

DB 13

河北省地方标准

DB 13/T 6053—2025

倾斜摄影实景三维数据获取技术规程

2025 - 04 - 03 发布

2025 - 05 - 03 实施

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。

本文件由河北省自然资源厅提出并归口。

本文件起草单位：河北省第二测绘院。

本文件主要起草人：丁建伟、刘昭贤、王赛、孟亚宾、周阳、王胜利、王盼盼。

本文件为首次发布。

倾斜摄影实景三维数据获取技术规程

1 范围

本文件规定了倾斜摄影实景三维数据获取的基本要求、作业流程、技术准备、倾斜航空摄影、像控点测绘、成果归档等要求。

本文件适用于倾斜摄影实景三维数据获取。

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 14950-2009 摄影测量与遥感术语
- GB/T 24356-2023 测绘成果质量检测与验收
- GB/T 27919-2011 IMU/GPS辅助航空摄影技术规范
- GB/T 27920.1-2011 数字航空摄影规范 第1部分：框幅式数字航空摄影
- GB/T 39610-2020 倾斜数字航空摄影技术规程
- CH/T 1004-2005 测绘技术设计规定
- CH/T 1029.2-2013 航空摄影成果质量检验技术规程 第2部分：框幅式数字航空摄影
- CH/T 1050-2021 倾斜数字航空摄影成果质量检验技术规程
- CH/T 3004-2021 低空数字航空摄影测量外业规范
- CH/T 3006-2011 数字航空摄影测量控制测量规范
- CH/T 3025-2023 倾斜数字摄影测量技术规程

3 术语和定义

GB/T 14950-2009界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

事前像片控制点 pre-event photo control point

航空摄影测量中，航摄前布设的像片控制点。

3.2

事后像片控制点 post-event photo control point

航空摄影测量中，航摄后布设的像片控制点。

3.3

影像倾角 tilt angle of image

航空摄影时，航空摄影机主光轴与铅垂线的夹角，或地面摄影时摄影机主光轴相对于水平面的夹角。

3.4

影像旋角 swing angle yaw

在影像平面内，所选定的影像坐标轴绕主光轴旋转的角度。

3.5

航线弯曲度 strip deformation

一条摄影航线内各幅影像主点至首末两幅影像主点连线的最大偏离度。

3.6

相对漏洞 relative gap

航空摄影时，像片或影像航向重叠度和旁向重叠度小于规定阈值的部分。

3.7

绝对漏洞 absolute gap

航空摄影时，摄区范围内缺失影像的部分。

4 基本要求

4.1 空间参考系和时间参考系

4.1.1 平面坐标系

大地基准采用2000国家大地坐标系。投影方式为高斯-克吕格投影，3° 标准分带。当采用地方坐标系时，应与2000国家大地坐标系建立严密的转换关系。

4.1.2 高程基准

高程基准采用1985国家高程基准，当确有必要采用其他高程基准时，应与1985国家高程基准建立联系。

4.1.3 时间基准

时间基准采用公元纪年和北京时间。

4.2 数据格式

主要数据成果的种类和格式见表1。

表1 数据格式

序号	数据种类	数据格式
1	像片控制点成果	*.xlsx 和*.jpg
2	倾斜摄影影像	*.tif 或*.jpg
3	POS 数据	*.txt 或*.xlsx
4	GNSS 测量成果	*.txt

