

基于 MySQL 5 的 SCADA 海量数据的存储方法研究

王永亮, 孟文, 王艳秋, 王文玺

(西南交通大学机械工程学院, 四川 成都 610031)

摘要: 根据工程现场实际应用的需求, 提出了一种运用 MySQL 存储 SCADA 海量数据的方法。简要介绍了 MySQL 的特点及其在本文设计中的应用。分析了 SCADA 数据的结构, 并据此设计了数据库结构以及存储方法的方案。在 VC++6.0 编程环境下实现了该存储方法。通过测试证明该方法运行稳定、可靠, 即将投入工程现场应用。

关键词: MySQL; SCADA; 海量数据

A study of the method to store the SCADA's data of great number based on MySQL5

WEN Yong-liang, MENG Wen, WANG Yan-qi, WANG Wen-xi

(Mechanical Engineer School, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: According to the requirement of practical project's application, a method to store the SCADA's data of great number by using MySQL is presented in this paper. It briefly introduces the specialty of MySQL and its application in this design. The structure of the SCADA's data is analyzed, and the scheme of database's structure and the method to store the data are designed. The method is implemented in the VC++ 6.0 programming environment. Practical testing proves the method can run steadily and reliably, and it will be used in the practical project.

Key words: MySQL; SCADA; data of great number

中图分类号: TM769; TP311 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2009)12-0076-03

0 引言

应用于变电站综合自动化的 SCADA 系统要处理的数据信息为海量, 这些数据记录了变电系统各种监控保护装置的运行状态信息, 是分析、优化和指导运行和管理的数据基础, 通过对这些数据的分析和研究, 可以及时发现运行中存在的问题, 不断优化运行过程, 实现效益最大化。基于此需求, 对这些数据进行实时存储, 同时把其时间属性值也一起进行存储。这些数据是实时、连续、有序的值序列, 且为海量, 传统的数据处理方法难以满足要求, 必须借助于先进的数据库技术。MySQL 是目前使用最广泛的开源数据库系统, 其中一个很重要的原因是: MySQL 很快^[1]。另外, MySQL 还具有运行稳定、容易学习、性价比高等特点。因此, 本文选择使用 MySQL 5.0 版本来存储 SCADA 海量数据。(虽然 MySQL 在事务处理、视图、存储过程、触发器、子查询等方面不如 Oracle、SQL Server 等商业化数据库系统功能强大, 但它的快速和存储海量数据的性能很好地满足本文设计的需要。主要体现在: MySQL 以快速处理数据为目标之一, MyISAM 表类型存储引擎能够提供

很高的存储与检索速度; 可以支持的文件最大长度为 8 百万 TB (1TB=1024GB)。大量的性能测试报告表明它处理数据的速度较其它数据库管理系统快 2~3 倍, 适合作为后台数据库。本文利用 MySQL 自带的 C API 函数访问数据库, 应用较多的函数有 `mysql_real_init()`、`mysql_real_connect()`、`mysql_real_query()`、`mysql_close()`。

1 数据结构分析

变电站运行过程中, SCADA 系统需要采集的数据分为: 遥测量: 电压、有功功率、无功功率、功率因数、主变温度、档位、系统频率等; 遥信量: 断路器位置、断路器储能、刀闸位置、主变本体有载瓦斯、变压器压力、事故总信号等; 电度量: 数据脉冲电度量、数字电度量、计算电度量等。每一条数据的数据值有:

(1) 遥测量: 实时值、最小值、最大值、平均值、低报警次数、高报警次数、低报警时间、高报警时间;

(2) 遥信量: 实时状态、状态 0 次数、状态 1 次数、状态 0 时间、状态 1 时间;

(3) 电度量: 实时值、峰电度、平电度、谷电度。

SCADA 系统从监控保护装置采集到数据后, 把数据帧发送到后台监控软件中, 每次发送一个装置的数据, 后台监控软件接收到数据帧并解析之后把数据存放在实时内存数据库中, 实质上, 是把实时数据驻留在内存中。这些数据在内存中是实时更新的, 因此需要把这些数据及其时间属性值都存入 MySQL 数据库中, 作为统计分析、报表生成、历史曲线、图表等的数据来源。整个 SCADA 系统的数据流程如图 1。

