

中国矿业学院测量教研室编

# 矿山测量学

下册

煤炭工业出版社

# 矿 山 测 量 学

下 册

中国矿业学院测量教研室编

煤炭工业出版社

## 内 容 提 要

本书分上、下两册。上册为第一篇生产矿井测量。下册为第二篇建井测量与线路测量。其内容包括：建井时期的地面测量工作；竖井井筒掘进和砌壁时的测量工作；提升设备安装时的测量工作；掘进井底车场与延深井筒时的测量工作；线路测量。第三篇矿图与储量管理，包括：矿图投影知识；矿井测量图；矿井地质图；聚酯薄膜绘图与矿图复制；储量管理。第四篇露天矿测量。

本书搜集和整理了较丰富的生产实践经验资料，介绍了矿山测量新技术，文字叙述力求通俗易懂，除可作为高等学校矿山测量专业教材外，还可作“七·二一”工人大学矿山测量专业的参考教材，以及供广大矿山测量和工程测量工作者参考。

## 矿 山 测 量 学

下 册

中国矿业学院测量教研室编

\*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

\*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$  印张 $13^{7/8}$

字数 332 千字 印数1—20,160

1979年1月第1版 1979年1月第1次印刷

书号15035·2176 定价1.50元

# 目 录

## 第二篇 建井测量与线路测量

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>第九章 建井时期的地面测量工作</b> .....        | 2  |
| § 9-1 标定工作的基本方法 .....               | 2  |
| § 9-2 井筒中心与井筒十字中线的标定 .....          | 8  |
| § 9-3 工业广场平时的测量工作 .....             | 12 |
| § 9-4 地面建、构筑物的施工测量 .....            | 14 |
| <b>第十章 竖井井筒掘进和砌壁时的测量工作</b> .....    | 18 |
| § 10-1 井筒掘进时的测量工作 .....             | 18 |
| § 10-2 井筒砌壁时的测量工作 .....             | 21 |
| § 10-3 激光投点 .....                   | 23 |
| § 10-4 竖井井筒特殊法施工时的测量工作 .....        | 25 |
| <b>第十一章 提升设备安装时的测量工作</b> .....      | 35 |
| § 11-1 概述 .....                     | 35 |
| § 11-2 罐梁和罐道安装时的测量工作 .....          | 36 |
| § 11-3 井架安装时的测量工作 .....             | 40 |
| § 11-4 天轮安装时的测量工作 .....             | 45 |
| § 11-5 提升机安装时的测量工作 .....            | 47 |
| § 11-6 重要建筑物的变形观测 .....             | 50 |
| <b>第十二章 掘进井底车场与延深井筒时的测量工作</b> ..... | 53 |
| § 12-1 掘进马头门和装载硐室时的测量工作 .....       | 53 |
| § 12-2 掘进井底车场时的测量工作 .....           | 57 |
| § 12-3 延深井筒时的测量工作 .....             | 60 |
| <b>第十三章 线路测量</b> .....              | 65 |
| § 13-1 概述 .....                     | 65 |
| § 13-2 定线测量 .....                   | 66 |
| § 13-3 曲线测设 .....                   | 69 |
| § 13-4 线路水准测量 .....                 | 84 |
| § 13-5 线路施工测量 .....                 | 89 |
| § 13-6 铁路连接线的测量 .....               | 93 |
| § 13-7 桥梁施工测量 .....                 | 95 |
| § 13-8 既有线路曲线测量 .....               | 99 |

## 第三篇 矿图与储量管理

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| <b>第十四章 矿图投影知识</b> ..... | 102 |
| § 14-1 概述 .....          | 102 |
| § 14-2 标高投影 .....        | 103 |

|             |                          |            |
|-------------|--------------------------|------------|
| § 14-3      | 轴测投影的一般知识 .....          | 110        |
| <b>第十五章</b> | <b>矿井测量图 .....</b>       | <b>116</b> |
| § 15-1      | 概述 .....                 | 116        |
| § 15-2      | 井田区域地形图与工业广场平面图 .....    | 120        |
| § 15-3      | 水平主要巷道平面图与井底车场平面图 .....  | 122        |
| § 15-4      | 煤层采掘工程投影图 .....          | 126        |
| § 15-5      | 井上下对照图 .....             | 132        |
| § 15-6      | 其他矿图 .....               | 133        |
| § 15-7      | 金属矿井测量图 .....            | 135        |
| <b>第十六章</b> | <b>矿井地质图 .....</b>       | <b>137</b> |
| § 16-1      | 概述 .....                 | 137        |
| § 16-2      | 地质剖面图 .....              | 137        |
| § 16-3      | 矿体形状等值线图 .....           | 141        |
| § 16-4      | 矿产质量等值线图 .....           | 147        |
| <b>第十七章</b> | <b>聚酯薄膜绘图与矿图复制 .....</b> | <b>153</b> |
| § 17-1      | 概述 .....                 | 153        |
| § 17-2      | 聚酯薄膜绘图 .....             | 154        |
| § 17-3      | 矿图的复制 .....              | 158        |
| <b>第十八章</b> | <b>储量管理 .....</b>        | <b>171</b> |
| § 18-1      | 储量计算 .....               | 171        |
| § 18-2      | 矿产资源利用的统计 .....          | 182        |
| § 18-3      | “三量”计算 .....             | 187        |

## 第四篇 露天矿测量

|             |                    |            |
|-------------|--------------------|------------|
| <b>第十九章</b> | <b>.....</b>       | <b>194</b> |
| § 19-1      | 概述 .....           | 194        |
| § 19-2      | 露天矿测量控制网 .....     | 194        |
| § 19-3      | 采掘场验收测量 .....      | 202        |
| § 19-4      | 露天矿生产测量 .....      | 208        |
| § 19-5      | 露天矿储量管理及测绘图纸 ..... | 214        |

