

# 建筑设计创新适合策略的数理推导与相关结论

韩晨平, 邹广天

(哈尔滨工业大学建筑学院, 黑龙江 哈尔滨 150000)

**摘 要:**由建筑设计创新的目的与策略之间的关系入手,分析建筑设计创新中空间形象、功能、经济等建筑要素与设计手段的适合关系,并且借鉴经济学一般均衡框架运用数理分析的手段证明了建筑设计创新能够完全满足社会需要,即建筑设计创新要素适合状态的存在,并由此提出了建筑设计创新的策略与可能途径。

**关键词:**建筑设计创新;建筑要素;设计手段;创新策略

**中图分类号:**TU242.5

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006-7930(2013)02-0257-07

建筑设计创新适合策略是指利用建筑设计创新的目的(建筑要素)与方法(创新手段)之间的适合关系来进行建筑设计创新的一种途径。复杂的建筑设计创新问题往往具有许多个变量,因此需要以一种有序和系统的方式进行简化与深入研究,数理经济学的相关分析方法对此颇有可借鉴之处。虽然对于这些方法如一般均衡理论经济学界也有争论,但是如果把它作为一种框架或范式,即使这一理论的反对者马克·布劳格也承认:“作为一种纯粹的逻辑练习,我们能够考察一般均衡框架的内在一致性<sup>[1]</sup>”。借用此类方法,可以从一个新的视角、进一步深入研究建筑设计创新适合策略问题。

## 1 前提与假定

假定建筑中存在有限的  $N$  种要素,可以用一个  $N$  维向量来表示关于各要素的满足度序列:建筑的要素可以归纳为——空间形象、功能、经济,在实际设计中,针对具体的建筑项目,建筑要素包含更加细化、具体的内容:空间形象与希望提供的实质空间和环境心理相关的那些需求效用有关——想要的形象、对于环境的感受、设施与现场以及周边环境之间的关系还有建筑的质量、如何体现建筑项目的历史或者社会背景、项目与它的自然背景的关系。功能所要面对和解决的是客户的组织目标的功能性含义,以及想要实现它们所要利用的途径——人的使用要求、活动特征、人员的数量和类型以及他们之间的关系。经济是指建筑的特殊性与稀缺性——地域特征、场地的限制、材料的有限性、时间限制、技术的局限性以及投资的限定、参与者的倾向性与局限性等。列出以上更加细化的建筑要素:  $P = (p_1, p_2, p_3, \dots, p_{N-1}, p_N)$ 。

研究对象  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_{N-1}, p_N$  是对于建筑要素的相对满意度,而不是以具体数量表示的满意度。由于只考虑建筑要素的相对满意度而忽略其外在的数的表现,可以用一个称为单位单纯形(Unit Simplex)的集合来表示满意度向量序列,这样的表述简洁实用。对  $R^N$  中的单位单纯形,满意度空间是:

$$P = \{p \mid p \in R^N, p_i \geq 0, i = 1, \dots, N, \sum_{i=1}^N p_i = 1\} \quad (1)$$

客户对于建筑物的要素需求和建筑设计创新提供的设计方案也用  $N$  维向量来表示。向量的每一个坐标与一种建筑要素相对应。由客户需求构成元素个数是有限的集合  $C$ 。对每一个客户  $c \in C$ ,分别定义一个需求函数  $D^c(p)$ ,该需求函数是现行满意度  $p \in P$  的函数,  $D^c: P \rightarrow R^N$ 。由建筑设计手段构成集合  $F$ ,该集合中的元素个数是有限的。每一个建筑设计创新手段都有一个供给函数  $S^j(p)$ ,该函数也在实  $N$  维欧几里得空间中取值:  $S^j: P \rightarrow R^N$ 。可供建筑物设计建造活动使用的初始资源禀赋为  $r \in R^N$ 。

将客户的需求函数与建筑设计者的创新供给函数结合起来可以得到超额需求函数,以该函数表示未能得到满足的需求(坐标值为正)和非客户需求的供给(坐标值为负).对于建筑的超额需求函数定义为:

$$Z(p) = \sum_{c \in C} D^c(p) - \sum_{j \in F} S^j(p) - r \quad Z: P \rightarrow R^N \quad (2)$$

