

ICS 07.040
CCS A 77
备案号: XXXX—202X

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

海岛（礁）稀少（无）控制航空摄影
空中三角测量规范

Specification for aerial photogrammetry and aerial triangulation of
islands (reefs) with few (no) ground control point

(报批稿)

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 术语与定义	1
4 基本要求	2
4.1 航摄资料要求	2
4.2 控制测量要求	2
4.3 软硬件要求	2
4.4 工作流程	2
5 准备工作	2
5.1 资料收集	3
5.2 测区踏勘	3
5.3 技术设计	3
6 像控点布测	3
6.1 基本要求	3
6.2 像控点精度	3
6.3 像控点布测	4
7 空中三角测量	4
7.1 空中三角测量精度要求	4
7.2 连接点匹配	5
7.3 相对定向与模型连接	5
7.4 自由网平差	5
7.5 区域网平差	6
8 成果质量检查与上交	7
8.1 质量检查	7
8.2 成果上交	7
附录 A （资料性）不同区域海岛像控点布设示意	8
附录 B （资料性）像控点点位信息表	10

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

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、中国测绘科学研究院、国家基础地理信息中心、武汉中测晟图遥感技术有限公司、河南中测新图信息技术有限公司、自然资源部第一航测遥感院、自然资源部国土卫星遥感应用中心。

本文件主要起草人：李英成、薛艳丽、叶冬梅、廖明、王光辉、杨振凯、任亚锋、赵俊霞、毕凯、李昌柯、周伟锋、郑安武、李振翔、俞凯杰、于朔崧、吴燕平。

海岛（礁）稀少（无）控制航空摄影空中三角测量规范

1 范围

本文件规定了基于IMU/GNSS辅助数字航空摄影测量技术，在海岛（礁）开展航空摄影空中三角测量工作的基本要求、准备工作、像控点布测、空中三角测量、成果质量检查与上交等内容。

本文件适用于采用IMU/GNSS辅助数字航空摄影测量技术，开展海岛（礁）1:500、1:1 000、1:2 000、1:5 000基础地理信息数字成果生产的空中三角测量工作。

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 18316 数字测绘成果质量检查与验收

GB/T 23236 数字航空摄影测量 空中三角测量规范

GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收

CH/T 1004 测绘技术设计规定

CH/T 3006 数字航空摄影测量 控制测量规范

CH/T XXXX 海岛（礁）IMU/GNSS辅助数字航空摄影规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

常规区域 general region

能够按常规空中三角测量的要求进行像控点布测的区域。

3.2

困难区域 difficult region

难以按常规空中三角测量要求的点位或数量进行像控点布测的区域。

3.3

特别困难区域 more difficult region

无法进行像控点布测的区域。

3.4

GNSS精密单点定位 using GNSS precise point positioning

利用单台GNSS双频双码接收机的观测数据，以及GNSS卫星精密星历和精密卫星钟，进行分米级的实时动态定位和厘米级的快速静态定位。

[来源：GB/T 17159-2009，6.116]

