

基于北斗系统的吊管机管道定位系统设计与实现

宋秋红, 徐少蓉

(上海海洋大学 工程学院, 上海 201306)

摘 要: 针对管道铺设作业的日益增多, 提出了基于北斗系统的吊管机管道定位系统设计构想。采用北斗系统的导航定位系统可以精确地获取作业吊管机的位置信息, 从而对单根管道进行单点定位。同样的, 管道中可放置携带北斗定位模块的管道爬行器, 通过连续采点将位置信息传输出来可以绘成管线图。这样既节约了人力成本又监控了管道铺设范围, 后期还可结合其它仪器对管道状态进行监控并做一些必要的维护和紧急处理, 为优化管道施工管理提供了参考价值。

关键词: 北斗系统; 吊管机; 管道定位

中图分类号: P228.4

文献标志码: A

文章编号: 1008-9268(2017)02-0098-05

0 引 言

针对管道定位数据及管线图的易丢失问题, 提出了结合携带北斗定位模块的管道爬行器的管道定位系统的设计构想, 携带北斗定位模块的爬行器所经过的轨迹便是管道中心轴线的轨迹, 通过数据处理便可以形成需要的管线图。“北斗”卫星导航系统(BDCMSS)精度高、具有极高的稳定性的导航定位、全方位授时服务并兼具卫星短信通信能力。“北斗”导航定位卫星的覆盖区域是 50.550 N, 700.140 E 间的区域^[1]。其导航定位的精准度为 100 m, 经过类似差分运算转换后, 精准度为 10 m。

由于我国大部分管道的铺设时间都已经超过 20 年, 随着人员的变动以及管线不断的优化及改造, 大量的管道信息已经流失, 给油田的管理及系统的维护和改造工作带来了极大的困难。为了标记管道的位置和走向, 会让巡线人员在管道的要点位置做些标记, 例如打木桩或者竖立牌号, 又或者放丈量线来测量关键点位与参照物的距离。但由于各方面因素或者不可抗力导致了标记的丢失, 非常不易找回, 这不仅提升了人员的工作量, 而且也无法再对丢失标记的管道进行维护和管理。

世界上主要干线管道约 2 300 000 km。其中, 原油管道 500 000 km, 成品油管道 300 000 km, 天然气管道 1 500 000 km, 并且还以每年 40 000 ~ 50 000 km 的速度在递增^[2], 图 1 为俄石油天然气管道路线图。吴波^[3]等人利用北斗精准定位技术, 对管道高风险点进行快速精准定位, 并把管道高风险点的地理位置数据和状态数据进行融合, 解决城镇燃气管道管理需求。张栋^[4]等人利用北斗卫星对管网进行了定位巡检, 提高了管网巡检效率, 有效地降低了管道传输事故率。万青霖^[5]利用北斗卫星结合现有的管线检测技术, 提供了一套管道监控数传系统, 有效的保障了油气管道的正常运行。管线位置的变化和泄漏, 不仅会影响尤其输送的正常进行和施工作业, 而且还会引起火灾爆炸等



图 1 中俄石油天然气管道路线

收稿日期: 2016-11-01

资助项目: 上海市 2014 年联盟计划资助项目(编号: LM201403)

联系人: 徐少蓉 E-mail: qhsong@shou.edu.cn

1.3 管道定位方案

如图 4 所示,管道爬行机器人置于管道进行工作,开启后爬行器开始沿管壁爬行,同时上位机上电后北斗定位模块开始进行数据采集,爬行器所运动的轨迹即可理解为管线的轨迹,图 5 示出爬行器能预期形成的理论运动轨迹,这样就可以制作出管线图有效的监控管道的铺设范围。同样,测量管道的长度以及控制爬行器的运行速度就可以每隔一段时间对管道进行一次单点定位,用来记录每段管道的精确位置,为日后的维修保养提供必要的帮助。

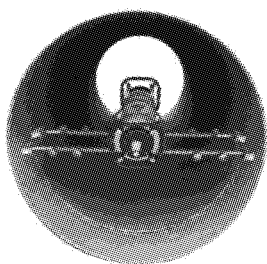


图 4 爬行器在管道内状态

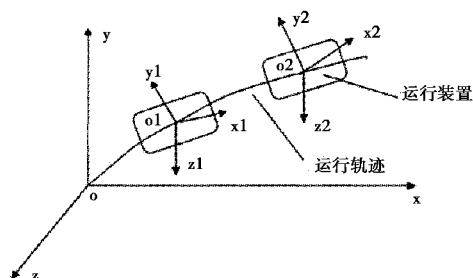


图 5 理论采点形成轨迹方式

2 管道定位系统实验及结果

在滴水湖某假日酒店一旁管道施工处,如图 6 所示,进行定位数据实验验证,实验当天天气情况、能见度优良、实验场地开阔,符合实验基本条件。由于管道口径限制无法将爬行器很好地置于管道中,因此拆下所需模块沿着管道预期铺设轨迹,如图 7 所示中箭头所指的浅色路径为施工轨迹行走定位。



