

GPS RTK 配合 GPRS 通讯模块 在管线测量中的应用*

李涛¹, 周长胜¹, 孙磊², 郑伟安¹

(1. 山东省国土测绘院, 山东 济南 250013; 2. 山东省水利勘测设计院, 山东 济南 250013)

摘要:通过对比 GPS RTK 常规 PDL 电台与 GPRS 通讯模块在外业测量过程中效果, 并从施工组织、生产效率与精度评定等方面进行比较, 证实 GPS 测量技术具有快捷、精确、操作简便等优点, 因而在长距离输油管道中线测量中, 应用 GPS RTK 配合 GPRS 通讯模块的方法, 可以取得提高作业效率及节省外业测量费用等效果。

关键词:GPS RTK; GPRS 通讯模块; 中线测量; 输油管道; 方法及应用

中图分类号: P204

文献标识码: A

GPS RTK 技术是一种集合了 GPS 动态定位技术和无线电通讯技术而发展起来的一种新型的定位技术^[1], 由于其定位的高度灵活性和全天候性, 现已广泛应用于水利、交通、电力等各行业的工程测量, 但在特殊工程如长距离输油管道中线测量中, 由于测量路线长、采集点少、作业过程快和频繁的迁站以及作业小组的相互交接等原因, 该方法尚存在工作进度缓慢的局限性。GPRS 通讯模块是新一代 GPS RTK 辅助设备, 其基本功能是代替 PDL 电台借用 GPRS 网络完成基准站与流动站之间的数据传输。通过对比 GPRS 通讯模块使用前后 GPS RTK 在施工过程中的效果, 指出该技术应用于管线测量具有的优越性和实用价值。

1 工程概述

该工程为成品油管道中线探测工程, 跨苏、鲁、皖3省, 管道全长约 800 km, 途经地有山区、丘陵、平原、河流等地貌类型, 并有多条高速公路、国道、铁路穿越其间。该工程的建设将彻底解决苏、鲁、皖地区长期以来成品油运输困难和供应不及时的问题, 对于增强周边地区燃油料供应能力, 优化能源消费结构, 促进沿线地方经济发展和巩固国防建设, 有着积极的推进作用。

2 任务要求及工作方案

2.1 输油管道中线测量任务要求

(1) 进行管道线路中线的平面坐标及高程测量。

(2) 探测管道线路中线位置和管道埋深(直线部分按 300 m 一个探测点, 地形变换处适当增加探测点; 管道变坡处、管道曲线段、管道转折线、跨越点位置均需探明, 探测点数应能准确表达出点的位置和管道走向及埋深), 对管道的水平、垂直转角位置做出准确探测测量。

(3) 测量桩点平面坐标及高程, 包括转角桩、穿(跨)越桩、里程桩、电位测试桩、电流测试桩等。

(4) 测量精度要求: 由一个参考站迁到另一个参考站时应应对 2 个已测点进行检核, 检核限差: $\Delta x \leq 0.2\text{m}$; $\Delta y \leq 0.2\text{m}$; $\Delta h \leq 0.4\text{m}$ 。

2.2 GPS RTK 标准配置 PDL 常规电台工作方案

(1) 仪器配备及人员安排。根据单位现有仪器情况, 选用 3 台拓普康双频 Hiper GD GPS 接收机, 仪器标称精度: ①静态。平面 $3\text{mm} + 1 \times 10^{-6}\text{D}$; 高程 $5\text{mm} + 1 \times 10^{-6}\text{D}$ 。②动态。平面 $10\text{mm} + 1.5 \times 10^{-6}\text{D}$; 高程 $20\text{mm} + 1.5 \times 10^{-6}\text{D}$ 。采用 1(基准站) + 2(流动站) GPS RTK 作业模式, 以基准站为中心

* 收稿日期: 2008-01-17; 修订日期: 2008-06-18; 编辑: 王秀元

作者简介: 李涛(1979-), 男, 山东成武人, 工程师, 主要从事工程测量与 GPS 数据处理工作。

分 A, B 两组同时作业;埋深探测部分采用英国雷迪公司生产的管道电流测绘仪(简称 PCM),型号 RD-400,采用 1(发射机)+2(接收机)作业模式,其作业人员与 GPS RTK 作业人员紧密配合。