## 第二篇 建井测量与线路测量

矿井建设是采矿企业中一项规模庞大的复杂工程。它是根据矿山设计部门提供的图纸和资料,由专门的建井工程单位负责施工的。建井工程质量的好坏,直接关系到矿井安全生产,而建井测量是保证矿井建设工程质量的一个极为重要的环节。因此,建井测量人员必须以对工作极端负责的精神和严格的科学态度做好这一工作。

矿井建设过程中,测量人员的主要任务为:

### 1. 核对和检查矿井建设中所用的设计图纸

在施工测量时,测量人员应熟悉设计图纸,验算测量有关的数据,核对图上的平面座标和高程数据,查明图纸上的有关几何尺寸是否相等。如果发现有疑问时,应及时和有关单位联系以求得解决。

### 2. 施工放样

把图纸上已设计好的建、构筑物的位置正确地测设到施工现场上去,称为施工放样,也叫标定。不论设计的建、构筑物如何复杂,它都是由一系列的特征点所组成。所以标定工作的实质就是根据不同设计的具体要求,采用相应的测量方法,把已设计好的建、构筑物的特征点的位置测设出来。这些特征点就形成了建、构筑物的轮廓。

### 3. 检查测量

各种工程都应按照测量标定的规格进行施工。在施工过程中,测量人员应对已建成的和正在进行施工的工程,经常进行检查测量工作。如发现问题,应及时纠正,以保证工程质量符合设计的要求。

### 4. 图纸资料的整理

在矿井施工过程中,建井测量人员应及时整理和编制各种测量资料和图纸,并对已建成的工程进行测量。根据测量成果,编制相应的平面图和断面图。当矿井投产后,这些资料应移交给矿井生产部门。

为了保证测量成果达到必要的精度,必须设计和选择合适的测量方法。为了避免产生错误,必须建立严格的复测、复算制度,使每次测量工作都有严格的检查。

建井时期的主要测量内容有:

1. 建井时期的地面测量工作;
2. 井筒掘进和砌壁时的测量工作;
3. 提升设备安装时的测量工作;
4. 掘进井底车场和延深井筒时的测量工作。

除上述工程外,尚有铁路、公路、输电线路、管路等线路工程。这些工程的修建都需要进行一系列的测量工作,这些测量工作统称为线路测量。

铁路工程的测量工作比较复杂,要求也较严格,本篇将予以详细讨论。

## 第九章 建井时期的地面测量工作

### § 9-1 标定工作的基本方法

#### 一、标定数据的取得

标定时所需要的数据如座标、角度、边长和高程等，有的可以在技术设计说明书中直接取得，有的则需要用解析的方法或是图解的方法求出。

如在矿井工业广场设计总平面图上，主要建筑物的位置是按照它与井筒中心和井筒十字中线的关系给出的。如果按照统一座标系统标定这些建筑物的位置，则要根据设计图中给出的数据加以相应的换算，以便求出这些标定点的统一座标。在这种情况下，井筒中心就是假定座标系统的原点，井筒十字中线就是假定座标系统的  $x'$  和  $y'$  轴。

如图9-1所示，由假定座标系统换算成统一座标系统时用以下公式：

$$\left. \begin{aligned} x_A &= x_0 + x_A' \cos \alpha - y_A' \sin \alpha \\ y_A &= y_0 + x_A' \sin \alpha + y_A' \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9-1)$$

由统一座标系统换算成假定座标系统时用以下公式：

$$\left. \begin{aligned} x_A' &= (x_A - x_0) \cos \alpha + (y_A - y_0) \sin \alpha \\ y_A' &= (y_A - y_0) \cos \alpha - (x_A - x_0) \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (9-2)$$

式中  $x_A, y_A$ ——A点在统一座标系统中的座标；

$x_A', y_A'$ ——A点在假定座标系统中的座标；

$x_0, y_0$ ——井筒中心在统一座标系统中的座标；

$\alpha$ ——假定座标系统  $x'$  轴的方位角。

对某些精度要求不高的工程，标定数据可由施工图上用图解法求出，如图9-2所示。

P点的座标可用下式表示：

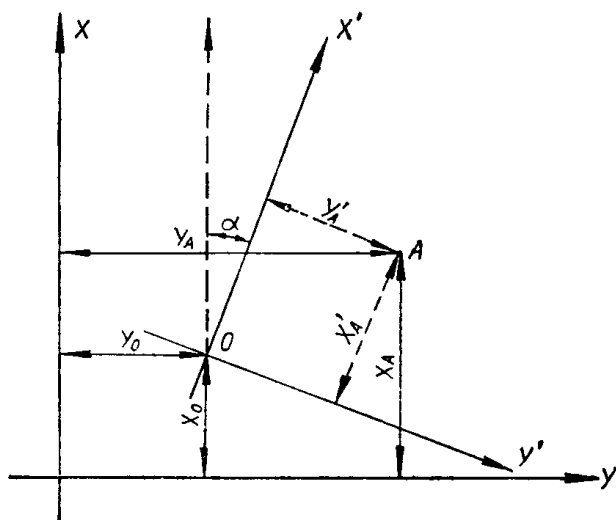


图 9-1

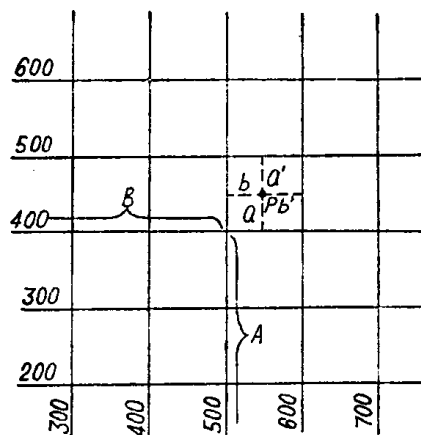


图 9-2

$$\left. \begin{aligned} x_P &= A + aM \\ y_P &= B + bM \end{aligned} \right\} \quad (9-3)$$

