

文章编号: 1005-0523(2005)02-0033-03

地铁迷流监控系统研究

邱荣光

(华东交通大学 电气与电子工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 分析了地铁迷流的危害及其腐蚀的原理, 提出了地铁迷流的监测方法, 并对地铁迷流监测控制系统进行了介绍, 该系统实现了数据的采集、实时显示、查询、存储、超限报警和在一定条件下向智能排流柜输出控制量等功能。

关键词: 地铁; 迷流; 监控

中图分类号: U231

文献标识码: A

1 引言

城市地铁一般采用地下隧道形式, 并采用直流牵引供电方式, 变电所把交流电变为直流电, 由馈电线送给牵引网, 电力机车从牵引网上取得电流牵引列车运行。牵引电流经由钢轨、回流线返回牵引变电所。由于钢轨、结构钢筋以及金属构件之间均有过渡电阻的存在, 必然导致对大地的泄漏电流, 即杂散电流。直流牵引系统产生的杂散电流根据过渡电阻的离散分布而具有分散无序性, 因此称之为地铁迷流。迷流的防护已经引起国内外科研和运营单位的重视。它对地下隧道结构钢筋、高架桥结构钢筋、沿线金属管线、屏蔽网等金属设施产生严重的电流腐蚀作用, 危及建筑设施的安全并可能酿成灾难性的后果。我国早期兴建的地铁系统已产生迷流腐蚀问题, 急需加以解决。目前许多大城市正在兴建或准备兴建地铁系统, 更应该在计划、设计、建设阶段全面考虑迷流问题, 并采取适当措施加以防治。

2 迷流腐蚀机理

地铁迷流对埋地金属管线和混凝土主体结构中钢筋的腐蚀在本质上是电化学腐蚀, 其发生腐蚀的机理是: 电极电位较低的金属 Fe 失去电子被氧化成 Fe^{2+} , 同时金属周围介质中电极电位较高的非金属 H^+ 或 O_2 得到电子而被还原。但迷流引起的腐蚀与钢铁在电解质中发生的自然腐蚀还是有所不同: 迷流腐蚀是由外部电源泄漏的电流作用引起的结果, 而自然腐蚀的电流是自发产生的, 且迷流在数值上要比自然腐蚀的电流大几十倍, 甚至上千倍, 故自然腐蚀进行得很慢, 一般要经过较长时间才能观察到, 迷流则由于其数值大而使金属腐蚀较快, 腐蚀速度依赖于腐蚀电流的水平 and 金属类型。地铁直流牵引供电方式所形成的迷流及其腐蚀部位如图 1 所示, 图中的 I 为牵引电流, I_1, I_2 分别为走行轨回流和泄漏的迷流。由地铁走行轨 A 处泄漏出来的迷流入土壤 B (以及主体结构) 中后产生地电场, 这样土壤和主体结构中的不同地电位之间便有电流流过, 两个不同区间的电位差越大, 电流越大。当土壤和混凝土主体结构中有金属导体 G 时, 流过两种不同介质和金属导体中的电流密度也就不同。由

收稿日期: 2004-06-10

作者简介: 邱荣光(1972-), 女, 河北秦皇岛人, 华东交通大学电气与电子工程学院讲师。

于金属导体 G 的电阻率很小,大部分迷流就沿着管道流动,并在电源附近流出汇入走行轨 F 处,再回到电源的负极.当迷流由图中的 C、D 处流出时,该部位的金属便发生电化学腐蚀而遭到破坏.

