

# 顶管导向测量系统的开发研究

陈建华

( 河海大学土木工程学院 南京 210098 )

摘 要 开发一套顶管导向测量系统 ,提高导向测量速度和精度 ,实现导向测量自动化 .本系统主要由一台计算机、自动驱动全站仪和一套自动控制软件组成 .根据导线测量原理 ,在导向测量过程中 ,计算机控制自动驱动全站仪自动观测 ,同时由相应软件采集观测数据并计算 ,指导顶管的顶进方向 .导向精度主要取决于所采用的自动驱动全站仪精度和管线长度 .系统地阐述了顶管导向测量系统的硬件组成和核心软件的开发过程 ,最终开发出了一套较为实用的顶管导向测量系统 ,实现顶管导向测量自动化 .

关键词 导线测量 ;顶管测量 ;自动驱动全站仪

中图号 P631.83

计算机作为当今社会各个领域的重要应用工具 ,有利地推动了科学技术的飞速发展 ,是现代高科技的核心内容 .在工程测量技术方面 ,把顶管导向测量技术和计算机应用技术有机地结合起来 ,开发顶管导向测量系统是测绘工作者向往已久的事 .如图 1 .

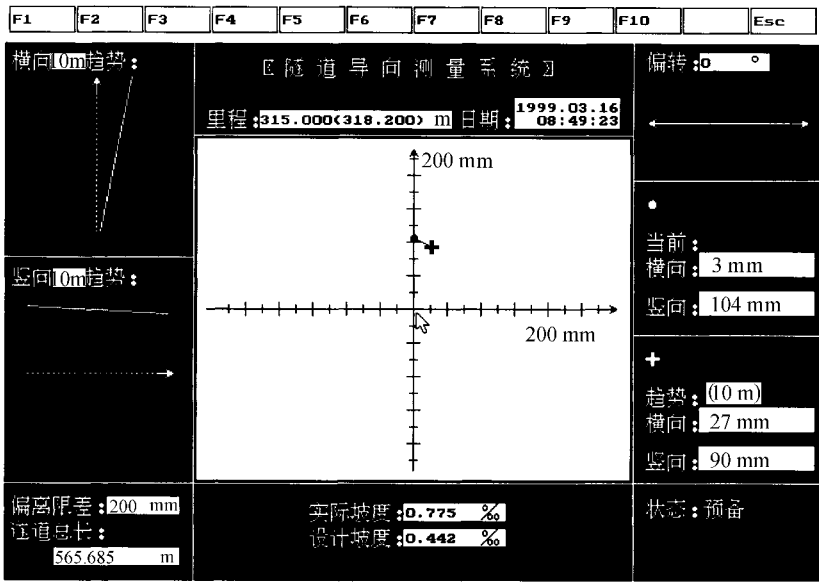


图 1 系统图形界面之一

Fig.1 One of the interfaces of the system

现有的顶管导向测量大多是基于传统的人工导线测量技术 ,而一般管道直径大都在 2 ~ 4 m 之间 ,管内操作空间小 ,空气潮湿 ,温差大 ,观测条件对导向测量十分不利 .在施工过程中 ,整个管道是动态的 ,管内无固定点 ,每次导向测量都要从工作井起始点开始 ,所以 ,人工测量时间长 ,总的导向测量次数少 .这都直接影响贯通精度和施工进度 .

把计算机应用技术用于顶管导向测量可以彻底改变这种传统的人工导向测量方式. 针对顶管导向测量观测条件差、动态的特点, 系统设计思路为:

- a. 导向测量部分基于基本的导线测量理论.
- b. 在管道内按设计距离(考虑顶管设计曲线形态和全站仪自动目标识别距离)同时安装多台自动驱动全站仪.
- c. 每台自动驱动全站仪都装有同轴照准目标棱镜.
- d. 考虑到顶管施工的动态性, 自动驱动全站仪应安装在能自动安平的基础上.
- e. 计算机安装在顶管机头, 并与自动驱动全站仪通讯连接, 自动控制观测.
- f. 对于长距离(大于 200 m)的数据通讯, 应考虑通讯中继.
- g. 开发专用自动控制观测计算软件, 控制测量全过程, 指导顶进方向.

