

CH

中华人民共和国测绘行业标准

CH/T XXXXX—XXXX

全球地理信息资源
星载合成孔径雷达测图生产技术规范

Global geographic information resources-
Specifications for mapping production based on satellite borne synthetic aperture
radar

(报批稿)

(本草案完成时间: 2024 年 2 月 18 日)

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	I
1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	2
4 成果规格	3
5 作业流程	3
6 准备工作	3
6.1 资料准备	3
6.2 资料分析	4
7 技术设计	4
8 DSM 生产	4
8.1 DSM 生产技术流程	4
8.2 初始 DSM 生成	5
8.3 粗差剔除	5
8.4 空洞插补	5
8.5 DSM 融合	5
8.6 镶嵌处理	6
8.7 DSM 编辑	6
8.8 分幅接边	6
8.9 元数据制作	6
8.10 过程质量控制	6
9 DOM 生产	7
9.1 DOM 生产技术流程	7
9.2 正射纠正	7
9.3 匀色处理	7
9.4 影像镶嵌	7
9.5 分幅裁切	8
9.6 图幅接边	8
9.7 元数据制作	8
9.8 过程质量控制	8
10 DEM 生产	8
10.1 DEM 生产技术流程	8
10.2 滤波编辑	9
10.3 图幅接边	9
10.4 元数据制作	10
10.5 过程质量控制	10
11 核心矢量要素生产	10

11.1 基本要求	10
11.2 特殊要求	10
12 检查验收	10
13 成果整理与包装	10
13.1 成果整理	10
13.2 成果包装	11
参考文献	12

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：国家基础地理信息中心、黑龙江地理信息工程院、自然资源部第三航测遥感院、自然资源部第一航测遥感院、自然资源部重庆测绘院、自然资源部第四航测遥感院、中国测绘科学研究院、西南交通大学。

本文件主要起草人：陈利军、张宏伟、田海波、林尚纬、杜晓、阳俊、周琦、万咏涛、张俊辉、雷宇宙、蔡栋、于晓歆、冯晓敏、杨书成、丁雨淋

全球地理信息资源 星载合成孔径雷达测图生产技术规范

1 范围

本文件规定了采用星载合成孔径雷达（SAR）数据测图的成果规格、作业流程、准备工作、技术设计、数字表面模型（DSM）生产、数字高程模型（DEM）生产、数字正射影像（DOM）生产、核心矢量要素生产、质量控制、成果整理等。

本文件适用于全球地理信息资源 DSM、DEM、DOM 和核心矢量要素产品生产。

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。

- CH/T 1004 测绘技术设计规定
- CH/T 9032-2022 全球地理信息资源 数据产品规范
- CH/T 9033-2022 全球地理信息资源 数字表面模型生产技术规范
- CH/T 9034-2022 全球地理信息资源 数字正射影像生产技术规范
- CH/T 9041 全球地理信息资源 核心矢量要素生产技术规范
- CH/T 9042 全球地理信息资源 数据产品质量检验技术规程
- CH/T ××××-×××× 全球地理信息资源 数字高程模型生产技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

核心矢量要素 core digital line graphic

在以点、线、面形式表达地理信息要素的矢量数据中，根据需求、重要性和可操作性选取的交通、水系、政区等地理要素。

[来源：CH/T 9041-2023 全球地理信息资源 核心矢量要素生产技术规范，3.1]

3.2

星载 SAR 测图 mapping based on satellite borne SAR

利用星载合成孔径雷达数据获取地图而进行的测制过程。

3.3

干涉测量 interferometric measurement

对合成孔径雷达在不同空间位置获取同一地区单次或多次观测数据或搭载两幅天线的合成孔径雷达单次获取同一地区观测数据，对两次或多次相位差等信息进行分析处理，获取三维地形信息的技术。

[来源：CH/T 6006-2018，3.1.3]

