

1. 项目概述

1.1 任务来源

《控制测量学》是一门技术性很强的技术学科，该课程也是测绘工程专业的主干课。控制测量实习是《控制测量学》的实习环节，通过该实习一来可以加深测绘工程专业学生对控制测量学的基本理论的理解，能够用有关理论指导作业实践，做到理论与实践相统一，提高分析问题、解决问题的能力，从而对控制测量学的基本内容得到一次实际应用，使所学知识进一步巩固、深化。因次，安排本次控制测量实习。

1.2 测区范围

本次实习的测区范围选在邯郸市紫山风景区，测区大致位于东经 $114^{\circ} 17' \sim 114^{\circ} 21'$ 、北纬 $36^{\circ} 41' \sim 36^{\circ} 44'$ 。

1.3 项目内容

实习内容主要分以下 5 项
四等导线测量
山区四等水准测量
平坦地区二等水准测量
丘陵地区三角高程测量
E 级 GPS 测量。

1.4 主要精度指标

1.4.1 各项测量工作主要技术要求

1) 四等导线测量主要技术要求

表 1-1

| 等级 | 导线长度 (km) | 平均边长 (km) | 测角中误差 (") | 测距中误差 (mm) | 测距相对中误差 | 测回数 | | | 方位角闭合差 (") | 导线全长相对闭合差 |
|----|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-------|-------|-------|---------------|----------------|
| | | | | | | 1"级仪器 | 2"级仪器 | 6"级仪器 | | |
| 三等 | 14 | 3 | 1.8 | 20 | 1/150000 | 6 | 10 | - | $3.6\sqrt{n}$ | $\leq 1/55000$ |

| | | | | | | | | | | |
|----|---|-----|-----|----|---------|---|---|---|-------------|-------------------|
| 四等 | 9 | 1.5 | 2.5 | 18 | 1/80000 | 4 | 6 | - | $5\sqrt{n}$ | \leq 1/35000 |
|----|---|-----|-----|----|---------|---|---|---|-------------|-------------------|

注：表中 n 为测站数

2) E 级 GPS 测量作业的主要技术要求

表 1-2

| 级别 | 卫星截止高度角(°) | 有效观测卫星数 | 平均重复设站数 | 时段长度(min) | 数据采样间隔(s) | PDOP 值 |
|-----|------------|----------|------------|-----------|-----------|--------|
| E 级 | ≥ 15 | ≥ 4 | ≥ 1.6 | ≥ 40 | 15 | < 10 |

注：1、观测时段长度应视点位周围障碍物情况、基线长短而作调整。

2、可不观测气象要素，但应记录雨、晴、阴、云等天气状况。

3) 三角高程测量主要技术要求

表 1-3

| 等级 | 每千米高差全中误差(mm) | 边长(km) | 观测方式 | 对向观测高差较差(mm) | 附和或环形闭合差(mm) |
|----|---------------|----------|------|--------------|-------------------|
| 四等 | 10 | ≤ 1 | 对向观测 | $40\sqrt{D}$ | $20\sqrt{\sum D}$ |
| 五等 | 15 | ≤ 1 | 对向观测 | $60\sqrt{D}$ | $30\sqrt{\sum D}$ |

注：1. D 为测距边的长度(km)。

2. 起讫点的精度等级，四等应起讫于不低于三等水准的高程点上，五等应起讫于不低于四等水准的高程点上。

3. 路线长度不应超过相应等级水准路线的长度限值。

4) 水准测量主要技术要求

表 1-4

| 等级 | 每千米高差全中误差(mm) | 路线长度(km) | 水准仪型号 | 水准尺 | 观测次数 | | 往返较差、附和或环线闭合差 | |
|----|---------------|-----------|-------|-----|--------|-------|---------------|-------------|
| | | | | | 与已知点联测 | 附和或环线 | 平地(mm) | 山地(mm) |
| 二等 | 2 | | DS1 | 钢瓦 | 往返各一次 | 往返各一次 | $4\sqrt{L}$ | |
| 三等 | 6 | ≤ 50 | DS1 | 钢瓦 | 往返各一次 | 往一次 | $12\sqrt{L}$ | $4\sqrt{n}$ |
| | | | DS3 | 双面 | | 往返各一次 | | |
| 四等 | 10 | ≤ 16 | DS3 | 双面 | 往返各一次 | 往一次 | $20\sqrt{L}$ | $6\sqrt{n}$ |

| | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---|----|---|--|--|
| 等 | | | | 面 | 一次 | 次 | | |
|---|--|--|--|---|----|---|--|--|

