

# 洪山水库除险加固工程测绘技术探讨

张涛 李燃

信阳市水利勘测设计院 河南 信阳 464000

**【摘要】**：水库除险加固是指对尚未达到国家防洪标准、抗震设防标准或有严重质量缺陷的病险水库，采取除险加固措施的工作。本文以信阳市洪山水库为例，探讨水库除险加固中工程测绘的方法与技术流程以及在测绘工作中的重难点，旨在为其他水库出险加固工程测绘项目提供一种技术方案。

**【关键词】**：除险加固；防洪；抗震；工程测绘

## 1 项目背景

洪山水库位于信阳市平桥区龙井乡，淮河支流大胡沟上，控制流域面积 25.85km<sup>2</sup>，是一座以防洪为主，兼顾灌溉、养鱼等综合利用的中型水库。水库主要建筑物有主坝、1#副坝、2#副坝、溢洪道、泄洪闸等。该水库建设处于特定的历史条件，边勘测、边设计、边施工，缺少质量控制，留存资料很不完整。工程运用 50 多年，虽经多次加固和扩建，但现状设备陈旧老化，建筑物多处存在工程隐患，水库带病运行。经信阳市平桥区水利局委托，由我院对其进行除险加固工程设计。本文主要探讨水库除险加固工程测绘工作技术流程，详细介绍该项目测绘工作的技术要点与流程方法。

## 2 水库除险加固工程测绘主要任务

本次除险加固工程设计，不涉及水库规划任务，即水库仍以防洪为主，兼顾灌溉、养殖等综合利用为目的，也不改变兴利任务和水库控制运行方式，主要任务是针对水库安全鉴定存在问题以及历史遗留问题，进行除险加固设计。按照设计内容要求，本次工程测绘主要包括以下几项工作：

- (1) 库区控制测量，包括平面控制测量、高程控制测量；
- (2) 测量库区 1:500 比例尺地形图，应着重体现大坝、副坝、泄洪闸以及溢洪道等建筑物周围地形地貌信息；
- (3) 测量大坝、副坝以及两侧护坡纵横断面，并绘制成图；
- (4) 测量水库防汛路纵横断面，并绘制成图；
- (5) 测量溢洪道纵横断面，并绘制成图。

## 3 技术路线以及重难点

收到项目通知后，我单位第一时间组织人员对洪山水库进行现场踏勘，制定详细的作业计划，包括外业控制测量方案、地形图测绘、以及内业成图要求等，并编写项目技术设计书，以指导后续工作顺利实施。本次工程测绘主要采用 GPS-RTK 与全站仪进行数字化测图，以及大坝、溢洪道、防汛路等纵横断面测量，具体作业流程如下：

### 3.1 控制测量

控制网布设遵循“从整体到局部、分级布设”的原则，平面控制网分为首级控制网、图根控制网。首级控制网采用 E 级 GPS 控制测量，依据全球定位系统 (GPS) 测量规范以及工程需要，库区共布设 12 座 E 级 GPS 控制点，控制网型如图 3.1 所示。外业测量使用五台思拓力 GNSS 多星多频接收机进行静态采集，并按以下条件执行：

- (1) 控制网采用边连式进行传递，保证相邻观测时段至少有一条公共边；
- (2) 观测前应将三脚架充分调平，并分别按顺时针 180°、逆时针 180° 旋转检查，确保水准气泡精确居中；
- (3) 分别在三个方向测量仪器天线高，并取其平均数作为最终天线高；
- (4) GNSS 接收机卫星高度截止角设置为 15°，采样间隔为 1s；
- (5) 单次观测时段长度不低于 50min，以上技术参数满足 (GB/T18314-2009)《全球定位系统 (GPS) 测量规范》要求。

内业使用思拓力商业软件 (SGO) 进行基线解算并完成网平差，基线解算时应注意剔除信号不好的卫星，以及不利时段。图根控制点采用 GPS-RTK 技术进行平滑采集，数据采集前，为保证坐标系统一，需要利用 E 级 GPS 控制点建立七参数；本次作业我们选取 HS01、HS03、HS06、HS07、HS09、HS12 六个点作为基准点求解七参数，并对剩余 6 个控制点进行检校，检校结果为平面精度最大 0.006m，高程精度最大为 0.01m，满足图根控制点的精度要求；参数建立完毕后，我们将参数导入思拓力 RTK 手簿中，此时手簿采集的坐标即为工程所需的正确坐标。图根点平滑采集要求每个图根点每次平滑 10 秒，且至少平滑两次，两次平滑的结果误差在 1cm 以内。本项目共布设图根控制点 32 座，主要位于坝区附近，为便于全站仪使用图根控制点，要求相邻图根点应在 150m 左右，且保持通视。

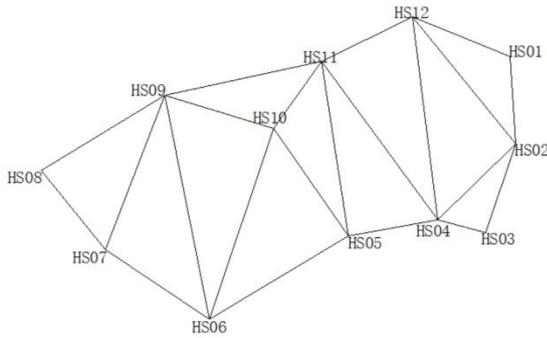


图 3.1 洪山水库 E 级 GPS 控制网

此次高程控制不再单独埋设水准点，GPS 控制点同为水准点，测量时只需在沿途布设临时转点即可。作业按照四等水准进行施测，采用闭合水准路线，水准路线总长 16.8km。外业水准观测完成后，先进行验算和概算，概算的各项精度指标符合规范要求后，再进行严密平差。网平差使用武汉大学科傻 CosaLEVEL 软件，进行大地水准面不平行改正后进行严密平差，单位权中误差为 5.7mm/km，闭合水准路线长 16.8 千米，其中允许闭合差： $W_{允} = \pm 81.98mm$ ，线路高程闭合差：20.6mm；水准线路闭合差满足 GB12989-91《国家三、四等水准测量规范》的四等水准精度要求。

