

一种简易海滩测量方法^{*}

李志强, 李志龙, 冯砚青, 陈子[✉]
(中山大学地理科学与规划学院, 广东 广州 510275)

摘要: 介绍了一种简易的海滩测量方法。通过实践证明这种方法不但简单易行、花费少, 携带方便, 而且精度有保证。

关键词: 海滩; 测量方法

中图分类号: P229.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2004) SI-0197-03

研究海滩时需要对海滩地形进行反复测量, 测量精度越高越有助于我们对海滩变化规律的研究。常用的测量手段主要有水准仪测量和经纬仪测量等。利用水准仪和经纬仪测量时, 每次都要对仪器进行架设、整平, 比较繁琐, 如果要对十多条甚至数十条剖面进行测量, 需要的时间就会比较长。同时由于海滩是由松散的泥沙组成, 并且海边风速一般都比较大, 因而测量通常会受到仪器架下沉, 塔尺树立不垂直等因素的干扰, 得到的结果往往会造成较大的误差, 甚至使地形完全变样。进行水下地形测量时, 由于波浪和流的存在, 人的站立都很困难, 测量难度显然更大, 测量精度基本上没有保证。如果测量人员不太熟练, 这样的问题更为突出。图1即为由于测量误差地形发生变形的一个实例。原始地形为存在滩角和滩肩的滩面, 但在图上这些地形基本上没有反映出来。我们依据连通器原理设计了一种简单易行, 而且有精度保证的海滩测量方法, 经过反复实地测量, 证明其是可行的。

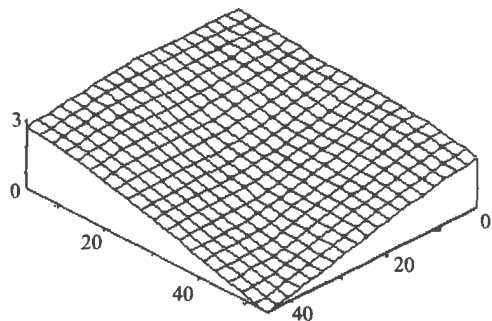


图1 测量后发生严重变形的地形
Fig.1 A deformed topographic map

1 测量器材

测量所需的器材十分简单, 大体如下:

- (1) 木尺两根 (可用木条刻上长度单位), 每根长度约为 2 m, 用测量的塔尺代替更好;
- (2) 透明塑料软管一条, 内径为 1 cm 左右, 长度视测量距离而定, 以 10~20 m 为佳;
- (3) 粗绳一根, 长度亦视测量距离而定, 一般约为 10 m;
- (4) 墨水一瓶。

2 测量原理

该测量方法是利用连通器的原理而设计的 (见图2), 塑料水管中注入水, 为了观测方便, 在两端分别滴入几滴墨水, 水管的两头固定在尺子上。两根尺子零刻度朝下, 树立在 B、C' 点时, 由连通器原理可以知道, 管内的液面 A、A' 在同一水平面上, 从而有如下关系成立:

$$\begin{aligned} AB &= A'B' \\ C'B' &= A'B' - A'C' \\ &= AB - A'C' \end{aligned}$$

即说明, B、C' 两点的高差等于水管液面读数的差值。证明可以利用该方法来测量海滩。

3 测量方法

先将水管两端分别固定在两根尺子上, 水管的两个口子固定在尺子上端 (大刻度端)。为防止水管摆动, 方便读数, 塑料水管要紧贴在尺子上, 拉直, 然后上下两端都固定住。在粗绳上按一定的长度间隔打结或作好其它标记, 例如 1, 2, 3, 5, 10 m 等长度标记。测量时每次都从剖面的基桩开始,

^{*} 收稿日期: 2004-03-03

作者简介: 李志强 (1974年生), 博士研究生; 通讯联系人: 陈子[✉], E-mail: cep00lq@zsu.edu.cn

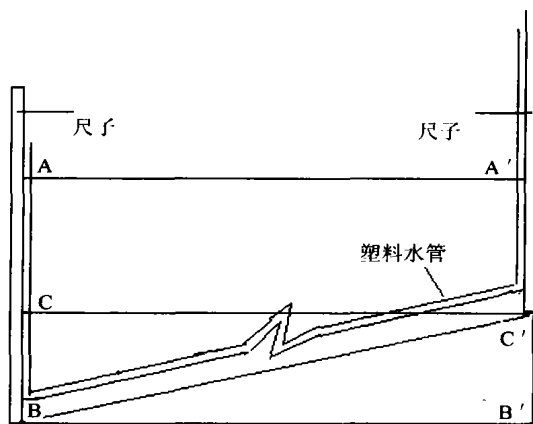


图 2 测量方法示意图

Fig. 2 Sketch of the measurement

一人将尺子立直于基桩, 另一人将尺子立直于测量方向上的另一点。两人把粗绳拉成水平、绷紧, 从而控制两点间的水平距离。待管内液面停止振荡后, 分别读取对应尺子上的刻度 (即高度), 记录下来。两个读数的差值即为两点的高差。

