

DOI:10.16031/j.cnki.issn.1003-8035.2017.02.15

矿山地质环境监测设备远程控制系统设计

蒋 凡^{1,2}, 郝文杰^{1,2}, 张晓飞^{1,2}

(1. 国土资源部地质环境监测技术实验室, 河北 保定 071051;

2. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 071051)

摘要: 设计开发了一套基于 LabVIEW 平台的矿山地质环境监测设备远程控制与数据管理信息系统。系统通过制定数据传输标准, 实现对不同监测设备的兼容与统一管理。系统内部采用数据流的设计思路, 实现对每一台监测仪器的实时远程控制与数据的实时入库, 并分析监测设备数据的变化趋势, 适时改变矿山地质环境监测设备的监测状态, 实现对监测设备基于数据变化的智能化控制。文中详细阐述了数据传输标准的编制及远程控制系统关键模块的设计方法, 最后总结了系统测试运行的优缺点。

关键词: 矿山地质环境监测; 数据传输标准; LabVIEW; 远程控制

中图分类号: TD167

文献标识码: A

文章编号: 1003-8035(2017)02-0115-06

Design of remote control system of geological environment monitoring equipment in mining areas

JIANG Fan^{1,2}, HAO Wenjie^{1,2}, ZHANG Xiaofei^{1,2}

(1. Key Laboratory of Geological Environment Monitoring Technology, Baoding, Hebei 071051, China;

2. Center for Hydrogeology and Environmental Geology Survey, Baoding, Hebei 071051, China)

Abstract: In view of the mine geological environment monitoring instruments and equipment, and using special data standards and communication transmission protocol, incompatible with each other and mine geological environment caused by the overall monitoring and control system maintenance and management difficulties of the status quo, this paper puts forward the mine geological environment monitoring data transfer standard, solve a variety of mine geological environment monitoring equipment is compatible with management. Based on LabVIEW platform designed and developed a set of mine geological environment monitoring equipment remote control and data management information system, realize the real-time monitoring data warehousing, monitoring acquisition time interval of the remote control, strengthen the unified management of the intelligent mine geological environment monitoring equipment. This paper detailed expounds the compilation of data transmission and the design method of the remote control center. NaTong coal mining area in chongqing, gansu important mining area geological environment monitoring such as test run in the project, has a certain application effect.

Keywords: mine geological environmental monitoring; data transfer standard; LabVIEW; remote control

0 引言

我国矿山数量多, 矿业开采引发的地质环境问题日益凸显, 矿山地质灾害、矿山水环境污染等地质环境问题频发^[1]。矿山地质环境监测工作受到了行业和

公众的重视与关注, 开展了大量监测预警等工作^[2]。但目前国内各研究机构、公司的矿山地质环境监测设备大多采用专用数据标准及通信传输协议, 自成体系, 难于相互兼容, 造成监测系统维护和管理困难, 且随着各种新的监测设备的投入, 仪器设备的有效管理问题

收稿日期: 2016-09-05; 修订日期: 2016-11-29

基金项目: 国家自然科学基金(41402322)

第一作者: 蒋 凡(1983-), 男, 学士, 工程师, 主要研究方向为地质环境监测技术。E-mail: jfko@qq.com

成为制约矿山地质环境监测的重要问题。

针对矿山地质环境监测现状,本文设计并实现了一套基于 LabVIEW 平台开发的矿山地质环境监测设备远程控制与数据管理信息系统。制定“矿山地质环境监测设备数据传输标准”,统一基础的通讯数据格式、传输流程及操作。开发设计远程控制系统设备管理软件,实现矿山地质环境各监测设备的远程控制与数据综合管理,提高控制系统的智能化与兼容性。

1 控制系统结构框架设计

矿山地质环境监测设备远程控制系统以数据传输标准为基础,采用公众网 GPRS 方式进行数据传输。远程控制系统做为数据的接收端,完成数据图形显示等实时功能,并将接收的数据分类存入数据库;同时做为监测设备的主机,根据接收监测数据的变化变化趋势,如监测数据的速度与加速度变化趋势,发送对矿区地下水、地形变监测设备的控制指令,进行远程设备智能化管理。控制系统结构框架见图 1。