式中  $A, B$ —— $P$ 点所在方格左下角的座标;

$a, b$ ——由 $P$ 点到小方格网的距离, 沿 $x$ 轴的为 $a$ , 沿 $y$ 轴的为 $b$ ;

$M$ ——图纸比例尺分母。

例如图9-2的比例尺为1:1000, 则 $A$ 为400米,  $B$ 为500米; 若用三棱尺量得 $a = 42.6$ 毫米,  $b = 38.4$ 毫米, 则 $P$ 点座标为:

$$x_P = 400 + 0.0426 \times 1000 = 442.6 \text{米}$$

$$y_P = 500 + 0.0384 \times 1000 = 538.4 \text{米}$$

$A, B$ 两数都是由图上直接读取所以并不带有误差。故用图解法求点的座标的误差仅与量取线段 $a$ 和 $b$ 的精度有关。在图上量取线段时, 由于三棱尺的刻划不精确和在三棱尺上读数的误差影响, 使所量取的线段大约带有0.2~0.3毫米的误差。

有时需要用量角器直接从图上量取角度值。所量取的角值由于受到描绘角度和量取角度等误差的影响, 大约带有20'左右的误差。

此外, 还有图纸变形的影响, 对于此种影响应特别注意。因为在个别情况下, 图纸变形可达1/100左右, 即当线段长为100毫米时, 其变形可达1毫米。

为了消除图纸变形的影响, 在用图解法求点的座标时, 可以用测量辅助线段 $a'$ 和 $b'$ 的方法来消除。如图9-2所示,  $P$ 点的座标用下式计算:

$$\left. \begin{aligned} x_P &= A + \frac{d}{a + a'} \times aM \\ y_P &= B + \frac{d}{b + b'} \times bM \end{aligned} \right\} \quad (9-4)$$

式中  $d$ ——方格网的理论长度, 通常为100毫米。

若 $a + a' = 99.5$ 毫米,  $b + b' = 100.5$ 毫米, 则 $P$ 点的座标为:

$$x_P = 400 + \frac{100}{99.5} \times 0.0426 \times 1000 = 442.8 \text{米}$$

$$y_P = 500 + \frac{100}{100.5} \times 0.0384 \times 1000 = 538.2 \text{米}$$

考虑到图纸变形的影响, 在用图解法求长度和角度时, 可先求出线段两端点的座标, 然后再反算出线段的长度和方位角, 这样精度较高一点。这种方法叫图解解析法。

是否可以用图解法求标定要素, 取决于标定要求的精度和图纸的比例尺。假如要求标定的线量误差为不大于2厘米, 而制图和图解误差总共考虑为0.4毫米, 如果采用1:1000比例尺的图, 则误差可达40厘米, 可见是达不到要求的。如果要想达到要求, 则必须采用更大比例尺的图纸, 即

$$\frac{1}{M} = \frac{0.4}{20} = \frac{1}{50}$$

一般情况下, 很少有1:50比例尺的图。可见, 在这种情况下是不能用图解法求标定要素的。

## 二、向实地上标设水平角

标设水平角，一般用两种方法。

1. 第一种方法是当标设水平角的精度要求低于仪器读数精度时用的。如图9-3a所示，AB为一已知边，现欲转设一水平角 $\beta$ ，此时，标设步骤如下：

- 1) 在A点上安置经纬仪，使望远镜瞄准B点，在水平度盘上读取读数为 $a$ ；
- 2) 转动照准部，使度盘读数为 $a_1$ 时停止转动， $a_1 = a + \beta$ 。在望远镜的视线方向上标出一点 $C$ ，此点即为正镜位置标出的点；

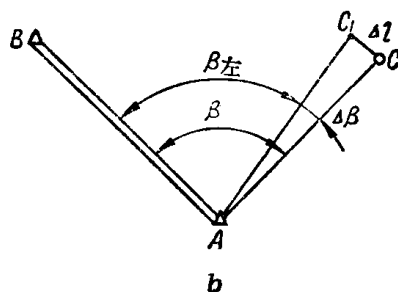
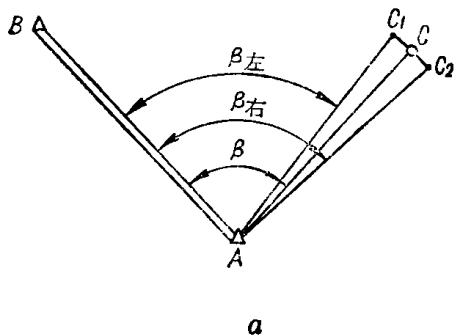


图 9-3

- 3) 于望远镜的倒镜位置，重复上述两个步骤，并在实地上和 $C_1$ 点并排处标出 $C_2$ 点；
- 4) 平分 $C_1$ 和 $C_2$ 点的连线，得 $C$ 点。 $\angle BAC$ 便是转设出的角度。为了检查，还要测量 $\angle BAC$ ，并将测量所得角值和 $\beta$ 进行对比。

