

# 消除建筑工程设计变更的定量激励机制

马智亮, 马健坤

(清华大学 土木水利学院, 北京 100084)

**摘要:** 设计变更是建筑工程成本超预算的主要原因. 国外兴起的集成项目交付(IPD)模式可消除设计变更, 主要是因为采用基于IPD原则建立的激励机制使设计阶段就加入项目的施工方积极协助设计方优化设计. 在先前的研究中, 适应我国建筑工程实际、定性的、基于IPD消除设计变更的激励机制已被建立. 概述该定性激励机制, 通过分析我国建筑工程施工方和设计方消除设计变更的特征, 建立定量激励机制, 利用实际项目数据验证该定量激励机制的有效性.

**关键词:** 集成项目交付; 建筑信息模型; 设计变更; 激励机制; 工程结算

中图分类号: F284

文献标志码: A

## A Quantitative Incentive Mechanism to Eliminate Change Orders in Construction Projects

MA Zhiliang, MA Jiankun

(School of Civil Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** Change orders are the main cause of over budget cost. A project delivery mode called IPD (Integrated Project Delivery) can eliminate change orders in foreign construction projects, because its internal incentive mechanism based on principles of IPD can prompt contractors participating in the design phase to assist designers in optimizing design actively. In previous study, an IPD-based qualitative incentive mechanism adapting the situation of construction projects in China was established to eliminate change orders. First, this paper summarized the qualitative incentive mechanism. Then, by analyzing the characteristics of change orders that would be eliminated by designers and contractors in China, established a quantitative incentive mechanism based on the qualitative one. Finally, it verified the effectiveness of the quantitative incentive mechanism with the financial data of actual projects.

**Key words:** integrated project delivery (IPD); building information modeling (BIM); change orders; incentive mechanism; project settlement

建筑工程的设计变更是指在施工合同履行过程中, 由工程不同参与方提出, 最终由设计方以设计变更或设计补充文件形式发出的工程变更指令<sup>[1]</sup>. 成本超预算是我国建筑工程中出现的主要问题之一, 设计变更是成本超预算的主要原因<sup>[2]</sup>. 因为设计变更发生时, 部分工程已经完工, 所以它们引起的返工或者窝工会增加建造成本、降低工程质量和拖延工期<sup>[3]</sup>. 可见, 按照设计变更的定义, 针对它们修改图纸是必要的, 而相应的施工改变对于建造成本却是有害的. 为打破上述矛盾, 必须在施工前发现潜在在设计变更并修改图纸, 从而阻止设计变更在施工中发生. 然而, 在我国建筑工程实践中, 一般以被动方式处理设计变更, 即在变更发生后先确定责任再赔偿. 这种被动处理设计变更的方式不仅破坏参与方协作关系<sup>[4]</sup>, 更重要的是不能在施工前主动预防设计变更在施工中发生.

国外兴起的集成项目交付(integrated project delivery, IPD)模式已经展现出解决多种建筑工程问题的能力, 包括消除设计变更. 美国 AIA (American Institute of Architects)将 IPD 定义为一种集成人员、系统、知识和经验, 能够减少浪费、降低成本、减少返工、缩短工期和提升建筑物使用价值的建筑项目交付模式<sup>[5]</sup>. Asmar 通过分析比较包含 10 个实施 IPD 模式的项目(以下简称 IPD 项目)的 35 个美国工程实例, 发现 IPD 模式不仅能提高工程质量、缩短工期, 还能消除几乎全部工程设计变更<sup>[6]</sup>. 在国外, IPD 模式效果显著的原因是施工方在设计阶段早期就参与项目, 在基于利益分享和财务公开

收稿日期: 2015-10-27

基金项目: 国家自然科学基金(51078201)

第一作者: 马智亮(1963—), 男, 教授, 博士生导师, 工学博士, 主要研究方向为信息技术在土木工程中的应用.