4 成果规格

本文件数据成果由全球地理信息资源 DSM、DEM、DOM、核心矢量要素构成，其数据产品规格应符合 CH/T 9032-2022 的要求。

5 作业流程

收集并分析 SAR 卫星数据和相关资料，通过技术设计确定技术路线，经过干涉处理或立体匹配后生成初始 DSM 数据，在此基础上开展滤波处理、要素编辑、正射纠正、非地面特征处理、核心矢量要素采编、镶嵌裁切、图幅接边、元数据制作等生产工作，经过过程质量控制和成果验收，整理数据成果并包装提交，最后形成全球地理信息资源 DSM、DEM、DOM 和核心矢量要素等测图成果。
生产作业流程见图 1。

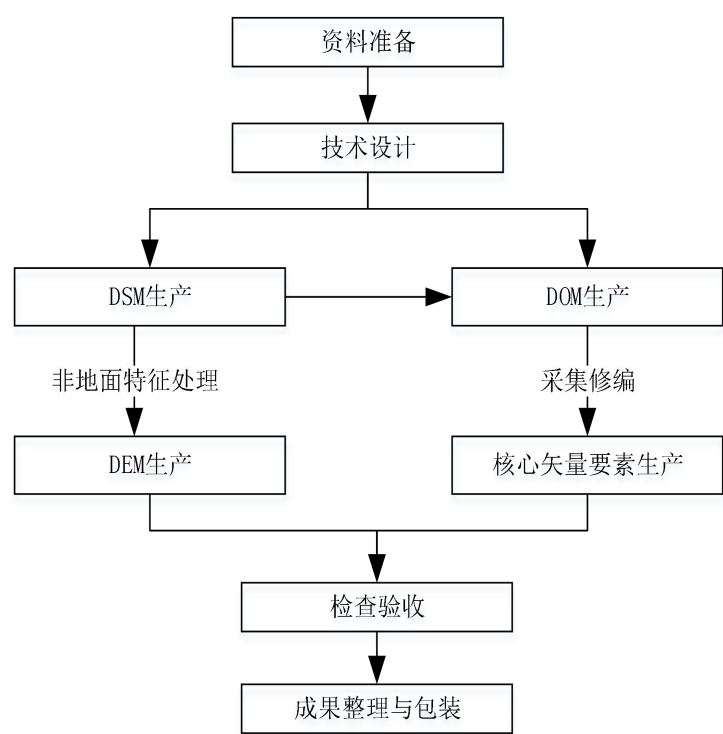


图 1 星载 SAR 测图生产作业流程

6 准备工作

6.1 资料准备

6.1.1 SAR 卫星数据

收集可用于生产 DSM、DEM、DOM 和核心矢量要素等产品且具有干涉处理或立体测图能力的 SAR 卫星数据，并满足如下要求：

- a) 空间基线平原丘陵地区宜在 50m~800m，山地、高山区域宜在 50m~500m；
- b) 时间基线尽量短，应避免大气变化、植被、降水、自然灾害等导致无法进行干涉处理；
- c) 干涉测量的测高灵敏且相干性强，相位条纹解缠结果可靠；
- d) 模糊高宜在 35m~55m 之间；

e) 现势性强。

6.1.2 控制资料

应收集以下控制资料：

- a) 已有的满足精度要求的控制点资料；
- b) 更大比例尺正射影像图和地形图；
- c) 其他可用于精度检核的资料。

6.1.3 众源地理信息数据

多途径获取的各类地图、影像、交通、水系、政区等数据，其数据应包含要素的位置、属性、类别和空间关系，要求时相最新，质量良好。

6.1.4 其他资料

测区及周边相关比例尺的基础地理信息数据：

- a) DSM、DEM、DOM 及相关成果；
- b) 可用于地物要素补充采集或编辑整理的资料。

6.2 资料分析

对所收集的资料应进行以下整理和分析：

- a) 根据测区 SAR 卫星数据的空间范围及时间范围参数等信息，通过数据筛查获取符合生产要求的数据；
- b) 检查 SAR 卫星数据是否具备干涉处理或立体测图的条件，确定具体的生产技术路线；
- c) 检查测区测图用 SAR 卫星数据的空间基线和时间基线；
- d) 检查测图用强度影像的斑点噪声、模糊度、回波缺失等质量问题；
- e) 查明控制资料的来源、作业依据、成果精度、成图质量等，确定其使用价值和使用方法；
- f) 查看测区及周边的各类参考资料是否有可用信息等。

