

配置产品零部件分析方法及其应用研究

Analysis method and application research of parts components of configuration product

刘鑫炎, 刘夫云, 黄美发, 邓小林

LIU Xin-yan, LIU Fu-yun, HUANG Mei-fa, DENG Xiao-lin

(桂林电子科技大学 机电工程学院, 桂林 541004)

摘要: 针对复杂定制产品结构复杂、零部件数量多、配置设计效率低等问题, 对已有产品的零部件类模块及其实例模块的使用次数随产品数变化情况进行了分析, 提出了一种零部件用量预测方法; 对零部件类模块及其实例零部件的通用性进行了分析, 提出一种产品族结构合理化方法。以某工业汽轮机产品为例对上述方法进行了应用验证。

关键词: 复杂定制产品; 类模块; 平均模块用量

中图分类号: TP391; TH122

文献标识码: A

文章编号: 1009-0134(2009)06-0099-04

0 引言

复杂定制产品是指结构复杂、技术密集、制造要求和成本高、过程管理复杂、客户需求个性化强的一类产品^[1]。为满足客户对产品的个性化需求, 定制企业生产和管理的零部件数量通常随着订单的增加而不断增多。例如, 某工业汽轮机厂的汽轮机生产数量为 10 台时, 共包含部件 2027 个, 零件 9084 个; 当汽轮机生产数量为 60 台时, 包含的部件达 11567 个, 零件达 50429 个之多。如何科学合理地管理这些种类繁多的零部件是企业一直以来迫切需要解决的问题。

模块就是组合在一起并能紧密合作以实现一定功能的组成元素的整体。对于定制企业来说, 为了满足客户的个性化需求和实现产品的快速配置设计, “以尽可能少的内部多样化, 实现尽可能多的外部多样化”的设计原则一直是定制企业追求的目标。但如何实现产品尽可能少的内部多样化是定制企业面临的一大难题。模块化设计是减少产品内部多样化的有效方法之一, 在已有模块的基础上, 科学合理地管理各模块对定制企业提高配置设计效率、快速响应市场需求有着重要意义^[2]。

目前, 有关复杂定制产品的零部件分析及模块通用性分析的文献比较少见, 通常采用零部件 ABC 分析等方法来进行零部件分析; 文献[3]将复杂网络理论应用于大批量定制的零部件管理, 提出了基于

给定产品数增量的零部件用量预测方法; 文献[4]将复杂网络理论应用于产品族结构建模中, 运用复杂网络理论的相关知识, 提出了基于产品族结构网络的模块分类方法; 文献[5]运用复杂网络理论, 提出了分布式模块化方法, 描述了分布式模块化产品系统的演化过程等。

本文对零部件用量随产品数变化情况进行分析, 提出了一种零部件增量预测方法; 通过对类模块及其实例零部件使用次数的统计分析, 提出了一种类模块通用性分析方法, 在此基础上, 提出了一种产品族结构合理化方法。

1 零部件需求预测

定制企业生产的复杂机械产品, 通常包含种类和数量繁多的零部件。而且为了满足客户对产品的个性化需求, 定制企业生产和管理的零部件数量通常随着订单的增加而不断增多^[6]。

分析并获取零部件种类数随产品数变化而变化的规律, 可以为企业根据订单数预测零部件增量, 从而为企业合理安排设计与加工任务提供依据。

零部件数与产品数关系

这里以某工业汽轮机企业生产的工业汽轮机产品为例, 分析零部件数与产品数之间的关系。

编制程序, 对汽轮机产品族结构数据进行分析, 可得部件种类数、零件种类数与产品数之间的

收稿日期: 2008-12-03

基金项目: 国家自然科学基金项目(50865002); 广西自然科学基金项目(0728208); 广西重点实验室主任基金项目(07109008_07_Z); 桂林电子科技大学博士启动基金项目(Z20717)

