

用于海上采油平台的能耗分析系统^①

杜振华, 李智勇, 王 钊, 廉美蓉

(中海油节能环保服务有限公司, 天津 300457)

摘要: 为填补我国海洋石油工业在能效监测与分析方面的不足, 设计了一种用于综合分析海上采油平台各用能设备能效状态的软件系统. 该系统以 C++为开发语言, 打破了传统能效分析的单一、粗犷、主观等弊端, 实现了各用能设备的能效监测、能效分析及能效评估. 软件界面友好, 能够实时展现采集终端的温度、压力、流量、电量等参数, 并根据该参数绘制能效分析曲线, 生成报表. 目前该系统已经我国渤海区域的某平台应用, 为我国打造节能型能源企业迈出了重要一步.

关键词: 海上采油平台; 监测; 能效分析; 节能

Design of Energy Efficiency Analysis System for Offshore Oil Platform

DU Zhen-Hua, LI Zhi-Yong, WANG Zhao, LIAN Mei-Rong

(CNOOC Energy Conservation & Environmental Protection Service Co.Ltd, Tianjin 300457, China)

Abstract: To stop a gap in the aspect of monitoring and analysis of energy efficiency in China's offshore oil industry, this paper designs a comprehensive analysis software system that used in offshore oil platform to analyze the energy efficiency status of energy consumption equipment. The system based on C++ DL, breaks the drawbacks of tradition analysis method which is single, extensively, subjectively and others. It implements the energy efficiency monitoring, energy efficiency analyzing and energy efficiency assessment for energy consumption equipment. The software has a friendly interface. It can display the parameters of temperature, pressure, flow and power from acquisition terminal real-time. Moreover, it can draw the energy efficiency curve and generate reports according to the parameters. At present, this system has been put use in one offshore oil platform which in Bohai sea area, and taken one important step for China to build energy-efficient energy companies.

Key words: offshore oil platform; monitor; energy efficiency analysis; energy-efficient

目前, 我国大力推行节能减排政策, 对于海洋石油这样的高能耗企业而言, 要想践行节能减排必须先挖掘出自身的节能空间. 在能耗监测系统的设计方面, 我国于 20 世纪初逐步开始研究和应用, 文献[1]介绍了能耗监测系统在中小型炼油厂的具体应用, 但是还缺乏对能效的综合分析. 近几年, 我国在能效分析系统的设计方面也逐步探索出了适用于各种工艺特点、耗能设备的分析系统, 由于这种方法只针对某一特定的设备(如参考文献[1]、[4]中的方法), 使得能效的整体评估与分析成为空白. 石油、石化行业的工艺系统是一个非常庞大、复杂的概念, 评价设备的能效通常

需要综合多种工艺参数和设备参数来完成分析. 本文旨在研究并开发一套适用于海上的综合能效分析系统, 通过该系统能够直观的看到各设备的能效状态, 为海上采油平台挖掘自身节能潜力提供有效的数据依据.

1 系统功能

软件系统具有可视化的操作界面, 可通过 IE 进行登录操作, 在软件设计中, 主要包括如下几个功能模块:

① 系统管理: 此模块包括系统用户登录、主页布局、功能导航, 能够完成用户管理(包括添加、删除、

① 收稿时间:2014-07-01;收到修改稿时间:2014-08-15

修改客户信息)、权限管理、日志管理、密码修改等功能。

② 档案管理: 该模块的参数录入功能主要是为整个系统提供运行参数, 各种数据通过此系统配置后, 可以按照用户的不同需求来配置适合自己的功能需求。整个系统的运行参数、采集参数等所有数据信息都要录入到系统中进行统一的管理和维护。

③ 工艺设备能效诊断: 该模块是根据系统采集上来的数据, 对泵、风机等大型用能设备进行能源审计与运营分析, 有助于设备的维护。在该功能模块下, 选中某个设备便可以对设备进行运营分析、能源审计、设备维护等操作。