### 3.2 1:500 地形图测绘

根据水库除险加固设计要求，工程主要对库区主坝、副坝、溢洪道、泄洪闸以及防汛路进行整修，所以此次的地形图测绘应着重体现以上区域的地形地貌信息。如大坝上游应体现护坡、泄洪洞尺寸及进口高程等信息，大坝下游坡体现出排水沟、上下台阶、二级平台等信息；溢洪道应详细测绘出进口段、回水段、消力池段以及海漫段等地形信息，准确测绘出各控制段底板高程，为绘制纵断面图提供基础数据；防汛路主要测绘道路走向长度以及两侧各 20m 内地形信息；副坝测量内容与主坝要求相同。

此次地形图测绘主要采用 CORS-RTK 技术采集，部分隐蔽困难地区使用全站仪采集。采用 CORS-RTK 采集时，应注意七参数的正确使用，每次测量前应至少选取一个控制点进行检校。为保证外业测量效率，使用 RTK 技术测量时，一般需安排两名测绘人员，一名测绘人员负责跑杆进行数据采集，另一名测绘人员绘制草图，以方便内业成图；使用全站仪测图时，需安排三名测绘人员，一人负责跑杆、一人负责观测、一人负责绘制草图。外业数据采集结束后，内业利用南方 cass 软件绘制地形图。

### 3.3 纵横断面测量

按照设计要求，本次测量需提供主坝、副坝、溢洪道、防汛路纵横断面图。测量要求如下：

(1) 主坝横断面应不少于三个，且断面最大间距为 50m，大坝两侧必须加测至少两个横断面，横断面长度要求大坝上游需测至水边，下游需测至坡脚外 20m。

(2) 溢洪道横断面应包括回水段、消力段、以及海漫段，且断面间距最大不超过 50m，关键位置需加测断面，横断面长度要求测至溢洪道两侧各 20m。

(3) 防汛路要求每隔 100m 测绘一个横断面，横断面长度要求测至路两侧至少 20m。

(4) 纵断面应凸显地形变化位置。根据以上要求，本次洪山水库除险加固主坝共测绘 15 个横断面，按照坝顶测绘纵断面；1#副坝测绘 3 个横断面，按照坝顶测绘纵断面；2#副坝测绘 2 个横断面，按照坝顶测绘纵断面；溢洪道共测绘 8 个横断面，按照溢洪道底板测绘纵断面；本项目规划设计防汛路长度共计 7562m，根据技术要求共测绘 85 个横断面，纵断面按路顶高程测绘。大坝横断面示意图如图 3.2。

纵比：1:100 横比：1:100

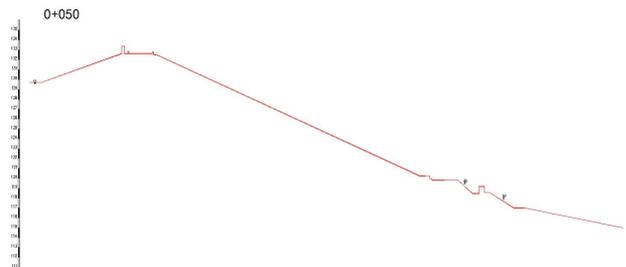


图 3.2 大坝横断面示意图

### 3.4 成果质量检查

为确保测绘成果质量，我单位针对此项目制定了三级检查制度。首先是作业中的过程检查，即在外业和内业过程中对每个子项进行质量检查，要求每一子项进行 100% 检查，主要检查作业是否满足各项测量规范、精度是否符合要求，只有质量合格方可进行下一子项工作；其次是科室内部检查，即所有成果完成后交由科室技术总工检查，其中纵横断面成果检查率应为 100%，1:500 地形图主要检查项目施工重点区域如大坝、溢洪道、泄洪闸等位置，检查率不低于 80%；科室检查结束后交由单位总工办检查，其中各项检查率不低于 80%。测绘成果经三级检查完全合格后，最终提交给设计部门。

## 4 总结

本次水库除险加固工程测绘从前期控制测量到内业成图历经 25 天工期，最终提交成果包括：库区 1:500 比例尺地形图，主坝、副坝、溢洪道以及防汛路纵横断面图，以上成果均需提交 DWG 格式；文档成果包括控制点成果表、控制点日记、技术设计书以及技术报告。经我院三级质检，本项

目各项工作均按相关规范与技术标准执行，控制测量方案符合规范以及设计部门的要求。地形图与纵横断面测量数学精度良好，满足测量相关规

### 参考文献:

- [1] 张永胜.党河水库除险加固工程测绘技术探讨[J].经纬天地,2020(03):74-76.
- [2] 俞文孝,喻见所,喻聪国.1:500 数字化测图的流程及质量要求[J].建材与装饰,2017(19):229-231.
- [3] 张坤,兀伟,解修平,段璐莹,陈骏.《国家基本比例尺地图图式第4部分:1:250000 1:500000 1:1000000 地形图图式》修订说明[J].测绘标准化,2016,32(04):5-8.
- [4] 冯宇华 GPS 技术在工程测量中的应用[J].四川建材,2016(1):252-253.
- [5] 国家测绘局.CHT2009-2010.全球定位系统实时动态测量(RTK)技术规范[S].北京:测绘出版社,2010.