作者简介: 刘鑫炎(1983 -)男, 江西吉安人, 硕士, 主要研究方向为制造业信息化、产品配置设计等。

表 1 产品/零部件统计表

产品数	部件数	零件数
5	877	4070
10	2027	9084
15	2720	12273
20	3482	15621
25	4558	20240
30	5386	23787
35	6469	28268
40	7601	33054
45	8688	37809
50	9511	41818
55	10504	46038
60	11567	50429

关系, 计算结果如表 1 所示。

由表 1 中的数据, 采用数据拟合方法, 可得部件数 y_c 与产品数 x 之间关系的数学表达式为:

$$y_c = 193x - 170 \quad (1)$$

同理, 可得零件数与产品数之间关系的数学表达式为:

$$y_p = 838x + 78 \quad (2)$$

根据公式(1)和(2)可以方便地预测

随产品数变化时零部件的用量变化情况, 从而可以预测零部件增量, 为企业预测设计工作量、加工工作量提供参考依据。例如, 当产品种类为 55 时, 根据公式(2), 需要零件数为 46168, 假设需要设计、生产人员 20 人, 当产品种类更新到 100 时, 需要零件数为 83878, 零部件增量为 37710 个, 企业可以根据经验, 预测订单增量为 45 个时, 企业的设计、制造工作量, 为企业根据交货期要求, 合理安排设计以及生产人员提供依据。

2 产品族结构合理化方法

2.1 相关概念及其定义

1) 部件类模块: 部件类模块是由一些功能相似、结构相似或者工艺相似, 且具有相同接口的一类具体部件组成。

2) 零件类模块: 零件类模块是由一些功能相似、结构相似或者工艺相似, 且具有相同接口的一类具体零件组成。零件类模块中的具体零件可以通过彼此间的变型设计得到^[7]。

2.2 类模块通用性分析

2.2.1 类模块提取方法

将产品族中同类零部件归纳为一个模块, 这个模块就是一类零部件的公共属性的抽象集合, 而不同型号的零部件就是这个模块中的实例零部件, 即产品族中的实际零部件。本文以某工业汽轮机为例进行说明, 在汽轮机本体产品族中, 根据零部件的编码规律可以比较容易地提取出产品族中的类模块并对其编码, 具体方法为: 提取每个零部件 11 位编码中的前 5 位编码, 将其作为零部件类模块, 且把前 5 位编码相同的实例零部件归类为同一类模块。

根据上述方法, 编制程序, 对产品族结构进行分析, 可以得到类模块使用次数随产品数变化情况, 这里仅以几个类模块的使用次数随产品数变化情况为例, 结果如表 2, 表 3, 表 4, 表 5 所示。

2.2.2 类模块通用性分析

为了衡量类模块的通用程度, 提出了平均模块用量次数 P , 表示单位产品中零部件类模块被每个实例零部件使用的次数。其计算公式为:

$$P = \frac{S/C}{n} \quad (3)$$

式中, n —产品数;

S — n 个产品时, 类模块的使用次数;

C — n 个产品时, 类模块包含的实例零部件数。

类模块 23911、22522、20232、22435 在不同产品数时的平均模块用量 P , 计算结果如表 2、表 3、表 4、表 5 所示。根据平均用量情况可以对类模块通用性进行分析。

从表 5 中可以看到随着产品的增加, 类模块 22435 的使用次数同步增大, 而且增大的幅度跟产品数基本保持一致, 其平均模块用量保持在 1 左右, 说明该类模块是组成产品必不可少的模块, 对于这类类模块可以将其定义为标准类模块, 并将其存放到标准类模块库中, 以便于配置过程中对其优先选择。而且类模块 22435 始终只包含 1 个实例部件 22435040100, 为此, 可以对相应的实例部件 22435040100 进行企业标准化, 即将部件 22435040100 作为企业的标准部件存放于标准库中。

