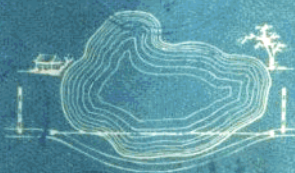


蘇州圖書館藏

264238

湖床地形測量

黃應晉 編著



測繪出版社

7
41

517
4441

湖床地形測量

黃懋胥 編著

測繪出版社

1960·北京

湖床地形測量是特種測量方法之一，一般測量書籍中很少介紹。本書較詳細闡述了湖床地形測量的特點和方法，並根據作者在实际工作中的經驗，較全面地介紹了各種先進的測量方法及工具。

本書可供一般測繪專業技術人員、水利工程人員及水利測量等學生學習和參考。

湖床地形測量

編著者	黃	慧	霄
出版者	測	繪	出 版 社
北京海澱學市大柵欄黃源內			
北京市書刊出版業營業許可證出字第081號			
發行者	新	華	書 店 科 技 發 行 所
經售者	各	地	新 華 書 店
印刷者	地	質	出 版 社 印 刷 廠

北京安定門外六鋪炕40號

印數(京) 1-2000册	1960年1月北京第1版
開本850×1168 ¹ / ₃₂	1960年1月第1次印刷
字數63,000	印張2 ³ / ₄
定價(10) 0.42元	統一書號: 15039·370

目 录

一、概述.....	5
§ 1. 湖床地形测量的任务和內容.....	5
§ 2. 湖床地形测量的特点.....	7
§ 3. 湖床地形测量精度的要求.....	8
二、湖泊区平面控制网的布置.....	11
§ 4. 导线网法.....	12
§ 5. 三角测量法.....	15
§ 6. 加密控制网的布置.....	21
§ 7. 标桩的埋設.....	28
三、测深点平面位置的测定法.....	32
§ 8. 断面法.....	33
§ 9. 交会法.....	47
§ 10. 方格法.....	51
四、湖床高程測量.....	59
§ 11. 湖水面高程的測定.....	59
§ 12. 测深工具.....	61
§ 13. 测深点标高的計算.....	66
五、湖床地形图的編制.....	67
§ 14. 内业整理.....	67
§ 15. 湖岸上地形測量.....	73
§ 16. 检查验收工作.....	74

一、概 述

§ 1. 湖床地形测量的任务和內容

在我国辽阔的土地上，有千万个大大小小的湖泊，尤其在长江两岸，更如同星罗密布，就是在最高的山地和海平面以下的盆地，也分布着许多湖泊。大的有上千万平方公里，小的不过一、二平方公里，甚至不满一平方公里。这些湖泊都蓄藏着丰富的水源，对发展国民经济具有很大的意义。

湖泊的功用，象河流一样，可以作为水运交通的道路；可以调剂河流的水量，免除水患；也可以供给灌溉，水力发电和蓄水之用。此外在城市和工业建设上，可作为民用饮水，工业用水和排水之用。也是发展渔业的好地方。因此，如何利用湖泊的水能，是一项重要的课题。

为了利用湖泊的水能，来进行各种水利和工业建设，需要进行各种不同的测量工作。如详细测量水深、绘制湖床地形、观测湖水的变化、测定流速和流量、了解湖岸的崩塌变化情况等。

在湖泊测量中，水深和湖床地形的勘测，是各种水利工程设计所必须的基础资料。如利用湖泊来调节水量，就必须了解湖泊的容水量，以及确定淹没界限，才能掌握调节的作用。要满足这个要求，必须了解水深、湖的面积，以及湖泊周围的地形情况。又如要利用湖水来灌溉田亩，就需要了解湖水所能灌溉土地的面积，和引水与排水渠道的路线和方向，这样也需要有湖床的地形和湖岸的情况来作设计的依据。

