

Research and Development of Automated Data Acquisition Equipment Suitable for Micro-electromechanical Fixed Inclinometers

Dangqiang Wang¹ Jun He¹ Jia Liu²

1. Main Line Construction Administration of the Middle Line of the South-to-North Water Diversion Project, Beijing, 100038, China

2. China Water Northeast Survey, Design and Research Co., Ltd., Changchun, Jilin, 130061, China

Abstract

A large number of monitoring instruments are buried along the middle route of the South-to-North Water Transfer Project, among which the embedded Micro-electromechanical fixed inclinometer plays a very important role in measuring displacement changes. However, during the operation and maintenance of the automation system, it is found that there is a large difference between the instrument measured value measured by the existing acquisition equipment and the manual measured value. By discussing the reasons for the large difference, this paper develops an automatic data acquisition device with multi-function, low power consumption, high reliability and high accuracy.

Keywords

micro-electromechanical fixed inclinometers; acquisition equipment; research and development application

适用于微机电式固定测斜仪的自动化数据采集设备研发

王当强¹ 何军¹ 刘佳²

1. 南水北调中线干线工程建设管理局, 中国·北京 100038

2. 中水东北勘测设计研究有限责任公司, 中国·吉林 长春 130061

摘要

南水北调中线干线工程沿线埋设了大量的监测仪器, 其中埋设的微机电式固定测斜仪在测量位移变化有着十分重要的作用。但是, 在自动化系统运行维护过程中, 发现使用现有采集设备测量到的仪器测值与人工测值差值较大。论文通过对差值较大原因的探讨, 研发了一种多功能、低功耗、高可靠性、高准确性的自动化数据采集设备。

关键词

微机电式固定测斜仪; 采集设备; 研发应用

1 引言

南水北调中线干线工程安全监测自动化系统是“南水北调中线干线工程自动化调度与运行管理决策支持系统”一个重要的子系统。工程安全监测应用系统是一个以信息采集、通信传输、计算机网络、数据库、多媒体应用、人工智能和工程安全分析技术为基础, 采用 B/S 和 C/S 混合方式, 实现不同功能需求, 为中线干线工程提供服务的安全监测决策支持系统。现场采集系统是该系统重要组成部分, 需要为系统提供准确及时的数据进行分析研判。南水北调沿线埋设的微机电式固定测斜仪也是目前测量位移的主要手段, 但是目前已安装的采集单元对于测量微机电式固定测斜仪准确

度不高, 为此我们研发了 DB4000 型 DAU (多功能数据采集单元), 该采集单元每个通道可以单独为固定测斜仪供电, 并且增加了采集每支仪器的采集响应时间, 从而保证了微机电式固定测斜仪数据采集的准确性, 为系统后续的分析提供了最基础的数据保障。

2 研发需求

南水北调安全监测现场采集系统包括自动数据采集系统、供电系统、通讯系统以及防雷接地系统。其中, 自动采集单元包括 CR1000 主机, 世界最先进技术的振弦激励测量模块 AVW200, 网络通讯模块 NL120, 有线通讯模块 MD485, 具备后备电池、可接入太阳能的电源管理模块 PS100, 一个或两个 GK-8032 多路集线器或者 AM16/32 集线器以及不锈钢防水机箱等。

微机电式固定测斜仪用于长期测量大坝、边坡等结构

【作者简介】王当强 (1978), 男, 中国陕西咸阳人, 高级工程师, 从事工程安全监测研究。

的变形。在进行测量时需要为仪器提供 12V 的直流电源，然后进行读数，测值为电压信号。在南水北调安全监测自动化系统中采集单元为微机电式固定测斜仪提供的电源方式分为两种：一种是通过 CR1000 的 SW12 端口进行供电，该种方式只是在测量时给传感器供电；另一种通过电源模块 PS100 的输出端给所有传感器供电，该种方式给传感器长期供电。

在系统运行维护过程中发现以上两种供电方式自动化测值与人工测值差值较大，通过现场测试对差值较大的原因进行了分析探讨。焦作管理处山门河暗渠出口测站 MCU4 内接入的是固定测斜仪，通过改变供电模式进行测试，一是用 CR1000 的 SW12 端口或者 PS100 的输出端单独只为一支传感器（CH8 通道传感器）供电，二是用 CR1000 的 SW12 端口或者 PS100 的输出端为接入 MCU 的所有传感器同时供电。按照以上两种供电方法对 CH8 通道传感器进行了数据采集，结果是单独只为一支传感器供电时传感器的自动化测值与人工测值基本一致。

