《低空数字航空摄影规范》

编制说明

标准编写组

2019 年 3 月

目　录

一、　工作简况.....1
二、　国家标准编制原则和确定国家标准主要内容的论据.....2
三、　主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果.....3
四、　采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况.....13
五、　与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系.....14
六、　重大分歧意见的处理经过和依据.....14
七、　国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议.....14
八、　贯彻国家标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)...14
九、　废止现行有关标准的建议.....14
十、　其他应予说明的事项.....14

一、 工作简况

1. 任务来源

2016年，原国家测绘地理信息局科技与国际合作司下达标准立项通知，开展本行业标准的编制。

2. 目的和意义

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航空数码测量相机的航空摄影研究和应用不断深入，作为一种新的对地观测手段因其灵活机动、快速反应越来越受到重视，得到各行业广泛应用。但是，由于缺乏获取与处理规范获取与处理规范，造成低空航摄及其产品生产过程没有依据和成果质量不统一的局面，为推进这类技术产业应用和规范发展，针对其数据获取和处理工作需要制定本规范。随着相关技术的进一步发展和生产实践的进一步丰富，将适时对此标准作修订。

低空数字航空摄影规范，是低空数字航空摄影测量系列行业标准之一，与低空数字航空摄影测量内业标准、外业标准形成一个标准体系。

3. 起草单位及主要起草人

主要起草单位:

主要起草人：

4. 主要工作过程

时间节点	阶段性指标	目前实施进展
2016.6-2016.12	共性关键技术和标准体系前期研究	完成调研，在喊个技术指导书基础上，确定航摄获取初稿编写
2017.1-2017.12	标准起草稿及讨论	完成内部讨论与修改稿
2018.1-2018.6	内部讨论	完善征求意见稿、编制说明，编写小范围征求意见函
2018.7-2018.8	外部专家小范围征求意见	向业内 10 多家单位专家发出征求意见函。
2018.9-2018.12	小范围征求意见处理内部讨论	完成
209.1-2019.3	完善征求意见稿	等待发出

二、 国家标准编制原则和确定国家标准主要内容的论据

1. 制定依据和原则

1) 标准制定的依据

本标准的制定，针对无人机行业应用的海量需求和广阔应用前景，在标准项目任务基础上，参考了数字航空摄影国家标准 3 项，低空数字航空摄影行业技术指导性文件 3 项。

2) 标准制定的原则

a) 科学性

本行业标准的编制，依据摄影测量与遥感学原理，以测制基础地理信息产品成果为目标，按照航摄数据获取作业流程进行系统性的规范。

b) 实用性

目前国内低空类航摄系统众多。由于像幅小，飞行姿态稳定性相对较弱，传统大飞机数字航摄仪标准不适用，本标准编制中，从飞行平台、相机、航摄成果整理等方面出发进行规范和约定，使其能够适应不同厂家、不同类型的低空类航摄获取与数据处理，突出了低空特点，规定了共性方法和原则性指标，回避了因软硬件差异造成的个性问题。

标准编制过程中融入了实际生产经验和技术统计指标，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。

c) 协调性

关于基础地理信息图件产品的要求和在本标准中没有改变，只是对实现过程和装备以及方法做了规范，调整了过程中间一些适用于无人机航摄系统的技术指标。

《数字航空摄影测量 测图与成果生产规范 第1部分：1：500 1：1000 1：2000 数字线划图 数字高程模型 数字正射影像图》基于数字摄影测量当前的技术特征对航空摄影测量的测图与成果生产进行了技术约定和作业指导。《CH/T 9008.1 基础地理信息数字成果1:500 1:1 000 1:2 000数字线划图》、《CH/T 9008.2 基础地理信息数字成果1:500 1:1 000 1:2 000数字高程模型》和《CH/T 9008.3 基础地理信息数字成果1:500 1:1 000 1:2 000数字正射影像图》规范分别对三种基础地理信息成果的精度及规格进行了约定。低空数字航空摄影测量较

传统数字航空摄影测量在获取的数据质量上有一定的区别。主要表现为像幅小，姿态稳定性差，航摄过程中响应技术指标进行了放宽。

d) 规范性原则

本标准编制过程中，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。

2. 适用范围说明

本标准适用于无人飞行器航摄系统，以测制数字基础地理信息产品为目的的低空数字航空摄影工作。本标准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。是对无人机航摄系统生产基础地理信息产品工艺流程进行规范。

鉴于无人机航摄系统千差万别，分级分类体系众多，各种应用场景层出不穷，应用对以往行业指导性技术文件约束像幅、航高、平台的部分做了修改，不在约束，只规定采用无人飞行器航摄系统，测制数字基础地理信息产品为目标。

三、 主要试验(或验证)的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

1. 主要试验验证工作内容

1) 确定低空数字航摄系统的要求，包括飞行平台、数码相机以及其他组成部分；
2) 针对低空数字航摄系统的特点对航摄设计工作阶段提出新的、明确的精度指标和技术要求；
3) 结合目前的技术水平，提出飞行质量与影像质量检查的方法；
4) 提出航摄数据获取成果整理和验收的要求

