

Supplier development and its incentives in infrastructure mega-projects: A case study on Hong Kong-Zhuhai-Macao Bridge project

大型基础设施项目的供应商培育及其激励机制——基于港珠澳大桥项目的案例研究

Frontiers of Engineering Management (工程管理前沿), 2018

曾伟, 张劲文, 王红卫, Hongtao ZHOU

华中科技大学自动化学院, 华中科技大学管理学院, 港珠澳大桥管理局

这篇论文做了什么？

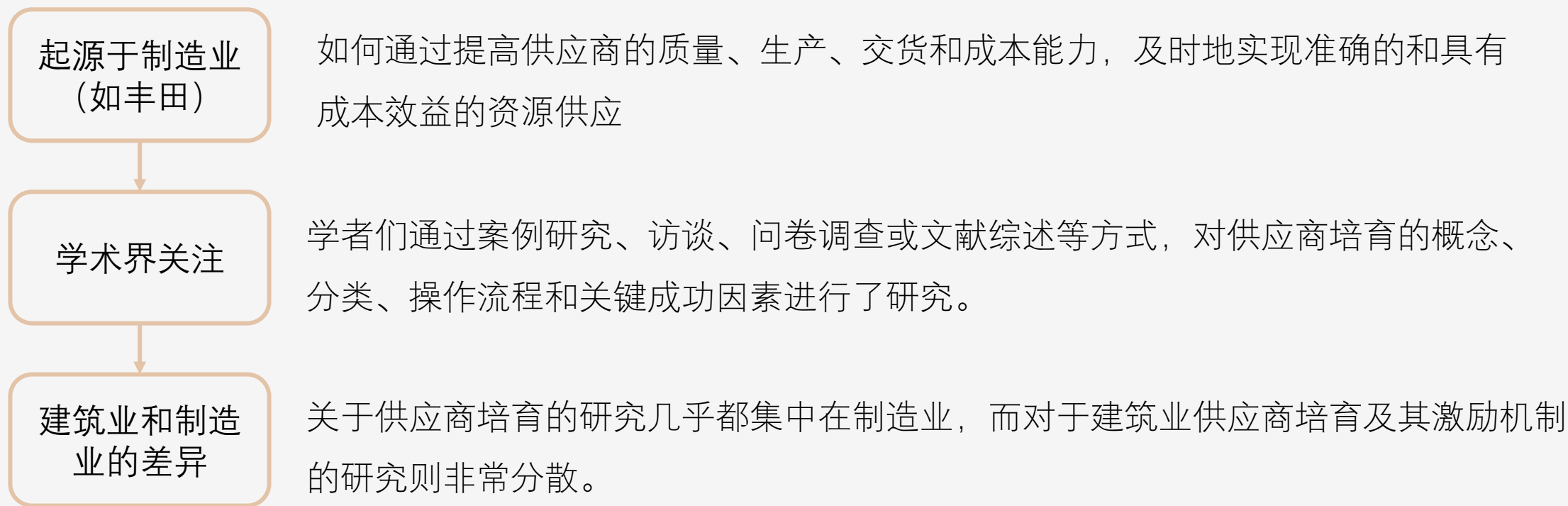
以港珠澳大桥项目为例，分析大型基础设施项目的供应商培育。

路线图：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

目录

1. 问题来源
2. 研究内容
3. 问题解决效果、创新点
4. 启发

1 问题来源



本文的目的是根据建筑项目的特点，进一步探讨**影响建筑供应商培育的关键因素**。特别是考虑到建筑供应商培育中的质量提升和生产能力提升，本文将**分析供应商培育的激励因素**，并提出**设计激励机制的决策框架模型**。我们希望这项研究能够为大型基础设施项目供应商的培育实践提供管理上的见解。

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

案例简介：港珠澳大桥是一座连接香港、珠海和澳门的跨海大桥。

1. 施工现场自然环境十分恶劣。

海流、水文、气象条件复杂。建筑工地在繁忙的航运线上。

2. 该工程的质量指标很高。

如桥梁的使用寿命为120年，远远高于国内普通的建设项目。为了达到高质量标准和规范,减少复杂的施工环境条件的影响,HZMB项目引入了预制施工方法,桥梁的主要工作,包括码头、钢箱主梁,混合梁和预制沉管隧道在各自的工厂预制，然后运送到建筑工地安装。