其中  $N$  维向量  $p$  的每一个坐标值均表示一种建筑要素的满意度. 向量  $p$  是  $(p_1, p_2, p_3, \dots, p_N)$  的简写, 其中  $p_k$  为建筑要素  $k$  的满意度.  $Z(p)$  也是一个  $N$  维向量, 它的每一个坐标值均表示一种建筑要素的超额需求(或超额供给, 若坐标值为负). 向量  $Z(p)$  是  $Z_1(p), Z_2(p), Z_3(p), \dots, Z_N(p)$  的简写, 其中  $Z_k(p)$  表示对建筑要素  $k$  的超额需求. 当对建筑要素  $k$  的超额需求  $Z_k(p)$  为负时, 称该要素处于超额供给状态. 假定  $Z(p)$  具有下述性质: 瓦尔拉斯定律: 对所有的  $p \in P$ ,

$$p \cdot Z(p) = \sum_{i=1}^N p_i \cdot Z_i(p) = 0 \quad (3)$$

瓦尔拉斯定律依赖于两个基本假定: 1、社会总体资源总是稀缺的和建筑投入受预算约束. 2、 $Z(p)$  是一个具有完备定义的连续函数, 该函数满足瓦尔拉斯定律. 若所有建筑要素的满意度都调整至每一种要素的供给均等于需求, 则称该建筑处于建筑设计创新的要素适合状态. 当供给等于需求, 超额需求为 0.

定义  $p^0 \in P$  称为一个均衡满意度向量, 若  $Z(p^0) \leq 0$  ( $0$  是一个零向量; 不等式在向量的各个坐标方向上皆成立), 且若  $Z_i(p^0) < 0$ , 则  $p_i^0 = 0$ . 即若所有建筑设计创新供给都等于客户需求,  $p^0$  是一个适合满意度向量.

## 2 证明过程

在前面给出的假定下, 证明一个主要结论——建筑设计创新中存在要素适合.

定理 1.1 (布劳威尔不动点定理) 令  $f(x)$  是一个连续函数,  $f: p \rightarrow P$ , 则存在一个  $x^* \in P$ , 满足  $f(x^*) = x^*$ .

布劳威尔不动点定理充分利用了单纯形的特殊结构. 若存在一个将单纯形上的点映射回单纯形(也就是将单纯形映射回其自身)的连续函数, 则单纯形上必定存在某些点, 它们在此过程中保持不变. 这一不曾发生任何变化的点就称为不动点.

定理 1.2 假定超额需求函数连续并满足瓦尔拉斯定律, 则存在  $p^* \in P$ ,  $p^*$  构成一个适合或均衡.

对于建筑设计要素的满意度由客户、创新者以及社会力量的互动来调整(这与现实情况接近). 客户与建筑设计创新方根据社会对于建筑设计创新的希望满意度向量  $p$  给出超额需求向量  $Z(p)$ . 并依据某些建筑要素的超额供给状态或超额需求状态, 来提高其超额需求状态的建筑要素满意度, 降低其超额供给状态的建筑要素满意度, 但满意度向量仍保持在单纯形内. 利用布劳威尔不动点定理, 满意度调整是一个由单纯形映射到其自身的连续函数. 这样, 就可以得到下述满意度调整函数  $T$ .