④ 能效评估: 能效评估模块是根据已分析出的设备能效状况, 和该工况下的标准能效值进行对比分析, 该标准值往往来源于国标值或某设备所标注的标注能耗值。

⑤ 统计分析报表: 报表由报表格式和报表数据构成。该系统为用户提供了多种自动报表模板, 同时结合用户自动定义的格式生成系统报表。

⑥ 数据查询: 用户选择某一个功能点, 页面生成报表提供给用户使用, 根据报表显示内容进行参数筛选和动态生成查询条件。

⑦ 能耗指标库: 对各类型耗能设备的标准值的录入与查询

软件采用 Oracle 大型数据库存储海量能耗数据, 采用 B/S+C/S 混合平台架构进行设计。各功能模块以数据库(Oracle 11G)为基础, 相互之间协调工作, 其模块中的数据流程图如图1所示。在图1中可见, 通过数据库, 各模块通过数据流来完成各自的功能, 此外, 还能通过数据交互接口模块来获得外部的数据(其他系统的数据)。

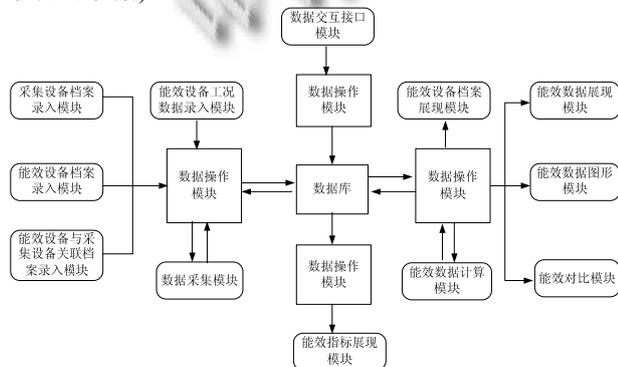


图1 功能模块数据流程图

2 系统设计

软件的一些常用模块(如: 档案管理等)的设计是较为成熟的方法, 本文着重描述数据采集模块、数据查看模块和工艺设备能效诊断模块的设计方法。

2.1 数据采集模块设计

数据的采集模块是配合着移动式能源数据采集表计而设计的, 按照使用要求可将该模块的采集系统划分为三个子系统: 前置采集子系统、工作数据处理子系统和系统构架维护子系统, 以前置采集子系统为例, 其各个模块及功能如表1所示。设计时将子系统按功能划分为几个小的模块, 再按照模块的数据流定义每个模块功能和输入输出数据, 最后定义其优先度来完成一个子系统的设计。

数据采集系统的模块划分完成后, 需要根据各模块的功能设计相应的虚拟服务器, 与前置平台相关的服务器有: 采集服务器、工作数据服务器和历史数据服务器。如图2所示, 为逻辑服务器的划分及结构示意图。由图2可见, 三个服务器建立在软总线(Softbus)上运行, 以软总线为底层通讯平台。软总线提供各服务器的运行状况和类型, 各服务器间的数据通过邮件的形式(由 socket 来完成接口开发)来实现(直接连接数据库的除外)。

采集服务器: 采集服务器是多机互援的工作机制。该服务器接收工作数据服务器分配的任务以得到所要执行的任务; 采集服务器的数据分为几大部分: 档案参数、任务信息、准熟数据。

工作数据服务器: 在历史数据库服务器中读取档案参数, 根据采集方案生成系统采集总任务。各采集服务器在空闲的时候向工作数据服务器申请任务。工作数据服务器从系统采集总任务中依据同一设备的同一批次任务在一起的原则来返回(下发任务)。将采集服务器上送的准熟数据再进行深度处理, 如: 做各时间段的电量统计等跨时间段的操作等。在处理完后, 熟数据写入历史数据服务器。工作数据服务器的数据收集由 mysql 数据库来实现。工作数据服务器数据分为几大部分: 档案参数、任务管理数据、实时临时数据(瞬时量单点, 需量10个点, 其他量单点)、熟数据。

