



基于模块化产品族的定制电信产品结构建模及配置研究

丑文亚

(湖南大学工商管理学院 长沙 410082)

摘要:针对个性化、多元化的定制客户需求特点,在模块化产品族结构 GBOM 基础上建立了一种定制电信产品配置模型。根据电信产品的可配置性,将配置模块分为基本配置模块、必选配置模块、可选配置模块 3 类,构建了配置模块的五元信息表达模型,研究了模块的属性及其变量、模块的配置规则和模块变量的匹配。基于客户需求在 GBOM 中确定设计参数,并赋值于各配置模块,在配置规则下求解得到最终的定制电信产品。

关键词:模块化;产品族;GBOM;电信产品;配置模型;配置模块

doi: 10.3969/j.issn.1000-0801.2013.01.024

Research on Customized Telecommunication Product Structural Modeling and Configuration Based on Modular Product Family

Chou Wenya

(College of Business Administration, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: According to the plurality and individuation of the customers' demands, a customized telecommunication product configuration model was established on the basis of the modular product family structure GBOM. The configuration modules were categorized as basic configuration modular, essential modular and optional modular complying with the configurability of telecommunication products. Five-element information expression model was also constructed. Additionally, the attributes and variable of the module, module configuration rules and the match of module variables were analyzed. Based on customers' demands, the customized telecommunication product configuration was completed by determining and assigning values to the parameters of each configuration module in GBOM and constraint solving.

Key words: modular, product family, GBOM, telecommunication product, configuration model, configuration module

1 引言

基于大规模定制的电信产品设计模式,将面向单一电信产品的设计转变为面向一个系列电信产品的产品族设计,通过共享通用模块和结构减少内部多样化带来的成本增加问题。通过模块的组合,生成满足客户需求的外部多样化电信产品,即在大规模定制模式下,电信产品配置的实现必须基于模块化产品族结构 GBOM,同时还必须是支持配置的 GBOM。这种模块化产品族 GBOM 配置模型

能够实现定制产品的迅速配置,响应定制客户的多样需求,从而使定制过程经济、高效、优质和低成本,能够快速设计出定制电信产品^[1]。

本文所构建的模块化产品族配置模型可充分反映电信客户的不同需求,建立在模块化产品族建模以及用五元信息表达反映配置模块信息的基础上。在配置模型中,根据配置规则和约束条件,确定不同模型变量的参数值,就能够配置出反映定制客户不同需求的定制电信产品。



2 基于模块化产品族 GBOM 配置的必要性

以往企业产品的结构建模和配置管理是以单产品物料清单(bill of material, BOM)为依据的,即每一个产品都有唯一的 BOM 结构与之对应。这在产品种类不多和客户需求单一的情况下,有其存在的合理性。

随着科学技术的巨大发展,企业生产力得到了极大的提高,客户的消费需求也发生了极大的变化。一方面,企业的产品线不断扩张,产品线的产品种类不断丰富;另一方面,客户的消费需求日益多样化、层次化和个性化。与此同时,大规模定制模式以其高效率、低成本、快速度来满足客户的多样化需求,逐渐成为 21 世纪企业生产模式的主流。

大规模定制模式要求以不断增加的产品种类来满足客户的多样化需求,这些产品种类中存在着某些类似的 BOM 结构以及相同的构件。在此背景下,再以单一的 BOM 结构进行结构建模和配置管理,一方面会造成产品数据的异常庞大,并伴随大量的数据冗余;另一方面增加了产品配置管理的难度,并使得产品配置效率大为降低。

而以 GBOM 为基础的产品结构建模和配置管理则较好地适应了这一需求。产品族是具有相同或类似的功能和结构,共享主要特征和构件,并可以通过结构变型配置来满足某类客户需求变化的一类相关产品。GBOM 结构能够以通用产品结构,实现广泛的产品种类,因此满足了某类客户群的共性需求和客户群内特定客户的个性需求,如图 1 所示。

模块化产品族 GBOM 结构模型如图 2 所示。其中,par1、par2 分别代表模块、子模块的参数。很明显,基于模块化产品族 GBOM 结构比基于单一产品 BOM 结构进行产品结构建模和配置管理更有效,更能适应大规模定制经济的需求。

