



中华人民共和国测绘行业标准

CH/T 1015.2—2007

基础地理信息数字产品

1:10 000 1:50 000 生产技术规范

第2部分: 数字高程模型(DEM)

Technical rules for producing digital products of

1:10 000 1:50 000 fundamental geographic information

Part 2: Digital elevation models

2007-05-21 发布

2007-07-01 实施

国家测绘局 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	1
3.1 产品模式及技术指标	1
3.2 生产技术方法	1
3.3 生产设备要求	1
4 航空摄影测量法	2
4.1 技术准备	2
4.2 作业流程	2
4.3 技术要求	2
4.4 作业方法	3
4.5 质量控制	4
5 地形图扫描矢量化法	5
5.1 技术准备	5
5.2 作业流程	5
5.3 技术要求	6
5.4 作业方法	6
5.5 质量控制	8
6 产品检验	8
7 成果上交	8
7.1 成果整理	8
7.2 成果包装	9

前 言

CH/T 1015—2007《基础地理信息数字产品 1:10 000 1:50 000 生产技术规程》分为 4 个部分:

- 第 1 部分:数字线划图(DLG);
- 第 2 部分:数字高程模型(DEM);
- 第 3 部分:数字正射影像图(DOM);
- 第 4 部分:数字栅格地图(DRG)。

本部分为 CH/T 1015—2007 的第 2 部分。

本标准由国家测绘局提出并归口。

本标准起草单位:国家测绘局测绘标准化研究所、国家测绘局第二地形测量队。

本标准主要起草人:周一、马聪丽、李建利、邓国庆、刘小强、赵文普、王永红。

基础地理信息数字产品

1 : 10 000 1 : 50 000 生产技术规范

第 2 部分: 数字高程模型(DEM)

1 范围

CH/T 1015 的本部分规定了 1 : 10 000、1 : 50 000 数字高程模型(以下简称为 DEM)的数据采集技术、生产作业流程、作业方法及其质量控制要求。

本部分适用于 1 : 10 000、1 : 50 000 数字高程模型的数据采集、更新与建库,其他以数字高程模型为对象的产品制作与应用亦可按照本部分有关内容执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 17798 地球空间数据交换格式

GB/T 18316 数字测绘产品检查验收规定和质量评定

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 1008 基础地理信息数字产品 1 : 10 000 1 : 50 000 数字高程模型

CH/T 1010 基础地理信息数字产品 1 : 10 000 1 : 50 000 数字栅格地图

CH/T 1015.1—2007 基础地理信息数字产品 1 : 10 000 1 : 50 000 生产技术规范 第 1 部分: 数字线划图(DLG)

CH/T 1015.4—2007 基础地理信息数字产品 1 : 10 000 1 : 50 000 生产技术规范 第 4 部分: 数字栅格地图(DRG)

3 总则

3.1 产品模式及技术指标

1 : 10 000、1 : 50 000 数字高程模型(DEM)的产品模式、规格、技术指标及质量要求按 CH/T 1008 规定执行。

3.2 生产技术方法

1 : 10 000、1 : 50 000 数字高程模型(DEM)的生产主要采用航空摄影测量法、地形图扫描矢量化法。

在满足成图精度前提下,可采用本规程未列入的新技术和新方法,但应经过实践验证并提供试验报告,在技术设计中作出明确规定。

3.3 生产设备要求

内业使用的各种仪器设备(包括硬件、软件),应按规定要求进行检验或精度测试,符合要求后方可使用。

4 航空摄影测量法

4.1 技术准备

4.1.1 测区踏勘

对缺乏了解的测区应进行实地踏勘,编写踏勘报告。踏勘报告的编写要求及主要内容应按CH/T 1004规定执行。

4.1.2 资料收集与分析

除了不需要收集调绘成果外,其他技术准备工作按照CH/T 1015.1—2007的4.1.2与4.1.3条执行。

4.1.3 技术设计

根据项目总体要求及踏勘报告,拟订技术路线与技术方法,编写项目设计书;根据项目设计书所确定的技术方案进行航空摄影测量专业设计。项目设计书与专业设计书的编写要求及主要内容按CH/T 1004规定执行。

