

· 学科进展与展望 ·

基于软系统方法基础设施系统长效性研究*

韩传峰 王兴广 叶 岑

(同济大学城市建设与灾害管理研究所, 上海 200092)

[摘要] 基础设施系统的长效性决定城市发展的可持续性。分析基础设施系统长效性的内涵及其软系统特征,采用切克兰德软系统方法(SSM)对基础设施系统长效性进行研究。通过长效性的问题描述、根定义、概念模型建立以及比较分析,提出有利于基础设施系统长效的对策。

[关键词] 基础设施系统,长效性,软系统方法

引言

作为保障城市运行和人们生活的物质基础,基础设施在一个国家或地区的经济社会发展中占据重要地位,其持续发挥效用决定着城市经济、社会和生态可持续发展的实现^[1]。近些年来,我国投入巨额资金进行交通、能源和水利等基础设施建设,弥补了量的不足。但是不少设施建设只重视短期利益,忽视了基础设施长期发挥效用的重要性^[2]。有些项目投入运营较短时间,使用功能就大幅衰减;有些由于重复建设出现闲置,导致社会、经济效益不断缩减;有些设施则对生态环境造成严重破坏。反观某些基础设施,不仅没有产生生态环境的负面效应,反而促进生态环境效益、社会效益和经济效益的提高与协调发展,实现了基础设施的长效。经验和教训表明,对基础设施项目进行充分、合理的预测、决策和评价,是保障基础设施持续发挥效用的必要条件。

作为社会-经济-环境大系统的一个人工环境系统^[3],城市基础设施预测决策、规划设计、建造使用和维护等全寿命活动是以人为执行主体、利益相关者众多的复杂过程,基础设施长效的实现取决于人在该过程中的作用。与忽略人为因素的硬系统方法论相比,软系统方法注重人的因素,考虑人的世界观和价值观对所需处理问题的影响^[4]。采用软系统方法研究基础设施长效性更合乎实际。然而,目前基础设施相关研究多侧重定性描述^[5,6]或采用定量的

硬系统方法,包括传统的贡献度法^[7,8]、系统动力学仿真^[9]、层次分析法^[2,10]和专家集体咨询调查法等,用软系统方法研究基础设施的文献尚不多见,用于基础设施长效性研究的成果鲜见。因此,有必要还原基础设施一个开放复杂的人类活动系统,用软系统方法作深入研究^[11]。

1 基础设施系统长效性内涵分析

作为城市系统的重要子系统之一,基础设施从时间、空间和内容等多方面多角度影响着城市运转和发展。要实现城市可持续发展,就应在多个维度上合理引导基础设施决策、规划、建设和维护等过程,确保基础设施系统长效。

在时间维度上,基础设施的决策、规划、设计、施工、运营和维护等活动,以确保基础设施在基准期提供设计功能和产出预期的社会、经济和生态效益为前提,满足近阶段城市运转和社会发展的需求。时间上,遵循理性分配的原则,不能靠“透支”或“贴现”来进行项目规划建设和运营维护,防止因标准过高产生闲置,造成资源浪费。基础设施建设应该与社会经济发展水平相匹配。

在空间维度上,基础设施全寿命过程以不损害邻近地区的利益和发展为前提,满足本地区发展对基础设施功能和效益的需求。空间上,遵循互利互补、资源优化配置的原则,不以邻为壑,尽量为其他地区的发展创造有利条件。同时,防止区域内重复建设导致设施闲置。在区域整体效益最大化的前提

* 国家自然科学基金资助项目和上海市重点学科建设项目。
本文于2009年3月27日收到。

下,允许基础设施对本地区的效用适当降低。

在内容维度上,基础设施全寿命过程要符合可持续发展的总体目标,应以降低资源消耗为前提,满足社会发展对基础设施功能和效益的需求,实现社会、经济和生态和谐发展。不以恶化环境和牺牲后代享有资源的权力来换取社会经济的短期效益。允许在生态环境改善和保障资源永续利用的目标下,适当缩减基础设施的社会经济效益。

实现基础设施长效是在系统观、全局观约束下的效用优化过程,强调资源利用的时空公平性,以及社会、经济和环境效益的持续性和协调性,力图近期发展和长远目标、局部利益和整体利益有机统一。

