

# 精益项目交付系统的理论发展及运行方法综述

何清华, 董 双, 赵健一

( 同济大学 经济与管理学院, 上海 200092, E-mail: mandyzhao1988@gmail.com )

**摘 要:** 20 世纪 90 年代初, 精益思想开始影响建设工程, 并在提升一些建筑业企业管理效率和经济效益中发挥了重要作用。目前实现精益建设的各项技术都已经成为国际精益建设研究的重点, 但是对集成各项技术的精益项目交付系统 (LPDS) 的研究非常有限。所以从 LPDS 理论入手, 简述了 LPDS 的起源与内涵; 在梳理已有精益建设文献的基础上, 对 LPDS 运行方法进行综述; 在分析 LPDS 现有研究的基础上, 展望未来的研究方向。

**关键词:** 精益建设; 精益项目交付系统; 运行方法

中图分类号: TU712 文献标识码: A 文章编号: 1674-8859 (2013) 05-001-05

## The Theory Development and Operation Methods of Lean Project Delivery System : A Literature Review

HE Qing-hua, DONG Shuang, ZHAO Jian-yi

( School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China, E-mail: mandyzhao1988@gmail.com )

**Abstract:** Since the 1990s, lean thinking has gradually influenced the construction engineering. It plays incessantly an important role in improving management efficiency and economic effectiveness in some construction enterprises. In international research field for lean construction, various lean techniques and tools have become important. But there are limited researches focused on the lean project delivery system. In this paper, the origin and connotation are illustrated. Based on the literature related to lean construction, the operation methods are reviewed. Also the limitations of the existent studies are analyzed and the researches in the future are argued.

**Keywords:** lean construction; LPDS; operation methods

20 世纪 80 年代的日本丰田汽车公司, 凭借起源于 20 世纪 50 年代的丰田生产模式, 以其企业效率和产品质量的独到之处超越美国同行, 从而引发了诸多学者对丰田制造流程与产品高度一致性的研究, 并将“精益”(Lean)作为丰田生产系统的精髓<sup>[1]</sup>。丰田汽车公司的成功也引发了一场对“丰田模式”的效仿, 其中包括我国许多大型制造业厂商, 但大部分却纷纷以失败告终, 由此引发了对这一模式的新思考。

与制造业相比, 建筑业的发展相对缓慢, 鉴于此种现状, 1992 年, 芬兰技术研究中心 (VTT) 的 Lauri Koskela 学者对日本制造业的 JIT&TQC

(Just-in-Time & Total Quality Control) 理论进行研究, 将建筑业生产特点与制造业对比, 挑战传统观念, 指出施工是生产过程, 首次提出了将精益生产引入建筑业的可能性<sup>[2]</sup>, 并且进一步将制造业的 TFV (Transformation—Flow—Value) 理论引入建筑业, 为精益建设奠定了理论基础, 同时也引发了建筑业看待问题视角的转变, 并在此后的 20 年间不断引领精益建设理论的发展。基于 TFV 理论, 一些学者开始注重流问题<sup>[3]</sup>, 末位计划者、连续流、均衡生产、标准化作业、看板系统、新型供应链管理、离线生产等技术纷纷被引入建筑业, 而真正“Lean Construction”的正式提出是在 1993 年精益建设国际组织的第一届年会上。

虽然诸多的精益建设技术是向丰田模式学习, 却不是简单的效仿与引用。建筑业与制造业存在着

收稿日期: 2013-01-10.

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金预研类项目  
(1200219168).

