

# 现代石化工程设计信息管理与集成新方法

顾祥柏 朱群雄

(北京化工大学信息科学与技术学院, 北京 100029)

**摘要:**分析了石油化工工程设计信息管理的需求及现状,结合工程设计过程的特点,提出了基于工程设计信息管理的结构分类和信息仓库的框架结构,给出了信息同步与信息更新的策略,从而实现石油化工项目自工程设计开始的整个生命周期中的信息集成与信息共享的方法。

**关键词:**石化工程设计;信息集成;信息共享;信息仓库

中图分类号:TB21

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)S1-0227-03

## Information management and new method of integration for modern petrochemical project engineering

GU Xiang-bai, ZHU Qun-xiong

(School of Information Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

**Abstract:** The requirement and current status of information management for modern petrochemical project engineering was analyzed. The structural classification of engineering information management and the framework of information bank were proposed based on the properties of petrochemical project design process. The information synchronization and update strategies were given, so that the matter of information integration and information share in the whole period of modern petrochemical project was realized beginning from its design phase.

**Key words:** petrochemical project engineering; information integration; information share; information bank

石油化工项目的生命周期包括预项目计划、设计、采购与材料管理、施工与开车。工程设计只是众多过程中的一个阶段,但因为设计过程需要消耗大约 28% 的项目人工成本和 22% 的项目全部活动的时间<sup>[1]</sup>,因此工程设计是现代石化项目整个生命周期中非常重要的一个阶段。研究表明<sup>[2]</sup>,一般工程项目的集成性很差,仍然高度依赖于纸介质的信息交换形式。Teicholz 和 Fisher<sup>[3]</sup>通过研究发现,基于纸介质的设计是难以协调的,甚至会受时间约束而使协调工作无效。为了提高设计产品的精度与质量,减少在设计期间的时间与成本消耗,工程行业采用了许多改进设计流程的技巧,如有效地采用三维模型设计技术,在设计阶段各专业及用户可以随时访问、浏览和审核三维工作模型,避免设备布置图等工程设计后期的改动,用户可以根据工厂的可操作性、可维修性和安全性,对工厂的设计方案尽早检查,并对所发现的设计问题在设计阶段立即商讨解决,以免耽误工期。这种方法是基于工程数据库的

集成方法,但是,这种集成方法在客户对工程设计项目的生产与操作维护方面的需求考虑得比较少,不能实现以客户为中心的集成设计,为此就需要对现代石化项目工程设计产生的数据与信息进行分类与集成研究,以满足业主对于设计信息除工程设计图纸以外的需求。

## 1 信息分析及信息仓库的框架

### 1.1 信息分析

工程设计信息按照用户与产生的渠道可以分为:①操作型信息,这类信息主要来源于基本业务活动与日常事务处理;②管理型信息,这类信息主要来源于跨专业、跨部门的业务处理与管理,将这部分信息实现共享与整合,可以极大地提高信息集成的效率,并满足业主对项目设计信息的需求;③决策型信息,这类信息主要是由决策者对多项目的管理型信息进行集成分析,形成相同工艺流程项目或不同工艺流程相同专业具有共性的信息,并返回作为管理

收稿日期:2004-03-10

基金项目:国家自然科学基金项目(29976003)和中石化科学技术研究开发项目(F03007)

作者简介:顾祥柏(1966-),男,博士生,高级工程师,研究方向有决策与控制、CIMS、数据挖掘、项目管理等,010-84876160,13701284475, guxb@sei.com.cn;朱群雄(1960-),男,博士,教授,博士生导师,通讯联系人,主要从事过程系统工程、人工智能、数据挖掘、决策与控制等研究开发工作,010-64426960, zhuqx@mail.buct.edu.cn。