E-mail: mazl@tsinghua.edu.cn

等 IPD 原则建立的激励机制下,协助设计方全面优化设计,包括消除潜在设计变更<sup>[7]</sup>. 遵循以上两条原则按固定比例在建设方、设计方和施工方之间分配新增利润是国外 IPD 项目普遍使用的激励机制. 美国和英国的行业协会建议在项目准备阶段就确定按何种比例分配新增利润<sup>[5,8-9]</sup>. 澳大利亚财政部推荐了在公共项目上确定新增利润分配比例的方法<sup>[10]</sup>. 为获得法律强制力支持,已经确定新增利润分配比例的激励机制必须写入 IPD 项目合同或合同附件中<sup>[11-13]</sup>. Jung 使用囚徒困境模型推断按固定比例分配利润的激励机制是有效的<sup>[14]</sup>. 据文献,美国至少有 14 个 IPD 项目因为使用这种激励机制而获得显著经济效益<sup>[11,16-17]</sup>. 然而,由于我国建筑业竞争激烈,施工方主要依赖设计变更获得利润,所以施工方不但不可能按 IPD 原则公开财务,而且即使参与设计阶段,施工方也不愿主动消除设计变更. 因此,我国建筑工程不能照搬国外 IPD 项目激励机制消除设计变更. 笔者等在先前的研究中,立足我国国情,建立了定性的、基于 IPD 消除设计变更的激励机制<sup>[18]</sup>. 但是,在建筑工程实践中,需要定量的、被验证为有效的激励机制.

本文旨在阐述在该激励机制的基础上建立的定量激励机制. 首先概述定性的激励机制,然后通过分析我国建筑工程施工方和设计方消除设计变更的特征,建立以该激励机制为基础的定量化的激励机制,最后利用实际项目数据验证了该定量激励机制的有

效性.

## 1 定性激励机制概述

对于该定性激励机制,基于 IPD 意味着两点,一是施工方在设计阶段早期就参加项目;二是在设计阶段设计方使用 BIM (building information modeling) 技术完成设计,施工方基于 BIM 模型提出改进建议. 一般地,利用 BIM 技术,例如基于 BIM 模型进行冲突检查<sup>[15]</sup>,使设计方有能力发现并消除比较严重的潜在设计变更. 同时,为在投标时估算包含设计变更获利的实际利润,施工方必然有能力依靠施工经验从图纸中发现潜在设计变更. 因此,基于 IPD 的激励机制的核心功能是,在项目管理上促使设计方和施工方主动消除所有借助 BIM 技术和施工经验可事先发现的潜在设计变更<sup>[18]</sup>.

该定性激励机制是在分析一个已竣工别墅项目 A 标段的工程结算书的基础上建立起来的. 首先从中提取设计变更相关数据,计算每项设计变更的合价,然后按其合价从小到大顺序排列,绘制设计变更合价分布曲线,如图 1 所示. 该曲线是一个下凹曲线,这是使用该激励机制的必要条件. 该定性激励机制的总体思路是,通过补偿设计方和施工方使他们分工协作消除设计变更,这意味着图 1 中展示的设计变更被分为两部分,一部分是“高”的,由设计方负责解决,另一部分是“宽”的,由施工方负责解决.