## 1 系统硬件组成

针对顶管导向测量的特殊观测条件, 所选部件应具有防潮、防振、防水性能. 数据通讯线还应防静电干扰.

系统基本硬件组成:

- a. 80386 以上工业计算机一台, 并根据系统所需要控制的全站仪数增配 RS-232 接口.
- b. 自动驱动全站仪多台, 并配自动安平基座.
- c. 通讯中继, 个数为全站仪数加 1.
- d. 测量棱镜.
- e. 测斜仪一台.

以 3 台自动驱动全站仪为例, 系统组成如图 2.

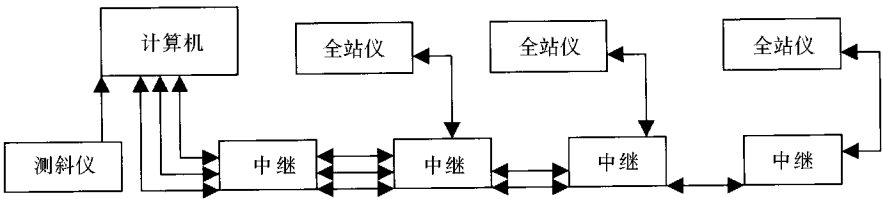


图 2 系统组成

Fig.2 System structure

由图 2 知, 计算机的标准 RS-232 接口数等于自动驱动全站仪数, 这实际上就是系统容量, 即系统所能控制的最多自动驱动全站仪数. 它是系统性能的重要指标, 确定系统容量主要考虑以下因素: 一般管道长度, 通讯中继之间的最大距离, 所采用自动驱动全站仪的自动目标识别精度、测程, 管道贯通精度要求.

## 2 软件设计开发

根据用户需求和硬件平台条件, 开发顶管导向测量系统主要考虑以下几个因素:

- a. 直观的用户图形界面.
- b. 方便的数据输入、输出、编辑.
- c. 顶进偏差及其趋势计算.
- d. 原始观测记录和计算结果的存储查询.
- e. 图形显示导向测量结果、输出.
- f. 自动控制观测的故障诊断、处理.

系统模块结构如图 3.

系统中的主要数据模块对象:

- a. 输入数据 涉及控制点、管道曲线参数、测回数等.
- b. 系统配置 自动驱动全站仪台数、类型等.

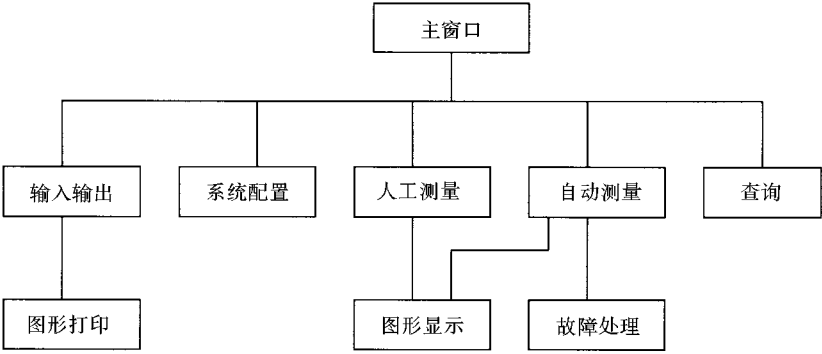


图 3 系统模块结构

Fig.3 System models

c. 观测数据 包括人工测量和自动测量.

d. 计算结果数据 包括当前偏差、趋势偏差、里程、时间等.

数据文件相应地分为输入、原始观测记录、系统配置、结果文件.

核心模块算法:核心模块是指系统控制自动驱动全站仪采集观测数据的全过程.测量过程与一般导线测量过程类同.如图 4 中,仪器指自动驱动全站仪.仪器 1 在固定点观测棱镜 1、棱镜 2、仪器 2,仪器 2 观测仪器 1、仪器 3,仪器 3 观测仪器 2、机头棱镜.测量结束.

