

DOI编码: 10.13646/j.cnki.42-1395/u.2017.09.018

多波束系统在长江航道测量中的应用分析

舒升元, 程龙

(武汉长江航道救助打捞局, 湖北 武汉 430000)

摘要: 多波束作为一种高新测量技术, 在当前水运航道测量中应用广泛。本文介绍了多波束系统的组成及工作原理, 对其布设要求和方法进行了详细分析, 对以后类似的工程有一定的借鉴作用。

关键词: 多波束; 长江航道; 测量; 应用

中图分类号: U675.4

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2017) 09—0046—02

长江干线航道全长1200多公里, 相关单位也在大力建设和推广长江电子航道图, 这些信息技术给货船航行带了极大便利。航道测量是制作电子航图的基本工作, 其重要意义不言而喻。多波束系统凭借高分辨率、高精度性等特点在当前长江航道测量工作中得到广泛应用。

1 多波束系统组成及工作原理

多波束测深系统也被称作多波束测深声呐, 设计初衷是为了提高海底地形的测量效率。与传统单波束测深系统一次只能测量一个点相比, 多波束系统可一次获得一个条带索覆盖区域多个海底点的深度值, 实现了“由点-线”到“由线-面”的进步, 效率成倍提高。

多波束测深系统主要包括三大子系统: ①多波束发射接收换能器阵及信号控制处理系统; ②辅助设备, 包括卫星定位系统(提供大地坐标)、船体运行状态测量仪器、声速剖面仪等; ③相关数据处理软件。

多波束测深系统能够有效得到水下地形, 得到精度较高的水下三维地形图。该系统的工作原理是利用发射器阵列向水底发射一定宽度的扇形覆盖声波, 利用声波遇到障碍物反射原理对其进行收集, 通过这“一放一收”过程来对水底地形照射脚印, 之后对这些信息进行信号处理就能得到成百上千个被测点的深度值, 这样就可以制作出精确的水底三维地形图。

2 多波束测线布置的具体要求

由多波束测深系统的工作原理可知: 只要声波能覆盖到的范围, 均可以纳入测量范围, 测量工作与测量船体的航行状态无关。但是在实际应用中, 受限于航行安全、测量精度、经济成本等多方面因素, 必须要根据航道的实际情况进行科学布置测线, 既要保证航道覆盖面, 又要尽可能使测点均匀分布。

多波束测深系统的测线布置主要应满足以下两个原则: ①要求技术上科学合理, 且系统可靠; ②力求测量成本较低, 有较强的经济性。测线布置的疏密程度应符合测量标准, 若过密则造成很多测线数据不能发挥作用, 浪费资源; 测线过疏则会造成有盲区存在。多波束系统在测量水运航道时, 应遵循“利于作业展开和地形显示, 且要求对障碍物进行精准测量”, 具体

要求有以下几点:

(1) 测线要求平行布设。区域内的测线应为彼此平行关系, 且走向也要符合航道底部等深线走向, 这样布置可尽量扩大测线范围, 提高覆盖率。由实际经验可知: 长江航道为典型的“U”型横断面, 航道水深由中间向两侧减小, 因此长江航道的等深线走向基本和航道走向一致, 因此布设测线时也尽量沿航道设计布设(见图1所示)。

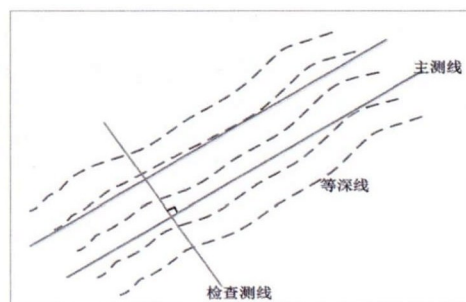


图1 测线布设示意图

(2) 各个测线测量范围应有重叠。航道测深是建设航道、保证行船安全的基础, 不得存在半点盲区, 因此要求测线网可将测区航道全面覆盖。多波束测深系统测量模式是“由点到面”, 虽然可大幅度提高测深效率, 但是也存在信号干扰区。由下图2可知: 在位于测深系统中心下部某一范围, 其反射信号清晰, 探测效果也很好; 而位于边缘的反射波由于散射明显, 很多反射波都不能被接收器有效接收, 因此得到的有效波较少, 信号质量存在较大干扰。因此要求相邻测线的探测范围必须要有一定的重叠区, 以保证每一区域的信号清晰、可靠为标准。

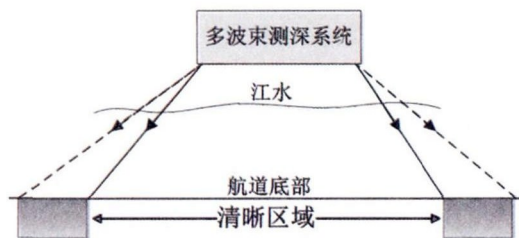


图2 多波束测深系统的清晰区和盲区

(3) 主测线长度应稍大于测区范围。多波束测深系统虽然具有效率高、精度好等优点, 但是也存在系统复杂、受干扰因

素多等缺点。由于该系统安设于船体之上, 而船体在行驶中的转弯、摇晃、速度变化等因素均可造成探测误差。所以测量船体应提前进行测线测量, 在航行中由巡警提前开道, 为保持匀速直线航行创造条件。在布设主测线时应保证其长度稍大于测区范围, 这样测量船可提早上线, 可有效保证多波束测深系统的稳定性和准确性。

