

文章编号:1672-9331(2019)01-0058-08

基于 MySQL 数据库的公路隧道围岩云分级系统

柳厚祥, 蒋婷婷, 李易承

(长沙理工大学 土木工程学院, 湖南 长沙 410114)

摘 要: 为了改善公路隧道围岩云分级系统中传统的数据管理方法, 将 MySQL 数据库引入到云分级系统的设计中。该系统采用关系型数据库, 运用 E-R 模型进行概念结构设计, 具体描述了 4 个实体以及实体间的一对一、一对多等关系, 进而在 Wamp 这个集成开发环境中能够实现 MySQL 数据库的储存、修改和删除等功能, 并利用 PHP 技术方便快捷地建立了动态交互的 Web 系统, 实现了利用 Web 浏览器访问 MySQL 数据库。结合实例用 MySQL 数据库实现了公路隧道围岩云分级系统的数据管理, 以及能够通过 Web 网页快速查询数据库中的基本信息、围岩级别和施工方法等。实例表明, MySQL 作为数据的管理和传输手段, 在公路隧道围岩云分级系统数据管理中取得了良好的效果, 加快了云分级系统开发的速度, 印证了 MySQL 数据库是公路隧道围岩云分级系统开发的基础和保障。

关键词: 公路隧道; 围岩分级; MySQL 数据库; PHP 语言; 云分级系统; Web 服务器

中图分类号: U452.1⁺2

文献标识码: A

Highway tunnel surrounding rock cloud grading system based on MySQL database

LIU Hou-xiang, JIANG Ting-ting, LI Yi-cheng

(School of Civil Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410114, China)

Abstract: To improve the traditional data management method of surrounding rock cloud classification system of highway tunnels, the MySQL is introduces database into the design of the cloud grading system. The system uses a relational database, E-R model to design conceptual structure, and describes four specific entities and one-to-one, one-to-many relationship between entities. So that it is realized to store, modify and delete MySQL database in the integrated development environment of Wamp, and convenient to use PHP technology to establish a dynamic interactive Web system, and implemented using a Web browser to access the MySQL database. With an example, this paper achieved using MySQL database to manage the data of surrounding rock cloud classification system of highway tunnels and quering related information, surrounding rock level and construction methods quickly through Web pages. The example shows that using MySQL to manage and transport data has achieved good results in the data management in the surrounding rock cloud classification system of highway tunnels, accelerated the development of cloud classification system,

收稿日期: 2018-10-24

基金项目: 湖南省交通科研项目(201331); 土木工程优势特色重点学科创新性基金项目资助(17ZDXK01)

通讯作者: 柳厚祥(1965—), 男, 湖南邵阳人, 长沙理工大学教授, 博士, 主要从事隧道与地下结构设计理论与方法等方面的研究。E-mail: liuhoux1@163.com

and verified that MySQL database is the foundation and guarantee for the development of surrounding rock cloud classification system of highway tunnels.

Key words: highway tunnel; surrounding rock classification; MySQL database; PHP language; cloud grading system; Web server

我国大部分地区以山地为主,高速公路建设通常会遇到高山的阻碍,挖隧道筑桥是保证公路连续且快捷的必要手段。在隧道勘测设计阶段,隧道围岩分级常常比较粗糙,而在隧道施工阶段又没有建立一套相对完善的围岩分级方法,导致在公路隧道施工中,由于围岩条件判断错误或者发生变化而产生的工程变更日益增加^[1]。在施工阶段,围岩分级遇到的问题主要是如何找到一种准确、快捷的围岩分级方法。国内岩体分级的主要方法有《工程岩体分级标准》、Q 系统以及 RMR 分级。近年来,我国在隧道围岩分级研究领域有较大的发展,陈安凡等^[2]建立了围岩分级专家系统。李汪石等^[3,4]以深度学习 ResNet 模型为基础,开发了公路隧道围岩云分级系统,为隧道围岩准确快速分级提供了一种新的方法。

公路隧道围岩云分级系统在运行过程中会产生围岩分级主要指标和各种围岩分级结果,每个用户使用云分级系统所产生的数据代表着一个工程实例,对其进行数据储存,以便将来出现类似的工程时能够进行对比分析,并快速地得出相应的围岩级别以及适合的施工方法。对其进行数据处理是为了能够智能化地查询和以网页的形式输出最终结果。由此可见,对数据的储存和处理尤为重要。而 MySQL 数据库是公路隧道围岩云分级系统开发的基础和保障。