令  $T: p \rightarrow P$ , 其中,  $T(p) = (T_1(p), T_2(p), \dots, T_i(p), \dots, T_N(p))$ .  $T_i(p)$  是建筑要素  $i$  调整后的满意度, 调整的目的在于使建筑设计创新的供给与需求趋于均等. 以  $T_i(p)$  表示建筑要素  $i$  的满意度调整过程, 并定义为:

$$T_i(p) = \frac{\max[0, p_i + Z_i(p)]}{\sum_{n=1}^N \max[0, p_n + Z_n(p)]} \quad (4)$$

函数  $T$  是一个满意度调整函数. 表达式  $p_i + Z_i(p)$  的含义是, 处于超额需求状态的建筑要素的满意度应当上升, 处于超额供给状态的建筑要素的满意度应当下降. 算子  $\max[0, \cdot]$  表示调整后的满意度应当是非负的. 函数  $T$  取分数形式的用意在于, 逐一调整满意度之后, 它们就按所作调整有比例地保持在单纯形内. 另外, 为保证  $T$  具有完备定义, 必须证明分母不会等于 0, 也就是:

$$\sum_{n=1}^N \max[0, p_n + Z_n(p)] \neq 0 \quad (5)$$

该结论可由瓦尔拉斯定律推出. 若分母的总和为0或是一个负数, 则所有建筑要素将同时处于超额供给状态, 这与建筑设计创新中建筑要素的稀缺性假定相对立, 从而也与瓦尔拉斯定律相矛盾.  $Z(p)$  是一个连续函数. 取最大值, 加总和除以一个非0连续函数不会改变原有的连续性质. 因此,  $T(p)$  是一个由单纯形映射到其自身的连续函数.

由布劳威尔不动点定理推断, 必定存在一个  $p^* \in P$ , 满足  $T(p^*) = p^*$ .  $T(p)$  是满意度调整函数, 这意味着  $p^*$  就是满意度调整的停止点. 满意度调整原则是, 一旦发现  $p^*$ , 即停止调整满意度.

还要证明停止调整满意度的决策是正确的. 即  $p^*$  不仅是满意度调整过程的停止点, 实际上也是对于建筑设计要素适合的满意度. 因此须证明, 在满意度  $p^*$  下, 除少数意料之外的建筑要素之外(如超出设计预想的效用)供过于求外, 建筑要素的供给完全满足人们对满意度的需求.

由于  $T(p^*) = p^*$ , 故对每一种建筑要素  $k$ , 均有  $T_k(p^*) = p_k^*$ . 即对所有的  $k = 1, \dots, N$ , 均有:

$$p_k^* = \frac{\max[0, p_k^* + Z_k(p^*)]}{\sum_{n=1}^N \max[0, p_n^* + Z_n(p^*)]} \quad (6)$$

观察上式的分子后可发现, 只需具有下面两种情形之一, 等式即可成立:

$$p_k^* = 0 \quad (\text{情形1})$$

或

$$p_k^* = \frac{\max[0, p_k^* + Z_k(p^*)]}{\sum_{n=1}^N \max[0, p_n^* + Z_n(p^*)]} > 0 \quad (\text{情形2})$$

情形1:  $p_k^* = 0 = \max[0, p_k^* + Z_k(p^*)]$ . 从而,  $0 \geq p_k^* + Z_k(p^*) = Z_k(p^*)$ , 亦即  $Z_k(p^*) \leq 0$ . 这就是上面提到的意料之外的情形, 在建筑要素的供给完全满足人们对于满意度的需求(即建筑设计创新要素适合)的情况下, 仍有超额供给.

情形2: 为简化表述, 令:

$$\lambda = \frac{1}{\sum_{n=1}^N \max[0, p_n^* + Z_n(p^*)]} \quad (7)$$

从而有:  $T_k(p^*) = \lambda(p_k^* + Z_k(p^*))$ . 由于  $p^*$  是函数  $T$  的一个不动点, 故可得,  $p_k^* = \lambda(p_k^* + Z_k(p^*)) > 0$ . 对所有满足  $p_k^* > 0$  的  $k$ , 该式都为真, 且  $\lambda$  对所有的  $k$  都相同. 对该式作些代数运算, 合并  $p_k^*$  同类项:  $(1 - \lambda)p_k^* = \lambda Z_k(p^*)$ , 等式两边同乘  $Z_k(p^*)$ :  $(1 - \lambda)p_k^* Z_k(p^*) = \lambda (Z_k(p^*))^2$