由表 3 可以得知类模块 22522, 包含实例部件 22522040205, 22522041301, 其平均模块用量很小

表2 部件类模块 23911

产品数 n	5	10	15	20	25	30	35	40	45
被用次数 S	5	10	15	20	25	30	35	40	45
含实例部件数 C	5	10	15	20	25	30	35	40	45
平均模块用量 P	0.2	0.1	0.067	0.05	0.04	0.033	0.029	0.025	0.022

表3 部件类模块 22522

产品数 n	5	10	15	20	25	30	35	40	45
被用次数 S	0	0	1	1	1	1	1	1	1
含实例部件数 C	0	0	2	2	2	2	2	2	2
平均模块用量 P	0	0	0.033	0.025	0.02	0.017	0.014	0.013	0.011

表4 部件类模块 20232

产品数 n	5	10	15	20	25	30	35	40	45
被用次数 S	0	2	2	6	11	12	17	21	26
含实例部件数 C	0	1	1	1	1	1	2	2	2
平均模块用量 P	0	0.2	0.133	0.3	0.44	0.4	0.243	0.263	0.289

表5 部件类模块 22435

产品数 n	5	10	15	20	25	30	35	40	45
被用次数 S	5	10	14	19	24	29	34	39	44
含实例部件数 C	1	1	1	1	1	1	1	1	1
平均模块用量 P	1	1	0.933	0.95	0.96	0.967	0.971	0.975	0.978

而且不断减少,在15个产品以后该模块就再也没有被使用,所以可以将这类模块作为淘汰模块存放到库中,并在产品族结构中删除这类模块。

而对于类模块23911,其包含的实例部件较多,且是组成产品必不可少的模块,对这类模块可以将其作为通用化模块使用。

2.3 零部件实例模块分析

为了对产品族结构进行合理化,提高配置设计效率,此外,为有效管理实例零部件库存,需要对实例零部件的使用次数随产品数变化而变化的规律进行分析。

这里,仍以工业汽轮机产品族结构数据为例。对实例零部件使用次数随产品数变化而变化的情况进行分析。根据实例零部件使用次数的定义,编制程序,可以得到产品族中所有实例零部件使用次数随产品数变化而变化的情况。

例如,某些零部件,其使用次数在某一个时间

点后,不再随产品数增加而变化,这类零部件可归入淘汰零部件类,并将其从产品族结构中删除。例如,当产品数为5时,实例零部件37012205328、37013536066、39053579202、31055109000、31178129000的使用次数为1次,当产品数增加时,上述实例零部件的使用次数并不增加,当产品数增加到360时,实例零部件37012205328、37013536066、39053579202、31055109000、31178129000的使用次数仍为1,因此,可以认为这5个编号的零件在以后的产品中再被使用的可能性非常低,可以将其从产品族结构中删除。

而对于某些零部件,当产品数更新时,其使用数量不断增加,如编号为32372109000的零件,当产品数为5时包含5个,当产品数为10时包含10个该零件,产品数为15时包含15个该零件,产品数为45时包

含45个该零件,可见零件32372109000在每个产品中均被使用,说明该零件是组成产品的重要零件,为此可以将这类零件作为企业的标准零件存放到标准零件库中,并适当增加其库存量以便实时快速地响应客户的需求配置和产品的更新需要。

2.4 产品族结构合理化方法

根据类模块类型以及实例零部件类型,可以对产品族结构进行合理化,具体方法如下:1)将可淘汰类实例零部件从产品族结构中删除;2)将平均模块用量接近1和等于1的类模块归为企业标准模块;3)对介于上述两种类型之间的类模块,则根据其包含的实例模块的使用次数多少对实例模块进行排序。

3 应用举例

以某工业汽轮机产品族为例,对上述方法进行应用。结果如下:当汽轮机产品数种类更新为60时,

【下转第135页】

4 结论

本文在分析了多孔介质燃烧技术基础上,又对该技术在发动机上的应用进行了详细的分析,并以195单缸柴油机为例,主要从气缸盖、多孔介质、喷油器3个方面做了进一步的分析,主要得到以下结论。

1) 将多孔介质燃烧技术运用到发动机上可以降低排放、提高循环热效率(压缩过程接近卡诺循环)、使燃烧温度稳定和燃烧温度均衡。

2) 多孔介质燃烧技术的应用能够解决自由火焰固有的问题,实现混合气与多孔介质之间以及燃烧产物与多孔介质之间的快速换热。

参考文献:

[1] 赵新顺,曹会智,等.HCCI 技术的研究现状与展望[C].内燃机工程,2003,8.

