

doi: 10.3969/j.issn.1001-358X.2018.05.023

Android 平台下跨河水准测量记录程序的开发

张 飞¹, 严慧君², 刘 琴¹

(1. 长江三峡勘测研究院有限公司(武汉) 湖北 武汉 430074;

2. 广东有色工程勘察设计院, 广东 广州 510080)

摘要: 文中针对常规跨河水准的电子记录程序执行效率低、可视化程度低等不足, 提出利用 JAVA 语言在 Android 平板电脑上实现跨河水准测量记录系统程序的研发。实践表明: 该程序界面友好、操作方便, 实时、智能记录数据, 数据处理更高效。

关键词: Android; JAVA; 跨河水准测量; 程序设计

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1001-358X(2018)05-0098-04

Development of the recording system for river – crossing leveling based on Android system

Zhang Fei¹, Yan Huijun², Liu Qin¹

(1. Three Gorges Geotechnical Consultants Co., Ltd. (Wuhan), Wuhan 430074, China;

2. Guang Dong Nonferrous Metals Engineering Investigation Design Institute, Guangzhou 510080, China)

Abstract: In view of the low efficiency and low visualization of the electronic records in conventional river – crossing leveling, in this paper, the recording system of the river – crossing leveling using JAVA language on Android tablet was developed. The practice showed that: this program had a friendly interface and convenient operation, real – time, intelligent data recording, and processing the data was more efficient.

Key words: Android; JAVA; river – crossing leveling; program design

在一些大型水利工程中,跨河水准测量是整个施工测量控制网中非常重要的一项内容,虽然 GPS 水准法逐步应用到跨河水准测量中来,但其要求地形地貌等条件比较严格,导致实际应用具有很大的局限性,所以常规跨河水准测量方法仍然不可替代。

常规跨河水准测量的观测,不仅需要经验丰富、操作熟练的观测员,还要高效快速的数据记录手段,不然就会错过大量的良好观测时机。测量数据记录方式经历了传统的手工纸质计算记录、便于携带的 PC1500 阶段、PC – E500 阶段、DOS 操作系统的 HP200 阶段^[1-3]等袖珍型计算机,但随着计算机技术的发展,这些设备均以停产。随着技术革新,有学者将 PDA 应用到测量数据记录中来^[4-6],可视化程度和作业效率得到明显改善,但由于人机交互不理想、PDA 屏幕较小、续航时间不足,不能满足长时间野外测量记录的需求。近两年来,学者们开始了在

Android 智能手机终端上开发水准测量电子手簿系统^[7-10]的尝试,解决了续航时间不足问题,但还是存在屏幕小、输入方式为虚拟键盘输入等缺陷,使得实际运用中效率不高。

因此,尝试了以 Android 操作系统为平台、三星 N8010 平板电脑(10 英寸屏幕)为硬件载体,按照经纬仪倾角法设计开发了跨河水准测量记录程序,程序界面按照《国家一、二等水准规范(GB/T 12897 – 2006)》的手工记录表格设计,编制了数字输入键盘,以实现跨河水准测量野外数据采集计算的实时化、智能化。

1 经纬仪倾角法原理

经纬仪倾角法跨河水准测量的基本原理是,使用两台经纬仪对向观测,用垂直度盘测定水平视线上、下标志的倾角,间接求出水平视线在远、近水准

引用格式: 张飞, 严慧君, 刘琴. Android 平台下跨河水准测量记录程序的开发[J]. 矿山测量, 2018, 46(5): 98 – 101.

尺上的读数, 求出两岸高差。

本岸近尺观测如图 1 所示, 望远镜水平视线在近尺上读数的计算公式为:

$$b = a - x = a - \alpha \cdot d / \rho \quad (1)$$

式中 μ 为望远镜中丝照准与水平视线 90° 最接近的水准尺刻划 α 为倾斜视线的垂直角 d 为仪器对中点至水准标尺的距离 ρ 为常数 206 265。

观测对岸远尺(如图 2)时, 望远镜的中丝分别照准对称于水平视线上下两觐标的标志线, 则望远镜水平视线在远尺上读数的计算公式为:

$$A = a + x = a + \frac{\alpha}{\alpha + \beta} \cdot l \quad (2)$$

式中 μ 为下觐标的标志中心线所对应的水准尺读数 α, β 为分别照准下、上标志时倾斜视线的垂直角 l 为两觐标标志线之间的距离。

最终, 两岸的高差即为近、远尺读数的差值 $b - A$ 。

2 程序开发

2.1 编程语言及运行环境

该程序是在 Eclipse (版本号: Juno Service Release 1) 软件平台上, 使用基于 SDK 的 JAVA 语言编制完成的, 运行于 Android 3.0 以上操作系统。