对情形2中的所有  $k$  加总后得出:  $(1 - \lambda) \sum_{k \in \text{情形2}} p_k^* Z_k(p^*) = \lambda \sum_{k \in \text{情形2}} (Z_k(p^*))^2$

根据瓦尔拉斯定律, 有:  $0 = \sum_{k=1}^N p_k^* Z_k(p^*) = \sum_{k \in \text{情形1}} p_k^* Z_k(p^*) + \sum_{k \in \text{情形2}} p_k^* Z_k(p^*)$

但对于  $k \in \text{情形1}$ ,  $p_k^* Z_k(p^*) = 0$ , 从而:  $0 = \sum_{k \in \text{情形1}} p_k^* Z_k(p^*)$  则有  $\sum_{k \in \text{情形2}} p_k^* Z_k(p^*) = 0$

因此, 由式  $(1 - \lambda) \sum_{k \in \text{情形2}} p_k^* Z_k(p^*) = \lambda \sum_{k \in \text{情形2}} (Z_k(p^*))^2$  得出:

$$0 = (1 - \lambda) \cdot \sum_{k \in \text{情形2}} p_k^* Z_k(p^*) = \lambda \cdot \sum_{k \in \text{情形2}} (Z_k(p^*))^2 \quad (8)$$

根据瓦尔拉斯定律, 上式左边为0, 因此, 对所有满足  $p_k^* > 0$  的  $k$  (就情形2中的  $k$  而言), 当且仅当其  $Z_k(p^*)$  均为0时, 等式的右边方为0. 这样,  $p^*$  就是一个适合, 由此可证明建筑设计创新要素适合的存在.

$p^*$  的存在可以得出以下两个结论: 在  $p^*$  这一适合点上, 设计手段(技术)的有效性为最佳, 并体现出了最佳经济性.

## 2.1 技术有效性

技术有效性是指在产出既定的情况下, 缩小投入的能力, 或在投入既定的情况下, 扩大产出的能力.

根据柯伯曼斯(Koopmans,1951),技术有效性的概念可由定义1中的函数表示.柯伯曼斯定义了两种特殊情况,一是投入导向型(input oriented),二是产出导向型(output oriented)<sup>[2]</sup>.其衡量方法由德伯鲁(Debreu,1951)和法雷尔(Farrell,1957)提出,被称为技术有效性的Debreu-Farrell度量法<sup>[3-4]</sup>.暂不考虑投入导向型函数,因为在这一情况下投入的技术手段是既定的,这与建筑设计创新的状况不符.

定义1:当且仅当 $(y',x') \notin GR$ ,在 $(y,x) \in GR$ 为技术有效.假设建筑设计者用非负投入向量 $x = (x_1, \dots, x_N) \in R^+ + N$ 来生产非负产出向量 $y = (y_1, \dots, y_M) \in R^+ + M$ .生产技术曲线 $GR = \{(y,x): x \text{ 能生产 } y\}$ 描述了一组可行的投入产出向量(图1).

定义2:当且仅当在 $y' \geq y$ 时,有 $y' \notin p(x)$ 时,其中 $P(x)$ 为设计技术的产出组合,产出向量 $y \in P(x)$ 为技术有效.或等同意地, $y \in E_{eff}(x)$ 为技术有效.

定义3:产出导向型技术有效性由函数 $TE_0(x,y) = [\min\{\phi: D_0(x,\phi_y) \leq 1\}]^{-1}$ 来测量.

命题1:产出导向型的技术有效性 $TE_0(x,y)$ 满足下列性质:

①  $TE_0(x,y) \leq 1$ . ②  $TE_0(x,y) = 1 \Leftrightarrow y \in IsoqP(x)$ . ③  $TE_0(x,y)$ 在 $y$ 上的不递减. ④  $TE_0(x,y)$ 是 $y$ 上的+1次齐次方程. ⑤  $TE_0(x,y)$ 的值不因 $y$ 和 $x$ 单位的变化改变.

定义4:若仅生产单一产出,则产出导向型的技术有效性由函数 $TE_0(x,y) = [\max\{\phi: \phi_y \leq f(x)\}]^{-1}$ 决定.

