

海洋水文气象数据管理系统的模块化设计与实现^{*}

李博,王斌,叶颖,王鹏,孙成龙,闫秦

(国家海洋技术中心 天津 300112)

摘要:文章针对我国目前海洋环境预报工作对海洋水文气象观测数据智能化管理的需求,提出了数据多重存储和分级管理相结合的技术方案。采用了基于面向对象的软件工程技术和基于结构化查询语言的数据库技术,实现了海洋水文气象数据管理系统的模块化设计与开发,该系统可整合现有的观测数据,实现海洋观测数据的智能化管理。

关键词:海洋灾害;水文气象;海洋台站;数据库

中图分类号:TP274.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1005—9857(2015)04—0049—04

1 引言

海洋环境预报事业是一项社会公益性事业,对促进海洋经济发展、保障沿海地区人民群众的生命财产安全具有重要的意义。海洋环境预报离不开观测数据的支持,海洋观测数据具有实时性和连续性要求高,需要长期观测等特点^[1]。因此,快速、有效、准确地对观测到的海洋水文、气象数据进行存储、处理就尤为重要。目前,我国海洋水文气象观测数据在管理和使用上存在数据共享机制不健全、没有统一的数据结构以及数据管理方式不合理等问题^[2]。这些问题严重地影响了观测数据的质量,并影响到海洋灾害预报的准确性。

为此,本研究提出了基于 SQL Server 的数据库设计方案,通过对数据库的级联更新等实现了数据分级存储,提高了数据管理效率。同时,利用 UML 建立系统模型,将数据管理模块设计为一个独立的模块,提高数据管理的独立性。

2 系统分析与设计

2.1 系统需求概述

根据《GBT 14914—2006 海滨观测规范》,气象观测要素主要有:风速、风向、相对湿度、气温、气压、降雨量和能见度等。水文观测要素主要有:表层海水温度、表层海水盐度和潮汐等。其中,水文要素、气象要素分别以北京时间 24 时

(不含 24 时)和 20 时(不含 20 时)为日界。

因此,海洋站水文气象自动观测系统主要完成对多种来源、多种时相、多种精确度的海洋水文气象基础数据进行有效存储与管理,构建包含实时数据、历史数据、整点数据的综合性数据存储系统^[3]。通过该数据管理系统既可实现将观测数据上传至各级海洋环境预报部门,又可满足海洋台站本地使用。考虑到系统的模块化设计,还要为数据管理系统留有对外可进行二次编程的接口(图 1)。

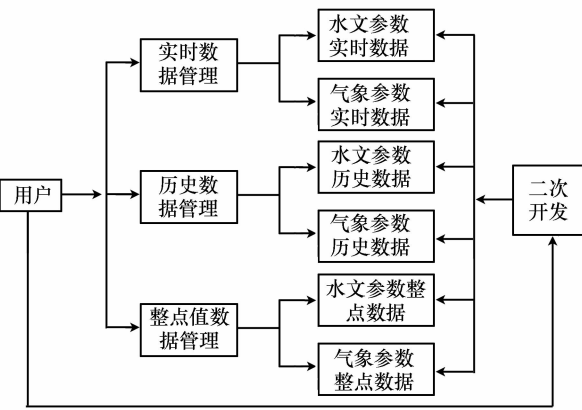


图 1 海洋水文气象数据管理系统用例分析

2.2 数据多重存储和分级管理

数据多重存储体现在同一数据既要存储到本地数据库中又要存储到相应的文件中。存储在本地数据库中的数据即可用于本地管理与存

^{*} 基金项目:海洋公益性行业科研专项经费资助(201305033)。

储,也可用于数据的查找和对外提供二次开发接口。存储在文件中的数据以文本文件的格式被传输至海洋环境预报单位^[4]。

数据分级管理主要体现在数据库结构设计上。将水文、气象观测数据进行分级存储,分为临时数据存储表和最终数据存储表。临时存储表中存储当前小时进入数据管理系统的数据,并在后续小时数据进入系统后将临时数据表中数据打包插入最终数据表中。临时数据表限定数据量阈值,超过设定阈值后临时数据表数据将被自动删除。最终数据表每个观测要素一个表,记录该数据当天数据,包括该要素当天各整点数据值、数据极值和当天每分钟的数据值。

