

GPS 测量技术课程实践方案设计

□ 张 博

(沈阳农业大学高等职业技术学院, 辽宁 沈阳 110122)

摘 要: GPS (全球定位系统) 已经在测绘、生产中得到了广泛的应用, 传统的控制测量方法如三角测量、导线测量已被 GPS 控制测量所取代。如何制定切实可行的 GPS 测量技术课程实践方案, 是关系到学生能否掌握 GPS 测量理论与实际应用的关键。高职院校 GPS 测量技术课程应从应用的角度出发, 按 GPS 网方案设计、GPS 网外业实施、GPS 网数据处理等三个方面, 制定 GPS 测量技术课程实践方案。

关键词: GPS (全球定位系统); GPS 测量技术; 实践方案; 控制测量

中图分类号: G712; P228.1

文献标识码: B

文章编号: 1009—7600 (2010) 07—0064—03

一、GPS (全球定位系统) 简介

全球定位系统 (Global Positioning System), 简称 GPS, 是美国从上世纪 70 年代开始研制, 历时 20 年, 耗资 300 亿美元, 于 1994 年全面建成的利用导航卫星进行测时和测距, 具有在海、陆、空进行全方位实时三维导航与定位能力的新一代卫星导航与定位系统。

GPS 最初就是为军方提供精确定位而研制的, 至今它仍然由美国军方控制。军用 GPS 产品主要用来确定并跟踪在野外行进中的士兵和装备的坐标; 给海中的军舰导航; 为军用飞机提供位置和导航信息等。如今, GPS 已经成为当今世界上最实用, 也是应用最广泛的全球精密导航、指挥和调度系统。我们可以应用 GPS 进行海陆空导航、导弹的制导、大地测量和工程测量的精密定位, 以及时间的传递和速度的测量等。

对于测绘领域, GPS 卫星定位技术已经用于建立高精度的全国性的陆地测量控制网, 测定全球性的地球动态参数; 用于建立陆地海洋大地测量基准, 进行高精度的海岛陆地联测以及海洋测绘; 用于监测地球板块运动状态和地壳形变; 用于工程测量, 成为建立城市与工程控制网的主要手段。

GPS 全球定位系统与传统测绘手段相比, 具有以下特点: 定位精度高, 观测时间短, 测站间无需通视, 可提供三维坐标, 操作简便, 全天候作业, 功能多应用广等。

二、GPS 测量技术课程实践方案设计思想

随着 GPS 的不断完善, 使测绘定位技术发生了革命性的变革, 为工程测量提供了崭新的技术手段和方法。长期以来用测角、测距、测水准为主体的常规地面定位技术, 正在逐步被一次性确定三维坐标的、高精度、高速度、高效率的 GPS 所代替, 甚至 GPS 控制测量已成为大面积控制测量的唯一方法。

为了使學生全面系统地掌握 GPS 测量原理, 掌握 GPS 在测量中的应用, 熟悉 GPS 在控制测量当中的具体实施; 为了使學生参加工作后尽快适应生产单位的需要, 使其尽快上手, 學生在校期间必须掌握 GPS 在控制测量上应用的全过程与具体操作细节。

本方案的制定充分考虑以上具体情况, 并充分听取测绘单位专家的建议, 确立了使學生将理论和实践充分结合, 将所学理论知识转变为技能, 为将来从事测绘工作奠定坚实的基础的教学目标。

本方案通过实践要达到以下目的: 一是总结學生本门课程的学习成果, 在掌握控制测量课程的基础上, 使控制测量方法系统化、完整化。二是使學生初步掌握 GPS 网方案设计的基本内容, 掌握 GPS 网外业实施方法, 初步掌握 GPS 网数据处理方法, 培养學生理论联系实际的能力, 培养學生综合运用所学知识解决实际工程问题的能力。三是提高學生独立钻研问题的能力, 培养學生严肃认真、爱护

