

北京師範大學

专业硕士学位论文

论文题目：基于系统动力学的 ERP 项目经济效益后评价研究

学位类别：	项目管理领域工程硕士
作者：	施洋
导师：	樊瑛
系别：	系统科学学院
学号：	201323230026
完成日期：	2016年11月

北京师范大学研究生院

北京师范大学学位论文原创性声明

本人郑重声明： 所提交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

日期： 年 月 日

学位论文使用授权书

学位论文作者完全了解北京师范大学有关保留和使用学位论文的规定，即：研究生在校攻读学位期间论文工作的知识产权单位属北京师范大学。学校有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许学位论文被查阅和借阅；学校可以公布学位论文的全部或部分内容，可以允许采用影印、缩印或其它复制手段保存、汇编学位论文。保密的学位论文在解密后适用于本授权书。

本人签名： _____

日期： _____

导师签名： _____

日期： _____

基于系统动力学的 ERP 项目经济效益后评价研究

摘 要

随着产业化和信息化的深入，大数据和云计算应用正方兴未艾，信息工作越来越受到当今企业的重视，它被视为提升企业核心竞争力的有效手段。随着应用的深入，信息化项目到底对企业效益增长起到了哪些促进作用成为各个企业关心的问题。在企业的实际运作过程中，信息化对企业应用效益的影响难以进行量化，究其原因还是因为后评价的量化评估工具不到位。企业缺少有效的工具对项目实施后的经济效益进行动态的管理，也无法通过项目后评价达到“以评促建”的目的。

本文以中国铝业股份有限公司的 ERP 信息化项目为背景，以该项目的经济效益后评价内容为主线。通过使用平衡计分卡并结合系统动力学模拟仿真模型的方法，对该 ERP 信息化项目经济效益的后评价建立仿真模型进行分析。本文的创新点是通过将系统动力学与平衡计分卡相结合，设计出一套的适用于大型企业 ERP 信息化项目经济效益的后评价仿真模型，并用公司历年的经营数据对模型进行了验证。利用动态的仿真模型，评价 ERP 信息化项目对公司经济效益提升的效果，为难以量化的 ERP 项目经济效益后评价提供了一种思路和方法。

论文第一章概述了论文研究 ERP 应用效益后评价的意义，第二章对系统动力学和平衡计分卡两种评价工具进行了理论介绍。第三部分是中国铝业股份有限公司 ERP 项目经济效益后评价模型的建立。第四部分是将上述模型在中国铝业 ERP 信息化经济效益后评价应用。第五章是说明了论文的研究成果和存在的不足。本文尝试运用系统思维和系统动力学的理论，并结合平衡计分卡的绩效评估工具，对企业 ERP 信息化项目应用效益进行后评价，试图解决实务中 ERP 后评价结果量化困难的问题。

关键词：ERP 项目、经济效益后评价、平衡计分卡、系统动力学

Research on ERP Project Post Evaluation of Economic Benefit Based on System Dynamics

ABSTRACT

With the deepening of industrialization and information technology, big data and cloud computing applications is just unfolding, information work more and more attention in today's enterprises, and it is regarded as the effective means to enhance the core competitiveness of enterprises. At present, the major enterprises not only to improve the level of information technology as a means of enterprise management level, but also as a measure to promote enterprise strategic innovation. Along with the enterprise to the information project of high investment, the information project in the end to the enterprise benefit growth has played the role of the various enterprises to promote the issue of concern. In the enterprise of the operation process, the lack of a set of effective post evaluation method, made the Implementation effect is difficult to quantify. Enterprises lack of effective tools for the project after the implementation of the economic benefits of dynamic management, can not be achieved through the project evaluation to promote the construction of the purpose.

This paper using ERP project of Aluminum corporation of china limited as the background, With the economic benefits post evaluation content as the main line. By using the balanced scorecard and combining the method of system dynamics simulation model of the ERP information project economic benefits post evaluation to establish a simulation model for analysis.

The innovation of this paper is through the combination of system dynamics and the balanced scorecard, designed a set of large enterprise ERP information on economic benefit of the post project evaluation of the simulation model, the models are verified by the company over the years of business data.

Using the dynamic simulation model proposed in this paper, Can effectively evaluate ERP

project's influence on the economic benefit. Provides a way of thinking and method for the economic benefit post evaluation of the ERP project which is difficult to be quantified. It also provides an important reference value for the later period of the company's other enterprises to implement the ERP project as well as the post project evaluation.

This paper is divided into five parts. The first part from the background of the evaluation of the project economic benefits, this paper focuses on the purpose of this paper, the results and significance, and outlines the research content, ideas, etc. The second part is the theory of system dynamics and the evaluation method of the balanced scorecard. The third part is the establishment of the evaluation model of the economic benefit of the ERP project of the Limited by Share Ltd in China. The fourth part is the application of the model in the evaluation of the economic benefits of ERP informatization in China Aluminum industry. The fifth part is the conclusion and Prospect of this paper, which is a summary of the full text. This article through to the enterprise informatization of ERP economic evaluation of knowledge and learning, try to use the dynamic system thinking and system theory, combined with the Balanced Scorecard performance evaluation tool, carries on the appraisal to the economic benefits of the enterprise information project after ERP. The method can effectively solve the problem that the economic benefit of ERP information project is difficult to quantify.

KEY WORDS: ERP project, post evaluation of economic benefit, balanced score card, system dynamics

目 录

基于系统动力学的 ERP 项目经济效益后评价研究.....	I
摘 要.....	I
Research on ERP Project Post Evaluation of Economic Benefit Based on System Dynamics.....	II
1 绪论	1
1.1 研究背景及意义	1
1.2 ERP 项目经济效益后评价概念	2
1.2.1 ERP 项目评价简介	3
1.2.2 ERP 项目与传统项目相比的特点	3
1.2.3 ERP 项目后评价的特殊性	4
1.3 国内外研究现状分析	4
1.4 研究方法 及意义	5
1.5 研究的内容 及主要框架	5
2 平衡计分卡与系统动力学理论概述	7
2.1 平衡计分卡理论	7
2.1.1 平衡计分卡理论基础.....	7
2.1.2 平衡计分卡的优缺点分析.....	8
2.2 系统动力学的基本原理及建模	10
2.2.1 系统动力学的形成与发展.....	10
2.2.2 系统动力学的基本概念.....	11
2.2.3 系统动力学建模.....	13
2.2.4 系统动力学建模常用软件介绍.....	15
2.3 本章小结	15
3 中国铝业基于系统动力学的 ERP 项目后评价体系构建	16
3.1 中国铝业 ERP 项目后评价概述	16
3.1.1 公司概况.....	16

3.1.2	中国铝业 ERP 项目经济效益后评价项目介绍.....	16
3.1.3	ERP 项目经济效益后评价项目规划和实施思路	17
3.2	ERP 项目经济效益后评价指标体系构建.....	18
3.2.1	构建评价体系基本原则.....	18
3.2.2	确定围绕 ERP 评价仿真目的的指标.....	19
3.2.3	构建因果关系并绘制系统动力学流图.....	23
3.2.4	确定数据的来源并设置模型的公式和假设条件.....	29
3.3	本章小结	30
4	案例分析.....	31
4.1	系统动力学仿真在 ERP 项目经济效益评价中的应用	31
4.1.1	培训投入对订单处理效率及企业利润的影响.....	31
4.1.2	人员波动对效率及对利润的影响.....	35
4.2	案例解决的问题	37
4.3	案例应用对企业项目管理的改善	38
4.4	本章小结	38
5	结论和展望.....	39
5.1	结论	39
5.2	本文的主要研究成果	39
5.3	后期展望	39
	参考文献.....	41
	附 录.....	43
	致 谢.....	46

图目录

图 1 论文路线与研究方法示意图.....	6
图 2 正因果链与负因果链.....	11
图 3 正反馈与负反馈.....	11
图 4 人口系统动力学流量图.....	12
图 5 系统动力学建模及仿真基本步骤.....	14
图 6 财务维度系统动力学流图.....	23
图 7 客户维度系统动力学流图.....	24
图 8 内部管理维度系统动力学流图.....	26
图 9 学习和成长维度系统动力学流图.....	28
图 10 培训投入.....	32
图 11 平均知识水平增长.....	32
图 12 单位客户服务时间变化.....	33
图 13 公司订单处理量.....	33
图 14 净利润变化.....	34
图 15 人员波动对平均知识的影响.....	35
图 16 订单处理数量.....	36
图 17 每笔订单处理时间.....	36
图 18 效率提升后对净利润的影响.....	37

表目录

表 1 财务层面关键评价指标.....	19
表 2 客户维度的关键评价指标.....	20
表 3 内部流程关键评价指标.....	20
表 4 学习和成长关键评价指标.....	21
表 5 中国铝业 ERP 系统绩效评价指标.....	22
表 6 iThink 软件中财务维度模型指标定义表.....	23
表 7 iThink 软件中客户维度模型指标定义表.....	25
表 8 iThink 软件内部流程维度关键指标表.....	26
表 9 iThink 软件学习和成长维度关键指标表.....	29
表 10 模型的主要假设条件.....	30
表 11 培训投入对公司净利润的影响.....	34

1 绪论

1.1 研究背景及意义

ERP 系统是 (Enterprise Resource Planning, 企业资源计划) 的简称, 它以系统化的管理思想, 为企业提供了决策和运行的管理平台。ERP 现在已经成为企业提高竞争能力、优化资源配置的重要信息化工具。ERP 由 MRP (物料需求计划) 发展而来, 在 1990 年由美国公司 Gartner Group 公司提出。它扩展了 MRP 的功能, 管理的核心思想围绕企业供应链展开, 涉及企业管理的方方面面。在随后的 20 年间, ERP 迅速在全球各大企业和组织中得到了广泛应用。现在已经成为全球应用范围广泛的企业信息化管理系统。

在信息化飞速发展的今天, 企业普遍实施了 ERP 系统, 没有通过信息化管理的企业逐渐失去了竞争力。国外一些大型跨国公司非常重视信息化建设, 为提高公司管理水平相继实施了 ERP 系统建设, 由客户订单倒排生产计划、生成企业资源计划到原材料采购, 产成品质检、出库、物流单据分配和跟踪, ERP 系统将这些环节全部纳入管理。ERP 系统的实施为企业的管理带来了革新, 它将企业得经营活动全部统一到一个平台上使得各个部门信息互联互通, 打破了企业内部的信息孤岛, 使得信息顺畅的传递。成功推广使用 ERP 项目的公司都不同程度的改善了公司的业绩。

ERP 项目对企业来说是金额较大的投资, 购买设备、软件、以及人员和运维等等都需要持续不断的资金支持。而企业的投资是需要通过收益来收回的, 否则对股东来说就是一种损失。那么通过 ERP 项目的实施对企业应用效益的改善产生了哪些具体影响, 对利润的贡献或者是效率的提高又是怎样的情况, 是 ERP 项目实施企业越来越关心的问题^[1]。

二十一世纪的初期, 我国各大中央企业掀起了一场 ERP 建设的热潮。借助 ERP 项目提升企业管理效率, 逐渐深入人心。从最初的系统是否成功上线, 到 ERP 应用了哪些模块, 实施的效果怎么样, 为带来了哪些效益? 目前, 最早实施 ERP 系统的一批企业, 已经陆续着手研究 ERP 项目的实施对应企业经济效益的影响, 专门组织人员进行应用绩效的评价工作^[2]。但是, 由于我国企业的信息化程度比较薄弱, ERP 项目对于初次应用的企业来说还是过于复杂。因为它的内涵远远超出了操作的层面, 对企业内部的权限划分、流程重建都有重要的影响。ERP 项目上线后更大的影响会在实施后几年之内逐步体现。因此, ERP 项

目为企业带来的效益是随着企业应用的不断深入后逐渐体现的，具有滞后性的。另外，随着 ERP 系统深入应用到企业运营管理的各个方面，ERP 项目的价值被越来越多的企业所认识。为了让 ERP 项目的价值能够更多的展现出来，就要通过 ERP 后评价工作去找到那些对企业改善经营，优化业务流程和提升管理水平都具有持续的推动作用的方面。ERP 项目经济效益后评价工作逐渐使企业越来越关注投入和收益的关系。

ERP 项目上线验收评价、实施评价是当前对于 ERP 项目后评价的主要内容。这种评价的内容仅仅局限于验收和可用性。通过对应用效果的改善与运行效率的提升，对上线后到底为企业带来了多少经济效益一直都难以量化。此外，ERP 项目后评价目前我国还没有形成较为一致的标准和规范。所以，如果能有一套系统化的、易推广、ERP 项目后评价标准或者模型，这将会给企业量化 ERP 项目带来的收益，对企业有较强的应用价值。

1.2 ERP 项目经济效益后评价概念

通常来说，项目后评价指的是对已经完成项目的目标、执行过程、效益和影响所进行的系统的、客观的分析，并与项目决策时确定的目标、环境、社会指标、经济、技术、进行对比，找出差别和变化，分析原因，总结经验，提出对策和建议^[3]。工业及信息化部为完善项目后评价有关制度的建设和促进项目后评价工作的开展，专门对中央企业项目后评价工作做了有关要求。特别要求各 ERP 项目实施单位的评价工作要结合行业发展状况和企业投资活动情况，最终出具结果要能够企业提供合理的改进意见。

从 20 世纪 90 年代开始，ERP 系统在我国得到大力推广^[4]。以中央企业为代表的国有企业率先对 ERP 项目的应用效果开展了评价，这就使得 ERP 项目应用效果的后评价逐渐成为 ERP 项目效果研究的新方向。ERP 项目后评价的内涵是：一种对 ERP 项目应用的反馈和提高，可以帮助企业了解运行中的具体问题及改进方向，促进项目向企业期望的方向发展^[5]。ERP 项目不同于企业的一般项目，他的时间跨度、涉及企业内部各个部门的交叉、导致评价因素的选择困难，种种特点决定了 ERP 后评价的难度。目前，在 ERP 项目后评价领域在中央企业里尚未形成较为一致的后评价规范和后评价标准。