5 作业流程

作业流程主要包括技术准备、倾斜航空摄影、像控点测绘、成果归档等环节。作业流程见图1。

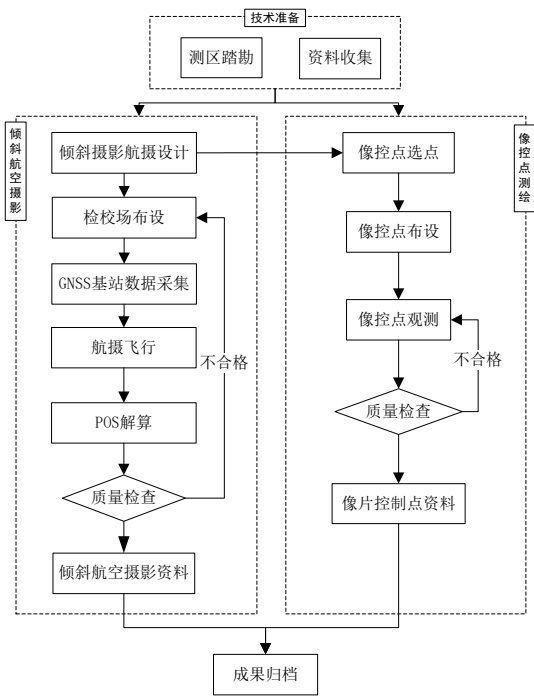


图1 倾斜航空摄影作业流程

6 技术准备

6.1 测区踏勘

对航摄测区及周边进行踏勘，需了解的主要内容包括：

- a) 测区地形地貌信息；
- b) 测区内高大建（构）筑物及高压线塔的数量、高度、位置等相关信息；
- c) 测区周边交通及机场等信息；
- d) 测区内有无禁飞区域。

6.2 资料收集

作业前宜收集相关资料，如：

- a) 测区范围、航摄要求；
- b) 测区的地形地貌、数字高程模型数据和气象资料；
- c) 河北省卫星定位基准站网成果等基础性资料；
- d) 地形图、遥感卫星影像、规划设计图、电力图等资料。

6.3 技术设计

作业前应进行技术设计，技术设计的编写要求及内容按照CH/T 1004-2005中5.3.3技术设计书的相关规定执行。

6.4 空域申请

作业前应遵循相关空域管理规定，获得有关空域管理部门的飞行批复文件。

7 倾斜航空摄影

7.1 航摄设计

7.1.1 航摄范围的确定

航摄范围应大于测区范围，摄区的航向覆盖应超出测区范围4~5条基线，旁向覆盖应超出测区范围4~5条航向。或按照GB/T 39610-2020附录A的公式（A.2）和公式（A.3）进行计算，确保航摄影像有效覆盖测区范围。

7.1.2 航摄设备选择

7.1.2.1 飞行平台选择

飞行平台选择宜遵循以下原则：

- a) 应具备出厂合格证；
- b) 大面积作业时宜选用有人机，小面积作业时宜选用无人机；
- c) 中心城区、大片建筑区域宜选用多旋翼无人机；建筑稀少区域宜选择固定翼或复合翼无人机。

7.1.2.2 航摄相机选择

航摄相机的选择应满足以下要求：

- a) 航摄相机在检校期内；
- b) 各相机的内方位元素和相机畸变参数可精确测定；
- c) 带有曝光信号反馈装置，能稳定输出和记录曝光脉冲；
- d) 各相机之间的相对位置和姿态关系刚性稳定，各相机曝光时间差不大于 120 ms。

7.1.3 航摄分区划分

航摄分区划分参照GB/T 27919-2011中5.2.1航摄分区、GB/T 39610-2020中6.2.2航摄分区划分的相应规定执行，同时满足以下要求：

- a) 地物最高点满足重叠度要求，地物最低点满足分辨率要求，难以满足时应分区进行摄影；
- b) 需要进行加密分区设计时，一个航摄分区所包含的加密分区均应完整；
- c) 满足分辨率和重叠度要求且能够保证航线直线性的情况下，分区跨度尽量划大，但航线敷设和划分分区时，应考虑每条航线的直线飞行时间一般不大于 30min；
- d) 根据地形类型和成图精度要求的不同，同一分区内的景物特征应基本一致；
- e) 充分考虑起降场地和机场位置。

7.1.4 分区基准面高度确定

依据分区地形起伏、飞行安全条件等因素确定分区基准面高度，一般取分区内低点平均高程为基准面高度。

7.1.5 影像重叠度

影像重叠度要求如下：

- a) 下视影像：航向重叠度一般不低于 60%；旁向重叠度一般应设计为 40%-80%，最低不低于 30%。在陡峭山区、高层建筑密集区，航向重叠度设计为 70%-80%；
- b) 倾斜影像：当满足下视影像重叠度后，倾斜影像的航向、旁向重叠度可不再重新设计。

