

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 XXXXX—XXXX

倾斜数字摄影测量技术规程

Technical code of practice for oblique digital photogrammetry

(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	III
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	1
5 基本要求.....	2
5.1 成果要求.....	2
5.2 时间参考.....	2
5.3 分幅和编号.....	2
5.4 倾斜影像要求.....	2
5.5 控制测量成果要求.....	2
6 工作流程.....	2
7 准备工作.....	3
7.1 资料收集.....	3
7.2 资料分析.....	4
7.3 技术设计.....	4
7.4 倾斜影像预处理.....	4
8 空中三角测量.....	4
8.1 精度要求.....	4
8.2 连接点匹配.....	5
8.3 自由网平差.....	5
8.4 绝对定向与区域网平差.....	5
8.5 空中三角测量成果内容及格式要求.....	6
9 数字表面模型生产.....	6
9.1 作业流程.....	6
9.2 生产准备与空中三角测量.....	7
9.3 点云数据生成.....	7
9.4 DSM 数据编辑与拼接.....	7
9.5 DSM 镶嵌与裁切.....	8
9.6 DSM 接边.....	9
9.7 DSM 相关文件制作.....	9
10 数字高程模型生产.....	9
10.1 作业流程.....	9
10.2 生产准备与空中三角测量.....	10
10.3 特征数据采集.....	10
10.4 DEM 数据编辑与拼接.....	11
10.5 DEM 生成.....	12
10.6 图幅裁切.....	12

10.7 DEM 接边	12
10.8 DEM 相关文件制作	12
11 数字正射影像图生产	12
11.1 作业流程	12
11.2 生产准备和空中三角测量	13
11.3 影像生成	13
11.4 影像处理	13
11.5 影像镶嵌与裁切	14
11.6 接边与整饰	14
11.7 DOM 相关文件制作	14
12 数字线划图生产	14
12.1 作业流程	14
12.2 生产准备和空中三角测量	15
12.3 立体采集与要素判读	15
12.4 调绘	17
12.5 野外补测	18
12.6 数据编辑	18
12.7 DLG 相关文件制作	19
13 检查验收	19
13.1 基本要求	19
13.2 过程质量控制	20
13.3 成果质量检查与验收	21
14 成果提交	21
14.1 空中三角测量成果	21
14.2 DSM 成果	22
14.3 DEM 成果	22
14.4 DOM 成果	22
14.5 DLG 成果	22
14.6 文档资料	22
附录 A （规范性） 倾斜影像定向参数属性项定义、数据内容及记录格式要求	23
A.1 倾斜影像定向参数属性项定义	23
A.2 倾斜影像定向参数数据内容及记录格式要求	23
A.3 倾斜影像定向参数中畸变参数计算公式	25
参考文献	27

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。

本文件由全国地理信息标准化技术委员会测绘分技术委员会（SAC/TC 230/SC2）归口。

本文件起草单位：自然资源部第一航测遥感院、自然资源部测绘标准化研究所、江苏省测绘研究所、武汉天际航信息科技股份有限公司、大连市勘察测绘研究院集团有限公司、北京中测智绘科技有限公司、深圳市市政设计研究院有限公司。

本文件主要起草人：刘云峰、弥永宏、刘小强、邓非、李国忠、朱俊锋、吕志慧、傅晓珊、冯在梅、关路鹏、殷小庆、蔡亚锋、张森、王凯龙、连晓玲、张凯、苏文龙、潘小博。

倾斜数字摄影测量技术规程

1 范围

本文件规定了倾斜数字摄影测量生产的准备工作、空中三角测量、基础地理信息数字成果生产、检查验收和成果提交要求。

本文件适用于采用倾斜摄影测量方法，生产1:500、1:1 000、1:2 000基础地理信息数字成果，其他成果生产可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件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 13923 基础地理信息要素分类与代码
GB/T 13989 国家基本比例尺地形图分幅和编号
GB/T 18316 数字测绘成果质量检查与验收
GB/T 20257.1 国家基本比例尺地图图式 第1部分：1:500 1:1 000 1:2 000地形图图式
GB/T 20258.1 基础地理信息要素数据字典 第1部分：1:500 1:1 000 1:2 000比例尺
GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
GB/T 39608 基础地理信息数字成果元数据
GB/T 39610 倾斜数字航空摄影技术规程
CH/T 1001 测绘技术总结编写规定
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 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
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
CH/T 9022 基础地理信息数字成果 1:500 1:1 000 1:2 000 1:5 000 1:10 000 数字表面模型

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实景三维Mesh模型 3D real scene Mesh model

利用点云、实景影像等数据源制作的可量测的、具备实景纹理信息的连续三角面片模型。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- DEM 数字高程模型 (Digital Elevation Model)
- DLG 数字线划图 (Digital Line Graphic)
- DOM 数字正射影像图 (Digital Orthophoto Map)
- DSM 数字表面模型 (Digital Surface Model)
- TDOM 真正射影像图 (True Digital Orthophoto Map)

5 基本要求

5.1 成果要求

依据本文件生产的数字表面模型应符合CH/T 9022的要求,数字高程模型应符合CH/T 9008.2的要求,数字正射影像图应符合CH/T 9008.3的要求,数字线划图应符合CH/T 9008.1的要求。

5.2 时间参考

本文件涉及的日期应采用公历纪元,时间应采用北京时间。

5.3 分幅和编号

分幅与编号应按照GB/T 13989的规定执行,确有必要时可采用自由分幅和编号。

5.4 倾斜影像要求

用于基础地理信息数字成果生产的倾斜影像资料应符合下列要求:

- a) 倾斜影像资料应满足 GB/T 39610 的要求;
- b) 影像清晰,细节完整,由多镜头航空相机获取的影像拼接处过渡自然,不影响点观测;
- c) 倾斜影像地面分辨率应满足成图精度的要求,按照成图比例尺的不同,下视影像地面分辨率应优于表 1 中规定的指标。

表1 下视影像地面分辨率			单位为米
成图比例尺	1 : 500	1 : 1 000	1 : 2 000
下视影像地面分辨率	0.03	0.05	0.10

5.5 控制测量成果要求

控制测量成果应符合下列要求:

- a) 像控点精度、点位分布及成果应符合 CH/T 3006 的规定;
- b) 像控点之间的跨度应结合下视影像地面分辨率,在无 GNSS 辅助航摄、无 IMU/GNSS 辅助航摄的区域网布点时,控制点跨度宜小于下视影像地面分辨率的 10000 倍;有 GNSS 辅助航摄、有 IMU/GNSS 辅助航摄的区域网布点时,控制点跨度宜小于下视影像地面分辨率的 20000 倍。

6 工作流程

倾斜数字摄影测量工作流程见图1。

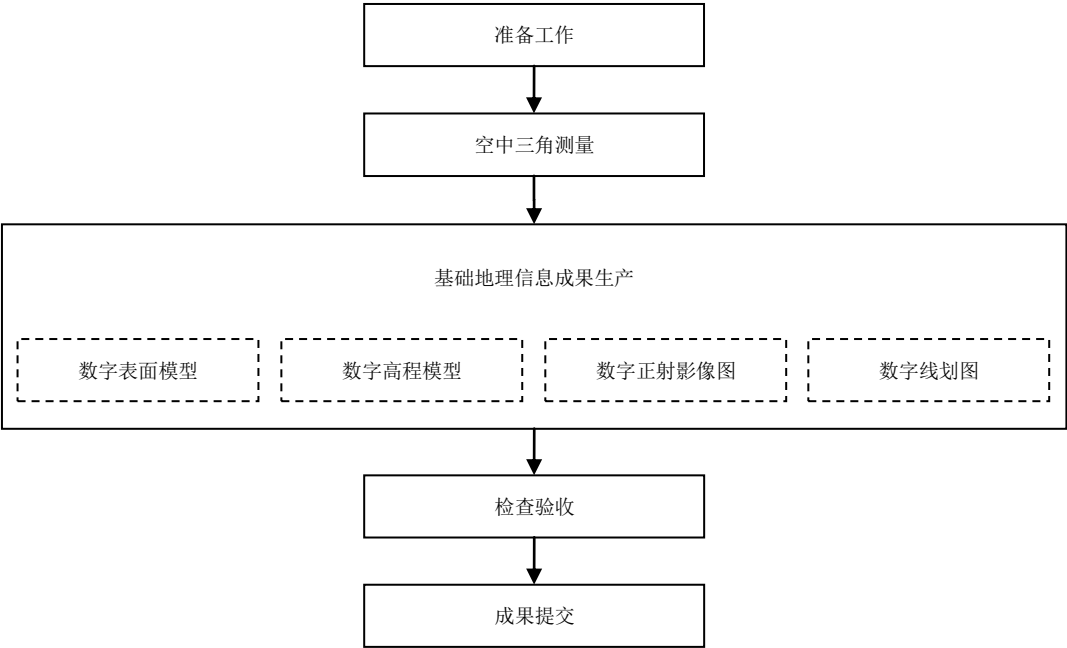


图1 工作流程图

7 准备工作

7.1 资料收集

7.1.1 倾斜影像资料

收集到的倾斜影像资料包括：

- a) 倾斜影像数据；
- b) 影像位置和姿态数据；
- c) 测区航摄分区图；
- d) 航线示意图；
- e) 测区影像索引图；
- f) 相机检定参数报告；
- g) 航摄质量验收报告；
- h) 航摄资料审查报告；
- i) 其他有关资料。

