

GPS-RTK与全站仪在道路工程测量中的应用比较

王福学¹, 马宗海²

(1. 黑龙江测绘局教育中心, 黑龙江 哈尔滨 150025;

2. 黑龙江省水利水电勘测设计院安达分院, 黑龙江 安达 151400)

摘要:主要分析比较了GPS-RTK与全站仪的测量结果,对道路工程测量实际生产具有指导意义。

关键词:GPS-RTK;全站仪;道路工程测量;应用比较

中图分类号:P228.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-5867(2010)03-0179-03

Application Comparison of GPS-RTK and Total station in Road Engineering Survey

WANG Fu-xue¹, MA Zong-hai²

(1. Education Center of Heilongjiang Bureau of Surveying and Mapping, Harbin 150025, China;

2. Anda Branch of Heilongjiang Survey and Design Institute of Water Conservancy and Hydropower, Anda 151400, China)

Abstract: This paper mainly analyzed the measurement result of GPS-RTK and total station, which was of guiding significance in practical producing of road engineering surveying.

Key words: GPS-RTK; total station; road engineering survey; application comparison

0 引言

本文基于笔者多年从事测绘的工作经验,结合曾经参与的道路工程,以工程前期几个主要工程部位的测量结果为依据,研究探讨了GPS-RTK与全站仪在道路工程测量过程中的应用,并比较分析了两者的测量结果,详细对比了GPS-RTK、全站仪在道路工程测量中的使用方法并给出分析结果,望本文能对道路工程测量中仪器的使用及测量方法的研究起到一定的推动作用。关于GPS-RTK的缺点、使用中存在的问题;全站仪的原理、现状等本文不作过多讨论,读者请参阅其他相关文献。

1 工程概况

昆明市环湖南路工程项目,路线位于昆明市呈贡县、晋宁县和西山区境内,起点K0+000马金铺,止点K40+471.078位于海口附近,道路工程分主线、景观步道两条道路,主线全长40.47 km,等级为I级主干道,景观步道全长24.71 km,为Ⅲ级次干道。内容包括:

1) 路基土石方量

挖方、填方。

2) 软基础工程

CFG桩、碎石垫土层、土工格栅。

3) 桥涵工程

大、中、小桥梁及涵洞。

4) 路面工程

5) 截污干渠

2 仪器使用

本次测量使用的GPS-RTK采用中海达品牌V8 CORS RTK系列仪器,该系统采用超长距离RTK技术,第三代GPS卫星L5信号接收技术,预留GLONASS信号通道可升级为双频双星系统。静态后处理精度:平面,±2.5 mm+1 ppm;高程,±5.0 mm+1 ppm;RTK定位精度:平面,±1 cm+1 ppm;高程,±2 cm+1 ppm。全站仪采用拓普康品牌GTS-332W型号;测角精度:±2";测距精度:±(2 mm+2 ppm×D)。

3 测量实施

采用GPS静态观测进行E级网首级控制,加密GPS点53个,复测已知点14个,各项操作严格按照GPS测量规范要求施测。后期使用中海达自带解算软件HDS2003经过基线处理和平差解算,GPS网的同步环坐标分量闭合差、最弱点点位中误差、最弱边相对中误差、边长相对中误差等项精度指标均符合规范要求,复测成果与原成果

收稿日期:2009-12-24

作者简介:王福学(1980-),男,黑龙江哈尔滨人,助理工程师,主要从事测绘外业教学工作。

相差甚微。并对所有加密的 GPS 点按照四等水准测量规范测量。使用北京山维平差程序进行水准平差计算,获得最后的加密点平高成果。

3.1 横断面复测比较

横断面复测的主要目的是计算填方、挖方土石量、核实工程量等。下面以 K14+540 断面为例加以探讨。

3.1.1 GPS-RTK 测量

1) 测量方法

将设计中桩坐标传输入 RTK 手簿后,行至 K14+540 里程工程便道附近,使用中海达 RTK 手簿 HD POWER 软件的“点放样”功能放样出 K14+540 中桩位置后实测该点高程并记录,再使用中海达 RTK 手簿 HD POWER 软件的“交点法定线”程序确定横断面左侧延长线方向,并实测记录路线中地形变换点的点位坐标,横断面右侧路线断面测量同左侧。