在发展湖泊的运输事业上，在装置民用饮水、工业用水，以及排水设备时，都必须进行湖床地形测量，因此湖床地形的测量工作，在我国的社会主义建设中，是有极大的作用的。

湖床地形测量的任务，就是要把湖底下的情况、湖水的深度，以及湖岸四周的地形，正确的反映到图纸上，提供建设者设

計之用。

湖床地形測量工作內容包括：湖水深度測量、湖水面的標高、確定每一個測深點的位置，和湖岸四周的陸地測量，並編制湖床平面圖與地形圖。

由於湖床地形圖是為了建設者設計和施工的使用，因此，湖床地形測量的任務，應由設計者根據需要而提出，而測量者必須配合設計的各個不同階段，不同的要求而進行測量。按一般情況，有下列幾種不同的要求：

1. 在總體規劃和技術經濟調查的報告中，要解決某一湖泊的利用問題時，需要得到湖面積和水深的概況數據和一般關係位置，有 $1/25\,000 \sim 1/100\,000$ 的地形圖就可以夠用。這種地形圖可以利用現在的地形圖資料，補測湖水的深度和必要地形的修改，在湖水面積內繪制等深綫圖。如果沒有是項舊的地形圖，可作草測的地形圖來應用，草測出湖岸綫和陸上有關的地形，湖水面綫的標高和幾條湖床的斷面綫就可以。

2. 為滿足初步設計，確定技術的可能性和經濟合理性，需要進行一般性的測量，可採用 $1/5000 \sim 1/10\,000$ 比例尺的湖床地形圖，有時還可以應用 $1/25000$ 的地形圖進行。這種圖要把湖的一般形狀、水深、面積，反映在圖紙上。

3. 為了配合技術設計，使工程建設能有正確的依據，必須要進行更詳盡的勘測工作，一般需要 $1/500 \sim 1/2000$ 湖床地形圖。也有的使用 $1/5000$ 的湖床地形圖。這種地形圖必須詳細的測定水深，表示湖床的詳細地形變化、兩岸的坡度、高程和地形的情況，也可以配合測定其他水文資料來作設計之用。

4. 要進行設計施工，在局部位置上需要補充詳細的數據，可以作更大一些比例尺的湖床地形圖，如 $1/200 \sim 1/500$ 。還需進行一些放樣定綫的測量工作。

這些設計階段也不是絕對不變的，也和工業建設的情況相同，有二段設計和一次擴大設計等等，但不論設計階段如何改變，測量工作總是隨着設計要求的精簡程度和意圖來進行，而總

离不了上述四种情况的要求。

这本书所介绍的湖床地形测量方法，是根据各个不同设计阶段和不同的精度要求而提出的施测方法，供专业勘测人员参考。

§ 2. 湖床地形测量的特点

湖泊水底的地形与陆地上的地形不同。陆地上的地形，肉眼可直接看得见，并可直接丈量，而水底的地形是被不透明的水层所隔，肉眼看不见水底的情况，而且只能在水面上操作，所以湖床地形测量与陆地地形测量方法，有很大的不同。

湖床地形测量的方法，是要适应于湖泊的大小范围、水的深浅程度、湖水的流动情况、潮汐的影响和水底地形的特征等。由于每个湖泊的情况，都不一样，所以，采取的测量方法亦有不同，故在工作之前，必须了解所施测的湖泊的特点，来决定实施方案。

施测湖床地形的的工作，主要有两个内容：就是湖水深度测量和确定测深点的位置。这两种测量方法，都因湖泊性质的不同，而各有其不同的特点：

1. 测量湖水深度的特点

(1) 湖床地形点，均在水面的下边，所以水底标高总比水面标高为低，即水底地形点对水面高程来说，永远是负数，故水面标高减去水深就可以知道湖床地形点的标高。

(2) 湖底的情况，绝大多数是为不透明的湖水层所隔离，不能直接看见湖底的地形，而不易了解和掌握湖床的地形情况。

(3) 水的深浅与测深工作繁简也有很大的关系，在湖水水位最低和深度不大时，测深工作比较简单，如水深在 30 米以内时，测深技术就复杂，要采用回声仪来测深。

(4) 水面线的高度是随着流水、潮汐和地下水的变化而变化的，而水底地形标高多半是以水面线高减水深而求得，因此，在测深的同时，还要配合进行水位变化的观测工作。不过一般湖泊水面线高程的变化是不大的。

(5) 湖床的地形特征，一般因流水不急，多为沉淀的淤泥；坡度较缓和较平坦，但有局部突出岩石的存在。因此测深点的间距可以比河流的间距适当的放宽，仅在岩石部分加密测深点。