7 技术设计

技术设计应满足以下要求：

- a) 应根据项目总体要求、资料分析结果等编写设计书；
- b) 技术设计应满足本文件规定的各项技术要求，设计变更或特殊情况不能达到时，应明确说明原因及处理措施，并通过项目委托单位的审核批准；
- c) 技术设计的编写要求及主要内容应符合 CH/T 1004 的规定。

8 DSM 生产

8.1 DSM 生产技术流程

利用单视复数据对、立体 SAR 像对和参考 DSM/DEM 资料，通过干涉处理或立体匹配生成初始 DSM，经粗差剔除、空洞插补、DSM 融合、镶嵌分幅、滤波编辑、图幅接边和元数据制作等，再经质量检查后得到最终 DSM 成果。

DSM 生产作业流程见图 2。

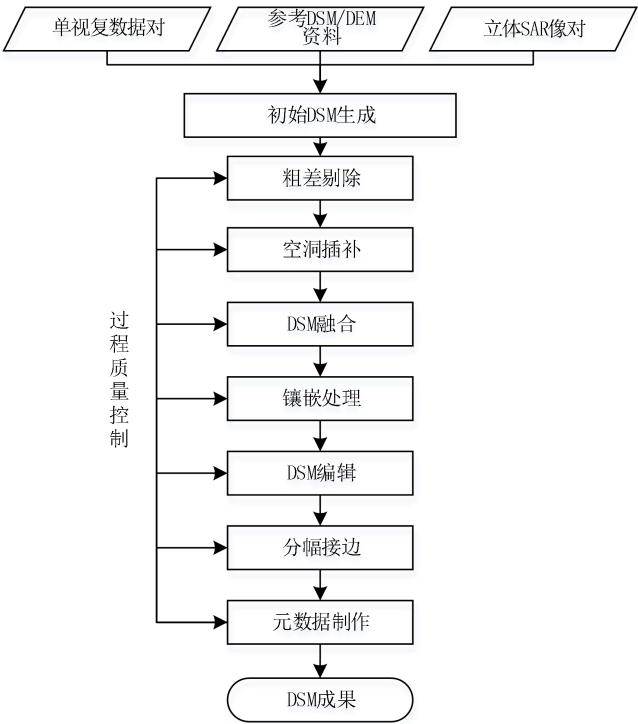


图 2 DSM 生产作业流程

8.2 初始 DSM 生成

初始DSM可采用以下两种方式，即基于单视复数据对的干涉处理方式和基于升降轨立体SAR影像或同侧立体SAR影像对数据的立体匹配方式自动生成初始DSM。

a) 干涉处理

通过主、辅影像配准、干涉图生成、干涉去平、干涉滤波、单基线或多基线相位解缠、相高转换和地理编码等干涉处理过程生成初始 DSM。干涉处理要求如下：

- 单视复数据对主、辅影像配准精度应优于 0.1 个像素；
- 单视复数据对有效干涉像素的相干性不小于 0.3。

b) 立体匹配

利用满足立体交会要求的 SAR 影像对（升降轨立体 SAR 影像或同侧立体 SAR 影像对），通过立体交会高精度控制点以及密集匹配，生成符合要求的立体交会 DSM 与高精度控制点数据。SAR 影像对配准应优于 1 个像素。

8.3 粗差别除

单像素高程明显高于或低于周围相邻的 8 个像素点 20m 及以上的高程异常点应进行平滑滤除。局部噪声应进行平滑处理。

8.4 空洞插补

由阴影、叠掩及其它原因造成的干涉错误形成的空洞区域，对于不超过 10 像素的空洞区域，采用局部内插、拟合、平滑等编辑进行直接处理；对于大于 10 像素的空洞区域，采用同等或优于本数据产品精度的相关参考 DSM/DEM 资料进行插补。

