

IDEF

建模分析
和
设计方法

陈禹六 编



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

IDEF 建模分析和设计方法

陈禹六 编

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 提 要

IDEF 方法是一套对复杂系统进行建模分析和设计的系统方法。80 年代初期以来, IDEF0 和 IDEF1, IDEF1x 的建模方法, 已在国内外得到了广泛的应用。美国的 KBSI 公司现正在逐渐形成一整套从各个方面分析设计复杂系统的 IDEF 方法家族。本书着重介绍了 IDEF0 建立功能模型的建模方法和过程; IDEF1x 建立信息模型的建模方法和过程; IDEF3 获取过程描述的具体方法; IDEF4 面向对象的设计过程。书中 IDEF5 本体论获取方法的使用, 则将使不同领域的专家在共同实施 CIM 的过程中有了更多的共同语言; 对于 IDEF 系列中其他未成熟的方法, 则作了些简略介绍。本书对实施 CIMS 和其他高新技术应用的企业和研究单位, 是一本不可或缺的工具书; 对高等学校自动化、机械制造、计算机、经济管理专业的研究生和教师, 则可作为复杂系统分析设计的参考教材。

版权所有, 翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

IDEF 建模分析和设计方法/陈禹六编. —北京: 清华大学出版社, 1999

ISBN 7-302-03417-6

I. I… II. 陈… III. ①企业管理: 现代化管理-管理系统(软件)-系统建模-分析
②企业管理: 现代化管理-管理系统(软件)-系统设计 N. F270.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07789 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 清华大学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 19.5 字数: 460 千字

版 次: 1999 年 5 月第 1 版 1999 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-03417-6/TP·1856

印 数: 0001~3000

定 价: 28.00 元

前 言

我国在工业界推行计算机集成制造(CIM)已经 8 年了,很多企业取得了令人瞩目的成就。如北京第一机床厂在 1995 年获得了美国 SME 的工业领先奖,成都飞机公司、沈阳鼓风机厂、经纬纺织机械厂等企业都获得了国家科委的 CIMS 应用工程领先奖,他们都从 CIM 实施中取得了很好的效益。但是,并非所有实施 CIM 的企业都能取得很好的效果。这里原因是多种多样的,有社会大环境的影响,有决策的正确与否;而缺乏正确有效的分析方法和实施集成的工具,也是一条重要的因素。

从 1990 年,我们刚开始在国内工厂重点应用 CIMS 时,“863”CIMS 专家组就规定了,所有 CIMS 应用工厂,都必须应用 IDEF0 方法建立功能模型、进行需求分析。有的企业对这一工具用得较好,现在确实尝到了它能帮助做好系统集成的甜头。但也有不少企业只是奉命画图,画了几百张 IDEF0 图,却只是在评审时用一下,以后就束之高阁,不再起任何作用了。从国内外实施 CIM 的实践经验中,我们充分意识到系统集成中设计分析工具的重要性。当然,我们不是把这里所说的工具和方法局限于 IDEF 方法,各个国家和地区都有一些很有效的系统分析方法,但其中 IDEF 系列是应用最广的。我们在 1991 年曾编写了“IDEF0 及 IDEF1x——复杂系统通用的设计分析方法”(陈禹六,周之英,裴少鹏,俞盘祥,汤荷美编,电子工业出版社出版),作为 90 年代头几年 CIMS 重点应用工厂的暂行规范,起了它应有的作用。现在国内越来越多的企业开始实施 CIM,因此有必要根据这几年 CIM 实践的经验,将 IDEF0 和 IDEF1x 方法的说明,进行修改后再版。IDEF2 方法由于其内容已被广泛应用的仿真软件 SLAM II 和 SIMAN 所覆盖,实际上已自然淘汰。而美国 KBSI(knowledge based systems Inc.)推出的 IDEF3 过程描述获取方法、IDEF4 面向对象设计方法,已经在国际上被越来越多的人了解和应用。当前,面向对象技术在计算机技术领域中的应用日益广泛,作用越来越突出,亟需系统地将它介绍给 CIMS 领域的工程技术人员。另外,从系统集成技术的进展来说,很多 CIMS 专家都已提出了要在信息集成、功能集成,进到更多(或者说更深入)考虑过程集成的问题。因此,用于过程描述的 IDEF3 方法,将会在今后的 CIM 实践中起到越来越大的作用。IDEF3 解决了 IDEF0 不能反映时间和时序的问题,因此可以和仿真软件相结合,用来检验过程的合理性并指导过程重构,实现优化。KBSI 公司对 IDEF3,IDEF4 这两种建模方法,在 1992 年就已提供了完整的手册,张锋同志和赵虹同志分别对 IDEF3 和 IDEF4 的手册进行了初译;然后,我校电机系黄益庄教授对 IDEF4 作了详细的校订;笔者对 IDEF3 初稿作了部分改写,对翻译作了仔细的修改和全面的校订。

