

3S 技术在西藏墨脱堰塞湖水文抢险监测中的应用

谭良¹, 叶德旭¹, 李平¹, 彭勤文¹, 谭尧耕²

(1.长江委水文局长江三峡水文水资源勘测局,湖北宜昌 443000;
2.三峡大学水利与环境学院,湖北宜昌 443000)

摘要:2008年雅鲁藏布江干流墨脱县境内甘德乡斜对面无人区西南约7km处发生山体崩塌滑坡,堵塞河道形成堰塞湖。水利部突击队队员利用先进的3S技术解决了特殊条件下常规方法解决不了的问题,测得和计算出堰塞湖的库容、堰体体积、入出库流量、口门宽及口门影像图等,为水利部墨脱堰塞湖工作组处置和实时监测堰塞湖提供了及时可靠的决策依据。

关键词:3S技术;堰塞湖;流量;库容;堰体体积;口门影像

中图分类号:P315.9

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2013)06-0047-05

1 概述

1.1 堰塞湖的起因与水利部的要求

2008年12月22日,西藏墨脱县山体崩塌形成的堰塞湖位于墨脱县甘德乡,雅鲁藏布江下游中段的干流上,因堰塞湖使雅鲁藏布江下游断流两天,下游邻国怕出现2000年易贡堰塞湖类似情况给我国国务院发照会,国务院要求水利部解决,水利部组建由长江委水文局、水利部南京水文自动化研究所、西藏自治区水文局组成的水利部水文应急抢险突击队赶赴到场。

根据水利部及“墨脱县堰塞湖应急处置方案”的要求,由水利部水文应急抢险突击队负责建立雅鲁藏布江下游奴下至背崩区间及帕隆藏布、波堆藏布、易贡藏布、拉月曲等河流的水文监测体系,进一步掌握区间各流域地表径流量,测得并计算出堰塞湖准确位置、库容、入出库流量、口门宽、堰塞体体积和准确高程,要求做到向北京和拉萨发送实时监测口门影像图,为水利部墨脱堰塞湖工作组实时监测和处置堰塞湖提供了及时可靠的决策依据。

1.2 堰塞湖的危害

据墨脱县水利局提供的资料分析,滑坡体上游受影响乡村1个,人口364人。下游受影响县城1个,乡村15个,人口6085人。下游受影响水电站1座,桥梁2座。当时正值该地区的雨季。一旦出现溃口,溃口洪

水将严重威胁下游人民及邻国人民生命财产安全;当山体继续滑坡、堰塞湖水位抬升,溃口洪水的危害性将更加严重。

1.3 水利部的重视与突击队队员们实施办法

国务院水利部非常重视,两次派军用直升机运送设备和突击队队员到墨脱县,又派墨脱县一名县长和公安局长跟随突击队。堰塞湖的危害非常大,怎样才能达到水利部的要求呢?根据当时当地的条件,测流速流量的船是不可能有的,水准仪拖到堰塞体更不可能,墨脱县都没有水准点,从林芝拖要翻越雪山,不但有雪层阻碍,就是时间也不允许。测堰塞湖准确位置用全站仪导线法也是不可能的,墨脱县都没有已知点,从林芝拖要翻越雪山并没有闭合条件,而且时间也不允许。突击队队员们通过分析讨论,最后决定采用3S技术来达到水利部的要求。本文就如何采用3S技术测得堰塞湖准确位置、库容、入出库流量、口门宽、堰塞体体积和准确高程、实时监测口门影像图进行论述。

2 水文抢险监测中3S技术的实际应用

2.1 RS的实际应用

遥感在本次水文抢险监测中的特殊条件下起到了常规方法不可代替的重要作用,其中采用了应急影像传输系统、水位雨量自记、免棱镜全站仪和电波流速仪等技术。

收稿日期:2013-04-03

作者简介:谭良(1964-),男,重庆市人,教授级高工,副总工程师,硕士,测量工程专业,主要从事测绘、水文、泥沙等3S数据的收集、整理、分析和管理工作。E-mail: sxtanl@126.com

2.1.1 应急影像传输系统

系统图像数据主要通过卫星信道传输,系统中心站通过 Internet 接收数据。系统有摄像头、图像采集终端、卫星传输终端和客户端软件等,墨脱堰塞湖工作组通过客户端软件进行远程手动抓图或定时自动抓图;由于现场没有电源,设备采用蓄电池配太阳能充电供电方式,解决了本堰塞湖区域无电源和无 GPRS 网络覆盖又必须实现无人值守的需要。系统安装在堰塞湖边,测量成果如图 1 所示。