型信息源,用于提高操作型信息的效率或提升管理型信息的共享性。

对于工程设计信息分析,应该考虑设计功能的全部活动以及与设计功能相关活动的整个项目时间与成本资源的全部信息。一般来讲,工程设计的信流可以分为专业内、专业之间及专业与项目其他组(如采购和施工组)之间、项目与历史项目之间的信息交流。专业内部相互之间的信息流属于固定的信息流,可以结合相应的专业工作程序自动地进行更新与共享,而不必进行清洗与同步,由各个信息源完成自我维护,它主要包括信息抽取和信息归档。

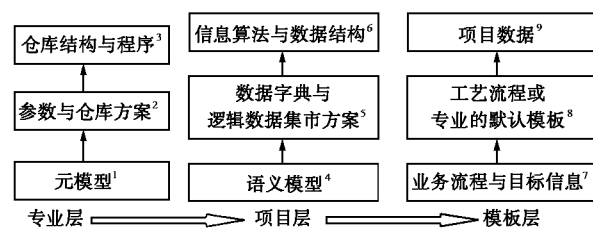
工程设计信息分析需要考虑的另外一个问题是信息与数据冗余度的考虑,对于工程设计来讲,80%左右的信息或数据可直接供操作使用,20%左右的与管理相关的专业之间或专业与项目其他组之间的信息或数据可由共享信息源获得,5%左右的数据或信息由历史项目产生的决策型信息来补充管理信息源。考虑信息或数据冗余,不仅要考虑存储空间及容量,更要关注信息及数据的利用率,其基本原理基于信息及数据冗余或共享的目的,主要有 2 个方面:①方便操作与使用,提高操作与管理效率,对于日常操作型的数据或信息可以按照工作流来考虑必要的冗余;②提供信息或数据共享,提高一致性,避免信息或数据的矛盾与冲突。由此可以确定信息冗余或共享的基本原则:①取消不频繁操作的冗余信息或数据;②对于相同的信息或数据只设立惟一共享源;③冗余信息提供内部核对报告及更新记录;④冗余信息设立级别。

## 1.2 信息仓库框架

根据上述分析,工程设计信息仓库可以按照 3 层来建立,详细的信息仓库框架结构见图 1。

## 2 信息管理与信息集成新方法

工程设计的信息管理过程主要是考虑对有关的变化如何管理,如何处理设计过程中的信息输入与信息更新。信息输入阶段的信息流是定义信息更新过程的基础,该信息流是静态的;信息更新是动态的,通过捕获信息源发生的改变,将这些改变按照工作流向相关的任务或活动进行传递、转换并存储起来,跟踪用户的需求并检测信息源的变化。信息更新过程按照功能可分为 4 个阶段:①准备阶段,从每个信息源中抽取自上次抽取以来信息源发生变化的信息,同时对有关的信息进行同步,并将这些改变转换到信息仓库的各个存储层次中;②集成阶段,对来



注:1—建立基于工作分解系统(WBS)和专业目标分解系统(OBS)来组织相应的元模型;2—建立基于元模型的数据字典与仓库的方案,设计相应的开发工具;3—确定语言的算法与数据结构,产生数据集市方案,支持信息系统开发流程;4—基于质量控制、进度控制、材料控制与费用控制确定元件库的语义模型;5—建立基于语义的数据字典、仓库数据及逻辑数据集市环境;6—建立基于语义的信息系统的算法与数据结构;7—按照工作流建立基于业务流程和业务目标成功历史项目的信息;8—建立默认的工艺流程或专业模板;9—给出相关项目的数据。

图 1 工程设计信息仓库框架结构

自多信息源改变了的信息进行一致性处理,并将其导入到相关的操作存储区中;③聚合阶段,主要是利用变化的信息重新对各工作流程的输入进行增量计算;④定制阶段(信息共享),主要是将聚合后的信息按照信息仓库的结构补充到信息仓库中,从而满足不同用户的信息访问、信息交互、信息解释和信息源识别的要求。

