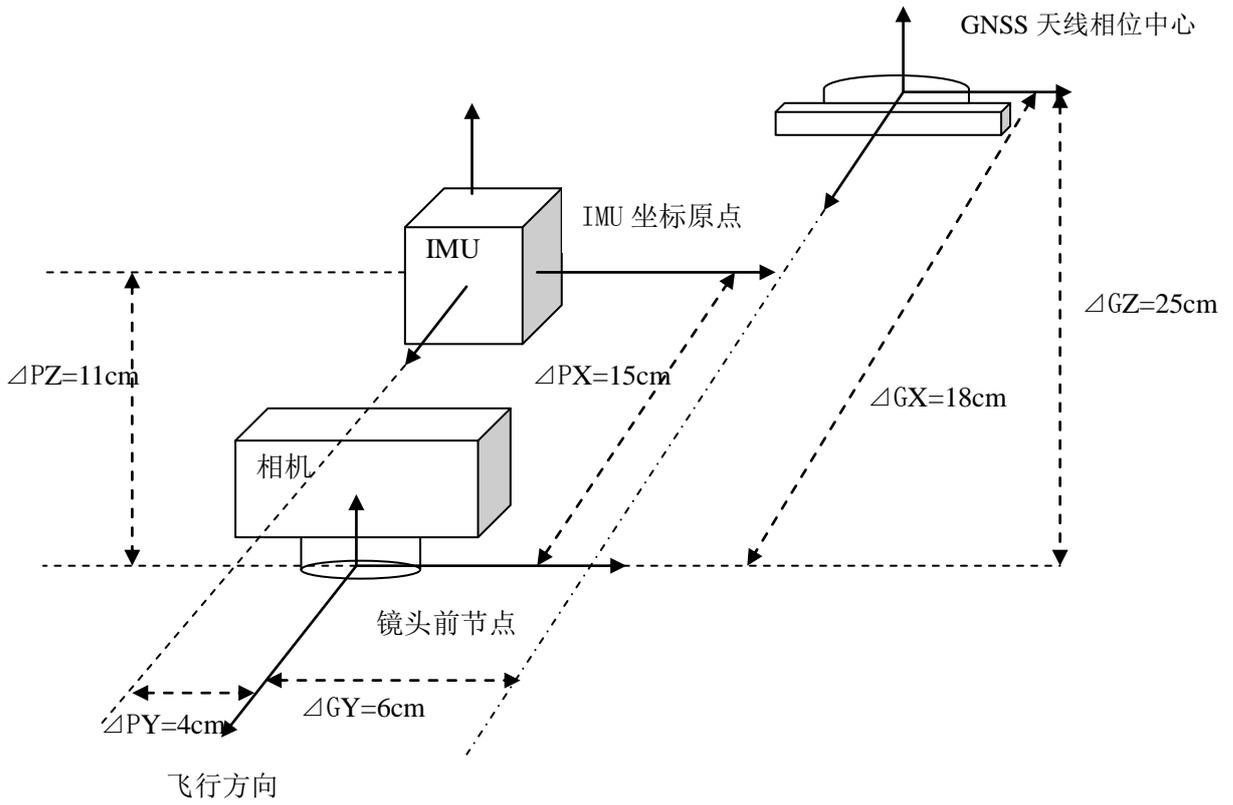


图 E.1 IMU/GNSS 系统空间位置关系示意图

附录 F
 (资料性)
 航摄分区示意图和航线示意图

F.1 面状航摄分区示意图标注摄区范围线和分区号，见图F.1 示。

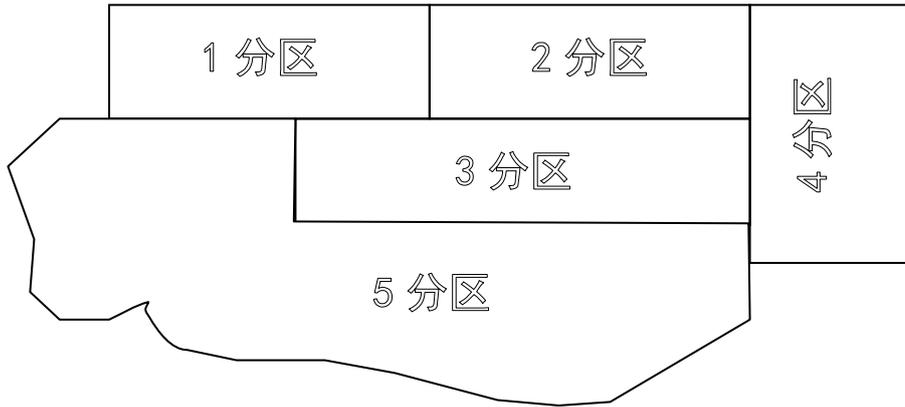


图 F.1 面状摄区航摄分区示意图

F.2 对每个面状摄区子分区绘制航线示意图见图F.2。(简写标注分区号、飞行方向、航线号及航片流水号)

