海岛（礁）IMU/GNSS 辅助

数字航空摄影规范

编制说明

中测新图（北京）遥感技术有限责任公司

二〇二〇年三月十六日

目　录

一、编制背景.....1
二、工作简况.....2
1、任务来源.....2
2、主要工作过程.....2
三、标准主要起草单位.....2
四、规程制定原则.....2
1、制定原则.....2
2、主要内容.....3
五、标准主要内容与依据.....4
六、重大意见分歧处理.....7
七、其他应当说明的事项.....7
附录：海岛礁分布特征及摄影分区.....8

一、编制背景

近十年来，海洋测绘在我国蓬勃发展，十二五期间，国家实施了海岛礁测绘工程（一期），全面摸清了我国管辖海域所有岛礁的数量、大小与分布，并且测制了近海 80 海里范围内 1:1000、1:2000、1：5000 大比例尺地形图，为我国海洋开发、权益保护等提供非常有价值的高精度地理信息产品。

随后，沿海省份逐步对所属海岛礁开展大比例尺地形图测绘、海岛礁资源调查与地图更新等工作。而指导海岛礁航摄工程的标准规范缺乏，海岛礁航摄实施与管理或者参考国家海岛礁测绘工程制定的工程技术规定，或者参考系列数字航空摄影国家标准，缺乏全针对海岛礁基础地理信息产品制作航空摄影的权威规范。

为此，由中测新图公司提议、测绘标准化委员会批准，编制海岛礁航空摄影行业标准。本标准在国家海岛礁测绘工程制定的工程技术规定《海岛礁数字航空摄影技术规定 第 1 部分：框幅式数字航空摄影技术规定》、《海岛礁数字航空摄影技术规定 第 2 部分：推扫式数字航空摄影技术规定》的基础上，重点以 GB/T 27919 IMU/GNSS 辅助航空摄影技术规范、GB/T 27920.1 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 数字航空摄影规范 第 2 部分：推扫式数字航空摄影为依据，针对海岛礁的分布特征及测图难点，研究制定了本规范。

具体制定原则为：

1）在两个工程技术规定（推扫式、框幅式航摄）基础上，将共性的航摄流程及指标要求合并在一起说明，不可以合并的分别表述。

2）将原来两个工程技术规定只适用于 1:2000、1:5000 两种比例尺测图，根据测图基本比例尺的需要，扩充修改为适用于 1:500、1:1000、1:2000、1:5000 测图，相应部分的指标都做了研究和调整

3）IMU/GNSS 辅助航空摄影技术规范等三个国家标准，发布已有近十年，对于技术升级与装备换代等带来的新的指标变化在文中做了相应的更新，例如增加 CORS 站的应用、基站与摄区任一点的距离放宽等；

4）在框幅式、推扫式国标规定的基础上，补充了海岛礁航摄特有的要求，例如顾及潮汐的航摄季节、时段选择；资料收集与踏勘时，须收集海岛岸线信息用于后期控制；航摄分区、航线曝光点敷设等须顾及岛礁分布、形状等特征设计，给出摄影分区类别及航线敷设原则，以避免像片大面积落水等。

二、工作简况

1、任务来源

根据原国家测绘地理信息局科技与国际合作司下发的,《关于下达 2017-2018 年测绘地理信息标准项目计划的通知》文件（测科函【2017】35 号），由中国测绘科学研究院、中测新图（北京）遥感技术有限责任公司牵头负责、编写《海岛（礁）IMU/GNSS 辅助数字航摄规范》。

2、主要工作过程

2017 年，中测新图（北京）遥感技术有限责任公司提出本标准制定计划，经原国家测绘地理信息局科技与国际合作司批准立项，列入 2017-2018 年测绘地理信息行业标准修订计划。

2018 年 1 月，正式成立标准编制课题组。

2018 年 4 月课题组成员讨论形成标准的整体框架结构。

2018 年 8 月收集、整理资料，研究、分析、整合资料。

2018 年 12 月完成标准讨论稿。

2019 年 3 月-2019 年 10 月课题组到浙江、陕西、北京等相关单位进行调研。

2019 年 11 月-2019 年 12 月进行相关技术指标技术试验，总结。

2020 年 3 月完成征求意见稿。

三、标准主要起草单位

本规程由中国测绘科学技术研究院中测新图（北京）遥感技术有限责任公司牵头起草。浙江中测新图地理信息技术有限公司负责标准的主要编写、国家基础地理信息中心参与标准验证、现状调研等工作。

规程主要起草人：李英成、薛艳丽、叶冬梅、廖明、周一、赵俊霞、毕凯。。。

四、规程制定原则

1、制定原则

本规程编制过程中，认真按照 GB/T 1.1 标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则，GB/T 1.2 标准化工作导则 第 2 部分：标准规范性技术要素内容的确定方法，GB/T 1.3 标准化工作导则 第 3 部分：技术工作程序的规定进行。在此基础