图 6 施工路段



图 7 地图中查看施工轨迹

2.1 管道静态定位结果

在浅色施工轨迹上任意取两点命名为标记 1、标记 2,分别用北斗定位模块进行静态定位,定位结果如图 8 所示,将十进制经纬度转换为度分秒,标记 1 的位置为 $30^{\circ}53'28.52''$ 北, $121^{\circ}56'1.95''$ 东;标记 2 的位置为 $30^{\circ}53'30.52''$ 北, $121^{\circ}56'4.52''$ 东。经测量,标记 2 相对于标记 1 直线距离为 91.28 m,方位为东偏北 50.49° 。



图 8 电脑中读取定位数据

为了比较定位误差是否在合理范围之内,用单机定位 3~5 m、实时差分 1~3 m,更新率为 1 Hz,携带高灵敏度天线的定位仪器进行定位,结果如图 9、图 10 所示,标记 1 的位置为 $30^{\circ}53'28.52''$ 北, $121^{\circ}56'1.67''$ 东;标记 2 的位置为 $30^{\circ}53'30.42''$ 北, $121^{\circ}56'4.32''$ 东。



图 9 标记 1 定位



图10 标记2定位

综上所述可得,北斗定位模块和高精度仪器之间的定位存在细小的差别,但定位相对比较准确,满足静态定位要求。

2.2 管道动态定位结果

动态定位方案如上所述,手拿北斗定位模块,开启定位后沿着轨迹低速行走,数据的采样间隔为1 s,以标记1为开始点,标记2为结束点。将采集的所有经纬度点进行坐标转换,然后输出结果,如图11所示,现场测量轨迹为158.37 m,北斗定位模块输出轨迹为158.05 m,误差较小,连续采点定位准确,轨迹可靠。

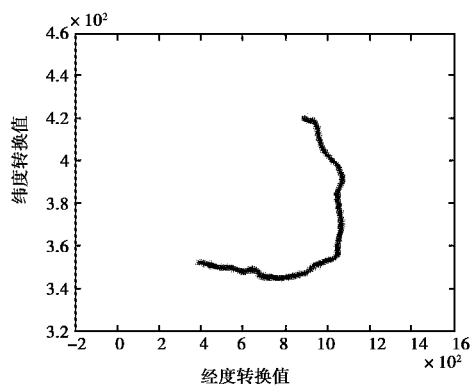


图11 采集的轨迹



图12 Google地图中定位点和管道轨迹

将采集到的标记1、标记2位置以及轨迹提取后输入Google地图中,如图12所示,并沿着施工路径测量长度为157.92 m,蓝线为高精度定位仪所输出的轨迹,轨迹相对圆滑;红线为北斗定位模块输出轨迹,连续采点有稍许误差,但轨迹基本重叠,大部分落入规划轨迹6 m以内,满足管线图轨迹采集要求。

3 结束语

通过对管道定位系统的设计以及仿实际工况实验,证明了北斗系统能够精确地对管道进行单点定位,并且在管道爬行器持续工作时能够连续输出点位形成运行轨迹(即为管道铺设轨迹)。地面控制端可以精确地获得管道铺设范围图以及单根管道的唯一位置信息,采集数据并存档后能够对管道进行日常的管理,为后续结合管道泄漏检测仪后能够第一时间传回问题管道的位置信息提供了便捷的服务,这样大大减少了人力维护成本并能够对管道进行必要的维护。

参考文献

- [1] 万琪俊. 基于北斗导航卫星移动定位系统研究与实现[D]. 广州:华南理工大学, 2013.
- [2] 徐文华. 管道位置检测系统研究[D]. 南充:西南石油大学, 2006.
- [3] 吴波, 齐晓琳, 王涤平, 等. 北斗精准定位在城镇燃气管道管理中的应用[J]. 城市燃气, 2014(9):24-26.
- [4] 张栋, 陈圣波, 李健. 基于北斗卫星的油田管网巡检系统的设计与实现[J]. 吉林大学学报(信息科学版), 2015, 33(6):694-699.
- [5] 万青霖. 基于“北斗”数传系统的油气运输管道监控研究[J]. 当代化工, 2016, 45(7):1593-1596.
- [6] 高婷. 基于北斗定位的海上落水报警装置设计与研究[D]. 上海:上海海洋大学, 2014.

作者简介

宋秋红 (1962—),男,教授,硕士生导师,主要研究方向为结构优化设计。

徐少蓉 (1992—),男,硕士生,主要研究方向为机械结构及设计自动化。

(下转第112页)