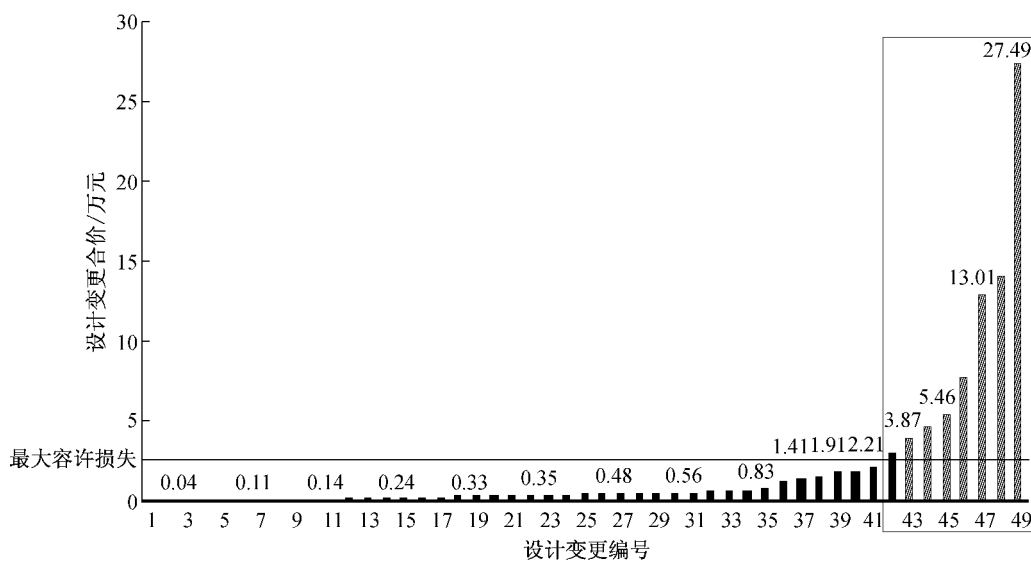


图 1 别墅项目中设计变更的合价

Fig.1 Comprehensive prices of change orders in villa construction project

补偿设计方的办法是,建设方将给予设计方的设计费分为两部分,即原有普通设计费和新增的、充

当保证金的固定总额补偿  $E$ ;取图 1 中方框内设计变更合价的最小值为最大容许损失值  $C$ ,建设方对

损失额大于  $C$  的设计变更零容忍,即只有施工阶段不发生损失额大于  $C$  的设计变更,设计方才能在竣工后获得  $E$ . 因为 BIM 技术使设计方有能力发现并消除这种设计变更,设计方一定会使用 BIM 技术,所以  $E$  必须高于使用 BIM 技术的成本.

补偿施工方的办法是,建设方首先公布固定单价补偿  $P$ ,用于补偿施工方因上报每项潜在设计变更而损失的预期利润. 可以推断,在审查图纸时,施工方会将每个潜在设计变更的预期利润与该单价进行比较,当发现低于该单价时,就将它上报给设计方. 当设计方核实并修正施工方上报的设计变更后,建设方再根据核实后的有效上报总数计算补偿施工方的总金额. 如图 1 所示,为促使施工方将其发现的、合价小于最大容许损失值  $C$  的潜在设计变更全部上报,固定单价补偿  $P$  必须高于最大容许损失值  $C$  与总承包合同中利润率的乘积,因为在工程实践中,施工方利用某项设计变更的获利一般由该项设计变更导致的成本增加与利润率的乘积决定.

## 2 激励机制参数的计算方法

为实施该激励机制,建设方必须确定它的 3 个参数,即  $C$  和针对设计方的  $E$ ,以及针对施工方的  $P$ . 以下将分析并确定这些参数的计算方法,从而建立定量激励机制.

### 2.1 每项设计变更的最大容许损失值

首先假设,新建项目与已竣工项目在设计变更导致损失上遵循相同规律. 为此,可以利用已竣工项目的结算数据确定  $C$  的计算方法. 本文将在第 3.1 节验证该假设.

因为建设方给予施工方的  $P$  由  $C$  决定,且随其增大而增大,所以施工方希望由建设方确定的  $C$  尽量大;同时,因为  $C$  越小设计方不能得到  $E$  的风险就越高,所以设计方也希望由建设方确定的  $C$  尽量大;然而,因为降低  $C$  可以降低支付给施工方的补偿金,所以建设方希望使  $C$  尽量小,但是过小的  $C$  会使施工方消极对待该激励机制,也会使设计方放弃消除设计变更的努力,因为失去  $E$  从而不能弥补 BIM 技术使用成本的风险太高. 因此,由建设方确定的  $C$  必须保证三方共赢.