4 基本要求

4.1 航摄资料要求

航摄资料应符合CH/T XXXX《海岛（礁）IMU/GNSS辅助数字航空摄影规范》相关要求。

4.2 控制测量要求

基础控制点的布设与测量，以及像控点的测量方法、成果质量检查内容与检查方法、成果整理与上交等，应按 CH/T 3006 相关规定执行。

4.3 软硬件要求

4.3.1 像控测量作业中使用的测量仪器设备应经检定合格，并在有效周期内。

4.3.2 空中三角测量作业中使用的软件解算精度应满足要求。

4.4 工作流程

工作流程应包括：准备工作、像控点布测、空中三角测量、成果质量检查与上交，详见图1。

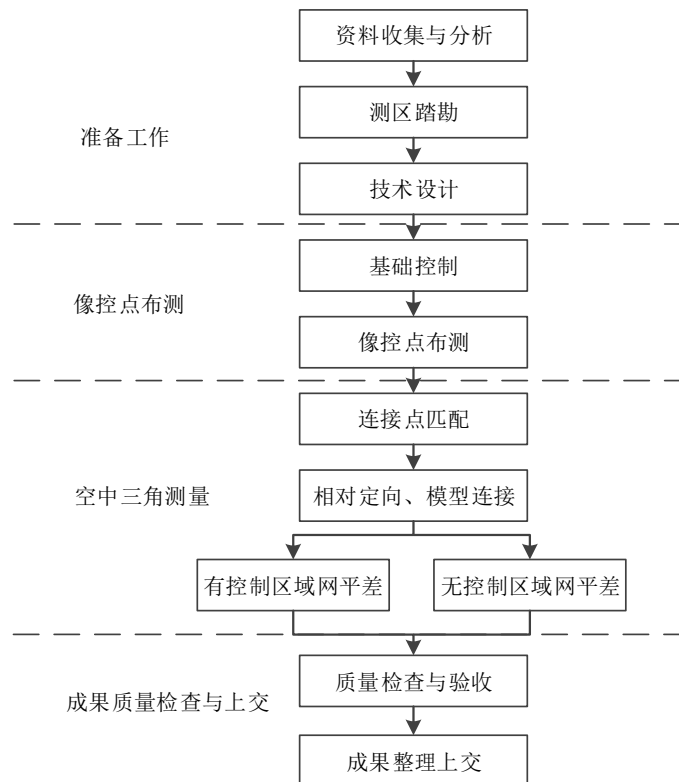


图 1 工作流程

5 准备工作

5.1 资料收集

应收集测区以下资料：

- a) 航摄资料，包括航摄影像数据、航摄影鉴定表、GNSS与IMU融合解算后像片外方位元素等；
- b) 控制资料，包括CORS站信息、控制点点之记、控制点成果及分布略图等；
- c) 地图资料，包括现势性强的地形图、影像图、海图、交通旅游图等；
- d) 专题资料，包括海岛（礁）岸线、干出礁、潮汐、海图等；
- e) 其他有关资料。

5.2 测区踏勘

对具备条件的区域应进行实地踏勘，了解测区已有基础控制情况、地形特征，编写踏勘报告。踏勘报告内容包括测区地形、地貌、气象、交通、已有基础控制可利用情况、重要人工设施、登岛作业条件、地面基站布设条件等。

5.3 技术设计

根据项目具体需求、已有资料分析及测区现场踏勘情况进行技术设计，且应满足以下要求：

- a) 技术设计应根据测区踏勘情况划分作业区困难级别，确定困难区域以及相应区域的各项技术要求；
- b) 技术设计的主要内容及编写要求按 CH/T 1004 执行。

6 像控点布测

6.1 基本要求

6.1.1 当测区内有CORS站网时，应优先利用CORS站网进行像控点测量。

6.1.2 当测区内无CORS站网时，按以下要求：

- a) 可采用 GNSS 精密单点定位进行解算；
- b) 可利用海岛（礁）上已有基础控制点，与像控点进行 GNSS 同步观测。

6.1.3 像控点的高程异常改正可采用跨海高程传递或陆海一体似大地水准面精化模型转化。

6.1.4 对可到达海岛（礁）测区，宜适当增加像控点数量。

6.2 像控点精度

6.2.1 像控点分为平高控制点和高程控制点，在实际作业中，可将本文件规定的高程控制点按平高控制点施测。

6.2.2 像控点相对邻近基础控制点的平面位置中误差不应超过表1中的规定。

表 1 像控点相对邻近基础控制点的平面位置中误差

单位为米

地形	平面位置中误差			
	1:5 00	1:1 000	1:2 000	1:5 000
平地、丘陵地	0.06	0.12	0.24	0.50
山地、高山地	0.08	0.16	0.32	0.50

6.2.3 像控点相对邻近基础控制点的高程中误差不应超过相应地形基本等高距（见表2）的1/10，具体不应超过表2中的规定。

表 2 像控点相对邻近基础控制点的高程中误差

单位为米

比例尺	地形类别	基本等高距	像控点高程中误差
1:5 00	平地	0.5	0.05
	丘陵地	1.0 (0.5)	0.1 (0.05)
	山地	1.0	0.1
	高山地	1.0	0.1
1:1 000	平地	0.5 (1.0)	0.05 (0.1)
	丘陵地	1.0	0.1
	山地	1.0	0.1
	高山地	2.0	0.2
1:2 000	平地	1.0 (0.5)	0.1 (0.05)
	丘陵地	1.0	0.1
	山地	2.0 (2.5)	0.2 (0.25)
	高山地	2.0 (2.5)	0.2 (0.25)
1:5 000	平地	1.0	0.1
	丘陵地	2.5	0.25
	山地	5.0	0.5
	高山地	5.0	0.5