2.2 程序设计目标与结构

该程序要求能用于具有跨河(海)的高等级的高程控制网测量中; 其次要求数据采集部分能实时对采集的数据进行解算, 对照国家规范限差, 控制数据质量; 最后从程序开发的角度考虑, 程序自身必须具备容错处理机制, 当用户操作有误或者测量指标超限时, 程序给予警告并提示用户错误处理的方法, 保证程序正常运行, 同时程序还需要与其他设备有良好的交互性。

跨河水准测量记录程序基本结构为: (1) 项目设置与管理; (2) 测量记录; (3) 数据管理。程序的结构框架图如图 1 所示。

2.3 程序的功能实现

该程序是根据经纬仪倾角法跨河水准测量原理, 依据《国家一、二等水准规范(GB/T 12897 - 2006)》的要求逐步编写。程序分成项目管理、测站设置、近尺观测、远尺观测以及文件查看等五个模块实现其功能:

(1) 项目管理: 包括新项目信息的录入以及已有项目的信息读取。

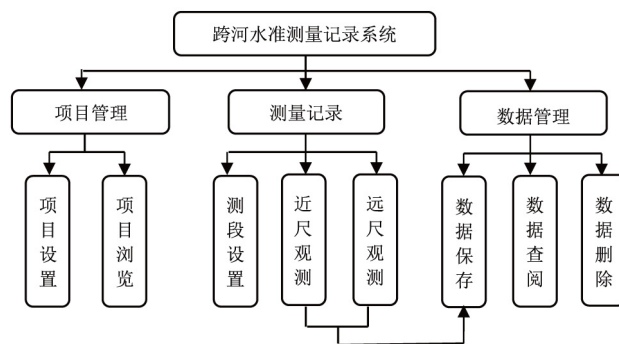


图1 程序的结构框架图

新项目信息的录入包括项目名称、日期等进行初步的设置, 详细的测量设置在测站设置进行操作, 点击“项目浏览”按钮, 则会读取已有跨河水准项目的信息, 点击“确定”按钮, 程序将项目信息以项目名称. proj 的文件类型存储在平板电脑 SDK 卡的“job\跨河测量记录”文件夹路径下, 然后进入测站设置。

(2) 测站设置: 包括仪器类型编号、(左/右)岸、近尺仪器与水准尺距离 D 、近尺水平视线刻划 a 、远尺上下觐标间距 L 、远尺下觐标中心线对应刻划 a 、跨河视线长度以及观测等级, 程序根据跨河视线长度及观测等级自动计算出双测回数及组数。

程序将近尺、远尺观测所需的必要参数全部集中在测站设置模块, 省去了每个测回进行观测记录之前参数的输入, 并且一旦进行过近、远尺观测记录, 这些参数信息则同样会存储于对应的项目名称. proj 的文件中, 以便下次直接读取调用。

(3) 近尺观测: 近尺观测盘左、盘右读取刻划的上、下边缘垂直度盘读数, 每个观测 2 次, 共计需要记录 8 个数据, 记录完成程序自动计算垂直角、指标差和近尺观测结果, 并进行超限与否判断, 记录界面如图 2。



图2 跨河水准近尺读数记录

(4)远尺观测: 远尺观测的每个测回所需组数,由“测站设置”模块自动判断,每组记录需要盘左、盘右读取刻划的上、下边缘垂直度盘读数,每个观测 4 次,共计需要记录 16 个数据,记录完成程序自动计算垂直角、指标差,记录界面如图 3。

