

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1233—2021

入河（海）排污口排查整治 无人机遥感航测技术规范

Technical specification for UAV aerial survey for inspection and
treatment of sewage outfalls into environmental water bodies

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2021-12-24 发布

2022-01-01 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言 ii

1 适用范围 1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义1

4 工作流程2

5 飞行准备3

6 飞行实施5

7 数据处理6

8 质量控制要求.....8

9 成果提交要求.....8

附录 A（规范性附录） 飞行记录表.....11

附录 B（规范性附录） 可见光/热红外/可见光倾斜摄影飞行区域信息统计表12

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》《中华人民共和国海洋环境保护法》，保护生态环境，促进水环境质量改善，指导和规范各地开展入河（海）排污口排查工作，制定本标准。

本标准规定了入河（海）排污口排查整治无人机航测的工作流程、飞行准备、飞行实施、数据处理、质量控制、成果提交等相关要求。

本标准为首次发布。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录。

本标准由生态环境部生态环境执法局、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部卫星环境应用中心、生态环境部华南环境科学研究所、清华大学。

本标准生态环境部 2021 年 12 月 24 日批准。

本标准自 2022 年 1 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

入河（海）排污口排查整治 无人机遥感航测技术规范

1 适用范围

本标准规定了入河（海）排污口排查整治无人机航测的工作流程、飞行准备、飞行实施、数据处理、质量控制和成果提交等相关要求。

本标准适用于利用无人机航摄系统开展入河（海）排污口的第一级排查工作。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 24356	测绘成果质量检查与验收
GB/T 39610—2020	倾斜数字航空摄影技术规程
GB/T 39612—2020	低空数字航摄与数据处理规范
CH/T 9008.3	基础地理信息数字成果 1:500、1:1000、1:2000 数字正射影像图
CH/Z 3003	低空数字航空摄影测量内业规范
HJ 1232	入河（海）排污口三级排查技术指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

入河（海）排污口 **sewage outfalls into environmental water bodies**

直接或者通过管道、沟、渠等排污通道向环境水体排放污水的门口。

3.2

无人机 **unmanned aerial vehicle (UAV)**

由遥控设备或自备程序控制装置操纵，机上无人机驾驶的航空器。

3.3

无人机航摄系统 **unmanned air vehicle aerial photography system**

以无人机为飞行平台、以影像传感器为任务设备的航空遥感影像获取系统。

3.4

定位定向系统 **position and orientation system (POS)**

利用全球卫星导航系统和惯性测量装置直接确定传感器空间位置和姿态的集成系统。

3.5

数字正射影像图 **digital orthophoto map**

利用数字高程模型，对航空像片或卫星遥感影像进行数字微分纠正和镶嵌，按一定图幅范围裁剪生成的影像数据。它是同时具有地图几何精度和影像特征的图像。

3.6

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。

3.7

第一级排查 Level 1 inspection

基于遥感影像解译识别疑似入河（海）排污口和可疑区域的工作。

4 工作流程

4.1 利用无人机航摄系统获取入河（海）排污口排查范围内的可见光影像数据和沿河工业聚集区、人口聚集区等重点区域的热红外影像和可见光倾斜摄影数据，对影像数据进行处理并生成数字图像成果。

