

工程测量中的信息化测绘技术探讨

文◆江苏省地质矿产局第四地质大队 顾建标

引言

在各种类型及规模的工程项目中，工程测量尤为关键。科学的工程测量工作，可将测量结果作为施工参考，有利于提高工程建设水平。信息时代到来后，测绘技术水平显著提高，陆续出现了很多信息化测绘技术，在效率、精度等方面优势明显。工程测量方面应用信息化测绘技术时相关人员应做好比选工作，选择先进且有效的测绘技术。基于此，本文采用理论总结与案例分析方法，探究信息化测绘技术在工程测量中的具体应用，以期指导实际工作。

1 工程测量中的信息化测绘技术

1.1 摄影测量与卫星定位测量技术

摄影测量是工程领域较为常见的技术，通过摄影测量获取影像，此后得到空间物体的几何信息，基本原理为前方交会。摄影测量原理如图1所示， S_1 、 S_2 分别为左摄站、右摄站， P_1 、 P_2 对应的是摄影得到的左影像、右影像， a_1 、 a_2 为左、右影像上的同名点。通过像点（如 a_1 ）获取摄影光线 S_1a_1 的水平角 α 、垂直角 β 。利用两张影像获取直线 S_1a_1 与 S_2a_2 的交会空间点 $A(X, Y, Z)$ 。因为左、右影像为同一空间物体的投影，因此利用摄像上的任何一对同名点都能交会获取一个空间点。正是因为摄影测量的这一原理，实际工作中相关人员可以配备小型设备，获取低空区域的数码影像学资料，完成比例尺测图，创建实体模型。综合当下的技术现状，摄影测量技术被广泛应用在高空、高光谱领域。

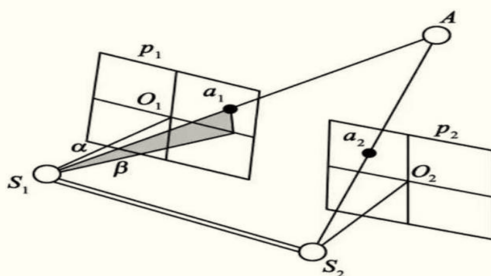


图1 摄影测量原理

卫星定位测量技术的基本原理是围绕地球运转的人造卫星持续向地球表面发射经编码调制的连续波无线电信号，编码中载有卫星发射信号、不同时间卫星在空间的位置（星历）。载于海陆空各类运载体上的卫星导航接收机在接收到卫星发出的无线电信号后，一旦有与卫星钟准确同步的时钟，即可测定信号的到达时间，据此时间可得到信号在空间中的传播信息、接收机与卫星的距离^[1]。目前，卫星定位测量技术的发展日渐成熟，在海陆空测绘任务中都有着相对成功的应用，体现了该测绘技术的效率和效益优势。

1.2 GIS技术与变形监测技术

GIS为地理信息系统，本质上为利用计算机技术采集、存储、管理、分析地理信息的综合系统。GIS的核心是围绕地球信息进行全生命处理，将这些地理信息以一定标准规范保存在空间数据库中，以非零散的方式将这些信息存储起来，后续有需要的情况下直接调取数据库中的地理信息即可。信息时代下GIS技术的应用范围逐步扩大，主要被用在城市规划和管理、自然资源管

【作者简介】顾建标（1990—），男，江苏苏州人，本科，工程师，研究方向：测绘相关。

理、环境保护与监测、自然灾害防控、智慧交通、工程建设等方面。变形监测技术主要利用机器人完成实时数字摄影、实时摄影测量，其中融合了三维激光扫描、空间定位等理论，获取相对准确的变形监测结果，以便相关人员根据监测结果判定被监测对象是否存在变形现象。

1.3 精密工程测量技术

精密工程测量技术在各项工作中均利用了误差理论，包含直线定线、测量角度、距离、高差等工作。定线方面，利用精密经纬仪完成，以其望远镜视准面作为参考，测定目标点的横向偏离值。为提高测量精度，采用专用准直望远镜。张紧的弦线、激光束等均可作为基准线而存在。测角方面以经纬仪为主要仪器，观测过程中应注意选择测量方法，以减小望远镜调焦误差或其他仪器误差的干扰。同时，观测过程中需结合观测对象的特点，创设良好的观测条件。

