

# 信息技术、团队生产及底层员工生产组织设计

王智慧, 蒋 馥

(上海交通大学安泰管理学院, 上海 200052)

**摘要:** 团队是企业安排底层员工生产的重要组织形式。在生产过程中信息的产生和交流的基础上建立了底层员工作为单个团队生产的模型。模型分析表明, 单个团队的产出随着团队规模的增大而增大, 但是增加团队规模的边际产出是递减的。改进团队所运用的信息技术可以提高团队产出的上限。当底层员工人数众多时, 员工容易陷入信息包围之中。分析了底层员工进行团队分组的必要性, 并在单个团队生产模型基础上建立了团队分组模型, 讨论了信息技术的进步对底层员工团队小组最优规模的影响。

**关键词:** 信息技术; 团队生产; 底层员工; 团队分组; 组织设计

**中图分类号:** F406.2; TP391 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2002)04-0046-05

## 0 引言

信息技术的飞速发展和在企业组织中的广泛应用, 促使信息技术对企业的生产组织安排产生了深远的影响。团队生产由于能够将不同的人才集中在一起产生协同效应, 进而获得超出各成员单独工作收益之和的规模经济, 因此, 一直是企业普遍采用的生产组织形式<sup>[1-3]</sup>。传统的关于团队生产的研究多基于信息不对称的观点, 研究团队成员具有道德风险条件下, 如何度量和激励单个团队成员的努力水平<sup>[3,4]</sup>。由于信息技术在管理中大量成功的应用, 企业管理者可以实现跟踪团队生产过程中每个员工的表现并据之安排报酬<sup>[5]</sup>, 因此, 本文中假设团队成员不存在道德风险。

本文在信息生产和交流的基础上给出了团队生产模型, 研究了底层员工作为单个团队进行生产时团队组织的特性及与信息技术的关系, 单个团队的产出不仅受团队规模的制约, 而且受所运用的信息技术水平的影响; 当底层员工人数较多时, 为提高团队生产力, 必须对底层员工进行团队分组。在单个团队生产模型基础上建立了团队分

组模型, 讨论了信息技术对于团队小组的最优规模的影响。

## 1 信息技术与单个团队生产

### 1.1 底层员工作为单个团队的组织模型

企业层级组织中的底层员工, 由于人数众多且直接参与产品生产或对外提供服务, 员工之间主要为稳定的横向联系, 因而最适合用团队生产来研究层级内部成员之间的相互作用及对团队产出的影响<sup>[6]</sup>。底层员工作为单个团队完成任务需要团队内部的员工之间相互交流信息以实现协调。团队成员之间的协调活动是实现团队任务的必不可少的因素, 它可以避免重复的努力, 同时保证大家的努力具有共同的目标<sup>[7]</sup>。信息交流需要团队成员花时间去处理来自于其它团队成员的信息, 因而信息交流要花费一定成本。随着团队规模的增大, 每个团队成员要花费更多的时间来进行信息交流, 因而协调成本增加。

底层员工团队中, 每个成员的努力都投入到生产之中, 这里的生产具有广泛的意义, 包括一切

制造物质产品和提供服务的增值活动。每位员工生产的同时还会生成各种信息, 这种信息将被用于团队成员之间的协调活动。团队中单个成员的时间可以分为两部分: 一部分用于生产, 另一部分用于信息处理。不失一般性, 模型中作如下假定:

**假定 1** 一个底层团队员工投入单位时间用于生产将生成单位产出, 而生产单位产出的同时又伴随着单位信息的产生

**假定 2** 一个底层团队员工处理来自于团队其他成员的单位信息所需时间少于单位时间

**假定 3** 每位底层团队员工都必须处理来自于团队其他成员的全部信息

以  $M$  表示底层员工团队的规模, 也即员工数量,  $\alpha (0 < \alpha < 1)$  表示员工用以处理来自团队同事的单位信息的时间,  $\theta$  表示每位员工的单位时间中处理完信息后可以用来全部投入生产的时间比例, 则每位员工单位时间中用以处理信息的时间为  $\alpha(M-1)\theta$ , 因而有等式  $\theta = 1 - \alpha(M-1)\theta$ , 进而得到

$$\theta = \frac{1}{1 + \alpha(M-1)} \quad (1)$$

式(1)中描述了底层员工团队成员投入生产(同时生成信息)和信息处理的时间分配均衡结果。随着团队规模的增大, 每个员工将会花费更大的时间比例用以处理来自于其他员工的信息, 因而其投入生产的时间比率  $\theta$  将相对减少, 单个员工生成的信息也将减少, 但总信息量还是随之增大。

