

文章编号: 1001-0920(2007)01-0063-06

制造任务协作组织形成过程的研究

郝京辉¹, 孙树栋¹, 李红军², 司书宾¹

(1. 西北工业大学 系统集成与工程管理研究所, 西安 710072; 2. 中国航天科技集团公司 经营投资部, 北京 100830)

摘要: 在分析制造任务协作组织组建过程的特征, 研究网络化制造与传统企业内部生产本质区别的基础上, 提出了制造任务组织图模型, 规定了组织图的运算规则. 基于制造任务组织图, 以制造任务的结构和性能参数的调整、优化为线索, 研究协作组织形成的反复演进过程, 分析协作组织的各种组建方案的特性, 得出了一些有意义的结论.

关键词: 制造任务协作组织; 组建过程; 制造任务组织图

中图分类号: TH166

文献标识码: A

Construction process of manufacturing task cooperative organization

HAO Jing-hui¹, SUN Shu-dong¹, LI Hong-jun², SI Shu-bin¹

(1. System Integration and Engineering Management Institution, Northwest Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. Marketing and Investment Department, China Aerospace Science and Technology Corporation, Beijing 100830, China. Correspondent: HAO Jing-hui, E-mail: jhhsiem@tom.com)

Abstract: Based on analyzing constructing process of cooperative organization and essential difference between networked manufacturing and traditional enterprise inside producing, the manufacturing task organizing graph is put forward. Then the operating regulations are constituted. With a clue of optimization of manufacturing task, the constructing process of cooperative organization is researched, and the specialities of constructing schemes to construct organization are analysed. Many significative conclusions are educed.

Key words: Manufacturing task cooperative organization; Constructing process; Manufacturing task organizing graph

1 引言

从生命周期理论的视角看, 针对动态联盟有关问题的研究主要分为两方面: 一方面是针对动态联盟的组建问题的研究; 另外一方面是针对动态联盟的运行过程管理、控制问题的研究. 文献[1]认为, 由动态联盟聚合而形成的集团或网络是监督不完全合同的一种机制, 动态联盟是集团或网络的实体和本质, 研究动态联盟形成的机理有助于深刻认识网络的形成. 文献[2-4]认为, 探讨动态联盟企业的组建过程是非常必要和有意义的, 因为组建动态联盟企业涉及若干成员企业和大量的各类信息, 是一项庞大的系统工程, 其建立过程必须具有合理性. 文献[5]构建了动态联盟形成的一个框架. 文献[6]在面向对象技术引入虚拟企业的过程研究中, 模型封装了企业的活动过程, 图示化地描述了活动过程的特征属性. 文献[7]建立了广义产品依赖关系图, 基

于关系图研究了动态联盟的组建过程, 但关系图的运算实质上仅仅涉及顶点(产品)的计算, 而且忽略了动态联盟与传统企业内部生产的本质区别.

国内外的许多学者从不同角度对动态联盟的形成过程展开了深入研究, 说明动态联盟的组建问题对把握动态联盟的整个生命周期过程具有深刻的意义.

2 组建制造任务协作组织过程分析

机械产品制造任务协作组织是一种分散化的协作生产企业联合体. 它的组建过程是企业根据一定的制造任务来寻求市场上分散化的制造资源, 完全是一种市场化、开放的企业经营行为, 其过程本身是复杂多变的.

在传统的动态联盟形成理论中, 研究工作侧重于正方向的优化过程, 即在制造任务的结构和性能参数确定的情况下, 针对分散的、动态的制造资源进

收稿日期: 2005-10-17; 修回日期: 2006-03-01.

基金项目: 国家 863/CIMS 主题项目(2001AA411310, 2002AA414060); 教育部博士点基金项目(20040699025).

作者简介: 郝京辉(1971—), 男, 河北行唐人, 博士生, 工程师, 从事现代集成制造系统理论等研究; 孙树栋(1963—), 男, 甘肃正宁人, 教授, 博士生导师, 从事现代制造系统、智能机械与智能系统等研究.

