

大规模定制环境下产品族BOM的比较研究

单汨源,黎 斌,袁际军

(湖南大学 工商管理学院,湖南 长沙 410082)

摘 要:客户需求的个性化与多样化使得产品品种急剧增加,基于详细列举每个产品变量的传统BOM系统已经无法满足大规模定制环境下的要求。对国内外提出的5种产品族BOM进行总结,指出了它们的优势与不足。并从通用性、准确性、数据冗余程度、适应环境、定制程度5个方面对产品族BOM进行对比分析。在此基础上,指出了产品族BOM的发展趋势。

关键词:大规模定制;产品族;产品族BOM;BOM

中图分类号:F273

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2008)12-0008-04

0 引言

上个世纪90年代以来,随着科学技术及社会的发展,企业的经营环境正从过去较为稳定、可以预测的静态环境向瞬息万变、难以预测的动态环境转化,大规模生产模式逐步暴露出一系列的缺陷和不足,因此,需要有一种新的

生产模式来适应这种动态的市场环境。在这样的背景下,大规模定制生产(Mass-Customization production, MCP)应运而生。

传统的产品数据管理以产品物料清单(Bill-of-Materials, BOM)为基础,一个产品有一个BOM,并以此BOM结构为核心来组织文档管理、产品配置和工作流管理^[1]。在大规模定制环境下,企业为了在国内外市场上赢得一席之

工作形式等等。

4.3 建立良好的沟通机制

首先,把知识共享制度化、规范化。知识共享是很难衡量的概念,只有把它制度化、规范化,才能更好地考核和激励。其次,增加团队文娱项目。通过多种多样的文娱活动,既可以培养团队成员之间的感情,建立良好的人际关系,又可以培养成员之间的感情基础,还可以开发团队成员的团结协作精神和多方面的才华,这些对增进团队成员知识共享都非常有用。最后,从细处入手,比如统一的团队标识、统一的团队价值追求、合理的办公室布局、温馨的装饰等等。

4.4 加强领导机制建设

主要从提高领导自身素质、加强领导与团队的匹配、完善领导任职制度等几个方面入手,加强高校科研团队的领导机制建设。

4.5 完善团队结构,明确团队目标

应当完善团队成员流动机制,使进入机制多样化,实行轮岗制,加强团队成员培训制度建设,以使科研团队成

员的年龄结构、知识结构、性格构成趋于合理。要有统一的团队价值观和追求愿景形成凝聚力;要有合理统一的团队整体目标和成员个人目标,提高团队成员的工作积极性和危机感,从而加强团队成员知识共享的动机。

参考文献:

- [1] 王怡然,陈士俊,张海燕,等.高校科研团队建设的内涵、特征及类型[J].西南交通大学学报,2007,8(3):20-23.
- [2] 王丽丽,刘静冉.高校科研团队内部知识共享的障碍与攻略[J].前沿,2007(12):122-124.
- [3] EPPLER·M·J, OLIVER S.Managing Team Knowledge: Core Process, Tools and Enabling Factors[J].European Management Journal, 2000(18):334-341.
- [4] 王丽丽,韩喜梅.知识共享型高校科研团队结构分析[J].科技管理研究,2008(6):42-44.
- [5] 孙卫忠,刘丽梅,孙梅.组织学习和知识共享影响因素试析[J].科学与科学技术管理,2005(7):135-138.

(责任编辑:万贤贤)

收稿日期:2007-06-01

基金项目:国家自然科学基金项目(70671037);高等学校博士学科点专项科研基金项目(20050532005)

作者简介:单汨源(1962~),男,湖南岳阳人,湖南大学工商管理学院副院长、教授、博士研究生导师,研究方向为运营管理、项目管理;黎斌(1983~),男,湖南长沙人,湖南大学工商管理学院硕士研究生,研究方向为大规模定制、运作管理;袁际军(1975~),男,湖北监利人,湖南大学工商管理学院博士研究生,研究方向为大规模定制、运作管理。

地,必须能对客户的个性化需求做出快速的响应。客户需求的多样化、复杂化,使得产品品种往往十分庞大,如果仍按这种传统产品结构构造大规模定制下的产品 BOM,则忽略了各个产品变体之间的相似性,将导致大量的数据冗余。