4 测量注意事项

为了保证和尽可能提高测量精度, 利用这种方法测量要注意以下几个问题:

(1) 读数时尺子要立直, 眼睛平视, 读水柱凹面的底部;

(2) 水管不要拉的过紧, 有一定的松弛性, 防止水管变形, 水管两端上部要留有足够的空间, 以防高差较大时低位置的管内水溢出, 防止水管被折, 保持管内水柱有良好的连通性;

(3) 控制距离的粗绳要拉水平, 拉紧;

(4) 水管口径最好不要太大, 一方面减轻管内水柱重量, 方便移动, 另一方面有利于提高读数精度;

(5) 塑料水管的软硬度要适中。水管太软容易造成发生变形, 影响读数, 水管过硬则携带和操作时不方便;

(6) 粗绳的粗细要适当, 直径在 5 mm 左右比较合适。最好采用化纤绳, 因为化纤绳弹性小;

(7) 读数时要等管内液面稳定后才能进行。两根尺子立直不动以后, 液面一般 2~3 s 就会停止振荡, 如果长时间 (超过 5 s) 液面还未稳定下来, 就有可能是水管被折或固定水管时将其绑的过紧;

(8) 如果需要进行剖面测量时, 要注意控制好方向。这时可以在测量剖面上设立两根桩, 测量时远离桩点的人利用 3 点成线的原理控制方向。

5 优点及实例分析

5.1 优点

这种测量方法的优点是很显然的。它简单易行, 轻便易携带, 造价低廉 (造价在 30 元以内), 数据处理也很方便。通过实践证明, 这种测量方法对于海滩研究来说精度是有足够保证的。

这种测量方法一个最大的优点是可以边测量边检查测量错误。用水准仪或经纬仪测量时, 由于计算公式繁琐 (还有三角函数), 一般无法在现场马上计算出测量的结果 (高程和距离), 回到室内再处理时可能发现测量出来的数据无法使用 (如图 1), 悔之晚矣。这对新手也是很常见的问题。利用这种方法测量就可以避免这种问题, 原理如下 (图 2)。

将塑料水管分别在两根尺子上下两端固定好以后, 其间的塑料水管长度是不变的, 也即其间的水柱长度是不变的, 设为 l 。则管内水柱长度: $L = AB + A'C' + l$, 因而塑料水管液面对应的读数和 $AB + A'C' = L - l = \text{常数}$ 。所以, 每次测量时, 只需将两根尺子读数简单相加, 就可以知道测量结果是否合理, 如果与前几次测得的和数相距很明显, 就可能是测量错误, 马上进行原因分析或重测。

5.2 实例分析

2003 年 10 月 12—31 日在粤东后江湾采用该方法进行滩面测量, 结果表明这种测量方法是合理可行的。表 1 是其中 8 条剖面的实测数据, 单位是 cm, 精度为 0.5 cm (木尺最小刻度为 0.5 cm), 测点间距均为 3 m。表 1 中每条剖面数据中, 按列分别对应一组读数, 例如第一条剖面中 (119.8, 140.9)、(125.6, 134.3) ……等分别为一组读数, 对应的高差分别为 -21.10 cm、-8.70 cm ……等。其中参数含义如下:

$$\overline{H_{\text{ol}}} = \frac{1}{n} \sum (H_{1i} + H_{2i}) \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum (H_{1i} + H_{2i}) - \overline{H_{\text{ol}}} \right]^2} \quad (2)$$

$$\text{MH} = \max(\text{abs}((H_{1i} + H_{2i}) - \overline{H_{\text{ol}}})) \quad (3)$$

式中, H_{1i} 、 H_{2i} 为测量第 i 段时塑料管内水柱液面对应读数, 下标 1, 2 分别表示靠近和远离测量起点桩的尺子, n 为测量段数, $\max$ 表示最大值, abs 表示绝对值。则 $\overline{H_{\text{ol}}}$ 为每次测量两尺子读数加和平均, σ 表示误差的标准差, MH 表示最大误差。

