

高温气冷堆热工水力计算数据管理系统的分析和设计

Analysis and Design of Thermal- Hydraulic Calculating Data Management System for High Temperature Gas-cooled Reactor

金俊玲/JIN Jun-ling, 董玉杰/DONG Yu-jie, 马远乐/MA Yuan-le

清华大学核能与新能源技术研究院, 北京 100084

Institute of Nuclear and New Energy Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China

[摘要] 以现有高温气冷堆热工系统分析软件 THERMIX 为基础, 针对反应堆工程设计人员和安全分析人员对 THERMIX 程序的应用要求, 提出了基于 c/s 结构的高温气冷堆热工水力计算数据管理系统(THERMIX Calculating Data Management System, TCDMS)的设计方案, 从功能模块划分、系统的总体设计、数据库设计等方面进行论述, 并对其中的关键技术进行了分析和研究, 为系统的开发和实施提供切实可行的理论依据和技术指导, 以实现系统对 THERMIX 计算数据的科学化、工程化管理, 从而提高反应堆热工设计和安全分析工作的效率。

[关键词] 高温气冷堆; THERMIX; 数据库; 版本控制

[中图分类号] TL48, TM623, TP30

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)08-0056-03

Abstract: Based on the THERMIX, which is a thermal-hydraulic system analysis software for high temperature gas-cooled reactor, the design scheme of C/S structure-based calculating data management system(TCDMS) is proposed according to the application demand to THERMIX of design and safety analysis. The functional module division, general design of system, and database design are discussed, and many key techniques are analyzed and studied. These analysis and design form the feasible theoretical basis and technical guidance for developing and implementing the TCDMS system. The TCDMS will make the management of the calculating data scientific, engineering and improve the efficiency of design and safety analysis.

KeyWords: high temperature gas-cooled reactor (HTR); THERMIX; database; version control

CLC Numbers: TL48, TM623, TP30

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)08-0056-03

1 引言

用于分析球床高温气冷堆在正常运行和事故条件下热工行为的系统分析程序——THERMIX 软件包, 是由德国于利希核研究中心开发的。该程序被实际应用于 AVR、THTR、HTR-500 及 HTR-MODULE 等一系列球床式高温气冷堆的设计, 我国 10 MW 高温气冷堆(HTR-10)的热工设计和安全分析也采用了 THERMIX。随着 THERMIX 软件包在高温堆的设计发展中长时间的应用, 产生了很多有价值的计算模型, 如正常运行状态、稀有事故、极限事故和严重事故等分析模型, 而且设计人员和安全分析人员在使用 THERMIX 进行计算的过程中构建了许多专门的模型, 这些模型不但是很好的档案资料, 也可用作其他设计项目的工作基础, 经修改就可应用,

可加快设计进程, 节省大量人力和时间。因此需要对它们进行科学化、工程化的管理。

随着计算机科学技术的发展, 数据管理经历了人工管理、文件管理和数据库管理几个阶段。其中, 采用数据管理系统对繁杂的数据进行管理的优势主要有以下几点^[1]:

可对各类数据资源进行统一、规范的管理和应用; 可缩短数据汇交的时空差距, 提高传递的效率; 可减少数据收集和处理过程中人为因素的干扰, 保证项目实施过程中的各项规定落实的规范化; 可对数据的管理实施有效的安全和权限控制等。因此, 本文通过运用数据库技术和网络技术开发数据管理系统来加强对 THERMIX 程序计算数据的集中管理, 不仅可以加强其安全性, 共享程度高, 存取快速和查询方便, 还能更好地保持数据的完整性, 减

少数据冗余量和数据的不一致性。

2 系统需求分析及设计

2.1 系统需求分析

THERMIX 程序主要包括反应堆壳内固相二维瞬态温度分析、堆内二维类稳流体分析、一回路管系部件温度和流体一维分析和点中子动力学分析模块。它们既互相独立又可以进行耦合, 所开发的数据管理系统主要是对这 4 个程序模块的计算数据加以管理, 计算数据包括程序计算需要的输入文件和计算结果文件。

THERMIX 程序在对运算数据的管理以及操作界面等方面存在许多不便, 而且程序输入数据准备较具复杂性, 在使用 THERMIX 前, 必须花费大量时间和精力去了解程序的操作方法和数据格式, 使得用

