

基于模型的炼化企业 MES 数据集成平台设计与实现

何力健¹ 郭武² 刘海龙³ 王宏安³

(中国石化茂名分公司信息中心, 广东 茂名 525011;

2. 中国石化长岭分公司计算机所, 湖南 岳阳 414012;

3. 中国科学院软件研究所, 北京 100080)

摘要:首先分析了企业对数据集成的需求, 并指出数据集成所面临的主要问题。针对这些问题, 提出了以企业核心数据模型为驱动的数据集成方法, 而且给出了该集成方法的一种实现, 称之为企业数据集成平台, 并以炼化企业的具体应用为例, 论述了该方法对于解决企业数据集成问题的有效性。

关键词:企业数据集成; 模型驱动; 生产执行系统(MES)

中图分类号: TE6; TP393

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2004)S2-0061-04

Design and implementation of a model-driven MES data integration platform for petrochemical enterprises

HE Li-jian¹, GUO Wu², LIU Hai-long³, WANG Hong-an³

(1. Information Center, SINOPEN Maoming Branch, Maoming 525011, China;

2. Computer Institute, SINOPEN Changlin Branch, Yueyang 414012, China;

3. Institute of Software, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080, China)

Abstract: The need of enterprise data integration is analyzed, and the main problems in enterprise data integration are presented. A model-driven data integration method, which is featured with enterprise data model, was proposed. Moreover, an implementation of this method, called enterprise data integration platform, was given. Finally, the rationale of this method for enterprise data integration was discussed.

Key words: enterprise data integration; model-driven; manufacturing execution system(MES)

1 数据集成技术概述

现代企业在经历了多年的信息化建设后, 已意识到消除企业内部的“信息孤岛”, 实现信息系统的资源整合是迫切需要解决的问题, 而数据集成是企业信息系统集成的基础。数据集成除了实现整个企业环境下不同应用系统的数据共享、数据同步和数据传输, 更重要的是要为今后建设的信息系统提供一种对共享数据的透明访问途径。

目前, 面向流程行业的生产执行系统(MES)数据集成问题已引起众多研究机构和软件厂商的关注, 并相继出现了一些技术方案, 这其中最具代表性的有: IBM 的 CIPROS(Computer Integration Process and Refinery Operations System), Honeywell 的 Uniformance, AspenTech 的 AEP(Aspen Enterprise Platform), Resolu-

tion Integration Solutions 的 RISnet。IBM 和 Honeywell 采用的技术路线是建立一个 MES 层的中央数据库 Database Centris(分别称为 CIPROS SERVER 和 Uniformance Solution), 它负责对 MES 生产管理过程中涉及到的数据进行统一维护和管理, 并为 MES 层应用系统提供统一的数据访问。AspenTech 和 Resolution Integration Solutions 则是采用信息总线 Message Bus, 以松耦合的方式集成 MES 层各应用系统。这些系统将共享数据封装为 XML 格式, 通过信息总线实现数据的同步和共享。

建立中央数据库, 其优点在于数据被统一管理维护, 数据的同步和共享效率高。另一方面, 随着中央数据库支撑的 MES 系统的增加, 将产生大量面向这类应用系统的数据表, 数据冗余量大, 数据表之间的关系复杂, 难以维护, 同时数据的集中也使得系统

的单点风险增加,不利于系统的稳定和健壮。

信息总线则是充分利用了消息中间件的功能,使得系统之间可灵活地采用订阅/发布机制获得所需要的共享数据,支持系统的扩展和分布式应用。但是由于各系统负责维护各自的数据库,随着系统数量的增加,大量数据的同步将造成信息总线的拥塞,降低了数据共享的效率,而真正的数据源散落在各应用系统中,对数据源的管理和维护将变得更加复杂。

谈到数据集成,必须明确其中的核心问题,即具有什么特征的数据对象才是需要集成的。现有的数据集成方案更多的是解决了具体集成实现技术,但对于这个问题,却并没有给出明确的答案。通过分析,我们认为这些数据对象必须满足 3 点:正确性、完备性和可扩展性。其中,正确性是指对于数据对象的描述必须是符合实际应用需要的,如对数据对象、数据类型、取值范围、值的量纲单位等描述是依据实际应用过程建立的;完备性是指模型所描述的数据对象以及这些对象经过计算衍生出的数据能够满足企业核心生产过程对共享数据的需求;可扩展性是指当企业核心生产过程发生一定程度的变化时,可通过对已有数据对象的扩展,继续满足在新的业务过程下,数据对象描述的正确性和完备性。