显然,基于详细列举每个产品变量的传统 BOM 系统已经不再适用。解决上述问题的最好方法:建立一个通用的 BOM 系统,并把生成具体产品 BOM 所需的知识存储在该系统中,再寻找一种有效的算法从 BOM 系统中快速生成客户个性化的产品 BOM。基于此,国内外众多专家、学者对产品族 BOM 进行了大量研究^[2-9],提出许多基于知识描述的产品族 BOM,主要包括:增/删(add/delete)BOM、模块(modular)BOM,再到生成(generative)BOM。文献[10]综述了由传统 BOM 到模块 BOM、变体 BOM 和类 BOM 的研究发展状况。本文在此基础上,将对国内外提出的产品族 BOM 进行对比分析,并指出大规模定制下产品族 BOM 的发展趋势。

1 产品族BOM简介

1.1 增/删 BOM

增/删 BOM 使用带有附加信息的标准 BOM 来定义一个产品,根据其附加信息,可以添加或删除每个组件。图 1 为一个简化汽车的增/删 BOM,任何产品都可理解为来自标准产品的附属物或分支。

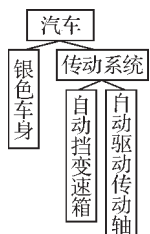


图 1 简化汽车的增/删 BOM

增/删 BOM 无需明确定义每个产品变量 BOM,便可有效地维护 BOM,并说明产品间的差异。然而,在一个计划系统中,使用增/删 BOM 却是弊多利少,第一,增/删 BOM 比独立的 BOM 更易产生不精确性和不一致性;第二,增/删 BOM 未考虑标准产品的变更;第三,增/删 BOM 将导致过剩的库存;第四,增/删 BOM 影响了主生产计划的制定^[3]。

总之,由于反复改变标准化 BOM 的内容,与原有的单个 BOM 信息相比,增/删 BOM 更不准确,而且缺乏连贯性,无法从新构建的 BOM 系统中再构建更新的 BOM 系统。因此,这种产品结构表达技术并不理想,它仍然需要通过零部件代码和相应的 BOM 来明确定义每个产品变量;另外,增/删 BOM 也需要高昂的维护费用。

1.2 模块 BOM

模块 BOM 由一系列反映定制选项的模块构成。在模块 BOM 中,有 3 个关键的概念:选项,代表产品的一个特性;特征,一系列相互排斥的可选项;计划模块,确定可选

项后能够实现最终产品的一系列组件,并且经常假设一个计划模块与一个可选项相对应。图 2 为一简化汽车的模块 BOM,BOM 的模块化包括修改标准 BOM 结构和创建给定产品族的计划模块。模块 BOM 的进入型关系仅用于表明一个产品的特征和选项,而并非体现产品如何被装配。

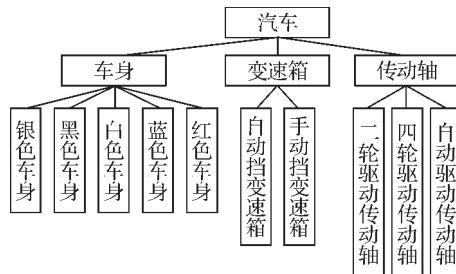


图 2 简化汽车的模块 BOM

传统 BOM 的模块化已经被证明能将不同最终产品的表示数量从 2^n 减少到 $2n+1$ 。但是,模块 BOM 也存在很多缺陷:第一,难于创建符合要求的计划模块;第二,计划结构易受到设计变更的影响;第三,如果相同特征的可选项有共同的较低层产品时,某一个特征的过度计划将导致比实际需要更多的安全库存;第四,模块 BOM 需要昂贵的维护费用;第五,模块化的结果导致其进入型关系和它们的特征丧失。因此,模块 BOM 比较适合物料计划目标,却不适合其它如装配、设计和服务的目标^[10]。