假设建筑设计者用多元投入生产多元产出,唯一的区别是距离函数代替了(单一产出)生产边界.用产出距离函数来定义产出导向型技术有效性.

定义5:若可以生产任何数量的产出,则产出导向型技术有效性可由函数 $TE_0(x,y) = [\min\{\phi: D_0(x,\phi_y) \leq 1\}]^{-1}$ 来测度.在图2中,由于 $\phi^A y^A \in IsoqP(x^A)$ ,因此生产活动 $(x^A, y^A)$ 的产出导向型技术有效性由 $TE_0(x^A, y^A) = (\phi^A)^{-1} < 1$ 决定.

因为距离函数本身描述的就是产出-投入束到生产技术边界线的径向距离.那么,距离函数和有效性的测度之间的关系可由如下函数表示:

命题2: $TE_1(y,x) = [D_1(y,x)]^{-1}$ 且 $TE_0(x,y) = D_0(x,y)$ .

产出导向型技术有效性 $TE_0(x,y)$ 与产出距离函数 $D_0(x,y)$ 是一致的.在具体计算中,可以利用GR曲线,采用具体的建筑材料使用量 $x$ 和产出实际可使用的建筑空间规模和质量 $y$ (实用性、便利性、坚固性、环境条件等)来加以度量.

## 2.2 最佳经济性

首先,需要下面的正则条件(RC):

$f(x)$ 是正的,有限的,二次连续可微,严格单调,并且严格拟凹,这里 $x \in R^n$ .函数 $f(x)$ 可被解释为生产函数.条件(RC)在通常的成本最小化和利润最大化问题中隐含或明确地被使用,那么严格拟凹保证了成本最小化问题解的惟一性.类似的,可解释 $f(x)$ 为效用函数 $\mu(x)$ .另外,它通常的支出最小化和效用最大化问题中也加上(RC).

考虑一个建筑项目,它选择 $x \in R^n$ ,求得成本最小(CM)即: Minimize  $\omega \cdot x$

约束条件为 $f(x) \geq y$ 且 $x \geq 0$

这里, $x$ 是指投入,在一般建筑项目中, $x$ 主要包括:1、土地取得费成本;2、项目成本;3、管理费用;4、投资利息;5、销售费用,财务费用;6、销售税费;7、项目利润;8、其他费用;9、不可预见费;10、建筑设计创新成本等. $y$ 是一个数量, $\omega > 0$ 被假定对一个建筑项目而言是给定的向量.再次令 $x(\omega, y) > 0$ 是上述

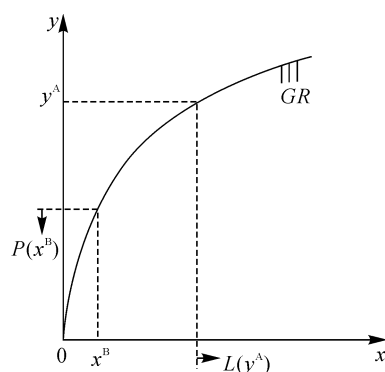


图1 生产技术的投入组合和产出组合( $M=1, N=1$ )

Fig. 1 Input mix and output mix in production technology( $M=1, N=1$ )

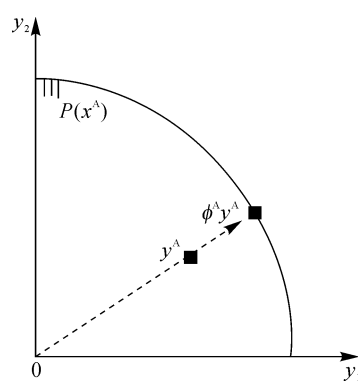


图2 产出导向型技术有效性的测度( $M=2$ )

Fig. 2 Output-oriented measure of technical efficiency( $M=2$ )

问题的解,令  $C(\omega, y) \equiv \omega \cdot x(\omega, y)$  是最小总成本函数. 令  $x_{ij} \equiv \partial x_i / \partial \omega_j$  并且  $n \times n$  矩阵  $S \equiv [x_{ij}]$ .  $S$  称为替代矩阵.