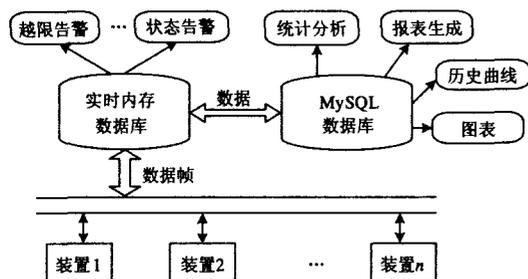


图 1 实时数据流程图

Fig.1 Flow diagram of real-time data

2 存储方案设计

SCADA 监控的对象为整个变电系统的各种保护装置, 每台装置中的遥测、遥信、电度量这几种数据共有几百条, SCADA 接收数据帧的频率为毫秒级, 大概每秒钟需要接收 2 个装置的数据。这些数据都需要保存到 MySQL 数据库中, 且每一帧数据被解析到实时内存数据库之后, 需在下一帧数据解析之前完成写入数据表的工作。这是本设计的难点之一。另外, 还需要考虑的是: 设计过程中通过测试发现, windows 2000 操作系统对文件夹下的文件数量有限制, 上限为 21880 个, 而 MySQL 数据库管理系统把同一数据库的表文件放在同一个文件夹下, 本文采用的 MyISAM 表类型每一个表有三个文件 (.frm 文件存放表定义, .MYD 文件存放数据, .MYI 文件存放索引), 因为需要保存的数据量非常巨大, 为了控制每个表文件的大小以提高数据存储速度, 每个表只能存储一个时间段内的数据, 也即需要不停地动态创建数据表, 这样经过一段时间后, 数据库对应的文件夹下的表文件的个数就会达到操作系统的限制值。

综合考虑上述各因素, 设计方案如下:

- (1) 在 MySQL 服务器中每台装置对应一个数据库;
- (2) 在每个数据库中为该装置的每一条数据对

应两个表, 一个表用于保存数据实时值及其实时时间, 另一个表用于保存该数据的其它值;

(3) 数据库和数据表都是在运行过程中由程序动态创建, 每台装置的数据库只创建一次, 每个月为每一条数据创建一次数据表, 如 YC0 在 2008 年 3 月份的两个表为: YC0_2008_03_a、YC0_2008_03_b。

各种数据的对应的表结构如下。

(1) 遥测量

表 1 遥测量表 a 结构

Tab.1 Table structure of YC_a

Field	Type
realvalue	FLOAT
time	DATETIME

表 2 遥测量表 b 结构

Tab.2 Table structure of YC_b

Field	Type
time	DATETIME
min	FLOAT
max	FLOAT
ave	FLOAT
highnum	SMALLINT
lownum	SMALLINT
hightime	SMALLINT
lowtime	SMALLINT

(2) 遥信量

表 3 遥信量表 a 结构

Tab.3 Table structure of YX_a

Field	Type
realstatu	CHAR(1)
time	DATETIME

表 4 遥信量表 b 结构

Tab.4 Table structure of YX_b

Field	Type
time	DATETIME
statu0num	SMALLINT
statu1num	SMALLINT
statu0time	SMALLINT
statu1time	SMALLINT

(3) 电度量

表 5 累加量表 a 结构

Tab.5 Table structure of DD_a

Field	Type
realvalue	FLOAT
time	DATETIME

表 6 累加量表 b 结构

Tab.6 Table structure of DD_b

Field	Type
time	DATETIME
fengdd	FLOAT
pingdd	FLOAT
gudd	FLOAT

3 具体实现

根据设计的方案,在 VC++ 6.0 环境下,应用程序开发中的关键是对 MySQL 自带的 C API 函数的调用,实现步骤为:

(1)从 MySQL 服务器的安装目录下拷贝以下文件: mysql.h、mysql_version.h、mysql_com.h、mysql_time.h、typelib.h、my_alloc.h、my_list.h 至应用程序的代码文件目录下,这些文件中包含了 C API 函数等,在应用程序的头文件中加入#include "mysql.h"、#pragma comment(lib,"libmysql.lib")。

(2)调用函数 mysql_init (&mysql)初始化 MySQL 对象。

(3)调用函数 mysql_real_connect(&mysql,"localhost","root",NULL,DBName,3306,NULL,0)连接数据库,其中 DBName 为某一装置对应的数据库名。如果连接不成功,且出错信息为该数据库不存在,则说明该数据库还没有创建,此时调用函数 mysql_real_query(&mysql,(char*)(LPCTSTR)strcreateDB,(UINT)strcreateDB.GetLength())创建该数据库,其中 strcreateDB 为 SQL 语句,例如: strcreateDB.Format("create database if not exists %s",DBName);创建成功之后再次进行数据库连接。

