



中华人民共和国国家标准

GB/T 40527—2021

数字航天摄影测量 测图规范

Digital space photogrammetry—Map surveying specification

2021-10-11 发布

2021-10-11 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测图基本要求	2
4.1 总体要求	2
4.2 卫星影像要求	2
4.3 控制测量成果要求	2
4.4 空中三角测量成果要求	3
4.5 仪器设备和软件要求	3
5 准备工作	3
5.1 资料收集	3
5.2 资料分析	3
5.3 技术设计	3
6 卫星影像预处理	4
7 立体模型恢复	4
8 数字表面模型生产	4
8.1 作业流程	4
8.2 生产准备与立体模型恢复	5
8.3 点云数据生成	5
8.4 DSM 数据编辑与拼接	5
8.5 DSM 镶嵌与裁切	6
8.6 DSM 接边	6
9 数字高程模型生产	6
9.1 作业流程	6
9.2 生产准备与立体模型恢复	7
9.3 特征数据获取与处理	7
9.4 DEM 生成	7
9.5 接边	7
9.6 图幅裁切	7
10 数字正射影像图生产	7
10.1 作业流程	7
10.2 生产准备和立体模型恢复	8
10.3 正射纠正	8

10.4	影像融合	8
10.5	色彩处理	9
10.6	影像镶嵌与裁切	9
10.7	接边、整饰	9
11	数字线划图生产	9
11.1	作业流程	9
11.2	生产准备和立体模型恢复	10
11.3	数据采集	11
11.4	调绘	13
11.5	野外补测	14
11.6	数据编辑	14
12	相关文件制作	15
13	质量控制	16
13.1	基本要求	16
13.2	过程质量控制	16
13.3	成果质量检查与验收	17
14	成果整理与汇交	17
	参考文献	19

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国自然资源部提出。

本标准由全国地理信息标准化技术委员会(SAC/TC 230)归口。

本标准起草单位：自然资源部测绘标准化研究所、自然资源部第一航测遥感院、浙江合信地理信息技术有限公司、自然资源部国土卫星遥感应用中心、自然资源部第三航测遥感院、聊城大学、中国测绘科学研究院、深圳市勘察测绘院有限公司、国网思极神往位置服务(北京)有限公司、广州长地空间信息技术有限公司、深圳市大华勘测科技有限公司、广东爱科环境科技有限公司。

本标准主要起草人：刘小强、王清丽、王霞、蒋红兵、殷小庆、吴桐、解修平、杨晓峰、傅晓珊、李静、任志忠、曹广强、刘无敌、朱正荣、毛曦、徐彦田、王焕萍、臧志斌、谢文军、曹宁、李朝阳、郭玉芳、张艳梅、彭飞宇、刘占斌、罗少华、李社春。

引 言

近年来随着航天技术的不断发展,遥感卫星影像数据凭借获取快速、成本低、不受区域限制的优势,逐渐成为获取地球空间信息的重要手段。目前光学遥感卫星影像,特别是高分辨率影像,已成为基础地理信息资源建设以及其他遥感应用领域的主要数据源。

为适应当前基于卫星影像进行信息获取的科技发展现状和实际技术要求,有必要建立完善的航天摄影测量标准体系,填补数字航天摄影测量标准的空白。测制成果图作为数字航天摄影测量中一项重要环节,由本标准对相关工作内容、技术流程与技术要求进行规定。与本标准配套使用的标准有《数字航天摄影测量 控制测量规范》《数字航天摄影测量 空中三角测量规范》。

数字航天摄影测量 测图规范

1 范围

本标准规定了采用数字航天摄影测量进行测图成果生产的作业内容、方法和技术要求。

本标准适用于采用数字航天摄影测量方法的 1 : 5 000、1 : 10 000、1 : 25 000、1 : 50 000、1 : 100 000 数字表面模型、数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图生产作业。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 18316 数字测绘成果质量检查与验收
- GB/T 20257.2 国家基本比例尺地图图式 第 2 部分:1 : 5 000 1 : 10 000 地形图图式
- GB/T 20257.3 国家基本比例尺地图图式 第 3 部分:1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 地形图图式
- GB/T 20258.2 基础地理信息要素数据字典 第 2 部分:1 : 5 000 1 : 10 000 比例尺
- GB/T 20258.3 基础地理信息要素数据字典 第 3 部分:1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 比例尺
- GB/T 24356 测绘成果质量检查与验收
- GB 35650 国家基本比例尺地图测绘基本技术规定
- GB/T 40766 数字航天摄影测量 控制测量规范
- 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 1007 基础地理信息数字产品元数据
- CH/T 9009.1 基础地理信息数字成果 1 : 5 000 1 : 10 000 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 第 1 部分:数字线划图
- CH/T 9009.2 基础地理信息数字成果 1 : 5 000 1 : 10 000 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 数字高程模型
- CH/T 9009.3 基础地理信息数字成果 1 : 5 000 1 : 10 000 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 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
- CH/T 9023 基础地理信息数字成果 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 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

数字航天摄影测量 digital space photogrammetry

基于航天飞行器搭载的传感器获取的地面连续数字影像,结合外业获取的控制点平面和高程信息,利用摄影测量软件系统测制基础地理信息数字成果的全过程。

3.2

空中三角测量 aerial triangulation

由外业实测的少量的控制点,按照一定的数学模型,平差解算出摄影测量作业过程所需的全部控制点(加密点)及每张像片的外方位元素的过程。又称空三加密。

3.3

立体卫星影像 stereo satellite Image

具有同轨或异轨立体成像能力的卫星获取的能够构成立体像对(同名光线空间交会角大于 10°)的卫星图像。

3.4

立体测图 stereoscopic surveying and mapping

利用摄影测量工作系统在立体卫星影像按一定规则构建的立体模型上采集数字地图要素的过程。

3.5

影像镶嵌 image mosaic

多张数字遥感影像经纠正,按一定的精度要求,互相拼接镶嵌成整幅影像图的作业过程。

4 测图基本要求

4.1 总体要求

依据本标准生产数字表面模型(DSM)、数字高程模型(DEM)、数字正射影像图(DOM)、数字线划图(DLG)应满足 GB 35650 的规定,相应比例尺成果应分别符合 CH/T 9022、CH/T 9023、CH/T 9009.1、CH/T 9009.2、CH/T 9009.3 的要求。