2. 第二种方法是当标定角度的精度要求高时用的。如图9-3b所示，首先用正镜位置标设出 $\beta_{\text{左}}$ 来，并在实地上得出 $C_1$ 点。然后测量 $\angle BAC_1$ ，测量时的测回数或复测数应和所转设角度的精度相适应。若测量的结果为 $\beta_0$ ，则

$$\beta_0 - \beta = \pm \Delta\beta$$

为了改正小角值 $\Delta\beta$ ，应再量出 $AC_1$ 的距离 $l$ ，则

$$\Delta l = \frac{\Delta\beta''}{\rho''} \times l \quad (9-5)$$

由 $C_1$ 点起，在垂直 $AC_1$ 的方向上，标设出线段 $\Delta l$ ，即可得出 $C$ 点的位置。一定要注意 $\Delta\beta$ 的正负号，若 $\Delta\beta$ 为正，则 $C$ 点应位于 $AC_1$ 边的内侧；若 $\Delta\beta$ 为负，则 $C$ 点应位于外侧。为了检核，应再测量 $\angle BAC$ ，测得的角值和转设角 $\beta$ 之间的差值不应大于规定的数值。

## 三、向实地上标定水平距离

通常在设计图上所标明的都是水平距离。在向实地上转设水平距离时，可能遇到两种情况：

第一种情况是所测设的距离 $l$ 比较短，地面近于水平。此时，首先在起始点上用经纬仪标出待标设直线的方向，然后，沿此方向丈量水平距离 $L$ 。 $L$ 的数值是根据所要测设的水平距离再加上比长和温度改正数求得的。

第二种情况是所测设的距离 $l$ 较长，要求的精度较高，而地形条件又不利于量距。其测设步骤如下：

1. 在起始点上安经纬仪，给出待测设距离的方向，并沿此方向先丈量距离 $L$ ，标出一

点B, 如图9-4所示。则

$$L = \frac{l}{\cos \delta}$$

式中  $l$ ——待测设的水平距离;

$\delta$ ——地面倾角, 可用近似的方法求出。

2. 在A和B之间打下木桩1、2、3……等, 使各点彼此相距不大于一钢尺长;
3. 根据所需要的精度, 丈量各木桩之间的距离 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ ……;
4. 用几何水准测定各木桩之间的高差 $h_1$ 、 $h_2$ 、 $h_3$ ……;
5. 计算各木桩间的水平距离;

$$L_i = L_i - \Sigma \Delta L$$

式中  $\Sigma \Delta L$ ——倾斜、温度、比长、垂曲等改正数的总和。

6. 计算补充量 $d$ , 即

$$l - \Sigma L_i = \pm d$$

由B点向前或向后设置补充量, 取决于 $d$ 的正负号。正号时向前设置, 负号时则向后设置。设置 $d$ 后即可得到C点。AC即为所要设置的水平距离。对所设置的水平距离, 需要再丈量检核一次。丈量结果和 $l$ 之间的差值, 不应超过所要求的精度。

#### 四、向实地上标定已知坐标点的位置

当标定建、构筑物时, 常常需要在实地上标定一些已知坐标的点。标定点的位置常用下列两种方法:

##### 1. 极坐标法

这种方法即是从一个控制点上按照一个已知的角度和一段距离来标定点的位置。标定之前应将标定时需要的角度和距离计算出来。

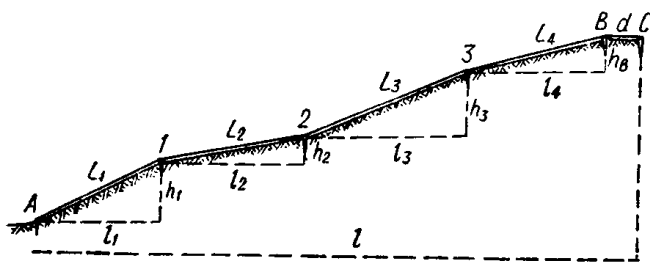


图 9-4

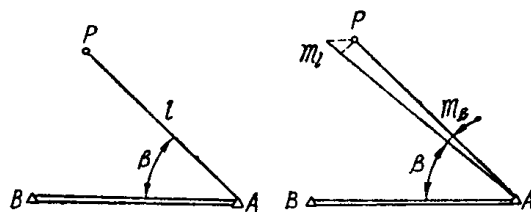


图 9-5

如图9-5所示, 现需要在实地上标定一点P, P点的坐标 $x_P$ 和 $y_P$ 为已知。在P点的附近有两个控制点A和B。现在准备用极坐标法从A点上将P点的位置标定出来。

计算方位角 $\alpha_{AP}$ 和水平距离 $l$ :

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{AP} &= \text{tg}^{-1} \frac{y_P - y_A}{x_P - x_A} \\ l &= \frac{y_P - y_A}{\sin \alpha_{AP}} = \frac{x_P - x_A}{\cos \alpha_{AP}} \end{aligned} \right\} \quad (9-6)$$

计算 $\beta$ 角:

$$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB} \quad (9-7)$$

将经纬仪安在A点上, 标出 $\beta$ 角; 再沿AP方向标出水平距离 $l$ , 便标出了P点的位置。

用极座标法标定点位的精度可用下法估算。

标定角度带有误差 $m_\beta$ , 标定水平距离带有误差 $m_l$ , 则 $m_\beta$ 和 $m_l$ 对所标定的P点的综合影响 $m_P$ 可用下式计算

$$m_P = \pm \sqrt{m_l^2 + \left(\frac{l m_\beta}{\rho''}\right)^2} \quad (9-8)$$

为了保证标出的点位达到规定的要求, 可以应用这个公式来计算标定角度和水平距离所允许的误差。按等影响原则, 认为 $m_\beta$ 和 $m_l$ 对所标设的P点位置的影响相等, 即

$$m_P = m_l \sqrt{2}$$

或

$$m_P = \frac{m_\beta}{\rho''} l \sqrt{2}$$

所以

$$m_l = \frac{m_P}{\sqrt{2}}; \quad m_\beta = \frac{m_P}{l \sqrt{2}} \rho''$$

可见, 如果已经知道了标定点位的允许误差为 $m_P$ , 则可用上式求出标设角度和距离的必须精度。

例如  $l = 50$ 米, 要求标定点位的误差为 $\pm 10$ 毫米, 则

$$m_l = \pm \frac{10}{\sqrt{2}} = \pm 7 \text{毫米}$$

标定距离的相对误差为:

$$\frac{m_l}{l} = \frac{7}{50000} \approx \frac{1}{7000}$$

标定角度的误差应为:

$$m_\beta = \pm \frac{10}{\sqrt{2} \times 50000} \times 206000'' = \pm 30''$$

这种标定方法应用很广泛。但当控制点和待标定点间不便于量距离时, 可采用交会法。

## 2. 角交会法

此法即是从两个控制点上标设角度, 两个方向的交点便是所要标定的点。

如图9-6所示, 现需要标定已知点P, 它的座标 $x_P$ 、 $y_P$ 已给出。在实地上已有两个控制点A和B。

首先根据已知座标进行反算, 求出方位角 $\alpha_{AP}$ 和 $\alpha_{BP}$ 。然后再计算标定需要的角度 $\beta_A$ 和 $\beta_B$ 。

$$\beta_A = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}$$

$$\beta_B = \alpha_{BP} - \alpha_{BA}$$

标定时, 先在A点上安仪器标出 $\beta_A$ 来, 大约在P点的附近沿AP的方向设置 $a_1$ 和 $a_2$ 两点。再在B点上安仪器标出 $\beta_B$ 来, 沿BP方向设置 $b_1$ 和 $b_2$ 两点。在 $a_1$ 和 $a_2$ 以及 $b_1$ 和 $b_2$ 之间张起细绳, 其交点即是所要标定的点。

用交会法标定点的精度可用下式估算:

$$m_P = \frac{m''_\beta \sqrt{a^2 + b^2}}{\rho'' \sin(\beta_A + \beta_B)} \quad (9-9)$$

式中  $m_P$ ——标定P点的误差；  
 $a$ 、 $b$ ——BP和AP的水平距离；  
 $m_\beta$ ——标定角度的误差。

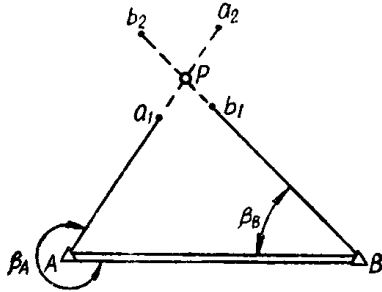


图 9-6

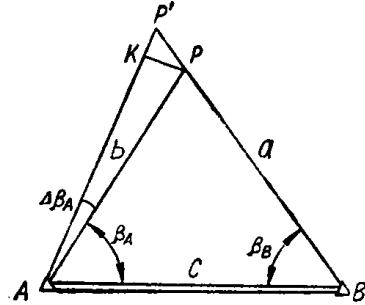


图 9-7

公式的推证如下：

如图9-7所示，先假定只是在标定 $\beta_A$ 时有误差，而标定 $\beta_B$ 时没有误差。由于误差 $\Delta\beta_A$ 的影响，所标出的点不是P而是另一点P'。线段PP'就是由于标定 $\beta_A$ 的误差而引起的P点的线量误差，其值以 $m_l$ 表示之。由直角三角形PKP'可知：

$$m_l = \frac{PK}{\sin \angle PP'K}$$

$$\angle PP'K = 180^\circ - (\beta_A + \Delta\beta_A + \beta_B)$$

由三角形AKP可知

$$PK = b \sin \Delta\beta_A$$

$$m_l = \frac{b \sin \Delta\beta_A}{\sin (\beta_A + \Delta\beta_A + \beta_B)}$$

因 $\Delta\beta_A$ 很小，分母中的 $\Delta\beta_A$ 可以略去，分子中的 $\sin \Delta\beta_A$ 以 $\frac{\Delta\beta_A}{\rho''}$ 代之，即得

$$m_l = \frac{b \Delta\beta_A''}{\rho'' \sin (\beta_A + \beta_B)}$$

同样假定 $\beta_A$ 标定时没有误差，只是标定 $\beta_B$ 时带有误差 $\Delta\beta_B$ ，同理可求得由于 $\Delta\beta_B$ 引起的P点线量误差 $m_l'$

$$m_l' = \frac{a \Delta\beta_B''}{\rho'' \sin (\beta_A + \beta_B)}$$

标定 $\beta_A$ 和 $\beta_B$ 都带有误差，故标定P点的总误差为：

$$m_P = \sqrt{m_l^2 + m_l'^2} = \frac{\sqrt{b^2 (\Delta\beta_A'')^2 + a^2 (\Delta\beta_B'')^2}}{\rho'' \sin (\beta_A + \beta_B)}$$

若标定 $\beta_A$ 和 $\beta_B$ 的精度相同，并以 $m_\beta$ 表示其误差 $\Delta\beta_A$ 和 $\Delta\beta_B$ ，则

$$m_P = \frac{m_\beta'' \sqrt{a^2 + b^2}}{\rho'' \sin (\beta_A + \beta_B)}$$

应当指出，上式所估算的只是标定P点的误差，而没有考虑AB基线的误差和A点的座标误差。

假若给定了标定点的误差，则可用下式求出标定角度应有的精度为：

$$m_\beta = \frac{m_P \sin (\beta_A + \beta_B)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \rho''$$

例如, 当标定 $P$ 点的误差要求不大于 $\pm 10$ 毫米, 而 $a = 45$ 米,  $b = 70$ 米,  $\beta_A = 45^\circ$ ,  $\beta_B = 60^\circ$ 。则

$$m_P = \pm \frac{m_P \sin(\beta_A + \beta_B)}{\sqrt{a^2 + b^2}} \rho'' = \pm \frac{0.01 \times \sin(45^\circ + 60^\circ)}{\sqrt{(45)^2 + (70)^2}} 206000'' = \pm 24''$$

