

Research on Quota Design in Subway Construction (Based on Value Engineering)

Guowei Yang¹, Jie Cao^{2*}, Xiaoning Zhang²

¹Shanghai Rail Transit Line Thirteen Development Co., Ltd., Shanghai

²School of Economic and Management, Tongji University, Shanghai

Email: *1631070@tongji.edu.cn

Received: Jul. 20th, 2018; accepted: Aug. 8th, 2018; published: Aug. 15th, 2018

Abstract

Engineering cost problem in the management of metro construction commonly exists, which makes a great impact on the functions realization, time and investment. Based on the previous studies, this thesis is approach to some issues of this problem. The purpose is to provide management ideas and solutions of practical problems especially for any owner. The main works are as follows: 1) The concept and meaning of the quota design are explained and combine it with the value engineering to achieve a more rational investment allocation. 2) Through the case of the construction of Shanghai Metro Line 13, we make some specific analysis of the quota design.

Keywords

Subway, Quota Design, Value Engineering

地铁建设中的限额设计研究(基于价值工程)

杨国伟¹, 曹杰^{2*}, 张小宁²

¹上海轨道交通十三号线发展有限公司, 上海

²同济大学经济与管理学院, 上海

Email: *1631070@tongji.edu.cn

收稿日期: 2018年7月20日; 录用日期: 2018年8月8日; 发布日期: 2018年8月15日

摘要

工程造价是地铁工程建设管理中一大难题, 对工程的功能实现、按期完成、合理投资以及成本控制有着
*通讯作者。

深远的影响。本文在总结前人研究理论的基础上,对地铁工程限额设计进行探索,旨在为业主解决相关实际问题时提供一点管理思路。具体工作如下:1)针对地铁工程建设的特点,提出限额设计的概念和意义,并将其与价值工程相结合,以期实现更合理的投资分配。2)以上海地铁13号线为例,对其限额设计工作进行具体分析。

关键词

地铁工程, 限额设计, 价值工程

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

地铁建设项目投资控制的重点在设计阶段,做好设计阶段的投资控制对实现项目投资目标有着决定性的意义。在工程设计阶段,价值工程原理和限额设计都是实现投资控制目标有效的管理技术和方法。限额设计能有效地将投资控制在限额内,但是不能使项目的投资效益最大化,如能与价值工程原理同时使用,将使项目的价值达到最大化,在设计领域内两种方法的结合使用将给设计阶段的成本控制提供一个全新的优化方法。

2. 限额设计的定义和适用范围

现有对限额设计比较明确的定义为:按照批准的可行性研究报告及投资估算控制初步设计,按照批准的初步设计总概算控制技术设计和施工图设计,同时各专业在保证达到使用功能的前提下,按分配的投资限额控制设计,严格控制不合理变更,保证投资额不被突破。设计单位在不超出投资规模的前提下,完成对工程项目的设计任务[1]。

限额设计有其局限性和适用范围,简单地说限额设计的应用有下面几个必要条件:

- 1) 常规项目。
- 2) 业主投资目标明确。
- 3) 变更控制、调整应尽可能在设计阶段。
- 4) 设计工期应合理。

在限额设计的实际实施过程中,我们尽量在方案设计阶段就确定投资限额,并利用全生命周期测算来控制整个设计阶段的投资分配。在初步设计阶段,我们需要技术手段和经济手段相结合,从造价的角度来控制项目建设。限额设计就是将工程建设中技术与经济的问题统一起来,通过合理地设置一定的经济限制,从而控制工程技术的设计,进一步控制工程造价[2]。限额设计并不是简单的节约造价,而是结合实际情况,科学合理地对设计的内容和质量进行管理。

3. 限额设计方法单独应用的不足

1) 限额设计的本质特征是投资控制的主动性,因而贯彻限额设计,重要的一环是在初步设计和施工图设计前就分别对各工程项目、单项工程和单位工程进行合理的投资分配,用以控制设计标准,体现投资控制的主动性。如果在设计完成后发现概预算超了再进行设计变更,简单满足限额设计要求,则会使