1 数据库实现环境

本研究在 Wamp 集成开发环境下使用数据库管理软件 Navicat 对数据库进行管理操作,MySQL 数据库是开放源码的关系型数据库,使用标准化语言 SQL 来管理、检查、维护数据库。由于其优异的性能,可以和 PHP 形成一个良好的环境^[5-8]。

通过使用 PHP 访问数据库来实现动态的查询网页界面。PHP 是超文本预处理语言,是一种跨平台、嵌入式的服务器端执行的开源脚本语言,

融合了诸如 C++、Java 和 Perl 的语法体系。PHP 能够在编译完程序后实现加密和对其进行优化,从而提高程序的运行效率^[9,10]。

2 数据库设计

2.1 数据建模

本系统采用关系型数据库,只有严格按照数据库规范化的关系模式才能避免出现数据异常,从而保证数据库的良好性能。本系统采用的数据库便是遵循这一原理,运用 E-R 模型进行概念设计^[11]。E-R 模型即实体-关系模型,就是从现实中抽出实体及实体之间的相互关系。图 1 为系统 E-R 模型图。

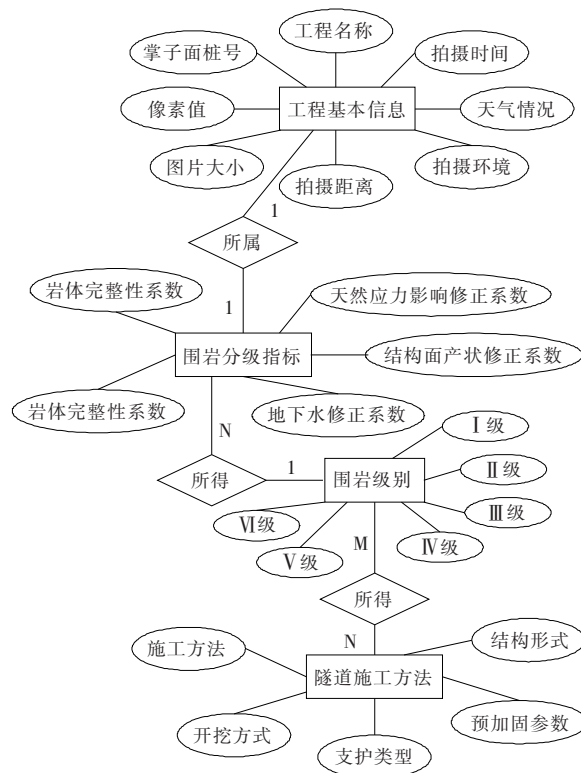


图 1 系统 E-R 模型图

Fig. 1 System E-R model diag

2.2 数据表设计

数据库系统需要建立大量的数据表格,现以围岩分级指标数据表为例,阐述数据字典的设计。围岩指标数据见表 1。

表1 围岩指标数据表

Table 1 Surrounding rock indicator data sheet

字段名	字段备注	字段类型	字段宽度	默认	是否主键
id	编号	int	11	NOT NULL	是
zzmzh	掌子面桩号	varchar	255	NULL	
dzky	单轴抗压强度	tinyint	4	NULL	
ytwzx	岩体完整性系数	decimal	10	NULL	
dxsz	地下水修正系数	decimal	10	NULL	
jgmcz	结构面产状修正系数	decimal	10	NULL	
tryl	天然应力影响修正系数	decimal	10	NULL	
bt	BT 值	decimal	10	NULL	
wydj	围岩等级	char	10	NULL	

3 MySQL 数据库的实现

3.1 登录 MySQL 数据库

通过某种客户应用程序与数据库服务器进行通信,可以登录到 MySQL 数据库进而对数据库进行创建表、添加、删除记录以及查询数据库信息等操作,有许多种方式和应用程序可以完成这一功能。

因为 MySQL 客户端严格来说是一种命令工具,若使用 ISP 或 Web 主机的服务器,则可能会出现无法使用的情况。为避免这一情况,可以改用如下方式:用 TELNET 或 SSH 连到远程服务器,再使用 MySQL。安装好 MySQL 软件后,先从 bin 目录里执行 winmysqladmin.exe,然后输入用户名和密码,在服务器程序启动之后再从 bin 目录里执行 mysql.exe。如果这些都不能工作,那么还可以选择其他方式,下载 Wamp 集成开发环境和软件 Navicat,在这个集成开发环境中使用数据库管理软件 Navicat 对数据库进行管理操作。具体操作为:打开 Navicat,显示登录界面如图 2 所示。