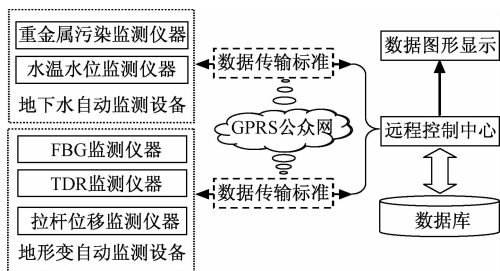


图 1 矿山地质环境监测设备控制系统框图

Fig. 1 Mine geological environment monitoring equipment control system block diagram

其中地下水自动监测设备主要含两类监测仪器,重金属污染监测仪器,主要监测锑(Sb)、砷(As)、铅(Pb)、锌(Zn)等重金属元素,水位水温做地下水常规监测;地形变自动监测设备主要包括光纤光栅裂缝位移监测(FBG监测仪器)、时域反射形变监测仪器(TDR监测仪器)和拉杆位移监测仪器等类型。其中FBG监测仪器和拉杆位移监测仪器主要做地表裂缝等形变监测,TDR监测仪器主要做钻孔内深部形变监测。通过矿区地下水和地形变等监测构建矿区地质环境关键要素立体综合监测。

本文重点为开发设计监测设备远程控制系统,前端监测设备只做基本功能介绍,以下分数据传输标准和远程控制系统设计两大部分进行详细阐述。

2 数据传输标准

矿山地质环境监测仪器研制的种类众多,且不断有新的设备投入使用,由于监测方式和监测内容的不同,各种设备的工作接口,通讯接口兼容性差,操作程序不统一。重复的工作既增加了工作量,又使得矿山监测系统内的设备操作变得繁杂。

基于 GPRS 公众网制定了“矿山地质环境监测设备数据传输标准”,应用于系统内各监测设备,使各类自动监测设备统一基础的通讯数据格式、传输流程及操作,实现系统对各类监测设备的兼容,数据与指令实现互通。数据传输标准流程与操作见图 2。

数据传输帧格式统一规定 ASCII 码字符串组成,以起始头字符串、时间、监测地区、监测点、数据段、结束符组成。数据段的内容及长度灵活规划设计,根据不同监测仪器设备,视各自实际情况而定。例如光纤光栅裂缝位移监测仪,其完整数据帧格式如下:

FBGSTART

FBGWL \t 2015-8-20 10:20:30 \t cql \t 1 \t 1523.123 \t 1545.456 \t -0.22 \t -30.12 CR/LF

.....

FBGWL \t 2015-8-20 10:20:50 \t cql \t 1 \t 1523.123 \t 1545.456 \t -0.22 \t -30.12 CR/LF

FBGEND

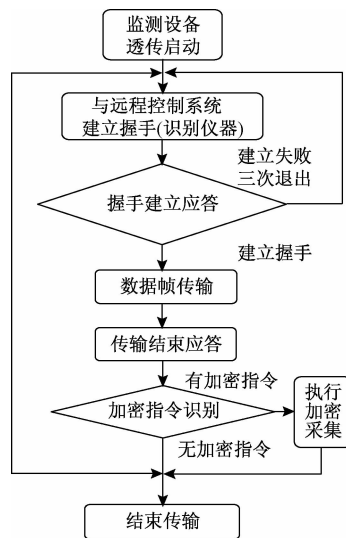


图 2 数据传输标准流程

Fig. 2 Data transmission standard process

其中,建立握手是标识监测设备与远程控制中心建立的 TCP/IP 链路数据流传输链路的一种手段,其作用是根据链接的 ID 号等信息把未知的 TCP/IP 链接

标记为已知的自动监测仪器传输设备,并同时甄别无效链接。

3 远程控制系統详细设计

控制系统以 LabVIEW 图形开发平台开发,主要完成监测设备远程控制与监测数据的综合管理,实现监测仪器远程更新数据采集时间、数据实时图形显示、自动保存与分类入数据库。