收稿日期: 2006-05-24

作者简介: 金俊玲, 女, 清华大学核能与新能源技术研究院, 硕士生, 研究方向为热工软件开发;

E-mail: jin-jl03@mails.tsinghua.edu.cn

户在实际应用时需要完成许多复杂的工作,效率不高且易出现错误。目前,分散在设计人员和安全分析人员手中的计算个案都是采用各自计算机操作系统中的文件系统来进行管理的,存在着共享性不高、数据冗余度大,同时设计过程中交互不便、容易导致数据的不一致等缺点。

反应堆热工设计分析过程是不断演变、动态变化的,设计人员经常要进行设计更改和在多个备选方案中比较权衡,以寻求最佳解决方案。为了支持渐进和探索式的设计过程,需要建立设计对象的多种版本,并对这些版本进行管理,获得版本产生的历史关系,以支持设计人员选择和使用设计的某个版本。

2.2 系统功能模块划分

针对用户对目标系统的应用要求,将 THERMIX 计算数据管理系统的功能划分为下面几个模块。

2.2.1 安全管理模块

包括用户登录、用户注册、用户密码管理、用户权限管理,提供多种控制用户对不同系统功能的使用权限,以保障系统和数据的安全。

2.2.2 输入文件管理模块

提供可视化用户界面用以管理程序计算所需要的输入数据,实现数据的录入、修改、删除等操作。由于就 THERMIX 计算程序而言,实际操作的对象还是文本类型的输入数据文件,因此,还要实现将数据库中存储的输入数据按照 THERMIX 计算程序要求的格式生成相应的数据文件。

2.2.3 输出文件管理模块

将 THERMIX 程序计算后的多个二进制类型的结果文件存储至数据库中,便于用户下载后使用。处理后软件 Tecplot 对结果数据进行分析。另外, Tecplot 对结果文件进行可视化处理后,生成的云图、等值线、流线等表征流场结构的图像,以及采用动画形式显示的非定常流动的流场结构变化的视频媒体文件都可存储到数据库中,供日后使用或进一步处理。

2.2.4 版本管理模块

记录在项目设计过程中产生的多个版本的演变历史,跟踪修改信息,对数据库中存储的历史版本按照查询条件进行查询,可增加版本、删除版本、指定当前版本和版本的重组,实现版本控制。

2.3 系统总体设计

考虑到一些高温堆热工设计数据的安全性和管理工作的特殊性,系统的安全性要求较高,同时由于系统存在着大数据量的录入和同时操作多数据表的事务,要求能够具有快速的响应能力和较强的交互性,因此,目前本文在对高温气冷堆热工水力计算数据管理系统整体设计上采用了 c/s(客户/服务器)结构。

2.4 数据库设计

反应堆的热工设计过程具有反复性、试探性和交互性的特点,而且工程设计过程通常是长事务,即设计分析人员需要在交互状态下使用一组数据工作数小时,甚至更长的时间。为了实现多个长事务的并发操作控制,采取了将数据库分类的办法,从逻辑上和物理上分为公共数据库、工程项目数据库和私有设计库,以减少对一个库的并发次数,即三级库组织结构,如图 1。

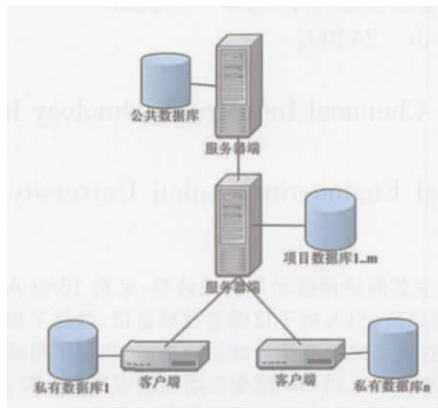


图 1 组织库结构图

Fig. 1 Frame diagram of the database

公共数据库是每个用户共享的数据区,存放一些高温气冷堆的成熟计算模型,保护删除和修改;项目库对应一个工程而建,存储与某个项目相关的数据信息,项目完成后经过检验可提交至公共库中。私有数据库常驻客户端,为个别设计者所有,仅存储与当前设计任务有关的数据。设计者对当前设计数据库中的数据可以随意进行增、删、改等操作,并不影响其他数据库中的内容。设计结束后,库中数据不再保留,清除数据前将数据送到项目数据库中。