7.1.6 航线敷设方法

航线敷设应遵循以下原则：

- a) 航线按摄区范围特征直线敷设；
- b) 航线一般情况按东西或南北方向敷设，特殊情况根据项目范围走向敷设；
- c) 摄影区域含有水域时，航线应尽量避免下视影像像主点落水；
- d) 对建筑物高大和密集的区域宜纵横交叉敷设或加大航向和旁向重叠度。

7.1.7 飞行速度

飞行速度的设置应符合航向重叠度、最小曝光间隔、相机快门速度和飞行安全的要求，不宜设置为飞行平台标称最大速度，可按公式(1)估算飞行速度。

$$V = \frac{\delta \times GSD}{t} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

- V ——飞行速度，单位为米/秒（m/s）；
- δ ——像点位移，单位为像素；
- GSD——地面分辨率，单位为米（m）；
- t ——曝光时间，单位为秒（s）。

7.1.8 影像分辨率

倾斜摄影侧视影像地面分辨率与下视影像地面分辨率需基本一致。

倾斜影像地面分辨率应满足成图精度的要求，按照成图比例尺的不同，下视影像地面分辨率应不低于表2中规定的指标。

表2 下视影像地面分辨率 单位为米

成图比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
下视影像地面分辨率	0.03	0.05	0.1	0.3

7.1.9 航摄季节、摄影时间的选择

航摄季节和摄影时间的选择应遵循以下原则：

- a) 航摄应选择摄区内气象条件最有利的季节，应尽量避免或减少积雪、洪水、扬沙、雾霾等对摄影的不利影响，确保航摄影像能够真实地显现地表细部特征；
- b) 航摄时间应根据表 3 规定的摄区太阳高度角和阴影倍数确定；

c) 陡峭山区和高层建筑物密集区宜在当地正午前后各 1h 内摄影。

表3 摄区太阳高度角和阴影倍数

地形类别	太阳高度角 (°)	阴影倍数 (倍)
平地	>20	<3
丘陵地, 一般城镇	>25	<2.1
山地, 大、中城镇	>40	<1.2

7.2 检校场布设

为确定IMU与相机相互框架位置关系的系统差、GNSS天线相位中心与相机之间的偏心矢量,并考虑对相机进行系统校正,需要飞行校准航线。具体情况参照GB/T 27919-2011中5.2.2检校场的相关规定。

7.3 GNSS 基站数据采集

7.3.1 基站布设

为保证航空航摄数据精度的可靠性,需要在地面布设GNSS基站,具体要求应符合GB/T 27919-2011中5.3.1基站布设的相关规定,也可利用河北省卫星定位基准站网的观测数据。摄区内任意位置与最近基站间距离要求见表4所示。

表4 摄区内任意位置与最近基站间距离要求

单位为千米

成图比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000
摄区内任意位置 与最近基站间距离	50		100	

结合大地测量控制成果,选择适合布设控制点的点位作为初选基站候选站址。对基站候选站址进行实地选择,选址原则如下:

- 位于视野开阔处,视场内障碍物的高度角不宜超过 15° ;
- 远离大功率无线电发射源,其距离不应小于 200m,远离高压输电线和微波无线电信号传送通道,其距离不应小于 50m;
- 站点附近交通、通讯条件良好,便于联络和数据传输;
- 人员稀少或不易到达的地点,避免闲杂人员滋扰;
- 点位需要设立在地面基础稳定的、易于保存的地点;
- 须具有可靠电源,以保障设备供电;
- 充分利用符合要求的高精度的已知控制点;
- 避开周边存在大面积水域或光伏板的区域;
- 适合长期作业。

7.3.2 GNSS 基站坐标测量

按照GB/T 27919-2011中5.3.4基站点位测量的相关技术规定,采用实时动态测量(RTK)技术测量出GNSS基站坐标。

7.3.3 GNSS 观测

采用IMU/GNSS辅助航空摄影飞行,必须在基站架设高精度GNSS接收机,与机载POS系统接收机同步进行GNSS观测。基站GNSS接收机的性能须与机载GNSS接收机性能相匹配,并满足如下要求:

- 基站 GNSS 接收机为高精度测量型多频或双频 GNSS 接收机,采样频率为 1Hz 或 2Hz;
- 配备充足的电池或电源系统,保证航摄作业中供电不间断;
- 配备能适应满架次作业所需地面观测数据存储要求的存储器。