系统内部采用数据流的设计思路,对每一台接入控制系统的监测仪器进行实时远程控制,分析监测设备数据的速度与加速度变化趋势,适时改变其监测状态,如监测位移数据的速度变化变缓,则远程发送数据采集时间间隔增大的指令,减缓数据采集的频次,实现对监测设备基于数据变化的智能化控制。采用数据库连接工具将远程传输的监测数据整理、分类入数据库^[4]。内部各模块之间的数据传递采用消息广播的方式实现数据共享^[3]。远程控制系统运行见图 3。



图 3 远程控制系統连通调试运行图

Fig.3 Remote control communication system commissioning

3.1 远程控制系統结构设计

远程控制系统主要分为 7 个核心模块:TCP/IP 多连接侦听模块(TCP/IP 多连接服务器)、状态检测控制模块、数据分析处理模块、远程双向控制模块、数据库管理模块、原始数据保存等模块,超限预警模块,各模块逻辑框图见图 4。

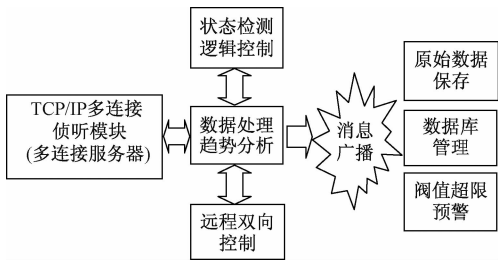


图 4 远程控制中心内部程序设计框图

Fig.4 Remote control center design diagram internal procedures

TCP/IP 多连接侦听模块以自动仪器数据传输标准为基础完成矿山地下水与地形变等自动监测仪器远程通讯连接控制;状态检测数据处理模块接收上传数据,根据数据标准协议解译数据内容,解读在线仪器类别、判读数据帧,根据帧内容做出分析判断;远程双向控制逻辑模块实现系统远程控制功能,通过监测数据流的趋势,下发按数据传输标准协议中规定指令实现远程更改监测仪器数据采集时间等功能。通过监测仪器上传的数据经过状态检测等逻辑控制后,状态监测控制模块根据设备状态监测实际情况,实时调整控制命令,监测在线设备的工作状态,整理出有效数据后,远程控制中心通过消息广播的方式把相关数据群发给相应功能模块,数据图形实时显示模块接收到消息后完成绘图显示功能;原始数据自动保存模块接收到消息后完成数据保存;数据分类入库模块完成控制中心与数据库连接,实现数据的入库工作;同时超限预警模块根据预先设定的阈值对实时数据进行判断,超临界值后发出预警提示。

3.2 TCP/IP 多连接侦听模块

TCP/IP 多连接侦听模块为远程控制系统的模块,其设计的优劣直接影响到自动监测设备连接控制系统的稳定性与可靠性,系统设计中采用双循环冗余设计,利用队列消息传递的方式保证 GPRS 连接点的真实性与数据链路的稳定性,设计最大同时通讯 100 台自动监测仪器同时在线,并能甄别出无效连接,数据无丢失,程序设计见图 5。

3.3 数据库连接管理模块

控制系统中数据库连接使用的是 LabVIEW 中的自带的数据库连接工具包(Database Connectivity Toolkit),其主要的特点是经过优化并且访问数据库的速度快。

