

基于 GPRS 的 GPS RTK 技术在油田地面工程数据采集中的应用

巴合提亚尔·卡吾力江, 聂波, 华磊
(新疆油田公司百口泉采油厂 新疆克拉玛依 834000)

摘要:以山东鼎创信息技术有限公司 GPS 接收机为例,重点介绍了 GPRS 网络 RTK 作业仪器配置和应用 RTK 技术进行油田地面工程数字化测绘生产作业的过程。通过工程实例说明了 GPS RTK 具有工作效率高、定位精度高、全天候作业、数据处理能力强和操作简单易于使用等特点,增强了使用 GPS RTK 的实际操作能力,为以后承担更多的测量工作奠定了基础。

关键词:GPS RTK; 油田管网测量; 精度

中图分类号:P228.4

文献标识码:B

文章编号:1672-5867(2011)05-0122-05

The GPS RTK Technologies based on GPRS Applying on the Oilfield Engineering Data Collection

BAHTYAR Khawuljan ,NIE Bo ,HUA Lei
(Baikouquan Oil Extraction Department ,Xinjiang Oilfield Company ,Karamay 834000 ,China)

Abstract: This article mainly introduces the theory ,constitute and the specialty of GPS(RTK) and used the GPS receiver of Shandong Ding Chuang information technology Co. ,LTD as example. It mainly introduces the working procedure of digital surveying and mapping for oilfield engineering by applying the RTK technology. The engineering example shows that GPS RTK technology has the advantages of high work efficiency ,high positioning accuracy ,all weather working ,better data processing ability ,easy to use and operate etc. It enhanced the GPS's practical operation ability and it laid the foundation for more surveying work in the future.

Key words: GPS RTK; oilfield pipeline network survey; precision

0 引言

通常油田生产过程中都会在辖区内埋设大量的油水气输送管线,再加上地下管线的埋设位置和相关资料的不全,管线管理难度大。为了有效利用计算机进行辅助管理,针对地面工程空间信息进行采集入库,管线的测量定位以及管线信息的数字化起着关键作用。相对于传统的管线定位和施工测量手段来说,GPS RTK 技术是一场革命性的飞跃。在传统的管道定位和施工放样施工中,大都使用经纬仪加测距仪或全站仪进行定位测量,用经纬仪进行直管道的放样测量,用水准仪进行高程的放样测量。在此过程中,不仅使用仪器种类繁多、人员多,而且在施工作业现场由于各方面的阻挡和干扰,精度也受到影响。而利用 GPS RTK 技术进行数据采集,不仅提高了工作效率,同时提高了测量数据的准确性。

1 RTK 技术原理及特点

全球定位系统(Global Positioning System)是由美国国防部联合美国海、陆、空三军为满足其军事导航定位而建立的无线电导航定位系统。其系统从 1973 年开始研究,到 1993 年完成全部工作卫星组网工作。该系统由 24 颗卫星组成,卫星分布在相隔 60°的 6 个轨道面上,轨道倾角 55°,卫星高度 20 200 km,卫星运行周期 11 h 58 m,这样在地球上任何地点、任何时间都可以接收至少 4 颗卫星运行定位。由于 GPS 具有实时提供 3 维坐标的能力,因此在民用、商业、科学研究上也得到了广泛应用。它不仅具有全球性、全天候、连续的精密 3 维导航与定位能力,而且具有良好的抗干扰性和保密性。从静态定位到快速定位、动态定位,GPS 技术已广泛应用于测绘工作中。

RTK(Real Time Kinematic)技术是以载波相位测量与

收稿日期:2010-08-11

作者简介:巴合提亚尔·卡吾力江(1979-),男,维吾尔族,新疆克拉玛依人,工程师,学士,主要从事 GIS 的应用研究及软件开发工作。

数据传输技术相结合的以载波相位测量为依据的实时差分 GPS 测量技术,是 GPS 测量技术发展里程中的一个标志,是一种高效的定位技术。它是利用两台以上 GPS 接收机同时接收卫星信号,其中一台安置在已知坐标点上作为基准站,另一台用来测定未知点的坐标——移动站,基准站根据该点的准确坐标求出其到卫星的距离改正数并将这一改正数发给移动站,移动站根据这一改正数来改正其定位结果,从而大大提高定位精度。它能够实时提供测站点指定坐标系的 3 维定位结果,并达到厘米级

