

# 山东省流动地磁数据管理系统设计与实现<sup>\*</sup>

Management System About Moving Geomagnetic Data of Shandong Province

陆汉鹏 田凤东 佟瑞清 刘瑞峰 (山东省地震局,山东 济南 250014)

## 摘要

主要是介绍了山东省流动地磁数据管理系统的整体设计思路、系统开发的技术与方法，以及系统各个模块的功能，采用 Delphi7.0 为前台开发工具，用 Access2000 作为后台数据库来完成流动地磁数据管理系统的数据库设计。实现了在 Windows XP 系统下对流动地磁数据的录入、编辑、查询、报表、打印等功能。与以往使用的流动地磁数据管理系统相比，功能更强，操作更方便快捷，提高了流动地磁数据处理速度。由于所有数据 Table 位于一个模块中，非常便于管理维护和迁移升级，是流动监测数据处理工作上的一个飞跃。

关键词：Delphi 语言，Access 数据库，流动地磁数据处理

## Abstract

This paper mainly introduces the design ideas, the module functions, and systems development techniques and methods of geomagnetic data management system about Shandong Province, using Delphi7.0 development tools for the front, and Access2000 as a back-end database to complete the movement of geomagnetic data management system database design. The system makes it possible to do the entering, editing, querying, reporting, printing and other works of the flow geomagnetic data in a Windows XP system. It is more powerful and convenient, efficient in the operation compare with the management system about moving geomagnetic date of Shandong Province the past, improving speed of the mobile geomagnetic data processing.

Keywords: Delphi Language, Access Database, processing of moving geomagnetic data

目前山东省地震局正在使用的山东流动地磁数据处理系统，只能在 DOS 系统下运行，不能适应更高级的操作系统（比如 Windows XP），同时打印也不支持激光打印机，只能使用针式打印机。随着操作系统的不断升级，现有的系统已经不能满足现在计算机技术飞速发展的需求。因此，山东省地震局亟待开发一套新的能够在更高级的操作系统（比如 Windows XP）下运行的山东省流动地磁数据管理系统。该系统的开发，将完全替代目前正在使用的山东流动地磁数据处理系统。

山东流动地磁数据处理系统采用 Windows XP 操作系统作为运行平台，整个系统基于数据库管理，具有完成数据的导入、导出、查找、均值、方差、添加、删除、更新、清理、查询等功能，完全满足流动地磁数据的处理要求。

## 1 开发工具的选择

采用目前比较流行的 Delphi 语言为开发工具，因为 Delphi 语言是可视化应用编程开发环境、可重用性编程语言、快速编译器和数据库的完美结合，是一种几乎完美的面向对象语言和技术，具有完善的数据处理能力、较强的数据库管理功能以及绘图功能。Delphi 是一种可满足本软件设计要求，且有强大的数据和字符串处理功能，有很好的图形用户界面的程序设计工具。另外，Delphi 语言支持多线程，能够提高系统的执行效率，可以将数据包装在一个模块中，在系统启动时或空闲时将它打开，这样，所有使用这些 Table 的模块都可以公用它，避免重复打开和关闭。并且，由于所有数据 Table 位于一个模块中，非常便于管理维护和迁移升级。

## 2 系统的模块功能设计

在调研过程中发现，以往的地磁数据处理系统不能显示测点的通化成果表，所以要求新的系统必须满足测点的最终成果表以便进行检查修改。根据需求，我们设置了 6 个模块：权限模