令  $S \equiv [x_{ij}]$  是成本最小化问题(CM)的替代矩阵.

①  $C(\omega, y)$  是  $\omega$  的一阶齐次的和凹的函数,并且  $\partial C / \partial \omega_j = x_j > 0$ .

②  $S$  是对称的和半负定的,并且对所有的  $i, x_{ij} \leq 0$ . 同时有  $S(\omega)\omega = 0$  和  $\omega'S(\omega) = 0$  ( $\omega$  是列向量, 于是  $\omega'$  是行向量).

③ 另外,如果假定对所有与  $\omega$  不成比例的  $z \neq 0$  有  $z'S(\omega)z < 0$ , 那么  $S$  的秩是  $(n-1)$ , 且对所有的  $i = 1, 2, \dots, n, x_{ij} < 0$ .

另外,如果生产函数显示规模收益不变,那么对于成本最小化的建筑项目,则有

$$C/y = \partial C / \partial y = \lambda, \text{ 且 } C = c(\omega)y \quad (9)$$

即平均成本  $C/y$  等于边际成本  $\partial C / \partial y$ , 并且这两者与产出  $y$  无关.

以上公式及分析方法证明建筑成本投入最小模型,在理论中是存在的、并且也是可分析和计算的.

### 3 结 论

如果考虑到建筑设计创新这一高端技术有赖于低端技术的支持,建筑设计创新从来不是完全颠覆性的、可以摆脱技术和历史的延续性的活动. 在模型中排除非创新性因素,则可以精简出下列建筑设计创新适合模型:  $p^*$  满足  $TE_0(x, y) = [\min\{\phi: D_0(x, \phi_y) \leq 1\}]^{-1}$

且  $p^*$  满足  $\text{Minimize } \omega \cdot x = C/y = \partial C / \partial y = \lambda \quad (10)$

这一模型揭示了理想的建筑设计创新应该是创新手段有效性最佳、创新手段成本最小. 据此可以认为:建筑设计创新策略就是在设计手段与效用需求适合的前提下,追求创新手段成本最小. 即对于特定的创新需求,可能能够满足这种需求的设计创新手段是一个集合  $F = (f_1, f_2, f_3, \dots, f_{N-1}, f_N)$ , 分别对应其成本  $C = (c_1, c_2, c_3, \dots, c_{N-1}, c_N)$ , 选出其中具有最小成本的  $C_x$  的创新手段  $F_x$  或通过不断的努力求得具有最小成本的  $C_x$  的创新手段  $F_x$ , 此  $F_x$  则具有技术最佳有效性,也就是达到  $p^*$  建筑设计创新适合点的最佳建筑创新手段——这就是基于数理经济学推导的建筑设计创新适合策略.

对于建筑设计创新适合策略,还可以得出以下相关结论:

(1) 理想的建筑设计创新,应该是建筑中各组成要素都达到最佳状态,在这一最佳状态下,建筑设计完全满足人的需要.

(2) 在实际设计中,许多建筑设计创新经常只能接近这一最佳状态,即常常是一个以  $p^*$  为中心、半径为  $r$  (对  $p^*$  的偏离距离) 的集合,半径  $r$  的小与大实际上决定了建筑效用的好与坏(图3). 对于不同建筑  $r$  的计算对比,或许为建筑设计创新评价提供了新的可能方法.

(3) 理想的建筑设计创新的适合不是设计与某种公理或标准的之间的适合,而是建筑设计创新手段与人对于建筑的需求(建筑要素目标)之间的适合.

(4) 建筑设计创新在达到新的建筑要素适合的过程中,经济节约的原则、道德的原则等作为社会力量只能起到一部分的作用,供求的互动关系,设计满足需求才是最重要的决定性力量.

(5) 在整体上,建筑设计创新并不必然地使建筑变得越来越完善;而针对具体建筑,建筑设计创新会使建筑越来越适合特定的效用需求(自我调整),只要是具备“适合”特征的就是好的.