4.2 入河（海）排污口排查整治无人机遥感航测工作可包括飞行准备、飞行实施、数据处理、质量检查及成果提交，具体如图 1 所示。

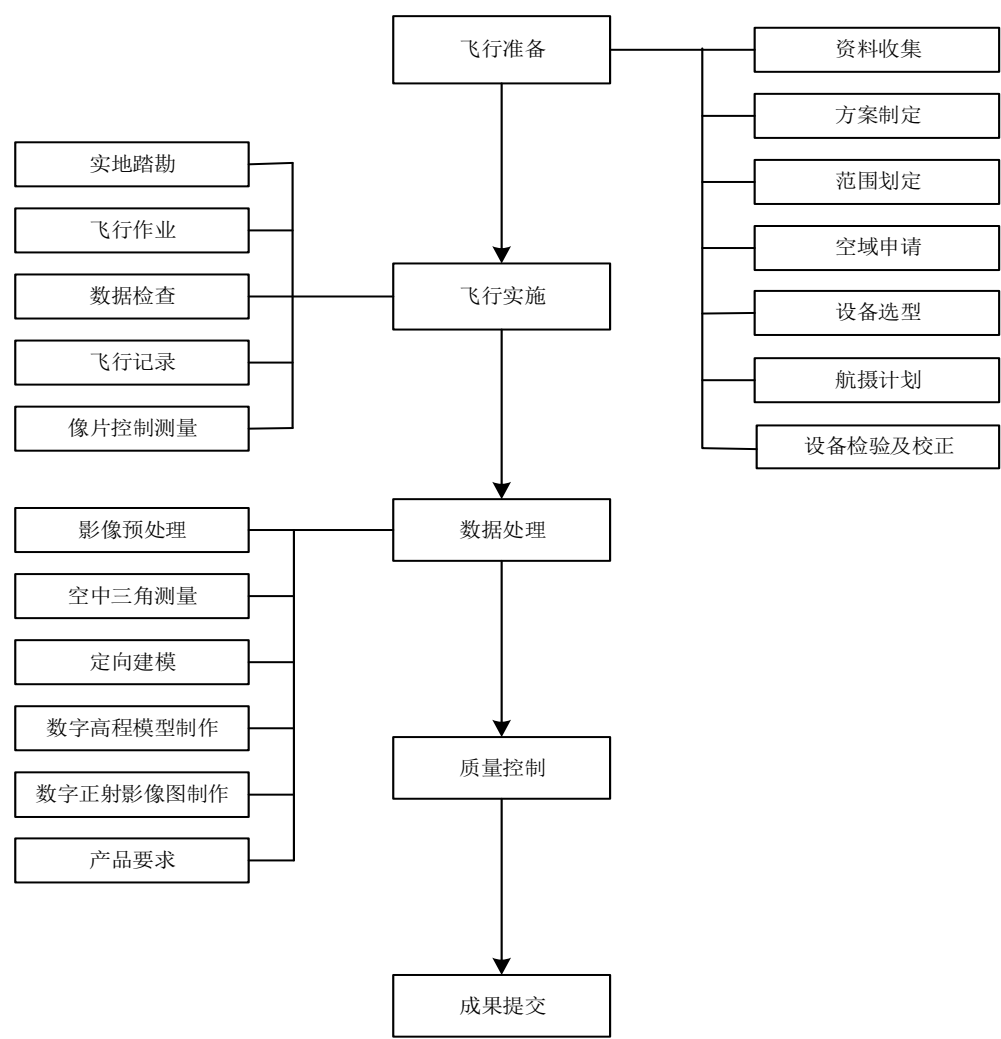


图 1 入河（海）排污口排查整治无人机遥感航测工作流程

5 飞行准备

5.1 资料收集

无人机航摄作业前，应收集下列资料：

- a) 卫星影像资料、地形图、交通图、行政区划图、水系图、河流断面位置信息等；
- b) 入河（海）排污口设置规划图、城市排水系统图、农田排水系统图、工业聚集区、水功能区划图等；
- c) 排查范围内的机场、重要设施等情况；
- d) 排查范围气候条件等。

5.2 方案制定

制定入河（海）排污口排查无人机航测方案，主要包括飞行范围划定、设备选型、航摄计划、数据处理以及成果提交等。

5.3 范围划定

5.3.1 可见光数字正射影像范围

可见光数字正射影像范围要求如下：

- a) 以河流两侧现状岸线（湖泊现状岸线、现状海岸带低潮线）为基准向水、陆两侧适当延伸，其中向水一侧延伸至覆盖码头、趸船等所有人工设施，向陆一侧至少延伸至覆盖河（湖）大堤或高水位（高潮位）岸线；
- b) 河（湖）心洲、沿河（湖）岸线滩涂湿地可全部覆盖；近海岸岛屿以现状海岸线为基准向水、陆两侧适当延伸；
- c) 有监测断面的入海河流，监测断面以下入海河流岸线应纳入飞行范围；
- d) 沿河（海、湖）工业聚集区可以河（海、湖）岸线为基准向陆一侧延伸至覆盖整个工业聚集区；
- e) 飞行范围可根据产业布局、排污特征等实际情况调整；
- f) 对于特殊地形或航空管制等原因无法开展飞行作业的区域，可采用近 1 年空间分辨率优于 1 m 的卫星影像替代。