项目验收评价和应用经济效益评价是目前 ERP 项目评价的较为集中的两个方向。第一种后评价主要针对企业 ERP 项目实施成功与否的判断，第二种后评价则更针对 ERP 项目应用后经济效益的综合评价；重点跟踪项目上线后对企业运行效率、管理流程等带来变化和改进，发现企业还存在得不足之处，并将这些评估结果有效的反馈给管理层。通过评价后

的结果，对业务流程进行改进，使企业的运行效率得以改善，最终提升企业竞争力^[6]。本文主要对第二种后评价进行研究，通过对 ERP 项目的后评价，寻找为企业带来的经济效益变化的因素。

目前 ERP 项目后评价的研究重点仍然围绕系统实施质量及用户的接受程度上，缺乏对 ERP 项目应用后对企业应用效益情况的量化。由于后评价忽视了 ERP 系统给企业带来的经济效益，因此，企业对后评价的结果也无法给予重视，因为它无法为企业后期的管理提供有效的帮助。其实，ERP 项目后评价本身不是目的，从评价的结果中得到有利于企业的管理提升的信息，才是 ERP 项目后评价的真正意义。

只有将 ERP 上线后给企业经营管理的情况进行量化，才能较为清楚的评价 ERP 项目的实施对企业经济效益的产生影响。评价的过程，首先是要了解企业 ERP 项目在企业的应用程度；然后将 ERP 项目实施前与实施后所取得的成效进行对比，可以迅速发现对企业得失；最后就是要根据目标导向，对照项目实施时确定的目标，逐条进行对照，对偏离目标的内容要及时调整。这样通过对 ERP 项目经济效益后评价，不断发现和改进企业的管理，使得后评价工作可以促进企业的发展，这是企业希望得到的结果。

1.2.1 ERP 项目评价简介

著名的 ERP 专家陈琦神认为，一个典型的 ERP 实施过程应包括：前期工作，准备实施，运行仿真，面向用户，新系统的运作，和项目后的五个阶段，在每个阶段都有不同的具体工作。在项目后工作阶段主要进行的工作是进行 ERP 项目后评价管理工作^[7]。

ERP 项目后评价的工作在实践中的难度是很大的，由于 ERP 项目与企业经营管理的每一个角落相结合，从价值链的源头不断向前后扩展，使得 ERP 项目的评价难度大大增加。

1.2.2 ERP 项目与传统项目相比的特点

ERP 项目与传统信息化项目相比有如下的特点：

1. 项目实施周期长。一般的 ERP 项目从蓝图设计到实施上线，至少都需要 1 年，有些大型企业更是达到 2 年以上。ERP 项目实施的复杂性，使得企业普遍存在工期延长的现象。

2. 人员素质要求高。对于实施 ERP 项目的关键用户来说，除了需要懂业务的知识，还需要对信息系统有较深的了解。另外，对各个业务口衔接的重要关键点也需要了解。这对人员素质的提出了更高的要求。

3. 应用效果体现慢。这是由 ERP 系统是企业管理软件所决定的。

综上所述,对 ERP 项目的评价,按照传统项目的评价模式进行评价是不行的,根据 ERP 项目独有的特点进行分析评价才能合理的对 ERP 项目进行评价。

1.2.3 ERP 项目后评价的特殊性

ERP 项目评价特殊性主要表现在:

1. ERP 项目的评价指标难以确定,在对 ERP 项目进行评价时,定量的较为清晰,可以使企业管理层对评价情况一目了然,但对一些指标难以进行定量分析;

2. 需要按照企业的实际情况确定评价的内容,由于业务的差异会导致评价的内容出现不同;

1.3 国内外研究现状分析

实施 ERP 项目不仅是一个信息系统的建设工作,而且是一个企业管理过程的改进,采用定量评价系统来解释企业的具体利益的项目对企业是比较困难的。虽然目前国内外的研究中对 ERP 项目应用效果在评价方法上还没有形成统一的理论,但是,由于实际工作上对 ERP 应用效益评价的需求不断增强,越来越多的学者已经加入到研究的队伍中来并做了很多探索性的尝试。

1996 年,美国的标准化研究机构 Benchmarking Partners 提出了一套 ERP 项目评价体系,包括项目驱动因素、事务处理指标和关键成功因素 3 个方面的内容^[8]。哈佛大学的 Robert Kaplan 与诺朗顿研究院(Nolan Norton Institute)的执行长官 David Norton 于 90 年共同研究提出了平衡计分卡(Balanced Score Card)的评价方法。经过 20 年的发展,平衡计分卡已经发展为集团战略管理的工具,成为了目前最有影响力的评价方法之一^[9]。

在国内已经有人通过系统动力学和运筹学的理论尝试对 ERP 项目的应用效益进行后评价,这种方法一度成为比较流行的评价方法,比较具有代表性的是由南京航空航天大学的战培志博士于 2004 年提出 ERP 实施水平分级多目标综合评估法,它是一个基于模糊数学的树型分级多目标评估体系模型^[10]。2005 年天津大学齐二石教授等一些学者提出用生命周期理论对 ERP 项目进行评价^{[11][12]},覆盖了 ERP 从设计、开发到实施、应用的全过程,可以将项目的各阶段有机的联合起来,从生命周期角度对 ERP 项目进行了研究。还有许多研究者结合各种 ERP 评价理论,采用模糊分析、BP 神经网络对 ERP 进行评价^{[13][14]}。

1.4 研究方法及意义

本文是应用研究类论文，对 ERP 项目应用效益后评价进行论述。研究方法主要选择了平衡计分卡和系统动力学作为主要的研究方法和工具。并在此基础上建立了基于系统动力学和平衡计分卡相结合的动态仿真评价模型。

研究的主要意义在于通过仿真模型的建立，可以将 ERP 项目应用效果部分进行量化分析。这个是通过其他方法较难做到的。具体的做法是通过文献的研究后，在对各个评价方法的比较后，通过对中国铝业股份有限公司 ERP 项目的分析，利用平衡计分卡和系统动力学的工具，构建了基于系统动力学的仿真评价模型。

1.5 研究的内容及主要框架

本篇论文首先对 ERP 项目后评价的现状 & 国内外发展进行了简述，在对比这些后评价的方法后，用系统动力学的因果链及反馈环的分析将平衡计分卡的评价方法进行关联。得到了一套动态的 ERP 项目后评价管理模型。然后针对中国铝业股份有限公司的 ERP 项目，对其实施后的应用效果进行后评价。为企业提供了一套可以动态管控的后评价模型，为企业在今后的项目管理和内部挖潜提供了有效的工具支持。本文主要框架如下：

本文分为三大部分：理论研究、应用案例研究、研究总结。

第一大部分理论研究主要介绍了 ERP 项目后评价的概念、国内外研究现状，说明了理论的发展和演变，以及当前的研究热点和问题。阐述了论文的研究内容和意义。

第二大部分是应用案例研究。在第一部分研究了国内外文献后，对平衡计分卡和系统动力学的理论进行阐述，说明了使用平衡计分卡工具进行评价的内在缺陷以及系统动力学的因果分析和非线性问题分析的优点，特别阐述了将系统动力学应用到平衡计分卡上的理论基础，最后将成熟的平衡计分卡评价方法和系统动力学的模型进行结合进行分析，构建了动态的仿真模型。在构建了模型的基础上，以中国铝业股份有限公司下属子公司为例，利用系统动力学仿真模型对该企业 ERP 项目应用效益情况进行后评价。

第三大部分是全文的研究总结，说明了本文的研究成果也特别总结了研究的不足之处。

图 1 所示是本篇论文的框架结构。

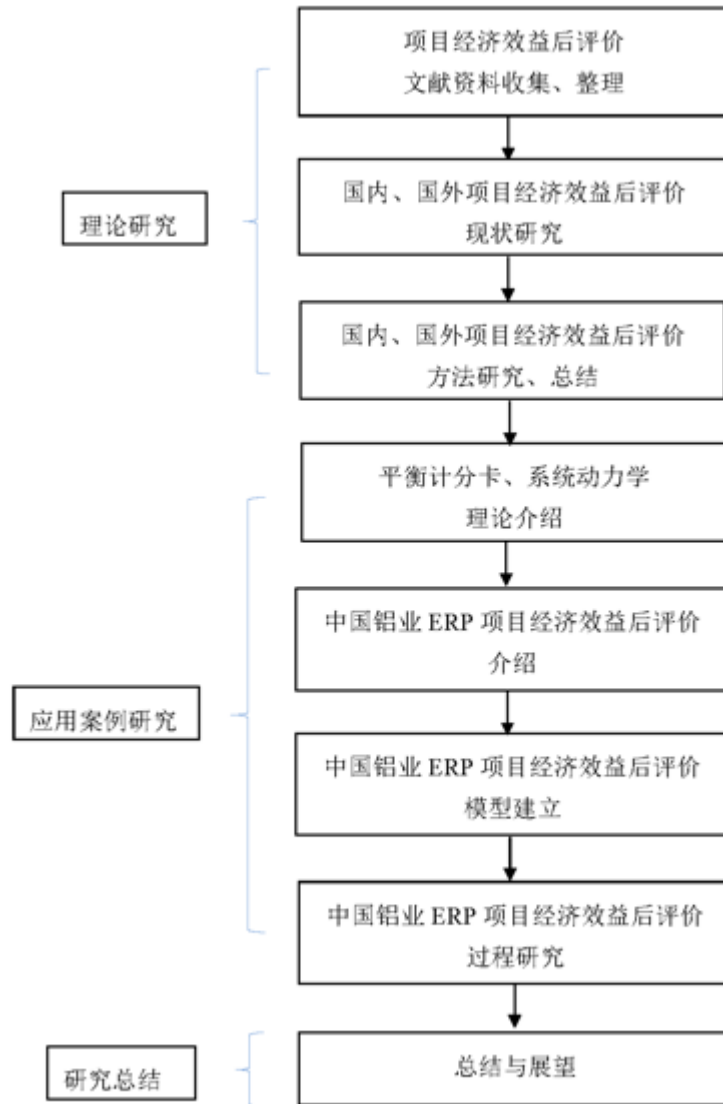


图 1 论文路线与研究方法示意图

2 平衡计分卡与系统动力学理论概述

ERP 项目后评价最初是以传统的以财务评价为主的，但是 ERP 项目过于复杂，仅仅用财务而不通过其他后评价工具显然无法较为全面的说明 ERP 项目带来的效益。从上世纪 70 年代开始，大批有代表性的 ERP 后评价理论陆续出现。较为有代表性的有 ABCD 检测表、D&M 模型、Benchmarking Partners 的 SAP 项目评价体系、平衡计分卡。这些评价方法各有自身的特点，但是都普遍存在一定缺陷，如评价范围上有局限性、难以对复杂项目进行评价、无法对项目经济效益方面进行量化。而平衡计分卡较为全面的弥补了其他几种评价方法的缺陷，通过对企业价值链全面的分析，灵活运用四个维度（财务、客户、内部业务流程、学习和成长），将企业战略和行为结合，较为有效的达到全面评价的目的，是目前应用较为广泛的评价方式。

2.1 平衡计分卡理论

2.1.1 平衡计分卡理论基础

平衡记分卡 (Balanced Score Card)，源自哈佛大学教授 Robert Kaplan 与诺朗顿研究院 (Nolan Norton Institute) 的执行长 David Norton 于 90 年所从事的“未来组织绩效衡量方法”一种绩效评价体系，当时该计划的目的，在于找出超越传统以财务量度为主的绩效评价模式，以使组织的“策略”能够转变为“行动”；经过将近 20 年的发展，平衡计分卡已经发展为集团战略管理的工具，在集团战略规划与执行管理方面发挥非常重要的作用。

平衡记分卡方法的引入改变了企业以往只关注财务指标的考核体系的缺陷，仅关注财务指标会使企业过分关注一些短期行为而牺牲一些长期利益。平衡记分卡最大的优点在于：它从企业的四个方面来建立衡量体系：财务、客户、业务管理和人员的培养和开发。这四个方面是相互联系、相互影响的，其他三类指标的实现，最终保证了财务指标的实现。同时平衡记分卡方法下设立的考核指标既包括了对过去业绩的考核，也包括了对未来业绩的考核。

1. 财务层面

平衡计分卡其他三个方面的影响最终体现反应在财务的结果上，通过财务指标可以提

供量化信息，显示企业战略的实施对改善企业盈利的影响。

2. 客户

在平衡记分卡的客户层面，管理者确立了其业务单位将竞争的客户和市场，以及业务单位在这些目标客户和市场中的衡量指标。客户层面指标通常包括客户满意度、客户保持率、客户获得率、客户盈利率，以及在目标市场中所占的份额。客户层面使业务单位的管理者能够阐明客户和市场战略，从而创造出出色的财务回报。

3. 内部业务流程

在这一层面上，管理者要确认组织擅长的关键的内部流程，这些流程帮助业务单位提供价值主张，以吸引和留住目标细分市场的客户，并满足股东对卓越财务回报的期望。

4. 学习与成长维度

在竞争激烈的现代社会，除了提升产品的竞争力，更是人才竞争的能力。因此，企业员工需要通过不断学习和培训提高自身素质，为企业整体竞争力的提升发挥作用。

2.1.2 平衡计分卡的优缺点分析

平衡计分卡的优点主要体现在注重对企业长期潜力的评价、同时注重企业内部和外部利益相关者、注重对企业经营过程的评价、体现了持续改进的思想这四个方面。但是，平衡计分卡并不能对企业的战略和流程改进提出帮助。虽然平衡计分卡在对项目的应用效果评价是对传统绩效评价方法的一种突破，但是不可避免地也存在自身的一些缺点。主要有下面几点：