通过上述测试可以看出，所有传感器通过 CR1000 的 SW12 端口供电或者由 PS100 输出端供电时驱动电流不够，传感器未被激活，自动化采集的数据均为噪声，不是真实的电压信号；而现有的采集设备不能实现为每一支传感器单独供电。所以，新研发的数据采集单元需要为每个通道单独供电，且需要采集响应时间要加长，这样才能保证微机电式固定测斜仪自动化测值的准确性^[1]。另外，为每支传感器单独供电还可以避免因一支传感器故障而造成所有接入 MCU 的传感器无法采集到数据。

3 自动化数据采集设备

3.1 硬件设计

DB4000 型 DAU 由主控模块、采集子模块、通道子模块、连接器、接线板几部分组成。可以对振弦式、电阻式、电压式、差阻式等各类型传感器进行数据采集，系统结构示意图如图 1 所示。

主控模块：是 DAU 的核心部件，向上通过外部 RS-485 总线与上位机相连，接受上位机控制；向下通过内部 RS-485 总线与采集子模块、通道子模块相连，协调子模块工作。当接收到采集命令时，主控模块控制通道子模块，将某一传感器引线接入内部传感器总线，控制采集子模块采集该传感器数据，并将数据读回主控模块，在主控模块上显示、保存观测数据，以备上位机读取。

主控模块为子模块提供电源，有现场的人机交互功能。

采集子模块：通过内部通讯总线与主控模块相连，接受主控模块控制，通过内部传感器总线与通道子模块相连，采集通道子模块选择的传感器的数据。可采集振弦式仪器、电阻式仪器、电压式仪器、差阻式仪器等。

通道子模块：通过内部通讯总线与主控模块相连，接

受主控模块控制，该子模块除了控制通道切换外还控制连接器的“连接”与“断开”。当接收到主控模块的控制命令后，将某通道连接的传感器引线切换到内部传感器总线，以供采集子模块采集数据。

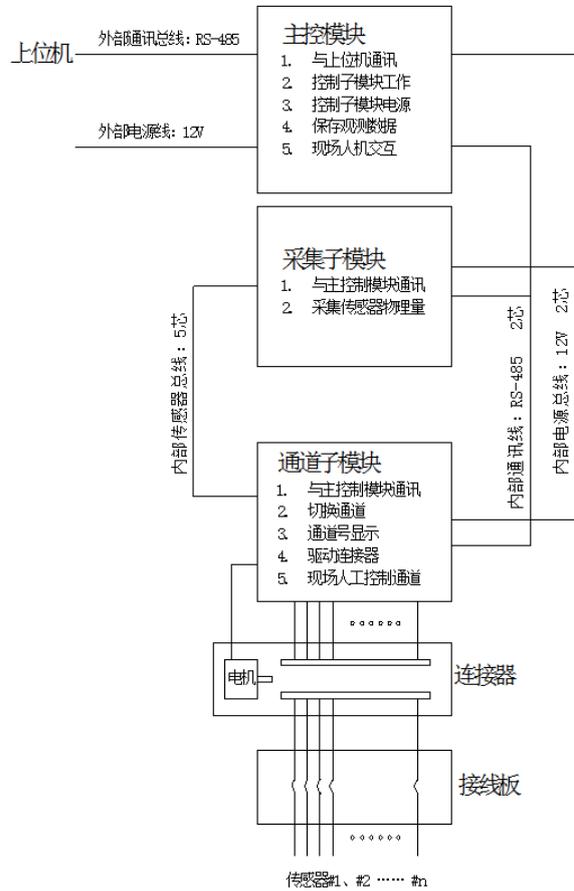


图 1 DAU 内部结构示意图

可显示通道号，现场可人工操作切换传感器引线到人工接口，使用常规读数仪测读数据。

连接器：连接器是为了防雷而设置的装置，不观测时连接器处于断开状态，所有传感器引线与通道子模块分开，距离约 20mm，利用电气间隙使两者隔离，防止雷电流由此流过。观测时连接器处于连接状态，所有传感器引线接入到通道子模块，以便数据采集。连接器的连接与断开受通道子模块控制，由微型电机驱动。

接线板：传感器引线进入 DAU 的接入点，DAU 为每支传感器提供了 6 个接线端子，可混合接入不同类型的传感器。

内部传感器总线：由 6 根线组成，命名为 W1、W2、W3、W4、W5 和 W6。

接入振弦式仪器时，W1、W2 线接入振弦，W3、W4 线接入热敏电阻，W5、W6 未用。

接入电阻式仪器时，W1、W2 线接入一支电阻，W3、

W4线接入另一支电阻，W5、W6未用。

接入电压式仪器时，W1、W2线为一路电压，W3、W4线为另一路电压，W5、W6线可以选择为传感器供电，也可以选择不用（在通道配置时可以选择）。

接入差阻式仪器时，W1、W2、W3、W4、W5线接入五线式差阻式传感器，W6未用。

内部传感器总线接入传感器的类型由主控模块告知采集子模块，采集子模块按类型进行数据采集。当接入的传感器需要供电时可在通道切换子模块上设置，供电控制继电器吸荷时可为传感器供电，如图2所示。