块、测点设置模块、数据的导入导出模块、数据管理模块、数据运算模块、打印模块。下面对各个模块逐一介绍：

### 2.1 管理员权限设置子模块

输入用户名和口令即可进入山东省流动地磁数据管理系统主界面并且该功能可以增加、修改、删除用户可以更改其密码，对数据和程序进行保密维护。

### 2.2 测点设置子模块

对野外观测点进行设置。点位信息（包括点名、点号、经度、纬度等）进行维护管理，可添加、删除、更新和修改其信息。

### 2.3 数据导入、导出子模块

对野外数据（已编辑好）导入，野外数据的导入是该系统的一个重要环节，数据导入成功与否直接影响数据处理速度。导入完毕会显示成功，如果导入不成功，在数据导入间断处会显示错误信息，查找错误并对野外数据重新修改，一直到成功为止。对于新的原始数据可以逐条记录录入，也可以在表格方式下录入。录入窗体界面友好，便于操作，提高效率。数据导出子模块可以将原数据导出为 Excel 格式。

### 2.4 源数据管理子模块

对每一期导入成功的原始数据进行管理，可以查询任何一天、不同测点、不同设备等的原始数据，可以添加、删除、更新不同的数据，对不需要的数据可进行清理。

### 2.5 数据运算子模块

对不同设备的原始数据进行平均值计算，可以查询任何一天、不同测点、不同设备等的平均值数据，可以添加、删除、更新不同的数据。对测点的仪器差、桩位差、通化改正值以及各方差分别进行计算，为最终做出通化成果表做出铺垫。

### 2.6 比测成果、通化成果及汇总打印子模块

进入通化成果打印，输入通化台、通化时间、通化值、比测值

\* 山东地震局 2009 年合同制项目(2009Y07)

等即可显示测点的最终地磁通化成果表,检查无误后即可打印,这也是处理资料的最终结果。

### 3 系统设计

根据山东省流动地磁数据管理系统的具体功能设计,确定系统的结构。系统主要包括测量数据的导入及整理、测点及比测台等信息的录入、数据管理与计算及成果表的输出等四大项。

#### 3.1 系统流程设计

程序设计,流程图是必不可少的,通过流程图可以发现程序设计中的不足,所以在程序设计之前一般先将流程图设计出来。在这一过程中G01、G02、G03原始数据的导入是整个流磁数据管理过程中至关重要的一环,它也决定了整个数据处理速度的快慢,对导入的数据如果没有修改成程序设计的规定格式会在导入的过程中显示错误信息并提醒录入人员进行修改。导入成功后进行G01、G02、G03三台仪器的均值等关联计算,即可算出比例值、通化值、通化改正值、仪器差、桩位差及均各值与方差,最后输出各计算成果表并打印其结果。

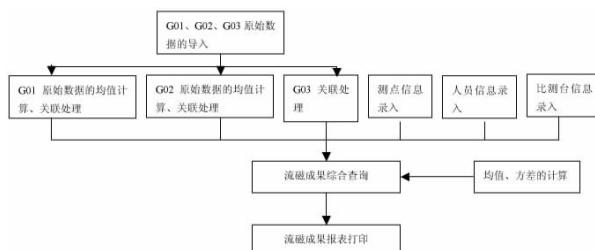


图1 山东流动地磁数据处理系统的流程图

#### 3.2 系统数据库设计

数据库技术是信息资源管理最有效的手段,对于一个给定的应用环境,构造最优的数据库模式,建立数据库及其应用系统,有效存储数据,满足用户信息的要求和处理要求,以及数据库结构设计的好坏,都将直接对应用系统的效率及实现效果产生影响。合理的数据库设计可以提高数据存储的效率,保证数据的完整性和一致性。本系统采用access数据库形式对各种测量数据处理后成果进行管理。采用文本文件对原始测量数据进行管理,共包括4个数据表,即源数据表(表1),G01数据平均表(表2)和G02数据平均(表3)及G03数据平均表。

#### 4 系统的应用及测试

本软件直接进行测试,系统测试结果显示本系统能够实现系统模块所包含的所有功能,具有界面友好、易于操作简便实用的特点。该文以某一期流磁数据作为数据源,来测试该系统的功能及使用情况。