(4)数据库连接成功之后,调用函数 mysql_real_query(&mysql,(char*)(LPCTSTR)strcreateTB,(UINT)strcreateTB.GetLength())创建需要保存的数据对应的表,其中 strcreateTB 为 SQL 语句,例如: strcreateTB.Format("create table if not exists %s(realvalue FLOAT, realtime DATETIME)",strTableName);该 SQL 语句的意思是表 strTableName 不存在才创建,该函数返回 TRUE 表示数据表创建成功或已经存在。

(5)调用函数 mysql_real_query(&mysql,(char*)(LPCTSTR)strInsert,(UINT).GetLength())进行数据插入工作,其中 strInsert 为 SQL 语句,例如: strInsert.Format("insertinto %s(

realvalue, realtime) values('\%f','\%s\')",strTableName,m_datainfo->m_fData[0],strtime);函数返回 TRUE 表示数据插入成功。

(6)调用函数 mysql_close(&mysql)关闭数据库连接。

每收到一帧数据并把数据帧解析之后,调用本应用程序,数据存储流程可用流程图表示,如图 2。

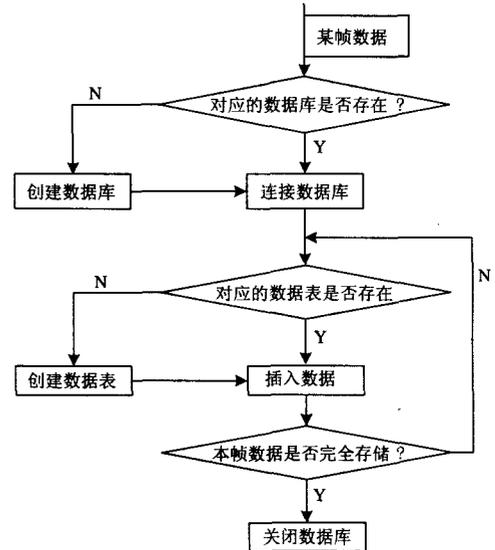


图 2 数据存储流程图

Fig.2 Flow diagram of data storage

4 结论

本文利用 MySQL 数据库系统的数据处理速度快等特点,根据实际需要以及现场 SCADA 所采集的数据海量的特点,设计了一种存储方法,对设计中的难点以及解决方案进行了详细叙述,并运用 MySQL 自带的 C API 函数在 VC++ 6.0 环境下在 SCADA 系统中开发出了应用程序,还介绍了详细的程序开发过程。经过长时间的模拟现场环境的测试,证明该方法切实可行,能应用于 110 kV 以下中、小型变电站自动化监控系统。当然该方法还是有一些缺点:

(1)由于在 SCADA 系统运行过程中需要不停地对数据进行存储,要求作为监控主机的计算机在 CPU、硬盘和内存方面的性能比较突出。

(2)存储了数据的数据表文件占用的空间比实际文件大小大很多。

参考文献

[1] Kofler M. MySQL5 权威指南[M]. 杨晓云, 王建桥, 杨涛, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 2006.

(下转第 105 页 continued on page 105)