(4) 测线总长度不得过大。长江航道水深呈现“中间大, 两边小”的特点, 因此在布置测线时可适当加密边缘航道测线, 而航道中间测线可适当稀疏 (但不得超过有效测宽的80%), 这样可合理分配测深资源。测线条数越少, 相应的系统复杂性也越低, 得到的测量数据也越清晰准确, 后续处理工作也变得较为容易。

(5) 布置一定数量的检查测线。检查测线的作用是检验测深系统的准确性和可靠性, 垂直于主测线均匀布置。检查侧线布置位置在于平坦区, 数量不得过少, 要求检查测线总长度大于主测线总长度的5%。测检测线可采用单波束或多波束测线, 但当采用后者时, 其只收集回波清晰区数据即可。

(6) 复杂区应加密测线。测线的布置密度和测量精度呈正比关系, 因此在航道复杂区应加大采样点密度, 以提高对该区域水底地形分辨率。若在测深作业中发现了沉船、岩礁等障碍物, 应以障碍物为中心布设“井”字型加密测线, 多方向、多角度获取障碍物的详细信息。

3 长江航道多波束测线布设方法分析

进入新世纪以来, 相关部门多次组织了长江航道测深工作, 日常每隔一段时间的测深属于维护性测量, 因此可充分利用前期的测量成果, “先验水深”测量法在长江航道测深工作中得到广泛应用。

3.1 布设思路分析

有几何图形计算可知: 多波束测线系统的一次测宽D由水深H和多波束入射角 θ 决定, 三者关系式如(3-1)。根据之前资料测得的航道宽度、水深等, 可以适当调整多波束入射角 θ , 在保证测线的全覆盖和重叠率的前提下, 最大限度地减少测线数量。

$$D = 2H \times \tan \theta \tag{3-1}$$

3.2 多波束测深系统布设流程分析

多波束测线布设方法一般是“由中间向两端”延伸, 第一条测线布设于最深处, 并估算出该测线的测宽, 之后根据其测宽值来确定相邻测线位置, 直到测线系统覆盖整个航道。具体流程如下: ①根据以往资料估算航道各段水深, 为后续测线布置打下基础; ②找出测区中最大水深的大致位置, 并布设主测线和调整入射角度; ③完成上述两步骤后, 按照图3进行多波束测线系统的布设。

3.3 与“等距布设法”的对比分析

为了验证“先验水深”测量的优越性, 在此将其与“等距布设法”进行对比分析, 分别选取了长江航道中的三段, 侧身

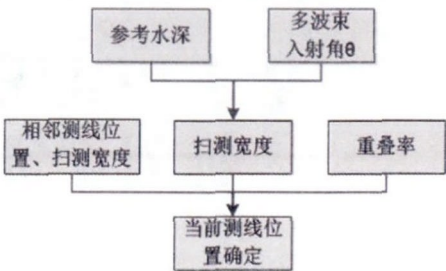


图3 多波束测线布设流程

区域涵盖了锚地、浅点区、深水航道等。在对比试验中保证了测量船运行状态、温度、大气等因素相近, 分别从测线数、测线总长、耗时、盲区点等及各方面进行分析评价, 详见下表1所示。

表1 “先验水深法”和“等距布设法”的对比分析

项目区	先验水深法				等距布设法			
	测线数	测线长	耗时	盲区点	测线数	测线长	耗时	盲区点
锚地	12	12.3	80min	0	16	18.5	112min	0
浅点区	9	4.8	32min	0	10	6.0	46min	0
深水航道	8	5.3	51min	0	12	6.1	72min	0

由上表1可知: 针对同一航道, “先验水深法”在测线数、侧线总长、测量耗时等方面与“等距布设法”相比均具有较大优势, 可靠性和准确性也会明显提高。这两种方法的盲区点均能做到0个, 所以只要测深数据精确, 完全可满足实际应用。

4 结语

长江航道对于发展内陆沿江带经济意义重大, 测深是建设航道的基础, 而且由于水运航道不确定因素多, 受雨水影响大, 且底部地形复杂, 因此为保证航行安全必然需频繁测深。多波束测深系统作为目前应用最广泛的技术, 在布设时的要求和流程较多, 技术人员应严格遵守。

参考文献:

[1] 张旭, 李光林, 汪正. 多波束与单波束测深系统在长江航道测量中的应用比较[J]. 中国水运. 航道科技, 2016, (04): 46-50.

[2] 马耀昌, 惠燕莉, 李自斌. 多波束测深系统在炸礁竣工测量中的应用[J]. 科技信息, 2008, (28): 27-30.

[3] 任晓东, 舒晓明. ATLAS FS20 多波束扫测系统在航道中的应用探讨[J]. 中国水运 (下半月), 2011, (06): 29-33.

[4] 张旭, 叶小心, 洪德玫. 多波束系统在长江航道测量中的测线布设方法研究[J]. 中国水运. 航道科技, 2017, (01): 44-49.

[5] 夏杨玲. 多波束测量系统在广州某航道疏浚验收中的应用思路探讨[J]. 科技资讯, 2010, (25): 62-64.

[6] 刘方兰, 肖波, 罗伟东, 等. Geoswath 多波束系统及其在航道测量中的应用[J]. 测绘工程, 2009, (04): 29-32.