

ICS 07.040

CCS A 75

DB12

天津市地方标准

DB12/T 1092—2021

航空实景影像三维数据生产技术规范

Specification for producing aerial reality three-dimensional model

2021-10-27 发布

2021-12-01 实施

天津市市场监督管理委员会 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 基本要求	2
4.1 空间参考系	2
4.2 地图投影	2
4.3 瓦片分幅	2
4.4 三维重建分区	3
4.5 数据格式	3
5 作业流程	3
6 像控点测量	4
6.1 像控点布设原则	4
6.2 像控点位置条件要求	5
6.3 像控点施测	5
6.4 像控点刺点、整饰	5
7 原始影像数据处理	5
7.1 原始数据复核	5
7.2 GNSS 数据解算	5
7.3 影像色彩一致性处理	5
8 空中三角测量	5
8.1 空中三角测量流程	5
8.2 划分加密区域	6
8.3 内定向	6
8.4 相对定向	6
8.5 绝对定向和区域网平差计算	7
8.6 区域网接边	8
9 实景影像三维数据计算	8
9.1 三维重建分区划分方案	8
9.2 实景影像三维建模	8
9.3 实景影像三维模型分区输出	8
9.4 实景影像三维模型分区接边	8
9.5 实景影像三维模型检查修改	9
10 质量控制	9
10.1 像控点质量控制	10
10.2 空三质量控制	10
10.3 影像色彩质量控制	10
10.4 影像三维初步点云质量控制	10

10.5	影像三维网格质量控制	10
11	数据成果	10
11.1	像控点测量成果	10
11.2	空中三角测量成果	10
11.3	实景影像三维模型成果	10
11.4	文档成果	10

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。

本文件由天津市规划和自然资源局提出并归口。

本文件起草单位：天津市测绘院有限公司。

本文件主要起草人：周奎、周丽珠、王冬、孟浩东、杨晓峰、王磊、张鑫鑫、肖康、马骏、付海龙、曲超、杨骁玮、葛亮、张学民、徐莹、王文江、刘新国、倪文礼、陈楚、王晓华。

航空实景影像三维数据生产技术规程

1 范围

本文件规定了航空实景影像三维数据生产技术的基本要求、作业流程、像控点测量、原始影像数据处理、空中三角测量、实景影像三维数据计算、质量控制、数据成果等内容的要求。

本文件适用于天津市开展的实景影像三维数据生产作业。

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。

- GB/T 23236—2009 数字航空摄影测量 空中三角测量规范
- CH/T 9024—2014 三维地理信息模型数据产品质量检查与验收
- CH/T 3006—2011 数字航空摄影测量 控制测量规范
- CH/T 3003—2021 低空数字航空摄影测量 内业规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实景影像三维模型 reality three-dimensional model

基于航空倾斜影像自动构建的地表三维模型数据。

3.2

倾斜摄影 oblique photography

是指由一定倾斜角的航摄相机所获取影像的航空摄影技术。本文件在此界定飞行高度在1000m以上的为高空倾斜摄影，飞行高度小于1000m的为低空倾斜摄影。

3.3

像控点 image control point

位于影像特定位置和特定目标上，具有成图坐标系中坐标信息的控制点。采用野外实地测量获得点位三维坐标的像控点称为外业像控点；在已有基础地理信息成果中提取点位三维坐标的像控点称为图解像控点；在空中三角测量中，用于解算影像定向参数而布设在特定位置的必要数量的像控点称为基本定向点；用于检查成果正确性的像控点称为检查点。