2. 测量水深点位置的特点

(1) 测深点的平面位置是在水上，但不能摆设测量仪器直接测定，仪器必须在岸上摆设作间接的测定。

(2) 在测深点上不能直接豎立标杆测旗，就是水不深处或在沼泽湖地，直立标杆测旗也不牢固，因此，测深点的标志仅能用浮标的方式。

(3) 湖面的宽度不一，有的百十米，有些在数公里至数十、数百公里以上，不能象陆地一样进行直接丈量距离，而必须采用其他的方法来控制点位。

根据上述测量湖床地形的一些特点，来研究测量的方法，才能正确贯彻多快好省的方针。在苏联施测大面积和深湖的湖床地形时，大量的采用精密的光电仪器。如测深时采用机械测深锤，水力测深器及回声仪等，在测距时，采用回声法测距，无线电测距仪；以及航空摄影测量的方法。在我国目前的情况，还不能大量的应用和推广这些精密仪器和工具来进行湖床测量。本书根据湖床地形的特点，提出一些行之有效的一般方法，来解决湖床地形测量的问题。

§ 3. 湖床地形测量精度的要求

湖床地形测量的精度，决定于勘测的目的，面积的大小和湖床地形的变化。

从勘测的目的来看，各有不同，如考虑利用湖泊作通航路线的设计时，对于湖床最深处的湖槽，就要求精度高而且要详细，故必须有正确的水深测量，彻底了解湖床的情况，才能设计出正确的航线。如作为调节水量和灌溉的水利工程，对于湖槽的精度，个别的礁石和突出的部分，就用不着这样高的要求，可是对湖床的面积，流水线的高度就有很高的要求，如不精确就会影响

工程質量。又如作为工业或民用的供、排水設計勘察时，对計算容水量和最深处的測量要求較高。如作为漁場，測出范围、面积、一般深度和流水方向就可以。

就設計阶段来看，每个阶段要求的精度和詳細的情况都不同。如一般的查勘，只要求湖面范围，若干点水深高度就可以，容水量的計算亦要求平均深度作概算，这样，湖床地形的精度就不高。至于初步設計的資料，要求較高一些，要求最精确的是技术設計資料和施工阶段的資料。

所以湖床測图的精度要求，可按勘测的目的来决定。至于湖床地形图本身的精度，則决定于測深点的准确度和測深点的密度。因此，可以用各測深点間的平均距离作为測深的詳細程度，亦作为湖床地形測量的精度衡量。

从水深測量的精度来看，可以分为四种情况：

1. 詳細測深：是对湖泊作詳細的研究，必須測出湖床的詳細地形。就依靠相当密度的測深点来确定。一般可用 1/1000 和 1/2000 比例尺測图。

2. 簡化測深：一般概略了解湖床地形情况，在重要的地方才詳細的測出地形。一般是 1/2000~1/10 000 的測图。

3. 勘查測深：只了解一般的湖床地形情况，能反映湖床和湖面的輪廓就行，故測深点可以稀一点，在大面积的湖泊中，作为一般查考，可以用此方法測量。比例尺是采用 1/10 000~1/50 000 的測图。

4. 补充測深：是为了改正現有的地形图或者进行局部地区水深測量。按补測的要求比例尺來測图。

因此，可以根据勘测的目的和精度的要求，并考虑湖床面积的大小和湖床地形的变化来决定采用施測湖床地形的办法。

湖床地形是采用等高綫和等深綫（是按海拔高程起算的曲綫，不論陆地上和水面下均用一致的高程）来表示的。由于湖床地形的坡度較平緩，所以等高綫或等深綫的間距要密一些，才能詳細的表示湖床地形，但在不同比例尺的湖床地形图上，等深

綫或等高綫的間距也不同，按一般的規定如下：

比 例 尺	等高綫或等深綫間隔(米)
1:500 ~ 1:1000	0.25
1:1000 ~ 1:2000	0.50
1:2000 ~ 1:10 000	1.00
1:10 000 ~ 1:25 000	2.00