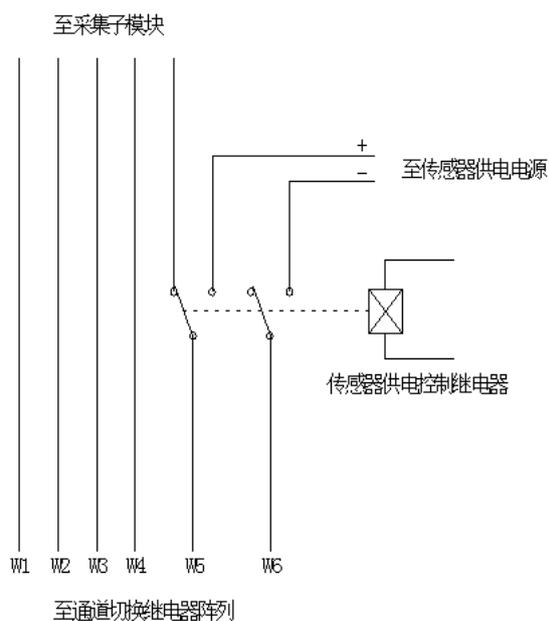


图2 内部传感器总线示意图

3.2 软件设计

需要外供电的微机电式固定测斜仪，从上电到稳定输出信号需要一过程，所有传感器统一供电，可以缩短采集时间，但统一供电需要电源的功率较大，并且一支传感器有短路故障会影响其他传感器的供电。所以，我们在电路设计上采用了为每支传感器单独供电，在程序设计上为每支传感器从上电到稳定留了足够的时间（约2s），这样虽然采集时间要长一些，但有效地降低了对电源功率的要求，还解决了单支传感器故障对整个DAU数据采集的影响。

4 自动化采集设备应用

自动化采集设备研发测试完成后，对卫辉管理处潞王坟试验断面测站、焦作管理处山门河暗渠出口观测站、焦作测站9、郑州管理处贾峪河出口观测站、禹州测站2测量微机电式固定测斜仪的原采集单元进行更换测试，现场安装情况如图3所示，并且该设备也应用在郑州管理处蓬式围堰试验项目测量电压式位移计，并且测值稳定、可靠，为项目提供及时有效的分析数据，现场安装图如图4所示。