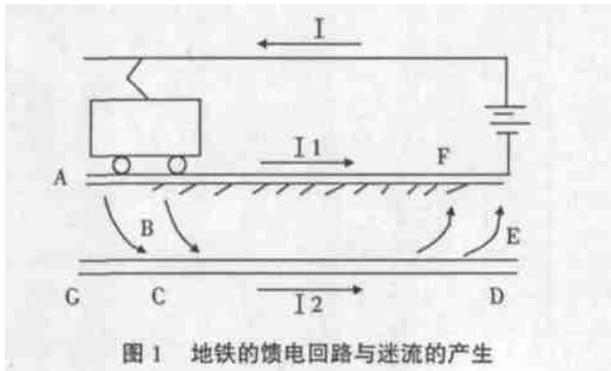


图1 地铁的馈电回路与迷流的产生

3 迷流的监测方法

迷流的监测包括两项参数的测量:

1) 结构极化电位,即结构钢筋极化电压的偏移值.根据这个值判断迷流对结构钢筋的腐蚀情况,如果极化电压正向偏移值一旦超过规定值,则启动智能排流柜进行排流.

2) 参比电极的自体电位.通过检测参比电极的自体电位,可判断参比电极工作是否正常.系统采用分散式监测方法,系统的组成如图2所示.它主要是由上位机系统和自动监测装置两部分组成.自动监测装置完成模拟量、开关量的采集和存储.如参比电极的自体电位、结构钢的极化电位等,并对它们在液晶屏幕上实时显示;当检测到结构钢极化电位超标、钢轨电压超标或接近《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》(CJJ49-92)规定时,进行超标报警;同时根据结构钢筋极化电压的情况,输出控制量向智能排流柜发布控制命令,启动排流柜进行排流.上位机主要功能是通过 RS485/232 信号转换与自动监测装置相连,通过系统软件可实时显示各种信息,可方便查询历史数据和故障记录,同时达到远程修改自动监测装置的系统时间等功能.

迷流对埋地金属结构产生腐蚀时,埋地金属结构的电位将发生变化,即金属结构发生极化,且极化程度与迷流的大小有关系.由于迷流的极化作用,使得接地零电位产生偏移,所以不能以接地作为电压测量的基准点,而采用 Mo/MoO₃ 参比电极作为迷流极化电压测量的基准.这种电极具有电压稳定、耐极化性好、内阻小等优点.

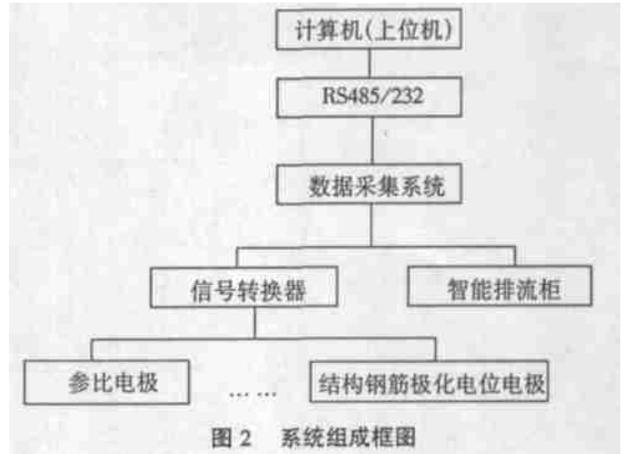


图2 系统组成框图

4 迷流监测系统功能

测量功能:

1) 实时监测钢轨对结构钢筋的电压、结构钢筋对周围混凝土介质的极化电位、结构钢筋对参比电极的电位,并在液晶屏上显示.

2) 机车停止运行时,结构钢筋对参比电极的自然本体电位.

3) 如果结构钢筋极化电压超过或接近 CJJ49-92 规定(结构钢筋极化电压正相偏移平均值不得超过 0.5V)时,进行超限报警,并启动排流柜进行排流,而在平时不进行排流.

数据处理功能:系统能将测量的数据进行处理.对连续测出的极化电位存储并求小时平均值,输出各测试点的极化电位以及随时间变化的曲线.

5 自动监测装置的硬件结构

系统的硬件结构如图3所示.SPCE061A 主机完成上位机的响应、对液晶模块的控制、对按键的响应和处理等功能;主机完成数据的采集、输出控制量对排流柜进行控制等功能.两片 SPCE061A 单片机之间采用 SPI 进行通讯.