然后自定义连接名并通过用户名 root 和对应密码来登录,成功登录进入后,数据库和表显示在界面的左侧栏,功能菜单栏在界面的上侧。

3.2 创建数据库和数据表

在 MySQL 中建立数据库,本系统数据库是在 Wamp 集成开发环境中利用 Navicat 建立起来的。这里以名为 rock 的数据库为例:在 Navicat 左侧栏中选中 mysql 单击右键创建新的数据库并

命名为 rock。操作过程如图 3 所示。如若因为其他原因需要删除这个数据库,则可以选中并单击右键进行删除。

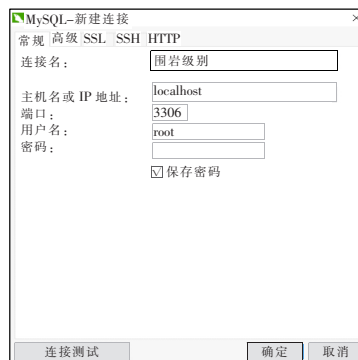


图2 MySQL 数据库登录界面

Fig. 2 MySQL database login interface



图3 建立数据库界面

Fig. 3 Build database interface

建立好数据库之后,就可以在刚建的数据库中添加表,填写相应的字段名并保存,则生成了新的数据表并命名为 data。其结果显示如图 4 所示。同样,如若需要删除表,则是单击右键删除。

如果想要插入或删除某个字段名,可以在栏位右上方的工具栏处选择插入栏位或删除栏位。

名	类型	长度	小数点	不是 null	主键	上移	下移
id	int	11	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
zzmzh	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
dzky	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
ytwzx	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
dxszx	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
jgmcz	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
tryl	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
bt	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
wydj	varchar	255	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

图 4 数据表结构

Fig. 4 Data table structure

通过以上操作步骤,一个名为 rock 的 MySQL 数据库就已初步具有一定的规模。但是,除了建立数据库外,还需要对其进行完善,而数据储存和备份是数据库最常用的功能。

3.3 数据储存

在 Navicat 中常用的数据储存方法一般有两种:一种是手动输入数据,需要使用 SQL 语句。在 SQL 语言中,插入数据是通过“insert”语句来实现的,其基本语法为:insert into table (columnA, columnB, columnC) values ('value1', 'value2', [NULL]),该语法要求 values 列表中必须包含表里的每一列。在这个列表里,每个值之间用逗号分隔。当使用的是字符、日期和时间数据类型的值时,则需要用单引号包围,而数值或 NULL 值则不需要。另一种方法是把要储存的数据以某种格式导入到数据库中。具体的操作流程以 rock 数据库为例。将数据填写到 excel 表格中以 2003 版本储存,在 Navicat 中的 rock 数据库里选中 data 表并单击右键选择导入向导,以低版本的 excel 文件格式导入到 sheet1 源表中,设置对应指定的源栏位和目的栏位之间的对应关系,最终把数据储存到名为 rock 数据库中。结果显示如图 5 所示。

3.4 数据库备份

用户在使用数据库时会存在不可预见的错误操作(如误删了不该删的数据等)以及突如其来的一些自然灾害,诸如地震、火灾、病毒和盗窃等,为防患于未然,用户需要对数据库采用周期性备份。

根据数据的更改频率和用户能够允许丢失多少数据,可以确定备份周期。一般情况下在备份过程中是允许操作数据库的,为了避免操作导致备份出现问题,应当在数据库操作时间少的时间段来进行数据备份。