如前所述,在该激励机制下,施工方负责发现预期损失小于  $C$  的潜在设计变更,而设计方负责发现预期损失大于  $C$  的潜在设计变更,所以图 1 中合价等于  $C$  的设计变更就是施工方和设计方的责任分界

点. 该责任分界点在统计指标上的特征是,施工方负责发现的潜在设计变更的合价平均值较小,而设计方负责发现的潜在设计变更的合价平均值较大;同时,施工方和设计方各自负责发现的潜在设计变更的合价围绕其平均值的变化幅度也不应该太大,即设计变更合价的离散程度不能太大. 后者可以用统计学的离散系数度量,离散系数越小,表示设计变更的合价越接近其平均值,如下式:

$$V = S/M \quad (1)$$

式中: $V$  为离散系数; $S$  为标准差; $M$  为平均值.

因为待发现的潜在设计变更总数固定,所以,当降低施工方负责发现的潜在设计变更的离散系数时,设计方负责发现的潜在设计变更的离散系数就会升高,反之亦然. 因此,本研究将这两组潜在设计变更的两个离散系数的加权和定义为全部潜在设计变更的总离散系数,两个权值是两组潜在设计变更各自数量与潜在设计变更总数的比值. 如果以某个潜在设计变更为分界点,使得总离散系数最小,那么该潜在设计变更就是责任分界点,表示设计方和施工方达到责任平衡,该潜在设计变更的合价就是最大容许损失值  $C$ ,如下式:

$$n_i = \arg \min \left\{ V_n = \frac{m-n}{m} V_c + \frac{n}{m} V_d \right\} \quad (2)$$

式中: $m$  为待发现的潜在设计变更的总数; $n$  为设计方负责发现的潜在设计变更的数量; $V_c$  为施工方负责发现的潜在设计变更的离散系数; $V_d$  为设计方负责发现的潜在设计变更的离散系数,表示当设计方负责发现  $n$  个潜在设计变更时,全部潜在设计变更的总离散系数; $n_i$  表示使总离散系数最小的  $n$ .

图 2 是将计算  $C$  的方法用于别墅项目的结果,它的  $V_n$  存在最小值,第  $n_i$  个设计变更就是责任分界点,它的合价就是  $C$ .

### 2.2 计算应给予设计方的固定总额补偿

在该激励机制下,为保证按图施工时不发生损失大于  $C$  的设计变更,设计方会使用 BIM 技术. 因此,除了原有普通设计费,建设方还应该按照设计 BIM 模型的市场价支付  $E$ ,用于弥补设计方使用 BIM 技术的成本. 本研究收集了由 38 家设计院报价的 BIM 模型设计费单价数据,将它们的平均值  $5.42 \text{ 元} \cdot \text{m}^{-2}$  作为 BIM 模式设计费的市场价<sup>[19]</sup>. 建设方可以将如此获得的设计 BIM 模型的市场价与建筑面积的乘积作为  $E$ . 因为 BIM 模型设计费会随时间变化,所以应根据时价计算应给予设计方的  $E$ .