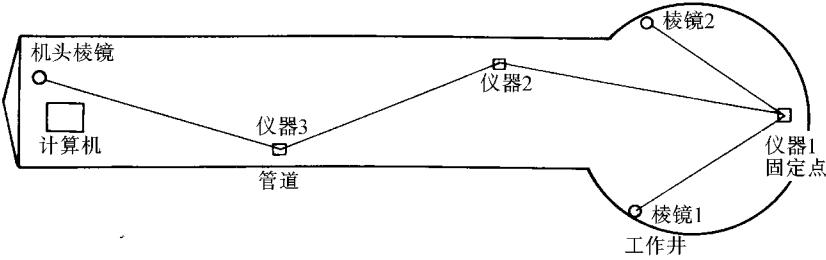


图 4 测量过程图

Fig.4 Surveying process

主要输入参数 测回数(  $T_c$  ) 全站仪数(  $T_n$  ) 已知近似观测值( OldResult ).  
返回测量结果数据.

```
Result Type Measuremen( Tc ,Tn ,OldResult )
{
    Result Type MeasureResult ;
    int i ,j ;
    for( i = 0 ; i < Tn ; i ++ )
        for( j = 0 ; j < Tc ; j ++ )
        {
            根据已知近似观测值( OldResult )驱动全站仪观测相应目标 ,测量
            结果存入 MeasureResult ;
            简单的限差计算 ;
        };
    Return( MeasureResult );
};
```

3 结 束 语

在施工顶进过程中,系统同时进行实时导向测量.导向精度分析基于一般导线测量的精度分析,同时考虑:导向起始控制点方向精度,所选自动驱动全站仪精度,管线长度等.开发顶管导向测量系统的最终目的是

减轻测量工作者的劳动量,提高施工进度.为了使系统能够正常运行,应注意几点:

- a. 定期检验仪器.
- b. 精心设计仪器安装位置,确保视线畅通.
- c. 定期用人工测量方法检查系统自动导向测量的可靠性.
- d. 注意大气折光和旁折光对测量精度的影响.
- e. 及时备份测量数据.

在实际市政工程应用中,较多的是长度在 200 m 左右的直伸管线,甚至更短.故在上述基础上提出实用型导向测量系统(图 5):

- a. 采用一般全站仪.
- b. 一台计算机和全站仪连接.
- c. 机头安置 2 个棱镜,既可以进行导向测量,又可以测量机头偏转.
- d. 采用人工测量.

实用型导向测量系统具有投资少、可靠性高等特点,适合一般较短的直伸型顶管工程需要.

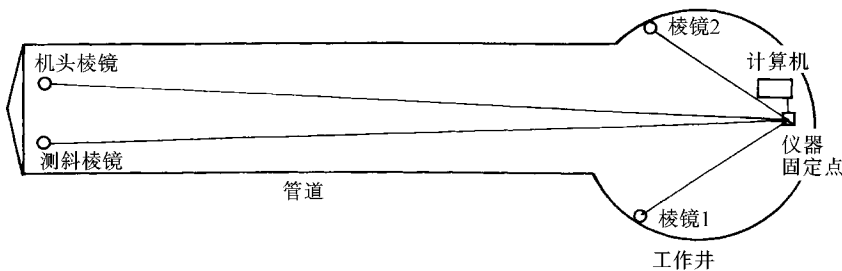


图 5 实用型导向测量系统  
Fig.5 Utility of the surveying system

参 考 文 献

1 章书寿,华锡生.工程测量.北京:水利水电出版社,1994.113~155  
2 夏德深,郑阿奇,谈惠峰.PC 机系统大全.南京:东南大学出版社,1996.127~217  
3 潘金贵,顾铁成.现代计算机常用数据结构和算法.南京:南京大学出版社,1994.104~110

Study on the Underground Pipe-driving Survey System

Chen JianHua

( College of Civil Engineering ,Hohai Univ. ,Nanjing 210098 )

**Abstract** A underground pipe-driving survey system is developed to improve the surveying efficiency and promote underground pipe-driving survey automation .The system mainly consists of a computer , auto-theodolites and a set of computer softwares.By means of traverse survey and computer the whole survey process is controlled by the computer—with the auto-theodolites conducting survey and the software collecting the data.The result is displayed on the computer screen-guiding the driving-direction .The final guiding-precision depends on the precision of auto-theodolites and the pipe 's length. The process of development of the hardware of the pipe-driving system and the cove software is introduced.

**Key words** traverse survey ;underground pipe-driving survey ;auto-theodolite