4.2 卫星影像要求

用于立体测图的卫星影像资料应符合下列要求:

- a) 卫星影像资料地面分辨率应符合表 1 的要求;

表 1 卫星影像地面分辨率

单位为米

比例尺	1 : 5 000	1 : 10 000	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000
地面分辨率	≤0.5	≤1	≤2.5	≤5	≤10

- b) 卫星影像应能构成立体像对,应优先选择同轨立体像对;
- c) 相邻立体模型重叠度宜不小于 4%;
- d) 卫星影像应信息丰富,反差适中,无明显噪声、斑点、坏线和高亮;
- e) 测图区域无替换影像时,单景影像内累计云覆盖面积应小于影像总面积的 15%,接边和重要地物所在区域应避免有云覆盖。

4.3 控制测量成果要求

控制测量成果应符合 GB/T 40766 的规定。

4.4 空中三角测量成果要求

空中三角测量成果应经质量查验合格。

4.5 仪器设备和软件要求

作业中使用的摄影测量系统应具备卫星立体数据处理功能,并应通过专业检测。

5 准备工作

5.1 资料收集

5.1.1 卫星影像资料

收集的卫星影像资料包括:

- a) 经传感器校正后的卫星影像产品;
- b) 卫星影像参数数据;
- c) 卫星影像资料说明文件;
- d) 传感器技术参数等。

5.1.2 控制资料

收集的控制资料包括:

- a) 已有的外业控制点成果;
- b) 已有的空中三角测量成果;
- c) 满足控制精度要求的数字高程模型、正射影像和地形图成果;
- d) 可准确读取点位、满足控制点精度要求的其他资料。

5.1.3 地图资料

收集的地图资料包括:

- 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、水利图等其他有关资料。

5.2 资料分析

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

- a) 分析卫星影像资料的传感器名称、时相、地面分辨率、覆盖范围、波段、像素位数、数据格式以及分块信息等是否满足生产要求;
- b) 分析测图用影像数据的色调、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,包括控制点的精度等级和可利用情况等是否满足生产要求;
- d) 查看空中三角测量成果基本情况,包括区域网划分情况、成果文件是否完整齐全、数据格式是否满足要求等;
- e) 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;
- f) 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。

5.3 技术设计

技术设计时,设计书主要要求如下:

- a) 根据需要可与控制测量、空中三角测量合并或独立编写；
- b) 应根据项目总体要求、资料分析结果等编写；
- c) 应满足本标准规定技术指标和要求，不能达到时应说明原因并明确处理措施；
- d) 编写要求及主要内容应符合 CH/T 1004 的规定。

6 卫星影像预处理

根据影像质量和摄影测量系统实际情况，对原始影像进行信息增强预处理，预处理应满足以下要求：

- a) 处理后影像行列数均无变化；
- b) 阴影、云影处地物细部特征有所增强、立体视觉清晰；
- c) 立体像对同名点的灰度相近，特征边缘灰度变化自然、协调；
- d) 影像的整体灰度适中，色调基本一致，且纹理清晰，层次丰富。

7 立体模型恢复

立体模型恢复步骤和要求如下：

- a) 可根据设计和资料情况采用区域网平差或单模型定向方式。
- b) 采用区域网平差方式恢复立体模型时，应基于预处理后影像和卫星影像区域网平差成果，根据摄影测量系统功能设定按步骤恢复立体模型；采用单模型定向恢复立体模型时，应基于预处理后影像并在相对定向的基础上导入控制点成果，根据摄影测量系统功能设定按步骤恢复立体模型。
- c) 恢复立体模型后应对立体模型进行相对和绝对精度检核。相对精度检核确认同名像点上下视差满足立体观测要求，局部存在视差影响立体观测时，应核查空中三角测量成果相关精度指标，必要时可根据需要增加相对定向点消除立体视差；绝对精度检核应使用测区范围内控制测量成果进行，平面和高程误差最大应不超过相应比例尺成果精度要求。
- d) 对条带立体影像恢复立体模型时可按照图幅范围或根据摄影测量系统支持的最优数据量分块裁切。