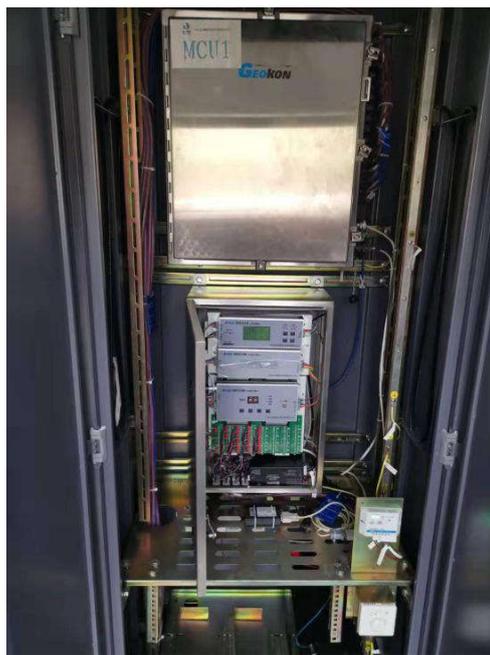


图3 现场安装的新研发的采集设备图



图4 围堰项目现场安装采集设备图

经过现场测试，更换研发的自动化采集设备后，设备工作可靠，测量的自动化数据连续稳定，典型过程曲线图见如图5所示。

同时，对更换采集设备后采集的自动化数据与在同一时间、同一条件人工数据进行对比，对比结果满足相关规范的要求，部分微机电式固定测斜仪人工自动化对比结果如表1所示。

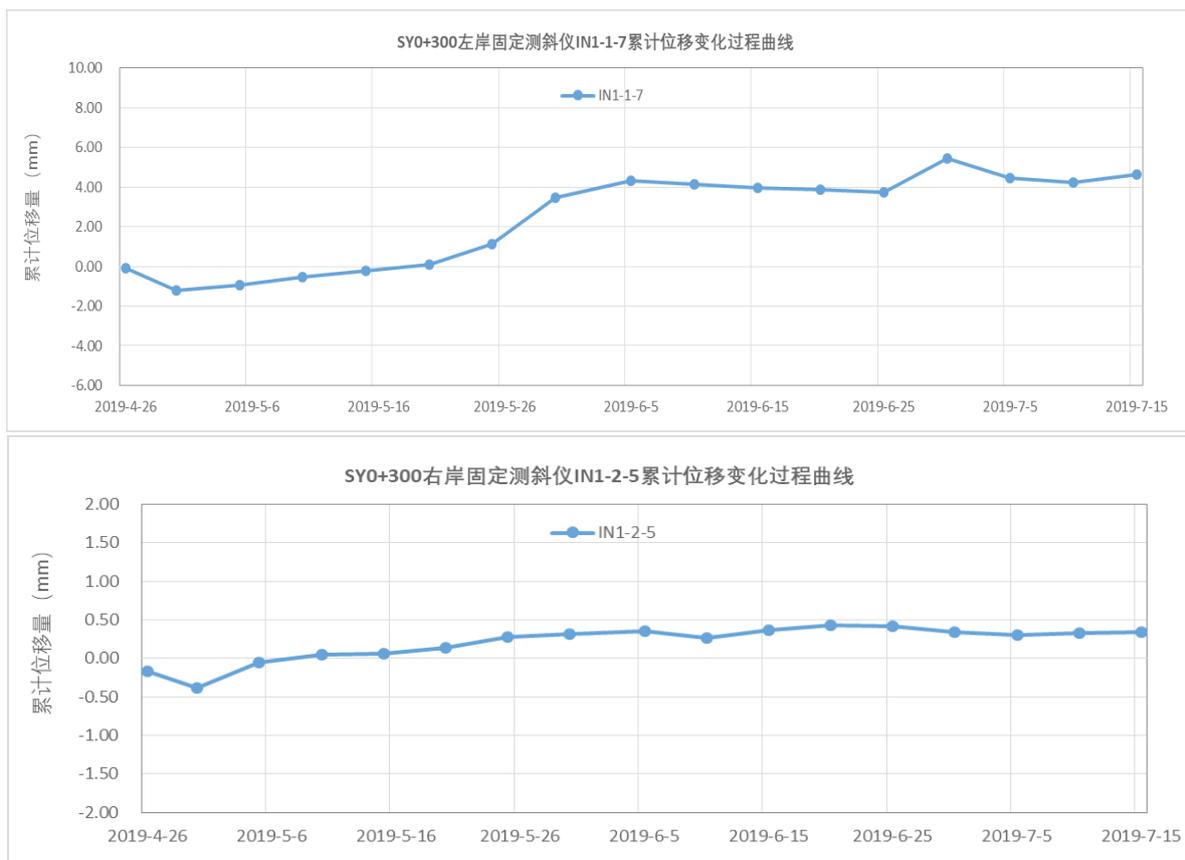


图 5 SY0+300 左右岸固定测斜仪孔口累计位移变化过程线图

表 1 潞王坟试验断面 1 微机电式固定测斜仪人工自动化数据比对表

仪器编号	测斜仪读数仪			自动化			δ	2σ	比对结果
	测值 1 (mV)	测值 2 (mV)	测值 3 (mV)	测值 1 (mV)	测值 2 (mV)	测值 3 (mV)			
IN1-1-1	-14	-14	-13.9	-13.9	-14.1	-14.1	0.2	0.26	合格
IN1-1-2	179.5	179.4	179.3	179.7	179.5	179.5	0.2	0.31	合格
IN1-1-3	615.9	616.1	615.9	616.2	616.4	616.1	0.3	0.38	合格
IN1-1-5	384.6	384.9	385.2	385.1	385.4	385.4	0.5	0.69	合格
IN1-1-6	437.3	437.2	437.2	437.5	437.3	437.3	0.2	0.26	合格
IN1-1-7	418.5	418.4	418.6	418.7	418.6	418.7	0.2	0.23	合格
IN2-1-1	-46.2	-46.1	-46	-46.4	-46.2	-46.2	0.2	0.31	合格
IN2-1-2	-61.4	-61.2	-61.6	-61.7	-61.6	-61.6	0.4	0.42	合格
IN2-1-3	-71	-70.2	-70.4	-70.9	-70.0	-70.3	0.2	1.24	合格
IN2-1-4	-46.4	-46.4	-46.3	-46.6	-46.5	-46.4	0.2	0.23	合格
IN2-1-5	-94.8	-95	-95.2	-95.1	-95.0	-95.0	0.3	0.42	合格