本质的区别,它本身的一次性、唯一性、现场施工、临时组织等特性严重影响精益技术的有效性<sup>[2]</sup>。虽然有很多的精益建设技术应用于建筑行业,但是效果不佳。随着建筑业的发展和环境的变化,项目体现出了复杂、非线性和动态性的特点<sup>[4]</sup>,传统的项目管理计划、执行和控制方法已经不适应新的环境。传统的项目管理理论基础也很不充分,建筑业需要的不仅是技术的革新,更重要的是破坏性的进步,新的项目管理理论<sup>[3]</sup>、新的范式<sup>[5]</sup>和由内而外的彻底的变革。Ballard<sup>[6]</sup>指出真正的精益建设不同于目前精益技术在建筑业的应用,更不仅仅局限于减少浪费,它的最终产品应该是一种新型交付系统,尤其适用于复杂的、不确定的、时间要求高的项目<sup>[7]</sup>,并于 2000 年建立了 LPDS<sup>TM</sup> (Lean Project Delivery System),成为精益建设的代表产品。

过去十多年的时间里,实现精益建设的各项技术成为了精益建设研究的重点,不断有新型的、改进的建设技术被引进到大型复杂项目中,但是对各项技术的运行环境,集成各项技术的精益项目交付系统的研究却非常有限<sup>[28]</sup>。本文以 LPDS 为中心,简述 LPDS 的起源与内涵,对系统运行方法进行综述,并且基于现有的研究,提出不足之处,对未来的研究进行了展望。

## 1 LPDS 的理论发展

### 1.1 LPDS 起源

在过去的 15 年里,精益建设协会致力于建筑行业基于项目的生产系统的管理研究。在 TFV 理论成为精益建设领域最基础理论,末位计划者系统成为精益建设核心并掀起研究热潮的时期,Glenn Ballard<sup>[8]</sup>在 2000 年的精益建设协会年度研讨会上提出了精益项目交付系统(LPDS)的概念,为精益建设的实施提供了新的方法。

### 1.2 LPDS 的内涵

LPDS 是大型项目设计与建造的新方法体系,是实现精益建设的各项技术的实施环境,是精益思想的具体实现策略。LPDS 模型共有 15 个模块组成,其中的 11 个分别属于 5 个相互关联的三角内,另外还包括两个控制模块,工作架构模块以及生产控制模块<sup>[9]</sup>,如图 1 所示。

5 个三角形分别代表了项目的 5 个阶段,不同的模块阐述不同的工作,2 个三角形重叠部分的模块,代表项目工作从一个阶段到下一个阶段的过渡,只有重叠部分的模块达到一定的要求,项目才

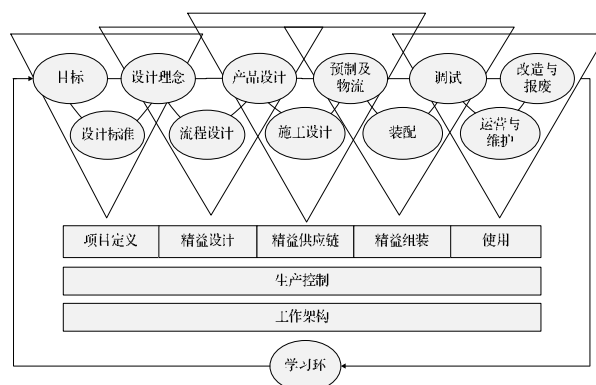


图 1 LPDS 模型

会顺利进入到下一阶段<sup>[10]</sup>。

项目定义阶段将业主融入项目,对业主需求以及项目价值做到准确定位,制定项目标准并且将业主需求体现到概念设计中;在精益设计阶段,深化概念设计的同时,产品设计与流程设计同步进行,体现了 TFV 理论;精益供应链阶段的项目要完成深化设计、离线生产及物流管理,为实现下一阶段的现场安装和试运营做好准备工作;工作架构模块与生产控制模块贯穿项目始末,在项目全生命周期进行控制。

### 1.3 LPDS 的特点

LPDS 是个系统,各个模块组成了完整的体系,模块与模块之间有密切的联系,只有将项目建立在完整的精益项目交付体系之上,才能够实现精益建设。为了实现连续流,系统层次的各个阶段之间的过渡需要满足不同于传统项目工作中的条件<sup>[11]</sup>:

(1) 项目定义阶段完成业主需求与相关方需求的统一,产品设计标准与流程设计标准的统一,完成多种概念设计。

(2) 精益设计阶段的产品和流程深化设计需要与业主需求一致,得到业主认可。

(3) 精益供应链阶段在现场准备好安装条件下进入到精益集成阶段。

只有每个模块的最后一项工作满足以上条件的前提下,项目才可以进入到下一个阶段。除了流程方面的特点外,LPDS 不同于其他交付系统的特点还有<sup>[10]</sup>:

(1) 项目结构分解,项目的管理过程都视作增值过程。

(2) 项目利益相关方参与计划与设计。

(3) 事前、事中控制。

(4) 致力于 workflow 可靠程度的提升,而非生产力的进步。

(5) 拉动技术替代传统的推动思想。

(6) 运用缓冲技术降低风险。

(7) 贯穿项目始末的多层次反馈链,提高系统适应能力。

## 2 LPDS 运行方法

### 2.1 LPDS 实施技术模型

LPDS 的研究集中在精益思想、理论和实施原则方面,而对于 LPDS 的具体实施技术并没有给出系统的建议。本文基于大量精益建设技术的文献,依据 LPDS 的思想、理论及实施原则等要求,将各项新技术添加到 LPDS 模型中,形成 LPDS 实施技术模型,如图 2 所示。

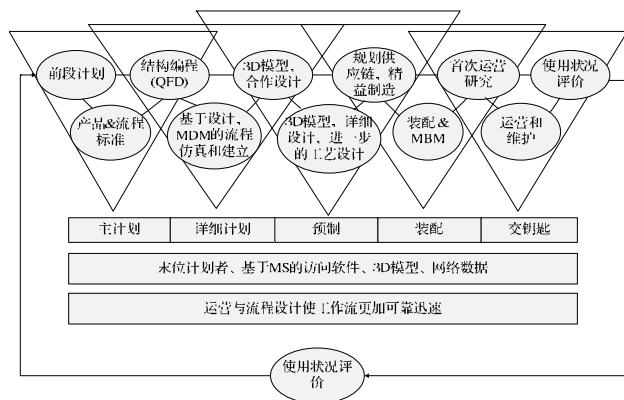


图2 LPDS 实施技术模型

### 2.2 LPDS 的计划方法

传统的计划—追踪—调整方法,在项目最初就做好详细的计划,以便日后的控制工作,在后期的执行过程中往往发生了很大变化,使得计划成为空谈,不能满足精益建设的要求<sup>[12]</sup>,在 LPDS 中,可以采用层次计划系统,如图 3 所示。

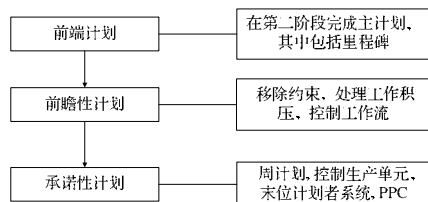


图3 层次计划系统

层次计划方法呈现 3 个层次:前端计划(Front End Planning)、前瞻性计划(Loodahead Planning)和承诺性计划(Commitment Planning)<sup>[13]</sup>。在项目的前期,仅仅做一个待完善的垂直计划系统,前端计划阶段只涉及到里程碑事件及其他特殊事件层面,目的是为项目参与方确立一种信心,并且这一层次的计划要在精益设计阶段完成。下一层次的计

划针对未来 3~12 周发生的工作,这一层次的计划要对工作进行详细规划,形成操作手册,运用 ADM (Arrow Diagramming Method)<sup>[14]</sup>(见图 4)方法分辨这一周期内的工作所有可能的障碍,并且消除这些障碍。之后就进入了下一层次的计划,要求一线工人对一周内的工作完成情况进行保证性计划<sup>[15]</sup>。这种层次性的计划具有适应性,可靠性大大提高。