精度。

RTK 技术根据差分方法的不同分为修正法和差分法。修正法是将基准站的载波相位修正值发送给移动站,改正移动站接收到的载波相位,再解求坐标;差分法是将基准站采集到的载波相位发送给移动站,进行求差解算坐标。RTK 的关键技术主要是初始整周周期模糊度的快速解算数据链的优质完成——实现高波特率数据传输的高可靠性和强抗干扰性。

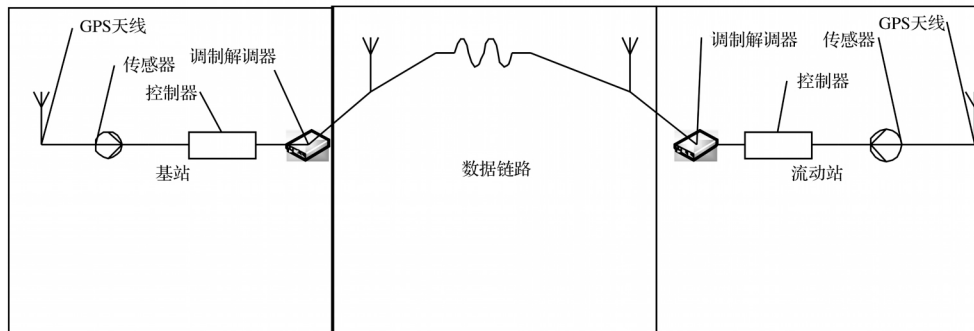


图 1 RTK 工作原理图

Fig. 1 RTK working principle

RTK 的技术特点

1) 工作效率高

减少了传统测量所需的控制点数量和测量仪器的设站次数,移动站一人操作即可,劳动强度低,作业速度快,提高了工作效率。

2) 定位精度高

只要满足 RTK 的基本工作条件,在一定的作业半径范围内(一般为 5 km) RTK 的平面精度和高程精度都能达到厘米级。

3) 全天候作业

RTK 测量不要求基准站、移动站间光学通视,只要求满足数据链路通,因此和传统测量相比,RTK 测量受通视条件、能见度、气候、季节等因素的影响和限制较小,在传统测量看来难于开展作业的地区,只要满足 RTK 的基本工作条件,它也能进行快速高精度定位,使测量工作变得更容易更轻松。

4) RTK 测量自动化、集成化程度高,数据处理能力强

RTK 可进行多种测量内、外业工作。移动站利用软件控制系统,无需人工干预便可自动实现多种测绘功能,减少了辅助测量工作和人为误差,保证了作业精度。

5) 操作简单,易于使用

现在的仪器一般都提供中文菜单,只要在设站时进行简单的设置,就可方便地获得 2 维坐标。数据输入、存储、处理、转换和输出能力强,能方便地与计算机、其他测量仪器通信。

2 实施 GPS RTK 作业仪器的配置

以我厂(百口泉采油厂)使用的山东鼎创信息技术有

限公司的 GSP 接收机为例说明。

2.1 基准站的设置

基站天线安装要求:

1) 根据具体测量范围安置在测量范围的中心位置附近,保证其覆盖测量范围分布均衡。

2) 基站的的天线要求安装在办公楼顶,方便管理和维护,要求在办公楼顶设置观测台墩,保证天线安装固定结实,不易被自然条件或者人为损坏。

3) 基站天线和基站计算机的距离以不超过 30 m 为宜,超过 30 m 者需要考虑重新选择位置。

4) 基站天线和基站设备通过天线同轴电缆进行连接。

2.2 基准站 WGS-84 坐标的获取方法

基准站 WGS-84 坐标的精度好坏对 RTK 测量来说很重要。基准站的 WGS-84 坐标可以按下列方法获取。

1) 基准站设于 WGS-84 已知点上;