3.4

航摄像片 aerial photograph

利用摄像机从空中对地面拍摄的载有地表影像信息的像片。

3.5

空中三角测量 aerotriangulation

利用航摄像片与所摄目标之间的空间几何关系，根据少量像片控制点或后差分技术，计算出像片外方位元素和其他待求点的平面位置、高程的测量方法。

3.6

瓦片 tile

将指定范围的三维场景按照指定尺寸和指定格式，切成若干行列的矩形数据。

3.7

纹理 texture

反映地理要素表面纹理和色泽特征的贴图影像。

3.8

平高控制点 horizontal and vertical control points

既有平面坐标又有高程信息的控制点。

3.9

三维网格 3D mesh

一种通过不规则网格构建三维模型的数据组织形式。

4 基本要求

4.1 空间参考系

4.1.1 坐标系统

采用2000天津城市坐标系，也可按任务要求采用2000国家大地坐标系或其他坐标系（应与2000国家大地坐标系建立联系）。

4.1.2 高程系统

采用1972年天津市大沽高程系，高程应注明高程年代；也可采用1985国家高程基准或其他高程基准。

4.2 地图投影和分带

采用高斯-克吕格投影，按经差 3° 分带，坐标单位为米（m），也可按任务要求选择相应的投影方式。

4.3 瓦片分幅

根据瓦片的各项参数（原点、瓦片大小），计算每个瓦片的四角坐标，生成整个区域的瓦片分幅结合表。该分幅结合表用于影像三维数据后续的重新组织、提取、合并等工作。

根据不同的下视分辨率，结合最佳生产效率，分幅大小参见表1。

表1 瓦片分幅大小

航摄分辨率 (mm)	瓦片大小 (m)
$D \leq 30$	100×100
$30 < D < 70$	200×200
$D \geq 70$	400×400
注：D代表航摄下视分辨率	

4.4 三维重建分区

4.4.1 分区面积

对于高空倾斜摄影且航摄下视分辨率大于等于70mm的项目，分区面积宜在40~50km²；对于低空倾斜摄影或航摄下视分辨率优于70mm的项目，分区面积宜在8~10 km²。在特殊情况下，为保证分区的完整性或受计算能力的限制，可以适当调整分区大小。

4.4.2 分区像片数

对于高空倾斜摄影且航摄下视分辨率大于等于70mm的项目，每个分区像片数不宜超过16000张；对于低空倾斜摄影或航摄下视分辨率优于70mm的项目，每个分区像片数不宜超过6000张。在特殊情况下，为保证分区的完整性或受计算能力的限制，可以适当调整像片数。

4.4.3 分区航线

分区时采用尽量减少接边的原则。

4.4.4 分区重合带

将作业区域分成多个分区，为了保证各分区建模时利用充分的像片数，分区之间的重合带宽度不小于2个瓦片的边长，形成最终的三维重建分区。

4.5 数据格式

实景影像三维模型数据文件宜采用OSGB格式存储，按瓦片分幅存放；图片类数据宜采用JPG格式存储；图形类数据宜采用SHP格式存储；表格类数据宜采用XLSX格式存储；空三成果类数据宜采用XML格式存储；技术文档类数据宜采用PDF格式存储。