上，主要遵循以下原则：

1）科学性与系统性

规程的编制，以科学理论为依据，对数字航空摄影测量的作业流程进行系统性的规范。本标准本着突出海岛礁航摄特殊之处，重点对海岛礁航摄分区、航摄重叠度等有特殊要求的地方，并结合原框幅式、推扫式航摄国标，进行了重点展开描述；其余如成果整理、控制测量等环等常规环节仍引用原规范，不再赘述。

2）通用性与灵活性

原国家海岛礁测绘工程（一期）制定的工程技术规定包括框幅式、推扫式，测图比例尺为 1:2000、1:5000 两种成图比例尺。针对各地方、国家对海岛礁多种大比例测图需要，将原来只适用于 1:2000、1:5000 两种比例尺测图，扩充为适用于 1:500、1:1000、1:2000、1:5000 测图，以满足海岛礁航测成图的普遍需要。

同时，本标准根据国内航摄系统的技术水平、应用情况及相关软硬件生产现状，参照有关航空摄影标准，补充针对海岛礁测图的推扫式航空摄影相关内容。

3）实用性和可操作性

标准编制过程中融入了实际生产经验，充分考虑了实际生产作业中出现的问题，便于实际作业的操作。

4）与相关标准的协调性

本标准在海岛礁航空摄影技术规程基础上，融入最新的航摄技术、航摄成果检查等国标、行标等技术内容，充分分析了两者的同异及旧的指标和要求在新的航空摄影技术下的变化，尽可能的将海岛礁数字航空摄影的特殊性的工作要求和技术指标规范全面、明确。本标准引用标准如下：

GB/T 19294 航空摄影技术设计规范

GB/T 27919 IMU/GNSS 辅助航空摄影技术规范

GB/T 27920.1 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 数字航空摄影规范 第 2 部分：推扫式数字航空摄影

2、主要内容

本标准规定了海岛礁数字航空摄影的技术设计、航摄飞行、飞行数据处理、质量检查以及成果整理与提交的作业流程、技术要求等内容。

五、标准主要内容与依据

1. 标准适用范围

我国海域广阔（约 300 万 km^2），岛礁众多(10700 多个)，部分岛礁远离大陆，大部分岛礁分布零散、面积小。相比大陆航空摄影测量，海岛礁地面控制点施测困难，为此，海岛礁测绘须选择测姿定位系统（IMU/GNSS）辅助数字航摄航摄技术，以减少地面控制点的测图需求。常见的数字航摄系统有推扫式与框幅式两种数字航摄仪，其中，推扫式数字航摄仪内部集成有 IMU/GNSS 系统，而框幅式数字航摄仪一般与 IMU/GNSS 系统在摄影时才实施外部集成。这两类数字摄影系统在国家海岛礁测绘工程中均全面使用，经过海岛礁大比例尺测绘工程化应用的充分检验，性能稳定、精度可靠，适于海岛礁大比例尺测绘应用。

综上，**本标准的适用范围设计为：**适用于利用框幅式数字航摄仪集成 IMU/GNSS 辅助航空摄影系统，或推扫式数字航摄仪系统等，开展海岛礁 1:500、1:1 000、1:2 000、1:5 000 基础地理信息产品生产的数字航空摄影工作。

此外，考虑到集成高精度 IMU/GNSS 的无人机测绘系统并不十分普及，因此，本规范未针对无人机海岛礁航摄做特别规定，但无人机航摄时可以本规范为参考。

2. 术语

海岛礁包括常年露出水面的陆地部分，也包含低潮位时露出水面的暗礁或干出礁。因此，设计了海岛、暗礁、干出礁三个术语。

3. 关于“资料收集与现场踏勘”

（1）除包括开展大陆航摄需要收集的常规资料以外，还规定了关乎岛礁范围的岸线、识别定位专题等信息；

（2）为充分获取海岛礁最大露出水面的陆地部分影像，需在航摄季节与航摄时段上，尽可能选择低潮位摄影，因此，需收集潮汐、水位、海况等水文、气象资料。

4. 关于“地面分辨率的选择”

1） 人眼的视觉分辨率一般为 0.1mm，视力好的 0.08mm，极少可到 0.07mm。

2） 打印分辨率。一般采用 300dpi，相应像元大小为 0.0847mm，影像效果比较精细；如采用 254dpi，像元则为 0.1mm，打印效果一般，尚没有模糊感，可以接受。