历史数据服务器: 存放历史数据和档案数据。系统历史数据的查询和档案的管理均由该服务器完成。

表 1 前置采集子系统模块功能

模块名称	功能描述	输入	输出	优先级
规约模块	1.按规约的优先级和通道来选择规约 2.初始化规约 3.生成下发报文, 解析上送报文 4.形成规约库	1.任务命令 2.档案参数 3.上送报文 4.通道资源 5.规约资源	1.生成下发报文 2.解析得到任务状态 3.解析得到生数据	基本功能
通道模块	1.按通道的优先级和通道使用状态来选择通道 2.初始化通道 3.释放通道	档案参数	返回通道资源	基本功能
数据单点处理模块	1.单点的校验 2.瞬时量乘系数	1.生数据 2.档案参数	准熟数据	基本功能
前置采集子系统界面模块	查看当前前置采集服务器的报文, 前置平台的网络架构情况, 任务进度, 任务执行情况	1.档案参数 2.报文 3.运行信息	界面显示	扩展功能
子任务管理模块	1.接收任务分配服务器分配的任务, 生成任务列表 2.更新任务状况, 并同步任务分配服务器 3.初始化对应的通道和规约, 最后释放通道、规约资源.	1.分配的子任务 2.档案参数	1.任务列表 2.任务执行状况 3.任务进度时间 4.通道资源 5.规约资源	基本功能
档案管理模块	从历史数据库中读取档案参数, 形成独立的共享内存.	历史数据库登录参数	生成档案参数共享内存信息	基本功能
存储数据模块	同时向主备工作数据库写准熟数据.	1.准熟数据 2.数据库操作资源	写数据库返回状态.	基本功能
写数据异常处理模块	如果写数据库失败, 将数据存在磁盘文件, 待后续处理(如果是数据库本身问题, 等数据库修复后将数据再写入, 否则等待手工处理).	1.写数据库返回状态 2.准熟数据	磁盘文件	基本功能
前置采集服务监测模块	1.向系统监测服务器周期发送心跳信息 2.接收并执行主服务器的命令(裁减)	1.系统时间 2.系统监测服务器通讯资源	发送心跳信息	扩展功能

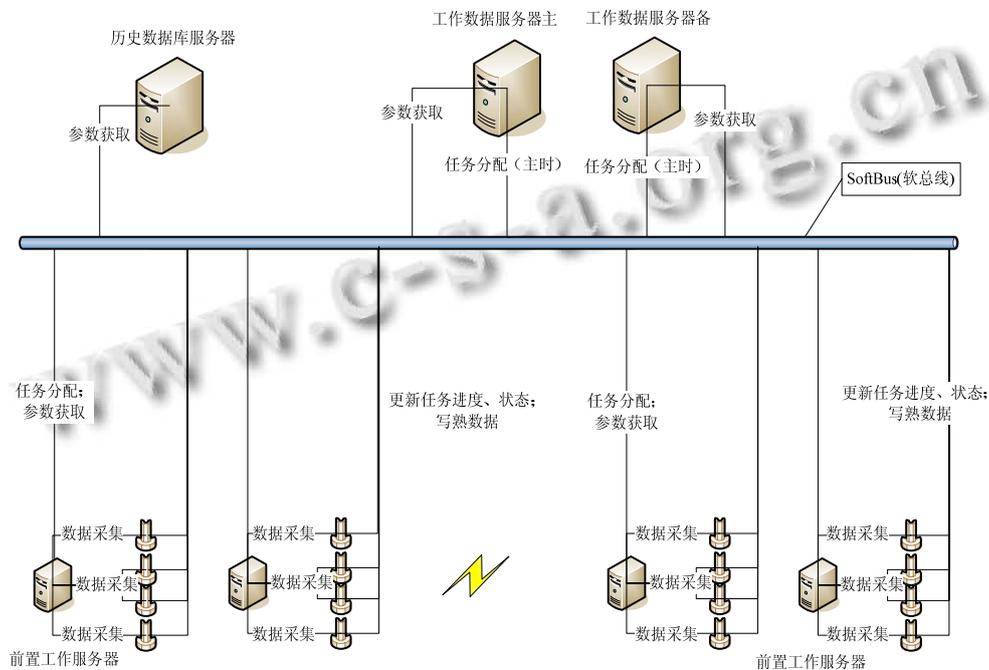


图 2 逻辑服务器划分与其结构示意图

当各个子系统、子模块的设计完成后, 可构成一个整体的数据采集模块, 该模块的运行数据流程图如

图 3 所示. 由图可见, 当每个子模块的功能确定后, 它们即可按照逻辑服务器的工作任务来履行各自的使命.