投资控制处于被动地位，也会降低设计的合理性。

2) 限额设计由于突出强调了设计限额的重要性，而忽视了功能水平的要求及功能与成本的匹配性。因此，适当提高工程成本、得到功能大幅度提高和成本不变、功能提高这两条提高产品价值的途径在限额设计中不能得到充分地应用。

3) 限额设计中的限额包括投资估算、设计概算、施工图预算等，均是指建设项目的一次性投资，而对项目建成后的维护使用费、项目使用期满后的报废拆除费用则考虑较少。同时由于限额的要求，也限制了新材料、新技术的应用，制约了创新技术的发展，这些新技术和新材料往往是一次性初期投入比较大，但是后期的使用和运行费用比较低。还有的甚至为了满足限额设计要求而降低设计标准的现象。这就说明尽管项目限额设计的效果较好，但项目的价值不一定达到最大化。

4. 基于价值工程的限额设计

4.1. 运用价值工程进行投资限额分配的原理

我国的国家标准 GB8229-87 中对价值工程的定义是：“价值工程是通过各相关领域的协作，对所研究对象的功能与费用进行系统分析，不断创新，旨在提高所研究对象价值的思想方法与管理技术。”其主要内容有以下几点[3]：

1) 关键在于围绕研究对象进行功能分析，选择并保留有用、适当的功能，剔除不现实的功能目标，从而达到节省成本，提高工程效益的目的。

2) 目的在于通过对成本和功能的改变去提升所研究对象的价值，不同的研究对象有不同的提升方法，无论采用何种方式改变其功能和成本的关系，提升了价值就成功了。

3) 在分析研究对象成本问题的时候，需要区分生产成本和使用成本，两者之和才能作为其最终成本，换言之就是需要进行全寿命成本分析。

4) 价值工程研究是一种系统性的研究活动，最好由一个组织而不是单个人来执行。好的组织汇集多方面的人才，从各种专业角度对其进行全面的分析，更细致的发现问题并解决。

在价值工程中价值的定义与经济学里的不同，是指研究对象功能与费用的比值。即：

$$\text{价值} = \text{功能}/\text{费用}$$

可以记为

$$V = F/C \quad (2.1)$$

式中 V ——价值；

F ——功能；

C ——费用。

要让这个式子能够运算，我们需要用金额来衡量功能 F ，这与经济学中用金额衡量效用的方式一致。需要注意的是，在确定费用 C 的数值时，需要考虑到前文所说的全寿命周期成本，即生产成本和使用成本。

例如，某个项目预计实现的功能经测算价值 500 元，而为实现这个功能需要支付价值 1000 元的全寿命周期成本，那么经公式计算得：

$$V = F/C = \text{功能}/\text{费用} = 500/1000 = 0.5$$

显然，这个例子中价值系数偏低，投入不值当，为了提高价值，我们可以考虑削减成本或是增加项目的其它功能，使价值系数大于等于 1。

4.2. 价值工程的工作程序

价值工程的工作程序实际上找寻研究对象存在的问题并解决的过程。具体地说，就是在明确目标之后，对其功能和成本的对应关系进行分析，找出其中可能存在的问题，再提出切实可行的改进计划并加以实施，再对成果进行鉴定，看是否提高了研究对象的价值[4]。我们可以将整个价值工程程序分为四大阶段，分12步来执行，如下表1所示。

诚然，表格中所反映的仅仅是价值工程最基本的实施过程，各行业在具体应用时还需要根据研究的对象、自身企业的具体情况适当改动。甚至是在工程建筑行业，由于建设项目具有许多特殊性，价值工程研究的程序也各不相同。