从图 1 可以看出,2009 年 4 月 25 日较 4 月 21 日口门宽冲开了 10m 左右,5 月 5 日和 5 月 24 日较 4 月 25 日无明显变化,处于稳定阶段。

2.1.2 水位雨量日记

由于现场没有电源,水位雨量固态存储数据采集仪采用蓄电池配太阳能充电供电方式,解决了恶劣环境下和无 GPRS 网络覆盖地区要实现无人值守的需要。定时和实时地采集水位、雨量等参数并进行计算处理和判断,然后将处理的数据按标准格式存储在本地存储芯片内并通过卫星发送到中心站。

需要建设的应急水位雨量监测站点有帕隆藏布波密站、波堆藏布卡达桥站、易贡藏布通麦站、拉月曲排龙站、努下站、堰塞湖坝上站、墨脱加拉萨站、墨脱德兴站共 8 处,另外在达木单独建 1 个雨量监测站。应急水位监测站采用压力式水位计或雷达水位计监测,通过卫星传输到中心接收站。在林芝市、拉萨市各设 1 个中心接收站。测量成果如图 2 所示。其中坝上站为堰塞湖尾部,距堰塞体 5.6km,加拉萨站距堰塞体下游 10km,从 4 月 25 日到 5 月 5 日的坝上站和加拉萨站水位过程线可以看出两站水位变化过程相似,说明坝体处于稳定时期,与应急口门影像对比图的结论一致。

2.1.3 免棱镜全站仪

在本次水文抢险监测中,由于流速有 4.5m/s,上下游水位之差有 61.2m,堰塞湖测区无船舶使用,测量人员无法过河到堰塞体上进行常规测量,只有利用该仪器测出堰塞体的地形(在 GIS 中详述)、溢流渠的水面宽、堰塞湖水位及堰塞体下游水位等要素,并用有棱镜模式检测了用 GPS 静态控制网测到现场的两个控制点的高差,误差为 0.05m。



图 1 应急口门影像对比图

Fig.1 Comparison among the images of the emergency outlets



图2 堰塞湖上下游水位比较图

Fig. 2 Comparison between the water levels of the upstream and downstream of the barrier lake

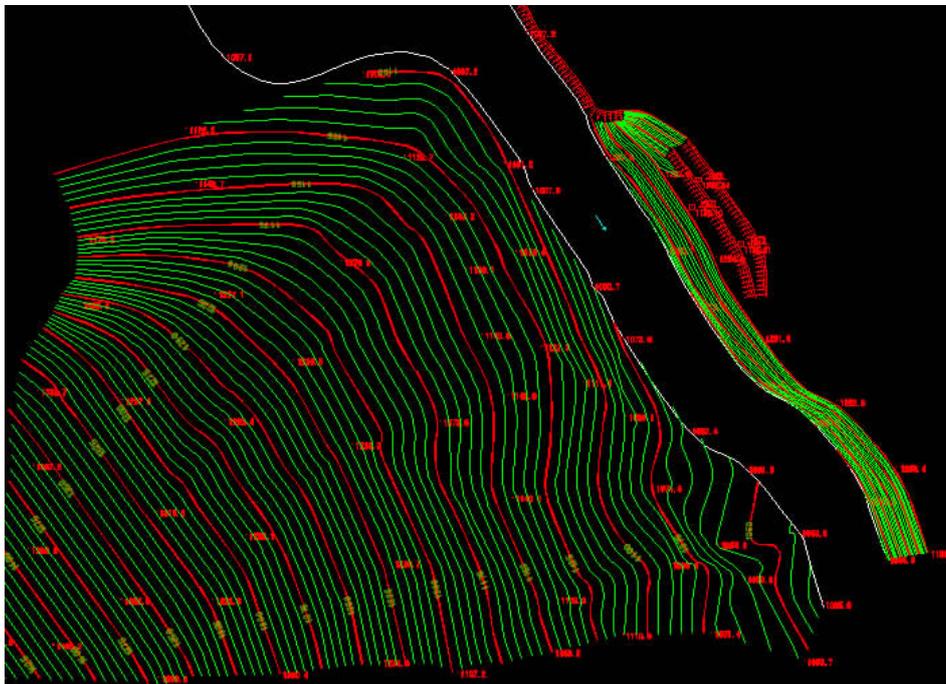


图3 堰塞体区域地形图

Fig. 3 The topographic map of the barrier body

2.1.4 电波流速仪

在本次水文抢险监测流速测验时, 由于堰塞湖测区无船舶使用, 用常规的流速仪和 ADCP 测流速流量是不可能。本次采用电波流速仪测得溢流槽水面流速为 4.5m/s。

