

基于 B/S 架构的油田生产数据管理系统应用研究

曹旭东, 曹卫东, 朱小宇

(中国石油大学(北京)地球物理与信息工程学院, 北京 102249)

摘要:现阶段国内油田现场生产数据采集还主要靠人工来完成,这样大大增强了现场油田工人的工作强度,浪费了人力资源,而且现场数据的采集正确与否很大程度上由油田现场工人的责任心决定;数字化油田应用先进的数字化信息技术,实现油田管理的数字化、网络化、智能化以及可视化;数字化油田中,对油田生产数据的采集、处理、传输和呈现是一个重要部分;研发基于 B/S 架构的油田生产数据管理系统,系统采用 WEB 方式实现;上位机通过 TCP 协议获取油田现场的生产数据,并将数据存储到 Oracle 数据库;数据库中表的结构按照元数据模型设计,实现对油田现场生产数据的获取以及存储;WEB 系统利用 REST 方式构建,使用了 SSH 集成框架,使得油田生产数据管理系统能够对油田现场的动态数据进行精确分析和呈现,以实现对油田现场设备的高效实时监管,从而保障油田设备的安全运行。

关键词: B/S 架构;上位机;元数据;数据库

Application Research of Production Data Management System for Oilfield Based on B/S Structure

Cao Xudong, Cao Weidong, Zhu Xiaoyu

(College of Earth Physics and Information Engineering, China University of Petroleum, Beijing 102249, China)

Abstract: At present, the domestic oilfield production data acquisition is basically rely on artificial to complete. This has greatly enhanced the working intensity of oilfield workers, the waste of human resources, and the field data collected correctly or not is largely determined by the oilfield workers sense of responsibility. Digital Oilfield uses advanced digital information technology to realize the digitalization, network, intelligence and visualization of oilfield management. In digital oilfields, it is an important part of the collection, processing, transmission and presentation of oilfield production data. Research and development of production data management system for oilfield based on B/S structure, the system using WEB way. Computer obtains the data of the oilfield equipment through the TCP, and stores the data into the Oracle database. The structure of the table in the database is designed according to the metadata model, and the acquisition and storage of the production data of the oilfield are realized. The WEB system is constructed by REST, using the SSH integration framework, making the oilfield production data management system can accurately analyze and present the dynamic data of the oilfield site, in order to achieve efficient real-time monitoring of oilfield site equipment, so as to guarantee the safety of equipment in oilfield.

Keywords: B/S; computer; metadata; database

0 引言

随着数字化油田不断推进,油田现场部署的数字化设备不断增多,设备规模越来越大,分布范围也越来越广,故障率也随之上升,因此需要对这些数字化油田设备进行更加完备的数据化管理^[1]。

本系统实现对油田现场终端设备进行全方位、全生命周期的动态信息管理。动态信息数据包括油田现场设备所采集到的实时数据。通过对包括设备的工作电压、电流等参数的油田现场设备生产数据进行比较,确定设备是否运行正常。通过本系统能够全方位的对油田设备进行实时管

理,能够方便决策者对油田现场物资状况全方位掌握。

1 系统整体框架

本系统由 Oracle 数据库和 WEB 发布系统组成。上位机通过控制数字化终端设备将采集到的油田现场实时数据存入数据库。WEB 发布系统通过对数据库中油田生产数据实时读取,以实现对油田设备生产状况的实时监控。具体包括如下功能模块:地图总览模块、动态信息模块、故障诊断模块、统计分析模块、工况分析模块、用户反馈模块。通过 WEB 发布系统各个模块,实现对现场设备的全生命周期的管理。对比采集到的数据,通过生产过程电压、电流等参数判断设备是否正常运行,以便维修人员能够及时维修。系统的框架如图 1 所示。