例如在地铁工程建设项目中应用价值工程的程序就只需要分三个阶段即可，即研究前筹备阶段、正式研究阶段和研究后阶段。

1) 研究前筹备阶段

在筹备阶段，主要是为正式研究活动进行一些组织上和技术上的准备工作，例如召集业主、施工方、监理和价值工程专家召开准备会议，统一思想，明确价值工程的目标，了解项目的约束条件和有关问题[5]。

其次在各方达成共识明确建设目标的基础上，建立成本中心，对项目的成本进行分析，对费用进行归集，了解成本分布情况，并将每个具体项目的成本管理落实到具体的责任人身上，一定程度上将成本管理的压力转移到施工方。

最后，建立特别小组对该项目的价值工程进行专项研究，确定参加价值工程研究的人员、研究过程应注意的事项等问题。

2) 正式研究阶段

在正式研究阶段，由价值工程研究小组制定计划行事，大致有如下图1几个步骤：

首先收集相关资料，了解功能定义和功能系统分析阶段的有关内容，帮助研究人员对项目充分理解，了解业主的建设意图，设计师的设计成果等。

其次进行方案创造和可行性分析。考虑是否存在其它更好的方案实现所需功能，若有，新方案的可行性如何，如何实施？

然后进行方案发展与评价。将可行的建议进一步完善发展，形成提案，再分析每个提案的价值大小。

Table 1. Value engineering program

表 1. 价值工程程序

阶段	准备阶段	分析阶段	创新阶段	实施阶段
实施过程	1. 对象选择	4. 搜集整理信息资料	7. 方案创新	10. 审批
	2. 组成价值工程工作小组	5. 功能系统分析	8. 方案评价	11. 实施与检查
	3. 制定工作计划	6. 功能评价	9. 提案编写	12. 成果鉴定
解决问题	价值工程的对象和需要做的准备工作	价值工程对象的功能、成本和价值	其它方案的成本和可行程度	新方案的实施条件与效果评价

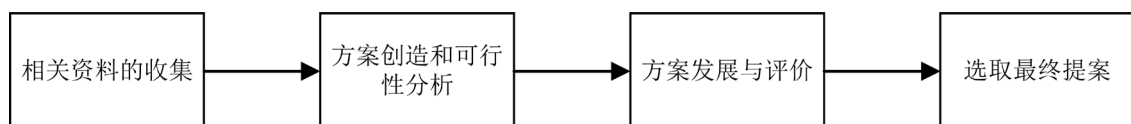


Figure 1. The main process of the formal study phase

图 1. 正式研究阶段主要过程

最后形成最终提案。分析每个提案的优缺点，并与原方案进行对比，明确其优势所在，同时要明确各个提案在实施过程中的注意事项。

3) 研究后阶段

在前两步工作的基础上，对每个提案深入研究，书写价值工程研究结果报告。内容包括所有可行提案的详细介绍，然后交由业主审核，由业主决定是否采纳。如若决定采纳，则拟定实施计划并开始实施，对实施过程进行跟踪、检查、鉴定与总结。

4.3. 价值工程在限额设计中的运用

价值工程讲求的是功能和成本的一一对应关系，实现多大的功能，就花多大的代价。在限额设计中运用价值工程，就是要对工程的总体功能进行量化，计算每个分部功能的占比，并以此作为限额设计时的衡量指标，按比例对各个专业进行限额分配。其应用步骤如图 2 所示。

4.4. 基于价值工程的限额设计流程

限额设计的独特之处在于将成本定义为同性能、进度一样重要的关键指标。其基本方法是采用投资分解和工程量控制来对项目总目标进行分解[6]，而 WBS(工作分解结构)的使用能让上述两种方法更加准确和合理地运用，从而提高限额设计的效率和质量[7]。将项目的目标自上而下进行分解，再根据分解后每个专业的功能、工程任务进行限额设计，设定控制目标值。大致过程如图 3。