2.2 GIS 的实际应用

本次采用的 GIS 软件是清华三维 EPS。由于当时的 GPS 静态控制网只是在堰塞体附近测了 3 个控制点的 GPS 数据, 成果要和上百公里外林芝的两个已知

点上测得的 GPS 数据一起推算后才能得知。因此在一个点上架设免棱镜全站仪, 另一个点做后视, 测再一个点做检视, 这个过程是有棱镜测量。然后按 1:2000 比例用免棱镜方式测量堰塞体地形, 测量每个点的水平角、垂直角、斜距。回到墨脱后, 收到林芝的两个已知点上测得的 GPS 数据, 并算出了堰塞体的 3 个点的三维坐标, 最后成图。如图 3 所示。

从图 3 可得到, 堰塞体上下游水位之差为 61.2m, 口门宽为 68.1m, 堰塞体前水面宽为 213m, 下游河底



图4 堰塞湖示意图

Fig. 4 The schematic diagram of the barrier lake

宽为 70m, 溢流槽长 553.5m, 根据地形图可算出溢流槽比降 11.1%、堰塞体体积(河道中)为 $612.8 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

在堰塞体下游原始河床测得比降为 1.0%。根据溢流槽长、堰塞体上下游水位之差等可推算出堰塞体前水深为 55.7m。从 google earth 地图量得堰塞体到堰塞湖尾的另 3 个断面的水面宽和断面间距离。结合断面间距离和原始河床测得比降算出各断面水深。河底宽都用实测下游河底宽。各断面数据如图 4 所示。最终推算出堰塞湖库容为 $2\,553.8 \times 10^4 \text{m}^3$, 堰塞湖表面积 0.89km^2 , 回水长度为 5.33km。

2.3 GPS 的实际应用

根据本次水文抢险监测实际情况, 墨脱及堰塞湖地区无控制点, 林芝有国家控制点, 但林芝距墨脱及堰塞湖地区中间是雪山, 不能架设仪器, 所以常规方法无法达到水利部要求, 只有采用 GPS 测静态控制网, 把平面和高程引入堰塞体附近。根据已有控制条件, 需要在林芝两个已知点上和堰塞体附近未知点上同时测

量, 如图 5 所示。利用 TGO 软件算出堰塞体附近 3 个点的三维坐标。据此, 测得堰塞体的地形, 并据其推算出堰塞湖的多个水文要素。

3 水文抢险监测成果与分析

3.1 堰塞湖的库容、面积、滑坡体体积实测成果

根据上述介绍的 3S 技术的应用和推算方法快速地有效地得出墨脱堰塞湖的面积、库容、滑坡体体积、入出库流量等成果(见表 1)。

其中, 2009 年 3 月 3~13 日数据来自西藏自治区政府副主席次仁率领由国家防总专家组、自治区国土、水利及地县两级相关部门的专家领导组成的工作组赴墨脱县开展的第一次滑坡体现场水文调查与勘测, 2009 年 4 月 19 日数据来自应急抢险突击队进行的第二次水文勘测。两次差别较小, 第二次是对第一次的补充和完善。入库流量是 3 月 21~24 日在排龙 ($26.6 \text{m}^3/\text{s}$)、通麦 ($123 \text{m}^3/\text{s}$)、卡达桥 ($21 \text{m}^3/\text{s} + 9.2 \text{m}^3/\text{s}$)、波密 ($52.2 \text{m}^3/\text{s}$)、