繪制這些等高綫和等深綫，是根據各測深點的高程進行插補的，因此，要確定湖床地形的精度，對各測深點的最大間距有很大的關係，應該有一定的規定。但這個規定，亦可因要求的不同，而有所變更，並不是一成不變的。現在根據這裡所介紹的幾種不同的施測方法，結合各種不同的測圖比例尺情況，提出各測深點最大間距的一般規定：

1. 採用方格法測深點位時，每個測深點的間距成格形，前後左右間距均相等，規定於下表：

測圖比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10 000	1:25 000
測深點間距(米)	20	40	60	100	200	500

2. 採用断面綫法測深點位時，每断面綫的寬度可以比方格法的間距放寬一些，而測深點間距可以加密，這樣對工作有利，也能保持測圖的精度，可作下列的規定：

測圖比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10 000	1:25 000
断面綫間距(米)	30	50	100	150	300	750
測深點間距(米)	10	20	40	80	150	300

3. 採用散點法時，各測深點的間距不一，現規定其最大的間距如下：

測圖比例尺	1:500	1:1000	1:2000	1:5000	1:10 000	1:25 000
測深點最大間距(米)	20 ^米	30	50	80	150	300

如果采用方格或断面綫法时，各条断面綫最好在与湖槽相垂直的方向布置。那么，在接近湖槽和湖底地形变化大的地区，測深点的間距应加密，才能更好的表現眞确的湖床地形。

又如在湖水很深的地区，湖底地形对工程的影响不大时，測深点的間距可以寬一些，相反的，在湖床复杂或浅滩很多的地区，測深点應該加密一些。

上面所提出的間距要求，是根据湖床地形测量的要求而提出的。如专为了解湖深或其他水工建設所用的断面綫，其間距可根据实际要求来决定。

測深工具对于測图的精度影响，也有很大的关系，故可按水的深度情况而选用測深的工具和方法。

二、湖泊区平面控制网的布置

整个湖床測区的控制网建立的原则，是符合由整体过渡到局部的原则。

由于湖泊的形状大小不一致，有圆的，也有狭长的，有大面积的，也有小面积的，对于控制网的布置，应結合湖泊的形状大小考虑。

根据湖泊的特点，对控制点互相通視上是有利的，因为湖面一般是通視无阻的，湖岸边亦多是平坦的，都便于进行控制测量工作。但也有其不利的地方，就是水中不能設站，同时水蒸气多，折光差較大，影响到觀測的精度，尤其是在湖面很大，更为不利。这些有利和不利情况，在控制网方案的設計时，也应加以考虑。

由这个情况看，湖床地形测量的控制网布置，在形式和图根

点的密度，都与陆地上地形测量的要求不同。在陆地上是用均匀的控制点布满测区，而湖床测量的控制点却沿着湖边来布置，湖中间是以控制点的边来布网密致的联着。只有一些有洲台的湖泊，才尽量利用构成控制网。这是湖泊控制网的特点。

虽然布网的形式不同，但采用的测量方法还是相同的，一般采用三角网和导线网的形式。面积不大的湖泊，一般在5平方公里以内时，就可以用环湖导线圈来布置，超过5平方公里的大面积布网，才考虑布置独立的三角网。如果是以湖泊为独立系统时，尽可能采用典型图形来布置三角网，然后以导线或小三角网来加密。如果该湖泊的四周陆地上，已布置有大地控制网时，亦可在大地控制网中作填充点或补点补网来加密应用。如果与湖外地形没有什么连系关系，可以采用假定坐标系统的独立控制系统。狭长的湖泊，可以采用测量交会法来布置。总之，湖泊区平面控制网的布置，要根据实际情况来决定。

现在根据我国的实际情况和技术设备的条件，介绍几种常用的平面控制网的布置方法。

§4. 导线网法

1. 导线圈：一般在面积不大，约5平方公里以内的小面积湖泊，可以采用一次布置导线圈的方法。如图1所示，由一点起点绕湖边一圈，仍闭合于原点。这种湖泊的测深点位置的测定，可以直接作断面线来求出，故采用导线圈，是很适宜的。