2. 技术指标论证综述说明

1) 关于范围阐述

标准名称严格按照课题任务书和项目立项规定的名称：《低空数字航空摄影规范》。

标准内容的范围规定了低空数字航空摄影规范性工作，以测制基础地理信息产品为目的的无人机航摄数据获取。航摄阶段不再限定航高、像幅、比例尺、以

及测绘行业标准地形图等，以适应目前无人机机型众多，应用面宽的发展现状。

2） 规范性应用文件综述

主要引用与低空数字航空摄影数据获取、内业处理、外业像控测量与调绘工序相关的标准，以及与生产过程、成果产品相关的标准。分级排列国标优先，行标其次，指导性技术文件最后。

3）名词术语

针对无人机飞控系统的发展现状，对市面上常用的飞控关于曝光控制的技术实现方法做出分类规定。有定点曝光、等距曝光和等时曝光。其中：

定点曝光，适合于高精度测图，可以根据地形起伏支持变基线摄影，以保证重叠度，保持相对比较稳定的对地观测精度。设计文件曝光点和实际曝光点对应关系明确，数据成果整理方便。但是对飞控系统有要求，需要存储预先设计曝光点坐标文件，每一个点都需执行定点曝光判断算法。该方法的局限是当低速执行密集曝光时，例如10米/秒执行间距20米以内曝光控制，阈值30米，导航定位精度不足以分辨相邻曝光点时，会造成相机提前曝光、卡顿或者漏曝等现象。

等距曝光，一般根据基准面或者最高最低点计算曝光间隔，以固定间距作为判断持续执行曝光，可以保证稳定的基线，控制程序只计算与上一个点位的距离判断，算法简单易实现。缺点是对地观测精度不稳定，容易造成低洼地区曝光点过密，山顶地区过于稀疏，而且积累误差严重，每条航线实际曝光点数不确定，航线越长曝光点越多误差越大。该方法有一个优点，当低速执行密集曝光时，不受导航定位精度、阈值和曝光间距影响，可实现连续摄影控制。

等时曝光，依据飞机的巡航速度，计算出经过两个曝光点所需的时间，以此为判断依据连续执行曝光控制，当无风天气，飞机空速稳定时，该方法近似于等距曝光。实际执行中，受天气风力影响，以及空速与低速差异，导致曝光点数量较多，且积累误差随时间持续扩大，设计曝光点与实际执行曝光点不对应，造成数据整理困难。本标准建议不宜采用。

4） 低空数字航空摄影流程图

为了明确前后关系，特增加低空数字航空摄影流程图，与本标准规范的章节基本一致，以利于读者理解工艺流程，前后衔接关系。

5） 航摄系统的要求

针对飞行平台影响航空摄影测量的指标做了原则性规定，一些性能指标限制

排斥了一部分过于小，难以承担规模任务的航模运动飞机、玩具飞机。结合传感器以及其他控制技术，共同构成对低空航摄无人飞行器系统的基本构成、集成度、复杂度的基本要求。其中需要特别说明的是：

任务载荷原则性要求，任务舱满足搭载传感器，不能遮挡成像视野，不能影响接线插卡等动作。如果有，这里还得满足云台、测资定位系统的安装需要，云台运动范围内不能有障碍物干扰和视野遮挡。另外一定，容易被忽视，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。这是目前容易造成成像质量和对地观测精度不合格的主要原因之一。

抗风能力要求，主要是为了系统能够在一般天气条件下安全飞行，满足航空摄影基本性能要求。

飞行平台应与其搭载的传感器协调配合，保证安全飞行的前提下，尽量选择巡航速度低的飞行平台，以保证像移和运动变形在较低的范围内。对中心快门航摄相机，主要是影像像移不得超限，对于帘幕快门的航摄相机，需要同时考虑像移和运动变形，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，补偿后残差不超过0.5个像素即可。当巡航速度太低，执行效率和飞行性能又会下降，需要折中处理，原则上取空速上线180公里/小时空速，即50m/s，当采用1/1000秒快门时，最大像移不超过5厘米，实际执行中，可能遇到风速影响地速，进一步加大像移，4级风最小20KM/h，因此需要空航空摄影时飞行平台巡航速度一般不大于160km/h， 1：500成图比例尺航摄时，巡航速度一般不大于100 km/h。帘幕快门一般运行速度在1/200-1/400秒，运动变形会造成两个边相差2-5个像素，在允许附加参数和模型连接差放宽的基础上可以进行空三运算。如果运动变形超过了，一般程序将无法计算出满足精度限制的结果。这两个值主要针对固定翼无人机，并不影响旋翼无人机机执行任务获取更高分辨率影像。