(2) 布设首级 GPS 控制网。工程设计中并未要求做首级 GPS 控制网,但为了保证测量精度和工作中迁站的方便,沿输油管道走向对起始 200 km 布设首级 GPS 控制网,相邻点间平均边长保持在 8~10 km,以满足连续发展参考站不超过 2 次的要求。

(3) 中线测量和埋深探测。根据 GPS RTK 技术的工作特点和仪器的有效作业半径,以基准站为中心,按路线走向约 4 km 为一测段, A, B 两组依次向前推进的工作方式(图 1)。由于遮挡物多,工作难度相应加大, A, B 两组共用一个基准站,流动站接收机接收无线电信号不理想,经常出现电台信号丢失的现象,特别是在流动站离开基准站超过 3 km 后仪器初始化时间延长,作业速度变慢,最后不得不缩短 GPS RTK 作业距离。因为管道所经之处地势复杂、道路稀少、交通不便,2 个作业小组工作进度不同,一个小组完成一测段后必须等待另一小组完成后才能迁站,经过连续 1 周的工作统计,平原地区平均每组每天工作进度约为 5~6 km,与预计平均 10 km 相差甚远,无法在规定时间内完成任务,必须采取其他有效措施。

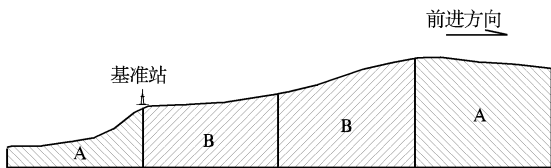


图 1 管线探测 GPS 基准站安置示意图

2.3 GPS RTK 配合 GPRS 通讯模块工作方案

GPRS 通讯模块是在 GPS RTK 仪器的基础上开发研制的新型附件,其功能是代替基准站电台借助 GPRS 网络完成数据传输,其有效作业半径 20~25 km。使用该模块后拟定工作方案如下:

- (1) GPS 仪器配备及人员安排不变。
- (2) 取消加密首级 GPS 控制网的工作,直接利用国家新施测的大地水准面精化项目中控制资料成果,其相邻控制点平均边长 12 km,控制点分布均匀合理,按输油管道走向在较大区域范围内求取 GPS RTK 所必需的坐标转换参数。

(3) 中线测量和埋深探测长度按照每组 15~

25 km 来划分,保证每组每测段可以工作 2~3 天。

通过试用该方案,生产效率极大提高,每组每天平均测量 12 km,按时完成了生产任务。

3 方案对比与精度分析

3.1 方案对比

根据使用 GPRS 通讯模块前后的工作进度对比,使用 GPRS 通讯模块的优点主要为:

(1) 工作方式发生变化,取消了 GPS 首级控制和加密控制的工作,节省了人力、物力,而且直接利用均匀分布的国家高等级控制点求取坐标转换参数,提高了大地水准面拟合精度和测量精度,这在山区高差变化大的地方效果特别明显。

(2) GPRS 通讯模块使 GPS RTK 有效作业半径增加,减少了基准站迁站次数,可供基准站位置选择的地点增多。突破了原先必须安置于输油管道附近控制点上的局限,现在可以在较大的区域内选择道路畅通、接送方便的控制点上安置仪器,甚至可以考虑把基准站安置在生活驻地。

(3) GPRS 网络覆盖地面范围广,流动站接收 GPRS 通讯模块发送过来的基准站数据信号好,极少出现断链情况,仪器初始化速度快。

(4) 减少了 2 个作业小组接头次数,独立性增强,也便于和管道寻线工联系。

3.2 精度分析

3.2.1 GPS RTK 作业距离对观测精度的影响

从施工过程可以看出,使用 GPRS 通讯模块可以提高工作效率,但是随着基准站和流动站距离的增大,流动站的精度以基准站—流动站的距离 1.5×10^{-6} 比率折减,由此增加的每千米额外定位误差为 1.5 mm。根据仪器动态测量标称精度,对使用 PDL 电台与使用 GPRS 通讯模块的作业距离与仪器测量精度进行了对比(表 1)。