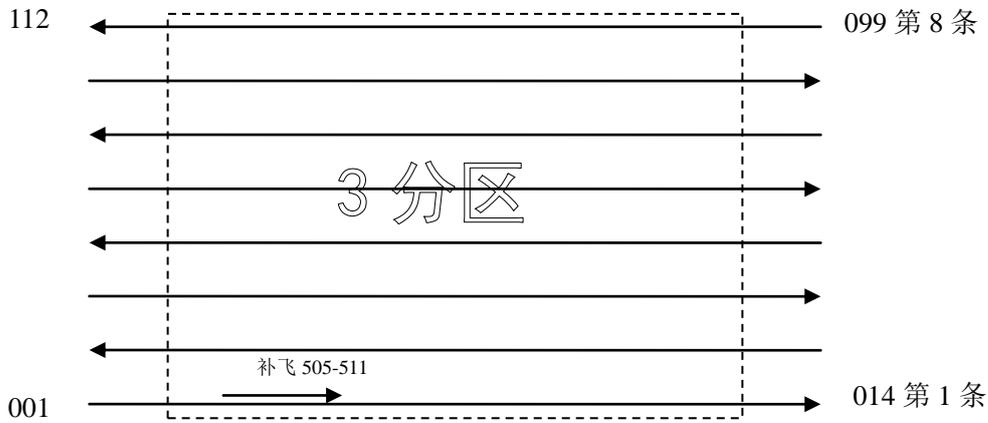


图 F.2 面状摄区分区航线示意图

CH/T XXXX—XXXX

F.3 线状摄区航线示意图见图F.3。(标注分区、飞行方向、航线号及航片流水号)

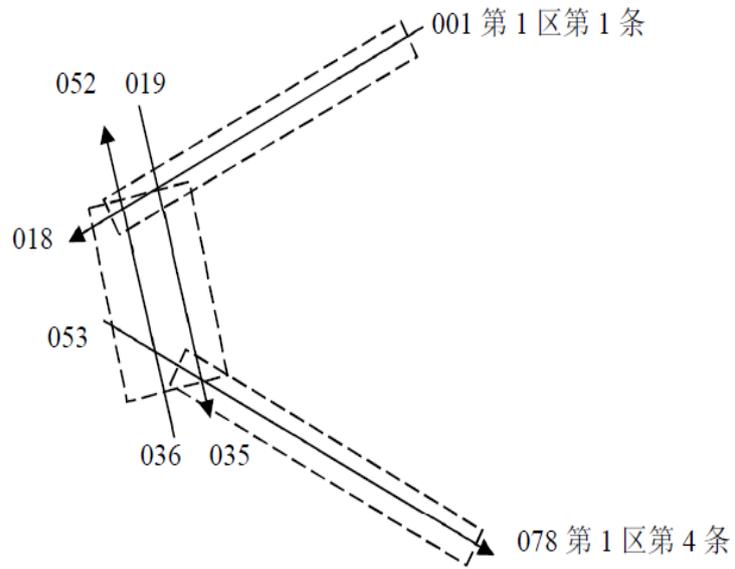


图 F. 3 线状摄区航线示意图

附录 G
(规范性)
摄区完成情况图

G.1 摄区完成情况图制作要求

G.1.1 制图单元

宜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。

G.1.2 图面内容

包括以下内容：

- a) 以适合比例尺的数字线划图为底图；
- b) 连接摄区多边形拐点成摄区图廓线，标注摄区图廓拐点经纬度坐标；
- c) 在摄区外接矩形范围内，以 1 : 10 000 标准图幅为单元，绘制图幅结合表；
- d) 以 1 : 10 000 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) 绘制完成区域边界时，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。

