

甘再水电站采用的库容测量方法

周其辉, 杨新涛

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川 都江堰 611830)

摘要: 水库库容是水库发电、防洪调度中的一个非常重要的技术参数, 库容的变化直接影响调洪时水量的平衡及发电量的多少。为及时了解水库因泥沙淤积等原因引起的库容变化, 需经常进行库容的复核测量。结合柬埔寨甘再水电站库容复测工程实例, 介绍了一个库容测量新方法, 供同行参考与借鉴。

关键词: 柬埔寨甘再水电站; 水库库容测量; 测深仪; 方法

中图分类号: TV7; TV62; TV12; TV697.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2016)05-0051-03

1 概述

柬埔寨甘再水电站工程位于柬埔寨王国西南贡布省(Kampot)境内的Kamchay河干流上, 距首都金边约150 km, 坝址距省会城市贡布约15 km。水库正常蓄水位高程150 m, 校核洪水位高程151.88 m, 死水位高程130 m。水库总库容7.18亿 m^3 (基本设计)。该工程为II等工程, 水库规模属大(2)型。电站总装机容量为194.1 MW。水库库区主河道长16 km, 河道最宽处4 km, 最窄处280 m, 平均水面宽度为600 m。由于工期要求, 项目部决定采用GPS载波相位差分定位技术(以下称为RTK)结合华测D330测深仪对河道进行断面测量的数据采集, 从而大大缩短了相关测量工作的时间。笔者介绍了这一测量方法的实施过程。

2 利用早期航测图

充分利用建坝前期的航测图、地形图。早期的航测图中有当时的主河道和支流在整个库区的位置, 地形图显示了库区的大致地形。在进行水下测量之前, 可以根据地形条件适当加密某些区域、合理安排测量线路。

3 布置E级GPS控制点

鉴于整个库区为狭长型地形, 我们在原有的库区航测图上合理布设控制点后再到实际地方踏勘选点, 最终在整个库区两岸共布置了15个GPS E级控制点, 高程均在152 m以上。内业计算中, 在GPS控制网中用了3个已知点控制点, 分别为TN04、TN05、TN08。将其中TN05、TN08两个点作为已知起算点, 将TN04作为已知校核点, 将TN04与未知点一起进行统一平差计算。TN04点已知值与平差值结果比较情况见表1。

4 外业地形点的采集

表1 E级GPS控制点平差结果对比表

点名	X	$\Delta x / mm$	Y	$\Delta y / mm$	H	$\Delta h / mm$	备注
TN4	1 183 985.207 7		403 845.302		155.446		TN4为实际坐标
TN4'	1 183 985.208 3	-0.6	403 845.305 2	-3.2	155.446 8	-0.8	TN4为观测坐标

4.1 岸边采集地形点

4.1.1 点校正

RTK采用电台模式, 将GPS基站架好后需进行点校正。首先, 测量控制点的实时坐标; 然后, 通过GPS手薄点校正功能计算实时坐标与已知坐标的差值, 进行坐标校正。满足规范要求后进行下一步作业。

4.1.2 直线段断面定位及数据采集

为保证所采集的断面数据在同一条直线上, 在RTK采集岸上地形点时, 利用了数据采集软件的参考线功能。其操作步骤如下:

(1) 在顺直的河道左右岸各测量一个地形点, 使之垂直于河道, 该两点形成的直线作为第一条断面。

(2) 将第一条断面设置为参考线, 参考线能保证其它断面上的每一个点距第一个断面的垂直距离相同。

收稿日期: 2016-08-15

(3)根据 GPS 手簿显示待测点距参考线的垂直距离,移动 GPS(RTK),使 GPS(RTK)位于需要测量的断面线上(第一条断面显示距离为 0 m,第二条为 50 m,第三条为 100 m……以此类推)。

(4)最后,将 GPS 依次立在断面线上,点击“测量”采集数据,直至一个断面数据采集完成。

弯段断面数据采集根据现场的实际情况沿水边线间隔 15~30 m,步骤与直段相同。

4.2 水下断面数据的采集

水下断面数据的采集采用华测 GPS X90(RTK)与华测 D330 测深仪组合仪器,将 RTK 与测深仪连接后,采集的点为同一点坐标。

采用 D330 测深仪采集库水的深度。华测 D330 为单频测深仪,其利用超声波穿透介质并在不同介质表面会产生反射现象的原理,利用超声波换能器(探头)发射超声波,测出发射波和反射波之间的时间差进行水深测量,测深范围为 0.3~600 m,测深精度为 $\pm 1 \text{ cm} + 0.1\% \times H$ (水深)。目前广泛应用于水下地形测量中(图 1)。