8.5 DSM 融合

利用多源、多期的干涉 DSM、立体 DSM 和其他来源的 DSM 等，对大于 10 个像素的空值区与有值区进行平差和定权融合处理，生成符合后处理要求的融合 DSM。

8.6 镶嵌处理

对满足 CH/T 9033-2022 中规定的接边要求的 DSM 进行数据拼接，数据镶嵌处要保持地物、地形过渡自然，无明显拼接痕迹。

8.7 DSM 编辑

DSM 编辑应符合以下要求：

- a) 对因影像质量或 DSM 生成过程中产生的错误地形进行交互式编辑，编辑后的区域应与实际地形地貌特征保持一致，保证重要地形特征不丢失；
- b) 水域编辑应符合 CH/T 9033-2022 中 9.2.4 节的要求；
- c) 对于海岸线附近因内插造成的非正常区域，应进行编辑操作，编辑后的区域应与海岸线地形特征保持一致；
- d) 对于面积大于 5000m² 的岛屿区域，应正确表示其地形，且与周边海域过渡自然；
- e) 针对山脊或山谷等区域，若宽度大于 100m，经编辑后 DSM 应保持实际山脊、山谷等地形特征；若宽度小于 100m，按破碎微地貌处理，但应体现整体起伏的地形形态特征；
- f) 对于 DSM 中构（建）筑物和植被的凹陷问题，对于面积 ≥ 10000m² 的构（建）筑物宜内插至地面高程，对于面积 ≥ 10000m² 的植被区域可内插至地面高程或者采用参考 DEM 进行替补，保证与周围地形合理；
- g) 不能完全获取表面模型的特殊地物（单体构筑物，如构（建）筑物、散热塔、宝塔；网状外形的地物，如索道、铁丝网、电线塔；横截面积小的杆状地物，如路灯、电杆）不做处理；
- h) 局部运动的地物（如船舶、飞机等）不包含在 DEM 成果中，应人工删除；
- i) 对于测区边缘（测区外）不满幅的情况，可利用同等或优于本产品质量的同类数据进行补充至满幅。

8.8 分幅接边

分幅接边应符合以下要求：

- a) 根据 CH/T 9032-2022 中 5.1 节规定的格网大小和数据裁切范围要求进行分幅裁切；
- b) 接边重叠带内同名格网点的高程差不应大于 2 倍高程中误差；超过高程限差的同名格网点，应调整参数重新进行干涉处理或立体匹配，保证数据接边合理、过渡平滑自然；
- c) DSM 数据接边后应连续、不错位，相邻图幅重叠范围内同一格网点的高程值应一致；
- d) 换带接边图幅的接边限差应符合 CH/T 9032-2022 中 5.1.3 节的要求。

8.9 元数据制作

DSM 元数据制作应符合 CH/T 9033-2022 中 9.5 节的要求。

8.10 过程质量控制

根据相应的检查内容进行质量检查，若检查不合格则返回上一工序，检查合格最终形成 DSM 成果。DSM 生产质量控制的主要内容为：

- a) 各类参数（坐标系统、投影参数、格网尺寸、起始点坐标等）是否符合要求；
- b) DSM 地形地貌特征是否符合实际情况；
- c) 检查飞点/跳点、空洞、噪声等处理的合理性和地形特征的完整性；
- d) 检查多源 DSM 融合（多基线、升降轨融合及参考 DSM 插补）区域的处理是否符合 CH/T 9033-2022 中 9.2 节的技术要求；
- e) 检查编辑区域高程赋值的合理性和地形特征的完整性；
- f) 检查高程中误差是否符合 CH/T 9032-2022 中 5.1.3 节的技术要求；
- g) 检查图幅接边处同名格网点高程较差是否符合 CH/T 9033-2022 中 9.3 节的技术要求；

- h) 格网高程值是否存在粗差，同名格网点高程值是否符合 CH/T 9033-2022 中 9.3 节的技术要求；
- i) 文件命名、数据格式、数据组织是否符合 CH/T 9032-2022 中 5.1 节的要求。

