

Applying 3DCE to Low-Carbon Economy Practices of Manufacturing Industry

Tan Yuanfa^{1,2}, Liu Jiangyi¹

(1. School of Economics and management of China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074

2. Hunan Electrical College of Technology, Xiangtan Hunan 411101)

fa0256@126.com

Abstract: Face of the global “green industrial revolution”, the equipment manufacturing industry integrates low-carbon economy and NPD by 3DCE to implement product design and process design and supply chain design, to reduce operating costs and reduce waste and improve the environment and to achieve product differentiation and improve corporate image and increase market share and profits. Through research concludes that “competitive advantage by being an environmentally responsible company”, that “there need not be any conflict between the environment and the economy”.

Key words: Equipment manufacturing industry; 3DCE; Low-carbon economy.

3DCE 在装备制造业低碳经济中的应用实践

谭元发^{1,2} 刘江宜¹

(1. 中国地质大学 经济管理学院 湖北 武汉 430074)

(2. 湖南电气职业技术学院 湖南 湘潭 411101)

fa0256@126.com

摘 要: 面对全球“绿色工业革命”，装备制造业以 3DCE 为平台将低碳经济理论整合到 NPD，实施产品设计、流程设计和供应链设计，达到降低运营成本、减少浪费、改善环境，实现产品差异化，提高企业形象、市场份额和利润。研究得出：“竞争优势存在于对环境负责的公司”。表明“环境和经济之间不应该有任何冲突”。

关键词: 装备制造业；3DCE；低碳经济。

1. 3 DCE 在基于低碳经济的 NPD 中的应用背景

随着全球范围内正在掀起一场“绿色工业革命”，企业面对更多的社会责任和发展低碳经济的要求、全球竞争压力的增加、我国产业升级和产业结构调整，装备制造业发展的首要任务就是技术创新和新产品开发。装备制造业一方面要面对资源和能源“瓶颈”，立足新能源装备、核能源装备、双能源装备等开发，改变传统的高碳、高能耗、高增长的粗放型增长方式；另一方面，在组织开发新产品的过程中，不仅要面对产品功能、成本、价值、安全，而且还要面对遵循环境责任制造（ERM），实现低能耗、低污染、低排放为基础的低碳经济模式。本文探讨以三维并行工程（3DCE）作为平台，将低碳经济的理论应用于产品设计、流程设计和供应链设计，提高产品竞争力，适应低碳经济的可持续发展。

3DCE是指“产品设计、流程设计和供应链设计同步发展”^[1, P.14]。低碳经济是指在可持续发展理念指导下，通过技术创新、制度创新、产业转型、新能源开发等多种手段，尽可能地减少煤炭石油等高碳能源消耗，减少温室气体排放，达到经济社会发展与生态环境保护双赢的一种经济发展形态。

2. 3DCE 的框架

传统的并行工程 CE 侧重于产品设计和流程设计，原材料供应没有低碳经济要求。3DCE 强调产品设计、流程设计和供应链设计并重，供应链设计对装备制造业发展低碳经济起着至关重要的作用。3DCE 中的供应链设计包括了供应商的信息处理、通信能力和库存管理，甚至与供应商的关系，超越了简单集成供应商的技术能力。3DCE 每一要素或要素之间的关系如图 1 所示^[1]，ESI 表示环境可持续指数。