4.2 作业流程

DEM数据采集作业流程见图1。图中上部虚框部分的内容见CH/T 1015.1中4.2条规定,左下虚框部分根据需要可用于生成DLG中的等高线。

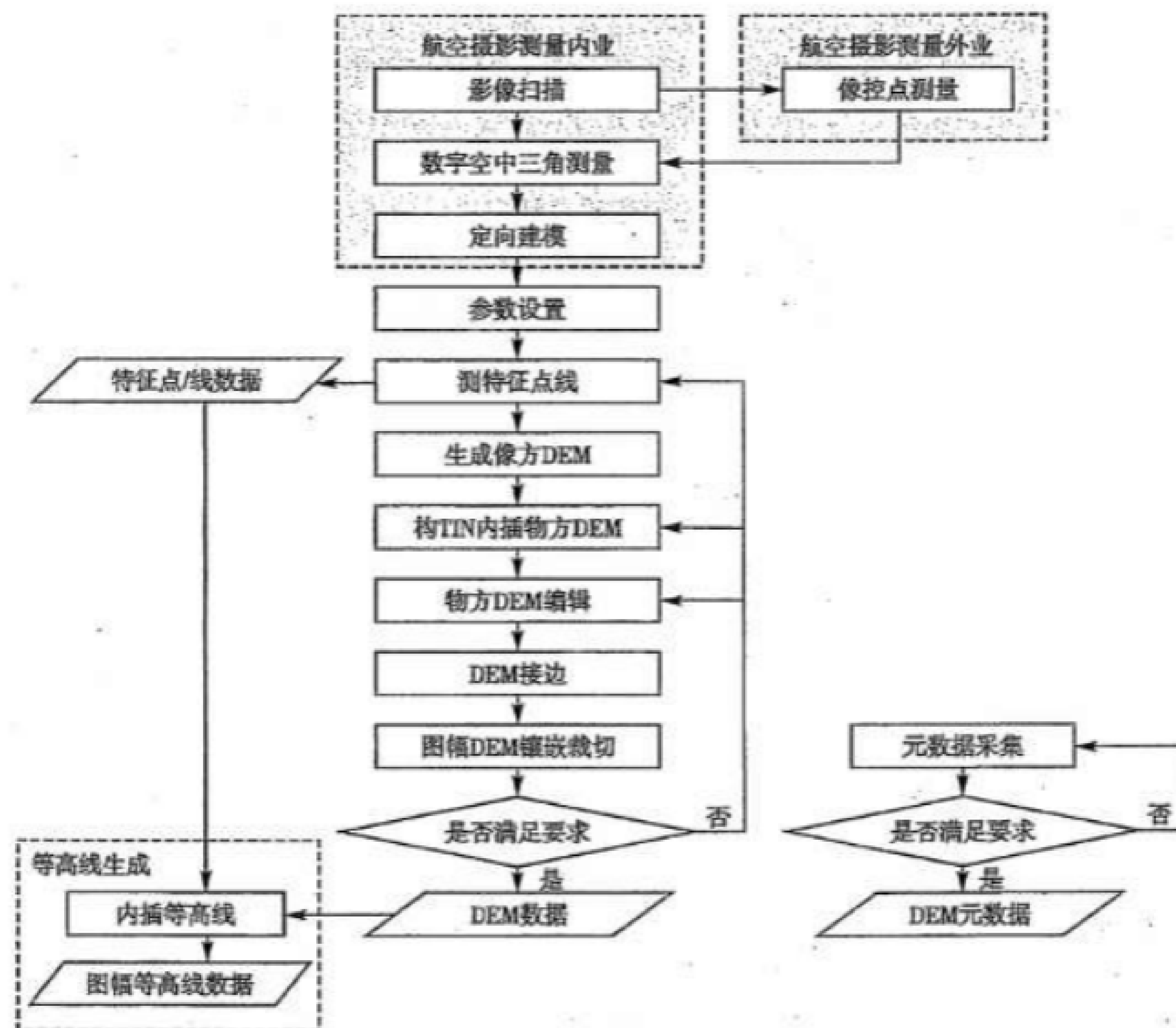


图1 DEM数据采集作业流程

4.3 技术要求

4.3.1 航空摄影测量外业技术要求

航空摄影测量外业像控点测量的技术要求按CH/T 1015.1—2007的4.3.1.1与4.3.1.2条执行。

4.3.2 航空摄影测量内业技术要求

航空摄影测量内业涉及影像扫描、数字空中三角测量、定向建模、DEM数据采集等工序,技术要求为:

- a) 影像扫描的技术要求按 CH/T 1015.1—2007 的 4.3.2.1 条执行;
- b) 数字空中三角测量的技术要求按 CH/T 1015.1—2007 的 4.3.2.2 条执行;
- c) 定向建模的技术要求按 CH/T 1015.1—2007 的 4.3.2.3 条执行;
- d) DEM 数据采集的技术要求如下:
 - 1) 重建立体模型,像控点高程残差应控制在 CH/T 1015.1—2007 中表 3 允许的范围值内;
 - 2) 物方 DEM 格网点高程应贴近影像立体模型地表,最大不超过 2 倍高程中误差;
 - 3) 相邻单模型 DEM 之间接边,至少要有 2 个格网的重叠带,DEM 同名格网点的高程较差不大于 2 倍 DEM 高程中误差;
 - 4) DEM 格网点高程中误差应满足 CH/T 1008 规定要求。

4.4 作业方法

4.4.1 航空摄影测量外业法

像控点测量的作业方法按 CH/T 1015.1—2007 的 4.4.1.1 条执行。

4.4.2 航空摄影测量内业法

4.4.2.1 影像扫描

影像扫描的作业方法按 CH/T 1015.1—2007 的 4.4.2.1 条执行。

4.4.2.2 数字空中三角测量

数字空中三角测量的作业方法按 CH/T 1015.1—2007 的 4.4.2.2 条执行。

4.4.2.3 定向建模

定向建模的作业方法按 CH/T 1015.1—2007 的 4.4.2.3 条执行。

4.4.2.4 DEM 数据采集

DEM 数据采集按下列方法进行:

a) 参数设置

设置立体测图状态下所用的各种参数。

b) 特征点线量测

采用放大观测,测标精确切准地面,对特征点或特征线进行三维坐标量测。除地形特征线外,还需要量测以下与高程有关的要素:

1) 水岸线

对于静止水面,精确量测水位高程并按此高程采集水岸线,整个水域范围按此高程构建平三角形,并按此高程对 DEM 格网点赋值。

双线河流水岸线的高程应依据上下游水位点高程进行分段内插赋值。

2) 森林区域线

在林区,像方 DEM 相关时量测的是树顶表面,在生成物方 DEM 时应自动减去平均树高获取地面高程。

3) 非相关区域线

当某区域影像相关效果不好时,精确量测边界点及内部桩点高程,内插得到格网点高程。

c) 影像相关生成像方 DEM

系统自动按所设置参数进行影像相关,获取像方 DEM 数据。根据需要对像方 DEM 进行编辑。

1) 通过将像方 DEM 立体模型与影像立体模型叠合检查,对偏离地面的像方 DEM 点高程进行修改,使之切准地面;

2) 在像方 DEM 编辑过程中,根据需要可加测特征点线,使物方 DEM 更好贴近地面。

d) 构 TIN(不规则三角网)内插物方 DEM

根据像方 DEM 格网点及特征点线高程,构 TIN 内插物方 DEM 格网点高程。

e) 物方 DEM 编辑

- 1) 将物方 DEM 格网点映射到左右像片上,形成格网立体模型与影像立体模型叠合,进行观测、检查、修改,使每个物方 DEM 点切准地面;
 - 2) 只有少量 DEM 格网点高程需要编辑时,可采用单点编辑法对格网点高程进行重新量测,精确切准地面;当需要编辑的点较多时,可采取标记编辑法,在需要编辑的地方做出标记,然后返回像方重新编辑;
 - 3) 若需要对设定区域范围内的 DEM 格网点高程进行面编辑,根据软件功能,可将范围内所有格网点设置为同一高程(如静止水域),或同时减去一个高差(如树高)。
- f) 物方单模型 DEM 接边
选取需要单模型接边的物方 DEM 数据,检查接边重叠带内同名格网点的高程,若其高程较差,大于 2 倍 DEM 高程中误差,则视为超限,记录形成粗差点文件,分别返回各自像对的 DEM,显示所有粗差点,并进行接边修测;按以上方法依次完成图幅范围内所有单模型 DEM 之间的接边。
- g) 图幅 DEM 镶嵌与裁切
1) 若图幅范围内所有像对 DEM 的接边较差都符合规定要求,则进行图幅 DEM 镶嵌;镶嵌时,对参与接边的所有同名格网点高程取其均值作为各格网点高程,同时形成各条边的接边精度报告;
- 2) DEM 镶嵌完成后,按照 CH/T 1008 规定的起止格网点坐标进行矩形裁切;裁切时,根据设计要求可以外扩一排或多排 DEM 格网;
- 3) 当采用栅格文件格式存储 DEM 数据时,应确定定位参考点的栅格坐标及其高斯投影平面坐标,以及格网间距、行数、列数等信息。
- h) 相关文件制作
在 DEM 数据采集过程中,应按要求进行以下相关文件的制作:
- 1) 元数据采集,采用相关软件按 CH/T 1007 规定要求录入元数据项;
 - 2) 按规定格式填写图历簿,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;
 - 3) 按 CH/T 1001 要求编写技术总结。