2.3 系统功能模块设计

根据观测数据使用对象的不同^[5],将系统进行模块化设计为:数据上传模块和本地数据管理模块。数据上传模块将实时观测数据上传至海洋环境预报单位;本地数据管理模块用于海洋观测站本地数据管理与存储,并对外提供二次开发接口。此外,该模块可根据业务需求生成数据上传模块所用的数据文件。系统结构类见图 2。

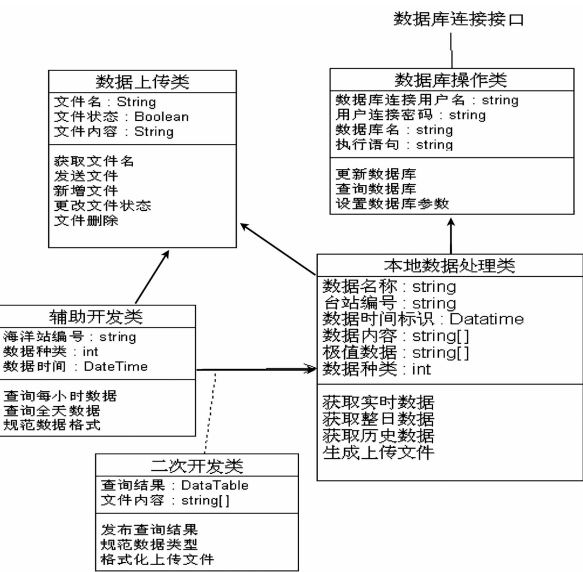


图 2 海洋水文气象数据管理系统结构类图

2.4 软件开发环境

针对上述业务需求,采用了 Visual Studio C # 2010 作为软件开发平台,数据库系统采用 SQL Server 2005。其中,Visual Studio C # 2010 是一种现代的完全面向对象的程序开发语言,它使得程序员能够在新的微软 .NET 平台上快速

开发种类丰富的应用程序。 .NET 平台提供了大量的工具和服务,能够最大限度地发掘和使用计算及通信能力^[6]。

SQL Server 2005 能提供大型系统所需的数据库服务,可实现成千上万的用户同时连接。SQL Server 2005 为这样的环境提供了全面的保护,具有防止问题发生的安全措施,可在多个用户之间有效地分配可用资源。此外,还可以在一台计算机上运行多个 SQL Server 2005 实例^[7]。

3 系统实现

3.1 数据库逻辑结构设计

海洋站水文气象观测数据要在海洋观测站、海洋中心站、海区预报中心及国家预报中心等各单位使用,其中:海洋观测站端仅使用本站数据;海洋中心站使用本中心站下属各海洋站数据;海区预报中心使用本海区下属各海洋站数据;国家预报中心使用所有海洋站的数据。这些数据是连续不间断产生和使用的。因此,在建立海洋站水文气象数据库时,必须考虑大规模数据的存储问题。在建立数据库的同时,构建出符合海洋观测预报业务的数据模型,设计了水文要素临时数据表(tempdata_sw 表)、气象要素临时数据表(tempdata_qx 表)和风要素临时存储表(tempdata_wi 表)、风要素数据存储表(WI 表)、相对湿度数据存储表(HU 表)、气温数据存储表(AT 表)、气压数据存储表(BP 表)、降雨量数据存储表(RN 表)、能见度数据存储表(VB 表)、海水温度数据存储表(WT 表)、海水盐度数据存储表(SL 表)、潮位数据存储表(WL 表)等多个表格。其中,临时表每个要素每小时 1 行数据,用于存放近 3 d 每分钟生成的实时数据。数据存储表每个要素每天 1 行数据,用于存放整点值数据、极值数据以及该天每分钟数据(表 1 至表 5)。

表 1 tempdata_sw 表

序号	字段名	数据类型	说明
1	zh	Varchar(40)	海洋站站号
2	type	Varchar(40)	数据类型
3	date	Varchar(40)	数据时间
4	m00	Varchar(40)	该小时 00 分数据
...	...	...	...