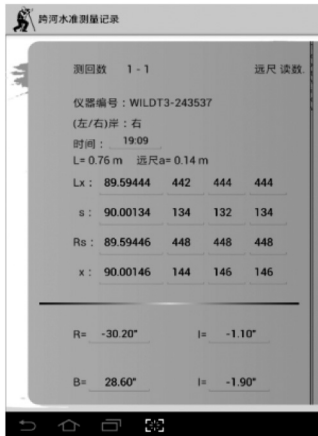


图 3 跨河水准远尺读数记录

每完成一组读数,点击“下一组”进行下一组读数记录,点击“上一组”可以浏览之前组数的读数。
当所有组数观测记录完毕,软件自动计算判断

是否存在超限的组数,如有超限则跳转到超限组数进行补测,直至全部数据满足规范要求。最后点击“保存退出”,则记录数据将以 txt 格式存储在“job\跨河水准记录”相应的项目中。

(5)文件查看: 可以查看本项目下已经观测记录的测回数据,以文件列表方式显示,点击某一文件即可浏览其文件内容。底部同时设置快捷输入测回数,进行查询操作。

3 程序实现的关键技术

3.1 SQLite 数据库技术

本程序涉及较大数据量的记录与计算,因此要选用合适的数据库,来满足数据的完整性和处理高效性。由于 Android 操作系统集成的嵌入式关系数据库——SQLite,占用系统资源非常少,具有可靠的数据查询、存储与连接功能。

考虑到测量数据的类别及数量较多、数据浏览更改的高效性等因素,不同模块的数据分别建表,各表在模块调用需要时建立。限于篇幅,本文列出远尺记录模块数据表部分内容,如表 1 所示。

表 1 远尺观测数据表(far)

字段名	类 型	说 明
No	String	观测测回数
zu	String	观测测回组数
time	String	观测时间
Lx1、Lx2、Lx3、Lx4	String	远尺下标志中心正镜四次读数
Rs1、Rs2、Rs3、Rs4	String	远尺上标志中心正镜四次读数
Rx1、Rx2、Rx3、Rx4	String	远尺下标志中心倒镜四次读数
Rs1、Rs2、Rs3、Rs4	String	远尺上标志中心倒镜四次读数
RR	String	远尺下标志中心垂直角秒值
Ir	String	远尺下标志中心垂直角指标差
B	String	远尺上标志中心垂直角秒值
...
wb	String	B 最大值与最小值之差
wi	String	指标差最大值与最小值之差
bA	String	近尺尺台点到对岸尺台点高差

3.2 数据检核、超限遍历的自动化

在经纬仪倾角法跨河水准测量中,观测条件要求严格,观测数据之间也有着多重限差要求。比如,盘左或者盘右,望远镜需要连续照准同一标志 2 次或 4 次,那么它们之间照准读数差应不大于 3";远尺 1 测回全部组数观测完毕后,各组计算的倾角 α 、 β 组间互差不应大于 4"。在外业记录过程中,这些限差要求需要实时地计算并反馈超限与否,因此数据

检核需要完全自动化,不然将严重影响作业效率。

望远镜照准读数互差的限差反馈实现相对容易,只需按照观测顺序,一旦照准同一标志 2 次或 4 次观测记录完成后,程序会自动调用限差检查代码,检查限差满足情况,若超限,则弹出对话框实时反馈并要求重测;若满足限差要求,则不予提示继续下一步观测。

远尺各组间倾角 α 、 β 互差超限判断则相对复

杂。1 测回需要观测 6 组或者 8 组读数,当全部组读数输入完成,需要分别计算倾角 α 、 β 间的两两互差,并判断是否超限。首先,程序在每组读数记录完成时,自动计算出倾角 α 、 β ,并分别统计其各自的最大值、最小值及累计值;在全部组读数输入完成后,由累计值计算出平均值,然后比较最大值、最小值分别与平均值之间差值的绝对值,找出偏离其平均值最大的观测组,判断其互差值是否超限,超限程序则报警提示,重测偏离最大的观测组。