总之,模块 BOM 的出现解决了多品种产品 BOM 的结构冗余问题。然而,在模块 BOM 中,隐含的假设经常难以成立,产品的装配结构信息被丢失,这些不足导致模块 BOM 在大规模定制环境下实施时遇到很大困难。

1.3 生成 BOM

为了弥补增/删 BOM 与模块 BOM 的不足,出现了一种新的 BOM 系统,即生成 BOM,它有 3 种变体:变体 BOM、类 BOM 和逻辑 BOM。

1.3.1 变体 BOM

在变体 BOM 中,一个 BOM 关系被看成一组选择关系,所有选择关系有相同的父变体和不同的子变体,对成品层的变体使用相互独立的参数来描述,随着参数的挑选,产品变体被同时确定,带选择关系的 BOM 关系仅在 BOM 结构的最低层被发现(如图 3 所示)。要从变体 BOM 中生成具体产品 BOM,需要预先定义 3 类信息:第一,产品变体参数及相应参数值;第二,两个或两个以上产品构件中的约束关系;第三,用来控制参数选择的决策表及决策表规则。

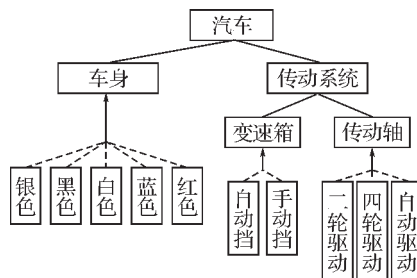


图 3 简化汽车的变体 BOM

在预先明确定义的前提下,所有的产品变体都能从变体 BOM 系统中重新获取。然而,变体 BOM 最大的不足就是在产品规范中包含大量数据冗余,其数据冗余可以分为 3 类:第一,参数、参数值及约束的冗余;第二,可选择的类产品构件集合的冗余;第三,决策表的冗余。

1.3.2 类 BOM

类 BOM 由 BOM 结构和选择树构成。其中,BOM 结构(如图 4 所示)是一个由类零部件组成的层次结构,它表示产品系列中的通用产品结构。选择树是一个由变量、变量值和配置规则构成的层次结构,它表示产品配置的过程。沿选择树的不同分支进行选择能够确定一个具体的产品 BOM^[2]。

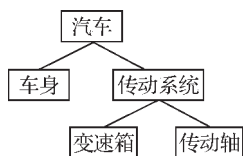


图 4 简化汽车的类 BOM

类 BOM 提供了一种用有限的数据描述大量产品变体的方式,避免了结构冗余,同时保持了 BOM 的结构信息。但是,类 BOM 的开发和维护非常复杂,而且类 BOM 的实施需要所有产品变体都明确定义。对于大规模定制产品来说,其产品要求和规格可由客户改变,所以定义和维护每一个产品变体就非常困难和耗时。另外,类 BOM 无法描述还未存在的产品变体 BOM,因此,企业还没有制造但客户有着这种潜在需求的产品 BOM 不可能从类 BOM 系统中生成。

1.3.3 逻辑 BOM

逻辑 BOM 由两部分组成:逻辑 BOM 结构和产品配置约束。其中,逻辑 BOM 结构(如图 5、图 6 所示)是一个由逻辑零部件及物理零部件组成的层次结构。逻辑零部件的实例化就是物理零部件,物理零部件使用相互独立的若干个参数来描述,不同的参数值代表着不同的物理零部件。逻辑零部件可以分为确定的逻辑零部件与可修改的逻辑零部件两种,确定的逻辑零部件是由有限个物理零部件组成的集合,其对应的参数值域是离散的,可修改的逻辑零部件是由无限个物理零部件组成的集合,其相应的参数值域由一定范围的连续区间或空间组成。产品配置约束是用来描述组成最终产品所需物理零部件之间兼容性的规则集合。

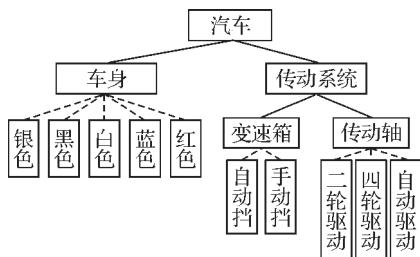


图 5 简化汽车的逻辑 BOM(一)