8 数字表面模型生产

8.1 作业流程

数字表面模型采集与编辑作业流程见图 1。

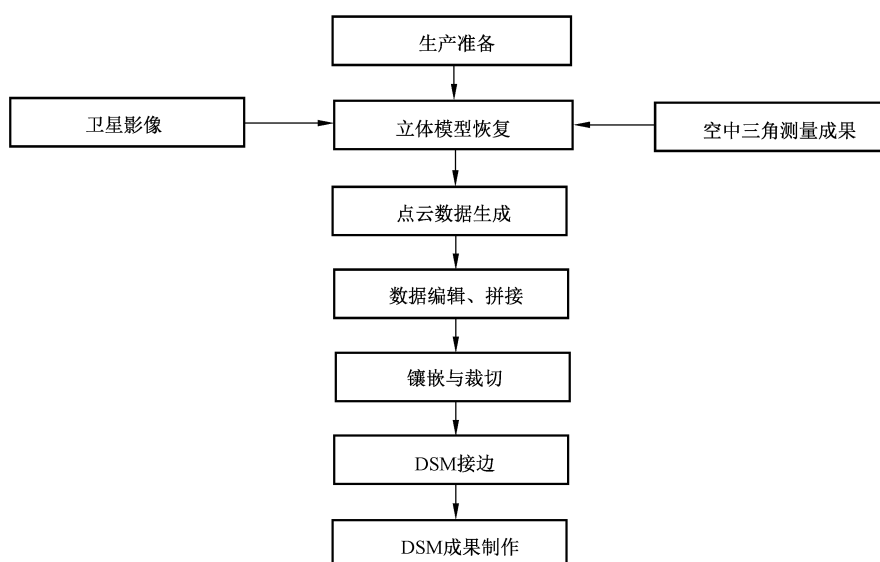


图 1 DSM 数据生产流程

8.2 生产准备与立体模型恢复

按第 5、6、7 章的要求进行生产准备和立体模型恢复。

8.3 点云数据生成

在恢复立体模型基础上,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。

8.4 DSM 数据编辑与拼接

DSM 数据编辑的重点区域包括水域(如主要湖泊、水库、河流、海洋)、影像纹理不清晰的地区、地物复杂及地貌破碎的地区、模型拼接处及匹配错误的地区。DSM 数据编辑与拼接内容和要求如下:

- 根据需求采用平面环境或立体环境进行人工交互编辑。将 DSM 匹配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,改正不能满足成图精度要求的高程数据。
- 删除云雪覆盖和高山陡坡阴影区域的匹配结果,编辑各种明显匹配错误区域的数据,空白区域(指由于数据源出现局部中断等原因无法获取高程的区域,或因匹配错误而人工删除高程的区域)采用已有的相同比例尺或大比例尺 DEM/DSM 数据补充。
- 水域应根据周围地形进行置平处理和平滑过渡;静止水域(满足相应比例尺采集指标)的高程应按影像数据获取时的瞬时水位置平处理,并与周边地势过渡平缓;跨模型水域高程宜采用平均高程。
- 依比例尺表示的流动水体(河流、沟渠)水面依据实际保持自高而低平缓过渡,水面高程应低于周边地势且过渡平缓。
- 山谷或沟谷等区域的 DSM 匹配结果应符合实际地貌特征;山体阴影区域的 DSM 匹配结果的高程值和其表现出来的纹理特征应与实际地貌特征接近。
- 平整地块区域的 DSM 匹配结果,地块内应高程起伏平缓、过渡均匀。
- 特殊地物(指由于技术限制等原因,不能完全获取表面模型的地物,其主要表现为同一平面位置有多个高程值的复杂地物,如散热塔、宝塔;网状外形的地物,如索道、铁丝网、电线塔;局部运动的地物,如风车;横截面积小的杆状地物,如路灯、电杆)不做特殊处理,精度不做要求。
- 非地面附着物(指位置随时间变化的地物,如车辆、船舶、飞机等)不包含在 DSM 成果中,应人

工删除。

- i) 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。

8.5 DSM 镶嵌与裁切

DSM 镶嵌与裁切要求如下:

- a) 在 DSM 拼接符合 8.4 要求的基础上进行 DSM 数据镶嵌,参与拼接的各同名点高程取中数作为格网点高程;
- b) 进行镶嵌时,应保持相邻立体模型之间的接边处过渡自然,地物合理接边,无重影和发虚现象。镶嵌区内有人工地物时,应手工勾划拼接线绕开人工地物,使镶嵌结果保持人工地物的完整性和合理性;
- c) 相邻 DSM 镶嵌后不应出现错位现象,重叠部分的高程值应一致;
- d) DSM 镶嵌完成后,按 CH/T 9022 或 CH/T 9023 规定进行裁切。

8.6 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 或 CH/T 9023 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、无裂隙,接边应合理、过渡平滑自然。

9 数字高程模型生产

9.1 作业流程

DEM 采集与编辑作业流程见图 2。

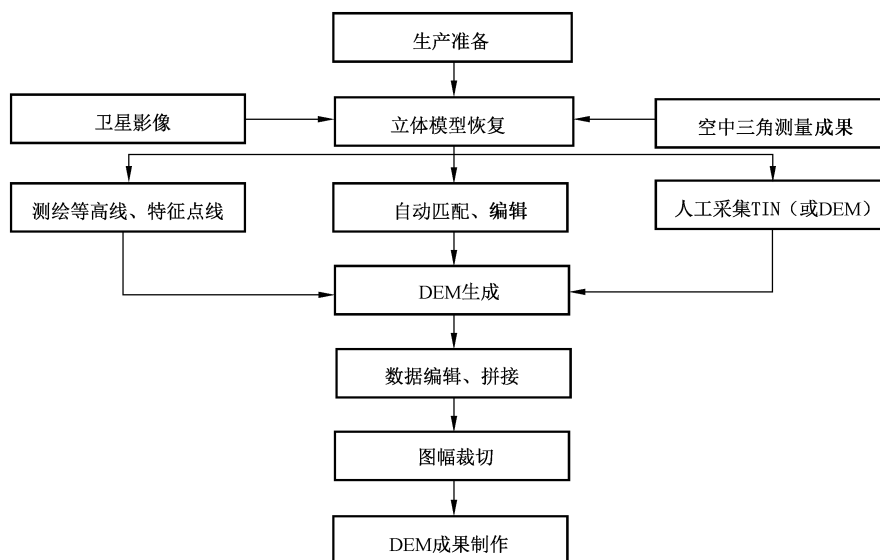


图 2 DEM 生产流程

9.2 生产准备与立体模型恢复

按第 5、6、7 章的要求进行生产准备和立体模型恢复。

9.3 特征数据获取与处理

特征数据获取预处理要求如下：

- a) 特征数据宜基于立体模型采集地形特征点、线，影像自动匹配困难和地物特别复杂地区，可通过采集 DEM 特征数据方式获取；
- b) 采集的地形特征点、线数据应包括等高线、山脊线、山谷线、变坡线、断裂线、水域和密林区范围线、高程点、山顶最高点、凹地最低点、地形变换点等；
- c) 影像纹理不清晰的区域、地物复杂及地貌破碎的区域、模型接边处应加强特征数据采集；
- d) 同一静止水域特征数据应保持高程一致，流动水域的高程应自上而下平缓过渡，并且与周围地形高程之间的关系正确、合理。水域高程值一般采集摄影时瞬时水位，对于跨模型水域高程应采用平均高程；
- e) 处理后的特征数据应符合地形特征，不应出现点线矛盾，线线相交处高程应保持一致。