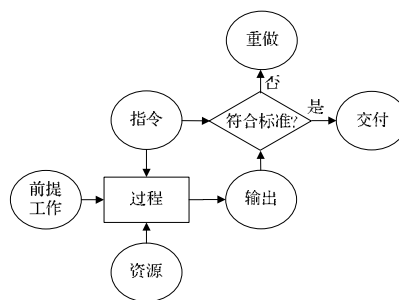


图4 ADM 方法

### 2.3 LPSD 项目各阶段的实施

项目定义阶段是业主需求确定的阶段,不同于传统项目定义,LPDS 的定义阶段要对目标成本,目标工期做出决定。这个阶段的目的是将业主需求融入项目<sup>[16]</sup>,可以运用经典的质量功能展开(Quality Function Deployment, QFD)技术,运用产品规划矩阵,将业主的需求以项目技术特征的方式展现出来,形成产品概念,然后运用概念选择矩阵,对产品概念进行评估,选择最佳概念。将系统概念或结构分割为次级系统结构,并将顾客的高级需求及其需求的技术特征分配给这些分割开的次级系统结构。通过运用项目分解展开矩阵,将次级系统需求转化为次级的项目工作,最终形成项目目的、设计标准和概念设计<sup>[17]</sup>。

LPDS 设计阶段需要各方协同,不同于传统分包设计方式,要实现跨职能团队协同设计<sup>[18]</sup>,需要运用 BIM 技术支持<sup>[19]</sup>,为项目设计提供平台<sup>[20]</sup>,在不同专业进行设计的同时,进行冲突检测<sup>[21]</sup>,将施工冲突在设计阶段解决<sup>[22]</sup>,并且在精益供应阶段,为离线生产信息交流工作提供支持<sup>[23]</sup>。其中 LPDS 的设计分为产品和流程两个方面,流程的设计可以采用模拟技术,例如 ProjectSim,对项目的组织,流程进行模拟,优化。

LPDS 的项目设计采用基于组的设计方法,不同于传统的尽快定格在唯一的设计方案上,虽然在设计阶段单一的设计方案会降低成本,但是在后期会造成大量的变更和浪费。精益设计与传统大相径

庭,设计是基于组方案,并行设计,注重信息交流,在最终不得不筛选的时候再进行决策,这样可以消除消极返工。这种基于组的设计思想需要设计结构矩阵(Design Structure Matrix,DSM)技术实现<sup>[24]</sup>。DSM 技术将设计工作层层分解,不同工作关系形成设计结构矩阵,将设计工作形成连续流,避免不必要的重复。

现场安装工作需要多技术工人,而不是传统的专业人员,以保证连续流。在这一阶段,可以使用 First Run Study 技术,通过实验或者模拟的方法创造出好的工作方法,通过一轮学习制定出一套操作标准,并且通过实验不断完善优化,从而降低了施工操作的不确定性<sup>[25]</sup>。

项目全生命周期计划管理与控制使用末位计划者技术,通过“拉动式”工作流程设计和多级交互式计划与控制方法,确保计划任务在开始实施之前,必要条件都已具备,进而可以完全按照计划不被干扰地执行<sup>[26]</sup>,具体的系统流程见图 5。

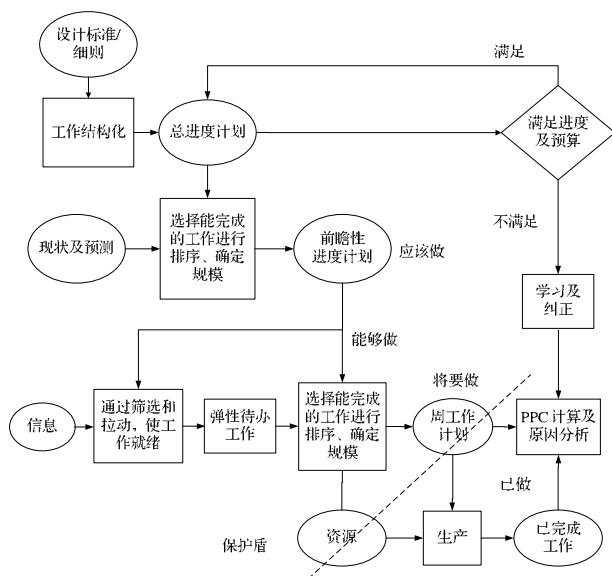


图 5 末位计划者的系统流程图

末位计划者技术最大的特点是有项目一线管理人员参与项目的计划与决策,使各方了解项目目前状态,进而确立最好的实施工序、工作时间和缓冲设置,及时发现工作中存在的偏差,找出原因,采取措施防止类似情况再次发生<sup>[15]</sup>。