(6) 在一定的时间段内,建筑设计创新实际上是减小  $r$  的一个创造性过程,即建筑设计创新是有一定范围限制的. 即在较短的时间段之内,建筑设计创新主要是针对人对于建筑要素中某些方面建筑效用的不满足,而做出的有针对性的较小的发明、改进.

(7) 有鉴于社会需求(建筑要素)是一种客观存在,并常常在一定时间内、一定程度上保持稳定,则建筑设计创新的具体方法就是针对建筑设计手段的进一步改进、再创造和提升.

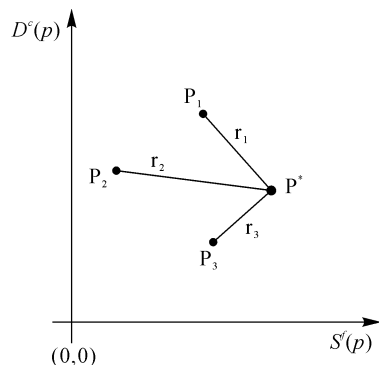


图3 建筑设计创新适合状态

Fig. 3 The architectural elements decorum

(8) 由于社会、经济、技术等条件的制约,以及建筑设计者自身的条件限制,使得建筑设计创新很难是一种全方位的、彻底的创新行为。

(9) 由上文数理推导论证中的超额函数可以看出,社会力量具有自我调整和管理的功能,从总体趋势上,保证建筑设计创新的要素适合。

(10) 在建筑设计创新中,剧烈的创新变化可能发生于以下三种情况:

1) 社会生活的剧烈变革,导致现有建筑难以满足大变化带来的新需求。

2) 各种建筑设计手段中起重要作用的的一种或几种发生大的变化。

3) 由超额函数可知,如果社会中持续出现某种超额供给(如即使可能具有某种合理性,但设计手段大量重复)或持续出现超额需求(如即使不具有理性的合理性,但人们普遍产生的某种心理偏好),这时社会的调节作用可能使建筑设计产生一个比较猛烈的变化过程。

(11) 在建筑设计创新中,可能因为对建筑  $N$  种要素中的一种或几种的关注,而忽视或减少对其他要素关注,若被忽视的要素其  $r$  值在可承受范围之内(即  $r$  值是有弹性特点的),则这种建筑设计创新是可能实现的。借用边际替代率(marginal rate of substitution,)可以解释为:为保持同等的或可承受的效用水平,要增加建筑要素  $N_X$  的量,有时必须放弃一定数量的建筑要素  $N_Y$ ,这两者的比率,即  $N_X$  对  $N_Y$  的边际替代率 =  $Y$  的减少量 /  $X$  的增加量:

$$MRS_{XY} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (11)$$

人对于建筑中某些要素的变化(增加或减少)及其由此所产生的结果,具有一定承受范围。根据德国心理学家韦伯(E. H. Weber)的定律:最小觉差(感觉差别)等于引起最小觉差的刺激量与标准刺激量之比,公式为  $\frac{\Delta I}{I} = K$ ,  $K$  是韦伯比值,是一个常数。人的感觉存在着“感觉阈限”(恰好能引起感觉和恰好不能引起感觉的界限)。人的每一种感觉都有它的一定范围限度<sup>[5]</sup>。在现实中对于建筑设计创新,由于人的关注点的不同,实际的承受范围常常会超过“感觉阈限”。

12. 以上结论也适用于 Le Chatelier-Samuelson(LeS)原则。法国化学家勒·夏特列(Le Chatelier)根据其对于热化学平衡的研究提出:如果一个系统处于稳定平衡状态,条件之一发生变化,那么平衡将以趋于消除这一条件变化的方式转变。经济学家萨缪尔森(Samuelson)从数学上系统阐述了这一点<sup>[6]</sup>。在建筑设计创新中:

(1) 与长期相比,短期内的建筑要素需求弹性和供给的弹性较低;也就是说,在短期状态中,如果条件(社会的或个人需求等)发生变化,建筑常常并不会马上用大的创新改变来应对这种变化,而是往往通过忍耐、调整和小改变来应对。