注：括号内表示依用图需要选用的等高距及其对应中误差。

6.2.4 当困难区域像控点精度无法满足表1和表2的规定时，平面位置中误差、高程中误差可相应放宽0.5倍。

6.3 像控点布测

6.3.1 常规区域，像控点布测除按CH/T 3006执行外，海岛（礁）边界拐点处应布测像控点。布设示意图见附录A.1。

6.3.2 困难区域，顾及加密区域网形状、模型数量等，以最大限度控制测绘范围为原则，像控点应布测于海岛（礁）边界拐点处。布设示意图见附录A.2。

7 空中三角测量

7.1 空中三角测量精度要求

7.1.1 常规区域，加密点对最近野外控制点的平面位置中误差、高程中误差不得大于表3的规定。

表 3 加密点对最近外业控制点的平面位置和高程中误差

单位为米

成图比例尺	平面位置中误差				高程中误差			
	平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地

1: 500	0.175	0.175	0.25	0.25	0.15	0.28 (0.15)	0.35	0.5
1: 1 000	0.35	0.35	0.5	0.5	0.28 (0.15)	0.35	0.5	1.0
1: 2 000	0.7	0.7	1.0	1.0	0.28 (0.15)	0.35	0.8	1.2
1: 5 000	1.75	1.75	2.5	2.5	0.3	1.0	2.0	2.5

注 2: 表中加括号处为 0.5 米等高距的精度要求。

7.1.2 困难区域, 平面位置中误差、高程中误差可按表 3 规定放宽至 1.5 倍;

7.1.3 特别困难区域, 平面位置中误差、高程中误差可按表 3 规定放宽至 2 倍, 并应在技术设计书中明确规定。

7.2 连接点匹配

7.2.1 连接点宜自动匹配获得, 当自动匹配困难时, 应人工加刺。

7.2.2 在纹理信息丰富的区域, 连接点的数量应能保证模型的稳定连接, 且分布均匀。

7.2.3 航向连接点位宜处于 3 度及以上重叠带内, 旁向连接点宜处于 5 度及以上重叠带内。

7.2.4 每个像对选择不少于 6 个连接点, 并宜选在标准点位区; 当标准点位区落水时, 应沿水涯线均匀选取连接点。

7.2.5 自由图边在图廓线以外宜有连接点。

7.3 相对定向与模型连接

7.3.1 影像自动匹配的连接点像点坐标残差中误差不应大于 1/3 个像素, 最大残差不应大于 1 个像素。

7.3.2 像控点和人工加刺的连接点像点坐标残差中误差不应大于 0.5 个像素, 最大残差不应大于 1.5 个像素。

7.3.3 影像匹配困难地区可按以上规定放宽至 1.5 倍。

7.3.4 模型连接较差限值按公式 (1) 和公式 (2) 计算:

$$\Delta S = 0.06 \times \frac{GSD}{a} \times 10^{-3} \quad \dots\dots (1)$$

$$\Delta Z = 0.04 \times \frac{GSD \times f}{ab} \times 10^{-3} \quad \dots\dots (2)$$

式中:

ΔS ——平面位置较差, 单位为米 (m);

GSD ——地面分辨率, 单位为米 (m);

a ——像元尺寸, 单位为微米 (um);