#### 4.1 数据导入

打开数据源,根据要求可选择从文件或数据库中提取相关数



图2 目标数据导入到系统中

据,即将目标数据导入到系统中(图2)对野外数据(已编辑好)导入,野外数据的导入是该系统的一个重要环节,导入完毕会显示成功,如果导入不成功,在数据导入间断处会显示错误信息,主要错误信息一般为:五位数、手动读数、三组开始读数超时、少读数或多读数等。查找错误并对野外数据重新修改。一直到导入成功为止。

#### 4.2 数据预处理

主要对数据进行数据完整性及一致性的检验,对其中的干扰数据进行剔除或添加处理。数据导入成功后,进入数据管理菜单,先进行源数据管理界面,对流磁3台仪器的数据文件分别进行平均计算,计算完毕通过刷新后自动显示三个数据文件的均值。界面如图3所示。

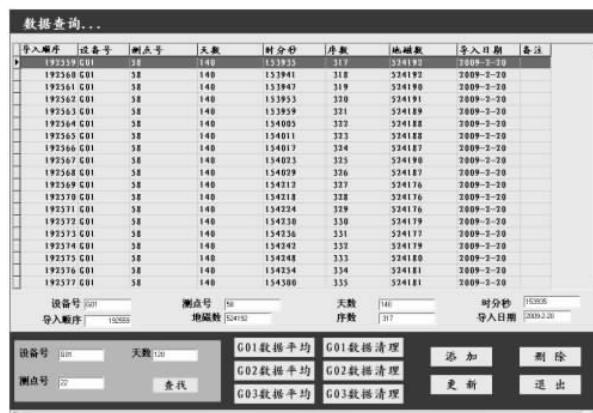


图3 源数据查询

#### 4.3 关联计算

所有数据预处理后进行通化修正计算:分别计算出野外测点的仪器差、桩位差及通化改正数并计算出各自的均方差,最终归算到统一的21点通化值上。进入通化成果打印,输入通化台、通化时间、通化值、比测值等即可显示某测点的最终地磁通化成果表,检查无误后即可打印。计算出通化成果后还可进行通化汇总打印、比测成果打印等结果输出。

地震流磁测量通化成果表

|                                 |         |         |           |         |                |
|---------------------------------|---------|---------|-----------|---------|----------------|
| 序号:                             | 1       | 通化台站:   | 马鞍山台      | 通化日期:   | 2009-8-2221:00 |
| 序名:                             | 临沂场     | 测量日期:   | 2009-5-28 | 21#测量值: | 51257.1 mT     |
| 测量时间                            | 通化期值    | 仪基1     | 仪基2       | 通化改正    |                |
|                                 | 主       | 副       | 研         | 主       | 副              |
| 140301                          | 51269.0 | 51776.1 | 51748.3   | 51747.6 | 51776.4        |
|                                 | 0.1     | 26.2    | 26.2      | 503.6   | 477.3          |
| 141301                          | 51272.4 | 51776.7 | 51750.7   | 51780.3 | 51776.5        |
|                                 | 0.1     | 26.2    | 26.2      | 503.7   | 477.3          |
| 142301                          | 51269.0 | 51772.9 | 51747.9   | 51747.7 | 51774.0        |
|                                 | 0.1     | 26.2    | 26.2      | 503.4   | 477.2          |
| 比例仪量差: 21#-20#-0.6              |         |         |           |         |                |
| 21#-20#-0                       |         |         |           |         |                |
| 均值:                             |         |         |           |         |                |
| 0.1                             |         |         |           |         |                |
| 单位: mT                          |         |         |           |         |                |
| 主21:00= 51760.7 通21:00= 51734.4 |         |         |           |         |                |

|     |     |       |           |         |                |
|-----|-----|-------|-----------|---------|----------------|
| 点号: | 1   | 通化台站: | 马鞍山台      | 通化日期:   | 2009-8-2221:00 |
| 点名: | 临沂场 | 测量日期: | 2009-5-29 | 21#测量值: | 51257.1 mT     |