1. 实施难度大

平衡计分卡的实施要求企业有明确的组织战略；因此管理基础差的企业不可以直接引入平衡计分卡，必须先提高自己的管理水平，才能循序渐进地引进平衡计分卡。

2. 指标体系的建立较困难

平衡计分卡对传统业绩评价体系的突破就在于它引进了非财务指标，克服了单一依靠财务指标评价的局限性。然而，这又带来了另外的问题，即如何建立非财务指标体系、如何确立非财务指标的标准以及如何评价非财务指标。我们知道财务指标的创立是比较容易的，而其他三个方面的指标则比较难以收集，需要企业长期探索和总结。而且不同的企业面临着不同的竞争环境，需要不同的战略，进而设定不同的目标，因此在运用平衡计分卡时，要求企业的管理层根据企业的战略、运营的主要业务和外部环境加以仔细斟酌。

3. 指标数量过多

指标数量过多，指标间的因果关系很难做到真实、明确。平衡计分卡涉及财务、顾客、内部业务流程、学习与成长四套业绩评价指标，按照卡普兰的说法，合适的指标数目是20-25个。其中，财务角度5个，客户角度5个，内部流程角度8-10个，学习与成长角度5个。如果指标之间不是呈完全正相关的关系，我们在评价最终结果的时候，应该选择哪个指标作为评价的依据；如果舍掉部分指标的话，是不是会导致业绩评价的不完整性。这些都是应用平衡计分卡时要考虑的问题。

平衡计分卡对战略的贯彻基于各个指标间明确、真实的因果关系，但贯穿平衡计分卡的因果关系链很难做到真实、可靠，就连它的创立者都认为“要想积累足够的证据去证明平衡计分卡各指标之间存在显著的相关关系和因果关系，可能需要很长的时间，可能要几个月或者几年。Robert Kaplan 与 David Norton 认同了平衡计分卡在理论与方法的不足，并建议用系统动力学改善^[15]。H. Akkermansand 和 K. V. Oorschot 共同提出通过运用系统动力学并运用系统情景分析进行仿真分析，从而给决策者提供依据^[16]；Eric Wolstenholme 最早提出将系统动力学与平衡计分卡相结合的理念，并对平衡计分卡和系统动力学方法的结合做了描述^[17]；Norreklit 认为采用平衡计分卡进行因果关系分析过于简单化，无法处理时滞，难以实现企业应用效果的动态管理，因此他提出了运用系统动力学方法，建立系统动力学模型来实现动态管理^[18]。

4. 各指标权重的分配比较困难

要对企业业绩进行评价，就必然要综合考虑上述四个层面的因素，这就涉及到一个权重分配问题。使问题复杂的是，不但要在不同层面之间分配权重，而且要在同一层面的不同指标之间分配权重。不同的层面及同一层面的不同指标分配的权重不同，将可能会导致不同的评价结果。而且平衡计分卡也没有说明针对不同的发展阶段与战略需要确定指标权重的方法，故而权重的制定并没有一个客观标准，这就不可避免地使得权重的分配有浓厚的主观色彩。

5. 部分指标的量化工作难以落实

尤其是对于部分很抽象的非财务指标的量化工作非常困难，如客户指标中的客户满意程度和客户保持程度如何量化，再如员工的学习与发展指标及员工对工作的满意度如何量化等。这也使得在评价企业业绩的时候，无可避免得带有主观的因素。

平衡计分卡的上述缺点是需要进行弥补的，系统动力学的出现正好可以将部分缺点进

行弥补。

2.2 系统动力学的基本原理及建模

系统动力学(简称 SD-system dynamics)的出现于 1956 年, 创始人为美国麻省理工学院(MIT)的福瑞斯特(J. W. Forrester)教授, 是一门分析研究信息反馈系统的学科, 也是一门认识系统问题和解决系统问题的交叉综合学科。从系统方法论来说: 系统动力学是结构的方法、功能的方法和历史的方法的统一。它基于系统论, 吸收了控制论、信息论的精髓, 是一门综合自然科学和社会科学的横向学科。

2.2.1 系统动力学的形成与发展

系统动力学创始于 1956 年, 在 20 世纪 50 年代末成为一门独立完整的学科, 其创始者为美国麻省理工学院福瑞斯特(Forrester J. W.) 教授。

20 世纪 50 年代后期, 系统动力学逐步发展成为一门新的领域。初期它主要应用受工业企业管理, 处理诸如生产与雇员情况的变动, 市场股票与市场增长的不稳定性等问题。此学科早期的称呼——“工业动力学”即因此而得名。而后, 系统动力学的应用范围日益扩大, 从民用到军用; 从科研、设计工作的管理到城市摆脱停滞与衰退的决策; 从世界面临指数式增长的威胁与资源储量日益殆尽的危机道检验糖尿病的病理假设, 应用范围非常广泛。

20 世纪 60 年代是系统动力学成长的重要时期, 一批代表这一阶段理论与应用研究成果水平的论著问世。福瑞斯特教授发表于 1961 年的《工业动力学》(Industrial Dynamics) 已成为本科学的经典著作, 它阐明了系统动力学的原理与典型应用。《系统原理》(Principles of Systems, 1968) 一书侧重介绍了系统的基本结构。《城市动力学》(Urban Dynamics, 1969) 则总结了美国城市兴衰问题的理论与应用研究的成果。

20 世纪 80 年代初, 系统动力学在理论的发展和应用研究两方面都取得了飞跃地进展, 达到了更成熟的阶段。目前系统动力学正处在一个蓬勃发展的时机, 其自身的理论、方法和模型体系仍在深度和广度上发展进化。

2.2.2 系统动力学的基本概念

系统动力学主要由以下几个基本概念组成：

1. 因果关系

因果关系是系统中元素与元素之间最基本的关系。表现系统的两个元之间的关联，在系统动力学中称作因果链。假设 A、B 两个元素，A 的增加的同时导致 B 的增加或者 A 的减少的同时使得 B 也相应的减少，说明 A、B 两个元素之间同向变动，这样的关系就是正因果链；反之，如果 A 的增加使 B 减少或者 A 的减少导致 B 的增加，A、B 两个元素反向变动，那就说明 A 与 B 之间是负因果链，正因果链和负因果链如图 2 所示。

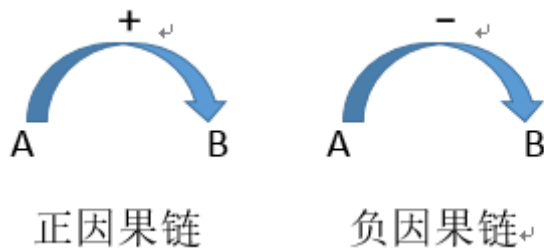


图 2 正因果链与负因果链

2. 反馈

系统内信息的传入与传出之间的关系称为反馈关系。将元素之间的关系进行串接从而形成了闭合的回路称为“反馈环”，形成因果关系链。在“反馈环”中，如果其中一个变量的变动使得整个反馈环同向变化的趋势增强，那么这就是正反馈环。反之，如果其中一个变量的变化使自身同方向变化趋势减弱，那么这就是负反馈环。正反馈环与负反馈环如图 3 所示。

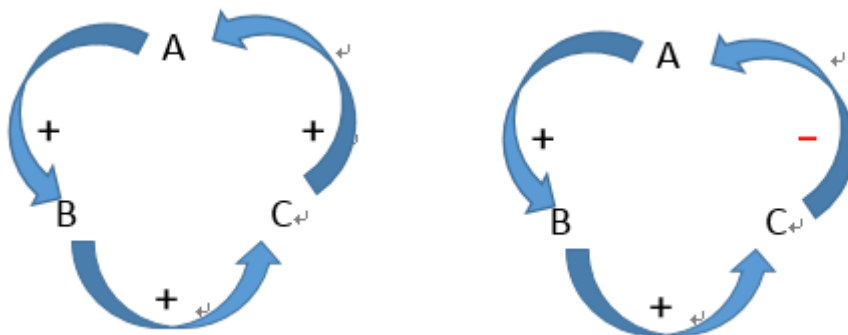


图 3 正反馈与负反馈

3. 系统结构

系统的结构是解释每个单元在系统中的作用。

4. 主要变量及方程

系统动力学中的主要变量有状态变量、速率变量、辅助变量、常量。

下面通过举例，利用一个人口系统动力学的流量图，简单说明系统动力学的主要变量及方程内容。如图 4 所示，针对该流图进行系统动力学建模的方程结构分析。

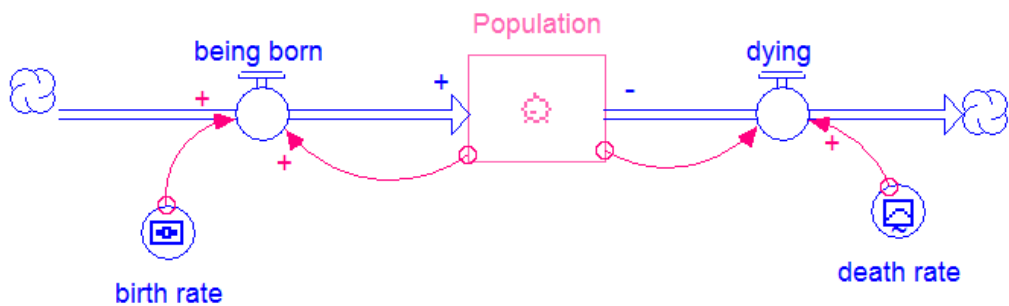


图 4 人口系统动力学流量图

图 4 中所示反映了人口的变化情况，人口数量由出生人口与死亡人口共同决定。

$$\text{Population}(t) = \text{Population}(t-dt) + (\text{being_born} - \text{dying}) * dt$$

Population 表示状态变量

Population(t) 表示在时刻 t 所计算出的累计值

Population(t-dt) 表示在前一时刻(t-dt)所计算出的累计值；

being_born 表示出生的人口数量

dying 表示死亡的人口数量

birth rate、dying rate 分别表示出生率和死亡率，作为速率变量。

$$\text{being_born} = \text{Population} * \text{birth rate}$$

出生率=人口*出生率

$$\text{dying} = \text{Population} * \text{dying rate}$$

死亡率=人口*死亡率

2.2.3 系统动力学建模

建模的第一步是利用因果关系来构建系统动力学模型，第二步再根据因果关系再绘制相应的流图，流图中相关位置写出的对应的方程式，最后计算机上对模型进行仿真实验并进行调整和控制。通过对仿真模型的生成的结果进行研究，发现现有系统可以改进和发展的地方，最终调整有关管理政策。系统动力学建模及仿真基本步骤，如图 5 所示。

1. 明确要解决的问题

系统建模的最终目的是要解决问题的，因此建立的模型要有现实的适用性，例如可以解释历史发生的事情，通过模型与历史数据相比进行分析；还可以借助模型对未来发展进行预测等等。具体包括：

- 1) 调查收集有关系统的信息与统计数据；
- 2) 了解用户提出的要求、目的与明确所要解决的问题；
- 3) 分析系统的基本问题与主要问题、基本矛盾与主要矛盾、变量与主要变量；

2. 划分系统边界与结构分析

初步划定研究的系统边界，并确定内生变量、外生变量；划分系统边界的另一个目的是为了尽量减少系统的边界，如果研究的内容与变量无关，则不考虑这些变量对系统的影响。

系统的结构分析就是分析系统的反馈机制，主要通过下面几步完成：

- 1) 分析系统总体的局部的反馈机制；
- 2) 划分系统的层次与字块；
- 3) 分析系统的变量、变量间的关系，定义变量，确定变量的种类和主要变量；
- 4) 确定回路及回路间的反馈耦合关系，初步确定系统的主回路及其性质，分析主回路随时间转移的可能性。

3. 构建因果关系图

在明确了仿真目的并且确定了系统边界后，分析被研究对象的因果关系，本文中基于平衡计分卡的内在因果关系，构建了系统的因果关系图。

4. 绘制系统流图

这是较为关键的一步，在构建了因果关系之后，确定系统中的状态、速率、附注变量和建立主要变量之间的数量关系；然后设计有关非线性表函数和确定、估计各类参数；最后给所有的方程与公式赋值。