航空摄影飞行前,机载POS系统与GNSS基准站进行10分钟以上的同步初始化测量后,飞行器才能起飞。飞行器起飞进入航线前与完成一个架次后,均须进行“8”字型或“S”型飞行,保证IMU动态精度。飞行器降落到停机坪,机载POS系统和GNSS基准站继续进行10分钟以上的静态测量后,结束整个航摄飞行架次的测量工作。

7.4 航摄飞行质量

航摄飞行质量应遵循以下要求：

- a) 下视影像倾角一般应不大于 6° ，最大应不大于 10° ；
- b) 下视影像旋角一般应不大于 25° ，在确保影像航向和旁向重叠度满足要求的前提下最大应不大于 35° ；
- c) 航线弯曲度应不大于 1%，当航线较长但小于 5000 米时，航线弯曲度最大不大于 3%；
- d) 同一航线上相邻像片的航高差应不大于 30 米，最大航高与最小航高之差应不大于 50 米，实际航高与设计航高之差应不大于 50 米。

7.5 影像补摄

航摄影像补摄应遵循以下要求：

- a) 航摄过程中出现的绝对漏洞、相对漏洞及其他严重缺陷必须及时补摄；
- b) 补摄必须按原设计航迹进行，补摄航线的长度须满足区域网加密布点的要求；
- c) 对于不影响内业加密选点和模型连接的相对漏洞及局部缺陷（如云、云影、斑痕等），可只在漏洞处补摄，补摄航线的两端至少超出漏洞外一条基线；
- d) 应采用同型号的数字航摄仪进行补摄；
- e) 倾斜摄影补摄时接边处至少重叠 7 张像片；
- f) 当采用 POS 等辅助航空摄影技术时，须参照相应的补摄与重摄要求进行；
- g) 航摄过程出现绝对漏洞时应优先补摄，补摄时间间隔不宜过长，避免地表出现地物明显变化。

7.6 POS 解算

POS 数据处理要求如下：

- a) 在飞行区域内有河北省卫星定位基准站网且其采样频率符合要求时，收集这类基站的观测数据，联合机载 GNSS 观测数据，按照后处理精密动态测量模式进行处理，获取飞行过程中各时刻 GNSS 天线的基准坐标；
- b) 如果在飞行区域布设地面 GNSS 基站，可采用国家已知 GNSS 坐标点联测方式得到基站坐标，或利用河北省卫星定位基准站网获取 GNSS 基站坐标，联合机载 GNSS 观测数据按照后处理精密动态测量模式进行处理，获取飞行过程中各时刻 GNSS 天线的基准坐标；
- c) 选择该架次距离摄区最近的基站数据进行解算或采用多基站数据联合解算，确保采用最优解算结果；
- d) 剔除数据质量不佳的卫星数据，保证最终差分数据质量；
- e) 基于差分 GNSS 结果与 IMU 数据进行 POS 数据联合处理，并顾及系统检校已量测的偏心分量值；
- f) 若 GNSS 数据采用精密单点定位后处理模块进行处理，按照精密单点定位数据处理流程解算飞行过程中各个时刻飞行器的准确位置；
- g) 通过双向解算差值、GNSS 定位精度（差分 GNSS 解算结果）和数据质量因子等指标进行综合评定；
- h) 按照 GB/T 27919-2011 中 7.2 数据联合解算的相关要求进行 POS 数据结果分析。

7.7 航摄成果质量检查

航摄数据质量检查包括影像重叠度、覆盖完整性、影像倾角、影像旋角、航线弯曲度、航高保持、摄区分区覆盖完整性、影像质量、IMU/GNSS 成果、附件质量。具体检查方法应符合 GB/T 27920.1-2011 中 6.2 检查方法、CH/T 1029.2-2013 中第 6 章检查内容及方法、CH/T 1050-2021 中第 7 章质量检查部分的相关规定执行。