4 工程实例

本程序编制完成后,将其应用于工程实例进行验证。在 2013 年泉州湾跨海大桥第三次控制网复

测中有两处二等跨海水准,其中晋江处跨海视线长度为 893 m,观测测回数为 24 个双测回,每测回观测组数为 6 组;后渚处跨海视线长度为 1 920 m,观测测回数为 32 个双测回,每测回观测组数为 8 组,将该程序与原 PC-E500 程序分别在两处进行了同步观测记录与计算对比。

在外业同步记录中,两程序实时反映的垂直角、指标差、近尺水平视线读数 A 及远尺水平视线读数 b 的数值一致,并在远尺超限报警提示中,两程序提示重测的组号均完全一致,说明了本程序的可行性、正确性及稳定性;同时,本程序的直观性和数据处理速度明显优于 PC-E500。最终得到的测量高程和中误差见表 2、表 3。

表 2 晋江处跨海高差

第一位置		第二位置	
高差中数	高差中数中误差	高差中数	高差中数中误差
$h'_{\text{中数}} = 0.052\ 11\ \text{m}$	$Mh' = \pm 0.45\ \text{mm}$	$h''_{\text{中数}} = 0.052\ 55\ \text{m}$	$Mh' = \pm 0.75\ \text{mm}$
总体高差中数 $H = 0.05\ 233\ \text{m}$		总体高差中数中误差 $M_H = \pm 0.44\ \text{mm}$	

表 3 后渚处跨海高差

第一位置		第二位置	
高差中数	高差中数中误差	高差中数	高差中数中误差
$h'_{\text{中数}} = 0.320\ 82\ \text{m}$	$Mh' = \pm 0.75\ \text{mm}$	$h''_{\text{中数}} = -0.321\ 79\ \text{m}$	$Mh' = \pm 0.63\ \text{mm}$
总体高差中数 $H = -0.321\ 31\ \text{m}$		总体高差中数中误差 $M_H = \pm 0.49\ \text{mm}$	

5 结 语

本文利用 JAVA 语言,开发了运行于 Android 平板电脑的跨河水准电子记录程序,实现了 PE—E500 的平台转换及功能升级,具有更良好的可视化、界面人性化、高效性及智能化等特点。本程序在泉州湾跨海大桥、舟山六横岛公路大桥、虎门二桥等项目中进行了工程实例验证,与现有其他程序相比,各项功能及指标均取得了比较好的效果。本文在 Android 平台上开发的跨河水准记录程序,是推进测量外业电子记录智能化的试验及实践,能以此为经验开发其他基于 Android 平台的测量程序,同时也供业内同行参考借鉴。

参考文献:

- [1] 王海城,何义斌.水准测量内外业 PDA 一体化系统开发[J].测绘科学,2007,32(3):61-64,194.
- [2] 亢保军,孔改红,王朝.基于 PDA 移动设备的数字化水准测量系统的设计与实现[J].港工技术,2013(2):67-69.
- [3] 周晓卫,成国辉.基于 PDA 的水准测量记录软件设计

与实现[J].矿山测量,2013,41(2):3-6.

- [4] 王果,崔希民,袁德宝,等.基于 PDA 的沉降数据记录处理一体化研究[J].矿山测量,2011,39(6):56-59.
- [5] 张辛,赵海,李志鹏,等.跨河水准测量电子记录与计算程序的开发应用[J].人民长江,2013,44(20):17-20.
- [6] 黄鹰,李保,覃泽颖,等.基于 PDA 的测量机器人多测回数据采集系统的设计与开发[J].铁道勘察,2014(4):3-6.
- [7] 史先琳,张博,杨武年,等.一种 Android 智能移动终端的水准测量系统实现[J].测绘科学,2014,39(8):167-170.
- [8] 姜东,张东涛.导线测量记录程序的研发[J].大地测量与地球动力学,2013,33(S2):132-134.
- [9] 冯毅.基于 Android 系统的野外测量记录计算系统的设计与实现[D].北京:北京建筑大学,2014.
- [10] 成洪权,邹进贵.Android 平台下的精密三角高程测量系统研制[J].测绘通报,2016(S2):273-276.

作者简介:张飞,男,工程师,硕士,注册测绘师,研究方向为大地测量与测绘工程。

(收稿日期:2018-01-17)