行优化配置,以形成基于任务-资源配置结构的协作制造网络.但是,在企业组织生产协作的实际市场活动过程中,还存在着另外一个方向的优化演进过程——逆向优化过程,即制造任务的优化过程.在实际产品制造任务的市场调研过程中,制造任务所代表的一方是项目主企业,制造资源所代表的一方是项目协作企业.双方就制造任务与制造资源的匹配问题所进行的市场行为是一种渐进的、反复调整与协商的演化进程.其中体现了作为市场主体的双方所拥有的市场主动权利,双方并不是被动地去接受或迎合另一方.这种主动、积极的市场行为在现代高度竞争的全球经济环境下显得更加可贵.

正向优化与逆向优化过程所呈现出的结构特征是以组建网络化制造资源协作组织的过程整体优化为目标.这种制造任务与制造资源的双向优化过程是一种交错式、螺旋式上升的进化过程,体现了双方在结构、参数方面的交错、反复修改、调整与优化的进程,从而双方实体得以最终共同完成市场的经营活动.

3 制造任务组织图

机械产品制造任务协作组织的形成,是制造任务与制造资源双向配置、优化的过程.在其中逐步完成的一系列活动中,制造任务的规划是整个制造协作组织组建的主线活动,所以建立制造任务组织图(Manufacturing task organizing graph, MTOG),通过对MTOG图的运算、分析来统一描述项目主企业组建协作组织过程的各种市场活动.在MTOG图中,制造任务的设计包括了制造任务结构与制造任务性能参数的调整、优化.

3.1 MTOG图的定义

定义1 在机械产品制造任务协作组织的形成过程中,假设项目主企业规划了机械产品制造任务的一个基本粒度任务集合,记为 $TA = \{T_1, T_2, \dots, T_n\}$,它的制造任务组织图MTOG是一个有向图 G ,记为

$$G = (V(G), E(G)). \quad (1)$$

其中: $V(G)$ 为非空顶点集合, $E(G)$ 为有向边集合.

网络化协作生产与传统企业内部生产的本质区别是制造资源的地理位置、所有权等特征的分散性,所以在组建制造任务协作组织时必须考虑项目协作企业之间的物流消耗问题,包括物流费用、时间等.在制造任务组织图MTOG中,特别规定生产任务用顶点表示,协作制造单元之间的物流用有向边表示,因此由顶点和有向边共同构成了项目的制造任务结构框架.同时规定MTOG图中顶点与有向边不仅表示具体制造任务的内容,而且包含制造任务的相关

性能参数信息,例如制造成本、运输成本等,它们描述了制造任务的性能参数特征.由此可知,MTOG图中包含了制造任务的结构信息和性能参数信息,全面反映了制造任务的属性特征.

在MTOG图中,将顶点分为实点和虚点两大类.实点表示该顶点的实际制造任务;虚点与实点相对应,是实点所描述的制造任务的一种象征,即同样表示有向边的一个顶点,但不代表具体的制造任务.对于有向边而言,它的顶点是实点或虚点,并不影响有向边的特性,仅仅反映了MTOG图中不同的任务组合.

从以上分析可知,MTOG图反映了制造任务的流程图,不应该存在重复的有向边,所以MTOG图是有向简单图.

3.2 MTOG图的结构运算

在MTOG图中,针对顶点的实点和虚点的运算,特作出如下规定:

1) 允许实点、虚点独立存在,但独立的虚点不影响MTOG图的性能;

2) 实点与虚点的转换运算记为 $a^* = VO(a)$, $a = VO(a^*)$,且集合 $\{a^*\} \cap \{a\} = \emptyset$, $\{a^*\} \subset \{a\}$;

3) 结构减法: $\forall a, a^*$,如果它们是独立顶点,那么 $a - a = \emptyset$, $a^* - a^* = \emptyset$;否则, $a - a = VO(a) = a^*$,运算 $a^* - a^*$ 是非法的,要求 a^* 与它的相应有向边一起运算;

4) 结构并: $\forall a, a^*, a - a^* = a$;

5) 结构交: $\forall a, a^*$,如果它们是独立顶点,那么 $a \cap a^* = a$;否则, $a \cap a^* = a^*$.