### 2.3 计算应给予施工方的固定单价补偿

如上所述,目前施工方利用某项设计变更的获

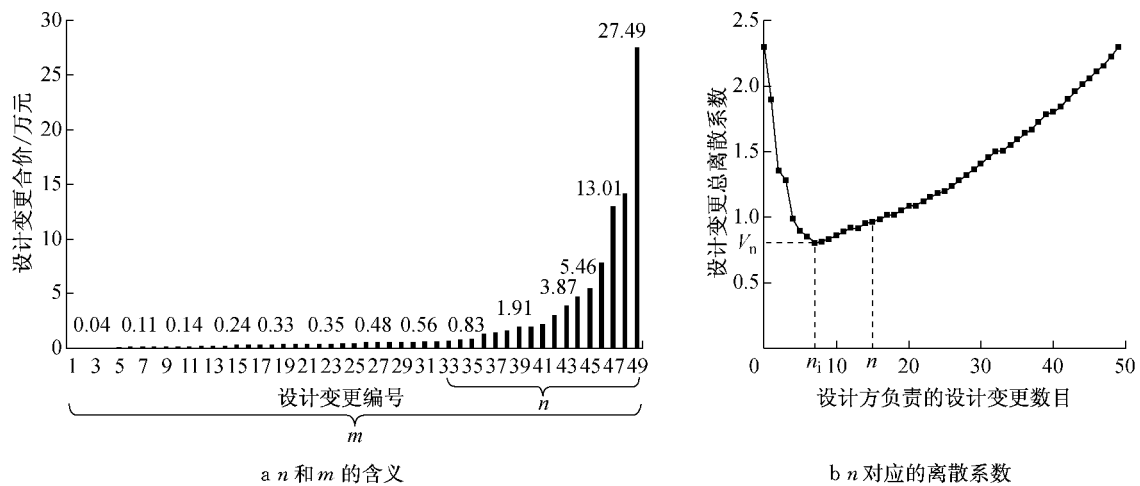


图 2 别墅项目的总离散系数曲线

Fig.2 Curve of the total V in villa construction project

利是该项设计变更的合价与总承包合同中利润率的乘积. 在该激励机制下, 因为施工方上报一项设计变更而损失利润的最大值是 C, 并且通过结合施工经验在设计方交付的 BIM 模型上进行冲突检测和虚拟施工等分析, 施工方可以几乎无成本地找出潜在设计变更<sup>[15]</sup>, 所以建设方可以将 C 与总承包合同中利润率的乘积作为 P.

### 2.4 基于定量激励机制的案例分析

作为例子, 将上述参数计算方法应用在别墅项目 A 标段中. 该标段的总建造成本为 15 052 300 元, 设计变更总额 1 020 850.77 元. 由式(1)和式(2)计算  $C=29\ 980.63$  元; BIM 模型设计费单价 5.42 元  $\cdot m^{-2}$  与该标段建筑面积 10 034.87  $m^2$  的乘积可作为  $E=54\ 389.00$  元; C 与施工方利润率 5% 的乘积作为固定单价补偿  $P=1\ 499.03$  元, 施工方上报 42 项设计变更, 获得补偿金的总额为 62 959.26 元; 除去支付设计方和施工方的补偿金, 建设方获利 903 502.51 元. 表 1 给出别墅项目使用该激励机制, 建设方、设计方和施工方的预期新增收益. 可见, 三方收益均增加.

## 3 验证定量激励机制

本研究分两步验证该激励机制的有效性. 首先, 本研究专门收集了 21 份已竣工项目的工程结算书, 通过计算假如使用定量激励机制时, 每个项目中各参与方的预期新增收益, 初步验证其有效性. 然后, 本研究通过拟合该激励机制在 22 个项目上的参数, 得到针对新建项目的参数计算公式, 并应用在某新建综合科研楼项目中, 通过总结应用结果最终验证

定量激励机制的有效性.

表 1 别墅项目参与方使用该激励机制的预期新增收益

Tab.1 Participants' prospective additional profits from using incentive mechanism in villa construction project

参与方	未使用机制	假如使用机制	新增收益 万元
建设方	-102.1	-11.74	90.35
设计方	0	5.44	5.44
施工方	5.04	6.30	1.26

### 3.1 21 个工程实例使用该激励机制的效果

本研究专门收集了 21 个已竣工的工程实例的结算书. 表 2 从结算书来源、工程合同价及建筑物类型三方面展示了这些案例的基本情况. 在 21 个工程实例中设计变更造成的损失占工程合同价的 4%~18%, 其中 9 个实例超过 10%. 可见, 消除设计变更对于这 21 个工程实例是非常必要的.