7.8 航摄成果整理

航摄成果整理包括影像编号、IMU/GNSS 数据整理、影像数据存储与外包装、文档资料整理，按照 GB/T 39610-2020 第九章执行。



8 像控点测绘

8.1 像片控制点选点

像片控制点分为事前像片控制点和事后像片控制点两种类型。

8.1.1 事前像片控制点

事前像片控制点注意事项如下：

- a) 航空摄影面积小于 20 平方千米或测区内普遍难以找到合适的像片控制点目标时，一般在航空摄影前布设地面标志点作为事前像片控制点；
- b) 地面标志宜布设在宽阔无遮挡区域，且应设置在高程起伏较小、易于准确定位和量测的地方；
- c) 可在地面布设红色的显著标志，如“”等易于辨识和标记的标志，标志边线宽度不低于 2
- d) 倍下视地面分辨率，标志边长为 5-10 倍下视地面分辨率为宜；
- e) 地面标志作为像片控制点时观测“”的外角；
- f) 像片控制点在像片中的位置应符合 CH/T 3004-2021 中 6.1 像片控制点选点要求的相关规定。

8.1.2 事后像片控制点

事后像片控制点注意事项如下：

- a) 宜选择地面标志物作为像片控制点，不宜选择高于地面的标志物（如房角）作为像片控制点；
- b) 与周围环境色差明显、航摄后无变化的标志物作为像片控制点；
- c) 像片控制点的目标影像清晰、易于判读，如选在交角良好（ $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$ ）的细小线状地物的交点，明显地物的拐角点，且高程变化较小、常年相对固定的明显地物点处。弧形地物及阴影等不应选作点位目标；
- d) 高程变化急剧的斜坡不宜选作点位目标；
- e) 选点取需考虑倾斜视线地物被遮挡的程度。点位目标对空视野应开阔，周围 45° 视场范围内不应有高大建（构）筑物、树木、高杆（茎）植物等；
- f) 点位应便于安置和操作仪器，视野开阔，视场内障碍物的高度角不宜超过 15° ；
- g) 远离大功率无线电发射源（如电视台、电台、微波站等），与其距离不应小于 200 米；远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，与其距离不应小于 50 米；
- h) 附近不应有强烈反射卫星信号的地物（如大型建筑物等）；
- i) 交通便利，并有利于其他测量手段扩展和联测；
- j) 像片控制点距像片边缘不应小于像片边长的 10%。

8.2 像片控制点精度

像片控制点应满足一定的测量精度要求，精度要求按照 CH/T 3004-2021 中 7.2.1 像片控制测量精度要求、CH/T 3006-2011 中 3.3 像控点的相关规定执行。

8.3 像片控制点布设

像片控制点的点位分布和间距跨度应按照 CH/T 3025-2023 中 5.5 控制测量部分的相关规定执行。其他要求如下：

- a) 区域网的划分应依据成图比例尺、航摄比例尺、测区地形特点、航摄分区、图幅分布等情况进行全面考虑，根据具体情况选择最优实施方案；
- b) 区域网的图形宜呈矩形。当受地形等条件限制时，可采用不规则区域网布点，在凹角转折处或凸角转折处应布设像片控制点；
- c) 在区域网边角附近和中部附近应各布设 1 个像片平高控制点；
- d) 布设不少于像片控制点总数 10% 的检查点用于空中三角测量精度检查，检查点应均匀分布于测区；

- e) 像片控制点应布在航摄分区分界的重叠部分内，相邻航线应尽可能公用；如果不能公用，应分别布点，并注意避免产生控制漏洞；
- f) 当遇到像主点、标准点点位位于水滨和岛屿地区等特殊情况，不能按正常情况布设像片控制点时，点位在像片上的条件可适当放宽；
- g) 区域网中补摄航线结合处的布点应保证连接精度，可在结合处加布 1~2 个像片控制点；
- h) 最外围像控点应布设在测区范围以外，航摄外围影像像主点范围以内。

8.4 像片控制点的观测

像片控制点一般采用实时动态测量（RTK）技术进行测量，当无信号或不能固定时宜采用GNSS静态测量方式。

8.5 像片控制点编号

像片控制点编号应满足如下要求：

- a) 同一测区像片控制点编号不允许重复；
- b) 编号规则为 1 位“控制点类型代码”+4 位“流水号”，控制点类型代码中，“P”代表像片平高控制点，“V”代表像片高程控制点，“H”代表像片平面控制点，“J”代表检查点，流水号为 0001~9999 的数字码；
- c) 重测像片控制点时，编号续编，不得使用之前的编号；
- d) 测区有特定要求的，按要求规则编号。