2) 可以通过控制测量获得。

2.3 基站和使用计算机的连接安装

基站与计算机的连接如图 2 所示。

2.4 基站网络安装配置

该设备数据传输是通过 GPRS 传输的,因此网络的配置主要是公网服务器指定端口映射到私网服务器相应端口的过程,例如:

移动站拨入 GPRS,连接到公网服务器 IP218.202.218.7 地址 5002 端口,公网服务器负责把 5002 端口映射到私网 10.72.17.161 的 5002 端口,所有的处理安装在 10.72.17.161 即可。服务器完成数据的中转透传。

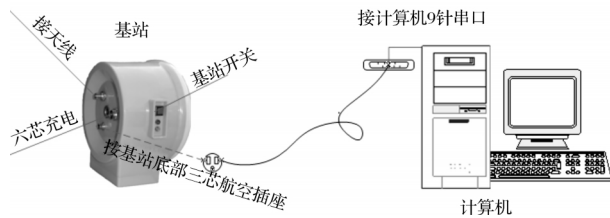


图 2 基站与计算机连接示意图

Fig.2 Base station and computer connecting diagram

每个基站服务器在公网 IP 服务器处映射两个端口: 一个 6666 TCP 传输模式, 支持数据的实时上传; 另一个是 5002 UDP 模式, 支持差分数据的传输和移动站的注册。

设置成功的标志: 移动站登陆到基站, 数据可以上传到基站服务器。

2.5 流动站的设置

通过超级终端完成了移动站数据传输模块的 4 项设置:

- 1) 接入点名称

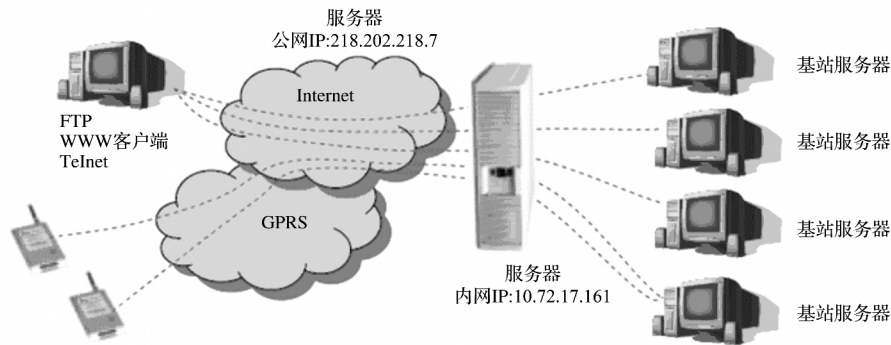


图 3 NAT 映射示意图

Fig.3 NAT mapping diagram

设置为 cmnet。

- 2) DTU 身份标识

设置为 SIM 卡的号码(SIM 卡业务开通)。

- 3) DSC 数据中心 IP 地址

设置为服务器公网 IP 地址, 该公网 IP 地址端口映射到私网计算机。

- 4) DSC 数据中心端口

设置为映射的端口, 默认情况下是 5002。



图 5 串口参数设置图

Fig.5 Serial port parameters setup

3 RTK 测量流程

3.1 基站

1) 在 PC 上安装完基站软件后, 在基站软件【移动站信息维护】菜单中, 把刚才通过超级终端设置的移动站数据模块信息作为移动站的接入标识设置到基站软件中(如图 4 所示)。

序号	SIM卡号	移动站编号	移动站IP地址	备注
1	13780774284	001	10.14.90.114	
2	13780774245	002	10.14.90.110	
3	13305465273	006		

图 4 移动站信息维护图

Fig.4 Mobile station information maintaining

2) 串口参数设置: 打开【系统设置】菜单中的【串口参数设置】窗口(如图 5 所示)。

3) 差分时间设置: 打开【系统设置】菜单中的【差分时间

设置】窗口(如图 6 所示)。如果是 RTK 模式, 则此处应填写“1”, 如果大于 1 s, 则会出现数据输出慢, 达不到 RTK 的高精度效果; 如果是 RTD 差分模式, 则应该在 3 s 以内, 以满足数据需求量。