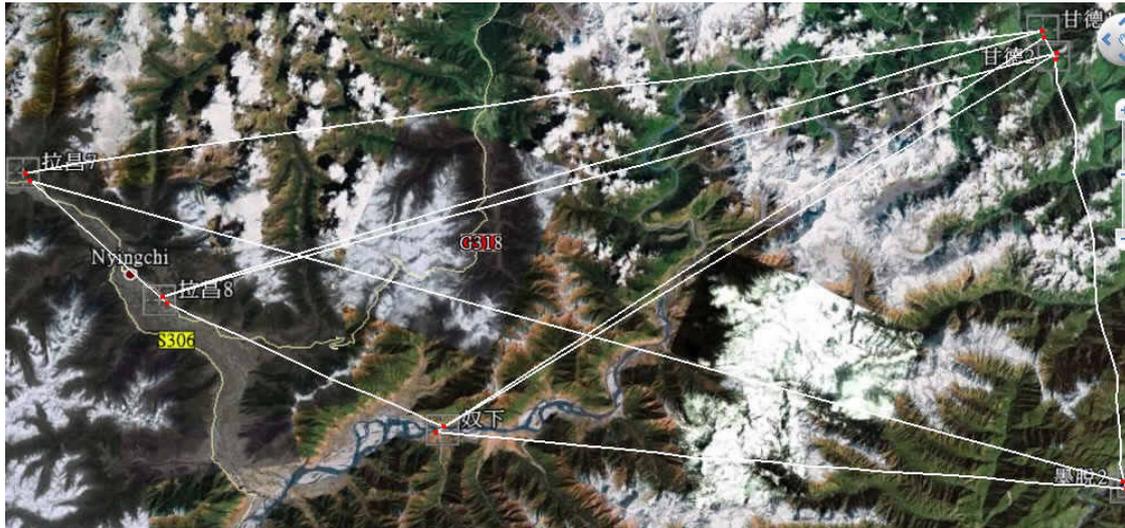


图5 GPS静态控制网

Fig. 5 The static control network of GPS

表1 墨脱堰塞湖实测成果统计表

Table 1 The statistics of the observed results of the Mutuo barrier lake

测量时间	口门宽 / m	水面宽 / m	溢流槽长 / m	上下水位差 / m	面积 / km ²	库容 / 10 ⁴ m ³	堰体体积 / 10 ⁴ m ³	入库流量 / m ³ ·s ⁻¹	出库流量 / m ³ ·s ⁻¹
09.3.3~13	44	160	451	50	1.21	3000	—	—	—
09.3.21								727	745
09.4.19	68.2	213.3	553.5	61.2	0.89	2553.8	612.80 (河道中)		

双下(495m³/s)等5个地方通过各种方法所测总量,出库流量是3月21日在背崩水文站所测流量。对入出库流量分析可知,堰塞湖处于稳定阶段。

3.2 水文抢险监测技术和方法的总结

本次墨脱堰塞湖水文应急抢险监测利用3S技术解决了特殊条件下常规方法无法解决的水文应急抢险监测问题,为水利部墨脱堰塞湖工作组处置和实时监测堰塞湖提供了及时可靠的决策依据。为类似堰塞湖

的水文应急抢险监测提供了一个可借鉴的方法。

参考文献:

- [1] 陈子丹. “3S”技术在水文应用中的思考 [J]. 水文, 2006,26(3):69-71. (CHEN Zidan. Application of “3S” technology in hydrology [J]. Journal of China Hydrology, 2006,26(3): 69-71. (in China))
- [2] 谭良, 胡家军, 韩超. 德阳堰塞湖群水文抢险监测 [J]. 人民长江, 2009,40(3):87-88. (TAN Liang, HU Jiajun, HAN Chao. Hydrological monitoring on Deyang barrier lake group [J]. Yangtze River, 2009,40(3):87-88. (in Chinese))

Application of 3S Technology in Hydrological Monitoring on Mutuo Barrier Lake in Tibet

TAN Liang¹, YE Dexu¹, LI Ping¹, PENG Qinwen¹, TAN Yaogeng²

(1. Three Gorges Hydrology and Water Resources Survey Bureau, Bureau of Hydrology, Yangtze River Water Conservancy Commission, Yichang 443000, China; 2. College of Water Resources and Environment, China Three Gorges University, Yichang 443000, China)

Abstract: The landslides occurred in the place 7 km from the no man land southwest to the Gande Twonship in the Mutuo Country along the Yarlung Zangbo River, and a barrier lake was formed. The commandos of the Water Resources Ministry used advanced 3S technology to solve the problems that can not be resolved by conventional methods under special conditions. They measured and calculated the capacity of the barrier lake, volume of the barrier body, inflow and outflow, outlet width, and outlet images, so as to provide timely and reliable decision basis for the working group of the Ministry of Water Resources for the Mutuo barrier lake.

Key words: 3S technology; barrier lake; flow; reservoir capacity; volume of barrier body; outlet image