

# 关于惯导倾斜测量在园林绿化地形测绘中的简单应用

马凤富

北京市地质工程设计研究院 北京 100000

**摘要:**随着社会的发展,工程测量技术的应用领域越来越广。其中在园林绿化工程中地形测绘中也占有一席之地。但园林绿化地形测绘精度要求高,碎部测量量大,且要求辨别植被种类,估算树木直径及高度。惯导倾斜测量技术是GNSS-RTK地形图测绘的新技术,因自身功能可以更好的实现园林绿化地形测绘工作。有效的避免了因遮挡干扰信号导致的测绘精度低的问题,同样提高了测量测绘的工作效率。为园林绿化设计提供有效的、高精度的设计资料。

**关键词:**惯导;倾斜测量;园林绿化地形测绘

园林绿化地形测绘工程与以往的工程地形测绘有一定的区别。因流动站受到树冠绿叶遮挡导致碎部数据采集困难,且设计方要求主要针对植被树木的确切位置进行精准测量绘制成图,设计方依据园林绿化地形图进行参考设计,做公园合理布局。随着测绘技术的发展测图作业常采用单基站RTK测量方法。单基站RTK测量方法因效率高、精度高已成为当前比较常用的地形图测绘方法。

GNSS-RTK (real-time kinematic of the global navigation satellite system) 实时差分动态测量系统技术是一种非常成熟的定位测量技术。其基本原理是在基站上安置 GNSS 接收机,对一定高度角的定位系统卫星进行载波信号接收,并将观测的数据通过数据链实时传送给移动站的 GNSS 接收机,移动站的 GNSS 接收机接收卫星信号的同时也通过数据链实时接收基站传送过来的观测数据<sup>[1]</sup>。然后根据相对定位的原理实时计算出移动站与基站相对的三维坐标。为提高观测精度,为此,出现新的融入技术,在GNSS 主机安装了一个能进行倾斜改正的装置,使移动站上的对中杆在一定的倾斜角度下也能归算到观测点在水平状态下的坐标,即GNSS-RTK 倾斜测量<sup>[2]</sup>。GNSS-RTK 倾斜测量能够较好的实现园林绿化地形测绘工程,高效、快速的为设计方提供园林绿化数字线划图。

## 1. GNSS-RTK 倾斜测量的原理

当前推出的 GNSS-RTK 倾斜测量采用了惯导 IMU (inertial measurement unit) 技术去实现。IMU 是由两个传感器装置组成,一个是用于倾斜角测量的加速度计,另一个是用于物体角速度测量的陀螺仪<sup>[3]</sup>。GNSS-RTK 对中杆倾斜修正的原理是在三维直角坐标系中,GNSS-RTK 对中杆在常规测量中处于垂直状态进行观测 B 点坐标  $(x, y, h)$ , 当对中杆倾斜到 A 点位置时观测出当前状态下坐标  $(x', y', h')$ , 通过倾斜改正,根据参考值:对中杆倾斜角度  $\beta$ 、对中杆倾斜时投影到平面坐标系中的方位角  $\alpha$ 、坐标增量  $\Delta x$ 、 $\Delta y$ 、 $\Delta h$  和对中杆杆长  $L$ , 理论上可以由倾斜状态下的实测 A 点坐标  $(x', y', h')$  计算出 B 点待测点坐标  $(x, y,$

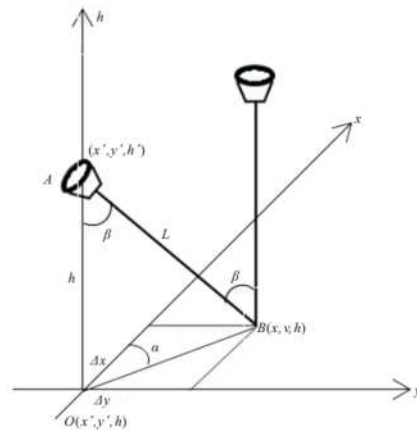
$h)$ <sup>[3]</sup>, 即

$$x = x' + \Delta x = x' + L \sin \beta \cos \alpha,$$

$$y = y' + \Delta y = y' + L \sin \beta \sin \alpha,$$

$$h = h' + \Delta h = h' + L \cos \beta$$

GNSS-RTK 对中杆倾斜修正的原理如下图:



## 2. 园林绿化工程地形测绘要求

园林绿化工程地形测绘一般要求:(1)、树木调查:调查项目范围内植被情况,测现状植物数量、规格、品种、位置。(2)、地面地物如水井、电箱、楼梯、建筑、涵洞、场地、围墙等;井盖标注种类、位置。(3)、场地内地上、地下管线测量:调查测区范围内管线情况。(4)、场地内现有道路需要标出位置、宽度、面层材料。(5)、地形包括详细的等高线、点高程等。(6)、所有地上构筑物要求画出边线。(7)、各种测绘类型需分层示意。

## 3. 作业过程

地形图的测绘过程一般为:首先踏勘与设计,即在踏勘的基础上编制技术设计书、生产实施方案。然后图根控制测量,即在基本控制网的基础上布设、联测图根控制点(简称图根点)。其次地形碎部测量,即利用图根点测量地形碎部点(简称碎部点)的位置、高程及其属性数据。最后进行地形图绘制,即根据碎部测量获得的地形数据编绘地形图。在利用图根点进行地形碎部点测量中选择一片较为开阔的空

地,选择一个稳实的地点作为控制点,架设基站与移动站,再将手簿与移动站连接,开始碎部点采集。

### 3.1 单基站点位的选择的一般规定:

应依据地形和数据链的通讯覆盖范围及测区面积,均匀布设基准站;单基站点的地势要宽阔,周边不得有高度角超过15°的障碍物和干扰接受卫星信号和反射卫星信号的物体;单基站的有效作业半径不得超过10km。

### 3.2 单基站的设置的一般规定;

当基准站架设在已知点位时,接收机天线应对中、整平;天线高的量取要精确至1mm,对中偏差不应大得于2mm;电台天线宜设置在高处,应连接天线电缆、电源电缆和通信电缆等;电台频率的选择,不可与作业区其他无线电通信频率发生冲突。

### 3.3 流动站的作业的一般规定;

流动站接收机天线高设置宜与测区环境相适应,变换天线高时需要对手簿作相应的更改;流动站作业的有效卫星数不得少于6个,多星座系统有效卫星数不得少于7个,PDOP值应小于6,并应采用固定解成果;应当设置项目参数、天线高、天线类型、PDOP和高度角等;流动站的初始化,应选择在对空开阔的地点进行;作业前,应当检测2个以上不低于图根精度的已知点;检测结果与已知成果的平面较差不得大于图上0.2mm,高程较差不得大于基本等高距的1/5;若作业中,有卫星信号失锁现象,应重新初始化,并应经重合点测量检查合格后,继续作业;结束前应当进行已知点检查验证;每日测绘完成后,应导出测量数据至计算机,并应做好数据备份。

### 3.4 数字线划图生成一般过程

图形文件在 CASS 7.0 平台下生成,图形比例尺为1:500。将处理过的碎部点数据以\*.dat格式在CASS7.0软件中打开,根据工作草图编得的数据连线成图<sup>[9]</sup>。

#### 3.4.1 数字线划图生成

野外采集数据直接导入至计算机并应生成原始数据文件;部分测量数据也可采用键盘输入,但应进行检查;可采用数据处理软件,宜将原始数据文件中的控制测量数据、地形测量数据和检测数据进行分类,并应分别进行处理;对全野外采集数据的处理,可增删和修改测点的属性、编码和信息排序等,但不可修改三维坐标数据;生成等高线时,要确定地性线的走向和断裂线的封闭。

#### 3.4.2 要素分层和编辑检查

图形要素可分层表示,同一工程的分层方法和图层的命名应采用统一格式,也可根据工程需要对图层部分属性进行修改;数字线划图的编辑检查内容应包括图形的连接关系、等高线的编辑、各种注记的位置、地形及地物的属性信息等内容。

## 4. GNSS-RTK 倾斜测量技术在测绘园林绿化测绘中应用

### 4.1 应用实例

某公园建设区南北长约700米,东西宽约400米。经现

场指认北侧和西侧为交通干道,南侧为河堤路段,东侧根据数字正射影像图描绘红线位置为界进行测绘。成图比例尺为1:500。采用国家统一的3°带高斯投影,数字化制图采用地方坐标系,地方高程系。