9 DOM 生产

9.1 DOM 生产技术流程

使用 DSM 成果数据对升轨或降轨 SAR 主影像分别进行正射纠正，并经匀光、镶嵌裁切、图幅接边、元数据制作、质量检查后得到 DOM 数据成果。DOM 生产作业流程见图 3。

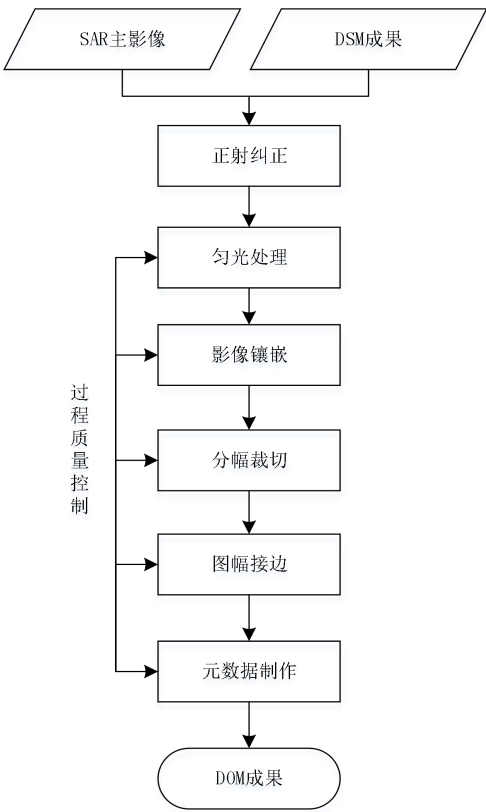


图 3 DOM 生产作业流程

9.2 正射纠正

利用生成的 DSM 或参考高程数据，对升轨和降轨数据的 SAR 主影像分别进行正射纠正。纠正时按整景纠正，纠正过程中不应对影像的灰度和反差进行拉伸。原始主影像为复数格式，纠正后输出灰度影像。纠正后的正射影像有效数据范围内应没有漏洞。

9.3 匀光处理

采用直方图均衡化和直方图匹配方法，用非线性对比拉伸重新分配像素值，使图像的整体色调保持一致。处理后的整景正射影像数据为灰度图像单波段 8 位，即影像的灰度值在 0~255 之间。

9.4 影像镶嵌

拼接的 DOM 接边差应符合 CH/T 9034-2022 中 5.2.4.2 节的要求，且满足以下要求：

- a) 镶嵌时应保证影像整体对比度、色差等无异常、无纹理损失；
- b) 镶嵌处应保持地物、地形过渡自然，无明显拼接痕迹，无重影和发虚现象；

- c) 地物应合理接边，如镶嵌区内有人工地物时，应尽量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；
- d) 对升轨和降轨数据分别进行镶嵌，对于局部重叠区域，应当尽量选择质量较好、无山体拉花的部分进行镶嵌。

9.5 分幅裁切

根据 CH/T 9032-2022 中 5.3 节规定的像素大小的要求和数据裁切范围要求进行分幅裁切。

9.6 图幅接边

分幅 DOM 应进行接边处理，使同数据源同向轨相邻正射影像重叠区域内的纹理、色调基本一致。换带接边图幅的接边限差应符合 CH/T 9032-2022 中 5.3.4 节的要求。

9.7 元数据制作

DOM 元数据制作应符合 CH/T 9034-2022 中 10.6 节的要求。

9.8 过程质量控制

根据相应的检查内容进行质量检查，若检查不合格则返回上一工序，检查合格最终形成 DOM 成果。DOM 生产质量控制的主要内容为：

- a) 各类参数（坐标系统、投影参数、格网尺寸、起始点坐标等）是否符合要求；
- b) 影像应无大面积噪声，无因 DSM 精度和现势性原因造成的数据丢失、地物明显扭曲、变形现象；
- c) 影像接边处过渡自然，地物合理接边，人工地物完整，无重影和发虚现象；
- d) 影像应纹理清晰、反差适中，分幅影像之间灰度要均衡，尽量自然过渡；
- e) 文件命名、数据格式、数据组织是否符合 CH/T 9032-2022 中 5.3 节的要求。