图 6 差分时间设置图

Fig.6 Real-time kinematic setup

4) 正式测量前, 应首先使用手簿 PDA 连接基站(PDA 和基站通过蓝牙连接), 进行基站已知点坐标和基站测量模式的设置; 设置基站的已知点坐标, 以 WGS-84 坐标格式输入, 点击保存, 输入卫星截止仰角和差分模式, 然后点击【保存】完成设置(如图 7 所示)。



图 7 基站坐标设置图

Fig.7 Base station coordinate setup

3.2 流动站

1) 在开始测量之前,必须先启动进入系统,打开 PDA 电源,依次点击 PDA 左上角【开始】【程序】,点击【GPS】图标(备注:在系统进入之前应该确保蓝牙连接已经成功建立,当测量软件主界面中电量指示低于 8.0 V 时,设备将不能正常工作)(如图 8 所示)。



图 8 系统登陆图

Fig.8 Login system

2) 我们对百口泉地区国家控制点的测量计算出了符合百口泉地区的七参数,七参数的作用是可以将坐标在 WGS-84 坐标、西安-80 坐标和北京 54 坐标之间进行转换;在系统中的设置:点击主窗口下方的【系统设置】菜单中的【七参数设定】,打开七参数计算窗口,选择坐标系,可选坐标系有“北京 54”和“西安 80”两种(我们用的是北京 54 坐标系);选择“度”“带”和设置相应的中央经线,点击【导入】按钮,然后点击【计算】按钮,计算完毕后点击【验证】按钮,对结果进行验证最后点击【保存】(如图 9 所示)。



图 9 七参数的设置图

Fig.9 Seven-parameter setup

3) 获取基站坐标和与基站之间直线距离,设置流动站解算的卫星截止仰角(卫星位置与接收机位置的连线与地平线的夹角,这里设置当低于截止仰角的卫星信息

不参与运算,以减小误差),建议设置为 15°~10°和流动站差分模式(如图 10 所示)。

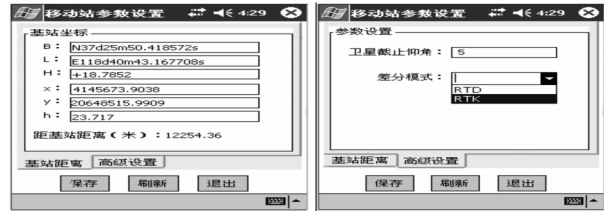


图 10 卫星截止仰角和差分模式设置图

Fig.10 Satellite cut-off elevation & differential mode setup

4) 测量参数的设定,可以设置自动存点的测量参数,参数设定有【定时测量】和【定距测量】两种,可根据实际情况设置(如图 11 所示)。

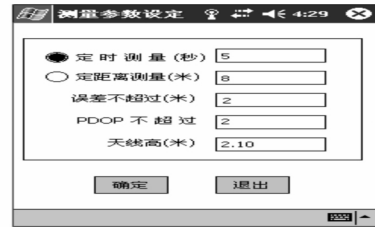


图 11 测量参数设定图

Fig.11 Measuring parameters setup

5) 添加测量对象,点击【油区测量】菜单中的【添加对象类型】选项打开【添加对象类型】窗口(如图 12 所示)。



图 12 添加测量对象图

Fig.12 Adding measurement object

6) 新建作业,第一次测量时可以点击油区测量中的新建作业,该功能可以把前面所有无用的测量数据清除,注意,执行该功能前,务必检查手簿是否符合要求(如图 13 所示)。

7) 对象的测量:选择对象类型,如:1001-油井;输入名称,如:草 12-9-2,将测绘仪定位到被测量的点对象位置上后点击【存点】将当前位置的坐标保存,存点时注意误差不能太大,最后点击【保存】按钮保存(如图 14 所示)。