注：L 为往返测段、附和或或环线的水准路线长度 (Km)；n 为测站数。

1.4.2 国家规范参照

- 《工程测量规范》 GB50026—2007
- 《国家三角测量规范》 GB/T 17942—2000
- 《全球定位系统(GPS)测量规范》 GB/T 18314—2001
- 《国家一、二等水准测量规范 2006》
- 《测绘收费标准》

1.5 完成期限

限五个周内完成

2. 测区自然地理概况

2.1 地理特征

测区位于邯郸市西北，距市区 15 公里左右，地处山区，位于紫山的东南角部分。山的北面，座座山包似“群岫堆螺”；山的南面，丘岗起伏绵延数十里。独特的地质、地貌和地理位置，造就紫山是一个适宜实习的好地方。

2.2 交通状况

县境内京广铁路纵贯南北，邯济、邯长铁路横穿东西，京深高速公路、107、309、邯大、邯武、邯临、邯峰等国家、省级公路与县乡公路纵横交错，四通八达，形成便利的交通网。从邯郸市乘坐 60 路公交车可直接到达测区。但是测区内大部分为山区丘陵，通行不便。

2.3 气象状况

测区属暖温带大陆性季风气候，四季分明。春季风多干旱，夏季炎热多雨，秋季温和凉爽，冬季寒冷干燥，年平均气温 13.5℃，最冷月份（一月）平均气温 -2.3℃，极端最低气温 -19℃，最热月份（七月）平均气温 26.9℃，极端最高气温 42.5℃，全年无霜期 200 天，年日照 2557 小时。邯郸 6/7 月份干热，最高气温一般都在 35℃，8 月份潮湿闷热，气温也可达 35℃左右，九月秋高气爽。冬季干冷，春季多风沙天气，属于典型的大陆型季风气候。

2.4 居民地状况

测区内人口稀少，多为汉族，村庄依傍紫山东西两侧。

2.5 测区作业困难情况

1. 测区地处山区地带，且大部分地区为山脉，通行不便，而且不利于控制点之间的相互通视，对于整体选点，布点造成很大困难。

2. 测区附近有钢铁厂等污染企业，测区内空气质量可能不好，进一步可能影响观测，为测量工作造成很大困难。

3. 从谷歌地图可以明显看出，紫山由于远离市区，当地居民点不多，这给测

量工作的用餐以及日常休息造成了困难。
从整个工作角度来看，测区进行测绘工作的难度较大。

3. 采用的坐标系及投影方式

采用 1980 年国家大地坐标系，投影方式为高斯—克吕格投影。

4. 已有资料利用情况

由邯矿集团收集到三个已知 E 级 GPS 控制点

表 4-1

| | X | Y | H |
|----|--------------|-------------|----------|
| 康城 | 4060990.7220 | 525601.1700 | 219.6800 |
| 三坑 | 4059078.9230 | 525010.3130 | 206.1900 |
| 太行 | 4059116.0490 | 52269.5300 | 165.8480 |

4.1 已有测量成果质量情况及评价

根据给定的 3 个 E 级 GPS 点的点之记，发现三个已知点均保存完好，在邯矿测区内已知点之间联测后，并进行进度估算得到三个已知点进度均符合要求。

4.2 已有测量成果的利用方案

在实习测区内把选好的 6 个控制点中选两个作为已知点与邯矿集团的三个已知点进行联测，即求得测区内已知点位，并作为测区内测量工作的起算数据。

5. 网的设计及实施方案

5.1 平面控制网

5.1.1 测区内四等导线网的布设及施测

1. 图上选点原则：

- 1) 根据谷歌地图在测区内选择 6 个控制点，并根据其提供的高程数据，判断点位之间是否通视，把点尽可能的选择山包处，以便于后续的施测工作。
- 2) 点位尽量选在视野开阔、展望良好的地方，以便于扩展和加密低等级点。
- 3) 为保证观测目标的清晰和减弱水平折光（旁折光）的影响，视线应尽量避免沿斜坡或大河、大湖的岸边通过，并超越障碍物一定距离。
- 4) 点的位置应选在土质坚硬，易排水的高地，以便长期保存。

