

《矿山测量》课程实训指导书

班级：15 工程测量 1 班

指导教师：肖志江

时间：2017 年 12 月 18 日至 2017 年 12 月 22 日

一、实习目的

测量生产实习是在生产矿井测量理论教学完成之后，集中时间到生产单位(矿山井下)进行的一次综合性实践操作训练。通过本次在工作现场进行的实战训练，使学生了解和掌握以下方面的知识和技能：

(1)了解井下巷道掘进、回采工作和井下测量工作的关系，了解井下各种巷道的概况。

(2)熟悉生产矿井的日常测量工作内容，各种测量工作所使用的仪器、工具以及测量方法、精度要求。

(3)能根据设计图计算巷道中线的标定数据；能正确地使用全站仪(经纬仪)、罗盘仪进行巷道中线的标定。

(4)能正确地使用水准仪、全站仪(经纬仪)、半圆仪标定巷道的腰线。

(5)掌握井下全站仪导线测量的方法，能用“三架法”进行井下导线测量和三角高程测量。

(6)能熟练地操作水准仪，进行井下水准测量。

(7)了解井下巷道中激光指向仪的安装及给向的工作原理。

二、实习任务

- (1) 井下控制测量(平面控制测量、高程控制测量)。
- (2) 巷道中、腰线的标定工作。

三、人员组织

每组 4~5 人，设组长 1 人，组长负责与矿山测量部门指导教师和有关人员的工作协调，并负责组内人员每项测量工作的工种安排，同时负责小组人员的出勤考核。

四、实习时间安排

按教学计划的安排，生产实习总时间为 1 周(来矿回校路途时间除外)，具体安排如下：

(1) 矿山井下安全知识的学习，熟悉实习矿山主要巷道平面图和采掘工程图等测量图纸，了解矿山测量坐标系统和高程系统，时间为半天。

(2) 井下水平巷道高程控制测量，用水准测量进行，时间为半天。

(3) 井下巷道用经纬仪给中、腰线、井下全站仪导线测量(15")、三角高程测量，时间为(4)井下水平巷道用水准仪给腰线，时间为半天。

(5) 井下次要巷道给中、腰线，罗盘仪给中线；半圆仪给腰线，时间为半天。

(6) 写实习总结报告，时间为 1 天。

五、仪器、工具的准备

每组借：5" 级全站仪 1 台，单棱镜 2 付，三脚架 3 个，带线垂

球 3 个，小钢卷尺 3 个；DJ6 经纬仪 1 台，DS3 水准仪 1 台，水准尺 2 根，30 m 皮尺 1 把；罗盘仪、半圆仪各 1 套；下井用安全帽每人 1 顶。

各组自行准备：计算器 1 台，井下水准测量、导线测量记录手簿各 1 本，铅笔 HB，H 数支。

到矿准备的工具：钉锤、木楔、铁钉、测绳及石灰水(或油漆)。

六、实习注意事项

(1) 遵守矿山井下的各项规定，特别是井下安全规程中的规定。

(2) 在井下的工作时间内，同学间不得打闹，戏耍；不得擅自单独行动，组内人员应统一下井，统一出井。

(3) 实习期间各小组长应合理安排每一位同学的工作，注意每一项内容操作时的相互轮换，特别是主要工作的轮换。

(4) 在实习期间要特别注意仪器的保管，因一次性领用的矿山仪器较多，每一组对每种仪器应分别安排人进行日常管理。每天根据指导教师安排的实习内容，准备好相关的仪器、工具，下班后要对其进行清点。在仪器的搬运和使用过程中，应注意仪器的安全，不得损坏，发现问题及时向实习指导教师报告。