自动驾驶仪，定性规定了满足摄影测量的基本功能，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电控信号。具备定点曝光控制或等距曝光控制功能。具备记录和下载实际曝光点位置和姿态等信息的功能。以求实现摄影曝光控制，有助于后续影像数据质量检查和数据内业处理。

测姿定位系统，对采用双频GNSS或IMU/GNSS辅助航空摄影测量的系统，主要规定两项内容和一些具体指标。其中GNSS导航数据输出频率5HZ，是为了实现低

空低速无人飞行器的曝光控制，无人机低空低速，对小相机，曝光间距会达到几十米级别，以飞机飞行低速测算，需要在一秒内输出5个当前位置坐标以上才能进行有效曝光判断，由导航模块硬件或者后加入的实时内插软件实现均可。该指标有别于有人驾驶大飞机1-2HZ的最低要求。对于姿态测量精度，按照目前无人机航摄相机像素对应视场角计算，1-1.5像素约0.01度，航偏角0.02度，才能对绝对定向建模有意义。低于此精度，摄影测量空三所需的姿态测量初值的意义不大，双频GNSS定位解算辅助空三相对起主导作用。

对无人机航摄系统空域管理、飞行监管目前争议较大，属于其他国家管理机构和政策问题，本标准不宜规定，应满足军方和民航空域管理部门的要求。

数码相机的要求，有别于数字航摄仪，小像幅数码航空相机多改造自民用数码相机，需要对结构和基本指标做出规定，其中1/800秒快门速度限制，考虑了像移模糊问题，为了能够拍摄清晰航片，是航摄相机必须具备的最低起始条件。双频GNSS和惯性测量装置时，相机应具备曝光信号反馈功能是航摄相机专用功能，为了通过脉冲信号精确记录曝光时刻，从而推算实际曝光点坐标。视场角27°限制来源于相机空三检校统计结果，一般检校要求检校像点残差0.2像素以内，当视场角小于27度时，检校精度报告中的像点残差会超过0.3像素，检校参数将显著影响对地观测精度，主要目的是为了保证摄影测量精度，影响源头在一定重叠度条件下的基高比决定了对地观测精度，尤其是高程精度，对应60%重叠度条件下基高比不能小于0.192。

为满足测绘需要还对检校方法和精度做了描述，增加了主点坐标、主距、畸变参数、像元尺寸、面阵大小等，并提供检校模型的约束，以规范检校内容，避免目前市场上检校报告不规范的部分，例如经常导致参数不对应，改正不彻底，单位混乱，改正数符号取反等问题。约束通过摄影测量平差方法解算相机检校参数，不推荐用平面网格高次多项式近似计算的方法。主点坐标中误差不应大于10μm，主距中误差不应大于5μm，残余畸变差不应大于0.3像素。主要是通过相机检校统计而来。

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。目的是为了避免相机参数变动，影响航摄数据精度，造成交接困难。

数据动态范围和压缩比，主要根据目前市面上数码相机，在JPG格式下压缩

的情况得来，其中压缩比随地物景物变化而变化较大，景物单一的情况下会增大，只规定一般状态，单一背景可视情况不遵守此限制。

6） 航摄计划与航摄设计

航摄计划与一般数字航空摄影没有区别，沿用原规范规定内容。设计用基础地理数据应选择摄区最新制作的地形图、影像图或数字高程模型，地形图、影像图比例尺不低于1:1万，数字高程模型比例尺不低于1:5万。主要针对大比例尺基础地理信息测制要求而定，在原规范中选取大比例尺测图部分。

基准面地面分辨率选择有别于有人机航摄，综合了航摄效率、地图制图要求、成图精度要求、以及无人机航摄相机的实际现状。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。依据地理信息产品图上0.1毫米最高精度要求，和制图印刷300DPI要求，即0.1毫米的80%。

航摄分区的划分和基准面确定。平地山地分区内高差限制放宽为1/4航高，高山地放宽为1/3，主要考虑无人机航摄时减少分区数量，避免撞山风险，提高航摄执行效率。最低点分辨率与像移引起的模糊限制指标一致，或者分辨率超限面积占比不超过10%，指标由北京地质灾害调查项目大面积无人机航摄设计和执行结果统计而来。

重叠度设计是航摄重要环节，航摄分区基准面上设计航向重叠度，无人机低空数字航摄一般取60%-90%，宜采用70%，高山地和高大建筑物密集区宜采用较大航向重叠度，对高程精度要求较高的，也宜采用60%-70%设计航向重叠度。相比有人机航摄，指标略有提高，主要考虑无人机飞行姿态稳定性不如有人机，为避免出现漏洞，加大重叠度。超过80%的设计重叠度，一方面减少摄影死角，灵一方面可以后处理抽片提高精度。航摄分区基准面上设计旁向重叠度，无人机低空数字航摄一般取20%-60%，宜采用40%。对于城市地区三维建模、带状地物需要旁向构建立体模型、以及部分海岛礁测绘等情况下，宜采用较大旁向重叠度设计方案。主要考虑无人机飞行姿态稳定性不如有人机，在横滚方向更为突出，侧滑角经常明显，一些情况下相机存在安装角度，从而导致一条航带的旁向重叠度一边很大，一边很小，交替规律性出现。