9.4 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，直至 DEM 成果满足要求；
- d) 局部特征信息增强或滤波修正时，应保证平整地块区域内高程起伏平缓、过渡均匀；面状静止水域和流动水域符合水面高程特征及规律；大面积林区可采用减去平均树高的方式获取地面高程；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）可采取 DSM 滤波方式获取地面高程；
- e) 生成的 DEM 成果质量应符合 CH/T 9009.2 相关要求。

9.5 接边

DEM 数据以立体模型或图幅为单位进行接边，接边精度应符合 CH/T 9009.2 的规定，接边要求和步骤与 DSM 相同。

9.6 图幅裁切

按 CH/T 9009.2 规定的范围裁切 DEM 数据，生成以图幅为单元的 DEM。

10 数字正射影像图生产

10.1 作业流程

DOM 制作作业流程见图 3。

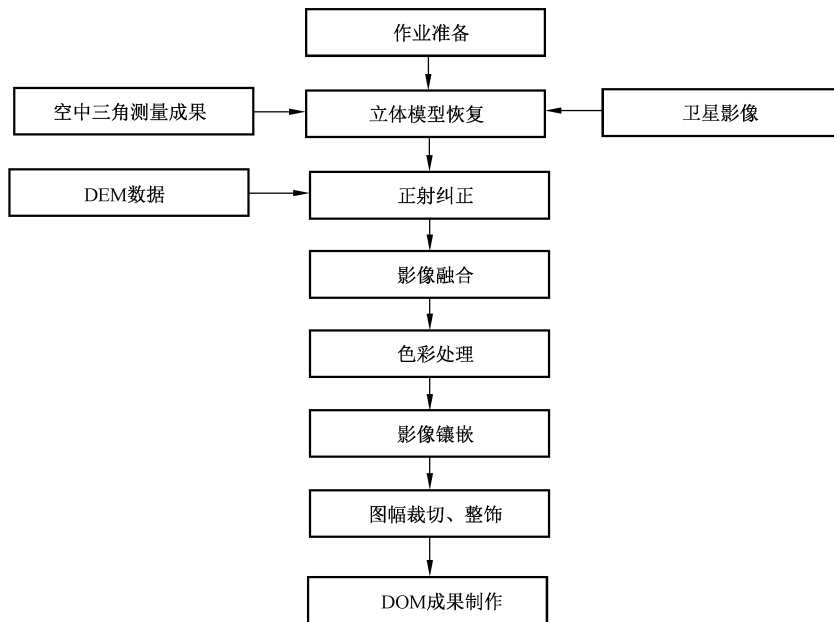


图 3 DOM 生产流程

10.2 生产准备和立体模型恢复

按第 5、6、7 章的要求进行生产准备和立体模型恢复。

10.3 正射纠正

正射纠正的要求如下：

- a) 利用影像资料、定向参数、DEM(或 TIN),采用微分纠正方法对卫星影像进行正射纠正；
- b) DEM(或 TIN)可收集获得或由立体模型自动生成,收集获得的数据精度应至少与成图精度相同；
- c) DEM(或 TIN)数据范围应大于影像纠正区域范围；
- d) 根据需要,正射纠正前可对 DEM 中高于地面的道路、堤坝、沟渠和架空桥梁、立交桥等特殊地进行格网点高程编辑；
- e) 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、高山地区区域应适当加密；
- f) 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、大坝影像拉伸和扭曲应进行处理,不能处理的应予以记录；
- g) 纠正后应进行影像精度检查,确认精度是否符合要求,如不符合,应查明原因重新纠正。

10.4 影像融合

对正射纠正后的全色、多光谱影像做套合检查,套合误差应小于 1 个像素(多光谱影像),超限影像应查找原因,重新制作。

根据需要采用适宜的融合方法对全色、多光谱影像进行融合,融合后影像分辨率应与全色影像保持一致,色彩、位数、波段应与多光谱影像保持一致。

10.5 色彩处理

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。调整处理一般采用匀光匀色方式,处理后影像应色彩自然、色调均匀、反差适中、层次分明、不失真,且无处理痕迹。

10.6 影像镶嵌与裁切

影像镶嵌的要求如下:

- a) 根据影像质量和重叠区域影像纹理选择镶嵌拼接线,镶嵌拼接线常选择在相邻正射影像重叠中线附近,宜避开投影较大的建(构)筑物;
- b) 镶嵌拼接线两侧采用平滑过渡算法,消除拼接线两侧影像差异;
- c) 按镶嵌拼接线自动进行影像镶嵌,镶嵌误差超限时应查明原因,重新选择镶嵌拼接线镶嵌;
- d) 镶嵌后应对亮度、反差、对比度等色调不一致的缺陷进行校色,整体色调应均衡、过渡自然;
- e) 镶嵌后影像应检查有无明显拼接痕迹、错位、硬折和羽化过度等情况,并进行相应影像处理;
- f) 镶嵌完成后应按 CH/T 9009.3 规定的范围进行数据裁切,影像存在云影、噪声、水印、坏线、局部信息损失等情况应予以记录。

10.7 接边、整饰

对相邻和换带图幅、相邻测区以及已有成果影像按 CH/T 9009.3 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。