### 五、向实地上标定已知高程点

在平整工业广场和挖掘基础坑时, 均需要在现场设置已知高程的点。

如图9-8所示, 现需在 $P$ 点处标出一个水准点, 它的高程是在设计中给定的。

先在 $P$ 点附近测定一个临时水准点 $A$ , 它的高程 $H_A$ 是由最近的水准点用几何水准引测而得到的。

标定时, 在 $A$ 和 $P$ 之间安水准仪, 在水准点 $A$ 上所立水准尺的读数为 $a$ , 则水准仪的仪器高程 $H_i$ 为:

$$H_i = H_A + a$$

再根据给定的高程 $H_P$ , 则在 $P$ 点上所立水准尺的读数 $b$ 应为:

$$b = H_i - H_P$$

然后移动水准尺使它慢慢上升或下降, 当水准仪的中丝读数正好等于 $b$ 时, 则水准尺的零刻划处即是高程为 $H_P$ 的水准点的位置。

如需要在基础坑中标出一已知高程为 $H_B$ 的点, 可用钢尺配合一架或两架水准仪进行。如图9-9所示, 为了标出高程为 $H_B$ 的水准点, 基坑中 $B$ 点上的水准尺读数应为:

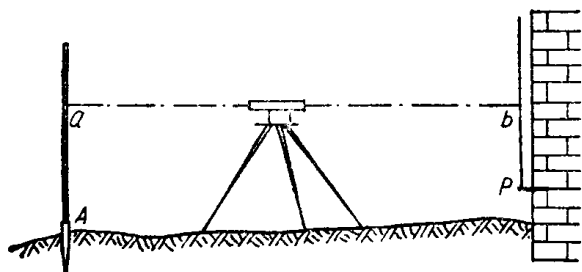


图 9-8

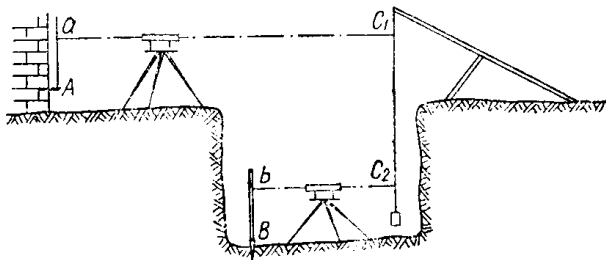


图 9-9

$$b = H_A + a - (C_1 - C_2) - H_B \quad (9-10)$$

## § 9-2 井筒中心与井筒十字中线的标定

### 一、井筒中心与井筒十字中线

圆形竖井的井筒中心就是井筒水平圆截面的圆心 (图9-10)。

井筒十字中线是通过井筒中心, 并互相垂直的两条水平方向线。其中一条与井筒提升中线相平行或重合, 称为井筒主要中线。

井筒提升中线是一条通过两根提升钢丝绳之间距离的中点、并垂直于绞车主轴中心线的直线。

斜井井筒主要中线就是斜井的巷道中心线。

斜井井筒中心 (井口位置) 是斜井主要中线与底板设计坡度起始线的交点。

井筒十字中线是各项测量标定工作和检查测量以及安装测量工作的主要依据, 在整个矿井建设过程中起着十分重要的作用。矿井地面建筑工程的位置, 井筒中罐梁、罐道和其

他设备的位置，井底车场巷道以及主要峒室的位置等等，都是以井筒中心和井筒十字中线为依据进行规划的。在设计图纸上，各种工程的位置都是相对于井筒中心和井筒十字中线注出尺寸的。因此，只要把井筒中心和井筒十字中线测设到实地上，就可以它们为基础，按照设计要求，进行各种测设工作。

井筒中心和井筒十字中线的标定精度，应以设计井筒位置时所能达到的精度为依据来考虑。通常设计单位是以采矿、地质、地形等因素考虑井筒位置的。如只考虑地质和采矿因素则井筒位置错动1~2米，对生产也没有多大影响。但地形条件则不同。在设计工业广场上的主要建筑物和铁路时都是考虑了地形条件的。而且它们又和井筒中心和中心线有着固定的关系。如井筒位置偏离其设计位置较大，就破坏了原设计中建筑物和铁路与地形的相互关系，这样就可能发生土方量增加等不良后果。

井筒中心的精度可根据设计时所用的地形图精度来考虑。例如按照1:1000比例尺的地形图设计井筒位置时，由于制图和量图误差约为 0.4 毫米，此时井筒位置设计精度可认为 0.4米。

《煤矿测量试行规程》中对标定井筒中心和十字中线的允许偏差规定如表 9-1 所示。

表 9-1

| 条 件           | 实测位置与设计位置的允许互差（或与已有井巷关系） |                |                 | 两条十字中线的垂直程度误差 |
|---------------|--------------------------|----------------|-----------------|---------------|
|               | 井筒中心平面位置<br>(米)          | 井 口 高 程<br>(米) | 主中心线座标<br>方 位 角 |               |
| 井巷工程与地面建筑未施工前 | 0.50                     | 0.05           | 3'              | ±30"          |
| 井巷工程与地面建筑已施工时 | 0.10                     | 0.03           | 1'30"           | ±30"          |

二、井筒中心和十字中线的标定

井筒中心和井筒十字中线应根据下列资料标设：

- 1. 矿井附近控制网资料；
- 2. 技术说明书中给出的井筒中心和井筒十字中线方位角；
- 3. 矿井工业广场总平面布置图、施工总平面布置图和场地平整设计平面图和断面图；
- 4. 井筒横断面施工图；
- 5. 井口附近钻孔的座标资料。

测量人员还应到施工现场进行实地调查，了解施工地区的地貌、地物和控制点的位置及其保护情况等。

在研究资料和现场调查的基础上，可编制1:200或1:500的大比例尺标定设计图。在该图上绘出井筒中心、井筒十字中线、临时的和永久的建筑物的设计位置、各种道路、管道