2 系统数据库设计

数据库是整个系统的中心,随着数字化油田推行,数字化信息也越来越多,信息存储成为当前油田的一大问题。

收稿日期:2017-11-29; 修回日期:2018-01-04。

基金项目:国家发改委下一代互联网技术在智慧油田的应用示范项目(CNGI-12-03-043)。

作者简介:曹旭东(1968-),男,辽宁锦州人,副教授,硕士生导师,主要从事石油仪器、计算机软硬件技术方向的研究。

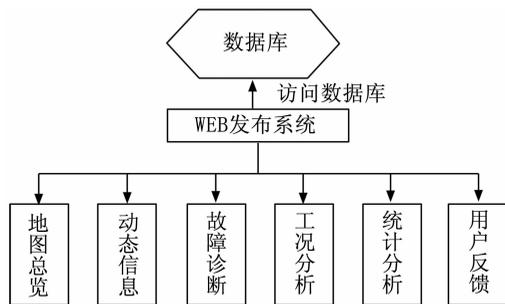


图 1 系统框架图

数据库用来存储远程终端设备实时采集到的数据并可以做到永久保存, 实时查看和调用。

本系统采用的 Oracle 数据库。数据库不但用来存储远程终端设备采集到的油田生产数据, 并且包括了油田设备的实时状态和设备的一些基本信息, 用来对设备进行实时查看和管理。本系统引入数据库的目的是为了存储油田现场设备的生产数据, 实现对油田现场设备的管理, 因此需要对油田现场设备的数据接口进行统一的规范, 方便数据存储。

3 WEB 发布系统设计

3.1 开发工具及环境

WEB 发布系统运行于 Windows 操作系统, 其使用 Eclipse 作为系统开发工具、Oracle9I 版本作为系统数据库、Tomcat 作为系统 Web 服务器。本系统采用 B/S 架构^[2], 软件总体上采用 Spring 框架, 使用 JSP 作为网站页面开发语言。

3.2 系统功能模块设计

分析系统功能需求, 分为如下模块:

1) 地图总览模块。地图总览模块包括 RTU 基本信息、RTU 实时数据、视频监控等三大功能显示模块, 因为 RTU 上传数据中包含其经纬度数据, 所以在百度地图中 RTU 的地理位置均被标注清楚, 方便用户和管理人员查看。视频监控可以使得管理人员快速掌握燃气设备的运行状况。

2) 动态信息模块。设备动态信息展示的是设备运行过程中的一些电量参数, 如设备的工作电压、电流、设备通讯状态等信息, 通过每隔一定时间读取数据库中设备的最新状态信息, 显示到界面供客户查询。

3) 故障诊断模块。设备故障信息是通过设备状态的原始数据进行分析判断的基础上得出的。软件后台会每隔十分钟, 会读取数据库中设备状态表中最新更新的数据, 根据状态表中一些电压、电流、电池电量等参数判断设备是否运行正常。若设备出现故障, 将相关故障信息写入设备故障表, 同时显示设备警报。

4) 统计分析模块。设备统计分析可对不同类型、不同厂家的设备故障情况进行统计展示和上线设备的数目进行统计, 提供如折线图、柱状图、饼状图等多种图表展示。

5) 工况分析模块。该模块是通过故障维修表进行查

询, 对比故障发生的时间和工作人员维修的时间以及故障结束的时间, 判断工作人员的维修效率, 方便决策者做出判断。

6) 用户反馈模块。用户在 Web 发布系统页面填写完用户反馈后, 系统会将反馈信息、填写日期以及反馈用户手机号码存储到数据库中, 使管理人员可以更快地查看用户反馈信息, 并迅速作出对策, 提升用户满意度。

系统的功能模块结构图如图 2 所示。

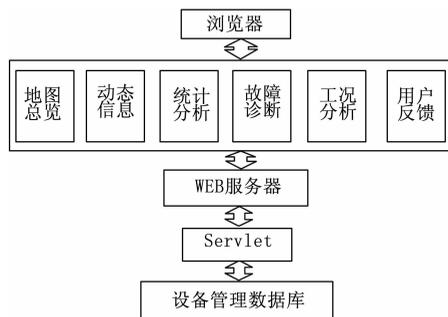


图 2 系统功能模块结构图

3.3 系统技术框架设计

系统采用 B/S 架构的 WEB 系统, 整体框架采用 SSH 架构, SSH 即 Spring、Hibernate、Struts。采用 HTML 和 JavaScript 进行 web 页面的编写。最后, 通过 Tomcat 服务器进行发布^[3]。