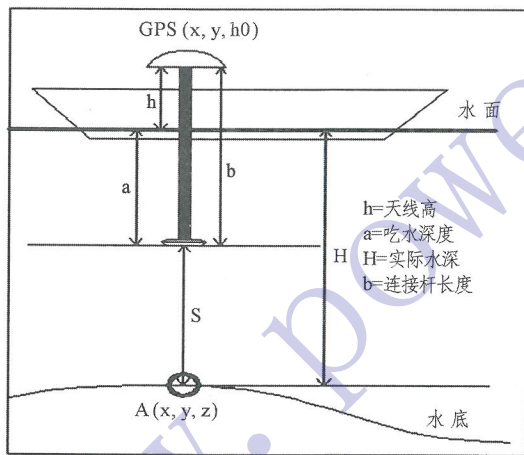


图 1 测深仪工作示意图

说明: h 为 GPS 天线到水面的距离(即天线高); a 为吃水深度; b 为换能器杆的长度(常数); s 为换能器底部到水底的深度; H 为水深; h_0 直接由 RTK 实时测得。

另外: $Z = h_0 - h - H = \text{水位} - H$,其中 $h_0 - h$ 即为常说的水位。

如图 1 所示,可知 $Z = h_0 - b - s$,其中水底高程 Z 只与 h_0 及 S 相关,与潮位无关,从而达到无验潮效果,这也是测深仪 D330 自身具有的优点。

(1)设备的安装与校正。

测深仪最主要的功能是测量水面至河底的深度,测深精度关系到整个水下地形点采集的可靠性。测深仪在与 RTK 连接前,首先应了解测深仪的测深性能。其方法是:将测深仪的换能器固定在测船的船舷上,连接测深电脑屏幕,单独打开 hydrosounder(测深)软件,设置好吃水深度,电脑屏幕下方就会显示该点水面至河底的深度,此时,测船保持不动,将测绳放入水中,量取该点深度,与测深仪电脑上显示的深度进行比较,完成校正工作。

(2)测深仪的安装与调试。

同岸上断面数据采集一样,先选择一个视野开阔的地方架好 GPS 基站,模式为电脑模式,RTK 手簿连接好后,首先进行点校正。点校正后,将 GPS(RTK)与测深仪探头安装固定在船舷上,并通过数据线将 GPS、测深探头(换能器)连接到专用测深电脑上,打开测深软件 hydrosounder、hydroservey 并连接,输入 GPS 天线高、吃水深度、坐标改正的各种参数。当测深仪电脑上显示的坐标、高程与 RTK 手簿上坐标高程显示一致时,测深设备安装完成,可以使用。

测深设备安装好后,将船固定在某一个地方,打开 hydrosounder、hydroservey 软件,设置好吃水深度,点击连接,测深仪显示该处水下深度、点击记录,存储数据(如不一致则重新检查、校正,直至测深数据一致),启动测量船,开始测量。

(3)主河道深水区断面数据的采集。

深水区水下地形数据采集时,点间距不得大于 15 m,且不少于 5 点在最窄河道处。横断面间距以不大于 50 m 为一断面,在地形复杂(弯道多)的水域适当增加断面。由于主河道有部分水域较宽(宽度达 3 000 m 左右),测船在水域面积较大范围内行驶很容易分辨不出方向,会出现盲目采集、测点重复采集现象,为克服这一问题,需要将预先规划设定的参考线的实际位置传输到测深仪电脑上,这样,测船在行驶数据采集时就能看到测船在水域中的实际位置,将其与参考线(断面线)比对,调整测船的行驶方向。方法是岸上断面数据采集完成后,将所有的断面数据粘贴到南方 cass 软件中,将参考线一并绘制到 Cass 里面,参考线颜色全部改为蓝色,线宽 0.3 mm,然后将含有参考线的 Cass 图形文件另存为 *. DXF 格

式文件,复制、拷贝到测深仪电脑上并将此图设置为背景,测深仪电脑屏幕上就能显示出每条参考线(断面线)的实际位置,根据背景显示的断面线位置,数据采集时调整测深船航行,尽量保证测船的运行轨迹与参考线一致。测深仪设置每隔 3 s