4.5 质量控制

4.5.1 航空摄影测量外业质量控制

像控点测量的质量控制按 CH/T 1015.1—2007 的 4.5.1.1 条执行。

4.5.2 航空摄影测量内业质量控制

分别按以下工序进行质量控制:

- a) 影像扫描的质量控制按 CH/T 1015.1—2007 的 4.5.2.1 条执行;
 - b) 数字空中三角测量的质量控制按 CH/T 1015.1—2007 的 4.5.2.2 条执行;
 - c) 定向建模的质量控制按 CH/T 1015.1—2007 的 4.5.2.3 条执行;
 - d) DEM 的质量控制应按 GB/T 18316 和 CH/T 1008 要求对 DEM 数据的质量进行检查,消除可能存在的质量缺陷。
- 1) 物方 DEM 的检查
检查立体模型重建后像控点的高程残差,是否符合规定要求;
在影像立体模型上,检查物方 DEM 格网点高程模型是否贴近地表,重点检查有无粗差点。
 - 2) 利用左、右正射影像进行零立体检查
如果是采用数字摄影测量系统同时进行 DEM、DOM 数据采集,则应利用 DEM 所制作的左、右正射影像的零立体效应检验其 DEM 质量;如果左、右正射影像构成的零立体影像出现地形起伏,则说明该处 DEM 有误差;如果发现影像模糊,则应检查该处 DEM 是否有粗

差;对出现粗差及地形起伏的地方做标记,返回重新建模,检查原因,进行修测编辑。

3) 像对 DEM 接边的检查

检查单模型 DEM 各条边的接边精度是否都在要求范围之内。

4) 图幅 DEM 的精度检查

利用野外实测或空三加密得到的高程检查点,通过 DEM 内插得到相应点位上的高程,统计计算两者的高程较差,检查高程中误差是否达到规定要求,并形成精度检测报告。

5 地形图扫描矢量化法

5.1 技术准备

5.1.1 资料收集

收集资料时应注意收集最新的地形图资料,包括与成图比例尺相同或更大比例尺的地形图;同时搜集测区范围内流域、水系内水文站的分布及丰水期(如 6~9 月)平均水位高程。

5.1.2 资料分析

对所收集的资料进行分析,判定其是否满足扫描矢量化法生产 DEM 的要求。

- a) 了解地形图的成图年代、成图方法、采用的标准及其数学基础等情况;
- b) 察看图纸是否完好,图面是否平整、无折皱、无污渍、色正、线条与注记清晰、印刷套合良好;
- c) 分析原图的坐标系和高程基准,是否需要进行转换;
- d) 分析流域内水位高程是否是相近时段的数据,是否合理。