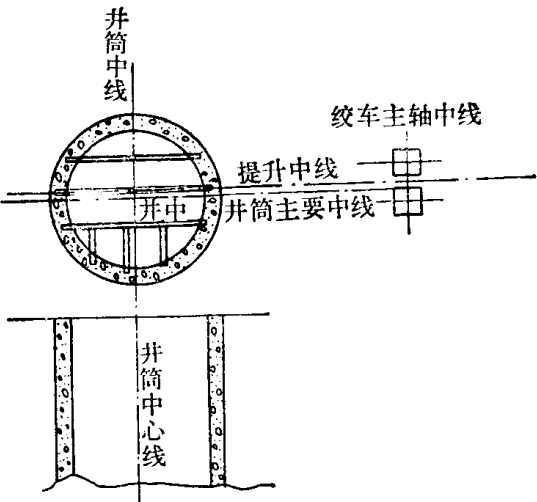


图 9-10

和线路的设计位置以及测量控制点等。

测量控制点离井筒较远时,还需要建立近井点。再由近井点敷设导线,于离井筒不超过一钢尺处建立一点A(图9-11)。建立近井点和A点的测量要求与第五章矿井联系测量中所规定的相同。所建立的近井点不但能在建井期间使用,而且应考虑在将来矿井生产时能作定向之用。

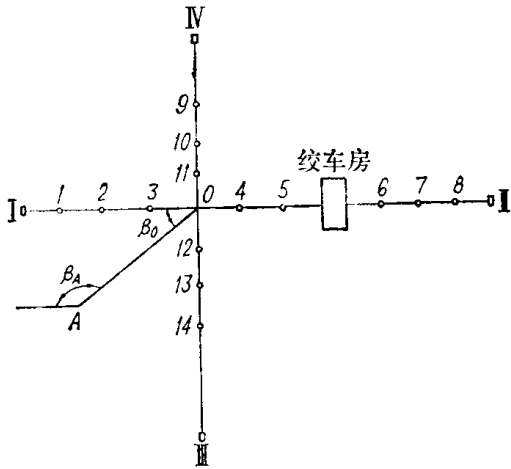


图 9-11

由A点可用极坐标法标定井筒中心,其具体计算和测设方法如前所述。

井筒十字中线的方向是用埋在实地上的中线基点来标志的。由于十字中线基点在矿井新建、改建以及矿井生产过程中都有重要作用,因此必须选择适当位置,使之既便于使用、又能长期保存。此点极为重要。

基点的位置,应选在不受地面建筑物、矿内运输线路、地下管道等施工影响的地方以及不受地下采动影响的地方。井筒主要中线上的基点特别重要,因为这些基点是安装井架和提升设备的根据,也是矿井移交生产之后定期检查提升设备的根据。在这条中线上,如果井口与绞车房之间不可能设置三个基点时,可以少设,而在绞车房后面应再设置三个基点,其中一个基点应能瞄视井架的平台和天轮。在井筒十字中线的其他方向上均应各设三个基点。相邻两基点间的距离应不小于20米,最近的基点距井筒边缘应不小于15米。用沉井、冻结等法时应不小于30米。

基点位置的选定应参照井筒施工临时设备平面布置图,在大比例尺标定设计图或工业广场总平面图上进行。同时,应征求施工人员的意见,最好是共同研究确定,这样便于在以后的工作中更好的配合。

实地测设,如图9-11所示。根据方向角 $\alpha_{AO}$ 和主要中线的方向角 $\alpha_{I-II}$ 算出角度 $\beta_0$ 。将经纬仪置于0点上,整平对中,后视A点,按角度 $\beta_0$ 标出0-I方向,在距井筒较远处用木桩标出点I。在0-I方向线上按设计距离定出1、2、3各点。然后按角度 $(\beta_0 + n \cdot 90^\circ)$ 依次标出十字中线的方向线,并定出4、5、……各点。根据标定的点位,按设计规格挖基点坑,然后浇灌混凝土桩。同时向混凝土桩插入标心(标心顶端应高出混凝土桩表面10~15毫米),并用经纬仪控制使标心位于十字中线方向上。待混凝土凝固后,便可在基桩标心上精确标定井筒十字中线。标定时要求同一中线上各基点应在一条直线上,十字中线相互垂直程度的误差不应超过 $\pm 30''$ 。具体做法是:仪器置于0点,精确整平对中,按角度 $(\beta_0 + n \cdot 90^\circ)$ ,以两个镜位首先在最远处基桩标心上标出十字中线的方向线。然后用经纬仪瞄准最远点上的方向线,依次在各中线的其余基桩标心上标出中线方向线。经检查标定无误后,在标心顶端中线方向线上刻出十字标志。最后按地面1/12000导线的精度要求,丈量井筒中心至各基点以及各相邻基点之间的距离,求出各基点的座标 $(x, y)$ ,并测出各基点的高程 $(z)$ 。

根据各基点的座标,绘制井筒十字基点布置图。图中应附表格,载明各基点的座标、高程、基点间的距离和方位。这样便于以后标定地面建筑物时使用,同时又累积了矿井建

成移交生产时的资料。

井筒十字中线基点除埋设在地面上外，还可设置在永久建筑物的基础上、墙壁上以及屋顶上。当井筒砌壁后，还应在井口处的井壁上标设四个中线基点。

基点的构造，可参照第五章中的近井点。

### 三、斜井井筒中心和十字中线的标定

设计中斜井井口位置（井筒中心）和斜井主要中线方向的选择，主要决定于有用矿物的埋藏形状。因此，其设计精度，一般不超过在地质地形图和地质断面图上用图解法确定矿体埋藏要素的精度。