id	zzmzh	dzky	ytwzx	dxszx	jgmcz	tryl	bt	wydj
1	ZK13+835	45	0.025	0.1	0.5	0.1	0.456	III
2	ZK13+724	45	0.011	0.25	0.8	0.4	0.325	V
3	ZK09+971	45	0.0102	0.25	0.6	0.2	0.267	IV
4	ZK09+075	45	0.024	0.1	0.5	0.1	0.432	III
5	ZK07+808	60	0.023	0	0.2	0.3	0.425	IV
6	ZK07+900	12	0.0027	0.5	0.3	0.2	0.261	V
7	ZK10+502	30	0.013	0.25	0.5	0.1	0.243	V
8	ZK10+507	29	0.014	0.25	0.2	0.1	0.252	V
9	YK10+503	68	0.023	0	0.4	0.1	0.416	III
10	YK10+525	53	0.015	0.1	0.6	0.4	0.378	III
11	YK10+568	45	0.021	0.1	0.1	0.2	0.369	III
12	YK10+570	53	0.024	0.1	0.2	0.1	0.367	III
13	YK10+556	45	0.014	0.25	0.3	0.3	0.271	IV
14	YK10+562	56	0.013	0.1	0.2	0.2	0.346	IV
15	YK10+568	55	0.001	0.28	0.2	0.2	0.291	IV
16	YK10+158	45	0.012	0.25	0.5	0.1	0.295	IV
17	YK10+185	40	0.014	0.25	0.8	0.3	0.262	V
18	ZK9+795	45	0.014	0.1	0.4	0.4	0.295	IV
19	YK10+166	45	0.013	0.25	0.7	0.2	0.368	IV
20	YK9+801	55	0.014	0.1	0.2	0.2	0.352	IV
21	YK10+150	55	0.013	0.1	0.1	0.1	0.355	IV
22	YK9+818	55	0.014	0.1	0.1	0.3	0.281	IV

图 5 数据储存

Fig. 5 Data storage

MySQL 内部包含一个 mysqldump 的实用程序,可以将整个数据库和数据库中的表单独备份到一个文本文件中。Mysql_dump 命令能够以 SQL 语句的方式导出整个数据库到一个.sql 文本文件中。数据库的每次备份产生的变化都会更新日志文件,当要将数据库完整地备份下来时,同时也需要备份好全部的日志文件。Mysql_dump 命令格式为:Mysql_dump[options]<数据库名>[<表名>]。命令中表名可以不填,当没有给定表名时,则默认备份整个数据库。

另一种备份方法是在 Navicat 选中需要备份的数据库或者数据库中的表,单击右键,选择转存 SQL 文件中的结构和数据。以 rock 数据库中的表 data 为例进行说明,在 Navicat 中打开 rock 数据库中的表 data,选中 data 单击右键进行备份(如图 6 所示),最终保存到名为 data.sql 的文件中。

3.5 PHP 访问 MySQL 数据库

MySQL 数据库主要储存着云分级系统运行过程中所产生的数据,通过使用 PHP 访问数据库并实现动态的查询网页界面。PHP 是专门为 Web 环境设计的服务器端嵌入式脚本语言,在动态交互式 Web 环境中,Web 服务器端运行由

PHP 语言执行,这种技术可以完美地应用到互联网开发应用程序中,与客户端脚本技术结合能得到功能强大的动态网页^[12]。

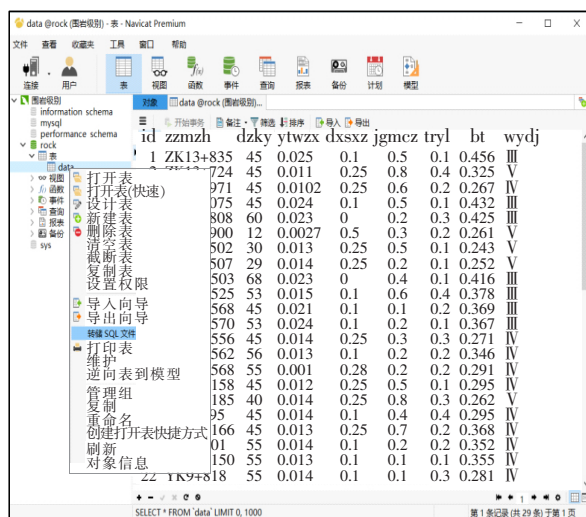


图6 备份 data 表

Fig. 6 Backup data table

PHP 应用程序的建立相当于一个 PHP 脚本文件的建立。通过对文件中的 PHP 语言进行处理,然后 Web 服务器才会将输出的信息传到客户端中。如果不支持 PHP 语言,客户端会发出 HTTP 请求访问,则 Web 服务器接收到请求后会做出判断:是否需要向数据库发出查询请求。若要执行则生成 SQL 查询指令发送到数据库服务器,然后进行数据库、表的操作,输出查询结果的数据。Web 服务器接收后用其生成标准的 HTML 页面,然后访问请求者会接收到结果数据页面。若服务器支持 PHP,则会在对 PHP 文件的请求作出响应时,先将 PHP 文件内标准的 HTML 编码直接送到浏览器上,内嵌 PHP 程序由 Web 服务器解释执行。其工作流程如图 7 所示,其中,PHP 预处理器(PHP Preprocessor)是将 PHP 代码解释为文本信息,如解释为 HTML 代码。