续表			
序号	字段名	数据类型	说明
63	m59	Varchar(40)	该小时 59 分数据
64	status	int	数据状态位,用于判断数据是否进入正式表

表 2 tempdata_qx 表

序号	字段名	数据类型	说明
1	zh	Varchar(40)	海洋站站号
2	type	Varchar(40)	数据类型(如:“AT”为气温)
3	date	Varchar(40)	数据时间,“YYYYMMDDHH”的格式
4	m01	Varchar(40)	该小时 01 分数据
...	...	...	...
63	m00	Varchar(40)	下一小时 00 分数据分数据
64	status	int	数据状态位,用于判断数据是否进入正式表

表 3 tempdata_wi 表

序号	字段名	数据类型	说明
1	zh	Varchar(40)	海洋站站号
2	date	Varchar(40)	数据时间,“YYYYMMDDHH”的格式
3	mwd01	Varchar(40)	该小时 01 分风向数据
4	mws01	Varchar(40)	该小时 01 分风速数据
...	...	...	...
121	mwd00	Varchar(40)	下一小时 00 分风向数据
122	mws00	Varchar(40)	下一小时 00 分风速数据
123	status	int	数据状态位,用于判断数据是否进入正式表

表 4 气温数据存储表(AT 表)

序号	字段名	数据类型	说明
1	zh	Varchar(40)	海洋站站号
2	sdate	Varchar(40)	数据时间,“YYYYMMDD”的格式
3	Data21	Varchar(40)	上一天 21 时 00 分数据
4	Data22	Varchar(40)	上一天 22 时 00 分数据
5	Data23	Varchar(40)	上一天 23 时 00 分数据
6	Data00	Varchar(40)	当天 00 时 00 分数据
...	...	...	...
61	Data19	Varchar(40)	当天 19 时 00 分数据
62	Jizhidata	Varchar(max)	各极值数据按照“极值 1 极值 2...”的方式存入该字段
63	Memodata	text	每小时每分钟的数据(24×60=1 440 个数据)

表 5 海水温度数据存储表(WT 表)			
序号	字段名	数据类型	说明
1	zh	Varchar(40)	海洋站站号
2	sdate	Varchar(40)	数据时间,“YYYYMMDD”的格式
3	Data00	Varchar(40)	当天 00 时 00 分数据
...	...	...	...
61	Data23	Varchar(40)	当天 23 时 00 分数据
62	Jizhidata	Varchar(max)	各极值数据按照“极值 1 极值 2...”的方式存入该字段
63	Memodata	text	每小时每分钟的数据(24×60=1 440 个数据)

以上 5 个表为数据库逻辑结构设计所需的表,其中表 1 至表 3 为临时数据存储表,表 4 为气象要素数据表、表 5 为水文要素数据表,其余水文气象要素数据正式表的表结构与表 4 和表 5 结构一致。此外,风要素表结构中 DataXX 为风向值与风速值的组合,即“风向值 风速值”。

3.2 系统程序实现与运行结果

3.2.1 数据库触发器设计

结构化查询语言 Structure Query Language (SQL)是专门为数据库建立的操作命令集,是一种功能齐全的数据库语言。SQL 主要由两部分组成:DDL(Data Definition Language)和 DML(Data Manipulation Language)。其中,DDL 是建立数据库表及列的指令群,DML 是操作数据库记录的指令群。以下 SQL 语句实现了海洋水文气象数据库触发器的设计。

create trigger tri_sw //更改水文各要素整点值,以潮位要素为例。

```
on tempdata_sw
for update
if update(m00)
begin
update WL set wdXX=i. m00 where zh=
i. zh and type='WL' and date=i. sdate+'XX'
end
```