[2] 吴学成.多孔介质中的预混燃烧发展现状[C].电站系统工程,2003,1.
 [3] Sumrerng Jugjai and Anantachai Sawananon.The surface combustor-heater with cyclic flow reversal combustion embedded with water tube bank.Fuel,[J],2004,83(17-18):2369-2379.
 [4] Angulo-Brown F,Fernandez-Betanzos J,Diaz-Pico C A.Compression Ratio of an Optimized Otto-cycle Model.European Journal of Physics.[C],1994,15(1):38-42.
 [5] Amanda J.Barra a> and Janet L.Ellzey.Heat recirculation and heat transfer in porous burners.Combustion and Flame,[J],2004,137(1-2):230-241.
 [6] 赵治国,解茂昭.多孔介质发动机燃烧过程的多维数值研究[J].内燃机学报,2007,4.
 [7] 刘宏升,解茂昭,陈石.多孔介质发动机有限时间热力学分析[J].大连理工大学学报,2008,4.
 [8] 东明,解茂昭,李素芬.多孔介质燃烧室内湍流流动及燃油喷雾的数值模拟[J].燃烧科学与技术,2008,5.



【上接第101页】

一共包含有226个部件类模块,610个零件类模块;包含实例部件11567个,实例零件50429个,包含实例部件种类3277种,实例零件种类6216种。产品数为60时,其包含的226种部件类模块中包含企业标准化部件类模块60种,企业通用部件类模块34种,专用部件类模块54种,可淘汰部件类模块50种,其他类模块28种。经过产品族结构合理化后,在进行配置设计时,对以上60种产品,只需要检索148种部件类模块,28种其他模块可以选择性检索,不用对226种部件类模块都检索,从而提高了配置检索效率,最终提高实际配置设计的效率。

利用JAVA和SQL Server数据库,开发了零部件分析程序,具体实现界面如图1所示。



图1 零部件分析程序界面

4 结论

通过对已有产品中实例零部件的用量情况分析,预测零部件的使用量及零部件增量,为企业安排和分配设计工作量、加工工作量提供参考依据;根据零部件、零部件类模块使用情况的统计结果,分析了零部件、零部件类模块随产品数更新的变化规律,并对产品族结构进行了合理化分析,得到了更合理的产品族结构,从而提高了零部件管理效率,缩短了设计和生产周期,为产品的快速配置提供了技术支持。

参考文献:

[1] PINE B J.Mass customization: the new frontier in business competition[M].Boston MA:Harvard Business School Press,1993.
 [2] 祁国宁,顾新建,谭建荣,等.大批量定制技术及其应用[M].北京:机械工业出版社,2003.
 [3] 刘夫云,祁国宁,杨青海.基于复杂网络的零部件用量预测方法[J].机械工程学报,2006,6(42):1-6.
 [4] 樊蓓蓓,祁国宁.基于复杂网络的产品族结构建模及模块分析方法[J].机械工程学报,2007,3(43):187-192.
 [5] 闫栋.分布式模块化产品系统的演化动力学[D].浙江大学,2006,10.
 [6] 刘夫云,祁国宁.配置模块关联系数计算方法及其应用研究[J].计算机集成制造系统,2007,1(13):18-23.
 [7] 庞士宗,肖平阳,唐加福.产品数据管理(PDM)—现代企业信息化管理与集成的理想平台[M].北京:机械工业出版社,2001.