收稿日期: 2009—11—23

作者简介: 张博 (1968—), 男, 辽宁铁岭人, 讲师、工程师。

仪器设备的工作作风和实事求是的工作态度,训练学生吃苦耐劳的品德。

三、GPS 测量技术课程实践流程

GPS 测量技术课程实践流程如图 1 所示。

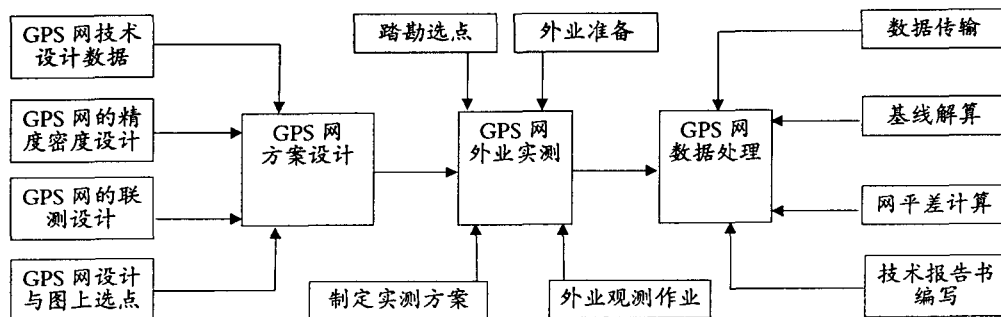


图 1. 课程实践流程图

四、GPS 测量技术课程实践方案

实践题目：三等 GPS 控制网布设。

实践任务：在沈阳农业大学高等职业技术学院实习基地——沈阳市沈北新区洋什水库四平方公里的范围内，建立三等 GPS 控制网。首先进行 GPS 控制网的技术设计，然后在此基础上进行外业观测，经数据处理后，得到控制网的三维坐标。

GPS 测量与常规测量相类似，在实际工作中也可划分为方案设计、外业实施及内业数据处理等三个阶段。

(一) GPS 网方案设计

1、GPS 网技术设计的依据

GPS 网技术设计的主要依据有：1992 年国家测绘局发布的测绘行业标准《全球定位系统 GPS 测量规范》（以下简称《规范》）；1998 年建设部发布的行业标准《全球定位系统测量技术规程》（以下简称《规程》），具体内容如表 1 所示。考虑到工程测量专业的实际应用，我们采用了《规程》。

表 1. 《全球定位系统测量技术规程》规定的 GPS 测量各等级作业的基本技术要求

项目	观测方法	级别				
		二等	三等	四等	一级	二级
卫星高度角(°)	静态	≥15	≥15	≥15	≥15	≥15
有效观测卫星数	静态	≥4	≥4	≥4	≥4	≥4
平均重复设站数	静态	≥2	≥2	≥1.6	≥1.6	≥1.6
时段长度(min)	静态	≥90	≥90	≥45	≥45	≥45
数据采样间隔(s)	静态	10~60	10~60	10~60	10~60	10~60
PDOP	静态	<6	<6	<6	<6	<6

2、GPS 网的精度、密度设计

GPS 网精度设计：对于 GPS 网的精度设计主要取决于网的用途，用于城市或工程的 GPS 网可根据相邻点的平均距离和精度参照《规程》中的精度分级，如表 2 所示。

本实践控制网精度为三等，基本技术要求如表 1 所

示，精度指标如表 2 所示。

表 2. 《全球定位系统测量技术规程》规定的 GPS 测量精度分级

等级	平均距离	固定误差	比例误差	最弱边相对中误差
二	9(Km)	≤10mm	≤2ppm	1/120000
三	5(Km)	≤10mm	≤5ppm	1/80000
四	2(Km)	≤10mm	≤10ppm	1/45000
一级	1(Km)	≤10mm	≤10ppm	1/2000

注：当边长小于 200m 时，以边长误差小于 20mm 来衡量

GPS 点的密度标准：各种不同的任务要求和服务对象，对 GPS 点的分布要求也不同。对于一般城市和工程测量布设点的密度主要满足测图加密和工程测量的需要，平均距离一般在几公里以内，最短距离应为平均距离的 1/2~1/3；最大距离应为平均距离的 2~3 倍；特殊情况下，个别点的间距还允许超出规定。

3、GPS 网的联测设计

GPS 测量获得的基线向量，属于 WGS—84 坐标系的三维坐标差，而实际我们需要的是国家坐标系坐标。所以在 GPS 网的技术设计时，必须联测一定数量的国家坐标系控制点，用以坐标转换。大中城市 GPS 控制网应与附近的国家控制点联测 3 个以上，小城市或工程控制可以联测 2~3 个点。本实习联测的两个控制点为：一等国家三角点大洋山、二等 GPS 控制点 YSSK。