5. 模型检验

运用相关方法检验模型的有效性，如果检验通过，则进行下一步，否则返回到第二步。

6. 计算机仿真实验

通过 iThink 软件，将模型中的各项元素、公式录入软件系统，构建仿真模型。

7. 仿真结果分析

根据模型模拟的结果进行分析，进而更深入的研究问题；寻找解决问题的决策，并进行系统模拟，通过模拟结果发现新的问题；修改模型中的参数和结构，重新进行分析。

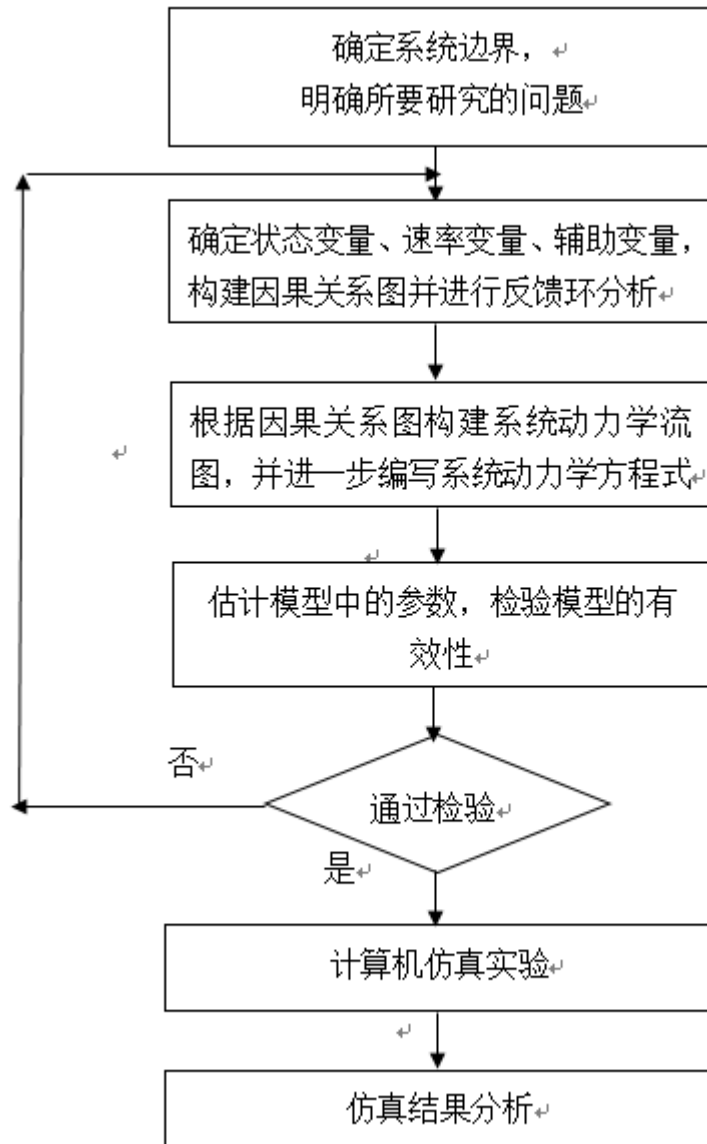


图 5 系统动力学建模及仿真基本步骤

2.2.4 系统动力学建模常用软件介绍

STELLA 和 iThink 是系统动力学应用的常用软件。他们为系统动力学提供了可视化的一种实际的方法。他们的功能基本相同，但是应用的侧重点有所不同。iThink 侧重于商业领域，STELLA 主要用于教育和科研。使用 iThink 软件能帮助人们建立模型对实际问题进行仿真，找到决策的较为理想方案，减少因缺少对系统整体了解盲目决策带来的风险，iThink 软件应用尤其在商业中有许多成功案例。本论文使用 iThink 软件作为研究的工具。使用 iThink 主要有下面几个优势：

1. 降低政策的危险或者处理变化
2. 可以帮助公司改进业务流程运作，确定关键控制点的影响
3. 为企业的业务建立模型做业务仿真
4. 创造 what-if 的情况来支持决策

使用 iThink 软件可以直观的生成基于图表的简化模型的生成，让管理者可以容易的看到库存和物流的情况在公司系统内部是如何运行的；系统的因果关系图展示了模型之间所有的因果关系；通过模拟和分析可以对系统进行长时间的运行模拟，运用灵敏度分析发现关键的平衡点和最优条件。总之，iThink 软件是用于系统动力学模型建立的优秀工具。

2.3 本章小结

本章首先介绍了平衡计分卡的理论和发展，并重点分析了平衡计分卡的缺点，然后引入了系统动力学，介绍了系统动力学的概念和方法并特别说明了为什么要使用系统动力学并结合平衡计分卡来进行后评价。介绍了系统动力学建模与系统仿真的基本步骤。在下一章中，将根据本章的理论结合案例分析建立一套 ERP 项目后评价的仿真模型。

3 中国铝业基于系统动力学的 ERP 项目后评价体系构建

3.1 中国铝业 ERP 项目后评价概述

3.1.1 公司概况

中国铝业股份有限公司（以下简称“中国铝业”），是中国铝业公司的控股子公司，于 2001 年 9 月注册成立的股份有限公司，是中国有色金属行业的龙头企业，综合规模居全球铝工业前列，也是目前中国铝行业唯一集铝土矿资源勘探、开采，氧化铝、原铝和铝合金产品生产、销售，及有色金属产品贸易、物流、技术研发、煤炭电力等能源业务于一体的大型铝生产集团企业。公司构建了以铝土矿、氧化铝、电解铝产品为主体的经营模式，业务涵盖了从矿产勘察、资源利用及开发、铝土矿开采、氧化铝生产、电解铝生产、煤炭生产、发电、国际贸易、流通服务等多个环节。

3.1.2 中国铝业 ERP 项目经济效益后评价项目介绍

中国铝业股份有限公司自 2004 年全面实施 ERP 项目以来，已经在主要氧化铝和电解铝企业成功运行 SAP 系统，上线的模块主要包括财务会计 FI、管理会计 CO、生产计划 PP、物料管理 MM、销售管理 SD、人力资源管理 HR、报表 BW、以及集中采购、客户关系、BI 商业智能等。

通过这次 ERP 项目的建设，将会计科目、客户、供应商、物料编码、人员信息等重要业务主数据已经实现了整个公司层面的高度统一。

ERP 上线后对项目实施验收情况进行过后评价，但是对于 ERP 项目多年来到底为企业提质增效工作带来了哪些价值？如何评价 ERP 项目为企业带来的经济效益，一直是困扰着公司管理层的一个问题。只有清楚了 ERP 项目为企业带来的效益，才能在今后更好的开展信息化工作，用信息化引领企业的管理上台阶。为此，公司决定在 2014 年中旬开始，对经济效益的项目评估工作的项目进行评估。信息化管理部会同财务部成立项目组针对 ERP 项目的经济效益进行后评价。

3.1.3 ERP 项目经济效益后评价项目规划和实施思路

项目在 2014 年的 5 月正式启动，公司从信息化管理部和财务部抽调专人组成了项目组，计划用 3 个月的时间对 2004 年 ERP 项目上线为企业带来的经济效益进行后评价。

项目组首先明确了项目实施的思路：

1. 通过对 ERP 项目经济效益后评价项目的实施，要能够建立一套动态评价的模型，模型要具有先进性，可以根据企业和业务的发展进行调整。

2. 模型要能够系统的考虑企业内部和外部环境。

3. 通过项目的实施构建企业“以评促建”的机制。

围绕项目实施的思路，项目组决定首先采用德尔菲法(Delphi Technique)，对后评价的方法进行初步筛选。项目组按照德尔菲法的步骤，与多个实施信息化项目的业内专家经过几轮的调研，在经过几轮征询后。专家的意见比较集中在使用平衡计分卡进行后评价和应用系统动力学建模上。项目组综合考虑了专家的意见，结合专家的意见并在分析比较了国际和国内有影响力的几种 ERP 后评价理论后，最终项目组认为将平衡计分卡与系统动力学结合，可以发挥各自的优势。

通过平衡计分卡提供的四个维度的分析指标，概况和总结企业关注的指标以及相互之间又有因果关系，同时也可以对 ERP 项目经济效益进行有效评价。运用系统动力学模型，建立了平衡计分卡的内部因果关系，创造出模拟的仿真环境，使企业可以观察到重要的评价指标对经济效益的影响。

系统动力学仿真评价模型是灵活的，通过仿真的过程将企业战略转化为目标进而转化为业务层面的操作。用系统动力学仿真模型对项目进行评价，可以充分考虑项目的预期收益，也可以用来评价企业的项目计划的运作工具，可以很容易地转化为行动评价指标，较为理想的达到“以评促建”的目的。

系统动力学仿真评价模型的应用、优化和改进，对项目的后期管理提升的效果是较为明显的。中国铝业股份有限公司虽然大部分已经完成了 ERP 项目的基础实施工作，同时近些年一直在对系统进行扩展和优化工作，应用系统动力学仿真模型可以评估用户接受度和过程变化，可以更好地发挥对其他方面的影响，从而帮助管理者做出更合理的决策。因此，利用系统动力学仿真评价模型来评价 ERP 项目的效益非常合适的。

系统动力学仿真评价模型通过一种系统性的过程来将企业的目标分解成不同层面的评价指标，并获得各种指标的相关反馈。而之前的项目后评价方法对于财务指标非常重视，

但是却忽略了其他方面的指标。而系统动力学仿真评价模型作为一种全面的评价方法，优势主要体现在以下几个方面：

1. 系统动力学仿真评价模型可以通过动态综合评价指标体系，使评价结果更全面，更准确。

2. 由于系统动力学评价模型的灵活性，它可以选择有代表性的关键绩效指标，体现企业的个性化，满足不同企业的需要。

3. 系统动力学模型的建立是个探索和研究的过程，它需要考虑到项目实施的各个层面，需要了解企业的实际情况。

综上所述，将系统动力学仿真评价模型运用到 ERP 项目经济效益后评价中去是具有相当优势的。

确定方法后，项目组按照下面五个步骤来开展对 ERP 项目经济效益后评价。第一步，先利用平衡计分卡评价建立 ERP 项目后评价指标的因果关系，确定好系统的边界，第二步利用系统动力学建立基于平衡计分卡的仿真评价模型，构建因果关系图、确定元素、画出存量流量图、定义变量、写出基本的公式表达各个元素之间的关系、进行反馈环分析，第三步使用 iThink 软件建立系统动力学仿真模型。第四步使用公司的历史数据，调整相关参数，检查模型的有效性，在 iThink 软件中对仿真模型进行测试运行。第五步，最后观察并分析模型输出的结果。

3.2 ERP 项目经济效益后评价指标体系构建

3.2.1 构建评价体系基本原则

为了对 ERP 项目后评价的指标体系更加科学，项目组运用了以下原则来构建评价指标体系：

1. 系统性原则。

系统性原则也可以称为整体性原则。它把 ERP 项目视为一个系统，以系统整体目标的优化为准绳，协调系统中各分系统的相互关系，使系统完整、平衡。因此，在决策时，应该将各个小系统的特性放到大系统的整体中去权衡，以整体系统的总目标来协调各个小系统的目标。因此，对于评价指标的选取首先应当考虑系统性这个原则。

2. 因果性原则

评价指标的选择应该具有因果关系，因为因果关系是构成系统动力学模型的基本要素。

3. 目的性原则

仿真模型的建立是为了要研究 ERP 项目实施后对企业应用效益的变化，因此，选择指标的同时在考虑因果关系的同时，还要为实现评价的目的负责，否则会失去意义。

3.2.2 确定围绕 ERP 评价仿真目的的指标

根据平衡计分卡的四个维度，项目组通过制作调查问卷的形式对被调查企业的财务部、信息化管理部、人力资源部、营销采购部等管理部门下发了《ERP 运行效果问卷调查表》。见附件。调查的主要目的是要确定能够反映公司 ERP 上线后效果提升的指标。调查的对象是中国铝业总部的核心部门人员和重点企业的管理层和对系统了解的业务人员。本次调查共发放问卷 200 份，回收了 180 份调查问卷，调查的回收率较高，达到了 90%。在回收的 180 份调查问卷中，有效问卷共计 150 份，占回收问卷的 83%。

问卷回收以后，项目组对问卷中的指标进行分析，按照指标选择频率进行整理，最后按照财务、客户、内部流程及学习成长四个维度进行列示。

财务层面指标

虽然平衡计分卡考虑了非财务维度的指标，但是财务层面的指标仍然是绩效评价的重点。首先，根据评价的内容将财务指标划分为效益体现和费用控制两大类，然后再根据专家打分和调查问卷的形式，确定被评价企业最关心的指标。

表 1 财务层面关键评价指标

一级	二级	三级
财务	效益体现	净利润
		留存收益
	费用控制	培训费用
		营销费用
		人工成本

如表 1 所示，根据专家打分和调查问卷的结果，将净利润和留存收益指标作为效益体现的评价指标，将培训费用、营销费用、人工成本作为费用控制的评价指标。

客户层面指标

客户是导致企业财务指标变化的直接来源，在客户评价类指标上，首先，根据评价的内容将客户层面指标划分为客户数量和市场投入两大类，然后根据专家打分的结果和调查问卷的结论，确定被评价企业最关心的客户类维度指标。

表 2 客户维度的关键评价指标

一级	二级	三级
客户/CRM 管理	客户数量	客户总体数量
		潜在客户数量
		存量客户数量
	市场投入	客户满意度
		客户忠诚度
		潜在客户转换率
		单位投入客户获得率

如表 2 所示，根据专家打分和调查问卷的结果，将客户总体数量、潜在客户数量、存量客户数量作为客户数量的评价指标，将客户满意度、客户忠诚度、潜在客户转换率、单位投入客户获得率作为市场投入的评价指标。

内部流程类指标

内部流程是体现企业管理水平和运作效率的关键指标，内部流程类指标是评价企业效率提升的重要指标。ERP 项目的上线后，必然为企业内部流程及效率提升带来巨大的变化。正是这些在内部流程上的改善为企业创造了经济上的效益。在内部流程的评价指标确定上，首先，根据评价的内容将内部流程类指标划分为效率指标、系统集成指标、数据质量指标三大类。然后再根据专家打分和调查问卷的形式，确定被评价企业最关心的内部流程类指标。

表 3 内部流程关键评价指标

一级	二级	三级
内部流程	效率指标	交货时间指数
		服务交付时间
	系统集成指标	凭证集成率
		系统主数据规范率
	数据质量指标	数据准确性
		单位员工提供服务/产品的数量

如表 3 所示，根据专家打分和调查问卷的结果，将交货时间指数、服务交付时间作为效率提升的评价指标；将凭证集成率、系统主数据规范率作为系统集成的评价指标；将数据准确性和单位员工提供服务的数量作为数据质量的评价指标。

学习和成长层面指标

学习和成长这个维度主要着重于员工能力和知识的增长。员工成长相当于企业的无形资产，是企业进步的直接推动力量。企业的成长与员工能力素质的提升是密切相关的，只有让员工能力不断提高，企业才能实现长远的发展。首先将学习和成长分为员工招聘、员工离职、员工培训、能力知识水平（或者服务质量水平）四个大类。然后再根据专家打分和调查问卷的形式，确定被评价企业最关心的学习和成长类指标。

表 4 学习和成长关键评价指标

一级	二级	三级
学习和成长	员工招聘	招聘率
		单位新人知识能力
	员工离职	离职率
		离职人员知识水平
		离职人员知识水平乘数
	员工培训	培训费投入
		培训频率
		单位知识投入
	能力知识水平	平均知识水平（服务质量指数）