此外为使数据更好地展示, 还引入了 JFreeChart、HighChart 等图表制作工具。

如图 3 所示是整个软件的系统框架。

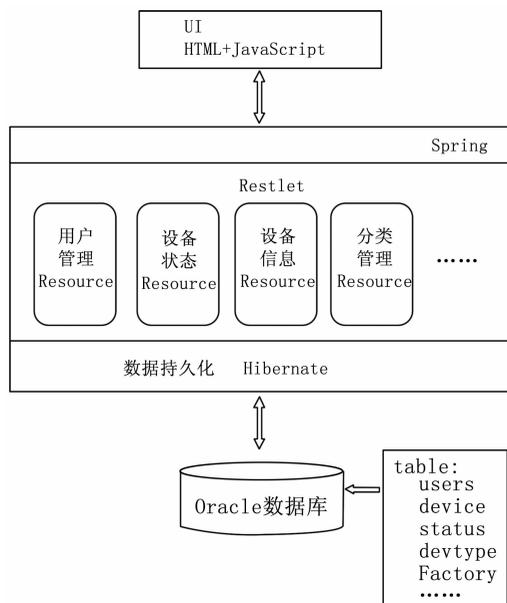


图 3 系统技术框架图

由图中可看出, 系统采用 Hibernate 框架实现对数据库表到 Java 类的映射^[4], 然后使用 Spring 框架对系统进行整合, 使系统进行分层。将系统分为四层, 最上层为 UI 界面, 用 HTML 语言和 JavaScript 相结合, 与用户进行交互。

用户在 UI 界面点击查询, 界面就会将表单传送给服务器。Restlet 风格将所有的资源封装成 URL^[5], 服务器根据界面提交的 URL 找到对应的 Resource 进行处理。Resource 类中有很多依赖对象, Spring 框架使类创建时依赖类自动加载进来, 不用自行去创建。底层 Oracle 数据库采用 Hibernate 框架进行封装, 通过操作对象实现数据持久化, 以实现对象操作来修改数据库表中的数据。

3.4 SSH 框架简介

本系统采用的是以 Struts、Spring、Hibernate 即 SSH 为核心的 B/S 架构系统。

系统选用 Hibernate 技术对 Oracle 数据库进行访问, 实现数据库表与面向对象中对象的连接, 将数据库中的表转化成程序中的对象, 以实现数据库的操作。

3.4.1 Spring 框架

本系统进入 Spring 框架, 软件请求处理原理: 页面发送请求→接收请求→根据配置的规则, 分配至对应的资源处理→处理完返回结果数据至页面→页面显示。

3.4.2 STRUTS 框架

本系统选用的 STRUTS 版本是 Struts2, Struts2 是在传统的 Struts1 和 WebWork 上发展起来的, 是一个非常优秀的 MVC 框架。MVC 将 WEB 应用程序分为 3 个模块: 模型 (Model)、视图 (View)、控制器 (Controller)。这 3 个模块相辅相成, 虽然各自执行不同的任务, 但是彼此之间又紧密联系在一起, 构成 MVC 的整体。

3.4.3 HIBERNATE 框架

本系统采用的 DataSource 数据源如下所示。将 DataSource 数据源封装成 Bean 容器。DriverClassName 提供了数据库连接所需要的驱动, url 提供了远程数据库服务器的地址, username 提供了数据库连接的用户名, password 提供了数据库连接的密码。通过以上数据库参数, 应用程序能够通过 Hibernate 框架连接到数据库。

```
<!-- 定义数据源 -->
<bean id="dataSource" class="org.apache.commons.dbcp.
BasicDataSource" destroy-method="close">
<property name="driverClassName">
<value>oracle.jdbc.driver.OracleDriver</value>
</property>
<property name="url">
<value>jdbc:oracle:thin:@localhost:1521:device</value>
</property>
<property name="username">
<value>mydevice</value>
</property>
<property name="password">
<value>m123456</value>
</property>
</bean>
```