2) 内业处理方法

内业软件使用南方 CASS 7.1 for 2004 版,依次点击菜单栏中绘图处理\展野外测量点点号,将 RTK 测量所得的点位坐标展绘到 cass 图上,再依次点击菜单栏中工程应用\绘制断面图\根据已知坐标,提取刚刚展绘的坐标点,程序自动生成断面图。

3.1.2 全站仪法一(极坐标法)

1) 测量方法

出测前先将 K14+540 附近的成对控制点 A17、A16 坐标及其他中桩坐标一并传输入全站仪中,在 A17 处架设全站仪,设置测站点、定向点、仪器高度、棱镜高度、棱镜常数、温度、气压等信息,使用 A16 点定向无误后,进入放样程序后调取 K14+540 点及其他点位坐标并放样,在放样点位做好标记。再将仪器迁站架设到 K14+540 处,重复测站设置工作,此时为了确定断面方向宜使用该断面临近点位如 K14+560 进行 0°定向(因断面间距为 20 m,故忽略断面中心点落在曲线上的情况,将断面与中心线夹角统一定义为 90°)后,再将仪器旋转 90°及 270°分别对横断面左幅、右幅进行断面变换点坐标测量并自动记录坐标值。

2) 内业处理方法同 GPS-RTK 方法。

3.1.3 全站仪法二(只测量高程、距离)

1) 测量方法

在事先 RTK 已经放得的逐桩中桩点位架设仪器,设置测站高度(高程已测得)、仪器高度、棱镜高度等参数,再利用临近的中桩点位定向(定向原则同全站仪方法一),再将仪器旋转 90°及 270°分别对横断面左幅、右幅进行断面变换点距离、高程的测量并记录在观测手簿上,格式为“±距离,高程”。

2) 内业处理方法

将实测距离、高程值手动录入为 *.hdm 文件,打开 CASS 7.1,依次点击菜单栏中工程应用\绘制断面图\根据里程文件,提取刚刚录入的 *.hdm 文件,程序自动生成断面图。

3.1.4 比较

全站仪法一受限于逐桩进行放样、逐桩进行测站设置(点号、高程)、定向等因素,此方法还存在测站定向误差、放样误差等因素;全站仪法二受限于逐桩设置仪器高度、定向、人工记录数据、内业人工录入成果等因素。同时受施工现场复杂地形影响(便道填筑高度、施工机械停放位置、清表垃圾堆积等)会出现断面观测不通视的情况。

3.2 坡脚线放样比较

坡脚线放样的主要目的是控制路基路面宽度、控制各层(碎石土、基层、片石、结构层、面层等)的高度。本例仍以 K14+540 断面为例。

1) GPS-RTK 测量方法(如图 1 所示):使用中海达 RTK 手簿 HD POWER 软件“交点法定线”程序在断面 OA 延长线上大于设计路面 OA 长度的大至位置 B 处,实测该点位高程,利用 B 点实测高程与 A 点路面设计高程计算高程差值。

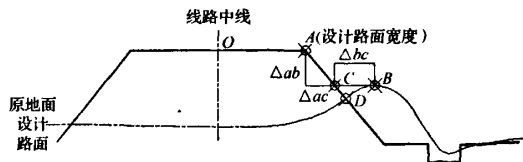


图 1 GPS-RTK 测量示意图

Fig. 1 Schematic diagram of GPS-RTK surveying

Δab ,按照 1:1.5 的坡度比计算出 C 点水平距离增量 Δac ,B 点高程对应的距离在 RTK 测量结果中能够直接显示,再计算理论坡脚 C 点与实测 B 点的放样距离偏差 Δbc 后按距离偏差值重新放样,直至确定 D 点坡脚的实际位置和高程,并定桩。其过程大致为实测—自动计算—实测—自动计算。

2) 全站仪法:在控制点上架设仪器,设置测站、定向结束后,先使用 CASIO 4800 计算器的 XY-2 程序计算出 A 点的坐标,再在全站仪中录入 A 点坐标并使用全站仪的放样功能放样出 O 点、A 点位置,再按照 OA 的延长线方向任意测得 B 点的高程,再利用 B 点实测高程与 A 点路面设计高程计算高程差值 Δab ,按照 1:1.5 的坡度比计算出 C 点水平距离增量 Δac ,B 点高程对应的距离可使用全站仪自带的对边测量程序测得,再计算理论坡脚 C 点与实测 B 点的放样距离偏差 Δbc 后按距离偏差值重新放样,直至确定 D 点坡脚的实际位置和高程,并定桩。其过程大致为人工计算—放样—实测高程—实测距离—人工计算—实测,反复 2~3 次人工计算,实测过程。