如表 4 所示，根据专家打分和调查问卷的结果，将招聘率、单位新人知识能力作为员工招聘的评价指标；将离职率、离职人员知识水平、离职人员知识水平乘数作为员工离职的评价指标；将培训费投入、培训频率、单位知识投入作为员工培训的评价指标；将平均能力水平（服务质量指数）作为能力知识水平的评价指标。

中国铝业股份有限公司的 ERP 系统绩效评价指标体系

最终，将上述指标整理完成后，提交公司管理层审核后初步构建出中国铝业股份有限公司的 ERP 系统绩效评价指标体系。如表 5 所示。

表 5 中国铝业 ERP 系统绩效评价指标

一级	二级	三级
财务	效益体现	净利润
		留存收益
	费用控制	培训费用
		营销费用
		人工成本
客户/CRM 管理	客户数量	客户总体数量
		潜在客户数量
		存量客户
	市场投入	客户满意度
		客户忠诚度
		潜在客户转换率
		单位投入客户获得率
内部流程	效率指标	交货时间指数
		服务交付时间
	系统集成指标	凭证集成率
		系统主数据规范率
	数据质量指标	数据准确性
		单位员工提供服务/产品的数量
学习成长	招聘	招聘率
		单位新人知识能力
	离职	离职率
		离职人员知识水平
		离职人员知识水平乘数
	人员培训	培训费投入
		培训频率
		单位知识投入
	服务知识水平	平均知识水平（服务质量指数）

初步的构建的指标体系是具有较强的通用性，在后期进行因果关系建立和系统流图的构建中，还需要对其进行具体分析和取舍。在仿真模型的建立过程中还要根据企业的特点确定彼此之间的函数关系和权重的设置。

3.2.3 构建因果关系并绘制系统动力学流图

根据上面构建的中国铝业股份有限公司的 ERP 系统绩效评价指标体系，项目组根据其因果关系，通过 iThink 系统动力学仿真模拟软件，依次画出构成平衡计分卡评价的四个维度的系统动力学流图。

财务维度

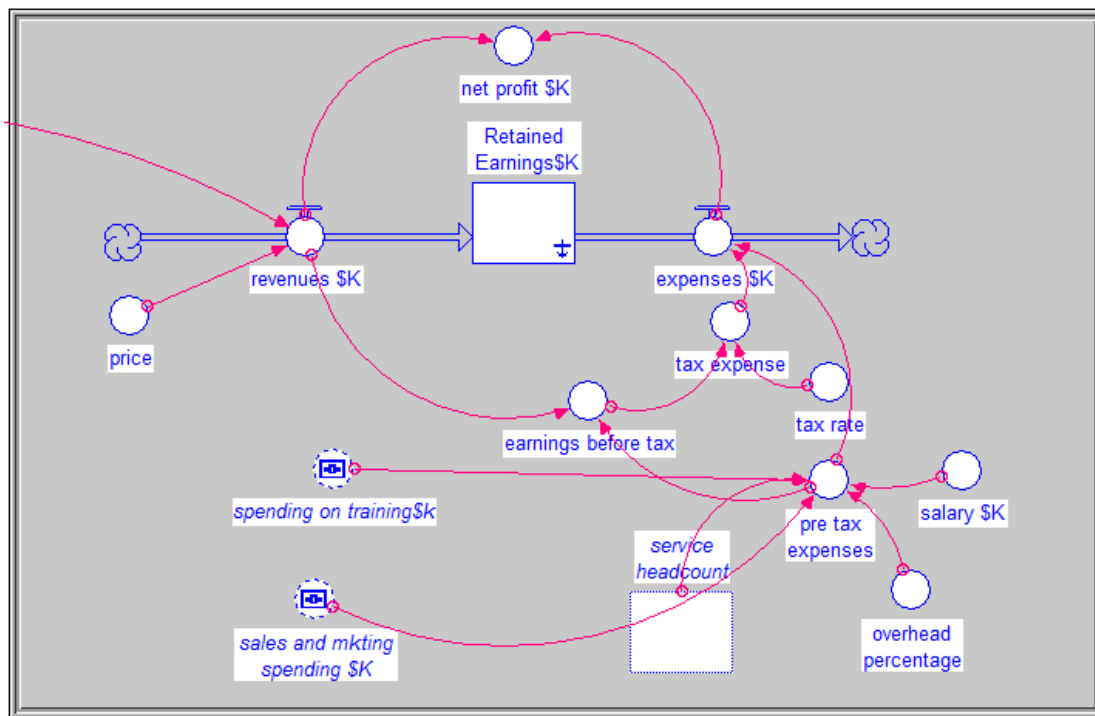


图 6 财务维度系统动力学流图

财务维度的指标说明：

根据评价指标体系中的财务维度指标，项目组根据其因果关系绘制了财务维度的存量流量图。图 6 中每项指标的的含义、指标类型和指标单位见表 6。

表 6 iThink 软件中财务维度模型指标定义表

指标名称	模型指标	指标含义	指标类型	指标单位
净利润	net profit	目标公司净利润	变量	万元
留存收益	retained earnings	目标公司的留存收益金额	变量	万元
收入	revenues	目标公司销售收入	变量	万元
费用	expenses	目标公司费用总额	变量	万元

税前费用	earning before tax	目标公司所得税前的费用总额	变量	万元
所得税费用	tax expense	目标公司所得税费用	变量	万元
税前费用	pre tax expenses	目标公司的税前费用总额	变量	万元
工资	salary	目标公司的人工成本	变量	万元
间接费用率	overhead percentage	目标公司非工资费用占工资的比例	变量	百分比

客户维度

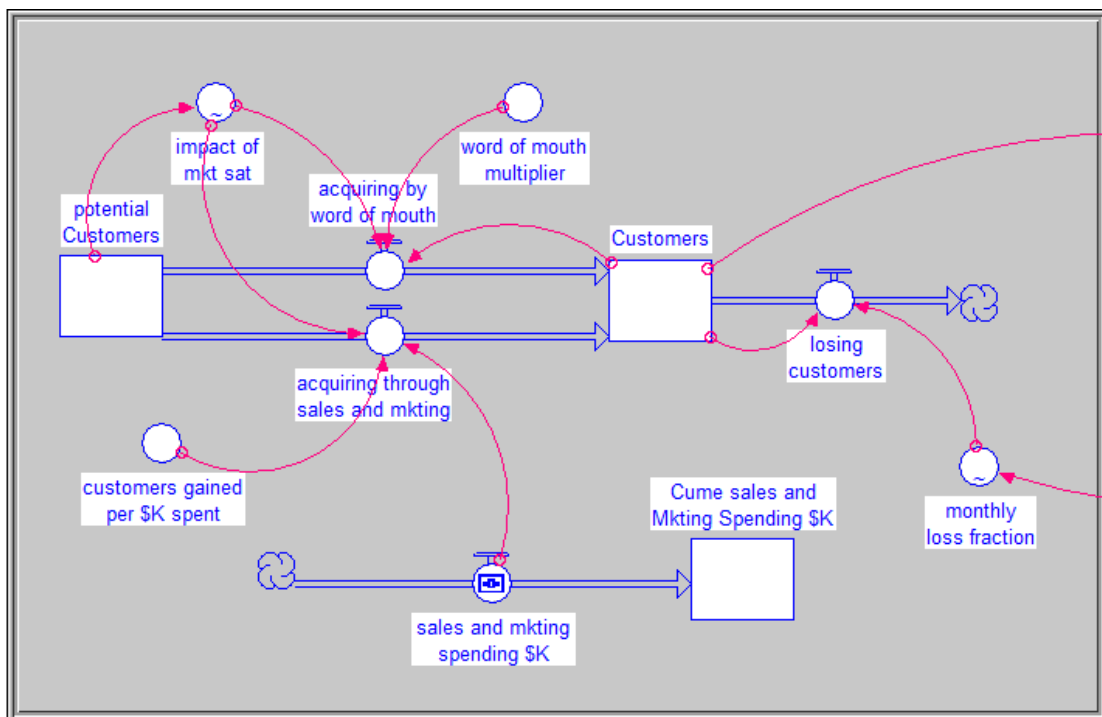


图 7 客户维度系统动力学流图

客户维度的指标说明：

根据评价指标体系中的客户维度指标，项目组根据其因果关系绘制了客户维度的存量流量图。图 7 中每项指标的含义、指标类型和指标单位见表 7。

表 7 iThink 软件中客户维度模型指标定义表

指标名称	客户维度模型指标	指标含义	指标类型	指标单位
客户数量	customers	公司拥有的客户资源总量	变量	百位
潜在客户数量	potential customers	公司潜在客户拥有量	变量	百位
营销和市场的总投入	cume sales and mkting spending	公司在营销和市场上的投入	变量	万元
单位时间投入营销和市场的资源	sales and mkting spending	单位时间营销和市场投入的资源	变量	万元
口碑客户在再生率	acquiring by word of mouth	存量客户通过口碑的宣传为企业带来的客户的增长率	变量	百分比
市场投入客户增加率	acquiring through sales and mkting	通过公司在市场上的广告及运作投入带来的客户增长率	变量	百分比
客户流失率	losing customers	客户流失率	变量	百分比
效率降低导致的客户流失率	loss fraction	由于公司运行效率下降带来的客户流失率	变量	百分比

内部管理维度

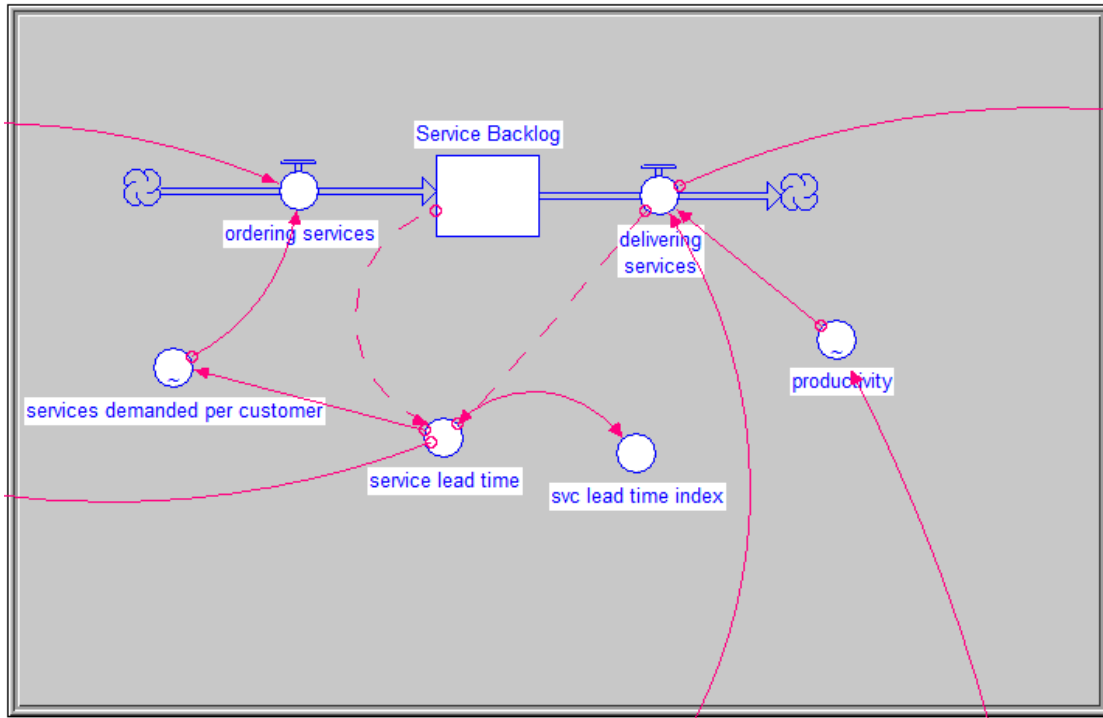


图 8 内部管理维度系统动力学流图

根据评价指标体系中的内部管理维度指标，项目组根据其因果关系绘制了内部管理维度的存量流量图，见图 8。图 8 中每项指标的的含义、指标类型和指标单位见表 8。

表 8 iThink 软件内部流程维度关键指标表

指标名称	内部流程维度模型指标	指标含义	指标类型	指标单位
需要处理的服务积压总量-折标准工时	service backlog	需要处理的订单或者服务的总量	变量	小时
新增订单增加的服务总量-	new ordering services	新增加的订单和服务的总量	变量	小时

折标准工时				
完成的服务总量-折标准工时	delivering services	完成订单和服务的量	变量	小时
单位客户需要的服务工时	services demanded	客户满意度指标,体现客户对服务的时间要求,完成越快客户越满意。	变量	小时
客户需要等待交付的时间	service lead time	平均客户等待时间,重要的管理监控和考核指标	变量	百分比
交货时间指数	service lead time index	交货时间指数,设置 100 是中间值,如果为 120,说明超过正常时间 20%,90 是较正常值低 10%	变量	百分比
单位员工可以交付的服务总量	productivity	跨纬度驱动指标,与平均知识水平相关,体现单位员工的生产效率。	变量	百分比