数据库连接完成以后对数据库中表进行操作, 需要实现关系型数据库到 Java 对象的映射。Hibernate 通过 XML 配置文件实现这一目的, 将数据库中表与 Java 对象建立连接。如下

所示, 要实现关系型数据库到 Java 对象的映射^[6], 必须要将数据库表中字段和 Java 对象中属性一一对应, 并且两者的数据类型要完全一致。

```
<? xml version="1.0" encoding="utf-8"? >
<! DOCTYPE hibernate-mapping SYSTEM "http://localhost:9080/HBYT_EMS02/hibernate-mapping-3.0.dtd">
<hibernate-mapping package="com.table.Alert_s">
<!-- 建立 alert_s 到表 Alert_s 的映射 -->
<class name="com.table.Alert_s" table="alert_s">
<id name="alerted" table="int">
<generator class="increment"/>
</id>
<property name="jbdj" type="int" not-null="true"/>
<property name="jbby" type="string" not-null="true"/>
<property name="jbkssj" type="timestamp" not-null="
true"/>
<property name="jbjssj" type="timestamp" not-null="
true"/>
<property name="jbcs" type="int" not-null="true"/>
<property name="jbbz" type="string"/>
<!-- 建立 Alert_s 到 Device 单向多对一关系的映射 -->
<many-to-one
name="devid"
Column="devid"
Class="com.table.device"
Not-null="true"
Lazy="false"/
>
</class>
</hibernate-mapping>
```

4 主要界面及运行效果

4.1 WEB 发布系统功能模块及其页面

4.1.1 地图总览模块

地图总览模块包括 RTU 基本信息、RTU 实时数据、视频监控等三大功能展示模块。RTU 基本信息包括 RTU 单元编号、RTU 单元用户表号、RTU 单元用户表名、RTU 编号、RTU 区域、RTU 类型、RTU 负责人员手机号码、RTU 负责人员姓名、RTU 纬度、RTU 经度、RTU 安装时间、RTU 最近更新时间。因为上传数据中包含 RTU 经纬度数据, 所以在百度地图中 RTU 的地理位置均被标注清楚, 方便用户和管理人员快速查看。RTU 实时数据包括 RTU 门禁状态、RTU 状态位、RTU 内部时钟时间、RTU 内部温度、RTU 内部湿度、RTU 错误信息、RTU 电池电压、RTU 电池剩余电量、RTU 电池可用时间、RTUGPRS 是否有 SIM 卡、RTU GPRS 信号强度。上位机将 RTU 实时数据上传给 Web 发布系统, 数据直接显示在地图总览模块客户端页面。视频监控模块可以使得管理人员快速掌握燃气设备的运行状况, 方便管理人员进行检查与维护。

4.1.2 动态信息模块

设备动态信息展示的是设备运行过程中的一些电量参数,

通过每隔一定时间读取数据库中设备的最新状态信息, 如设备的工作电压, 电流, 设备通讯状态等信息, 显示到界面供客户查询。设备动态信息是由上位机采集到现场远程终端设备的实时参数, 然后将数据存储到数据库中。WEB 系统从数据库中读取设备的动态信息, 通过设备的动态信息中电流, 电压等参数可以判断出设备是否运行正常。

设备状态信息展示的设备运行的实时状态信息如图 4 所示, 上位机会实时将现场数据保存到 ORACLE 数据库中, WEB 系统从数据库中读取到的就是设备的实时数据。同时提供信息的分类查询功能, 支持按时间、设备类型、设备厂家查询。

序号	设备编号	设备名称	485通讯状态(RTU与RTU)	485通讯状态(RTU与井工仪)	485通讯状态(备用)	网口通讯
1	10001	RTU1	正常	正常	正常	正
2	10002	RTU2	正常	正常	正常	正
3	10003	RTU3	正常	正常	正常	正
4	10004	RTU4	正常	正常	正常	正
5	10005	RTU5	正常	正常	正常	正
6	10006	RTU6	正常	正常	正常	正
7	10007	RTU7	正常	正常	正常	正
8	10008	RTU8	正常	正常	正常	正
9	10009	RTU9	正常	正常	正常	正
10	10010	RTU10	正常	正常	正常	正
11	20001	RTM1	正常	无	无	-
12	20002	RTM2	正常	无	无	-