顶点的实点和虚点的运算规则适用于下面的MTOG图结构子图的运算.

定义2 在MTOG图 G 中, $\forall G_1, G_2 \subseteq G$, $G_1 = (V_1, E_1)$, $G_2 = (V_2, E_2)$,且 $G_1 \subseteq G_2$,图的结构减法的规则定义为:减实点,边保留,实点虚化;减边,实点保留,虚点减去,记为 $G_3 = G_2 - G_1 \subseteq G_2$.即 $G_3 = (V_3, E_3)$.其中

$$E_3 = \{e \mid e \in E_2 \text{ 且 } e \notin E_1\},$$

$$V_3 = \{v \mid v \in V_2 \text{ 且 } v \notin V_1\}$$

$$\left\{ v^* = VO(v) \mid \exists e \text{ 有顶点 } v \text{ 和 } v^*, \text{ 其中 } \begin{matrix} v \in V_1, v^* \in V_2 \setminus V_1 \end{matrix} \right\}. \quad (2)$$

可见, $E_3 = E_2 \setminus E_1$,但是 $V_3 = V_2 \setminus V_1$ 不一定成立.

定义3 在MTOG图 G 中, $\forall G_1, G_2 \subseteq G$, $G_1 = (V_1, E_1)$, $G_2 = (V_2, E_2)$,有:

1) 图的结构并

$$G_1 \cup G_2 = G_3 = (V_1 \cup V_2, E_1 \cup E_2); \quad (3)$$

2) 图的结构交

$$G_1 \cap G_2 = G_3 = (V_1 \cap V_2, E_1 \cap E_2). \quad (4)$$

4 基于 MTOG 图的协作组织组建过程分析

4.1 协作组织的结构运算

定义 4 在制造任务协作组织的形成过程中, 候选的网络化制造资源构成了制造资源集合 MR, 它的幂集记为 $P(MR)$. 对于任一 MTOG 图 G , $\forall mr \in P(MR)$, 制造资源集合 mr 能够完成图 G 中的一个有向子图记为 $H_i(mr)$, $i = 1, 2, \dots, m$, 即制造资源 mr 中的所有制造资源能够共同承担子图 $H_i(mr)$ 所表示的任务集合, 则称子图 $H_i(mr)$ 为制造资源 mr 相对于图 G 的一个完成子图, 记为

$$H_i(mr) = AC_i(mr, G), \quad (5)$$

制造资源 mr 相对于图 G 的完成子图可以有多个, 它们共同组成制造资源 mr 相对于图 G 的完成子图集合, 记为

$$AS(mr, G) = \{H_1(mr), H_2(mr), \dots, H_m(mr)\}, \quad (6)$$

其中对于 $\forall i, j$, 有 $H_i(mr) \cap H_j(mr) = H_i(mr) \cap H_j(mr)$, $H_i(mr) \not\subseteq H_j(mr)$, $i, j = 1, 2, \dots, m$.

对于任意制造资源集合 mr 的完成子图集合 (6), 如果有

$$\begin{aligned} &H_1(mr) \cap H_2(mr) \\ &\dots \cap H_m(mr) = H \cap \emptyset, \end{aligned}$$

则称子图 H 所描述的制造任务为制造资源 mr 的制造核心能力, 它代表了制造单元 mr 的核心制造任务的特性. 当 $\forall i, j, i, j = 1, 2, \dots, m, H_i(mr) \cap H_j(mr) = \emptyset$ 时, 说明各个子图 $H_i(mr)$ 所表示的制造任务集合的相似程度是非常高的. 在这种情况下, 有可能是项目主企业有意将任务分解成相同的多个部分, 以此希望由不同的协作企业来完成, 以防止协作企业的垄断经营, 可以营造良好的市场竞争环境.

