

# 地下工程环境大气腐蚀监测系统设计\*

刘晓方 王汉功<sup>1</sup> 黄淑莉 顾海澄

(西安交通大学材料科学与工程学院 西安 710049)

(1 二炮工程学院 西安 710025)

**摘要** 根据腐蚀电化学原理,应用微机技术对地下工程环境大气的腐蚀性、温度、湿度、pH值进行监测,其测试单元具有高灵敏度、自动选择量程、自动测量等功能,控制主机通过与各测试单元进行数据通讯,控制各测试单元进行周期及随机测量,接收、贮存、处理并显示各测试点数据,并可通过扩展串口与PC机进行数据通讯,接受其控制。

**关键词** 地下工程 大气腐蚀 监测仪

**中图分类号** TG174.31 **文献标识码** A **文章编号** 1002-6495(2000)01-0051-02

## DESIGN OF ATMOSPHERE CORROSION MONITORING SYSTEM FOR UNDERGROUND ENGINEERING

LIU Xiaofang, WANG Hangong, HUANG Shuju, GU Haicheng

(College of Materials Science & Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049)

(Second Artillery Engineering College, Xi'an 710025)

**ABSTRACT** According to the principles of corrosion electrochemistry, an atmosphere corrosion monitoring system has been designed with microprocessor to monitor the corrosion rate, temperature, relative humidity and pH value for underground engineering. Its measuring unit is highly sensitive, it can automatically select suitable scale and continuously measures the data. In communication with each slave, its master can control each slave to measure in cycle or at random, and it can also receive, store, process and display the data from the units. It can transfer the measured data to personal computer for further processing and receive PC's control. The system is useful to monitor the atmosphere corrosion environment in underground engineering.

**KEY WORDS** underground engineering, atmosphere corrosion

大型综合性地下工程中,由于地下水的渗透等原因,其环境中大气相对湿度较高,并且内部安装、贮存的某些设备构件、物品的降解,挥发出腐蚀性较强的气体,使得地下工程的大气环境极具腐蚀性。因此,有必要对这些大型、结构复杂的地下工程环境大气腐蚀性以及与其密切相关的温度、湿度、pH值进行监测。

由于大型综合性地下工程结构复杂,在不同的区域其湿度及大气腐蚀性成分都有差异,仅监测一点是不够的,必须对内部环境进行多点监测,才能整

体评估。在此,基于腐蚀电化学电偶腐蚀原理所设计的腐蚀自动监测系统,能够对大型、结构复杂的地下工程环境大气的温度、湿度、pH值、腐蚀性进行多点的自动监测。

### 1. 系统组成与工作原理<sup>[1-4]</sup>

根据电偶腐蚀原理,在某一电解质溶液中两种不同的金属材料可构成腐蚀原电池,它们被短接时会有腐蚀电偶电流流过,通过检测腐蚀电流,就可评价该体系的腐蚀速率。在本系统中,利用两种不同的金属材料构成伽伐尼电池传感器,与地下工程的环境大气构成一个腐蚀体系,检测其腐蚀电偶电流,推算环境大气的腐蚀性。

根据环境温度、湿度的变化都会影响到材料的性质,检测材料性质的变化即可测知环境温度、湿度.在此选取集成温度传感器 LM134、陶瓷湿度传感器 CSK-1 型,测量环境温湿度的变化.

环境空气中的水蒸汽凝结在物体表面而形成水膜,该水膜对于材料在此环境下的破坏有很大影响,因此采用新型的离子敏感场效应晶体管传感器 (ISFET) 来检测所形成的水膜的 pH 值,为测量方便利用微型的 ISFET,其上有玻璃微小电极.

由于各个测试点相距较远,测试信号需远程传送,故而将系统设计成一个主-从式结构,通过主机与测试单元从机的通讯来传输监测数据,并控制从机的测试活动,这样设计还便于根据监测的实际情况,选取合适的测试点,扩展系统.各个测试单元的监测数据传输到主机,由主机统一组织贮存、显示,主机面板设置功能键,控制系统进行周期测量,或对任一测试点进行随机测量.

在各测试单元中,采用  $8K \times 8$  位的 27C64 作为程序存贮器,由于监测数据集中存贮于主机,因此没有外扩展数据存贮器.采用高输入阻抗的运算放大器 CA3140 构成零电阻电流计,将腐蚀电偶电流转换成电压信号.由于所设计传感器腐蚀电偶电流在  $10^{-9} \sim 5 \times 10^{-3} A$  的范围变化,下限信号较微弱,变化幅度较大,温湿度、pH 值的传感器信号则直接进行电压放大测量.为提高测试精度,在采集通道中设置了量程自动设定的硬件结构,共设置了 9 个量程. A/D 转换器采用了 12 位的 AD574. 监测数据需要由从机远程输送到系统主机,主机也需要向从机传送命令,因此在通讯串口增加信号远程传输的双线驱动器 CJ0123.