ΔZ ——高程较差, 单位为米 (m);

f ——焦距, 单位为微米 (um);

b ——像片基线长度, 单位为毫米 (mm)。

7.4 自由网平差

自由网平差按 GB/T 23236 相关规定执行。

7.5 区域网平差

7.5.1 区域网平差后应进行加密点精度检查，加密点中误差一般采用检查点的中误差进行计算。检查方法按 GB/T 23236 执行，精度指标应符合表 3 的规定。

7.5.2 常规区域，定向点残差、检查点不符值及区域网间公共点的较差不应大于表 4 规定。

表 4 基本定向点残差、检查点不符值及区域网间公共点较差限差

单位为米

成图比例尺	点别	平面位置限差				高程限差			
		平地	丘陵地	山地	高山地	平地	丘陵地	山地	高山地
1: 500	基本定向点	0.13	0.13	0.2	0.2	0.11	0.2 (0.11)	0.26	0.4
	检查点	0.175	0.175	0.35	0.35	0.15	0.28 (0.15)	0.4	0.6
	公共点	0.35	0.35	0.55	0.55	0.3	0.56 (0.3)	0.7	1.0
1: 1 000	基本定向点	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2 (0.11)	0.26	0.4	0.75
	检查点	0.5	0.5	0.7	0.7	0.28 (0.15)	0.4	0.6	1.2
	公共点	0.8	0.8	1.1	1.1	0.56 (0.3)	0.7	1.0	2.0
1: 2 000	基本定向点	0.6	0.6	0.8	0.8	0.2 (0.11)	0.26	0.6	0.9
	检查点	1.0	1.0	1.4	1.4	0.28 (0.15)	0.4	1.0	1.5
	公共点	1.6	1.6	2.2	2.2	0.56 (0.3)	0.7	1.6	2.4
1: 5 000	基本定向点	1.5	1.5	2.0	2.0	0.22	0.8	1.5	1.9
	检查点	1.75	1.75	2.5	2.5	0.3	1.0	2.0	2.5
	公共点	3.5	3.5	5.0	5.0	0.6	2.0	4.0	5.0

注 1: 基本定向点残差的限差约为加密点中误差的 0.75 倍，检查点不符值约为加密点中误差的 1.0 倍，区域网间公共点较差的限差约为加密点中误差的 2.0 倍。

注 2: 表中加括号处为 0.5 米等高距的精度要求。

7.5.3 困难区域，区域网平差后，定向点残差、检查点不符值及区域网间公共点的较差可按表 4 规定放宽至 1.5 倍。

7.5.4 特别困难区域，采用无控制区域网平差方式，检查点不符值可按表 4 规定放宽至 2 倍，并应在技术设计书中明确规定。

7.5.5 检查点的平面中误差、高程中误差计算方法按 GB/T 23236 执行。

7.5.6 区域网之间公共点的平面中误差、高程中误差计算方法按 GB/T 23236 执行。

8 成果质量检查与上交

8.1 质量检查

空中三角测量作业后，质量检查按照 GB/T 24356 规定执行；质量检查报告编写按照 GB/T 18316 的规定执行。成果质量检查主要内容应包括：

- a) 采用的数据源（航摄仪参数、控制资料等）是否正确；
- b) 区域网划分是否合理；
- c) 相对定向各项精度是否符合要求；
- d) 像控点点位与坐标是否正确；
- e) 平差结果各项精度是否符合要求；
- f) 自由图边处的空中三角测量成果是否满足要求，应换带的成果是否换带。

8.2 成果上交

成果按以下内容上交：

- a) 成果清单；
- b) 航摄仪文件；
- c) 像控成果；
- d) 连接点或测图定向点像片坐标和大地坐标；
- e) 每张像片的内、外方位元素；
- f) 空三加密测区结合图；
- g) 连接点分布略图；
- h) 保密检查点大地坐标及分布截图；
- i) 专业技术设计书；
- j) 专业技术总结；
- k) 质量检查报告与验收报告；
- l) 其他资料。

附录 A

(资料性)