3 GBOM 配置模型的建立

大规模定制模式下,产品配置的实现必须基于 GBOM,同时还必须支持可以配置的 GBOM。因此,通过采用模块化产品族模型与基于规则的反映配置信息的五元信息表达模型来构建配置模型,可以最佳地实现定制电信产品的高效配置。通过对已有客户和未来客户需求分析和归类,建立合理的模块化产品族结构。在模块化产品族模型的基础上,建立了如图 3 所示的模块化产品族结构

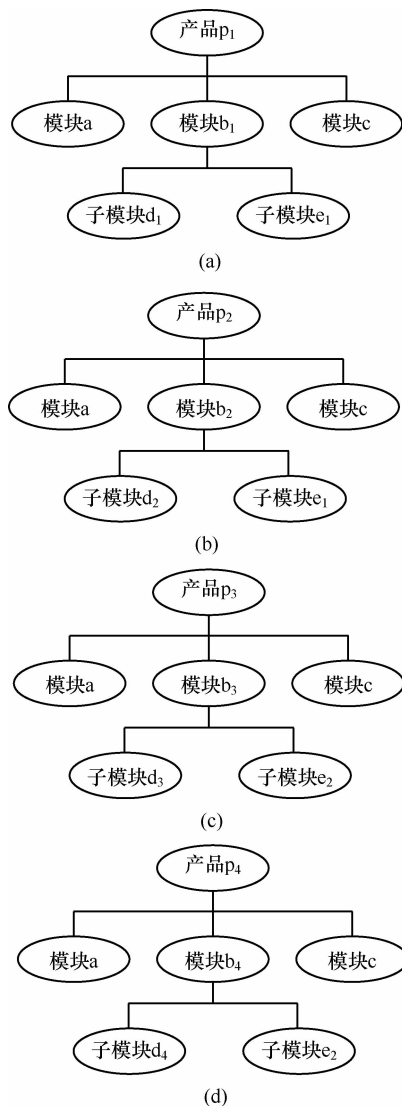


图 1 单一产品的 BOM 结构

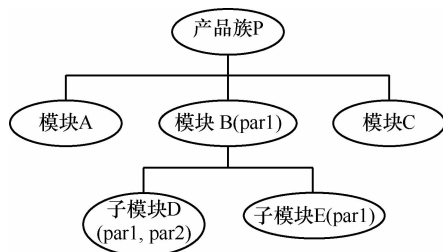


图 2 模块化产品族 GBOM 结构模型

GBOM 配置模型,该模型描述了一个可配置的、包括所有标准构件的模块化产品系统的组成情况,它是一个与订单无关的、可配置的、包括所有基本模块和可扩充模块的模块化产品系统,完整地表达了产品的各种组合变型,是一族产品的通用产品结构。在该 GBOM 模型的基础上,在产品配置系统中设置相应的配置规则和约束条件,就可以根据

