

用重锤法测量高喷钻孔的孔斜

韩俊超¹, 同志学²

(1. 中国水利水电第七工程局, 四川 成都 610081; 2. 西安建筑科技大学机电学院, 陕西 西安 710055)

摘要: 介绍重锤法测量高压喷射灌浆深孔的孔斜的方法。采用相似三角形原理, 其理论计算的孔斜率、孔底偏差值与实际非常吻合, 满足了施工要求。

关键词: 重锤法, 孔斜率, 孔底偏差, 深孔测量

中图分类号: TV223; TU45 文献标识码: B 文章编号: 1006-764X(2010)S1-0106-03

随着我国水电事业的发展, 需要在一些地质状况比较复杂的地层中进行高喷防渗墙施工, 其中高喷钻孔孔斜测量的准确性是保证高喷工程质量的重要因素之一。以前所采用的浮漂法测量孔斜率, 存在一定的局限性(测量范围受孔深和孔斜的限制, 一般用来测量孔深为 25 m 以内的孔), 已经不能满足深孔测斜的施工要求。如: 某水电站建设工地, 高喷孔孔深大部分超过 25 m, 最深的达 52 m, 而且工期短、工程量大(共 5 万余 m)。钻孔采用套管跟进法钻进(套管内径为 140 cm), 孔较深、孔径较小, 因此急需一种能够准确测量小孔径、大孔深的测斜仪。为了解决这一难题, 笔者经过反复试验终于解决了这一难题, 发明了测量高喷钻孔孔斜的方法——重锤法。

1 孔斜测量仪

初期采用的测量方法是三脚架锥形锤法, 原理如图 1 所示。

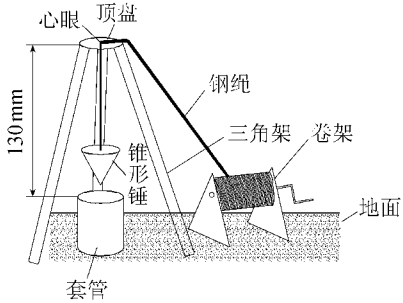


图 1 三脚架锥形锤法测量孔斜示意图

锥头用钢绳吊着从孔口往下放, 如果孔底偏斜, 则孔口的钢绳就会有一定的偏角和空口偏差。测量

这些偏差, 利用相似三角形原理就可以推算出孔内任意位置的偏斜距离。在使用过程中发现该方法存在以下缺点: ①调节三脚架平衡(即把重锤调到悬在空口中心)很困难。另外, 由于施工地面有钻渣而比较松软, 三脚架在测量过程中很容易失去平衡。②锥形锤在孔内容易偏斜且与孔壁距离较大, 导致不能与套管同轴。③每个孔的套管口距离地面的高度不一, 三脚架的高度很难调节。

为了解决以上问题, 对上述测量方法进行了改造, 改进后的测斜仪如图 2 所示。图中的套筒用无缝钢管加工而成, 其上的双扣圆弧螺翼与套管配套。

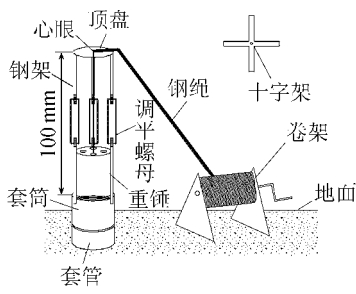


图 2 改进后的测斜仪

a. 将三脚架改为如图 2 所示的钢架套筒结构。在底端的套筒上加工螺纹, 这样套筒与套管之间用螺纹连接, 然后通过调节三个调平螺母进行调平。这样不但连接稳固, 而且调平简单、迅速、准确。由于改进后的测量架与套管口直接相连, 因此架高是固定的, 不但计算方便, 还不用调节架高。(说明: 如果架高太矮, 孔口测量偏差的尺寸就会减小, 从而导致其测量误差增大, 再考虑到操作的方便性, 一般取架高为 1.0~1.3 m。)

b. 将锥形锤改为图 3 所示的重锤。这种圆柱体结构具有一定高度、中空且上面有排气孔,不但保证了重锤与套管同轴,而且易于排气排水,使重锤能够顺利地在套管中下落与起拔。

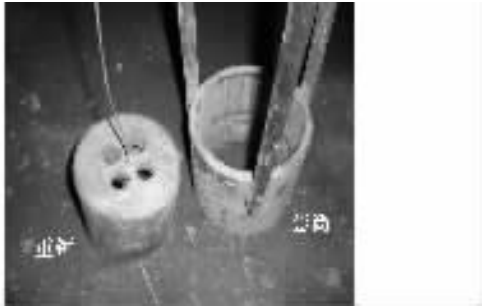


图 3 重锤和套管

c. 由于顶盘的心眼和钢丝绳反复摩擦,所以在顶盘中心孔周围镶一块耐磨材料(如陶瓷)做心眼,可以减缓顶盘的磨损,提高顶盘和绳子的寿命,同时也减小了孔斜率的测量误差。