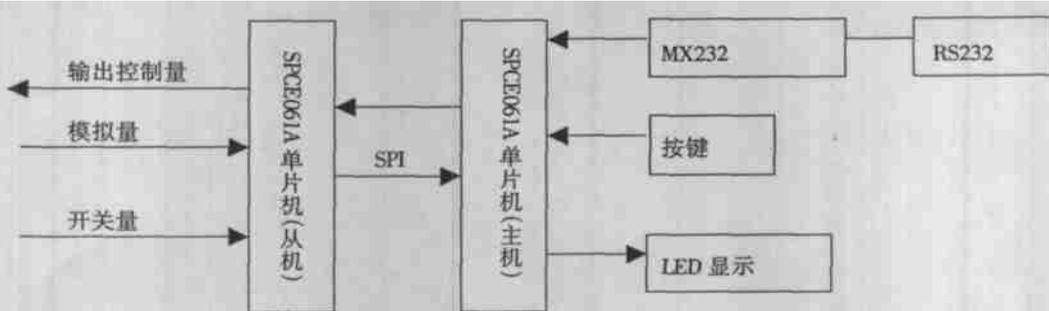


图3 系统硬件结构

6 软件的设计

本系统软件设计采用的是C和汇编混合编程实现,它采用模块化结构,由初始化模块、主控模块、液晶显示模块、SPI通讯模块、数据采集转换模块等组成,如图3所示。1)主控模块负责整个应用程序的协调工作,完成监控系统各软件模块工作的协调与控制,该模块的一个重要思想就是运行速度要尽可能快。2)初始化模块主要完成对系统初始运行各参数的设置,如将自动监测装置的工作状态设为正常状态,对系统的时间进行校正、初始化采集条件等,监控器复位后从该模块运行。3)液晶显示与打印模块主要完成钢轨对道床结构钢筋和钢轨对梁体结构钢筋的电压、道床结构钢筋和梁体结构钢筋的极化电位;机车停止运行时,结构钢筋对参比电极的自然本体电位、供电区间轨道与结构钢筋间的过渡电阻的实时显示;对监控系统历史数据的查询;对系统的各种参数值进行显示。同时能将这些结果进行显示。4)数据采集模块主要完成参比电极的自然本体电位、结构钢的极化电位等数据的采集,并对模拟量进行A/D转换等,实现与PC机的数

据通讯。5)数据处理模块负责对采集的数据进行处理,保存、计算、拟合等等。

7 结束语

通过对地铁、轻轨迷流的形成及其影响的分析,设计了一套用于地铁、轻轨迷流检测控制的实用系统,能够满足现场要求,对轨道交通沿线各种可能受到迷流影响的设施进行防护。

参考文献:

- [1] 赵煜. 广州地铁一号线杂散电流腐蚀防腐分析[J]. 腐蚀与防护, 2001, 22(8): 360-362.
- [2] 薛钧义, 张彦斌. 凌阳16位单片机原理及其应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [3] 高敬宇, 易凡. 地铁及轻轨杂散电流腐蚀的防腐措施[J]. 天津理工学院学报, 1996, 12(1): 32-36.
- [4] 马明建, 周长城. 数据采集与处理技术[M]. 西安: 西安交通大学出版社, 1994.
- [5] 周小军, 高波, 郭建国, 丁复华. 地铁区间隧道杂散电流对金属管线的腐蚀及其防护[J]. 铁道建筑, 2000(11): 22-24.
- [6] 袁涛. 单片机C高级语言程序设计及其应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.

The Monitoring and Control System for Subway Stray Current

DI Rong-guang

(School of Electrical and Electrical Eng., East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper analyses the hazards of subway stray current and describes the principles of stray current corrosion, raises a method for monitoring the stray current and describes the methods on how to design the monitoring and control system for subway stray current. This system realizes the functions such as data collecting, data realtime showing, data storage, data searching, alarming and outputting corresponding control signal to the cabinet of draining current.

Key words: subway; stray current; monitoring