5.1.3 技术设计

按照 CH/T 1004 的要求编写专业设计书。

5.2 作业流程

地形图扫描矢量化法生产 DEM 作业流程见图 2。图中上部虚框部分的内容见 CH/T 1015.4 中第 4 条的规定。

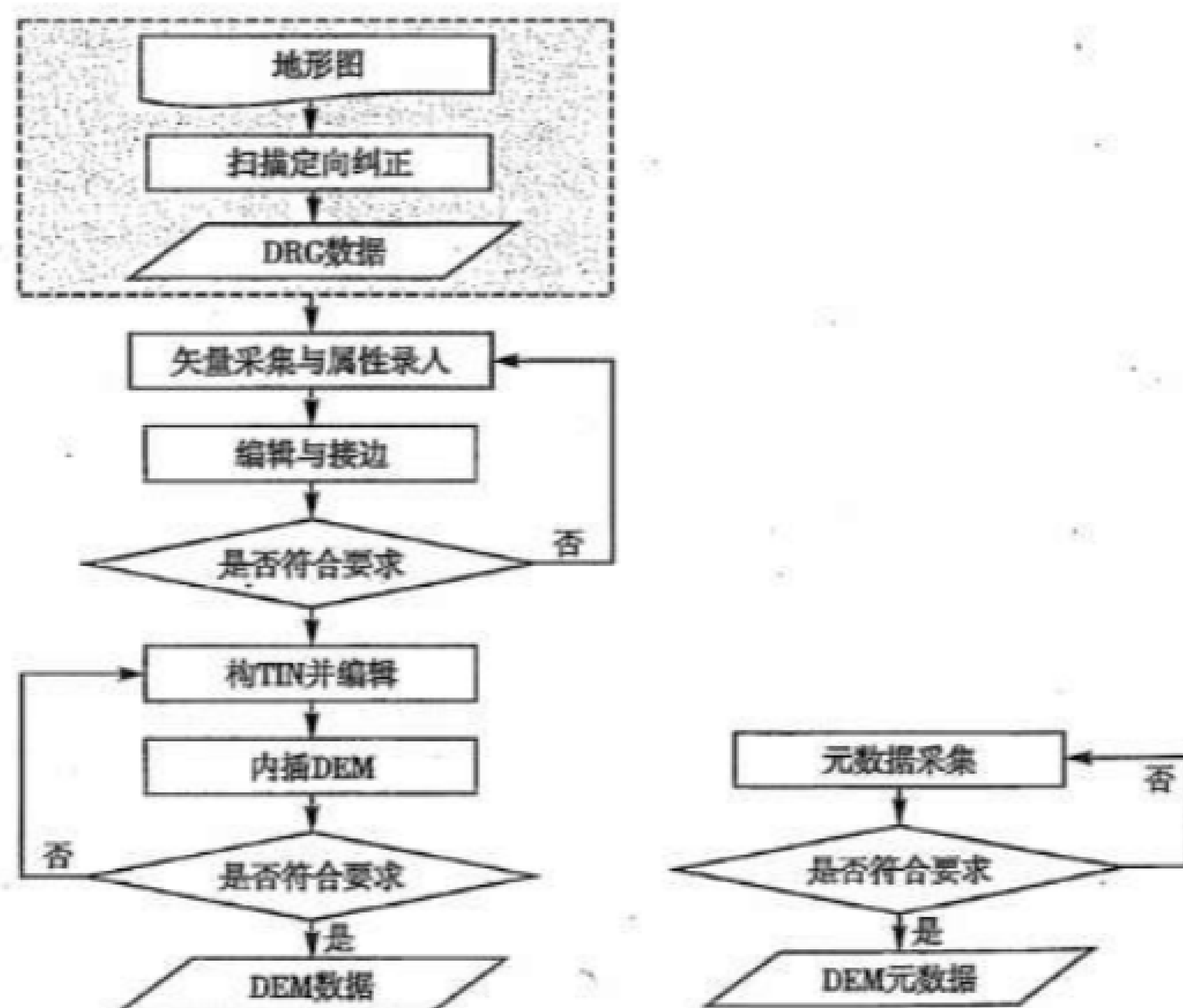


图 2 地形图扫描矢量化法作业流程

5.3 技术要求

地形图扫描矢量化法生产 DEM 应满足下列技术要求:

- a) 用于等高线、高程点等矢量数据采集的 DRG 数据,图像分辨率和平面精度应满足 CH/T 1010 规定;
- b) 矢量数据相对 DRG 背景图像,点要素的位置采集偏差不大于图上 0.1 mm(约相当于 DRG 上 1~1.5 个像元),线要素的采集偏差不大于图上 0.15 mm(约相当于 DRG 上 2~2.5 个像元);
- c) 所采集的图幅等高线、高程点等矢量数据需与周边图幅拼接,通过外扩构 TIN 保证覆盖全部图幅范围;TIN 图形与底图等高线叠合,无异常三角形;
- d) 按产品标准 CH/T 1008 规定的格网大小内插 DEM;
- e) 按照 CH/T 1008 规定的起止格网点坐标进行矩形裁切;相邻图幅 DEM 的同名格网点高程值应一致;格网的地理定位信息必须完整、正确;
- f) 矢量要素采集的基本要求与 DLG 其他要素一样,按 CH/T 1015.1—2007 的 6.3 条执行。