根据需要按 CH/T 9009.3 的要求对成果数据进行图廓整饰。

11 数字线划图生产

11.1 作业流程

11.1.1 作业模式

测制 DLG 作业方法依据外业调绘与内业测图在航天摄影测量立体测图流程中的顺序,分为先内后外模式和先外后内模式:

- a) 先内后外:先在立体模型上判读、采集地形要素,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;
- b) 先外后内:先完成外业调绘,内业参照外业调绘成果在立体模型上进行数据采集,经数据编辑形成 DLG 数据。

11.1.2 流程图

先内后外作业流程见图 4。

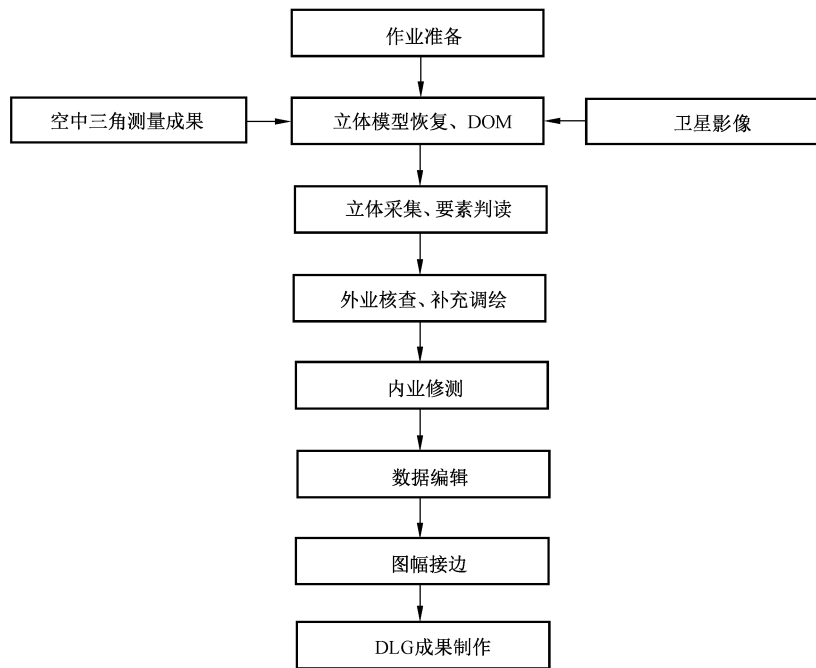


图 4 先内后外模式 DLG 生产流程

先外后内作业流程见图 5。

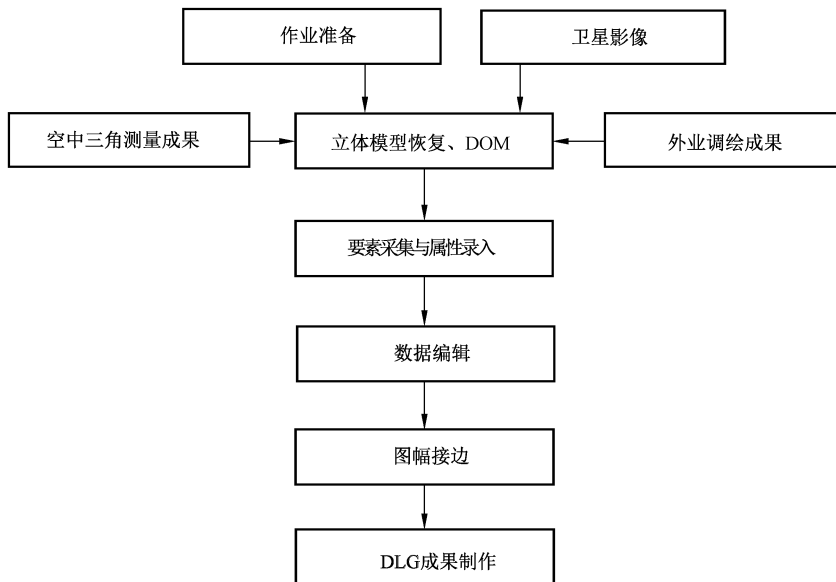


图 5 先外后内模式 DLG 生产流程

11.2 生产准备和立体模型恢复

按第 5、6、7 章的要求进行生产准备和立体模型恢复。

11.3 数据采集

11.3.1 总体要求

先内后外作业时先立体测图,然后结合立体测图成果进行外业调绘,最后进行数据编辑,必要时,在数据编辑后进行补调。先内后外在立体测图时应注意:

- a) 立体测图时,能够准确判读的地物、地貌要素及属性应全部采集,不能准确判读的要素(包括隐蔽地区、阴影部分和小的独立地物)尽量采集,并做出标记由外业调绘其属性;
- b) 影像不清晰、要素不确定而无法采集时,用特殊符号标记;
- c) 立体测图数据经检查后方可提供外业调绘使用;
- d) 提供给外业调绘使用的成果或数据中,要素的符号、颜色和注记设置宜便于外业调绘人员准确判读。

先后后内作业在立体测图时,要素的采集应依据外业调绘成果进行编辑处理,通过外业调绘成果确定要素的位置和属性,发现外业调绘确有错误时,会同外业调绘人员共同处理,必要时应补调、补测。

一般 DLG 生产宜采用先内后外作业模式,地物稀少地区可采用先外后内的作业模式。两种模式均可采用 DOM 辅助立体采集地物要素或直接在 DOM 上采集地物要素,用于采集地物要素的 DOM 精度应至少满足 DLG 精度要求。

当立体采集地貌要素高程精度不满足成果要求时,可采用全野外实测高程点或其他方式辅助地貌要素采集。

11.3.2 地貌要素采集

11.3.2.1 基本要求

地貌要素采集的基本要求如下:

- a) 数据采集时,图幅内等高线一般应表示完整,遇其他地形要素不间断;
- b) 地貌综合取舍按取大舍小、取主舍次原则进行,应既突出总貌,又显示细貌;既反映实地的真实性,又保持地貌的完整性,并合理实用,清晰易读,如:在地貌破碎地区,图上谷地密度小于图上 1 mm、曲率半径小于图上 0.3 mm 的小弯可舍去;
- c) 立体观测难以切准的阴影、云影及云覆盖部分,图上面积大于 2 cm² 的部分用草绘曲线表示或用其他资料补充,补充方法应在技术设计中明确。

11.3.2.2 等高线数据获取

等高线可采用立体实测或 DEM、TIN 内插生成。DEM 或 TIN 内插生成的等高线,应在立体测图状态下完成编辑,并补测间曲线、示坡线等。实测等高线的方法与要求如下:

- a) 计曲线、首曲线一般应实测。等倾斜地段当两条相邻计曲线间距小于图上 1 mm 时,可隔一条测一条计曲线,未实测部分内插生成。两条相邻计曲线间距小于图上 5 mm 时,可只测绘计曲线,首曲线内插生成;
- b) 平坦地区首曲线间隔大于图上 5 mm,或山头、鞍部、倾斜变换处、山脚等首曲线不能显示微地貌特征和形态时,应加绘间曲线或助区线;
- c) 凹地及凹凸难辨的地形,等高线应加绘示坡线;
- d) 森林密集覆盖区,只能沿树冠测绘等高线时应加树高改正;
- e) 山谷等高线应与河流、冲沟、干河床等套合。

11.3.2.3 高程注记点采集

高程注记点采集的方法和要求如下：

- a) 高程注记点选取应能准确、迅速指示目标,判定方位和查取各点高程。
- b) 山头、凹地、鞍部等突出的地形变换点应测注高程。
- c) 桥梁、码头、堤坝等重要或有方位作用的地物应测注高程。
- d) 主要道路、河流、沟渠等线状地物的交叉点、转折点应测注高程。
- e) 高程注记点应采集在明显地物点和地形特征点上。图上每 100 cm² 内,平地、丘陵地应不少于 10~20 个,山地、高山地及地形特征点稀少地区应不少于 8~15 个,高程注记以米为单位,1:5 000、1:10 000、1:25 000 取位至 0.1 m,1:50 000、1:100 000 取位至整米。

11.3.2.4 变形地貌采集

不能用等高线表示的特殊地貌(即变形地貌),采集要求如下：

- a) 变形地貌要素宜在立体测图状态下参照外业调绘片判读并采集；
- b) 无外业调绘片时,应根据地图资料和地形判绘表示长度大于 0.5 mm,且 1:5 000、1:10 000、1:25 000 比高大于 2 m,1:50 000、1:100 000 比高大于 3 m 的变形地貌要素,并测注比高；
- c) 当变形地貌符号较密时,可进行合理取舍。

11.3.3 地物要素采集

地物要素采集要求如下：

- a) 要素采集宜先采集水系、道路、居民地,再采集其他要素。
- b) 按三维空间数据要求采集数据,各类地物要素均应实测,并应处理等高线与高程注记点及其他要素的矛盾关系。
- c) 各类地物要素采集,应依据调绘片基于立体模型或 DOM 准确测绘。地物的定位点(线)应按真实位置测绘。线、面状要素的采样点密度以线、面状要素的几何形状不失真为原则;采用流线方式跟踪采集线性要素,应合理选择采点密度,正确反映地物要素的位置精度和形状特征。
- d) 要素采集的平面位置精度和高程精度应满足测图成果要求。点状要素采集要素定位点;线状要素采集定位线;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,次要要素复制生成。
- e) 不依比例尺的双线要素(如铁路、公路、围墙、人工堤等)测图时应沿中心线采集。
- f) 线状要素被其他要素隔断宜保持线状要素的连续,采集宜不间断,如铁路、公路通过依比例尺桥梁、隧道、路堤等,铁路、公路应不间断;桥梁、隧道、路堤的中心线按该段道路中心线复制生成,并赋相应属性。
- g) 立交桥出入表示应清楚,采集道路边线分清层次。
- h) 铁路通过居民区,采集不间断;大车路、乡村路、小路通过居民区,采集间断;公路与县级以上居民地街道重合,公路采集至街道附近断开,表示街道,通过县以下居民地街区时,道路穿过街区。
- i) 街区式居民地中主次街道线应与街区外围轮廓线相交,街区中街道线与房屋及垣栅轮廓线间距在小于图上 0.3 mm 时,街道线可不测绘。
- j) 面状要素被线状要素分割时,宜作为一个多边形采集;被双线河或其他面状要素分割时,应根据实际情况作为一个或多个多边形采集。

- k) 管线要素采集应参照外业调绘成果在立体影像或 DOM 上确认起止点、转折点,线路应清晰。
- l) 植被、土质、滩涂的轮廓线要封闭;干出线、滩涂性质按外业调绘成果采集,无外业调绘成果时用旧图转绘;无地图资料全要素判读、采集时,可用摄影瞬时水陆分界线代替干出线使滩涂面域封闭。
- m) 单线河、双线河遇桥、涵、瀑布、水闸等,直接通过;双线河、渠按面状要素采集;拦水坝按有向线采集中心线。
- n) 跨图幅封闭水域采集应注意水域高程值一致性,并正确处理与周围等高线关系。

11.4 调绘

11.4.1 基本要求

调绘基本内容和要求如下:

- a) 调绘前应制定调绘计划,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。
- b) 调绘与立体测图、数据编辑应有效衔接,地形要素表达应完整、准确。
- c) 调绘应走到、看到、量到、问清、绘准,判读准确,描绘清楚,符号运用恰当,各种注记准确无误。
- d) 各类要素调绘的具体要求应按比例尺分别符合 GB/T 20257.2 或 GB/T 20257.3 的要求,需要补充时,应在技术设计书中明确。
- e) 调绘可采用纸质调绘底图或电子调绘;纸图可采用数字正射影像叠加符号化矢量数据回放或数字正射影像输出调绘底图,输出调绘底图的像元尺寸不大于相应比例尺图上 0.1 mm。
- f) 调绘时宜以标准图幅范围为调绘范围,应不产生漏洞。调绘范围线要求如下:
 - 1) 应对调绘底图所使用影像的有效覆盖度和现势性进行核实;
 - 2) 调绘影像之间保持至少 5% 的重叠度。
- g) 要素定位要基于影像位置,最大偏差不大于调绘底片上 0.3 mm 或数字正射影像的 3 个像元。
- h) 卫星影像成像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;影像获取后拆除的地物,应在影像上标记。
- i) 测区周边调绘应满幅,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。
- j) 调绘内容按 GB/T 13923 规定。要素属性调绘内容根据成图比例尺按 GB/T 20258.2 或 GB/T 20258.3 的规定,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,可采用记录在要素属性表中并在图面注记方式。
- k) 调绘成果使用的符号、文字及调绘成果的整饰根据成图比例尺分别参见 GB/T 20257.2 或 GB/T 20257.3,应统一、清楚、易读、实用,便于内业人员准确判读。具体要求在技术设计书中规定,必要时可采用图例说明。
- l) 图幅名称的确定要求如下:
 - 1) 图幅名称应选择图幅内最大居民地的名称,在没有居民地时可选注有特征意义的地理名称;
 - 2) 同一测区内,不得有相同的图名;
 - 3) 图幅内确无名称时,以图幅内最高高地的高程作为图名,困难时可只注图幅编号;
 - 4) 该图幅已有出版图,图名一般应与其一致。
- m) 军事设施和国家保密单位在地图上不表示。

11.4.2 先内后外

采用先内后外作业模式调绘时,应注意:

- a) 外业调绘前应对立体测图采集的数据进行检查,主要检查内业采集数据是否有遗漏或综合取舍是否合理。
- b) 外业调绘时主要工作内容包括:
 - 1) 对已有数据进行实地核查,对差、错、漏等进行修改,注意删除已拆除地物;
 - 2) 补调地物地貌要素的属性和注记;
 - 3) 补测立体测图无法或不能准确采集的要素,如新增地物、阴影区地物、隐蔽部位、地形复杂部位等。
- c) 具体调绘要求同 11.4.1。

11.5 野外补测

野外补测要求如下:

- a) 在地势平坦地区,立体测图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,具体测量方法由技术设计书确定。
- b) 由于云影阴影、洪水等影响无法立体测图或处理,卫星影像局部模糊、变形或坏线,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。补测地物、地貌的精度应满足相应比例尺成果规范精度要求,补测方法应在技术设计书中明确。

11.6 数据编辑

11.6.1 基本要求

数据编辑的基本要求如下:

- a) 数据编辑内容应涵盖依据立体测图成果、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;
- b) 先内后外作业模式时应依据调绘成果、野外补测成果,在立体模型下补测立体测图漏测的地物,采集新增地物,编辑被遮挡地物;
- c) 按照综合取舍原则进行数据编辑应不失真、主次有别、层次分明;
- d) 应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、几何图形问题等差错漏现象。

11.6.2 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合理正确。
- b) 实地连续的线状要素、面状要素应保持连续,不应间断,面状要素应合理闭合。
- c) 要素数据层与属性表应正确,属性表应符合 GB/T 20258.2 或 GB/T 20258.3 的规定。
- d) 要素拓扑关系应正确。
- e) 依据调绘成果和相关资料录入要素的属性值,属性值应正确合理。
- f) 相邻图幅应进行接边,接边的处理原则如下:
 - 1) 接边偏差在限差范围内,优先考虑要素的几何形状,接边点可在该范围内移动;

- 2) 同期作业,图幅内、图幅间及相邻模型间均应严密拼接;地物平面位置较差一般应不大于地物点平面位置中误差 2 倍,特殊情况下不大于 2.5 倍;等高线接边较差一般应不大于一个基本等高距;
 - 3) 接边处相互位置偏差大于限差,应分析原因,排除粗差后再处理;
 - 4) 相邻投影带间图幅跨带接边,应将邻带图幅换带投影到同一带内进行接边,接边后应将邻带图幅投影回原投影带;
 - 5) 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,应分析原因,确认新数据无误后,修改旧数据,并应在图历簿中说明;
 - 6) 成图比例尺不同的图幅接边,偏差不大于相应成图规定的中误差之和时,将小比例尺图幅放大到较大比例尺接边,较小比例尺图幅上所表示的要素应与较大比例尺图幅相应要素相接;
 - 7) 在同一测区内,一般本幅图负责与西、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) 各类要素的接边,应不改变其形状和相关位置,地貌接边应不产生变形;
 - 4) 同一要素图形接边后应保证属性的正确性。
- h) 地形要素未能完成接边时,应在图历簿中说明。
- i) 非标准字应明确汉语拼音,统一编码,并记录在图历簿中。
- j) 图廓整饰参照 GB/T 20257.2 或 GB/T 20257.3 的规定。

11.6.3 符号化数据编辑

符号化数据编辑原则如下:

- a) 非符号化数据符号化后不符合图式要求的部分进行编辑、调整、处理,各类要素的制图表达、符号和注记应符合 GB/T 20257.2 或 GB/T 20257.3 的规定,图面应清晰易读,符号、注记密度应配置合理;
- b) 符号冲突时,应突出表示主要要素符号,视具体情况可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处理方法,以不影响判读为原则;当主次符号颜色差异较大,能够清晰判读时,可以主要要素符号压盖次要要素符号,不做处理;
- c) 注记不应出现压盖现象,当密度较大,适当移动无法清楚表达时,可择要取舍;
- d) 注记与符号冲突,移动注记,尽量减少对符号压盖的影响程度;
- e) 注记与符号在图幅接边处应进行接边处理,保持符号位置的一致性和符号特征的连贯性;
- f) 图廓整饰应符合 GB/T 20257.2 或 GB/T 20257.3 的规定。