高温气冷堆热工水力计算数据管理系统的管理对象主要是 THERMIX 程序的计算数据,包括计算输入数据和计算输出数据。输入数据由各种固定格式的数据输入卡组合而成,这些输入卡片种类繁多,且相互之间的关系复杂。因此,在数据库表的设计中,对输入数据卡片的字段不进行大的改动,基本保持用计算程序定义的数据卡格式建立表格。这样,既可以简化数据库的复杂程度,又可以实现对数据卡片的继承,方便对数据进行管理和对系统进行扩充。THERMIX 程序计算输出的数据被分类存放在数个二进制格式的文件中,虽然结果文件中的数据以矩阵的形式排列,但由于文件中的数据量很大,所以应将这些数据作为一个数据块存储起来,而不是集成到数据表中的多个列中。MSSQL SERVER2000 提供了 varbinary 和 image 数据类型用以存储变长且容量大的二进制数据,可以解决这些文件的存储问题。另外,由后

处理软件产生的图形文件和视频媒体文件也可存储在 image 类型的字段中。

3 版本管理

反应堆热工设计过程往往会经历若干设计方案阶段,且一些新的设计是对旧的设计改进而形成,对于一些大的设计,往往采用先对各部分作局部设计后再组合成整体。因此,在设计过程中产生的不同设计方案需要保留以便今后使用,这些要保留的设计方案称为版本。采用版本管理技术要解决新版本的生成,有效记录各版本的演变历史,以尽可能少的数据冗余记录各个版本,协调管理各个版本。

在上述由 1 个公共数据库、多个工程数据库和若干个私有数据库组成的 3 层数据库体系结构中,定义了 3 种版本状态:提交版本、工作版本和临时版本。

3.1 提交版本

提交版本即已设计成熟的版本,常驻公共数据库中,保护删除和修改,供设计分析人员共享使用。创建提交版本的唯一方式就是公共库授权人员将项目库中的工作版本检入公共库中。

3.2 工作版本

工作版本类似于提交版本,即用户提交的可供其他工具或用户选用的最新版本的设计对象,保护删除和修改,但仍可由创建者修改。它既可以驻留在私有数据库中,也可以驻留在项目数据库中。工作版本的生成可以通过将一个临时版本检入到项目数据库中,或者在私有数据库中从一个临时版本导出子版本后,原临时版本就自动升级为工作版本。

3.3 临时版本

临时版本,即处于进行设计阶段的版本,驻留在私有数据库中,只供创建者使用,不能被创建者以外的其他对象调用。临时版本可从私有库中的一个工作版本或临时版本派生出来,可新建,也可将公共库中的提交版本或项目库中的工作版本检出至私有库中来生成。通常当一个版本创建时默认为临时版本。

在设计过程中会存在多个设计版本,即表明存在单个的版本和该版本所属的版本集,利用版本号 (Version Number) 来区分每个版本集中的设计对象,版本状态 (Version Status) 对版本进行某种分类。设计对象的数据模型如下:

```
Project=<ProjectID, ProjectName ....>
DesignObject=<VersionNumber, Project,
VersionStatus, CreateDate, ....>
```

项目 (Project) 包括了计算输入数据和输出数据,设计对象可以唯一地由项目及其版本标识。版本号记录了设计对象的线性版本变化历史。然而,在实际的工程设计中,存在着版本的导出关系是非线性的,如

HD 型全自动显微镜光度计开发技术

The Technique Adopted in the HD Type Full- automatic Microscope Photometer

姚伯元/YAO Bo- yuan, 吴亚东/Wu Ya- dong¹, 魏 林/Wei Lin²

1. 海南大学理工学院、海南省精细化工重点实验室, 海口 570228
2. 安徽工业大学化学化工系, 安徽马鞍山 243002

1. Provincial Key Laboratory of Fine Chemical Industry, Technology Institute of Hainan University, Haikou 570228, China
2. School of Chemistry and Chemical Engineering, Anhui University of Technology, Maanshan 243002, Anhui Province, China