3） 数字正射影像（DOM）的影像分辨率。我国 DOM 的产品模式是上世纪 90 年代

参照美国的“4D”产品中的DOQ而来，计划用地面分辨率1m的影像覆盖美国，其成图比例尺为1:12500，其像元尺寸为0.08mm，影像分辨率为300dpi，由于一张图的幅面太大而一分为四（quarter）故称为DOQ；而我国就改为DOM（Map），起初也采用300dpi，1:10000相当于地面分辨率0.847m；之后因为数值不整，专家讨论同意也采用1m，相当于图面上0.1mm，影像分辨率254dpi，效果还可以，就这样定了。

4） 地面分辨率。是像元投影于摄区平均高程基准面上尺寸大小的平均值，其中高于基准面地表影像的像元尺寸将小于地面分辨率的平均值，而低于基准面地表影像的像元尺寸将大于地面分辨率的平均值。

5） 地面分辨率与数字正射影像（DOM）上的像元大小原则上应相匹配（一致）。

6） DOM由航空影像上的像元经正射纠正、内插而来，故航空影像的分辨率与DOM的分辨率应相当，最好略优。

综上所述，航空影像的平均地面分辨率应不低于图面上0.1mm，最好达到0.08mm。也即规范中所规定的：

1:500成图，设计基准面地面分辨率必须≤5厘米；1:1000成图设计基准面地面分辨率≤10厘米，宜采用8厘米； 1:2000成图设计基准面地面分辨率必须在≤20厘米，宜采用16厘米；1:5000成图设计基准面地面分辨率必须在≤50厘米，宜采用40厘米。

最后可根据1:500～1:5 000不同比例尺航摄成图要求，结合测区的地形条件、测图等高距及影像用途等，在确保成图精度的前提下，本着有利于缩短成图周期、减低成本、提高测绘综合效益的原则，确定摄影基准面，并在技术设计书中明确。

5. 关于“航摄分区”

依据我国海岛礁的面积、分布及形状等形式多样，从航空摄影的质量、成本、效率，以及成图精度要求等多种因素出发，按照摄影范围尽可能大、像片落水比例尽可能少、以及少（无）控制测图精度尽可能高等原则，归纳总结后，将我国海岛礁摄区分为三大类：即，面积较大的海岛或聚集程度较高的群岛摄区、零散分布但相对聚集的海岛礁摄区、零散分布面积较小的孤小岛摄区。见附件。

6. 资料收集控制点等级

在资料收集环节，考虑到框幅式和推扫式航摄所采用的已知大地控制点，主要起着与基站联测作用。在现代以GPS测量为主的观测条件下，D级以上已知大地控制

点即可满足精度要求，可用于机载GNSS接收机与地面GNSS基站同步观测方案设计、检校场地面控制点测量的起算。

故，收集已知大地控制点，无论采用推扫式航摄还是幅式航摄时，规定均应收集D级点以上GNSS点。

7. IMU/GNSS 测角精度和采样频率

原框幅式采用的IMU、GPS指标为在2011年参考IGI老版本型号，随着科技发展，常用POS设备为POSAV 510、POSAV 610，或IGI新版本；同时常用的推扫式航摄仪ADS 80或ADS100采用的POS设备精度更高，详见下表。为了满足目前各单位仍在使用的新旧设备情况，测角精度和采样频率采用最低指标。

型号	定位精度(米)	测角精度（°）	采样频率（hz）	机载GPS采用频率(hz)
POSAV 510 加拿大Applanix公司	0.05	0.5%、0.5%、0.8%	200-256	2
POSAV 610	0.05	0.25%、0.25%、5%	200-256	2
AERO-IId	0.08	0.3%、0.3%、7%	256/512 原64Hz 已淘汰	2
ADS 80--		0.5%、0.5%、0.8%	200	20
ADS 100—CUS6		0.25%、0.25%、5%	200	20

综上，本规定数字航摄采用的 IMU 应满足：

a） IMU/GNSS联合解算测角中误差:侧滚和俯仰角测角中误差不大于0.005度，航偏角测角中误差不大于0.008度；

b） IMU数据记录频率不应小于200 Hz；

8. 地面基站布设

（1）CORS站平时频率为1s，在飞行期间可以要求调整至0.5s。但有些地方CORS站设备较老，无法调整，故采用应尽量选用2hz。

（2）地面基站距摄区远近对高程精度影响比较明显，解算精度可以提高。高程精度达到了，平面精度可以免检。相比较，距离对精度起到的作用比基站频率影响更大。参考推扫式航摄规范、机载激光雷达数据获取规范用80公里，海岛礁航摄考虑到后期数据处理精度，在航摄时也尽可能提高精度，故调整为80公里。

9. 关于“影像质量”

因为岛礁控制测量困难，为此，规范规定，影像中除了能辨认出与地面分辨率相适应的细小地物外，还应确保海岛礁平均大潮高潮痕迹线、地面标志点等要素应清晰可见。

10. 关于“像片重叠度”