|                                 |         |         |         |         |
|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 测量时间                            | 通化期值    | 仪基1     | 仪基2     | 通化改正    |
|                                 | 主       | 副       | 研       | 主       |
| 080301                          | 51250.6 | 51757.1 | 51720.5 | 51756.7 |
|                                 | 0.0     | 26.2    | 26.2    | 503.6   |
| 081301                          | 51250.4 | 51756.5 | 51729.5 | 51755.6 |
|                                 | 0.0     | 26.4    | 26.4    | 503.5   |
| 082301                          | 51248.7 | 51754.4 | 51727.7 | 51753.9 |
|                                 | 0.0     | 26.2    | 26.2    | 503.1   |
| 比例仪量差: 21#-20#-0.6              |         |         |         |         |
| 21#-20#-0                       |         |         |         |         |
| 均值:                             |         |         |         |         |
| 0.0                             |         |         |         |         |
| 单位: mT                          |         |         |         |         |
| 主21:00= 51762.7 通21:00= 51736.4 |         |         |         |         |

图4 通化成果表输出

(下转第94页)

见性能的改善还是比较显著的。

最后看第三类操作,见图2(c),它的响应频率增加速度减慢的点不是很明显,在访问频率为9次/s到12次/s之间,响应频率的最大值从图上看在7.6左右。第三类操作也采用真正的连接池技术,与第二类不同,能够被复用的连接数可以大于1个,各个连接实例之间可以并行工作,测试中我们观测到,连接池内当时共有4个连接实例在同时工作,所以,第三类操作比第二类性能优越也是必然的。我们看到第三类操作响应增加的停止时间比第一类推迟了38%,比第二类推迟了22%;最大通过能力比第一类提高了58%,比第二类提高了38%,在性能上的改善更为明显。

## (2)平均处理时间的比较和分析

图3所示为三类操作在不同访问强度下,每个请求被处理所用的时间,就是用户从提交请求到得到结果需要等待的平均时间(单位ms),所反映的是系统的处理速度。由图可以看出,三种情况在访问频率比较低的时候,处理速度还比较快,因为此时系统资源被较少处理进程(我们暂且称处理用户请求的进程或线程为处理进程)占用,每个处理进程资源充足,处理速度自然很快。随着访问频率的提高处理速度逐步降低(表现为每个请求处理的时间加长),这是因为随着访问频率的增加,系统资源被多处理进程所占用,分配给每个处理进程的资源(主要是CPU)逐步减少,处理速度也就逐步下降。在访问频率提高到一定程度的时候,由于受到系统通过能力的限制,系统不再响应新到的请求,每个处理进程占用的资源不再变化,系统的处理速度便基本稳定下来。图3可以清楚地显示出这个过程。

虽然三类操作的趋势是相同的,但在性能上出现了比较大的差别。我们看第一类,见图3(a)。在每秒钟只提交一个请求的时候,其处理速度为233ms,以后随访问频度上升,每个请求的处理时间也逐步增加,在访问频率为8次/s的时候,系统到达通过能力的极限,此时,每个请求的处理时间大约为380ms左右。以后我们会看到,这个数字是比较大的。

再看第二类操作,见图3(b)。在每秒钟只提交一个请求的时候,其处理速度为128ms,这是因为采用了连接复用技术后,处理每个请求时,不必重新创建连接,节省了大量时间。以后随访问频度上升,每个请求的处理时间也逐步增加,在访问频率为9次/s左右的时候,系统到达通过极限,此时,每个请求的处理时间大约为335ms左右。与第一类的结果相比,在请求频率很低的情况下(这里取1个/s请求时的数据),第二类操作比第一类操作处理一个请求的平均时间减少了45%,在请求频率很高的情况下(这里取双方都到达了通过能力之后的数据),第二类操作比第一类操作处理一个请求的平均时间减少了11.8%,因

(上接第91页)