航摄设计阶段，所选无人机飞行器的飞行速度和传感器采用的快门速度应匹配，必要时协调指标，降低巡航空速，或者提高快门速度。采用中心快门的传感

器，适合摄影测量，整个画幅几何性能稳定，仅考虑像移，飞行器飞行速度一般不超过0.5像素像移对应的巡航速度；而采用帘幕快门的传感器，除满足像移限制之外，快门速度一般不慢于1/1000秒，飞行器应尽可能采用低速水平稳定姿态飞行，减少帘幕快门运行周期内因飞机运动造成影像运动变形，必要时，提醒内业采取附加参数改善几何精度。

航线敷设，主要依据摄影测量空三计算区域网的布设原则敷设飞行方向，鼓励依据DEM/DSM高程模型进行航摄设计的方法，与原规范相比增加了布设构架航线的情况。

提醒了预先布标的情况，便于低空数字航空摄影测量内外业规范与本规范的衔接。

航摄时间、天气条件和季节，原有人机航摄按照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，执行，适应于胶片航摄，指标过于严格，针对无人机数字航摄，做了明显修改。分类描述，第一种情况，除应急状态外，低空航摄应尽量避免积雪、洪水、扬沙、烟雾等对摄影和地理信息产品生产造成不利影响，确保航摄影像能够详实地显现地物细部；第二种情况，以测制地形图为目的的低空航摄，宜选择冬季植被覆盖较低时节航摄，减少植被对地形测制的不利影响；对于注重光谱信息或者需要考虑景物彩色效果的航摄任务、宜选取非冬季时节航摄。第三种情况，航摄时间选择，应避免地物对太阳光造成强反射，减少阴影对地物细节的影响。在沙漠、戈壁、河流湖泊、海洋、大面积的盐滩、盐碱地、滩涂等水域上空航摄时，尽量减少影像上产生强烈反射光斑而损失地物细节，航摄不宜选择正午时间，应采取提前或推后1-2小时摄影；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2 小时内摄影，减少阴影对地物细节影响，条件允许时，可实施低空云下摄影。

7） 航摄实施

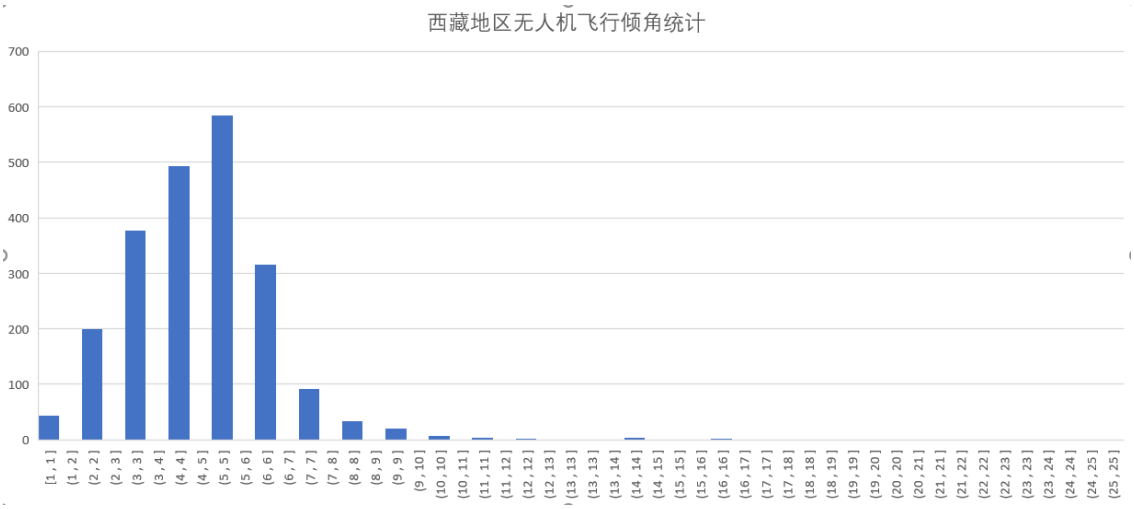
一般过程不再约定，增加了一些特殊要求，一种是采用GNSS辅助航空摄影时，可布设地面基站，以及使用差分定位技术的部分，具体方法参考CH/T 2009-2010《全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范》；另一种是采用GNSS或IMU/GPS辅助航空摄影时，需拷贝机载记录文件，并使用地面检校场计算偏心量，方法参GB/T 27919 《IMU/GPS辅助航空摄影技术规范》。