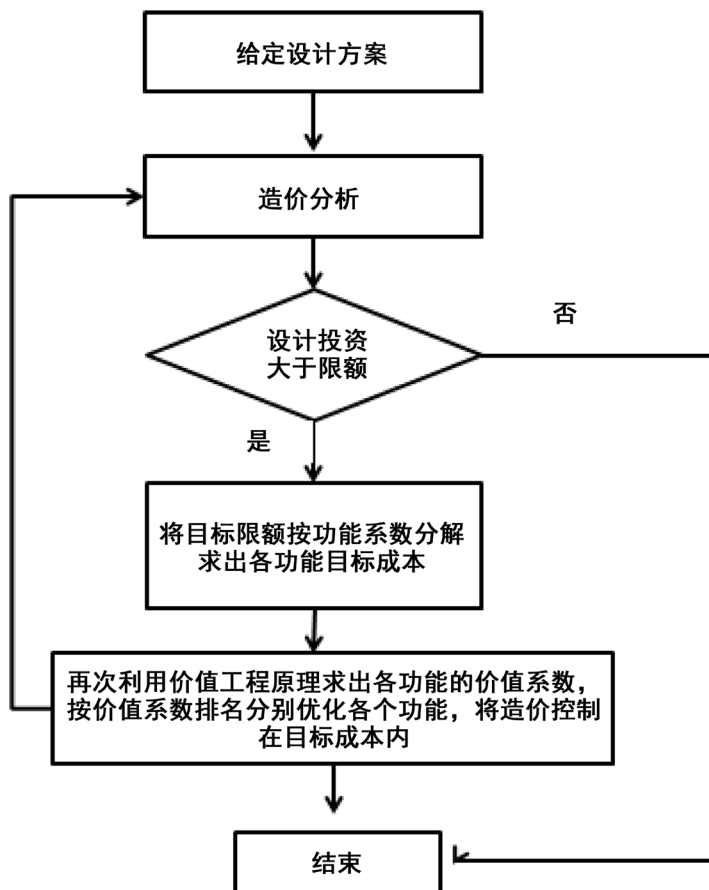


Figure 2. Application of value engineering in quota design
图 2. 价值工程在限额设计中的运用

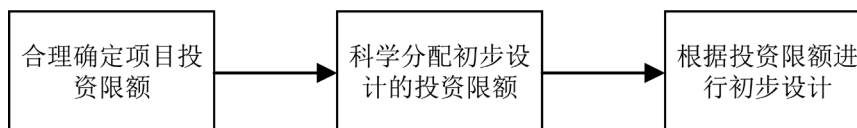


Figure 3. The main process of quota design

图 3. 限额设计的主要过程

由图 3 可知, 我们首先需要依据可行性报告, 以经批准的投资估算作为限额设计总值。在合理地确定限额设计的总值后, 再将审定的投资额和工程量分解到项目下的各分部专业和工程。完整的限额设计贯穿于可行性研究、初步设计、勘察、技术设计以及施工图设计的整个过程, 环环相扣, 避免各阶段相互脱节的情况, 确保控制造价的目标实现。

在此基础上, 我们将价值管理体系应用到工程项目的设计过程中[8]。通过对建设项目进行绩效分析, 用功能系数法对限额设计方法进行改进, 使得成本与功能对应。在分析成本时, 采用全寿命周期成本分析法来分析影响项目造价功能因素, 能够有效的避免传统限额设计的不足, 使成本测算更精确[9]。

具体在地铁建设项目中, 限额设计要以构建的成本中心为基础来展开[10]。成本中心的主要作用是对成本和费用进行控制和考核。现有的成本中心按照合同进行成本归集, 每份合同按照板块和负责人进行分解, 最终每个板块对应一个成本中心编号并对应一个负责人。

在成本中心的基础上, 我们再按照各专业的功能关系, 计算功能系数, 确定各自的成本, 并综合考察以往相似项目的资料和经验, 最终按比例分配限额设计的总值。具体的操作过程我们将在文章第 5 部分做一个具体阐述。