- LIU Chun, LU Jia-zheng, CHEN Hong-dong. Cause Analysis of Tower Falling Down and Ice Accretion in Hunan 500kV Power Transmission Line[J]. Hunan Electric Power, 2005, 25(5): 1-3, 11.
- [4] 张德泉, 王春明, 杨钢, 等. 华中电网“1·17”事故及其分析[J]. 电力系统自动化, 2000, 24(21): 61-63. ZHANG De-quan, WANG Chun-ming, YANG Gang, et al. Analysis of Central China Power System Accident on January 17[J]. Automation of Electric Power Systems, 2000, 24(21): 61-63.
- [5] 戚大安. 电网覆冰灾害的特点和发展趋势[J]. 电业政策研究, 2007, 1(1): 27-30. QI Da-an. Character and Development Trend of Power Grid Icing Disaster[J]. Power Policy Research, 2007, 1(1): 27-30.
- [6] 许源, 刘人玮, 李军. 湖南电网防冻融冰体系改革之探讨[J]. 湖南电力, 2003, 23(5): 24-27. XU Yuan, LIU Ren-wei, LI Jun. Discussion of the Freezing Preventing and Ice Melting System for Hunan Electric Grid[J]. Hunan Electric Power, 2003, 23(5): 24-27.
- [7] 湖南省电力公司. 湖南电网冰灾技术分析报告[R]. 长沙: 湖南省电力公司, 2008. Hunan Electric Power Corporation. Report of Hunan Power Grid Ice Disaster[R]. Changsha: Hunan Electric Power Corporation, 2008.
- [8] 付显明. 输电线路覆冰危害分析及防范措施[J]. 湖南电力, 2006, 26(8): 63-64. FU Xian-ming. Endangerment Analysis and Prevention Method of Transmission Line Icing[J]. Hunan Electric Power, 2006, 26(8): 63-64.
- [9] 刘有飞, 蔡斌, 吴素农. 电网冰灾事故应急处理及反思[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(8): 10-13. LIU You-fei, CAI Bin, WU Su-nong. Emergency Management for Ice Disaster in Power Grids and Some Suggestions[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(8): 10-13.
- [10] 周飞. 高压输电线路防止覆冰灾害的预防[J]. 科技咨询导报, 2008, 5(5): 38. ZHOU Fei. De-icing Prevention of High-voltage Transmission Line[J]. Science and Technology Consulting Herald, 2008, 5(5): 38.
- [11] 朱辉青. 微气象、地形区域输电线路覆冰厚度设计研究[J]. 湖北电力, 2006, 30(12): 13-15. ZHU Hui-qing. Research of Transmission Line Icing Design Thickness in Micro-topography and Micro-weather[J]. Hubei Electric Power, 2006, 30(12): 13-15.
- [12] 陆佳政, 林峰, 方针, 等. 输电线路灾情监测系统在湖南电网中的应用[J]. 华中电力, 2007(3): 8-11. LU Jia-zheng, LIN Feng, FANG Zhen, et al. Application of Disaster Monitoring System for Transmission Lines in Hunan Power Grid[J]. Central China Electric Power, 2007, 20(3): 8-11.

收稿日期: 2008-07-31; 修回日期: 2008-12-16

作者简介:

陆佳政(1969-), 男, 博士, 高级工程师, 主要专长为高电压技术、输电线路防灾技术研究. E-mail: babyzhxl@163.com

(上接第 78 页 continued from page 78)

- Kofler M. The Definitive Guide to MySQL 5[M]. YANG Xiao-yun, WANG Jian-qiao, YANG Tao, et al. Trans. Peoples's Post & Telecom Press, 2006.
- [2] 张海梁, 袁荣湘, 孙婉胜. 数据库访问中间技术在 SCADA 数据库系统中的应用[J]. 电网技术, 2005, 29(17): 58-62. ZHANG Hai-liang, YUAN Rong-xiang, SUN Wan-sheng. Application of Database Access Middleware Technology in SCADA Database System[J]. Power System Technology, 2005, 29(17): 58-62.
- [3] 白树忠, 南新志. 变电站综合自动化实时数据库管理系统的研究与开发[J]. 电力系统及其自动化学报, 2002, 14(3): 43-46. BAI Shu-zhong, NAN Xin-zhi. The Study of Real-time Database Management System for Auto Substation System[J]. Proceedings of the EPSA, 2002, 14(3): 43-46.
- [4] 栾兆文, 仇卫东, 王勇. 电力系统数据库的研究[J]. 中国电力, 1999, 32(1). LUAN Zhao-wen, QIU Wei-dong, WANG Yong. The Study of Database Management System in Electrical Power System[J]. Electric Power, 1999, 32(1).
- [5] 崔江峰, 王冬青, 刘沛, 等. 实时数据库在变电站自动化系统中的应用[J]. 继电器, 2004, 32(12): 47-50. CUI Jiang-feng, WANG Dong-qing, LIU Pei, et al. Application of Real-time Database System in Substation Automation[J]. Relay, 2004, 32(12): 47-50.

收稿日期: 2008-08-03; 修回日期: 2008-08-30

作者简介:

文永亮(1984-), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为智能控制技术的应用; E-mail: weny_l_1984@126.com

孟文(1966-), 男, 副教授, 博士, 研究方向为智能控制技术的应用;

王艳秋(1982-), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为机械设计及理论。