定理 1 对于任一 MTOG 图 G , 制造资源集合 $MR, \forall mr \in P(MR)$, 有制造资源 mr 相对于图 G 的一个完成子图 $H(mr)$, 那么 $\forall mr_i \subseteq mr$, 必有 $H(mr_i) \subseteq H(mr)$.

证明略.

定义 5 对于任一 MTOG 图 G , 制造资源集合 $MR, \forall mr_j \in P(MR), j = 1, 2, \dots, k$, 如果对于完成子图 $H^{(j)}(mr_j) \in AS(mr_j, G)$, 有

$$\bigcap_{j=1}^k H^{(j)}(mr_j) = G,$$

则称该系列子图所组成的集合 $\{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,k}$ 是制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集, 同时称制造资源集合 MR 是图 G 的能力包容资源集.

在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集中, $\forall H^{(i)}(mr_i), H^{(j)}(mr_j), i \neq j$, 如果有

$H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = \emptyset$, 则称该配置方案解集是任务规范解集, 否则称为非任务规范解集. 对于任务规范解集, 从任务角度看是一种理想的配置方案. 在非任务规范解集中, 当 $H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = H$ 时, 项目主企业应考虑子图 H 的任务集合的分配问题; 当 $H^{(i)}(mr_i) \subseteq H^{(j)}(mr_j)$ 时, 在这个配置方案解集中有冗余部分, 项目主企业应根据具体制造任务目标重新调整配置方案.

在图 G 的一个能力包容资源集 MR 中, 任一配置方案解集 $\{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,k}$, 如果 $\forall r \in MR$, 必有 $r \subseteq mr_j$, 那么称该能力包容资源集 MR 为完全能力包容资源集, 否则称为非完全能力包容资源集. 对于非完全能力包容资源集中没有参加制造任务的制造资源, 可以认为是项目主企业在设计协作组织时有意识规划的备用制造资源.

定理 2 对于任一 MTOG 图 G , 制造资源集合 $MR, \forall mr_j \in P(MR), j = 1, 2, \dots, k$, 如果对于 $H^{(j)}(mr_j) \in AS(mr_j, G)$, 有制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集 $\{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,k}$, 而且它是非任务规范解集, 那么通过调整制造任务结构, 即调整配置方案解集的结构, 可以求得一个任务规范解集.

证明 $\forall H^{(i)}(mr_i), H^{(j)}(mr_j), i \neq j$, 当 $H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = H$ 时, 有

$$\begin{aligned} &H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = \\ &H^{(i)}(mr_i) \cap (H^{(j)}(mr_j) - H) = \\ &H^{(j)}(mr_j) \cap (H^{(i)}(mr_i) - H). \end{aligned}$$

从而可以得到新解 $H^{(i)}(mr_i), (H^{(j)}(mr_j) - H)$ 或 $H^{(j)}(mr_j), (H^{(i)}(mr_i) - H)$. 因为

$$\begin{aligned} &H^{(i)}(mr_i) \cap (H^{(j)}(mr_j) - H) = \\ &H^{(j)}(mr_j) \cap (H^{(i)}(mr_i) - H) = \emptyset, \end{aligned}$$

所以可得到一组任务规范解集. 当 $H^{(i)}(mr_i) \subseteq H^{(j)}(mr_j)$ 时, 因为 $H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = H^{(i)}(mr_i)$, 可以参照上面的情况调整解集, 从而同样可以得到一组任务规范解集.

在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集中, $\forall mr_i, mr_j, i \neq j$, 如果 $mr_i \cap mr_j = \emptyset$, 则称该配置方案解集是资源规范解集, 否则称为非资源规范解集. 对于资源规范解集, 从制造资源配置角度看是一个理想方案. 在非资源规范解集中, 当 $mr_i \cap mr_j = mr$ 时, 如果组建了这样的协作生产组织, 那么在组织生产过程中项目主企业需要考虑对制造资源集合 mr 部分的生产调度问题; 当 $mr_i \subseteq mr_j$ 时, 项目主企业应视具体情况重新调整协作组织的组建方案.