### 2.1 信息触发策略

触发信息同步的更新活动可以是临时事件、末端事件或其他用户定义的事件。根据不同的更新策略,可以选取合适的事件类型集,以取得正确的同步级别。触发的条件依据输入信息源的当前状况而定,例如,如果信息抽取是周期性触发的,那么它实际上只有在信息源记录发生有效变化的时候才执行;如果清洗过程是在信息抽取后立即触发的,那么它实际上只有在抽取过程已经收集了信息源的变化信息后才执行。因此,每个活动的输入信息源的状态是有效执行这个活动的必要条件之一。如果不考虑外部事件如临时事件或不同活动的末端事件,那么可以把信息改变作为事件。信息更新的每一个输入存储源都可以考虑成一个事件队列,由它来触发相应的活动。为了能够描述不同的更新策略,需要提供参数化的同步机制,以便在正确的时机触发相应的活动。同步机制可以采取 2 种方法:①复合事件,例如可以将信息改变事件和临时事件进行组合;②给信息存储单元加锁,并在一个活动或活动集决定提交后解除锁。

### 2.2 信息同步策略

信息源的每次改变都触发抽取,当语义相关时

触发集成。信息更新过程存在不同的处理模式,主要模式类型有:①客户驱动(拉策略)的信息更新,即以用户需求为条件所触发的信息更新过程。它主要关注的是如何将信息从操作数据系统转换到信息仓库中的聚合视图中去。这种基于需求的策略既可以适用于所有的聚合视图,也可以仅用于和日期查询相关的数据刷新中;②信息源驱动的信息更新,即由于信息源发生变化而触发的信息更新,这种更新主要涉及到信息准备阶段。就信息源来说,可以利用信息源之间的独立性来制定不同的准备策略。例如,一些信息源和清洗过程相关,而另外一些却不是这样;一些信息源需要抽取信息的历史记录,而其他的没有这个要求。对某些信息源来说,清洗过程可以在抽取期间的空闲时间完成,对另外一些则可能在抽取后或基于这些变化的历史来完成。对不同的信息源来说,触发抽取的事件也是不同的;③操作数据库系统驱动(推策略)的信息更新,即由信息仓库系统自动监控的信息更新过程,这部分主要涉及信息集成阶段。它在一个同步点被触发,这个同步点定义在准备阶段结束后。信息集成通常被考虑成一个整体,涉及到同一时刻所有的信息源改变。在这种情况下,它只能被一个外部事件触发,这个事件可以是临时事件或最后一个信息源的准备阶段结束事件。如果和每个信息源准备阶段的结束一起考虑,那么信息集成也可以被序列化,即,一个信息源的清洗完成后就对其抽取进行集成。

策略的选取既和语义参数有关,也决定于执行信息更新活动(抽取,清洗,集成)所能使用的工具。一些抽取工具也能在空闲时做清洗工作,而一些集成器也能立即将变化转换到高级视图中。触发信息更新的活动可以根据工程设计的工作流合理选取。

### 2.3 信息更新过程的语义

用来定义信息视图的查询不能说明以下信息:这个视图是否建立在历史信息上,这个历史信息是如何抽取的,对于给定的信息源的变化是每小时还是每周进行集成,以及当集成不同信息源的变化时应当采用什么样的信息时间戳。另外,信息视图定义不包括定义在清洗过程中具体的过滤条件,例如为特定属性选取同样的措施,对一些属性值采用模糊属性,或删除一些隐秘信息等。因此,即使基于相同的视图定义,信息更新过程也会产生不同的结果,而这和外部参数有关,这些参数必须独立确定,和定义视图的查询无关。