数据库管理连接建立分三步,首先建立数据库,在控制系统安装的服务器程序中运行 SQL Server 的企业管理器,在控制台根目录下建立矿山监测数据库,设置相应的数据表内容^[5]。第二步创建数据源,打开服务器控制面板里面的管理工具,在里面找到数据源 ODBC,打开在里面添加数据库连接名即可,注意服务器的选择为之前建立 SQL Server 的矿山监测数据库。第三步在 Database Connectivity Toolkit 中建立一个 UDL 文件,使用的数据源名称就是之前建立的数据源,测试连接,检查是否成功连接,完成后它就是访问数据库时的路径,采用数据库通用连接读写 VI 实现数据的互通^[6]。数据库读写连接 VI 程序设计见图 6,实现了矿山地质环境监设备与数据库的连接。

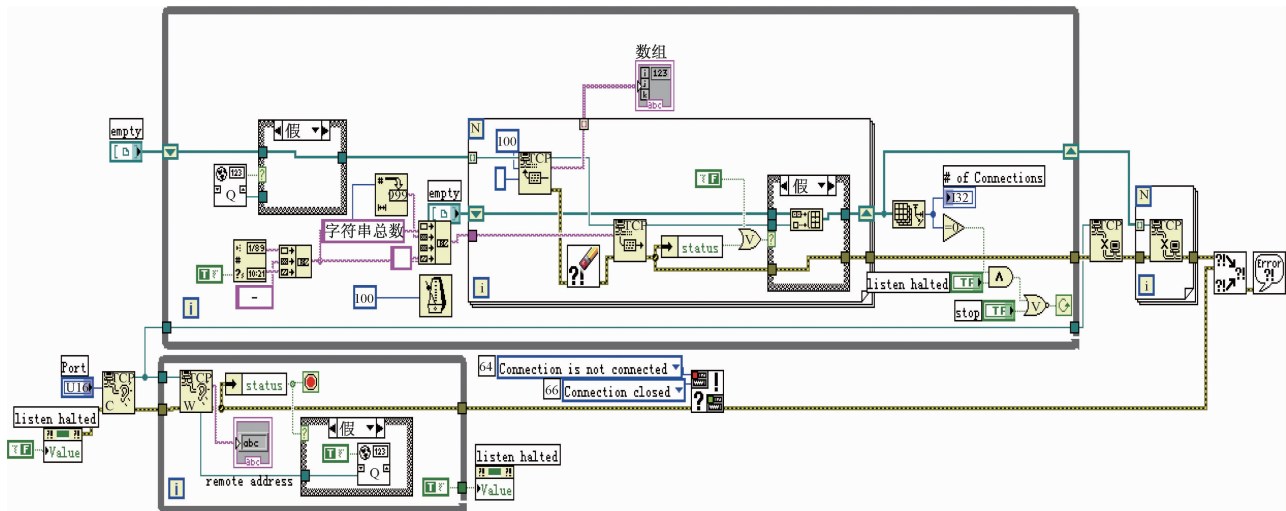


图 5 TCP/IP 多连接侦听模块的关键程序设计

Fig.5 TCP/IP connection to listen to the key programming module

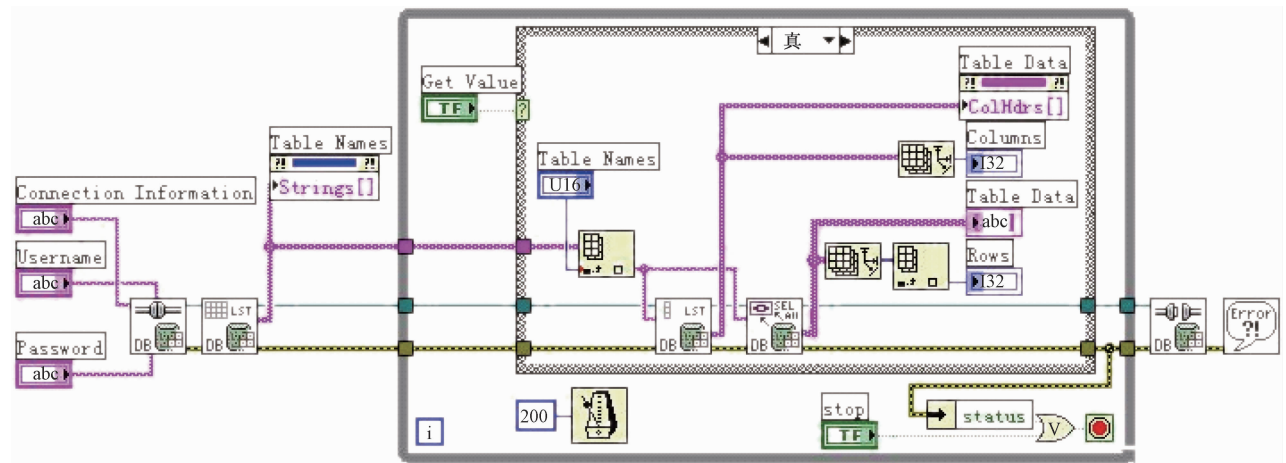


图 6 数据库连接 VI

Fig.6 The database connection VI

3.4 大数据内部共享机制