### 3 LPDS 研究的不足之处

通过对 LPDS 研究的整理、综述发现,目前 LPDS 的研究尚存在着以下不足之处:

(1) LPDS 理论基础过于单一。目前精益建设领域的理论基础只有 TFV 理论,对 LPDS 的理论研

究也主要集中在运用 TFV 理论分析 LPDS 流连续性和稳定性,但是 TFV 理论本身仍然处于研究发展中。作为实现精益的交付系统,也可以从系统论、信息论、控制论、耗散结构论、协同论和突变等系统理论来研究,可以帮助系统进一步丰富和完善。

(2) LPDS 支持技术有待进一步研究。LPDS 已经提出了 10 年之久,期间各种精益技术都成功地应用到工程实践中,但是如何将完整的体系应用到实践中,各种引入 LPDS 的技术方法之间如何兼容,还有待研究。

(3) LPDS 运行条件研究待深入。目前对 LPDS 运行所需要的精益组织形式,形成过程,面临的挑战等都没有深入的研究。LPDS 并不适用于所有项目<sup>[27]</sup>,只适用于大型复杂项目,但是项目的规模,复杂性与 LPDS 的适用性之间关系的研究还很欠缺。

(4) LPDS 运行评价研究欠缺。目前研究主要集中在对精益性的评价,而且主要是通过工作的执行效率来评价。但是 LPDS 的应用不仅仅是提高生产率,更有可持续性的体现,员工价值的满足等方面,评价方法有待研究。

以上对目前 LPDS 研究的不足之处,也是未来研究的方向,相信不久之后,随着精益理念的逐步推广,LPDS 的研究也将会逐步深入和全面。

## 4 结语

本文在梳理目前 LPDS 相关研究文献的基础上,发现当前 LPDS 的研究集中在精益思想、理论和实施原则方面。基于本文整理的 LPDS 的起源、内涵和特点,同时依据 LPDS 的思想、理论及实施原则等要求,提出 LPDS 的运行方法,包括将各项新型技术添加到 LPDS 模型中,形成 LPDS 实施技术模型;LPDS 中采用的层次计划系统;以及实施 LPDS 的项目各阶段要求。目前,LPDS 的研究尚处于起步阶段,研究尚不够深入,还存在着很多不足之处,相信这也会是未来 LPDS 研究的方向。

## 参考文献:

- [1] James P. Womack, Daniel T. Jones. The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production [M]. USA: Harper Perennial, Inc., 1991.
- [2] Koskela L. Application of the New Production Philosophy to Construction[R]. CIFE, Stanford University, 1992.
- [3] Koskela L, Gregory H. The Underlying Theory of Project management is Obsolete[C]. Proceedings of PMI Research Conference, 2002.