表 2 21 个工程实例的基本情况

Tab.2 Basic situations of 21 project cases

序号	属性	分项	占比/%
1	数据来源	政府建设局	77.3
		房地产企业	9.1
		公开出版物	13.6
2	工程合同价	小于 0.5 亿元	36.4
		小于 1 亿元	31.8
		小于 1.5 亿元	27.3
		大于 2 亿元	4.5
3	建筑类型	住宅	36.4
		综合办公楼	22.7
		工业厂房	18.2
		综合商场	13.6
		教学楼	4.5
		图书馆	4.5

针对每份工程结算书, 本研究将从中提取的设计变更按其合价从小到大排序并绘图, 发现全部 21

个工程实例的设计变更合价分布曲线都是下凹的,即每个工程实例都符合使用该激励机制的条件;更重要的是,该分布规律与工程合同价和建筑物类型无关。

假设每个工程实例都使用该激励机制,本研究使用前文所述方法求出每个工程的  $C, P$  和  $E$ , 进而计算出建设方、设计方和施工方的预期新增获利,如图 3 所示. 图中横坐标是按工程合同价从小到大排列的工程实例的序号. 可见,该激励机制可为 21 个工程实例的各参与方均带来新增获利;同时,建设方获利远超受其补偿的设计方和施工方. 因为在 21 个工程实例中建筑物都是钢筋混凝土结构,所以钢筋混凝土结构建筑物的项目均可使用该激励机制。

### 3.2 在新建项目中使用该激励机制的效果

为在新建项目中使用该定量激励机制,必须首先为新建项目确定合适的  $C, E$  和  $P$ . 因为  $E$  可以由设计 BIM 模型的市场价与建筑面积的乘积算出,  $P$  可以由  $C$  与工程承包合同中利润率的乘积算出,所以新建项目只需计算出  $C$  即可。

为此,尝试根据上述 22 个工程实例的数据(包括用于案例分析的 1 个工程实例和用于检验的 21 个工程实例),建立  $C$  与合同价的关系,如图 4 所示. 以工程合同价为自变量,以  $C$  为因变量,本研究拟合由 22 个  $C$  和 22 个工程合同价组成的 22 个数据点,得到拟合直线如下式:

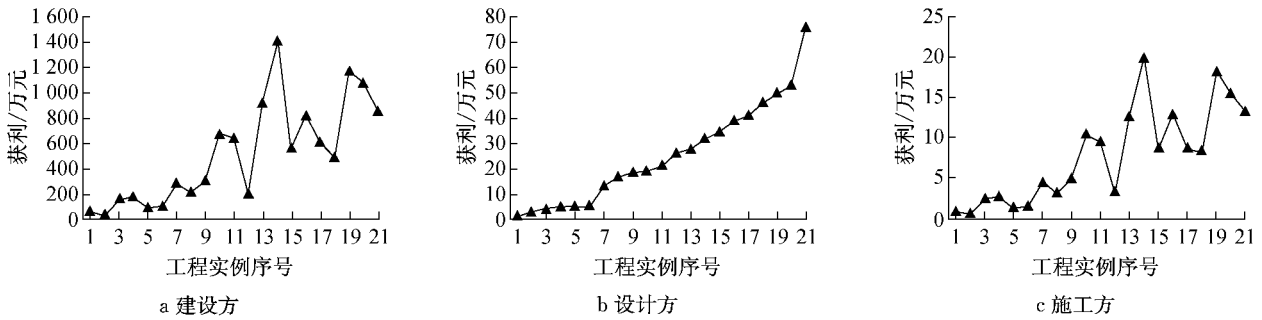


图 3 21 个工程实例使用该激励机制的预期新增获利

Fig.3 Prospective additional profits from applying incentive mechanism to 21 project cases

$$C = 0.000\ 220\ 304C_p + 5\ 964.38 \quad (3)$$

式中: $C$  表示最大容许损失值; $C_p$  表示工程合同价。

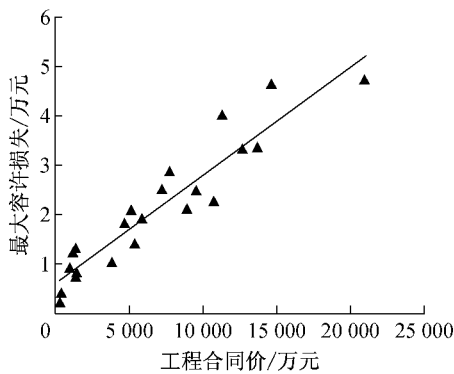


图 4 从 22 个工程实例拟合最大容许损失值  
Fig.4 Fitted straight line of value C based on 22 project cases