综上, 限额设计促使设计单位在重视技术的前提下也更加重视经济手段, 强化了设计人员的造价意识, 加强了技术与经济的结合, 帮助业主实现纵向的投资控制。

5. 上海地铁 13 号线的限额设计分析

按照第 4 部分的分析, 本文认为上海地铁 13 号线的限额设计应当结合价值工程原理, 对成本进行管控, 对费用进行归集, 保证业主的投资按照项目的功能实现合理分配, 大致按以下步骤进行。

1) 成本中心的划分

表 2 是上海地铁 13 号线建设项目的成本中心示范。

基于上述成本中心的运作, 地铁建设中限额设计首先使用价值工程的方法, 使分配到各分部工程的概算值与其所实现功能在整个项目功能中的重要程度所占比例相同, 即 $V = F/C \approx 1$ 。然后根据近期同类建设项目的实际情况测算一个成本控制值, 并与合同成本相比较, 检验设计成果[11]。大致流程如图 4。

上述过程使得限额设计按照各专业自身的功能关系来确定自己的成本预算, 比传统的按照工程资料来分配投资更具有优越性, 避免了资金的浪费。同时结合了同期近似工程的成本数据, 考虑了实际情况, 将成本控制在一个可行阈值, 让地铁建设中限额设计更具有实用性与合理性。

建立成本控制中心的宗旨是为做到事前、动态、全过程、全员参与成本控制, 目的是将工程总造价控制在批复概算及预先设定的成本控制值内。其基本架构为六级树状结构, 按照分段管理的原则, 将第六级成本中心与各部门的负责人员一一对应, 落实“责任到人”。目前上海地铁 13 号线建立的是二期工程(长清路站至华夏中路站)成本中心, 后续将作为模板, 逐步建立其它站点或者其他项目的成本中心。这里选取部分成本中心明细内容制成表 3。

2) 计算功能评价系数

如前文所述, 整个地铁项目的功能定义和评价中, 各分部工程大致可分为车站土建、区间土建、轨道工程, 通信及信号、供电系统、FAS、EMCS、ACS 和车站设备等。在这一阶段, 我们需要综合相关

Table 2. Cost center classification
表 2. 成本中心分级

序号	工程及费用名称						概算值	成本控制值	管控部门
	成本中心编码	成本项目	成本三级	成本四级	成本五级	成本六级			
1	010101010101	土建安装	土建-1	车站	站点区间	具体站点			李某某
2	020101010101	前期准备	管线搬迁-1	某车站	第三阶段	电力			王某某

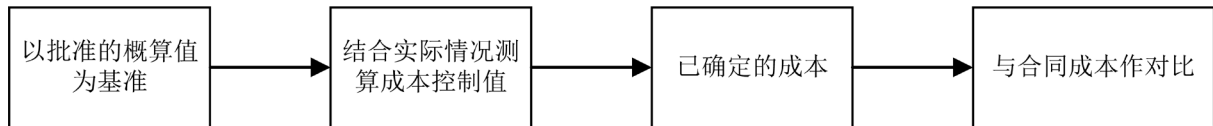


Figure 4. Quota design in subway construction
图 4. 地铁建设中的限额设计步骤

Table 3. Cost center list of Shanghai Metro Line 13
表 3. 上海地铁 13 号线成本中心明细表

序号	工程及费用名称						概算值	成本控制值	管控部门
	成本中心编码	成本项目	成本三级	成本四级	成本五级	成本六级			
1	010104010103	土建安装	安装-1	车站	成山路站	车站供电	1446.79	1405.7	蒋某
2	010201010101	土建安装	土建-2	车站	东明路站	土建施工	18,834.97	18,527.5	王某
3	020101010203	前期	施工-1	施工-1	交通组织	华鹏路站	2452.51	2697.76	戴某
4	030101010101	机电	通信及信号	通信及信号	通信系统	通信系统	11,337.74	10,203.96	沈某
5	030201010102	机电	供电系统	牵降变电力监控	牵降变电所	设备购置费	9101.3	7280.86	惠某