2 基础设施系统长效性研究方法选择

硬系统方法和软系统方法各有适用范围,很难直接认定一种方法比另一种更为有效。因此,选择

一种与研究对象的特点相匹配的方法非常重要^[12,13]。

2.1 软系统方法与硬系统方法比较

硬系统方法论在良结构系统中获得成功,是因为该类系统多为偏重工程、机理明显的物理型硬系统,待解决的问题可模型化,目标可定义,方案可优化^[11],可以通过选择比较成熟的定量方法分析系统的行为、得出最佳结果。将硬系统方法论应用于人类活动系统问题(多为管理与社会问题),结果却显示出该类方法的局限性^[11,14]。原因在于,作为一种能有意识地采取行动的“活”系统,人类活动系统(不良结构系统)是偏重社会、机理尚不清楚的生物型软系统。由于人的认识能力和利益不同,问题大多难以模型化,目标不明确,目的是否达到只凭主观感觉^[15]。因此,解决这类社会系统工程问题,应该采用符合不良结构系统特点的“软系统方法”。软系统方法与硬系统方法应用范围比较见图1。

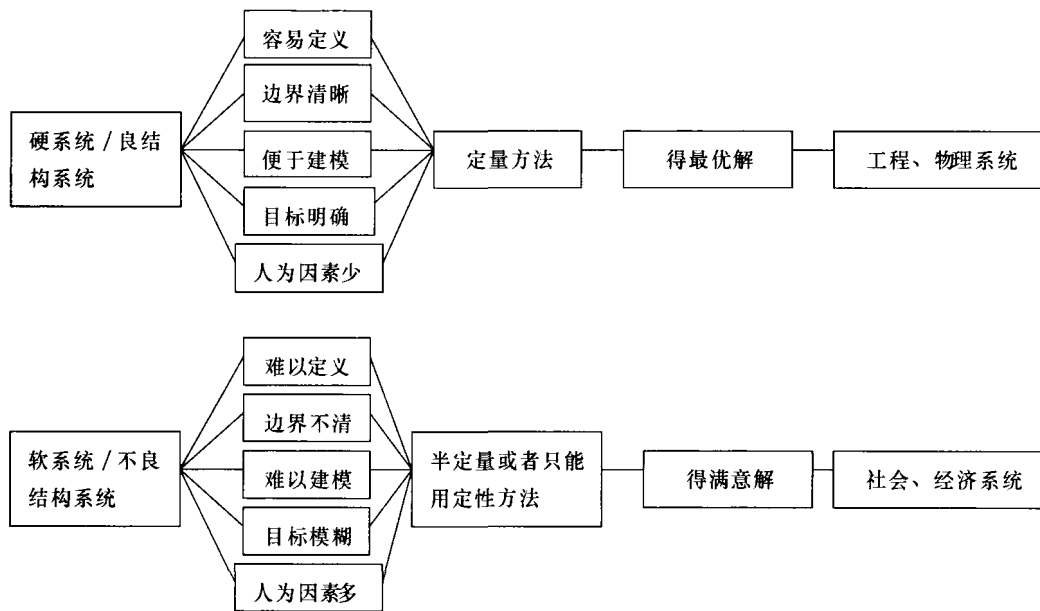


图1 软系统和硬系统方法应用范围比较

2.2 基础设施长效性研究的特点

作为经济社会系统的组成部分,基础设施具有软系统的特点。充分了解基础设施长效性研究的特点有助于选择合适的研究方法。

(1) 系统目标较多

在城市运行和社会发展的过程中,基础设施不能滞后于客观需求,要具有与大系统相互匹配、相互耦合、相互促进的能力。基础设施建设要考虑经济社会效益;不以牺牲后代人的利益来满足当代人的需求,注重生态环境的保护;兼顾本地区和周边区域的利益。由此可见,基础设施建设的目标多、难以模

型化,且目标之间相互耦合,甚至相互制约,一般很难得到最优解,或无法判断结果为最优。目标的特点决定了该结果通常是一个满意解,即通过实施一个各方较为满意而又便于实施的方案,使人们感到问题有所改善,或对问题有了进一步的理解即认为已达到目标。

(2) 决策非结构化

在决策机制不完善的情况下,项目决策很难利用结构化程序完成。因此,决策者个人素质对决策质量起着至关重要的作用,是实现项目长效的关键。由于人们认识能力的局限和个体差异,如知识结构、

价值取向、信念、偏好、能力等方面的不同,对同一问题易产生不同看法、得出不同结论、做出不同决策,导致项目呈现不同结果^[16]。因此,设计并运行一种有效的决策机制是保证基础设施实现长效的措施之一。