这种导线圈的长度，不应超过10公里，每导线点一般在1公里以内，为了能直接定出断面线，在丈量距导线的时候，每在100米的地方，可以加打内分点的木桩，或者保留量距时的节桩，以便定出断面线之用。

此种导线圈一般要求达到Ⅱ级导线的精度，即导线的相对精度在1/4000以上，或以经纬仪导线的精度，即相对精度1/2000以上，视湖床地形测量的需要而决定。误差的配赋方法，与闭合导线一致。

如果湖泊边岸上的地形为陡壁悬崖，或者是从草芦苇的沼泽地区不能直接量距的时候，可以采用视差导线法测定。如图2所示的布置方法。视差导线是以特制的视距尺，用光学测出夹角，而计算出边长的方法，根据此尺的精度，完全可以满足Ⅱ等导线的精度，故能得到精度相当的导线圈。

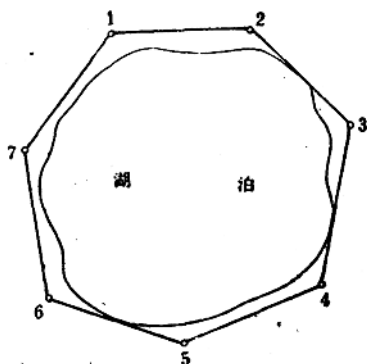


图 1

2. 测量交会导线：狭长的湖泊，宽度在1公里以内，或者是在湖汊很多的地区，可以采用测量交会导线的方法来布置控制网。

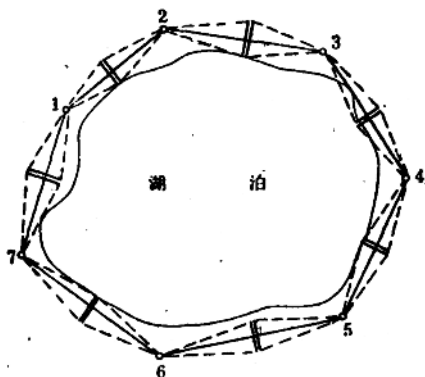


图 2

这种方法是苏联杜尔嘉夫教授所研究的交会法，曾在苏联水利调查中的大地测量与地形测量中介绍过，应用于河道测量有很多优点。可以保证地面上在相当宽的地带内具有控制点，并可沿着线路建立很密的控制网。在湖泊中，过宽的湖面是不适宜的，

在狭长湖面和湖汊中布网，是一项很好的方法。

如图3所示，是一个长形的湖泊，可以按测量交会导线的方法布置，在湖的一岸布置交会导线，如A、B、……F等点，在湖的对岸，作适当的旁点，如M、M'、N、N'等点。这些旁

点不用設站观测，只按图中的方向綫来連系。导綫的边仅丈量起算边如 S_1 ，和終止边如 S_5 ，以作校核，如导綫的边很多，可以每隔10~12边丈量一条边来校核。根据精度的推算，可以满足三等导綫和經緯仪导綫的要求。但要視角度观测的精度而定。

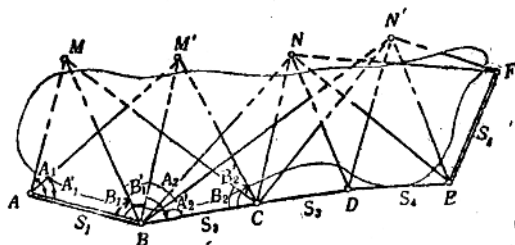


图 3

角度观测只在 $A, B, C, \dots, F$ 等点設站，測出各方向綫的角度，即可按各交会来进行边长的推算，其公式如：

$$S_2 = S_1 \frac{\sin A_1 \sin(A_2 + B_2)}{\sin(A_1 + B_1) \sin B_2}$$

每边都有兩組来推算，不单可作校核，且可以取其中数而增强各边的精度。各旁点 M, M', N, N' 均可計算出坐标，环湖均有控制点控制。

在湖汊地区，一方面使环湖的导綫圈連接起来，同时向湖汊伸出一条导綫，可以采用測量交会导綫和視差导綫相混合的方法，如图4所示。

$A, B, C, D, \dots$ 等点为环湖的导綫圈，在 BC 边处有一湖汊，寬在1公里以內，不很寬，但可能較长，达数公里以上，則由 BC 向湖汊伸出 $MN, \dots$ 等交会导綫，在旁点 $P, P_2, \dots$ 之处立視差夹角尺，測出夹角而計算出 L, L_2 边长，再求出 $NM, MC, \dots$ 等边长。用交会导綫法計算，每边都有二組数