8) 线对象的测量:选择对象类型,如:2005-单井油管线;输入名称,如: CDC12-3;从线对象的起点开始,沿

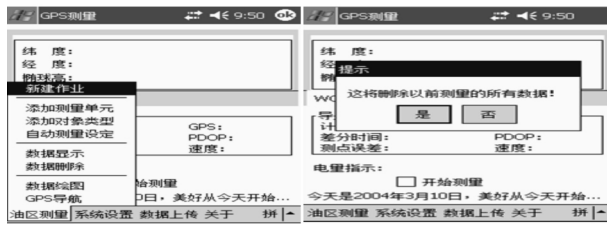


图 13 新建作业图
Fig. 13 Creating task

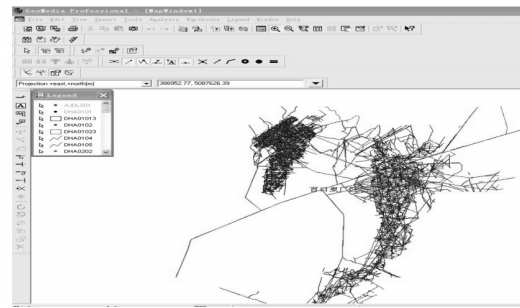


图 17 最终的成果数据图
Fig. 17 Final result data

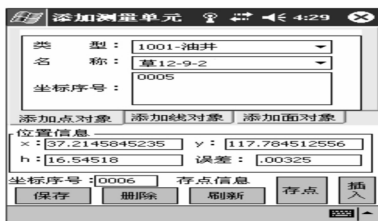


图 14 测量点对象图
Fig. 14 Measuring point object

被测线对象每隔一定距离进行存点,直到线对象的终点,最后点击【保存】按钮保存(如图 15 所示)。



图 15 测量线对象图
Fig. 15 Measuring line object

9) 面对象的测量:选择对象类型,如:3002-配水间;输入名称,如: CDC25 号配水间;按顺序测量面对象的每个拐角后点击【保存】按钮保存(如图 16 所示)。



图 16 测量面对象图
Fig. 16 Measuring surface object

10) 把手簿上测量数据下载到计算机上,进行处理后用入库程序入到 ORACLE 数据库中,并在 GeoMedia 上显示相应的空间图形。

3.3 油田野外测量步骤建议

- 1) 首先对油井进行测量。
- 2) 油井测量完成后,对集油干线和贯穿各个计量站的支线进行测量。
- 3) 测量每个作业区的注水干线和注水支线,该干线若和集油干线一起并排走向,可以同时进行两条干线的测量。
- 4) 进行油区大路和电力网的测量。
- 5) 整理标准井号和采集相关属性数据。

4 应用实例

2006 年 4 月我厂(百口泉采油厂)对油管线、水管线、气管线、阀池等油田地面设施进行了测量。作业基站架设在百口泉地区一处 5 层建筑楼顶上。

4.1 外野测量

采用了 1+2(一个基站,两个流动站)的工作模式;流动站 2 个人,其中一个人负责天线的定位,另一个人负责填写属性和测量,为了保证测量精度我们每天出测之前都对已知点进行了测量验证。经过 4 个月时间,完成了我厂 4 个作业区总长 362 km 地下管线的测量。

4.2 数据处理

PDA 上的测量数据文件通过 USB 数据线和电脑相连接把应用程序安装在 gps.txt 文件目录下导出来并进行二次处理后,用数据入库程序入 ORACLE 库,最后生成相应的空间地图(如图 18 所示)。

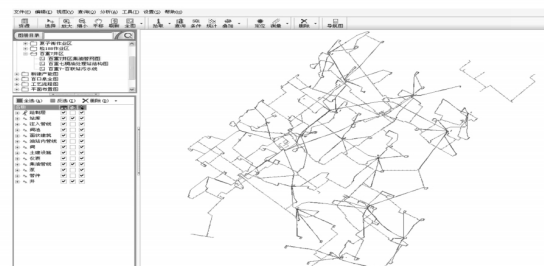


图 18 测量成果输出举例:百口泉采油厂百重七井区管网图

Fig. 18 Output Examples of Measurement Result: Pipe-line Network Diagram of Baizhong No. 7 Oil Well Area, Baikouquan Production Plant