3) 比较:全站仪法受限于反复人工计算、全站仪数据录入、放样、放样速度慢等因素。

3.3 桥桩放样比较

本段落所述内容为本次工程中的个性问题,但是在控制测量中普遍存在的共性问题,望能引起读者注意。

本次首级控制网受工程路线走向、红线占地范围外多为大面积农用大棚、点位选择空间小等因素的影响,网形为自西北至东南向的窄带状,网图效果不好。本次首级控制中采用 E 级控制加密,静态观测时间为 1 h,测得点位最大中误差 0.001 5 m,最小边长相对中误差为 1:444 135,最大边长相对中误差为 1:8 011 555,满足规范要求,平均边长 300 m,边长相对中误差为 1:23 081,限差为 1:20 000,最大边长相对中误差为 1:1 931 426,最大同步环闭合差 A8-A9-B2 闭合环为 14.87 ppm,限差为 15 ppm,最弱点点位为 B2,最弱点平面中误差为 0.017 9,满足规范要求。A8、A9、B2 三点的精度虽满足了规范要求但网形接近了线形并且限差也接近规范临界值,又因 K16+600 至 K17

+100 路段的小渔村大桥在 A8、A9、B2 三点控制范围内,为提高小渔村大桥的施工精度,笔者使用两台全站仪分别在 A8、A9 两点设站,均使用 B2 定向分别对小渔村大桥共计 20 个承台的近 100 个桥桩进行了桥桩桩位放样测量,并比对了同一桥桩的两个放样点点位偏差,效果不理想,最大偏差达到了近 7 cm,平均偏差为 4.2 cm,不能满足桥桩放样的施工规范要求。为了提高小渔村大桥的施工精度,重新对控制网进行了局部控制加密,为了提高网图质量又加测了 B7 点,后重新解算 A8、A9、B2 坐标,此次解算精度较高,基线最弱边相对中误差为 1:135 491,最弱点平面中误差为 0.001 1,并核对了原坐标、新坐标坐标偏差,比较见表 1。

表 1 原坐标与新坐标坐标偏差比较表
Tab. 1 Deviation comparison of original coordinate and new coordinate

点号	原 X 坐标	新 X 坐标	偏差/mm	原 Y 坐标	新 Y 坐标	偏差/mm
A8	632 950.067	632 950.073	+7	985 186.43	985 186.42	-14
A9	633 290.571	633 290.563	-8	985 356.09	985 356.07	-17
B2	633 087.296	633 087.291	-5	985 282.07	985 282.06	-11

从表 1 中新旧两套坐标比较结果可看出 Y 值的偏差较大,分析得出受整个控制网网形及整体平差解算的影响,局部地区的控制精度略微出现偏差是合理的,但是针对该区域要建造 500 m 长的大桥,工程测量精度必须要提高一个等级。现使用新坐标采取如上的同样方式重新对各个桥桩进行放样,同时 RTK 基站架设在距小渔村大桥 2.5 km 处的高等级控制点上,使用 RTK 也对同一桥桩进行放样,两台全站仪一台 RTK 对同一桥桩的放样偏差 90% 以上的偏差均在 1 cm 以内,比对放样结果很理想。综上所述,在长距离带状首级控制测量中,最弱边的精度问题还是比较突出的,尤其是对局部工程的测量精度影响较大,而全站仪的测量精度又溯源于首级控制的网形布控方法、观测方法、解算精度等因素,故全站仪进行放样时受限较大。而 RTK 基站合理的架设、RTK 长距离差分测量能避免类似事情发生,且完全能够满足控制范围内的任意局部测量精度。