自动采集水深数据,包括 GPS 平面位置、高程和水深。背景图拷贝这一方法较传统的两岸设置断面标志要省时、省力,既提高了测量精度,又加快了测量速度(图 2)。

4.3 数据处理

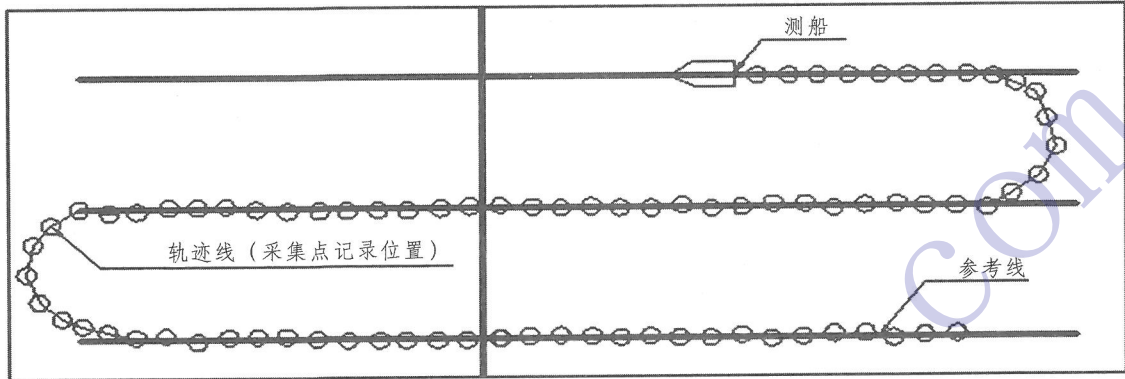


图 2 测深仪电脑屏幕测船行驶轨迹示意图

水深数据采集完成后,需要对测深数据进一步进行编辑。水深数据采集时,由于不清楚水下地形的具体情况,偶尔会有不明物体干扰,使超声波变化较大,从而造成测量水深的深度突变,对于这种数据,就需要人工进行数据检查与编辑处理,以保证所测量的水深与实际的水深一致。水深数据编辑好后,其数据格式为 *.dep 格式。为满足绘图要求,需将测深数据 *.dep 格式转换成 *.dat 格式,以方便导入南方 Cass 成图软件中进行绘图计算。

4.4 库尾或浅滩区水下数据的采集

库尾或浅滩区由于水面至水底较浅且库尾清库不彻底,遂采用 RTK 配合测绳采集水下地形

点。在 RTK 采集点平面位置时,用测绳测出该点水下深度,将点名及深度记到记录本上,待数据采集完毕、RTK 数据导出后,将所测高程减去对应的深度即为该点水底高程。

5 断面的绘制

外业数据采集完成后,将岸边、主河道、浅滩区的地形点数据全部导入到南方 Cass 软件中,利用 Cass 中绘制等高线功能,首先建立 DTM,生成三角网、等高线。用复合线将断面上的各点依次连接起来;然后点击 Cass 软件中工程应用-绘断面图-根据已知点坐标,根据命令提示,选择连接各断面点的复合线,在弹出的对话框中设置断面比例、文字大小,点击确定后,断面图自动生成(图 3)。

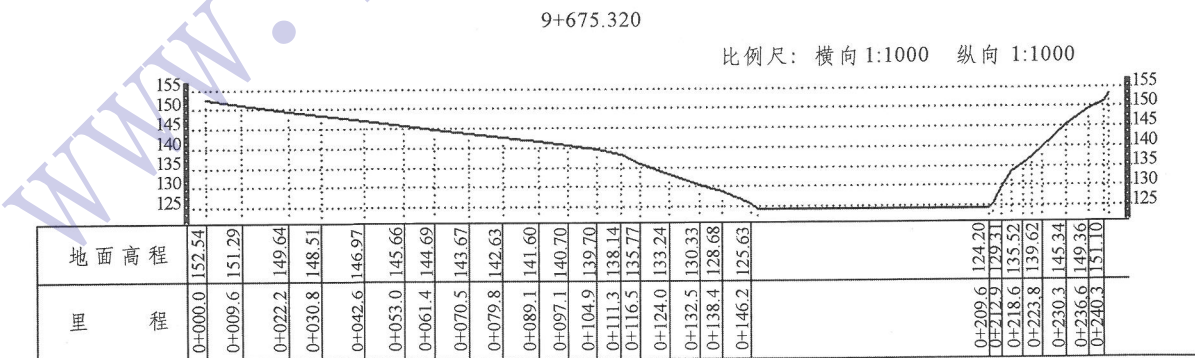


图 3 某桩号断面示意图

6 库容量计算

库容量的计算采用断面法。断面法计算库容

时,先计算相邻断面间的方量,然后将各相邻断面(下转第 70 页)