(5) 实习期间不得无故缺勤，更不得私自回校或回家。如确因病或其他重大事情耽误的原因不能参加实习，须经实习指导教师批准同意。

七、实习内容、施测精度要求、过程及步骤

考虑到生产实习属综合性的矿山井下巷道测量实习，为了使实习

更紧贴生产实际，故实习的内容安排尽可能和井下巷道测量工作结合起来，即实习就是进行井下测量工作，进行井下测量工作也就是在进行生产实习。为此可将实习内容作如下安排：

1. 井下水平巷道的高程控制测量，具体任务根据矿井巷道实际情况安排

1) 测量方法

用水准往返测量的方法，相邻两点间的高差用两次仪器高观测。

2) 精度要求

两次仪器高观测高差的互差不大于 5 mm，往返测量高差的较差不应大于 $\pm 50\text{mm}\sqrt{R}$ (R 为水准点间的路线长度，以 km 为单位)。若是闭合路线，其闭合差不应大于 $\pm 50\text{mm}\sqrt{L}$ (L 为水准环线的总长度，以 km 为单位)。

3) 施测过程及步骤

由指导教师测量巷道中指定路线及提供测点，并讲述安全注意事项。

指导教师在第一站要重点辅导，并讲述操作要领和要求，必要时可先示范。

每一站的操作步骤及做法如下：

①观测员将仪器安置在前、后两标尺的中间位置，整平仪器；目镜对光。

②立尺员在已埋设好的水准点上立尺，用矿灯将欲观测的一面照亮。

③记录员做好记录的准备工作，填记好记录表头内容、测站、前后视点名等内容。

④观测员用水准仪望远镜照准后视标尺，调焦看清尺面后，慢慢转动微倾螺旋，使管水准气泡符合；读取中丝读数。

⑤记录员将读数回报，在默认无误后记人记录表格中后视读数列中，同时记录清楚立尺点位于顶底板的位置。

⑥观测员打开制动螺旋，瞄准前视标尺，按照同样的方法用中丝读取前视尺读数。

⑦记录员回报读数，经默认无误后记人表格中，同时确认立尺点位置并记入表格。

⑧采用变动仪器高的方式，再按上述步骤进行观测和记录，不能立即搬站。

⑨记录员根据两次仪器高的观测值算出两次高差，并做比较，若其差值不超过 5 mm，方可搬站。记录员应在搬站前计算出本站所测高差之平均值。

按上述步骤及方法依次完成整个水准路线的其他站的测量工作。

2. 用全站仪进行井下巷道控制测量

1) 使用仪器

使用的仪器为全站仪。

2) 测量方法

平面控制、三角高程测量用三架法进行。

3) 精度要求

导线水平角观测的技术要求见表 7-1。

表 7-1 导线水平角观测的技术要求

导线类别	使用仪器	观测方法	按导线边长分(水平边长)					
			15 m以下		15~30 m		30 m以上	
			对中次数	测回数	对中次数	测回数	对中次数	测回数
7" 导线	DJ2	测回法	3	3	2	2	1	2
15" 导线	DJ2	测回法或复测法	2	2	1	2	1	2
30" 导线	DJ6	测回法或复测法	1	1	1	1	1	1

在倾角小于 30° 的井巷中，水平角的观测限差应符合表 7-2 中的规定。竖直角观测精度如表 7-3 所示。

表 7-2 水平角的观测限差

仪器级别	同一测回中半测回互差	检验角与最终角之差	两测回间互差	两次对中测回(复测)间互差
DJ2	20"		12"	30"
DJ6	40"	40"	30"	60"

表 7-3 竖直角观测精度表

观测方法	DJ2经纬仪			DJ6经纬仪		
	测回数	垂直角互差	指标差互差	测回数	垂直角互差	指标差互差
对向观测(中丝法)	1			2	25' 7"	25' "
单向观测(中丝法)	2	15"	15"	2	25"	25"

全站仪边长测量的作业要求：每条边的测回数不得少于两个。采用单向观测或往返(或不同时间)观测时，其限差为：一测回(照准棱镜一次，读数 4 次)读数较差不大于 4 mm；单程测回间较差不大于 15 mm；往返(或不同时间)观测同一边长时，化算为水平距离(经气象改正和倾斜改正)后的互差，不得大于 1 / 6 000。