IDEF5 本体论获取方法,也已有完整的手册,但因为与实用还有一定的距离,笔者只是编写介绍了其基本概念,而由吴笑一同志初译了 IDEF5 手册中的第 4 章“本体论语

DAF02/01

言”，笔者进行了全面的修改和校订。关于其他几种方法，本书只是在“后记”中对 IDEF9、IDEF6、IDEF14 和 IDEF8 作了一些概念性的简介。

KBSI 正在不断开发完善这整个系列。我们在取得更完整的资料及有了一定的实践经验后，还会向读者作进一步介绍。

除了 IDEF0 和 IDEF1x 之外，对其他 IDEF 方法，我们的实践经验还很少，书中错误和不当之处一定不少，恳切希望读者来信批评指正。

作者

1998 年 11 月

目 录

第一篇 IDEF0 方法

第 1 章 引言	3
1.1 背景	3
1.2 IDEF0 的基本特色	4
第 2 章 IDEF0 图形的意义	8
2.1 基本概念	8
2.2 如何读图	13
2.3 实例	13
第 3 章 作者建模方法	16
3.1 建立活动模型的基本方法	16
3.2 作者的工作阶段	17
3.3 怎样画一张活动图	18
3.4 怎样写文字说明	24
第 4 章 项目参加人员的任务和有关图表的说明	26
4.1 项目中各“角色”的定义	26
4.2 作者-读者(评审员)循环	27
4.3 IDEF0 图表的定义	28
第 5 章 一些工作方法	32
5.1 数据收集	32
5.2 IDEF0 模型的遍历步骤	35
5.3 结束语	37
附录 1	38
1.1 IDEF0 图纸格式标准	38
1.2 IDEF0 组文件封面格式	39

第二篇 IDEF1X 方法

第 1 章 引言	43
第 2 章 数据模型化的概念	44
2.1 把数据作为资源管理	44
2.2 三模式概念	44
2.3 数据模型化的目的	46

2.4	IDEF1X 方法	46
第 3 章	IDEF1X 的语法和语义	48
3.1	实体	48
3.2	连接联系	49
3.3	分类联系	52
3.4	非确定联系	54
3.5	属性	55
3.6	主关键字和次关键字	57
3.7	外来关键字	58
第 4 章	建立模型过程	61
4.1	0 阶段——设计的开始	61
4.2	1 阶段——定义实体	66
4.3	2 阶段——定义联系	69
4.4	3 阶段——定义键	73
4.5	4 阶段——定义属性	84
第 5 章	文件编制和确认	89
5.1	引言	89
5.2	IDEF1X 组文件	89
5.3	标准格式	90
5.4	IDEF 模型遍历步骤	94
附录 2		96
2.1	IDEF1X 词汇表	96
2.2	IDEF1X 与 IDEF1 的比较	100
2.3	初步设计阶段 IDEF1X 方法实施规则	107

第三篇 过程描述获取方法 IDEF3

第 1 章	引言	113
第 2 章	IDEF3 总貌	115
2.1	场景描述和对象	116
2.2	以过程为中心的视图:过程流图	116
2.3	以对象为中心的视图:对象状态转移网图	118
第 3 章	IDEF3 过程描述的基本元素	120
3.1	UOB	120
3.1.1	UOB 的细化说明	121
3.1.2	UOB 分解	123
3.1.3	UOB 的编号方案	124
3.1.4	部分描述	125
3.2	联接	126