2 项目概况

以高铁苏州北站改扩建配套工程——北站快速联络道东连接线工程（G524 节点快速化改造工程二期）作为研究对象。结合项目规划，G524 节点快速化改造工程二期工程位于苏州市相城区，南起西公田立交，北至渭中路，桩号为 K1+500 ~ K5+718.0，全线总长 4.218km。本项目所在地周边分布有大量的交通设施。为顺利完成项目任务，主要开展以下测量工作。一是 GNSS 控制点，沿线布设通视的二级 GNSS 控制点。二是水准测量，沿线布设四等水准点。三是地形图测量，测设 1:500 地形图。四是

断面测量，测量纵断面、横断面、河断面。五是相关调查，主要为交叉点、管线等调查。

3 工程测量的成果规格和主要技术指标

项目规模庞大，为顺利完成测量任务，平面坐标采用苏州 2000 坐标系，高程基准为 1985 国家高程基准。利用信息化测绘技术获取相应数据后，统一处理。考虑到项目现场的复杂条件，利用 RTK 与全站仪获取地形图，室内利用 CASS10.1 成图软件开展数字化成图，成图比例为 1:500。

GNSS RTK 平面测量技术标准如表 1 所示，高程控制测量精度标准如表 2 所示，中桩平面桩位精度如表 3 所示。

表 1 GNSS RTK 平面测量技术标准

等级	相邻点间距离（m）	点位中误差（cm）	边长相对中误差	测回数
二级	≥ 300	5	≤ 1/10000	≥ 3
图根	≥ 100	5	≤ 1/4000	≥ 2
碎部	--	图上 0.5mm	--	≥ 1

表 2 高程控制测量精度标准

测量等级	每公里高差中数中误差（mm）		附合路线或环线闭合差（mm）
	偶然中误差	全中误差	
四等	±5	±10	±20 √ L

表 3 中桩平面桩位精度

线段类别		主要线路	次要线路
直线	纵向相对闭合差	1/2000	1/1000
	横向偏差（cm）	2.5	5
曲线	纵向相对闭合差	1/2000	1/1000
	横向偏差（cm）	5	7.5

4 工程测量的信息化测绘方案

4.1 项目技术路线

为获得完整、准确的工程测绘信息，整个测绘过程中以 GNSS 等作为核心技术，配备水准仪等先进仪器，执行国家现行标准、行业规范。由于测绘内容繁多，涉及大量专业知识，有关人员提前整理已有的基础测绘资料，从资料中提取关键信息。由专人进入现场开展全野外数字测量，采集地物以及地貌信息，编辑制作 1:500 数字线划图。由 RTK 与全站仪野外相结合，完成各中桩的测量放线。

4.2 项目工艺流程

针对本次测绘任务，主要执行以下流程。（1）收集基础测绘资料，进入现场完成实地勘测。（2）技术人员的交底及培训。（3）控制测量。图根控制测量、全野外数据采集、DLG 数据内业编辑；中桩放样、纵断面、横断面及河断面测量、相关调查。（4）数据整理及检查验收。（5）成果整理、提交资料。由于现场的复杂条件，测绘工作开始之前相关人员应按照要求配备 GNSS 接收机、全站仪、水准仪等专业化设备。

4.3 信息化测绘技术的具体应用

4.3.1 平面控制

平面控制方面，拟布设等级为二级，利用快速动态 GNSS 技术完成

测量任务,在设计控制网时主要注意以下方面。控制点与大功率发射台、高压线等应保持安全距离;控制点避开由地面或其他目标反射导致的干扰源;点位高度角 15° 的上方位置应保持良好的通视条件,严禁分布其他障碍物;控制网联测附近高等级控制网点至少为4个,且各控制点均匀分布^[2]。