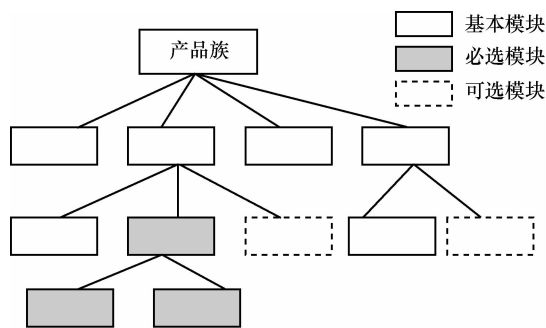


图3 模块化产品族结构 GBOM 配置模型

不同客户的需求,经过配置得到满足客户需求的定制产品。

3.1 模型的特点

该模型应具有如下特点。

- 是一个树型的层次结构。
- 能通过 GBOM 完整地体现某一产品族的结构特征,包括产品族的设计(EBOM)、工艺(PBOM)、制造(MBOM)、销售(SBOM)、成本(CBOM)等,从而方便不同的企业部门对产品数据的共享、管理和维护。
- 具备一个将不同配置模块的共性抽象为一致性的通用配置模块。它提供一种通用功能,能简化配置流程。当客户需求不同时,只要求改变配置参数,不需要改变配置变量,从而大大减少了配置过程的重复,提高了配置效率。
- 不同的配置模块有着不同的属性,同一属性也有着不同的取值范围,称为属性值域。在配置过程中,根据符合约束条件的一组属性值就能够确定一个唯一的产品实例。以中国电信 e9 套餐-139 档(2M89)为例,e9 套餐的属性有月基本费、宽带速率、固话与手机共享话费等,139 档(2M89)类似于 e9 套餐的一个模块,当确定了月基本费为 139 元、宽带速率为 2 Mbit/s、固话与手机共享话费为 89 元等属性值后,就能确定 e9 套餐-139 档(2M89)这款套餐的唯一性。
- 各个配置模块必须具有可变型性。由于客户需求的多样化和产品技术的不断进步,需要对配置模块的部分变量或全部变量进行不断修改。因此,配置模型的各个配置模块必须具有相当的可变型性,以满足这种客户需求和科技进步的要求。
- 各个配置模块必须具有相当的柔性。一方面,客户需求的多样化和个性化,要求企业必须灵活迅速地对各模块进行配置,以适应这种需求的变化;另一方面,各配置模块必须具有不同的属性、变量和参

数,以呈现出多样化的产品特征,并适应这种产品配置的灵活高效。

3.2 配置模块的分类

GBOM 配置模型绘制了一幅包含所有模块化构件的配置产品结构图。这个结构图描述了配置产品基于模块化的所有构成情况,反映出定制客户的不同需求。按照模块的可配置性,可以将配置模块分为基本模块、必选模块和可选模块^[2]。在配置时,首先按照客户需求确定基本模块,然后构建基本模块的组成框架,最后依据客户的不同需要和配置规则将必选模块和可选模块灵活地组合并添加在组成框架中。按照在配置过程中所实现的产品功能的不同特点,基本模块、必选模块和可选模块可定义如下。

(1) 基本模块

基本模块是配置定制产品时必须具有的模块,而且没有选择的余地。它反映了客户在使用电信服务产品的过程中和使用产品后可获得的基本功能,即组成一个产品时必须包括的模块。在电信领域中,该模块通常定义为产品的基本功能模块,基本功能模块是产品的核心,决定了产品所能提供的服务种类和范围,是电信产品组成中不可缺少的主要组成部分。例如,市话服务之于固定电话、移动话音业务产品,动态 IP 地址分配(或者固定 IP 地址)之于宽带、带宽类产品。

(2) 必选模块

从基本模块的组成框架提供的模块中选择,依据客户的不同需要和配置规则,必须选择其中的某些模块添加到组成框架中,不选会影响到产品的基本功能。在电信领域中,为了实现电信产品的基本功能,必须搭载一个重要模块,称为定价模块。定价模块是产品定制中必须具有的组成部分,按照付费规则可以分为准实时预付费、预付费、后付费、指定时间点付费 4 种模式;根据产品的功能提供可以分为一次性费用和周期性费用;根据优惠规则可以分为账务级优惠、账单级优惠、套餐优惠、促销优惠等多种优惠类型。

(3) 可选模块

从基本模块的组成框架提供的模块中选择,依据客户的不同需要和配置规则,可以选择其中的某些模块添加到组成框架中,以实现电信产品的附加功能,不选不影响产品的基本功能。在电信领域中,还有一部分产品元素是作为基本功能的补充而存在的,它们不能单独销售,必须依赖于某一基本功能存在。例如中国电信股份有限公司长沙分公司(以下简称长沙电信)推出的 e6 套餐,如果客户有



需要,还可以在基本套餐基础上添加以下服务:长途亲情包、本地亲情包、手机上网包、短信包、本地长途包、漫游包等。其中,使用长途亲情包可以设置一个省内异地网亲情号码,拨打电话费 0.1 元/min,2 元/月/个,最多可设置 2 个。

3.3 配置模块信息的表示

为了方便计算机处理 GBOM 配置模型,可以用五元信息表达模型来表示配置模块的各种信息。这个五元信息表达模型可表示为: $Mod=(M-id, M-Version, M-Type, M_{\alpha}, M_j)^{[3]}$ 。