7.1.2 控制资料

收集到的控制资料包括：

- a) 控制点成果表；
- b) 控制点点之记；
- c) 控制点成果分布略图；
- d) 检查验收报告；
- e) 技术设计书、技术总结等技术资料；。

7.1.3 地图资料

收集到的地图资料包括：

- a) 测区及周边各种比例尺的地形图及相关成果；

- b) 行政区划图、交通图、水利图；
- c) 其他有关资料。

7.2 资料分析

对所收集的资料结合测图踏勘情况进行如下整理和分析，对影响后续生产的问题应及时处理：

- a) 分析倾斜影像资料的航摄时间、地面分辨率、重叠度、覆盖范围等是否满足生产要求；
- b) 分析数据生产用影像数据的色调、灰度、纹理、反差等是否满足生产要求；
- c) 核查控制点资料的情况，包括控制点的数量、分布、精度等级和可利用情况等是否满足生产要求；
- d) 查看地图资料的现势性、时空基准、比例尺、成果精度和成果质量等；
- e) 根据需要查看其他辅助资料，包括测区周边成图情况、接边数据、属性录入资料完整性等。

7.3 技术设计

技术设计的编写要求及主要内容应符合 CH/T 1004 的规定。

7.4 倾斜影像预处理

根据数据处理需要，在不影响地物立体观测、属性判读前提下，对影像进行如下预处理：

- a) 将格式转换为非压缩 TIFF 格式或 JPG 格式；
- b) 对影像进行图像增强，增加地物的可读性；
- c) 阴影、云影处地物细部特征有所增强、视觉清晰；
- d) 处理后的影像整体色调、饱和度应一致。

8 空中三角测量

8.1 精度要求

8.1.1 空中三角测量精度以区域网平差后加密点的精度来衡量。加密点对最近野外控制点的平面位置中误差和高程中误差不应大于表 2 的规定。加密点的中误差采用检查点（多余像片控制点，不参与平差）的中误差进行估算，具体要求见 8.1.5。

表2 加密点对最近野外控制点平面位置与高程中误差

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	0.15	0.15	0.21	0.21	0.113	0.21	0.263	0.375
1：1 000	0.3	0.3	0.405	0.405	0.113	0.263	0.375	0.75
1：2 000	0.6	0.6	0.825	0.825	0.21	0.263	0.6	0.75

8.1.2 特殊困难地区（大面积水域、玻璃、植被等）的平面位置和高程中误差均可放宽至 1.5 倍，应在技术设计书中明确规定。

8.1.3 1：500 成图，平地、丘陵地平面位置中误差、高程中误差不能满足表 2 规定的精度时，应采用平高全野外控制点布点；1：1 000 与 1：2 000 成图，平地高程中误差不能满足表 2 规定的精度时，应采用高程全野外控制布点。

8.1.4 仅生产 DOM 产品时，平地、丘陵地高程中误差可放宽至 2 倍。

8.1.5 检查点的平面位置中误差、高程中误差分别按公式（1）、（2）计算。

$$m_s = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta x_i^2 + \Delta y_i^2)} \dots\dots\dots (1)$$

$$m_h = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta h_i^2)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

m_s —检查点平面位置中误差，单位为米（m）；

m_h —检查点高程中误差，单位为米（m）；

Δ —检查点野外实测值与解算值的差值，其中， Δx_i ， Δy_i 为检查点的平面坐标较差， Δh_i 为检查点的高程较差，单位为米（m）；

n —参与评定精度的检查点数，一幅图应有一个检查点。

8.2 连接点匹配

8.2.1 连接点一般为自动匹配获得，当自动匹配困难时，应采用人工刺点方式加点。

8.2.2 人工加点时，连接点距离影像边缘不应小于 15 个像素。

8.3 自由网平差

8.3.1 影像自动匹配的连接点坐标残差中误差不应大于 0.7 个像素，最大残差不应大于 2 个像素，坐标残差大于 1 个像素而小于 2 个像素的连接点个数不超过 5%；

8.3.2 像控点和人工判读/量测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。

8.3.3 特殊资料或特别困难地区可按以上规定放宽至 1.5 倍。

8.4 绝对定向与区域网平差

8.4.1 区域网平差计算结束后，基本定向点残差、检查点误差、区域网间公共点较差最大限值不大于表 3 的规定。

表3 基本定向点残差、检查点误差、公共点较差最大限值

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	0.11	0.11	0.16	0.16	0.085	0.16	0.2	0.28
	检查点	0.15	0.15	0.21	0.21	0.113	0.21	0.263	0.375
	公共点	0.3	0.3	0.42	0.42	0.226	0.42	0.526	0.75
1：1 000	基本定向点	0.225	0.225	0.3	0.3	0.085	0.2	0.28	0.56
	检查点	0.3	0.3	0.405	0.405	0.113	0.263	0.375	0.75
	公共点	0.6	0.6	0.81	0.81	0.226	0.526	0.75	1.5
1：2 000	基本定向点	0.45	0.45	0.62	0.62	0.16	0.2	0.45	0.56

	检查点	0.6	0.6	0.825	0.825	0.21	0.263	0.6	0.75
	公共点	1.2	1.2	1.65	1.65	0.42	0.526	1.2	1.5
注 1：基本定向点限差为加密点中误差的 0.75 倍。									
注 2：检查点限差为加密点中误差的 1 倍。									
注 3：公共点限差为加密点中误差的 2 倍。									

8.4.2 区域网根据航摄分区，可利用像片控制点的分布以及地形条件等情况灵活划分，可合并多个航摄分区为一个区域网。

8.4.3 平差计算时应对接点、像片控制点进行粗差检测，应剔除或修测粗差点。

8.4.4 对 IMU/GNSS 辅助空中三角测量和 GNSS 辅助空中三角测量，导入摄站点坐标、像片姿态参数进行联合平差。

8.4.5 当采用自检校区域网平差消除系统误差时，应满足以下要求：

- a) 像点坐标改正量大于 1 个像素时，应输出相机检校报告或直接输出根据自检校参数纠正后的影像；
- b) 相机检校报告应包含自检校模型和模型对应的各参数值。

8.4.6 接边原则应满足以下要求：

- a) 同比例尺、同地形类别像片、航线、区域网之间的公共点接边，平面和高程较差不应大于表 3 的规定，取中数作为最后的使用值。
- b) 同比例尺、不同地形类别接边时，平面位置较差不应大于 8.1 规定的两种地形类别加密点平面位置中误差之和，高程较差不应大于 8.1 规定的两种地形类别加密点高程中误差之和；将实际较差按中误差的比例进行配赋作为平面和高程的最后使用值。
- c) 不同比例尺接边，平面位置较差不应大于 8.1 规定的两种地形类别加密点平面位置中误差之和，高程较差不应大于 8.1 规定的两种地形类别加密点高程中误差之和；将实际较差按中误差的比例进行配赋作为平面和高程的最后使用值。
- d) 与已成图或出版图接边，当较差小于上述规定限差的二分之一时以已成图或出版图为准；当较差大于上述规定限差二分之一，但小于规定限差时，应取中数作为最后使用值；超限时，要认真检查原因，确系已成图或出版图错误，应直接采用当前成果，在元数据中注明。
- e) 不同投影带之间公共点平面坐标接边，应首先换算成同一带坐标值，在规定限差内取中数，然后再将中数值换算成邻带坐标值。

8.5 空中三角测量成果内容及格式要求

空中三角测量成果应包含影像对应的相机参数、影像的外方位元素及对应的坐标系信息，相机参数需包括影像宽高、像素焦距、像主点、径向畸变、切向畸变、倾斜改正和非矩形改正等内容，成果记录格式按附录A执行。