某公园地块测绘要求如下:

① 树木调查:调查项目范围内植被情况,测现状植物数量、规格、品种、位置。

1. 常绿树标注高度,如:松H=5m;柏H=4.7m

2. 落叶乔木标注胸径,如:白蜡D=16-20mm

3. 灌木:圈地类界,高度,棵数、种类(种类相同的可成片)

② 地面地物如水井、电箱、楼梯、建筑(范围及层高等信息,含亭、廊等)、涵洞(含标高、直径等)、场地(范围和材质、标高)、围墙(材质)等;井盖标注种类、位置。

③ 场地内地上、地下管线测量:调查测区范围内管线情况(包括雨、污水、电力、电信、燃气、热力、天然气、军用光缆等井位、走向、管径大小、埋深、地上线架空高度等信息)。

④ 场地内现有道路需要标出位置、宽度、面层材料。

⑤ 地形包括详细的等高线、坡度、变坡线、点高程等。标高点网格不大于5米\*5米。

⑥ 所有平台均应测出上台台下的高程,电箱测平台、电箱底座、电箱位置及高程。

⑦ 所有地上构筑物要求画出边线,并写出种类,如:亭、廊、配电箱、发射塔等。

⑧ 各种测绘类型需分层示意,如:常绿乔木、落叶乔木、灌木、道路、等高线、构筑物、电箱、井、管线等。

### 4.2 数字线划图的精度要求

数字线划图的基本精度要求一般应符合以下规定:

4.2.1 图上地物点相对于临近图根点的点位中误差,不得超过下表规定。

区域类型	点位中误差 (mm)
一般地区	0.8
城镇建筑区、工矿区	0.6
水域	1.5

注:1、施测困难的一般地区测图,点位中误差不得超过表中限差的1.5倍;

2、1:500比例尺水域、其他比例尺水深超出20m的开阔水域测图,点位中误差不宜超过相应比例尺图上2.0mm。

4.2.2 工矿区建(构)筑物按用途可分为主要建(构)筑物和一般建(构)筑物两种类型,细部坐标点的点位和高程中误差,不得超过下表规定。

地物类别	点位中误差 (mm)	高程中误差 (mm)
主要建(构)筑物	50	20
一般建(构)筑物	70	30

### 3.4.3 RTK 图根控制测量的主要技术要求。

等级	相邻点间距 (m)	边长相对中误差	起算点等级	流动站到单基准站距离 (Km)	测回数
图根	$\geq 100$	$\leq 1/4000$	三级以上	$\leq 5$	$\geq 2$

#### 4.3 注意事项

在园林绿化测绘中如果遇到树冠较大的情况，受树枝树叶遮挡较为严重的影响，为保证数据准确度仍需采用全站仪测量方法较理想。实施惯导数据采集要满足数据采集要求即在固定解状态下且进入倾斜测量模式，才能保证数据的有效性。对植被绘制可归类合理进行标注，防止绘制内容混乱。对于密集型树林可测量其树林范围描述树林内各自种类、每种数量等详细信息进行标注。对各类测绘要素可分层展示，有利于设计提取数据信息，提高设计效率。常规地形地貌及独立地物等可按规范及标准参照比例尺进行测量及绘制。

### 5. 结束语

现代施工建设对基础数据信息要求越来越高，且工期目标和质量目标也要求越来越高。园林绿化测绘与以往基本比例尺地形测绘有所区别，受季节影响较为特殊。通常对于隐蔽或施测困难的碎部点可使用全站仪进行测图，但效率低，通视要求高。现代许多新出产RTK测量仪器产品均加入了惯导测量系统，惯导测量系统可以克服高度角束缚，加大了接受有效卫星数量，不仅提高了工作效率，而且还提高了数据采集精度。测量效率有了明显提高，同时也减少了劳动强度。

#### 参考文献

- [1] 王勇智. GPS 测量技术[M]. 2 版. 北京: 中国电力出版社, 2012: 134.
- [2] 刘才龙. 惯导技术在 GNSS-RTK 倾斜测量中的应用.
- [3] 袁宏俊, 杜康, 胡凌云. 基于三角模糊数相似度的区间型组合预测模型[J]. 统计与决策, 2019, 35 (6): 24-29