逻辑 BOM 允许无需明确定义所有可能的产品变体,同时,产品族中所有的产品变体都能从逻辑 BOM 系统中

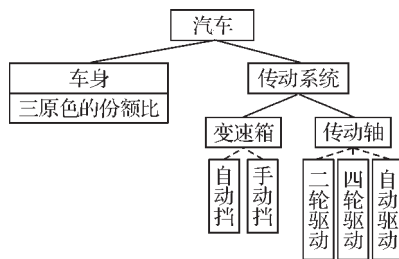


图 6 简化汽车的逻辑 BOM(二)

生成出来。其缺点是与客户的交互性较差,且具体产品 BOM 的生成速度较慢。此外,对逻辑 BOM 的研究目前还处于起步阶段,逻辑 BOM 的具体实现还需做进一步研究。

2 产品族 BOM 的对比分析

为了更加清晰地体现出产品族 BOM 的差异,本文以某一产品族——汽车为例,假设:①汽车的差异仅在于车身颜色及传动系统的差异,因此本文中的汽车结构模型只考虑这两个部件;②车身颜色有 5 种,分别为银色、黑色、白色、蓝色、红色,客户可以从 5 种颜色中任选其一;③传动系统由两个子部件组成,分别为变速箱和传动轴。其中,变速箱有两种:一种为自动挡变速箱,一种是手动挡变速箱;传动轴有 3 种:一种是二轮驱动的,一种是四轮驱动的,还有一种是自动驱动的;④银色的车身为标准车身,自动挡变速箱为标准的变速箱,自动驱动的传动轴为标准的传动轴;⑤假设汽车的组件可以任意组合,即任意两项或多项组件都兼容。

根据以上的假设,可以画出简化汽车的增/删 BOM(如图 1 所示)、简化汽车的模块 BOM(如图 2 所示)、简化汽车的变体 BOM(如图 3 所示)、简化汽车的类 BOM(如图 4 所示)、简化汽车的逻辑 BOM(如图 5 所示)。

以上案例是建立在按订单装配的环境下,所有的产品变体都已明确定义,此时,所有可能的产品 BOM 都能从 5 种产品族 BOM 中生成出来。而在按订单制造的环境下,若将案例中的第二条假设修改为:颜色有无限种,客户可以自由选择三原色的份额比(理论上,由青、品红、黄三原色按不同的份额比调配混合可以形成无限种颜色。),从而得到完全定制的车身颜色。在这种假设下,由于增/删 BOM、模块 BOM、变体 BOM、类 BOM 需要对所有的产品变体都明确定义,所以最终无法描述相应的产品族;而唯有逻辑 BOM 能够用更加抽象的方式来描述所有可能的产品变体(如图 6 所示)。

下面从通用性、准确性、数据冗余程度、适应环境、定制程度 5 个方面对 5 种产品族 BOM 进行比较,如表 1 所示,其中,STO 代表按订单销售,ATO 代表按订单装配,MTO 代表按订单制造。

从表 1 可以看出,类 BOM 能完美地解决按订单销售与按订单装配环境下的产品数据冗余问题,并有效地支持大规模定制企业的运作;逻辑 BOM 是目前最为理想的一种产品族 BOM,与其它产品族 BOM 相比,它能够提供最

表 1 产品族 BOM 对比表

	通用性	准确性	数据冗余程度	适应环境	定制程度
增/删 BOM	低	低	高	STO/ATO	低
模块 BOM	中	中	中	STO/ATO	低
变体 BOM	高	高	中	STO/ATO	中
类 BOM	高	高	低	STO/ATO	中
逻辑 BOM	高	高	低	STO/ATO/MTO	高

高定制要求的产品及服务,从而更好地满足客户的需求。

3 大规模定制下产品族 BOM 的发展趋势

显然,在大规模定制环境下,按订单装配将是最有效的一种生产模式。然而,它仅在装配阶段为客户提供定制服务,而随着客户个性化需求的逐步加剧,要求企业能够提供更高定制要求的产品及服务,因此,定制服务必然将向制造、设计阶段延伸。此时,目前国内外研究最多的产品族 BOM——类 BOM 将受到极大的挑战。基于此,笔者认为大规模定制环境下产品族 BOM 有如下发展趋势。