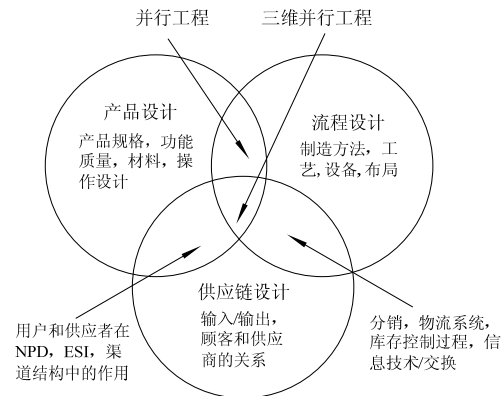


图1 三维并行工程

3. 面对低碳经济的产品开发和设计

装备制造业为实现低碳经济目标，立足于新能源装备、核能源装备、双能源装备等开发，达到不可再生资源替代和减少对环境的污染的目的。同时在装备开发过程中，最大限度地提高资源利用效率，尽量减少在生产过程、消费过程以及生命周期终结后对环境的污染。从低碳经济本质上讲，新产品开发要有利于改善环境；在设计过程中，低碳经济能使装备制造业减少影响环境的废物。低碳经济的目标就是可再生资源替代不可再生资源，提高资源利用率，降低能耗，减少环境污染，达到降低成本，实现产品差异化，提高产品核心竞争的目的，真正实现“竞争优势存在于对环境负责的公司”。

传统产品设计的重点放在设计规格、质量、材料和性能上，在低碳经济中，产品设计注重采用可再生材料，环保材料，使用更少的材料进行最优的组合生产，便于再制造。产品的包装设计，也要按照低碳经济的要求，更新包装的材料。环保的包装可能会降低成本，降低重量及相关的物流成本，并减少材料送到废物填埋场^[3]。低碳经济应用到产品设计需要从整个产品生命周期来考虑，在考虑环境影响和产品的生命周期方面，侧重于前者。

3DCE 平台侧重于 NPD 的性能改进，如降低成本，快速响应市场和减少库存；低碳经济侧重于产品设计、流程设计和供应链设计中对环境的影响。随着经济的发展，绿色产品措施和越来越多的企业正试图开发和销售更多的对环境无害的产品，表明“环境和经济之间不应该有任何冲突”^[2]。

传统经济中，并行工程的 NPD 已为企业产生了很大利益，但是它是以前环境污染和资源的大量消耗为代价的。综上所述，装备制造企业运用 3DCE

将低碳经济整合到 NPD 中，达到减少对环境的废物、快速响应市场、降低成本、提高产品质量的目的。

4. 低碳经济理念下的企业流程再造

与流程有关的低碳经济措施还包括把重点放在流程设计，减少废物源。装备制造业按照低碳经济理念，通过流程再造，改进操作，改善库存管理，减少废物，加快资金流速。在进行流程再造过程中，按照低碳经济理念，从提高资源利用率上需增加资源循环流程，从加快资源流速方面，减少停滞时间，并降低成本。

与传统经济模式相比，发展低碳经济可以充分提高资源和能源的利用效率，最大限度地减少废物排放，保护生态环境，实现社会效益、经济效益和环境效益的共赢。基于3DEC将低碳经济整合到NPD中，就是通过产品设计、流程设计和供应链设计达到降低成本、提高产品质量、快速响应市场、提高用户满意度、减少污染。按照低碳经济原则，企业流程再造主要从供应、产品设计、制造、销售、物流、财务、环境健康等方面分析，达到经济效益和社会效益双赢的目的。降低成本应考虑社会成本，既包括企业的生产成本又包括企业的社会环境成本；质量要求保证产品一定的可靠度，在减量化设计的基础上保证产品功能；速度要求保证不浪费资源，减少不必要的流程，加快资源流速。为此，企业流程再造是以作业流程为中心，为了具有较强的应变能力和较大的灵活性，快速反应市场的变化，打破传统的金字塔式的组织结构，向扁平化的组织结构发展。扁平化的组织结构有利于企业员工参与企业管理，便于企业内部各层次之间的有效沟通，低碳经济发展模式下的企业业务流程如图2所示。