其中, Mod 表示模块; $M-id$ 表示该模块的唯一标识号; $M-Version$ 表示该模块的版本,需要选择配置,默认的版本是最新更改确认的版本; $M-Type$ 表示不同的配置模块。当 $M-Type=0$ 时,该模块为基本配置模块;当 $M-Type=1$ 时,为必选配置模块;当 $M-Type=2$ 时,为可选配置模块; M_{α} 为配置模块的配置规则约束集,描述了配置模型中不同配置模块间的多种约束关系,如图 4 中的(1)~(3)展示的约束关系。 M_{α} 是一个表示约束条件和配置结果的二元属性组合, $M_{\alpha}=(Cond, Result)=(\text{约束条件}, \text{配置结果})$; M_j 为配置模块的属性变量值集,以 $M=(M_{11}, M_{12}, M_{13}, \dots, M_{ij}) (i=1,2,3, \dots, j=1,2,3, \dots)$ 表示各个配置模块的属性变量值域, M_{ij} 代表的是第 i 个配置模块的第 j 个属性变量值。模块的约束关系^[4]如图 4 所示。

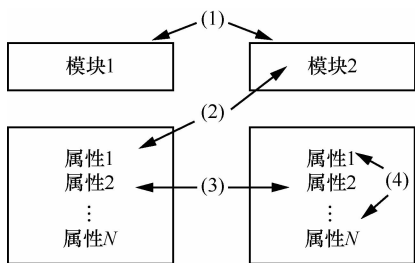


图 4 模块的约束关系

3.4 配置模块的属性及变量

(1) 配置模块的属性

配置模块的属性是对配置模块各种特征信息的抽象和表达,是指整体或部分模块构件共有的某种特征。配置模块的属性是多元的,既包括客户不能选择的与材料、精度、工艺等内部结构相关的内部属性,又包括客户可以选择的与颜色、款式、价格等功能相关的外部属性。不同的模块属性各异,根据模块属性的赋值不同,可以对不同的模块构件进行区分^[5]。

在 GBOM 配置模型中,一般依据配置模块内部属性和外部属性的组合和配置来实现不同的产品性能和功能。例

如,通过 3G 手机实现的移动上网业务在网速性能上大大优于 2G 手机。客户选择乐享 3G-89 套餐比选择乐享 3G-49 套餐能获得更多的免费通话时间。

在实际应用中,可以用 $S(M)$ 表示配置模块 M 的多元属性组合。如宽带业务的属性有:速率属性、传输介质属性、地址属性,这样宽带业务的属性组合可以表示为 $S(broad-band)=(rate, address, medium)$ 。而在配置模型中,任何一个 $S(M)$ 的组合在配置时代表的就是配置模块的一个实例,并能够确定特定的模块构件。例如,在宽带业务配置时, $S\{4 \text{ Mbit/s}, \text{ADSL}, \text{动态地址}\}$ 就代表了一个特定的宽带实例并确定了特定速率的构件、传输介质构件和地址构件。

同时,每个配置模块的属性赋值可以不同,这就构成了不同属性值的组合。例如:

$broad-band.rate=\{512 \text{ kbit/s}, 1 \text{ Mbit/s}, 2 \text{ Mbit/s}, \dots\}$

$broad-band.address=\{\text{固定地址}, \text{动态地址}\}$

$broad-band.medium=\{\text{ADSL}, \text{LAN}, \text{光纤}\}$

(2) 配置模块的属性变量

当各个配置模块的不同属性具有不同取值时,即构成了模块化产品族;当各个配置模块的不同属性赋值确定后,即构成了特定的模块化产品;而当某个配置模块的不同属性赋值确定后,即构成了一个特定的配置模块。这种能够表示不同配置模块属性的赋值,称为配置模块的属性变量。以 $M=(M_{11}, M_{12}, M_{13}, \dots, M_{ij}) (i=1,2,3, \dots, j=1,2,3, \dots)$ 表示各个配置模块的属性变量值域, M_{ij} 代表的是第 i 个配置模块的第 j 个属性变量值。