不同区域海岛像控点布设示意

A.1 常规区域像控布点示意

a) 由单个海岛构成的常规区域像控布点示意, 如图 A.1。

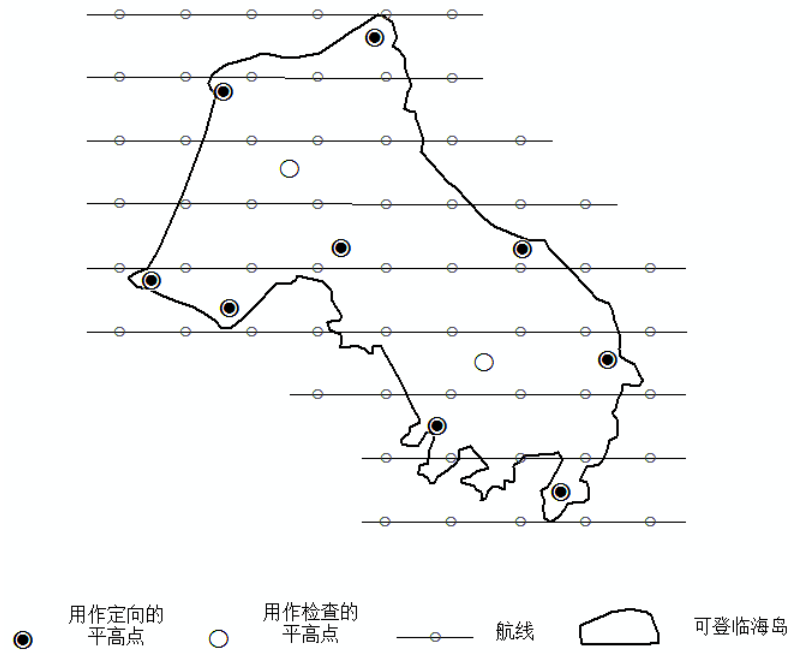


图 A.1 常规区域 (单岛) 像控布设示意图

b) 由多个海岛构成的常规区域像控布点示意, 如图 A.2。

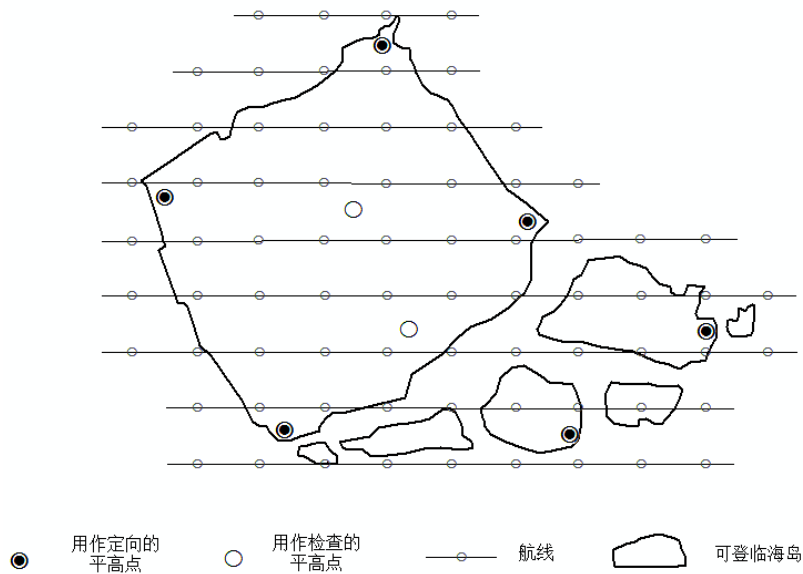


图 A.2 常规区域 (多岛) 像控布设示意图

A.2 困难区域像控布点示意

a) 由单个海岛构成的常规区域像控布点示意，如图 A.3。

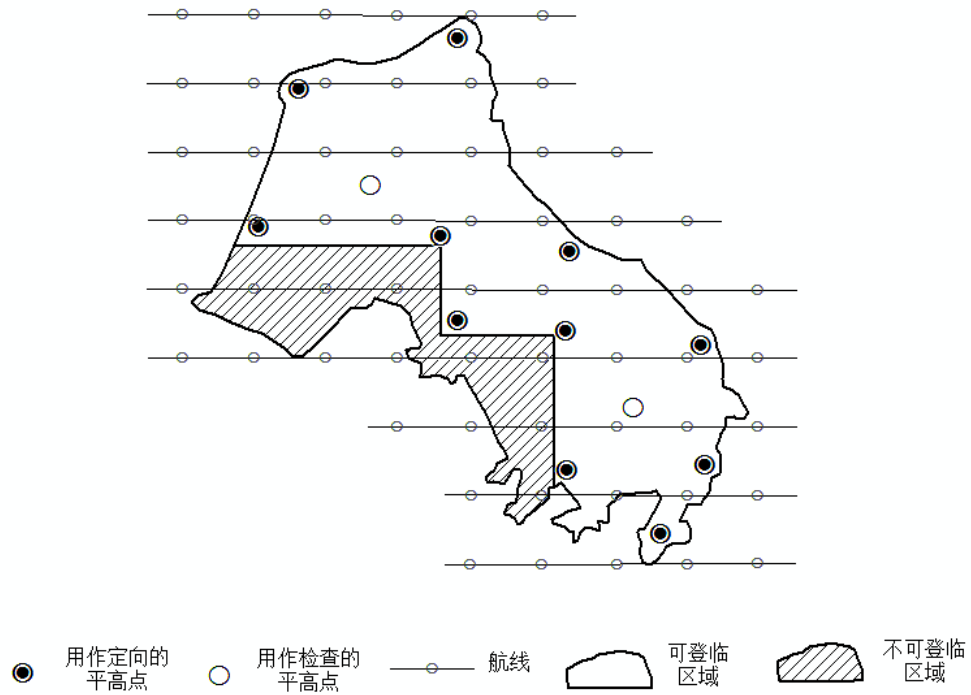


图 A.3 困难区域（单岛）像控布设示意图

b) 由多个海岛构成的困难区域像控布点示意，如图 A.4。