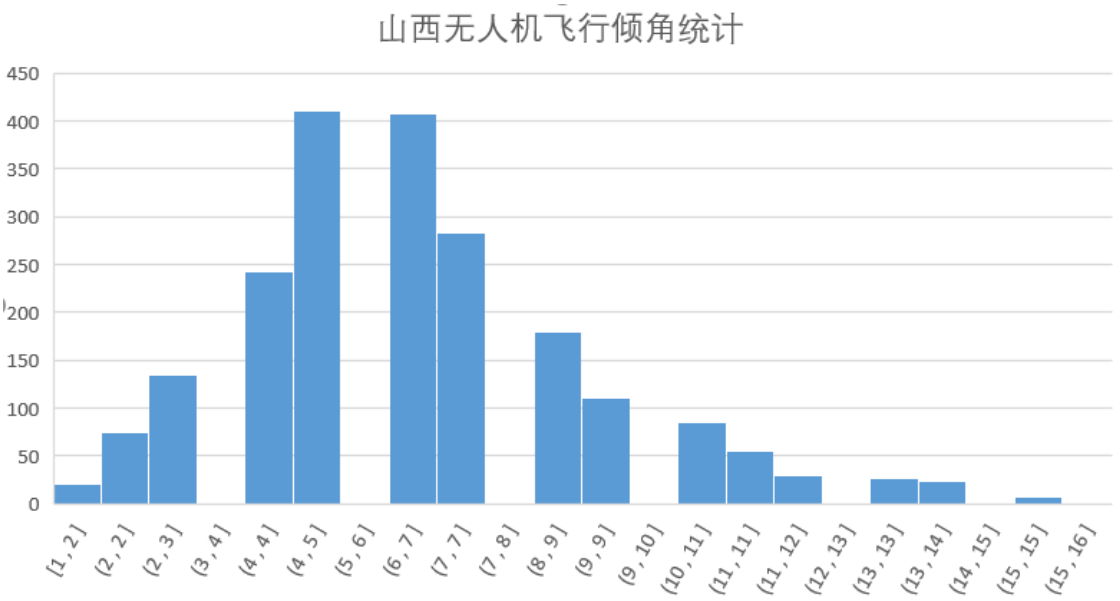
8） 飞行质量与影像质量

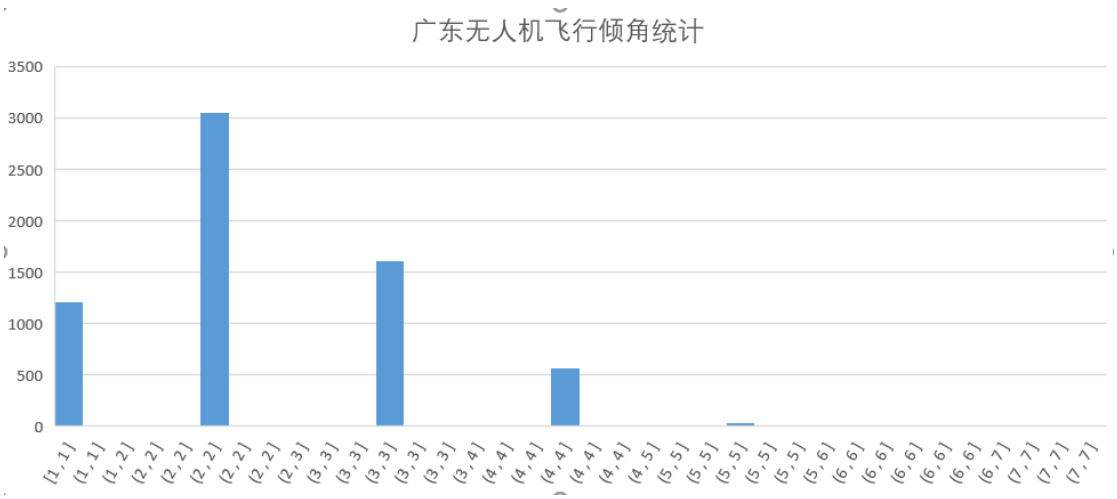
作为无人机航摄系统区别于有人驾驶飞机航摄，对主要设计飞行质量的部分做了修订。具体说明如下：