斜井井筒中心和井筒主要中线的标定，是根据设计规定的井筒中心座标（ $x$ 、 $y$ 、 $z$ ）、井筒主要中线的方向角进行的。其标定方法、基点位置的选择以及基点的型式等均与竖井相同。

### 四、标定方格网

现代大型矿井的地面工业广场上有各种不同用途的设备和建筑物。而且在建井时期就建筑了永久性的建筑物和设备。在准备期间就敷设了全部的永久管道。这样使布置和保存井筒中线基点就变得十分困难了。我国的一些矿山由于条件的限制不能按规程要求布置井筒十字中线基点，而采用了布置辅助基点的办法。辅助基点的形式很多，有的矿是在和十字中线垂直的方向上布置辅助点，有的矿则是在和井筒十字中线相平行的方向上埋设辅助点。为了解决这样的问题，可以在工业广场上布置方格网作为整个标定工作的基础。这种方格网就叫做标定方格网。

标定方格网由主点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  等点和在主点之间的副点组成。主点之间的距离应不小于 80 米，如图 9-12 所示。

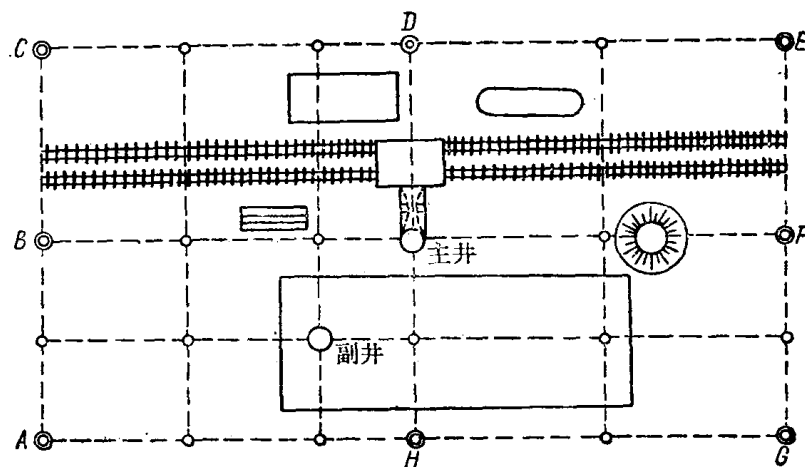


图 9-12

标定方格网采用假定座标系统，以主井（或副井）的井筒中心作为座标原点，以主十字中线作为  $x$  轴。这样，方格网各边的方位角即为  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ 。

标定方格网的位置要在矿井工业广场总平面图上设计出来，并计算出各点在假定座标系统中的座标值。首先是将井筒十字中线在实地上标定出来。再根据所计算的座标值在十字中线上标出主点的位置。然后在标出的主点上安两架经纬仪，用直角交会的方法标出方

格网的其他主点来,并用永久标志固定它。再在两个主点的连线上标设出副点来。

方格网全部标设在实地上之后,要重新测量方格网角点处的角度和边长,计算各角点的座标。将算得的座标值和原来所计算的座标比较,便可求出沿 $x$ 轴和 $y$ 轴的改正数来。按照求出的改正数来改正主点和副点的位置,便最终标设出了方格网。

用四等水准测定标定方格网点的高程。

主点应布置在能长期保存的地点,其构造和十字中线的基点相同。

在工业广场上设置标定方格网,对于标定整个的建、构筑物都是十分方便的。而且当井筒十字中线基点被破坏之后,恢复起来也是非常容易的。

### § 9-3 工业广场平整时的测量工作

在矿井工业广场上布置有各种用途的建、构筑物,因此需要有一块比较平坦的场地。设计部门根据矿井的总体布置和具体的地形条件进行竖向规划,并编制场地平整平面图和断面图。在平面图上,将平整以后的地表地形用红色等高线表示。

由于受地形条件的限制,有些矿井的工业广场平整成为几个不同高度的台阶形场地,有些矿井则平整成为带有一定坡度的斜面。

平整工业广场应满足的要求为:建、构筑物间运输方便;场地中的雨水能很快聚集和排泄;土方量最小和土方运输路程最短。

工业广场平整时的测量工作如下:

#### 1. 标定工业广场的轮廓

首先在设计图上沿广场轮廓线选择特征点,并计算这些点的座标。这些点的连线便圈定了工业广场的范围。这些点可用极座标法或是前方交会法标定。

#### 2. 在广场范围内布置方格网或断面线,并测出填挖高度

1) 对于地表起伏不大,工业广场较为方正时建立方格网。方格网的边长可依照地形条件和平整范围来考虑,通常为10~30米。方格网点用木桩固定,木桩和地表齐平,桩旁设一护桩,护桩上标明编号。

2) 对于一些地表起伏较大而且是狭长形地区则建立断面线。在每条断面线的地形特征点处固定桩点。

#### 3. 用水准仪测定各桩点的标高

#### 4. 求各桩点的挖、填高度

所谓挖、填高度 $h_i$ 即是该点的设计标高 $H_0$ 与该点的地表标高 $H_i$ 之差。即

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= H_1 - H_0 \\ h_2 &= H_2 - H_0 \\ &\dots\dots\dots \end{aligned} \right\} \quad (9-11)$$

如 $h$ 带有正号则该点为挖方,如为负号则为填方。挖方处则在护桩上标明应挖方量。如为填方则在桩旁立一竹杆,在相当于应填高的水平上固定一标志。

#### 5. 计算土方量

当测设了方格网时,计算土方量是根据方格网图来进行的,如图9-13所示。土方量是以每个小方格逐一计算,所有小方格内填方和挖方的总和便是整个挖方和填方量。

如小方格四个顶点的标高符号相同,则该方格的土方量为