表 1 作业距离与观测精度关系对比

使用 PDL 电台作业距离为 5km 时测量精度	使用 GPRS 通讯模块作业距离 25km 时测量精度
$\Delta_{\text{平面}} = 17.5\text{mm}$	$\Delta_{\text{平面}} = 47.5\text{mm}$
$\Delta_{\text{高程}} = 27.5\text{mm}$	$\Delta_{\text{高程}} = 57.5\text{mm}$

3.2.2 坐标转换误差

使用 GPRS 通讯模块后省去了首级 GPS 控制和

加密控制等工作,直接通过国家高等级控制点求取坐标转换参数^[2],避免了控制点二次开发带来的测量误差,提高了坐标转换参数的精度,尤其是提高了大地水准面的拟合精度。值得指出的是在山区高差变化大的地方,用分布均匀的控制点比使用线性分布的控制点求取转换参数精度要高。不过由于地球曲率的影响,用于求取转换参数的范围也不能太大,

建议分段、分区段求取。

3.2.3 外业采集数据检核

该工程结束后使用 GPS RTK 常规 PDL 电台对外业采集的中线数据进行抽查检核,其误差最大值 0.19 m,考虑到管线埋深探测的误差对平面测量的影响,该限差在允许误差范围内,符合设计精度要求(表2)。

表2 使用 GPRS 模块与 PDL 电台采集数据精度比较

桩号	使用 GPRS 外业采集数据			使用 PDL 电台检核数据			精度比较(m)		
	纵坐标(X)	横坐标(Y)	高程(Z)	纵坐标(X)	横坐标(Y)	高程(Z)	Dx	Dy	Dz
K136+062.69	4062955.03	515883.78	98.29	4062955.03	515883.82	98.34	0.00	0.04	0.05
K141+442.29	4060691.66	518205.41	102.63	4060691.79	518205.44	102.74	0.13	0.03	0.11
K143+979.94	4058329.87	517544.22	131.56	4058330.03	517544.25	131.69	0.16	0.03	0.13
K146+261.76	4056322.31	516755.57	158.83	4056322.40	516755.61	158.90	0.09	0.04	0.07
K153+861.02	4051267.98	519885.65	320.09	4051268.17	519885.68	320.15	0.19	0.03	0.06
K156+530.76	4049211.29	520358.57	438.11	4049211.34	520358.72	438.24	0.05	0.15	0.13
K164+392.05	4041747.80	520431.78	296.78	4041747.91	520431.78	296.82	0.11	0.00	0.04
K165+960.35	4040339.24	520595.70	294.57	4040339.31	520595.79	294.67	0.07	0.09	0.10
K183+026.46	4032048.65	508735.26	219.97	4032048.76	508735.42	220.04	0.11	0.16	0.07
K198+621.37	4023439.03	499082.64	238.07	4023439.14	499082.74	238.10	0.11	0.10	0.03
K212+314.41	4017260.55	488630.63	203.76	4017260.62	488630.80	203.87	0.07	0.17	0.11
K215+491.23	4015730.13	486090.12	195.27	4015730.20	486090.26	195.35	0.07	0.14	0.08

4 结束语

GPS RTK 测量技术具有快捷、精确、操作简便、可以全天候作业、无需通视等优点,特别是该套仪器设备采用 GPRS 通讯模块后,提高了生产效率,观测结果的精度和可靠性也很稳定,因此,将其应用到管线测量中,可以提高作业效率,节省外业测量费用,

具有很高的实用价值。

参考文献:

- [1] GB/T18314-2001. 全球定位系统(GPS)测量规范[S].
- [2] 卓科荣,唐永航. GPS RTK 技术的误差分析及质量控制[J]. 浙江测绘,2005,30(1):17.

Application of GPS RTK and GPRS Communication Module in Pipeline Measurement

LI Tao¹, ZHOU Chang-sheng¹, SUN Lei², ZHENG Wei-an¹

(1. Shandong Geological Mapping and Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Hydraulic Exploration Surveying and Planning Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: By contrasting the differences among conventional PDL radio of GPS and RTK and communications module of GPRS in outside measurement, construction organization, production efficiency and precision evaluation, it is regarded that GPS measurement technology has the characteristics of fast, accurate and simple. If GPRS communication module is used in the long-distance pipeline measurement, operating efficiency can be improved and outside measurement cost can be saved as well.

Key words: GPS and RTK radio; GPRS communications module; pipeline measurement; oil-transformation pipe; method and application