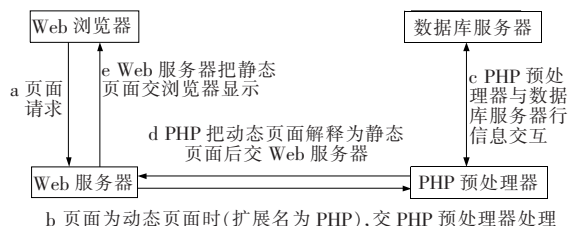


图7 PHP 脚本工作流程

Fig. 7 PHP script workflow

4 应用实例

那丘隧道在湖南湘西永顺县境内,隧道左线长 2 875 m,右线长 2 860 m。它所处位置为岩溶发育区,沿线的地形地貌属于山地丘陵地带,且附近河流较多,隧道总体标高在 400~600 m,隧道最大埋深为 180 m。开发团队采集所有掌子面图片来自湖南湘西永吉高速沿途隧道(如那丘、六月田、务西作、罗依溪、白尖山和狮子庵隧道)和张桑高速麻栗垭、白龙庵、黄香湾隧道。本研究将以那丘隧道掌子面图片为例进行解释说明。

公路隧道围岩云分级系统是基于 MATLAB 软件中的 GUI 界面并利用 C++ 语言编译而成,它具有方便快捷、操作简便的优点。在实际操作中,其主要步骤如图 8 所示。

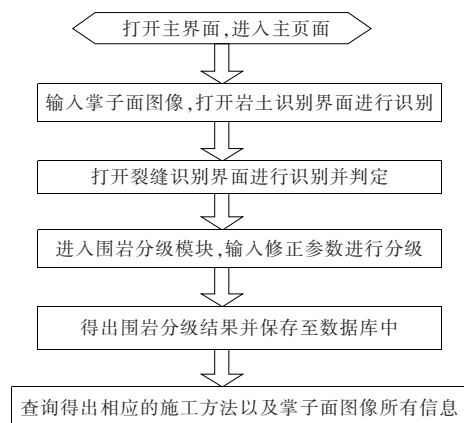


图8 系统操作主要步骤

Fig. 8 System software structure

4.1 系统主界面

系统采用 Windows 标准实况界面,主要由菜单栏、工具栏、显示区和状态栏组成。菜单栏包括文件、编辑、图像、工程、因素编辑、方式选择和帮助 7 个选项。启动系统后得到如图 9 所示的界面,点击菜单栏中的“新建工程资料”得到如图 9 所示的对话框。点击打开图片,选择用手机拍摄的掌子面图片便会显示在如下选框内。点击【深度处理】,处理结果会显示在右上方深度处理结果框内,结果为第【1—8】种。

4.2 模块化显示

岩土识别工具箱窗口显示掌子面图片的黏土、黑灰岩、石灰岩、泥质灰岩和其他种类,工具栏

包括打开图片、图片另存为和一键成份识别三个功能,在点击一键成份识别后将在文本框显示各成份的比例(如图 10 所示)。裂隙识别工具箱可以显示裂隙识别过程,包括阈值确定、裂隙定位和裂隙计算。选项卡包括载入图像文件、裂隙识别、对比度增强、二值化图像滤波、裂隙标记以及参数显示并保存功能(如图 11 所示)。