值，可作校核，也可以加强精度，保证测图的质量。

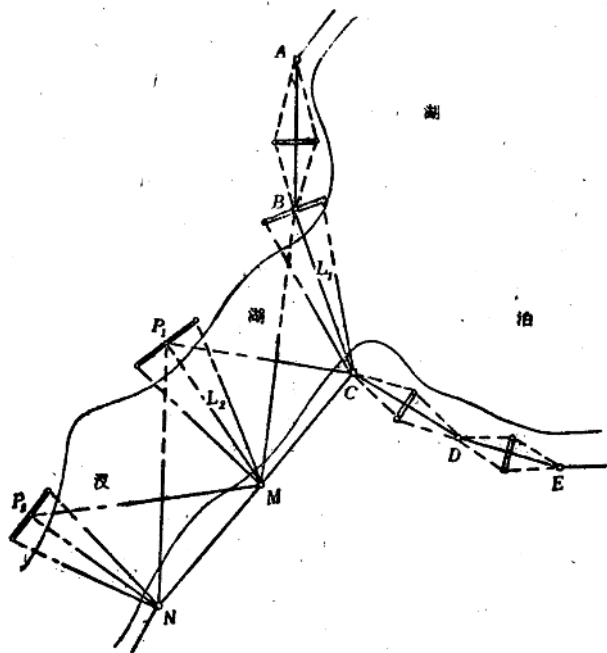


图 4

在面积不大的湖泊中，可以采用量距、视差、测交会角的方法进行布置导线，作为湖床地形测量的控制点。这种导线可以一次布置，方法和操作均较简便。

§ 5. 三角测量法

超过 5 平方公里以上的大面积湖泊，由于湖面较宽，布设导线法是不适宜的。因为如果导线围绕较大的面积，长度超过 10 公里以上，精度会降低，工作量也大。所以在这种情况下，可以采用三角测量法。在有些小面积中，也可以使用。

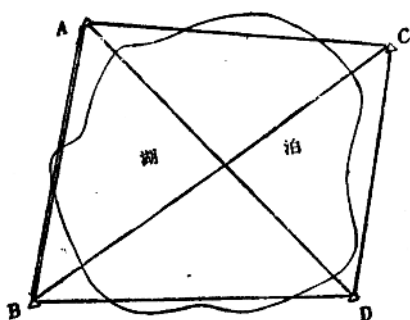


图 5

如果湖泊是作为独立的控制系统布置时，可以采用各种典型图形来布置。为了便于加密控制网，可以采用二级布网，即以三角测量的图形为一級，在这級之下可以小三角鎖，測角內分点和綫形三角鎖为加密控制点的方法。

如图 5 是四边形的独立三角网。是沿湖边布置的，基綫最好丈量一边长，不必作基綫网，如有困难可作基綫网扩大。这种图形适宜于方圓一点的湖泊，可使四边形的边角都有良好的图形。

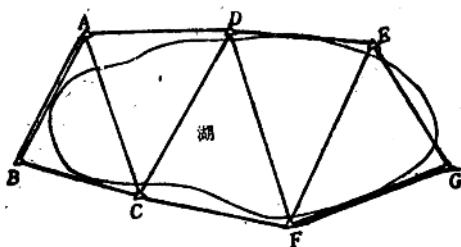


图 6

如图 6 所示，湖泊为长方形时，可采取布置三角鎖的方式，两端丈量基綫，以資校核和閉合計算之用。三角形个数可以在 12 个以內。沿湖边設点，方向綫跨湖布置，經三角鎖的平差計算，可以得到沿湖的控制点。

如果湖中心有洲台或浅滩，突出水面的岩石的时候，应尽量应用来布置控制点。如图 7 所示，A 为湖心洲台上的点，作为网形的中心点，布成一个中心网形，基綫亦以丈量一边为佳，即