

Judgement for a Line Structure of Project Organization: A New Approach

Bing Gong, Xian-feng Zhang, Chuan-min Shuai

School of Economics and Management, China University of Geosciences, Wuhan, China

E-mail: gongbing1112@126.com

Abstract: Line structure is one of the types of project organization in modern project management. It is closely related with project goals, quality requirements for team members and project manager's preferences. Thus, qualitative methods are often adopted to evaluate the effectiveness of a line-structure organization, with the lack of corresponding quantitative theoretical basis. By introducing the dissipation structure theory and Shannon's information entropy, this paper has established a new indicator - degree of instauration ($D(i)$, DOI) for project structures to determine the priority levels of project organization structures. That is, the smaller the $D(i)$, the better the project organization.

Keywords: Project Management; Line Structure; Dissipation Structure; Information Entropy

判别直线式项目组织优劣：一种新的方法

巩 冰, 张先锋, 帅传敏

中国地质大学(武汉)经济管理学院, 武汉, 中国, 邮编: 430074

E-mail: gongbing1112@126.com

摘 要: 直线制组织是项目管理组织的组织形式之一。但如何进行直线制组织往往同项目的目标、项目的人员素质要求、项目经理的偏好有很大关联。因此, 通常是采用定性的方法来判断组织形式的好坏, 缺乏相应的定量理论依据。本文通过引入耗散结构理论和申农的信息熵, 建立了一个新的指标——组织自身不饱和度 $D(i)$, 来判断风险优先级的一种方法。 $D(i)$ 越小, 组织形式就越好。

关键词: 项目管理; 直线制; 耗散结构; 信息熵

1 引言

项目的组织机构是按照一定的项目活动宗旨, 把项目的有关人员, 根据工作任务的性质, 划分为若干个层次, 明确各个层次的管理职能, 并使其具有系统性、整体性的组织系统^[1]。项目管理的组织形式通常有直线制、职能制、直线职能制和矩阵制。工程项目管理必须依赖于某个组织来进行。因此, 项目管理组织形式的优劣通常会影响到项目目标的实现。

项目经理在选择直线制组织形式的时候, 相当大程度上依赖于处理者的直觉或经验。因此, 如何判断这种组织形式的好坏就需要一种科学的判别方法。本文通过采用耗散结构理论和申农信息熵构建了一种新的选择方法。

2 耗散结构理论与申农信息熵

2.1 耗散结构理论

耗散结构理论是 1969 年普里高津提出的概念^[2]。耗散结构理论就是研究耗散结构性质以及其形成、稳定和演变的规律的科学理论。这一理论指出, 一个远离平衡的开放系统, 由于不断和外界交换物质和能量, 当外界条件变化到一定阈值时, 系统凭借其内部运动的反馈机制, 可能从原有的无序状态通过涨落跃迁为一种在时空上、功能上的有序状态。普里高津把这种远离平衡条件下所形成的新的有序结构叫做“耗散结构”^[3]。

耗散结构理论是在不可逆过程热力学基础上建立的, 不可逆过程热力学将开放系统的熵变化分为系统内部的熵产生和系统与环境间进行能量和物质交换过程中的熵流, 重点在于论述了可逆过程和不可逆过程。它认为在某种状态下, 系统会向着某一个方向运动。

简单地说,熵是系统的状态函数,表明系统内部的混乱程度。熵本身不守恒,通常用“S”表示。在极短时间内(dt)熵的变化称为熵变,用(dS)表示。因此整个非平衡系统熵的变化是由两部分构成^[4],即 $dS = deS + diS$ 。

第一项(deS)其中表示系统与环境交换物质和能量所引起的系统是通过系统边界的熵的传输;第二项(diS)是系统内部的熵产生的。所以表示如下:热力学第二定律认为熵产生为非负值,即 $dS \geq 0$ 。当过程为不可逆时, $dS > 0$ 。

由于熵是衡量系统内部的混乱程度,因此,熵的绝对值越大,系统的混乱度越大。

2.2 申农信息熵

美国数学家申农在二十世纪中叶发表的《通信的数学理论》著名论文^[5]中提出信息熵的数学公式,从量的方面描述了信息的传输和提取问题,创立了信息论。申农信息熵理论认为一个开放的系统通过接收信息可以减少不肯定性和无序性。

2.3 耗散结构理论和申农信息熵理论与组织不饱和度的联系

按照普里高津和申农的观点,工程项目组织系统是一个复杂的开放系统,它不断的与系统的环境发生信息的交流,具有耗散结构的特征。信息就是事件或系统的肯定性,其大小可用熵差或信息熵来表示。在系统中熵与信息总是互为补偿的,信息有所得,则熵必有所失^[6]。因此,如果我们能够对组织的多种因素的有序或无序进行计算,从而判断为保持系统的稳定性需要的信息的数量的多少(系统不饱和度),就可以断定组织形式的好坏。