5.4 作业方法

5.4.1 作业准备

按下列内容进行 DEM 数据采集前的准备:

- a) 如果不能直接得到 DRG 数据,则按 CH/T 1015.4 规程先将地形图制作为 DRG 数据;
- b) 对地形图进行预处理:
 - 1) 检查图幅接边,有矛盾处应作出标注并提出处理方法,采集时进行修正;
 - 2) 对需要特别提示作业人员注意的内容进行标注,包括非地形高程注记点、静止水面高程等,并绘出高程推测区范围线;
- c) 设置矢量数据采集所需要的各种参数,如成图比例尺、捕获半径、流方式下的管道半径及其允许长度等;
- d) 根据图幅号自动生成理论内图廓线;
- e) 按专业设计书要求,制作数据采集统一使用的要素类分层模板,并与要素代码、属性项以及符号库进行关联。

5.4.2 高程要素数据采集

5.4.2.1 图形数据采集与属性录入

高程要素的图形数据采集与属性录入按下列方法进行:

- a) 要采集的高程要素包括:等高线、地表高程注记点以及带高程的湖泊、水库、双线河渠等面状水域的水岸线;桥面、坝顶等非地表高程注记点单独归类,不参与构 TIN;数据按要素类采集,分层存放;
- b) 高程注记点应准确采集其位置;
- c) 线状、面状要素采集应正确处理要素间的位置关系,采集应终止于理论内图廓线;
- d) 如果采用自动跟踪方式采集等高线、水岸线等线要素,应设置恰当的参数,保证跟踪精度,控制采点密度;
- e) 对要素实体进行图形采集的同时,应按照设定的属性表赋予属性信息;
- f) 按下列规则采集与高程有关的要素:
 - 1) 同一条等高线在图幅内应连续,赋同一高程值;陡崖、斜坡、双线冲沟等地貌符号应转变为等高线表示,合理反映地形特征;
 - 2) 采集水库、湖泊、海域等水域的水岸线,赋常水位高程;水岸线高程应与水系上下游及周边等高线、高程点的高程相协调;
 - 3) 采集双线河流等水域水岸线;
 - 4) 采集高程推测区范围线;高程精度达不到要求的区域,如草绘等高线的区域、雪域、以符号

表示的陡石山、沙丘、乱掘地等地貌区以及大面积范围内无等高线而高程注记点又达不到规定密度的城镇街区等,应数字化其边界,作为高程推测区提供用户注意使用;

- 5) 自由图边处,等高线应顺走势延伸到图廓外;
- g) 按图层建立拓扑关系;等高线、水岸线应重复采集或打折;面状要素要封闭,跨图幅时以内图廓线为边线各自形成封闭多边形;
- h) 对分版地形图所采集的要素,要进行叠合检查,保证水域与等高线、高程注记点之间关系合理、协调;
- i) 对原图存在的错误而又无依据进行采集改正时,应在图历簿中记载。

5.4.2.2 数据编辑

对采集的矢量数据进行编辑,重点内容如下:

- a) 消除定位错误、拓扑错误、图层错误、属性错误等;
- b) 消除要素的图形遗漏、属性遗漏、注记遗漏等;
- c) 消除要素间相互矛盾、线条不平滑等不合理现象。

5.4.2.3 图幅接边

按图幅接边的技术要求,相邻图幅之间应进行要素的图形与属性接边,做到位置正确、形态合理、属性一致。

5.4.3 内插 DEM 数据

5.4.3.1 高程要素数据的拼接与裁切

对高程要素数据应进行下列拼接与裁切处理:

a) 高程要素数据拼接前的预处理

当原图为非 1985 国家高程基准时,应对该图幅的高程数据进行统一改正,再进行拼接。

b) 与周边图幅拼接与裁切

图幅拼接与裁切可采用下列两种方式:

- 1) 将中心图幅与周边 8 幅图进行数据拼接,中心图幅做必要外扩后裁切;
- 2) 将多幅图放在一个大矩形范围内进行数据拼接,并做区域性外扩后再裁切。

对高程要素数据的外扩矩形裁切,宜在原图内图廓线外接矩形基础上外扩图上 10 mm~50 mm,山地、丘陵地外扩范围可适当缩小,而平地则相应加大,以涵盖到周边图幅内的等高线和高程点为原则。