这种以逻辑服务器为任务划分点的设计方法可以使得软件流程更加清晰、简便,例如:当系统的逻辑服务器划分完成后,整个采集服务器可通过简单的任务申请与任务申请回来判断整个服务器是否需要执行某种操作,这种设计方法简化了整个程序设计中的条件判断和不必要的执行动作.而子系统和子模块的划分又为每条命令的执行提供了可靠的命令执行流程,这使得软件在调试过程中能节省大量的调试时间.

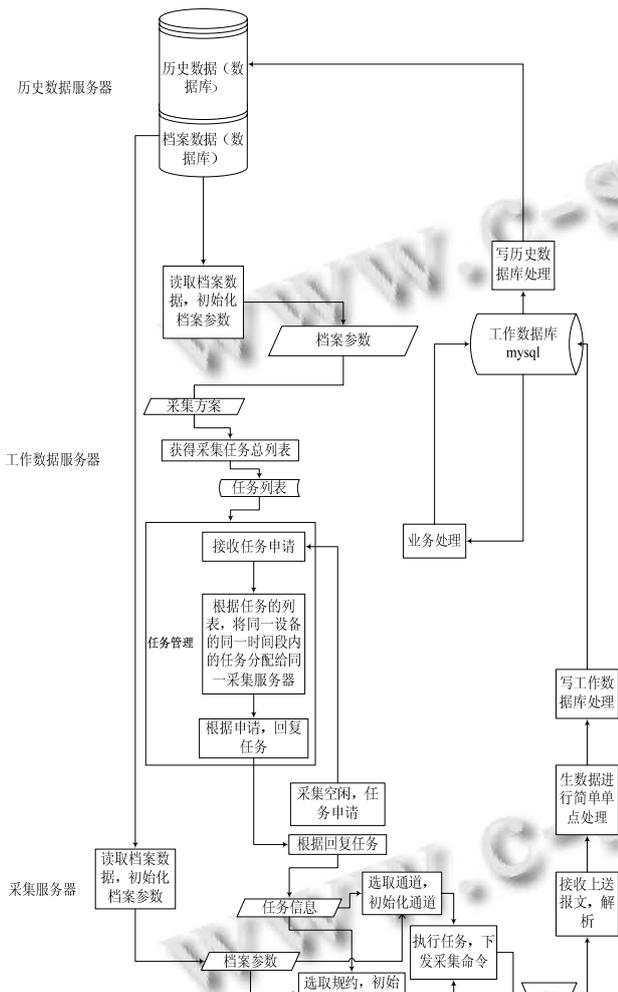


图3 数据采集模块系统运行流程图

2.2 数据查看模块设计

数据查看时,用户选择某一个功能点,页面生成报表提供给用户使用,根据报表显示内容参数筛选动态生成查询条件.其设计思路是查询条件生成分为固定方式生成和动态方式生成,复杂查询条件采用固定功能点方式,通过用户控件预先定义好功能点查询条件及报表模板样式,生成功能点固定页面(如基础查询

jccx.aspx,电量管理 ddgl.aspx),固定功能点在系统初始化时就已经嵌入系统.如图4为固定方式查询流程图,这种查询方式适合查看能耗设备的一些基础的直观数据,整体查询结果的数据量较大.