具有的楔子作用,不降低围岩强度,保持围岩稳定。实践也证明了及时采用喷混凝土封闭,能延长围岩的自稳时间(但不能阻止围岩变形),从而有时间做进一步的支护,如安装格构梁、锚杆及再喷混凝土等。需要注意的是支护时间,对于硬岩(I、II、III类岩)可延后一段时间,而软岩则宜早。

当然,在没有自稳时间或自稳时间很短的围岩中开挖,超前管棚与超前锚杆的预支护是很有必要的。在高塑性地层中开挖成洞后及时形成封闭环非常必要,封闭底拱可以用底衬混凝土,也可以用工字钢加底锚。

3.5 喷钢纤维混凝土

喷钢纤维混凝土在不良地质条件下的洞室开挖中能起到快速封闭的作用。通过喷射钢纤维混凝土,能快速、有效地提高不稳定块体、断层及岩脉等不良地质条件下围岩的自稳能力,从而保证施工安全。用喷钢纤维混凝土与喷微纤维混凝土来取代网喷混凝土是一个很好的发展方向。

对于喷钢纤维混凝土,不能完全照搬设计从试验室出来的指标,试验室配制的钢纤维用量每 m^3 混凝土通常达到 50~70 kg。通过杨柳垭隧道喷钢纤维混凝土施工,笔者认为钢纤维的掺量最好为每 m^3 混凝土不超过 40 kg。因为钢纤维加多了其密实度不好,强度反而下降,且易结团、难喷。钢纤维加进混凝土中,虽然能防止混凝土表面开裂,但能否增加抗拉强度尚存疑问。试验结果为:低标号混凝土中,能增加抗拉强度;高标号混凝土

(上接第 53 页)

间的方量求和,得出总的库容。

7 库容测量中的注意事项

在测船上捆绑安装测深仪时,必须将换能器固定在船舷上,用绳子或铁丝拉紧换能器连接杆的两侧,保证换能器垂直于河面;若连接杆倾斜,经声波测出的深度不是垂直于河道的深度,将会造成数据失真。同时应注意控制测船的速度和方向,风浪大时应停止作业。

8 结 语

库容在水利工程中越来越重要,它不仅是水利枢纽规划设计阶段的重要参数之一,而且在工

中,抗拉强度增加极微。

4 塌方的处理

第一类塌方:块状岩体中之塌方,规模不大时宜采用自上而下锚、喷支护进行处理。

第二类塌方:松散体、高塑性岩体中,规模较大时宜对松散体的围岩进行支护,支护刚度必须大,需将格构梁改为工字钢。

5 洞口开挖

软岩区洞口的开挖:平整掌子面,对开挖边线以外洞脸喷混凝土支护与锚杆支护,沿开挖边线设置管棚,未开挖时即架设格构梁,自上而下分层开挖。

杨柳垭隧道进出口上覆岩层较薄,分别采用了管棚和吊顶法施工,效果较好。

6 结 语

通过对杨柳垭隧道开挖施工技术进行研究,总结出软岩开挖中的施工要点,实质上是对新奥法的发展应用。新奥法是一种理念,而不是一种具体的施工方法,从这一理念出发、总结出软岩中的开挖方法和支护观念,可为工程局培养新一代技术力量起到一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 吴焕通,隧道施工及组织管理指南[M].北京:人民交通出版社,2005.
- [2] 混凝土钢纤维, YB/T151-1999[S].

作者简介:

徐应中(1973-),男,四川巴中人,高级工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。(责任编辑:李燕辉)

程运营管理过程中也十分重要。笔者总结了柬埔寨甘再水电站库容复测时用到的一些作业方法,可供同行参考借鉴。笔者相信:随着科技水平的发展,测量仪器自动化程度会越来越高,在库容测量方面用到的技术方法亦会不断进步。

作者简介:

周其辉(1973-),男,四川邛崃人,工程师,从事水利水电工程测量技术与管理工作;
杨新涛(1987-),男,河南睢县人,助理工程师,从事水利水电工程测量技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)