测定气压读至 100 Pa，气温读至 1℃。

4) 外业工作步骤

(1)选点和埋点。注意的主要问题：相邻点间通视好，距离尽可能大，避免运输干扰，点位稳定安全，便于安置仪器。临时点可边选边测，永久点则要提前一昼夜埋设好。如图 7-1 所示，A，1，2 点为已知导线点，3，4 点为新埋导线点。

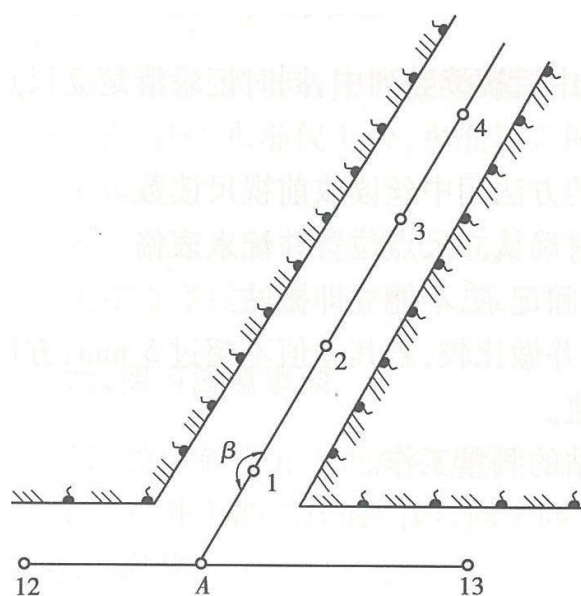


图 7-1 导线测量

(2)检查测量，在已知导线点 1 上安置全站仪，点 A 上挂线绳，点 2 上安置脚架基座和棱镜。在置入棱镜常数和气象改正数后，用测角法对上一次导线的最后一个水平角进行检査，同时再配合测距，检查 1-2 间的距离。若本次所测水平角 β 与上次之差 ΔB 不超过允许值 $\Delta \beta \text{容} \leq 2\text{m}$ 。时，可继续进行导线测量。注意用三架法。

(3)上面所安置的三脚架和基座都不动，将 1 点全站仪器头移到 2 点基座上安置，1 点基座上安置棱镜，3 点上安置三脚架基座及棱镜。均要量仪器高和觇标高。

(4)观测内容及顺序。盘左后视 1 点棱镜，按水平度盘、竖盘、距离的顺序进行观测读数、记录；前视 2 点再按以上顺序观测读数和

记录。然后进行观测，步骤同盘左。

一个测站观测完毕，再量一次仪器高、觇标高记入手簿。以下各点依次进行，直至终点。

3. 用全站仪标定巷道中线

1) 检查测量

如图 7—2 所示，检查开切点 A 的位置是否发生位移。方法是：在 A 点安置全站仪，后视 4 点，前视 5 点，测此夹角与原有角值比较，若未超过 $1'$ ，说明 A 点未移动。否则，重新标定 A 点。再量 D'' 。作检查。

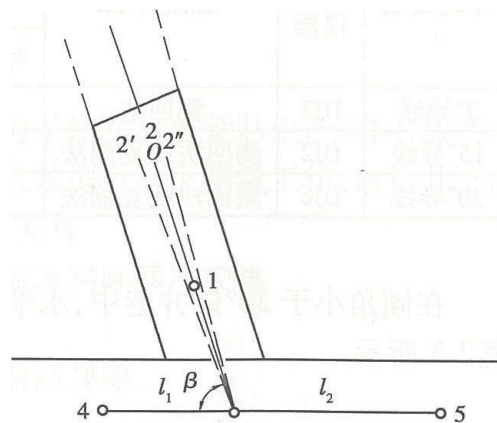


图 7-2 全站仪标中线

2) 将全站仪安置于 A 点，量出仪器高

后视点 4，用盘左、盘右两个镜位，拨指向角 β A，标出的 $2'$ ， $2''$ 点，若所标两点不重合，取其平均位置 2 作为中线点，将其固定。为了避免差错，应该用全站仪对所标出的角进行一测回的观测，其误差应该在 $1'$ 以内，再在 A—2 方向线上标定出 1, 3 点，将其固定。1, 2, 3 这 3 点便组成新开巷道的一组中线点(其中 2 点为新的导线点)用以指示巷道的掘进。一组中线各点之间的距离一般不应小于 2