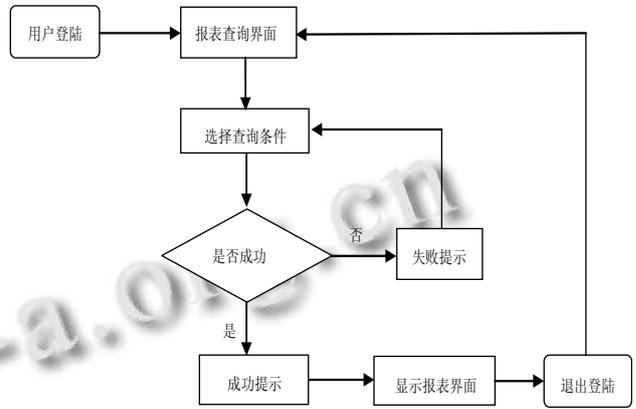


图4 固定方式查询流程图

动态方式查询是根据用户在定义功能点模块表结构过程中动态生成的,与固定方式查询相比增加了WEB后台根据SQL参数动态生成查询条件的环节.如图5为动态方式查询流程图,这种查询方式为间接搜索数据提供了可能,如以日期为条件搜索某设备在该时间段内的数据情况以作进一步分析等.两种查询方式相互结合,即突出了数据查询的快速性和直观性,也实现了数据查询的按需筛选.

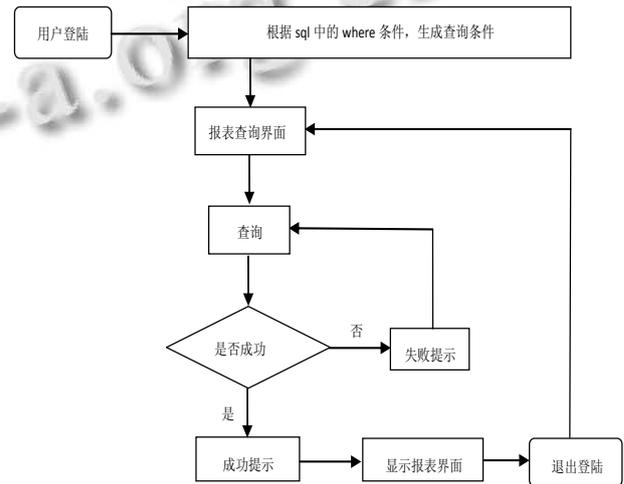


图5 动态方式查询流程图

2.3 工艺设备能效诊断模块设计

设备能效诊断模块的主要内容在于当前设备的能效值计算,这些诊断设备在系统中按类别进行划分,

主要包括: 变压器、发电机、泵类、风机类、电加热器类、空调 COP 值。以下以海上采油平台常用的泵为例, 说明其计算模型。

分析泵的能效需要先获得表 2 中的各项参数, 现场采集参数通过采集设备直接采集后上传给系统, 额定参数需要在系统能预先设置。

表 2 泵类主要参数

输入数据	单位	来源	备注
入口压力	MPa	压力表	现场采集
出口压力	MPa	压力表	现场采集
汇管压力	MPa	压力表	现场采集
出口流量	m ³ /h	超声波流量计	现场采集
阀门开度	%	阀门	平台提供
工作电压	V	电表	现场采集
工作电流	A	电表	现场采集
功率因数		电表	现场采集
额定流量	m ³ /h	水泵铭牌	额定参数, 直接录入
额定扬程	M		
额定电压	V	电机铭牌	
额定电流	A		
额定功率	kW		
额定转速	r/min		

以下以测得泵流量为 174m³/h、出口压力为 0.87MPa(870000Pa), 入口压力 30000Pa, 电流为 190A, 电压为 410V, 功率因数为 0.92 的泵为例, 说明其效率计算方法:

分析泵效率如下:

$$P_{Rr} = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$$

$$= 1.732 \times 410 \times 190 \times 0.92$$

$$= 124.1(kW)$$

P_{Rr} ——电动机输入功率;

$\cos\varphi$ ——功率因数(按 0.92 计算);

U ——工作电压(V);