对数据格式有明确要求的可以按需求选择相应的数据格式。

5 作业流程

作业流程见图1。

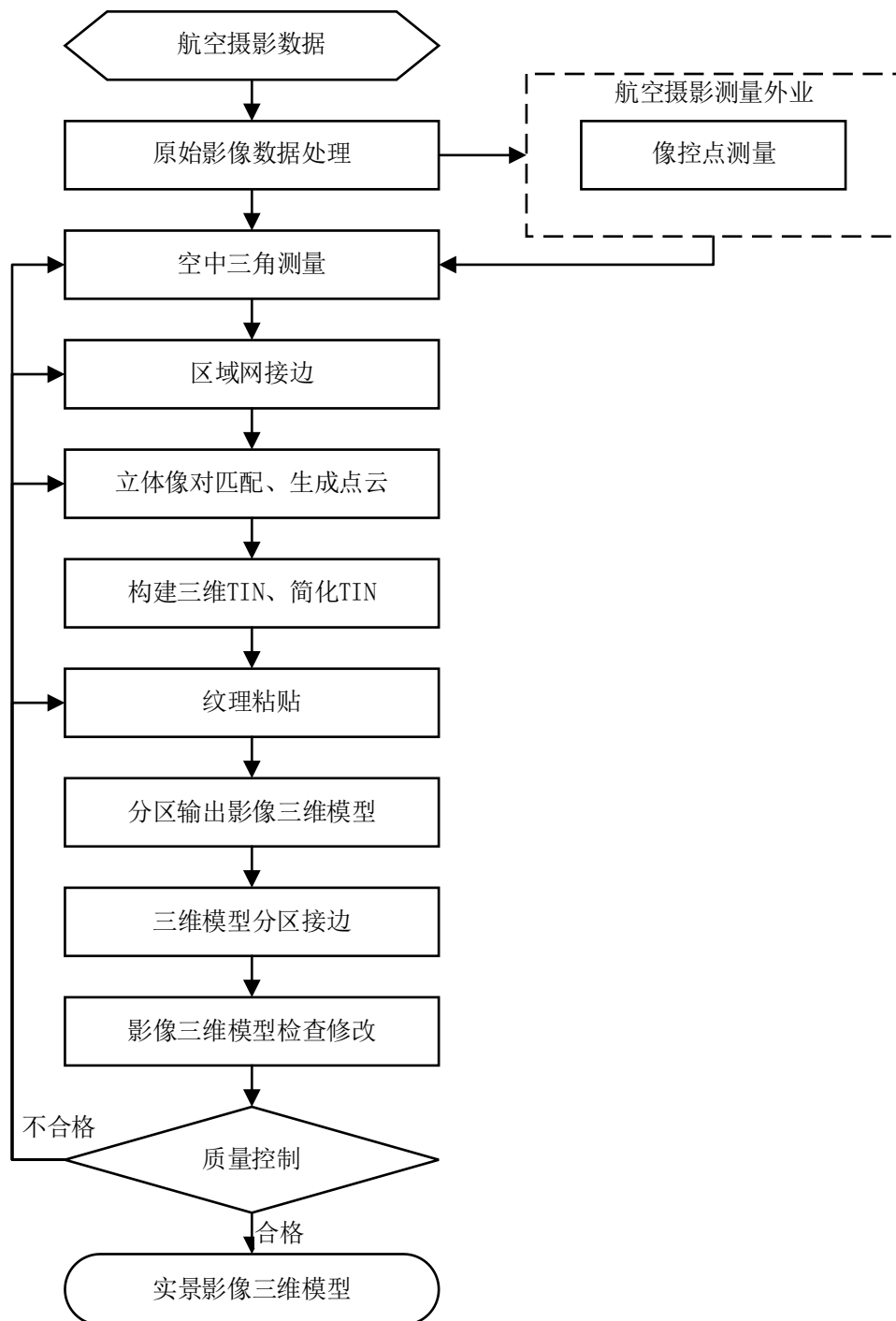


图1 作业流程图

6 像控点测量

6.1 像控点布设原则

6.1.1 像控点的布设要求按 CH/T 3006—2011 的规定执行。

6.1.2 像控点按照加密分区为单位进行布设，保证加密分区的角点处要有像控点；对于高空倾斜摄影

相机航摄的项目，宜按航向 40~50 条基线、旁向 3~4 条航线的跨度布设平高控制点；对于低空倾斜摄影的项目，宜按航向 15~20 条基线、旁向 3~4 条航线的跨度布设平高控制点。

6.1.3 如果所选区域内存在可用的平高控制点，则不用重新布设平高控制点。

6.1.4 不规则区域网，除按上述间隔要求布点外，区域凸角点和凹角点处还应加布平高控制点。

6.1.5 像主点及标准点位落水时，若落水范围的大小和位置不影响立体模型连接，可按正常航线布点；若航向三片重叠范围内选不出连接点，可在落水像对附近加布平高控制点，优先采用区域网布点，必要时采用全野外布点。

6.2 像控点位置条件要求

像控点位置条件要求按CH/T 3006—2011的规定执行。

6.3 像控点施测

像控点施测技术要求按CH/T 3006—2011的规定执行。

6.4 像控点刺点、整饰

6.4.1 像控点刺点、整饰工作要求对像控片局部放大一倍以上后刺点并填写点名、点位说明、刺点者及其它相关内容。

6.4.2 像控点命名规则：按照测区分布情况进行命名，要求点名在整个测区内具有唯一性。可以按照“区域+采集年份+像控点类型+顺序码”的方式命名，如：TJ2020PG001，TJ2020PG002……。