系统主机,由  $8K \times 8$  位的 27C64 作为程序存贮器,采用多片 6264 作为数据存贮器,并结合外部硬件 Watchdog 设计了掉电保护电路,以解决数据保护的问题.扩展后的存贮器为  $32K \times 8$  位,断电后数据仍然保持.MC146818 作为外部时钟,记录工作时间.显示部分采用点阵式 EA-D16025AR 液晶显示器,一次显示测试点编号、该点腐蚀电流、温湿度、pH 数值.主机面板设置周期/随机检测的切换、随机检测点的选取、检测数据显示等功能键.

系统工作由仪器内部可充电的铅酸电池提供,主机可在 220 V 市电充电状态下,引入电源滤波电路,增强抗干扰能力.应用 MAX705 作系统的 Watchdog 监控电路,使系统具有上电自动复位、人工随时复位、自动监视(掉电等)电源故障和程序跑飞自动复位等全部监控功能.系统主机管理、控制各个测试单元,并与 PC 机之间相互通讯,交流信息,其一端是本机串口与多个从机相连,另一端通过 8251A 芯片来扩展其串口与 PC 机相连,8251A 芯片接收数据线 RXD 及发送数据线 TXD 通过 MAX202 与 PC 机串口相连,这是因为 8251A 的输入、输出均为 TTL 电平,故通过 MAX202 将 TTL 电平及 RS-232C 标准电平进行转换,以使监测系统主机与 PC 机能够相连通讯.

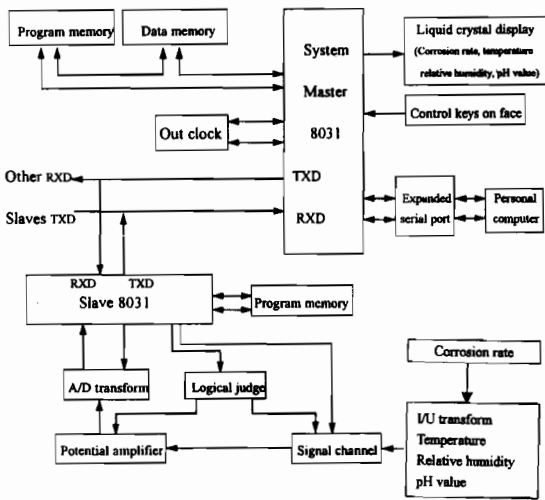


Fig. 1 Schematic diagram for the principle of monitoring system

系统主机通过扩展芯片与 PC 机相连,进行串口通讯,将测试信息传输到 PC 机,作进一步的处理,并接受 PC 机对系统的控制命令.根据这些要求,系统的组成设计如图 1 所示.

根据系统监测数据,对地下工程中各个局部区域的大气腐蚀性、温湿度、pH 值进行分析、比较、评估,并对一些超过设定指标的区域,及时采取措施,降低其腐蚀性,保护设备.

## 2 系统硬件设计

系统主机及各测试单元的核心,均采用 8031 单

## 3 系统的软件设计

### 3.1 测试单元软件设计

测试单元的软件设计主要包括以下几个方面,如工作参数设定、测试信号的选取、量程的自动设置、数据采集与运算、传感器输出的非线性修正与补偿、与主机通讯传输监测数据、接受主机控制以及对湿度传感器的定时加热清洗控制等.

### 3.2 系统主机软件设计

系统主机主要担负着控制、管理与通讯任务,因此对它的软件设计主要是系统自检、与系统从机、PC 机的通讯程序,其它还有测试数据显示、贮存、面板功能键处理、对指标超限点报警等程序.系统主机与从机数据通讯程序的流程和主机中断服务程序的流程,如图 2、3 所示.