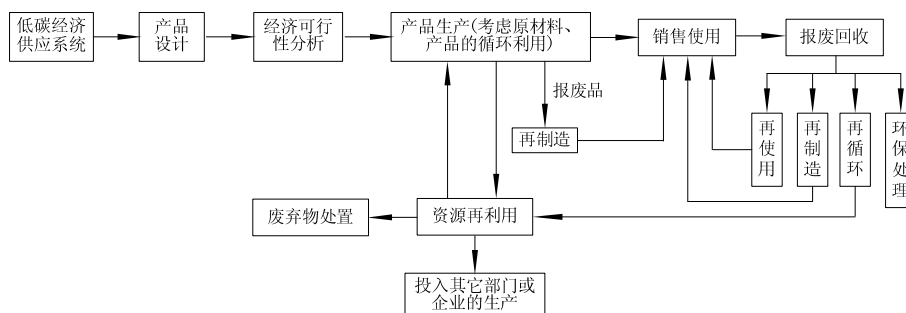


图2 循环经济模式下的企业业务流程

4.1 企业生态化发展战略定位

从竞争角度来看，企业首先考虑产品生态化程度、产品成本、库存的减少和用户满意度；从环境约束条件下，要考虑环保材料的使用、低碳、减量化，要考虑产品的清洁生产、减少对环境的污染和废物排放；从生态效应角度来看，生态效益将是企业业务流程设计中与经济效益同等重要的目标，最大限度提高资源利用率和环境意识。因此，业务流程再造的第一步是从根本上转变传统经济模式下的企业经营理念，重新分析和制定企业的发展战略，确定业务流程设计的新的目标，即生态效益与经济效益并重。

4.2 业务流程的整体设计

在确定了业务流程设计的目标之后，要着手进行业务流程体系的构建工作。低碳经济模式下的企业业务流程较传统经济下的流程更为复杂，按照供应链设计的要求，不仅在流程上有所延伸，需要增设新的部门，如消费后的产品的回收、再制造、资源的再利用、废弃物处置、投入其他企业的生产等程序是原有流程所没有的，须增设新的部门来完成这些功能。而且，原有部门的职能也有所改变，如产品设计后的可行性分析，原有程序只需考虑经济可行性，改造后的程序还需要考察其生态效益，在产品的生产过程中，低碳经济环境约束下既要利用回收的产品零部件，又要及时对生产中产生的某些废弃的零部件进行再制造。

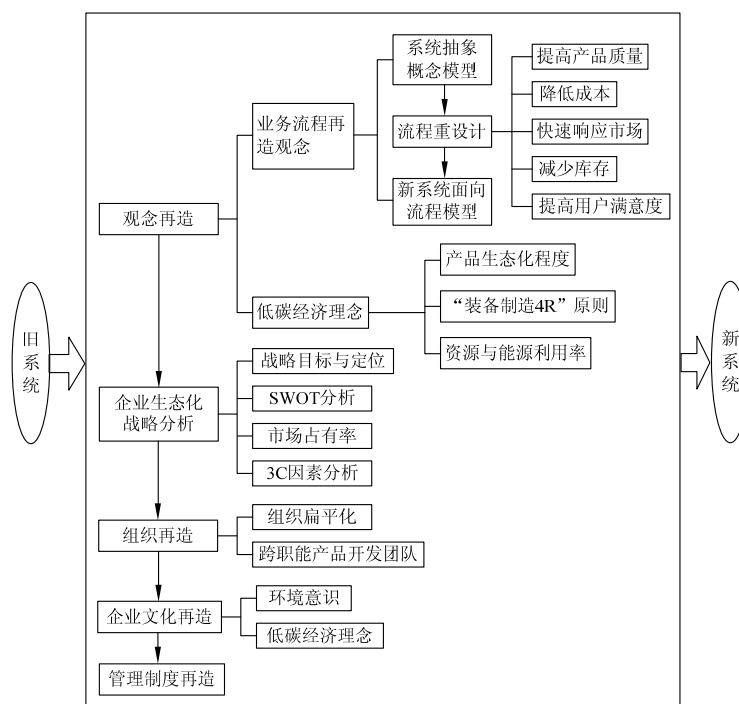


图3 基于低碳经济的业务流程实施体系图

基于业务流程再造的观点,从资源的使用上,要缩短循环时间,快速响应市场,减少库存,便于加快资源流速,达到提高资源利用率和降低成本的目的。基于低碳经济观点,要对产品与生产的生态化程度、“装备制造4R”原则、资源与能源的使用以及环境的影响进行再造与再设计,达到低碳经济的标准,提高产品的市场竞争力。从而,在低碳经济原则下,企业的业务流程设计的目的是整个流程再造要体现低碳经济的环境约束,快速响应市场,减少库存,提高产品质量和用户满意度。