5.3.2 热红外影像范围

热红外影像范围要求如下：

- a) 工业园区、工业聚集区等重点区域水系岸线；
- b) 人口聚集区、城市排水系统规划重点区域；
- c) 其他要求按 HJ 1232 规定执行。

5.3.3 可见光倾斜摄影范围

可见光倾斜摄影范围要求如下：

- a) 峡谷、悬崖以及容易被林木、构筑物等遮挡的水系岸线区域；
- b) 河流、湖泊、海岸线的垂直堤坝区域；
- c) 其他要求按 HJ 1232 规定执行。

5.4 空域申请

无人机飞行前应向空域管理部门申请飞行空域，经批准后方可开展飞行作业。

5.5 设备选型

5.5.1 无人机系统

无人机系统应由飞行平台和任务载荷组成。飞行平台应包括机体、动力系统、电气系统以及其他保证飞行平台正常工作的设备和部件；任务载荷应包括可见光相机、热红外相机、可见光倾斜数字航摄仪及配套的 POS 系统。

5.5.2 飞行平台

飞行平台的主要性能指标应满足以下要求：

- a) 任务载重不小于 2 kg；
- b) 实用升限高于海拔 3000 m；
- c) 抗风能力大于 4 级；
- d) 在-10℃～55℃温度环境中能正常工作。

5.5.3 任务载荷

5.5.3.1 可见光相机

可见光相机主要性能指标要求如下：

- a) 相机镜头应为定焦镜头，且对焦无限远；
- b) 有效成像尺寸应不低于 36 mm×24 mm；
- c) 成像探测器面阵应不小于 2000 万像素；
- d) 最高快门速度应不低于 1/800 s；
- e) 真彩色影像每通道的灰度记录范围不低于 8 bit；
- f) 镜头与相机机身，以及相机与成像探测器稳固连接。

5.5.3.2 热红外相机

热红外相机主要性能指标要求如下：

- a) 热红外传感器像素数不低于 640×480 px；
- b) 温度测量范围不小于-10℃～100℃；
- c) 温度灵敏度（温度分辨率）不大于 0.2℃；
- d) 测温精度应在-2℃～2℃范围之内；
- e) 镜头与相机机身，以及相机与成像探测器稳固连接。

5.5.3.3 可见光倾斜数字航摄仪

可见光倾斜数字航摄仪主要性能指标应满足 GB/T 39610—2020 中 5.1 的要求。

5.5.3.4 POS 系统主要性能指标要求

POS 系统与可见光相机、热红外相机以及可见光倾斜数字航摄仪配合使用，为影像数据提供精确的位置信息，其主要性能指标应满足以下要求：

- a) 能输出位置和姿态测量参数;
- b) 俯仰角、侧滚角测量精度优于 0.5° , 偏航角测量精度优于 1° 。

5.6 航摄计划

5.6.1 一般要求

飞行实施前,应在明确任务范围、飞行平台、任务载荷、目标精度的基础上,制定详细的实施计划。航摄计划应包含航摄分区、航线敷设等内容。

5.6.2 航摄分区

航摄分区的制定应遵循以下原则:

- a) 河流、海岸线等按飞行架次分区,工业区、岛屿等分区界限应与图廓线相一致;
- b) 航摄分区的其他要求按照 GB/T 39612—2020 中 5.3.3.3 的要求执行。

5.6.3 航线敷设

航线敷设的制定应遵循以下原则:

- a) 航线沿河流、海岸线等方向敷设;
- b) 工业聚集区等大范围区域沿东西向平行于图廓线直线飞行,特殊情况下亦可沿南北向飞行;
- c) 可见光影像:航向重叠度一般为 65%~75%,旁向重叠度一般为 30%~45%;
- d) 热红外影像:航向重叠度及旁向重叠度在可见光影像要求的基础上增加 5%~10%;
- e) 可见光倾斜数字航摄影像:航向重叠度及旁向重叠度按照 GB/T 39610—2020 中 6.2.7 的要求执行;
- f) 在陡峭山区、高大建筑物密集的城镇地区、海岛、河流等摄区航摄时,重叠度设计宜适当加大;
- g) 航向覆盖超出作业边界线不少于两条基线;
- h) 旁向覆盖超出作业边界线不少于相幅的 50%;