3. 预制构件的制造和装配使用了大量的新技术和先进的设备。

以深水非通航桥梁断面为例，我国首次采用大型悬臂式单箱双格梁结构。为了保证此类钢箱梁的质量和供应，项目一开始，港珠澳大桥管理局就选择了国内三大钢箱梁供应商。但现有生产能力或产品质量达不到施工规范要求。作为业主，港珠澳大桥管理局采取了各种措施来提高供应商的生产能力和质量水平，包括联合承担国家科技支撑计划、优惠钢箱梁价格、人员培训等。

	港珠澳大桥	东海大桥
设计使用寿命	120年	100年
抗地震烈度	8级	7级
防台风	16级	12级

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

从培育动机、供应商选择、质量管理、生产方式、业主参与、风险等方面分析了建筑业供应商培育的特点。

维度	制造业	建筑业（大型基础设施项目）
培育动机	可能是短期合作、问题驱动的，也可能是战略、追求未来长期竞争力的	往往是一次性的和临时性的；业主代表政府，以提高行业竞争力为己任
供应商选择	供应商数量通常很大。可以根据历史业绩数据建立相应的供应商评价体系	由于大型基础设施项目的高技术和高质量规范，通常很少有供应商具备市场所需的能力。
质量管理	抽检为主（零件的种类和数量通常很大）	全面检验（类型往往单一，数量相对较少，单价却很高）
生产方式	多样化	往往采用分布式生产方式（由于大型大型和重型预制构件的运输受到限制）
业主参与	买方直接参与生产过程（资金支持、技术指导、人员培训）	业主主要负责整个项目管理的组织与协调，但不直接参与生产。（资金支持、帮助建立完善的管理制度，借助技术咨询机构提供技术支持）
风险	大量部件是标准化的，成本更低	定制化、非标准化、生产周期长、装配受环境制约

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

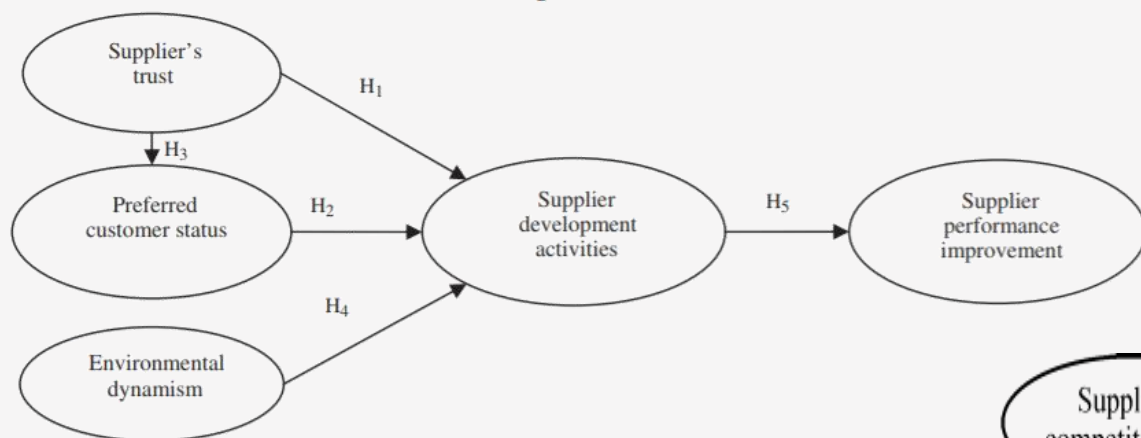
通过前一节的对比分析，分析了建筑业与制造业的区别。要在建设项目中利用好供应商培育的优势，就必须根据建设项目的特点，识别建设供应商培育的驱动因素和障碍。

因素	驱动	阻碍
激励	业主的激励驱动供应商积极参与供应商培育，从而保证了资源的供应，提高了供应商的竞争力。	
合作	战略、运营和支持层的协作使组织和实施供应商开发活动成为可能。	必须高度重视从高层领导到高层管理人员的协作，需要大量的人力、物力和财力投入。
未来市场	提高未来市场竞争力是供应商参与供应商培育项目的重要因素之一。	未来的不确定性和风险影响供应商的投资回报和参与供应商培育的意愿。
信任	业主与供应商之间的相互信任可以建立良好的合作伙伴关系，有利于供应商培育活动的渠道。	参与者之间的不同利益经常阻碍他们相互信任的实现。
双边沟通	有效的双边沟通能准确识别供应商培育需求，发现供应商培育过程中的问题，提高培育效率。	在供应商培育过程中，业主与供应商之间的沟通不畅往往会导致偏差或效率低下。
供应商竞争力	供应商自身的能力，包括产品质量、生产能力和管理能力，影响着业主的选择、培育方法和投入。	