用一个例子进行说明。假设视图V在*t*时刻的

查询结果取决于2个主要参数,第1个参数是每个信息源的抽取性能。例如,工艺信息s<sub>1</sub>在发生改变时可以立即进行抽取,而进度控制信息s<sub>2</sub>的改变只在每个月的最后一个晚上被捕获。这就决定了信息源变化的时效性,因此影响到信息的刷新率。另外,它也影响了信息的一致性,因为在视图中可能产生时间差:计算的平均数可能将s<sub>1</sub>的最新刷新数据和s<sub>2</sub>的旧数据进行集成;第2个参数是计算视图变化所需要的时间。实际上,这2个参数可以被重复多次,就像在信息源和信息视图之间存在许多中间存储器一样。例如,考虑存储准备阶段结果的情况,则第1个参数刻画了信息集成过程存取信息准备阶段结果的时刻。因此,如果信息准备阶段的每个结果只能在月末才可用的话,那么信息集成过程也只能在月末执行,结果视图将只在每个月末做出对信息源变化的反映。另外1个参数则影响了视图V的查询结果,定义了包容在每个信息源中的信息的实现。例如,仪表专业信息s<sub>3</sub>可以在每个周末更新,而费用控制信息s<sub>4</sub>在每个月末的前2天更新。如果视图V的一个查询在一个月的第2个周末触发,从这个月开始到现在与信息源s<sub>4</sub>有关信息的情况将不可能在视图V中得到反映。所以,第2个参数值决定了信息仓库所反映的视图状态和现实世界中视图状态存在的不同之处。因为这个参数是固定的,处于信息仓库应用程序的控制之外(它实际上是信息源操作应用程序的一部分),故可不对它加以考虑。

信息更新过程的操作语义可以被定义成为一个全部设计考虑的集合,这些考虑用来向用户提供相关联的信息,并履行质量控制的要求。这些考虑中一些来源于信息输入,其他则和信息更新本身相关。来源于信息输入的第一个设计考虑集中在视图的定义以及信息源与信息仓库之间的信息流构成;第二个考虑是输入活动的语义,即清洗规则、集成规则等。与信息更新语义相关的设计考虑因素决定以下信息:①整个过程中每一个更新任务发生的时刻;②不同更新任务的同步方式;③与相应任务相关的共享信息的可视化方式。这些考虑是通过以下定义来说明的:①按元任务进行的信息更新过程的分解(例如,某些确定信息源的清洗,来源于2个不同信息源的2个给定变化的局部集成和在一个统一任务中对另外一个信息源的检测和清洗);②任务排序;③触发任务的事件,这些事件用来调整更新过程的频率,不同的频率对信息的刷新和精度的影响非常大。

(下转第232页)

度及电导率逐渐增加的结果。拉曼光谱还能用于导电聚合物纳米管掺杂的研究,这是由于不同的掺杂状态具有不同的特征峰,另外掺杂程度对导电聚合物结构缺陷的影响很大,而出现一系列中等强度的缺陷峰。X 射线电子能谱(XPS)可以对导电聚合物纳米管线及其中的掺杂物做元素分析。对导电聚合物纳米管线的表征手段还有很多,如傅里叶变换红外光谱(FT-IR)对结构和官能团的表征,荧光光谱对导电聚合物纳米管线光电性能的测定,热失重分析(TGA)对聚合物稳定性的表征等。

### 3 应用

导电聚合物纳米管线较之普通的导电聚合物具有更为优异的物理化学特性,使它在分子器件、光电子器件、电磁屏蔽、隐身技术、传感器、生命科学等领域有广泛的应用前景:

(1)导电聚合物的纳米管线较其薄膜材料有更高的电导率,而且随着纳米管径的减小,电导率值增大。这为导电聚合物纳米管线在制造纳米器件上的应用展现出良好的前景,它可以用作纳米器件和超大规模集成电路中的导线。Okana 等人展现的制造分子导线的新技术,使它有望作为分子器件在未来的分子计算机中得到应用。

(2)导电聚合物纳米管线的电磁性能更加优良。Wan M X 研究小组做了有效的探索,并发现所制得的导电聚合物微米/纳米管线在微波频率范围有不同寻常的电磁损耗<sup>[15]</sup>,有望作隐身材料用于军事上。导电聚合物纳米管线通过掺杂或在管内填充发光物质并形成阵列,可提高发光效率,还可对光进行调制,如果再能制成大面积、无缺陷的发光材料,就可制成光电器件,其应用将非常广泛。