专家和设计人员的意见，确定各项工程的功能评价系数。

3) 收集整理以往类似工程项目资料

地铁工程是一项大型的建设项目，存在很多可变因素和未知情况，仅仅依靠功能评价系数进行理论计算得出的限额设计值是一个单一数值，在实际应用中必然存在一些问题，缺乏灵活性。搜集整理以往类似工程项目资料，如造价平均值和运营数据，再结合自身项目的实际情况，计算工程造价的置信区间，在实际施工过程中尽量将成本控制在这一合理区间内，就算达到了控制成本的目的。这样处理增强了限额设计的实用性，也让设计人员更灵活地进行设计工作。

4) 按比例分配限额设计总值

整合前两个步骤的理论结果，确定合理的功能评价系数区间，并以此对限额总值进行分配，使分配到项目中各个专业的限额值与其功能在整个项目功能中的得分相对应，即 $V=F/C \approx 1$ [12]。

限额设计贯穿于整个设计阶段，在做出概算之后仍然要根据实际情况测算成本控制值，并依据成本中心将成本控制的管理任务分配到具体的责任人身上，整个过程如图 5 所示。

地铁建设项目中所涉及的专业数量众多，各个专业承担的功能也各不相同，且不同车站间的修建实际情况不同，遇到的问题、需要实现的总体功能也不同，这就使得要计算各个分部工程的功能成本系数十分困难。由于篇幅所限，本文暂不对计算功能评价系数这一过程进行模拟，本文仅结合上海地铁 13 号线修建过程中的实际数据对其测算成本控制值这一步骤做出具体说明，具体情况如表 4。

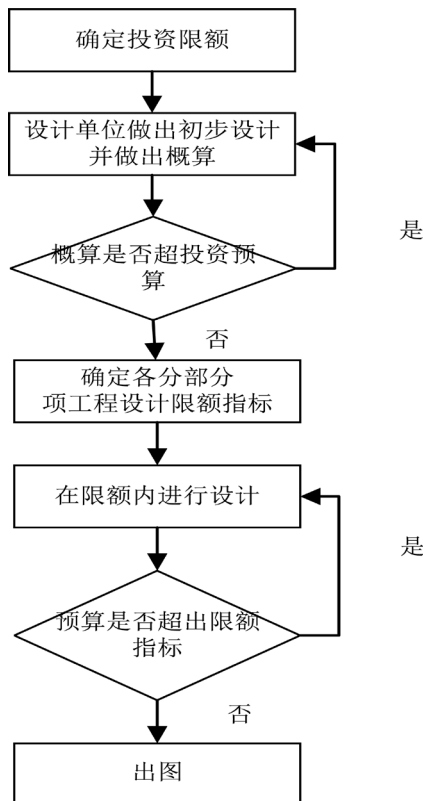


Figure 5. The implementation process of Quota design of Shanghai Metro Line 13
图 5.上海地铁 13 号线限额设计实施过程

Table 4. Calculation of the cost control value of the construction of Shanghai Metro Line 13
表 4. 上海地铁 13 号线部分施工内容成本控制值测算

序号	施工作业内容	成本控制值测算
1	施工准备	按概算价 110%~120%
2	车站土建	按合同价 112%
3	区间土建	按照合同价的 110%
4	轨道工程	按概算价的 110%
5	通信及信号	按概算价的 90%
6	供电系统	按概算价的 90%
7	FAS、EMCS 及安防与门禁系统	按概算价的 90%
8	通风、环境控制与保护	按照概算价
9	给排水及消防	按概算价的 90%
10	自动售检票系统(AFC)	按概算价的 90%
11	车站设备	按概算价的 90%
12	车辆基地	按照代建合同价
13	人防工程	按概算价
14	工器具及生产家具购置费	按概算价
15	前期工程费	按概算价的 98%
16	其他基本建设费用	按概算价的 90%
17	预留费用	按概算价
18	专项费用	按概算价