针对选点和埋石工作,应符合以下要求。在原有地形图上选择控制点位,相关人员进入现场实地勘测,精确定位位置。点位优先设置在交通便捷、便于扩展与联测的区域,每一点位均应有良好的通视条件。控制点、相邻点之间的平均边长为200~300m。点位地基应稳定,为测角、测距、地形图测绘等创造便捷条件。部分控制点的位置特殊,处于铺装地面或山体岩石露头区域,此情况下应埋设镶嵌标志。

外业测量任务主要利用GNSS双频接收机完成,引入中国移动CORS RTK技术测量,观测测回至少为3次,平面收敛阈值、垂直收敛阈值分别在0.02m和0.03m以内,当达到这些要求后不再继续观测。一旦测回间平面坐标分量较差低于0.02m、垂直坐标分量较差小于0.03m,即可计算平均值得到最终结果。

4.3.2 高程控制测量

高程控制采取几何水准测量法。布设高程控制网时应遵循分级规定,全线贯通,统一平差。为了在测绘过程中及时恢复或加密四等水准点,首级应选择国家四等水准网,将加密图根水准作为基本高程控制网。

设计高程控制网时,起算点至少为2个。由于本项目为国家四等水准网,其起算点等级不得低于国家三等水准点,同时,图根水准网起算点等级不得低于国家四等水准点。选择起算点时,应遵循与线路距离最近、点位较稳、成果最新的要求。工程测量期间的高程控制点,应沿堤岸布设。

水准点应设置在地基稳固、交通便捷、方便引测、易于保存、便于寻找的地段,以便高质量、高效率完成测绘任务^[3]。线路起终点位置,在其延长线上或者反向线上应埋设特定数量的水准点。水准点的标石、标志,应结合点位所在地点的地形地质条件选择相应的形式。水准点点位在铺设地面上的情况下,应埋设镶嵌标志;水准点点位利用稳固的已有建筑时,应埋设嵌入式标志;水准点点位在其他位置时,埋设普通标石。

高程控制网观测作业期间,针对水准测量观测,水准仪视准轴、水准管轴的夹角,第一次观测的周期为一周时,频次为1次/天,当一段时间该角度保持在相对稳定的状态时,每次的测量间隔时间应适当延长,保持1次/15天。水准尺的米间隔平均长与名义长之差应控制在正常标准内^[4]。

高程控制网平差计算中应执行以下步骤。(1)正式平差之前,相关人员应检查原始观测数据,无数据偏差的情况下正式开始计算。(2)依据观测高差,编制高差表、水准路线图,计算正常位水准面不平行的改正数、水准路线闭合差、1km水准测量高差中数的偶然中误差。(3)由专业平差软件自动进行计算,输出结果。

4.3.3 图根控制测量

图根控制测量之前,相关人员应了解图根点密度、精度等信息。结

合行业规范,在图根点精度方面,平面位置中误差应低于所测比例尺图上0.1mm,高程中误差应在测图基本等高距的1/10以内。针对图根点密度,有关人员需以测图比例尺、项目所在地的地质地形等条件来确定。全站仪测图情况下满足地物点测距长度在80m以内、地形点测距长度在150m以内的规定。RTK测图时,对密度条件无严格规定,但应确保图根点在对应的服务器校正区域内。

为获得图根点测绘信息,相关人员率先利用RTK加密图根控制点。在中国移动CORS系统支持下,由测区高等级控制点计算坐标系统转换参数,获取每一图根点对应的坐标信息。

结语

信息化测绘技术具有一系列优势,在工程测量中能取得良好的应用效果。随着时代的进步,信息化测绘技术具有先进性、多样性,各工程项目中相关人员应结合项目实际,选择对应的测绘技术,整合和处理测绘结果,为工程建设提供有效参考。^[5]

引用

- [1] 苏海霞,柴芳.信息化测绘技术在矿山和土地中的标准化应用分析[J].中国设备工程,2022(20):243-244.
- [2] 罗伟伟.信息化时代工程测绘技术发展分析[J].内蒙古煤炭经济,2022(18):175-177.
- [3] 柴建全.测绘工程管理信息化的探究[J].中国新通信,2022,24(15):97-99.
- [4] 王俊.测绘新技术在测绘工程测量中的运用探析[J].工程建设与设计,2022(5):111-113.