5.7 设备检验及校正

飞行实施之前应对所有设备进行检验和校正,满足下列要求后方可使用:

- a) 所有设备外观、结构完整;
- b) 相机与 POS 系统稳定、牢固固定于飞行平台上;
- c) 所有连接线正常、稳固连接;
- d) 相机镜头无遮挡并擦拭干净;
- e) 油箱(电池)容量满足至少一个飞行架次;
- f) 所有设备通电测试后工作正常;
- g) 可见光相机在使用前进行过检校,检校要求按照 GB/T 39612—2020 中 5.2.2.2 的要求执行;
- h) 热红外相机在使用前进行过标定。

6 飞行实施

6.1 实地踏勘

飞行作业前应对测区进行实地踏勘,了解测区内的基本情况,如地形地貌、地表植被以及周边的机场、重要设施、道路交通、工业布局、人口密度等信息,并选择合适的起降点。

6.2 飞行作业

飞行作业应满足以下条件方可开展：

- a) 每次飞行作业前，应仔细检查设备的状态是否正常；
- b) 飞行作业应避免大雾、霾等能见度低和大风气象条件，以及各种覆盖物（如积雪、洪水、扬尘等）的不利影响；
- c) 可见光正射和可见光倾斜影像不同地形太阳高度角要求，平地 $>20^{\circ}$ ，丘陵 $>25^{\circ}$ ，山地 $\geq 40^{\circ}$ ；热红外影像获取时间为排污口排放废水与环境温度相差较大的时间段内；
- d) 飞行作业应选择在低潮位时期和枯水期等窗口时间开展作业；
- e) 航迹控制精度的偏航距 $<\pm 20\text{ m}$ ，航高差 $<\pm 20\text{ m}$ ，直线段航迹弯曲度应小于 $\pm 5^{\circ}$ ；
- f) 按 6.4 的要求做好飞行记录。

6.3 数据检查

每个架次的飞行结束后，应立即检查影像及 POS 数据的数量和质量，对于不符合要求的数据，应及时补飞。检查的内容包括：

- a) 可见光影像的飞行质量应满足 GB/T 39612—2020 中 5.5.1 的要求；
- b) 可见光倾斜影像的飞行质量应满足 GB/T 39610—2020 中 7.1 的要求；
- c) 影像数量和预估的数量基本一致；
- d) 影像数据和 POS 数据一一对应；
- e) 影像目视清晰、纹理结构正常、反差适中、色调柔和，能够辨认出与影像分辨率相适应的细小地物；
- f) 影像上不应有大面积的云、云影、烟、大面积反光、污点等缺陷；
- g) POS 数据值在正常范围内。

6.4 飞行记录

每个飞行架次结束后应填写飞行记录，飞行记录表见附录 A。所有飞行结束后，完成可见光/热红外/可见光倾斜摄影飞行区域信息统计并填写可见光/热红外/可见光倾斜摄影飞行区域信息统计表，具体要求见附录 B。

6.5 像片控制测量

像片控制点的布设及测量按照 GB/T 39612—2020 中 6 的要求执行。

7 数据处理

7.1 影像预处理

7.1.1 格式转换

为了方便后续处理，在不损失几何信息和辐射信息的前提下，将航摄原始数据进行格式转换。

7.1.2 畸变差改正

基于相机畸变系数，可利用专业软件对原始影像进行畸变差改正；也可利用摄影测量软件在空中三角测量阶段进行畸变差改正。

7.1.3 图像增强

为提高数据处理精度及影像解译精度，可对原始数据进行图像增强处理，其中热红外影像数据无需开展图像增强处理，但需开展时间归一化处理。

7.2 空中三角测量

空中三角测量按 GB/T 39612—2020 的相关要求执行。热红外影像数据和可见光倾斜影像数据无需开展空中三角测量。

7.3 定向建模

定向建模按 GB/T 39612—2020 的相关要求执行。热红外影像数据和可见光倾斜影像数据无需开展定向建模。

7.4 数字高程模型制作

数字高程模型制作按 CH/Z 3003 的相关要求执行。热红外影像数据和可见光倾斜影像数据无需开展数字高程模型制作。

7.5 数字正射影像图制作

7.5.1 可见光数字正射影像图制作

7.5.1.1 纠正

采用数字微分纠正的方法。纠正选择的影像之间应有足够的非水域重叠区域，以保证镶嵌的完成。

7.5.1.2 匀色

对影像进行色彩、亮度 and 对比度的调整和匀色处理。匀色处理应缩小影像间的色调差异，使色调均匀，反差适中，层次分明，保持地物色彩不失真。水域部分处理在不影响入河（海）排污口解译的前提下可适当放宽要求。