实际应用中,一般用参数来赋值配置模块的属性变量。参数的取值可分为定量参数和定性参数两种。定量参数一般采用数值形式,定性参数一般采用非数值的特征形式。比如,电信产品中的宽带模块的属性变量“宽带速率”,其参数值是定量参数,可以是 2 Mbit/s、4 Mbit/s;而属性变量“宽带地址”,其参数值是定性参数,可以是固定地址、动态地址。

实际上,配置模块的属性变量反映了电信客户对定制电信产品的个性化需求,即模块属性变量是客户需求变量的映射。所以在模块化产品族 GBOM 配置模型中,为了更精确地映射和满足客户需求,一般配置模块的属性变量表示更宽的值域范围。

3.5 模块的配置规则

依据客户需求,配置规则通过对需求产品各组成模块的选择和组合,以确保需求产品配置结果的正确性和有效性。

(1) 模块之间的约束关系

如图4中的(1)展示的是模块1与模块2之间的约束关系。这种约束是全局约束,不出现在每个配置模块内部,而是存在于配置模型的知识库中。这种约束关系表现为关联关系和互斥关系。模块之间的关联关系是一种强制关联,即在配置时,模块1的存在必须伴随模块2的存在,如配置电信产品e9套餐时,宽带模块必须伴随固话模块出现;模块之间的互斥关系则是一种互相排斥的关系,即在配置时,模块1和模块2不能同时共存,如配置电信产品e6套餐时,宽带模块和固话模块不能共存。

(2) 某个模块和另一个模块内部属性之间的约束关系

如图4中的(2)展示的是模块2与模块1中的属性1之间的约束关系。例如,自主e9-20元档(乐享49元)中,乐享3G套餐49元档与对应的e8(宽带)松散捆绑入自主e9套餐。乐享3G套餐49元档每月月基本费为49元,e8(宽带)每月月基本费优惠20元,其优惠的弧度取决于加装月乐享3G套餐的台数。也就是说,每加装一台乐享3G套餐49元档套餐,就可以减免对应的e8(宽带)20元,一直减免至宽带费为0元。

(3) 某个模块属性与另一个模块属性之间的约束关系

如图4中的(3)展示的是模块1的属性2与模块2的属性2之间的约束关系。例如,自主e9-20元档(乐享49元)中,乐享3G套餐49元档与对应的e8(宽带)松散捆绑入自主e9套餐。乐享3G套餐手机与e8(宽带)中的固话之间的约束关系,其办理必须是同一证件、同一缴费合同号,手机固话可申请享受本地范围内互拨免费优惠(主被叫都需在本地范围)。

(4) 同一模块内部不同属性之间的约束关系

如图4中的(4)展示的是模块2的属性1和属性N之间的约束关系。例如,宽带业务属性中,传输介质属性和速率属性存在一定的约束关系,如ADSL介质最高速率需小于10 Mbit/s。

以上约束关系,除了已经介绍的全局约束、局部约束、逻辑约束和数值关系约束外,有时根据客户的需求,还要建立其他约束。如时间关系约束,在中国电信3G套餐上网版中,月基本费为49元的客户可以免费享受每个月30h的Wi-Fi时长;而月基本费为129元时,可以免费享受的Wi-Fi时长为60h。

依据以上对配置模块属性、变量及配置规则的描述,就形成了一个可配置的模块化产品族GBOM。

4 定制电信产品配置的基本思路

定制电信产品的配置,即从输入个性化客户需求到配置出具体产品实例的过程,其实质就是求解GBOM配置模型的过程,其基本思路是:首先根据客户需求,映射配置模块和配置模块属性,构建非精确的通用GBOM;然后,给配置模块属性变量的参数赋值,依据配置规则进行约束求解,从而得到能满足客户需求的模块实例和产品实例,并获得精确的可配置GBOM,最终完成定制电信产品的配置与生成。

4.1 配置的基本思想

定制电信产品配置求解的核心思想^[6]是:在模块化产品族结构GBOM的基础上,根据电信客户给定的需求条件,在预定义的各种规则约束下,求解确定GBOM中的参数值。从产品族根节点开始,逐层求解GBOM中每个配置模块的参数,直到确定所有配置参数。在配置过程中,主要考量配置结果与客户需求的匹配性以及配置规则的适用性,从而确保配置结果的合理性和有效性。

