

综述与评论

基于开放式标准化思想的 CIMS 信息集成方法¹⁾

李善平 何志均

(浙江大学 CAD&CG 国家重点实验室 杭州 310027)

(浙江大学计算机系 杭州 310027)

摘 要

论述 CIMS 的基于集成、开放、标准化和并行工程思想的信息集成方法。即应用 STEP、EXPRESS、SGML、HyTime、X Windows、UNIX 等国际标准或主流工业标准，依托面向对象工程数据库，开发一个开放式的由软件工具和超媒体界面组成的支持环境，实现 CIMS 信息的数字化交换、共享、集成，支持并行工程思想。

关键词: 计算机集成制造，信息集成，软件工具，并行工程，EXPRESS，SGML。

1 引言

计算机集成制造 (CIM) 技术研究的难点之一是信息的集成。CIM 信息集成包含两个层次，其一是 CIM “孤岛”之间信息的自动交换，其二是基于并行工程思想的信息共享。

CIMS 各阶段、各功能模块所关心的问题不同，与之相关的产品信息类型也不尽相同。通常我们运用计算机辅助系统自动处理信息，以提高效益。然而这些信息处理系统往往只为某一个或几个阶段服务。由于系统的信息模型不一致，数据交换格式不统一，相互之间很难交换、共享信息，由此造成了 CIMS “孤岛”。因此，在 CIMS 环境中，如何使信息为一切需要它们的人、信息处理系统、产品制造过程所共享，促进制造过程的集成和改善，是信息集成技术研究的热点之一^[1-5]。

并行工程是一种强调各阶段领域专家共同参加的(由他们组成产品开发专家组)系统化产品设计方法^[6]，其目的在于将产品的设计和产品的可制造性、可维护性、质量控制等问题同时加以考虑，以减少产品早期设计阶段的盲目性，尽可能早地避免因产品设计阶段的不合理因素对产品生命周期后续阶段的影响，缩短研制周期。产品是领域专家工作的

1) 浙江省自然科学基金资助项目。
本文于 1994 年 1 月 27 日收到

共同对象,产品信息模型应反映产品生命周期中所有阶段的需求和结果,其表达方式应能被所有产品阶段所理解。由此决定了并行工程中的产品信息结构复杂,数量大,版本多,需要由面向对象的工程数据库管理。如何对产品信息建立统一的模型,如何应用工程数据库开发支持并行工程的软件工具和支撑环境,也是当今国际学术界的研究热点^[6-9]。

文中,提出以集成、开放、标准化为中心策略的信息集成及其支持方法,解决 CIMS “孤岛”的连通和 CIM 信息共享。即应用有关数据结构、数据管理、操作平台、交互界面等方面各类国际标准和主流工业标准,开发一个开放式的由软件工具组成的支持环境,为 CIMS 信息的交换、共享、集成和并行工程的实施服务。

2 CIMS 信息及其标准化描述方法

CIMS 中一般包含产品数据、技术文档、管理信息、工程知识和制造模型等多种类型信息,用单一的描述方法不易建立信息模型。在综合分析最新研究资料和著名研究项目的基础上,作者认为应用开放式的国际标准(如 STEP、SGML)描述 CIMS 信息的方法,既是取得广泛认同的唯一途径,同时也是建立开放式信息集成环境的前提。

2.1 应用 STEP 思想描述产品数据

STEP 是 ISO 即将推出的产品数据描述与交换国际标准^[2]。但其更重要的意义在于定义了反映产品生命周期全过程的、无二义性的、计算机可解释的产品信息表达形式(即 EXPRESS 语言),独立的产品数据交换方式(即中性文件、应用程序界面和共享数据库方式)和灵活的适用范围(即应用协议),如下图所示:



图 1 STEP 框架结构图示

其中,EXPRESS^[11]是 STEP 的形式化数据描述语言,用于定义对象、对象的约束条件,以及加于对象中的信息单元,以保证信息的一致性和无二义性。用它可构成对产品数据及其约束条件的完整描述。例如,一个用 EXPRESS 描述的人事管理模型如下所示。

```

SCHEMA person; ——A Single Schema EXPRESS Model
TYPE date = ARRAY [1:3] OF INTEGER;
END-TYPE;