(3) 系统需平衡多方利益

基础设施的规划设计、施工建造及运营维护等阶段涉及不同的利益群体,包括政府、投资方、承包商、供应商、运营商、贷款者、使用者及居民等。虽然在基础设施建设的总体目标上政府各部门及相关单位是一致的,但在操作环节上每个部门都有各自的利益诉求,有时甚至互相冲突。承包商和供应商要求及时得到工程款和贷款及期望利润;使用者要获得最大效用;政府要实现其经济社会目标;贷款者要按时收回资金并获得利息;居民力图在保证自身原有生活质量不降低的前提下,从项目建设和运营中获得更多的利益^[17]。系统行为应在平衡多方利益的基础上尽可能满足所有群体的利益。

基础设施系统的目标不易明确、难以得到最优解、利益相关主体多,以及主观因素众多等软系统特点,决定基础设施系统长效性研究宜采用软系统方法。

2.3 软系统方法论

P. B. Checkland 教授^[18]于20世纪70年代提出适用处理软问题的软系统方法论(切克兰德软系统方法,SSM),该方法论提供了一种解决软系统问题的程序与思维模式。包括问题情境描述、相关系统的“根定义”、概念模型建立、概念模型与现实系统比较和改进方案确定与实施等步骤。

(1) 问题情境描述

硬系统问题可以被确切表达,而软系统问题只能对问题情景,即对感到有问题却不能确切定义的某种环境进行描述。在尽可能了解与情景有关情况,以及其他人对情景的认识和理解的基础上,多角度描述问题情景^[15]。

(2) 相关系统的“根定义”^[4,15]

与问题情景密切相关的系统观点称为相关系统,此步骤解决相关系统“是什么”的问题。根定义规范并确定概念模型建立的范围与方向。将相关系统定义为,系统所有者(O),在环境约束(E)下,由系统执行者(A)通过变换(T)将输入转化为输出,作用于受益者或受害者(C),世界观(W)贯穿于其中。

(3) 概念模型建立

根定义把系统作为输入输出变换过程来描述,

因而概念模型应是变换过程必要活动的集合。建模时用“动词”表示根定义中所必需的各项活动,指明该活动要“做什么”,然后用逻辑关系进行组织,完成“变换”功能^[14]。概念模型以根定义为依据,不考虑实际系统的构成,有利于摆脱现实的局限^[15]。

(4) 概念模型与现实系统比较

将概念模型所提供的理性认识与对问题情景的感性认识进行比较,以便发现两者的差异及其原因,并进行改进。比较的实质是概念模型“做什么”与现实问题情景中“怎么做”的配套分析^[4,14]。

(5) 改进方案确定与实施

通过上述分析,确定系统所需的调整及其途径。一旦确定可行方案,就付诸行动改善问题情景。在实施了变革之后,使问题进入到一种新状态,继而开始新的循环,直至满意状态。

3 基础设施系统长效性研究

采用切克兰德软系统方法对基础设施系统长效性进行研究,客观地考虑了人为因素对系统问题的影响。研究包括对长效性问题情景的描述、相关系统的根定义,以及最终提出改进基础设施长效性的对策等5个步骤。

(1) 问题情景描述

进行基础设施系统长效性研究,首先应对其存在的问题,尤其对难以定义却又期望改善的问题情境进行描述。可以从5个方面判断城市基础设施的长效性:(i)实际发挥的效用是否偏离预期水平;(ii)是否适度超前,对经济、社会发展起带动和引导作用;(iii)是否过度超前,存在重置、闲置现象;(iv)能否保障城市系统取得良好的经济效益、社会效益和环境效益;(v)能否动态适应城市社会-经济-环境复杂大系统变化,并适时调整。

(2) 相关系统根定义

将基础设施系统根定义为,政府通过基础设施建设促进经济社会发展、满足人们生活需要,同时注意效用的持续性、社会的公平性和经济-社会-生态效益的协调性。具体而言,基础设施系统根定义具有CATWOE 6要素:(i)系统所有者O(Owner):政府。现阶段作为绝大部分城市基础设施项目的投资方,政府既是项目的所有者,也是监督管理者^[19];(ii)系统执行者A(Actors):相关建设单位、供应商、承包商、运营商;(iii)系统输入输出变换T(Transformation):基础设施全寿命过程;(iv)世界观W(Worldview):基础设施长效性已经成为影响

