

大庆油田开发生产管理信息系统的设计与实现

The Design and Implementation of Daqing Petroleum Development Production Management Information System

陈付平 凌宇 李文峰 (大庆油田有限责任公司 163712)

摘要:大庆油田作为最大的陆上砂岩油田已累积生产原油 17 多亿吨,为我国的经济作出了重要贡献。石油行业对数据信息的依赖性,在油田开发阶段主要体现在开发生产过程中对数据信息的管理与应用上。作为国内最早应用 MIS 系统的大型企业,大庆油田近期完成了第三代油田上游生产信息管理系统改造升级,笔者是该项目负责人,参与了该系统的研制和推广全过程。本文将简要介绍该系统的设计与实现。

关键词:油田开发 信息管理

1 引言

大庆油田开发生产信息管理经历了三个阶段,上世纪七十年代开始至八十年代中期,先是采用第二代国产计算机 DJS-108 中型机集中进行全油田 7000 多口油水井生产数据的计算、统计,软件使用汇编语言实现,数据保存在穿孔纸带上。其后使用引进的 TRS80 小型机在 6 个采油厂分别进行数据处理,应用 BASIC 软件编程,数据存储采用文件形式,并开始使用 MODEM 进行数据传输。八十年代后期随着 PC 机性能的完善与 DBASE 数据库管理系统的出现,逐步建立了微机数据库存储和处理方式的大庆油田第二代开发生产信息管理系统,在数据采集、处理、存储、交换、报表输出、数据传输等方面形成了一套管理规范。进入九十年代后期,随着 INTRANET 技术的应用,开发生产信息的网络化管理已成为企业信息化建设的基础环节,而原系统不能满足这个要求,需要对原系统体系结构、数据结构标准、软件实用性方面进行改进。近几年来,国外石油软件服务公司在油田开发生产信息管理方面也推出了商业化产品,但由于大庆油田地质和生产管理上的特点,这些商业产品软件无论从系统体系结构,还是数据处理及计算方法上都不适合大庆油田开发生产信息管理的要求。为此,大庆油田从 1998 年开始自行进行了油田开发生产信息管理系统的升级改造工作,并在 2002 年得到全面应用。

2 系统总体设计

2.1 系统开发目标及技术思路

(1) 系统开发目标。大庆油田开发生产信息管理系统(DQ-PDPMIS)的开发目标是,实现开发地质、井下施工作业、机械采油管理、油田测井试井、油气集输等生产信息的数

据采集、数据验证、数据处理、数据存储、数据共享、数据提交和数据输出的一体化,达到采油队、采油矿、采油厂、油田公司四级开发生产信息的网络化管理,将油田生产信息管理系统与油田开发数据库的建设有机的结合,使前者成为后者的直接输入,并满足采油工程、油藏工程对同一数据引用的唯一性,图 1 表示了系统目标及构架。

(2) 技术策略。油田开发生产信息管理所涉及的内容,按工程分类可以分为油藏工程、采油工程、地面工程三大部分,按开发专业应用分类,又细分为油田开发地质、油田开发产量、油田压力监测、油田修井作业、采油机械管理、油气集输管理六个方面。在系统实现以标准的油田开发数据库逻辑结构为基础,设计出规范的油田开发生产管理数据库,作为数据共享的基础。在基层小队、采油矿、采油厂同级横向上规范各数据源的数据采集,搞清各种开发生产数据的发生源头,提供专用的数据录入和处理软件,结果数据直接存放在各节点的数据库服务器上;对于纵向上多专业对同一类数据的获取只有一条数据流向,要求开发生产管理的各个单位或部门,在规定的数据库服务器上存取相关的数据,目的是约束开发生产数据的唯一性。

2.2 系统体系结构设计

(1) 子系统划分。按照大庆油田开发生产管理及专业应用的特点,DQ-PDPMIS 的系统体系结构划分为下面 6 个子系统,见图 1。

矿队油水井生产信息管理子系统的主要功能是接收日常油水井、站库生产过程的采样信息及发生的事件信息,完成矿队原油生产、油田注水、油气集输汇总统计及当日生产变化因素分析,完成月度油水井地质综合数据整理、计算,完成月度队、矿油井机械采油状况及措施效果数据的整理、计算,并向厂数据库服务器提交结果数据;作业施工信息管理