3.2.1	联接类型	126
3.2.2	联接说明文档	127
3.2.3	联接编号	128
3.3	交汇点	128
3.3.1	交汇点类型	128
3.3.1.1	“与”、“或”及“异或”型交汇点	129
3.3.1.2	“扇入”型与“扇出”型交汇点	129
3.3.1.3	“同步”与“异步”型交汇点	130
3.3.1.4	交汇点语义	130
3.3.2	交汇点组合	130
3.3.3	交汇点的编号方案	132
3.4	参照物	132
3.5	基本建造块的组合使用	135
3.5.1	行为单元与联接组合	135
3.5.2	行为单元、联接和交汇点的组合使用	136
3.5.3	IDEF3 流图中参照物的使用	139
3.6	对象状态转换网络描述	141
3.6.1	对象与对象状态	142
3.6.2	OSTN 描述元素	142
3.6.3	对象状态转换网络图的语义及使用	145
第 4 章	应用 IDEF3 描述方法的开发过程	147
4.1	描述获取项目的界定	148
4.1.1	定义目的	148
4.1.2	确定初始范围和细化层次	149
4.1.3	识别主要组织场景	149
4.2	收集数据	149
4.2.1	确定专家及数据收集准备工作	150
4.2.2	访问领域专家	150
4.2.2.1	收集对象名称	151
4.2.2.2	收集活动与因果关系名称	151
4.2.2.3	收集状况描述	151
4.2.2.4	描述结论池的维护	152
4.3	过程流描述的表示法	153
4.3.1	行为单元细化说明及联接规范	153
4.3.2	特定行为单元的分解	153
4.3.3	与 IDEF0 模型的交互参考	154
4.4	对象状态转换简要介绍	154
4.4.1	选择感兴趣的对象	154

4.4.2	对象状态转换的特征抽取与对象状态转换网络图的安排	155
4.4.3	与 IDEF1 模型的交互参考	155
4.5	IDEF3 过程描述的有效性	156
4.5.1	动机	156
4.5.2	构造和分发组表	156
4.5.2.1	组表评审过程中的角色	156
4.5.2.2	IDEF3 组表评审循环	157
4.5.2.3	IDEF3 组表类型	158
4.5.2.4	分析员与评注者指南	158
4.5.2.5	IDEF3 组表内容	159
第 5 章	IDEF3 应用开发实例	164
5.1	确定目标和范围	164
5.2	收集数据	164
5.2.1	访问领域专家获取最初描述	164
5.2.2	分析数据识别的描述	165
5.3	进行过程流描述	165
5.3.1	确定图中行为单元的顺序	166
5.3.2	分析行为单元细化说明中的数据	167
5.3.3	与领域专家一起评审过程流描述	169
5.4	设计对象状态转换网络图(OSTN)	172
第 6 章	对 IDEF3 过程描述的理解	174
6.1	阅读步骤	174
6.2	举例说明 IDEF3 过程描述的一种快速阅读方法	175
6.2.1	基本轮廓	175
6.2.2	浏览	175
6.2.3	理解场景描述	175
第 7 章	使用 IDEF3 方法的建议	178
7.1	如何设计一套有效的 IDEF3 流图	178
7.1.1	IDEF3 过程描述的模型理论验证规则	178
7.1.2	行为单元分解规则	179
7.2	构造 IDEF3 流图中的通病及指南	180
7.2.1	“扇出的异或”型交汇点后带有“扇入的与”型交汇点	180
7.2.2	一个行为单元盒上出现多个先后顺序联接	180
7.2.3	场景或分解图中存在多个左端点	181

第四篇 IDEF4 面向对象的设计方法

第 1 章	概述	185
第 2 章	简介	186

2.1	类子模型	187
2.1.1	继承图	187
2.1.2	类型图	188
2.1.3	协议图	188
2.1.4	例示图	189
2.2	方法子模型	189
2.2.1	方法分类图	189
2.2.2	客户图	190
2.3	数据单	190
2.3.1	类-定常数据单(CIDS)	190
2.3.2	合同数据单(CDS)	190
第3章	IDEF4 面向对象的概念	191
3.1	类	191
3.1.1	类与对象	192
3.1.2	类-继承	193
3.2	特征	195
3.2.1	特征分类	196
3.2.2	特征继承	196
3.2.3	特征/类分类法	197
3.2.4	特征类型	198
3.2.5	类特征	198
3.3	方法	199
3.3.1	设计中的方法与编程中的方法	199
3.3.2	方法集	200
3.4	约束	202
第4章	图	203
4.1	类-继承图	203
4.1.1	类-继承图的符号集	203
4.1.2	理解类-继承图	206
4.1.3	类-定常数据单	208
4.2	方法分类图	211
4.2.1	合同数据单(CDS)	211
4.2.2	方法分类图符号集	213
4.2.3	理解方法分类图	213
4.3	类型图	217
4.3.1	类型图符号集	217
4.3.2	理解类型图	219
4.4	客户图	221