定义 6 对于任一 MTOG 图 G , 制造资源集合 MR , $\forall mr_j \in P(MR), j = 1, 2, \dots, k$, 完成子图 $H^{(j)}(mr_j) \in AS(mr_j, G)$, 如果在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集 $\{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,k}$ 中, $\forall H^{(i)}(mr_i), H^{(j)}(mr_j), i \neq j$, 有 $H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) = \emptyset, mr_i \cap mr_j = \emptyset$, 则称该配置方案解集为任务资源配置规范解集, 否则称为非任务资源配置规范解集。

定理 3 对于 MTOG 图 G , 制造资源集合 MR , $\forall mr_j \in P(MR), j = 1, 2, \dots, k$, 如果对于 $H^{(j)}(mr_j) \in AS(mr_j, G)$, 有制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集 $\{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,k}$, 而且它是非任务资源配置规范解集, 则通过调整配置方案解集, 必然能够得到一组任务资源配置规范解集。

证明 由定理 2 可知, 通过调整任务结构可得到一组新的任务规范解集 $\{H^{(i)}(mr_i)\}_{i=1,2,\dots,l}$, 其中

$$\begin{aligned} H^{(i)}(mr_i) &= G, \forall i = 1, \dots, l; \\ H^{(i)}(mr_i) \cap H^{(j)}(mr_j) &= \emptyset. \end{aligned}$$

在新的任务规范解 $\{H^{(i)}(mr_i)\}$ 中, $\forall mr_i, mr_j, i \neq j$, 有:

1) 如果 $mr_i \cap mr_j = mr$, 则由定理 1 可知, 因为 $mr \subseteq mr_i$, 所以 $H^{(i)}(mr) \subseteq H^{(i)}(mr_i)$; 同理可得 $H^{(j)}(mr) \subseteq H^{(j)}(mr_j)$, 其中 $H^{(i)}(mr) \cap H^{(j)}(mr) = \emptyset$. 现将制造资源集合 $mr_i \cap mr_j$ 分解为 3 个部分: $mr_i - mr, mr_j - mr, mr$, 可知其中任意 2 部分集合的交集为 \emptyset , 从而得到了一个新的制造资源集合的组合. 通过调整之后, 制造资源集合 $mr_i - mr$ 所对应的完成子图为 $H(mr_i - mr) = H^{(i)}(mr_i) - H^{(i)}(mr)$; 制造资源集合 $mr_j - mr$ 所对应的完成子图为 $H(mr_j - mr) = H^{(j)}(mr_j) - H^{(j)}(mr)$; 制造资源集合 mr 所对应的完成子图为 $H(mr) = H^{(i)}(mr) \cup H^{(j)}(mr)$. 完成子图 $H(mr_i - mr), H(mr_j - mr), H(mr)$ 的其中任意 2 个子图的结构交都为 \emptyset , 从而得到对应于制造资源集合 $mr_i - mr, mr_j - mr, mr$ 的完成子图 $H(mr_i - mr), H(mr_j - mr), H(mr)$, 即得到了一组任务资源配置规范解集。

2) 如果 $mr_i \subseteq mr_j$, 因为 $mr_i \cap mr_j = mr_i$, 参照 1) 中的方法, 同样可以得到一组任务资源配置规范解集。

由此可知, 通过调整配置方案解集, 必然可以得到一组任务资源配置规范解集。

4.2 制造任务性能参数计算

MTOG 图包含了制造任务的结构信息和性能

参数信息, 即图中的顶点与有向边不仅反映了制造任务的结构特征, 同时它们含有制造任务的性能参数信息. 但是, 各项制造任务的性能参数并不能简单地进行线性叠加, 必须根据具体问题进行具体的研究. 通常在很多情况下它们之间是非线性、相互影响、相互制约的关系, 这正是处理此类问题的难点. 在协作组织形成的双向优化——正向优化和逆向优化的结构中, 对于制造任务性能参数的逆向优化问题, 将另文详细研究。

当项目主企业进行市场调研, 组建制造任务协作组织时, 必然会制定制造任务总的性能参数指标. 假设一个 MTOG 图的制造任务总的性能参数指标集合记为

$$PP = \{T, C, Q, R\}. \quad (7)$$

其中: T 表示制造周期, C 表示制造成本, Q 表示制造质量, R 表示协作风险. 则制造任务的性能参数指标集合集中体现了协作组织形成的最终结果. 由 4.1 节的讨论可知, 组建制造任务协作组织是一个循环演进的过程, 对制造任务的性能参数指标进行优化是该过程的重要活动. 记该优化过程为 $OP(PP)$.