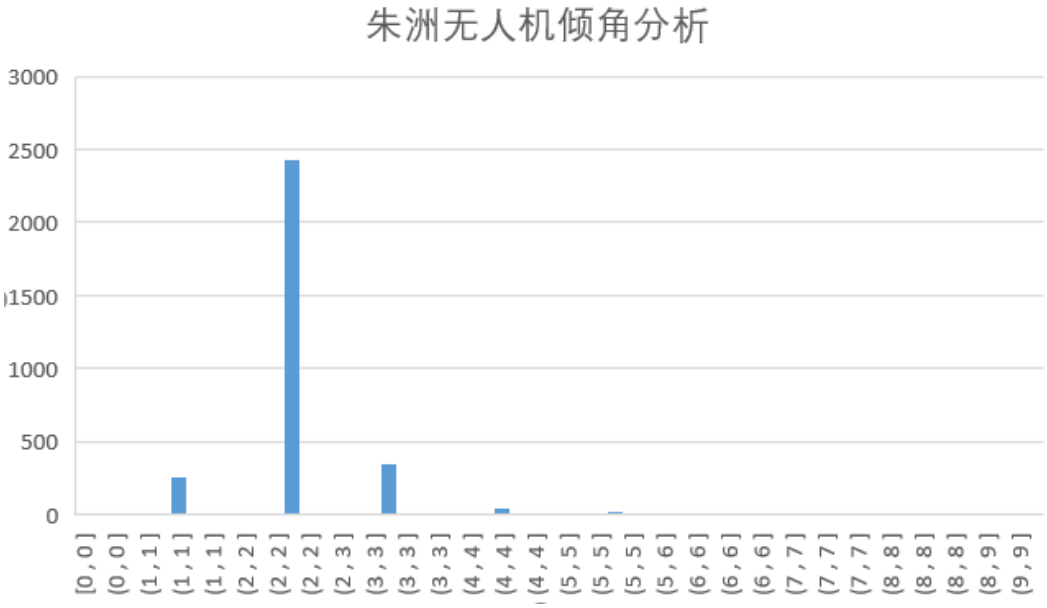
重叠度，航向重叠度依据摄影测量原理，没有变化。而旁向重叠度，考虑到无人机横滚姿态角度值波动范围较大，在有侧风的天气条件下还会出现系统性偏差，相邻航线倾斜方向相反，从而影响旁向重叠度。为此进行放宽至15%-60%，最小不应小于8%。来源于统计结果。目的是为了提高航摄效率，其带来的不利影响，由目前的后处理软件完全可以弥补。