7 原始影像数据处理

7.1 原始数据复核

对照飞行日志对原始数据进行复核，检查资料是否完整、航线是否完整、像片中是否存在漏洞及云、烟遮盖地物等问题。

7.2 GNSS 数据解算

按照RTK差分GNSS定位技术，采用动态数据处理软件结合基站数据精密解算相机曝光时刻的机载GNSS天线相位中心坐标。

对没有配备GNSS机载设备或类似定位模块的无人机，可不进行GNSS解算流程。

7.3 影像色彩一致性处理

进行空中三角测量之前，应对原始影像数据进行影像色彩一致性处理，消除因传感器、大气、地形等对色彩的影响。

8 空中三角测量

8.1 空中三角测量流程

空中三角测量流程见图2。

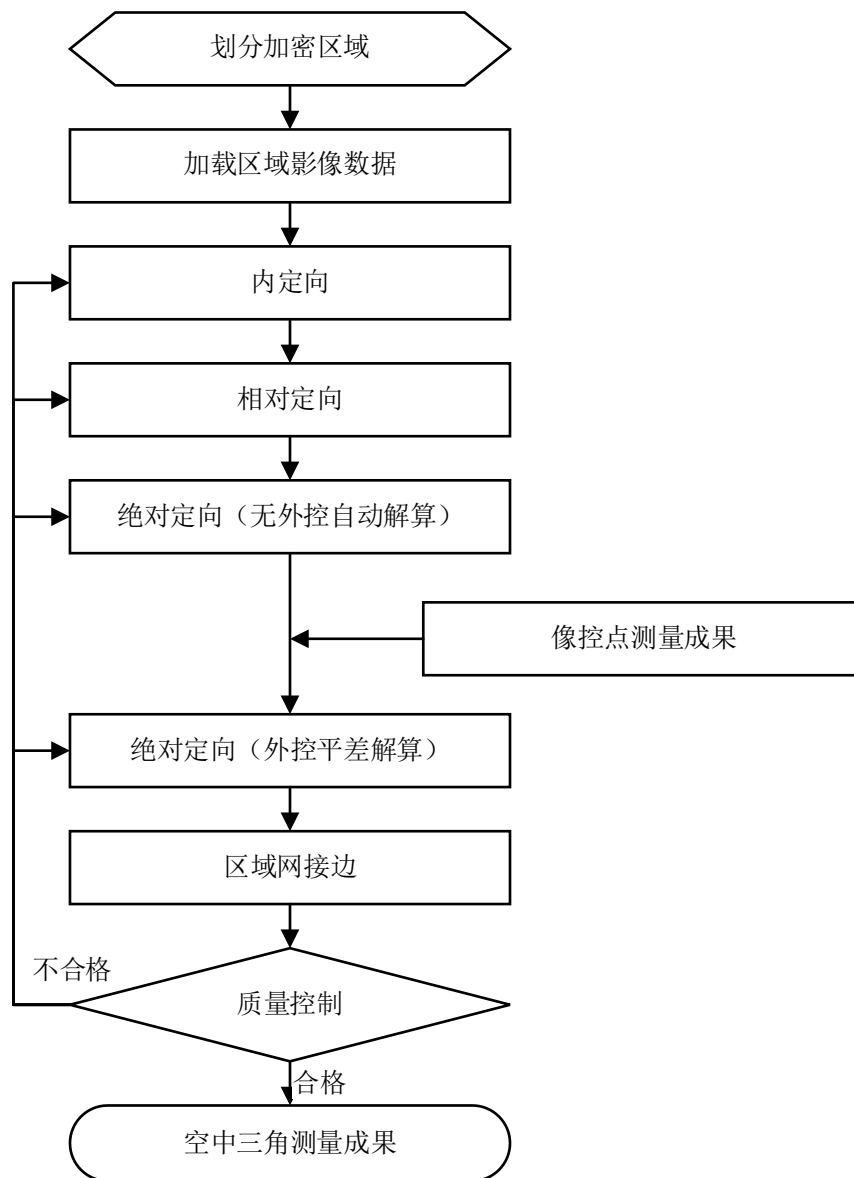


图2 空中三角测量流程

8.2 划分加密区域

依据航空摄影影像数据情况及影像数据地理位置分布情况合理划分加密分区,宜保证分区形状规则,分区间旁向应有2~3条航线的重叠,航向应有3~4幅影像重叠。

8.3 内定向

在空中三角测量软件中使用主距、像素大小、像素行数/列数、像素值参考位置等航摄鉴定资料进行自动内定向。

8.4 相对定向

在空中三角测量软件中进行自动相对定向,相对定向精度应符合表2的规定。特殊资料或特别困难地区可放宽至1.5倍,应在技术设计书中说明。

表2 相对定向精度

连接点类型	像点坐标残差中误差	像点坐标最大残差
自动匹配的连接点	$\leq 1/3$ 像素	≤ 1 像素
像控点和人工判读/量测的连接点	≤ 0.5 像素	≤ 1.5 像素
注：连接点上下视差中误差应 $\leq 1/3$ 像素，最大残差 $\leq 2/3$ 像素。		

8.5 绝对定向和区域网平差计算

8.5.1 空中三角测量精度要求

8.5.1.1 对于航摄下视分辨率在 70~100mm 的影像，宜优先采用差分 GNSS 无外控自动解算，依据控制点资料将控制点量测至相应的影像目标，采用光束法整体平差，获得连接点及检查点坐标和像片的外方位元素。精度要求按照 GB/T 23236—2009 中成图比例尺 1:1000 的规定执行。区域网平差计算结束后，连接点对最近野外控制点的平面位置中误差和高程中误差不得大于表 3 中的规定。

表3 连接点对最近野外控制点的平面位置和高程中误差

单位为米

地形类别	平面中误差	高程中误差
平地	0.35	0.28
丘陵地	0.35	0.35
山地	0.5	0.5

8.5.1.2 对于航摄下视分辨率在 70~100mm 的影像，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应符合表 4 中的规定。