8.6 像片控制点实地照片

像片控制点测量时宜拍摄近景、远景两张点位摆站测量照片，其中近景照片要反映出像片控制点测量的准确位置，远景照片要反映出像片控制点周围地物分布情况，原则上点位摆站测量照片要求由南向北拍摄。照片命名方式如下：近景照片为“像片控制点编号”+“J”，例如P0015J.jpg；远景照片为“像片控制点编号”+“Y”，例如P0015Y.jpg。

8.7 像片控制点数字刺点片整饰

将航摄像片转换为jpg格式，作为数字刺点片底图，数字刺点片文件名为“像片控制点编号.jpg”。在刺点点位上放置样式为中心带水平十字的圆“⊕”标记，大小设置为400个像素，颜色为红色，十字丝线宽度不宜超过2个像素；在点位附近标注点编号，大小设置为500个像素，颜色为品红。

8.8 像片控制点质量检查

8.8.1 布点与选点质量检查

检查像控点的布设点位是否符合技术要求，检查像片控制点点位选择的目标条件和像片条件是否符合技术要求。

8.8.2 像控点观测检查

检查像控点观测方法和观测条件（卫星高度角、有效观测卫星总数、采样间隔、测回数、仪器高设置等）是否符合技术要求。

8.8.3 选刺与整饰检查

- a) 检查像控点刺点片刺点位置是否准确，是否与实地照片一致；
- b) 检查像控点点位说明的正确性。

8.8.4 检查比例

检查比例按照GB/T 24356-2023第五章分批与抽样相关规定执行。

8.9 像片控制点成果整理

像片控制点平面坐标提供2000国家大地坐标系高斯投影成果，高程提供1985国家高程基准成果。平面坐标和高程记录应取至0.001米，经、纬度坐标记录采用dd.mmss格式，取位至0.000000001。

像片控制点成果包括成果表、数字刺点片、实地照片（近景与远景各2张）、布点图。其中成果表采用EXCEL或WORD表格形式，标明像控成果所采用的坐标系统、中央子午线等内容。成果表参照附录A。

9 成果归档

9.1 成果归档要求

成果归档应符合下列规定：

- a) 原始数据齐全；
- b) 数据处理记录规范、齐全；
- c) 质量检查合格；
- d) 资料文档齐全、完整，内容真实，表述准确；
- e) 成果数据存储完整。

9.2 成果归档内容

9.2.1 倾斜航空摄影资料

9.2.1.1 航摄文档资料

航摄文档资料应包括下列内容：

- a) 航摄批文及航摄资料送审报告；
- b) 航摄鉴定表；
- c) 航空摄影飞行记录；
- d) 资料移交书；
- e) 数字航空摄影技术设计书；
- f) 项目技术总结报告；
- g) 其他文档成果资料。

9.2.1.2 航摄影像资料

航摄影像资料应包括下列内容：

- a) 原始影像数据；
- b) 航摄像片曝光中心的位置和姿态信息；
- c) IMU/GNSS、RTK、PPK 或者其他附属仪器的数据记录或处理结果相关数据；
- d) 原始影像索引表；
- e) 数字航摄仪技术参数；
- f) 摄区完成情况图；
- g) 摄区航线、像片结合图；
- h) 航摄像片中心点结合图；
- i) 其他相关数据成果资料。

9.2.1.3 静态观测数据

GNSS基站静态观测数据。

9.2.2 像片控制点资料

像片控制资料包括以下内容：

- a) 成果表；
- b) 数字刺点片；
- c) 实地照片；
- d) 布点图。

附 录 A
(资料性)
像控点成果表

像控点成果表内容和格式参见表A. 1。

表A. 1 ××项目像控点成果表

坐标系统：2000 国家大地坐标系，中央子午线：×××°。高程基准：1985 国家高程基准。									
序号	点号	纬度 dd. mmss	经度 dd. mmss	大地高 m	x 坐标 m	y 坐标 m	正常高 m	点位说明	备注
1									
2									
...									