倾角由大量统计结果而来，为了方便计算，使用横滚和俯仰角中较大者作为像片倾角。实际飞行结果像片倾角一般不超过12°，最大不超过15°。

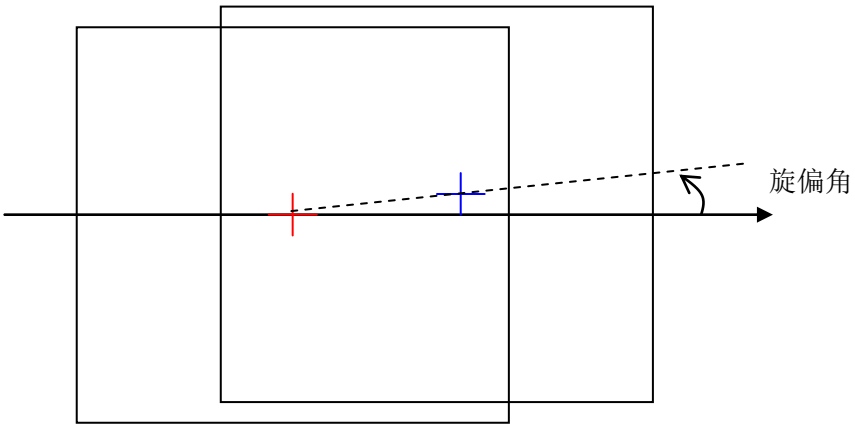






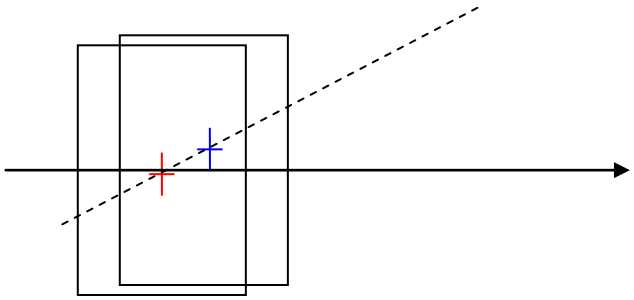


对于旋角，有别于有人驾驶飞机的旋偏角计算方法。改为旋角检查，旋角检查修改的特别说明如下：



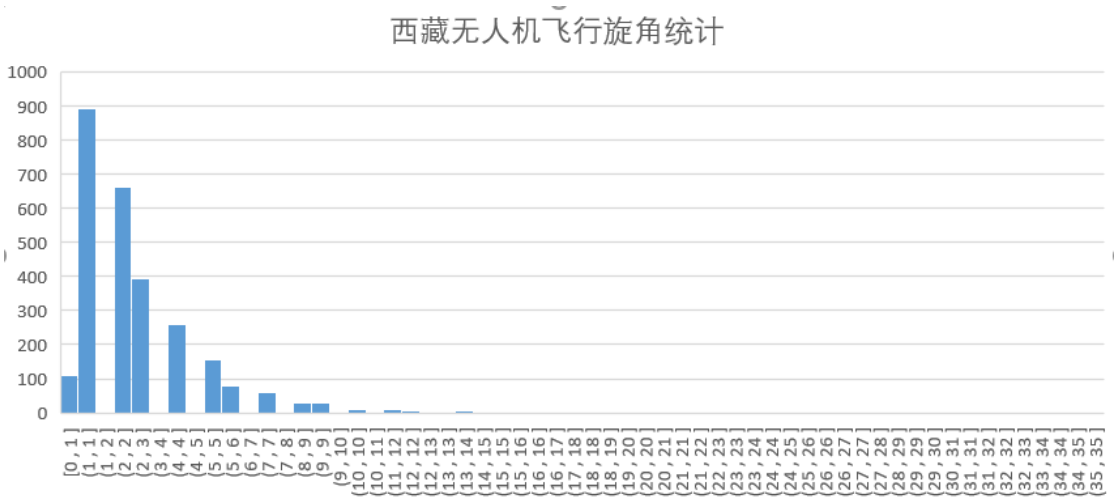
原胶片式航空摄影规范和新的数字航摄标准规定的方法是：第二张像片主点落在第一张像片上之后，两个主点连线与第一张像片边线形成的夹角。特对于胶片相机大像幅，小比例尺摄影时，该方法不会有太大问题。而大比例尺摄影时，基线短，主点距离近，同样偏航距情况下，该方法算出的旋偏角特别大，20～30度很常见，不是真正旋转角大，而是计算方法缺陷，与基线长短严重相关引起的问题。如上图示，像片之间并没有旋转，只是偏航距和侧滚角度就能产生明显的旋偏角。

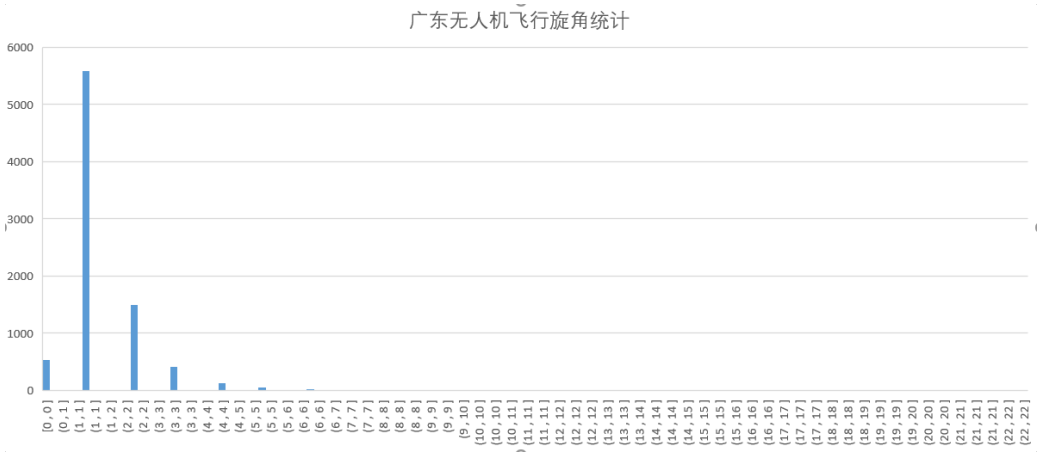
无人机等低空航摄，基线短，该方法明显不适用，偏航距和侧滚角度主要影响重叠度，有航高限制和重叠度指标控制即可，计算旋角比较合适。如下图示意：