2. 控制点标石规格及埋设结构图

标石是三角点永久性的点位标志，标石中心应嵌入中心标志，中心标志代表三角点的中心位置。本次实习标石采用四等三角点标石，标石材料可采用磁质或金属等材料制作。标石埋设如图所示。四等三角点埋设双层标石，埋设双层标石时，两层标石中心严格在同一铅垂线中。

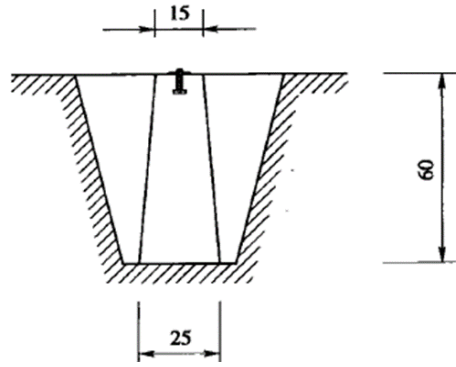


图 5-1

3. 平面控制网概略图

1) 谷歌点位略图

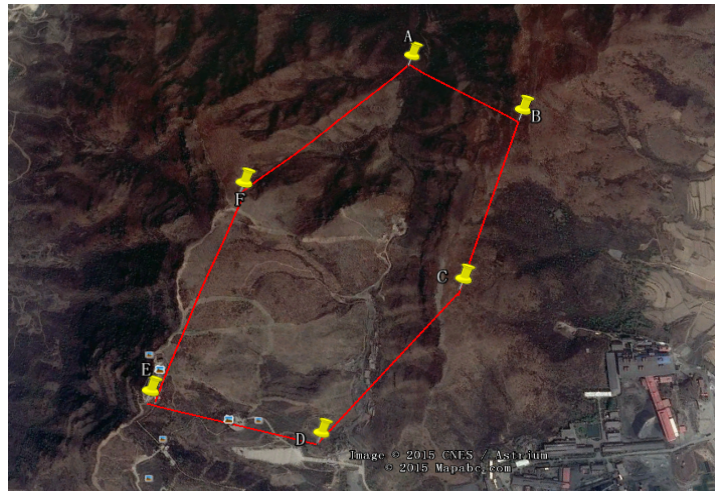


图 5-2

Cass 展点略图

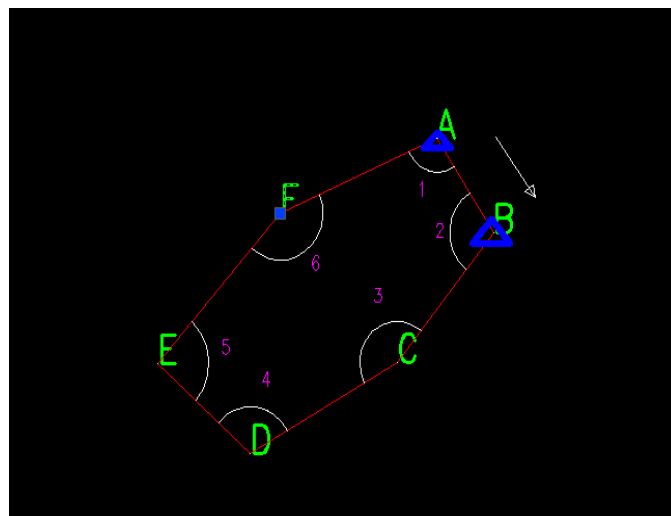


图 5-3

注：控制网描述总长度：3.4602m，导线的平均边长为 0.7576m。

4. 四等导线的实测

1) 水平角观测：水平角观测方法：采用方向观测法即测回法。

(1) 水平角观测技术要求

表 5-1

| 等级 | 仪器精度等级 | 光学测微器两次重合读数之差 (") | 半测回归零差 (") | 一测回内 2C 互差 (") | 同一方向值各测回较差 (") |
|-------|--------|-------------------|------------|----------------|----------------|
| 四等及以上 | 1" 级仪器 | 1 | 6 | 9 | 6 |
| | 2" 级仪器 | 3 | 8 | 13 | 9 |