3 对直线制组织系统不饱和度的一般性理论解释

3.1 说明与定义

3.1.1 说明

对某一种特定直线制组织形式,它的内部存在着各种关系,这些关系之间相互影响,因此系统存在着混乱度。通过“熵”理论,我们可以知道:混乱度越大,系统就越稳定。当然,需要更多的信息来处理这种混乱。因此,在本文中,将系统的不饱和度作为系统的优劣判断的依据是不饱和度越小,系统就越优。

3.1.2 定义

系统的不饱和度是指为了保持系统的稳定性而需要对系统补充的信息数量的量度,表示为 $D(i)$,规定: $D(i) = -H(M, R)$ 。

3.2 一般性解释

设系统的构成要素为 $M = \{M_1, M_2, M_3, \dots, M_n\}$, 其中 $M_i (1 \leq i \leq n)$ 为构成系统的某一要素,再设要素之间的二元关系种类为 $R = \{R_1, R_2, R_3, \dots, R_k\}$, 其中 $R_i (1 \leq i \leq k)$ 是一种二元关系。用符号 $R_i(M_j)$ 表示这样一些序对 $(M_j, MP_1), (M_j, MP_2), \dots, (M_j, MP_i)$ 的总和, 其中每个序对的关系都是 R_i , 而 $MP_1, MP_2, \dots, MP_i$ 是 M 的其他构成要素;再用 L_{ji} 表示这些序对的个数,并称其为元素 M_j 上的关系 R_i 的外延长度。如果集 M 的全部元素的数目等于 n , 那么在整个集上的关系 R_i 的外延长度为 L_i , 由以下式确定:

$$L_i = \sum_{j=1}^n L_{ji}$$

L_i = 在元素 M_j 上的关系 R_i 的负熵。

根据信息论的一般系统熵的定义—申农(Shannon)公式^[7]:

$$H(M_j, R_i) = -P[R_i(M_j)] \lg P[R_i(M_j)]$$

$$P[R_i(M_j)] = L_{ji} / (n-1)$$

L_{ji} 实际是 M_j 的关系 R_i 的外延长度, n 是全部元素, $n-1$ 表明其最大可能的外延长度。

所以,在元素 M_j 上的所有关系的负熵为:

$$H(M_j, R) = - \sum_{j=1}^n L_{ji} / (n-1) \lg (L_{ji} / (n-1))$$

因此,这个系统的总的负熵为:

$$H(M, R) = - \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k L_{ji} / (n-1) \lg (L_{ji} / (n-1))$$

$$\text{所以, } D(i) = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k L_{ji} / (n-1) \lg (L_{ji} / (n-1))$$

4 对某一种直线制组织形式不饱和度的计算

无论要素之间的关系如何,都可以归纳为:控制关系,从属关系和并列关系。为简化计算,设定领导者1人(领导者1),组员4人(组员1、2、3、4)。以下五个基本的系统为例(见图1—图5),这五个系统都可以看成是最基本的形式。

那么,在下列图1—图5这五个形式中,哪一个组织系统的不饱和度最小呢?

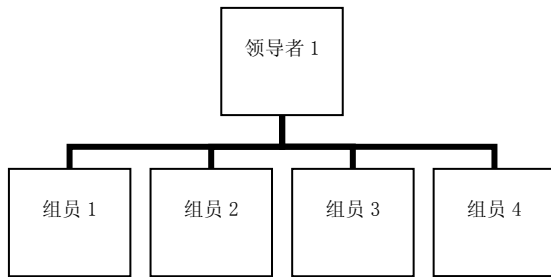


Figure 1.Type I

图 1.形式 I

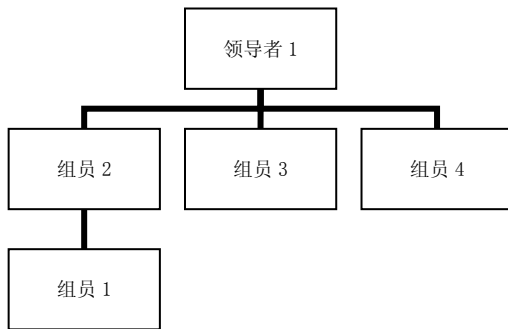


Figure 2.Type II

图 2.形式 II

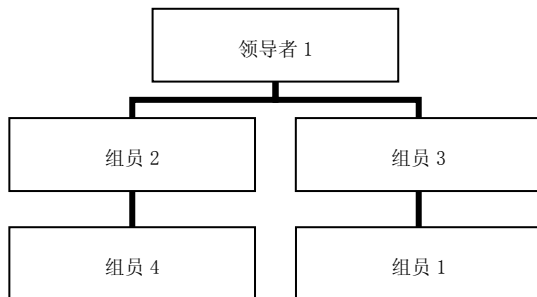


Figure 3.Type III

图 3.形式 III

设:

R1——直接控制关系,

R2——直接从属关系,

R3——间接控制关系,

R4——间接从属关系,

R5——同一级别上的并列关系,

R6——在较高级别上的并列从属关系,

R7——在较低级别上的并列从属关系。

所以, 在(I), 各元素的关系序对如下:

R₁——(1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5);

R₂——(2, 1), (3, 1), (4, 1), (5, 1);

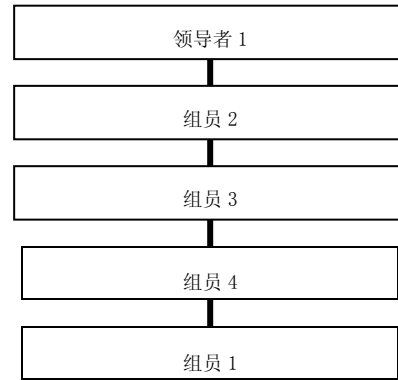


Figure 4.Type IV

图 4.形式 IV

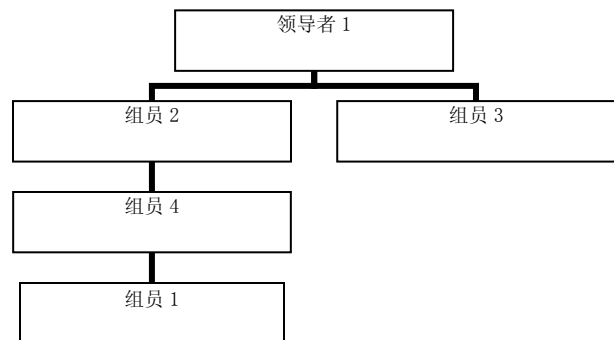


Figure 5.Type V

图 5.形式 V

R₅——(2, 3), (2, 4), (2, 5), (3, 2), (3, 4), (3, 5), (4, 3), (4, 2), (4, 5), (5, 2), (5, 3), (5, 4)。

在(II)中, 各元素的关系序对如下:

R₁——(1, 2), (2, 5), (1, 3), (1, 4);

R₂——(2, 1), (3, 1), (4, 1), (5, 2);

R₃——(1, 5);

R₄——(5, 1);

R₅——(3, 2), (4, 2), (2, 3), (2, 4), (3, 4), (4, 3);

R₆——(3, 5), (4, 5);

R₇——(5, 3), (5, 4)。

在(III)中, 各元素的关系序对如下:

R₁——(1, 2), (1, 3), (2, 4), (2, 5);

R₂——(2, 1), (3, 1), (4, 2), (5, 2);

R₃——(1, 4), (1, 5);

R₄——(4, 1), (5, 1);

R₅——(2, 3), (3, 2), (4, 5), (5, 4);

R_6 ——(3, 4), (2, 5);

R_7 ——(4, 3), (5, 2)。

在(IV)中, 各元素的关系序对如下:

R_1 ——(1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 5);

R_2 ——(2, 1), (3, 2), (4, 3), (5, 4);

R_3 ——(1, 3), (1, 4), (1, 5), (2, 4), (2, 5),
(3, 5);

R_4 ——(3, 1), (4, 1), (5, 1), (4, 2), (5, 2),
(5, 3)。

在(V)中, 各元素的关系序对如下:

R_1 ——(1, 2), (1, 3), (2, 4), (4, 5);

R_2 ——(2, 1), (3, 1), (4, 2), (5, 4);

R_3 ——(1, 3), (2, 5);

R_4 ——(3, 1), (5, 2);

R_5 ——(2, 3), (3, 2);

R_6 ——(3, 4), (3, 5);

R_7 ——(4, 3), (5, 3)。

因此, 在模型(I)中, $L_1=4, L_2=4, L_3=12$;

在模型(II)中, $L_1=4, L_2=4, L_3=1, L_4=1, L_5=6,$
 $L_6=2, L_7=2$;

在模型(III)中, $L_1=4, L_2=4, L_3=2, L_4=2, L_5=4,$
 $L_6=2, L_7=2$;

在模型(IV)中, $L_1=4, L_2=4, L_3=6, L_4=6, L_5=0,$
 $L_6=0, L_7=10$;

在模型(V)中, $L_1=4, L_2=4, L_3=2, L_4=2, L_5=2,$
 $L_6=2, L_7=2$;