图 3 是根据实测数据绘制的滩面三维地形图, 每条剖面测点之间水平距离和相临剖面之间相距皆为 3 m。

表1 实测剖面数据及分析

Tab 1 The surveyed data and analyzing results

剖面号	液面读数/cm											$\overline{H_{bi}}/\text{cm}$	σ	MH
1	119.8	125.6	125.9	121.9	115.8	116.0	115.1	114.4	112.9	113.8	111.2	260.42	0.2724	0.5182
	140.9	134.3	134.8	138.9	144.5	144.7	145.1	146.1	147.3	146.6	149.0			
2	123.1	123.8	115.5	113.7	114.9	116.1	114.2	115.3	116.4	117.3	114.1	259.45	0.3702	0.7455
	136.5	136.2	144.2	146.1	144.1	143.6	144.9	143.4	143.0	142.3	145.2			
3	120.0	117.7	116.9	112.3	115.0	112.2	114.0	112.2	115.0	111.1	115.3	256.21	0.2234	0.5091
	136.4	138.5	139.6	143.8	141.3	143.8	142.3	143.5	141.2	145.0	141.2			
4	128.1	135.7	137.5	131.2	127.2	122.2	121.8	121.8	120.7	122.0	119.9	277.47	0.3305	0.5727
	149.5	142.2	140.0	146.5	150.1	155.6	155.1	156.0	156.3	155.6	157.2			
5	118.2	118.7	118.2	116.1	114.1	111.8	111.4	115.2	112.3	108.7		255.34	0.2107	0.3600
	137.0	137.0	137.1	139.4	141.0	143.5	143.7	140.0	143.0	147.0				
6	116.9	122.0	120.0	114.2	114.1	117.0	112.9	115.3	112.9	110.9		257.57	0.2369	0.3700
	140.3	135.8	137.3	143.7	143.3	140.9	144.5	142.2	144.8	146.7				
7	132.7	132.0	126.8	125.0	125.3	125.1	125.2	123.9	123.2	122.9	122.1	276.75	0.3285	0.5545
	144.2	145.3	150.0	152.0	151.2	151.5	151.0	153.0	153.0	154.0	154.9			
8	126.2	132.5	135.6	128.8	123.8	122.6	123.2	122.4	121.5	118.9	155.4	275.56	0.8364	0.8731
	149.8	143.8	140.1	144.3	151.7	153.5	152.0	153.5	154.9	157.0	119.7			

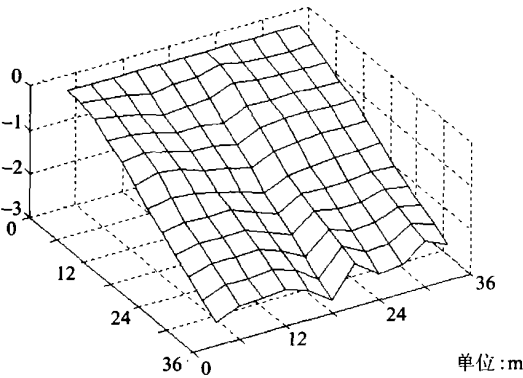


图3 利用新方法测得的地形图实例

Fig.3 A topographic map surveyed by the new measurement

6 需要进一步改进之处

实践表明该方法还有一些要改进的地方，主要有如下两个方面：

(1) 水平测距方法。采用拉绳(尺)的方法确定水平距离，其精度对于一般的海滩研究来说足够的^[1]，但其误差还是不容忽视的。绳子的拉水平与

否受到人的视觉判断和重力作用的影响。当水平距较长时，绳子受重力作用下坠，这种影响更大，因而采用这种方法测量每次间距不能太大。如果有简易的测距或检测水平性的方法，将使该法精度更高。

(2) 水下测量问题。测量海滩水下部分时，塑料水管内的水柱受水流的作用会发生不停振荡，读数受到影响。这时可采取两种方法，一是在振荡幅度较平稳时，读取水柱振荡变幅的中间值。另一方法是不用水管而直接把绳拉成水平，读取两根尺子刻度。其原理和高差计算和利用水管测量是一致的。这两种方法在水下测量的精度都明显比在岸上测量的精度低，但比用水准仪和经纬仪测量水下地形的精度不会低。控制管内水柱的振荡，是该方法要进一步改进的地方。

参考文献:

[1] CLANCY R M, CAMFIELD F E. Christine Schneider[M] . Low coast measurements of shoreline changes. Coastal Structures '83. American Society of Civil Engineers, New York, 1983; 717—726.

A Convenient Measurement to Survey the Beach

Li Zhi qiang, LI Zhi tong, FENG Yan qing, CHEN Zi shen

(School of Geography Science and Planning, Sun Yat sen University, Guanzhou 510275, China)

Abstract: A convenient measurement to survey the beach is introduced in the paper. This low cost measurement is very easily to carry out and the precision is reliable.

Key words: beach; surveying method