```

```

ENTITY employee
  SUPERTYPE OF (ONEOF (academic-staff, technician));
  position:    STRING;
  name:        STRING;
  birth-date:  date;
  address:     STRING;
  department: STRING;
  salary:      REAL;
DERIVE
  age:         INTEGER:=years (birth-date);
END-ENTITY;
ENTITY academic-staff
  SUBTYPE OF (employee);
  degree:     STRING;
END-ENTITY;
ENTITY technician
  SUBTYPE OF (employee);
  employ-date: date;
END-ENTITY;
FUNCTION years (past:date): INTEGER;
  (*this function calculates the number of years between the past date and
  the current date*)
END-FUNCTION;
END-SCHEMA;

```

STEP 的每一个应用协议均定义某个特定范围的产品数据标准模型。但是, 现有 STEP 应用协议还不能完全满足整个产品生命周期的需求。从实用和标准化出发, 应以 STEP 标准思想为基础, 遵循《应用协议开发指南》的要求, 自己开发用 EXPRESS 语言描述的, 使用 STEP 集成资源而构造的“应用协议”。这种“应用协议”的体系结构与 STEP 应用协议完全一致, 其内容是 STEP 应用协议的补充。

“箱体类应用协议”已在 863 CIMS 产品开发项目“产品模型为基础的集成化 CAD/CAPP/CAM 系统”中得到验证¹⁾。

2.2 技术文档及描述

产品的生命周期伴随着大量的技术文档交换, 如产品需求报告、订单、合同、产品目录、技术手册、培训资料等。学术界把在产品生命周期范围内, 以可控的、有效的方式进行数字化文档交换的方法学称作计算机集成后勤支持(Integrated Logistics Support)^[1,10]。

文档的数字化及其在并行工程环境的集成, 需要标准描述方法和配套处理工具的支持

1) 李善平, 集成、开放、标准化——关于 CIMS 信息集成支持环境的研究, 浙江大学博士学位论文, 1993 年。

持。市场上的中文文档处理系统,由于它们面向工程的功能不强,缺乏共同遵循的文档交换标准,很难在制造业中推广。因此,文档结构宜采用国际上通用的,适合汉字特点的国际标准描述,如 SGML 和 CALS 标准。

CALS^[1] 是以美国国防部为主发起的关于武器系统咨询、设计、制造和后勤支持中数字化信息流集成的发展计划,预期下世纪初实现信息系统集成。CALS 采纳了一系列被广泛使用的国际标准或主流工业标准(如 MIL-STD-1840A、SGML、IGES、CGM、CCITT/4 等)描述文档中的不同内容,它的核心是采用国际标准 SGML 语言描述文档结构和文字信息。

SGML^[3] 是个开放的国际标准,具有描述文字,引用图形、图象、语音及相互关系的能力。在 SGML 文档三个组成部分中(即 SGML 说明、类型定义和编码文档),应用系统可约定语种(包括汉语),定义文档结构和控制代码集。例如,表 1 的更改单可由 SGML 文档描述为

```
<!--“更改意见单”的类型定义 (DTD) 格式-->
<!ELEMENT modify --(technica)>
<!ELEMENT technica --(item1, reason, centre, proposal)>
<!ELEMENT item1 --(manufact, type, subassem)>
<!ELEMENT (reason |centre|proposal) --(#PCDATA)>
<!ELEMENT (manufact|type|subassem) -- (#PCDATA)>
<!ATTLIST modify eng-no CDATA #REQUIRED>
<!ENTITY #DEFAULT SYSTEM>
<!--“更改意见单” SGML 编码文档-->
<modify eng-no="16D1674">
  <technica>
    <item1>
      <manufact> Motor Manufacturer </manufact>
      <type> 1992 type </type>
      <subassem> tyre </subassem>
    </item1>
    <reason> reliability consideration </reason>
    <centre> wakefield </centre>
    <proposal> no. 100 </proposal>
  </technica>
</modify>
```

2.3 工程知识的描述

工程知识是 CIMS 环境中工程决策和系统管理的基础。常用的知识表示方法如谓词逻辑、语义网络、框架、产生式规则等,均不失为表示工程知识的一种可选形式。但是,它们与 EXPRESS、SGML 在形式上有很大的差异,不利于信息的集成。

如果就知识描述来看,EXPRESS 已经具备与框架表达方式相当的能力,EXPRESS

表 1 一张“更改意见单”