10 DEM 生产

10.1 DEM 生产技术流程

基于 DSM、DOM、干涉系数文件以及其他相关资料，对构（建）筑物、植被等非地面区域进行 DEM 滤波编辑，将非地面特征物的地表高程降至地面高程，经接边处理、元数据制作和检查验收，最后生成 DEM 成果。DEM 生产作业流程见图 4。

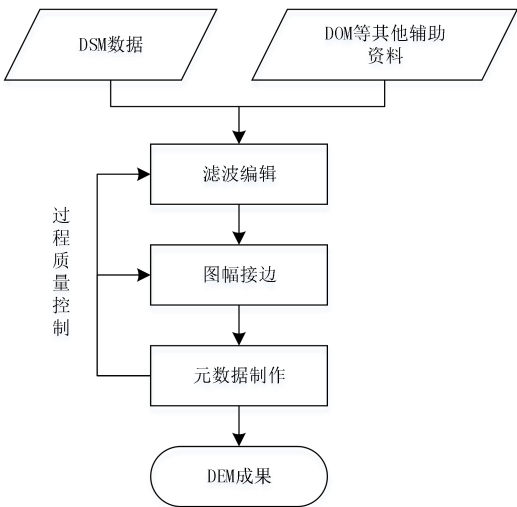


图 4 DEM 生产作业流程

10.2 滤波编辑

10.2.1 总体要求

滤波编辑的总体要求如下：

- a) DEM 生产无需降高处理的区域，若 DSM 数据满足 DEM 数据的精度要求且符合实际地形特征，可无需处理，即 DEM 与 DSM 保持一致；若该区域参与了 DSM 滤波处理，应保证处理后的 DEM 数据符合实际的地形特征，且与 DSM 协调一致；
- b) DEM 生产需要降高处理的区域，经降高处理后 DEM 数据应满足精度要求且符合实际地形特征；
- c) 无 DSM 数据的漏洞区，不生产 DEM 数据，且在专业技术总结中说明；
- d) 采集漏洞范围矢量边界，且在专业技术总结中说明。

10.2.2 构（建）建筑物区

通过编辑处理，将高程值从构（建）建筑物表面降至地面高程。具体要求如下：

- a) 在 DSM 上特征明显的构（建）建筑物特征区域，应按照精度要求和实际地形特征进行 DEM 编辑处理，将构（建）建筑物非地面高程降至地面高程；
- b) 对于 DSM 数据生产时未匹配至构（建）建筑物顶部的情况，不必按照实际的构（建）建筑物高度进行降高处理；
- c) 对于大型、密集分布的构（建）建筑物区（如大型楼宇、工厂厂房、体育文化设施等），可采用滤波处理方式生成 DEM，经处理的 DEM 数据应符合实际地形特征且满足精度要求；
- d) 对于低矮、零星分布的构（建）建筑物区，若在 DSM 上特征不明显，可通过以下方式进行编辑：——通过整体滤波处理，经处理后的 DEM 数据应符合实际地形特征，且应与 DSM 协调相互关系；——如 DSM 数据符合 DEM 实际地形特征，可不做滤波编辑；
- e) 对于由于解缠错误造成的构（建）建筑物凹陷区域，面积 $\geq 10000\text{m}^2$ 的，宜内插至地面高程，与周边高程处理自然，并与 DSM 保持一致性；
- f) 桥梁的高程值应降至桥下的水面或地面高程：——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；——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。

10.2.3 林地

通过编辑处理，将林地冠层高程降至地面高程。具体要求如下：

- a) 在 DSM 上特征明显的林地，可通过 DSM、相干系数文件等辅助资料确定林地高度的，应按照精度要求和实际地形特征进行 DEM 编辑处理，将林地冠层高程降至地面高程；
- b) 对于 DSM 数据生产时未达到林冠顶部的情况，应按实际情况降至地面高程；
- c) 对于山地大面积密集森林区域，无法通过相关辅助资料判断其树冠高度的，根据林地边缘与地面高程差值对树高进行估算，将林地冠层降高，经处理的 DEM 数据应保持实际山脊、山谷等地形特征，与 DSM 协调一致且满足精度要求；
- d) 对于低矮、稀疏或在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，经处理的 DEM 数据应符合实际地形特征，且与 DSM 协调一致。