同步技术为远程控制中心内部大数据共享机制的核心,其用于多个并行任务之间的同步和通信。LabVIEW 包含的同步技术有通知、队列、集合等子 VI,在本设计中远程控制中心采用“通知器”实现数据的共享,通过通知器操作函数,可以实现一段程序框图在收到来自于其他程序框图或 VI 的通知消息前保持等待状态,而通知消息可以是任何类型的数据,因此通过通知器可以实现不同程序框图或 VI 之间的数据传递,同时也避免了无休止的循环检测和检测周期过快或过慢导致的数据重复或丢失,减少服务器资源的浪费,其设计原理示意图见图 7。

远程控制中心监控仪器设备的核心为 TCP/IP 多连接侦听,同时服务器内部 TCP/IP 多连接侦听模块

始终占据资源,处于时刻待命状态,同时等待各监测设备的数据传输,一旦有监测设备发出建立 TCP/IP 链接申请,通道建立成功后,资源紧张,程序处于连续无休止的循环检测状态,如果不采用并发等模式的设计方法,势必影响数据的高效接收,而这时利用 LabVIEW 开发平台特有的同步技术,利用“通知器”等操作函数即可建立类似消息广播的大数据内部共享机制,例如,某个监测仪器与远程控制系统建立了 TCP/IP 通讯链路,按照传输协议发出了数据,此时“通知器”即刻启动,将链路中的数据同时通知广播到数据识别、监测仪器识别、数据保存、数据入库、指令控制等模块,各模块共享数据,独立运行,这样在合理利用服务器资源的情况下,最大限度保证 TCP/IP 侦听模块连续工作,进而保证多台监测设备同时与远程控制系统