学习和成长维度

根据评价指标体系中的学习和成长维度指标,项目组根据其因果关系绘制了学习和成长维度的存量流量图,见图 9。图 9 中每项指标的的含义、指标类型和指标单位见表 9。

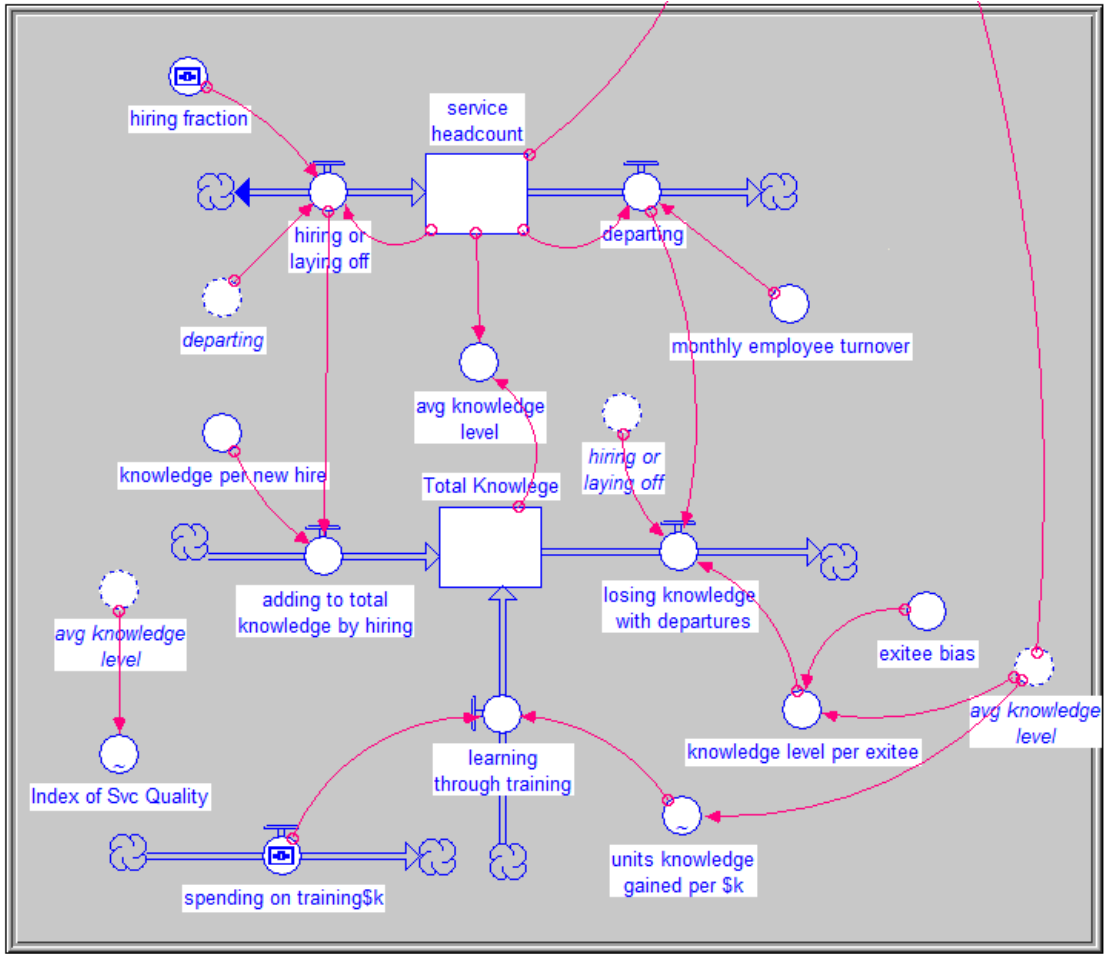


图 9 学习和成长维度系统动力学流程图

指标名称	学习和成长 维度模型指 标	指标含义	指标类 型	指标单 位
服务人员总数量	service headcount	与企业经营效率密切相关的服务人员 数量	变量	数值
通过招聘及裁员净新 增的人员	hiring or laying off	招聘的与企业经营效率密切相关的服 务人员	变量	数值

通过离职减少的人员	departing	离职的与企业经营效率密切相关的服务人员	变量	数值
企业人力资源总知识水平	total knowledge	与企业经营效率密切相关的服务人员总知识和技能水平	变量	数值
通过招聘新增人员带来的知识增加	adding to total knowledge by hiring	招聘对公司总知识水平的增加	变量	数值
通过离职减少人员造成的知识减少	losing knowledge with departures	离职对公司总知识水平的减少	变量	数值
培训费总投入	spending on training	公司对与企业经营效率密切相关的服务人员的培训费用投入	变量	数值
培训增加的知识水平	units knowledge gained	通过培训说增加的知识水平	变量	数值
单位离职员工知识水平	knowledge level per exitee	离职人员对公司知识的减少	变量	数值
平均知识水平	avg knowledge	跨纬度驱动指标，对单位生产效率造成影响，知识水平越高生产效率越高。	变量	数值

表 9 iThink 软件学习和成长维度关键指标表

3.2.4 确定数据的来源并设置模型的公式和假设条件

1. 确定数据来源以及采集的方式

在构建了 ERP 项目评价指标体系后，我们就可以着手实际数据的采集。这些数据用于模型的初始值的设置和各个元素之间运算关系。在实际应用的过程中，由于包含的元素指标数量和类型较多，需要确定数据的来源和采集的方式，根据工作中的总结，评价指标的

数据来源和采集方式主要包括从 ERP 系统中选择并导出；从调查问卷、沟通访谈等方式获取。

2. 设置模型公式

通过模型已经建立的逻辑关系，将初步采集的数据和公式带入模型，使系统动力学的模型初步构建完成。仿真模型公式详见附录 2。

3. 确定模型的主要假设条件

表 10 说明了模型的主要假设条件

模型主要假设条件	假设内容
1、市场价格假设	假设不考虑市场价格波动的影响
2、相关性假设	假设指标都是与 ERP 系统后评价相关的 假设对市场的投入与客户数量明显相关 假设人员数量的增加和培训对公司整体知识水平有正相关性
3、净利润影响因素	假设只有对市场的投入、招聘人员、培训投入等模型中的因素对净利润有影响，其他导致净利润的因素暂不考虑。
4、薪酬影响	假设公司的薪酬水平恒定，没有变化。

表 10 模型的主要假设条件

3.3 本章小结

本章首先介绍了中国铝业 ERP 项目后评价的背景，然后对如何选择后评价的方法做了介绍，使用了德尔菲法来确定了为本项目进行效益评价方法，然后通过问卷调查的方式对关键应用效果的评价指标进行了收集。将这些指标按照平衡计分卡的四个维度进行分类，再根据系统动力学建模的需要确定出关键评价指标并确定了中国铝业 ERP 项目后评价的原

则。根据选取的评价指标，建立系统动力学的仿真模型，该具有一定的通用性和开放性，企业可以按照自己的需求进行量身定制，选择适合自己的评价指标，然后不断进行因果关系图的调整，使得仿真模型更加符合企业当前的状况。最后根据仿真模型，通过不断调整模型的参数，观察影响企业 ERP 项目应用绩效水平的关键指标。

4 案例分析

4.1 系统动力学仿真在 ERP 项目经济效益评价中的应用

4.1.1 培训投入对订单处理效率及企业利润的影响

ERP 系统上线后，系统的运维成本较没有上线时大幅增加，其中，对人员的培训支出占运维的成本开支较大。而培训的持续投入到底对公司的经营效率产生哪些影响进而对公司净利润的影响有多少，是管理层和 ERP 运维团队最为关心的事情。

下面将通过上一章建立的系统动力学仿真模型，对 ERP 上线后的培训费的影响进行分析。

首先，对系统动力学模型建立假设

假设一：假设公司在模拟的时间段内进行的培训都是以 ERP 系统的培训相关。因此，培训和系统效率提升有明显的正相关性。

假设二：不考虑市场价格波动对客户增减的影响。由于公司的行业受大宗商品特别是有色金属价格的影响较大，对价格的波动较为敏感。因此，在模型中不考虑市场价格波动对客户的影响。

然后，将培训费用设置成为变量

根据 ERP 系统上线后的实际培训费用支出情况，模型选择了三个时点进行分析，第一个时点为刚上线时，培训费用为 0。第二个时点是上线后 2 年，培训费支出为 50 万元，第三个时点是上线后 5 年，培训费支出为 100 万元。