对于任一 MTOG 图 G , 制造资源集合 MR , $\forall mr_j \in P(MR), j = 1, 2, \dots, k$, 如果对于 $H^{(j)}(mr_j) \in AS(mr_j, G)$, 有制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集 $\{H^{(i)}(mr_i)\}_{i=1,2,\dots,k}$. 在该配置方案解集的结构情况下, 假设制造任务性能参数的优化过程分为 n 个阶段, 第 i 个阶段制造任务性能参数调整的概率为 p_i , n 个阶段的制造任务性能参数调整的概率集合为 $\{p_i\}_{i=1,2,\dots,n}$, 消耗的时间集合为 $\{TA_i\}_{i=1,2,\dots,n}$, 消耗的成本集合为 $\{CA_i\}_{i=1,2,\dots,n}$, 制造任务性能参数最终配置的质量 (市场满意度) 为 QA . 假设制造任务结构的调整、优化过程为

$SA: \{H^{(i)}(mr_i)\}_{i=1,2,\dots,k} \rightarrow \{H^{(j)}(mr_j)\}_{j=1,2,\dots,l}$, 调整的阶段分为 m 个, 第 j 个阶段制造任务结构调整的概率为 p_j , m 个阶段的制造任务结构调整的概率集合为 $\{p_j\}_{j=1,2,\dots,m}$, 消耗的时间集合为 $\{TA_j\}_{j=1,2,\dots,m}$, 消耗的成本集合为 $\{CA_j\}_{j=1,2,\dots,m}$, 制造任务结构最终配置的质量 (市场满意度) 为 QA . 但由于实际情况的要求, 对于制造任务的调整、优化的循环演进过程不可能无限制地进行下去. 所以项目主企业必须对组建制造任务协作组织的过程提出具体要求: 调整优化的时间上限为 TA_{\max} , 调整优化的成本上限为 CA_{\max} , 要求制造任务与制造资源的最终配置质量的下限为 QA_{\min} . 因此, 组建制造任务协作组织的过程必须满足如下约束要求:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_j \times TA_i + \sum_{j=1}^m p_j \times TA_j & TA_{max}, \\ \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n p_j \times CA_i + \sum_{j=1}^m p_j \times CA_j & CA_{max}, \\ QA \times QA & QA_{min}. \end{cases} \quad (8)$$

式(8)说明了组建制造任务协作组织过程中各种活动的约束条件.在此约束条件下,调整活动的最终目的是优化制造任务的性能参数指标,即完成活动 OP(PP).

5 讨 论

在现代市场经济环境中,因为协作制造与单一企业内部生产的制造成本、周期、质量以及风险等特征存在较大的差异性,存在差异必然存在利益,因此利益的驱动使得市场中的企业必须选择协作生产模式,以此提高自身的竞争能力.更进一步地讲,是提高企业的生存能力,以免被竞争激烈的市场所淘汰.在制造任务协作组织的环境中,由于协作制造单元的分散性,制造单元之间的物流任务显得尤为重要.MTOG图则着重考虑了制造物流任务.

在制造资源集合 mr 相对于图 G 的完成子图集合中,集合中所有元素的交集所代表的制造资源 mr 的制造核心能力,反映了制造资源客观的制造能力特性.从另一个方面看,它启发企业在市场协作的大环境下如何发现企业制造资源的潜能,从而能够更优地发挥制造资源本身的核心竞争力.