2 测量原理

可以将上面的测量方法简化成图 4 所示几何模型,但必须满足以下 2 个条件:①深孔中的整个套管连接起来为一条直线。由于高压喷射灌浆孔的钻孔直径较小、孔较深,如果套管在小范围内折度太大,钢绳就有可能与套管壁相接触,导致钢绳绷紧后不为一条直线且不在孔中心。而本项目中的套管连接采用的是双扣圆弧螺纹,连接紧密,因此可以认为整个套管连接起来不会出现折线,且弯曲很小,从而认为满足条件。②重锤在套管的中心。笔者采用的重锤直径比套管内径小 4~6 mm,钢绳系在重锤的中心,加之重锤是对称的,重锤下放到孔底时钢绳的最下端就是套管中心。另外,在测量开始之前,需要调节调平螺母,使重锤悬在孔口中心 A 点。这就保证了顶板中心 E 点与 A 点处于同一铅垂线上。

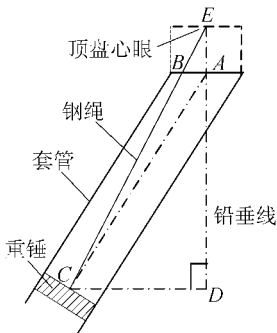


图 4 测量的几何模型

如图 4 所示, A 点和 C 点分别为孔口和孔底的套管中心, AC 长度可以直接测量, E 为心眼(即钢绳的悬点), ED 为过 A 点的铅垂线, B 点为重锤在

孔底时钢绳在孔口的实际位置, AB 长度可以在孔口直接测量。

在图 4 中, 因为 $\triangle EAB \sim \triangle EDC$, 所以 $\frac{DC}{AB} = \frac{ED}{EA}$ 所以, 孔底偏差 CD(用 d 表示):

$$d = \frac{AB \times ED}{AE} \quad (1)$$

式中: AB 为孔口测量偏差; ED 为孔深与架高之和; AE 为架高。上述 3 个参数都可测得。

孔斜率 t : $t = \frac{CD}{AD}$, 即

$$t = AB \times \left(\frac{1}{AD} + \frac{1}{AE} \right) \quad (2)$$

实际测量的孔深为 AC, 当要求孔斜率 $t < 1\%$, 即 $\tan \angle CAD < 1\%$ 时, $\cos \angle CAD \approx 1$, 因此 $AC \approx AD$ 。用 AC 代替孔深 AD, 可得孔斜率

$$t \approx AB \times \left(\frac{1}{AC} + \frac{1}{AE} \right) \quad (3)$$

在实际测量中, 由于式(3)计算较为复杂, 常用以下方法测算:

由式(2)得: $t = AB/AD + AB/AE$, 由于孔深较深, 即 $AB/AD \approx 0$, 所以有

$$t \approx \frac{AB}{AE} \quad (4)$$

当孔深越深时, AB 与 AD 之比越接近于零, 孔斜率测量也越准确, 刚好满足了孔越深对孔斜率要求越高的要求。

由式(1)可得, 孔底偏差 $d = (AB/AE)ED = t(AE + AD)$, 即 $d = t(AE + AD)$ 。在实际测量中常用 AC 代替井深 AD, 所以有

$$d \approx t(AE + AC) \quad (5)$$

3 测量与计算

测量方法如下: ①把仪器与孔内套管的顶端连接起来(螺纹连接); ②把重锤悬在孔口中心, 调节调平螺母使重锤悬在孔口中心 A 点; ③放好十字架(应该注意的是, X 和 Y 轴的方向与规定方向一致), 分别测量 A 点在 x 轴和 y 轴方向上的偏距 x_1 和 y_1 ; ④缓缓下放重锤到孔底, 再上提 20 cm 左右使钢绳拉直, 分别测量 B 点在 x 轴和 y 轴方向上的偏距 x_2 和 y_2 ; ⑤计算孔口测量偏差 a: $a = \sqrt{[(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2]}$; ⑥测量架高 b, 由式(4)计算孔斜率 t : $t = a/b$ 。

测量井深 c(实际上是测量 AC), 根据式(5)计算孔底偏差 d : $d \approx t(b + c)$ 。之后还需要画出孔的真实偏斜方向(从孔口向孔底看): ①若 $x_2 > x_1, y_2 > y_1$, 孔斜偏向第一象限, 如图 5(a)所示; ②若 $x_2 <$