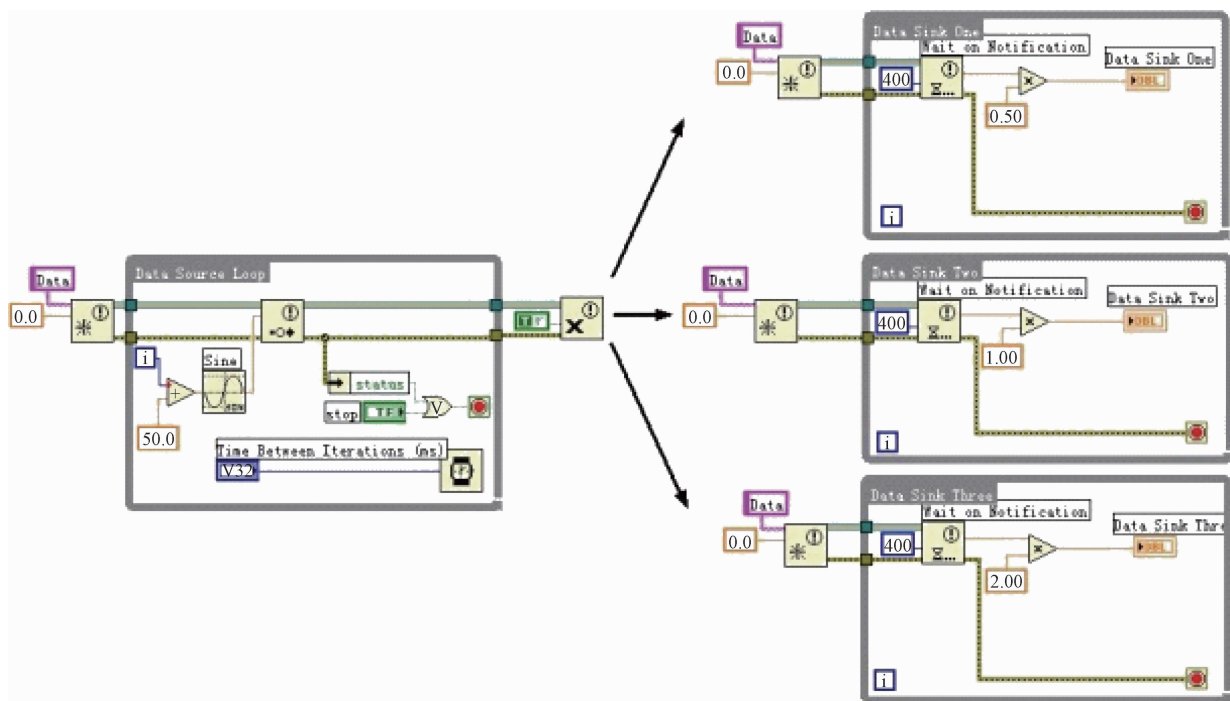


Fig.7 Notify sub VI principle of synchronous technology schematic

3.5 自动传输设备远程双向控制

其远程双向控制设计分为三个部分:用户控制模块,传输协议下发,仪器执行。目前用户控制模块设计实现三个选项,监测仪器类别 ID,监测采集频率,执行状态按钮,通过用户自主设定某台监测设备以某个采样周期执行采集,远程控制中心识别命令,按照传输协议在监测设备与远程控制系统建立通讯链接时下发用户设定的对应设备的采样周期,并返回设置成果与否标志,如无错误发生,在仪器下次监测时执行用户下发命令,进而实现自动监测设备的远程双向控制。

4 结语

能实现特定管理用户的在线远程监控,实现对指定监测设备采集时间更改等远程管理。具有如下优点:

(1)建立了基于 TCP/IP 连接方式的实时唯一的通讯链路,接收数据及指令,便于与仪器设备寻址与控制;

(2)实现了多自动传输设备的数据管理与设备管理;

(3)建立数据高效入库,实现了监测设备数据直接入库功能;

(4)内部采用特有的消息广播机制,保证内部运行的独立与高效,避免多设备同时传输时数据堵塞情况的发生。

缺点:由于 LabVIEW 的最小运行时间间隔为毫秒,并且多线程并行运行,其时间效应比较差,存在并行数据量大时接收数据延迟与漏项。下一步寻求进一步优化程序设计,尽可能的少占有系统资源,实现远程控制系统的时效性。

远程控制系统已在重庆南桐煤矿区、甘肃重要矿区地质环境监测项目中连续测试运行,测试表明,该设计方案建立起了远程控制系统与监测设备的有序连接与远程控制,实现了多种监测设备的统一管理,监测采集时间间隔根据数据变化趋势实现灵活控制,加强和改进矿山地质环境监测设备的智能化管理,提高了系

统对监测设备的兼容性,取得了较好的实际应用效果。

参考文献:

- [1] 胡屿,刘勇,李丙霞,等. 层次分析法在矿山地质环境影响评价中的应用[J]. 资源环境与工程, 2015, 29(4): 468.
HU Yu, LIU Yong, LI Bingxia, et al. The analytic hierarchy process in the application of the mine geological environment impact assessment [J]. Journal of Resources and Environment and Engineering, 2015, 29 (4) : 468.
- [2] 孙伟,王议,张志鹏,等. 矿山地质环境监测对象及要素研究[J]. 中国矿业, 2014, 23(7): 57 - 58.
SUN Wei, WANG Yi, ZHANG Zhipeng, et al. Mine geological environment monitoring and other objects and features [J]. Chinese Mining, 2014, 23 (7) : 57 - 58.
- [3] 熊伟丽,汤斌斌,陈敏芳,等. 基于 LabVIEW 和 Web 技术的水处理在线监控系统[J]. 自动化仪表, 2012, 33(8): 41 - 44.
XIONG Weili, TANG Binbin, CHEN Minfang, et al. water-line monitoring system based on LabVIEW and Web technology [J]. Process Automation Instrumentation, 2012, 33 (8) : 41 - 44.
- [4] 杨乐平,等. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
YANG Leping, et al. LabVIEW program design and application of [M] Beijing: Electronic Industry Press, 2001.
- [5] 刘馨蕊,赵鸿迪,马洪滨,等. 金属矿山地理信息管理系统数据库建设[J]. 金属矿山, 2010(2): 70 - 75.
LIU Xinrui, ZHAO Hongdi, MA Hongbin, et al. Metal mine geographic information management system database construction [J] Metal Mines, 2010 (2) : 70 - 75.
- [6] 周巍,杨小品. LabVIEW 访问 SQL Server 数据库的方法研究[J]. 工业控制计算机, 2007, 20(1): 56 - 57.
ZHOU Wei, YANG Xiaopin. LabVIEW method to access SQL Server databases [J]. Industrial Control Computer, 2007, 20(1): 56 - 57.
- [7] 任涛,丁鸿弼,蒋凡. 矿山地质环境监测预警信息系统中数据库的设计与功能分析[J]. 中国地质灾害与防治学报. 2013, 24(2): 98 - 99.
REN Tao, DING Hongbi, JIANG Fan. Database design and function analysis of mine geological environment monitoring and early warning information system [J]. Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 2013, 24 (2) : 98 - 99.

(上接第 14 页)

- [5] 中国科学院成都地理研究所. 泥石流论文集[M]. 科学技术文献出版社重庆分社, 1981.
Chengdu Institute of geography, Chinese Academy of Sciences . A collection of debris flow [M]. Chongqing Branch of Science and Technology Literature Press, 1981.
- [6] 李昭淑. 陕西潼关金矿 94 人工泥石流灾害研究[J]. 灾害学, 1995, 10(3): 51 - 56.
LI Zhaoshu. Research on man-made debris flow of gold mine in 1994, TongGuan country , Shanxi Province [J]. Journal of Catastrophology, 1995, 10(3): 51 - 56.
- [7] Abancó C, Hürlimann M. Estimate of the debris-flow entrainment using field and topographical data [J]. Natural Hazards, 2014, 71(1): 363 - 383.
- [8] Meyer N K, Schwanghart W, Korup O, et al. Estimating the topographic predictability of debris flows [J]. Geomorphology, 2014, 207(3): 114 - 125.
- [9] Hu W, Dong X J, Xu Q, et al. Initiation processes for run-off generated debris flows in the Wenchuan earthquake area of China [J]. Geomorphology, 2015.
- [10] Huene R V, Bourgois J, Miller J, et al. A large tsunamogenic landslide and debris flow along the Peru trench [J]. Journal of Geophysical Research Atmospheres, 1989, 94(B2) : 170 - 171.
- [11] Yoon J. Application of experimental design and optimization to PFC model calibration in uniaxial compression simulation [J]. International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences, 2007, 44(6): 871 - 889.
- [12] 胡明鉴, 汪稔, 陈中学, 等. 泥石流启动过程 PFC 数值模拟[J]. 岩土力学, 2010, 31(S1): 394 - 397.
HU Mingjian, WANG Ren, CHEN Zhongxue, et al. Initiation process simulation of debris deposit based on particle flow code [J]. Rock and Soil Mechanics, 2010, 31(S1) : 394 - 397.