m。

3) 在导线点 2 下安置棱镜，量出觇标高

观测水平角 β_A ，A-2 方向的竖直角 δ 后，再用全站仪观测 A-2 之间的距离。

根据以上的观测，既标出了中线，也进行了给向导线和三角高程测量，由此可计算出导线点 2 的坐标和高程。

注意：按 30" 导线的要求测量。

4. 全站仪(经纬仪)腰线的标定

测量方法：用全站仪(经纬仪)伪倾角法标定腰线，如图 7-3 所示。

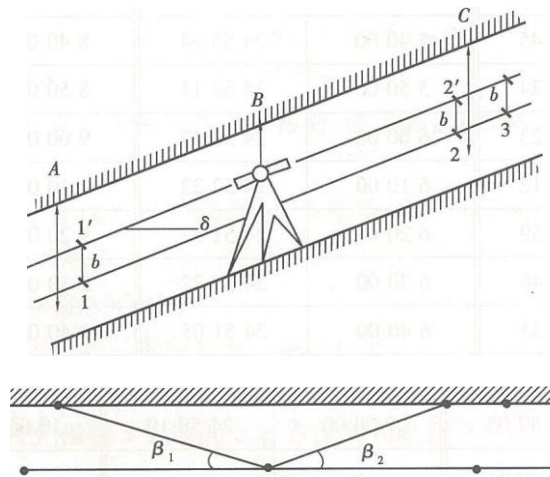


图 7—3 伪倾角法标腰线

1) 编制伪倾角查取表

如表 7—4 所示。因井下不能携带电子计算工具，手算又极不方便，故要预先根据所标腰线巷道的设计倾角(或坡度)和一定的水平角(β)范围，即 $\delta = \arctan(\cos \beta \times \tan \delta)$ 编制好伪倾角，查取表 7-4。

2) 下井测设腰线

确定 b 值：

①在 B 点安置经纬仪，后视中线点 A 时将水平度盘调到零，照准原腰线点 1，测出水平角 β_1 ，并保持水平度盘读数不变。

②根据巷道的设计倾角 γ 和水平角 β_1 ，在伪倾角查取表查出 B-1 方向的伪倾角 δ_1 。

表 7—4 巷道倾角 $\delta = 25''$ 时的伪倾角表

水平角	伪倾角	水平角	伪倾角	水平角	伪倾角
1 00 00	24 59 48	4 10 00	24 56 31	7 10 00	24 49 42
1 10 00	24 59 44	4 20 00	24 56 14	7 20 00	24 49 13
1 20 00	24 59 39	4 30 00	24 55 56	7 30 00	24 48 43
1 30 00	24 59 33	4 40 00	24 55 38	7 40 00	24 48 13
1 40 00	24 59 27	4 50 00	24 55 19	7 50 00	24 47 42
1 50 00	24 59 20	5 00 00	24 54 59	8 00 00	24 47 10
2 00 00	24 59 12	5 10 00	24 54 39	8 10 00	24 46 37
2 10 00	24 59 04	5 20 00	24 54 18	8 20 00	24 46 04
2 20 00	24 58 54	5 30 00	24 53 56	8 30 00	24 45 31
2 30 00	24 58 45	5 40 00	24 53 34	8 40 00	24 44 56
2 40 00	24 58 34	5 50 00	24 53 11	8 50 00	24 44 21
2 50 00	24 58 23	6 00 00	24 52 47	9 00 00	24 43 45
3 00 00	24 58 12	6 10 00	24 52 22	9 10 00	24 43 09
3 10 00	24 57 59	6 20 00	24 51 57	9 20 00	24 42 32
3 20 00	24 57 46	6 30 00	24 51 32	9 30 00	24 41 54
3 30 00	24 57 33	6 40 00	24 51 05	9 40 00	24 41 15
3 40 00	24 57 18	6 50 00	24 50 38	9 50 00	24 40 36
3 50 00	24 57 03	7 00 00	24 50 10	10 00 00	24 39 57
4 00 00	24 56 47				