G.1.3 图外整饰

包括以下内容：

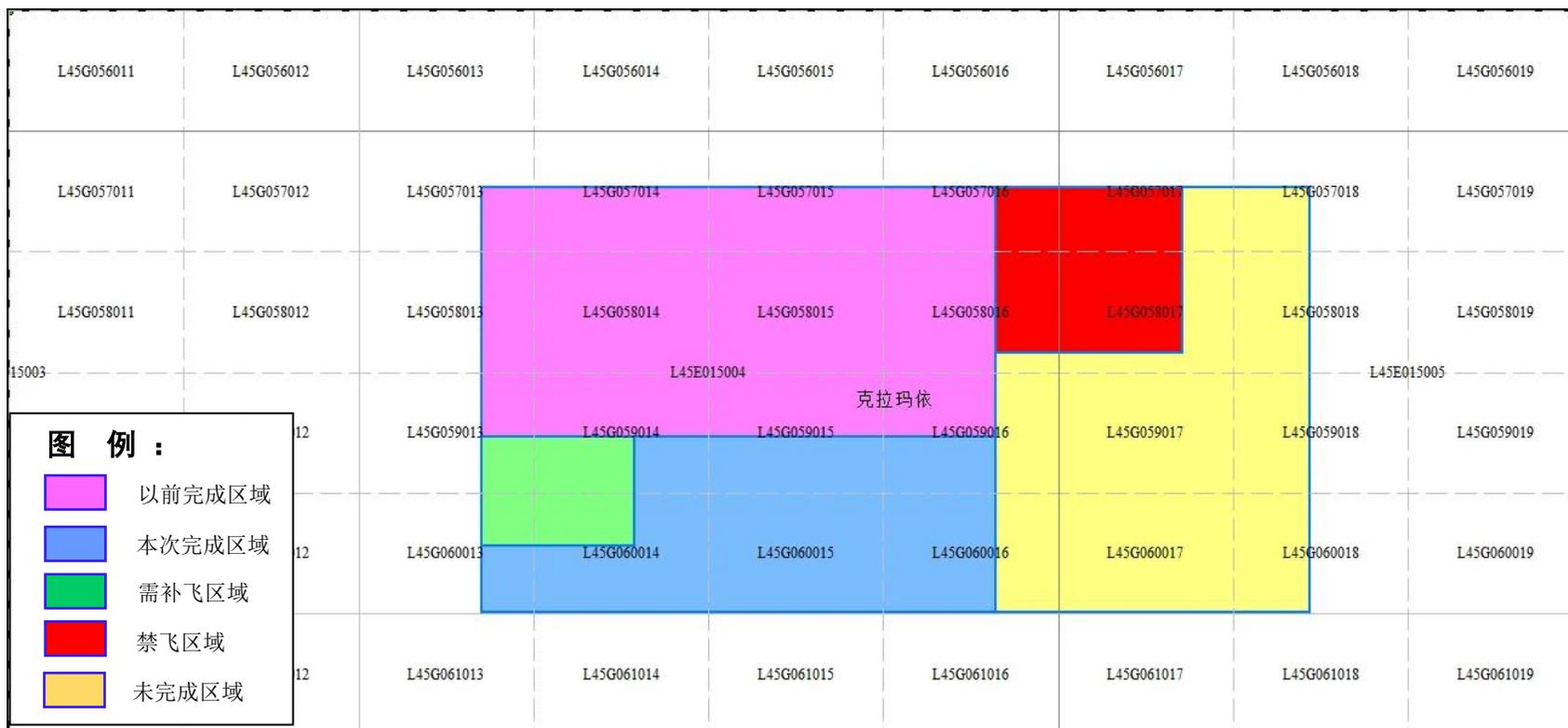
- a) 图形顶端居中处注图名：“××摄区完成情况图”。
- b) 图形底部注记内容包括：
 - 1) 摄区名称；
 - 2) 摄区代号；
 - 3) 地面分辨率；
 - 4) 航摄相机型号及镜头机身编号；
 - 5) 相机主距；
 - 6) 摄区面积；
 - 7) 本次完成面积；
 - 8) 以前完成面积；
 - 9) 未完成面积；
 - 10) 需补飞面积；
 - 11) 禁飞面积；
 - 12) 航摄日期；
 - 13) 航摄单位；
 - 14) 制作者；
 - 15) 检查者。

G.1.4 图件输出

以 A4 纸幅面、300 dpi~500 dpi 输出。

G.2 摄区完成情况图见图G.1。

××摄区完成情况示意图



摄区名称: 摄区代号: 地面分辨率: 航摄相机: 相机主距:
 摄区面积: 本次完成面积: 以前完成面积: 未完成面积: 需补飞面积:
 禁飞面积: 航摄日期: 年 月 — 年 月 航摄单位: 制作者: 检查者:

图 G.1 摄区完成情况示意图

附录 H
(资料性)
航摄资料移交书

航摄资料移交书应包括航摄任务说明和航摄资料移交表（见表 H.1）。表格具体格式和内容如下：

根据____年____月____日_____

合同执行 _____ 摄区航空摄影任务，完成航摄面积_____ 平方公里及移交资料如下表：

表 H.1 航摄资料移交表

项目	规格	单位	份数	数量	备注
航摄影像		套			
航摄分区、航线示意图		张			附电子文档
相机安装示意图		张			附电子文档
相机检校参数报告		张			附电子文档
航摄技术设计书		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		本			附电子文档
实际曝光点坐标记录文件		份			电子文档
航摄批文		套			附电子文档
航摄资料审查报告		套			附电子文档
技术总结报告		套			附电子文档
验收报告		套			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）

提交单位（章）

验收人

提交人

接收人

负责人

年 月 日

年 月 日