针对这些问题,在分析现有数据集成技术的基础上,我们提出建立以企业核心数据模型为驱动的数据集成平台,以该数据集成平台为中心,将企业共享的核心数据分类组织到数据集成平台中,其中的数据由真正的数据源进行维护,保证企业共享数据的正确性、完备性和可扩展性,也保障了数据的一致性,即真正意义上的“数出一门”。

2 炼化企业核心数据模型

不同于一般数据库建库过程中的数据建模概念,在数据集成平台中进行数据建模不是针对某个具体应用系统,而是为了建立能够满足对数据对象描述的“正确性、完备性和可扩展性”要求的数据模型。我们通过分析各类建模方法,提出了“以业务流程为主线,串接出各类生产管理过程数据,并以面向对象的方法建立业务流程所涉及到的实体对象数据模型”的建模方法。

对企业业务过程进行抽象描述,建立企业核心业务过程模型,是了解企业业务现状,明确用户需求的重要方法,德国 IDS Scheer 公司的 ARIS 就是建立这类业务过程模型的有效工具。而软件工程 CASE

分析工具,如 Rational Rose,可通过协作视图、用例视图等描述业务过程,但针对企业级的业务流程描述,仍需要更多的工作。

在数据建模方面则相反。ARIS 这类工具所描述的数据主要是为业务流程服务的,即主要是业务所涉及到的数据对象,对企业大量存在的各类实体描述则比较欠缺。而 Rose 等 CASE 分析工具在对实体的描述方面则功能强大,甚至可做到数据库实体-关系(E-R)图的创建,更接近数据模型的具体实现。

将这 2 类建模分析工具结合起来,可有效地分析企业应用系统模型,尤其是企业核心数据模型。这方面的工作具有一定的创新性,很好地解决了业务模型与数据模型的完整描述问题。

2.1 企业业务过程建模

对企业业务过程进行抽象描述,建立企业核心业务过程模型,是了解企业业务现状,明确用户需求的重要方法。同时,通过建立业务过程模型,提炼出企业内部统一的数据描述模型,又是建立企业数据平台的基础。

石化行业的业务过程有其自身的特点,通过确定企业的核心业务,并抽象出其共有特点,形成一个比较通用的企业业务过程模型,是建模过程中考虑的首要问题。为此,我们采用国际先进的建模工具 ARIS 从 4 个侧面即组织结构、功能模型、数据模型和过程模型来描述应用系统的逻辑,基本上全面地反映了石化行业组织管理和业务过程的特点。

企业的核心业务是什么?对于生产企业,其生产过程以及支持该过程的辅助过程是必不可少的,是同类企业所共有的过程。在建立企业核心业务过程模型中,我们从上到下按照 2 个层次考虑:企业增值链和增值链的支撑过程。

(1) 企业增值链

企业增值链反映了实现企业增值的业务过程,在实际建模中把企业的增值链作为企业模型的入口。ARIS 工具集中使用模型类型——增值链(valued added chain diagram)指定影响企业产出的功能,这些功能又可产生一系列功能,这样就形成了一条增值链。

(2) 增值链的支撑过程

支撑过程就是为了实现企业增值功能而做的工作,是企业实现增值功能的基础,建模的下一步的工作是深入描述企业的支撑功能。

2.2 企业统一数据建模

企业数据平台的核心数据模型必须站在整个企业的高度准确地描述企业关键增值业务数据及企业关键辅助业务数据。从企业的高度要求识别和强调不同局部应用间的共同性,揭示并消除冗余信息,检测并解决各种冲突,统一考虑是否满足整个企业的应用需求。

企业数据建模过程可分为以下 4 个阶段:

(1)分析企业的核心业务过程,并应用 ARIS 进行核心业务过程建模

通过分析企业生产及管理过程,确定核心业务,并采用专业的业务建模工具 ARIS 描述这些业务过程,即建立核心业务模型。

(2)抽取企业的基础实体对象,并描述这些对象之间的关系,组成企业通用对象模型

通过描述企业核心业务过程,将涉及到业务过程管理数据,按照一定的组织方式规整,建立企业业务过程的数据模型。

同时,针对企业核心的生产设备、装置,加工使用的原材料,生产出的成品、半成品,消耗的燃料、公用工程等进行对象建模。这类数据是企业生产的对象,所有的生产过程都是围绕这些对象展开,我们采用面向对象的方法描述这些物理对象,以及对象之间的关联关系。