9 数字表面模型生产

9.1 作业流程

DSM采集与编辑作业流程见图2。

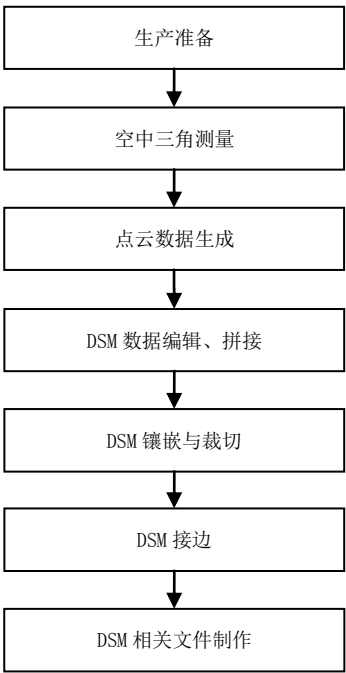


图2 DSM生产流程

9.2 生产准备与空中三角测量

按第7、8章的要求进行生产准备与空中三角测量。

9.3 点云数据生成

在空中三角测量成果基础上，进行点云数据生成。点云数据生成步骤和要求如下：

- a) 基于倾斜摄影测量技术进行实景三维 Mesh 模型构建，对模型漏洞区域、细小地物区域进行处理，设置适合的抽稀比例，输出密集点云；
- b) 基于倾斜下视影像，采用全自动影像匹配技术进行密集点云匹配。匹配过程中可借助冗余数据提高匹配成功率和匹配质量，必要时可进行匹配验证；
- c) 基于倾斜影像，采用逐像素密集匹配技术，得到每个三维点的坐标及纹理信息，输出密集点云。对阴影遮蔽区应进行检测，通过多视角影像密集匹配，进行像素补偿处理，保证点云数据质量。

9.4 DSM 数据编辑与拼接

9.4.1 总体要求

DSM数据编辑的重点区域包括树木、房屋建筑区、道路、水体（如主要湖泊、水库、河流）及匹配错误的区域。DSM数据编辑与拼接内容和要求如下：

- a) 根据需要采用平面环境或立体环境进行人工交互编辑。将 DSM 数据结果叠加到相应的正射影像上（平面编辑环境）或叠加到相应的立体模型上（立体环境）进行编辑检查，改正不能满足成果精度要求的高程数据。
- b) DSM 数据拼接以模型为单元进行，拼接完成后应对拼接效果进行核查，必要时反复编辑或拼接。

9.4.2 树木

树木（林）区域DSM编辑要求如下：

- a) 树木(林)区域主要分为疏林和密林两种。本文件定义郁闭度 0.20 及以上为密林,郁闭度 0.20 以下为疏林;
- b) 疏林。对疏林编辑时,应切准每棵树的树冠外围进行特征线量测,内插得到格网点高程;
- c) 密林。对密林编辑时,只需要针对连在一起的树冠顶端进行编辑,编辑时切准每棵树的树冠外围进行特征线量测,树木间地面空地不予表示。

9.4.3 房屋建筑区

房屋建筑区DSM编辑要求如下:

- a) 对房屋建筑区编辑时,应切准房屋顶部外围,按照房屋建筑的形状,特别是明显的拐点及顶点要素精确编辑;
- b) 多层及以上房屋建筑区(即层高在 4 层或以上,或楼高 10m 及以上)。对多层及以上房屋建筑区编辑时,楼顶上高度小于 4 个格网的小屋不予表示,小于 4 个格网的房屋间距不予表示,房屋建筑按照实际高程进行表示;
- c) 低矮房屋建筑区(层高在 1~3 层,或楼高 10m 以下)。对低矮房屋建筑区编辑时,小于 4 个格网的房屋间距不表示,房屋建筑区高程可以根据各房屋的实地高程取平均值表示(对于差异较大区域不宜采用此方式);
- d) 独立房屋建筑。独立房屋建筑按照实际的形状、高程精确编辑;
- e) 废弃房屋建筑区。对废弃房屋建筑区(即人口整体迁移、无人居住、废弃的农村地区连片房屋建筑区)编辑时,除房屋建筑区的外围线需要准确编辑外,房屋建筑区的形状以及实地高程只需大致编辑,没有明显的错误即可。

9.4.4 道路

道路区域DSM编辑要求如下:

- a) 应保持路面的平坦,即保持道路两侧高程基本一致,并且道路上邻近地方不应有太大的高程跳跃;
- b) 编辑公路、铁路、城市道路时,在 1:500 比例尺 DSM 中,宽度小于 4 个格网的路面不予表示,在 1:1 000 和 1:2 000 比例尺 DSM 中,宽度小于 3m 的路面不予表示;
- c) 宽度小于 4 个格网的乡村道路不予表示。

9.4.5 水体

水体区域根据流动性分为流动水域和静止水域两种,具体要求如下:

- a) 流动水域(河流、水渠等)的高程依据上下游水位点高程进行分段内插赋值;
- b) 静止水域(湖泊、水库及坑塘等)应将区域范围内所有格网点设置为同一高程。

9.4.6 其他

对其他地物的编辑,如车辆、桥梁要求如下:

- a) 车辆。对车辆编辑时,对停车场静止的车辆予以表示,道路上行驶的车辆不予表示;
- b) 桥梁。对桥梁编辑时,要表示桥梁交叉地方的最高点,桥梁下面遮盖的地方不予表示。

9.5 DSM 镶嵌与裁切

DSM镶嵌与裁切要求如下:

- a) 相邻 DSM 重叠区内同名格网点高程值取其均值作为此格网点高程。
- b) 镶嵌后不应出现错位现象,重叠部分的高程值应一致;

- c) DSM 镶嵌完成后,裁切时以图幅内图廓线范围向四边扩展(图上约 10mm)进行裁切,或者根据设计要求进行裁切。

9.6 DSM 接边

DSM接边要求如下:

- a) DSM 数据应对相邻和换带图幅、相邻测区以及已有成果进行接边,接边精度应符合 CH/T 9022 的规定。
- b) 接边时,同名格网点高程差小于 2 倍高程中误差,取平均值作为同名格网点最终高程;大于 2 倍高程中误差,应分析原因,修改或重新生成 DSM,符合要求后重新接边;
- c) DSM 接边时同一投影带应保证相邻 DSM 数据同名格网点高程一致;不同投影带同名格网点接边精度应符合相应比例尺成果的接边限差要求;
- d) 接边后 DSM 数据应无漏洞、无裂缝,接边应合理、过渡平滑自然。

9.7 DSM 相关文件制作

在DSM数据生产过程中,应按要求进行以下相关文件的制作:

- a) 按 GB/T 39608 的相关规定进行元数据文件的制作,元数据应完整正确,包含图幅数字成果概况、资料利用情况、制作过程中主要工序的完成情况、出现的问题及处理方法、过程质量检查、成果质量评价等内容。
- b) 按 CH/T 1001 的规定编写技术总结。