以  $Y$  表示单位时间内底层员工团队的总产出, 则有

$$Y = M \cdot \theta = \frac{M}{1 + \alpha(M-1)} \quad (2)$$

由式(2)对底层团队规模  $M$  求偏导及求极限得到

$$\frac{\partial Y}{\partial M} = \frac{1 - \alpha}{[1 + \alpha(M-1)]^2} > 0, \forall 0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial M^2} = \frac{-2\alpha(1-\alpha)}{[1 + \alpha(M-1)]^3} < 0, \forall 0 < \alpha < 1 \quad (4)$$

$$\lim_{M \rightarrow \infty} Y = \lim_{M \rightarrow \infty} \frac{M}{1 + \alpha(M-1)} = \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

**结论 1** 对于任意的参数  $\alpha \in (0, 1)$ , 底层员工团队的产出  $Y$  是团队规模  $M$  的单调递增、有界的凹函数, 其上限为  $1/\alpha$

结论 1 表明增加底层员工数量可以提高团队产出, 然而增加员工的边际产出是递减的。这是由

于底层团队中每增加一位员工, 虽然多一个人从事生产, 但原有的各个员工用于协调的时间都相应增加, 用于生产的时间减少, 从而产生递减的边际收益。当底层团队的规模扩张到一定程度, 团队的产出将趋近极限值  $1/\alpha$ , 即靠员工规模扩张来实现产出的增加是有上限的。

## 1.2 信息技术对于单个团队组织特性的影响

信息技术的引入或升级改善了底层团队中员工之间进行交流的方式和媒介<sup>[7]</sup>, 因而可以缩短交流和处理信息的时间, 即模型中参数  $\alpha$  的值将下降。由式(2)有

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \alpha} = - \frac{M^2}{[1 + \alpha(M-1)]^2} < 0 \quad (6)$$

式(5)、(6)表明随着信息技术水平的提高(即  $\alpha$  下降), 底层员工团队的产出和产出上限都增大。这容易从直观上解释, 即信息技术的进步使得员工花在信息处理上的时间减少, 投入生产的时间增加。

**结论 2** 企业管理者用以提高底层团队产出的途径有两条: 一是增加底层团队的员工数量, 另一种则是改进底层团队成员之间交流所运用的信息技术。

设想一个拥有 10 个员工的底层团队, 其依赖的信息技术使得每位员工能够在单位时间内处理 10 个单位的信息, 即  $\alpha = 0.1$ , 根据公式(2)知该团队单位时间的产出为 5.26。如果  $M$  增大到 20, 产出将增加到 6.90。如果保持  $M$  不变, 改善团队协调的信息技术水平使得  $\alpha$  减小到 0.05, 则团队产出也增加到 6.90。这两种方案对于底层团队产出的提高是相同的。若 10 个新员工的工资成本大于将信息技术升级更新的成本, 则决策者应选用后一种方案。另一方面, 如果企业的产出在一定时期内要保持相对稳定, 可以通过投资于信息技术改善员工之间的交流水平, 同时减少员工数量的折衷方案来达到稳定产出的目的。

## 2 底层员工团队分组研究

### 2.1 底层员工团队分组的产生

底层团队的任务越复杂, 需要团队员工也越多, 每位员工花在相互交流与协调上的时间也越多。当底层团队规模很大时, 团队成员有可能陷入

到来自于其他员工的信息包围之中, 每人将其时间几乎全部花在信息处理上而没有时间去从事生产. 例如,  $M = 100, \alpha = 0.1$  时, 由式(1) 得到,  $\theta = 0.092$ , 即每位员工将超过 90% 的时间用于处理来自于其他员工的信息, 而完全投入生产的时间还不到 10%. 因此, 当底层员工达到较大规模时, 不能再将其作为单个团队来组织和安排生产, 而必须进行团队分组. 实现团队分组, 首先要根据团队总生产任务或目标的特点将其细分为不同的子任务, 然后将这些子任务分别委派给团队中的各个小组, 从而形成团队中不同小组完成不同细分任务的分工状态. 经过团队分组后, 底层员工团队小组之间的依赖程度低于小组内部成员间的依赖程度.