表4 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

点别	平面位置限差			高程限差		
	平地	丘陵地	山地	平地	丘陵地	山地
基本定向点	0.26	0.26	0.37	0.2	0.26	0.37
检查点	0.35	0.35	0.5	0.28	0.35	0.5
公共点	0.7	0.7	1.0	0.56	0.7	1.0

8.5.1.3 对于航摄下视分辨率优于 70mm 的影像，宜在软件中导入控制点坐标，依据控制点资料在软件中找到包含该控制点的像片上并量测相应的控制点(每个控制点至少 5 张像片，其中至少有 1 张是下视像片)，进行整体平差，从而获得连接点及检查点坐标和像片的外方位元素。精度要求按照 GB/T 23236—2009 中成图比例尺 1:500 的规定以及 CH/T 3003—2021 执行。

8.5.1.4 对于航摄下视分辨率优于 70mm 的影像，区域网平差计算结束后，内业连接点对附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 5 中的规定。

表5 连接点对最近近野外控制点的平面位置和高程中误差

单位为米

地形类别	平面中误差	高程中误差
平地	0.175	0.15
丘陵地	0.175	0.28
山地	0.25	0.35

8.5.1.5 对于航摄下视分辨率优于70mm的影像，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应符合表6的规定。

表6 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

点别	平面位置限差			高程限差		
	平地	丘陵地	山地	平地	丘陵地	山地
基本定向点	0.13	0.13	0.18	0.11	0.2	0.26
检查点	0.175	0.175	0.25	0.15	0.28	0.35
公共点	0.35	0.35	0.5	0.3	0.56	0.7

8.6 区域网接边

对区域网间的公共点进行较差，以检验区域网的接边精度。平面和高程较差不得大于表4和表6的规定。

9 实景影像三维数据计算

9.1 三维重建分区划分方案

按照4.4进行分区。

9.2 实景影像三维建模

以三维重建分区为单位将影像数据、空三资料导入到建模软件中，并进行像对配对及同名点密集匹配。

像对配对选择有互相重叠关系的单片两两为一组建立立体像对，并且提取每个像对的关键点(key point)，最终完成表达同一地物的同名相点密集匹配，并根据空中三角测量成果创建三维点云。