3.1 敏捷化

敏捷性是对客户需求的快速响应能力和客户需求变化的调整能力。目前,对产品族 BOM 的研究集中在能否实现方面,即从 BOM 系统中生成产品 BOM 的可能性方面,而个性化产品 BOM 实现的速度以及随客户需求变化而动态调整方面,并没有得到足够的重视。随着市场竞争的加剧,以及客户需求的实时变化,企业如果不考虑产品族 BOM 的敏捷化,终将难以在市场上立足。因此,敏捷化将是产品族 BOM 的发展趋势之一。

3.2 智能化

对产品族 BOM 的研究,必然涉及到产品配置问题,而人工智能领域研究配置问题,最早可追溯到 1981 年开发的配置计算机的开创性专家系统 R1/XCON,该系统是基于规则专家系统最经典的应用之一^[11]。如何有效地应用人工智能技术,将影响客户个性化产品 BOM 的生成便捷性。可以预见,智能化将是产品族 BOM 发展的一个重要趋势。

3.3 集成化

BOM 在企业中发挥着重要的作用,它是 PDM 的核心,支持着企业生产计划与控制中的一系列活动,同时也是 MRP 或 ERP 有效运行的基础,因此,一个核心企业必须将 BOM 系统与整条供应链上所有企业的相关系统集成,才能最终实现供应链上企业利益的最大化。因此,集成化也必将是产品族 BOM 的必然趋势。

4 结束语

BOM 是展示产品结构以及产品结构数据的基础,在

大规模定制企业,其产品族 BOM 构建的好坏将直接影响到企业响应客户需求的速度。本文从通用性、准确性、数据冗余程度、适应环境、定制程度 5 个方面对国内外提出的产品族 BOM 进行比较,指出它们之间的差异,并提出了产品族 BOM 的发展趋势。今后,笔者将投入更多的时间与精力,对逻辑 BOM 进行更为深入的研究。

参考文献:

- [1] 王军强,孙树栋,韩光臣,等. 基于组件的可集成车间生产 BOM 管理系统 [J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(4): 609-615.
- [2] HEGGE H. M.H., WORTMANN J. C. Generic bill-of-material. A New Product Model [J]. International Journal of Production Economics, 1991, 23(1-3): 117-128.
- [3] NAKEN WONGVASU. Methodologies for Providing Rapid and Effective Response to Request for Quotation (RFQ) of Mass Customization Products [J]. PhD Thesis, Department of Mechanical, Industrial and Manufacturing Engineering, Northeastern University, Boston, MA, 2002.
- [4] A.O. AYDIN, A. GUNGOR. Effective Relational Database Approach to Represent Bills-of-materials [J]. International Journal of Production Research, 2005, 43(6): 1143-1170.
- [5] CAROL J ROMANOWSKI. On Comparing Bills of Materials a Similarity Distance Measure for Unordered Trees [J]. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans, 2005, 35(2): 249-260.
- [6] DU X, JIAO J, Tseng M M. Architecture of Product Family: Fundamentals and Methodology [J]. Concurrent Engineering: Research and Application, 2001, 9(4): 309-325.
- [7] 吴先超,吕晓枫,孙吉贵. 基于广义产品结构的配置和集成研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(6): 868-875.
- [8] 王世伟,谭建荣,张树有,等. 基于 GBOM 的产品配置研究 [J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2004, 16(5): 655-659.
- [9] 冯韬,但斌,兰林春,等. 面向大规模定制的产品族结构与配置管理 [J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9(3): 210-213.
- [10] ERENS F J, HEGGE H. Generative Bills-of-Material: An Overview [J]. In: Proceedings of the IFIP WG5.7 Working Conference on Integration in Production Management Systems. 1992: 93-113.
- [11] 李占山,寇飞宏,欧阳丹彤,等. 产品配置器的研究进展 [J]. 吉林大学学报(理学版), 2006, 44(3): 429-438.

(责任编辑:万贤贤)