最后，观察变量的变化对效率提升和利润的影响

将上述数据带入模型，观察变量改变对相关数据的影响。具体情况见下面分析。

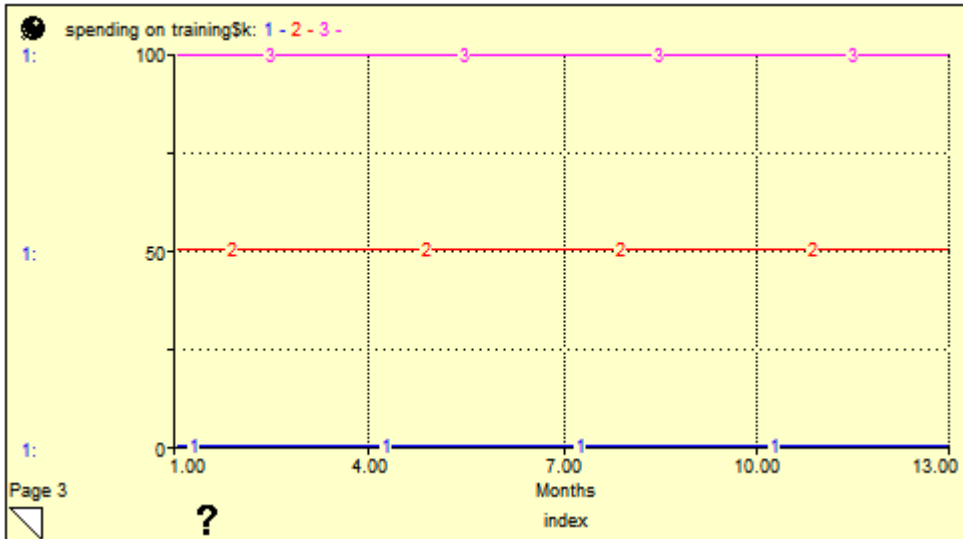


图 10 培训投入

图 10 代表培训费用三次的投入量。

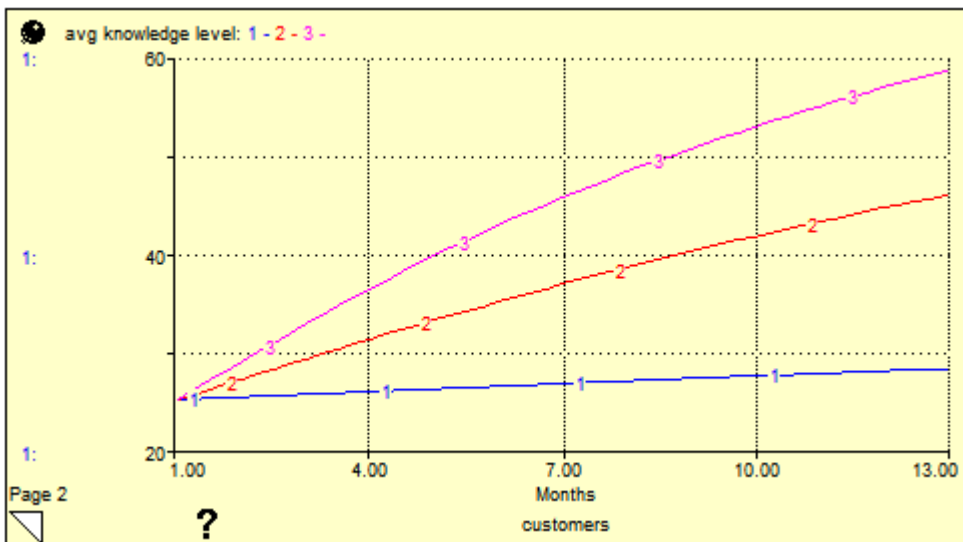


图 11 平均知识水平增长

图 11 代表通过培训费用的增加，公司的平均知识水平随之上涨。

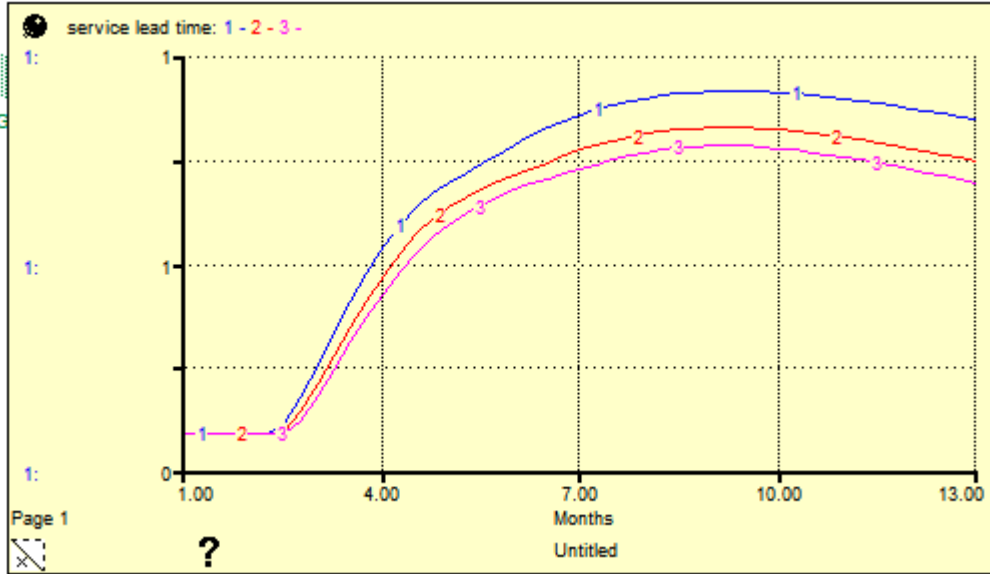


图 12 单位客户服务时间变化

图 12 代表，随着平均知识水平的上涨，单位客户服务的时间随之下降。

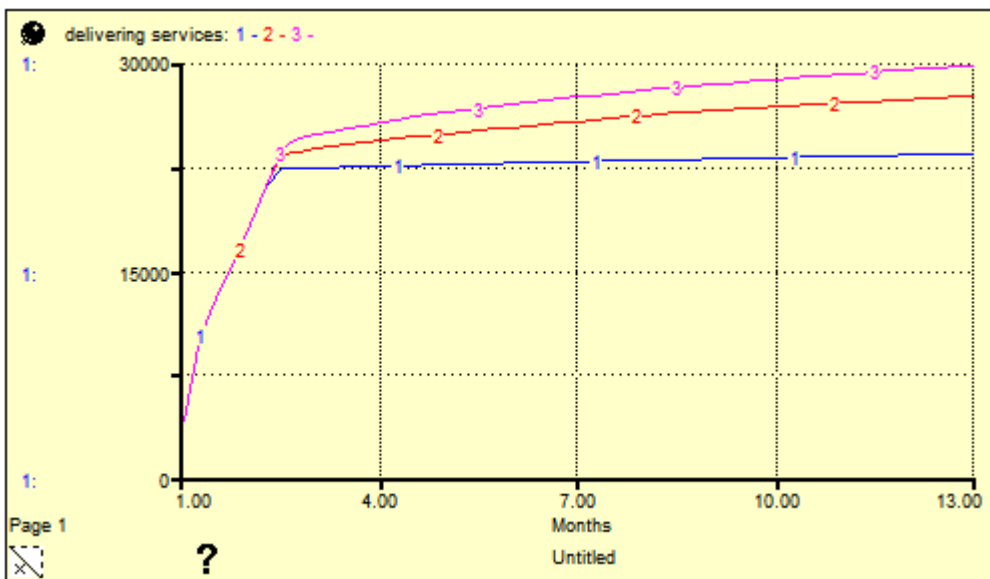


图 13 公司订单处理量

图 13 代表随着单位客户服务服务时间下降，公司处理订单的数量随之增加。

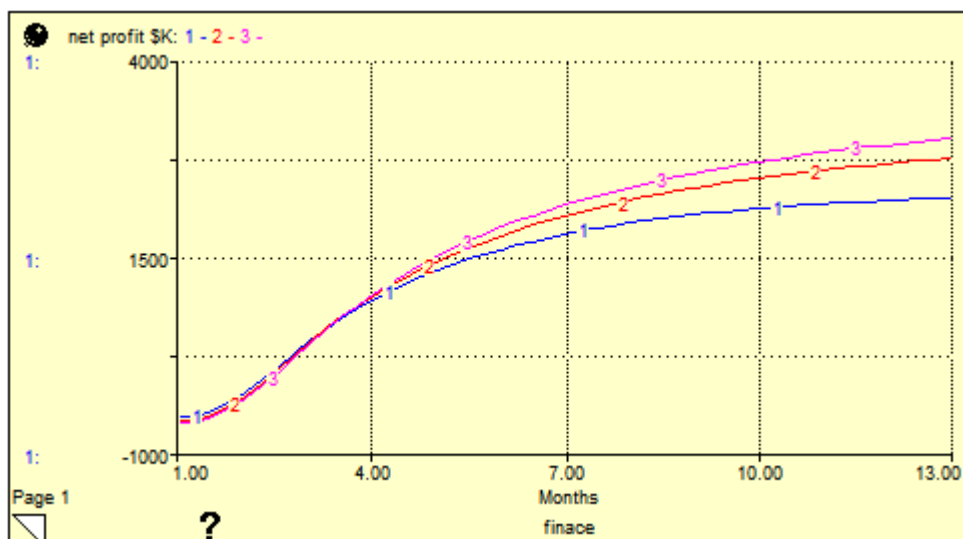


图 14 净利润变化

最终，由于上述原因，使得公司的净利润随着培训支出的投入不断增加。

从图 14 也可以看到，曲线 1 代表没有进行培训投入，说明公司即使不增加培训，公司的净利润依然是上升的，说明 ERP 系统上线后，对公司运营效率的提升，本身就对利润的增长有极大的帮助。

表 11 培训投入对公司净利润的影响

Table 1 (net profit)			
Months	1: net profit \$	2: net profit \$	3: net profit \$
1	-497.57	-535.07	-572.57
2	-4.17	-38.38	-74.73
3	627.96	641.32	635.90
4	1,095.37	1,172.84	1,210.43
5	1,430.17	1,569.83	1,652.71
6	1,671.25	1,870.81	1,993.08
7	1,846.06	2,102.65	2,255.92
8	1,973.99	2,285.35	2,462.09
9	2,068.72	2,431.67	2,626.60
10	2,139.94	2,548.18	2,760.36
11	2,194.46	2,642.02	2,871.16
12	2,237.11	2,719.21	2,964.61

从表 11 可以看出，并不是一开始进行 ERP 培训，就对公司的效率和净利润有贡献，而是从第四年开始，培训对净利润的提升开始有了明显的效果。这从客观上也符合上线后的实际情况。公司上线的前四年中，处于新老系统切换的初期，随着用户对系统的熟悉程度不断加深，培训的持续投入，使得公司的人员素质逐步提升，效率逐渐加强，最终对公

司净利润的增长构成了贡献。根据评价的结果显示，ERP 上线后的培训投入，对公司净利润的增长带来了贡献。

4.1.2 人员波动对效率及对利润的影响

依然按照先建立模型的假设，然后设置需要观察的变量，最终分析观察变量的变化对系统的影响。

首先，对系统动力学模型建立假设

假设一：假设公司在模拟的时间段内进行的招聘和离职都与 ERP 项目密切的相关。因此，人员的波动和系统效率的增减有着明显的相关性。

假设二：不考虑市场价格波动对客户增减的影响。由于公司的行业受大宗商品特别是有色金属价格的影响较大，对价格的波动较为敏感。因此，在模型中不考虑市场价格波动对客户的影响。

然后，将人员招聘设置成为变量

根据 ERP 系统上线后的实际 ERP 人员招聘的情况，模型选择了三个时点进行分析，第一个时点为刚上线时，人员波动较为剧烈，用-0.1 代表有 10%的骨干 ERP 人员离职。第二个时点是上线后 3 年，人员变动较为稳定，用 0 代表没有波动。第三个时点上线后 5 年，随着 ERP 项目的不断推进，招聘更多的重要管理人员，用 0.25 代表管理人员增加了 25%。

最后，观察变量的变化对效率提升和利润的影响

将上述数据带入模型，观察变量改变对相关数据的影响。具体情况见下图。

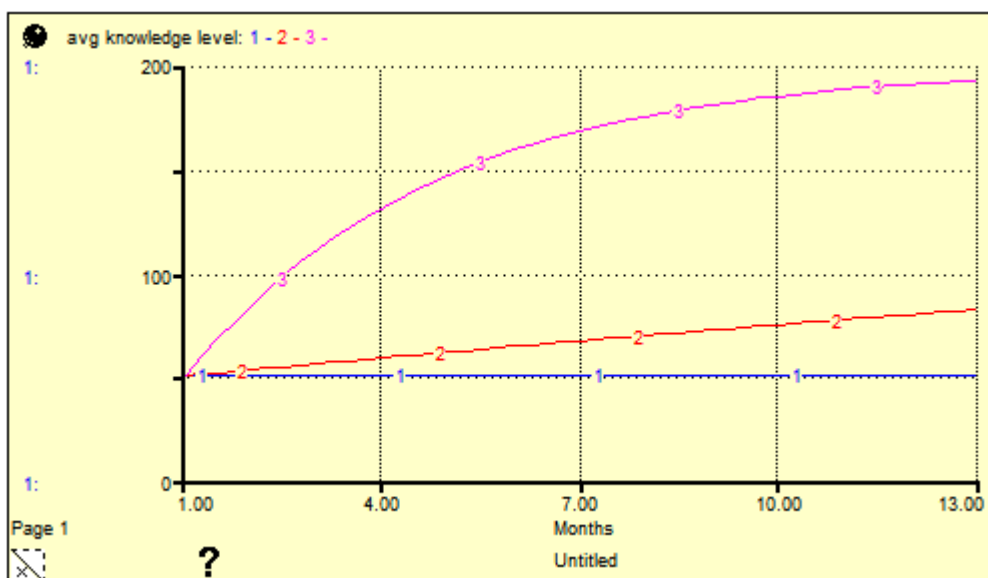


图 15 人员波动对平均知识的影响

图 15 代表公司平均知识水平，可以看出，随着时间的推移，随着新增的 ERP 管理人员增加，公司整体的 ERP 运维管理知识水平大幅提升。

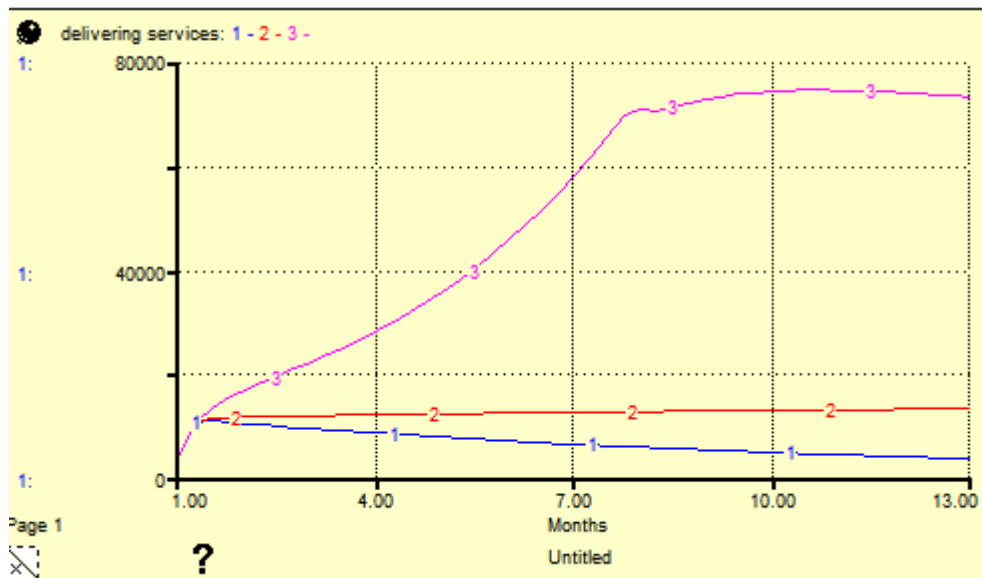


图 16 订单处理数量

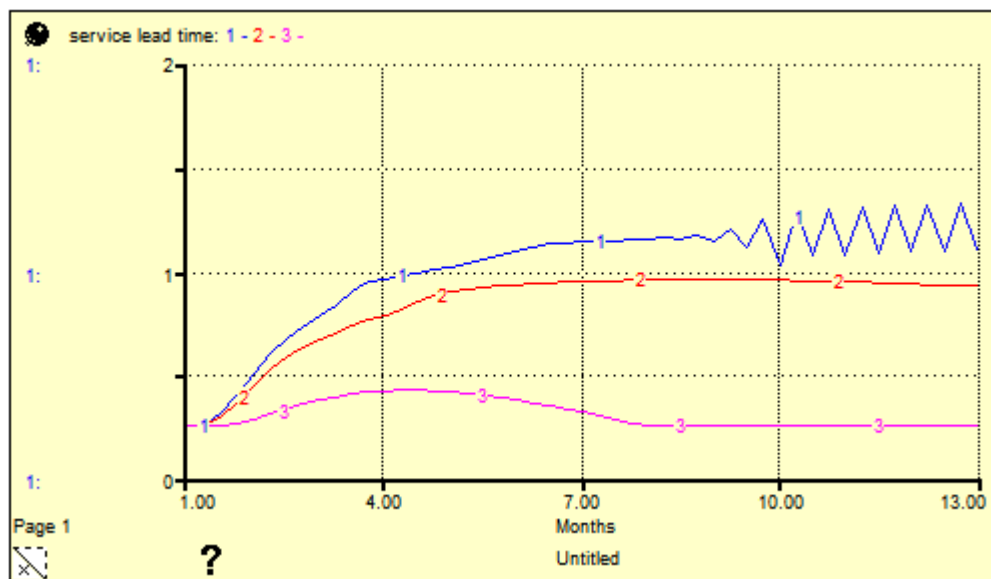


图 17 每笔订单处理时间

图 16、图 17 分别代表处理订单的数量和每笔订单处理的时间。由于 ERP 管理人员的增加而带动公司订单处理量和每笔订单处理效率的大幅提升，说明 ERP 管理人员对公司运营效率的增加有重要的意义。但从图中也应该看到，人员持续增加到接近第七年的时候，效率的提升接近逐渐开始走缓，说明管理人员的增加为企业效率带来的提升进入了瓶颈。

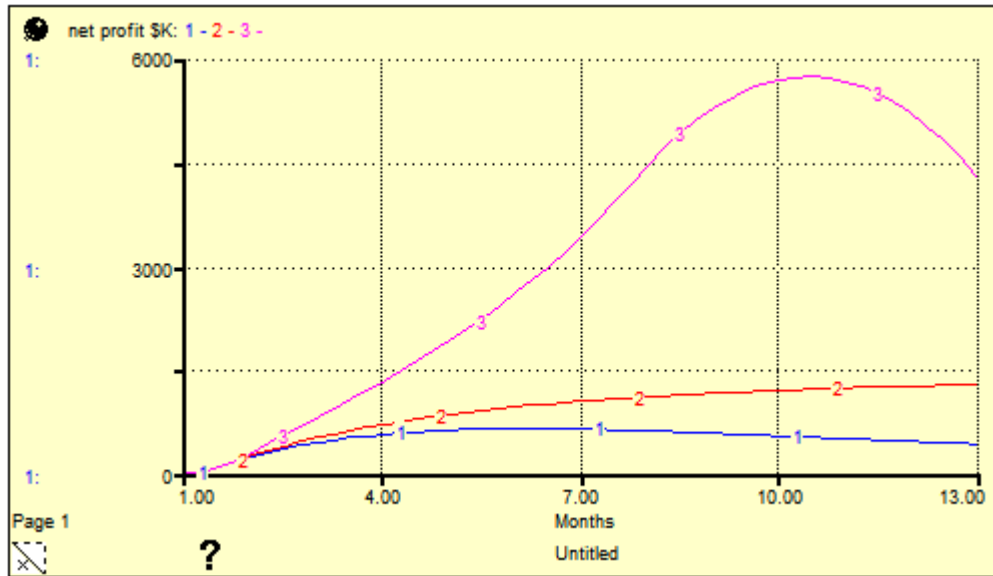


图 18 效率提升后对净利润的影响

图 18 表示效率提升后对利润的影响情况，从中可以看出 ERP 管理人员的增加对公司利润的增长具有重要的意义。但从图中也应该看到，人员持续增加到接近第十年的时候，利润增长接近了拐点。

