



中华人民共和国测绘行业标准

CH/T 3014—2014

数字表面模型 机载激光雷达测量技术规程

Technical specifications for producing digital surface model
with airborne LiDAR

2014-12-18 发布

2015-01-01 实施

国家测绘地理信息局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 1

5 技术设计 2

6 数据获取 2

7 数据处理 2

8 质量控制 5

9 元数据制作 6

10 相关文件制作..... 6

11 检查验收..... 6

12 成果上交..... 6

附录 A（资料性附录） 机载激光雷达点云信息记录表 7

附录 B（规范性附录） 数字表面模型点云分类表 8

附录 C（资料性附录） 数字表面模型质量检查表 9

附录 D（资料性附录） 成果清单表 10

前 言

本标准的起草规则依据 GB/T 1.1—2009。

本标准由国家测绘地理信息局提出并归口。

本标准起草单位：中测新图(北京)遥感技术有限责任公司、山西省测绘工程院。

本标准主要起草人：李英成、刘沛、薛艳丽、任芳、古林玉、胡伟、丁晓波、陈宏奕、王蕾。

数字表面模型 机载激光雷达测量技术规程

1 范围

本标准规定了采用机载激光雷达测量技术生产数字表面模型的数据获取、数据处理及质量控制要求。

本标准适用于采用机载激光雷达测量技术进行数字表面模型的生产与更新。采用其他技术进行数字表面模型生产也可参照本标准有关规定执行。

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。

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 8023 机载激光雷达数据处理技术规范

CH/T 8024 机载激光雷达数据获取技术规范

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

数字表面模型 digital surface model; DSM

以一系列点云点或格网点的三维坐标表达地表(含人工建筑物、植被等)起伏形态的数据集。

3.2

机载激光雷达 airborne LiDAR

在航空平台上,集成激光雷达、定位定姿系统(POS)、数码相机和控制系统所构成的综合系统。

3.3

机载激光雷达点云 airborne LiDAR point cloud

通过机载激光雷达扫描获得的,以离散、不规则方式分布在三维空间中的点的集合。

3.4

点云密度 density of point cloud

单位面积上点的平均数量。

注:一般用每平方米的点数表示。

4 总则

4.1 成果指标

数字表面模型的成果构成、分类及要求应符合 CH/T 9022 的规定。

4.2 生产技术方法

本标准中数字表面模型的生产采用机载激光雷达测量技术。

在满足成图精度前提下,可采用本标准未列入的新技术和新方法,但应经过实验验证并提供试验报告,在技术设计中做出明确规定。

4.3 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测试,符合要求后方可使用。

5 技术设计

根据项目要求及作业区具体情况,对数字表面模型成果技术指标、数据获取、数据处理、质量控制等内容进行详细设计,技术设计书应符合 CH/T 1004 的规定。

6 数据获取

机载激光雷达数据获取的技术准备、飞行计划、飞行实施、数据预处理、质量控制等应符合 CH/T 8024 的规定。

7 数据处理

7.1 准备工作

7.1.1 资料准备

数据处理的资料准备应包括以下内容:

- a) 机载激光雷达点云,其数据质量应满足 CH/T 8024 的要求,点云信息记录可参照附录 A 填写;
- b) 航迹文件(卫星导航定位系统时间、位置与姿态信息等内容);
- c) 坐标转换参数或坐标转换控制点资料;
- d) 其他相关资料,如同期生产的数字正射影像图(DOM)。

7.1.2 坐标转换

7.1.2.1 坐标系统转换

将机载激光雷达点云坐标系统转换为 CH/T 9022 要求的坐标系统,坐标系统转换方法按 CH/T 8023 的规定执行。

7.1.2.2 高程系统转换

依据该区域的似大地水准面精化成果,将机载激光雷达点云高程系统转换至 CH/T 9022 要求的高程系统。高程系统转换中误差应不大于 CH/T 9022 规定的数字表面模型高程中误差的 1/2。当转换后点云精度不满足 CH/T 9022 规定的高程精度要求时,应施测水准点进行拟合转换或进行局部似大地水准面精化,实现高程系统转换。