4 结束语

该道路工程应用中 GPS-RTK、全站仪的应用比较表明:RTK 测量成果能够达到工程测量规范的要求,省时、

省力、提高工作效率和节省工程费用等优点比较明显,虽然 RTK 也存在着一一定的缺点,但笔者认为随着 GPS-RTK 技术难关的攻破,国产仪器自主知识产权的成熟,移动信息技术在 RTK 中的融合,仪器价位的走低以及观测精度、速度的提高,RTK 能够为工程测量提供更高的测量精度,能够创造更好的社会效益,普及速度会越来越快。

参考文献:

[1] 李玉潮. 工程测量[M]. 哈尔滨:哈尔滨地图出版社, 2007.
[2] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS 测量原理及应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
[3] 国家测绘局测绘标准化研究所. GB/T 18314-2009 全球定位系统(GPS)测量规范[S]. 北京:中国标准出版社,2009.
[4] 中国有色金属工业协会. GB 50026-2007 工程测量规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.
[5] 中交第一公路勘察设计研究院. JTG C10-2007 公路勘测规范[S]. 北京:人民交通出版社,2007.

[责任编辑:王丽欣]

本刊现入编“万方数据——数字化期刊群”和“中国核心期刊(遴选)数据库”,作者著作权使用费与本刊稿酬一次性给付,不再另行发放。作者如不同意将文章入编,投稿时敬请说明。

GPS-RTK与全站仪在道路工程测量中的应用比较

作者: [王福学](#), [马宗海](#), [WANG Fu-xue](#), [MA Zong-hai](#)
作者单位: [王福学, WANG Fu-xue\(黑龙江测绘局教育中心, 黑龙江, 哈尔滨, 150025\)](#), [马宗海, MA Zong-hai\(黑龙江省水利水电勘测设计研究院安达分院, 黑龙江, 安达, 151400\)](#)
刊名: [测绘与空间地理信息](#)
英文刊名: [GEOMATICS & SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGY](#)
年, 卷(期): 2010, 33(3)
被引用次数: 1次

参考文献(5条)

1. [李玉潮](#) [工程测量](#) 2007
2. [徐绍铨](#). [张华海](#). [杨志强](#) [GPS测量原理及应用](#) 1998
3. [国家测绘局测绘标准化研究所](#) [GB/T 18314-2009全球定位系统\(GPS\)测量规范](#) 2009
4. [中国有色金属工业协会](#) [GB 50026-2007工程测量规范](#) 2007
5. [中交第一公路勘察设计研究院](#) [JTG C10-2007公路勘测规范](#) 2007

本文读者也读过(10条)

1. [黄健](#) [工程测量中应用GPS RTK技术的作业流程及案例研究](#)[期刊论文]-[科技创新导报](#)2010(25)
2. [侯瑞国](#) [工程测量中动态应用GPS技术的思路研究](#)[期刊论文]-[科技创新导报](#)2009(34)
3. [别业仁](#). [李琳](#) [GPS——RTK在测绘工程测量中的应用](#)[期刊论文]-[中国外资](#)2010(10)
4. [张思秀](#). [ZHANG Sixiu](#) [GPS-RTK技术在公路工程中的应用](#)[期刊论文]-[科技传播](#)2010(1)
5. [秦海涛](#). [何宇翔](#). [万勇](#) [GPS RTK技术在高速公路工程测量中的应用](#)[期刊论文]-[公路与汽运](#)2009(5)
6. [柳丽芳](#) [GPS在工程测量中的应用探究](#)[期刊论文]-[中国新技术新产品](#)2010(5)
7. [王铁军](#). [史悦](#) [浅议GPS 在工程测量中的应用](#)[期刊论文]-[黑龙江交通科技](#)2009, 32(6)
8. [贾秀丽](#). [JIA Xiu-li](#) [GPS RTK技术在公路工程中的应用](#)[期刊论文]-[龙岩学院学报](#)2008, 26(3)
9. [赵强](#). [ZHAO Qiang](#) [GPS测量及GPS-RTK技术在工程测量中的应用——以晋城-长治煤层气输气管道工程线路测量及中线放样为例](#)[期刊论文]-[科技情报开发与经济](#)2010, 20(11)
10. [张克铭](#) [道路工程测量中GPS-RTK的技术优势](#)[期刊论文]-[中国新技术新产品](#)2011(4)

引证文献(1条)

1. [陈文德](#) [GPS \(RTK\)在数字地形图测绘中的应用](#)[期刊论文]-[技术与市场](#) 2011(9)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_dbch201003059.aspx