③将经纬仪竖盘对准伪倾角 δ_1' ，根据视线位置(便可能高于或低于腰线点 1)在帮壁上作记号 1'，用小钢尺量出 1' 至腰线点 1 的垂距，即为 δ (视线在腰线以下时， δ 为正；视线在腰线以上时， δ 为负)。

标定新的腰线点：

④瞄准中线点 c，水平度盘置零，松开照准部，瞄准斜巷帮壁拟

设腰线点处，测水平角 R ，并保持照准部不动。

⑤根据巷道设计倾角 δ 和刚测的水平角 β_1 ，在伪倾角查取表查出伪倾角 δ' 。

⑥将经纬仪竖盘位置对准伪倾角 δ_1' ，在帮壁上标出一记号，并用小钢卷尺由该记号向下量垂距 b 值，便得到腰线点 2 的位置。同法，标定腰线点 3。

⑦用测绳连接帮壁上 1, 2, 3 这 3 个腰线点，用石灰水或油漆沿测绳画出腰线。

在标定新有腰线点前，应先检查已有腰线点是否移动，其检查的方法和新标腰线点的方法一样，即在已有腰线点处新标一点，看两者是否重合，以判断点是否移动。

5. 用水准仪标定主要水平巷道的腰线

1) 安置水准仪

如图 7—4 所示，将水准仪安置于原有腰线点与拟设腰线点的中间。

2) 检查原有腰线点

将水准仪安置在两组腰线点的中间，依次照准腰线点 1, 2, 3 上所立的小钢尺(代替水准尺)并读数，再计算各点间的高差，用以判断腰线点是否移动。当确认可靠后，记下 3 点上的读数 a_3 。

3) 计算视线与新腰线点间的高差

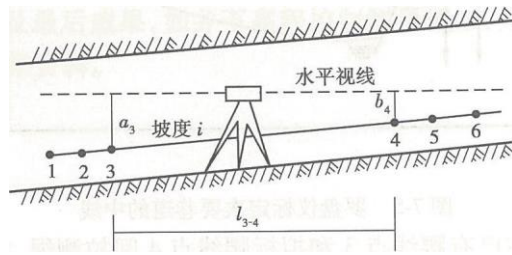


图 7—4 水准仪标定腰线

丈量腰线点 3 至拟标腰线点 4 之间的水平距离 l_{3-4} ，按式 (3—104) 计算 3, 4 点间的高差 h_{34} 及在点 4 处水准仪视线与腰线点 4 之间的高度差 (小钢尺上的读数) b_4 ，即 $b_4 = a_3 + h_{34} = a_3 + l_{3-4} \times i$

4) 标出新的腰线点

水准仪前视 4 点处，立上小钢尺并上下移动，使水准仪视线刚好读到 b_0 ，则小钢尺零点位置就是腰线点 4 的位置。

说明：计算 b_4 时， a_3 在视线以上时为正，在视线以下时为负；坡度 i 以上坡为正，下坡为负； b_4 为正，腰线点 4 在视线以上， b_4 为负，腰线点 4 在视线以下。

6. 罗盘仪给中线，半圆仪给腰线

次要巷道的中、腰可分别用罗盘仪和半圆仪标定。

1) 罗盘仪标定巷道中线

① 计算磁方位角。首先根据 3—4 边的坐标方位角和磁偏角计算出 3—4 边的磁方位角，即

$$a_{\text{磁}} = a_{\text{坐}} - \Delta$$

② 标定中线点 4。其方法如图 7—5 所示，在中线点 3 上系测绳，测绳另一端拉往巷道掘进方向，在绳上挂罗盘仪，使罗盘仪度盘上 0(N)，即线绳自由端，对着巷道掘进方向，前端左右移动，同时观察