7.2 数据处理流程图

数字表面模型数据处理流程见图 1。

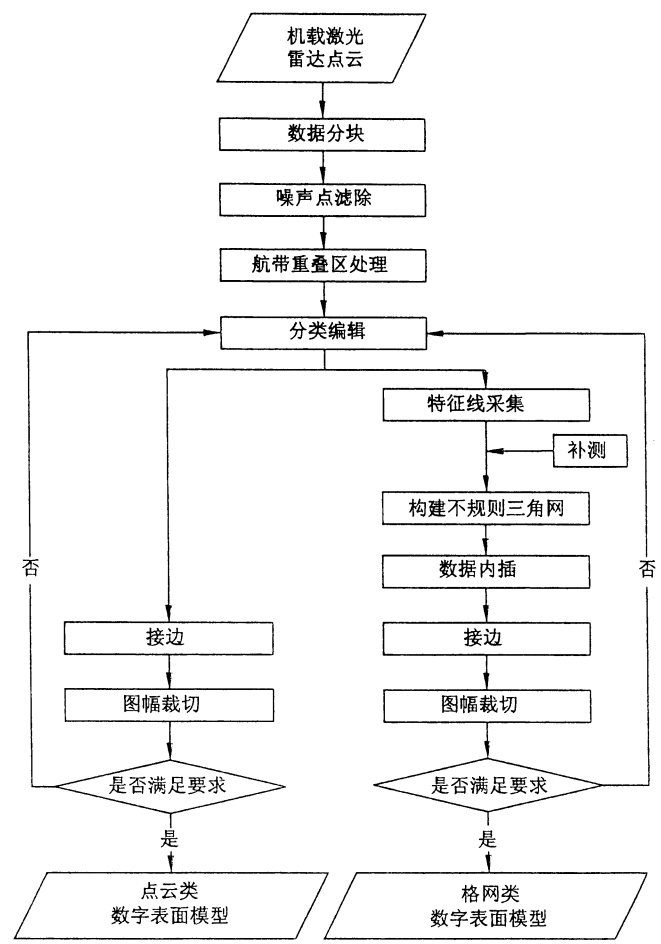


图 1 数字表面模型数据处理流程

7.3 数据处理要求

7.3.1 数据分块

读取不同航带的机载激光雷达点云数据,根据实际情况与生产需要对点云数据进行分块,分块尺寸根据数据处理软、硬件性能确定,一般可以按照矩形分块,每一个分块为一个软件处理单元。

7.3.2 噪声点滤除

噪声点主要包括明显低于地面的点(极低点)或点群、明显高于地物的点(极高点)或点群,以及其他在一定空间范围内分布异常的点或点群。

为减少噪声点对后期数据处理的影响,应利用自动算法或人工编辑方法将噪声点从点云中滤除。对于极低点或点群、极高点或点群,可在大范围内进行集中滤除。对于其他分布异常的点或点群,在噪声点滤除过程中应重点与植被点进行区分。滤除的噪声点存放在噪声类中。数字表面模型点云分类表见附录 B。

7.3.3 航带重叠区处理

为减少航带重叠区冗余数据对后期数据处理的影响,参照航迹文件,宜滤除航带重叠区的冗余数据,并将冗余数据存放在航带重叠点类中。

7.3.4 分类编辑

7.3.4.1 分类编辑方法

对机载激光雷达点云中不属于数字表面模型的点应进行分离,并通过分类编辑存放在相应的类别中。分类编辑过程应参考相应区域同期生产的 DOM 或 DSM 晕渲图,并重点关注对移动物体、架空管线的处理。

编辑方法主要包括:

- a) 调整参数或更换算法,进行局部区域的自动分类;
- b) 采用人工编辑的方法,对分类错误的点进行重新分类。

7.3.4.2 移动物体处理要求

移动物体指位置随时间变化的物体,如车辆、船舶、飞机等。移动物体的存在会影响数字表面模型的精度,应滤除,并将其存放在移动物体类中。对于车辆,应重点关注道路、停车场、铁轨、居民地和商圈等区域;对于船舶,应重点关注水域、码头和造船厂等区域;对于飞机,应重点关注飞机场、飞机维修厂等区域。