I ——工作电流(A);

$$P_u = (P_2 - P_1) \times Q \times 10^{-3}$$

$$= (870000 - 30000) \times \frac{174}{3600} \times 10^{-3}$$

$$\approx 40.6(kW)$$

式中, Q ——该处的 Q 取平均流量 174m³/h;
 P_1 ——入口压力取 3m 的正压, 压力为 30000Pa;
 P_2 ——取泵出口压力平均值 0.87MPa, 即 870000Pa;

1. 泵机组效率

$$\eta_T = \frac{P_u}{P_{Rr}} \times 100\%$$

$$= \frac{40.6}{124.1} \times 100\%$$

$$\approx 32.71\%$$

2. 泵效率

$$\eta_R = \frac{\eta_T}{\eta_g}$$

$$= \frac{32.71}{0.9} \times 100\%$$

$$\approx 36.34\%$$

式中, η_T ——泵机组效率; η_g ——电机效率(按 0.9 取); η_R ——泵效率。

3 系统应用

该软件系统以惠普 DL388p Gen8 为硬件载体, 在 Windows 32 位操作系统下可稳定运行。目前, 该系统已成功应用于我国渤海区域某采油平台。以该平台上的某泵为例, 通过该软件系统的参数查询功能可以查看到该泵的名牌参数、运行中的出口压力、入口压力、介质温度、流量、电量等基本参数。

在软件的设备能效诊断和能效评估模块中, 系统可根据固定的计算公式进行采集数据的加工和分析。如图 6 所示, 为某发电机的无功功率监测图, 通过能效诊断, 可发现发电机三相负载间的不平衡问题。又如如图 7 所示, 为某采油泵的效率分析, 三条曲线分别为某日的泵额定效率(26%)、泵机组效率(18.88%)和泵效率(20.98%)该泵效率明显低于规泵定值, 说明该运行效果不佳, 有一定的改造空间, 初步分析, 该泵效率低的原因: 管道阻力大, 偏离了该泵的最佳工作性能曲线。



图 6 某发电机的无功功率查询

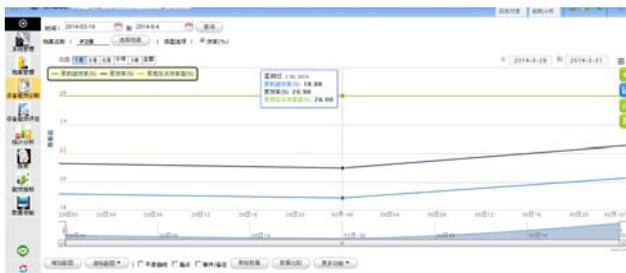


图7 某泵的能效诊断界面

4 结论

本文介绍了一种用于海上采油平台的能效监测与分析的软件系统设计方法,主要论述了软件系统中数据采集模块、数据查看和工艺能效诊断模块的设计方法。该软件系统可安装在笔记本电脑内,配合移动式的数据采集设备一起使用,可以灵活分析各类用能设备的能效状态。目前,该设备在某海上采油平台的应用获得了较好的节能空间挖掘效果。该能效分析软件的成功应用为我国能源企业分析自身能耗水平,挖掘

节能空间迈出了重要一步。

参考文献

- 1 洪百会,肖明实.能耗自动监测系统.辽宁大学学报(自然科学版),2002,(4):323-325
- 2 王贵生.抽油机井远程监控与能效评价系统的设计与实现[硕士学位论文].成都:电子科技大学,2013.
- 3 崔映红,张春发,周兰欣.在线监测中机组运行基准工况的确定.动力工程,2004,(2).
- 4 高满生,郭一兵,王卫涛,赵钧,方坤,郑启胜.200MW 机组能损在线监测及运行优化系统.湖北电力,2002,(5).
- 5 郭强,胡念苏,申莉.300MW 机组能损实时监测系统与 MIS 系统的数据共享.电站系统工程,2002,(1).
- 6 李蔚,任浩仁,盛德仁,陈坚红,李斌.300MW 火电机组在线能耗分析系统的研制.中国电机工程学报,2002,(11).