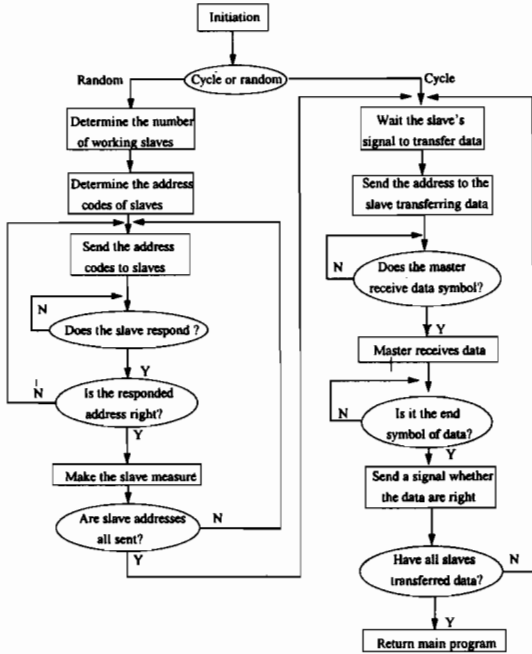


Fig.2 Program of the master communicating with measuring slave

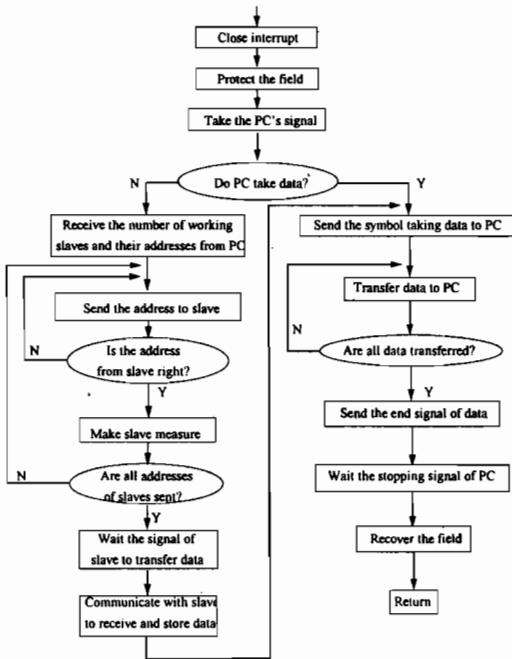


Fig.3 Program of the master communicating with personal computer

### 3.3. PC 机的软件设计

由于 PC 机的主要任务是通过外中断 INT1 向系统主机申请要求通讯,获取监测数据,对数据作进一步的处理,并可以通过系统主机对整个系统的测量运行进行控制,因此其程序主要是数据处理和与系统主机的通讯.数据处理软件包括完成打印、绘图、腐蚀的统计数据报表等工作,根据划分的时间区间作出腐蚀电偶电流对时间、温度、湿度的响应曲线,腐蚀数据报表内容包括每日、月、年各区间的累积时间、电量以及平均腐蚀电偶电流、温度、湿度及水膜 pH 值.

### 4 结束语

本监测系统应用于某一大型结构复杂的综合性地下工程,试验结果表明:系统的测试结果反映了地下工程中不同局部区域的腐蚀特征和规律.如在地下工程与外部环境的交界洞口处,其监测数据与工程其它局部区域的监测数据相比,明显受外部环境的影响.而在易挥发酸性气体的局部区域,其监测的 pH 值及腐蚀规律与其它区域有明显的不同.

(1) 本系统实现了以下主要指标:

测量电流范围:  $10^{-10} \sim 5 \times 10^{-3} \text{ A}$ , 电流量程自动设置; 零漂:  $24 \text{ h} \leq 3 \times 10^{-11} \text{ A}$ ; 湿度测量范围:  $11\% \sim 98\% \text{ RH}$ ; 温度测量范围:  $0 \sim 60^\circ\text{C}$ ; 测量温湿度精确度: 温度小于  $\pm 0.3^\circ\text{C}$ , 湿度小于  $\pm 1\% \text{ RH}$ ; pH 值测量范围:  $1 \sim 14$ .

(2) 实现了周期巡回自动监测、显示,可在无人的情况下连续工作,数据存贮量 32K.

(3) 可随机地通过系统主机或 PC 机选取任一或几个监测点进行测量、显示.

(4) 系统主-从机间通过串口通讯进行远程数据传输,监测数据存贮于系统主机,断电后数据仍然保持.主机与 PC 机间数据通讯,通过主机扩展串行口通讯完成.

### 参考文献

- [1] 郑立群. 腐蚀科学与防护技术, 1994, 6(2): 184
- [2] 许兴在. 传感器近代应用技术. 上海: 同济大学出版社, 1994
- [3] 何立民. 单片机应用文集. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1994
- [4] 胡瑞雯. 智能检测与控制系统. 西安: 西安交通大学出版社, 1991