7.3.4.3 架空管线处理要求

在点云类数字表面模型中,架空管线不做处理;在格网类数字表面模型中,电力线、通信线等横截面积小的架空管线应滤除,其他设施不做特殊处理,如管道、墩架等。

7.3.5 特征线采集

生产格网类数字表面模型数据需要采集特征线,处理方法与要求如下:

- a) 参考相应区域同期生产的 DOM 或实时生成的 DSM 晕渲图,通过点云分类显示、高程显示等方法,目视检查分类编辑后的点云,对有疑问的区域用断面图进行查询和分析。
- b) 按照辅助反映地表、地物原貌信息的原则切准模型,采集带有高程信息的特征线,如道路边线、河流边线、面状水域(湖泊、水库、池塘等)范围线等。
- c) 对流动水域以及河流、湖泊等面积较大的无数据水体区域,应采集水涯线作为特征线。其中,流动水域的高程应根据上下游水涯线高程进行分段赋值。当点云数据无法获取水涯线高程时,应补测水涯线高程信息。
- d) 不同地物类别的特征线应放置在不同的图层内。特征线在接边处应保证无缝连接。

7.3.6 补测

为保证地形或地物信息完整,应对不满足要求的区域(如山体、陡坎或地物遮蔽严重等区域)进行补测。补测精度应满足 CH/T 9022 的规定。补测点应存放在补测点类中,补测特征线应存放在特征线图层中。补测的主要方法有:

- a) 通过外业实测,补测特征点等数据;
- b) 基于同期影像的立体像对,补测特征点、特征线等数据;
- c) 通过其他补测方法,得到补测区域的地形或地物高程信息。

7.3.7 构建不规则三角网

利用经过上述处理后的机载激光雷达点云、补测点和特征线完成不规则三角网(TIN)的构建。

7.3.8 数据内插

将不规则三角网按 CH/T 9022 规定的格网尺寸进行内插。可结合数据实际情况设置最大构网距离,防止出现插值漏洞。

7.3.9 接边

检查接边处数据的高程,若高程较差大于 CH/T 9022 规定的 2 倍数字表面模型高程中误差,则视为超限,应返回同期生产的数字表面模型进行分类编辑。接边较差符合规定后,对于格网类数字表面模型,取同名点的高程均值作为各格网点的高程,对于点云类数字表面模型,接边处地形应过渡自然,地物应保持其真实性,不应出现明显的错位与变形。

7.3.10 图幅裁切

接边后进行数据拼接,并按 CH/T 9022 规定的覆盖范围进行裁切,生成标准分幅的数字表面模型。存储数字表面模型数据时,数据的存储格式应符合 CH/T 9022 的规定。

8 质量控制

8.1 激光雷达点云数据质量控制

通过将机载激光雷达点云数据按分类显示、高程显示等方法,参照同期生产的 DOM 或实时生成的 DSM 晕渲图,对点云分类结果进行检查。重点检查以下内容:

- a) 检查点云分类的准确性;
- b) 检查接边处地物是否一致。

8.2 特征线质量控制

重点检查以下内容:

- a) 检查特征线位置是否与点云吻合良好,采集是否合理;
- b) 检查特征线所赋的高程值是否正确;
- c) 检查特征线所在图层是否正确;
- d) 河流边线的高程值应从上游到下游逐渐降低,检查湖泊、水库、池塘等面状水域边线的高程值是否一致;
- e) 检查接边处特征线的一致性。

8.3 数字表面模型数据质量控制

重点检查以下内容:

- a) 点云密度或格网尺寸:检查点云密度或格网尺寸是否符合要求。
- b) 高程精度:检查高程精度、接边是否符合要求。其中,格网类数字表面模型还应重点关注是否有插值漏洞以及是否存在特征线缺失引起的异常。
- c) 数据文件:检查文件命名、数据格式等是否符合设计要求。
- d) 数据完备性:检查数据覆盖范围有无不满幅、数据有无遗漏等问题。

9 元数据制作

元数据的填写内容应符合 CH/T 9022 的规定。

10 相关文件制作

在数字表面模型生产过程中,应按要求进行以下相关文件的制作:

- a) 填写图历簿。图历簿内容应符合技术设计书的规定,包括图幅数字成果概况、资料利用情况、生产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。图历簿内容应完整正确。
- b) 按 CH/T 1001 的规定编写技术总结。
- c) 制作其他相关文件。

11 检查验收

数字表面模型成果的质量检验按 CH/T 9022 的规定执行,检查结果可参照附录 C 填写。

12 成果上交

12.1 成果整理

通过验收的成果按以下内容逐项登记整理,登记结果可参照附录 D 填写:

- a) 成果清单表;
- b) 数字表面模型数据;
- c) 元数据;
- d) 图历簿;
- e) 图幅接合表;
- 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。

12.2 成果包装

成果包装应符合 CH/T 9022 的规定。

附 录 A
(资料性附录)

机载激光雷达点云信息记录表

表 A.1 给出了机载激光雷达点云信息记录表的格式。

表 A.1 机载激光雷达点云信息记录表

项目名称：

项目密级：

数字表面模型比例尺：☐1:500 ☐1:1 000 ☐1:2 000 ☐1:5 000 ☐1:10 000

数据获取单位		数据获取时间		
数据覆盖范围				
激光雷达获取参数	激光雷达型号		视场角	
	脉冲频率		扫描频率	
	相对航高		绝对航高	
点云数据参数	数据格式		数据量	
	航带数		坐标系统	
	地图投影		高程基准	
点云质量	点云密度		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标
	旁向重叠度		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标
	数据覆盖范围		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标
	高程精度		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标
	航带接边误差		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标
影像信息(选填)	相机型号		相机焦距	
	像元尺寸		地面分辨率	
	航向重叠度		旁向重叠度	
	影像色彩			

记录员：

记录日期：

附 录 B
(规范性附录)
数字表面模型点云分类表

表 B.1 给出了数字表面模型点云分类表的内容。

表 B.1 数字表面模型点云分类表

类名	存储内容
DSM 类	存储表达数字表面模型的点
噪声类	存储滤除的噪声点
航带重叠点类	存储滤除的航带重叠区冗余数据
移动物体类	存储滤除的移动物体
补测点类	备份存储补测的点
其他	根据实际生产需要,存储其他类别的点

附录 C

(资料性附录)

数字表面模型质量检查表

表 C.1 给出了数字表面模型质量检查表的格式。

表 C.1 数字表面模型质量检查表

项目名称：

项目密级：

数字表面模型比例尺：☐1:500 ☐1:1 000 ☐1:2 000 ☐1:5 000 ☐1:10 000

生产单位				生产日期		
成果分类代号	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C			数据量		
成果图幅编号						
质量元素	质量子元素	检查项		检查结果		计分
空间参考系	大地基准	坐标系统		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
	地图投影	投影参数		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
	高程基准	高程基准		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
位置精度	高程精度	高程中误差		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		同名格网高程值 (格网类)		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
逻辑一致性	格式一致性	数据归档	—	<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		数据格式		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		数据文件	—	<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		文件命名		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
时间精度	现势性	原始资料		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		成果数据		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
格网/点云质量	格网/点云参数	点云密度(点云类)		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		格网尺寸(格网类)		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		数据覆盖范围		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
附件质量	元数据	项错漏		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		内容错漏		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
	图历簿	内容错漏		<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
	附属文档	完整性	—	<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		正确性	—	<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	
		权威性	—	<input type="checkbox"/> 达标	<input type="checkbox"/> 不达标	

质检员：

质检日期：

附 录 D
(资料性附录)
成果清单表

表 D.1 给出了成果清单表的格式。

表 D.1 成果清单表

项目名称：

项目密级：

生产单位：

生产日期：

测区情况介绍			
成果清单	文件名称	存储介质(电子/纸质)	数量
	1. 成果清单表		
	2. 数字表面模型数据		
	3. 元数据		
	4. 图历簿		
	5. 图幅接合表		
	6. 技术设计书		
	7. 技术总结		
	8. 检查报告与验收报告		
	9. 其他相关资料		

记录员：

记录日期：