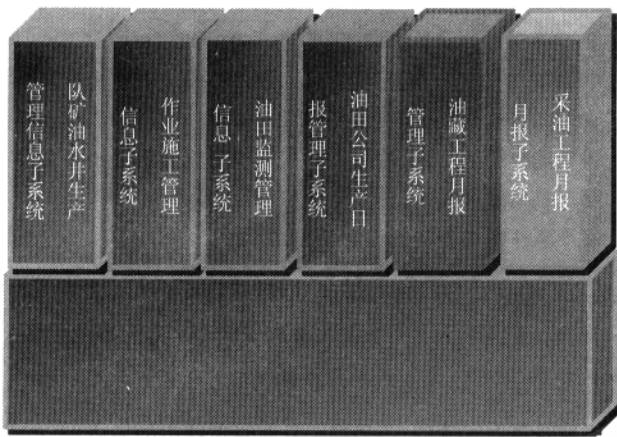


图 1 DQ-PDPMIS 子系统划分

子系统面向作业小队,实现作业施工过程信息的管理,包括施工过程描述、管柱结构的描述,生成作业施工总结文档,结果存储在作业分公司或作业大队数据库服务器上;油田监测信息管理子系统提供测试解释结果的直接录入界面或解释结果向数据库的加载软件,油田公司生产日报管理子系统汇集、统计十个采油厂开发生产综合信息,并形成油田公司生产日报;油藏工程月报子系统实现各采油厂所属油田及大庆油田月度综合指标的计算和各类井的分类统计,产生各采油厂及大庆油田开发生产地质综合月报;采油工程月报子系统汇总矿级提交的机械采油月度数据,整理计算井下作业各项指标、检泵原因等采油工程所涉及的原因及效率,产生采油厂及全油田的采油工程综合月报;油田公司生产管理信息子系统汇总各采油厂提交的日生产综合信息,形成大庆油田开发生产综合日报。

(2) 系统逻辑功能设计。按照大庆油田开发生产信息管理特点,DQ-PDPMIS 的系统体系结构从逻辑功能上划分为以下 7 个方面,见图 2。

① 数据采集。数据采集是 DQ-PDPMIS 的输入,数据采集源主要分布在大庆油田 300 多个小队,每天采集近 5 万口水井生产的压力、含水、产液量、机采设备维护、作业、试井等 20 万个以上的数据,在这些数据的基础上生成 100 万个以上的数据。数据采集面向基层小队人员,要求输入界面在操作简单和数据输入效率两个方面达到最优化。数据输入可分为油井产量、压力的定时采样数据输入,井下作业、测井试井、机械维护、地面故障等不确定事件过程信息的随机输入。按照系统制定的规范数据源,统一数据流的要求,制定谁采集数据,谁负责录入数据的原则。在系统设计时做到对各个数据源进行归类,并针对各类数据源编制标准的数据输入或数据转换程序。

② 数据验证。数据质量控制是油田开发生产信息管理

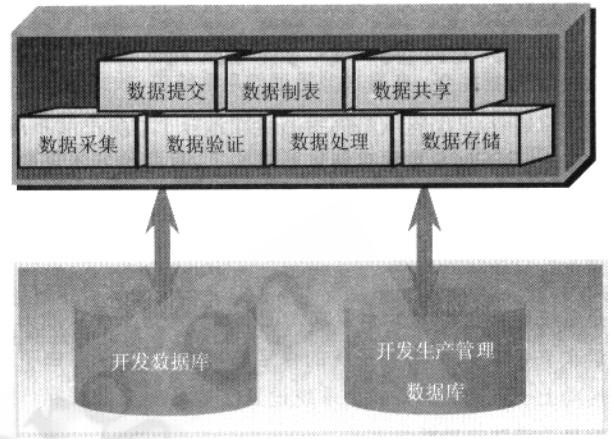


图 2 DQ-PDPMIS 系统逻辑功能图

系统的一个重要组成部分。通过对大庆油田开发生产信息管理过程及特点分析,确定了数据采集后的数据验证是 DQ-PDPMIS 数据质量控制的关键。因此,在 DQ-PDPMIS 数据源设置数据验证逻辑功能,主要从以下三个方面考虑:

- 数据值界限验证。根据数据项的取值范围来确定数据值界限的合理性,例如对压力、工具长度等数据的验证。
- 规章界限验证。根据制定的生产数据管理规章,对日、月数据进行前后值关系对比,验证是否在合理的逻辑取值范围内。
- 后处理应用验证。通过对采集数据的统计、对比、制图等后处理应用,验证数据值正确性。

③ 数据处理。在数据输入时,只输入油水井原始采样数据和作业、监测的过程数据,对这些数据整理后,与其它数据进行对比和计算,产生各类所要求的结果。在 DQ-PDPMIS 中,按谁应用谁处理数据的原则,采油队承担油水井月综合数据计算和机采设备状态的计算、统计、对比,作业队承担施工作业总结等数据信息处理任务,不再由矿、或厂来处理。

④ 数据存储。数据存储设矿、厂、油田公司 3 个层次。在采油厂内按照数据横向划分的原则,各采油矿设置为存储结构相同的开发生产管理数据库,所谓数据的横向划分是指同类数据由于管理和应用上的需要,按照管理单元或人为设置分割为几个部分,分别存储在指定的数据库服务器上。采油厂设置专业数据库服务器,分别存储各专业的生产和管理数据。采油厂级数据库服务器以地质大队或信息中心为主服务器,同时,设置工技大队、测试大队、作业大队 WINDOWS NT 数据库服务器。厂级数据库服务器要合理规划配置,在逻辑上要形成一个面向全厂和全油田开发生产管理数据库。油田公司设置一个集中数据库服务器,存储对象主要是全油田和各个油田及采油厂的综合数据。每个数据库服务器承

担着对数据接收和为其它数据库提供数据的任务,数据存储体系规定了每个数据库服务器存储的数据结构。

⑤ 数据提交。在层次型管理信息系统中,数据的集成是呈塔型状的,上一级的系统输入一般来自下一级系统输出。在 DQ-PDPMIS 数据存储体系结构下,有两种方法获取下一级的输入,一是上一级主机逐个访问下一级服务器,优点是减少了下一级的工作量,缺点是对网络和数据库系统的稳定性要求较高,二是下一级向上一级数据库提交数据,优点是系统可靠性高,缺点是要求人工干预。考虑到大庆油田各层次节点较多,为增加系统的稳定性,数据提交采用由下一层向上层提交的方式。系统设置了验证提交数据操作执行是否成功的功能。

⑥ 数据共享。数据共享是在标准数据库结构支持下,达到采油厂内、油田公司开发各系统内数据的相互访问。为便于用户的应用,并考虑到系统的安全性,在采油厂内将多个物理数据库通过数据库链路连接,逻辑上分别建立开发地质、试井测井、施工作业、机采工艺、生产调度、生产计划六个专业用户,对应不同开发生产管理专业和部门。在采油厂外部建立油藏工程、采油工程、生产管理三个综合用户,面向油田公司的管理应用。这些用户之间的数据共享,通过对被共享数据的授权来实现。在 ORACLE 数据库管理系统下,使用直接授权方式建立队、矿、厂纵向之间的访问权限,在采油矿、采油厂、油田公司同一级别内使用角色授权方式。

3 系统运行环境及软件功能模块设计

3.1 系统运行环境

(1) 数据库服务器及管理系统

采油矿、专业大队级: NT 服务器

采油厂中心服务器: 中小型机 UNIX 服务器

油田公司: 大型机 UNIX 服务器

数据库管理系统: 统一采用 ORACLE

(2) 数据管理客户端

硬件: PC 机 + 网卡

系统软件: Win9x、Win2000

开发软件: PowerBuilder、Delphi

(3) 网络环境

油田 100 兆骨干企业网,边远地区网速在 2 兆以上。

3.2 数据库结构设计

开发一个大型的信息管理系统,整体数据库的设计是其核心工作之一。数据库设计包括数据库文件结构设计和信息编码设计,一个优化的数据库设计既能满足各层次管理上的需要,又使得信息的冗余度较小。DQ-PDPMIS 的数据