三维点云创建完毕以后，建模软件自动构建TIN，然后进行纹理粘贴，创建实景影像三维模型。

9.3 实景影像三维模型分区输出

依据三维重建瓦片分幅划分规则将实景影像三维模型数据按瓦片分幅输出。

9.4 实景影像三维模型分区接边

根据三维重建分区的位置及每个分区实际计算生成的瓦片文件，获取每个分区的瓦片结合表；通过叠加比较分区范围和瓦片结合表，将每个分区以外的瓦片剔除；分析相邻分区的重复瓦片，按照保留中间剔除边界的原则，剔除重复的瓦片；最终，将互相之间没有重复瓦片的三维模型数据重新组织到一个或若干分区中。实景影像三维模型接边精度具体取值见表7中的规定。

表7 实景影像三维模型接边精度要求

单位为毫米

航摄分辨率	最大限差
$70 \leq D \leq 100$	2D
$D < 70$	2D
注：D代表航摄下视分辨率	

9.5 实景影像三维模型检查修改

三维模型接边完成后，根据CH/T 9024—2014 中对三维网格模型的质量要求，检查模型中是否存在漏洞、变形、悬浮物等问题，并进行相应的修改。常见问题及修改方法见表8。

表8 实景影像三维模型数据常见问题及修改方法

序号	类型	问题细节	修改方法
1	漏洞	水面的漏洞	采集水涯线矢量数据，获取水域范围及高程，重新计算水面和贴图。
		树林中的漏洞	单纹理贴图补充
		开采场的漏洞	
2	路面变形	阴影导致变形	根据要求进行修改
		车辆导致变形	
		绿化带导致变形	
		路灯镶嵌变形	
		桥梁下方实心体块	
3	建筑变形	建筑不完整	增加其他航线数据重新计算，条件不足时则不修改。
		房屋与其他地物混淆	重新建模或人工修补
		建筑扭曲	
4	异常悬浮物	因软件计算产生的非地物模型	删除

10 质量控制

10.1 像控点质量控制

像控点质量控制要求按CH/T 3006—2011的规定执行。

10.2 空中三角测量质量控制

进行空中三角测量之前，检查控制点的数学基础是否正确；导入控制点并逐点进行刺点，正确设置基本定向点和检查点；检查刺点的正确性。

在相对定向完成后，检查加密点分布是否均匀，是否有漏洞，连接强度是否满足要求(要求连接点整体分布均匀，且标准点位周围分布有连接点)等。

在绝对定向完成后，严格检查基本定向点残差、检查点误差、连接点误差、加密点误差是否满足表3、表4、表5、表6的规定。

对于需要接边的区域网，需要检查区域网的接边精度，公共点较差平面和高程较差不得大于表4和表6的规定。

10.3 影像色彩质量控制

影像的辐射校正直接决定了实景影像三维数据色彩是否亮丽、模型贴图是否清晰、是否有明显拼接痕迹等。应对影像进行整体色彩检查，对关键地物进行重点检查。

10.4 影像三维初步点云质量控制

在整个实景影像三维建模的过程中，三维模型的同名像点匹配的质量以及立体像对的配对模型的质量控制极为重要，直接影响了三维点云以及三维三角网的建模质量。

在每一分区的像对配对及同名相点密集匹配步骤后都应检查点云质量，对计算出来的初步点云数据，检查点云是否有扭曲变形、塌陷、漏洞等问题，并检查点云密集程度是否足够。

10.5 影像三维网格质量控制

逐个分区检查影像三维网格是否有变形、漏洞、悬浮物等问题，对不符合要求的三维网格以瓦片为单位对数据进行重新处理、更新；按照分区边界检查数据接边处的三维网格质量。

11 数据成果

11.1 像控点测量成果：

- a) 像控点分布图；
- b) 像控点刺点片；
- c) 像控点点之记；
- d) 像控点成果表。

11.2 空中三角测量成果：

- a) 区域网分区略图；
- b) 区域网像片与外业控制点分布略图；
- c) 航摄像片内、外方位元素及相机参数文件；
- d) 空三精度报告文件。

11.3 实景影像三维模型成果：

- a) 三维模型数据；
- b) 瓦片结合表；
- c) 重建分区结合表。

11.4 文档成果：

- a) 技术设计书；
- b) 质量检查报告；

c) 技术总结。