根据评价的结果显示，ERP 上线后的关键管理人员的增加，对公司净利润的增长带来了重要的贡献。需要注意的是管理人员的增长在第 10 年的时候对公司运营效率的提升已经进入瓶颈期，公司需要在别的地方加强管理，进一步提升利润增长的空间。

4.2 案例解决的问题

通过以上两个案例的分析，分别说明了培训投入和人员波动对公司各项运营效果的影响。

案例一解决了 ERP 系统培训的开支与企业利润的关系问题。在没有用系统动力学模型进行仿真模拟时，很多企业会想当然的认为人员培训的支出较大，对企业的利润贡献不大。而通过仿真模型的运行结果看，培训的投入对净利润的提升是有明显效果的。

案例二解决了人员波动与效率和利润之间的关系。人员的流动在任何公司都是常见的，但是它的流动对于企业的影响是难以进行量化分析的。通过建立了系统动力学的仿真模型，使人员波动对企业运行效率和利润建立了因果关联，改变了其他后评价方法对此问题无法量化的情况。

4.3 案例应用对企业项目管理的改善

通过以上两个案例的分析，分别说明了培训投入和人员波动对公司各项运营效果的影响：

案例一分别对连续三年的培训投入做了跟踪，发现随着培训投入的增加使企业整体服务水平增长后，对外提供的服务时间下降，劳动生产率提升后公司的订单处理量随之增长，最后导致了公司利润的增加。根据这个情况，公司开始重视对 ERP 项目的培训，逐步加大培训的力度。原来认为一个 ERP 系统的培训对公司的效益不会有什么影响。现在有了系统动力学动态模型，让企业得到了量化数据。

案例二对人员的波动率进行跟踪分析，说明了 ERP 关键人员与公司运营效率的关系，最后对公司的利润产生的影响。一般来说，ERP 的项目上线后，关键用户的管理团队并不稳定。企业开始并不关心这样一只新的团队，认为这些人员是项目成员，有临时性质。同时，这些用户还受到外部人才市场高薪的吸引。因此，在项目上线的初期，人员的变动的较为剧烈的。通过模型的量化分析，让企业了解了人员稳定以及 ERP 项目关键管理人才的重要性，对招聘 ERP 关键管理岗位引起了高度重视。

4.4 本章小结

本章以中国铝业股份有限公司的 A 公司为例，使用系统动力学仿真评价模型，结合 A 公司 ERP 项目应用现状，按照系统动力学的方式对的 ERP 项目的经济效益进行了评价。不仅得出了企业 ERP 项目效益增加的情况，而且对企业学习与成长维度、客户维度、内部流程维度的指标进行了系统性的分析。通过系统动力学的仿真模型，发现影响公司效益的重要指标。公司的管理层认真总结分析了评价的结果，并对今后的项目管理工作做出了适当的安排，达到了以评促建的目的。

5 结论和展望

5.1 结论

国内的大公司特别是中央企业虽然基本完成了 ERP 项目的基础建设,但是后评价工作尚未全面的开展。由于从 ERP 项目获得的经济效益难以量化,使得公司难以引起对 ERP 项目实施后运维工作的重视,导致 ERP 系统上线后的效率并未明显提升。本文将系统动力学与平衡计分相结合构建了基于平衡计分卡的系统动力学仿真模型,动态、科学的评价 ERP 项目对企业经营效益产生的影响。充分发挥了平衡计分卡和系统动力学各自的优势。

通过本文建立的基于平衡计分卡的系统动力学仿真模型,对难以量化的 ERP 项目上线后的经济效益进行后评价。通过对中国铝业股份有限公司下属公司 ERP 项目,建立系统动力学的动态仿真模型并进行效益后评价。计算出了人员培训、招聘以及对客户市场的投入对公司经济效益的影响。

评价的结论对公司的管理层很有帮助,目前已经加强了培训的投入和 ERP 关键用户团队的管理。虽然模型考虑的因素还不全,并且受到各种假设条件和外部环境的制约,但是该模型已经较为简洁的反映出对 ERP 项目实施后的效益变化情况。在企业实际的应用中,还需要不断的对模型参数进行调整,使模型的可用性增强。

5.2 本文的主要研究成果

1. 构建了基于平衡计分卡 ERP 绩效后评价指标。
2. 在平衡计分卡的基础上构建了的系统动力学的 ERP 项目绩效后评价模型。
3. 基于平衡计分卡的系统动力学模型,对 A 公司的 ERP 项目实施后的经济效益情况进行了后评价。
4. 基于后评价的结果对企业后续管理工作提供了指导,达到了以评促建的目的。

5.3 后期展望

由于本人接触系统动力学的的时间较短,对系统分析问题的能力还有待改进,因此在研

究方面还有许多不足，希望今后可以从以下几方面继续进行研究：

1. 本文仅根据中国铝业股份有限公司的 A 公司进行的仿真模拟而 ERP 项目后评价的工作一个复杂的非结构化系统, 还有许多问题需要深入研究。这是一个在实践中不断总结和修正的过程。

2. 系统动力学主要是研究复杂非结构化问题的反馈过程。本文构建的系统动力学模型虽然通过咨询专家并且由精通项目管理的人员共同构建, 但是依然具有较强的主观性, 缺乏因素之间的互相验证, 特别是对于因素之间影响作用的大小较难确定, 仍然需要后期进一步的研究和探讨。

3. 本文侧重于企业内部流程的改善研究, 没有考虑企业经营外部因素对模型的影响。在今后的研究中, 还应当加入外部因素, 观察对建立模型的影响。

参考文献

- [1]吴瑞鹏.陈国清.郭迅华.中国企业信息化中的关键因素[J].南开管理评论,2004 第7卷第二期,74-79
- [2]陈钰,中国石化 ERP 项目实施研究[D],硕士学位论文,电子科技大学,2009
- [3]张三力.项目后评价.清华大学出版社,1998
- [4]赛迪顾问股份有限公司,2007-2008 年中国管理软件市场研究年度总报告[R],2008(2)
- [5]陈孟建,企业资源计划(ERP)原理及应用[M],电子工业出版社,2010
- [6]王谦,ERP 工程中信息平台与管理平台匹配理论及能力评测研究[D],博士学位论文,天津,天津大学,2004
- [7]石小刚,基于 BSC 的钢铁行业 ERP 项目评价管理研究,硕士学位论文[D],北京交通大学,2011
- [8] Benchmarking Partners Inc, ERP's Second wave: Maximizing the value of ERP-Enabled Processes, Deloitte Consulting Study, 1998
- [9] Robert S. Kaplan and David p. Norton. The balanced scorecard: measures that drive Performance [J], Harvard Business Review, 1992 70(1), 71-79.
- [10]战培志,廖文和,ERP 实施水平分级多目标综合评估法[J],计算机集成制造系统,2004(2),144-147.
- [11]杨道箭,面向全生命周期的 ERP 项目后评价研究[D],硕士学位论文,天津,天津大学,2006
- [12]郑晓东,基于全生命周期的 ERP 实施项目综合评估研究[D],天津,天津大学,2005
- [13]龙泉,AHP 模糊综合评价法在绩效评估中的应用研究[J],冶金经济与管理,2007(2)45-48
- [14]朱宗乾,程传旭,ERP 系统实施效果的 BP 神经网络评价研究[J],情报杂志,2005(7),20-23
- [15]Robert S Kaplan, David P Norton. Transforming the Balanced Scorecard from Performance Management to Strategic Management. Accounting Horizons, 2007
- [16] Henk Akkermans, Kim van Oorschot. Developing a Balanced Scorecard with System Dynamics. International System Dynamics Conference,Palermo,Italy, 2002

[17] Eric Wolstenholme. Balanced Strategies for Balanced Scorecards: the Role of System Dynamics in Supporting Balanced Scorecards and Value Based Management. International System Dynamics Conference, Wellington, NewZealand, 1998

[18] Norreklit H. The Balance on the Balanced Scorecard–A Critical Analysis of Some of Its Assumptions. Management Accounting Research, 2006, 12:65–68

附 录

附录 1 系统动力学仿真模型公式

```
Cume_sales_and__Mkting_Spending_$K(t)=Cume_sales_and__Mkting_Spending_$K(
t - dt)+ (sales_and_mkting__spending_$K) * dt
INIT Cume_sales_and__Mkting_Spending_$K = 0
INFLOWS:
sales_and_mkting__spending_$K = 50
Customers(t) = Customers(t - dt) + (acquiring_by_word_of_mouth +
acquiring_through_sales_and_mkting - losing_customers) * dt
INIT Customers = 100
INFLOWS:
acquiring_by_word_of_mouth =
Customers*word_of_mouth_multiplier*impact_of__mkt_sat
acquiring_through_sales_and_mkting =
sales_and_mkting__spending_$K*customers_gained_per_$K_spent*impact_of__mkt_sa
t
OUTFLOWS:
losing_customers = Customers*monthly_loss_fraction
potential_Customers(t)=potential_Customers(t-dt)+(-acquiring_by_word_of_m
outh - acquiring_through_sales_and_mkting) * dt
INIT potential_Customers = 900
OUTFLOWS:
acquiring_by_word_of_mouth=Customers*word_of_mouth_multiplier*impact_of__
mkt_sat
acquiring_through_sales_and_mkting=sales_and_mkting__spending_$K*customer
s_gained_per_$K_spent*impact_of__mkt_sat
```

$Retained_Earnings\$K(t) = Retained_Earnings\$K(t - dt) + (revenues_ \$K - expenses_ \$K) * dt$

INIT Retained_Earnings\$K = 0

INFLOWS:

$revenues_ \$K = delivering_ services * price / 1000$

OUTFLOWS:

$expenses_ \$K = pre_ tax_ expenses + tax_ expense$

$Service_ Backlog(t) = Service_ Backlog(t - dt) + (ordering_ services - delivering_ services) * dt$

INIT Service_Backlog = 1000

INFLOWS:

$ordering_ services = Customers * services_ demanded_ per_ customer$

OUTFLOWS:

$delivering_ services = service_ headcount * productivity$

$service_ headcount(t) = service_ headcount(t - dt) + (hiring_ or_ _laying_ off - departing) * dt$

INIT service_headcount = 100

INFLOWS:

$hiring_ or_ _laying_ off = service_ headcount * hiring_ fraction + departing$

OUTFLOWS:

$departing = service_ headcount * monthly_ employee_ turnover$

$Total_ Knowlege(t) = Total_ Knowlege(t - dt) + (adding_ to_ total_ knowledge_ by_ hiring + learning_ through_ training - losing_ knowledge_ _with_ departures) * dt$

INIT Total_Knowlege = 5000

INFLOWS:

$adding_ to_ total_ knowledge_ by_ hiring = hiring_ or_ _laying_ off * knowledge_ per_ new_ hire$

$learning_ through_ training = spending_ on_ training_ \$k * units_ knowledge_ gained_ per_ \k

OUTFLOWS:

```

losing_knowledge__with_departures =
knowledge_level_per_exitee*(departing-MIN(hiring_or__laying_off,0))
UNATTACHED:
spending_on_training$k = 0
avg_knowledge_level = Total_Knowledge/service_headcount
customers_gained_per_$K_spent = 2
earnings_before_tax = revenues_$K-pre_tax_expenses
exitee_bias = 1
hiring_fraction = 0
knowledge_level_per_exitee = avg_knowledge_level*exitee_bias
knowledge_per_new_hire = 40
monthly_employee_turnover = 0.02
net_profit_$K = SMTH1(revenues_$K-expenses_$K, 3)
overhead_percentage = 50
pre_tax_expenses=service_headcount*salary_$K*(1+overhead_percentage/100)+
sales_and_mkting__spending_$K+spending_on_training$k
price = 200
salary_$K = 5
service_lead_time = Service_Backlog/delivering_services
svc_lead_time_index = (service_lead_time/INIT(service_lead_time))*100
tax_expense = earnings_before_tax*tax_rate
tax_rate = 0.25
word_of_mouth_multiplier = 0.1
impact_of__mkt_sat = GRAPH(potential_Customers)

```

致 谢

两年的在职研究生学习生活即将结束，再次回到校园学习，让我收获很多。首先感谢北师大各位老师对我的辛勤培育，使我度过了充实的两年时光。感谢我的导师樊瑛老师。樊老师帮助我解决了论文写作中的一个难题，在论文写作内容上给予了我很多思路建议，并在我撰写论文最艰难的时刻给予我鼓励，让我最终顺利的完成了论文。老师严谨的态度深深地影响了我，在此由衷的感谢樊瑛老师！

其次，我要感谢系统科学学院的每一位老师，是老师们生动的课程传授给我项目管理的知识，使我从一个没有任何项目管理基础的学生，成长到一名掌握了项目管理知识和技能的学生。特别是狄增如院长的系统动力学的课程对我这篇论文的完成起到了很大的帮助。在此我还要感谢我的同学和朋友们，在我撰写论文的过程中给予我很多帮助和素材，也让我在两年的学习生活中收获了深深的友谊，再此衷心的感谢每一位老师和同学！

最后，我要感谢我的家人，是他们给予了我支持和鼓励，帮助我最终完成了两年的学业。

作者名

2016年11月