5.4.3.2 构 TIN 与编辑处理

构 TIN 与编辑处理包括下列内容:

a) 数据预处理

- 1) 对无高程点的山头、凹地或堰口等处内插 1 个高程特征点,对狭长而缓坡的沟谷或山脊内插 1 条高程特征线,以避免出现不合理的平三角形;
- 2) 对双线河岸线的水位高程赋值;根据搜集到的流域内水文站位置及常水位高程,沿河段自上而下按距离内插高程,当难以获得水文资料时,可参照过河等高线高程进行内插,分段对两边水岸线高程进行赋值;
- 3) 检查有无高程粗差,等高线采样点间距是否疏密适当。

b) 构 TIN 并检查编辑

利用高程要素数据构 TIN,检查三角网与等高线之间关系的合理性。

- 1) 将 TIN 三角网与等高线以不同颜色叠合显示,对跨越等高线而构成的非等坡三角形进行编辑处理;
- 2) 对不合理的平三角形,内部加高程点后重构 TIN。

5.4.3.3 内插 DEM

在 TIN 的基础上按规定的格网间距内插 DEM,并利用等高线进行符合性检验。

- a) 用所生成的 DEM 内插生成等高线;
- b) 将内插等高线与原始等高线按不同颜色叠合显示,检查同名等高线的偏离情况,对超出 1/2 等高距的区域进行编辑,直至偏离量全部在允差范围之内。

5.4.3.4 DEM 的接边与裁切

对生成的 DEM 应进行接边与图幅裁切,包括下列内容:

a) 图幅 DEM 接边

1) 单幅图 DEM

对相邻图幅 DEM 重叠区(至少有 2 格以上重叠)内的所有同名格网点的高程较差进行检查,当较差不大于 2 倍高程中误差则取同名点高程的平均值作为该点高程;若较差超限,需查明原因进行处理直至符合要求,并保留接边精度报告。

2) 区域 DEM

区域与区域的 DEM 之间,参照单幅图 DEM 要求进行接边。

b) 图幅 DEM 裁切

按 CH/T 1008 要求的范围进行图幅裁切,同时生成该图幅 DEM 格网的地理定位信息文件。

5.4.4 相关文件制作

在 DEM 数据采集过程中,应按要求进行以下相关文件的制作:

- a) 元数据采集,采用相关软件按 CH/T 1007 规定要求录入元数据项;
- b) 按规定格式填写图历簿,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;
- c) 按 CH/T 1001 要求编写技术总结。

5.5 质量控制

生产单位在将 DEM 成果提交验收前,应按 GB/T 18316 和 CH/T 1008 对 DEM 数据的质量进行以下检查,消除可能存在的质量缺陷。

a) 数据源及过程数据的质量控制

检查 DRG 及等高线矢量数据的平面精度,检查位置偏差,是否符合规定要求;

b) 高程的符合性检查

检查内插等高线与原始等高线之间同名等高线的偏离量是否在规定范围之内;

c) 高程精度检查

利用未参加构 TIN 的已知高程点对 DEM 进行检测,统计高程精度,形成精度检查报告;

d) 数据完备性检查

检查 DEM 数据覆盖范围有无不满幅、数据有无遗漏等问题;

e) 数据文件检查

检查文件命名、数据格式等是否符合设计要求。

6 产品检验

对 DEM 数据及其元数据、图历簿等成果按 GB/T 18316 规定进行产品检验,汇同精度检测报告最终形成检查报告和验收报告。

7 成果上交

7.1 成果整理

对 DEM 数字产品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

上交。

a) 数据文件(见表1)

表1 数据文件

内容	数据格式	存储介质
DEM数据	按 GB/T 17798 规定的格式或指定的通用数据格式	磁带\光盘\硬盘
DEM元数据	按 CH/T 1007 规定的格式	磁带\光盘\硬盘

b) 图文件(可选)

- 1) 地形图;
- 2) 预处理图;
- 3) DEM内插等高线与原等高线的输出图。

c) 文档资料

- 1) 成果清单;
- 2) 技术设计,技术总结;
- 3) 图历簿;
- 4) 检查报告和验收报告。

7.2 成果包装

数字成果以光盘为主要存储介质,也可使用磁带、磁盘或硬盘等。外包装上需标示产品标记、生产单位、生产时间等内容。