上述程序以潮位(WL)数据为例,实现了水文要素的数据临时表向正式表的级联更新。其中,水文要素数据更新为本时刻 00 分数据到正式表本小时的更新。

3.2.2 程序设计及运行结果

行了程序开发,设计实现了以下几个程序对外调用的接口。

根据上述业务需求,对数据管理模块(表 6)进

表 6 水文气象数据管理模块情况

序号	函数名	输入参数	返回结果	说 明
1	int operadb()	数据库名、数据源名称、数据库登录密码、SQL 语句	0 或 1	操作数据库后的结果;返回 1 表示操作成功,返回 0 表示操作不成功
2	DataTable selectdb()	数据库名、数据源名称、数据库登录密码、SQL 语句	DataTable 类型数据表格	查询数据结果
3	int qx_real()	站点名称、数据时间、当前数据、极值数组、数据类型、数据初值	-1,0,1	气象类实时数据对外操作接口。返回-1 表示数据异常,返回 0 表示插入数据失败,返回 1 表示数据插入数据成功
4	int sw_real()	站点名称、数据时间、当前数据、极值数组、数据类型、数据初值	-1,0,1	水文类实时数据对外操作接口。返回-1 表示数据异常,返回 0 表示插入数据失败,返回 1 表示数据插入数据成功
5	int qx_zrdata()	站点名、数据时间、整点值数组、数据极值	-1,0,1	气象类整日数据补录。返回-1 表示数据异常,返回 0 表示插入数据失败,返回 1 表示数据插入数据成功
6	int sw_zrdata()	站点名、数据时间、整点值数组、数据极值	-1,0,1	水文类整日数据补录。返回-1 表示数据异常,返回 0 表示插入数据失败,返回 1 表示数据插入数据成功
7	int select_datastat atus()	站点名、数据类型、数据时刻	-1,0,1,2	返回临时表中数据是否进入正式表中。-1 表示查询异常,0 表示未进入,1 表示进入,但其中包含默认值,2 表示进入并且数据正常
8	int qx_hisdata()	站点名、数据类型、数据时间、原始数据数组、极值数据数组	-1,0,1	气象类数据原始数据补录,即对应小时的 60 个数据补录。返回-1 表示操作异常,0 表示操作未成功,1 表示操作成功
9	int sw_hisdata()	站点名、数据类型、数据时间、原始数据数组、极值数据数组	-1,0,1	水文类数据原始数据补录,即对应小时的 60 个数据补录。返回-1 表示操作异常,0 表示操作未成功,1 表示操作成功
10	void creat_file()	站点名、数据类型、数据时间、存储路径	Null	形成海洋水文气象网所需的上传文件

利用以上函数接口,实现了水文气象数据管理,并被海洋站上位机软件调用,完成了海洋站水文气象数据的管理。

4 结束语

系统利用数据库技术和面向对象技术,整合现有观测设备的数据类型,实现了海洋观测数据

的自动化管理,有效降低了海洋观测系统的管理成本,同时系统为海洋观测数据的模块化管理和使用提供了对外接口。实现了海洋水文气象观测数据的模块化和业务化应用,为进一步提高海洋观测预报的精细化水平,更好服务于海洋经济发展管理的支持能力奠定了基础。

参考文献

[1] 秦明慧,李平,戴永寿,等. 海洋台站数据管理及动态发布系统的设计[J]. 海洋预报,2010,27(3):66—71.

[2] 吴向荣,陈宇东,李郅明,等. 海洋台站观测数据生成环节及质控分析[J]. 海洋开发与管理,2014,31(4):34—37.

[3] 中国标准化委员会. GB/T14914—2006 海滨观测规范[S]. 2006.

[4] 林春梅,余麒麟,曹宇峰,等. 浅谈海洋台站工作的管理[J]. 海洋开发与管理,2013,30(4):44—47.

[5] 俞永庆. 自动海洋气象监测数据库及其 Web 开发应用[J]. 海洋预报,2006,23(1):81—84.

[6] 刘维学. SQL Server 查询优化器原理与优化实力分析[J]. 计算机技术的发展,2013,23(11):108—111.

[7] 刘维学,乔丽平. SQL Server 数据库 DML 触发器的研究与应用[J]. 计算机技术的发展,2013,23(11):66—69.