城市可持续发展的重要因素;(v)系统的环境约束E (Environmental Constrains):基础设施内外部环境;(vi)系统收益者或受害者C (Customer):基础设施使用者和居民。

(3) 长效性概念模型建立

将基础设施长效性的内涵具体化,可以得到其概念模型,即实现基础设施的持续性、公平性和协调性。因此,可以定义

长效性 = “持续性” \cap “公平性” \cap “协调性”

持续性主要从时间维度描述基础设施全寿命过程的功能供给和效益产出,反映基础设施的动态性。持续性要求基础设施各项活动遵循理性分配的原则,在确保长时期内实现预期功能效益,满足近期需求,以及不出现设施过度闲置的前提下,实现基础设施全寿命周期效用最大化。

公平性主要涉及本地区与相邻地区之间因基础设施建设和运营引起的受益和资源占用问题。公平性要求基础设施各项活动遵循地区多赢互补的原则,在尽量广的地域范围内确保基础设施发挥效用,满足基础设施所在地区需求,实现基础设施区域效用最大化。

协调性涉及基础设施全寿命过程带来的社会、经济和生态效益的均衡问题。城市发展是社会、经济和生态等方面共同作用的结果,任何一方面的滞后都会阻碍城市发展,尤其是生态环境方面。协调性要求基础设施各项活动确保3种效益持续和均衡的前提下,实现综合效益最大化。

(4) 比较分析

通过概念模型与问题情景的比较,发现基础设施建设存在多方面问题。(i)规划不当。在基础设施规划中,不少决策者受利益驱使,以本地区利益最大化为目标进行项目选址,以实现政绩为目的决定设施的规模和功能。有些城市追求一步到位,导致基础设施建设标准过高,服务能力过剩,造成沉重的经济负担;有些城市过分追求自身体系的完善,进行重复建设^[20]。由于选址不当,这些设施的剩余能力又无法提供给其他区域,造成区域资源配置失衡。(ii)重新建轻维护。城市基础设施建设存在的问题还表现在对项目不同阶段的处理上。新建项目通过投资乘数作用可以直接拉动城市经济,而且能直接显示政府业绩,因此倍受重视;项目维护由于难以产生立竿见影的效果,或无法带来直接的经济效益,常常被忽视。由此导致某些投入少量成本进行维护就能继续使用一段时期的设施,由于缺乏维护和修缮,

其实际使用年限远小于设计使用年限,造成财力、人力和物力的严重浪费。此类问题在全国城市普遍存在。(iii)忽视生态环境效益。过多考虑基础设施建成后的经济社会效益,忽视大范围施工对原有生态系统产生的重大影响和破坏。道路、供水、供电等基础设施直接作用于城市经济增长,短期效益明显,相比而言,环境基础设施效益更间接和长期,因此通常忽视对其建设。

(5) 改进方案及其实施

针对基础设施建设存在的问题,结合长效性目标,提出满意且可行的改进措施,并予以实施。

(i)完善决策机制。决策机制主要体现在决策主体、准则、权力和流程等方面。决策应以公众受惠和社会效益为目的,体现决策的效用。决策主体应该由单一转变为以政府为核心,公民和各种社会团体为支撑的多元主体。受功利的政绩观驱使,一些政府注重任期内的成绩,无视决策的后续和长远效应。系统科学的决策应以三个结合为准则,历史、现实与未来结合,经济效益、社会效益与环境效益结合,以及效率、公平与和谐结合。完善决策机制还需要进行权力制衡,以及决策流程的规则化,避免无规则、非规则和潜规则的权力运用和流程的实施^[21]。(ii)完善评价指标体系。城市的快速发展要求相关主体在进行基础设施规划设计和建造时,充分考虑其结构、设备和运营能力的可提升性。换言之,在设计基准期,基础设施应适应发展的需要,以相对经济的成本、可操作措施实现功能拓展、技术升级及规模扩展。同时,基础设施系统的长效依赖于技术更新和维护,以尽量小的投入使基础设施持续地发挥效用。因此,有必要完善传统基础设施评价指标体系,将基础设施的功能可拓展性、技术可升级性、规模可扩展性,以及维护改造储备金等^[22]纳入指标体系。(iii)建立风险分担利益共享的建设模式。基础设施长效,即在其全寿命过程中持久地发挥效用,须均衡各阶段的风险和效益。在基础设施全寿命的某阶段,执行主体一味降低风险,追求利益最大,就会损害或牺牲其他阶段的利益。某一阶段风险的降低或转移可能引发长期风险或突发性危机。为了确保项目整体的效益,减少主体间的冲突,必须形成基础设施全寿命过程的风险分担和利益共享建设模式。作为责任主体兼获利者,各阶段主体在项目全寿命过程中,必须始终对项目负有责任和享有利益。

