

软件集成化快速智能测量放样施工技术

李华兵

(中国水利水电第三工程局有限公司, 陕西, 西安, 710000)

摘要: 本文主要以贵州象鼻岭水电站双曲拱坝工程为例, 在分析双曲拱坝施工要求和技术特点下, 经过实践总结验证, 创新性提出了一套软件集成化快速智能测量放样施工技术, 该技术在工程中得以充分应用, 不仅提高了工作效率和测量精度, 还具有显著的经济效益和社会效益, 为以后类似工程提供了借鉴、参考经验。

关键词: 软件 集成化 智能测量 施工技术

1 前言

随着科学技术的不断发展和施工技术的不断进步, 简单、自动、直观、系统、高效已成为测量行业的必然发展趋势。特别是碾压混凝土双曲拱坝的施工过程中, 由于采用碾压混凝土施工, 坝体可连续不间断浇筑上升, 加之双曲拱坝体型复杂多变, 传统的计算器计算能力已不能满足施工进度和精度的要求。如何快速、自动、系统、直观地对坝体体型进行控制, 减少繁琐而沉重的计算、记录和资料整理工作, 已成为测量工作人员的一种追求。

碾压混凝土筑坝技术以其施工速度快、工期短等优势备受坝工界青睐, 而在双曲拱坝施工中, 坝体高度大, 体型设计参数繁多, 数学模型复杂多变, 测量施工放样及内业资料整理计算量极大, 传统的测量方法已经无法满足工程施工需要。如何在保证坝体体型精确控制的前提下满足碾压混凝土的快速施工要求, 对测量工作是一个技术难题。

象鼻岭水电站项目技术人员在分析碾压混凝土双曲拱坝施工要求和技术特点下, 根据双曲拱坝的体型参数, 开发了《双曲拱坝快速测量放样系统 V1.0》(计算机软件著作权号 2016SR041081)。该软件适应的编程语言为 VB.NET, 开发工具为 Microsoft Visual Studio 2005, 在掌上电脑及计算机上均可以运行。利用 VB.net 语言开发的掌上电脑版双曲拱坝快速测量放样系统软件, 采用测量仪器+掌上电脑的测量方式, 在象鼻岭水电站大坝工程中实现了快速智能测量, 实时指导拱坝模板调整, 实施效果经济效益显著。

2 方法特点

《双曲拱坝快速测量放样系统》是一套适合于各种拱坝型式放样的测量软件, 采用测量仪器+掌上电脑的测量方式达到快速放样的效果。它以掌上电脑为运行载体, 运行快捷, 操作简单, 使复杂的双曲拱坝体型计算变为简单的手工操作, 大大加快了现场施工放样的速度和内业资料的工作效率。

(1) 使用灵活自由。该测量方法采用施工控制网加密分层布设技术, 不仅解决了高拱坝施工测量精度控制要求, 还可以在碾压混凝土施工仓面快速设站进行测量放样, 灵活自由, 便于施工现场的沟通和指挥。

(2) 工作效率高。将全站仪有线串行接口通讯改造为无线蓝牙通讯, 通过蓝牙实现掌上电脑与全站仪的指令及数据传输, 减少了传统测量工作的操作步骤, 提高了测量工作的效率并避免了手工数据输入错误的发生。

(3) 测量控制过程直观、快捷、精准。利用《双曲拱坝快速测量放样系统》软件对坝体体型进行测量控制, 使复杂的数学计算变为简单的手工操作, 直观、快捷、精准。

(4) 进行测量内业资料整理, 可实现任意坝面位置参数的快速、批量计算, 进而形成 CAD 图形。

3 工艺原理

(1) 根据坝址地形, 按高度合理地分层布置施工加密控制网, 在观测墩上架设棱镜(局部采用反射片

进行补充), 采用全站仪后方交会的方法在碾压混凝土仓面进行自由设站。

(2) 对全站仪通讯端口进行改造, 对于本身自带蓝牙功能的全站仪, 只需开通串行端口即可, 本身不带有蓝牙功能的全站仪, 采用“数据线+蓝牙收发器”来实现仪器的蓝牙通讯功能。

(3) 根据双曲拱坝体型设计参数, 开发《双曲拱坝快速测量放样系统》软件的 PDA (掌上电脑) 版及 PC 版, 利用软件进行测量外业的施工放样和内业资料整理。



图 1 掌上电脑与全站仪匹配联机

图 2 联机放样

4 操作要点

(1) 软件参数设置

① 体型参数设置不可改动, 必须与设计图中参数一致, 并定期进行检查复核。

② 全站仪通讯端口参数必须与《双曲拱坝快速测量放样系统》软件的 PDA (掌上电脑) 版保持一致, 以便快速无误连接蓝牙。

③ 软件使用过程中避免点选与实际需求不匹配功能 (如锁高、缩边、棱镜高等), 防止实际放样与放样需求造成偏差。

④ 随时检查全站仪测量数据与 PDA 测量数据保持一致, 以免不确定因素造成测量数据读取错误。

(2) 控制网的建立

根据水电站施工测量控制布网原则, 采用两级控制的方法, 即施工首级控制网及施工加密控制网。施工首级控制网一般由业主单位提供, 施工单位按规范要求做好相应保护和复测。在首级施工控制网的基础上, 施工单位需要根据实际施工需要对控制网进行加密。

① 执行标准

《水电水利工程施工测量规范》DL/T5173-2012;

《国家三、四等水准测量规范》GB12898—91;

《国家三角测量规范》GB/T 17942—2000;

《中、短程光电测距规范》GB/T 16818—1997;