(2) 观测注意事项：

- ① 当观测方向不多于 3 个时，可不归零。
 - ② 当观测方向多于 6 个时，可进行分组观测。分组观测应包括两个共同方向（其中一个为共同零方向）。其两组观测角之差，不应大于同等级测角中误差的 2 倍。分组观测的最后结果，应按等权分组观测进行测站平差。
 - ③ 水平角的观测值应取各测回的平均数作为测站成果。
 - ④ 三、四等导线的水平角观测，当测站只有两个方向时，应在观测总测回中以奇数测回的度盘位置观测导线前进方向的左角，以偶数测回的度盘位置观测导线前进方向的右角。左右角的测回数为总测回数的一半。但在观测右角时，应以左角起始方向为准变换度盘位置，也可用起始方向的度盘位置加上左角的概值在前进方向配置度盘。
- (3) 水平角观测的测站作业，应符合下列规定：
- ① 仪器或反光镜的对中误差不应大于 2mm。
 - ② 水平角观测过程中，气泡中心位置偏离整置中心不宜超过 1 格。四等及以上等级的水平角观测，当观测方向的垂直角超过 $\pm 3^\circ$ 的范围时，宜在测回间重新整置气泡位置。有垂直轴补偿器的仪器，可不受此款限制。
 - ③ 如受外界因素(如震动)的影响，仪器的补偿器无法正常工作或超出补偿器的补偿范围时，应停止观测。
 - ④ 当测站或照准目标偏心时，应在水平角观测前或观测后测定归心元素。测定时，投影示误三角形的最长边，对于标石、仪器中心的投影不应大于 5mm，对于照准标志中心的投影不应大于 10mm。投影完毕后，除标石中心外，其他各投影中心均应描绘两个观测方向。角度元素应量至 $15'$ ，长度元素应量至 1mm。
- (4) 水平角观测误差超限时，应在原来度盘位置上重测，并应符合下列规定

① 一测回内

2C 互差或同一方向值各测回较差超限时，应重测超限方向，并测零方向。

- ② 下半测回归零差或零方向的 2C 互差超限时，应重测该测回。
- ③ 若一测回中重测方向数超过总方向数的 1 / 3 时，应重测该测回。当重测的测回数超过总测回数的 1 / 3 时，应重测该站。

2) 距离观测：距离观测采用电磁波测距即全站仪测距。

(1) 距离观测技术要求

表 5-2

| 平面控制网等级 | 仪器精度等级 | 每边测回数 | | 一测回读数较差(mm) | 单程各测回较差(mm) | 往返测距较差(mm) |
|---------|---------|-------|---|-------------|-------------|------------|
| | | 往 | 返 | | | |
| 三等 | 5mm 仪器 | 3 | 3 | ≤5 | ≤7 | ≤2 (a+b×D) |
| | 10mm 仪器 | 4 | 4 | ≤10 | ≤15 | |
| 四等 | 5mm 仪器 | 2 | 2 | ≤5 | ≤7 | |
| | 10mm 仪器 | 3 | 3 | ≤10 | ≤15 | |

(2) 测距作业，应符合下列规定：

- ① 测站对中误差和反光镜对中误差不应大于 2mm。
- ② 当观测数据超限时，应重测整个测回，如观测数据出现分群时，应分析原因，采取相应措施重新观测。
- ③ 四等及以上等级控制网的边长测量，应分别量取两端点观测始末的气象数据，计算时应取平均值。
- ④ 测量气象元素的温度计宜采用通风干湿温度计，气压表宜选用高原型空盒气压表；读数前应将温度计悬挂在离开地面和人体 1.5m 以外阳光不能直射的地方，且读数精确至 0.2℃；气压表应置平，指针不应滞阻，且读数精确至 50Pa。

3) 导线测量数据处理

(1) 根据规范要求，一级及以上的导线网，应采用严密平差的方法。平差后的精度评定，应包含单位权中误差、点位误差椭圆参数或相对点位误差椭圆参数、边长相对中误差或点位中误差。

(2) 内业计算数字取位要求

表 5-3

| 等级 | 观测方向值及各项修正数 (") | 边长观测值及各项修正数 (m) | 边长与坐标(m) | 方位角(") |
|------|-----------------|-----------------|----------|--------|
| 三、四等 | 0.1 | 0.001 | 0.001 | 0.1 |
| 一级以下 | 1 | 0.001 | 0.001 | 1 |