10 数字高程模型生产

10.1 作业流程

DEM采集与编辑作业流程见图3。

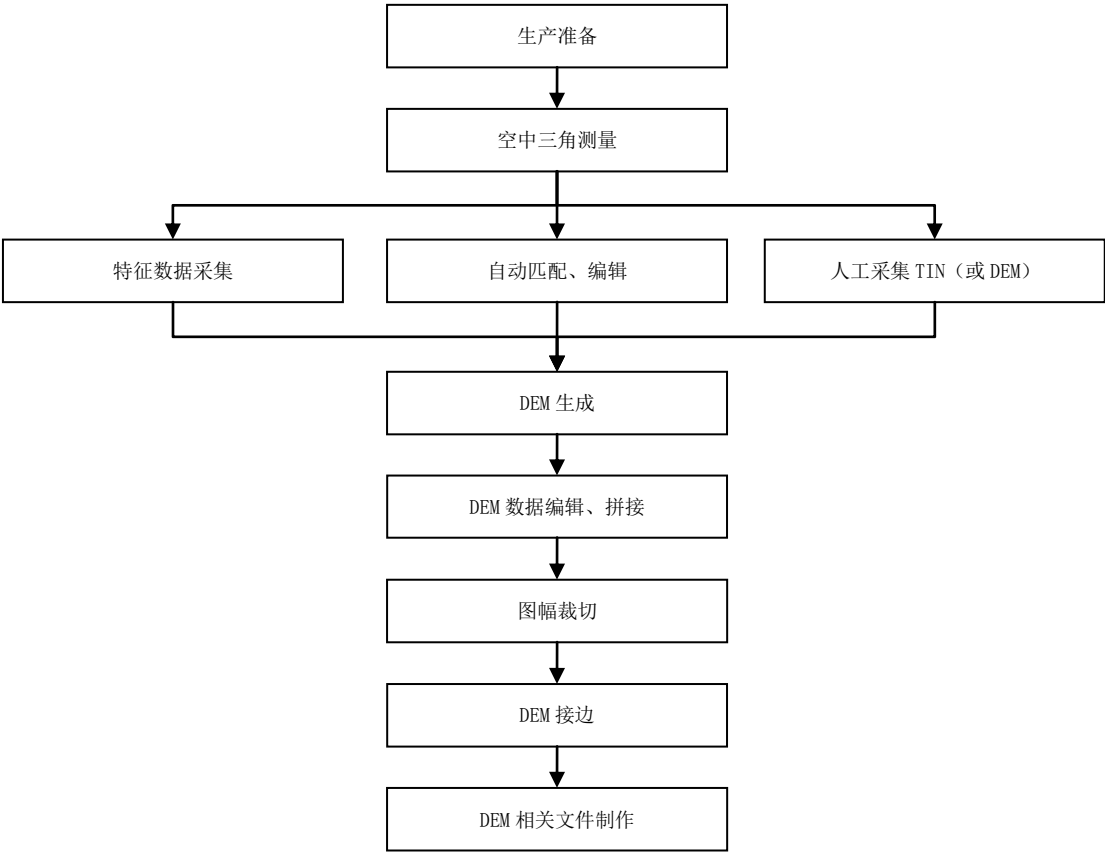


图3 DEM生产流程

10.2 生产准备与空中三角测量

按第7、8章的要求进行生产准备与空中三角测量。

10.3 特征数据采集

应基于立体模型或实景三维Mesh模型采集地形特征点、地形特征线、水系边界线、高程推测区等特征数据，采集要求如下：

- a) 特征数据采集时，测标应切准地面进行三维坐标量测。
- b) 特征点（如山头、洼地、鞍部、沟心、谷底等）高程采集精度应符合高程注记点的精度要求。
- c) 特征线（如山脊线、山谷线、变坡线、陡坎，以及堤坝、沟渠等的上沿、下沿线）高程采集精度应符合高程线的精度要求。
- d) 特征点、线稀少区域应适当加测规则散点，规则散点采集间距根据实际情况在技术设计中明确规定。
- e) 双线河根据实际情况采集河岸上、下沿线，其水涯线的高程应依据上、下游水位高程进行分段内插赋值，在双线河与海域交界处应以瞬时水涯线于河口突然展宽处突出点顺势对河道进行封闭。面状静止水域采集水涯线，赋统一高程值，高程精度应符合等高线的精度要求。海岸瞬时水涯线作为特征线参与构建不规则三角网，高程应在立体模型或实景三维 Mesh 模型上采集。
- f) 高程推测区应按照推测区域采集范围线。高程推测区、无要素分类代码的特征点、线应在技术设计书中明确要素的分类代码。
- g) 在模型重叠区采集时，应兼顾模型接边，在图幅接边处应保证特征线无缝接边。

- h) 道路、构筑物等地物要素与周围地形高程差异较大时，宜闭合采集道路、构筑物等地物要素地形突变处的边界线。各边界线应独立封闭，不同边界线不应相交。

10.4 DEM 数据编辑与拼接

10.4.1 一般要求

DEM数据编辑与拼接一般要求如下：

- a) 基于 DSM 数据进行 DEM 生产时，可根据需要在立体环境或非立体环境进行下编辑。
- b) 采用非立体环境时，应将 DSM 数据结果叠加到相应的正射影像上，采用立体环境时，应将 DSM 叠加到相应的立体模型上；
- c) 对非地面高程区域，进行滤波编辑，将林地、建筑物、桥梁、水体等地表高程降至地面；
- d) 编辑后的区域需与周围合理过渡，消除局部高程异常；
- e) DEM 数据拼接以模型为单元进行，拼接完成后应对拼接效果进行核查，必要时反复编辑或拼接

10.4.2 林地

林地DEM编辑要求如下：

- a) 在 DSM 上特征明显的林地，应结合实际地形特征进行降高处理，去除林地冠层高度。
- b) 对于 DSM 数据生产时未达到林冠顶部的情况，不要求按照实际的林冠高度进行降高处理。
- c) 对于山地大面积密集森林区域，通过 DSM 数据滤波编辑降低高程，森林高度可根据“林窗”或边缘地带的立体判读获取，经编辑后的 DEM 数据需保持实际山脊、山谷等地形特征，精度指标满足要求。
- d) 对于 DSM 成果已基本能够体现总体地形特征的区域，DEM 降高后总体地形与 DSM 大体一致，精度指标满足要求。
- e) 对于密集植被覆盖下的地形，DEM 数据无法准确表达，精度符合要求即可，细小地貌不做要求。
- f) 对于降高后形成的“钻眼”现象，精度满足要求时可不作处理。
- g) 对于低矮、稀疏或平坦地区相间分布的林地，若在 DSM 上特征不明显，可通过整体滤波处理，亦可按照无需降高区域处理，DEM 数据需符合实际地形特征。
- h) DSM 成果上沟谷特征明显，DEM 降高后沟谷特征与 DSM 大体一致，精度指标满足要求。
- i) 缓坡地形的 DSM 成果存在较浅的沟谷不连续，部分看不见沟谷特征的情况，DEM 基本能够表达沟谷特征，精度指标满足要求。
- j) 平地地形中 DSM 成果存在较浅沟谷，看不见沟谷特征的情况，DEM 正常降高，精度指标满足要求。

10.4.3 建筑物

建筑物区域DEM编辑要求如下：

- a) 在 DSM 上特征明显的建筑物覆盖区域，应按照实际地形特征进行降高处理，将建筑物非地面高程降至地面高程。
- b) 若 DSM 数据生产时未匹配至房屋建筑顶部，则无需降高处理。
- c) 对于大型、密集分布的房屋建筑区（如大型楼宇、工厂厂房、体育文化设施等），以及特征不明显的低矮、零星分布的房屋建筑区，可对数据进行滤波处理，滤波后的 DEM 数据需符合实际地形特征且满足成果精度要求。

10.4.4 桥梁、高架路

桥梁、高架路区域DEM编辑要求如下：

- a) 将桥梁、高架路上的高程值通过编辑处理，降至桥梁、高架路下的水面或地面高程。
- b) 对于 DSM 数据生产时未能体现出桥梁特征的区域，可不做降高处理。
- c) 对于 DSM 数据上特征明显的桥梁，可通过编辑将桥梁上的高程值降至桥下水面或地面高程。
- d) 对于难以判断其架空部分准确位置的立交桥等，DEM 可不做滤波处理。

10.4.5 水体

水体区域DEM编辑要求如下：

- a) DSM 数据已进行水体编辑处理，可不再做水体编辑处理，DEM 数据与 DSM 数据高程保持一致；
- b) 不够指标的静止水面和流动水体，若进行了滤波处理，DSM、DEM 需分别满足精度要求且符合实际地形特征。

10.4.6 其他区域

若裸露地表等其他区域存在明显的局部高程突变和高程过渡异常，应进行编辑处理，保证合理的地形特征。

10.5 DEM 生成

DEM生成要求如下：

- a) DEM 可采用特征数据构建不规则三角网内插格网点方式或 DSM 滤波方式生成；
- b) 基于立体模型或实景三维 Mesh 模型对不能满足要求的 DEM 数据进行过程质量检查；
- c) 应按照过程检查结果反复进行局部特征信息增强或滤波修正，必要时加测特征点、线，构成不规则三角网的三角形应贴于地面，且无不合理的三角形，直至 DEM 成果满足要求；
- d) 生成的 DEM 成果质量应符合 CH/T 9008.2 相关要求。

10.6 图幅裁切

按CH/T 9008.2规定的范围裁切DEM数据，生成以图幅为单元的DEM。

10.7 DEM 接边

DEM数据以图幅为单位进行接边，接边精度应符合CH/T 9008.2的规定，接边要求和步骤与DSM相同。

10.8 DEM 相关文件制作

在DEM数据生产过程中，应按要求进行以下相关文件的制作：

- a) 按 GB/T 39608 的相关规定进行元数据文件的制作，元数据应完整正确，包含图幅数字成果概况、资料利用情况、制作过程中主要工序的完成情况、出现的问题及处理方法、过程质量检查、成果质量评价等内容。
- b) 按 CH/T 1001 的规定编写技术总结。