(3)导电聚合物具有导电性高,密度小,可逆的氧化还原特性,使它一直是修饰电极、传感器的首选

(上接第 229 页)

### 3 结论

对于实际的应用,上述方法应结合工程公司及实际项目的具体情况进行调整:如果工程公司已经建立了完善的工程设计体系,信息仓库的结构应充分依据已有的系统来建立,信息更新策略需要不断跟踪用户需求逐步完善,这些需求可以导致具体视图定义可以按照业主要求建立,也会引起具体品质方面的改变。当品质方面的实际价值为了适应信

材料。而导电聚合物纳米管线除了以上优点,还具有比表面积大、电导率更高等其他纳米结构的特性。将导电聚合物纳米管线加以修饰做成微电极,能进行细胞、神经的原位,活体,实时监测。导电聚合物的纳米管线阵列做成微电极束,背景信号小,响应快速,可用作化学传感器,提供了一种检测超微量电活性物质的电化学分析方法。

(4)导电聚合物纳米管在形成过程中易封端而得到微胶囊,这样可以把化学或生物物质封装在微胶囊中,再利用导电聚合物的电磁性质,达到定向控制释放的目的,在生物医疗领域有广泛的用途。

### 参考文献

- [1] 施良和,胡汉杰. 高分子科学的今天与明天[M]. 北京:化学工业出版社,1994.83-92.
- [2] Penner R M, Martin C R. [J]. J Electrochem Soc, 1986, 133(2):310-315.
- [3] Martin C R. [J]. Adv Mater, 1991, 138(3):457-459.
- [4] Duchet J, Legras R, Demoustier - Champagne S. [J]. Synth Met, 1998, 98(2):113-122.
- [5] Demoustier - Champagne S, Duchet J, Legras R. [J]. Synth Met, 1999, 101(1-3):20-21.
- [6] Delvaux M, Duchet J, Stavaux P Y, et al. [J]. Synth Met, 2000, 113(3):275-280.
- [7] Demoustier - Champagne S, Ferain E, Jerome C, et al. [J]. Eur Polym J, 1998, 34(12):1767-1774.
- [8] Mativetsky J M, Datars W R. [J]. Solid State Commun, 2002, 122(3-4):151-154.
- [9] Huang J, Wan M X. [J]. J Polym Sci A: Polym Chem, 1999, 37(2):151-157.
- [10] Qiu Hongjin, Wan Meixiang, Barry Matthews, et al. [J]. Macromolecules (commun), 2001, 34(4):675-677.
- [11] Liu Jing, Wan Meixiang. [J]. J Polym Sci Part A: Polymer Chem, 2001, 39(7):997-1004.
- [12] MacDiarmid A G, Jones W F, Norris I D, et al. [J]. Synth Met, 2001, 119(1-3):27-30.
- [13] Park S, Lee J, Choi S. [J]. Synth Met, 2001, 121(1-3):1297-1298.
- [14] Okawa Y, Aono M. [J]. Nature, 2001, 409:683-684.
- [15] Liu Jing, Wan Meixiang. [J]. J Polym Sci Part A: Polymer Chem, 2000, 38(15):2734-2739. ■

息仓库反馈信息的变化或实现这种变化的技术而变差时,这时活动规则、集成规则也必须能够对此进行演化,以保持信息仓库及其更新的品质满足实际使用的要求。

### 参考文献

- [1] Karen A, Moreau W. [J]. Automation in Construction, 2000, (10):127-140.
- [2] Workman J P. [J]. IEEE Transactions on Engineering Management, 1995, 42(2):129-139.
- [3] Teicholz P, Fisher M. [J]. ASCE, 1994, 120(1):117-131. ■