求解的基本思路如下:首先,根据客户的不同需求以及映射在GBOM配置模型中各配置模块实现产品功能的不同特点,从基本模块、必选模块和可选模块中选择模块,确定出与订单相关的非精确电信产品结构(这是一个有结构没有参数的框架,如e9套餐模块是没有参数的单个销售品节点模块)。然后,在该电信产品结构的基础上,通过模块变量配置(即模块属性赋值的确定、匹配),得到具体的模块实例以及相应的与订单相关的可配置GBOM。在产品配置时,给配置模块各个属性值符合配置规则的任意参数赋值,都能够构成特定的某个模块实例,而当各个配置模块的不同属性符合配置规则的参数赋值确定后,就构成了特定的产品实例。因此,求解基于结构配置模型GBOM的关键就是在配置规则上对配置模块进行参数赋值。

4.2 产品配置生成的过程

产品配置生成的过程,是从输入不同层次的需求到配置出具体产品实例的过程。其核心是对模块属性变量的参数赋值,依据配置规则进行约束求解。具体的配置过程如下。

(1)在配置系统中输入客户需求的各种参数信息。按照客户需求,提取需求变量,设为 $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)$ ($n=1, 2, 3, \dots$)。其中, $W_1, W_2, \dots, W_n$ 代表了不同的客户需求。并将需求变量映射成为配置模块变量信息。以 $M=(M_{11}, M_{12}, M_{13}, \dots, M_{ij})$ ($i=1, 2, \dots, j=1, 2, \dots$)表示各个配置模块的属性变量值域, M_{ij} 代表的是第*i*个配置模块的第*j*个属性变量值。



(2)从模块化产品族结构模型的根节点开始,对树中的每个节点(即配置模块 Mod)按照如图 5 虚线所示依次进行深度优先遍历。遍历时,依据相应的配置规则和约束条件进行正向推理,从而验证该配置模块被选择的有效性。对于配置系统中的任意配置模块,如果 $M-Type=0$,则为基本配置模块,即该模块一定是产品 P 的一个节点;如果 $M-Type=1$ 或 2,则为必选模块或可选模块,则执行步骤(3)。

(3)如果 $M-Type=1$ 或 2,根据电信客户需求约束和相应的模块配置规则,验证两类模块被选择的有效性。

(4)对客户需求变量与模块属性变量进行匹配,即对模块属性变量的参数赋值,依据配置规则进行约束求解,得到能满足客户需求的模块实例。如果模块的实例包含在预先定义的模块实例库中,则可以直接提取;但基于电信客户需求的个性化和多元化,当映射客户需求的模块实例没有包含在预先定义的模块实例库中时,就需要修改当前的模块或创建新模块,并存入模块库。

(5)对步骤(2)~(4)进行重复遍历,直到遍历完图 5 中的所有模块,从而得到能满足客户需求的模块实例和产品实例以及相应的可配置 GBOM,完成配置过程。

5 定制电信产品的配置与生成

以中国电信 e9 套餐产品为例。该套餐产品族结构的可配置 GBOM 中,有宽带、宽带制式、宽带 IP 地址、手机、固话等配置模块,宽带模块主要由制式和 IP 地址构成,手机模块主要有手机语音和手机上网两大功能,固话模块的主要功能是语音。在此基础上,根据客户需求定制 IPTV、来电显示、天翼视讯等附属功能,以达到满足客户需求的目的。其中,基本模块有宽带、宽带制式、宽带 IP 地址、手机、固话;必选模块有 CDMA 语音、CDMA 上网;可选模块有 IPTV、来电显示、天翼视讯等附属功能。

配置时,首先从该套餐模块化产品族结构模型的根节点开始,如图 6 所示。按照客户需求,对模型中的每个节点(即配置模块 Mod)按深度优先序列依次进行遍历,以确定该模块的有效性(即选择模块,主要是对必选模块和可选模块的选择),从而构建出与订单相关的非精确的通用 GBOM,如图 7 所示;然后对模块属性变量的参数赋值,依据配置规则,进行约束求解,从而得到与订单相关的产品实例以及相应的可配置 GBOM,