11 数字正射影像图生产

11.1 作业流程

DOM生产作业流程见图4。

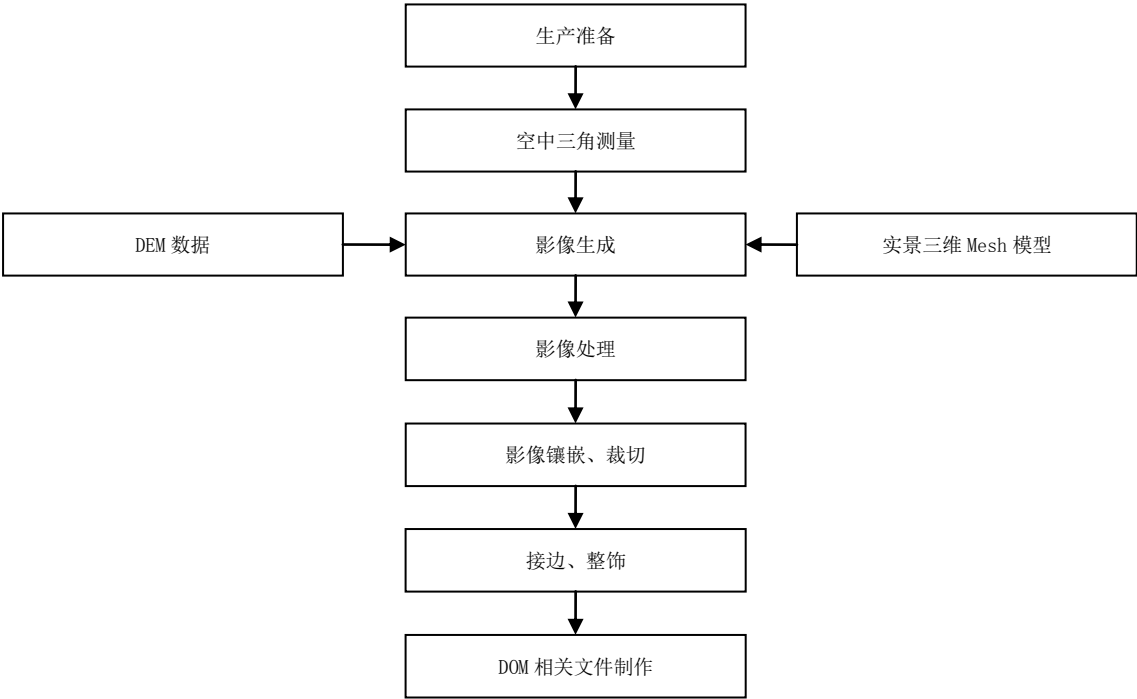


图4 DOM生产流程

11.2 生产准备和空中三角测量

按第7、8章的要求进行生产准备与空中三角测量。

11.3 影像生成

在空中三角测量成果基础上，进行影像生成。影像生成步骤和要求如下：

- a) 基于倾斜摄影测量技术进行实景三维 Mesh 模型构建，对实景三维 Mesh 模型建筑物边界扭曲、植被变形、细小地物缺失等问题进行处理，按 CH/T 9008.3 规定的图幅分辨率，生成真正射影像数据；
- b) 基于倾斜下视影像，利用定向参数、DEM（或 TIN）数据，采用微分纠正方法对影像进行正射纠正，得到正射影像数据。DEM（或 TIN）可收集获得或由立体模型自动生成，收集获得数据精度应至少与成图精度相同；
- c) 根据需要，正射纠正前可对 DEM 中高于地面得道路、堤坝、沟渠和架空桥梁、立交桥等特殊地物进行格网点高程编辑；
- d) DEM 的格网间距应根据地形类别和纠正精度要求确定，规则格网间距一般不大于正射影像地面分辨率的 10 倍，平坦地区可适当放宽，山地、高山地区应适当加密；
- e) 纠正后应检查像片数字正射影像的影像质量，对影像模糊、错位、扭曲、变形、漏洞等问题及现象应查找和分析原因，对纠正造成的高架桥、立交桥、大坝影像拉伸或扭曲应进行处理，不能处理的应予以记录。
- f) 基于倾斜影像，采用逐像素密集匹配技术，得到每个三维点的坐标及纹理信息，保留每个点的 X、Y 和纹理信息，得到真正射影像数据。对阴影遮蔽区应进行检测，通过多视角影像密集匹配，进行像素补偿处理，保证真正射影像数据质量。

11.4 影像处理

影像处理的要求如下：

- a) 影像镶嵌前可根据需要对影像进行色彩、亮度和对比度的调整处理。
- b) 调整处理一般采用云光匀色方式，处理后影像应色彩自然、色调均匀、反差适中、层次分明，保持地物色彩不失真，不应有匀色处理的痕迹。
- c) 对影像脏点、模糊、错位、扭曲、变形、拉花、划痕、漏洞等问题及现象，应查找和分析原因，并进行处理。

11.5 影像镶嵌与裁切

影像镶嵌与裁切的要求如下：

- a) 对相邻的 DOM 应检查镶嵌的接边精度是否符合 CH/T9008.3 的要求，误差超限时应返工处理。
- b) 镶嵌的接边差符合要求后，选择镶嵌线进行镶嵌处理。
- c) 镶嵌线应避开大型建筑物和影像差异较大的地方，尽量选择线状地物，宜选择河、路、沟、渠、田埂等的边沿。
- d) 镶嵌后的影像应确保无明显拼接痕迹、过渡自然、纹理清晰。
- e) 按 CH/T9008.3 规定的范围进行裁切，生成以图幅为单元的正射影像数据。

11.6 接边与整饰

影像接边与整饰的要求如下：

- a) 对相邻和换带图幅、相邻测区以及已有成果影像按 CH/T 9008.3 的精度要求进行接边。接边后成果数据应确保无明显拼接痕迹，过渡自然、纹理清晰，相邻图幅之间色彩、亮度和对比度应基本一致。
- b) 根据需要按 CH/T 9008.3 的要求对成果数据进行图廓整饰。

11.7 DOM 相关文件制作

在DOM数据制作过程中，应按要求进行以下相关文件的制作：

- a) 按 GB/T 39608 的相关规定进行元数据文件的制作，元数据应完整正确，包含图幅数字成果概况、资料利用情况、制作过程中主要工序的完成情况、出现的问题及处理方法、过程质量检查、成果质量评价等内容。
- 技术总结的编写应符合 CH/T 1001 的要求。

12 数字线划图生产

12.1 作业流程

12.1.1 作业模式

测制DLG数据宜采用先内后外的作业模式，即先在立体模型或实景三维Mesh模型上采集、判读地形要素，再经外业核查、补充调绘获取内业无法获得的要素属性信息和内业无法获取的被遮挡地物要素信息，内业根据补充外业调绘成果修测，经数据编辑形成DLG数据。

12.1.2 流程图

DLG作业流程见图5。

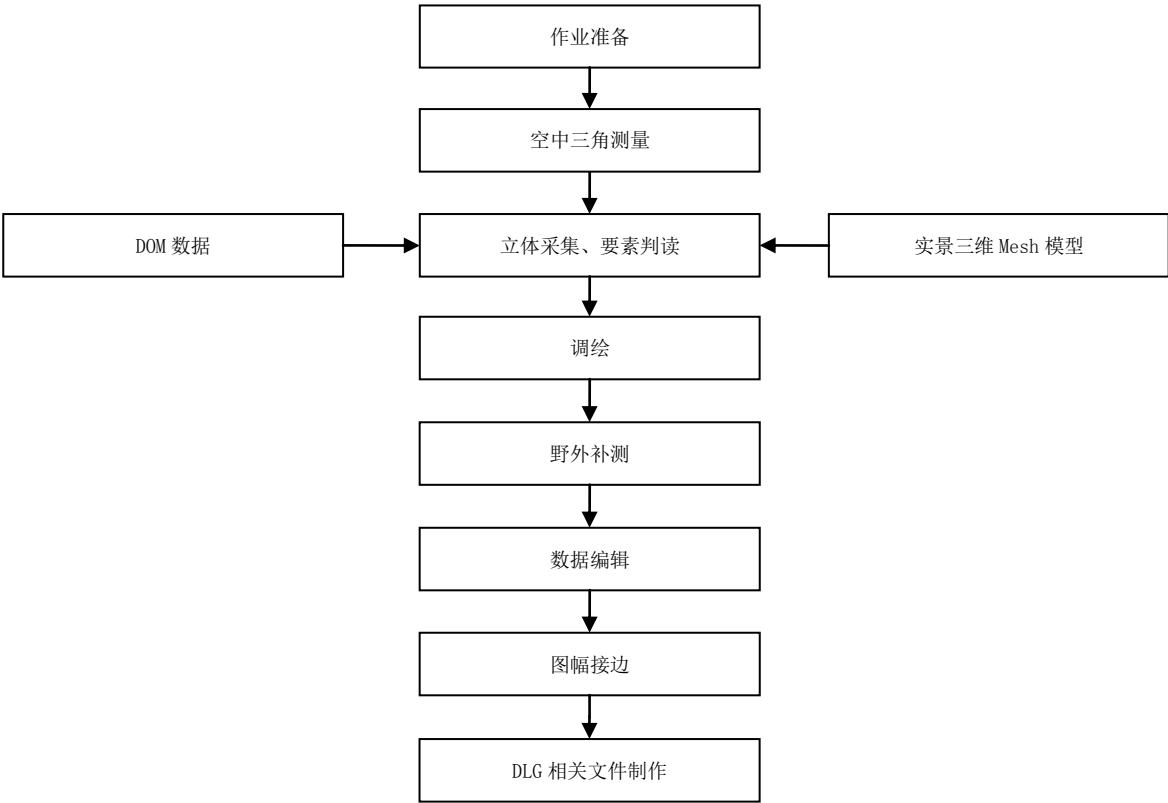


图5 DLG生产流程

12.2 生产准备和空中三角测量

按第7、8章的要求进行生产准备和空中三角测量。

12.3 立体采集与要素判读

12.3.1 立体采集

先内后外作业时先基于实景三维Mesh模型及可量测影像进行立体采集进行立体采集，然后结合立体采集成果进行外业调绘，最后进行数据编辑，必要时，再数据编辑后进行补调。先内后外在要素采集内容和要求如下：