**软件优点:**在数据管理中可以快速查找某一台仪器、测点、儒略日的原始数据和均值。具有便捷的界面操作方式,还具有以下几个主要特点:可以对大型数据文件进行快速读取并以表格方式迅速显示;可随意对任一期间的计算结果进行查询和计算若发现计算结果有问题,可采用对数据进行重新编辑,存储数据、修改和计算,对计算结果进行重新打印。

## 5 结束语

该软件2008年开始在山东省地震局流动地磁数据处理中使用,经过近几次的改进,实践表明实现观测资料与计算机数据处理一体化,计算结果迅速、准确,计算结果精度高,资料打印清晰,工整直观,而且省时省力,为地震分析预报研究提供了方便。

为此时第二类操作比第一类操作要处理更多的请求,所以表面上看性能提高不像低访问率时那么显著。

最后看第三类操作,见图3(c)。在每秒钟只提交一个请求的时候,其处理速度为133ms,比第二类略长,这是因为连接池管理连接时有一点系统开销,但我们随后会看到,这是很值得的。以后随访问频度上升,每个请求的处理时间也逐步增加,在访问频率为12次/s左右的时候,每个请求的处理时间的增加基本停止,其值大约为225ms左右。与前两类的结果相比,在请求频率很低的情况下(这里取1个/s请求时的数据),第三类操作比第一类操作处理一个请求的平均时间减少了43%,比第二类增加了4%;在请求频率很高的情况下(这里取双方都到达了通过能力之后的数据),第三类操作比第一类操作处理一个请求的平均时间减少了41%,比第二类减少了32.8%,因为此时第三类操作中有多个连接被复用,并且在并行工作,不但同时处理的请求数量更多,每个请求被处理的时间也更短了。

通过以上的比较和分析,可以清楚地看到连接池技术所具有的优越之处。比较数据整理如表2所示。

表2 最终测试性能比较

| 项目  | 低访问频度时<br>处理时间 | 高访问频度<br>时处理时间 | 到达通过能力<br>时的访问频率 | 到达通过能力<br>时的响应频率 |
|-----|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 第一类 | 233ms          | 380ms          | 约8次/s            | 4.8次/s           |
| 第二类 | 128ms          | 335ms          | 约9次/s            | 5.5次/s           |
| 第三类 | 133ms          | 225ms          | 约11次/s           | 7.6次/s           |

## 3 结束语

根据测试,访问不密集时采用连接池技术的访问处理时间是不采用的50%(与连接池中最大连接数无关);高密度访问时采用多个连接数的连接池技术访问处理时间是不采用的60%;采用多个连接数的连接池技术访问响应能力是不采用的160%。由此可见,采用具有多个连接数的连接池的数据库访问技术是性能最佳的一种技术,对于访问的性能提高最起码在50%以上。

## 参考文献

- [1]丁亚争,王琬茹.基于JDBC的数据库连接池技术研究[J].科技信息,2009(4):160-160
- [2]吴云峰.基于JDBC的数据库连接池技术的研究与应用[J].华南金融电脑,2009(9)
- [3]张臣.基于JAVA的数据库连接池方案设计模式[J].大众商务,2009(4):150-150
- [4]胥家瑞.关于数据库连接池技术的探索[J].科技信息,2009(28):I0218-I0219
- [5]汪蔚.基于Java的数据库连接池设计与优化[J].交通科技与经济,2009(4):108-109

[收稿日期:2010.4.23]

另一方面,该地磁软件的应用,提高了质量评比的准确性和科学性,也使地磁科研管理工作在定量化、科学化的道路上,迈出了坚实一步。

由于作者水平有限,工作仓促,在编制中遇到部分软件不完善的地方,随着研究深入,可能随时需要对系统进行升级,因此采用面向对象的思想,这样无论是改进原有的算法和格式还是扩充新的算法,都不需对源代码做大的修改,具有良好的可扩展性。随着流动地磁数据管理在资料处理应用的深入,将会有更多的测项被引入,希望在以后的工作中继续修正和完善,进一步提高数据管理范围和深度并提高数据处理速度和精度。

[收稿日期:2010.3.6]