(下转第 123 页)

影距离来判断面相的存在。

2.2.3 车牌识别模块

社区可以通过高清摄像机对经过的车辆就行实时记录和采集处理,影响车辆识别的准确性的关键因素就是对图片的处理质量。因此,为了获取准确性高,清晰度好的车辆信息,这就需要将摄像机抓拍主机拍摄到的原始图像进行预处理,也就是要对噪声进行过滤、自动进行白处理、自动进行曝光、伽马校正、边缘进行增强、调整对比度等^[2]。安防监控系统对经过车辆车牌的定位是否正确将直接影响到后期字符的分割和识别效果,这也是决定车牌识别率的决定性因素之一。关键技术是纹理特征分析定位算法,通过对图像进行简单的预处理以后,对处理以后的灰度图行行列扫描,行扫描能够确定列方向上具有车牌线段的候选区域,再进行扫描确定每个区域具体的行列坐标、宽度和高度,从而确定车牌的区域范围,该方法能够将图像中的每一个车牌进行准确定位。此外,还需要对车牌进行字符的分割和识别处理,通过图像定位到车牌的所属区域之后,要经过灰度化、灰度拉伸、二值化、边缘化处理,对字符区域进行进一步的定位。然后,按照字符的尺寸使用动态模板法进行字符分割处理,再统一化处理字符的尺寸。分割处理后的字符在经过缩放、特征提取处理后,能够得到特征字符的表达形式,经过分类判别函数和规则再与字符数据库模板中所提供的标准字符进行比较、分析,能够识别我们输入的字符图像^[3]。最后,会将车牌识别信息以文本的形式提供给我们。

2.2.4 视频结构化

视频结构化就是自动将视频中的内容特征和属性进行

提取的一种技术手段,将视频中所包含的内容根据语义关系,对视频中的信息进行目标分割、时序分析、对象辨别等方式处理,并对目标信息进一步的分析和标记,再将收集到的信息组织成计算机和人类所能处理的文本信息。从以上数据处理的方式和流程能够看出,视频结构化也就是将监控系统中的视频、图像信息转变为计算机和人类所能理解的信息的一种媒介,并且处理后的信息还可以作为公安局的情报使用,该技术实现了视频数据转化为文本信息、情报信息。在实际的生活中,视频结构化的目标信息主要是人员信息和车辆信息。

3 结语

综上所述,传统意义上的实时监控、事后调阅为主的安防监控系统已经不能满足现代化社区的管理需求。因此,有必要借助先进的科学技术,进一步完善社区的安防监控系统,有效提升社区的智能化、现代化水平,提高社区事前和事中的应变处理、应急指挥能力,从而为社区居民和社会积极营造一个更加安全、稳定的省生活、工作环境。

参考文献

- [1] 詹秀珍.视频监控安防系统在智慧社区的设计应用[J].建筑工程技术与设计,2018(14):1121.
- [2] 王亚沛.面向智慧社区的智能视频监控系统设计与应用研究[D].杭州:浙江理工大学,2015.
- [3] 赵洪山.智慧社区信息智能采集与处理系统研究[J].科学与信息化,2021(7):16.

(上接第116页)

5 结语

研发的自动采集设备已经在几个工程中进行了实践,经过不断地改进和发展,现已比较成熟,一些难点逐渐克服并形成了自己的特色^[2]。

第一,对南水北调埋设有微机电式固定测斜仪的安全监测站内的采集设备更换为新研发的DB4000,经长期测试,采集设备稳定性良好,采集的自动化数据与人工数据比对满足《大坝安全监测自动化技术规范(DL/T5211—2005)》的技术要求。

第二,功能齐备,不仅适用于微机电式固定测斜仪的测量,也适用于其他各类传感器的测量工作,并且每个接线板可以混合接入不同类型的传感器,便于现场自动化系统配

置及集成工作的开展。

第三,该数据采集单元带有液晶屏显示及操作按键,可现场显示工作状态、控制信息、采集的观测数据^[1],还可现场设置通道参数等。同时,设有有人工观测接口使得现场操作人员随时可以进行半自动化人工测量,更加快捷方便。

参考文献

- [1] 叶慧聪,戴瑜兴,刘玉芳,等.分布式大坝安全监测数据采集系统设计[J].仪表技术与传感器,2010(5):44-46.
- [2] 龚晓南,赵荣欣,李永葆,等.测斜仪自动数据采集及处理系统的研制[J].浙江大学学报,1999(3):53-55.
- [3] 李心一.多点集中固定测斜仪的研制[D].重庆:重庆理工大学,2010.