(2) 对于大多数的已有建筑的居住和使用者来说,即使社会环境等条件发生变化,人们对于变化(建筑设计创新)的需求在一定程度上也会较小,这是因为他们常常可能通过一定的自身调节来消除这种条件变化所带来的影响。

## 参考文献 References

- [1] [英]马克·布劳格. 经济学方法论[M]. 黎明星, 陈一民, 季勇, 译. 北京: 北京大学出版社, 1990: 239.  
Mark Blaug. The Methodology of Economics[M]. LI Ming-xing CHEN Yi-min, JI Yong, Translated. Beijing: Peking University Press, 1990: 239.
- [2] Koopmans. Review of Statistical Inference in Dynamic Economic Models[J]. Journal of the American Statistical Association, 1951(46): 388-390.
- [3] Gerard. The Coefficient of Resource Utilization[J]. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 1951(19): 273-292.
- [4] Farrell. The Measurement of Productive Efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General) 1957(120): 253-290.
- [5] 郑克中. 两大价值理论正误[M]. 济南: 山东人民出版社, 2008: 338-339.

ZHEN Ke-zhong, The Right and Wrong of Two Value Theory[M]. Jinan: Shandong People's Publishing House, 2008: 338-339.

[6] [美]高山晟. 经济学中的分析方法[M]. 刘振亚, 译. 北京: 中国人民大学出版社, 2001: 120.

Takayama. Analytical Methods in Economics[M]. LIU Zhen-ya, Translated. Beijing: China Renmin University Press, 2001: 120.

## Mathematical economic view of the decorum strategy on architectural design innovation

HAN Chen-ping, ZOU Guang-tian

(School of Architecture, Harbin Institute of Technology, Harbin 150000, China)

**Abstract:** This paper studies the relationship between the object and the means concerning architectural design innovation. Decorum relationship between the architectural elements space image, function, etc. and the design means is also discussed. In this dissertation, a mathematical analysis means of Economic Equilibrium Theory is used to prove that architectural design innovation can meet social needs completely, and the architectural elements decorum exists as the basis for providing a new innovation strategy and a possibility of the approach to architectural design innovation.

**Key words:** *architectural design Innovation; architectural elements; design means; innovation strategy*

**Biography:** HAN Chen-ping, Candidate for Ph. D. Harbin 150000, P. R. China, Tel: 0086-13009109978, E-mail: hanchenping@163.com

(上接第 256 页)

## Rapid determination of activated sludge concentration with spectrophotometric method

LIU Xiong-ke<sup>1</sup>, WANG Yi<sup>2</sup>, ZHENG Shu-jian<sup>2</sup>, PENG Dang-cong<sup>2</sup>

(1. Xi'an Qingyuan wastewater Treatment and Reuse Co. Ltd, Xi'an 710086, China; 2. School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** The suspended solid concentration in mixed liquid (MLSS) of activated sludge is an important parameter for designing and operating a wastewater treatment plant and is usually determined by gravimetric analysis, which is time-consuming and energy-consuming. This paper aimed to apply a procedure based on spectrophotometric analysis for rapid quantifying MLSS concentration of activated sludge at the wavelength of OD600. The pretreatment condition was optimized and measurement error was analyzed later after a detailed recipe was proposed. The results showed that the preferable range of activated sludge concentration ranged between 0.996~3.864gMLSS/L. As for the diluent and blank in the spectrophotometric analysis, deionized water was favored. Meanwhile the optimal condition of ultrasonic pretreatment was under 110W for 4 minutes. Compared with gravimetric method, spectrophotometric analysis is a time-thrift, energy-thrift, low error method to determine the suspended solid concentration of activated sludge.

**Key words:** *Concentration of activated sludge; Spectrophotometric method; Rapid Determination; Energy-saving*

**Biography:** LIU Xiong-ke, Engineer, Xi'an 710086, P. R. China, Tel: 0086-13572096960, E-mail: liuxiongke@yahoo.com