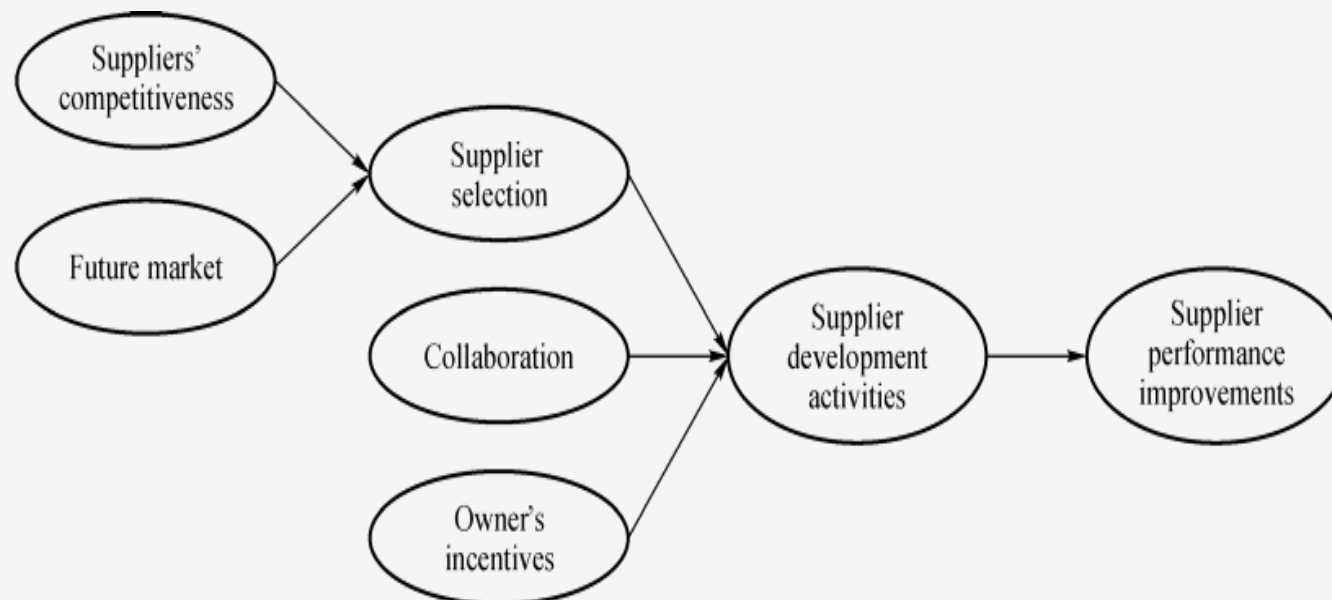
2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

基于制造业供应商培育的概念模型，提出了建筑行业供应商培育的概念模型，强调了上述关键因素。

Conceptual model



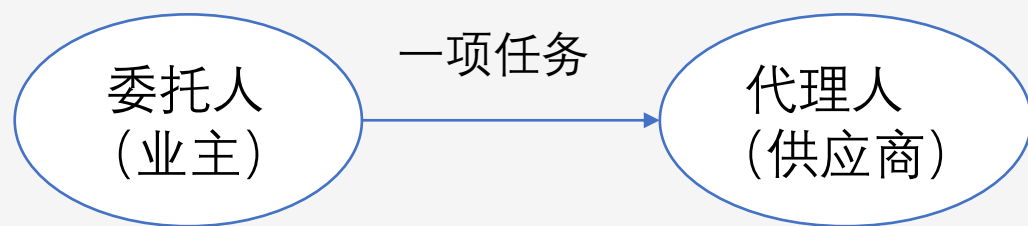
制造业供应商培育概念模型



建筑业供应商培育概念模型

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

从以上分析可知，业主激励是供应商培育的关键影响因素和措施。考虑了两种常用于激励机制设计的方法：委托代理理论(Principal-Agent Model)和斯塔克伯格博弈(Stackelberg game)。