(3)从企业通用对象模型映射到企业逻辑数据模型

数据模型是以 UML 类图的方式描述的,其特点是直观,是信息人员和业务人员之间交互的桥梁。但对于建立和维护模型中描述的数据,还需要由信息人员将该模型转化为数据库中的持久对象,在本阶段,就是完成从业务过程数据模型和生产对象模型到持久对象存储模型的映射。这就涉及到对象/关系映射,即 O/R Mapping 技术。目前,我们已具有了这方面的成熟技术,可方便地实现从 UML 类图到关系型逻辑数据模型的转换。

(4)从逻辑数据模型映射到物理数据模型

这个过程有大量的成熟工具,如 POWER DESIGN、TOGETHER 等做支持,我们可选用其中的任何一个实现由逻辑数据模型到物理数据库实现模式(schema)的转换。

3 数据集成平台实现架构

针对炼化企业 MES 层的数据集成问题,我们提出了图 1 所示的实现架构。

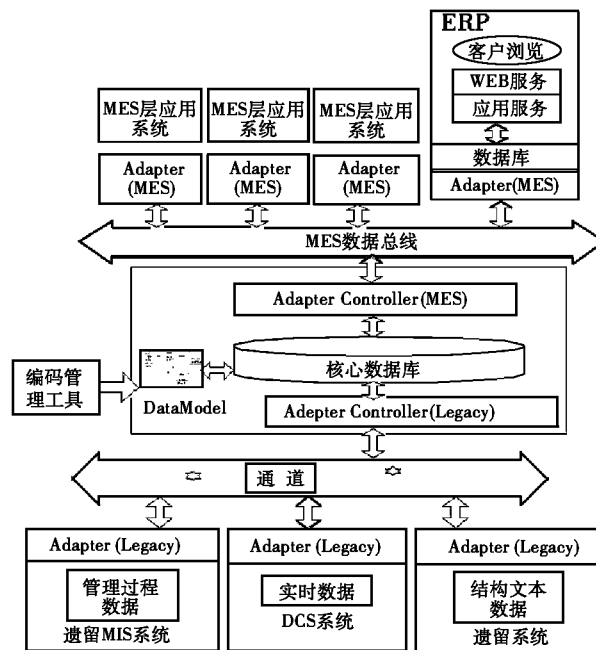


图 1 数据集成平台的架构

3.1 数据模型与核心数据库

在企业数据平台中,任何数据对象的属性,实体和联系的定义都是以企业核心数据模型为基础的。企业核心数据模型直接影响到整个企业数据平台的数据结构,是整个系统集成的基础。我们已建立了炼化企业的核心数据模型,可分为静态基础数据、动态基础数据和公共的定义模块数据,如图 2 所示。

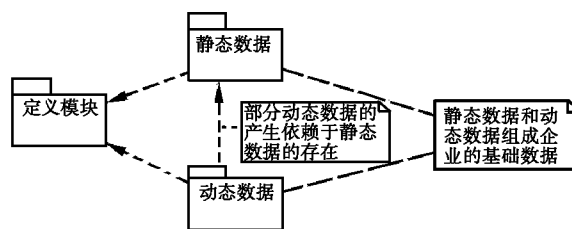


图 2 炼化企业核心数据模型包图

定义模块数据包含计量单位、数据类型等;静态数据包括物料、设备(分为装置、罐、管道和装卸台)、仪表和生产工艺;动态数据包括质量(质量标准、分析项目、采样点和检测方法)、过程(工位点、实时工位点)和移动(运输方式和流动类型)。

3.2 MES 适配器(Adapter MES)和控制器

MES 适配控制器负责为 MES 应用系统提供统一透明的数据访问接口,它主要包括 Data Access、Data Entity、Entity Controller、Business Rule、Business Facade、Exception Management、Configuration Management 等部分。