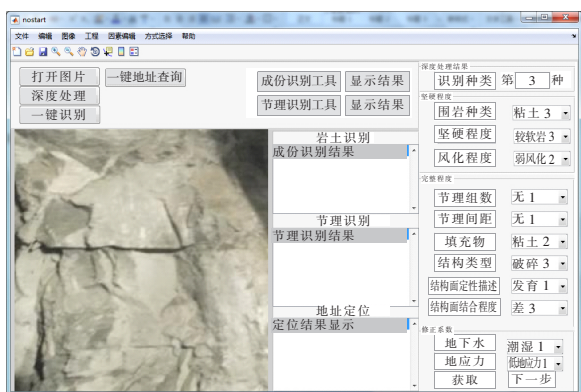


图 9 系统初始界面

Fig. 9 System initial interface



图 10 岩土识别界面

Fig. 10 Geotechnical identification interface

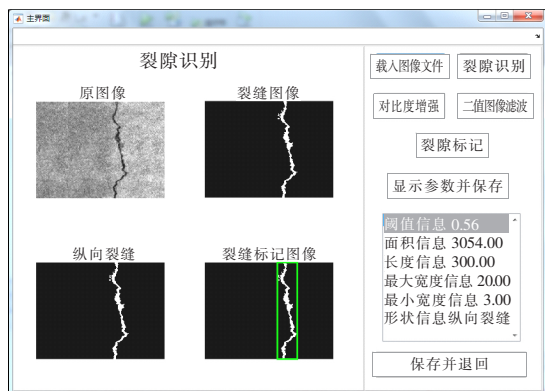


图 11 裂隙识别界面

Fig. 11 Fracture identification interface

4.3 围岩分级模块

围岩分级模块是掌子面图片、参数和分级结果的综合显示,用户在该页面能够保存、上传分级结果。若是对该分级结果不满意,点击【传统分级】能够跳入选择 BQ、Q、RMR 分级页面进行手动分级。手动分级模块包含编号、掌子面桩号以及围岩分级各细节选项,能够获得精确的围岩分级结果,具体如图 12 所示。围岩分级参数显示图中,1 区域显示深度学习结果,2 区域显示围岩种类和岩石坚硬程度,3 区域显示岩石完整程度,4 区域显示修正系数和云分级进程。

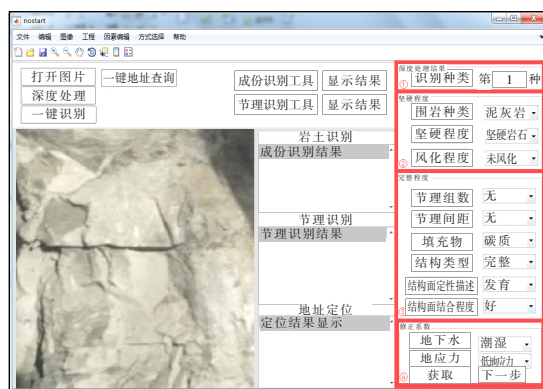


图 12 围岩分级模块

Fig. 12 Surrounding rock classification module

4.4 结果及查询模块

掌子面图片对应的围岩级别以及应使用的施工方法这一结果查询是通过对基本信息表中的几个条件得到的。它既可以按照掌子面桩号来查询,也可以按照工程名称、围岩分级基本参数中的任意两个和围岩级别这几个条件组合查询。该模块主要是运用 PHP 技术将数据库和 Web 浏览器连接起来实现的。其各种方法查询结果如图 13 所示。

4.5 数据库维护模块

通过数据库维护模块可以对数据库中的所有表进行查询,还能对数据库中除基本信息表以外的表进行插入、删除、修改操作。除此之外,还可以把这些表以 sql 文件形式导出数据库。对于基本信息表的查询,提供分页查询和条件查询两种方式,通过建立索引能够提高其查询速度。此外,当数据库数显异常时,还能用预先备份好的文件对数据库进行恢复。



图 13 分级结果及查询结果
Fig. 13 Rating and query results

5 结论

1) 针对公路隧道围岩分级数据库构建问题, 基于 MySQL 进行数据库设计, 依据新奥尔良法的设计步骤进行了概念结构设计、逻辑结构设计和完整性设计, 进而得到了 E-R 模型图、数据储存表之间的逻辑关系以及相关数据表设计。

2) 提出了将 MySQL 数据库运用到隧道围岩云分级系统中。MySQL 主要以 SQL 语言来管理数据, 在 Wamp 集成开发环境中利用 Navicat 实现了数据的储存、修改、删除和查询等功能, 有效地处理了公路隧道围岩云分级系统中的数据, 能够对数据进行更加系统、科学的管理。

3) 运用 PHP 技术将 PHP 脚本嵌入到 HTML 中, 得以实现动态交互式 Web 数据库应用系统, 不仅方便了客户按照掌子面桩号等条件查询得到相关数据及结果, 而且提高了客户查询相关数据的速度。