② 加密控制网设计及布设

施工加密控制网等级应根据首级施工控制网的精度及《水电水利工程施工测量规范》DL/T5173-2012 中施工放样的相关规定, 并对比最末级控制网相对于同级起始点或邻近高一级控制点的点位中误差等因素来确定。一般来说, 大型水利水电工程施工控制网点选用二等, 其它采用三等即可满足施工需要。

平面加密控制网随着大坝浇筑高度上升逐层进行加密, 大坝每上升 50m 左右, 布设一层控制点, 大坝左右岸、上下游均要分布到位。根据实际施工条件, 距离大坝不超过 400m, 可以直接进行放样, 起算点为大坝首级控制网点。

高程控制网布设采用三等水准联测 2 个平面控制点, 其余网点采用光电三角高程代替三等水准测量, 为

所有平面控制点提供三等水准精度的高程。放样可采用三角高程直接放样。

观测墩的选点、埋设、观测以及计算等均按照相应测量规范要求执行。

(3) 放样前准备

① 设置及人员配置

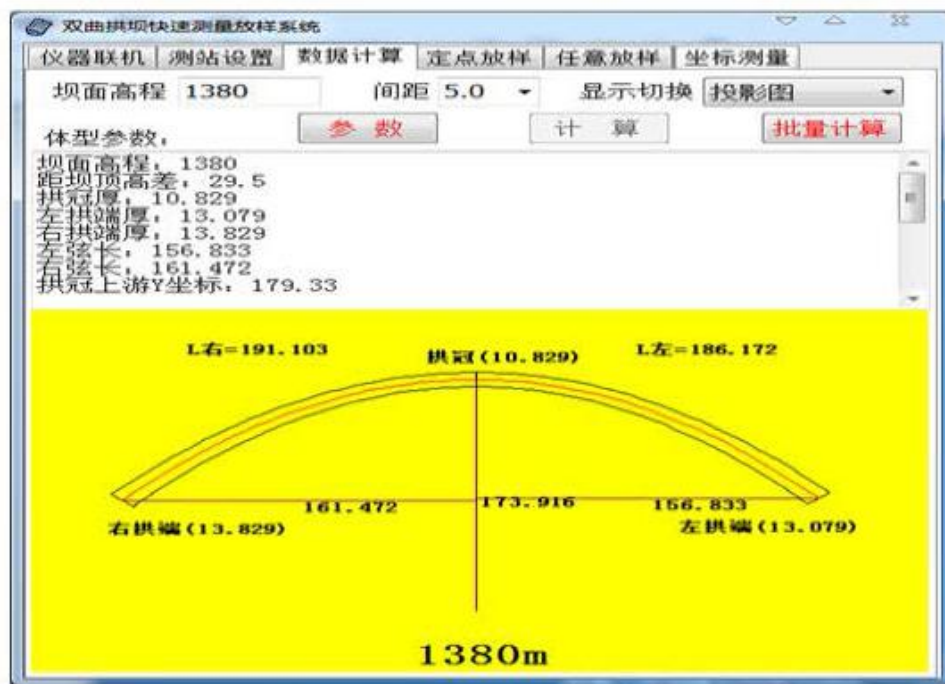
A. 测量设备采用带有免棱镜测量功能的全站仪，免棱镜测量距离不小于 400m，测量精度要满足施工要求。

B. 全站仪要开通串行通讯端口，以用于与掌上电脑的数据传输。为便于施工现场操作，减少数据线的缠绕，可将掌上电脑与全站仪的连接更改为蓝牙连接。对于不带蓝牙功能的全站仪，需增设串口蓝牙适配器，将数据线连接改造成蓝牙无线连接。

C. 掌上电脑硬件要求：选用 HP4700，CPU 624MHz，ROM128M，RAM64M，4.0 寸显示屏分辨率 640×480。

D. 测量需要配置测量队长 1 名，测量内业 1 名，外业施工测量每组配测量人员 2 名，工作组数按现场需要配置。

E. 测量人员均要持证上岗。



坝面参数计算时操作界面

图 3 快速测量软件操作界面

② 测量软件研发

根据双曲拱坝的体型参数，开发了《双曲拱坝快速测量放样系统 V1.0》（计算机软件著作权号 2016SR041081）。该软件适应的编程语言为 VB.NET，开发工具为 Microsoft Visual Studio 2005，在掌上电脑及计算机上均可以运行。

《双曲拱坝快速测量放样系统 V1.0》可实现掌上电脑（或计算机）与全站仪的蓝牙无线通讯，进而通过掌上电脑（或计算机）对全站仪进行操控测量。安装该软件的掌上电脑可自动接收全站仪观测数据，计算双曲拱坝任意高程面坝体参数并生成图形图片，批量计算任意高程面逐桩的大地坐标和施工坐标，对放样数据计算和放样日志自动记录，实测任意点位分析等功能，结合全站仪免棱镜测量功能，实时指导拱坝模板立模，可大幅度提高测量放样计算速度，满足双曲拱坝快速立模的需要。

5 结语

象鼻岭水电站碾压混凝土双曲拱坝在施工测量时，每一组外业需 2 人即可完成作业，且仅需要点击两次

掌上电脑就完成了坝体体型偏差的计算（时间约为 5 秒），大大加快了施工测量的速度，减少了测量人员的投入，满足了碾压混凝土快速筑坝的要求，同时项目实现良好履约。本项目运用的测量仪器+掌上电脑的测量方式，大大的扩展了全站仪的计算性能，不仅仅适用于双曲拱坝，还适用于其他所有的野外测量工作，测量人员只需要对掌上电脑上的测量软件进行深度开发利用，还可以开发出更多的、适用面更广的测量软件，即能进行常规测量工作，也能进行针对性的特需开发。未来，掌上电脑、平板、智能手机将代替可编程计算器，大幅度的扩展测量数据的深度加工和利用，测量工作将会更加集成化和智能化，智能测量技术将拥有更广泛的应用前景。