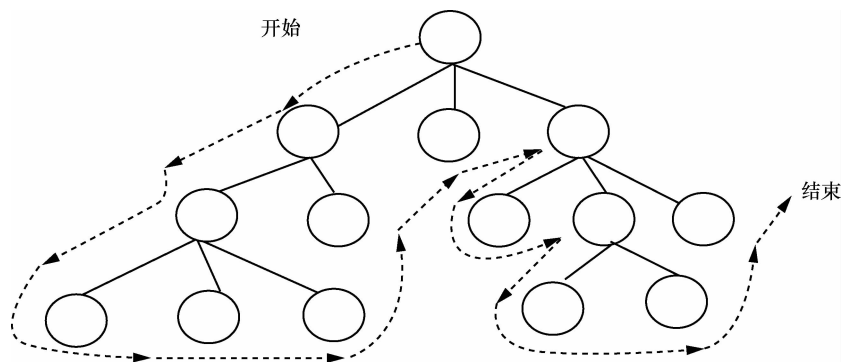


图 5 遍历顺序

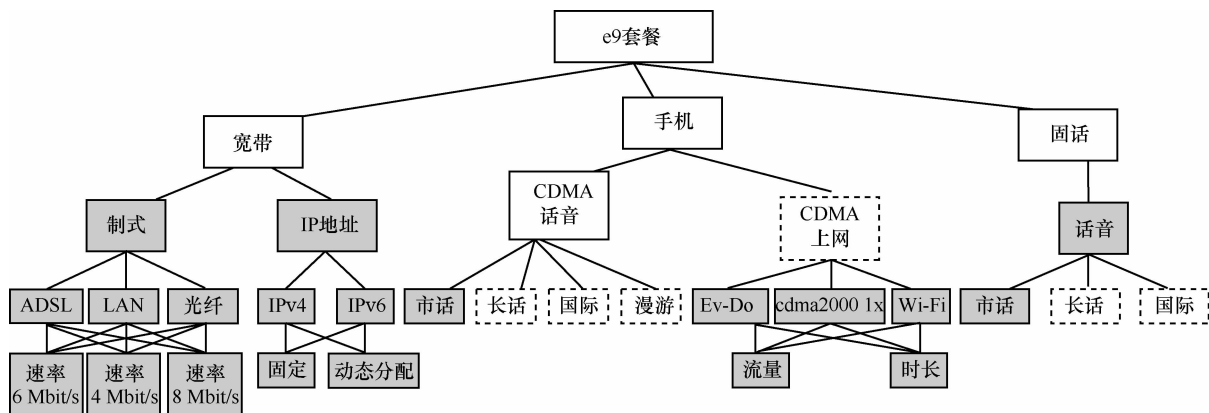


图 6 中国电信 e9 套餐的模块化产品族 GBOM 结构配置模型

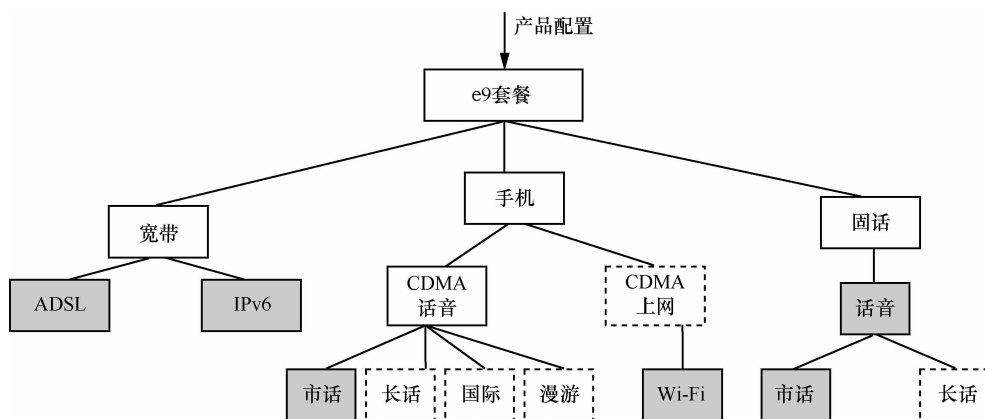


图7 与订单相关的非精确定制电信产品配置结构

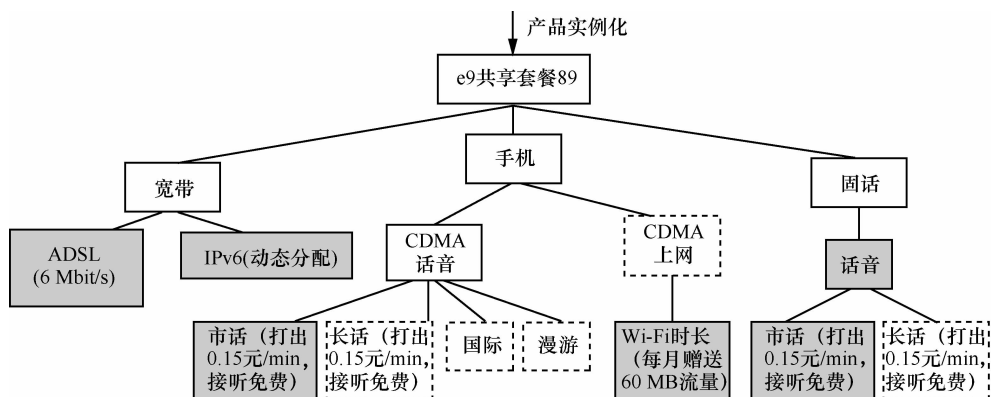


图8 与订单相关的定制电信产品配置实例

如图8所示。

部分配置实例如下：

- 选择 CDMA 语音业务,采用市话、长话包干模式；
- 选择 CDMA 上网业务, 优先采用上网方式, cdma2000 1x 为 Ev-Do 上网模式的补充；用户采用阶梯式流量计费的方式。

6 结束语

在大规模定制经济中,衡量电信企业竞争优势的重要标准是能否以最低成本、最快速度来响应电信定制客户的个性化、多样化需求,而能否达到这个标准要看电信企业能否根据客户需求快速配置出定制电信产品。本文构建了一种基于模块化产品族 GBOM 结构的产品配置模型,依据客户需求和配置规则进行约束求解,完成了对模块属性变量的参数赋值,从而得到满足客户需求的产品实例以及相应的可配置 GBOM,最终实现定制电信产品的快速配置。通过该配置模型,本文列举了定制电信产品的配置实例,从而验证了其正确性和实用性。