(1) Data Access

该层对 ADO.net 进行进一步封装,能对数据库进行方便的、统一的数据访问,并对上层应用屏蔽具体编程细节。所提供的主要功能为:连接数据库;执行数据库操作;查询数据库,返回结果。其作用在于,应用系统的具体实现无须考虑同数据库的连接等问题,使得应用系统在更换数据库时,不用修改原有的代码,大大简化了开发和部署工作。

(2) Data Entity

对于一般的数据访问如通用的 UCID 操作应有统一的接口,专用访问可通过开发工具配置相关文件实现。

实现的主要功能包括:①提供了实体对象缓存服务。通过上述方式产生的实体对象可以被缓存,这样,在第二次调用该对象时,可以从缓存中读取,而不用从头重新生成,从而大大提高了系统的性能。②实体类定义 XML 文件可以通过工具来自动生成,减轻开发工作量。③在执行查询操作时,不论是返回一个实体还是多个实体,数据的表现方式都一样,都是 Entity Data,而不存在单个对象和数据集的表现方式不统一的问题。④在修改实体类的定义时,如果修改的部分不涉及到业务逻辑的处理,只需要修改 XML 文件就可以了,不用修改其他程序和重新编译。⑤提高了系统的灵活性。

(3) Entity Controller

实体控制层用于控制数据的基本操作,如增加、修改、删除、查询等,同时为业务规则层提供数据服务。同数据实体层相结合,这两部分实现了应用服务层同数据库的交互。

(4) Business Rule

为了方便 MES 层应用系统的开发,可提供一些公用的业务规则,将数据的逻辑运算封装后,以接口的方式提供给应用系统。为此,加入业务规则层表示业务逻辑的组织方式,要完成的功能是各种业务规则和逻辑的实现。业务规则层的设计通常需要进行很好的建模工作。业务规则的建模,一般采用 UML 来进行。可以使用 UML 的序列图、状态图、活动图等来为业务规则建模。这个部分的工作,通常通过一系列的类之间的交互来完成。

(5) Business Facade

业务外观层为下面的各层子系统提供了一个对应用系统的一个一致的界面,这种高层接口使得子系统更加容易使用。

其目标是:①使下面的子系统更具可重用性,更容易定制;②将子系统与应用系统及其他子系统分

离,以提高子系统的独立性和可移植性。

同时,如果应用系统重要,这里并不限制它们使用子系统类,也就是说它们可以直接访问实体控制层,以提高其通用性和更高的可定制性。

若需要跨网络、跨平台等其他应用服务,我们可以将其进一步提供 Web Service 等服务方式。

(6) Exception Management

异常管理包通过 Exception Manager 类为异常信息的发布提供一个简单和灵活的机制。

(7) Configuration Management

配置管理包将用在应用程序里的配置信息的位置进行抽象,并加入加密、缓冲和可扩展性等特性的组件,此外还加入了读写配置数据的能力。

3.3 MES 数据总线

在 MES 数据平台上,所有的应用都是通过数据总线来传递需要共享和交换的数据。数据总线屏蔽了上层应用对 MES 数据平台内部的数据访问细节,可采用远程方法调用(RMI)的方式调用数据统一访问接口,也可通过 Web Service 的形式提供格式化(XML)的数据访问,便于不同的应用技术(J2EE、.NET)的集成。

MES 数据总线为企业信息系统提供数据的交换链路,使得采用遵循接口规范的系统可通过该总线输入和输出数据。

我们对于 MES 应用系统的数据服务,将通过数据统一访问接口来实现。在适配控制器中封装数据实体,由它实现对数据源的访问,并为远端应用提供远程访问方法,以此屏蔽对底层数据库的访问。考虑到 MES 应用是在企业局域网内部署,所以可采用 NET 提供的基于 TCP 的 .NET Remoting 技术来实现这些统一访问接口。对于 ERP 这类第三方的应用系统,则可通过基于 http 的 Web Services 方式,为它们提供数据统一访问接口。

4 结论

通过企业统一数据建模方法,针对炼化企业建立了其 MES 核心数据模型,并提出了数据集成平台的实现架构,在此基础上完成了其应用验证。其中,企业统一建模技术解决了如何进行企业数据对象的规整和描述问题,数据集成平台技术则给出了进行数据集成的实现方法。在企业的示范应用,消除了企业各应用系统之间的壁垒,降低了数据的冗余,解决了数据同步和一致性问题,进而验证了我们提出的统一数据建模技术的有效性,以及数据集成平台对应用系统数据支持的灵活性。■