图 4 设备状态信息管理

4.1.3 故障诊断模块

设备故障信息是在对设备状态信息的原始数据分析和判断的基础上得出的。软件后台会每隔十分钟, 会读取数据库中设备状态表中最新更新的数据, 根据状态表中一些电压、电流、电池电量等参数判断设备是否运行正常, 若设备出现故障, 将相关故障信息写入设备故障表, 同时显示设备警报。设备管理软件的首要目的就是能对设备的实时参数进行判断, 并进行故障报警, 方便现场人员能及时做出处理, 不影响油田生产。

故障出现以后, 维修人员可以根据故障信息找到对应的故障模块, 然后进行维修, 维修完成以后需要写维修记录, 如果故障排除, 故障信息就自动写为已处理, 同时记录下这次维修记录到维修记录表里, 以便于以后进行查询。查询结果如图 5 所示。

序号	设备编号	设备名称	维护类型	维护单位	维护人员	维护日期	维护地点	维护成本	工时成本	维护结果	备注
1	RTU1	故障维护	1	1	张三	2015-9-22	1	1	1	成功	无备注
2	RTU1	故障维护	1	1	张三	2015-11-30	无	无	无	成功	无备注

图 5 故障维护信息

设备维护包括日常维护和故障维护, 日常维护是指对设备进行定期的保养和监测, 以提高设备的使用寿命。故障维护是由工作人员对设备故障处理完成后, 手动记录故障维护的基本信息, 当故障处理完成且维护记录被录入后, 设备报警就会自动消除。如图 6 所示。

自动触发事件的间隔时间可在配置文件中设置, 方便根据实际需求更改, 下图代码配置的间隔时间为十分钟。相关配置

图 6 设备维护信息录入(故障维护)

如下所示:

```

<!-- 配置 spring 定时器 -->
<bean id="AutoTrigger" class="org.springframework.scheduling.quartz.CronTriggerBean">
  <property name="jobDetail"><ref bean="methodJobDetail"></ref></property>
  <property nsme="cronExpression">
    <value>0 0/10 * * * ? </value>
  </property>
</bean>

<bean id="methodJobDetail" class="org.springframework.scheduling.quartz.MethodInvokingJobDetailFactoryBean">
  <property name="targetObject"><ref bean="autoStatusforBDRResource"/></ref></property>
  <property name="targetMethod"><value>executeStatusToBD</value></property>
</bean>

<!-- 总调度 -->
<bean id="startQuartz" lazy-init="false" autowire="no" class="org.springframework.scheduling.quartz.SchedulerFactoryBean">
  <property name="triggers">
    <list>
      <ref bean="AutoTrigger"/>
    </list>
  </property>
</bean>

```

设备警报是对当前有故障的设备发出的, 当对设备维护成功后, 设备警报就会自动消除, 而设备故障是对设备整个生命周期出现故障的记录, 设备维修好正常运行后, 以前的故障记录不会消除。同时为了方便用户观察, 同一设备同一种警报只出现一条警报信息。

4.1.4 统计分析模块

统计展示采用 Highcharts 工具, 在后台页面发送 URL 请求, 通过配置文件映射到相应资源处理后, 返回处理的数据, 在页面调用 Highcharts 函数显示, 返回数据格式为 Json, 折线图如图 7 所示。

设备统计除了对设备的数目进行了统计, 还对设备的故障率进行了统计, 方便管理者对设备的质量有整体的认识, 设备

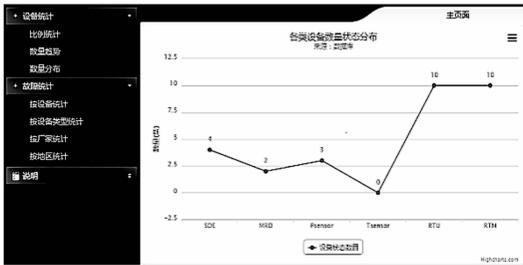


图 7 统计分析示意图 (折线图)