$x_1, y_2 > y_1$ 孔斜偏向第二象限,如图 5(b)所示;③若 $x_2 < x_1, y_2 < y_1$ 孔斜偏向第三象限,如图 5(c)所示;④若 $x_2 > x_1, y_2 < y_1$ 孔斜偏向第四象限,如图 5(d)所示。

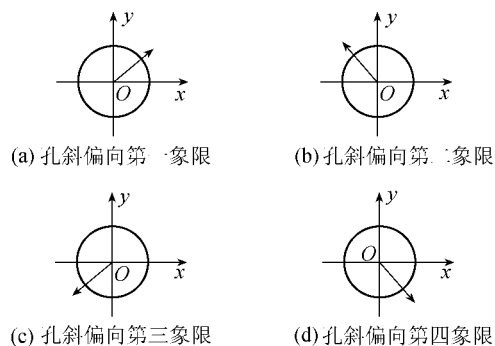


图 5 孔斜偏向判断

由于重锤法测量孔斜率采用的是放大原理——孔口测量偏差,所以孔口偏差的少许误差都将导致孔底偏差出现很大误差,而孔口偏差的测量受人为操作因素影响较大,故为了减小误差必须注意以下几点:

a. 在调平过程中始终保证重锤处于孔口中心。由于钢丝绳由多股细钢丝合成且吊起重锤时受拉力,因此拉直时会有一定的扭矩,当重锤调到与孔壁不接触的时候重锤就会发生转摆,这时说明重锤已经调到孔口中心了(重锤与套筒和套管内径之差为 4~6 mm),也可以用眼睛目测重锤是否调整到孔口中心。

b. 从测量孔口值(x_1, y_1)到测量孔底值(x_2, y_2)的整个过程中要保证十字架不移动,才能保证测量的准确性,如图 6 所示。



图 6 测量孔口偏差

c. 由于钢架比较细长,当顶部受到较大的外力时易发生歪斜,导致悬点 E 变动,从而会增大 $\Delta x, \Delta y$ 的测量误差,所以测量时不要人为地给钢架施加外力。

d. 当测量仪使用一段时间之后,顶盘上的心眼会被钢绳磨大,甚至在心眼周围磨出小沟。所以测量同一个孔的孔斜时,拉钢丝绳的方向一定要一致。

e. 放置十字架时要保证孔中心距离原点 O 有

一定的距离,这样可以保证 x_1 和 y_1 有较大的长度,既减小其测量误差,还可以避免重锤下落过程中钢丝绳与十字架干涉。

f. 测量时必须把 x 轴和 y 轴的正方向统一(如取顺着河流的上游为 x 轴的正方向, y 轴方向自然确定),这样才能在“高压喷射灌浆孔测斜成果图”中正确地反映各个孔的真实偏斜方向,从而判断两相邻孔孔底是否有开叉现象。否则,所测得的孔的偏斜方向也将失去意义。

g. 如果想测量孔的详细偏斜情况,测量时可以多取几组数据。

4 结 语

重锤法测量高喷钻孔孔斜,操作简单,测量结果准确,为以后高喷灌浆施工深孔测斜提供了一个有效的工具。

参考文献:

[1] 孙钊. 大坝基岩灌浆[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2004:145-152.

(收稿日期 2010-06-08 编辑 高建群)

(上接第 101 页)

质量管理、安全管理十分困难。由于模袋混凝土可以水下施工,具有不需要排水、断航等优点,能确保施工时江都站正常排涝运行。同时由于施工质量的保证,能有效地防止水流的冲刷,增强护坡的防渗能力,达到了设计效果,提高模袋混凝土技术经济效益和社会效益。

参考文献:

[1] 《江都水利枢纽志》编纂委员会. 江都水利枢纽志[M]. 南京:河海大学出版社, 2004.
[2] 张平易. 南水北调东线一期工程长江至骆马湖段(2003)年度工程江都站改造工程初步设计[R]. 江苏:江苏省水利勘测设计研究院, 2004.
[3] 王宏江, 朱永庚, 张彤宇. 模袋混凝土技术在水利建设中的应用[J]. 天津市科学技术期刊, 2006(8):20-22.
[4] 苏战军, 吴晓强. 水下模袋混凝土护坡护底施工技术[J]. 浙江水利科技, 2008(3):15-18.
[5] GB 50286—98 堤防工程设计规范[S].
[6] 郑万勇, 吴韵侠, 郭立杰. 应用混凝土模袋防护黄河堤脚的研究[J]. 中国水利, 2004(3):22-24.

(收稿日期 2010-05-18 编辑 方宇彤)