7.5.1.3 镶嵌

检查镶嵌的接边精度是否满足 CH/T 9008.3 的规定，如果接边处为水域，可适当放宽要求。

7.5.2 热红外数字正射影像图制作

7.5.2.1 纠正

利用 DEM 数据，采用数字微分纠正的方法。纠正选择的影像之间应有足够的非水域重叠区域，以保证镶嵌的完成。

7.5.2.2 镶嵌

检查镶嵌的接边精度是否满足 CH/T 9008.3 的规定，如果接边处为水域，可适当放宽要求。

7.6 产品要求

数字影像产品要求如下：

- a) 区域范围等符合入河（海）排污口排查整治要求；
- b) 数字影像清晰，色调色彩均匀；
- c) 各类参数（坐标系统、投影参数、起止点坐标等）符合 CH/T 9008.3 要求；
- d) 可见光数字正射影像图空间分辨率满足优于 0.1 m 要求；
- e) 可见光数字正射影像图平面位置中误差符合 CH/T 9008.3 要求；
- f) 可见光数字正射影像图与相邻影像的接边误差符合 CH/T 9008.3 要求。

8 质量控制要求

8.1 原始影像

以目视方式检查，要求影像完整，纹理清晰，反差、色调适中。

8.2 可见光数字正射影像图质量检查

质量检查主要包括：

- a) 以目视的方式检查影像，是否存在拼接错位、模糊、扭曲变形、重影等现象；
- b) 是否满足 7.6 要求；
- c) 其他要求参考 GB/T 24356 相关内容。

8.3 热红外数字正射影像图质量检查

质量检查主要内容满足 8.2 a) 及 7.6 要求。

8.4 可见光倾斜影像产品质量检查

质量检查主要内容满足 8.2 a) 及 7.6 要求。

8.5 质量检查结果处理

在质量检查中发现质量问题时，应及时提出处理意见，提交产品生成部门进行修正。当问题较多或性质问题较严重时，可要求补飞或将部分或全部产品退回数据处理部门重新处理，再次进行最终检查并填写检查记录。

9 成果提交要求

9.1 成果数据的组织及命名

9.1.1 飞行成果数据结构组织

飞行成果数据结构组织要求如下：

- a) 以飞行架次为单位组织，即一个飞行架次目录由原始影像目录、POS 数据目录、像控点目录、像控点照片目录及影像产品目录组成，各目录下存储其对应的数据体文件，其结构形式见图 2；
- b) 数据体文件为原始影像、POS 数据、像控点数据、像控点照片及影像产品；
- c) 对于可见光倾斜影像成果，原始影像目录和影像产品目录下再设置一层目录，即第三级目录，其目录数量与飞行使用的可见光倾斜数字航摄仪中的相机数量保持一致；
- d) 对于热红外影像成果，不包括像控点目录和像控点照片目录。