5. 面对低碳经济的供应链设计

传统的装备制造业供应链设计,在整个供应链上侧重于资源供应,并不考虑生产过程中产生的废弃物和消费过程中的能源的消耗。在进行供应链设计时,仅在企业内部进行设计,上游企业与下游用户排除在供应链设计之外,这是目前我国装备制造业普遍存在的问题,这可能是制造企业为避免在生产过程中产生不协调的问题,也可能是认为广泛的供应商和用户参与供应链决策会影响产品快速响应市场。其实,通过国外大量研究得知,供应商和用户参与 NPD,实际上会加快新产品快速响应市场。装备制造业已经在产品设计中,针对用户对环境的愿景,要求供应方通过 ISO14000 标准,与它的供应商一起,减少供应链上所产生的废物,并通过减量化提高资源的利用率,节约能源。

低碳经济是从供应链长远考虑整个产品生命周期对环境的影响,由供应链成员参与,从低碳经济的观念进行产品设计、流程设计和供应链设计。为了尽量减少企业产品的生态足迹,重要的是要考虑低碳经济的供应链有关的输入内容,以及即将退役产品对环境的影响。在新产品开发中,并行生产、供应链和流程设计重点放在用户的需求、分销、物流系统、库存控制流程、信息技术和信息共享。低碳经济将环境作为生产函数的一个要素,环境因素必须整合到供应链各个阶段和整个产品的生命周期。装备制造企业正在认识到废物的管理和防止污染的好处,而不是进行末端废物处理。因此,运用 3DCE 整合低碳经济与 NPD,供应链关键因素是物流、供应商和用户的影响。

5.1 物流

企业通过流程再造,将功能整合,按照产品建立分公司和事业部制,以利润作为考核指标,

从而实现功能一体化。这样,可以大大减少各分散活动之间的存货,提高各功能系统的运作效率。在此基础上,对各功能系统进行统一管理、系统优化,实现厂商内部一体化,形成内部供应链,即生产物流一体化。但是,生产物流一体化只能在企业内部达到最优化,由于没有与供应商和分销商实现一体化,仍然存在大量原材料和产成品的库存,或者将库存推向供应商或分销商。这种成本的转移并不能有效提高企业的竞争力,因为所有这些成本都要转嫁到最终消费者。而要做到消除原材料和产成品的库存,就必须与上游供应商和下游分销商合作,统一管理、统一行动,实现外部一体化。

企业实现内部一体化和外部一体化,这也只是线性管理模式,没有实现资源的循环,只有实现整个供应链形成闭环系统,实现内外一体化管理,才能实现低碳经济目标,这是一体化的更高境界,是真正意义上的一体化。企业内部一体化和外部一体化如果是正向物流的话,完整的低碳经济闭环供应链不仅应该包括“正向物流”,还应该包括“逆向物流”。因此,产品生命周期的管理也拓展到逆向物流的管理,逆向物流管理的重点是对废旧物品进行有效的再使用、再制造、再循环等功能挖掘和最终废弃物的处置设计。

5.2 供应

为了创造在供应链上对环境具有较低影响的产品,至关重要的是要能够采购对环境影响极小的材料和部件。对于装备制造业来说,重要的是供应商在早期阶段的设计,因为多达 80% 的环境、社会 and 成本因素都在早期阶段确定。研究认为在产品的生命周期里,从整个供应链对供应商管理与单一企业按照组织的目标行动可以更为有效地减少负面影响^[5]。采购与供应商的参与可包括如减量化、再利用、以及更多的环境友好材料替代活动^[6]。材料的变化和浪费可能是来自于供应商^[5]。传统的 NPD 中,供应可以改善机械性能和质量,并行工程要求供应商参与 NPD 可以改进流程和产品开发成功。