假定底层员工团队中, 每个小组定期提供一份信息报告材料以便其他小组成员交流共享. 提供和交流报告的频率则根据各小组所从事的任务性质不同而有所差别, 并且认为是与信息技术无关的, 即模型中报告生成的频率是作为一个外生参数给定的. 各小组之所以采取集中报告的形式提供信息, 是因为报告形式提供的信息比每个小组成员单独提供的信息更加简洁、浓缩和易于处理<sup>[8,9]</sup>.

### 2.2 底层员工团队分组模型

假定底层员工团队中每个小组的员工人数相同, 以  $M_s$  表示, 小组中每个员工依然将其时间用于生产和与其他员工的信息交流. 每位底层员工处理来自于小组内部成员的单位信息所需时间为  $\alpha$ , 同时处理来自于小组以外成员的信息. 小组以外成员的信息是以信息报告的形式提供的, 因而处理来自于其它小组信息报告的时间包括两部分, 一部分是研究报告中每单位信息所需的变动时间  $\beta$ , 另一部分是获取一份信息报告的固定时间  $F$ , 并且  $0 < \beta < \alpha < 1, \beta < \alpha$  表明在团队内部进行小组分工使得隶属于不同小组的员工之间的协调比小组内部成员之间的协调更省时, 这可以从小组内部成员相互之间的工作关联度比隶属于不同小组的成员之间的工作关联度大得到解释. 小组之间协调的固定时间支出  $F$  与提交报告的大小无关, 假定每  $r$  个单位时间, 各小组提交一份报告, 则固定时间支出  $F$  每  $r$  个单位时间发生一次. 因此, 每个底层员工的时间分配均衡方程为

$$\theta = 1 - \alpha(M_s - 1)\theta - \beta(M - M_s)\theta - \frac{E}{r} \left( \frac{M}{M_s} - 1 \right) \quad (7)$$

整理式(7) 得到每位底层员工用在生产上的时间比例  $\theta$  为

$$\theta = \frac{1 - \frac{E}{r} \frac{M}{M_s} + \frac{E}{r}}{1 + \alpha(M_s - 1) + \beta(M - M_s)} \quad (8)$$

并且  $1 > M_s > M, 0 < \theta < 1$

式(7) 中右边第 2 项为每个员工花费在小组内部信息处理的时间比例, 第 3 项和第 4 项为每个员工用于处理其他小组信息的时间比例. 对于给定的团队总规模  $M$ ,  $\theta$  达到极大值, 团队总产出也达到最大, 因此由  $\frac{\partial \theta}{\partial M_s} = 0$  得到底层员工团队小组规模  $M_s$  的最优值为

$$M_s^* = \frac{F \cdot M + F \sqrt{\frac{A}{\alpha - \beta}}}{r + F} \quad (9)$$

其中,  $A = M(1 - \alpha)(1 + r/F) + M^2(\alpha + \beta r/F)$

## 3 信息技术对底层员工团队分组的影响分析

信息技术(IT) 对于团队分组的影响是通过影响模型中的三个参数  $\alpha, \beta$  和  $F$  实现的.  $\alpha, \beta, F$  三者变化共同决定了小组最优规模  $M_s^*$ .

### 3.1 IT 提高团队小组内部信息处理速度

在团队小组中建立或更新升级局域网络系统, 引进协作型软件如群体决策支持系统等, 或实施文件共享系统都可以改善小组内部的交流方式, 提高交流能力, 使得  $\alpha$  值下降<sup>[10,11]</sup>. 由式(9) 有

$$\frac{\partial M_s^*}{\partial \alpha} = \frac{EM(\beta(1 - M) - 1)(1 + r/F)}{2(r + F)(\alpha - \beta)^2 \sqrt{\frac{A}{\alpha - \beta}}} < 0 \quad (10)$$

上式表明, 随着小组内部信息交流能力的提高, 小组规模  $M_s^*$  将增大以便于充分利用小组内部信息处理时间成本下降而产生的相对优势. 图 1 给出了团队小组最优规模  $M_s^*$  随着  $\alpha$  和团队总规模  $M$  而变化的趋势. 因此有结论 3.