10.2.4 水域

若 DSM 数据制作过程已进行水域编辑，可不再重复处理；若水域部分参与了 DEM 滤波处理，该部分 DEM 与 DSM 应保持一致。

10.2.5 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。

10.3 图幅接边

同一投影带内相邻 DEM 应接边，接边后数据应连续，接边的 DEM 格网不应出现错位现象，相邻图幅重叠范围内同一格网点的高程应一致。换带接边图幅的接边限差应符合 CH/T 9032-2022 中 5.2.3 节的

要求。

10.4 元数据制作

DEM元数据制作应符合CH/T ××××-×××× 全球地理信息资源 数字高程模型生产技术规范中8.6节的要求。

10.5 过程质量控制

根据相应的检查内容进行质量检查，若检查不合格返回上一步工序，检查合格最终形成DEM成果。DEM生产质量控制的主要内容为：

- a) 各类参数（坐标系统、投影参数、格网尺寸、起始点坐标等）是否符合要求；
- b) DEM接边、镶嵌和裁切是否符合要求；
- c) DEM编辑区域（林地、构（建）筑物、水域等）高程赋值的合理性和地形特征的完整性；
- d) 检查高程中误差是否符合CH/T 9032-2022中5.2.3节的技术要求；
- e) 格网高程值是否存在粗差，同名格网点高程值是否符合CH/T 9032-2022中5.2.3节的技术要求；
- f) 文件命名、数据格式、数据组织是否符合CH/T 9032-2022中5.2节的要求。

11 核心矢量要素生产

11.1 基本要求

核心矢量要素生产过程应符合CH/T 9041的要求。

11.2 特殊要求

整合SAR影像生产的DOM和众源地理信息数据的采集编辑技术要求如下：

- a) 交通要素采集应保证三级及以上道路网连通，参照DOM进行修编和补采，几何精度应在精度要求范围内；
- b) 水系要素若被影像的叠掩、阴影、拉花等特征区域遮挡，范围较小的可顺势采集；范围较大的应辅以其他参考资料进行补充修正。

12 检查验收

成果质量检查验收与质量评定应符合CH/T 9042的有关规定。

13 成果整理与包装

13.1 成果整理

对数据成果及有关文档资料进行整理，按以下内容逐项登记，形成成果清单，检查无误后正式提交，成果提交的目录和文件组织由技术设计书规定。

- a) 数据文件，包括数据、地图配图文件和元数据；
- b) 文档资料，包括以下内容：
 - 1) 成果清单；
 - 2) 分幅结合表；
 - 3) 技术设计书；
 - 4) 技术总结；
 - 5) 检查报告与验收报告；
 - 6) 其他相关资料。

13.2 成果包装

数据成果应以硬盘为存储介质，也可使用光盘或磁带等。外包装上应包括成果标记、生产单位、分发单位等内容。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2659.1-2022 世界各国和地区及其行政区划名称代码 第1部分：国家和地区代码
 - [2] GB/T 13989-2012 国家基本比例尺地形图分幅和编号
 - [3] GB/T 17694-2009 地理信息 术语
 - [4] CH/T 1001-2005 测绘技术总结编写规定
 - [5] CH/T 1007-2001 基础地理信息数字产品元数据
 - [6] CH/T 1049-2021 合成孔径雷达(SAR)卫星遥感原始数据质量检验技术规程
 - [7] 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
 - [8] CH/T 3011-2012 1:5 000 地形图合成孔径雷达航空摄影测量技术规定
 - [9] CH/T 3013-2014 数字表面模型 航天摄影测量生产技术规程
 - [10] CH/T 3016-2015 1:5 000、1:10 000 地形图合成孔径雷达航空摄影测量技术规定
 - [11] CH/T 6006-2018 时间序列 InSAR 地表形变监测数据处理规范
 - [12] CH/T 9009.3-2010 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
 - [13] CH/T 9023-2014 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
-