在完成子图中,当集合中所有元素的交集为空集时,说明在这种制造任务结构状况下,任务单元之间的相似程度较高.在组建制造任务协作组织的过程中,项目主企业有时并不希望某一任务由一个协作企业来完成,因为这样有可能会提高协作的成本和周期.此时项目主企业可以有意识地将制造任务适当分解为多个相同的部分,分别由不同的制造单元来完成,以此增加市场的有益竞争氛围,增加协作企业的市场压力,促使协作企业降低成本,加快研制周期,提高产品制造质量.

对于一个图 G,制造资源集合 MR 是它的能力包容资源集,是判断市场上的制造资源是否能够完成该项目制造任务的依据.如果项目主企业在设计制造任务的解决方案时,所配置制造资源的能力正好能够完全满足制造任务的需求,并没有计划多余的制造资源,那么此时制造资源集合 MR 就是完全能力包容资源集.当然,作为项目主企业,必须考虑完成制造任务过程中的备用制造资源,以防止协作过程中出现的各种紧急情况,并应该对备用的制造资源的生产能力有充分的估计.

在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集中,任务规范解集是项目主企业规划制造任务时的基本考量,但这种方案是否最优,还必须根据具体的制造任务、制造资源情况来判断.在非任务规范解集中,项目主企业应该考虑部分制造任务的分配问题,以及在必要的情况下对制造任务的结构进行重新调整、优化.当然,制造任务结构的调整、优化并不是一蹴而就的,而是市场上制造协作双方共同协商、反复调整的演进过程,例如可以将非任务规范解集调整、优化为任务规范解集.

在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集中,资源规范解集是制造任务协作组织较好管理的一种模式,因为组织中的各个制造单元是相互独立的,在协作生产过程中的责任和义务比较清晰,出现矛盾时作为项目主企业比较好处理.对于非资源规范解集,项目主企业在制造协作过程中必须考虑对部分制造资源的生产调度问题,因为这种情况下很容易出现制造资源的瓶颈,瓶颈资源成为整个协作过程的核心问题.但是如果必要,项目主企业可以考虑将制造资源重新进行调整,尤其应该分析备用制造资源的利用问题.可以肯定地说,对制造资源的调整,往往必然带来对制造任务进行优化的活动.

在制造资源集合 MR 相对于图 G 的一个配置方案解集中,任务资源配置规范解集是市场协作生产中非常理想的配置方案,但它能否取得理想的市场利润,还需要进一步更加深入的分析.将从非任务资源配置规范解集调整为任务资源配置规范解集的过程可以发现,制造任务的结构特征对于协作组织的形成起到了决定性的影响作用,不仅如此,它还决定了日后协作组织的生产经营活动的质量,尤其对产品的生产质量起到关键的影响.

项目主企业根据市场上制造资源的特性、分布等情况,在与项目协作企业协商过程中逐步调整、优化制造任务的性能参数,完善制造任务的需求属性,为最终形成制造资源协作组织打下牢靠的基础.进一步讲,在双向优化进程的逆向优化过程中,最能体现制造资源对制造任务性能属性要求的市场响应行为是项目协作企业依据自身的制造资源综合能力所提出的任务完成性能参数,它们为项目主企业处理制造任务性能参数优化提供了分析的基础.制造任务结构的调整、优化,对于逆向优化过程而言是一个重要、阶段性的标志,因为只有在任务性能参数在现有结构框架下调整无效的情况下,企业可以进行任务结构的调整.当然,任务性能参数、结构的调整和优化往往是混杂在一起的,是相互循环、相互渗透的

一种市场经营行为,它们之间的分界线并不十分清晰.

综上所述,可得出如下结论:

1) 在动态联盟或协作制造等模式的生命周期过程中,制造任务的规划往往是过程的核心问题,制造任务是过程环节中的主要线索;

2) 制造任务的规划和制造资源的配置并不是相互孤立的,它们彼此影响,互相制约,共同构成组织形成过程的活动网络;

3) 制造任务与制造资源的配置方案形式多种多样,企业必须根据具体的市场环境和制造任务需求,具体处理问题,并没有统一的方案模式;

4) 制造任务和制造资源的配置过程不是毫无消耗的过程,市场中的企业需要考虑组建协作组织所耗费的时间、成本,以及随之而来的协作风险.