(下转第 131 页)

的用户才能操作。

2) 测绘档案借阅管理

在查询检索的基础上实现对应的订单登记、协议签订、服务审核和数据下载等相关业务。

3) 与外系统接口开发

吉林省测绘档案馆“馆藏资料数字化”项目正在建设过程中,根据该项目前期计划,已经建成了几个系统,并已投入运行。为了数据和管理的一致性,需要在本系统中考虑如何实现对应数据和功能的融合。

4) 测绘档案统计分析

采用简单叠加和临时表技术的方式完成用户比较复杂的统计需求。通过分析用户所提出的统计需求,分解并寻找其中规律,将对应的统计需求分解成简单的、可自定义的统计片段,然后采用分步累积的方式完成最终统计,提交统计结果。

5.3 系统设置

1) 用户管理

实现系统对系统会员的管理,包括用户账号的注册、修改、删除。

2) 权限管理

不同职责的人员,对于系统操作的权限应该是不同的。

3) 日志管理

记录所有对数据库的操作,记录的信息包括用户名、操作方式、表格名称、记录编码、时间、是否成功等,并提供日志查询、删除等功能。

4) 其他设置

提供包括查询模板设置、统计模板设置、统计输出格式设置及档案打印标签设置等。

6 结束语

开发吉林省测绘档案综合管理系统,建设数字测绘档案馆是长久保存和提供使用测绘档案的最好办法。与传统的管理方式相比更灵活、方便、高效;可以降低测绘成果管理成本,提高测绘成果目录汇编的效率、缩短发布周期、扩大发布的范围、方便查询检索和成果提供,促进测绘成果的广泛使用,产生良好的社会效益。

参考文献:

- [1] 国家档案局. DA/T 31-2005 纸质档案数字化技术规范[S]. 北京:中国标准出版社,2005.
- [2] 国家测绘局. 测绘科学技术档案管理规定(国测发[1988]82号)[G]. 北京:国家测绘局,1988.
- [3] 国家测绘局. 测绘科技档案建档工作管理规定(国测发[1993]088号)[G]. 北京:国家测绘局,1993.

[编辑:宋丽茹]

(上接第126页)

4.3 RTK 定位精度评价

为了验证测量结果,我们选择探坑验证,共实施探坑点100个(覆盖交叉点、拐弯点等)进行了重新测量,测量结果表明误差达到了厘米级,其中误差最大为30cm,最小为2cm,平均为7cm。可以认为GPS RTK测量结果的点位精度达到厘米级,完全能满足油田地面工程测量精度要求。

5 结束语

RTK技术不仅有效提高了定位测量精度,同时提高了测量的工作效率,减轻了测量人员的内外业劳动强度,

加快了数字化油田建设。

参考文献:

- [1] 徐绍铨,张华海,杨志强,等. GPS测量原理及应用[M]. 武汉:武汉大学出版社,2007.
- [2] 李明封,冯宝红,刘三枝. GPS定位技术及其应用[M]. 北京:国防工业出版社,2006.
- [3] 周忠谟,易杰军,周琪. GPS卫星测量原理与应用[M]. 北京:测绘出版社,1999.

[责任编辑:王丽欣]

(上接第128页)

参考文献:

- [1] 黄声享,吴文坛,李沛鸿. 大跨度斜拉桥GPS动态监测试验及结果分析[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2005,30(11):999-1002.
- [2] 黄声享,刘星,杨永波,等. 利用GPS测定大型桥梁动态特性的试验及结果[J]. 武汉大学学报(信息科学版),2004,29(3):16-19.

- [3] 徐良,过静,戴连君. 基于GPS(RTK)技术的虎门大桥位移实时监测数据分析[J]. 工程勘察,2001(1):48-49.
- [4] 张振军,谢中华,冯传勇. RTK测量精度评定方法研究[J]. 测绘通报,2007(1):26-28.
- [5] 刘基余,李征航,王跃虎,等. 全球定位系统原理及其应用[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1993.

[责任编辑:王丽欣]