- a) 要素采集时应根据实景三维 Mesh 模型及可量测影像相结合的作业方法，当采用立体观测模式作业时，立体模型的测图范围距离像片边缘不少于影像宽度的 1/20。自由图边的图上应测出图廓外 1cm；
- b) 基于倾斜逐像素密集匹配成果进行采集时，密集匹配应得到每个三维点的坐标及纹理信息，对阴影遮蔽区应进行检测，通过多视角影像密集匹配，进行像素补偿处理，保留三维空间点云的 X、Y、Z 和纹理信息，得到带 Z 值的 TDOM 数据；
- c) 要素采集对能够准确判读的地物、地貌要素，应全部采集，对不能准确判读的要素（包括影像缺失、模型蜡熔、隐蔽区域、阴影部分、小的独立地物和植被遮挡区域）尽量采集，并用标记，由外业调绘确定；
- d) 影像不清晰、要素不确定而无法采集时，用特殊符号标记，以便进行实地补测或补调；
- e) 要素采集宜首先采集水系、道路、居民地，再采集其他要素。基础控制点宜按坐标准确导入；

- f) 要素采集的平面位置精度和高程精度应符合 CH/T 9008.1 的规定。要素的几何类型和空间拓扑关系应正确。点状要素采集要素定位点；线状要素采集定位线，且应保持连通性，相交处应形成结点，不应自重叠、自相交；面状要素采集外围轮廓线，并闭合。有向点和有向线的方向应正确。公共边宜以主要要素为准采集一次，次要要素的公共边拷贝生成；
- g) 要素采集应不移位、无错漏；
- h) 河流、溪流、湖泊、水库等水涯线，宜按摄影时的水位采集。图上宽度小于 0.5mm 的河流、沟渠宜采集为单线；
- i) 采集房屋和街区轮廓时，可基于实景三维 Mesh 模型采用五点法、面面相交等方式，切准房角或轮廓拐角后打点连线，准确采集外围轮廓，反映建筑结构特征；
- j) 道路数据采集时应正确处理道路相交关系及其他要素的关系，道路相交处应形成结点，道路应走向明确，衔接合理。公路与其他双线道路应按实际宽度依比例尺采集。道路采集时，应同时采集道路范围内达上图指标的绿地或隔离带；
- k) 地貌采集应正确反映地貌的形态、类别和分布特征。高程注记点应测注在明显地物点和地形特征点上。高程点密度为图上 100cm^2 内 5~20 个，高程点以米为单位，一般取位至 0.1m，1:500、1:1000 测图可根据需要取位至 0.01m；
- l) 等高线采集应将测标切准模型描绘，在等倾斜地段（坡度、坡向相同地段），当计曲线间距小于图上 5mm 时，可只测计曲线，并插绘首曲线。有植被覆盖的地表，宜切准地面描绘，当只能沿植被表面描绘时，应加植被高度改正。在树林密集隐蔽地区，应按调绘时量注的平均树高进行改正；
- m) 地物、地貌的比高或深度大于 2m 时应量注比高。比高宜量注至 0.1m。立体测注困难时，由外业量注；
- n) 按立体模型测图范围采集的数据，应先相互拼接，再按标准图幅范围进行数据裁切。接边应符合 12.6.2 f) 和 12.6.2 g) 的要求。
- o) 立体采集数据应先经检查再提供调绘使用。
- p) 提供给调绘使用的成果或数据中，要素的符号、颜色和注记设置应以方便调绘人员准确判读为原则。

12.3.2 要素的表示与取舍

在立体采集、数据编辑时均涉及要素的表示与取舍。要素表示与取舍应以满足用图需要为前提，以要素重要程度、图面负载量，以及保持实地特征、兼顾地域特点为原则。表示与取舍除应符合 GB/T 20257.1 的有关规定外，还应遵守下列规定：

- a) 河流、湖泊、水库、水渠及附属构筑物（如涵、闸、堤、坝、渡槽等）应按实际形状准确表示。河流应测记水流方向；渠道系统应表示完整；堤、坝应测顶部及坡脚高程；泉应测出水口高程；井应测井口高程，并根据需求测井口至水面的深度。
- b) 各类建筑物、构筑物及主要附属设施应按实地轮廓逐个表示。临时建筑物可舍去，建筑物、构筑物轮廓凹凸在图上小于 0.5mm 时可综合表示。
- c) 道路应准确表示类别、附属设施的结构和各级道路之间的通过关系。道路系统应表示完整，路面种类变换分界处应表示清楚，丘陵、山地以及偏僻地区的小路应详尽表示，水运和海运航行标志、河流的通航情况应正确表示。
- d) 地上管线应准确反映类别、实地点位和走向特征。管线直线部分的支架线杆和附属设施密集时，可适当取舍。

- e) 地貌表示应准确反映各种地貌特征、地性线和变换点的真实形态。地貌一般以等高线表示，当特征明显的地貌不能用等高线表示时，应以符号表示。山顶、鞍部、凹地、山脊、谷底及倾斜变换处，应测记高程点。
- f) 陡坎、斜坡的比高小于 1/2 等高距，或在图上长度小于 5mm 时，可舍去，如果坡、坎较密，亦可适当取舍。

12.4 调绘

12.4.1 调绘前应制订调绘计划，收集现势性强的各类专业资料，熟悉测区情况，研究测区特征，选择调绘路线以及人力分配。

12.4.2 调绘与立体采集、数据编辑应有效衔接，保证地形要素表达的完整性和准确性。

12.4.3 调绘前应对立体采集的数据进行检查。主要检查所采集数据是否有遗漏，采集、表示和取舍是否合理。

12.4.4 调绘应走到、看到、量到、问清、绘准，做到判读准确、描绘清楚、符号运用恰当、各种注记准确无误。

12.4.5 各类要素调绘的具体要求应符合 GB/T 20257.1 的规定，需要补充时，应在技术设计书中明确。

12.4.6 调绘可以采用以下形式：

- a) 底图调绘，使用 DOM 或者 DOM 套合矢量数据做为调绘底图，也可将 DOM 或者 DOM 套合矢量数据按成图比例尺输出为纸质调绘底图，DOM 输出调绘底图时，像元尺寸不大于相应比例尺图上 0.1mm；
- b) 像片调绘，使用像片制作调绘像片，调绘像片比例尺视地物复杂程度决定，以保证判读和方便使用为原则，一般应不小于成图比例尺的 1.5 倍，地物复杂地区应适当放大。

12.4.7 底图调绘宜以标准图幅范围为调绘范围，以不产生漏洞或重叠为原则。像片调绘的调绘范围线要求如下：

- a) 调绘影像之间有 20% 以上的重叠度，调绘范围线宜绘在相邻调绘片重叠的中心线位置，距原始像片边缘应大于 1cm；全野外布点时，调绘范围线以图廓线为准，以像控点连线绘出，若有偏离应不大于 1cm。
- b) 平坦地区调绘范围线可采用直线或折线；丘陵地、山地调绘范围线在调绘像片东、南边采用直线或折线，西、北边根据邻片立体转绘成曲线。
- c) 调绘范围线应避免与线状地物重合或切割居民地，相邻调绘片的范围线之间不应出现漏洞或重叠。

12.4.8 调绘时应应对已有数据进行实地核查，对错、漏等进行修改和补充；补调地物、地貌要素的属性和注记，以及内业无法获取的地理名称；补测三维测图无法或不能准确采集的要素，如阴影区地物、隐蔽和地形复杂部位地物，以及需要补测的新增地物等；最终形成调绘成果。

12.4.9 要素定位应基于要素影像位置，定位偏差最大不大于调绘像片上 0.3 mm 或 DOM 的 3 个像元。

12.4.10 摄影后新增的一般地物可不补调，但新增的大型工程设施和变化较大的居民区、开发区等应进行补调或补测；航摄后拆除的地物，应在影像上标记。

12.4.11 测区周边调绘应保证满幅，自由图边应调出图外 4 mm (图上距离)，相邻调绘范围之间应接边。

12.4.12 调绘内容按 GB/T 13923 规定的要素类执行。要素属性调绘内容按 GB/T 20258.1 的规定执行，需要调整时，应在技术设计中明确规定。调绘时，属性值应标注在调绘像片或调绘底图上，也可记录在要素的属性表中，并在图面予以注记。

12.4.13 房屋调绘时以墙基为准。当屋檐、阳台宽度大于图上 0.2 mm 时，应在影像相应处注明实测宽度(量注取位至 0.01 m)，供内业进行屋檐宽度改正和阳台制作处理。

12.4.14 调绘成果使用的符号、文字及调绘成果的整饰宜参考 GB/T 20257.1 的规定，以方便内业人员使用为原则，应统一、清楚、易读、实用。具体要求在技术设计书中规定，必要时采用图例说明。