该定量激励机制应用于一个建设方自有自营的钢筋混凝土综合科研楼新建项目. 由于我国目前没有支持 IPD 模式的标准合同,所以该建设方的房地产子公司利用母公司的内部行政文件与建筑设计院和施工总承包事业部构建符合 IPD 模式的权责关系

和项目组织结构. 因为该项目的工程合同价是 4 亿元,所以由式(3)算出  $C=94\ 085.98$  元;因为该项目总建筑面积是  $80\ 498\ m^2$ ,并且已知我国 BIM 模型设计费的市场价平均值是  $5.42\ 元 \cdot m^{-2}$ ,所以  $E=436\ 299.16$  元;因为施工方利润率在总承包合同中约定为 3.5%,所以  $P=3\ 293.01$  元。

目前,该项目即将竣工交付使用. 这里通过分析该项目数据检验该定量激励机制,如表 3 所示. 建筑设计院总计发现 99 处潜在设计变更,并使得施工过程中没有发生损失大于 94 085.98 元的设计变更. 最后它按约定可从房地产子公司获得 436 299.16 元补偿金. 施工总承包事业部总计上报 98 处潜在设计变更,因为固定补偿单价是 3 293.01 元,它从房地产子公司获得 322 714.98 元补偿金. 最后,按照工程造价部门估算,消除 197 处设计变更总计挽回 11 335 180 元损失,除去支付建筑设计院和施工总承包事业部的补偿金,房地产子公司实际节约 10 576 165.86 元资金. 可见,该激励机制是有效的,它能够保证参与方实现经济共赢。

表 3 综合科研楼项目使用该激励机制的效果

Tab. 3 Results of applying incentive mechanism to comprehensive building project for research

序号	效果	分项	数量/项	金额/万元
1	设计院发现 设计变更	建筑与结构碰撞	66	
		净高相关	23	
		幕墙相关	4	
		建筑设计相关	4	
		其他	2	
2	总承包事业部 发现设计变更	机电与结构碰撞	55	
		建筑与结构碰撞	23	
		净高相关	20	
3	技术专业 节约成本	机电专业		548.40
		给排水与暖通专业		325.63
		建筑与结构专业		259.49
4	各参与方 新增获利	房地产公司		1057.62
		建筑设计院		43.63
		总承包事业部		32.27

## 4 结语

在先前研究建立的基于 IPD 消除我国建筑工程设计变更定性激励机制的基础上,本文通过分析我国建筑工程施工方和设计方消除设计变更的特征,建立了基于 IPD 的定量激励机制,用于主动消除所有借助 BIM 技术和工程经验可被事先发现的潜在设计变更.在利用工程合同价最高 2.1 亿元,建筑类型涉及住宅、工业厂房、教学楼、综合办公楼、综合商场和医院的 21 份已竣工项目结算数据,初步验证该定量激励机制的有效性后,又通过在一个工程合同价 4 亿元的综合科研楼新建工程中使用该机制,最终验证了其有效性.可见,该定量激励机制可应用在工程合同价低于 4 亿元的混凝土结构建筑工程中消除设计变更,对于其他结构的建筑工程,可以用类似的方法建立对应的定量的激励机制.