12 相关文件制作

12.1 制作各成果的元数据,填写图历簿。元数据的填写应符合 CH/T 1007 的规定。图历簿内容包括图幅数字产品概况、资料利用情况、采集过程中主要工序的完成情况、出现的问题、处理方法、过程质量检查、产品质量评价等。元数据、图历簿内容应完整正确。

12.2 按 CH/T 1001 要求编写技术总结。

13 质量控制

13.1 基本要求

13.1.1 每完成一道工序应及时自查,自查后可分工序、有重点地进行互检。

13.1.2 成果应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,不应省略或代替。

13.1.3 数字表面模型、数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图成果的位置精度可利用空中三角测量成果中的备查点或已有高精度成果进行检测。

13.1.4 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位置精度。根据需要按比例抽取外业调绘成果,实地检验和对照,检查外业调绘精度和质量。

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、具有现势性;
- b) 资料分析和整合是否全面、准确,符合技术要求;
- c) 技术设计是否科学、合理、适用。

13.2.2 卫星影像预处理

卫星影像预处理质量控制的主要内容:

- a) 处理后的影像数据像素是否增加或减少;
- b) 阴影、云影处的地物细部特征是否明显,立体视觉是否清晰;
- c) 立体像对同名点的灰度是否相近,特征边缘灰度变化是否自然、协调;
- d) 影像的整体灰度是否适中,色调是否基本一致,且纹理清晰,层次丰富;
- e) 影像格式是否符合要求。

13.2.3 立体模型恢复

立体模型恢复质量控制的主要内容:

- a) 模型精度是否符合技术要求;
- b) 影像范围是否合理;
- c) 立体是否清晰,是否存在视差。

13.2.4 数字表面模型生产

数字表面模型生产质量控制的主要内容:

- a) 水域线面及推测区采集的完整性和合理性检查;
- b) 坐标系、投影参数、格网尺寸、起止点坐标等是否符合要求;
- c) 检查高程中误差是否符合技术要求;
- d) DSM 地形表达形态是否存在异常,格网高程值是否存在粗差;
- e) 接边精度是否符合技术要求;
- f) 元数据、图历簿及相关文件资料内容的正确性和完整性检查。

13.2.5 数字高程模型生产

数字高程模型生产质量控制的主要内容：

- a) 特征点线和水域线面及推测区采集的完整性和合理性检查；
- b) 检查高程是否异常,可利用立体测图采集的等高线数据与 DEM 内插等高线进行套合检查；
- c) 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；
- d) 检查高程中误差是否符合技术要求；
- e) DEM 地形表达形态是否存在异常,格网高程值是否存在粗差；
- f) 接边精度是否符合技术要求；
- g) 元数据、图历簿及相关文件资料内容的正确性和完整性检查。

13.2.6 数字正射影像图生产

数字正射影像图生产质量控制的主要内容：

- a) DLG 与 DOM 套合精度是否符合要求；
- b) 检查镶嵌是否合理,接边差是否符合技术要求；
- c) 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；
- d) 检查平面位置中误差是否符合技术要求；
- e) 检查影像是否存在模糊、错位、扭曲、重影、变形、拉花等问题；
- f) 检查影像是否清晰,色调(色彩)是否均衡一致,无明显的拼接痕迹；
- g) 元数据、图历簿及相关文件资料内容的正确性和完整性检查。

13.2.7 数字线划图生产

数字线划图生产质量控制的主要内容：

- a) 检查立体测图成果是否符合要求；
- b) 数字线划图、数字正射影像叠合检查是否符合要求；
- c) 等高线、高程注记点与数字高程模型成果高程一致性检查；
- d) 检查外业调绘成果、野外补测成果是否符合技术要求；
- e) 检查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) 检查数字线划图成果的平面位置中误差、高程中误差是否符合技术要求；
- g) 元数据、图历簿及相关文件资料内容的正确性和完整性检查。

13.3 成果质量检查与验收

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。

数字表面模型、数字高程模型、数字正射影像图、数字线划图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 成果整理与汇交

通过验收的成果按以下内容逐项登记整理、汇交：

- a) 成果清单；
- b) 成果数据(DSM、DEM、DOM、DLG)及相关文件(元数据、图历簿等)；

- c) 外业调绘成果；
- d) 野外补测数据；
- e) 资料和成果接合表；
- f) 技术设计书；
- g) 技术总结；
- h) 检查报告与验收报告；
- i) 其他相关资料。

成果汇交的目录和文件组织由技术设计书规定。

参 考 文 献

- [1] GB/T 12340—2008 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 地形图航空摄影测量内业规范
- [2] GB/T 12341—2008 1 : 25 000 1 : 50 000 1 : 100 000 地形图航空摄影测量外业规范
- [3] GB/T 13977—2012 1 : 5 000 1 : 10 000 地形图航空摄影测量外业规范
- [4] GB/T 13990—2012 1 : 5 000 1 : 10 000 地形图航空摄影测量内业规范
- [5] GB/T 23236—2009 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
- [6] CH/T 3006—2011 数字航空摄影测量 控制测量规范
- [7] CH/T 3007.1—2011 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
- [8] CH/T 3007.2—2011 数字航空摄影测量 测图规范 第2部分:1 : 5 000 1 : 10 000
数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图
- [9] CH/T 3007.3—2011 数字航空摄影测量 测图规范 第3部分:1 : 25 000 1 : 50 000
1 : 100 000数字高程模型 数字正射影像图 数字线划图
- [10] CH/T 3009—2012 1 : 50 000 地形图合成孔径雷达航天摄影测量技术规定
- [11] CH/T 3013—2014 数字表面模型 航天摄影测量生产技术规程
-