**结论 3** 信息技术的进步可以降低  $\alpha$ , 从而使得团队小组最优规模  $M_s^*$  增大.

### 3.2 $\Pi$ 提高团队小组之间信息处理速度

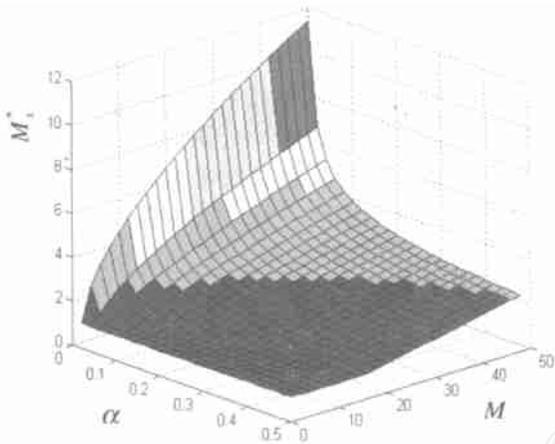


图 1  $M_s^*$  随  $\alpha$  和  $M$  而变化的趋势

在整个企业组织中建立起完善的公司内部网, 构建企业级的共享数据库, 或者引入超文本快速文档检索系统等都可以大大改善企业内部各团队以及团队中各小组之间的交流能力<sup>[12]</sup>, 从而使小组之间信息速度上升,  $\beta$  值下降。由式(9)有

$$\frac{\partial M_s^*}{\partial \beta} = \frac{EM(1+r/F)(1+(M-1)\alpha)}{2(r+F)(\alpha-\beta)^2\sqrt{\frac{A}{\alpha-\beta}}} > 0 \quad (11)$$

上式表明, 随着小组之间信息处理能力的提高, 即  $\beta$  值的减小, 小组的最优规模  $M_s^*$  将下降。另一方面, 若  $\beta$  值接近  $\alpha$  时, 团队小组内外的信息处理速度相近, 而小组之间还要花费固定的时间成本  $F$ , 因此团队分组不具备信息处理成本优势。如图 2 所示, 其中  $\alpha=0.1$  不变, 在  $\beta=0.1$  时  $M_s^*$  就达到最大值  $M$ 。

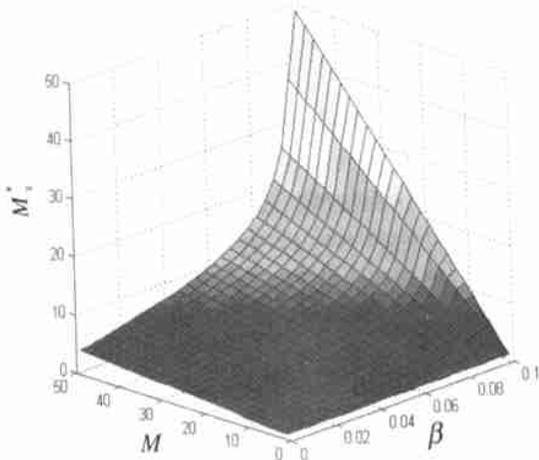


图 2  $M_s^*$  随  $\beta$  和  $M$  而变化的趋势

**结论 4** 信息技术的进步可以降低  $\beta$ , 从而使  $M_s^*$  减小, 并且当  $\beta$  值趋近于  $\alpha$  时,  $M_s^*$  值达到上界  $M$ 。

### 3.3 $\Pi$ 提高获取其它小组信息报告的速度

在企业内部建立内部网, 应用超文本快速信息检索系统, 或者构建项目信息数据仓库都可以更加快捷地获取其他小组的信息报告<sup>[12,13]</sup>, 从而减小每次获取信息报告的固定时间成本  $F$ 。由式(9)有

$$\frac{\partial M_s^*}{\partial F} = \frac{Mr}{(r+F)^2} + \frac{B}{2(r+F)^2(\alpha-\beta)\sqrt{\frac{A}{\alpha-\beta}}} > 0 \quad (12)$$

其中,  $B = Mr(1-\alpha)(1+r/F) + M^2r(2\alpha-\beta+\beta r/F)$

在团队规模  $M$  不变时,  $F$  的上升使得团队分组数目较少更为经济, 因而小组最优规模  $M_s^*$  随着  $F$  上升而增大。当  $F$  趋近于 0 时, 由于  $\beta < \alpha$  小组之间的信息交流比小组内部具有绝对的成本优势,  $M_s^*$  将达到下界 1, 即每位员工独立组成一个小组, 此时在团队内部实现了完全专业化。图 3 所示为  $M_s^*$  随着  $F$  和  $M$  变化的趋势。