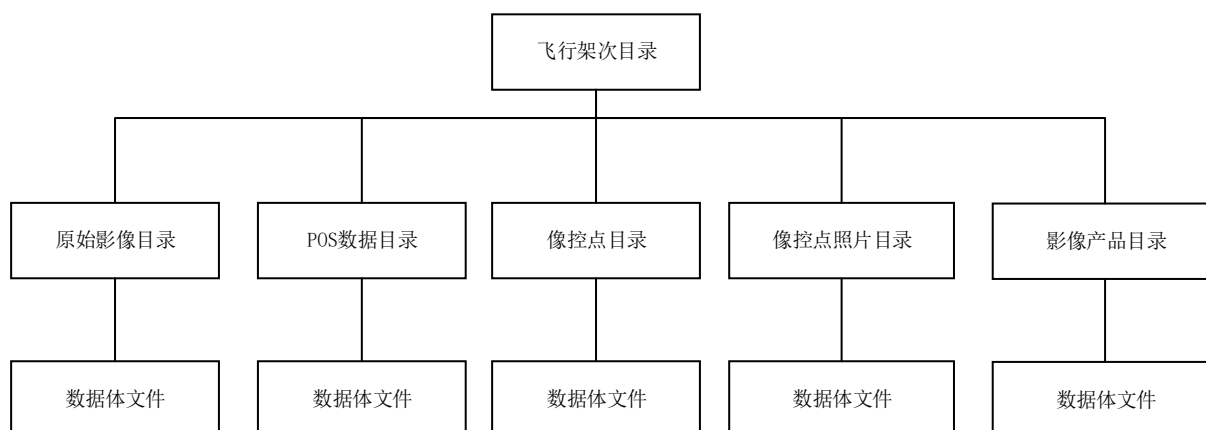


图2 成果数据文件组织结构

9.1.2 各目录及数据体文件命名规则

各目录及数据体文件命名规则如下：

- a) 飞行架次目录按照 XXX-AAAABBCC-XXX-XX 的编号规则编制目录名称，各部分含义见图 3；

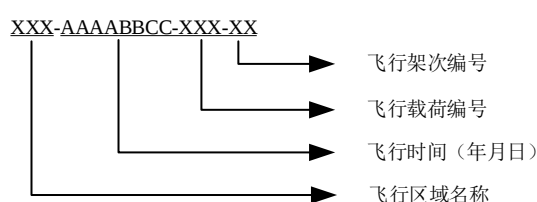


图3 成果数据文件夹命名规则

- b) 飞行载荷编号按照飞行载荷首字母缩写命名，即可见光载荷编号为 KJG，热红外载荷编号为 RHW，可见光倾斜数字航摄影编号为 QX；
- c) 可见光倾斜摄影成果中，三级目录按照相机编号命名，即垂直相机编号为 01，可见光倾斜相机编号为 02、03、……；
- d) 原始影像目录按照数据体类型命名，即原始影像，其数据体文件按照顺序命名，开始为 0001；
- e) POS 数据目录按照数据体类型命名，即 POS 数据，其数据体文件按照飞行架次目录命名；
- f) 像控点目录按照数据体类型命名，即像控点，其数据体文件按照飞行架次目录命名；
- g) 像控点照片目录按照数据体类型命名，即像控点照片，其数据体文件按照顺序命名，开始为 0001；
- h) 影像产品目录按照数据体类型命名，即影像产品，其数据体文件按照飞行架次目录命名。

9.2 成果的内容

上交的成果应经检查验收后，交下一工序使用。上交的成果应准确、清楚、齐全，包括：

- a) 成果清单；
- b) 飞行范围文件，为 shapfile 矢量格式；
- c) 飞行记录表，为原版复印件及电子扫描件；
- d) 飞行区域信息统计表；
- e) 相机检校参数报告，为原版复印件及电子扫描件；

HJ 1233—2021

- f) 飞行成果数据，存储于移动存储设备内；
- g) 可见光数字正射影像产品精度报告，为 PDF（.pdf）格式；
- h) 其他相关资料。

附 录 A
(规范性附录)
飞行记录表

表 A.1 飞行记录表

日期:

时间: 从 时 分 到 时 分

测区	测区名称		测区编号		地形地貌	
航摄系统	品牌		型号		自驾仪	
	电台型号		云台型号		起降方式	
载荷	品牌		型号		光圈大小	
	焦距		像元大小		感光度	
	是否检校					
影像数据	影像数量		飞行时间		拍摄方向	
	航线数		相对航高		绝对航高	
	航向重叠		旁向重叠		地面分辨率	
天气	天气状况		水平能见度		垂直能见度	
机组人员 姓名	飞控手			地面站		
	组长			参与人员		
航线飞行示意图						
备注:						

附 录 B

(规范性附录)

可见光/热红外/可见光倾斜摄影飞行区域信息统计表

表 B.1 可见光/热红外飞行/可见光倾斜摄影区域信息统计表

流域/海域名称				无人机品牌及型号			
载荷品牌及型号				地面分辨率			
飞行起止时间							
序号	水系名称	行政区划	岸线长度 (km)	航测面积 (km ²)		边界位置 (起止点)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
合计							