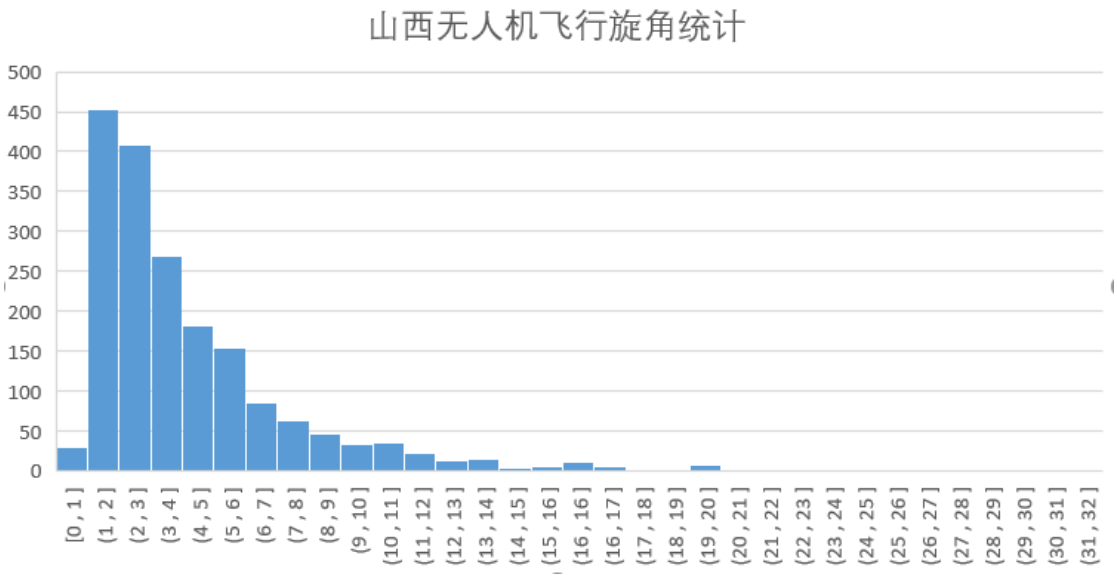


实际飞行质量良好的，按照原规范方法检查，旋偏角高达30度，如果分开计算，重叠度中航向指标很好，旁向略大也属于正常，旋角为零。完全可以满足生产需要。所以修改航摄规范，仅计算旋角，像片旋角一般不超过15°，最大不超过25°，且规定像片倾角和像片旋角不应同时达到最大值。

旋角统计结果：







至于摄区边界覆盖、航高保持与原规范没有原则性差异。漏洞补飞，增加了同型号相机限制，以有利于后处理空三程序计算。

影像质量仅约定了一般原则。其中像移的约束，确保因飞机地速的影响，曝光瞬间造成的基准面上像点位移一般不应大于0.5个像素，地形最高点最大不应

大于1个像素。确保影像成像清晰度，避免影像像点量测精度。

9） 航摄数据获取成果质量检查

依据影像质量和飞行质量的要求，规范了检查方法，重点控制重叠度和旋角，并提出了空三验证区的可选部分。其中重叠度推荐使用软件检查，可手工选取同名点或自动匹配同名点计算得到。倾角，为了方便快捷，采用机载记录的横滚和俯仰角度值快速检查，取二者最大者作为倾角检查，回避了需要与大地平面计算合成夹角度的问题。通过附录A图解描述了旋角具体检查方法，推荐软件方式辅助检查。其他与数字航摄标准一致的部分直接引用。

10）成果整理与验收

成果整理主要增加了影像预处理的规定，包括格式转换、旋转影像、畸变差纠正、图像增强等，通过附录图件示意来整理航片，并且编号规则与数字航空摄影标准一致。示意图可简写标注任务分区、航线号和航片流水号。特别增加了影像畸变差纠正的要求，方便空三后处理和测图环节，推荐纠正后再提交。存储外包装等也参考了数字航空摄影标准。

成果验收参考了数字航空摄影标准，其中提交资料的像片结合图，鉴于无人机航摄比较密集的特点，为了方便观看细节，分解为分区示意图、航线示意图，表明飞行方向和航片流水号来表达。参见附录B形式示意。其他沿用了指导性技术文件和数字航空摄影标准的规定。

3. 经济效益分析

随着无人机低空航摄系统技术的快速发展，在国民经济建设和社会发展中的应用日益广泛，尤其以对地观测，快速获取大比例尺高精度地形图数据成为最热的增长方向，据咨询机构预测，数据的需求每年具备100亿以上经济规模。近年来工业无人机已经突破6000套，消费级无人机已经突破百万架，伴随着物联网＋和应急服务的需求驱动，我国无人机应用已经达到世界先进水平。本标准规范的研究，将为无人机低空遥感行业百亿级数据和地图生产带来规范依据，促进专业化服务，避免无序发展和层次不齐。

四、 采用国际标准和国外先进标准的程度，以及与国际、国外同类标准水平的对比情况，或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

经国家标准共享服务平台检索，尚未有相关国际标准、老挝参考我国低空标

准正在制定中，坦桑尼亚正在研究探索，未见他国国家标准记录情况，当前正在实施的行业技术指导性文件与本行业标准一脉相承，待本行业标准升级完成，技术指导性文件将废止。

五、 与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本标准依据《中华人民共和国测绘法》（2017年7月1日起施行，全国人大常务委员会2017年4月27日修订版）、等有关国家标准和行业标准相协调一致。本标准引用国家标准3项，其中强制性标准0项，推荐性标准0项，行业推荐性标准4项。

六、 重大分歧意见的处理经过和依据

无。

七、 国家标准作为强制性国家标准或推荐性国家标准的建议

对广大行业用户来讲，需求本身也是千差万别，对本标准加工处理的产品也不需要强制安全措施和规格，建议低空数字航摄数据获取与处理规范作为推荐性国家标准实施。因无人机和摄影测量与遥感技术发展迅速，难以囊括所有无人机航摄遥感的应用类型和技术细节，也不宜作为强制性标准。

八、 贯彻国家标准的要求和措施建议(包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容)

该推荐性标准的颁布、贯彻实施前应及时在公众媒体、相关行业甚至对外的有关信息上公开宣传，使本行业能够快速的了解该标准，应设立专门的答疑或咨询部门，跟踪服务对贯标中出现的技术问题，做好贯标记录，进行长期监督，并及时反馈问题至答疑或咨询部门。

九、 废止现行有关标准的建议

无。

十、 其他应予说明的事项

1. 标准名称修改说明

无

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7项资料性附录， 以便于使用者参考。