采用框幅式航摄时，对于面积较大或岛礁聚集度较密的摄区，可以按照陆地摄影对待，故按GB/T 27920.1对重叠度的质量要求执行即可。但对于分布零散、面积较小的岛礁，如果按照常规航摄重叠度设计，则会出现相邻影像大面积落水导致模型连接困难的情况，因此，这类情况将加大重叠度要求，即航向重叠度不应低于80%，旁向重叠度不应低于60%；

同理，采用推扫式航摄时，对于面积较大或岛礁聚集度较密的摄区，按27920.2执行；而对于分布零散、面积较小的岛礁，会出现相邻航带影像大面积落水导致模型连接困难，故，须加大旁向重叠度一般不应小于60%。

六、重大意见分歧处理

无。

七、其他应当说明的事项

1、标准名称修改建议

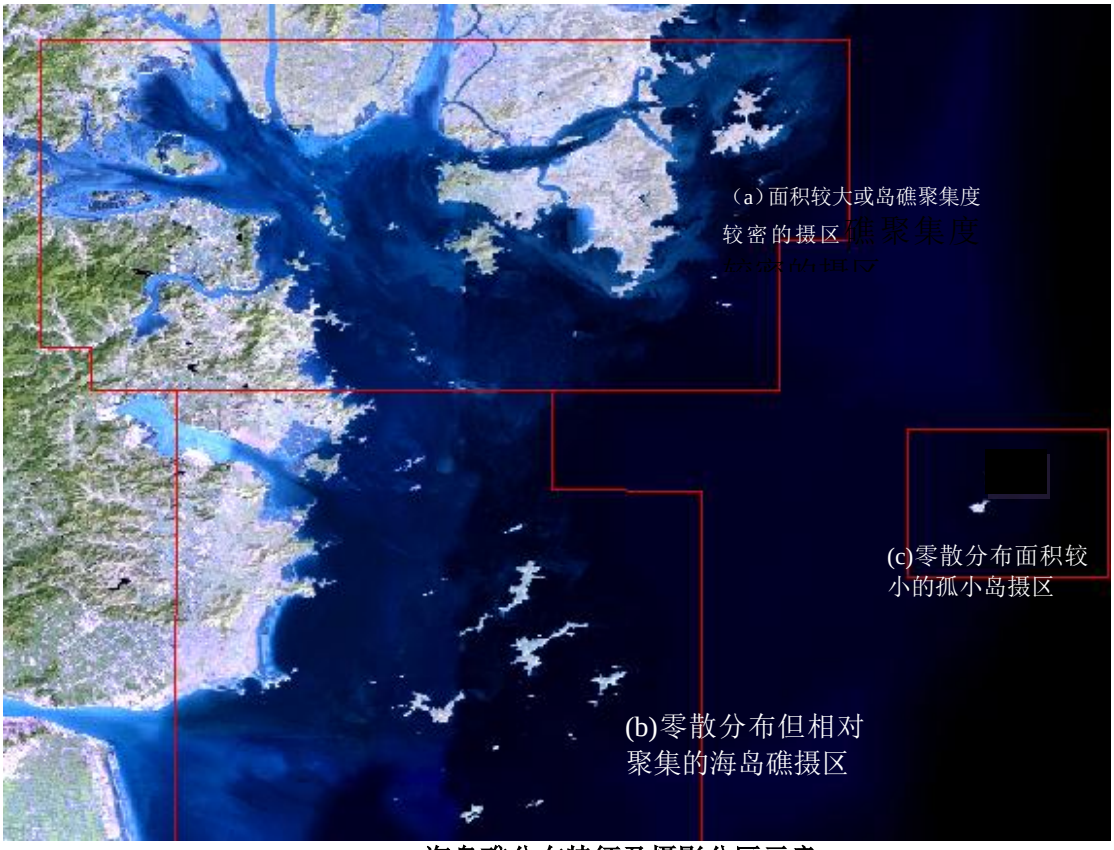
将文件下达的标准名称“海岛（礁）IMU/GNSS 辅助数字航空摄影规范”的名称作了更改，变更为“海岛礁 IMU/GNSS 辅助数字航空摄影规范”。更改的原因主要是考虑了海岛、礁石为独立对象，标准名称的简单明了。本部分是数字航空摄影规范的一部分，故不再单独以技术规定限制。

2、资料性附录说明

为了增强标准的可理解性和实用性，标准文本后面附加“框幅式航摄航线敷设”资料性附录，便于使用者参考。推扫式航线敷设仍按原规范执行，无特殊新增内容。

附录：海岛礁分布特征及摄影分区

从摄影分区的角度，可分为（a）面积较大的海岛或聚集程度较高的群岛摄区（b）零散分布但相对聚集的海岛礁摄区（c）零散分布面积较小的孤小岛摄区三种类型，详见下图。



海岛礁分布特征及摄影分区示意