罗盘仪上磁针北端的读数，当其读数为 a 磁时，线绳方向即为巷道的中线方向，然后在巷道顶上标出 4 点，即为新的中线点。按此方法标出 5, 6 点。用石灰水在巷道顶上画出巷道中线。

2) 半圆仪标定巷道腰线

在平巷中用半圆仪标定腰线时，如图 7-6 所示。

①用半圆仪给出水平线。在 3—4 间拉测绳，挂上半圆仪，当其读数为 0。时，线绳即为水平，在 4' 作上记号。

②计算腰线点 3 点与点 4 点间的高差。

丈量点 3 点到点 4 点间的水平距离，按坡度 i 和水平距离计算高差，即 $h_{3-4} = l_{3-4} \times i$

③标出新的腰线点 4。用小钢尺从 4' 向上量取 h_{3-4} 即可定出新的腰线点 4。

在倾斜巷道和短距离的急倾斜巷道中也可用半圆仪标定腰线，如图 7—7 所示。其方法为：

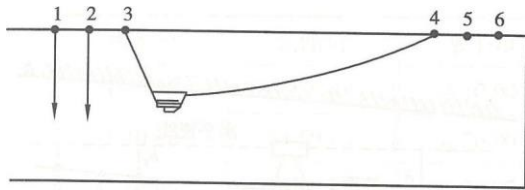


图 7-5 罗盘仪标定次要巷道的中线

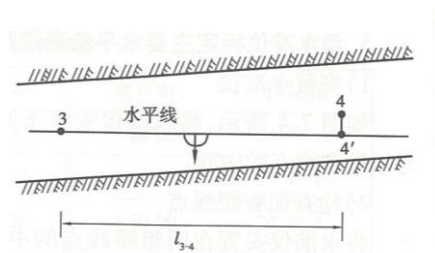


图 7—6 半圆仪标平巷腰线

在已有腰线点 3 和拟标腰线点 4 间拉测绳，挂上半圆仪，当半圆仪垂球线的位置读数等于巷道倾角 δ 时，测绳方向即为腰线方向，然后根据测绳标出腰线点 4 即可。

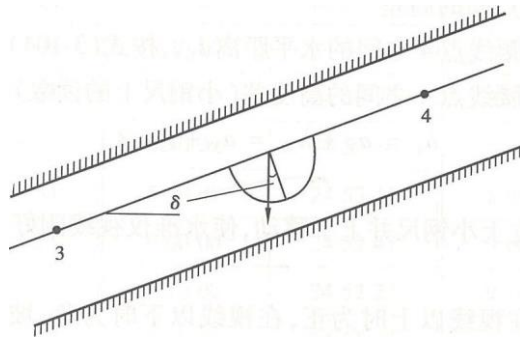


图 7—7 半圆仪标斜巷腰线

八、实习总结报告

生产实习完成后，每位同学应完成 1 份实习总结报告。记述自己的实习内容，每项内容的测量方法、步骤、遵循的作业要求；完成后的心得体会以及在专业上面的收获。总结报告的书写可参照如下格式：

1. 封面

实习项目名称(如测量生产实习总结报告)、实习地点、起止日期、班级及小组、报告编写

1. 指导教师姓名。

2. 目录

3. 前言

说明实习的目的、任务和要求。

4. 内容

各项实习任务执行计划的情况，测量作业依据，采用的测量仪器，作业方法、过程和步骤，资料处理及成果评价。

5. 总结

实习中的收获、心得、体会、实习中出现的问题，解决问题的办

法，对本次实习的意见，对以后的实习建议，以及行业社会观察。

九、提交资料

(1) 每组 1 份实习内容相应的记录、计算资料及最后成果，如井下高程控制测量记录，高程点高程；井下平面控制测量记录和最后的坐标成果资料。

(2) 实习总结报告(每人 1 份)。