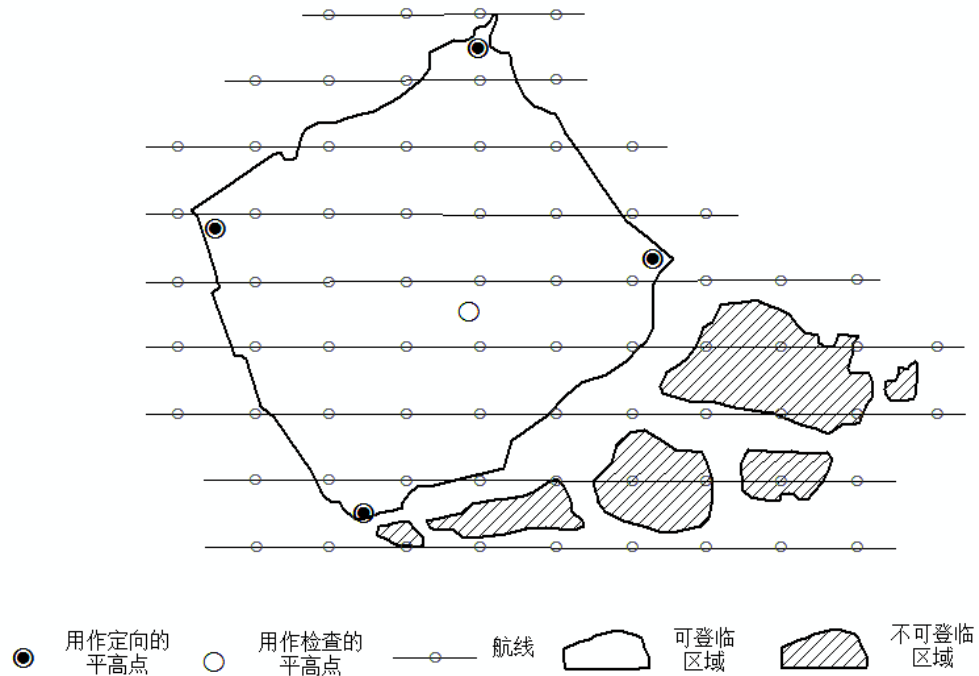


图 A.4 困难区域（多岛）像控布设示意图

附 录 B
(资料性)
像控点点位信息表

表 B.1 规定了像控点点位信息表。

表 B.1 像控点点位信息表

××测区××区域网像控点点位信息表							
点号		点名		所在像片号		所在海岛	
平面坐标系		高程基准		仪器高 cm			
纵坐标 (x) m		横坐标 (y) m		高程 (z) m			
测量单位		测量日期		测量仪器			
备 注							
像控点点位略图				实地照片			
				点位详图			
交通情况及点位描述							
×级控制点、此点位于×××内。点位刺于白色突出石块北面拐角顶端，高程测至拐角顶端。							
制表日期		制表人		审核人			