6 结 语

本文通过分析制造任务协作组织的形成过程,指出了制造任务的规划是协作组织组建过程的核心问题.因此,本文建立了制造任务组织图 MTOG,分析了 MTOG 图的特性和运算规则,基于 MTOG 图研究了制造任务协作组织的形成过程,并对组建过程中的各种具体问题进行了详细讨论.

参考文献(References)

- [1] 本杰明·古莫斯·卡瑟尔斯. 竞争的革命[M]. 广州: 中山大学出版社, 2000: 365.
(Benjamin C C. The revolution of competition [M]. Guangzhou: Zhongshan University Press, 2000: 365.)
- [2] Burgess T F. Making the leap to agility: Defining and achieving agile manufacturing through business process redesign and business network redesign [J]. Int J of Operations and Production Management, 1994, 14(11): 23-34.
- [3] Gunasekaran A. Agile manufacturing enablers and an implementation framework [J]. Int J of Production Research, 1998, 36(5): 1223-1247.
- [4] Carnarinha L M. Towards an architecture for virtual

enterprise[J]. J of Intelligent Manufacturing, 1998, 9(2): 189-199.

- [5] 战德臣,叶丹,徐晓飞,等. 动态联盟建立过程研究[J]. 计算机集成制造系统 CIMS, 1997, 8(4): 3-7.
(Zhan D C, Ye D, Xu X F, et al. Research on the building process of virtual organization [J]. Computer Integrated Manufacturing System, 1997, 8(4): 3-7.)
- [6] Barnett W D, Presley A, Liles D H. Object-oriented business process modeling for the virtual enterprise[C]. Proc of the 4th Annual Agility Forum Conf. Atlanta, 1995: 67-69.
- [7] 蒋贵川,范玉顺,吴澄. 动态联盟建盟过程模型与分析[J]. 机械工程学报, 2002, 38(1): 58-62.
(Jiang G C, Fan Y S, Wu C. Dynamic collaboration's constructing process model and analysis [J]. Chinese J of Mechanical Engineering, 2002, 38(1): 58-62.)
- [8] 约翰逊鲍. 离散数学[M]. 第5版. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
(Richard Johnsonbaugh. Discrete mathematics [M]. 5th ed. Beijing: Posts & Telecom Press, 2003.)
- [9] Douglas Tuttle, Brian Kanter. Activities: The common currency of the virtual organization[C]. Proc of the 4th Annual Agility Forum Conf. Atlanta, 1995: 211-214.
- [10] Voegtli Cinda. Real-world challenges: Using the virtual enterprise for successful product development projects[C]. IEEE Int Engineering Management Conf. Piscataway: IEEE, 1996: 698-704.
- [11] Briggs R O, De Vreede G J, Nunamaker J F. Collaboration engineering with thinklets to pursue sustained success with group support systems[J]. J of Management Information Systems, 2003, 19(4): 31-64.
- [12] 刘飞,雷琦,宋豫川. 网络化制造的内涵及研究发展趋势[J]. 机械工程学报, 2003, 39(8): 1-6.
(Liu F, Lei Q, Song Y C. Connotation, state-of-the-art and research tendency of networked manufacturing [J]. Chinese J of Mechanical Engineering, 2003, 39(8): 1-6.)

(上接第 62 页)

- [9] 玄光男,程润伟. 遗传算法与工程设计[M]. 北京: 科学出版社, 2000: 1-22.
(Xuan G N, Cheng R W. Genetic algorithm and engineering design [M]. Beijing: Science Press, 2000: 1-22.)

- [10] Hernandez G, Salinas L. Large scale simulations of a neural network model for the graph bisection problem on geometrically connected graphs [J]. Electronic Notes in Discrete Mathematics, 2004, 18: 151-156.