- [4] Sven Bertelsen . Complexity-Construction in a New Perspective[C] . Proceedings of 11th IGLC , 2003 .
- [5] Glenn Ballard , Yong-Woo Kim . Starting from Scratch : A New Project Delivery Paradigm[R] . Research Team 271 , 2012 .
- [6] Sven Bertelsen . Lean Construction : where are we and how to proceed[J] . Lean Construction Journal , 2004 .
- [7] Howell ,G .What is Lean Construction Proceedings[C] .7th Annual Conference International Group for Lean Construction , Berkeley , USA , 1999 .
- [8] James P . Womack , Daniel T . Jones . Lean Thinking[M] . USA : Simon & Schuster , Inc . , 2008 .
- [9] Glenn Ballard , Todd Zabelle . Lean Project Delivery System-update[R] . Project Definition White Paper #9 , LCI , 2008 .
- [10] Glenn Ballard . Lean Project Delivery System[R] . Lean Construction Institute Research Agenda , 2000 .
- [11] Lincoln H . Forbes , Syed M . Ahamed . Modern Construction-Lean Project Delivery and Integrated Practices[M] . CRC Press , 2011 .
- [12] Glenn Ballard . The Last Planner System of Production Control[D] . School of Civil Engineering , Faculty of Engineering , The University of Birmingham , 2000 .
- [13] O .Salem ,J .Solomon ,A .Genaidy ,I .Minkarah .Lean Construction : From Theory to Implementation[J] . Journal Of Management In Engineering , 2006 .
- [14] Hyun Jeong Choo .Distributed Planning and Coordination to Support Lean Construction[D] .Doctor of Philosophy in Engineering-Civil and Environmental Engineering , UNIVERSITY OF CALIFORNIA , BERKELEY , 2003 .
- [15] Herman Glenn Ballard . The Last Planner System of Production Control[D] . Faculty of Engineering of The University of Birmingham for the degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY , 2000 .
- [16] Glenn Ballard , Lauri Koskela . On the Agenda of Design Management Research[J] . Proceedings IGLC , 1998 .
- [17] Sven Bertelsen , Lauri Koskela . Managing the Three Aspects of Production in Construction[J] .The 10th annual conference in the International Group for Lean Construction , Gramado , Brazil , 2002 .
- [18] Glenn Ballard , Lauri Koskela . On the Agenda of Design Management Research[J] . Proceedings IGLC , 1998 .
- [19] Glenn Ballard , Lauri Koskela , Gregory Howell , Todd Zabelle . Production System Design in Construction[J] . Proceedings of the 9th Annual Conference of the IGLC , National University of Singapore , 2001 .
- [20] R .Sacks , M .Treichmann , O .Rozenfeld . Visualization of Work Flow to Support Lean Construction[J] . Journal Of Construction Engineering And Management , 2009 .
- [21] Rafael Sacks , Lauri Koskela , Bhargav A .Dave , Robert Owen . Integration of Lean and BIM in Construction[J] . Journal Of Construction Engineering And Management , 2010 .
- [22] Sacks R . ,Koskela L . ,Dave B .A . ,Owen R . ,Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction . Journal of Construction Engineering and Management . 2010 .
- [23] Khanzode , A . , Fischer , M . , Reed , D . A guide to applying the principles of virtual design & construction ( VDC ) to the lean project delivery process , CIFE , Stanford University , Palo Alto , Calif , 2006 .
- [24] Iris D . Tommelein . MDM as a Process Mapping Tool in Lean Construction[C] . Proceedings 12th International DSM Conference , 2010 .
- [25] Glenn Ballard , Greg Howell . Implementing Lean Construction : Improving Downstream Performance[R] . 2nd Annual Conference , Catolica University , 1994 .
- [26] 韩美贵 , 王卓甫 , 金德智 . 面向精益制造的最后计划着系统研究综述[J] . 系统工程理论与实践 , 2012 , 32 ( 4 ) : 721-730 .
- [27] Glenn Ballard , Iris Tommelein . Lean Management Methods for Complex Projects[J] . The Engineering Project Organization Journal , July , 2012 .
- [28] Dave ,B . ,Koskela ,L . ,Kagioglou ,M . .A critical look at integrating people , process and information technology within the construction industry[C] . Proc . , 16th Annual Conf . of the Int . Group for Lean Construction IGLC16 , P . Tzortzopoulos and M . Kagioglou , eds . , University of Salford , Manchester , 2008 .

#### 作者简介 :

何清华 ( 1971- ) ,男,教授,研究方向:建设工程管理;

董双 ( 1987- ) ,女,博士研究生,研究方向:建设工程管理;

赵健一 ( 1988- ) ,女,硕士研究生,研究方向:建设工程管理。