4 结语

基础设施长效性具有多阶段、多维度和多目标

的特点,是一个复杂的软系统问题。对其研究引入软系统方法,弥补了传统的硬系统研究方法忽视人的因素的缺陷,展示了人的知识结构、价值取向和偏好对基础设施长效性的重要影响,还原了系统的真实性,拓展和丰富了研究学科领域,使研究更切合实际。

参 考 文 献

- [1] Saeed Mirza. Durability and sustainability of infrastructure—a state-of-the-art report. *Can J Civ Eng*, 2006, 33: 639—649.
- [2] 韩传峰,吴进林,韩迎春.大型基础设施项目生态环境影响评价. *自然灾害学报*,2004, 2:106—111.
- [3] 申金山,宋建民,关柯.城市基础设施与社会经济协调发展的定量评价方法与应用. *城市环境与城市生态*,2000,13(5): 10—12.
- [4] 汪超,王俊丽.基于软系统方法论的城市现代物流系统规划方法探讨. *交通运输系统工程与信息*,2004, 1:62—67.
- [5] 曹国华.都市圈区域性基础设施规划研究. *城市规划*,2003, 27(6):62—63.
- [6] 金凤君.基础设施与区域经济发展环境. *中国人口·资源与环境*,2004, 14(4):70—74.
- [7] 李志,李宗平.成都地铁一期工程社会经济效益分析. *经济研究/铁道运输与经济*,2006, 5:7—9.
- [8] 张迎军.关于机场社会经济效益评价的探讨. *中国民用航空*, 2006, 8:59—60.
- [9] 胡天军,卫振林.高速公路社会经济效益后评估的系统动力学模型. *数量经济技术经济研究*,2000, 4:58—62.
- [10] 张兴平,陶树人.城市基础设施项目社会评价研究. *城市规划*,2000,24(9):59—61.
- [11] 杨建梅.两过程软系统方法论与广东省产业结构研究. *系统工程理论与实践*,1995, 5:13—19.
- [12] 徐明强,谈毅,仝允桓.基于属性的技术评价方法匹配研究. *中国管理科学*,2005,13(1):48—52.
- [13] Mishra S, Deshmukh S G, Vrat P. Matching of technological forecasting technique to a technology. *Technological Forecasting & Social Change*, 2002, 69:1—27.
- [14] 杨建梅.切克兰德软系统方法论. *系统辩证学学报*,1994, 3: 86—91.
- [15] 曹光明.硬系统思想与软系统方法论的比较-优化模式及学习模式. *系统工程理论与实践*,1994, 1:22—25.
- [16] 雍剑琴.软系统的特性及其应用 VE 的方法研究. *价值工程*, 2001, 3:13—15.
- [17] 毛晔.大型基础设施的可持续性研究. *东南大学*,2005.
- [18] Checkland P, Scholes J. *Soft System Methodology in action*. Wiley,1960,1990.
- [19] 邵建人,程亚鹏.城市基础设施建设管理模式的探讨. *重庆建筑大学学报*,2005,27(1):114—117.
- [20] 王路.我国城市基础设施建设的发展、现状及问题. *上海城市规划*,2000, 4:36—38.
- [21] 石亚军.实现政府科学决策机制的根本转变. *中国行政管理*, 2006, 10:10—13.
- [22] Sahely H R, Kennedy C A, Adams B J et al. Developing sustainability criteria for urban infrastructure systems. *Can J Civ Eng*,2005,32:72—85.

RESEARCH ON THE EFFECT AND EFFICIENCY OF THE INFRASTRUCTURE SYSTEM BASED ON THE SOFT SYSTEM METHOD

Han Chuanfeng Wang Xingguang Ye Cen

(*Institute of Urban Construction and Disaster Management, Tongji University, Shanghai 200092*)

Abstract With good effect and efficiency, the infrastructure system ensures the sustainable development of the city. Make clear the concept of the effect and efficiency of the infrastructure system and its characteristic and make a deep research on it by the Soft System Method. After the object description, definition, model establishment and comparable analysis, advice and measures were provided to improve the effect and efficiency.

Key words infrastructure system, effect and efficiency, SSM