有两类,一类是以单井为实体的面向生产管理的采样数据,主要数据结构已在油田开发数据库标准 Q/DQ1136—1998 中颁布,补充若干数据项后即可使用;另一类是经计算的小队、采油矿、采油厂、油田公司各层次合成数据,其数据结构需要进行规范设计,这两类数据结构构成大庆油田开发生产管理数据库。在数据分析方法上采用面向管理和面向开发生产事件相结合的方法。面向管理的分析方法以当前各级开发生产报表、台帐、存档资料等为数据需求基础;面向开发生产事件的方法以日常油水井操作事件(作业、测试、故障、维护等)为数据需求基础,前一种方法满足了当前开发生产管理对信息的各类要求,而又不局限在报表格式上,后一种方法是面向对象的,不局限于只对当前状态的描述。

3.3 软件功能模块设计

根据 DQ-PDPMIS 的体系结构,按功能将软件模块划分为数据采集及验证、数据处理、数据统计与汇总、数据制表与提交、数据维护 5 个部分,共设计了 24 个模块。在软件功能设计及程序开发中,采用面向事件的方法;在数据制表中,采用了对象连接和嵌入技术 OLE,将 Excel 或 Formulu One 嵌入到 PowerBuilder 或 Delphi 主语言中,实现电子表格形式的报表输出;在数据库的相互访问上,应用了 ORACLE 的 sql-link 技术;在数据库保护上,应用了数据库的快照复制技术。

4 系统特点及运行情况

4.1 系统特点

近几年来,国内同行业开发的类似系统其数据应用部分所占的比重大,查询和各种应用程序占整个系统的四分之三以上,对采集数据、数据验证、数据处理考虑的不多。DQ-PDPMIS 是面向数据管理的,系统体系结构中的 7 个逻辑部分,都是以数据管理为核心。这种体系结构的设计达到了数据采集、数据存储、数据处理,数据输出的一体化,并实现了在开发生产信息管理的同时,完成了相关开发数据库的建设。DQ-PDPMIS 的数据存储、数据共享体系,实现了开发生产管理数据库的分布式共享。

4.2 运行情况

DQ-PDPMIS 是一个大型综合复杂的信息管理系统,覆盖大庆油田 5 万多口油水井的油田产量信息管理、采油机械运行信息管理、油水井修井作业信息管理、油田地层压力测试信息管理,使用人员包括采油队、作业区(专业大队)、采油厂、油田公司四级近千名技术人员。从 2000 年起,分别对油田公司所属的 10 个采油厂、50 多个作业区、300 多个小队

(下转第 22 页)

进行自下而上的人员培训,一方面培训软件使用人员,一方面培训软件维护人员。在两年的推广期内,采油厂不但完成了对原系统的并轨升级,还掌握了软件的维护,并根据自己油田的特点对推广系统进行了功能扩展。系统整体运行后,油田生产数据整理及处理效率提高了 3 倍,运行后的系统数据存储体系为油田开发的研究和生产分析提供了标准化的数据源,使油藏工程师对其数据的获取有了根本转变。

DQ-PDPMIS 运行两年来已经在油田开发信息管理中减少人、材、物方面见到了显著的直接经济效益,对油田开发的间接经济效益也正在显现。DQ-PDPMIS 研制和推广应用的成功,为大庆油田开发的高效率和可持续提供坚实的信

息保障。

参考文献

- 1 An Introduction to Database Systems Tird Edition , C. J. DATE, ADDISON - WESLEY PUBLISHING COMPANY, 1981。
- 2 管理信息系统,薛华成,清华大学出版社,1998。
- 3 油田计算机技术,李成斌,石油工业出版社,1996。
- 4 中国人民银行公开市场业务交易系统的设计与实现,吴亚洲,计算机系统应用,2003 年第 5 期。