〔参考文献〕

[1] 郝玉强, 赵东平. 山岭隧道洞口施工技术优化探讨

[A]. 中国土木工程学会第十五届年暨隧道及地下工程分会第十七届年会论文集[C]. 成都: 中铁西南科学研究院有限公司, 2012: 56-60.
HAO Yu-qiang, ZHAO Dong-ping. Discussion on optimization of construction technology for mountain tunnel[A]. Proceedings of the 17th Annual Meeting of the 15th Annual Meeting of the China Civil Engineering Society and the Tunnel and Underground Engineering Branch [C]. Chengdu: China Railway Southwest Research Institute Co LTD, 2012: 56-60.
[2] 陈凡安. 公路隧道围岩分级专家系统研究[D]. 成都: 重庆大学, 2013.
CHENG Fan-an. Research on road tunnel surrounding rock classification expert system[D]. Chengdu: Chongqing University, 2013.
[3] 李汪石. 公路隧道围岩云分级系统的开发与应用[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2017.
LI Wang-shi. Development and application of cloud computing system of road tunnel surrounding rock Classification[D]. Changsha: Changsha University of Science and Technology, 2017.
[4] 查焕奕. 基于 ResNet 模型的隧道围岩云分级系统开发[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2018.
ZHA Huan-yi. Development of classification system

- of tunnel surrounding rock cloud based on ResNet model[D]. Changsha: Changsha University of Science and Technology, 2018.
- [5] 罗启强.基于 PHP+MySQL 的高校教务管理系统的设计与实现[D].长春:吉林大学,2016.
LUO Qi-qiang. Design and implementation of college educational administration management system based on PHP+MYSQL[D].Changchun: Jilin University, 2016.
- [6] 李荣国,王见.MySQL 数据库在自动测试系统中的应用[J]. 计算机应用,2011,31(S2):169-171,175.
LI Rong-guo, WANG Jian. Application of MySQL database in automatic test systems [J]. Journal of Computer Applications, 2011, 31(S2): 169-171, 175.
- [7] 张永梅.MySQL 数据库技术在公民健康信息管理系统中的应用[D].西安:西安电子科技大学,2010.
ZHANG Yong-mei. The application of MySQL database technology in citizen's health information Management System[D]. Xi'an: Xidian University, 2010.
- [8] 王飞飞.MySQL 数据库应用从入门到精通[M].北京:中国铁道出版社,2014:44-56.
WANG Fei-fei. MySQL database application from entry to mastery[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2014: 44-56.
- [9] 杨利荣,李伟.基于 PHP 语言系统的计算机辅助教学系统开发实现[J]. 自动化与仪器仪表,2016(6): 251-253.
YANG Li-rong, LI Wei. Development and implementation of computer assisted instruction system based on PHP language[J]. Automation and Instrumentation, 2016(6): 251-253.
- [10] 戴明儒,陆启军.基于 PHP 技术的电子相册系统分析与设计[J]. 计算机光盘软件与应用,2013,16(22): 281-283.
DAI Ming-ru, LU Qi-jun. Analysis and design of electronic photo album system based on PHP technology[J]. Computer CD Software and Applications, 2013, 16(22): 281-283.
- [11] 邓民.基于 MySQL 的诗歌翻译语料库系统数据库设计[J].计算机技术与发展,2015,25(10):179-182.
DENG Ming. Database design on poetry translation corpus system based on MySQL[J]. Computer Technology and Development, 2015, 25(10): 179-182.
- [12] 邱均平,邹菲.基于 PHP 技术的电子商务 WEB 数据库开发[J]. 情报科学,2003(9):970-973.
QIU Jun-ping, ZOU Fei. Application of web database based on PHP in e-business[J]. Information Science, 2013(9): 970-973.

(上接第 21 页)

- ZHANG Jiu-peng, HUANG Xiao-ming, LI Hui. Permanent deformation of asphalt mixture under repeated loading[J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2008, 38(3): 511-515.
- [11] 赵毅,郭志敏,梁乃兴.沥青混合料永久变形黏弹性力学模型通用性研究[J]. 公路工程, 2018, 43(2): 192-196, 200.
- ZHAO Yi, GUO Zhi-min, LIANG Nai-xing. Study on the universality of permanent deformation viscoelastic mechanics model of asphalt mixture [J]. Highway Engineering, 2018, 43(2): 192-196, 200.
- [12] Bouldin M G, Dongre R D, Angelo J. Proposed refinement to the superpave high temperature specification parameter for performance graded binder[J]. Transportation Research Record, 2001(1766): 40-47.