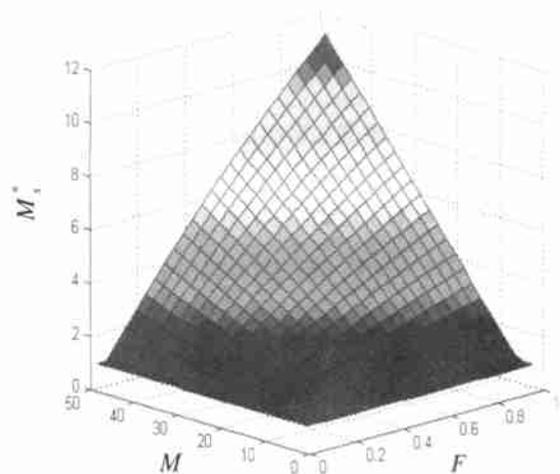


图 3  $M_s^*$  随  $F$  和  $M$  而变化的趋势

**结论 5** 信息技术的改善可以降低小组之间获取信息报告的固定时间成本  $F$ , 从而使  $M_s^*$  下降, 当  $F$  趋近于 0 时,  $M_s^*$  达到下界 1。

## 4 结束语

底层员工作为单个团队时, 团队产出随着团

队规模的增大而提高,但增加团队规模的边际产出是递减的,而团队内部信息交流能力则决定了团队产出值的上界,因此提高团队的信息技术水平可以大大提高团队产出。当底层员工人数众多时,必须对团队进行分组以避免团队员工陷入信息包围中。底层员工生产组织设计工作就是合理设置团队小组的规模。信息技术对于团队小组最

优规模的影响是通过小组内部信息处理能力、小组之间信息处理能力和获取小组以外信息能力等三个方面来实现的。因此,在底层员工团队中,信息技术投资可以提高团队生产率,增加团队产出,改善团队生产的组织设计。企业可以根据实际需要,投资于不同类型的信息技术实现底层员工生产组织的合理设计。

## 参 考 文 献

- [1] Guzzo R A, Dickson M W. Teams in organizations: Recent research on performance and effectiveness[J]. Annual Review of Psychology, 1996, 47(2): 307- 338
- [2] Alchian A, Demsetz H. Production, information costs, and economic organization[J]. American Economic Review, 1972, 62(5): 777- 795
- [3] [美]乔恩·卡曾巴赫等. 团队的智慧: 创建绩优组织[M]. 北京: 经济科学出版社, 1999. 29- 50
- [4] 贾砚林, 颜寒松. 团队精神[M]. 上海: 上海财经大学出版社, 1999. 69- 98
- [5] Hiltz S R, Turoff M. Structuring computer-mediated communication systems to avoid information overload[J]. Communications of the ACM, 1985, 28(7): 680- 689
- [6] [美]理查德L. 达夫特. 组织理论与设计精要[M]. 李维安等译. 北京: 机械工业出版社, 1999. 101- 103
- [7] Hitt L M, E Brynjolfsson. Information technology and internal firm organization: An exploratory analysis[J]. Journal of Management Information Systems, 1997, 14(2): 81- 101
- [8] Nault B R. Information technology and organization design: Locating decisions and information[J]. Management Science, 1998, 44(10): 1321- 1335
- [9] 王旗林, 黎志成. 应用信息技术重组企业流程[J]. 科技进步与对策, 1999, 16(4): 21- 25
- [10] Markus M L, Robey D. Information technology and organizational change: Causal structure in theory and research[J]. Management Science, 1988, 34(5): 583- 598
- [11] 王其藩, 余丽娟. 论组织的设计和重构[J]. 系统工程理论方法与应用, 1995, 4(2): 1- 10
- [12] AnolBhattacharjee, Rudy Hirschheim. IT and organizational change: Lessons from client/server technology implementation[J]. Journal of General Management, 1997, 23(2): 31- 46
- [13] 仲伟俊, 梅妹娥. 信息系统技术对企业竞争力的影响分析[J]. 管理科学学报, 1998, 1(2): 37- 42

## Information technology, team production and organizational design of bottom-tier employees

WANG Zhi-hui, JIANG Fu

Aetna School of Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China

**Abstract** Team is an important form to organize the bottom-tier employees' production in enterprise. Based on the information producing and processing during the enterprises' production, a mathematical model regarding the bottom-tier employees as single team is put forward. The model shows that output of single team increases as team size growing, but the marginal return is decreasing. The single team output has an upper limit that can be increased by enhancing information technology (IT) applications in the team. When employees are numerous, the team members may be saturated with information. Thus, team splitting is necessary. The team splitting model is presented based on formal single team model, and IT's impacts on optimal size of team subgroup are also analyzed.

**Key words** information technology (IT); team production; bottom-tier employees; team splitting; organizational design