5.1.2 测区内 E 级 GPS 控制网的布设及施测

1. GPS 点位选择及网的布设原则
 - 1) 点位的选择符合技术设计要求，并有利于其他测量手段进行扩展与联测。
 - 2) 点位的基础应坚实稳固，易于长期保存，并有利于安全作业；
 - 3) 点位应设在易于安装接收设备、视野开阔的较高点上；
 - 4) 点位目标要显著，视场周围 15° 不应有障碍物；
 - 5) 点位应远离大功率无线电发射源（如电视台、微波站等），其距离不小 200m, 远离高压输电线和微波无线电信号传送通道，其距离不得小于 50m；
 - 6) 点位附近不应有大面积水域或不应有强烈干扰卫星信号接收的物体；
 - 7) 点位的交通应便利；
 - 8) 选点人员应按技术设计进行踏勘，在实地按要求选点定位。当利用旧点时，应对旧点的稳定性、完好性，以及觇标是否安全、可用性进行检查，符合要求方可利用。

2. 接收机的选用规范

表 5-4

| 级别 | AA | A | B | C | D、E |
|----------|------------|------------|------------|---------|---------|
| 单频/双频 | 双频/全波长 | 双频/全波长 | 双频 | 双频或单频 | 双频或单频 |
| 观测量至少有 | L1、L2 载波相位 | L1、L2 载波相位 | L1、L2 载波相位 | L1 载波相位 | L1 载波相位 |
| 同步观测接收机数 | ≥5 | ≥4 | ≥4 | ≥3 | ≥2 |

3. GPS 控制网的网形布设

GPS 网相邻点间基线中误差 σ

$$\sigma = \pm \sqrt{a^2 + (b \cdot d)^2} \quad (5-1)$$

式中， σ —基线向量中误差

a—为固定误差(mm)；

b—为比例误差系数(ppm)

d—为相邻点间的距离(km)

4. GPS 外业测量实施

1) 基本技术要求

为保证 GPS 测量精度，采用载波相位静态相对定位作业模式，E 级 GPS 测量作业的基本技术要求应符合表 3 的规定。

2) GPS 卫星预报和观测调度计划

(1) 保证 GPS 作业观测工作顺利进行，保障观测成果达到预定的精度，提高作业工效，在进行 GPS 外业观测之前，应事先编制 GPS 卫星可见性预报表。预报表内容应包括可见卫星号、卫星高度角和方位角、最佳观测卫星组、最佳观测时间、点位图形几何强度因子等内容。

(2) 编制预报表所用概略位置应采用测区中心位置的经、纬度。

(3) 作业组在观测前应根据参加作业的 GPS 接收机台数、网形及卫星预报表编制作业调度表，其内容应包括观测时间、测站号、测站名称以及接收机号等项内容。

5. 观测准备与过程

出发工作前应检查电池容量是否充足，仪器及其附件是否携带齐全；作业前应检查接收机内存是否充足；天线安置及测量过程应符合下列要求。

1) 作业员到测站后应先安置好接收机使其处于静置状态，然后再安置天线。

2) 天线可用脚架直接安置在测量标志中心的铅垂线方向上，中误差应小于 3mm，天线应整平，天线基座上的圆水准所泡应居中。

3) 观测组应严格按调度表规定的时间进行作业。保证同步观测同一卫星组。当情况有变化需修改调度计划时，应经作业队负责人同意，观测组不得擅自更改计划。

4) 接收机预置状态应正确，然后方可启动接收机进行观测。

5) 每时段开机前，作业员应量取天线高，关机后再量取一次天线高作校核，两次量天线高，互差不得大于 3mm，取平均值作为最后结果，记录在手簿。若互差超限，应查明原因，提出处理意见记入测量手簿备注栏中。天线高的量取方法应符合《全球定位系统城市测量技术规程》的要求，量取的部位应在观测手簿上绘制略图。

6) 仪器工作正常后，作业员应及时逐项填写测量手簿中各项内容。

7) 一个时段观测过程中不得进行以下操作：关闭接收机又重新启动；进行自测试（发现故障除外）；改变卫星高度角；变数据采样间隔；改变天线位置；按动关闭文件和删除文件等功能键。

8) 观测员在作业期间不得擅自离开测站，并应防止仪器受震动和被移动，防止人和其他物体靠近天线，遮挡卫星信。

9)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/037003115016006101>