上述成本控制值的测算是基于批准概算, 参照近期同类项目建设成本、设计情况, 综合考虑可能情况测算而设定的, 各施工单位得到自己的成本控制值后进行施工作业, 每月提交成本中心明细表和月度成本报告。

月度成本报告除了上述成本中心明细表的内容以外, 还需要提供批复概算、成本控制值、已确定的成本、概算余额、成本控制余额、待批准变更、预估变更等重要信息。如果待批准变更、预估变更费用合计大于成本控制余额, 须在当月的成本月报中特别提示和标注, 并附简明的支撑说明。

借助成本中心, 我们可以将概算、合同成本、目标成本作为限额设计的三条线, 基于概算测算目标成本, 在目标成本范围内施工作业, 并将实际成本与合同成本相比较, 检验限额设计的效果。在成本中心的末端, 有直接的责任人对成本控制负责, 这种方式尝试通过职责与收益挂钩, 将投资压力部分转移给施工单位、设计单位, 进而实现投资控制、规避投资溢出的风险。

按照上述方法进行限额设计, 考虑了同期类似工程项目的修建经验, 保证了工程项目的成本与功能相对应, 实现投资的合理分配, 控制成本, 避免了资源浪费, 具备一定的先进性[13]。但实际情况千变万化, 若在实施过程中出现困难, 还需因地制宜地对设计方案进行修改, 给出合理地应对措施, 否则基于价值工程的限额设计就失去了其应用价值。

6. 结论

限额设计是设计阶段进行造价控制的一种行之有效的办法, 从可行性研究、初步设计、勘察、施工图设计等各阶段都需要有明确的限额控制。本文将价值管理引入到限额设计, 用功能系数法对限额设计总值进行分配, 在保证项目总体功能实现前提下, 力求成本依据各专业在整体项目中的功能得分来分配, 即价值系数约等于 1, 这可以更大程度的实现投资比例的合理性, 也是进行成本控制的一项有效方法。本文虽得出了一些初步结论, 但仍存在许多不足之处和需要进一步深入研究的问题, 如价值工程在限额设计的应用过程中, 功能成本系数的确定过于简单, 没有综合考虑多方面影响因素, 在实际操作过程中还需要进一步的完善。

参考文献

- [1] Kelly, J., Male, S. and Graham, D. (2004) *Value Management of Construction Projects*. Blackwell Science. <https://doi.org/10.1002/9780470773642>
- [2] 孙继德. 建设项目的价值工程[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.
- [3] 谭庆. 建设项目设计阶段投资控制方法研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京理工大学, 2002.
- [4] 黄兴宇. 建设项目设计管理及设计阶段造价控制方法研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2005.
- [5] Dell'Isola, A. (1997) *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance and Operations*. R.s. Means Company Ltd.
- [6] 李建明. 基于价值工程的建设施工项目成本管理与控制研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 南昌大学, 2012.
- [7] George, J. (1990) *Total Engineering Project Management*. McGraw-Hill, New York.
- [8] 刘晓. 工程设计阶段的投资控制及评价研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉大学, 2005.
- [9] 王芙蓉. 价值管理在建设项目设计阶段的应用[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2008.
- [10] Shen, G.Q.P., Management, V., Development, S., *et al.* (1995) *Value Management in Construction*. Macmillan Education UK.
- [11] Burke, R. (1999) *Project Management: Planning and Control Techniques*. *Webbia Journal of Plant Taxonomy & Geography*, **18**, 10-17.
- [12] 卫建军, 苏三庆, 王盼盼. 基于价值工程原理的限额设计方法在成本控制优化中的应用研究[J]. 西安科技大学学报, 2010, 30(5): 619-623.
- [13] 李梅. 建设项目的全过程造价控制研究[D]: [硕士学位论文]. 合肥: 合肥工业大学, 2010.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2167-664X，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：mse@hanspub.org