## 参考文献:

- [1] 方俊. 建设项目工程变更控制研究[D]. 重庆:重庆大学, 2005.  
FANG Jun. Study on controlling of construction project change [D]. Chongqing: Chongqing University, 2005.
- [2] 李晶. 基于工程量清单计价的工程变更对工程造价的影响研究[D]. 济南:山东大学, 2012.  
LI Jing. Research of the influence of change orders on cost based on valuation with bill quantity [D]. Ji'nan: Shandong University, 2012.
- [3] 张金辉. 工程变更对工程结算影响传导机理研究[D]. 天津:天津理工大学, 2010.  
ZHANG Jinhui. Research on the conduction mechanism of the variation's influence on final payment [D]. Tianjin: Tianjin University of Technology, 2010.
- [4] 高斌. 国际工程总承包项目合同管理与变更索赔[D]. 成都:西南交通大学, 2012.

- GAO Bin. Design of contract management changes/claims for international general contract project [D]. Chengdu: Southwest Jiaotong University, 2012.
- [5] The American Institute of Architects. Integrated project delivery: A guide 2007 version 1 [EB/OL]. [2008-11-13]. <http://www.aia.org/groups/aia/documents/pdf/aia083423.pdf>.
- [6] El Asmar M, Hanna A S, Loh W Y. Quantifying performance for the integrated project delivery system as compared to established delivery systems [J]. Journal of Construction Engineering and Management, 2013, 139(11): 04013012.
- [7] Department of Treasury and Finance. In pursuit of additional value: A benchmarking study into alliancing in the Australian public sector [R]. Melbourne: Evans & Peck & The University of Melbourne, 2009.
- [8] Thomsen C, Darrington J, Dunne D, et al. Managing integrated project delivery [R]. McLean: Construction Management Association of America (CMAA), 2009.
- [9] The Association of Consultant Architects. The ACA standard form of contract for project partnering introduction and explanatory notes [EB/OL]. [2013-05-04]. <http://www.ppc2000.co.uk/pdfs/PPC2000%20Intro%20only%20Website05.pdf>.
- [10] Department of Treasury and Finance. The practitioners guide to alliance contracting [R]. Melbourne: Department of Treasury and Finance, 2010.
- [11] El-adaway I H. Integrated project delivery case study: Guidelines for drafting partnering contract [J]. Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction, 2010, 2(4): 248.
- [12] Dal Gallo L, O'Leary S T, Louridas L J. Comparison of integrated project delivery agreements [R]. San Francisco: Hanson Bridgett LLP, 2009.
- [13] Department of Treasury and Finance. National Alliance Contracting Guidelines [EB/OL]. [2010-10-25]. [https://infrastructure.gov.au/infrastructure/ngpd/files/National\\_Guide\\_to\\_Alliance\\_Contracting.pdf](https://infrastructure.gov.au/infrastructure/ngpd/files/National_Guide_to_Alliance_Contracting.pdf).
- [14] Jung W, Ballard G, Kim Y W, et al. Understanding of target value design for integrated project delivery with the context of game theory[C]// Construction Research Congress 2012. West Lafayette: American Society of Civil Engineers, 2012: 556-563.
- [15] Eastman C, Eastman C M, Teicholz P, et al. BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors [M]. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2011.
- [16] Matthews O, Howell G A. Integrated project delivery an example of relational contracting [J]. Lean Construction Journal, 2005, 2(1): 46.
- [17] Ku K. The core of eden: A case study on model-based collaboration for integrated project delivery[C]// Construction Research Congress 2009. Washington: American Society of Civil Engineers, 2009: 969-978.
- [18] 马智亮, 马健坤. 基于 IPD 消除建筑工程设计变更的机制研究[C]// 第十七届全国工程建设计算机应用大会论文集. 北京:人民交通出版社, 2014: 131-136.  
MA Zhiliang, MA Jiankun. An IPD-based incentive mechanism to eliminate change orders in construction projects[C]// the 17th National Conference of Computer Application in Civil Engineering. Beijing: China Communications Press, 2014: 131-136.
- [19] 袁智亮. 榜单分析 2013—2014[J]. 设计新潮, 2014(4): 25.  
YUAN Zhiliang. Analysis of the list 2013—2014[J]. Design Trends, 2014(4): 25.