4、GPS 网形设计与图上选点

根据对已收集到的 1:10000 地形图的充分研究，结合本实习的具体要求，并考虑为其它实习如常规方法的控制测量实习提供已知数据，而且在充分了解和研究测区情况，特别是交通、通讯、供电、气象及原有控制点等情况的条件下，确定本实习控制点数目为 10 个。先在图上概略选取点位，量取的最短距离为 0.8km，最长距离为 2.4km，平均距离为 1.5km。控制点组成边连式的 GPS 网形。利用四台 GPS 接收机进行同步环路测量，共三条重复基线。

说明:根据高职院校学生的特点,针对其掌握理论知识的深度和广度,这部分工作以教师为主体完成,但教师要给学生讲解清楚方案设计的思路和设计过程。

(二) GPS 网外业实施

1、踏勘选点

根据图上概略设计的点位,到现场踏勘并落实点位。GPS 测量网形结构比较灵活,选点工作也比较简单,但要注意以下几点要求:点位选在易于安置仪器和便于操作的地方,视野开阔,净空条件好;点位远离大功率无线电发射源,距离大于 200m;远离高压输电线,距离大于 50m;点位附近没有强烈干扰接收卫星信号的物体,并避免大面积水域;点位选在交通便利的地方,有利于用其它测量手段联测或扩展;地面基础稳定,便于点位保存;充分利用符合要求的旧有控制点。

点位确定后,埋设预制的混凝土桩,其上金属标志的中心为 GPS 的测量点位,点号按设计中的点号编制,点名按村名或附近的建筑物名命名,最后按规程的要求绘制 GPS 点之记。

2、外业准备

人员的准备:对参与实习的人员进行分组,明确各自岗位。

交通工具的准备:学院出资,雇用两辆海狮面包车。

通讯工具的准备:准备六台对讲器,保证教师与学生、与车辆的联系。

仪器的准备:准备四台 GPS 接收机,仪器型号为南方测绘仪器公司生产的 NGS9600,并对接收机进行检视,检视包括一般性检视、通电检验和实测检验。

3、制定实测方案

观测计划的主要内容应包括编制高度角大于 15° 的 GPS 卫星可见性预报图;选择卫星的几何图形强度 ($PDOP < 6$);选择最佳的观测时段(卫星 ≥ 4 颗且分布均匀); $PDOP < 6$;编排作业调度表。

4、外业观测作业

仪器的安置:仪器架设在三脚架上,高度距地面 1 米以上。进行严格的对中整平,在两个不同的方向上量取天线高,较差不超过 3mm,取两次量测的平均值。测后再量

取一次天线高。

开机观测:开机后按 F2 键进入手动模式。当初始界面显示锁定的卫星数超过 4 颗,PDOP 值小于等于 4 后,按测量键进入下一界面。当本界面的定位模式为 3D,按采集键,然后输入四位点名、天线高、时段数后,按开始键进行数据采集并完成记录。四组同步采集,当同步时间达到 60 分钟,同时结束采集,关机。两组等待搬站,两组等待下一时段观测。

(三) GPS 网数据处理

数据传输:每天结束外业工作后,立即进行数据传输。所用软件为南方测绘 GPS 数据处理软件。

基线解算:利用南方测绘 GPS 数据处理软件进行基线解算。首先增加数据文件,然后解算全部基线,对不合格的基线进行处理,采用的方法有:改变历元、改变高度截止角、部分卫星信号禁用等,最后进行本基线解算。如果还有不合格基线,则重测部分基线。

网平差计算:首先进行数据预处理,检查各项闭合差,合格后输入国家坐标系坐标,进行二维平差计算、三维平差计算、网平差计算,查看平差报告。

技术报告书编写:测区及任务概况、技术依据及精度指标、基本技术规定、观测纲要、数据处理、上交资料。

GPS 测量技术课程实践方案严格遵照测绘生产单位利用 GPS 进行控制测量的生产作业流程进行编制,方案具有真实性和代表性。而且,本方案充分考虑到高职院校学生掌握 GPS 理论的深度和广度,方案具有很强的可操作性。本方案紧密结合高等职业技术教育特点,培养学生的综合素质和能力,方案具有综合性。本方案已在学院的实践教学应用中应用,取得了良好的效果。

参考文献:

- [1]周建邦.GPS 定位原理与技术[M].郑州:黄河水利出版社,2005.
- [2]乔仰文,徐爱功,赵长胜,等.GPS 卫星定位原理及其在测绘中的应用[M].北京:教育科学出版社,2003.

[责任编辑,抚顺职院:陈 辉]