12.4.15 图幅名称确定的要求如下：

- a) 图幅名称应选择图幅内最大居民地的名称，图幅内没有居民地时，可选注其他地理名称；
- b) 同一测区内，不应有相同的图名；
- c) 如果图幅内确实无地名时，以图幅内最高高地的高程作为图名，如“556.8 高地”；困难时可只注图幅编号；
- d) 如该图幅已有出版图，则图幅名一般应与其一致。

[来源：GB/T 40527-2021, 11.4, 有修改]

12.5 野外补测

12.5.1 当立体采集无法达到高程注记点高程精度要求时，应野外实测足够的高程注记点，等高线由立体采集。高程注记点测量要求见 12.3.1 k)，具体测量方法由技术设计书确定。

12.5.2 当由于云影、阴影等影响无法进行三维测图或处理，航空摄影出现绝对漏洞且不补摄，新增大型工程设施、大面积开发区或居民地变化较大等情况时，应进行野外补测。三维测图无法准确采集的城市建筑物密集区，亦可进行野外补测。可将阴影、漏洞等向外扩大图上 4 mm，确定补测范围。补测的地物、地貌要素，相对于附近明显地物点的平面位置误差不大于图上 0.75 mm，困难地区不大于图上 1 mm。补测的具体方法由技术设计书规定。

[来源：GB/T 40527-2021, 11.5, 有修改]

12.6 数据编辑

12.6.1 基本要求

12.6.1.1 数据编辑主要是依据立体采集成果、调绘成果进行要素数据的图形编辑、属性录入，图幅接边形成非符号化数据，非符号化数据通过检查后配置符号、注记进行符号化处理及图廓整饰形成符号化数据。

12.6.1.2 依据调绘成果、野外补测成果，对立体采集漏测的地物在立体模型下进行补测，对新增的地物进行采集，对被遮挡的地物进行编辑。

12.6.1.3 按照要素选取原则对数据进行编辑，做到不失真、主次有别、层次分明。

12.6.1.4 依据调绘成果对内业采集的房屋进行房檐改正和阳台制作处理。

12.6.1.5 全面检查和修改各类定位错误、遗漏、拓扑错误、图层错误、属性错误、要素关系错误、几何图形问题等错、漏现象。

12.6.2 非符号化数据编辑

非符号化数据编辑要求如下：

- a) 各要素应保持位置准确和空间关系正确合理。
- b) 实地连续的线状要素、面状要素应保持连续。构成几何网状的线状要素应保持结点的相交性、连通性。面状要素应合理闭合，不应有悬挂点；在一个面要素内应有标识点，标识点代码应正确；相邻面要素的边线应重合。
- c) 要素数据层与属性表应正确，属性表应符合 GB/T 20258.1 的规定。
- d) 要素的几何类型和拓扑关系应正确。
- e) 依据调绘成果和相关资料录入要素属性值，属性值应正确合理。
- f) 相邻图幅应进行接边，接边的处理原则是：

- 1) 接边处相互位置偏差在限差范围内时，应优先考虑要素的几何形状，接边点可在限差范围内移动；
 - 2) 接边处相互位置偏差大于限差时，应分析原因，排除粗差后再作处理；
 - 3) 对于相邻投影带之间的图幅跨带接边时，需将邻带图幅进行换带投影变换，统一到同一带内进行接边，接边完成后再将邻带图幅变换回原投影带；
 - 4) 对于成图时间不同的图幅接边，接边偏差在限差范围内时，修改新数据，接边偏差大于限差时，分析原因，在确认新数据无误的情况下，修改旧数据，并在元数据中说明；
 - 5) 在同一测区内，一般规定由本幅图负责与西、北图幅之间的接边。
- g) 相邻图幅之间要素接边要求如下：
- 1) 同一要素几何图形应在图廓线处无缝接边；
 - 2) 同一要素接边后应保持要素合理的几何形状，如输电线路、道路、等高线、水岸线等不应在接边处出现转折；
 - 3) 同一要素图形接边后应保证属性的正确性。
- h) 非标准字应注明其汉语拼音，统一编码，并记录在元数据中。
- i) 图廓整饰要求可参照 GB/T 20257.1 的规定。

12.6.3 符号化数据编辑

符号化数据编辑要求如下：

- a) 在图上加注名称及注记。名称及注记应符合 GB/T 20257.1 的规定。
- b) 对非符号化数据符号化后不符合图式要求的部分应进行编辑、调整和处理，使用符号表示的各种地物定位点或定位线位置应准确，各类要素的制图表达、符号和注记应符合 GB/T 20257.1 的规定。图面应清晰易读，符号、注记密度应配置合理。
- c) 符号冲突时，应突出表示主要要素符号，可视具体情况采取移动次要要素符号、共线表示、只表示主要要素符号、间断次要要素符号等方法处理次要要素。符号冲突处理应以不影响判读，且保持符号之间的相互位置关系为原则。当主次要要素符号颜色差异较大，能够清晰判读时，可以用主要要素符号压盖次要要素符号，不作处理。
- d) 注记不应出现压盖现象，当注记密度较大，且适当移动后也无法清楚表达时，可以择要取舍。
- e) 注记与符号冲突时，应移动注记，尽量减少注记对符号压盖的影响程度。
- f) 注记与符号在图幅接边处应进行接边处理，保持符号细节的连贯性。
- g) 图廓整饰应符合 GB/T 20257.1 的规定。

[来源：GB/T 40527-2021, 11.6, 有修改]

12.7 DLG 相关文件制作

在DLG数据生产过程中，应按要求进行以下相关文件的制作：

- a) 按 GB/T 39608 的相关规定进行元数据文件的制作，元数据应完整正确，包含图幅数字成果概况、资料利用情况、制作过程中主要工序的完成情况、出现的问题及处理方法、过程质量检查、成果质量评价等内容。
- b) 技术总结的编写应符合 CH/T 1001 的要求。

13 检查验收

13.1 基本要求

- 13.1.1 技术设计应符合本部分的相关技术要求。
- 13.1.2 每完成一道工序应及时自检。
- 13.1.3 在完成自查的基础上分工序、有重点地进行作业组互检，也可分工作阶段进行。
- 13.1.4 成果的质量应依次通过测绘单位作业部门的过程检查、测绘单位质量管理部门的最终检查和生产委托方的验收。各级检查工作应独立进行，不应省略或被替代。
- 13.1.5 DSM 成果的位置精度可利用空中三角测量成果中的备查点进行检测。DEM、DOM、DLG 成果的位置精度可利用空中三角测量成果中的保密点进行检测，也可利用已有高精度成果进行检测。
- 13.1.6 根据需要以图幅为单位按比例抽取各类成果，野外施测检查地物点的位置精度。根据需要按比例抽取调绘成果，实地检验和对照，检查调绘精度和质量。检查比例由技术设计确定。

13.2 过程质量控制

13.2.1 准备工作

准备工作质量控制的主要内容：

- a) 收集的资料是否齐全、准确、权威，是否具有现势性；
- b) 资料分析和整合是否全面、准确，是否符合技术要求；
- c) 技术设计是否科学、合理、适用。

13.2.2 空中三角测量

空中三角测量质量控制的主要内容：

- a) 空中三角测量精度是否符合技术要求；
- b) 区域网影像丢失率是否小于 2%；
- c) 区域网局部连续丢片是否小于 15 张；
- d) 立体相对的核线影像范围是否合理，分辨率设置是否正确，重采样的方法是否正确。

13.2.3 DSM 生产

DSM 生产质量控制的主要内容：

- a) DSM 是否贴近地物，是否超出限值；
- b) DSM 接边和镶嵌是否符合要求；
- c) 是否存在高程异常；
- d) 各类参数（坐标系统、投影参数、格网尺寸、起止点坐标等）是否符合要求；
- e) 高程中误差是否符合技术要求；
- f) 格网高程值是否存在粗差，同名格网高程值是否符合技术要求；
- g) 元数据及相关文件资料内容的正确性和完整性。

13.2.4 DEM 生产

DEM 生产质量控制的主要内容：

- a) 特征点线、水域线面及推测区采集的完整性和合理性；
- b) DEM 是否切准地面，是否超出限值；
- c) DEM 接边和镶嵌是否符合要求；
- d) 是否存在高程异常，可利用左、右正射影像进行零立体观测，或利用三维测图采集的等高线数据分别与 DEM 内插等高线、晕渲 DEM 进行套合检查；
- e) 各类参数（坐标系统、投影参数、格网尺寸、起止点坐标等）是否符合要求；

- f) 高程中误差是否符合技术要求;
- g) 格网高程值是否存在粗差,同名格网高程值是否符合技术要求;
- h) 元数据及相关文件资料内容的正确性和完整性。

13.2.5 DOM 生产

DOM生产质量控制的主要内容:

- a) 镶嵌是否合理,接边差是否符合技术要求;
- b) 各类参数(坐标系统、投影参数、分辨率、起止点坐标等)是否符合要求;
- c) 平面位置中误差是否符合技术要求;
- d) 影像是否存在模糊、错位、扭曲、重影、变形、拉花、脏点、划痕等问题;
- e) 测区内影像是否清晰,色调(色彩)是否均衡一致,无明显的像片拼接痕迹;
- f) 保密处理是否符合技术要求;
- g) 元数据及相关文件资料内容的正确性和完整性。