参考文献

- 1 冯梓堃,陈新度,吴磊. 基于变量驱动的 GBOM 产品族模型建立方法.机电工程,2009,26(10):1~5
- 2 顾巧详,纪杨建,祁国宁等. 基于 ECA 规则和事物特性表的产品配置模型. 浙江大学学报(工学版),2006,40(5):753~758
- 3 王玢,纪杨建,祁国宁. 支持不同制造模式的模块化产品配置模型. 机械设计,2011,28(8):1~6
- 4 李大伟,苏翔,杨艳艳. 基于模板、模块、约束的 BOM 可配置模型. 计算机系统应用,2008(9):77~80
- 5 王相兵,王宗彦,吴淑芳等. 大规模定制下的参数化设计技术研究. 机械设计,2009,26(12):1~5
- 6 郭钢,邓鹏,杜云龙等. 面向多类型客户需求的模块化产品配置设计系统研究. <http://www.paper.edu.cn/index.php/default/releasepaper/content/201203-765>,2008
- 7 周春景,林志航,刘春涛. 顾客需求驱动的产品配置优化. 西安交通大学学报,2007,41(3):339~343
- 8 倪静,仲梁维,严广乐. 基于产品族的配置技术研究. 金属矿山,2007(8):71~73

【作者简介】丑文亚,女,湖南大学工商管理学院博士研究生、高级经济师,主要研究方向为市场营销与运营系统优化,发表论文10余篇。

(收稿日期:2012-11-25)