[摘要] 介绍了 HD 型全自动显微镜光度计中主要的硬件技术与实施效果: 采用 16 位 A/D 转换高速数据采集, 强化抗干扰措施, 应用新型光电转换器等技术提高了煤岩反射率测定精度。引入电子目镜与视频窗口, 替代了观察显微镜操作。通过自动调焦解决了自动测定过程中显微镜焦距变化影响测值准确问题。通过重新定义新型多键鼠标功能, 实现了用鼠标按键完成全部测定过程操作。通过温度自动校正, 使不同温度下的测定结果全部校正到标准状态。对 HD 型全自动显微镜光度计有针对性地设计与实施了严格考核。

[关键词] 显微镜光度计; 煤岩反射率测定; 光电转换; 数据采集; 显微镜自动调焦

[中图分类号] TQ52

[文献标识码] A

[文章编号] 1000- 7857(2006)08- 0058- 05

Abstract: The main hardware technique adopted in HD type full- automatic microscope photometer and its effects are introduced. The accuracy for coal reflectance is improved by adopting 16 bits A/D conversion data capture with high speed, enhancing anti- disturbing technique and applying new type photoelectric transducer. The electron eyepiece and video window are introduced, which can substitute observation microscope operation. The problem affecting accuracy due to focus change during the automatic measurement is solved by focusing automatically. It is realized using mouse to complete all measurement operation by redefining the new multiply- key mouse function. Reflectance under different temperature is converted into standard state by automatic temperature calibration. The strict assessment method is designed and carried out.

Key Words: microscope photometer; coal reflectance measurement; photoelectric transition; data capture; microscope focusing automatically

CLC Number: TQ52

Document Code: A

Article ID: 1000- 7857(2006)08- 0058- 05

HY 系列全自动显微镜光度计是国内唯一在自动化程度、多功能性等方面明显优于昂贵的进口显微镜光度计, 具有世界先进水平的煤岩参数自动化测定仪器^[1]。在与进口仪器竞争中占有优

势, 推广至 50 余家大中型企业与有关高校, 占在用同类仪器的 90% 以上, 取得了显著的经济效益与社会效益, 推动了行业进步。其自动测定技术大幅度提高了测定效率, 解决了人工测定煤岩参

收稿日期: 2006- 04- 10

作者简介: 姚伯元, 男, 海口市人民大道 58 号海南大学理工学院化工系, 教授, 主要从事煤岩自动化测定仪器研制与新型碳材料科研与教学工作; E- mail: yby@hainu.edu.cn

以某一中间版本为基础, 选择多种设计方案而形成的多个设计结果的情况, 2 个版本生成时间的先后并不决定它们的依赖关系; 或者, 需要表达由多个局部设计合成一个完整对象的情况。为此, 设计对象的版本历史运用“版本导出关系 (Version DerivedRel)”来记录, 即: VersionDerivedRel=<OriginalDesignObject, DerivedDesignObject>, 版本导出关系包含原始设计对象 (OriginalDesignObject) 和导出设计 (DerivedDesignObject) 对象 2 个属性。

4 结语

本文对高温气冷堆热工系统分析软件 THERMIX 在实际应用当中存在的问题进行了分析, 并且从系统总体设计、功能模块设计、数据库设计等方面, 对高温气冷堆热工水力计算数据管理系统进行了分析和设计, 对版本管理的关键技术进行了分析和研究。该计算数据管理系统向反应堆热工设计和安全分析人员提供友好的图形用户界面, 用以管理 THERMIX 程序计算所需的输入文件和输出文件。版本控制功能能够很好地支持反应堆热工设计和分析人员进行工程设计和分析。

参考文献 (References)

- [1] 张英杰, 樊秀娥, 王维真. 艾滋病中期考评数据管理系统的开发与应用 [J]. 中国艾滋病性病, 2005, 11(3): 208- 209.
- [2] 徐元辉, 王大中, 等. 10MW 高温气冷堆最终安全分析报告第 6 分册 [R]. 北京: 清华大学核能与新能源技术研究院, 2000.
- [3] 宛延阁. 工程数据库系统 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [4] 赵致格, 殷人昆. 实用工程数据库技术 [M]// CAD/CAM 工程师必读. 北京: 机械工业出版社, 1997.

(责任编辑 王 芷)