MODIFCATIONS ACCEPTANCE PROCEDURE	
A. TECHNICAL INFORMATION	
1. Manufacturer	-----
Type of Equipment	-----
Sub-Assembly	-----
2. Reason for Modification	
(Explain under headings of improvements to Reliability, Performance, Maintenance or Safety)	
3. Service Centre Where Problems Have Been and Experienced	
4. Modification Proposals (Append drawings and Explanation)	

表 2 人事管理框架结构

框架名: 管理人员
职位: _____
姓名: _____
年龄: _____
地址: _____
部门: _____
工资: _____
参加工作日期: _____

的实体结构 (ENTITY) 与框架结构接近。框架形式中的框架名、槽、值、嵌入过程分别对应于实体、实体的属性、实例中实体值、规则。例如, 表 2 的人事管理框架可以由前述 person 实体的实例描述。

由于 EXPRESS 语言描述的工程知识形式上与产品数据一致, SGML 文档也可以象引用产品数据的方法一样引用知识, 因而可根本解决工程知识的一致性描述问题。当然, 进行知识推理时, 需要将 EXPRESS 的模式转换成 Prolog、Lisp 或 C/C++ 的格式再交给对应的推理机。

2.4 制造模型的描述

应用并行工程进行产品设计时, 必须兼顾到加工特性、加工能力、已有设备条件、约束条件等制造信息对产品的影响。制造模型就是抽取加工过程的特性、能力、约束等因素而建立的模型^[8]。

在 CIMS 集成系统中用 EXPRESS 语言描述制造模型不失为一种选择: EXPRESS 具有足够的表达能力表达制造模型; 用同一种 EXPRESS 语言既描述产品数据模型, 又描述制造模型, 便于两者的交互引用; 以实体、聚合类型、继承关系建立起来的制造模型具有很好的扩充性。

2.5 管理信息的描述

CIMS 的管理信息固然种类较多, 作用范围较少重叠, 但是描述管理信息的形式不外乎文档、报表、图表、卡片等。因而, 管理信息的描述问题最终归结于 SGML 文档的描述问题。

3 开放式信息集成支持环境

围绕工程数据库建立的,由一套关于 STEP、EXPRESS、SGML 等的软件工具支持的,具有超媒体用户界面的信息集成支持环境,是保证 CIMS 信息畅通的关键。

3.1 工程数据库是支持开放式环境的基础

工程数据库既是连通 CIMS “孤岛”的桥梁,又是并行工程配置管理的核心。面向对象数据库管理系统(如 Objectivity/DB、Versant、ObjectStore 等)由于其封装性、继承性、长事务处理等特点,更适合于工程数据库。

3.2 支持信息集成的软件工具

EXPRESS 和 SGML 均属形式化语言,由它们描述的信息需经各种软件工具处理后,方能被领域专家理解。由于模型结构、操作平台、用户界面符合国际标准或主流工业标准,这些工具均是开放的,用户可以视需要任意组合。关于 EXPRESS 和 STEP 的工具具有:

- EXPRESS 模式的图符化、层次化编辑器,含解释器;
- STEP 数据编辑器,可以按应用协议定义的数据模式构造数据;
- 图形显示工具,显示 STEP 数据中的几何信息;
- 数据库数据转换工具,可将某个数据库的数据转换到以 EXPRESS 建模的工程数据库中。IGES 格式与 STEP 对应格式的相互转换工具(鉴于许多“孤岛”软件系统能够读取、生成 IGES 文件的事实,这样的软件工具可以“救活”大批数据);

• STEP 中性文件前后处理器,分别实现 STEP 中性文件与数据库数据、STEP 编辑器数据之间的数据双向流动。

• SGML 语言擅长文档结构表达,但其控制标志繁琐,结构定义(DTD)相当抽象,因此须开发 SGML 编辑器自动处理。这种软件工具既提供“所见即所得”的交互功能,又支持与 SGML 文档管理系统的连接。在显示和打印 SGML 文档时,作者采用的工具和步骤不失为一种途径:

- 用 sgm12latex 将 SGML 文档转换成 LaTeX 格式 (LaTeX 是国际学术界事实上的标准排版软件系统);
- 用 LaTeX 显示生成的 LaTeX 文档;
- 用 DECView3D 显示 IGES 文件,或转换成 PostScript 文件由 GhostScript 显示、打印;
- 用 xv 显示、打印各种格式的图象文件 (GIF、TIFF、JPEG等);
- 用 calstool 为 SGML 文档“包装”(calstool 是用 C/C++编写的 SGML 文档交换工具,运行于 Open Window 窗口环境)^[10]。

利用 EXPRESS 描述工程知识时,其元知识 (EXPRESS 之 SCHEMA) 需转换成 Prolog、Lisp 或 C/C++ 的结构后,工程知识才能被推理机所运用。已开发的知识库对象服务器 KBOS 就是这样的一个推理机服务器。

3.3 开放式支持环境的超媒体界面

产品技术文档是多媒体文档,文档的显示必须得到超媒体界面环境的支持。这种超媒体环境不仅能在同一逻辑屏面上同时显示文字、图形、图象、动画、语音等多媒体信息还应正确理解、解释以 EXPRESS、SGML 标准描述的信息。

在应用 ISO 超媒体文档标准 HyTime (Hypermedia/Time-Based Structuring Language, ISO10744)^[4] 和窗口系统标准 X Windows 基础上,正着手开发相关的软件工具。

本文阐述 CIMS 并行工程环境下信息集成的开放式标准化方法,提出用 STEP、SGML、EXPRESS 等标准描述 CIMS 信息,用面向对象工程数据库、开放式软件工具和超媒体界面支持信息集成的一系列思想,并在原型系统中得以验证。当然相关的软件工具尚待完善。

参 考 文 献

- [1] U S DoD. Computer-Aided Acquisition and Logistic Support (CALS) Program Implementation Guide. Military Handbook, 1990.
- [2] ISO TC184/SC4. STEP Part 1: Overview and Fundamental Principles. 1992.
- [3] Goldfarb C F. SGML Handbook. Oxford University Press, 1990.
- [4] ISO/IEC DIS 10744. SGML Specification for HyTime Standard. 1992.
- [5] Li S and Juster N P. An Exchange Strategy for Product Information. Proceedings of IFIP workshop on Interface in Industrial Systems for Production and Engineering. Elsevier Publishers, 1993.
- [6] Bedworth D D, Henderson M R and Wolfe P M. Computer Integrated Design and Manufacturing. McGraw-Hill, 1991.
- [7] Lindeman D and Wijaya L. Managing Design Structure Data in a Concurrent Engineering Design Environment. Proceedings of 1992 ASME International Computers in Engineering Conference and Exposition, ASME, 1992.
- [8] MOSES Project Report. Manufacturing Modeling. University of Leeds, 1992.
- [9] Morenc R. and Rangan R. Information Management to Support Concurrent Engineering Environments. Proceedings of 1992 ASME International Computers in Engineering Conference and Exposition, ASME, 1992.
- [10] Li S and He Z. Object Oriented Tools for Automated Product Information Exchange under CALS Standards. Proceedings of Third International Conference for Young Computer Scientists. Tsinghua University Press, 1993.
- [11] ISO TC184/SC4/WG5. EXPRESS Language Reference Manual. 1992

RESEARCH IN CIMS INFORMATION INTEGRATION BASED ON INTERNATIONAL STANDARDS AND OPEN ARCHITECTURE

LI SHANPING HE ZHIJUN

(State Key Lab of CAD&CG 3100027)

(Dept. of Computer, Zhejiang University, Hangzhou 3100027)

ABSTRACT

This paper discusses the method of CIM information integration with the scenario of open architecture, international standards and concurrent engineering. The application of STEP, SGML, EXPRESS, etc., the development of software tools and the hypermedia environment, and the acceptance of object-oriented engineering database are all discussed. The target is to realize the digitalized exchange, sharing and integration of CIM information within the concurrent engineering environment.

Key words: CIM, information integration, software tools, concurrent engineering, EXPRESS, SGML.



李善平 浙江大学计算机科学与工程学系副教授, 1984年、1987年、1993年分获计算机应用学士、硕士、博士学位。研究兴趣: CIMS、CAD、信息交换与共享、超媒体环境、计算机仿真、计算机图形学。

何志均 1923年生, 现为浙江大学计算机科学与工程学系、人工智能研究所教授, 博士导师。目前从事于知识处理、智能技术与软件工程的集成、CAD与CIMS的研究。