5.3 用户

按照 3DCE,用户参加新产品开发与设计过程,能快速响应市场以及降低产品费用的需求^[7, 8]。用户关注可以帮助减少供应链的浪费和相关的费用,以及提高用户满意度和服务。用户的需求可以转化为目标^[9]。低碳经济理论进一步表明,供应商和用

户参与企业低碳经济为重点的 NPD 能够改善研究开发的成果,如降低产品总成本,以及产品和服务更好地满足用户的需求^[4, 10, 11]。这种将用户的需求和供应商投入产品规格使生产者在环境上可持续地发展,获得更大的效益。因此,企业利用 3DCE 平台,基于低碳经济整合物流、关键供应商、用户将达到降低成本、减少影响环境的废物和提高用户满意度的目的。

6. 结论

上述研究的一个重要目的是展示 3DCE、NPD 与低碳经济的强有力的关系。这是通过研究得出理论模型如图 4。低碳经济的目标是在整个产品周期里减少产品对环境的影响,包括废物的处置。有效地实现低碳目标是在 NPD 过程中,按照低碳经济要求同时进行产品设计、流程设计和供应链设计。换句话说,使用 3DCE 整合 NPD 和低碳经济要求,将会降低产品成本、快速响应市场、提高产品质量、减少环境污染,实现可持续发展的目标。

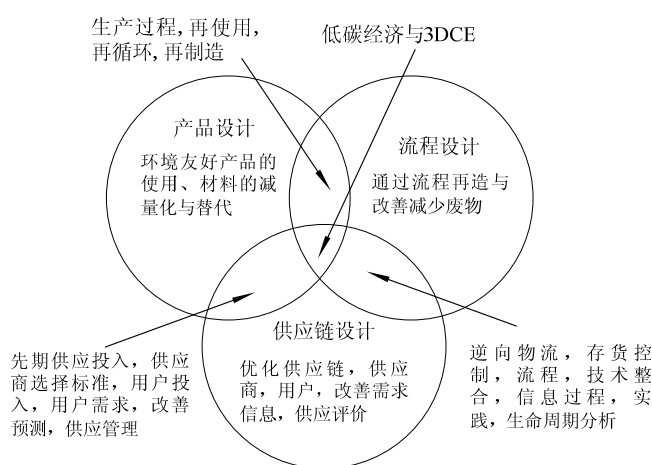


图4 3DCE、NPD与低碳经济的强有力的关系

References (参考文献)

- [1] Fine.C.H, Clockspeed:Winning Industry Control in the Age of Temporary Advantage [M]. New York:Perseus Books,1998.
- [2] Lisa M. Ellram, Wendy Tate, Craig R. Carter, Applying 3DCE to environmentally responsible manufacturing practices, Journal of Cleaner Production 16 (2008): 1620–1631
- [3] Maxwell J, Rothenberg S, Briscoe F, Marcus A. Green schemes: corporate environmental strategies and their implementation. Calif Manag Rev 1997; 39(3):118–134.
- [4] Shrivastava P. The role of corporations in achieving ecological sustainability. Acad Manage Rev 1995;20(4):936–960.
- [5] Handfield R,Walton S, Sroufe R, Melynk S. Applying environmental criteria to supplier assessment: a study in the application of the analytical hierarchy process. Eur J Oper Res 2002;141:70–87.
- [6] Carter C, Carter J. Interorganizational determinants of environmental purchasing: initial evidence from the consumer products industries. Decision Sci 1998;29(3):659–684.
- [7] O’Leary-Kelly S, Flores B. The integration of manufacturing and marketing/sales decisions: impact on organizational performance. J Oper Manag 2002;20(3):221–240.
- [8] Ettlie J. Integrated design and new product success. J Oper Manag 1997;15(1):33–55.
- [9] Swink M. A tutorial on implementing concurrent engineering in new product development programs. J Oper Manag 1998;16:103–116.
- [10] Maxwell D, van der Vorst R. Developing sustainable products and services. J Clean Prod 2003;11(8):883–895.
- [11] Manzini E, Vezzoli C. A strategic design approach to develop sustainable product service systems: examples taken from the environmentally friendly Italian prize. J Clean Prod 2003;11(8):851–857.