下面分别计算五个系统的自身稳定度 $S(r)$ 。

在系统(I)中,

$L_{11}=4, L_{12}=0, L_{15}=0, L_{21}=0, L_{22}=1, L_{25}=3, L_{31}=0, L_{32}=1, L_{35}=3,$
 $L_{41}=0, L_{42}=1, L_{45}=3, L_{51}=0, L_{52}=1, L_{55}=3$;

所以, 系统(I)的 $D(i)$:

$D_1(i)=-H(M, R) =$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k L_{ji} / (n-1) \lg(L_{ji} / (n-1)) = 8 \lg 2 - \lg 3 = 1.9311$$

同理, 在系统(II)中,

$L_{11}=3, L_{51}=1, L_{22}=L_{32}=L_{42}=L_{52}=1, L_{13}=1, L_{25}=L_{35}=L_{45}=2, L_{36}=L_{46}=1, L_{57}=2$

所以, 系统(II)的 $D(i)$ 为:

$D_2(i)=8 \lg 2 - 0.75 \lg 3 = 2.050$,

在系统(III)中

$L_{11}=2, L_{12}=L_{13}=1, L_{22}=L_{23}=L_{24}=L_{25}=1, L_{31}=2, L_{44}=L_{45}=1,$

$L_{52}=L_{53}=L_{54}=L_{55}=1, L_{62}=L_{63}=1, L_{74}=L_{75}=1$

所以, 系统(III)的 $D(i)$ 为: $D_3(i)=9 \lg 2 = 2.709$

系统(IV)的 $D(i)$ 为: $D_4(i)=9 \lg 2 - 1.5 \lg 3 = 1.9936$

系统(V)的 $D(i)$ 为: $D_5(i)=8 \lg 2 = 2.4081$

5 结论

基于上述计算与分析, 我们得出如下结论:

(1)系统(III)的结构是最复杂的, 自身不饱和度是最大的, 也即组织内部的信息是最不畅通的, 因此这种组织结构从信息流的角度看是最不好的。所以应该尽量避免采用这种组织形式。

(2)从结构角度来看, 在系统(I)(II)(III)(V)中, (I)和(III)的结构是最对称的, 但(III)的结构要比(I)复杂; 而(III)自身不饱和度也是它们当中最大的。所以, (III)的组织形式相对于(I)(II)(V)要恶劣(在考虑层级结构的前提下)。

(3)从(I)(II)(V)来看, (II)(V)的结构比(I)至少要多一层, 而(II)(V)自身不饱和度又大于(I), 所以组织结构(II)(V)不如(I)优越。因此, (I)是最好的组织形式: 即宽跨度, 少层级, 尽量对称。

综上所述, 对项目管理组织形式的优劣判定, 在引入 $D(i)$ 以后, 决策者按照 $D(i)$ 的大小, 可以很容易的选用不饱和度小的组织形式, 为项目管理的决策者选择适当的组织形式提供了科学依据。

References(参考文献)

- [1] Lianyu Wei. Construction Project Management [M]. Beijing: China Building Material Industry Press, 2003.
魏连雨. 建设项目管理[M].北京: 中国建材工业出版社, 2003
- [2] Bairong Ouyang. Physical Statistics of Non-equilibrium State[M]. Nanjing: Nanjing University Press, 1989.
欧阳百容. 非平衡态统计物理学[M]. 南京: 南京大学出版社, 1989.
- [3] Lizhong Tang, Renyi Sun, Qinglan He. General Discussion on the Theory of Dissipation Structure and its Effect on Science and Philosophy[J]. *Journal of Henan University (science edition)*, 1998, (4), 83.
唐立中, 孙仁义, 何庆兰. 浅谈耗散结构理论及其对自然科学和哲学的影响[J]. 河南大学学报(自然科学版), 1998, (4), 83.
- [4] Benkun Ma, Shanghui Gao, Yu Sun. Thermodynamics and Physical Statistics[M]. Beijing: High Education Press, 1986.
马本坤, 高尚惠, 孙煜. 热力学与统计物理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1986.
- [5] Shannon C E. A Mathematical Theory of Communication[J]. *Bell System Technical Journal*, 1948, (27):279-423
- [6] Qun Shen. On Entropy Function[J]. *Journal of Liaoning University (science edition)*, 1994, (4), 47.
沈群. 论熵函数[J]. 辽宁大学学报(自然科学版), 1994, (4), 47.
- [7] Yun Nie. Systematical Research Methodology for Non-equilibrium Characteristic of Social System[J]. *Theory and Practice of System Engineering*, 1999, (10), 21.
聂云. 社会系统非平衡定态特性之系统方法研讨方略[J]. 系统工程理论与实践, 1999, (10), 21.