业主给予供应商最低的激励，供应商必须选择是否接受供应商培育。

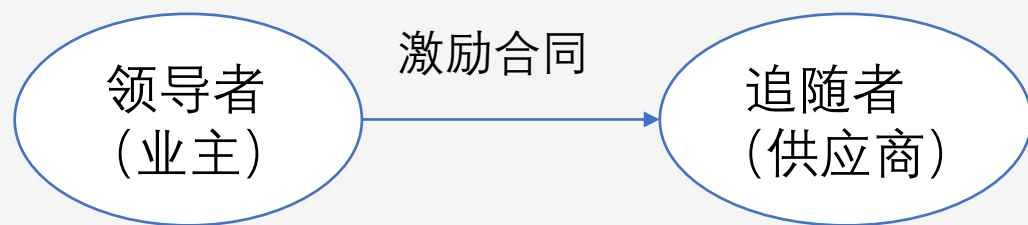
变量：激励强度

目标函数：业主利益最大化

约束：供应商参与培育获得的利益 \geq 不参与培育获得的收益

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

从以上分析可知，业主激励是供应商培育的关键影响因素和措施。考虑了两种常用于激励机制设计的方法：委托代理理论(Principal-Agent Model)和斯塔克伯格博弈(Stackelberg game)。



业主向供应商提供激励合同，双方都试图使自己的利益最大化，并在Stackelberg均衡中达成博弈的解决方案，即激励合同为双方所接受。

变量：激励强度

目标函数：业主利益最大化

约束：供应商收益最大化

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

以提升质量水平为例，写一个具体例子。需要量化：质量水平、质量改进成本、业主激励、未来市场需求、双方利润函数。

1.质量水平

以一维变量表示质量水平。假设初始产品质量水平为 x_0 ，改进后的质量水平为 x 。 x 为连续值，越大表示产品质量越好。

2.生产成本函数

$$\underbrace{(f + \varepsilon(x - x_0))}_{\text{单位生产成本}} \underbrace{Q}_{\text{购买量}} + \underbrace{k(x - x_0)^2}_{\text{投资成本}}$$

3.业主激励

投资成本分担 (θ) + 价格激励 $p_0 + \delta(x - x_0)$

投资成本（为了质量改进，在研发、设备、培训上的投入）

4.未来市场需求

假设需求 D 是由产品价格 p 和质量 x 决定的

$$D = \alpha + \lambda x - \gamma p,$$

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

供应商培育后，供应商的产品质量水平提高到 x 。假设供应商未来采用相同的质量水平，供应商的收入来自其目前的项目和未来的市场。供应商当前项目的利润为

$$\Pi_{sc}^D = [p_0 + \delta(x - x_0) - (f + \varepsilon(x - x_0))]Q - k\theta(x - x_0)^2.$$

供应商未来的利润是

$$\Pi_{sf}^D = \rho[p - (f + \delta(x - x_0))](\alpha + \lambda x - \gamma p).$$

业主的利润为

$$\Pi_b = a(x - x_0)Q - (1 - \theta)k(x - x_0)^2 - [p_0 + \lambda(x - x_0)]Q.$$

2 研究内容：分析特点-确定关键影响因素-提出激励机制

在委托代理模型中，业主决定激励强度（购买价格激励 δ 和成本分摊比例 θ ），以及质量水平 x 。业主在给出供应商能接受的最低激励强度的约束下，追求自身利润最大化。

$$\text{Max } E[\Pi_b], \quad (9)$$

$$\text{s.t. } E[\Pi_S^D] \geq E[\Pi_S^N], \quad (10)$$

在Stackelberg模型中，业主决定激励强度（购买价格激励 δ 和成本分摊比例 θ ），追求自身利润最大化，而供应商决定了质量水平 x ，同时也追求自身利润最大化。

$$\text{Max } E[\Pi_b], \quad (12)$$

$$\text{Max } E[\Pi_S^D], \quad (13)$$

通过求解这两个决策模型，可以分析业主激励对供应商质量水平提升的影响。通过参数敏感性分析，可以分析购买量、生产成本和市场需求对激励、质量水平提升的影响。这些分析可以为供应商培育中的激励机制设计提供决策支持。

3 问题解决效果、创新点

目的：为大型基础设施项目供应商的培育实践提供管理上的见解

- 1.分析了大型基础设施项目供应商培育的特点（培育动机、供应商选择、质量管理、生产方式、业主参与、风险）
- 2.确定了影响因素（激励、合作、未来市场、信任、双边沟通、供应商竞争力），提出概念模型。
- 3.设计了两种激励机制模型，可以分析业主激励对供应商质量水平提升的影响。

创新点：

1. 制造业到大型基础设施项目的推广，主要体现在影响供应商培育的概念模型
2. 文中激励机制的设计较为普适，是现有模型的套用，创新性一般

4 启示

1. 管理创新来源于实践，需要对工程有深入了解
2. 大型基础设施项目的特点和载人航天项目有很多相似之处，例如高质量新技术，可以借鉴。