13.2.6 DLG 生产

DLG生产质量控制的主要内容:

- a) 三维测图成果是否符合要求;
- b) DLG、DOM 叠合检查;
- c) 等高线、高程注记点与 DEM 成果高程的一致性;
- d) 调绘成果、野外补测成果是否符合技术要求;
- e) 非符号化数据和符号化数据的编辑处理是否符合技术要求;
- f) DLG 成果的平面位置中误差、高程中误差是否符合技术要求;
- g) 保密处理是否符合技术要求;
- h) 元数据及相关文件资料内容的正确性和完整性。

13.3 成果质量检查与验收

- a) 外业调绘成果、野外补测成果的质量检查和验收的内容及要求应符合 GB/T 24356 的规定。
- b) 空中三角测量成果按照本文件的规定进行质量检查和验收。
- c) DSM、DEM、DOM、DLG 成果的质量检查和验收的内容及要求应符合 GB/T 18316 的规定。

14 成果提交

14.1 空中三角测量成果

空中三角测量成果按照以下内容整理并提交:

- a) 相机参数文件或检校报告;
- b) 原始影像;
- c) 像片外方位元素;
- d) 畸变纠正后影像;
- e) 测图定向像片坐标和大地坐标;
- f) 测区加密分区图;
- g) 空三加密报告;
- h) 空三加密成果文件 (*.xml);

- i) 其他相关资料。

14.2 DSM 成果

DSM成果按以下内容逐项登记整理并提交：

- a) 分幅接合图；
- b) DSM 成果；
- c) 元数据文件；
- d) 其他相关资料。

14.3 DEM 成果

DEM成果按以下内容逐项登记整理并提交：

- a) 分幅接合图；
- b) DEM 成果；
- c) 元数据文件；
- d) 其他相关资料。

14.4 DOM 成果

DOM成果按以下内容逐项登记整理并提交：

- a) 分幅接合图；
- b) DOM 成果；
- c) 元数据文件；
- d) 其他相关资料。

14.5 DLG 成果

DLG成果按以下内容逐项登记整理并提交：

- a) 分幅接合图；
- b) DLG 成果；
- c) 元数据文件；
- d) 其他相关资料。

14.6 文档资料

文档资料成果按以下内容逐项登记整理并提交：

- a) 技术设计书；
- b) 技术总结；
- c) 检查报告与验收报告；
- d) 成果资料清单；
- e) 其他相关资料。

附 录 A
(规范性)

倾斜影像定向参数属性项定义、数据内容及记录格式要求

A.1 倾斜影像定向参数属性项定义

倾斜影像定向参数属性项定义应符合表A.1规定。

表 A.1 倾斜影像定向参数属性项定义

序号	标签	标签内参数名	参数说明
/	<Photogroup>		
1		Name	相机组
2		Width	影像宽
3		Height	影像高
4		FocalLengthPixels	像素焦距
5		x	像主点坐标 x
6		像主点坐标 x	主点坐标 y
7		Distortion	相机畸变参数
8		Id	影像 ID
9		ImagePath	影像路径
10		Rotation	旋转矩阵
11		Center	摄影中心坐标
12		MedianDepth	相机离物方距离的中位数
/	<ControlPoints>		
13		Name	控制点名称
14		Position	控制点坐标
15		HorizontalAccuracy	水平精度
16		VerticalAccuracy	垂直精度
17		CheckPoint	是否为检查点
18		PhotoId	控制点对应像点 ID
19		x	像点坐标 x
20		y	像点坐标 y
/	<TiePoints>		
21		Position	连接点坐标
22		PhotoId	连接点所在影像 ID
23		x	连接点坐标 x
24		y	连接点坐标 y

A.2 倾斜影像定向参数数据内容及记录格式要求

在一个影像定向参数*.xml文件中，以每个加密网为单位，分段记录每张影像的相关信息和内外方位元素，具体数据内容、记录格式要求及样例如下：

示例：

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<BlocksExchange version="*.*)"
  <Block>
    <Name>M3BLOCK</Name>
    <Description>Result of aerotriangulation of M3BLOCK </Description>
    <Photogroups>
      <Photogroup>
        <Name>Photogroup 1</Name>
        <ImageDimensions>
          <Width>6000</Width>
          <Height>4000</Height>
        </ImageDimensions>
        <CameraOrientation>XRightYUp</CameraOrientation>
        <FocalLengthPixels>9241.41</FocalLengthPixels>
        <PrincipalPoint>
          <x>2943.79424</x>
          <y>1987.43878</y>
        </PrincipalPoint>
        <Distortion>
          <K1>-0.01460857905899999934</K1>
          <K2>-0.16623371653999999276</K2>
          <K3>0.38222630393000001092</K3>
          <P1>-0.00102106221179999995</P1>
          <P2>-0.00025543704742000002</P2>
        </Distortion>
        <AspectRatio>1</AspectRatio>
        <Skew>0</Skew>
        <Photo>
          <Id>0</Id>
          <ImagePath>\\192.168.31.140\A0039.JPG</ImagePath>
          <Pose>
            <Rotation>
              <M_00>-0.888215099660000</M_00>
              <M_01>0.452665425020000</M_01>
              <M_02>0.078536295619000</M_02>
              <M_10>-0.275912871720000</M_10>
              <M_11>-0.662256158430000</M_11>
              <M_12>0.696626778010000</M_12>
              <M_20>0.367350001980000</M_20>
              <M_21>0.597085248190000</M_21>
              <M_22>0.713122137110000</M_22>
            </Rotation>
            <Center>
              <x>581033.977454855688848</x>
              <y>2524604.737596603110433</y>
              <z>124.598571161500004</z>
            </Center>
          </Pose>
          <MedianDepth>112.9</MedianDepth>
        </Photo>
      </Photogroup>
    </Photogroups>
    <ControlPoints>
      <ControlPoint>
        <SRSid>0</SRSid>
        <Name>xk17</Name>
      </ControlPoint>
    </ControlPoints>
  </Block>
</BlocksExchange>

```

```

<Category>Full</Category>
<Position>
  <x>577520.199000000022352</x>
  <y>4133460.476999999955297</y>
  <z>719.458999999999946</z>
</Position>
<HorizontalAccuracy>0.01</HorizontalAccuracy>
<VerticalAccuracy>0.01</VerticalAccuracy>
<CheckPoint>>false</CheckPoint>
<Measurement>
  <PhotoId>599</PhotoId>
  <x>1798.5100000000</x>
  <y>1382.7500000000</y>
</Measurement>
</ControlPoint>
</ControlPoints>
<TiePoints>
  <TiePoint>
    <Position>
      <x>581170.884046760387719</x>
      <y>2524416.631339609622955</y>
      <z>42.153433408355340</z>
    </Position>
    <TiePointID>95342</TiePointID>
    <Measurement>
      <PhotoId>13</PhotoId>
      <x>298.0148925781</x>
      <y>356.7751464844</y>
    </Measurement>
  </TiePoint>
</TiePoints>
</Block>
</BlocksExchange>

```

A.3 倾斜影像定向参数中畸变参数计算公式

倾斜影像定向参数中畸变参数应符合公式A.1的要求。

$$x = F \cdot D(\Pi(O \cdot R(X - C))) + x_0 \dots\dots\dots (A.1)$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\Pi(u, v) = (u_0 / w_0, v_0 / w_0) \dots\dots\dots (A.3)$$

$$D(u, v) = \begin{pmatrix} (1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6)u + 2P_2 uv + P_1(r^2 + 2u^2) \\ (1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + K_3 r^6)v + 2P_1 uv + P_2(r^2 + 2u^2) \end{pmatrix}, \text{where } r^2 = u^2 + v^2 \dots\dots\dots (A.4)$$

$$F = \begin{bmatrix} f & s \\ 0 & \rho f \end{bmatrix} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中：

X ——物方点；

x ——像方坐标；

C ——摄站中心；

R ——旋转矩阵；

F ——焦距矩阵；

f ——相机焦距；

s ——倾斜参数；

ρ ——像素比；

Π —— $R^3 \rightarrow R^2$ 透视投影函数；

D —— $R^2 \rightarrow R^2$ 畸变函数。

参 考 文 献

- [1] GB/T 40527-2021 数字航天摄影测量 测图规范
 - [2] CH/T 3006 数字航空摄影测量控制测量规范
 - [3] CH/T 3007.1 数字航空摄影测量 测图规范 第1部分：1：500 1：1 000 1：2 000 数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图
 - [4] CH/T 3012 数字表面模型 航空摄影测量生产技术规程
 - [5] CH/T 9022 基础地理信息数字成果 1：500 1：1 000 1：2 000 1：5 000 1：10 000 数字表面模型
-