4.4.1	客户图符号集	221
4.4.2	理解客户图	221
4.5	协议图	222
4.5.1	协议图符号集	223
4.5.2	理解协议图	223
4.6	分配映射	224
4.7	IDEF4 实例化语言	227
4.7.1	IDEF4 实例化语言简介	227
4.7.2	IDEF4 设计的证实	228
第 5 章	IDEF4 设计开发过程	231
5.1	面向对象的分解	231
5.2	IDEF4 设计开发活动	232
5.2.1	分析不断发展的系统需求	232
5.2.1.1	识别初始的类和方法集	232
5.2.1.2	在分析中用其他 IDEF 方法	233
5.2.2	开发类层次	234
5.2.3	开发方法分类	234
5.2.4	开发类分解结构(类型图)	235
5.2.5	开发协议(协议图)	235
5.2.6	开发算法分解(客户图)	235
5.3	IDEF4 设计发展过程	236
5.3.1	划分	236
5.3.2	分类/详细说明	237
5.3.3	组装	237
5.3.4	重新安排	237
5.4	IDEF4 设计文档的组织	238
第 6 章	IDEF4 设计开发中的若干问题	240
6.1	细致的和粗略的方法和类	240
6.2	方法分类图和例程	240
6.3	例程和例程-类对	240
6.4	一个返回值的多个返回类型	241
6.5	面向对象过程的特征	241
附录 3	IDEF4 词汇表	243
附录 4	缩略语	245

第五篇 本体论获取方法

第 1 章	基本概念介绍	249
1.1	什么是“本体论”	249

1.2	为什么要提出本体论	249
1.3	IDEF5 与其他 IDEF 方法之间的关系	250
1.4	本体论的中心概念	251
1.4.1	种类	251
1.4.2	性质和属性	252
1.4.3	关系	252
1.4.4	二阶性质和关系	252
1.4.5	将种类引入本体论的方法	253
1.4.6	部分、整体和复杂种类	253
1.4.7	过程、状态和过程种类	253
1.4.8	本体论的层次	254
1.5	本篇的构成	254
第 2 章	IDEF5 本体论语言	256
2.1	IDEF5 图表语言	256
2.1.1	图表语言专用词汇	256
2.1.2	IDEF 图表及其解释	258
2.1.2.1	基本一阶图表	259
2.1.2.2	复杂的一阶图表	262
2.1.2.3	二阶图表	264
2.1.2.4	关系图表	264
2.1.2.5	参照物	266
2.1.3	合成图表	267
2.1.4	分类图表	268
2.1.5	对象状态图表	270
2.1.5.1	基本对象状态转变图表	271
2.1.5.2	强状态转变图表	272
2.1.5.3	瞬间状态转变图表	273
2.1.5.4	复杂对象状态图表	274
2.1.5.5	状态分类图表	275
2.1.5.6	状态合成图表	276
2.1.5.7	隐匿对象状态信息	279
2.1.5.8	集成转换图和关系图	280
2.2	IDEF5 细化描述语言	280
2.2.1	概貌	280
2.2.2	语言的描述	281
2.2.2.1	常量、变量及操作符	281
2.2.2.2	词	282
2.2.2.3	定义	284

2.2.2.4 语句	285
2.2.2.5 IDEF5 特定语句	285
2.2.2.6 预定义关系	292
后记.....	293
参考文献.....	297

第 一 篇

IDEF0 方法

第1章 引言

1.1 背景

IDEF的基本概念是在70年代提出的结构化分析方法基础上发展起来的。结构化分析方法在许多应用问题中起了很好的作用。在降低项目开发费用,减少系统中的错误,促进交流的一致性加强管理等方面都产生了效益。1981年美国空军公布的ICAM(integrated computer aided manufacturing)工程中用了名为“IDEF”的方法。IDEF是ICAM DEFinition method的缩写。后来就称之为integration definition method,简称不变。刚开始时,此方法由3部分组成:

(1) IDEF0描述系统的功能活动及其联系,在ICAM中建立加工制造业的体系结构模型,其基本内容是SADT(system analysis and design technology)的活动模型方法。这是由Softech公司发展起来的。

(2) IDEF1描述系统信息及其联系,建立信息模型作为数据库设计的依据。这是由Hughes飞机公司为主发展起来的。

(3) IDEF2用于系统模拟,建立动态模型。这是由HOS公司为主发展出来的。

现在KBSI公司正在继续将此方法发展成一个系列,列写如下:

- IDEF0 功能模型(function modeling)
- IDEF1X 数据模型(data modeling)
- IDEF2 仿真模型设计(simulation model design)
- IDEF3 过程描述获取(process description capture)
- IDEF4 面向对象设计(object-oriented design)
- IDEF5 本体论描述获取(ontology description capture)
- IDEF6 设计原理获取(design rationale capture)
- IDEF7 信息系统审定(information system auditing)
- IDEF8 人与系统接口设计(human-system interface design)
用户接口建模(user interface modeling)
- IDEF9 经营约束的发现(business constraint discovery)
场景驱动信息系统设计(scenario-driven IS design)
- IDEF10 信息制品建模(information artifact modeling)
实施体系结构建模(implementation architecture modeling)
- IDEF11 信息工具建模(information artifact modeling)
- IDEF12 组织设计(organization design)

组织建模(organization modeling)

IDEF13 三模式映射设计(three schema mapping design)

IDEF14 网络设计(network design)

1.2 IDEF0 的基本特色

IDEF0 的基本思想是结构化分析方法,来源于 SADT 方法。它具有以下基本特色,这些特色形成一种思维规则,适用于从计划阶段到设计阶段的各种工作。

1 全面地描述系统,通过建立模型来理解一个系统

一般地说,一个系统可以被认为是由对象物体(用数据表示)和活动(由人、机器和软件来执行)以及它们之间的联系组成。但如果是从数据或活动来描述,那至多只反映了一个侧面,这样的技术很难说明系统的全貌。IDEF0 能同时表达系统的活动(用盒子表示)和数据流(用箭头表示)以及它们之间的联系。所以 IDEF0 模型能使人们全面描述系统。

对于新的系统来说,IDEF0 能描述新系统的功能及需求,进而表达一个能符合需求及能完成功能的实现。对已有系统来说,IDEF0 能分析应用系统的工作目的,完成的功能及记录实现的机制。在这两种情况下都是通过建立一种 IDEF0 模型来体现。所谓模型就是系统的一种书面描述。它不一定必须用某种数学公式表示,可以是图形,甚至可以是文字叙述。因而我们可以说:“不管何种形式,只要 M 能回答有关实际对象 A 的所要研究的问题,就可以说 M 是 A 的模型”。对于有关复杂的企业对象或其他系统,由于用自然语言无法精确又无二义性地表示分析及设计结果,所以这里采用一种图形语言来表示 IDEF 模型。这种图形语言能做到:

- 有控制地逐步展开细节;
- 精确性及准确性;
- 注意模型的接口;
- 提供一套强有力的分析和设计词汇。

一个模型由图形、文字说明、词汇表及相互的交叉引用表组成,其中图形是主要成分。IDEF0 图形中同时考虑活动、信息及接口条件。它把方盒作为活动,用箭头表示数据及接口。因此在表示一种当前的操作,表示功能说明或设计时,总是由一个活动模型、一个信息模型及一个用户接口模型组成。

工程界对系统开发过程一般可安排几个阶段:分析(确定系统将做什么)、设计(定义子系统及其接口)、实现(独立地创建子系统)、集成(把子系统联接成一个整体)、测试(证明系统能工作)、安装(使系统能运行)和运行(使用系统)。我们介绍 IDEF 方法的目的是,在于强调科学地进行复杂系统的分析和设计的重要性。一般来说,在分析或设计阶段造成的错误,在后续阶段可能花 2 倍时间去找,花 5 倍时间去纠正。或者如人们所说的:分析阶段的一个错误未被纠正,在设计阶段要花 2 倍时间,测试阶段要花 10 倍时间,运行或维修阶段要花 100 倍的时间才能纠正。

2 目的与观点(purpose and viewpoint)

由于模型是一个书面说明,因此像一切技术文件一样,每一个模型都有一个目的与一