故障率的统计可以针对各个设备在一定时间的故障次数,可以统计不同厂家设备的故障率,还可以查看各个类型的设备的故障情况,从而使管理者对设备的运行情况和质量有一个清晰的认识,来判断是否继续使用该设备,是否继续选取该厂家的设备。设备的故障率如图 8 所示。



图 8 设备的故障率

4.1.5 工况分析模块

工况分析可以根据故障发生的时间和维修的时间来分析维修人员的工作状况,维修效率,方便决策者做出判断,也可以分析出不同故障维修所用的时间,如图 9 所示。



图 9 维修人员的维修效率

工况分析是本系统中重要的部分,工况分析对决策者尤为重要,可以使管理人员不用时刻监督员工的工作状态,只需要查询报表中人员处理故障所花费的时间就可以对工作人员的工作效率有一定的判断,从而做出合理的人事安排,如图 10 所示。

数据,并且运行稳定、可靠,可以满足无人机电力巡检吊舱连续记录 4 个小时的存储需求。

参考文献:

[1] 李洪普,刘卫东,徐娜. 基于 Windows XPE 的水下航行器航行操纵系统多任务软件设计 [J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (5): 1806 - 1809.

[2] 李鹏振,钱雪军. 基于 XPE 嵌入式系统的消防报警系统的研究 [J]. 机电一体化, 2012, 18 (6): 41 - 44.



图 10 故障的维护率

4.1.6 用户反馈模块

用户在 Web 发布系统中用户反馈页面填写完用户反馈信息后提交,系统会将反馈信息、反馈信息提交日期以及反馈用户手机号码存储到数据库中,当管理人员查看用户反馈信息时,系统会快速将反馈信息从数据库中提取出来并显示到用户反馈页面,使系统管理人员能迅速对用户的看法作出对策,提升用户满意度。

5 结束语

研发基于 B/S 架构的油田生产数据管理系统,并在华北油田现场布控,实现对整个油田现场生产设备的实时监控,做到油田生产现场的监控、管理一体化。现场工作人员不用实时去现场读取设备参数,只需要坐在中控室读取系统参数,根绝设备参数和故障报表查看设备是否有故障,以便做到及时维修。本系统极大程度的降低了油田工人的劳动强度,提高了工人的工作效率,同时增强了生产安全性,使油田生产、管理迈入自动化、数据化的模式。

参考文献:

[1] 束长宝,于照,张继勇. 基于 TCP/IP 的网络通信及其应用 [J]. 微计算机信息, 2006, 22 (36): 157 - 159.

[2] 罗智华. 新时期计算机通信软件架构设计与分析 [J]. 数字通信世界, 2015 (10): 25 - 26.

[3] 杜远坤,黄于欣. Tomcat6.0 连接池的配置与应用 [J]. 计算机光盘软件与应用, 2015 (2): 114 - 115.

[4] 郑启龙. 基于 Hibernate 运动员血液生物学指标监控持久化设计 [J]. 电子设计工程, 2016, 24 (10): 174 - 176.

[5] 宋松,何德平,王声辉,等. 基于 REST 构架的油田设备管理系统软件的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2016 (9): 171 - 175.

[6] 褚媛,周家纪,卞腾,等. 基于 Java 的数据库连接池技术在即时通信系统中的应用 [J]. 电脑开发与应用, 2008 (2): 30 - 32.

[3] 金珈成,赵殿全,韩冬,等. 直升机载电力巡线光电稳定吊舱系统设计与试验 [J]. 长春理工大学学报 (自然科学版), 2012, 35 (1): 79 - 82.

[4] 王柯,赵强,彭向阳,等. 基于 PID 的电力巡检光电吊舱稳定平台控制系统设计 [J]. 控制工程, 2015 (s1): 135 - 140.

[5] 王波,胡文刚. 机载光电吊舱嵌入式大容量视频存储和回放系统的设计 [J]. 光学与光电技术, 2009, 7 (6): 30 - 32.

[6] 黄俊波,王康. 电力巡检吊舱红外图像增强技术研究 [J]. 光学与光电技术, 2015, 13 (6): 42 - 62.